

現代汽車學

第五篇 汽車電系

(普及版)

Modern
Automotive
Mechanics

黃靖雄 編著



正工出版社

封面 林振陽

449.1
4404
C2

謹以此書做為家慈
黃曾血女士八秩
華誕賀禮

民國戊辰年吉月



國立彰化師範大學圖書館



0044401

本書參加教育部七十七學年度
 大學院校教學資料獎勵競賽
 榮獲講義類優等獎

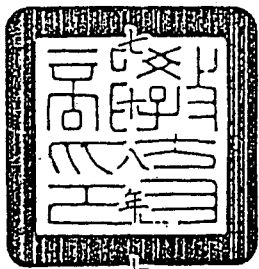
黃靖雄 謹啓

教育部獎牌

台(78)高字
 31251
 號

黃靖雄先生參加本部舉辦
 七十七學年度大學院校教學
 資料改進獎勵，作品經評審
 獲講義類優等獎，除致送獎
 金外特頒獎牌以資鼓勵。

部長 瓦高文



中華民國

十月二十日

編者簡介

黃靖雄

臺灣省臺中縣人
民國31年10月生



現職

國立彰化師範大學工業教育學系副教授

經歷

- *美國駐華安全分署汽車場技工
- *台北市公共汽車管理處修理廠工務員
- *省立台中高工汽車修護科教師兼科主任
- *台中縣私立東海、大豐汽車駕駛補習班主任
- *職訓局中區職業訓練中心訓練師兼教材課長、第五科主任
- *勞委會職訓局汽車修護技術士技能檢定68、69、70年度命題委員召集人
71、72、73、74、75、78年度命題委員
- *交通部汽車技工檢定筆試題庫命題研究員
- *台灣區車輛噪音排氣污染及油耗研究小組委員
- *台灣省台中市區車輛行車事故鑑定委員會委員
- *國際技能競賽中華民國委員會汽車修護職類裁判長

學歷

- *省立台中高工汽車修護科畢業
- *省立台北工專機械科汽車組畢業
- *國立台灣教育學院職業教育學系畢業
- *日本研修職業訓練
- *私立東海大學高級企業管理師結業
- *美國東北密蘇里州立大學工業教育碩士
- *國科會第廿五屆科技人員出國研修—日本國立廣島大學工學部

葉序

汽車為現代文明社會最重要的交通工具，它為各種科技的結晶，而為一綜合性製造工業；可帶動鋼鐵、石化、電機、電子、紡織、玻璃、橡膠……等各種工業之進步。其使用更涉及土木工程、交通法律、社會科學、環境污染、能源問題……等。半世紀以來，先進工業國家莫不以發展汽車工業為重點，近年來我國亦以汽車工業為策略性工業，積極輔導推動，以期早日進入開發國家之林。

本院工業教育學系講師黃靖雄先生乃汽車科班出身，畢業於省立台中高工汽車修護科及台北工專機械科汽車組。曾到工廠實地從事汽車修護工作，並擔任高工汽車科教師多年；課餘博覽各國汽車書籍雜誌，六十年為台灣省教育廳編撰“汽車學”一書供高工汽車科做教材，該書後自行增訂出版，廣為各高級工業學校採用為教科書，對提升我國汽車工業技術水準頗有貢獻。

六十一年黃先生辭去台中高工汽修科主任職務，進入本院工教系前身職業教育學系深造，畢業後進入職訓局中區職業訓練中心擔任訓練師並兼第五科（汽車修護、汽車板金、金屬塗裝）主任及教材課長；六十八年派赴日本進修汽車職業訓練，為我國汽車職業訓練打下良好根基。七十年進入本院工教系服務，七十一年至七十三年暑假赴美國東北密蘇里州立大學實用技藝學院進修，獲得工業教育碩士學位。去年九月獲得國科會第廿五屆科技人員國外進修獎助，再度赴日本國立廣島大學工學部研究汽車排氣污染控制技術。

黃先生過去在赴日、美期間，多方蒐集最新汽車書籍、雜誌及技術資料，返國後以其豐富經驗及所獲資料編寫“現代汽車學”一書，內容新穎實用，插圖精美，文字淺顯，條理井然，無論初學或深究，誠為不可或缺之汽車技術專門著作。出書前索序於余，因鑑於該書對發展我國汽車工業技術甚有助益，故樂為序。

國立台灣教育學院院長

葉學志

民國七十七年二月廿七日

自序

汽車工業為近半世紀以來發展最快之工業，尤其受到兩次能源危機的衝擊、排放空氣污染物含量之限制，半導體及電腦控制技術之導入，及配合大量生產技術之改進等，使現代汽車產生了不少蛻變。

我國近年來汽車工業亦蓬勃發展，國產汽車產量增加甚速，且配合國際化、自由化政策，政府已一改過去的保護措施，關稅一再降低，各國原裝的汽車也不斷的湧入國內市場，國產汽車亦輸出到國際市場。汽車已是國民必備的交通工具，各界對汽車知識之需求更為殷切。坊間之汽車技術圖書雖多，但大部份資料均已陳舊，對現代汽車之新裝置作有系統深入介紹的甚少。筆者有鑑於此，乃多方蒐集各國現代汽車各部機件的最新構造原理資料，加以歸納整理而編寫成本書，以提供大專相關科系做為教科書，及作為汽車從業人員及高工汽車科教師參考使用，俾我國之汽車技術水準能跟上世界潮流。全書共六篇，近二百萬言，精美插圖四千餘幅。

第一篇總論：介紹汽車及汽車工業之發展過程、製造過程、汽車之種類、基本構造……等，使讀者對汽車有一概括之認識。其次介紹汽車行駛時受到的各種阻力，及汽車應具備之各項性能，以了解理想汽車追求之目標及須克服之困難。

第二篇汽車引擎：首先介紹內燃機之種類及發展過程，四行程及二行程往復活塞式汽油及柴油引擎之基本構造及工作原理；迴轉活塞式引擎之工作原理……等，使讀者對汽車引擎有大概的了解。接著對引擎性能、燃料、燃燒、潤滑油等加以解說。其次介紹汽油引擎本體構造及附屬系統，從傳統到最新之高性能低公害省油汽車之各項裝置均有深入介紹，尤以進排氣系及燃料系之新資料最多。柴油引擎本體構造及附屬裝置部份僅介紹與汽油引擎不同者，重點在柴油引擎燃料系統，本書將具有代表性之各型燃料裝置從複式高壓噴射泵到電腦控制噴油裝置做有系統之整理介紹。迴轉活塞式引擎國內汽車雖甚少使用，但日本MAZDA公司生產之迴轉活塞引擎性能優異，暢銷世界各地，年產量在數十萬台以上，學汽車者有深入了解的必要，本書有深入之介紹。

第三篇汽車傳動機構：汽車之傳動裝置中各型之離合器、變速箱、傳動軸、差速器、後軸總成……等，本書均有詳細的介紹，尤其對自動變速箱及晚近推出之四輪驅動(4WD)汽車傳動裝置等本篇均有專章做深入的探討。

第四篇汽車底盤：對汽車之懸吊裝置、轉向裝置、煞車裝置、車輪……等及車架、車身門窗、鎖扣、座椅、安全裝置、聯結車之聯結裝置……等均妥為歸納分類，有條不紊的加以系統化整理。對各種新式裝置均儘可能加以介紹，如最近才發表之四輪轉向(4WS)，本篇已有深入探討。

第五篇汽車電系：汽車電氣製品近年來之蛻變最為快速，也最為複雜；因傳統的電氣製品仍在使用中，但新式的半導體、IC、微電腦控制的新產品不斷開發出來，故本篇將傳統與最新的汽車電氣製品做一整理，使讀者對蛻變中的汽車電學能有全盤的了解。首先

介紹汽車電學基礎知識，包括汽車電系概述、基礎電磁學、基礎電子學、電腦概論等。其次依序介紹電瓶、起動系統、充電系統、點火系統、燈光系統、雨刷及噴水裝置、汽車儀錶、其他汽車電器及電腦引擎控制……等，除對現在仍在使用中之傳統汽車電氣製品有詳細解說外，對晚近推出之電子化、電腦化產品，如 IC 調整器、電晶體與 IC 點火器、數位儀錶、自動車速控制、電子多功能電視及電腦引擎控制……等，均有詳細的介紹。

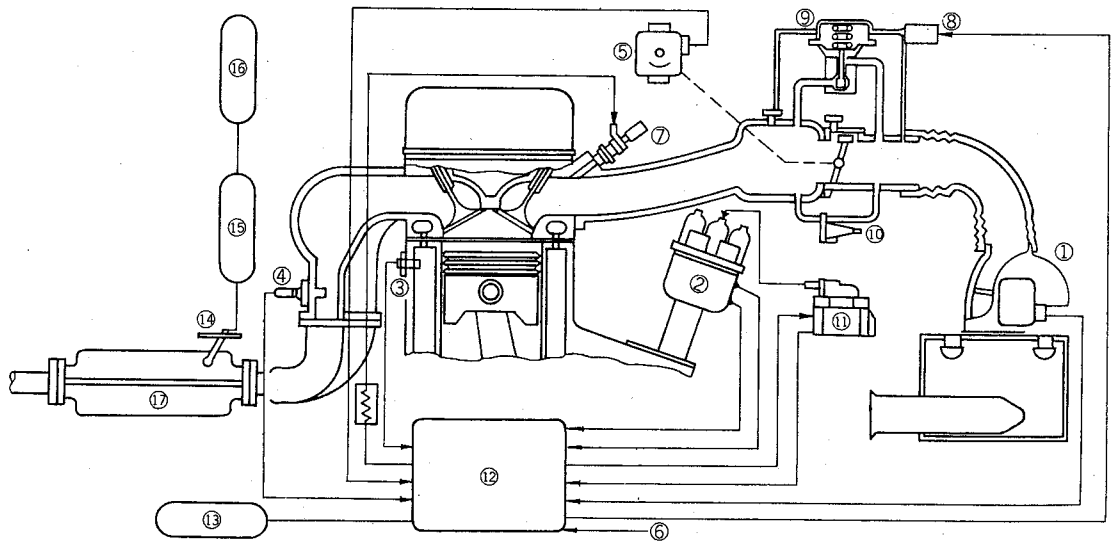
第六篇汽車空氣調節：隨著時代潮流的進步，現代的汽車必須具備省油、安全、快速、舒適等等多種要求。汽車空調已成為現代汽車不可缺少之裝備，用來創造舒適之空間，減輕駕駛人與乘客的疲勞，增進行車安全。本篇首先介紹空調的基本知識及工作原理，再將冷媒、壓縮機、蒸發器、冷凝器、貯液筒、膨脹閥等之構造及工作原理做詳細的解說，最後介紹空調的控制系統、電路系統及最新的全自動空調控制系統，使讀者對汽車空調裝置有深入之認識。

本書承蒙國立台灣教育學院附屬高工汽車科及省立台中高工汽車科的老師們協助校對，機圖科數位畢業學生長期辛苦的描繪插圖，謹致由衷謝意。本書打字排版承蔡綾姬小姐精心的設計與全力的投入，使能以最好的版面與讀者見面，謹致最真誠的敬意與謝意。筆者才疏學淺，疵謬之處在所難免，至盼讀者諸君賜予指正，不勝感激。

黃靖雄 謹識

民國七十七年三月

第五篇 汽車電系



目 錄

第一章 汽車電系概述

第一節 汽車電系概述	1-1
1-1-1 現代汽車電系特點	1-1
1-1-2 汽車電系概要	1-1
第二節 汽車電系各分系簡介	1-3
1-2-1 電瓶	1-3
1-2-2 充電系	1-3
1-2-3 起動系	1-4
1-2-4 點火系	1-4
1-2-5 照明系	1-4
1-2-6 信號系	1-5
1-2-7 儀錶系	1-5
1-2-8 附屬電系	1-5
第三節 汽車配線	1-6
1-3-1 汽車配線及線束	1-6
1-3-2 電線之材質	1-7
1-3-3 電線之種類	1-7
1-3-4 電線之尺寸	1-8
1-3-5 特殊電線	1-9
1-3-6 電線連接器與線頭	1-10
1-3-7 搭鐵迴路	1-11
第四節 汽車電器符號及電路圖	1-11
1-4-1 汽車電器符號	1-11
1-4-2 汽車電路圖概說	1-11
1-4-3 汽車電氣線路圖	1-11
1-4-4 汽車電氣系統圖	1-14
1-4-5 汽車電器安裝圖	1-14
第五節 汽車線路保護裝置	1-19
1-5-1 概述	1-19
1-5-2 保險絲	1-19
1-5-3 線路斷電器	1-21
1-5-4 可熔線	1-21

第二章 基礎電學

第一節 電學概論	2-1
2-1-1 電荷	2-1
2-1-2 自由電子	2-2
2-1-3 良導體與絕緣體	2-2
2-1-4 電流與電子流	2-2
2-1-5 電動勢與電壓	2-2

2-1-6	電阻	2-3
2-1-7	電導	2-3
2-1-8	歐姆定律	2-3
2-1-9	電功率	2-4
2-1-10	電能(電功)	2-4
2-1-11	電阻器	2-4
2-1-12	靜電感應	2-6
2-1-13	電容器	2-7
2-1-14	電氣迴路	2-9
2-1-15	電流之效應	2-10
第二節 電磁學概論		2-10
2-2-1	磁分子	2-10
2-2-2	導磁體與抗磁體	2-10
2-2-3	天然磁鐵與人造磁鐵	2-11
2-2-4	導磁體與導體之區別	2-11
2-2-5	地磁	2-11
2-2-6	磁的特性	2-11
2-2-7	電感應磁	2-12
2-2-8	磁感應電	2-14
2-2-9	電、磁、動之關係(一)	2-15
2-2-10	線圈之自感應	2-15
2-2-11	線圈之互感應	2-15
2-2-12	渦電流	2-16
2-2-13	電、磁、動之關係(二)	2-16
第三節 交流電之基本特性		2-16
2-3-1	直流電與交流電	2-16
2-3-2	交流電之性質	2-17
2-3-3	交流電路特性	2-18
2-3-4	交流電之電功率	2-19
2-3-5	單相交流電	2-20
2-3-6	三相交流電	2-20
第四節 電錶		2-21
2-4-1	電流錶	2-21
2-4-2	電壓錶	2-22
2-4-3	歐姆錶	2-23
2-4-4	三用電錶(電路測試器)	2-23

第三章 基礎電子學

第一節 半導體		3-1
3-1-1	概述	3-1
3-1-2	半導體的性質	3-1
3-1-3	純半導體	3-1

3-1-4	不純半導體	3-2
3-1-5	二極體	3-2
3-1-6	電晶體	3-3
3-1-7	閘流體	3-5
3-1-8	熱阻體	3-6
3-1-9	光電元件	3-6
3-1-10	積體電路 (IC)	3-9
第二節	電子電路	3-10
3-2-1	電子電路與一般電路之區別	3-10
3-2-2	汽車電子電路使用之零件	3-11
3-2-3	基本電子電路	3-11

第四章 電腦概說

第一節	電腦在汽車上之應用	4-1
第二節	類比與數位電子計算機 (電腦) 概說	4-1
4-2-1	類比式及數位式計算機之根本差異	4-1
4-2-2	類比電子計算機	4-1
4-2-3	數位電子計算機	4-1
第三節	數位系統	4-3
4-3-1	數位計算機傳輸符號的方法	4-3
4-3-2	數位系統的種類	4-3
4-3-3	十進數與二進數、八進數、十六進數之關係	4-3
4-3-4	數的大小範圍	4-4
4-3-5	將十進數以各種底數表示法	4-4
4-3-6	二進數與十六進數之轉換	4-5
第四節	邏輯閘	4-5
4-4-1	數位邏輯之意義	4-5
4-4-2	判斷元件與記憶元件之意義	4-5
4-4-3	判斷元件	4-6
4-4-4	記憶元件	4-8
第五節	資料與資料的傳遞	4-10
4-5-1	概述	4-10
4-5-2	指令、位址和及其他資料	4-10
4-5-3	資料的界面	4-11

第五章 電瓶

第一節	電瓶概述	5-1
第二節	電瓶原理	5-1
5-2-1	電化學作用	5-1
5-2-2	汽車電瓶充放電之電化作用	5-1
5-2-3	電解液充放電後比重之變化	5-2
第三節	電瓶構造	5-3

5-3-1	電瓶外壳	5-4
5-3-2	電瓶極板	5-4
5-3-3	電瓶頭	5-5
5-3-4	電解液	5-6
第四節	電瓶電容量	5-6
5-4-1	概述	5-6
5-4-2	安培小時電容量	5-6
5-4-3	瓦特電容量	5-6
5-4-4	冷起動電容量	5-6
5-4-5	儲存電容量	5-6
5-4-6	放電率大小與電瓶電容量之關係	5-7
5-4-7	溫度與電容量之關係	5-7
5-4-8	自放電	5-7
第五節	電瓶充電	5-8
5-5-1	概述	5-8
5-5-2	充電效率	5-8
5-5-3	充電前之準備工作	5-8
5-5-4	充電方法	5-9
5-5-5	充電完成的判定	5-10
第六節	影響電瓶壽命因素	5-10
第七節	其他電瓶	5-12
5-7-1	免保養電瓶	5-12
5-7-2	愛迪生電瓶	5-13
5-7-3	銀電瓶	5-13
第六章 起動系統		
第一節	起動系統概述	6-1
6-1-1	引擎必須先搖轉才能發動	6-1
6-1-2	汽車引擎系統之組成	6-1
6-1-3	起動系統基本機件	6-1
6-1-4	起動馬達原理	6-4
6-1-5	起動馬達本體構造	6-5
6-1-6	馬達驅動機構	6-8
6-1-7	電樞制動	6-13
6-1-8	起動馬達特性曲線	6-15
第二節	汽油引擎起動系統	6-15
6-2-1	一般汽油引擎起動電路	6-15
6-2-2	齒輪撥動型馬達起動系統	6-15
6-2-3	齒輪慣性型馬達起動系統	6-17
第三節	柴油引擎預熱系統	6-18
6-3-1	概述	6-18
6-3-2	串聯式預熱塞預熱系統	6-18

6-3-3	並聯預熱塞預熱系統	6-22
6-3-4	快速預熱系統	6-22
6-3-5	電熱式空氣預熱系	6-24
6-3-6	進氣加熱系統	6-25
第四節	柴油引擎起動系統	6-26
6-4-1	概述	6-26
6-4-2	電樞移動型馬達起動系統	6-27
6-4-3	齒輪撥動型馬達起動系統	6-32
6-4-4	齒輪滑動型馬達起動系統	6-36
第五節	其他起動系統裝置	6-37
6-5-1	減速式起動馬達	6-37
6-5-2	發電起動兼用馬達	6-40
6-5-3	串並聯開關	6-40
第六節	起動馬達性能試驗	6-42
6-6-1	概述	6-42
6-6-2	無負荷試驗	6-42
6-6-3	負荷試驗	6-43
6-6-4	停止扭力試驗	6-43

第七章 充電系統

第一節	充電系統概述	7-1
7-1-1	引擎必須要有充電裝置	7-1
7-1-2	直流充電系統與交流充電系統	7-1
7-1-3	充電系統基本機件	7-2
第二節	交流發電機充電系統	7-3
7-2-1	概述	7-3
7-2-2	交流發電機構造	7-4
7-2-3	交流發電機之發電與整流	7-8
7-2-4	使用交流發電機充電系注意事項	7-9
7-2-5	交流發電機調整器	7-10
7-2-6	其他交流發電機	7-16
第三節	直流發電機充電系統	7-18
7-3-1	概述	7-18
7-3-2	直流發電機構造	7-20
7-3-3	直流發電機調整器	7-21
7-3-4	使用直流發電機充電系注意事項	7-23
第四節	其他充電裝置	7-23
7-4-1	馬達發電機	7-23

第八章 點火系統

第一節	點火系統概述	8-1
8-1-1	引擎與點火之關係	8-1

8-1-2 點火系統之種類	8-1
第二節 普通接點式電瓶點火系統	8-4
8-2-1 概述	8-4
8-2-2 高壓電產生之原理	8-5
8-2-3 發火線圈	8-7
8-2-4 分電盤	8-9
8-2-5 低公害引擎點火時間控制裝置	8-16
8-2-6 高壓線	8-19
8-2-7 火星塞	8-19
第三節 電晶體點火系統	8-27
8-3-1 概述	8-27
8-3-2 半晶體點火系統	8-30
8-3-3 IC全晶體點火系統	8-31
8-3-4 定電流控制式全晶體點火系統	8-34
8-3-5 電容器放電式電晶體點火系統	8-38
第四節 電腦控制點火系統	8-40
8-4-1 概述	8-40
8-4-2 克雷斯勒ELB系統	8-41
8-4-3 通用汽車公司之電腦控制點火系統	8-42
8-4-4 福特汽車公司之電腦控制點火系統	8-43
8-4-5 日產ECCS之電腦控制點火系統	8-46
8-4-6 豐田TCCS之電腦控制點火系統	8-48
8-4-7 雷諾汽車公司之電腦控制點火系統	8-48
第五節 最新特殊點火系統	8-51
8-5-1 概說	8-51
8-5-2 通用直接點火系統	8-51
8-5-3 豐田整流分火頭分電盤點火系統	8-52
8-5-4 日產PLASMA點火系統	8-53
第六節 磁電機點火系統	8-55
8-6-1 概述	8-55
8-6-2 高壓式電樞迴轉型磁電機	8-55
8-6-3 低壓式電樞迴轉型磁電機	8-56
8-6-4 永久磁鐵迴轉型高壓式磁電機	8-56
8-6-5 永久磁鐵迴轉型低壓式磁電機	8-56
8-6-6 電磁鐵迴轉型磁電機	8-57
8-6-7 離心力點火提前機構	8-57
8-6-8 無接點CDI磁電機點火系統	8-58

第九章 燈光系統

第一節 燈光系統概述	9-1
9-1-1 概述	9-1
9-1-2 照明用語介紹	9-1

第二節 燈光之條件	9-3
9-2-1 頭燈之條件	9-3
9-2-2 汽車其他燈光之規定	9-3
第三節 汽車燈泡之種類	9-4
9-3-1 汽車一般通用燈泡	9-4
9-3-2 頭燈	9-5
第四節 頭燈之裝置與控制	9-8
9-4-1 頭燈之裝置方法	9-8
9-4-2 頭燈之控制	9-9
第五節 轉向燈和閃光器	9-13
9-5-1 概述	9-13
9-5-2 點滅式轉向燈	9-13
9-5-3 點滅移光式轉向燈	9-23
第六節 危險警示燈	9-25
第七節 其他汽車燈光裝置	9-25
9-7-1 霧燈	9-26
9-7-2 倒車燈	9-26
9-7-3 尾燈	9-26
9-7-4 車幅燈(小燈)	9-26
9-7-5 煞車燈	9-26
9-7-6 牌照燈	9-27
9-7-7 室內燈	9-27
9-7-8 儀錶燈	9-28
第八節 電晶體日光灯	9-28
9-8-1 概述	9-28
9-8-2 普通交流日光灯	9-28
9-8-3 汽車用電晶體日光灯	9-29
第九節 雙光度燈路	9-32
9-9-1 概述	9-32
9-9-2 雙光度燈路	9-32

第十章 雨刷

第一節 雨刷概述	10-1
10-1-1 概述	10-1
10-1-2 電動雨刷的組成	10-1
10-1-3 電動雨刷的種類	10-1
第二節 雨刷馬達	10-2
10-2-1 單速複聯式馬達	10-2
10-2-2 雙速複聯式馬達	10-3
10-2-3 永久磁鐵式馬達	10-3
第三節 雨刷連桿	10-5
10-3-1 平行連動式連桿	10-6

10-3-2 對向連動式連桿	10-6
10-3-3 對向連動型半伸縮繪圖儀式連桿	10-6
10-3-4 對向連動型伸縮繪圖儀式連桿	10-6
10-3-5 交叉連動式連桿	10-7
第四節 雨刷臂與雨刷片	10-7
第五節 其他雨刷動作控制	10-9
10-5-1 全隱藏式與半隱藏式雨刷	10-9
10-5-2 間歇動作式雨刷	10-12
10-5-3 連桿內藏式雨刷	10-15
第六節 擋風玻璃清洗器	10-15
10-6-1 概述	10-15
10-6-2 擋風玻璃清洗器馬達及泵	10-15
10-6-3 噴水口構造	10-17

第十一章 汽車儀錶

第一節 汽車儀錶概述	11-1
第二節 類比式儀錶	11-4
11-2-1 概述	11-4
11-2-2 電熱偶片式儀錶原理與補償	11-5
11-2-3 燃油錶	11-7
11-2-4 溫度錶	11-10
11-2-5 機油壓力錶	11-12
11-2-6 電流錶	11-13
11-2-7 路碼錶	11-14
11-2-8 引擎轉速錶	11-18
11-2-9 行車記錄器	11-19
11-2-10 載重錶	11-23
11-2-11 空氣壓力錶	11-25
第三節 警告裝置	11-25
11-3-1 概述	11-25
11-3-2 機油壓力警告燈	11-25
11-3-3 充電指示燈	11-25
11-3-4 燃油殘量警告燈	11-28
11-3-5 煞車油量警告燈	11-29
11-3-6 電瓶液量警告燈	11-29
11-3-7 引擎過熱警告燈	11-29
11-3-8 安全監視器	11-29
11-3-9 超速警報器	11-33
11-3-10 語言警告裝置	11-36
第四節 數位式儀錶	11-37
11-4-1 數位儀錶與類比儀錶之比較	11-37
11-4-2 數位速率錶	11-38

11-4-3 數位引擎轉速錶	11-39
11-4-4 數位燃油錶	11-39
11-4-5 數位溫度錶	11-40
第五節 儀錶照明	11-41
11-5-1 概述	11-41
11-5-2 電子發光儀錶板	11-41
第十二章 其他電器	
第一節 喇叭	12-1
12-1-1 概述	12-1
12-1-2 電磁式喇叭之構造及作用	12-1
12-1-3 壓縮空氣喇叭之構造及作用	12-3
12-1-4 電晶體喇叭之構造及作用	12-4
第二節 倒車蜂鳴器	12-5
12-2-1 概述	12-5
12-2-2 電容器式倒車蜂鳴器	12-5
12-2-3 電晶體式倒車蜂鳴器	12-5
第三節 電動車窗、座椅、天線及門鎖控制	12-6
12-3-1 概述	12-7
12-3-2 電動車窗控制	12-7
12-3-3 電動座椅調整器	12-8
12-3-4 電動天線伸縮裝置	12-9
12-3-5 中央控制電動門鎖	12-10
第四節 擋風玻璃除霧裝置	12-11
12-4-1 概述	12-11
12-4-2 前擋風玻璃除霧裝置	12-11
12-4-3 後擋風玻璃除霧熱線	12-12
第五節 汽車音響	12-12
12-5-1 概述	12-12
12-5-2 汽車收音機	12-12
12-5-3 汽車放音機	12-14
第六節 自動車速控制	12-15
第七節 電子多功能電視	12-18
12-7-1 概述	12-18
12-7-2 行駛監視	12-18
12-7-3 燃料消費監視	12-19
12-7-4 定期保養指導	12-19
12-7-5 警告之顯示	12-19
12-7-6 故障診斷顯示	12-20
12-7-7 系統檢查	12-20
12-7-8 廣播電視的受像	12-20
12-7-9 多功能電視顯示基本動作	12-21

12-7-10 電子多功能電視系統的構成..... 12-21

第十三章 電腦引擎控制

第一節 電腦引擎控制概述..... 13-1

第二節 電子稀薄燃燒系統 (ELB) 13-2

第三節 福特電子引擎控制系統 (EEC) 13-3

第四節 通用電腦指令控制系統 (CCC) 13-6

第五節 日產電子集中控制系統 (ECCS) 13-8

第六節 豐田電腦控制系統 (TCCS) 13-11

第七節 五十鈴全電腦控制系統 (I-TEC) 13-12

第五篇 汽車電系

第一章 汽車電系概述

第一節 汽車電系概述

1-1-1 現代汽車電系特點

(一)現代汽車之電氣系統猶如人之神經系統，用來控制汽車各部機件之動作。

(二)由於電子、電腦科技之快速發展，汽車電氣系統也逐漸的電子、電腦化。本書對於現在仍使用中的傳統汽車電氣製品有詳細之解說外，對於晚近發展之電子化產品，如交流發電機、IC調整器、電晶體與IC點火系……等亦有深入之介紹，對於最新發展之電腦汽車控制系統也詳細介紹，使讀者對於現代汽車電學能有整體了解。

1-1-2 汽車電系概要

(一)一般汽車電系構成之電器實體概要如圖5-1-1所示。

(二)各電器之控制開關均在駕駛室，由駕駛人隨時加以控制。駕駛人首先以鑰匙開啓點火開關，接通各主要電路。打馬達時，以電瓶（蓄電池）所供應之電能經起動馬達轉變為機械能，搖轉發動引擎。點火系統將12V之低壓電升高到20kV以上，並在適當時刻在火星塞產生火花，以點燃混合汽，使引擎能正常運轉。充電系統將引擎之一部份機械能轉變為電能，供應全車電器之用，並補充電瓶在發動引擎時所消耗之電能。照明系統使汽車能在夜間行駛；信號系統使汽車之動向能讓其他車輛及行人了解，並能做適時之警告，以確保行車安全；儀錶系統，使駕駛人隨時能了解汽車引擎各系統之工作情況，及其他應了解

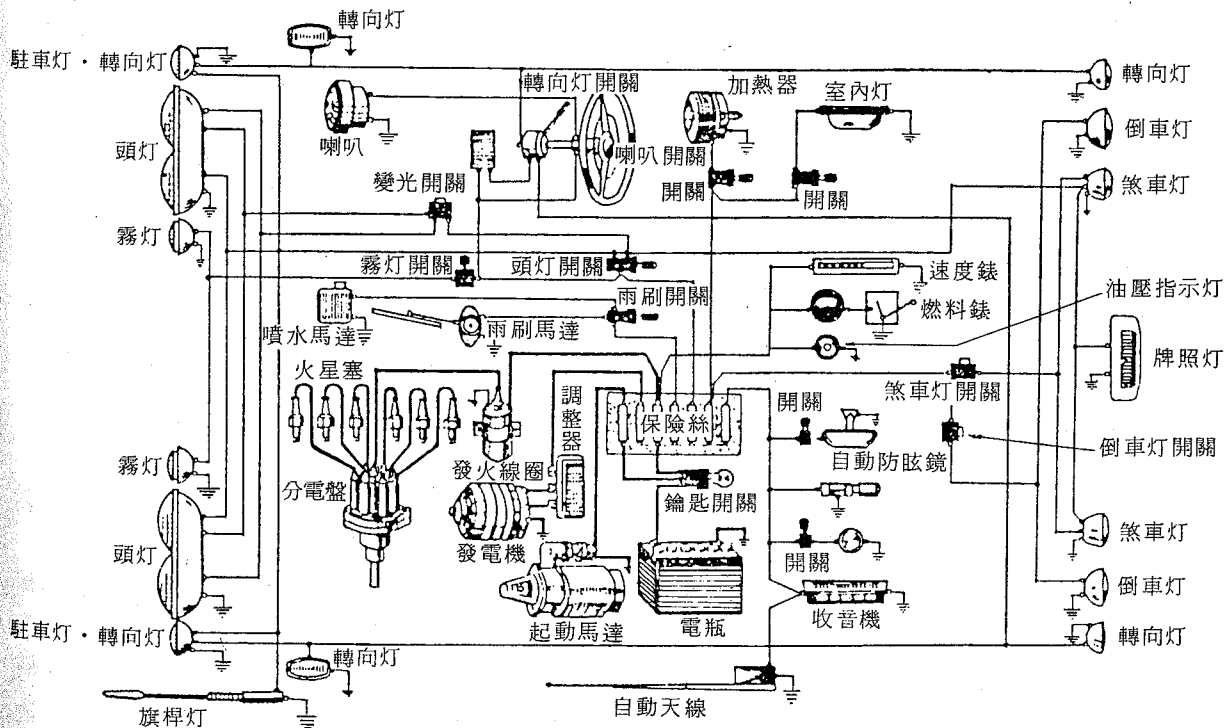


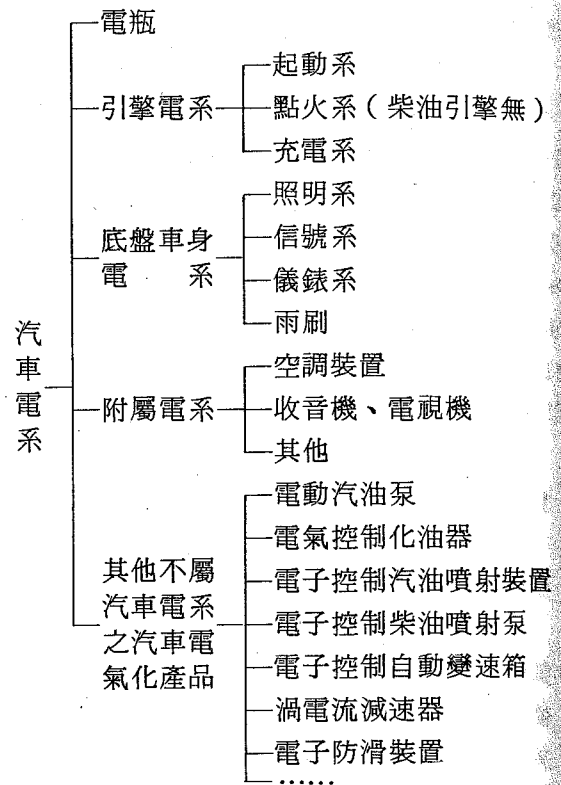
圖 5-1-1 一般汽車電氣系統實體圖〔註1〕

之事項；雨刷使汽車能在雨中行駛。汽車附屬電氣系統包括空調、收音機、電視等附加裝備。

(三)現代汽車除上述之一般電器外，因半導體及 IC 之導入，逐漸擴展電氣製品到原非屬電氣製品之其他系統，如電動汽油泵、電氣控制化油器、電子控制汽油噴射裝置、電子控制柴油噴射泵、電子控制自動變速箱、渦電流減速器、電子防滑裝置……等。

(四)1970年代末期開始，尤其進入1980年代後，美、日、歐等國之先進汽車製造廠，已相繼推出電腦汽車控制裝置，用電腦來控制引擎之混合比、點火時間、怠速轉速、二次空氣噴射量、排汽再還流量 (EGR) 外，並能做自動變速箱之變速控制、液體接合器之聯結離合器動作、煞車防滑控制……等，有些電腦系統更有自己診斷及故障修正裝置。

(五)汽車電系構成機件甚多，各種電器與各種開關用導線相連接，為便於研究，本書特將汽車電系做如下之分類：



(六)汽車電系之組成概要整理如圖 5-1-2 所示

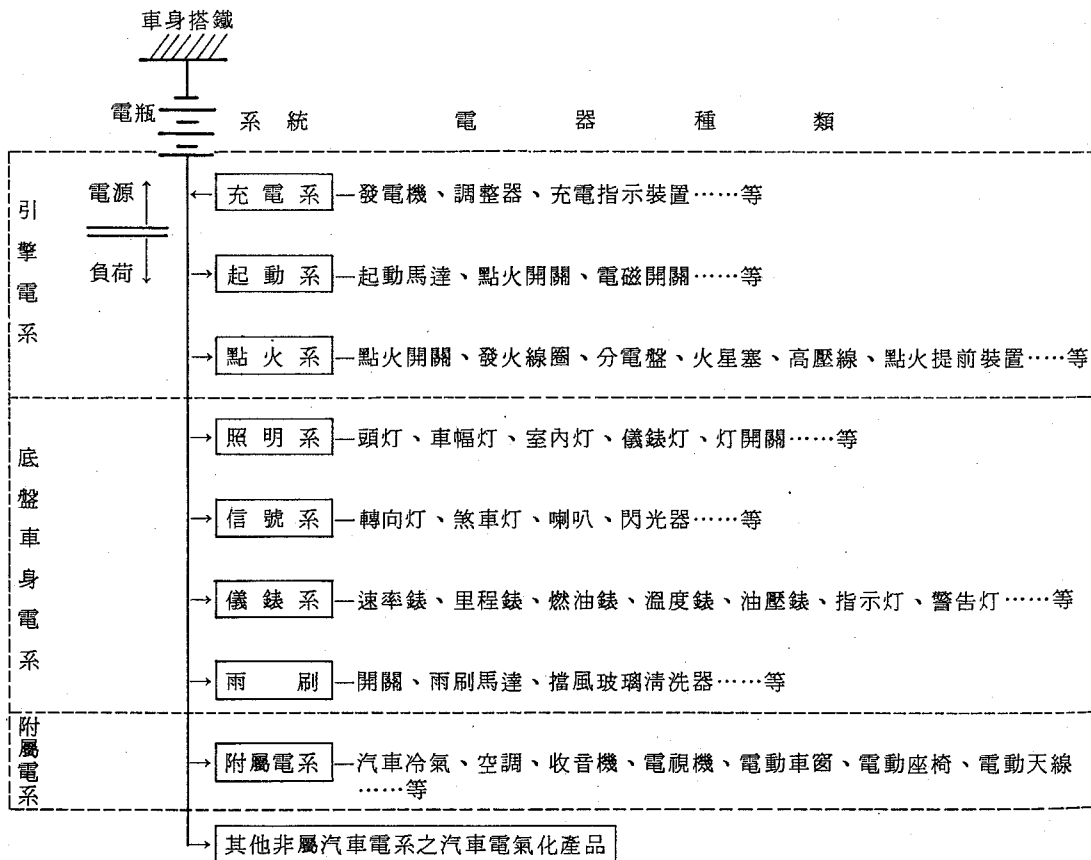


圖 5-1-2 汽車電系概要

，引擎電系如圖 5-1-3 所示，底盤車身電系如圖 5-1-4 所示。

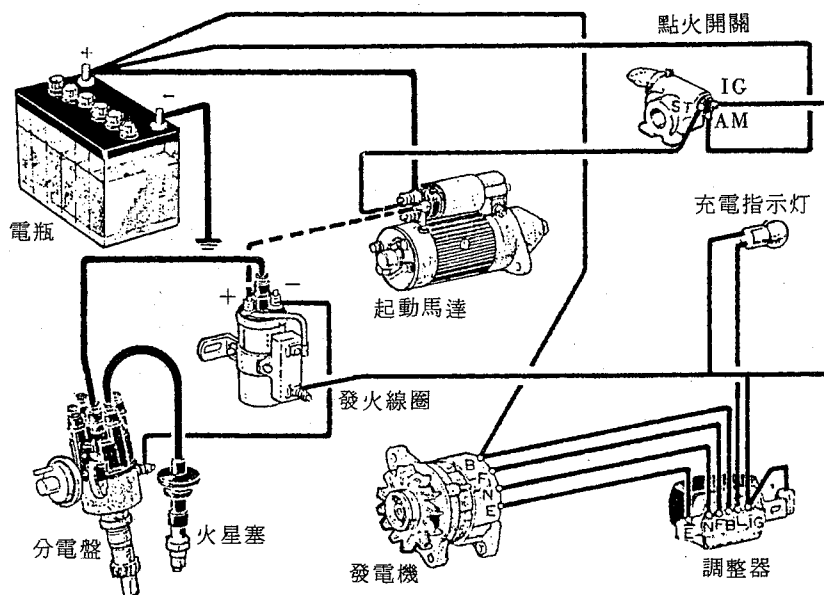


圖 5-1-3 引擎電系組成圖〔註 2〕

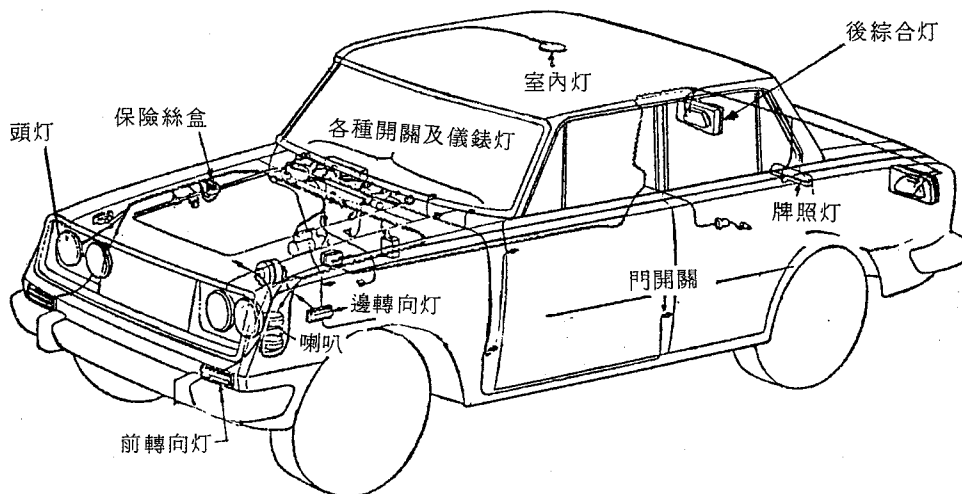


圖 5-1-4 底盤車身電系〔註 3〕

[返回目錄](#)

第二節 汽車電系各分系簡介

1-2-1 電瓶

電瓶又名蓄電池，為貯存電化學能之裝置，相當於蓄水池之功能。起動引擎時供給起動系及點火系等所需之電能，引擎起動後，又能貯存充電系所產生之電能。一般汽車使用 12V 之電瓶，如圖 5-1-5 所示。

1-2-2 充電系

(一) 充電系之目的是利用引擎部份機械能，經發電機轉變成電能，以供給全車電器所需之電能，並將多餘的電充回電瓶，以補充在起動引擎時電瓶所消耗之電能。

(二) 充電系之組成如圖 5-1-6 所示，包括發電機、調整器、充電指示燈或電流錶、電瓶……等。

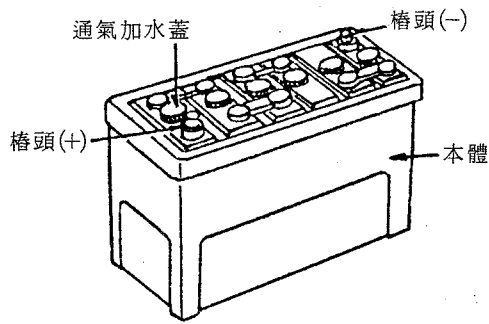


圖 5-1-5 電瓶〔註4〕

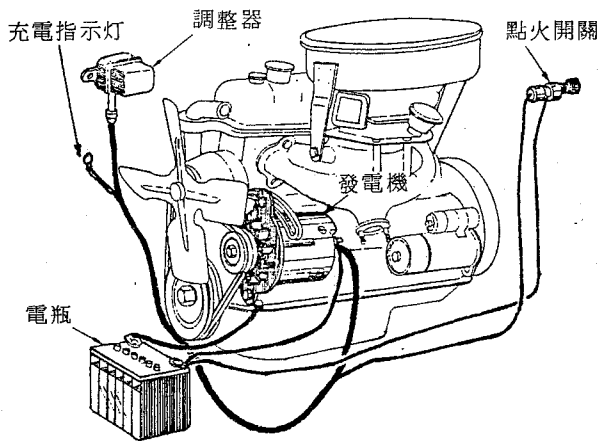


圖 5-1-6 充電系統〔註5〕

(三)發電機將引擎之機械能轉變為電能，調整器控制電壓在一定範圍，充電指示燈或電流錶讓駕駛人了解充電系之工作是否正常。

1-2-3 起動系

(一)引擎必須先搖轉，使活塞移動，吸入混合汽，經壓縮點火後才能爆發產生動力，起動系就是用來搖轉以起動引擎之裝置。

(二)起動系之組成如圖 5-1-7 所示，包括起動馬達、電磁開關、起動開關、電瓶……等。

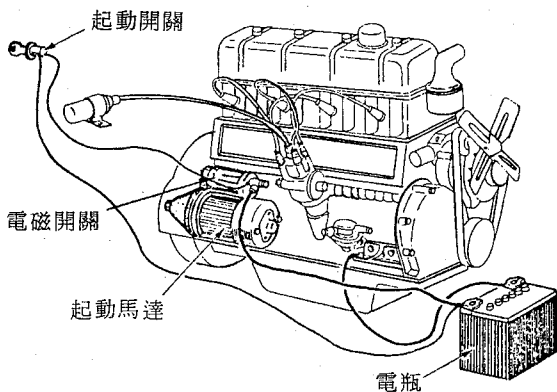


圖 5-1-7 起動系統〔註6〕

(三)起動開關 ON 時，電磁開關使馬達小齒輪與引擎飛輪相嚙合，馬達才通電接通搖轉引擎，引擎發動後，小齒輪會空轉或退回以保護馬達。馬達為汽車上用電最大之電器。

1-2-4 點火系

(一)汽油引擎在壓縮行程後，必須利用高壓電火花點燃混合汽引擎才能運轉。點火系就是能在適當時間使火星塞跳火，以點燃混合汽之裝置。

(二)點火系之組成如圖 5-1-8 所示，包括電瓶（發電機）、發火開關、點火線圈、分電盤、高壓線、火星塞、外電阻……等。

(三)電瓶或發電機提供電源，點火開關用以控制點火系低壓電路（一次電路），發火線圈將 12V 之低壓電轉變成 20,000V 以上之高壓電；分電盤依點火順序、引擎轉速及負荷將高壓電在適當時刻送到要點火之汽缸的火星塞上。火星塞使高壓電跳過電極間隙產生火花以點燃混合汽；外電阻用以保護點火線路，並能使起動及運轉時之火花一樣強烈。

1-2-5 照明系

(一)照明系之目的是使汽車駕駛人夜間行駛時，與白天行駛時一樣安全，並使其他車輛能了解車子之寬度與高度等。

(二)照明系之組成如圖 5-1-9 所示，包括電瓶（發電機）、頭燈、小燈開關、變光開關、遠光指示燈、尾燈、室內燈、儀錶燈、角燈（車幅燈）、保險絲、霧燈等。

(三)頭燈為主要照明燈，有遠光及近光兩種光束，供郊區及市區與會車時使用，燈開關有二段

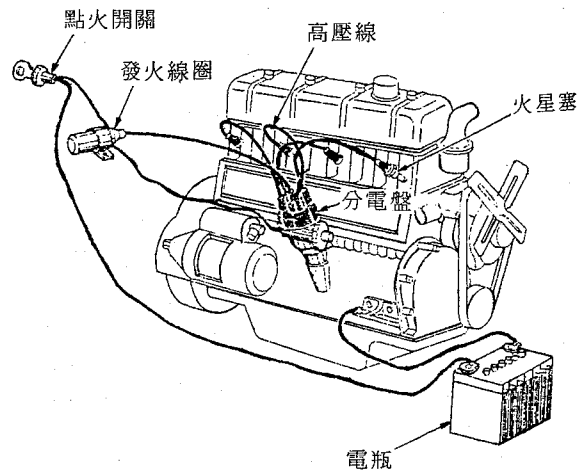


圖 5-1-8 點火系統〔註7〕

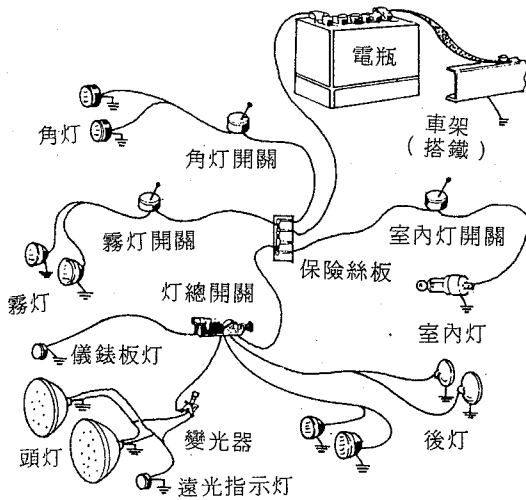


圖 5-1-9 照明系統

，第一段開小燈亮，第二段開頭燈及尾燈亮；變光開關改變遠近光束用；保險絲保護電路安全；室內燈供室內照明用；儀錶燈提供儀錶板照明用；角燈指示車寬與車高，使別人了解車子之大小用；霧燈為黃色燈光，供霧天行駛照明用。

1-2-6 信號系

(一)信號系之目的在使其他車輛或行人明白自己汽車之動向與企圖，如煞車、轉彎或有故障等，以作適當之準備，以避免車禍之發生。

(二)信號系之組成如圖5-1-10所示，包括電瓶(發電機)、轉向燈、煞車燈、危險警告燈、閃光器、轉向燈開關、危險警告燈開關、喇叭、喇叭繼電器、喇叭按鈕……等。

(三)轉向燈由轉向燈開關控制，在汽車轉彎前打開，使汽車在轉變方向之前，後面和側面的閃光燈與駕駛室中之指示燈一齊閃亮，使汽車前後

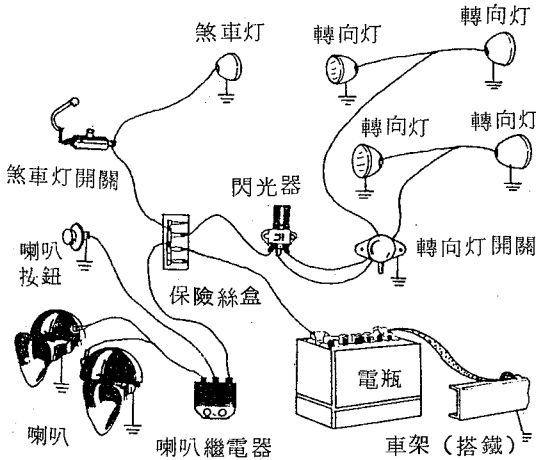


圖 5-1-10 信號系統

與旁邊之車輛與別人都知道汽車要轉的方向，以做適當的應變。煞車燈於每當駕駛人踩煞車時亮，使車後的汽車能及時減速以免發生追撞。當車子有危險情況時打開危險警告燈，則車前與車後之方向燈一齊閃亮，提醒附近車輛行人注意，以免發生危險。喇叭能發出響聲，告訴其他汽車與行人，提醒其注意。

1-2-7 儀錶系

(一)汽車儀錶系之目的，在使駕駛人隨時了解汽車各部之情況，在不正常時能做必要的措施，以免造成車輛的損壞或不便。

(二)儀錶系之組成如圖5-1-11所示，包括電瓶(發電機)、燃油錶、溫度錶、速率錶、路碼錶、機油壓力錶、電流錶……等，現代汽車有些加裝了許多警告燈，如油壓警告燈、充電警告燈、水箱水量警告燈、煞車油量警告燈、燃油不足警告燈、電解液不足警告燈、煞車蹄片磨耗警告燈……等。

(三)燃油錶指示油箱中之油存量，以提醒駕駛人做適時之補充；溫度錶指示引擎冷却水之溫度；速率錶指示行車速率；路碼錶有全程錶及短程錶，指示汽車出廠及每次行駛里程；機油壓力錶指示潤滑系之油壓；電流錶指示電瓶充電電流。各種警告燈在該系統或裝置超出安全範圍時點亮提醒駕駛人注意，做必要之措施。

1-2-8 附屬電系

(一)附屬電系為非汽車所絕對必需之裝備，但安裝後能提高舒適與操作上之便利，愈是高級之車種，車內之附屬電器裝備愈多。

(二)一般汽車常用之附屬電器有冷氣裝置、空

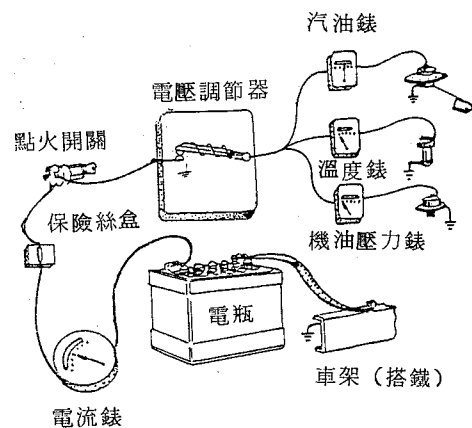


圖 5-1-11 儀錶系統

調裝置、AM/FM收音機、收音機、電視機、電動車窗、電動座椅、除霧器、點烟器、冰箱……

等。

[返回目錄](#)

第三節 汽車配線

1-3-1 汽車配線及線束

(一)要完成電路，我們必須有導線來連接電源及負荷。一部汽車需使用數百公尺之導線來完成各部電氣系統之配線，汽車之車身及大樑亦是導體，因此用在電氣之搭鐵迴路上，故汽車電系為單線或搭鐵迴路系統。

(二)一部汽車通常使用約 500 公尺之導線，組成約 50 組之線束 (harness)，共有 500 個以上之個別線接頭，才能完成全部電氣系統，如圖 5-1-12(A) 所示。

(三)汽車電線因為有引擎熱、震動、水、灰塵、油污等之侵襲，工作條件惡劣，因此需要有良好的保護，否則電線或接頭蝕斷，則電器失去功能。

(四)為保護電線並避免混亂糾纏，因此將電線加以排列組織成線束，加以捆紮，並使用塑膠管或皮加以被覆以保護之。

(五)主線束 (main harness) 安裝於儀錶板

下，延伸到引擎室隔板及車身底板，如圖 5-1-12(B) 所示。各副線束 (branch harness) 由主線束分出接到各電器。

(六)為便於分辨各電器之電線，電線外之塑膠絕緣加以各種不同顏色，在線路圖上都註有色標 (color code)，以便查尋。

1. 每一種顏色代表使用在不同的電器，但各車廠所用色系並不一致。現以我國裕隆汽車 (日本之日產車系) 為代表說明如表 5-1-1。

2. 每一電路導線的顏色均由基本色及輔助色組成，有二字者，前者為基本色，後者為輔助色。如 RW，即電線基本色為紅色，上面有白色線輔助，用在燈光系統。

(七)鬆動、腐蝕或更換太細的電線都會增加電壓降而使電器作用不良。例如：頭燈若增加 10% 之電壓降會使光度減少 30%。電動雨刷或車窗馬達若增加 10% 電壓降，會使馬達轉速降低，甚至不轉動。

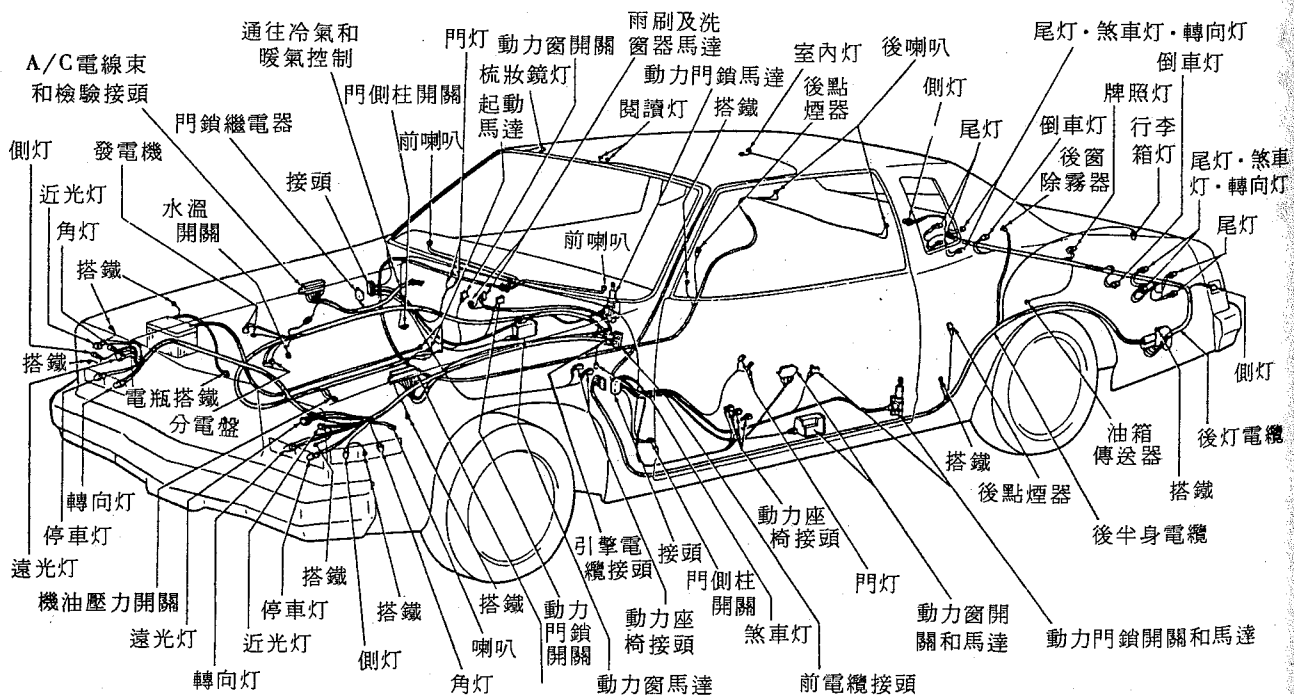


圖 5-1-12 (A) 汽車中之電線束總成 [註 8]

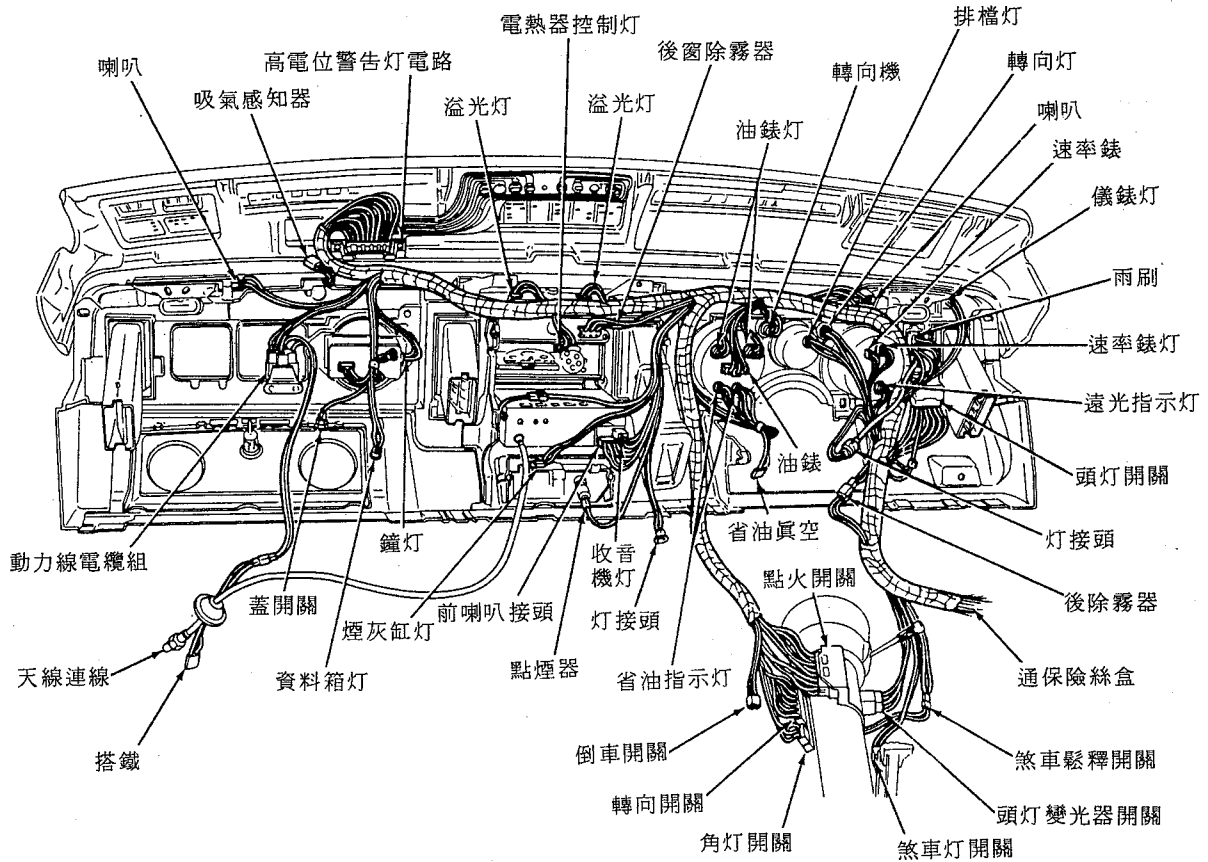


圖 5-1-12 (B) 汽車儀錶板之電線束總成，包含有 41 個不同接點〔註 9〕

表 5-1-1 裕隆汽車使用之電線色系

電路系統名稱	基本色	輔助色
起動及點火系	B	W、Y
充電系統	W	B、R
燈光系統	R	W、B、G、Y、L
信號系統	G	R、B、L、Y
儀錶計器	Y	W、B、R、L
搭鐵線	B	
其他	L	W、R、Y、P、O

說明	B：黑色 (black)	Y：黃色 (yellow)
	G：綠色 (green)	W：白色 (white)
	R：紅色 (red)	P：粉紅色 (pink)
	O：橘色 (orange)	L：藍色 (blue)

(V)除點火系統二次線路 (secondary circuit) 外，汽車之電路系統稱為低壓系統 (low-voltage system)，一般之工作電壓為 12~14 伏特 (老式車輛有 6 V 系統，大型貨車或巴士則很多使用 24V 系統)。

(VI)除電瓶線以外之電線稱為一次線 (primary wiring) 或低壓線。

1-3-2 電線之材質

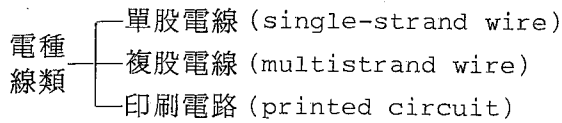
(一)汽車電線一般使用銅質電線，外部覆以絕緣塑膠，用銅質電線導電性佳，柔軟，成本低廉。

(二)有些電瓶線及高壓線則使用不銹鋼製成。

(三)1975 年後之部分美國車子已開始採用鋁電線用在車身主線束上；鋁導線較輕，但柔軟性差，成本低，用在固定之線束上。GM 公司之鋁電線包以棕色被覆，銅電線包以黑色被覆以分辨之。

1-3-3 電線之種類

汽車之電線可分為三種不同型式：



一、單股電線

單股電線柔軟性差，在汽車上都是用在電器內部，如發電機、馬達、繼電器……等。電線外部使用亮漆(enamel)做絕緣，俗稱漆包線或磁場線(magnet wire)。圖5-1-13(A)為交流發電機靜子線圈使用之單股漆包線。

二、複股電線

(一)複股電線之芯由很多細電線絞在一起，而形成一根導線，每條複線外面包以顏色塑膠被覆。汽車之低壓線皆使用複股電線，芯線愈細則電線之柔軟度愈佳。

(二)汽車用複股電線因使用場所不同又有許多不同構造，如圖5-1-13(B)所示，圖中①為塑膠電線；②為塑膠編紗電線，能增加電線抵抗摩擦、酸類、油脂之能力；③為套管塑膠電線，用在大電流電器；④⑤⑥⑦為雙線電線，用在雙線式電器或作檢驗線用；⑧為絞繩式電線，用於極大電流電線；⑨為拖車電纜線，內有許多電線，外面

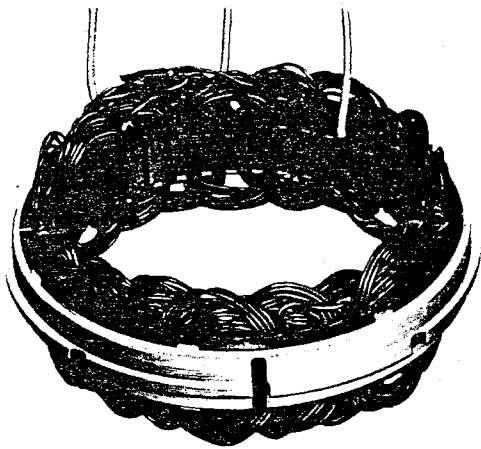


圖 5-1-13 (A) 單股電線 [註10]

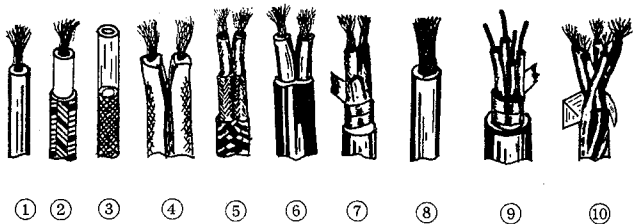


圖 5-1-13 (B) 複股電線 [註11]

再以人造橡皮做被覆，具有更佳之強度及抗高溫能力；⑩為拖車用透明電纜線，電纜外面的被覆為透明，能看見內部電線之顏色，以便利檢修。

三、印刷電路

印刷電路係以薄銅片或其他導體印刷在絕緣板上而成，如圖5-1-14所示。有些印刷電路夾在兩塊絕緣板中以增高安全性。印刷電路板用在空間受限制之儀錶板上。

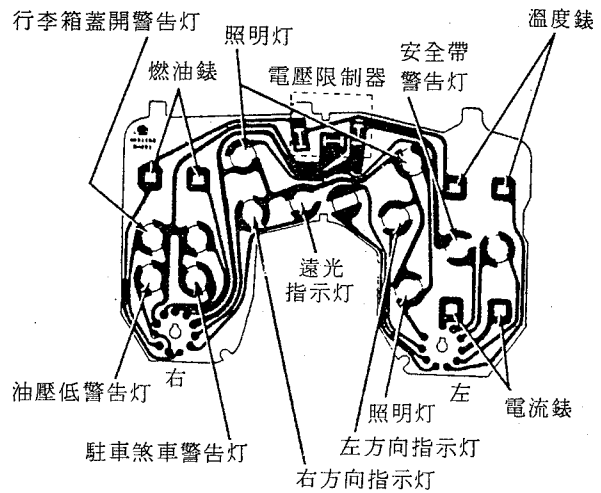


圖 5-1-14 印刷電路板 [註12]

1-3-4 電線之尺寸

一、概述

汽車電氣系統對電阻的改變很敏感，當線路設計或修理時，對電線尺寸的選用非常重要。選用電線必須考慮電線長度及電線號數(wire gauge number)。

二、電線號數

(一)電線號數代表電線導體的截面積。一般使用最多的電線號規為美國線規(American Wire Gauge, 簡稱AWG)。但在公制系統之國家，一般直接以導體截面之面積(mm²)表示，如0.5、1.0、1.5、4.0、6.0……等。表5-1-2為一般汽車常用電線號數與公制面積對照表。

(二)AWG之電線截面積是以圓密爾(circular mil)表示，1密爾(mil)等於千分之一英寸(0.001 in)，1圓密爾=直徑為1密爾之圓面積。圓密爾為導線直徑以密爾計時之平方，例如導體之直徑為1/4" (0.25 in)時為250密爾，其截面積為62,500圓密爾(250密爾之平方)。

表 5-1-2 汽車常用電線號數尺寸與公制對照表

AWG 編號	公制尺寸 (mm ²)	導體直徑 (in)	英制截面積 (圓密爾)
20 #	0.5	0.032	1,020
18 #	0.8	0.040	1,620
16 #	1.0	0.051	2,580
14 #	2.0	0.064	4,110
12 #	3.0	0.081	6,530
10 #	5.0	0.102	10,400
8 #	8.0	0.128	16,500
6 #	13.0	0.162	26,300
4 #	19.0	0.204	41,700
2 #	34.0	0.258	66,400
1 #	42.0	0.289	83,700
0 #	54.0	0.325	106,000
00 #	67.0	0.365	133,000
0000 #	107.0	0.460	211,600

(三) AWG 之電線號數愈大，截面積愈小；電阻愈大，能通過之電流愈小。

(四) 12V 汽車之低壓線一般使用 10, 12, 14, 16 及 18# 較多。連接在發電機與電瓶及保險絲間之

電源線及頭燈等大電流電器間常用 10 及 12# 線，其他電器依使用電流大小分別選用 14, 16, 18 號線。電瓶到馬達及搭鐵使用 4 或 6 號線；用電較大之車子亦有使用 1 或 2 號線者。表 5-1-3 為 12V 汽車使用電流、電線長度及應選用電線號數關係。

(五) 電線長度愈長電阻愈大，故需選用號數較小之線。

(六) 表 5-1-3 之電線長度及線號係以銅線為準，如使用鋁線截面積要加大，用在 6 V 系統之電線要比 12V 系統小 2 號（即面積大 2 號）。

1-3-5 特殊電線

一、電瓶線

汽車之起動系統因通過電流大，通常使用特殊之電瓶線 (battery cables)，圖 5-1-15 所示為各種電瓶線之構造，12V 系統一般用 4 或 6 號線；6 V 系統需使用 0 或 1 號線；搭鐵線常用無絕緣之編織電纜，通常製成扁平狀。

二、高壓線

(一) 汽車之點火系統，從點火線圈到分電盤到

表 5-1-3 12 V 汽車使用之電流、電線長度及應選用電線號數關係

電流量 A / 12 V	電 線 長 度									
	3'	5'	7'	10'	15'	20'	30'	50'	75'	100'
	0.92m	1.52m	2.13m	3.05m	4.57m	6.09m	9.20m	15.2m	22.8m	30.5m
1.0	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
1.5	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
2.0	18	18	18	18	18	18	18	18	16	16
3.0	18	18	18	18	18	18	18	16	14	14
4.0	18	18	18	18	18	18	16	16	12	12
5	18	18	18	18	18	18	16	14	12	12
6	18	18	18	18	18	16	16	14	12	10
7	18	18	18	18	18	16	14	14	10	10
8	18	18	18	18	16	16	14	12	10	10
10	18	18	18	18	16	14	14	12	10	10
12	18	18	18	16	16	14	12	12	10	8
15	18	18	18	16	14	14	12	10	8	8
18	18	18	16	16	14	14	12	10	8	8
20	18	18	16	14	12	12	10	8	8	6
24	18	18	16	14	12	12	10	8	6	6
30	18	16	16	14	10	10	10	6	4	4
40	18	16	14	12	10	8	8	6	4	2
50	16	14	12	10	8	8	6	6	2	2
100	12	12	10	6	6	4	4	2	1	1/0
150	10	10	8	6	4	2	2	1	2/0	2/0
200	10	8	6	4	2	2	1	1/0	4/0	4/0

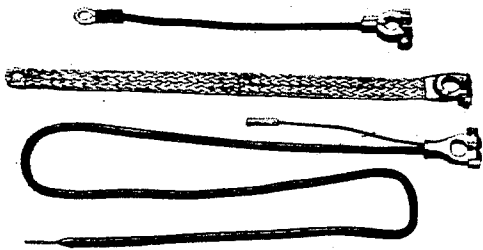


圖 5-1-15 各種電瓶線〔註13〕

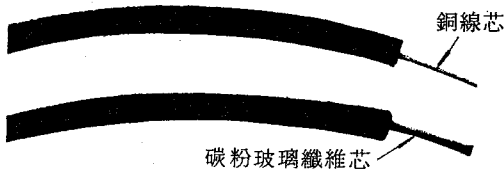


圖 5-1-16 高壓線〔註14〕

火星塞之二次電路，因電壓很高，因此電線之絕緣必須能耐25,000伏特以上之高電壓，因此這種電線常稱為高壓線 (high-tension cables) 。

(一)以前高壓線之導體均以銅或鋼線製成。在1960年代，轎車開始使用非金屬之高電阻高壓線，高電阻非金屬高壓線係以碳粉或灌碳粉之玻璃纖維製成，使用高電阻碳高壓線之目的有二，第一可以減少高壓電放射電子干擾無線電收音機及電視之信號，故又稱抑制線 (suppression cable)。第二能減少電流量，因而能減少火星塞電極之燒蝕。圖5-1-16所示，上圖為金屬高壓線，下圖為高電阻非金屬高壓線。

(二)高壓線需耐非常高之電壓，通常金屬線使用厚的合成橡膠做絕緣被覆，有些有二或三層絕緣層，各層間並有玻璃纖維編織保護。近代高性能電晶體點火系統之電壓更高，使用高電阻抑制線之絕緣是一種矽絕緣材料 (silicone insulation material)，能耐更高的電壓與溫度。

(三)一般高壓線之外徑為 7 mm，高性能點火系統用之高壓線外徑則為 8 mm。

1-3-6 電線連接器與線頭

一、電線線頭

(一)為了使電線接頭處之電阻和電壓降減到最小，電線的頂端通常需要夾 (crimped) 或焊 (soldered) 電線接頭或端子 (terminal)，電線線頭之形狀及種類甚多，圖5-1-17所示為電

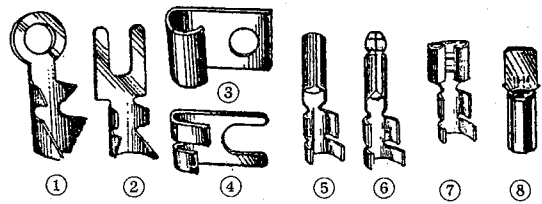


圖 5-1-17 各型電線線頭〔註15〕

線線頭的形狀。

(二)連接到電器上之線頭通常為環、鉤或叉型，如圖5-1-17所示之①②③④所示，以便利用螺帽固定在螺絲上。連接兩電線用之線頭常使用滑動或鈕扣式接頭，如圖5-1-17所示之⑤與⑥及⑦與⑧。

二、電線連接器

(一)將線束與線束連接在一起者稱為電線連接器 (connector plug)。電線連接器使用橡膠 (rubber) 或塑膠 (plastic) 製成，將個別電線之金屬線頭嵌裝在內，一個主線束之連接器可

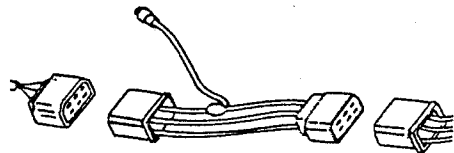
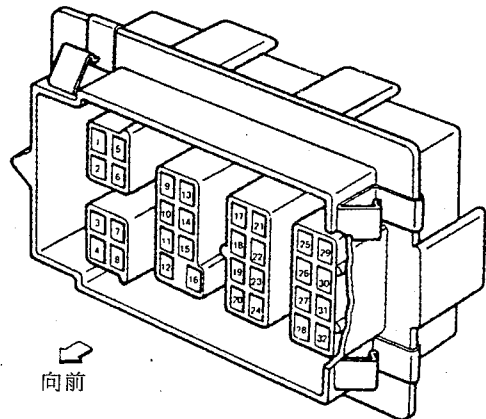


圖 5-1-18 電線連接器



- | | | |
|------------|----------|-----------|
| 1. 雨刷 | 12. 喇叭 | 23. 點火開關 |
| 2. 雨刷 | 13. 左轉向燈 | 24. 空 |
| 3. 煞車燈 | 14. 遠光燈 | 25. 頭燈開關 |
| 4. 空 | 15. 近光燈 | 26. 點火開關 |
| 5. 雨刷 | 16. 轉速錶 | 27. 頭燈開關 |
| 6. 雨刷 | 17. 點火開關 | 28. 空調鼓風機 |
| 7. 倒車燈 | 18. 空 | 29. 油壓錶 |
| 8. 倒車燈 | 19. 點火開關 | 30. 空 |
| 9. 擋風玻璃清洗器 | 20. 電流錶 | 31. 空調離合器 |
| 10. 緊急燈 | 21. 電流錶 | 32. 溫度錶 |
| 11. 右轉向燈 | 22. 空 | |

圖 5-1-19 隔壁連接器〔註16〕

有多達40條之個別電線裝在一起。公母連接器有一定之定位槽，因此不可能裝錯方向，如圖5-1-18所示。

(二)有一種特殊之電線連接器裝在引擎室與車廂之隔壁上，稱為隔壁連接器(bulk head connector, or bulk head disconnect)，如圖5-1-19所示，用以連接隔壁兩側之線束，以防止水或灰塵進入車廂內。

三、連接板

另一種多線頭連接器稱為連接板(junction block)，個別電線必須裝或塞到此連接板上，為早期車輛所使用。近代車輛因使用連接板在裝配線(assembly line)時花費時間，故都已由電線連接器取代。

1-3-7 搭鐵迴路

(一)汽車之電線一般只負責一半之電氣迴路，另一半之電氣迴路係由汽車之引擎、大樑及車身來負擔，稱為搭鐵迴路(ground path)，故汽車電氣又叫單線(single-wire)或搭鐵回歸系統(ground-return system)，圖5-1-20所示為汽車電器之配線法。

(二)電瓶的一個樁頭用一條電線接到引擎或大樑(車身)上稱為搭鐵線，電瓶的另一個樁頭之

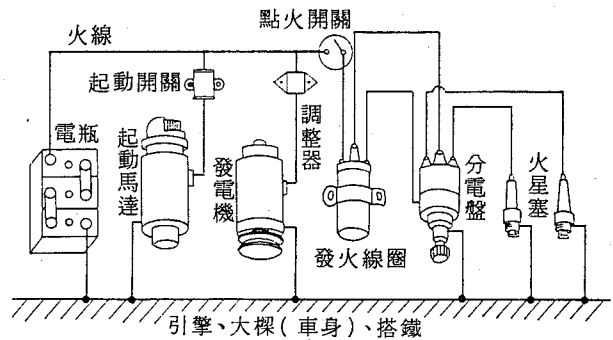


圖 5-1-20 單線式配線 [註17]

一條電線供應全車用電所需電流，稱為絕緣線或火線(insulated or hot cable)。

(三)為確保搭鐵迴路之良好，在引擎與大樑(車身)間常再用一條電瓶線連接。汽車有許多電器係安裝在塑膠製零件上，此類電器必須另有搭鐵線連接到良好搭鐵處，使電氣能正常工作。

(四)電瓶之負極接到搭鐵的稱為負極搭鐵車，或叫正極性車(positive polarity)，一般現代12V系統小型車採用。電瓶之正極接到搭鐵的稱為正極搭鐵車，或叫負極性車(negative polarity)，部分6V系統及重型車輛使用。電瓶安裝時極性必須正確，否則會使部分電器產生嚴重損壞。

[返回目錄](#)

第四節 汽車電器符號及電路圖

1-4-1 汽車電器符號

汽車之電路相當複雜，各項電器甚多，因此電路圖上均以符號來表示，但各國汽車廠所使用之符號並不完全相同。美、日、英等國使用者較相近，德國與歐陸各國使用者較相近。表5-1-4所示為美、日汽車所使用之電器符號，表5-1-5為德國汽車所使用之符號。

1-4-2 汽車電路圖概說

(一)汽車製造商以電線絕緣的顏色、電路編號、電氣符號與實物描繪等來繪製圖表，以便於了解汽車電氣裝置之配線及安裝情形。

(二)汽車電路圖可分為線路圖(circuit diagrams)、電氣系統圖(electrical system diagram)及安裝圖(installation diagram)三種。

1-4-3 汽車電氣線路圖

(一)一般汽車製造廠使用描繪圖(schematic diagram)及配線圖(wiring diagram)合併來繪製線路圖，以說明全車或系統中之部分個別

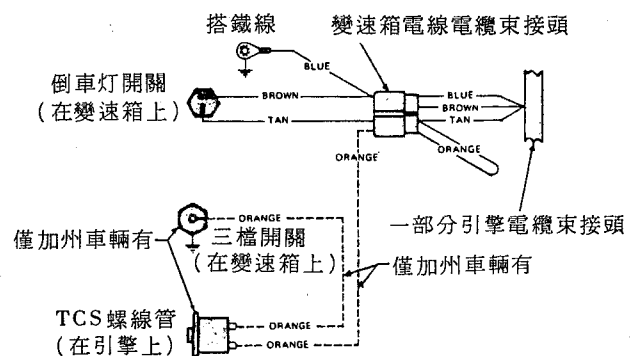


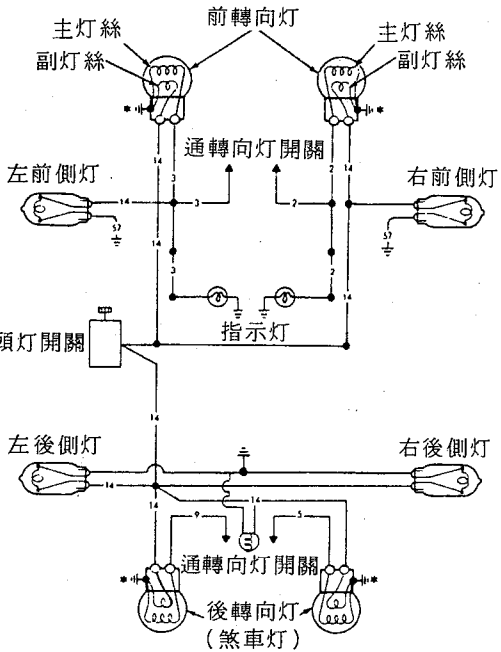
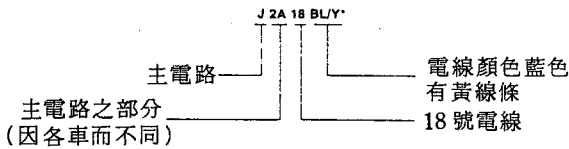
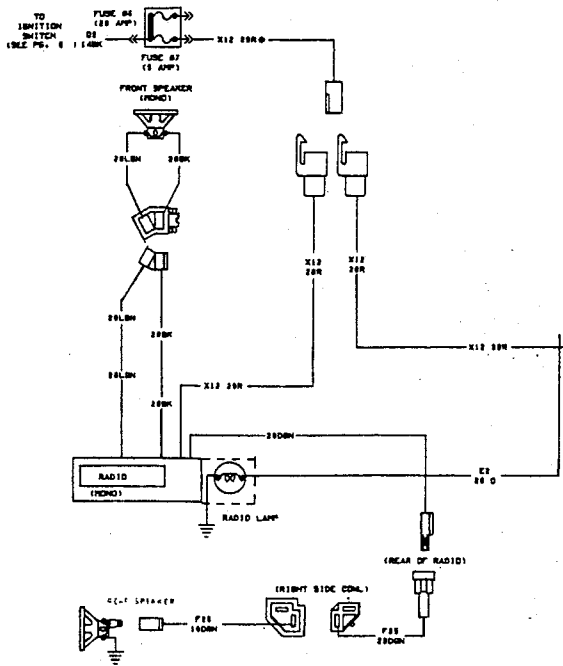
圖 5-1-21 美國汽車公司 (AMC) 倒車燈線路圖 [註18]

表 5-1-4 美、日汽車一般使用之電器符號

編號	電 器 名 稱	電 器 符 號	編號	電 器 名 稱	電 器 符 號
1	電路開關		27	感應線圈	
2	歐姆		28	折刀開關	
3	線圈		29	電容器	
4	保險絲		30	推拉式開關	
5	白金		31	電磁開關—通電用	
6	電瓶 12 V		32	固定電容器	
7	電線交叉沒有連接		33	搭鐵	
8	繼電器		34	電阻	
9	整流粒		35	電流錶	
10	電線交叉有連接		36	可變電容器	
11	插座		37	負極	
12	定壓整流粒		38	可變電阻	
13	雙芯灯絲—搭鐵		39	電壓錶	
14	插頭		40	正極	
15	火星塞間隙 (火星塞)		41	熱偶片	
16	單芯灯絲—絕緣		42	熱阻體	
17	連接板		43	電線穿越隔壁	
18	起動馬達		44	常開接點	
19	單芯灯絲—搭鐵		45	常閉接點	
20	雙線插頭		46	線路斷電器	
21	電晶體		47	按鈕開關	
22	接頭		48	多柱開關	
23	雙線插座		49	多頭連接器	
24	發電機		50	閘流體	
25	連結		51	馬達	
26	彈簧開關		52	電磁開關—動作用	

表 5-1-5 德國波細公司使用之電器符號

電器名稱	電器符號	意義	電器名稱	電器符號	意義	電器名稱	電器符號	意義	
電器		與外面絕緣之電器	電器機械		定時向左或右移動	各種符號		電壓錶	
		搭鐵電器			探測器自動回到箭頭方向			電流錶	
電線及連接		電線	接點		常開接點		方塊圖符號		保險絲
		無連接			常閉接點				火星塞
		有連接			移轉接點				永久磁鐵
		能分開之接頭			雙向接點				表示電器
		不能分開之接頭			雙極接點				傳達器、轉換器
搭鐵及天線		搭鐵	開關		順序接點		電流或電壓		擴大器
		外壳、底座			多位點接點				信號產生器
		天線			凸輪控制開關				安全控制器
表示振動或可調整		一般振動	開關		一組線圈作用之電磁開關	電流或電壓		直流	
		能平衡調整			二組線圈反向作用之電磁開關			三相交流	
		受物理控制之振動			常開或常閉電磁開關			高頻率交流電	
電阻		固定電阻	開關		熱偶開關	電器機械		一般轉子	
		可變電阻			熱、電磁操作開關			無線圈轉子	
線圈		線圈	開關		壓力動作器			有線圈轉子	
		變壓器			轉速動作器			有電刷轉子	
		發火線圈			溫度動作器			三相發電機	
電瓶		電瓶	半導體		PNP 電晶體			直流馬達	
灯泡		單絲灯泡			NPN 電晶體			串繞直流馬達	
		雙絲灯泡			整流粒、二極體			並繞直流馬達	
電器機械		開關位置，黑線為基本位置			定壓整流粒			永久磁鐵直流馬達	
		機械藕節			開流體			三相 Y 型靜子線圈轉子線圈由外供電之交流發電機	
		定時操作	各種符號		測量儀器				



註：如駐車灯為三線接頭，則黑線為搭鐵；如為雙線接頭，則藍線通過灯總成而搭鐵

圖 5-1-23 福特汽車之轉向灯線路圖〔註20〕

- E：儀錶板印刷電路
- F：收音機喇叭及電動座椅電路
- X：收音機、點煙器、灯搭鐵、鐘、速度控制、動力天線、門鎖電路

顏色標示

BK 黑	LBL 淡藍	T 茶
BR 棕	LCN 淡綠	V 紫
DBL 深藍	O 橙	W 白
DGN 深綠	P 粉紅	Y 黃
GY 灰	R 紅	* 有線條

圖 5-1-22 克雷斯勒收音機線路圖〔註19〕

電氣設備線路，如圖5-1-21，5-1-22，5-1-23等為一般美國汽車常用之線路圖。

(一)圖5-1-21所示為美國汽車公司(AMC)之倒車灯線路圖，其中點線部分為加州專用。圖5-1-22為克雷斯勒(Chrysler)汽車之收音機線路圖。圖5-1-23為福特(Ford)汽車之轉向灯線路圖。

1-4-4 汽車電氣系統圖

(一)全部汽車電氣線路圖組合成之大圖稱為汽車電氣系統圖，圖5-1-24，5-1-25，5-1-26，5-1-27分別為汽車電氣系統圖之一部分。

(二)圖5-1-24所示為美國汽車公司之部分電氣系統圖，僅表明電線顏色，未註明電線號數(即粗細)，儀錶板位置繪出，以便知道電器及配線之位置。

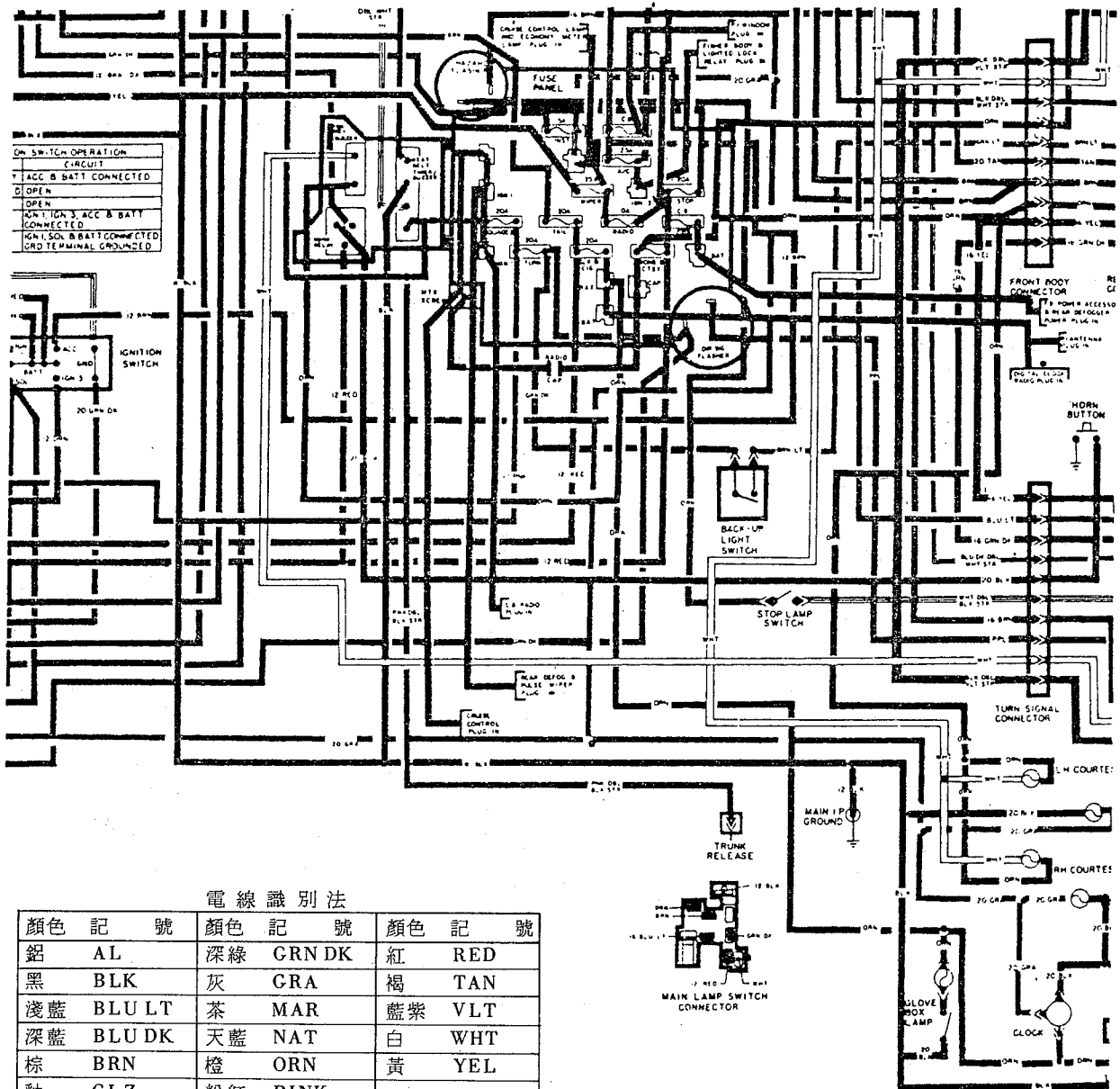
(三)圖5-1-25所示為美國通用汽車公司之部分電氣系統圖，除標明顏色外，並有說明。除特殊註明外，電線大小為18號。

(四)圖5-1-26所示為德國福斯(Volkswagen)汽車公司之部分電氣系統圖，他們對電路圖之安排方式與美國不同，全部電線接到上面之保險絲板，電路有編號，且每條電線有色標及公制尺寸。

(五)圖5-1-27所示為裕隆汽車公司速利YLN-303車系之電氣系統全圖，與日本日產車系之線路圖相同，對每一電氣裝置名稱均有標示，且依線束接頭分別繪出，不但詳細且很方便查尋。

1-4-5 汽車電器安裝圖

(一)電氣系統圖及線路圖無法說明電線及電器裝置如何安裝在汽車上，因此許多汽車公司之修理技術手冊上繪有安裝圖，並說明電器零件及配線之安裝方式，如圖5-1-28，5-1-29，5-1-30所示。



電線識別法

顏色	記號	顏色	記號	顏色	記號
鋁	AL	深綠	GRNDK	紅	RED
黑	BLK	灰	GRA	褐	TAN
淺藍	BLU LT	茶	MAR	藍紫	VLT
深藍	BLUDK	天藍	NAT	白	WHT
棕	BRN	橙	ORN	黃	YEL
釉	GLZ	粉紅	PINK		
淺綠	GRN LT	紫	PPL		

電線號數—18 電線色—BRN

注意：

1. 所有電線除非特別註明均為18號。
2. 所有電線接頭均從主線束接頭端看。

圖 5-1-25 美國通用汽車公司 (GM) 之部分汽車電氣系統圖 [註22]

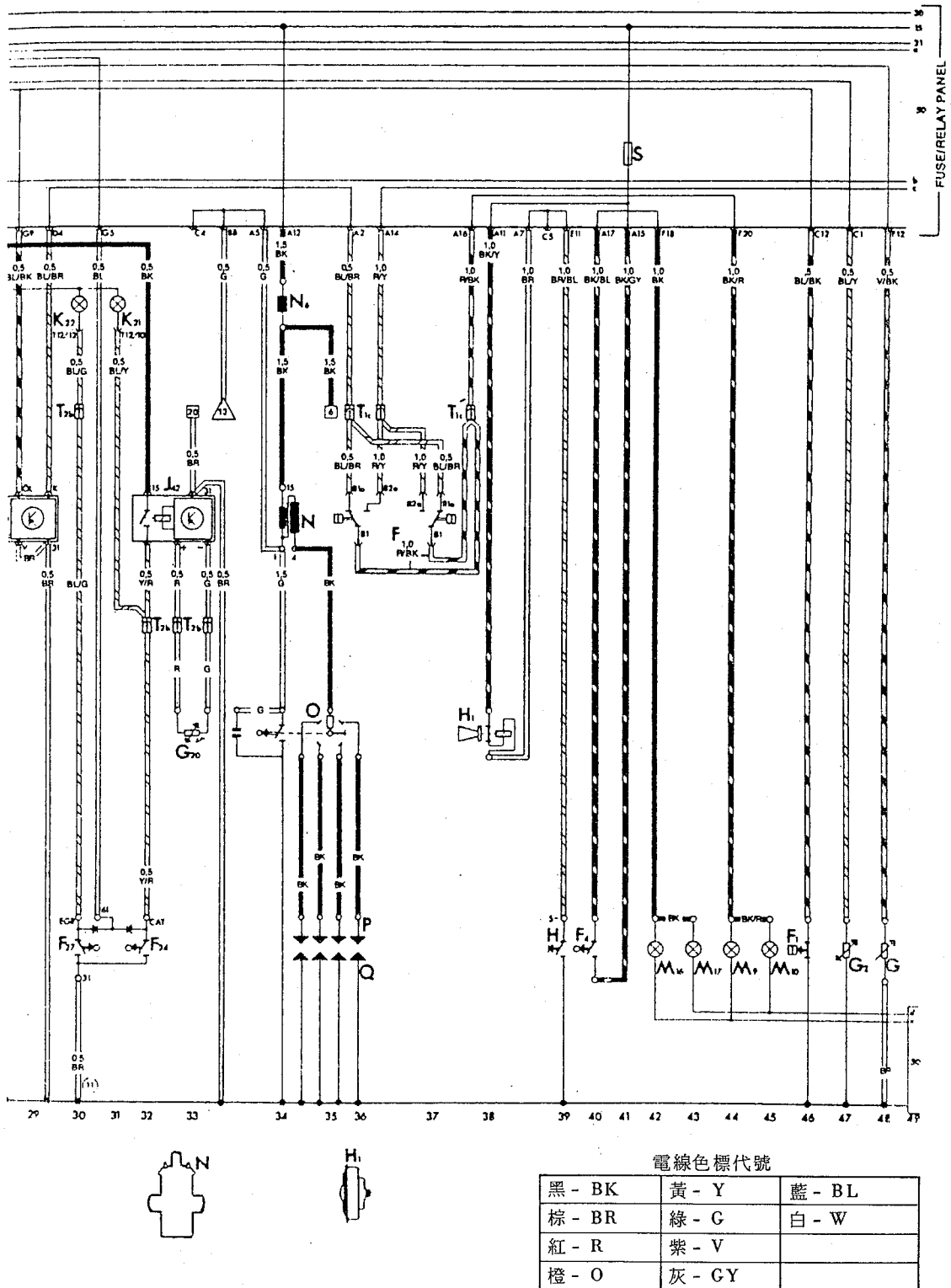


圖 5-1-26 德國福斯公司 (VW) 之部分汽車電氣系統圖 [註23]

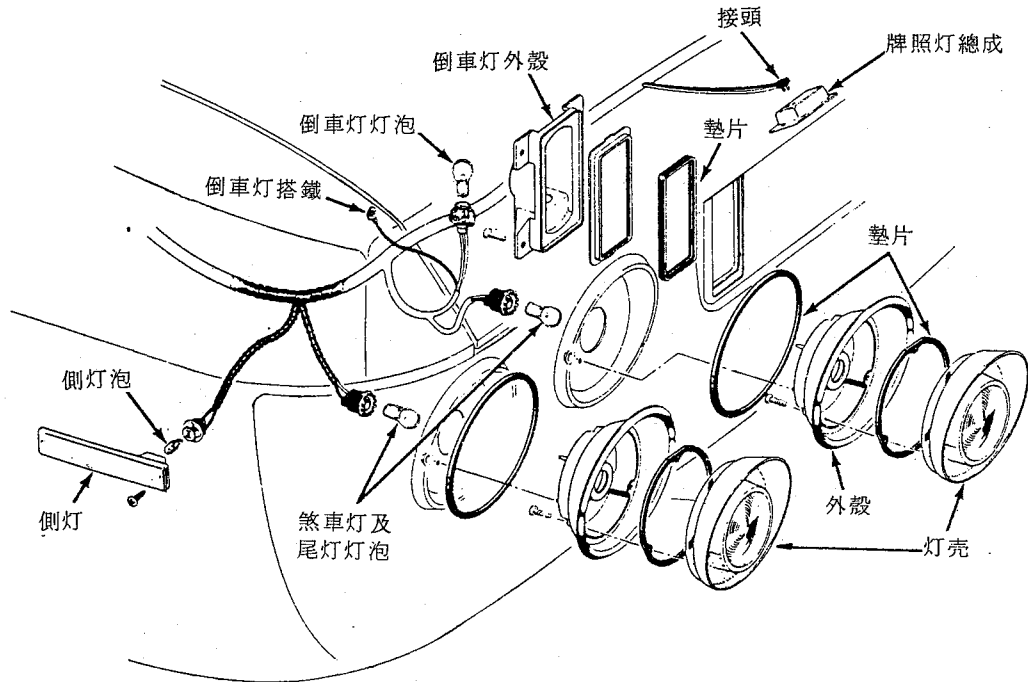


圖 5-1-28 美國汽車公司 (AMC) 之倒車燈安裝圖 [註24]

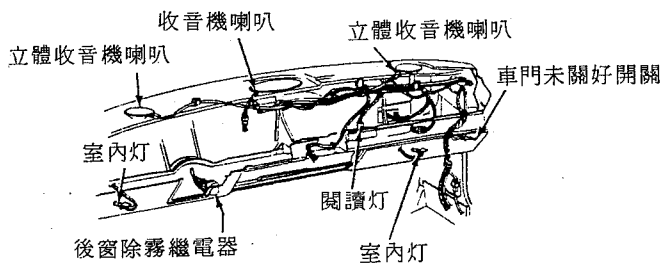


圖 5-1-29 克雷斯勒之收音機安裝圖 [註25]

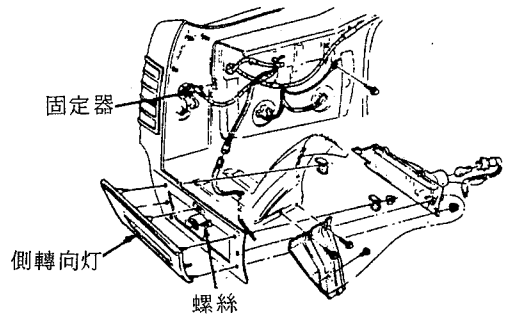


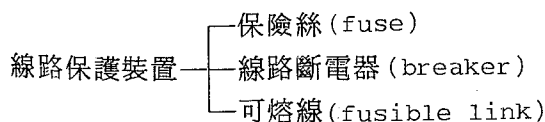
圖 5-1-30 福特轉向燈安裝圖 [註26]

[返回目錄](#)

第五節 汽車線路保護裝置

1-5-1 概述

當有電流流經導體時，會使導體之溫度上升，所產生熱量之多少因電線之粗細（號數）、電阻及電流量有關。若導線通過之電流太大時，所產生之高熱會使電線之絕緣損壞；同理，過大之電流流入電器亦會使電器燒壞。線路保護裝置就是用來預防電線或電器超過負荷的自動裝置。



1-5-2 保險絲

(一)汽車用保險絲常以鋅條製成，再以玻璃管包住，或附在陶瓷或塑膠上。保險絲在一定電流下可以安全通過，若電流超過額定電流時，則熔化燒斷，切斷電路。

(二)保險絲之大小係以電流容量為基準，對電壓不敏感，如10A之保險絲可以用在6V 10A之電路，也可以用在12V 10A之電路。汽車用保險絲額定電流從1A至35A，而以4A至20A使用較普遍。

(三)保險絲之標準大小與額定電流係保險絲工

工程師協會 (Society of Fuse Engineers, 稱SFE) 所訂定, 所有 SFE 保險絲外徑皆相同, 但長度因電流率而改變, 如圖5-1-31所示。美國 Bussman Division of McGraw-Edison 公司製造了幾種汽車保險絲, 分別為AGA, AGW, 及 AGC 系列, 如圖 5-1-32 所示。同一系列之保險絲長度及外徑皆相同。

(四) 歐洲很多車子使用裸露型之保險絲, 如圖 5-1-33 所示。

(五) 1977年後美國通用 (GM) 汽車公司使用如圖5-1-34所示之箱型保險絲, 已被廣泛使用。

(六) 汽車上之保險絲通常裝在保險絲盒或板上, 電流由電瓶或經鑰匙開關流入滙流排 (bus-

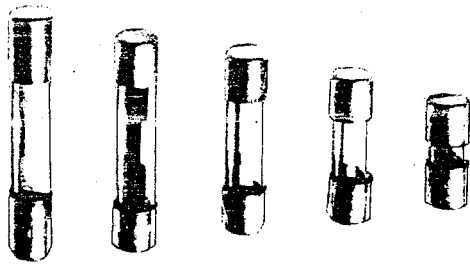


圖 5-1-31 SFE 保險絲長度因電流量而異 [註27]

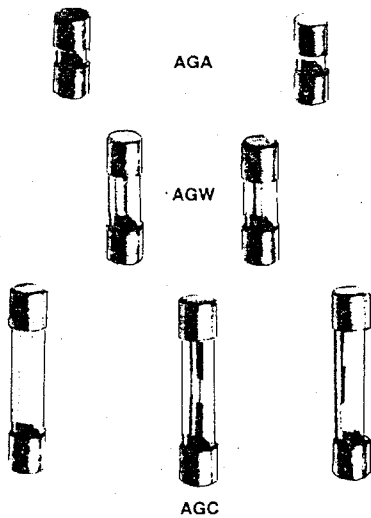


圖 5-1-32 美國愛迪生公司之不同系列保險絲長度及外徑不因電流而異 [註28]



圖 5-1-33 歐洲車使用較多之裸露型保險絲 [註29]

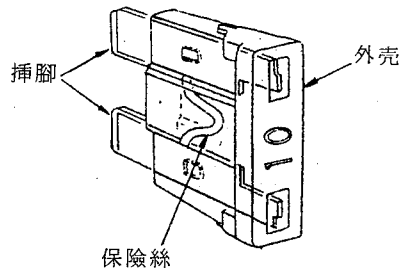


圖 5-1-34 箱型保險絲 [註30]

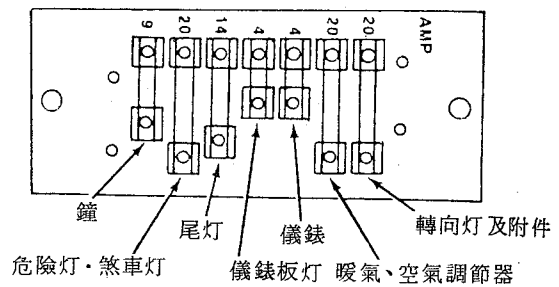
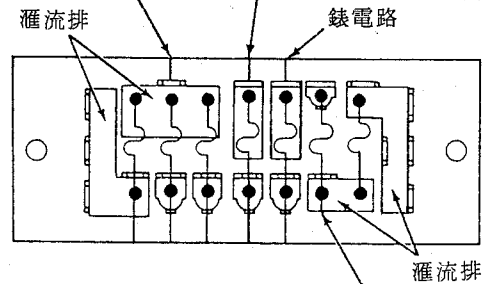


圖 5-1-35 美國汽車公司之保險絲板正面圖 [註31]

- 由電瓶電流輸入
- 安培數達 9 安培、20安培和14安培之保險絲, 保險灯路、鐘、危險警告灯、煞車灯、尾灯等
- 由頭灯開關輸入
- 安培數為 4 安培保險儀錶灯電路
- 由點火開關 I-1 端輸入
- 安培數為 4 安培保險儀錶電路



後視圖

- 由點火開關 A 端輸入
- 安培數為兩個20安培保險轉向灯、附件、暖氣、空調等電路

圖 5-1-36 美國汽車公司之保險絲板背面圖 [註32]

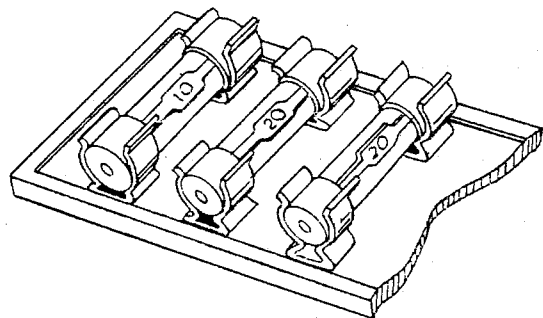


圖 5-1-37 保險絲盒 [註33]

bar)，滙流排通常用鉚釘鉚在盒上，再經保險絲流到各電器。圖5-1-35為保險絲板之正面圖，圖5-1-36所示為保險絲板之背面圖，圖5-1-37所示為保險絲實際安裝情形。保險絲盒通常裝在儀錶板內或下方。

1-5-3 線路斷電器

(一)現代汽車之線路斷電器均使用熱偶製成，當電路負荷電流超過時，熱偶會彎曲而使接點跳開，切斷電路，以防電路因過熱而燒壞。

(二)一般線路斷電器有兩種，第一種為循環型 (cycling type)，如圖5-1-38所示，由一個固定白金接點及一個裝在熱偶片上之接點組成，當電流超過定額時，熱偶因熱量彎曲，使接點分開，切斷電流，當熱偶冷卻後閉合，電流又能流通，如此電流時通時斷，直到造成過大電流之原因消滅為止。一般使用在頭燈系統，閃爍的頭燈可以保障停車安全。

(三)另一種線路斷電器為不循環型 (noncycling type)，其構造如圖5-1-39所示，當電流正常時，接點閉合，電流由低電阻之接點流過。當電流超過時，熱偶彎曲使接點分開，此時仍有部分電流經並聯之電熱絲流過，電熱絲因電流經過而發熱，保持熱偶片之溫度，故接點分開後就不再閉合，除非整個電路關掉。一般用在需保護之其他電器電路中。

1-5-4 可熔線

(一)當汽車萬一發生撞車事故，在電瓶與保險絲間之電源線發生破損搭鐵時，會發生嚴重火花而發生火災，甚至引起車子爆炸之危險，因此車

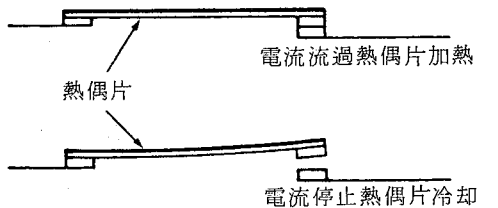


圖 5-1-38 循環型線路斷電器 [註34]

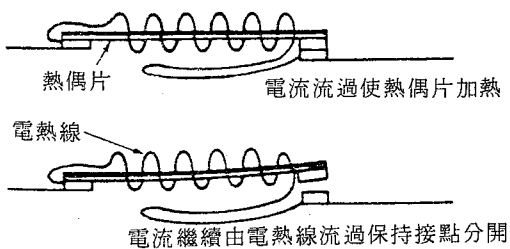


圖 5-1-39 不循環型線路斷電器 [註35]

上許多連接到電源之電線均使用可熔線，如圖5-1-40所示。當電流超過定額時即迅速熔斷，以免發生嚴重災害。圖5-1-41所示為一些車子以保險絲及可熔連線保護汽車電路之裝置情形，其編號用途如表 5-1-6 所示。

(二)可熔線因外表有良好的絕緣保護，當熔斷時外表不易看出，需使用檢驗燈或電錶檢查。

(三)日本對可熔線之顏色、規格及用途之規定如表 5-1-6 所示。

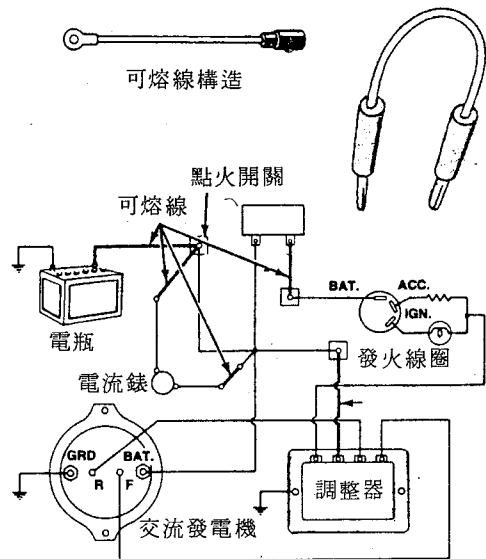


圖 5-1-40 可熔線之構造及使用地點 [註36]

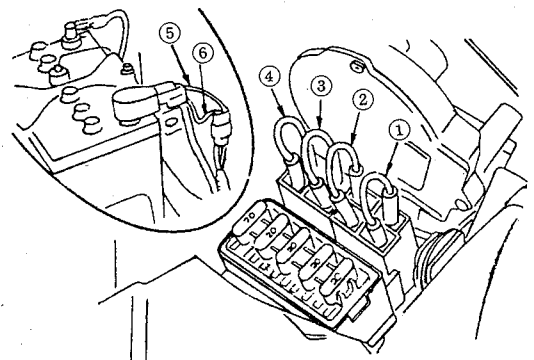





圖 5-1-41 以保險絲及可熔線保護線路 [註37]

表 5-1-6 日本可熔線顏色、規格及用途

編號	尺寸(mm ²)	顏色	用途
1	0.3	茶	頭燈電路
2	0.3	茶	頭燈電路
3	0.85	紅	電瓶電路
4	1.25	黑	發電機電路
5	0.3	茶	EGI 噴油器電路
6	0.3	茶	EGI 噴油器電路






【習題】

一、選擇題：

1. 一般小型汽車所使用之電瓶為① 6 V ② 12V ③ 24V ④ 48V。
2. 點火系中將電瓶之低壓電轉變成高壓電者為① 高壓線 ② 分電盤 ③ 點火線圈 ④ 發電機。
3. 使駕駛人夜間行駛時與白天一樣安全，並使其它車輛能了解車子寬度與高度等目的者為① 照明系 ② 點火系 ③ 信號系 ④ 儀錶系。
4. 使駕駛人能隨時了解汽車各部之情況為正常或不正常者為① 充電系 ② 信號系 ③ 儀錶系 ④ 點火系。
5. 為保護電器電線，避免混亂糾纏，而將電線加以排列後捆紮成① 電線 ② 線束 ③ 線團 ④ 包線。
6. 儀錶板上使用之電線為① 單股電線 ② 複股電線 ③ 印刷電路 ④ IC 電路。
7. 以號數代表電線導體的截面積者為① 美國線規 (AWG) ② 公制系統 ③ 英制系統 ④ 中國國家標準。
8. 從點火線圈到分電盤到各火星塞之二次電路必須能耐① 25 kV ② 5 kV ③ 15 kV ④ 50 kV 之高壓電。
9. 連接兩電線之接頭通常均用① 環型 ② 鈎型 ③ 叉型 ④ 鈕扣式。
10. 將線束與線束連接在一起者為① 線頭 ② 電線連接器 ③ 連接板 ④ 開關。
11.  此符號代表① 電瓶 ② 搭鐵 ③ 保險絲 ④ 火星塞。
12.  此符號代表① 電流錶 ② 溫度計 ③ 電壓錶 ④ 馬達。
13.  此符號代表① 電壓錶 ② 電流錶 ③ 可變電阻 ④ 固定電阻。

二、填充題：

1. 充電系、起動系、點火系應被劃分為_____電系。
2. 在充電系中，發電機將引擎部分_____能轉變成_____能，以供給全車電器所需之電。

3. 汽車上用電最大之電器為_____。
4. 在照明系中，主要照明燈為_____燈，指示車寬、車高的為_____燈，用於保護電路安全者為_____。
5. 汽車各部情況之指示燈或警告燈裝於車廂內之_____上。
6. 汽車一般均為_____搭鐵，汽車術語上，搭鐵的意義為將電器之一線頭接於_____、大樑或電瓶搭鐵極性樁頭上。
7. 除點火系之_____外，汽車之電路系統均為低壓系統。
8. 汽車電線一般均使用_____材質之電線，其優點為柔軟、_____、_____。
9. 電器中之電線往往因為_____、_____或_____，使得電線中之電阻增加，而使電壓降增加，導致電器作用不良。
10. AWG 之電線號數愈大，_____愈小，_____愈大，能通過之電流愈小。
11. 選用電線必須考慮_____及_____。
12. 電線長度愈長，電阻_____。
13. 電瓶線接到車身者稱為_____線，接到起動馬達者稱為_____線。
14.  代表_____， 代表_____， 代表_____， 代表_____， 代表_____。
15. 保險絲之大小係以_____為基準，對_____不敏感。

三、問答題：

1. 汽車電系分為那幾大類？
2. 試述點火系之工作原理。
3. 試述照明系之目的。
4. 試述信號系之目的。
5. 試述車用電線各型式之性質及在汽車上使用之情形。
6. 高壓線採用高電阻碳高壓線之目的為何？
7. 試述汽車上有何種裝置可用以保護電器電路。

【資料來源註釋】

- 〔註1〕 高久有幹著 自動車用電裝品ハンドブック
圖1・2
- 〔註2〕 館内端著 自動車整備入門 圖1-66
- 〔註3〕 同〔註2〕 圖1-67
- 〔註4〕 同〔註1〕 圖1・3
- 〔註5〕 日本自動車整備振興會連合會 三級自動車ガ
ソリン・エンジン下圖Ⅲ-1
- 〔註6〕 同〔註5〕 圖Ⅱ-1
- 〔註7〕 同〔註5〕 圖IV-1
- 〔註8〕 Harper & Row/Chek-Chart Automotive
Electrical Systems Fig4-1
- 〔註9〕 同〔註8〕 Fig4-2
- 〔註10〕 同〔註8〕 Fig4-3
- 〔註11〕 彭志餘著 汽車電學 第1-40圖
- 〔註12〕 同〔註8〕 Fig5-3
- 〔註13〕 同〔註8〕 Fig4-8
- 〔註14〕 同〔註8〕 Fig4-9
- 〔註15〕 Stockel Auto Service and Repair
Fig6-3
- 〔註16〕 同〔註8〕 Fig4-12
- 〔註17〕 同〔註1〕 圖1・8
- 〔註18〕 同〔註8〕 Fig5-10
- 〔註19〕 同〔註8〕 Fig5-11
- 〔註20〕 同〔註8〕 Fig5-13
- 〔註21〕 同〔註8〕 Fig5-14
- 〔註22〕 同〔註8〕 Fig5-15
- 〔註23〕 同〔註8〕 Fig5-16
- 〔註24〕 同〔註8〕 Fig5-17
- 〔註25〕 同〔註8〕 Fig5-18
- 〔註26〕 同〔註8〕 Fig5-20
- 〔註27〕 同〔註8〕 Fig4-32
- 〔註28〕 同〔註8〕 Fig4-33
- 〔註29〕 同〔註8〕 Fig4-34
- 〔註30〕 鐵道日本社カーテクノロジーNo.4 第33圖(B)
- 〔註31〕 同〔註8〕 Fig4-36
- 〔註32〕 同〔註8〕 Fig4-37
- 〔註33〕 同〔註30〕 第33圖(D)
- 〔註34〕 同〔註8〕 Fig4-40
- 〔註35〕 同〔註8〕 Fig4-41
- 〔註36〕 同〔註8〕 Fig4-43, Fig4-44, 同〔註
30〕 第33圖(C)
- 〔註37〕 同〔註30〕 第33圖(E)

[返回目錄](#)

第二章 基礎電學

第一節 電學概論

2-1-1 電荷

一、分子 (molecule)

根據科學家研究的結果，保持物質原有特性的最小粒子稱為分子。

二、原子 (atom)

(一)將分子再細分成更小的單元，這些小單元已不再具備原有物質的物理特性，稱為原子。

(二)任何原子均由三種基本粒子所組成，此三種粒子是電子 (electron)、質子 (proton) 及中子 (neutron)。質子及中子組成原子核，電子在原子核外面以一定的軌道環繞，如圖 5-2-1 所示。

(三)電子帶有負電荷，質子帶有正電荷，中子不帶電。在一個原子中，質子與電子之數目相同，故整個原子對外不帶電。

三、電荷

(一)有些物質易失去電子，而使另一物質獲得電子；失去電子的物質因少了負電荷，故帶正電；反之，獲得電子之物質因多了負電荷，故帶負電。

(二)每一電子 (質子) 所帶的電量為 1.602×10^{-19} 庫倫 (coulomb)，故一庫倫之電量為：

$$\frac{1}{1.602 \times 10^{-19}} = 6.25 \times 10^{18}$$

等於 6.25×10^{18} 個電子或質子電量的總和。

(三)現舉六種物質，以失去電子之難易程度排列如下：

玻璃	毛皮	絨布	絲綢	木材	硬橡膠
1	2	3	4	5	6

排於前者較易失去電子，故以玻璃與絲綢摩擦，玻璃因失去電子而帶正電，絲綢因獲得電子而帶負電。

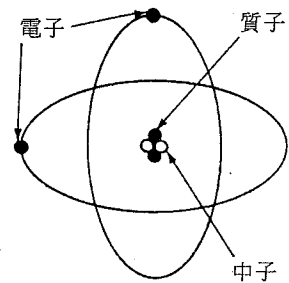


圖 5-2-1 原子模型

(四)兩種物質摩擦後，破壞兩物質原來之平衡狀態，而使一物質帶正電，另一物質帶負電，此種因摩擦所產生之電稱為靜電 (static electricity)；故正電與負電是無法自行產生的。

四、電荷之性質

(一)將玻璃棒與絲綢摩擦後，玻璃棒帶正電，將它與甲、丙、丁之灯芯球相碰，會使灯芯球也帶正電；將硬橡膠棒與毛皮摩擦後，硬橡膠棒帶負電，將它與乙、戊、己之灯芯球相碰，使帶負電。

(二)將甲、乙 (一正一負) 兩個灯芯球靠近，

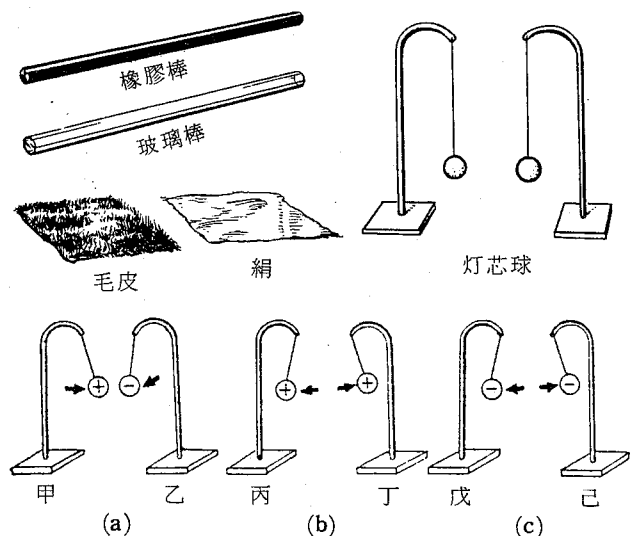


圖 5-2-2 靜電的性質

則會互相吸引，表示正、負異性電荷會相互吸引，如圖 5-2-2 (a) 所示。

(二) 將丙、丁 (同為正電) 或戊、己 (同為負電) 兩個燈芯球相靠近，則燈芯球互相排斥，如圖 5-2-2 (b)(c) 所示。

2-1-2 自由電子

一、電子能階

環繞在原子核周圍的電子，是依原子之不同分佈在 1~7 層不同的軌道上運轉，每一層軌道具有一定之能量，稱為能階 (energy level)，如圖 5-2-3 所示。

二、自由電子 (free electron)

當原子受到外力如光的照射、加熱、電磁感應等之影響，則電子會獲得能量，由低能階的軌道跳到高能階的軌道去。尤以在最外層軌道上之電子最易受影響，脫離軌道而游離。

此種游離之電子很容易移動，稱為自由電子。當電子從原子游離後，原子因失去電子而呈現正電性，而游離之電子呈現負電性，此種現象稱為電離。

2-1-3 良導體與絕緣體

一、良導體

有些物質在常溫及正常狀態下，由於宇宙射線、熱輻射等之作用，會產生許多之自由電子，譬如金屬類之銅、銀、金、鋁等，因其含有大量之自由電子，可以自由移動，故稱此類物質為導體或良導體。

二、絕緣體

有些物質，如玻璃、橡皮、雲母等，因其自由電子甚少或沒有，因而稱為抗電體或絕緣體。

2-1-4 電流與電子流

一、電流成因

若將良導體之兩端，一端連接於正電荷體 (缺少電子)，另一端連接於負電荷體 (過多電子)，則在同性相斥、異性相吸下，導體內的自由

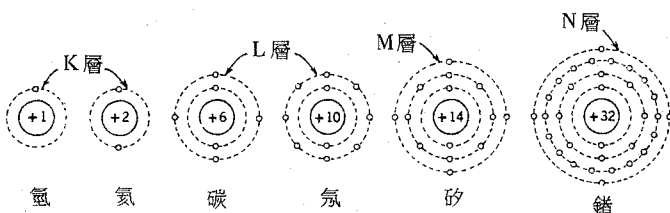


圖 5-2-3 電子之能階 [註 1]

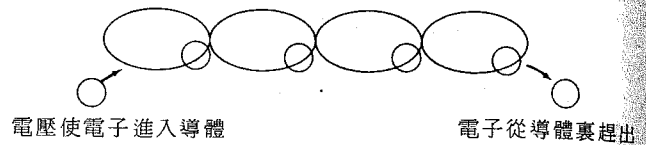
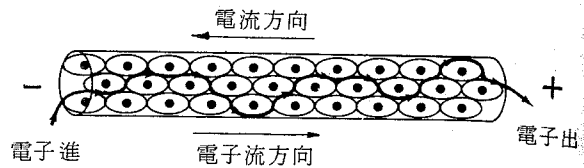


圖 5-2-4 自由電子移動情形

電子一方面受負電荷體的排斥，一方面受正電荷體的吸引，而向正電荷體之方向移動，乃構成了電流 (electric current)。圖 5-2-4 所示為自由電子在導線中移動的情形。

二、電流方向

(一) 由於電之現象很早就已發現，當初誤認為電流係由正電荷體移至負電荷體，因此認為電流方向為由正向負。

(二) 當電子學說成立，對物質之結構更加了解後，始發現電流乃是自由電子由負電荷體移到正電荷體而產生的。因習慣問題，我們就以由正電荷體流到負電荷體為電流，以由負電荷體流到正電荷體為電子流。

三、電流之單位

電流之實用單位為安培 (ampere, 簡稱 A)。一安培為每秒間有一庫倫之電量流過導線上某定點之電流強度。電流符號為 I，因安培之單位甚大，故常再用更小之單位，如 10^{-3} 安培為 1 毫安培 (milli-ampere, mA)， 10^{-6} 安培為 1 微安培 (micro-ampere, μA)。

2-1-5 電動勢與電壓

一、電動勢

在電學上，使產生電子流動之外加力量稱為電動勢 (electromotive force, 簡稱 emf)。實際上，電動勢、電位差、電壓常被互換使用。但這些名詞，在意義上仍可區別如下：

(一) 電動勢通常均指發電機或電池等電源所產生之電力。

(二) 電位差則應用在電路中之每一元件。

(三) 電壓常指電力數值之大小。

二、電壓之單位

電壓之實用單位為伏特 (volt)。一伏特之

電壓為保持一安培之電流經電阻為一歐姆之外加力量。有時常使用較大之單位仟伏(kilo-volt, 簡稱kV), $1 \text{ kV} = 10^3 \text{ V}$; 或使用較小之單位毫伏(milli-volt, 簡稱mV), $1 \text{ mV} = 10^{-3} \text{ V}$ 。

三、因此, 當導線之兩端有電位差存在時, 則將使自由電子流動而產生電流, 若此一電位差一直存在, 則電流將繼續不斷的流通。

2-1-6 電阻

一、何謂電阻

由實驗得知, 任何導體或電器對於流過之電流均呈現阻力, 這種阻力稱為電阻(resistance), 對於不同導體或電器, 此種阻力之大小均不相同。

二、電阻之單位

(一)電阻之實用單位為歐姆(Ω)。一歐姆之定義為在一定橫截面之水銀柱, 長度為106.3厘米, 質量為14.4521公克, 在 0°C 時, 對一定電流所產生之阻力。

(二)由實驗得知, 導線之電阻與長度成正比, 而與截面積成反比; 即

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

R表導線電阻之歐姆數, L表導線長度, A表導線截面積, ρ 表電阻係數(resistivity), 為一常數。 ρ 依材料及所選定長度與面積單位而定。若使用cm為單位, 則電阻係數 ρ 為1cm長及 1 cm^2 截面積之材料所呈現之電阻, 而以每 cm^3 若干歐姆表示。如在英制單位上, 常用截面積之單位為圓密爾(circularmil), 其意為直徑等於千分之一吋之圓面積。使用圓密爾作截面積單位時, 用呎(ft)為長度單位。如純銅在 20°C 時之電阻係數 $\rho = 1.724 \times 10^{-6} \Omega / \text{cm}^3$ 或 $10.371 \Omega / \text{圓密爾呎}$ 。

2-1-7 電導

一、電導

電導(conductance)為電阻之倒數, 其單位為姆歐(Mho), 通常以g或G表之。

$$g = \frac{1}{R} = \frac{1}{\rho \frac{L}{A}} = r \frac{A}{L}$$

式中r為物體之電導係數(conductivity), A為截面積, L為長度。由上式得

$$r = \frac{gL}{A}$$

故電導係數為單位截面積及單位長度物體之電導, 其單位為每立方公分之姆歐數。

二、電導係數

在實際應用上, 國際電工技術委員會對一物體之電導係數即為此物體與標準軟銅線之百分率比值。一般常用材料之百分率電導係數如表5-2-1所示。

表5-2-1 各種材料之百分率電導係數

材 料	百 分 率 電 導 係 數	材 料	百 分 率 電 導 係 數
銅 Cu	100 %	鋁 Al	61 %
銀 Ag	105 %	鐵 Fe	17.2 %
金 Au	71.6 %	鋼 Fe	8.4 %
水銀 Hg	1.8 %	碳 C	0.04 %

2-1-8 歐姆定律

一個非常有用的關係存在於電流、電壓及電阻之間, 此關係由德國物理學家喬治·歐姆所發現, 故命名為歐姆定律(Ohms Law), 即電路中之電流與外加電壓成正比, 而與電路間之電阻成反比。若以數學式表示為:

$$I = \frac{E}{R}$$

式中I表電流, 單位為安培; E表電壓, 單位為伏特; R表電阻, 單位為歐姆。

例1. 如圖5-2-5所示, 若外加電壓及電阻均為已知, 求電路中電流之大小。

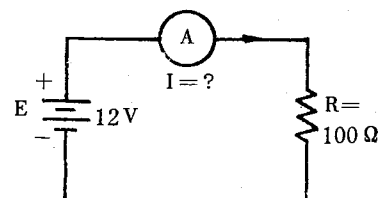


圖5-2-5 電阻電路

解: 由歐姆定律:

$$I = \frac{E}{R}$$

$$E = 12 \text{ V}, R = 100 \Omega,$$

$$\text{所以 } I = \frac{12}{100} = 0.12 \text{ A}$$

2-1-9 電功率

在電路中，電功率 (electric power) 為電位差或電壓與電流之乘積。例如在電路中已知兩點間之電位差或電壓為 E ，而流經此兩點之電流為 I ，則電路消耗之電功率 P 為：

$$P = EI$$

式中 P 為電功率，單位為瓦特 (Watt，簡稱 W)； E 為電壓，單位為 V ； I 為電流，單位為 A 。

由歐姆定律知 $E = IR$ ，故上式可改寫為：

$$P = EI = IR \cdot I = I^2 R = \frac{E^2}{R}$$

電功率亦可變成機械功率，機械功率常用 HP 或 PS 為單位：

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ W},$$

$$1 \text{ PS} = 735 \text{ W}$$

例 2. 將一個 12000 歐姆之電阻接於 120 V 之電壓上，求此電阻消耗之電功率為若干？

解：

$$P = \frac{E^2}{R} = \frac{120^2}{12000} = 1.2 \text{ W}$$

2-1-10 電能(電功)

一、電能之意義

電路中已知兩點間消耗之電能為其消耗之電功率與時間之乘積。即

$$\text{電能 } W = Pt$$

式中 P 為電功率，單位為瓦特 (W)， t 為時間，以秒或小時為單位。

W 為電能 (work，簡稱 W)，或稱為電功，其單位為瓦特·秒 (Watt-second)，即為焦耳 (Joule，簡稱 J)。實用上常採用較大之單位，即仟瓦-小時 (kilo-watt-hour，簡稱為 $KW-hr$)。1 仟瓦小時俗稱 1 度。電費之計算

即以此為基準。

例 3. 有一用戶共有 100 W 電燈 3 盞， 5 W 電燈 5 盞。若每燈平均每日使用四小時，則每月 (以 30 日計) 用電若干度？若每度電費 2.4 元，每月應付多少電費？

解：用戶之用電設備為

$$100 \times 3 + 5 \times 5 = 325 \text{ W}$$

$$\text{每月用電} = 325 \times 4 \times 30 / 1000 = 39 \text{ 度}$$

$$\text{每月電費} = 2.4 \times 39 = 93.6 \text{ 元。}$$

二、產生電能之方法

(一) 由機械方法產生：由內燃機或蒸汽機轉動發電機之電樞，發電機即產生一電動勢，使電子流動。電燈之發光係電子流經燈絲，因受阻力而消耗一部分電能，轉變為光。

(二) 由化學作用產生：如乾電池，利用化學作用將化學能轉變為電能，使正負極間產生電動勢，而使電池具有電能。

(三) 由磁感應產生：導線與磁場間有相對運動時 (需有切割磁力線)，則在導線上會感應一電動勢，使導線具有電能。

(四) 由熱偶產生：將不同金屬之兩端接在一起，然後將接合點加熱，則另兩端間會產生一電動勢。此兩種金屬構成之元件稱為熱電偶 (thermo-couple)。

2-1-11 電阻器

一、在電器中，尤其電晶體電器，常需使用很多電阻器來限制通過的電流，故為了適合各種不同電路之需要，乃製成了各種不同形狀及大小之電阻器 (resistor)，如圖 5-2-6 所示。

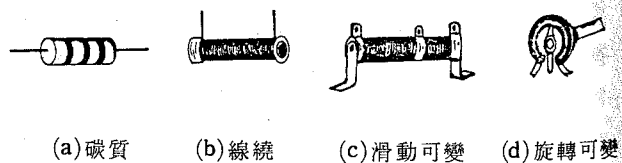
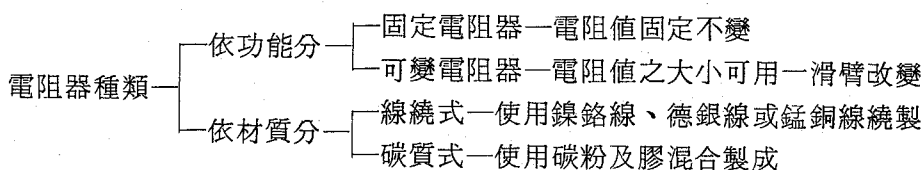


圖 5-2-6 各種電阻器

二、電阻器之種類



三、電阻器之色碼

小型之碳質電阻器常在外表上塗以各種顏色之環或點，以表示該電阻之歐姆數值及容許誤差百分率，如圖 5-2-7 所示。

(一)以色帶代表電阻數值如圖 5-2-7 (a)所示。

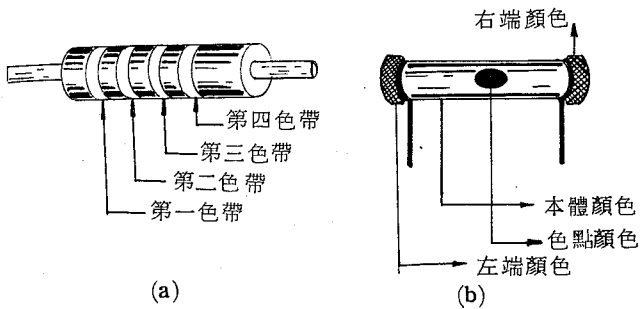


圖 5-2-7 電阻器色碼

由左端 向 右	第一色帶	第二色帶	第三色帶	第四色帶
代表意義	第一位 數 字	第二 位 數 字	0 的數目	容許誤差 %

顏色	黑	棕	紅	橙	黃	綠	藍	紫	灰	白	金	銀	第四色帶無色
意義	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	±5%	±10%	±20%

例：有一碳質電阻，第一色帶是紅色，第二色帶為黃色，第三色帶為橙色，第四色帶為金色，則此電阻器為若干歐姆？誤差值若干？

解：紅 黃 橙 金
2 4 000 ±5%

故該電阻值為 $24000 \Omega = 24 \text{ k}\Omega$ ，
誤差百分率為 ±5%。

(二)以色體和色點代表電阻數值，如圖 5-2-7 (b)所示。

顏色位置	本體顏色	左端顏色	中間色點	右端顏色
代表意義	第一 位 數 字	第二 位 數 字	0 的數目	誤差值%

例：有一碳質電阻，本體為黃色，左端為藍色，色點為紅色，右端為銀色，則此電阻器為若干歐姆？誤差值若干？

解：黃 藍 紅 銀
4 6 00 ±10%

故該電阻值為 4600Ω ，
誤差百分率為 ±10%。

四、溫度對電阻之影響

(一)由實驗得知，一導體之電阻隨溫度之變化而改變，對於銅及一般非合金之金屬電阻，其電阻值往往隨溫度增高而加大，其關係如下：

$$R_t = R_0 (1 + \alpha_0 t)$$

式中， R_t 為溫度在 $t^\circ\text{C}$ 時之電阻， R_0 為溫度在 0°C 時之電阻， α_0 為溫度在 0°C 時之電阻溫度係數。

(二)一般所謂電阻之溫度係數，為溫度每升高 1°C 時，其電阻之變化量與溫度未升高前電阻之比值。若在原來溫度 $t_1^\circ\text{C}$ 時之電阻為 R_1 ，在溫度 $t_2^\circ\text{C}$ 時之電阻為 R_2 ，則

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1 (t_2 - t_1)}$$

即 $R_2 = R_1 [1 + \alpha (t_2 - t_1)]$

在 0°C 時，銅之電阻係數為 0.00427，鋁的電阻係數為 0.0039。

五、電阻器之電功率

我們在選用電阻器時，除要注意電阻值外，也要注意電功率的大小；使用電功率太小的電阻器，其電阻值易改變，且容易燒壞，而影響到電器的性能。由 $P = I^2 R$ 的關係可求得電功率、電阻與電流間之關係。電阻器上常註明電阻之歐姆值及電功率之瓦特值。

例：某電路中需要一個 $50 \text{ k}\Omega$ 之電阻，須通過 1 mA 電流，問需要多少 W 之電阻？

解： $P = I^2 R$
 $I = 0.002 \text{ A}$ $R = 50,000 \Omega$
 $\therefore P = 0.001^2 \times 50,000 = 0.05 \text{ W}$

但為了保險起見，最好買 $0.1 \text{ W} \times 50 \text{ k}\Omega$ 之電阻器使用較佳。

六、電阻的連接方法

(一)串聯連接

如圖 5-2-8 所示，將電阻成串連接稱為串聯 (series connection)，若在 AC 間加以 V 之電壓，在串聯電路上每個電阻經過之電流相等，若電阻兩端之電壓分別為 V_1, V_2 ，則

$$\begin{aligned} V_1 &= I R_1, \quad V_2 = I R_2, \quad V = I R, \\ V &= V_1 + V_2 = I R_1 + I R_2 \\ &= I (R_1 + R_2) = I R \end{aligned}$$

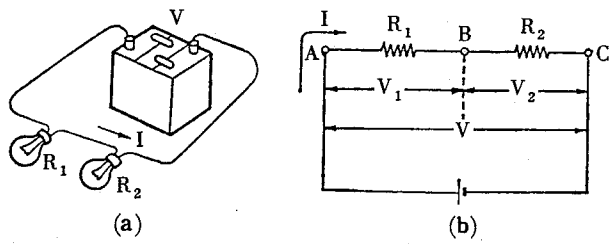


圖 5-2-8 串聯電路〔註 2〕

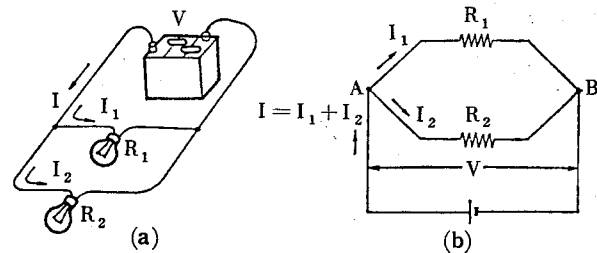


圖 5-2-9 並聯電路〔註 3〕

故 $R = R_1 + R_2$ ，即在串聯電路中，總電阻為各分電阻之和，若有 n 個電阻串聯，則

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

(二) 並聯連接

如圖 5-2-9 所示，將電阻並排連接稱為並聯 (parallel connection)，若在 AB 間加以 V 電壓，則電阻 R_1 、 R_2 亦受同樣電壓，若總電流為 I ，分電流為 I_1 及 I_2 ，總電阻為 R ，則

$$I_1 = \frac{V}{R_1}, \quad I_2 = \frac{V}{R_2}, \quad I = \frac{V}{R}$$

$$I = I_1 + I_2$$

$$= \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} = \frac{V}{R}$$

故 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ ，即在並聯電路中，等值電阻之倒數為各個分電阻倒數之和，即總電阻小於任一分電阻。若有 n 個電阻並聯，則

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

(三) 串並聯連接

如圖 5-2-10 所示為串並聯電路，可先求 R_1 、 R_2 、 R_3 三個並聯電阻之等值電阻 R_8 ，再分別求 R_3 、 R_4 、 R_5 串聯電阻之等值電阻 R_9 及 R_6 、 R_7 串聯電阻之等值電阻 R_{10} ，再求 R_9 及 R_{10} 之並聯等值電阻 R ，則 R 為串並聯電路之總等值電阻。

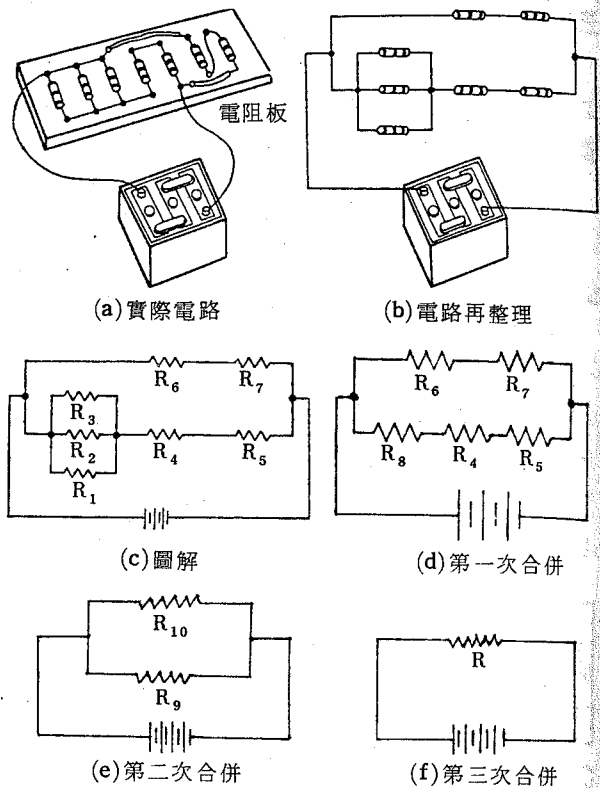


圖 5-2-10 串並聯電路〔註 4〕

2-1-12 靜電感應

一、靜電之產生

(一) 如前述，一物體失去電子則帶正電，如獲得電子則帶負電。若將一帶正電之導體 A 趨近 (但不接觸) 於一個不帶電之導體 B，則導體 B 中之自由電子受導體 A 之正電荷吸引，於是在導體 B 上接近導體 A 之一端出現負電荷，而導體 B 之另一端，因電子被 A 吸去，因而呈現正電荷。由於導體 B 無電荷自外界流入，故正負電荷之總和仍為零，因此 B 導體兩端所出現之負電荷與正電荷之數量相等。此種因帶電體之移近，而使一導體之一端帶負電，而另一端帶正電之現象，稱為靜電感應，如圖 5-2-11 所示。

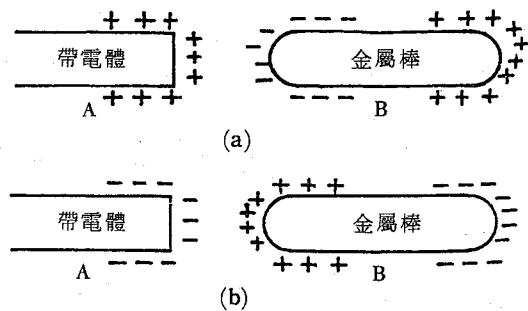


圖 5-2-11 靜電感應

(一) 一般而言，電荷在導體表面的分佈是不均勻的，其分佈原則是集中在導體之凸面，愈是凸出部份，其分佈之電量愈多。若導體為一針狀，則其尖端集中甚多之電荷，故很容易逸出，稱為尖端放電。避雷針就是利用尖端放電以中和帶電體所帶之電，達到避雷之目的。

(二) 汽車在乾燥空氣中行駛時，車身因磨擦也會感應靜電，因此載運汽油之油罐車需在車後拖一鐵鏈到地上，將感應之靜電流到地上，以免靜電累積過高電位後，放電發生火花而產生爆炸，如圖5-2-12所示。

二、靜電之利用

小零件噴漆塗裝時，大部份之塗料都浪費掉，如圖5-2-13(a)所示。若將小零件通入很強的正電，在噴槍上裝置很強的負電，使噴出之漆粒帶負電，由於正負電相吸引，噴出之塗料全部附着在零件上，可以節省甚多塗料，如圖5-2-13(b)所示。圖5-2-14所示為靜電塗裝之裝置。

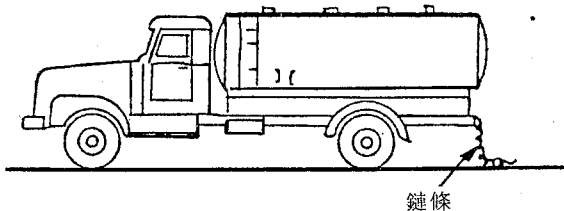


圖 5-2-12 油罐車用鏈條消除靜電〔註5〕

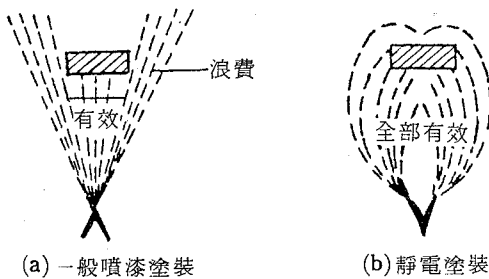


圖 5-2-13 靜電塗裝〔註6〕

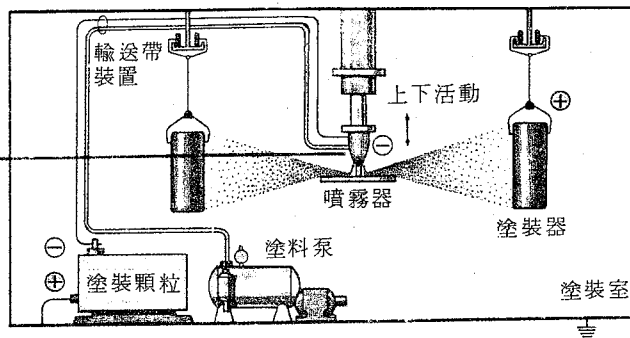
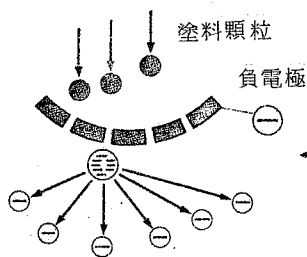


圖 5-2-14 靜電塗裝裝置

2-1-13 電容器

一、何謂電容器

將兩塊金屬板互相靠近但不接觸，若與一電池之正負極分別連接，在剛接通之一瞬間有電流流動，然後停止，稱為充電 (charge)。兩片金屬中各存有正電荷及負電荷相互吸引，不會消失，具有儲存電荷之功能，此兩片帶電體構成一電容 (capacitor)。再用一導線相連，在一瞬間有電流流出，稱為放電 (discharge)，如圖5-2-15所示。

二、電容器之構造

利用前述電容之原理製成用以儲存電荷之電器即為電容器。其基本構造由兩金屬片夾以絕緣質，並在金屬片上連以導線抽頭而成。圖5-2-16為紙質固定式電容器之構造。

三、電容器之種類

(一) 電容器依功能可分為二大類：

電容器 — 固定式電容器 — 電容量固定不變者
 — 可變式電容器 — 電容量可以調整者

(二) 電容器以所用之絕緣介質來分，可分為下列數種：

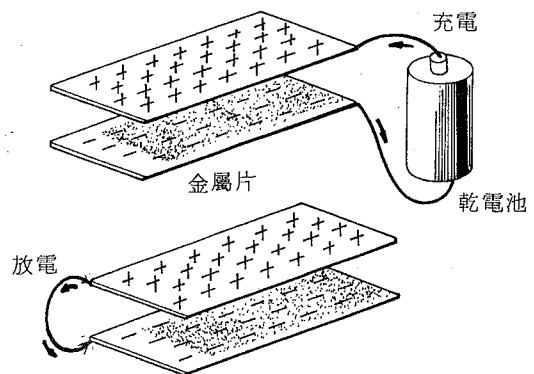


圖 5-2-15 電容器的作用

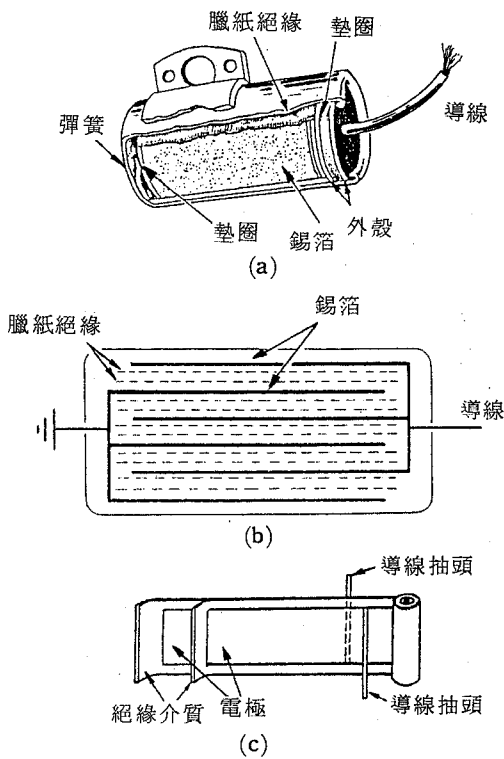


圖 5-2-16 紙質電容器的構造

1. 空氣電容器：介質為空氣，其電容量由 1 pf 到 500 pf 間，常為可變電容器。
2. 雲母電容器：容量由 10 pf 到 0.1 μf 間，有可變及固定兩種。
3. 紙質電容器：常為固定電容器，其容量在 250 pf 到 1 μf 間。
4. 陶質電容器：常為固定電容器，其容量在 1 pf 到 0.001 μf 間，耐壓可達 2000 V 以上，甚至可達 10,000 V 以上。
5. 電解電容器：電容量最大，可到 1000 μf ，具有正負極性，常用於濾波電路中。
6. 圖 5-2-17 所示為各種電容器之形狀。

四、電容器之電容量

電容器所能儲存電量的大小與導體之形狀及介質的種類有關。若導體大小形狀及介質不變，則電容器所儲存之電量 Q 與兩導體間之電位差 V 成正比，即

$$Q \propto V$$

亦即 $Q = CV$

C 為比例常數，稱為電容器之電容量 (capacitance)，電容量之單位用法拉 (farad，簡稱 f)。

$$C = Q / V$$

因法拉 (f) 在實用上嫌過大，故常用微法拉 (micro farad，簡稱 μf)， $1 \mu f = 10^{-6} f$ ；或微微法拉 (pico farad，簡稱 pf)， $1 pf = 10^{-12} f$ 。

五、電容器之連接

(一) 串聯連接

如圖 5-2-18 所示，有甲、乙、丙三個電容器串聯，其電容量分別為 C_1 、 C_2 及 C_3 ，串聯後其總電容為 C 。因甲、乙、丙電容器之上下板互相互連接，故總電壓等於各分電壓之和，即

$$V_1 = \frac{Q}{C_1}, \quad V_2 = \frac{Q}{C_2}, \quad V_3 = \frac{Q}{C_3},$$

又 $V = V_1 + V_2 + V_3,$

故 $Q = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}} V$

故 $C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}} = \frac{C_1 \times C_2 \times C_3}{C_1 + C_2 + C_3}$

即電容器串聯時，總電容量減少。

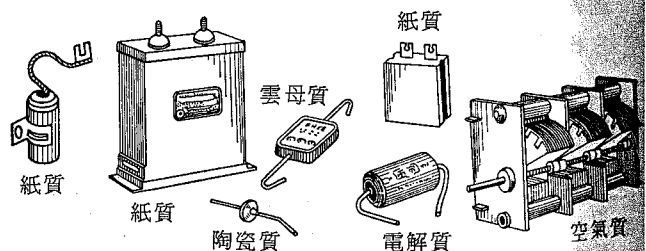


圖 5-2-17 電容器之種類 [註 7]

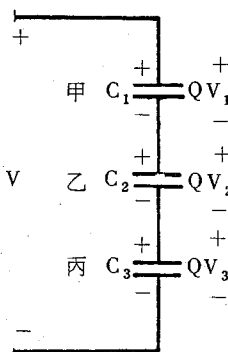


圖 5-2-18 電容器串聯

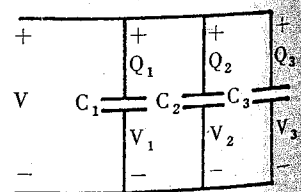


圖 5-2-19 電容器並聯

(二)並聯連接

如圖5-2-19所示，將三個電容器並聯，其電容量分別為 C_1, C_2 及 C_3 ，若外加電壓為 V ，則因並聯關係得：

$$V = V_1 = V_2 = V_3,$$

且由公式可得：

$$V_1 = \frac{Q_1}{C_1}, \quad V_2 = \frac{Q_2}{C_2}, \quad V_3 = \frac{Q_3}{C_3},$$

因電容器之導件片連在一起，故總電量為各個電容器電量之和，即

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3,$$

$$\begin{aligned} \text{故 } Q &= C_1 V_1 + C_2 V_2 + C_3 V_3 \\ &= (C_1 + C_2 + C_3) V \end{aligned}$$

$$\text{所以 } C = C_1 + C_2 + C_3$$

因此電容器並聯時，總電容量增加。

六、電容器的電抗

(一)將電容器與交流電源相接時，電容器不斷的交互充電及放電，好像交流電能通過電容器一樣，如圖5-2-20所示。

(二)交流電雖可以通過電容器，但是有抵抗力，稱為電抗(reactance)。電抗的大小隨著交流電的週率(frequency)而變化，週率愈大電抗愈小，其公式如下：

$$X_c (\Omega) = \frac{1}{6.28 \times f \times C}$$

式中 f 為週率， C 為電容量， X_c 為電抗。

七、電容器之工作電壓

電容器受到太高的電壓時，金屬片間的絕緣介質會被打穿，失去儲存電荷之功能，電容器即

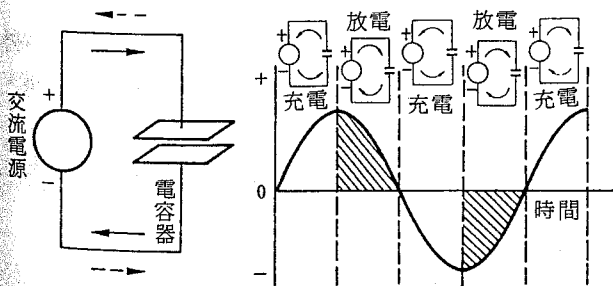


圖 5-2-20 電容器和交流電源相連的情形

告損壞。故電容器之外殼上除註明電容量外，尚且註明直流工作電壓(D.C. working voltage，簡稱DCWV)，係指連續加於電容器而不使其損壞的最大直流電壓。

2-1-14 電氣迴路

一、完整電路

(一)完整的電路必須包括電源、負荷(load)、導線三部分，並且電必須由電源流出，經負荷後仍須回到電源，成為一封閉的循環通路(closed circuit)，如圖5-2-21所示。

(二)汽車上為了減少電線的數量，利用車身與車架作為電器的回路，汽車上的電瓶有一條接到車身或車架的電線稱為搭鐵線(ground)。汽車上的電器大部分有一線頭連接到外壳，固定到車身上，也稱為搭鐵。電瓶的另一條電線接到馬達再接到配線板，分送到各電器，稱為火線，因該線祇要碰到車身就會產生火花之故，如圖5-2-22所示。

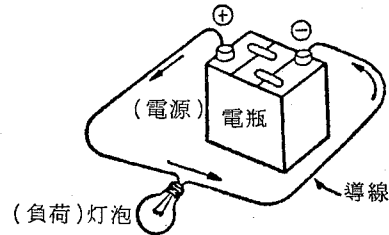


圖 5-2-21 完整的電路

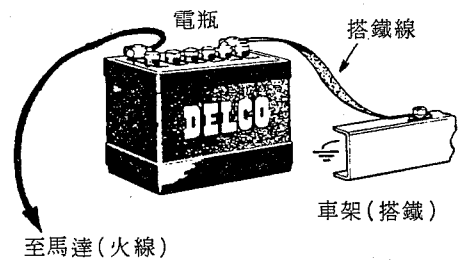


圖 5-2-22 電瓶接線〔註8〕

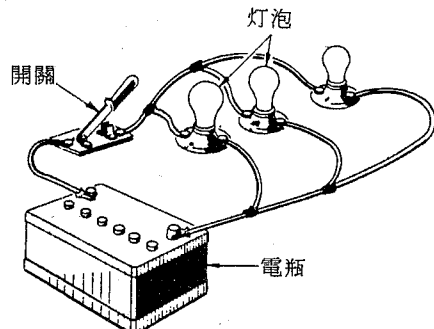


圖 5-2-23 用開關控制電路

二、斷路

(一)一個完整的電路才能有電流通，若電路中有任何一處中斷，電流就不能流通，稱為開路 (open circuit)。

(二)我們通常在電路上接開關來控制電路之作用，如圖5-2-23所示。

(三)在使用中因線頭鬆動腐爛、電線中斷、保險絲燒斷、灯泡未裝緊或灯絲燒斷等，而使電路無法繼續連通之故障，稱為斷路 (英文亦稱為 open circuit)。

(四)查尋斷路地點，可以使用檢驗灯或電壓錶，從電源起依次查驗。或拆開電源線，使用歐姆錶分段檢查各段電器或線路。

三、短路

(一)若電線或電器中的絕緣損壞，使電線相互接觸，則電流由接觸處流過，不再經過原來的電路，使電路縮短稱為短路 (short circuit)。

(二)電路中發生短路故障時，電阻減少，可能使電器燒壞，或使電器喪失原有功能。

(三)檢查短路需使用電流錶或歐姆錶。

四、搭鐵

(一)汽車上的電器或電線之絕緣破損而碰到電器的外壳或車身之故障稱為搭鐵。

(二)檢驗搭鐵一般使用檢驗灯，亦可使用歐姆錶。

2-1-15 電流之效應

電流連續流經導線或電器後會產生下列三項效應，如圖5-2-24所示。

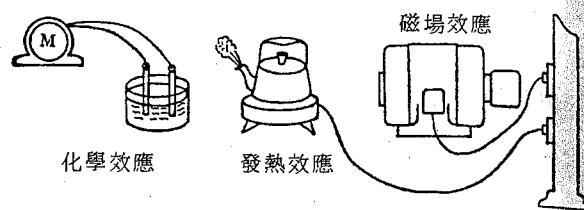
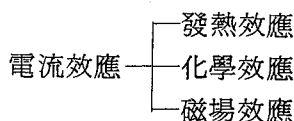


圖 5-2-24 電流之效應 [註9]



一、電流的熱效應

電流流過電阻時即產生發熱效應。根據焦耳定律，電阻愈大，電流量愈多，發熱量也愈多，因此發熱量與電阻的大小及電流的平方成正比。電流熱效應之利用如電熨斗、電鍋、電熱器、熱水器、白熱灯泡、汽車上之點烟器等等，不勝枚舉。

二、電流的化學效應

在電解質中的金屬物質，當電流流過時，會發生極化作用，電解、電鍍、電解精煉等都是電流化學效應的利用。汽車電瓶的充放電作用也是電流的化學效應。

三、電流的磁效應

當電流流經導線時，在其周圍即會產生磁力線，或導線周圍的磁力線有變化時亦會感應產生電流。此種現象稱為電流的磁效應。發電機、馬達、調整器、變壓器及汽車之發火線圈等都是利用電流之磁效應。

返回目錄

第二節 電磁學概論

2-2-1 磁分子

(一)科學家將磁的基本單元稱為磁分子。磁分子均由兩極組成，單極不能存在，其一端稱為磁北極 (north pole, 簡稱 N)，以黑色實體表示，另一端稱為磁南極 (south pole, 簡稱 S)，以白色表示，如圖5-2-25所示。

(二)若金屬內的磁分子排列雜亂無章者，如圖5-2-26所示，磁性會互相抵消，則此金屬未具備磁性現象；若金屬內之磁分子做有秩序排列者，則對外會產生磁性現象，稱為磁石或磁鐵。

2-2-2 導磁體與抗磁體

一、磁化作用

將磁分子原來排列無章的金屬，使接近一外界的磁場，則磁分子會成規則排列而具有磁性，

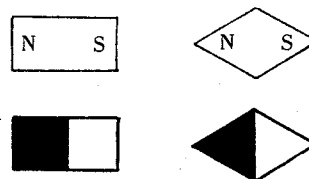


圖 5-2-25 磁分子符號

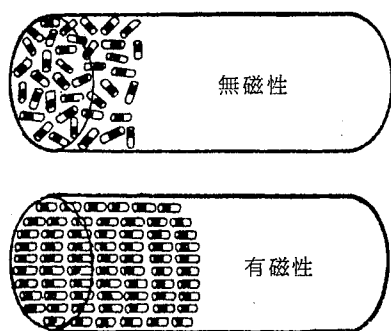


圖 5-2-26 磁分子排列與磁性

此種現象稱為磁化或磁感應。

二、導磁體

鐵、鋼等容易磁化的金屬稱為導磁體。

三、抗磁體

銅、鋁等金屬，雖接近磁場，但其內部混亂排列之磁分子仍無法做有規則的排列，無法顯現磁性之物體稱為抗磁體。

2-2-3 天然磁鐵與人造磁鐵

(一)天然的礦物，如四氧化三鐵 (Fe_3O_4) 本身就具有磁性，稱為天然磁鐵，但因磁性太弱，不實用，故有人造磁鐵之發明。

(二)人造磁鐵使用鐵或鐵合金放入強磁場中感應而成，可分暫時磁鐵及永久磁鐵兩種。

(三)永久磁鐵與暫時磁鐵：

1.軟鐵或軟鋼接近磁場，很容易被磁化，但離開磁場後，磁性便很容易消失者，稱為暫時磁鐵。

2.硬鋼或合金鋼較難被磁化，但磁化後其磁性可以保存甚長時間也不會消失者，稱為永久磁鐵。

2-2-4 導磁體與導電體之區別

(一)導磁體與導電體為兩種完全不同之性質，絕不能混用。

(二)如銅為“導電體”，但却為“抗磁體”，鋼為“導磁體”，却為“絕緣體”。

2-2-5 地磁

(一)地球內部蘊藏有大量的鐵、鎳等金屬及各種化合物，故整個地球也就成為一天然的大磁鐵。

(二)地球磁鐵的磁性北極正好在地理方位之南極，磁性南極正好在地理方位之北極，與地球自轉之中心軸有 5° 之偏差，稱為磁偏角。地球的磁

力線與水平線成一傾斜，稱為磁傾角，在東京約 $48^\circ 40'$ 。在地球之不同地區，磁偏角與磁傾角均不相同，如圖5-2-27所示。

(三)用以指示方向之指南針（或叫指北針），與航海、航空指示位置之羅盤，都是利用地磁設計而成。

2-2-6 磁的特性

一、磁力線

(一)將鐵屑撒布於玻璃板上，底下放置一條形磁鐵，輕敲玻璃板，則鐵屑受感應作用沿磁力線排列成圖5-2-28所示之美麗圖案。

(二)在磁鐵兩端聚集之鐵屑最多，表示磁鐵兩端磁力最強，稱為磁極 (magnetic pole)。每根磁鐵都有南 (S) 北 (N) 兩極，在兩極中間

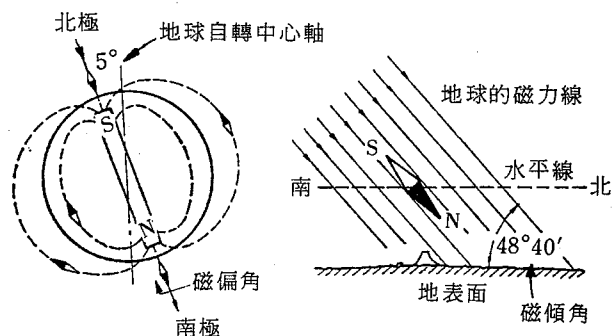


圖 5-2-27 地球磁極〔註10〕

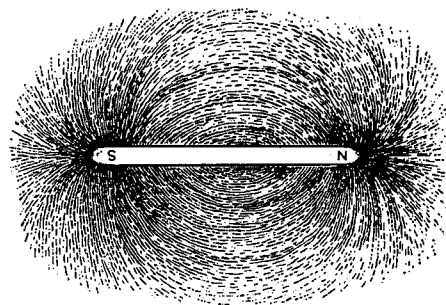


圖 5-2-28 磁力線圈〔註11〕

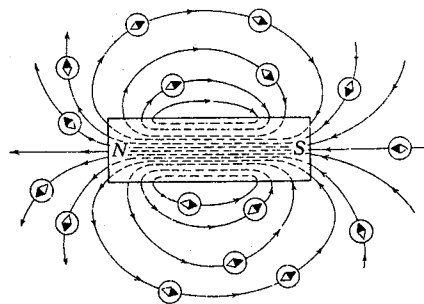


圖 5-2-29 磁針置於磁場中之效應

會呈現無磁性，稱為中立區。

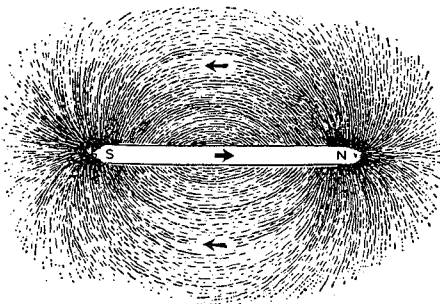
(三)一磁場之狀態可以用許多如鐵屑排列之曲線來表示，稱為磁力線 (magnetic lines of force)。若將磁針靠近條形之磁鐵，則磁針在不同位置之方向 (即磁力線方向)，如圖5-2-29所示。

二、磁力線之特性

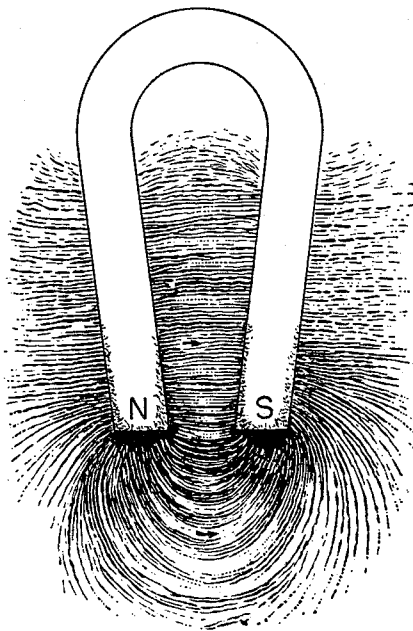
(一)磁力線由北極之四方出發，經外面的空間，到達磁鐵的南極，如圖5-2-30及5-2-31所示。

(二)磁力線為一封閉曲線。

(三)磁力線與磁力線間有相排斥之現象。



(a) 棒形磁鐵 [註12]



(b) U形磁鐵 [註13]

圖 5-2-30 磁力線由 N 極發出回到 S 極 (一)

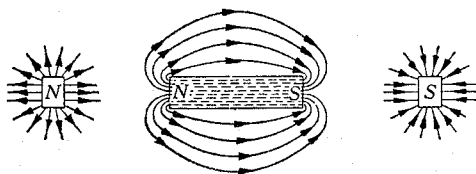


圖 5-2-31 磁力線由 N 極發出回到 S 極 (二)

(四)磁力線與磁力線間互不相交。

(五)磁力線具有縮短之趨勢。

(六)磁力線愈稠密，磁場強度愈大。

(七)磁力線之切線方向為磁力作用之方向。

(八)磁力線能通過任何抗磁體，但不能穿過導磁體。

(九)磁力線向磁阻小的地方流通。

(十)磁力線如被導線切斷，立刻又會接合成完整的磁力線。

(十一)兩異性磁極相靠近，磁力線互相吸引，使兩塊磁鐵互相靠在一起，如圖5-2-32所示。

(十二)兩同性磁極相靠近，磁力線互相排斥，使兩塊磁鐵互相離開，如圖5-2-33所示。

2-2-7 電感應磁

一、電磁的發現

丹麥物理學家奧斯特 (H.C. Oersted) 於 1820 年發現導線通電時，在其周圍會產生磁場，如圖5-2-34及5-2-35所示。

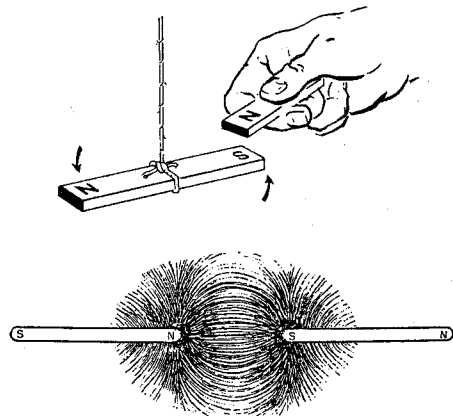


圖 5-2-32 磁極異性相吸引 [註14]

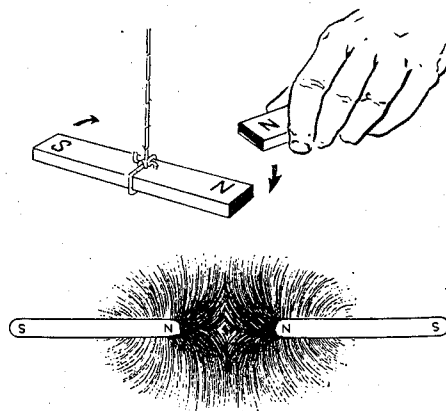


圖 5-2-33 磁極同性相排斥 [註15]

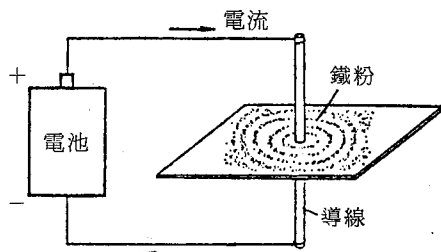


圖 5-2-34 導線通電周圍產生之磁場〔註16〕

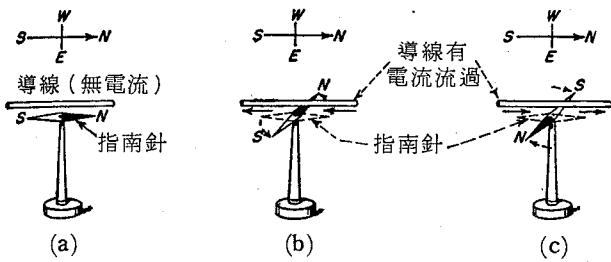


圖 5-2-35 導線通電時周圍產生磁場之方向

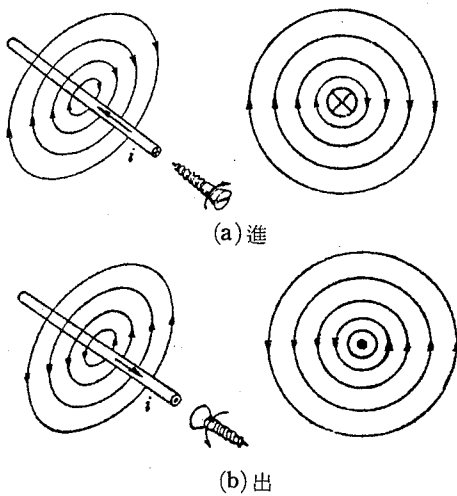


圖 5-2-36 電與磁之方向〔註17〕

二、電與磁之方向

(一) 電流方向與感應磁力線之關係與右旋螺絲釘相似，若電流垂直紙面流入時，如同射箭而可以看見箭尾 \otimes ，則磁力線為順時針方向，如圖5-2-36(a)所示；若電流垂直紙面流出，如同射箭而可以看見箭頭 \odot ，則磁力線方向為反時針方向，如圖5-2-36(b)所示。

(二) 當電流經一線圈時，磁力線與電流方向之關係可用右手定則表示，若四指表示電流方向時，則拇指方向為N極，如圖5-2-37(b)所示。

(三) 當電流經直導線時，若以右手拇指表電流方向，則四指之方向即為磁力線方向（即自N極向S極），如圖5-2-37(a)所示。

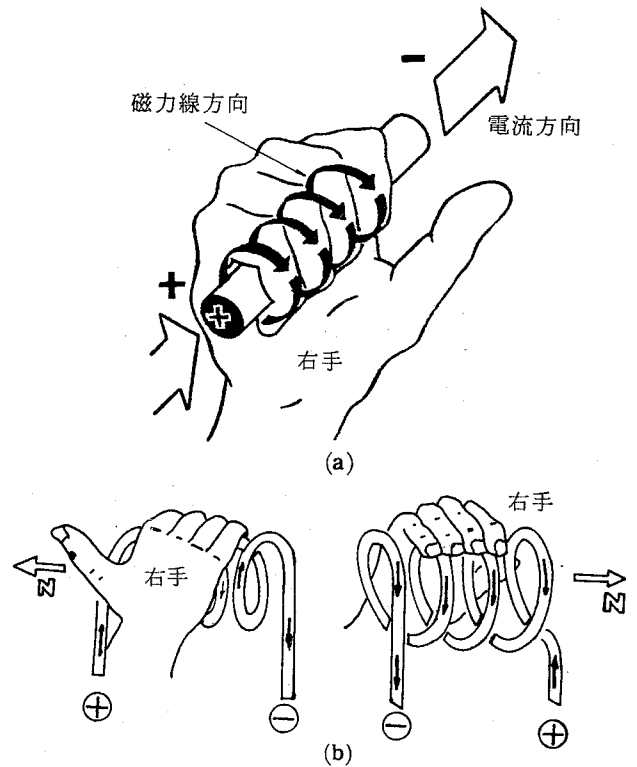


圖 5-2-37 電流方向與磁場方向之關係（右手定則）〔註18〕

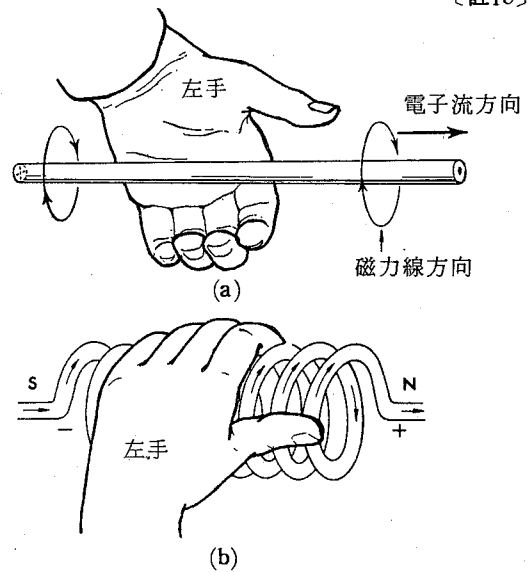


圖 5-2-38 電子流方向與磁場方向之關係（左手定則）

(四) 若以電子流方向說明時則使用左手定則，如圖5-2-38所示。

三、導線通電後之運動

(一) 兩根並排之導線通入相同方向之電流時，磁力線方向相同，互相合併，而有縮短之趨勢，故兩根線互相靠近，如圖5-2-39所示。

(二) 若兩根並排之導線通入不同方向之電流，則磁力線方向不同，互相排斥，故兩根導線會互

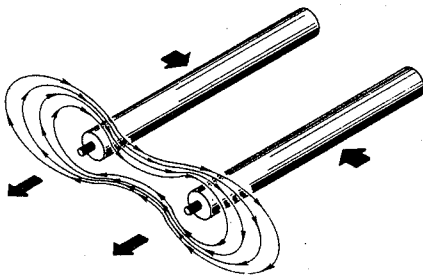


圖 5-2-39 相同方向電流流入，兩根導線互相靠近

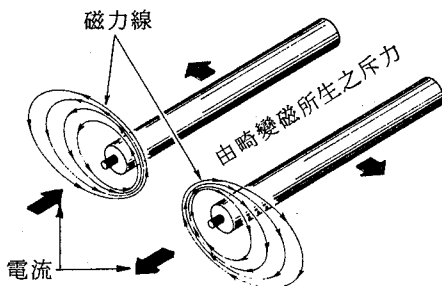


圖 5-2-40 相反方向電流流入，兩根導線互相分開

相分開，如圖5-2-40所示。

四、線圈與磁場強度之關係

(一)線圈產生磁場強度之大小與線圈的匝數和電流量成正比，如圖5-2-41所示，1000匝通過1A之線圈與100匝通過10A之線圈產生之電磁場強度相同。電磁場之強度以安培-匝 (ampere-turns) 表示。

(二)線圈磁場強度與中心之介質有關，如圖5-2-42所示，線圈匝數與安培數相同之三個線圈，

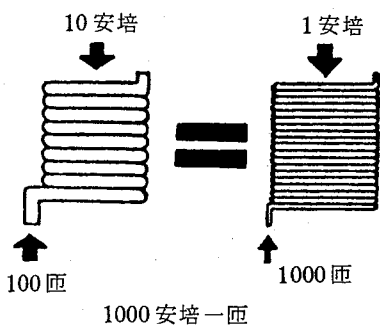


圖 5-2-41 100 匝通過 10 A 與 1000 匝通過 1 A 之電流產生之磁場強度相同

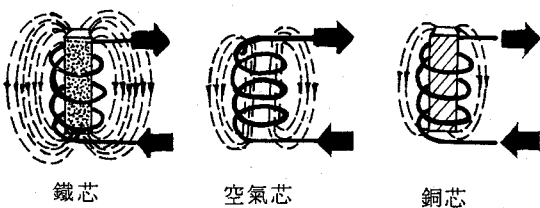


圖 5-2-42 線圈磁場強度與中心介質關係

以中間放入導磁體之鐵芯所感應之磁力最強，以空氣為芯之磁力次之，而以抗磁體之銅芯所感應之磁力最弱。

2-2-8 磁感應電

(一)如圖5-2-43所示，將一根導體在U字形磁鐵中上下移動時，在導線上所接之高靈敏度電流錶指針會左右擺動，表示有電流被感應出來，移動方向改變時，電流錶指針之擺動方向亦改變。此種導線與磁力線間有相對切割運動時，產生之電流稱為感應電。

(二)一根導線所感應之電流太小，若將導線繞成一組線圈，將磁鐵向線圈中迅速來回移動時，則在電流錶上可以感應出較大之電力，如圖5-2-44所示。

感應電力 E 之大小與線圈數 N 及單位時間磁力線之變化量 $(\phi' - \phi) / t$ 成正比，即

$$E \propto N \frac{\phi' - \phi}{t}$$

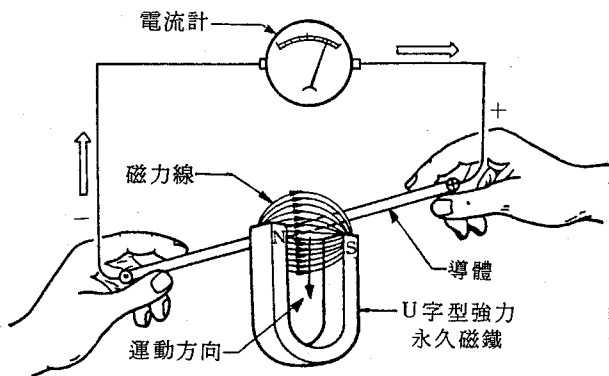


圖 5-2-43 導線在磁場中運動感應產生電流 [註19]

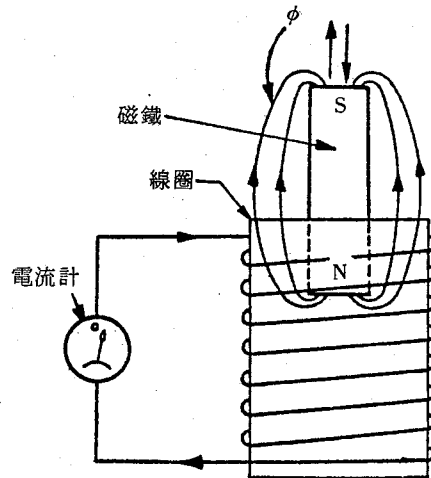


圖 5-2-44 磁鐵在線圈中移動亦能感應產生電流 [註20]

2-2-9 電、磁、動之關係(一)

磁力線之方向、導線運動方向及感應電流方向之關係如圖5-2-45所示，稱為佛來銘右手定則（或發電機定則）。拇指表導線運動方向，食指表磁力線方向（由N至S），中指表示電流之方向（由正向負）。

2-2-10 線圈之自感應

(一)如圖5-2-46所示之線圈與電瓶及開關構成之電路，當開關切斷時，常會產生火花而使開關燒壞。

開關切斷時，所產生火花之電壓遠比電瓶電壓為高，此種線圈在開關切斷時感應電流之作用稱為自感應（self-inductance）作用。其原因是線圈在電流通過時有磁場產生，當電流切斷時，磁力線迅速的消失，因磁力線的變化使線圈感應產生電動勢，其感應電流的方向與原來電流方向相同。

(二)反之，在開關接通之瞬間，因電流進入線圈，磁場由無到有，線圈亦感應一電動勢，其方

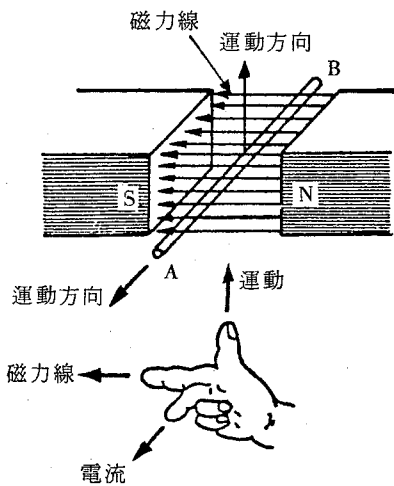


圖 5-2-45 佛來銘右手定則（發電機定則）
〔註21〕

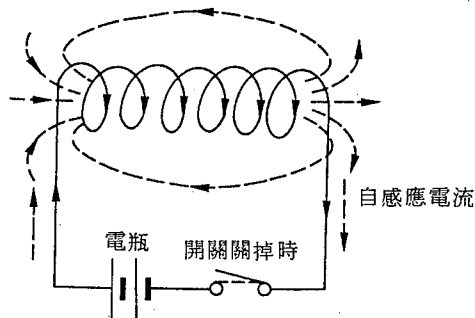


圖 5-2-46 線圈的自感應作用〔註22〕

向與流入電流之方向相反，阻止電流之進入，使電流須遲延相當時間才能到達最大值（飽和值）。

(三)如圖 5-2-47 所示，一個 $3\ \Omega$ 之電阻與 $12\ \text{V}$ 之電瓶連接，及一個電阻亦是 $3\ \Omega$ 之線圈，亦與 $12\ \text{V}$ 之電瓶連接，開關接通及切斷時電流之變化，由此可了解線圈自感應電之影響。

設線圈之匝數為 N ，與線圈之匝數相連繫之磁通數為 ϕ ，自感應係數為 L ，單位為亨利（Henry，簡稱為 H ），線圈流過之電流為 I 時，可得下列關係：

$$L = \frac{N\phi}{I} \text{ (H)}$$

自感應產生之電動勢為 E ，電感為 L ，在 t 秒間流過線圈之電流有 I 安培之變化時，可得下列關係：

$$E = L \frac{I}{t} \text{ (V)}$$

2-2-11 線圈之互感應

(一)如圖5-2-48所示，P線圈經開關接到電瓶，稱為一次線圈（primary coil），S線圈接

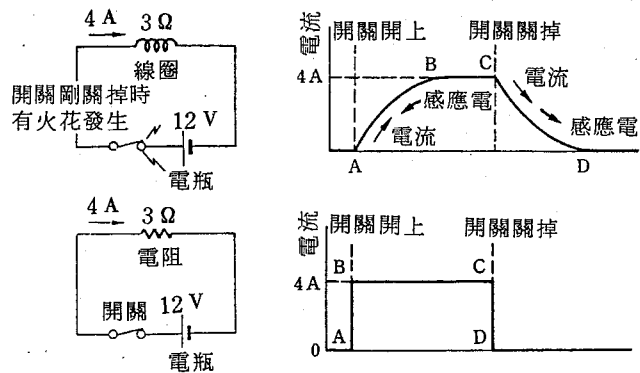


圖 5-2-47 電阻及線圈在開關 ON-OFF 時之作用

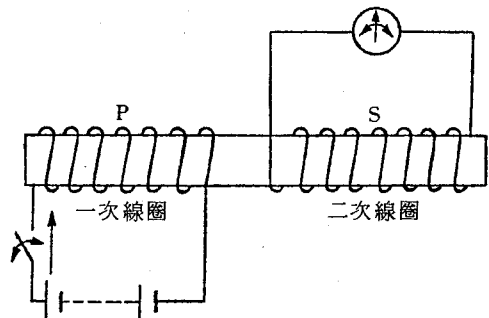


圖 5-2-48 線圈之互感應作用〔註23〕

一電流錶，稱為二次線圈(second coil)，當開關在接通或切斷之瞬間，在 P 線圈會發生自感應電流，同時在 S 線圈也會感應產生電流，此種現象稱為線圈之互感應作用(mutual induction)。

(二)互感應作用與兩線圈之匝數、形狀、磁路之透磁率、相互位置等不同而異。

(三)若互感應係數為 M，二次線圈感應之電動勢為 E，一次線圈之電流在 t 秒有 I 安培之變化時，可得下列關係：

$$E = M \frac{I}{t} (V)$$

2-2-12 渦電流

(一)如圖5-2-49(a)所示，在 U 字形磁鐵中旋轉之金屬板，由佛來銘右手定則會產生如圖(b)所示之感應電流。此種電流因導體運動切割磁力線感應之電流，會在導體內電阻最小之通路上作小迴路之流通，此種電流稱為渦電流(eddy current)。

(二)同時，渦電流與磁極之磁力線依佛來銘右手定則會產生一回轉力，其方向與圓板運動方向相反，會阻止板之轉動。

(三)渦電流在導體內流通時，因導體之電阻會產生熱，而使導體之溫度升高。此種電阻造成渦電流之電力損失，稱為渦電流損失。

(四)汽車煞車用之渦電流減速器(eddy current retarder)就是利用渦電流之制動效應製成的。

2-2-13 電、磁、動之關係(二)

當有一通有電流之導體置於磁場中，則該帶電之導體會受到力之作用，如圖5-2-50所示。磁力線 B 之方向、電流 I 之方向，及導線受力 F 之方向三者互相垂直，其關係為使用佛來銘左手定

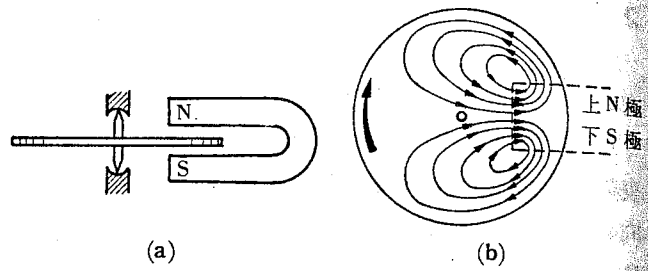


圖 5-2-49 渦電流制動作用 [註24]

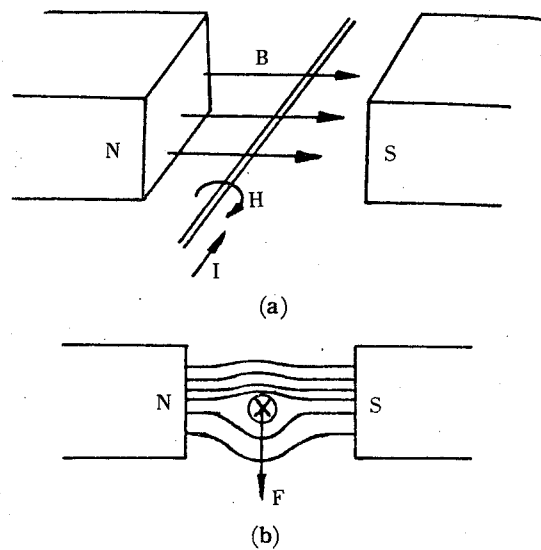


圖 5-2-50 在磁場中之導體通電後所受之力

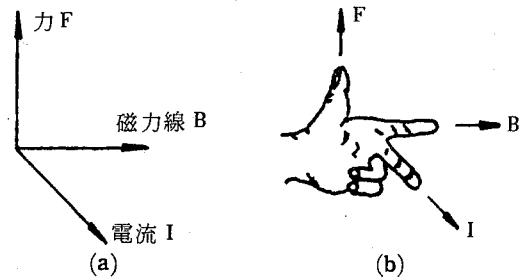


圖 5-2-51 佛來銘左手定則(馬達定則)

則，又叫馬達定則，來說明。如圖5-2-51所示，以食指代表磁力線方向(N 向 S)，中指代表電流方向(正到負)，則拇指代表導線受力的方向。

返回目錄

第三節 交流電之基本特性

2-3-1 直流電與交流電

一、直流電

在電瓶的兩極間，將電阻以導線連接，如圖5-2-52(a)所示，則由正極到負極間有一定值的直

流電通過。若以橫座標表示時間，縱座標表示各瞬間流過電阻 R 之電流值，則電流值與橫座標平行，即各時間通過 R 之電流值不變，稱為直流電(direct current，簡稱 D.C.)，如圖 5-2

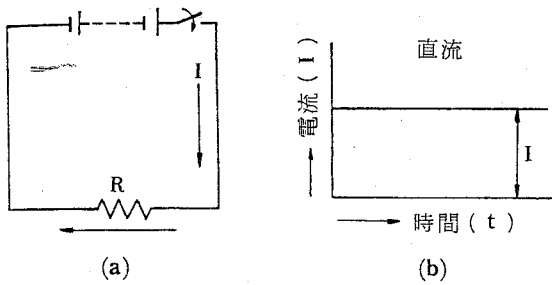


圖 5-2-52 直流電 (D.C.) [註25]

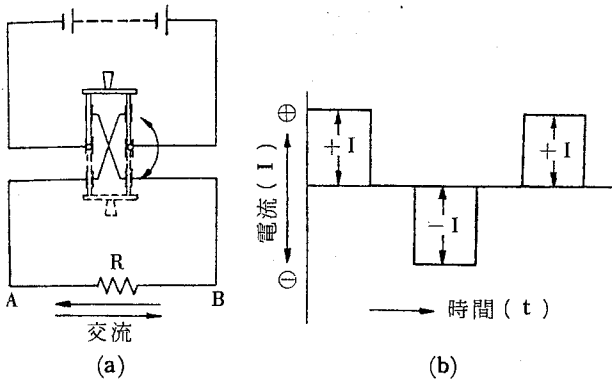


圖 5-2-53 交流電 (A.C.) [註26]

-52 (b)所示。

二、交流電

(一)若在電瓶與電阻間裝上切換開關後再裝上電阻，如圖5-2-53(a)所示，在一定時間切換開關一次，則切換開關在上側及下側時，流過電阻 R 之電流方向相反。

(二)橫座標表時間，縱座標表示電流值，當電流由 A 端向 B 端流時為(+)，由 B 端向 A 端流時為(-)。則電流經過電阻 R 之值與時間之關係如圖5-2-53(b)所示。此時加於電阻 R 之電壓稱為交流電壓 (alternating voltage)，流經電阻 R 之電流稱為交流電流 (alternating current，簡稱 A.C.)。

2-3-2 交流電之性質

一、概述

如圖5-2-54所示，線圈 aa'、bb' 以 XX' 為軸在磁極 N·S 間轉動。線圈之 aa' 及 bb' 切割磁力線時，依佛來銘右手定則，會在導線中感應產生電。在不同位置時，切割磁力線之數量不同，故感應電流之值也不同，且每半轉改變一次電流方向，其電流大小之變化成正弦波，如圖5-2-55所示。

二、交流電之大小

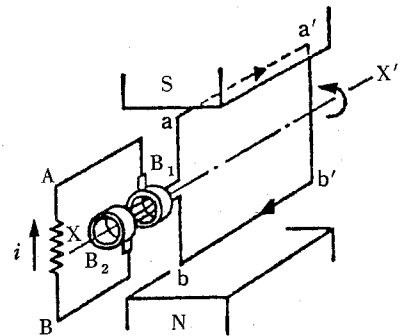


圖 5-2-54 交流電的產生裝置 [註27]

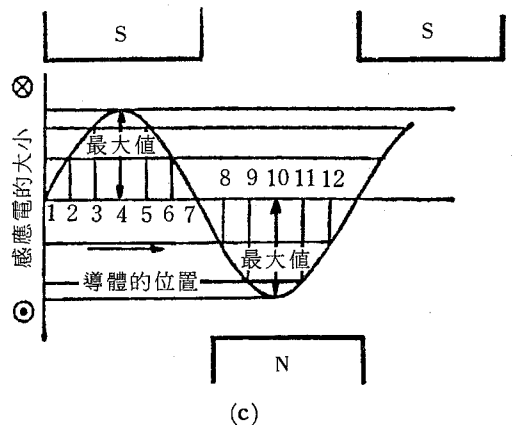
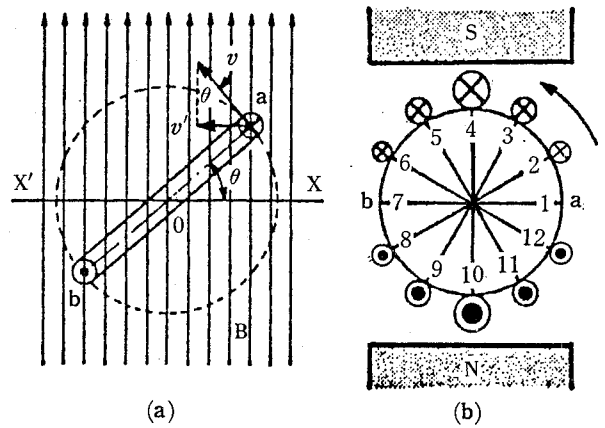


圖 5-2-55 感應電的大小 [註28]

若線圈 aa' 及 bb' 邊長為 ℓ ，磁場的磁力線密度為 B，線圈以一定的速度反時針方向旋轉，如圖5-2-55(a)所示位置，導線切割磁力線之分速度：

$$v' = v \sin \theta$$

則此時線圈 aa' 邊感應之電動勢為 e_a ，線圈回轉之角速度為 ω (rad/s)，則：

$$e_a = B \ell v' = B \ell v \sin \omega t$$

線圈 bb' 邊感應之電動勢為 e_b ，與 e_a 相等，故全部電動勢 e 為：

$$e = e_a + e_b = 2 e_a = 2 B e \sin \omega t$$

$$\therefore e = E_m \sin \omega t, E_m = 2 B e v \text{ (V)}$$

E_m 為感應電動勢之最大值。若感應電流之最大值以 I_m 表示，則

$$i = I_m \sin \omega t \text{ (A)}$$

三、週率

如圖5-2-55(b)所示，線圈由位置 1 開始轉，又回到位置 1 時，所描繪之電流波形稱爲一週波 (cycle)，完成一週波所需之時間稱爲週期 (period)，每分鐘產生之週波數稱爲週率 (frequency) 或頻率。週率之單位爲赫芝 (Hertz，簡稱 Hz)。若 T 表週期，f 表週率，則

$$T = \frac{1}{f} \text{ (s)}$$

1 Hz = 週波數 / 秒，1 kHz = 1,000 Hz，1 MHz = 1,000 kHz。

其他之交流電波形如圖5-2-56所示。表 5-2-2 所示爲各種不同週率電波之用途。

表 5-2-2 各種週率用途別一覽表 [註29]

種類	用途	週波數
低週波	電力用	25 ~ 1000 Hz
	通信用	1 ~ 10kHz
高週波	長波	10 ~ 100 kHz
	中波	100 ~ 1500 kHz
	中短波	1.5 ~ 6 MHz
短波	6 ~ 30 MHz	
準光波	超短波 紅外線	30 ~ 37 × 10 ⁷ MHz

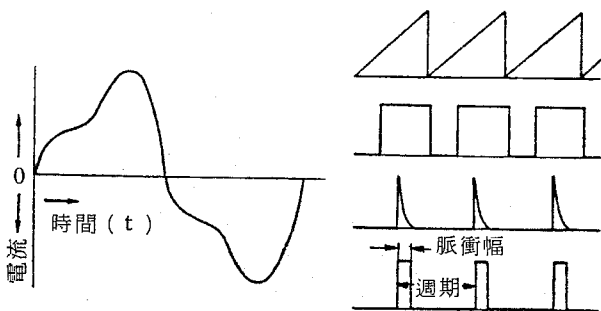


圖 5-2-56 各種交流波形 [註30]

四、交流電之實效值與平均值

(一)因交流電的電壓與電流時時刻刻都在變化，因此要比較交流值的大小時，其瞬時之值無法比較，若以最大值來比較時，要測出最大值之簡便儀器也沒有，因此一般都以「實效值」(effective value) 來表示。

(二)實效值係直流電經過電阻時能產生相同熱量時之交流電值。實效值與最大值之關係如下：

$$\text{實效值} = 0.707 \times \text{最大值}$$

一般交流電試驗器均用以測量實效值，要求最大值可用下式：

$$\text{最大值} = \text{實效值} \times 1.414$$

(三)若以正弦波形間的平均值來表示時，則平均值與最大值之關係如下：

$$\text{平均值} = \text{最大值} \times 0.637 = \text{實效值} \times 0.9$$

(四)台灣電力公司供應家庭用之交流電電壓，實效值爲 110 V，其正弦波之最大值爲 155.5 V，電壓平均值爲 99 V。

2-3-3 交流電路特性

交流電路之阻抗除一般之電阻外，線圈因有自感應作用，電容器亦有阻抗需加以考慮。

一、純電阻迴路

(一)如圖5-2-57(a)所示，只有電阻 R 之電路，以 e 的交流電壓加於電阻 R 時，依歐姆定律，若瞬間電流爲 i 時，則

$$i = \frac{e}{R} \text{ (A)}$$

(二)如圖5-2-57(b)所示，電壓 e 與電流 i 同相。

(三)電流與電壓之實效值 I、E，依歐姆定律計算即可。

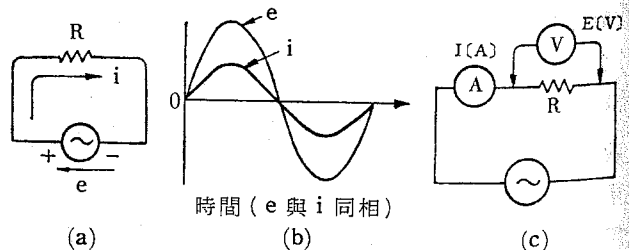


圖 5-2-57 純電阻電路 [註31]

$$I = \frac{E}{R}$$

E 為電壓之實效值，I 為電流之實效值。

二、純電感迴路

(一)如圖5-2-58(a)所示，若線圈之自感應係數為L亨利，以100V之直流電壓加上時，能流過30A之電流。若改用100V之交流電壓加上時，則僅流過0.2A之電流，如圖5-2-58(b)所示。這就是交流自感應產生很大的阻抗之關係。

(二)交流電經線圈時，自感應產生之電壓與加入電壓之方向相反，抵抗電流的流入。線圈之L值愈大，頻率愈高，產生之反抗電壓 e_c 愈大。這種線圈抵抗交流電流入之作用稱為電感抗(inductive reactance)，其單位為 Ω 。

$$X_L = \omega L = 2\pi fL$$

式中 X_L 為電感抗， ω 為角速度，L為感應係數，f為頻率。

(三)若以E表加於線圈之實效電壓，I為實效電流，則

$$I = \frac{E}{X_L} = \frac{E}{2\pi fL}$$

(四)如圖5-2-59(a)所示，電流的波形較電壓的波形慢 90° 。

三、純電容迴路

(一)如圖5-2-60所示，交流電壓E加於有電容

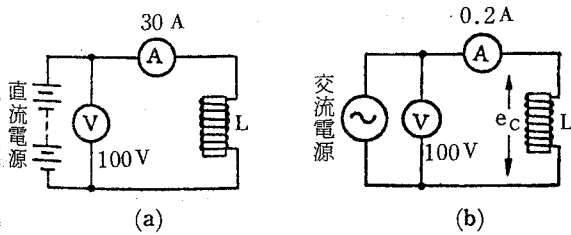


圖 5-2-58 純電感電路 [註32]

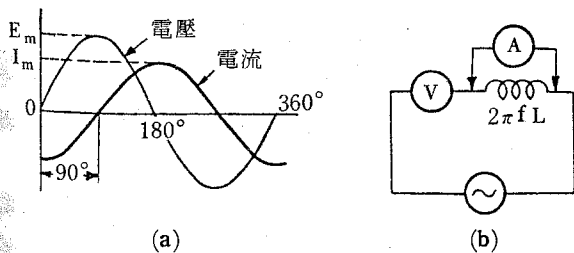


圖 5-2-59 純電感電路之阻抗 [註33]

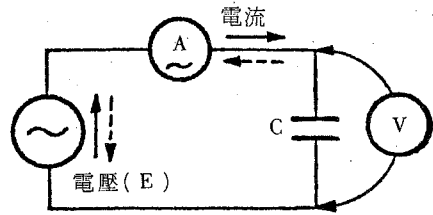


圖 5-2-60 純電容電路 [註34]

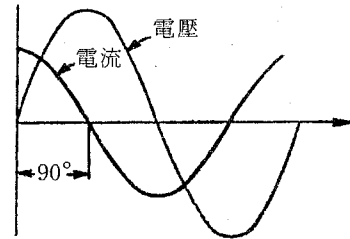


圖 5-2-61 純電容電路之電流電壓波形 [註35]

C之電路，因電壓之大小及方向不停的在變化，因此電容器C也不斷的在充放電。

(二)電容器C之容量愈大時，移動之電荷愈多。交流週率f愈高時，充放電之次數也愈多，故與流經電路之電流I之關係如下：

$$\text{電流}(I) \propto \text{電容}(C) \times \text{週率}(f)$$

(三)若以E表加於電容之電壓實效值，I為實效電流，則

$$I = \frac{E}{X_c} \quad \text{或} \quad I = 2\pi fCE$$

式中 X_c 為電容阻抗， $X_c = 1/2\pi fC$ ，f為頻率，C為電容量。

(四)如圖5-2-61所示為純電容迴路之電流與電壓關係。當電壓為0時，最大電流流入；當電壓最大時，電流停止。故電流的波形較電壓早 90° 。

2-3-4 交流電之電功率

(一)如圖5-2-62所示，在直流電時，電功率為

$$P = e \cdot i$$

但在交流時，電流與電壓之波形並不一致，因此不像直流一樣計算。

(二)在圖5-2-62所示之電阻電路中，圖(a)之瞬間電功率為 $P = e \times i$ (W)，圖(b)之瞬間電功率 $P' = e' \times i'$ (W)，各瞬間電功率以上面之曲線繪出，它的平均電功率為最大電功率之一半，故

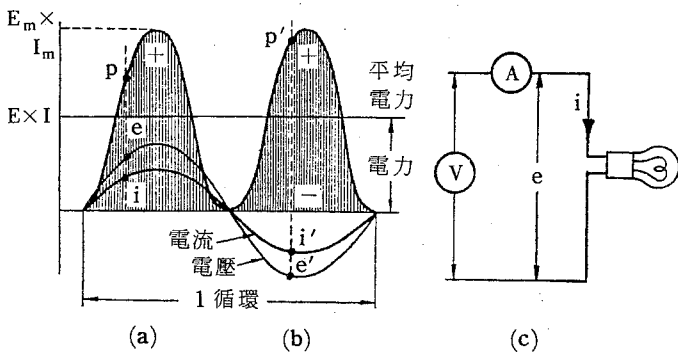


圖 5-2-62 交流電功率 [註36]

交流電功率 P = 平均電功率

$$= \frac{E_m}{\sqrt{2}} \times \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{E_m \times I_m}{2}$$

即 交流電功率 P = E (實效值) × I (實效值) (W)

(二)在電感電路中，因電壓與電流有 θ 角度之相差，若 E、I 為實效值，則

$$\text{電功率 } P = EI \cos \theta \text{ (W)}$$

$\cos \theta$ 稱為電感迴路之力率。

(四)一般電器之力率如表 5-2-3 所示。

表 5-2-3 一般電器之力率

電器種類	力率 %	電器種類	力率 %
白熱燈泡	100	收音機	90
電熱器	100	電風扇	55 ~ 80
感應式馬達	70 ~ 80	日光燈	60

2-3-5 單相交流電

(一)如圖 5-2-54 所示之導體在磁場中轉動時會感應交流電，同理如圖 5-2-63 所示之磁鐵在導體中轉動，同樣會感應交流電，磁鐵每轉一轉，導體中產生一週波之交流變化，如圖 5-2-64 所示。一組導線所產生之交流電稱為單相交流電。此種型式之發電機稱為單相發電機。

(二)單相交流發電機產生交流電之週率與磁鐵之磁極數及迴轉數成正比，即

$$\text{週率} \propto \text{磁極數} \times \text{迴轉數}$$

若週率為 f 週波 / 秒，磁極數為 P，每分鐘迴轉數為 N，則

$$f = \frac{P / 2 \times N}{60} = \frac{N \times P}{120}$$

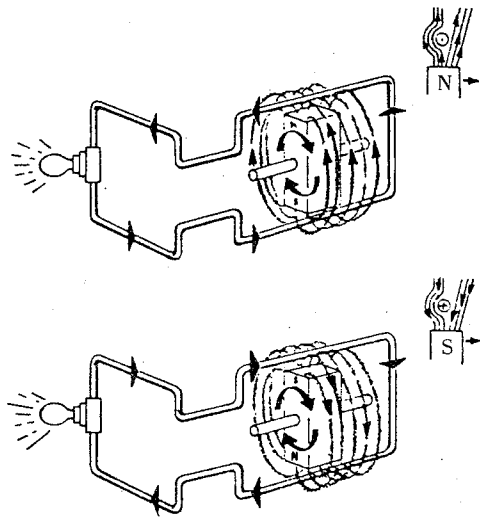


圖 5-2-63 磁鐵在導線中旋轉感應交流電

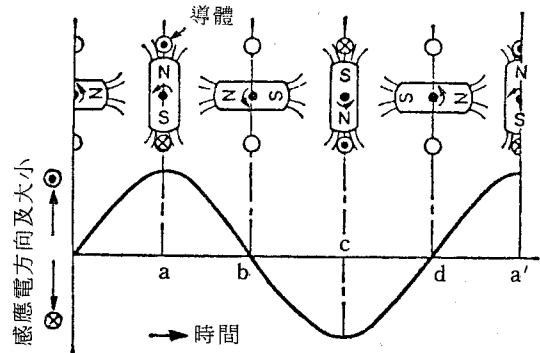


圖 5-2-64 磁鐵轉一轉，導線中感應電之變化 [註37]

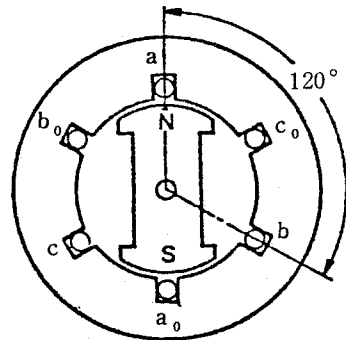


圖 5-2-65 三相交流發電機基本構造 [註38]

2-3-6 三相交流電

一、三相交流電之產生

如圖 5-2-65 所示，使用三個圈數相同之線圈 aa₀、bb₀、cc₀ 分別相差 120° 繞在鐵芯上，磁鐵 N·S 以一定的速度轉動，則線圈 aa₀、bb₀、cc₀ 分別產生 e_A、e_B、e_C 之電動勢，則各電動勢大小相等，以 120° 之相位差發生，如圖 5-2-66 所示。

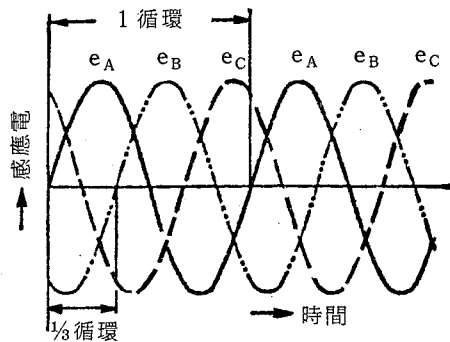


圖 5-2-66 三相交流之感應電

二、三相線圈的連接方法

三相交流發電機之線圈連接方法有兩種：

(一) Y 型連接法 (或叫星形連接法)

如圖 5-2-67 所示，各線圈取一個共通點接在一起，各線圈之另一端分別拉出，各相分別有 E_A 、 E_B 、 E_C 之感應電壓發生，1、2、3 線頭間之端電壓為各相電壓之 $\sqrt{3}$ 倍，電流與各相相同。

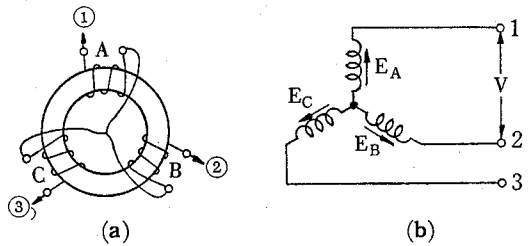


圖 5-2-67 Y 型連接法 [註 39]

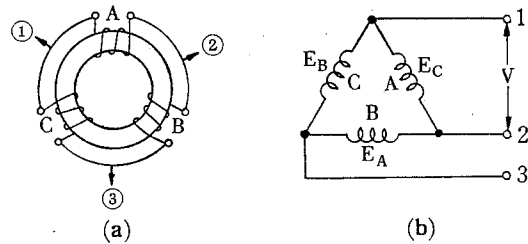


圖 5-2-68 Δ 型連接法 [註 40]

(二) Δ 型連接法 (或叫三角形連接法)

如圖 5-2-68 所示，各線圈端點順次連接成環狀，在各連接點用線拉出。此種接法各線之端電壓與各相相等，但電流為各相之 $\sqrt{3}$ 倍。

返回目錄

第四節 電錶

2-4-1 電流錶

一、概述

電流錶 (ammeter) 是電流磁效應之應用，依構造之不同可分可動線圈式及可動鐵片式兩種。

二、可動線圈式電流錶

(一) 圖 5-2-69 所示為可動線圈式電流錶之構造，永久磁鐵的兩極間置一個可轉動之線圈及指針

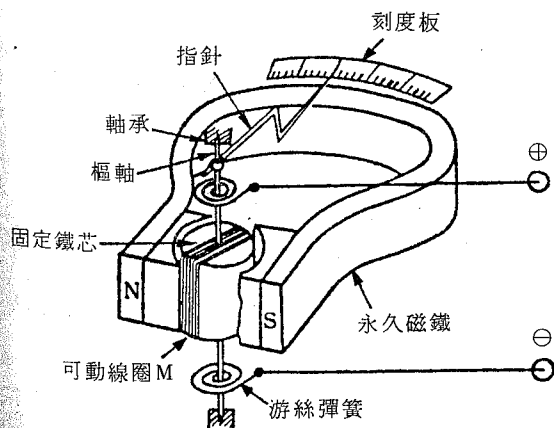


圖 5-2-69 可動線圈式電流錶 [註 41]

，線圈之鐵芯兩端承於玻璃或鑽石軸承上，兩端各以遊絲彈簧拉住，使在未通電時，指針恰指於“0”之刻度處。

(二) 當電流 I 流入時，可動線圈依佛來銘左手定則產生扭動力，扭力 T_1 之大小與電流之大小成正比 ($T_1 = R_1 I$ ，但 R_1 為固定)，可動線圈因 T_1 之扭力迴轉時，遊絲彈簧因轉角 θ 的大小比例而產生 T_2 之抵抗扭力 ($T_2 = R_2 \theta$ ，但 R_2 為比例常數)，當 $T_1 = T_2$ 時，線圈即停止不動，故

$$R_1 I = R_2 \theta$$

$$\therefore I = \frac{R_2}{R_1} \theta$$

由上式可知，測定電流 I 之大小與轉角 θ 之大小成比例。因此指針停止於刻度板上之電流值即可以讀出。這種電流錶因永久磁鐵之 $N \cdot S$ 極為固定，故可動線圈之電流方向如果相反時，則指針向相反方向移動，因此為直流電 (D.C.) 專用。

三、可動鐵片式電流錶

(一) 如圖 5-2-70 所示，永久磁鐵與電流線圈成

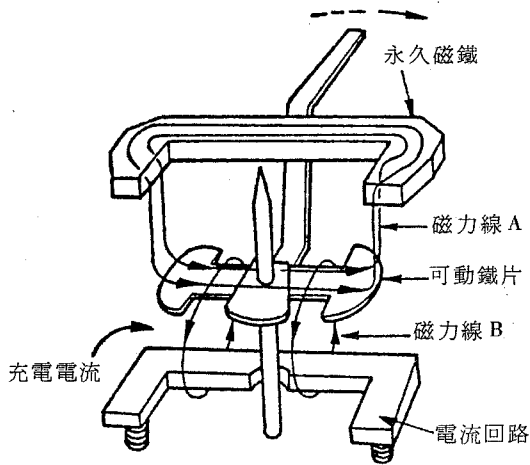


圖 5-2-70 可動鐵片式電流錶 [註42]

$$\text{又 } \frac{I_s}{I_a} = \frac{R_a}{R_s}, \quad \frac{I_s + I_a}{I_a} = \frac{R_a + R_s}{R_s}$$

$$\therefore I = I_a \left(\frac{R_a + R_s}{R_s} \right) \text{ (A)}$$

上式中 $\frac{R_a + R_s}{R_s}$ 稱為分流器之倍率。

(二)如要以 10 A 之電流錶測量到 100 A 時，

$$\text{倍率 } \frac{I}{I_a} = \frac{R_a + R_s}{R_s} = \frac{100}{10} = 10$$

則需使用 $R_s = R_a / 10$ 之分流器並聯於原電流錶上，電流錶之刻度 $\times 10$ 即可。

五、電流錶之使用要點

(一)電流錶使用時應與電器（負荷）串聯，如圖 5-2-72 所示。如果與負荷並聯，因電流錶內有電阻極小之分流電阻，結果使大量電流流入電流錶而使錶燒壞。

(二)直流電流錶之 (+) 端必須與電源之正極相連接，否則電流錶之指針會倒走。

2-4-2 電壓錶

一、概述

電壓錶之構造原理同電流錶，亦分可動線圈式及可動鐵片式兩種。

二、可動線圈式電壓錶

(一)圖 5-2-73 所示為可動線圈式電壓錶之構造

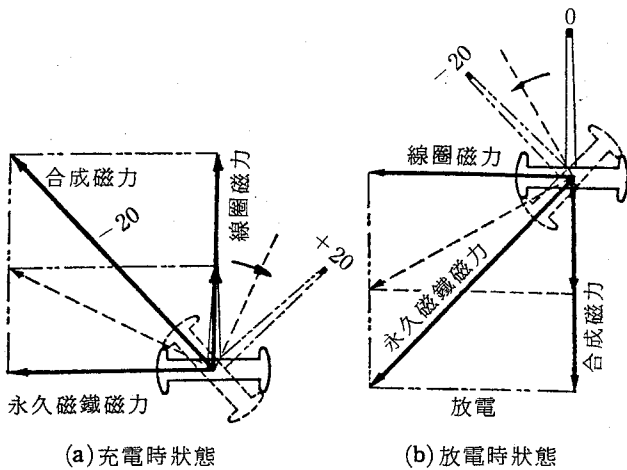


圖 5-2-71 可動鐵片式電流錶作用原理 [註43]

直角位置，從永久磁鐵產生之磁力使指針經常指於中央零位置，當電流流入線圈時，產生磁場之作用方向與永久磁鐵方向成 90° ，因此使可動鐵片受到吸推之作用力而使指針產生擺動。

(二)充電時，線圈下方為 S 極，指針擺向右方；放電時，線圈下方為 N 極，指針擺向左方，其作用原理如圖 5-2-71 所示。

四、分流器

(一)電流錶如果要測量較大電流時，線圈若通過全部電流，電線必須很粗，電流錶變得很大，不便使用。因此電流錶通常內部安裝分流電阻 R，使電流錶內之線圈只通過一定比例之少量電流。將電流錶刻度依比例放大即可。

(二)現設測量電流為 I，分流器流過的電流為 I_s ，電流錶線圈流過之電流為 I_a ，則

$$I = I_s + I_a \text{ (A)}$$

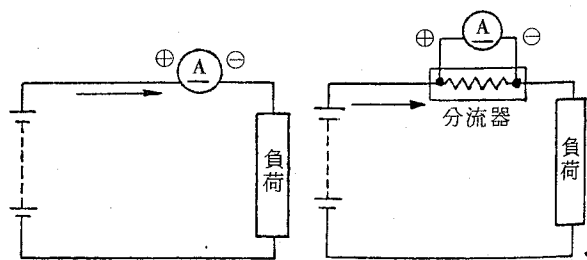


圖 5-2-72 電流錶必須與電器串聯 [註44]

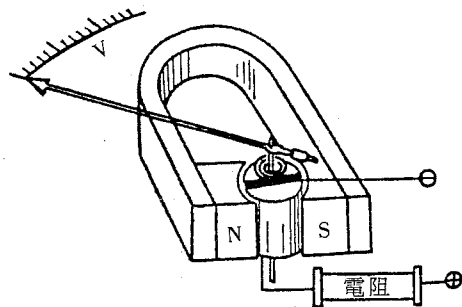


圖 5-2-73 電壓錶構造 [註45]

，電壓錶在線圈前串聯一個電阻。

(一)測量時，隨所加電壓之大小改變流入線圈之電流，經電壓錶刻度就能讀出測定電壓值。

(二)改變串聯電阻之大小，就可以改變電壓錶的測定範圍。

三、如何放大電壓錶刻度範圍

(一)放大電壓錶刻度範圍所加之倍增電阻值如下：

$$\text{倍增電阻} = \text{每伏特歐姆數} \times (\text{最大刻度電壓數} - \text{電錶線圈電阻})$$

(二)例如有一 1 mA 之電壓錶，線圈電阻是 50 Ω，現欲改為 25 V，250 V 之電壓錶，問需配多少 Ω 的倍增電阻？

- 解：(1) $1 \text{ mA} = 1 \text{ V} / 1000 \text{ } \Omega = \text{每伏特 } 1000 \text{ } \Omega$
 (2) 25 V 所需之倍增電阻 = $1000 \times 25 - 50 = 24,950 \text{ } \Omega$
 (3) 250 V 所需之倍增電阻 = $1000 \times 250 - 50 = 249,950 \text{ } \Omega$

四、電壓錶之使用要點

(一)電壓錶一定要和電器（負荷）並聯，如圖 5-2-74 所示。

(二)若將電壓錶與電器串聯，因電壓錶倍增電阻的電阻值很大，故進入電器的電流太微小，電

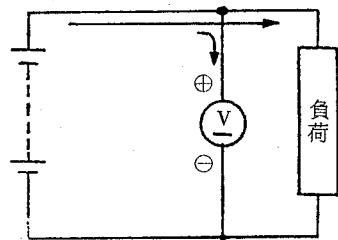


圖 5-2-74 電壓錶必須與電器並聯〔註46〕

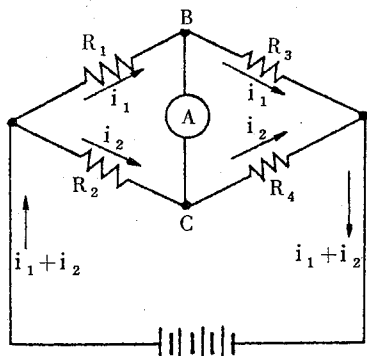


圖 5-2-75 惠斯登電橋電路〔註47〕

器不能發生完全作用，此時電壓錶之電壓等於電源電壓，如此之測量無意義。

(二)電壓錶串聯使用不會損壞。

2-4-3 歐姆錶

一、概述

(一)普通測量未知之電阻值大小時，通常使用惠斯登電橋電路之儀器以測量之。

(二)圖 5-2-75 所示為惠斯登電橋之電路，當電流錶的指針指在零時，B 的電位及 C 的電位相等，故

$$R_1 i_1 = R_2 i_2, \quad \therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{i_2}{i_1}$$

$$R_3 i_1 = R_4 i_2, \quad \therefore \frac{R_3}{R_4} = \frac{i_2}{i_1}$$

由上二式得

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

上式稱為電橋之平衡。

(三)現在 R_1, R_2, R_3 不變，僅 R_4 變化時，則平衡被破壞。電流錶有電流流動，由流過的電流大小，即可測出 R_4 的變化量。歐姆錶即根據上項原理製成，用以測定線路電阻。

二、歐姆錶、電壓錶及電流錶之異點

(一)電流錶和電壓錶之刻度 0 在左端，由左向右讀數逐漸增大；而歐姆錶的刻度則 0 在右端，由右向左增大。

(二)電流錶和電壓錶之刻度是均等的，歐姆錶之刻度不是均等的，其刻度值右邊小，左邊大。

(三)歐姆錶本身需具備電池，測量時不能有外面的電壓存在，否則歐姆錶會馬上損壞。電流錶與電壓錶內無電池，測量時需有外部電源，指針才能擺動。

(四)歐姆錶使用前，需將兩根檢驗線相碰，並調整指針在零位（歸零），電流錶及電壓錶則不需要。

2-4-4 三用電錶（電路測試器）

一、概述

三用電錶別名電路測試器或收音機測試器，為攜帶甚方便之綜合電路測試儀器，其外觀如圖 5-2-76 所示。

二、測量範圍

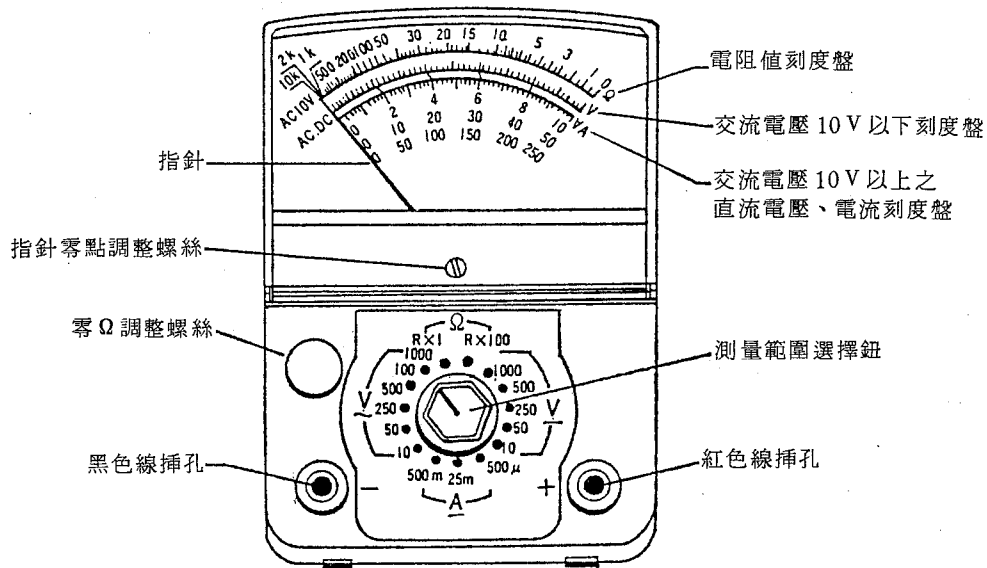


圖 5-2-76 三用電錶外觀〔註48〕

(一)交流、直流電壓及電流之測量。

(二)電路或電器之斷路、搭鐵、短路故障之檢查。

(三)電阻的測量。

(四)整流粒之檢查。

(五)其他。

【習題】

一、選擇題：

- 保持物質原有特性的最小粒子為①分子②原子③電子④中子。
- 電子帶①正電②負電③中性④不帶電。
- $P = EI$, P 為①電功率②電動勢③馬力④電阻。
- 有一電阻，第一色帶為白色，第二色帶為紅色，第三色帶為棕色，則此電阻值為① 921 Ω ② 920 Ω ③ 92 Ω ④ 290 Ω 。
- $C = Q/V$, C 為①電容②電阻③電感④電抗。
- 12 V 48 W 之電燈泡，若改用 24 V 之電路，則通過之電流變為多少① 4 A② 6 A③ 8 A④ 12 A。
- 某發電機在 15V 下最多發電 20A，這發電機是① 300 W② 133 W③ 35 W④ 5 W。
- 1 P S 有多少瓦特① 746 W② 476 W③ 736 W④ 764 W。
- 下列何者為非①磁力線為一封閉曲線②磁力線相互交錯排列③磁力線向磁阻小的地方流

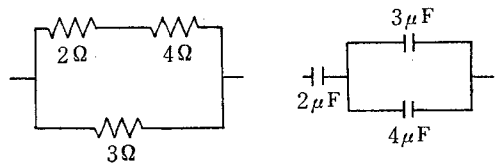
通④同性相斥，異性相吸。

- 右手定則中，四指之方向即為①電流方向②電壓方向③電子流方向④磁力線方向。
- 200 匝通過 2 A 之線圈與 400 匝通過 1 A 之線圈，其電磁場強度①前者較大②後者較大③兩者相同④不能比較。
- 若匝數與安培數固定，試比較在線圈中放入(A)導磁體(B)抗磁體(C)空氣為芯之磁力大小① $A > B > C$ ② $C > B > A$ ③ $A > C > B$ ④ $B > A > C$ 。
- 自感應電在什麼時候發生？①剛通電及剛停止通電時②沒有電時③電流穩定不變時④當別組線圈磁力線變化時。
- 在佛來銘左手定則中，拇指代表①磁力線方向②導線受力方向③電流方向④電壓方向。
- 通常交流電壓是 110 V，此 110 V 是指交流電的①有效電壓②最大電壓③平均電壓④週率。

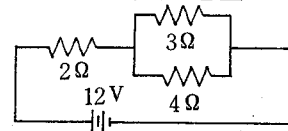
二、填充題：

- 環繞在原子最外層之電子，因易受影響而脫離軌道游離，此種游離之電子稱為_____

- ，當原子失去電子後呈現_____電，游離之電子呈現_____電，此種現象稱為_____。
- 電子流為由_____電荷體流到_____電荷體，電流為由_____電荷體流到_____電荷體。
 - 電流之單位為_____，電壓之單位為_____，電阻之單位為_____，電功率之單位為_____，電容之單位為_____。
 - 對於一般非合金質之金屬，其電阻值隨溫度之增加而_____。
 - 電荷在導體表面的分佈是不均勻的，其分佈原則是導體愈凸出之部份，其分佈之電量愈_____。
 - 交流電通過電容器時會有抵抗力產生，稱為_____，其大小隨著_____變化，兩者有反比之關係。
 - 完整的電路必須包括_____、_____、_____三部分。
 - 電由電源流出經負荷後又流回電源，成爲一個_____，若有某處中斷使電流無法流通，稱爲_____；若兩電線因絕緣或其他原因，使電線互相碰觸，電流不經原來電阻，直接由碰觸處流過稱爲_____；若電線絕緣破裂，使碰觸到車身或外壳稱爲_____。
 - 溫度愈高，電阻愈_____，此項推理是根據電流的_____效應；電瓶之充放電是根據電流之_____效應；發電機能發電係根據電流之_____效應。
 - 電容所能儲存電量之大小與_____及_____有關，若使上述兩者固定不變，則電容器所儲存之電量與兩導體間之_____成正比，亦即公式_____。
 - 連續加於電容器而不使其損壞之最大電壓稱爲_____。
 - 磁力線愈稠密，磁場強度愈_____，且磁力線是向磁阻_____的地方流通。
 - 當一電流經一線圈時，磁力線與電流方向之關係可用_____定則表示。
 - 線圈產生磁場強度之大小與線圈的_____和_____成正比。
 - 因本身磁力線的變化，而感應出電流之現象稱爲_____；因他線圈之磁力線發生變化，而感應出電流之現象稱爲_____。
 - 要使電容量增加，應將電容器_____聯；要使電容量減少，應將電容器_____聯。
 - 三相交流發電機之線圈連接法有_____、_____兩種。
 - _____錶使用時要與電器串聯，_____錶使用時要與電器並聯。
 - 電流錶內部_____聯一分流器，可測量較大之電流數。
 - 歐姆錶使用時必先_____。
- 三、問答題：
- 試將良導體與絕緣體下一定義。
 - 試解釋歐姆定律。
 - 試述電壓、電阻、電流、電功率之單位，它們的代表符號及相互間之關係。
 - 有一用戶有6盞電燈（相同瓦特數），每日平均用電8小時，電費一度0.9元，本月份（30日）共繳電費129.6元，試求出此一用戶電燈之瓦特數。
 - 試述電阻串聯使用與並聯使用有何不同。
 - 試描述靜電感應。
 - 試述電容之作用。
 - 試述電容串聯使用與並聯使用有何不同。
 - 求圖中三個電阻之總值及三個電容之總值？



10. 求圖中三個電阻各受多少電壓？



- 試述電流之效應。
- 試述電路中經常發生之故障，斷路、短路與搭鐵有何不同。
- 試述磁的特性。
- 試述磁力線右手定則。
- 試比較交流電與直流電有何不同。
- 試述電流錶、電壓錶、歐姆錶之異同處及使用要點。

【資料來源註釋】

- 〔註1〕 陳本源編著 基本電子學 圖1-2
- 〔註2〕 全國自動車整備學校連盟編 自動車用電装品の構造 圖3-1 (a), 圖3-2
- 〔註3〕 同〔註2〕 圖3-1 (b), 圖3-3
- 〔註4〕 雇用促進事業團職業訓練部編 自動車電氣裝置 圖1-14
- 〔註5〕 小谷清隆著 自動車の電氣裝置 圖1・2
- 〔註6〕 同〔註5〕 圖1・4
- 〔註7〕 同〔註4〕 圖1-54
- 〔註8〕 同〔註2〕 圖2-4
- 〔註9〕 同〔註4〕 圖1-16
- 〔註10〕 同〔註4〕 圖1-17
- 〔註11〕 Motor Auto Engines and Electrical Systems Fig6
- 〔註12〕 同〔註11〕 Fig7
- 〔註13〕 同〔註11〕 Fig3
- 〔註14〕 同〔註11〕 Fig4
- 〔註15〕 同〔註11〕 Fig5
- 〔註16〕 同〔註2〕 圖5-10
- 〔註17〕 同〔註2〕 圖5-11
- 〔註18〕 Toboldt, Johnson/Goodheart Willcox Automotive Encyclopedia Fig30-13
- 〔註19〕 同〔註4〕 圖1-29
- 〔註20〕 同〔註4〕 圖1-30
- 〔註21〕 同〔註4〕 圖1-31
- 〔註22〕 同〔註4〕 圖1-32
- 〔註23〕 同〔註4〕 圖1-33
- 〔註24〕 同〔註4〕 圖1-34
- 〔註25〕 同〔註4〕 圖1-35 (a) (b)
- 〔註26〕 同〔註4〕 圖1-35 (c) (d)
- 〔註27〕 同〔註2〕 圖6-1
- 〔註28〕 同〔註2〕 圖6-2 (a) (b), 同〔註4〕 圖1-37 (b)
- 〔註29〕 同〔註4〕 表1-2
- 〔註30〕 同〔註4〕 圖1-38
- 〔註31〕 同〔註4〕 圖1-41
- 〔註32〕 同〔註4〕 圖1-42
- 〔註33〕 同〔註4〕 圖1-43
- 〔註34〕 同〔註4〕 圖1-44
- 〔註35〕 同〔註4〕 圖1-45
- 〔註36〕 同〔註4〕 圖1-46
- 〔註37〕 同〔註2〕 圖6-7
- 〔註38〕 同〔註2〕 圖6-8
- 〔註39〕 同〔註4〕 圖1-50
- 〔註40〕 同〔註4〕 圖1-51
- 〔註41〕 同〔註4〕 圖1-74
- 〔註42〕 同〔註4〕 圖1-75
- 〔註43〕 同〔註4〕 圖1-76
- 〔註44〕 同〔註4〕 圖1-77
- 〔註45〕 同〔註4〕 圖1-78
- 〔註46〕 同〔註4〕 圖1-79
- 〔註47〕 同〔註4〕 圖1-81 (a)
- 〔註48〕 同〔註4〕 圖1-80

返回目錄

第三章 基礎電子學

第一節 半導體

3-1-1 概述

(一)近年來半導體之發展非常的快速，半導體已普遍的用在各種電器上，使電器製品能更耐用且小型化。

(二)汽車上使用半導體甚至 IC 製品已愈來愈多，因此電子工學已是學汽車者必須具備之基本知識。

3-1-2 半導體的性質

(一)如前述，物質容易導電的稱為導體，不容易導電的稱為絕緣體，另有一些物質如鍺(Ge)、矽(Si)、硒(Se)等導電性介於導體與絕緣體之間，稱為半導體。一般物質之電阻率如表5-3-1所示。

(二)半導體對溫度變化之電導率與金屬導體相反。以金屬來說，當溫度下降時電導率會上升，即電導率與溫度成反比關係；但半導體則溫度下降，電導率也隨之下降。

3-1-3 純半導體

(一)不含任何雜質之半導體稱為純半導體。純半導體在低溫時，原子核對電子之束縛力很大，電子無法自由活動，因此純粹的半導體因無自由電子，故在低溫時為絕緣體。

(二)圖 5-3-1 為鍺原子的構造，鍺的原子序數為32，即有32個電子以四層軌道環繞原子核運轉，最外層軌道上有 4 個價電子，稱為四價原子。

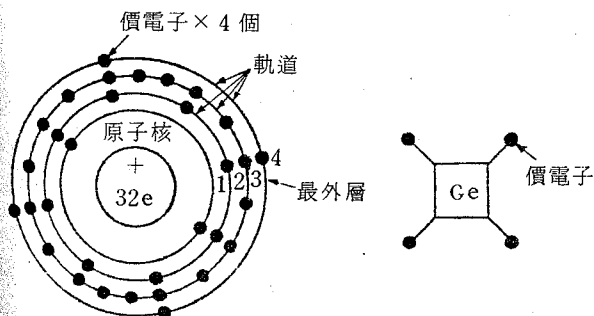


圖 5-3-1 鍺原子的構造 [註 1]

表 5-3-1 物質的電阻率表 [註 2]

電阻率 ($\Omega \cdot m$)	物 質 名 稱	區 分
10^{-10}	銀、銅	導體
	鉛、白金	
10^{-6}	水銀、鎳鉻線	
	碳素	
10^{-2}	鍺	半導體
10^2	矽	
10^6	亞酸化銅、酸化亞鉛 硒	
10^{10}	膠木 一般玻璃	絕緣體
10^{14}	磁器 硫黃	
10^{18}	石英玻璃、水晶	

(二)純粹的鍺最外層的價電子與其他的原子共價結合而成圖 5-3-2 之情形。原子最外層軌道有 8 個電子時非常穩定（稱為八偶體），外部有電壓作用時電子也不會產生自由移動，成為絕緣體。但前述之結合，當溫度升高後，電子的熱運動加劇，原子核對電子之束縛力不足，最外層的少數電子會脫離軌道而成自由電子。在自由電子產

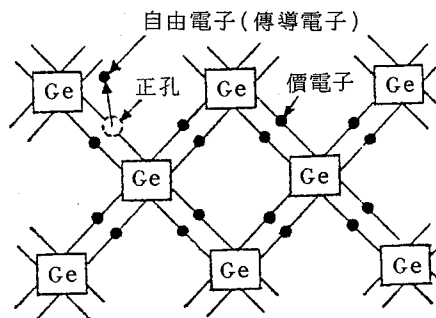


圖 5-3-2 鍺原子配列圖 [註 3]

生的同時，共價鏈中就缺少一個電子而剩出一個空位，這個空位稱為正孔或電洞(hole)。有了自由電子與正孔後之半導體就會導電而成為導電體，但它的電阻仍是相當的高。

3-1-4 不純半導體

一、概述

在純半導體中加入少量的雜質，則其電阻遠較純半導體為低，這種含有不純物的半導體有N型及P型兩種。

二、N型半導體

(一)在鍍或矽元素中加入少量五價(即最外層軌道有五個電子)之砷(As)元素，則成為圖5-3-3之結構。每一個砷原子與鍍原子共價結合，而有一個多餘的電子存在，這個多餘的電子即成為自由電子。這個多出的電子當有電場接近時，會向正(+)極電場的方向移動產生電子流，為半導體導電的主要載流子(majority carriers)，由溫度影響所產生的破壞共價鏈引起的自由電子與空位亦會產生電流，因其數量甚少，所以N型半導體中的正孔是次要載流子(minority carriers)。

(二)這種含有自由電子的半導體稱為“N型半導體”或“電子給體”。

三、P型半導體

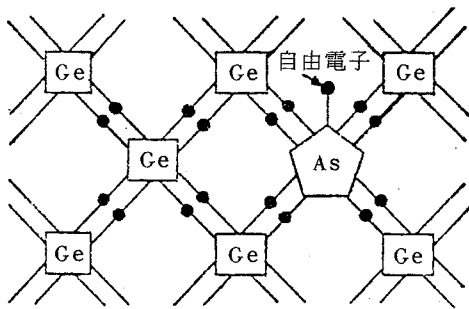


圖 5-3-3 N型半導體之結構〔註4〕

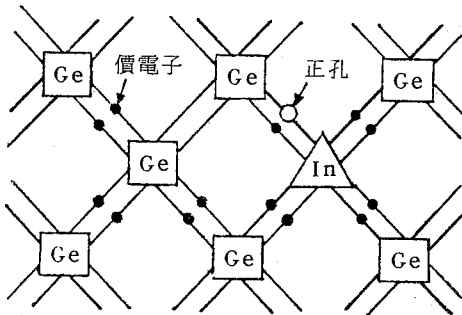


圖 5-3-4 P型半導體之結構〔註5〕

(一)如果在鍍或矽之元素中加入少量三價之鋁(Al)、銻(In)等元素，則成為圖5-3-4之情形。每一個銻原子與鍍原子共價結合時缺少一個電子而留了一個正孔存在。這種正孔會奪取其他原子之電子而產生移動。當有電場接近時會向(-)極電場的方向移動而產生電流。這種含有正孔之半導體稱為“P型半導體”或“電子受體”。正孔為P型半導體中的主要載流子，受熱使共價鏈破壞而產生的電子為次要載流子。

3-1-5 二極體

一、概述

如圖5-3-5所示，將P型半導體與N型半導體相接合，則成為二極體(diode)，俗稱整流粒。

二、PN接合半導體正孔與自由電子之作用

當P與N兩片半導體接合時，P型半導體的正孔向N型半導體部分移動，N型半導體中的自由電子向P型半導體部分移動。初時會有部分流過接合面互相中和，但很快的，N型半導體中因電子過份流出而產生正離子，正離子會對自由電子產生吸引力；P型半導體中因正孔過份流出而產生負離子，負離子對正孔產生吸引力，使得正孔與自由電子聚集在接合界面的兩邊維持平衡而不產生流動，如圖5-3-6所示。

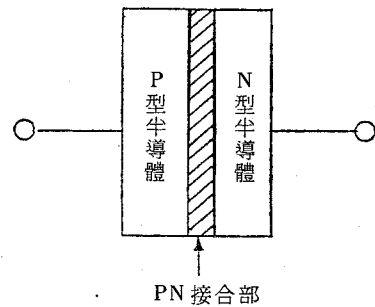


圖 5-3-5 PN接合半導體〔註6〕

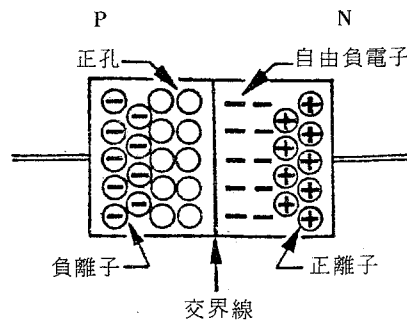


圖 5-3-6 PN接合半導體

三、順向偏壓時之作用

在接合後之 PN 半導體的兩端，P 側接電瓶之正極，N 側接電瓶之負極，此種接法稱為順向偏壓。此時，正極對正孔產生推力，對自由電子產生吸力；負極對正孔產生吸力，對自由電子產生推力。因此，正孔及自由電子很容易越過界面而產生流動，如圖 5-3-7 所示，成為良好的導體。

四、逆向偏壓時之作用

若在 PN 半導體的兩端加以逆向偏壓，即 P 側接電瓶負極，N 側接電瓶正極，則負極將正孔吸離接合界面，正極將自由電子吸離接合界面，接合界面成為空虛地帶，電流無法流動成為絕緣體，如圖 5-3-8 所示。

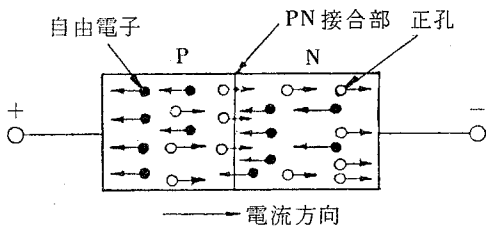


圖 5-3-7 順向偏壓 [註 7]

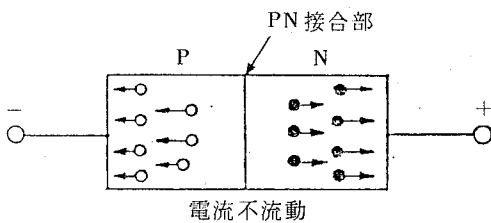
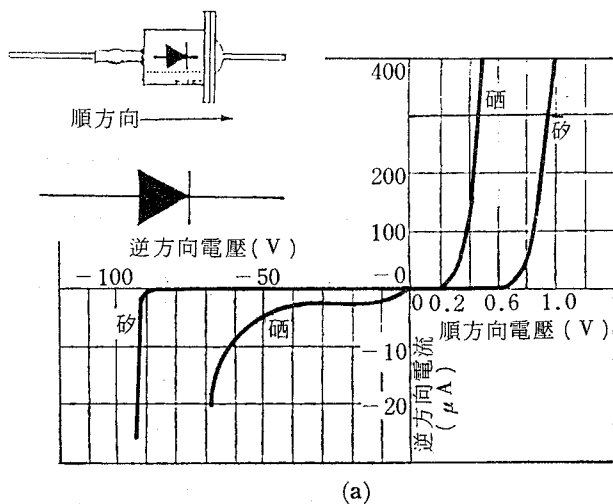


圖 5-3-8 逆向偏壓 [註 8]



(a)

五、二極體之特性

(一)如圖 5-3-9 (a)所示為二極整流晶體的代表符號及特性曲線圖。

(二)電流能流通之方向為順向，不能流通之方向為逆向，符號上之箭頭表示電流順箭頭方向為電的良導體，逆箭頭方向為不良導體，這種 PN 接合半導體都是用以整流，故俗稱“整流粒”。

(三)由圖 5-3-9(b)可以看出，溫度上升時，使用較低的電壓即可通過大電流。利用此特性，汽車上需溫度補償之調整器、轉速錶等機件大量使用二極體。

六、定壓二極體

(一)一般之二極體順向偏壓很低時就可以通過大量電流，逆向電壓相當高時電流仍不會通過。若繼續提高電壓，最後電流仍可以通過，但整流粒也損壞了。

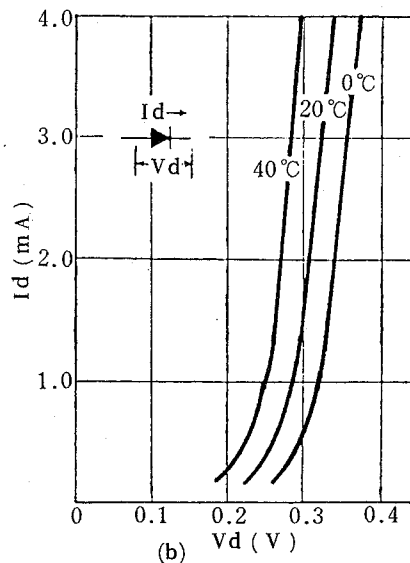
(二)定壓二極體(zener diode)當逆向電壓在規定值以上時，會像順向電壓一樣有電流流過而二極體不會損壞。

(三)圖 5-3-10 所示為定壓二極體之符號及特性曲線圖。定壓二極體之逆向電壓以 V_z 表示，當逆向電壓達 V_z 時，就會像順向一樣有電流流過，且達到 V_z 後逆向電壓不會再上升。一般 V_z 值約為 4 ~ 30 V。

3-1-6 電晶體

一、概述

(一)在兩片 P 型半導體中夾以一片很薄的 N 型



(b)

圖 5-3-9 二極體特性 [註 9]

半導體，每一片半導體各引出一條線，即成PNP型電晶體 (transistor)，如圖5-3-11(a)所示。

(二)在兩片N型半導體中夾以一片很薄的P型半導體，同樣每一片半導體各引出一條線，即成NPN電晶體，如圖5-3-11(b)所示。

(三)由中間之半導體片引出的導線稱為基極 (base)，兩端分別為射極 (emitter) 及集極 (collector)。

(四)電晶體之符號如圖5-3-11所示，中央的基極(B)，有箭頭的為射極(E)，PNP型箭頭向內，NPN型箭頭向外，無箭頭的一極為集極(C)。

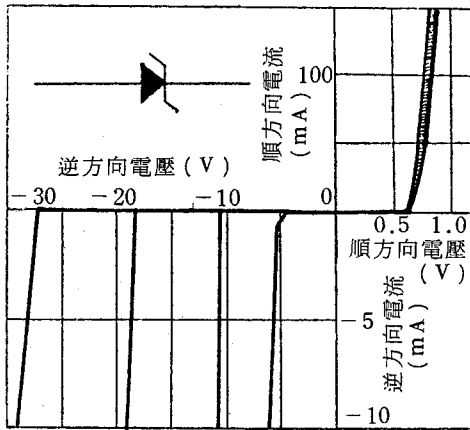


圖 5-3-10 定壓二極體特性 [註10]

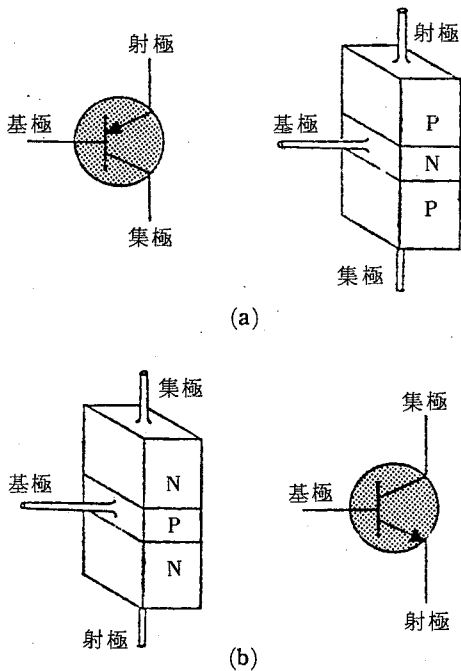


圖 5-3-11 電晶體之構造與符號 [註11]

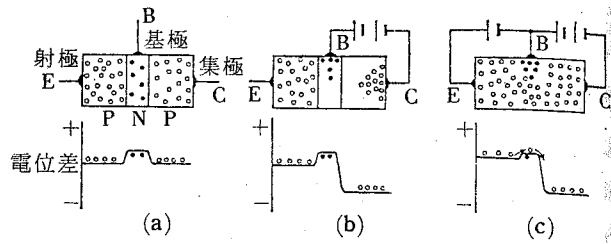


圖 5-3-12 電晶體之作用 [註12]

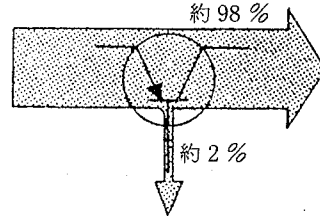


圖 5-3-13 電晶體之電流比例 [註13]

二、電晶體的作用

(一)如圖5-3-12(a)所示，PNP型電晶體未加上電壓時，各PN接合面形成正孔與自由電子之空虛地帶，無電流流過。

(二)如圖5-3-12(b)所示，在基極與集極間加上逆向偏壓時，與整流粒一樣，自由電子吸引向正極，正孔吸引到負極，電流不能流通。

(三)如圖5-3-12(c)所示，若同時將射極與基極間加上順向偏壓時，射極的正孔越過接合面大量的流過，此時因射極與集極之材料厚，基極之材料很薄，因此只有小部分之正孔與自由電子向基極流去；大部分射極之正孔都越過基極而向集極流去，而形成電流。此時正孔為PNP型電晶體之主要載流子，自由電子為次要載流子。設從射極進入之電流為 I_e ，從基極流出之電流為 I_b ，從集極流出之電流為 I_c ，其比例如圖5-3-13所示。

$$I_e : I_b : I_c = 100 : 2 : 98$$

當然以上比例不是固定的，會隨半導體所加雜質之濃度而改變。

(四)NPN電晶體的作用同PNP型電晶體，但係電子之流動，故方向相反。

三、電晶體的開關作用

(一)如圖5-3-14所示，在PNP電晶體之射極與集極間接一電阻 R 及電源，在射極與基極間加上開關及電源，當開關 S 未接通時，因集極有逆向偏壓，故電流不通。

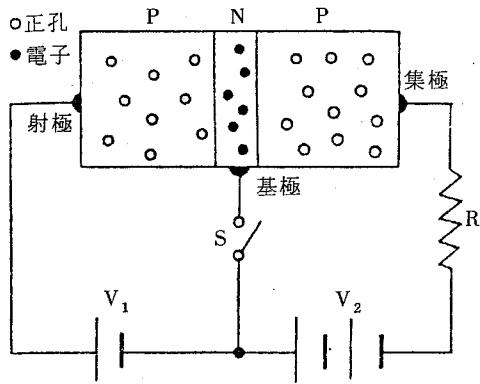


圖 5-3-14 電晶體基極未接通時射極與集極間無電流 [註14]

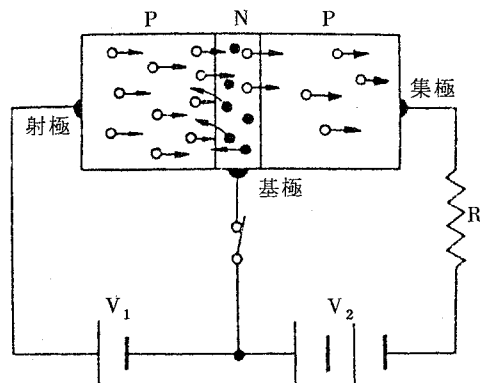


圖 5-3-15 電晶體基極接通時射極與集極間有大量電流通過 [註15]

(二)如圖5-3-15所示，將基極之開關S接通時，射極與基極間有 V_1 順向電壓之作用，促使射極與集極間有大量電流通過。

(三)如此可使用基極之小電流的通斷來控制射極與集極間的大電流通斷，為電晶體最廣泛之開關用途。

四、電晶體的放大作用

(一)電晶體的另一功用為使信號電壓或電流的放大作用。

(二)電晶體的3極中，有2極接輸入之信號端，剩下的1極與信號端之1極共用，則輸出端有放大作用，基本電路有如圖5-3-16之基極搭鐵，圖5-3-17之集極搭鐵及圖5-3-18之射極搭鐵三種，一般以射極搭鐵使用較多。

3-1-7 閘流體 (Thyristor)

一、PNPN 整流晶體

(一)如圖5-3-19所示，將PNPN四片半導體相接合，加上電壓後，三個接合面中a、c面為順向偏壓，b面為逆向偏壓，故除極少之洩漏外，

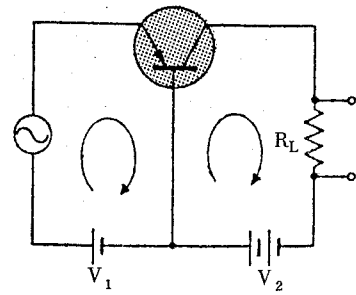


圖 5-3-16 基極搭鐵電路 [註16]

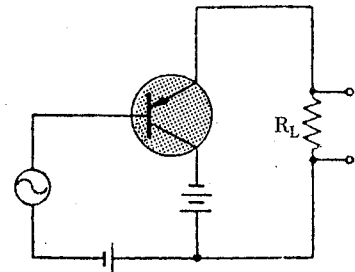


圖 5-3-17 集極搭鐵電路 [註17]

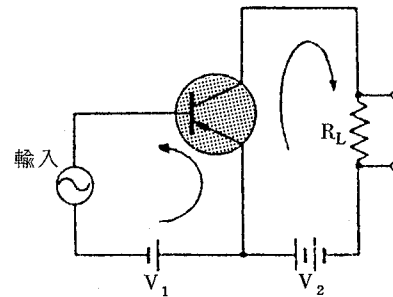


圖 5-3-18 射極搭鐵電路 [註18]

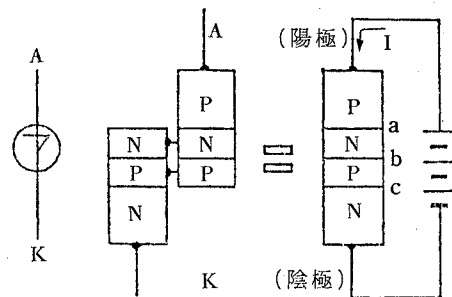


圖 5-3-19 PNPN 整流晶體構造 [註19]

電流不能通過。

(二)將電壓提高到一定值後電流即可以通過，將絕緣破壞。絕緣破壞後，新的電子及正孔從兩側的N型及P型半導體再源源不絕的流入，使電流更容易通過。

(三)PNPN整流晶體的特性如圖5-3-20所示，電壓上升到一定值使電流通後，電阻便減小，

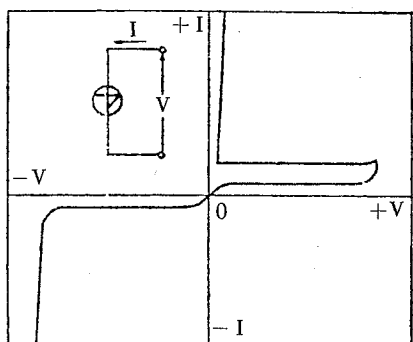


圖 5-3-20 PNPN 整流晶體特性 [註20]

只要有極小的電壓就可以有大量電流通過，故又稱開關式整流晶體。

二、矽控整流器

(一)矽控整流器(silicon controlled rectifier, 簡稱SCR)係在PNPN接合體中間的N或P型半導體引出一條導線，這條導線稱為閘極，如圖5-3-21所示；由這條電路通過電流之大小就會使主電路開始流通之電壓發生改變，如圖5-3-22所示；因此SCR又稱附開關式整流器。

(二)在SCR之正極與負極間加上電壓後，尚不能通電，但柵極有順向電壓加上時，正極與負極間馬上成導通狀態。雖然閘極電流停止，但正負極間仍保持流通，若要使正極與負極停止導通

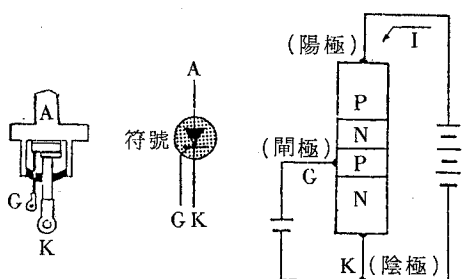


圖 5-3-21 SCR之構造 [註21]

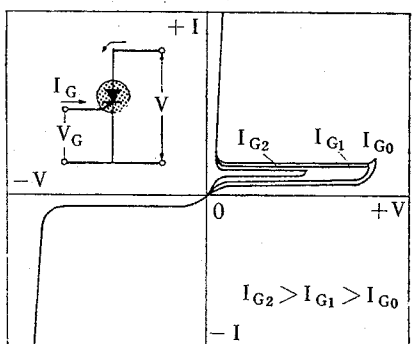


圖 5-3-22 SCR之特性 [註22]

時，需在閘極加以逆向電壓，或使正負極之電源電壓降低至零。

三、此外，閘流體尚有許多種，如Diac或Triac等等。

3-1-8 熱阻體

(一)熱阻體(thermistor)為一種電阻的溫度係數極大的半導體製品，其電阻值隨溫度的增高而急劇的降低(即溫度係數為負值)，圖5-3-23為熱阻體之構造，圖5-3-24所示為其特性圖；一般稱為熱敏電阻。

(二)也有一種正溫度係數之熱阻體稱為posister，但價格昂貴。

(三)熱阻體依使用方法之不同分為直熱型、傍熱型及遲延型三種。直熱型係於本身導電加熱使電阻改變，傍熱型係外部加熱使電阻改變。

3-1-9 光電元件

一、概述

有些受光控制或能發光之半導體元件在汽車的控制、資料傳送、顯示器中使用甚多，現分別加以介紹。

二、導光體

(一)導光體(photo conductive cell)亦稱為光敏電阻(photo resistor)，典型的光敏電阻由硫化鎘(CdS)或硒化鎘(CdSe)製成。

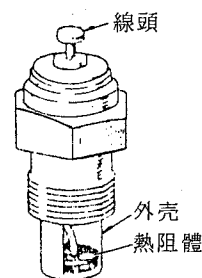


圖 5-3-23 熱阻體之構造 [註23]

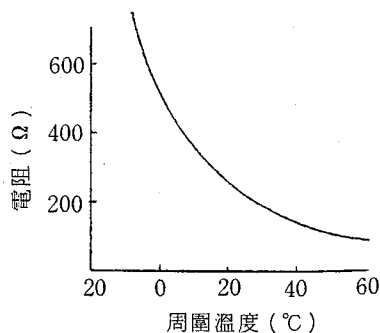


圖 5-3-24 熱阻體特性圖 [註24]

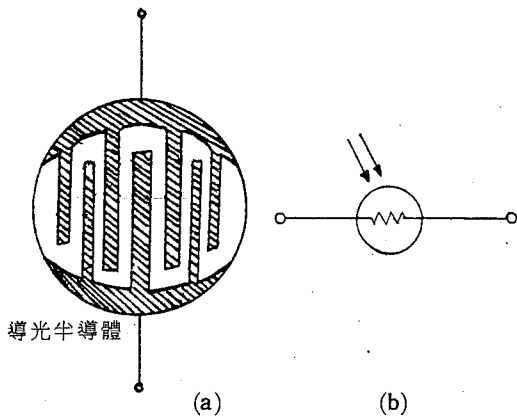


圖 5-3-25 光敏電阻的構造及符號 [註25]

當光線照到這些半導體上時，半導體的電阻即下降。圖5-3-25為光電阻的結構及符號。

(-)光電阻未受光線照射時自由電子甚少，故阻抗很高，一旦受到光線的照射，光線中的能量即送到半導體中，元素中的電子吸收到足夠的能量，便能脫離原子核的引力，成為自由電子，使半導體的電阻降低。

三、光電池

(-)光電池 (photo voltaic cell) 又稱太陽電池 (solar cell)，當光線照射時，即產生一小的電壓，光電池中包含一 PN 接合面，當此接合面受到光線照射時，和光電阻一樣產生自由電子和電洞，而建立起接合面電位。如果外面接以電路，則會有電流經過，而使接合面電位下降。因此，當有光線照射到接合面時，即產生電壓。

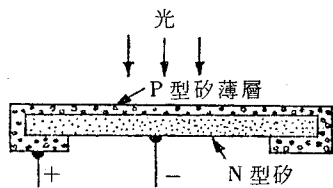


圖 5-3-26 矽太陽電池

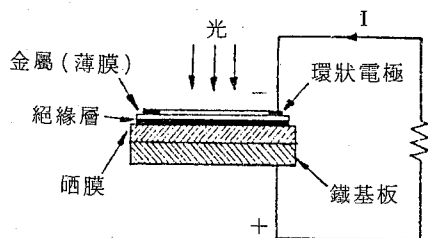


圖 5-3-27 硒光電池原理 [註26]

(-)光電池有矽光電池如圖5-3-26所示，及硒光電池如圖5-3-27所示兩種，產生電壓之大小和光線強度成正比，可達到 0.6 至 0.7 V，圖 5-3-28 為硒光電池之特性。

四、光二極體

光二極體 (photo diode) 之構造和光電池幾乎完全相同，只是光二極體工作於反偏壓。圖 5-3-29 所示為光二極體的特性曲線及符號，當有光線進入，電流立刻增大，而且光線強度愈大，反向電流也愈大。

五、光電晶體

(-)光電晶體 (photo transistor) 和一般的電晶體一樣，具有射、基、集三極，但通常基

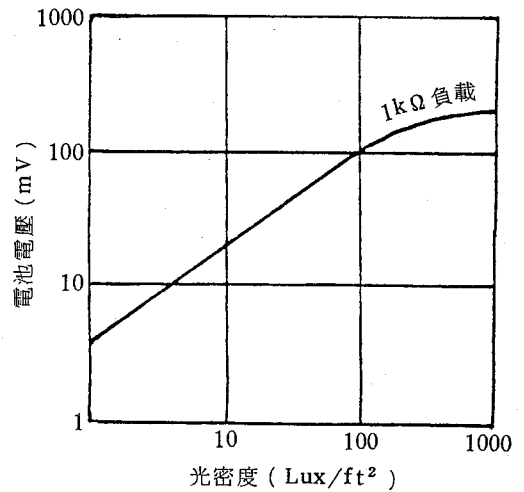


圖 5-3-28 典型的硒電池特性曲線

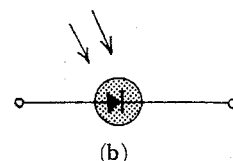
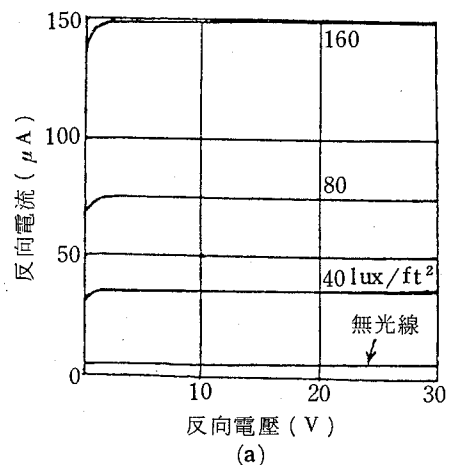
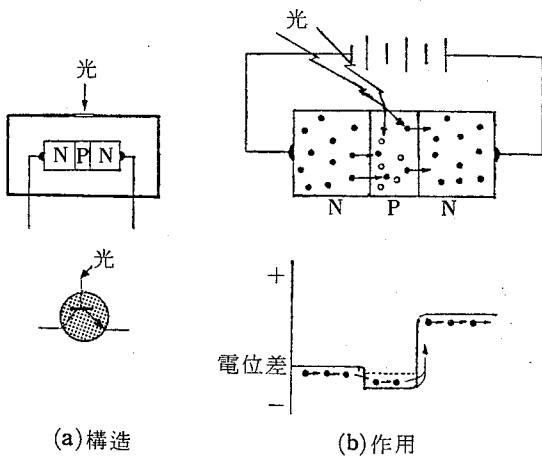


圖 5-3-29 光二極體的特性曲線及符號



(a) 構造 (b) 作用
圖 5-3-30 NPN 型光電晶體的構造及作用 [註27]

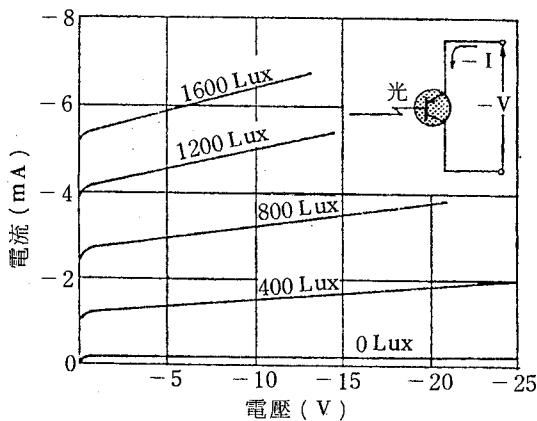


圖 5-3-31 PNP 型光電晶體之特性 [註28]

極不和外部電路連接，而在集、基二極間的光二極體利用光線操作。

(一)常用的光電晶體 NPN 型電晶體，外壳有透明玻璃窗口，光線透過後，照射在集、基二極接合面，產生光電子交換，使射極與集極間導通。圖5-3-30所示為光電晶體之構造及作用，圖5-3-31所示為PNP型特性曲線。

六、發光二極體

(一)發光二極體 (light emitting diode, 簡稱LED) 與前述以光線為輸入之光電元件不同，LED是以光線為輸出的光電元件。

(二)LED 一般以磷砷鎵 (PAsGa) 的合金 (N型) 生長在砷化鎵 (AsGa) 作的底上，再擴散一層P型物質，形成PN接合面，兩端附以金屬引線而成，其構造如圖5-3-32所示。

(三)當LED 加以順向偏壓時，電流流過，電子在接合面和正孔接合而放出能量，以光線方式輻射。

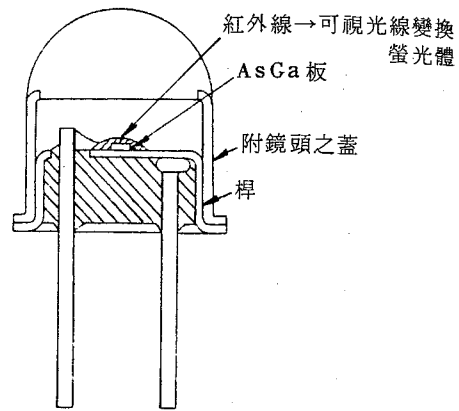


圖 5-3-32 發光二極體LED之構造 [註29]

(四)LED 所發出的光色依母體材料及增感劑之不同而異，一般以紅色及綠色光最多。現在亦能發出黃色、紫色及藍色光。

七、液晶顯示器

(一)液晶顯示 (liquid crystal display, 簡稱LCD) 因其厚度甚薄，耗電力甚小，顯示清晰，目前非常廣泛的應用在鐘、錶、電子儀錶及汽車儀錶上。

(二)LCD之作用原理：

1. 如圖5-3-33所示之板裝在軸上，在自然的情況，板重在下方，裏面的光線被遮斷，無法射出。

2. 當板軸通以電流或磁力使軸旋轉，使板向橫方向打開，則裏面的光線就可以射出。

3. 像這樣的板，如圖5-3-34所示，以 4×5 排列全部有20個。將其中之16個裝在軸上可以打開，剩下的4個不能打開。

4. 16個能打開的窗加以縱方向及橫方向之電壓時，可以使它打開，縱方向以 a、b、c、d，橫方向以 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 、 A_5 之線頭表示，當 $a \times A_1$ 之電路接通時，A窗打開，同樣的，使 $b \times A_1$ 接

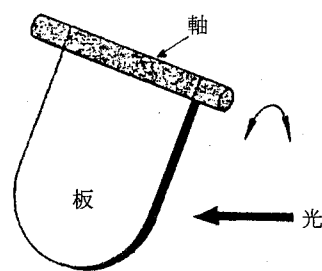


圖 5-3-33 裝在軸上之板自然下垂遮住光線 [註30]

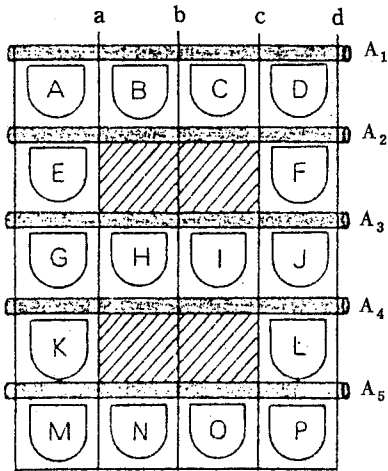


圖 5-3-34 以 4×5 排 20 個板，其中 4 個不能開，其他的 16 個能打開 [註31]

通時 B 窗打開， $c \times A_1 \rightarrow C$ ， $d \times A_1 \rightarrow D$ ， $a \times A_2 \rightarrow E$ ， $d \times A_2 \rightarrow F$ ， $a \times A_3 \rightarrow G$ ， $b \times A_3 \rightarrow H$ ， $c \times A_3 \rightarrow I$ ， $d \times A_3 \rightarrow J$ ， $a \times A_4 \rightarrow K$ ， $d \times A_4 \rightarrow L$ ， $a \times A_5 \rightarrow M$ ， $b \times A_5 \rightarrow N$ ， $C \times A_5 \rightarrow O$ ， $d \times A_5 \rightarrow P$ 。

5. 當 $a \times A_1$ ， $b \times A_1$ ， $c \times A_1$ ， $d \times A_1$ ， $a \times A_2$ ， $d \times A_2$ ， $d \times A_3$ ， $d \times A_4$ ， $d \times A_5$ 等 9 個電路接通時，使 E、A、B、C、D、F、J、L、P 等九個窗打開，光線射出時則打出「7」字，如圖 5-3-35 所示。

(二) LCD 之基本構造如圖 5-3-36 所示，在二片玻璃片中將液晶密封，平時如左圖所示，液晶分子橫排，光線無法透出。當液晶有直流電場或磁場作用時，液晶分子之方向轉成縱排，光線就可以從分子間的間隙射出。

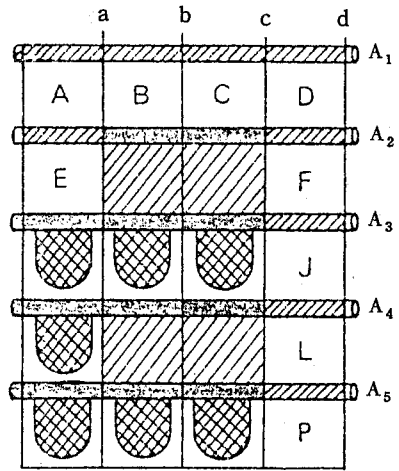


圖 5-3-35 EABCDFJLP 等九個窗打開光線射出打出「7」字 [註32]

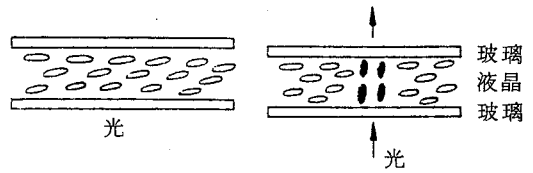


圖 5-3-36 LCD 之基本構造 [註33]

3-1-10 積體電路(IC)

一、何謂 IC

使用一塊底板上組合有電阻、電容器、二極體、電晶體等成爲一具有特種機能作用的電路板 (circuit block) 稱爲積體電路 (integrated circuit, 簡稱 IC)，如圖 5-3-37 所示爲 IC 之內部電路，圖 5-3-38 爲 IC 之外觀。

二、IC 的種類

(一) 拼合 IC (hybrid IC) 係將電阻器、電容器等組成印刷電路印在底板上，二極體、電晶

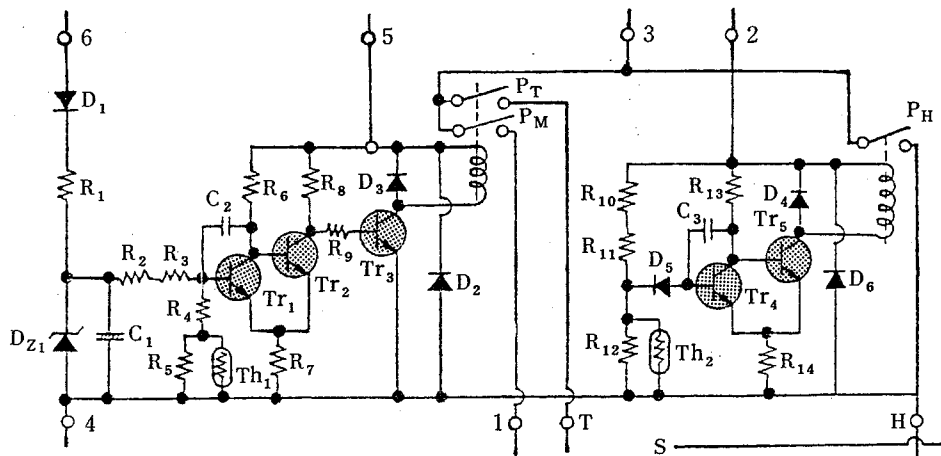


圖 5-3-37 IC 內部之電路 [註34]

表 5-3-2 IC 發展歷史

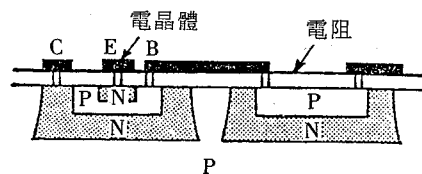
型 式	時 期	迴 路 數	晶 片 大 小	與 SSI 之比率	
				迴 路	大 小
SSI	1960 年代初期	10~12	50×50 mil (1.3×1.3mm)		
MSI-LSI	1960 年代末期	100~1,000	150×150 mil (3.8×3.8mm)	100 : 1	9 : 1
MSI-VLSI	1970 年代	1,000~50,000	250×250 mil (6.4×6.4mm)	50000 : 1	25 : 1

體等用配線連接後密封而成。此式在製造上電阻能精密的調整，適合於高精密度用途及大電流、高溫之電路使用。

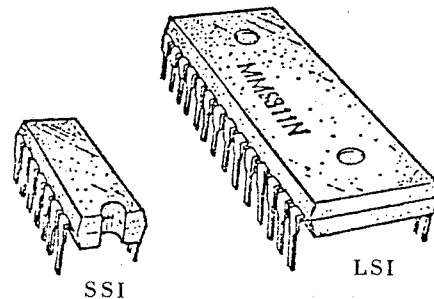
(二)單石 IC (monolithic IC) 在小的矽質底板上，同時封裝好電阻器、電容器、二極體、電晶體等，製造工作簡單，價格便宜，信賴度很高，用途廣泛。

三、IC 的大小

IC 在 1958 年由美國德州儀器公司 (Texas Instrument) 發明以後，IC 的製造技術不斷精進，由 1960 年代初期之小型積體電路 SSI 擁有 10~12 條迴路 (gate)；到 1960 年代中期進入中型積體電路 MSI，擁有 100 條迴路；到 1960 年代末期進入大型積體電路 LSI，擁有 1000 條迴路；到 1970 年代進入超大型積體電路 VLSI，擁有 50,000 條迴路。表 5-3-2 為 IC 發展歷史。



(a) 半導體積體回路之斷面構造



(b) 半導體積體回路之外觀

圖 5-3-38 IC 之構造及外觀 [註35]

返回目錄

第二節 電子電路

3-2-1 電子電路與一般電路之區別

一、一般電路之特徵

(一)以電流當作能量承受，而使用的線路或配線。使用於發電機、馬達、繼電器、電磁線圈、電熱器、照明等的電路零件或裝置為主者，如圖 5-3-39 所示。

(二)一般電路上之零件都是近身可及的東西，它的機能都是具體的，所以易於瞭解。

(三)一般電路為電力或照明的電路，直接進行工作，恰如人體上的血管系統一樣的功能。

(四)一般電路要以 12V 之電瓶，轉動 100 V 的馬達時，必須以圖 5-3-40 之方式處理，笨重、成本高、壽命短為其缺點。

二、電子電路之特徵

(一)以電流當做信號或情報承受，而使用的線路或配線。如波形變換電路、擴大電路、振盪電

路、計算電路、邏輯電路、開關電路等。使用電阻器、電容器、線圈、二極體、電晶體、積體電路等零件，一般裝置成電路板者，如圖 5-3-41 所示。

(二)電子電路上都是波形及放大邏輯等不大習

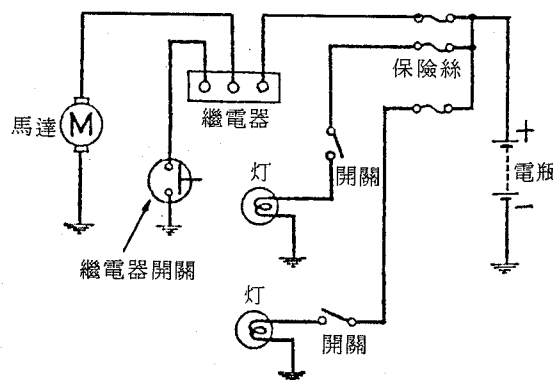


圖 5-3-39 一般電路 [註36]

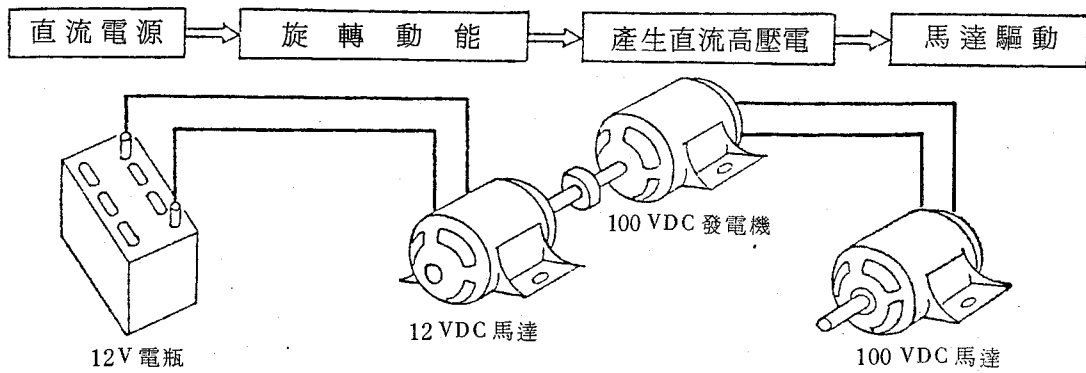


圖 5-3-40 一般電路之組成 [註37]

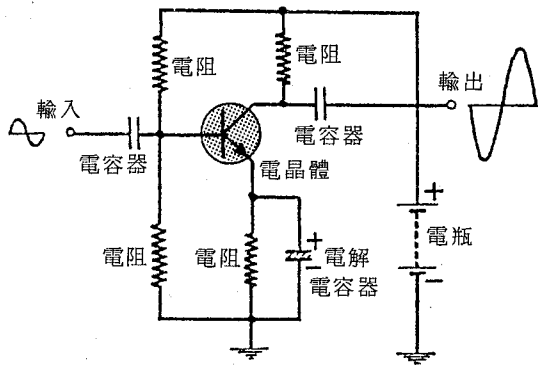


圖 5-3-41 電子電路 [註38]

慣的術語，會有陌生失措的感覺。

(三)電子電路以處理電波的形狀和情報、信號等問題為主，恰如人體上的神經系統一樣的功能。

(四)電子電路以12V之電瓶轉動 100 V的直流馬達之處理方式如圖5-3-42所示，設備輕巧、成本低、壽命長。

3-2-2 汽車電子電路使用之零件

電子電路使用之零件非常多，無法一一列舉，在汽車上使用之電子電路主要零件有：電阻器、電容器、感應線圈、整流粒（二極體）、電晶體、矽控整流器（SCR）、積體電路（IC）、熱阻體、光電池……等。

3-2-3 基本電子電路

一、R 電路

僅是由電阻構成的電路為R電路，係最單純的電路，電流不論是交流或直流，若是電壓相同，電流就相等。電源開關一按上，瞬間即達飽和狀態，電壓及電流都沒有時間上的遲延，它們之間的關係完全依照歐姆定律，如圖5-3-43所示。

二、C-R 電路

(一)C-R電路是由電容器與電阻器所構成的電路，在同樣電壓下交流與直流所流過的電流不同。

(二)C-R電路在電源開關接上的瞬間，電壓及電流都隨時變化，稱為過渡現象，必須經過一定之時間後，電壓及電流才能達到飽和狀態。它

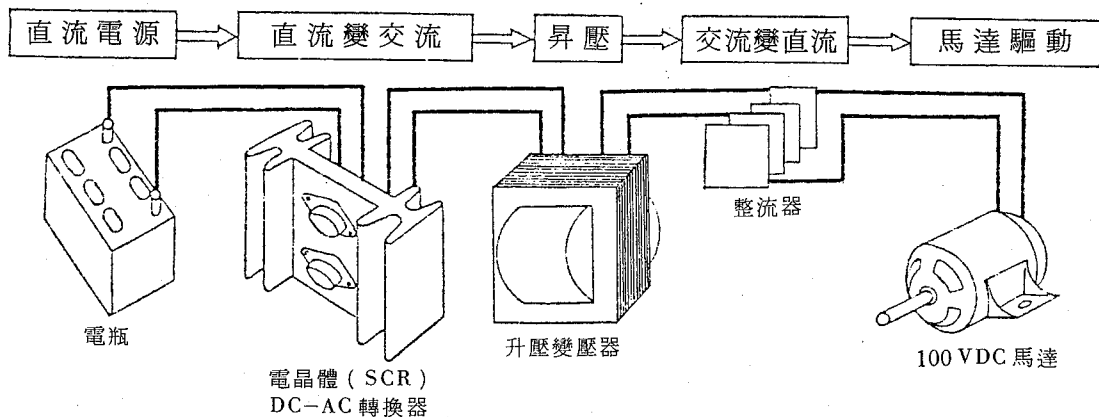


圖 5-3-42 電子電路之組成 [註39]

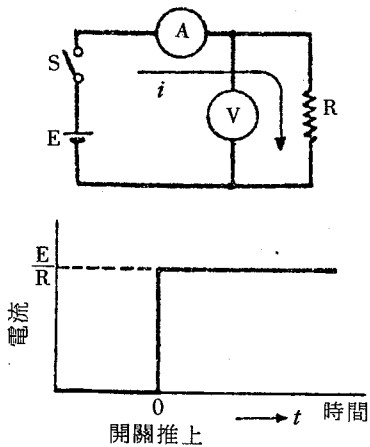


圖 5-3-43 R 電路 [註40]

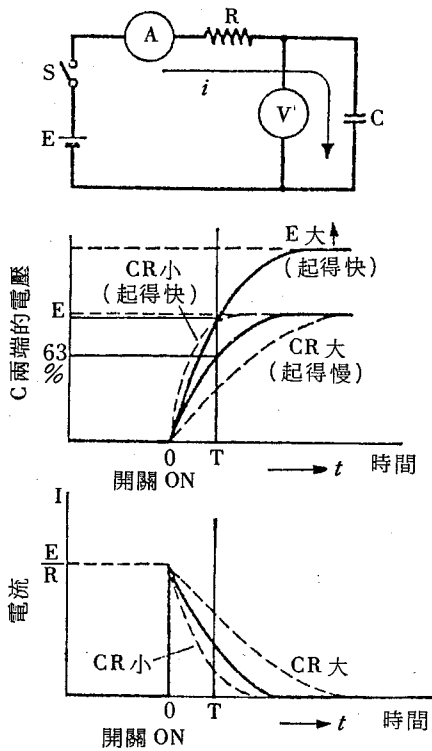


圖 5-3-44 C-R 電路的電壓與電流 [註41]

達到飽和狀態的63%值稱為時間常數。可由下列關係式表示：

$$\text{時間常數 } T = CR \text{ (秒)}$$

由式中可知電容器容量及電阻值愈大，時間常數就愈長，與電源電壓的大小無關，如圖5-3-44所示。

三、L-R 電路

(一)由感應線圈與電阻所構成的電路，加同樣的電壓，在直流與交流所流過的電流相同。

(二)L-R 電路在電源開關接上的時間，它的電壓及電流亦都隨時間變化，同時達一定值。它到達飽和狀態的63%的時間稱為時間常數，可由下列關係式表示：

$$\text{時間常數 } T = L/R \text{ (秒)}$$

由式中可知 L 值愈大及 R 值愈小，這時間就愈長，與電源電壓的大小無關，如圖5-3-45所示。

四、L-C-R 電路

(一)L-C-R 電路上加以電壓時，它的過渡現象就會有各種形態產生。

1.當 R 值非常小時，電壓帶著振動狀態到達飽和狀態，如圖5-3-46(a)所示。

2.當 R 值非常大時，電壓不起振動地達到飽和狀態，如圖5-3-46(b)所示。

3.當 R 為特定值時，在發生振動前有一瞬間的狀態，這種狀態稱為臨界阻尼 (critical damping)，如圖5-3-46(c)所示。

(二)以上所述為串聯電路，若 L-C-R 為並聯電路時，可以比照前述類推。

(三)L-C-R 電路為電子之基本電路，以它為基礎，再加上開關元件、放大元件等組合起來，便能作複雜的動作。

五、電晶體的基本作用

(一)電晶體的三個極上裝接電流及電壓錶以檢

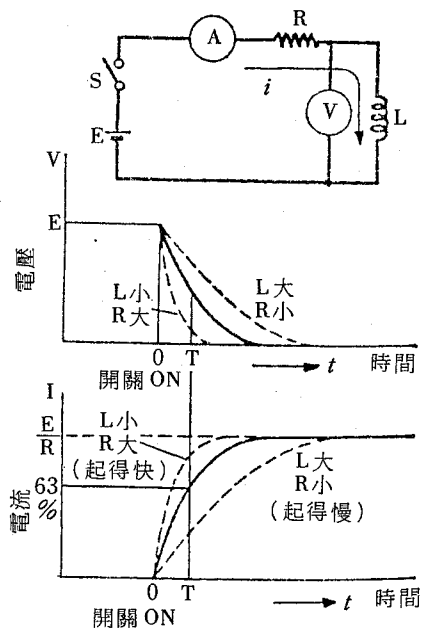
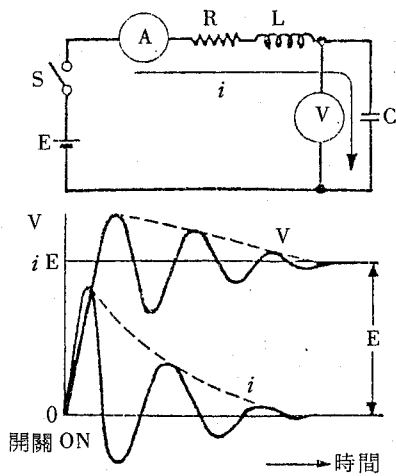
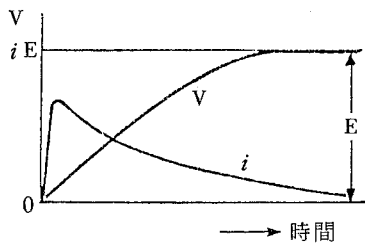


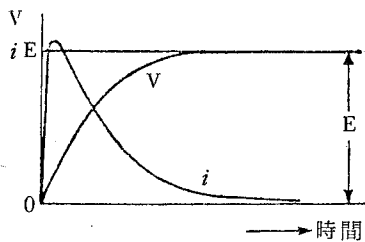
圖 5-3-45 L-R 電路的電壓與電流 [註42]



(a) $R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ 時



(b) $R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ 時



(c) $R = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ 時

圖 5-3-46 L-C-R 電路的電壓與電流 [註43]

查其特性，如圖5-3-47所示。設定各種基極電流，測量集極輸出電流的變化。集極的輸出特性 ($V_{CE} - I_C$ 特性) 為電晶體最重要的特性。 $V_{CE} - I_C$ 特性放大後如圖5-3-48所示，可以分為四個範圍：

1. 遮斷範圍：係在基極上加以逆向電壓時的狀態，僅有些許遮斷電流 I_C 流過集極，相當於二極體的洩漏電流，可做為開關關閉 (OFF) 狀態使用。

2. 飽和範圍：係在基極電流充分流過時的狀態，集極與射極間之電阻很小，集極電壓略有下降，可做為開關接通 (ON) 狀態使用。

3. 活性範圍：係基極有電流通過，而集極通

過的電流對集極電壓無太大影響的範圍。基極電流約與集極電流成比例關係，所以這是用做放大器的範圍。

4. 降伏範圍：係集極電壓加大後集極電流就急激增加的範圍，這不是用作電晶體的範圍。

(二) 基極的輸入特性 ($V_{BE} - I_B$ 特性) 可用以檢討放大器、開關驅動電力及輸入電阻等處。集極電壓設為一定後的特性如圖 5-3-49 看來，在 V_{BE} 小的部分處輸入電阻極大，到某電壓以上後就急激變小，這與二極體的順向特性十分相似，對溫度的變化也大。這是在電路設計上需花腦筋的地方。

六、電晶體開關電路

(一) 圖5-3-50為電晶體開關作用的基本電路，

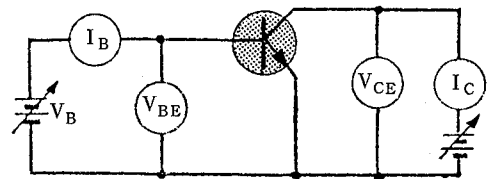


圖 5-3-47 電晶體的特性測定 [註44]

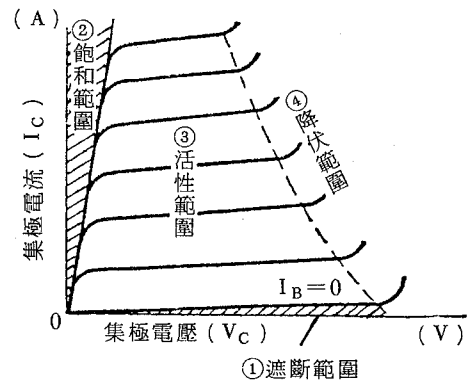


圖 5-3-48 電晶體的輸出特性 [註45]

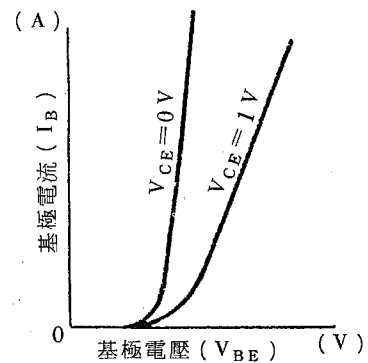


圖 5-3-49 電晶體的輸入特性 [註46]

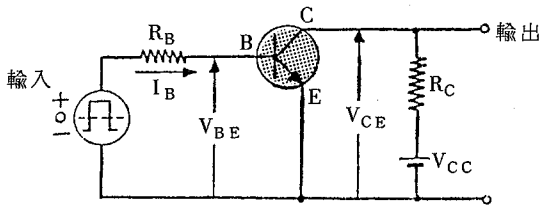


圖 5-3-50 電晶體開關基本電路〔註47〕

在基極上給予負或零電位（與射極相比），電晶體便在遮斷範圍內，集極與射極間就有很大的電阻值（100 kΩ 以上），這種狀態相當開關在 OFF 位置。

(二)其次，在基極上給予正值電壓，而且使基極電流充份流過，該電路就移到圖5-3-51所示之飽和範圍。集極與射極間的電阻減小，電壓降也少。這種狀態相當開關在 ON 位置。此時，集極電流由電源電壓及負荷電阻決定。

(三)電晶體的開關電路是借基極小電流的 ON、OFF 作用使射極與集極間的大電流也產生 ON-OFF 作用。

1. 在 OFF 狀態時，電路上仍有相當程度的洩

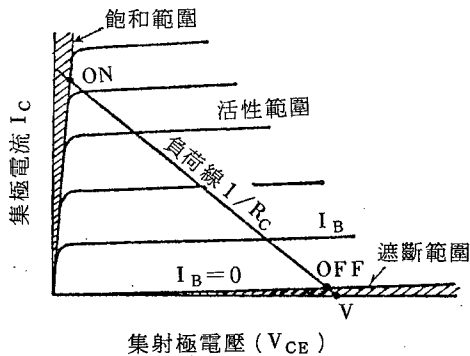


圖 5-3-51 電晶體開關動作點〔註48〕

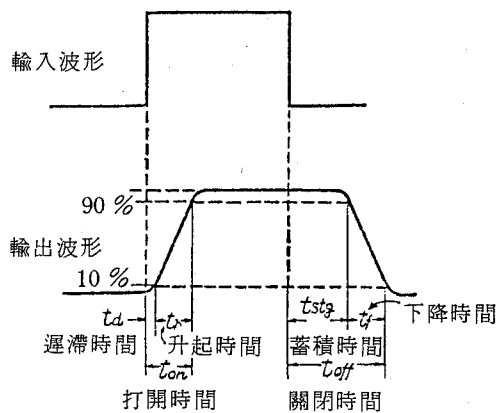


圖 5-3-52 電晶體輸入與輸出波形之比較〔註49〕

漏電流存在（相當於開關絕緣電阻）。

2. 在 ON 狀態，仍會因飽和電壓 ($V_{CE(SAT)}$) 而有內部電阻（相當於開關之接觸電阻）。

3. 由 ON 變為 OFF 或由 OFF 變為 ON 時，會有一段時間之遲滯（相當百萬分之數秒的極短時間）。圖5-3-52所示為輸入與輸出之應答波形，在電腦（電子計算機）的高速電路上，這遲滯時間亦構成問題。

七、電晶體放大電路

(一)圖5-3-53所示為電晶體放大作用的基本電路。設基極電流為使集極上能產生最大電流的一半左右。在這狀態下，基極處給予輸入信號電流，在輸出處就能獲得與信號電流相同的放大波形。

(二)由圖5-3-54所示之特性圖上亦可以得到同樣說明。

1. 為多得輸出電流， R_C 值就必須要小。
2. 若僅輸出電壓即可，就需使 R_C 值增大，它的放大倍數也增大。

(三)實際的電路上使用兩個電源不方便，故改如圖5-3-55所示，由一個電源供給。

(四)基極信號電流是放大 h_{FE} （放大率）倍而變成集極的輸出電流， h_{FE} 之值大約一定，但集極電流過大或過小時， h_{FE} 值會減少。

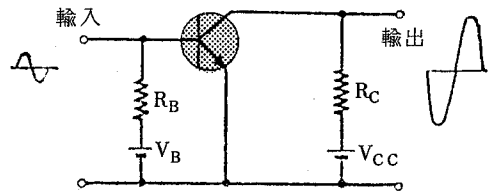


圖 5-3-53 電晶體放大基本電路〔註50〕

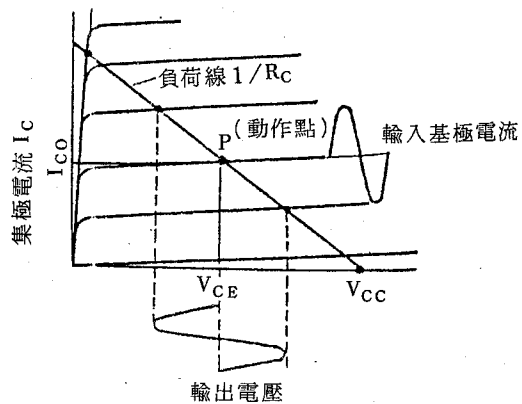


圖 5-3-54 電晶體放大器之動作點〔註51〕

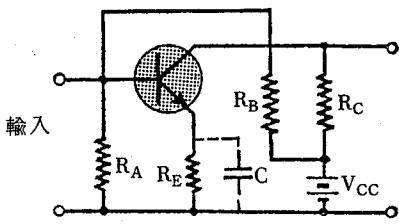
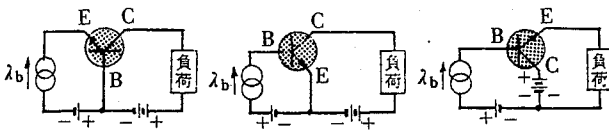


圖 5-3-55 實際使用之電晶體放大電路 [註52]



	基極共用電路	射極共用電路	集極共用電路
輸入電阻	小	中等	大
輸出電阻	高	中等	小
電流利點	小 < 1	大 (h_{fe})	大 (h_{fe})
電壓利點	大	大	小 < 1
備考	不大採用	最爲一般所用	偶然使用

圖 5-3-56 電晶體放大電路之接線方式 [註53]

(v) 放大器裝置之接線有三種，各有特點，故接線方式宜配合電路選用，如圖5-3-56所示。

八、電晶體振盪電路

(一) 若將電晶體輸出的一部分巧妙的取出，再次加於它的基極上，則即使輸入信號除去，理論上仍可獲得輸出。但實際上如此巧妙之安排不可能達成，但若放入共振電路（即是與特定頻率同步的電路），在共振頻率附近，靠電晶體本身就能獲得輸出。即形成了一個振盪電路，如圖 5-3-57 所示。

(二) 這種振盪電路輸出大多是正弦波 (sine wave) 之波形，但也有能輸出方形波、三角形波或鋸齒波的電路。

(三) 振盪電路常不只使用一個電晶體，將幾個電晶體集合起來像 IC 電路結構的很多。

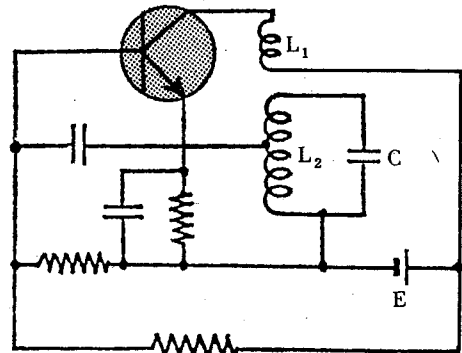
(四) 振盪器最重要的是，振盪頻率一定，而且輸出電壓也一定。爲使頻率穩定，振盪電路常使用水晶或音叉等（此爲水晶鐘錶及音叉鐘錶的原理）。

九、整流電路

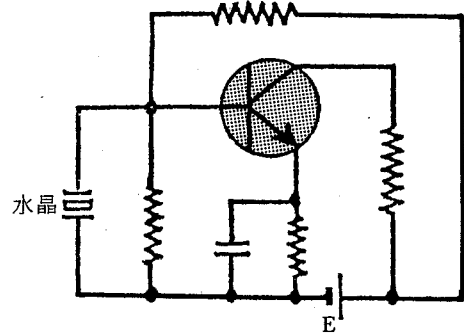
基本的整流電路有半波整流及全波整流兩種。

(一) 單相半波整流電路

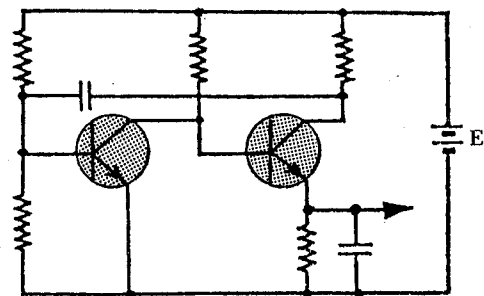
最簡單的基本整流電路如圖5-3-58(a)所示，



(a) 正弦波振盪電路



(b) 水晶振盪電路



(c) 鋸齒波振盪電路

圖 5-3-57 電晶體振盪電路 [註54]

電阻 R 兩端的電壓及其流過之電流如圖5-3-58(b)所示，A 側爲(+)電壓時，電流經電阻流過，爲(-)電壓時，則電流停止流動。電源的利用率僅一半。

(二) 單相全波整流電路

單相全波整流電路如圖5-3-59(a)所示，能將半波整流未使用之一半有效的利用，當電源電壓交互變更時，電阻 R 通過之電流還是一樣。當 A 端爲(+)時，電流經 S_1 、 S_2 兩個整流粒，A 端爲(-)時，電流經 S_1' 、 S_2' 兩個整流粒完成迴路，圖 5-3-59 (b)所示爲電流及電壓圖。

(三) 三相全波整流電路

三相交流全波整流電路如圖5-3-60(a)所示，

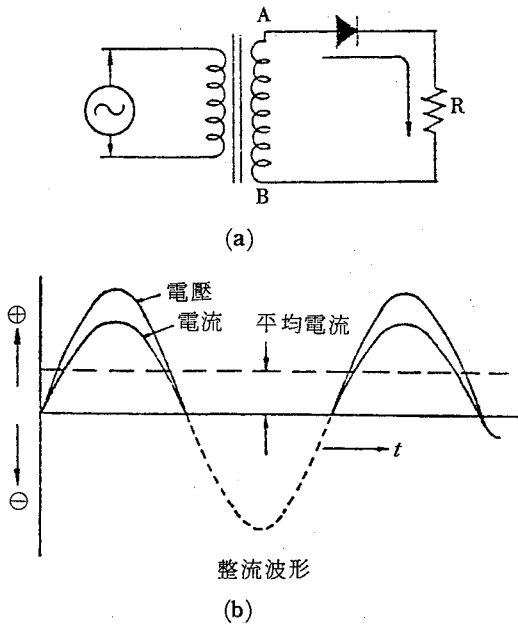


圖 5-3-58 單相半波整流電路與波形特性

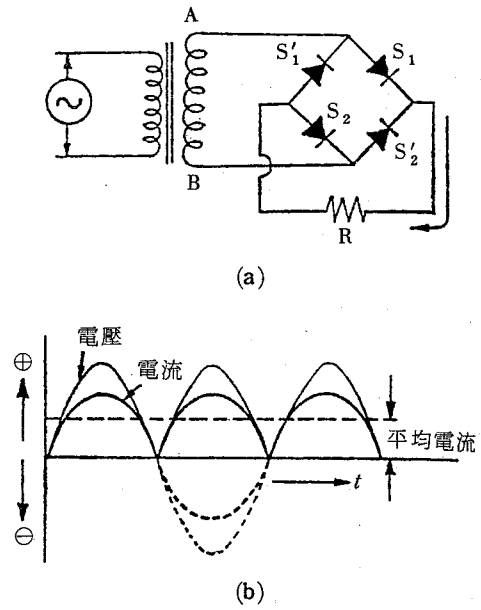


圖 5-3-59 單相全波整流電路與波形特性

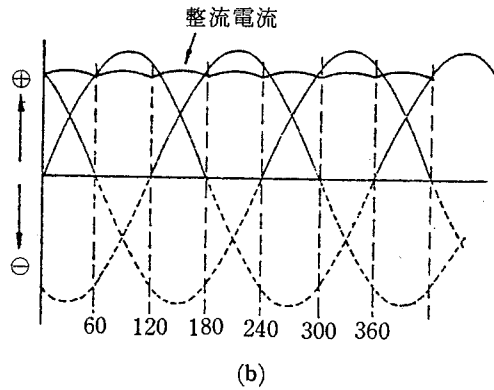
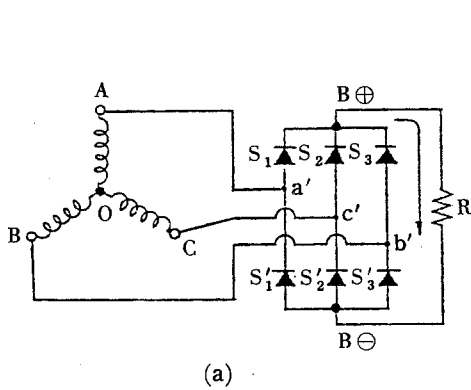


圖 5-3-60 三相全波整流電路電壓的變化

三相線圈線頭感應流出的交流電壓的變化如圖5-3-60 (b)所示。AB間、BC間、CA間電壓的變化各相差 120° 相位。現在看AB線頭間之電壓，A端為(+)，B端為(-)時，電流由A \rightarrow a' \rightarrow S₁ \rightarrow B

(+) \rightarrow R \rightarrow B(-) \rightarrow S'₃ \rightarrow b' \rightarrow B形成迴路；A端為(-)，B端為(+)時，電流反流，即B \rightarrow b' \rightarrow S₃ \rightarrow B(+) \rightarrow R \rightarrow B(-) \rightarrow S'₁ \rightarrow a' \rightarrow A形成迴路，經過整流粒之電流不同，但流過電阻R之電流仍舊不變。

【習題】

一、選擇題：

1. 半導體的材料一般為①鐳和鈾②金和銀③鍺和矽④銅和碳。
2. 定壓整流粒的特性是①超過某一電壓整流粒就損壞②至某一電壓，順方向電不能通過③超過某一電壓，逆方向電就不能通過④超過某一電壓，逆方向電就能通過。

3. 電晶體中，電流流出的一極是①基極②集極③射極④以上皆非。
4. 三極電晶體，接在電路中，從基極流出之電流約為從射極流出之①0.2%②2%③12%④20%。
5. SCR電晶體是由陰極、陽極及①集極②射極③柵極④欄極組成。

6. 光電池經光線照射產生之電壓可達到① 0.6 ~ 0.7 V ② 2.1 ~ 2.2 V ③ 5 ~ 6 V ④ 7 ~ 8 V。
7. 下面那一種電容器，吸收的能量最大① 0.12 μF ② 0.17 μF ③ 0.28 μF ④ 0.35 μF 。
8. 在電晶體震盪電路中，為使震盪頻率穩定，常用①銅②鋁③水晶④玉石。

二、填充題：

1. 就金屬而言，溫度上升，電導率_____；半導體而言，溫度上升，電導率_____。
2. 物質材料能導電是因為原子內之_____游動的關係。
3. 二極體在電路中，電流能流通的方向是_____；不能流通的方向是_____。
4. 電晶體的三極是_____、_____及_____。
5. 三極電晶體最大特點是以_____電流來控制_____電流。
6. 熱阻體是一種_____的溫度係數極大的半導體。
7. 熱阻體依使用方法不同有_____、_____及_____三型。

8. 光電阻之作用是光線愈強電阻愈_____。
9. C - R 電路之時間常數關係式為_____；L - R 電路之時間常數關係式為_____。
10. 整流電路有_____及_____兩種。

三、問答題：

1. 試比較純半導體與不純半導體間的差異。
2. 試寫出 N 型與 P 型半導體之區別。
3. 二極體如何製造而成？並說明順向偏壓、逆向偏壓如何形成？
4. 三極電晶體包括那些種類？如何構成？並畫出電路符號。
5. 試繪圖說明三極電晶體之開關作用。
6. 三極電晶體具有那些功能？
7. PNP 整流晶體的特性如何？
8. 光電阻的作用原理如何？
9. 光電元件有那幾種？並簡述其作用。
10. 何謂積體電路？有幾種類別？
11. 試比較一般電路與電子電路之間的區別。
12. 試述電晶體的基本特性。
13. 試繪圖說明電晶體放大電路。
14. 試繪圖說明電晶體震盪電路。
15. 試繪圖說明整流電路的作用方法。

【資料來源註釋】

- 〔註1〕 雇用促進事業團職業訓練部編 自動車電氣裝置 圖 1-84
- 〔註2〕 同〔註1〕 表 1-5
- 〔註3〕 同〔註1〕 圖 1-85
- 〔註4〕 同〔註1〕 圖 1-86
- 〔註5〕 同〔註1〕 圖 1-87
- 〔註6〕 同〔註1〕 圖 1-88
- 〔註7〕 同〔註1〕 圖 1-89
- 〔註8〕 同〔註1〕 圖 1-89
- 〔註9〕 同〔註1〕 圖 1-90
- 〔註10〕 同〔註1〕 圖 1-91
- 〔註11〕 同〔註1〕 圖 1-92.1-93
- 〔註12〕 同〔註1〕 圖 1-94
- 〔註13〕 同〔註1〕 圖 1-95
- 〔註14〕 全國自動車整備學校連盟編 自動車用電裝品の構造 圖 7-16
- 〔註15〕 同〔註14〕 圖 7-17
- 〔註16〕 同〔註14〕 圖 7-19

- 〔註17〕 同〔註14〕 圖 7-20
- 〔註18〕 同〔註14〕 圖 7-21
- 〔註19〕 同〔註1〕 圖 1-97
- 〔註20〕 同〔註1〕 圖 1-98
- 〔註21〕 同〔註1〕 圖 1-99
- 〔註22〕 同〔註1〕 圖 1-100
- 〔註23〕 同〔註14〕 圖 7-12
- 〔註24〕 同〔註14〕 圖 7-13
- 〔註25〕 同〔註1〕 圖 1-105
- 〔註26〕 同〔註1〕 圖 1-102
- 〔註27〕 同〔註1〕 圖 1-103
- 〔註28〕 同〔註1〕 圖 1-104
- 〔註29〕 鐵道日本社カーテクノロジー No.11 P.25
- 〔註30〕 同〔註29〕 1-15-A
- 〔註31〕 同〔註29〕 1-15-B
- 〔註32〕 同〔註29〕 1-15-C
- 〔註33〕 同〔註29〕 1-15-D
- 〔註34〕 同〔註1〕 圖 1-111
- 〔註35〕 寺田繁著 自動車の電子裝置 Fig2-2-13

〔註36〕	同〔註35〕	Fig2·1-1 (左)
〔註37〕	同〔註35〕	Fig2·1-2 (a)
〔註38〕	同〔註35〕	Fig2·1-1 (右)
〔註39〕	同〔註35〕	Fig2·1-2 (b)
〔註40〕	同〔註35〕	Fig2·3-1
〔註41〕	同〔註35〕	Fig2·3-2
〔註42〕	同〔註35〕	Fig2·3-3
〔註43〕	同〔註35〕	Fig2·3-4
〔註44〕	同〔註35〕	Fig2·3-7 (a)
〔註45〕	同〔註35〕	Fig2·3-7 (b)
〔註46〕	同〔註35〕	Fig2·3-7 (c)
〔註47〕	同〔註35〕	Fig2·3-8 (a)
〔註48〕	同〔註35〕	Fig2·3-8 (b)
〔註49〕	同〔註35〕	Fig2·3-8 (c)
〔註50〕	同〔註35〕	Fig2·3-9 (a)
〔註51〕	同〔註35〕	Fig2·3-9 (b)
〔註52〕	同〔註35〕	Fig2·3-9 (c)
〔註53〕	同〔註35〕	Fig2·3-10
〔註54〕	同〔註35〕	Fig2·3-11

[返回目录](#)

第四章 電腦概說

第一節 電腦在汽車上之應用

(一)1980年代的汽車控制已逐漸進入微電腦化，高級車種已普遍使用微電腦做汽車引擎的綜合控制，利用空氣流量感知器 (air flow sensor)、曲軸角度感知器、節汽門開度感知器、水溫感知器、吸氣溫感知器、含氧量感知器、爆震感知器、大氣壓感知器、車速感知器、怠速開關、冷氣開關、起動開關等所獲得之情報資料送到微電腦，微電腦根據所收存的資料命令噴油器、點火線圈、EGR 閥、二次空氣閥等動作裝置作最適當的工作，使引擎在最少污染的情況下發揮最佳的功能，達到省油、高出力的要求。

(二)除了引擎控制之電腦化外，自動變速箱、防滑裝置、懸吊裝置也逐漸採用微電腦控制，以發揮更佳之功能。

(三)在引擎微電腦控制上已發展成功自動故障診斷系統及修正系統，當引擎控制系統發生故障時，儀錶板上之引擎檢查燈會閃亮，告知駕駛人應速將車子送工場檢修，有些車子並能以閃爍信號表示故障所在。在故障發生後，安全對策之自動修正系統能立即產生作用，使車子仍能駛回工場。

第二節 類比與數位電子計算機 (電腦) 概說

4-2-1 類比式及數位式計算機之根本差異

表 5-4-1 類比式及數位式計算機之根本差異

原始型	原	理	精	度
類比式—計算尺	將數字變成物理量計算 (將數字變成長度)		差	(計算速度較快)
數位式—算盤	將數字變成符號計算 (將數字變成算盤子)		高	(計算速度較慢)

4-2-2 類比電子計算機

(一)使用電流、電壓以代替計算尺的長度而製成之計算機稱為類比計算機 (analog computer)，其基本原理如圖 5-4-1 所示。

(二)圖 5-4-2 所示為類比式電子計算機之基本電路。

(三)電子類比計算機構造簡單，成本低，對於簡單的計算，其精度及速度都能符合汽車的要求，故早期汽車電子電路上的電腦計算機幾乎都是類比式的。

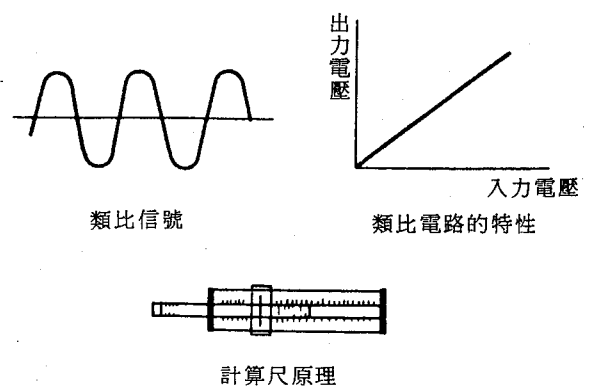


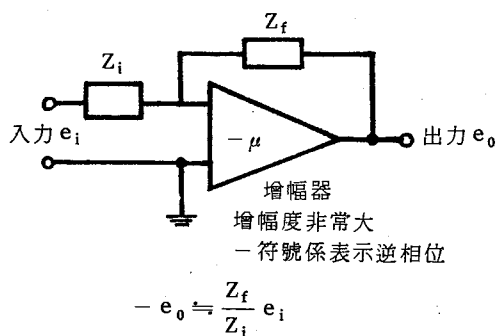
圖 5-4-1 類比計算機基本原理 [註 1]

(四)但因類比式電子計算機功能受限制，新式汽車控制電腦已逐漸由數位式取代。

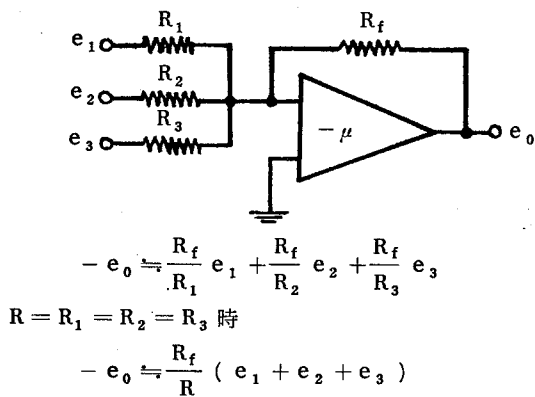
4-2-3 數位電子計算機

(一)一般我們所謂之電腦，實際上就是指電子數位計算機 (digital computer)，圖 5-4-3 所示為電子數位計算機的基本原理。

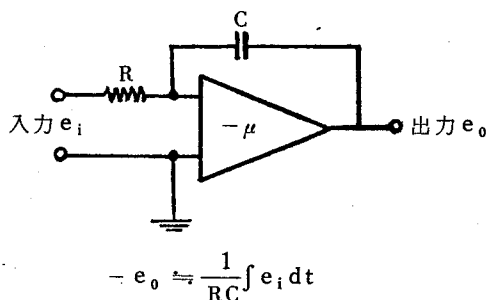
(二)數位計算機的最大優點是有良好的記憶力及快速的加、減、乘、除運算能力，但必須依靠



(a) 類比式計算機的原理



(b) 類比式加算電路的原理



(c) 類比式積分電路的原理

圖 5-4-2 類比計算機基本電路 [註 2]

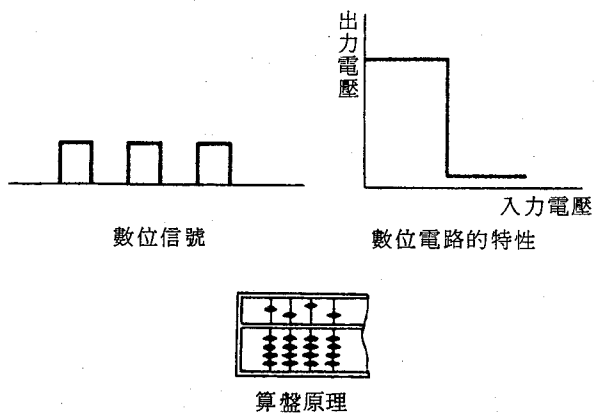


圖 5-4-3 數位計算機基本原理 [註 3]

指示才能做，自己本身不會思考判斷。

(二)若以算盤來計算下列數學式，計算程序對計算人來說需要指示。計算程序可以有很多種，計算中途之結果不得不用紙記錄下來（當然也可以用另一算盤交換使用，或用頭腦記憶）。然後依指示的程序將中途之結果取出，再計算出最後結果。

$$\{ 60 \times 15 - (6 + 3) \times 5 \} \div 5 =$$

程序 I

- ① $60 \times 15 = 900$ 記憶 [1]
- ② $6 + 3 = 9$ 記憶 [2]
- ③ 取記憶 [2] $\times 5 = 45$ 記憶 [3]

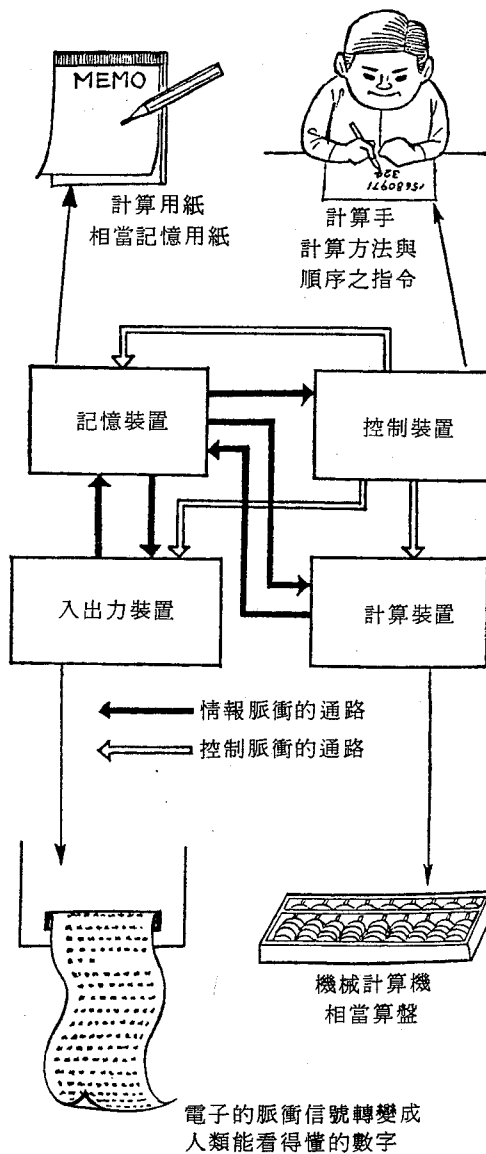


圖 5-4-4 數位計算機構成系統圖 [註 4]

④記憶 [1] - 記憶 [3] = 855 ----- 記憶 [4]

⑤記憶 [4] ÷ 5 = 171 ----- 答案。

程序 II

① 6 + 3 = 9 ----- 記憶 [1]

② 記憶 [1] × 5 = 45 ----- 記憶 [2]

③ 60 × 15 = 900 ----- 記憶 [3]

④ 記憶 [3] - 記憶 [2] = 855 ----- 記憶 [4]

⑤ 記憶 [4] ÷ 5 = 171 ----- 答案。

(四)用數位計算機之計算程序與用算盤的程序相同，但速度快，記憶量大。用以指示計算機工作順序的稱為程式規劃 (programming)。計算機上之記憶裝置相當記錄用紙，但它能記憶大量符號，而且記憶與取用都非常迅速而且正確。

(五)圖 5-4-4 所示為數位計算機的構成系統，可分為四大部分：

1. 演算裝置：相當於算盤的部分，是計算機本身的機械。

2. 控制裝置：相當於計算的人，它是根據指示而操作計算機之部分。

3. 輸入輸出裝置：將我們人類的言語與文字、數字變換成計算機能處理的文字 (符號)，然後又將計算機符號重寫成文字及數字的裝置。

4. 記憶裝置：相當於計算過程中必須的記錄用紙。

(六)類比計算機須將數字全部變換成比例的量計算，而數位計算機的文字 (符號) 全用脈衝演算，根本上只是脈衝或有或無的兩種狀態，即以 2 進位法計算及邏輯閘 (logical gates) 來完成計算順序。

返回目錄

第三節 數位系統

4-3-1 數位計算機傳輸符號的方法

假如說數位計算機的電信號是由 8 條線上的信號所組成，而每條線上之信號只有兩種狀態，即有信號及無信號，若我們規定有信號為“1”，無信號為“0”，則計算機傳輸符號就成為「10011100」了。此種符號是計算機所能了解的，因此又稱為機器語言 (machine language) 或機器碼 (machine code)。

4-3-2 數位系統的種類

(一)若數字只有由 0 及 1 組成時，稱為二進數 (binary, 簡稱 B)。

(二)若我們將二進數每三個做一組，如下例：

0 1 0 0 1 1 1 0 0
 └───┬───┬───┘
 第 2 組 第 1 組 第 0 組

因為一個二進數 (稱為一位元, bit) 有 2 種可能的狀態，因此三個位元一組時，就可能有 $2 \times 2 \times 2 = 8$ (即 2^3) 種可能數值出現，因此我們稱其為 8 進數 (octal, 簡稱 O)。

(三)若我們將四個位元為一組時，則：

1 0 0 1 1 1 0 0
 └───┬───┬───┘
 第 1 組 第 0 組

因為共有 $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$ (即 2^4) 種可能數值出現，因此稱其為 16 進數 (hexadecimal, 簡稱 H)。

(四)電腦所使用的數字系統就以 2 進數 (B)、8 進數 (O)、16 進數 (H) 為主。

4-3-3 十進數與二進數、八進數、十六進數之關係

一、加權與數的大小

以籃球賽的計分法為例，勝一場得 2 分，和一場得 1 分，敗一場得 0 分，以勝負的不同而有不同的計分法。我們稱此種計分法為加權 (weight)。如某隊的戰績是勝 5 場、和 2 場、敗 1 場，那麼得分為：

$$5 \times 2 + 2 \times 1 + 1 \times 0 = 10 + 2 + 0 = 12$$

所以得分為 12 分。

二、10 進數的大小

(一)10 進數的 10 稱為底數 (base 或 radix)，以下這個數是以 10 為底的 (也就是 10 進數)：

1 3 5
 └──┬──┬──┘
 個位數
 十位數
 百位數

(四)將 508 換成 16 進數。

餘數	
16 508	----- 12 [C] ----- 0 位置
16 31	----- 15 [F] ----- 1 位置
16 1	----- 1 ----- 2 位置
0	

則 $508 = (1FC)_{16}$ 或 \$ 1FC。

(五)10進數、2進數、8進數、16進數之關係如表 5-4-2 所示。

4-3-6 二進數與十六進數之轉換

(一)為了避免錯誤，我們以 2 進數表示時，往往將四個位元畫為一組，中間以空格隔開，例如 11011011 以 1101 1011 表示。

(二)四個位元為一組時，即為 16 進數的表示法，亦即 $1101 \rightarrow D$ ， $1011 \rightarrow B$ ，所以

$$1101\ 1011_{(2)} = DB_{(16)}$$

(三)我們分別以 10 進位驗證：

$$\begin{aligned} & 1101\ 1011_{(2)} \\ &= 2^7 + 2^6 + 2^4 + 2^3 + 2^1 + 2^0 \quad (2、5 \text{ 項缺}) \\ &= 128 + 64 + 16 + 8 + 2 + 1 \\ &= 219_{(10)} \\ & DB_{(16)} \\ &= 13 \times 16^1 + 11 \times 16^0 \quad (D=13, B=11) \\ &= 208 + 11 \\ &= 219_{(10)} \end{aligned}$$

表 5-4-2 10 進數、2 進數、8 進數與 16 進數之關係

10 進 數	2 進 數	8 進 數	16 進 數
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10
17	10001	21	11
18	10010	22	12
19	10011	23	13
20	10100	24	14

(四)因此，我們為避免過多的 0、1，通常每四個 2 進數位元改以 16 進數表示。

返回目錄

第四節 邏輯閘

4-4-1 數位邏輯之意義

(一)數位邏輯 (digital logic) 是數位電子設備 (數字鐘、數字儀錶、計算器、電腦……等) 的理論基礎。

(二)邏輯是一種判斷程序，我們解決數學問題是根據事實作合理的決斷，再根據一些新資料修正我們的決斷，將一些熟識的知識存入我們的記憶中。

(三)能達成邏輯處理及判斷等工作目標的電子電路稱為數位電子 (digital electronics)。

4-4-2 判斷元件與記憶元件之意義

一、判斷元件

(一)當我們開車看到紅燈時即會做停車的決定，上述的過程也可以用電子電路來代替，這種基本元件稱為判斷元件 (decision-making element)。

(二)這種元件可以接收兩種電的信號，這些信號可能為某一命令用的電壓 (代表邏輯的單位)，而此元件可以輸出第三個信號。

(三)該元件所做的決定是根據兩個輸入信號的情況而來。

二、記憶元件

(一)我們必須記住下棋的一些規則，下棋時才能做判斷。這種記憶的工作也可以用電子電路來

代替，這種元件叫記憶元件 (memory element)。

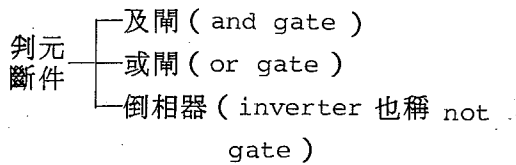
(二)記憶元件能將以前接收到的邏輯位準信號記憶到無限期之久，而且它能叫出以前的信號，並供給一相對的信號要求。

(三)記憶元件也能將一些信號消除掉 (忘記)，然後再準備儲存一些新信號。

三、如果把許多判斷元件及記憶元件接成一個大網路，它就可儲存許多信號，將這些信號編碼後，我們就可在幾百萬分之一秒內取出或利用它們。

4-4-3 判斷元件

一、數位邏輯中的三種基本判斷元件



為便於閱讀，本書以後以AND閘表及閘，OR閘表或閘，NOT閘表倒相器。

二、AND 閘

(一)AND 閘是一種：當它的輸入都是邏輯 1 時，輸出就為邏輯 1 的元件。如果輸入有一項為 0，其他為 1 時，輸出即為 0。

(二)AND 閘的符號如圖 5-4-5(a)所示，它的兩個輸入畫在左邊，標以 A 和 B，輸出畫在右邊，標上 C。

(三)如圖 5-4-5 (b)之串聯燈泡電路可用以說明

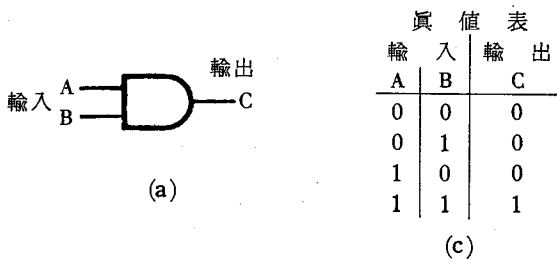


圖 5-4-5 AND 閘 [註 5]

AND 閘。在此電路上，開關 A 和 B 都必須 ON，燈泡 C 才會亮。如果只有一個開關 ON，燈泡是不會亮的。

(四) AND 閘的各種輸入狀態及其相對應的輸出結果可以用 5-4-5 (c)之真值表來表示。

三、OR 閘

(一)OR 閘是一種：當輸入之中有一項或全部為 1，其輸出即為 1 的元件。

(二)OR 閘的符號如圖 5-4-6 (a)所示。輸入 A 和 B 在左邊，輸出端 C 在右邊。

(三)如圖 5-4-6 (b)之並聯燈泡電路可用以說明 OR 閘。不論開關 A 或 B 或全部 ON，燈泡 C 都會亮。

(四)OR 閘的真值表如圖 5-4-6 (c)所示。

四、NOT 閘

(一)NOT 閘只能將輸入 1 改變為 0 輸出，或把 0 改為 1 輸出，是最簡單的數位邏輯元件。

(二)NOT 閘的符號和真值表如圖 5-4-7 所示。

五、邏輯閘的應用

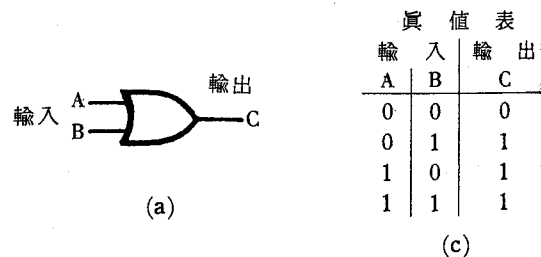


圖 5-4-6 OR 閘 [註 6]

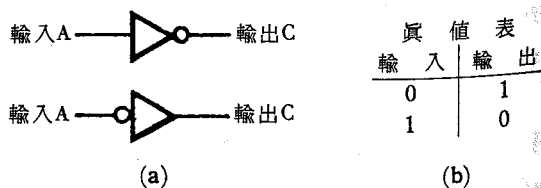


圖 5-4-7 NOT 閘 [註 7]

(一)大多數的AND、OR、NOT閘都是以IC製成的。IC的製造廠家再用接線圖表示，各閘的外部接腳都編有號碼。IC通常安裝在電路板上，用印刷電路將IC接成一個完整的電路，如圖5-4-8所示。

(二)邏輯閘的用途非常廣泛，可以說電路設計者的想像力是它使用上的唯一限制。邏輯閘可以用來製造數字鐘、手錶、電子玩具、計算器……等，工業上之數位電錶、計頻儀、示波器……等各種測試儀器與自動控制系統、閉路電視系統、醫療器材等幾乎都須使用邏輯閘。電腦幾乎全部由邏輯電路組成，這些複雜的數位邏輯世界都是以AND、OR及NOT閘為基礎發展出來的。

六、時序圖

(一)當邏輯閘在電路中執行完全的功能時，其輸入可能隨時改變，而輸出會依此閘的真值表而產生適當的反應。在這些邏輯狀態隨時間改變時，應有一模式代替其邏輯狀態。最有效且方便的方式就是使用時序圖(timing diagrams)。

(二)有一串隨意做high low邏輯變化之信號加到AND閘的輸入端A、B上，輸出C的變化可用圖5-4-9所示之時序圖來表示。

(三)時序圖主要目的是用來表示在一特定時間內邏輯電路的狀態。利用時序線就可以同時看到任一時間內輸入和輸出之狀態。

七、邏輯電路

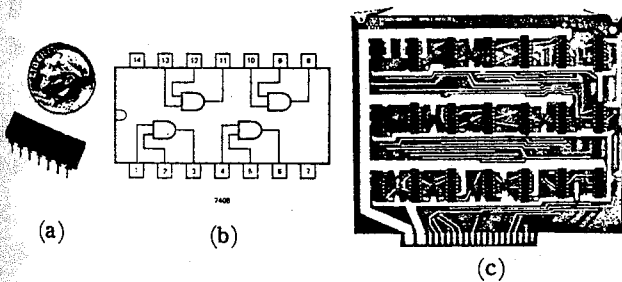


圖 5-4-8 IC 和電路板 [註 8]

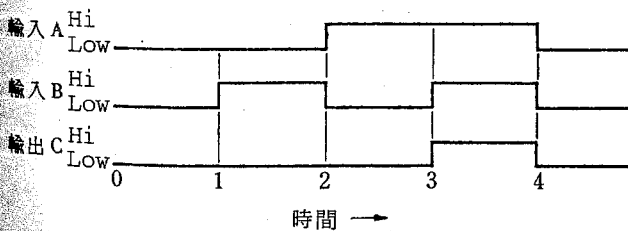


圖 5-4-9 時序圖 (AND 閘用) [註 9]

(一)將兩個AND閘如圖5-4-10所示方式相連接，要使閘C為hi，則A、B及D同時必須為hi。

(二)這兩個閘可以看成爲一邏輯電路，其符號及真值表如圖5-4-10(b)所示。

(三)三輸入AND和OR閘電路及其真值表如圖5-4-11所示。

(四)四輸入AND和OR閘電路及其真值表如圖5-4-12所示。

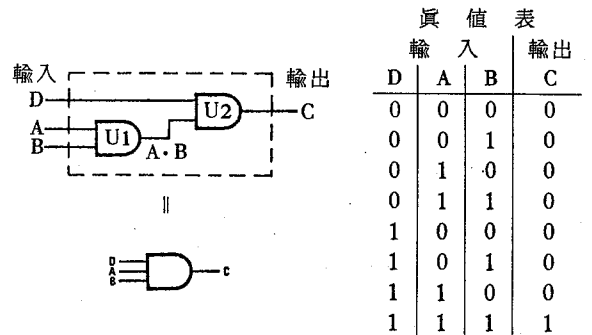


圖 5-4-10 三輸入AND閘電路 [註10]

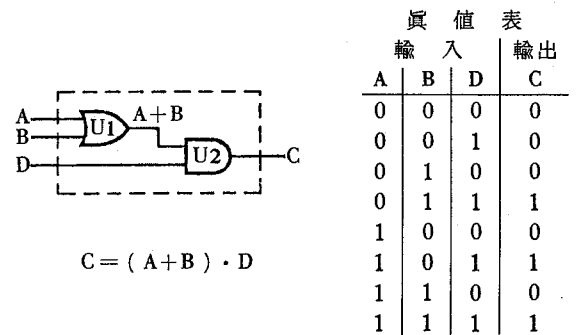


圖 5-4-11 三輸入AND/OR閘電路 [註11]

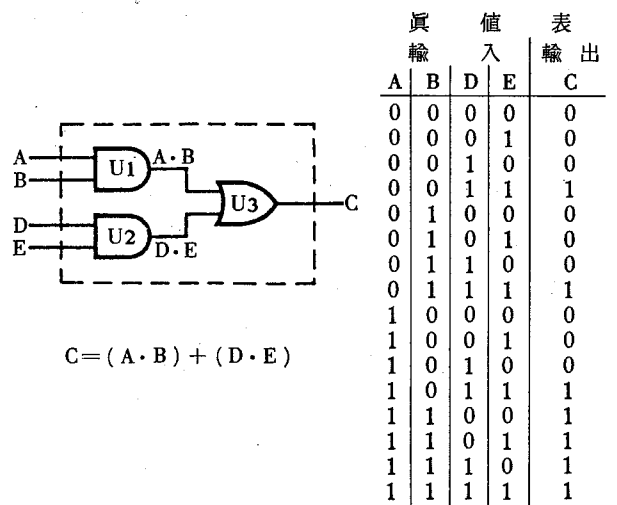


圖 5-4-12 四輸入AND/OR電路 [註12]

八、非及閘 (NAND 閘) 與非或閘 (NOR 閘)

(一) NAND 及 NOR 閘是數位電路中常被用到的邏輯閘。

(二) NAND 是 NOT AND 的縮寫, NOR 是 NOT OR 的縮寫, 是在 AND 及 OR 閘的輸出端加上反相器而成。

(三) NAND 閘之符號及其真值表如圖 5-4-13 所示。

(四) NOR 閘之符號及其真值表如圖 5-4-14 所示。

九、不相容或閘

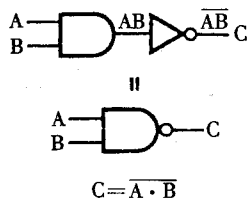
(一) 不相容或閘 (exclusive OR gate), 當輸入只有一個 hi (但不是兩個都 hi) 時, 不相容或閘的輸出才為 hi。它的函數與 OR 閘相似, 但其真值表最後一個狀態正好相反。

(二) 不相容或閘之符號及其真值表如圖 5-4-15 所示。

4-4-4 記憶元件

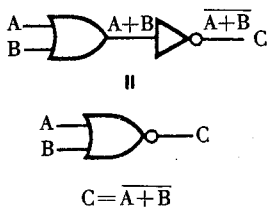
一、判斷元件與記憶元件之不同

(一) 雖然記憶元件可由 AND 及 OR 閘組成, 但它們所顯現的特性截然不同。



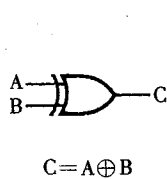
真 值 表		
輸 入		輸 出
A	B	C
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

圖 5-4-13 NAND 閘 [註13]



真 值 表		
輸 入		輸 出
A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

圖 5-4-14 NOR 閘 [註14]



真 值 表		
輸 入		輸 出
A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

圖 5-4-15 不相容 OR 閘 [註15]

(二) AND 及 OR 閘當有邏輯 1 或邏輯 0 的信號加到它們的輸入端時, 就能在它的輸出端產生變化。但它的輸出只決定於現在的輸入。

(三) 記憶元件的輸出不但決定於現在的輸入, 也決定於以前的輸入。

(四) 因判斷力與記憶力有非常密切的關係, 因此單從它們的基本特性上實在很難想像到它們能記憶以前的輸入歷史。

二、基本 OR 閘記憶元件

(一) 圖 5-4-16 所示為基本 OR 閘記憶元件符號。

(二) 假設輸出 Q 和輸入 A 最初都為邏輯 0, 所以輸入 B (由輸出 Q 反饋而來) 也是邏輯 0。

(三) 當輸入 A 的信號變成邏輯 1 時, 輸出也變成邏輯 1。

(四) 假使輸入 A 的信號再變成邏輯 0 時, 則因輸入 B 仍為邏輯 1, 所以輸出仍然保持邏輯 1。

(五) 因此 OR 閘把它所接收到的邏輯 1 位準記住。只有把接在 Q 和 B 間的線取走, 然後再加邏輯 0 到輸入 B, 才能消除這個事實。

三、RS 栓 (RS latch)

(一) 假使圖 5-4-16 中之記憶元件, 這一生只要記住一件事情 (邏輯 1), 而不必加以洗掉以便再記憶另一事實, 則此記憶元件已很合用。

(二) 但事實上, 一個記憶器即使不需要再記憶, 也應能夠洗掉或再置 (reset)。

(三) 記憶器通常用來把情報 (或資料) 儲存一段時間後, 再把它放出, 要完成這一類型的記憶器, 只要用兩個 NOR 閘就可以了, 此種電路稱為 RS 栓 (RS latch) 或 RS 正反器 (reset set flip-flop)。

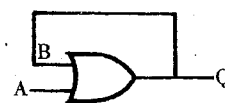


圖 5-4-16 基本記憶元件 [註16]

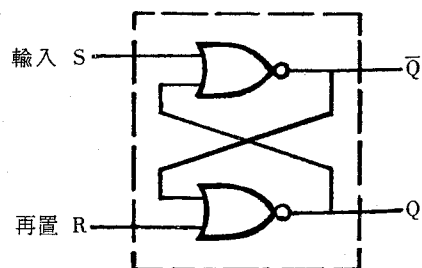


圖 5-4-17 基本 RS 栓 [註17]

(四)圖 5-4-17 所示為基本 RS 柅之電路圖。

RS 柅之輸出反接到輸入上，也就是說加到其輸入上的信號經此電路後，又回到其輸入線上，結果輸入信號有多重效應。此種由電路的輸出端再接到其自己輸入端的方法叫反饋 (feed back)。反饋的接法使邏輯電路具有記憶能力。

(五)RS 柅動作分析

1. 首先把 set 輸入端 S 置於邏輯 1 位準，而把 reset 輸入端 R 置於邏輯 0 (請記住 NOR 開的輸入只要有一個為 1，其輸出就為 0)。

2. 首先我們知道，上開 Q 的輸出成為 0 狀態，因為 Q 上的 0 邏輯接到下面的開上，這時，下開的兩個輸入都成 0，所以其輸出 Q 變成邏輯 1，而在 Q 上的邏輯 1 接到上開的輸入端，這時上開的兩個輸入都為 1，由於 NOR 開只要有一 hi 輸入，輸出就為 0，所以這時 S 端上的邏輯 1 就是變成 0，但 Q 上的輸出仍然不變。

3. 我們沿著原有的輸入端經由電路可畫出一個 8 的圖案。假使在 S 端上的邏輯 1 變成 0，這時再沿著 8 字走一遍，發現其他的邏輯情況並未改變。因此，S 輸入端用來使電路活動，稱為定置 (set)。

4. 如果 R 輸入端始終保持在邏輯 0 的狀態，則此開將被柅在固定的狀態下，不作任何的改變，因此此裝置也稱為柅子 (latch)。

5. 若把 R 端的邏輯 0 升為 1，電路就可以被重置 (reset)，由 R 端開始，沿著 8 字走一遍，發現 Q 變為邏輯 0 而 Q 變成邏輯 1。也就是說，此電路被重置，而其記憶被洗掉。

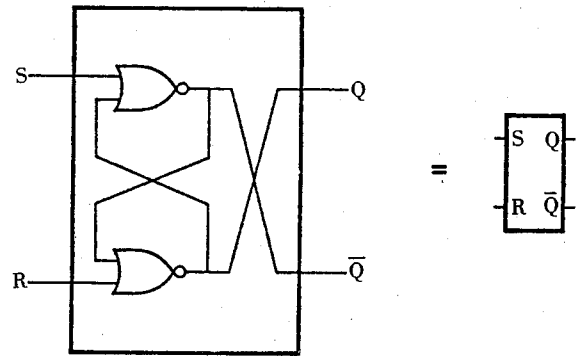
(六)RS 柅之特性，當定置輸入端加上邏輯 1 時，Q 的輸出就被柅在邏輯 1 的狀態下，即 $Q = 1$ ；相反的，當重置輸入端加上邏輯 1 時，Q 就變成 0，即 $Q = 0$ ，假使你交互的改變定置和重置的輸入狀態，則 Q 和 Q 也就在 1 和 0 的狀態下交互變化。

(七)標準的 RS 柅符號如圖 5-4-18 所示。

四、時序、預置和清除信號

(一)記憶元件的基本控制信號為時序 (clock)、預置 (preset) 和清除 (clear)。

(二)時序為一種特別重要的信號，如圖 5-4-19 所示之 RS 柅的輸入端再另加二個開，再加一個時序信號，使兩個開能同時受允許 (enable) 或



(a) R-S 柅功能之表示為一種簡單的記憶元件。 (b) 用在邏輯方塊圖中之標準 flip-flop 符號。

圖 5-4-18 標準的 R-S 柅符號 [註18]

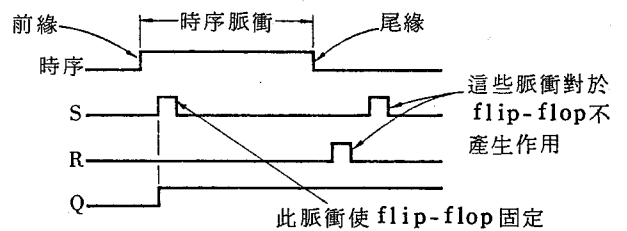
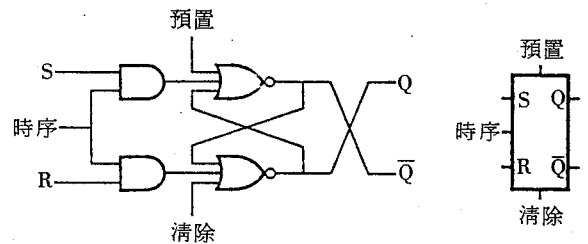


圖 5-4-19 加上時序的 RS 柅 [註19]

不准 (disable)。

1. 在時序為 low 時，不准這些開工作，使 R 和 S 無法令 RS 柅的狀態改變。

2. 在時序信號為邏輯 1 時，允許 R 或 S 上的邏輯加到 RS 柅，當時序信號為邏輯 0 時，再度使輸入開不受允許或不讓其他的信號進入 RS 柅。

3. 因此時序信號可以看成一門戶，除非此門戶打開，否則 R 和 S 的輸入無法使 RS 柅的狀態改變。

4. 時序信號的另一基本作用為同步 (synchronize)。在計算機中，儲存資料需要用到很多 RS 柅 (正反器)，上述的時序信號又可用來“允許”或“不准”資料進入各戶 RS 柅。這種情形如同神經系中的某一信號，使我們的雙眼同步的眨眼一樣。

(三) RS 柅未含有資料和時序的信號輸入時，

可以用預置或清除來定置或重置。換句話說，當時序信號為 low 時，預置和清除能夠使 RS 柙定置或重置。所以預置和清除的輸入可以使 RS 柙非同步的定置或重置。

五、ROM與RAM記憶器

(一)只能將資料讀出來的記憶器稱為唯讀記憶器(read only memory, 簡稱 ROM)。

(二)電腦製造廠在設計電腦時，要先設計好電腦的功能，這些功能包括有關操作的規定，各種的命令，或對某些電腦語言的翻譯、編輯與偵錯的能力等，這些功能便是設計在 ROM 裏面。

(三) ROM 是電腦專用的記憶器，必須另有記

憶器供使用人來存取資料，這種可任意寫入讀出的記憶器稱為隨意出入記憶器(random access memory, 簡稱 RAM)。

(四)ROM與RAM最大的不同是，ROM之記憶永久不會被破壞掉，因此電源開關關掉，ROM中所儲存的內容仍舊存在。但RAM就不同了，一旦電源關掉或用命令清除，都會將所儲存的內容給清除掉。因此使用者的資料或程式都是暫時存在RAM，不需要時清除，以便空出場所，留給其他部門使用。

六、其他的記憶元件如D正反器、JK正反器、T正反器等因篇幅限制從略。

返回目錄

第五節 資料與資料的傳遞

4-5-1 概述

一、資料定義

(一)資料(data)為任何用以決定、推理、計算或啓示某一種行爲的情報或實際的要素。

(二)資料的處理是根據資料的結構、計算方面的運用或其他判斷程序的使用而來，其方式可為手動或自動。

(三)資料的傳遞是把資料從資料源傳送到預定地，接收器以及傳遞的頻道都是完成資料傳遞的媒介。

(四)在數位電子中，把情報用 1 個或更多個 1 或 0 的 bit 來表示時，即為資料。因此數位資料的處理就是處理一些邏輯 1 和 0 的情報；而資料的傳遞就是把情報編成邏輯 1 和 0 的 bit。

二、位元組和字組

(一)電腦事實上只能依照信號的「有」與「無」，即邏輯「1」與「0」的動作。將許多的「1」與「0」排列組合起來，就形成一個資料，其中每一個「0」或「1」便稱為位元(bit)。

(二)為了在數位系統中處理資料，也為了在兩個系統間傳遞資料，常需要把字母、符號或其他資料組成的數目由很多 bit 組成為一群，當為一個單位長度來處理。這一群 bit 一般被稱為位元組(byte)或稱為字組(word)。位元組有時也稱為字元(characters)。

(三)這些位元組的長度因系統之不同而不一樣

，一般使用的有 8, 16, 32 及 64 bit，其中以 8 bit 者使用最廣。

(四)圖 5-4-20 所示為一個 16 bits 的 word，包括兩個 bytes 之格式。

1. 在每一組 byte 中，權值最小的一端叫最小權值位元(least significant bit, 簡稱 LSB)，另一端為最大權值位元(most significant bit, 簡稱 MSB)。

2. 假如此位元組代表一個數目，則圖 5-4-20 中右邊的 bit 代表 10 進位的 1 (2^0)，次一個代表 2 (2^1)，再次代表 4 (2^2)，接下去的為 8 (2^3)，16 (2^4)，32 (2^5)，64 (2^6)，直到第 8 個 bit，而此第 8 個 bit 代表 128 (2^7)。

3. LSB 和 MSB 的區別方式，同樣適用於代表某些字母的 bytes 和 words，儘管它們的 bit 並不表示某些權值。當這些 bytes 或 words 在一條線中做串聯傳遞，或一個 8 線或 16 線的電路作並聯傳遞時，LSB 和 MSB 就可表明一個 word 或一個 byte 中各 bit 的方向。

4-5-2 指令、位址和其他資料

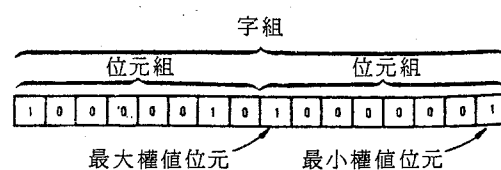


圖 5-4-20 一個字組的構成〔註20〕

一、概述

除了數目、文字和有關的符號外，資料的內容 (words) 還必須包含其他的情報，當然由於各系統特性的不同，所需要的資料內容也不相同。我們通常把這些情報歸納為三種：即指令 (instruction)、位址 (address) 和指令及位址都有關連的字母、數目和資料。

二、指令

指示其所跟隨的資料該做些什麼工作 (指令可能命令資料作加算、貯存在記憶器中、用電傳打字機印刷出來等等)。

三、位址

指出資料安放在記憶裝備中的位置。

四、和指令及位址有關的字母、數目或資料

(一)任何已知的 word 中最高權值的 byte 可能含有一個指令或位址，餘下的 byte 可能就是資料。

(二)當一個 word 用這種方式區分時，我們就把這個 word 分為指令欄 (instruction field)、位址欄 (address field) 或資料欄 (data field) 等幾部分。一個 word 可根據系統特性任意區分。

五、一個單純或只有一個目的之系統，可能只是重覆的執行某種相同的工作，然後把結果儲存在同一地方，這種系統通常不必用到指令和位址。

4-5-3 資料的界面

一、概述

(一)當資料在任何兩個裝置之間傳送 [例如從電傳打字機到電腦，或電腦到磁盤儲存器；汽車上從感知器到中央處理單元 (central process

unit，簡稱 CPU)，或從 CPU 到動作器]，應該以易於接收裝置所編碼或採用的方式行之。

(二)例如一部大型電腦使用長達 64 bit 的 word 來處理資料，這時就無法與一個只能傳遞或接收 8 bit word 的週邊裝置配合使用，必須利用界面 (interface) 來轉換。

(三)又如，一週邊設備輸出串聯的資料到電腦，假設該電腦只用並聯的方式接收資料，這時也必須利用界面把串聯資料先改成並聯資料，才能送入電腦。

二、資料界面的功能

(一)當一部大型電腦輸出資料的速度高於週邊設備的處理速度時，資料除必須被轉換外，同時也必須有一界面電路供電腦資料作暫時性的儲存，稱為緩衝儲存 (buffer storage)。

(二)界面電路除了改變 word 之長度和資料速度的快慢外，也用來把資料從某一種碼制改變成另一種碼制。

三、同位核對和錯誤校正

(一)在資料貯存和傳遞網路中，如何去辨認資料的錯誤是一個很平常的問題。

(二)例如，在某系統中使用紙帶記錄器貯存一串的 2 進數 word，則當一單獨的 word 在紙帶記錄器的傳遞過程中發生錯誤時，應給我們一個指示。

(三)例如，某個特別 word 中的一個 bit 發生錯誤，誤將 1 讀成 0，也必須要有一核對和檢出錯誤 bit 的方法，此種功能即為同位核對 (parity checking) 和錯誤校正 (error correction)。

【習題】

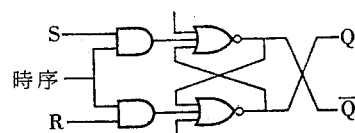
一、選擇題：

- 中央處理單元英文簡寫成①CCU②RAM③ROM④CPU。
- 1011011 共有多少個 bit ①7 個②4 個③2 個④1 個。
- 數位計算機內部之計算法為①10 進位②8 進位③2 進位④16 進位。
- 10 進位之 73 等於①8 進位之 9②2 進位之 100100100③16 進位之 48④8 進位之 111。

5. 9B3C 為①10 進位②8 進位③2 進位④16 進位。

6.  為①AND②OR③NOR④NAND 閘。

7. 如圖示，當 clock 為 1 時， \bar{Q} 為 1，Q 為 ϕ ；當 clock 變為 ϕ ，S 為 1，則① $\bar{Q} = \phi$ ②Q = 1③ $\bar{Q} = 1$ ④Q = $\bar{Q} = 1$ 。



8. 目前電腦中以一個 byte 爲① 2 個 bit ② 7 個 bit ③ 8 個 bit ④ 6 個 bit 用得最廣。
9. a、b、c 等於 ϕ 或 1，則 acccccb ① a 爲 MSB ② b 爲 MSB ③ C 爲 MSB ④ a 爲 LSB。

二、填充題：

- 將數字轉變成物理量以計算之計算機爲_____式之計算機；將數字轉換成符號以計算之計算機爲_____式之計算機。
- 數位計算機之最大優點爲_____及_____。
- 數位計算機之構成系統分爲_____、_____、_____、_____四大部分。
- 數位計算機之文字（符號）全用脈衝或有或無之狀態演算與_____進制計算法相同，而用_____來完成計算順序。
- 二進位法中之數字均由_____或_____組成。
- 電腦所使用之數字系統最常用者有_____進位，_____進位，_____進位。
- 10進位之 141 等於 2 進位之_____，等於 8 進位之_____，等於 16 進位之_____。
- FFFF 本身爲_____進位數，轉換成 10 進位數後等於_____，轉換成 2 進位數後等於_____，共有_____個 bit，_____個 byte。
- _____是數位電子設備之理論基礎。
- 判斷元件有_____、_____、_____

三種。

- 1 OR ϕ 爲_____，1 AND ϕ 爲_____，1 NOT ϕ 爲_____，1 NAND ϕ 爲_____，1 NOR ϕ 爲_____。
- 輸出只決定於現在的輸入爲_____元件，輸出不只決定於現在的輸入，也決定於以前的輸入者爲_____元件。
- OR 元件符號爲_____，AND 元件符號爲_____，NOT 元件符號爲_____，NAND 元件符號爲_____，NOR 元件符號爲_____。
- 記憶元件的基本控制信號爲_____、_____、_____三種。
- ROM 爲_____，RAM 爲_____，程式設計者所寫的資料是存在_____中。

三、問答題：

- 試敘述類比式與數位式計算機之不同處。
- 數位系統的種類有那些？
- 試說明數位邏輯之意義。
- 試說明判斷元件之意義。
- 數位邏輯中有那三種基本的判斷元件，其作用情形爲何？
- 試說明 RS 栓之作用原理。
- 何謂時序、預置和清除信號？
- ROM 與 RAM 有何不同？
- 試說明資料之定義。
- 試說明資料界面之功能。
- bit 與 byte 有何不同？

【資料來源註釋】

- 〔註1〕 鐵道日本社カーテクノロジー No2 第32圖
- 〔註2〕 寺田繁著 自動車の電子裝置 Fig2-5-2
- 〔註3〕 同〔註1〕
- 〔註4〕 同〔註2〕 Fig2-5-3
- 〔註5〕 施純協編譯 實用數位電子學 圖 2-1
- 〔註6〕 同〔註5〕 圖 2-2
- 〔註7〕 同〔註5〕 圖 2-3
- 〔註8〕 同〔註5〕 圖 2-4
- 〔註9〕 同〔註5〕 圖 2-5
- 〔註10〕 同〔註5〕 圖 2-6

- 〔註11〕 同〔註5〕 圖 2-7
- 〔註12〕 同〔註5〕 圖 2-8
- 〔註13〕 同〔註5〕 圖 2-9
- 〔註14〕 同〔註5〕 圖 2-10
- 〔註15〕 同〔註5〕 圖 2-13
- 〔註16〕 同〔註5〕 圖 3-1
- 〔註17〕 同〔註5〕 圖 3-2
- 〔註18〕 同〔註5〕 圖 3-3
- 〔註19〕 同〔註5〕 圖 3-6
- 〔註20〕 同〔註5〕 圖 4-3

第五章 電 瓶

第一節 電瓶概述

(一)汽車電瓶並不是真正儲存電能，而是將電能轉變成化學能貯存起來，當電瓶連接外部電路時，化學能才變成電能，從電瓶之正極樁頭流出經電線到負荷，再經電線流回負極樁頭完成迴路放電。

當引擎運轉時，使用一部分動力驅動發電機以產生電能，再充入電瓶，把電能變成化學能貯存。現代汽車一般均使用12V之電瓶，大型柴油車則常用兩個12V電瓶串聯而成24V系統。

(二)汽車電瓶的功用

1.起動引擎時，供給起動馬達及點火系所需電流。

2.當汽車上電器的用電量超過發電機的發電量時，補充不足的電流。

3.當發電機所產生的電壓低於電瓶電壓時，供給汽車電器所需之電流。

4.發電機的發電量大於全車電器用電時，多餘的電儲存在到電瓶。

(三)汽車在正常運轉時，汽車之全部電器用電均由發電機供給。在起動引擎後，因電瓶耗去大量電能，因此有較大之電流充回電瓶；隨著電瓶充電程度之增加而逐漸減少充電電流。

第二節 電瓶原理

5-2-1 電化學作用

(一)將兩種不同之金屬板放入電解液中，因化學作用產生電離子；聚集電子之板產生較高之負電位，為負極板；有電子失去之板產生正電位，為正極板，在兩塊板間產生電動勢。若有導線及負荷連接在兩塊板之間，則有電流通過，如圖5-5-1所示。

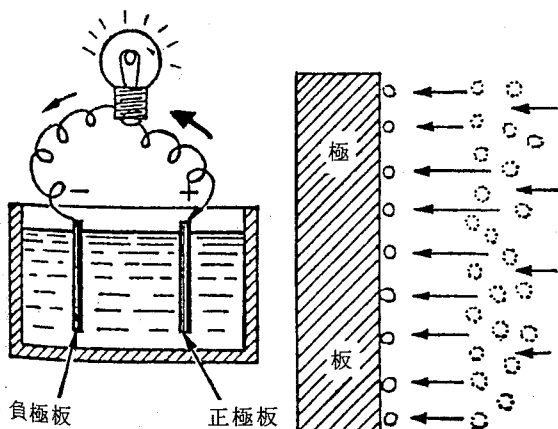


圖 5-5-1 電瓶原理〔註1〕

(二)有些電池將電線及負荷連接，電流流出後，其中電解液或一片金屬會逐漸損壞，放電完後必須丟棄者稱為一次電池(primary battery)，如一般使用之乾電池均為一次電池。

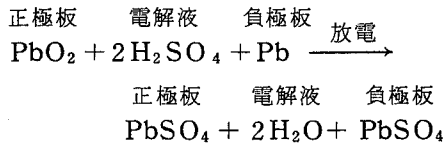
(三)有些電池當電流向外流出時，其極板及電解液之原子構造逐漸改變，稱為放電。放電後之電池若再以外部電流流入，會使極板及電解液又恢復原來之結構，又能再供應電流。以外部電流充入之作用稱為充電，這種能反覆充電、放電之電池稱為二次電池(secondary battery)或蓄電池(storage battery)。

5-2-2 汽車電瓶充放電之電化作用

(一)充分充滿電後，汽車電瓶之負極板為海綿狀鉛(Pb)，正極板為過氧化鉛(PbO₂)，電解液為稀硫酸(H₂SO₄+H₂O)。

(二)當放電時，正極板PbO₂中之Pb與電解液中的硫酸根(SO₄²⁻)結合成硫酸鉛(PbSO₄)；氧離子與電解液中的氫離子結合成水(H₂O)；負極板中之海綿狀鉛(Pb)亦與電解液中的硫酸

離子結合成硫酸鉛 (PbSO₄)。放電的結果，正負極板都變成相同結構之硫酸鉛，而電解液中之硫酸成分減少，水的成分增加，如圖 5-5-2 所示，其放電化學反應式如下：



(二)當充電時，原來正極板中之硫酸鉛分解成 Pb²⁺ 及 SO₄²⁻ 離子，電解液中之水亦分解成氫離子及氧離子，從極板分解而來的 SO₄²⁻ 與電解液中之氫離子 (H⁺) 結合成硫酸 (H₂SO₄)；電解液中之氧離子 (O²⁻) 與正極板之鉛結合成 PbO₂；負極板又恢復原來的海綿狀鉛，如圖 5-5-3 所示，其充電化學反應式如下：

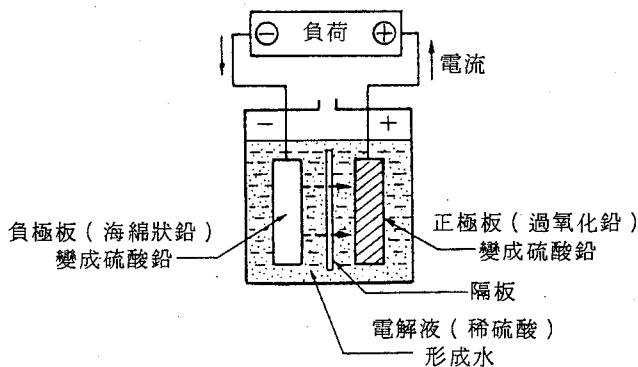
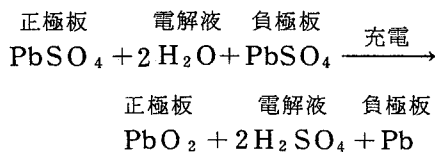


圖 5-5-2 電瓶放電過程之化學變化 [註 2]

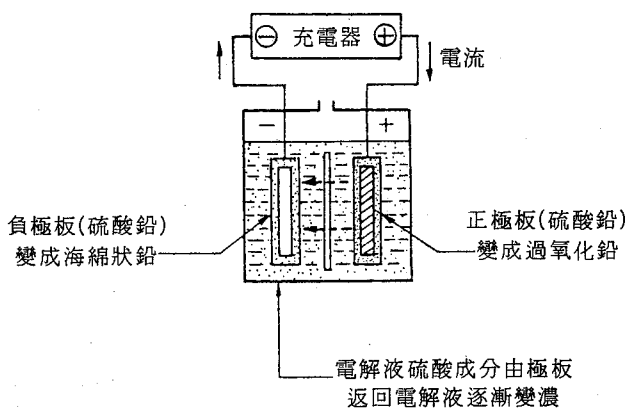


圖 5-5-3 電瓶充電過程之化學變化 [註 3]

5-2-3 電解液充放電後比重之變化

(一)當電瓶放電後，電解液中之硫酸分子減少，水分子增加，故比重降低；充電後，因硫酸分子增加，水分子減少，故比重增加。

(二)測定電瓶電解液之比重可測知電瓶充電或放電之程度，圖 5-5-4 所示為電瓶放電量與比重變化之關係。

(三)寒帶地方使用之電瓶，因氣溫低，電化作用較差，通常使用充滿電後比重 1.280 或更高之電解液。台灣屬亞熱帶地區，電化作用較佳，一般使用充滿電後比重 1.260 之電解液。

(四)因電解液之比重與溫度有關，溫度高時電解液膨脹，比重減少，因此測量比重時應同時測量溫度，並做溫度修正，以得到正確之比重讀數。一般電瓶中電解液之比重是以 20°C (或 80°F) 時為標準，比標準溫度每上升 1°C (或 1°F)，比重降低 0.0007 (或 0.0004)；反之，比標準溫度每下降 1°C (或 1°F)，比重就增加 0.0007 (或 0.0004)，因此測量所得之比重，當溫度高於標準溫度時應加回去，低於標準時應減去相差之比重，其公式如下：

公制 $S_{20} = S_T + 0.0007 (T - 20)$

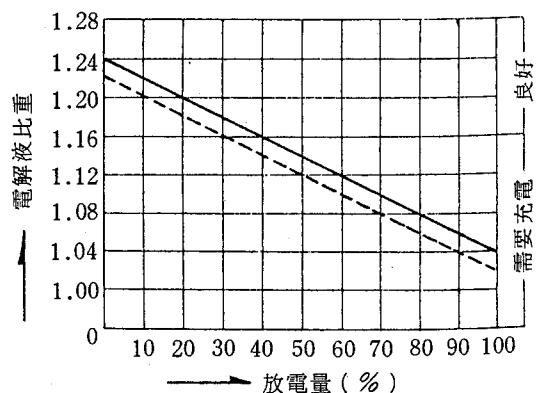
英制 $S_{80} = S_T + 0.0004 (T - 80)$

S₂₀ 或 S₈₀ 為換算成標準溫度時之比重

S_T 為在 T°C (或 T°F) 時量得之比重

T 為測量時電解液之溫度 T°C (或 T°F)

(五)測量電瓶比重時使用比重計，應直接在電瓶中吸取電解液，勿抽出，以免電解液濺出，腐



—— 完全充電時比重為 1.280 (20°C) 的電瓶
 - - - 完全充電時比重為 1.260 (20°C) 的電瓶

圖 5-5-4 電解液比重和放電量的關係 [註 4]

蝕機件或衣物，如圖 5-5-5 所示。

(六)由電解液比重之變化可以計算出電瓶之放電量，台灣一般汽車電瓶充滿電時比重為 1.260

$$\begin{aligned} \text{放電量 (AH)} &= \text{標準電容量 (AH)} \times \frac{\text{完全充電時比重} - \text{測量時比重 (20°C)}}{\text{完全充電時比重} - \text{完全放電時比重}} \\ &= \text{標準電容量 (AH)} \times \frac{1.260 - \text{測量時比重 (20°C)}}{0.2} \end{aligned}$$

例：容量為 75 AH 之電瓶，在 40°C 時測量之比重為 1.130，則放電量為若干？

$$\begin{aligned} 20^\circ\text{C 之比重} &= 1.130 + 0.0007 (40 - 20) \\ &= 1.144 \end{aligned}$$

$$\text{放電量} = 75 \times \frac{1.260 - 1.144}{0.2} = 43.5 \text{ AH}$$

(七)電解液比重與結冰溫度之關係

電解液的結冰溫度，依電解液中硫酸的比例，也就是比重而變化，亦即與放電量程度有關。

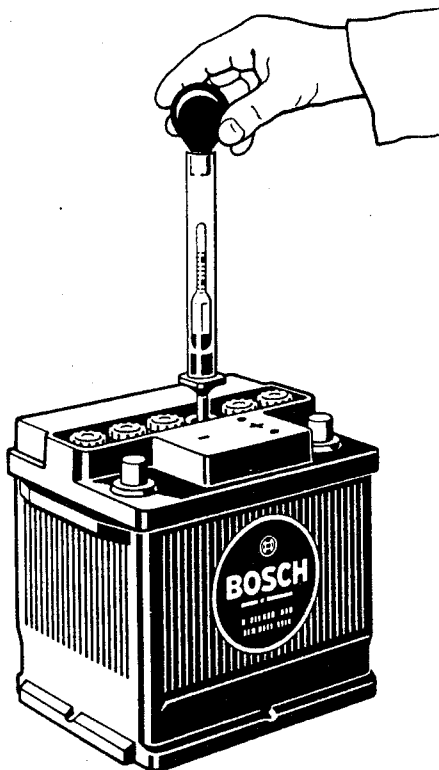


圖 5-5-5 測量電瓶電解液比重

(20°C)，完全放電後比重為 1.060 (20°C)，下列公式可以計算電瓶之放電量：

圖 5-5-6 為電瓶電解液的結冰溫度及電瓶殘存容量之關係。

(八)電瓶之電動勢與比重之關係

汽車電瓶兩樁頭間之電動勢（即電流未通時電瓶兩樁頭之開路電壓）與電解液之比重及溫度有關，與電瓶電容量無關。充滿電時電解液比重 1.260，每一分電池之電動勢與比重之關係如下：

$$\text{電動勢 (V)} = \text{電解液比重} + 0.84 (\text{液溫 } 20^\circ\text{C})$$

故完全充滿電之電瓶每一分電池之電動勢為 $1.260 + 0.84 = 2.1 \text{ V}$ ，通常溫度上升時，電動勢增大，每上升 1°C 約上升 $0.0002 \sim 0.0003 \text{ V}$ ，因其值甚小，普通可以不必考慮。

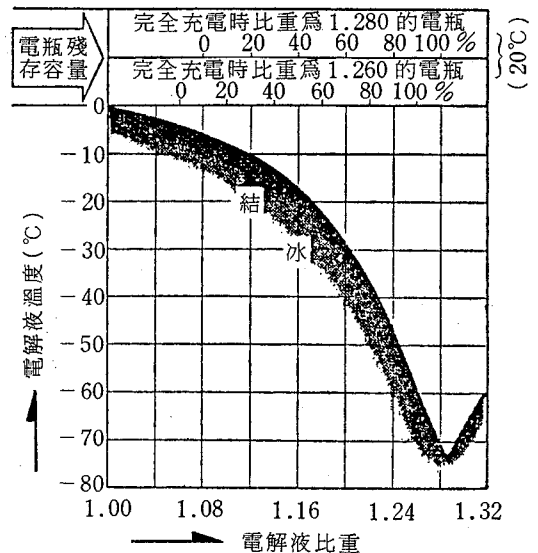


圖 5-5-6 電瓶殘存容量與比重及結冰溫度之關係

[註 5]

第三節 電瓶構造

電瓶之構造如圖 5-5-7 所示，由外殼、蓋、正極板、負極板、隔板、電解液等組成。

5-3-1 電瓶外殼

(一)電瓶外殼使用硬橡膠或塑膠用模製成，一般均用黑色，目前亦有使用透明塑膠製成，可以看見電瓶內部情形。

(二)電瓶殼內部分成許多小室，互不相通，室底有四根凸條，用以擱置極板，凸條間之空室稱為沈澱室，以儲放剝落之活性物質，6 V 電瓶有三室，12V 電瓶則有六室，如圖 5-5-8 所示。

(三)電瓶殼需具有良好的強度，能耐酷熱與嚴寒，不變形、龜裂或軟化，且需不吸收酸或水，不為硫酸所侵蝕。

5-3-2 電瓶極板

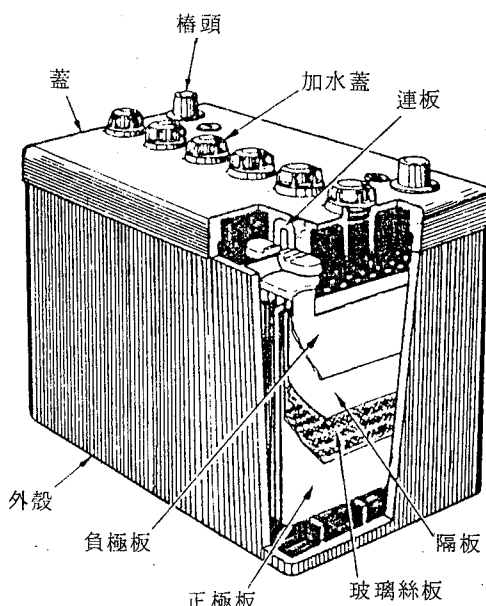


圖 5-5-7 電瓶的構造 [註 6]

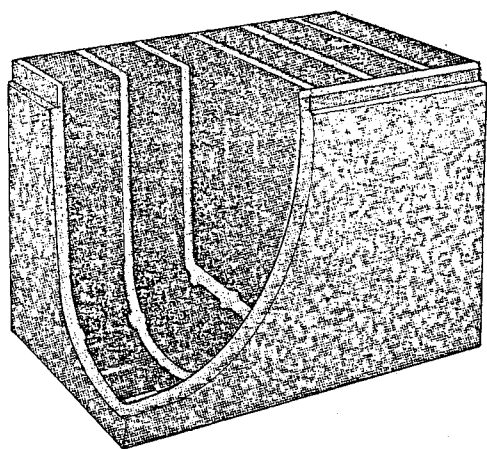


圖 5-5-8 電瓶外殼 [註 7]

一、格子板

極板之骨架稱為格子板，如圖 5-5-9 所示，其主要成分為鉛 (Pb) 加入 5~12% 之銻 (Sb) 製成。格子板之功能如下：

(一)做為極板之骨架。

(二)充電時能將電流很均勻的分配到整塊極板。

(三)放電時能將整個極板之電流很快傳出。

二、正極板

將紅鉛粉 [俗名紅丹 (Pb_3O_4)] 用稀硫酸調成糊狀，加入硫酸銨 [$(NH_4)_2SO_4$] 作為膠合劑，塗在格子板上，乾燥後即變成硫酸鉛，稱為生正極板。

三、負極板

將黃鉛粉 [俗名密陀僧 (PbO)] 以稀硫酸調成糊狀，加入硫酸鋇 ($BaSO_4$) 或硫酸鎂 ($MgSO_4$) 為膨脹劑，塗在格子板上，乾燥後亦成為硫酸鉛之生負極板。

四、極化處理

將生正極板與負極板互相交插且保持相當間隔，放入比重 1.100~1.200 之稀硫酸中，正極板接有直流電之正 (+) 極，負極板接直流電之負 (-) 極，通電後，正極板漸轉變成咖啡色極微粒結晶狀的過氧化鉛 (PbO_2)，負極板變成海綿狀之純鉛 (Pb)，稱為極化處理。經處理過之極板均為多孔狀，能使電解液自由通過。

五、隔板

(一)在正極板與負極板間使用一片多孔質之絕緣板來分隔稱為隔板 (separator)，其材質有木材、微孔硬橡皮、合成樹脂、玻璃強化纖維板、玻璃絲板……等，目前以使用微孔硬橡皮及玻

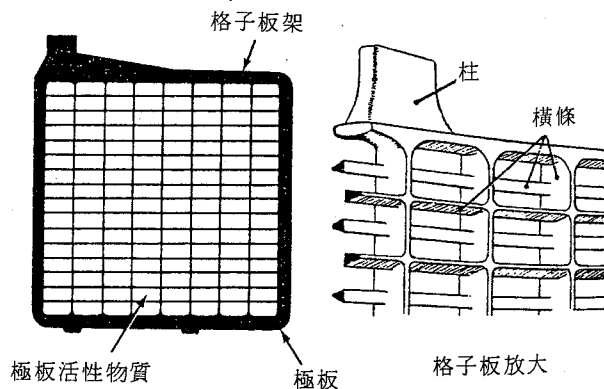


圖 5-5-9 電瓶格子板構造 [註 8]

璃強化纖維板等較多。

(-) 隔板一面平滑，須向負極板；另一面有槽溝，槽溝需豎放向正極板，使脫落的活性物質能夠掉入沈澱室中，如圖 5-5-10 所示。

六、極板組

(-) 將多塊正極板及負極板分別以連板聯成一體，正負極板間插入隔板，即形成極板組，如圖 5-5-11 所示，每一分電池中放置一組極板組。

(-) 極板組中負極板比正極板多一塊，即正極板之兩面都要有負極板，因正極板充放電時之膨

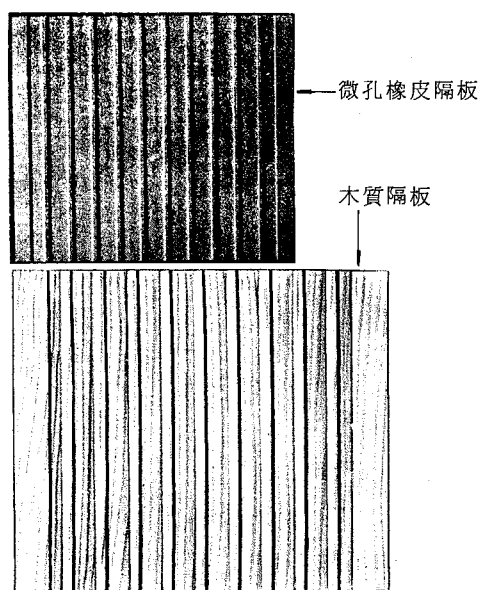


圖 5-5-10 隔板一面有槽溝一面平滑

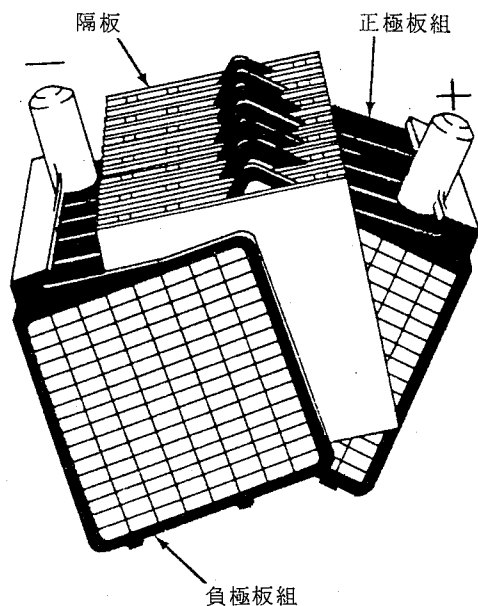


圖 5-5-11 極板組構造 [註 9]

脹率大，若僅有一面作用容易彎曲損壞，負極板則不會，故極板組中之極板數均為單數。

5-3-3 電瓶頭

一、樁頭

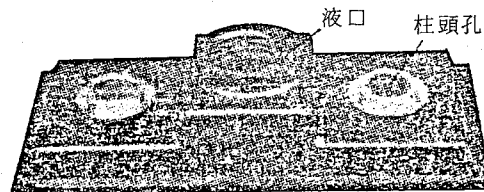
電瓶頭上有兩個樁頭 (terminal) 露出，係將各分電池之極板組串聯後向外輸出入之通道。

(-) 正極樁頭較大 (直徑為 $\frac{3}{8}$ ")，上面刻有 (+) 或 POS (P) 記號，塗紅色漆，長時間使用後呈黑色，用電水或鹽水通電試驗，冒出之氣泡較少 (氧氣)。

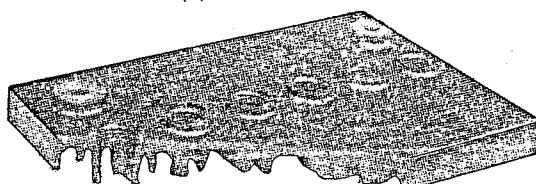
(-) 負極樁頭較小 (直徑為 $\frac{5}{8}$ ")，上面刻有 (-) 或 NEG (N) 記號，塗藍色漆，長時間使用仍保持灰色，用電水或鹽水通電試驗，冒出氣泡較多 (氫氣)。

二、蓋板

(-) 電瓶的蓋板用硬橡膠或塑膠製成，嵌入外殼後以封口膠完全密封，使電解液不能流到外部或鄰近的分電池。現代汽車用電瓶常用整塊式之蓋板將六個分電池一齊罩住，如圖 5-5-12 所示。



(a) 分離式電瓶蓋板



(b) 整塊式電瓶蓋板

圖 5-5-12 電瓶蓋板 [註 10]

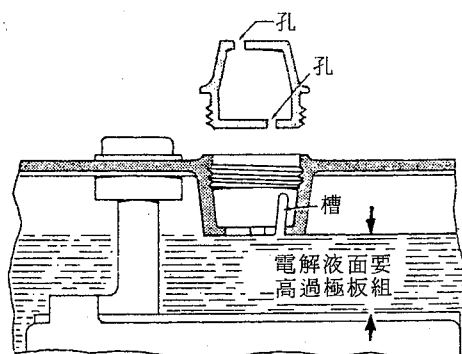


圖 5-5-13 電瓶加水通氣塞構造

(一)每一分電池之中央均有一加水通氣塞，使用螺牙旋裝在蓋板上。上有通氣孔，其構造如圖 5-5-13 所示，其功用如下：

1. 供添加蒸餾水或添加檢驗電解液用。

2. 在充電時，使產生之氫氣及氧氣能逸出，以防聚積過多氣體而易發生爆炸或損壞電瓶。

5-3-4 電解液

(一)電瓶中之電解液俗稱電水 (electrolyte)，係以蒸餾水或精製水與硫酸配合而成之稀硫酸，一般比重為 1.260 或 1.280。

(二)電解液必須經常高出極板 10~12 mm ($\frac{3}{8}$ ~ $\frac{1}{2}$ ")，一般加至加水通氣蓋子之下緣為止，如圖 5-5-13 所示。

(三)配製電解液必須穿着防護器具，將硫酸慢慢倒入水中，且均勻攪拌 (註：絕不可將水倒入硫酸中，否則硫酸會飛濺而傷害人、物)，如圖

5-5-14 所示。

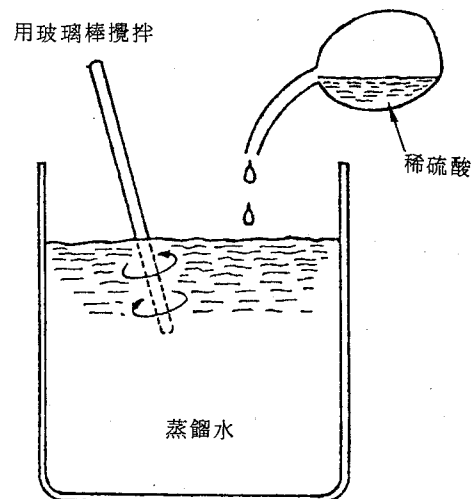


圖 5-5-14 電水配製 [註11]

返回目錄

第四節 電瓶電容量

5-4-1 概述

比較電瓶之大小，除電壓大小外，就是它能供應電量之多寡。電瓶電壓之大小與其串聯之分電池數有關，與能供應電量之多少是無關的。但同樣大小之電瓶隨放電電流之大小所能維持的時間是不同的，因此必須有一定的比較標準，現在一般採用國際電瓶審議會 BCI (Battery Council International) 或美國汽車工程師協會 SAE (Society of Automotive Engineers) 之標準來核定電瓶的電容量。

5-4-2 安培小時電容量

(一)安培小時電容量 (ampere-hour rating) 為數十年來汽車界用來核定電瓶電容量的標準，又稱為 20 小時放電率電容量。

(二)係以穩定電流在溫度 80°F (26.7°C) 下 [德、日電瓶於 20°C (68°F)] 放電 20 小時，終止時每一分電池之電壓維持在 1.75 V 時之放電量。例如 12V 電瓶放電後之兩樁頭間端電壓為 10.5 V。

$$\text{安培小時電容量 (AH)} = \text{放電電流 (A)} \times \text{放電時間 (H)}$$

如以 3 A 放電 20 小時，則其電容量為 60 AH。

5-4-3 瓦特電容量

(一)電瓶電容量以瓦特 (Watt) 單位之表示法稱為瓦特電容量 (Watts rating)，此係代表電瓶的搖轉能力，以在 0°F (-17.8°C) 時搖轉馬達之電流量與電瓶電壓乘積來表示。

(二)一般 12V 汽車電瓶之瓦特電容量為 2,000 至 4,000 瓦特。

5-4-4 冷起動電容量

(一)冷起動電容量 (cold-cranking rating) 表示電瓶在低溫下搖轉引擎之能力。

(二)冷起動電容量係在 0°F (-17.8°C) 以穩定電流放電 30 秒後，各分電池之電壓保持 1.2 V 時 (12V 電瓶端電壓 7.2 V) 之電流大小表示，如 250, 305, 315, 380……等。

5-4-5 儲存電容量

(一)儲存電容量 (reserve capacity rating)，係表示電瓶可儲存電能之多少。係用以表示電瓶在充電系損壞後能繼續供應車輛用電之時間。

(二)儲存電容量係以 25 安培連續放電至每個分

電池之電壓降為1.75 V (12 V 電瓶端電壓為10.5 V) 時之分鐘數表示, 如 68, 81, 105……等。

5-4-6 放電率大小與電瓶電容量之關係

(一)因電瓶係以化學能儲存, 當放電時極板與電解液起作用將化學能轉變為電能, 必須一段時間。

(二)以小電流放電時, 電化作用可進行到極板內部, 因此可以放電之時間延長, 如一個50 AH 之電瓶以 1 A 放電, 可以放出60小時以上。

(三)以大電流放電時, 因只有極板表面能進行作用, 故放電時間大為縮短, 如一個50 AH 之電瓶, 以50A 放電不到半小時, 電壓就降得很低, 無法持續放電。

(四)同一電瓶以不同之放電率放電, 其電容量發生改變, 如圖 5-5-15 所示。

5-4-7 溫度與電容量之關係

(一)溫度低時, 因化學作用進行緩慢, 故電瓶電容量大為降低, 圖5-5-16所示為電容量與電解

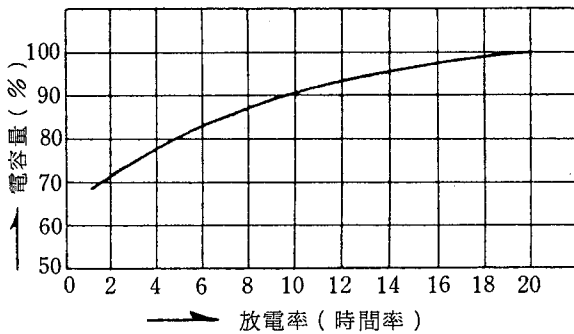


圖 5-5-15 電容量和放電率的關係

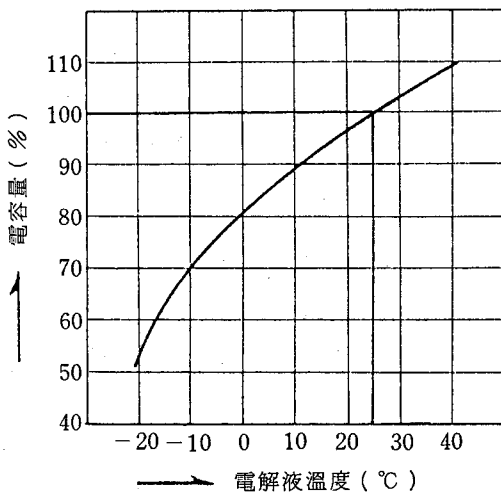


圖 5-5-16 電解液溫度對電容量的關係

液溫度之關係。

(二)溫度低時, 引擎之機油變稠, 黏度增大, 增加搖轉馬達之負荷。根據實驗結果, 若以25°C 時之負荷為 100 %, 在 0 °C 時為 165 %, -18 °C 時為 250 %, -30 °C 時為 350%。因此在嚴寒地區起動引擎時應將機油加熱, 以減少電瓶負荷。

5-4-8 自放電

一、充滿電的電瓶放置一段時間後, 裏面的存電自然消耗之現象稱為自放電 (self discharge) 。

二、自放電的原因

產生自放電的原因很多, 歸納如下:

(一)負極板上的活性物質海綿狀鉛與電解液產生化學作用而變成硫酸鉛:

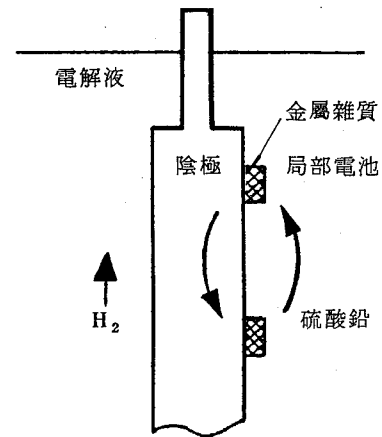
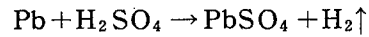


圖 5-5-17 極板上附着雜質形成局部電流而放電

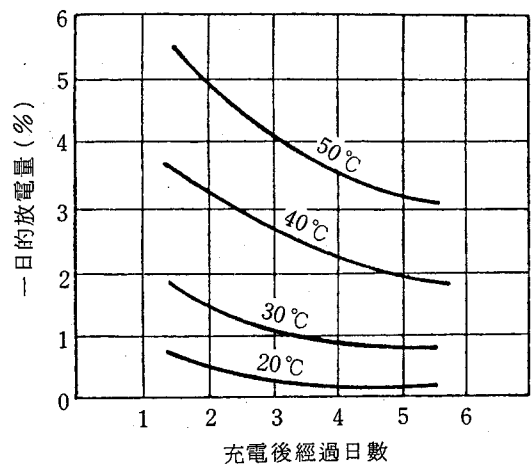


圖 5-5-18 自放電與溫度關係 [註12]

(一) 電瓶的極板上附着有其他金屬雜質，以金屬雜質與極板構成一局部電池而產生自放電現象，如圖 5-5-17 所示。

(二) 電瓶表面有電解液附着而造成漏電。

(三) 脫落的活性物質堆滿沈澱室後形成短路而放電。

三、自放電的大小與下列兩因素有關

(一) 溫度愈高時自放電量愈多，如圖 5-5-18 所示。

(二) 電解液之比重愈高時自放電量也愈多，如圖 5-5-19 所示。

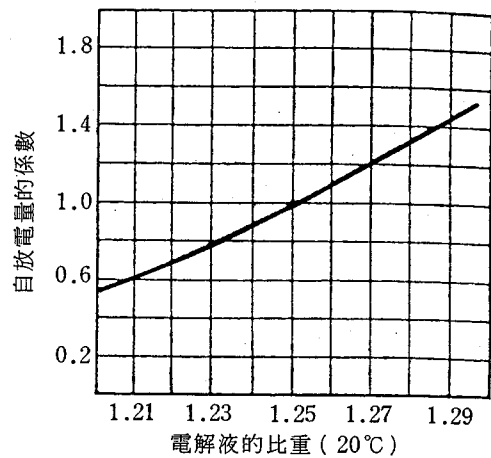


圖 5-5-19 自放電與電解液比重關係

第五節 電瓶充電

5-5-1 概述

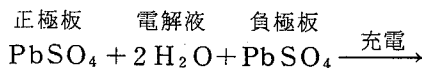
(一) 電瓶相當於一蓄水池，只能儲存電之化學能而不能製造電，因此電瓶使用後必須加以補充失去的能量。電瓶放電後若經過長時間不充電，則極板的活性物質因硫化會失去活性，無法再充電而損壞。

(二) 汽車上之電瓶在引擎運轉時隨時均在充電，因此祇要充電系統正常，電瓶是不需要再拆到車外充電的。

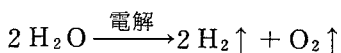
5-5-2 充電效率

(一) 當一個電瓶在充電時，充電之電流並不是 100% 都能充到電瓶內的。充電電流有下列三種作用：

1. 在充電作用中由極板所吸收，使硫酸鉛變成過氧化鉛〔(PbO₂)正極板〕，及純鉛〔(Pb)負極板〕。



2. 將一部分水電解成氫氣及氧氣。



3. 因電瓶之內電阻而生熱消耗，故電瓶充電後會發燙。

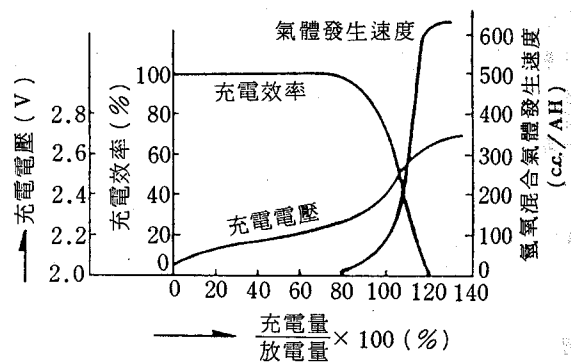


圖 5-5-20 氣泡發生狀況和充電效率

$$Q = 0.24 I^2 r t$$

Q：發熱量

I：充電電流

r：內電阻

t：時間

(二) 圖 5-5-20 所示為每格分電池充電電壓、充電效率、充電量與放電量比例及氣體發生速度之關係。

5-5-3 充電前之準備工作

一個未使用之新電瓶，或汽車上充電系統故障充電不足之電瓶，或做其他使用後之電瓶，在充電前應檢查下列各項：

(一) 電瓶表面必須清潔乾淨。

(二) 樁頭上無白色硫化物附着。

(三) 電解液之液面必須符合規定高度，不足時應補充，但切勿超過上限。

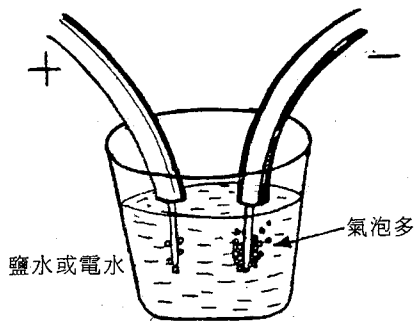


圖 5-5-21 使用電解法辨認正負極

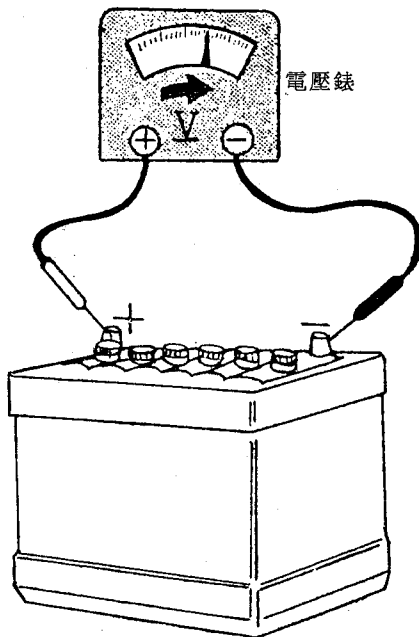
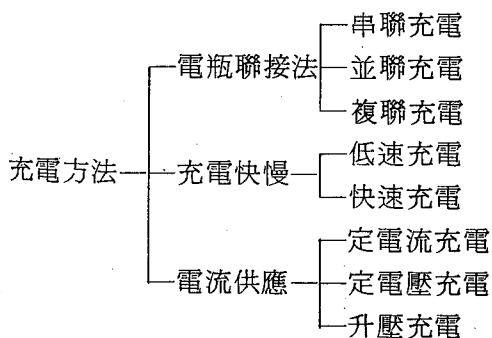


圖 5-5-22 使用電壓錶辨認正負極

(四) 辨明正負極樁頭，將正極接到充電機之正極，負極接到充電機之負極。使用電解辨別法如圖5-5-21所示；使用電壓錶辨別法如圖5-5-22所示。

5-5-4 充電方法

電池充電時依電池連接方法、充電快慢、電流供應等而分下列幾種：



一、串聯充電法

充電機為高電壓型時，一般採用串聯充電法，將欲充電之電池正負極串聯，如圖5-5-23所示。每個電池充電電流均相等，充電機所指示電壓為各電池電壓之和。充電電流以最小之電池為依據。

二、並聯充電法

充電機為大電流型時應使用並聯充電法。將欲充電之電池並聯連接，如圖5-5-24所示，並聯充電法只能用在相同電壓之電池，充電電流會因各電池之內電阻不同而異，全部電流為各分電流之和。

三、複聯充電法

(一) 有不同電壓之電池一起充電時，可以使用複聯充電法，例如將二個 6 V 電池串聯後再與 12 V 電池並聯。

(二) 相同電壓不同電容量之電池，為使小電容量之電池不受到過大電流，也可以將小電容量電池並聯後再與大電容量電池串聯，如圖5-5-25所

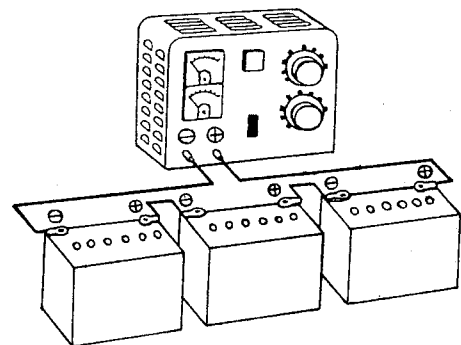


圖 5-5-23 串聯充電法

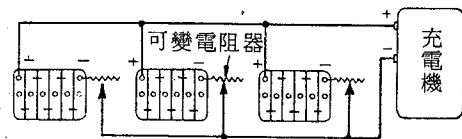
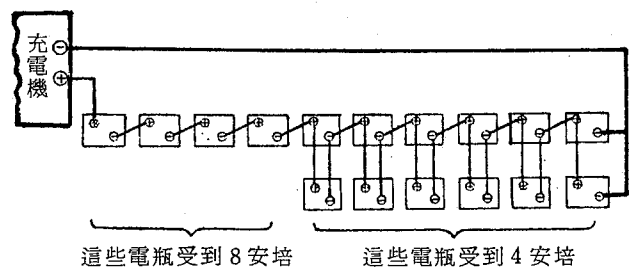


圖 5-5-24 並聯充電法



這些電池受到 8 安培 這些電池受到 4 安培

圖 5-5-25 複聯充電法

示。

四、低速充電法

(一)一般電瓶充電應採用低速充電法才能延長電瓶使用壽命，通常充電電流應少於電瓶安培小時電容量的1/10，例如50 AH之電瓶充電時，電流應低於5 A。

(二)串聯充電法均採用低速充電。

五、快速充電法

(一)已放電的電瓶為應急使用，在短時間以大量電流充電之方法為快速充電法。充電電流可等於電瓶安培小時電容量，即50 AH的電瓶以50 A充電，但一般快速充電機均建議以 $\frac{1}{2}$ 為限，亦即50 AH的電瓶以25 A充電。

(二)快速充電一般均充一個電瓶，因充電電流甚大，須特別注意電解液溫度不可超過55°C，否則將嚴重損害電瓶。

(三)老舊電瓶應避免使用快速充電法，否則活性物質會急速脫落而縮短使用壽命。

六、定電流充電法

從充電開始到結束皆以一定的電流充電之方法稱為定電流充電，在充電過程中，因電瓶電壓會逐漸升高而增加內電阻，而使充電電流漸漸減小，故須將充電電壓逐漸升高，才能維持定電流

充電。

七、定電壓充電法

從充電開始到充電終了皆以一定的電壓充電之方法稱為定壓充電。在充電過程中，因電瓶電壓逐漸升高而使充電電流逐漸減少。

八、升壓充電法

為改良定電壓充電法在充電初期電流過大，充電末期充電電流過小之缺點可採用升壓充電法；即在充電初期採用較低之電壓充電，以免電流過大，而在充電末期將充電電壓升高，以得到較大之充電電流，一般在初期，每個分電池以2.1 V充電，末期以2.6 V充電。

5-5-5 充電完成的判定

電瓶充電是否完成可依下列數點判定：

(一)電解液比重達1.260～1.290，且有一小時以上不再上升。

(二)充電中一個分電池之電壓達2.5～2.8 V（12 V電瓶端電壓達15～16.8 V），且一小時以上不再上升。

(三)電瓶溫度已達45°C以上，且有大量氣泡冒出。

(四)充電量已達電瓶放電量的1.5倍以上（充電電流×充電時間）。

返回目錄

第六節 影響電瓶壽命因素

每個電瓶都有一定的壽命，但是有許多因素可以減短其壽命，敘述如下：

一、電解液液面高度

當充電時，電解液中的水分成為氫氣和氧氣損失掉，這樣就會使電解液之量減少。當電解液液位低於極板時，極板材料會暴露在空氣中，這樣材料會變硬而不易起化學作用。另外，剩下的電解液濃度會太高，這樣會使極板性能退化；反之，電解液太多時也有害無益，因為電解液太稀，比重不夠，減低電瓶之效率。另外，電解液太多，也較容易濺出而造成樁頭之腐蝕，增加電阻。

二、過度充電

電瓶已充滿電而仍以過量的電流充電即成為過度充電。不論如何，過度充電均會使電瓶內之

化學作用受損壞。過度充電時，電解液中的水分分解成氫氣和氧氣氣泡，這些氣泡會將極板活性物質沖掉，同時過度充電會造成電瓶過熱，如此會使正極板材料氧化而使極板變形。另電瓶冒氣時並將電水沖成很小的微粒，噴出於電瓶外面，使電瓶樁頭、座架和引擎零件腐蝕，且使電瓶頂部漏電。

三、充電不足和極板硫化

當充電系統損壞、停車或起動太多時，電瓶隨時在放電，因為放電時極板上會有一層硫化鉛。如果硫化鉛太多，則會成為結晶體，這種情形稱為硫酸化（sulfation），結晶體在充電時不易復原，所以電瓶就會變成沒有用了。

四、電解液太濃

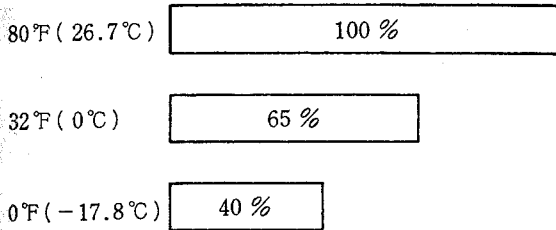
每次電瓶電解液不足時，如果不加水補充，

而以電水（稀硫酸液）補充時，久而久之，電解液中之硫酸成分增加，電解液變濃，在電瓶充滿電時，強酸會腐蝕極板中的格子板。

五、過度加水

如果以過量的水加入電瓶，當充電時，電水因溫度上升，產生氣泡而膨脹，溢出電瓶，會將樁頭腐蝕，增加電阻，減少充電率，並使電瓶的存電由潮濕的頂部漏去，其中之硫酸也會喪失，若再補充蒸餾水，將使電解液變得更稀而使充電

充滿電之電瓶起動引擎之能量隨溫度之降低而減少



引擎之搖轉負荷隨溫度之降低而增加

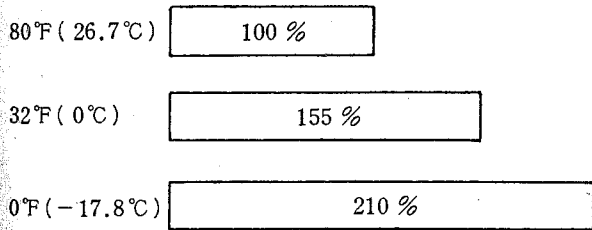


圖 5-5-26 溫度降低時電瓶的能量減小而引擎的搖轉負荷增大 [註13]

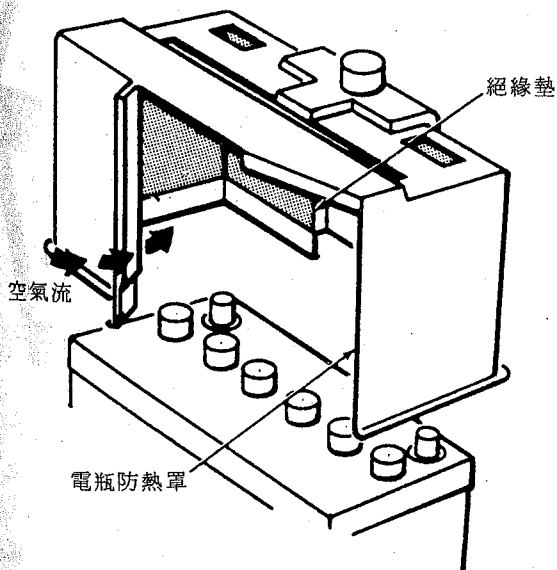


圖 5-5-27 電瓶之絕緣防熱罩 [註14]

不足。

六、循環

當電瓶充電完成，經放電完畢，再充電完成，稱爲一循環。如果電瓶的循環不斷地發生，則極板上的活性材料會剝落到沈澱室，如此則會減少電瓶之能量並減短其壽命。

七、溫度

(-)引擎的熱量和過度充電所產生的熱量使電瓶之壽命減短，然而冬天的低溫也對電瓶有所損害。如太冷時電解液凍結成冰，會導致電瓶殼破裂，電解液的冰點視充電程度而定。一完全充電

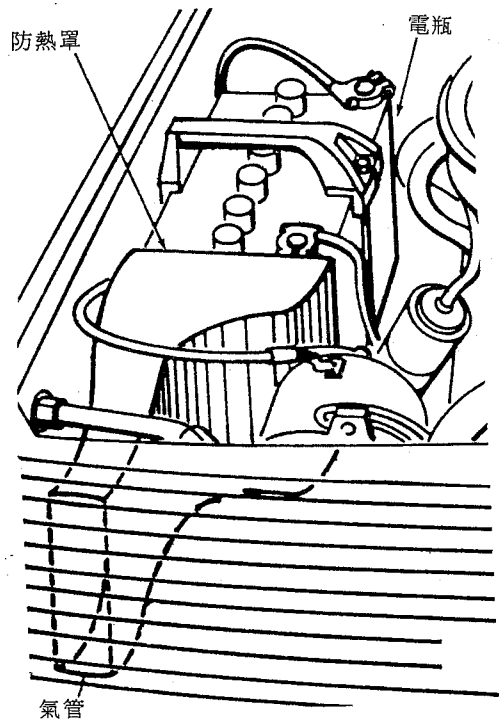


圖 5-5-28 電瓶使用之冷却空氣管 [註15]

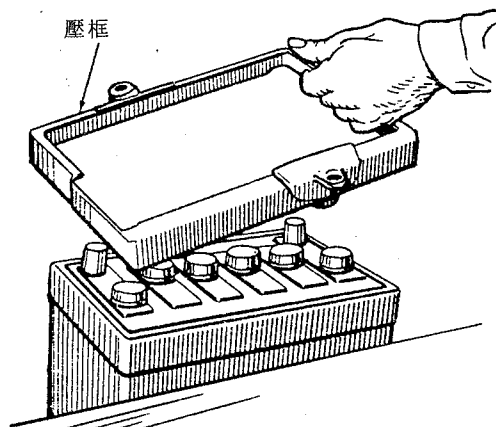


圖 5-5-29 電瓶壓框 [註16]

而正常濃度的電解液在 -50°F (-45.5°C)時也不會結冰。一放電後的電瓶，其電解液水分增多，在 18°F (-7.7°C)就會結冰，氣溫低時，電瓶不易充電完成，如圖5-5-26所示為一充電完成之電瓶在 80°F (26.7°C)， 32°F (0°C)和 0°F (-17.8°C)時之輸出能量，由該圖可知，溫度愈低時，電瓶能輸出的能量愈小；另外，引擎愈冷時，起動需要的能量愈大。

(二)為防止過熱而損壞電瓶，有些車子常加裝如圖5-5-27所示之電瓶絕緣防熱罩。圖5-5-28所示為加裝冷空氣管使電瓶能得到冷卻。

八、振動

電瓶要穩定的固定於電瓶架上以防止振動，因振動會使極板上的活性物質落下而減短電瓶壽命，振動也會使極板內的接頭鬆動。當振動厲害時，還會使電瓶外殼破裂或使電纜接頭鬆動。圖5-5-29所示為一般電瓶固定用之壓框，圖5-5-30所示為安裝電瓶之底盤與壓片。

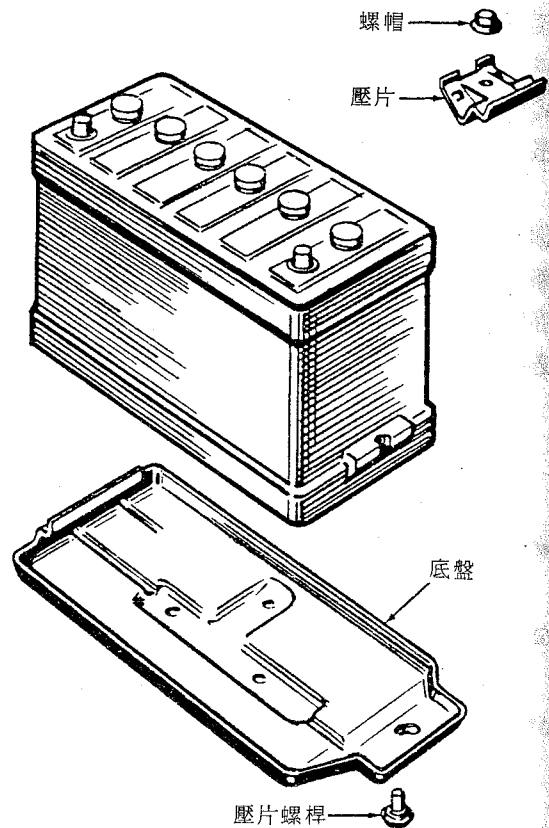


圖 5-5-30 一般的電瓶底盤和壓片〔註17〕

第七節 其他電瓶

5-7-1 免保養電瓶

(一)現在有許多無需保養的電瓶，如圖5-5-31所示，其意義為在使用期間該類電瓶不需要加水。其與一般電瓶最大的差別在於格子板架的材料不同，傳統的格子板架合金是以鎳為主要成分，免保養電瓶則以鈣合金代替鎳合金，鉛/鈣極板可以減少電瓶內部的發熱量，電解液水分損失的主要原因是充電時發熱所致，裝在汽車上的電瓶是經常在充電的，鈣合金極板所需要的充電電流要較鎳合金為小，所以產生的熱也少，水分的損失就少了。

(二)免保養電瓶內所容存之電解液量也較大，加上水分損失少，所以電瓶有足夠的電解液去使用一很長的時間。

(三)電瓶樁頭腐蝕的起因是具酸性的電水從電瓶內溢出，電水聚積濕氣在電瓶頂端表面，並形成一電路，因而造成短路。因為免保養電瓶水分損失很少，所以電瓶樁頭之腐蝕現象也隨之減小



圖 5-5-31 免保養電瓶

，另免保養電瓶並非完全封閉，在其頂部殼上也有一些很小的通氣孔，以便洩出電瓶內的壓力。無論如何，排出氣體很少，腐蝕性也就大大的減少了。

(四)無銻格子板架對於電瓶之性質有很大的改良，一般電瓶用久後，銻由格子板上移至負極板的材料上，如此使電瓶更不易承受超負荷，而使熱增加，水分損失加快。另外，無銻電瓶導電性良好，所以同樣大小的電瓶，免保養電瓶的冷車起動等級較一般者約高出百分之二十。

(五)有些免保養電瓶利用特殊隔離板將正極板包住，這種隔離板的材料為多孔的塑膠，可以限制放電時由正極板剝落之活性材料，而使其能在充電時再附着回去，這種塑膠隔離板使極板組直接放於電瓶底，無需以底部凸條方式固定，如此使電解液之量增多。

5-7-2 愛迪生電瓶

【習題】

一、選擇題：

- 當電瓶連接外部電路時，是將①電能變成熱能②熱能變成化學能③化學能變成電能④化學能變成熱能。
- 電瓶之正極板為① Pb ② PbO₂ ③ H₂SO₄ ④ PbSO₄。
- 完全充滿電之電瓶，在溫帶地區溫度20°C時之電水比重是① 1.180 ② 1.220 ③ 1.260 ④ 1.300。
- 表示電瓶電解液比重之標準溫度為①70°F ②80°F ③90°F ④100°F。
- 電水溫度在80°F或20°C以下時，所量得之比重比實際為①大②小③相同④無關。
- 一電瓶在充滿電時(20°C)之比重為1.280，今電解液之溫度為40°C，則所測得之比重為① 1.280 ② 1.260 ③ 1.266 ④ 1.312。
- 某一電瓶的電解液比重1.260，溫度40°C，則此電解液在標準溫度時的比重是① 1.284 ② 1.280 ③ 1.264 ④ 1.274。
- 充滿電之電瓶，每個分電池之開路電壓約為① 1.75 V ② 2.1 V ③ 6 V ④ 12 V。
- 12 V電瓶之分電池由① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6個串聯。
- 電瓶電容量愈大則電動勢①愈大②愈小③相同④無關。
- 負極樁頭之特性是①樁頭較大②長時間使用

愛迪生電池(鎳、鐵鹼電池)，其正極板製成鉛筆形狀，有孔的鋼管內裝上氫氧化鎳，再將鋼管裝於鋼格子內，負極板為氯化鐵。電解質為氫氧化鉀溶液，另加一些氫氧化鋰。

愛迪生電池的重量比同樣安培小時能量之鉛酸電瓶小一半，這種電瓶的壽命較長，不會因負荷過大或短路而損壞，然其造價較昂。

5-7-3 銀電瓶

銀電池的正極板為氧化銀，負極板為鋅，電解質為氫氧化鉀或鈉溶液，以重量而言，這種電瓶的安培小時能量大，可以承受大的超負荷及短路。當然其造價也很貴。

成灰色③用電水通電試驗，冒出氣泡較少④上面刻有P記號。

- 正極樁頭和負極樁頭在顏色上有何分別①正極為黃色，負極為黑色②正極為咖啡色負極為褐色③正極為紅色負極為藍色④正極為黑色負極為淡灰色。
- 電瓶電容量是①一定不變②放電率愈大電容量愈低③放電率愈大電容量愈高④沒有關係。
- 某電瓶有13片極板，則正極板有①13片②7片③6片④5片
- 電水的配製係將①水急速倒入硫酸中②水慢慢倒入硫酸中③將硫酸慢慢倒入水中④將硫酸急速倒入水中。
- 代表電瓶搖轉能力之電容量表示法為①安培小時電容量②瓦特電容量③冷起動電容量④儲存電容量。
- 電瓶安培小時電容量愈大是①串聯更多個分電池②溫度愈高③放電電流愈大④加多極板數及尺寸。
- 下列敘述何者有錯①溫度愈高，自放電愈高②電水比重愈高，自放電愈高③自放電發生於電瓶過度使用④自放電發生於活性物質堆滿沉澱室而短路。
- 如何可判定電瓶已充滿電①電水比重達1.260~1.290，且有一小時以上不再上升②分電池之電壓達1.5~1.8 V ③電瓶溫度達30°C

以上④充電量已達電瓶放電量的1倍以上。

- 20.將同電壓、同容量的兩個電瓶串聯時①電壓不變，容量加倍②電壓加倍，容量不變③電壓、容量均不變④電壓、電容量均加倍。
- 21.下列何者非影響電瓶壽命之因素①電容量大小②電水高度③充電程度④電水比重。

二、填充題：

- 電瓶可供給外部電路需要，由_____能變成_____能；並可由_____能變成_____能，來儲存能量。
- 放電完必須丟棄者為_____電池，汽車用之電瓶屬於_____電池。
- 電瓶充放電程度可由測定電瓶電解液之_____得知。
- 臺灣地區電瓶充滿電時電水比重為_____，完全放電後比重為_____。
- 電瓶負極板材料為_____，正極板材料為_____。
- 汽車電瓶兩樁頭間之電動勢與電解液之_____及_____有關，與電瓶電容量無關。
- 電解液溫度高，所測得之比重較實際為_____。
- 電瓶中之電解液是由_____及_____配製而成。
- 配製電解液，必須將_____倒入_____中。
- 隔板平滑的一面應朝向_____板，有槽溝之一面應朝向_____板。
- 某電瓶有13片極板，可知正極板有_____片，負極板有_____片，隔板有_____片。
- 安培小時電容量係以穩定電流在_____°F下放電_____小時終止時每一分電池之電壓維持在_____V時之放電量。
- 電瓶自放電與_____及_____兩種因素有關。
- 充電機為高壓電型時使用_____充電法，充電機為大電流型時使用_____充電法，不同電壓之電瓶一起充電時應使用_____充電法。
- 快速充電時須注意電解溫度不可超過_____，否則將嚴重損害電瓶。

16.硫化之電瓶應使用_____充電法充電，使之復原。

三、問答題：

- 試述汽車電瓶的功用。
- 試述電瓶充放電時所起的化學作用。
- 如果一個電瓶，每個分電池是15片極板，問這個分電池中有幾片正極板、負極板及隔板？
- 簡述溫度對蓄電池能量的影響。
- 有一容量為80 AH之電瓶，在30°C時測量之比重為1.125，則放電量為若干？
- 電瓶中為何需要格子板？格子板如何製成？
- 隔板為何做成一面平滑，一面有槽溝？如何放置？
- 如何辨別電瓶的正負極？
- 如何表示電瓶電容量？各具有何種意義？
- 試述電瓶自放電的原因。
- 為何電瓶充電時，充電電流不能百分之百充到電瓶內？
- 試述電瓶充電的方法。
- 列出影響電瓶壽命的因素。
- 試述溫度對於電瓶的各種影響。

【資料來源註釋】

- 館內端著 自動車整備入門 圖2-3
- 全國自動車整備學校連盟編 自動車用電裝品の構造 圖1-9
- 同〔註2〕 圖1-10
- BOSCH Technical Instruction Storage Batteries Fig 39
- 同〔註1〕 圖2-19
- 日本自動車整備振興會連合會 三級自動車シヤシ下 圖Ⅱ-1
- 同〔註1〕 圖2-6
- Harper & Row/Chek Chart Automotive Electrical Systems Fig 6-3
- 同〔註8〕 Fig 6-5
- 同〔註1〕 圖2-6
- 同〔註1〕 圖2-13
- 同〔註1〕 圖2-21
- 同〔註8〕 Fig 6-14
- 同〔註8〕 Fig 6-13
- 同〔註8〕 Fig 6-12
- 同〔註8〕 Fig 6-11
- 同〔註8〕 Fig 6-10

第六章 起動系統

第一節 起動系統概述

6-1-1 引擎必須先搖轉才能發動

不論汽油引擎或柴油引擎都必須經排汽→進汽(氣)→壓縮→動力之過程才能工作，因此開始起動引擎必須先搖轉曲軸。此步驟過去係使用人力來搖轉，目前一些工業用引擎及小型機車引擎仍是以人力用手搖或以腳踩來發動。現代汽車全部使用電動馬達來搖轉以起動引擎。

6-1-2 汽車引擎起動系統之組成

(一)圖 5-6-1 為起動系統之示意圖。實線部分為起動馬達電路，虛線部分為起動開關控制線路。圖中包括電瓶、電磁開關、起動馬達、點火開關等。

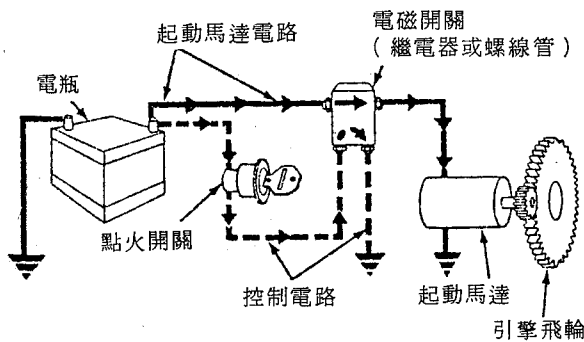


圖 5-6-1 起動系統示意圖 [註 1]

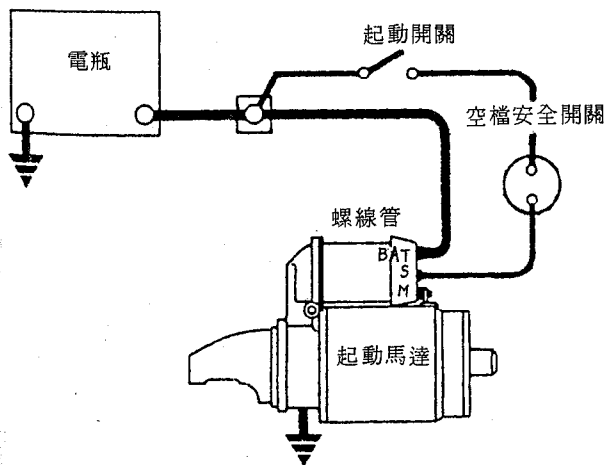


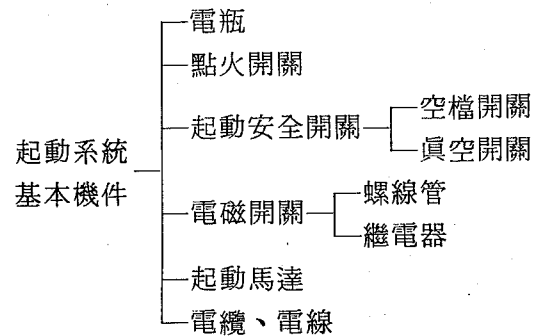
圖 5-6-2 起動系統構成圖 [註 2]

(二)電瓶及馬達間之電路由電磁開關控制，其構造及作用有許多不同設計。馬達電樞之小齒輪與引擎飛輪相嚙合，當電流流入馬達時，即能搖轉引擎使引擎發動而自行運轉。引擎發動後，馬達小齒輪必須離開飛輪，以免高速運轉而損壞。

(三)馬達需使用很大之電流(50~300 A)，因此我們以點火開關用較小之電流(3~5 A)經電磁開關的線圈產生之磁力來控制接點之開閉。

(四)圖 5-6-2 所示為起動系之構成圖。

6-1-3 起動系統基本機件



一、電瓶

電瓶供應馬達所需之大量電流。

二、點火開關

汽車之點火開關裝在轉向柱上，通常有五個位置擔任不同的工作，如圖 5-6-3 所示。

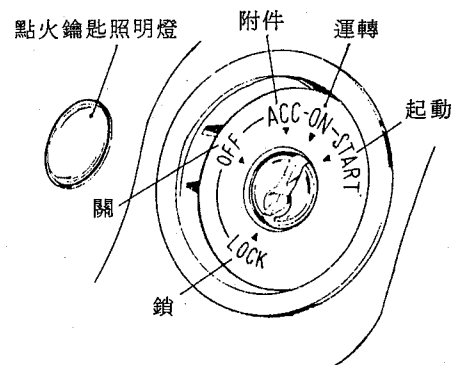


圖 5-6-3 點火開關之位置

(一)鎖 (lock) : 鑰匙在此位置才能拔出，亦在此位置鎖住方向柱，以防車子無鑰匙被移動或被開走。如圖 5-6-4 所示。

(二)關 (off) : 在此位置全車電路不通，但方向盤可以轉動，以便不發動引擎移動車子使用。

(三)附件 (accessories) : 在此位置汽車上附屬電器之電路接通，如儀錶、收音機、送風機……等，但點火系統不通。不發動引擎聽收音機時應開此位置。

(四)運轉 (on or run) : 在此位置時點火系統及汽車各電器均接通，一般汽車行駛均在此位置。

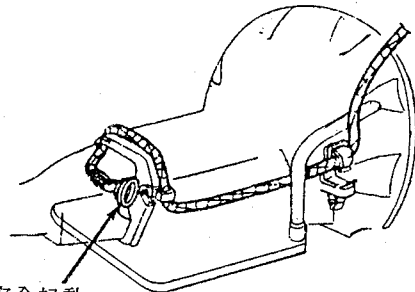
(五)起動 (start) : 由運轉位置順時針方向扭轉鑰匙即到達起動位置，手放鬆彈簧，鑰匙又可回到運轉位置。在起動位置，僅點火系統及起動系統接通以發動引擎用。

三、起動安全開關

起動安全開關 (starting safety switch

) 是一種常開開關，以防止變速箱不在空檔或引擎在運轉中使起動系統產生作用發生危險或損壞齒輪之安全裝置。

(一)使用自動變速箱之車子，一定有安裝起動安全開關，只有選擇桿在空檔(N)及駐車(P)位置，起動線路才能接通，如圖 5-6-5 所示。安全開關有裝在自動變速箱外壳上者，如圖 5-6-6 所示；亦有裝在地板選擇桿架上者，如圖 5-6-7 所示；及轉向柱上者，如圖 5-6-8 所示。



空檔安全起動和倒車燈開關

圖 5-6-6 安裝在變速箱外壳上之起動安全開關 [註 5]

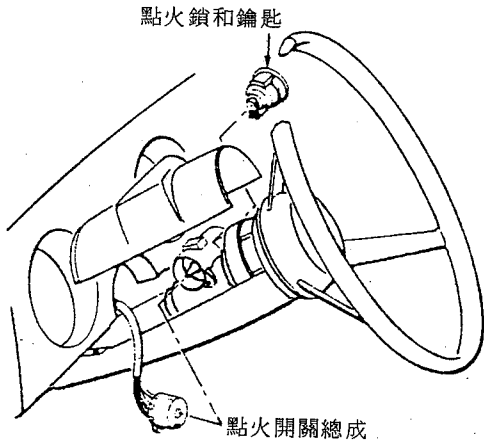


圖 5-6-4 安裝於轉向柱上之點火開關 [註 3]

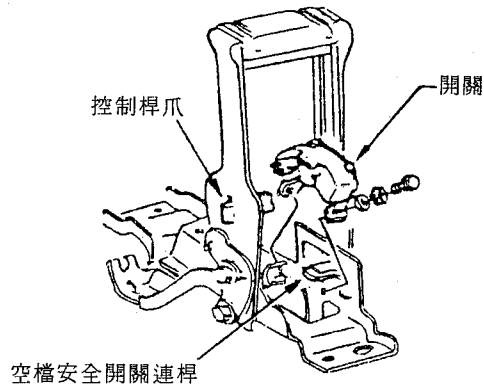


圖 5-6-7 裝在地板選擇桿架之起動安全開關 [註 6]

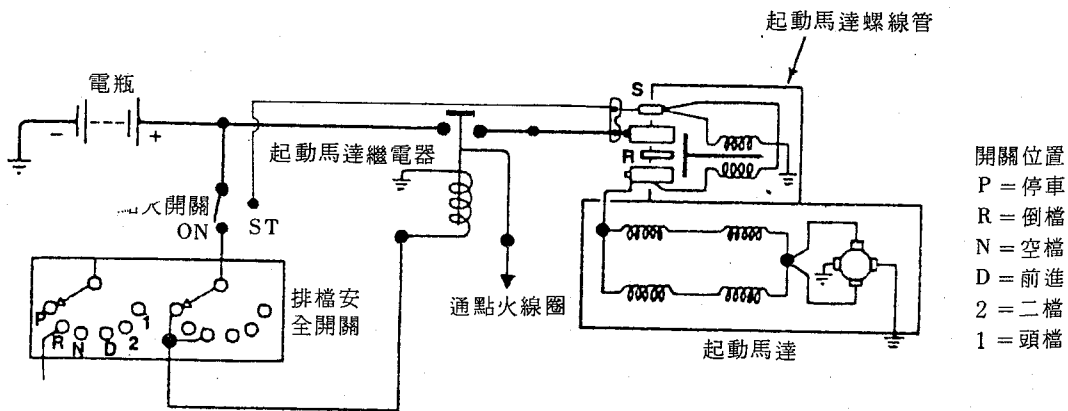


圖 5-6-5 起動安全開關在 P、N 才能接通 [註 4]

開關位置
P = 停車
R = 倒檔
N = 空檔
D = 前進
2 = 二檔
1 = 頭檔

(二)使用手排檔變速箱之汽車，有些亦裝有起動安全開關，一般安裝位置是在地板排檔桿架或轉向柱上，如圖 5-6-7 及 5-6-8 所示。

(三)大部分手排檔變速箱之汽車使用離合器開關，當離合器放開時使起動線路切斷，踩下離合器才能使起動電路接通，如圖 5-6-9 所示，其安裝位置如圖 5-6-10 所示。

(四)有些車子之起動安全開關係以機械的方式使發火開關在吃進排檔時無法轉到起動位置，如圖 5-6-11 所示。

(五)為防止引擎在運轉中誤打馬達而使齒輪撞壞，有些車輛在起動線路中安裝真空開關，引擎

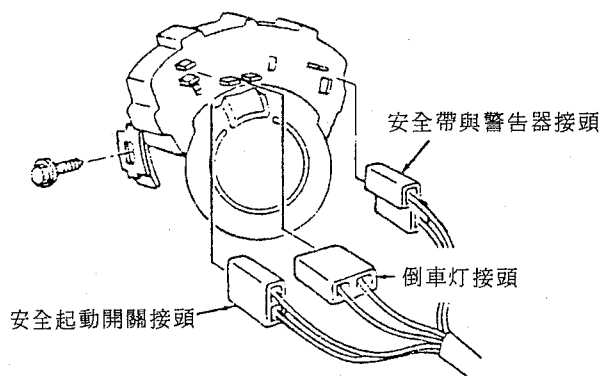


圖 5-6-8 裝在轉向柱上之起動開關〔註 7〕

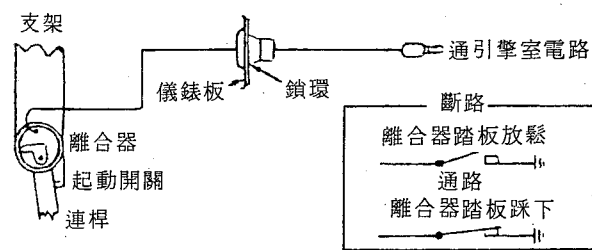


圖 5-6-9 離合器起動開關配線

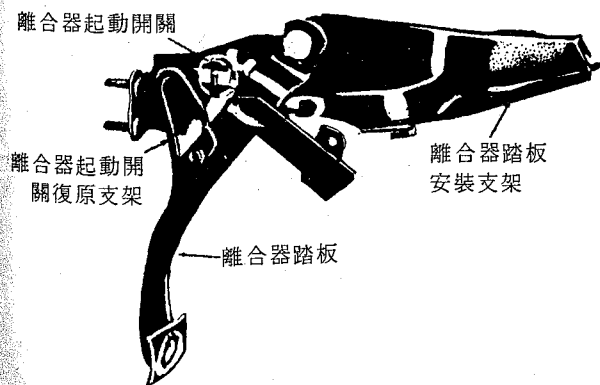


圖 5-6-10 離合器起動開關安裝位置〔註 8〕

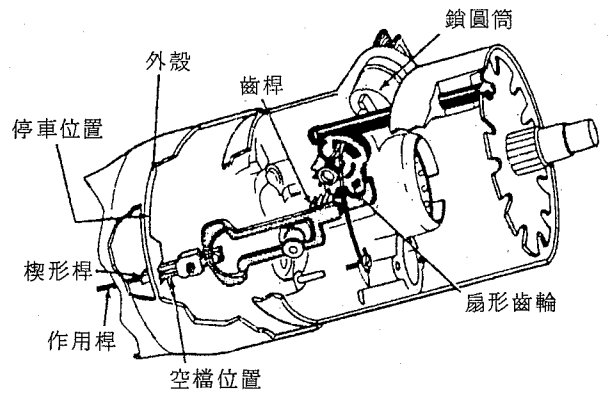


圖 5-6-11 機械式起動安全開關〔註 9〕

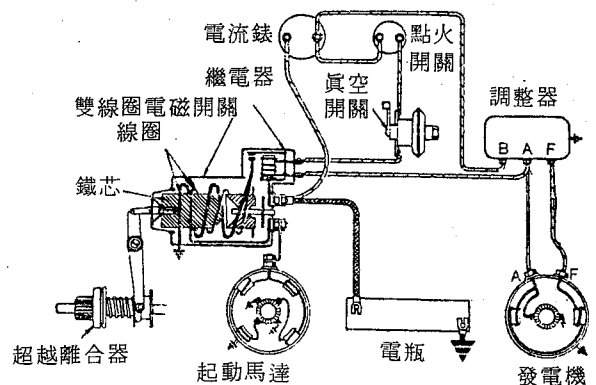


圖 5-6-12 雙線圈電磁開關、繼電器和真空開關之電路圖

運轉時真空使起動線路切斷，如圖 5-6-12 所示。

四、電磁開關

起動系用之電磁開關有繼電器 (relay) 及螺線管 (solenoid) 兩種，前者僅控制電路之通斷，後者除控制電路通斷外，並控制驅動齒輪之接合與分離。

(一)繼電器：

繼電器是利用小電流經過線圈產生電磁引力與彈簧力相配合而控制通過大電流之接點通斷之裝置。圖 5-6-13 所示為用在慣性驅動型起動馬達之繼電器構造。

(二)螺線管：

1. 螺線管亦是利用電流經過線圈產生電磁吸力來產生機械動作之裝置，由線圈、柱塞、彈簧及接點等組成，如圖 5-6-14 所示。

2. 當有電流流入線圈時，線圈之電磁引力吸引柱塞克服彈簧力量，移入線圈中央，柱塞的移動先使馬達驅動小齒輪與飛輪啮合，使能搖轉引擎，齒輪啮合完成後，使馬達電路接通，讓大量電流能進入馬達搖轉引擎。切斷線圈電流時，彈

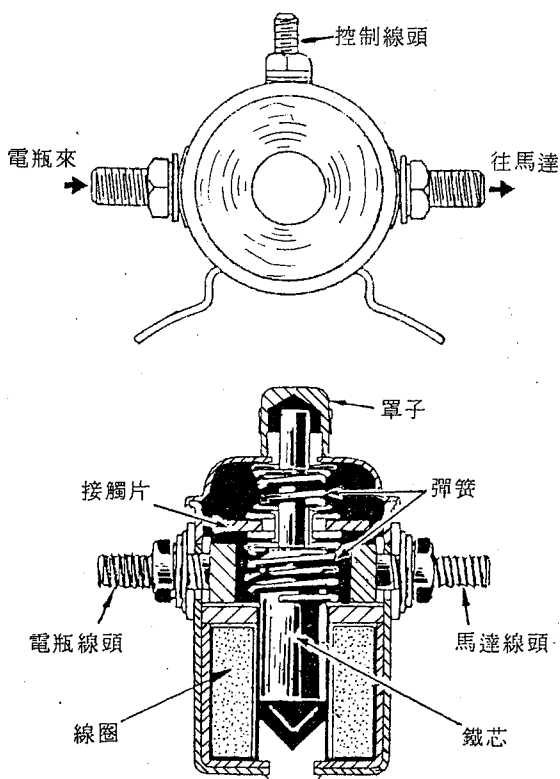


圖 5-6-13 繼電器式電磁開關

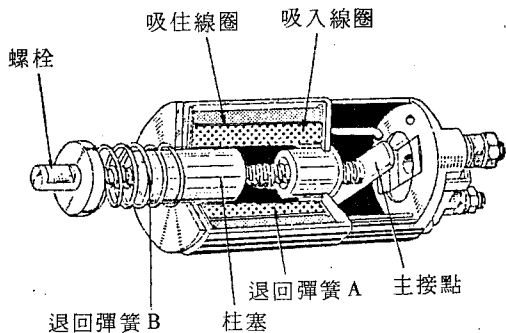


圖 5-6-14 螺線管式電磁開關〔註10〕

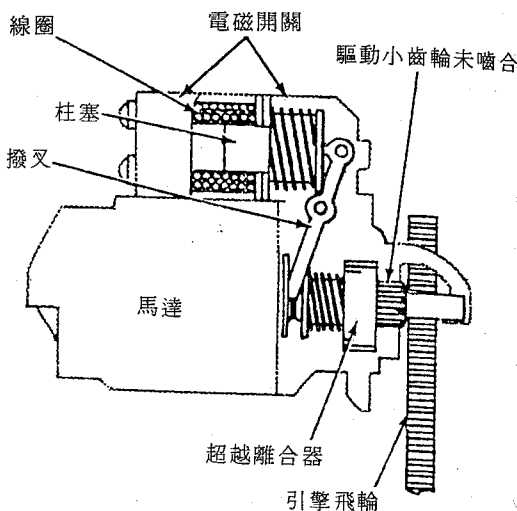


圖 5-6-15 螺線管電磁開關作用〔註11〕

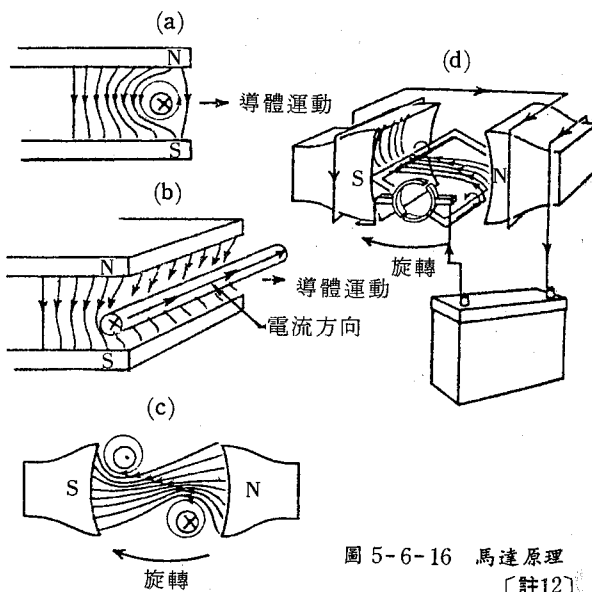


圖 5-6-16 馬達原理〔註12〕

簧使柱塞及小齒輪退出，如圖 5-6-15 所示。

五、起動馬達

起動馬達包括馬達本體與驅動機構兩部分，在 6-1-5 及 6-1-6 兩段中有詳細的介紹。

6-1-4 起動馬達原理

(一)在本篇第一章 1-2-13 中，我們已介紹過，將一導體置於磁場中，當有電流流入時，導線會受力而產生運動，將導體繞在一電樞上，則電樞會產生轉動，如圖 5-6-16 所示，此為馬達基本之原理。

(二)圖 5-6-17 所示為簡單馬達之構造，包括磁場 (magnet field)、導線環 (conducting

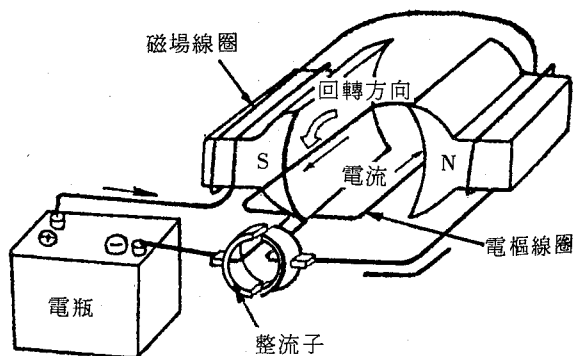


圖 5-6-17 簡單馬達之構造〔註13〕

loop)、整流子 (commutator)、電刷 (carbon brush) 等，將電流由電刷經整流子進入導線環 (即電樞 armature) 後，導線環即產生轉

動，每半轉由整流子改變導線環之電流一次，就可以使導線環所受之磁場推力連續而能持續旋轉（原在N極之導線移到S極時，電流方向必須相反，才能使作用力方向一致）。電流在導線中方向變換之情形如圖5-6-18所示。

(三)圖5-6-19為電樞線圈在電磁鐵中所受推力及引力與旋轉情形。

6-1-5 起動馬達本體構造

馬達本體包括外壳與磁極、電樞、電刷、整流子端蓋與驅動端蓋等。

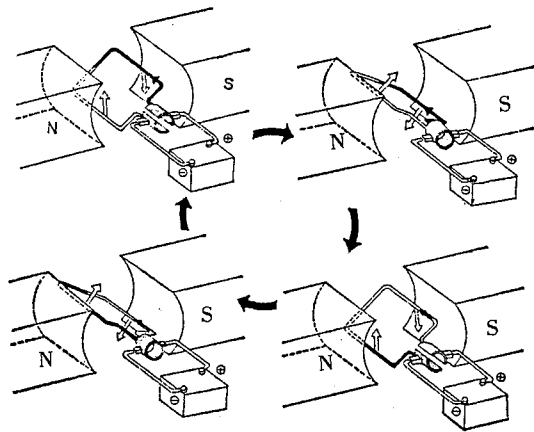


圖5-6-18 電流在導線中方向變換之情形〔註14〕

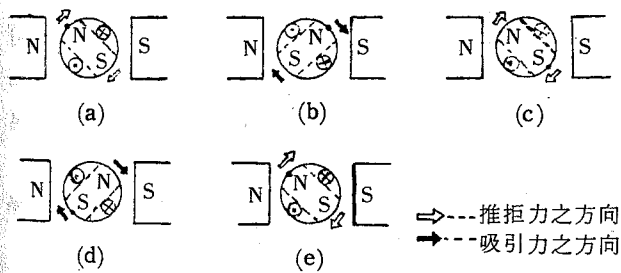


圖5-6-19 電樞線圈在磁場中所受推力及引力作用情形〔註15〕

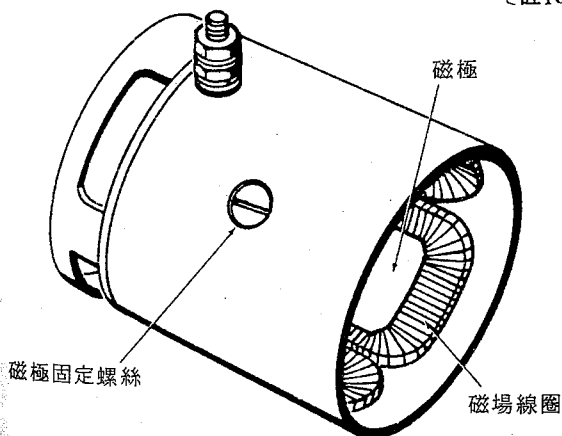


圖5-6-20 馬達之外壳與磁極〔註16〕

一、馬達外壳與磁極

(一)馬達之外壳與磁極如圖5-6-20所示，包括外壳、磁極、磁場線圈等。

(二)外壳為軟鋼製之圓筒，作為磁力線之迴路，如圖5-6-21所示。

(三)磁極亦為軟鋼製成，與外壳精密配合，用螺絲鎖在外壳上。

(四)磁場線圈用扁銅條與絕緣紙繞成，如圖5-6-22所示。

(五)馬達磁極與線圈繞法及線圈數之不同有許多型式，但以使用四極二線圈串繞及四極四線圈串並繞的較多。

1. 二極二線圈串繞式如圖5-6-23(a)所示，為小型引擎使用最多之方式。

2. 四極二線圈並繞式如圖5-6-23(b)所示，磁極排列為NSNS，線圈繞在相對之磁極上，方向相同產生同極性。

3. 四極四線圈串繞式如圖5-6-23(c)所示，為使用二電刷者，如圖5-6-23(d)所示，為使用四電刷者。

4. 四極四線圈並繞式，如圖5-6-23(e)所示為電先經磁場線圈再經電樞線圈到電刷搭鐵者，圖

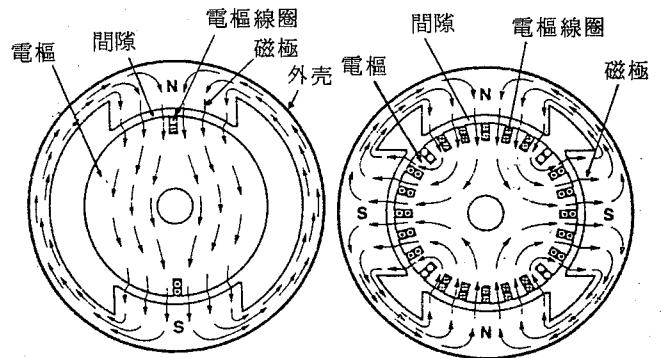


圖5-6-21 二極與四極磁力線迴路〔註17〕

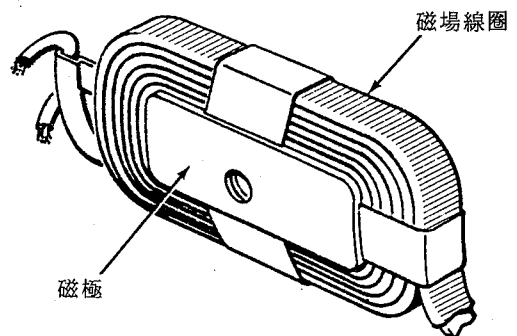


圖5-6-22 磁極與磁場線圈〔註18〕

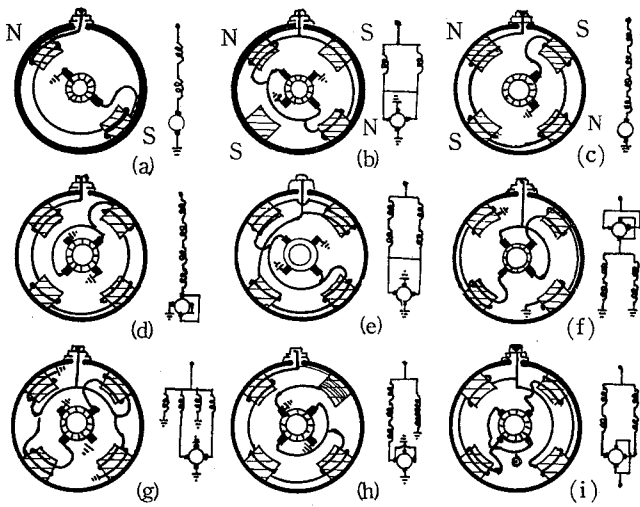


圖 5-6-23 各種馬達磁極與線圈繞法〔註19〕

5-6-23(f)所示則電先經電樞線圈再到磁場線圈搭鐵，四個電刷均不搭鐵，圖5-6-23(i)為馬達內部無搭鐵，將搭鐵電刷用電線引到外部搭鐵。

5. 四極四線圈串並繞式，如圖5-6-23(g)之磁場線圈有二組直接搭鐵，二組經電樞搭鐵。圖5-6-23(h)則三組粗線圈串聯後經電樞搭鐵，有一組線圈直接搭鐵。

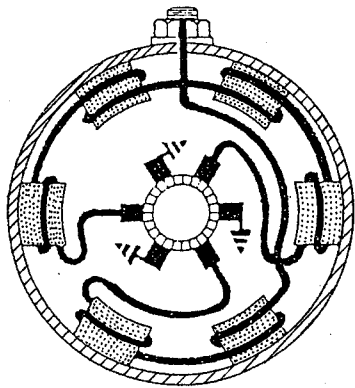


圖 5-6-24 六磁極並繞起動馬達之電路圖

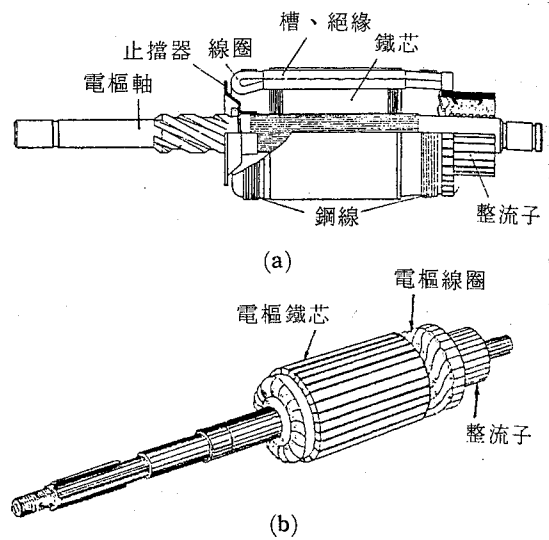


圖 5-6-26 電樞構造〔註21〕

6. 圖5-6-24為六極六線圈並繞之起動馬達，一般用在重型引擎。

二、電樞

馬達電樞包括軸、軟鐵片疊合成之鐵芯、整流子及電樞線圈，如圖 5-6-25 所示。

(一) 電樞軸上有齒槽以驅動小齒輪，有直槽及螺旋槽兩種，如圖 5-6-26 所示。

(二) 鐵芯之軟鐵片表面上塗有絕緣凡立水，可以防止渦電流產生而發熱，線圈槽之開口有全開者，如圖5-6-27(a)所示；半開者，如圖5-6-27(b)所示及封閉式，如圖5-6-27(c)所示三種。大型馬達電樞一般採用封閉式。

(三) 電樞線圈繞在鐵芯上，每一槽中只有二條，用絕緣紙包紮，如圖 5-6-28 所示。

(四) 電樞線圈之繞法有線頭互相靠近之疊繞法 (lap winding)，如圖5-6-29所示。及線頭互

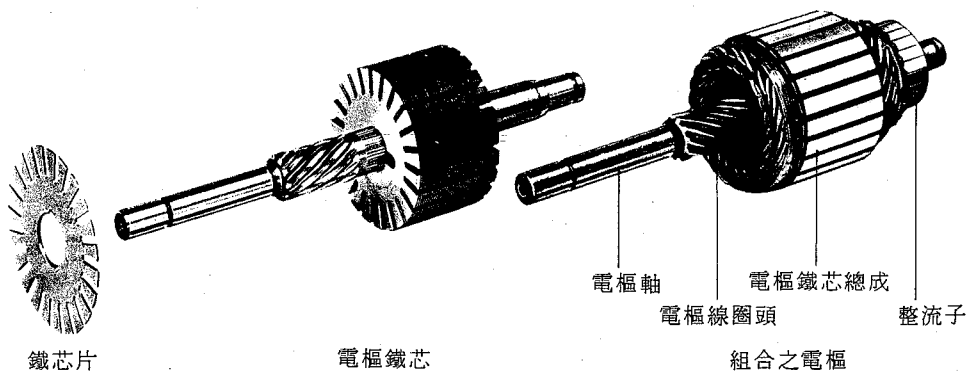


圖 5-6-25 電樞構造〔註20〕

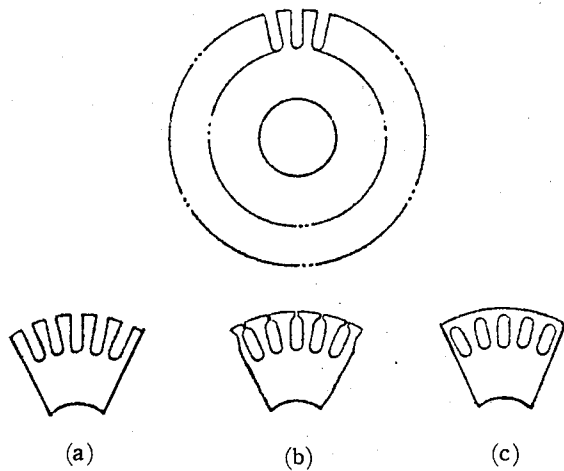


圖 5-6-27 鐵芯線圈槽開口形狀〔註22〕

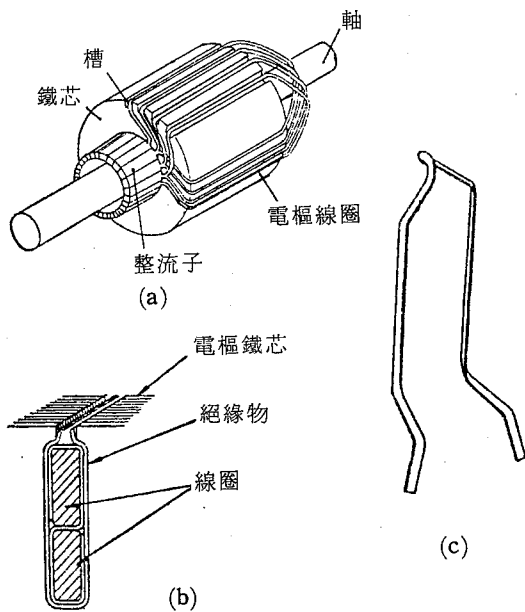


圖 5-6-28 電樞線圈構造〔註23〕

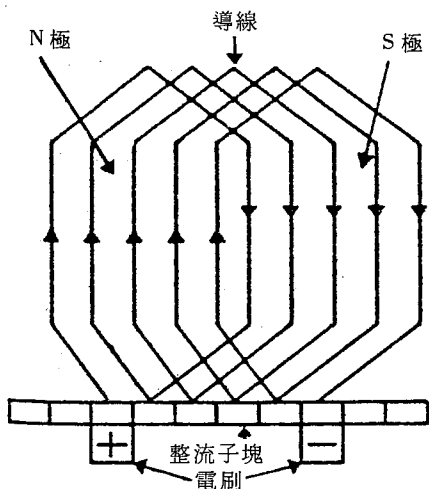


圖 5-6-29 電樞線圈疊繞法〔註24〕

相遠離之波繞法 (wave winding)，如圖5-6-30所示兩種。

(五)整流子之構造如圖5-6-31所示，以銅片以V形切槽嵌入絕緣套中，每一銅片間以雲母絕緣片隔開，雲母片較銅棒低 0.5~0.8 mm。

三、電刷

起動馬達因需通過很大電流，因此必須以含銅較多含石墨較少的材料製成，以減少電阻，因一般呈銅色，故俗稱銅刷。

四、整流子端蓋

整流子端蓋包括蓋板、軸承、電刷座、電刷彈簧、彈簧架等組成，如圖 5-6-32 (a)所示。

(一)蓋板通常用鋼板衝壓製成。

(二)軸承一般使用含油銅套製成，如使用普通銅套製造，需使用黃油杯或機油杯潤滑。

(三)電刷座使用盒式，電刷可在座內自由上下。

(四)彈簧採用扁鋼條繞製之彈簧。

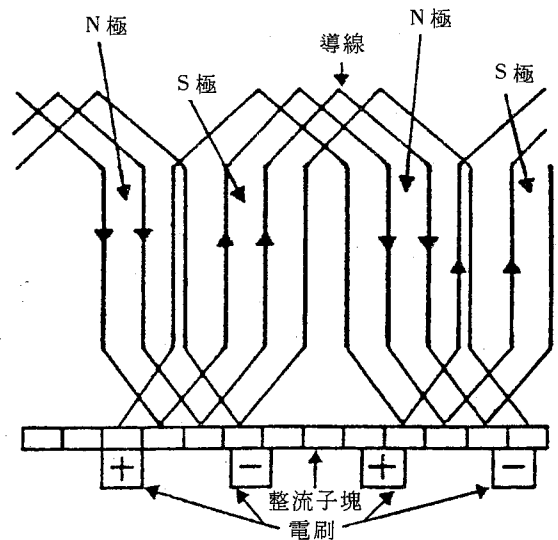


圖 5-6-30 電樞線圈波繞法〔註25〕

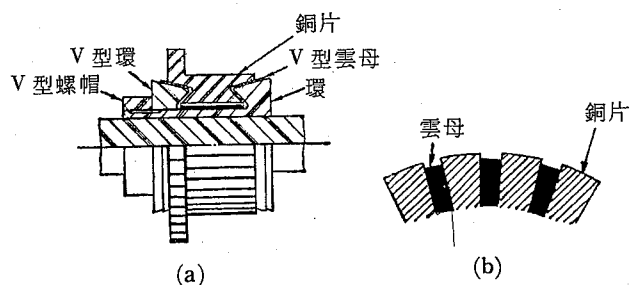


圖 5-6-31 整流子構造〔註26〕

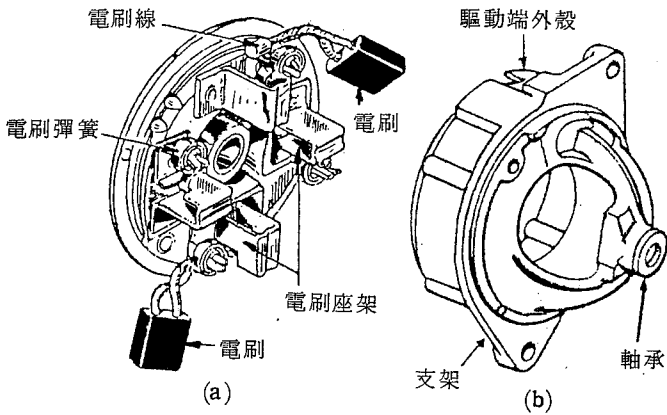


圖 5-6-32 整流子端蓋及驅動端蓋〔註27〕

五、驅動端蓋板

形狀因馬達形式而異，通常用鑄鐵製成，中央裝置銅套軸承，如圖 5-6-32 (b)所示。

6-1-6 馬達驅動機構

一、馬達之驅動機構在起動引擎時能自動的使馬

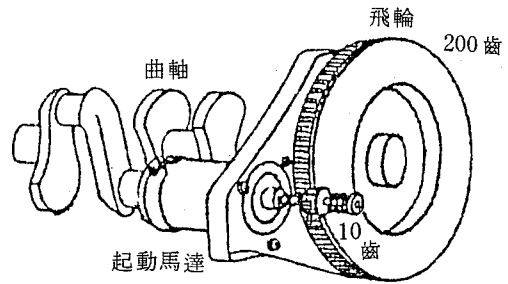
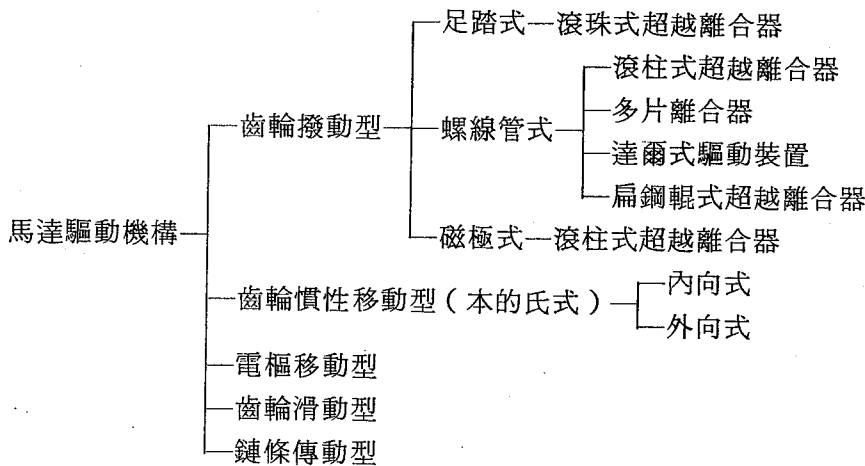


圖 5-6-33 起動馬達與飛輪齒輪比

達小齒輪與飛輪的環齒啮合，在引擎發動後，能使馬達小齒輪自動的與飛輪分離或自行空轉，才不會使馬達因高速運轉而損壞。

二、起動馬達的小齒輪齒數與飛輪環齒輪齒數比約 1：15~1：20，如圖 5-6-33 所示。

三、馬達驅動機構依小齒輪與飛輪啮合方式及構造不同而有許多種類：



四、足踏式起動馬達

圖5-6-34所示為足踏式起動馬達之構造，馬達小齒輪與飛輪之啮合由撥桿操縱，撥桿用連桿

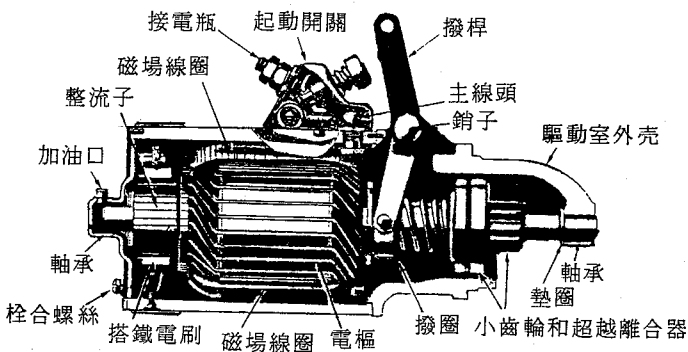


圖 5-6-34 足踏式起動馬達

以腳踏，先使馬達小齒輪與飛輪啮合後，才能將馬達電源接通，使用滾珠式超越離合器保護馬達，為早期汽車所使用。

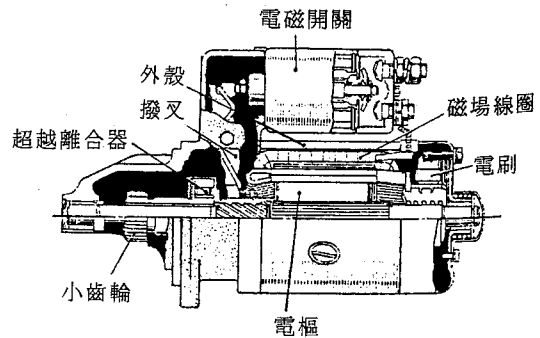


圖 5-6-35 使用滾柱式超越離合器之齒輪撥動型起動馬達〔註28〕

五、螺線管撥動齒輪式起動馬達

(一)圖5-6-35為使用雙線圈螺線管電磁開關撥動小齒輪之馬達構造，使用滾珠或滾柱式超越離合器保護馬達，為目前汽油車使用最多之起動馬達。

(二)圖5-6-36為使用雙線圈螺線管電磁開關控制，配合多片式離合器之起動馬達構造，用在中小型柴油引擎上。

(三)圖5-6-37為使用達爾驅動機構之起動馬達構造，小齒輪之撥出由螺線管操作，引擎發動後

利用驅動環上之螺旋槽使小齒輪與飛輪分開，保護馬達。

六、磁極撥動齒輪式起動馬達

圖5-6-38所示為使用活動磁極撥動小齒輪之起動馬達構造，使用滾柱式超越離合器保護馬達。

七、電樞移動型起動馬達

圖5-6-39所示為電樞移動型起動馬達，電樞

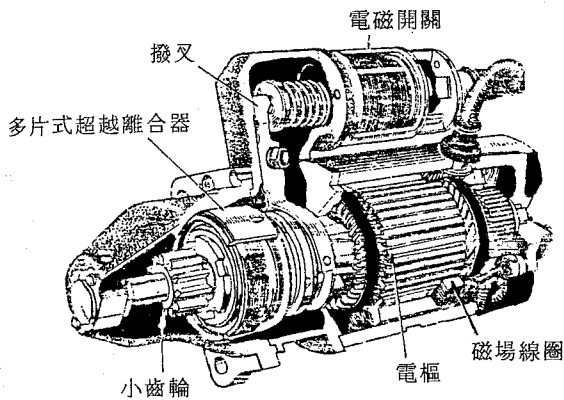


圖 5-6-36 使用多片式超越離合器之齒輪撥動型起動馬達 [註29]

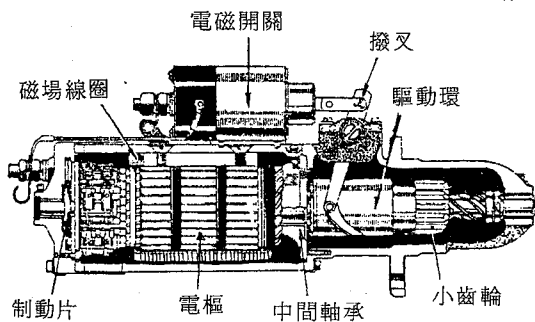


圖 5-6-37 使用達爾驅動機構之起動馬達 [註30]

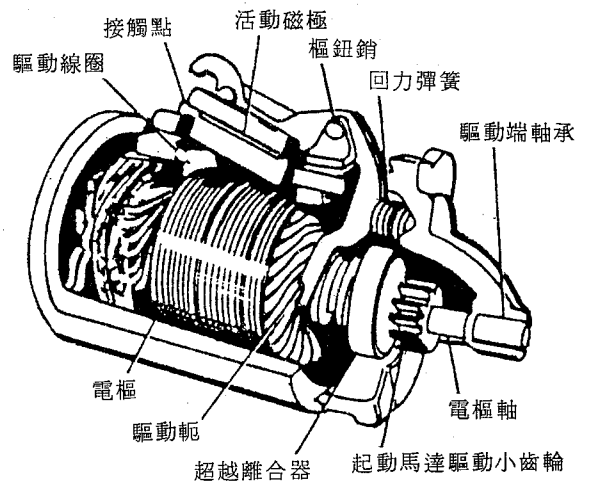
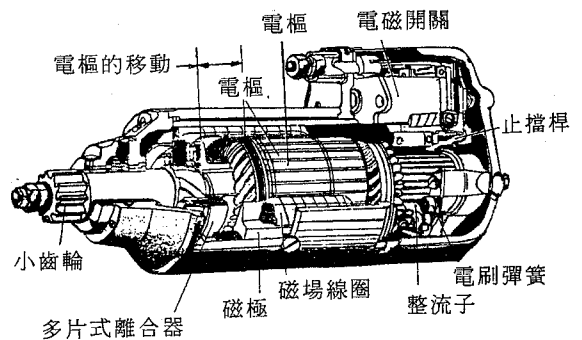


圖 5-6-38 磁極撥動齒輪式起動馬達 [註31]



5-6-39 電樞移動型起動馬達 [註32]

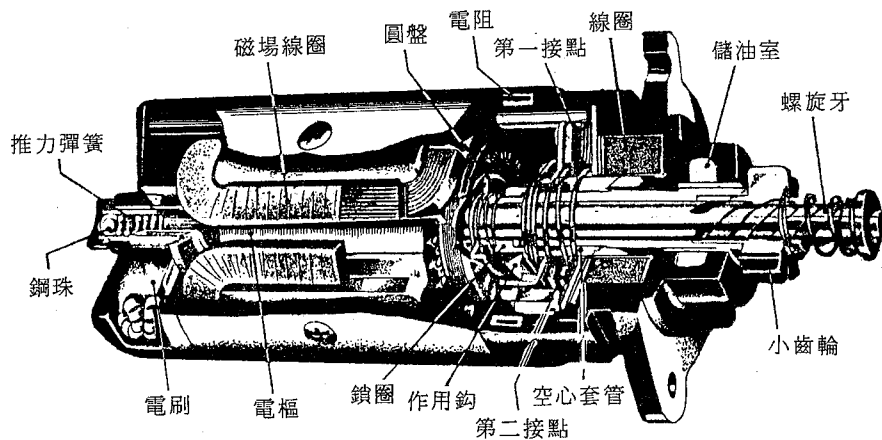


圖 5-6-40 齒輪滑動型起動馬達

除會旋轉外亦會前後移動，起動時，電樞與小齒輪一起移動與飛輪嚙合。早期之重型柴油引擎均使用此式。

八、齒輪滑動型起動馬達

圖5-6-40所示為齒輪滑動型起動馬達之構造，利用電磁直接吸引小齒輪與飛輪嚙合，使用多片離合器保護馬達，多用在大型柴油車上。

九、齒輪慣性移動型起動馬達

(一)圖5-6-41為內向式本氏式起動馬達之構造，利用小齒輪不平衡配重與螺旋齒，靠慣性力使小齒輪自動與飛輪接合和分離，舊式汽車使用較多。

(二)圖5-6-42為外向式本氏式起動馬達之構造。

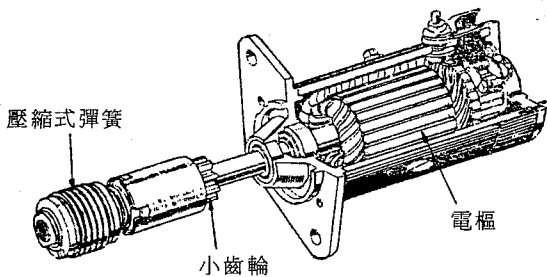


圖 5-6-41 本氏內向式起動馬達 [註33]

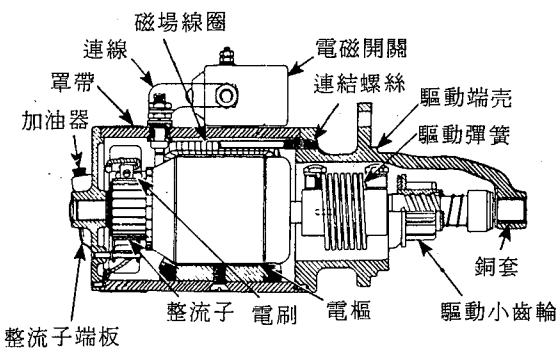


圖 5-6-42 本氏外向式起動馬達

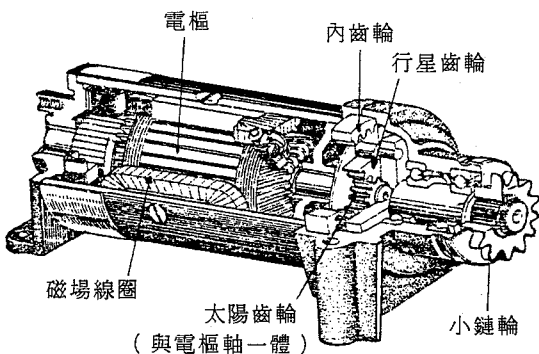


圖 5-6-43 鏈條傳動型起動馬達 [註34]

十、鏈條傳動型起動馬達

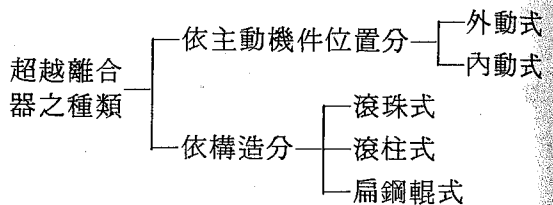
圖5-6-43所示為以鏈條驅動之起動馬達構造，馬達與引擎以鏈條連接，使用超越離合器保護，用在機車上。

十一、超越離合器構造及作用

(一)超越離合器之主要功用是只能馬達驅動引擎，引擎不能驅動馬達。搖轉引擎時超越離合器鎖住成爲一體，馬達能驅動引擎，引擎一發動後，轉速比馬達快，超越離合器自動分離，小齒輪在馬達軸上超越空轉，以防馬達電樞被引擎帶動快速轉動而損壞。爲近代汽車普遍所採用。

(二)一般超越離合器之構造如圖5-6-44所示。

(三)超越離合器之種類：



四外動式超越離合器

1.圖5-6-45所示為外動式 (out roller) 超越離合器之構造，超越離合器的外壳與空心軸製成一體，電樞轉動時，電樞軸上的螺旋齒驅動空心軸與離合器外壳，外壳的內部挖有四條斜溝，放置彈簧及滾柱 (珠)，爲主動件。

2.小齒輪和超越離合器的內圈製成一體爲被動件。

3.起動時動力傳遞爲：電樞軸→空心軸→離合器外壳→離合器內圈→小齒輪，如圖5-6-46所示。

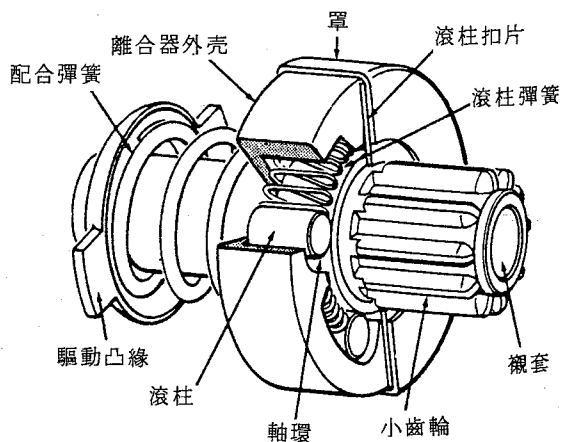


圖 5-6-44 超越離合器構造 [註35]

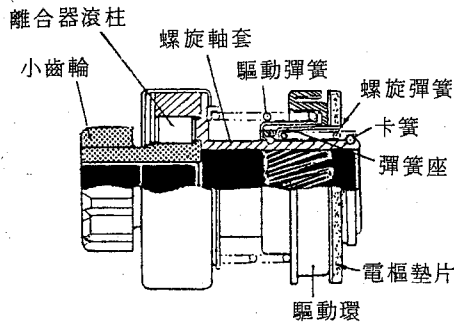


圖 5-6-45 外動型超越離合器〔註36〕

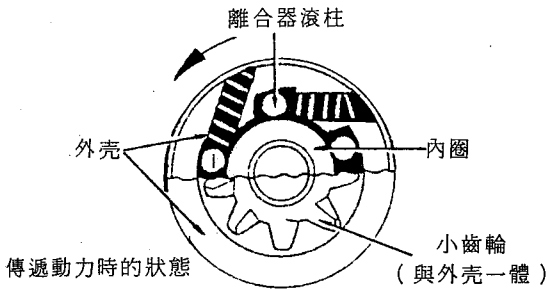
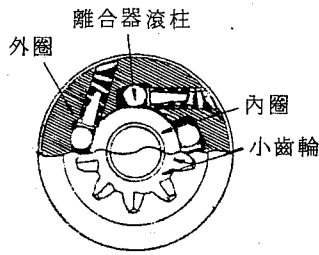


圖 5-6-46 外動型超越離合器傳動時〔註37〕

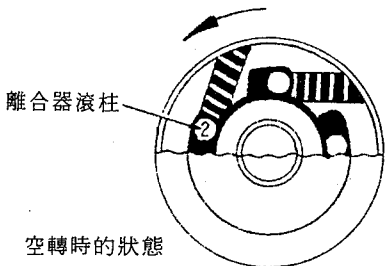


圖 5-6-47 外動型超越離合器空轉時〔註38〕

4. 引擎發動後之作用：小齒輪轉速大於電樞軸轉速，小齒輪為主動，滾柱移到斜溝較寬處，離合器分離，只有小齒輪空轉，動力不會傳到電樞軸，如圖 5-6-47 所示。

(五) 內動式超越離合器

1. 圖 5-6-48 所示為內動式 (inner roller) 超越離合器之構造，超越離合器之內圈與空心軸製成一體，套在電樞軸上為主動件。

2. 小齒輪與離合器外殼製成一體，為被動件

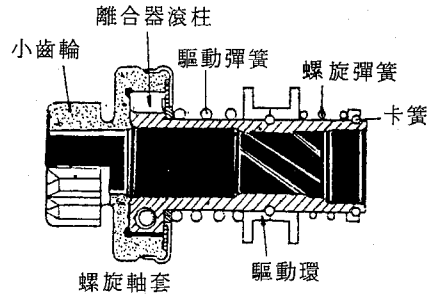
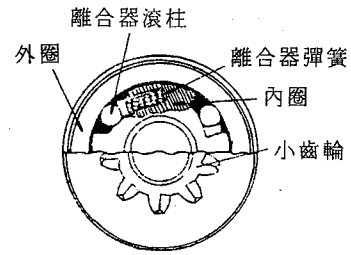


圖 5-6-48 內動型超越離合器〔註39〕



3. 起動時動力傳遞為：電樞軸→空心軸套→離合器內圈→滾柱→離合器外殼→小齒輪，如圖 5-6-49 所示。

4. 引擎發動後之作用：小齒輪轉速大於電樞軸轉速，滾柱移至斜溝較寬處，離合器分離，小齒輪空轉，如圖 5-6-50 所示。

(六) 扁鋼輓式超越離合器

1. 圖 5-6-51 所示為扁鋼輓式超越離合器 (sprag overrunning clutch) 之構造，用在重級型起動馬達上。

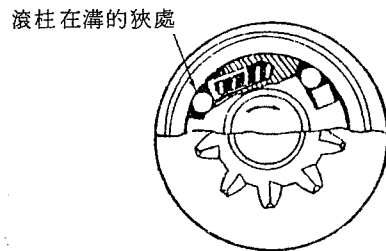


圖 5-6-49 內動型超越離合器傳動時

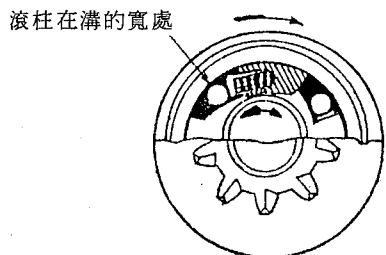


圖 5-6-50 內動型超越離合器空轉時

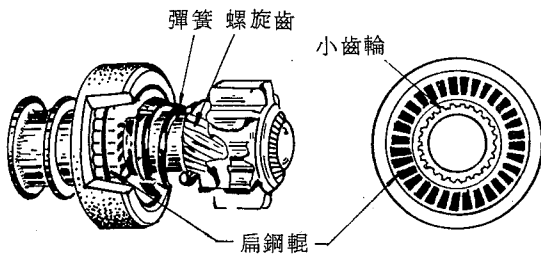


圖 5-6-51 扁鋼輓式超越離合器構造

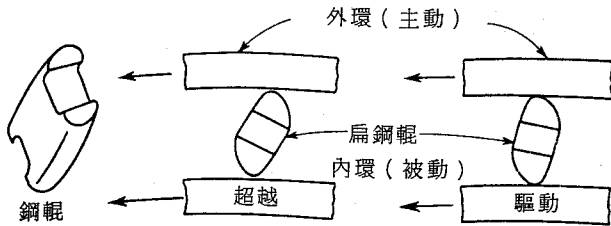


圖 5-6-52 扁鋼輓之作用

2. 扁鋼輓之作用如圖5-6-52所示，外圈為主動件，內圈為被動件，外圈主動時使扁鋼輓豎起鎖住內圈而一起旋轉，能夠驅動；當內圈為主動時，扁鋼輓趨向橫放，使離合器分離，內圈超越外圈空轉。

十二、本的氏驅動機構之構造及作用

(一) 利用慣性來使齒輪移動之驅動機構為本的氏 (Bendix) 先生所發明，故稱本的氏驅動機構，有些書稱為慣性傳動機構 (inertia drive)。

(二) 本的氏驅動機構原理如圖5-6-53所示之螺絲與螺帽關係，若螺絲不轉，螺帽向黑箭頭方向轉時，螺帽會向白箭頭方向移動；反之，如果螺帽不轉，螺絲向黑箭頭相同方向轉時，螺絲向白箭頭之相反方向移動。

(三) 如圖5-6-54所示之小齒輪相當螺帽，馬達電樞軸相當螺絲。起動時因齒輪配重關係，電樞

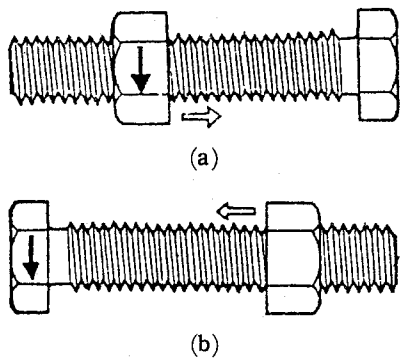


圖 5-6-53 本的氏傳動機構原理 [註40]

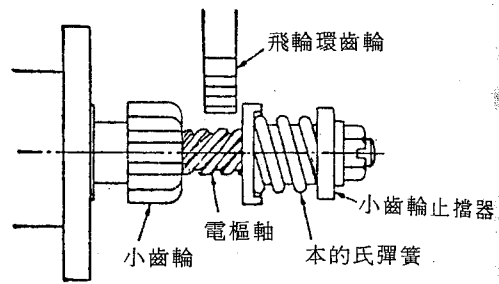
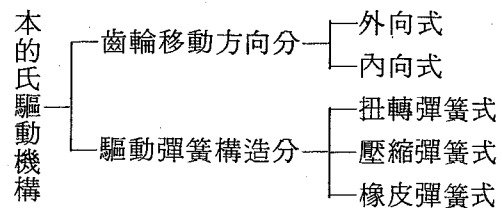


圖 5-6-54 本的氏驅動齒輪與飛輪之啮合 [註41]

軸轉，小齒輪不轉，因此小齒輪會在電樞軸上前進與飛輪啮合。引擎發動後，小齒輪比電樞軸轉得快，相當電樞軸不轉，小齒輪轉，因此小齒輪在電樞軸上後退，與飛輪分離。

(四) 本的氏驅動機構因齒輪之移動方向及驅動彈簧構造不同而有許多不同：



(五) 本的氏驅動機構因齒輪移動與飛輪啮合方向之不同分外向式，如圖5-6-55(a)所示，及內向式，如圖5-6-55(b)所示兩種。

(六) 圖5-6-56所示為扭轉彈簧式本的氏驅動機構組合圖，圖5-6-57所示為其分解圖。

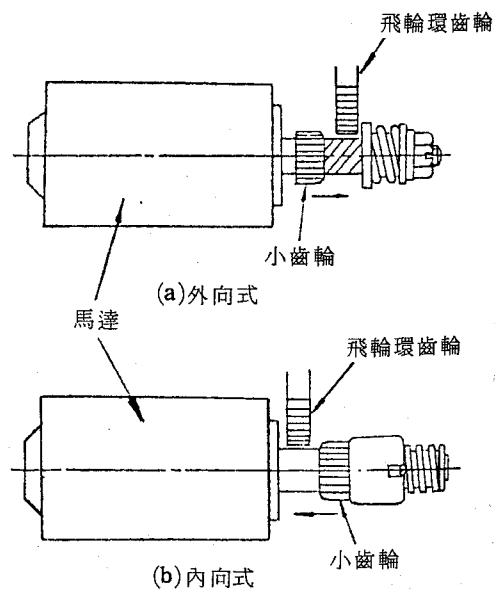


圖 5-6-55 本的氏驅動齒輪移動方向 [註42]

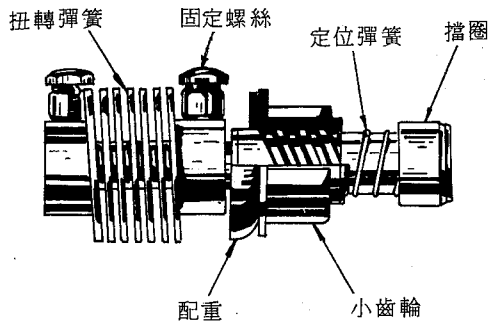


圖 5-6-56 扭轉彈簧式本的氏驅動機構

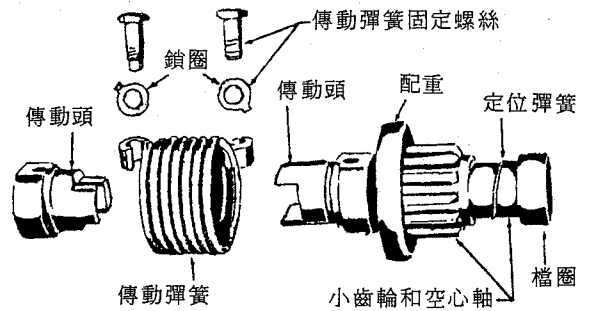


圖 5-6-57 扭轉彈簧式本的氏驅動機構分解圖

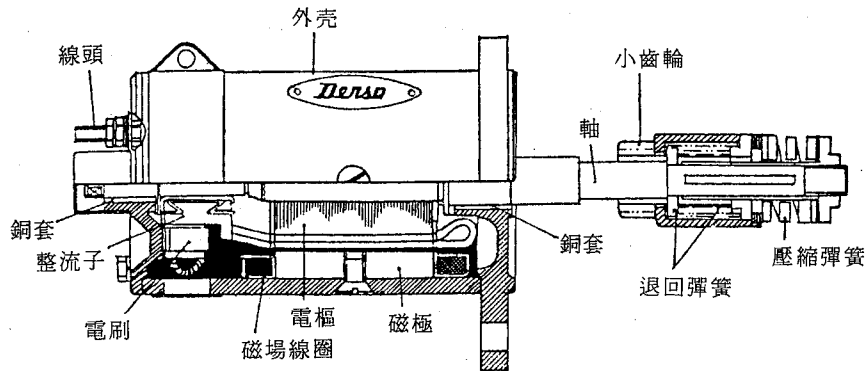
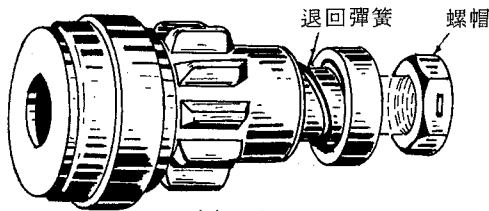
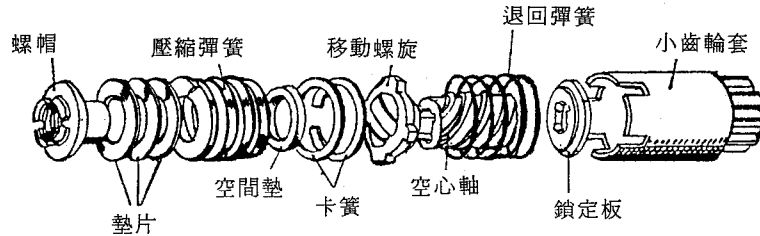
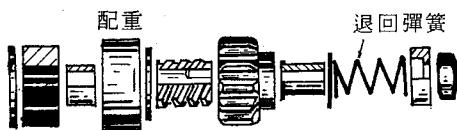


圖 5-6-58 壓縮彈簧式本的氏驅動機構剖面圖 [註43]



(a) 組合圖



(b) 分解圖

圖 5-6-59 橡皮壓縮式本的氏驅動機構

(七)圖5-6-58所示為壓縮彈簧式本的氏驅動機構及分解圖。

(八)圖5-6-59為橡皮彈簧式本的氏驅動機構組合圖及分解圖。

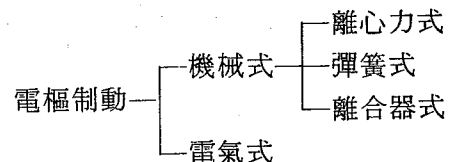
十三、多片式離合器與齒輪滑動型驅動機構之構造及作用在柴油引擎起動系統中介紹。

6-1-7 電樞制動

一、如果引擎發動一下立刻熄火，在電樞或小齒輪未停止前再打馬達時，會使齒輪啮合困難，發生齒輪撞擊，而使齒輪的前端打壞。

二、普通馬達電樞需再空轉8~10秒才會停止，慣性大的馬達還更久。為縮短空轉時間，使能迅速再發動引擎，故馬達電樞需裝設制動裝置。

三、電樞制動種類



四、機械式電樞制動

(一)離心力式電樞制動裝置如圖5-6-60所示，在整流子端之電樞軸上裝設二塊制動蹄片，利用離心力使制動蹄片壓在端蓋上產生制動作用。

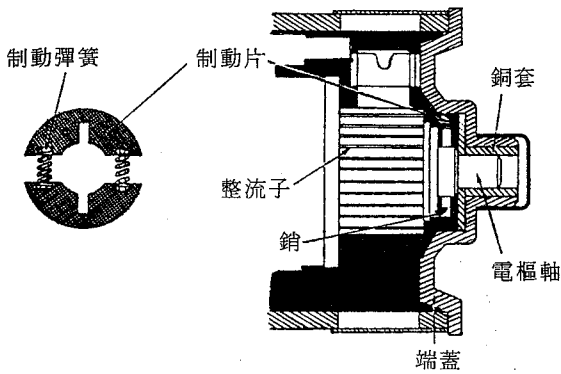


圖 5-6-60 離心式電樞制動裝置 [註44]

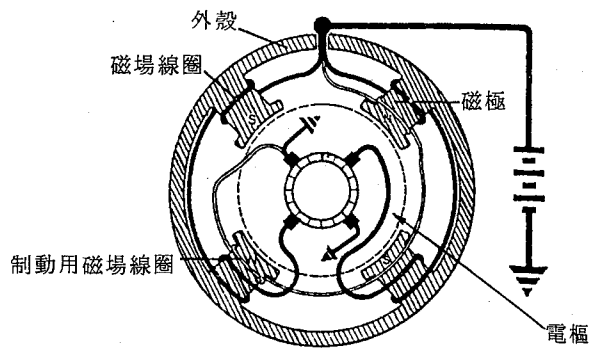


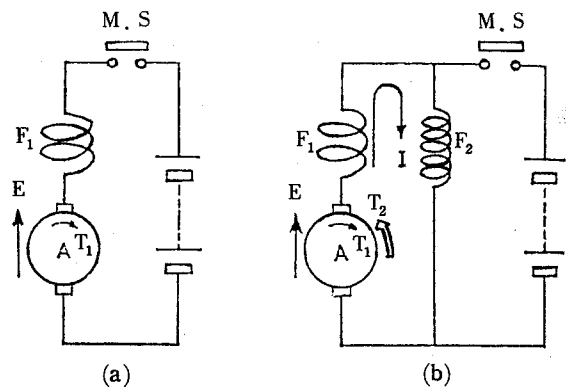
圖 5-6-63 電氣式電樞制動裝置 [註46]

(二)彈簧式電樞制動裝置如圖5-6-61所示，利用彈簧力量壓止推墊片而使電樞產生制動作用。

(三)離合器式電樞制動裝置如圖5-6-62所示，當驅動小齒輪退回原位時，壓住制動板而產生制動作用。

五、電氣式電樞制動

電氣式電樞制動裝置如圖5-6-63所示，在磁極上再繞一較細之並聯線圈，起動時此細線圈與馬達原線圈方向相同，可以增大磁力。當起動開關關掉後，馬達電樞還以高速空轉，電樞與磁場線圈間形成一發電機，感應出電動勢E；在普通



E：電樞感應電壓
I：用電壓E感應之電流
T₁：電樞慣性扭矩
T₂：電流I流過電樞線圈產生之扭矩

圖 5-6-64 電氣式電樞制動電路 [註47]

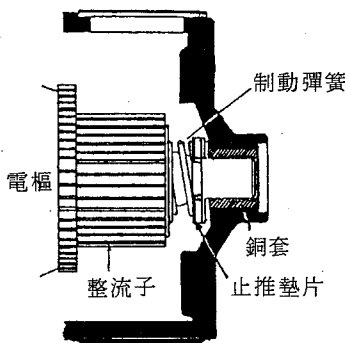


圖 5-6-61 彈簧式電樞制動裝置 [註45]

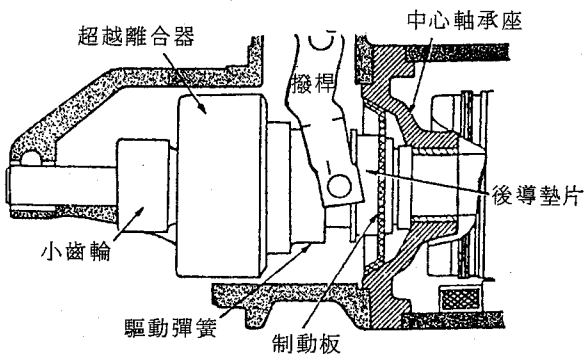


圖 5-6-62 離合器式電樞制動裝置

馬達當開關關去後形成斷路，感應電壓E不產生作用；在電氣制動式馬達因多繞了一組並聯線圈，形成通路，感應電壓E使電流流經線圈後產生

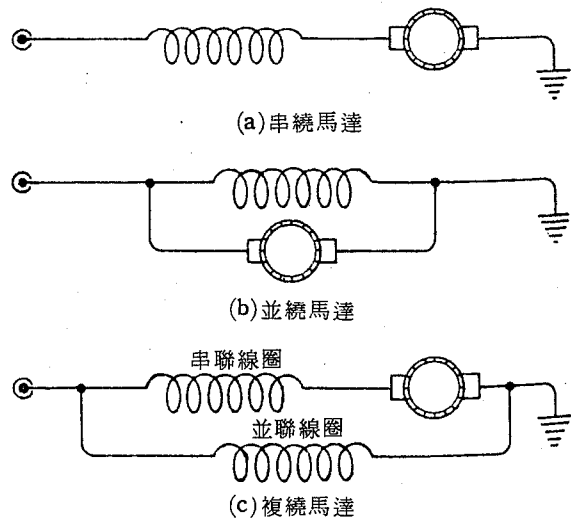


圖 5-6-65 馬達之基本電路 [註48]

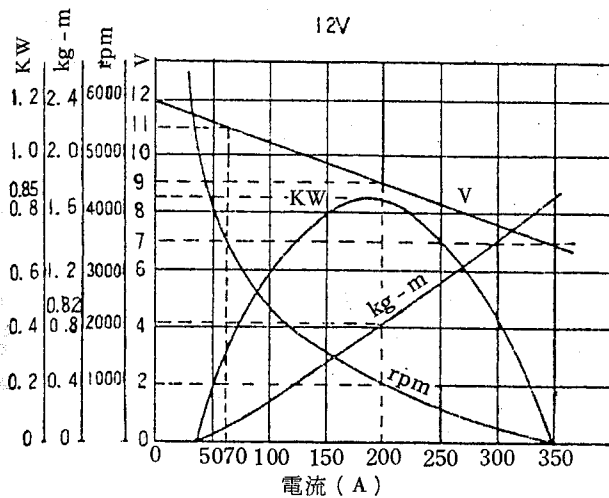


圖 5-6-66 12V 起動馬達之特性曲線 [註49]

之扭矩 T_2 之方向與原來電樞旋轉方向產生之扭矩 T_1 相反，兩個力量相反互相抵消，故電樞能在 3 秒左右停止轉動，如圖 5-6-64 所示。

6-1-8 起動馬達特性曲線

(一) 起動馬達依磁場線圈與電樞線圈之連接方法可歸納為串聯、並聯及複聯，如圖 5-6-65 所示。

(二) 串聯馬達流過磁場線圈之電流全部流過電樞線圈，轉速低時電流大，扭矩大；轉速高時，電流減小，扭矩變小，特別適用於引擎起動馬達

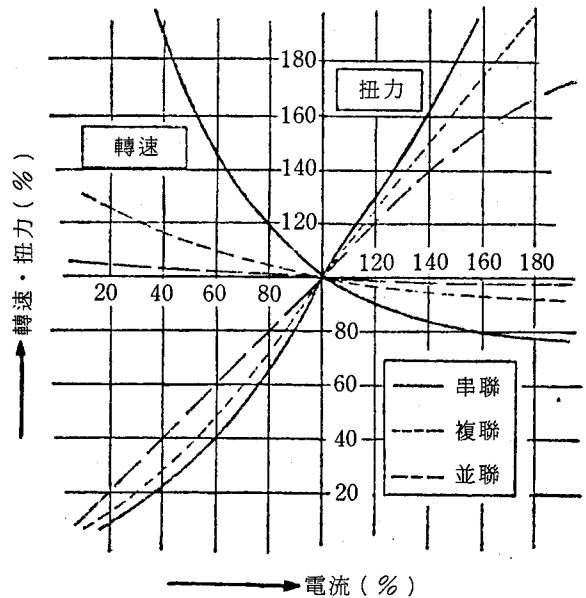


圖 5-6-67 串聯、並聯及複聯馬達之特性 [註50]

使用，圖 5-6-66 所示為 12V 起動馬達之特性曲線。

(三) 並聯馬達的轉速和扭力變化與電流大小關係很小，一般用在雨刷及鼓風機之馬達。

(四) 複聯馬達則介於串聯馬達及並聯馬達之間。

(五) 圖 5-6-67 為串聯、並聯及複聯馬達之特性曲線比較。

[返回目錄](#)

第二節 汽油引擎起動系統

6-2-1 一般汽油引擎起動電路

(一) 圖 5-6-68 為一般汽油引擎起動系統配線圖。

(二) 為保護全車電系配線，在電瓶與發火開關間使用可熔線，萬一電系配線有嚴重搭鐵漏電，電流超過可熔線規定電流時，可熔線燒斷，保護電路。

(三) 點火系統在引擎運轉時電流由 B 經 IG 線頭供應，需經外電阻才流到發火線圈，使發火線圈受到之電壓在 10.5V 左右。

(四) 點火開關在 ST 位置時，至點火系統發火線圈之電流可由 B 經 R 線頭供應，不再流經外電阻，因打馬達時馬達消耗大量電流，使電瓶電壓降 1~2V，如此可使起動引擎時發火線圈受到之電壓與平常運轉時相同，能產生強烈火花，使

引擎容易發動。

(五) 裝用自動變速箱之汽車需經起動安全開關 (又名抑制開關)，使起動系統必須選擇桿在 N 或 P 時才能作用。採用手動變速箱的即直接連接。

6-2-2 齒輪撥動型馬達起動系統

(一) 圖 5-6-69 為使用螺線管齒輪撥動型馬達系統圖。

(二) 起動引擎時之作用：

1. 當點火開關轉到 ST 時，電瓶電由點火開關 B 線頭經 ST 線頭流到馬達電磁開關之 S 線頭，電分二路，一條經較細的吸住線圈 (hold in winding) 或叫並聯線圈 (shunt coil) 到外殼搭鐵產生吸力，另一條經較粗的吸入線圈 (pull in winding) 或叫串聯線圈 (series

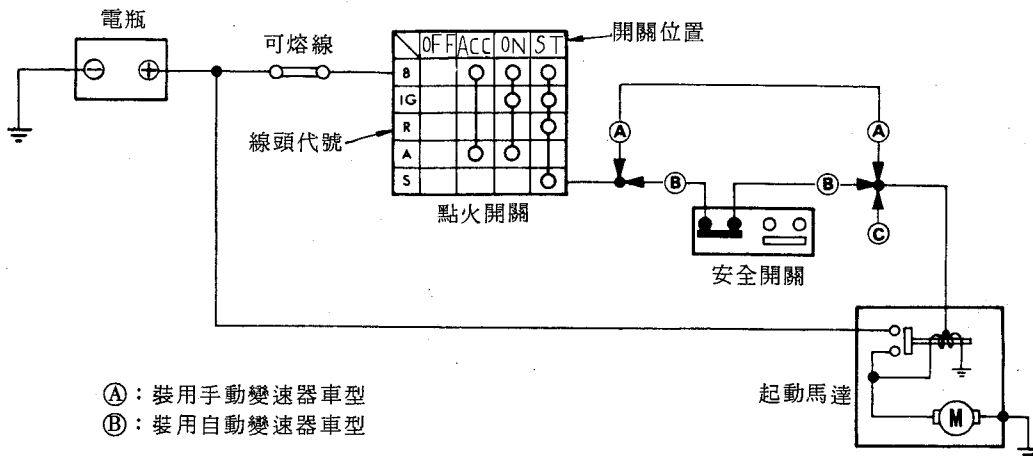


圖 5-6-68 一般汽油引擎起動系配線

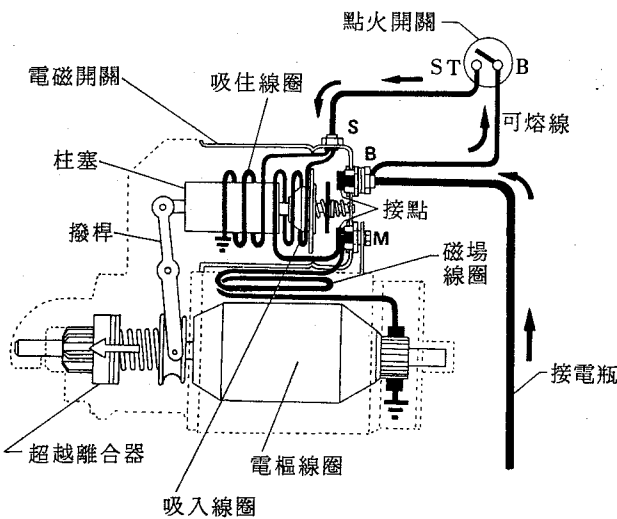


圖 5-6-69 使用齒輪撥動型馬達之起動系統圖 [註51]

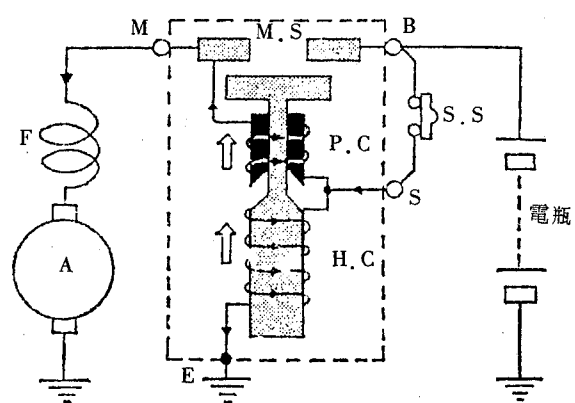


圖 5-6-70 起動開關接通時之作用 [註52]

coil)經電磁開關之M線頭，經馬達磁場線圈及電樞線圈搭鐵，使馬達能緩慢旋轉，並產生強大的電磁引力，如圖5-6-70所示。

電瓶→點火開關 ST→電磁開關 S — 吸住線圈→搭鐵
 吸住線圈→吸入線圈→M線頭→馬達磁場線圈→馬達電樞線圈→搭鐵

2.吸住線圈與吸入線圈之方向相同，磁力線相加，產生之強引力將柱塞吸入線圈中，柱塞之移動使撥叉將驅動小齒輪撥向飛輪。因馬達電樞會緩慢移動，故萬一齒相碰時能很快滑開而使齒很容易啮合，齒輪啮合後，電樞因電流小、扭力小，故停止轉動。當驅動小齒輪與飛輪齒啮合完全後，柱塞將電磁開關B及M兩個接點接通，大量電流由電瓶經電纜線直接流入馬達，使馬達產生強大扭力搖轉引擎。此時吸入線圈兩端均為電源，無電流進入，吸住線圈仍有電流。

電樞轉速高速空轉，如圖5-6-71所示。

3.引擎發動後，若點火開關仍在ST位置，驅動小齒輪仍與飛輪啮合，飛輪帶動小齒輪超越

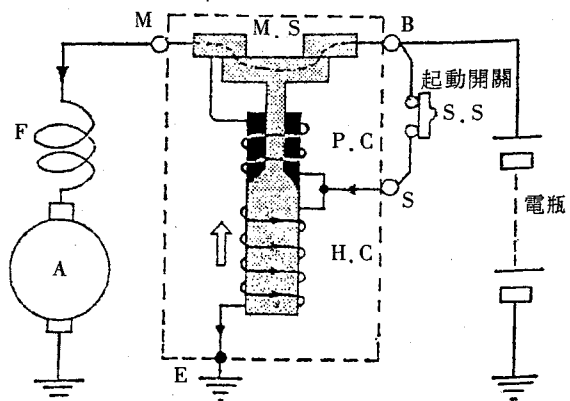


圖 5-6-71 馬達搖轉引擎時之作用 [註53]

搭鐵。電磁引力將電磁開關B、M接點閉合。

2.大量電流由電瓶經電纜流入馬達，使馬達高速旋轉。馬達旋轉時，本氏驅動機構使小齒輪自動與引擎飛輪啮合，搖轉引擎。

3.引擎一發動，轉速高於馬達相當轉速後，小齒輪自動與飛輪分開。

(三)放開點火開關，自動由ST回到ON位置，ST無電流，電磁開關接點自動分開。

(四)起動引擎時，電瓶電會從電磁開關之I線頭流到發火線圈，不再流經外電阻，使發火線圈在平常運轉及起動引擎時受到之電壓相同。

返回目錄

第三節 柴油引擎預熱系統

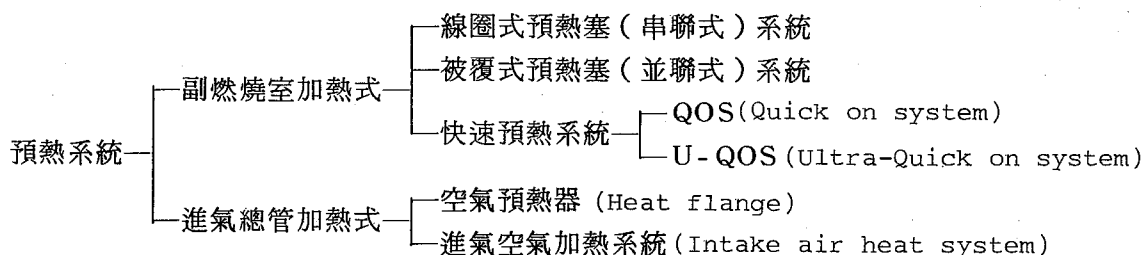
6-3-1 概述

(一)柴油引擎係利用壓縮後高壓空氣的高溫來使噴入汽缸之柴油粒自動着火燃燒產生動力。在發動引擎時，引擎體是冷的，尤其在寒冷的冬天，空氣溫度很低，壓縮後的空氣熱量一部分被冷的活塞及汽缸體吸收，溫度低，柴油不易着火，使引擎起動困難，甚至根本無法發動。

(二)為使柴油引擎容易發動，複室式燃燒室(預燃室式、渦動室式)之柴油引擎常在副燃燒室中裝置預熱塞(glow plug)，如圖5-6-75所

示。在起動之前先通電至預熱塞20~30秒，使副燃燒室及裏面之空氣先加熱，起動引擎時仍繼續加熱，使初噴入之柴油立刻着火燃燒，引擎能順利發動。引擎發動後，關閉起動開關，預熱塞才不再作用。

(三)使用直接噴射式(展開室式)燃燒室之柴油引擎，普通較複室式易發動，且無副燃燒室可供裝置預熱塞，故無預熱塞裝置。但為減少馬達負荷，使引擎更容易發動，現代引擎裝置進氣總管空氣預熱器或進氣空氣加熱系統。



(四)現代高速柴油引擎小轎車為提高柴油引擎之快速起動性能，免除預熱時等待之苦，發展出一種急速預熱裝置QOS，能使預熱時間從20~30秒縮短到3.5秒，使柴油引擎具有與汽油引擎相同之快速發動性能。最近更發展出一種預熱時間為零之超快速預熱裝置U-QOS，使柴油引擎

與汽油引擎一樣在-20℃下，仍能立即起動。

6-3-2 串聯式預熱塞預熱系統

一、串聯式預熱塞預熱電路

(一)串聯式預熱系統使用在早期之柴油引擎上，包括電瓶、電瓶開關、起動開關、預熱指示器、減壓電阻、預熱塞等，如圖5-6-76所示。電路

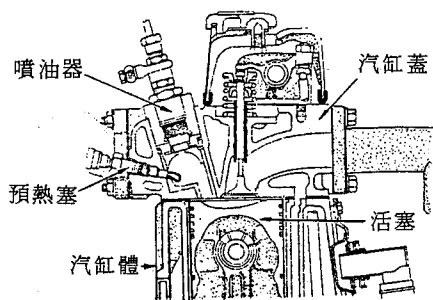


圖 5-6-75 預熱塞之裝置位置〔註56〕

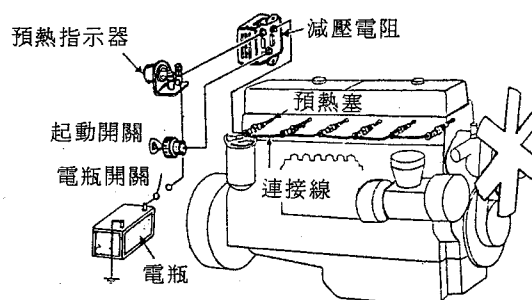


圖 5-6-76 串聯式預熱系統組件〔註57〕

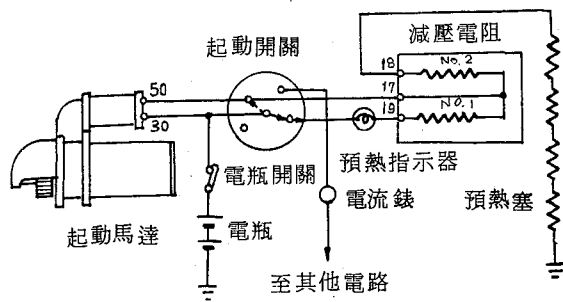


圖 5-6-77 串聯式預熱塞電路

簡圖如圖5-6-77所示。電路之作用如下：

1. 將起動開關開到預熱位置時，電流順序如下：

電瓶→電瓶開關→起動開關→預熱指示器→
No 1 減壓電阻→No 2 減壓電阻→預熱塞→
搭鐵。

汽缸中之預熱塞與駕駛室之預熱指示器在10~20秒後同時燒紅。預熱30~60秒後即可發動引擎。

2. 將起動開關開到起動位置時，預熱系統電流順序如下：

電瓶→電瓶開關→起動開關→No. 2 減壓電阻
→預熱塞→搭鐵。

此時一部分電經起動開關後送到馬達電磁開關，使馬達運轉引擎，因馬達負荷大，使電瓶產生電壓降，為維持預熱塞仍能保持良好熱度，到預熱塞之電流不經預熱指示器及No. 1 減壓電阻，使預熱塞在預熱及搖轉馬達時受到之電壓不變，使在發動引擎時仍能維持高熱，使引擎容易發動。

二、預熱電路各機件之構造及作用

(一)線圈式預熱塞

線圈式預熱塞之加熱部分使用電熱絲繞成，一端連接於中心導電體，另一端連接於導電套管

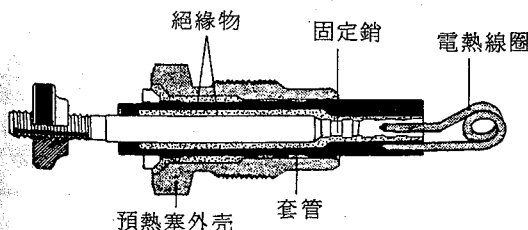


圖 5-6-78 線圈型預熱塞之構造 [註58]

，套管和中心體及外殼間有絕緣體隔開，如圖5-6-78所示。電熱線很粗，電阻很小，約0.045Ω，預熱塞需串聯使用，使每只預熱塞受到之電壓在2V以下(一般1.5~1.8V)。通過電流約35~60A，發熱量為40~80W，能使溫度升至950~1050℃，預熱所需時間約40~60秒。

(二)電瓶開關

1. 柴油引擎大多使用24V電系，電壓高，若電線之絕緣有破損時，易產生嚴重漏電，因此在駕駛室適當位置常有閘刀式電瓶開關，當引擎不運轉時，尤其在汽車停用時，必須將電瓶開關關閉。

2. 有些柴油車之電瓶開關附在電磁起動開關中，在起動系線路中再介紹。

(三)起動開關

1. 起動開關一般裝在駕駛室之儀錶板上，其功用為控制預熱及起動馬達電路。依其作用可分推拉式、按鈕式、旋轉式、鑰匙式四種。

2. 推拉式起動開關

(1) 使用在早期汽車上，構造及線路如圖5-6-79所示。開關一側有註30及50之線頭，另一側有19及17之線頭。線頭30接電瓶開關，線頭50接起動馬達；線頭19接預熱指示器經No. 1、No. 2 減壓電阻到預熱塞，線頭17經No. 2 減壓電阻到預熱塞。

(2) 推拉式起動開關有三個位置，如圖5-6-80所示。

① 當起動開關在0位置時，各線頭不通，

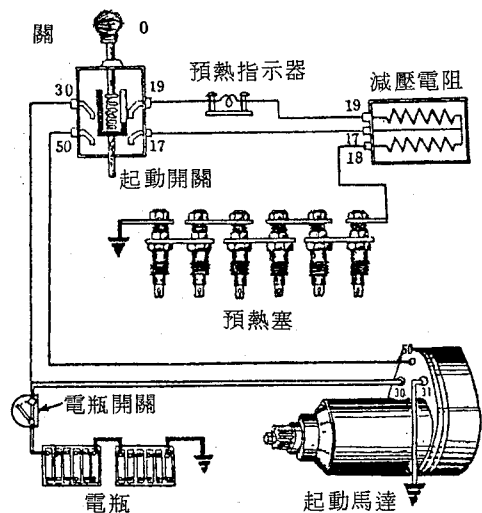


圖 5-6-79 預熱電路 (推拉式開關)

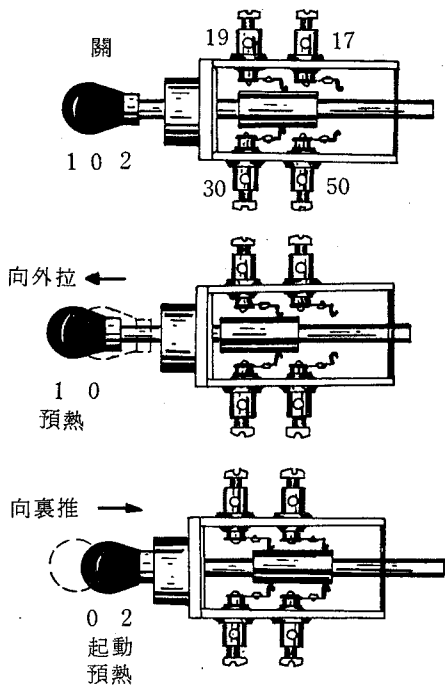


圖 5-6-80 推拉式起動開關之作用圖

預熱及馬達均不發生作用。

- ②當起動開關向外拉至 1 位置時，為預熱位置，線頭 30 及 19 通，預熱塞電路作用。
- ③將起動開關向內推至 2 位置時，為起動及預熱位置。線頭 30、50、17 連通，馬達及預熱塞均作用。

3. 按鈕式起動開關

按鈕式起動開關之構造如圖 5-6-81 所示，按鈕 H 為預熱用，按下 H 鈕時起動開關中之線頭 30 和 19 連通，預熱塞發生作用。按鈕 S 為起動用，按下 S 鈕時 H 鈕跳出，起動開關中之線頭 30、50 和 17 連通，預熱塞及馬達同時作用，如圖 5-6-82 所示。

4. 旋轉式起動開關

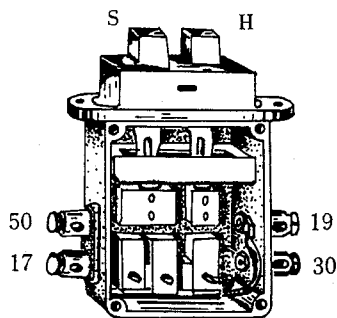


圖 5-6-81 按鈕式起動開關構造

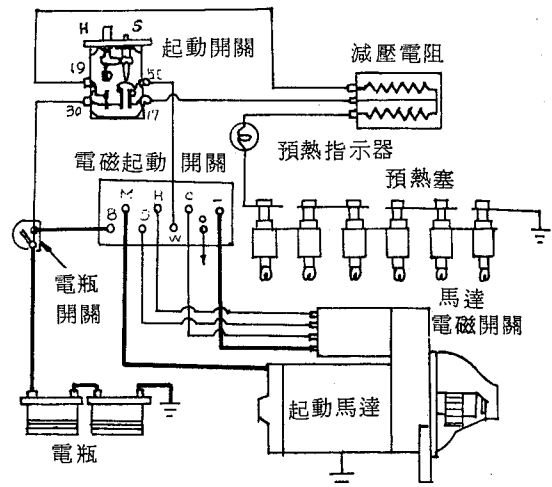


圖 5-6-82 按鈕式起動開關電路圖 (起動)

- (1)旋轉式起動開關用在早期之朋馳 (Benz) 車上，共有四個線頭。15/54 接到鑰匙開關，線頭 50 接起動馬達，線頭 19 接預熱指示器，線頭 17 接減壓電阻。
- (2)起動開關在垂直之 0 位置時，各線頭不通，不作用。
- (3)起動開關旋轉到 1 位置時預熱，15/54 及 19 線頭通，預熱塞作用。
- (4)起動開關旋轉到位置 2 時起動及預熱。線頭 15/54、50 和 17 連通，馬達及預熱塞均作用，如圖 5-6-83 所示。

5. 鑰匙式起動開關

現代大多數柴油汽車都啓用鑰匙式起動開關。鑰匙插入在垂直位置為關的位置。鑰匙向反時針方向旋轉為預熱位置，B 與 R₁ 連通，放鬆時彈

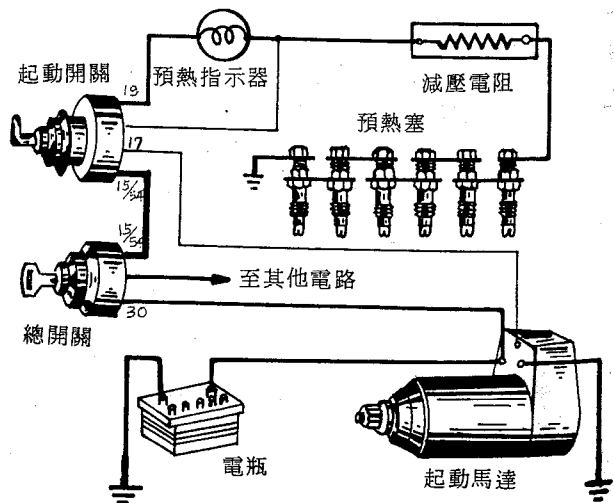


圖 5-6-83 旋轉式起動開關電路圖 (朋馳)

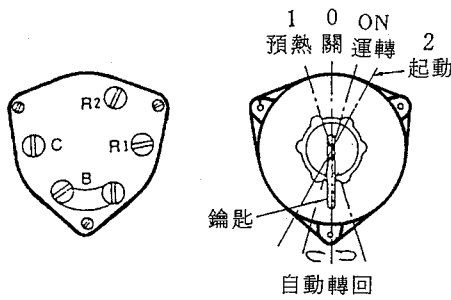


圖 5-6-84 鑰匙式起動開關

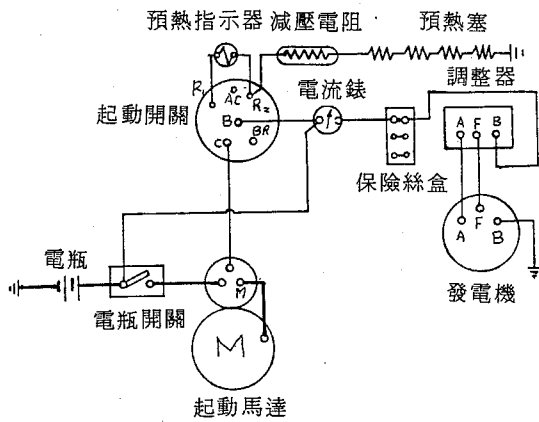


圖 5-6-85 鑰匙式起動開關電路圖 (五十鈴)

簧力使鑰匙回到關的位置。鑰匙向順時針(右)方向旋到底為起動位置，B、C及R₂連通，預熱塞及起動馬達均作用，如圖5-6-84及5-6-85所示。

四預熱指示器

預熱指示器裝在駕駛室之儀錶板上，與預熱塞串聯，其功用是讓駕駛人知道預熱系統作用是否正常，在串聯式預熱系統者有一只預熱塞斷路，預熱指示器即不能燒紅。通常用鎳鉻線製成，其構造如圖 5-6-86 及 5-6-87 所示。

(五)預熱繼電器

1. 串聯式預熱系統耗用電流很大(約30~60 A)，若全部電流經過起動開關，易使接點損壞。裝置預熱繼電器可使預熱系統之電流不經起動

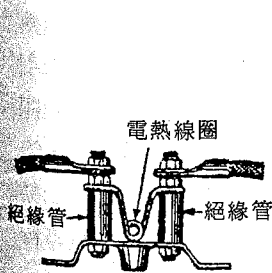


圖 5-6-86 預熱指示器(一)

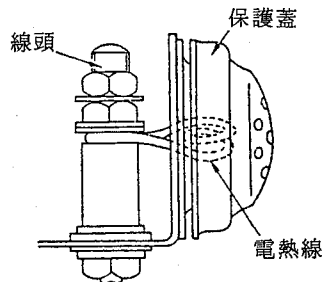


圖 5-6-87 預熱指示器(二) [註59]

開關，而直接由預熱繼電器之接點通過，因接點面積大，導電佳，較經久耐用。圖5-6-88為預熱繼電器之外形圖。

2. 圖5-6-89為預熱繼電器線路圖，當起動開關在預熱位置時，電瓶電經起動開關到預熱繼電器之g線頭經線圈E₁而搭鐵，使接點P₁閉合。電瓶的電由B線頭經接點P₁，線頭G經預熱指示器，減壓電阻R₁及R₂到預熱塞後搭鐵。當起動開關在起動位置時，E₁線圈無電，P₁接點分開；電瓶電由預熱繼電器之ST線頭進入，經線圈E₂搭鐵，使P₂接點閉合，電瓶電由B線頭經P₂接點經減壓電阻R₂到預熱塞後搭鐵，同時有電流到馬達電磁開關使馬達作用。

(六)減壓電阻

因線圈式預熱塞只能承受 2 V 以下之電壓，而柴油引擎之電瓶電壓為 24 V，因此必須串聯適

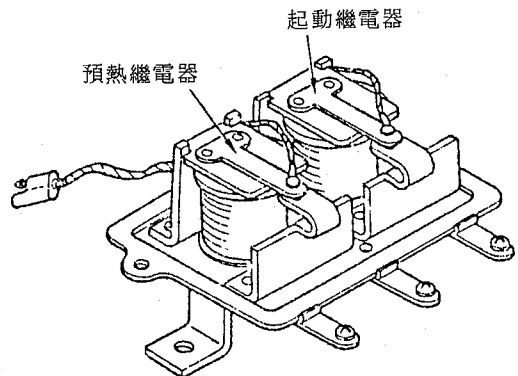


圖 5-6-88 預熱繼電器

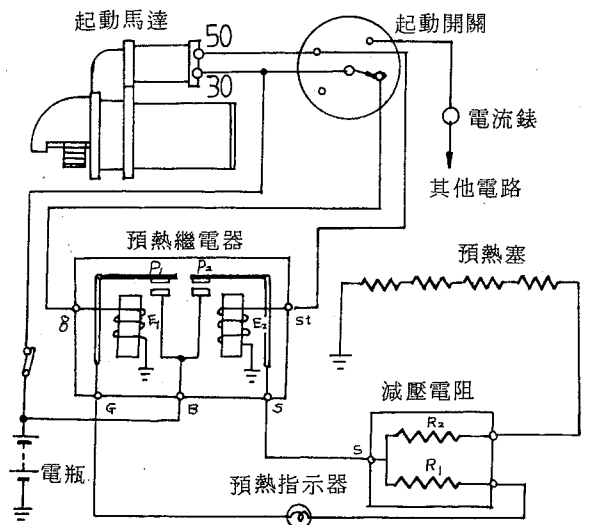


圖 5-6-89 預熱繼電器電路圖

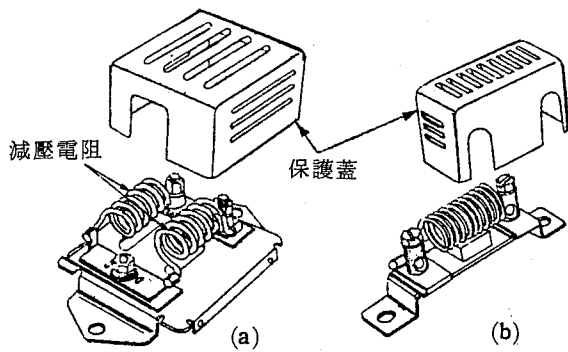


圖 5-6-90 預熱塞減壓電阻之構造〔註60〕

當電阻，使每只預熱塞承受之電壓在 2 V 以下。

在打馬達時，因電瓶大量電流消耗到馬達去使電壓降低，為使預熱塞在打馬達時受到之電壓不變，因此打馬達時之電阻要減少，故減壓電阻內有二組電阻線圈，在預熱時需經過二只串聯電阻，使電壓降增大，在打馬達時僅通過一只電阻，使電壓降減少。減壓電阻由鎳鉻線製成，外用通風之保護罩罩住，如圖5-6-90所示。圖5-6-90(b)所示只有一組電阻之減壓電阻用在12 V系統。

6-3-3 並聯式預熱塞預熱系統

一、並聯式預熱塞預熱電路

現代柴油汽車引擎都改用並聯式預熱塞之預熱系統。因串聯式預熱塞預熱系統只要有一個預熱塞燒斷全部預熱系統即不能作用，使引擎很難起動；而並聯式預熱塞預熱系統若有預熱塞損壞，只有該汽缸受影響，引擎仍可起動。圖5-6-91為並聯式預熱系統電路圖。

(一) 起動開關在預熱位置時，電流順序如下：

電瓶 → 起動開關 → 預熱指示器 → 並聯預熱塞 → 搭鐵。

被覆型預熱塞之電熱線包在金屬管中，溫度上升較慢，需經60~90秒才能完全燒紅。

(二) 起動開關在起動位置時，電流順序如下：

電瓶 → 起動開關 → 並聯預熱塞 → 搭鐵。

此時一部分電流到馬達電磁開關使馬達運轉引擎，電流不經預熱指示器直接到預熱塞，故預熱指示器不亮。

二、被覆式預熱塞之構造及作用

(一) 被覆型預熱塞之構造如圖5-6-92所示。電熱線用氧化鎂(MgO)絕緣粉固定於金屬管中，

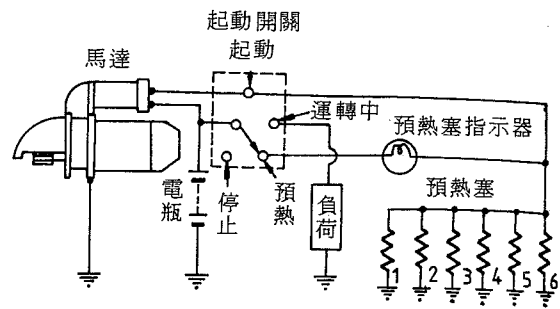


圖 5-6-91 被覆型預熱塞之並聯預熱電路

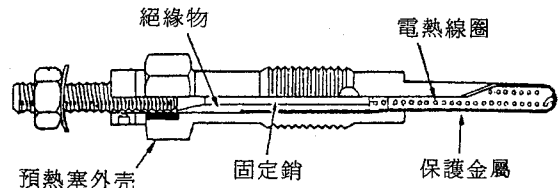


圖 5-6-92 被覆型預熱塞之構造〔註61〕

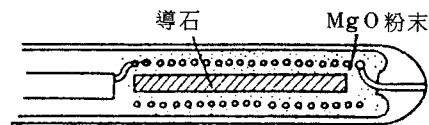


圖 5-6-93 被覆型預熱塞預熱部構造〔註62〕

其一端連接外殼搭鐵，一端連接到外面線頭，中間有一塊導石如圖5-6-93所示。為高電壓低電流型之預熱塞，發熱量60~100 W，發熱部溫度為950~1050℃，使用電壓24 V系統為22~23 V；12 V系統為10~11 V，使用電流24 V系統約5~6 A，12 V系統約10~11 A，預熱時間需60~90秒。

(二) 使用被覆型預熱塞燃燒面積大，引擎容易發動。各預熱塞並聯，即使有部分預熱塞失去作用，其他預熱塞仍作用，引擎仍能發動。電熱線無積碳之慮，不必保養，使用壽命長。不需裝置減壓電阻，減少電之損失。

6-3-4 快速預熱系統

一、概述

使用線圈式預熱塞需40~60秒，被覆式預熱塞需60~90秒，預熱塞才能達到最高溫度。冷引擎發動前預熱需等待相當時間，對急著趕時間開車的人來說，是一項非常懊惱的事情。五十鈴汽車公司之雙子星型柴油引擎小轎車為改善此缺點，發展出一種快速起動系統QOS，使預熱等待時間從原來舊式預熱塞30秒以上縮短為3.5秒。1982年更推出超快速起動系統U-QOS，使預熱

等待時間縮短為「零」，只要鑰匙一開立刻可以起動（引擎溫度 = 外面氣溫在零下20℃），使柴油引擎之起動性能與汽油引擎完全相同。

二、快速起動系統 QOS

五十鈴雙子星型小轎車使用之小型高速柴油引擎，使用渦動室式燃燒室，燃燒室的構造及預熱塞之裝置方法如圖5-6-94 所示。

(一)QOS所使用之預熱塞，六角螺絲部分漆綠色以便容易分辨，發熱部分採用表面經氧化鎳處理過的鎳鉻線，中間使用鋁心，電熱線成喇叭型，如圖5-6-95所示，電阻值減小，電流值增大，使能迅速發熱。

(二)圖5-6-96為QOS控制系統組成圖，圖5-6-97為QOS控制系統電路圖，其作用如下：

1. 當鑰匙開關轉到 ON時，預熱指示燈點亮，同時電流進入預熱繼電器 1 之線圈，使白金接點閉合，電流由電瓶經白金、感知電阻到預熱塞，經 3.5 秒預熱繼電器 1 閉合，此時預熱塞之溫度約 500℃，預熱指示燈熄滅。

2. 接著鑰匙開關轉到 ST時，馬達轉動，同時預熱指示燈再點亮，預熱繼電器 1 及 2 同時動作，大量電流進入預熱塞，溫度上升到 900℃，

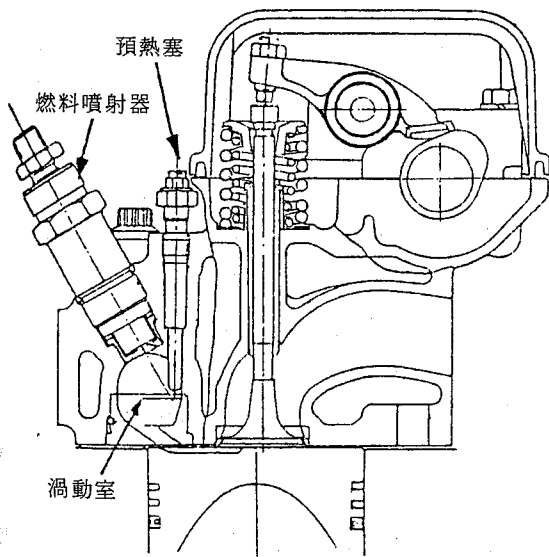


圖 5-6-94 QOS 預熱塞安裝情形〔註63〕

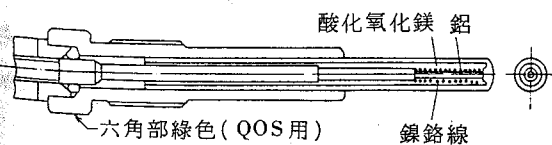


圖 5-6-95 QOS 用預熱塞構造〔註64〕

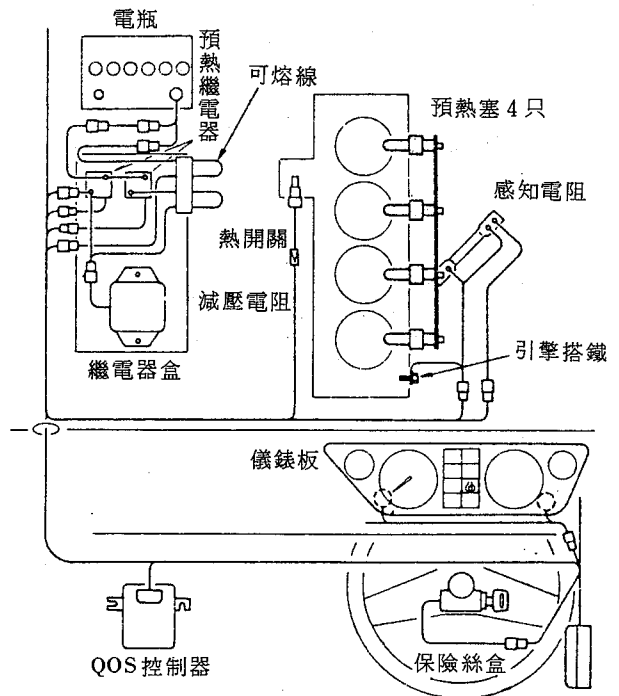


圖 5-6-96 QOS 控制系統組成圖

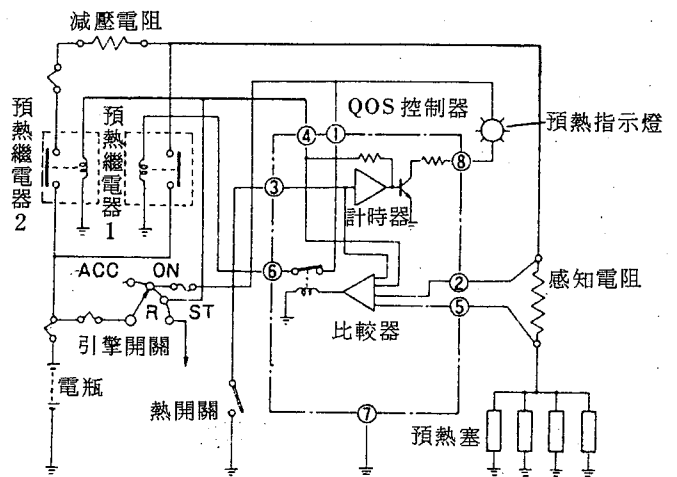


圖 5-6-97 QOS 控制系統線路圖

比較器之動作使預熱繼電器 1 閉合，預熱繼電器 2 相繼閉合，使預熱塞保持穩定預熱狀態，引擎發動後，預熱繼電器 2 能繼續閉合 7 秒鐘，使引擎剛發動後之運轉能穩定。

三、超快速起動系統 U-QOS

(一)超快速起動系統 U-QOS 首先用在 1982 年五十鈴之雙子星型柴油引擎小轎車上，其起動與普通汽油引擎完全相同，上車把鑰匙轉到 ON 立刻可轉到 ST 發動引擎，不必等待預熱。在 -20℃ 之低溫下亦可立刻發動引擎。圖5-6-98為舊式

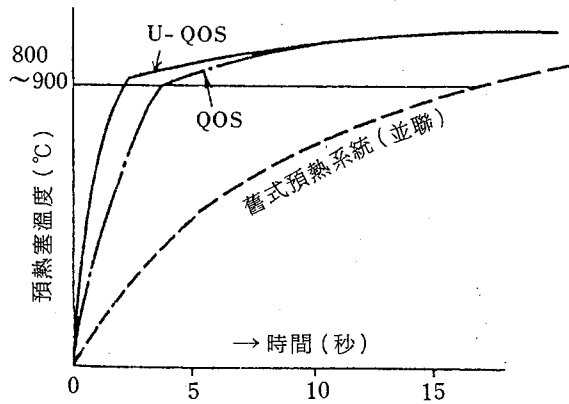


圖 5-6-98 各型預熱塞溫度與所需時間比較圖〔註65〕

被覆型預熱塞、QOS、U-QOS 預熱塞所產生溫度及經過時間之比較圖。

(一) U-QOS 用預熱塞之構造如圖5-6-99所示，六角螺絲部分漆銀色以便識別。發熱部分無金屬罩而是用特殊陶瓷製成，能耐極大之衝擊力（抗彎曲強度40~45 kg/mm²，從1 m高落下也不會碎），且熱變形極小。電熱線使用鎢絲，封閉在陶瓷中，不與空氣接觸，不會發生氧化作用，故壽命很長。

(二) U-QOS 預熱塞需在鑰匙轉到 ON 之瞬間，溫度即需達 700 °C 以上之高溫，故開關 ON 之

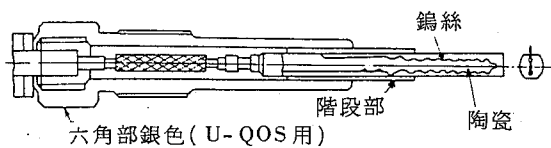


圖 5-6-99 U-QOS 用預熱塞構造〔註66〕

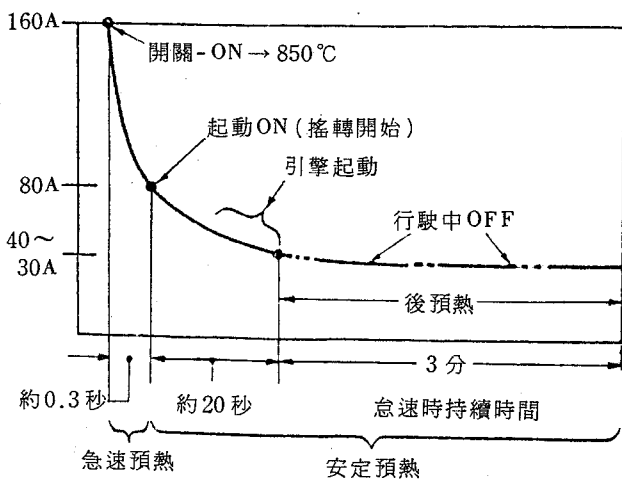


圖 5-6-100 U-QOS 預熱塞電流經過特性〔註67〕

瞬間每支預熱塞需有 40A 之大電流進入，四缸需 160 A，電壓約 5 ~ 6 V，使預熱塞能急速發熱。馬達搖轉期間只需一半之電流維持穩定預熱時約 80A。圖 5-6-100 為 U-QOS 預熱塞電流經過特性圖。

四後預熱控制：

1. 為改善引擎低溫運轉性能，減少狄塞爾爆震之噪音，U-QOS 特設後預熱裝置。當引擎水溫低於 60°C 時，引擎起動後關去起動開關，預熱塞仍能繼續加熱 3 分鐘，使冷引擎之運轉順暢，但車速若高於 18 km/hr 時，後加熱系統即 OFF。

2. 圖 5-6-101 為 U-QOS 之控制系統圖。在後加熱時所消耗之電流約 30~40 A，為防止電力之過度消耗，加裝了電子控制系統。

(1) 電子控制器

當預熱塞溫度達 850 °C 時電子控制器自動停止通電。在鑰匙開關 ON，預熱塞溫度低於 700 °C 時自動通電，當引擎水溫在 60 °C 以上、行駛中或引擎熄火時自動切斷電流。

(2) 預熱繼電器

預熱繼電器控制急速加熱及安定加熱二個主要電路。

(3) 減壓電阻

減壓電阻在安定加熱時加入電路中，以控制電壓之電阻。

(4) 感知電阻

感知電阻測定電阻用之比較基準電阻。

(5) 溫度開關

溫度開關係作冷却水溫度檢出，60°C 以上時 ON。

(6) 油門開關

油門位置之感知，踩油門時 ON，怠速時 OFF。

(7) 空檔開關

在空檔時 ON，打進排檔時 OFF。

(8) 保護裝置

另外，U-QOS 還有保護裝置，當預熱塞有 1 只以上斷路時，蜂鳴器會響，提醒注意。

6-3-5 電熱式空氣預熱器

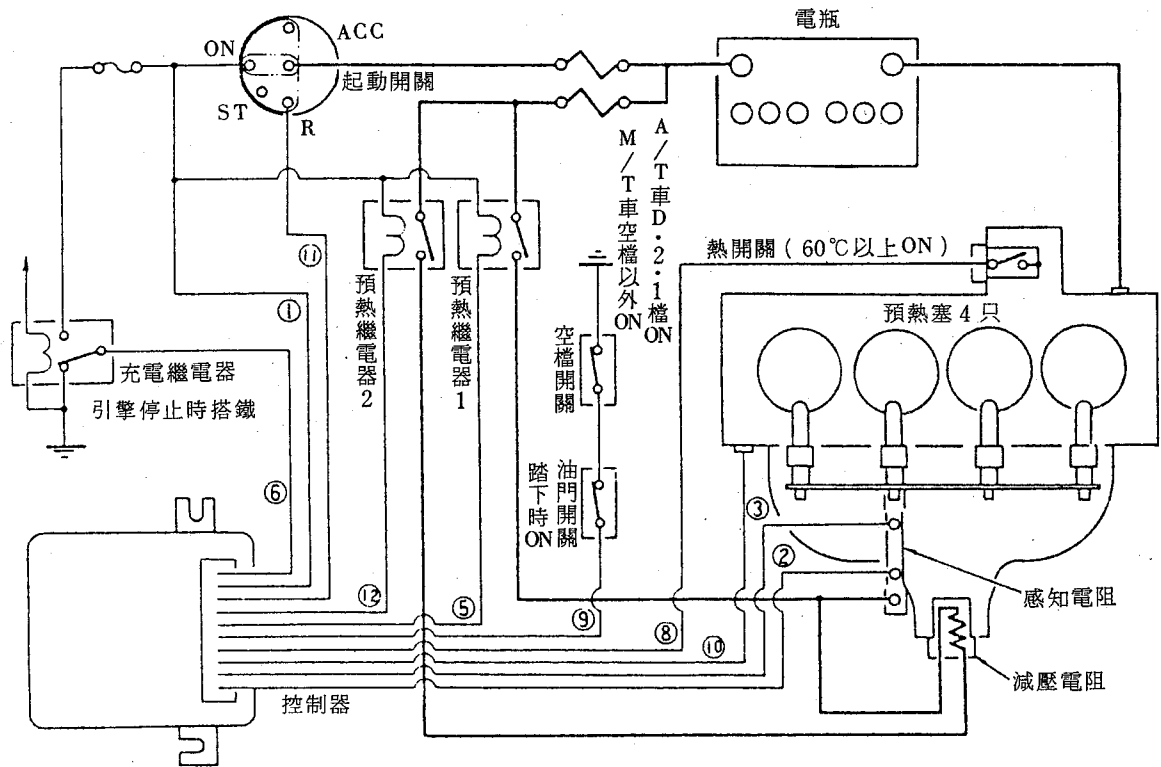


圖 5-6-101 U-QOS 控制電路 [註68]

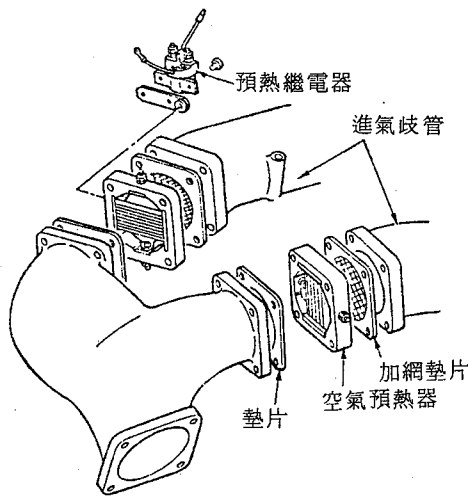


圖 5-6-102 空氣預熱器 [註69]

使用展開室式燃燒室之柴油引擎無副燃燒室可供裝置預熱塞。雖然展開室式燃燒室引擎較其他複室式引擎容易發動，但寒冷天氣無預熱塞幫助還是不易發動。於是有些展開室式引擎在進氣管上裝置預熱器，稱為空氣預熱器，又叫凸緣加熱器，其構造如圖 5-6-102 所示。空氣預熱器的使用電力約 400~600 W，將吸入汽缸之空氣先行加熱使引擎容易發動。空氣預熱器使用時，在儀錶上之預熱指示燈會點亮。圖 5-6-103 為電熱

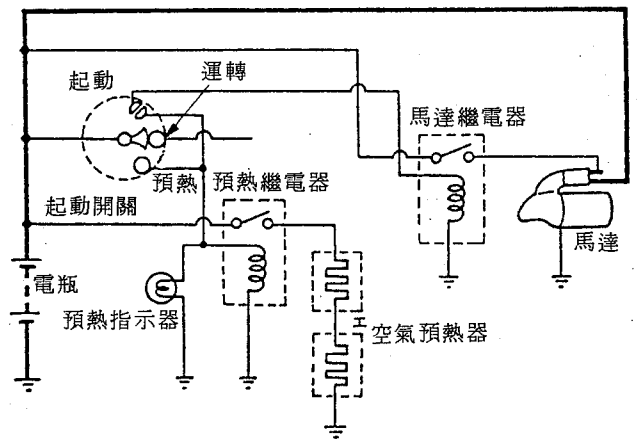


圖 5-6-103 空氣預熱器電路圖 [註70]

式空氣預熱器線路圖。

6-3-6 進氣加熱系統

一、概述

直接噴射式柴油引擎使用電熱式空氣預熱器時，消耗之電流很多，且空氣升高之溫度仍有限，引擎不易發動。進氣加熱系統係利用電熱塞使少量柴油燃燒，以所生的熱量加溫空氣，同時燃燒之火焰吸入汽缸中，使噴入之柴油容易燃燒。此式與電熱式空氣預熱器相較，耗電僅 1/20，空

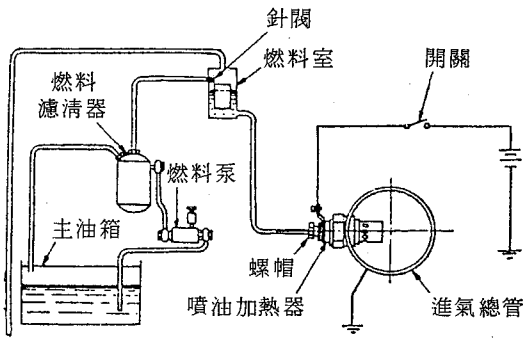


圖 5-6-104 進氣加熱系統組成〔註71〕

氣溫度高 $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ ，且引擎發動後可以繼續加熱 $10\sim 15$ 秒，縮短引擎低溫運轉時間，減少排放黑煙及爆震聲。

二、進氣加熱系統之構造及作用

(一)圖 5-6-104 為進氣加熱系統之構成圖。由燃料室（浮筒室）、噴油加熱器、開關等組成。

(二)噴油加熱器之構造如圖 5-6-105 所示。當起動開關轉到預熱位置時，電流入噴油加熱器之電熱線圈，將噴油加熱器體加熱；溫度上升後，由於噴油加熱器體與閥桿之膨脹差，使鋼珠閥打開。鋼珠閥打開後，燃料油因重力關係，流入噴油加熱器體內，燃油因高溫而汽化，燃料汽體進

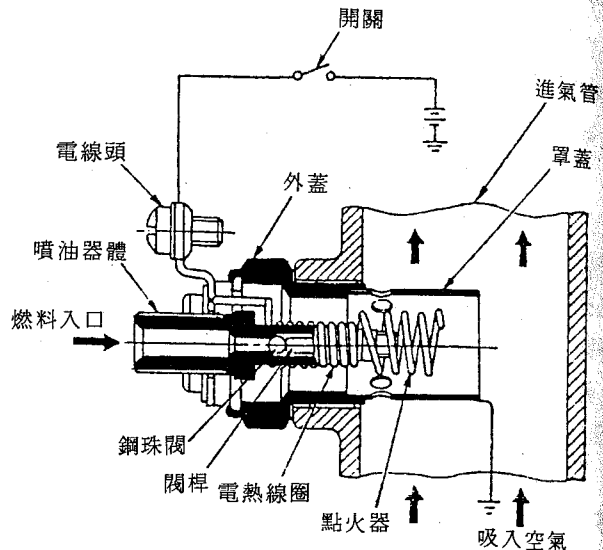


圖 5-6-105 噴油加熱器之構造作用〔註72〕

入點火器時與特殊設計之外殼上孔進入之空氣混合成易燃之混合汽，由點火器點火產生燃燒。將進氣總管中之吸入空氣加熱。

引擎發動後關去開關，通常能繼續維持噴油燃燒 $10\sim 15$ 秒，直到進入空氣之冷卻作用使噴油加熱器冷卻下來，鋼珠閥關閉切斷燃油之流入為止。

返回目錄

第四節 柴油引擎起動系統

6-4-1 概述

(一)柴油引擎的汽缸壓力約比汽油引擎大三~五倍，各部機件都較堅固笨重，起動馬達用來搖轉引擎之力量也必須較大。

(二)為使柴油引擎容易起動，減輕馬達負荷，大型車用引擎均裝有減壓裝置，在發動引擎前先將減壓桿拉起，使引擎的進汽門或排汽門全部打開，引擎沒有壓縮阻力，使馬達能輕易搖轉，等引擎搖轉到較快速度，且機油都送到了各運動機件後，推回減壓桿，利用引擎的轉動慣性，協助起動馬達，使引擎快速轉動，而能迅速發動，可以節省電瓶之電流消耗。

(三)小型柴油引擎都不裝減壓桿，馬達直接搖轉引擎使其發動，因此馬達必須具備下列各項要求：

1. 馬達小齒輪需以緩慢的速度與飛輪齒相啮

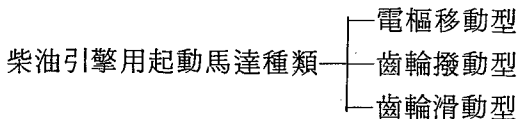
合，避免急速碰撞。因此，起動馬達搖轉引擎之過程需分為二個階段：第一階段開始打馬達時，只流入少量電流，使馬達慢慢轉動，而使馬達小齒輪能很順利地與飛輪相啮合。待齒輪完全接合後，才進入第二階段，使大量電流進入馬達，產生大的扭力以搖轉引擎。

2. 引擎剛發動後，馬達小齒輪仍與飛輪啮合，因引擎轉速急速上升，馬達小齒輪必須能在馬達電樞上自由空轉，以防電樞被引擎高速驅動而損壞。故馬達電樞與小齒輪間均有超速離合器或多片離合器，使引擎發動後，小齒輪能自動與電樞分離。

3. 引擎若發動失敗，馬達要迅速停止運轉，以縮短再起動時之等待時間，故馬達電樞均有制動裝置，當關去起動開關後，能使電樞很快地停止空轉，以便能立刻再起動引擎。

4. 若引擎太緊，起動馬達無法搖轉時，電樞與小齒輪間之離合器會發生打滑，可以防止馬達因超過負荷而燒壞。

(四) 柴油引擎的起動馬達，依構造之不同可分為下列各型：



1. 電樞移動型起動馬達之電樞不但能轉動，也能做軸向移動，小齒輪與飛輪之啮合及分離都是直接由馬達電樞來帶動，其外型如圖 5-6-106 所示。

2. 齒輪撥動型起動馬達之電樞只能旋轉，不能移動，小齒輪由雙線圈電磁開關吸拉柱塞，經撥桿撥動與飛輪啮合或分離，其外型如圖 5-6-107 所示。

3. 齒輪滑動型起動馬達係利用電磁力將小齒輪吸出與飛輪啮合，其外型如圖 5-6-108 所示。

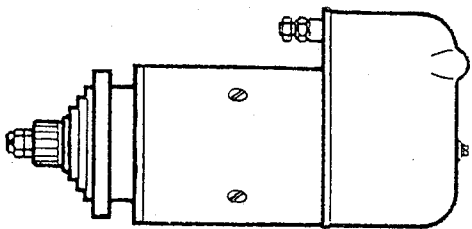


圖 5-6-106 電樞移動型起動馬達外型 [註73]

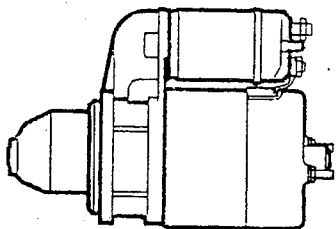


圖 5-6-107 齒輪撥動型起動馬達 [註74]

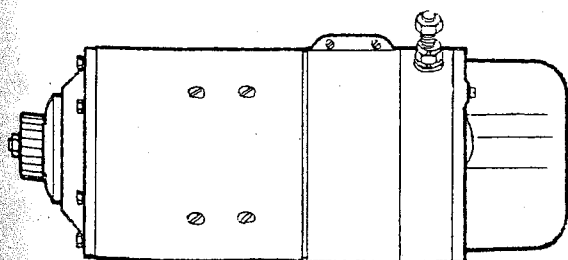


圖 5-6-108 齒輪滑動型起動馬達 [註75]

6-4-2 電樞移動型馬達起動系統

一、概述

(一) 電樞移動型起動馬達系統之組成如圖 5-6-79 及 5-6-83 所示，由電瓶、電瓶開關、馬達、預熱起動開關、預熱指示器、減壓電阻及預熱塞組成，用在早期之大型柴油車上。

(二) 電樞移動型馬達之構造如圖 5-6-109 所示，包括馬達本體、驅動機構、電磁開關三主要部分。

二、馬達本體構造

(一) 外殼、磁極及磁場線圈

圖 5-6-110 所示為電樞移動型起動馬達之外殼、磁極及磁場線圈之分解圖。外殼為軟鋼製成，內外加工車圓，磁極由多層矽鋼片疊合製成，內徑一端大一端小，用螺絲固定在外殼上。磁場線圈有四組，二組用粗銅條繞成，稱為主線圈或串聯線圈，裝在相對的二個磁極上，與電樞線圈串聯；另二組磁場線圈裝在另一組相對的二個磁極上，每組線圈中分別由與電樞線圈串聯之較粗

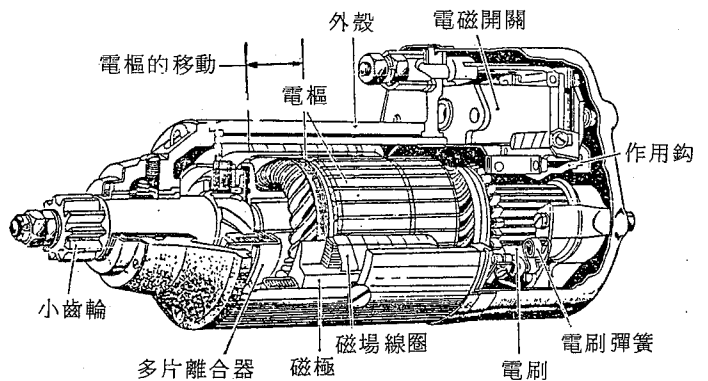


圖 5-6-109 電樞移動型起動馬達構造 [註76]

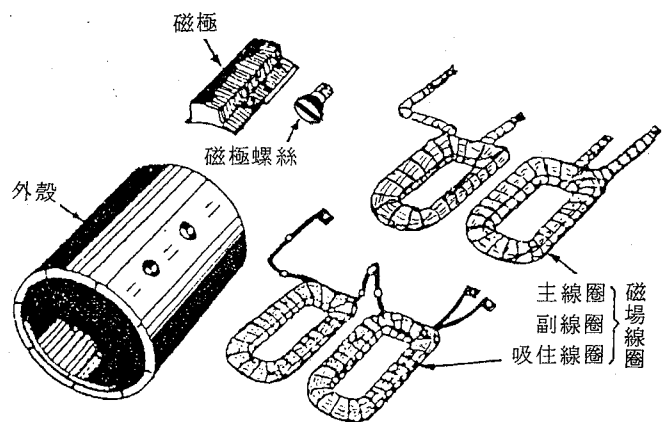


圖 5-6-110 馬達外殼、磁極、磁場線圈

輔助線圈及與電樞線圈並聯在外殼搭鐵之較細吸住線圈組成，如圖 5-6-111 所示。

(一)電樞

圖 5-6-112 為電樞移動型起動馬達電樞的構造。電樞軸上裝有小齒輪及離合器驅動機構，在整流子端之軸係中空，內裝有一條回力彈簧及回力彈簧軸；當起動開關去後，能將電樞從磁極中拉回原位。電樞磁芯由軟鋼片疊成，上面有許多槽溝，每條槽溝中繞有一條扁銅條稱為電樞線圈，為防止線圈飛出，電樞的二頭用鋼索或鋼環扣住。電樞之外徑分粗細二段相配合，靠整流子之一端較粗，使電樞更容易吸入，如圖 5-6-113 所示。

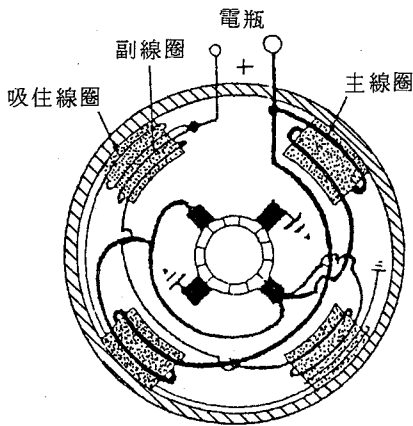


圖 5-6-111 電樞移動型起動馬達電路圖

(二)蓋板及電刷

電樞移動型起動馬達外壳之兩端各有一塊蓋板來支持電樞。驅動齒輪端的蓋板製成法蘭式，可以在法蘭蓋下增減墊片來調整小齒輪與飛輪間之距離。整流子端之蓋板用做電磁開關之固定板。蓋板上有四只電刷架，用來安裝電刷。

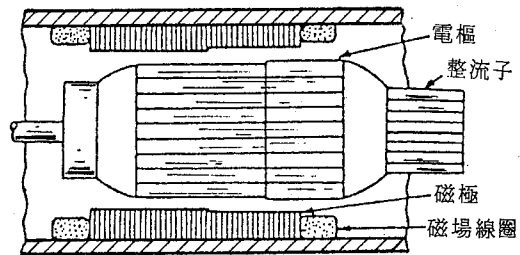


圖 5-6-113 電樞移動型起動馬達的磁極和電樞

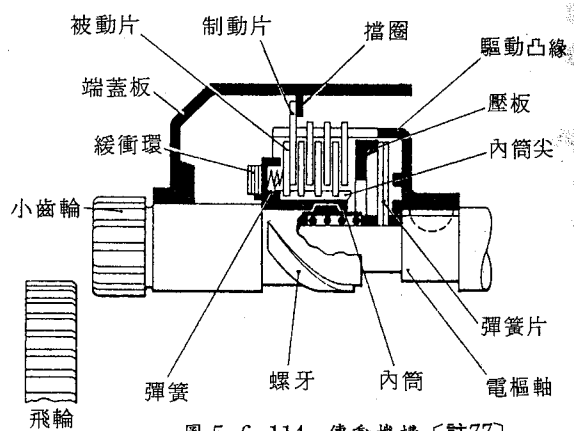


圖 5-6-114 傳動機構 [註77]

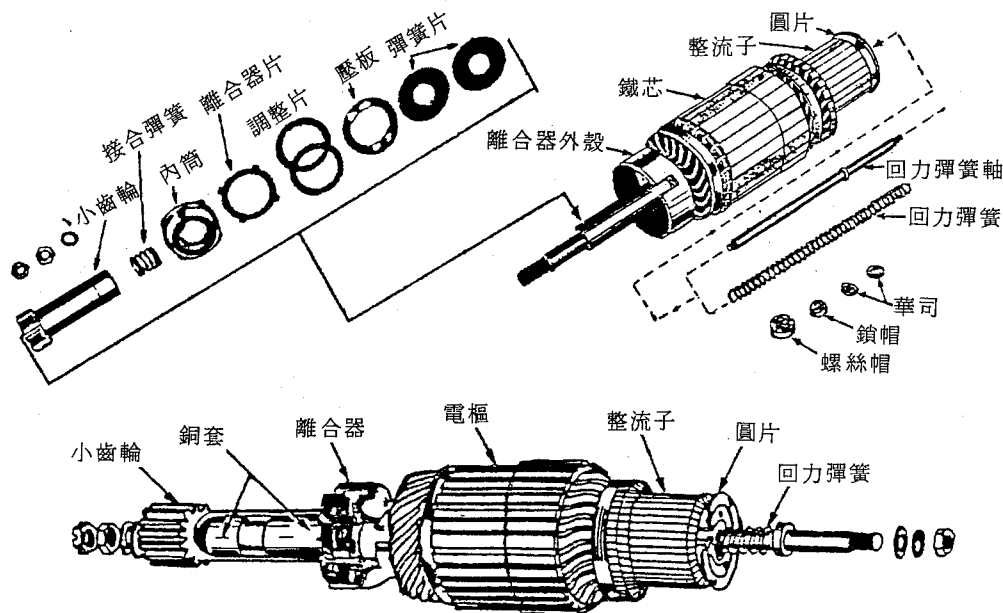


圖 5-6-112 電樞

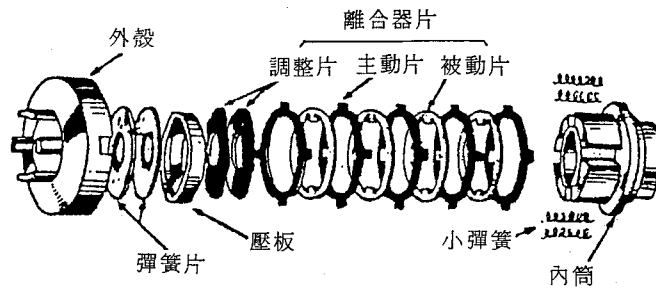


圖 5-6-115 離合器的分解圖

三、傳動機構

電樞移動型起動馬達之傳動機構包括小齒輪、多片式離合器等，離合器與小齒輪裝在一起，套在電樞軸上。圖 5-6-114 為傳動機構構造圖。

(一)離合器

1. 離合器包括外殼、彈簧片、壓板、主動片、被動片、調整片、內筒、離合器片彈簧等，圖 5-6-115 為離合器之分解圖。

2. 離合器外殼以半月形鍵固定在電樞軸上，內裝有 4~6 片 1 mm 厚黃銅製主動片；主動片以外周的四個凸耳嵌在外殼之四個缺口中，靠外殼之一側另裝有彈簧片、壓板及調整墊片。

3. 離合器的被動片為 1 mm 厚的鋼片，內周上有四個凸耳，裝在內筒的四個槽中，主動片與被動片互相交疊組合，外面用卡簧卡住。離合器之傳動完全靠主動與被動片間之摩擦力。為增加摩擦力，主、被動片均打有麻點。離合器片間之摩擦力只能在大小間變動，不能由無到有，故離合器間必須有原始壓力，因此在內筒上裝有四條小彈簧以提供原始壓力。

4. 最外面之一片主動片，直徑較其他主動片大，兼有制動作用，稱為制動片。在馬達開關關去，馬達電樞退回原始位置時，能擋在馬達外殼之擋圈上，使電樞迅速停止轉動，同時使小彈簧之力量祇作用在第一對主動片及被動片上。

(二)小齒輪

小齒輪用特種銅合金製成，為便於與飛輪之啮合，依轉動之反方向（即自齒輪前面看），小齒輪齒尖的左側削為一角。小齒輪軸為空心，套在電樞軸上。小齒輪之另一端有三個螺旋牙，套在離合器之內筒中，以控制離合器之作用，如圖 5-6-116 所示。

(三)傳動機構之作用

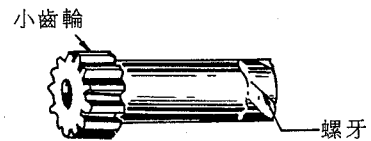


圖 5-6-116 小齒輪

1. 起動開關未開、馬達停止時，離合器之情形如圖 5-6-117 所示，制動片壓在擋圈上，離合器片分開。

2. 起動開關打開時，馬達之副線圈及吸住線圈有電流流入，一方面將電樞吸向飛輪移動，同時電樞還緩慢轉動，電樞向飛輪移動時，整個傳動機構一齊移動，制動片離開擋圈，離合器的內筒因小齒輪軸上螺旋牙之作用向後移動，使離合器片發生摩擦接觸。小齒輪和飛輪開始啮合，如圖 5-6-118 所示。

3. 小齒輪與飛輪完全啮合後，電磁開關接觸片閉合，大量電流進入電樞及磁場線圈，離合器片相互壓緊。其動力傳送路線如下：

電樞軸→離合器外殼→主動片→被動片→
離合器內筒→小齒輪→飛輪

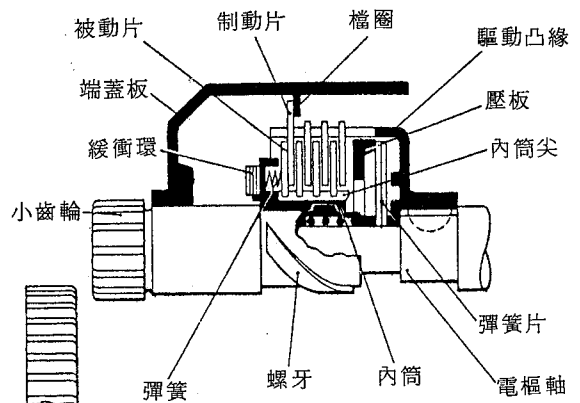


圖 5-6-117 馬達停止時離合器的情形 [註78]

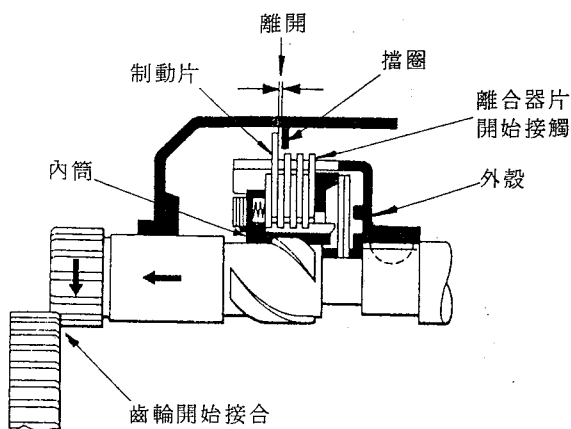


圖 5-6-118 齒輪接合時離合器的情形〔註79〕

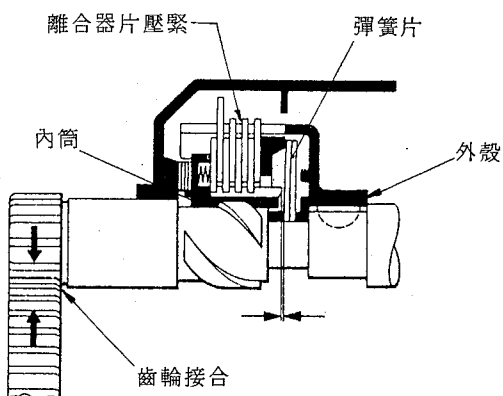


圖 5-6-119 馬達搖動引擎時離合器的情形〔註80〕

此時離合器中的彈簧片被壓板壓彎，彈簧片及小齒輪軸螺旋牙作用力之力量使離合器片壓緊，能傳輸大量扭矩，搖轉引擎使引擎能發動，如圖5-6-119所示。

4. 引擎發動以後，小齒輪被飛輪驅動，轉速比電樞軸還快，離合器之內筒即順著小齒輪軸上的螺旋牙向後移動，使離合器片鬆開，小齒輪隨飛輪高速空轉，電樞軸之轉速不變，如圖5-6-120所示。

5. 若馬達小齒輪移出與飛輪齒在嚙合過程中發生碰撞時，電樞與離合器外殼欲向外移動，但小齒輪被飛輪齒擋住無法移動，故內筒不能移動，離合片無法壓緊，馬達之大扭矩無法傳到小齒輪。故小齒輪仍慢慢旋轉，直到小齒輪與飛輪齒嚙合完全為止，如圖5-6-121所示。

6. 若引擎之負荷過重，起動馬達無法運轉時，為保護馬達，當負荷超過一定限度時，離合器內筒之尖端會將彈簧片壓彎，使離合器片之壓力減輕，使離合器打滑，電樞空轉不驅動小齒輪，

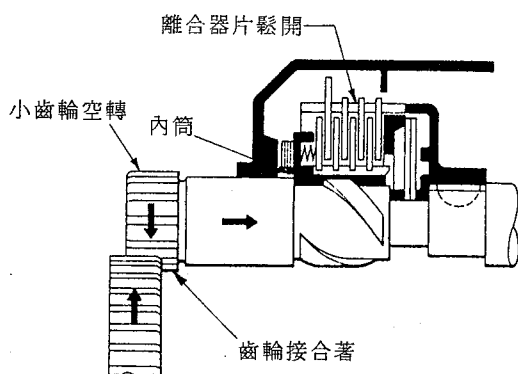


圖 5-6-120 引擎發動後離合器的情形〔註81〕

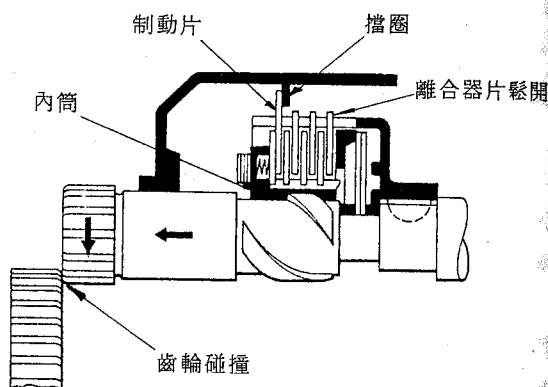


圖 5-6-121 齒輪碰撞時離合器的情形〔註82〕

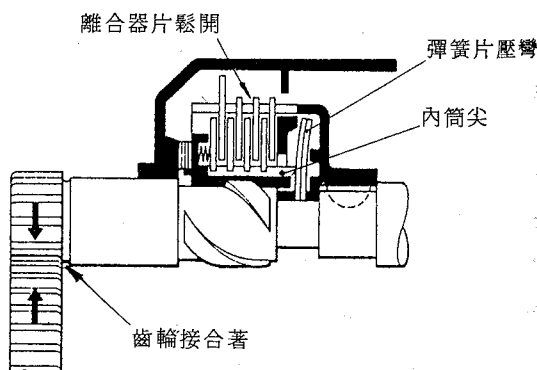


圖 5-6-122 馬達負重過大時離合器的情形〔註83〕

以防負荷過大而燒壞，如圖5-6-122所示。

7. 引擎發動後，關去起動開關，電樞因回力彈簧之作用退回原來位置，離合器片鬆開，制動片壓在擋圈上，產生制動作用使電樞能很快停止，以便能迅速再發動引擎，如圖5-6-123所示。

四、電磁開關

(一)電磁開關構造

電磁開關固定在整流子上方之蓋板上，平時以蓋子蓋住以防止灰砂進入，圖5-6-124所示為電磁開關裝置情形。圖5-6-125為電磁開關外形

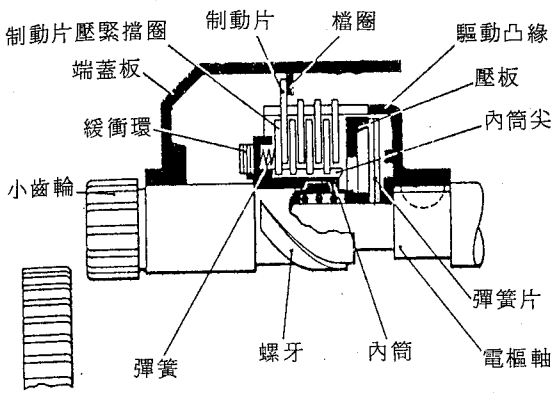


圖 5-6-123 起動開關鬆開後離合器的情形〔註84〕

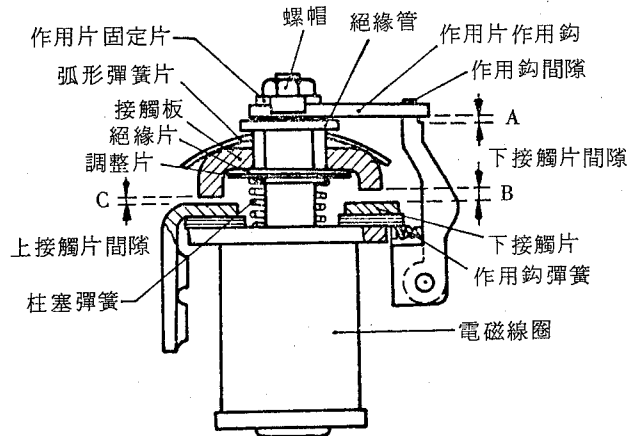


圖 5-6-126 電樞移動型起動馬達的電磁開關

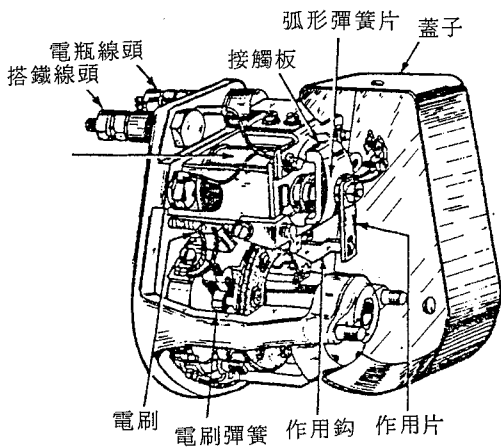


圖 5-6-124 電樞移動型起動馬達電磁開關構造

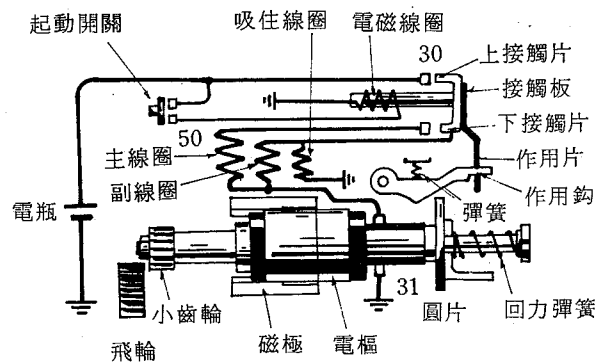


圖 5-6-127 起動開關未開時起動馬達靜止不動〔註85〕

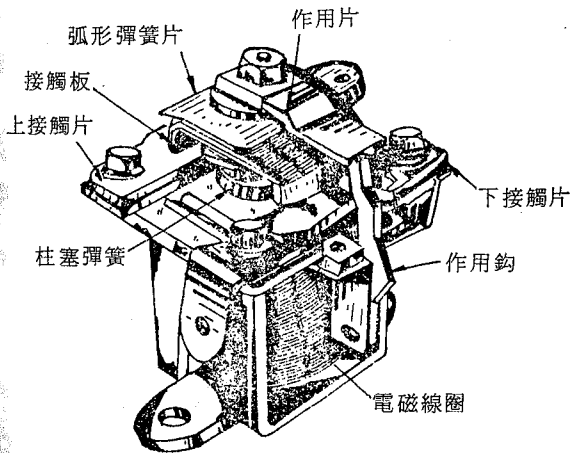


圖 5-6-125 電樞移動型起動馬達之電磁開關

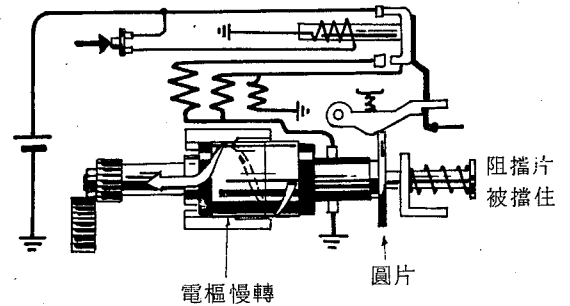


圖 5-6-128 起動開關剛開上起動馬達慢慢地轉動〔註86〕

圖。圖 5-6-126 為電磁開關之側視圖，由電磁線圈、U形接觸板、柱塞等組成，左面之接點 C 間隙小，右面之接點 B 間隙大。

(二) 起動馬達之作用

1. 起動開關未開時，馬達電磁開關中之線圈無電流，彈簧力使接觸板分開，電瓶電流無法進入馬達，如圖 5-6-127 所示。

2. 起動開關開上時，電瓶電由線頭 50 進入電磁開關中之線圈，產生吸力，將接觸板左吸。上面接點因間隙小先閉合，下面接點間隙大尚未閉合，接觸板上之作用片被作用鉤擋住，使下接點無法閉合。此時電瓶電由線頭 30 經上接觸片到馬達的磁場副線圈及吸住線圈，經吸住線圈之電流到外壳搭鐵，經副線圈之電流再經電樞線圈才搭鐵

，使電樞開始緩慢地旋轉，如圖 5-6-128 所示。

3.當電流經磁場線圈後，磁場線圈產生之磁力線因電樞位置偏移而產生彎曲現象。磁力線之彈性將電樞向內吸入，使到磁極中心位置磁力線變直為止，如圖 5-6-129 所示。

4.當電樞移動使小齒輪與飛輪齒嚙合完成後，電樞上之圓片將作用鉤頂高，使作用片不再被擋住，如圖 5-6-130 所示。於是電磁開關中之柱塞再吸入電磁開關之線圈中，使下接點也閉合。電瓶的大量電流由下接點經主線圈、電樞線圈而搭鐵，使電樞產生極大之扭力，搖轉引擎，使引擎發動，如圖 5-6-131 所示。

5.引擎發動後，引擎由自己動力轉動，馬達負荷減輕，轉速增快，流入副線圈及主線圈之電流減少，流經吸住線圈之電流仍然使電樞保持在

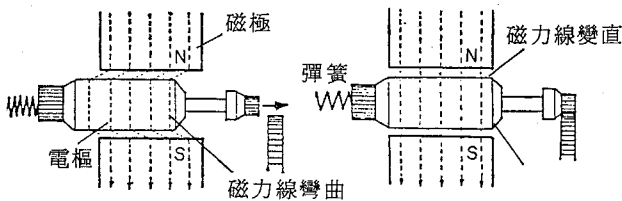


圖 5-6-129 電樞移動的原理 [註87]

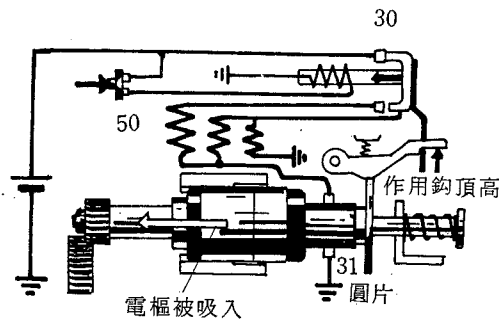


圖 5-6-130 電樞移動時作用鉤被圓片頂高 [註88]

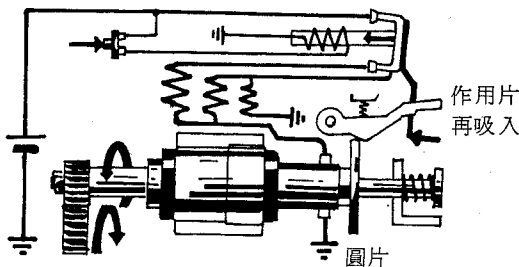


圖 5-6-131 起動馬達搖轉引擎 [註89]

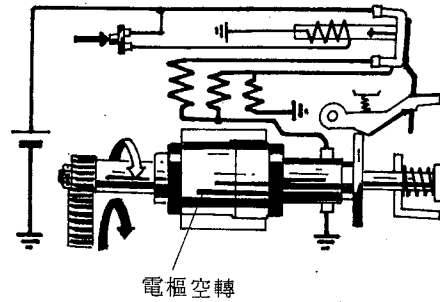


圖 5-6-132 引擎發動後小齒輪空轉 [註90]

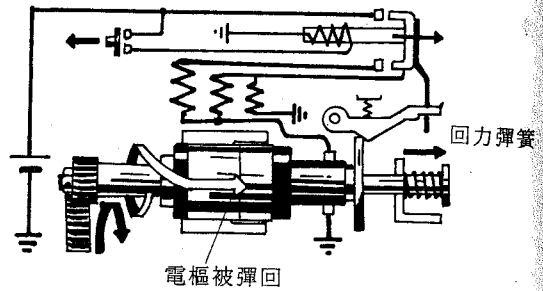


圖 5-6-133 起動開關關去後電樞退回原來位置停止轉動 [註91]

磁極中央，此時離合器分離，小齒輪空轉（有些馬達引擎發動後，因磁場線圈電流減少，吸力不足，電樞立即被回拉彈簧拉回原始位置），如圖 5-6-132 所示。

6.起動開關關去後，電磁開關無電流，彈簧使柱塞及接觸板退回，上下接點分離，電流切斷，電樞中心回拉彈簧拉回靜止位置，如圖 5-6-133 所示。

6-4-3 齒輪撥動型馬達起動系統

一、概述

齒輪撥動型起動馬達又叫先接式起動馬達，其構造與一般汽油引擎使用之起動馬達相似，只是將滾柱式超速離合器改為多片式離合器，構造簡單，檢修容易，故目前小型柴油引擎之起動馬達都採用此式，如圖 5-6-134 所示。五馬力以上之齒輪撥動型起動馬達通常另裝配主開關，主開關不在馬達上，另裝在適當地點，用以控制起動馬達，使第一階段能慢轉而使齒輪容易嚙合；第二階段快轉，全力搖轉發動引擎。本段僅介紹柴油引擎用馬達與汽油引擎用馬達不同部分。

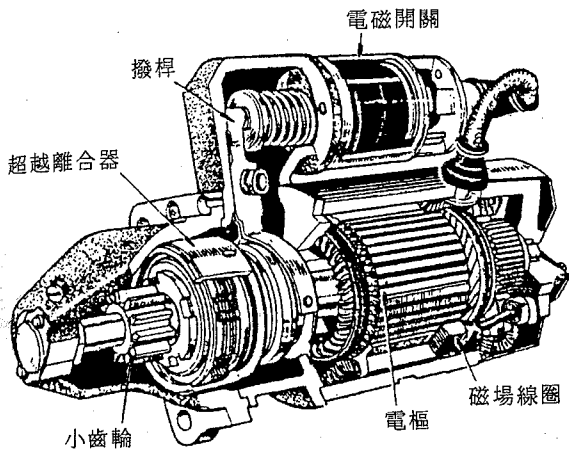


圖 5-6-134 齒輪撥動型馬達構造 [註92]

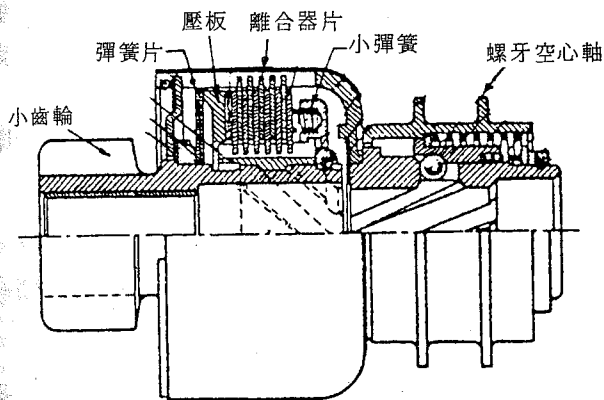


圖 5-6-135 起動馬達離合器組合圖

二、齒輪撥動型馬達構造

(一)柴油引擎用馬達之負荷因遠較汽油引擎用者為大，故採用多片式離合器來取代超越離合器，離合器之組合如圖 5-6-135 所示。多片式離合器之分解圖如圖 5-6-136 所示。離合器之作用同電樞移動型，此處不再贅述。

(二)齒輪撥動型起動馬達電樞之構造如圖 5-6-137 所示。電樞軸上有螺旋齒槽，與離合器之螺牙空心軸套相啮合，在撥動小齒輪時能使小齒輪旋轉，使小齒輪容易與飛輪啮合。

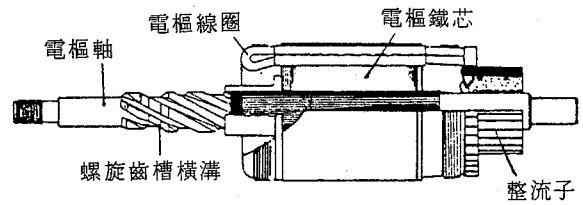


圖 5-6-137 齒輪撥動型電樞軸之構造 [註93]

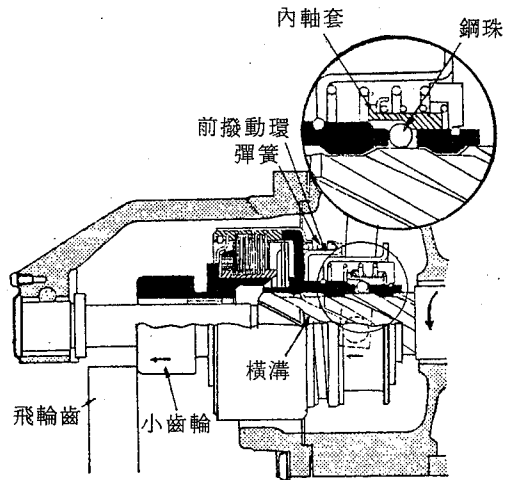


圖 5-6-138 馬達靜止時之狀態 [註94]

三、驅動小齒輪防脫裝置

為防止小齒輪脫離飛輪而發生碰撞，損壞齒輪，在電樞軸之螺旋齒槽部有一橫溝，當小齒輪撥出與飛輪啮合完成後，離合器內軸套中之鋼珠會嵌入橫溝中，除非離合器分離，否則鋼珠無法從橫溝中脫出，以防齒輪在搖轉引擎時脫離飛輪。圖 5-6-138 為馬達在靜止時鋼珠之位置，圖 5-6-139 為在傳達扭力時，鋼珠鎖在橫溝中之情形，圖 5-6-140 為離合器分離後，鋼珠不再被鎖住而能從橫溝中脫出之情形。

四、齒輪撥動型馬達起動系統電路

齒輪撥動型起動馬達之電路因廠牌不同而有很大差異，茲介紹幾種主要線路圖。

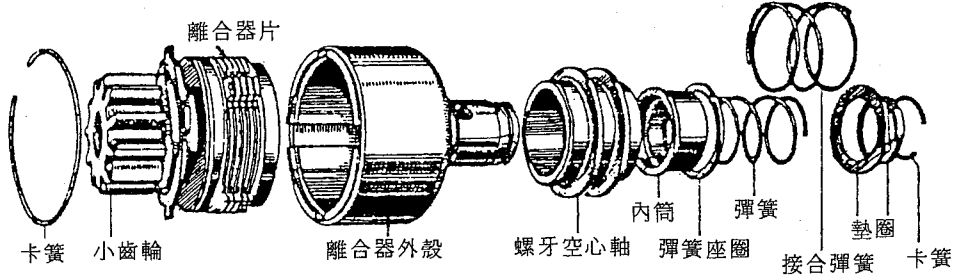


圖 5-6-136 離合器分解圖

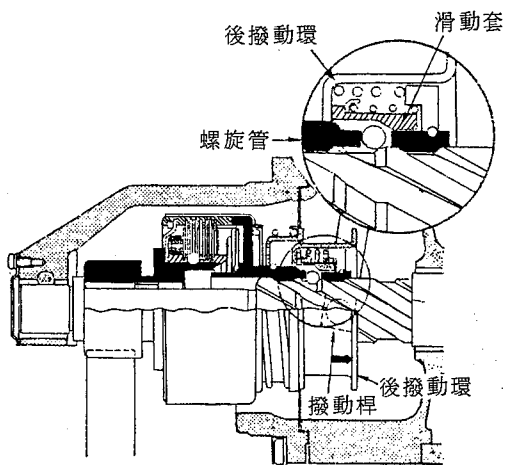


圖 5-6-139 傳輸扭力時鋼珠鎖在橫溝中之情形〔註95〕

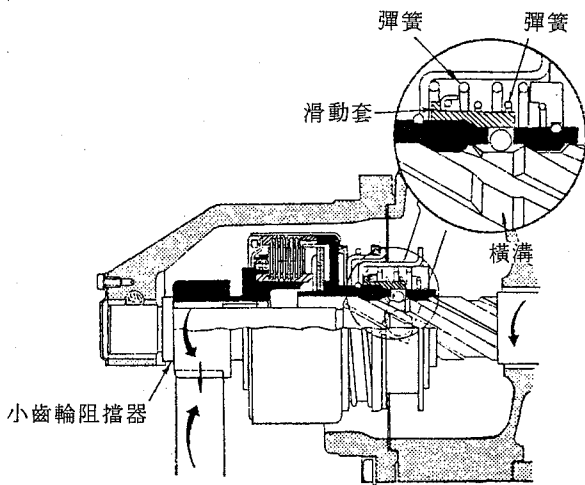


圖 5-6-140 離合器分離鋼珠不被鎖住，能從橫溝中脫出〔註96〕

(一)日立牌 24 V 7 PS 齒輪撥動型起動馬達電路如圖 5-6-141 所示。

1. 發動引擎前需先將電瓶開關開上，當起動開關接通時，其電流路徑如下：

電瓶→主開關 B 線頭→電磁開關→主開關 L 線頭→起動開關→電磁開關 C 線頭→
 →吸住線圈→搭鐵。
 →吸入線圈→電磁開關 R 線頭→主開關 R 線頭→電阻→主開關 M 線頭→馬達磁場線圈→電樞線圈→搭鐵。

馬達電樞緩慢轉動，電磁開關因吸入及吸住線圈之吸力將柱塞吸入，撥動小齒輪使與飛輪相啮合。

2. 小齒輪與飛輪啮合完成後，電磁開關中之

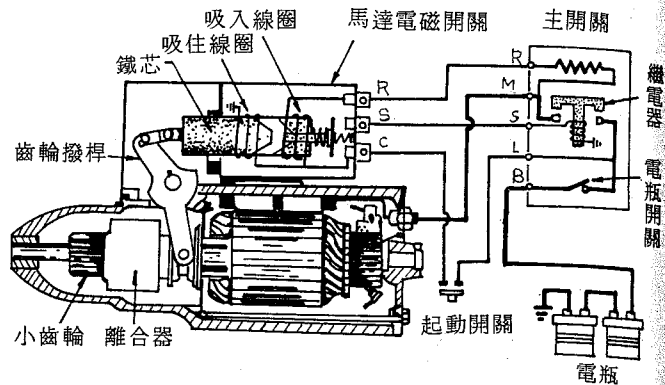


圖 5-6-141 齒輪撥動型起動馬達電路 (日立)〔註97〕

C 及 S 兩線頭接通，電由 C 經 S 流到主開關之線圈搭鐵，產生吸力使繼電器之接觸片閉合。電瓶大量電流經繼電器流入馬達，使馬達強力高速旋轉，搖轉發動引擎。

3. 起動開關關去後，由於主開關繼電器仍閉合，電流路徑如下：

電瓶→主開關 B 線頭→電磁開關→繼電器→電阻→主開關 R 線頭→電磁開關 R 線頭→吸入線圈→吸住線圈→搭鐵

此時因吸入線圈與吸住線圈之電流方向相反，磁力互相抵消，彈簧力量使小齒輪拉回原處。電磁開關線頭 C 與 S 線頭分開，繼電器線圈無電流，接觸片分離，將流入馬達之電路切斷，馬達停止運轉。

(二)配有馬達保護器 MP、輔助開關 AS 及馬達繼電器 MS 之齒輪撥動型起動馬達電路，如圖 5-6-142 所示。

1. 當起動開關 SS 開上時，電流路徑如下：

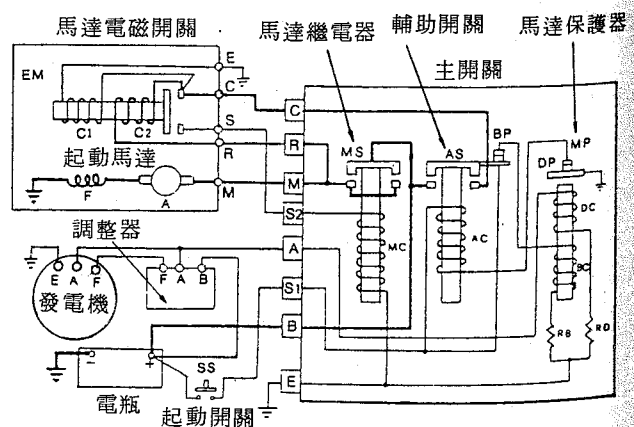


圖 5-6-142 齒輪撥動型起動開關電路圖 (日興)

電瓶→起動開關 SS →主開關 S₁ 線頭→

- 輔助開關接點 BP →保護繼電器 ※
- 輔助開關線圈 AC →馬達保護器 △

※線圈 BC →電阻 RB →搭鐵。
△接點 DP →搭鐵。

線圈 BC 之磁力很弱，不能使接點 DP 張開；線圈 AC 的磁力使 AS 接點閉合而使 BP 接點張開，電瓶電不能流到馬達保護器的線圈 BC。因 AS 接點閉合，電瓶電如下：

電瓶→主開關 B 線頭→輔助開關 AS 接點→
主開關 C 線頭→電磁開關 C 線頭→

- 電磁開關 C₁ 線圈→搭鐵。
- 電磁開關 C₂ 線圈→電磁開關 R 線頭→馬達電樞線圈 A →馬達磁場線圈 F →搭鐵。

此時馬達電樞緩慢轉動，小齒輪被撥桿撥出和飛輪啮合。

2. 當小齒輪與飛輪啮合完成後，電磁開關之 C 及 S 線頭接通，電流如下：

(前略) →電磁開關 C 線頭→電磁開關 S 線頭→主開關 S₂ 線頭→馬達繼電器 MC 線圈→搭鐵。

線圈 MC 之吸力使馬達繼電器 MS 閉合，大量電流由電瓶→馬達繼電器 MS →主開關 M 線頭→馬達 M 線頭→馬達電樞線圈 A →馬達磁場線圈 F →搭鐵。C₂ 線圈無電流，馬達搖轉引擎。

3. 當馬達搖轉引擎時，發電機也隨著運轉，有少量電發出，電路如下：

發電機 A 線頭→主開關 A 線頭→馬達保護器 DC 線圈→電阻 RD →搭鐵。

因流過 DC 之電流很小，接點 DP 保持接合狀態。

4. 引擎發動後，若起動開關未關掉，發電機轉速快，發出電壓高，流過 DC 線圈之電流增大，磁力使馬達保護器 MP 之接點 DP 分離，而使 AC 線圈之電流切斷，彈簧力使輔助開關 AS 分離，而使 BP 接點閉合，電瓶電又可從 S₁ 線頭經 BP 接點、線圈 BC 而搭鐵，BC 及 DC 二線圈之力量可使接點 DP 確保分開。

5. AS 接點分開後，電流不再流入馬達電磁開關之 C 線頭，電瓶之電改由下面路線流到電磁開關之 C₁ 及 C₂ 線圈。

電瓶→馬達繼電器 MS →主開關 R 線頭→

電磁開關 R 線頭→線圈 C₂ →線圈 C₁ →搭鐵

此時 C₁ 及 C₂ 線圈之電流方向相反，磁力互相抵消。鐵芯退回，小齒輪撥回，接點 C 及 S 分離，主開關之 MC 線圈無電流，MS 接點分開，電不再流到馬達。

6. 引擎正常運轉中，線圈 DC 的力量很大，使馬達保護器 MP 之接點 DP 經常張開，輔助開關 AS 上的線圈 AC 不可能有電流，因此即使打開起動開關，馬達亦不會作用。

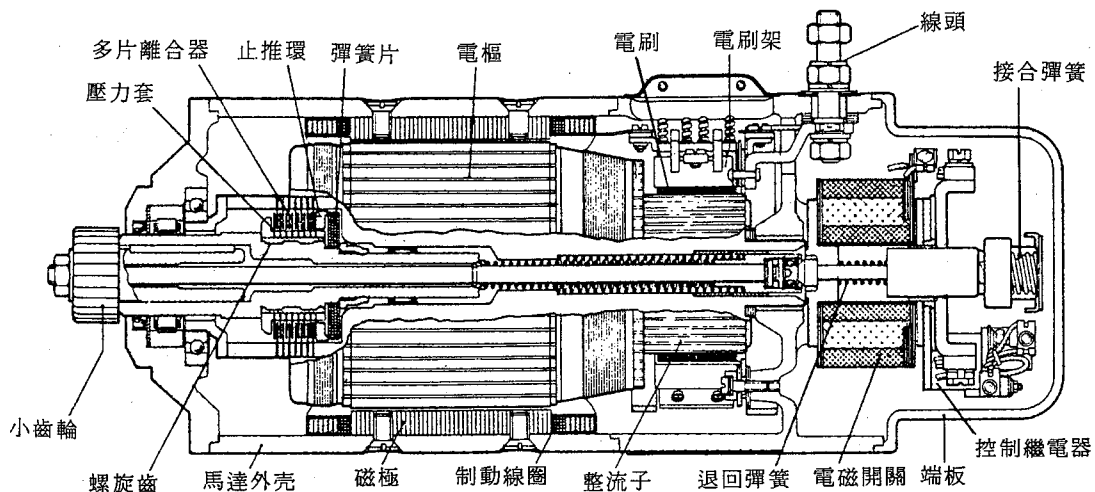


圖 5-6-143 波綫 TB 型齒輪滑動型起動馬達 [註 98]

6-4-4 齒輪滑動型馬達起動系統

一、概述

齒輪滑動型起動馬達用在大型汽車之柴油引擎上，圖 5-6-143 為波細 TB 型齒輪滑動型起動馬達之構造，圖 5-6-144 為其線路圖。驅動小齒輪與飛輪之嚙合分離由電磁直接控制。

二、齒輪滑動型起動馬達之構造

齒輪滑動型起動馬達之電樞係由驅動端板及整流子端板之軸承支持。電樞軸為中空，驅動端並做為多片離合器之殼室，離合器殼室之端面由一蓋板封住，蓋板由驅動端板之滾柱或平軸承支持，以支持電樞。在整流子端電樞由平軸承支持。電磁開關構造如圖 5-6-145 所示，裝在整流子端板上與電樞中心一致，用來控制小齒輪與飛輪之嚙合分離及二段開關繼電器之作用。多片離合器之構造如圖 5-6-146 所示，主動片以外凸耳嵌

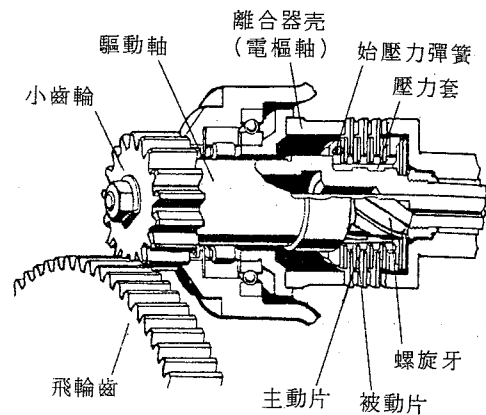


圖 5-6-146 多片離合器構造 [註101]

在離合器殼上，被動片以內凸耳嵌在壓力套上，壓力套以螺旋齒與小齒輪相嚙合，當小齒輪驅動飛輪時，會使壓力套向後退而使離合器壓緊。

三、齒輪滑動型起動馬達之作用

(一) 起動開關未開，馬達在靜止位置，如圖 5-6-147 所示，線頭 31 接搭鐵、30 接電瓶、50 接起動開關、48 接磁場線圈。起動開關分開，控制繼電器及電磁開關之線圈均未有電流進入，退回彈簧使控制繼電器柱塞及小齒輪推桿均退回原位。制動線圈之接點閉合，吸入及阻力線圈接點分離，主接點分離。

(二) 第一階段作用：起動開關閉合，電流經線頭 50 進入控制繼電器線圈及電磁開關吸住線圈搭鐵如圖 5-6-148 所示。控制繼電器柱塞使電磁開關之吸入及阻力線圈接點閉合，使制動線圈接點分離，如圖 5-6-149 所示。電流經電磁開關吸入及阻力線圈經馬達磁場線圈、電樞線圈搭鐵，馬

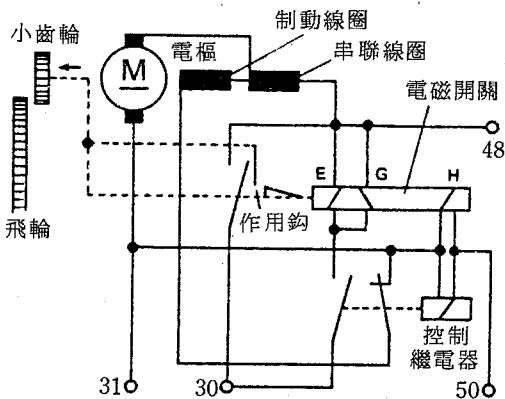


圖 5-6-144 波細 TB 型起動馬達線路圖 [註99]

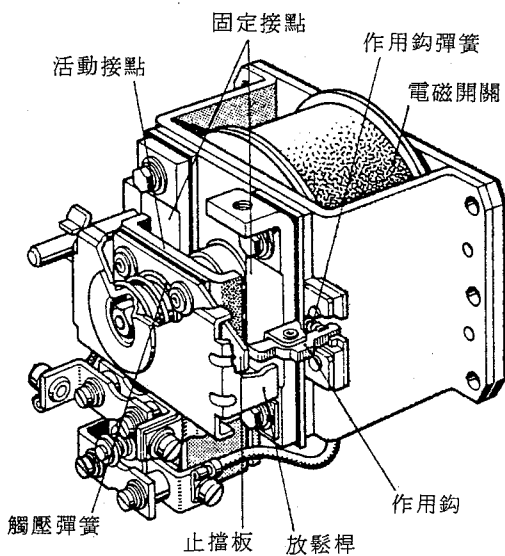


圖 5-6-145 TB 型齒輪滑動型馬達電磁開關 [註100]

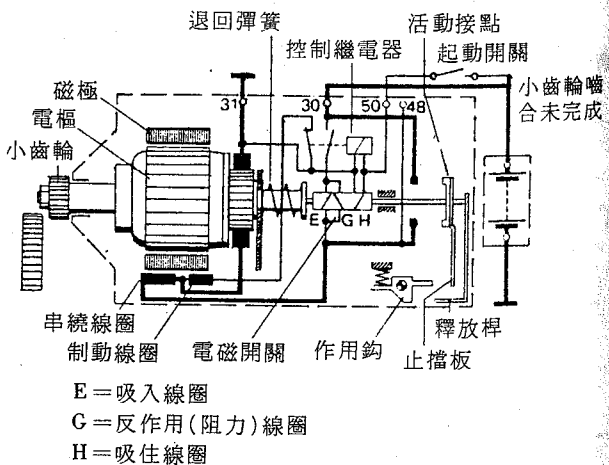


圖 5-6-147 馬達停止時之作用 [註102]

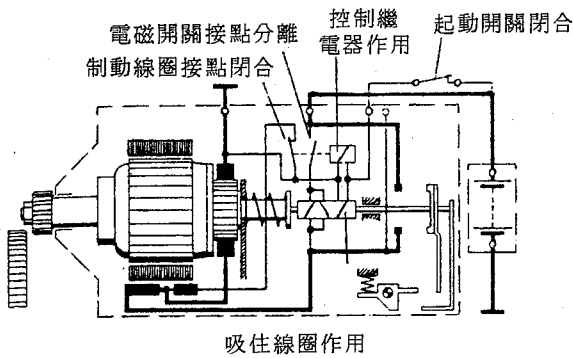


圖 5-6-148 第一階段：控制繼電器線圈及電磁開關吸住線圈作用〔註103〕

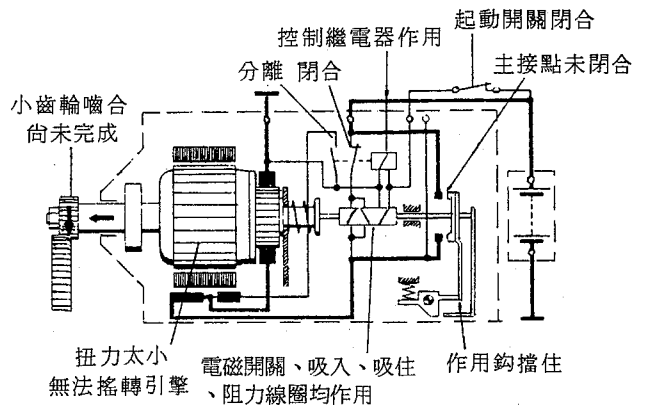


圖 5-6-150 小齒輪啮合，扭力仍小〔註105〕

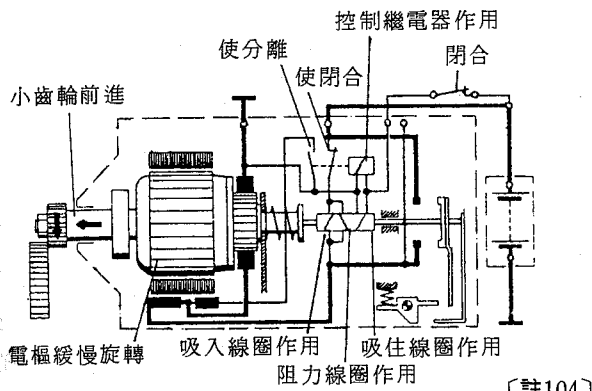


圖 5-6-149 吸入線圈作用小齒輪移向飛輪電樞緩慢旋轉〔註104〕

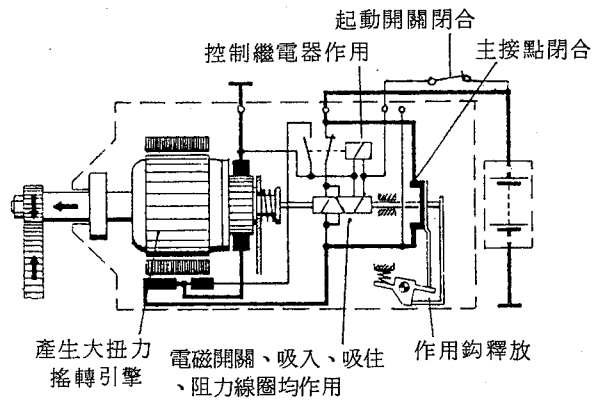


圖 5-6-151 第二階段：馬達全扭力運轉〔註106〕

達緩慢轉動。電磁開關吸入及吸住線圈之電磁吸力使小齒輪推桿推動小齒輪與飛輪相啮合。

(三)馬達小齒輪與飛輪之啮合未完成前，主接點上之阻擋板被作用鈎擋住，無法閉合，故電樞產生之扭力很小，無法搖轉引擎，如圖 5-6-149 及圖 5-6-150 所示。

(四)馬達小齒輪與飛輪完成啮合後，小齒輪推桿上之環使作用鈎上提，使阻擋板釋放。電磁開關之主接點閉合，大量電流進入馬達，產生大扭力使引擎搖轉發動，如圖 5-6-151 所示。

(五)引擎發動後，飛輪使小齒輪轉速較電樞快，螺旋齒使壓力套向前移而使離合器分離，小齒輪隨飛輪空轉。

(六)起動開關分開後，控制繼電器及電磁開關之電流均切斷，退回彈簧使小齒輪退回，主接點

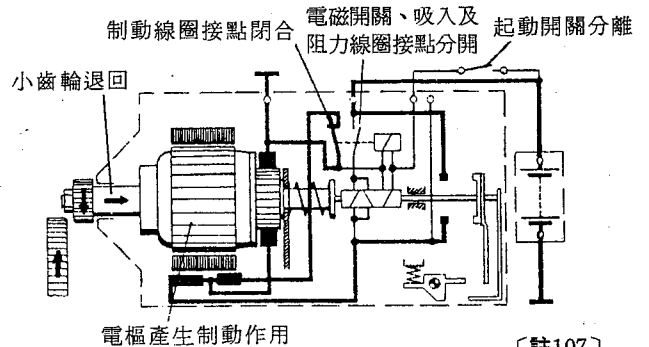


圖 5-6-152 起動開關閉去，小齒輪退出，電樞被制動〔註107〕

分離。控制繼電器之柱塞退到原來位置後，制動線圈之接點閉合，使制動線圈能搭鐵完成迴路，產生電力制動，使電樞很快停止，如圖 5-6-152 所示。

返回目錄

第五節 其他起動系統裝置

6-5-1 減速式起動馬達

一、概述

減速式起動馬達為晚近發展之新式高性能小型化馬達，構造與傳統式馬達有許多不同，使用

耐熱性佳之材料製造。

二、減速式起動馬達與傳統齒輪撥動型馬達之比較

(一)小型輕量化

與傳統型馬達比較，長度縮短30%，重量減少56%；採用高轉速小型馬達，再減速 $\frac{1}{3}$ ，以增大扭矩；改用耐熱良好之材料製造，表 5-6-1 為減速式與傳統型馬達大小之比較。

(二)耐震性提高

因為小型輕量化，使用範圍大為提高。

(三)驅動機構之接合及驅動性提高

驅動機構露到外面的很少，雜物不易侵入，因此驅動機構工作性能大為提高。

(四)耐熱性提高

電樞線圈全部以耐熱樹脂封固，線圈與整流子使用銅焊，耐熱性大為提高。

三、減速式起動馬達之構造

(一)馬達本體與減速齒輪

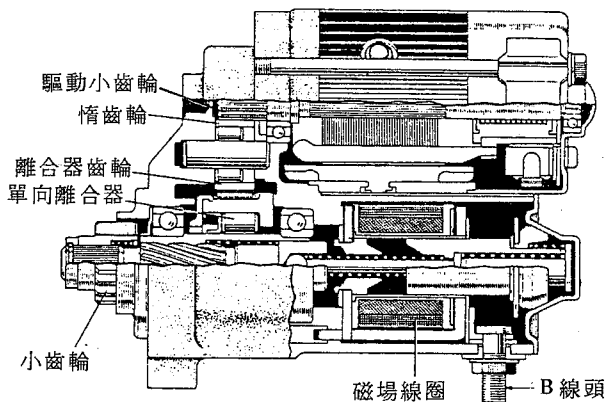


圖 5-6-153 減速式起動馬達構造 [註108]

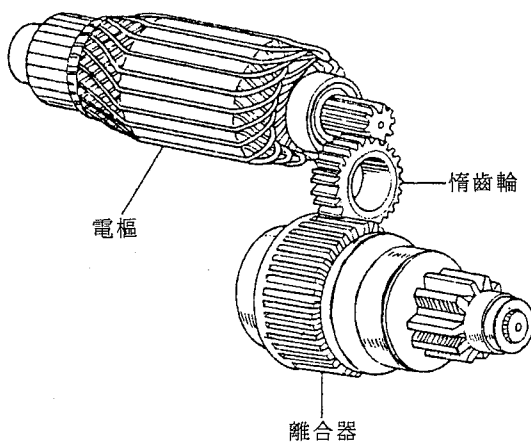


圖 5-6-154 減速式起動馬達傳動機構 [註109]

表 5-6-1 齒輪撥動式與減速式起動馬達比較

規格	出力型式	1.0 kW		1.4 kW	
		減速式	齒輪撥動式	減速式	齒輪撥動式
全長		205mm	270mm	217mm	310mm
比較		70 %	100 %	70 %	100 %
重量		4.6 kg	7.1 kg	5.4 kg	12.3 kg
比較		65 %	100 %	44 %	100 %

1.馬達本體由電樞、外壳與磁極、電刷等組成，如圖 5-6-153 所示。

2.電樞軸之一端為齒輪，與惰齒輪及減速齒輪相嚙合，如圖 5-6-154 所示，將轉速減為 $\frac{1}{3}$ 。電樞軸承使用滾珠軸承而非銅套，如圖 5-6-155 所示。

(二)超越離合器驅動機構

1.如圖 5-6-156 所示，整個驅動機構以兩個軸承支持在外殼上，超越離合器之外圈與齒輪為一體，小齒輪與槽軸為一體，離合器內圈與螺旋軸套為一體，螺旋軸套以螺旋齒與軸經常嚙合在一起，離合器外圈與內圈間為滾柱。

2.小齒輪軸與電磁開關之柱塞連接在一起，如圖 5-6-157 所示。

3.未作用時，退回彈簧將驅動小齒輪及軸拉回到原始位置，如圖 5-6-156 所示。

4.打馬達時，超越離合器之外圈由齒輪帶動

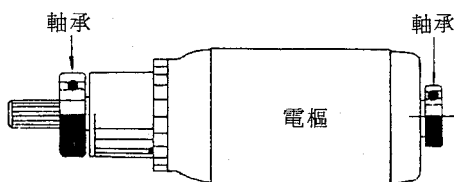


圖 5-6-155 使用滾珠軸承取代銅套 [註110]

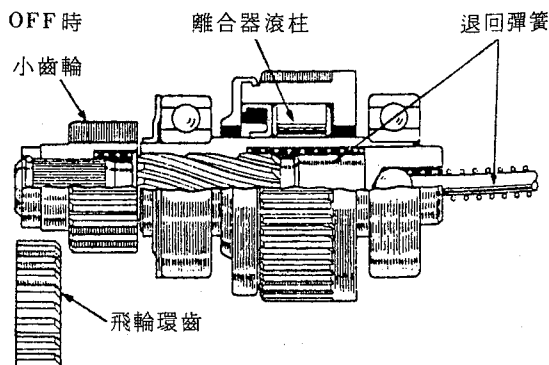


圖 5-6-156 超越離合器驅動機構構造 [註111]

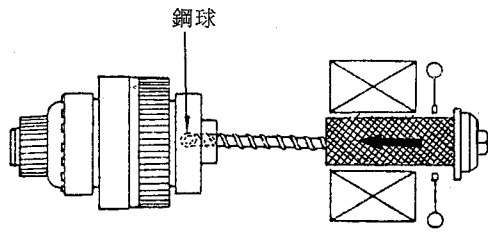


圖 5-6-157 小齒輪軸與電磁開關柱塞連在一起 (註112)

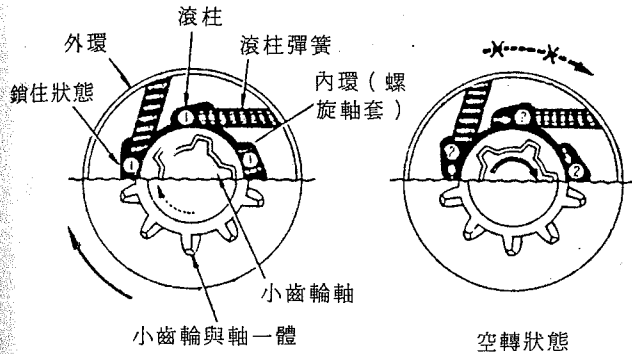


圖 5-6-158 超越離合器之作用 (註113)

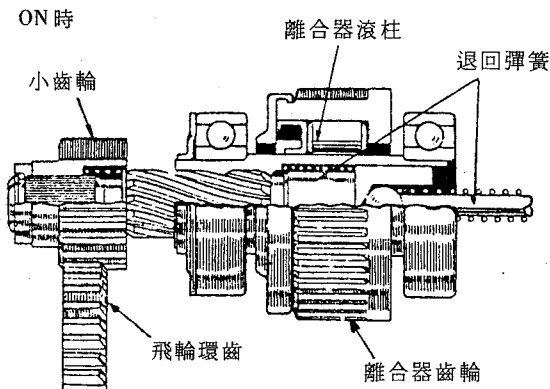


圖 5-6-159 起動馬達搖轉引擎時之作用 (註114)

，經滾柱傳到內圈，如圖 5-6-158 所示，螺旋軸套旋轉時，使小齒輪軸前進與飛輪啮合，搖轉引擎，如圖 5-6-159 所示。

(二)電磁開關

1.圖 5-6-160 所示為電磁開關之構造，由吸入線圈、吸住線圈、柱塞、柱塞軸、連接板及接點等組成。

2.柱塞與連接板及柱塞軸為一體；開關 ON 時，柱塞被吸入線圈中，柱塞軸使驅動小齒輪及軸一起前進與飛輪啮合，齒啮合完成後，連接板使接點接通，馬達開始運轉。

四、減速式起動馬達之作用

(一)起動開關 ON 時之作用：

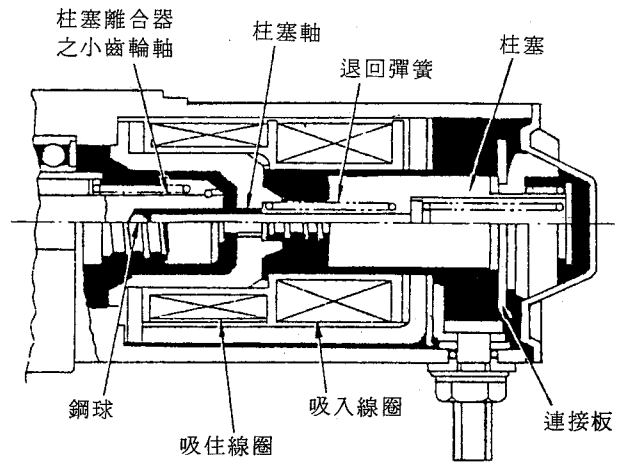
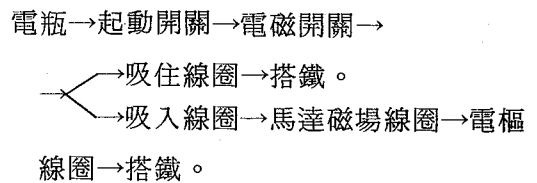


圖 5-6-160 電磁開關構造 (註115)

1.電流路徑如下，如圖 5-6-161 所示。



2.吸入及吸住線圈有電流流入後，將柱塞吸入，柱塞軸推動小齒輪軸使小齒輪與飛輪啮合，如圖 5-6-162 所示。

3.驅動小齒輪與飛輪啮合完成後，連接板使電磁開關之接點接通，大量電流進入馬達，使馬達高速轉動搖轉發動引擎，如圖 5-6-163 所示。吸入線路被短路，無電流流入，吸住線圈仍有電流。

4.引擎發動後，飛輪帶動小齒輪高速超越空轉。

(二)起動開關 OFF 時，電瓶電由接點流回吸入線圈經吸住線圈搭鐵，兩線圈電流相反，磁力抵

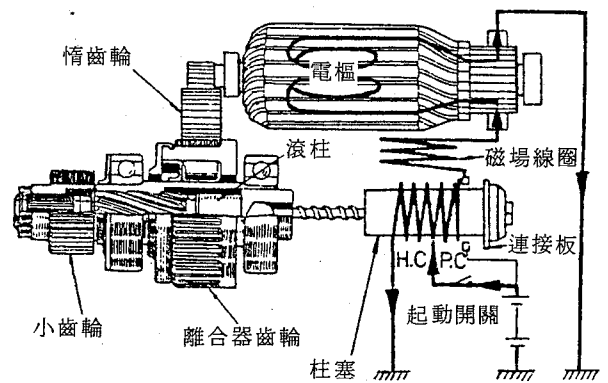


圖 5-6-161 起動開關 ON 時之作用 (註116)

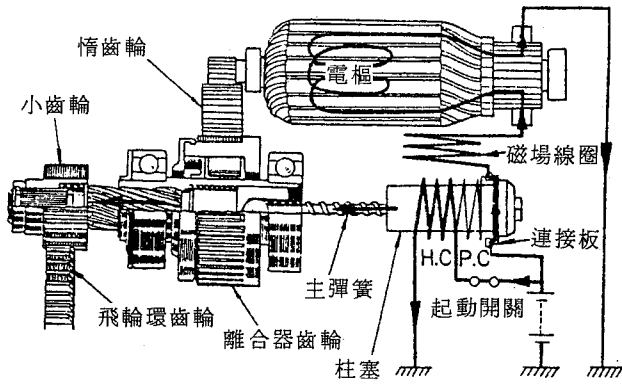


圖 5-6-162 電磁開關作用情形〔註117〕

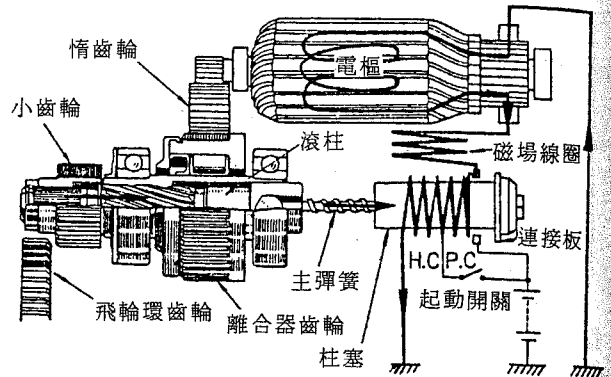


圖 5-6-164 起動開關 OFF 時之作用〔註119〕

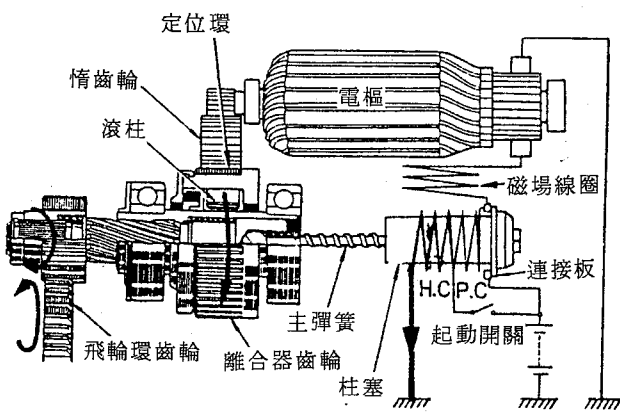


圖 5-6-163 馬達搖轉引擎情形〔註118〕

消。彈簧使柱塞退回，接點分開，並將小齒輪及軸拉回原位，如圖 5-6-164 所示。

五、減速式起動馬達分解圖如圖 5-6-165 所示。

6-5-2 發電起動兼用馬達

(一)一般機車常使用發電與起動兼用之馬達，稱為“Dynamotor”，其構造如圖 5-6-166 所示。

(二)磁場線圈有三組線圈，粗的串聯線圈為起動馬達用，細的並聯線圈為發電機用，如圖 5-6-167 所示，其作用在第七章充電系統中介紹。

6-5-3 串並聯開關

一、概述

(一)重型引擎，尤其是柴油引擎，因需甚大之

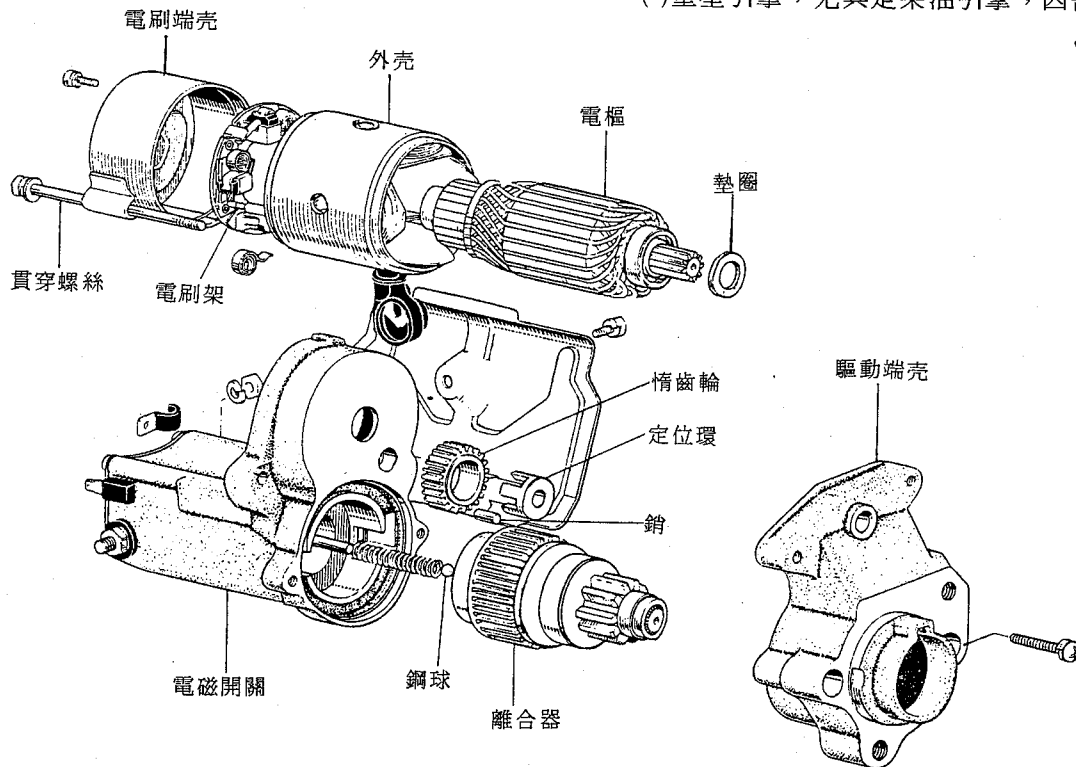


圖 5-6-165 減速式起動馬達分解圖〔註120〕

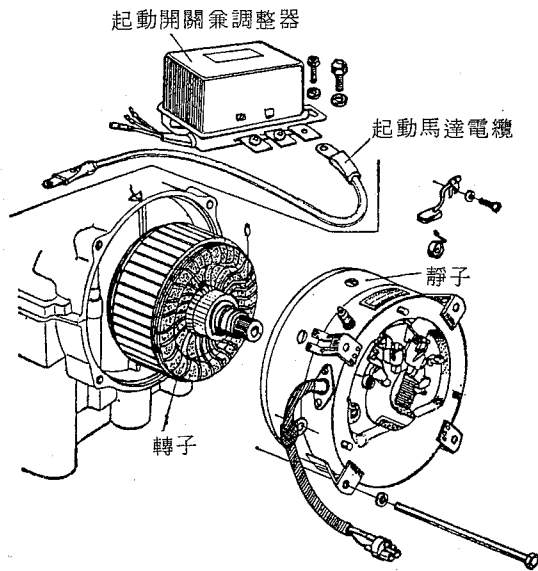


圖 5-6-166 發電起動兼用馬達構造

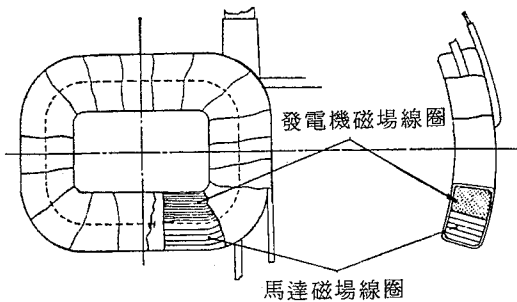


圖 5-6-167 發電起動兼用馬達磁場線圈構造

起動扭力，故通常車上電瓶電壓使用24V，以取代12V系統。在同一電功率下，電壓升高一倍，電流可以減少一半，電線可以用比較細者，電器

較輕巧為其優點；但電壓升高後，電線之絕緣能力一定要提高，否則發生搭鐵或短路故障時會產生嚴重的火花，易造成嚴重損害。在車上祇起動馬達需較大功率，其他電器之功率不大，若起動馬達使用24V，其他電器使用12V，則可兼具24V與12V系統之優點，即馬達有力，其他電器安全，壽命長。

(二)使用串並聯起動開關之車輛用兩個12V之電瓶，平時此開關使兩個電瓶並聯，車上電器除馬達外均為12V，當打馬達時，串並聯開關使兩個電瓶串聯成24V，使馬達受到24V之電壓，此時其他電器與電瓶分離。

(三)此種串並聯開關依操縱方法可分機械操作式與螺線管控制式兩種，依構造可分串並聯開關與電磁起動開關分開安裝及合併安裝兩種。

(四)圖 5-6-168 所示為德可雷美(Delco-Remy)螺線管操作式串並聯開關之構造圖，內含有銅接觸片及鎢面主線頭，以抵抗接觸片分開時產生之弧光。打馬達時起動電流由主線頭經接觸片接通。在平時它使兩電瓶並聯，供給車上之正常操作電路。

(五)圖 5-6-169 所示為機械操作式串並聯開關在平時正常操作電路(12V)時之電路圖。充電系電路以實體線表示，電流到A一線頭時分兩路，一路經虛線流到左側之A電瓶，另一半經點線流到右側之B電瓶。在到B電瓶之線路中裝有保險絲或線路斷電器，另有一副電流錶以了解B電

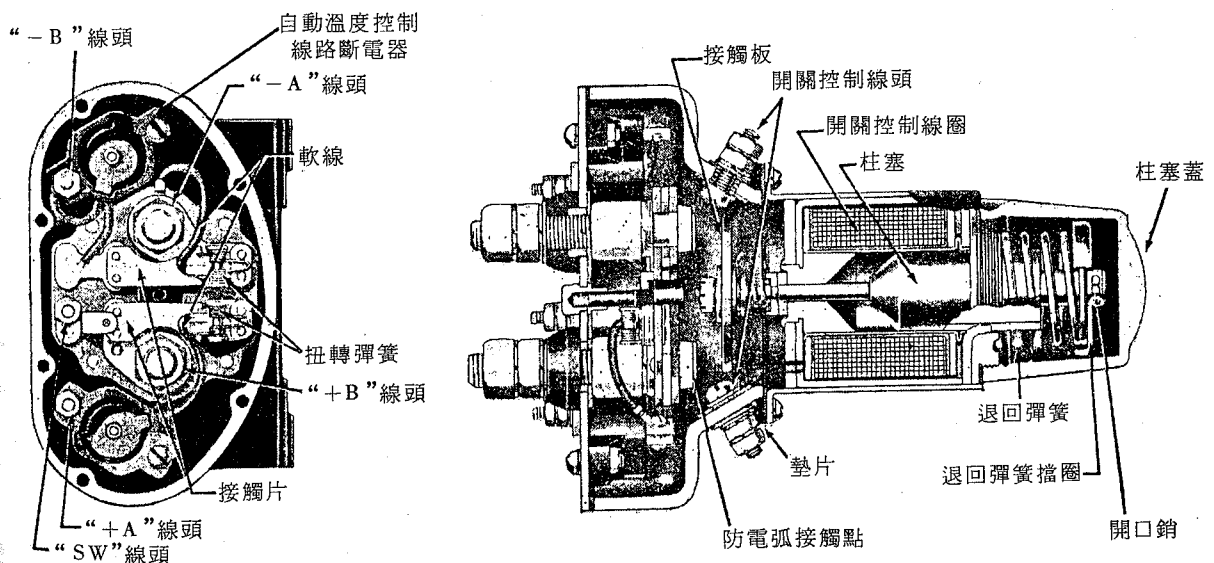
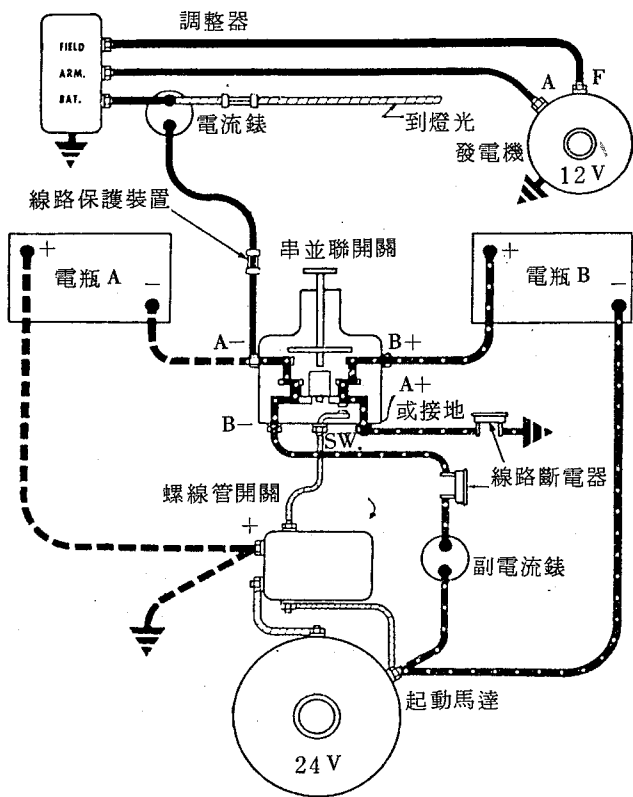
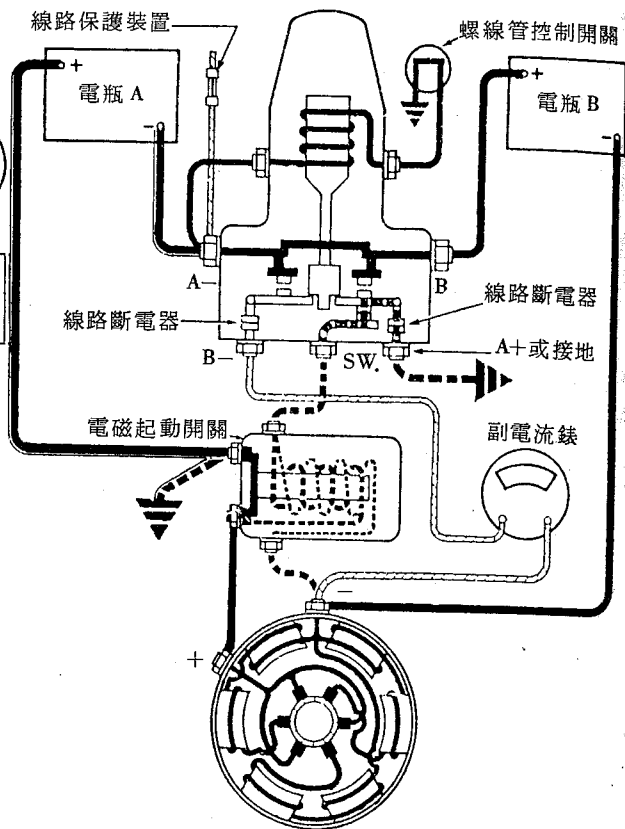


圖 5-6-168 德可雷美螺線管操作式串並聯開關構造



〔註121〕

圖 5-6-169 機械操作串並聯開關平時正常操作(12V)電路圖



〔註122〕

圖 5-6-170 電磁操作串並聯開關起動時(24V)之電路圖

瓶之充放電流，由主電流錶之電流扣掉副電流錶之讀數即為 A 電瓶之充放電流。

(六)圖 5-6-170 所示為電磁操作式串並聯開關在起動時之電路圖(24V)。起動電路以實體線表示，電磁開關之電路以虛線表示。當串並聯開關之柱塞被機械壓力或螺線管電磁吸力作用時，先將下面之兩個小接點分開，使電瓶並聯線路中

斷，然後主銅片將 A- 及 B+ 兩個主接點接通。當柱塞到達行程終點時，將電磁起動開關之接點接通(虛線電路)，此時起動開關發生作用，使整個起動電路完成迴路，馬達開始轉動。

當起動後，串並聯開關放鬆，兩個電瓶又並聯成12V，供給車上12V設備用電。

返回目錄

第六節 起動馬達性能試驗

6-6-1 概述

(一)欲了解起動馬達之性能是否合乎規定，要做三項測試：

- 馬達性能試驗 — 無負荷試驗
- 負荷試驗
- 停止扭力試驗

(二)起動馬達性能試驗設備因製造廠家而異，圖 5-6-171 所示為德國波細公司出品之起動馬達

性能試驗器構造。

6-6-2 無負荷試驗

(一)無負荷試驗主要在測試馬達在無負荷時之最高轉速及電流大小，以判斷起動馬達之性能是否良好。

(二)將試驗值與廠家標準比較，以做判定。

1. 轉速慢、電流大，可能故障如下：

(1) 摩擦阻力太大——軸承缺油、太緊或污垢，電樞軸彎曲或磁極鬆動。

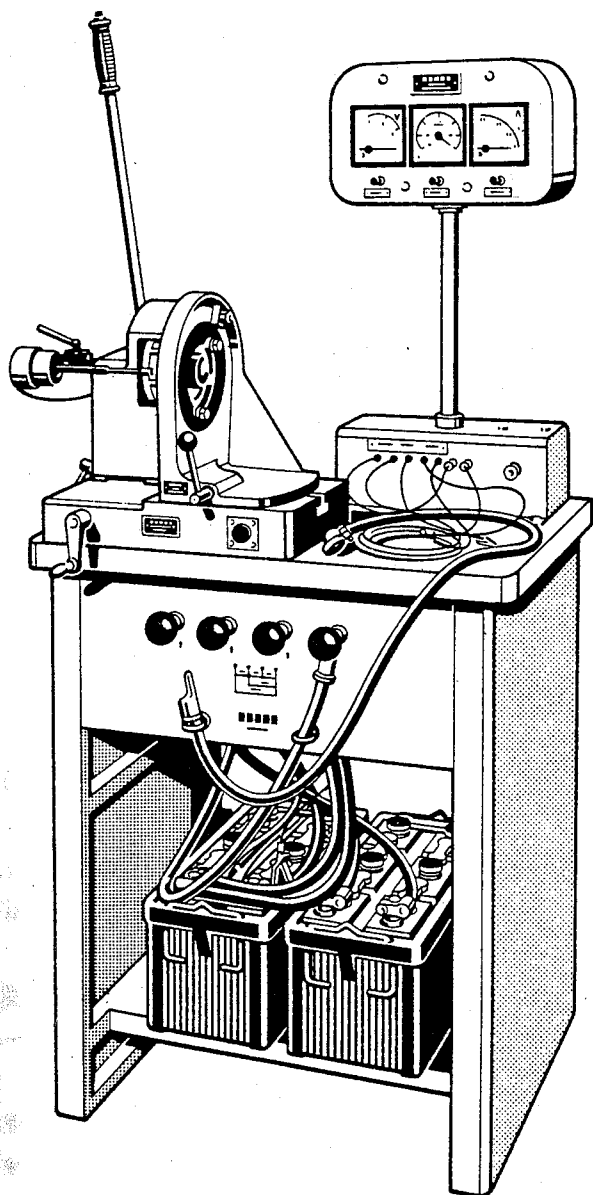


圖 5-6-171 波細起動馬達試驗器〔註123〕

(2)電樞線圈或磁場線圈有搭鐵或短路。

2.轉速慢、電流小，可能故障如下：

(1)磁場線圈各接頭接觸不良。

(2)整流子髒。

3.不轉動、電流大，可能故障如下：

(1)軸承卡死。

(2)電樞線圈或磁場線圈搭鐵。

4.不轉動、無電流，可能故障如下：

(1)電刷與整流子接觸不良。

(2)電樞線圈或磁場線圈斷路。

5.轉速快、電流超過，可能故障為磁場線圈短路。

6-6-3 負荷試驗

負荷試驗可直接搖轉引擎或利用試驗器測試。

一、直接搖轉引擎測試

(一)拔去分電盤主高壓線並使搭鐵，在電路上串聯 400 A 以上之大電流錶，搖轉引擎，記錄電流、電壓及轉速，與廠家標準比較以判定有無異常。

二、利用馬達試驗器測試

試驗方法依廠家說明書實施。

6-6-4 停止扭力試驗

一、停止扭力試驗

停止扭力試驗是將馬達加負荷，當轉速為零時之扭力及電流，與廠家規範比較以判定馬達性能。

二、測試結果分析

(一)電流小、扭力小——電刷與整流子接觸面電阻過大。

(二)電流合規定、扭力不足——可能絕緣不良或電樞線圈短路。

(三)電流大、扭力不足——磁場線圈短路。

【習題】

一、選擇題：

1. 起動馬達之磁鐵是屬於①半永久磁鐵②永久磁鐵③電磁鐵④以上皆可。

2. 起動馬達帶動引擎運轉，耗用電流約① 0.3 ~ 0.5 A ② 3 ~ 5 A ③ 10 ~ 30 A ④ 50 ~ 300 A。

3. 起動馬達小齒輪是與什麼齒輪銜接的①變速器齒輪②時規齒輪③引擎飛輪齒輪④差速器齒輪。

4. 裝用本的氏式傳動機構之起動馬達小齒輪的移開是由於①電磁吸力②惰性和螺紋③彈簧力量④齒輪之斜齒面。

5. 起動系統中，高扭力起動馬達多用①分繞式起動馬達②串繞式起動馬達③複繞式起動馬達④超越離合器起動馬達。

6. 起動系統中起動馬達小齒輪齒數與飛輪環齒齒數之比約為① 1 : 3 ~ 1 : 4 ② 1 : 8 ~ 1 : 10 ③ 1 : 15 ~ 1 : 20 ④ 1 : 40 ~ 1 : 50。

7. 對於一正常之引擎及起動系統，起動馬達搖轉引擎時，引擎轉速約為① 20~30 rpm ② 40~60 rpm ③ 100~200 rpm ④ 500~600 rpm。
8. 馬達上做為磁場磁力線之通路用的零件為① 電樞軸② 驅動小齒輪③ 軸承④ 外殼。
9. 起動馬達之磁場線圈與電樞線圈是① 串聯② 並聯③ 複聯④ 未連接。
10. 起動馬達的電刷質料以① 鋁② 鋅③ 鉛④ 銅質製成的。
11. 那一類型車子裝有空檔安全開關① 四輪驅動的車子② 柴油引擎的汽車③ 裝用手動變速箱的汽車④ 裝用自動變速箱的汽車。
12. 柴油汽車電樞移動型起動馬達，在開關按下小齒輪和飛輪還沒有接合之前，那些磁場線圈有電流通過① 副線圈和吸住線圈② 主線圈和吸住線圈③ 主線圈和副線圈。
13. 電樞移動型起動馬達有幾個磁極① 2 個② 3 個③ 4 個④ 6 個。
14. 柴油起動馬達在搖轉引擎過程中有何變化① 先流入少量電流慢慢轉動，等齒輪接合後才流入大量電流② 先很快轉動，等齒輪接合後才慢慢轉動③ 沒有變化，一直很快轉動。
15. 柴油汽車起動馬達的離合器是裝在那裏：① 電磁開關中② 電樞軸上，靠整流子的一端③ 電樞軸上，靠小齒輪的一端。
16. 現在大多數柴油汽車均裝配那一種起動馬達① 電樞移動型② 齒輪撥動型③ 鏈條傳動型④ 慣性移動型。
17. 裝用超越離合器的馬達在引擎發動後① 馬達小齒輪和飛輪自動分離② 電樞被飛輪驅動空轉③ 超越離合器自行空轉④ 馬達自動停止運轉。
18. 使用超越離合器之起動器馬達一般均用下列那一種型式的起動開關① 足踏式起動開關② 雙線圈式電磁開關③ 真空開關④ 按鈕式起動開關。
19. 裝用雙線圈式電磁開關的起動馬達在起動馬達運轉時，電磁開關中那一組線圈有電流通過① 吸住線圈② 吸入線圈③ 吸入線圈及吸住線圈④ 副線圈。
20. 齒輪慣性移動型起動馬達，當引擎發動後小齒輪退回是由於① 撥桿撥回② 傳動彈簧之縮回③ 螺絲軸旋轉較快於小齒輪④ 小齒輪旋轉較快於螺絲軸。
21. 汽油引擎所用之起動馬達功率約① 1 至 2 馬力② 4 至 6 馬力③ 8 至 10 馬力④ 13 至 15 馬力。
22. 柴油引擎所用之馬達功率約為① 1 至 2 馬力② 4 至 6 馬力③ 8 至 10 馬力④ 13 至 15 馬力。
23. 串聯式預熱系統，預熱塞所需之電壓約為① 0.5~0.7 V ② 1.5~1.8 V ③ 6~7 V ④ 10~11 V。
24. 串聯式預熱系統預熱塞通過之電流約為① 5~6 A ② 10~11 A ③ 18~20 A ④ 30~40 A。
25. 並聯式預熱系統預熱塞所需之電壓約為① 0.5~0.7 V ② 1.5~1.8 V ③ 6~7 V ④ 10~11 V。
26. 並聯式預熱系統預熱塞通過之電流約為① 5~6 A ② 10~11 A ③ 18~20 A ④ 30~40 A。
27. 對於大多數預熱指示器與預熱塞是① 串聯② 並聯③ 複聯。
28. 串聯式預熱系統之缺點是① 安裝不易② 不實用③ 預熱時間較長④ 其中有一預熱塞故障即全體失效。
29. 快速預熱系統(QOS)中，所需預熱時間僅需① 3~4 秒② 10~15 秒③ 30~40 秒④ 50~60 秒即可達到 700℃。
30. 超快速起動系統中(U-QOS)，所需預熱時間約為① 0~0.5 秒② 3~4 秒③ 10~15 秒④ 30~40 秒。
31. 超快速起動系統(U-QOS)之預熱塞所使用之電熱線為① 銅線② 銀線③ 鎳鉻線④ 鎢絲。
32. 超快速起動系統(U-QOS)，預熱塞所需之電壓約① 0.3~0.4 V ② 1.5~1.8 V ③ 5~6 V ④ 10~11 V。
33. 超快速起動系統(U-QOS)，在後加熱時期所消耗電流約① 3~4 A ② 7~8 A ③ 15~18 A ④ 30~40 A。
34. 直接噴射式柴油引擎，其進氣加熱系統之進氣加熱器是裝置在① 節汽門附近② 燃燒室③ 進汽歧管④ 空氣濾清器。
35. 電樞移動型起動馬達的離合器片中兼有制動作用的離合器片是① 直徑較小的主動片② 直

徑較大的主動片③直徑較小的被動片④直徑較大的被動片。

36. 串並聯開關的功用是①使起動馬達能成爲串聯馬達或並聯馬達②使二個減壓電阻在預熱時成爲串聯，在起動時成爲並聯③使二個電瓶在起動時成爲串聯，在平時成爲並聯④以上皆非。
37. 汽車上消耗電瓶之電流最大的組件是①發電機②點火系統③喇叭④起動馬達。
38. 起動馬達的電樞軸如有彎曲，在扭力檢驗時會有什麼現象①速度和扭力小，電流大②速度和扭力大，電流小③速度和電流小，扭力大④速度、扭力和電流皆小。
39. 當打馬達試驗引擎起動電壓時，電瓶之最大電壓降約①10%②20%③30%④40%。
40. 減速式起動馬達之超越離合器裝在①電樞軸上②與惰齒輪同在一根軸上③與電磁開關在一根軸上④裝在單獨之軸上，前後有球軸承支持。

二、填充題：

1. 起動系統之基本機件有_____、_____、_____、_____、_____、_____。
2. 起動系用電磁開關有_____及_____兩種型式。
3. 起動馬達中，整流子之雲母片應較銅棒低_____。
4. 馬達相鄰兩磁極之磁性必須_____。
5. 超越離合器之種類依主動機件位置分有_____、_____兩類；依構造分有_____、_____、_____三類。
6. 超越離合器裝置在_____上，利用_____之操作與飛輪啮合及分離。
7. 柴油汽車起動系統大多採用_____伏特車系。
8. 爲防止柴油車電瓶漏電，故大都裝有_____。
9. 串聯式預熱系統較並聯式預熱系統加熱時間爲_____。
10. 快速起動系統(QOS)之預熱塞在六角螺絲部分漆成_____色；超快速起動系統(U-QOS)之預熱塞，六角螺絲部分則漆成_____

_____色，以資區別。

11. 進汽加熱系統在引擎發動後關去開關，通常能繼續維持噴油燃燒_____秒，直到噴油加熱器冷卻下來。
12. 減速式起動馬達比較傳統式起動馬達之優點有_____、_____、_____、_____。
13. 串並聯開關依操縱方法可分爲_____、_____二種；依構造可分爲_____、_____二種。
14. 起動馬達性能檢驗項目計有_____、_____、_____三項。
15. 起動馬達無負荷試驗在測試起動馬達無負荷時之_____及_____大小，來判斷馬達之性能好壞。
16. 起動馬達空轉轉速快，但引擎不動，其原因是_____損壞。
17. 裝用自動變速箱之汽車均裝有起動安全開關，只有選擇在_____、_____位置才能發動引擎。
18. 起動馬達之驅動機構之齒輪移動方式有_____、_____、_____、_____等四種。
19. 本的氏式驅動機構依齒輪移動方向分_____、_____兩種，依驅動彈簧之不同有_____、_____、_____三種。
20. 機械式電樞制動方法有_____、_____、_____三種。

三、問答題：

1. 試寫出起動系之基本機件，說明其功用，並繪出位置關係圖。
2. 試述起動安全開關之功用？型式有那些？
3. 電磁開關之型式有那幾種？並且比較其差異點。
4. 電樞線圈之繞法中波繞及疊繞之相異處在那裏？
5. 起動馬達中馬達驅動機構之型式有那些？
6. 超越離合器之功用爲何？如何作用？試繪圖說明。
7. 超越離合器之型式有那幾種？
8. 試述本的氏式驅動機構之作用原理。
9. 本的氏式依構造分可分爲那幾類？

- 10.齒輪撥動型起動馬達其作用原理為何？
- 11.為何柴油引擎需要預熱系統，而汽油引擎則可免？
- 12.試述柴油引擎預熱系統之種類？
- 13.試述預熱電路之構造名稱？並說明其功用？
- 14.試述快速起動系統(QOS)之作用原理。
- 15.試說明超快速起動系統(U-QOS)之各機件功用。
- 16.試述電熱式空氣預熱器之作用原理。

- 17.試寫出柴油引擎起動馬達之種類，並簡述其作用原理。
- 18.請畫出柴油引擎齒輪撥動型起動馬達之線路圖。
- 19.試比較減速式起動馬達與傳統齒輪撥動型馬達。
- 20.試述串並聯開關之功用。
- 21.試述起動馬達性能檢驗之內容。

【資料來源註釋】

- 〔註1〕 Harper & Row/Chek Chart Automotive Electrical System Fig10-1
- 〔註2〕 同〔註1〕 Fig 10-13
- 〔註3〕 同〔註1〕 Fig 10-4
- 〔註4〕 同〔註1〕 Fig 10-5
- 〔註5〕 同〔註1〕 Fig 10-9
- 〔註6〕 同〔註1〕 Fig 10-7
- 〔註7〕 同〔註1〕 Fig 10-8
- 〔註8〕 同〔註1〕 Fig 10-12
- 〔註9〕 同〔註1〕 Fig 10-10
- 〔註10〕 日本電裝株式會社 電裝品說明書始動裝置編 圖47
- 〔註11〕 同〔註1〕 Fig11-17
- 〔註12〕 同〔註1〕 Fig 11-1
- 〔註13〕 同〔註10〕 圖17
- 〔註14〕 同〔註10〕 圖16
- 〔註15〕 同〔註10〕 圖15
- 〔註16〕 同〔註1〕 Fig 11-5
- 〔註17〕 同〔註1〕 Fig 11-3, 11-6
- 〔註18〕 同〔註1〕 Fig 11-7
- 〔註19〕 Toboldt Johnson/Goodheart-Willcox Automotive Encyclopedia Fig 34-8
- 〔註20〕 同〔註1〕 Fig11-11
- 〔註21〕 館內端著 自動車整備入門 圖3-13
- 〔註22〕 同〔註21〕 圖3-14
- 〔註23〕 同〔註21〕 圖3-15
- 〔註24〕 同〔註1〕 Fig11-12
- 〔註25〕 同〔註1〕 Fig11-13
- 〔註26〕 同〔註21〕 圖3-16
- 〔註27〕 同〔註1〕 Fig11-4
- 〔註28〕 同〔註10〕 圖25
- 〔註29〕 同〔註10〕 圖26
- 〔註30〕 同〔註10〕 圖4

- 〔註31〕 同〔註1〕 Fig11-29
- 〔註32〕 同〔註10〕 圖2
- 〔註33〕 同〔註10〕 圖3
- 〔註34〕 同〔註10〕 圖5
- 〔註35〕 同〔註1〕 Fig11-20
- 〔註36〕 同〔註21〕 圖3-22
- 〔註37〕 同〔註10〕 圖32
- 〔註38〕 同〔註10〕 圖33
- 〔註39〕 同〔註10〕 圖31
- 〔註40〕 同〔註21〕 圖3-28
- 〔註41〕 同〔註21〕 圖3-29
- 〔註42〕 同〔註21〕 圖3-31
- 〔註43〕 同〔註21〕 圖3-30
- 〔註44〕 雇用促進事業團職業訓練部勞動省職業訓練局 共編 自動車整備〔IV〕 圖2-25
- 〔註45〕 同〔註44〕 圖2-26
- 〔註46〕 同〔註44〕 圖2-29
- 〔註47〕 同〔註10〕 圖54
- 〔註48〕 同〔註1〕 Fig11-8
- 〔註49〕 同〔註10〕 圖23
- 〔註50〕 同〔註10〕 圖22
- 〔註51〕 同〔註1〕 Fig 11-18
- 〔註52〕 同〔註10〕 圖48
- 〔註53〕 同〔註10〕 圖49
- 〔註54〕 同〔註10〕 圖50
- 〔註55〕 同〔註10〕 圖71
- 〔註56〕 全國自動車整備學校連盟編 ジーゼル・エンジンの構造
- 〔註57〕 同〔註56〕 圖9-1
- 〔註58〕 同〔註56〕 圖9-2
- 〔註59〕 日本自動車整備振興會連合會 三級自動車ジーゼルエンジン 圖V-7
- 〔註60〕 同〔註56〕 圖9-1
- 〔註61〕 同〔註59〕 圖V-5

- 〔註62〕 鐵道日本社 自動車工學 Vol.30 No.12
第4圖
- 〔註63〕 同〔註62〕 P.69 參考圖
- 〔註64〕 同〔註62〕 第4圖
- 〔註65〕 同〔註62〕 第1圖
- 〔註66〕 同〔註62〕 第4圖
- 〔註67〕 同〔註62〕 第2圖
- 〔註68〕 同〔註62〕 第5圖
- 〔註69〕 同〔註59〕 圖V-3
- 〔註70〕 同〔註59〕 圖V-10
- 〔註71〕 同〔註59〕 圖V-2
- 〔註72〕 同〔註59〕 圖V-9
- 〔註73〕 BOSCH Technical Instruction Electric
Starting Motors Fig17
- 〔註74〕 同〔註73〕 Fig 16
- 〔註75〕 同〔註73〕 Fig 20
- 〔註76〕 同〔註21〕 圖3-34
- 〔註77〕 同〔註73〕 Fig 45
- 〔註78〕 同〔註73〕 Fig 45
- 〔註79〕 同〔註73〕 Fig 47
- 〔註80〕 同〔註73〕 Fig 48
- 〔註81〕 同〔註73〕 Fig 50
- 〔註82〕 同〔註73〕 Fig 46
- 〔註83〕 同〔註73〕 Fig 49
- 〔註84〕 同〔註73〕 Fig 45
- 〔註85〕 同〔註73〕 P.51
- 〔註86〕 同〔註73〕 P.51
- 〔註87〕 自動車整備指導研究會編 自動車電氣裝置詳
解 第187圖
- 〔註88〕 同〔註73〕 P.51
- 〔註89〕 同〔註73〕 P.51
- 〔註90〕 同〔註73〕 P.51
- 〔註91〕 同〔註73〕 P.51
- 〔註92〕 同〔註10〕 圖26
- 〔註93〕 同〔註10〕 圖29
- 〔註94〕 同〔註10〕 圖43
- 〔註95〕 同〔註10〕 圖45
- 〔註96〕 同〔註10〕 圖44
- 〔註97〕 楊思裕編著 汽車柴油引擎(下) 圖10-37
- 〔註98〕 同〔註73〕 Fig 52
- 〔註99〕 同〔註73〕 Fig 57
- 〔註100〕 同〔註73〕 Fig 53
- 〔註101〕 同〔註73〕 Fig 54
- 〔註102〕 同〔註73〕 Fig 58
- 〔註103〕 同〔註73〕 Fig 59
- 〔註104〕 同〔註73〕 Fig 60
- 〔註105〕 同〔註73〕 Fig 61
- 〔註106〕 同〔註73〕 Fig 62
- 〔註107〕 同〔註73〕 Fig 63
- 〔註108〕 同〔註10〕 圖108
- 〔註109〕 同〔註10〕 圖110
- 〔註110〕 同〔註10〕 AB0091
- 〔註111〕 同〔註10〕 圖111
- 〔註112〕 同〔註10〕 AB0089
- 〔註113〕 同〔註10〕 圖113
- 〔註114〕 同〔註10〕 圖112
- 〔註115〕 同〔註10〕 圖114
- 〔註116〕 同〔註10〕 圖115
- 〔註117〕 同〔註10〕 圖116
- 〔註118〕 同〔註10〕 圖117
- 〔註119〕 同〔註10〕 圖118
- 〔註120〕 同〔註10〕 圖132
- 〔註121〕 MOTOR AUTO REPAIR MANUAL
- 〔註122〕 同〔註121〕
- 〔註123〕 同〔註73〕 Fig 94

返回目錄

第七章 充電系統

第一節 充電系統概述

7-1-1 引擎必須要有充電裝置

(一)起動引擎需使用電瓶供應馬達、點火及其他電器所需之電流，引擎發動後，必須由充電裝置來提供點火系及其他電器之用電，並補充電瓶在打馬達時所消耗之電能，如此引擎才能持續運轉，熄火後才能再起動。

(二)充電系統就是將引擎一部分機械能轉變為電能之裝置，如圖 5-7-1 所示。以引擎曲軸上之皮帶輪來驅動發電機如圖 5-7-2 所示。

7-1-2 直流充電系統與交流充電系統

一、直流充電系統

(一)早期汽車使用之充電系統的發電裝置為直流發電機 (D.C. generator or dynamo)，

以導線在固定之磁場中旋轉，感應交流電，再由機械之整流子與電刷整流後輸出。並利用斷電器來防止電瓶電倒流到發電機，最初使用第三電刷在整流子上移動來調整輸出電壓及電流，後來改用二電刷發電機，以電壓調整器及電流調整器來控制輸出電流。

(二)直流發電機體積大，外殼為鐵製，比較笨重，且低速時發電量很少，經常需檢修保養，故現代汽車已不使用。

二、交流充電系統

(一)1960年代發展出交流發電機(A.C. gene-

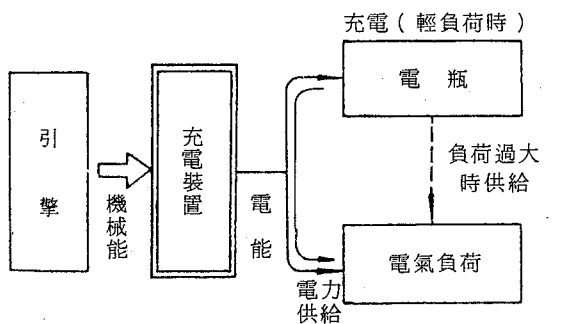


圖 5-7-1 充電裝置將一部分動能變成電能 [註 1]

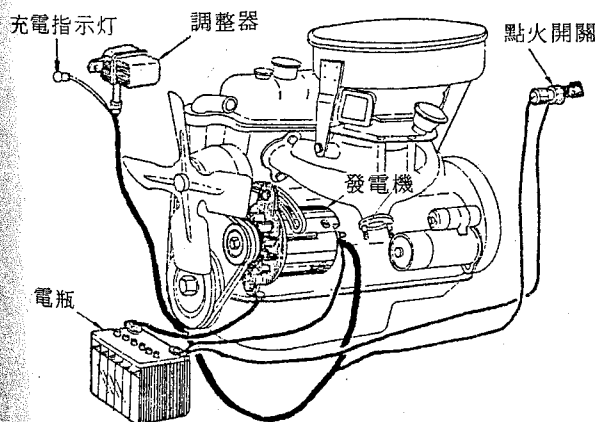


圖 5-7-2 充電裝置 [註 2]

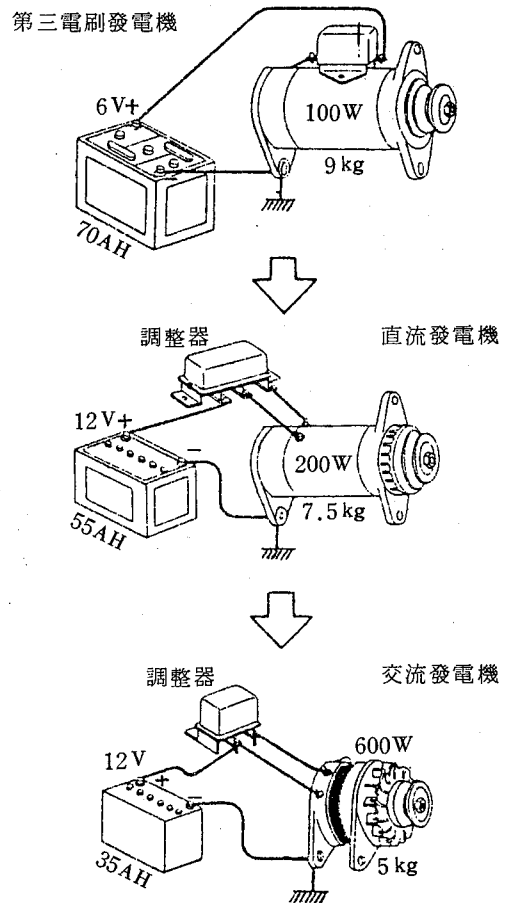


圖 5-7-3 充電系統之演進 [註 3]

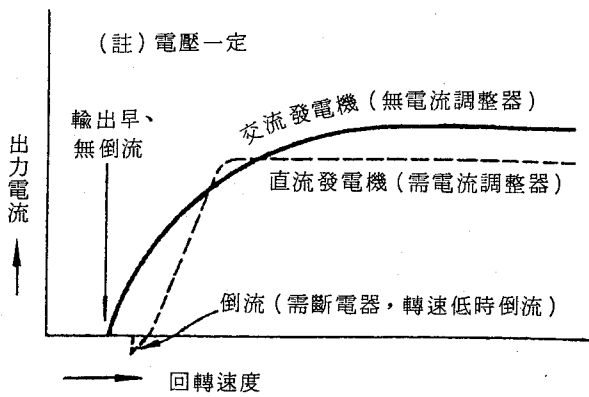


圖 5-7-4 直流發電機與交流發電機性能之比較〔註 4〕

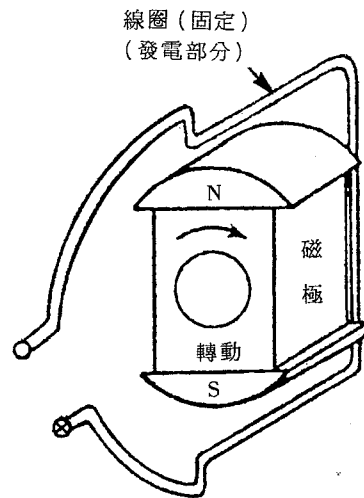


圖 5-7-6 交流發電機之基本構造

rator or alternator)，以磁場在固定之導線間旋轉，感應交流電。交流電再經裝在外殼之整流粒（二極晶體）整流後輸出，只需裝電壓調整器來限制其最高電壓。

(二)交流發電機短小，外殼以鋁合金製造，重量輕，低速時發電量大，不需經常檢修保養，故現代汽車全部使用此式。

(三)圖 5-7-3 為充電系統之演變，請注意功率、重量及大小之變動。

(四)圖 5-7-4 為直流發電機及交流發電機充電系統性能之比較。

7-1-3 充電系統基本機件

一、充電系統最重要之機件為產生電壓之發電機，其次為控制發電機輸出之調整器 (regulator)，另外，還需有指示充電系統工作是否正常之指示燈或電流錶，及連接各電器間之導線。

二、發電機

(一)基本直流發電機之構造如圖 5-7-5 所示，

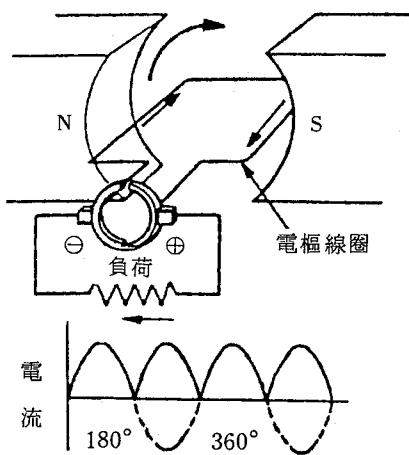


圖 5-7-5 直流發電機的原理及其輸出

一個導線環在固定之磁極中旋轉，分開為兩片之整流子及電刷將感應之電流整流後輸出。

(二)基本交流發電機之構造如圖 5-7-6 所示，

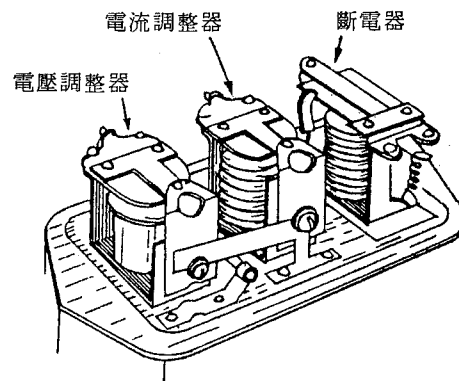


圖 5-7-7 直流發電機調整器〔註 5〕

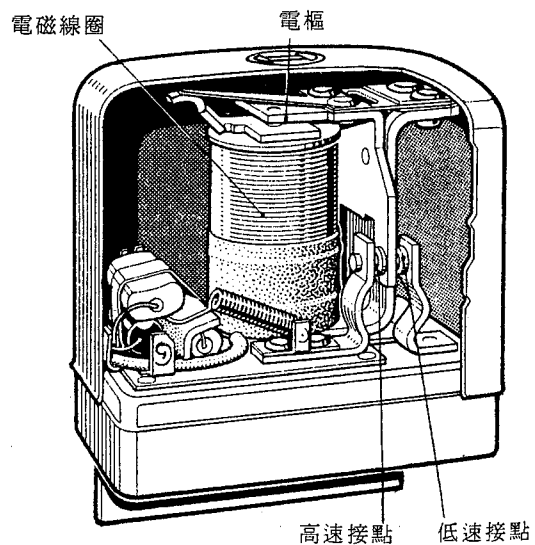


圖 5-7-8 交流發電機調整器〔註 6〕

一對磁極在固定之導線中旋轉，導線中感應交流電輸出。汽車上之交流發電機需以整流粒整流成直流電輸出。

三、調整器

(一)發電機感應之電壓與電流與單位時間磁力線變化率($d\phi/dt$)成正比，即發電機轉得愈快產生之電壓愈高，電流愈大。但汽車上之電器所能承受之最高電壓有一定，超過時會損壞，因此需有調整器來限制。

(二)直流充電系統之調整器較複雜，內有防止電流倒流之斷電器，限制最高電壓之電壓調整器，及防止電流過大之電流調整器，如圖 5-7-7 所

示。

(三)交流充電系統之調整器較簡單，只有電壓調整器，不需斷電器及電流調整器，如圖 5-7-8 所示。

四、充電指示裝置

(一)充電系統之作用是否良好，駕駛人必須隨時了解，如果充電系不充電，將使車子在路上拋錨。

(二)充電指示裝置一般為警告燈，如圖 5-7-2 所示，有些車子並加裝電流錶及電壓錶，以便隨時了解充電系之電壓及電瓶之充電情況。

返回目錄

第二節 交流發電機充電系統

7-2-1 概述

(一)圖 5-7-9 所示為裕隆速利汽車交流發電機充電系統電路圖，圖 5-7-10 所示為其實體圖，包括發電機、電壓調整器、電瓶、充電指示燈、保險絲、發火開關等機件。

(二)當發火開關轉到 ON 時，一部分電流進入發電機磁場線圈，使發電機轉子磁場受到激磁，

其電流路徑如下：

電瓶 → 發火開關 IG → 調整器 IG → 接點 P₁ 及 P₂ → 調整器 F → 發電機 F → 磁場線圈 → 發電機 E → 搭鐵。

(三)另一部分電經充電指示燈使燈亮，其電流路徑如下：

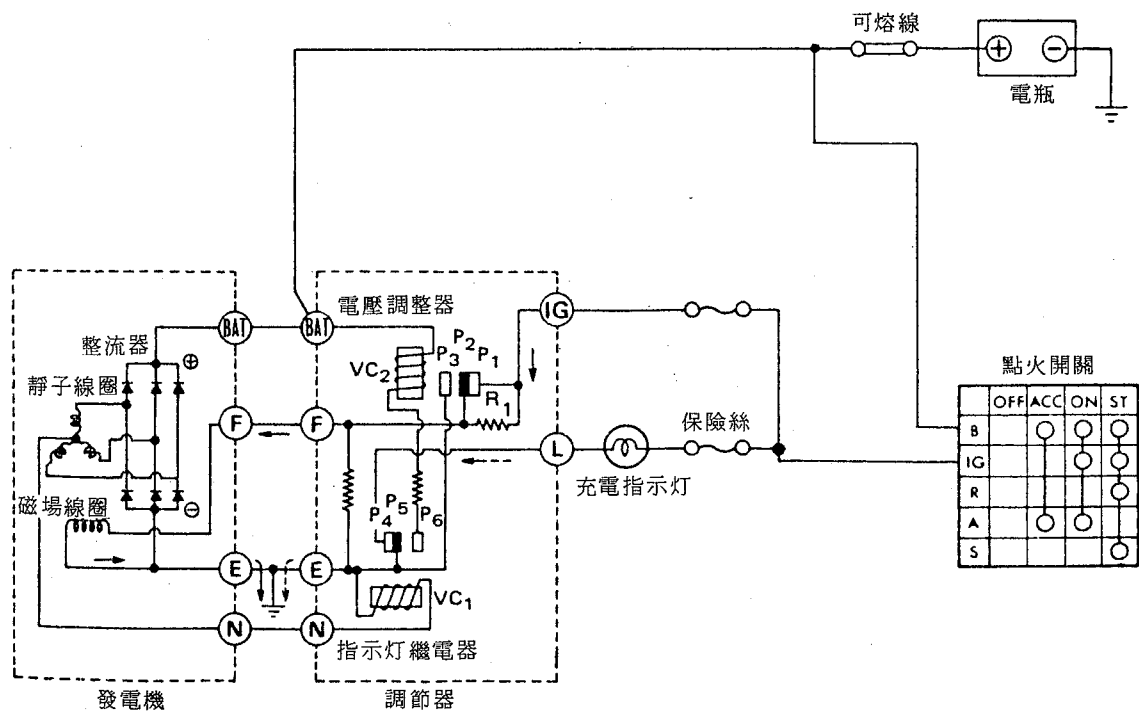


圖 5-7-9 裕隆速利交流充電系統圖

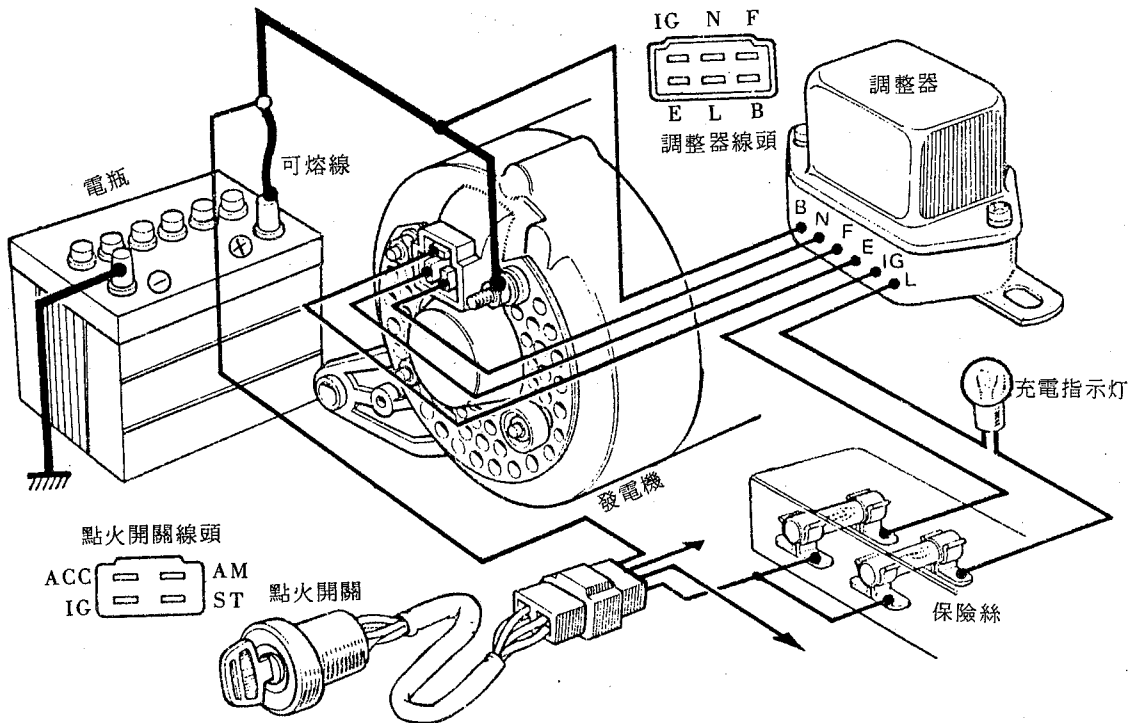


圖 5-7-10 裕隆達利汽車交流充電系實體圖

電瓶→發火開關 IG→充電警告燈→調整器
L→白金接點 P_4 及 P_5 →調整器 E→搭鐵。

(四)引擎發動帶動發電機之轉子旋轉後，發電機之靜子線圈乃產生三相交流電。交流電經正極及負極之二極體整流後從發電機之 BAT 及 E 兩線頭輸出。

(五)靜子線圈之中間線頭 N 及 E 間亦有電壓產生(為 BAT 及 E 之半)。N 之輸出使充電指示燈繼電器產生作用，使白金接點 P_4 及 P_5 分開，充電指示燈熄滅，並使接點 P_5 及 P_6 閉合，使電壓調整器之線圈成通路，電流路徑如下：

發電機 N→調整器 N→充電指示燈繼電器
 VC_1 →調整器 E→搭鐵(相當回到發電機 E 成迴路)。

(六)接點 P_5 及 P_6 閉合後完成電壓調整器之控制，其路徑如下：

發電機 BAT→調整器 BAT→電壓調整器
 VC_2 →接點 P_5 及 P_6 →調整器 E→搭鐵。

(七)當發電機之轉速升高，使產生之電壓超過規定時，可動接點 P_2 受 VC_2 線圈吸引，與 P_1 接點

分開，流入磁場線圈之電流須經電阻 R_1 ，使電流減少，而使發電機之輸出電壓降低；輸出電壓降低時， VC_2 之磁引力減小，接點 P_2 又跳回與 P_1 閉合，如此接點 P_2 與 P_1 不斷的開合，使發電機之輸出電壓保持一定。

(八)當發電機轉速進一步升高，可動接點 P_2 與 P_1 分開，進入磁場線圈之電流經 R_1 電阻限制後，發出之電壓仍超過規定。此時可動接點 P_2 繼續被吸下與接點 P_3 閉合，原流入磁場線圈之電直接搭鐵短路掉，磁場線圈無電流，發電機輸出電壓立刻降低，電壓降低後，接點 P_2 與 P_3 分開，電壓又升高，如此接點 P_2 與 P_3 不斷開合，使發電機輸出電壓保持一定。

7-2-2 交流發電機構造

一、圖 5-7-11 為交流發電機之構造圖，圖 5-7-12 所示為交流發電機之分解圖。其主要部分為靜子(stator)、轉子(rotor)、整流器、傳動端蓋、電刷及整流器端蓋、風扇……等。

二、靜子

(一)靜子由靜子線圈及薄鐵片疊成之鐵芯組成，兩端為鋁製之端蓋所支撐，為外壳之一部分，如圖 5-7-13 所示。

(二)鐵芯由許多塗有絕緣漆之鐵片疊成，內有

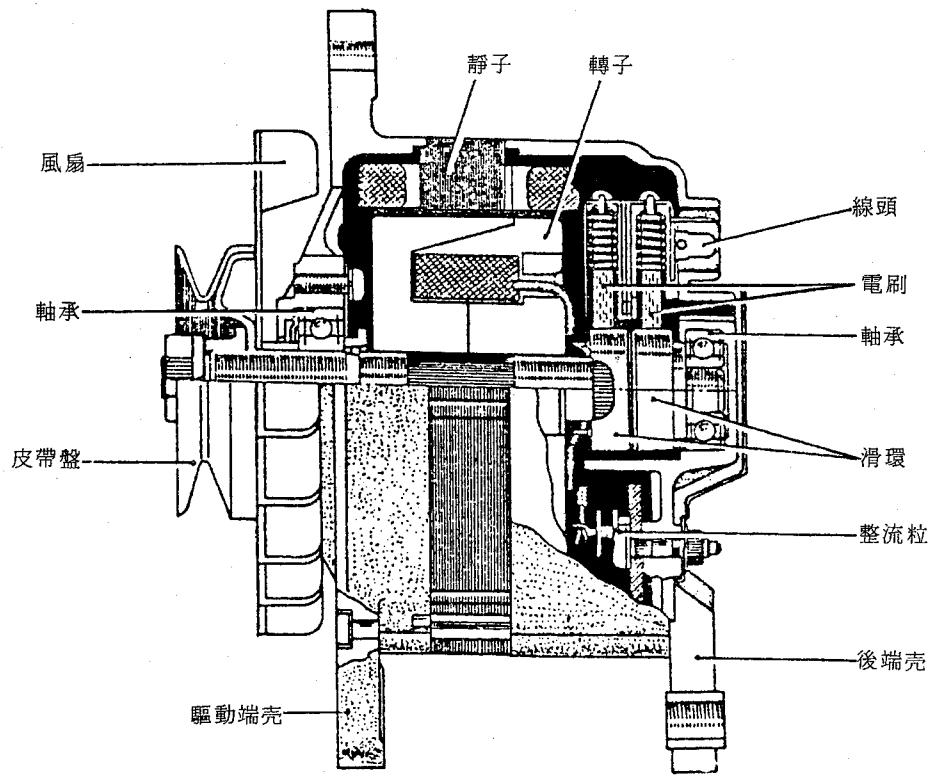


圖 5-7-11 交流發電機之構造 [註 7]

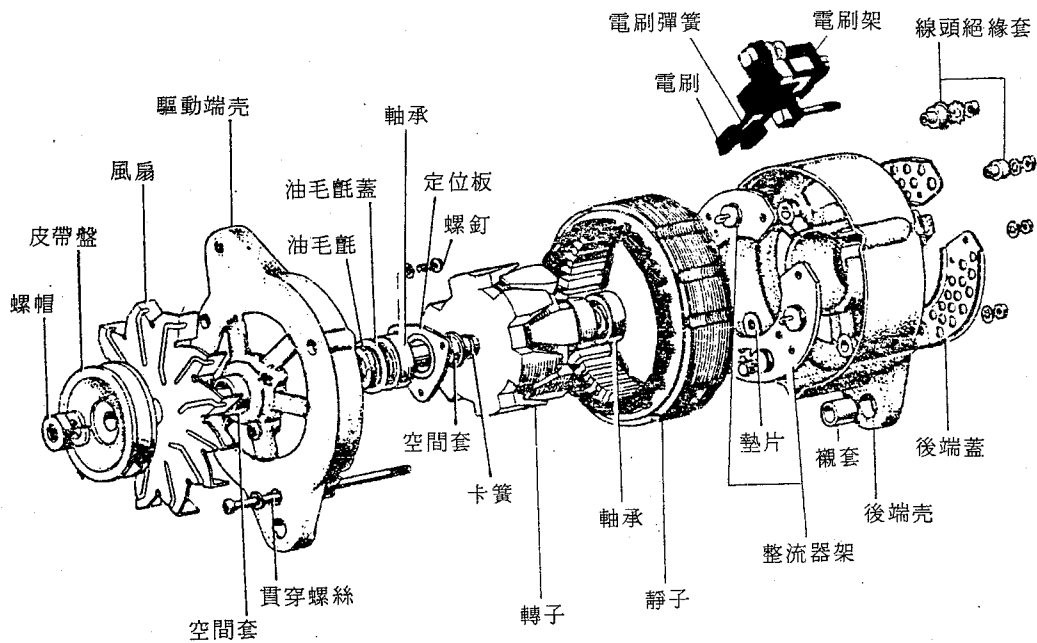


圖 5-7-12 交流發電機分解圖 [註 8]

直槽，以容放靜子線圈，槽數為轉子磁極數之 3 倍。

(二) 靜子線圈由漆包線繞成，共有三組線圈，每組由與轉子磁極數相等數量之線圈串聯而成。

三組線圈之連接方法有 Y 型及 Δ 型兩種。

1. Y 型接線如圖 5-7-14 所示，將三組靜子線圈的一個線頭連接在一起，此接點稱為中性點 (N)，另三個線頭各連接於二極晶體整流粒上。

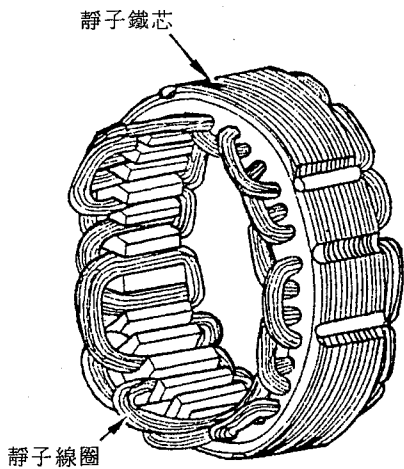


圖 5-7-13 靜子〔註9〕

Y型接線法接線簡單，容易製造，各線頭間之電壓較高，低速時之發電特性佳，中性點N可以利用來做調整器控制，故一般汽車之發電機均採用此式。

2. Δ 型接線如圖5-7-15所示，將各組靜子線圈的兩端相接串聯成一個 Δ 型，再將三個連接點（即三角形之頂點）用線引出，接到二極晶體整流粒上。 Δ 型接線輸出電流較大，一般輸出量大的發電機使用。

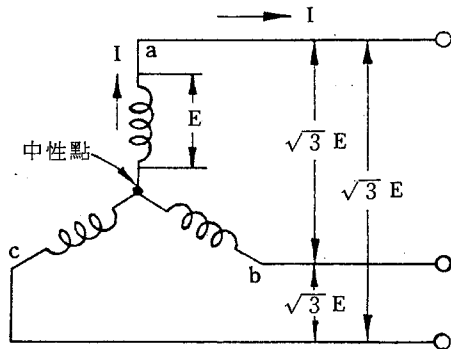


圖 5-7-14 Y型接線〔註10〕

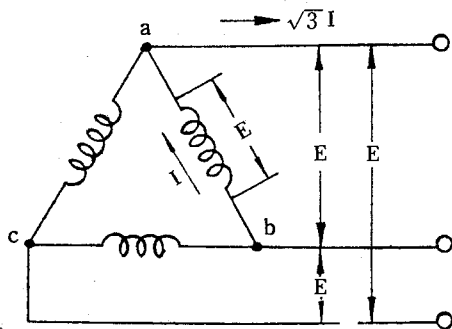


圖 5-7-15 Δ 型接線〔註11〕

3. Y型及 Δ 型接線特性之比較如表5-7-1所示。

表 5-7-1 Y型及 Δ 型接線特性比較

接線方式	線間電壓	線輸出電流
Y型	$\sqrt{3} E$	I
Δ 型	E	$\sqrt{3} I$

三、轉子

(一)轉子由磁極、磁場線圈、滑環 (slip ring) 及軸等組成，如圖5-7-16所示，兩端用軸承支持在端殼上，前端裝有皮帶盤，由引擎風扇皮帶驅動，在靜子中旋轉。

(二)轉子之磁極有爪極型，如圖5-7-16所示，及凸極型，如圖5-7-17所示兩種。

1. 爪極型分成兩片爪形鐵，交叉組合在一起，一邊全為N極，另一邊全為S極，N、S極相間排列，一般為8~16極。磁場線圈在內部由磁極包住，製造方便，且能高速運轉，現代發電機多採用此式。

2. 凸極型中N、S極相間，磁場線圈繞在磁極上，現代發電機已少用。

(三)磁場線圈用細的漆包線繞成，線的兩端各接在一個滑環上，與軸及磁極有良好絕緣。

(四)滑環裝在轉子軸之一端，用黃銅或銅製成，與軸絕緣，供電輸入磁場線圈用。

(五)轉子線圈電之流動情形如下：

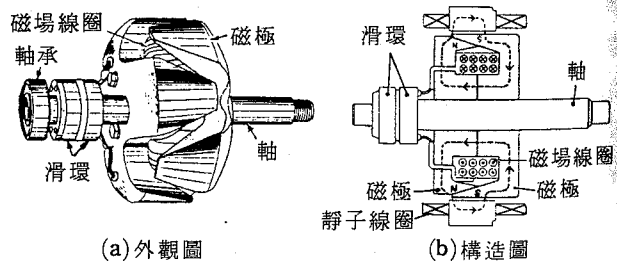


圖 5-7-16 爪極型轉子〔註12〕

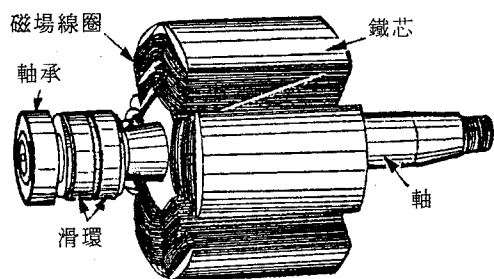


圖 5-7-17 凸極型轉子〔註13〕

由調整器來之電→發電機 F 線頭→電刷→
滑環→磁場線圈→滑環→電刷→搭鐵。

四、整流器

(一)整流器之構造如圖5-7-18所示，三個正極整流粒裝在一塊金屬板上成爲正極整流粒板，另外三個負極整流粒裝在另一塊金屬板上成爲負極整流粒板。兩塊整流粒板裝在鋁製之端蓋上。

(二)整流粒 (diode) 爲大功率之矽二極整流晶體，構造如圖5-7-19所示，正、負極整流粒之外形一樣，在外殼上有 \rightarrow 記號註明電流方向，正極整流粒用紅色，負極整流粒用黑色字註明規格。

(三)現在有一種整體型整流器，如圖5-7-20所示，六個整流粒直接嵌在板上，使用印刷電路連接。

(四)整流器必須散熱良好，因此安裝在端蓋之通風口上，利用風扇強制通風冷卻。整流粒溫度超過 150°C 即失去整流作用。

五、前、後蓋板

(一)發電機之前、後端蓋如圖5-7-21所示。使用鋁合金製成，用來支持轉子與靜子，並有固定架安裝於引擎上。上有通風孔，讓冷卻空氣通過。

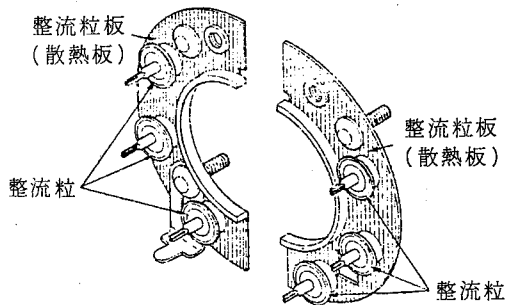


圖 5-7-18 整流器 [註14]

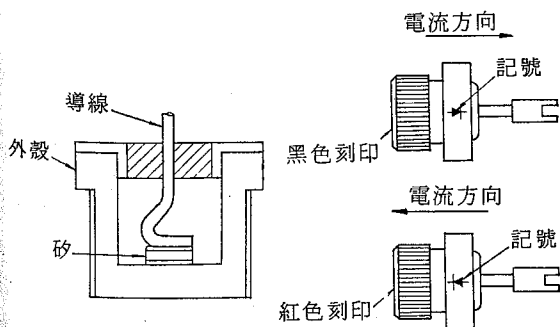


圖 5-7-19 整流粒 [註15]

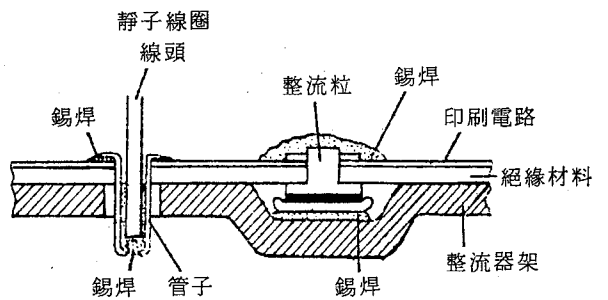
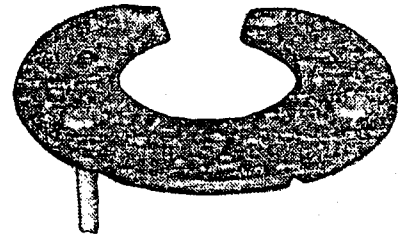


圖 5-7-20 整體型整流器 [註16]

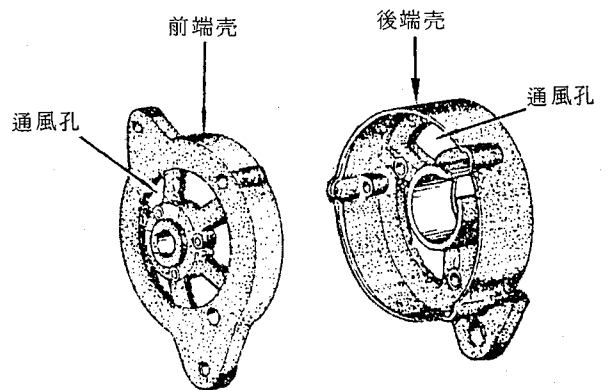


圖 5-7-21 前後蓋板 [註17]

(二)後蓋板上安裝有整流器、電刷架、輸出線頭及軸承等。

(三)前蓋板上裝有一只軸承。

六、皮帶盤及風扇

(一)皮帶盤及風扇裝在轉子軸之前端，皮帶盤由引擎風扇皮帶驅動，其直徑一般爲曲軸皮帶盤之 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ ，故轉子之轉速爲引擎之二~三倍。

(二)風扇因構造不同有抽風式及打風式兩種：

1. 抽風式：冷卻風由後面向前吹。圖5-7-22所示之風扇有方向性，必須順時針方向旋轉；圖5-7-23所示之風扇無方向性，可任意旋轉。

2. 打風式：冷卻風由前面向後吹，如圖5-7-24所示。

3. 一般發電機以有方向性風扇之抽風式使用較多。

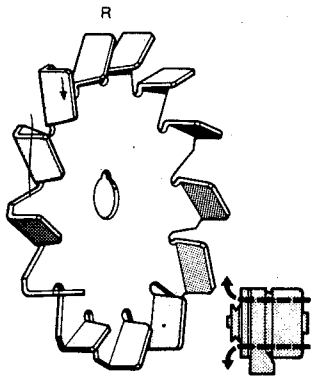


圖 5-7-22 抽風式風扇，有方向性 [註18]

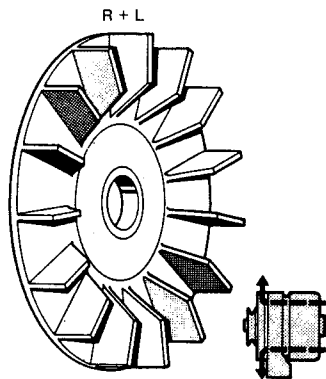


圖 5-7-23 抽風式風扇，無方向性 [註19]

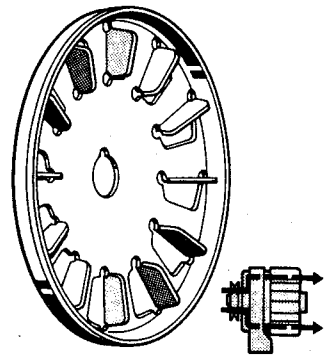


圖 5-7-24 打風式風扇 [註20]

7-2-3 交流發電機之發電與整流

一、交流發電機原理

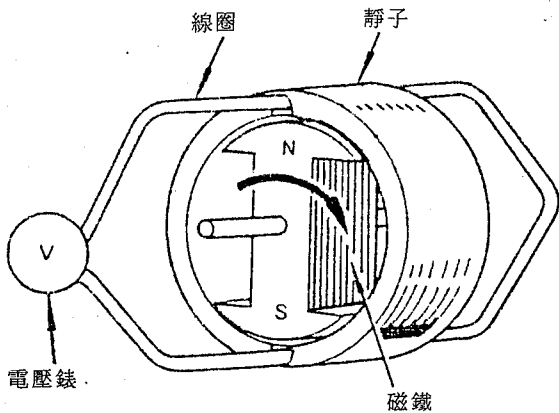


圖 5-7-25 交流發電機原理 [註21]

(一)如圖5-7-25所示，在靜子中放置磁鐵，並使磁鐵旋轉，則旋轉之磁力線切割靜子中之線圈，使靜子線圈感應出電壓，感應電壓與磁鐵位置及線圈中通過磁力線之變化如圖5-7-26所示。

(二)若在靜子中僅裝一組線圈，則磁鐵每一迴轉，線圈中產生一次電壓之變化，稱為單相交流電，如圖5-7-27(a)所示。

(三)若在靜子中裝置二組線圈，則磁鐵每一迴轉，A、B線圈各產生一次電壓之變化，稱為雙相交流電，如圖5-7-27(b)所示，A相較B落後90°，交流波之變化不穩定，故不被採用。

(四)若在靜子中裝置三組線圈，則磁鐵每一迴

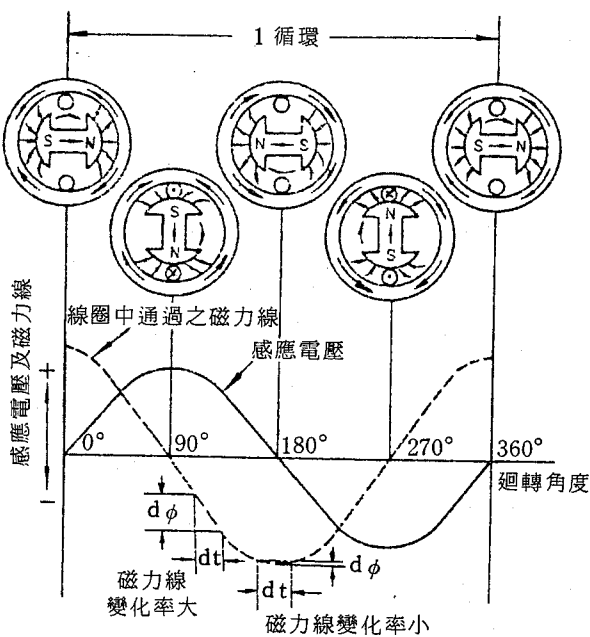


圖 5-7-26 磁鐵位置與感應電壓、線圈中磁力線之變化 [註22]

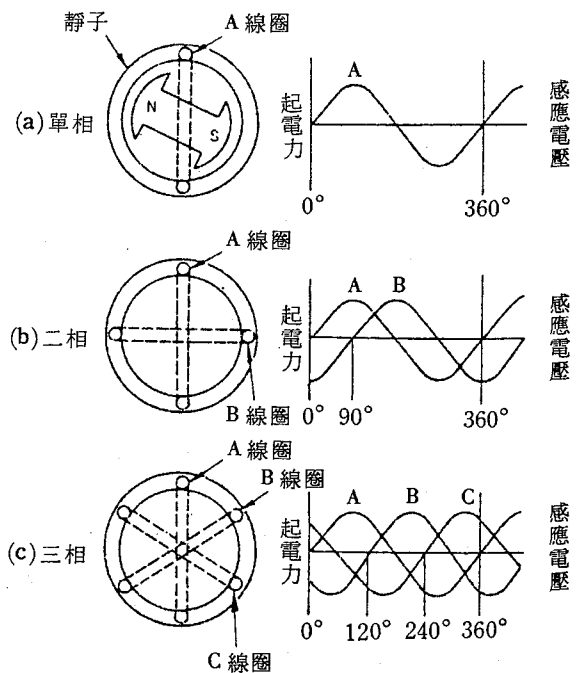


圖 5-7-27 三相交流電之產生方法 [註23]

轉，A、B、C 線圈各產生一次電壓之變化，稱為三交流電，如圖5-7-27(c)所示。每一相位相差 120° ，波形變化平均且密集，輸出平穩，故交流發電機都採用三相。

(四) 汽車用交流發電機之轉子一般採用 8~16 極，若以 6 對 (12 極) 計算，則轉子每轉一轉，可以產生 18 次交流電波，再經整流粒全波整流後，則電壓之輸出波動很小，非常平穩。

二、整流原理

(一) 汽車上之電器都是使用直流電，因此靜子線圈感應之交流電必須經過整流後才能輸出，供應車上電器使用，並充電到電瓶。

(二) 整流方式有全波整流及半波整流兩種。

1. 如圖5-7-28(a)所示，在線路中裝一只整流粒時只能讓一方向之電流過，反方向則不能流過，稱為半波整流。

2. 如圖5-7-28(b)所示，在線路中安裝四只整流粒，方向並做適當安排，則電流可依實箭頭及虛箭頭兩條通路流出，正反方向之電流均能利用，效率比半波整流大一倍，故汽車交流發電機均採用全波整流。

3. 一組線路做全波整流需四只整流粒，但三相交流之三組線路因可互相共用，故僅需使用六只整流粒即可做全波整流。

三、交流發電機之整流

(一) 圖5-7-29所示為三相交流發電機之整流情

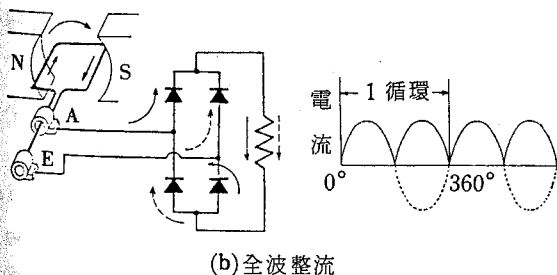
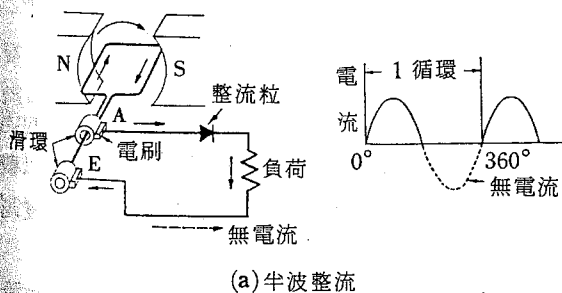


圖 5-7-28 整流回路 [註24]

形，現說明如下：

1. I 線圈感應(+)電壓，II 線圈感應(-)電壓時；電流從 I 線圈經 1 號整流粒到負荷及電瓶，經搭鐵從 5 號整流粒流回 II 線圈完成迴路，如圖5-7-29 (a)所示。

2. I 線圈感應(+)電壓，III 線圈感應(-)電壓時；電流從 I 線圈經 1 號整流粒到負荷及電瓶，經搭鐵從 6 號整流粒流回 III 線圈完成迴路，如圖5-7-29 (b)所示。

3. II 線圈感應(+)電壓，III 線圈感應(-)電壓時；電由 II 線圈流出，經 2 號整流粒流到負荷及電瓶，經搭鐵從 6 號整流粒流回 III 線圈完成迴路，如圖 5-7-29 (c)所示。

4. II 線圈感應(+)電壓，I 線圈感應(-)電壓時；電由 II 線圈流出，經 2 號整流粒流到負荷及電瓶，經搭鐵從 4 號整流粒流回 I 線圈完成迴路，如圖 5-7-29 (d)所示。

5. III 線圈感應(+)電壓，I 線圈感應(-)電壓時；電由 III 線圈流出，經 3 號整流粒流到負荷及電瓶，經搭鐵從 4 號整流粒流回 I 線圈完成迴路，如圖 5-7-29 (e)所示。

6. III 線圈感應(+)電壓，II 線圈感應(-)電壓時；電由 III 線圈流出，經 3 號整流粒流到負荷及電瓶，經搭鐵從 5 號整流粒流回 II 線圈完成迴路，如圖 5-7-29 (f)所示。

(二) 交流發電機發出之電流如圖5-7-29所示之(a)→(b)→(c)→(d)→(e)→(f)→(a)之順序不斷的整流輸出。

(三) 圖5-7-30(b)所示為交流發電機發出之電流經整流後以 N 線頭為 0 電位，發電機之輸出線頭 B 及搭鐵線頭 E 與中性線頭 N 之電壓變化。

(四) 圖5-7-30(c)所示為交流發電機發出之電流經整流後以 E 線頭為 0 電位，發電機輸出線頭 B 與中性線頭 N 之電壓變化。

7-2-4 使用交流發電機充電系注意事項

交流發電機若使用不當很容易損壞，因此使用上必須注意下列事項：

(一) 電瓶之正負極不可接錯，否則大量電流流入發電機，使整流粒燒壞。

(二) 不可串聯兩個電瓶來發動引擎，否則會使整流粒燒壞。

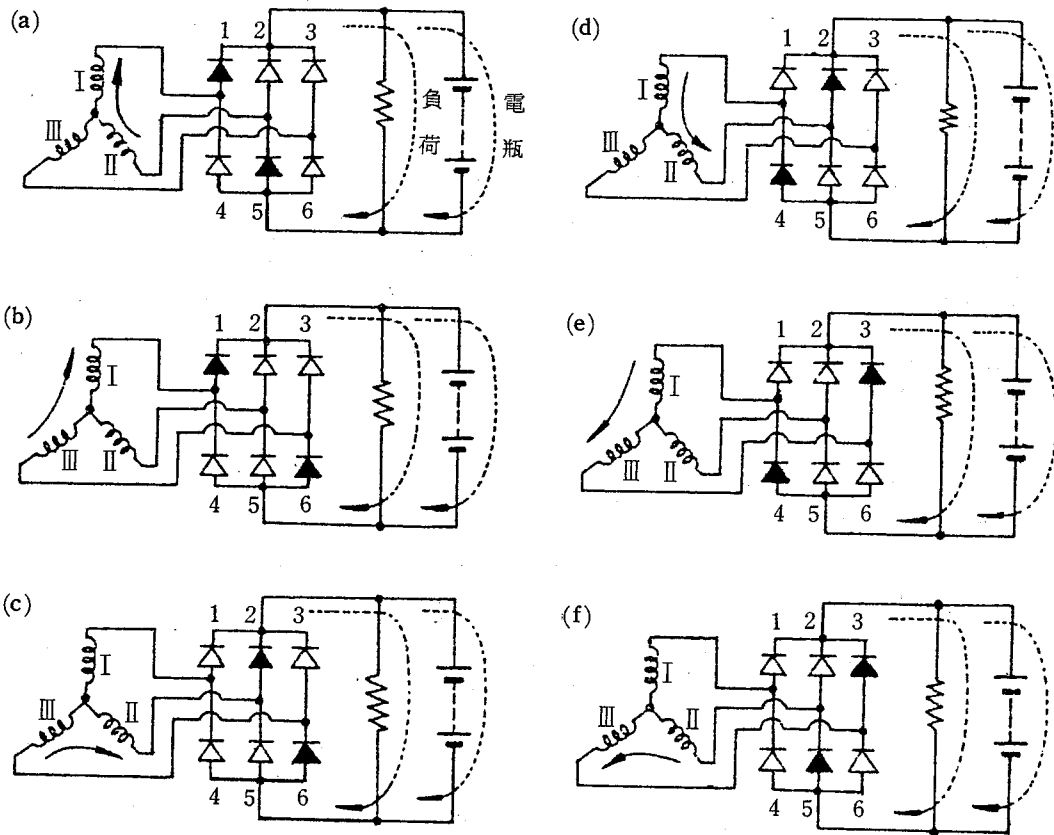


圖 5-7-29 三相交流發電機之整流 [註25]

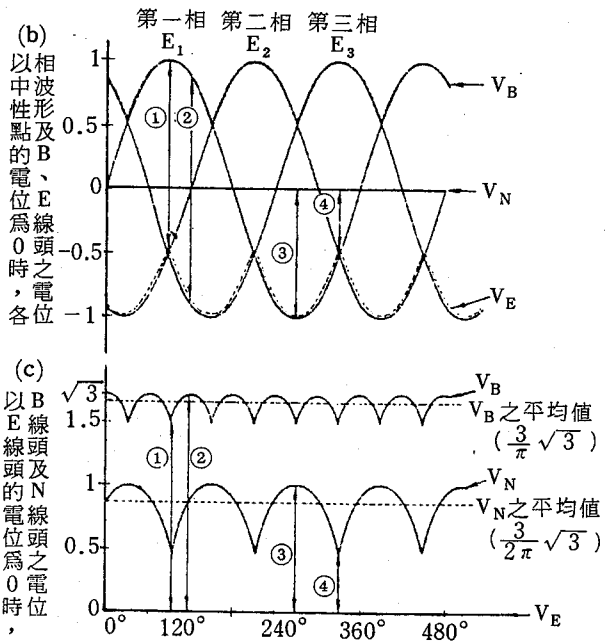
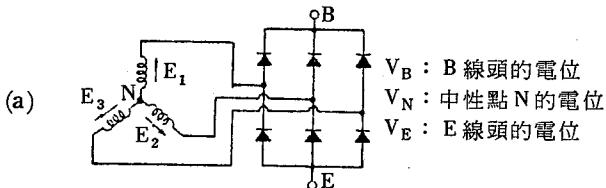


圖 5-7-30 Y型接線整流後輸出電壓波形 [註26]

- (三) 使用快速充電機在車上充電時，應折開電瓶搭鐵線，以免整流粒受過高電壓而損壞。
- (四) 所有接線必須連接牢固。
- (五) 勿讓發電機在無負荷下高速運轉（即輸出線不接），如此發電機會因電壓過高而損壞。
- (六) 無電壓、電流錶不可以隨意調整調整器。

7-2-5 交流發電機調整器

一、概述

(一) 交流發電機在低速時就要能發出足夠的電壓供汽車電器及充電使用，因此在低速時需以較大之電流供應磁場線圈以產生強力磁場，使發電機能產生足夠的電壓。

(二) 當交流發電機之轉速升高後，必須降低流過磁場線圈之電流，以減弱磁場強度，來維持發電機之電壓不繼續升高以免燒壞電器。

(三) 調整器就是用來控制磁場線圈電流大小以控制發電機輸出電壓之裝置。

(四) 早期之調整器都是使用接點振動式 (tir-rill type) 及碳片式 (carbon pile type)，現代之調整器則使用電晶體及 IC，未來將全是 IC 調整器之天下。

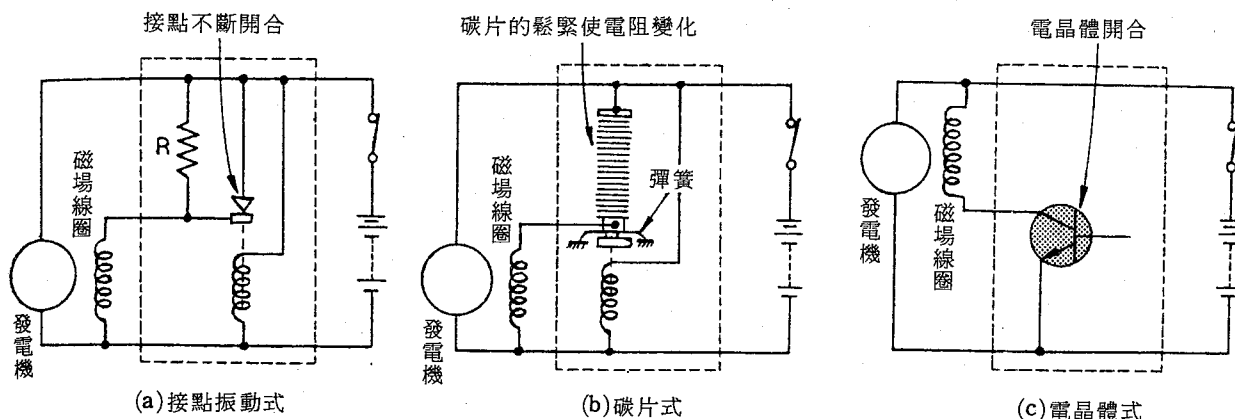


圖 5-7-31 各種調整器原理〔註27〕

1. 接點振動式如圖5-7-31(a)所示，在磁場線路中，串聯一電阻，在電阻兩端並聯白金接點，當接點閉合時，電由接點流過，電阻小電流大；當接點分開時，電須經電阻流過，電阻大電流小，如此接點不斷開合以控制磁場線圈電流大小。

2. 碳片式如圖5-7-31(b)所示，在磁場線路中串聯一組碳，碳片接觸力小時電阻大，流過電流小；碳片接觸力大（壓緊）時電阻小，流過電流大。以碳片接觸力之大小控制磁場線圈電流之大小。

3. 電晶體式如圖5-7-31(c)所示，係利用晶體之通斷以控制磁場線圈電流之大小。

(v) 交流發電機只需要電壓調整器來控制發電機輸出電壓，不需電流調整器；因靜子線圈中流過的是交流電，當電流方向改變時，會感應產生一反電壓，阻滯電流之變化，因此交流發電機之電流不會超過規定。也不需要斷電器，因交流發電機內有整流粒，可以防止電瓶電倒流至發電機。

(vi) 一般接點振動式調整器中常有二組線圈，一組是電壓調整器，一組是充電指示燈繼電器，如圖 5-7-9 所示，有極少數調整器中還有磁場線路繼電器。現代之 IC 調整器均只有電壓調整器，很多均與交流發電機裝在一起，在車上找不到調整器。

二、接點振動式調整器

(一) 裕隆速利牌汽車使用之交流充電系統使用之調整器即為接點振動式，其構造及作用在本節開始時即已加以介紹，請再參看圖 5-7-9 做一次回顧。

(二) 圖5-7-32為三陽喜美牌汽車用之交流充電系統電路圖。

1. 當點火開關 ON 時，電瓶電進入磁場線圈使磁場激磁，其電流路徑如下：

電瓶 → 點火開關 → 保險絲 → 調整器 IG → 接點 P₁ 及 P₂ → 調整器 F → 發電機 F → 磁場線圈 → 發電機 E → 搭鐵。

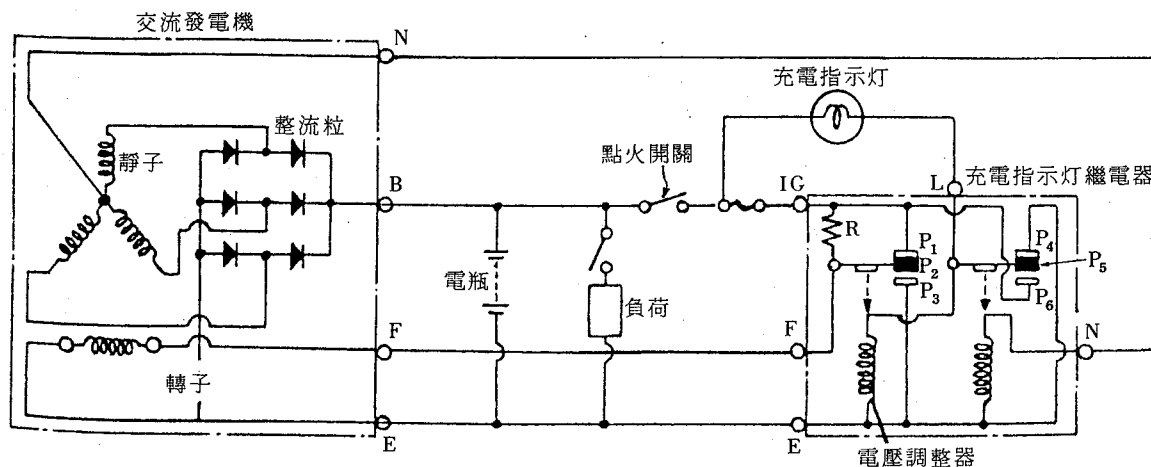


圖 5-7-32 三陽喜美牌汽車充電電路

2.另有一條電路使充電指示燈點亮，其電路路徑如下：

電瓶→點火開關→充電指示燈→接點P₅及P₄→調整器E→搭鐵，完成迴路，燈亮。

3.引擎發動，帶動發電機轉子旋轉感應產生電壓，當N線頭之電壓達4~5V時，充電指示燈繼電器上之接點P₄與P₅被吸開，充電指示燈熄滅，表示充電系統作用正常，同時使P₅及P₆閉合，完成電壓調整器線圈之電路。

4.當發電機電壓超過14~15V時，電壓調整器開始作用，第一階段接點P₁及P₂跳動，由電阻R加入或不加入磁場電路來控制磁場電流。第二階段當車速再高，電阻R加入後之電壓仍超過規定時，接點P₁及P₂分開，再使P₂及P₃閉合，電不流入磁場線圈，接點P₂及P₃不斷開合，控制發出電壓不超過規定，控制電路路徑如下：

發電機B→點火開關→調整器IG→充電指示燈繼電器之接點P₆,P₅→電壓調整器線圈→搭鐵，依電壓之高低控制接點P₂與接點P₁及P₃之開合。

(三)二接點式電壓調整器之電壓控制特性如圖5-7-33所示。圖5-7-34為二接點式電壓調整器之構造。圖5-7-35所示為具有充電指示燈繼電器及電壓調整器之雙組式調整器構造。

(四)調整器之溫度補償

1.當電流流經調整器之線圈後，會使線圈發熱，線圈之溫度升高後電阻會增加，使線圈流動

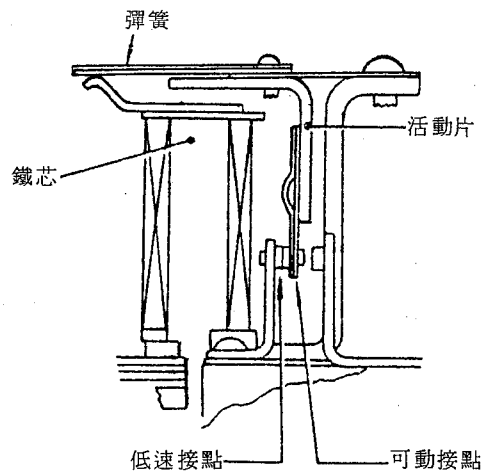


圖5-7-34 二接點式電壓調整器之構造〔註29〕

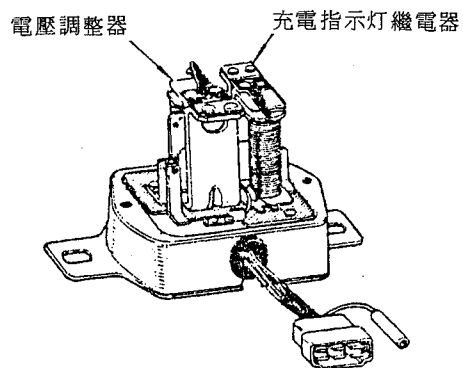


圖5-7-35 雙組式調整器〔註30〕

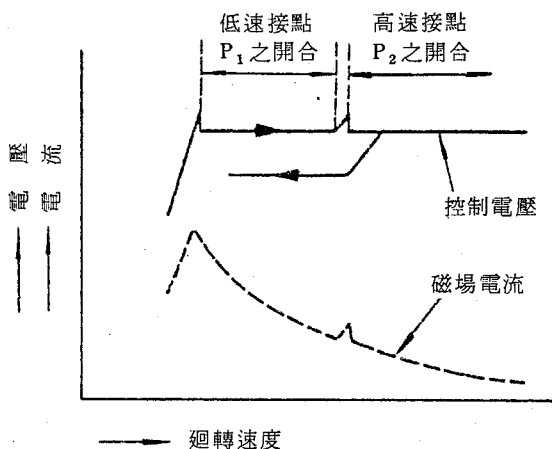


圖5-7-33 二接點式電壓調整器之控制特性〔註28〕

電流減少，而使磁力變小，因此線圈溫度升高後接點不易被吸開，最高限制電壓會升高；據實驗結果，調整器連續工作二小時後之最高限制電壓會較開始時增高1.0~2.0V。

2.電瓶在溫度低時內電阻大，化學作用緩慢，需以較高電壓來充電，但發電機最高限制電壓反而降低；反之，電瓶溫度高時內電阻小，充電電壓需降低，但發電機之最高限制電壓反而升高，易造成過度充電。

3.基於上述兩項理由，調整器必須有溫度補償裝置，使溫度升高後，最高限制電壓降低，溫度低時最高限制電壓升高。溫度補償裝置有下列三種：

- 熱偶片式
- 電阻式
- 整磁鋼式

(1)熱偶片式

①熱偶片係利用兩種膨脹率相差很大之金

屬條併在一起製成，當溫度上升時金屬條向膨脹率小的一方彎曲；溫度下降時金屬條向膨脹率大的一方彎曲，以熱偶片做接點臂來補償溫度對調整器之影響，如圖5-7-36(a)所示。

- ②作用：當溫度低時熱偶片向上彎，增加彈簧彈力，發電機必須較高電壓才能將接點吸開，提高最高限制電壓。當溫度升高時，熱偶片向下彎，減弱彈簧彈力，發電機之電壓較低時就能將接點吸開，使最高限制電壓降低。

(2)電阻式

- ①如圖5-7-36(b)所示，在電壓調整器之線圈上串聯一個由鎳鉻合金線或碳製成之電阻，此種電阻之特性係溫度升高時電阻會變小。

- ②作用：冷時電阻大，通過線圈之電流小，磁力小，接點不易被吸開，最高限制電壓提高；熱時電阻小，通過線圈之電流大，磁力大，接點容易被吸開，最高限制電壓降低。

(3)整磁鋼式

- ①整磁鋼（鎳鐵合金）之導磁性能受溫度控制，溫度低時導磁性佳，溫度高時導磁能力差。在接點臂與鐵芯間放置一片整磁鋼，如圖5-7-37所示。

- ②作用：溫度低時整磁鋼之導磁性好，磁力線經整磁鋼完成迴路的多，使接點臂受到的磁力線減少，接點不易被吸開，最高限制電壓升高，如圖5-7-37(a)所示；溫度高時，整磁鋼之導磁性差，磁力線均通過接點臂，接點容易被吸開，最

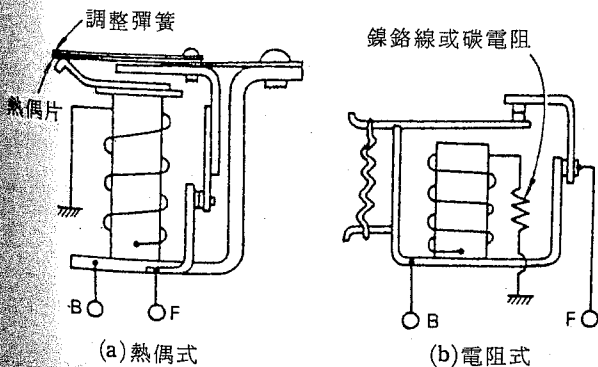


圖 5-7-36 調整器溫度補償方法〔註3〕

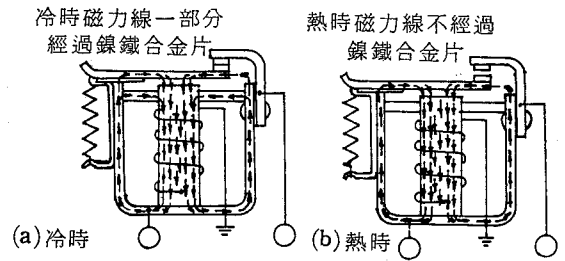


圖 5-7-37 整磁鋼的溫度補償

高限制電壓降低，如圖5-7-37(b)所示。

(5)接點振動式調整器因性能欠佳，易生故障，現已漸被 IC調整器所取代。

三、碳片式調整器

(一)圖5-7-38所示為裕隆 UD 柴油車使用之碳片式調整器線路圖，為24 V負極搭鐵。

(二)使用一組碳片串聯在磁場線路中以做為可變電阻，當發電機轉速慢時，碳片壓得緊，電阻小，電流大；當發電機之轉速快時，碳片壓得鬆，電阻大，電流小。

(三)碳片平時由彈簧片壓緊，碳片之對側有二組線圈， V_1 與碳片串聯，再串聯到磁場線路中；線圈 V_2 直接搭鐵，為主要之控制線圈。

(四)當電瓶開關打開後，電分兩路，一路進入磁場線圈，其路徑如下：

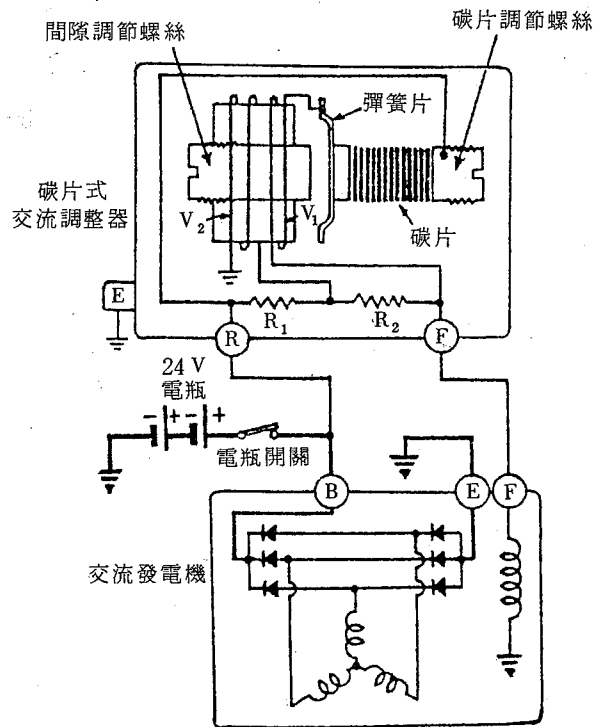


圖 5-7-38 裕隆 UD 柴油車用碳片式調整器

電瓶→電磁開關→調整器 R →碳片組→線圈 V₁→調整器 F →磁場線圈→搭鐵。

另一路電經 R₁ 電阻及線圈 V₂ 搭鐵。電壓低時吸力小，碳片被彈簧片壓緊，電阻小，磁場線圈電流大，使發電機能發出足夠之電輸出。

(五)當發電機電壓到達 29 ± 1.0 V 時，線圈 V₂ 之吸力使彈簧片向左移動，而使碳片之壓力減小，電阻變大，使磁場電流減少，使發電機發出之電壓不再升高。

(六)電瓶電有部分可經電阻 R₁ 和 R₂ 進入磁場線圈，使磁場線圈電流之變化較穩定，以穩定輸出電壓。

(七)因性能欠理想，使用很少，已漸被 IC 調整器取代。

四、電晶體調整器概述

(一)最早之電晶體調整器仍有白金接點，但使用電晶體來減少白金接點通過之電流以延長使用壽命，白金接點用來控制電晶體基極電路，以控制射極與集極間之大電流的通斷。磁場線路係串聯在電晶體之射極與集極上，如圖 5-7-39 所示，稱為半晶體調整器 (semi-transistor regulator)。

(二)半晶體調整器仍有機械振動之白金接點，容易發生故障，故已漸淘汰，改由無機械振動部分之全晶體調整器 (full-transistor regulator) 取代。圖 5-7-40 為全晶體調整器之基本線路，作用如下：

1. 當發電機發出之電壓低時，電晶體 Tr₂ 為通路，磁場電流能流過。
2. 當發電機發出之電壓高於規定時，定壓整

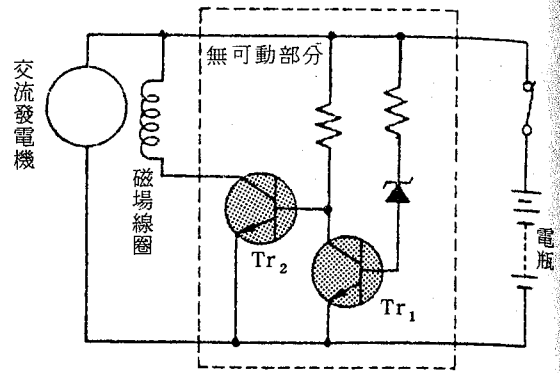


圖 5-7-40 全晶體調整器基本電路〔註32〕

流粒能導通，使 Tr₁ 電晶體 ON，而使 Tr₂ 電晶體 OFF，使磁場電流中斷，發電機電壓降低。

3. 發電機電壓降低後，定壓整流粒又切斷了 Tr₁ 之電流，使 Tr₁ OFF，而使 Tr₂ ON，使磁場電流再通過，如此交互作用，控制電壓不超過規定。

(二)現代之調整器已改用 IC，使用 IC 調整器之優點如下：

1. 增加磁場線圈電流，使發電機之輸出增加。
2. 調整電壓之幅度減小，並使時間變得更短，亦即使輸出更穩定。
3. 無可動部分，耐振性、耐久性佳。
4. 無接點火花發生，不會干擾收音機。

IC 調整器之缺點為開發成本高，對過高電壓及溫度之抵抗力較弱。

五、分離式 IC 調整器

(一)圖 5-7-41 為德國波細 (Bosch) 廠出品之

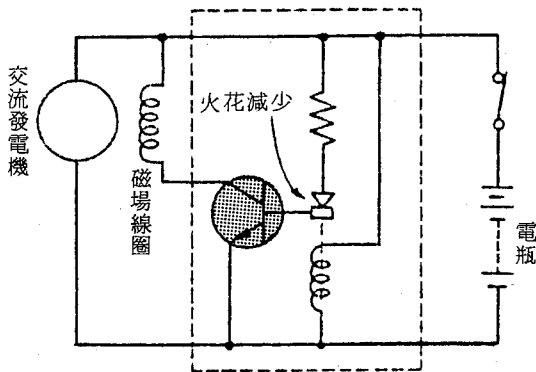


圖 5-7-39 半晶體調整器基本電路

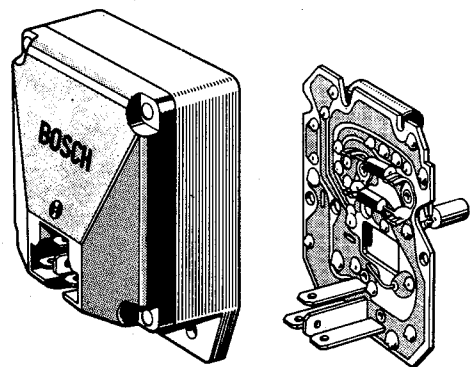


圖 5-7-41 波細 IC 調整器外觀與印刷電路板〔註33〕

調整器外觀及內部印刷電路板構造。許多歐洲型汽車及台灣福特汽車均採用此式。

(一)圖5-7-42為其線路圖，其作用如下：

1. 磁場電流從激磁整流粒流出經調整器D+線頭到主電晶體 T_1 之射極E，經 T_1 之基極B經電阻 R_3 搭鐵，此電流使主晶體 T_1 之射集(E-C)電路導通。

2. 電由 T_1 之集極C出來後經線頭DF，進入磁場線圈搭鐵，使磁場線圈充分激磁，發電機之輸出增加。

3. 發電機輸出電壓作用在分壓電阻 R_1 及 R_2 上，它提供定壓整流粒Z比較電壓。

4. 當比較電壓達到規定值時，定壓整流粒Z導通，觸發控制晶體 T_2 ，使主晶體 T_1 之基極通到D+，而切斷 T_1 基極電流。

5. T_1 之基極電流切斷時，E-C間之電流也中斷，即磁場線圈電流中斷，使發電機輸出電壓降低。

6. 發電機輸出電壓低於定值時，定壓整流粒又回到不通狀態，中斷控制晶體 T_2 之基極電流，使 T_2 切斷到D+之通路， T_1 之基極電流B又恢復流動，使 T_1 之E-C導通，恢復磁場線圈電流，

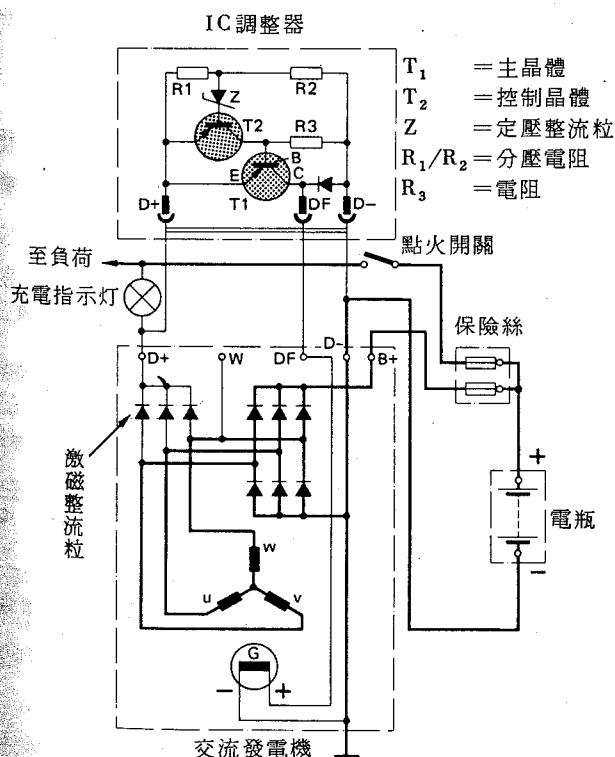


圖 5-7-42 波細 IC 調整器電路圖〔註34〕

使發電機電壓又升高。

7. 如前述交互作用，維持發電機之輸出電壓在一定範圍內。

六、附 IC 調整器之交流發電機

(一)現代之 IC 調整器體積很小，一般都直接裝在發電機上，如圖 5-7-43 所示。

(二)福特全壘打及天王星使用之含 IC 調整器交流發電機之充電系統電路圖如圖5-7-44所示。其作用情形如下：

1. 點火開關 ON 時之磁場線路如下：

電瓶→可熔連線→點火開關 IG→充電指示燈繼電器→發電機 L→碳刷→磁場線圈→碳刷→主晶體 T_1 →搭鐵。

磁場線圈有電流，充電指示燈繼電器閉合，充電指示燈亮。

2. 另一條控制電路係使主電晶體 T_1 能導通，其路徑如下：

電瓶→可熔連線→點火開關 IG→發電機 R→電晶體 T_2 基極，使 T_2 電晶體 ON， T_2 電晶體使主晶體 T_1 ON，故磁場電路能完成。

3. 引擎發動後，發電機開始發電，一部分電經整流後由 B 線頭輸出，供給全車用電，另一部分經三個激磁整流粒後流向磁場線圈和線頭 L。此時充電指示燈繼電器兩邊之電壓相同，繼電器跳開，充電指示燈熄滅。

4. 當發電機電壓高於 14.5 V 以上時，定壓整流粒 Z 變成導通，使電晶體 T_3 ON， T_3 ON 後使

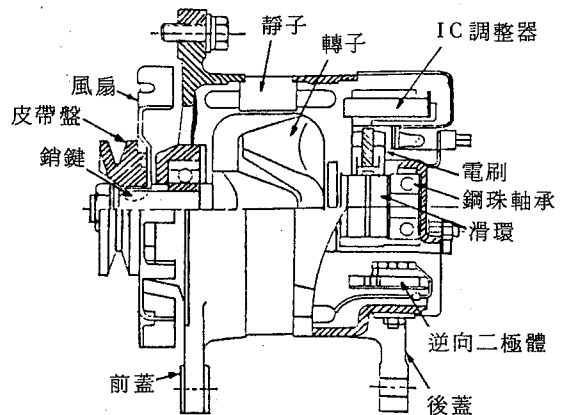


圖 5-7-43 含 IC 調整器的交流發電機

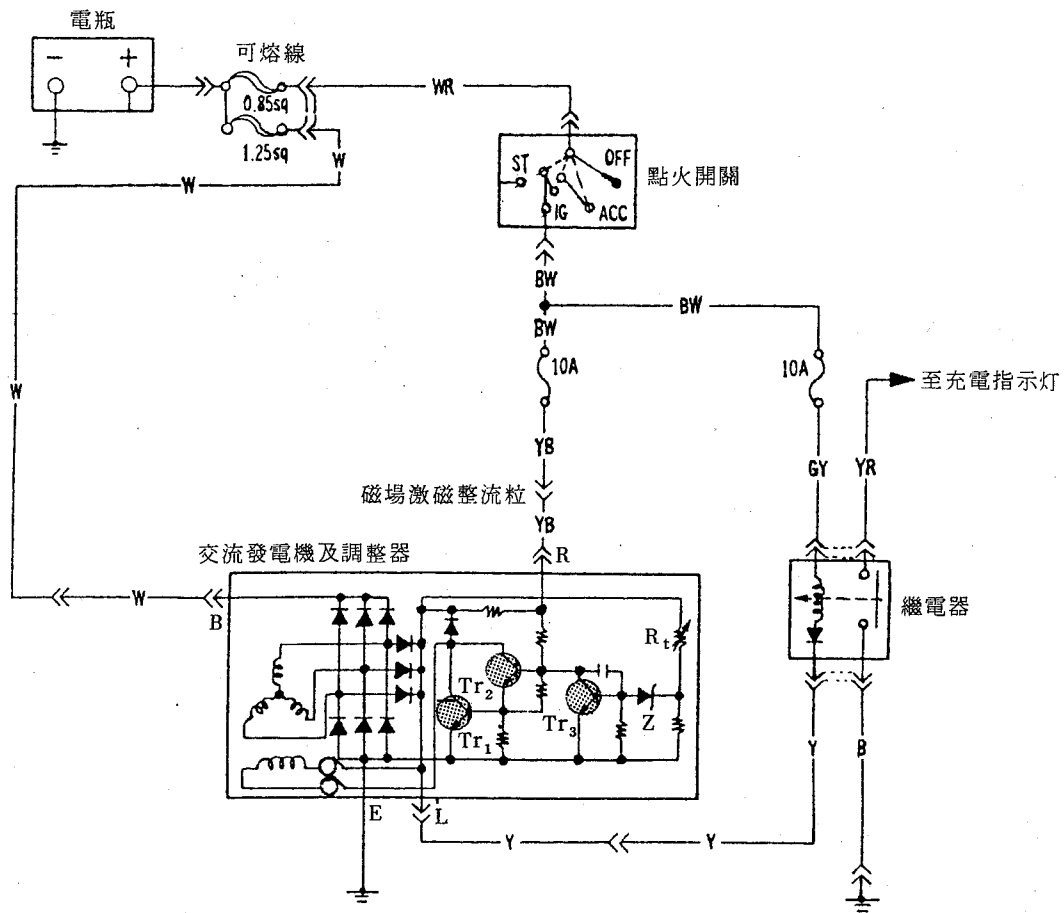


圖 5-7-44 福特全壘打、天王星汽車含 IC 調整器交流充電機線路

T₂ OFF，T₁也跟著 OFF，磁場電流切斷，發電機電壓降低。

5.當發電機電壓低於定壓整流粒設定電壓時，定壓整流粒 Z 又中斷，T₃基極電流使 T₂ ON，後使 T₁ ON，磁場電流又恢復流通。

6.如前述不斷交互作用，使發電機輸出電壓不超過 14.5 V。

7-2-6 其他交流發電機

一、無碳刷交流發電機

(一)交流發電機之電刷雖然比直流發電機之電刷壽命大為延長，但磨損仍不可避免，為減少發電機之保養至最低，發展出無碳刷交流發電機，除軸承外已無機械摩擦機件，圖5-7-45所示為無碳刷交流發電機之構造。

(二)圖5-7-46所示為無碳刷交流發電機之電路圖。轉子線圈所需之激磁電流，由一小型之交流發電機取代，該小型交流發電機之三相電樞線圈與轉子軸一起旋轉，感應電流經整流後，供磁場線圈激磁使用。

(三) IC 調整器裝在發電機之端壳上，如圖 5-7-45 所示。

二、可滲透轉子交流發電機

(一)圖5-7-47所示為一種完全免保養之交流發電機，因此式發電機無軸承、電刷、集流環等摩擦機件。一般用在鐵路車輛之充電系上。

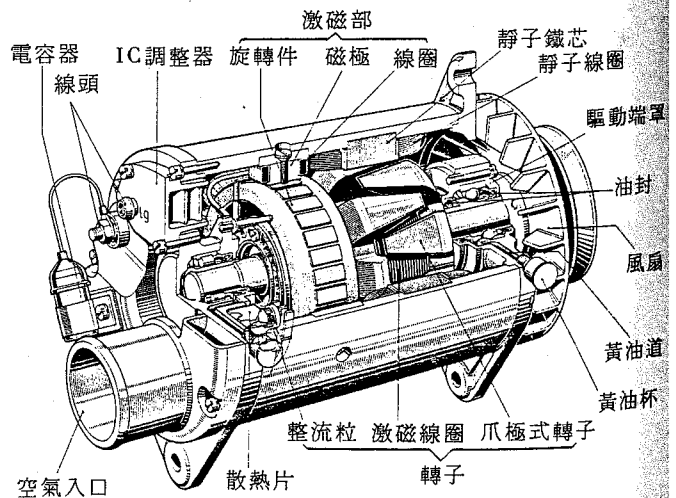


圖 5-7-45 無碳刷交流發電機構造〔註35〕

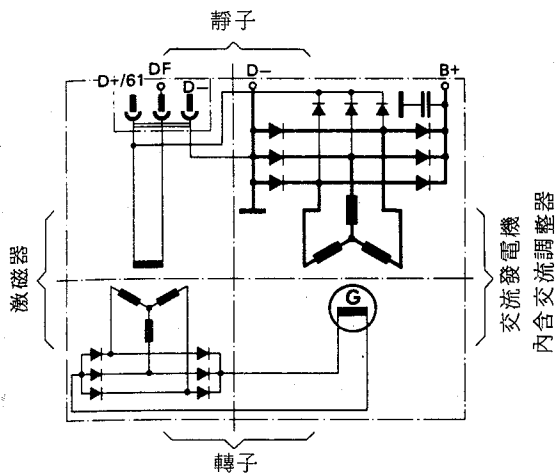


圖 5-7-46 無碳刷交流發電機電路圖〔註36〕

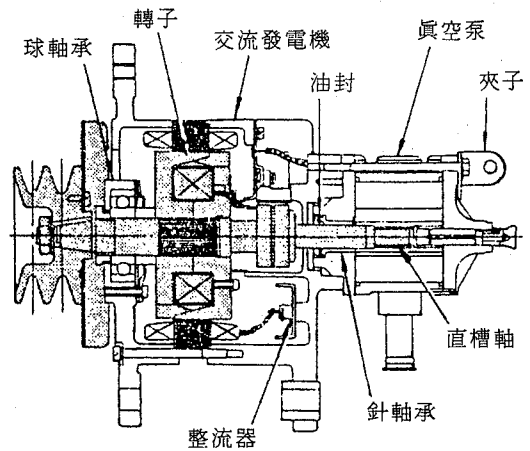


圖 5-7-49 附真空泵之交流發電機

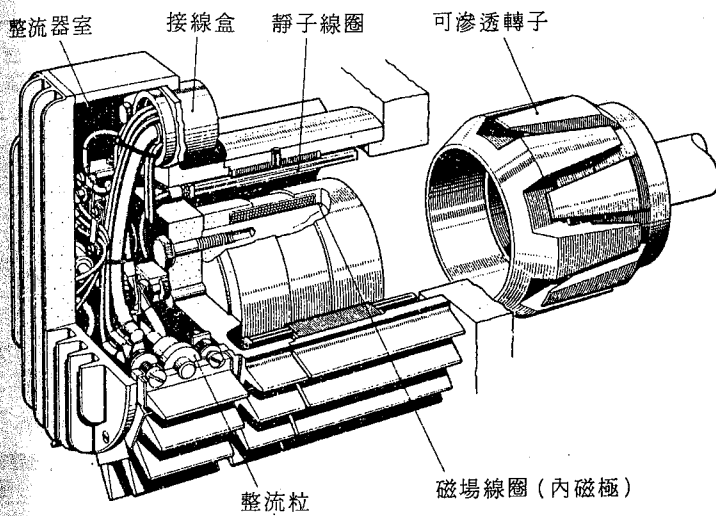


圖 5-7-47 可滲透轉子發電機之構造〔註37〕

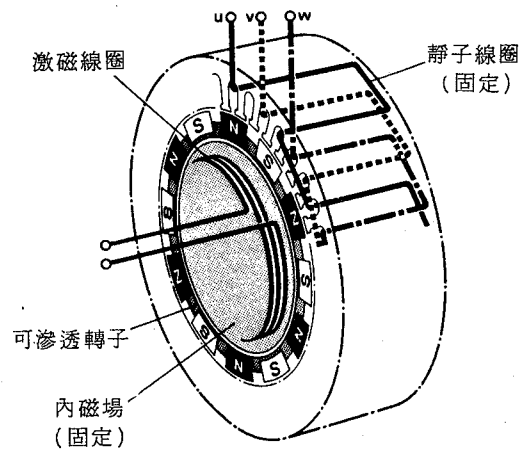


圖 5-7-48 可滲透轉子交流發電機示意圖〔註38〕

(一)此式發電機之靜子線圈裝在外部，激磁用之磁場線圈則裝在中央。使用12極之可滲透轉子在磁場線圈與靜子線圈間旋轉，轉子與車軸裝在一起，中間有隔磁之絕緣材料。

(二)轉子旋轉時產生磁力線之變動，使靜子線圈感應三相交流電，經六個整流粒整流後輸出。

(三)此式發電機之示意圖如圖5-7-48所示。

三、附真空泵之交流發電機

柴油車使用之交流發電機部分在後端殼上附有真空泵，以產生動力煞車所需之真空源。圖5-7-49所示為附有真空泵交流發電機之構造。

四、中性點附有整流粒之交流發電機

(一)在中性點N上加裝了兩個整流粒後，可以使發電機之輸出增加10~15%。

(二)圖5-7-50所示為在Y型接線交流發電機中

性點N加裝兩隻整流粒之電路圖。

(二)因為發電機之轉速超過2000~3000 rpm以上時，發電機如在負荷下，中性點N產生之電壓常會高於輸出電壓，如圖5-7-51所示。

(四)當中性點N之電壓高於輸出電壓時，將中

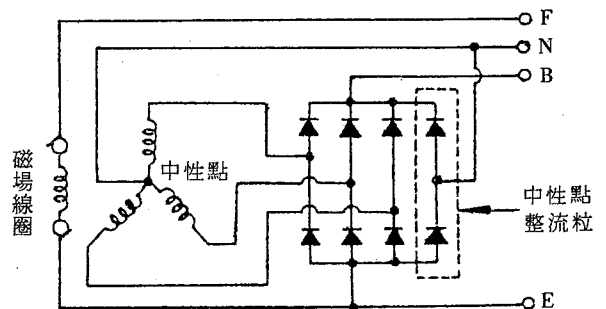


圖 5-7-50 中性點加裝整流粒之交流發電機〔註39〕

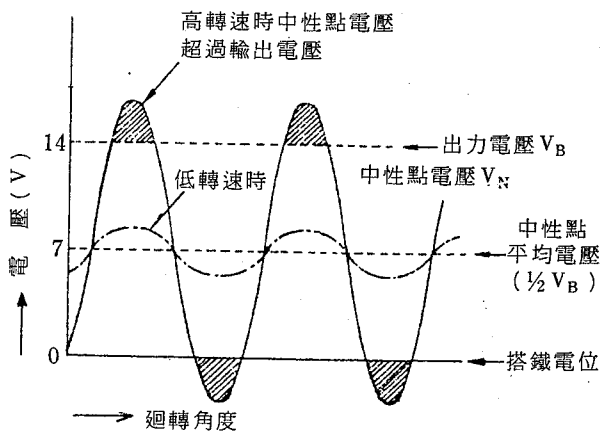


圖 5-7-51 在負荷下中性點之電壓會高於輸出電壓 [註40]

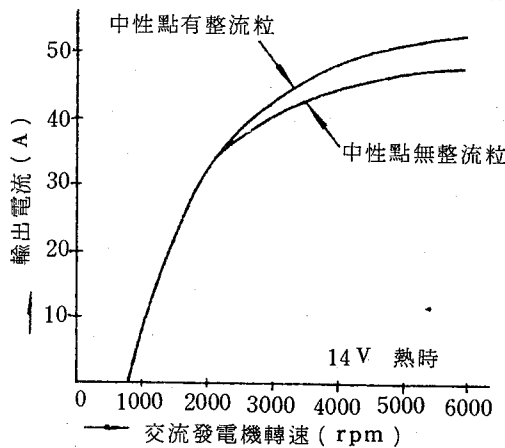


圖 5-7-52 中性點加裝整流粒交流發電機輸出特性 [註41]

性點之電流經整流後併在原來之輸出端一起輸出，據試驗在5000 rpm 時，可使輸出電流由45 A 增加到50 A，出力增加11~12%。圖5-7-52所示為中性點加裝整流粒交流發電機之輸出特性。

(五)圖5-7-53所示為中性點N之電壓高於輸出電壓14 V時，中性點電流之輸出情形。圖5-7-54所示為中性點N之電壓低於0 V時，中性點電流之輸出情形。

(六)中性點之整流粒與靜子線圈所用之整流粒

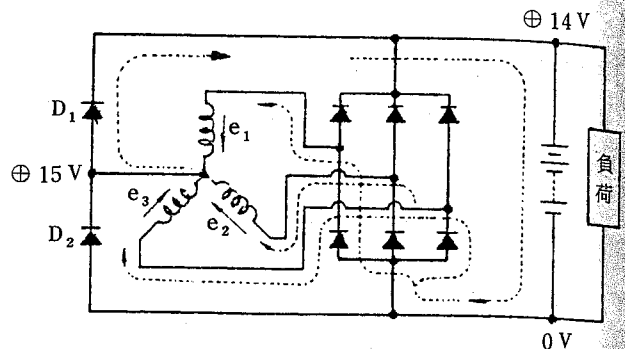


圖 5-7-53 中性點電壓高於14 V時之作用 [註42]

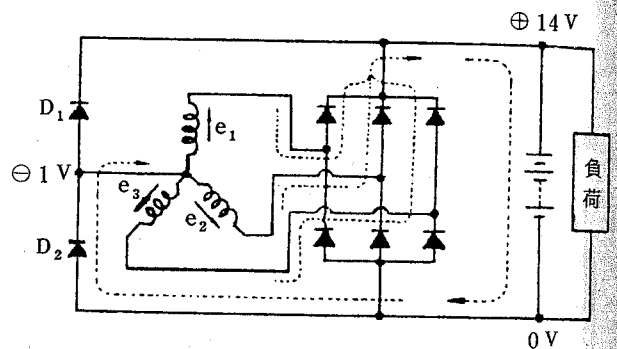


圖 5-7-54 中性點電壓低於0 V時之作用 [註43]

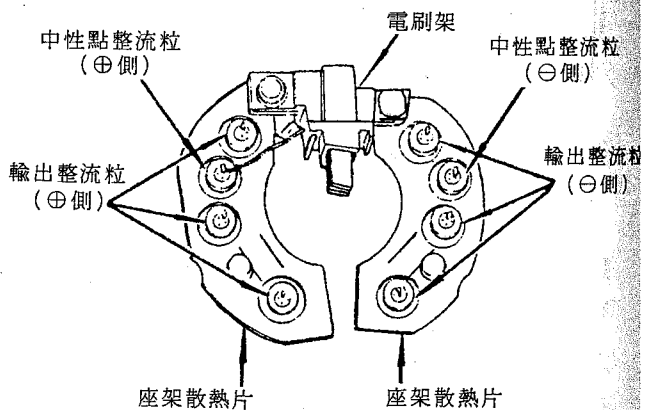


圖 5-7-55 中性點整流粒與靜子線圈整流粒裝在一片金屬板上 [註44]

裝在同一片金屬板上，如圖5-7-55所示。

[返回目錄](#)

第三節 直流發電機充電系統

7-3-1 概述

一、直流發電機原理

(一)圖5-7-56所示為直流發電機之原理，能在磁場中旋轉之導線環（即電樞 armature）兩端各焊一個半圓環上稱為整流子（commutator）

，用兩個電刷與整流子接觸，將電流向外輸出。

(二)當導線環在磁場中旋轉時，靠近N極一側之導線感應流出電流，靠近S極一側之導線感應流入電流，導線環每轉180°，改變一次與電刷接觸之整流子片，因此左邊之電刷永遠輸出正電，

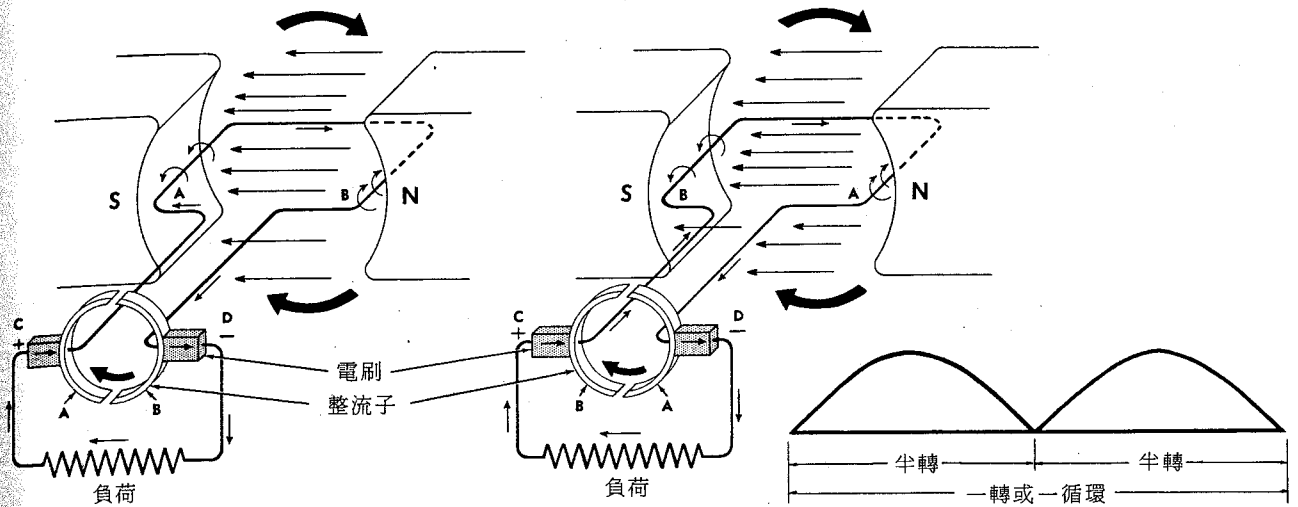


圖 5-7-56 直流發電機原理〔註45〕

右邊之電刷永遠是流入線圈之負電。

(三)實際使用之發電機有許多的電樞線圈及整流子片，因此可使電刷輸出之電壓穩定。

(四)因發電機輸出電壓與電流與單位時間導線切割之磁力線之多少成正比，而發電機電樞之轉速隨引擎轉速而有很大變動，在轉速低時需有較強的磁場，而轉速高時需較弱之磁場，才能使輸出電壓穩定，因此實際使用之發電機之磁極上繞有磁場線圈，如圖5-7-57所示，以便控制磁場強度。

二、直流發電機充電系統種類

- 直流發電機之充電系統種類
 - 三碳刷發電機充電系統
 - 外搭鐵發電機充電系統
 - 內搭鐵發電機充電系統

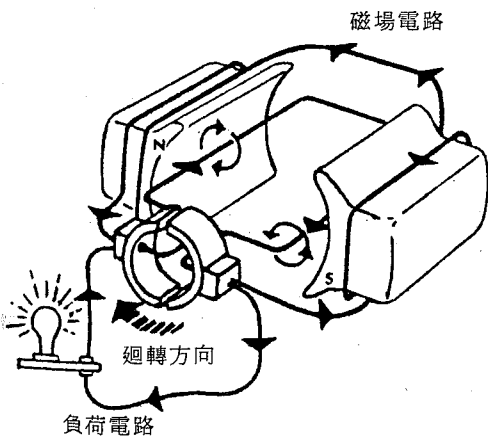


圖 5-7-57 發電機磁極上繞有磁場線圈〔註46〕

(一)三碳刷發電機充電系統為最早期之充電系統，因其構造簡單，目前一部分農耕機及漁船引擎仍在使用的。圖5-7-58所示為三碳刷發電機充電系統之電路圖，發電機之輸出線路上串聯斷路繼電器以防止電瓶電倒流入發電機。發電機之輸出電壓及電流由第三碳刷在整流子上左右移動來調整，第三碳刷移向主碳刷，發電量增加，移向搭鐵碳刷則發電量減少。

(二)外搭鐵發電機充電系統示意圖如圖5-7-59所示，又稱為A電路發電機充電系統。所謂外搭鐵係指磁場線圈電路在發電機外面搭鐵，其磁場電路如下：

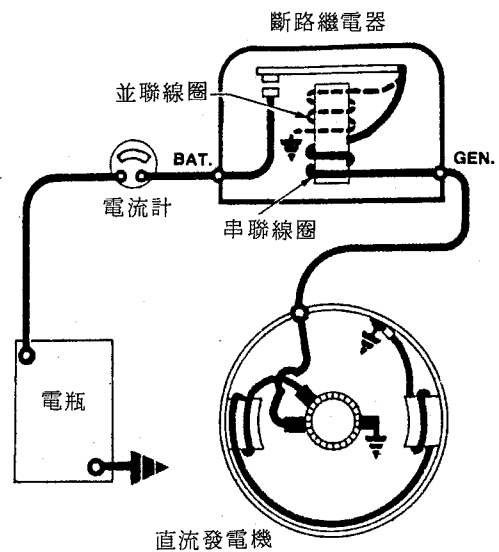


圖 5-7-58 三碳刷直流發電機〔註47〕

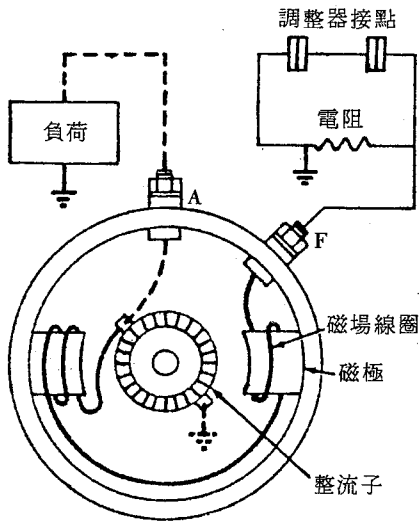


圖 5-7-59 外搭鐵 (A 電路) 直流發電機充電系示意圖 [註48]

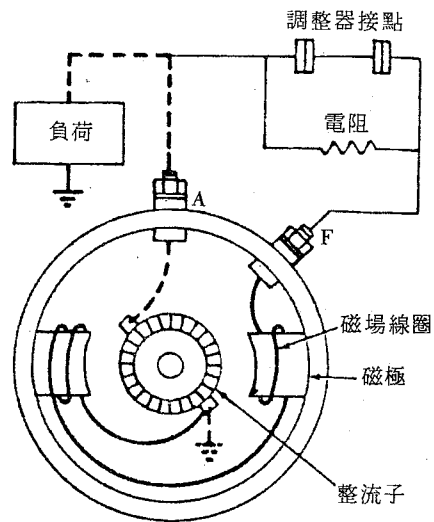


圖 5-7-60 內搭鐵 (B 電路) 直流發電機充電系示意圖 [註49]

電樞 → 主碳刷 → 磁場線圈 → 發電機 F 線頭
 → 調整器 F → 調整器內兩個白金接點 →
 搭鐵 (在調整器上)

(二)內搭鐵發電機充電系統示意圖如圖5-7-60所示，又稱為B電路發電機充電系統。所謂內搭鐵係指磁場線圈電路在發電機內部搭鐵，其磁場電路如下：

電樞 → 主碳刷 → 發電機 A 線頭 → 調整器 F
 → 調整器內兩個白金接點 → 調整器 F →
 發電機 F 線頭 → 磁場線圈 → 搭鐵 (在發電機內)

7-3-2 直流發電機構造

一、直流發電機之構造如圖5-7-61所示，由外壳磁場、轉動電樞、前後端壳、皮帶盤及風扇等主要部分組成。圖5-7-62所示為直流發電機之分解圖。

二、外壳磁場

(一)包括軟鐵製外壳、磁場線圈及磁極等組成，如圖5-7-63所示。

(二)磁場線圈以漆包線繞成，外面以布包紮後浸凡立水烤乾，使能得到良好絕緣並耐高溫。

(三)磁極使用軟鋼製成，經磁化後，能保留部分殘磁稱為剩磁，以供開始發電之用。

三、電樞

(一)發電機之電樞包括軟鐵片疊合之鐵芯、軸

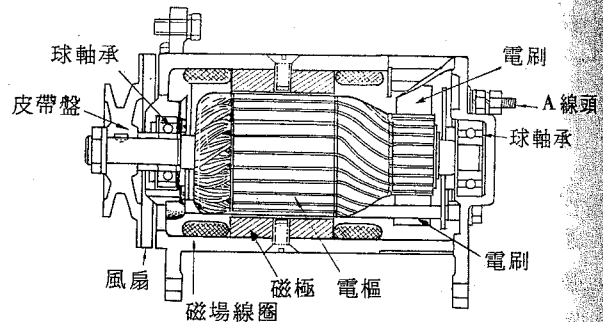


圖 5-7-61 直流發電機之構造

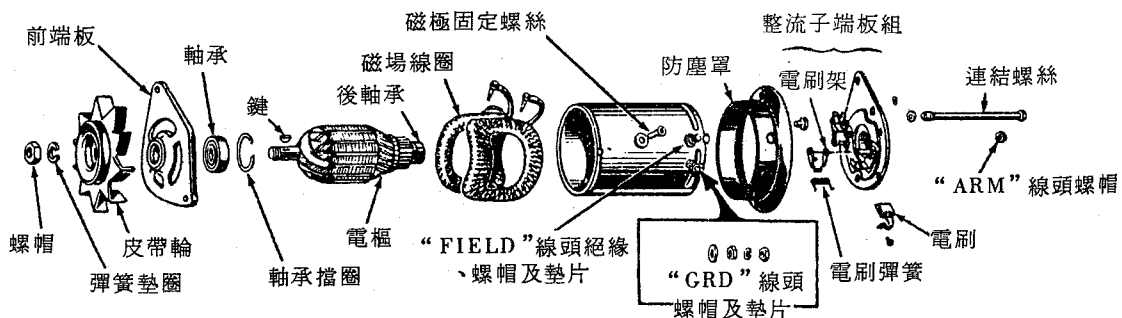


圖 5-7-62 直流發電機之分解圖

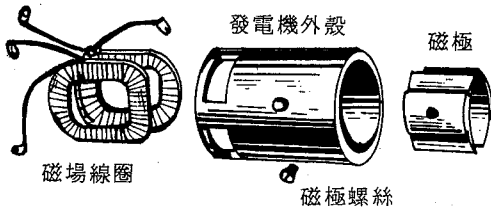


圖 5-7-63 發電機外殼、磁場線圈和磁極

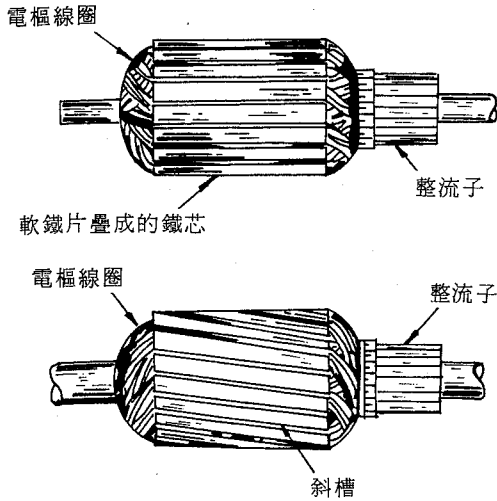


圖 5-7-64 直流發電機電樞構造

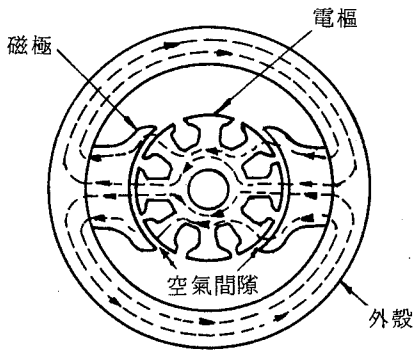


圖 5-7-65 電樞鐵芯與磁極之間隙很小

、電樞線圈、整流子及絕緣物等組成，如圖 5-7-64 所示。

(一)鐵芯之槽有直槽及斜槽兩種，使用斜槽可以降低運轉時之響聲。

(二)電樞鐵芯與磁極之間隙很小，約在0.5mm以下，可減少磁阻，提高發電機之發電量，如圖 5-7-65 所示。

四、前後端殼

(一)靠近整流子之端殼為後端殼，上面要裝碳刷架及軸承。碳刷架與外殼絕緣的稱為主碳刷架或火線碳刷架，與外殼搭鐵的稱為搭鐵碳刷架，

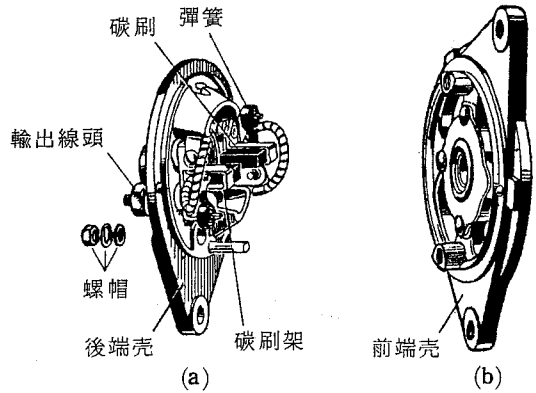


圖 5-7-66 前後端壳

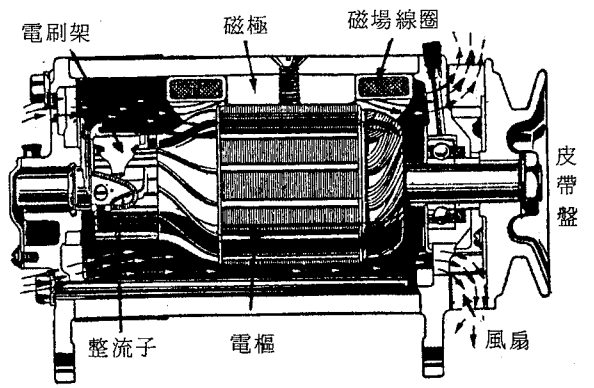


圖 5-7-67 發電機之通風

如圖5-7-66(a)所示，上面並有凸出之眼，以便安裝。

(二)靠近皮帶盤之端壳為前端壳，上面僅裝軸承，如圖 5-7-66 (b)所示。

五、皮帶盤及風扇

(一)電樞軸的前端安裝皮帶盤及風扇，兩者製成一體，有鑄鐵製造者，亦有鋼板製造者。

(二)發電機之通風係由後面吸入，前面排出，如圖 5-7-67 所示。

7-3-3 直流發電機調整器

一、概述

(一)直流發電機之調整器必須與發電機相配合，否則不發電；即外搭鐵發電機必須使用外搭鐵調整器，內搭鐵發電機必須使用內搭鐵調整器，不能用錯；又電瓶之搭鐵極性、電壓大小、功率大小也應配合。

(二)直流調整器有接點振動式及碳片式兩種，碳片式甚少使用。

(三)直流發電機調整器有三組，如圖5-7-68所示。

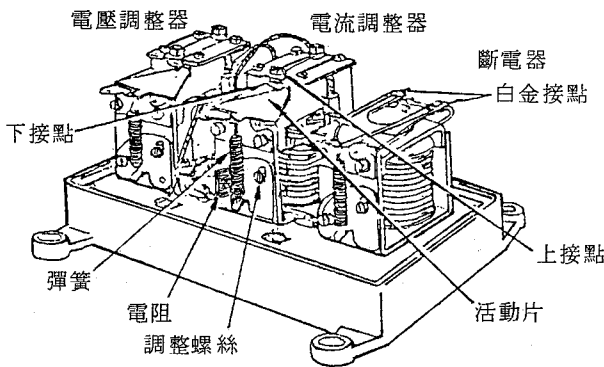


圖 5-7-68 三組型調整器 [註50]

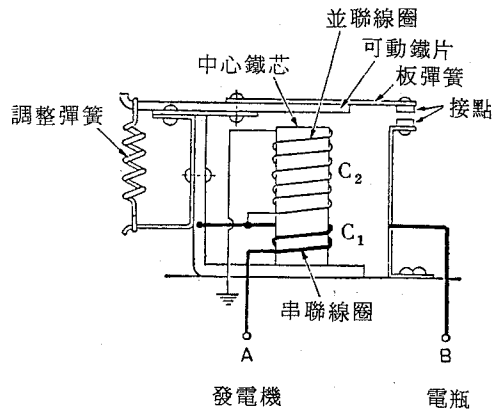


圖 5-7-70 斷電器之作用 [註52]

直調整器
 流器

- 斷電器—白金接點常開之一組
- 電壓調整器—線圈電線較細之一組
- 電流調整器—線圈電線較粗之一組

(四)圖5-7-69所示為外搭鐵發電機及調整器電路圖，現以此圖說明調整器之構造作用。

二、斷電器之構造作用

(一)斷電器係擔任單向門之工作，當引擎熄火或發電機發出之電壓低於電瓶電壓時，白金接點分開，防止電瓶電倒流至發電機。當發電機發出之電壓高於電瓶電壓時，接點閉合，使發電機之電能輸出，供應車上電器用電，並充電至電瓶。

(二)斷電器之構造如圖5-7-70所示，由彈簧、白金接點、串聯線圈及並聯線圈組成。

(三)引擎熄火時，彈簧使接點分開，防止電瓶電倒流到發電機。

(四)引擎發動後，發電機之電樞切割磁極之剩磁開始發電，因輸出電路之接點分開不能流出，因此電全部流入磁場線圈搭鐵，使磁場迅速增強

，發電機之發電量成等比級數上升。

(五)當發電機發出之電壓高於電瓶電壓 (6 V 系統約 6.5 V，12 V 系統約 13 V) 時，串聯線圈 C_1 及並聯線圈 C_2 產生之磁引力超過彈簧彈力，使接點閉合。發電機之電流開始輸出。

(六)發電機電流開始輸出後，串聯線圈之電流增大，使接點閉得更緊。

(七)當發電機之速度減慢時，發電機之電壓低於電瓶電壓後，電瓶電會經接點倒流入發電機。使流經串聯線圈 C_1 之電流方向相反，並聯線圈及串聯線圈之電流方向相反，磁力互相抵消，彈簧使白金接點分開，阻止電瓶電流至發電機。

三、電壓調整器之構造作用

(一)如圖5-7-69所示之右邊一組，電壓調整器上亦有二組線圈，一組與磁場線圈串聯 (V_1)，線稍粗但圈數少；另一組係與發電機之輸出電路並聯 (V_2)，線很細但圈數很多。

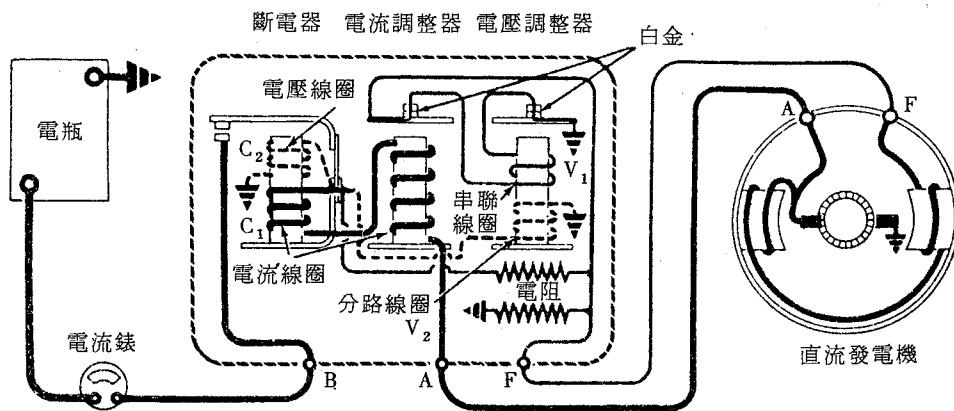


圖 5-7-69 直流發電機調整器 [註51]

(二)線圈之電線很細而圈數很多之線圈稱為電壓線圈，其磁力大小與電壓高低成正比，與電流大小無關；反之，線圈之圈數很少，電線很粗之線圈稱為電流線圈，其磁力大小與電流大小成正比，與電壓高低無關。

(三)當發電機之輸出電壓高於規定電壓時（12 V系統約15 V）。電壓調整器上二線圈之磁力超過白金接點臂彈簧彈力時，使接點分開。

(四)接點分開後，磁場電路必須經過電阻 R_2 搭鐵，電阻增大，電流減少，發電機發出電壓降低。

(五)電壓降低後，彈簧又使接點閉合，磁場電流經接點直接搭鐵，電阻減少，電流增大，使發電機發出電壓升高。

(六)如前述白金接點不斷開合，維持電壓在規定值。

四、電流調整器之構造作用

(一)如圖5-7-69所示之中間一組，電流調整器上只有一組圈數甚少而電線很粗之電流線圈，串聯在發電機與斷電器之間。

(二)磁場線圈之電路先經電流調整器上之白金接點，再經電壓調整器上之白金接點，然後在外殼搭鐵。

(三)一般正常情形下，電流調整器甚少發生作用，只有在電瓶充電不足，車上並大量用電，或有電路搭鐵，有超量電流流過時才會產生作用。

(四)當有超量電流經過電流線圈時，其磁引力會超過彈簧力而使白金接點分開，接點分開後，發電機磁場線圈電必須經電阻搭鐵，電阻增加，電流減少，使發電機之輸出電流減少。

(五)輸出電流減少後，彈簧又使接點閉合，磁

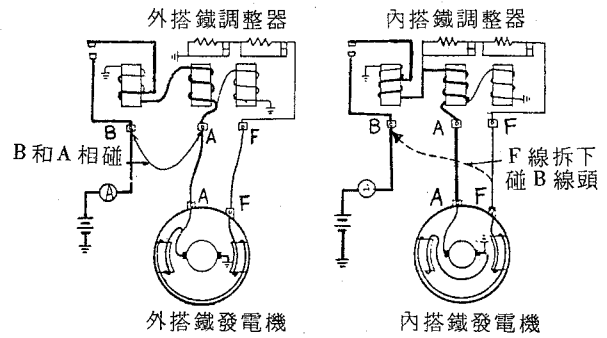


圖 5-7-71 發電機剩磁校正的原理

場電路直接搭鐵，電阻小，電流大，使發電機輸出之電壓及電流又增加。

(六)如前述白金接點不斷開合跳動，維持電流量不超過規定，以保護電路安全。

7-3-4 使用直流發電機充電系注意事項

(一)內、外搭鐵之發電機與調整器必須配合，否則不發電。

(二)調整器之電壓及搭鐵極性必須與電瓶配合，否則白金接點容易燒壞，又發電量不符規定。

(三)發電機拆修後，必須做剩磁校正，否則不發電，剩磁校正方法如下：

1.外搭鐵發電機，如圖5-7-71(a)所示，將調整器上A、B二線頭連接數秒鐘。

2.內搭鐵發電機，如圖5-7-71(b)所示，將調整器上F線拆下，與B線頭連通數秒鐘。

(四)禁止將外搭鐵發電機用電線使F搭鐵，內搭鐵發電機用電線連接A、F線，以提高發電量，如此調整器失去效用，會因電壓過高而燒壞電器。

(五)無儀錶勿隨意調整調整器。

返回目錄

第四節 其他充電裝置

7-4-1 馬達發電機

(一)一些輕型小汽車與機車使用起動與發電兩用之馬達發電機（sel-dynamo），做馬達用時輸出量約0.3~0.4 kW，做發電機用時發電量約15~20 A（13.5 V）。

(二)圖5-7-72所示為馬達發電機之構造，電樞通常與曲軸連接在一起，磁場線圈有粗的串聯線

圈供起動用，及細的並聯線圈供發電用。外壳的前端裝置電刷架，電刷與電樞前端之整流子接觸做整流作用。調整器中有斷電器、電壓調整器及起動繼電器三組。

(三)圖5-7-73所示為馬達發電機及調整器之電路系統圖，其作用如下：

1.發火開關 ON，按下起動開關後，起動繼

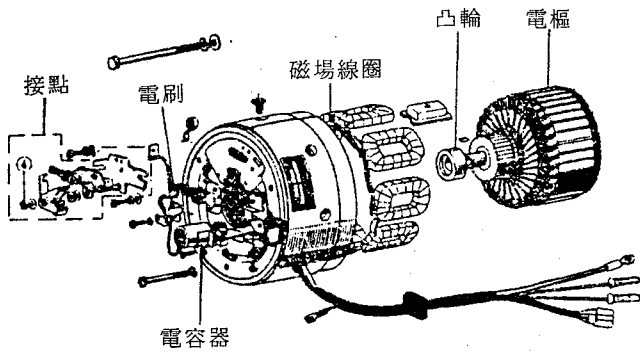


圖 5-7-72 馬達發電機構造 [註53]

電器接點 P_4 閉合，其電流路徑如下：

電瓶 → 調整器 B → 接點 P_4 → 調整器 M → 馬達發電機 M → 磁場線圈 F_1 → 電樞 → 搭鐵，完成迴路，電樞旋轉起動引擎。

2. 此時亦有部分電流經並聯線圈 F_2 到接點 P_1 及 P_2 搭鐵，使磁場增加，使馬達成為複聯電路。

3. 引擎發動後，起動開關放開，起動繼電器 OFF， P_4 跳開，起動電路切斷。

4. 引擎轉動時帶動電樞一起旋轉，成為外搭鐵發電機，由斷電器及電壓調整器共同控制。

5. 接點 P_3 為斷電器接點，當發電機電壓低於電瓶電壓時分開，防止電瓶電倒流至電樞。其磁場電路如下：

電樞 → 主電刷 → 磁場線圈 F_2 → 馬達發電機 F → 調整器 F → 接點 P_1 及 P_2 → 搭鐵。

斷電器控制電路如下：

電樞 → 主電刷 → 馬達發電機 D → 調整器 D → 電壓調整器串聯線圈 L_{11} → 斷電器 L_{12} 線圈 → 斷電器 L_{V2} 線圈 → 搭鐵。

6. 當馬達發電機產生之電壓高於電瓶電壓時，斷電器 L_{12} 及 L_{V2} 兩線圈之磁力超過彈簧彈力，使 P_3 接點閉合，發電機之電開始輸出，其電流路徑如下：

電樞 → 主電刷 → 馬達發電機 D → 調整器 D → L_{11} 線圈 → L_{12} 線圈 → 接點 P_3 → 調整器 B → 外面負荷及電瓶 → 搭鐵 → 電樞。

7. 當發電機產生之電壓高於規定電壓時，電壓調整器 L_{V1} 線圈及 L_{11} 線圈之磁力使接點 P_2 與 P_1 分開，磁場線圈 F_2 之電必須經電阻才能搭鐵，電流減少，磁場減弱，發出電壓降低。電壓降低後，接點 P_2 與 P_1 又閉合，如此不斷跳動，維持電壓不超過規定，為第一階段調整。若引擎轉速再增加，磁場線圈電路經電阻後仍使電壓超過規定時，接點 P_2 會與 P_3 閉合，使磁場線圈電磁切斷，僅靠剩磁發電，電壓降低後， P_2 與 P_3 再分開，如此 P_2 與 P_3 不斷開合，維持電壓不超過限度。

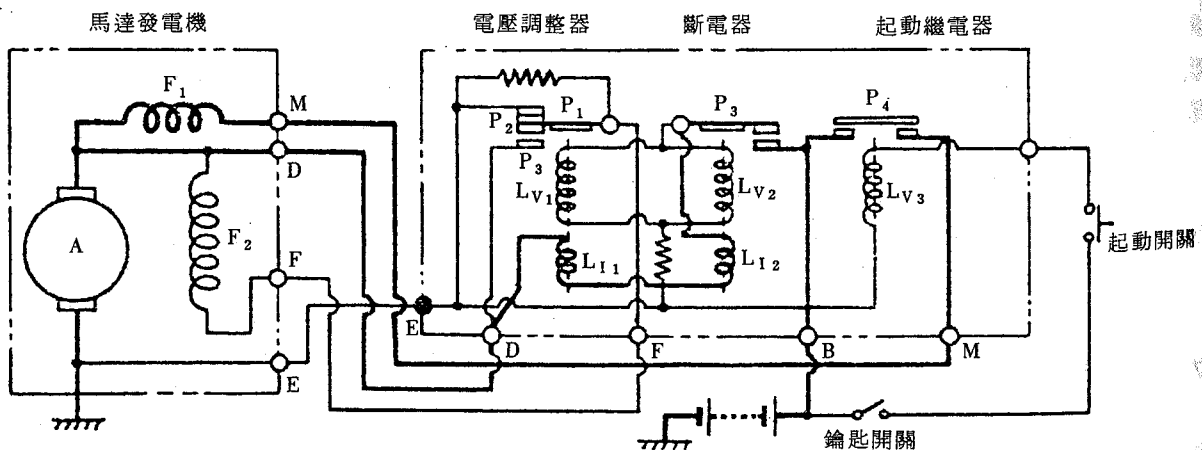


圖 5-7-73 馬達發電機及調整器電路圖 [註54]

【習題】

一、選擇題：

1. 對直流發電機之敘述何者有錯①用電刷整流②用整流粒整流③調整器有電流調整器④比交流發電機重。
2. 當充電指示燈亮時之敘述何者有錯①引擎剛發動，發電機發電不足時②電瓶充電不足③指示燈繼電器故障④電壓繼電器故障。
3. 對目前一般汽車發電機之敘述何者為非①使用交流發電機②靜子線圈為Y型連接③轉子磁極為爪極形④發電機風扇為打風式。
4. 有關調整器之敘述何者為非①用來控制磁場線圈電流之大小②早期均採用接點式及碳片式調整器③接點振動式為在磁場線路中並聯一電阻④以後之趨勢為採用IC調整器。
5. 交流發電機的靜子相當於直流發電機的那一部分①磁場和磁場線圈②電樞③電刷④整流子。
6. 交流發電機中的磁場線圈，線頭代號是①A②F③E④N。
7. 汽車上改用交流發電機的主要原因是①交流電可用變壓器產生高壓電，供給火星塞②引擎慢車空轉時，發電機供給各部分用電③汽車可不用電瓶④可增加充電電流。
8. 交流發電系統不需斷電器以防止電流自電瓶倒流入發電機是因為①有調整器②交流發電機電壓始終高於電瓶電壓③有整流粒④以上皆非。
9. 交流發電機調整器的功用是①限制發電機發出過高的電壓②使交流電的週率保持為60③增加發電機發出的電壓④以上皆非。
10. 交流發電機輸出電壓，每相間相差①60°②90°③120°④180°。
11. 三相交流發電機需要幾個整流粒方能成為全波整流電路①2②3③4④6個。
12. 選裝交流發電機①要認明正或負極搭鐵②不可串聯兩個電瓶來發動電瓶③電瓶不可以裝反④以上均需注意。
13. 下述何者為非①電瓶溫度低時內電阻小②電流經調整器線圈發熱使電阻增加③當溫度上升時熱偶向膨脹率小的一方彎曲④鍍鉻合金或碳製成之電阻，溫度上升時電阻變小。
14. 溫度補償裝置是①溫度低時降低限制電壓②溫度高時升高限制電壓③溫度低時升高限制電壓；溫度高時降低限制電壓④溫度無論低或高均升高限制電壓。
15. 接點式調整器中，與電壓調整器線圈串聯的電阻，其作用是①防止白金產生火花②防止發電機過熱③減弱磁場電流④作溫度補償之用。
16. 兩接點式調整器，電瓶發生過度充電時，故障原因是①低速側白金接觸不良②高速白金接觸不良③轉子線圈短路④電刷及銅環接觸不良。
17. 下列何者非IC調整器之優點①無可動部分、耐振、耐久②增加磁場線圈電流，使發電機輸出增加③對高電壓及溫度之抵抗力強④以上皆非。
18. 下述何者為非①三碳刷發電機之第三碳刷移向主碳刷時發電量減少②外搭鐵發電機又稱A電路發電機③直流發電機用剩磁發電④電樞鐵芯與磁極之間隙小，以減少磁阻提高發電量。
19. 防止電瓶電倒流到發電機者為①斷電器②電壓調整器③磁場繼電器④電流調整器。
20. 有關直流發電機電壓調整器之敘述何者為非①與磁場線圈串聯之線圈較粗，但圈數少②與輸出電路並聯之線圈細但圈數多③線圈細、圈數多者為電壓線圈④電流線圈與電壓高低成正比。
21. 有關馬達發電機之敘述何者為非①電樞通常與曲軸連接在一起②粗的串聯線圈供起動用③細的並聯線圈供發電用④調整器中有斷電器、電壓及電流調整器。
22. 斷電器的白金閉合電壓應比電壓調整器的調整電壓①低②高③一樣④低或高皆可。
23. 外搭鐵發電機作剩磁校正是①A和F相碰②A和B相碰③B和F相碰④F和E相碰。
24. 內搭鐵發電機作剩磁校正是①F碰A②F碰B③A碰B④A碰F。
25. 電瓶充電不足或不充電原因為①電壓調整器線圈斷路②交流發電機N樁頭斷路③電壓調整器高速白金組接觸不良④轉子線圈短路。

二、填充題：

1. 充電系統係將引擎一部分之_____能變成_____能之裝置。
2. 充電系統最重要的機件為_____，其次為_____。
3. 直流發電機調整器與交流發電機調整器最大不同處在於擁有_____與_____，其共同處是擁有_____。
4. 發電機感應之電壓與電流與單位時間_____成正比。
5. 直流充電系統調整器有_____、_____及_____。
6. 直流發電機中，轉動的是_____；而交流發電機中是_____。
7. 靜子線圈三組線圈之連接方法有_____與_____兩種，一般汽車之發電機均採用_____。
8. 一般交流發電機均產生_____交流電，並用_____波整流。
9. 調整器溫度補償裝置有_____、_____、_____三種形式。
10. 碳片式調整器是控制碳片_____力之大小，調整流過磁場線圈電流之大小。
11. 一般接點振動式調整器常有二組線圈，一組是_____，一組是_____。
12. 電阻式溫度補償，電阻是串聯在_____；整磁鋼式溫度補償，整磁鋼裝置在_____及_____之間。
13. IC調整器之缺點為_____及_____。
14. 無碳刷交流發電機轉子線圈所需之激磁電流由_____取代。
15. 交流發電機在後端殼上附有真空泵，其目的為_____。
16. 中性點加裝整流粒之發電機可增加發電機輸出約_____。
17. 所謂外搭鐵發電機係指_____電路在發電機外面搭鐵，又稱為_____發電機。
18. 直流發電機碳刷架與外壳絕緣者為_____，與外壳搭鐵者為_____。
19. 做直流發電機剩磁校正時，外搭鐵發電機應_____連通數秒鐘。
20. 電壓調整器中圈數多而細者為_____線圈，與輸出電路_____聯；圈數少而粗者為

- _____線圈，與磁場線圈_____聯。
21. 馬達發電機中粗的串聯線圈供_____用，細的並聯線圈供_____。
22. 馬達發電機之調整器中有_____、_____及_____。

三、問答題：

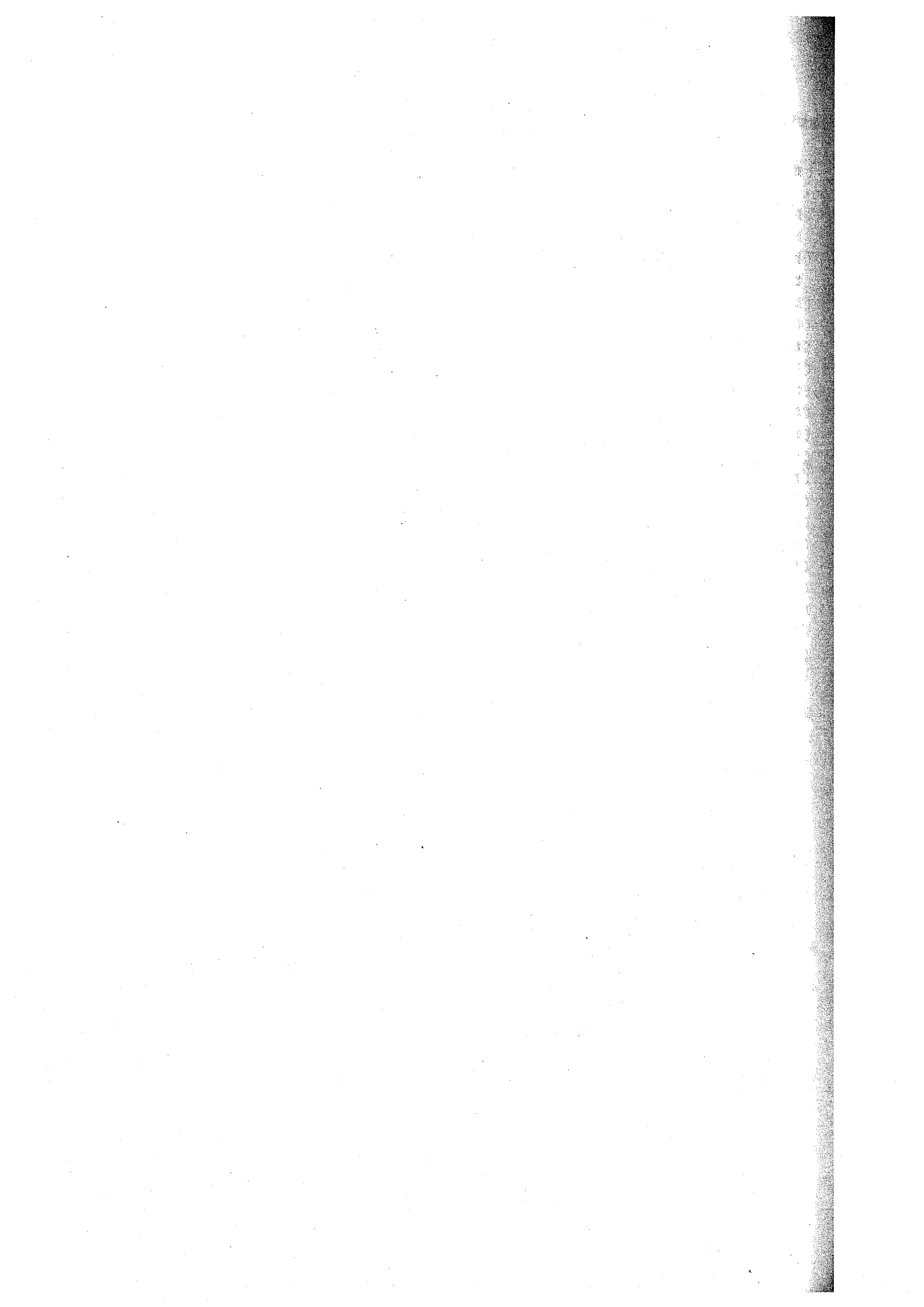
1. 為何引擎必須要有充電系統？
2. 試寫出構成充電系統之機件名稱。
3. 試敘述交流發電機充電系統之作用。
4. 簡述交流發電機發電的基本原理。
5. 試述交流發電機之整流方法。
6. 列出使用交流發電機應注意那些事項？
7. 交流充電系統中調整器為何可以不需要電流調整器？
8. 為何調整器上要裝設溫度補償裝置？
9. 試述 IC調整器之優點。
10. 試述直流發電機原理。
11. 試述斷電器之功用。
12. 試述電壓調整器之作用。
13. 試寫出無碳刷發電機之構造。
14. 試述交流發電機與直流發電機主要不同之點。
15. 試繪圖說明何謂外搭鐵發電機及內搭鐵式發電機。
16. 試述剩磁校正之方法。
17. 試述馬達發電機之作用原理。

【資料來源註釋】

- 〔註1〕 日本電裝株式會社 電裝品說明書充電裝置編圖1
- 〔註2〕 日本自動車整備振興會連合會 三級自動車ガソリンエンジン下 圖III-1
- 〔註3〕 同〔註1〕 圖3
- 〔註4〕 同〔註1〕 圖1-1
- 〔註5〕 雇用促進事業團職業訓練部編 自動車電氣裝置 圖2-63 (b)
- 〔註6〕 BOSCH Technical Instruction Alternators and D. C. Generators Fig 53
- 〔註7〕 同〔註1〕 圖1-18
- 〔註8〕 同〔註1〕 圖1-49

- 〔註9〕 全國自動車整備學校連盟編 自動車用電装品の構造 圖2-62
- 〔註10〕 同〔註1〕 圖1-8(a)
- 〔註11〕 同〔註1〕 圖1-8(b)
- 〔註12〕 同〔註9〕 圖2-63
- 〔註13〕 同〔註2〕 圖Ⅲ-6
- 〔註14〕 同〔註9〕 圖2-64
- 〔註15〕 同〔註5〕 圖2-77
- 〔註16〕 同〔註1〕 圖1-23
- 〔註17〕 同〔註1〕 圖1-21
- 〔註18〕 同〔註6〕 Fig 45
- 〔註19〕 同〔註6〕 Fig 46
- 〔註20〕 同〔註6〕 Fig 47
- 〔註21〕 同〔註1〕 圖1-4
- 〔註22〕 同〔註1〕 圖1-5
- 〔註23〕 同〔註1〕 圖1-7
- 〔註24〕 同〔註2〕 圖Ⅲ-13, Ⅲ-14
- 〔註25〕 同〔註1〕 圖1-13
- 〔註26〕 同〔註1〕 圖1-14
- 〔註27〕 同〔註1〕 圖2-1
- 〔註28〕 同〔註1〕 圖2-6
- 〔註29〕 同〔註1〕 圖2-7
- 〔註30〕 同〔註1〕 圖2-8
- 〔註31〕 同〔註1〕 圖2-25
- 〔註32〕 同〔註1〕 圖2-21
- 〔註33〕 同〔註6〕 Fig 62
- 〔註34〕 同〔註6〕 Fig 63
- 〔註35〕 同〔註6〕 Fig 32
- 〔註36〕 同〔註6〕 Fig 31
- 〔註37〕 同〔註6〕 Fig 34
- 〔註38〕 同〔註6〕 Fig 33
- 〔註39〕 同〔註1〕 圖1-28
- 〔註40〕 同〔註1〕 圖1-29
- 〔註41〕 同〔註1〕 圖1-32
- 〔註42〕 同〔註1〕 圖1-30
- 〔註43〕 同〔註1〕 圖1-31
- 〔註44〕 同〔註1〕 圖1-33
- 〔註45〕 Electrical Systems Fig 307
- 〔註46〕 Harper & Row/Chek Chart Automotive Electrical Systems Fig 7-16
- 〔註47〕 同〔註46〕 Fig 7-20
- 〔註48〕 同〔註46〕 Fig 7-18
- 〔註49〕 同〔註46〕 Fig 7-17
- 〔註50〕 高久有幹著 自動車用電装品ハンドブック 圖3-30
- 〔註51〕 同〔註46〕 Fig 7-21
- 〔註52〕 雇用促進事業團職業訓練部 労働省職業訓練局 共編 自動車装備〔IV〕 圖2-38
- 〔註53〕 同〔註1〕 圖4-12
- 〔註54〕 同〔註1〕 圖4-13

返回目錄



第八章 點火系統

第一節 點火系統概述

8-1-1 引擎與點火之關係

(一)內燃機除利用壓縮空氣之高溫來使噴入之燃料自然着火燃燒之柴油引擎外，一般之引擎必須依賴高壓電火花來點燃混合汽，使引擎能運轉。

(二)以數千伏特以上之高壓電跳過火星塞之電極間隙產生火花，此火花將已壓縮之混合汽點燃，形成一火焰核，再迅速的擴大波及整個燃燒室以產生快速之燃燒，而使氣體迅速膨脹，推動活塞，以產生動力。

(三)根據實驗得知，汽缸內產生最大壓力時，曲軸位置在上死點後 10° 左右，引擎可以得到最大動力，但自火星塞跳火至混合汽大量燃燒產生最高壓力所需之時間，因引擎之壓縮比、汽油辛烷值、混合汽量、混合汽濃度、引擎轉速……等因素而異。因此引擎欲獲得最大動力，點火之時間必須隨引擎工作情況而改變。一般引擎之點火時間在引擎怠速時約在上死點前 (B.T.D.C.) $7\sim 15^\circ$ ；另有離心力點火提前機構，隨引擎轉速之增加而提早點火時間；及真空點火提前機構，隨引擎負荷 (混合汽量) 而改變點火時間。

(四)汽油引擎性能好壞受點火系統之影響最大，火花微弱或點火時間不準確，立刻使引擎無力、耗油、爆震，並會大量排出 CO、HC 等污氣，故近代低公害省油汽車在點火系之改良上也最多。本書將從早期之普通接點式點火系，到最新之整體式電子點火系統，具有代表性者，做深入之介紹。

8-1-2 點火系統之種類

(一)引擎最早之點火裝置為1893年德國人波細 (Robert Bosch) 所發明之磁電機系統 (magneto)，此式利用發電機原理產生高壓電，且不需要電源及引擎轉速愈快火花愈強之優點，目前二輪機車、農、漁用與工業用引擎還普遍使用

，其基本構造如圖 5-8-1 所示。磁電機因發動引擎時之火花微弱，起動困難，故現代汽車已不採用。

(二)1908年，美國人卡特林 (Charles Ketting) 發明電瓶點火系統，使用點火線圈 (ignition coil) 之電磁感應，以產生高壓電，本系統之組成如圖 5-8-2 所示，包括電源、高壓電發生器、點火控制及分配器等部分。因性能可靠，引擎容易起動，因此過去六十年汽車之點火裝置都使用此式。圖 5-8-3 所示為磁電機點火系與電瓶點火系之比較。電瓶點火系統各部分機件簡介如下：

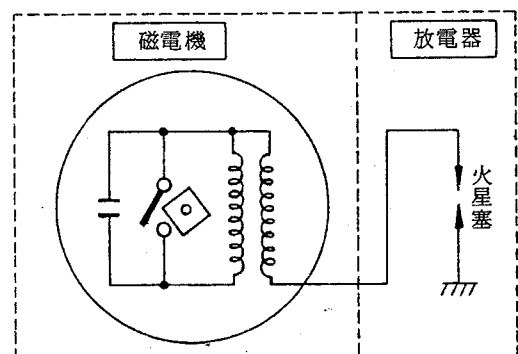


圖 5-8-1 磁電機點火系統〔註1〕

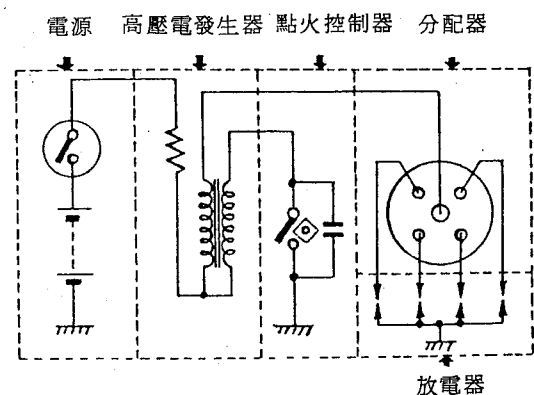


圖 5-8-2 普通電瓶點火系統〔註2〕

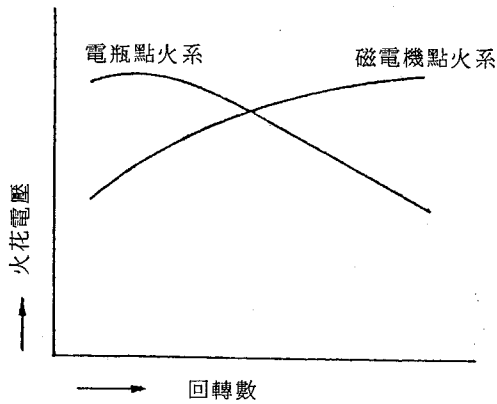


圖 5-8-3 磁電機點火系統與電瓶點火系統性能比較 [註3]

1. 電源：起動引擎時為電瓶，引擎發動後由發電機供應電源，以點火開關控制點火系電源之通斷。關去點火開關引擎即熄火。

2. 高壓電發生器：主要為發火線圈，內有低壓及高壓線圈，能將 12V 之低壓電變成 20 kV 以上之高壓電。另外有外電阻，使引擎在起動及運轉都能產生強烈的火花。

3. 點火控制部分：為分電盤中之斷電白金接點 (breaker point)、凸輪 (cam) 及點火提前機構等，在適當時間切斷低壓電路，以控制點火時間。

4. 分配器部分：為分電盤中之分火頭、分電盤蓋，依引擎點火順序將高壓電送到要點火之火星塞。

5. 放電器：就是火星塞，使高壓電跳過電極間隙以產生火花。

(三) 因卡特林普通接點式點火系統之白金接點通過電流很大，接點容易燒壞。白金接點燒壞後，使高壓電火花微弱，影響引擎性能。1970 年代開始用電晶體加入低壓電路中，以降低白金接點通過電流，保護白金接點，使點火系之性能大為提高，稱為半晶體點火系統 (semi-transistor ignition system)，如圖 5-8-4 所示。

(四) 半晶體點火系統還有機械控制之白金接點，因機械摩擦之磨損不可避免，因此需定期做白金間隙之調整保養工作。為使汽車之保養減到最少，使用感應裝置來取代白金接點，以控制低壓電路之通斷的全晶體點火裝置 (full-transistor ignition system) 迅速發展。全晶體點火裝置之基本原理有與卡特林相同之感應放電式

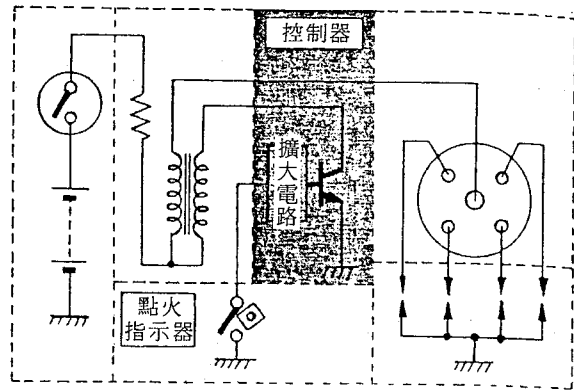


圖 5-8-4 半晶體點火系統 (有白金接點) [註4]

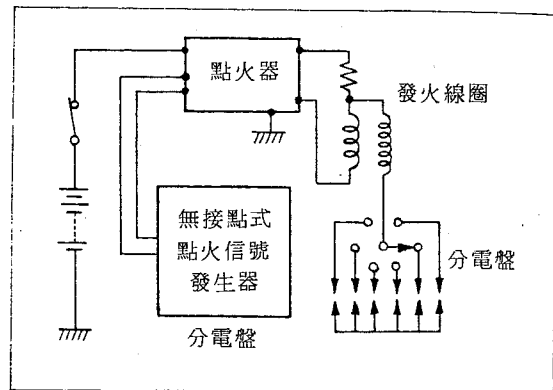


圖 5-8-5 全晶體點火系統 (無白金接點) [註5]

(inductive discharge) 及電容放電式 (capacitive discharge) 兩種。

1. 感應放電式

感應放電式點火系統係以電瓶 (發電機) 之電壓使電流流過一次電路，當觸發器發出信號後，使一次電流立即中斷，而使點火線圈之磁場崩潰，致使二次電路感應高壓電之方法，如圖 5-8-5 所示。

2. 電容放電式

電容放電式點火系統是利用電瓶 (發電機) 之電壓將控制器內之電容器充電，當點火信號傳到時，電容器放電到點火線圈之一次線，此一突然增加的電壓使一次電流擴大線圈磁場，而使二次電路感應高壓電，如圖 5-8-6 所示。

(五) 點火信號觸發器種類

電晶體點火系統裝置產生點火信號之觸發器 (triggering device) 有下列四種：

1. 白金接點 (breaker point) (用在半晶體點火系)。

2. 磁波發電機 (magnetic pulse gene-

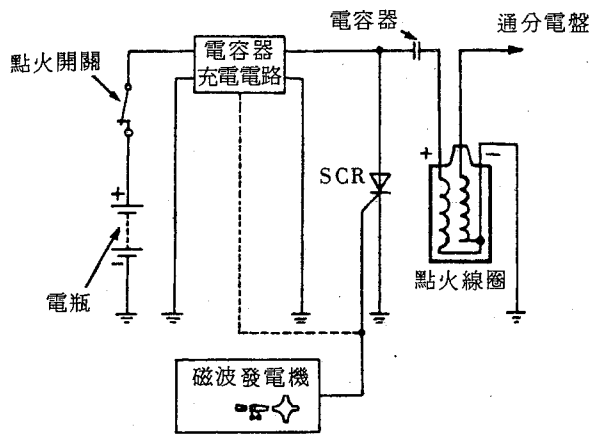


圖 5-8-6 電容器放電式點火系統

品均相似，但使用半晶體及全晶體之點火裝置各製造廠產品之原理及構造均不相同，因此必須依據製造廠提供之線路圖及測試數據才能做檢修。

(七)最新特殊點火裝置

為減輕重量，確保強烈高壓電火花，精確控制點火時期，最近各汽車廠又發展出很多性能可靠的點火裝置，如：

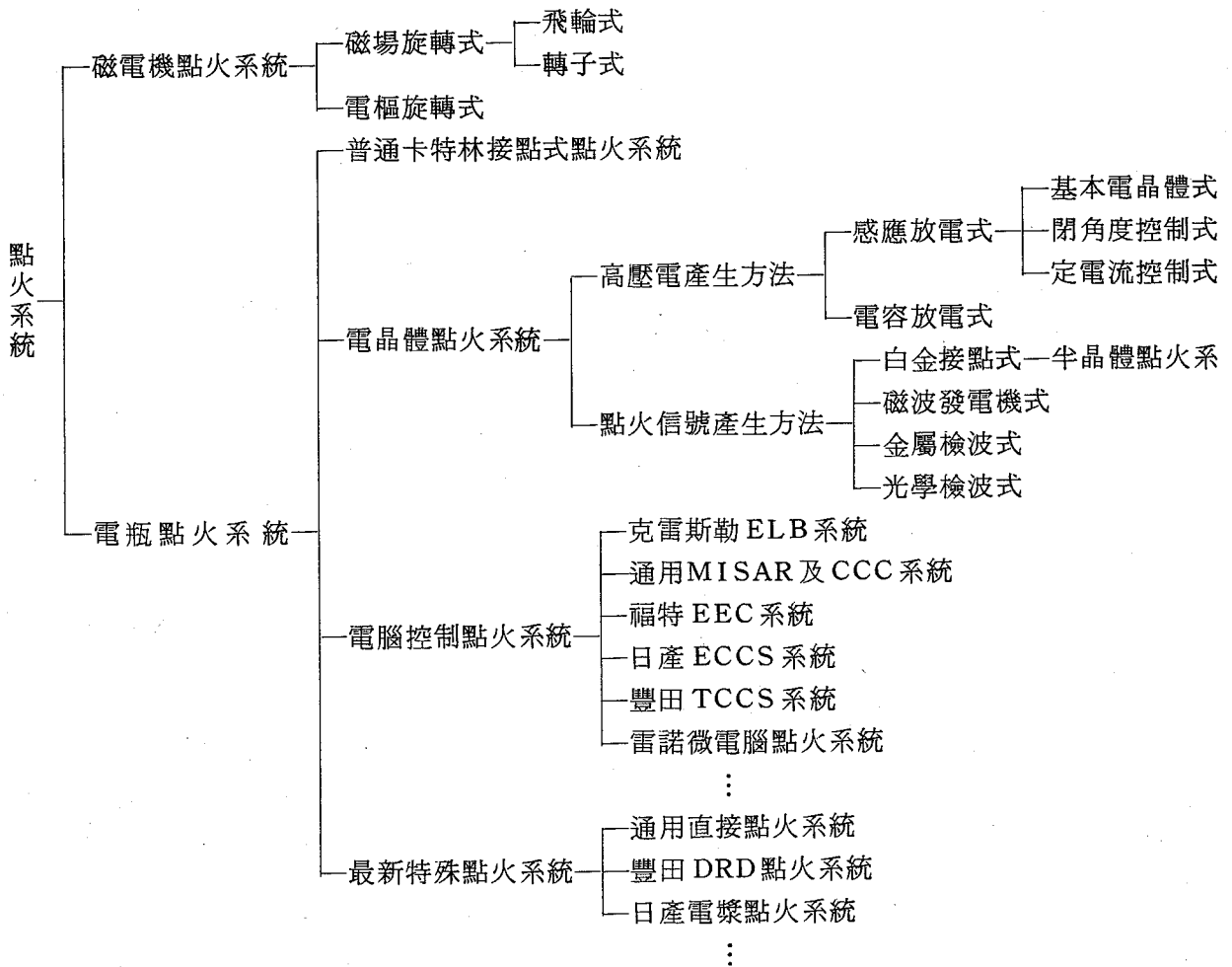
1. 豐田之積體點火裝置 IIA (integrated ignition assembly) 將點火線圈、高壓線、分電盤等一體化，以減輕重量，減少保養，防止電波雜音等。

2. 各汽車公司之高性能汽車自1975年起已陸續採用電腦控制之點火系統，用電腦計算最精確之點火時間及所需閉角度，以取代傳統分電盤之離心力及真空點火提前裝置。

(八)現將本書介紹之點火裝置做一整理如下：

rator)。

- 3. 金屬檢波 (metal detection)。
 - 4. 光學檢波 (optical detection)。
- (六)傳統之卡特林電瓶點火裝置各汽車廠之產



返回目錄

第二節 普通接點式電瓶點火系統

8-2-1 概述

(一)圖 5-8-7 所示為普通接點式(卡特林式)電瓶點火系統之實體圖，包括電瓶(發電機)、點火開關、發火線圈、分電盤、高壓線、火星塞等。圖 5-8-8 所示為電路圖；圖 5-8-9 所示為配線圖。

(二)普通接點式點火系統之電路可分為低壓電路或一次電路(primary circuit)及高壓電路或二次電路(secondary circuit)兩部分，如圖5-8-10所示。

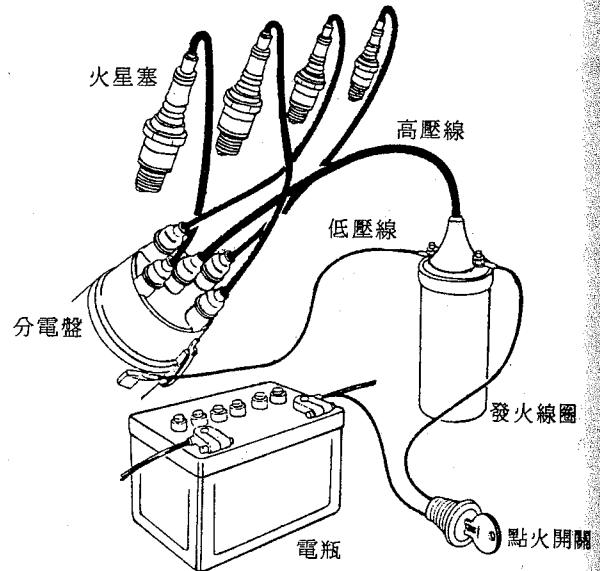


圖 5-8-7 普通電瓶點火系統實體圖

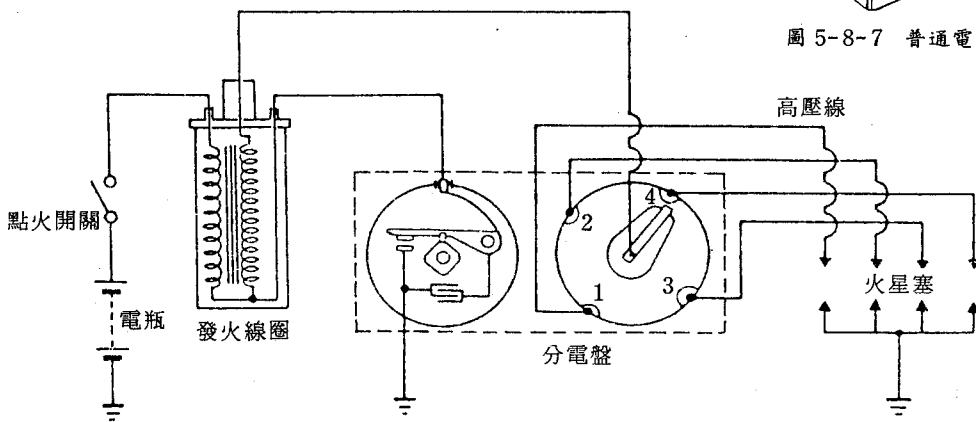


圖 5-8-8 點火系統電路〔註6〕

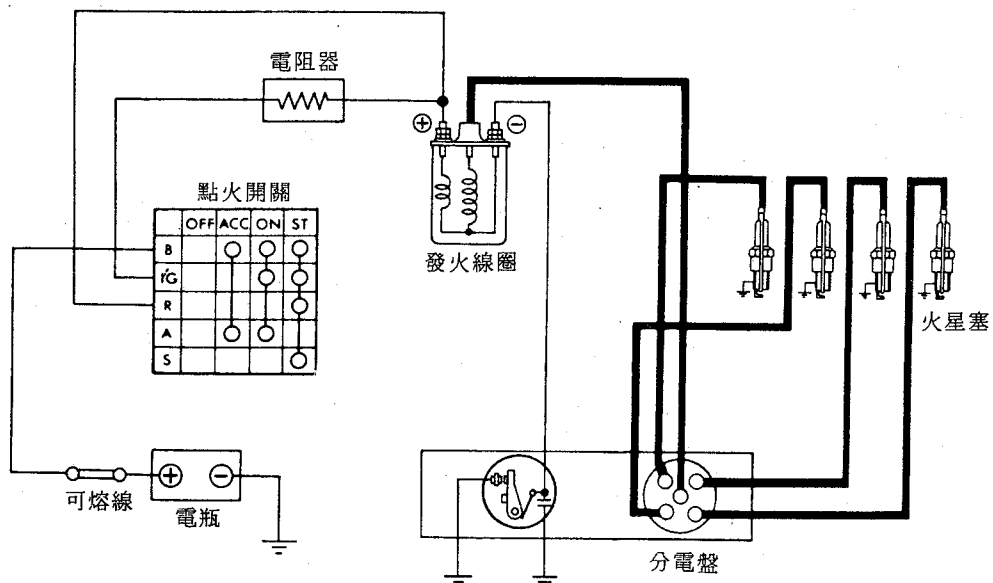


圖 5-8-9 點火系統配線圖

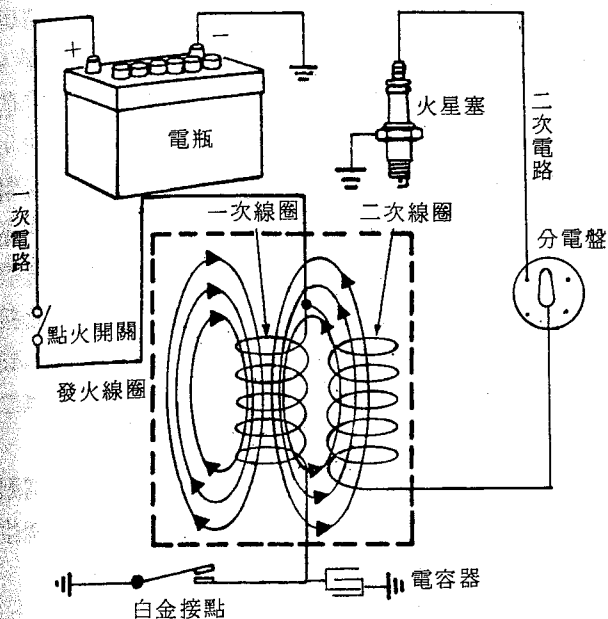


圖 5-8-10 一次電路與二次電路〔註7〕

1. 低壓電路（一次電路）

搭鐵→電瓶→點火開關→外電阻→發火線圈中之低壓線圈（一次線圈）→分電盤低壓線頭
 頭→白金接點→搭鐵
 →電容器→搭鐵

2. 高壓電路（二次電路）

一般高壓電路均指發火線圈之高壓線圈（二次線圈）到火星塞之部分，實際上還須包括完成迴路的低壓電路之一部分。

搭鐵←低壓電路部分←發火線圈中之高壓線圈（二次線圈）→主高壓線→分電盤蓋中央線頭→分火頭→分電盤蓋各缸線頭→高壓線→火星塞→搭鐵

(三) 各機件之功能及裝置位置

1. 點火開關：以鎖匙操作之電路總開關，裝在方向柱上，除控制點火系外並控制起動系及其他電器之電源，同時並控制方向盤之能否轉動。各位置及功能請參閱起動系之說明。

2. 發火線圈：裝在引擎室中，利用線圈互感應原理將電壓由12V升高到足以跳過火星塞間隙之數千伏特高壓電。

3. 分電盤：裝在引擎上，由引擎之凸輪軸驅動。以凸輪控制低壓電路白金接點之開閉，而使發火線圈能感應高壓電，並具有點火提前裝置，

能依引擎狀況改變點火時間，並利用分火頭及分電盤蓋將高壓電依一定順序送到要點火汽缸之火星塞。

4. 高壓線：連接發火線圈與分電盤及火星塞，以傳輸高壓電。

5. 火星塞：裝在汽缸蓋上，高壓電在電極間跳過產生火花，以點燃混合汽。

6. 外電阻：保護發火線圈，並使起動引擎及引擎運轉時都能維持強烈火花。

8-2-2 高壓電產生之原理

(一)圖5-8-11所示為發火線圈的原理，為一次線路之接點打開、關閉時，因線圈之互感應作用，使二次線圈感應產生電壓，其感應電壓之高低與一次電流大小之變化有關；若二次線圈感應電壓為 e_2 ，一次電流與時間之變化率為 $\Delta i / \Delta t$ ， M 為互感應係數， i_1 為一次電流時，可得下列關係：

$$e_2 = -M \frac{di_1}{dt} \propto \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

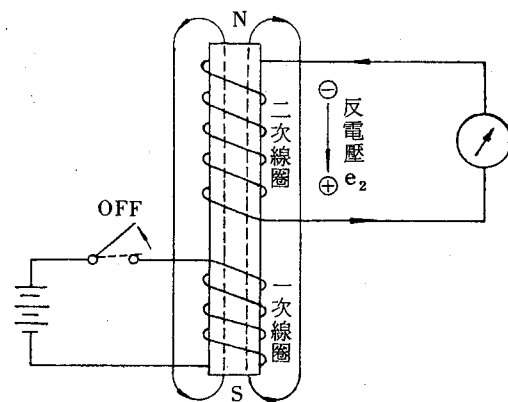
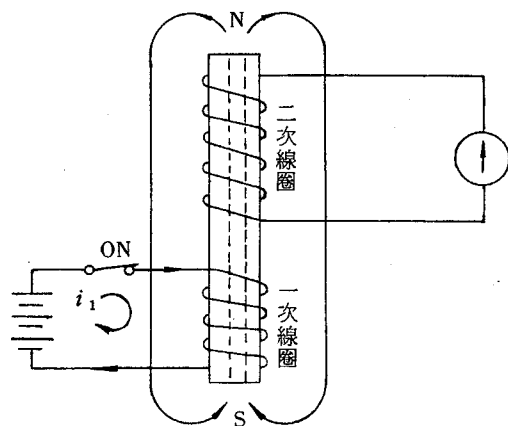


圖 5-8-11 發火線圈原理〔註8〕

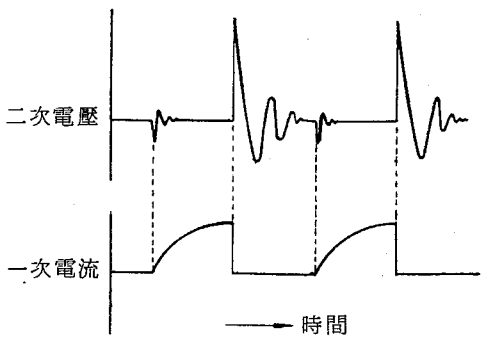


圖 5-8-12 一次電流與二次電壓之關係 [註9]

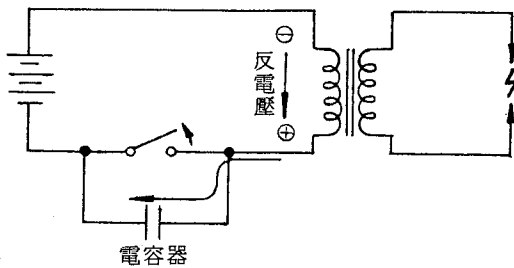


圖 5-8-13 白金接點弧光防止方法 [註10]

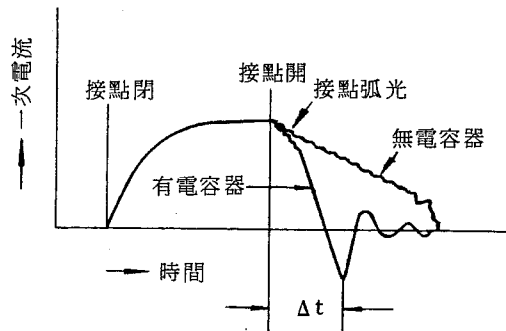


圖 5-8-14 電容器與一次電流之變化關係 [註11]

即一次電流切斷的速度愈快或一次電流愈大，感應之二次電壓愈高。圖5-8-12所示為一次電流與二次電壓之關係。

(二)但一次線圈當本身之電流在急劇切斷時，亦會產生自感應而產生約 350 V 之感應電壓，此電壓會使白金接點產生弧光 (arc)，致一次電流無法迅速切斷，而使二次線圈無法產生很高之高壓電，並使白金接點很快燒壞。因此必須在一次電路中並聯一個電容器以防止白金接點產生弧光，如圖5-8-13所示；圖5-8-14所示為一次線路有並聯電容器及無電容器時一次電流之變化。

(三)電容器並聯在一次電路之接點旁，使達到接點產生弧光電壓之時間延遲，而阻止弧光之發生。電容器之容量過大時達到產生弧光電壓之時間較遲，不易產生弧光，但會使一次電流變化時

間 $\Delta i / \Delta t$ 變慢，使二次電壓降低；反之，電容器容量過小時，到達產生弧光電壓之時間較早，若接點張開速度慢會產生弧光，使二次電壓降低；若無弧光產生時，因一次電流變化時間較快，二次電壓較高。圖5-8-15所示為接點產生弧光電壓與電容器容量之關係，圖5-8-16所示為一次電流之變化與電容器容量大小之關係。因此，電容器大小必須配合，才能使二次電壓高，且白金接點不會燒壞，一般汽車引擎用電容器容量為 $0.15 \sim 0.3 \mu F$ 。圖5-8-17所示為電容器電容量與二次電壓高低之關係。

(四)圖5-8-18所示為接點開閉速度與二次電壓之關係，當接點開閉速度太慢時，接點處會產生

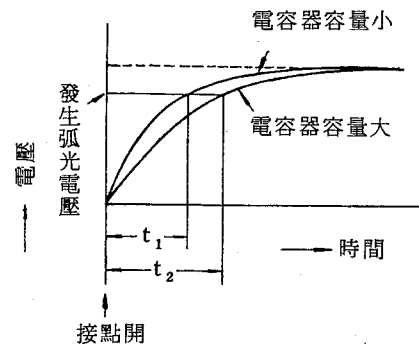


圖 5-8-15 接點產生弧光與電容器容量之關係 [註12]

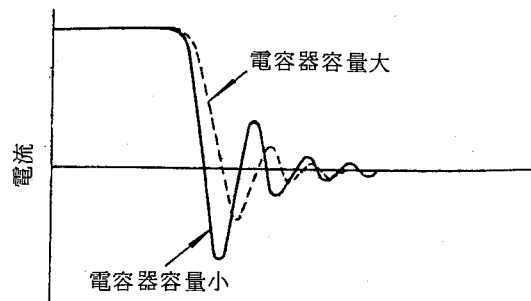


圖 5-8-16 一次電流之變化與電容器容量之關係 [註13]

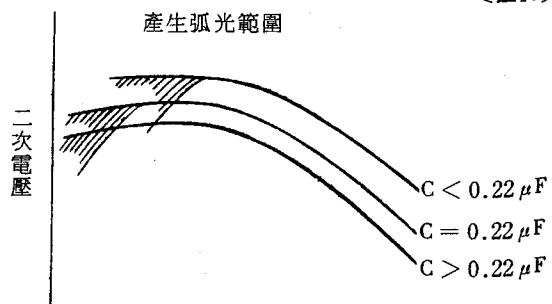


圖 5-8-17 二次電壓高低與電容器容量之關係 [註14]

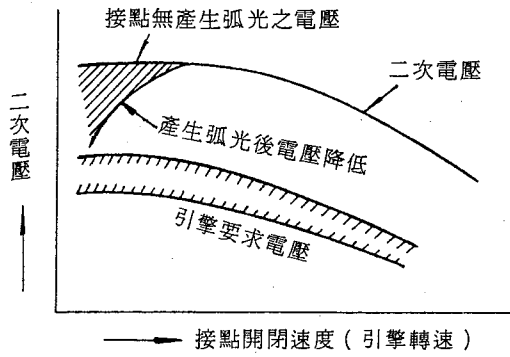


圖 5-8-18 接點開閉速度與二次電壓之關係〔註15〕

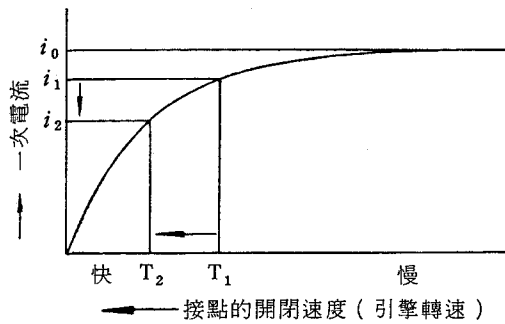
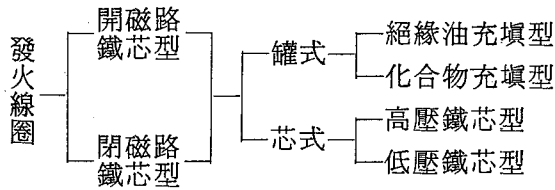


圖 5-8-19 接點開閉速度與一次電流之關係〔註16〕

弧光，而使二次電壓降低。但當接點開閉速度增快時，接點閉合時間短，一次電流減少，如圖5-8-19所示；因此二次電壓隨接點開閉速度之增快而降低，如圖5-8-18所示。

8-2-3 發火線圈

(一)發火線圈為一種變壓器，依其構造可分下列數種：



(二)開磁路鐵芯型罐式發火線圈

1.一般汽車使用之發火線圈為開磁路鐵芯型罐式，其原理如圖5-8-20所示，構造如圖5-8-21所示，其型如罐，完全密封，只留⊕、⊖兩個低壓線頭及中央之高壓線插座。

2.罐式發火線圈中央為薄矽鋼片疊成之鐵芯，鐵芯外面以直徑 0.05~0.1 mm (約 38~40號) 的漆包線繞 15,000~30,000 圈做為高壓線圈，線之兩端一接中央插座，一接低壓線頭。高壓線圈之外面再包以絕緣紙。圖5-8-22所示為發火線

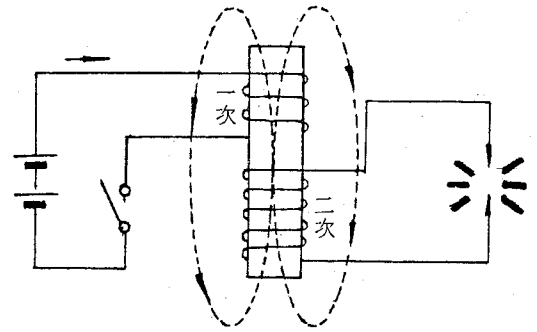


圖 5-8-20 開磁路發火線圈原理

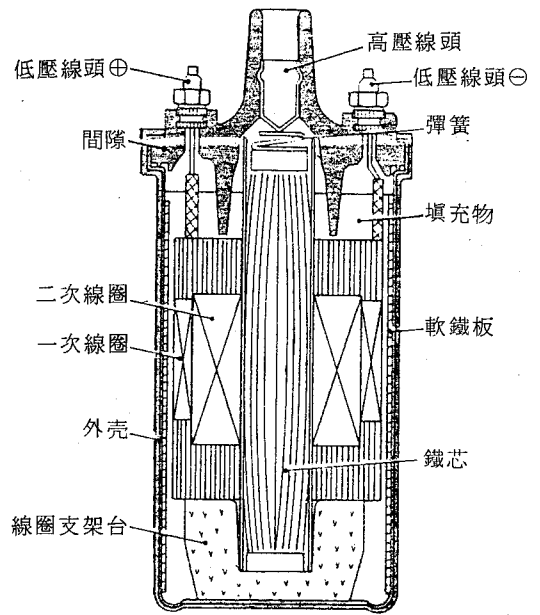


圖 5-8-21 開磁路罐式發火線圈構造〔註17〕

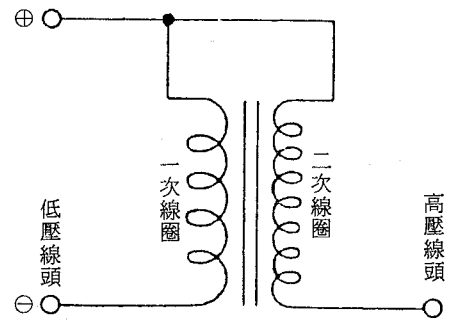


圖 5-8-22 罐式發火線圈之接線〔註18〕

圈之接線。

3.低壓線圈係以直徑 0.5~1.0 mm (約 18~22號) 的漆包線繞 150~300 圈，一端接⊕線頭，另一端接⊖線頭。每一層線圈間皆包絕緣紙，以防止短路，外面再包以矽鐵皮。

4.整組線圈放入鐵罐內，並加以適當支持，灌入絕緣油及填充物，密封後即完成。

三 閉磁路鐵芯型發火線圈

1. 一般機踏車及部分電晶體點火系統使用閉磁路低壓鐵芯型發火線圈，其原理如圖5-8-23所示，其構造如圖5-8-24所示。

2. 閉磁路發火線圈之中央及四周均有矽鋼片疊成之鐵芯，使磁力線能通過，故稱閉磁路型。

3. 中央鐵芯之外面先繞低壓線圈，外面再繞高壓線圈。

四 附外電阻之發火線圈

1. 現代汽車用之發火線圈外面常附裝一只外電阻，如圖5-8-25所示。

2. 發火線圈外面附裝之電阻係串聯在一次線圈上，目的是減少一次線圈之長度，以降低誘導阻抗L。無外電阻之一次線圈必須有足夠長度以產生足夠電阻，否則低速運轉或停止時一次電流

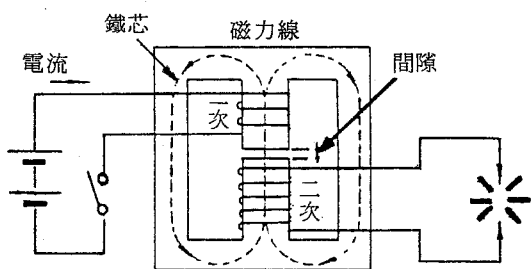


圖 5-8-23 閉磁路發火線圈原理

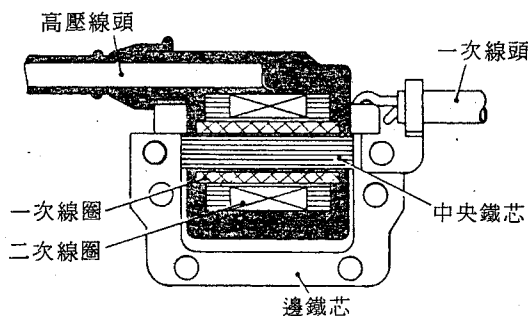


圖 5-8-24 閉磁路鐵芯型發火線圈構造 [註19]

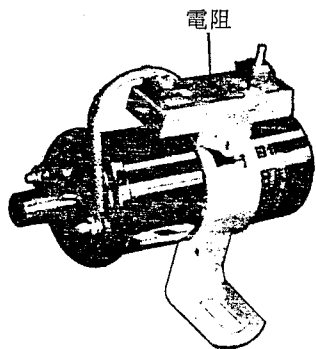


圖 5-8-25 附外電阻之發火線圈 [註20]

過大會使發火線圈發熱，但電線加長誘導阻抗增加，使線圈達到最大電流之時間延遲，而使引擎高速時之充磁不足，使二次電壓降低。圖5-8-26所示為一次電流與引擎轉速及誘導阻抗L大小之關係，圖5-8-27所示為引擎轉速與二次電壓及發火線圈是否裝外電阻之關係。

3. 一次線圈所蓄電磁能量之關係為：

$$E = \frac{1}{2} L I^2$$

由式中可知誘導阻抗L減少時，點火之能量E會減少，但是一次電流I增大時，能量E之增加更多。因此，如圖5-8-26所示，在高速時，因裝外電阻發火線圈之電流*i*₂比無外電阻發火線圈之電流*i*₁大得多，因此點火能量反而提高。

4. 在起動引擎時通常將外電阻短路，如圖5-8-28所示，可以提高引擎之起動性能。因起動引擎時電瓶之電壓會降低，使一次電流減少，而使火花變弱，引擎不易起動。起動引擎時，發火線圈之電不經外電阻，可以防止一次電流降低，確

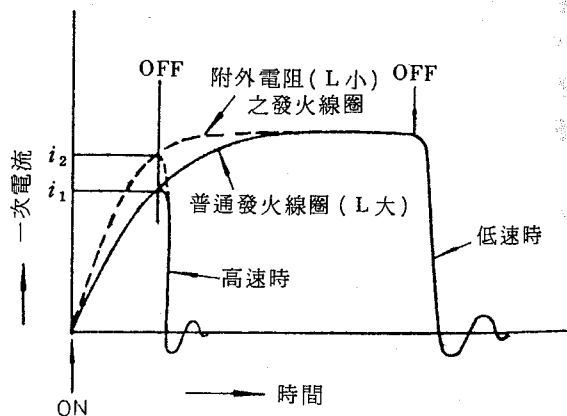


圖 5-8-26 一次電流與引擎轉速之關係 [註21]

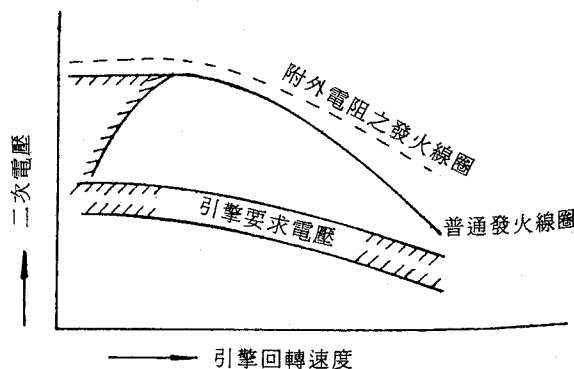


圖 5-8-27 二次電壓與引擎轉速之關係 [註22]

表 5-8-1 有外電阻及無外電阻之 12V 發火線圈
相關數據之比較

	普通發火線圈	附外電阻發火線圈
一次線圈的內電阻(Ω)	3.3~3.4	1.5
外電阻(Ω)	無	1.4~1.5
電阻合計(Ω)	3.3~3.4	2.9~3.0
自感應係數 L (亨利)	0.013~0.014	0.009~0.010
時間常數(秒)	0.0039~0.0041	0.0031~0.0033
一次電流(A)	3.53~3.63	4.0~4.14

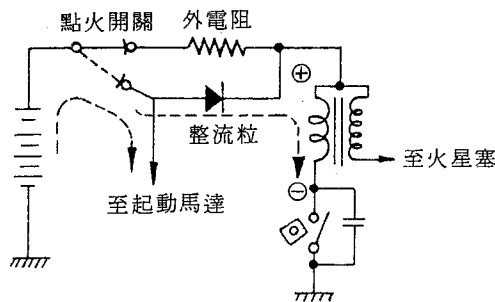


圖 5-8-28 起動引擎時將外電阻短路〔註23〕

保強烈火花，引擎容易發動。

5. 一般有外電阻及無外電阻 12V 發火線圈之相關數據如表 5-8-1 所示。

8-2-4 分電盤

一、圖 5-8-29 所示為分電盤之構造圖，依功能可分驅動部、斷續部、提前部及配電部等四大部分。

。圖 5-8-30 所示為分電盤之分解圖。

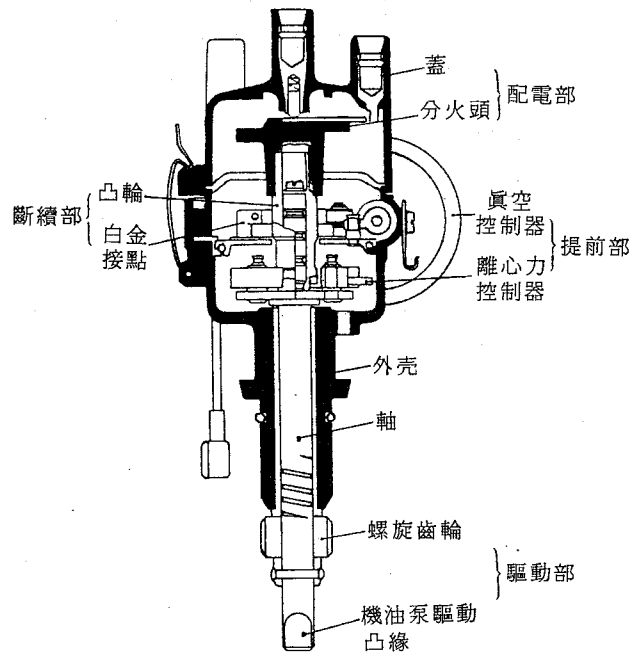


圖 5-8-29 分電盤構造〔註24〕

二、驅動部

分電盤軸由引擎凸輪軸直接或間接驅動，直接傳動者分電盤軸上有螺旋齒輪，間接傳動者通常由機油泵軸以凹槽或凸緣驅動，如圖 5-8-31 所示。

三、斷續部

(-) 分電盤之斷續部由分電盤凸輪、白金臂、白金座、底板及與白金接點並聯的電容器等組成。

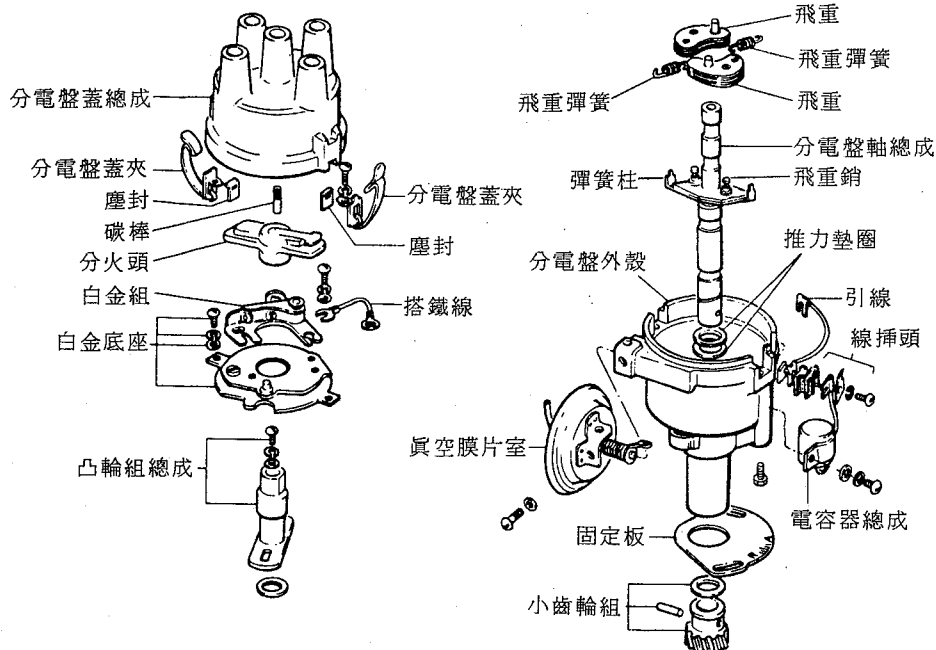


圖 5-8-30 分電盤分解圖〔註25〕

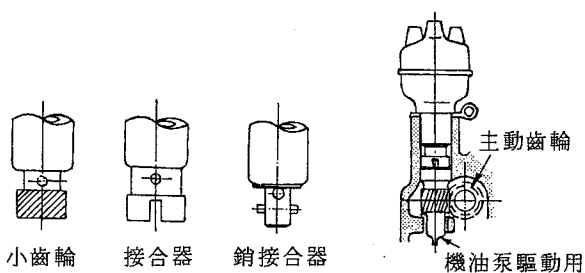


圖 5-8-31 分電盤軸之驅動方法〔註26〕

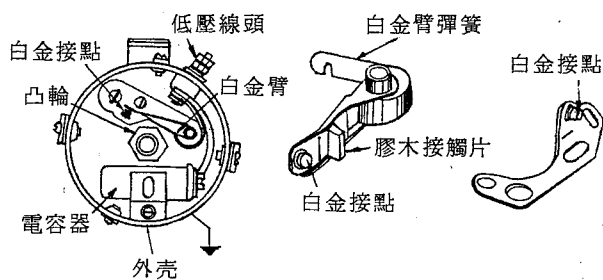


圖 5-8-32 分電盤斷續部之構造〔註27〕

，如圖5-8-32所示。

(一)白金組

白金臂（活動部分）與白金座（固定部分）組成一體而成一組白金接點組，安裝在底板上。片狀彈簧使白金臂經常壓緊於白金座上，凸輪旋轉時，凸輪的圓角將白金臂上之膠木頂起，而使白金接點分開。白金臂彈簧之彈力約為 0.5 ~ 0.65 kg (17 ~ 23 ozs)，如圖5-8-33所示，白金接點之材料為鎳合金。

(二)白金閉角與白金間隙

1. 從白金接點閉合開始到再分開時，凸輪所轉過之角度稱為白金閉角 (dwell angle)，如圖5-8-34所示，白金閉角之大小對高速時二次電壓之高低有很大影響。

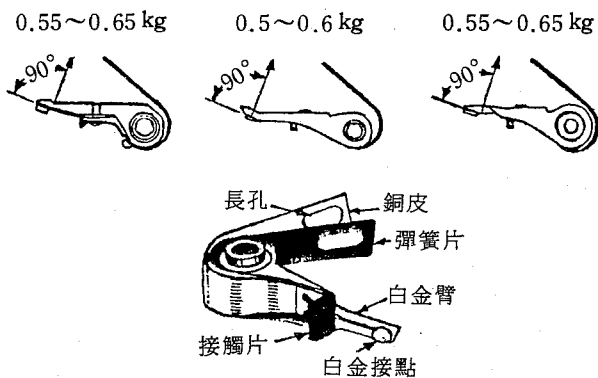


圖 5-8-33 白金臂彈簧彈力

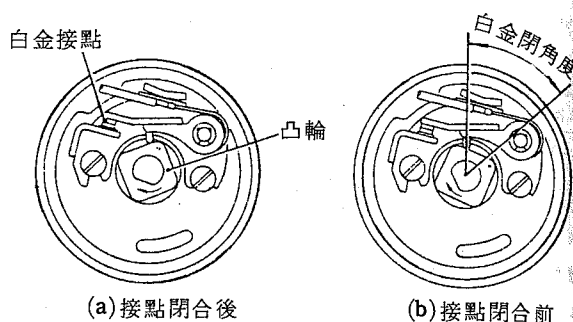
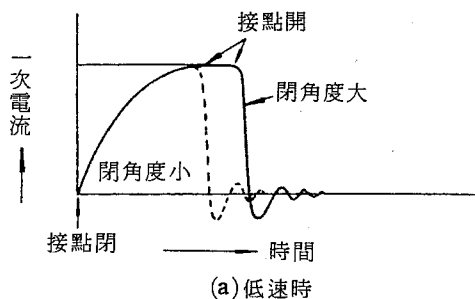
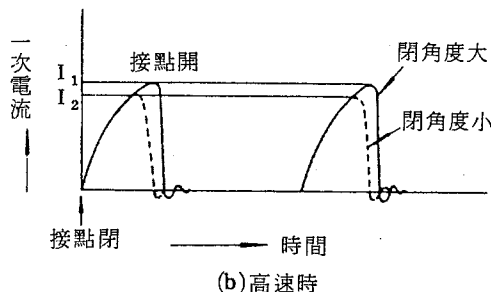


圖 5-8-34 白金閉角度〔註28〕



(a) 低速時



(b) 高速時

圖 5-8-35 白金閉角大小與一次電流之關係〔註29〕

2. 發火線圈之一次電流，因自感應影響，白金閉合後係慢慢上升至最大值，閉角大時接點閉合時間長，一次電流能達最大值；閉角小時接點閉合時間短，一次電流無法達到最大值白金接點就分開，因此感應之二次電壓降低，如圖5-8-35所示。

3. 白金閉角度之大小由凸輪形狀及白金接點間隙大小來決定。

$$\text{一般引擎的白金閉角度} = \frac{360^\circ}{\text{缸數}} \times 0.6$$

	四行程引擎				
汽缸數	2	3	4	5	6
閉角度(°)	80~100	65~75	50~60	40~45	35~40

4. 增大白金接點間隙會減少白金閉角，減少白金接點間隙會增大白金閉角，如圖5-8-36所示

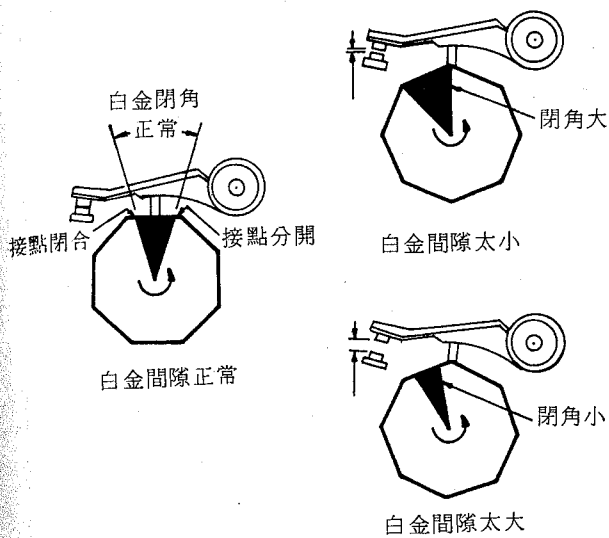


圖 5-8-36 白金接點間隙大小與白金閉角之關係

。白金接點間隙太小時，在低速運轉時亦會發生弧光而使接點易燒壞，並降低二次電壓。一般白金接點間隙約 0.4~0.6 mm (0.016~0.022")。

(四)雙白金接點點火系：圖5-8-37所示為六汽缸引擎使用之雙白金接點點火系統，可以在不減小白金接點間隙情況下增大白金閉角，增加一次電流量，以提高二次電壓。二個白金接點，一個專門管閉合，一個專門管切斷，兩組白金接點約對面安裝，B白金接點較A白金接點晚 10° 關閉，A白金接點之閉角為 28° 時，因A白金接點分開時，B仍閉合，故總白金閉角變成 28° + 10° = 38°。

(五)白金接點跳動：當引擎在高速運轉時，接點之開閉速度甚快，白金臂因具有很大之運動能，有時會與白金座撞擊產生跳動，白金接點跳動時會使一次電流流過時間縮短，使一次電流減少，而使二次電壓降低，如圖5-8-38所示。

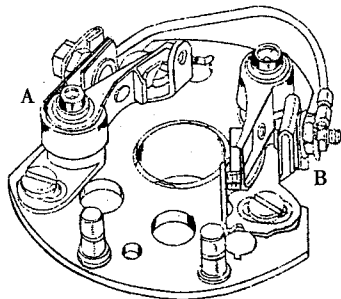


圖 5-8-37 雙白金接點點火系之構造 [註30]

(六)電容器

1.電容器之構造如圖5-8-39所示，其主要功能為增強二次電壓，保護白金（請參閱8-2-2 高壓電產生原理）。

2.電容器之容量必需切合需要，太大或太小都會使白金接點燒壞，並使二次電壓降低。圖5-8-40所示為電容量大小與白金接點燒壞之關係。

(七)中空白金接點組

1.普通之白金接點組，當電容器容量不適當時，接點處會產生弧光集中在中心部位，因金屬移轉現象就會發生一邊凸起一邊凹下之情形。如圖5-8-41所示，使接點很容易損壞。

2.為延長白金接點之使用壽命，將一個接點做成中空之圓環形，如圖5-8-42所示，接點弧光變成圓圈之線狀分佈，接點凸起與凹下就不易發生，可以延長白金接點的使用壽命。

四、配電部

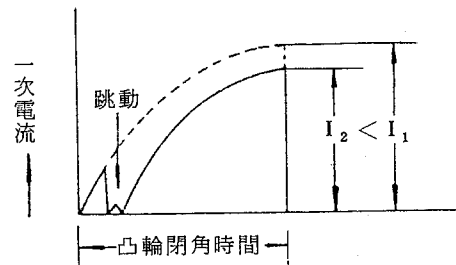


圖 5-8-38 白金接點跳動與一次電流之關係 [註31]

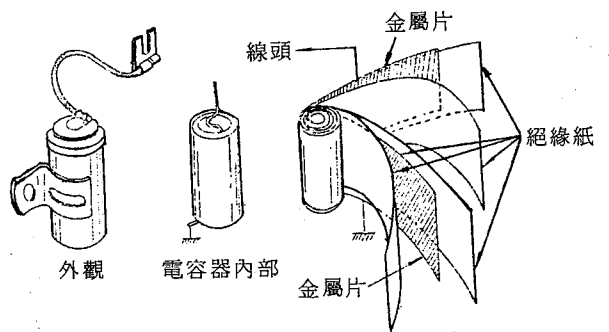


圖 5-8-39 電容器之構造 [註32]

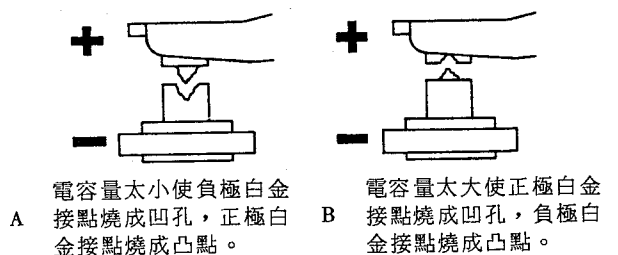


圖 5-8-40 電容器容量大小與白金接點燒壞關係 [註33]

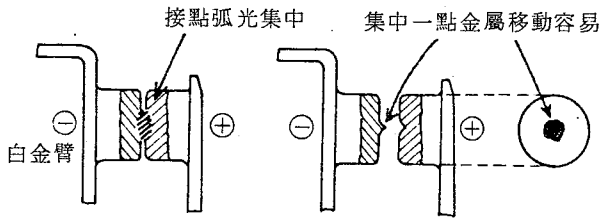


圖 5-8-41 普通白金接點發生弧光時產生金屬之移轉使一邊凸出一邊凹下〔註34〕

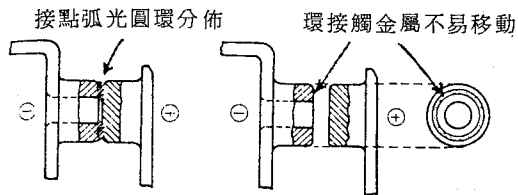


圖 5-8-42 中空白金接點弧光分散成圓周，不易發生金屬移轉，延長使用壽命〔註35〕

(一)分電盤配電部包括分電盤蓋及分火頭，如圖5-8-43所示，各種分電盤蓋及分火頭之形狀如圖5-8-44所示。

(二)發火線圈產生之高壓電依下列順序分配到各汽缸之火星塞。

主高壓線→分電盤蓋中央插座→碳精棒→分火頭→空氣間隙→分電盤蓋邊極柱→高壓線→火星塞

(三)分電盤蓋及分火頭均由能耐10~30 kV 高壓電之合成樹脂製成，絕緣性能非常優良。為防止漏電，分電盤蓋內部設有凸筋。分火頭裝在凸輪上，上面有一銅片與分電盤蓋中央的碳精棒相接觸，銅片與分電盤蓋邊極柱不接觸，留有0.8 mm的間隙。

(四)點火順序：多汽缸引擎為使運轉圓滑，各

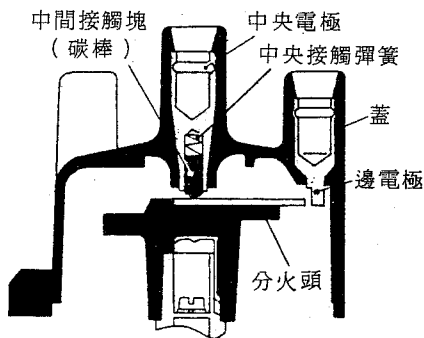
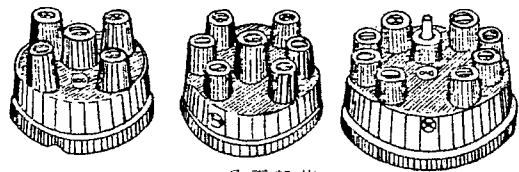


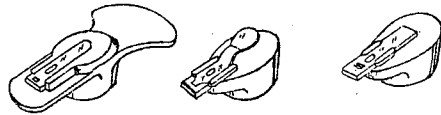
圖 5-8-43 分電盤蓋與分火頭〔註36〕

表 5-8-2 多汽缸引擎點火順序

汽缸數	點火順序
直線 4 缸	① 1-3-4-2
	② 1-2-4-3
V 型 4 缸	① 1-4-3-2
	② 1-3-4-2
直線 6 缸	① 1-5-3-6-2-4
	② 1-4-2-6-3-5
V 型 6 缸	① 1-6-5-4-3-2
	② 1-4-2-5-3-6
V 型 8 缸	① 1-8-4-3-6-5-7-2
	② 1-8-7-3-6-5-4-2
	③ 1-8-7-2-6-5-4-3
	④ 1-5-4-8-6-3-7-2
直線 5 缸	1-4-2-5-3



分電盤蓋



分火頭

圖 5-8-44 各型分電盤蓋與分火頭〔註37〕

缸之點火順序有一定，一般引擎點火順序如表5-8-2 所示。

五、點火提前部

(一)分電盤點火提前裝置由引擎之轉速相對應之離心力提前裝置與引擎負荷相對應之真空提前裝置構成。

(二)如圖5-8-45所示，曲軸位置約在上死點後10°處汽缸中產生最大壓力時引擎之出力最大，從火星塞跳火到產生最大壓力一般約需0.003秒。當混合汽之混合比一定時，火焰之傳播時間幾乎一定，引擎轉速慢時，同一時間曲軸之轉角較少；轉速快時較多。因此引擎轉速增快後汽缸內產生最大壓力之位置會延後，而使引擎之出力較低，如圖5-8-46所示。離心力提前裝置就是當引擎轉速升高時自動將點火時間提前之裝置。但在同一引擎轉速時，引擎負荷大時，進入汽缸之混合汽量多，壓縮後密度高，燃燒時間快，故點火

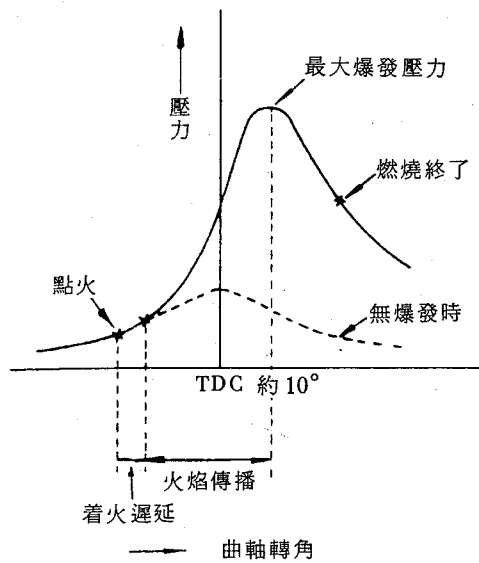


圖 5-8-45 在上死點後約 10° 汽缸內產生最大壓力，引擎之出力最大 [註38]

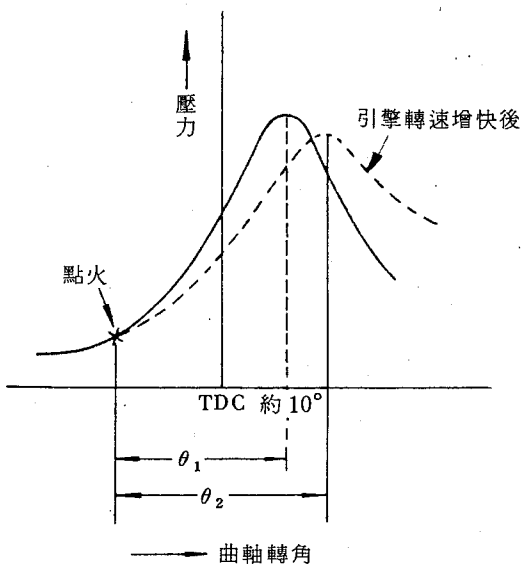


圖 5-8-46 引擎轉速增快後汽缸中產生最大壓力之位置延後，引擎出力降低 [註39]

提前應較少；負荷小時，進入汽缸之混合汽量少，燃燒時間慢，點火提前應較多，故需有真空點火提前部來修正。例如：

1. 引擎轉速為 610 rpm 時，0.003 秒曲軸轉 11° ，因此點火時間應在 1° B.T.D.C.，但引擎怠速時混合汽很少，壓縮後之混合汽密度很稀薄，燃燒時間慢，因此需再提前至 10° B.T.D.C.

2. 引擎轉速為 2,000 rpm 時，0.003 秒曲軸轉 36° ，但因此時混合汽之量多，壓縮後之混合汽密度大，燃燒時間快，因此點火時間約在 26°

B.T.D.C.。

(三) 點火正時記號

1. 每一部引擎在曲軸皮帶盤或飛輪上做有點火正時記號，以便對正點火時間及檢查點火提前機構之作用。

2. 一般汽車引擎的正時記號做在曲軸皮帶盤上者較多，其做法有兩種：

- (1) 第一種正時記號在時規齒輪蓋上有提前點火的刻劃，一般由 0° 至 20° ；皮帶盤上只有一個記號，當記號對正 0° 時，表示第一缸之上死點。
- (2) 第二種正時記號在時規齒輪蓋或飛輪壳上有一根指針，在皮帶盤或飛輪上刻有刻劃，如圖 5-8-47 所示。

3. 對點火正時方法

- (1) 從汽門關閉狀況確定第一缸在壓縮上死點附近位置，依廠家規定之引擎怠速時的提前度數對正正時記號。
- (2) 逆分火頭旋轉方向，轉動分電盤外壳，使白金接點剛打開位置（正確判斷可以並聯一灯泡，於低壓線頭與搭鐵間打開點火開關。接點閉合時，電經接點搭鐵，灯泡不亮；轉動分電盤外壳使灯泡剛亮之位置，即白金接點剛分開）。
- (3) 此時分火頭對正之汽缸即為第一缸。依分火頭旋轉方向，按點火順序依次插入高壓線即可。
- (4) 一般引擎第一缸的分火頭位置有規定，不對時，須重新裝配分電盤。

4. 點火時間不正確對引擎的影響

- (1) 點火時間過早會造成爆震。輕微爆震可以使引擎動力增大，但爆震嚴重時，將使引

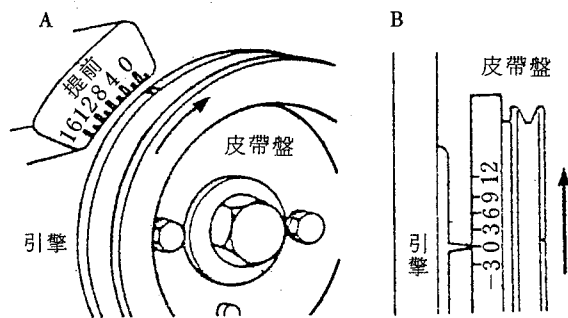


圖 5-8-47 點火正時記號 [註40]

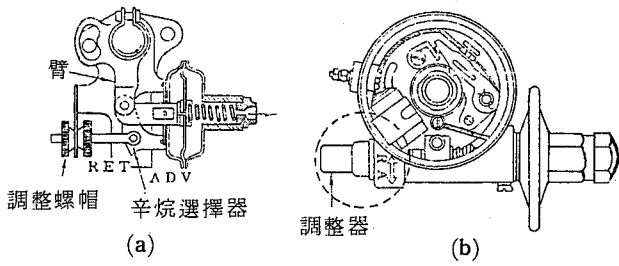


圖 5-8-48 辛烷號數選擇器〔註41〕

擎無力並使機件容易損壞。

(2)點火時間過遲會使引擎過熱、無力。

5.汽油辛烷值變更時點火正時之修正

(1)廠家規定之引擎怠速點火提前度數係依據推薦汽油之辛烷號數而設定。

(2)使用較規定辛烷號數低的汽油應將點火時間延遲，使用較規定辛烷號數高的汽油應將點火時間提前。

(3)有許多廠牌之分電盤上裝有可以用手依辛烷號數而修正點火正時之辛烷號數選擇器，如圖5-8-48所示。轉動調整器即能改變分電盤凸輪與白金臂之相對位置，而變更點火時間。

(四)離心力點火提前機構之構造作用

1.圖5-8-49所示為一般離心力點火提前機構之構造，包括一塊底板，底板與分電盤軸一體轉動；底板上有兩個銷子及二個彈簧柱，二個銷子上分別套裝一只飛重；分電盤凸輪軸套裝在分電

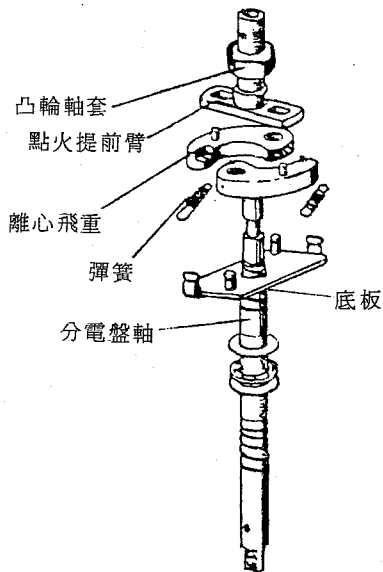


圖 5-8-49 離心力點火提前機構構造〔註42〕

盤軸上，臂有二溝正好套在飛重之銷上；飛重與底板彈簧柱間掛上強弱二只彈簧。動力的傳達由分電盤軸→底板→飛重→飛重銷→凸輪軸套。

(1)引擎靜止或轉速低時，飛重因彈簧力縮攏，如圖5-8-50(a)所示。

(2)引擎轉速升高後，飛重因離心力關係向外飛開，飛重上之銷子嵌在凸輪軸套之溝中，將凸輪軸套順分火頭旋轉方向再提前一角度，如圖5-8-50(b)所示。

2.圖5-8-51所示為另一種離心力點火提前裝置之構造，由與分電盤軸一體之底座與凸輪軸套在一體之驅動板和二個飛重及二條飛重彈簧組成，飛重嵌入驅動板之銷上，飛重之一側與驅動板接觸。

(1)分電盤軸之轉速低時，彈簧力將飛重縮攏，飛重與驅動板之接觸位置靠近銷子，點火未提前，如圖5-8-51(a)所示。

(2)分電盤軸之轉速高時，飛重之離心力克服彈簧之彈力使飛重向外飛開，飛重與驅動板之接觸位置向外移動，使凸輪軸套向前轉一 θ 角度，而使點火時間提前，如圖5-

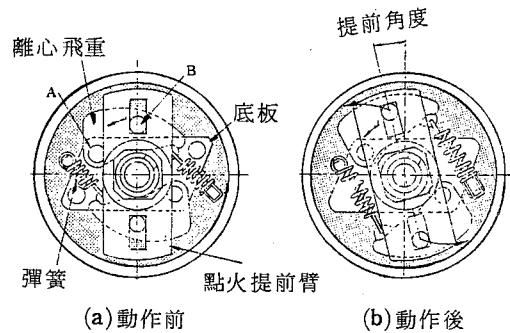


圖 5-8-50 離心力點火提前機構作用(一)〔註43〕

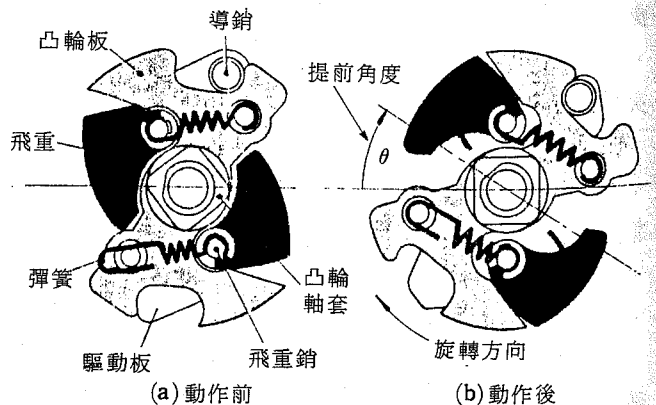


圖 5-8-51 離心力點火提前機構作用(二)〔註44〕

8-51(b)所示。

3. 點火提前作用位置如圖5-8-51(A)所示。

4. 因引擎轉速上升時，進入汽缸之混合汽量增加，且混合汽之渦流或亂流速度增快，燃燒時間加快，故點火提前曲線不是完全與轉速成正比，在低速範圍提前較多，中高速提前較少，高速不變，如圖5-8-52所示。因此，離心力點火提前裝置之彈簧均一條長，一條短，低速時僅短彈簧發生作用，彈簧常數小，單位轉速之增加提前角度較多；高速時，兩條彈簧共同作用以提高彈簧常數。到達極限後，轉速雖再上升，但點火提前度數不變。

(五) 真空點火提前機構之構造作用

1. 引擎負荷變化時，進汽歧管之真空及混合汽之混合比隨著變化，進汽歧管之真空高時，吸入汽缸中之混合汽量減少，壓縮後之壓力低，混合汽密度小，火焰傳播速度慢，且混合汽稀時火焰之傳播速度也慢，因此點火時間需要因負荷變化加以修正。

2. 真空點火提前裝置包括控制部（膜片、彈簧、柱塞等）及移動部（白金接點、底板）等組成，如圖5-8-53所示。

3. 膜片室之真空連接到化油器節汽門之上方處，當真空吸力大於彈簧彈力時，膜片向右移動，經柱塞及連桿使白金接點底板移動，因白金接點底板移動方向與分電盤凸輪軸套之旋轉方向相

反，故接點提前打開，使點火時間提前，圖5-8-54所示為引擎在各種工作情況下之作用。

4. 真空點火提前特性如圖5-8-55所示。當化油器節汽門全閉時（引擎怠速）無真空提前，節

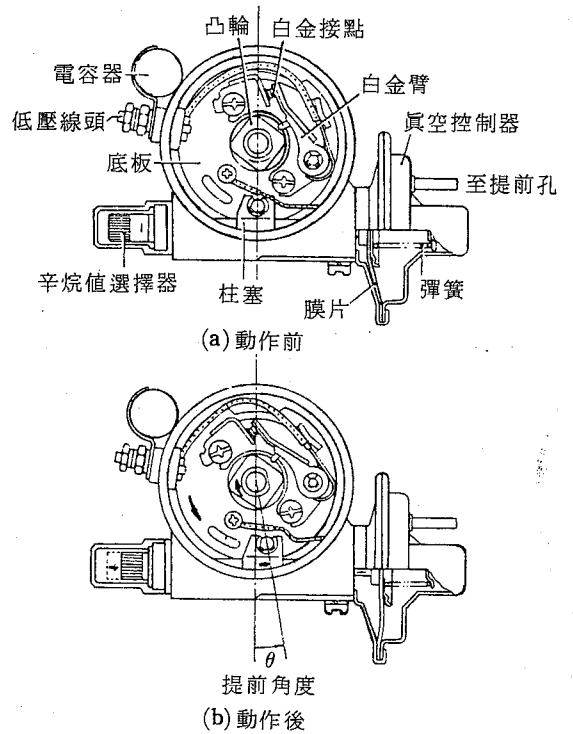


圖 5-8-53 真空點火提前機構構造 [註47]

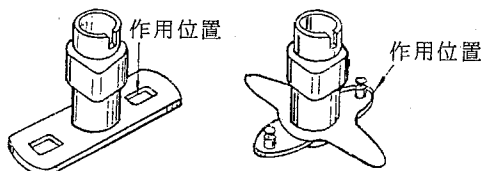


圖 5-8-51(A) 點火提前作用位置 [註45]

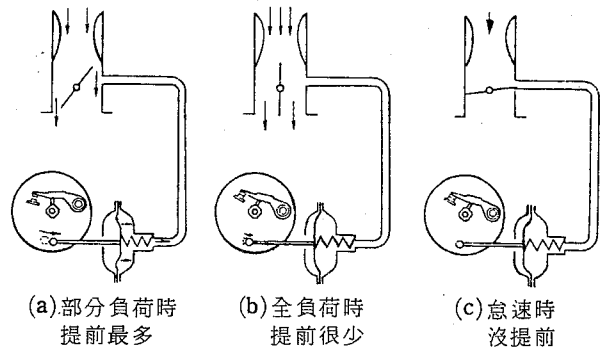


圖 5-8-54 在引擎各種情況下真空點火提前機構之作用

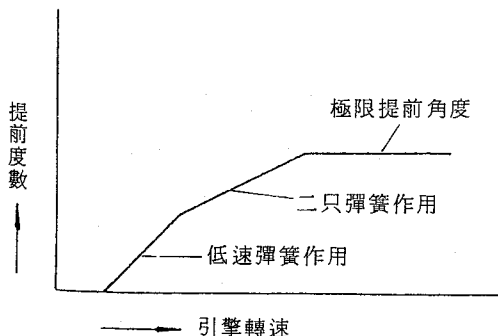


圖 5-8-52 離心力點火提前性能曲線圖 [註46]

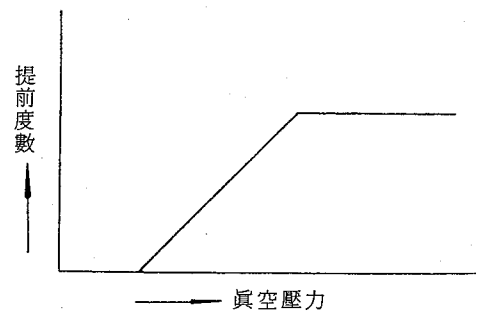


圖 5-8-55 真空點火提前性能曲線圖 [註48]

汽門慢慢打開，引擎轉速逐漸增加，真空隨著逐漸增大，提前角度比例增大。引擎真空到達一定值後即無法再增加，故提前角度保持不變。

8-2-5 低公害引擎點火時間控制裝置

(一)要使引擎發揮最大動力必須要控制點火時間，使混合汽燃燒後產生最大壓力之時間約在上死點後 10° 左右。點火時間太早會使引擎產生爆震，點火太遲則會使引擎過熱、無力，如圖 5-8-56 所示。分電盤之離心力及真空點火提前裝置就是能依引擎轉速及負荷變化隨時改變點火時間而使汽缸中混合汽燃燒產生最大壓力之時間能保持在 A.T.D.C. 10° 左右之裝置，以保持引擎最佳性能。

(二)由於各國對汽車排出廢汽中 HC 及 NO_x 之嚴格限制，為減少 HC 及 NO_x 之排出量，不得不犧牲引擎性能，針對減少排放 HC 及 NO_x 之對策控制點火時間。

1.減少 HC 之排出量——將點火時間延遲時，因燃燒速度較慢，使燃燒末期及排汽系統維持在較高溫狀態，能有效促進 HC 之氧化，而使排出量減少。

2. NO_x 係氮在高溫下與氧結合之結果，燃燒壓力及溫度愈高， NO_x 之發生量愈多。將點火時間延遲時，汽缸中之最高燃燒壓力及溫度均降低，故 NO_x 之排出量可以減少。

3.為減少 HC 及 NO_x 之排出量，不得不將引擎的最佳點火時期在上死點前 α° 延遲到 β° ，如圖 5-8-57 所示。

4. NO_x 在引擎溫度低及輕負荷時不會發生，只有在引擎溫度高及負荷大時才會排出。為保持引擎性能，同時能減少 NO_x 及 HC 之排出，點火時間就要做更精密的控制了。一般點火時間的控制裝置有：

- (1)火花調整閥 SCV(spark control valve)

- (2)火花遲延閥 SDV(spark delay valve)
- (3)火花遲延系統 SDS(spark delay system)
- (4)變速箱火花控制 TCS(transmission controlled spark)
- (5)雙膜片點火時間控制
- (6)電子分電盤調節器 EDM(electronic distributor modulator)

(二)火花調整閥 SCV 點火時間控制裝置

1.圖 5-8-58 所示為火花調整閥 (SCV) 點火時間控制裝置圖，在分電盤真空膜片室與化油器間設有 SCV，以調整作用在分電盤真空膜片室真空之大小。

2.在冷引擎時，SCV 之大氣通路關閉，全部

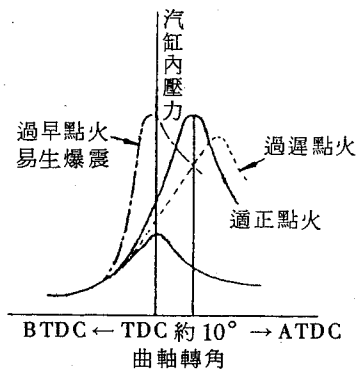


圖 5-8-56 點火時間與汽缸內壓力之關係 [註49]

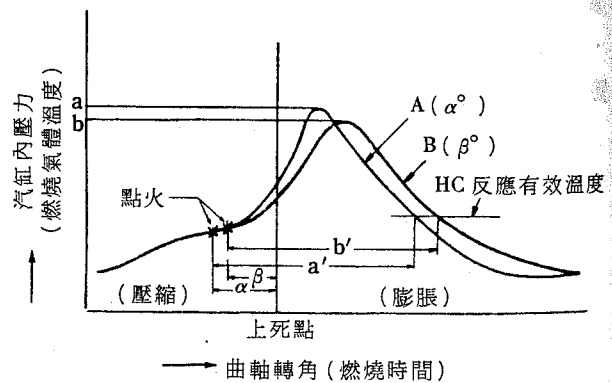


圖 5-8-57 要減少 HC 及 NO_x 排出量需將點火時間從上死點前 α 度延至 β 度 [註50]

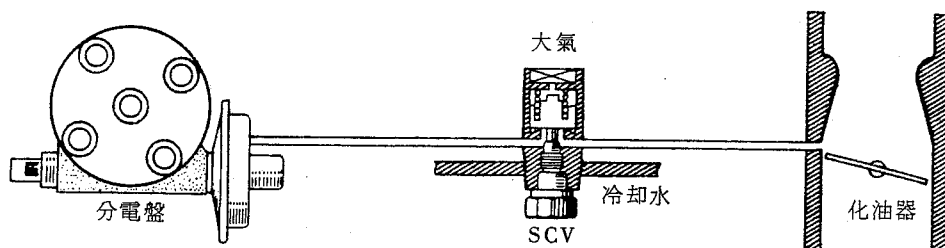


圖 5-8-58 火花調整閥 SCV 系統圖 [註51]

真空均能作用於分電盤真空膜片室，使點火提前正常作用。

3. 在引擎達正常工作溫度以後，SCV通大氣通路打開，大氣漏入真空管中，使真空強度降低，故點火提前度數減少，以減少NO_x及HC之發生量。

4. 當引擎冷卻水溫度過高時，SCV又使大氣通路關閉，使真空點火又恢復正常作用，以防引擎過熱。

(四) 火花遲延閥SDV 點火時間控制裝置

1. 圖5-8-59所示為火花遲延閥之構造，由單向閥、小孔、小孔燒結合金塞、濾網等組成。

2. 火花遲延閥的功用是使節汽門打開時，將化油器傳到分電盤真空膜片室之真空「阻滯」，使延遲一段時間（約15~20秒），分電盤之真空點火提前裝置才能產生作用。使點火提前時間延遲，降低最高燃燒溫度，增長燃燒時間，以減少NO_x及HC之發生。

3. 當化油器端之真空大於分電盤端時，真空需經小孔及燒結合金塞才能到達分電盤，使點火提前作用延遲發生。

4. 當節汽門突然大開，化油器端之真空小於分電盤端時，單向閥立刻打開，使真空迅速降低而使真空膜片能迅速退回，直到兩端之真空平衡

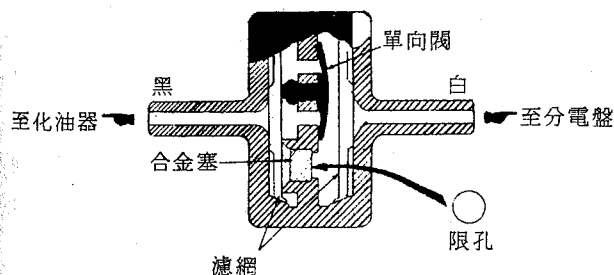


圖 5-8-59 火花遲延閥 SDV 之構造

時，單向閥才關閉。

5. SDV 豐田汽車公司稱為 VTV (vacuum transmitting valve)，五十鈴汽車公司稱為 DV (delay valve)。

(五) 火花遲延系統 SDS 點火時間控制裝置

1. 圖5-8-60所示為火花遲延系統之構造，由溫度真空閥TVSV (thermal vacuum switching valve) 及火花遲延閥SDV所組成。

2. TVSV於引擎未達正常工作溫度時打開通路，使進汽歧管真空直接作用於分電盤真空膜片室，使點火提前度數最多。

3. 溫度正常後，切斷真空通路，使作用於分電盤真空膜片室之真空必須經過SDV控制。

(六) 變速箱火花控制 TCS 點火時間控制裝置

1. 變速箱火花控制系統因汽車製造廠家之不同構造差異甚大，但其基本功能都是相同的。就是汽車在最高速檔 (top) 或超速傳動 (over drive) 行駛時，化油器之真空能全部作用於分電盤真空膜片室，使點火能正常提前。在其他的排檔位置，將大氣導入真空管中，使真空減弱而使點火提前度數減少 (即點火延遲)，以減少NO_x及HC之發生量。而空氣之導入量則依引擎溫度、車速、負荷、排檔位置等做精密控制。

2. 圖 5-8-61 所示為TCS系統示意圖。電氣式真空控制閥VSV(vacuum switching valve)之構造如圖 5-8-62所示，線圈OFF時，彈簧使大氣孔打開，大氣漏入真空道中，使作用在分電盤真空膜片室之真空減弱，而使點火提前減少 (延遲)；線圈ON時，使大氣孔關閉，則全部真空作用於膜片室，使點火提前作用正常。點火提前度數由VSV之ON、OFF比率而改變。

3. 控制器依據水溫感知器、車速感知器、排

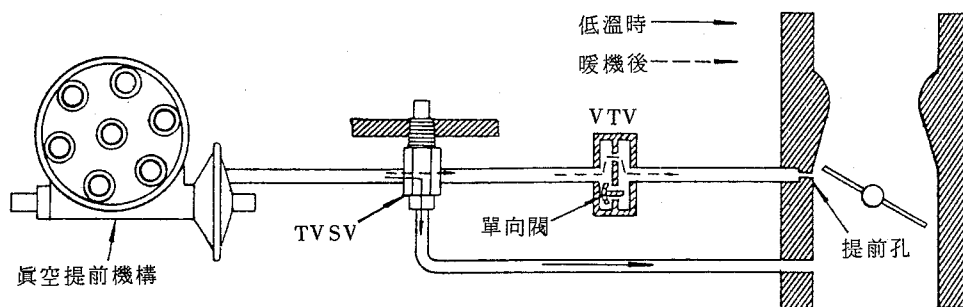


圖 5-8-60 火花遲延系統 SDS 構成 [註52]

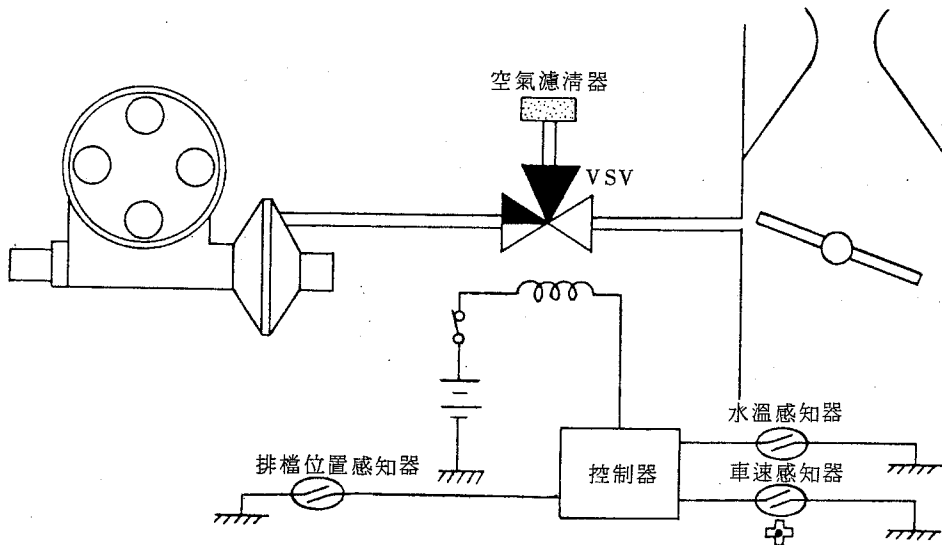


圖 5-8-61 變速箱火花控制TCS 示意圖〔註53〕

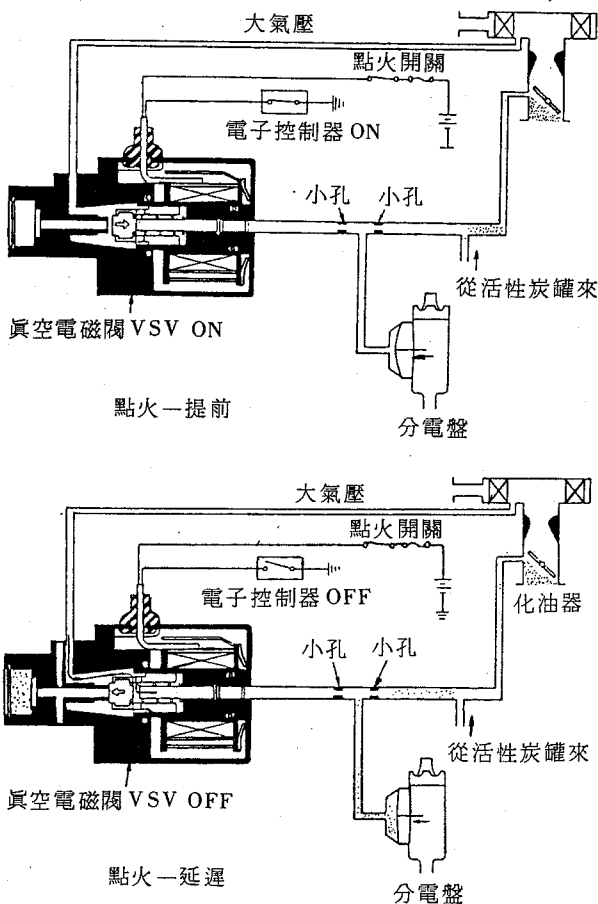


圖 5-8-62 真空電磁閥之作用〔註54〕

擋位置、負荷……等12信號來控制 VSV 中電磁閥 ON、OFF 時間，以調節真空強度，控制點火提前時間。

(七)雙膜片點火時間控制裝置

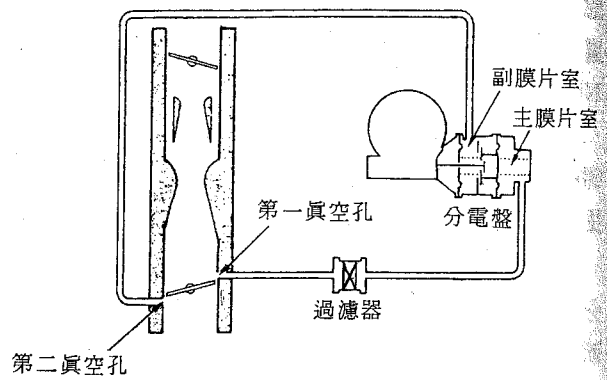


圖 5-8-63 雙膜片點火時間控制裝置

1.圖5-8-63所示為使用雙膜片來控制點火時間之系統圖。

2.分電盤的真空提前膜片室分為主室與副室兩部分。主室與一般之真空點火提前裝置相同，副室為怠速點火提前專用。

3.副室的膜片由第二真空孔作用，第二真空孔在怠速時開口位於節汽門下方，於怠速時真空最強，能使點火提前 6° ，而此時主室之真空提前不作用。因第一真空孔在怠速時開口在節汽門上方，此時為大氣壓力。

4.在正常行駛時，副室不作用而由主膜片室作用。

(八)電子分電盤調節器EDM點火時間控制裝置

1.圖5-8-64所示為福特汽車公司所使用之電子分電盤調節器系統圖。

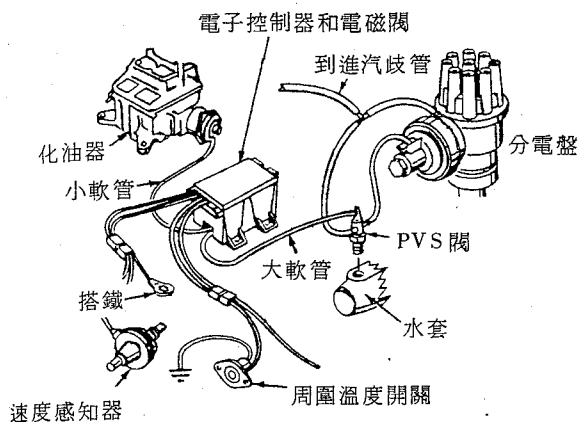


圖 5-8-64 電子分電盤調節器 EDM 點火時間控制系統

2. EDM 系統包括一個速度感知器，一個周圍溫度開關，一個冷卻液溫度開關，一個電子控制器及一個三路電磁閥。

3. 速度感知器是連接在速率表軟軸上，由軟軸驅動磁鐵在線圈中旋轉，轉速到達一定值後，感應之電壓就使電子控制器產生作用。

4. 周圍溫度開關裝在前車門之鉸鏈（合葉）上，感應外面的空氣溫度；當外界空氣溫度低時，將信號送到電子控制器，使分電盤真空提前部分能正常作用。

5. 冷卻液溫度開關為真空通道之控制開關，又叫孔真空開關 PVS (ported vacuum switch)。當冷卻液溫度過高時，本開關超越電子控制調節器，將進汽歧管真空直接通到分電盤，使點火提前增加，避免引擎過熱。

6. 電子控制調節器包括三路電磁閥，裝在儀錶板下，接受來自速度感知器，周圍溫度開關的信號決定電磁閥是否勵磁。當車速高於 40 km/h，周圍溫度到達規定值時，電磁閥勵磁，將來自化油器的真空加於分電盤真空提前部，減速時，來自速度感知器的電壓降低信號，使電磁閥消磁，將來自化油器之真空切斷。

8-2-6 高壓線

(一) 高壓線係連接發火線圈經分電盤蓋到火星塞之電路，傳送高壓電，故稱為高壓線。

(二) 發火線圈感應之高壓電達 25,000 伏特以上，故高壓線的絕緣必須能忍受 30,000 伏特以上的高壓電不發生漏電才行。又在火星塞跳火後，高壓電路上的高週波振動電流會放射出去干擾無線電波，而使收音機產生雜音，因此高壓線也應設

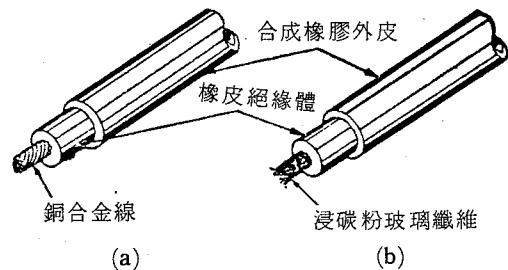


圖 5-8-65 高壓線的構造

法防止。

(三) 圖 5-8-65 所示為高壓線之構造，圖 (a) 為一般金屬芯高壓線以銅合金或鋼絲製成，外面包以很厚的絕緣橡皮，最外層為耐磨損的保護用合成橡皮。圖 (b) 為現代汽車所普遍採用之高電阻高壓線，使用玻璃纖維浸碳粉做為芯線，約有 1 kΩ ~ 10 kΩ 電阻，此電阻對點火性能沒有影響，但能對高週波電流產生衰減作用，以防止干擾收音機。芯線外包一層棉紗線，外面再包以很厚之絕緣橡皮，外層為耐磨的高強度保護用合成橡皮。

8-2-7 火星塞

一、概述

(一) 引擎每一汽缸之汽缸蓋上都裝有一只火星塞（日產 Z 型引擎使用二只），將分電盤送來的高壓電從中央電極跳到搭鐵電極產生火花，以點燃混合汽。

(二) 汽缸中混合汽燃燒時之壓力可達 35~50 大氣壓，溫度達 2000°C 以上，進汽時吸入之混合汽溫度與大氣溫度相近。火星塞需暴露在這種極端變動之惡劣環境下工作，且需耐數萬伏特以上之高壓電，因此對火星塞性能要求也特別嚴格。

(三) 火星塞應具備之性能：

1. 具有持久的機械強度、耐熱性及絕緣性。
2. 在高溫下也能保持良好的電氣絕緣性。
3. 具有良好的氣密性。
4. 具有耐腐蝕性。
5. 中央電極能維持適當的溫度。

二、火星塞的構造

(一) 圖 5-8-66 所示為火星塞的基本構造，主要部分有絕緣瓷體、外壳、電極等三部分。

(二) 絕緣瓷體

火星塞之絕緣瓷體需能耐高溫、高壓，及具有良好的絕緣性能，一般採用硬質瓷器或特殊鋁

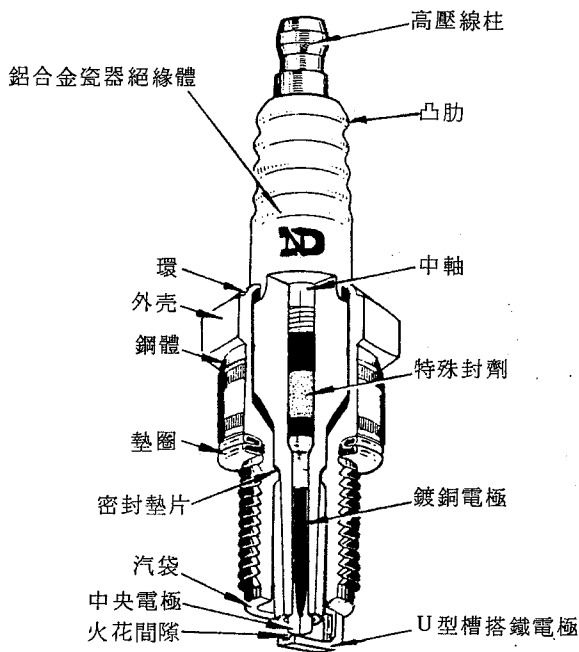


圖 5-8-66 火星塞構造 [註55]

合金瓷器製成。表面有凸出肋條，以提高絕緣性。

(三) 外壳

1. 火星塞之外壳部分為合金鋼製成，包括六角之鋼體及螺牙兩部分，火星塞螺牙規格係世界統一規格，如表 5-8-3 所示，汽車用引擎以使用 14 mm 最多。

表 5-8-3 火星塞螺牙規格

螺紋外徑 (mm)	螺距 (mm)
18	1.50
14	1.25
12	1.25
10	1.00

2. 螺牙長度一般分 $\frac{3}{8}$ "、 $\frac{7}{16}$ "、 $\frac{1}{2}$ " 及 $\frac{3}{4}$ " 四種，美國汽車以使用 $\frac{3}{8}$ "、 $\frac{7}{16}$ " 二種長度較多，歐、日汽車以使用 $\frac{1}{2}$ " 及 $\frac{3}{4}$ " 二種較多。螺牙長度之選用必須正確，若誤裝過長之火星塞，可能與活塞相碰而損壞，且因伸入太多，散熱不良，會導致過熱而發生預燃 (pre-ignition) 之故障；反之，若使用太短之螺牙，火星塞縮在孔內，孔常被廢汽淤塞，點火性能大為劣化，甚至不點火，如圖 5-8-67 所示。

(四) 電極

1. 火星塞之電極由中央電極及外壳之搭鐵電極構成。中央電極必須導電性良好，放電容易，且放電時電極之消耗需極少，因此一般使用鎳或鎳合金製成，亦有使用鉑合金做電極。

2. 火星塞電極間隙係指中央電極與邊電極間之距離，測量時必須使用圓棒型火星塞間隙規，測值才正確，一般普通點火系之火星塞電極間隙為 0.7~0.8 mm，電子點火系之火星塞間隙可達 1.0~1.5 mm。

3. 各種火星塞之電極形狀如圖 5-8-68 所示。

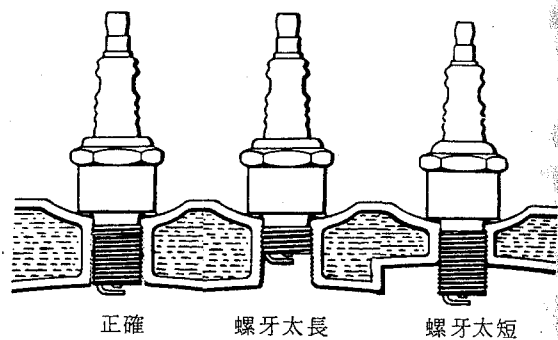
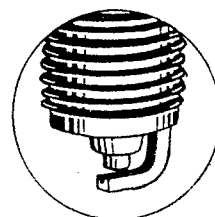


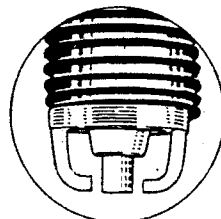
圖 5-8-67 火星塞螺牙長度須正確選用



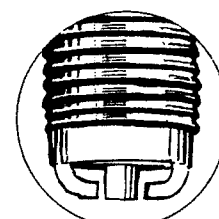
U型槽搭鐵電極



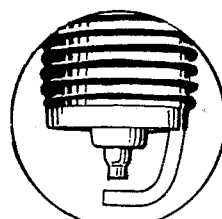
細電極



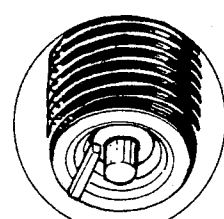
ET型凸出雙極



EA型平雙極



LPG 用



賽車用

圖 5-8-68 火星塞電極形狀 [註56]

三、火星塞的熱域

(一)火星塞中央電極散熱的難易程度稱為熱域 (heat range)，散熱路線長的火星塞，中央電極之溫度較高，稱為熱式火星塞；散熱路線短的，中央電極溫度較低，稱為冷型火星塞，如圖 5-8-69 所示。

(二)火星塞各部散熱的分配比例如圖 5-8-70 所示。

(三)火星塞熱域型別與引擎使用之關係一般依以下原則：

1. 熱型火星塞：使用在低壓縮比、低速、水冷式及四行程引擎。

2. 冷型火星塞：使用在高壓縮比、高速、氣冷式及二行程引擎。

(四)火星塞中央電極溫度應保持在 450 ~ 950 °C 之間，如果溫度高於 950 °C 時，混合汽很容易

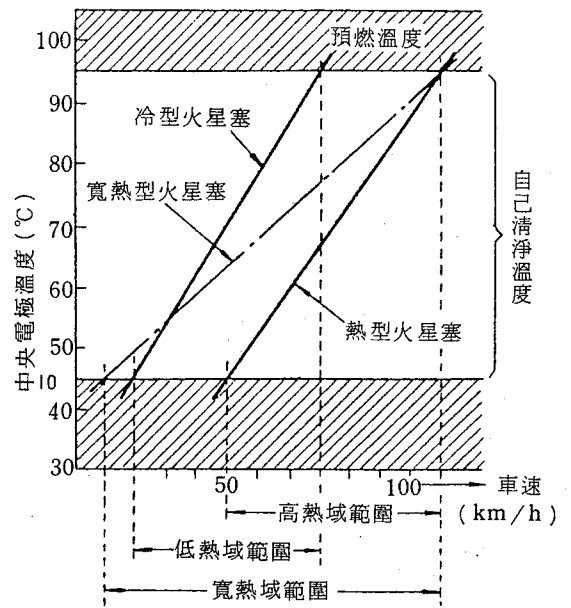


圖 5-8-71 火星塞熱域與車速之關係

發生自然着火，而產生預燃，造成爆震，使引擎運轉不穩、無力。若火星塞之電極溫度低於 450 °C 時，因溫度低，電極周圍很容易發生積碳，而使跳火電壓降低，火花微弱。電極溫度如保持在 450 ~ 950 °C 之間，電極能將積碳燒去，有自己清淨的作用，如圖 5-8-71 所示。

(五)現在有一種寬熱域火星塞，使用特殊電極，能適應較廣之溫度變化。

(六)火星塞熱域之表示方法各廠家均不相同，表 5-8-4 為世界各大火星塞製造廠產品規格對照表。

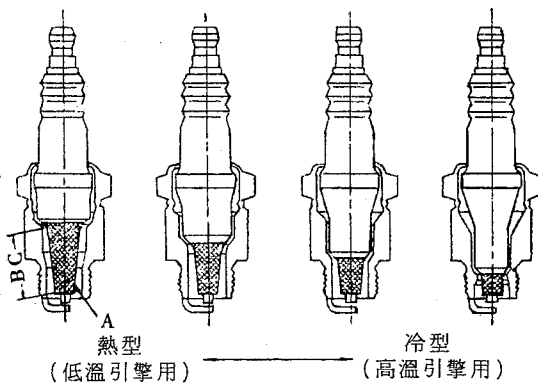


圖 5-8-69 火星塞之熱域

四、火星塞點火火花

(一)圖 5-8-72 所示為火星塞點火火花電壓與電流之關係。當白金接點分開，發火線圈感應出二次高壓電，經高壓線送到火星塞，二次電壓升到 b 點時，到達火星塞放電電壓（約 5 ~ 10 kV），電極間開始產生火花。

(二)一般將火花分成容量火花與感應火花（亦稱誘導火花）二部分。圖 5-8-72 所示中之 b - c 段為發火線圈貯存之電力能量放出之火花，稱為容量火花，以高週波振動放電為白色光亮的強烈火花，電流量極大，但持續時間極短。圖 5-8-72 所示中之 c - d 段為感應火花，係發火線圈二次迴路因產生容量火花所流過之高週波振動電流而感應產生之電流所產生之火花，電壓低（約 300 V），電流小，繼續時間長，火花顏色為淡紫色。

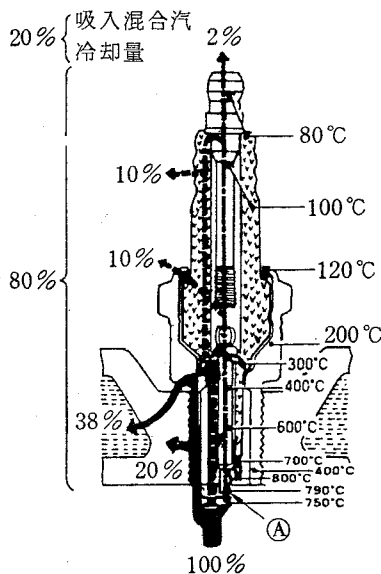


圖 5-8-70 火星塞散熱路線分佈 [註57]

表 5-8-4 世界各大火鋸製造廠產品規格對照表 (註58)

外徑	絲 深度	六角 2面寬	熱域	電 裝	BOSCH	N G K	日 立	相 當 型 式			K L G	L O D G E
								CHAMPION	A	C		
18mm	12mm	25.4mm (22mm)	熱型	M14	M145T1	A-4	86	D-16	C86	BT8	M30	SC, BBL
			冷型	M17	M175T1	A-6	85	D-10	C83	BT4	M50	C1, C3
18mm	12mm	20.6mm	熱型	MW17		AB-6	84	D-9	C82	BT3	M80	CV, CVN
			冷型	MW22		AB-7	85-S	D-6	C81	BT2	M100	H1, H3
14mm	9.5mm	20.6mm	熱型	W9	W95T3	A-4F AP-4F	86-VP	870-14Y	86T 85TS	BF7 BF82	MT50 MT35P	CTN18 CTNY
			冷型	W14	W145T3	A-6F AP-6F	86-VP	860-11Y	85T	84T 84TS	BTF6 BF42	TM150 MT45P
14mm	12.7mm	20.6mm	熱型	W17	W175T3	B-2	48	J-11 J-18Y	46 46S	A9 A82	TFS20	BAN
			冷型	W22	W225T3	B-4 BP-4	46	J-8 J-12Y	45 45S	A7 A52	TFS30	TFS50
14mm	19mm	20.6mm	熱型	W24	W240T3	B-6 BP-6	45	J-7 J-10Y	44 44S	A5 A42	FS70	HAN
			冷型	W24E	W240T3	B-7	44	J-6 J-9Y	43 43S	A3 A32	FS75	FS100
12mm	12.7mm	18mm	熱型	X17F	X175S1	BP-2E	M46	L-5	47FF	AE82	F20	BN
			冷型	X20F	X20FS	BP-4E	M45	L-10 L92Y	46FF 45FFS	AE6 AE62	F50	F70
12mm	19mm	18mm	熱型	W22E	W225T2	BP-6E	M44	L-7 L-85	44FF 44FFS	AE1 AE42	F75	HN
			冷型	W24E	W240T2	BP-6EW	M44	L-5	42FS	AE3	F80 F100	FE20
10mm	8.5mm	16mm	熱型	U17	U175	C-4H	L16	N-21 N-16Y	47XL	AGS-125	FE20	BLN BL18
			冷型	U20F	U20FB	C-6H	L14	N-18 N-14Y	46XL 46XLS	AG7 AG82	FE30	FE50
PF 1/2"	22.5mm	23.8mm	熱型	U22F	U22FS	C-6M	L13	N-3 N-10Y	44N	AG5 AG52	FE70 FE55P	HBLN
			冷型	U24F	U24FB	C-7HW	L44	N-6 N-10Y	45XL 45XLS	AG4 AG42	AG3 AG32	FE75 FE75P
PF 1/2"	22.5mm	23.8mm	熱型	U24F	U24FB	C-9H		N-4 N-9Y	43N 44XLS	AG4 AG42	FE80	2HLN
			冷型	U24F	U24FB	C-9H		N-3				

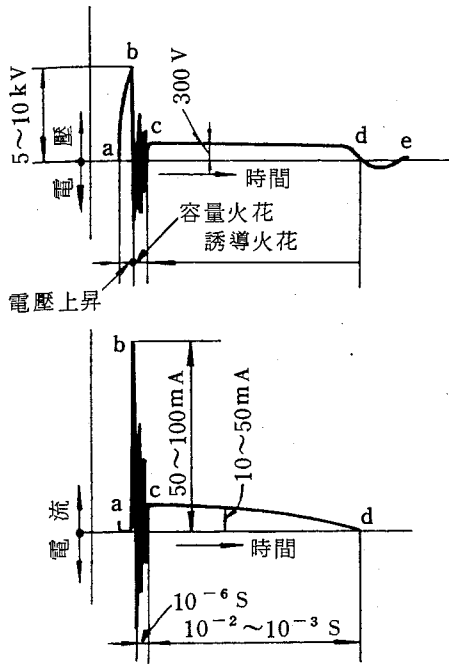


圖 5-8-72 火星塞點火火花與電壓及電流 [註59]

(二)點火火花之成分因火星塞電極間隙、壓力、溫度等而變化。電極間隙增加，則放電電壓升高，容量火花成分增加，感應火花之成分減少。如果電極間隙一定，壓力增加時則兩成分均增加，間隙、壓力一定而溫度升高時，容量成分減少，感應成分增加。

五、影響跳火電壓之因素

(一)電極間隙愈大跳火電壓愈高；電極形狀愈尖則跳火電壓愈低，圖5-8-73所示為在大氣壓下不同電極形狀及間隙之跳火電壓。圖5-8-74所示

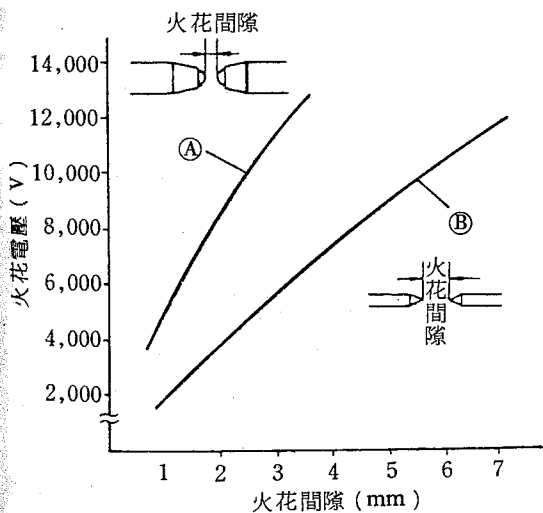


圖 5-8-73 大氣壓下電極形狀與間隙大小與跳火電壓之關係 [註60]

為各種電極形狀跳火難易程度。

(二)汽缸內之壓力愈高，跳火電壓也愈高；混合汽溫度愈高則跳火電壓愈低。圖5-8-75所示為混合汽壓力及溫度與跳火電壓之關係。

(三)混合汽之混合比以 9 : 1 左右跳火電壓最低，太濃或太稀之混合比均使跳火電壓增高。混合比高低亦影響電極溫度，混合比在 15 : 1 左右燃燒情況最佳，故電極溫度最高，混合比太濃或太稀均使電極溫度降低。圖5-8-76所示為混合汽混合比與跳火電壓及電極溫度之關係。

(四)電極溫度愈高跳火電壓愈低。圖5-8-77所示為跳火電壓與電極溫度之關係。

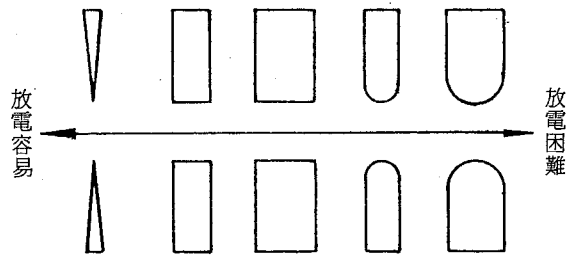


圖 5-8-74 各種電極形狀與跳火難易之關係 [註61]

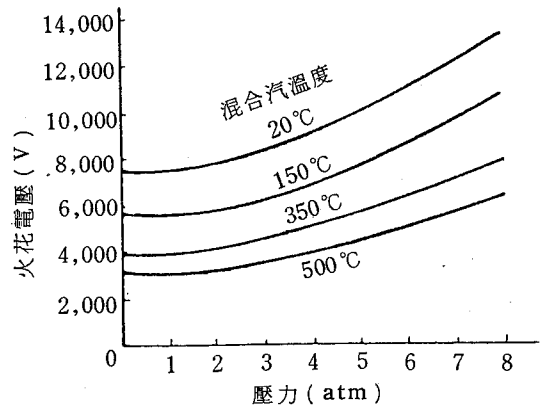


圖 5-8-75 混合汽溫度、壓力與跳火電壓之關係 [註62]

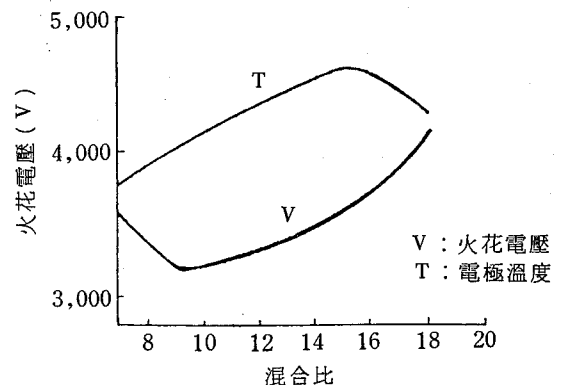


圖 5-8-76 混合汽混合比與跳火電壓及電極溫度之關係 [註63]

(五)空氣之相對濕度愈高，則電極溫度愈低，故跳火電壓愈高，圖5-8-78所示為相對濕度與電極溫度及跳火電壓之關係。

(六)高壓電極性，中央電極為負時跳火電壓較低。圖5-8-79所示，電極間隙在4 mm以下時，中央電極為負時跳火電壓較低（火星塞電極間隙約1 mm左右）。但在4 mm以上則相反。

六、火星塞之壽命

(一)火星塞電極經長時間使用後，電極會消耗，首先容易放電之銳角部分先消耗，使跳火困難

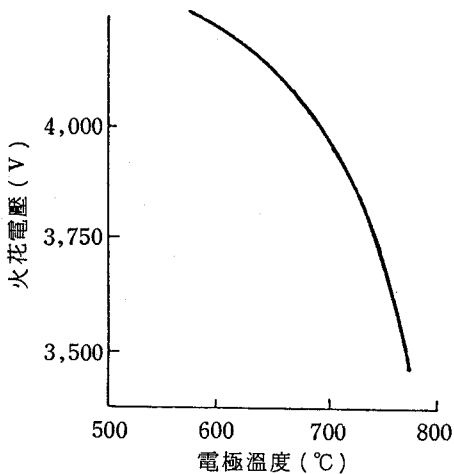


圖 5-8-77 電極溫度與跳火電壓之關係 [註64]

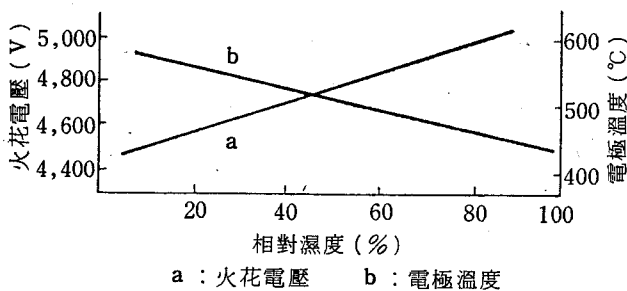


圖 5-8-78 空氣相對濕度與電極溫度及跳火電壓之關係 [註65]

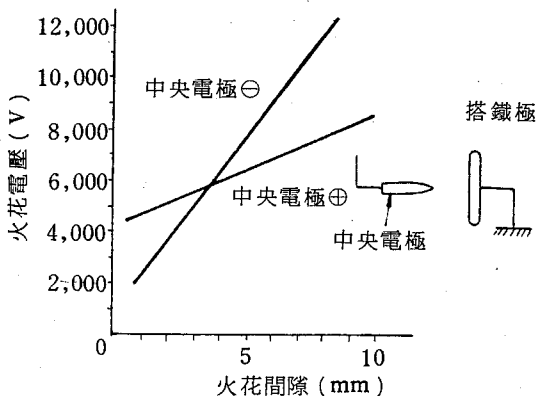


圖 5-8-79 中央電極正負極性與跳火電壓關係 [註66]

，且間隙因消耗而漸增大（一般汽車每行駛一萬公里電極消耗 0.1~0.15 mm），而使火星塞之跳火電壓升高。圖5-8-80所示為汽車行駛距離與電極消耗及跳火電壓之關係。電極由銳角變成圓形之階段（約4000公里），跳火電壓之升高極速。

(二)火星塞污損或跳火電壓太高後，若不換新，則車輛耗油量大增，反而不經濟。一般火星塞之經濟壽命一般水冷式四行程引擎約 10,000~16,000 公里，一般氣冷式或二行程引擎約 5,000~8,000 公里，一般單缸之機車約 3,000~5,000 公里。

(三)影響火星塞壽命因素非常多，如破損、引擎過熱、熱型不合、汽缸上機油、裝置不當等均使火星塞壽命大為縮短。

七、跳火電壓、能供電壓與儲備電壓

(一)發火線圈所能輸出之最高電壓稱為能供電壓 (available voltage)，一般均需在 25,000 V 以上。高壓電能跳過火星塞之電壓稱為跳火電壓 (required voltage)。能供電壓必須大於跳火電壓，否則火星塞不跳火，能供電壓 - 跳火電壓 = 儲備電壓。

(二)發火線圈能供電壓之高低主要決定於一次線圈充磁量之大小，而影響一次線圈充磁量之因素如下：

1. 白金接點情況——白金接點不潔或燒燬時充磁量減少。
2. 白金閉角大小——白金閉角太小時高速充

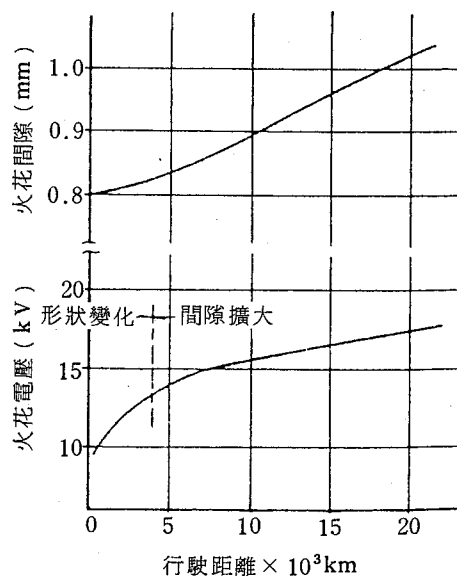


圖 5-8-80 汽車行駛里程與火星塞間隙及跳火電壓之關係 [註67]

磁量不足。

3.引擎轉速——引擎轉速愈高，充磁量愈少。

4.白金臂彈簧力——白金臂彈簧力太弱時白金接點會跳動，而使充磁量減少。

5.一次線路電阻大小與一次電路電壓也影響能供電壓。

(二)點火系統保養不良時能供電壓會減少5000~7000V，火星塞經長久使用後，因電極消耗及形狀改變，會使跳火電壓升高3000~8000V(達到8000~25,000V)，因此如果點火系保養不良，火星塞又太陳舊，常會使能供電壓低於跳火電壓，火星塞不跳火，而使引擎無力、浪費汽油，圖5-8-81所示為跳火電壓與能供電壓之關係。

八、火星塞不跳火與混合汽不着火

(一)混合汽不能點火燃燒，一般稱為失火(

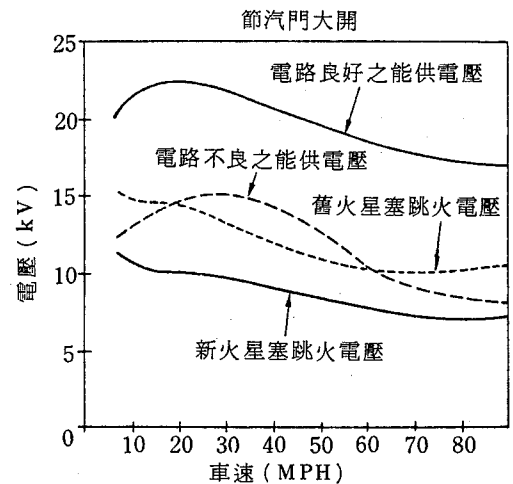
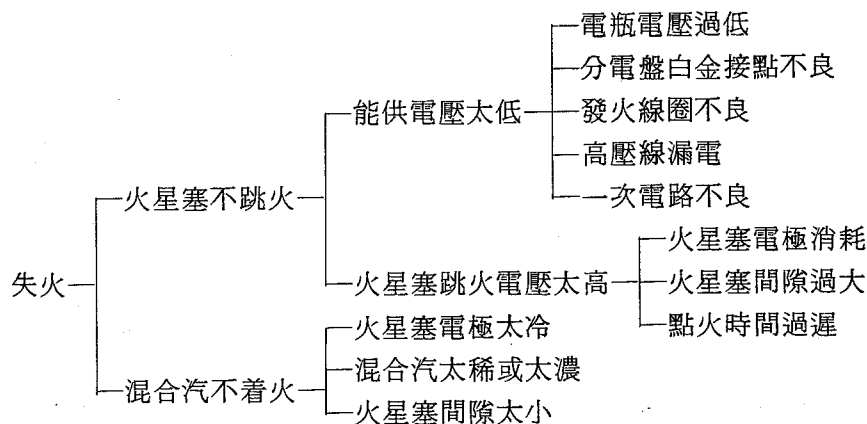


圖 5-8-81 跳火電壓與能供電壓之關係 [註68]

miss fire)，造成失火之原因有兩大類，其原因如下：



(二)火星塞不跳火

火星塞不跳火之主因為能供電壓低於跳火電壓，一般容易發生火星塞不跳火之情況為怠速、加速及高速，如圖5-8-82所示。

1.怠速不跳火：在怠速時白金接點容易發生

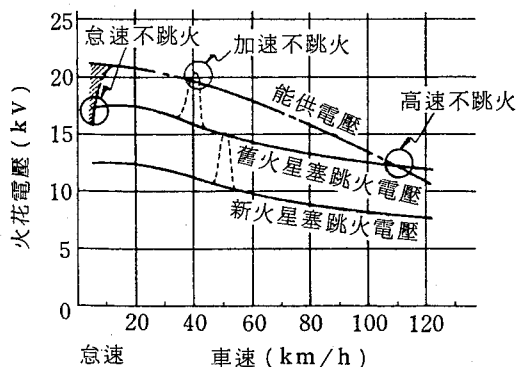


圖 5-8-82 火星塞不跳火之失火 [註69]

弧光，白金接點發生弧光時使二次電壓降低，當二次電壓低於火星塞之跳火電壓時則不跳火。

2.加速不跳火：在加速時進入汽缸中之混合汽量大增，壓縮後之壓力高，跳火電壓也高，常超過能供電壓而不跳火。

3.高速不跳火：在高速時發火線圈充磁不足，能供電壓降低，對跳火電壓要求高之舊火星塞常會不跳火。

(三)混合汽不着火

火星塞雖然有跳火，但無法使混合汽着火燃燒之情況亦常常發生：

1.混合汽過稀或過濃均使着火較為困難，容易發生不着火現象。

2.火星塞間隙小時，冷的電極常使火花點燃之火焰核受到冷卻而發生消焰作用，使火焰無法擴大而消失，如圖5-8-83所示。

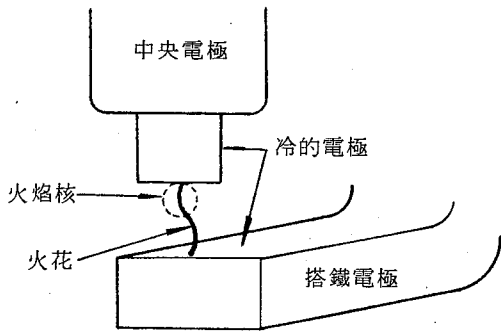


圖 5-8-83 火焰核之形成與消焰作用〔註70〕

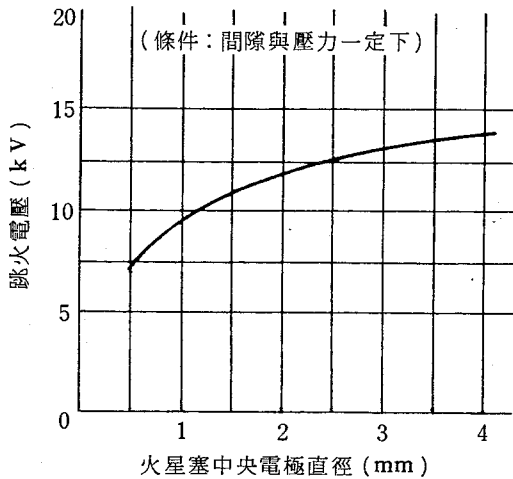


圖 5-8-84 中央電極直徑與跳火電壓之關係〔註71〕

四防止失火的方法

1. 提高火星塞之跳火性能之方法
 - (1) 使用較小直徑之中央電極，圖5-8-84所示為中央電極直徑與跳火電壓之關係。
 - (2) 使用較狹之電極間隙（但太小時會影響着火性）。
2. 提高混合汽着火性能之方法
 - (1) 增大電極間隙，可以減少電極的消焰作用，圖5-8-85所示為火星塞間隙、混合比與着火性之關係。
 - (2) 使用細直徑之中央電極，細電極消焰作用減少。圖5-8-86所示為使用細直徑中央電極提高着火性之情形。
 - (3) 使用U型溝搭鐵電極，U型溝搭鐵電極可使消焰作用減少，提高着火性能，如圖5-8-87所示。
 - (4) 增加中央電極之突出量，中央電極突出愈多着火性能愈佳，如圖5-8-88所示。

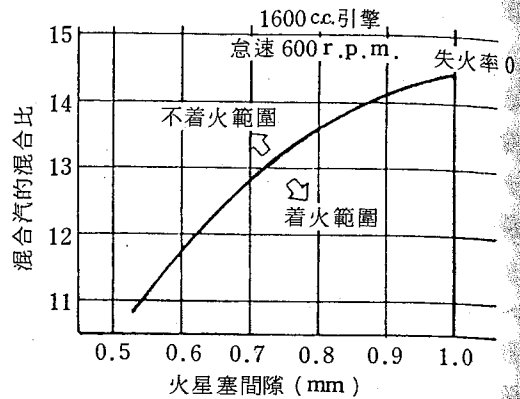


圖 5-8-85 火星塞間隙、混合比與着火性關係〔註72〕

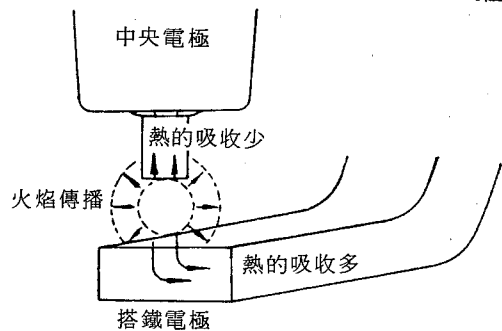


圖 5-8-86 使用細直徑中央電極能提高着火性〔註73〕

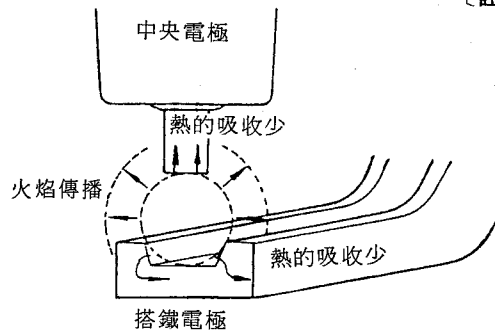


圖 5-8-87 使用U型溝搭鐵電極可提高着火性〔註74〕

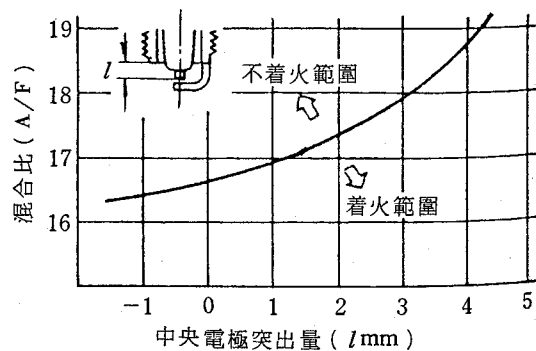


圖 5-8-88 中央電極突出量與着火性之關係〔註75〕

返回目錄

第三節 電晶體點火系統

8-3-1 概述

一、普通點火系統因白金接點通過電流有限，且壽命短，經常需要保養調整，在性能上不能突破，無法適應現代高轉速、高出力、低污染的引擎需求。在1970年代，僅少數的高性能引擎使用電晶體點火系統，到了1980年代，除少部分廉價車或商用車仍使用普通點火系統外，幾乎大部分的車子都已改用高性能的電晶體點火系統了。

二、電晶體點火系統之優點：

(一)能供電壓提高，尤其是高轉速時之能供電壓高，不會有漏火情形。圖5-8-89所示為普通點火系與電晶體點火系能供電壓之比較。

(二)在引擎任何轉速性能均可靠。

(三)保養少。

(四)點火提前反應迅速。

三、普通點火系統之線路，各汽車廠所用者均相同，但在電晶體點火系統，每一廠家之產品其線路設計均不相同，必須依據廠家提供之資料才能了解其作用及檢修方法。本書僅將最具有代表性之點火系統做介紹。

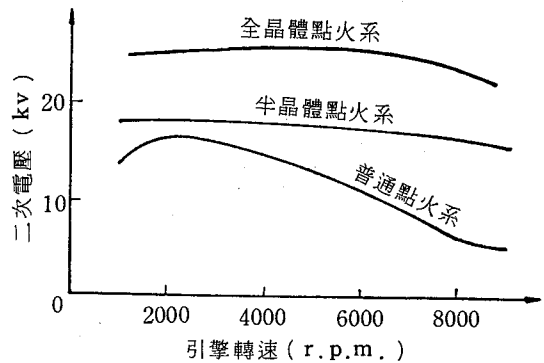
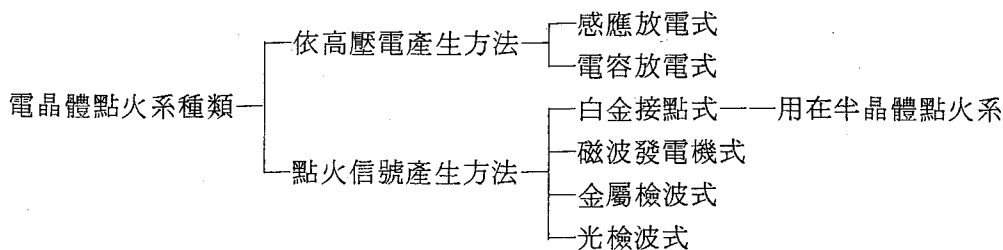


圖 5-8-89 普通與電晶體點火系能供電壓之比較

四、早期之電晶體點火系統仍使用白金接點來控制一次電流之斷續，稱為半晶體點火系統，因機械控制之白金接點組磨損仍不能避免，需常做定期保養工作。故現代汽車之點火裝置改用感應裝置來控制一次電流之斷續，稱為全晶體點火系統，因無機械接觸，可以完全免除保養工作。

五、電晶體點火系統之種類

電晶體點火系統可依高壓電之產生方式及點火信號觸發器之信號產生方式來分類：



(一)感應放電式點火系

1. 汽車用點火系統大部分屬於此式，與普通點火系統相似，係以電瓶之電壓使電流流過發火線圈之一次電路，利用觸發器之信號控制一次電流之斷續，於一次電流切斷時，使發火線圈之磁場迅速崩潰，而使二次電路感應產生高壓電之方法。一般可以產生約30,000V之高壓電，火星塞跳火時間可達1,800 μs (1 μs = 0.001 ms = 0.000001 s)。

2. 感應放電式點火系之特點

(1) 利用發火線圈儲存能量：

$$W = \frac{1}{2} L I^2$$

W：電功率（瓦特）

L：電感量（亨利）

I：電流（安培）

(2) 在切斷一次電流時，二次電路感應高壓電。

(3) 引擎轉速愈快，一次電流愈少，二次電壓愈低。

(二)電容放電式點火系

1. 部分歐洲車及大部分機車用此式，一般稱為CDI點火系 (capacitive discharge ig-

inition system)。係以電瓶經變壓使控制器中之電容器充電，該電容器可充電達 300 V，當點火信號傳到時，使電容器放電到發火線圈之一次電路，此一突然通過之電壓使一次電流擴大產生磁場，而使二次電路感應高壓電之方法，一般可以產生 30,000V 以上之高壓電，火星塞跳火時間極短，只能維持 200 μs，火花之強度較感應放電式強，可以使很差之火星塞跳火。

2. 電容放電式點火系之特點

(1) 利用電容器儲存能量：

$$W = \frac{1}{2} CV^2$$

W：電功率

C：電容量

V：電壓

(2) 在通入一次電流時，使二次電路感應高壓電。

(3) 引擎轉速愈快，點火系耗用電流愈大（低速約 1 A，高速約 5 A），但二次電壓保持不變。

3. 圖 5-8-90 所示為感應放電式與電容放電式。

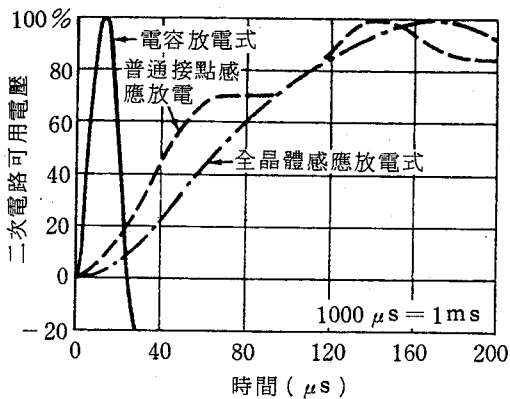


圖 5-8-90 感應放電式與電容放電式點火系二次電壓到達時間之差異 [註76]

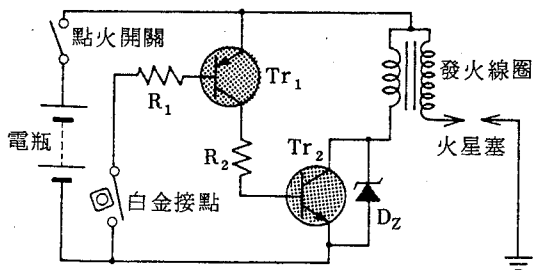


圖 5-8-91 使用白金接點控制信號 [註77]

點火系二次電壓到達時間之差異。

(二) 白金接點式信號產生器

1. 圖 5-8-91 所示為使用白金接點產生信號以控制一次電路之早期電晶體點火系統基本電路（一般稱為半晶體點火系統）。

2. 當接點閉合時使控制組之電晶體導通，一次電流流入發火線圈；當接點分開時，使電晶體切斷，一次電流不再流入發火線圈而使二次電路感應高壓電。

3. 用此種方式，接點僅以 1/10 之電流控制電晶體之通斷（如一次電流為 5 A 時，經過接點之電流僅 0.5 A）。白金接點不會燒壞，但接點臂之膠木與凸輪接觸仍會磨耗，仍需做定期保養調整。另外，在引擎高速時，其效率亦會降低。

(四) 磁波發電機式信號產生器

1. 圖 5-8-92 所示為磁波發電機式信號產生器之構造，為目前使用最多之電晶體點火信號產生器，包括信號轉子（signal rotor）、永久磁鐵、拾波線圈（pick up coil）三部分。信號轉子裝在分電盤軸上，拾波線圈繞在永久磁鐵邊之支架上，兩者成一體裝在分電盤之底板上。

2. 圖 5-8-93 所示為磁波發電機之作用，圖 5-8-94 所示為拾波線圈磁力線通過量與感應電壓之關係。

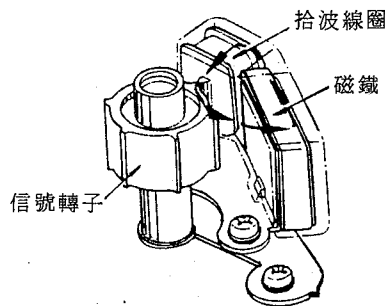


圖 5-8-92 磁波發電機信號產生器 [註78]

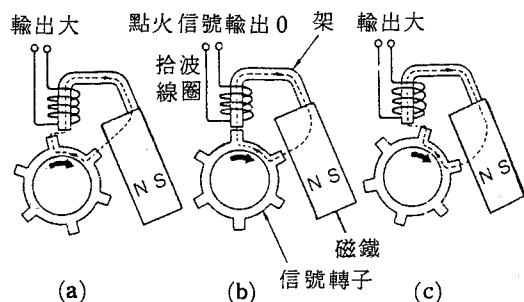


圖 5-8-93 磁波發電機之作用 [註79]

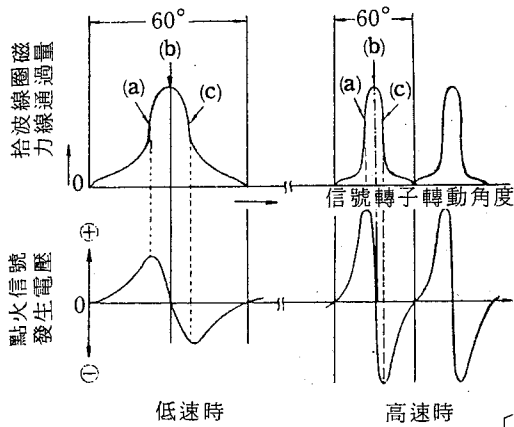
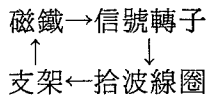


圖 5-8-94 拾波線圈磁力線通過量與感應電壓之關係 [註80]

(1)永久磁鐵產生之磁力線路徑如下：



(2)通過拾波線圈之磁力線，於信號轉子不轉時，磁力線無變化，拾波線圈則不產生任何作用。

(3)當信號轉子旋轉時，依圖5-8-93所示(a)→(b)→(c)→(a)之順序而改變信號轉子突起部與支架及磁鐵之空氣間隙 (air gap)，使拾波線圈通過的磁力線跟著變化，因磁力線的變化，使拾波線圈感應之電壓也隨著變化。

(4)當信號轉子突起部靠近拾波線圈中心之支架時，空氣間隙最小，磁阻最小，通過之磁力線最多，如圖5-8-93及圖5-8-94之(b)所示，因磁力線之變化量最少 ($\Delta\phi = 0$)，故拾波線圈沒有感應電壓 ($V = 0$)。

(5)當信號轉子突起部距離拾波線圈中心之支架最遠時，空氣間隙最大，磁阻最大，通過之磁力線最少，如圖5-8-93及圖5-8-94之(a)(c)所示。此時磁力線單位時間之變化量最大，故拾波線圈感應之電壓最高。

(6)如圖5-8-94所示，當引擎轉速低時，單位時間磁力線之變化量較少，故拾波線圈感應之電壓較低。當引擎轉速高時，因單位時間磁力線之變化較多，故拾波線圈感應之電壓也較高。

3.圖5-8-95所示為德可雷美 (Delco-Remy))，圖5-8-96所示為克雷斯勒，圖5-8-97所示為

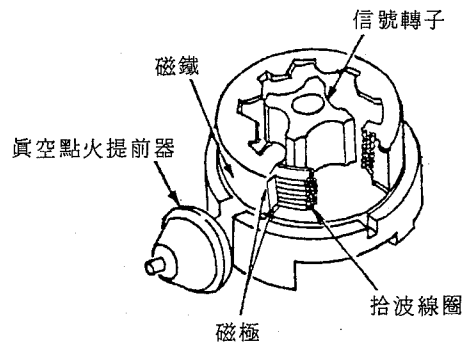


圖 5-8-95 德可雷美磁波發電機構造

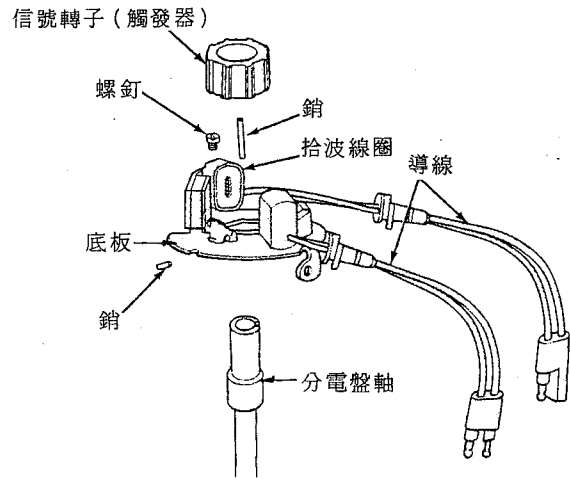


圖 5-8-96 克雷斯勒磁波發電機構造

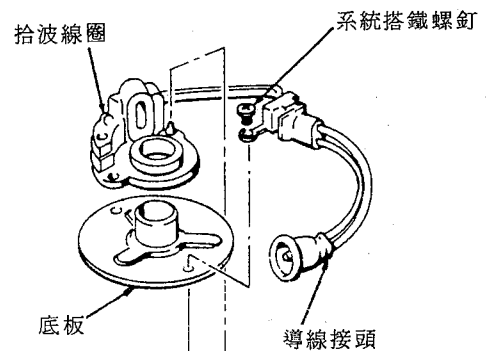
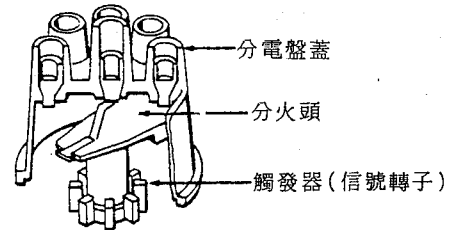


圖 5-8-97 福特磁波發電機構造 [註81]

福特等磁波發電機之構造，圖5-8-98為GM使用曲軸轉動而產生信號電壓之磁波發電機構造。各廠牌之磁波發電機構造及裝置雖不相同，但其作用原理是相同的。

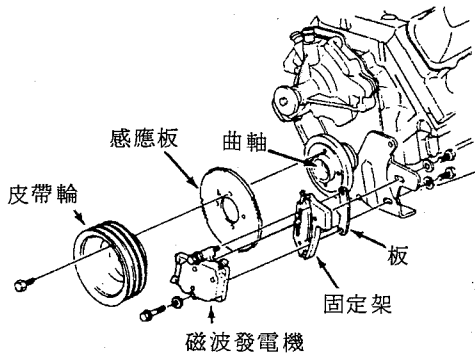


圖 5-8-98 使用曲軸控制之磁波發電機 [註82]

(五) 金屬檢波信號產生器

金屬檢波信號產生器用在美國汽車公司之 BID (breakerless inductive discharge) 點火系統，為一種磁波發電機之改變形式。如圖 5-8-99 所示，將原有之永久磁鐵改變為電磁鐵而提供磁場，電瓶電壓經控制器而提供電壓給電磁線圈，信號轉子上之金屬齒旋轉時，改變電磁場及電磁線圈內之電壓，這種電壓的改變可由控制器感應到。此式在引擎低轉速時可提供較磁波發

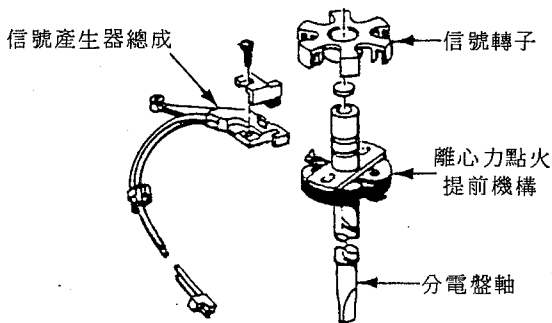


圖 5-8-99 金屬檢波式信號產生器 [註83]

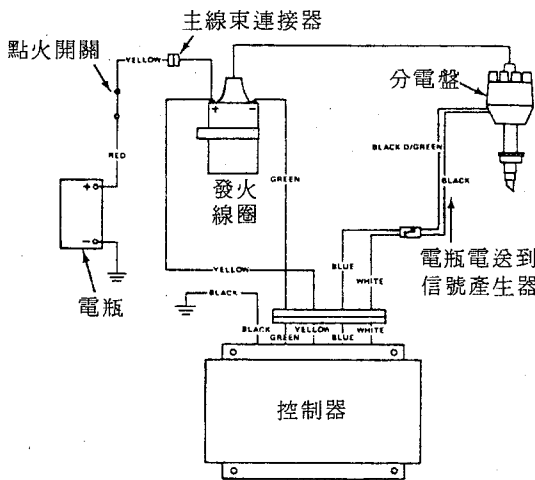


圖 5-8-100 AMC-BID 點火系裝置圖 [註84]

電機更可靠之信號。美國汽車公司之無接點感應放電點火系 (BID) 即為使用此式信號產生器，圖 5-8-100 所示為其裝置圖。

(六) 光檢波信號產生器

1. 使用一發光二極體 (LED) 及一感光之光電晶體產生電壓波信號，信號轉子為一有槽之圓盤，隨分電盤軸旋轉，當槽對正信號產生器時，LED 之光束觸及光電晶體，使其產生光電壓送出信號，遮光時無信號產生，如圖 5-8-101 及圖 5-8-102 所示。

2. 此式多半用在改裝之電晶體點火系統，很少汽車製造廠原裝使用。這種裝置在引擎很低轉速時可提供很可靠之信號 (較磁波發電機和金屬檢波均好)。但使用時，要經常對 LED 及光電晶體做清潔工作，才能維持良好性能，增加保養麻煩。

8-3-2 半晶體點火系統

(一) 半晶體點火系借白金接點及電晶體來控制一次電流之斷續，接點只通過甚少電流，無普通

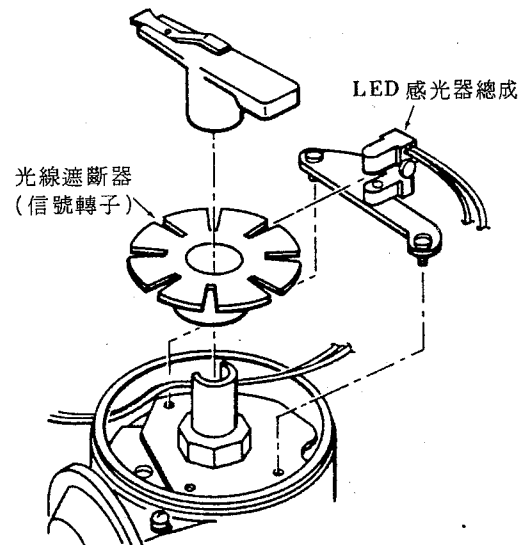


圖 5-8-101 光檢波信號產生器(一) [註85]

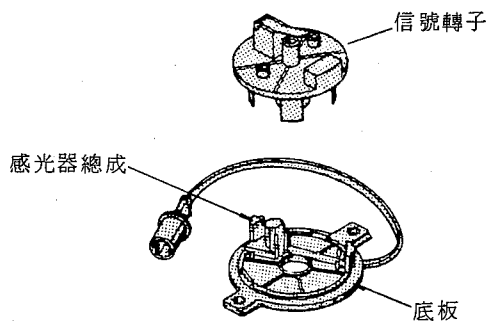


圖 5-8-102 光檢波信號產生器(二)

白金接點跳火、突起、燒燬等故障，控制系統較簡單，成本低，性能可靠，目前還有許多引擎使用。

(一)圖 5-8-103 為半晶體點火系統之電路圖，電晶體控制部分做成一件，稱為點火器 (ignitor)。

(二)接點閉合時之作用：

圖 5-8-104 所示為白金接點閉合時點火器之作用，點火開關 ON，接點閉合時，電流從電晶體 Tr_1 基極經接點搭鐵，使 Tr_1 ON，大部分的電流經 Tr_1 之集極到 Tr_2 之基極，使 Tr_2 ON，則發火線圈之一次電流經 Tr_2 搭鐵，使發火線圈充磁。

(三)接點分開時之作用：

1.如圖 5-8-105 所示，當接點分開時， Tr_1 的基極電流中斷，使 Tr_1 OFF， Tr_1 OFF 時則

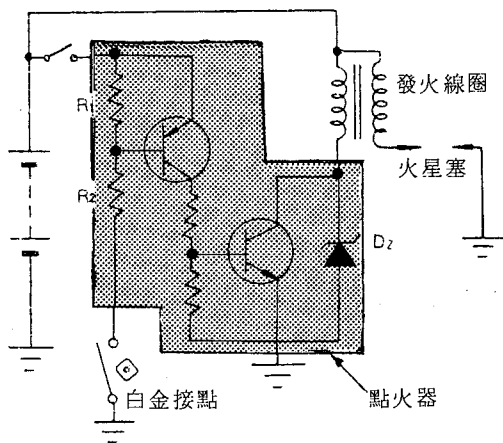


圖 5-8-103 半晶體點火系電路圖 [註86]

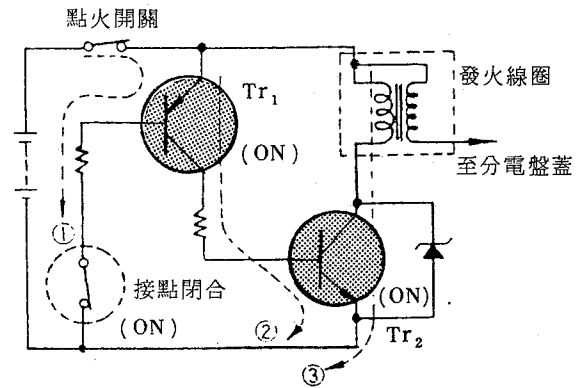


圖 5-8-104 接點閉合時之作用 [註87]

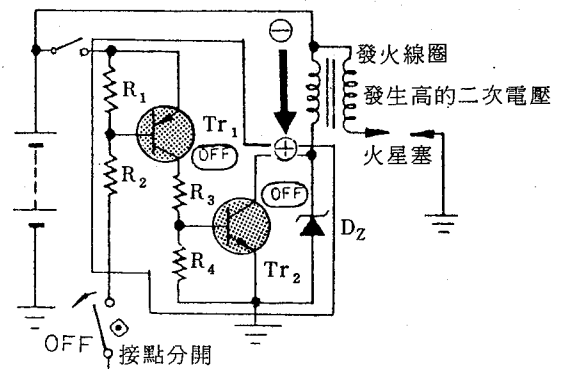


圖 5-8-105 接點分開時之作用 [註88]

Tr_2 也 OFF，而使發火線圈一次電流中斷，使二次線圈感應高壓電。

2.當二次線圈放電時，一次線圈也感應很高之反電壓，此反電壓會破壞電晶體 Tr_2 ，故需在 Tr_2 之射極與集極間並聯一定壓整流粒以保護電晶體 Tr_2 。

8-3-3 IC全晶體點火系統

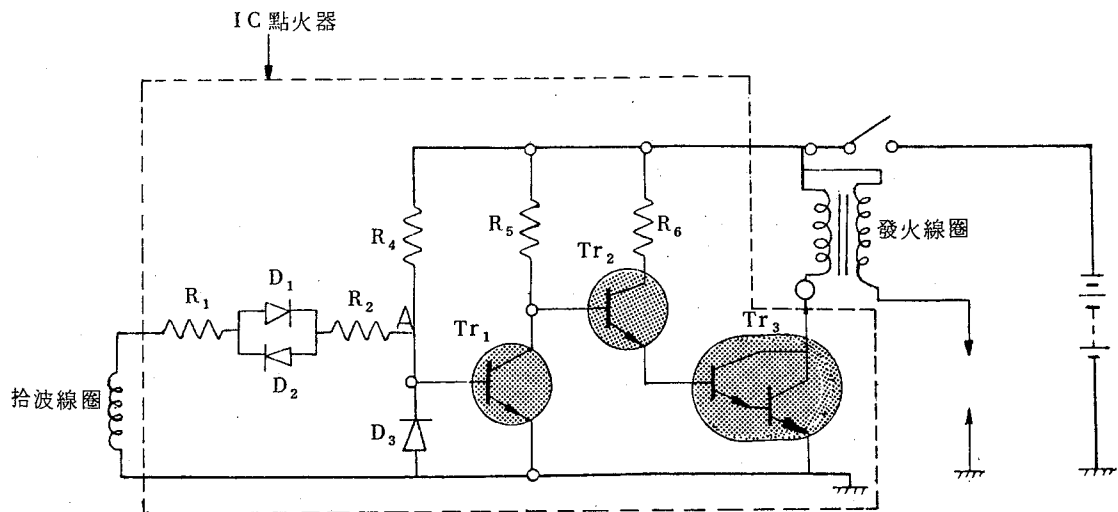


圖 5-8-106 士林全晶體點火系統電路圖

一、圖 5-8-106 所示為士林電機出品之全晶體點火系統電路圖，整個點火器為一體積很小之 IC，裝在分電盤中，如圖 5-8-107 所示，稱為 IC 點火器內藏式分電盤。使整個點火系統更可靠，體積更小，免除保養。目前國內之裕隆、福特等汽車廠出品之汽車均採用此式。

二、點火開關 ON，引擎停止時之作用

(一)如圖 5-8-108 所示，點火開關 ON 時，電流經 R_4 由 Tr_1 之基極流入，使 Tr_1 ON， Tr_1 ON 時，B 點之電壓等於搭鐵電壓，使 Tr_2 及 Tr_3 變成 OFF 狀態，一次電流不通。

(二)因此，引擎不發動，鎖匙打開也不會燒壞發火線圈，稱為連續通電防止機能回路。

三、點火開關 ON，引擎運轉時之作用

(一)由拾波線圈之負波信號 \textcircled{B} 進入時，如圖 5-8-109 所示。電流從整流粒 $D_3 \rightarrow$ 電阻 $R_2 \rightarrow$ 整流粒 $D_2 \rightarrow$ 電阻 R_1 成為迴路，其結果因 D_3 順向流動之電壓降使 Tr_1 的基極與射極間產生逆流而成為 OFF 狀態。

(二) Tr_1 OFF 後，使 B 點之電壓上升，使 Tr_2 ON，連帶使 Tr_3 ON。

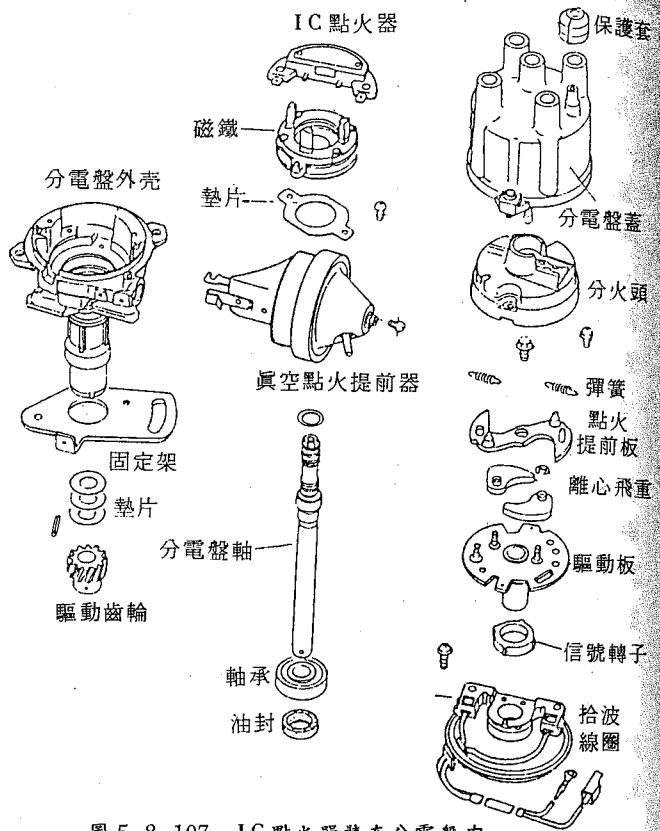


圖 5-8-107 IC 點火器裝在分電盤內

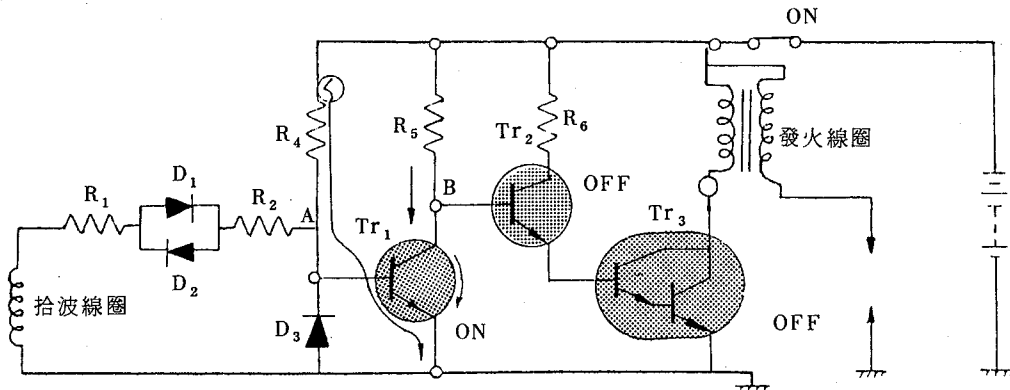


圖 5-8-108 點火開關 ON，引擎停止時之作用

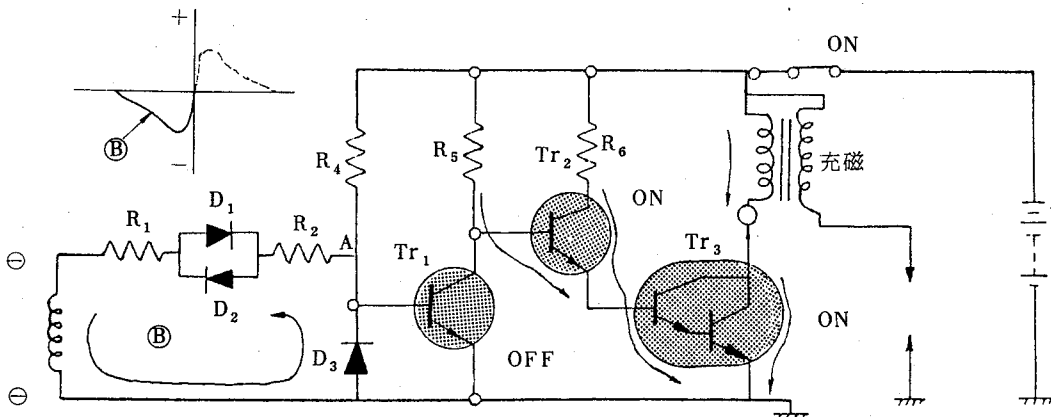


圖 5-8-109 點火開關 ON，引擎運轉時之作用 (充磁)

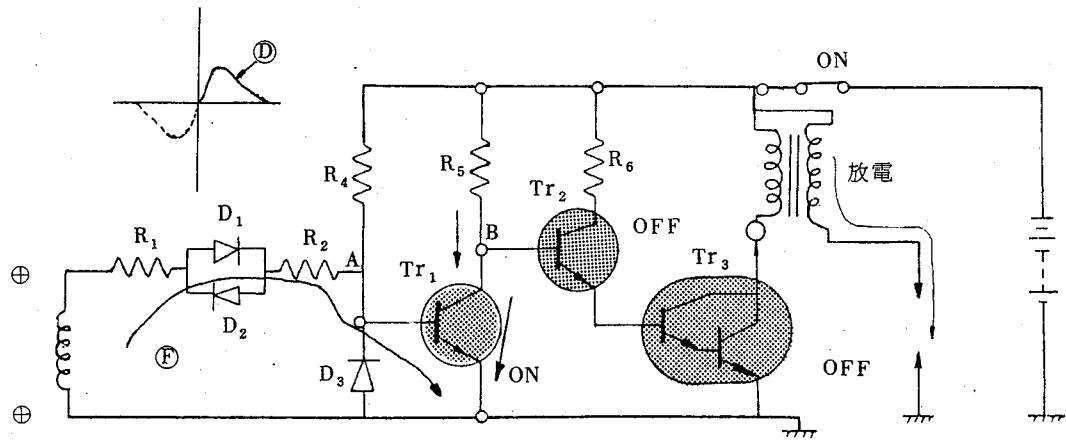


圖 5-8-110 拾波線圈有信號進入時之作用 (放電)

(三)發火線圈的一次電流經 Tr₃ 搭鐵，使發火線圈充磁。

(四)由拾波線圈之正波信號 ① 進入時，如圖 5-8-110 所示，電流從 R₁→D₁→R₂→經 Tr₁ 搭鐵，使 Tr₁ ON。

(五)Tr₁ ON 時，因為 B 點之電壓變為搭鐵電壓，Tr₂ 與 Tr₃ OFF。

(六)Tr₃ OFF 時，切斷發火線圈一次電流，使二次電路感應高壓電，經分電盤送到火星塞跳火。

四、任務控制 (duty control)

(一)所謂任務控制就是發火線圈一次電流通時間的比率控制，相當於普通接點式點火系統之白金接點閉合角度控制。

(二)在普通接點式點火系統之白金接點閉合角度是固定不變的，普通約 58% (四缸閉角度為 49~55°，取 52°， $52^\circ/90^\circ \times 100\% \div 58\%$)。在低速時，無用到的一次電流過多，使發火線圈發熱。在高速時，一次電流不足，充磁不足，二次電壓降低，如圖 5-8-111 所示。

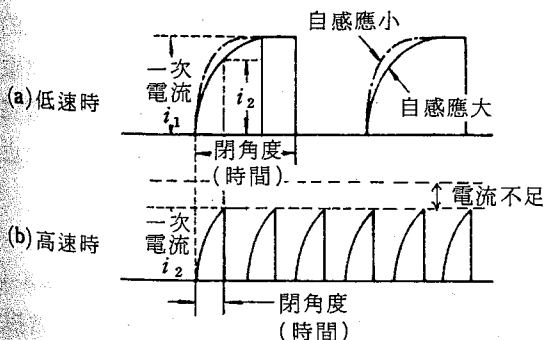


圖 5-8-111 低速時無用電流過多，高速時電流不足 [註 89]

(三)士林全晶體點火系統為改善普通接點式閉角度固定不變的缺點，設有任務控制回路。

1. 如圖 5-8-94 所示，引擎轉速愈高，拾波線圈感應之電壓 e 愈高，它能控制 Tr₁ 切斷時間，也就是控制發火線圈一次電流的通電時間，圖 5-8-112 為波形與 Tr₁ 之動作。

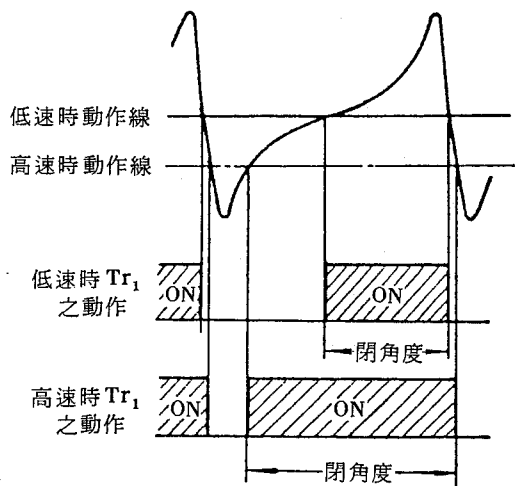


圖 5-8-112 拾波線圈波形與電晶體 Tr₁ 之動作 [註 90]

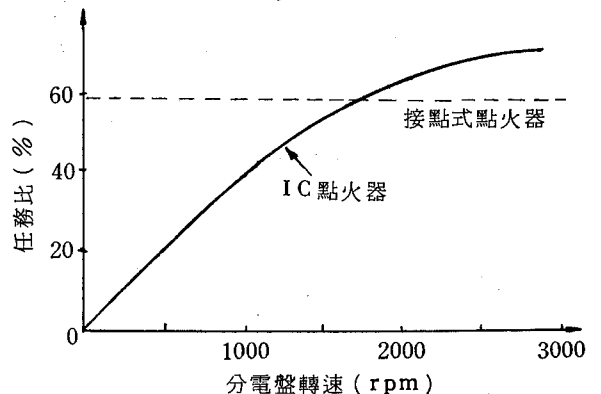


圖 5-8-113 IC 點火器任務控制特性

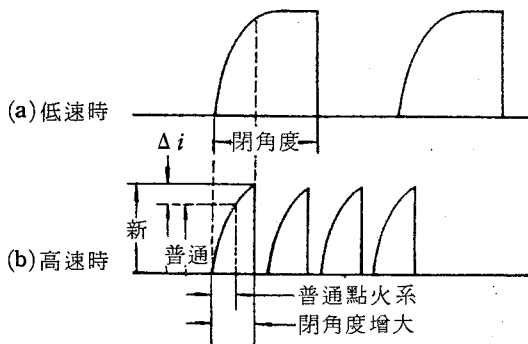


圖 5-8-114 任務(閉角度)控制與一次電流之變化〔註91〕

2. 在低速範圍，減少任務比，防止無用到的一次電流流過，防止發火線圈發熱；高速時，提高任務比，增加一次電流，提高二次電壓。圖 5-8-113 為任務控制特性，圖 5-8-114 為任務控制與一次電流之變化。

3. 士林全晶體點火系之任務比控制在怠速時消耗電力為高速時之 $\frac{1}{4}$ ，高速時之二次電壓較無控制時提高 30%。

8-3-4 定電流控制式全晶體點火系統

(一)定電流控制式全晶體點火系統使用高性能的閉磁路型發火線圈，能使輸出電壓增高，附有閉角度及定電流控制，在轉速、電源電壓、溫度等較廣範圍的變動下，仍能得到一定的二次電壓。

(二)圖 5-8-115 所示為閉磁路型發火線圈及點火器之外觀，圖 5-8-116 所示為閉磁路發火線圈之構造，因磁力線通過磁阻小，效率較開磁路型高，故發火線圈可小型、輕量化。

(三)圖 5-8-117 所示為定電流控制式全晶體點火系統構成方塊圖。除閉角增大電路(士林全晶體點火系使用)外，並增加有閉角縮小電路，及定電流控制電路。

(四)圖 5-8-118 所示為定電流閉角控制式全晶體點火系統電路圖，分電盤內裝置信號轉子及拾波線圈，點火器與閉磁路發火線圈裝在一起。

1. 分電盤中之信號轉子及拾波線圈依引擎之轉速與負荷感應出點火信號，送到點火器，經內部 IC 電路放大，並加上閉角及定電流控制，使動力晶體在最適當的時期 ON-OFF，使二次線圈感應出高壓電。

2. 此電路在引擎停止時打開點火開關，動力

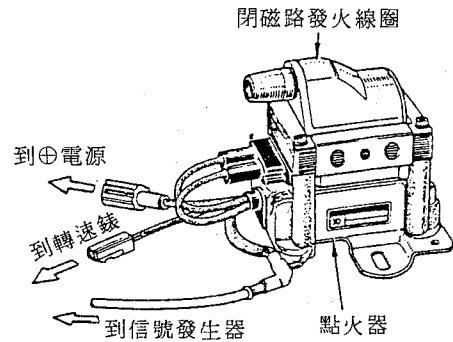


圖 5-8-115 閉磁路型發火線圈及點火器〔註92〕

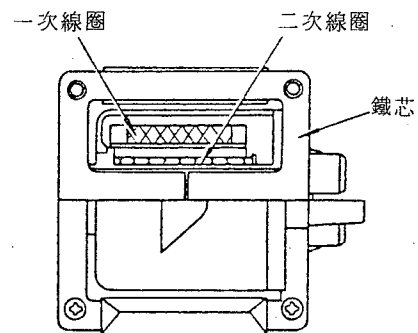


圖 5-8-116 閉磁路發火線圈構造〔註93〕

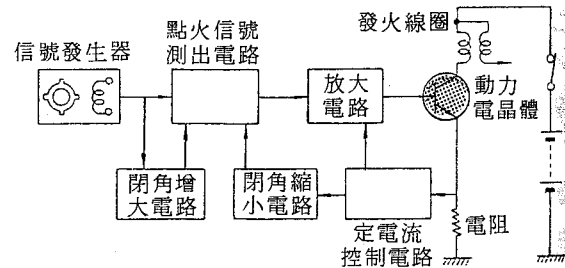


圖 5-8-117 定電流控制式全晶體點火系方塊圖〔註94〕

電晶體也在 OFF 狀態，一次電流停止流動。又當引擎轉速及電壓有變化時，能控制一次電流在定值(約 6 A)。

(五)各控制電路之作用

1. 固定偏壓電路

Tr_1 的基極供給一定的直流電壓，P 點的電壓由電阻 R_1 及 R_2 分壓，其設定電壓 (P 點電壓) 比 Tr_1 的動作電壓稍低，因此拾波線圈不發生交流電壓時 (即引擎不轉時)， Tr_1 OFF。防止一次電流通流，如圖 5-8-119 所示。

2. 拾波電路

(1) 分火頭迴轉時發生交流電壓，如圖 5-8-120 所示，此信號使 Tr_1 ON-OFF。當拾波線圈之接頭拆開時， Tr_1 OFF，一次電流

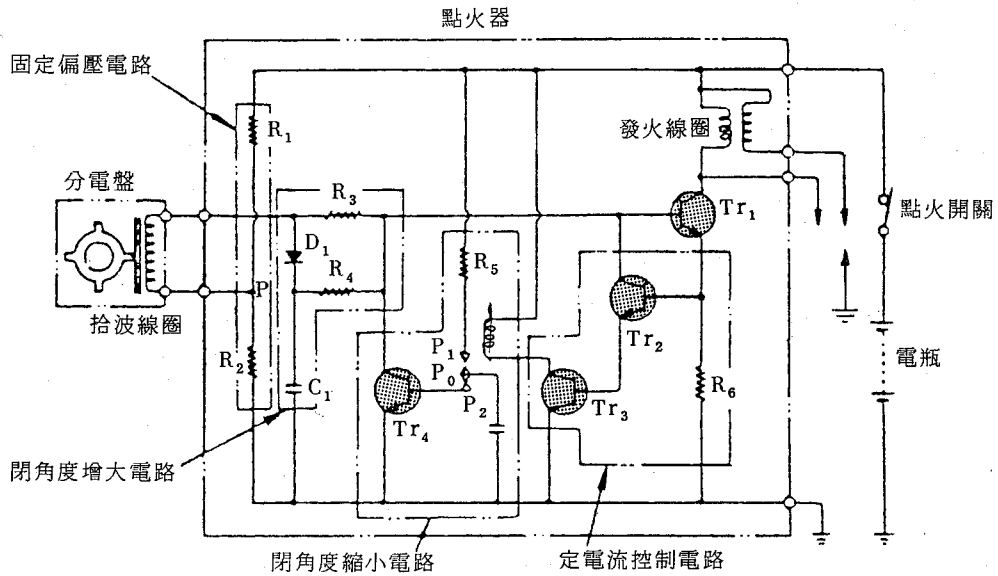


圖 5-8-118 定電流閉角控制式全晶體點火系統電路圖 [註95]

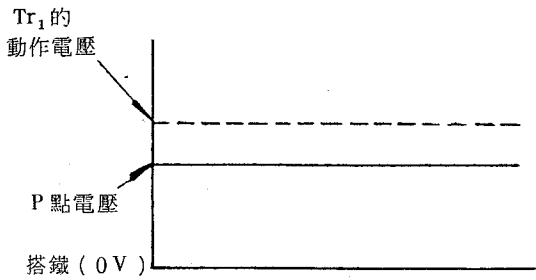


圖 5-8-119 P 點的電壓 [註96]

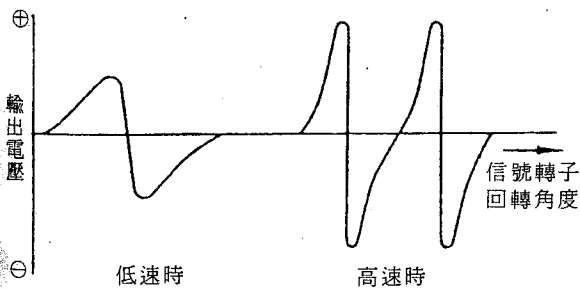


圖 5-8-120 拾波線圈輸出電壓之波形 [註97]

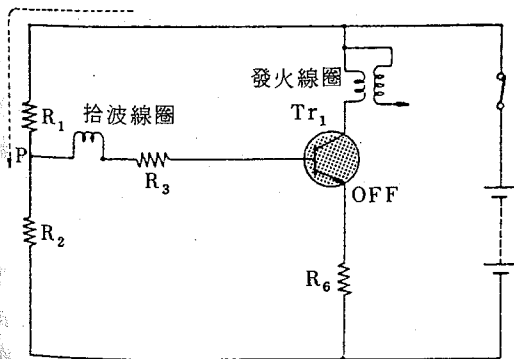


圖 5-8-121 引擎停止時 [註98]

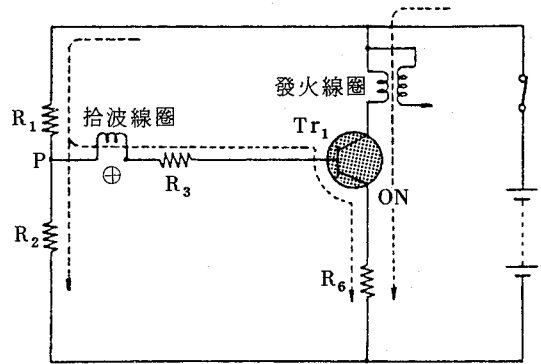


圖 5-8-122 拾波線圈發生⊕電壓時 [註99]

中斷。

- (2)在引擎停止時，若點火開關 ON，電阻 R_1 和 R_2 之分壓，即 P 點的電壓比 Tr_1 的動作電壓（約 0.6 V）低， Tr_1 OFF，發火線圈一次電流停止，如圖 5-8-121 所示。

(3)拾波線圈產生⊕電壓時

引擎轉動，信號轉子旋轉，拾波線圈感應交流電壓，當發生⊕電壓時， Tr_1 的基極電壓是 P 點電壓加上拾波線圈的輸出電壓，其電壓高於 Tr_1 之動作電壓，而使 Tr_1 ON。發火線圈一次電流通充磁，如圖 5-8-122 所示。

(4)拾波線圈產生⊖電壓時

當拾波線圈輸出的電壓是⊖電壓時， Tr_1 基極電壓是 P 點電壓減拾波線圈的輸出電壓，其電壓遠低於 Tr_1 之動作電壓，而使

Tr_1 OFF，發火線圈一次電流切斷使二次線圈感應出高壓電。在拾波線圈輸出 \ominus 電壓期間， Tr_1 均在OFF狀態，如圖 5-8-123 所示。

3. 閉角增大電路

- (1) 拾波線圈與 P 點電壓相加高於 Tr_1 之動作電壓時， Tr_1 ON。低於 Tr_1 之動作電壓時， Tr_1 OFF，如圖 5-8-124 所示。高速時 Tr_1 ON 的時間太短（即閉角太小），會使二次電壓降低。為防止高速時二次電壓降低，設計有閉角增大電路。
- (2) 閉角增大電路是隨著引擎轉速的上升，能自動使發火線圈一次電流通過的時間增長，以防止二次電壓降低之電路，如圖 5-8-125 所示。
- (3) 閉角增大電路由整流粒 D_1 、電容器 C_1 及電阻 R_4 所組成，實際上為一半波整流電路。
- (4) 當拾波線圈發生 \oplus 電壓時，電流經 D_1 充電到 C_1 ，如圖 5-8-126 所示， C_1 的充電電壓能使電晶體 Tr_1 的基極偏壓產生補償作用，當拾波線圈發生之電壓降低至比 Tr_1 的

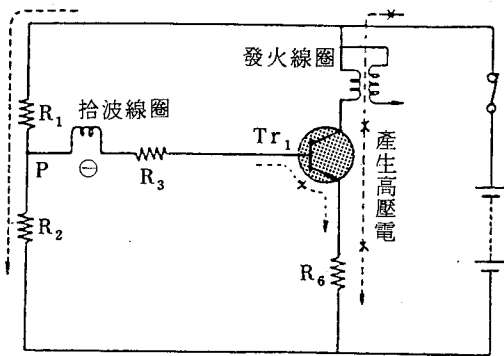


圖 5-8-123 拾波線圈發生 \ominus 電壓時

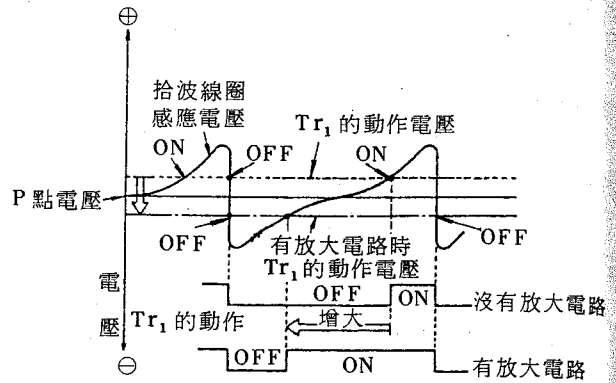


圖 5-8-125 閉角度增大電路之作用

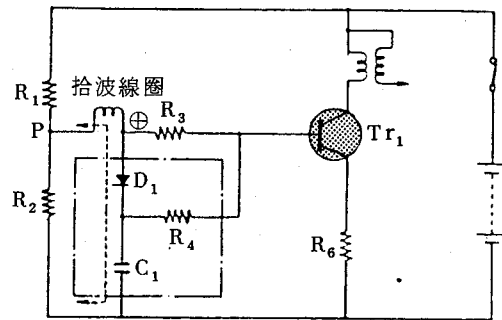


圖 5-8-126 C_1 的充電路線

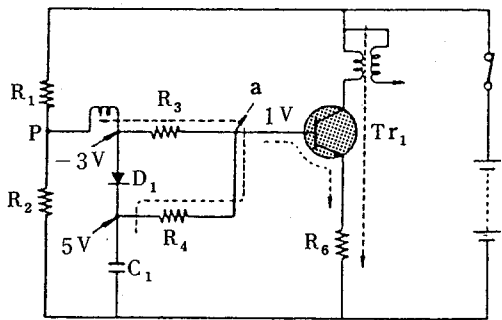


圖 5-8-127 C_1 的放電路線

動作電壓低時，電容器 C_1 放電，如圖 5-8-127 所示，電流由 C_1 流到 Tr_1 之基極，使 Tr_1 繼續在 ON 的狀態。

- (5) 當引擎的轉速增快時，拾波線圈發生的交流電壓也變高， C_1 的充電電壓也升高，故 C_1 放電作用於 Tr_1 基極，產生順向偏壓的時間也變長。圖 5-8-125 所示為閉角增大電路的作用。

4. 定電流控制電路

- (1) 為使一次電流很快達飽和值，取消了外電阻，使一次線路的電阻減少（僅約 0.45Ω ），如此在 12V 系統中，一次電流的飽和值可達 27 A ($12V / 0.45\Omega$)。

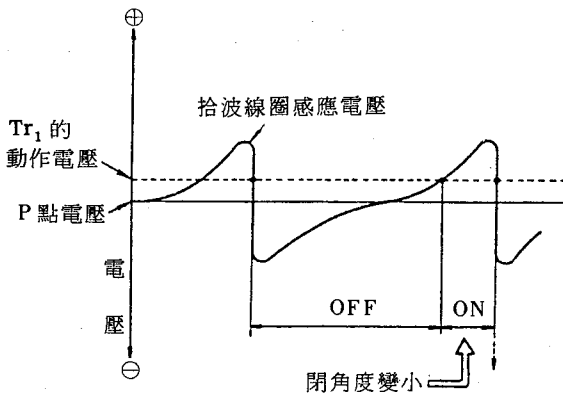


圖 5-8-124 轉速上升使一次電流降低〔註100〕

(2)定電流控制電路在一次電流達到充分值(6 A)時,即控制其不再增大,如圖 5-8-128 所示。

(3)定電流控制電路由 R_6 電阻及 Tr_2 電晶體組成,如圖 5-8-129 所示。當 Tr_1 ON,一次電流流通時,需經測流電阻 R_6 搭鐵,使分歧點 b 之電壓升高。當一次電流達 6 A

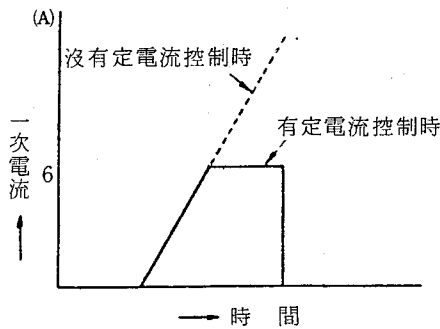


圖 5-8-128 定電流控制電路的動作〔註101〕

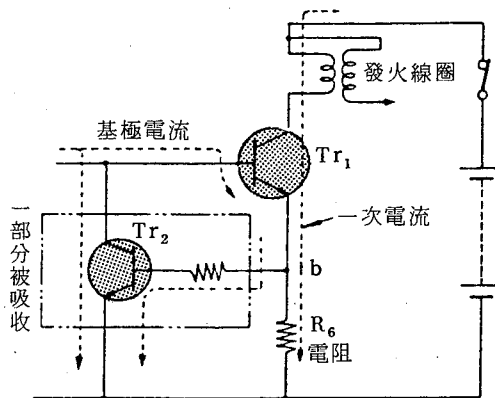


圖 5-8-129 定電流控制電路

時, b 點的電壓即足以使 Tr_2 的基極電流通,使 Tr_2 ON,當 Tr_2 ON時, Tr_1 的基極電流分一部分經 Tr_2 搭鐵,使 Tr_1 的基極電流減少。 Tr_1 之電流減少時,使 b 點之電壓降低, Tr_2 OFF, Tr_2 OFF 後又使 Tr_1 之電流增加,如此反覆進行,控制一次電流在定值(6 A)。

5.閉角縮小電路

(1)在引擎怠速運轉時,一次電流(6 A定電流)流通時間過長,會使發火線圈發熱,閉角縮小電路是在怠速時縮短一次電流之流通時間,以防止發火線圈發熱之電路,如圖 5-8-130 所示。

(2)閉角縮小電路包括 Tr_3 、 Tr_4 、 R_5 ,接點 P_1 、 P_0 、 P_2 及電容 C_2 等與 Tr_2 定電流控制及閉角增大電路共同作用。

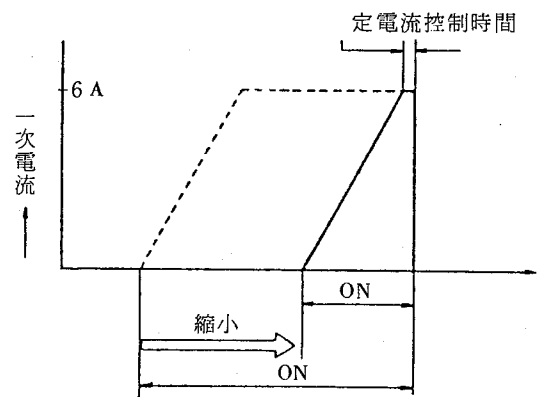


圖 5-8-130 閉角度縮小電路的動作

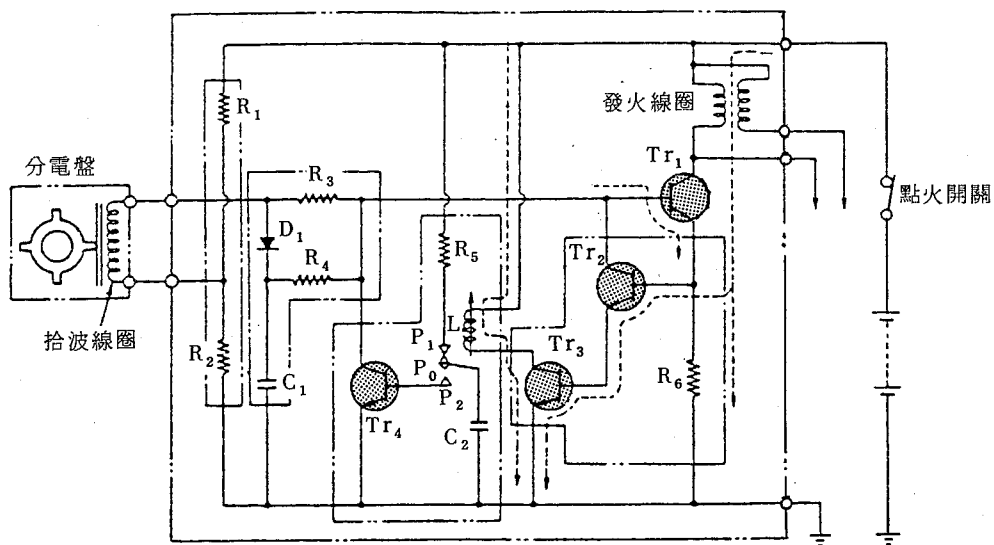


圖 5-8-131 定電流控制時的動作

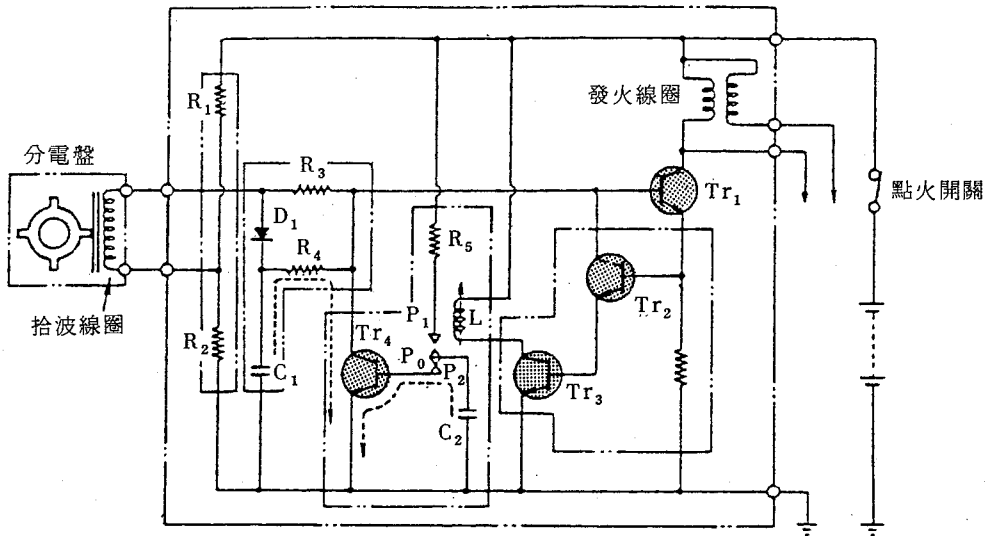


圖 5-8-132 電晶體 Tr₁ OFF 時的動作

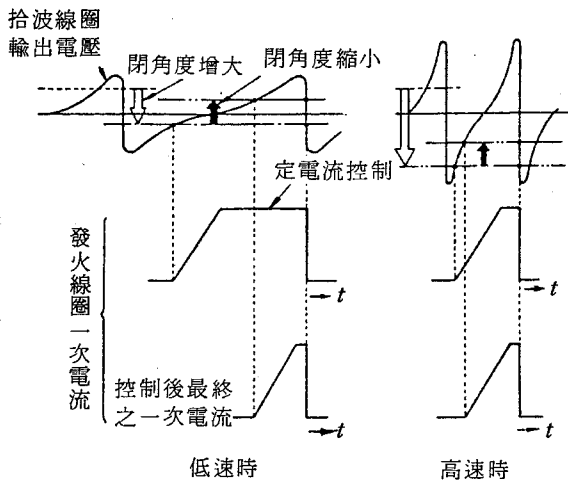


圖 5-8-133 各電路交互動作的情形

- (3) 當定電流控制動作時，從 Tr₂ 來的電流入入 Tr₃ 之基極，使 Tr₃ ON，電由繼電器 L 經 Tr₃ 搭鐵，繼電器之電磁引力使接點 P₁、P₀ 接通，使電流經 R₅，接點 P₁、P₀ 充電到 C₂，如圖 5-8-131 所示。
- (4) 當拾波線圈的感應電壓低時，Tr₁ OFF，同時 Tr₂、Tr₃ 也 OFF，繼電器 L 無電流，使 P₀ 與 P₁ 分離而與 P₂ 接合。此時電容器 C₂ 開始放電，電流由 P₀ 經 P₂，使 Tr₄ ON，使本來作用在 Tr₁ 使 Tr₁ ON 之電容器 C₁ 放電電流一部分經 Tr₄ 搭鐵，而使 Tr₁ ON 的時間縮短，使閉角縮小，如圖 5-8-127 及圖 5-8-132 所示。
- (5) 當定電流控制時間長時，使 C₂ 充電電壓升高 → 則 Tr₄ ON 的時間延長 → 增加吸收 C₁

的放電電流 → 使閉角縮小幅度增大。

- (6) 反之，當定電流控制時間短時，使 C₂ 充電電壓降低 → 使 Tr₄ ON 的時間縮短 → 減少吸收 C₁ 的放電電流 → 使閉角縮小幅度減小。

6. 以上各電路的交互動作，使發火線圈的一次電流從低速到高速常控制在一定值 (6 A)，並使從低速到高速維持一定的二次電壓輸出，如圖 5-8-133 所示。

8-3-5 電容器放電式電晶體點火系統

(一) 圖 5-8-134 所示為汽車用電瓶電容器放電式點火系統之基本組成圖，亦屬白金接點控制式半晶體點火系之一種。首先需將電瓶 12V 之直流電採用振盪電晶體，使變成交流電 AC，再使用變壓器使電壓升到 300 ~ 400 V AC，再使用整流粒整流成 DC，以便充到放電用電容器。使用

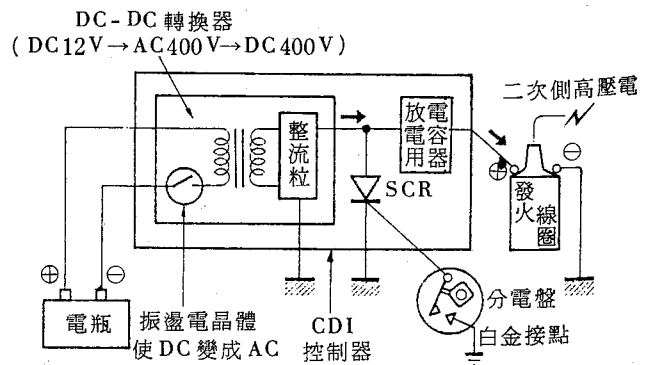


圖 5-8-134 電瓶電容器放電式點火系基本組成 [註102]

SCR 晶體及白金接點來控制主電容器之放電，使發火線圈感應產生高壓電。

(二) 輪摩托車用飛輪式磁電機電容器放電式點火系統之基本組成，如圖 5-8-135 所示。磁電機產生 A.C 400 V 之電壓，經整流後，充到主電容器。亦使用 SCR 晶體及白金接點來控制主電容器之放電，使發火線圈感應高壓電。

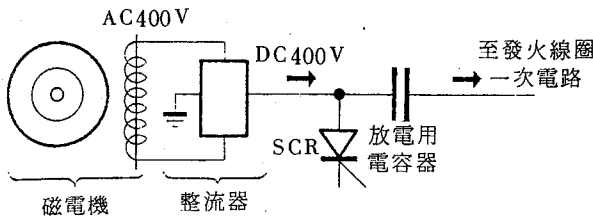


圖 5-8-135 磁電機電容器放電式點火系基本組成 [註103]

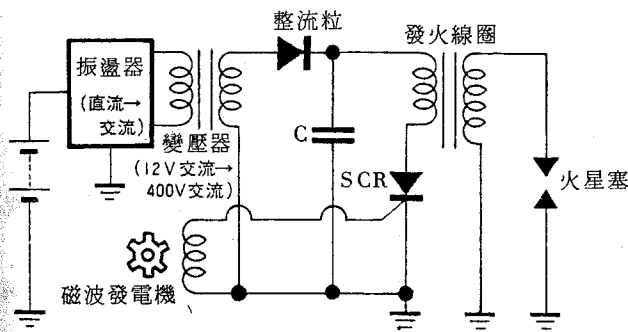


圖 5-8-136 全晶體電容器放電式點火系基本組成

(三) 圖 5-8-136 所示為全晶體電容器放電式點火系統之基本組成，除以磁波發電機取代白金接點以控制 SCR 之 ON-OFF 外，其餘均與圖 5-8-134 之電容器放電式點火系之構造及作用相同。

(四) 圖 5-8-137 所示為實際使用之電容器放電式點火系統電路圖 (Mark Ten B 型)。

(五) 全晶體 CDI 點火系統之點火提前係電的自動提前，因信號產生器所發出之交流電壓，低速時較低，高速時較高，而 SCR 之動作電壓一定，故高速時比低速時點火時間會自動提早，如圖 5-8-138 所示。

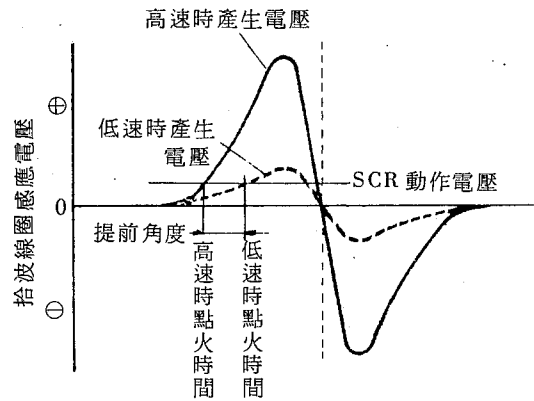


圖 5-8-138 CDI 點火提前

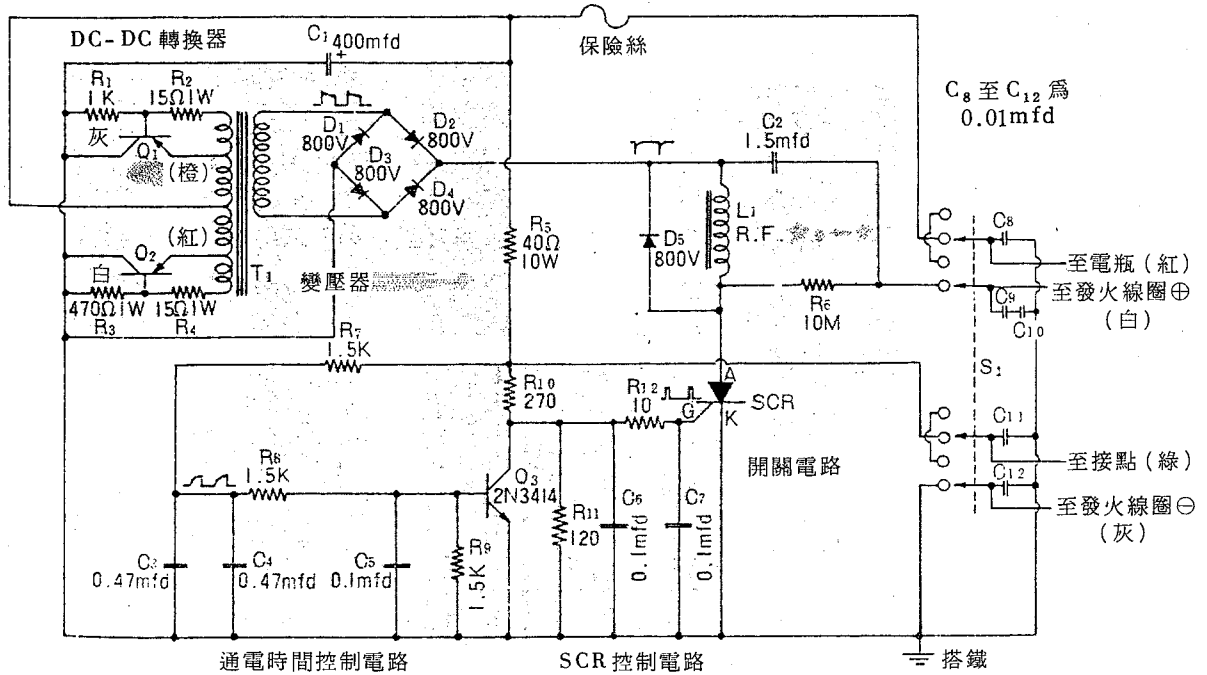


圖 5-8-137 Mark Ten B 型電容器放電式點火系電路圖

第四節 電腦控制點火系統

8-4-1 概述

(一)現代高性能引擎為滿足排汽淨化及燃料經濟性，點火時間必須極為正確，點火系統一向所採用之離心力及真空點火提前裝置無法隨引擎操作情況的改變，做足夠快速的反應，因此各汽車廠開發了電腦控制的點火系統，與全晶體點火系統配合，以獲得精確的點火時間及閉角度控制。

(二)電腦控制點火系統之構造及作用，因製造廠家之不同有很大差異，但基本上一般均由一個火花控制電腦(spark control computer)或引擎控制電腦(除火花控制外，兼控制混合比、EGR還流量、二次空氣噴射量……等)，根據各項感知器，包括冷却水溫度感知器、大氣壓力及溫度感知器、節汽門位置傳遞器、真空傳遞器、曲軸位置感知器……等送來的信號，計算每一次點火的最佳時刻。

(三)一般用來控制點火正時計算信號的主要部分為曲軸位置感知器，其安裝方法有兩種：

1.一種裝在分電盤中，由分電盤軸上之信號轉子來產生曲軸位置信號送到電腦；此式感知器因由曲軸經齒輪或鏈條把動力傳到凸輪軸，再驅動分電盤軸，才能產生曲軸位置信號，其傳動過程很長，各傳動部分都有間隙和誤差存在，累計各部誤差會使曲軸位置與點火時間產生較大之差異。

2.另一種曲軸位置感知器裝在飛輪或曲軸皮帶輪附近，由附在飛輪或皮帶盤上之信號感知器使曲軸位置感知器直接產生信號送到電腦，使點火時間與曲軸位置能更精確配合，如圖 5-8-139 所示。

(四)目前用來控制點火系統或引擎各項控制之電腦有類比電子計算機及數位電子計算機。前者接收感知器之信號後，須再做更多的計算後才能改變點火正時；後者接收感知器信號後，能很快的改變點火正時。

(五)電腦控制點火系統自1976年美國克雷斯勒公司首先推出類比電子計算機控制之ELB(electronic lean burn)系統後，很快地，各大汽車公司不斷的推出功能更多、性能更佳之電

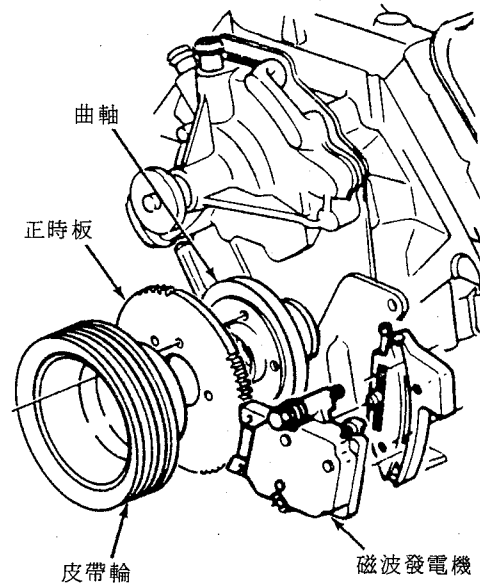


圖 5-8-139 曲軸位置感知器

腦控制系統，使引擎之控制進入微電腦時代，現將較有代表性的電腦控制系統簡介如下：

1. 1977年通用(GM)公司推出MISAR系統(microprocessed sensing and automatic regulator)，以數位電子計算機控制，於1979年又推出C-4系統(computer controlled catalytic converter system)，於1981年再推出CCC系統(computer command control system)。

2. 1978年福特公司推出EEC系統(electronic engine control system)，1979年再改良推出EEC-II，1980年再改良推出EEC-III系統，均為電腦控制之引擎控制系統。

3. 1980年日產公司也推出ECCS(electronic concentrated controlled system)之電腦集中控制系統。

4. 1980年豐田公司推出TCCS(Toyota computer controlled system)之電腦控制系統。

5. 國內三富汽車公司之雷諾9型轎車使用之點火系統亦為微電腦控制之點火系統。

8-4-2 克雷斯勒ELB系統

(一)克雷斯勒公司1976年推出之電子稀薄燃燒 (ELB) 系統為使用類比式計算機控制之點火系統，如圖 5-8-140 所示。火花控制電腦裝在空氣濾清器上。

(二)感知器有七個，將各項信號資料送到電腦：

1. 分電盤裏有起動感應線圈，於搖轉引擎時提供一定量的提早角度。
2. 行駛感應線圈於行駛時依引擎轉速供給基本正時信號。
3. 水泵壳上的冷却液溫度感知器於冷却液溫度低時向計算機提供信號。
4. 空氣溫度感知器裝在計算機內，隨空氣溫度的變化提供不同數量之電阻，溫度高時電阻降

低。

5. 化油器開關感知器提供引擎在怠速位置或離開怠速位置信號。

6. 節汽門位置傳遞器將節汽門之機械運動變為電信號，通知計算機節汽門改變之位置及改變的速率。

7. 真空傳遞器將進汽歧管真空之變化變成電信號送到計算機。

(三)作用

1. 當引擎點火開關打開，起動感應線圈供應計算機一項信號，使搖轉引擎時有一定角度之提前；引擎起動後，行駛感應線圈替代起動感應線圈供應計算機引擎轉速與曲軸位置信號。在最初的幾分鐘，計算機能提供特別提前的角度，使冷混合汽能夠燃燒良好。

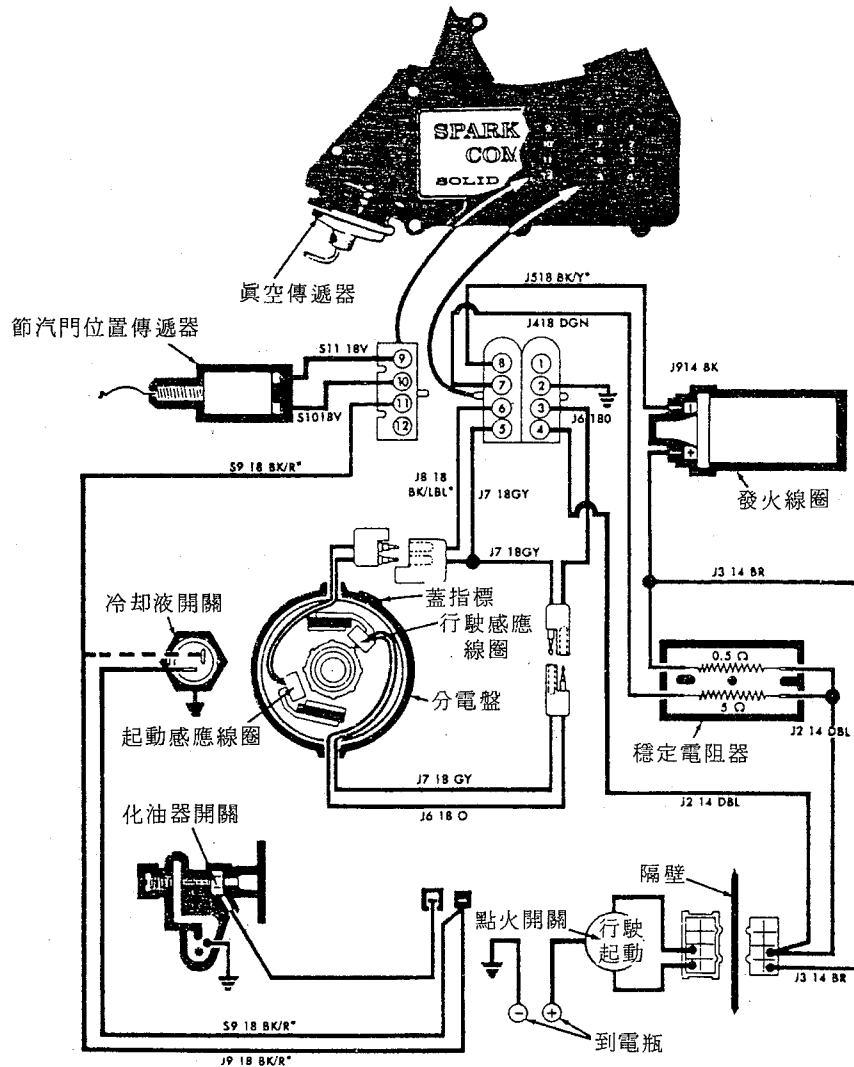


圖 5-8-140 電子稀薄燃燒系統圖 (Chrysler Co.)

2. 在冷却水溫度低於 65.6°C (150°F) 時，冷却液溫度感知器提供信號給計算機，阻止真空傳遞器送來提前的信號作用，以防止真空高時火花過度提前造成引擎不穩之毛病。

3. 當引擎到達正常工作溫度以後，行駛感應線圈提供之引擎轉速及曲軸位置信號給計算機，配合空氣溫度感知器、節汽門位置傳遞器、化油器開關感知器、真空傳遞器等送來之信號計算決定引擎最佳運轉狀況之點火提前角度。

(四) 1980年以後新型之微處理機火花提前控制 (microprocessor electronic spark advance) 取代 ELB 系統，以數位電子計算機取代原來之類比計算機系統。此系統裝有爆震感知器，當引擎有爆震發生時，提供信號給電腦，能使點火時間延遲達 11°。

8-4-3 通用汽車公司之電腦控制點火系統

一、通用 MISAR 系統

(一) 美國通用汽車公司之微過程處理機感應自動調節系統 (MISAR) 即為數位計算機控制點火正時系統。圖 5-8-141 所示為 1977 年 Oldsmobile 汽車使用之 MISAR 系統電路圖。

(二) 本系統之電子計算機裝在車廂儀錶板下方，主要之信號感知器為曲軸速度和位置感知器，1977 年安裝在前引擎支架上，曲軸之皮帶盤與扭轉減震器間裝置一刻有齒之信號圓盤，如圖 5-8-139 所示，供給曲軸轉速及曲軸位置信號給計算機。1978 年後之車輛則將曲軸速度和位置感知器置於分電盤中。

(三) 冷却液感知器為一熱阻體，裝在引擎冷却系上，依引擎冷却水溫度改變不同數量之電阻，溫度增高時電阻減少，與一般之電阻不同。進汽歧管真空感知器裝在計算機中，利用真空管路與進汽歧管相連接，將進汽歧管之真空大小連續提供的信號給計算機，使能根據進汽歧管之真空狀況提供最佳之點火正時；與普通分電盤真空點火

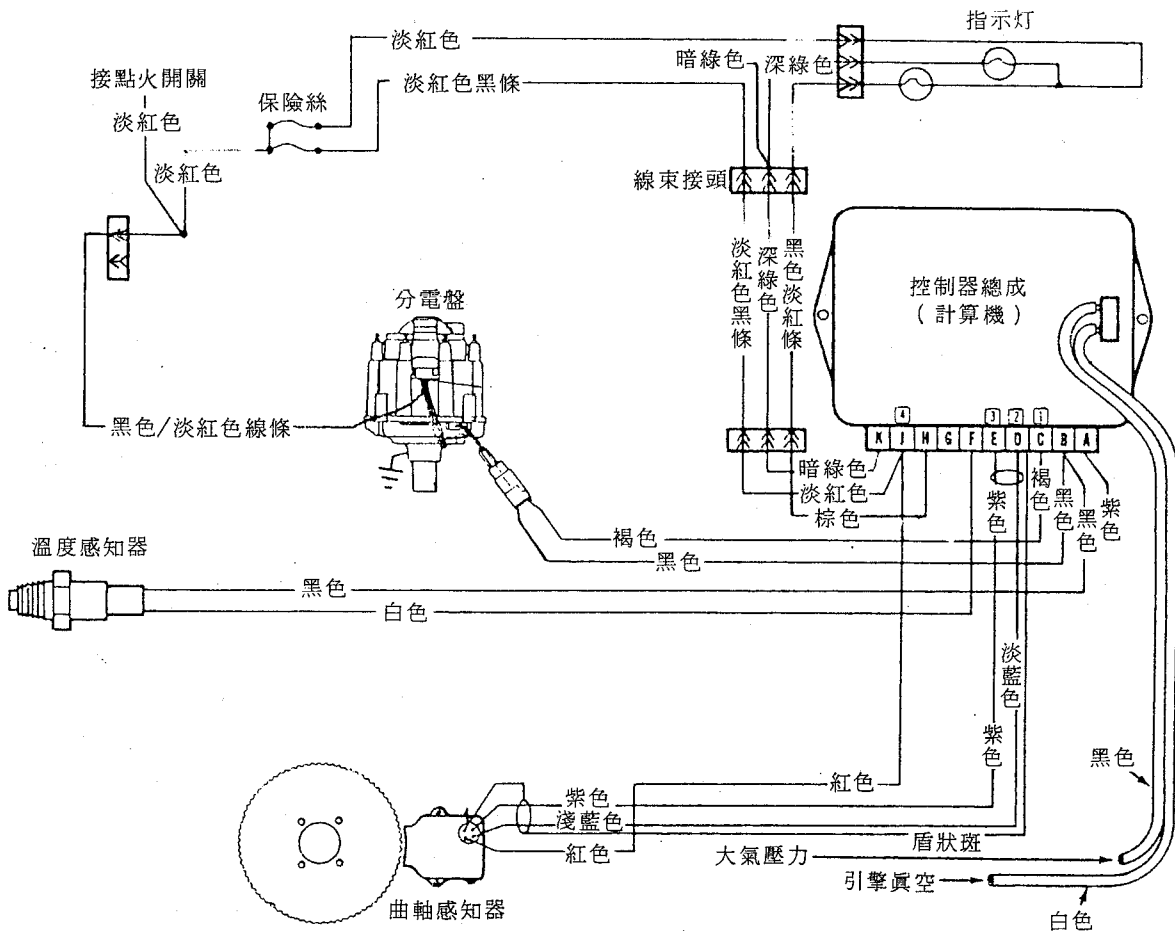


圖 5-8-141 微過程處理機感應自動調節系統電路圖 (GM-Oldsmobile DIV)

提前機構之作用相同。大氣壓力感知器亦裝在計算機中，用一管將引擎室中之大氣壓力傳到感知器；能依照大氣壓力來修正點火時間，在海拔高的地方，大氣壓力低，感知器提供信號給計算機，使點火時間提前。

(四)通用汽車公司MISAR系統使用HEI (high energy ignition)全晶體點火系統，發火線圈裝在分電盤內，圖 5-8-142 所示為 HEI 分電盤之構造。

二、通用 CCC 系統

(一)通用汽車公司於1981年推出電腦指令控制系統 (CCC 系統) 以取代電腦控制觸媒轉換器系統 (C-4 系統)，電腦除控制點火時間、爆震之防止外，並用來控制混合比、怠速轉速、EGR 量、二次空氣供給量及自動變速箱之直接傳動等，圖 5-8-143 所示為 CCC 系統之組成圖，圖 5-8-144 所示為 CCC 系統控制方塊圖。

(二)電子點火正時裝置

CCC 系統之點火正時控制裝置叫電子點火正時 EST (electronic spark timing)。分電盤中無離心力及真空點火提前裝置，而由電子控制器 ECM 送正時脈波 (timing pulse) 到全晶體高性能點火系 (HEI) 之控制器中，能依引擎轉速、進汽歧管真空、冷却水溫、大氣壓力等感知器之信號，根據記憶資料決定最佳之點火正時，如圖 5-8-145 所示。

(三)電子火花控制器

裝有渦輪增壓器之引擎，除 ECM 外，另增

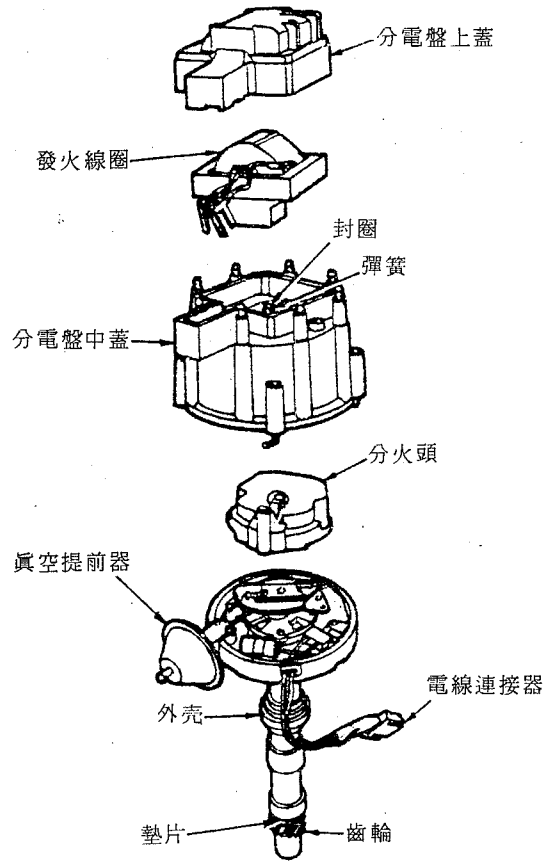


圖 5-8-142 H.E.I. 分電盤

加電子火花控制器 ESC (electronic spark controller) 以防止爆震之發生，如圖 5-8-146 所示。當有大爆震發生時，能使點火時間延遲 18 ~ 22°，以阻止爆震發生。

8-4-4 福特汽車公司之電腦控制點火系統

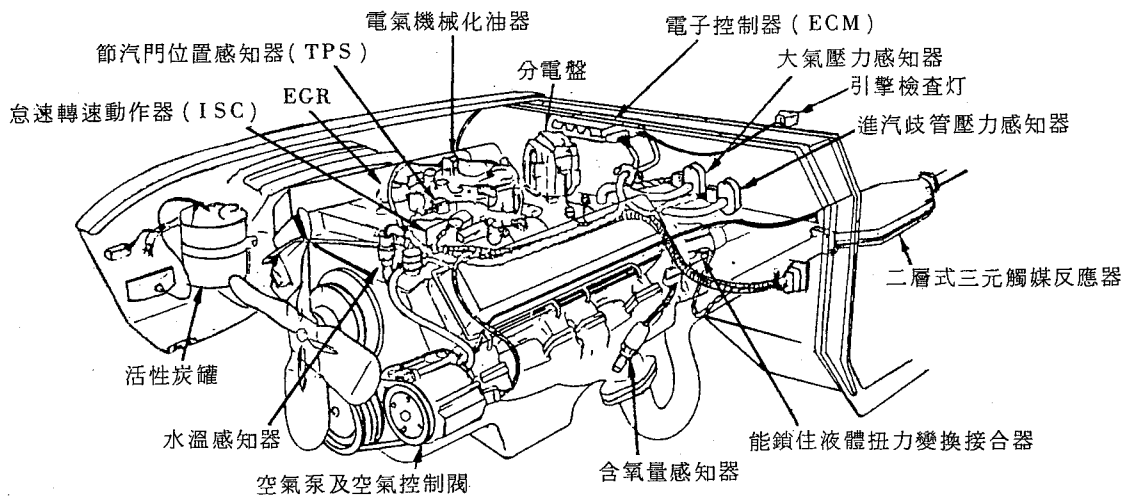


圖 5-8-143 通用 CCC 系統圖

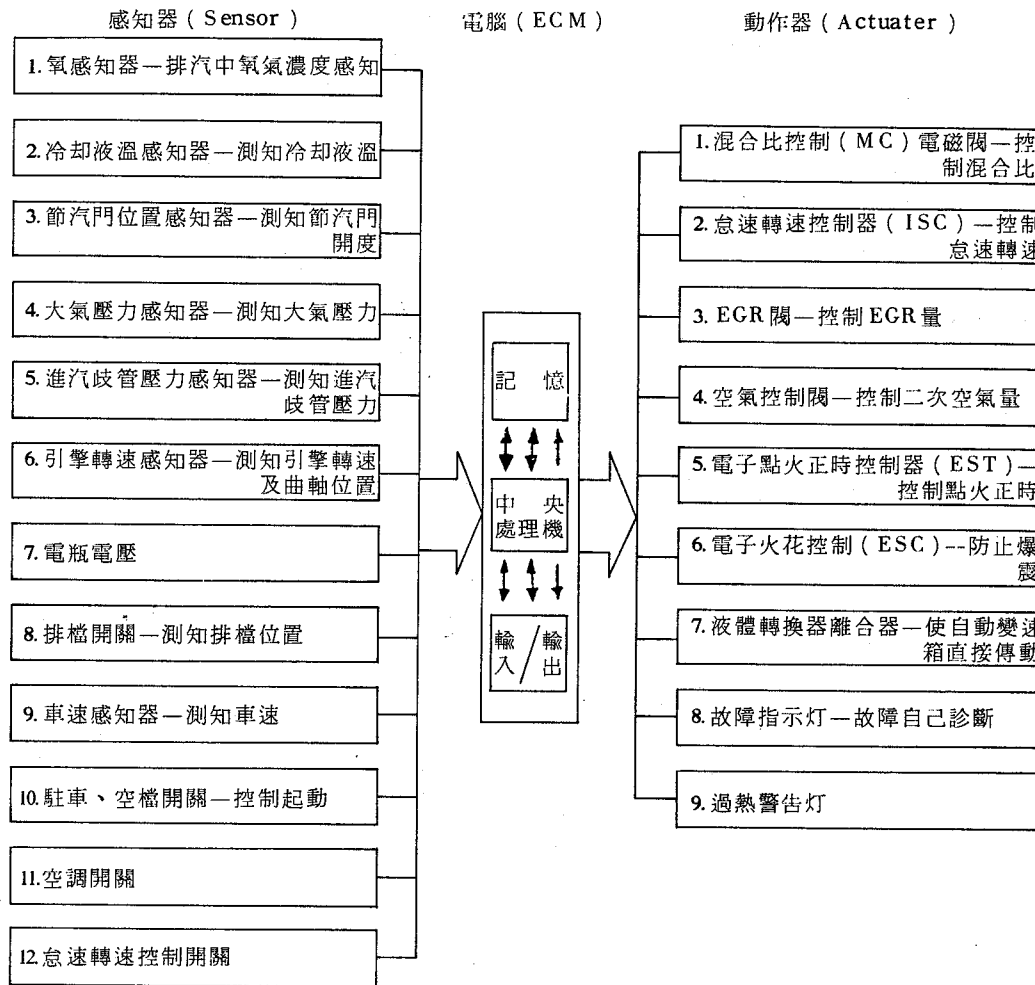


圖 5-8-144 通用 CCC 系統控制圖 [註104]

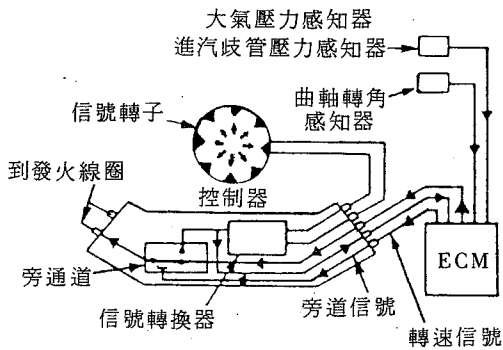


圖 5-8-145 通用 CCC-EST 控制系統圖

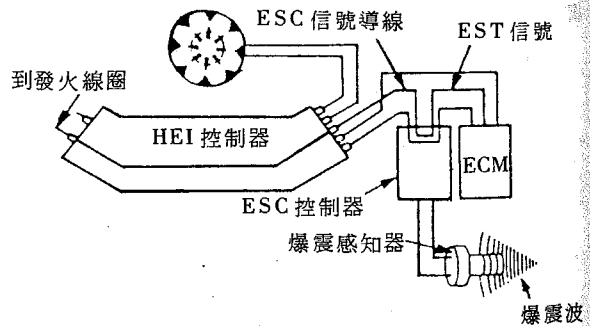


圖 5-8-146 通用 CCC 系統之 ESC 裝置

一、概述

(一)福特汽車公司於1978年推出電子引擎控制系統 EEC-I (簡稱 EEC)，使用數位電子計算機來控制點火正時、排汽還流 (EGR) 量及二次空氣量，使用七個感知器及杜拉 II 號點火裝置，以精確的控制點火時間，並提供可靠的強烈火花。

(二)1979年將 EEC-I 改良推出 EEC-II，為減輕成本、簡化控制及增加控制功能以提高引擎性能，有許多地方都已改良，改用六個感知器送信號給電子控制總成 ECA (electronic control assembly) 以控制點火時間、EGR 及二次空氣量。

(三)1980年又將 EEC-II 改良推出 EEC-III，

使用分離之程式控制器 (program moduler)，能根據不同之規格更換程式控制器，改用杜拉 III 號 (Dura-spark III) 點火裝置，更增加了許多電子控制功能。

二、構造及作用

(一)圖 5-8-147 所示為福特 EEC 電子引擎控制系統圖，圖 5-8-148 所示為杜拉 II 號點火裝置之

組成圖。

(二) ECA 接收進汽歧管真空感知器、大氣壓力感知器、冷却水溫感知器、進汽溫度感知器、曲軸位置感知器、節汽門位置感知器、EGR 閥位置感知器等七個感知器情報計算最佳之點火時間，將信號送到杜拉點火控制器 (Dura ignition moduler)，決定最佳之點火時間及閉角度。

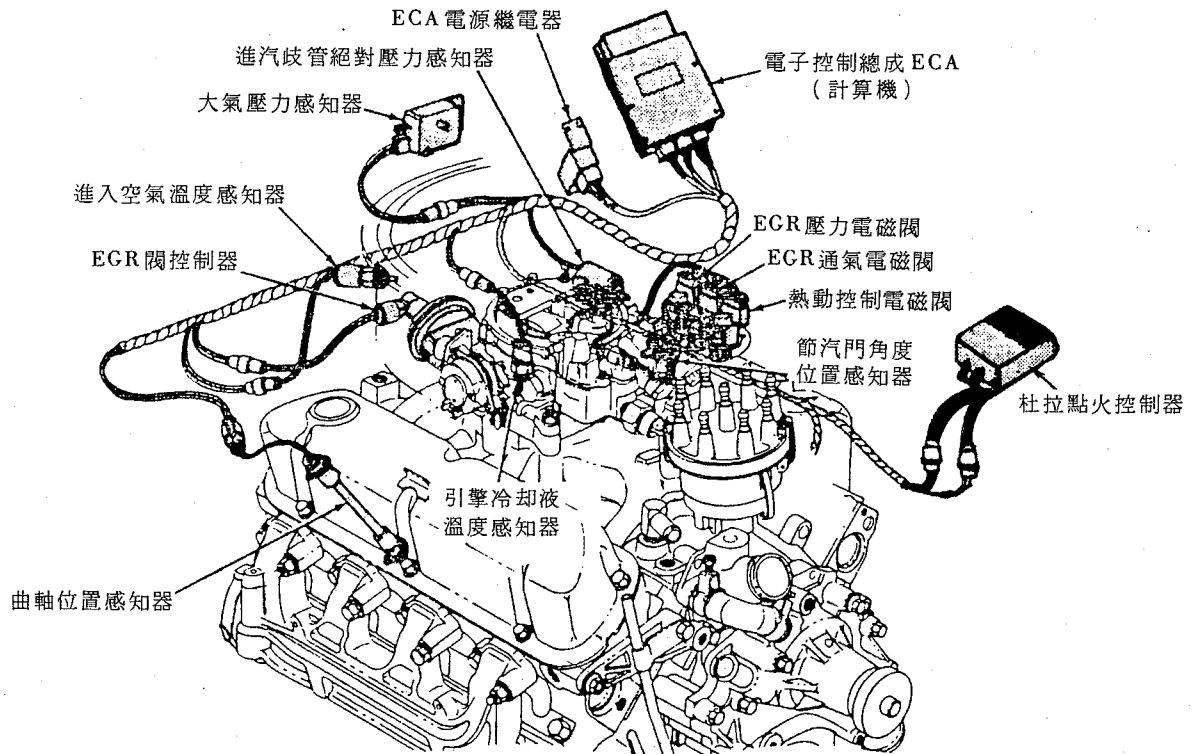


圖 5-8-147 福特電子引擎控制系統 (EEC) [註105]

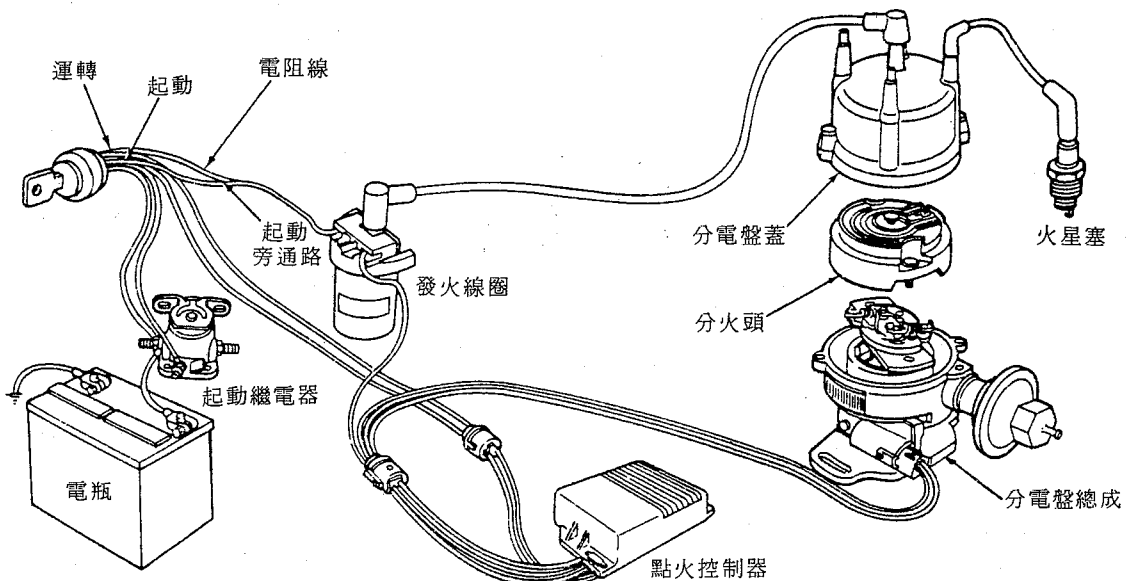


圖 5-8-148 杜拉 II 號 (Dura Spark II) 點火系統圖 [註106]

(二)杜拉點火裝置使用雙層分電盤，其構造如圖 5-8-149 所示，可以增加高壓線頭之距離，防止漏電。杜拉點火裝置能產生 30 kV 以上之高壓電。

8-4-5 日產ECCS之電腦控制點火系統 [註107]

一、概述

日產汽車公司於1980年推出電子集中控制系統ECCS，利用數位電子計算機在引擎每一迴轉都能依節汽門踩下狀況、車速、排檔位置、空調系統工作狀況、冷卻水溫度、引擎負荷、電瓶電壓等感知器之情報，加以運算後發信號給動作器，以控制燃料系之噴油量、EGR 還流量、點火時間、二次空氣量等，使引擎在最省油、最少污染、引擎出力最佳之情況下運轉，圖 5-8-150 所示為 ECCS 系統圖，圖 5-8-151 所示為 ECCS 控制方塊圖。

二、點火時間之控制

(一)由引擎轉速與基本噴射量（引擎的運轉狀態）為基礎預先設定的點火時期資料已經記憶在電腦中。電腦根據依引擎狀態計算出之基本噴射量與曲軸轉角感知器送來的轉速及活塞位置信號，由記憶資料中選出最適當之點火時期。將點火

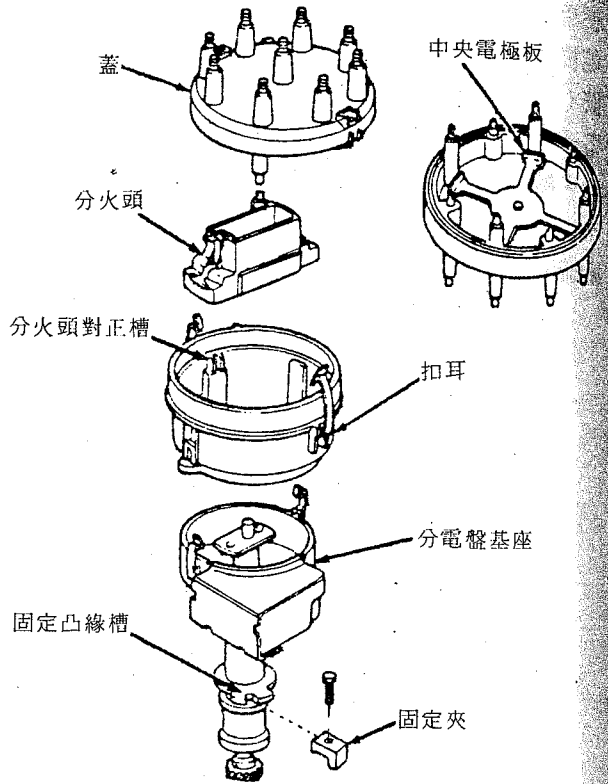


圖 5-8-149 杜拉 (Dura Spark) 點火系統專用雙層分電盤

信號送到裝在發火線圈上之動力晶體，以控制點火時期信號與通電時間，因此分電盤不需要機械

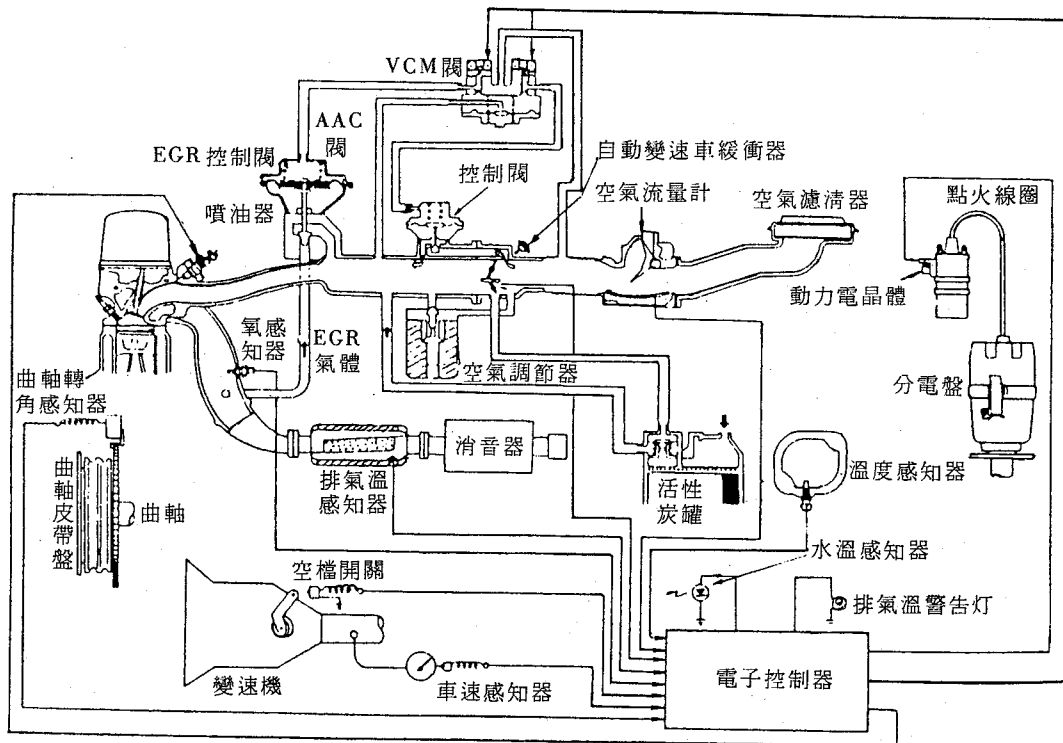


圖 5-8-150 日產 ECCS 排汽淨化系統簡圖

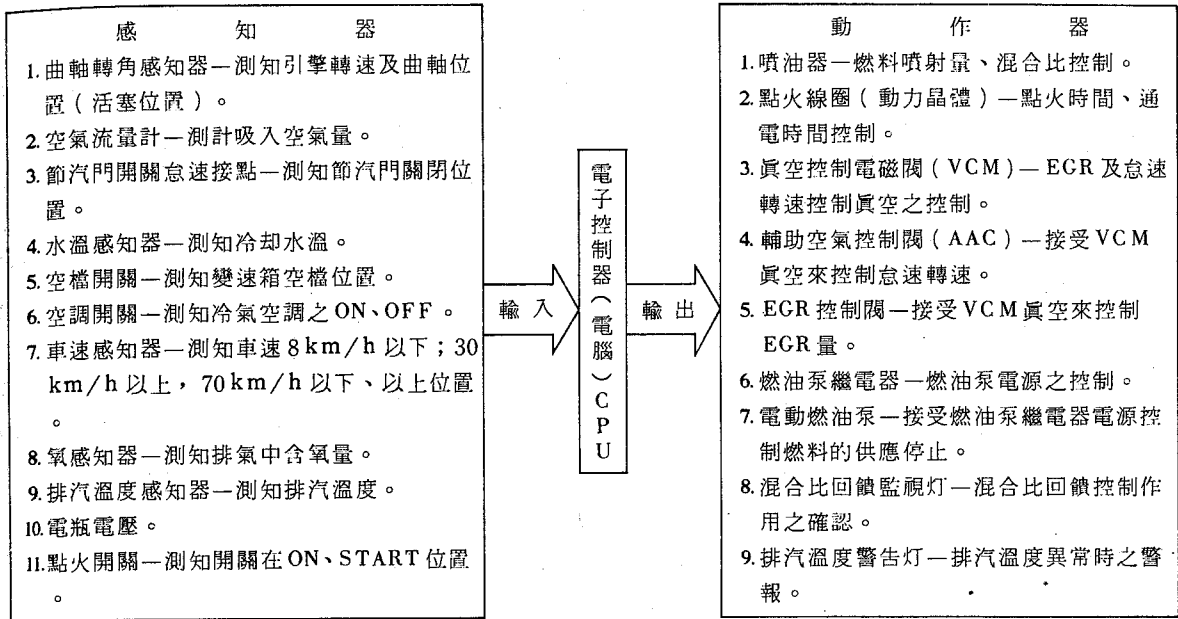


圖 5-8-151 日產 ECCS 感知器、電腦與動作器之關係

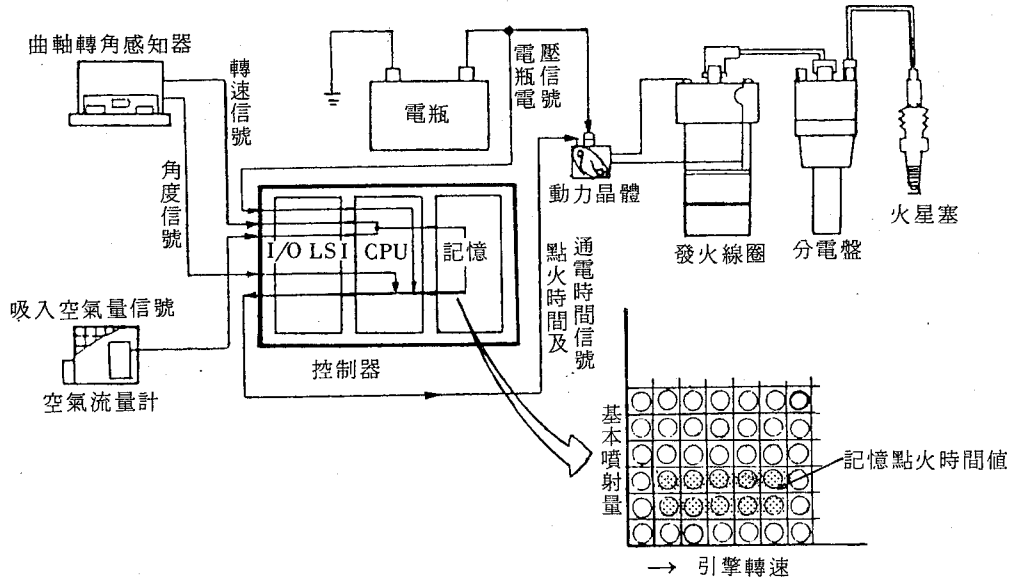


圖 5-8-152 ECCS 點火時期控制機構之構成

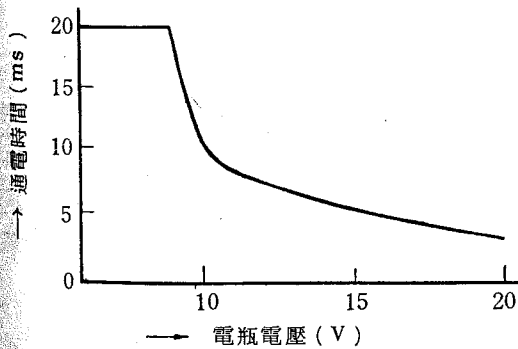


圖 5-8-153 ECCS 電瓶電壓與發火線圈通電時間關係

(離心力)及真空點火提前機構，分電盤只擔任分配高壓電之任務。圖 5-8-152 所示為點火時期控制機構之構成圖，圖 5-8-153 所示為電瓶電壓與發火線圈通電時間關係圖。

(二)在發動引擎時，使用冷卻水溫度感知器之情報修正點火時間，以提高低溫起動性能。怠速及減速時，由引擎轉速提供之情報修正點火時間，以減少 HC 之排出，與正常運轉之點火時間不同。圖 5-8-154 所示為點火時間與引擎轉速及基本噴射量之關係。

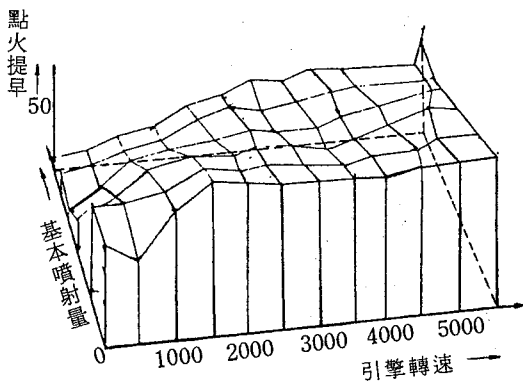


圖 5-8-154 點火時間與引擎轉速及基本噴射量之關係

8-4-6 豐田TCCS之電腦控制點火系統 [註108]

一、概述

豐田汽車公司於1980年推出豐田電腦控制系統TCCS，除使用電腦來控制引擎之運轉外，並同時用來控制傳動系統〔附連結傳動及超速傳動之電子控制自動變速箱ECT(electronic controlled transmission)〕及煞車系統〔電子防滑控制ESC(electronic slip control)〕，並有自己診斷裝置及自己故障修正機能等，為全電腦化控制之汽車。

二、TCCS點火提前控制

(一)TCCS之點火提前控制裝置稱為ESA (electronic spark advance)，電腦對每一瞬間引擎運轉狀態最適當的點火時間資料已預先

記憶在電腦中。

(二)點火正時之控制依據車速、吸入空氣量及引擎工作溫度等三項條件將指令送到電腦，以得到瞬間最佳之點火正時，圖 5-8-155 所示為點火提前控制系統圖。TCCS裝有閉角控制裝置於電腦中，能根據電瓶電壓及引擎轉速計算出最適當的通電時間(使用閉磁路型發火線圈)，同時於急加速時，火星塞所需之跳火電壓升高時亦能自動增大閉角，以提高能供電壓。

(三)點火時間的控制係由裝在分電盤中之信號發電機SG所產生之曲軸位置信號及引擎轉速來控制，如圖 5-8-156 所示。

8-4-7 雷諾汽車公司之電腦控制點火系統

一、概述

三富汽車公司所出品之雷諾 R9 轎車所用之點火系統即為微電腦控制之全晶體點火系統，由點火器(包括微電腦控制器、發火線圈、真空點火提前機構三部分)、分電盤、點火信號感知器、飛輪等組成，如圖 5-8-157 所示。

二、各機件之構造及作用

(一)點火信號感知器

點火信號感知器之構造如圖 5-8-158 所示，使用特殊螺釘固定於離合器殼上，不能調整。

(二)飛輪

如圖 5-8-159 所示，飛輪之圓周上有44齒，

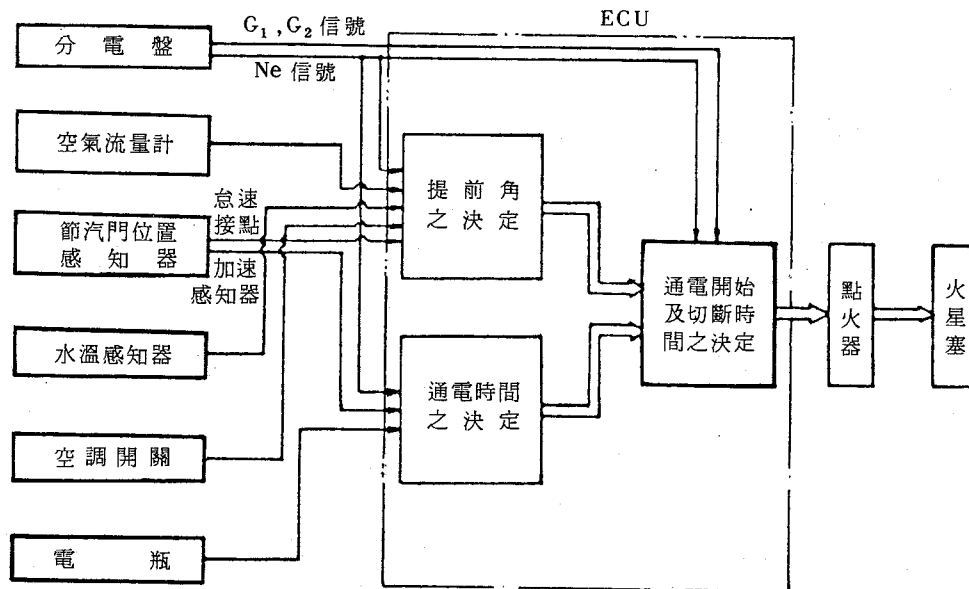


圖 5-8-155 TCCS 點火提前控制系統圖 [註109]

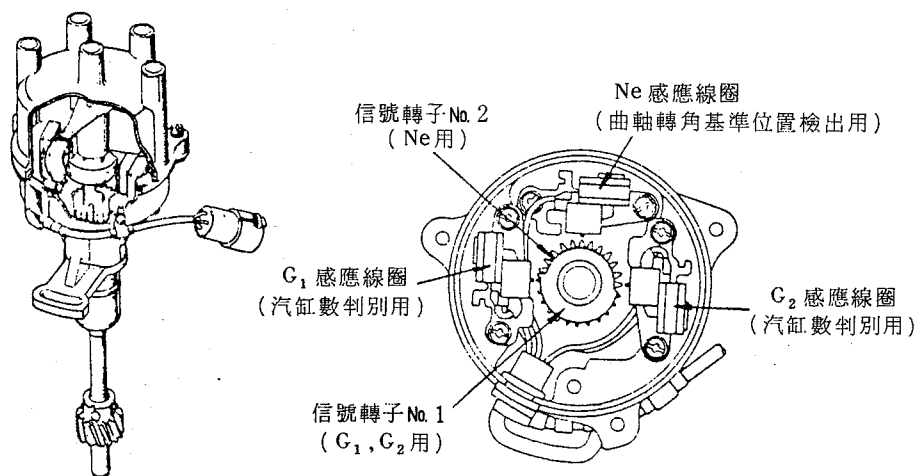


圖 5-8-156 TCCS 分電盤內之信號發電機

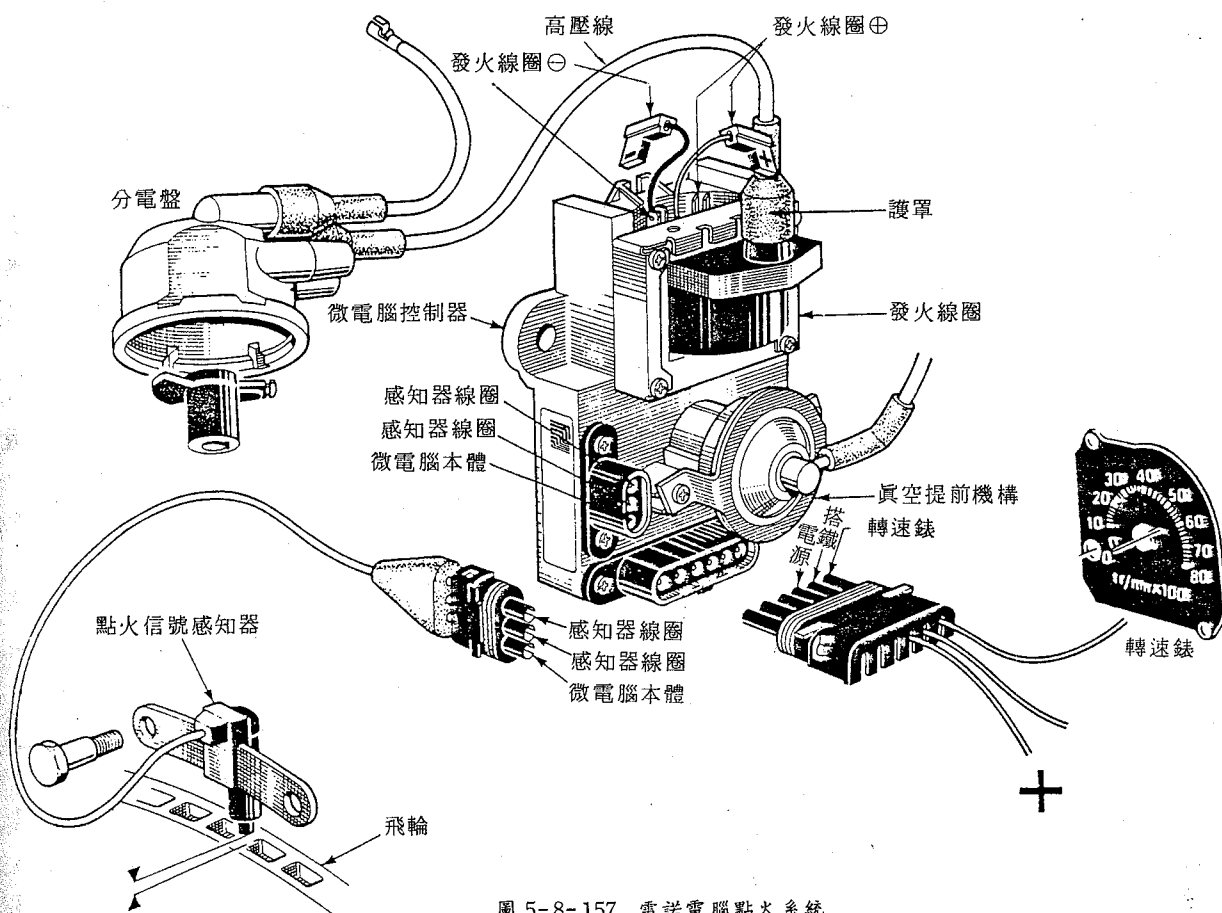


圖 5-8-157 雷諾電腦點火系統

但距TDC與BDC 90°處之齒被磨掉，故實際只有40齒；自被磨掉長齒起經11齒（即90°）為TDC或BDC位置，故每隔180°有一點火信號送到微電腦控制器。

（三）真空點火提前機構

如圖 5-8-160 所示，真空點火提前機構之外表與傳統式相同，但內部之作用情形不同。將真

空信號改變成電氣信號，當真空膜片移動時，使線圈中之鐵芯移動，而改變線圈中之磁阻，使線圈產生之信號發生改變，將信號送到微電腦控制器，據以改變點火時間。

（四）發火線圈

發火線圈屬閉磁路型發火線圈，一次電流由微電腦控制器來控制。

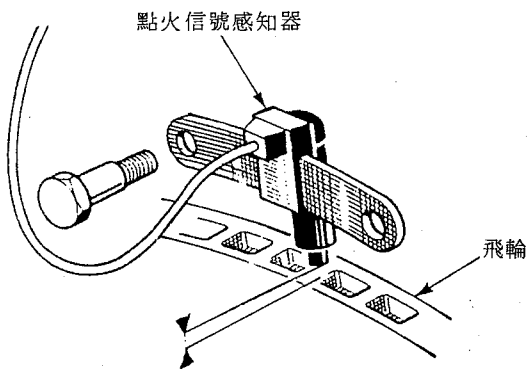


圖 5-8-158 點火信號感知器

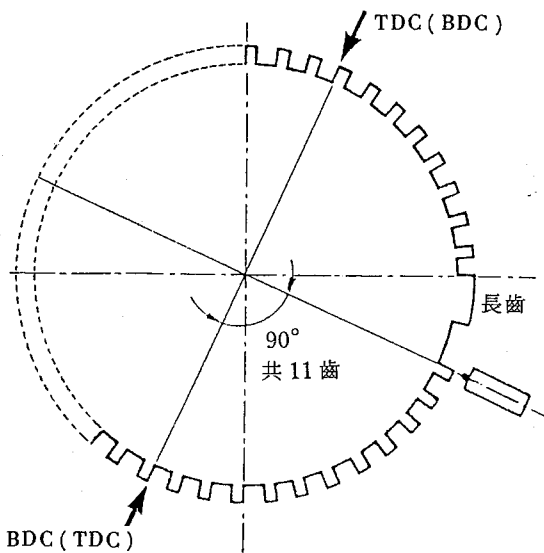


圖 5-8-159 飛輪之上死點記號

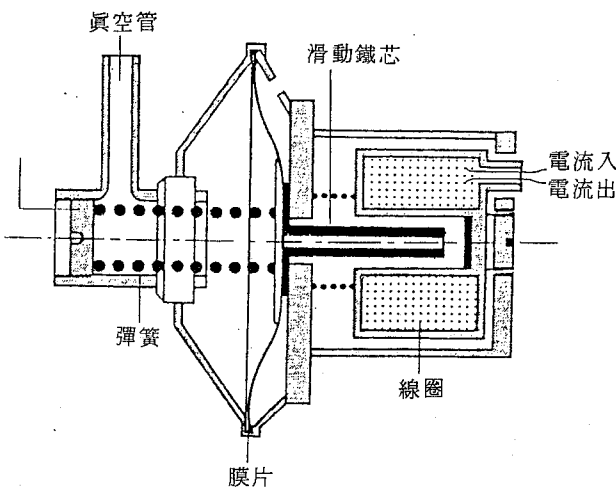


圖 5-8-160 真空點火提前裝置之構造

(五)分電盤

分電盤構造非常簡單，只有單純的分配高壓電到欲點火之汽缸，由分火頭及分電盤蓋組成，無其他配件，如圖 5-8-157 所示。

(六)微電腦控制器

1. 微電腦控制器接收點火信號感知器送來的引擎在各種轉速下之點火信號，及真空點火提前機構送來的點火時間修正信號，根據已輸入之程式計算出來最適當的點火時間，據以控制發火線圈的一次電流，使二次線圈適時感應出高壓電。

2. 微電腦控制器接收各缸壓縮上死點之信號，再提早半轉 (180°) 於壓縮行程開始時即準備控制，於適當時間供應一次電路電流，在適當時間切斷，使二次線路感應高壓電，如圖 5-8-161 所示。

3. 微電腦中之類比電路接收飛輪點火信號，來產生電子信號給數位電路，根據真空點火提前機構鐵芯之位置發出不同頻率之信號給數位電路，控制高功率晶體之電流 (控制閉角度)，供應積體電路穩定之電壓 (不因發電機及電瓶電壓改變而改變)。

4. 微電腦中之數位電路能指出 TDC 及 BDC 位置，產生每 1.023° 之信號；根據引擎轉速及進汽歧管真空計算正確的點火提前度數，發出點火信號。

5. 雷諾微電腦控制強力動力晶體叫 "Darlington"，其線路如圖 5-8-162 所示，由兩個電晶體及電阻、整流粒等組成。

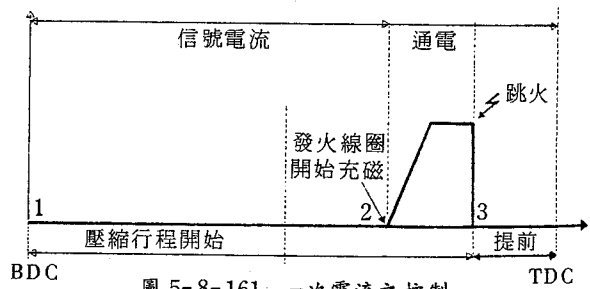


圖 5-8-161 一次電流之控制

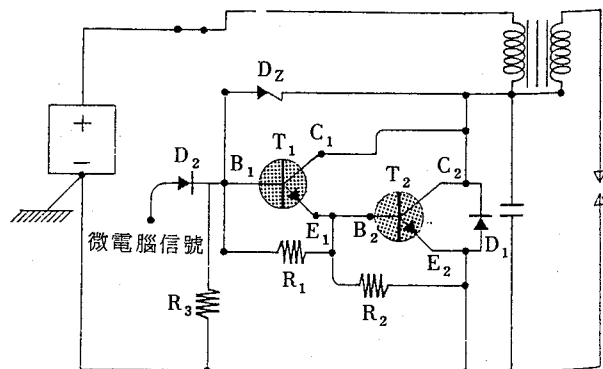


圖 5-8-162 雷諾微電腦控制器電路

(1)第一相：

自要點火汽缸之壓縮行程開始即有電流信號進入 Darlington (圖5-8-161中之1點)，經整流粒 D_2 、電阻 R_3 搭鐵產生電壓降，使得電晶體 T_1 之基極 B_1 受到影響，電流到 E_1 之前先經 R_1 及 R_2 搭鐵。

(2)第二相：

當電腦有控制信號送達 Darlington 時 (圖 5-8-161 中之 2 點)， B_1 之電位較 E_1 高，使 T_1 導通，有一部分低強度之電流經 R_2 搭鐵，即使原來作用在 B_1 上之微弱信號經放大後作用在 B_2 。

(3)第三相：

當 B_2 之電位高於 E_2 時 T_2 導通，一次電流依全強度經 T_2 (從 C_2 經 E_2) 搭鐵，一次線圈充磁。

(4)第四相：

電腦之控制信號終止時 (圖 5-8-161 中之 3 點)，電晶體 T_1 切斷， B_2 電流消失，使 T_2 也切斷，使得發火線圈之電流也迅速中斷，故發火線圈之二次線路感應高壓電。

(5)整流粒 D_1 阻止任何的倒流電流，定壓整流粒 D_2 防止電流超過負荷，整流粒 D_2 保護電腦。

(6)本系統之優點以很微弱的電流加在 B_1 ，就能控制一次電路很大的電流 (約 5.5 A)。

返回目錄

第五節 最新特殊點火系統

8-5-1 概說

點火系統對引擎性能之影響很大，因此各汽車公司不斷的研究改進，除前述之各種電晶體點火系統、電腦控制點火系統外，自1984年以後，又有許多與過去傳統點火系統不相同之點火系統發展出來，其中以 GM 的直接點火系統、豐田的整流分火頭分電盤 (DRD) 點火系統及日產的電漿火花 (plasma spark) 點火系統最具特色，本書分別加以介紹。

8-5-2 通用直接點火系統

一、概述

(一)美國通用汽車公司一直是電晶體點火系統發展的先鋒；1962年就開始推出無接點全晶體點火系統，1975年推出強力閉磁路型全晶體高能量點火系統 HEI，1980年起使用數位電腦以取代機械的離心力及真空點火提前裝置，稱為電子火花正時高能量點火系 (EST-HEI)，1984年起將分電盤廢止，使用直接點火系統 (direct ignition system)。

(二)直接點火系統取消分電盤、主高壓線、分火頭……等裝置，使熱能損失減少，且可以完全免除保養，將來必定會被大量採用。

二、直接點火系統之組成

(一)GM 直接點火系統由線圈及控制器總成、凸輪軸感知器、曲軸轉角感知器三個機件組成，

如圖 5-8-163 所示 (V-6 引擎)。

(一)線圈及點火控制器

1.線圈及點火控制器之構造如圖 5-8-164 所示，V-6 引擎用者有 3 組閉磁路型發火線圈，裝

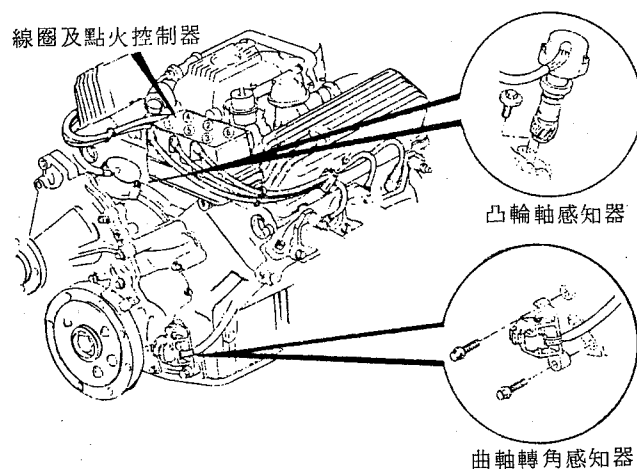


圖 5-8-163 GM 直接點火系統

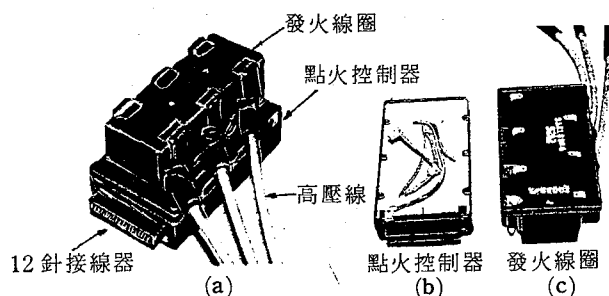


圖 5-8-164 線圈及點火控制器

在一體以聚脂樹脂封固，二次線不與一次線連接，而是二端分別輸出，前面的三條供左排汽缸用，後面的三條供右排汽缸用。

2.點火控制器裝在線圈下面，由電晶體組成之電路用來控制一次電流。發火線圈與控制器組成一體，與引擎控制器 (ECM) 以 12 針的封閉式連接器連接。

(三) 凸輪軸感知器

圖 5-8-165 所示為凸輪軸感知器之構造，由原來分電盤之驅動齒輪驅動，轉速為曲軸的 1/2。蓋內有全 IC 式信號發電機 (SG)，底板上有一缺口，用來對正第一缸壓縮行程，主要功能係點火汽缸的判別。

(四) 曲軸轉角感知器

曲軸轉角感知器的構造如圖 5-8-166 所示，安裝在曲軸皮帶輪之旁邊，如圖 5-8-163 所示。亦為全 IC 式之信號發電機 (SG)，皮帶輪內側有三個葉片，分別距離 120°，此葉片遇到曲軸轉角感知器時即發出信號，以提供引擎轉速及曲軸轉角信號。

三、直接點火系統之作用

(一) GM 稱直接點火系統為電腦控制發火線圈點火系統 CCCI (computer controlled coil ignition)，其組成如圖 5-8-167 所示。

(二) 點火控制器接收凸輪軸感知器及曲軸轉角感知器信號後，將引擎轉速的情報送到 ECM，

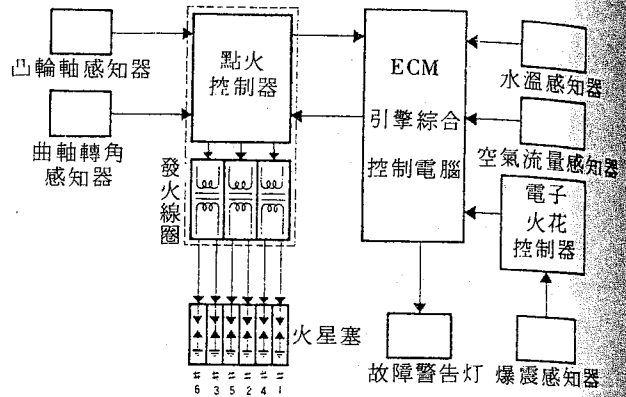


圖 5-8-167 GM CCCI 直接點火系統圖

ECM 根據水溫、吸入空氣量、爆震之有無等情報決定最適當的點火時間，信號再送回點火控制器，使三個發火線圈依正確的點火順序及點火時間產生高壓電，跳過火星塞點火。

(三) 每一個發火線圈使一對汽缸火星塞高壓電 (1-4, 2-5, 3-6) 同時跳火，第一缸在壓縮上死點點火時，第四缸在排汽上死點，在排汽行程的汽缸只需 2~3 kV 之電壓就能跳火，其餘的高壓電都集中在壓縮行程之汽缸跳火。

(四) 當點火開關 ON 後，在 1~2 秒內不發動引擎時，ECM 能自動的使點火控制器之電路關閉，切斷流到發火線圈之電流。

(五) ECM 能使點火時間在 BTDC 0~70° 範圍內做最適當之選擇，閉角在低速與高速時能在 15ms~3ms 範圍內控制。

8-5-3 豐田整流分火頭分電盤點火系統

一、概述

(一) 豐田 DRD 整流分火頭分電盤自 1983 年起開始用在翱翔者 (Soarer) 車上，分電盤之構造如圖 5-8-168 所示，六缸引擎之分電盤蓋邊電極分內外兩圈 (外圈 1-3-2, 內圈 5-6-4)，每一個電極相差 120°，使點火提前之範圍能夠大幅增加。

(二) 分火頭之內側與外側分別有一電刷配電，分火頭之中央有一高壓整流粒，外圈之電極以 ⊖ 極性配電，內圈之電極以 ⊕ 極性配電。

(三) 發火線圈為閉磁路型，與點火控制器裝在一起，如圖 5-8-169 所示。一次線圈有二條回路，在點火器內的兩個動力晶體 PTr 接受電腦的信

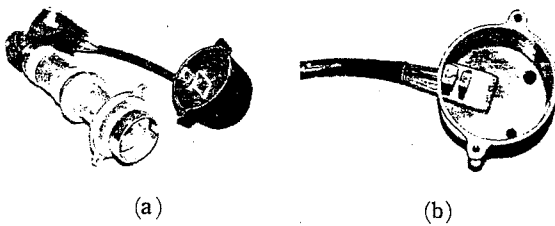


圖 5-8-165 凸輪軸感知器，蓋內為全 IC 式信號發電機

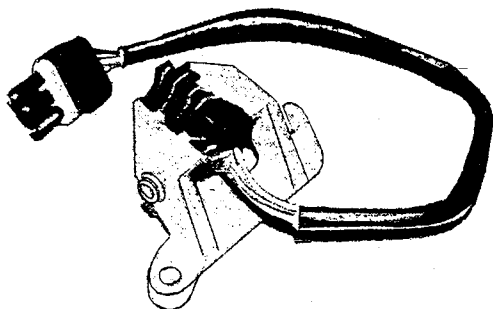


圖 5-8-166 曲軸轉角感知器

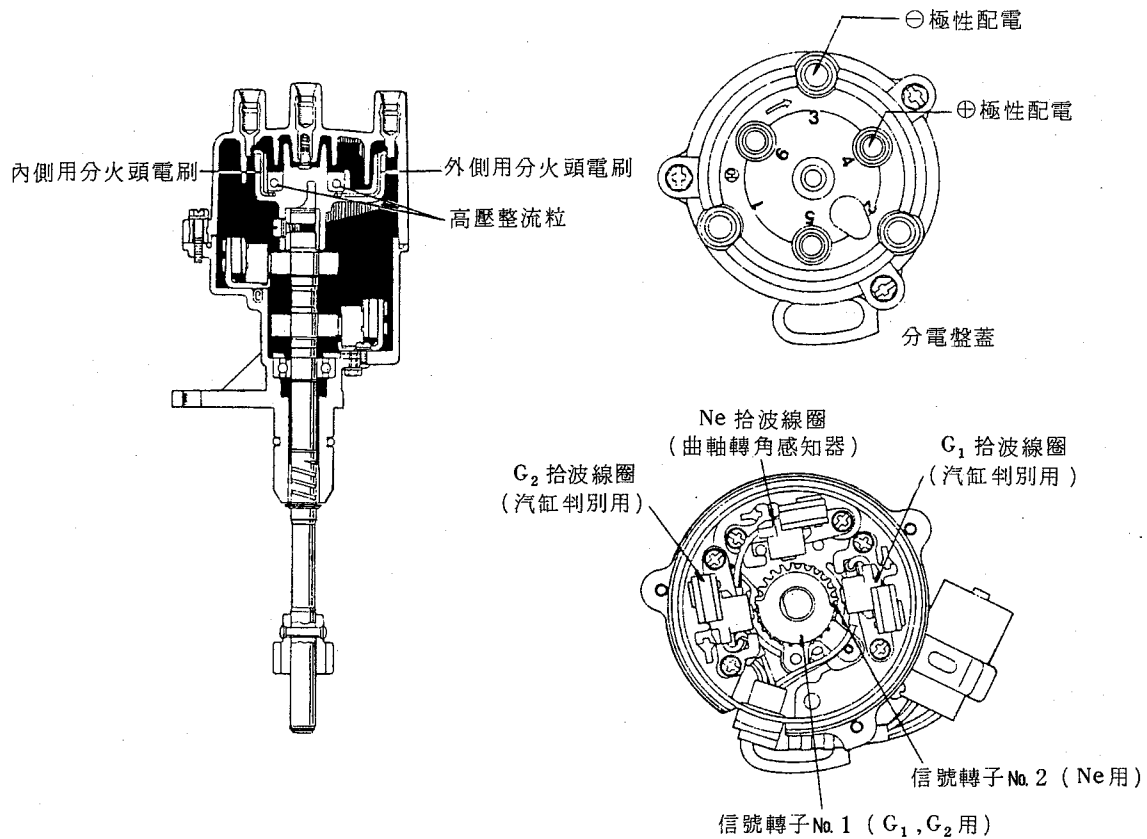


圖 5-8-168 豐田 DRD 分電盤構造

號交互 ON-OFF，從一個發火線圈產生⊕極性用及⊖極性用之二次高壓電。點火器之構造如圖 5-8-169 所示。

二、DRD 點火系之作用

(一)圖 5-8-169 (A)所示為豐田 DRD 點火系統線路圖，點火器接受電腦來的點火信號 (IGt)，將閉角度及點火時間做最適當之控制。

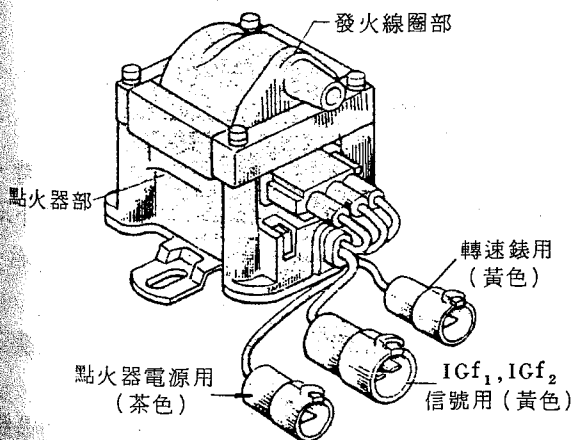


圖 5-8-169 DRD 點火系線圖及點火器

(二)汽缸判別回路將汽缸別信號 (IGd) 送入，使動力晶體 PTr (A)及(B)交互 ON-OFF。

(三)當 PTr (A) ON時，一次線圈有 i_1 方向的一次電流流入，PTr (B) ON時，有 i'_1 方向的一次電流流入，此時 i_1 與 i'_1 方向相反，磁場互相抵消。

(四)當 PTr (A) OFF時，二次線圈有 i_1 方向的⊖極性二次電壓產生，二次電流由搭鐵→D₁高壓整流粒→二次線圈流動→供應 1-3-2 缸所需之高壓電。

(五)當 PTr (B) OFF時，二次線圈有 i'_1 方向的⊕極性二次電壓產生，二次電流由二次線圈→D₂高壓整流粒→搭鐵流動→供應 5-6-4 缸所需之高壓電。

(六)如此，二次高壓電⊕⊖交互發生，由⊕側及⊖側之分火頭分別配電，使點火提前之範圍大幅增大。使用引擎示波器能很清楚的看到上下兩個相反極性的高壓電波。

8-5-4 日產 PLASMA 點火系統

一、概述

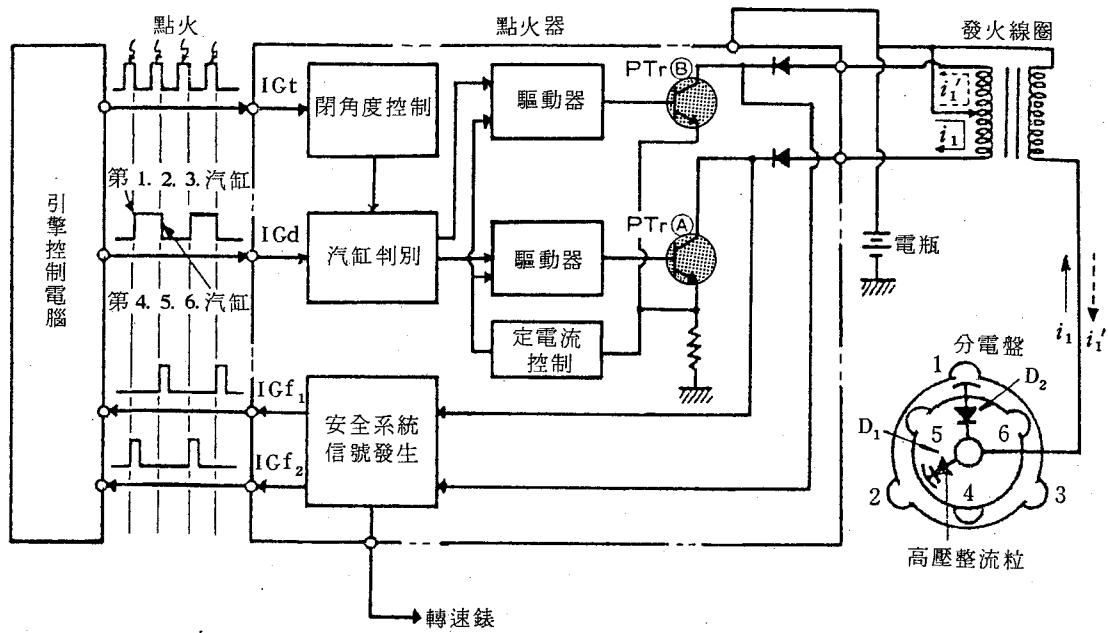


圖 5-8-169 (A) 豐田 DRD 線路圖

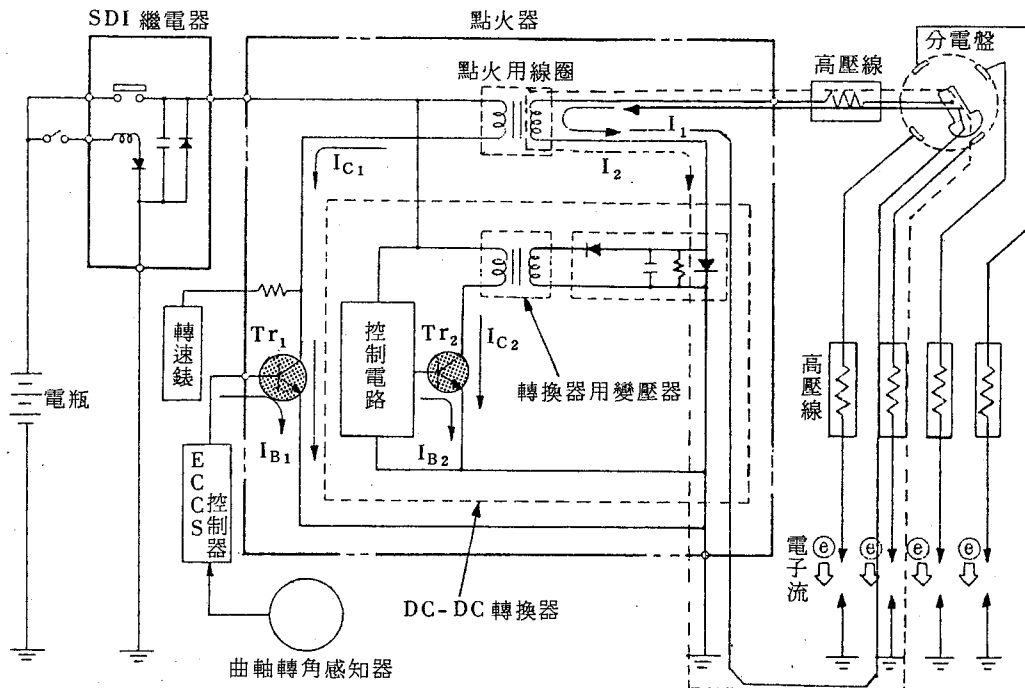


圖 5-8-170 日產 ECCS PLASMA 點火系組成圖

(一)日產將ECCS電子集中控制系統用之全晶體點火系統改良成 PLASMA 點火系統，亦即在二次線路中加裝 DC-DC 轉換器（由發振、升壓迴路與整流、平滑迴路構成），使點火系統之放電時間延長，且燃燒更穩定的新型點火系統。

(二)ECCS之點火裝置為閉角度控制加定電流控制之全晶體點火系統，從低轉速到高轉速均能得到良好的放電特性。但是渦輪增壓引擎壓縮比

較標準引擎低，在低轉速再使用稀薄混合汽時，很容易發生失火之故障，為確保在惡劣情況下均能有效點火，才發展出 PLASMA 點火系統。

二、PLASMA 點火系統之作用

(一)圖 5-8-170 所示為 PLASMA 點火系統之組成圖。

(二)當 ECCS 電腦之點火控制信號使動力晶體 Tr_1 OFF 時，發火線圈之一次電流切斷，二次側

感應高壓電，在二次電路有二次電流 I_2 流動，其結果使火星塞之間隙有火花放電產生。

(三)同時，DC-DC 轉換器內之放電時間控制電路偵測出 Tr_1 切斷的信號，控制電路內與引擎轉速相對應之動力晶體 Tr_2 在一定時間內會產生 ON-OFF 之來回作用。當 Tr_2 產生 ON-OFF 之作用時，會使發火線圈二次電流 I_2 繼續流動，使火星塞間隙之火花放電持續發生。

(四)此DC-DC 轉換器從發動引擎開始到1800 rpm為止，能使原來全晶體點火裝置之火花放電時間延長 2~4 倍，使在低轉速使用稀薄混合汽也能良好燃燒。使引擎低溫起動性、怠速之穩定性、燃料之經濟性大為提高。

(五)發火線圈旁之SDI 繼電器是在點火開關 ON-OFF 時發生之湧起 (surge) 電壓消除，

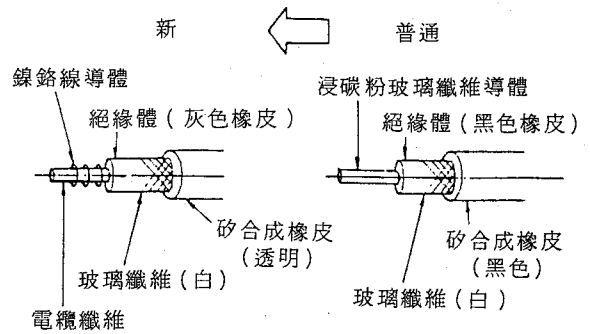


圖 5-8-171 PLASMA 點火系專用高壓線

以保護 DC-DC 轉換器。

(六)該點火系統因為放電能量大，且放電時間長，分火頭之耐熱性需提高，同樣的理由，高壓線也由原來的碳芯高壓線改為專用之電纜式專用高壓線，如圖 5-8-171 所示。

返回目錄

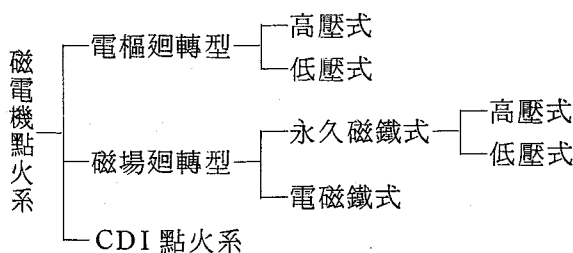
第六節 磁電機點火系統

8-6-1 概述

(一)早期的汽車及現在許多重機械、工業用汽油引擎、摩托車、割草機、抽水機等小型引擎之點火裝置均採用磁電機點火系統。

(二)磁電機點火系統不必使用電瓶，係利用自己產生之電力來做電源，轉速愈快，火花愈強。集合為一整體，搶修方便為其優點。但低轉速時高壓電火花較弱，引擎起動較困難為其缺點。

(三)磁電機點火系統之種類依構造不同可分為三大類：



8-6-2 高壓式電樞迴轉型磁電機

(一)圖 5-8-172 所示為高壓式電樞迴轉型磁電機之電路圖。

(二)轉動的電樞上有一次線圈、二次線圈及分火頭，外面固定的部份有永久磁鐵、接點及分電盤等組成，如圖 5-8-173 及圖 5-8-174 所示。

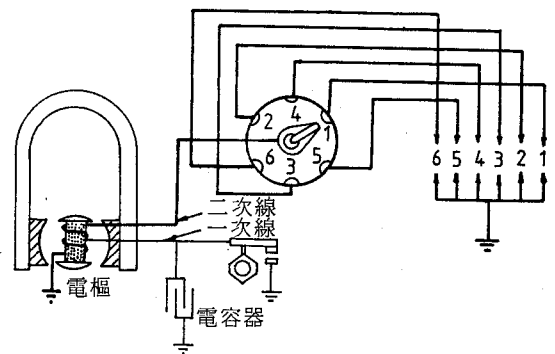


圖 5-8-172 高壓式電樞迴轉型磁電機電路圖

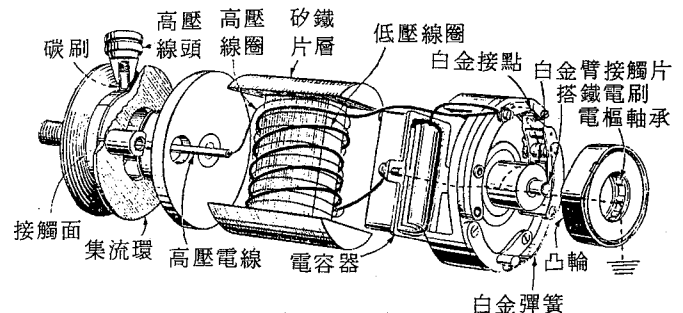


圖 5-8-173 高壓式電樞迴轉型磁電機構造

(三)電樞在永久磁鐵中旋轉時，一次線圈產生感應電壓，於感應電壓最大時，白金接點將一次電流切斷，使二次線圈感應高壓電。電樞在永久磁鐵中之相對位置與一次線圈感應電壓之關係如

圖 5-8-175 所示，與一次線圈之感應電流之關係如圖 5-8-176 所示。

8-6-3 低壓式電樞迴轉型磁電機

低壓式電樞迴轉型磁電機之構造與高壓式極

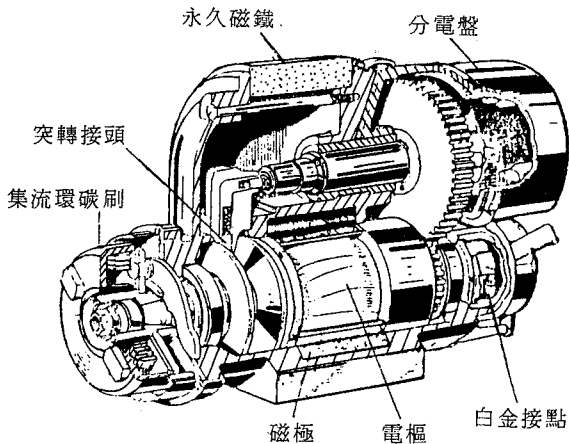


圖 5-8-174 高壓式電樞迴轉型磁電機組合圖

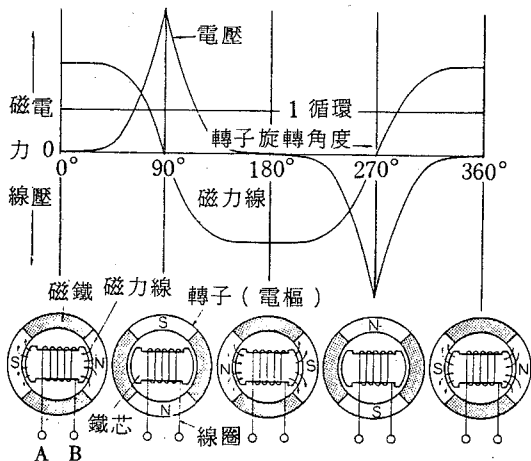


圖 5-8-175 電樞在磁場中位置變動與磁力線變化及一次線圈感應電壓之關係〔註110〕

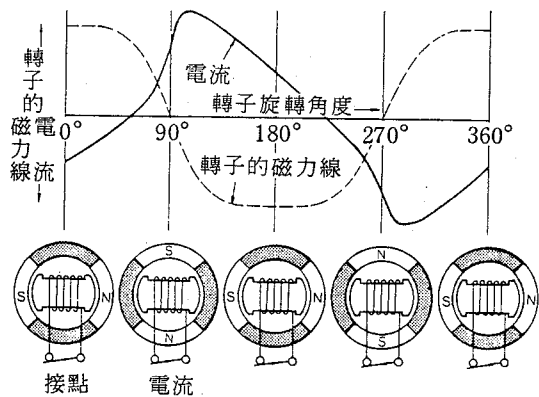


圖 5-8-176 電樞在磁場中位置之變動與磁力線變化及一次線圈電流之關係〔註111〕

為相似，所不同點為電樞上只有繞一次線圈，無二次線圈，因此必須裝配發火線圈，至於高壓電之產生與分配及一次電路之控制均與高壓式相同。圖 5-8-177 所示為低壓式電樞迴轉型磁電機之構造。

8-6-4 永久磁鐵迴轉型高壓式磁電機

(-)永久磁鐵迴轉型高壓式磁電機以永久磁鐵旋轉，使繞有一次及二次線圈之發火線圈產生高壓電，向外輸出。

1.永久磁鐵有在發火線圈內旋轉之內轉子式，用在多缸引擎用之磁電機上，如圖 5-8-178 所示。

2.永久磁鐵亦有在發火線圈外旋轉之飛輪式，用在單缸引擎上，圖 5-8-179 所示為此式磁電機之電路圖。

8-6-5 永久磁鐵迴轉型低壓式磁電機

(-)永久磁鐵迴轉型低壓式磁電機以永久磁鐵

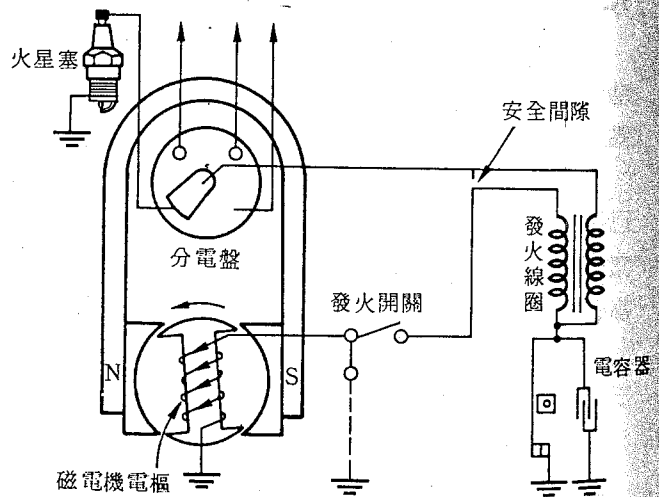


圖 5-8-177 低壓式電樞迴轉型磁電機電路圖

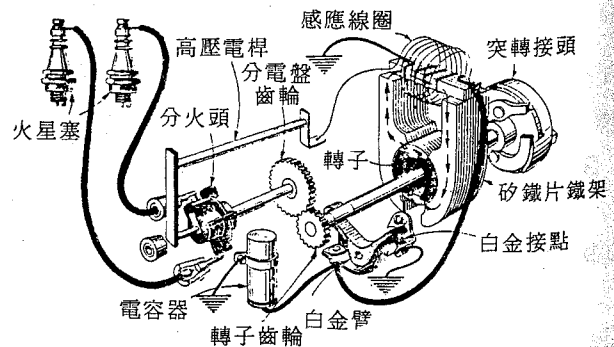


圖 5-8-178 內轉子迴轉型高壓式磁電機

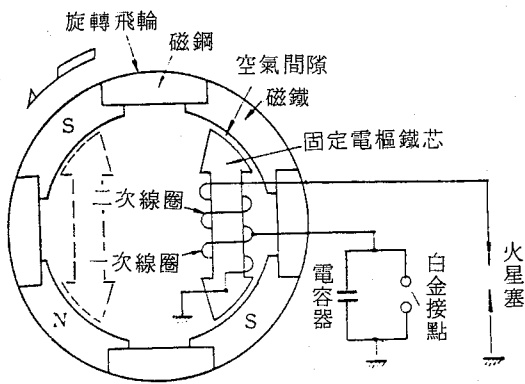


圖 5-8-179 飛輪旋轉型高壓式磁電機電路

旋轉，使僅繞有一次線圈之感應線圈產生電流，再送到外面之發火線圈，以外面之發火線圈感應高壓電供火星塞點火用，亦分為內轉子及飛輪式兩種。

(一)圖 5-8-180 所示為美國本的氏—辛特拉 (Bendix-Scientilla) 內轉子式低壓磁電機之電路圖。

(二)圖 5-8-181 所示為單缸引擎用飛輪式低壓磁電機之電路圖。

8-6-6 電磁鐵迴轉型磁電機

電磁鐵迴轉型磁電機不是使用永久磁鐵做轉子，而是使用繞有線圈之電磁鐵做轉子，以使繞在外面之發火線圈感應高壓電，一次電路之控制與二次高壓電之分配與電樞迴轉型相似，很少使用。

8-6-7 離心力點火提前機構

(一)磁電機點火系統也裝有離心力點火提前機構，配合引擎轉速的升高提早點火。圖 5-8-182 所示為離心力點火提前機構之構造。

(二)在低速時飛重離心力小，彈簧力將飛重收

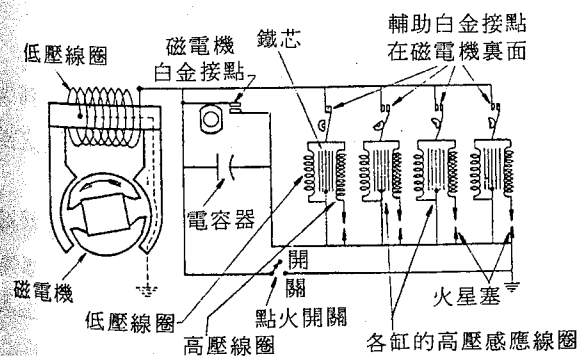


圖 5-8-180 內轉子迴轉型低壓式磁電機電路

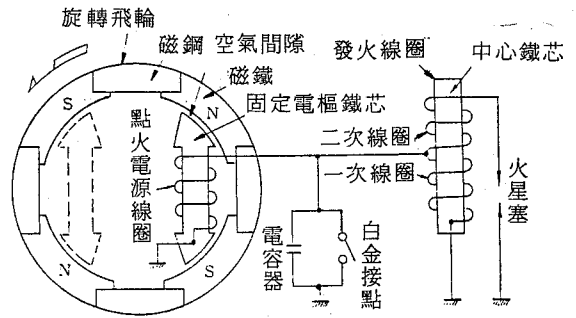


圖 5-8-181 飛輪旋轉型低壓式磁電機電路

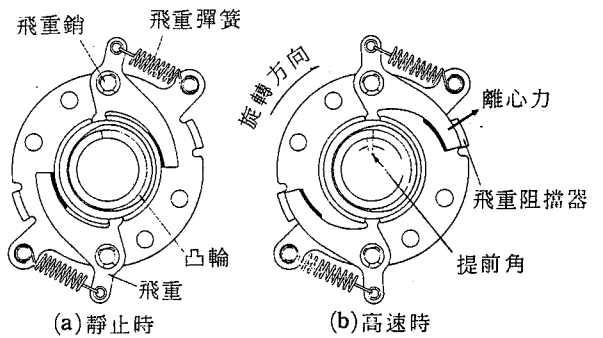


圖 5-8-182 離心力點火提前機構作用〔註112〕

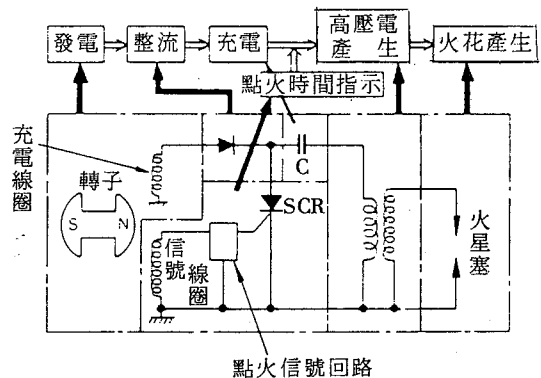


圖 5-8-183 無接點 CDI 磁電機系統圖〔註113〕

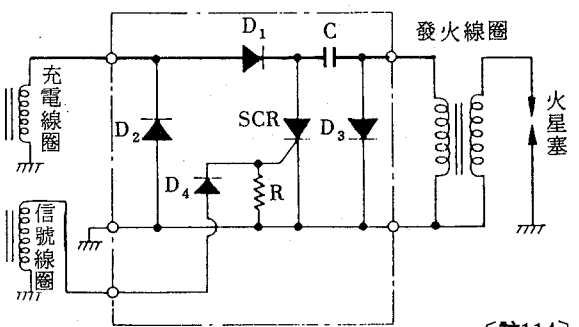


圖 5-8-184 無接點 CDI 磁電機基本電路

攔，凸輪在原始位置，如圖 5-8-182 (a) 所示。

(二)在高速時飛重離心力大，克服彈簧力向外

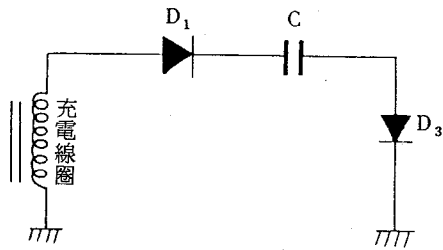


圖 5-8-185 充電電路之作用〔註115〕

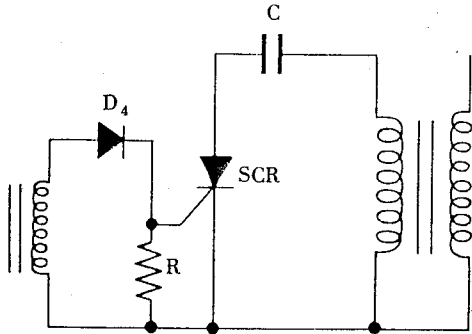


圖 5-8-186 信號電路之作用〔註116〕

張開，使凸輪向旋轉方向移動一角度，如圖 5-8-182 (b) 所示。

8-6-8 無接點CDI磁電機點火系統

(一)現代之二輪機踏車、農、漁、工業用汽車引擎已普遍採用無接點電容放電式 (CDI) 磁電機點火裝置，取代傳統的接點式磁電機點火系，使點火系免除保養，故障少，性能提高。

(二)圖 5-8-183 所示為無接點 CDI 磁電機點火裝置之系統圖。轉子迴轉發電，經整流粒整流後，充電至主電容器，依信號指示放電，使發火線圈感應高壓電，在火星塞跳火。

(三)圖 5-8-184 所示為 CDI 點火系的基本電路，其作用如下：

1. 無接點磁電機之充電線圈產生的一次高壓電經 D_1 整流後，使主電容器 C 充電，如圖 5-8-

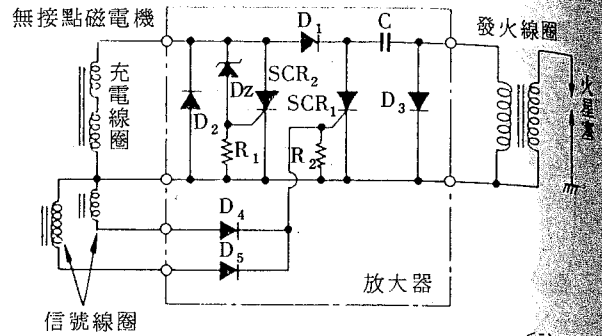


圖 5-8-187 農業機械用無接點 CDI 點火電路〔註117〕

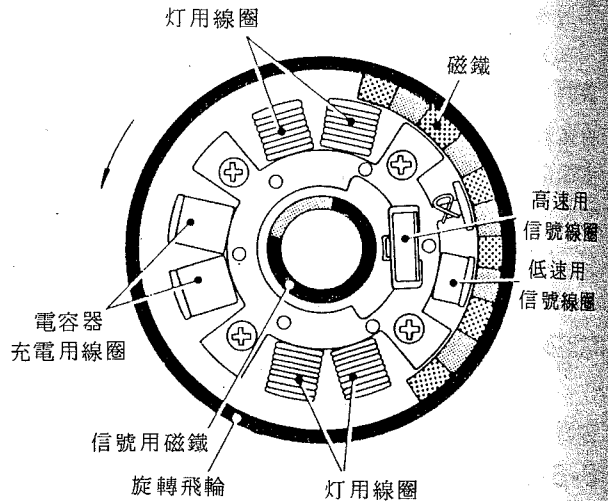


圖 5-8-188 無接點 CDI 磁電機構造〔註118〕

185 所示。

2. 接著信號線圈產生的點火信號使 SCR 開流體 ON，主電容器所積存之電荷由主電容器 → SCR → 發火線圈一次線圈 → 搭鐵，如圖 5-8-186 所示，因快速的放電使發火線圈二次線圈感應產生高壓電，經火星塞跳火完成迴路。

(四)圖 5-8-187 所示為農用機械無接點 CDI 磁電機點火系實用電路，圖 5-8-188 所示為其構造。

返回目錄

【習題】

一、選擇題：

- 根據實驗得知，汽缸內產生最大壓力時曲軸之位置在上死點①前 10° ②前 20° ③後 10° ④後 20° 引擎可得到最大動力。
- 引擎在正常空轉時，其火星塞發生火花的電壓約① 12 V 或 24 V ② 300 ~ 400 V ③ 5000 ~ 9000 V ④ 20000 ~ 25000 V。

- 發火線圈中，高壓電之感應電壓與下列何者成反比①時間②通過之電流③高壓線圈之圈數④電瓶之電壓。
- 分電盤中的電容器，其功用是①防止收音機受到干擾②穩定發電機之電壓③保護火星塞以免燒蝕④保護分電盤白金接點並增強二次電壓。
- 引擎怠速時點火時間約在①上死點前 $7 \sim 15^\circ$

- ②下死點前 $7\sim 15^\circ$ ③上死點後 $7\sim 15^\circ$ ④下死點後 $7\sim 15^\circ$ 。
- 6.產生足以跳過火星塞間隙之數拾kV高壓電者為①分電盤②電瓶③發火線圈④白金接點。
- 7.連接分電盤至火星塞之電線為①低壓線②高壓線③一次線圈④二次線圈。
- 8.電容器與一次電路係採用①並聯②串聯③串並聯④複聯。
- 9.一般汽車引擎用之電容器之容量為① $0.15\sim 0.3\text{ F}$ ② $15\sim 30\text{ MF}$ ③ $1.5\sim 3\ \mu\text{F}$ ④ $0.15\sim 0.3\ \mu\text{F}$ 。
- 10.火星塞的高壓電，其極性應該是①配合電瓶搭鐵極性②一定要負電③可正電可負電④一定要正電。
- 11.附裝有外電阻之點火系統，其外電阻規格約① $0.4\sim 0.5\ \Omega$ ② $1.4\sim 1.5\ \Omega$ ③ $4\sim 5\ \Omega$ ④ $14\sim 15\ \Omega$ 。
- 12.發火線圈與外電阻是①串聯②並聯③複聯④任意連接。
- 13.發火線圈之極性有一定，如果接反就會①不發生火花②火花微弱③立刻燒壞發火線圈④使火星塞跳火電壓升高。
- 14.點火開關和發火線圈之間加裝一外電阻時高壓電有什麼變化①高壓電變弱②高壓電變強③高壓電火花可延長④起動及運轉時高壓電維持相同。
- 15.分電盤軸由何者驅動①曲軸②凸輪軸③傳動軸④惰軸。
- 16.白金彈簧之彈力約為① $0.5\sim 0.65\text{ kg}$ ② $0.1\sim 0.2\text{ kg}$ ③ $0.05\sim 0.065\text{ kg}$ ④ $5\sim 6.5\text{ kg}$ 。
- 17.一次電流降低之原因為①閉角變大②白金間隙變小③二次電流變小④閉角變小。
- 18.將分電盤白金間隙調小時，則點火①提早②變晚③不變④不一定。
- 19.分電盤白金接點在什麼情況下火星塞會跳出火花①接點剛閉合時②接點剛開啓時③接點完全打開時④以上皆非。
- 20.分電盤的白金接點間隙應在什麼情況下調整①接點剛閉合時②接點剛開啓時③接點完全打開時④接點完全閉合時。
- 21.從火星塞跳火到汽缸內產生最大壓力一般約需①3秒②1秒③0.001秒④0.003秒。
- 22.白金閉角不合規定，應該調整①白金接點間隙②白金臂彈力③分電盤凸輪軸角度④點火之早晚。
- 23.白金閉角少於規定①高壓電增強②高壓電減弱③發火線圈易發燙④電容器易燒壞。
- 24.白金閉角超過規定①高壓電增強②高壓電減弱③發火線圈易燙壞④電容器易燒壞。
- 25.外表愈大之電容器，電容量①愈大②愈小③不一定④與重量成正比。
- 26.有的分火頭上有一段高電阻的圓棒，它的功能是①保護分電盤接點不被燒壞②保護火星塞不被燒壞③使低速和高速具有相同高壓電④防止收音機受到干擾。
- 27.點火正時記號是什麼意思①每一缸火星塞在這位置跳火②第一缸火星塞在這位置跳火③第一缸活塞在下死點④最後一缸活塞在下死點。
- 28.分電盤中的電容器是①與點火開關並聯②與發火線圈並聯③與白金接點並聯④與白金接點串聯。
- 29.分電盤白金組的負極燒成凸起，正極燒成凹孔的原因①電容器電容量太小②電容器電容量太大③白金間隙太小④白金間隙太大。
- 30.分電盤的白金接點經常燒壞應檢查①發火線圈②電容器③分電盤凸輪軸④分火頭。
- 31.汽缸中產生最大動力，引擎出力最大是曲軸在①上死點前 10° ②上死點後 10° ③下死點後 10° ④下死點後 10° 。
- 32.使用汽油之辛烷值號數低於廠家規定，則①引擎過冷②引擎過熱③點火需延後④點火需提早。
- 33.引擎怠速（節汽門全閉）時①真空點火提前角度較小②無真空點火提前③點火延後④真空最大，提前角度最多。
- 34.有關真空點火提前機構，何者有錯①真空管接於節汽門上方②節汽門全閉時無真空點火提前③引擎真空不斷上升，真空提前也跟著連續上升④引擎真空到達一定值後，真空提前角度保持不變。
- 35.真空提前點火機構是利用何處真空①化油器②進汽歧管③空氣濾清器④真空泵。
- 36.將點火時間延遲時① NO_x 排出量增加②HC

- 排出量增加③引擎爆震④NO_x排出量減少。
37. 下述何者為非①燃燒壓力及溫度愈高NO_x之發生量愈多②點火延遲可使NO_x排出量減少③輕負荷時NO_x排出量增加④輕負荷、溫度低時NO_x不會產生。
38. SCV 之大氣通路何時打開①引擎真空低時②冷卻水溫度過高時③冷引擎時④引擎達正常溫度時。
39. 將化油器傳來之真空阻滯一段時間才送到分電盤真空膜片室之閥為①TVSV②TCS③SDV④SCV。
40. 採用高電阻高壓線①點火性能降低②點火性能提高③電阻 100~1000 Ω④衰減高週波電流，以防干擾收音機。
41. 普通點火系之火星塞電極間隙為①0.7~0.8 cm②1.0~1.5 mm③0.07~0.08 mm④0.7~0.8 mm。
42. 冷型火星塞應使用在①低壓縮比②水冷式③高速④四行程引擎。
43. 有關火星塞中央電極之敘述何者有錯①溫度保持在 450~950 °C 間時有自動清淨之作用②溫度太低則容易積碳③溫度太高易生爆震④溫度太高則跳火電壓降低，火花微弱。
44. 下列敘述何者有錯①電極間隙愈大，跳火電壓與中央電極溫度愈高②中央電極溫度愈高，跳火電壓愈低③汽缸壓力高，混合汽溫度低則跳火電壓愈高④混合比 9:1 時跳火電壓最低，15:1 時跳火電壓最高。
45. 火星塞不跳火之原因①能供電壓高於跳火電壓②儲備電壓過高③跳火電壓太低④跳火電壓高於能供電壓。
46. 所謂 14 mm, 10 mm 火星塞是指①火星塞螺牙長度②火星塞螺牙半徑③火星塞螺牙直徑④火星塞之熱度。
47. 火星塞上有凸出之肋條，其功用是①防止積碳②防止漏電③增加散熱④防止收音機干擾。
48. 冷型火星塞之瓷芯較熱型火星塞①長且散熱快②長且散熱慢③短且散熱慢④短且散熱快。
49. 量火星塞電極間隙之標準工具是①厚薄規②線規③測微器④鋼尺。
50. 拆下火星塞，電極處有積碳或上油表示所用之火星塞①太冷式②太熱式③太舊④引擎過熱。
51. 要以很小電流的開關控制大電流，開關應裝在那一極①基極②集極③射極④半導體。
52. 電晶體點火系統的分電盤和發火線圈是①串聯接於電晶體的集極②白金接於集極，發火線圈接於基極③白金接於基極，發火線圈接於集極或射極④白金接於射極，發火線圈接於集極。
53. 電容器放電式點火系是將主要電容器充電到什麼程度再放出來產生高壓電① 5 kV② 電瓶電壓③ 300 V④ 6~10 kV。
54. 電晶體點火系之感應放電式，其火星塞跳火時間可達① 1.8 μs② 18 μs③ 180 μs④ 1800 μs。
55. 士林全晶體點火系統之任務控制，功用相當於普通接點式白金接點①白金間隙②白金臂③白金閉角④搭鐵白金。
56. 定電流控制式全晶體點火系統之發火線圈①採用開磁路發火線圈②採用閉磁路發火線圈③使磁力線增大之方法為增加一次線圈之圈數④缺點為體積大，重量重。
57. 定電流控制式全晶體點火系統當拾波線圈產生負壓時①發火線圈在充磁狀態②發火線圈產生高壓電③電晶體在 ON 之位置④引擎熄火。
58. 閉角增大電路①隨著引擎轉速之增快使二次電壓降低②當拾波線圈之發生電壓低於 Tr₁ 之動作電壓時，電容器充電③有防止高速時二次電壓升高之功用④引擎轉速愈快發生電壓愈高，充電器充電愈大。
59. 定電流控制式全晶體點火系統可以控制那些電路之電流保持一定①一次電路②二次電路③一次及二次電路④以上均可。
60. 電容器放電式點火系係將 12V 直流電變壓成多少伏特直流電① 30~40 V② 70~80 V③ 300~400 V④ 700~800 V 以充電到主電容器。
61. 一般用來控制點火正時計算信號的主要部分為①水溫感知器②節汽門位置傳遞器③曲軸位置感知器④真空感知器。

62. 沒有分電盤、主高壓線、分火頭……等裝置之點火系統稱為①全晶體點火系統②半晶體點火系統③直接點火系統④普通點火系統。
63. 電漿火花點火系統何者為非①從低速到高速均能得到良好的放電特性②在二次線路中加裝DC-DC轉換器③使加速性能、怠速穩定性大為提高④為半晶體電子集中控制式點火系統。

二、填充題：

- 柴油引擎係利用_____來使燃料燃燒，汽油引擎係利用_____來點燃燃料。
- 隨引擎轉速之增加而提早點火時間之機構稱為_____。隨引擎負荷（混合汽量）而改變點火時間之機構稱為_____。
- 引擎最早之點火裝置為_____點火系統。
- 點火系統之種類可分為_____與_____兩種。
- 為改善卡特林普通接點式點火系統因白金接點通過之電流大，接點容易燒壞，因而在低壓電路中加入_____以降低接點處之電流，此系統稱為_____點火系統。
- 以感應裝置來替代白金之點火系統稱為_____，其種類有_____、_____兩種。
- 普通接點式點火系統之電路可分為_____電路與_____電路。
- 引擎欲得最大動力，汽缸內產生最大壓力應在曲軸位置在_____時發生。
- 全晶體點火裝置，點火信號之產生方法計有_____、_____、_____、_____四種。
- 普通點火系統主要機件有_____、_____、_____、_____、_____。
- 高壓電之產生是由於線圈對電流之_____而發生。一般汽車引擎所用之電容器電容量約為_____ μF 。
- 一次電流切斷的速度愈快，一次電流愈_____，感應之二次電流愈_____。
- 避免白金接點因一次線圈自感應之電壓在白金接點處產生弧光，因此在一次電路中並聯一個_____。
- 二次電壓（互感應電壓）隨白金開閉速度之增快而_____。
- 一般汽車之發火線圈之低壓線圈約繞_____圈，高壓線圈約繞_____圈。
- 裝用外電阻發火線圈在高速時產生之點火能量（大或小）_____於無外電阻發火線圈。
- 從白金接點閉合開始到接點分開為止，凸輪所轉過之角度稱為_____。
- 白金閉角大時，一次電流_____，白金間隙_____；閉角變小時，一次電流_____，白金間隙_____。
- 通常4缸四行程線列式引擎之白金間隙約為_____，閉角約為_____。
- 電容器之主要功能有_____、_____兩項。
- 引擎怠速時混合汽量_____，壓縮後之混合汽密度_____，燃燒時間_____，所以引擎點火時間需_____。
- 分電盤包括有_____、_____兩種點火提前機構。
- 一般汽車引擎點火正時記號以做在_____或_____上者較多。
- 罐式發火線圈中，低壓線圈約繞_____圈，高壓線圈約繞_____圈。
- 附裝有外電阻之發火線圈目的是減少_____，以便降低誘導阻抗。
- 點火系統之一次電路，電流值一般約為_____安培。
- 分電盤之構造依功能可分_____、_____、_____四大部分。
- 分電盤軸之驅動是由_____驅動。
- 分電盤的白金臂彈簧之彈力有一定，約_____。
- 雙白金接點組可以增加_____，而不減少白金間隙。
- 離心力提前點火機構在低速時由_____控制，高速時由_____控制。
- 點火太早引擎易產生_____，點火太晚引擎易產生_____。使用辛烷值過高點火需_____，使用辛烷值過低點火需_____。
- 將點火時間延後可使_____與_____排出量降低。
- _____及_____情況下 NO_x 不會產生。
- _____閥是裝置在分電盤真空膜片室與化

- 油器間，其作用是在引擎達正常溫度後，引進大氣使點火延後些，以降低HC及NO_x之排出量。
36. _____ 閥之作用是將化油器傳到分電盤真空膜片室之真空阻滯（15~20秒），使點火提前延遲些，使HC及NO_x之排出量降低。
37. TVSV之作用為當引擎之工作溫度 _____ 時，打開真空通路，使進汽管真空，直接作用於分電盤真空膜片室，使點火提前度數增多。
38. 將分電盤送來之高壓電由中央電極跳向搭鐵電極以產生火花，點燃混合汽者為 _____。
39. 散熱路線長之火星塞稱為 _____，散熱路線短之火星塞稱為 _____。跳火電壓在混合比 _____ 時最低，電極溫度在混合比 _____ 時最高。
40. 發火線圈所能輸出之最高電壓稱為 _____，能跳過火星塞間隙之電壓稱為 _____，上述二者之差為 _____。
41. 中央電極 _____ 愈多，着火性能愈佳。
42. 火星塞主要部分包括 _____、_____、_____ 三部分。現今一般汽車用引擎火星塞以使用 _____ mm 最多。
43. 一般普通點火系之火星塞間隙約為 _____ mm，電子點火系之火星塞間隙可達 _____ mm。
44. 火星塞之中央電極保持在 _____ °C 之間最佳。當汽缸內之壓力愈高，混合汽溫度愈高，跳火電壓愈 _____。
45. 混合汽不着火主要原因是 _____、_____ 及 _____。
46. 火星塞愈舊，跳火電壓愈 _____。
47. 電晶體點火之感應放電式較電容放電式之火花強度為 _____。半晶體點火系中之白金接點式，一次電流為傳統白金接點式之 _____ 倍。
48. 電容器放電式是使用 _____ 閘流體及 _____ 來控制主電容器放電，感應發火線圈。
49. 電容器放電式使用 _____ 電晶體，將直流電變成交流電。
50. 在半晶體點火系中以兩個電晶體來控制一次電流斷續，用 _____ 來保護 Tr₂ 以免受一次線圈所感應很高之反電壓之破壞。
51. 在士林全晶體點火系統中，Tr₁ 之關閉是由 _____ 產生之正負波信號控制。
52. 依照分電盤之迴轉而產生交流電壓的電路稱為 _____ 電路。
53. 定電流控制式全晶體點火系統採用 _____ 發火線圈，其優點為 _____ 與 _____。
54. 在定電流控制式全晶體點火系統中，為使控制發火線圈之電晶體有開閉作用，所以裝置了一個 _____ 線圈，為防高速時一次電流通過小，所以有 _____ 電路；為防一次電流太大，裝有 _____ 電路；為防一次電流流通時間太久而造成發火線圈過熱，裝有 _____ 電路。
55. 電容器放電式電晶體點火系統係以 _____ 來取代白金接點以控制 SCR 之 ON-OFF。
56. 1980年以後之新型微處理機以 _____ 計算機取代 _____ 計算機。
57. 通用 CCC 系統之點火正時控制裝置叫 _____，若裝有渦輪增壓器之引擎除上述裝置外另增加 _____，以防止爆震之發生。
58. 國產三富汽車公司之雷諾 R 9 轎車，所使用之點火系統即為 _____。
59. 電腦之計算機有 _____ 式及 _____ 式兩種。
60. 日產將 ECCS 之全晶體點火系統改良，在二次線路中加裝 _____ 轉換器，使點火系統之 _____ 延長，使燃燒更穩定之新型點火系統稱為 _____ 點火系統。
61. 電容器和 SCR 並聯其目的為 _____。
62. 電腦控制點火系統曲軸位置感知器可安裝在 _____、_____ 或 _____ 之上。
63. GM 出品直接點火系之凸輪軸感知器，主要功能用來 _____。
64. 電晶體點火系統點火信號之產生方式有 _____、_____、_____、_____ 四種。
65. 磁波發電機之信號轉子之突出部與拾波線圈之支架距離 _____ 時，感應之電壓最高。
66. 磁電機點火系利用 _____ 處之電力來做電源。轉速愈快，火花愈 _____。
67. 磁電機點火系統中突轉接頭是裝置在 _____ 和 _____ 之間。

68.磁電機點火系統中，_____可使磁電機在發動引擎時產生快速運轉，發出強烈火花的功用。

69.無接點 CDI 磁電機點火系中是利用_____來感應二次線圈，使其產生高壓電。

三、問答題：

- 1.引擎為何需要點火系？
- 2.為何引擎點火時間需隨引擎之工作情況來變化？
- 3.試寫出普通接點式點火系統組成之機件。
- 4.點火系統點火時間不準確或火花失常，對於引擎有何影響？
- 5.試寫出點火系統之種類型式。
- 6.全晶體點火裝置之感應放電式及電容放電式其作用基本原理為何？試述之。
- 7.普通接點式點火系統其低壓、高壓電路電流通順序如何？
- 8.試述點火系高壓電如何產生？
- 9.為何點火系統低壓電路需要加裝電容器？
- 10.發火線圈依其構造可分為幾種？
- 11.白金閉角與二次電壓之間有何關係？
- 12.試述白金閉角與白金間隙之相對關係。
- 13.試述引擎點火必須提前之原因。
- 14.試寫出點火提前機構之型式及作用原理。
- 15.點火正時記號有何功用？
- 16.試述點火正時對正之方法。
- 17.試簡述如何有效減少廢汽中之HC, CO及NO_x之產生。
- 18.點火系統中，一般點火時間控制裝置有幾種？
- 19.試述火星塞應具備之性能。
- 20.試述火星塞之熱值型別與引擎使用情況之關係。
- 21.試述火星塞中央電極溫度高低與引擎性能之影響。
- 22.說明影響跳火電壓之各種因素。
- 23.試解釋跳火電壓、能供電壓及儲備電壓。
- 24.影響發火線圈能供電壓之大小的因素為何？
- 25.試述混合汽不燃燒的原因。
- 26.防止失火之方法及對策為何？
- 27.為何較小直徑之中央電極火星塞較不易失火？

28.試說明電晶體點火系統之優點。

29.試述感應放電式點火系統及電容放電式點火系統之特點。

30.試簡述定電流控制式電晶體點火系之作用原理。

31.試簡述電容放電式電晶體點火系之作用原理。

32.電腦控制點火系之基本構成機件有那些？

33.電腦控制點火系控制電腦有那幾種？

34.試述三富汽車公司出品 R-9 轎車用微電腦點火系統各機件名稱，並簡述其作用。

35.試述 GM 之直接點火系之組成機件，並簡述其作用。

36.試簡述日產 ECCS 點火控制方法。

37.試述日產電漿點火系統之優點及構造特點。

38.試述豐田 DRD 點火系統之特點。

39.試述磁電機點火系統電樞迴轉型，高壓式及低壓式之區別，並分別敘述其作用方法。

40.試述 CDI (電容放電式) 磁電機點火系的構造，並繪圖說明。

【資料來源註釋】

- 〔註1〕 日本電裝株式會社 電裝品說明書點火裝置編 圖 1-2
- 〔註2〕 同〔註1〕 圖 1-1 (a)
- 〔註3〕 同〔註1〕 マグネット編 圖 4
- 〔註4〕 同〔註1〕 圖 1-1 (b)
- 〔註5〕 同〔註1〕 圖 5-15
- 〔註6〕 日本自動車整備振興會連合會 三級自動車ガソリン エンジン下 圖 IV-2
- 〔註7〕 Harper Row/Chek-Chart Automotive Electrical Systems Fig 12-3
- 〔註8〕 同〔註1〕 圖 2-4
- 〔註9〕 同〔註1〕 圖 2-6
- 〔註10〕 同〔註1〕 圖 2-7
- 〔註11〕 同〔註1〕 圖 2-8
- 〔註12〕 同〔註1〕 圖 2-9
- 〔註13〕 同〔註1〕 圖 2-10
- 〔註14〕 同〔註1〕 圖 2-11
- 〔註15〕 同〔註1〕 圖 2-12
- 〔註16〕 同〔註1〕 圖 2-13
- 〔註17〕 同〔註1〕 圖 3-1

- 〔註18〕 同〔註1〕 圖3-3
 〔註19〕 同〔註1〕 圖3-2
 〔註20〕 同〔註1〕 圖3-4
 〔註21〕 同〔註1〕 圖3-5
 〔註22〕 同〔註1〕 圖3-6
 〔註23〕 同〔註1〕 圖3-7
 〔註24〕 同〔註1〕 圖4-1
 〔註25〕 裕隆服務叢書之二 A12 引擎
 〔註26〕 雇用促進事業團職業訓練部編 自動車電氣裝置 圖2-37
 〔註27〕 同〔註26〕 圖2-21
 〔註28〕 同〔註1〕 圖4-3
 〔註29〕 同〔註1〕 圖4-4
 〔註30〕 同〔註26〕 圖2-43
 〔註31〕 同〔註1〕 圖4-5
 〔註32〕 同〔註26〕 圖2-22
 〔註33〕 同〔註7〕 Fig15-16
 〔註34〕 鐵道日本社カーテクノロジー No.6 第95圖
 〔註35〕 同〔註34〕 第96圖
 〔註36〕 同〔註1〕 圖4-7
 〔註37〕 同〔註26〕 圖2-26(a), 圖2-27
 〔註38〕 同〔註1〕 圖4-10
 〔註39〕 同〔註1〕 圖4-11
 〔註40〕 同〔註7〕 Fig13-18
 〔註41〕 同〔註26〕 圖2-36
 〔註42〕 全國自動車整備學校連盟編 自動車用電装品の構造 圖2-9
 〔註43〕 同〔註26〕 圖2-28(a)
 〔註44〕 同〔註1〕 圖4-12
 〔註45〕 同〔註26〕 圖2-24
 〔註46〕 同〔註1〕 圖4-13
 〔註47〕 同〔註1〕 圖4-14
 〔註48〕 同〔註1〕 圖4-16
 〔註49〕 同〔註1〕 圖4-17
 〔註50〕 同〔註1〕 圖4-18
 〔註51〕 同〔註1〕 圖4-20
 〔註52〕 同〔註1〕 圖4-21
 〔註53〕 同〔註1〕 圖4-19
 〔註54〕 同〔註42〕 圖2-24
 〔註55〕 同〔註1〕 圖7-10
 〔註56〕 同〔註1〕 圖7-11, 圖7-12
 〔註57〕 同〔註1〕 圖7-14
 〔註58〕 高久有幹著 自動車用電装品ハンドブック 表5-6
 〔註59〕 同〔註1〕 圖7-2
 〔註60〕 同〔註1〕 圖7-3
 〔註61〕 同〔註1〕 圖7-4
 〔註62〕 同〔註1〕 圖7-5
 〔註63〕 同〔註1〕 圖7-6
 〔註64〕 同〔註1〕 圖7-7
 〔註65〕 同〔註1〕 圖7-8
 〔註66〕 同〔註1〕 圖7-9
 〔註67〕 同〔註1〕 圖7-16
 〔註68〕 同〔註7〕 Fig15-10
 〔註69〕 同〔註1〕 圖7-18
 〔註70〕 同〔註1〕 圖7-20
 〔註71〕 同〔註1〕 圖7-21
 〔註72〕 同〔註1〕 圖7-22
 〔註73〕 同〔註1〕 圖7-23
 〔註74〕 同〔註1〕 圖7-24
 〔註75〕 同〔註1〕 圖7-25
 〔註76〕 同〔註7〕 Fig16-1
 〔註77〕 同〔註1〕 圖5-9
 〔註78〕 同〔註1〕 圖5-20
 〔註79〕 同〔註1〕 圖5-21
 〔註80〕 同〔註1〕 圖5-22
 〔註81〕 同〔註7〕 Fig16-26
 〔註82〕 同〔註7〕 Fig16-12
 〔註83〕 同〔註7〕 Fig16-14
 〔註84〕 同〔註7〕 Fig16-15
 〔註85〕 同〔註7〕 Fig16-16
 〔註86〕 同〔註1〕 圖5-5
 〔註87〕 同〔註1〕 圖5-7
 〔註88〕 同〔註1〕 圖5-8
 〔註89〕 同〔註1〕 圖5-31
 〔註90〕 同〔註1〕 圖5-46
 〔註91〕 同〔註1〕 圖5-33
 〔註92〕 日本電装株式會社デンソー技報 '78年10月
 〔註93〕 同〔註92〕
 〔註94〕 同〔註92〕
 〔註95〕 同〔註92〕
 〔註96〕 同〔註92〕
 〔註97〕 同〔註92〕
 〔註98〕 同〔註92〕
 〔註99〕 同〔註92〕
 〔註100〕 同〔註92〕
 〔註101〕 同〔註92〕
 〔註102〕 鐵道日本社 自動車工學 Vol 29 No.10 第1圖
 〔註103〕 同〔註102〕 第2圖
 〔註104〕 同〔註102〕 Vol 30 No.7 第5圖
 〔註105〕 同〔註7〕 Fig16-13
 〔註106〕 同〔註102〕 Vol 30 No.1
 〔註107〕 同〔註102〕 Vol 30 No.1

- 〔註108〕 同〔註102〕 Vol 29 No.12
- 〔註109〕 同〔註102〕 Vol 29 No.12
- 〔註110〕 同〔註3〕 圖 20
- 〔註111〕 同〔註3〕 圖 21
- 〔註112〕 同〔註3〕 圖 28
- 〔註113〕 同〔註3〕 圖 58
- 〔註114〕 同〔註3〕 圖 63
- 〔註115〕 同〔註3〕 圖 64 (a)
- 〔註116〕 同〔註3〕 圖 64 (b)
- 〔註117〕 同〔註3〕 圖 65
- 〔註118〕 同〔註3〕 圖 66

返回目錄

第九章 燈光系統

第一節 燈光系統概述

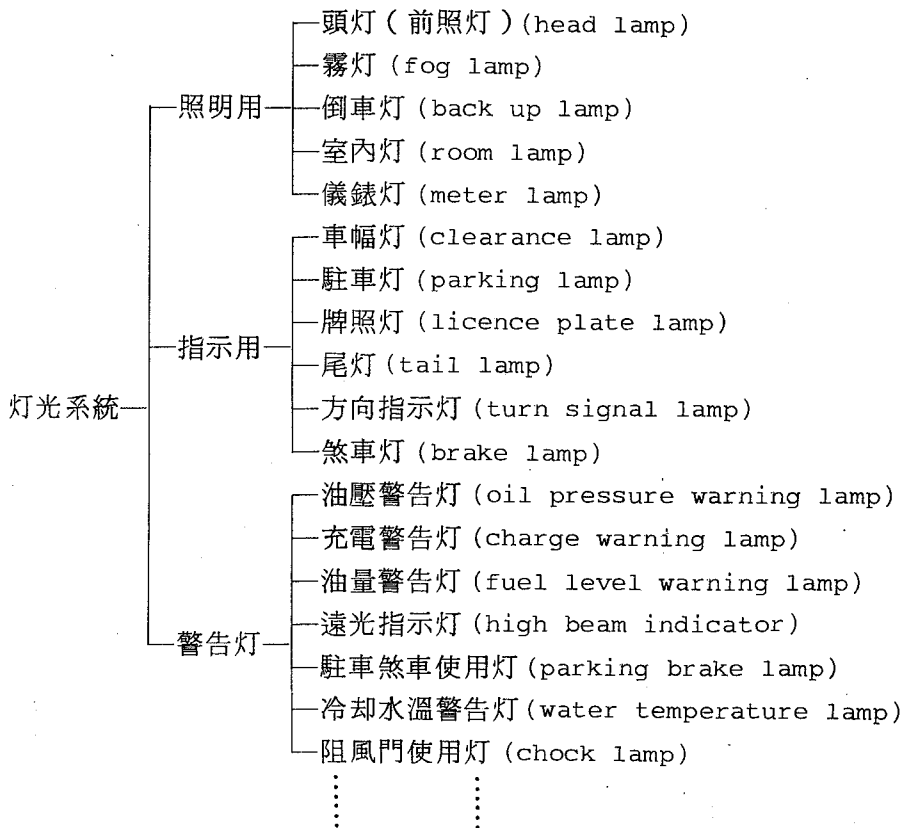
9-1-1 概述

(一)汽車燈光系統為保障行車安全最重要之裝備，包括照明、指示及警告用燈光。

(二)各種不同用途燈光之亮度及顏色、安裝部

位均有規定。

(三)燈光裝置包括：電源（電瓶或發電機）、開關、燈泡、燈座、燈罩、線路安全裝置（保險絲、可熔線、斷電器等）及線束等，開關及燈之



構造因用途而異。

四圖 5-9-1 為一般燈光系統之配線圖，圖 5-9-1(A)為小型車燈光系統配置。

9-1-2 照明用語介紹

一、光線 (luminous flux)

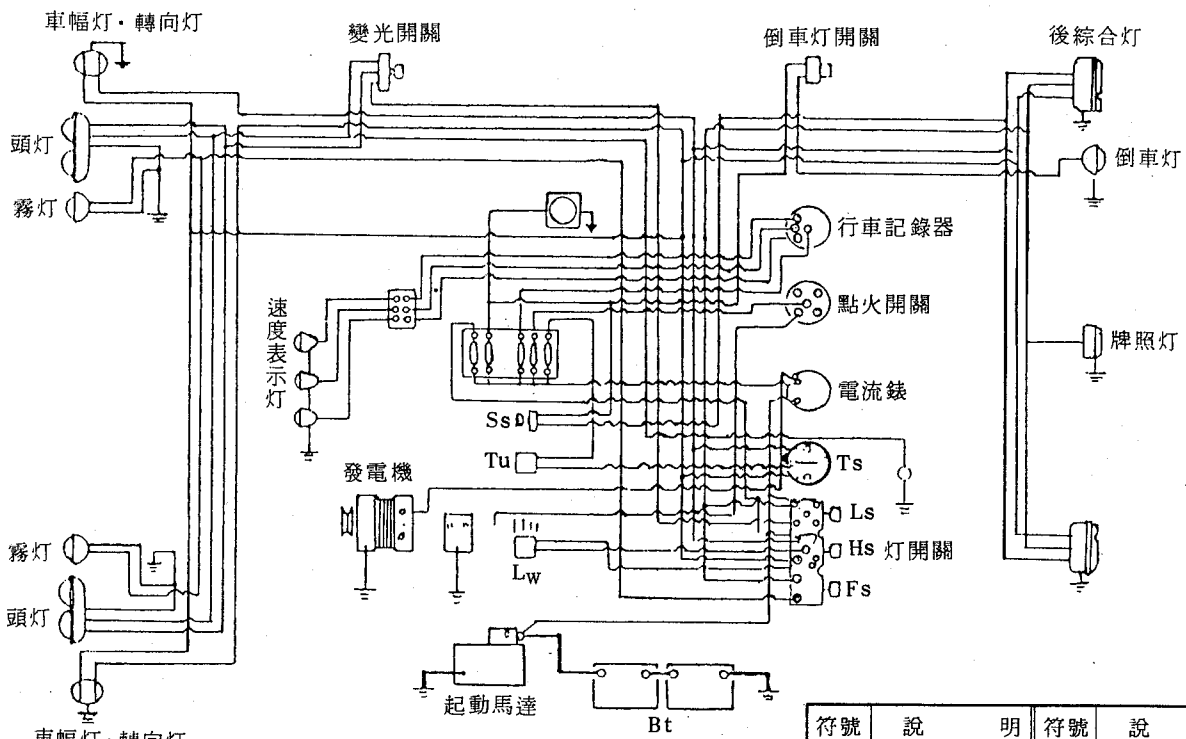
(一)光源向四方發射的光，我們的眼睛可以看到，稱為光線。光線量的多少我們以流明 (lumen, 簡寫為 lm) 來做測量單位。

(二)以距離 1 國際燭光之光源 1 呎之球面上，

一平方呎的面積與光源所包含的角度稱為 1 立體度 (1° solid angle)，在 1 立體度所含的光線量稱為 1 流明 (lm)，因這個球形的表面積為 4π 平方呎，所以一個國際燭光的光源所產生的光線量為 4π (12.57) 流明。

二、光度 (luminous intensity)

(一)距離光源 1 m，面積 1m^2 上若有 1 流明之光線通過，則稱此光源之強度 (光度) 為 1 國際燭光 (candela ; Cd)，我國監理法規規定汽車



符號	說明	符號	說明
S _s	煞車燈開關	L _w	變光開關
T _u	轉向燈閃光器	F _s	霧燈開關
T _s	轉向燈開關	H _s	危險警告燈開關
L _s	燈總開關	B _t	電瓶

圖 5-9-1 燈路系統組成圖

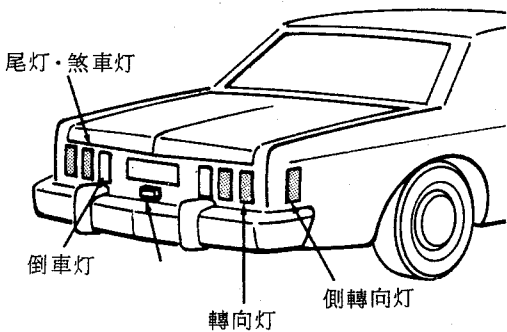
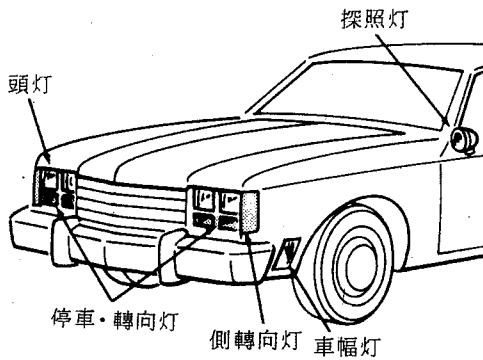


圖 5-9-1 (A) 小型車燈光配置圖

頭燈之光度需 2,000 ~ 20,000 Cd 之間。

(二)圖 5-9-2 所示為測量光度之設備，稱為本生測光計 (Bunsen photometer)。受驗灯泡可前後移動，當前後光度相同時，白紙幕上之油點會看不見，然後依下式計算光度：

$$Cd_r = Cd_s \times \frac{D^2}{d^2}$$

Cd_r 為受驗灯泡的光度， Cd_s 為標準灯泡的光度， D 與 d 為受驗灯泡及標準灯泡與白紙幕之距離。

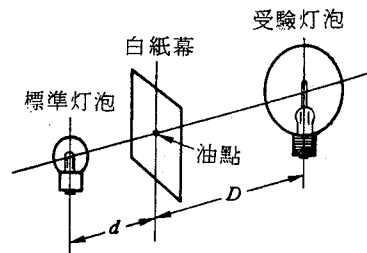


圖 5-9-2 本生光度測試器

三、照度(illumination)

照度是指物體表面受到光源照射的光亮程度，在同樣的灯泡下，距離愈近則愈明亮；距離愈遠則愈暗。照度以 Lux (勒克斯) 為單位，1 Lux 係指距離 1 Cd 之光源 1 公尺處，面積 1 平方公

尺上受到 1 流明之光線照射時之亮度而言。

$$E = \frac{I}{r^2} (\text{Lux})$$

E 為照度，I 為光度(燭光)，r 為距離(公尺)。

[返回目錄](#)

第二節 燈光之條件

9-2-1 頭燈之條件

(一)遠光燈全照射時，能看清前方 100 m 處路面之行人及障礙物。

1. 主光軸在車前 10 m 處之高度，應低於頭燈高度之 $\frac{1}{3}$ 。

2. 二燈式之光度每燈需 15,000 燭光 (Cd) 以上；四燈式每燈之光度需 12,000 燭光以上。或兩燈併開時計測光度值在 15,000 燭光以上亦可。

(二)使用近光燈時，可以看清前方 40 m 處路面障礙物，通常裝置高度應距地面 1.2 m 以下，光色可以為白色或淡黃色，燈數不超過 3 個。

(三)頭燈性能檢驗時，為空車狀態乘坐駕駛員一名，引擎運轉電瓶在充電之情況下。使用集光式頭燈試驗機時，試驗機之受光部與頭燈之距離

1 m 並應對正。使用幕式試驗機時，試驗機之受光部與頭燈距離 3 m 對正之。四燈式之車輛將非主光燈遮蔽。遠光燈之光束一般對正中心，近光需偏向外側，以看清路邊之行人機車。左行車輛二個頭燈遠光及近光之分佈如圖 5-9-3 所示，四個頭燈遠光及近光之分佈如圖 5-9-4 所示，台灣係靠右行駛，故左右相反。

9-2-2 汽車其他燈光之規定

一、補助前照燈

補助前照燈一般為黃色之霧燈，用在雨天及霧天有較佳之照明效果。

二、車幅燈

車幅燈當燈開關打開時即能點亮，大貨車及客車之前後四角上均需裝置，前為黃色，後為紅色，應在 160 m 外能看見。

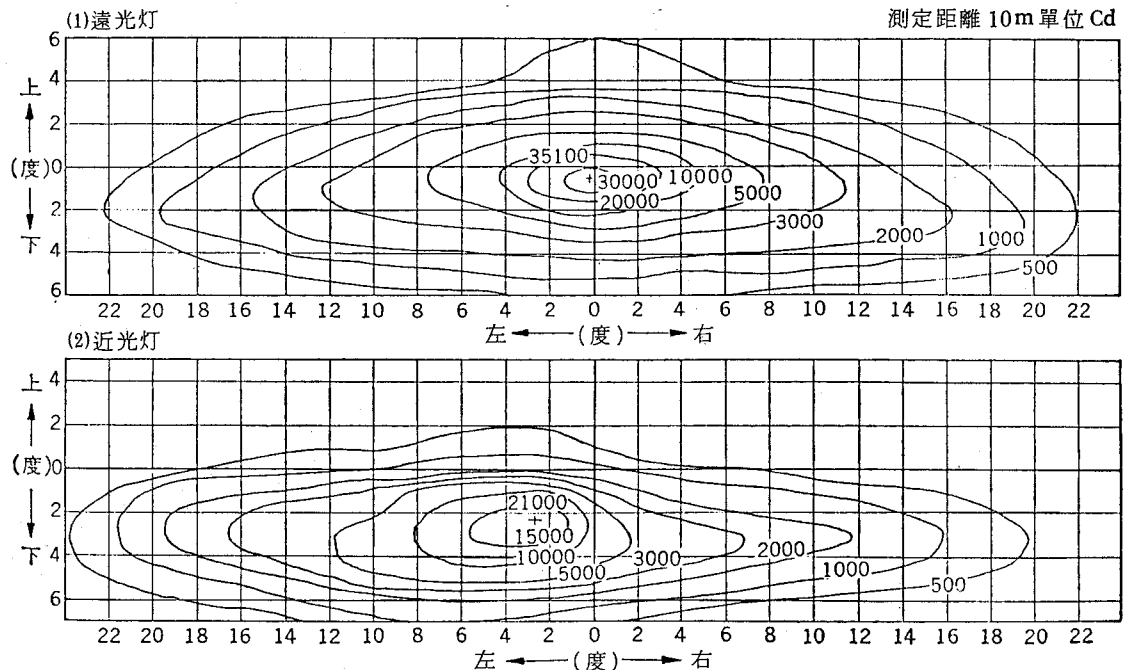


圖 5-9-3 靠左行駛二頭燈車輛燈光分佈圖 [註 1]

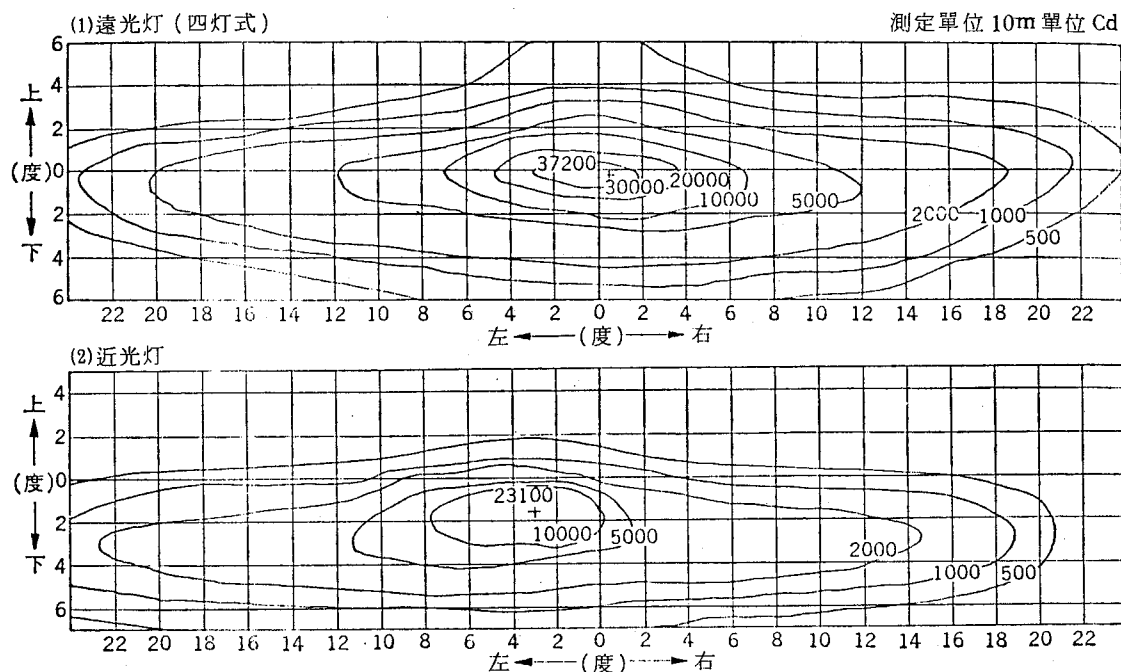


圖 5-9-4 靠左行駛四頭燈車輛燈光分佈圖〔註 2〕

三、尾灯

尾灯為紅色，燈開關打開時即能點亮，在 160 m 外能清楚看見。

四、煞車燈

煞車燈為紅色，踩煞車時即點亮，光度為尾灯的五倍以上，在中午太陽光下，於 100 m 外應能清楚看見。

五、轉向燈

轉向燈前為白色或黃色，後為紅色，光度為尾灯的五倍以上，在中午太陽光下，於 100 m 外能清楚看見。開關打開後應在一秒鐘內能開始閃爍，閃爍次數應在每秒 60 ~ 120 次之間，點滅比 0.30 ~ 0.75（即亮的時間若為 1 秒時，滅的時間為 0.30 ~ 0.75 秒之意）。

六、牌照燈

牌照燈為白色，夜間能於 20m 外看清牌照號碼。

七、倒車燈

倒車燈為白色，當打入倒檔時即能點亮，有些並附有音響裝置，發出聲音以提醒車後行人。

八、室內燈

普通小轎車當車門打開時即點亮，關閉時熄滅，並有手動開關可以控制 ON - OFF。大客車之室內燈常使用日光燈，需有特殊之變流變壓裝置。

九、儀錶燈

燈開關一開儀錶燈即點亮夜間照明用儀錶，有些車子儀錶燈之亮度可以調整。

〔註：美國自 1986 年起規定須加裝第三煞車燈於行李廂上或車廂後玻璃內。〕

返回目錄







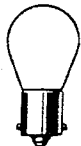

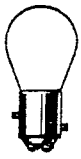
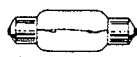
第三節 汽車燈泡之種類

9-3-1 汽車一般通用燈泡

(一) 汽車除用於頭燈之封閉式燈為特殊的設計外，其他位置使用之燈泡種類甚多，圖 5-9-5 所示為一般常用於汽車燈泡之形狀、商用編號、通過電流、光度及用途。

(一) 一般燈泡上皆有註明燈泡之電壓及瓦特數，如 12V 40W, 12V 20W……等，常用在各種燈上；或電壓及燭光數，如 12V 18 cp, 6V 20 cp……等，一般用在小燈泡上。

(二) 汽車因行駛時震動劇烈，故使用之燈絲均

灯泡型式	基本型式	商用號碼	安培數	燭光	用途		
T 3¼  	楔型	161 ②	.19	1	一般		
		168	.33	3	儀錶		
		184	.24	1	儀錶		
		193	.33	2	儀錶		
		194 ②	.27	2	儀錶		
		557	.42	2.5	警告		
		256	.27	1.6	煞車燈		
	小尖型	1815	.20	1.4	車內部		
		1889	.27	2	儀錶		
		1891	.24	2	一般		
		1892	.12	0.8	收音機		
		1893 ②	.33	2	儀錶		
		1898	.33	2	儀錶		
		G 3½ 	小尖型	53	.12	1	指示燈
182	.18			1	一般		
1445 ②	.135			0.7	一般		
G 4½ 	小尖型	57	.24	2	指示燈		
		257	.27	1.6	閃光燈		
		293 ②	.33	2	一般		
		1895	.24	2	指示燈		
G 6  	單接點小尖型	61	.84	2	儀錶		
		67	.59	4	指示燈		
		89	.57	6	儀錶		
		97 ②	.69	4	記號燈		
		98	.62	6	一般		
		631 ②	.63	6	一般		
		1293	.40	50	一般		
	雙接點小尖型	68	.42	3	指示燈		
		90 ②	.57	6	記號燈		
		96	.69	4	一般		
		99	.62	6	一般		
		1178 ②	.69	4	一般		
		S 8   	單接點小尖型	93	1.07	15	一般
				199 ②	2.25	32	車內部, 信號燈
1073	1.70			32	車內部, 信號燈		
1095	.51			4	一般		
1141 ②	1.34			21	車內部, 信號燈		
1156 ②	1.70			32	車內部, 信號燈		
1159	1.60			21	一般		
雙接點小尖型	1295		3.00	0.5	側燈		
	94		1.07	15	車內部		
	1005		1.31	21	一般		
	1076		1.8	32	尾燈		
	1142		1.34	21	車內部		
	1176 ①②		1.31/.57	21/6	停車, 尾, 信號燈		
	1376 ①		1.6/.64	21/6	一般		
雙接點 (定位點不同高)	198 ①②	2.25/.68	32/4	一般			
	1016 ①	1.26/.57	21/6	停車燈, 尾燈			
	1034 ①	1.8/.51	32/3	信號燈, 記號燈			
	1157 ①②	1.97/.51	32/3	信號燈, 記號燈			
T 4¾ 	雙接頭	211	.97	12	車內部		
		212	.94	6	車內部		

註：①雙燈絲②耐用灯泡

圖 5-9-5 一般汽車常用灯泡

粗而短且內充氬氣，以延長壽命。

9-3-2 頭燈

(一)汽車頭燈依構造可分封閉式頭燈(sealed beam)、半封閉式頭燈(semi-sealed beam)

及組合式頭燈(combination)三種。

(二)頭燈灯泡分1型及2型兩種，1型內僅有一條燈絲，用於四個頭燈之遠光燈。2型內有二條燈絲，用於四個頭燈之外側燈或二個頭燈之汽

車，供遠光灯及近光灯使用。電插頭有三個脚成T形，位於上方的為近光灯絲，左方為搭鐵，右方為遠光灯絲。

(三)封閉式頭灯

1.圖 5-9-6 所示為封閉式頭灯之構造，它的灯絲、反射鏡、玻璃鏡頭等密封鑄成一體，以防濕氣及灰塵進入，能保持良好照明度，即使灯泡

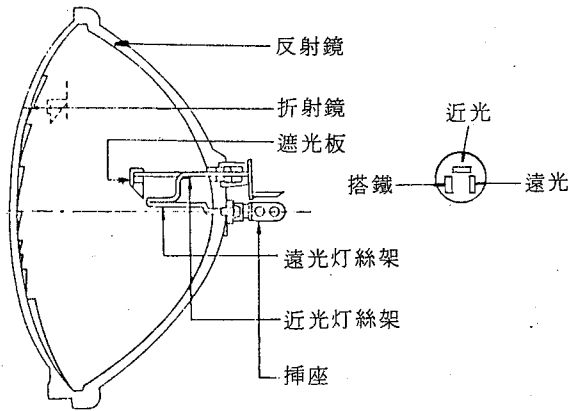


圖 5-9-6 封閉式頭灯之構造 [註 3]

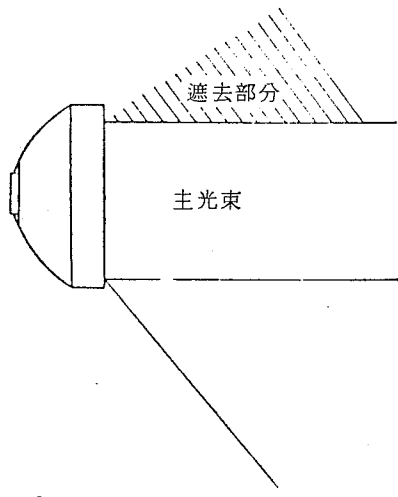


圖 5-9-7 遮光板將上部灯光除去 [註 4]

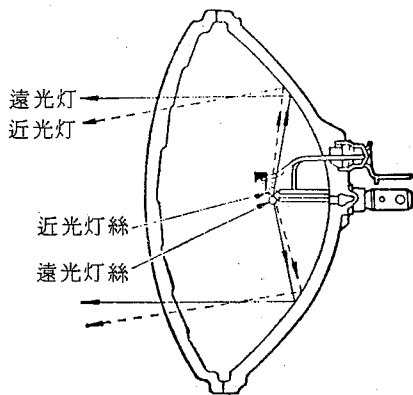


圖 5-9-8 2 型頭灯之作用 [註 5]

接近燒壞仍保持90%以上之亮度，且灯絲焦點不會變更為其優點。

2.灯絲之前方通常有遮光板，使上部之灯光除去，以防在雨、霧天時，產生散亂光而在車前形成光幕，使能見度降低，圖 5-9-7 為遮光板之效果。

3. 2 型頭灯 (雙灯絲) 遠光之灯絲正好在反射鏡之焦點上，灯光平行射出，能照射到遠方，近光之灯絲在焦點上方使反射後之光線折向下，以防會車時照射到對方駕駛員之眼睛。圖 5-9-8 所示為 2 型頭灯之構造及作用。1 型灯泡之灯絲在反射鏡焦點上。圖 5-9-9 所示為封閉式頭灯之形狀。常用的封閉式頭灯有五種型式，1 型外形為圓的直徑 5 ¼ 吋，1 A 型外形為方的 4 × 6 ½ 吋，2 型外形為圓的直徑 5 ¾ 吋或 7 吋，2 A 型外形為方的 4 × 6 ½ 吋，2 B 型外形為方的公制 142 × 200 mm。

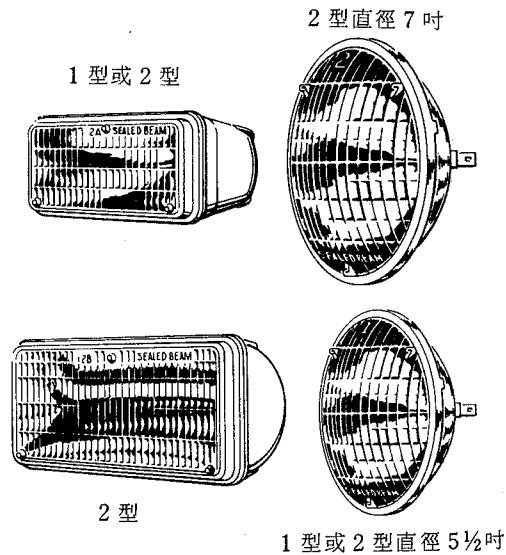


圖 5-9-9 封閉式頭灯之形狀

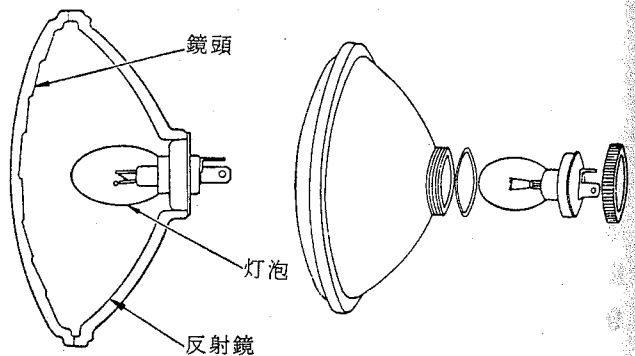


圖 5-9-10 半封閉式頭灯之構造 [註 6]

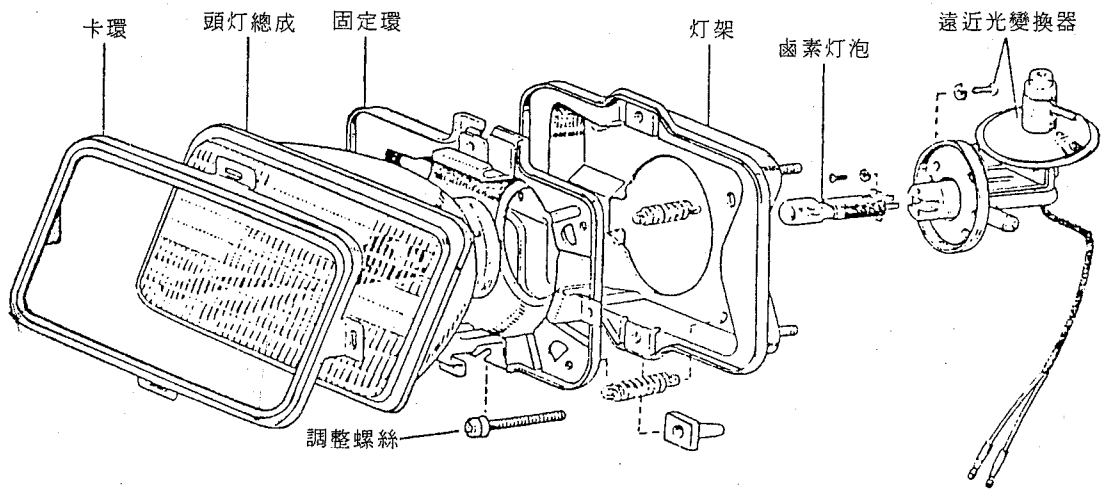


圖 5-9-11 組合式頭燈之構造 [註 7]

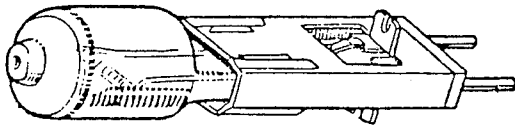


圖 5-9-12 鹵素燈泡之構造 [註 8]

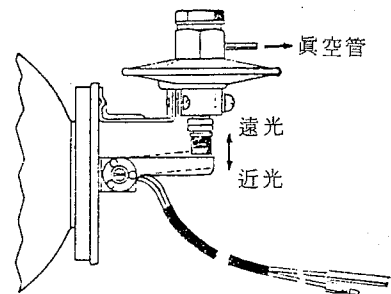


圖 5-9-13 鹵素頭燈之遠近光動作器 [註 9]

四半封閉式頭燈

圖 5-9-10 所示為半封閉式頭燈之構造，反射鏡與玻璃罩為一體製成，使用已對光之燈泡從後方裝入，構造簡單，成本較低，一般廉價大眾化汽車或機車普遍採用。

(五) 組合式頭燈

1. 歐洲之汽車常使用組合式頭燈，其構造如圖 5-9-11 所示，使用方型燈罩。

2. 組合式頭燈均採用鹵素燈泡 (halogen lamp)，其構造如圖 5-9-12 所示，此種燈泡比普通燈泡在同樣電功率下亮度高，壽命長，光度穩定，但是此種燈泡使用時溫度非常高，因此拆裝時不可以直接用手接觸燈泡，否則手上之油脂附着在燈泡上會影響散熱而縮短壽命。

3. 組合式頭燈遠近光之變換係使用真空膜片，拉動燈泡座而改變燈絲位置，以改變射出之光線，如圖 5-9-13 所示。

(六) 頭燈反射鏡

1. 頭燈之反射鏡有兩種，一種用玻璃製造，表面鍍鋁，用在封閉式及部份半密封式頭燈。另一種用鋼皮製造，表面鍍銀，用在組合式頭燈或半密封式頭燈。

2. 反射鏡之表面高度光亮，可使射出之光度較原燈泡增加 6,000 倍以上。

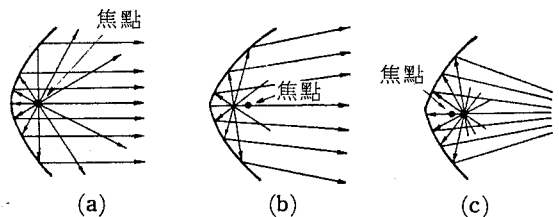


圖 5-9-14 反射鏡之作用 [註 10]

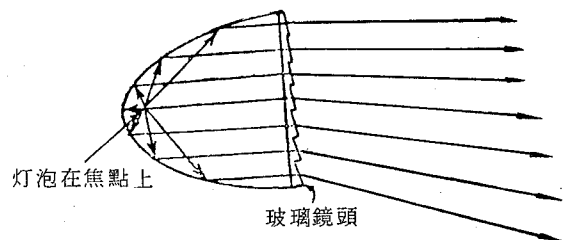


圖 5-9-15 頭燈玻璃使燈光折向下

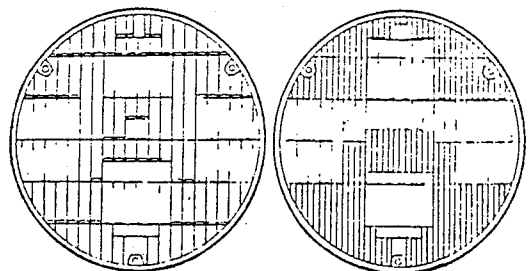


圖 5-9-16 頭燈玻璃上之柱條

3. 反射鏡均為橢圓面，燈絲位於焦點使光反射後平行射出，如圖 5-9-14 所示。

(七) 頭燈玻璃

頭燈前面之玻璃表面有很多凹凸不平之線條

，使頭燈之部份光線能折射散佈於地面，以看清路面情況，如圖 5-9-15 所示，同時並可使一部份光線向兩邊擴散，可增寬照射界。圖 5-9-16 所示為頭燈玻璃上使光線擴散之線條。

返回目錄

第四節 頭燈之裝置與控制

9-4-1 頭燈之裝置方法

(一) 世界各國對頭燈之安裝方式都有法律規定，汽車製造廠必須將頭燈裝在規定的高度及寬度，圖 5-9-17 所示為頭燈安裝之規定。二頭燈及四頭燈之外側或上側必須使用 2 型燈泡（有遠近光束），四頭燈之內側或下側必須使用 1 型燈泡（只有遠光束）。

(二) 頭燈裝在車上以後必須是可以調整的，整

個燈泡裝在一調整架內，再安裝於固定支架上，一般頭燈外面均有裝飾外框，將調整零件遮住，如圖 5-9-18 所示。

(三) 有些車輛頭燈使用隱藏式裝置法（concealed head lamp），使用活動蓋罩住，如圖 5-9-19 所示。或整個頭燈座為活動的，可以升降如圖 5-9-20 所示，可以移出或藏於車身內部。頭燈隱藏機構由燈總開關操縱，使用真空操作，如圖 5-9-19 所示；或電動馬達控制，如圖 5-9-21 所示。

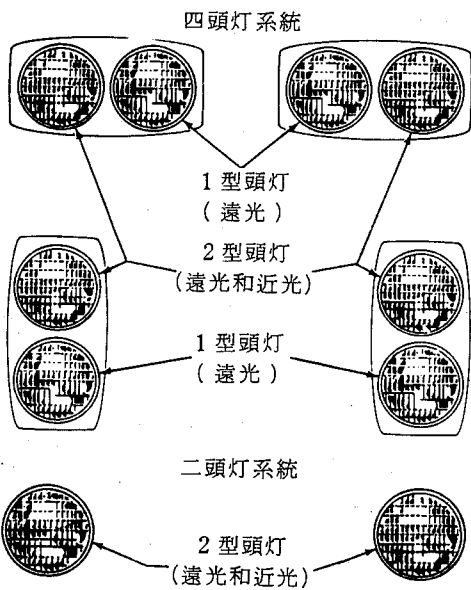


圖 5-9-17 頭燈安裝之規定

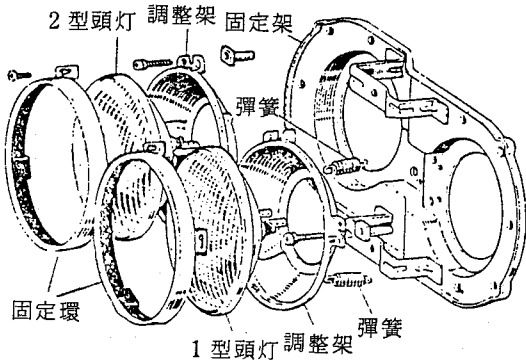


圖 5-9-18 頭燈之裝置法〔註11〕

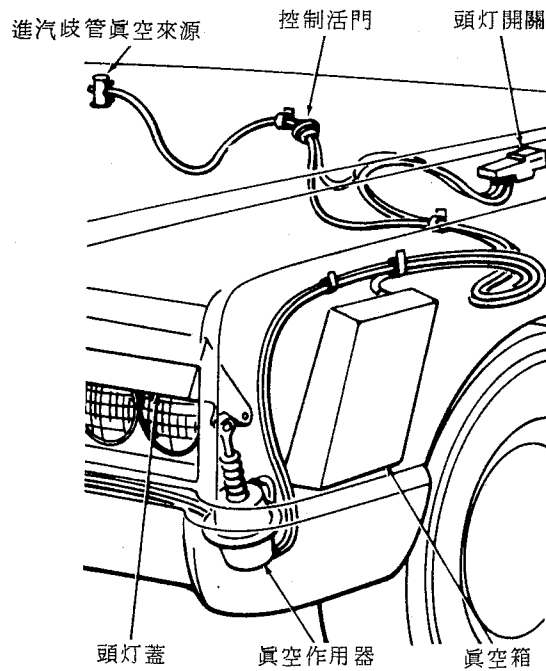


圖 5-9-19 頭燈用活動蓋罩住

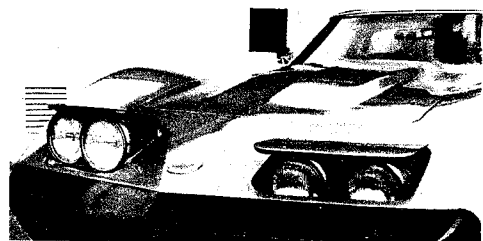


圖 5-9-20 整組頭燈及蓋均能升降

燈、車幅燈、牌照燈……等。

第三位置——電流通到第二位置和通到頭燈

2. 燈總開關老式車輛均裝在儀錶板上，如圖 5-9-26 所示；現代新式汽車均裝在方向盤下方，以一桿操縱，如圖 5-9-27 所示

3. 一般燈總開關係控制各燈之電源線，如圖 5-9-28 所示，但亦有一部分車子之燈總開關係控制各燈之搭鐵線，如圖 5-9-29 所示，且左右頭燈之電路都是並聯的，有一邊之燈絲燒壞不會影響另一邊。

(二) 變光開關

1. 頭燈必須能選擇使用遠光或近光行駛，因此頭燈電路上必須有變光開關來控制。

2. 一般變光開關均是絕緣，串聯在燈總開關

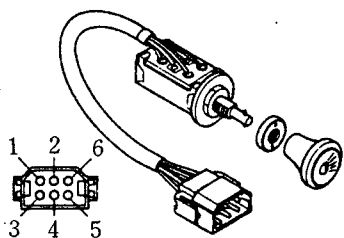


圖 5-9-26 舊式燈總開關

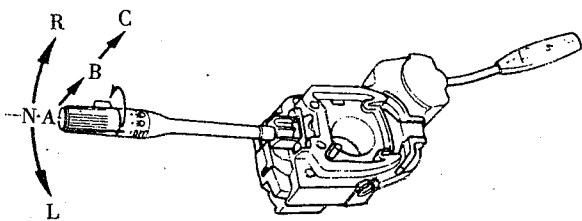


圖 5-9-27 新式燈總開關

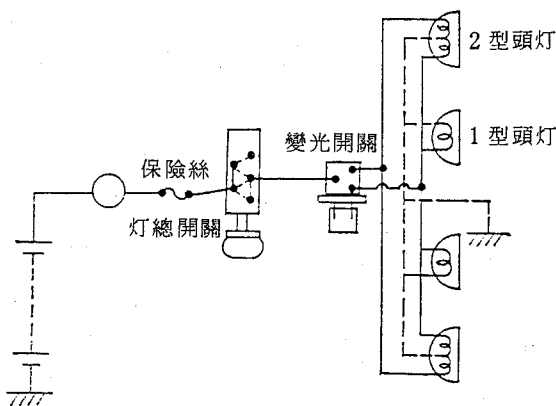


圖 5-9-28 燈總開關控制電源 [註14]

與頭燈之間，用來改變電源接近光或遠光，如圖 5-9-28 及圖 5-9-29 所示。

3. 老式車輛變光開關都是裝於地板上，用腳踏操作，如圖 5-9-30 所示。新式車子一般均裝在方向盤下方，除控制變光外，有些兼控制轉向燈及喇叭等，如圖 5-9-31 所示。

(四) 頭燈繼電器

1. 有些車子在頭燈電路中裝置繼電器，使頭燈直接接到電瓶，以減少頭燈電路之電壓降，以提高頭燈效率。

2. 圖 5-9-32 所示為遠光與近光分別由一個繼電器控制之電路圖；圖 5-9-33 為遠近光共用一個繼電器之電路圖。

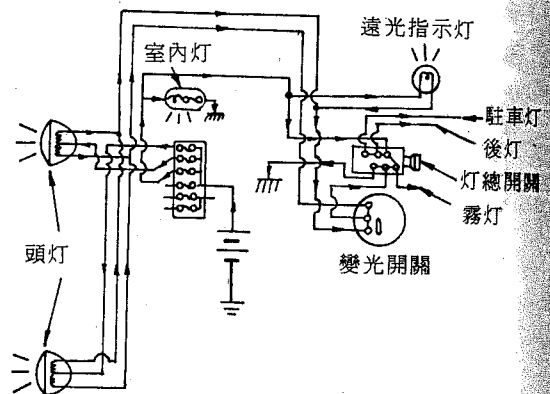


圖 5-9-29 燈總開關控制搭鐵

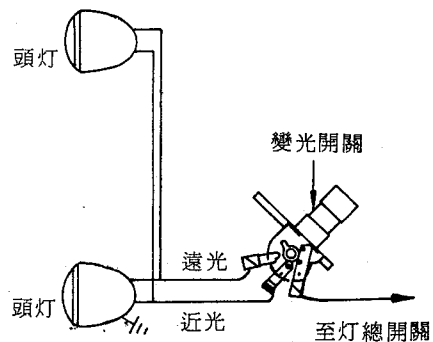


圖 5-9-30 足踏式變光開關

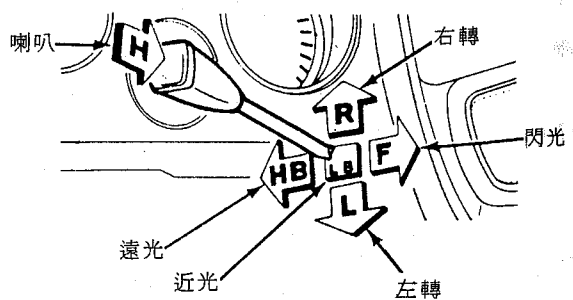


圖 5-9-31 手動式變光開關

(五)自動變光器

1. 駕駛人會車時若不將遠光改成近光，會使遠光之強烈光線照到來車駕駛人的眼睛，使對方產生目眩而無法看清路況，很容易發生車禍。因

此有些車上裝置有自動變光器，當對面有來車時能自動的將遠光變成近光，會車後再自動恢復遠光，如此可以減少駕駛人忙於操作變光開關之麻煩，專心開車，增進行車安全。

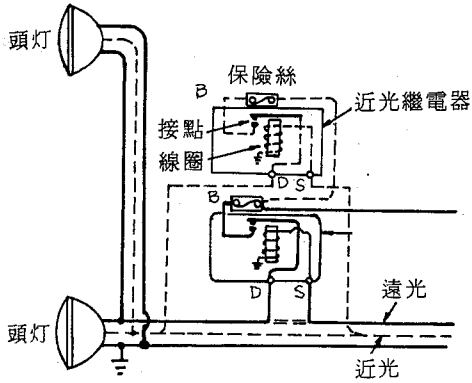


圖 5-9-32 遠、近光各由一個繼電器控制

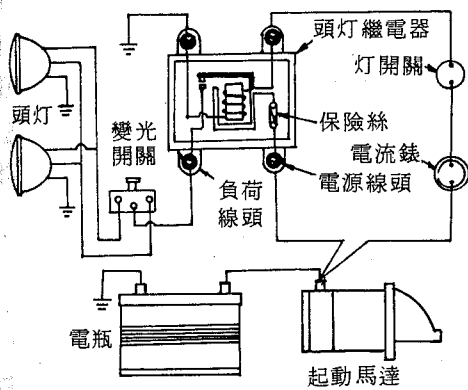


圖 5-9-33 遠、近光由一個繼電器控制

2. 圖5-9-34所示為自動變光器之基本電路，使用光敏電阻控制電晶體基極電路之ON-OFF，進而控制變光繼電器之作用，當燈開關打開，對面無來車時，電晶體OFF，繼電器無電流，遠光燈之接點閉合，遠光燈亮。當對面有來車，燈光照射到光敏電阻時，光敏電阻使電晶體ON，繼電器有電流流入，使遠光燈之接點分開，近光燈之接點閉合。

3. 圖5-9-35所示為日本電裝公司出品自動變光器之電路圖，使用在12V汽車感光器之照度為

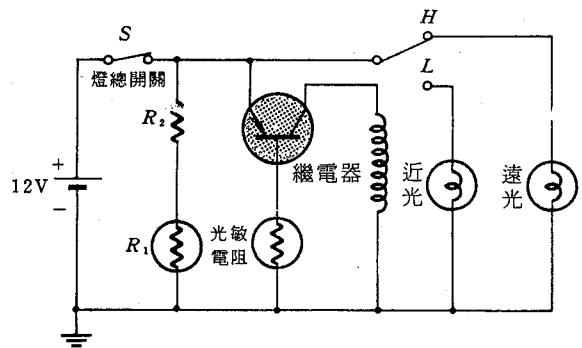


圖 5-9-34 自動變光器基本電路

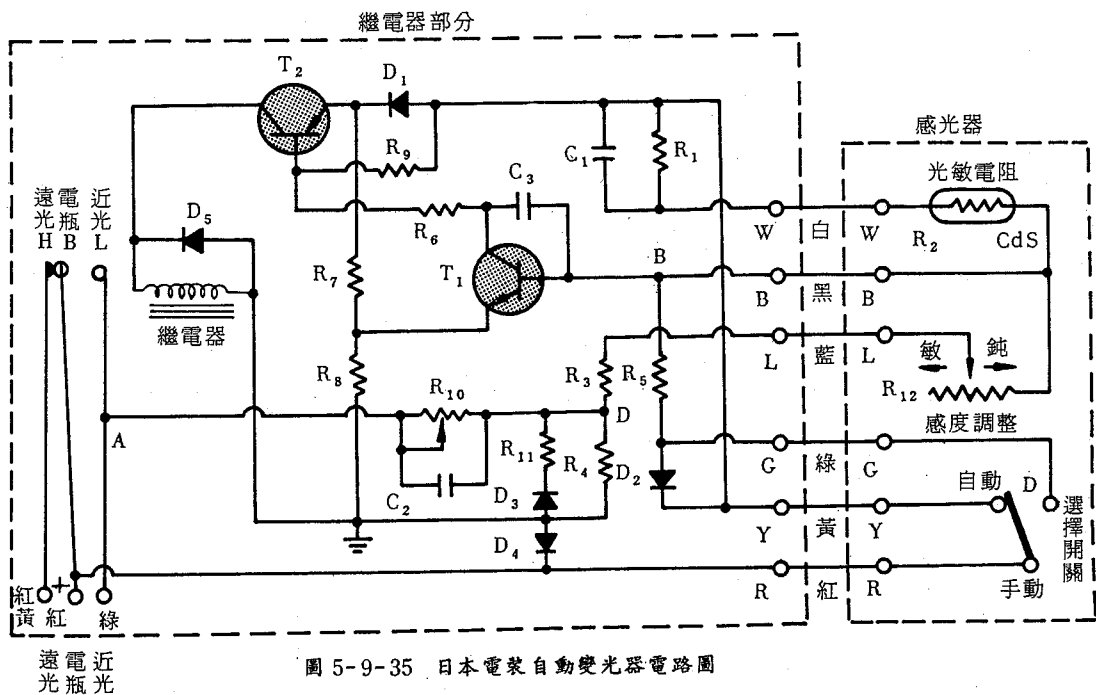


圖 5-9-35 日本電裝自動變光器電路圖

0.025~0.01 Lux (燭光/平方公尺)。

- (1) 選擇開關有手動及自動兩個位置。放手動 (M) 位置時須由駕駛人自己變光；放在自動位置 (A) 時，即自動操作。
- (2) 選擇開關在 A，感光器受光時，其電阻值降低，使 Tr_1 之基極電壓升高，而使 Tr_1 ON， Tr_1 ON 後引發使 Tr_2 ON，電瓶電 → 選擇開關 → 整流粒 D_1 → 電晶體 Tr_2 → 繼電器線圈搭鐵。接點被吸向近光點 L，頭燈由遠光變成近光。
- (3) 若感光器不受光時，其電阻值極大， Tr_1 之基極電壓很低， Tr_1 OFF， Tr_1 OFF 時 Tr_2 也 OFF，繼電器線圈無電流經過，彈簧力使接點離開 L 而與遠光接點 H 閉合，頭燈由近光變成遠光。
- (4) 可變電阻 R_{12} 之電阻值改變，可使感光光度改變，而改變變光器之靈敏度。

(六) 自動燈光系統

1. 有些高級的車輛裝置全自動頭燈系統，能自動的依外界光線強弱自動的使頭燈、尾燈及駐車燈等點亮，當有車子接近時也能自動的變光。

2. 自動燈光系統可選擇手動或自動，並有靈敏度調整裝置。

3. 自動燈光系統包括感光器、控制器及選擇開關三部分組成。

(1) 感光器裝在儀錶板頂上，光束透過擋風玻璃進入，內有 CdS-1 (黃昏用)、CdS-2 (夜間用)、CdS-3 (變光用) 三個光敏電阻。

(2) 控制器裝在儀錶板內，裏面有 L_1 、 L_2 、 L_3 三個繼電器及電晶體放大線路，控制各燈路之作用。

(3) 選擇開關裝在儀錶板上，在手動位置時指示燈會亮；按下開關到自動控制位置時，指示燈熄滅，表示自動燈光系統作用。選擇開關下方有調整鈕，可以用來調節靈敏度，如圖 5-9-36 所示。

4. 圖 5-9-37 所示為日本電裝公司出品之自動燈光系統電路圖，選擇開關之電源接在點火開關 ACC 線頭，必須打開點火開關自動燈光系統才能作用 (手動開關不受控制)。

點火開關 ON，選擇開關在自動位置 (指示

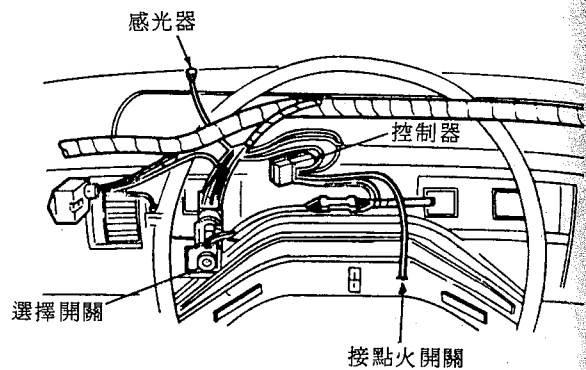


圖 5-9-36 自動燈光系統圖

燈熄) 之作用：

(1) 黃昏時之作用

當外面之光線昏暗，光敏電阻 CdS-1 受到的照度低於 20~40 Lux 時，CdS-1 的電阻升高，使 T_1 ON， T_1 ON 後促使 T_2 ON，電流經 T_2 進入 L_1 線圈，使 P_0E 與 P_1E 分離，而與 P_2E 閉合，電流從電瓶經 P_0E 與 P_2E 接點，一條經 P_6 使尾燈點亮，另一條經 P_0N 及 P_1N 到駐車燈，使駐車燈也點亮。

(2) 夜間之作用

外面的光線再減弱到使夜間用光敏電阻 CdS-2 受到的照度低於 4~8 Lux 時，CdS-2 之電阻值升高，使 T_3 ON， T_3 ON 後促使 T_4 ON，電流經 T_4 進入 L_2 線圈，使 P_0N 與 P_1N 分離，而與 P_2N 閉合。電流從電瓶經 P_0E 與 P_2E 接點，一條經 D_6 使尾燈點亮，另一條經接點 P_0D 與 P_1D 到頭燈，使頭燈點亮。因 P_0N 與 P_1N 分開，故駐車燈熄。

(3) 早晨之作用

當光線增加，夜間感光器之照度達到 25~80 Lux 時，黃昏感光器達到 100~200 Lux 時，光敏電阻 CdS-1 及 CdS-2 的電阻值變小，使 T_1 及 T_3 切斷，使各燈依序自動熄滅。

(4) 夜間會車時之作用

當前面有來車，使 CdS-3 所受到之照度達 0.025~0.01 Lux 時，CdS-3 之電阻值會大幅降低，使 T_5 ON， T_5 ON 後也促使 T_6 ON，電流經 T_6 的射極與集極進入 L_3

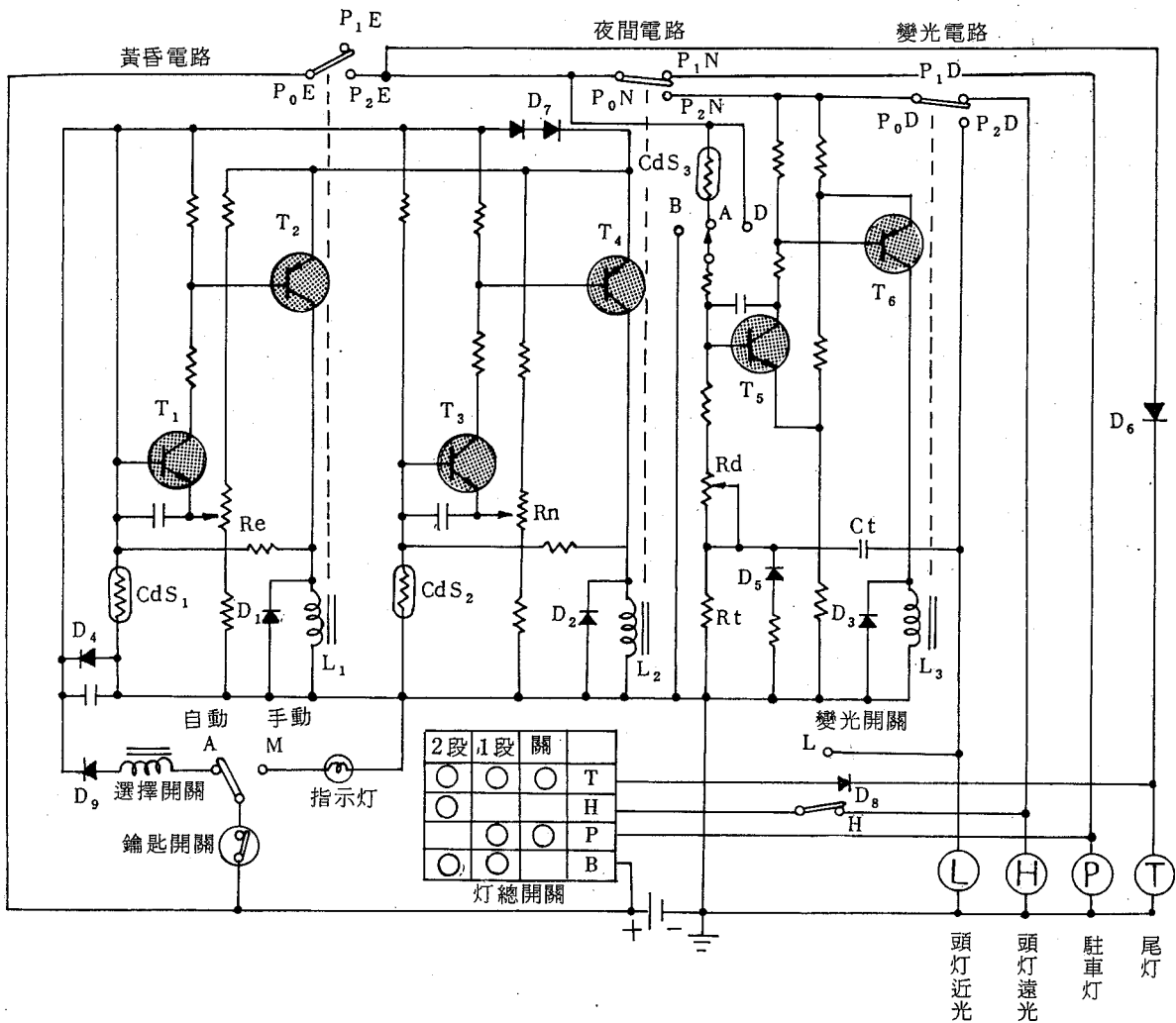


圖 5-9-37 日本電裝牌自動燈光器的電路圖

線圈，使接點 P_0D 與 P_1D 分離而與 P_2D 閉合，電流由電瓶經 P_0E 與 P_2E ， D_6 使尾燈點亮；另一條經接點 P_0N ， P_2N ， P_0D ， P_2D 到頭燈的近光搭鐵，使遠光燈熄，近光燈亮。

(5) 會車後之作用

會車後 $CdS-3$ 所受到之照度減少，電阻變大，使 T_5 閉關，而使 T_6 也關掉，線圈 L_3 無電流，彈簧使 P_0D 與 P_2D 分開，近光燈熄， P_0D 與 P_1D 閉合，遠光燈亮。

[返回目錄](#)

第五節 轉向燈和閃光器

9-5-1 概述

轉向燈於汽車欲變更行駛方向時打開，使車子前後之車輛及行人了解車子的動向，早做準備，以確保行車安全之裝置。

轉向燈之種類 點滅式
點滅移光式

9-5-2 點滅式轉向燈

(一) 現代大部分汽車使用之轉向燈均為點滅式。圖 5-9-38 所示為點滅式轉向燈系統圖，包括轉向燈開關，左、右之車前轉向燈 (25W)、車後轉向燈 (25W)、車側轉向燈 (8W) 及轉向指示燈 (3W)、閃光器、保險絲、點火開關等。

(二) 當方向燈開關向左 (右) 扳時，電瓶電→

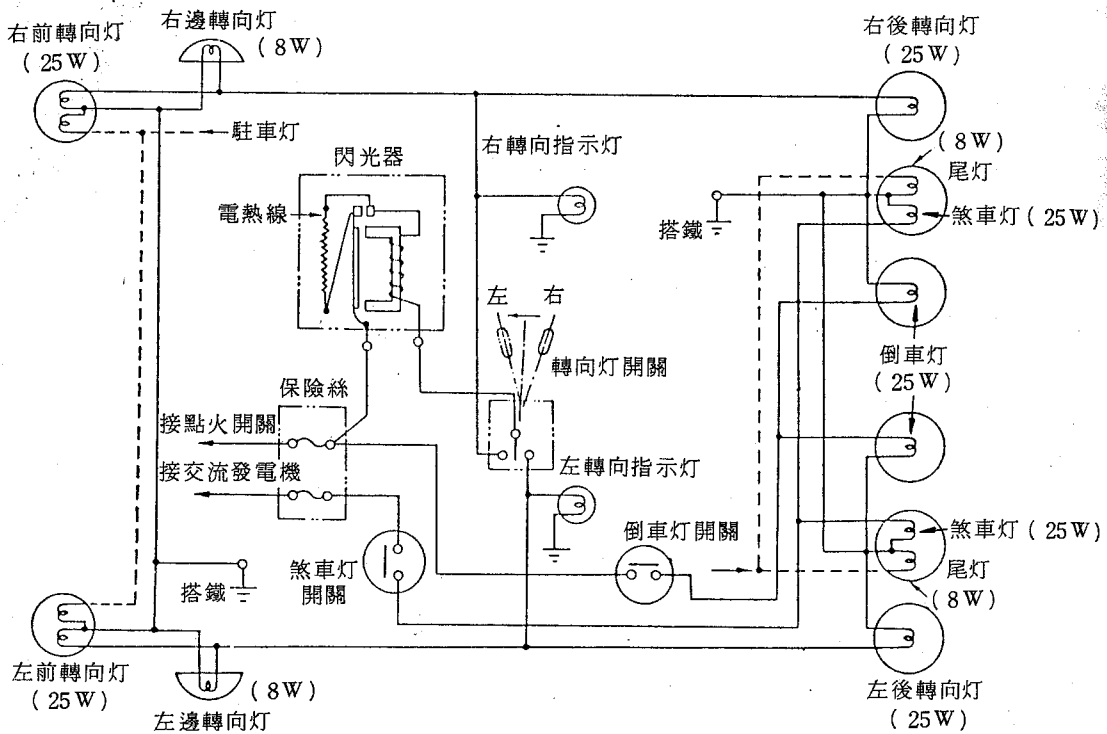


圖 5-9-38 普通點滅式轉向燈路系統圖 [註15]

點火開關→保險絲→閃光器→轉向燈開關→左(右)前、後、側轉向燈及指示燈搭鐵，因閃光器之作用使燈以每分鐘 60~120 次之速度不斷閃爍，以提高警覺性。

(二)使轉向燈產生閃爍之閃光器種類甚多，依構造及作用原理之不同歸納如下：

- 閃光器種類
 - 電磁熱線式
 - 電磁擺動式
 - 電容繼電器式
 - 水銀式
 - 電晶體式
 - 簧片式

1. 電磁熱線式閃光器 (magnetic hot wire flasher)

(1)圖 5-9-39 所示為電磁熱線式閃光器之構造。由電熱線接點 A、B、電磁線圈等組成，A 接點控制流經電磁線圈及轉向燈之電流，由電熱線操作；B 接點控制指示燈之作用，許多閃光器取消了 B 接點而將指示燈併入轉向燈電路中。

(2)圖 5-9-40 所示說明電磁熱線式閃光器之作用，閃光器有三線頭：B(+)線頭接電瓶(

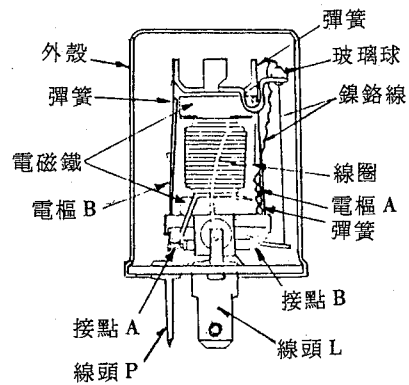


圖 5-9-39 電磁熱線式閃光器構造 [註16]

經點火開關)，L 線頭接轉向燈開關，P 線頭接轉向指示燈(有些閃光器無 P 線頭)。當轉向燈開關向左或向右開時，從電瓶來的電流經點火開關→電熱伸縮線 A→電熱線 B→電磁線圈→轉向燈開關→轉向燈而搭鐵完成迴路，因電熱線之電阻很大，流過之電流很小，轉向燈不能點亮，此時電熱伸縮線 A 受熱伸長，使接點 A 閉合，電流不再經過電熱線 B，而直接由接點 A 流過，電阻小電流大，使轉向燈點亮，且大量電流經過電磁線圈時，產生很大磁引力，使接點 B 閉合，方向指示燈點亮。

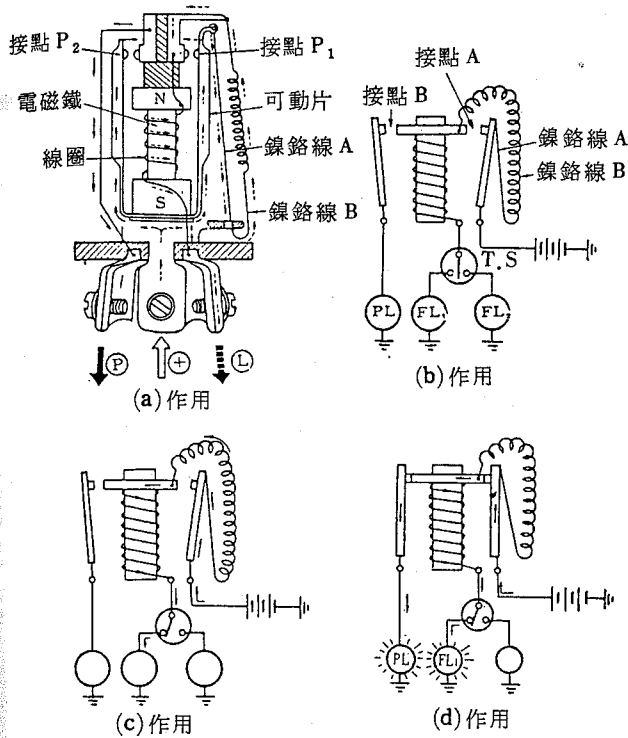


圖 5-9-40 電磁熱線式閃光器作用 [註17]

(3)此時電熱線因無電流流過，逐漸冷卻收縮，拉動接點A之可動片，使A接點分開，A分開後方向燈熄滅，B接點分開，方向指示燈亦熄滅。電流必須再經電熱線流入，以上動作不斷反覆而使轉向燈及指示燈不斷點滅。

2. 電磁擺動式閃光器 (magnetic flasher)

(1)圖5-9-41所示為電磁擺動式閃光器之構造圖，轉向燈開關T.S向右或向左扳時，從電瓶來之電流經接點P₁→電磁線圈→轉向燈開關→轉向燈→搭鐵，完成迴路，轉向燈亮。

(2)此時電磁線圈之吸引力超過迴轉板彈簧之拉力，使迴轉板向左轉動，而使接點P₁分離，使P₂接通，電瓶電流經P₂流到指示燈，此時指示燈亮，而流入電磁線圈之電流需經保護電阻，電流甚小，轉向燈熄滅，電磁線圈之引力消失，迴轉板因回拉彈簧之作用力而使上部向右側移動，使接點P₂分開，使接點P₁閉合，如此不斷反覆動作，使轉向燈及指示燈交叉閃亮。

3. 電磁繼電器式閃光器 (condenser relay type) —— 利用電容器之充放電作用使接點繼電

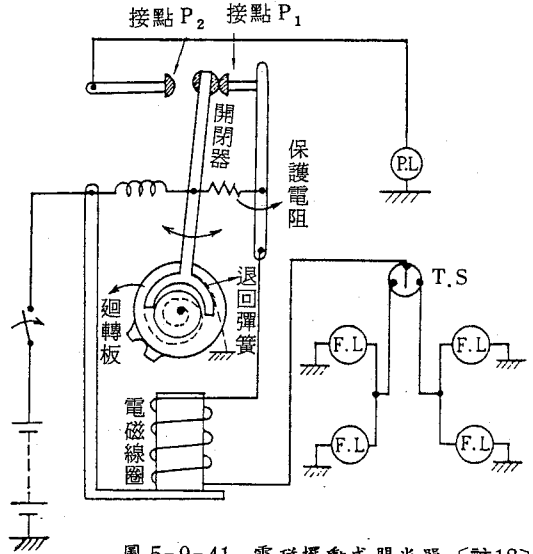


圖 5-9-41 電磁擺動式閃光器 [註18]

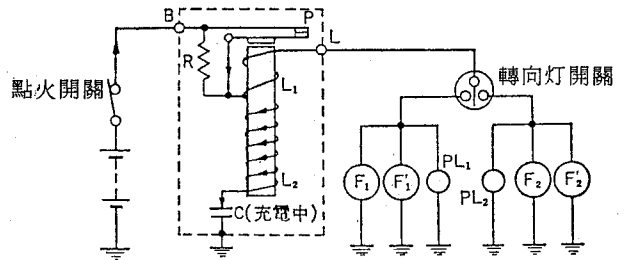


圖 5-9-42 電流型電容繼電器式閃光器配線 [註19]

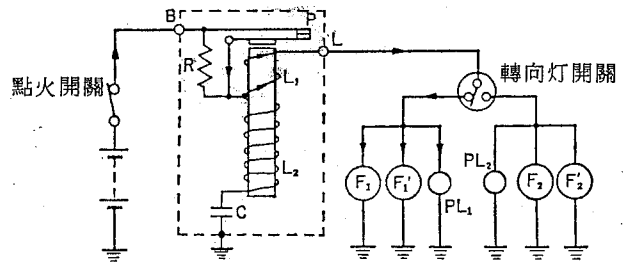


圖 5-9-43 方向燈開關打開時之作用 [註20]

器產生動作，由電磁線圈、接點、電容器等組成，有電流型及電壓型兩種。

(1) 電流型

①圖5-9-42所示為電流型電容繼電器式閃光器之配線圖，L₁為電流線圈，接方向燈開關及方向燈；L₂為電壓線圈，與電容器C串聯，引擎點火開關打開後，電流即經電壓線圈L₂使電容器充電。

②當方向燈開關向左或向右扳時，電流從電瓶→閃光器B線頭→接點P→電流線圈L₁→轉向燈開關→轉向燈→搭鐵，轉向燈亮，如圖5-9-43所示。

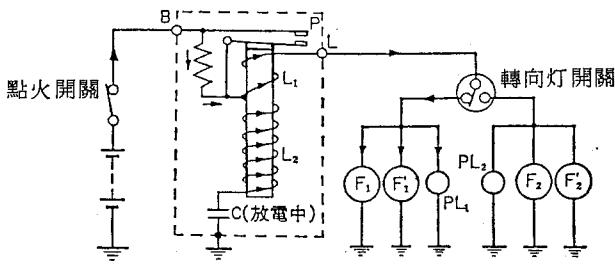


圖 5-9-44 接點開啓時之作用〔註21〕

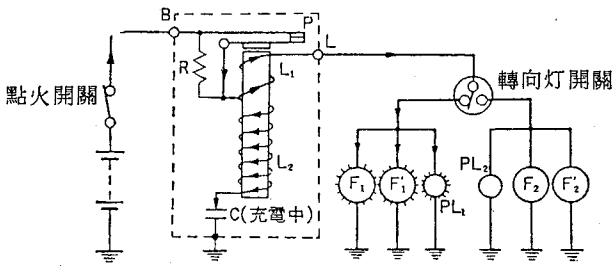
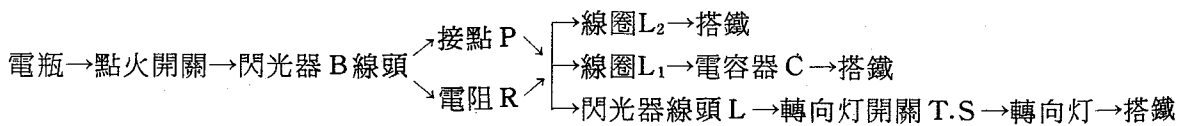


圖 5-9-45 接點閉合時之作用〔註22〕

- ③當電流流入線圈 L_1 時電磁引力使接點P分開，各燈熄滅。接點P分開時，如圖5-9-44所示，電容器開始放電，此電流經 L_2 、 L_1 到轉向燈搭鐵，電流經 L_2 、 L_1 線圈時兩磁力相加，使接點P保持分開，此時因電流甚小，燈不亮。
- ④電容器放電電流停止後，接點P因彈力而閉合，電流經接點P後分兩路，一路經 L_2 線圈使電容器C充電，一路經轉向燈開關到轉向燈，使燈點亮，此時 L_1 線圈及 L_2 線圈之電流方向相反，磁力互相抵消，接點不能分開。等到電容器充滿電時， L_2 線圈之電流停止流動。線圈 L_1 之吸引力使接點



經線圈 L_1 流入之電流，使電容器C充電，此時線圈 L_1 與 L_2 之電流方向相反，磁力抵消，接點仍閉合。電容器充滿電後， L_1 線圈之電流停止流動。 L_2 線圈之磁力使P接點分開。電流經電阻R後再經 L_2 線圈搭鐵，使接點P保持分開狀態。

- ②當轉向燈開關T.S向左或向右扳時，電流可以經轉向燈開關至轉向燈搭鐵，完成迴

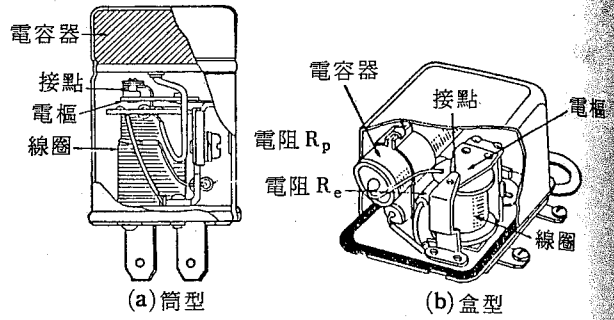


圖 5-9-46 電容繼電器式閃光器構造〔註23〕

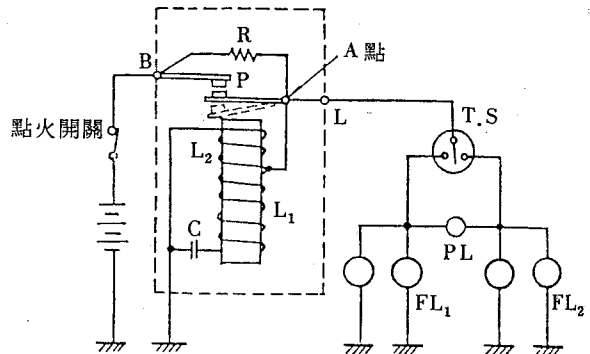


圖 5-9-47 電壓型電容繼電器式閃光器配線〔註24〕

P分開，燈熄，如圖5-9-45所示。以上動作反覆進行，使轉向燈發生閃爍。

- ⑤圖5-9-46所示為電容繼電閃光器之構造，(a)為筒型，(b)為盒型。

(2)電壓型

- ①電壓型電容繼電器式閃光器之構造與電流型大同小異，圖5-9-47所示為電壓型電容繼電器式閃光器之配線圖，線圈和接點P和電阻係並聯（電流型接點P與線圈係串聯），當引擎點火開關打開時，電流徑路如下：

路，A點處之電壓急速降低，電容器C開始放電，同時流經 L_2 線圈之電流減少（因線圈之電阻大）而使接點P閉合。

- ③接點P閉合後，如圖5-9-48所示，轉向燈點亮，同時 L_1 及 L_2 兩線圈也有電流流入，因兩線圈電流方向相反，磁力互相抵消，故接點仍保持閉合，使燈繼續亮。當電容器C充滿電時， L_1 線圈電流停止， L_2 線圈

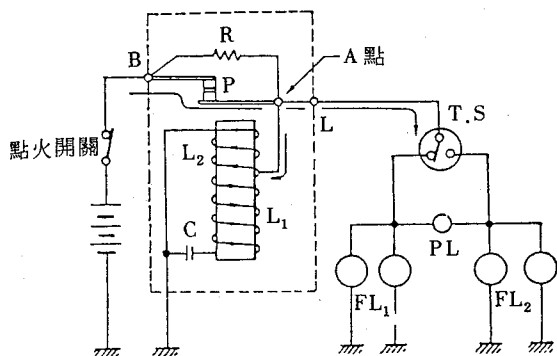


圖 5-9-48 接點閉合時之作用〔註25〕

之電磁吸力使接點 P 分開，燈熄。電容器 C 繼續在放電時，接點保持分開，直到放電完了，且 L_2 線圈流入之電流減少，再使接點 P 閉合。以上動作反覆進行，使轉向燈不斷閃爍。此種閃光器之特點為閃光器瓦特數之使用範圍較廣，不會因一個燈泡燒斷而使閃爍動作停止。

4. 水銀式閃光器 (mercury flasher)

(1) 此式係利用水銀的流動性及導電性製成，水銀中之柱塞上下運動時，會使水銀之液面上下移動，而使電極開閉，使轉向燈產生點滅閃爍。圖 5-9-49 所示為水銀式閃光器之構造。

(2) 當點火開關打開，同時把轉向燈開關 W.S 向左或向右扳動時，電流從電瓶→點火開關→電磁線圈→水銀中的電極→轉向燈開關→轉向燈→搭鐵，完成迴路，轉向燈點亮，如圖 5-9-50 所示。

(3) 當電磁線圈有電流流過時，產生磁力將柱塞向上吸引，水銀由柱塞下面之小孔中慢慢流出，如圖 5-9-51 所示。當水銀面低於電極時，電流切斷，轉向燈熄滅。此時電磁線圈亦無電流流入，吸引力消失，柱塞下降。柱塞下降時下方之水銀再經柱塞中之小孔流入柱塞內，水銀面逐漸上升，直到水銀使兩電極接通，電極接通時燈亮，如圖 5-9-52 所示，如此水銀面不斷的與電極接觸及分離，而使電通斷，轉向燈產生閃爍。

(4) 水銀在使電流斷續時會有電弧發生，而使電極氧化，所以內部需充填惰性氣體以保護之。

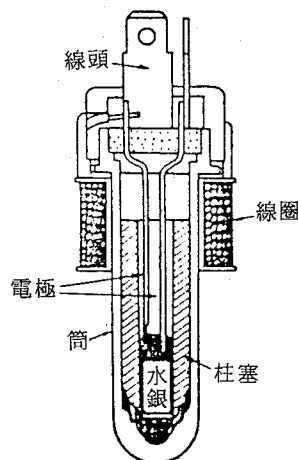


圖 5-9-49 水銀式閃光器構造〔註26〕

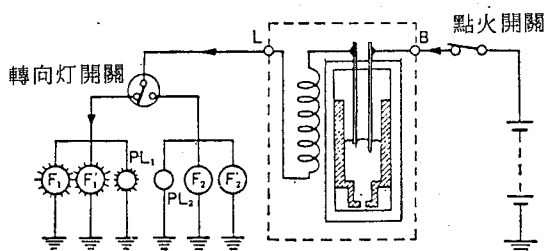


圖 5-9-50 轉向燈開關打開時之作用〔註27〕

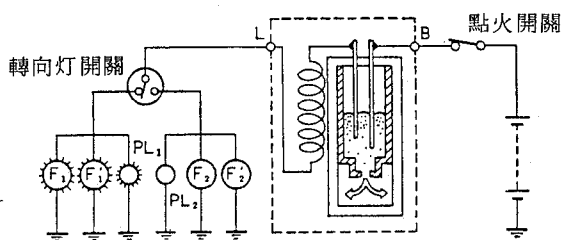


圖 5-9-51 柱塞被吸向上之作用〔註28〕

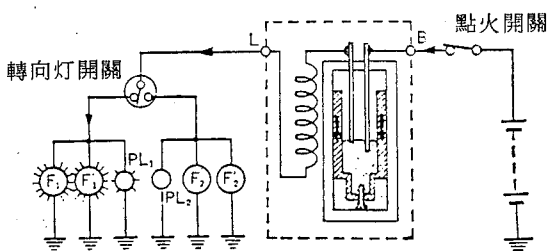


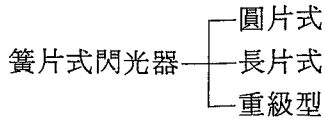
圖 5-9-52 柱塞向下降之作用〔註29〕

(5) 水銀式閃光器之優點如下：

- ① 電壓特性良好，閃爍次數與電壓之高低無關。只要有能將柱塞吸引上來之電流經過電磁線圈即能產生正常作用。
- ② 溫度變化對閃爍次數不發生影響。
- ③ 構造簡單，無使用接點，耐久性佳，連續使用不影響閃爍次數。

5. 簧片式閃光器

(1) 簧片式閃光器構造簡單，成本低廉為其特點，可分下列三種：



(2) 圓片式閃光器 (disc flasher)

圓片式閃光器之構造如圖5-9-53所示。轉向燈未使用時，電阻線收縮，使圓片彎曲，而使接點閉合。轉向燈開關向左或向右打開時，電流從電瓶→點火開關→保險絲→進入閃光器→電阻片→圓片→接點→轉向燈開關→轉向燈→搭鐵，完成迴路使轉向燈點亮，如圖5-9-54所示。

電流經過電阻片時，電阻片發熱變長，圓片拉平，接點分開，電流切斷，燈熄。電阻片沒有電流通過，變冷縮短，又使圓片彎曲而使接點再閉合。電流再流向轉向燈，如此接點不斷的開合而使轉向燈產生閃爍作用。

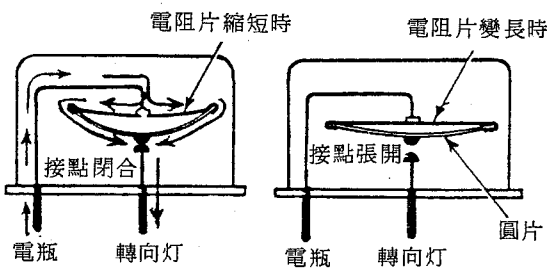


圖 5-9-53 圓片式閃光器構造

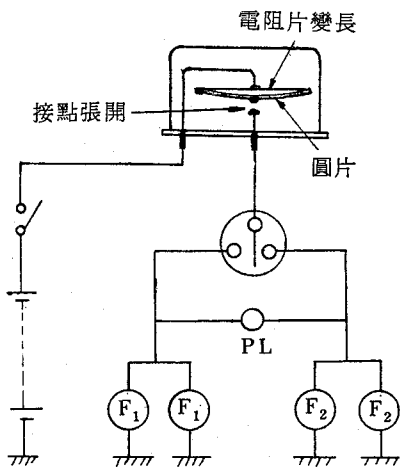


圖 5-9-54 圓片式閃光器之配線

(3) 長片式閃光器 (vane flasher)

長片式閃光器很少用在轉向指示燈路，一般用在警告燈。如醫院的救護車或警車之警告燈等，圖5-9-55所示為長片式閃光器之構造及作用，平時電阻絲縮短拉簧片使接點閉合，當燈開關打開，電流經電阻絲進入閃光燈，使燈點亮。電流經過電阻絲時，電阻絲受熱變長，簧片伸直，使接點分開，燈熄。電阻絲無電流通過，變冷縮短，又將簧片拉彎而使接點閉合，燈亮。如此接點不斷的開合，使燈閃爍。

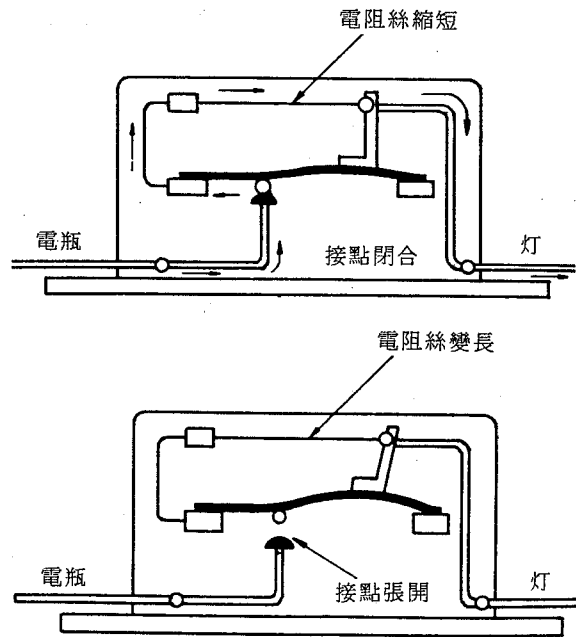


圖 5-9-55 長片式閃光器

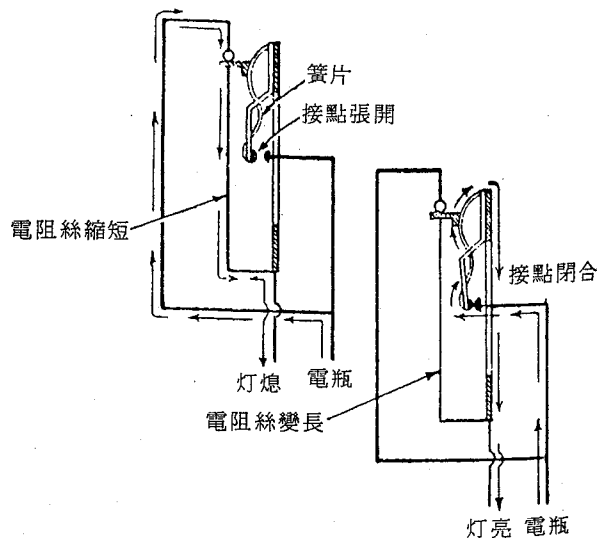


圖 5-9-56 簧片式閃光器之構造作用

(4)重級簧片式閃光器 (snap-blade heavy duty flasher)

圖5-9-56所示為重級型簧片式閃光器之構造。平時閃光器中之接點是張開的，當轉向燈開關向左或向右扳時，電流由電瓶→點火開關→電阻絲→轉向燈開關→轉向燈→搭鐵，完成迴路。電因經過電阻絲之電流很小，燈不亮，但電流經電阻絲後使電阻絲發熱變長。簧片使接點閉合，電流經接點流過，電阻小，電流大，燈亮。此時電流不經電阻絲，電阻絲變冷縮短，拉簧片使接點分開。如此不斷反覆操作，使方向燈閃爍。

6. 電晶體式閃光器 (transistor flasher)

(1)電晶體閃光器，係使用電晶體多諧振盪電路，使大功率電晶體產生ON-OFF，而使轉向燈閃光，其閃光週期不受電路負荷影響，閃光動作穩定。

(2)圖5-9-57所示為電晶體閃光電路之一例，電晶體 T_3 為大功率電晶體，供給轉向燈所需之電流，電晶體 T_1 和 T_2 的輪流通斷會使 T_3 產生ON-OFF動作，而使轉向燈閃爍。

①當打開轉向燈開關時， T_3 電晶體在ON狀態，使 T_3 也ON，電瓶電由大功率電晶體 T_3 之射極→集極→經轉向燈搭鐵，使轉向燈點亮，因電流之流通使B點之電壓升高，此電壓與電容器 C_2 之電壓相串聯，使 C_2 之電壓漸升高，當 T_1 電晶體之基極電壓高於定值時，電晶體 T_1 被關掉。

②電晶體 T_1 關掉後，電容器 C_2 停止充電，並開始由電阻 R_4 和 R_2 放電，使電壓逐漸降低，直到電晶體 T_1 基極的電壓低於射極電壓達一定值時，電晶體 T_1 又恢復通電。

③當 T_1 電晶體恢復通電後，電瓶電由電晶體 T_1 的射極→集極→經電阻 R_7 和 R_1 搭鐵，此時A點之電壓與 C_1 先期充電之電壓相串聯，使電晶體 T_2 之基極電壓高於射極電壓，而使 T_2 電晶體OFF。

④當 T_2 電晶體OFF時， T_3 大功率電晶體亦OFF，使轉向燈熄滅。

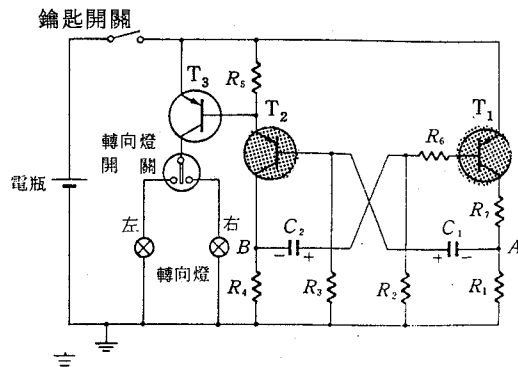


圖 5-9-57 電晶體式閃光器電路圖

⑤當電晶體 T_2 OFF後，電容器 C_1 的存電逐漸由電阻 R_3 和 R_1 放掉，電壓逐漸降低，直到電容器 C_1 的電壓和A點電壓相加之值低於定值後，使電晶體 T_2 又恢復導通；當電晶體 T_2 ON後，又使 T_3 大功率電晶體導通，使轉向燈又點亮。

⑥如此當電晶體 T_2 ON時，大功率電晶體 T_3 亦ON，轉向燈點亮；電晶體 T_1 ON時電晶體 T_2 亦OFF，電晶體 T_2 OFF時，大功率電晶體 T_3 亦OFF，轉向燈熄，由電晶體 T_1 及 T_2 的交互ON-OFF，不斷的使大功率電晶體 T_3 ON-OFF，使轉向燈點滅，適當的選用電阻值及電容器的容量，即可獲得所需要的點滅比。

7. 閃光器作用表示正確

(1)轉向燈必須正確使用，否則更易造成危險。為了提醒駕駛人對轉向燈作用之確認，一般使用指示燈 (pilot lamp)、打音裝置或兩者兼用等轉向燈作用表示裝置。

(2)指示燈

指示燈之接線法如圖5-9-58所示，(a)為指

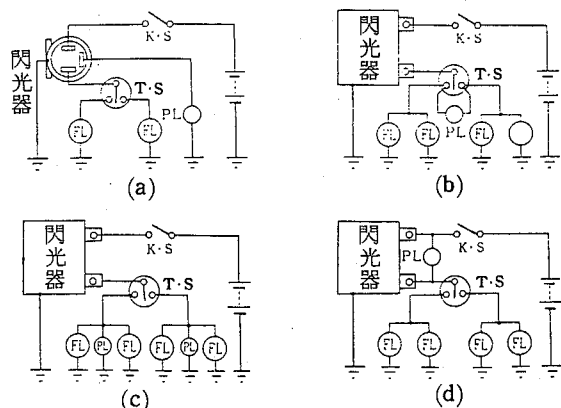


圖 5-9-58 轉向指示燈之接線方法 [註30]

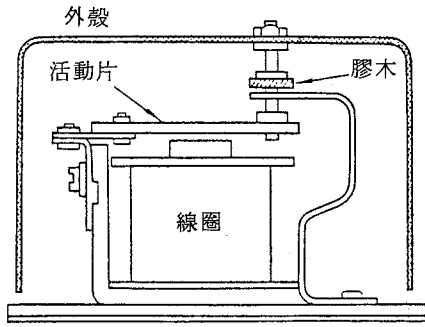


圖 5-9-59 單蓋式打音裝置 (註31)

示燈，有專用線頭。(b)和(c)指示燈與方向燈同時點滅。(c)左右方向分別示知，(d)為轉向燈與指示燈交互點滅。

(3)打音裝置

①單蓋打音式

圖5-9-59為單蓋打音裝置，一般用在電容繼電器式閃光器。電容器充放電時，使活動片（amature）以相同頻率震動，打擊單蓋而發生響聲。

②膜片打音式

圖5-9-60所示為附膜片打音裝置之閃光器，圖5-9-61所示為其電路圖，當接點P閉合時，打音繼電器之線圈L₃無電流，膜片彈向上；接點P分開時，L₃有電流流入，將膜片向下吸，膜片之震動就會發出響聲。若轉向燈有一個燈絲燒斷時，無法吸動膜片，故響聲停止。

③蜂鳴器式

有些汽車在轉向指示燈路上加裝蜂鳴器，有電流流入時即會發出聲音。

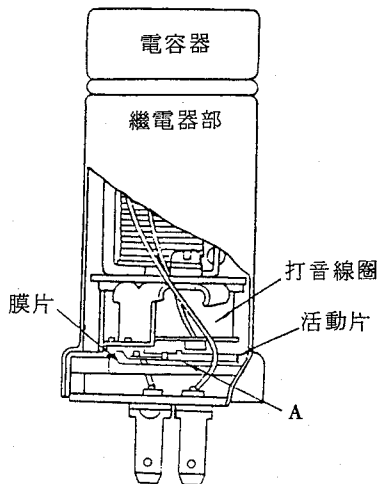


圖 5-9-60 附膜片打音裝置之閃光器 (註32)

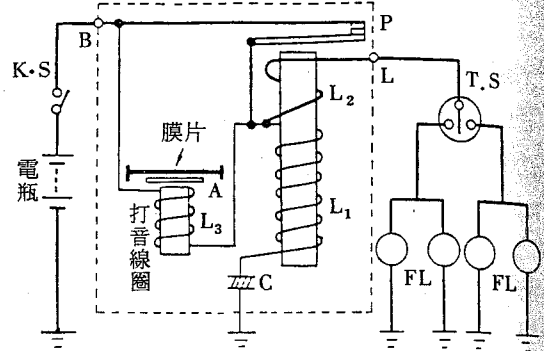


圖 5-9-61 膜片打音裝置電路圖 (註33)

8.閃光速度

(1)閃光器必須依規定的電壓及電流使用，灯泡的大小也要合規定，閃光的速率才能合規定。一般閃光器的正常閃光速度為每分鐘 60~100次，點亮及熄滅的時間比是 0.3~0.75，閃光器接點常開型開關打開後 1.5 秒必須閉合再開，如果接點是常閉型，開關打開後 1 秒內接點必須分開。

(2)影響閃光器閃光速度之因素：

- ①電壓太低——不論何型閃光器，閃光速度均變慢。
- ②電壓太高——不論何型閃光器，閃光速度均變快。
- ③轉向燈功率過小——(a)電磁熱線式閃光器閃光速度變快。(b)簧片式與電晶體式閃光器若各灯泡合起來之總電流在規定的電流範圍內時，閃光速度不變。(c)其他各式閃光器閃光速度變慢。
- ④轉向燈功率過大——與③功率過小相反。
- ⑤有燈絲燒斷（若二個或三個轉向燈中有一個灯泡之燈絲燒斷時）——(a)電磁式閃光器閃光速度變快，指示燈不亮。(b)簧片式閃光器指示燈仍閃亮。(c)其他閃光器轉向燈及指示燈均只亮不閃。

(四)轉向燈開關

1.轉向燈開關有普通式及自動復原式兩種。

2.老式汽車之轉向燈開關如圖5-9-62所示。裝在駕駛室駕駛員手容易操作的地方，上面有指示燈，各線頭所接之機件如圖示，需駕駛員自行打開及關掉。

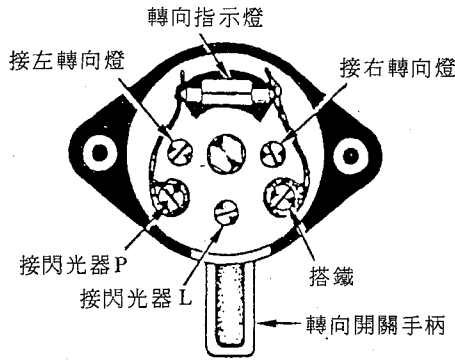


圖 5-9-62 老式轉向燈開關

3. 現代汽車所用之轉向燈開關均為自動復原式，裝在方向盤下方，手柄向順時針方向扳時為右彎，向反時針方向扳時為左彎，等車子轉彎後，方向盤開始回轉時，方向燈開關自動復原至 OFF 位置，駕駛人不必於轉彎後再撥回（但轉彎太小時無法自動復原，須用手撥回）。

4. 圖 5-9-63 所示為轉向燈自動復原機構之構造，其作用如下：

- (1) 手柄未扳時，底板在中央位置，方向盤轉動時，方向柱桿上凸輪之凸出部不會碰到底板上轉鉤。
- (2) 當汽車欲向右轉彎，駕駛員將手柄向順時針方向扳時，底板跟著向順時針方向轉動，直到底板上的上角被轉向燈開關外壳上之擋角擋住為止。此時底板偏向上方，如圖 5-9-64 所示，此時方向燈開關盒之推桿被撥向右方，使右側之轉向燈電路接通，如圖 5-9-65 所示。
- (3) 手柄向順時針方向扳動後，當向外轉動方向盤時，方向柱桿上凸輪之凸角會碰到底

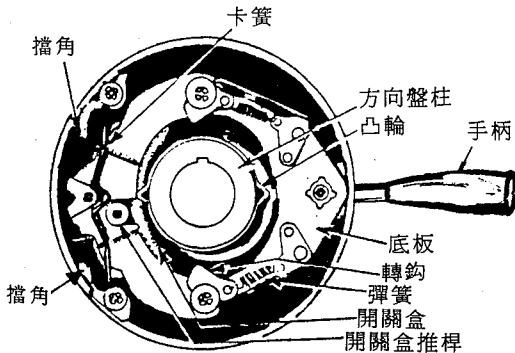


圖 5-9-63 轉向燈自動復原機構構造 (未扳手柄時，底板在中央)

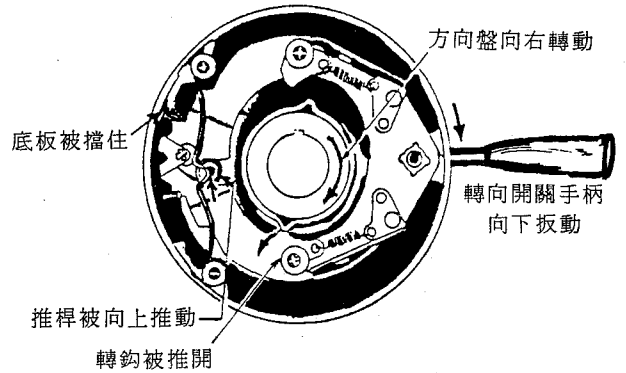


圖 5-9-64 手柄向順時針扳時右轉中之作用 (底板向上移動，凸輪碰到轉鉤)

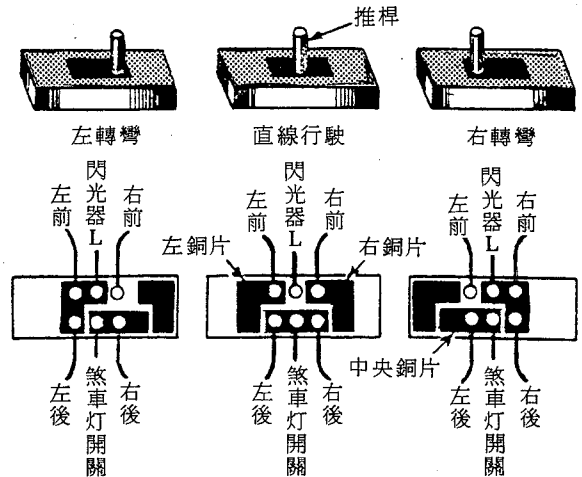


圖 5-9-65 轉向燈開關盒之構造及作用 (後轉向燈與煞車燈兼用)

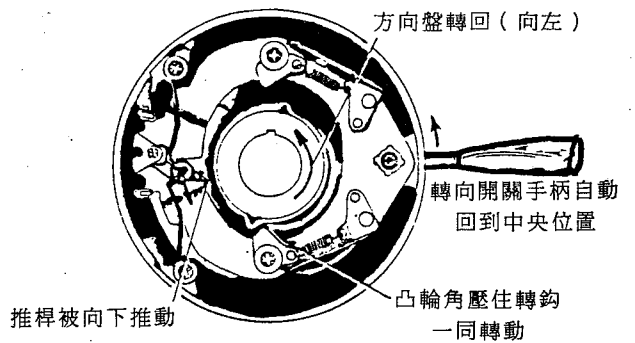


圖 5-9-66 轉彎後回方向盤時，自動將底板撥回

板上之下轉鉤，將鉤推開，凸角轉過後，彈簧又使轉鉤恢復原位，如圖 5-9-64 所示。

- (4) 當車子轉彎以後，方向盤向反時針方向回到正直位置時，方向柱桿凸輪之凸角壓住下轉鉤，將底板向反時針方向推動，如圖 5-9-66 所示，將底板推回原來之中央位置

(圖5-9-63所示)。

(五)其他轉向燈控制電路

1.後轉向燈與煞車燈兼用電路

(1)圖5-9-65及圖5-9-67所示為一般小轎車所常用之後轉向燈兼煞車燈使用之電路。

(2)轉向燈不使用時，後面兩燈接煞車燈開關，做煞車燈使用。

(3)當轉向燈開關向右扳時，右方之前後轉向燈由閃光器控制產生閃爍。左後方之燈仍由煞車燈開關控制。

2.使用繼電器之轉向燈路

(1)圖5-9-68所示為使用繼電器之轉向燈路，後轉向燈與煞車燈兼用，前轉向燈與霧燈兼用。

(2)繼電器上共有12個線頭，6組接點，在不轉彎時二線圈均無電流，左右方各組接點

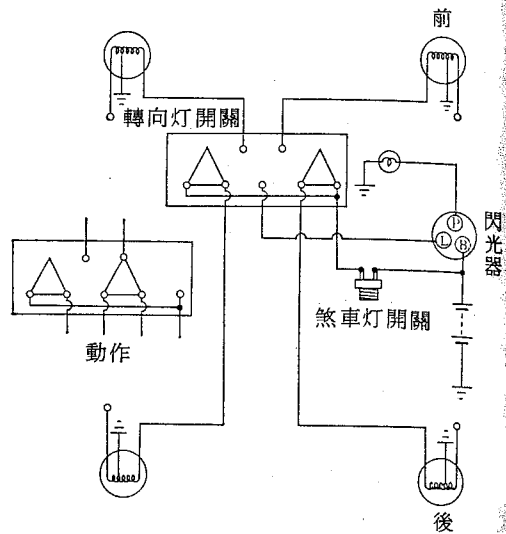


圖 5-9-67 後轉向燈與煞車燈兼用電路圖

保持如圖5-9-68所示之狀態。

(3)踩煞車時，電流之路線如下：

電瓶 → 煞車燈開關 → 線頭⑥
 ↗ 右上接點 → 線頭⑨ → 右煞車燈 (R_R) → 搭鐵
 ↘ 左上接點 → 線頭⑩ → 左煞車燈 (L_R) → 搭鐵

此時後面兩個轉向及煞車兼用燈做煞車燈用，同時點亮。

(4)開霧燈時，電流之路線如下：

電瓶 → 霧燈開關 → 線頭④
 ↗ 右下接點 → 線頭⑪ → 右霧燈 (R_F) → 搭鐵
 ↘ 左下接點 → 線頭⑫ → 左霧燈 (L_F) → 搭鐵

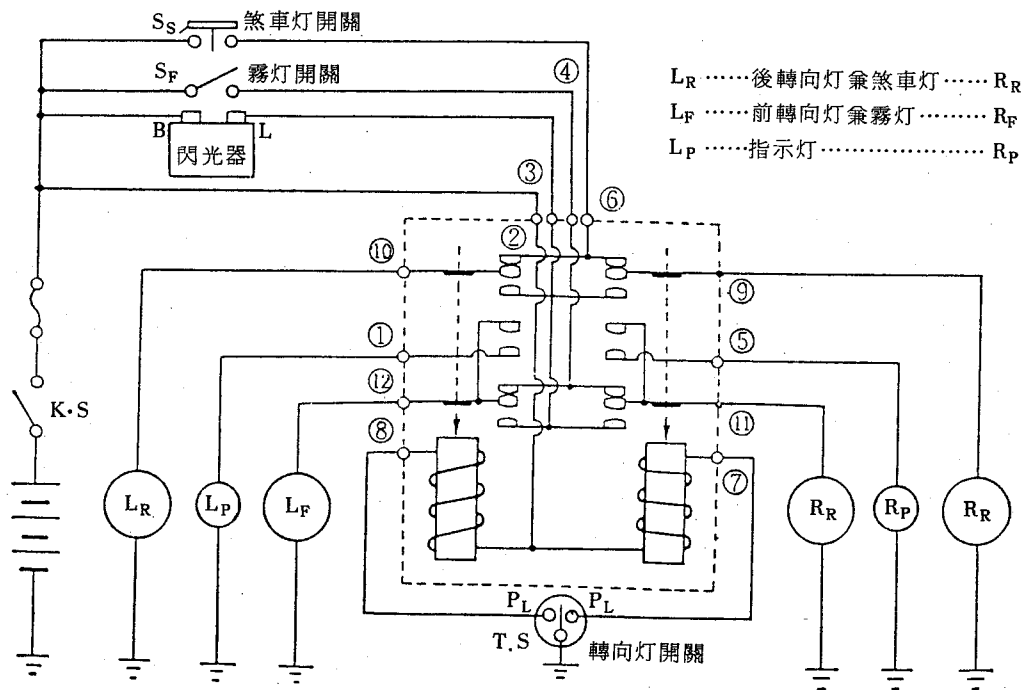


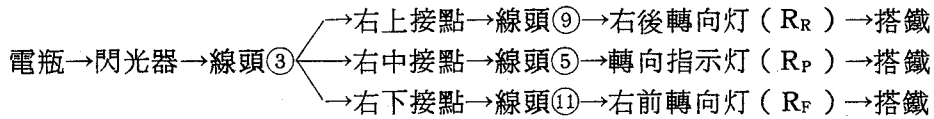
圖 5-9-68 轉向燈繼電器電路圖，後轉向燈與煞車燈兼用，前轉向燈與霧燈兼用

此時，前面兩個轉向及霧燈兼用燈做霧燈使用，同時點亮。

(5) 轉向燈向右扳時，電流之路線如下：

(A) 電瓶 → 線頭② → 右繼電器線圈 → 線頭⑦ → 轉向燈開關 → 搭鐵

(B) 若繼電器將右側三組接點全部向下吸



右側之前後轉向燈及指示燈同時閃亮。

(6) 轉向燈向右扳，同時又踩煞車及開霧燈時之作用：右側轉向燈之作用情形如前述，此時煞車燈開關之電流只能流入左後燈 L_R （此時作煞車燈用），無法流入右後燈 R_R （此時作轉向燈用）。霧燈開關之電流只能流到左前燈 L_F （此時作霧燈用），無法流入右前燈 R_F （此時作轉向燈使用）。

跟在車後之駕駛員更容易確認。

三、點滅移光式閃光器

(一) 點滅移光式閃光器 (sequential flasher) 有電容繼電式及電動機 (馬達) 式兩種。

(二) 電容繼電器式

1. 此種閃光器係將普通的電容繼電器式電流型閃光器三組串聯起來，裝在一個盒子中而成。關於使用轉向燈之容量由各繼電器之線圈比及電容器容量而定。由轉向燈繼電器 A、B、閃光器總成、轉向燈開關、轉向燈、轉向指示燈等組成，如圖 5-9-70 所示，其作用原理如下：

2. 如圖 5-9-70 所示，將轉向燈開關 T.S 向右邊扳入時，從電瓶來的電流經轉向燈繼電器 L_{R1} 及 L_{R2} 流入到 T.S 處搭鐵，此時，接點如點線所示位置閉合。接著，電流如下流入：

9-5-3 點滅移光式轉向燈

一、配合車子之高速化，使轉向燈更明顯的指示欲轉之方向，現代許多汽車之後轉向燈採用點滅移光式轉向燈。

二、點滅移光式轉向燈，車後之轉向燈使用三個燈泡組合在一起，當轉向燈開關向右或向左扳時，轉向燈依序由內側向外側順次點亮，如圖 5-9-69 所示，此式全部轉向燈熄滅之時間變短，使

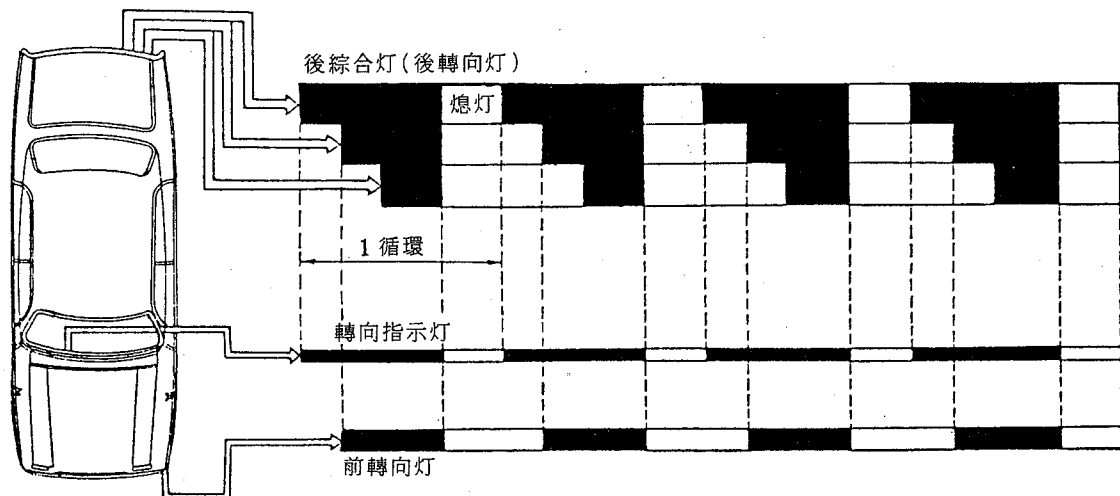
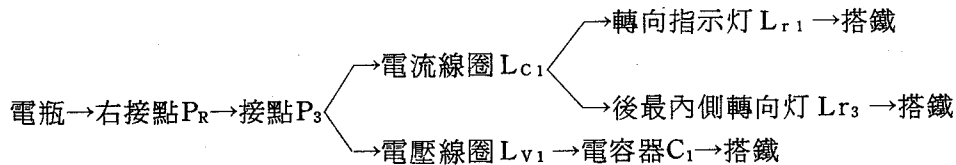


圖 5-9-69 點滅移光式轉向燈之作用 [註34]

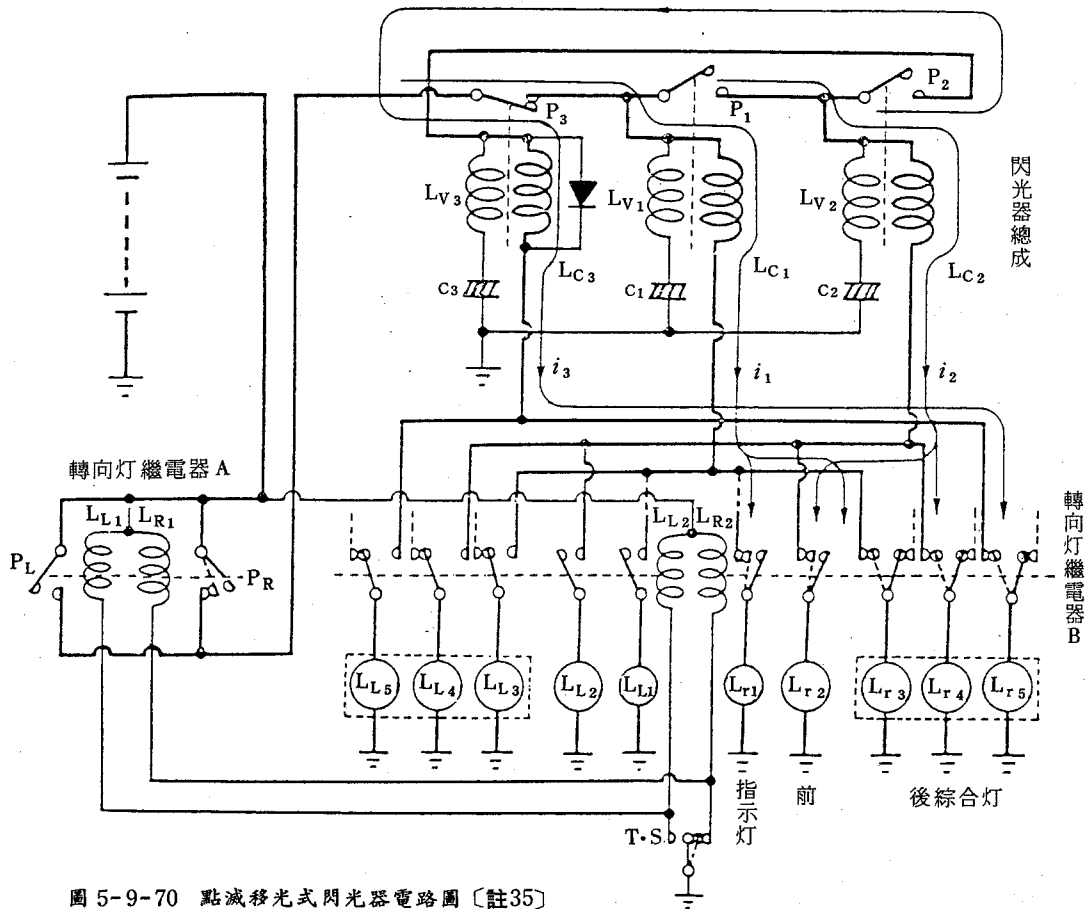
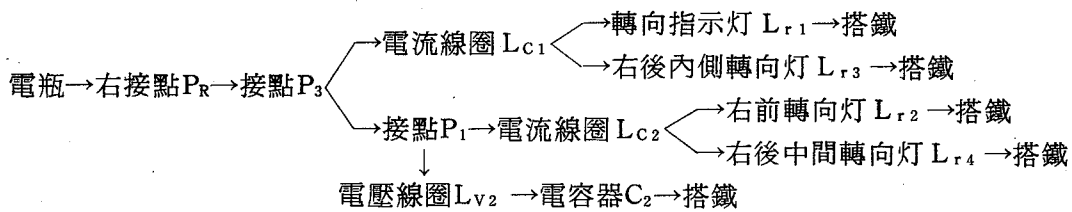


圖 5-9-70 點滅移光式閃光器電路圖〔註35〕

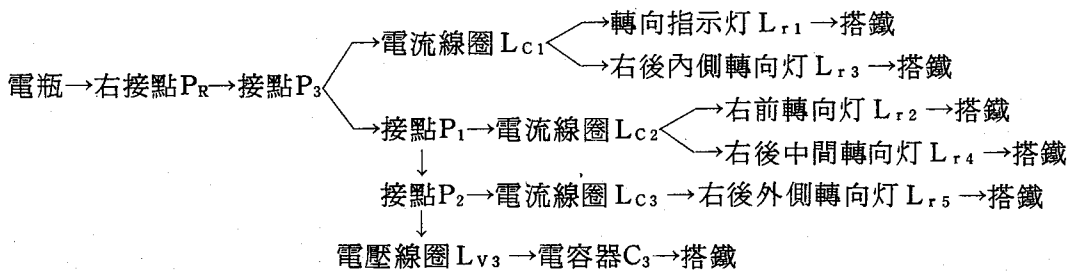
此時轉向指示燈及右後內側轉向燈點亮。

3. 由於 L_{C1} 及 L_{V1} 的作用使接點 P_1 閉合，則電流如下流入：



此時右前轉向燈及右後中間轉向燈開始點亮。

4. 接著因 L_{V2} 及 L_{C2} 之作用使接點 P_2 閉合，則電流如下流入：



此時右後外側轉向燈開始點亮。

5.不久，電容器 C_3 之充電完成，電流線圈 L_{C3} 的吸引力使接點 P_3 分開，各燈全部熄滅。此時，電容器 C_1 、 C_2 、 C_3 之電荷由電壓線圈→電流線圈經各燈泡之電路放掉。電流電壓兩線圈之磁力線相加，將白金接點保持分開。不久各電容器放電完，電磁線圈磁力減弱，一定時間後，白金接點 P_1 、 P_2 打開， P_3 閉合，再回到開始之狀態，有

次序的使各燈點亮。

(三)電動機式

一般電動機式點滅移光裝置有兩個馬達，分別控制左邊及右邊之轉向燈的接續。馬達的前端裝有圓筒，外周有導體圈與接點接觸，由導體與各接點接觸位置之變化，而使轉向燈有次序的閃爍。

返回目錄

第六節 危險警示燈

(一)現代汽車均裝有危險警示燈裝置，以便在夜間或能見度不良時於高速公路緊急停車，或在道路中故障時，使前後左右兩側之轉向燈同時閃爍，以防止他車衝撞之設備。

(二)危險警示燈一般均與轉向燈兼用，其閃光器有共用者，如圖5-9-72所示；亦有分別使用者，如圖5-9-71所示。

(三)圖5-9-72所示為使用電容繼電器式電壓型閃光器之電路圖，圖中 T_h 為半導體熱敏電阻器，以穩定閃光速度。其作用如下：

- 1.當危險警示燈開關ON時，如圖5-9-72所示，將原來之轉向燈電路改變為危險警示燈電路，電流由電池→警示燈開關→熱敏電阻 T_h →線圈 L_2 →前後警示燈（即原轉向燈泡）→搭鐵。
- 2.此時因電流需經電阻，電流小，燈泡不亮

，但 L_2 線圈之吸力可以使接點P閉合。接點P閉合後燈泡點亮。同時有一部分電經線圈 L_1 使電容器C充電，如圖5-9-73所示。

3.此時線圈 L_1 代替 L_2 產生吸力，使接點保持閉合，則燈保持點亮。不久電容器C充滿電，線圈 L_1 之電流停止，無吸引力，接點P分開，燈泡熄滅，以上動作反覆作用，使燈泡不斷閃爍。

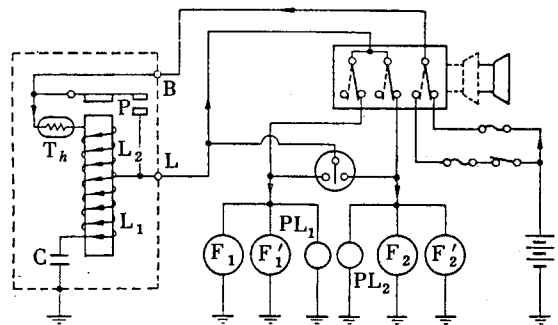


圖 5-9-72 使用電容繼電器式電壓型閃光器之危險警示燈電路圖（開關ON）〔註37〕

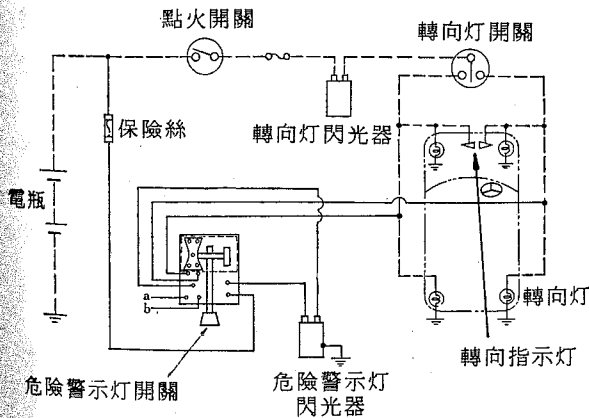


圖 5-9-71 危險警示燈配線圖〔註36〕

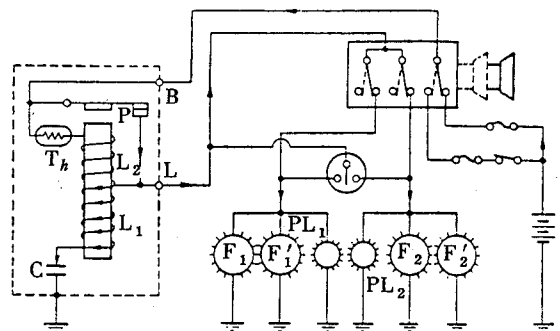


圖 5-9-73 接點閉合時之作用〔註38〕

第七節 其他汽車燈光裝置

9-7-1 霧燈

霧燈為補助車子之照明用，尤其遇雨霧時，霧對白色光會產生亂反射而使照明效果大為降低。霧對黃色燈光較不會產生亂反射，照明效果較佳，普通另配電路如圖5-9-74所示。通常，使用黃色燈玻璃或黃色燈泡，燈上方之光線通常遮斷以減少亂反射。

9-7-2 倒車燈

(一)汽車倒車燈與其他燈路獨立，一般裝在後保險桿或大樑上，亦有與尾燈、駐車燈組合在一起，顏色為白色。倒車燈開關係由變速箱倒檔控制，其構造如圖5-9-75所示。

(二)倒車燈電路如圖5-9-76所示。通常倒車燈經過點火開關，只有在點火開關打開，打入倒檔時才發生作用。有很多車子之倒車燈路並聯有蜂鳴器，於倒車時產生警告以提醒車後之人車加以注意。

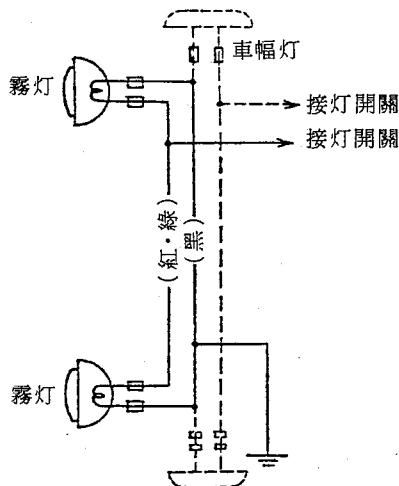


圖 5-9-74 霧燈電路圖 [註39]

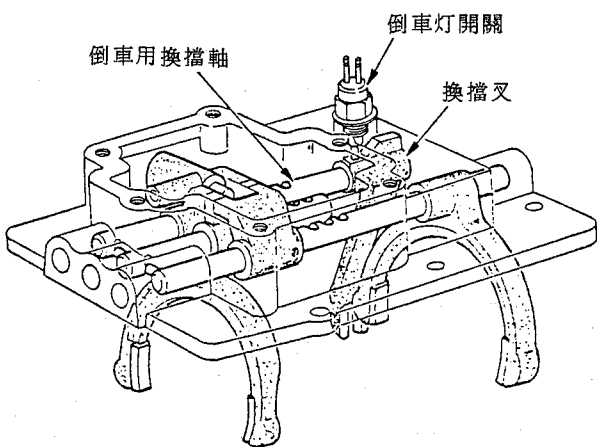


圖 5-9-75 倒車燈開關之裝置位置 [註40]

9-7-3 尾燈

(一)尾燈裝於汽車之後面左右兩側，以告知車之位置，顏色為紅色，有些與駐車燈共用燈殼，但瓦特數較小（一般用 8 W）。尾燈與頭燈電路並聯。

(二)尾燈燈泡有使用單絲之燈泡者如圖5-9-77所示，亦有與煞車燈或轉向燈兼用之雙絲燈泡如圖5-9-78所示。一般汽車之後燈都是把轉向燈、煞車燈、尾燈、駐車燈組合在一起，成一綜合燈，如圖5-9-79所示。

9-7-4 車幅燈（小燈）

在前面左右對稱，靠車子兩側位置，有些車子在車身葉子板上亦有安裝，頭燈開關第一段及第二段均能點亮，一般與駐車燈兼用。燈色為白色或黃色。

9-7-5 煞車燈

(一)當駕駛員踩煞車踏板時，煞車燈點亮，以

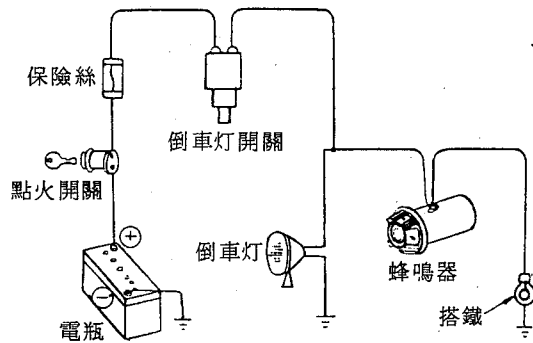


圖 5-9-76 倒車燈及蜂鳴器電路圖 [註41]

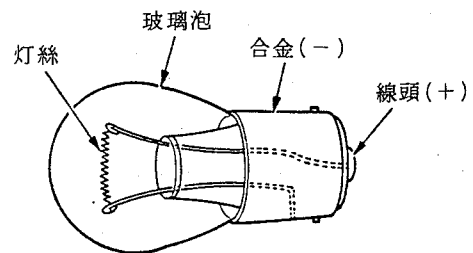


圖 5-9-77 單絲燈泡

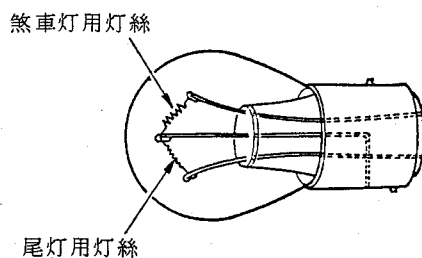


圖 5-9-78 雙絲燈泡 [註42]

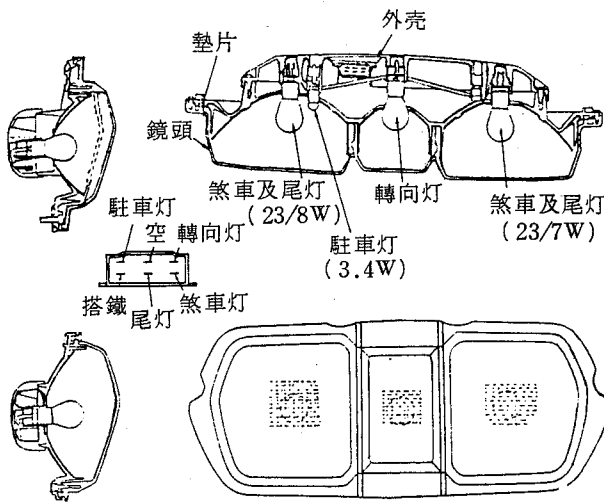


圖 5-9-79 後綜合燈構造 [註43]

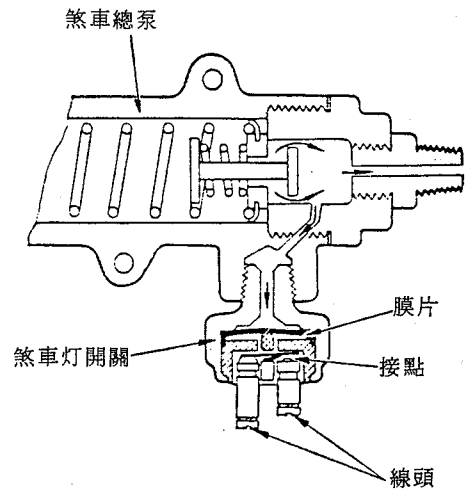


圖 5-9-81 油壓式煞車燈開關構造 [註45]

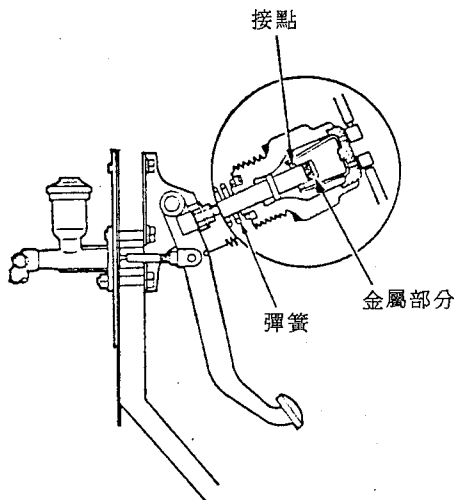


圖 5-9-80 機械式煞車燈開關構造 [註44]

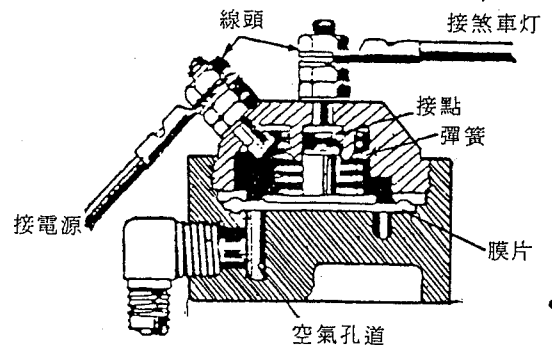


圖 5-9-82 空氣式煞車燈開關構造

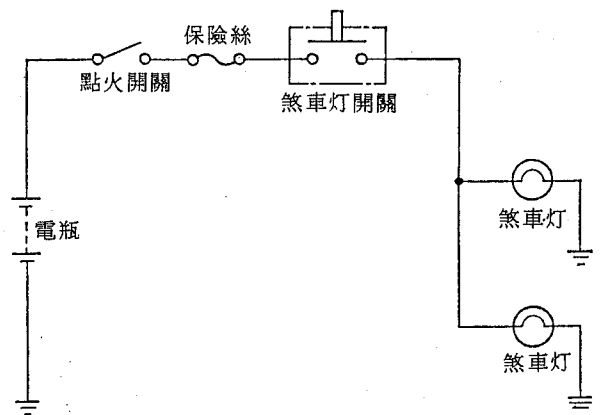


圖 5-9-83 煞車燈電路 [註46]

提醒後車注意。燈色為紅色，其光度為尾燈之5倍以上。

(二)煞車燈開關有機械式、油壓式及壓縮空氣式三種。

1.機械式煞車燈開關如圖5-9-80所示，於踩下煞車踏板時，開關內之接點接通；放鬆踏板時，推桿使接點分開，燈熄。

2.油壓式煞車燈開關如圖5-9-81所示及壓縮空氣式如圖5-9-82所示，係當踩下煞車踏板，煞車系之管路中有油壓或氣壓時，即使接點接通，燈亮；煞車踏板放開，壓力消失時，接點分開。

(三)煞車燈路之配線單獨電路如圖5-9-83所示，與轉向燈兼用電路如圖5-9-65及圖5-9-67所示。

9-7-6 牌照燈

汽車前後牌照照明用燈與車幅燈或頭燈並聯，開燈後，駕駛員不能單獨關閉，燈色為白色。

9-7-7 室內燈

室內照明用一般小型乘用車之室內燈開關由車門控制，車門打開時即點亮，以照明車室。同時另有開關可以直接點亮室內燈。大型客車現都使用日光灯，必須有變流及變壓裝備。車用日光

灯另行研究。

9-7-8 儀錶灯

夜間汽車上之各儀錶必須能夠讓駕駛員很清

楚的看清，但該光線必須不能影響到駕駛員之夜間視力，因此儀錶灯必須很柔和而不刺眼，能使儀錶清楚判讀即可。儀錶灯與車幅灯並聯。

返回目錄

第八節 電晶體日光灯

9-8-1 概述

(一)日光灯比白熱灯泡的效率大，光線均勻，溫度低，灯管壽命長。由於這些優點，現代之家庭、辦公室、商店、工廠都已捨去白熱灯泡而採用日光灯。汽車之灯泡都是鎢絲灯泡，大客車爲了使乘客更舒適，照明更好，室內灯也逐漸採用日光灯。

(二)白熱灯與日光灯之比較：

1. 日光灯之優點：

- (1)省電、效率高。
- (2)發光體大，陰影小，光線柔和不刺眼。
- (3)光色良好。
- (4)溫度低（約 40°C ）。
- (5)壽命長（在3,000小時以上）。

2. 日光灯之缺點：

- (1)價昂。
- (2)線路複雜。
- (3)會閃爍。
- (4)會干擾收音機。
- (5)對電源電壓很敏感。
- (6)不便使用直流電。
- (7)不能使用串聯。
- (8)灯罩使用不便。

9-8-2 普通交流日光灯

(一)圖5-9-84所示爲普通交流日光灯線路圖。開關②爲起動器，其構造如圖5-9-85所示，內部充氬氣，當接上電源時，就產生輝光放電而生熱，使熱偶彎曲，接點接通，使日光灯絲燒熱；日光灯開始作用後，熱偶變冷而使接點分開，則電源就不通過起動器。

(二)日光灯管本身爲一長玻璃管或環形玻璃管，管的內壁塗上一層螢光性或磷光性之發光物質。管內充填極低壓的水銀和氬氣，管的兩端各有鎢質灯絲及陽極線。鎢絲通過玻璃柱與外面兩根插腳連接，如圖5-9-86所示。

(二)普通交流日光灯的作用情形：

1. 開關①接通後，日光灯管二端有110V AC，但灯光不亮（因電子不放射）。
2. 起動器②接通，電經鎢絲成通路，但日光灯因無電壓，故仍不亮。
3. 起動器②關去（白金跳開），使灯管二端產生電壓，開始放射電子，灯亮。
4. 溫度升高後，管內水銀蒸發，增加電子放射量，光度增加。
5. 日光灯大部分之電流變成電磁波（約55%），僅2%感光，但電磁波遇到螢光粉後，改變週率成可視光線，總計18%變成光（白熱灯絲僅7~8%）。

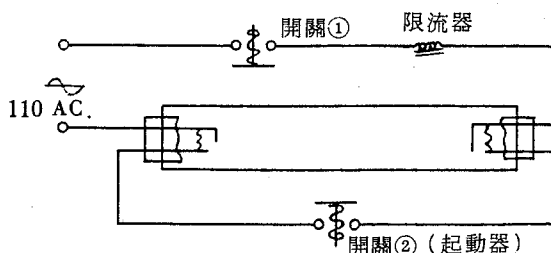


圖 5-9-84 普通交流日光灯電路圖

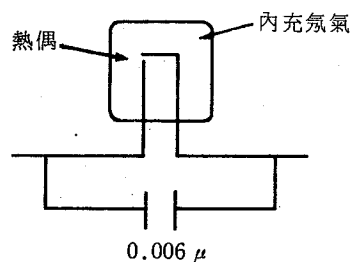


圖 5-9-85 自動點灯器構造

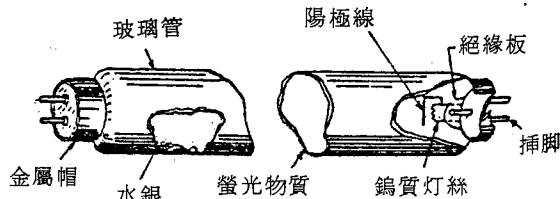


圖 5-9-86 日光灯管之構造

6. 電源為60週率時，則每秒有120次明暗。螢光物改變後，其閃爍會減少（白熱燈則無影響）。

7. 電磁波之放射會干擾無線電波，加電容器即可消除。

8. 電源電壓低於規定20%，燈就不亮。

9. 日光灯開始放電，電壓最少要100V。

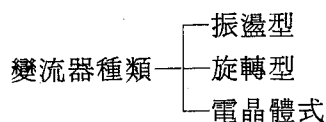
四、限流器之功用：

1. 因鎢絲熱後即開始放射電子，會使電流一直增加，交流電經過此線圈會產生誘導阻抗，因而自動限制電流增加。

2. 幫助點燈管，當開關②分開時，會感應較高電壓，使電子容易放射出去。

9-8-3 汽車用電晶體日光灯

一、因直流電無法點亮日光灯，故汽車用日光灯必須先將直流電變成交流電，且把電壓升高，通常使用之變流器有三種：



(一) 振盪型變流器：最初汽車上使用的日光灯係用振盪器將直流電變成交流電後，用變壓器升壓，再用來點日光灯。振盪器之構造如圖5-9-87所示。使用振盪器之缺點為，因白金以很快的速度跳動，白金接點易生火花，而使接點燒壞而失去作用。

(二) 旋轉型變流器：用直流馬達帶動交流發電機以產生高壓交流電，以點亮日光灯。其優點為

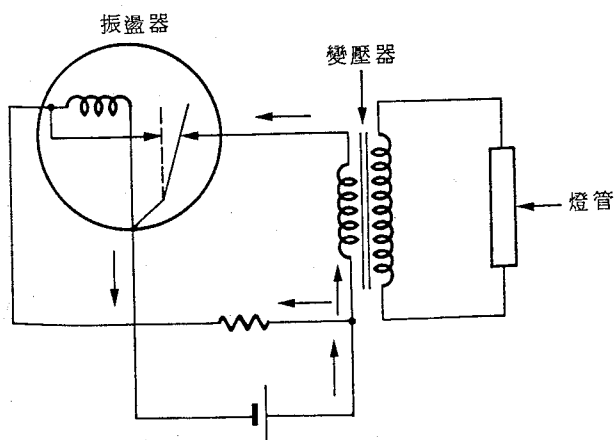


圖 5-9-87 振盪型變流器

故障少，缺點為馬達有響聲，效率低、價昂、笨重，故現代汽車已不採用。

(三) 電晶體變流器：

1. 此式變流器係利用電晶體的振盪作用，使直流電變成交流電，再用變壓器升壓，來點亮日光灯，因性能優越，現代汽車使用之日光灯均使用這種變流器。

2. 電晶體變流器之優點如下：

(1) 所使用的零件如電晶體、電容器、電阻等體積均很小，可以全部裝在日光灯燈罩內，用電效率高，耗電少，耐震動。

(2) 變流器中無機械運動機件，故障少，壽命長。

(3) 所產生的交流電頻率甚高，可達15,000~25,000週，因此日光灯不會產生閃爍的現象。

(4) 與60週的交流日光灯比較，因高頻率之關係，同功率的日光灯光度可增強10~20%。

(5) 作用確實，即使電壓降低達20%，仍能點亮日光灯，故可藉變動電壓來調整光度。

3. 電晶體變流器之作用原理：圖5-9-88所示為電晶體變流器之基本電路，其作用如下：

(1) 當開關S接上時，Tr之基極因R₁與R₂之分壓作用使Tr ON。

(2) 當Tr ON以後，如圖5-9-89所示，射極電流I_e經過線圈L₁，因自感應作用使L₁線圈之上端為⊕，下端為⊖，基極電流I_b使L₃線圈之上端為⊖，下端為⊕；使Tr基極電壓更低，Tr在完全ON狀態，C₂並充電

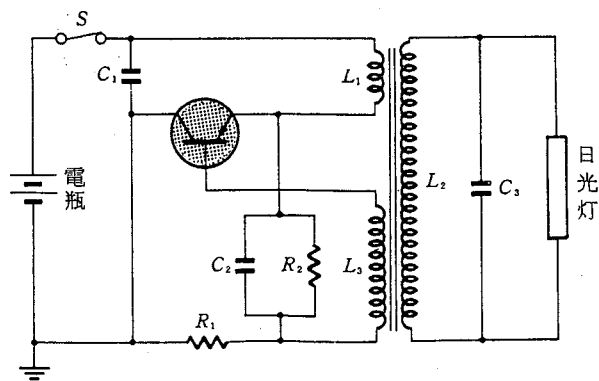


圖 5-9-88 電晶體變流器基本電路

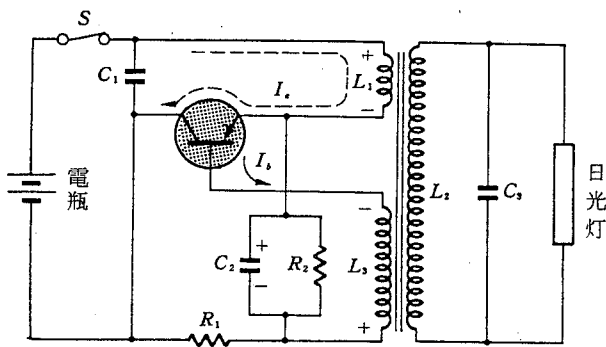


圖 5-9-89 電晶體變流器作用(一)

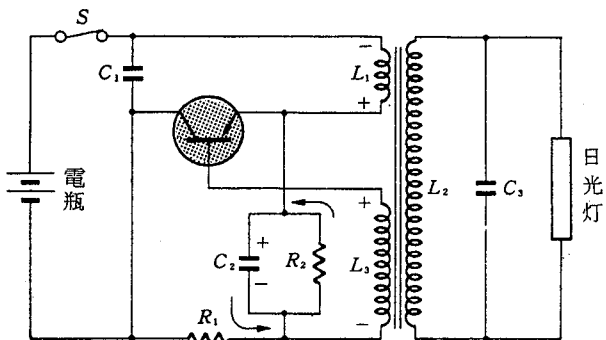


圖 5-9-90 電晶體變流器作用(二)

，上端為⊖，下端為⊕電壓。

- (3)當電流穩定後， L_1 及 L_3 之自感應電壓消失，基極之電壓升高，使射極與基極間之電壓差減少， I_b 及 I_c 就減少。電流減少之結果，因自感應作用使線圈 L_1 和 L_3 感應出相反之電壓。 L_1 上端為⊖，下端為⊕， L_3 上端為⊕，下端為⊖，如圖5-9-90所示。
- (4) L_3 之電壓作用在Tr之基極上，使Tr OFF，磁場完全消失，使 L_2 感應出高壓電。
- (5) C_2 之電壓從 R_2 電阻放出後，整個電路又恢復到原始狀態。
- (6)電晶體變流器的斷續作用非常快，每秒達15,000至25,000次，可以產生非常高頻率的交流電。電路中 C_3 為波形改善電容器，使能獲得正弦波形之交流電壓。 C_1 為濾波電容器，用來吸收電晶體斷續作用時之脈波，以免該脈波回授到電源，影響其他電路之作用。

二、電晶體日光灯電路

(一)目前大客車所使用之電晶體日光灯都是使用電晶體變流器，其構造和線路因製造廠商而異，台汽公司和民營公司大客車及遊覽巴士大多採用日本金王牌 (Gold King) 及三陽牌電晶體日

光灯製品。

(二)金王牌電晶體日光灯

1.圖5-9-91所示為金王牌電晶體日光灯之電路圖。

2.當開關在1位置時，Tr基極因 R_1 及 R_2 之分壓作用而使Tr ON，Tr ON後電流如下：

電瓶⊕→變壓器一次線圈 L_c →Tr射極→Tr集極→搭鐵

3. L_c 有電流通過時，自感應電壓使 C_1 充電，繞在變壓器上之 L_b 線圈也感應出電壓，使基極電壓更低，使Tr在完全ON狀態。

4. L_c 之電流穩定後， L_b 之感應電壓消失，Tr基極電壓升高，使射極與基極電流減少， C_1 之存電放出，使 L_b 感應出相反電壓，與 C_2 之電壓相加，使Tr OFF。

5.Tr OFF時使變壓器二次線圈感應高壓電。 C_2 之存電從 R_2 放掉，又恢復原始狀態。

6.如此，變流器不斷的反覆動作，使二次線圈輸出約170V之高頻交流電加於灯管二端。同時灯線圈 L_f 也感應一交流電壓使灯絲燒熱。

7.變壓器上另有一觸發線圈 L_t ，亦感應一電壓加到灯管上的導電板 F_x ，使灯絲與導電板間有很強的電場，因此不必等待灯絲燒熱就能使日光灯點亮(約1秒鐘)。

8.在A、B之間可以加裝調光線圈，利用線

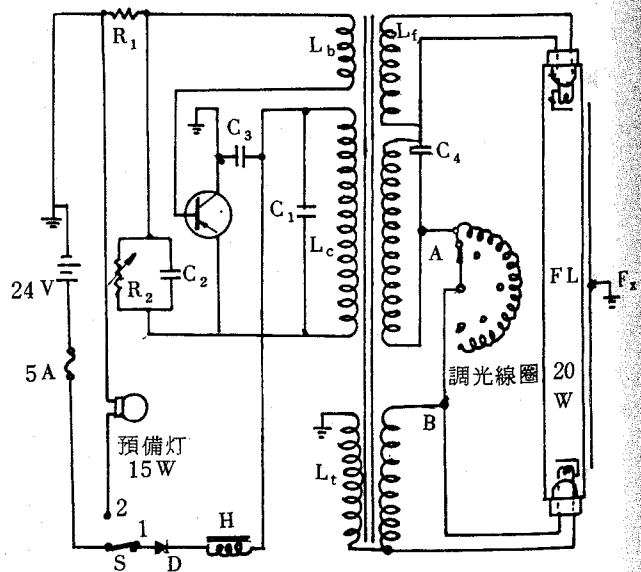


圖 5-9-91 金王牌電晶體日光灯電路

圈電感阻抗來控制輸出電流。在滅光時，高洩漏變電壓器能增加燈絲電流，使燈絲能維持在 $950 \pm 50^\circ\text{C}$ 間，使日光燈能正常作用。

9. 電容器 C_3 及阻流線圈 H ，用來防止脈波電壓回授到電源。整流粒 D 則防止裝錯極性時燒壞電晶體變流器。

10. 預備燈是當日光燈損壞時，將開關轉到 2 位置，以備用。

(三) 三陽牌電晶體日光燈

圖 5-9-92 所示為三陽牌電晶體日光燈電路，上面附有調光裝置，可以調三種不同光度。在變壓器之輸出端增加燈絲線圈，以補償滅光時燈絲電流的減少，使燈絲之溫度保持不變。使用電壓 26 V DC (20 ~ 30 V)，電流 1.05 A (0.85 ~ 1.25 A)，頻率 18 千週 / 秒。

(四) 金王牌延遲熄燈式電晶體日光燈

1. 延遲熄燈式電晶體日光燈用在車門上，當關掉燈開關，車門開時燈仍繼續點亮，等車門關

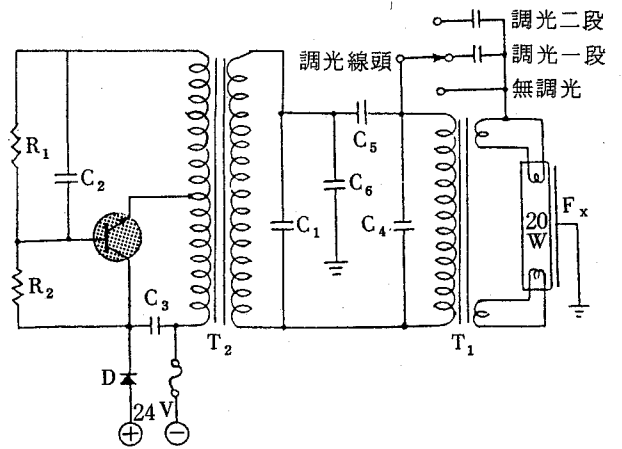


圖 5-9-92 三陽牌電晶體日光燈電路

好後一段時間才自動熄燈，以便利夜間收車作業。

2. 圖 5-9-93 所示為金王牌延遲熄燈式電晶體日光燈之電路圖。

3. 當車門打開時，車門燈開關 ON，電流如下：

- (1) 電瓶 ⊕ → 車門燈開關 → D_1 → R_1 → 充電 C_1 → 搭鐵
- R_0 → V_R → 搭鐵
- R_2 → Tr_1 基極 → Tr_1 射極 → R_5 → 搭鐵

(2) 使 Tr_1 ON， Tr_1 ON 之電流如下：

電瓶 ⊕ → R_4 → Tr_1 集極 → Tr_1 射極 → R_5 → 搭鐵，使 Tr_2 ON。

(3) Tr_2 ON 後之電流如下：

電瓶 ⊕ → R_7 → Tr_2 射極 → Tr_2 集極 → R_8 → 搭鐵，使 Tr_3 ON。

(4) Tr_3 ON 後之電流如下：

電瓶 ⊕ → D_2 → Tr_3 射極 → Tr_3 集極 → 日光燈電路 → 搭鐵，使日光燈點亮。

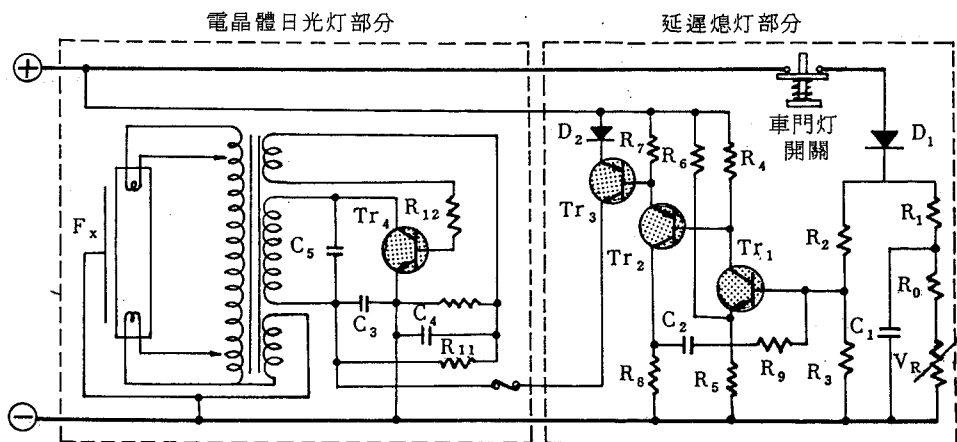


圖 5-9-93 金王牌延遲熄燈的車門日光燈電路

4. 當車門關好後，車門燈開關OFF，電流被切斷，但電容器 C_1 之存電會放出，使 Tr_1 、 Tr_2 、 Tr_3 能繼續維持通電數秒鐘，使日光灯能繼續點亮一短時期。待 C_1 存電放完後，使 Tr_1 、 Tr_2 、 Tr_3 OFF，日光灯自動熄滅。

5. 可變電阻 V_R 用來調整電容器 C_1 之放電時間，以控制延遲熄燈之時間。整流粒 D_1 使 C_1 之放電不會倒流到車門燈開關。 C_2 及 R_9 係當 Tr_2 ON時輸回 Tr_1 之基極，使通電更確保。

返回目錄

第九節 雙光度燈路

9-9-1 概述

汽車之轉向燈和煞車燈，白天及夜間均需使用，為使在白天中午強烈的陽光下保持足夠的亮度以保障行車安全，故亮度均甚大。但此種強烈的燈光，夜間會使跟車的駕駛人覺得刺眼難受，甚至影響視力。因此現代汽車有很多改用白天與夜間使用兩種不同亮度的轉向燈及煞車燈，以兼顧不同要求，使夜間之亮度減為白天的一半。

9-9-2 雙光度燈路

(一)圖5-9-94所示為白天與夜間煞車燈與轉向燈不同光度之燈路系統，稱為雙光度燈路。在車後之轉向燈及煞車燈電路中加裝弱光繼電器(dimming relay)。

(二)在白天，燈總開關未開時，弱光繼電器無電流，A、B接觸板接通，使接點間之弱光電阻短路，則煞車燈及轉向燈受到之電壓高，光度大，適合白天使用。

(三)在夜間，燈總開關打開後(不論在第一位置或第二位置)，與尾燈並聯之弱光繼電器有電流流入，將A、B接觸板吸開，到煞車燈及轉向燈之電流必須先經過弱光電阻，使光度減弱，適合夜間使用。

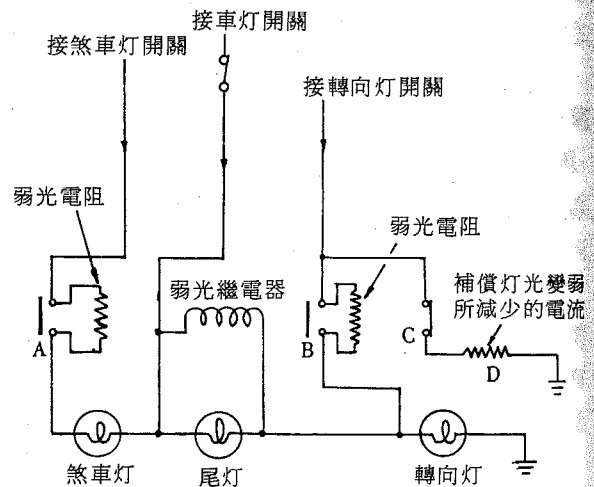


圖 5-9-94 白天與夜間不同光度的控制電路

【習題】

一、選擇題：

- 光線照射量的測量單位是①安培②瓦特③焦耳④流明。
- 燈光之照度與距離①成正比②成反比③平方成反比④三次方成反比。
- 汽車頭燈之遠光燈應能看清前方多遠處之行人及障礙物①40m②60m③80m④100m。
- 汽車頭燈之近光燈應能看清前方多遠處之行人及障礙物①40m②60m③80m④100m。
- 汽車轉向燈的閃爍次數每分鐘應為①20~30次②40~50次③80~120次④140~160次。
- 頭燈內僅有一燈絲為幾型頭燈①1②2③3

④4。

- 頭燈加用反射鏡後，可使射出之光度較原燈絲亮①6②16③600④6000倍。
- 2型頭燈背後有三個插頭，其位於上方的是①近光②遠光③搭鐵④接電瓶插頭。
- 頭燈時常燒壞是因為①發電機充電電流太大②發電機充電電流太小③燈路短路④電壓調整器調整不當。
- 燈光太暗淡是由於①電壓太高②電壓太低③電流太大④電流太小。
- 四頭燈線路中，遠光燈37.5W，近光燈50W，使用於12V電系，開遠光燈時，測量燈路電流值為①6.5②8.5③10.5④12.5安培。

12. 承上題，每個遠光燈絲之電阻值為①0.96②1.44③2.88④3.84歐姆。
13. 若把24V規格之燈泡裝用於12V之電路中，則①燈泡不亮②燈泡燒壞③亮度變弱④亮度不變。
14. 水銀式閃光器是利用水銀的那些性質①高黏度及高密度②聚合性及耐高溫性③流動性及導電性④敏感性及絕緣性。
15. 電磁熱線式閃光器線路中，誤用較小功率之燈泡，則①閃光速度變慢②閃光速度變快③閃光速度不變④指示燈不亮。
16. 水銀式閃光器線路中，誤用較小功率之燈泡，則①閃光速度變慢②閃光速度變快③閃光速度不變④指示燈不亮。
17. 水銀式閃光器線路中，四個燈泡若有一個燈泡燒斷，則①指示燈與轉向燈均不亮②指示燈及轉向燈均亮而不閃③閃光速度變快④閃光速度變慢。
18. 電磁擺動式閃光器，若線路中有一燈泡燒壞，則對轉向燈①會變快②會變慢③不亮④不變。
19. 各燈功率為：轉向燈A，轉向指示燈B，煞車燈C，尾燈D，其功率大小順序①A>B>C>D②A>C>D>B③C>A>D>B④C>D>A>B。
20. 在日光燈線路中，有自動限制電流增加的零件是①起動器②保險絲③限流器④日光燈管。

二、填充題：

1. 汽車燈光系統，依其用途可分為_____、_____及_____用燈號。
2. 頭燈性能檢驗，集光式試驗機之測試距離為_____公尺；幕式試驗機之測試距離則為_____公尺。
3. 轉向燈的閃爍次數規定為_____，點滅比為_____。
4. 霧燈、探照燈須為_____色。尾燈、煞車燈須為_____色。
5. 轉向燈前為_____色，後為_____色。牌照燈為_____色。
6. 汽車燈泡內充_____氣，以延長壽命。
7. 2型頭燈中，_____燈絲在焦點處。

8. 頭燈反射鏡，一種用玻璃製造，表面鍍_____，用在_____式頭燈；一種用鋼皮製造，表面鍍_____，用在_____式頭燈。
9. 四頭燈之安裝法，水平裝置式外側應裝_____型頭燈。
10. 自動變光器是利用_____來感應變光信號。
11. 電磁熱線式閃光器利用電熱線_____作用而控制線路通斷。
12. 電容繼電器式閃光器是利用電容器之_____作用，使接點繼電器產生動作。
13. 電容繼電器式閃光器有_____及_____二種。
14. 水銀式閃光器閃爍次數與_____及_____無關。
15. 簧片式閃光器有_____、_____及_____三型。
16. 點滅移光式閃光器有_____及_____二種。
17. 點滅移光電容繼電器式是將_____組普通電容器式閃光器串聯組合而成。
18. 煞車燈開關有_____、_____及_____型式。
19. 電晶體日光燈常用之變流器有_____、_____及_____三種。
20. 組合式頭燈一般使用_____燈泡，光度很強。

三、問答題：

1. 試寫出汽車燈光系統各種燈光名稱。
2. 汽車的各種車燈顏色有何規定？
3. 汽車為何需要車幅燈？
4. 轉向燈為何需要設計成一閃一滅？
5. 轉向燈為何需要打音裝置？
6. 頭燈依其構造可分那三類？
7. 頭燈前方之玻璃紋路有何功用？為何霧燈便無玻璃紋路？
8. 頭燈反射鏡的功用為何？
9. 試比較燈總開關，控制電源式及控制搭鐵式的優缺點。
10. 頭燈線路中為何需要頭燈繼電器？
11. 頭燈自動變光器有何功用？並說明其作用原理。

12. 燈總開關分三個位置，請問各位置時那些燈會亮？
13. 閃光器的種類有那些？
14. 試繪圖說明電磁熱線式閃光器的作用原理。
15. 試繪圖說明電磁擺動式閃光器的作用原理。
16. 試述水銀式閃光器的優點。
17. 電晶體式閃光器有什麼優點？
18. 試繪圖說明電晶體式閃光器的作用原理。
19. 電壓太高或太低，對於各式之閃光器有何影響？

20. 如果轉向燈電路中，有一個燈泡燒壞，各式閃光器對閃光作用有何影響？
21. 試說明自動復原式轉向燈開關之作用。
22. 試說明轉向燈繼電器的作用。
23. 請說明點滅移光電容繼電器式之作用原理。
24. 汽車為何需裝設危險警示燈裝置？
25. 為何現代的汽車室內燈逐漸採用日光灯，而不用燈泡照明？
26. 試述使用日光灯之優缺點。
27. 試寫出電晶體變流器的功用。

【資料來源註釋】

- 〔註1〕 日本自動車整備振興會連合會 三級自動車シヤン下 圖Ⅲ-8
- 〔註2〕 同〔註1〕 圖Ⅲ-10
- 〔註3〕 雇用促進事業團職業訓練部/勞働省職業訓練局共編 自動車整備〔Ⅳ〕 圖3-2
- 〔註4〕 同〔註3〕 圖3-5
- 〔註5〕 同〔註1〕 圖Ⅲ-7
- 〔註6〕 同〔註1〕 圖Ⅲ-6
同〔註3〕 圖3-2
- 〔註7〕 同〔註6〕 圖3-4
- 〔註8〕 同〔註6〕 圖3-5
- 〔註9〕 同〔註6〕 圖3-6
- 〔註10〕 同〔註6〕 圖3-1
- 〔註11〕 館內端著 自動車整備入門 圖6-30
- 〔註12〕 全國自動車整備學校連盟編 自動車用電裝品の構造 圖3-10
- 〔註13〕 同〔註12〕 圖3-11
- 〔註14〕 同〔註6〕 圖3-9
- 〔註15〕 同〔註3〕 圖3-26
- 〔註16〕 同〔註3〕 圖3-11
- 〔註17〕 同〔註6〕 圖3-13
- 〔註18〕 同〔註6〕 圖3-15
- 〔註19〕 同〔註1〕 圖Ⅲ-15
- 〔註20〕 同〔註1〕 圖Ⅲ-16
- 〔註21〕 同〔註1〕 圖Ⅲ-17
- 〔註22〕 同〔註1〕 圖Ⅲ-18
- 〔註23〕 同〔註11〕 圖6-7, 6-8
- 〔註24〕 同〔註6〕 圖3-18
- 〔註25〕 同〔註6〕 圖3-19
- 〔註26〕 同〔註6〕 圖3-20
- 〔註27〕 同〔註12〕 圖3-30

- 〔註28〕 同〔註12〕 圖3-31
- 〔註29〕 同〔註12〕 圖3-32
- 〔註30〕 同〔註3〕 圖3-18
- 〔註31〕 同〔註3〕 圖3-19
- 〔註32〕 同〔註3〕 圖3-21
- 〔註33〕 同〔註3〕 圖3-20
- 〔註34〕 同〔註6〕 圖3-22
- 〔註35〕 同〔註6〕 圖3-23
- 〔註36〕 同〔註6〕 圖3-26
- 〔註37〕 同〔註12〕 圖3-4
- 〔註38〕 同〔註12〕 圖3-36
- 〔註39〕 同〔註6〕 圖3-10
- 〔註40〕 同〔註1〕 圖Ⅲ-13
- 〔註41〕 同〔註3〕 圖3-9
- 〔註42〕 同〔註1〕 圖Ⅲ-3
- 〔註43〕 同〔註3〕 圖3-7
- 〔註44〕 同〔註1〕 圖Ⅲ-11
- 〔註45〕 同〔註12〕 圖3-14
- 〔註46〕 同〔註1〕 圖Ⅲ-12

返回目錄

第十章 雨 刷

第一節 雨刷概述

10-1-1 概述

(一)下雨或下雪時，為保持良好的視線，擋風玻璃上均裝置有雨刷，以掃除玻璃上的積水或雪。早期之擋風玻璃均是平的，刮除積水較容易，現代汽車之擋風玻璃均是弧形，雨刷性能之要求必須提高，才能有效作用。

(二)早期之雨刷均使用真空而使雨刷片動作，因汽車加速或重負荷時，引擎真空降低，使雨刷之動作變慢，故現代汽車已不再使用真空雨刷了。

(三)近代之雨刷均使用電動馬達操作，可以保持一定速度擺動，不受引擎轉速與負荷變動的影響，且可以隨駕駛人需要，視雨勢大小調整動作速度。現代之電動雨刷更可以做每秒一次至30秒一次間歇動作的無段變速調整。

10-1-2 電動雨刷的組成

汽車電動雨刷總成包括雨刷馬達、雨刷臂、雨刷片及開關等，如圖5-10-1所示。

10-1-3 電動雨刷的種類

(一)依雨刷片連動的方式分

1. 平行連動式，如圖5-10-2(a)所示。
2. 對向連動式，如圖5-10-2(b)所示。
3. 交叉連動式，如圖5-10-2(c)所示。

(二)依雨刷馬達構造分類

1. 磁場線圈與電樞線圈串聯式。
2. 磁場線圈與電樞線圈並聯式。
3. 磁場線圈與電樞線圈複聯式。

(三)依雨刷片擺動速度分

1. 單速式——只有一種速度，為早期使用。
2. 雙速式——有低速、高速兩段。
3. 無段變速——可以在最低至最高速間，自己調整任一速度。

(四)依電刷數目分

1. 二電刷式——一般馬達使用。

2. 三電刷式——雙速馬達使用。

(五)依雨刷驅動方式分

1. 單動式——左右兩個雨刷分別由二個馬達帶動，一般大型車使用。
2. 雙動式——用一個馬達裝在中間，在二端

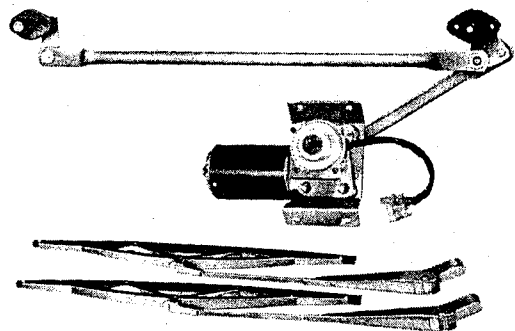
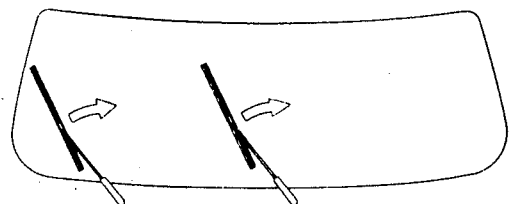
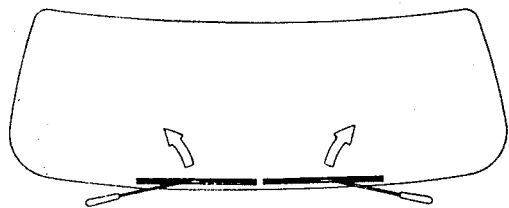


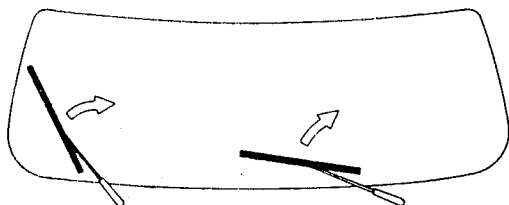
圖 5-10-1 電動雨刷總成 [註 1]



(a) 平行連動型



(b) 對向連動型



(c) 交叉連動型

圖 5-10-2 雨刷片連動方式 [註 2]

各傳動一個雨刷。

3.連動式——以一個馬達傳動一個雨刷，另

外一個雨刷用連桿傳動；或以一個馬達帶動傳動板，再由傳動板經連桿傳動二個雨刷。

第二節 雨刷馬達

10-2-1 單速複聯式馬達

一、構造

(一)圖5-10-3所示為單速複聯式馬達之構造。

(二)電樞

電樞軸的一端使用鋼珠支持在端板上；另一端有驅動齒輪與蝸齒輪相啮合，軸端支持在端間隙調整螺絲上，在靠近電樞處有銅套支持。

(三)磁場線圈

磁場線圈有二組，一組為電樞串聯之線圈 F_1 ，另一組為直接搭鐵之並聯線圈 F_2 ，分別固定在馬達外壳上。

(四)蝸齒輪

蝸齒輪與電樞軸啮合，上面有自動停止之凸輪板。

(五)線頭板

蝸齒輪室之蓋板兼線頭板，上面有二個接點

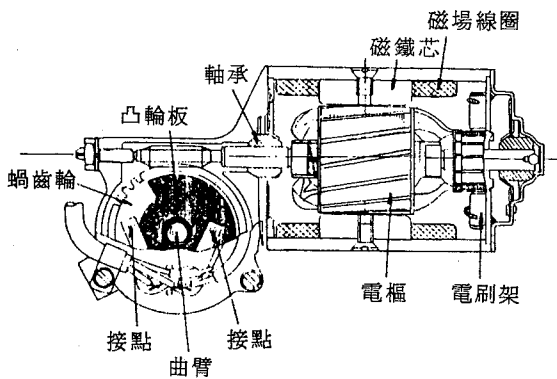


圖 5-10-3 單速複聯馬達之構造 [註 3]

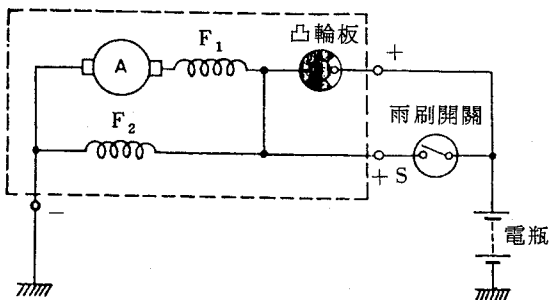


圖 5-10-4 單速複聯馬達電路圖 [註 4]

，使用蝸齒輪上之凸輪板控制接通或切斷。

(六)凸輪板

凸輪板與蝸齒輪啮合在一起，上面挖有凹槽，用來控制接點之 ON-OFF，使兩刷片能停在固定位置。

二、作用

(一)圖5-10-4所示為單速複聯式馬達之電路圖。

(二)當雨刷開關 (W·S) ON 時，電瓶電由 S ⊕ 線頭進入馬達之磁場及電樞線圈，使馬達開始運轉。

(三)在任何位置將雨刷開關關去時，電瓶電由 ⊕ 線頭進入，經凸輪板進入馬達，使馬達繼續轉

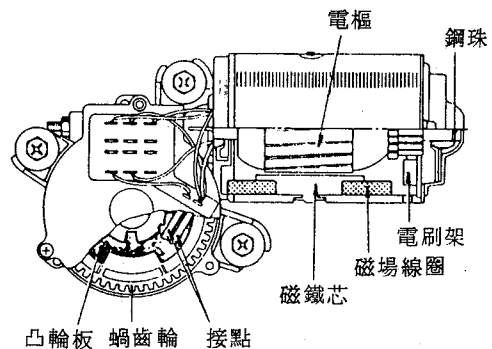


圖 5-10-5 雙速複聯馬達之構造 [註 5]

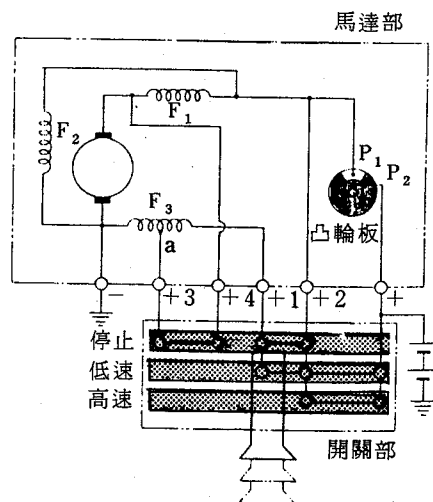


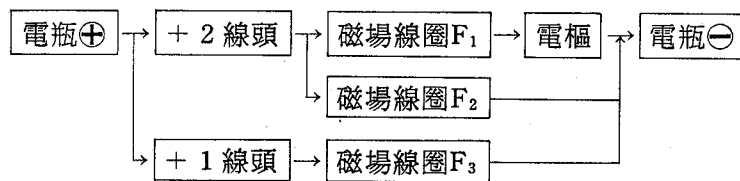
圖 5-10-6 雙速複聯馬達電路圖 [註 6]

，直到凹槽與⊕側之接點對正時，切斷電流，使馬達停止，如此兩刷片每次都能停在固定位置。

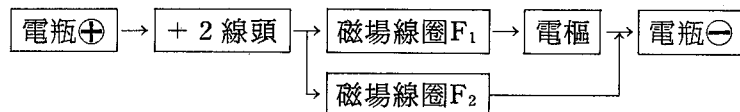
10-2-2 雙速複聯式馬達

一、構造

(一)圖5-10-5所示為雙速複聯式馬達之構造。

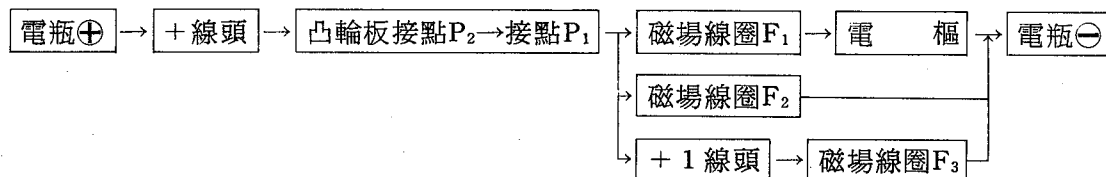


(二)高速時——兩刷開關拉出二段，磁場線圈F₃無電流，磁場較弱，電樞轉速快，兩刷擺動亦



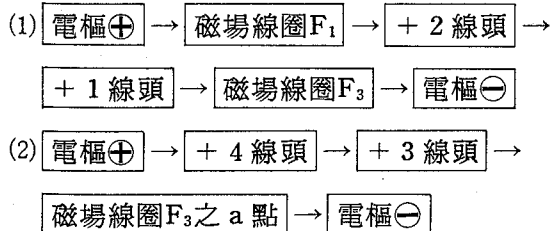
(三)兩刷開關關去時

1. 如果凸輪板之凹槽部分未和接點P₁對正時



2. 直到凸輪板上之凹槽與P₁相遇，接點P₂與P₁分開，電流才切斷。

3. 當電流切斷時，電樞因慣性作用保持運轉，感應生電，電流方向與原來方向相反，產生電氣制動，使電樞立刻停止。電氣制動時之電流路徑如下：



10-2-3 永久磁鐵式兩刷馬達

(一)近年來，小型直流馬達常使用永久磁鐵(ferrite)之磁場以代替繞有線圈之磁場。

(二)永久磁鐵式馬達的優點：

1. 使用永久磁鐵取代線圈磁場可以減輕重量。

(二)馬達各部構造同單速複聯式馬達。

二、作用

(一)圖5-10-6所示為雙速複聯馬達之電路圖。

(二)低速時——兩刷開關拉出一段，馬達複聯，兩刷以低速擺動，電流路徑如下：

快，電流路徑如下：

，接點P₂與P₁閉合，電流路徑如下，馬達繼續以低速運轉。

2. 磁場直接焊在外殼上，端板與外殼為一體，組合容易。

3. 永久磁鐵無能量損失，效率高，長時間使用亦不發熱。

4. 磁場為永久磁鐵，停止時之電氣制動性能佳。

5. 無磁場線圈斷路、短路及搭鐵之故障。

(二)構造

1. 永久磁鐵式兩刷馬達之構造如圖5-10-7所示。

2. 與線圈磁場馬達最大之不同點為電刷架裝在齒輪殼側端，端板與外殼為一體。

3. 使用三個電刷做二段變速。

(四)作用

1. 圖5-10-8所示為永久磁鐵式兩刷馬達電路圖。

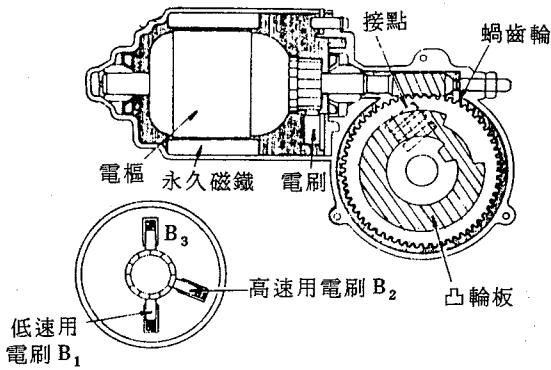
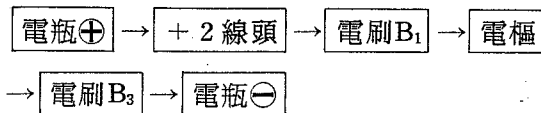
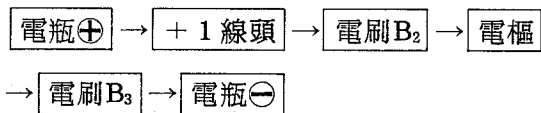


圖 5-10-7 永久磁鐵兩刷馬達 [註 7]

2. 低速時——兩刷開關拉出一段，電樞以低速運轉，電流路徑如下：

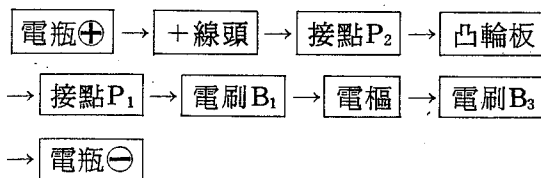


3. 高速時——兩刷開關拉出二段，電樞以高速運轉，電流路徑如下：

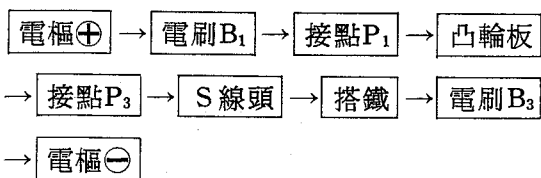


4. 兩刷開關關閉時

(1) 若接點 P₁ 與凸輪板接觸時（兩刷不在靜止位置）——電流以下列路徑流入，使兩刷繼續以低速轉動。



(2) 直到凸輪板與接點 P₂ 分離時，電瓶電流切斷。但馬達電樞因慣性繼續轉動，變成發電機發電產生電氣制動，使電樞能迅速停止，電樞制動時之電流路徑如下：



(五) 三電刷變速原理

1. 永久磁鐵馬達無並聯磁場線圈可控制流入電流以改變電樞轉速，故改用電刷位置來變速，

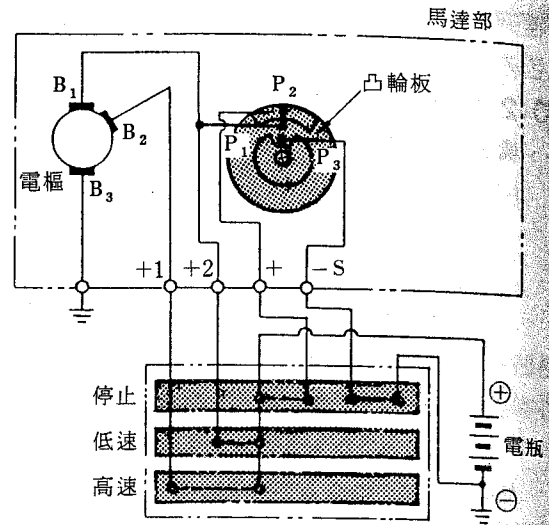


圖 5-10-8 永久磁鐵兩刷馬達電路圖 [註 8]

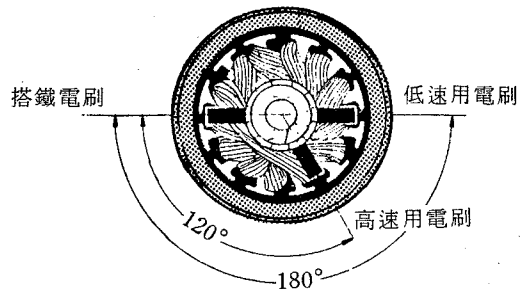


圖 5-10-9 三電刷變速原理 [註 9]

如圖 5-10-9 所示，低速時用相隔 180° 之二個電刷，高速時用相隔 120° 之二個電刷。

2. 因直流馬達在運轉時，電樞切割磁場之磁力線亦會產生發電機之作用，而產生反電壓，此反電壓之大小與電樞轉速、串聯槽上線圈數及磁場強度成正比：

$$E = kZ\phi n$$

E 為反電壓大小，
 k 為比例常數，
 Z 為導線數，
 ϕ 為磁場強度，
 n 為轉速

上式可改為

$$n = k' \frac{E}{\phi Z}$$

即電樞轉速與磁場強度、導線數（即電樞線圈數）成反比，也就是磁場愈強，或電樞線圈愈多，

轉速愈慢。

3. 永久磁鐵雨刷馬達使用導線數 Z 以變更轉速的方法如下：

(1) 在低速時之電路如圖 5-10-10 所示，電樞有六槽，每槽中有二線圈重疊，電路由電刷 B_1 進，電刷 B_3 出，有二條並行電流路線。圖 5-10-11 將它明顯化，方塊代表整流子片，圓圈代表線圈端，長條代表在槽中之線圈，長條中之 +、- 號代表受到電壓的極性。二條並行電路都有六組線圈，六組線圈所產生之反電壓與加入電壓平衡後，電樞以低速穩定運轉。

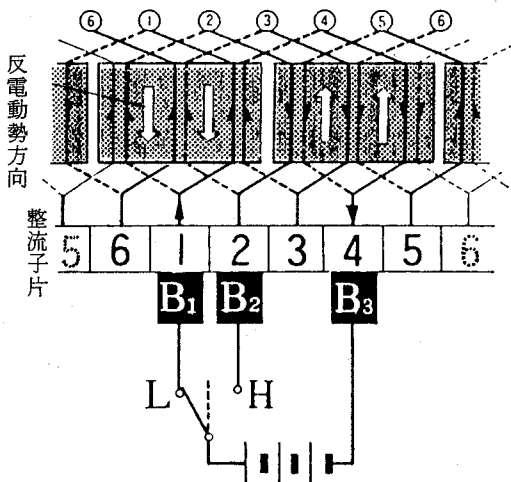


圖 5-10-10 低速時之電路〔註10〕

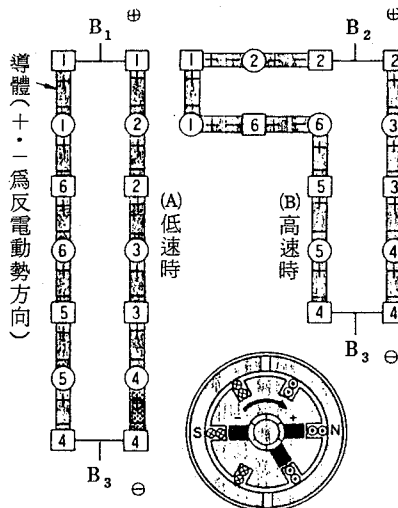


圖 5-10-11 電刷間導體簡圖〔註11〕

(2) 在高速時之電路如圖 5-10-12 所示，電路由電刷 B_2 進，電刷 B_3 出，由圖 5-10-11 之右圖可看出，在二個電刷間左側電路有八組線圈，其中有二組線圈的極性相反，抵消二條順向電壓之線圈，故實際有效線圈為四組，右側之電路亦為四組線圈。故使用 120° 之二個電刷時，因包含之電樞線圈數 Z 減少，故轉速加快。

(3) 圖 5-10-13 所示為電刷位置在 70° 、 120° 、 150° 、 180° 時，轉矩 T (kg-cm)、轉速 n (r.p.m.) 及電流 (A) 之實測實例。負荷 10 kg-cm，電刷位置 180° 時，轉速為 38 rpm， 120° 時為 55 rpm。

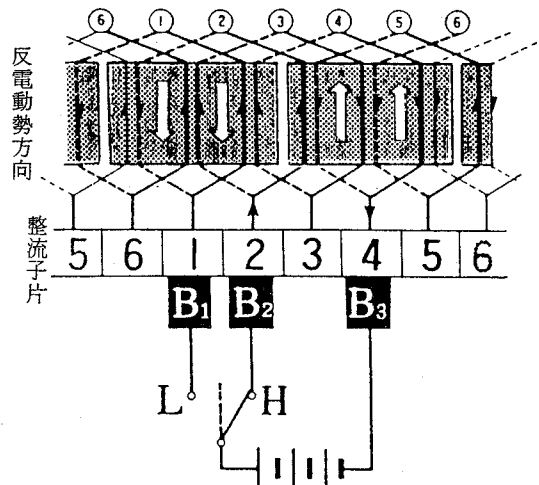


圖 5-10-12 高速時之電路〔註12〕

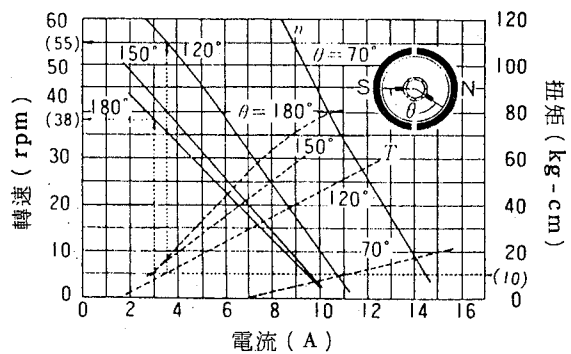


圖 5-10-13 電刷位置與轉矩、轉速及電流關係〔註13〕

[返回目錄](#)

第三節 雨刷連桿

10-3-1 平行連動式連桿

(一)圖 5-10-14 所示為平行連動式連桿機構之構造。

(二)雨刷馬達轉動時使蝸輪上之曲臂旋轉，經連桿使短臂以樞軸中心做扇形運動，此短臂上安裝右側之雨刷臂，另一連桿與左側的短臂連接，左右兩側之雨刷臂以樞軸為中心做同方向左右平行之運動。

10-3-2 對向連動式連桿

(一)圖 5-10-15 所示為對向連動式連桿機構之構造。

(二)雨刷馬達轉動時，使蝸輪上之曲臂旋轉，曲臂每轉 180° ，中間樞軸上的短臂以軸為中心做一次往復運動（由實線位置至虛線位置）。

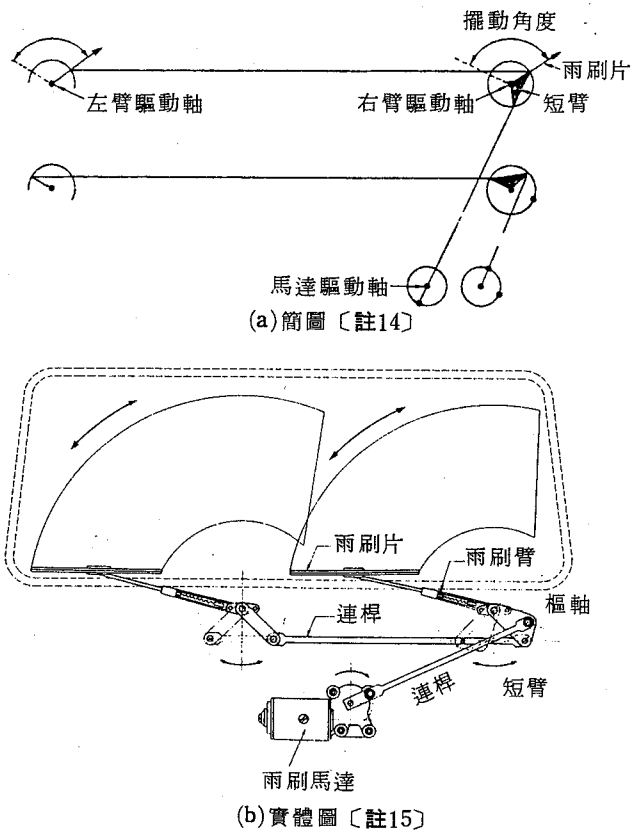


圖 5-10-14 平行連動式連桿機構

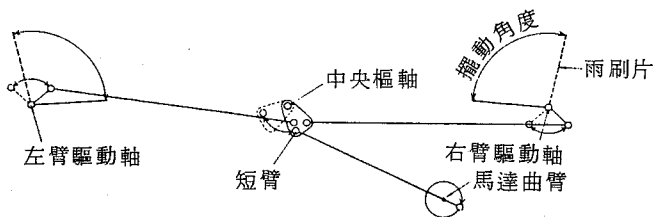


圖 5-10-15 對向連動式連桿機構〔註16〕

(三)短臂做往復運動時，經由連桿使左右兩雨刷臂做一次對向的運動，如圖上之實線及虛線所示。

10-3-3 對向連動型半伸縮繪圖儀式連桿

(一)圖 5-10-16 所示為半伸縮繪圖儀(pantograph)式雨刷連桿之構造。

(二)雨刷臂有主臂及副臂兩支，主雨刷臂與雨刷片之角度 θ ，能因臂的運動而產生變化。

(三)圖 5-10-17 所示為主臂與副臂與雨刷片連接法之詳圖。

(四)圖 5-10-18 所示為主臂與雨刷片角度 θ 之變化情形，主臂係以P點為中心左右擺動，副臂係以P'點為中心做左右擺動，因主臂與副臂之配合使副臂以雨刷片上之O點做前後(see-saw)運動，而使雨刷片與主臂之角度 θ 產生變化。雨刷片擺動之形態如圖 5-10-16 所示。

10-3-4 對向連動型伸縮繪圖儀式連桿

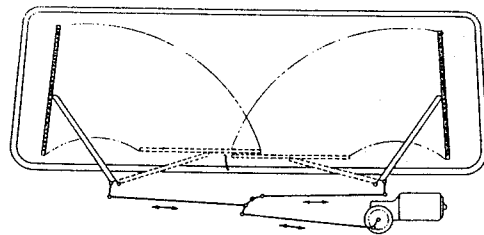


圖 5-10-16 對向連動型半伸縮繪圖儀式雨刷連桿機構〔註17〕

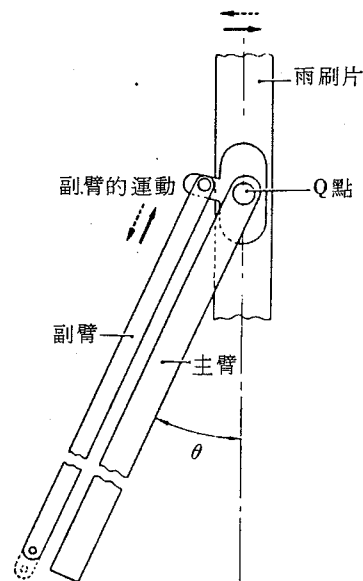


圖 5-10-17 主臂與副臂連接法詳圖〔註18〕

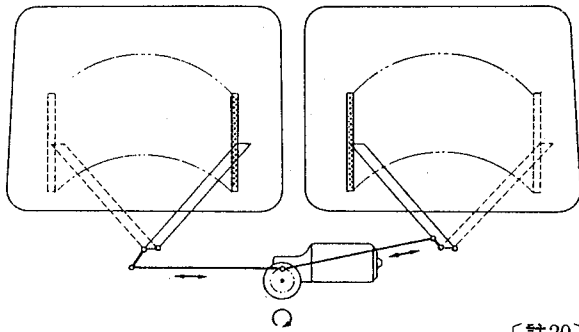
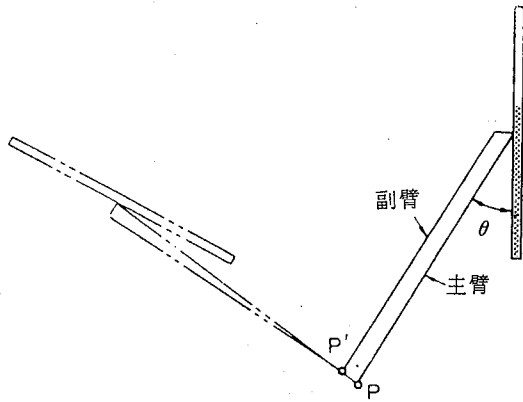


圖 5-10-19 對向運動型伸縮繪圖儀式雨刷連桿機構 [註20]

(一)圖 5-10-19 所示為伸縮繪圖儀式雨刷連桿之構造。

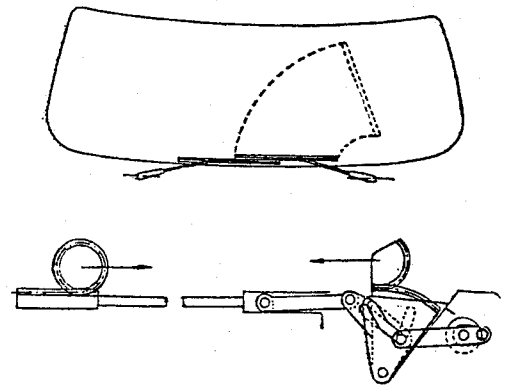
(二)伸縮繪圖儀式雨刷連桿之構造及動作原理同半伸縮繪圖儀式。主要不同點為主臂的動作中心點 P ，與副臂動作中心點 P' 之距離較長，故臂與雨刷片之角度 θ 的變化更大。雨刷片之擺動形態及範圍如圖 5-10-19 所示。

10-3-5 交叉連動式連桿

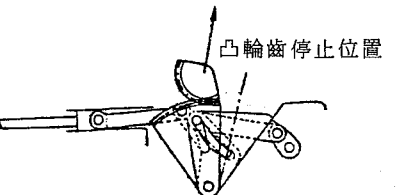
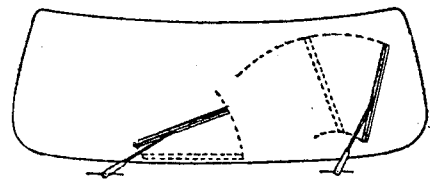
(一)圖 5-10-20 所示為交叉連動式雨刷連桿之構造，用在早期之汽車，現已淘汰。

(二)雨刷馬達蝸齒輪上之曲臂經連桿驅動扇形齒輪，使扇形齒輪做往復運動，扇形齒輪驅動雨刷臂下之齒輪，使雨刷臂產生左右擺動。

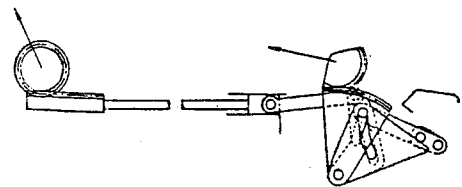
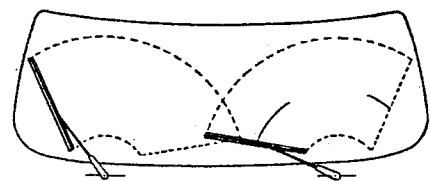
(三)扇形齒輪經連桿帶動一齒條，齒條驅動另一側雨刷臂下之齒輪，使雨刷臂產生擺動。如此



(a) 靜止狀態



(b) 動作狀態



(c) 動作中

圖 5-10-20 交叉連動式雨刷連桿機構 [註21]

左右兩側之雨刷片做交叉之擺動，如圖 5-10-20 所示。

第四節 雨刷臂與雨刷片

(一)要將擋風玻璃上的積水清除得很乾淨，使視線良好，雨刷臂與雨刷片必須經特殊設計才能

發揮功能，平面玻璃與不同曲面之玻璃所用的雨刷臂與雨刷片之構造是不同的，使用錯誤會使積

水刮除不乾淨，影響視線。

(二)以下為各種雨刷臂與雨刷片之設計及適用擋風玻璃形式：

1.圖 5-10-21 所示為用在平面擋風玻璃之雨刷臂與雨刷片構造。

2.圖 5-10-22 所示為用在曲面擋風玻璃之雨刷臂與四點支持雨刷片構造。

3.圖 5-10-23 所示為曲面擋風玻璃用中央驅動型雨刷臂及雨刷片構造。

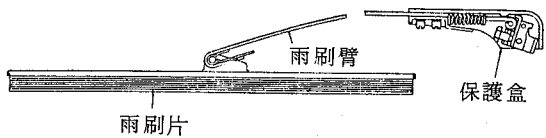


圖 5-10-21 平面玻璃用雨刷臂及片〔註22〕

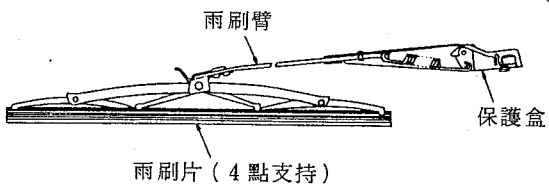


圖 5-10-22 曲面玻璃用雨刷臂與四點支持雨刷片〔註23〕

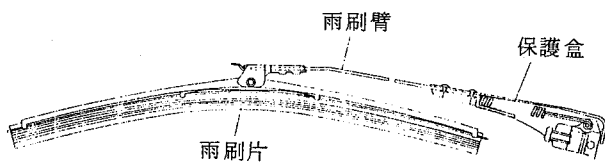


圖 5-10-23 曲面玻璃用中央驅動型雨刷臂及片〔註24〕

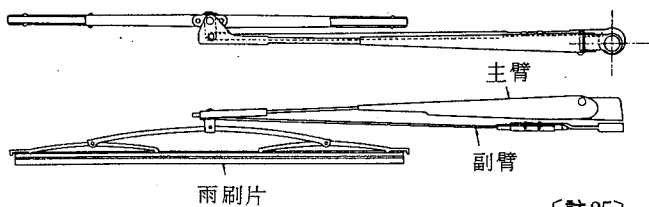


圖 5-10-24 曲面玻璃用半伸縮繪圖儀型雨刷臂及片〔註25〕

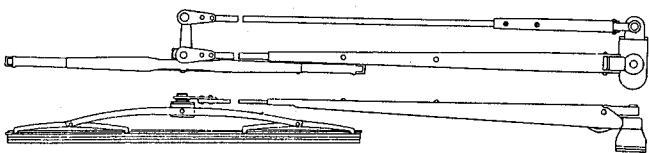


圖 5-10-25 曲面玻璃用伸縮繪圖儀型雨刷臂及片〔註26〕



圖 5-10-26 曲面玻璃用鋼絲型雨刷臂及片〔註27〕

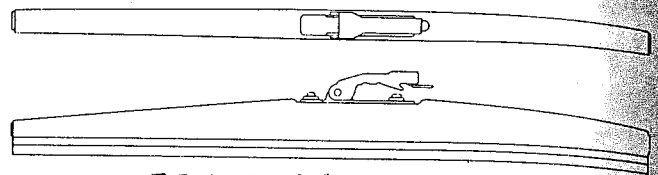


圖 5-10-27 寒帶地區用防凍型雨刷片〔註28〕

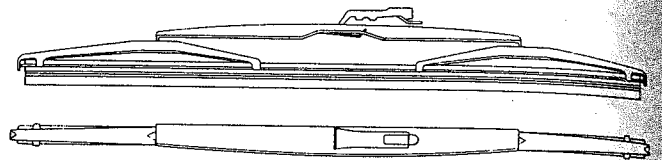


圖 5-10-28 跑車用之雨刷片〔註29〕

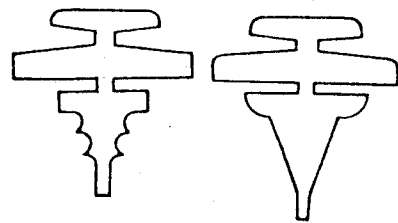
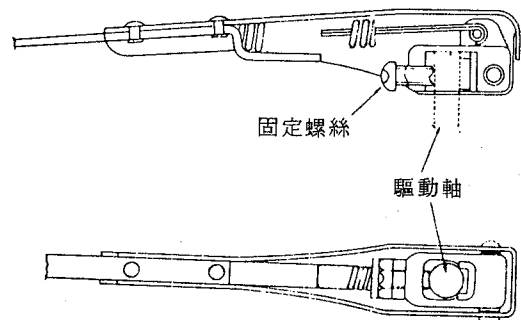
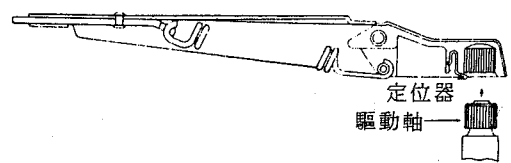


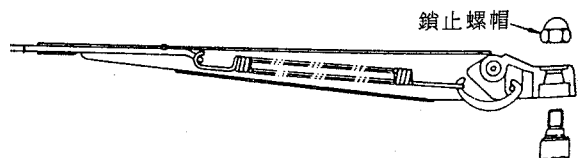
圖 5-10-29 雨刷片橡皮斷面形狀〔註30〕



(a)



(b)



(c)

圖 5-10-30 雨刷臂與驅動軸安裝法〔註31〕

4.圖 5-10-24 所示為曲面擋風玻璃用半伸縮繪圖儀型雨刷臂及雨刷片構造。

5.圖 5-10-25 所示為曲面擋風玻璃用之伸縮繪圖儀雨刷臂及雨刷片構造。

6.圖 5-10-26 所示為曲面擋風玻璃用鋼絲型雨刷臂與雨刷片構造。

7.圖 5-10-27 所示為用在寒帶地區之防凍式雨刷片構造。

8.圖 5-10-28 所示為跑車用之葉片型雨刷片構造。

(二)雨刷片上橡皮之斷面形狀如圖 5-10-29 所示。

(四)雨刷臂與驅動軸之安裝方法如圖 5-10-30 所示，圖(a)為螺釘固定式，圖(b)為槽齒與擋片固定式，圖(c)為螺帽固定式。

[返回目錄](#)

第五節 其他雨刷動作控制

10-5-1 全隱藏式與半隱藏式雨刷

(一)雨刷之馬達及連桿均裝在車身內部，僅雨刷臂與雨刷片露在外面，普通汽車之雨刷片與臂在停止時均停放在擋風玻璃之下部，如圖 5-10-31 所示，稱為半隱藏式雨刷 (semi-concealed wiper)。

(二)為了提高前面擋風玻璃之視界，在雨刷停止時將雨刷臂與雨刷片全部隱藏於車身下者，稱為全隱藏式雨刷 (full-concealed wiper)，如圖 5-10-32 所示。

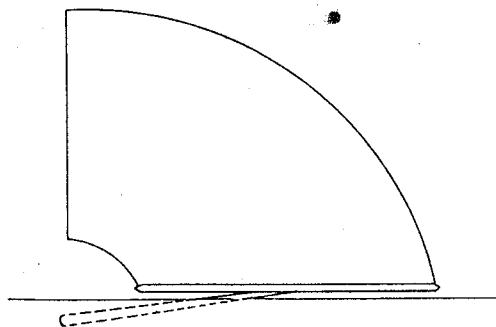


圖 5-10-31 半隱藏式雨刷 [註32]

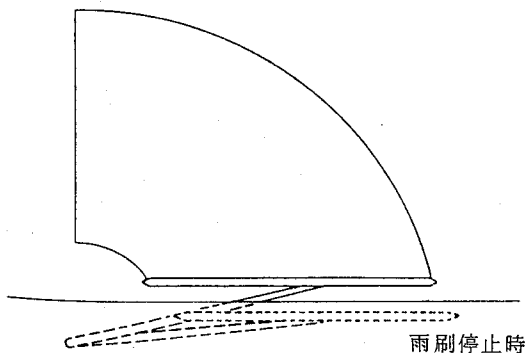


圖 5-10-32 全隱藏式雨刷 [註33]

(三)提升機構之構造及作用

1.因為全隱藏式雨刷在停止動作時，雨刷臂與雨刷片藏入車身內，故雨刷片要動作時，必須要提升到上面的玻璃上，以利動作。所以全隱藏式雨刷要附有提升機構。

2.雨刷馬達的殼室如圖 5-10-33 所示，由蝸

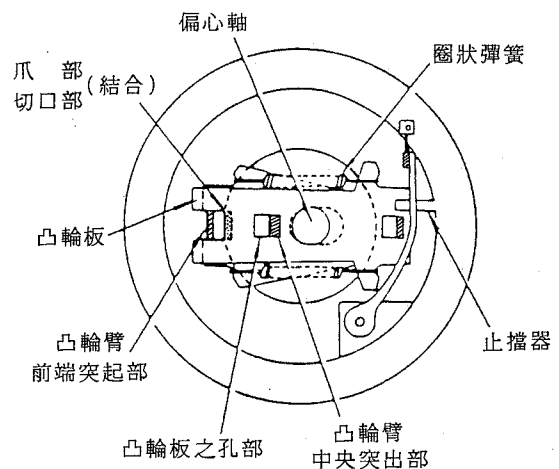
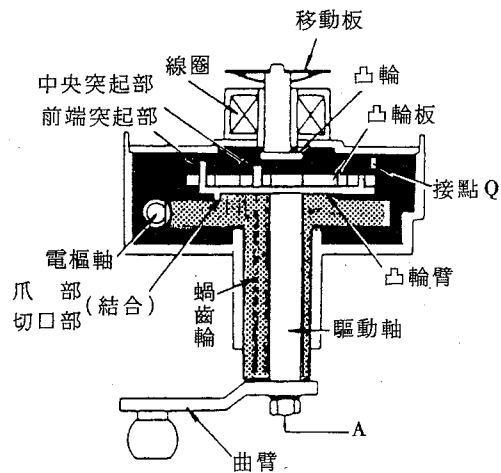


圖 5-10-33 馬達殼室構造 [註34]

齒輪、凸輪臂、凸輪板、偏心驅動軸、移動板、凸輪等組成。馬達電樞的迴轉力經由蝸齒輪傳到凸輪臂，再傳給凸輪板與偏心驅動軸，使曲臂旋轉。在提升機構動作時，凸輪臂便脫離蝸齒輪，使驅動軸與蝸齒輪的運動切斷，這時因驅動軸的動作使曲臂的旋轉半徑變化，而發生提升作用。

3. 兩刷正常動作時之作用

(1) 兩刷馬達電樞的迴轉力傳給蝸齒輪，蝸齒輪與凸輪臂及凸輪板各以自己的爪部或突起部互相啮合。因為凸輪板與偏心驅動軸成一體的關係，將迴轉力傳給曲臂。此時若將兩刷連桿的動作也有考慮在內時，有下列之結果：當蝸齒輪與偏心驅動軸被固定而旋轉時，與偏心驅動軸連結的曲臂便離開蝸齒輪的迴轉中心，因偏心量H之關係使連桿的動作範圍縮小（迴轉半徑 $R_1 = L - H$ ），如圖 5-10-34 (b)所示，兩刷臂以A為範圍做刮拭動作。

(2) 此時曲臂之動作情形如圖 5-10-35 所示。

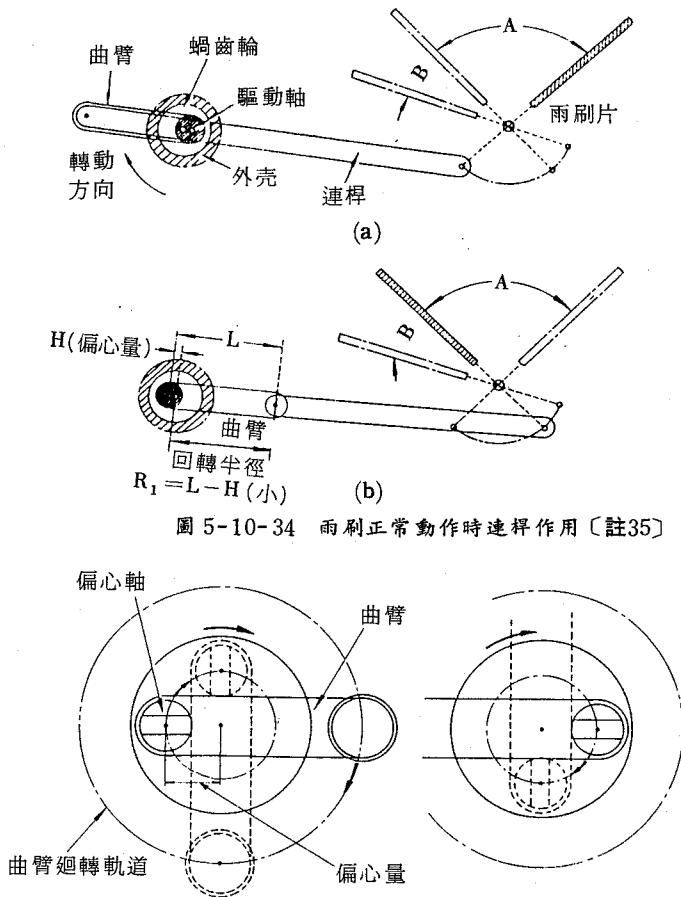


圖 5-10-34 兩刷正常動作時連桿作用 [註35]

圖 5-10-35 兩刷正常動作時曲臂之動作 [註36]

4. 兩刷開關關掉時之作用

- (1) 當兩刷開關關掉時，裝在兩刷馬達殼室上之線圈通電，吸引移動板推動凸輪，使能與凸輪臂上的中央突起部相接觸。蝸齒輪的切口凸輪臂爪部之啮合分開，使凸輪臂與偏心驅動軸脫離蝸齒輪的控制，而成自由狀態。偏心驅動軸利用運動慣性繼續轉動（凸輪不轉），如圖 5-10-36 所示。
- (2) 凸輪臂的前端很快碰到止擋器的關係，使凸輪臂及凸輪板或偏心驅動軸無法轉動，如圖 5-10-37 所示。
- (3) 此時，兩刷片便在如圖 5-10-34 (b)範圍之最下端做暫時停止。
- (4) 又，雖然偏心驅動軸不能轉，但蝸齒輪還會繼續轉，曲臂在朝同一方向下，使產生偏心量H兩倍範圍的移動，使曲臂的迴轉半徑 $R_2 = L + H$ ，如圖 5-10-38 所示。
- (5) 因偏心驅動軸的移動同時也使凸輪板移動

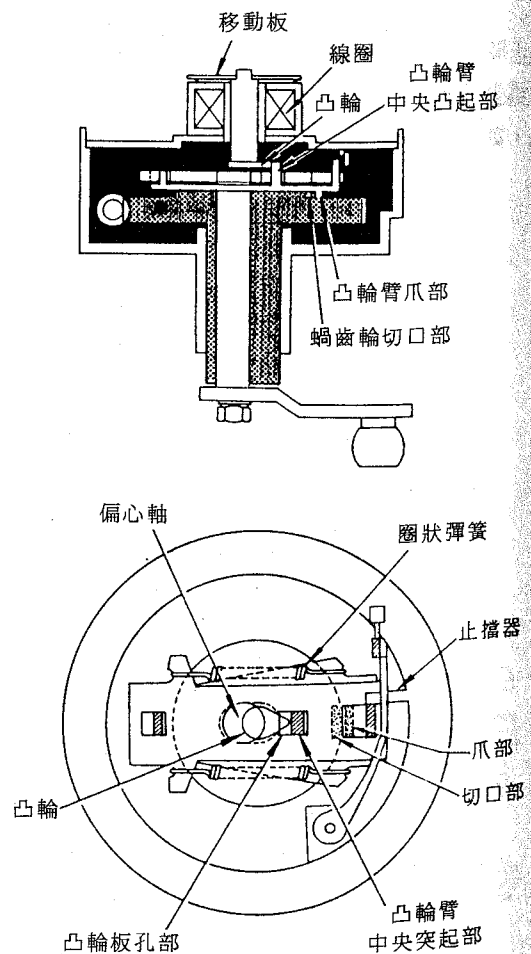


圖 5-10-36 兩刷關去時之作用 [註37]

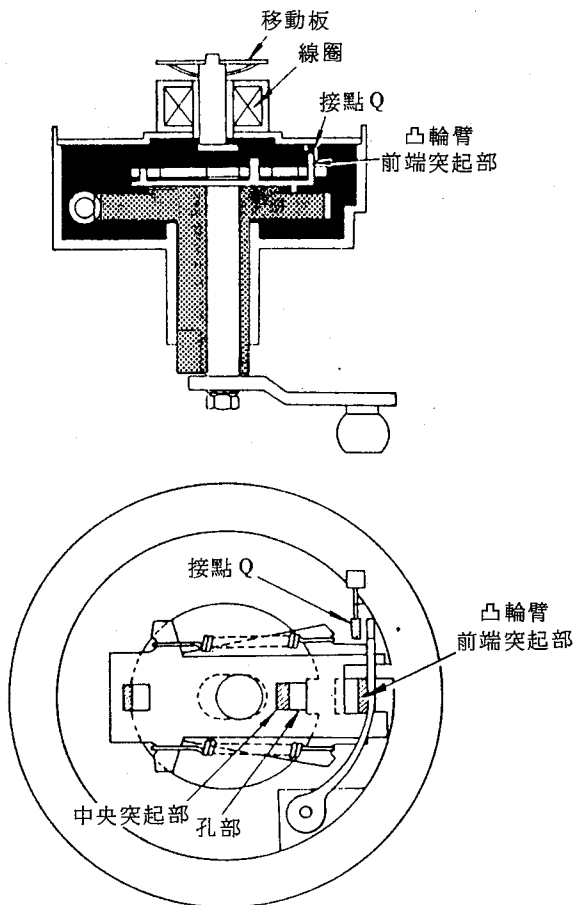


圖 5-10-37 凸輪臂前端碰到止擋器 [註38]

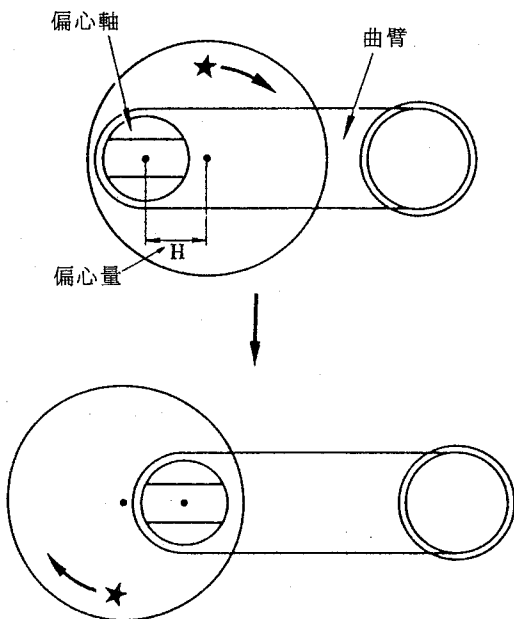


圖 5-10-38 曲臂的回轉半徑變長(→) [註39]

，使凸輪臂向止擋器方向推動的關係，凸輪臂前端突起部把接點Q的臂推動，使接點Q分開（從凸輪臂碰到止擋器開始，到

接點Q被分開，蝸齒輪約轉 180° ），因此馬達停止，凸輪也恢復原狀。

(6)因曲臂迴轉半徑增加，使雨刷臂從圖5-10-34 (b)的位置移到圖5-10-39的位置。

5. 雨刷起動時之作用

(1)雨刷從停止狀態開始起動時，因凸輪臂與蝸齒輪係在自由狀態，蝸齒輪轉動之結果，帶動偏心驅動軸，如圖5-10-38所示之反方向移動。

(2)偏心驅動軸使凸輪板一齊轉動，當蝸齒輪轉半轉時，凸輪臂與蝸齒輪上之切口啮合，使凸輪臂前端的突起部分離開止擋器。蝸齒輪、凸輪臂、凸輪板及偏心驅動軸成一體轉動。

(四)馬達內接點的作用

1. 馬達內部電路如圖5-10-40所示。

2. 接點S——線路斷電器，當馬達卡住時不通電。

3. 接點P——間歇停止用，如圖5-10-41 B

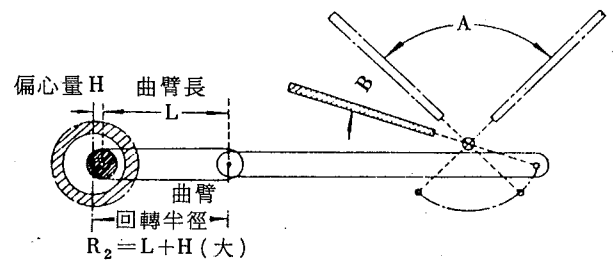


圖 5-10-39 曲臂的回轉半徑變長(→) [註40]

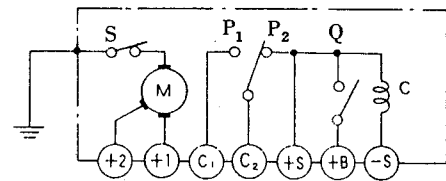


圖 5-10-40 馬達內部電路圖 [註41]

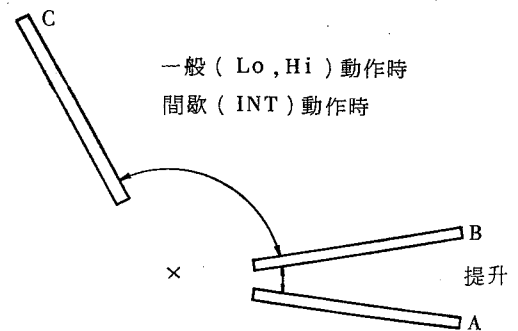


圖 5-10-41 雨刷片停止及動作位置 [註42]

位置(間歇停止時)時 P_1 接通, 其他時間則 P_2 接通。

4. 接點Q——平時停止使用, 如圖 5-10-41 A 位置時不通電。

5. 線圈 C——提升機構用電磁線圈, 如圖 5-10-41 中自 B 位置向 A 位置移動時通電。

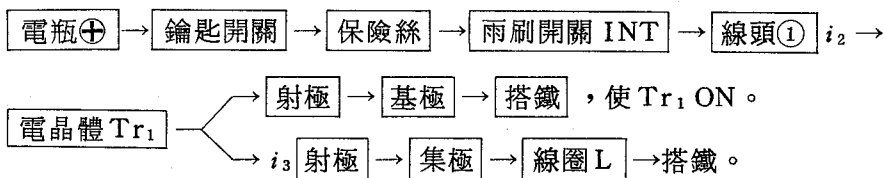
10-5-2 間歇動作式雨刷

一、概述

在下小雨或潮濕路面行駛, 前車帶起的水珠會濺濕後車的擋風玻璃, 偶而要擺動一下雨刷才能保持良好視線, 給駕駛人帶來麻煩。故現代汽車雨刷除高低速外, 通常附有間歇動作 (INT) 之位置, 間歇擺動之間隔可以調整, 最久可達 30 秒, 甚至更長。有些車子在間歇動作時為能徹底刮淨擋風玻璃上之塵土, 並且避免雨刷片易損壞, 附有自動噴水動作。

二、高低速附間歇動作的雨刷

(一)圖 5-10-42 所示為一般汽車使用高低速附間歇動作的雨刷電路圖。



L 線圈之電磁吸力使接點 S_1 由 a 側吸到 b 側, 故另有電流 i_4 經雨刷馬達, 再經間歇開關線頭②、開關 S_1 、b 搭鐵, 使雨刷馬達以低速運轉。

(二)雨刷開關在 INT, 自雨刷開始動作至定位停止之動作如圖 5-10-45 所示。雨刷馬達開始運

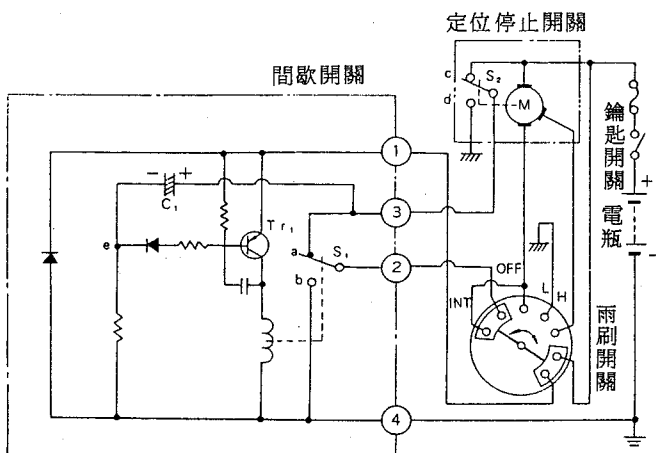
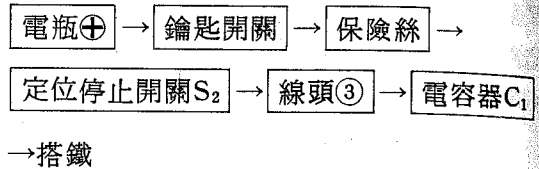


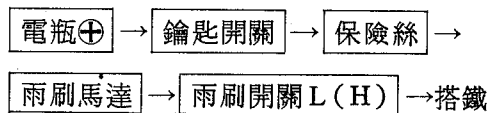
圖 5-10-42 高低速附間歇動作雨刷電路 [註43]

(三)鑰匙開關打開, 雨刷開關關閉時之動作如圖 5-10-43 所示。雨刷馬達位於定位停止位置, 定位停止開關之內接點 S_2 與 C_1 連通, 電流 i_1 路徑如下:



電容器 C_1 充滿電後, i_1 之電流即停止。e 點之電位成為 0 伏特。

(四)雨刷開關在 L(H) 時之動作, 電流路徑如下(參考圖 5-10-42):



雨刷馬達運轉。

(五)雨刷開關在間歇 (INT) 時開始之動作如圖 5-10-44 所示, 電流 i_2 及 i_3 路徑如下:

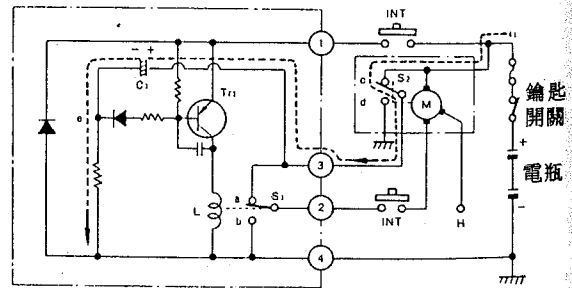


圖 5-10-43 鑰匙開關 ON 雨刷開關 OFF 之作用 [註44]

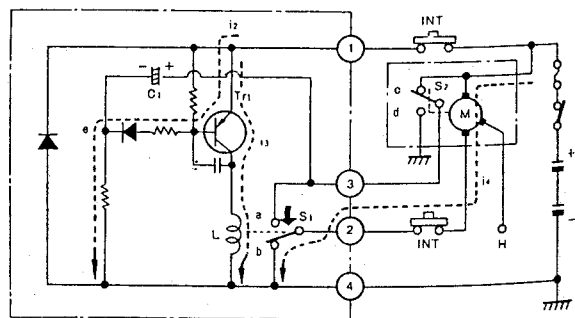


圖 5-10-44 雨刷開關在間歇時之作用 [註45]

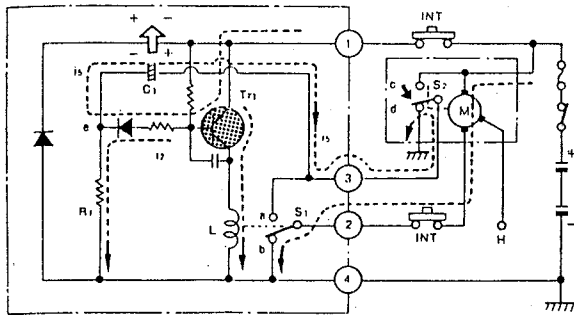


圖 5-10-45 兩刷開關在間歇時，自開始動作至自動停止之作用〔註46〕

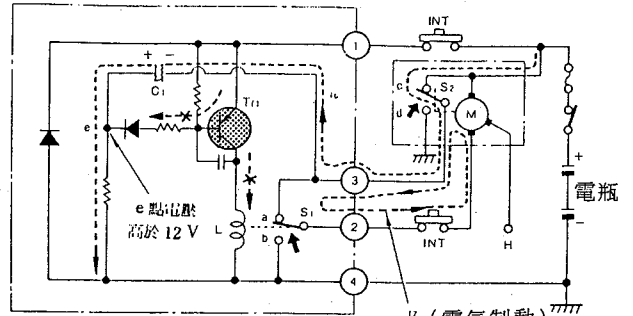
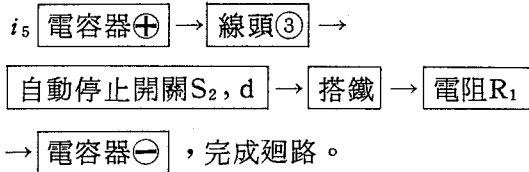


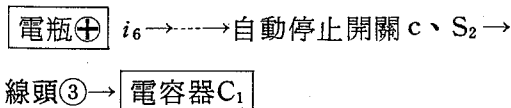
圖 5-10-46 兩刷開關在 INT，馬達轉到自動停止位置時之作用〔註47〕

轉後，馬達內之定位停止開關 S_2 移到 d 側搭鐵，電容器 C_1 急速放電，電流 i_5 之路徑如下：



電容器放電電流 i_5 漸漸消失，另一電流由線頭①經電晶體 Tr_1 射極 \rightarrow Tr_1 基極 \rightarrow e 點 \rightarrow 電容器 C_1 ，反方向充電。此時 Tr_1 在 ON 狀態，兩刷馬達繼續轉動。

(六)兩刷開關在 INT，兩刷馬達轉到自動停止之作用如圖 5-10-46 所示。兩刷馬達轉到自動停止位置時，自動停止開關 S_2 之接點由 d 回到 c 側，此時電流 i_6 之路徑如下：



使電容器 C_1 開始放電，此時 e 點之電壓因 C_1 放電而電壓升高，使 Tr_1 OFF。 Tr_1 OFF 時，線圈 L 無電流，控制器接點 S_1 由 b 跳回 a 側，產生 i_7 之電流，使馬達發生很強的電氣制動作用，使馬達很快停止。

(七)兩刷開關在 INT，兩刷停止後再動作之作用如圖 5-10-47 所示，電流 i_6 使電容器 C_1 開始放電後，e 點的電壓會慢慢降低，接著 C_1 會反方向再充電，而使 Tr_1 之射極與基極間再有 i_8 發生，使 Tr_1 ON，又回到本段第四項之作用，如此反覆動作。此項間歇動作之間隔係決定於 Tr_1 OFF 的時間，也就是電容器 C_1 的放電時間，而 C_1 之放電時間決定於電容量之大小；電容量大者，間隔

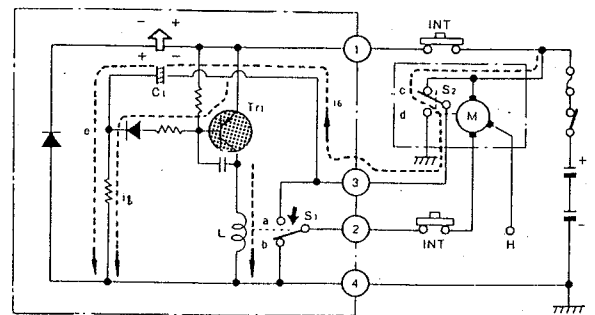


圖 5-10-47 兩刷開關在 INT，兩刷停止再動作之作用〔註48〕

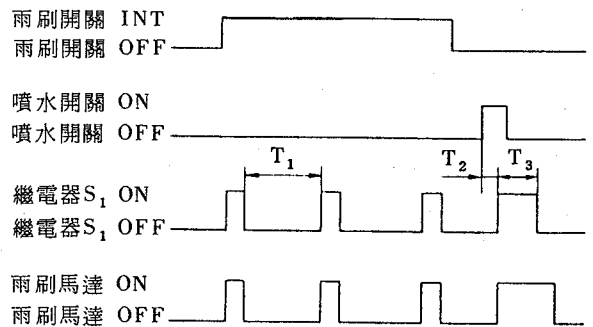


圖 5-10-48 噴水及兩刷間歇動作之配合〔註49〕

時間較長。

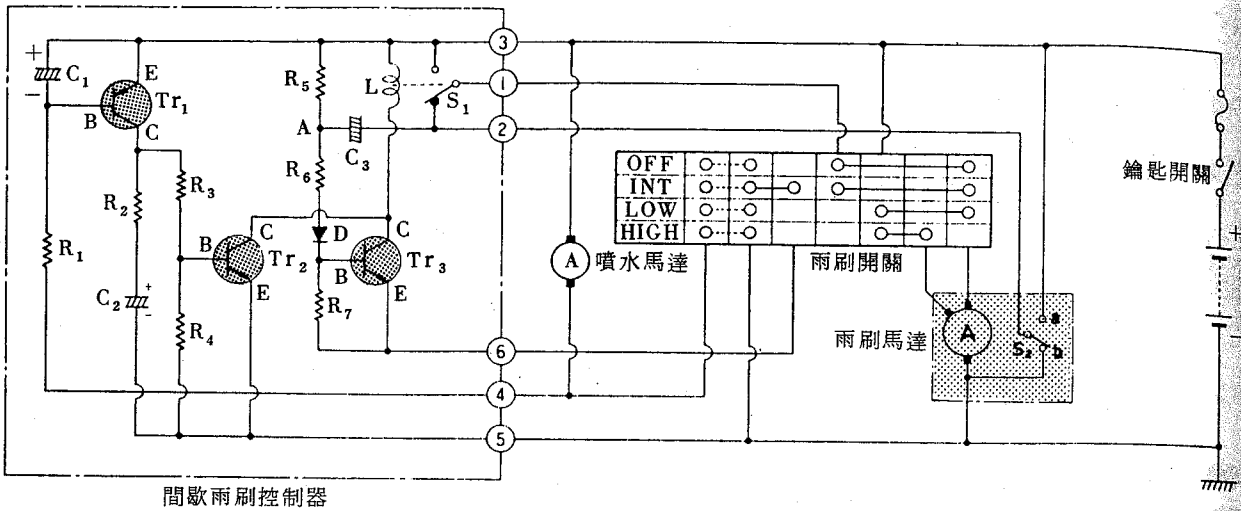
三、間歇動作與噴水連動之雨刷

(一)在濕路跟車行駛，擋風玻璃會被污泥濺髒，必須定期配合噴水及兩刷片的二、三次刮拭，才能保持良好的視線。此項噴水與兩刷間歇動作配合之作用如圖 5-10-48 所示。

(二)間歇動作與噴水連動之兩刷電路如圖 5-10-49 所示。

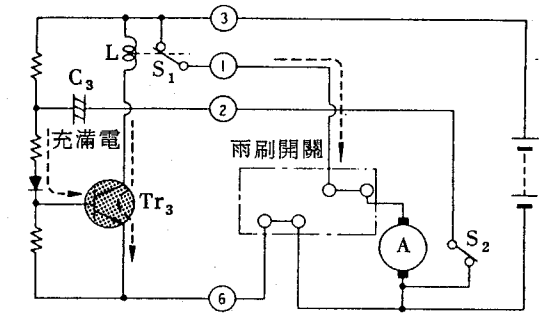
(三)兩刷的間歇動作係由電晶體 Tr_3 及電容器 C_3 共同作用，其作用情形同前，不再贅述，如圖 5-10-50 所示。

(四)噴水連動之作用

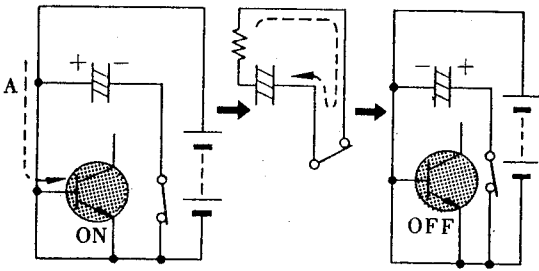


間歇雨刷控制器

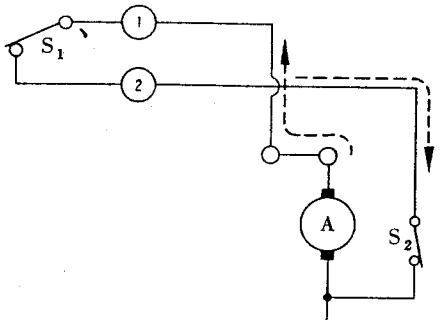
圖 5-10-49 雨刷間歇動作與噴水連動之電路圖 [註50]



(a)



(b)



(c)

圖 5-10-50 雨刷間歇動作作用圖 [註51]

1. 噴水開關 ON 時，線頭④搭鐵，噴水馬達噴水，同時C₁電容器充電，其電路如下：

電瓶⊕ → 電容器C₁ → 線頭④ → 電瓶⊖

當電容器C₁未充電時，電晶體Tr₁的射極E與基極B間同電位，成OFF狀態。C₁充電後，電壓上升，使Tr₁之E、B間有電流流過，使Tr₁ ON，這段時期有T₂之遲延時間，如圖5-10-51所示。

2. Tr₁ ON以後，使Tr₂也ON，Tr₂ ON使線圈L有電流流過產生電磁吸力，將控制器S₁閉合，使兩刷馬達以低速運轉，如圖5-10-52所示。

3. 同一時間，電容器C₂繼續充電，噴水開關馬上切斷(OFF)，會慢慢放電，使Tr₂ OFF。

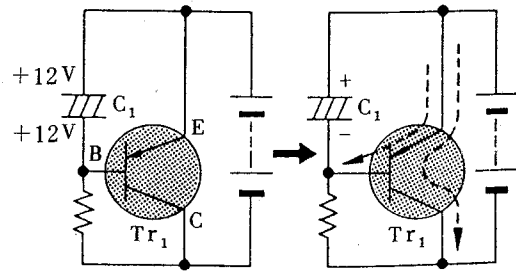


圖 5-10-51 噴水連動作用(一)噴水 [註52]

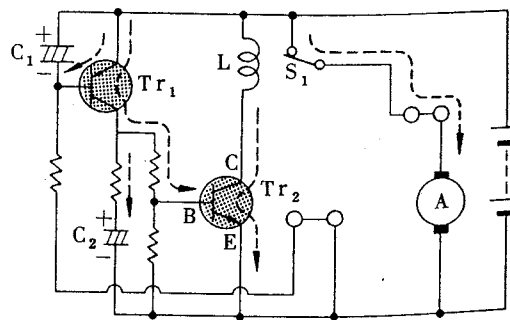


圖 5-10-52 噴水連動作用(二)馬達運轉 [註53]

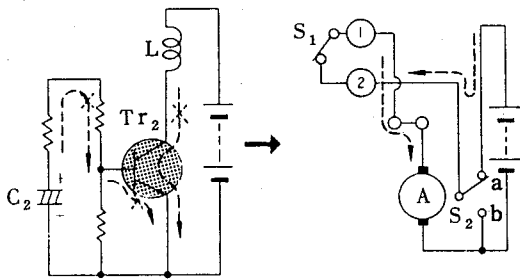


圖 5-10-53 噴水連動作用(一) [註54]

4. 因 Tr_1 仍在 ON，故放電繼續進行，直到 Tr_2 之 B-E 電壓差在一定值以下時， Tr_2 OFF，線圈 L 通電切斷， S_1 跳開。

5. S_1 跳開後，因雨刷馬達係在動作途中，電流經自動停止開關繼續流入，使馬達繼續運轉，如圖 5-10-53 所示。其電流路徑如下：

電瓶 ⊕ → 定位停止開關 a、 S_2 → 控制器 S_1
→ 雨刷開關 → 雨刷馬達 → 搭鐵

6. 馬達繼續轉到自動停止位置時，自動停止開關 S_2 由 a 跳到 b，馬達電源切斷，並產生強力電氣制動，使馬達立刻停止。

7. 自 S_1 閉合，馬達開始運轉到馬達停止運轉止，雨刷臂擺動 2 ~ 3 回。

10-5-3 連桿內藏式雨刷

(一) 後窗雨刷常使用一只雨刷片，則雨刷之連

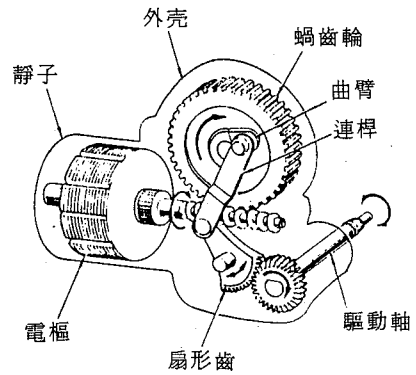


圖 5-10-54 連桿內藏式雨刷 [註55]

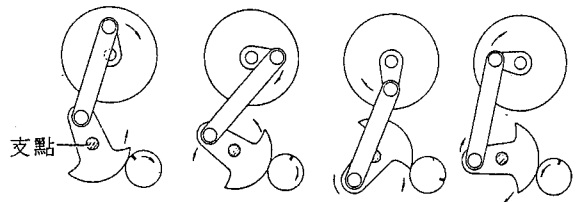


圖 5-10-55 連桿內藏式雨刷之作用 [註56]

桿機構不需要。故後窗雨刷常使用將馬達迴轉運動變成擺動之連桿機構內藏式雨刷馬達，如圖 5-10-54 所示。

(二) 連桿內藏式雨刷之作用

馬達電樞之旋轉運動傳給蝸齒輪並減速，固定在蝸齒輪上之曲臂、連桿、扇形齒輪及驅動軸之作用，如圖 5-10-55 所示，將迴轉運動改變成左右往復運動。

返回目錄

第六節 擋風玻璃清洗器

10-6-1 概述

汽車行駛時，擋風玻璃上常附着有塵土、灰砂等，若不沖洗就直接使用雨刷時，會使雨刷片損傷，並易使擋風玻璃刮傷。同時，擋風玻璃上太乾燥時，亦使雨刷片受到過大的阻力，易使雨刷馬達燒壞。故使用雨刷前，須先使用清洗器向擋風玻璃噴水，洗淨玻璃上附着之塵土、灰砂等，並減少雨刷片之阻力。

目前汽車使用之清洗器均為電動式，包括貯水箱、水管及噴嘴等部分，電動馬達及水泵裝在貯水箱上，如圖 5-10-56 所示。

10-6-2 擋風玻璃清洗器馬達及泵

(一) 擋風玻璃清洗器馬達有串聯式馬達及永久

磁鐵式馬達兩種，以永久磁鐵式馬達使用較多。
(二) 擋風玻璃清洗器之水泵有離心式及齒輪式

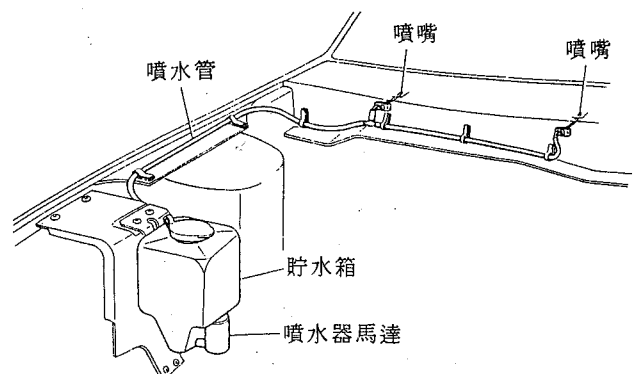


圖 5-10-56 擋風玻璃清洗器系統圖 [註57]

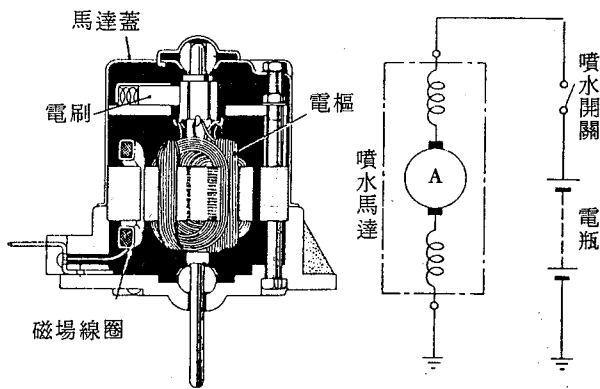


圖 5-10-57 串聯式馬達構造及電路圖〔註58〕

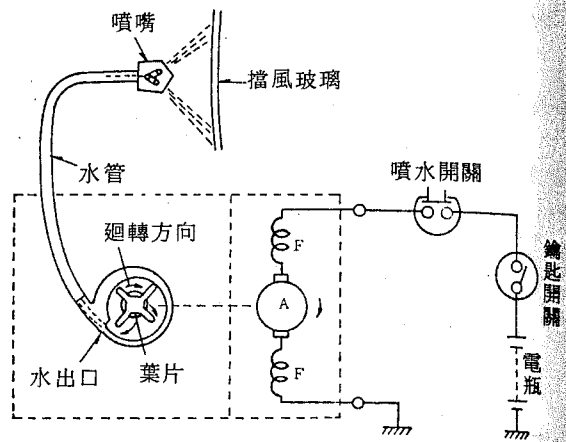


圖 5-10-61 離心式水泵作用圖〔註62〕

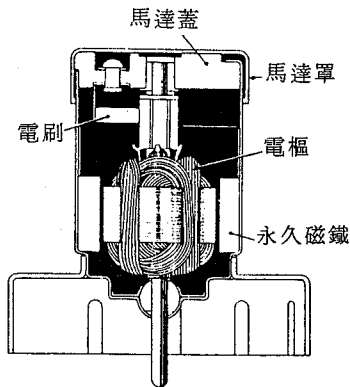


圖 5-10-58 永久磁鐵式馬達構造〔註59〕

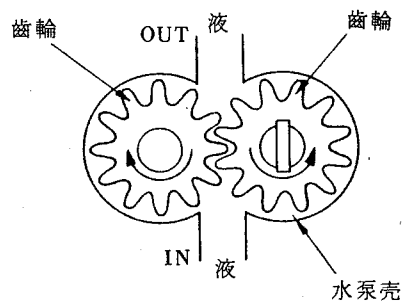


圖 5-10-62 齒輪式水泵構造〔註63〕

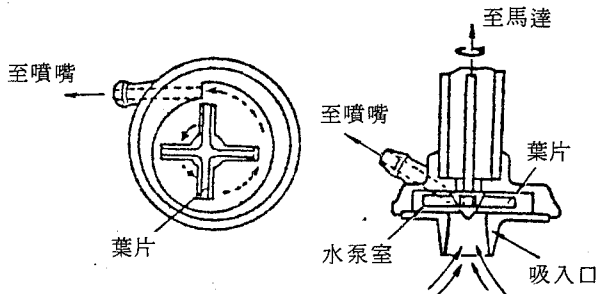


圖 5-10-59 離心式水泵構造〔註60〕

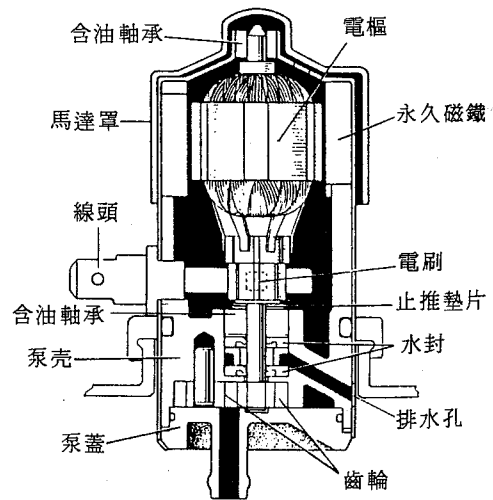


圖 5-10-63 永久磁鐵馬達與齒輪泵組合一體〔註64〕

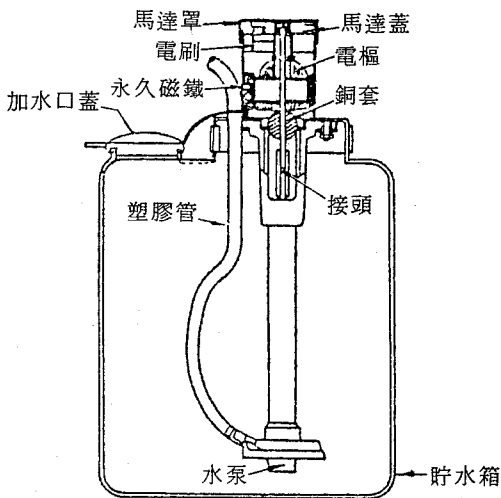


圖 5-10-60 水泵、馬達及貯水箱組合圖〔註61〕

兩種。

(三)馬達與泵有分離式及組合式兩種。

(四)圖 5-10-57 所示為串聯式馬達之構造及線路圖。

(五)圖 5-10-58 所示為永久磁鐵式馬達之構造。

(六)圖 5-10-59 所示為離心式水泵之構造，水

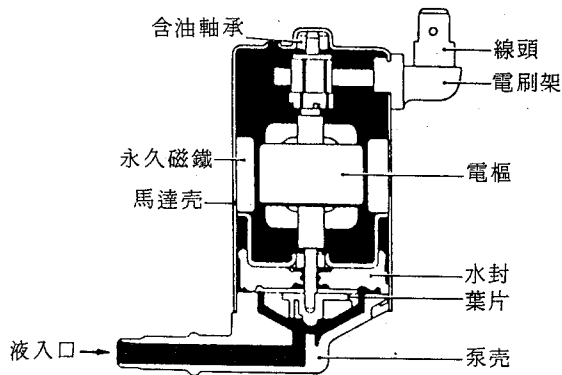


圖 5-10-64 永久磁鐵馬達與離心泵組合一體之構造(一) [註65]

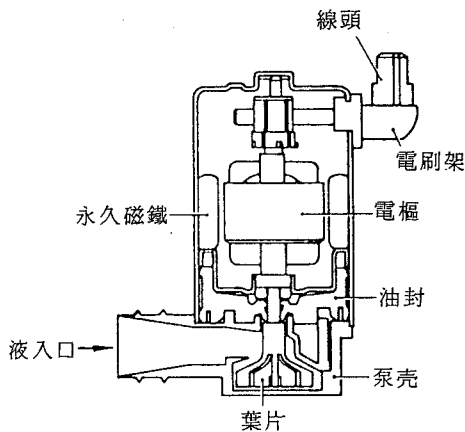


圖 5-10-65 永久磁鐵馬達與離心泵組合一體之構造(二) [註66]

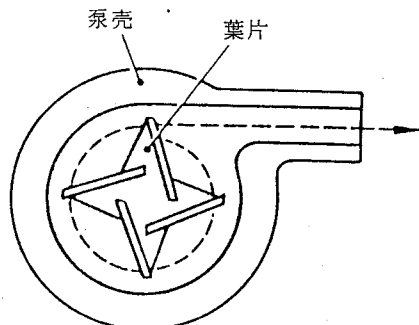


圖 5-10-66 組合式離心泵之作用 [註67]

由中央吸入，利用離心力從旁邊之出水口打出。圖 5-10-60 所示為水泵、馬達與貯水箱組合之情形。圖 5-10-61 所示為離心式水泵之作用圖。

(七)圖 5-10-62 所示為齒輪式水泵之構造。

(八)圖 5-10-63 所示為永久磁鐵式馬達與齒輪式水泵組合為一體之構造。

(九)圖 5-10-64 所示為永久磁鐵式馬達與離心式水泵組合為一體之構造。

(十)圖 5-10-65 所示為另一種永久磁鐵式馬達與離心式水泵組合為一體之構造。圖 5-10-66 所示為組合式離心泵之作用。

10-6-3 噴水口構造

(一)擋風玻璃之噴水口有單孔式、複孔式及噴管式三種，如圖 5-10-67 所示。

(二)圖 5-10-68 所示之噴水口噴嘴能夠調整，以改變噴水方向。

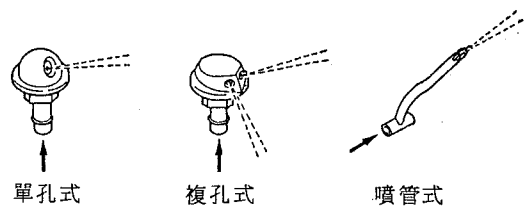


圖 5-10-67 噴水口種類 [註68]

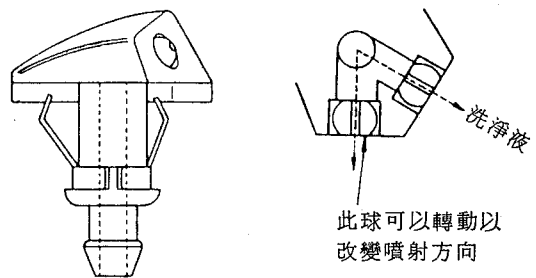


圖 5-10-68 噴水口之噴水方向能調整 [註69]

【習題】

一、選擇題：

1. 單速複聯式馬達能使雨刷片停止在固定位置的是①蝸齒輪②凸輪板③磁場線圈④電樞。
2. 永久磁鐵式馬達當雨刷開關關閉時，電樞會迅速停在定位，是靠①開關切斷電源②馬達之電流切斷③電氣制動④電刷位置改變。
3. 採用全隱藏式雨刷是為①增加擋風玻璃之視界②減少雨刷之髒污③避免妨礙噴水動作

④避免雨刷變形。

4. 擋風玻璃清洗器馬達，以使用①串聯式②並聯式③複聯式④永久磁鐵式馬達較多。

二、填充題：

1. 現代之電動雨刷可以作_____秒一次至_____秒一次間歇動作之無段變速調整。
2. 利用電刷位置來變速時，低速是用相隔_____度之二個電刷；高速是用相隔_____度之二個電刷。

3. 兩刷連桿有_____式、_____式、
_____式、_____式及_____式等五種型
式。

三、問答題：

1. 使用永久磁鐵式馬達之優點有那些？

2. 試繪製永久磁鐵式兩刷馬達之電路圖。並說明低速時之作用。

3. 間歇兩刷最適合在何種時機使用？

4. 試繪製高低速附間歇動作之兩刷電路。

【資料來源註釋】

- 〔註1〕 日本電裝株式會社 電裝品說明書ワイパー
ウオツシセ編 圖47
- 〔註2〕 同〔註1〕 圖48
- 〔註3〕 同〔註1〕 圖49
- 〔註4〕 同〔註1〕 圖50
- 〔註5〕 同〔註1〕 圖51
- 〔註6〕 同〔註1〕 圖52
- 〔註7〕 同〔註1〕 圖53
- 〔註8〕 同〔註1〕 圖54
- 〔註9〕 同〔註1〕 圖55
- 〔註10〕 同〔註1〕 圖56
- 〔註11〕 同〔註1〕 圖57
- 〔註12〕 同〔註1〕 圖58
- 〔註13〕 同〔註1〕 圖59
- 〔註14〕 雇用促進事業團職業訓練部/勞働省職業訓練
局共編 自動車整備〔IV〕 圖3-38
- 〔註15〕 同〔註1〕 圖61
- 〔註16〕 同〔註1〕 圖60
- 〔註17〕 同〔註1〕 圖62
- 〔註18〕 同〔註1〕 圖63
- 〔註19〕 同〔註1〕 圖64
- 〔註20〕 同〔註1〕 圖65
- 〔註21〕 同〔註14〕 圖3-39
- 〔註22〕 同〔註1〕 圖66
- 〔註23〕 同〔註1〕 圖67
- 〔註24〕 同〔註1〕 圖68
- 〔註25〕 同〔註1〕 圖69
- 〔註26〕 同〔註1〕 圖70
- 〔註27〕 同〔註1〕 圖71
- 〔註28〕 同〔註1〕 圖72
- 〔註29〕 同〔註1〕 圖73
- 〔註30〕 同〔註1〕 圖74
- 〔註31〕 同〔註1〕 圖75
- 〔註32〕 同〔註1〕 圖76
- 〔註33〕 同〔註1〕 圖76
- 〔註34〕 同〔註1〕 圖77
- 〔註35〕 同〔註1〕 圖78
- 〔註36〕 同〔註1〕 圖79
- 〔註37〕 同〔註1〕 圖80
- 〔註38〕 同〔註1〕 圖82
- 〔註39〕 同〔註1〕 圖81
- 〔註40〕 同〔註1〕 圖83
- 〔註41〕 同〔註1〕 圖85
- 〔註42〕 同〔註1〕 圖84
- 〔註43〕 日本電裝株式會社デンソー技報 '81年8月號
- 〔註44〕 同〔註43〕
- 〔註45〕 同〔註43〕
- 〔註46〕 同〔註43〕
- 〔註47〕 同〔註43〕
- 〔註48〕 同〔註43〕
- 〔註49〕 同〔註1〕 圖87
- 〔註50〕 同〔註1〕 圖88
- 〔註51〕 同〔註1〕 圖89·90·91
- 〔註52〕 同〔註1〕 圖92
- 〔註53〕 同〔註1〕 圖93
- 〔註54〕 同〔註1〕 圖94
- 〔註55〕 同〔註1〕 圖96
- 〔註56〕 同〔註1〕 圖97
- 〔註57〕 Toyota
- 〔註58〕 同〔註1〕 圖1
- 〔註59〕 同〔註1〕 圖7
- 〔註60〕 同〔註1〕 圖2
- 〔註61〕 同〔註1〕 圖3
- 〔註62〕 同〔註14〕 圖3-47
- 〔註63〕 同〔註1〕 圖9
- 〔註64〕 同〔註1〕 圖8
- 〔註65〕 同〔註1〕 圖10
- 〔註66〕 同〔註1〕 圖12
- 〔註67〕 同〔註1〕 圖11
- 〔註68〕 日本自動車整備振興會連合會 三級自動車シ
ャン下 圖V-14
- 〔註69〕 同〔註1〕 圖5

返回目錄

第十一章 汽車儀錶

第一節 汽車儀錶概述

(一) 汽車各部的狀態駕駛人必須隨時了解，才能安全的駕駛。汽車儀錶就是汽車引擎各系統、車速、里程、油料之監視系統。

(二) 早期汽車的儀錶都是使用指針的類比式儀錶，一般包括下列各錶組合在一起，如圖5-11-1所示。

1. 燃油錶 (fuel gauge)：指出油箱中之存油量，提醒駕駛人適時加油，以免中途無油拋錨。燃油錶通常以 E (empty) 代表無油，以 F (full) 代表油滿， $\frac{1}{2}$ 代表半滿。

2. 溫度錶 (temperature gauge)：指示引擎冷却水的溫度，使駕駛人能了解引擎的工作溫度，預防引擎過熱而損壞。溫度錶通常以 C (cold) 代表低溫，以 H (high) 代表高溫；或藍色代表低溫，紅色代表高溫。

3. 機油壓力錶 (oil pressure gauge)：指示引擎機油壓力，使駕駛人能了解潤滑系統的工作狀況，如油壓過高可能係油道阻塞或濾清器太髒；油壓太低可能係機油量不足或油質太稀，可提早發現問題，避免引擎、軸承等因潤滑不良而損壞。

4. 電流錶 (ammeter)：指示電瓶是在充電或在放電。若發電機不發電，電瓶放電盡就會拋錨。電流錶中央之 0 字代表不充電亦不放電，D (discharge) 或 (-) 代表放電，C (charge) 或 (+) 代表充電。

5. 路碼錶 (speedometer)：指示行車速度及已行駛里程。

(三) 因儀錶指針的指示，需駕駛人刻意去看，缺乏警覺性，何況駕駛人所關心的只是車況的「好」與「不好」，沒有必要知道確實的數字，因此近代的汽車改採駕駛人反應快且具有警覺性的各色警告燈來代替儀錶。如機油壓力警告燈取代機油壓力錶，溫度警告燈取代溫度錶，充電指示

燈取代電流錶，另增加手煞車使用警告燈、阻風門使用警告燈……等。圖5-11-2所示為類比溫度錶、燃油錶及充電、油壓、遠光指示燈組合錶。

(四) 晚近有些汽車，尤其是高級車，為確保安全，使完全不懂汽車機械構造的駕駛人也都能安全的駕駛上路，不必顧慮汽車機件是否安全，裝置有安全監視器 (safety monitor)。機件如有不正常現象，監視器立刻使有關之警告燈點亮，使駕駛人知道什麼部分需要注意，趕快將車開到保養場做適當的處理，以免發生嚴重事故。安全監視部分包括：煞車來令磨損達限度、引擎溫度超過、引擎機油不足、引擎冷却水不足、電瓶電液不足、煞車油不足、擋風玻璃清洗液量不足、真空輔助煞車之真空度不足及頭燈、煞車燈、牌照燈、尾燈之燈絲燒斷……等。

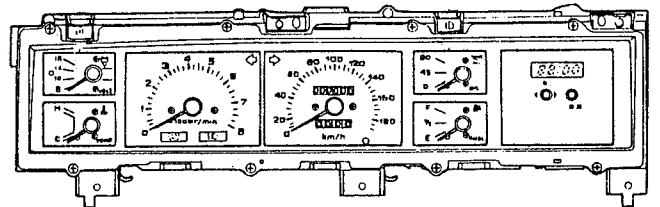


圖 5-11-1 類比式儀錶組 [註 1]

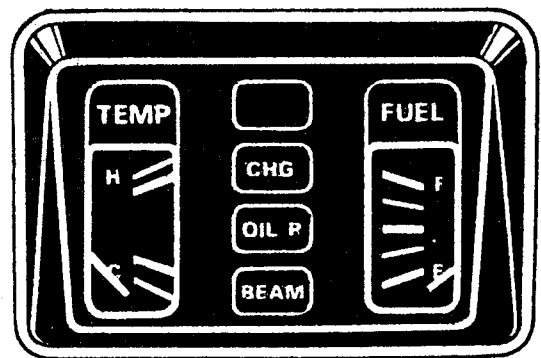


圖 5-11-2 類比溫度錶、燃油錶及充電、油壓及遠光指示燈組合之儀錶組 [註 2]

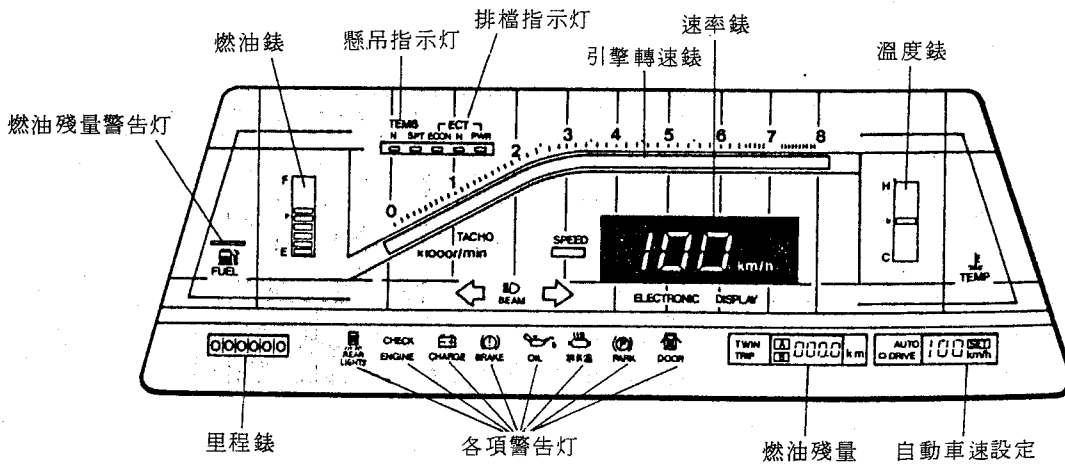
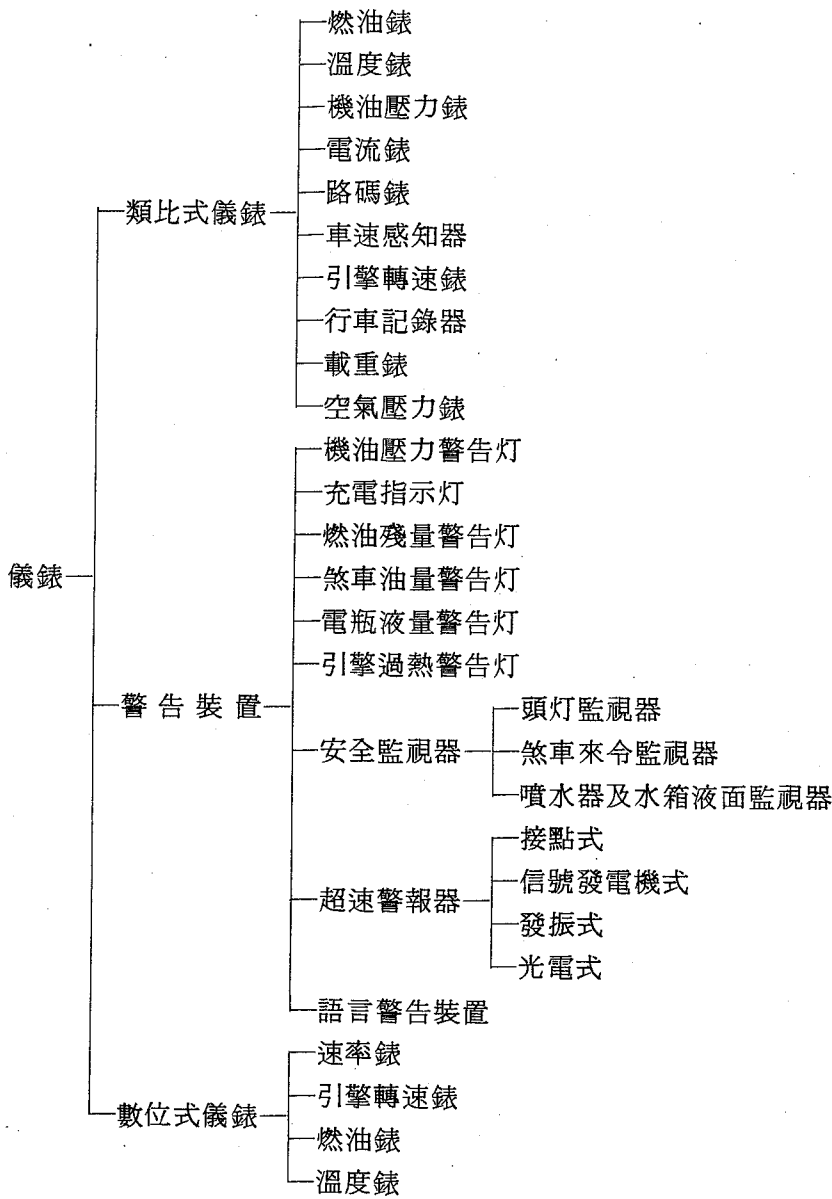


圖 5-11-3 豐田翔翔者 (Soarer) 車使用之數位儀錶及警告灯 [註 3]

編號	名稱	識別圖案	編號	名稱	識別圖案	編號	名稱	識別圖案	編號	名稱	識別圖案
1	主燈開關		13	排汽煞車		25	喇叭		參考圖 1	座椅調整	
2	遠光		14	引擎熄火		26	後行李箱蓋		參考圖 2	室內鏡燈日夜開關	
3	近光		15	電瓶		27	頭燈清洗器		參考圖 3	電瓶液警告燈	
4	前霧燈		16	通風扇		28	速度表示燈檢査		參考圖 4	煞車系統	
5	室內燈		17	點煙器		29	引擎控制		參考圖 5	排氣系過熱	
6	小燈		18	前引擎室蓋		30	燃油		參考圖 6	門半開警告	
7	擋風玻璃雨刷		19	危險警告燈		31	安全帶		參考圖 7	後車門	
8	擋風玻璃雨刷及噴水		20	駐車燈		32	引擎機油		參考圖 8	加熱	
9	擋風玻璃清洗		21	轉向指示燈		33	引擎冷卻水溫度		參考圖 9	通風	
10	前擋風玻璃除霧		22	後擋風玻璃除霧		34	後擋風玻璃雨刷		參考圖 10	新鮮空氣	
11	阻風門		23	天線		35	後擋風玻璃清洗		參考圖 11	循環空氣	
12	節汽門		24	儀錶燈控制		36	後擋風玻璃雨刷及清洗		參考圖 12	自動注油器	

圖 5-11-4 世界統一儀錶及警告燈識別圖案〔註 4〕

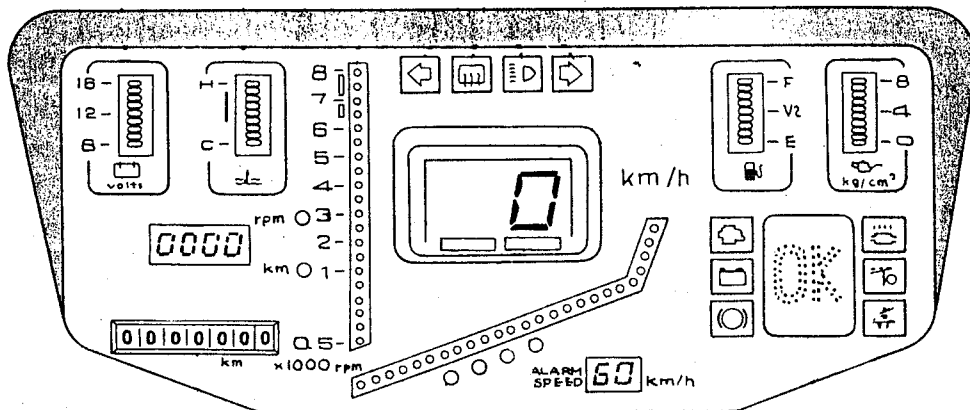


圖 5-11-5 使用世界統一識別圖案之新式電子儀錶例〔註 5〕

(五)關於電子及微電腦控制技術的引進汽車，現代出廠的新車已改採用數字顯示的數位儀錶來取代傳統以指針指示的類比儀錶。目前採用數位顯示的儀錶有車速、引擎轉速、燃油量、冷卻水溫度……等，如圖5-11-3所示。警告裝置除燈外，並採用警音裝置或會說話的語言警告裝置。

(六)由於世界貿易的發達，現代汽車均由少數的幾個先進國家製造，而運銷到世界各國。也因爲各先進工業國家生產汽車之性能、等級、用途、價格等的不同，各工業先進國的汽車也相互的

輸出輸入。例如美國爲生產汽車最多的國家，也是輸入汽車最多的國家，當然他們也有不少汽車輸出。因汽車儀錶非常重要，爲使世界各國的人都能看得懂，故現代汽車之儀錶、警告燈及開關上使用統一的識別圖案，如圖5-11-4所示。圖5-11-5所示爲使用世界統一識別圖案之新式電子儀錶例。

(七)本章將以類比式儀錶，警告燈與監視器，數位式儀錶分別介紹。

返回目錄

第二節 類比式儀錶

11-2-1 概述

(一)燃油錶、機油壓力錶、溫度錶等各種儀錶都有兩部分，一即錶本體或接收器(receiver)與送信器(sender)，兩者使用一條電線連接使用。

(二)接收器中有指針及刻度，司各測定值的指示；送信器在各部位進行測定，以提供接收器測定值。

(三)一般接收器有電熱偶片式及線圈式兩種，送信器有電熱偶片式及電阻式兩種，故儀錶的組成有：

- 1. 電熱偶片式 ↔ 電熱偶片式 (使用最多，因構造簡單)，如圖5-11-6(a)所示。
- 2. 電熱偶片式 ↙ 電阻式 (使用滑動式可變電阻)，如圖5-11-6(b)所示。
 線圈式 ↘
- 3. 電熱偶片式 ↙ 電阻式 (使用半導體)，如圖5-11-6(c)所示。
 線圈式 ↘
- 4. 新式之線圈式儀錶採用交差線圈置針式儀錶 (後述)，舊式之線圈式儀錶有線圈串聯式及並聯式兩種。

四本節介紹之類比式儀錶包括下列各項：

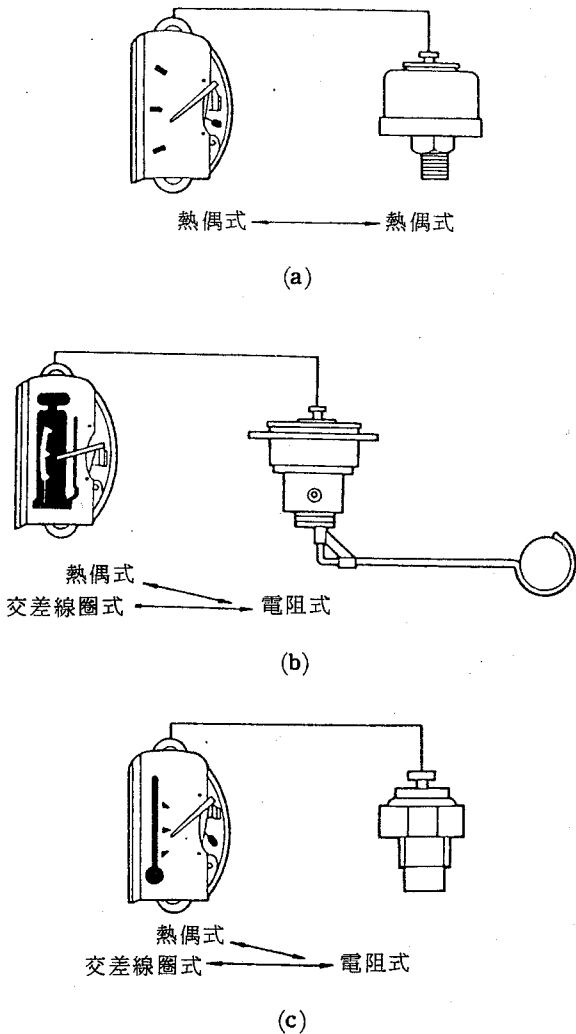
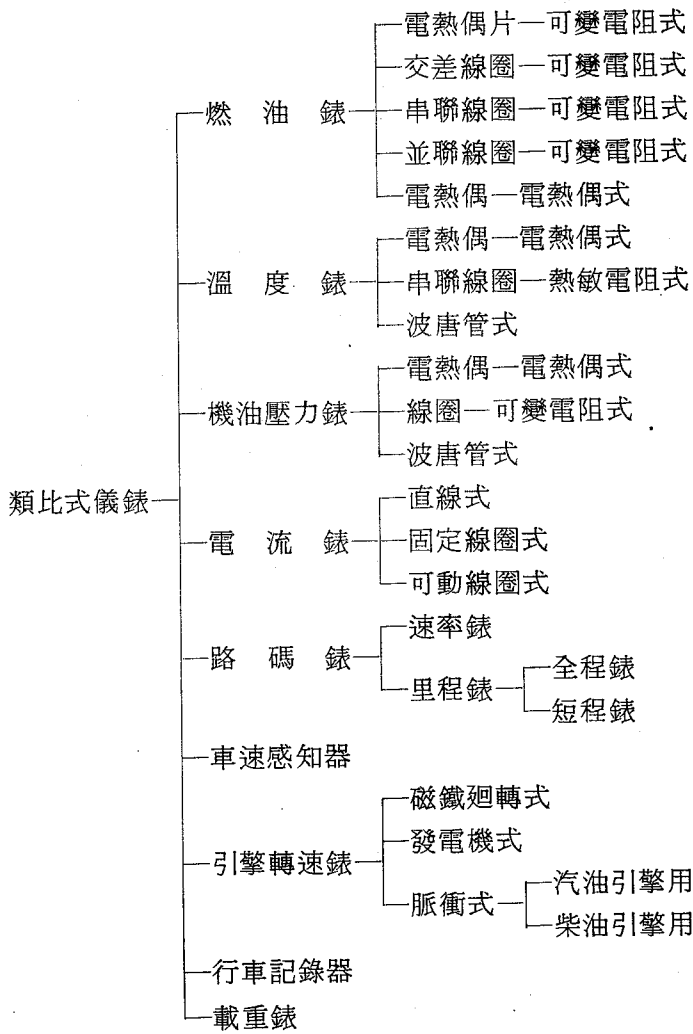


圖 5-11-6 儀錶送信器及接收器之組合 [註6]



11-2-2 電熱偶片式儀錶原理與補償

一、熱偶片原理

(一)現代汽車使用之類比式儀錶大部分為電熱偶片式儀錶，利用熱偶片彎曲拉動儀錶的指針，以指示正確讀數，因其構造簡單，故成本低。

(二)熱偶片係兩片膨脹係數相差很大的金屬片〔一般使用黃銅與不變鋼 (invar)，含鎳36%鐵64%之合金，膨脹係數非常小〕相重疊在一起而成，如圖5-11-7所示，將膨脹率極小之不變鋼置上側，膨脹率大的黃銅置下側，當加熱後，尾端即向上彎，熱偶片之彎曲量A與溫度的變化成正比。

二、熱偶片之溫度補償

(一)熱偶片若只用一片，則熱偶片會因外界溫度的變化而彎曲，使錶的指示失準，如圖5-11-8(a)所示。

(二)為避免錶的指示受外界溫度的影響，如圖

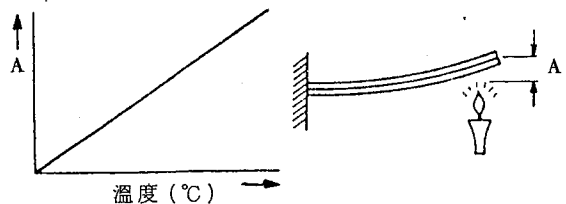


圖 5-11-7 熱偶片〔註7〕

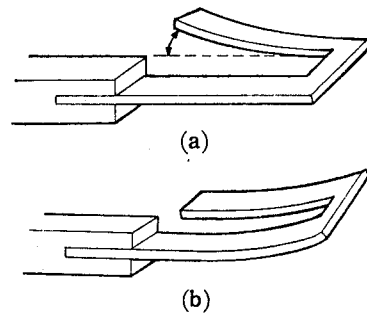


圖 5-11-8 熱偶片之溫度補償〔註8〕

5-11-8(b)所示，使用二片熱偶片成U字形，如此

外界溫度變化時，固定端與自由端的彎曲量相同，因外界溫度變動所產生的彎曲互相抵消，因此錶的指針不會因溫度變動而發生指示誤差。

三、電壓調節器

(一)電熱偶片式儀錶係利用電流流經繞在熱偶片外之電熱線產生熱量，使熱偶片彎曲，使儀錶的指針移動，指示正確讀數。

(二)當電源發生變化時（如引擎低速與高速時發電機發出電壓不同），電壓高時流經電熱線的電流較大，產生之熱量較多，熱偶片之彎曲量大，指針之讀數會較高；電壓低時，指針之讀數會較低，使儀錶之指示失準。

(三)為使電熱偶片式儀錶之指示不受電源電壓變動的影響，所有電熱偶片式儀錶的前面一定要裝置電壓調節器，使流到儀錶的電流量保持一定，不因電壓的變化而影響錶的讀數。

(四)電壓調節器原理及構造

現代汽車使用之電壓調節器有電熱偶片式及IC兩種：

1. 電熱偶片式電壓調節器

(1)構造

①圖5-11-9所示為電熱偶片式電壓調節器之構造，串聯在電源與儀錶之間，熱偶片成U字形，一端固定，另一端有接點，固定之熱偶片上繞有電熱線，接點上並有調節螺絲。

②有些電壓調節器直接裝在儀錶體中，如圖5-11-10所示，構造如前述。

(2)作用

①圖5-11-11所示為電壓調節器串聯在電源與儀錶間之電路圖，圖5-11-12則為電壓調節器裝在儀錶體內之電路圖。

②當鑰匙開關打開(ON)時，電流經電壓調節器的接點、熱偶片流到儀錶，另有部分電流經繞在電壓調節器熱偶片上的電熱線搭鐵。電流經電壓調節器之電熱線時發熱，使熱偶片彎曲，接點分開；接點分開後電流切斷，電熱線無電流，熱偶片冷卻變直，又使接點閉合。如此接點不斷的開合跳動，保持流過的電流量一定（電流量=電流×時間）。

③如圖5-11-13所示，在電壓較低時，電

流通的時間較長；電壓較高時，電流通流時間較短，保持電流量不變（ $i_1 \times t_1 = i_2 \times t_2$ ）。使儀錶部分受到之電流量不因電壓高低而改變，使指針之讀數不受電壓影響。

2. IC式電壓調節器

(1)構造

IC式電壓調節器係使用一比較器（con-

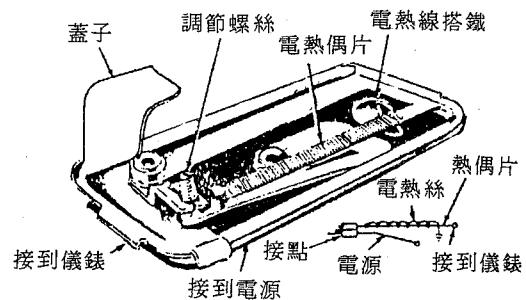


圖 5-11-9 電熱偶式電壓調節器（串聯在錶外）
〔註9〕

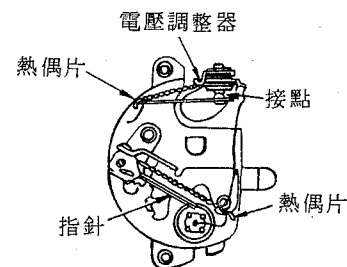


圖 5-11-10 電壓調節器裝在儀錶中〔註10〕

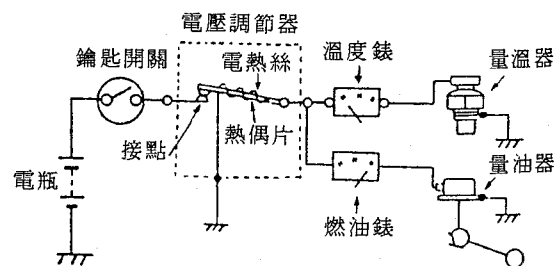


圖 5-11-11 電壓調節器串聯在儀錶與電源之間
〔註11〕

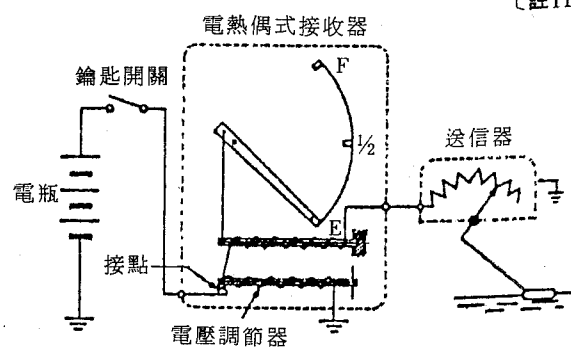


圖 5-11-12 電壓調節器裝在錶中之電路〔註12〕

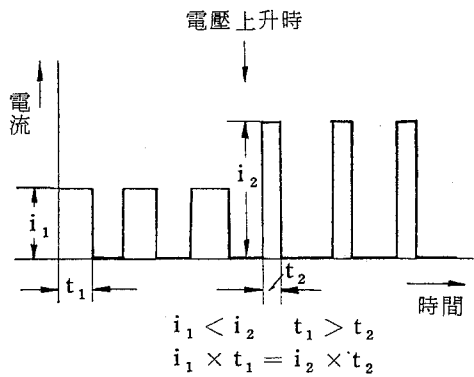


圖 5-11-13 電壓調節器之作用〔註13〕

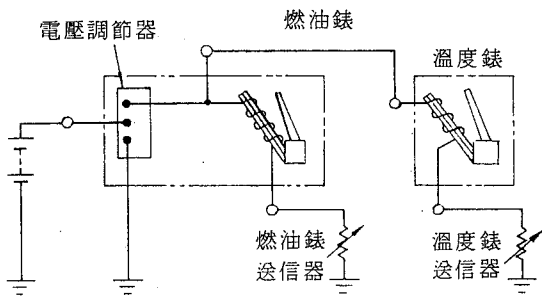


圖 5-11-14 IC式電壓調節器〔註14〕

verter) 與電阻、電容等組成，IC 電壓調節器安裝情形如圖 5-11-14 所示。

(2)作用

- ① IC 式電壓調節器之基本電路如圖 5-11-15 所示。
- ② 比較器之輸入電壓為 V_1 ， V_2 比基準電壓 V_0 (已記在比較器內) 低時，輸出係為 ON 的信號，使電晶體 Tr ON；反之，若輸入電壓比基準電壓高時，輸出係為 OFF 的信號，使 Tr 也 OFF。
- ③ 當鑰匙開關 ON 時，電流經 $R_1 \rightarrow C_1 \rightarrow$ 搭鐵， C_1 被充電，輸入電壓 V_1 比較器的基準電壓 V_0 低的期間 (約七秒鐘)，比較器輸出為 ON，使 Tr 變 ON。由於 Tr ON，使在 7 V 之線頭上出現電瓶電壓 (12 V)。這樣一來，電流流經 $R_2 \rightarrow D \rightarrow C_2 \rightarrow$ 搭鐵， C_2 被充電， V_2 一旦高於 V_0 ，在比較器之輸出處便出現 OFF 信號，使 Tr 變成 OFF；當 Tr OFF 時， C_2 經 R_4 放電，使 IC 又回到原來狀態。如此反覆產生作用。
- ④ 當電源電壓變動時，如果電源電壓變高， C_2 的充電時間提早，而放電時間變晚

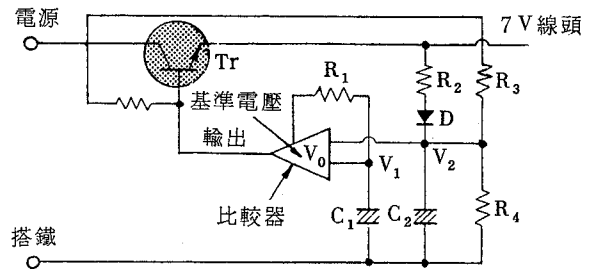


圖 5-11-15 IC 電壓調節器電路圖〔註15〕

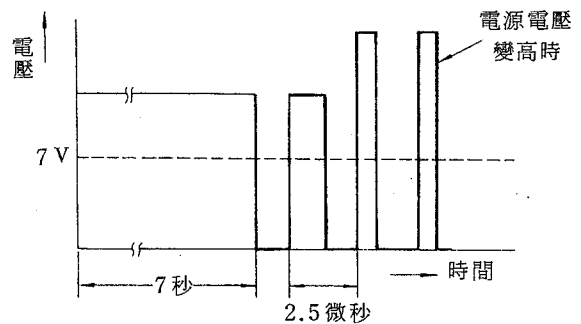


圖 5-11-16 通電特性〔註16〕

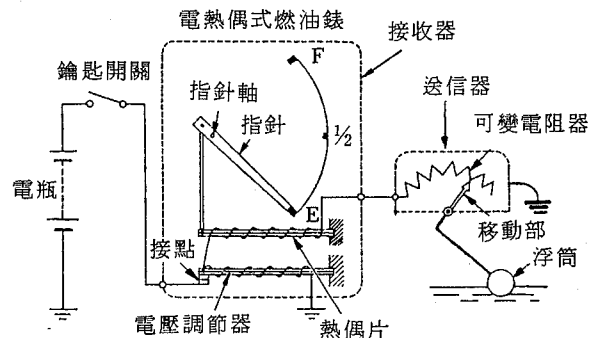


圖 5-11-17 電熱偶片—可變電阻式燃油錶〔註17〕

，使 Tr ON 的時間變短；又當電源電壓變低時，使 Tr ON 的時間變長，而使實效電壓維持在 7 V。圖 5-11-16 所示為 IC 電壓調節器的通電特性。

11-2-3 燃油錶

一、燃油錶用來指示油箱中之存油量，送信器裝在油箱上，有滑動可變電阻式及電熱偶片式兩種；接收器裝在組合儀錶中，有交差線圈式、電熱偶片式、串聯線圈式、並聯線圈式等。

二、電熱偶片—可變電阻式燃油錶 (使用最多)

(一)構造如圖 5-11-17 所示。

(二)送信器裝在油箱上，構造如圖 5-11-18 所示，油箱中之浮筒隨油量的多少上升、下降，經由連桿使送信器中之電阻值發生變化。

(三)當油箱油量少時，浮筒降到下面位置，送

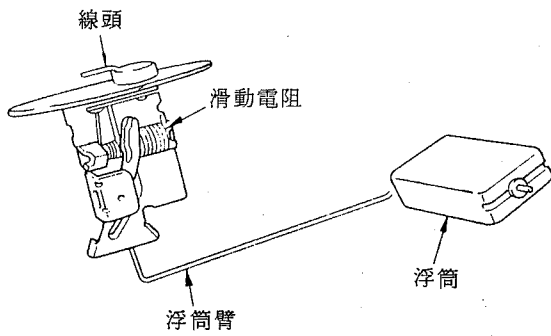


圖 5-11-18 可變電阻式油錶送信器構造 [註18]

信器之電阻增大，電由電瓶→開關→電壓調節器→油錶接收器電熱線→送信器電阻→搭鐵。因電阻值大，通過熱偶片電熱線之電流小，產生熱量少，熱偶片彎曲量少，指針指在 E (無油) 附近。

當油箱油滿時，浮筒升到上面位置，送信器之電阻減到最小，流過熱偶片之電流增大，產生熱量多，熱偶片彎曲量大，指針指在 F (油滿) 附近。

三、交差線圈—可變電阻式燃油錶 (使用較多)

(一) 交差線圈之構造如圖 5-11-19 所示。繞在鐵芯周圍之線圈交差 90°，因磁力線的變化使指針擺動，用在燃油錶及溫度錶。

(二) 在圖 5-11-19 中，線圈 L₁ 與 L₃ 在同一軸向產生 A 方向及 C 方向 (相差 180° 方向) 之磁力；線圈 L₂ 與 L₄ 和 L₁ 及 L₃ 成 90° 方向，產生 B 方向及 D 方向 (相差 180° 方向) 的磁力。這些交差的線圈發生使回轉子動作的磁力線，為了控制回轉子的動作，在回轉子下部注入矽油 (silicon oil)，如圖 5-11-20 所示。

(三) 在交差的線圈中通入電流，則回轉子因受各線圈磁力線的影響而產生轉動，使裝在上面的指針擺動。

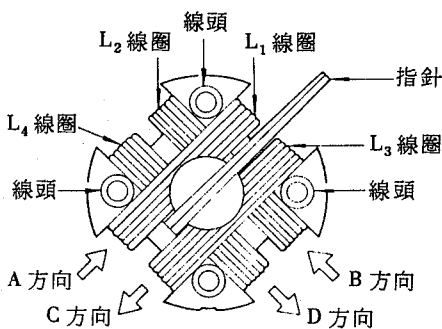


圖 5-11-19 交差線圈的繞線方向 [註19]

四圖 5-11-21 所示為交差線圈油錶之電路圖，若送信部之電阻 R_s 電阻值發生變化，則 V_s 電壓也變化，電流 I₁、I₂ 的大小也變化，各線圈所產生磁力線的強度也發生變化。

1. 當 R_s 電阻值為 0 時 (即油箱之油滿時)

R_s 電阻值為 0 時，V_s 電壓也是 0 電位，電路構成爲 L₁→L₂→搭鐵，由於只有 L₁、L₂ 兩線圈通電，L₃、L₄ 兩線圈不通電之關係，只有 L₁、L₂ 產生磁力，因此回轉子在與 L₁ 和 L₂ 合成磁力線一致的位置停止。錶中線圈 L₁ 與 L₂ 成 90° 交差，因爲 L₁ 之圈數比 L₂ 之圈數多 (N₁ > N₂)，L₁ 的磁力線比 L₂ 的磁力線多 (N₁I₁ > N₂I₂)，回轉子在接近 L₁ 磁力線的位置 (角度 θ₁) 時停止，油錶指針指在 F (油滿) 位置，如圖 5-11-22 所示。

2. 當 R_s 電阻稍上升時 (即油箱之油半滿時)

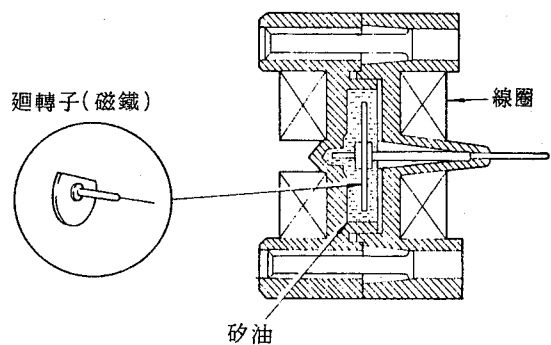


圖 5-11-20 交差線圈式儀錶斷面圖 [註20]

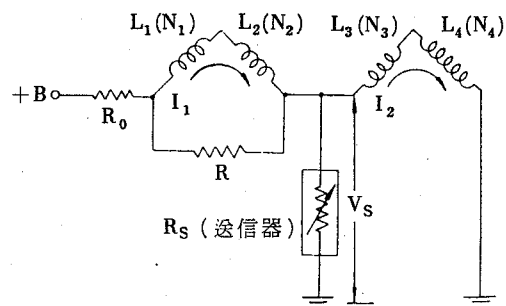


圖 5-11-21 交差線圈式燃油錶電路圖 [註21]

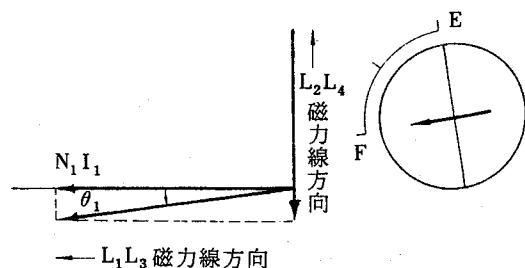


圖 5-11-22 R_s 電阻零時之作用，指針指在 F [註22]

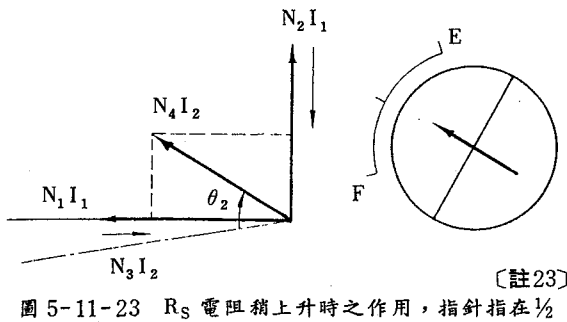


圖 5-11-23 R_s 電阻稍上升時之作用，指針指在 $\frac{1}{2}$

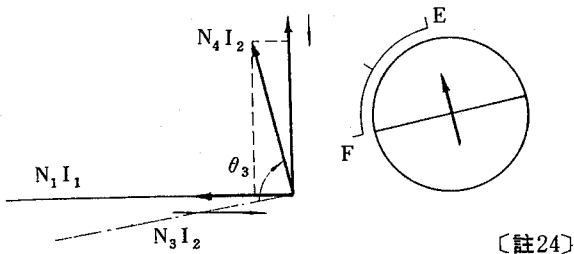
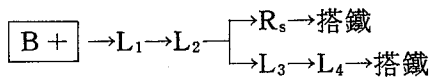


圖 5-11-24 R_s 電阻升到最大時之作用，指針指在 E

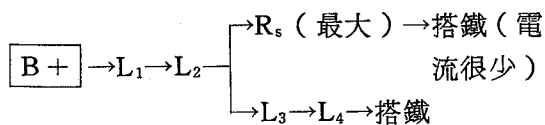
當油箱的油減少，送信器之電阻值 R_s 上升， V_s 電壓也成比例上升，其電路構成爲



此時全部的線圈都有電流， L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 都有磁力線產生，因爲線圈 L_1 與 L_3 的方向相差 180° ， L_3 的磁力線作用等於使 L_1 的磁力線減少； L_2 與 L_4 線圈的方向亦相差 180° ， L_2 的磁力線作用是使 L_4 的磁力線減少。故合成磁力線的位置在刻度的一半處，指針指在 $\frac{1}{2}$ 處，如圖 5-11-23 所示。

3. 當 R_s 電阻更升高時（即油箱無油時）

當油箱無油時，浮筒降到最低，送信器 R_s 電阻升到最大， V_s 電壓也升到最大，其電路構成爲



此時因通過 L_3 、 L_4 之電流增大，使合成磁力線的位置如圖 5-11-24 所示，回轉子轉到 θ_3 位置，指針指在 E（無油）位置。

(五) 置針式儀錶之作用

1. 一般的儀錶是在電源 ON 時動作，而在電源 OFF 時指針就回原位置。若電源 OFF 時指針仍停留在動作位置時，稱爲置針式儀錶。

2. 爲使交差線圈式儀錶成爲置針式，把回轉

子製成圓盤形，變化控制用矽油的黏度與量，使指針不立刻回原位，因此置針交差線圈式儀錶的指針動作會稍慢，如圖 5-11-20 所示。

3. 置針式儀錶之注意事項：

- (1) 在鑰匙開關 OFF 時，指針不回“E”之位置不是故障。
- (2) 在鑰匙開關 OFF 時之指示值，會因機械振動與經過時間產生誤差。
- (3) 加滿油後，打開鑰匙開關 (ON)，指針需經 2 分鐘後才能安定指示正確值。

四、串聯線圈—可變電阻式燃油錶（已少用）

(一) 圖 5-11-25 所示爲線圈串聯式接收器與可變電阻送信器之燃油錶電路圖。

(二) 當油箱油滿時，送信器之電阻 R_s 減少，抵抗電壓 V_s 變小，流過電流線圈 L_c 之電流大，產生之磁力線 ϕ_c 多；流過電壓線圈之電流少，產生之磁力線 ϕ_p 少，如圖 5-11-26 (c) 所示，指針指向 F（油滿）處。

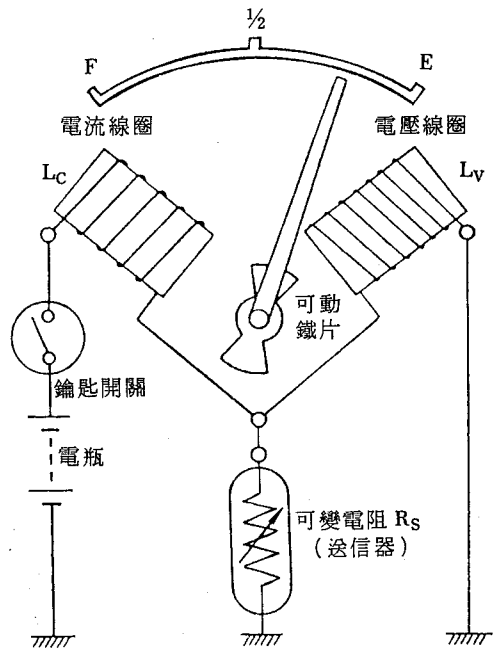


圖 5-11-25 串聯線圈—可變電阻式燃油錶〔註25〕

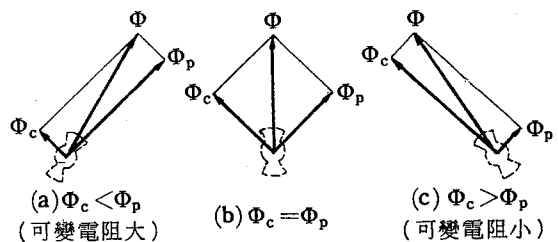


圖 5-11-26 磁力線的合成〔註26〕

(三)當油箱無油時，送信器之電阻 R_s 增大，抵抗電壓 V_s 變大，使流過電壓線圈 L_v 之電流增加， $\phi_p > \phi_c$ ，如圖5-11-26(a)所示，指針指向E（無油）處。

(四)當油箱存油約一半時， $\phi_p = \phi_c$ ，指針指在 $\frac{1}{2}$ 處，如圖5-11-26(b)所示。

五、並聯線圈—可變電阻式燃油錶（已少用）

(一)圖5-11-27所示為線圈並聯式接收器與可變電阻送信器燃油錶電路圖。

(二)接收器中有二組線圈，主線圈與電路串聯，副線圈與電路並聯。

(三)當油箱無油時，浮筒下降，送信器之電阻變最大，流過主線圈之電流少，副線圈之磁力將指針吸在E（無油）處。

(四)當油箱油滿時，浮筒上升，送信器之電阻變小，流過主線圈之電流增加，磁力增大，將指針吸在F（油滿）處。

六、電熱偶—電熱偶片式燃油錶（已少用）

(一)圖5-11-28所示為電熱偶片接收器與電熱偶片式送信器油錶之構造及作用。

(二)送信器裝在油箱上，包括一只浮筒，一組電熱偶片，一副白金接點及一只與電熱線並聯用來保護接點之電阻。

(三)當油量少時，浮筒下降，電熱偶片上之接點鬆合，當鑰匙打開(ON)後，電由電瓶→開關→油錶本體電熱線圈→送信器電熱線圈→接點→搭鐵，因送信器之接點鬆合，故熱偶片稍為彎曲

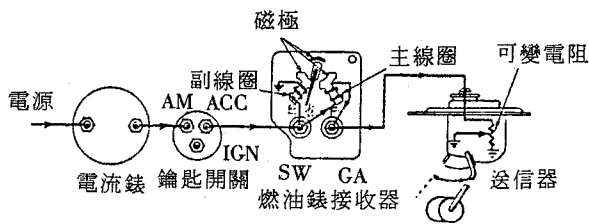


圖 5-11-27 並聯線圈—可變電阻式燃油錶 [註27]

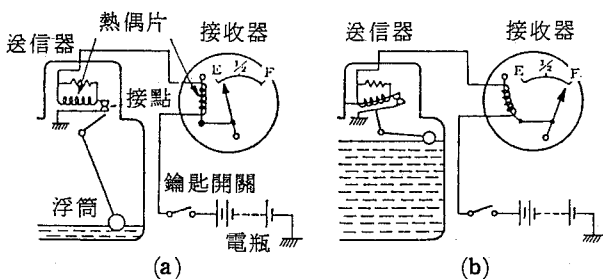


圖 5-11-28 電熱偶式—電熱偶式燃油錶

，接點就分開，電流中斷，電流中斷後，熱偶片冷卻又變直，使接點又接合，如此接點不斷跳動，油錶本體之電熱線溫度不能升高，熱偶片保持平直，指針指在E的附近。

(四)當油滿時，浮筒上升，電熱偶片上之接點緊合，熱偶片被電熱線燒彎時，接點仍不會分開。油錶本體的熱偶片也被加熱至相同的溫度，指針指在F附近。

(五)因送信器之接點經常不斷跳動，易生火花，且不耐用，故現已不使用。

11-2-4 溫度錶

一、溫度錶用來指示引擎冷卻水的溫度，送信器裝在引擎水套出水口附近，有熱敏電阻、電熱偶片式、液體感溫筒三種，接收器有電熱偶片、線圈、波唐管三種。

二、電熱偶片—熱敏電阻式溫度錶（使用最多）

(一)圖5-11-29所示為接收器使用電熱偶片，送信器使用熱敏電阻之溫度錶構成圖。

(二)熱敏電阻(thermistor)送信器之構造如圖5-11-30所示，溫度與通過電流之變化如圖5-11-31所示。

(三)作用原理與電熱偶—可變電阻式燃油錶相同，錶面刻度C表低溫，H表高溫。一般汽車正常行駛時指針應指在 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 刻度間。

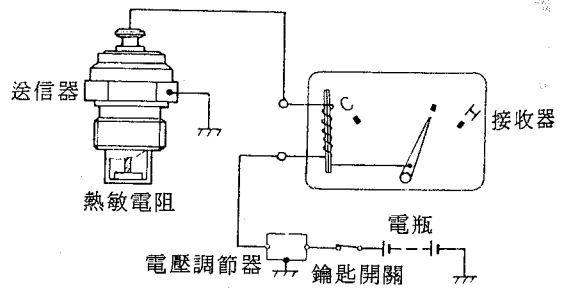


圖 5-11-29 電熱偶—熱敏電阻式溫度錶 [註28]

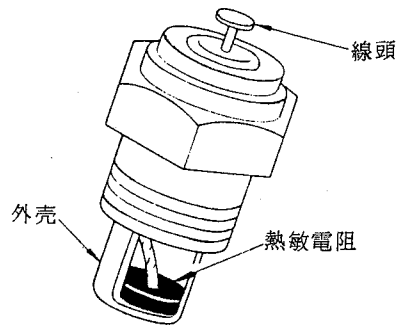


圖 5-11-30 熱敏電阻構造 [註29]

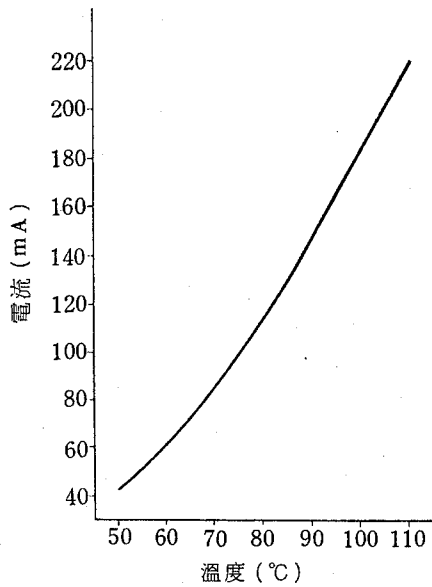


圖 5-11-31 熱敏電阻之特性〔註30〕

三、電熱偶—電熱偶式溫度錶（已少用）

(一)圖 5-11-32 所示為接收器使用電熱偶片，送信器也使用電熱偶片之溫度錶構造及作用。

(二)溫度低時送信器之接點緊合，接收器之電熱偶片被加熱彎曲，將指針拉到 C（低溫）處。

(三)溫度高時送信器之熱偶片彎曲，接點鬆合，接點很容易分開，接收器之電熱偶片保持平直，指針指在 H（高溫）處。

(四)此式在鑰匙 OFF 時，指針指在 H 處。

四、串聯線圈—熱敏電阻式溫度錶（已少用）

(一)接收器使用串聯線圈，送信器使用熱敏電

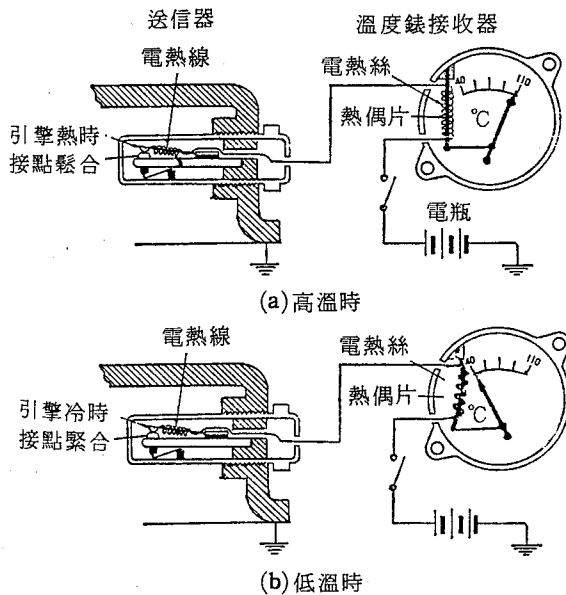


圖 5-11-32 電熱偶—電熱偶式溫度錶

阻，如圖 5-11-33 所示。

(二)作用與串聯線圈—可變電阻式燃油錶完全相同，不再贅述。

五、波唐管式溫度錶（已少用）

(一)波唐管式溫度錶由溫度錶體（接收器）、感溫器（送信器）及細銅管組成，如圖 5-11-34 所示。

(二)溫度錶體之構造如圖 5-11-35 所示。波唐管為用薄青銅製成一種圓弧形而具有彈性的扁平截面管，一端固定，一端活動，活動端使用扇形齒輪與指針之齒輪嚙合，固定端開口與壓力來源相連接。

(三)感溫器內有揮發性極強的液體（一般用乙醚），感溫器與溫度錶體之波唐管口間用銅管傳輸。

(四)冷却水溫度低時，乙醚未汽化，管內壓力低，指針指在 C（低溫）處；冷却水溫度高時，

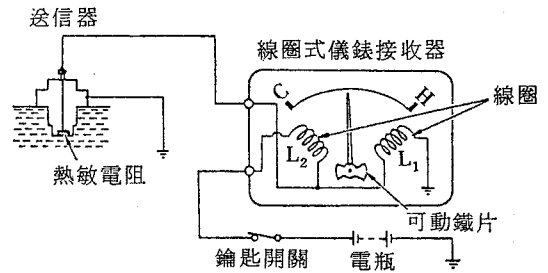


圖 5-11-33 串聯線圈—熱敏電阻式溫度錶〔註31〕

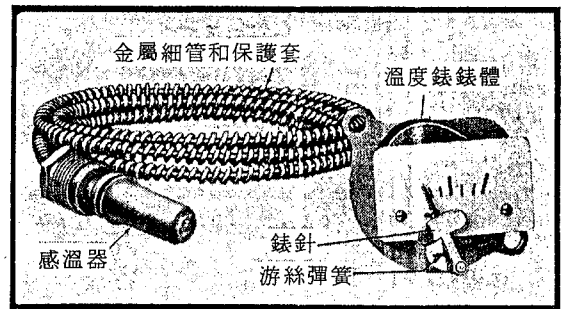


圖 5-11-34 波唐管式溫度錶〔註32〕

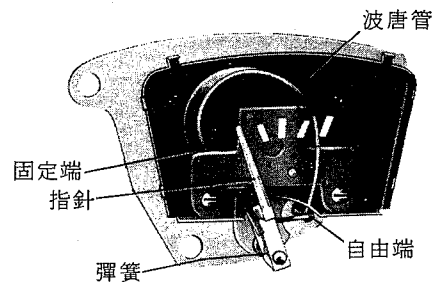


圖 5-11-35 波唐管錶體之構造〔註33〕

乙醚大量汽化，管內壓力升高，波唐管伸張，轉動指針使指向H（高溫）處。

(五)此式構造複雜，安裝困難，汽車上已不採用。

11-2-5 機油壓力錶

一、機油壓力錶用來指示引擎主油道中機油壓力，目前大型汽車仍有裝用，小型汽車一般均改以警告燈代替。一般引擎機油壓力約為 4 kg/cm^2 。送信器裝在引擎主油道上，有可變電阻式、電熱偶片式兩種。接收器有電熱偶式、線圈式及波唐管式三種。

二、電熱偶—電熱偶式機油壓力錶

(一)電熱偶片式機油壓力錶（接收器）之構造如圖 5-11-36 所示，電熱偶片量壓器（送信器）之構造如圖 5-11-37 所示。

(二)當引擎未發動，鑰匙打開（ON）時之作用如圖 5-11-38 所示，無壓力到送信器，接點分開，接收器無電流，指針指在 0 的位置。

(三)引擎發動後之作用如圖 5-11-39 所示，油壓將送信器之膜片向上推，使接點閉合，並依油壓大小使熱偶片產生不同程度的彎曲。電流由電

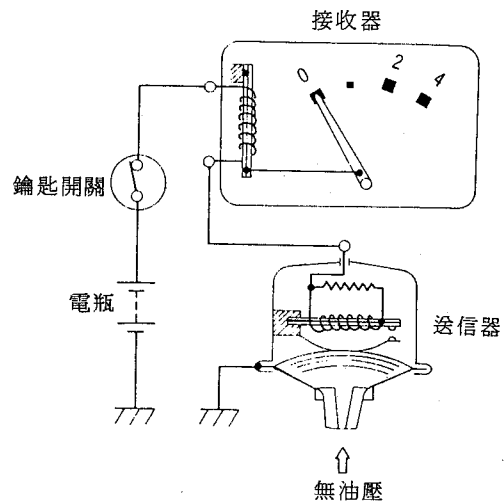


圖 5-11-38 機油無壓力時之作用〔註36〕

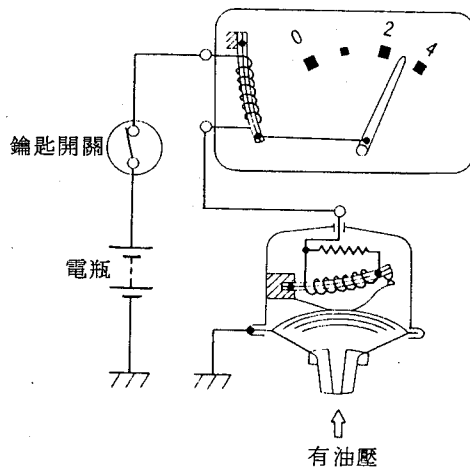


圖 5-11-39 機油壓力上升時之作用〔註37〕

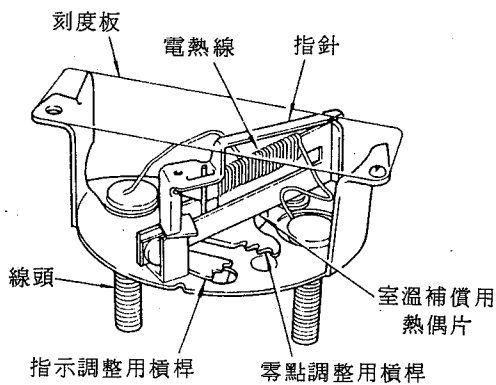


圖 5-11-36 電熱偶式機油壓力錶接收器構造〔註34〕

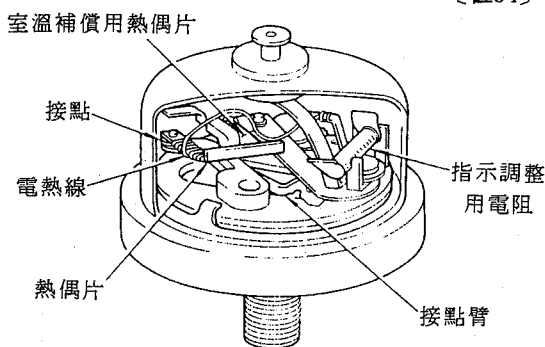


圖 5-11-37 電熱偶式機油壓力錶送信器構造〔註35〕

瓶→開關→接收器內電熱線→導線→送信器電熱線→接點→搭鐵。熱偶片加熱彎曲，使接點分開之時間因油壓之高低而異，油壓低時容易跳開，接收器加熱時間短，熱偶片彎曲量少，指針指在低壓處。油壓高時，接點不易分開，接收器加熱時間長，熱偶片彎曲量多，指針指在高壓處。

三、線圈—可變電阻式機油壓力錶（已少用）

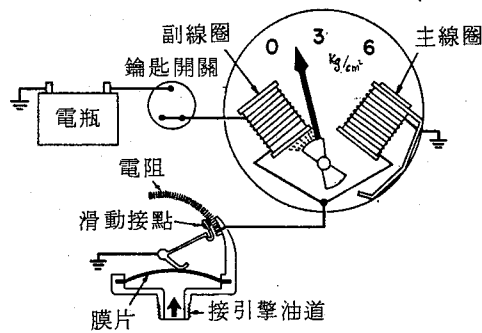
(一)圖 5-11-40 所示為串聯線圈—可變電阻式機油壓力錶之構造及作用。

(二)圖 5-11-41 所示為並聯線圈—可變電阻式機油壓力錶之構造及作用。

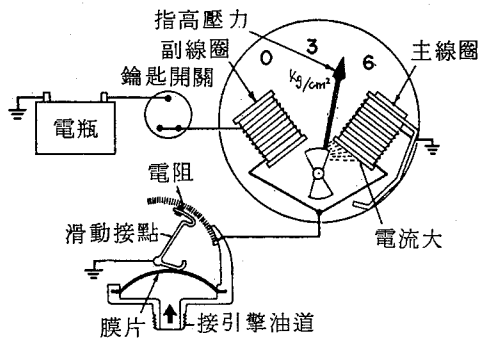
(三)其構造及作用與燃油錶相同，不再贅述。

四、波唐管式機油壓力錶（已少用）

(一)圖 5-11-42 所示為波唐管式機油壓力錶之構造，從主油道用細銅管直接將油壓引入，使波唐管作用。



(a) 油壓低時



(b) 油壓高時

圖 5-11-40 串聯線圈—可變電阻式機油壓力錶〔註38〕

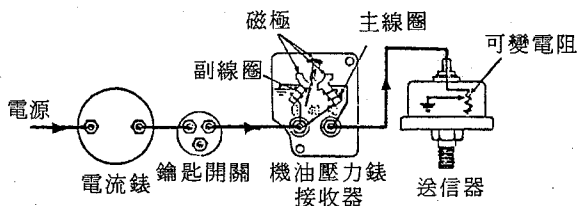


圖 5-11-41 並聯線圈—可變電阻式機油壓力錶〔註39〕

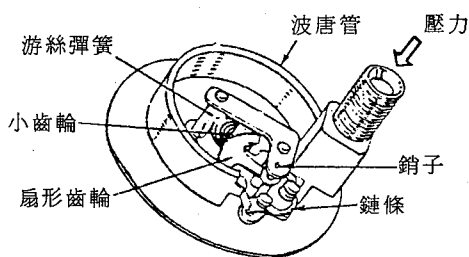


圖 5-11-42 波唐管式機油壓力錶〔註40〕

(二)因構造複雜，拆裝困難，現已很少使用。

11-2-6 電流錶

一、電流錶用來指示電瓶充電或放電之電流量，一般汽車上已不採用，而改以充電指示燈代替，但電流錶在汽車電氣的檢驗上仍有其用途，故加以介紹。

二、電流錶有直線式、固定線圈式及可動線圈式三種。

三、直線式電流錶

(一)直線式電流錶之構造如圖 5-11-43 所示，由 U 字形永久磁鐵，附有錶針的可動鐵片放在中間，下面為電線。

(二)直線式電流錶之作用如圖 5-11-44 所示，可動鐵片平時受永久磁鐵南、北極之作用保持平衡，指針指在中央之 0 位置上。

(三)當充電時，電線因電流流過所產生的磁場(B)與永久磁鐵磁場(A)互相組合後，產生偏轉之合成磁場(C)。合成磁場吸引可動鐵片，使指針指到充電方向之刻度，如圖 5-11-45 所示。

(四)當放電時，電線因電流方向相反，產生之

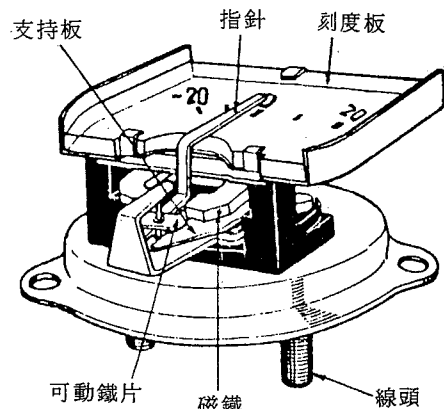


圖 5-11-43 直線式電流錶構造〔註41〕

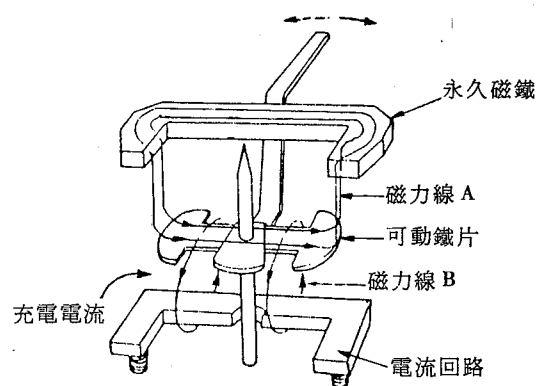


圖 5-11-44 直線式電流錶作用原理〔註42〕

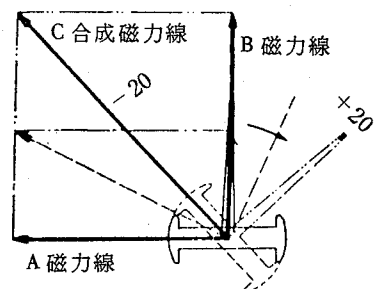


圖 5-11-45 充電時之作用〔註43〕

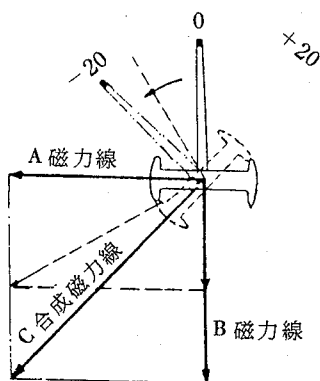


圖 5-11-46 放電時之作用〔註44〕

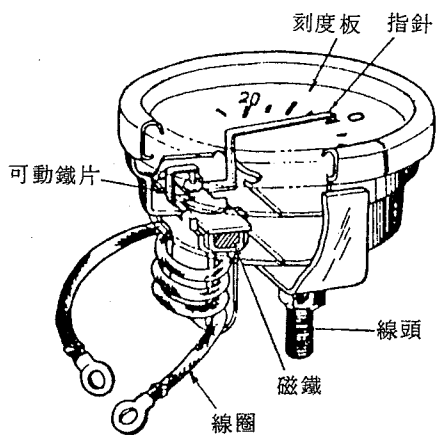


圖 5-11-47 固定線圈式電流錶構造〔註45〕

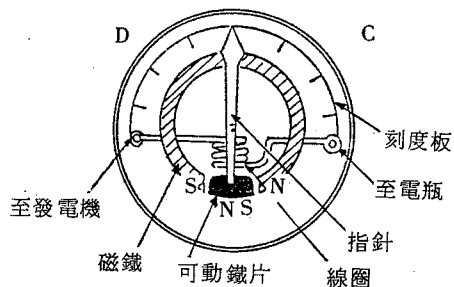


圖 5-11-48 固定線圈式電流錶作用原理

磁場(B)的方向亦相反，與永久磁鐵磁場(A)組合後之合成磁場(C)如圖 5-11-46 所示。將可動鐵片吸引後，使指針指向放電方向之刻度。

四、固定線圈式電流錶

(一)圖 5-11-47 所示為固定線圈式電流錶之構造，包括 U 字形永久磁鐵、附指針之可動鐵片與線圈。

(二)圖 5-11-48 所示為固定線圈式電流錶之作用。當電瓶充電時，線圈之下面成 S 極，與可動鐵片之相吸相斥作用將指針吸向右側充電部分。當電瓶放電時，線圈下面成 N 極，將指針吸向左

側放電部分。

五、可動線圈式電流錶

(一)可動線圈式電流錶之構造如圖 5-11-49 所示，由永久磁鐵、可動線圈、螺旋彈簧等所構成。在永久磁鐵中放置可動線圈，在可動線圈的軸上裝指針及螺旋彈簧，有樞軸式及中央突出式兩種。圖 5-11-49(A)所示為可動線圈式電流錶接線。

(二)由流過線圈的電流產生的電磁力與螺旋彈簧的控制力成平衡時指示電流值。因線圈產生之電磁力與流過線圈的電流值成正比，故可以很準確的指示電流值。

(三)可動線圈式電流錶流過線圈的電流很小，需使用分流片，故車室內不必引進大電流。

11-2-7 路碼錶

一、路碼錶包括速率錶 (speed meter) 及里程錶 (odo meter) 兩部分。里程錶有全程錶及能隨

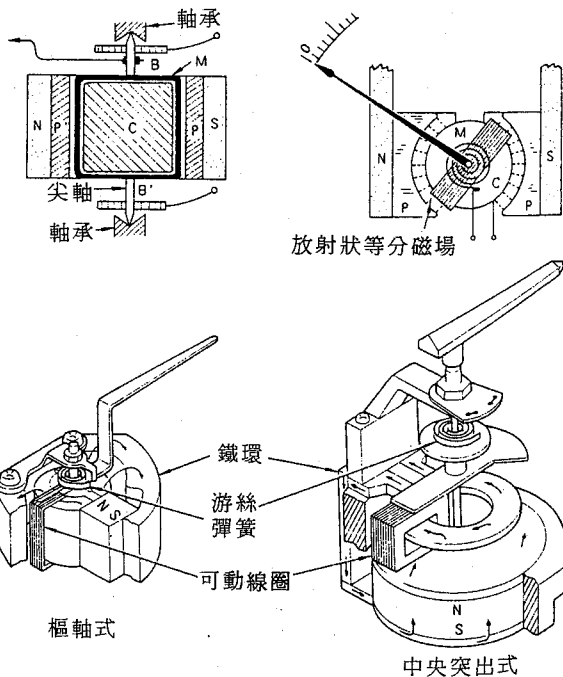


圖 5-11-49 可動線圈式電流錶構造〔註46〕

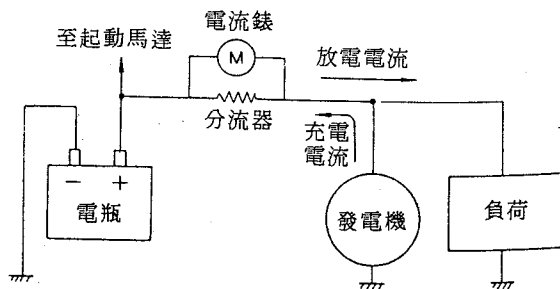


圖 5-11-49(A) 可動線圈式電流錶接線〔註47〕

時歸零的短程錶兩部分。現代汽車之速率錶很多附有速度警報裝置，當車速超過設定速度（一般約 105 km/h）時會發出警報聲，提醒駕駛員注意。圖 5-11-50 所示為一般路碼錶之錶面。

二、速率錶指示車速的方法有下列三種：

(一) 錶針迴轉式——如圖 5-11-51 (a) 所示，錶針裝於錶面中央，以圓弧方式旋轉，針尖所指的刻度為車速，單位為每小時公里 (km/h)。

(二) 錶針橫行式——如圖 5-11-51 (b) 所示，如收音機的選台指針，錶針與轉盤用線連接，將轉盤之迴轉運動轉變成直線運動。

(三) 轉筒式——如圖 5-11-51 (c) 所示，為指針橫行式的變形，轉盤迴轉時使轉筒轉動，轉筒上有塗紅色的螺旋部分，由速率錶上的狹窗可以看出着色的移動，如圖上所示為車速 20 km/h。

三、速率錶的構造及作用

(一) 圖 5-11-52 所示為早期使用之離心力式速率錶之構造，現已不再採用。由變速箱驅動的軟軸帶動離心飛重，飛重因離心力向外摔開，將導軸套往上提，經柱形齒桿帶動小齒輪，使指針指示。

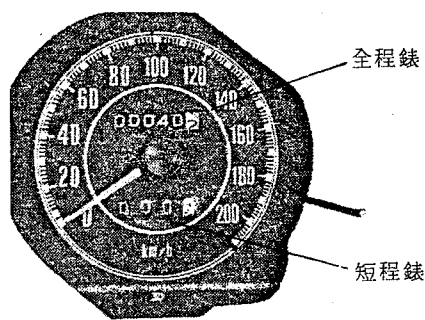


圖 5-11-50 一般路碼錶之錶面 [註 48]

(二) 現代汽車使用之速率錶均為電磁式速率錶，構造如圖 5-11-53 所示，由迴轉磁鐵、轉盤（或稱誘導盤）、磁場片、游絲彈簧、指針等組成。由變速箱輸出軸驅動之軟軸，如圖 5-11-54 所示所驅動。

(三) 速率錶指針的指示係因軟軸帶動迴轉磁鐵旋轉時，使轉盤亦發生迴轉力，此迴轉力與游絲彈簧的彈力平衡而指示。

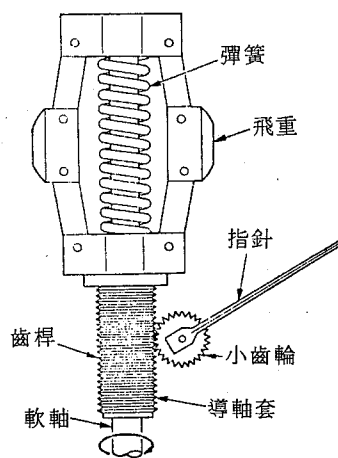


圖 5-11-52 離心力式速率錶

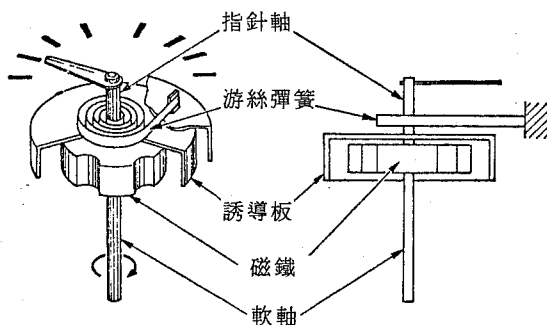


圖 5-11-53 電磁式速率錶

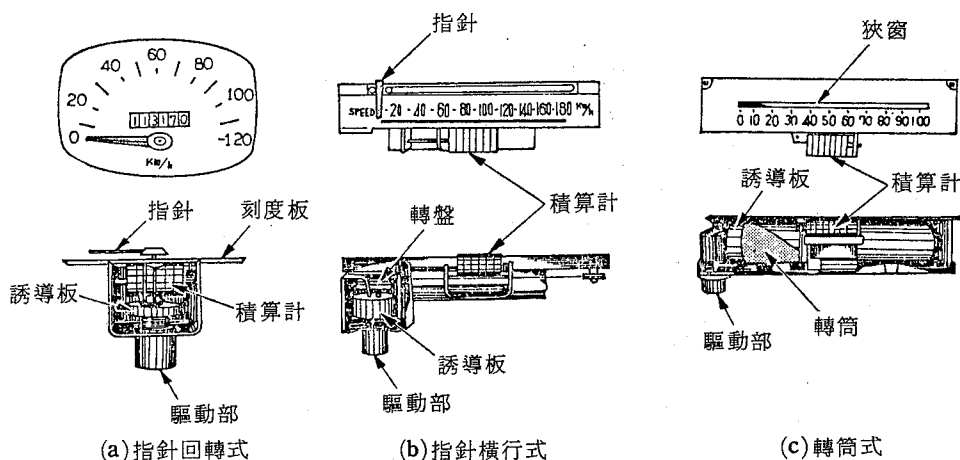


圖 5-11-51 速率錶指示法

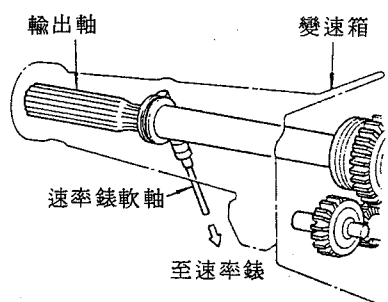


圖 5-11-54 路碼錶驅動軟軸的連接法〔註49〕

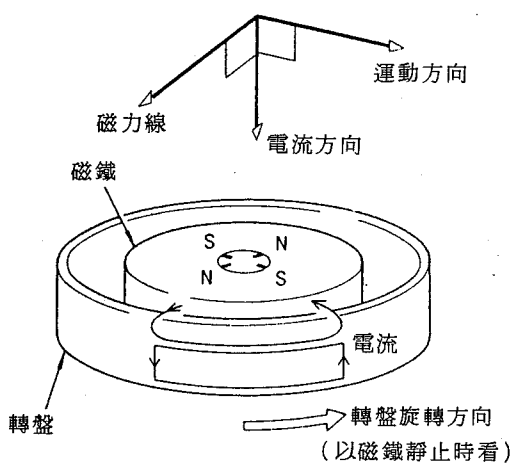


圖 5-11-55 速率錶作用原理(I)〔註50〕

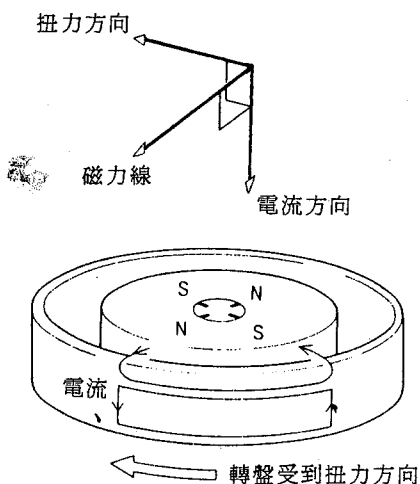


圖 5-11-56 速率錶作用原理(II)〔註51〕

(四)迴轉磁鐵之所以使轉盤轉動，其原理係應用「把導體置於迴轉磁場中，導體便感應產生電流，而發生與迴轉磁場同方向扭力矩之原理」。

(五)迴轉磁鐵係永久磁鐵產生之磁力線，由N極發出，切割轉盤後回到S極；當迴轉磁鐵順時針旋轉時，轉盤不動，由相對運動可假定迴轉磁鐵不轉，而轉盤以逆時針方向切割磁力線，如圖5-11-55所示，根據佛萊銘右手定則（發電機定

則）可知，在靠近N極處之電流向下流，靠近S極之電流向上流。再根據佛萊銘左手定則（電動機定則）可知，在磁場中的轉盤，當有電流發生後，會產生順時針方向旋轉之作用，如圖5-11-56所示。所以迴轉磁鐵旋轉時，轉盤會隨著產生同方向之旋轉。

(六)轉盤的旋轉力與迴轉磁鐵的迴轉速度（即車速）成正比，而游絲彈簧之力與此迴轉力平衡，便決定了指針的指示位置。

(七)一般速率錶指示 60 km/h 時，迴轉磁鐵之轉速（即軟軸轉速）機車為 1,400 rpm，汽車為 637 rpm。

(八)若周圍溫度為 20°C 時，加大迴轉速度時，速率錶的指示誤差以日本 JIS 的規定，如表 5-11-1 所示。

表 5-11-1 JIS 速率錶指示誤差值

標準指示 km/h	20	40	60	100	120	140	160
誤差範圍 km/h	±3	+5 -0	+5 -0	+5 -0	+6 -0	+7 -0	+8 -0

四、里程錶的構造及作用

(一)圖 5-11-57 所示為里程錶之構造。

(二)里程錶是以速率錶迴轉磁鐵之驅動軟軸驅動特殊的齒輪來驅動計數環而積算行駛里程。里程錶又分全程錶及短程錶兩種；全程錶通常有五個計數環，每個計數環上有黑底白字之 0—9 十個數字，末位數每轉一圈代表汽車行駛 1 公里（英制行駛 1 哩），個位數每轉一圈，將十位數字環撥進一個字，以此類推，右側計數環每轉一圈，使左側計數環撥一字。現代汽車之全程錶的最右側通常再附一組白底黑字，每一數字代表 1/10 公里（英制為 1/10 哩）之計數環。

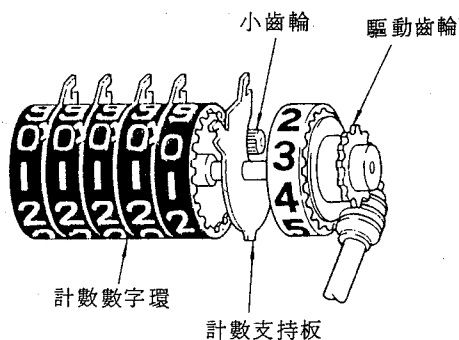


圖 5-11-57 里程錶的構造〔註52〕

(三)短程錶通常為三位數，隨時可以利用歸零裝置，使每個計數環都回到0，以計算每一次或每天的行駛里程。

(四)計數環之作用如下：計數環的右側面通常有20齒內齒，與六齒之中間小齒輪左側相啮合，如圖 5-11-58 (a)所示，計數環之左側面只有二齒可與中間小齒輪的右側面之長三齒（六齒中有三短三長）相啮合，如圖 5-11-58 (c)所示，計數環之右側面環邊有一凸緣，平時由中間小齒輪的兩長齒將計數環定位，防止因震動而自行旋轉，如圖 5-11-58 (b)所示。如圖 5-11-59 所示，右側之計數環 A 直接由驅動齒輪迴轉，計數環做順時針方向旋轉，因計數環之左側面僅有二齒，故當此二齒與中間小齒輪相啮合時，才能驅動小齒輪，使左側（進一位）的計數環 B 進一字。

(五)短程錶的歸零方法有歸零鈕旋轉、拉或推等三種不同方式。

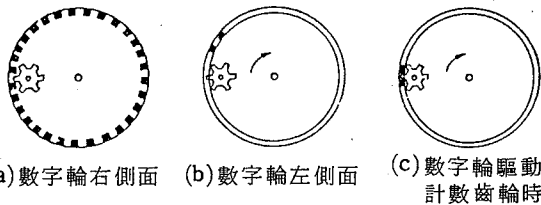


圖 5-11-58 計數環之作用〔註53〕

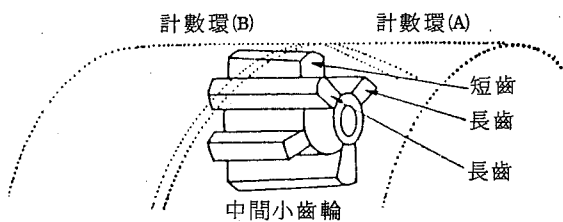


圖 5-11-59 計數環之傳動〔註54〕

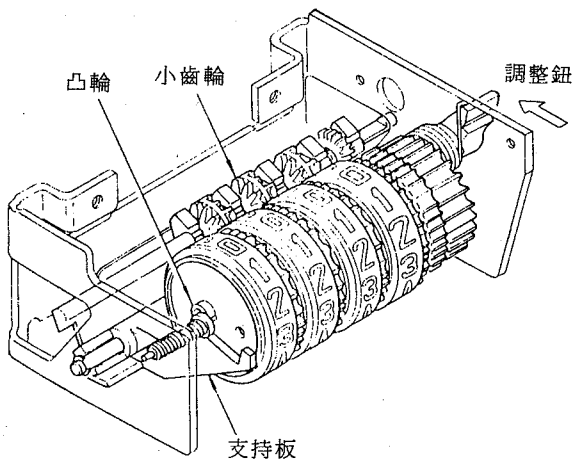


圖 5-11-60 旋轉歸零裝置〔註55〕

1. 旋轉鈕歸零的方法如圖 5-11-60 所示，因計數環的鈎爪嵌在軸的凹部，故當軸旋轉時，就可以把全部計數環拉回 0 位。

2. 壓一下或拉一下歸零鈕就能使短程錶歸零方式稱為一觸式 (one touch type)。圖 5-11-61 所示為一觸式歸零裝置之構造，當將歸零鈕一壓或一拉時，將中間小齒輪移開，利用作用鈎將凸輪轉一個角度，使計數環回到 0 位，如圖 5-11-62 之(a)(b)(c)所示。

(六)軟軸轉速 1,400 rpm，速率錶指示 60 km/h 者，個位計數環轉一圈，軸要轉 1,400 次；軟軸轉速 637 rpm，速率錶指示 60 km/h 者，個位計數環轉一圈，軸要轉 637 次，即車輛行駛 1 公里。前者一般用在機車，後者用在汽車。

五、車速感知器

(一)現代汽車許多均裝置有自動駕駛 (auto drive)、行駛電腦 (cruise-computer)、車速計算控制 (navi control)、微電腦引擎及變速控制……等。有此項新裝備之汽車必須有車速的檢出裝置。因此現代汽車之路碼錶中常附有車速感知器。

(二)常用之車速感知器有引導開關式及磁阻元

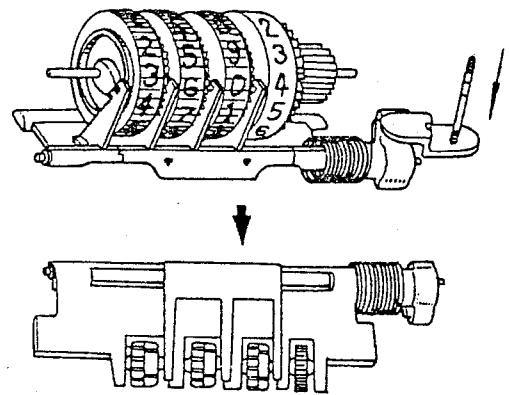


圖 5-11-61 一觸式歸零裝置〔註56〕

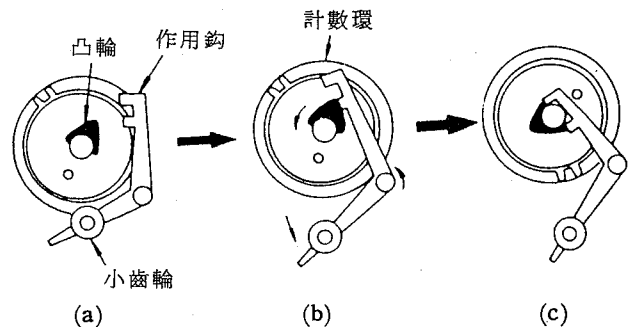


圖 5-11-62 一觸式歸零裝置原理〔註57〕

素式兩種。

1. 引導開關 (lead switch) 式車速感知器

如圖 5-11-63 所示，在迴轉四極磁鐵的外面放置橡膠磁場 (gum magnet)，因磁極的接近與遠離，引導開關就會產生 ON-OFF 的信號，軟軸每轉一轉產生四次脈衝 (pulse)。圖 5-11-64 所示為引導開關之作用。

2. 磁阻元素式

磁阻元素式可以檢知迴轉磁鐵洩漏的磁力線，以 IC 將其放大，迴轉磁鐵轉一轉，IC 能取出四次脈衝信號，如圖 5-11-65 所示。

11-2-8 引擎轉速錶

一、引擎轉速錶 (tachometer) 用來指示引擎曲軸每分鐘迴轉數，現代許多汽車儀錶上均有裝置。有磁鐵迴轉式、發電機式、脈衝式……等。

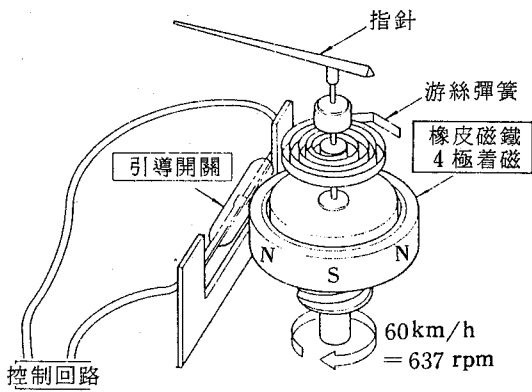


圖 5-11-63 引導開關式車速感知器 [註58]

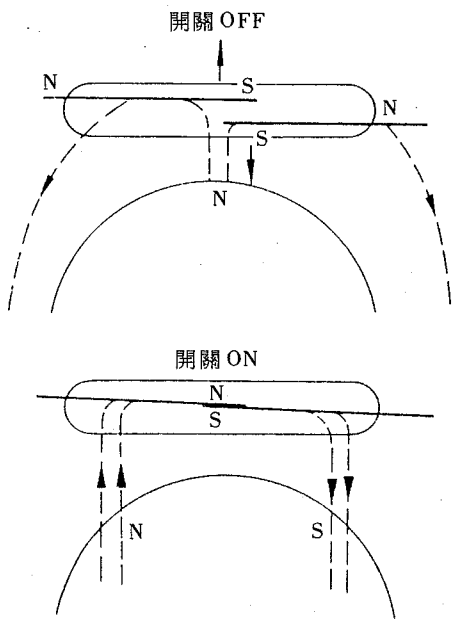


圖 5-11-64 引導開關之作用原理 [註59]

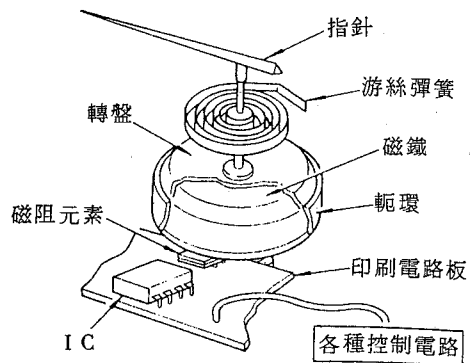


圖 5-11-65 磁阻元素式車速感知器 [註60]

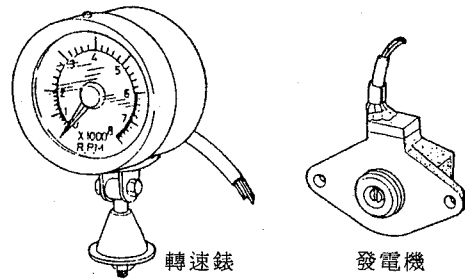


圖 5-11-66 發電機式引擎轉速錶 [註61]

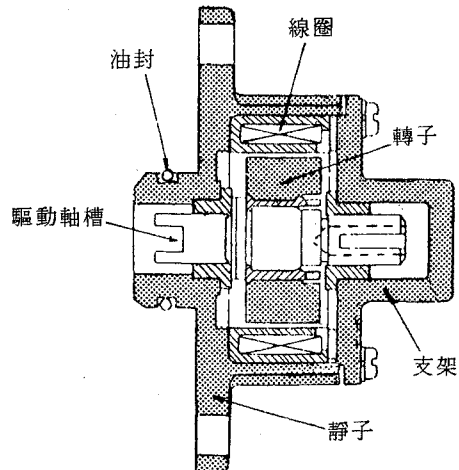


圖 5-11-67 發電機之構造 [註62]

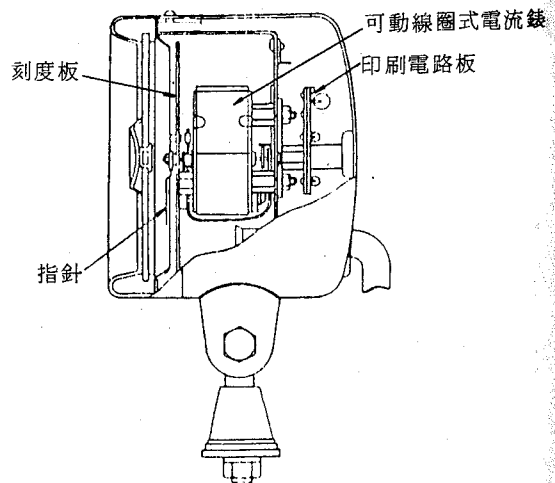


圖 5-11-68 轉速錶之構造 [註63]

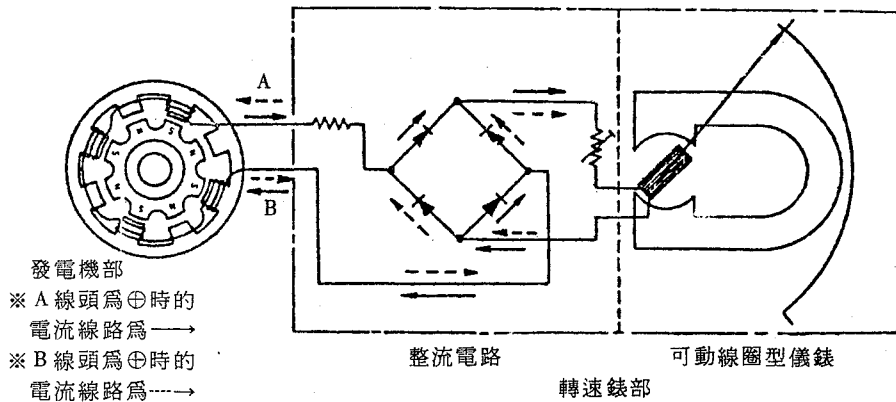


圖 5-11-69 發電機式轉速錶電路圖〔註64〕

二、磁鐵迴轉式引擎轉速錶

磁鐵迴轉式引擎轉速錶之構造及作用原理與速率錶完全相同，刻度盤之刻度為 rpm，驅動軸由引擎凸輪軸驅動。

三、發電機式引擎轉速錶

(一)發電機式引擎轉速錶包括儀錶部及發電機部兩部分，如圖 5-11-66 所示，發電機部之構造如圖 5-11-67 所示，儀錶部之構造如圖 5-11-68 所示。

(二)圖 5-11-69 所示為其電路圖，當引擎運轉時，發電機之轉子亦跟著運轉，使靜子線圈感應出交流電，經四粒整流粒全波整流後成直流電，送到轉速錶的線圈，線圈因電流之流入而發生轉動（原理同可動線圈式電流錶），使指針指示正確轉數。

四、脈衝式引擎轉速錶

現代汽車之引擎轉速錶多採用脈衝式，用在汽油引擎與柴油引擎的構造不同，現在分別介紹如下。

(一)汽油引擎用脈衝式引擎轉速錶：

1. 此式轉速錶係把分電盤白金接點開合 (ON-OFF)，利用電子電路轉換成直流電流的脈衝，使電容器充放電，再將放電電流以電流錶讀取，便知引擎的轉數，如圖 5-11-70 所示。

2. 新式之脈衝式汽油引擎轉速錶係採用 IC 電路，如圖 5-11-71 所示。其作用如下：

(1) ①信號由③線頭輸入，經波形整形後成為②輸出。因線頭②的電壓使線頭③的電壓大於 0.7 V 時做 Hi 檢出。

(2) 若②變成 Hi，線頭①開放使 C₁ 經 R₁ 放電。放電進行中①線頭降到基準電壓以下時

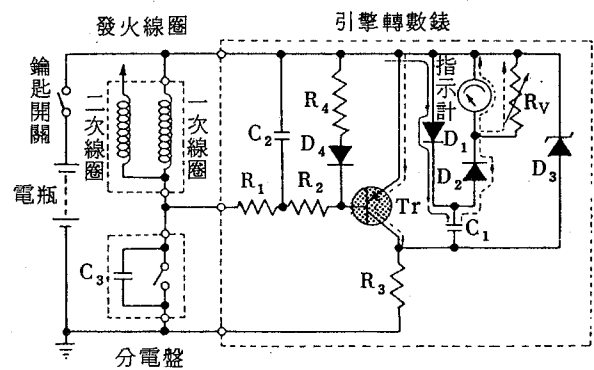


圖 5-11-70 脈衝式引擎轉速錶電路圖〔註65〕

④輸出由 Hi 變成 Low。又一旦②變成 Low，①線頭加以定電壓（約 1.3 V），即成滿充電。④每 2 msec 的一次脈衝產生與引擎轉數無關。

(3) ④的輸出為 Hi 時，儀錶部便通電流，又⑥的電壓在④為 Hi 時被控制成 1 V，故只有點火發生時才有一定的電流流過，如此即可用來指示引擎回轉數。

(二)柴油引擎用脈衝式引擎轉速錶：

1. 圖 5-11-72 所示為柴油引擎用脈衝式引擎轉速錶外觀。

2. 在柴油噴射泵凸輪之下方塞子上裝置磁鐵感應裝置，如圖 5-11-73 所示，每當凸輪的鼻部靠近磁鐵感應器時便會產生脈衝信號，經放大裝置後就能使錶之指針指示。圖 5-11-74 所示為其方塊圖。

11-2-9 行車記錄器

一、行車記錄器 (tachograph) 能將汽車的駕駛狀況，如行駛的時間、各瞬間行駛的速度、停車的時刻與停留的時間及行駛的里程、駕駛員交

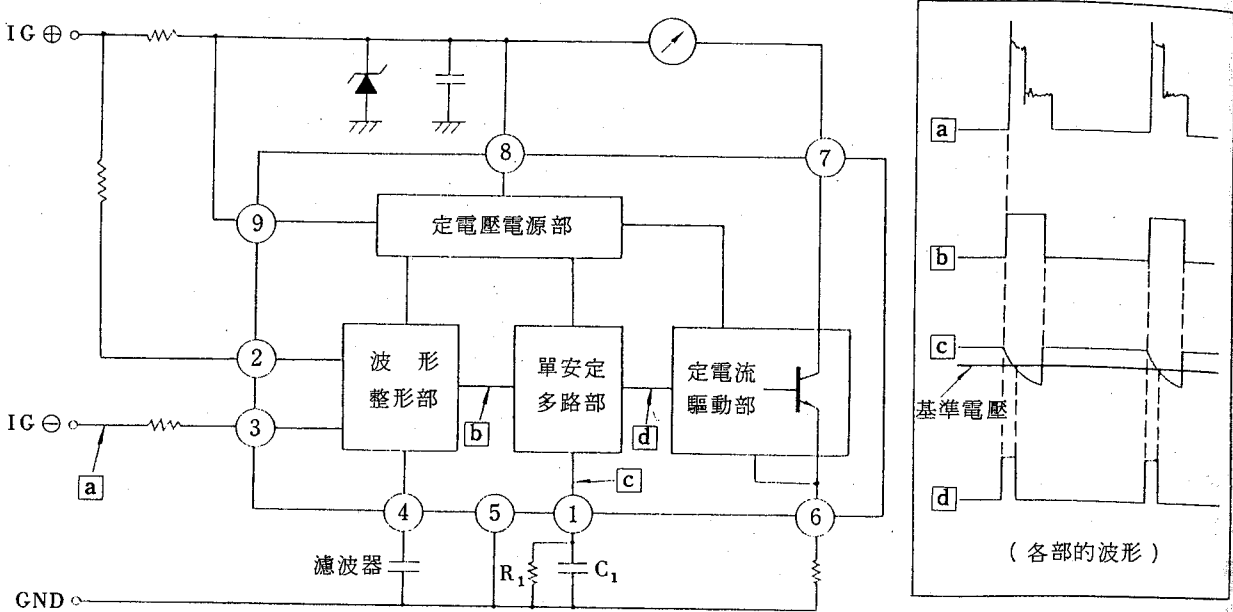


圖 5-11-71 IC式汽油引擎轉速錶方塊圖〔註66〕

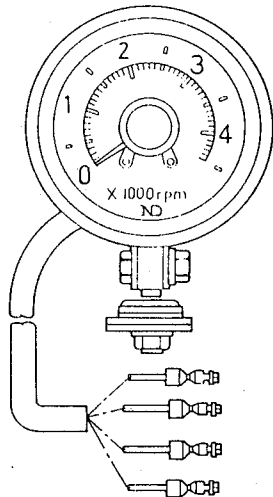


圖 5-11-72 柴油引擎用脈衝式轉速錶〔註67〕

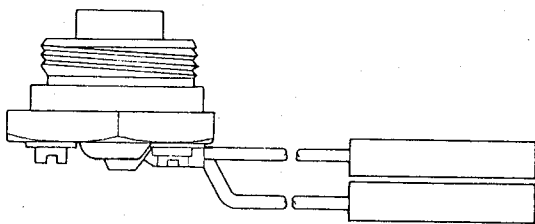


圖 5-11-73 裝在噴射泵下之感應裝置〔註68〕

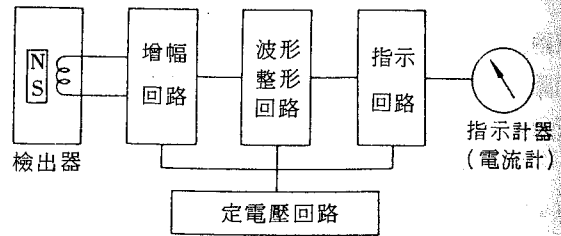


圖 5-11-74 柴油引擎轉速錶電路方塊圖〔註69〕

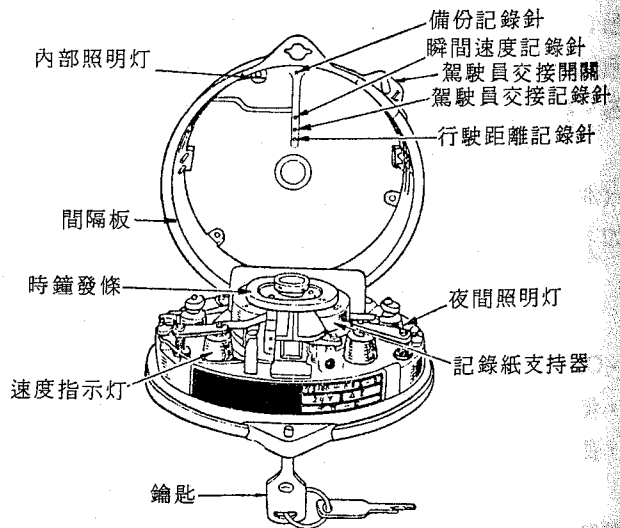


圖 5-11-75 行車記錄器外觀〔註70〕

班的時間……等自動的記錄在記錄紙上，使管理員對於汽車業務的管理趨向科學化，並可防止駕駛員不良的駕駛習性或意外事故的發生，總之，由記錄紙上可判斷出一切的駕駛狀況。

二、行車記錄器之外觀如圖 5-11-75 所示，構造

如圖 5-11-76 所示，包括驅動裝置、電磁裝置、指示裝置、時鐘裝置及記錄裝置（含瞬間速度記錄裝置、行駛距離記錄裝置及駕駛員交接記錄裝置等）。

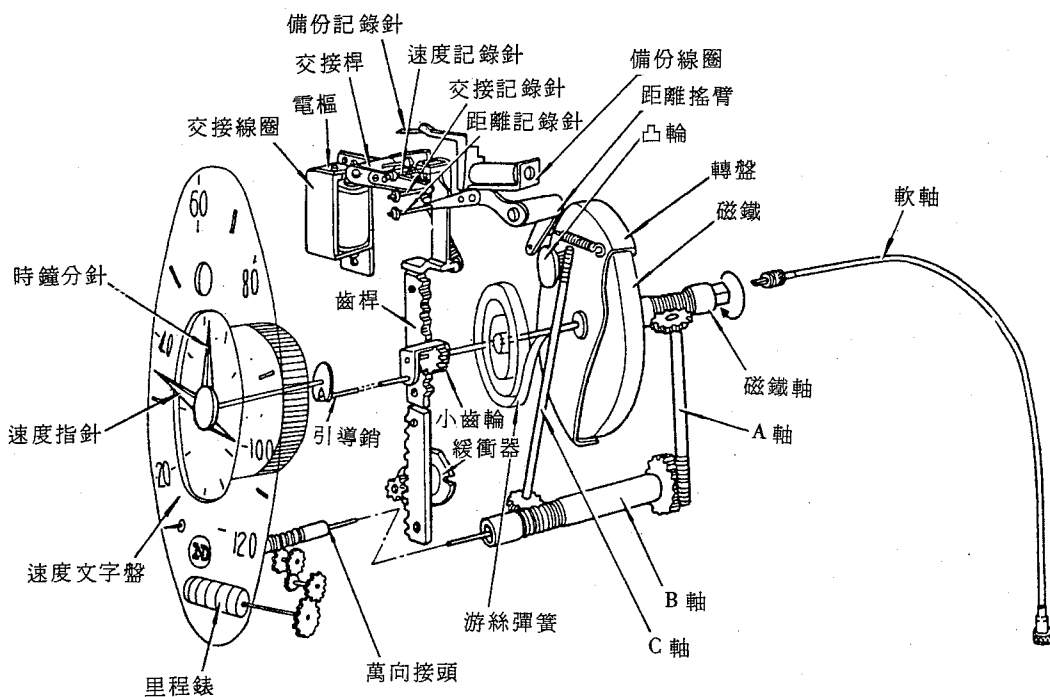


圖 5-11-76 行車記錄器構造 [註71]

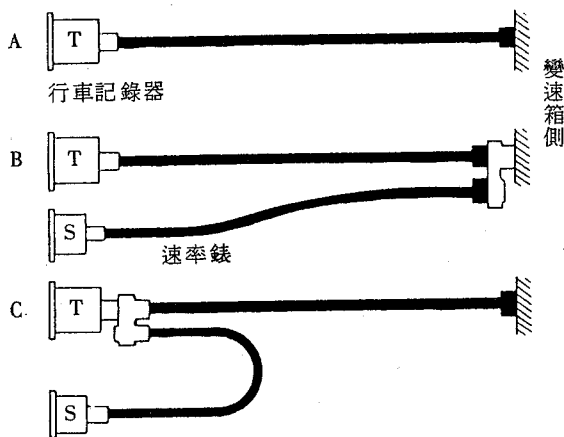


圖 5-11-77 行車記錄器與速率錶傳動關係 [註72]

(一) 驅動裝置

行車記錄器之驅動裝置由變速箱輸出軸路碼錶驅動齒輪處，另以專用之軟軸驅動之，如圖 5-11-76 所示，與速率錶間驅動關係如圖 5-11-77 所示。

(二) 電磁裝置

構造同電磁式速率錶，由迴轉磁鐵、感應板、游絲彈簧等構成，如圖 5-11-76 所示。

(三) 指示裝置

指示裝置含有時鐘刻度盤及速率文字刻度盤。速率指針及時鐘之長短針裝置在一起，如圖 5-11-76 所示。其傳動機構如圖 5-11-78 所示。

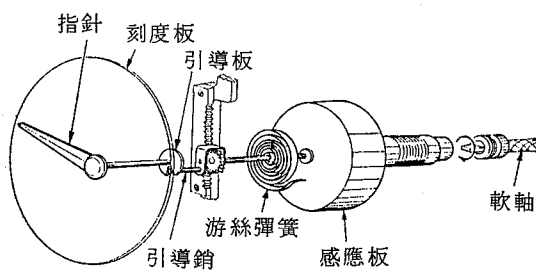


圖 5-11-78 行車記錄器傳動裝置

(四) 時鐘裝置

為能了解時時刻刻變化的運轉狀況，因此記錄紙需不斷的移動，將每一時間加以記錄，故行車記錄器中裝有彈簧式時鐘，有每日需上緊一次與每週（七日）上緊一次彈簧者。

(五) 瞬間速度記錄裝置

圖 5-11-79 所示為瞬間速度記錄裝置之構造。由速率錶軸上之小齒輪驅動齒桿，使記錄針依車速比率而改變上下位置，因記錄針與依時間而轉動之記錄紙相接觸，而將時時刻刻之車速記錄於記錄紙上，而能得到瞬間速度。

(六) 行駛里程記錄裝置

圖 5-11-80 所示為行駛里程記錄裝置之構造。由迴轉磁鐵軸上之螺旋齒輪、驅動小齒輪，再經 A → B → C 軸驅動凸輪，凸輪與記錄針之臂相接觸，凸輪之設計每行駛 10 公里轉一圈，凸輪軸

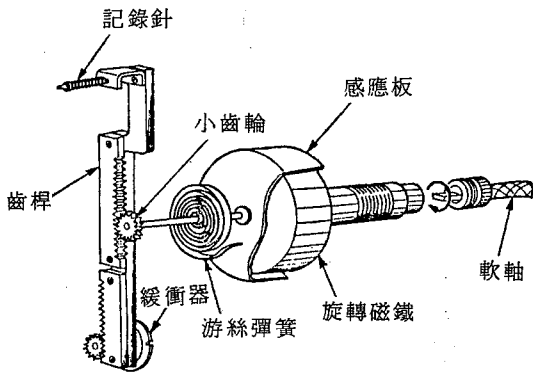


圖 5-11-79 瞬間速度記錄裝置

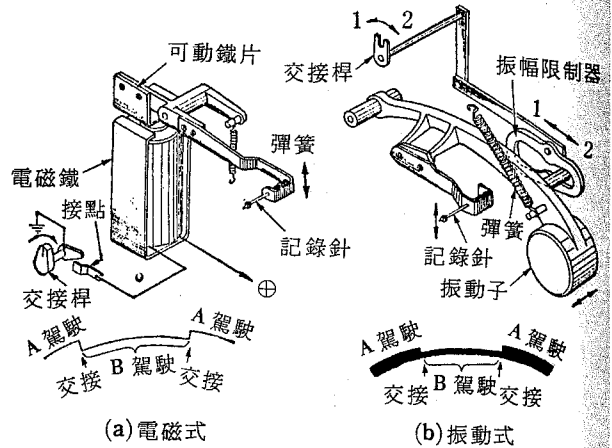


圖 5-11-81 駕駛員交接記錄裝置

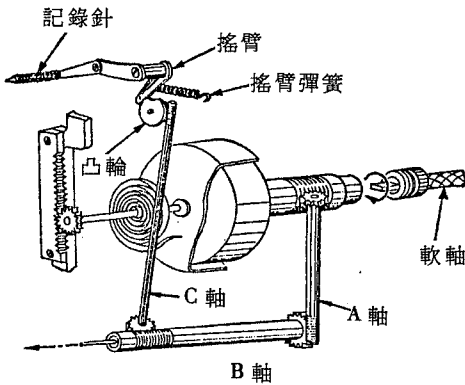


圖 5-11-80 行駛里程記錄裝置

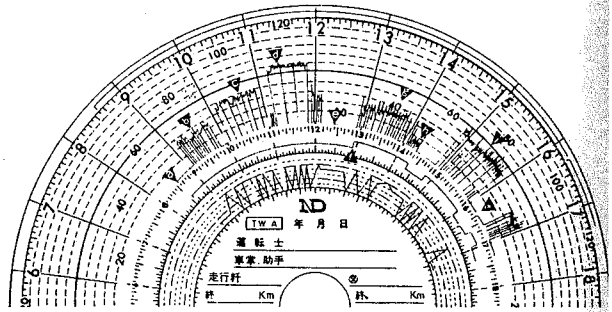


圖 5-11-82 行車記錄紙〔註73〕

轉一圈則距離記錄針做一往復運動。因記錄紙隨時間旋轉，故距離記錄針之軌跡成爲上下起伏之山形。

(七) 駕駛員交接記錄裝置

駕駛員交接記錄裝置之構造如圖 5-11-81 所示，有電磁式及振動式兩種。

1. 電磁式駕駛員交接記錄裝置如圖 5-11-81 (a) 所示，在可動鐵片之臂端裝置記錄針，當駕駛員交接開關未打開時，彈簧拉力使記錄針拉向下方，在記錄紙上描繪同心圓；當駕駛員交接開關打開(ON)時，線圈中有電流流入，將可動鐵片向下吸，而使交接記錄針拉向上方，在記錄紙上方描繪較大的同心圓，如圖 5-11-81 (a) 之下圖所示。

2. 振動式駕駛員交接記錄裝置如圖 5-11-81 (b) 所示。利用引擎運轉時使車身產生之振動，使振動子放大，而以記錄針記錄在記錄紙上。駕駛員交接開關改變振幅限制裝置而產生不同之振幅，即可在記錄紙上讀出，如圖 5-11-81 (b) 之下圖所示。

三、行車記錄紙的讀法

(一)圖 5-11-82 所示爲行車記錄紙的例子。記錄紙爲一種耐熱、不伸縮、防水之特種紙製成，直徑約 123 mm，表面白色，中心打孔的圓形卡片，表上印有下列各項記錄格線。

1. 中間有用來填寫行車有關事項之記錄；包括駕駛員姓名、代號，助手或車掌姓名、代號，行車前之里程數，交接時之里程數，行車終了之里程數，車號，年月日，行駛區間，車輛號碼，開始駕駛時間，結束駕駛時間……等。

2. 記錄紙的外圈有 11 條同心圓虛線，線上標示有 20, 40, 60, 80, 100, 120 之數字，此數字代表瞬間速度，每條虛線間隔爲 10 km/h。

3. 內圈有 6 條同心圓虛線，代表行駛里程，每條虛線間隔爲 1 km，由最小虛線走到最上虛線爲 5 km。

4. 內圈與外圈之間是用來記錄駕駛員之工作時間及換班記錄。

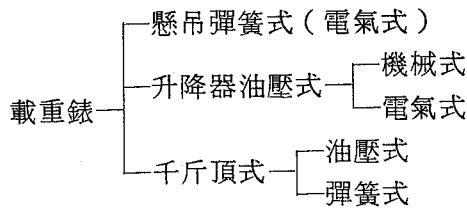
5. 記錄紙之圓周等分爲 24 小時，在每大格間又細分 12 小格，每一小格代表 5 分鐘。最外圈與中間的數字即表示時間。

- (二)記錄紙讀法例，如圖 5-11-82 所示。
- ▷ 8 時 35 分，放入紀錄紙，把蓋子關上。
- ▷ 在市區以低速行駛，經常使用煞車，此段行駛里程 24 km (9 - 10 時)。
- ▷ 行車速度較快，且煞車使用較少之郊區行駛，此段行駛里程 35 km (10 - 11 時)。
- ▷ 停車次數非常少，在高速公路以高速行駛，無紅綠燈之情形，此段行駛里程 42 km (11 - 12 時)。
- ▷ 有停車休息、吃飯，停車時間 45 分鐘 (12 - 13 時)。
- ▷ 12 時 55 分駕駛員換班。
- ▷ 低速行駛，經常使用煞車，為市區或山區行駛之情形，此段行駛 28 km (13 - 14 時)。
- ▷ 為堵車行駛之狀態，並有一段很長的等候時間。
- ▷ 為郊外良好道路之行駛狀態，瞬間速度 40 ~ 60 km/h 之間，此段行駛 44 km (自 14 時 50 分至 15 時 55 分)。
- ▷ 蓋子打開之記錄。

11-2-10 載重錶

一、概述

日本政府為防止大型貨車因超載發生事故，自 1967 年 8 月起規定凡搬運砂石之大型貨車必須安裝載重錶 (weight meter) 。



二、懸吊彈簧式載重錶

(一)彈簧式載重錶係利用汽車之後鋼板彈簧隨汽車之載重量而變形，由其變形量調整可變電阻。由電阻之改變使電錶指針改變而換算出載重量之裝備。一般使用在載貨台非傾卸式之貨車。由重量感知送信器及載重錶部分組成，圖 5-11-83 為其外形圖，圖 5-11-84 為送信器之安裝情形。

(二)圖 5-11-85 為彈簧式載重錶之送信部分及儀錶部分之構造。其作用原理同線圈串聯式燃油錶。當不測量時，重量檢出送信器槓桿固定線圈

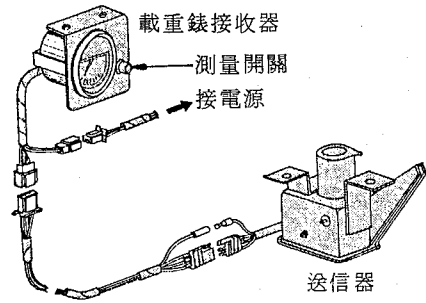


圖 5-11-83 懸吊彈簧式載重錶之組成圖

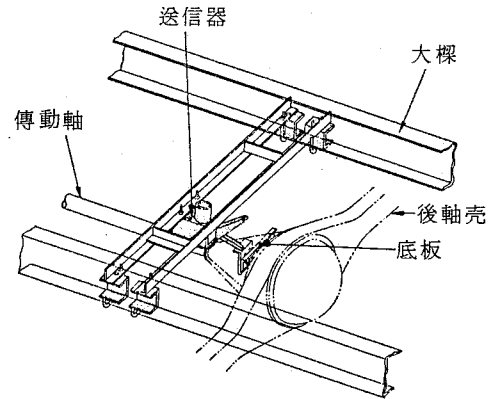


圖 5-11-84 懸吊彈簧式載重錶送信器

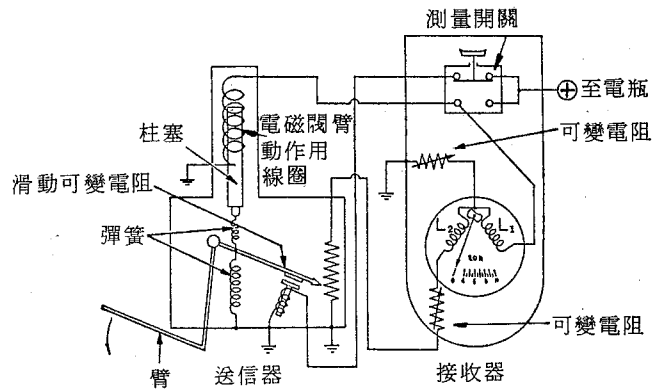


圖 5-11-85 彈簧式載重錶電路圖

電流通，使槓桿臂固定保持在下方，不會因車子之行駛而產生振動；測量時將按鈕壓下，此時槓桿固定線圈電流切斷，槓桿作用線圈電流入，將槓桿拉向上方，此時槓桿之前端依載重多少而改變其位置，如圖 5-11-86 所示。空車時可變電阻之電阻小，載重後可變電阻之電阻值變大，當按下測量開關時，載重錶內的主線圈與副線圈電流流入，副線圈之電流量因載重感知送信器中滑動電阻值之多少而改變，兩線圈磁力平衡的位置指針即停止不動，指示出載重量。

三、升降器油壓式載重錶

(一)機械式

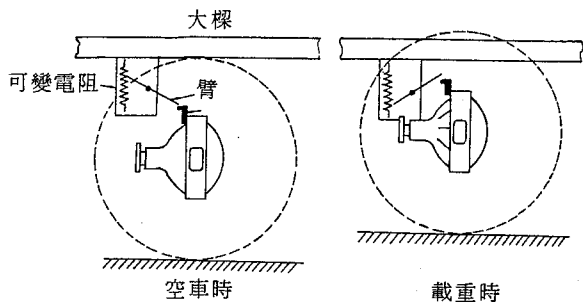


圖 5-11-86 空車及載重時送信器槓桿之作用 [註74]

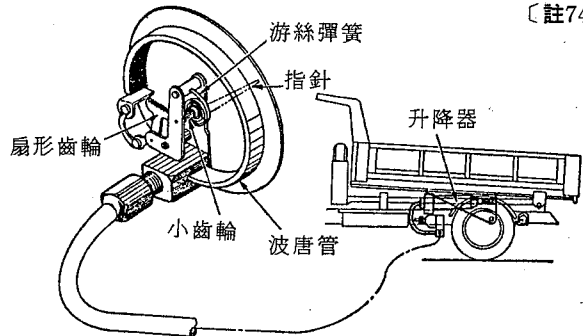


圖 5-11-87 波唐管升降器油壓載重錶 [註75]

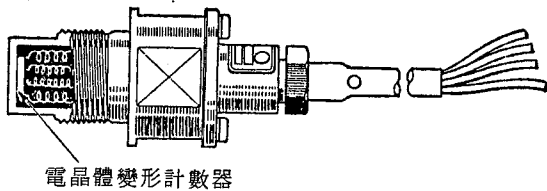


圖 5-11-88 電晶體變形計數器 [註76]

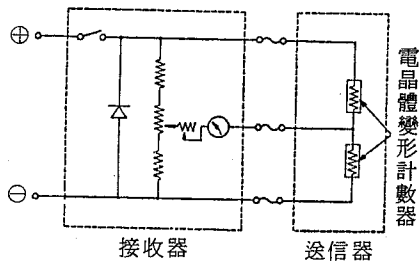


圖 5-11-89 電氣式升降器載重錶 [註77]

升降器油壓機械式載重錶係利用傾卸貨台式卡車 (dump car) 之載貨台升降器 (whist) 中之操作油壓，與載貨台之裝載重量成比例之關係而操作波唐管以指示載重量之裝置，如圖5-11-87 所示。波唐管載重錶之構造及作用原理同波唐管式機油壓力錶，此處不再贅述。

(二)電氣式

升降器油壓電氣式載重錶，當升降器有作用時 (有一定範圍)，載重量 (即油壓大小) 由電晶體變形計數器 (transistor weight detector) 改變成電流的變化，而使安裝於駕駛室

內之載重錶指示所載重量。圖 5-11-88 所示為升降器油壓載重錶之電晶體送信器構造，圖 5-11-89 所示為升降器油壓電氣式載重錶之線路圖。

四、千斤頂式載重錶

千斤頂式載重錶如圖 5-11-90 所示，係在載貨台與大樑之間裝置千斤頂，其載重量由千斤頂直接讀出之載重錶。

(一)油壓千斤頂式載重錶

油壓千斤頂式載重錶，載重量感知送信器與指示之儀錶部分連在一體，其構造如圖 5-11-91 所示，活塞上有載重時，油壓缸內之油壓上升，在油壓缸之底部接一油壓錶，則能指示油壓缸內之壓力，其壓力與汽車載重量成正比，使用波唐管油壓錶，即能依比例算出車子的載重量。圖 5-11-92 所示為載重錶裝在大樑上之適當位置，通常載貨台由四點支持，故載重錶所受之力為全部載重的 $\frac{1}{4}$ ，載重計上之讀數已校訂過，可以直接

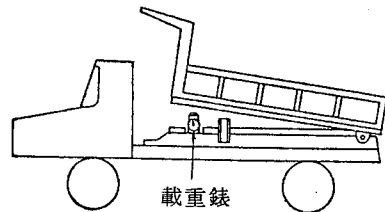


圖 5-11-90 千斤頂式載重錶安裝位置 [註78]

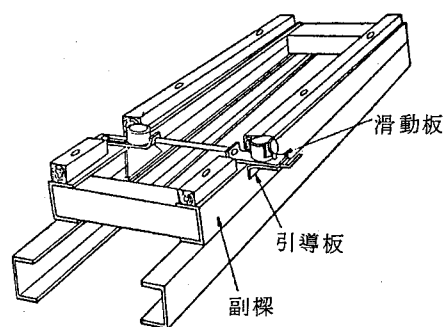


圖 5-11-91 油壓千斤頂式載重錶 [註79]

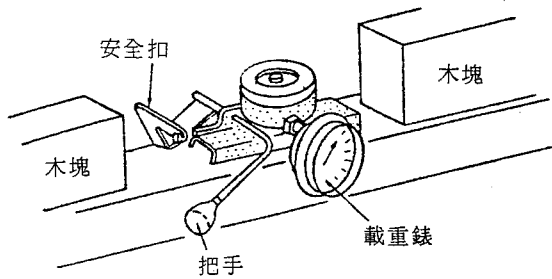


圖 5-11-92 油壓千斤頂之安裝位置〔註80〕

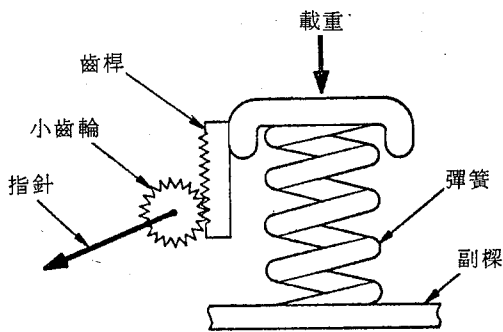


圖 5-11-93 彈簧千斤頂式載重錶〔註81〕

讀出全車載重。載重錶不使用時，載重錶上可以用蓋子蓋起來，載重由承載墊承擔。此式載重錶

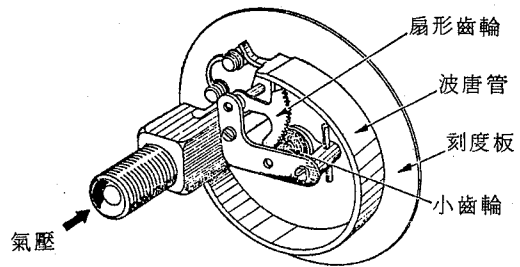


圖 5-11-94 波唐管式氣壓錶構造〔註82〕

構造簡單，不需常調整，為其優點。

(二)彈簧千斤頂式載重錶

圖 5-11-93 所示為彈簧千斤頂式載重錶之構造，由圈狀彈簧、齒桿、小齒輪、指針等構成。載重與彈簧壓縮量成正比，而使齒桿移動，經小齒輪使指針擺動，指示出車子之裝載重量。

11-2-11 空氣壓力錶

空氣壓力錶在使用壓縮空氣煞車之大型車上，用以指示貯氣箱中壓縮空氣之壓力，普通均採用波唐管式，其構造如圖 5-11-94 所示，其作用見波唐管式機油壓力錶，此處不再贅述。

返回目錄

第三節 警告裝置

11-3-1 概述

(一)汽車儀錶指針指示之刻度對一般汽車駕駛人並不具有特別意義，因此改以警覺性高之燈光來取代儀錶，當汽車各系統有危險時紅燈亮，提醒駕駛人注意，有不正常或不當使用時黃燈亮，提醒駕駛人。

(二)現代汽車為增進安全，在儀錶板上增加了許多警告燈裝置。各種警告燈之代表圖案與警告內容如表 5-11-2 所示。

(三)各種警告燈之動作均是由專用之開關來控制，圖 5-11-95 所示為福特 TX-5 汽車之儀錶、警告燈電路圖及語言警告電路圖。

11-3-2 機油壓力警告燈

(一)機油壓力警告燈 (oil pressure indicator) 當駕駛人打開鑰匙開關時燈亮，當發動引擎，機油壓力達到規定值 (約 0.3~0.5 kg/cm²) 以上時，警告燈熄滅；油壓低於規定值時警告燈亮，表示機油壓力不足，須立刻停車檢查。

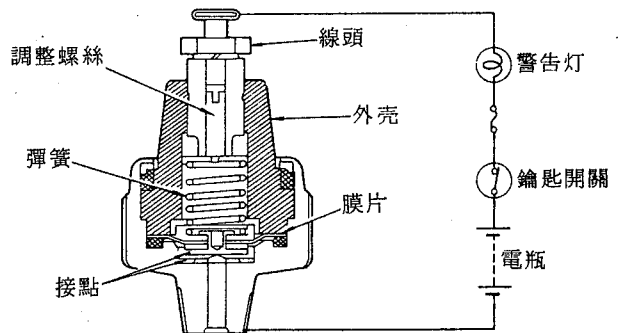


圖 5-11-96 機油壓力警告燈系統圖

(二)圖 5-11-96 所示為機油壓力警告燈之系統圖，由裝在儀錶板上之警告燈及裝在引擎主油道之壓力開關構成。

(三)當機油壓力低於規定值時，彈簧將膜片向下推，使接點閉合，警告燈亮。

(四)當機油壓力高於規定值時，油壓克服彈簧力，將膜片上推，使接點分開，警告燈熄。

11-3-3 充電指示燈

表 5-11-2 各種警告灯之圖案及警告內容

編號	名稱	顏色	圖案	案	警告內容
1	燃料殘量警告灯	紅		FUEL	燃料油量低於規定值時點亮
2	過熱警告灯	紅		TEMP	引擎水溫超過 120°C 時點亮
3	後灯使用警告灯	紅		REAR LIGHT	後灯打開時點亮
4	充電警告灯	紅		CHARGE	充電系不正常時點亮
5	油壓警告灯	紅		OIL	引擎油壓低於 0.3 kg/cm ² 時點亮
6	遠光指示灯	紫		BEAM	使用遠光時點亮
7	排氣溫度警告灯	黃		排氣溫	排氣溫度超過 900°C 以上時點亮
8	煞車油量警告灯	紅		BRAKE	煞車油量不足時點亮
9	駐車煞車使用灯	紅		PARK	手煞車拉起時點亮
10	車門半開警告灯	紅		DOOR	車門未全關時點亮
11	阻風門使用警告灯	黃		CHOKER	拉阻風門時點亮
12	除霧器警告灯	黃		DEF	使用除霧器時點亮
13	噴水器液量警告灯	黃		WASH	噴水器液量少於規定時點亮
14	安全帶警告灯	紅		BELT	安全帶未繫好時點亮
15	電瓶液量警告灯	黃		BAT	電瓶液量低於規定時點亮

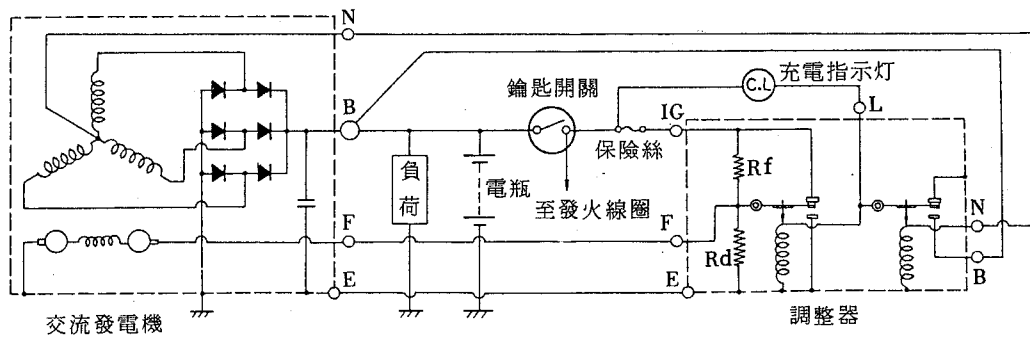


圖 5-11-97 使用 N 點電壓控制之充電指示灯電路圖〔註84〕

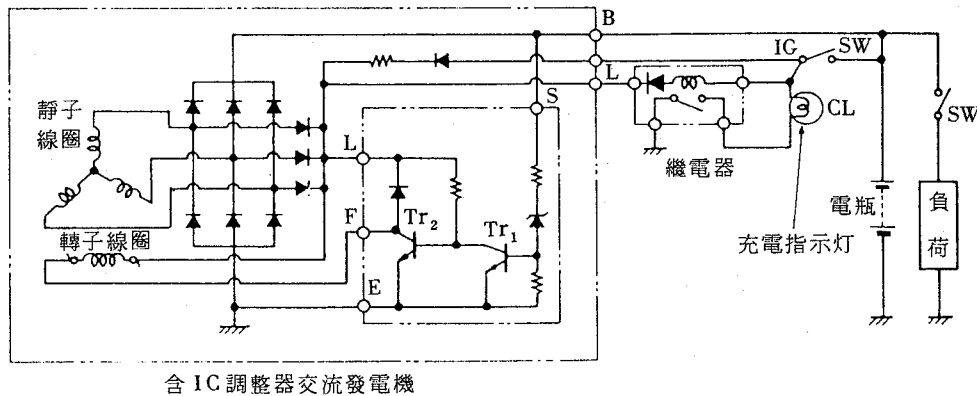


圖 5-11-98 附 IC 調整器之交流發電機的充電指示灯控制電路圖〔註85〕

(一) 充電指示燈 (charge indicator)，當駕駛人打開鑰匙開關時燈亮；當發動引擎，發電機靜子中性點 (N) 之電壓達一定值時燈熄。

(二) 圖 5-11-97 所示為使用靜子線圈中性點 (N) 電壓來控制充電指示燈之電路圖。當 N 點之電壓達規定值時，充電指示燈繼電器之磁力將接點吸開，使警告燈熄滅。

(三) 圖 5-11-98 所示為附 IC 調整器之交流發電機之充電指示燈控制電路圖。打開鑰匙開關，引擎未發動時，充電指示燈繼電器閉合，燈亮；發電機發電後使指示燈繼電器兩邊之電壓接近，接點跳開，燈熄。

11-3-4 燃油殘量警告燈

(一) 燃油殘量警告燈，當油箱油之存量少於規定值時，打開鑰匙開關後，燈亮。

(二) 圖 5-11-99 所示為熱敏電阻式液面開關之燃油殘量警告燈電路及構造圖。

1. 油箱之液面開關為熱敏電阻做成，利用空氣和汽油熱傳導率及熱敏電阻的負溫度特性來控制警告燈之作用。

2. 當開關浸在油中時，溫度低，電阻大，燈熄。

3. 當開關露出油面時，溫度高，電阻小，燈亮。

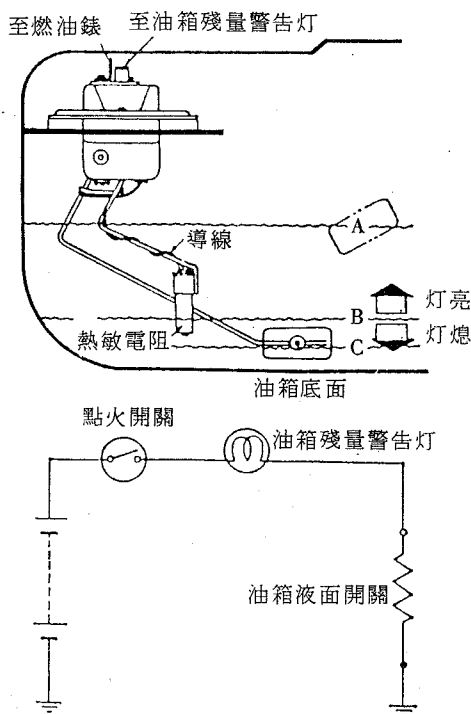


圖 5-11-99 油箱液面警告燈 [註86]

(三) 圖 5-11-100 所示為熱偶片液面開關之燃油殘量警告燈電路圖。

1. 包括一個油面開關及一個電熱偶開關組成，平時二接點均分開，故鑰匙打開時燈不亮。

2. 如油箱中之油面低於規定值時，浮子臂使油面開關之接點 P_2 閉合， P_2 閉合後，電經電熱偶開關的電熱絲搭鐵，加熱使熱偶片彎曲， P_1 閉合，使警告燈點亮。

(四) 圖 5-11-101 所示為使用電晶體控制之燃油殘量警告燈電路圖。

1. 此式配合線圈—可變電阻式燃油錶使用。

2. 由一個閃光燈泡及三個電晶體組成警告燈控制器。

3. 當油箱之存油多時，燃油警告燈控制器受到之電壓高，電經 $R_1 \rightarrow R_2 \rightarrow$ 電晶體 $Tr_1 \rightarrow R_7 \rightarrow$ 搭鐵，使 R_4 及 Tr_2 之基極及射極短路，使 Tr_3 不通，警告燈熄。

4. 當油箱中之油面低於限度以下時，燃油警告燈控制器受到的電壓低，因 Tr_1 OFF，於是電

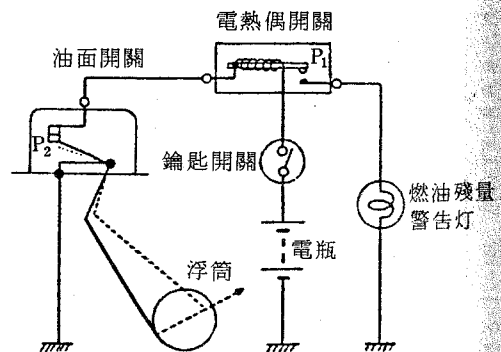


圖 5-11-100 熱偶片液面開關之燃油殘量警告燈線路圖 [註87]

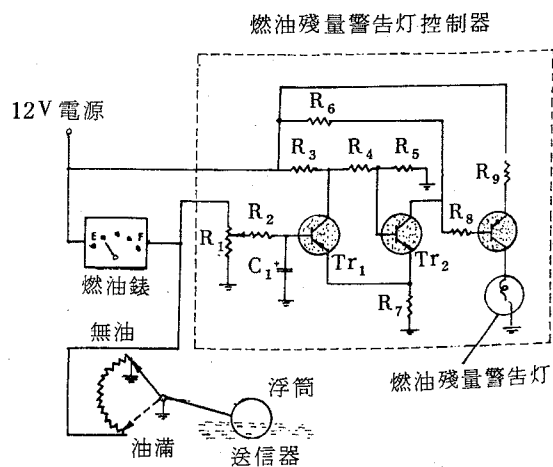


圖 5-11-101 電晶體控制燃油殘量警告燈電路

流從 $R_3 \rightarrow R_4 \rightarrow Tr_2 \rightarrow$ 搭鐵，使 Tr_2 ON，因 Tr_2 ON使 Tr_3 也ON，使灯泡點亮。

11-3-5 煞車油量警告灯

(一)當煞車總泵儲油室之油量低於限度時，打開鑰匙開關即點亮。

(二)圖5-11-102所示為煞車油量警告灯電路及煞車油面開關之構造。

1. 煞車油面開關由環狀永久磁鐵及引導開關組成。

2. 當儲油室之油面高時，浮筒上升如圖中A之位置，引導開關之接點分開，灯不亮。

3. 當儲油室之油面低於規定時，如圖中B之位置，永久磁鐵之磁力使引導開關接點閉合，使警告灯點亮。作用情形如圖5-11-103所示。

11-3-6 電瓶液量警告灯

(一)當電瓶電液在規定液面以下時，警告灯亮，提醒駕駛人添加電液（補充蒸餾水），以免嚴重影響電瓶壽命。

(二)電瓶液面開關為一種鉛棒電極，其構造如圖5-11-104所示，裝於電瓶加水蓋上，通常裝在第三分電池上，顏色為藍色。此鉛棒電極浸在電液中可產生正電壓，此正電壓送到控制器可以用來控制電路的通斷。

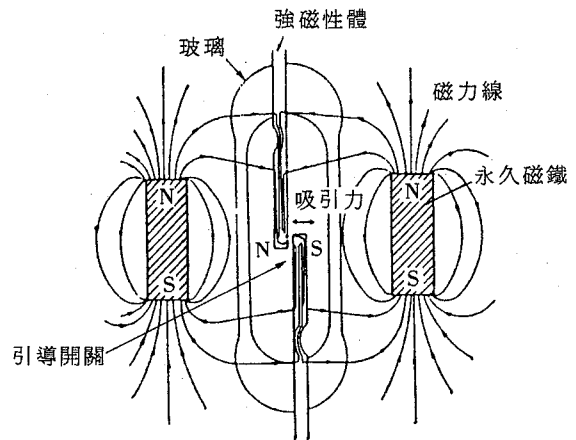


圖 5-11-103 煞車液面開關之作用〔註89〕

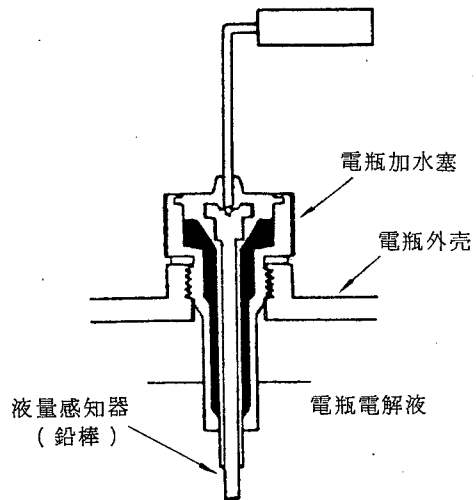


圖 5-11-104 電瓶液面開關構造〔註90〕

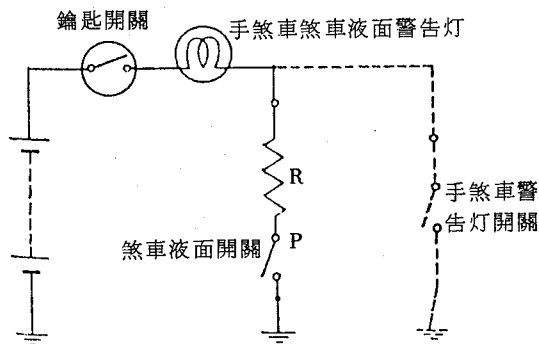
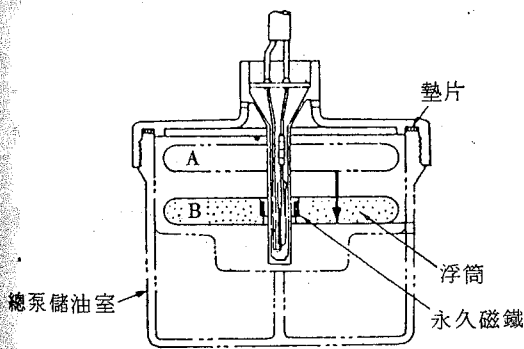


圖 5-11-102 煞車油量警告灯電路〔註88〕

(三)電液充足時之作用如圖5-11-105(a)所示，鉛棒產生之正電壓送到 Tr_1 之基極，使 Tr_1 ON，因 Tr_1 ON使 Tr_2 OFF，電流中斷，警告灯熄。

(四)電液不足時之作用如圖5-11-105(b)所示，鉛棒露出電液時無電壓產生， Tr_1 基極無電流而成OFF狀態， Tr_1 OFF使 Tr_2 ON，電瓶電經警告灯及 Tr_2 搭鐵，灯亮。

11-3-7 引擎過熱警告灯

(一)當引擎冷却水的溫度超過 120°C 時，使警告灯點亮，提醒駕駛人注意。

(二)圖5-11-106所示為熱感測器的構造及作用。

(三)熱感知器之構造由熱陶鐵磁體(thermo-ferrite)，永久磁鐵及接點組成，水溫達 120°C 時接點閉合，使警告灯亮。

11-3-8 安全監視器

一、今天之汽車已大衆化，許多汽車駕駛人對汽車的保養檢查均不了解，常因欠缺保養而發生事

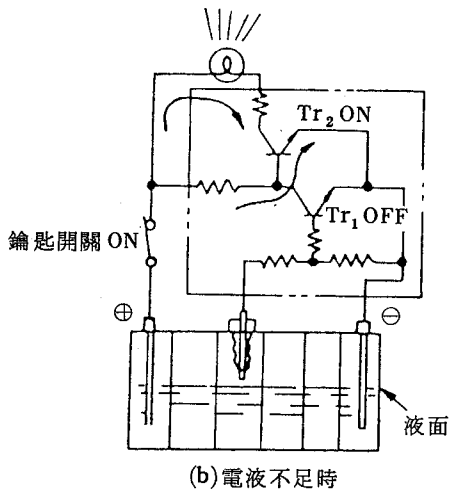
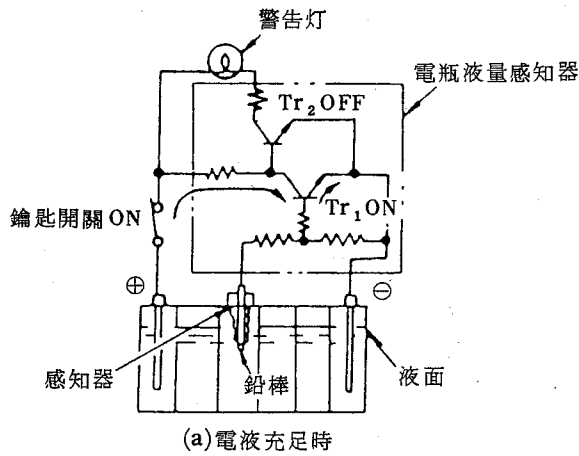


圖 5-11-105 電瓶液面警告灯

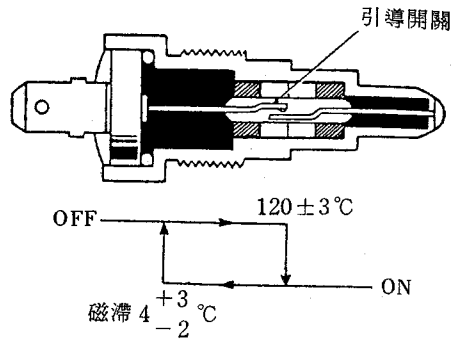


圖 5-11-106 熱感知器的構造及作用〔註91〕

故，因此目前很多汽車裝有安全監視器，簡稱為 OK monitor，當汽車各部與安全有關之機件失常時提出警告，使駕駛人能採取必要措施，以免發生事故。

二、安全監視器一般利用前述之警告灯指示，當鑰匙開關 ON 時，裝在車頂上控制台 (overhead console) 的指示灯及儀錶板上之情況指示盤上的監視灯 (警告灯) 全部點亮，引擎發動後，指示灯及監視灯應全部熄滅，表示汽車各部正常 (OK)。引擎運轉中某部位有不正常時，情況指示盤上該部位名稱上之灯亮，此時指示灯會以一定週期閃亮。圖 5-11-107 所示為 Corona 車使用之 OK 監視器電路圖。

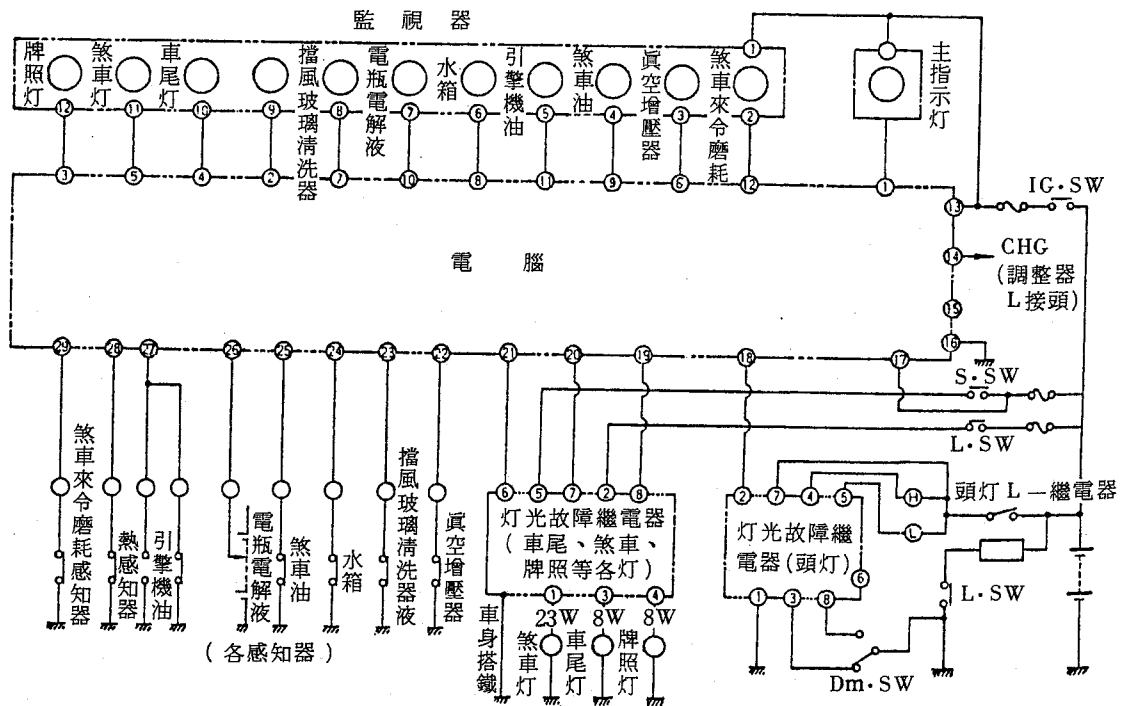


圖 5-11-107 豐田可樂娜使用之 OK 監視器電路圖〔註92〕

三、OK 監視器之感知器有下列六類：

(一) 燈絲燒斷感知器，包括：①頭燈②煞車燈③尾燈④牌照燈。

(二) 液量感知器，包括①擋風玻璃清洗液②水箱冷却水③煞車油④引擎機油。

(三) 真空感知器—煞車倍力裝置之真空壓力。

(四) 煞車來令感知器—碟式煞車掌來令厚度。

(五) 保險絲燒斷感知器。

(六) 電瓶電液感知器。

四、安全監視器的基本原理

圖5-11-108所示為安全監視警告燈的基本電路，安全監視器裝在各部分的感知器即為一接點，正常時接點閉合，與搭鐵相通，電晶體 Tr 變 OFF，警告燈熄，如圖5-11-108(a)所示；當不正常時接點分開，不能搭鐵，電晶體 Tr 變 ON，警告燈亮，如圖5-11-108(b)所示。

五、頭燈監視器

(一) 圖5-11-109所示為頭燈監視器之電路圖。當頭燈正常，變光開關在 H (遠光) 時之作用如圖5-11-109(a)所示。電分二條路到監視器，一條不經頭燈，而經電阻 R_2 、電壓線圈 V_1 到變光開關搭鐵，另一條經頭燈、電流線圈 C_1 ，到變光開關搭鐵。 V_1 及 C_1 兩線圈之吸力使接點 P_1 閉合，相當圖5-11-108(a)之情形，警告燈熄。

(二) 如果頭燈中有一個燈絲燒斷時，如圖5-11-109(b)所示，經過電流線圈 C_1 之電流減少，無法使 P_1 閉合，相當5-11-108(b)之電路，警告燈亮。

(三) 當燈開關閉時，電瓶電可以經 R_1 、整流粒 D_1 、頭燈兩個遠光燈絲而搭鐵，使警告燈不亮。若全部頭燈燈絲均燒斷時，則監視器之搭鐵電路不通，警告燈點亮。

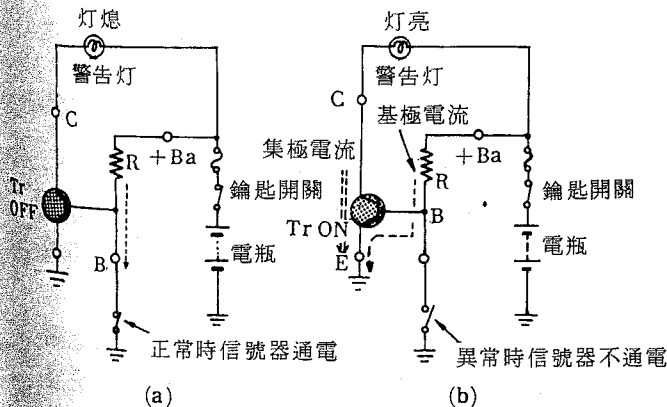
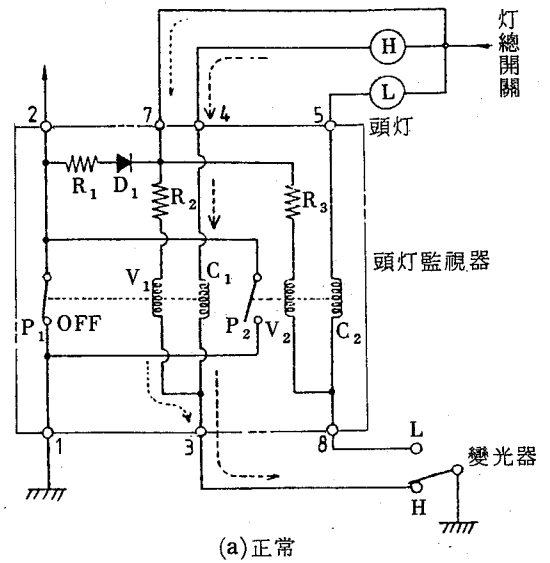
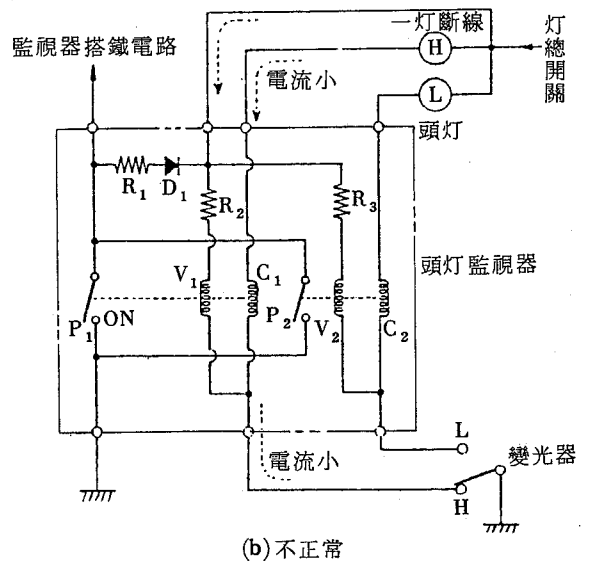


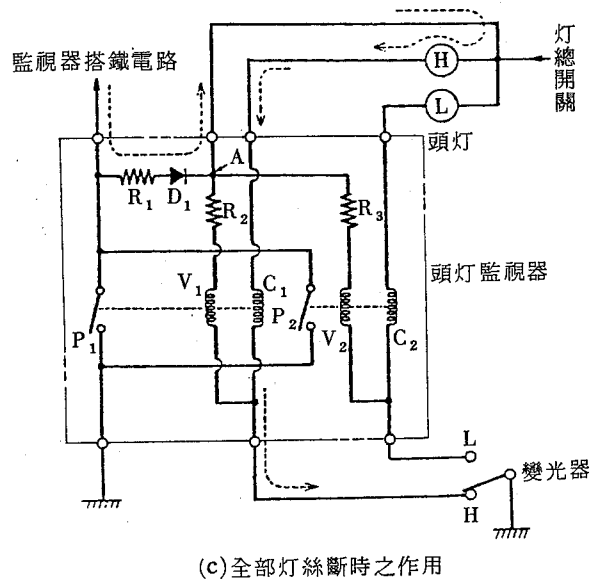
圖 5-11-108 安全監視警告燈的基本電路



(a) 正常



(b) 不正常



(c) 全部燈絲斷時之作用

圖 5-11-109 頭燈監視器電路及作用 [註93]

四當變光開關在L（近光時），使用的線圈為V₂及C₂，接點為P₂，作用情形同遠光。

六、煞車燈、尾燈、牌照燈監視器

煞車燈、尾燈、牌照燈共同使用一個監視器，電路圖如5-11-110所示。其作用同頭燈監視器，不再贅述。

七、煞車來令監視器

碟式煞車來令厚度之感測在煞車掌（brake pad）之來令中埋藏有銅電線，構造如圖5-11-111所示。當煞車來令之厚度少於2.5mm時，電線就會磨斷，使搭鐵斷路，警告燈亮。

八、噴水器與水箱液面監視器

(一)圖5-11-112所示為噴水器液面監視器之電路圖，利用兩電極插在噴水器中，當液面低於電極時，警告燈點亮。

(二)圖5-11-113所示為水箱液面監視器之電路圖，因水箱為導體，故僅用一根電極即可，液面低於電極時，警告燈亮。

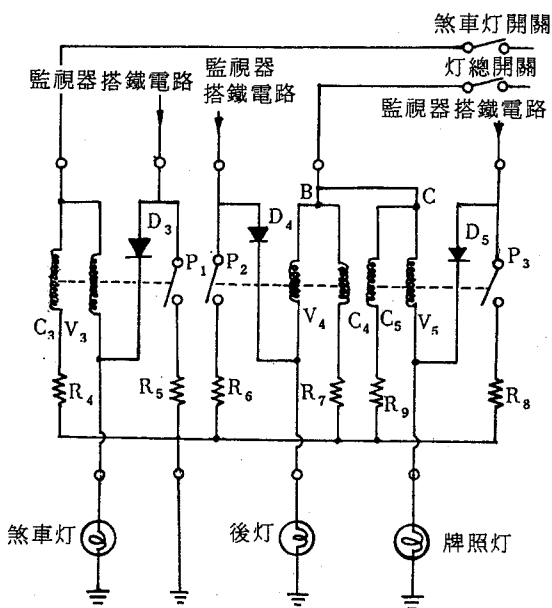


圖 5-11-110 煞車燈、尾燈、牌照燈監視器電路圖

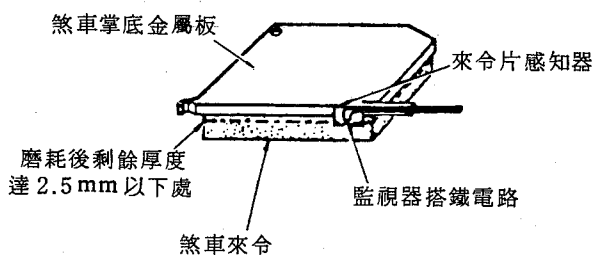


圖 5-11-111 煞車來令監視器構造〔註94〕

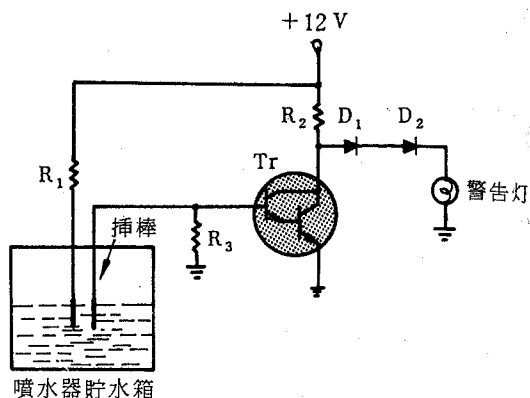


圖 5-11-112 噴水器液面監視器電路圖

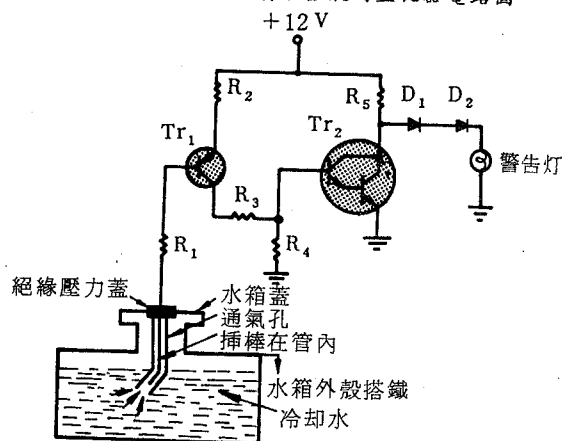


圖 5-11-113 水箱液面監視器之電路圖

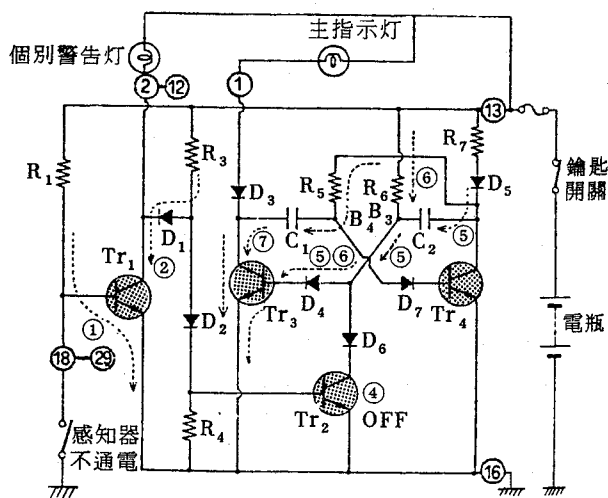


圖 5-11-114 主指示燈閃光電路點亮原理〔註95〕

九、主指示燈的閃光電路

(一)情況指示盤中之11項警告燈中有任一燈點亮，主指示燈就發生閃光。此閃光電路是由不穩定多諧振動器所作用。

(二)圖5-11-114所示為主指示燈閃光電路之點亮原理。當有某一部分不正常時，感知器中之接點ON，電路如下：

1. 電路①之電流使 Tr_1 ON，電流經警告燈及 Tr_1 搭鐵，燈亮。

2. 電路②之電流經 R_3 、 D_1 、 Tr_1 之集極、射極搭鐵，使 Tr_2 成 OFF。

3. 電路⑥之電流經 R_6 、 D_4 、 Tr_3 搭鐵，而使 Tr_3 ON，電經主指示燈、 D_3 、 Tr_3 搭鐵，使主指示燈亮。

(三)圖5-11-115所示為主指示閃光電路之熄燈原理。當主指示燈亮後，電容器 C_1 被充電，左方為(+)，右方為(-)，此(-)電壓使 Tr_4 OFF， C_1 之電經 Tr_3 放電，同時 C_2 被電路⑤充電，右方成(+)，左方成(-)，左方之(-)電使 Tr_3 之基極電流停止，使 Tr_3 OFF。 Tr_3 OFF時，主指示燈也熄滅。

(四)當 C_1 之存電放掉後，電流可經 R_5 、 D_7 、 Tr_4 基極、射極搭鐵，使 Tr_4 ON， Tr_4 ON時， C_2 之存電經 Tr_4 放掉，使 Tr_3 又恢復通電，使主指示燈再亮。如此反覆作用，使主指示燈發生閃爍。

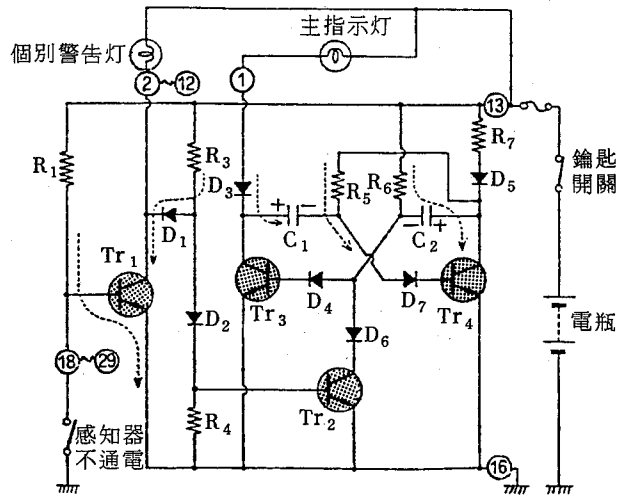
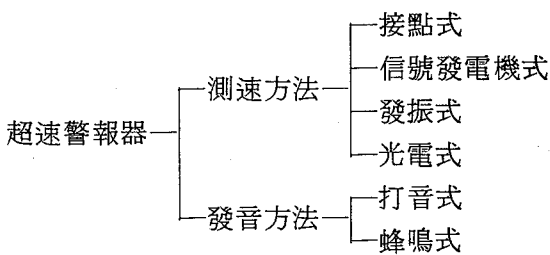


圖 5-11-115 主指示燈閃光電路熄燈原理〔註96〕

11-3-9 超速警報器

一、為防止駕駛人超速行駛，有些車上裝置有超速警報器，當車速超過設定速度時，蜂鳴器或打音器會發出響聲，提醒駕駛人注意。可分為裝在路碼錶內及分開裝置者兩種。

二、超速警報器依測速方法及警報聲音的不同可分：



三、接點式超速警報器

(一)圖5-11-116所示為接點式超速警報器之裝置情形，路碼錶之軟軸在旋轉時，與軟軸連接之小齒輪軸 (partical gear shaft) 也隨著轉動。小齒輪軸上附有凸輪，在車速超過設定速度以上時，接點閉合，使蜂鳴器或打音器發出響聲。

(二)接點開關總成之構造如圖5-11-117所示。有第一接點和第二接點，以左端的板彈簧為支點，全體作上下之往復運動。

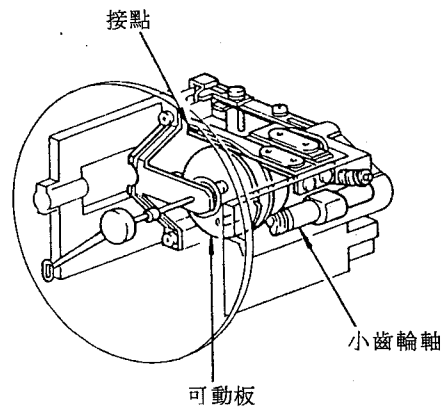


圖 5-11-116 接點式超速警報器之裝置情形〔註97〕

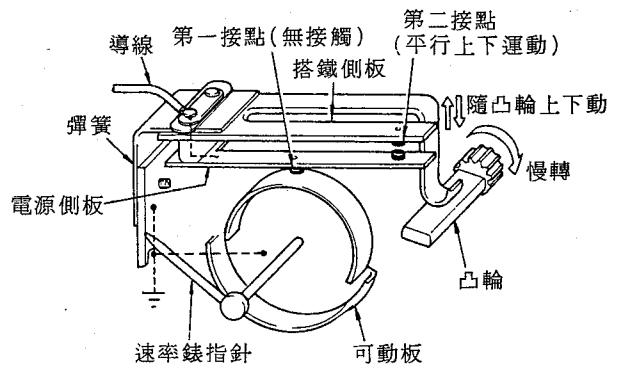


圖 5-11-117 接點開關總成之構造〔註98〕

(三)速度警報器不作用時 (車速約在 100 km/hr 以下)，與指針一體的可動板之大直徑部分在下，小直徑部分在上，第一接點未能閉合。接點開關總成之上部雖因凸輪軸的轉動而做上下之往復運動，但第二接點仍未能接觸，故蜂鳴器不會響。

(四)當車速超過 100 km/h 以上時，如圖5-11-118所示，可動板直徑大的部分轉到上方，使第

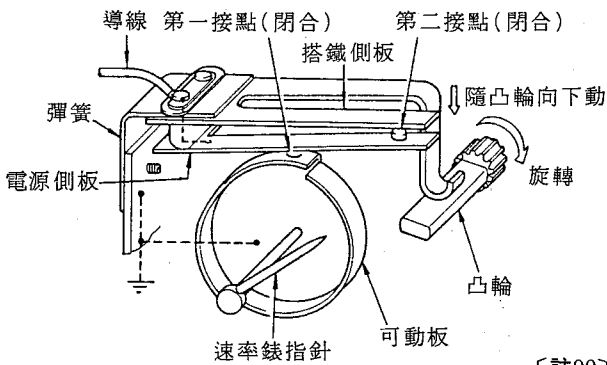


圖 5-11-118 車速超過 100 km/h 以上時之作用(一)

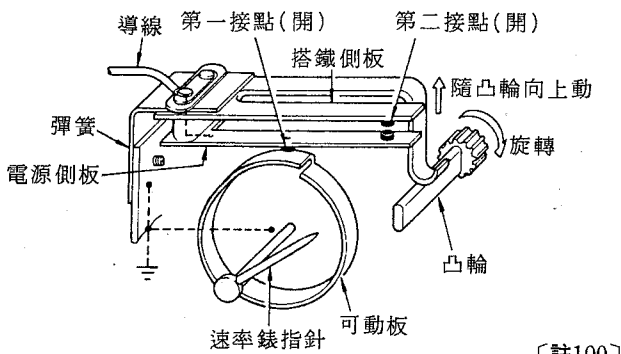


圖 5-11-119 車速超過 100 km/h 以上時之作用(二)

一接點閉合。當凸輪軸低的部分與臂接觸時，第二接點閉合，電流通，使蜂鳴器發出響聲；當凸輪軸高的部分與臂接觸時，第二接點分開，電流通斷，使蜂鳴器停止發聲，如圖5-11-119所示。如此發出特別有警告性的斷續警報聲。

四、打音器與蜂鳴器

(一)打音器之原理如圖5-11-120所示，構造如圖5-11-121所示。當接點接通時，線圈產生吸力，吸引柱塞敲打A振動板；接點分開時，電流通斷，彈簧將柱塞推回敲打B振動板，如此反覆敲打而發生響聲。

(二)蜂鳴器之構造如圖5-11-122所示，其構造原理同喇叭，此處暫不介紹。

五、信號發電機式超速警報器

(一)信號發電機式超速警報器之構造如圖5-11-123所示，由超速警報組 (speed alarm unit) 與信號發電機 (signal generator) 兩部分組成。為裝在路碼錶外之超速警報裝置，其設定速度可用調整鈕隨時改變。

(二)超速警報組內部之電路如圖5-11-124所示。當車速低速時，信號發電機 S_R 在 OFF 時，電流 i_1 經過 R_1 、 C_1 、 D_2 、 C_2 而搭鐵，使電容器 C_1 及

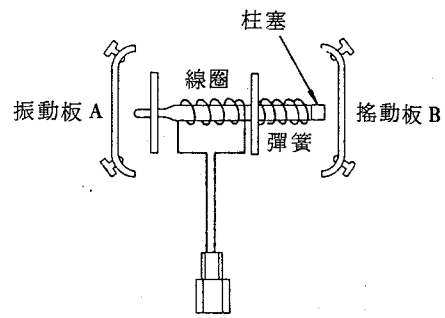


圖 5-11-120 打音器之原理 [註101]

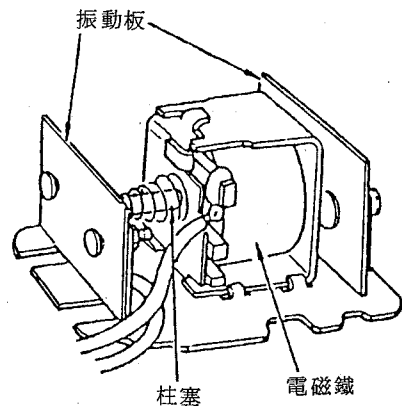


圖 5-11-121 打音器構造

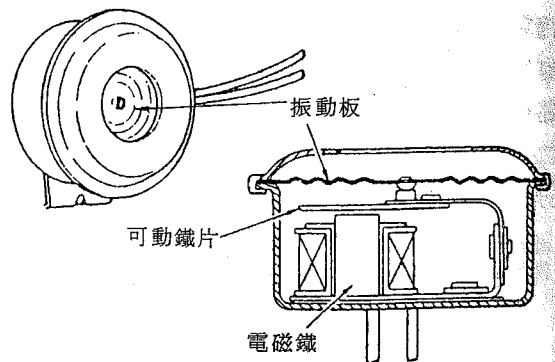


圖 5-11-122 蜂鳴器構造

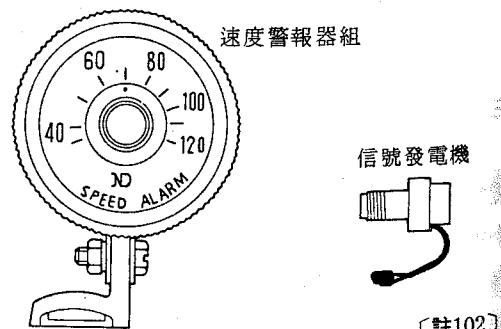


圖 5-11-123 信號發電機式超速警報器 [註102]

C_2 被充電。此時因 C_1 及 R_1 安定時之組合常數小，貯存於 C_2 之電荷較少。當 S_R 在 ON 時，電流改為 i_2 ，流經 R_1 、 R_2 搭鐵， C_1 的存電也由 R_2 放掉。 C_2

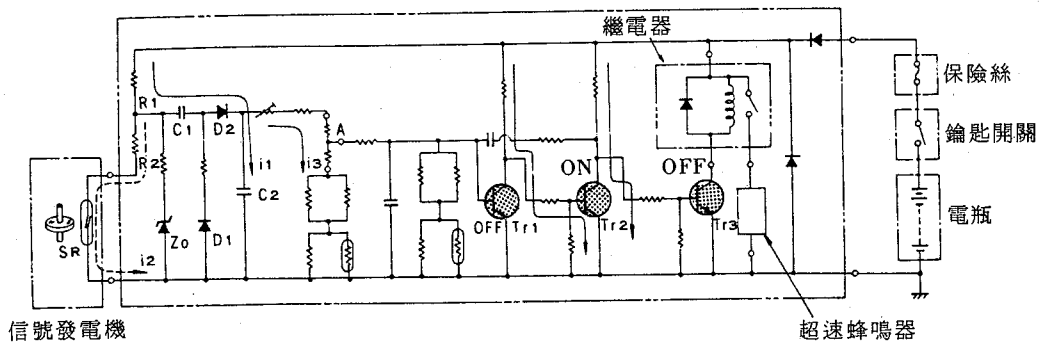


圖 5-11-124 超速警報器電路及低速時之作用 [註103]

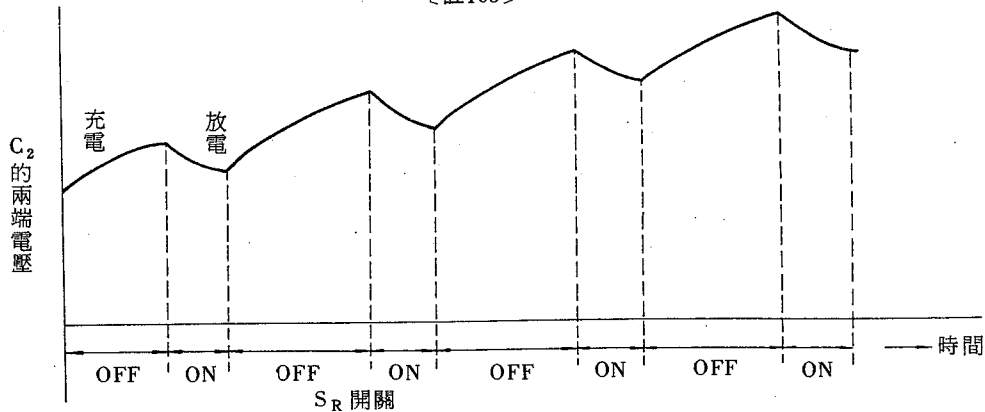


圖 5-11-125 S_R 之充放電使 C_2 之電壓逐漸升高 [註104]

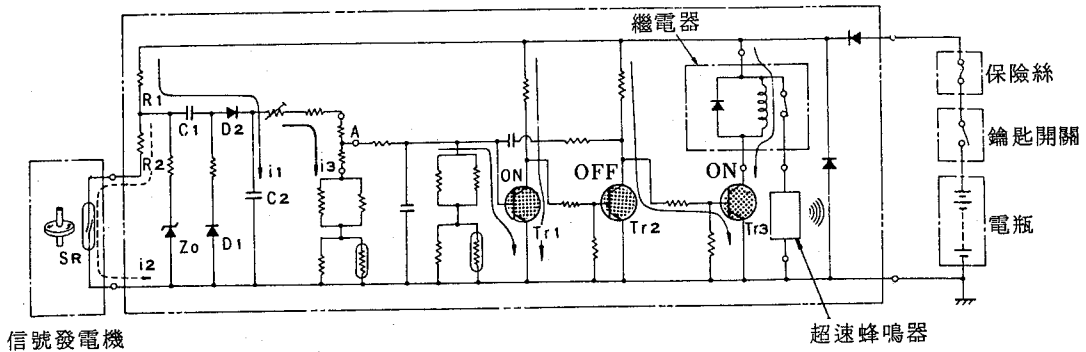


圖 5-11-126 超速警報器電路及高速時之作用 [註105]

的存電則由 i_3 放掉。在低速時，因 S_R ON-OFF 的時間長的關係， C_2 的存電會完全放掉，而使 A 點無電壓，電晶體 Tr_1 無基極電流而變成 OFF， Tr_1 OFF 時 Tr_2 ON， Tr_2 ON 之結果使 Tr_3 為 OFF，蜂鳴器無電流，不響。

(二)當車速高速時， S_R 的 ON-OFF 時間都很短， C_2 的存電尚未放完又再被充電，於是電壓逐漸升高，如圖 5-11-125 所示。但因定壓整流粒 Z_0 之作用限制 C_2 的電壓為一定值。A 點的電壓使 Tr_1 之基極電流通， Tr_1 ON， Tr_1 ON 之結果 Tr_2 OFF， Tr_2 OFF 後使 Tr_3 ON，繼電器線圈之電流經 Tr_3 之集極搭鐵，使接點閉合，使蜂

鳴器發出響聲，如圖 5-11-126 所示。

(四)信號發電機之作用

1. 信號發電機裝在變速箱後部的路碼錶驅動齒輪邊，由引導開關及永久磁鐵組成。
2. 當引導開關之接點與永久磁鐵之 N S 極遠離時，如圖 5-11-127 所示，在上下接點處出現異性磁性而產生相吸作用，使接點閉合。
3. 當引導開關之接點與永久磁鐵之 N 或 S 極靠近時，如圖 5-11-128 所示，在上下接點處出現同性磁極而互相排斥，使接點分開。

六、發振式超速警報器

(一)發振式超速警報器之構造原理如圖 5-11-

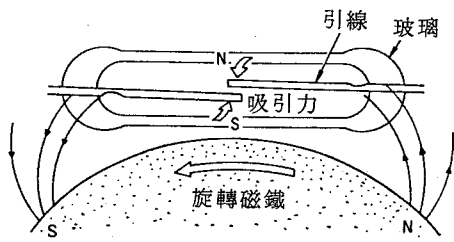


圖 5-11-127 引導開關接點與 N·S 極遠離時之作用 [註106]

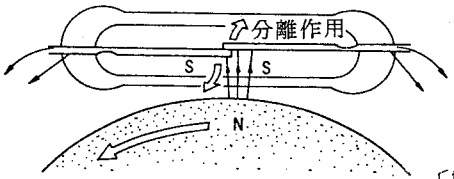


圖 5-11-128 引導開關接點與 N·S 極接近時之作用 [註107]

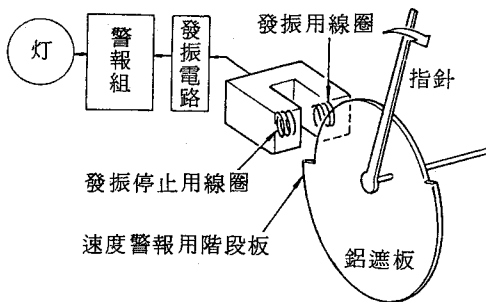


圖 5-11-129 發振式超速警報器構造原理 [註108]

129 所示，由裝在路碼錶中的兩個線圈與發振電路及與指針一體的迴轉鋁質遮板做為信號產生裝置，再由警報器及警告燈產生警報訊號。

(一)當車速超過規定時，遮板即轉入兩個線圈之間，使發振電路產生作用，而使警告燈發生閃亮。

七、光電式超速警報器

(一)光電式超速警報器之構造如圖 5-11-130 所示，在路碼錶中裝設發光二極體及受光電晶體及與指針一體的迴轉遮板來做信號控制，再利用 IC 電路放大，使警告燈產生作用。

(二)當車速超過 100 km/h 時，遮板將光遮住，使 IC 電路產生作用。發光體及受光體均以樹脂模鑄而成，配合 IC 控制電路，體積小，堅固耐用，漸漸廣被採用。

(三)發振式與光電式超速警報器之遮板均在空氣中迴轉，不會影響速率錶針指示，沒有接點，故障少，將會取代接點式超速警報器。

11-3-10 語言警告裝置

(一)現代汽車有些採用語言警告裝置 (speak

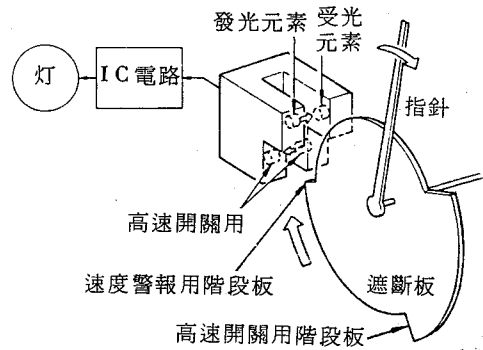


圖 5-11-130 光電式超速警報器之構造原理 [註109]

-monitor) 來警告駕駛人，如豐田汽車以女性的聲音警告下列事項：

1. 請將車門確實關好——當車門半開時 (車門鎖扣只鎖第一段時)。
2. 請將手煞車拉桿放下——當汽車行駛未完全放鬆手煞車拉桿時。
3. 請將燈熄掉——引擎熄火，燈開關未關，打開車門時。
4. 請將鑰匙拔下——鑰匙還插著，將車門打開時。
5. 請加汽油——汽油不足時。

(二)語言警告系統的構成方塊如圖 5-11-131 所示。警告的話以數位信號記憶在 8 K byte ROM 記憶片中，電腦依各感知器 (鑰匙開關、充電指示燈繼電器、尾燈繼電器、手煞車開關、油箱送信器熱阻體等) 的信號做判斷，將 ROM 中所需要的聲音取出，經 D/A 轉換器變成類比信號，經過濾波器、放大器，使擴音器發出聲音。

(三)我國裕隆汽車公司 1984 年之吉利型汽車亦安裝有語言警告系統，其發聲裝置係以馬達帶動唱盤旋轉，擴音機以針尖接觸唱盤，直接振動膜片發出聲音，其電路簡圖如 5-11-132 所示，可分控制電路及發聲裝置二部分。現以燈開關忘記關為例說明其作用原理：

1. 若燈開關打開 (ON)，鑰匙開關已關 (OFF)，此時若將車門打開 (車門開關 ON)，則語言警告裝置立刻發出“請先把車燈關熄”的警告聲音。

2. 當前述條件成立 (燈開關 ON，鑰匙開關 OFF，車門開關 ON) 時，使 Tr_1 基極電流經車門開關搭鐵， Tr_1 OFF， Tr_1 OFF 結果使 Tr_2 ON。

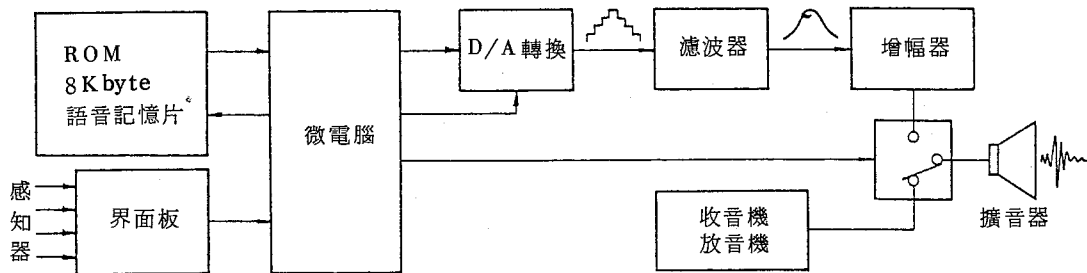


圖 5-11-131 語言警告系統方塊圖

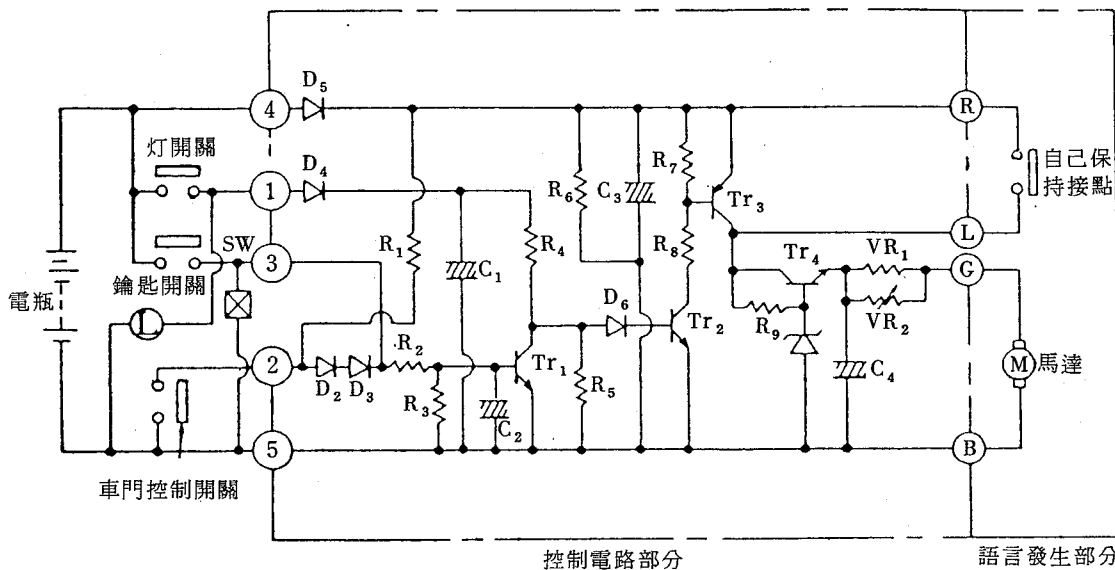


圖 5-11-132 裕隆吉利型汽車之語言警告電路簡圖

3. Tr_2 ON時，使 Tr_3 也 ON，故有電流流到馬達，使馬達旋轉帶動唱盤而發出聲音。馬達一開始轉動，因定位接點保持在 ON 狀態，一直到回到原來之定位才能 OFF，即語言警告裝置一動作，就必須把話說完，才會停止。

4. 若燈開關 ON，鑰匙開關 OFF，但車門不

打開(車門開關 OFF)，語言警告系統不會作用，此表示駕駛人先關鑰匙開關後再關燈開關。

5. 若燈開關 ON，鑰匙開關 ON，但車門打開(車門開關 ON)，語言警告系統亦不作用，此即表示駕駛人僅暫時離開。

返回目錄

第四節 數位式儀錶

11-4-1 數位儀錶與類比儀錶之比較

(一)前面所介紹之類比式(指針式)儀錶都是以指針及刻度表示數量，表示速度快，可以直接感覺地讀取，但精確度較差。

(二)數位儀錶則以數字直接表示數量，表示速度慢，但讀取不會錯誤，適於高精度要求之儀錶。

(三)類比儀錶的情報傳輸過程，以5-11-133所示之汽油錶為例說明如下：

類比量 類比值 類比值
 汽油量 → 浮筒位置 → 變換為電阻值 → 電流 → 送信器 - 感測值

類比刻度
 → 汽油錶指示
 接收部 - 指示錶

(四)數位儀錶的情報傳輸過程，以圖5-11-134之汽油錶為例說明如下：

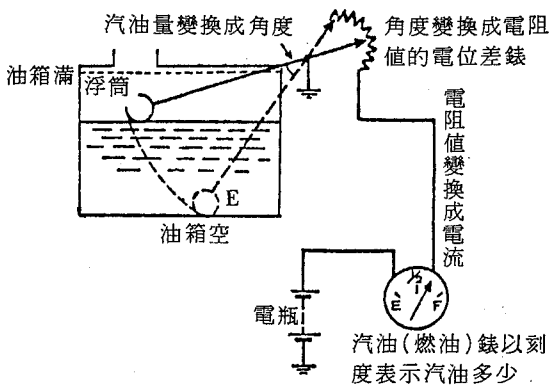


圖 5-11-133 類比式儀錶之作用〔註110〕

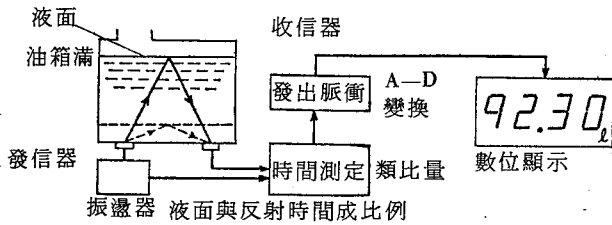
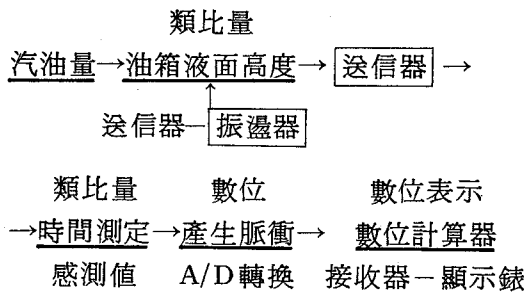
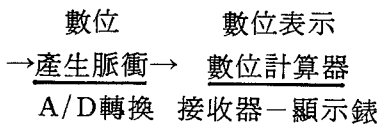
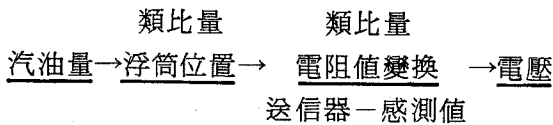


圖 5-11-134 數位儀錶之作用〔註111〕



(v) 數位儀錶亦可以將電阻值轉變成電壓，然後利用類比數位轉換器 (analog-digital converter, 簡稱 A/D converter) 轉變成數位信號，如 10 V 產生 10,000 脈衝，2 V 產生 2,000 脈衝，可以將類比量的送信器之儀錶數位化了。



(vi) 本節所介紹為日本電裝 (Denso) 出品之數位儀錶的構造及作用。

11-4-2 數位速率錶

(一) 數位式速率錶是由光電式的速率感知器及速率顯示錶組構成。

(二) 速率感知器的構造如圖 5-11-135 所示，由發光二極體與光電晶體相對組成光聯結器 (photo coupler)，與由路碼錶軟軸所驅動的遮光板旋轉時產生光之斷續產生脈衝信號。

(三) 速率顯示錶之構造如圖 5-11-136 所示，由螢光顯示管、微電腦 IC 等構成，把由速率感知器送來的隨車速變化之脈衝信號在螢光顯示管顯示出來。同時把其他信號送給引擎轉數錶、燃油錶、溫度錶等，其情報傳輸方塊圖如圖 5-11-137 所示。

(四) 車速計測電路之作用

1. 在車速感知器所產生的脈衝信號，經過波形整形後，與計數器計測後，由微電腦之記憶電路記憶。

2. 計時 (timing) 電路將計數器的計測時間及記憶電路裏記憶的時間共同輸出。

3. 記憶電路把來自車速感知器的脈衝數與時間相對應之車速輸出到螢光顯示管。

4. 螢光顯示管的分解顯示能力為每 1 km/h 一次，比指針式的速率錶精確度高。但因螢光顯示管換寫時間一定的關係，不一定每 1 km/h 變換顯示一次。

5. 若顯示之車速在 101 km/h 以上時，從速度判定電路做信號輸出，點亮超速警告燈。車速在 105 km/h 以上時，則超速警報蜂鳴器會響。

6. 圖 5-11-138 所示為速率錶作用方塊圖。

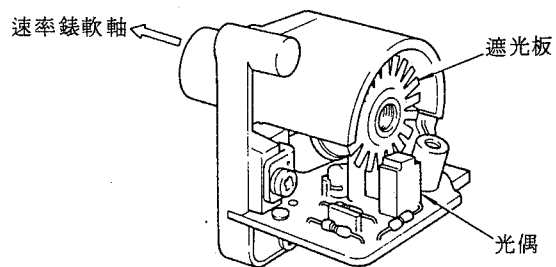


圖 5-11-135 速率感知器之構造〔註112〕

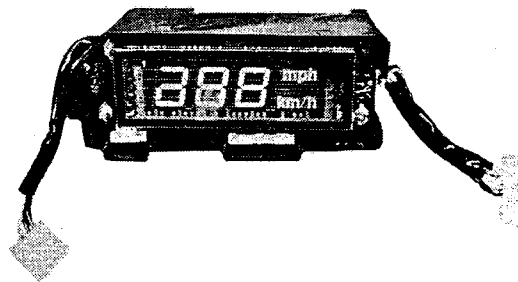


圖 5-11-136 速率顯示錶〔註113〕

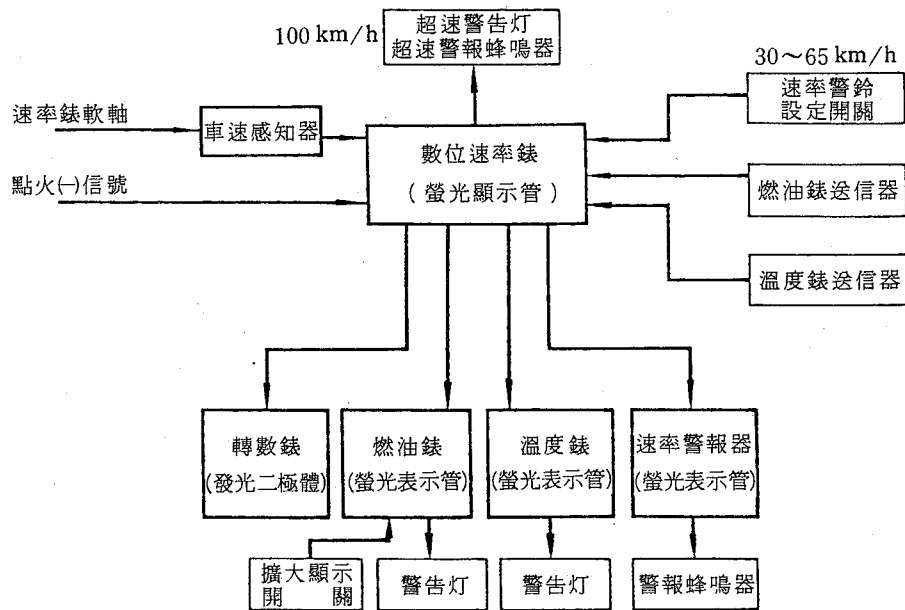


圖 5-11-137 數位速率錶情報傳輸方塊圖〔註114〕

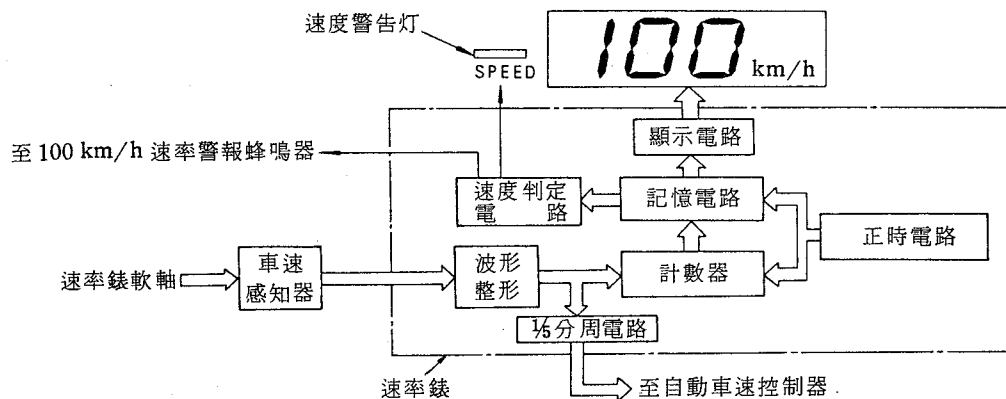


圖 5-11-138 數位速率錶作用方塊圖〔註115〕

11-4-3 數位引擎轉速錶

(一)圖5-11-139所示為數位引擎轉速錶，由發光二極體(LED)顯示器、微電腦及驅動用IC等所構成。

(二)數位引擎轉速錶之作用

1.因為點火之(-)信號的脈衝與脈衝之間的時間與引擎的轉數成反比，所以微電腦(CPU)以計測點火信號的時間間隔來檢知引擎的回轉數。

2.點火信號在數位速率錶內被波形整形後，以CPU計測3個脈衝的時間，並以此求每一脈衝的平均時間，以檢知引擎的回轉數。

3.表示電路根據CPU隨回轉數多寡的輸出點亮發光二極體(LED)。

4.圖5-11-140所示為數位引擎轉速錶作用之方塊圖。

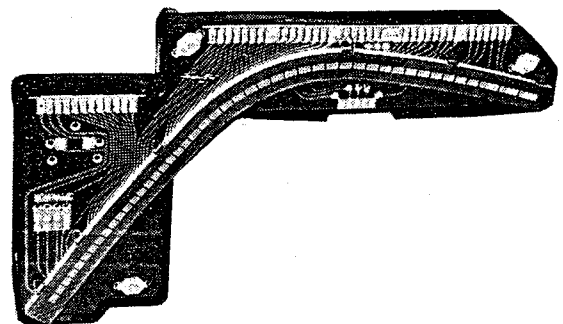


圖 5-11-139 數位引擎轉速錶之構造〔註116〕

11-4-4 數位燃油錶

(一)數位燃油錶如圖5-11-141所示，由螢光顯示管的顯示器、計算用的微電腦(CPU)及IC等組成。

(二)數位燃油錶之作用

1.從油箱中的電位錶(potential meter)

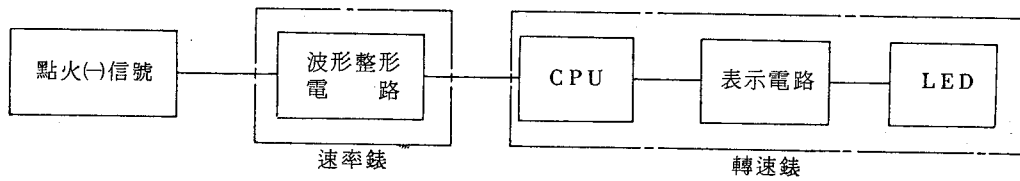


圖 5-11-140 數位引擎轉速錶作用方塊圖〔註117〕

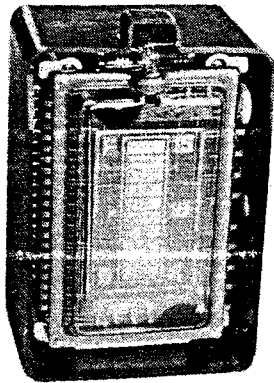


圖 5-11-141 數位燃油錶外觀〔註118〕

可感知汽油的剩餘量，此電壓再經由A/D轉換器轉變成數位信號後送到CPU，經計算後，再由表示用IC向顯示器輸出。

2.顯示器顯示之剩下汽油量以條 (segment) 或帶狀點亮。

3.當鑰匙打開時，爲了能儘早的顯示，係以0.4秒的時間計算燃油剩餘量，約1秒後即能顯示，以後每256秒做一次剩餘量的計算，以免顯示器產生閃爍。

4.數位燃油錶內裝有保險絲或PTC之目的，是當油箱中之送信器失靈時，能保護速率錶內的5V電源電路。

5.圖5-11-142所示爲數位燃油錶之作用方塊圖。

11-4-5 數位溫度錶

(一)數位溫度錶如圖5-11-143所示，由包括電腦IC的比較器及螢光顯示管所構成。

(二)數位溫度錶的作用

1.顯示器各顯示條分別設有比較器、基準電壓及由溫度感知器輸入的電壓做比較。

2.若溫度感知器輸入的電壓低於基準電壓，比較器就產生ON的信號，而使該顯示條點亮。

3.第10顯示條點亮(120℃以上)時，同時警告燈也會點亮，以警告引擎過熱。

4.數位溫度錶之作用方塊圖如圖5-11-144所示。

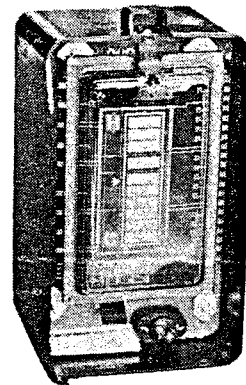


圖 5-11-143 數位溫度錶外觀〔註120〕

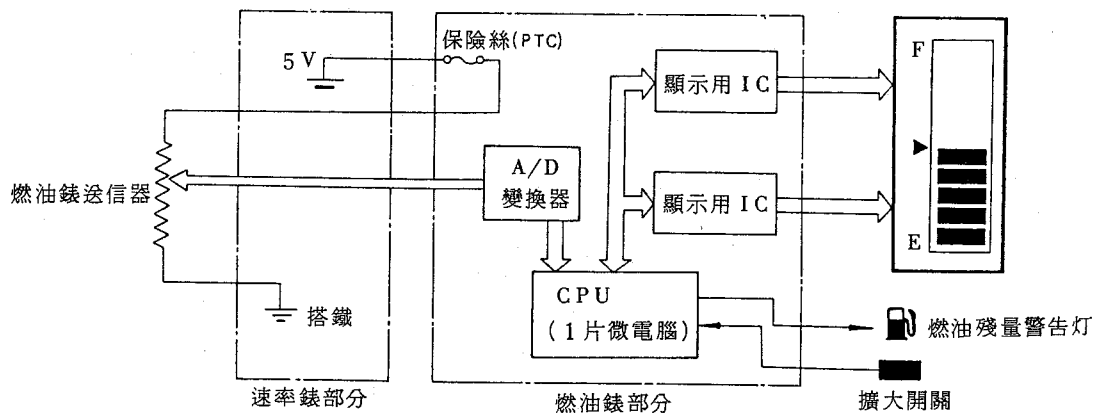


圖 5-11-142 數位燃油錶之作用方塊圖〔註119〕

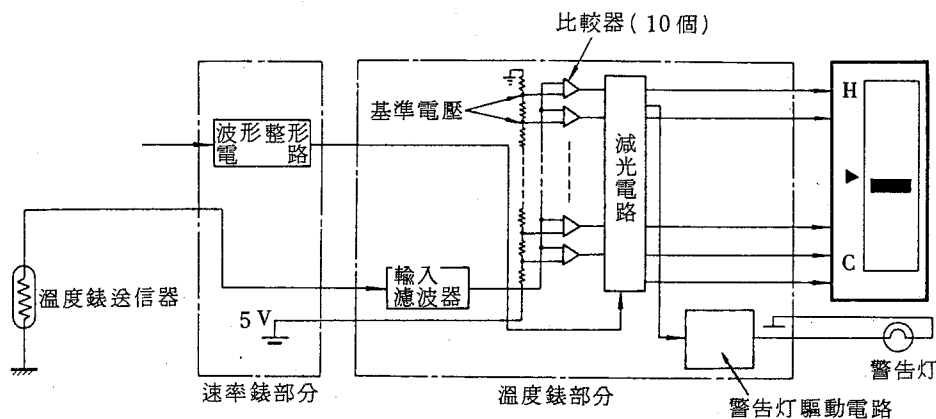


圖 5-11-144 數位溫度錶之作用方塊圖〔註121〕

返回目錄

第五節 儀錶照明

11-5-1 概述

(一)儀錶的照明方法有間接照明、透過照明兩種方式。

(二)早期的儀錶都是利用燈的反射光來照明的間接照明方式。

(三)近代汽車儀錶板上的刻度板改用透明的壓克力樹脂製造，除數字及刻度外，其他部分以黑色油漆塗裝，燈光由後面照射，使儀錶之刻度很顯明，如圖5-11-145所示。

(四)近代汽車儀錶之指針採用壓克力樹脂導光

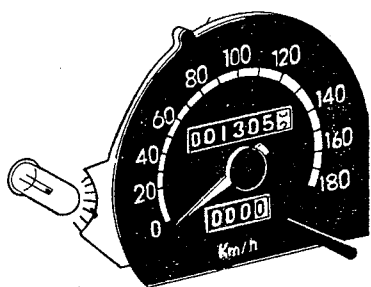


圖 5-11-145 透過式照明〔註122〕

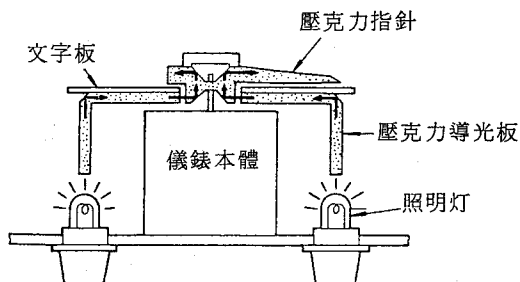


圖 5-11-146 儀錶指針之透過式照明〔註123〕

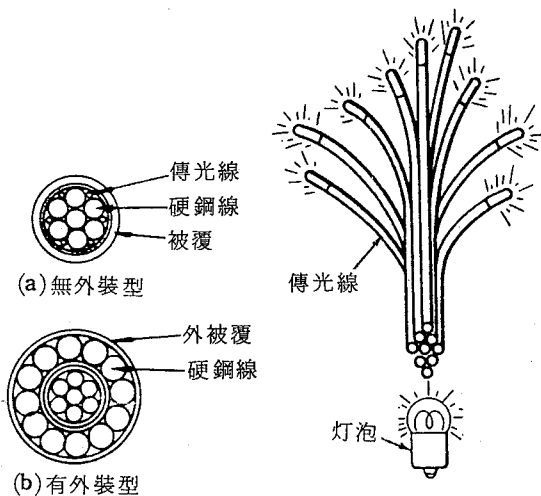


圖 5-11-147 壓克力傳光線構造〔註124〕

材料製作，利用壓克力導光板將光源導至指針，使指針亦非常鮮明，如圖5-11-146所示。

(五)因儀錶部位很狹窄，不易安裝燈泡，且使用燈泡照明時，燈光集中在一點，故現代汽車使用傳光線，如圖5-11-147所示，利用多股保麗壓克力 (polymethyl-methacrylate) 傳光導線，將燈光傳到欲照明的各儀錶去。

(六)現代汽車儀錶改採用電子發光板 (electro-luminescence panel, 簡稱 EL) 照明來取代燈泡。它可以使整片儀錶板表面發光，全部錶面一樣均勻顯明清晰，沒有刺眼光線，亦不發熱。

11-5-2 電子發光儀錶板

一、電子發光板原理

(一)如圖5-11-148所示，向空中拋一個石子，使石子之能量增加，當石子落到地面時，碰撞發出響聲。同理，電子受到較高的電壓，會脫離正常軌道，如圖5-11-149所示，當電子返回正常軌道時，亦會碰撞發出亮光，此為電子發光板的基本原理。

(二)我們常見街上商店廣告使用之霓虹燈，亦是同樣的道理。在霓虹燈的燈管中充有氖氣，當交流電壓加於霓虹燈兩端的電極上時，因電子的

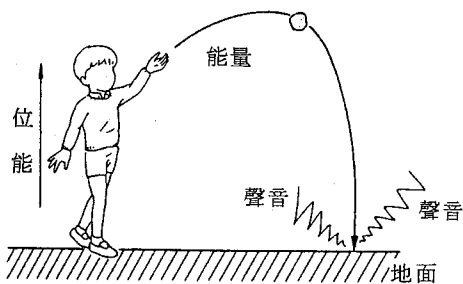


圖 5-11-148 電子發光板原理(一) [註125]

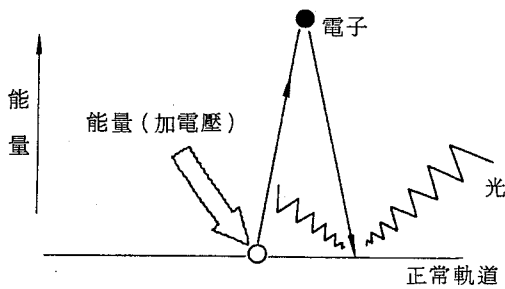


圖 5-11-149 電子發光板原理(二) [註126]

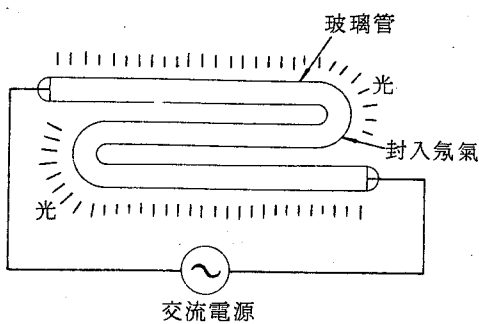


圖 5-11-150 霓虹燈原理 [註127]

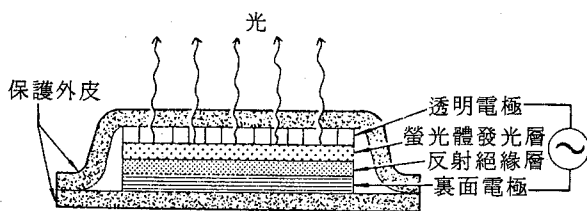


圖 5-11-151 電子發光板構造 [註128]

衝擊作用使燈管發光，如圖5-11-150所示。

(二)電子發光板之構造如圖5-11-151所示，其發光原理如圖5-11-152所示，電子發光板之亮度與交流電源電壓及頻率之關係如圖5-11-153所示。

二、電子發光板之作用

(一)電子發光板需要使用 300 V A.C. 之交流電才能工作，因此需將電瓶的直流電經變流器變成交流電後才經變壓器升壓。圖5-11-154所示為汽車上使用之電子發光板電路方塊圖，圖中濾波器是將電源回路的干擾電波除去；電流限制器係保護電路不因短路而燒燬。變流器輸出頻率約 200 Hz，電壓約 300 V_{p-p}。

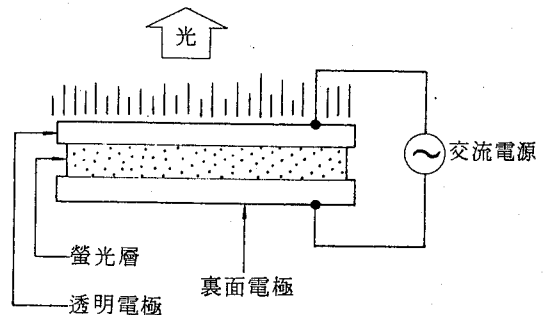


圖 5-11-152 電子發光板原理 [註129]

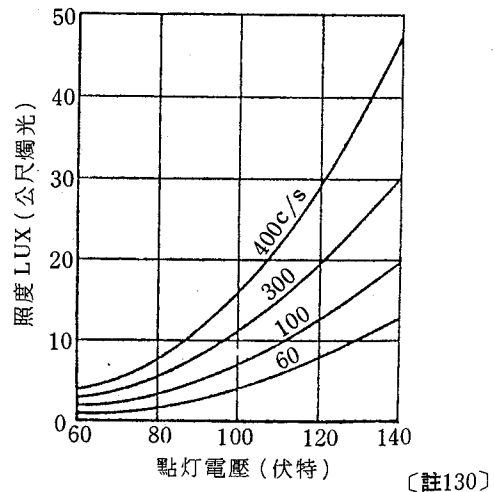


圖 5-11-153 電子發光板照度與電壓及頻率關係 [註130]

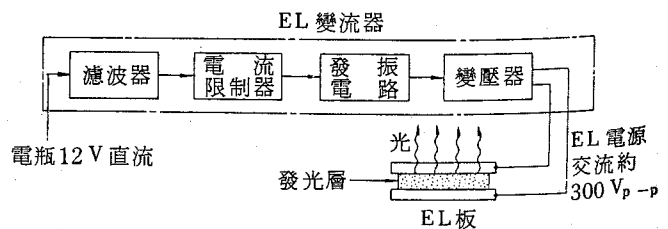


圖 5-11-154 汽車用電子發光板方塊圖 [註131]

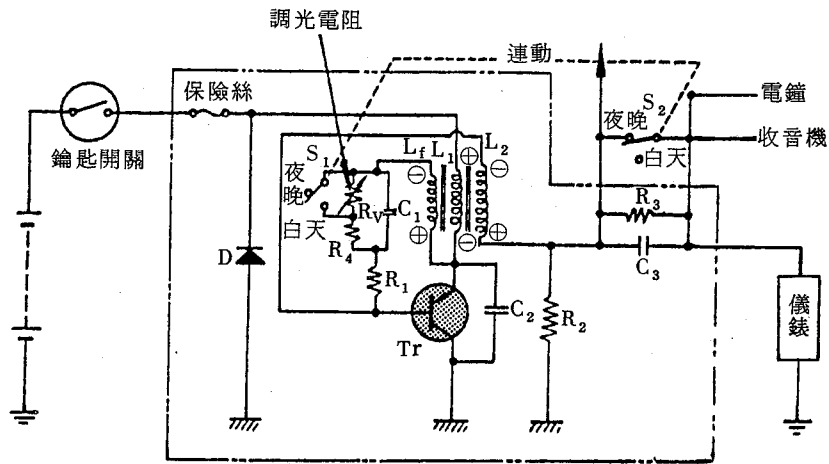


圖 5-11-155 電子發光板電路圖〔註132〕

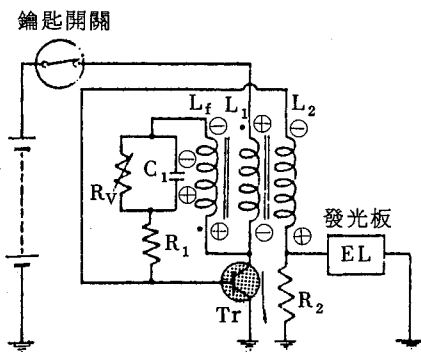


圖 5-11-156 電子發光板作用(+)〔註133〕

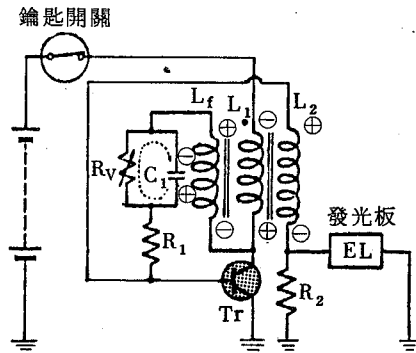


圖 5-11-157 電子發光板作用(-)〔註134〕

(+)圖5-11-155所示為電子發光板電路圖。變流器之作用與點火系統的發火線圈或電晶體日光灯所使用之變流器相似。變流器的變壓器中有三組線圈繞在同一根鐵芯上。L₁是一次線圈，L₂是二次線圈，L_f用來控制電晶體Tr之ON-OFF。L₂之圈數最多，L_f之圈數最少。

(+)當鑰匙開關ON時，電瓶電經L₁→Tr之射極與基極→L₂→R₂→搭鐵，使Tr之集極大電流經L₁流通，L₁因本身之自感應上端為⊕，下端為⊖

，如圖5-11-156所示。同時，L₂及L_f都受感應而成上端為⊖，下端為⊕，L₂線圈因圈數多，能感應出300V之電壓，供電子發光板使用。L_f之感應電同時充到C₁。L₁的電流達某一程度時即達飽和，不再增加。

(-)L₁之電流飽和後，磁場強度趨穩定，感應作用消失，L_f之感應電停止，Tr之基極電流減少，使集極之電流亦減少。L₁之電流減少時，磁場感應出反方向之電壓，L_f線圈成為上端⊕，下端

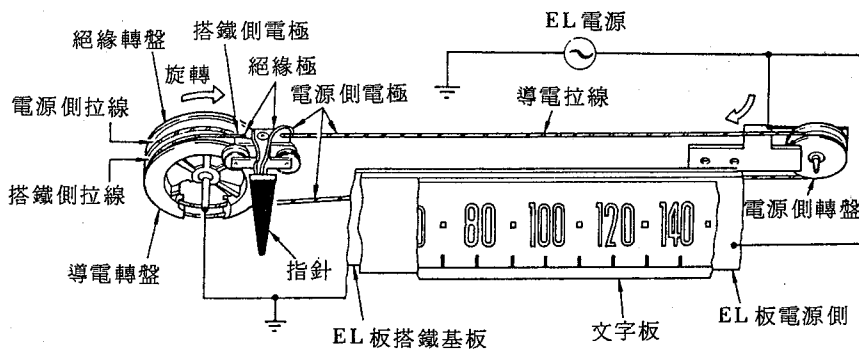


圖 5-11-158 EL照明速率錶構造〔註135〕

⊖，如圖5-11-157所示，此電壓加上電容器 C_1 之電壓，使Tr之基極電流OFF，使集極電流亦成OFF。C₁之存電由可變電阻 R_v 放掉，磁場完全消失，電路又恢復原來狀態。

(b)如前述反覆作用，產生200 Hz, 300 V之交流電供EL使用。可變電阻 R_v 連到調光鈕，改變 R_v 之值將影響C₁充放電速度，因而改變了交流電之頻率及電壓，使電子發光板的亮度能調整。

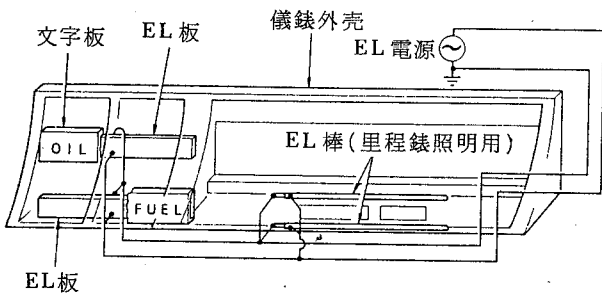


圖 5-11-159 組合儀錶玻璃下的 EL 照明 [註136]

三、電子發光儀錶板構造

(一)圖5-11-158所示為 EL 照明速率錶之構造，圖5-11-159所示為組合儀錶玻璃下的 EL 照明供電電路。

(二)圖5-11-160所示為各種儀錶接收器的 EL 照明供電電路圖。

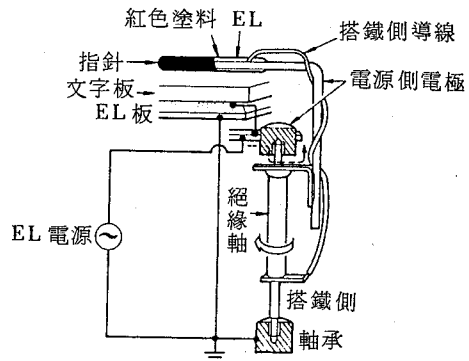


圖 5-11-160 各種儀錶接收器的 EL 照明電路 [註137]

【習題】

一、選擇題：

1. 使用指針與刻度指示的儀錶為①類比式②數位式③電阻式④線圈式儀錶。
2. 燃油油量錶油滿時以①E②F③C④H字表示。
3. ⊞ 符號表示①近光燈②遠光燈③霧燈④室內燈。
4. ⊞ 符號表示①排氣系過熱②前擋風玻璃除霧③後擋風玻璃除霧④清洗後擋風玻璃。
5. 現代汽車使用最多的類比式燃油錶為①電熱偶片—可變電阻式②交差線圈—可變電阻式③電熱偶片—電熱偶片式④串聯線圈—可變電阻式。
6. 行車記錄紙上外圈的11條同心圓虛線係記錄①瞬間速度②行駛里程③工作時間④交班時間。
7. 柴油引擎使用的引擎轉數錶屬於①電磁迴轉式②離心力式③發電機式④脈衝式。
8. 引導開關式車速感知器之軟軸每轉一圈產生①1次②2次③3次④4次脈衝。
9. 充電指示燈之控制電源接發電機之①N②A③F④E線頭。

10. 數位儀錶之顯示器為①LED②LET③PNP④SCR製成。

二、填充題：

1. 使用電熱偶式儀錶必須裝用_____，以免電壓變化時使儀錶指示失準。
2. 現代汽車常以具有警覺性、構造簡單的_____取代儀錶的指示。
3. 目前採用數位顯示的儀錶有_____、_____、_____等。
4. ⊞ 代表_____， ⊞ 代表_____， ⊞ 代表_____， ⊞ 代表_____， ⊞ 代表_____， ⊞ 代表_____。
5. 現代汽車使用最多的類比式溫度錶為_____。
6. 電流錶之種類有_____、_____、_____三種。
7. 速率錶車速的指示方法有_____、_____三種。
8. 常用之車速感知器有_____、_____兩種。
9. 引擎轉數錶之種類有_____、_____、_____三大類。

10. 行車記錄器之記錄裝置有_____、_____、_____三項。
11. 現代汽車安全監視(OK)系統包括之感知器有_____、_____、_____、_____、_____等六種。
12. 超速警報器之測速方法有_____、_____、_____、_____四種。
13. 表示速度快，可憑感覺讀取，精度較差之儀錶為_____；表示速度慢，但讀取不會錯誤的高精度儀錶為_____。
14. 數位溫度錶由螢光顯示管及_____構成。

三、問答題：

1. 熱偶片式儀錶如何防止溫度變化產生之指示誤差？
2. 為何現代汽車儀錶前必須加裝電壓調節器？
3. 何謂置針式儀錶？
4. 行車記錄器能記錄那些行駛狀況？
5. 現代汽車儀錶板上使用之警告燈有那些？
6. 試述數位儀錶與類比儀錶之不同點。
7. 裕隆青島汽車在何種情況下會發出“請把燈關熄”的警告聲音？

【資料來源註釋】

- 〔註1〕 Toyota
- 〔註2〕 裕隆速利
- 〔註3〕 鐵道日本社
- 〔註4〕 鐵道日本社カーテクノロジー No.11 1-5-B
- 〔註5〕 同〔註4〕 1-5-C
- 〔註6〕 日本電裝株式會社 電裝品說明書 DENSO
メータ編 圖3-1
- 〔註7〕 雇用促進事業團職業訓練部編 自動車電氣裝置 圖4-2
- 〔註8〕 同〔註6〕 P.19
- 〔註9〕 Motor Auto Engines and Electrical Systems Fig22
- 〔註10〕 同〔註6〕 圖3-20
- 〔註11〕 日本自動整備振興會連合會二級シャシ編 圖II-10
- 〔註12〕 同〔註6〕 デンソー メータ編 圖47
- 〔註13〕 同〔註6〕 圖3-21
- 〔註14〕 同〔註6〕 圖3-22
- 〔註15〕 同〔註6〕 圖3-23
- 〔註16〕 同〔註6〕 圖3-24
- 〔註17〕 同〔註11〕 三級自動車シャシ編 圖IV-9
- 〔註18〕 同〔註6〕 圖3-10
- 〔註19〕 同〔註6〕 圖3-2
- 〔註20〕 同〔註6〕 圖3-3
- 〔註21〕 同〔註6〕 圖3-4
- 〔註22〕 同〔註6〕 圖3-5
- 〔註23〕 同〔註6〕 圖3-6
- 〔註24〕 同〔註6〕 圖3-7
- 〔註25〕 同〔註12〕 圖37
- 〔註26〕 同〔註12〕 圖38
- 〔註27〕 同〔註9〕 Fig 15

- 〔註28〕 同〔註6〕 圖3-13
- 〔註29〕 同〔註6〕 圖3-12
- 〔註30〕 同〔註6〕 圖3-11
- 〔註31〕 同〔註17〕 圖IV-8
- 〔註32〕 同〔註9〕 Fig 35
- 〔註33〕 同〔註9〕 Fig 34
- 〔註34〕 同〔註6〕 圖3-16
- 〔註35〕 同〔註6〕 圖3-17
- 〔註36〕 同〔註6〕 圖3-18
- 〔註37〕 同〔註6〕 圖3-19
- 〔註38〕 同〔註9〕 Fig 8, Fig 9
- 〔註39〕 同〔註9〕 Fig 18
- 〔註40〕 同〔註7〕 圖4-21
- 〔註41〕 同〔註12〕 圖60
- 〔註42〕 同〔註12〕 圖61
- 〔註43〕 同〔註12〕 圖62
- 〔註44〕 同〔註12〕 圖63
- 〔註45〕 同〔註12〕 圖59
- 〔註46〕 同〔註6〕 圖4-2
- 〔註47〕 同〔註6〕 圖4-1
- 〔註48〕 同〔註6〕 圖1-1
- 〔註49〕 同〔註6〕 圖1-2
- 〔註50〕 同〔註6〕 圖1-4
- 〔註51〕 同〔註6〕 圖1-5
- 〔註52〕 同〔註6〕 圖1-6
- 〔註53〕 同〔註7〕 圖4-35
- 〔註54〕 同〔註7〕 圖4-34
- 〔註55〕 同〔註6〕 圖1-7
- 〔註56〕 同〔註12〕 圖11
- 〔註57〕 同〔註12〕 圖12
- 〔註58〕 同〔註6〕 圖1-8
- 〔註59〕 同〔註6〕 圖1-9

- 〔註60〕 同〔註6〕 圖1-10
 〔註61〕 同〔註17〕 圖IV-22
 〔註62〕 同〔註12〕 圖25
 〔註63〕 同〔註12〕 圖24
 〔註64〕 同〔註12〕 圖26
 〔註65〕 同〔註12〕 圖28
 〔註66〕 同〔註6〕 圖2-1
 〔註67〕 同〔註6〕 圖2-2
 〔註68〕 同〔註6〕 圖2-3
 〔註69〕 同〔註6〕 圖2-4
 〔註70〕 全國自動車整備學校連盟編 自動車用電装品の構造 圖4-11
 〔註71〕 同〔註6〕 タログラフ編 圖13
 〔註72〕 同〔註71〕 圖12
 〔註73〕 同〔註72〕 P.27
 〔註74〕 同〔註7〕 圖4-50
 〔註75〕 同〔註17〕 圖IV-30
 〔註76〕 同〔註17〕 圖IV-28
 〔註77〕 同〔註17〕 圖IV-29
 〔註78〕 同〔註17〕 圖IV-31
 〔註79〕 同〔註17〕 圖IV-32
 〔註80〕 同〔註7〕 圖4-52
 〔註81〕 同〔註17〕 圖IV-33
 〔註82〕 同〔註7〕 圖4-21
 〔註83〕 同〔註6〕 圖9-1
 〔註84〕 同〔註6〕 圖9-2
 〔註85〕 同〔註6〕 圖9-4
 〔註86〕 同〔註7〕 圖3-55, 圖3-56
 〔註87〕 同〔註12〕 圖65
 〔註88〕 同〔註7〕 圖3-57, 圖3-58
 〔註89〕 同〔註7〕 圖3-59
 〔註90〕 寺田繁著 自動車の電子装置 Fig3-8-11
 〔註91〕 同〔註90〕 Fig3-8-7
 〔註92〕 同〔註90〕 Fig3-8-3
 〔註93〕 同〔註90〕 Fig3-8-4, 3-8-5
 〔註94〕 同〔註90〕 Fig3-8-9
 〔註95〕 同〔註90〕 Fig3-8-12
 〔註96〕 同〔註90〕 Fig3-8-12
 〔註97〕 同〔註6〕 圖1-11
 〔註98〕 同〔註6〕 圖1-12
 〔註99〕 同〔註6〕 圖1-13
 〔註100〕 同〔註6〕 圖1-14
 〔註101〕 同〔註6〕 圖1-15
 〔註102〕 同〔註6〕 圖1-16
 〔註103〕 同〔註6〕 圖1-17
 〔註104〕 同〔註6〕 圖1-19
 〔註105〕 同〔註6〕 圖1-18
 〔註106〕 同〔註6〕 圖1-20
 〔註107〕 同〔註6〕 圖1-21
 〔註108〕 同〔註6〕 圖1-22
 〔註109〕 同〔註6〕 圖1-23
 〔註110〕 同〔註90〕 Fig2-4-3
 〔註111〕 同〔註90〕 Fig2-4-5
 〔註112〕 同〔註6〕 圖5-1
 〔註113〕 同〔註6〕 圖5-2
 〔註114〕 同〔註6〕 圖5-2
 〔註115〕 同〔註6〕 圖5-3
 〔註116〕 同〔註6〕 P.25
 〔註117〕 同〔註6〕 圖6-1
 〔註118〕 同〔註6〕 P.26
 〔註119〕 同〔註6〕 圖7-1
 〔註120〕 同〔註6〕 P.27
 〔註121〕 同〔註6〕 圖8-1
 〔註122〕 同〔註6〕 圖10-1
 〔註123〕 同〔註6〕 圖10-2
 〔註124〕 Harper & Row/Chek-Chart Automotive Electrical Systems Fig18-29
 同〔註4〕 2-5-C
 〔註125〕 同〔註6〕 圖10-9
 〔註126〕 同〔註6〕 圖10-10
 〔註127〕 同〔註6〕 圖10-7
 〔註128〕 同〔註6〕 圖10-6
 〔註129〕 同〔註6〕 圖10-8
 〔註130〕 同〔註12〕 圖88
 〔註131〕 同〔註6〕 圖10-11
 〔註132〕 同〔註12〕 圖89
 〔註133〕 同〔註12〕 圖90
 〔註134〕 同〔註12〕 圖91
 〔註135〕 同〔註6〕 圖10-4
 〔註136〕 同〔註6〕 圖10-5
 〔註137〕 同〔註6〕 圖10-3

返回目录

第十二章 其他電器

第一節 喇叭

12-1-1 概述

(一)汽車喇叭是用來警告其他車輛或行人有汽車靠近之警報裝置，亦是噪音的一項來源，不當使用將破壞安寧而使人產生厭惡。現代汽車常使用高頻率的喇叭與低頻率的喇叭相組合，產生較和諧悅耳的聲音。

(二)在靜止的湖面投入一顆石子，水面就會產生一圈圈向外擴張的波動，使漂浮在水面的樹葉也隨著發生波動。喇叭的膜片振動時，空氣亦產生波動，成為聲波，傳入耳中，使耳膜振動，人們就可以聽到響聲。用來測量聲音之特性者有音量、頻率及音壓三項。

1. 音量——音量 (loudness) 又稱響度，用來表示聲音強弱的程度，依發音體振幅之大小而定，振幅大者發音愈強。但響度與發音體距聽者間距離平方成反比，故同一聲音近聽時聲音大，遠聽時聲音便減小。一般使用分貝 (decibel，符號為 dB) 為音量的單位。日本對汽車喇叭音量規定在距離 2 公尺處，音量在 90~115 dB，我國道路交通規則規定不得超過 90 dB。

2. 頻率——頻率又稱音調 (pitch)，用來表示聲音的高低程度。發音體的振動頻率增多時，聲音便高，反之振動頻率減少時，聲音便低。頻率使用赫 (每秒振動次數，符號為 Hz) 為單位。正常人可聽到的聲波頻率約 20~20,000 赫，人類發音之頻率約在 80~1,000 赫，一般男人頻率約 95~142 赫，女人約 272~588 赫。日本對汽車喇叭頻率規定為 290~580 赫。

3. 音壓——當音波碰到牆壁而反射時，牆壁受到一個壓力，此壓力即為音壓。一般使用微巴 (μ bar) 為單位。

4. 圖5-12-1所示為聲音之頻率、音量及音壓三者之關係。

(三)汽車喇叭的種類

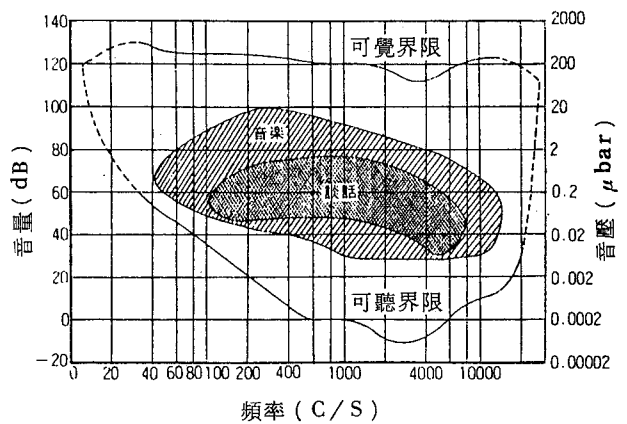
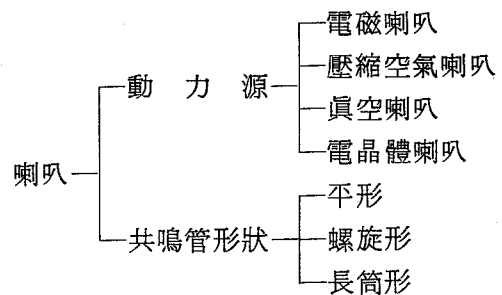


圖 5-12-1 聲音之頻率、音量及音壓之關係〔註 1〕

汽車喇叭依動力源及共鳴管之形狀而分



1. 電磁喇叭：現代小型汽車均使用電磁式喇叭，因其動作確實，體積小，故被廣泛採用。一般用平形及螺旋形共鳴管較多。

2. 壓縮空氣喇叭：大型汽車裝有空氣壓縮機供煞車使用者，都採用此式，一般採用長筒形共鳴管。

3. 真空喇叭：使用在裝有真空泵之汽車上，現已甚少使用。

12-1-2 電磁式喇叭之構造及作用

(一)電磁式喇叭之構成包括高低音喇叭各一只、喇叭繼電器、喇叭按鈕、電源、保險絲……等，如圖5-12-2所示。因喇叭耗電量大，故使用繼電器，以避免按鈕處產生過大的火花，延長使用

壽命。

(一)喇叭作用原理

如圖5-12-3所示，將一片薄鋼板周圍固定，中央放置電磁鐵，當開關閉合時，電磁鐵產生吸力吸引鋼板，開關閉去時，鋼板由本身之彈性彈回，產生振動，即可發出聲波。我們設法使開關連續的ON-OFF，即可使鋼板連續振動空氣而發出聲音。

(二)喇叭的構造及作用

1.如圖5-12-4所示為螺旋型共鳴管喇叭的構造，由電磁線圈、鐵芯、活動片、調整螺帽、白

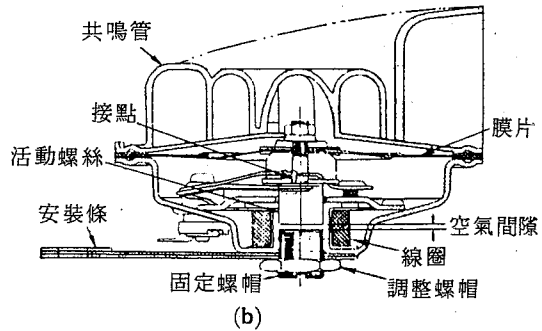
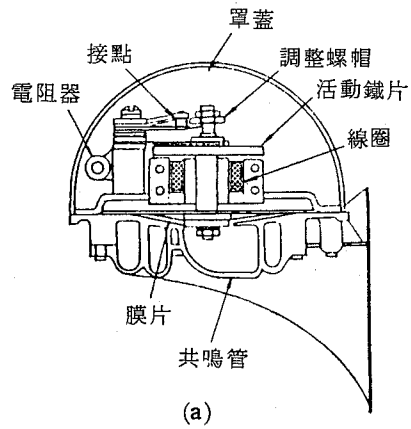
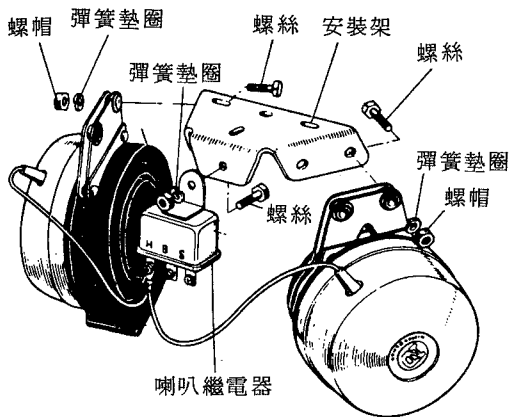
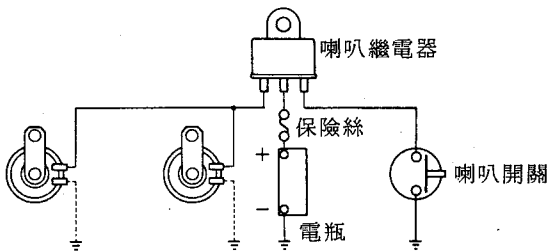


圖 5-12-4 螺旋型共鳴管喇叭〔註3〕



(a) 高低音喇叭及繼電器



(b) 喇叭系統組成圖

圖 5-12-2 電磁式喇叭構造

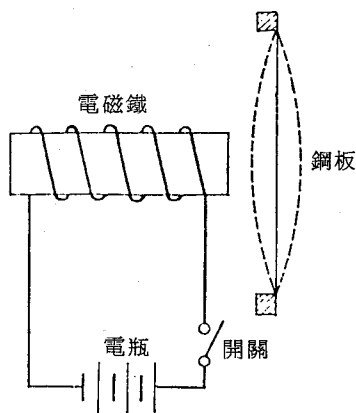


圖 5-12-3 喇叭原理〔註2〕

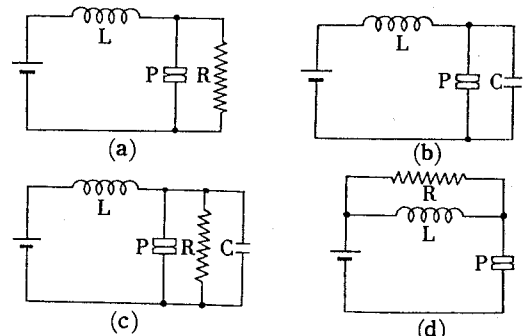


圖 5-12-5 喇叭消弧回路〔註4〕

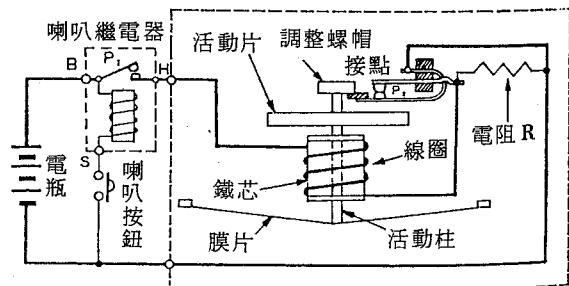


圖 5-12-6 喇叭電路圖〔註5〕

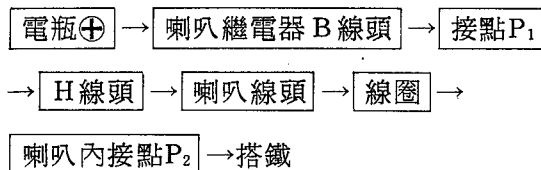
金接點及電阻（或電容器）、共鳴管、罩蓋等組成。

2.調整螺帽以絕緣墊片隔開，靠著白金接點底板，接點平時閉合。電阻（或電容器）與線圈並聯，用來吸收線圈在電流斷續時所感應之電流

，以免接點因跳火燒壞，稱為消弧回路，如圖5-12-5所示。共鳴管用來使膜片的振動產生共鳴，以改變音質。

3.如圖5-12-6所示可用來說明喇叭之作用

(1)當喇叭按鈕按下時，喇叭繼電器線圈通電，將繼電器接點P₁閉合，P₁閉合後電流進入喇叭線圈後搭鐵，其路徑如下：



(2)喇叭電磁線圈之吸力將活動鐵片吸引，使膜片及調整螺帽一起下移，調整螺帽將接點P₂拉開。線圈電路中斷，膜片的彈性使膜片及活動鐵片彈回。線圈電流中斷時產生之感應電流由與接點並聯的電阻或電容器吸收。

(3)膜片彈回後，接點P₂又閉合，電流又接通，線圈之磁力又將活動鐵片及膜片拉下，使接點P₂又分開。如此膜片不斷的來回振動，使共鳴管中之空氣因振動而發出聲音。

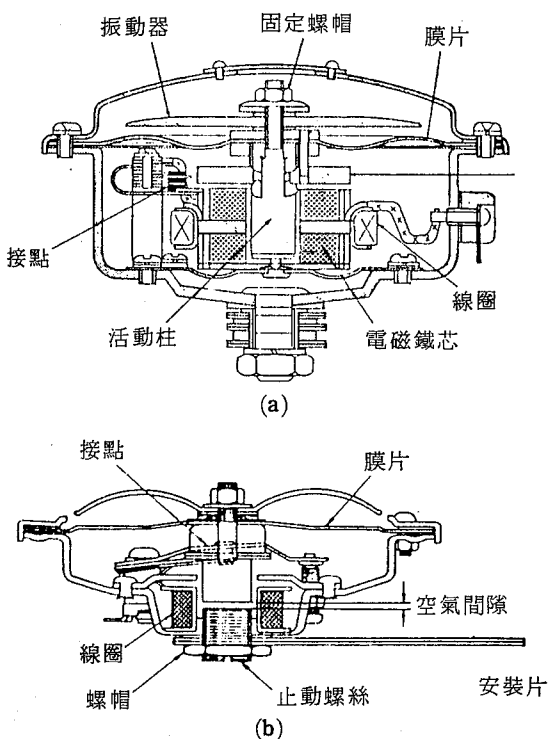


圖 5-12-7 平形共鳴室喇叭構造〔註6〕

(4)如圖5-12-7所示為平形共鳴室之喇叭構造，以平形之空氣室取代螺旋形之共鳴管，產生共鳴作用。

(四)喇叭繼電器之構造

圖5-12-8所示為喇叭繼電器之構造，以喇叭開關之小電流控制經過接點之大電流，可以減少喇叭電路的電壓降，縮短電源與喇叭之配線長度，喇叭繼電器上有三個線頭，S接按鈕，H接喇叭，B接電源。一般12V 高低音喇叭需通過3~5 A之電流。

12-1-3 壓縮空氣喇叭之構造及作用

(一)大型車裝用空氣壓縮機者，利用壓縮空氣吹過高壓膜片，使產生振動，再利用空氣管共鳴以發出聲音，如圖5-12-9所示。空氣管長的為低音，空氣管短的為高音喇叭。

(二)空氣喇叭的控制系統如圖 5-12-10 所示。當按下喇叭按鈕時，電流從電瓶經點火開關→控制閥線圈→喇叭按鈕→搭鐵。控制閥線圈的磁力將柱塞拉開，壓縮空氣流到喇叭，吹過高壓膜片

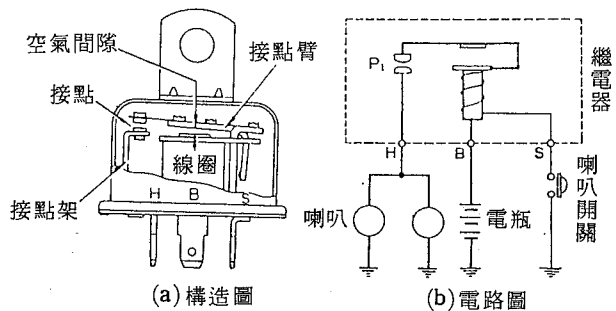


圖 5-12-8 喇叭繼電器〔註7〕

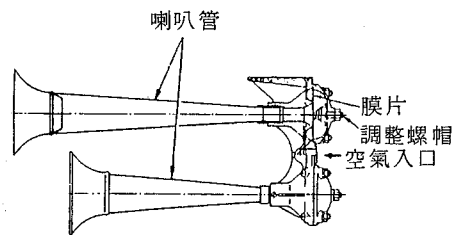


圖 5-12-9 壓縮空氣喇叭〔註8〕

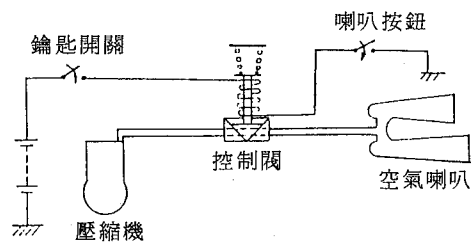


圖 5-12-10 壓縮空氣喇叭控制系統

，使膜片振動，發出響聲。

(二)小型車使用之空氣喇叭如圖 5-12-11 所示，由一個12V之電動馬達驅動空氣泵，產生壓縮空氣吹向喇叭之高壓膜片以產生振動，再利用空氣管共鳴以發出聲音。

12-1-4 電晶體喇叭之構造及作用

(一)普通電磁喇叭的缺點是音調、音量及韻律都是一樣的缺乏變化，同時接點的壽命有限，易生故障為其缺點。

(二)電晶體喇叭利用電晶體或 IC 電路來取代接點的 ON - OFF，而成無接點化，以延長使用壽命，同時振盪電路另外設置，故音量及音色都能產生變化。若增設發振電路的電源電壓能緩緩降低的電路，就能產生韻味了。

(三)電晶體喇叭都非汽車廠原裝品，讓有興趣者自行改裝。

(四)電晶體喇叭之構成方塊如圖 5-12-12 所示，圖 5-12-13 所示為電晶體喇叭電路圖之例子。



圖 5-12-11 電動空氣喇叭

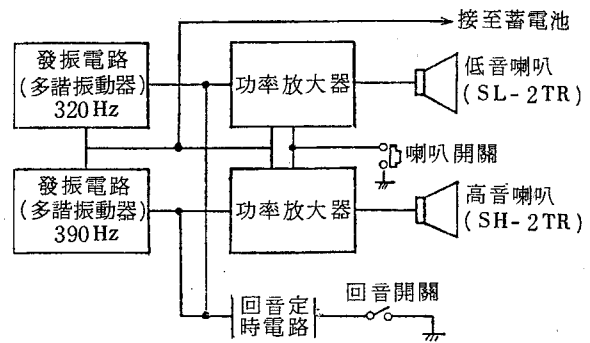


圖 5-12-12 電晶體喇叭方塊圖 [註9]

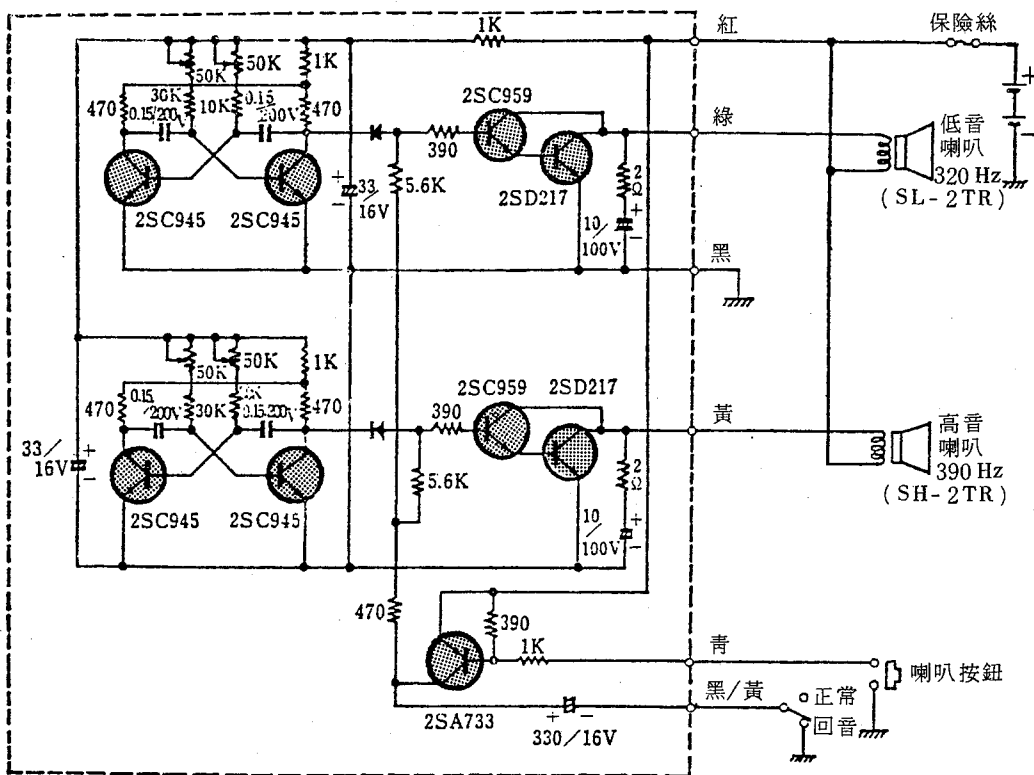


圖 5-12-13 電晶體喇叭電路範例 [註10]

第二節 倒車蜂鳴器

12-2-1 概述

(一)有些汽車，尤其是大型車，在倒車時為提醒車後的人車注意，除倒車燈外，還附加能發出斷續聲音的蜂鳴器 (buzzer)。

(二)蜂鳴器依構造之不同有電容器式及電晶體式，為避免夜間產生過大之噪音而影響安寧，有些附有夜間消音機構。

12-2-2 電容器式倒車蜂鳴器

(一)電容器式蜂鳴器之構造如圖 5-12-14 所示，由發音部及電容器式斷續器及外壳組合而成。發音部之構造及作用同喇叭，不再贅述。

(二)圖 5-12-15 所示為電容器式倒車蜂鳴器之電路圖。其作用原理如下：

1. 當倒車開關 ON 時，使倒車燈點亮，同時，電由斷續器中之常閉接點 P_1 流入，分別以 i_1 經 L_1 及 i_2 經 L_2 線圈流入。
2. 因 L_1 及 L_2 線圈之方向相反，磁力互相抵消，接點 P_1 保持閉合。
3. 電容器 C 充電電壓漸上升，電流 i_1 漸減少， L_1 線圈之磁力漸減少，最後 L_2 線圈之磁力使接點 P_1 分開。

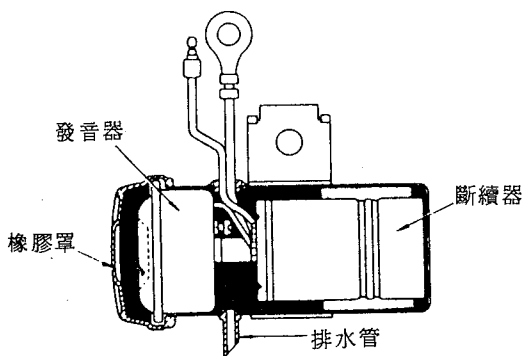


圖 5-12-14 電容器式倒車蜂鳴器構造〔註11〕

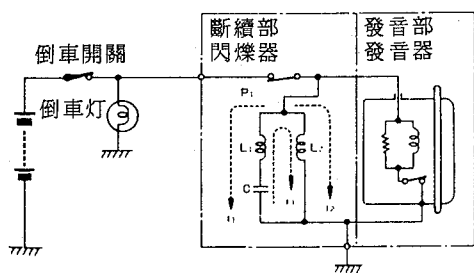


圖 5-12-15 電容器式倒車蜂鳴器電路圖〔註12〕

4. 接點 P_1 分開後，電容器 C 開始放電，放電電流 i_3 流經線圈 L_1 及 L_2 ，因線圈 L_1 及 L_2 產生之磁力相同，使接點 P_1 分開。

5. 電容器放電後，電壓漸降低， i_3 漸減少，最後消失，接點 P_1 又閉合，恢復到原來狀態。如此反覆作用。

(三)一般倒車蜂鳴器使用電壓為 12V 或 24V，音壓為 85 ± 10 dB/1m，一般頻率有 400 Hz，600 Hz，800 Hz 等，斷續周期為 60~120 回/分。

(四)一般倒車蜂鳴器之配線如圖 5-12-16 所示。

(五)附有夜間消音機構之倒車蜂鳴器配線如圖 5-12-17 所示，將蜂鳴器之搭鐵接到頭燈或尾燈搭鐵，當開頭燈時，蜂鳴器停止作用。

12-2-3 電晶體式倒車蜂鳴器

(一)電晶體式蜂鳴器之構造如圖 5-12-18 所示。由發音部及斷續部構成，斷續部每分產生 85 回斷續電流。蜂鳴器之頻率為 500 Hz。

(二)電晶體式蜂鳴器之電路如圖 5-12-19 所示。其作用原理如下：

1. 倒車開關 ON 時，基極電流 ① 流入使 Tr_1 ON，集極電流 ② 流入後，使 A 點之電壓上升，

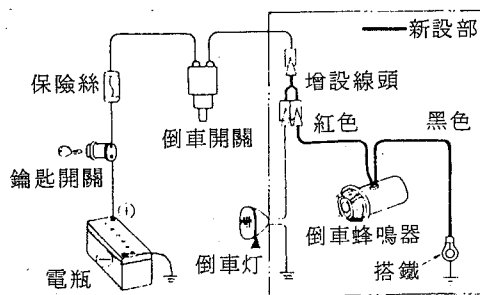


圖 5-12-16 一般倒車蜂鳴器配線圖〔註13〕

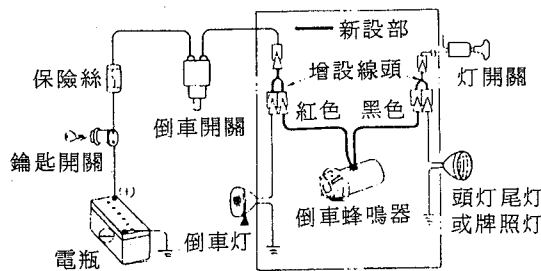


圖 5-12-17 附夜間消音機構之倒車蜂鳴器配線〔註14〕

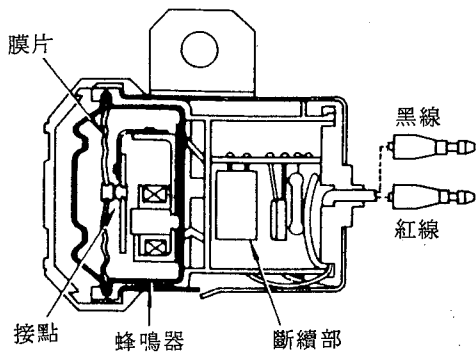


圖 5-12-18 電晶體式倒車蜂鳴器構造 [註15]

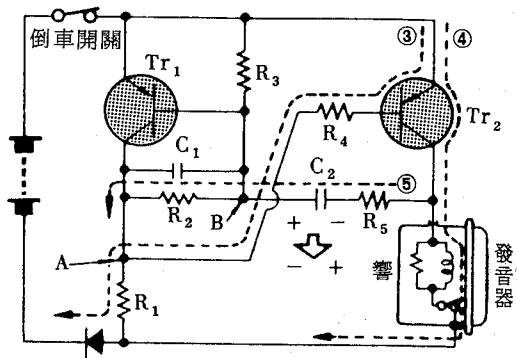


圖 5-12-21 電晶體倒車蜂鳴器作用(→) [註18]

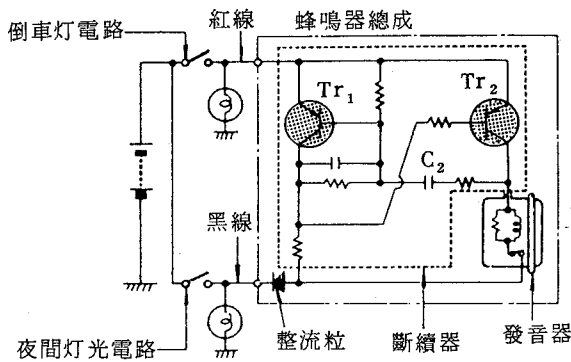


圖 5-12-19 電晶體式倒車蜂鳴器電路圖 [註16]

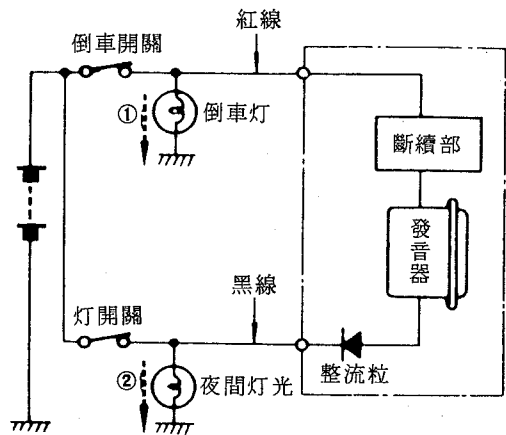


圖 5-12-22 夜間消音機構之倒車蜂鳴器配線 [註19]

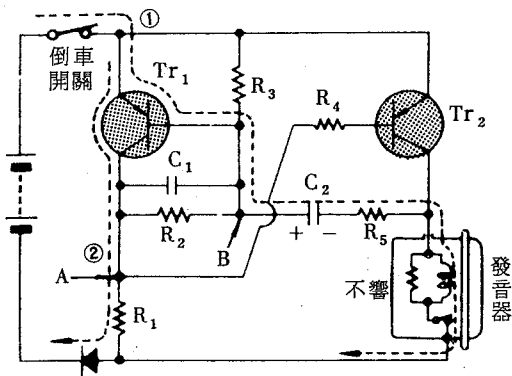


圖 5-12-20 電晶體倒車蜂鳴器作用(←) [註17]

使 Tr_2 OFF。

2. 電流經發音器搭鐵，因電流太小，發音器不響，如圖 5-12-20 所示。

3. 當電容 C_2 充滿電後，①之電流停止，使 Tr_1 OFF。

4. Tr_1 OFF 後，A 點之電壓下降，基極電流③使 Tr_2 ON，如圖 5-12-21 所示。

5. Tr_2 之集極電流④流入發音器，使發出響聲。

6. 此時電容 C_2 之電流由 $R_2 \rightarrow R_1 \rightarrow$ 發音器 $\rightarrow R_5$ 放掉，B 點之電壓較電源電壓高，使 Tr_1 保持 OFF。

7. 電容 C_2 放電後，接著反方向充電，使 B 點之電壓下降，直到 Tr_1 之射極與基極電壓差達一定值後， Tr_1 又導電，使 Tr_2 OFF。如此反覆作用。

(\Rightarrow) 夜間消音機構之倒車蜂鳴器配線如圖 5-12-22 所示。倒車開關及燈開關一齊打開時，倒車蜂鳴器兩個線頭同電壓，電流③不能流入，蜂鳴器不作用。白天燈開關 OFF，倒車開關 ON 時，電流③能進入蜂鳴器，故蜂鳴器能正常作用。

返回目錄

第三節 電動車窗、座椅、天線及門鎖控制

12-3-1 概述

(一)現代高級汽車車窗之開關、座椅的調整及天線的升降均使用遙控的電動方式，祇須輕按開關按鈕就能輕鬆的加以控制。

(二)以上各種電動裝置，皆使用左右皆可旋轉的串聯式馬達來操作，如圖 5-12-23 所示。磁場線圈有兩條方向相反的線圈（亦稱右轉用線圈及左轉用線圈），當不同的磁場線圈通電時，電樞的轉動方向不同。

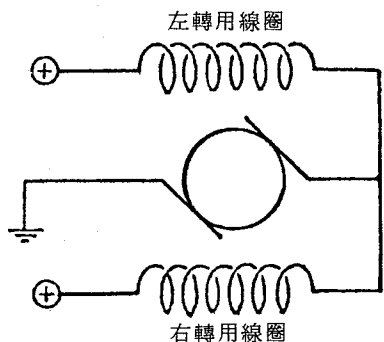
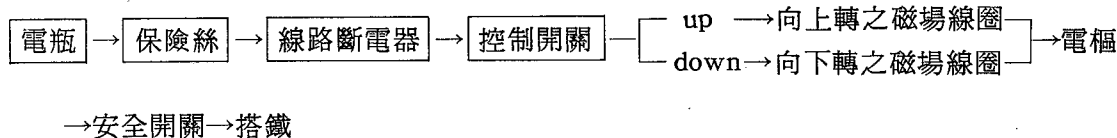


圖 5-12-23 左右皆能旋轉的串聯馬達原理〔註20〕

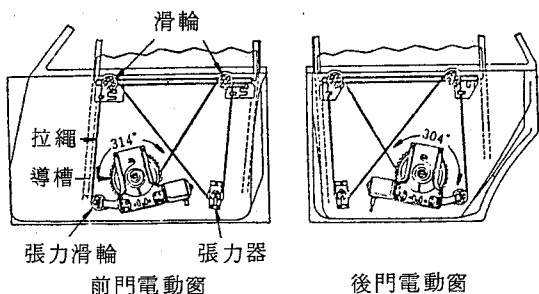


圖 5-12-24 電動機械式車窗玻璃升降裝置〔註21〕

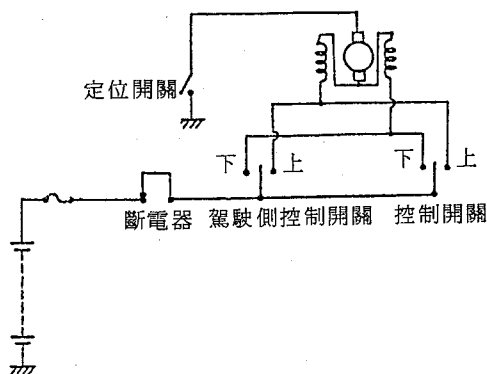


圖 5-12-25 電動車窗控制電路〔註22〕

12-3-2 電動車窗控制

一、電動機械式車窗玻璃升降裝置

(一)電動機械式車窗玻璃升降裝置之構造如圖 5-12-24 所示。玻璃之升降由能左右轉之直流串聯馬達拉鋼絲繩來控制。

(二)控制電路如圖 5-12-25 所示，由控制開關、線路斷電器、安全開關等組成。

(三)當駕駛人或車門邊之乘客按下 up 或 down 之開關時，電流路線如下：

(四)當玻璃完全打開或關閉時，定位開關 OFF。線路斷電器當馬達超過負荷轉不動時，切斷電路，以保護馬達。

二、電動通風窗關閉裝置

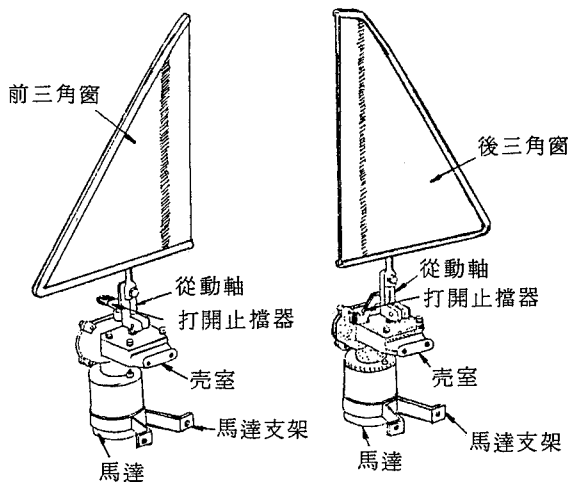


圖 5-12-26 電動通風窗控制裝置〔註23〕

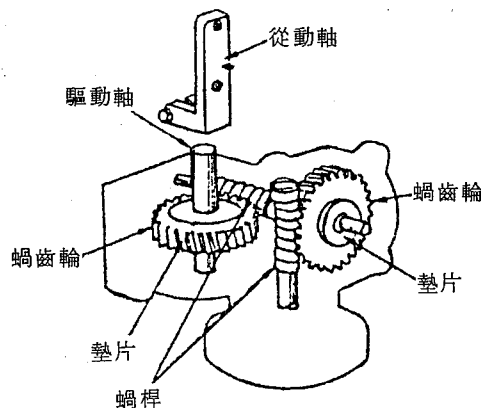


圖 5-12-27 減速蝸齒輪組構造〔註24〕

(一)大型客車仍裝有三角通風窗，通風窗之開關使用電動馬達遙控操作，由馬達及減速蝸輪組成，圖 5-12-26 所示為電動通風窗開閉裝置之構造。

(二)圖 5-12-27 所示為減速蝸輪組之構造。

三、電動油壓式車窗玻璃升降裝置

(一)圖 5-12-28 所示為電動油壓式車窗玻璃升降裝置之構造。

(二)欲升高某車窗玻璃時，按下該窗上升按鈕，電瓶電即流入馬達，轉動油泵以產生高壓油，同時電流並進入控制該窗之電磁線圈，將油閥打開，壓力油進入油壓缸中將活塞推動，經連桿裝置，使車窗玻璃上升。

(三)欲降低某窗玻璃時，按下該窗下降按鈕，電磁線圈有電流進入，使閥打開，此時馬達不轉，無壓力油，窗子玻璃連桿受彈簧力量作用，將油壓缸中之油壓回貯油室，玻璃下降。

12-3-3 電動座椅調整器

一、概述

高級汽車為使駕駛員便於調整座椅之前後、升降及靠背之斜度，使駕駛員於最舒適狀況下駕駛，以確保行車安全，裝有電動調整裝置。

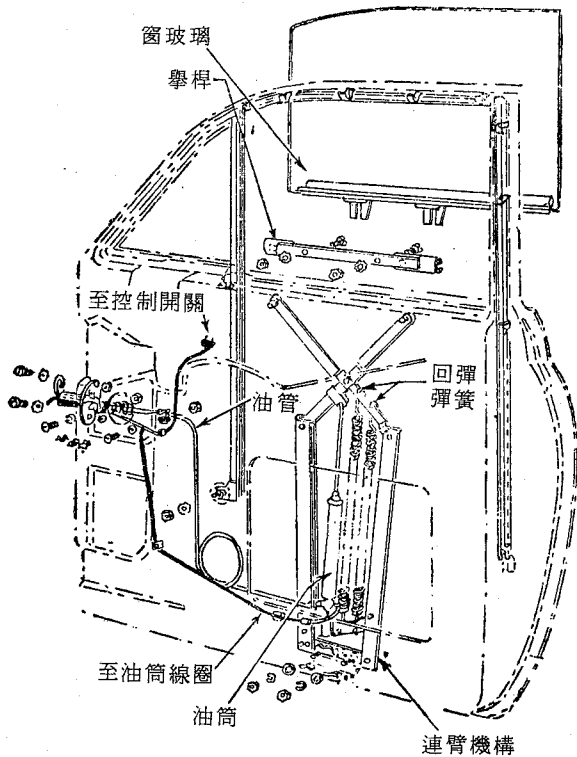


圖 5-12-28 電動油壓式車窗玻璃升降裝置 [註25]

二、構造

(一)圖 5-12-29 所示為電動座椅調整器之構造，由控制開關、繼電器、調整器、三個兩端驅動型直流式分繞馬達及線路斷電器等組成。

(二)圖 5-12-30 所示為電動座椅調整器驅動部分之構造。

三、作用

圖 5-12-31 所示為電動座椅調整器之電路圖。

(一)當開關向箭頭之位置扳動時，白金接點 P_{S1} 與上接點閉合，使座椅前部上升，其電流如下：

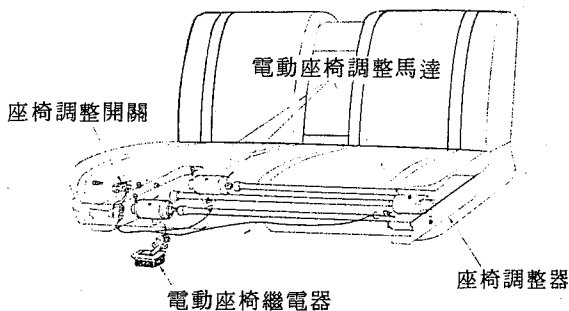


圖 5-12-29 電動座椅調整器構造 [註26]

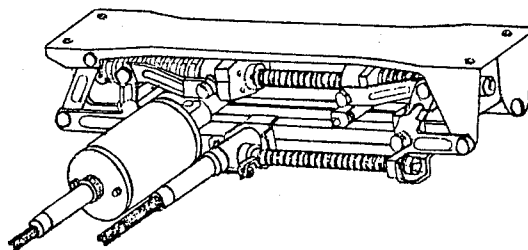


圖 5-12-30 電動座椅調整器驅動部份構造 [註27]

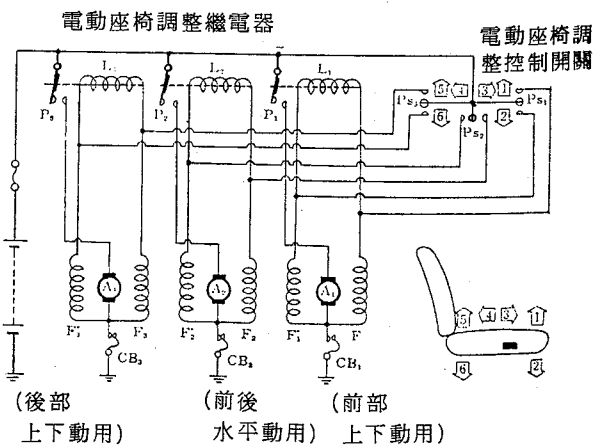
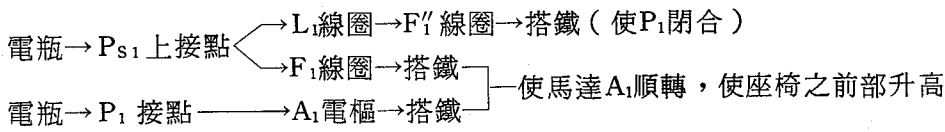
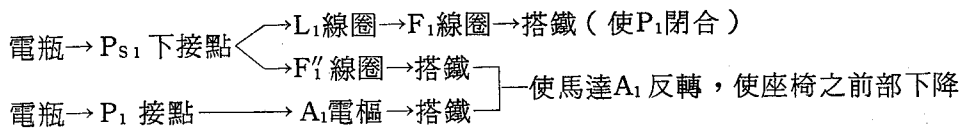


圖 5-12-31 電動座椅調整器電路 [註28]

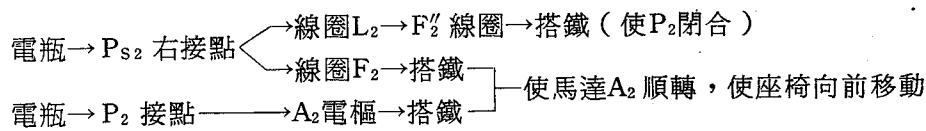


因流入 F'₁ 線圈之電流需經電阻很大之線圈 L₁，故 F'₁ 線圈不作用。

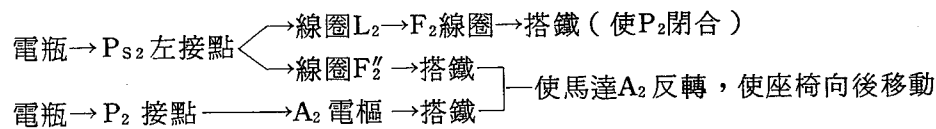
(二) 控制開關向箭頭 ② 之位置扳動時，接點 P_{S1} 與下接點閉合，座椅前部下降，電流如下：



(三) 控制開關向箭頭 ③ 位置扳動時，使接點 P_{S2} 與右接點閉合，座椅向前移動，電流如下：



(四) 控制開關向箭頭 ④ 位置扳動時，使接點 P_{S2} 與左接點閉合，座椅向後移動，電流如下：



(五) 同理，將控制開關 ① 及 ⑤ 扳動時，使座椅後部升降，如此適當操縱六個開關，可調整座椅在最適合駕駛人之乘坐位置，減少疲勞，維護交通安全。

12-3-4 電動天線伸縮裝置

一、概述

現代中、高級汽車均裝用能在車內控制天線伸縮之電動天線伸縮裝置。

二、構造

圖 5-12-32 所示為電動天線伸縮裝置在天線縮回時之狀況，圖 5-12-33 所示為捲線鼓及離合器之構造。

三、作用

圖 5-12-34 所示為電動天線伸縮裝置在伸出天線時之作用。

(一) 當天線伸縮開關扳到 up 時，電流由電瓶經開關 up 側進入馬達之 F₁ 磁場線圈，再到電樞搭鐵，電樞開始轉動。電樞軸端之蝸齒輪經離合器板轉動捲線鼓，捲線鼓以箭頭方向旋轉，將天線伸出。

(二) 當天線桿完全伸出後，捲線鼓停止轉動，此時扭力限制式離合器自動分開，以防止馬達損

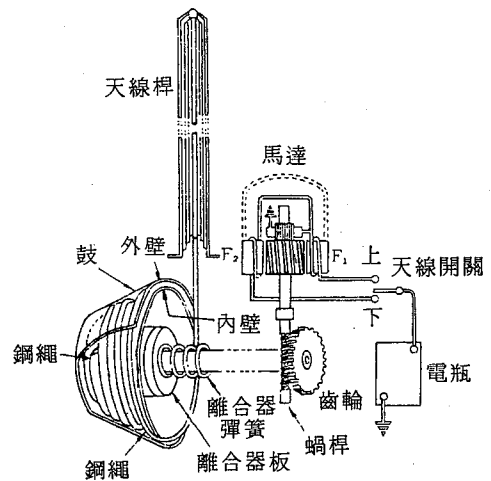


圖 5-12-32 電動天線伸縮裝置在天線縮回時之情形 [註29]

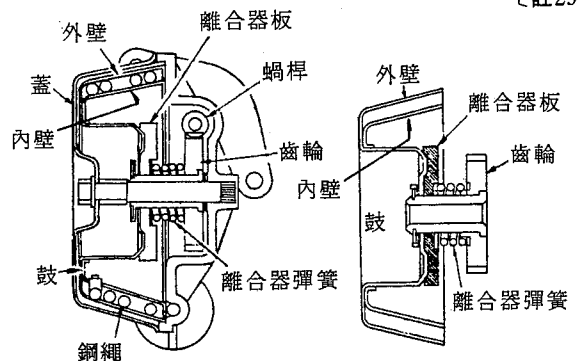


圖 5-12-33 捲線鼓及離合器之構造 [註30]

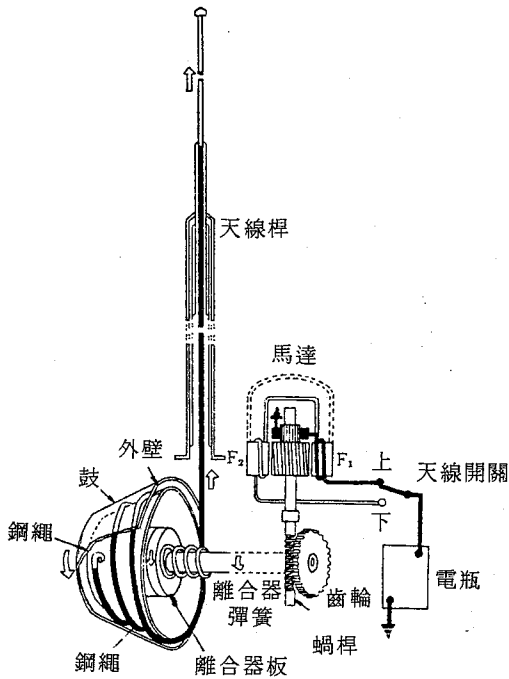


圖 5-12-34 天線伸出時之作用〔註31〕

壞。

(三)欲將天線桿降下時，將天線開關扳到down側，電流由F₂磁場線圈進入，馬達反方向旋轉，將捲線鼓向反方向轉動，將天線縮回。

(四)當天線完全縮回後，捲線鼓停止轉動，扭力限制式離合器自動分離。

12-3-5 中央控制電動門鎖

一、概述

(一)現代中、高級汽車為減少上、下車時逐一開車門鎖扣的麻煩，並防止汽車在行駛時小孩誤開車門，發生危險，裝設有中央控制電動門鎖。

(二)當駕駛座旁的車門鎖扣開或關時，其他三個車門鎖扣同時動作。

(三)駕駛側車門鎖扣不作用時，其他三個車門亦可單獨個別操作。

二、構造

(一)中央控制電動門鎖系統組成如圖 5-12-35 所示，由駕駛座旁的門鎖打開開關及關閉開關，及其他三個車門鎖之動作器 (actuator)、門鎖定時器 (door lock timer) 等組成。

(二)門鎖動作器係一種迴轉式電磁線圈，其構造如圖 5-12-36 所示；通入不同方向的電流，旋轉方向相反。

(三)門鎖打開及關閉開關只有在動作中之某一

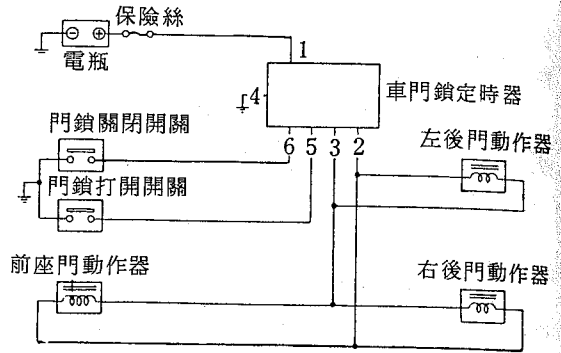


圖 5-12-35 中央控制門鎖系統圖

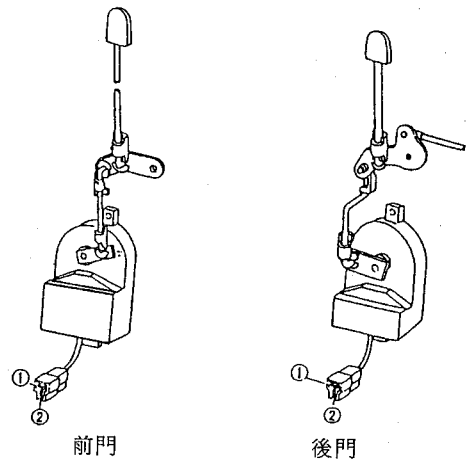


圖 5-12-36 門鎖動作器

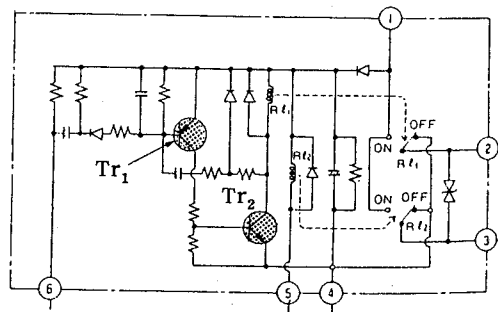


圖 5-12-37 門鎖定時器電路圖

位置時才發生作用，拉上或按下時均不再作用。動作中之瞬間導通作用即能使門鎖定時器發生作用，而使其他三個車門之動作器一齊動作。

三、門鎖定時器之作用

(一)圖 5-12-37 所示為門鎖定時器之電路圖。

(二)門鎖關閉開關按下 (ON) 時：

1. 因線頭⑥搭鐵 (如圖 5-12-35 所示)，故電晶體 Tr₁ ON。
2. Tr₁ ON時，產生 Tr₂ 之基極電流，使 Tr₂ 也 ON。

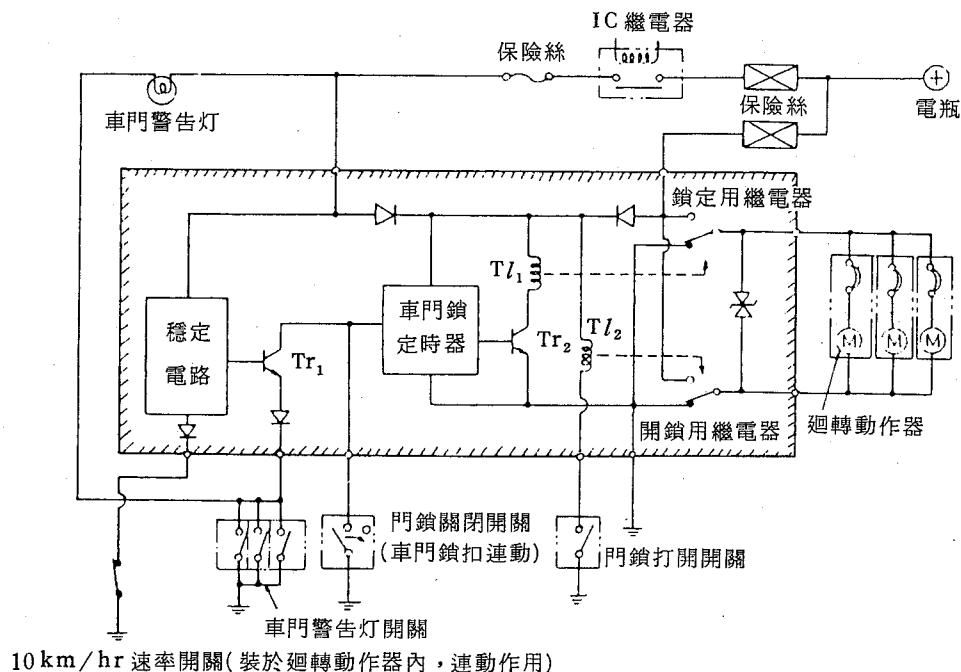


圖 5-12-38 三陽汽車用車速感應式電動門鎖

3. Tr_2 ON時, 電流由線頭①流入, 經 Rl_1 線圈、 Tr_2 搭鐵, 將 Rl_1 上之開關由 OFF 吸到 ON 側, 故電流由線頭①直接經 Rl_1 開關到線頭②, 再流到並聯的三個車門鎖動作器線圈, 使產生迴轉作用, 將三個鎖扣同時扣上。

(二)門鎖打開開關按下 (ON) 時:

1. 因線頭⑤搭鐵, 電流由線頭①經線圈 Rl_2 搭鐵, 將 Rl_2 上之開關由 OFF 吸到 ON 側。
2. 電流由線頭①流入, 經 Rl_2 開關, 線頭③流到並聯的三個車門鎖動作器線圈, 因流入電流方向改變, 使產生反方向的迴轉作用, 使三個車門鎖扣同時打開。

四、車速感應式中央控制電動門鎖

(一)有些汽車裝用車速感應的中央控制電動門鎖, 當車速超過 10 km/hr 時, 除駕駛座側以外

的三個車門鎖扣均會自動扣住, 以確保行車安全。

(二)圖 5-12-38 所示為三陽喜美車使用之車速感應式中央控制電動門鎖電路圖。

(三)作用原理如下:

1. 鑰匙開關打開, IG 繼電器閉合, 車門警告燈即點亮。
2. 車速在 10 km/hr 以下時, 裝在車速錶內之車速開關 ON, 電流經穩定電路到車速開關搭鐵, Tr_1 無基極電流, 故 Tr_1 OFF, Tr_1 OFF 時, 電動門鎖不產生作用。
3. 車速超過 10 km/hr 時, 車速開關 OFF, 電流由穩定電路流到 Tr_1 之基極, 使 Tr_1 ON。
4. Tr_1 ON 後之動作與前述門鎖定時器之作用相同, 不再贅述。
5. 當鎖扣扣下後, 警告燈熄滅。

返回目錄

第四節 擋風玻璃除霧裝置

12-4-1 概述

(一)下雨天時, 車子全部窗戶玻璃均關閉, 車室內乘客呼出的熱氣會使潮濕的空氣蒸發成水蒸汽, 附着於玻璃上, 因玻璃外側下雨, 溫度低, 水蒸汽凝結成霧粒而使視線模糊, 影響行車安全。

(二)現代汽車之前擋風玻璃常裝有空氣調節系統之除霧裝置, 後擋風玻璃則裝置熱除霧線, 以消除擋風玻璃上附着之霧粒, 提高能見度, 確保雨天行車安全。

12-4-2 前擋風玻璃除霧裝置

。至少有收音機、天線及擴音器（俗稱喇叭）等三個主要機件。

1. 汽車用收音機為便於安裝，且適於汽車之使用環境，均體積小、重量輕、耐震性強、靈敏度高。

2. 汽車用收音機天線必須為無方向性天線。

3. 汽車用收音機擴音器要求的音量範圍較廣，輸出功率至少 3 W 以上。

(一) 汽車收音機主要電路方塊圖如圖 5-12-43 所示。

1. 電源電路：提供收音機所需電源，通常經過點火開關及保險絲，圖 5-12-44 所示為日產車系用之收音機電源電路圖。

2. 高頻放大電路：將天線所接收之電波，選擇所需要的信號加以放大。

3. 調頻電路：將已放大的高頻信號，在本電路中加上振盪信號，再從二個信號音差的頻率數取出中間頻率信號。

4. 中頻放大電路：將已取出的中頻信號放大。本電路影響收音機的靈敏度。

5. 濾波電路：從已放大的中頻信號中，分離取出低頻信號，改變電波的強度。在此電路中具有自動音量調整電路，能自動調整音量的大小。

6. 低頻放大輸出電路：從濾波電路中所取出

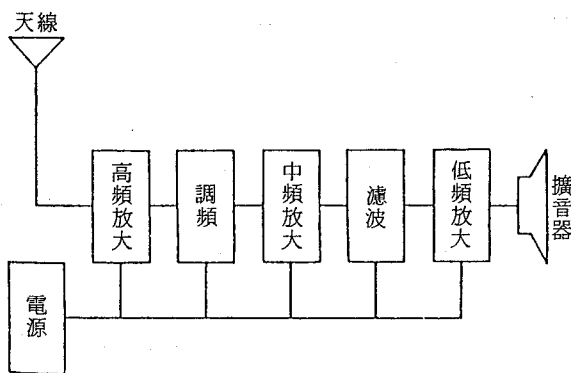


圖 5-12-43 汽車收音機主要電路方塊圖〔註33〕

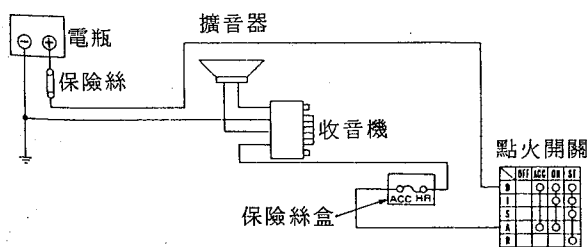


圖 5-12-44 日產車系收音機電源電路圖

的低頻信號輸出大小，經此電路放大後具有充分的推動功率，能使擴音器發生作用。本電路還具有調整電路，能調節音量的大小。

7. 擴音器：一般使用可動線圈型擴音器，其構造如圖 5-12-45 所示。可以移動的線圈裝在振動膜的中央，而放置於永久磁鐵中。由低頻放大電路所送來的信號，經變壓器感應後，以電流的變化送到可動線圈，依佛來銘左手定則可知，線圈因電流大小不同而發生不同程度之移動，因而帶動振動膜振動而發出聲音。

8. 天線：汽車用天線為無方向性者，且均能伸縮。一般汽車用手操作的簡單型，高級汽車則使用電動控制（參考 12-3-4 小節）。

(二) 防止收音機雜音之方法

1. 汽車上因有許多干擾收音機的雜音來源，因此如何防止雜音的產生係一重要的問題。

2. 汽車收音機的雜音來源有下列數種：

- (1) 收音機本身不良所產生的雜音。
- (2) 汽車電器有火花發生處，如點火裝置、充電裝置……等產生的雜音。
- (3) 從外界混入的高頻率雜音。

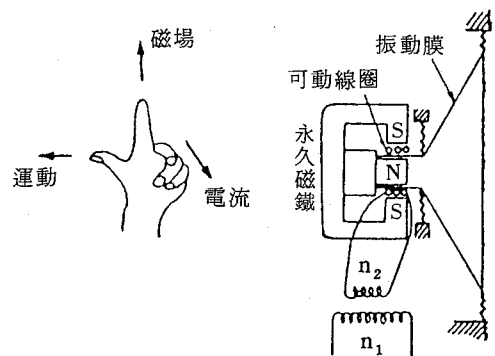


圖 5-12-45 可動線圈型擴音機構造〔註34〕

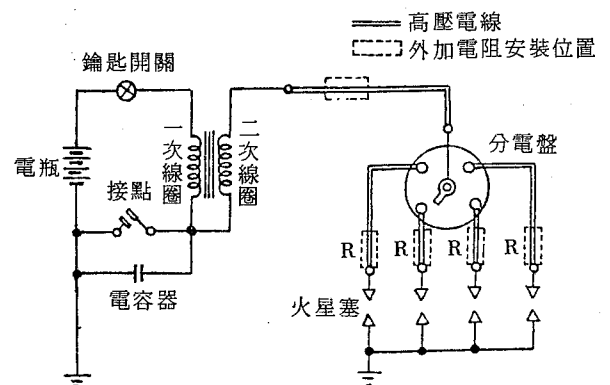


圖 5-12-46 防止點火雜音裝置圖〔註35〕

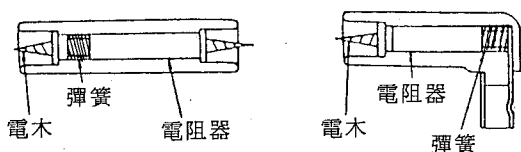


圖 5-12-47 雜音防止器(電阻)構造〔註36〕

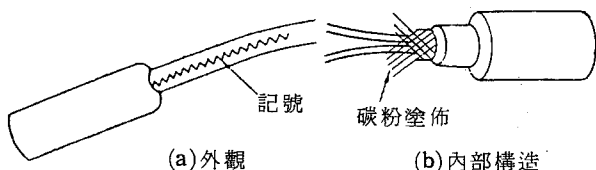


圖 5-12-48 碳心式高電阻高壓線〔註37〕

3.防止點火裝置雜音的方法：

(1)因高壓電跳火時，相當於高頻率之電波，最容易干擾收音機。如圖 5-12-46 所示，在每一條高壓線上串聯一個電阻（10~20 kΩ）即可防止雜音。雜音防止器（電阻）的構造如圖 5-12-47 所示。

(2)現代汽車改使用如圖 5-12-48 所示之碳芯式高電阻（約 10 kΩ）高壓線來防止收音機之雜音。

4.防止充電裝置雜音的方法：

在發電機的輸出線頭(A)上並聯一個電容器（約0.25~0.5 μF）即能消除雜音。

5.收音機本身不良所產生之雜音必須修理收音機。

6.從外界混入的高頻雜音，目前尚無防止方法。

12-5-3 汽車收音機

(一)目前中高級之汽車中即裝有立體聲收音機，有卡式收音機及匣式收音機。

(二)立體聲收音機係利用人的左、右耳具有辨別聲音的強弱及聲音到達時間的早晚及聲音方向的能力製成。使用兩個麥克風收集聲音，再經由兩個擴音器放出，人的位置於兩個擴音器成三角形的頂點所聽到的聲音，與在實際寬廣的音源中所

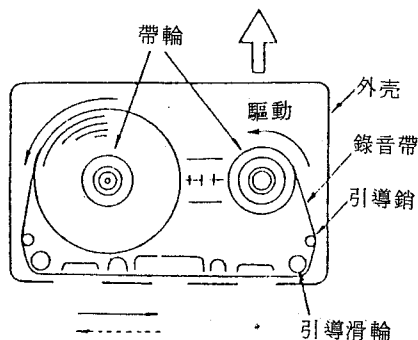


圖 5-12-49 卡式錄音帶構造〔註38〕

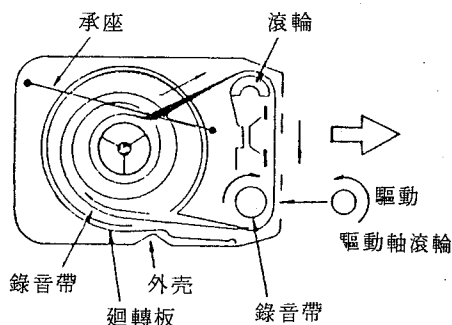


圖 5-12-51 匣式錄音帶構造〔註40〕

聽到的聲音非常接近，此聲音即為立體聲。

(三)卡式錄音帶

1.卡式錄音帶之構造如圖 5-12-49 所示。在樹脂做的盒子中，裝有兩個錄音帶的軌道輪。音道無法切換，也無法倒帶為其缺點。體積小為其優點。

2.錄音磁帶上有 A、B 兩音道（A 面及 B 面），而 A 面與 B 面並非正反面，而是左右兩面。每一面皆有左右擴音器用之信號（即音軌），故錄音帶上有四條音軌，如圖 5-12-50 所示。

(四)匣式錄音帶

1.匣式錄音帶之構造如圖 5-12-51 所示，盒中只有一個帶輪，錄音帶能一直循環，由內部出來，外部回去。當 A 音道放完後，繼續放 B 音道，再 C 音道、D 音道，又再回道 A 音道，不斷地循環。

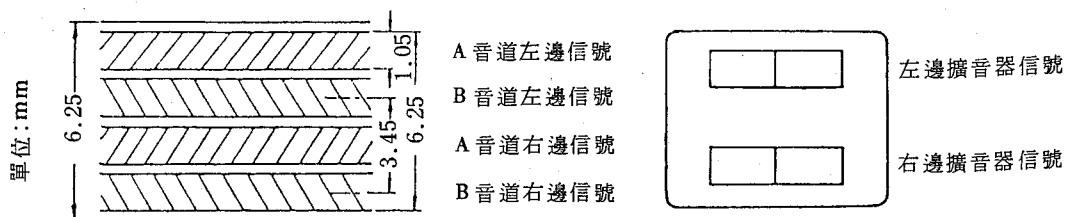


圖 5-12-50 卡式錄音磁帶構造〔註39〕

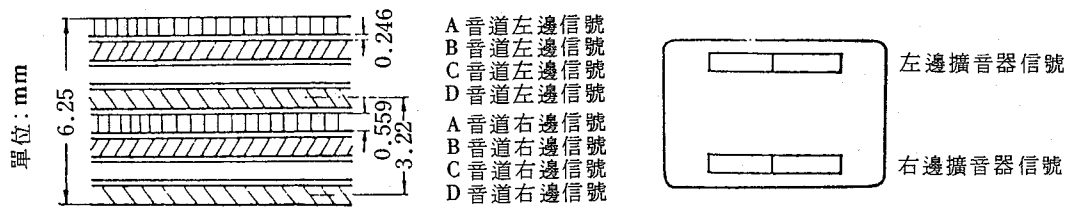


圖 5-12-52 ABCD 八音軌錄音帶構造〔註41〕

2. 錄音磁帶上有 A、B、C、D 四音道，每一音道皆有左右音軌供左右擴音器使用，共有八條音軌，如圖 5-12-52 所示。

(五) 立體聲擴音器的安裝方法

1. 立體聲擴音音質的好壞與擴音器裝置的位置有密切的關係。

2. 一般汽車立體聲擴音器裝置於前儀錶板下，左、右車門及後廂等位置，如圖 5-12-53 所示。

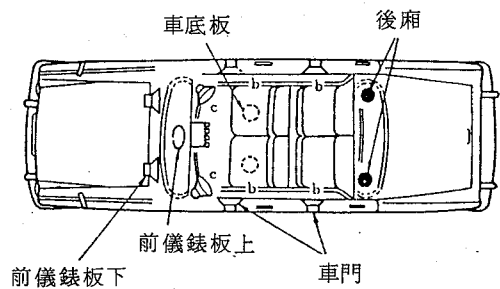


圖 5-12-53 擴音器安裝位置〔註42〕

返回目錄

第六節 自動車速控制

一、汽車自動車速控制(auto speed control)或稱巡行控制(cruise control)，亦稱自動駕駛(auto-drive)裝置，係在汽車行駛中設定希望的車速，駕駛員腳不必踩油門，能自動依路況開閉節汽門，維持一定的行車速率的裝置。

二、長途駕車，司機之右腳經常要踩在油門上，長時間下來對精神及肉體均為相當大的負擔，很容易造成疲勞。故現代中、高級汽車均裝置有自動車速控制裝置，以減輕駕駛員之疲勞。

三、自動車速控制系統，可由駕駛員操縱該系統之作用(ON)或不作用(OFF)，設定想要之車速，於煞車後能恢復速率控制。

四、自動車速控制裝置構造

(一)圖 5-12-54 所示為自動速度控制器總成之構造圖，包括正逆轉直流伺服馬達、盤式電磁離合器，依節汽門開度大小改變電流量之電位差計(potential meter)，伺服馬達轉速檢出用交流發電機，及減速齒輪等。

(二)車速信號發電機——為鋁射出成形外壳，上繞有靜子線圈，轉子為四或八極永久磁鐵，由變速箱驅動軟軸驅動之小型單相交流發電機，發出電壓大小與車速快慢成比例。

(三)車速設定開關——車速設定開關為一可變電阻，能設定之車速從 40~120 km/h，車速設定開關上有 4-12 之刻度。

(四)控制繼電器 A ——為自動車速控制之頭腦部份，依車速信號發電機、自動速度控制器總成內的交流發電機、電位差計、車速設定開關之可變電阻等送來的電壓信號，經判斷後指示實際車速維持及設定之伺服馬達做加速、減速、停止等動作的電子裝置。

(五)控制繼電器 B ——由四個電磁繼電器組成

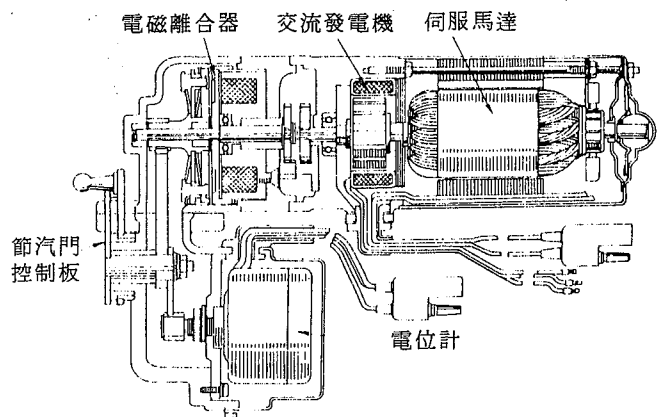


圖 5-12-54 自動車速控制器總成構造〔註43〕

，二個依控制繼電器 A 的指令做 ON-OFF 以控制伺服馬達加速或減速。一個依然車或離合器踏板（自動變速汽車改以選擇桿在 N 位置取代）操作時，切斷自動車速控制器電源，解除自動車速控制作用。另一個係在自動車速控制解除後，若電磁離合器故障不能分離時，能使伺服馬達減速側之線圈有電流流入，使節汽門關閉之安全裝置。

(六)安全離合器——在車速 20 km/h 以下時，使自動車速控制裝置不能發生作用的安全繼電器

，以免在停車時誤按車速設定開關，使自動變速車自行前進。

五、自動車速控制裝置之作用

(一)自動車速控制的全部電路如圖 5-12-55 所示，為便於說明起見，特將與自動車速控制有直接關係的主要部份簡化成如圖 5-12-56 所示。

(二)當鑰匙開關 ON 時

解除繼電器 (canceling relay) 的可動接點、車速設定開關、電晶體 Tr_8 、 Tr_9 等有電壓加上，此時 Tr_8 OFF， Tr_9 ON。

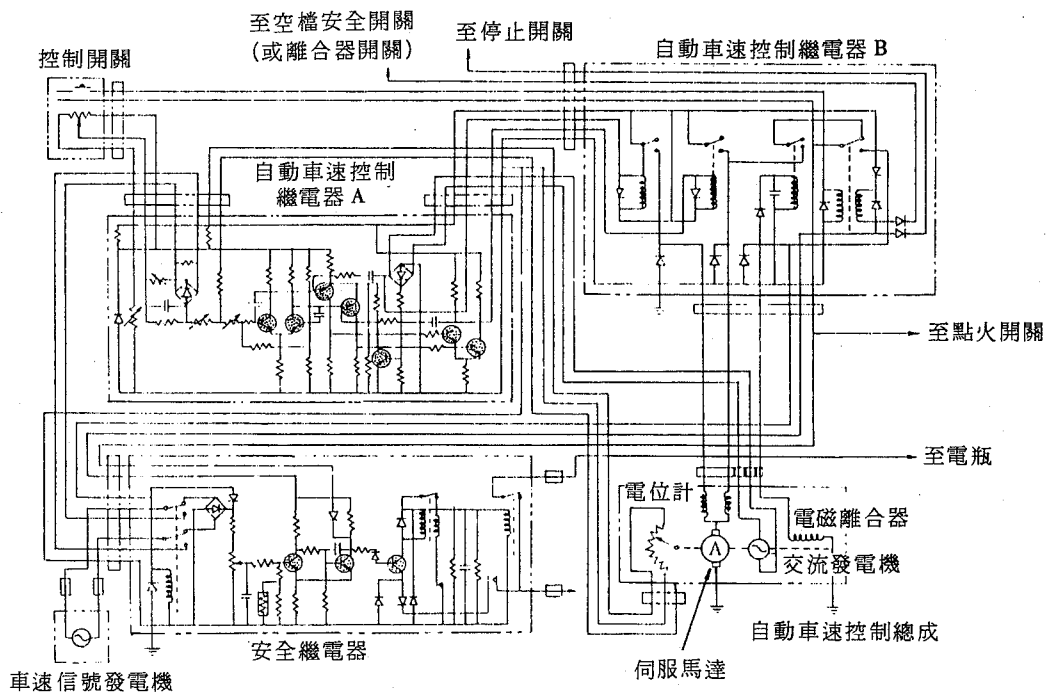


圖 5-12-55 自動車速控制全部電路圖〔註44〕

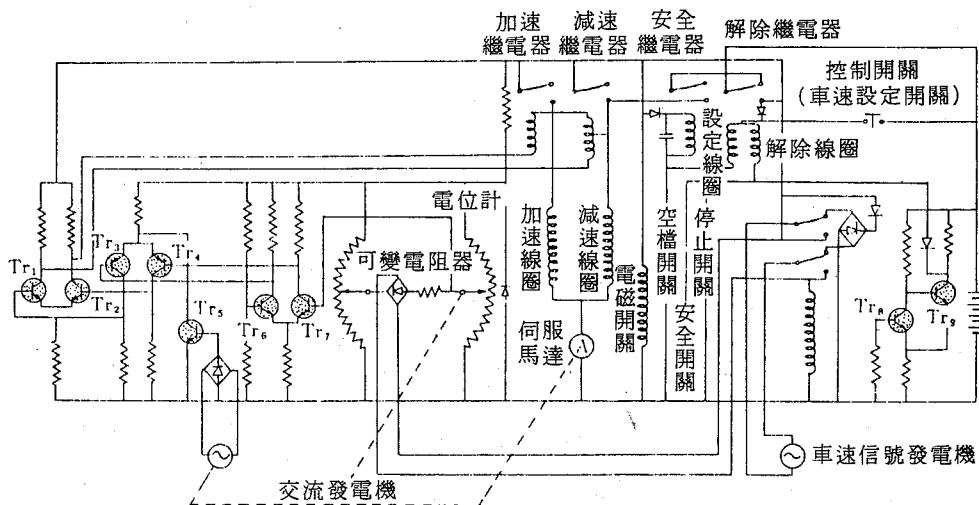


圖 5-12-56 自動車速控制主要部份簡圖〔註45〕

(三) 車速 20 km/h 以下時

車子行駛後，車速信號發電機依車速比例發出電壓，使安全繼電器 (safety relay) 上面的接點接通，經整流器全波整流後送到電晶體 Tr_8 之基極，車速在 20 km/h 以下時，發生之電壓無法使 Tr_8 ON，故 Tr_9 保持 ON 狀態。此時按下車速設定開關，解除繼電器的設定線圈及解除線圈兩邊同時有電流流入，兩線圈之磁力互相抵消，解除繼電器的可動接點保持閉合，自動車速控制不能發生作用。

(四) 車速 20 km/h 以上時

車速超過 20 km/h 以上時，車速信號發電機之電壓使 Tr_8 ON， Tr_8 ON 後使 Tr_9 OFF。此時若按下車速設定開關，則解除繼電器的設定線圈有電流流入，解除線圈無電流流入。到解除繼電器的可動接點被吸開後，安全繼電器線圈、電磁離合器線圈、安全繼電器線圈、增速、減速線圈等將電壓加到自動車速控制繼電器 A，會產生下述之結果：

1. 安全繼電器的接點吸開後，自動車速控制信號發電機發生的電壓才能加到增幅電路，使它產生作用。

2. 電磁離合器接合 (ON) 後，伺服馬達才能與節汽門相連結。

3. 安全繼電器的接點吸開後，才能使電容器 C 充電，使自動車速控制裝置進入動作狀態。

(五) 速度控制之作用

1. 電晶體 Tr_6 與 Tr_7 所構成之回路，加在 Tr_7 基極電壓較某值為高時， Tr_7 的集極電壓下降，較某值為低時， Tr_6 的集極電壓下降。

2. 電晶體 Tr_7 的基極電壓係由車速設定開關的可變電阻及伺服馬達的電位差計控制，當可變電阻的高速側及電位差計的閉合側電壓高時，使車速信號發電機的電壓加到 Tr_7 的基極，使基極電壓下降。

3. Tr_7 的基極電壓下降後， Tr_4 及 Tr_2 ON，使增速繼電器作用，電流由伺服馬達的增速磁場線圈流入，節汽門向開的方向轉動。

4. 相反的， Tr_6 的基極電壓下降後， Tr_3 及 Tr_1 ON，使減速繼電器作用，電流由伺服馬達的減速磁場線圈流入，節汽門向關的方向轉動。

(六) 自動車速控制設定時

1. 例如設定在 60 km/h，實際車速在 20 km/h 時按下設定開關，因節汽門開度太小，故電位差計的滑動片在閉合側，同時車速信號發電機發出之電壓低， Tr_7 基極電流大，使 Tr_4 及 Tr_2 在導通狀態，增速繼電器作用，使伺服馬達向增速方向旋轉，電位差計的滑動片向開側移動，使 Tr_7 基極電流減少，到定值時， Tr_4 及 Tr_2 OFF，伺服馬達停止運轉。

2. 車速逐漸上升，車速信號發電機發出的電壓也逐漸增加，使 Tr_7 的基極電流逐漸減少，減到定值時，換 Tr_3 及 Tr_1 導通，使減速繼電器作用，伺服馬達向減速方向轉動。電位差計的滑動片向閉側移動， Tr_7 的基極電流增加，使 Tr_3 及 Tr_1 OFF，伺服馬達停止運轉。

3. 如此，伺服馬達增速、停止、減速、停止，不斷的正逆旋轉調節節汽門開度，使車速保持在設定車速附近行駛。

(七) 汽車在坡道時之作用

1. 上坡時，節汽門開度若不變更時，車速會降低；反之，下坡時則車速會上升；車速信號發電機隨著車速變化發出之電壓也變化，使 Tr_7 的基極電流也隨之變化。

2. 車速降低時，增速繼電器會發生作用；車速上升時，減速繼電器會發生作用，車速會自動控制在設定車速附近。

3. 自動車速控制裝置通常在設定車速 $\pm 1 \sim 3$ km/h 內修正節汽門開度，保持設定車速行駛。

(八) 解除自動車速控制

1. 自動車速控制在作用行駛中，解除繼電器的設定線圈有電流流入，使可動接點被吸開。當踩煞車踏板、離合器踏板或排檔桿在空檔時，解除線圈被搭鐵，使解除線圈有電流流入，設定線圈及解除線圈的磁力互相抵消，使解除繼電器的可動接點閉合，使自動車速控制解除。

2. 當解除繼電器恢復作用時，使至安全繼電器去的電源 OFF。可動接點向上側閉合時，與安全繼電器線圈並聯的電容器放電，放電電流向安全繼電器線圈流去，故在放電持續的短時間內，可動接點被吸開。

3. 因此，從電瓶來的電流，從解除繼電器的可動接點經上側接點及安全繼電器的接點，流到

伺服馬達減速側的磁場線圈，使節汽門向減速方向轉動。

4.如此，當自動車速控制解除時，萬一電磁離合器無法分離，使油門不能回到怠速位置時，能使節汽門向減速側轉回怠速位置。

(九) 伺服馬達轉速限制電路

1. 節汽門的開閉動作太早時，無法對車速做追蹤控制，開得過多或關得過多都會在設定車速附近不斷的來回加減速，使車子無法保持穩定行駛。

2. 為使汽車能保持穩定行駛，使汽車加速或

減速動作流入伺服馬達之電流需加以斷續控制，以免轉速的變化超過一定值。

3. 伺服馬達的轉速達一定值時，與伺服馬達組合在一體的交流發電機產生的電壓使 Tr_5 成導通狀態，並使 Tr_3 及 Tr_4 的射極搭鐵， Tr_1 及 Tr_2 成 OFF 狀態，增速繼電器及減速繼電器復原，流到伺服馬達的電流停止。

4. 伺服馬達的轉速降低時，交流發電機發生的電壓也隨之降低，使 Tr_5 成遮斷狀態，使伺服馬達有電流流入。如此控制流到伺服馬達電流的斷續。

[返回目錄](#)

第七節 電子多功能電視

12-7-1 概述

日本豐田汽車公司於1985年推出之翱翔者 (Soarer) 3.0 l GT-LIMITED 車上首度裝用「電子多功能電視」(electro multivision) 於儀錶板上，如圖 5-12-57 所示。使用 6 吋七彩陰極線管 CRT (cathode ray tube) 超薄螢光幕，能做行駛監視 (driving monitor)、燃料消費監視、定期保養指導、故障診斷，及一般

廣播電視台之收視……等功能。

12-7-2 行駛監視

(-) 在方向盤前右下方之儀錶板上，裝設有易操作開關 (easy operated switch)，如圖 5-12-57 所示，按下易操作開關上之行駛鍵後，在螢光幕上能出現引擎回轉數、自動排檔之檔位、自動車速控制設定之車速、TEMS (豐田電子控制懸吊系統) 之選擇模式、ECT (電子控制自

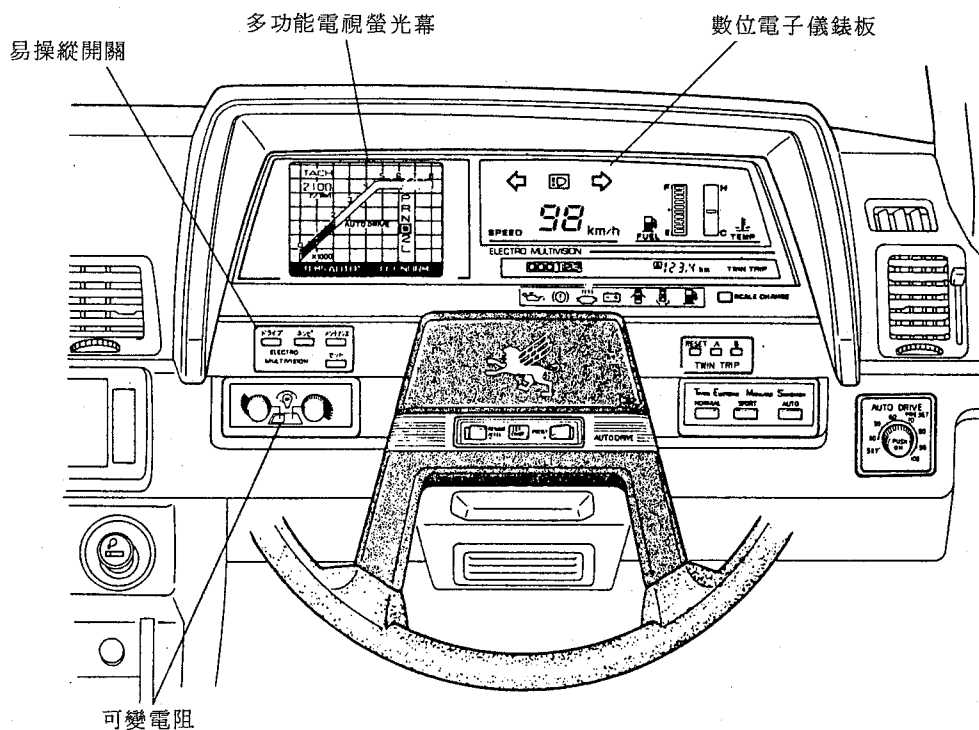


圖 5-12-57 豐田翱翔者電子多功能電視安裝位置〔註46〕

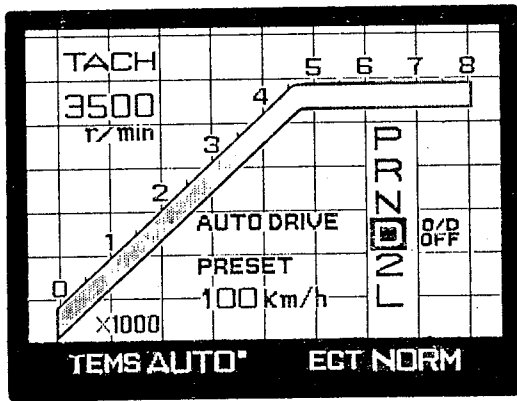


圖 5-12-58 螢光幕上顯示之行駛狀況監視〔註47〕

動變速箱)之選擇模式等行駛狀況有關的情報資料，螢光幕顯示畫面之情況如圖 5-12-58 所示。

(一)螢光幕畫面上之引擎回轉數有數位及類比兩種表示法，數位轉速錶之顯示範圍為 0~6200 rpm，類比轉速錶之顯示範圍為 0~8000 rpm，回轉數在 6200~8000 rpm 間以點線表示。現在圖上所顯示者為每分鐘 3500 轉(數位—TACH 3500 r/min，類比指示在 3.5×1000 處)。

(二)ECT 模式之設定有正常(NORM)、經濟(ECON)及強力(PWR)三個位置。現在顯示在正常位置(ECT NORM)。自動變速箱排檔位置有 P、R、N、D、2、L 等六個位置，現在顯示排檔在行駛檔，超速傳動未作用(D·O/D-OFF)之位置。

(三)自動車速控制設定，現在顯示設定在時速 100 公里(AUTO DRIVE PRESET 100 km/h)。

(四)TEMS 模式設定有自動(AUTO)、正常(NORM)及賽跑(SPORT)三個位置，現在顯示在自動調整位置(TEMS AUTO)。

12-7-3 燃料消費監視

(一)將易操作開關之燃費(ネンビ)鍵按下後，螢光幕上顯示出如圖 5-12-59 所示之與燃料消費有關之資料及相關之行車狀態。

(二)在畫面上能顯示過去五分鐘間每 30 秒的燃料消費量，精確度至 0.1 km/l，現在燃費所顯示者為最近 30 秒之平均值。

(三)現在在畫面上所顯示之「消費 14.8 l」係在加滿油後按下歸零鍵 2 秒鐘，變成 0.0 l 起所消耗之燃料量。

(四)在畫面的上方有引擎回轉數之類比值顯示，在畫面的下方現在顯示在使用自動車速控制(

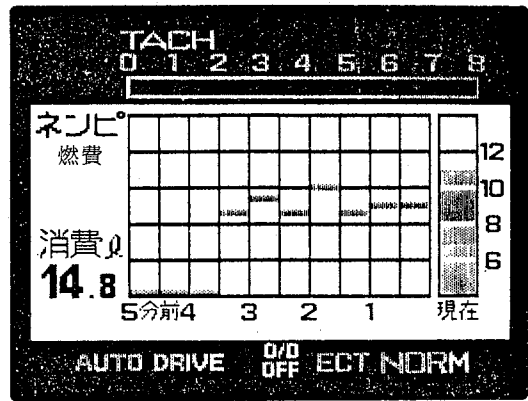


圖 5-12-59 螢光幕上之燃料消費監視

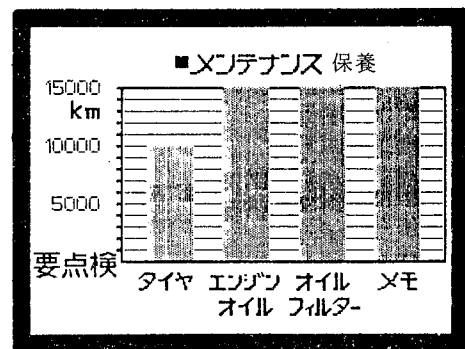


圖 5-12-60 螢光幕上顯示之定期保養指導

AUTO DRIVE)，超速傳動未作用(O/D OFF)，ECT 選擇模式為正常(ECT NORM)。

12-7-4 定期保養指導

(一)按下易操作開關之保養(メンテナンス)鍵後，螢光幕顯示如圖 5-12-60 所示之輪胎(タイヤ)、引擎機油(エンジン オイル)、機油濾清器(オイル フィルター)及一項記憶(メモ)等四項距離應做定期保養之剩下里程數。

(二)前述四項應做定期保養之里程數，在新車時以鑰匙操作，任意設定應保養之里程數，每行駛 125 公里會降低一格，顏色由綠色開始逐漸變深藍，在剩下最後 100 以內時，警告系統還會提出警告。

12-7-5 警告之顯示

(一)當引擎(EFI)、電子控制自動變速箱(ECT)、電子控制防滑裝置(ESC)、自動車速控制(AUTO DRIVE)等各系統有不正常的情形時，在螢光幕的右上角會顯示，檢查引擎(CHECK ENGINE)、檢查 ECT(CHECK ECT)、檢查 ESC(CHECK ESC)、檢查自動車速控制(CHECK AUTO DRIVE)及保養(メンテナンス)

等警告文字，以提醒駕駛人注意，如圖 5-12-61 所示。

(二)在故障未排除前，繼續顯示警告文字。若有兩項以上系統故障時，每 3 秒變換一次顯示故障項目。在保養指導的四項中，任一項殘留距離少於 100 公里時，每 5 秒鐘顯示一次要保養 (メンテナンス)。

12-7-6 故障診斷顯示

(一)引擎、ECT、ESC、自動車速控制等各電腦對各系統不正常位置檢查出來後之顯示如圖 5-12-62 所示，以電路編號顯示。

(二)顯示故障所在之操作係以易操作開關控制，操作順序為同時按下行駛鍵及保養鍵 3 秒鐘後，再按燃費鍵 3 秒鐘。

(三)全部故障檢查項目 (EFI、ECT、ESC、A/D) 等有關故障結果顯示 30 秒鐘後，自動回到基本畫面。

(四)如果各系統的電腦間通信發生不正常而使得無法診斷時，結果不能顯示，經過 4 分 30 秒後，自動回到基本畫面。

(五)因各系統電腦間的通信動作自按鍵後需要 5 秒~4 分之時間。

12-7-7 系統檢查

(一)鑰匙打開 (ON) 後之 5 秒間，能如圖 5-12-63 所示在畫面上顯示各系統機能檢查。

(二)但是若鑰匙在 ACC → ON → START 之間連續一次操作，則不能顯示。

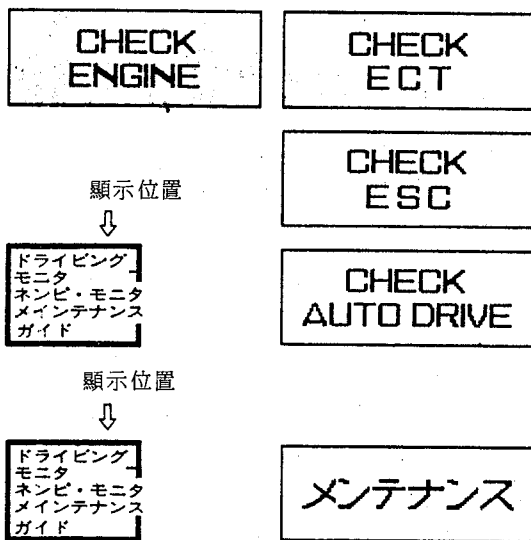
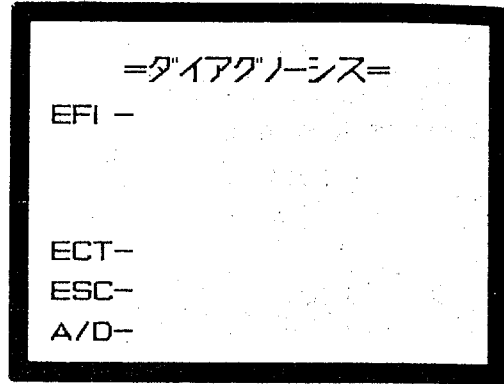


圖 5-12-61 螢光幕右上角之警告顯示

●診斷開始



●全項目診断終了

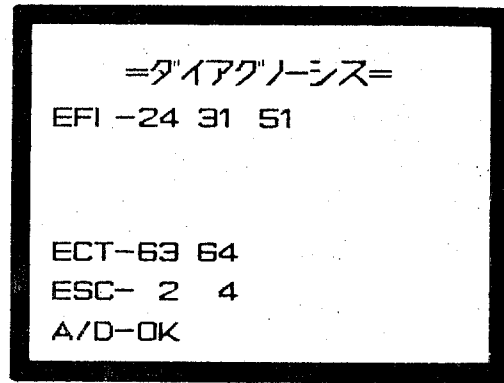


圖 5-12-62 螢光幕上顯示之故障診斷

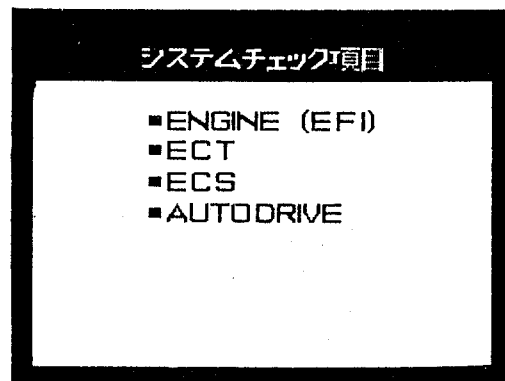


圖 5-12-63 螢光幕上顯示之系統檢查

12-7-8 廣播電視的受像

(一)將鑰匙開關開在 ACC 或 ON (引擎運轉中) ①排檔之檔位在 N 或 P，②手煞車拉桿拉緊，③車速在 0 km/h，三個條件均滿足時，能接收廣播電視台播送的節目。

(二)為了安全起見，汽車在行駛中不能接收電視廣播之節目。若加裝放影機組，也能成為 VTR (電視放影機) 使用。

(三)在引擎停止狀態 (ACC)，電視接收電視台的節目時，為防止電瓶的存電被用掉 (在接收

電視台廣播時電視之消費電流為 5 A)，在螢光幕上會出現“請發動引擎，使電瓶充電”(バッテリーが上がりますので エンジンを始動して下さい)的警告發動引擎畫面。如圖 5-12-64 (a)所示。若出現警告後 5 秒引擎尚未發動，會再出現“10 秒以內畫面會自動的關掉”(10 秒以內に畫面は自動的にOFF されます)的警告，如圖 5-12-64 (b)所示。通往多功能電視的電源即自動切斷。

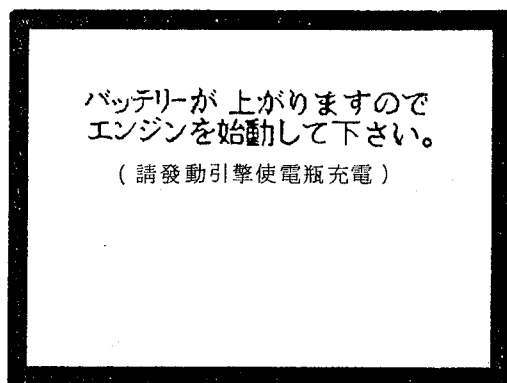
(四)需發動引擎以防電瓶存電被用掉之預先設定狀況如下：

1. 鑰匙開關在運轉(ON)位置，引擎未發動超過60秒以上時。
2. 鑰匙開關在ACC(附件)位置，電視打開(ON)超過60分鐘以上時。
3. 電瓶電壓降到11.7V以下時。

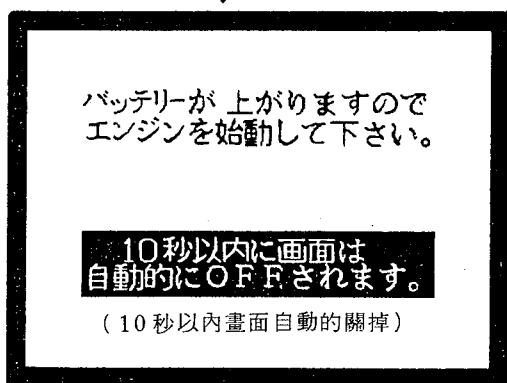
12-7-9 多功能電視顯示基本動作

(一)多功能電視螢光幕(CRT)顯示情況的基本動作情形如圖 5-12-65 所示。

(二)⇨表示自動的變換，⇨表示手動變換。



(a)
↓ 5 秒後



(b)

圖 5-12-64 使用電視前在螢光幕上顯示之發動引擎警告

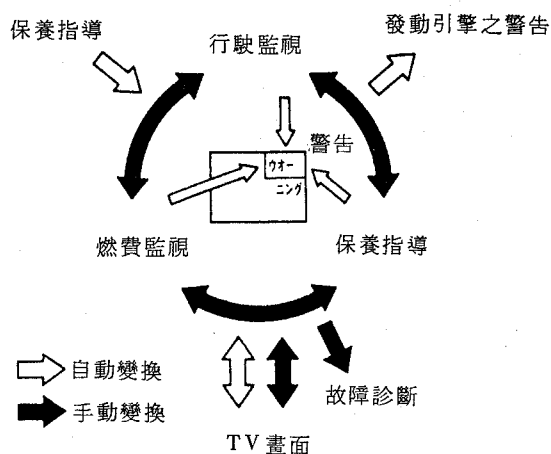


圖 5-12-65 多功能電視顯示的基本動作

12-7-10 電子多功能電視系統的構成

一、概述

電子多功能電視系統的構成如圖 5-12-66 所示，各重要機件安裝之地點如圖 5-12-67 所示。主要包括 CRT 顯示器(CRT display)、CRT 顯示器電腦(CRT display computer)、影像控制器(video controller)、電視選台器(TV tuner)、電視控制器(TV controller)、電視天線(TV antenna)……等。

二、CRT 顯示器

(一) CRT 顯示器為日本松下電器所開發完成的，為 6 吋 90° 偏向彩色映像管。顯像之分解能力橫×縱為 256 × 192 點。動作電壓為 DC 10 ~ 16V，消費電流在電壓 13V 做為電腦顯示畫面時為 3A，接收 TV 廣播節目時為 5A。

(二)圖 5-12-68 所示為 CRT 顯示器的構造概要。在 CRT 兩側設有消磁線圈，以防止畫面受磁力影響，使彩色不鮮明。

三、CRT 顯示器電腦

(一)由接收各種信號輸入的 I/O 界面，信號的演算、控制用微電腦及各種記憶裝置等構成，將車輛各種情報資料轉變後，送到影像控制器。

(二)CRT 顯示器電腦信號處理的概要如圖 5-12-69 所示。同時，對電瓶電壓、電視受信條件的檢查、電視的 ON-OFF、電視畫面—電腦畫面的切換能做控制。

(三)在圖上 RAM 上之液晶電池，可以防止電源關去(OFF)時資料被消除。

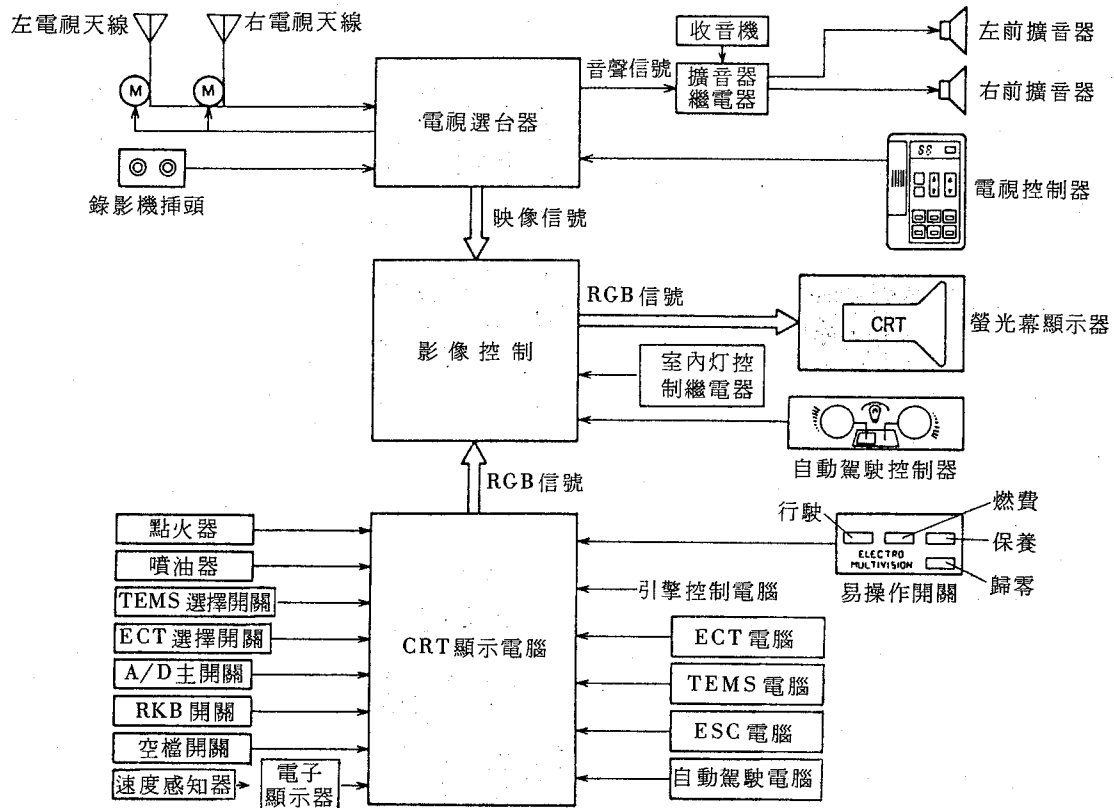


圖 5-12-66 多功能電視系統的構成

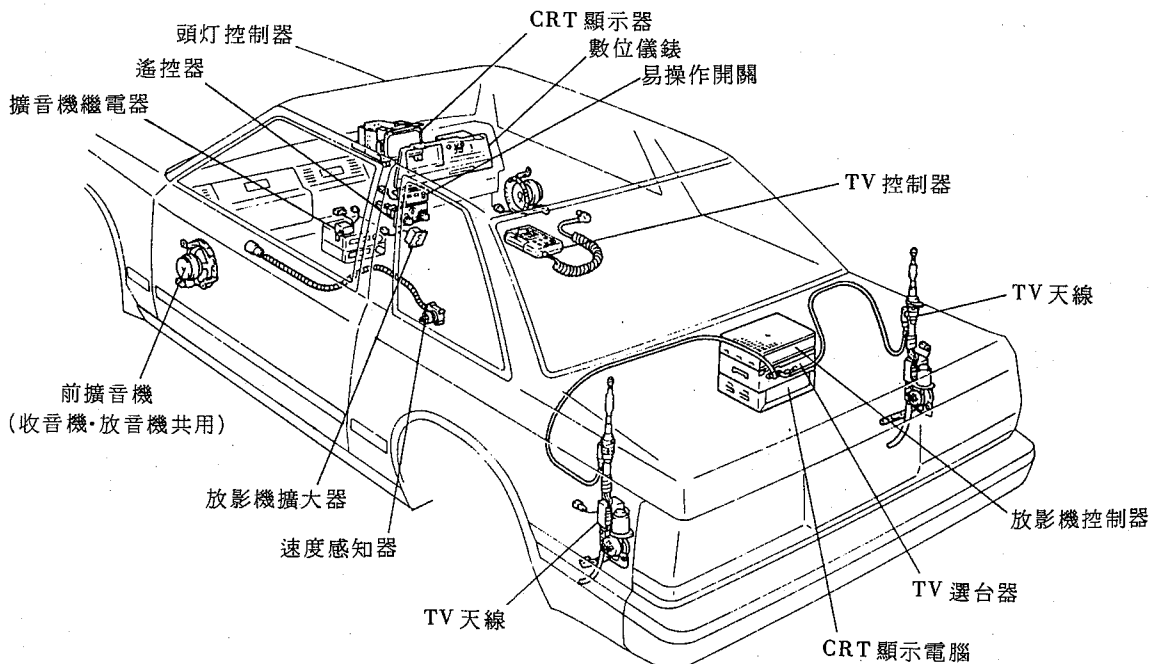


圖 5-12-67 多功能電視各主要機件安裝位置

四、放影機控制器

(一)將電視選台器送來的映像信號轉變成畫面表現用的 RGB 信號 (原色信號 R—紅色 red,

G—綠色 green, B—藍色 blue)。

(二)將 CRT 顯示器電腦送來的電腦畫面信號, 轉變成相關的 RGB 信號。

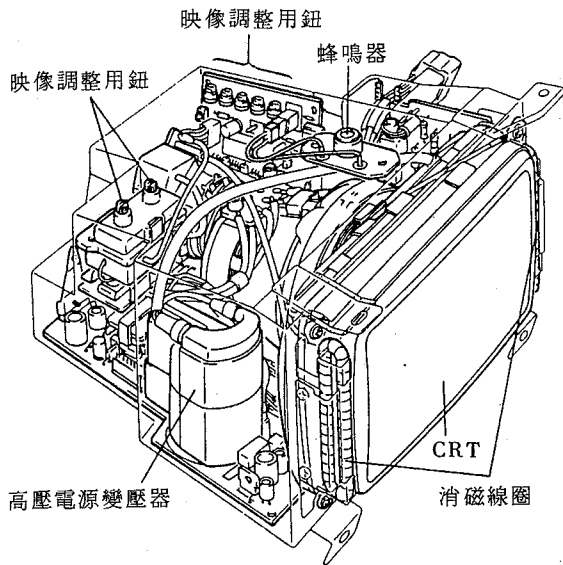


圖 5-12-68 CRT 顯示器構造概要

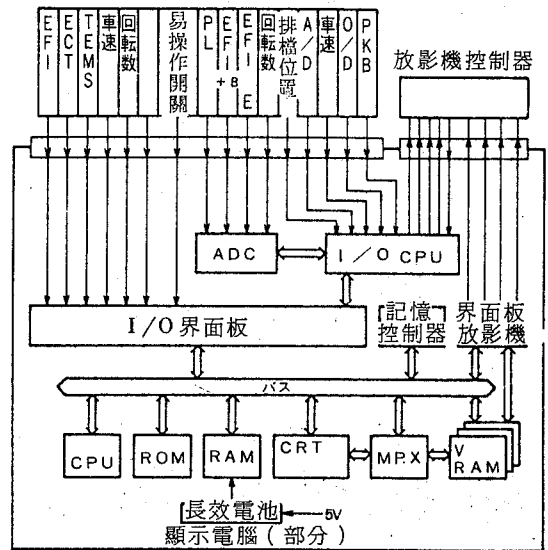


圖 5-12-69 CRT 顯示電腦信號處理概要

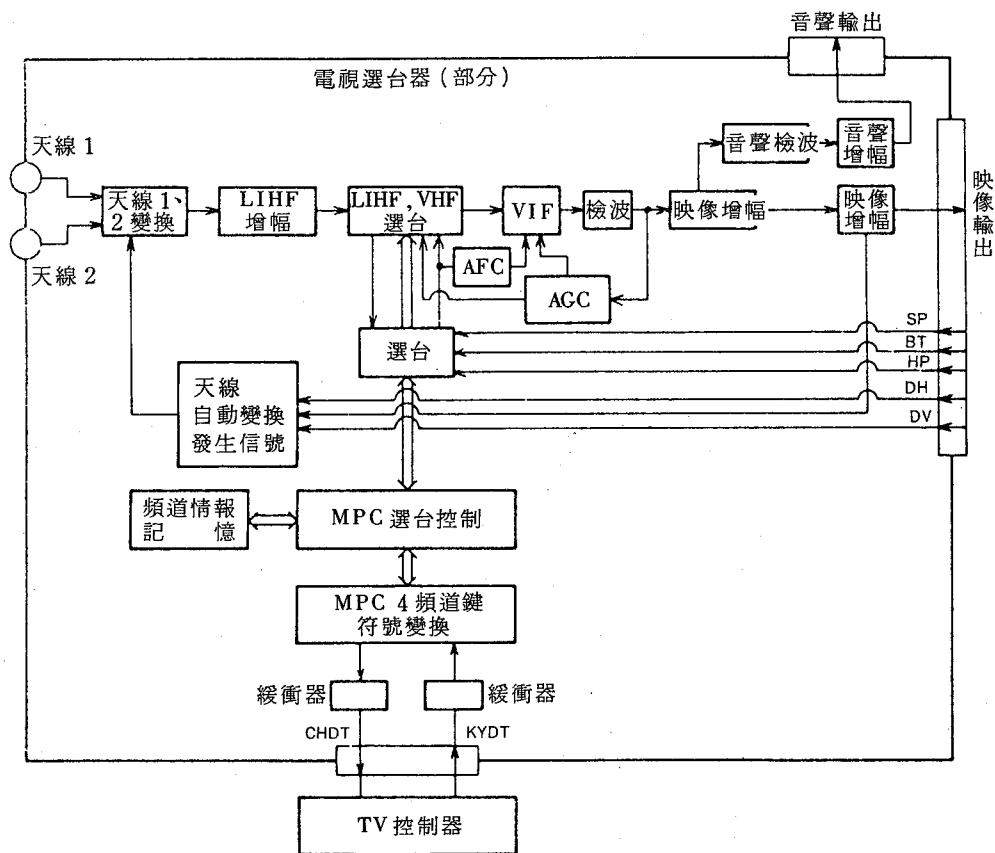


圖 5-12-70 電視選台器概要

五、電視選台器

(一)將設在行李箱左右兩個電視天線接收來的電視廣播信號，接收並選台，將映像信號送到放影機控制器，如圖 5-12-70 所示。

(二)同時，將聲音信號經擴音器 (speaker)

繼電器送到前面的擴音器，並具有電視及錄影帶 (VTR) 切換裝置，如圖 5-12-71 所示。

(三)電視選台器中還有控制電視天線升降、擴音機繼電器切換之電路，及電視控制器操作信號做選台控制，及電視頻道記憶等。

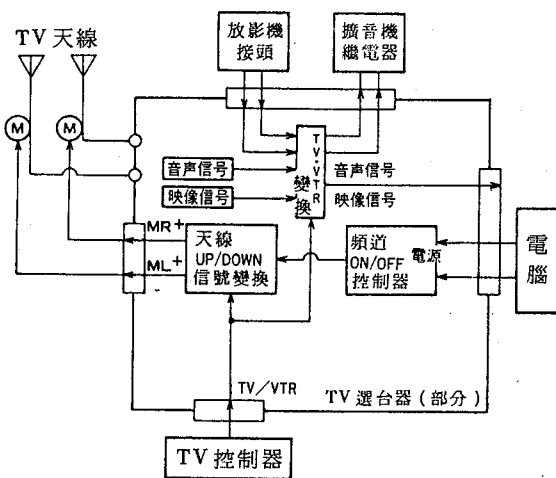


圖 5-12-71 電視及放影機切換裝置

(四)由兩個電視天線接收的映像信號能自動的選擇較強一邊的信號來用。

(五)電視天線升降的控制係全自動的，由CRT顯示器電腦來的電視 ON-OFF 信號控制。電視選台器的電源 ON 時，自動的將電送到電視天線，使天線上升；若電視控制器將電視切換成VTR（放錄影帶）時，天線自動降下。

(六)電視天線之構造如圖 5-12-72 所示，為四段伸縮式，全長 575 mm。

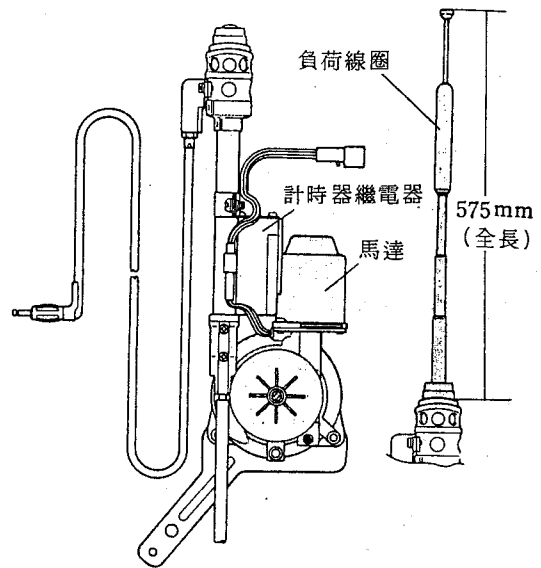


圖 5-12-72 電視天線構造

六、電視控制器〔註48〕

(一)電視控制器之構造如圖 5-12-73 所示，平時收藏在後雜物箱中，有很長的控制線，能讓車上任何座位的乘員均能操作。

(二)各項操作在圖上已有詳細說明，不再重複。

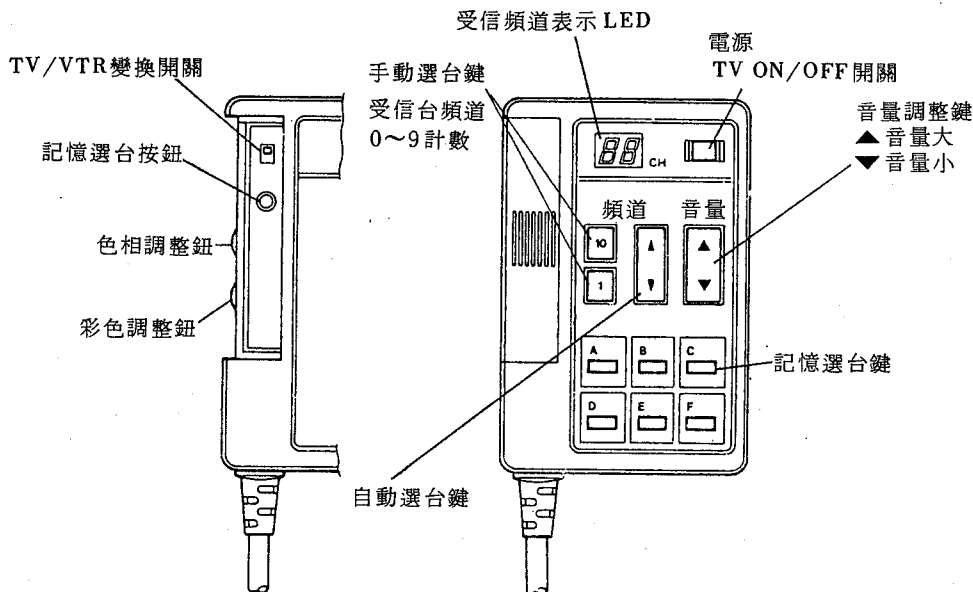


圖 5-12-73 電視控制器構造

【習題】

一、選擇題：

1. 我國道路交通規則規定汽車喇叭音量不可超過① 70 ② 80 ③ 90 ④ 100 dB。
2. 電磁喇叭以電阻（或電容器）與線圈並聯，是為①避免白金接點燒壞②減少電流消耗③使音量較緩和④減低頻率。
3. 夜間有消音裝置之倒車蜂鳴器是當①倒車開關開，燈開關關時②倒車開關開，燈開關開時③倒車開關開時④點火開關開時。
4. 車速感應式中央控制門鎖，是設定車速達① 10 ② 30 ③ 50 ④ 80 km/hr 以上時，除駕駛座側以外的三個車門鎖扣均會自動扣住。
5. 現代汽車使用①鋼絲式無電阻②銅絲式無電阻③碳芯式低電阻（200 Ω）④碳芯式高電阻（約 10 kΩ）之高壓線。
6. 發電機 A 線頭上並聯電容器，可①穩定輸出電流②避免整流粒燒壞③消除雜音④過濾輸出電波。

【資料來源註釋】

- 〔註 1〕 日本電裝株式會社 電裝品說明書デンソー・ホーン・フラツジセ編 圖 1
- 〔註 2〕 同〔註 1〕 圖 2
- 〔註 3〕 同〔註 1〕 圖 3
- 〔註 4〕 同〔註 1〕 圖 9
- 〔註 5〕 同〔註 1〕 圖 7
- 〔註 6〕 同〔註 1〕 圖 4
- 〔註 7〕 同〔註 1〕 圖 5·6
- 〔註 8〕 日本自動車整備振興連合會 三級自動車シヤシ下 圖 V-1
- 〔註 9〕 寺田繁著 自動車の電子裝置 Fig 3·11-7
- 〔註 10〕 同〔註 9〕 Fig 3·11-8
- 〔註 11〕 同〔註 1〕 デンソー・バック・ブザー編 圖 1
- 〔註 12〕 同〔註 11〕 圖 2
- 〔註 13〕 同〔註 11〕 圖 3
- 〔註 14〕 同〔註 11〕 圖 4
- 〔註 15〕 同〔註 11〕 圖 5
- 〔註 16〕 同〔註 11〕 圖 6
- 〔註 17〕 同〔註 11〕 圖 7
- 〔註 18〕 同〔註 11〕 圖 8
- 〔註 19〕 同〔註 11〕 圖 9

二、填充題：

1. 汽車喇叭依動力源可分_____喇叭、_____喇叭、_____喇叭及_____喇叭等四種，一般小型車均使用_____喇叭。
2. 大型車裝用空氣壓縮機者適合使用_____喇叭。
3. 汽車自動車速控制裝置可減輕長途駕駛之_____。

三、問答題：

1. 喇叭為什麼必須用繼電器？
2. 試繪製電磁式喇叭用繼電器之電路圖。
3. 電晶體喇叭比接點式喇叭有何特色？
4. 試繪製電容器式倒車蜂鳴器之電路圖，並說明其作用。
5. 駕駛座電動座椅可做那幾個方向之調整？
6. 試繪製中央控制門鎖之系統圖。
7. 為何擋風玻璃應設除霧裝置？
8. 汽車收音機雜音之來源有那幾種？
9. 電子多功能電視具有那些功能？

- 〔註 20〕 雇用促進事業團職業訓練部編 自動車電氣裝置 圖 3-63
- 〔註 21〕 同〔註 20〕 圖 3-64
- 〔註 22〕 同〔註 20〕 圖 3-65
- 〔註 23〕 同〔註 20〕 圖 3-61
- 〔註 24〕 同〔註 20〕 圖 3-62
- 〔註 25〕 Willam H. Crouse Automotive Electrical Equipment Fig 23-5
- 〔註 26〕 同〔註 20〕 圖 3-66
- 〔註 27〕 同〔註 20〕 圖 3-67
- 〔註 28〕 同〔註 20〕 圖 3-68
- 〔註 29〕 雇用促進事業團職業訓練部／勞働省職業訓練局共編 自動車整備〔IV〕 圖 3-89 (b)
- 〔註 30〕 同〔註 29〕 圖 3-89 (a)
- 〔註 31〕 同〔註 29〕 圖 3-90
- 〔註 32〕 同〔註 29〕 圖 3-87
- 〔註 33〕 同〔註 20〕 圖 5-1
- 〔註 34〕 同〔註 20〕 圖 5-2
- 〔註 35〕 同〔註 29〕 圖 3-88 (a)
- 〔註 36〕 同〔註 20〕 圖 5-8 (b)
- 〔註 37〕 同〔註 20〕 圖 5-9, 〔註 29〕 圖 3-88 (b)

- 〔註38〕 同〔註20〕 圖 5-12
〔註39〕 同〔註20〕 圖 5-14
〔註40〕 同〔註20〕 圖 5-13
〔註41〕 同〔註20〕 圖 5-15
〔註42〕 同〔註20〕 圖 5-17
〔註43〕 松谷守康著 新自動車の電氣知識 圖 7-45
〔註44〕 同〔註43〕 圖 7-46
〔註45〕 同〔註43〕 圖 7-47
〔註46〕 鐵道日本社 カーテクノロジー No.11
〔註47〕 同〔註46〕
〔註48〕 同〔註46〕

返回目录

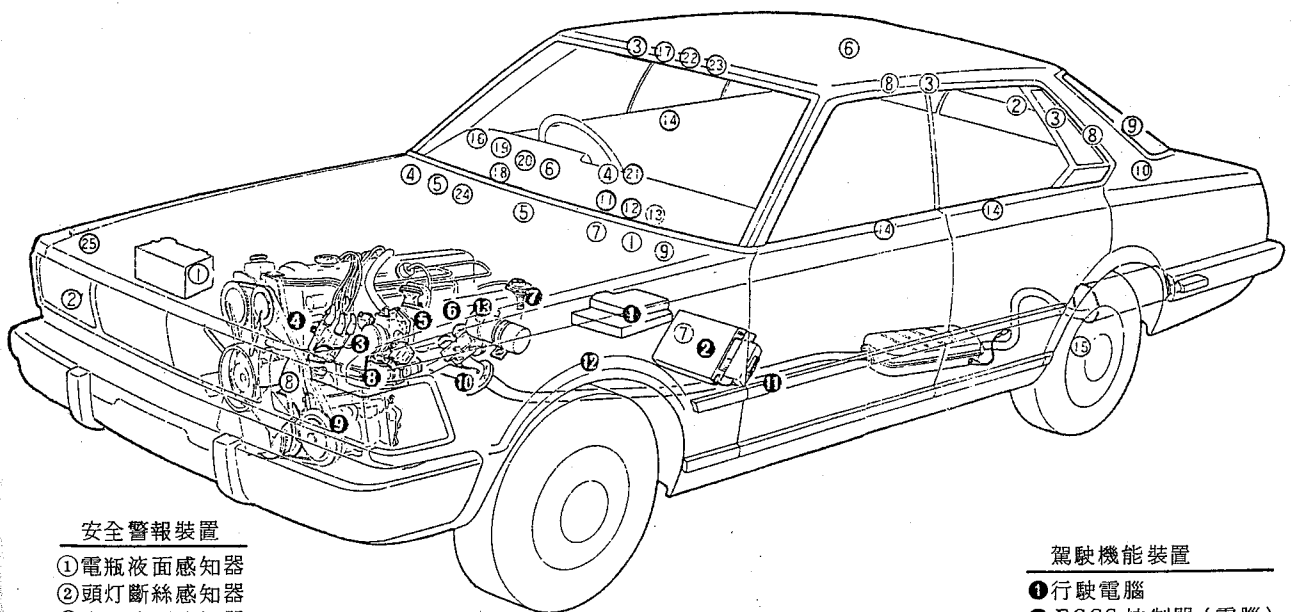
第十三章 電腦引擎控制

第一節 電腦引擎控制概述

自1975年美國克雷斯勒 (Chrysler) 汽車公司推出電腦控制之電子稀薄燃燒系統“ELB”後，各大汽車公司皆積極從事電腦控制系統之研究發展。1976年美國通用汽車公司推出微過程感應自動調整系統“MISAR”，1977年福特汽車公司推出第一代微電腦引擎控制系統“EEC-I”。1978年汽車通用公司再推出電腦控制觸媒轉換器系統“C-4”。歐洲之鵬馳 (Benz)、寶馬 (BMW)、奧迪 (Audi)、富豪 (Volvo) 等汽車公司也相繼推出電腦控制汽車。日本於1979年，

日產 (Nissan) 汽車公司先推出電子集中控制系統“ECCS”，豐田 (Toyota) 汽車公司於1980年推出豐田電腦控制系統“TCCS”，五十鈴 (Isuzu) 汽車公司於1981年推出全電子控制系統“I-TEC”。通用汽車公司於1981年推出電腦指令控制系統“CCC”。

各汽車公司之電腦除用以控制混合比、點火時間、怠速轉速、EGR 還流量、二次空氣噴射量外，有些並同時用來控制傳動系之自動變速箱變速控制與液體扭力變換器直結離合器、煞車系



安全警報裝置

- ① 電瓶液面感知器
- ② 頭燈斷絲感知器
- ③ 水箱液面感知器
- ④ 門鎖定時器
- ⑤ 安全帶警報定時器
- ⑥ 車速感知器
- ⑦ 防滑控制器
- ⑧ 風扇皮帶滑動擴大器
- ⑨ 自動後窗除霧器
- ⑩ 停車燈、尾燈感知器
- ⑪ 速度警報器
- ⑫ 頭燈忘關警報器
- ⑬ 手煞車忘鬆警報器
- ⑭ 車速感知集中車門鎖

- ⑮ 煞車防滑裝置
- ⑯ 排氣溫度警報器燈
- ⑰ 電瓶液面不足警報器燈
- ⑱ 停車燈、尾燈斷絲警報器燈
- ⑲ 轉向指示燈
- ⑳ 緊急燈
- ㉑ 無段間歇式雨刷
- ㉒ 風扇皮帶滑動警報器
- ㉓ 保險絲燒斷感知器
- ㉔ 保險絲燒斷警報燈
- ㉕ 頭燈燈絲燒斷警報燈

快適操作裝置

- ① 電晶體同調多頻道收音機
- ② 全自動雙空調擴大器
- ③ 通風調節器
- ④ 水晶發振式螢光數字時鐘
- ⑤ 電動窗擴大器
- ⑥ 殘照式室內燈
- ⑦ 全自動雙空調裝置
- ⑧ 後擴音機
- ⑨ 自動放音機

駕駛機能裝置

- ① 行駛電腦
- ② ECCS 控制器 (電腦)
- ③ 吸入空氣量感知器
- ④ 水溫感知器
- ⑤ 燃料噴射控制器
- ⑥ 怠速轉速控制器
- ⑦ EGR 控制器
- ⑧ 點火時間控制器
- ⑨ 曲軸角度感知器
- ⑩ 氧感知器
- ⑪ 排氣溫度感知器
- ⑫ 空檔開關
- ⑬ 混合比回饋控制器

圖 5-13-1 日產勝利 (Cedric) 汽車之電子裝置 (1979 年)

統之防滑控制等。有些電腦系統更附有自己診斷系統 (self diagnosis system) 及自行修正

故障裝置 (fail-safe)。圖5-13-1所示為1979年日產公司勝利 (Cedric) 汽車上之電子裝置。

返回目录錄

第二節 電子稀薄燃燒系統 (ELB)

一、點火時間控制

[本段請參考 8-4-2 小節, 第 8-41 ~ 42 頁]

二、混合比回饋控制系統

1979年起之部分車子使用電子回饋控制化油器系統 (electronic feedback carburetor system; EFC)。本系統包括氧感知器、三元觸媒轉換器及氧化觸媒轉換器、回饋控制化油器、電磁操作真空調節閥 (solenoid-operated vacuum regulator valve) 及燃燒電腦 (combustion computer)。每15,000英哩應更換氧感知器一次。克雷斯勒之燃燒電腦包括回饋化油器控制器 (feed back carburetor controller) 及點火控制電腦, 兩者一起裝在空氣濾清器上, 如圖5-13-2及5-13-3所示。

回饋化油器控制器將氧感知器之電壓 (低電壓——稀混合汽, 高電壓——濃混合汽)、引擎冷卻液溫度、進汽歧管真空、引擎轉速及引擎運轉狀況 (起動或運轉) 之信號收集後, 計算最佳之混合比, 將指令給電磁操作真空調節閥 (亦裝在燃燒電腦中); 電磁操作真空調節閥, 再將正

確的濃稀信號送到化油器。

單孔哈雷 R-8286 A 化油器上裝置有兩個膜片, 以控制主油路系統及怠速系統。膜片操作斜錐測量桿以改變主油嘴及怠速空氣嘴之孔徑, 以改變混合比。「稀」之指令使送到膜片室真空增

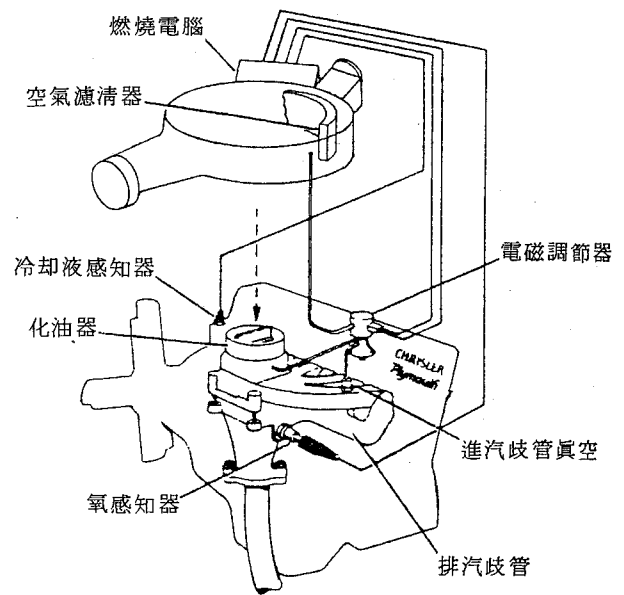


圖 5-13-3 克雷斯勒稀薄燃燒 EFC 系統 (1979 年)

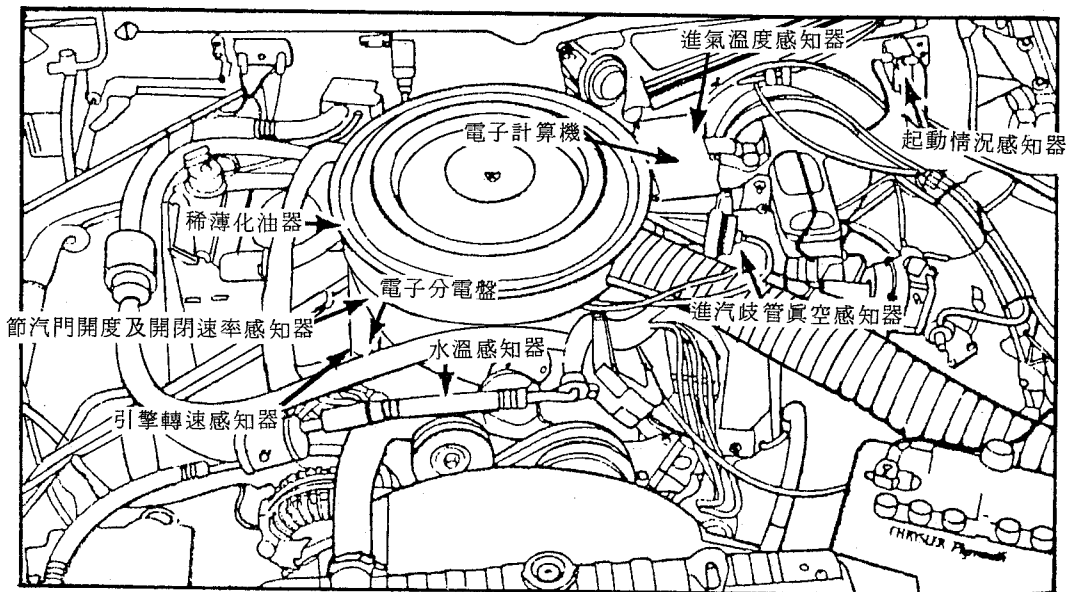


圖 5-13-2 克雷斯勒火花提前控制 (稀薄燃燒) 系統配件

強，將測量桿提升（使怠速空氣增加，減少燃油流量），使混合汽變稀；「濃」之指令使送到膜片室之真空減弱，彈簧使測量桿下降（使怠速空氣減少，增加燃油流量），使混合汽變濃。圖5-13-4所示為克雷勒斯EFC系統之控制線路圖。

三、二次空氣噴射裝置

二次空氣由空氣泵供應，在冷引擎時，二次空氣噴入排汽歧管中。在正常工作溫度時，空氣開關將空氣分別送入排汽歧管及三元觸媒轉換器

之間，以提高CO、HC之氧化效能。

四、排汽還流裝置

使用文氏管真空、熱真空開關及延遲控制電磁閥等來控制EGR之還流。在冷却水溫度低於60°F及剛起動後30~40秒內無EGR還流。

五、觸媒轉換器

1979年以後之車子，使用三元觸媒及氧化觸媒雙層轉換器，與通用汽車公司使用者相似，以澈底淨化NO_x、CO及HC。

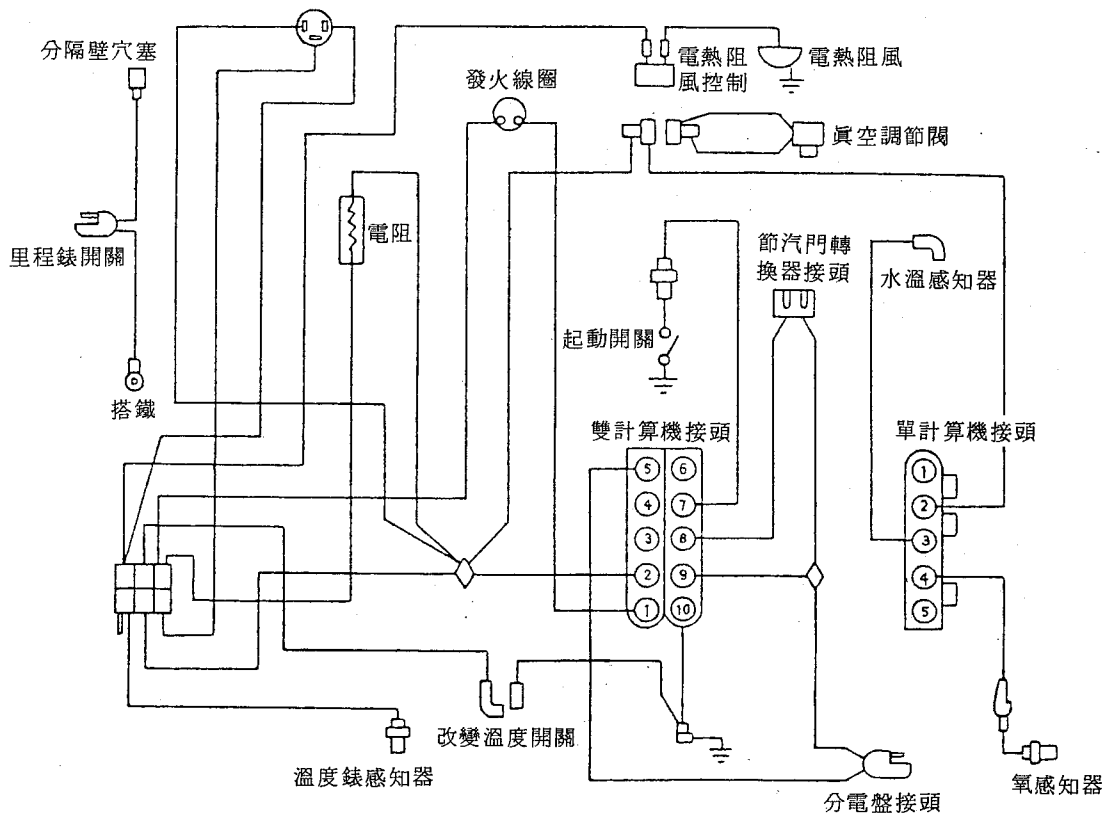


圖 5-13-4 克雷勒斯稀薄燃燒 EFC 系統線路圖 (1979 年)

[返回目錄](#)

第三節 福特電子引擎控制系統(EEC)

一、EEC-I

福特電子引擎控制系統 EEC-I 系統於 1978 年之凡爾賽 (Versailles) 車上開始採用，如圖 5-13-5 所示，使用電子控制總成 (electronic control assembly，簡稱 ECA) 及七個感知器與杜拉 II 號 (Dura spark II) 點火裝置 (使用特製之分電盤、發火線圈及點火控制器) 精密的控制點火時間，EGR 還流及二次空氣流量 (

thermactor flow)。

(-) ECA

ECA 為微電子計算機，係由處理機總成 (processor assembly) 及校準總成 (calibration assembly) 兩部分組成。處理機總成連續不斷的接收七個感知器之輸入信號，將它變成有用的資料送給計算部門。它同時擔任點火正時、二次空氣及 EGR 流量之計算，將信號送到點火

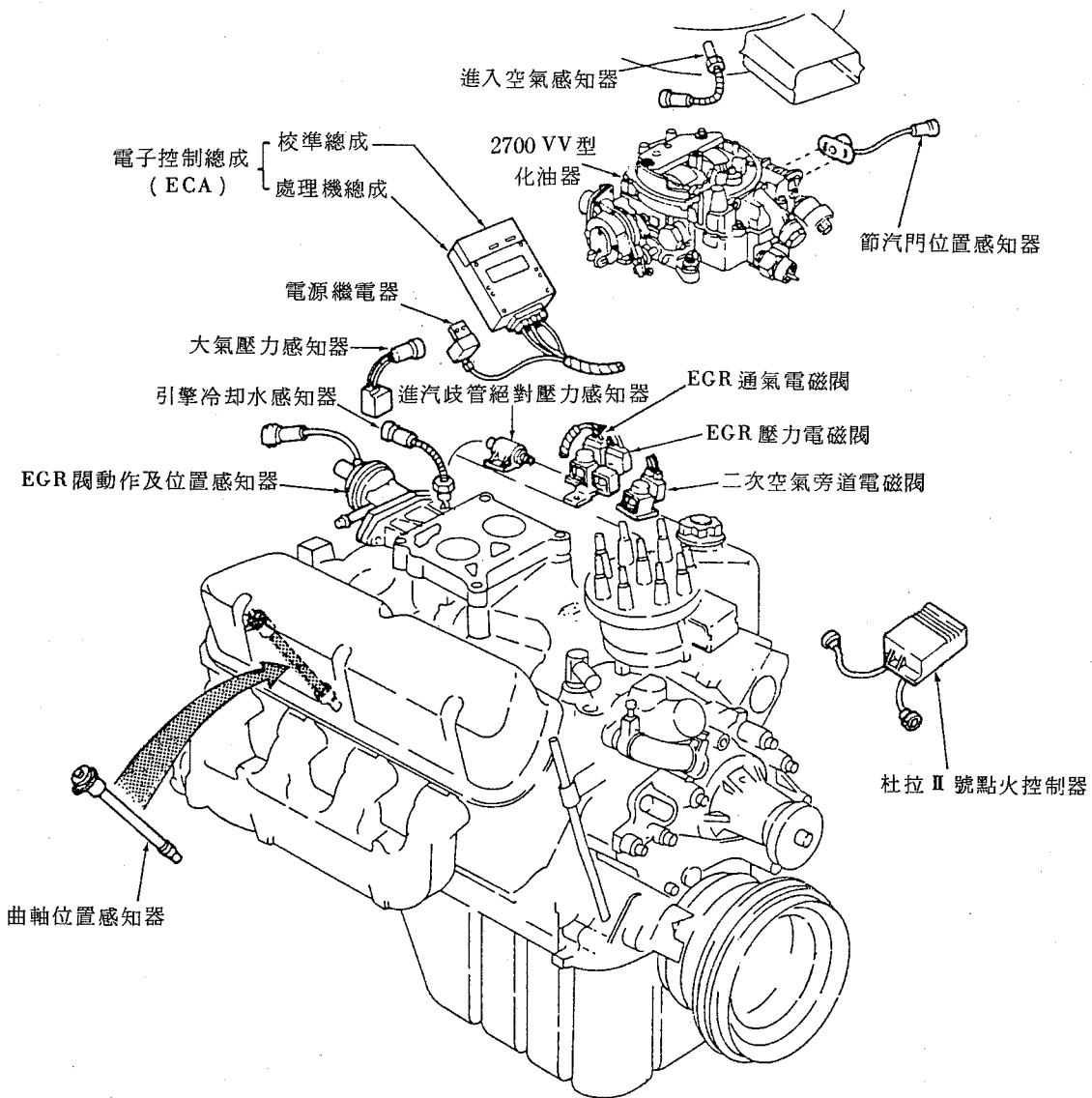


圖 5-13-5 福特 EEC 系統主要機件 (1978 年)

調節器及控制電磁閥，以調整點火正時及流量。校準總成擁有記憶裝置以供處理機使用。

(二) 感知器

感知器包括進氣歧管壓力、大氣壓力、引擎冷却液溫度、進入空氣溫度、曲軸位置、節汽門位置及 EGR 閥位置等七個感知器。

1. 進氣歧管壓力感知器：用以測量進氣歧管內之壓力（大氣壓力減去進氣歧管真空），因它表示引擎負荷與轉速或大氣壓力變化之結果。它供給 ECA 來決定部分節汽門開度時之點火提前及 EGR 還流率信號。

2. 大氣壓力感知器：裝在引擎與車室隔板上，將大氣壓力變成有用的電氣信號，ECA 根據

此信號以決定不同高度時之 EGR 量。

3. 引擎冷却液溫度感知器：裝在進氣歧管後方，為銅質外壳內藏半導體熱敏電阻（溫度升高時電阻降低），測量冷却液溫，轉變成電阻而產生電壓降，將電壓降之變化信號供給 ECA。ECA 根據信號於低溫時切斷 EGR，在低溫時使怠速轉速增高，在長時間怠速運轉冷却液溫過高時，會使火花提前，以增加冷却液及水箱空氣流量。

4. 進入空氣溫度感知器：裝在空氣濾清器內，其功能同冷却水溫感知器，ECA 根據其信號以決定適當之點火提前及二次空氣噴射量。在進氣溫度過高（超過 90°F）時，ECA 能修正點火提前，防止產生爆震。

5. 曲軸位置感知器：曲軸上裝置有四個凸起之金屬環，位在上死點前 (BTDC) 10° ，它的位置由曲軸位置感知器不斷的監視，將其信號送到 ECA。ECA 由其信號即能描出每一瞬間之曲軸位置及脈動頻率 (即引擎轉速 rpm)，此信號用以決定點火提前。如果感知器有損壞或斷線，則無信號送到點火控制器，引擎無法發動。

6. 節汽門位置感知器：為一可變電阻裝在節汽門軸上，改變節汽門位置時即改變電阻值，其送給 ECA 之信號有三，即(1)節汽門關閉位置 (怠速或減速時) (2)節汽門部分打開位置 (巡行時) (3)節汽門全開位置 (最大加速)。

7. EGR 閥位置感知器：裝在 EGR 閥上，ECA 根據其信號以測知 EGR 閥之位置。若損壞時，EGR 閥及感知器應一齊更換。

(三)分電盤在製造廠已加以固定，無法轉動來做火頭對準，因此所有的點火由 ECA 控制。無機械之點火提前及調整機構，因此除非是更換，否則不必去動它。圖5-13-6所示為杜拉點火裝置之組成，圖5-13-7所示為杜拉點火裝置特製之分電盤分解圖。

二、EEC- II

1979年，福特公司將 EEC- I 改良，而推出 EEC- II，用在謀克利 (Mercury) 車上，為減輕成本及簡化控制、增加控制功能及引擎性能，有許多地方已改良。

EEC- II 由六個感知器送信號給 ECA，ECA 根據信號以決定 EGR 還流率、點火時間、二次空氣流量及化油器之混合比。其感知器有：引擎

冷却水溫、節汽門位置、曲軸位置、排汽含氧量、大氣壓力及進汽歧管壓力、EGR 閥位置等六個感知器。其感知器之功能同 EEC- I，但 EEC- II 中無進氣溫度感知器，進汽歧管壓力及大氣壓力感知器合為一只，曲軸位置感知器改裝在引擎前方。

EEC- II 與 EEC- I 最大之不同點為：EEC- II 能連續的監視及調整混合比，由含氧量感知器監視排汽中之含氧量。混合比由裝在 7200 VV 型化油器上之電氣步進馬達 (electric stepper motor) 所控制調整。

電氣步進馬達有四個分開之線圈，它能依順序由 ECA 控制電磁，馬達改變位置時，變更測量閥之位置；測量閥之位置變更時，控制真空的大小隨著變更。真空增加時，浮筒室之壓力降低，混合汽變稀，反之則變濃。在引擎發動時，馬達在其原始位置，以後則依 ECA 之指令而變更

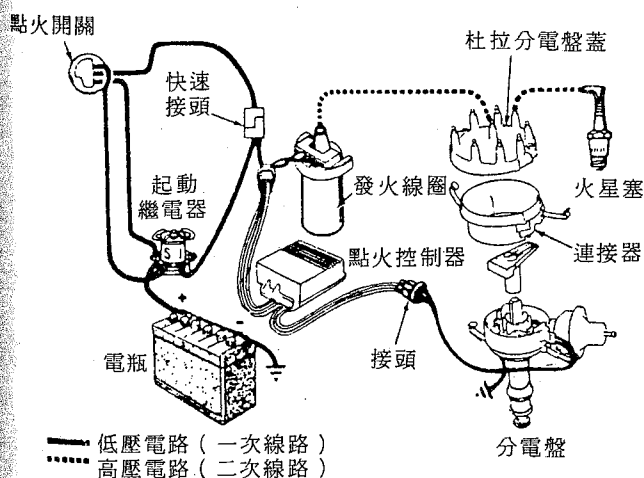


圖 5-13-6 福特杜拉點火裝置組成圖

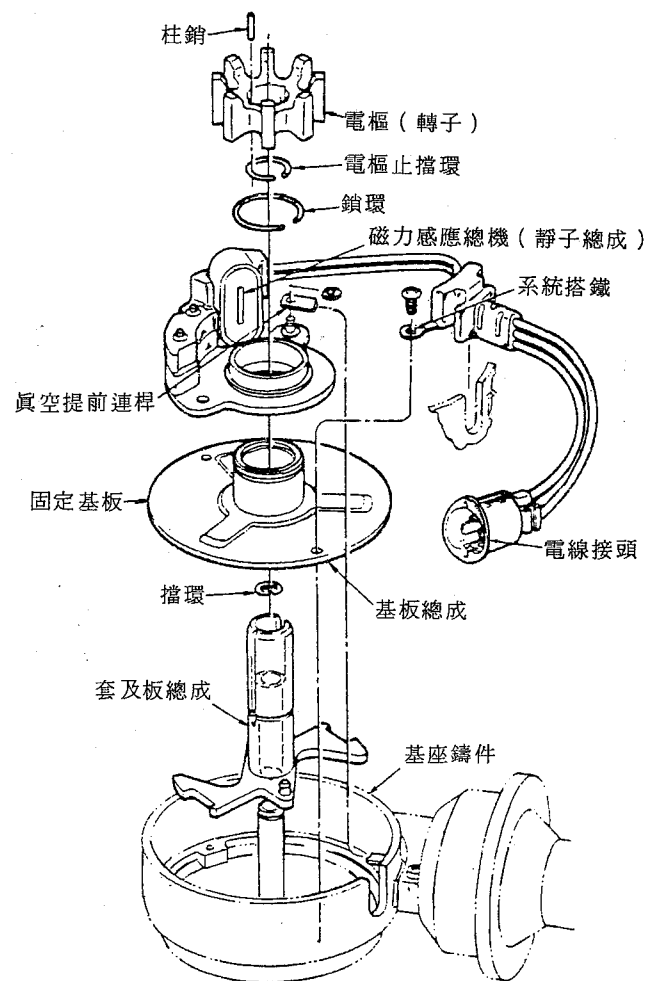


圖 5-13-7 福特杜拉分電盤分解圖

位置。

EEC-II 同時能控制由活性炭罐進入引擎之油氣清除量。在進汽歧管與活性炭罐之連接管中裝置有由電磁閥控制之油氣清除閥，它能依 ECA 之指令打開或關閉。

三、EEC-III

福特公司於1980年將 EEC-II 改良，發展出

EEC-III 系統，它與 EEC-II 只有稍許不同，亦即 EEC-III 系統之 ECA 使用分離之程式控制器 (program module)，它能根據不同之規格更換程式控制器；同時，EEC-III 系統改用 Dura spark-III，它比 Dura-spark-II 增加了若干電子控制功能。它是配合 ECA 來設計的，因此 Dura-spark-II 與 III 不能更換使用。

返回目錄

第四節 通用電腦指令控制系統(CCC)

一、概述

1981年，通用汽車公司將原來之C-4系統改為 CCC 系統 (computer command control system)。CCC 系統使用電腦來控制混合比、怠速轉速、EGR 量、二次空氣供給、點火時間控制、爆震之防止、自動變速箱之直接傳動與故障自己診斷系統，用在對抗日本汽車侵略之著名 J-Car 上。圖5-8-144所示為 CCC 系統之感知器、電腦與動作器之組成圖。圖5-8-143所示為通用公司 CCC 系統圖。

二、混合比控制

為使三元觸媒轉換器能夠充分發揮效能，由氧感知器、引擎速度、冷却水溫度、引擎負荷、節汽門開度等感知器提供信號給電腦，發出指令給電氣機械混合比控制化油器，供應最佳之混合

汽。圖5-13-8所示為混合比控制電磁閥 (mixture control solenoid，簡稱 MC 電磁閥) 之構造。

MC 電磁閥之下部為燃料流量控制，上部為怠速空氣流量之調節。當 MC 電磁閥有電流進入激磁時，閥向下移動，關閉燃油入口，打開怠速空氣入口；MC 電磁閥無電流進入時消磁，彈簧將閥向上推，打開燃油入口，關閉怠速空氣入口。MC 電磁閥之開閉信號以 1/10 秒為一週期。依閥開閉時間的百分比來決定混合汽之濃稀，如圖5-13-9所示。主油道及怠速油道混合比之濃稀調整係在生產工場中做好最精密之調整，普通之修護工場不可隨意更動。

MC 電磁閥閉合時間可換算成閉角度，以 1/10 秒為 60° ，則 1/100 秒為 6° ，閉角度愈大時，

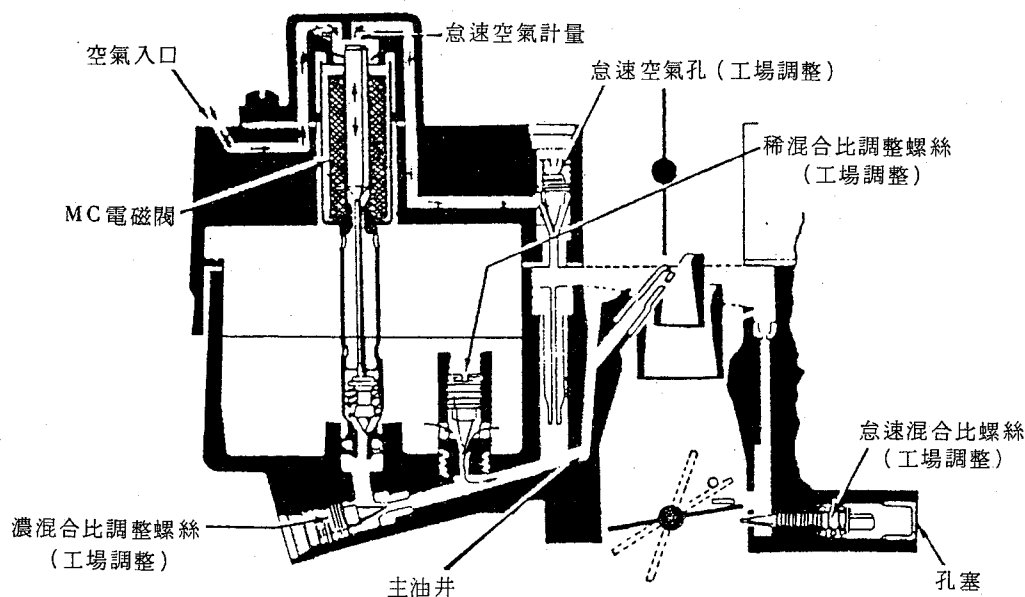


圖 5-13-8 通用 CCC 之混合比控制電磁閥

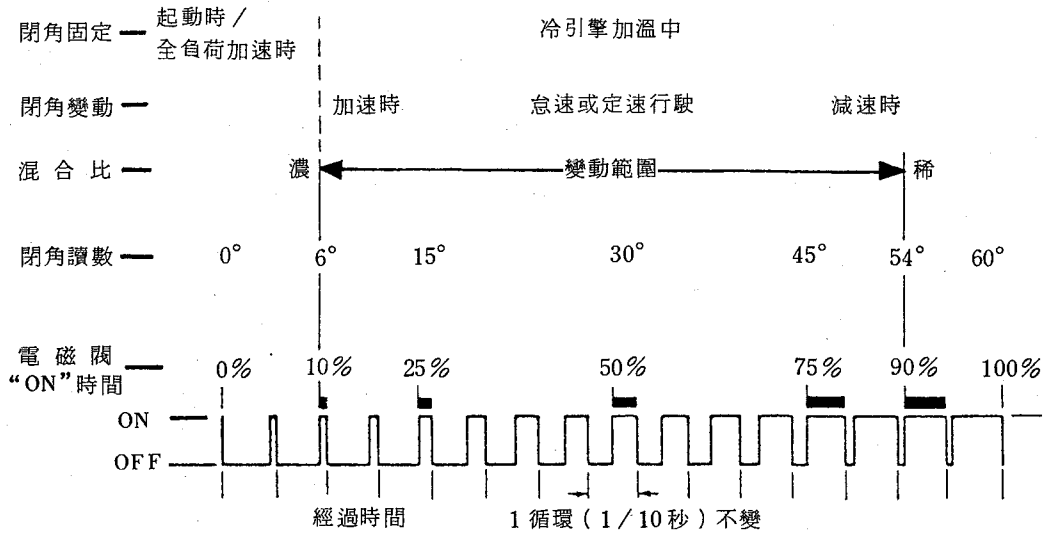


圖 5-13-9 MC 電磁閥之開閉與閉角度及混合比之關係

混合汽愈稀；閉角度愈小時，混合汽愈濃。

三、電子點火正時裝置

四、電子火花控制器

[以上二段請參考 8-4-3 小節，第 8-42~43 頁]

五、二次空氣控制系統

圖 5-13-10 所示為 CCC 系統之二次空氣控制系統圖，有二個控制閥，其一為空氣方向控制閥 (air control valve)，另一個為二次空氣開關閥 (air switching valve)，兩者均由 ECM 之指令工作。空氣方向控制閥由引擎真空操作，空氣開關閥由電磁閥操作，以控制送到排汽歧管或觸媒轉換器之二次空氣量。

ECM 依引擎轉速、氧感知器、冷卻水溫度、真空感知器、節汽門感知器等信號判斷，供給噴到排汽歧管內使 HC 及 CO 再燃燒之空氣，即供給觸媒轉換器中氧化反應所需之空氣。

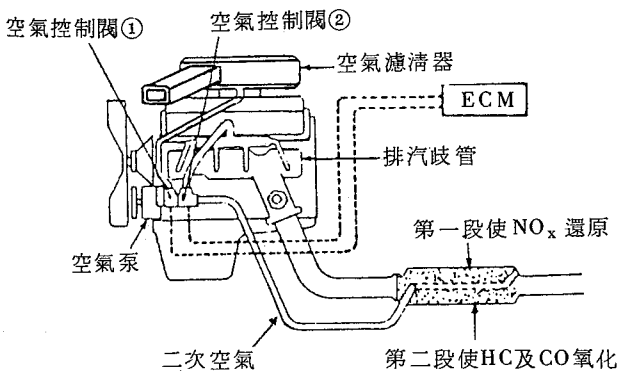


圖 5-13-10 通用 CCC 系統之二次空氣控制系統

六、觸媒轉換器

CCC 系統使用如圖 5-13-11 所示之新型雙層三元觸媒轉換器。排汽先進入上層之三元觸媒轉換器中淨化 NO_x、CO、HC。二次空氣噴入上下層之間；下層為氧化觸媒轉換器，使剩下之 CO、HC 能再充分氧化。

七、怠速控制器

CCC 系統中之怠速由怠速控制器 (ISC ; idle speed controller) 依 ECM 之指令操作。自動變速箱排檔在 N、P 位置及空氣調節及動力轉向有無使用時，依引擎負荷需要變更怠速轉速。在化油器之節汽門連桿上裝置 ISC 馬達，ISC 馬達依 ECM 之指令轉動，使 ISC 與節汽門桿接觸之柱塞伸縮，以調整怠速轉速；同時 ISC 於節汽門大開突然關閉時，能有緩衝器之作用，使節汽門緩慢關閉，以減少 HC 之排出。

八、液體扭力變換接合器

因液體扭力變換器之主動與被動葉輪不可能以 1 : 1 之轉速傳遞動力，為提高引擎燃料經濟性，在一定之情況下，ECM 使裝在液體變換器中之接合器 (TCC ; torque convertor clu-

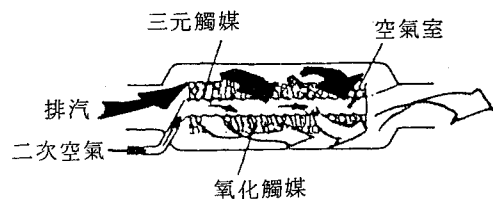


圖 5-13-11 雙層三元觸媒轉換器

tch) 將主動與被動葉輪接合在一起，以減少能量之消耗。TCC之控制系統如圖5-13-12所示。

九、故障自己診斷裝置

通用汽車公司 CCC 系統之最大特點為，當引擎系統發生故障時，在儀錶板上之引擎檢查警告燈點亮，於點火開關關去時，警告燈點亮以提醒駕駛人注意。警告燈以二位數之亮燈方式表示故障之線路，如表14號線路故障，則最初之「—」點亮，瞬時「----」點亮，稍停再重複，每條線三回。〔請參閱五十鈴 I- TES 系統〕

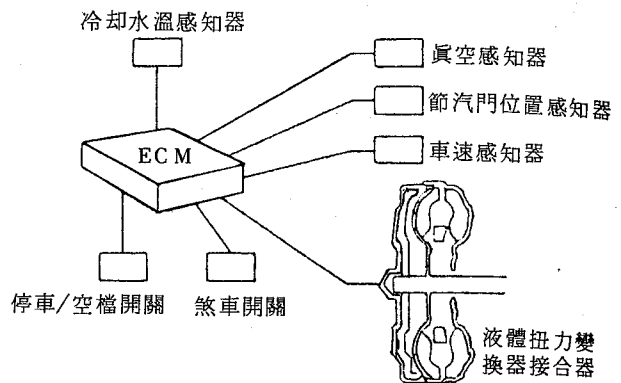


圖 5-13-12 通用 CCC 液體扭力變換接合器控制系統

返回目錄

第五節 日產電子集中控制系統(ECCS)

一、概述

1980年，日產公司推出電子集中控制系統 (electronic concentrated controlled system, 簡稱 ECCS)，利用數位電子計算機在引擎每一回轉都能依節汽門踩下狀況、車速、變速排檔位置、空氣調節系統工作狀況、冷卻水溫度、引擎運轉狀況、電瓶電壓等感知器或開關發出的信號，來控制混合比回饋控制燃料系統、EGR 還流量、點火時期、引擎轉速等，使引擎在最省油、排出污氣最少、引擎出力最好的條件下運轉的高度精密微電腦控制系統。圖 5-8-150 所示為 ECCS 之系統圖。ECCS 系統感知器、電腦及動作者之構成整理如圖 5-8-151 所示。

二、燃料噴射控制

日產 ECCS 燃料噴射量之控制與 EGI 型引擎的控制方式基本上是相同的。以空氣流量計測得的進入空氣量及曲軸轉角感知器測得的引擎轉速來決定基本噴射量，再加上各增量修正係數、混合比回饋修正係數、電瓶電壓修正係數等做適當之修正，提供最適當之噴射量。

一般行駛噴射量 = 基本噴射量 × 各種增量修正係數 × 燃料切斷係數 × 混合比回饋修正係數 + 電壓修正。圖 5-13-13 所示為噴射增量修正特性圖，圖 5-13-14 所示為增量修正情形，顏色較濃者為噴油量較多，圖 5-13-15 所示為燃料切斷條件圖。

三、點火時期控制

〔本段請參閱 8-4-5 小節，第 8-46~48 頁〕

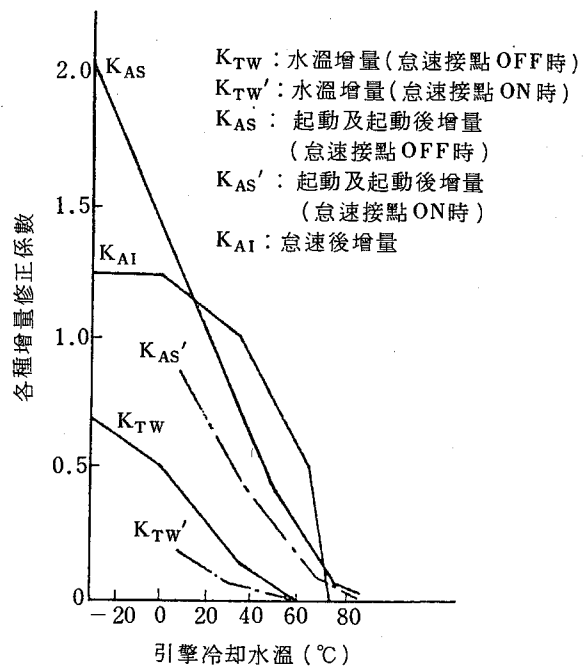
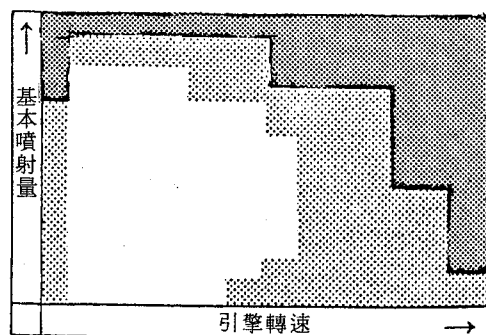


圖 5-13-13 日產 ECCS 噴射量增量修正特性



〔註〕顏色較濃即表示修正增量較大 (如高速、高負荷時)

圖 5-13-14 日產 ECCS 噴射量增量修正情形

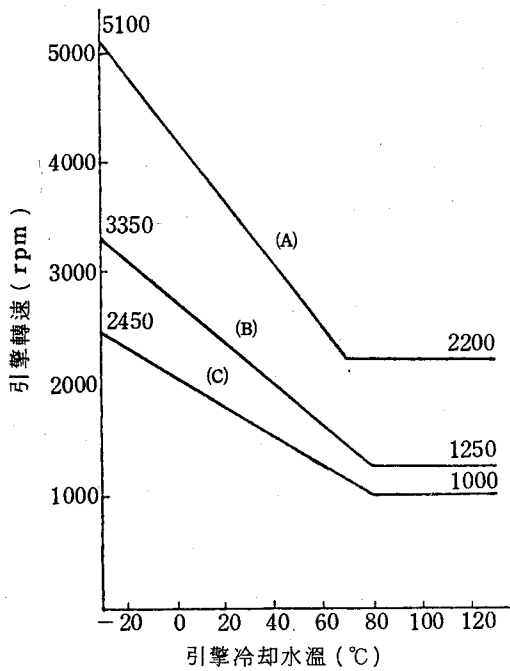


圖 5-13-15 日產 ECCS 燃料切斷特性

四、怠速轉速控制

ECCS系統之怠速轉速控制，由真空控制電磁閥 (vacuum control modulator valve, 簡稱VCM) 來之信號，使怠速時之輔助空氣控制閥 (auxiliary air control valve, 簡稱爲

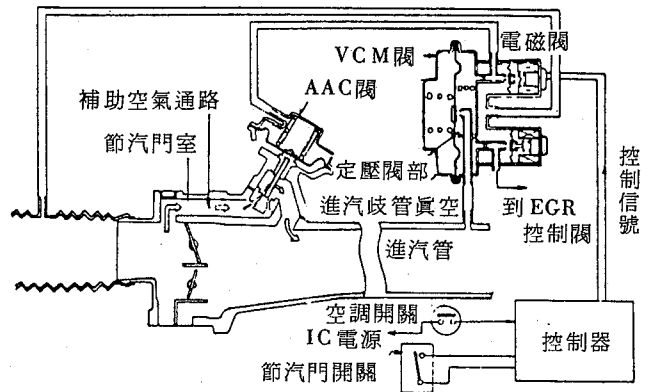


圖 5-13-16 日產 ECCS 怠速轉速控制機構

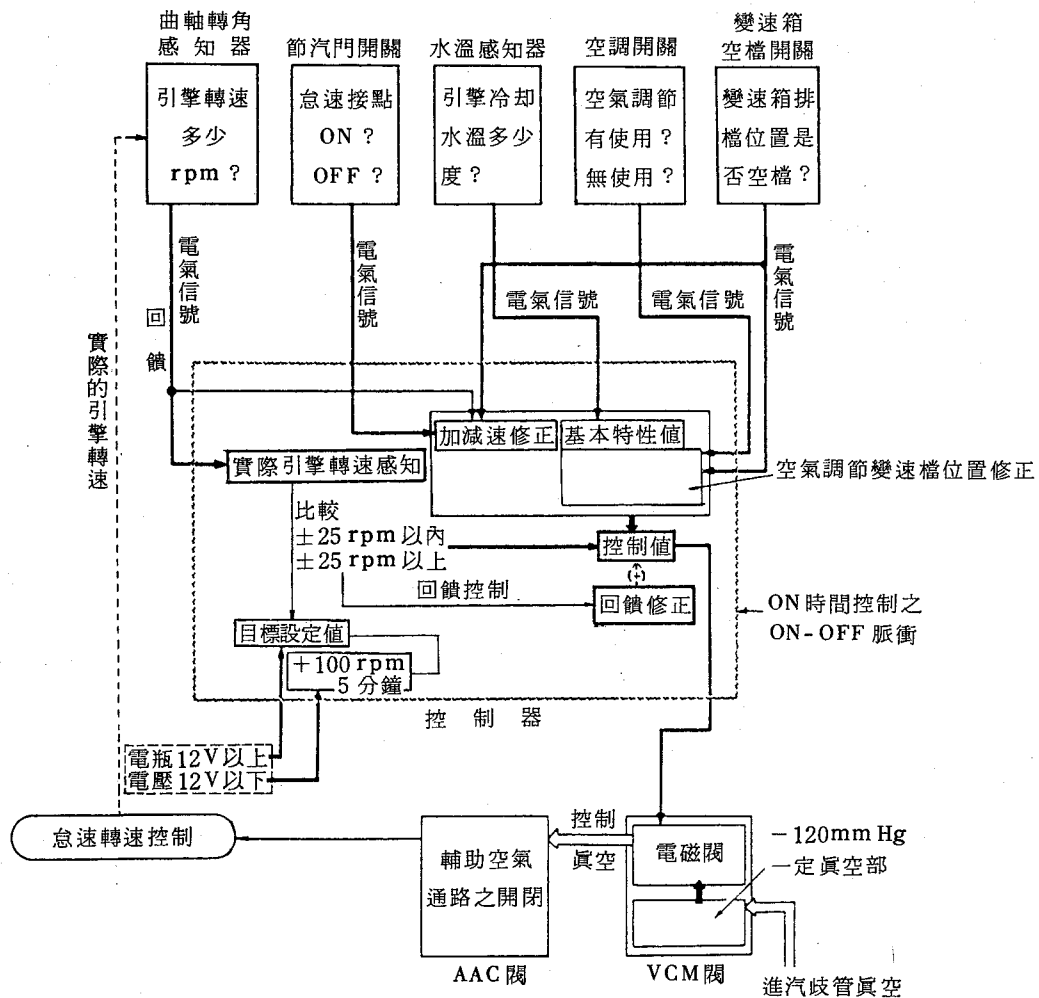


圖 5-13-17 日產 ECCS 怠速轉速控制動作系統

AAC)流過之空氣量變化，以控制符合在電腦中已經記憶之目標轉速所需之空氣量。轉速回饋控制由節汽門開關怠速接點、引擎水溫、有無使用空調系統及變速箱排檔位置等提供信號做適當修正。圖 5-13-16 所示為怠速轉速控制機構之構成圖，圖 5-13-17 所示為怠速轉速控制之動作系統圖。

目標轉速如下：手動變速箱車在離合器接合時因負荷變動大，最低轉速為 650 rpm；自動變速箱車在 D 時為防止車輛蠕動，怠速轉速為 600 rpm。在使用空調時，為提高怠速時之冷房能力，手動變速箱車怠速為 800 rpm；自動變速箱車在 N 時怠速為 800 rpm，N 以外為 700 rpm。以上為正常工作溫度時，在冷引擎時怠速轉速提高，圖 5-13-18 所示為目標轉速設定情形。

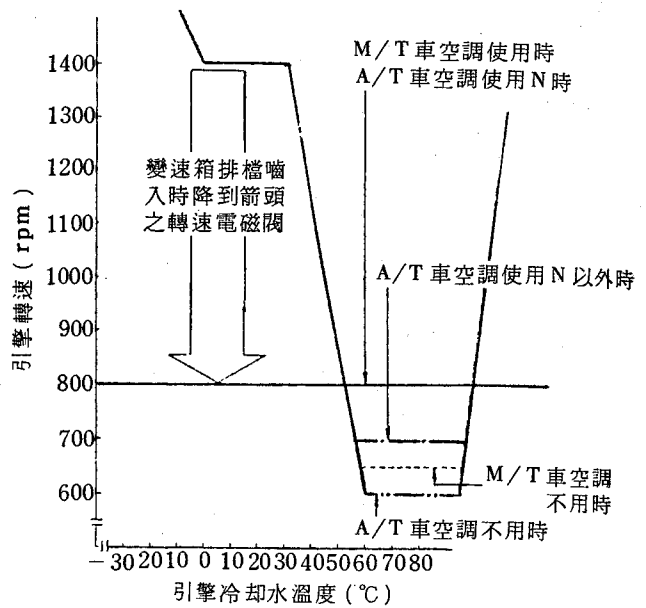


圖 5-13-18 日產 ECCS 怠速目標轉速設定情形

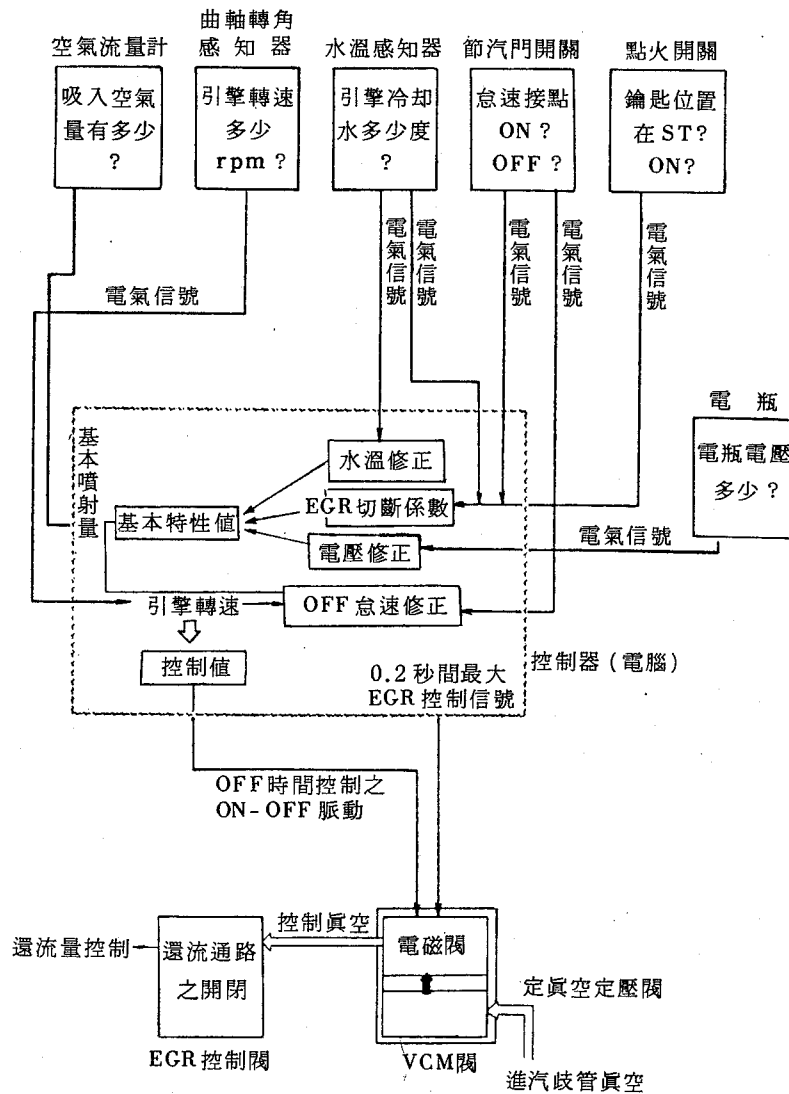


圖 5-13-20 日產 ECCS 之 EGR 控制動作系統

控制值(%) = 基本特性值(%) + 空調修正(%) + 加減速修正(%) + 起動後修正(%)。

五、EGR 控制

由引擎轉速及負荷（基本噴射量）預先決定的EGR還流率（即VCM 電磁閥的關閉時間特性值）資料已經記憶在電腦中。電腦依據引擎轉速及引擎狀態所計算出之基本噴射量，由記憶中選出最適當之EGR還流率，將信號送到VCM，以控制EGR閥之操作，控制最適當之EGR量。圖5-13-19所示為EGR控制機構構成圖，圖5-13-20所示為EGR控制機構之動作系統圖。

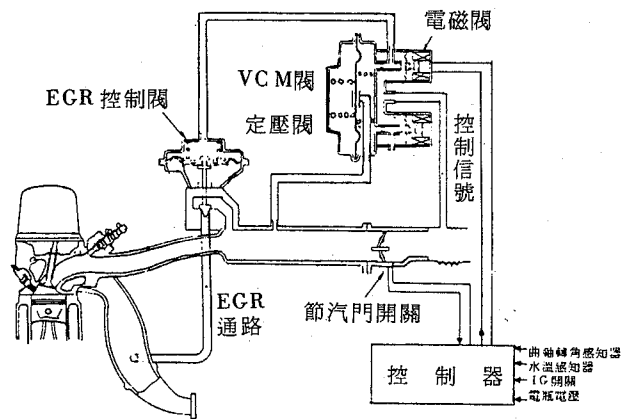


圖 5-13-19 日產 ECCS 之 EGR 控制機構

六、燃料泵控制

電腦從曲軸轉角感知器感知引擎轉動或熄火（停止）信號，使燃油泵繼電器接通或切斷，圖5-13-21所示為燃料泵控制電路。

七、排汽溫度警告控制

觸媒之溫度過高時，儀錶板上之警告燈點亮，此開關控制器裝在電腦中。

八、監視燈控制

混合比回饋控制時，在混合比較濃時監視燈熄，比理論混合比稀時燈亮，此開關控制器亦裝在電腦中。

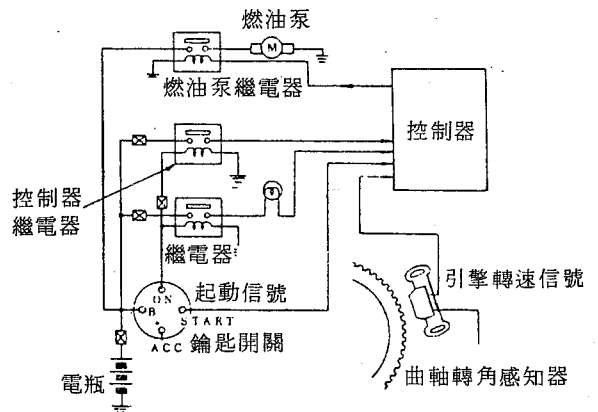


圖 5-13-21 日產 ECCS 燃料泵控制電路

返回目錄

第六節 豐田電腦控制系統(TCCS)

一、概述

豐田汽車公司於1980年推出使用電腦控制之5M-EU引擎，稱為TCCS(Toyota computer controlled system)，除使用電腦來控制引擎外，並同時用來控制傳動系〔附鎖住傳動及超速傳動之電子控制自動變速箱，稱為ECT(electronic controlled transmission)〕及煞車系統〔電子防滑控制，稱為ESC(electronic slip control)〕等，並有自己診斷裝置及自己修正機能等全電腦化控制汽車。

二、作用

豐田5M-EU引擎之TCCS控制系統如圖5-13-22所示，其各主要裝置簡述如下：

(一)燃料噴射控制

TCCS控制系統電腦中已記憶有各種引擎運轉狀況的最佳噴油量資料。在引擎運轉時，接受

各感知器信號能很快計算出最佳運轉狀況所需噴油量，使噴油器據以動作。噴油器改為兩組（1、3、5缸一組，2、4、6缸一組），引擎每轉二轉，噴油一次。一般行駛時以基本噴射量加上修正噴射量六缸同步噴射，在發動引擎、急加速、燃料切斷復原時另有增量噴油。

(二)電子點火提前控制

TCCS系統對每一瞬間引擎運轉狀態最適當的點火正時之資料已預先記憶於電腦中。點火正時之控制依據車速、吸入空氣量及引擎工作溫度等三項條件將指令送到電腦，以得到瞬間最佳之點火正時，圖5-8-155所示為點火提前控制系統圖。TCCS系統裝有閉角控制裝置於電腦中，能根據電瓶電壓及引擎轉速計算出最適當的通電時間（使用閉磁路型發火線圈），同時於急加速時，火星塞所需之跳火電壓升高時，亦能自動增大

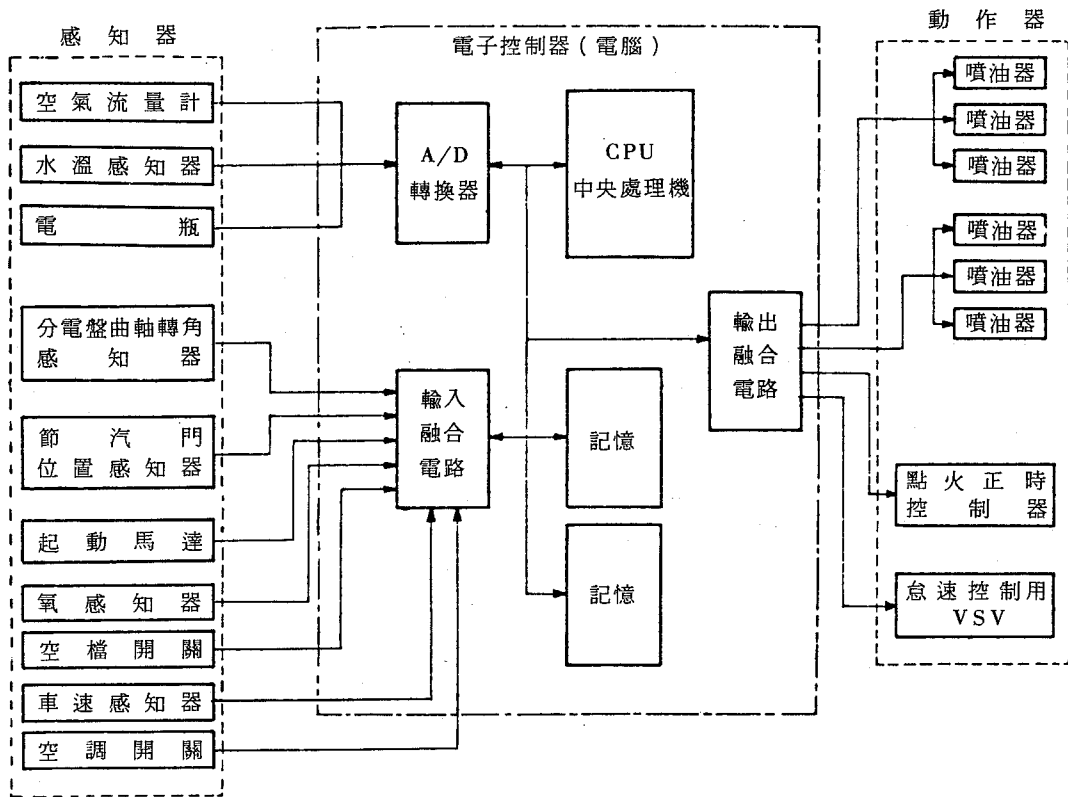


圖 5-13-22 豐田 5M-EU 引擎 TCCS 控制系統圖

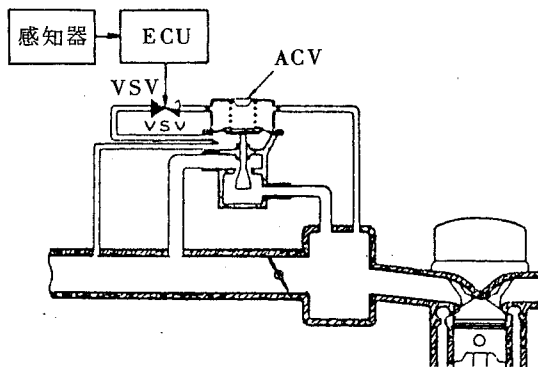


圖 5-13-23 豐田 TCCS 怠速控制系統

閉角，以提高能供電壓。

點火時間的控制係由裝在分電盤中之信號發電機 (signal generator, 簡稱SG) 所產生之曲軸位置信號及引擎轉速來控制，如圖 5-8-156 所示。

(二) 怠速轉速控制

TCCS 系統依水溫、進氣溫、空調之 ON、

OFF、變速箱檔別等運轉條件的目標怠速轉速資料已預先儲存於電腦中。引擎運轉時，電腦依據各感知器之情報發指令給ACV，使引擎怠速能固定於設定之目標轉速，圖 5-13-23 所示為怠速轉速控制系統圖。表 5-13-1 所示為 TCCS 之怠速目標轉速值。

表 5-13-1 TCCS 怠速目標轉速值

引擎狀態		引擎轉速 (rpm)		
變速箱檔別	空調裝置	進氣溫度	水溫 (0°C)	水溫 (80°C)
N	ON		1400	950
	OFF		1400	750
D	ON	50°C 以下	1050	750
		40~50°C	1000	700
	OFF	40°C 以下	950	650
		—	950	650
起動時			1700	1050

[返回目錄](#)

第七節 五十鈴全電腦控制系統(I-TEC)

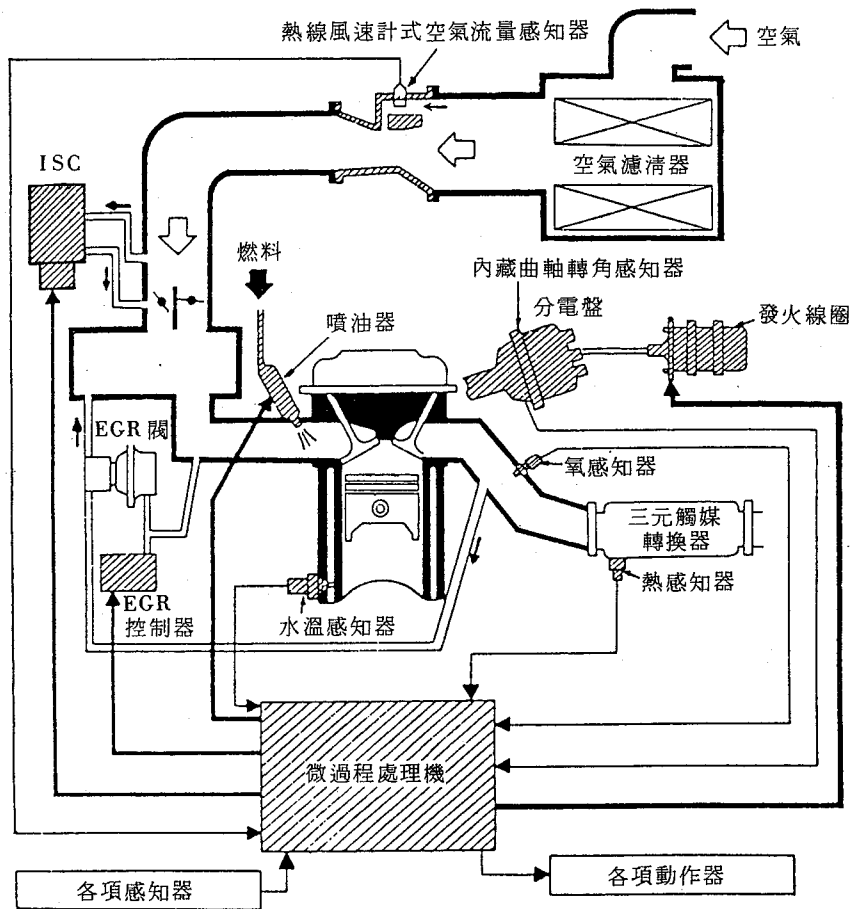


圖 5-13-24 五十鈴 I-TEC 控制系統圖

一、概述

1981年，五十鈴公司推出 I-TEC 系統，與日產之 ECCS、豐田之 TCCS 相競爭。I-TEC 系統首先使用熱線式空氣流量計以計算空氣量，而據以控制基本噴油量，其他點火時間、怠速轉速、EGR 等均有特殊之控制，並擁有完善的故障自己診斷系統，圖 5-13-24 所示為 I-TEC 系統圖，其各主要裝置之構造及作用簡述如下：

二、曲軸轉角感知器

五十鈴電腦控制系統引擎轉速與曲軸位置之感知器採用裝在分電盤中之光電感應裝置，由發光二極體光窗之斷續產生 ON-OFF 的電壓信號送到電子計算機，做為各項控制之基礎，如圖 5-13-25 及圖 5-13-26 所示。

三、燃料噴射控制

燃料噴射控制採用熱線式空氣流量感知器，圖 5-13-27 所示為熱線式空氣流量感知器之工作原理。在吸入空氣道裝置二條白金感熱電阻（熱線及冷線），熱線電阻的表面溫度隨空氣流量而

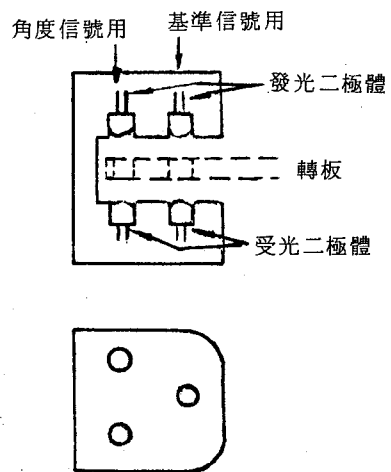


圖 5-13-25 五十鈴 I-TEC 光電式感知器構造

變化，為維持一定溫度，必須變更通入電流，利用電流的變化值而計測空氣流量。

燃料在上死點前 65° 依曲軸轉角感知器之信號，引擎每一轉，四個汽缸同時噴油一次，噴油量由微電腦根據空氣量為基準，加上冷卻水溫、怠速轉速、加速、電壓、混合比、起動等狀況做

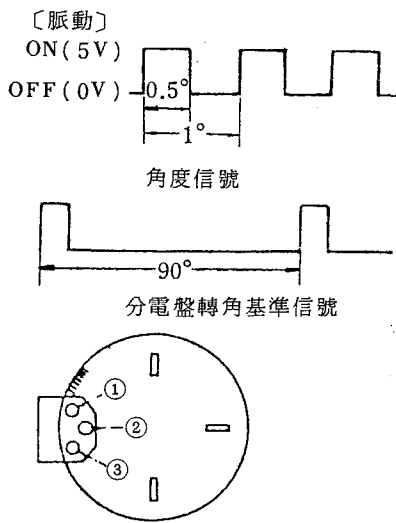


圖 5-13-26 五十鈴 I-TEC 轉板與光電信號控制

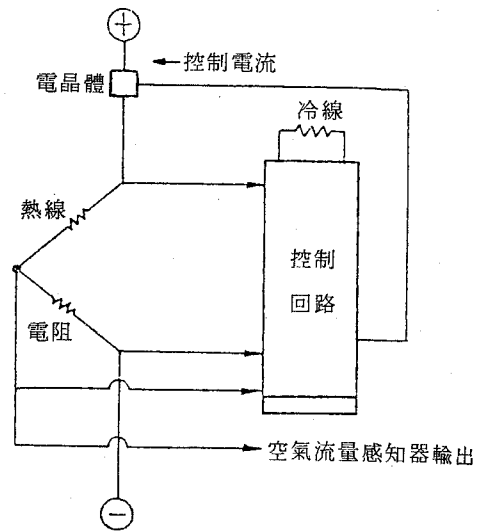


圖 5-13-27 五十鈴 I-TEC 熱線式空氣流量感知器原理

必要之修正，供給最適當的燃料。在減速時，依車速等控制條件能切斷某一轉速範圍之供油。

四、點火控制

I-TEC 使用全晶體點火裝置，裝在發火線圈處之動力晶體 ON-OFF 的控制可以同時控制點火時間及閉角。依引擎運轉狀況，最適合之點火時期與閉角度已預先記憶在電腦中。電腦再根據曲軸轉角感知器信號、引擎運轉狀況信號計算出最好之點火時間及閉角度，圖 5-13-28 所示為點火提前特性。表 5-13-2 所示為點火時期控制各有關機件之功能。圖 5-13-29 所示為點火時間及

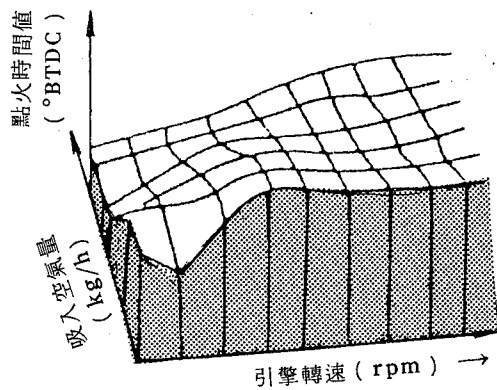


圖 5-13-28 五十鈴 I-TEC 平時點火提前特性

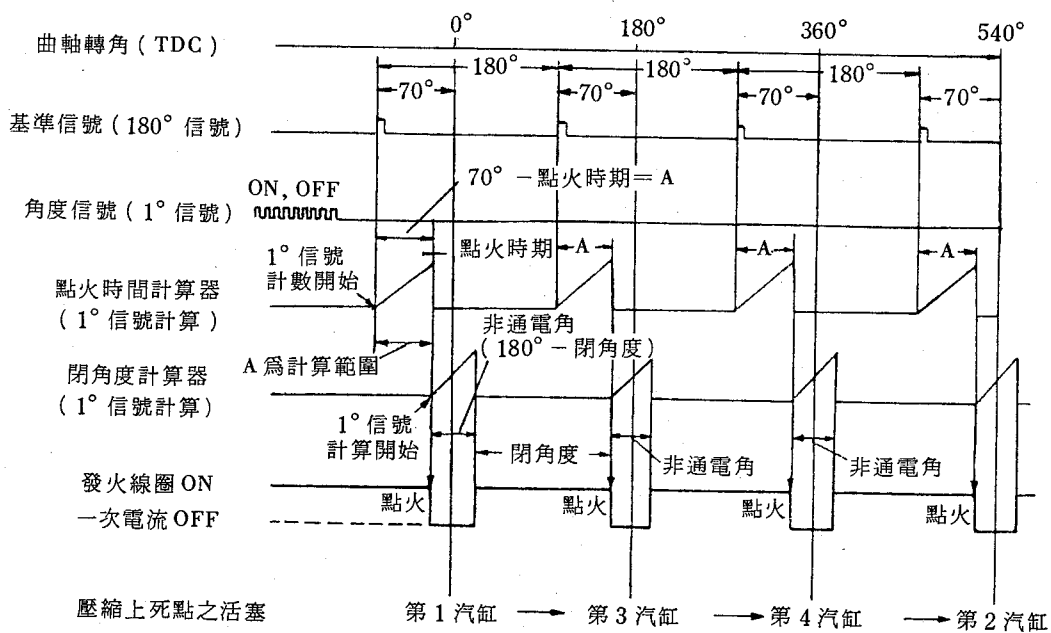


圖 5-13-29 五十鈴 I-TEC 點火時間及閉角控制

表 5-13-2 五十鈴 I-TEC 點火控制相關機件功能

機件名稱	功能
空氣流量感知器	測知吸入空氣量信號給電腦。
曲軸轉角感知器	測知引擎轉速及活塞位置基本信號給電腦。
水溫感知器	測知引擎冷卻水溫度，以提供點火修正信號給電腦。
點火開關	測知引擎在 ON 或 ST 的點火狀況給電腦。
節汽門開關	測知節汽門在怠速之位置，以提供點火修正信號給電腦。
車速感知器	測知車速以提供點火時間修正信號給電腦。
電腦	依引擎轉速及吸入空氣量決定基本點火時間，再根據各感知器信號做修正後送信號給動力晶體，以控制點火時期及閉角。
發火線圈	內部裝有動力晶體，接受電腦來之信號，使一次電流斷續 (ON、OFF) 而使二次線圈感應高壓電。
分電盤	內裝有曲軸轉角感知器，將高壓電依點火順序送到各汽缸。

閉角控制情形。

五、怠速轉速控制

圖 5-13-30 所示為怠速轉速控制系統圖，由

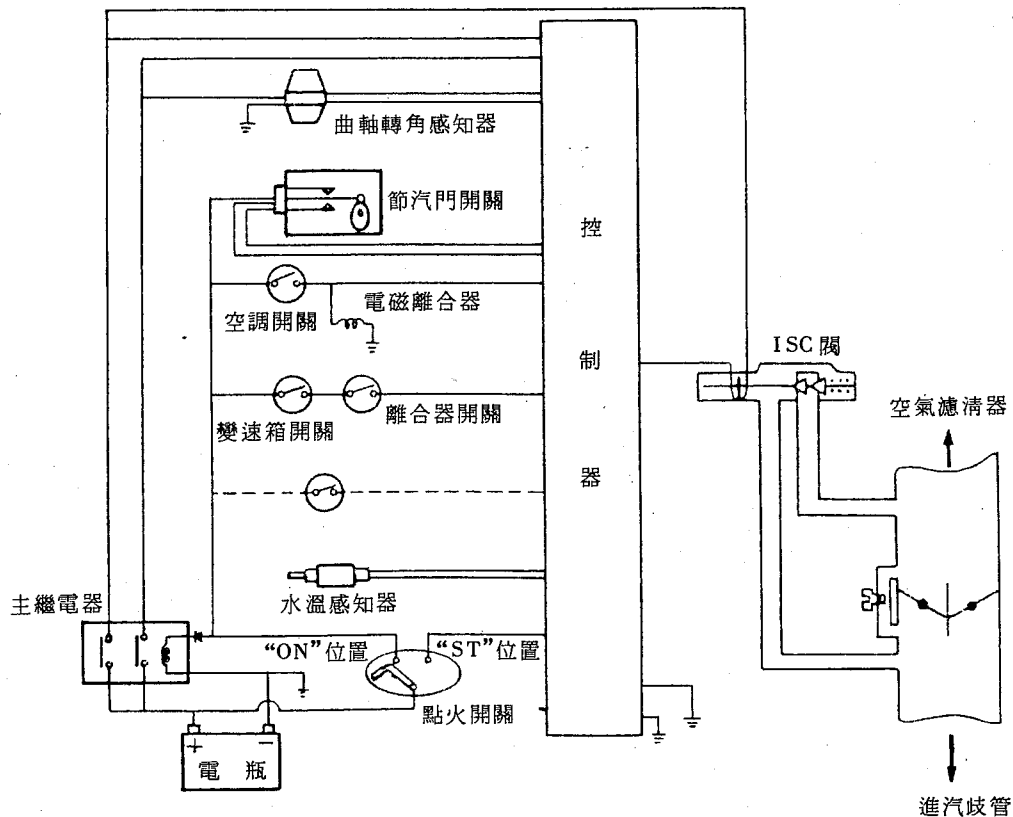


圖 5-13-30 五十鈴 I-TEC 怠速轉速控制系統

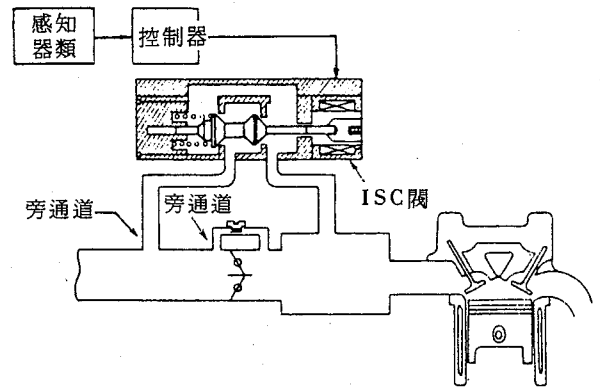


圖 5-13-31 五十鈴 I-TEC 怠速轉速控制閥構造及系統圖

ISC 閥控制旁通之空氣量，以調整怠速轉速。圖 5-13-31 所示為 ISC 閥的構造及系統圖。ISC 閥之電磁線圈依 161Hz ON-OFF 時間比率來控制閥的開度。

$$\text{任務比} = \frac{\text{ON 時間}}{\text{ON 時間} + \text{OFF 時間}} \times 100\%$$

任務比 (duty ratio) 愈大，ISC 閥之移動量愈大，旁通空氣量增加，怠速轉速增快，電

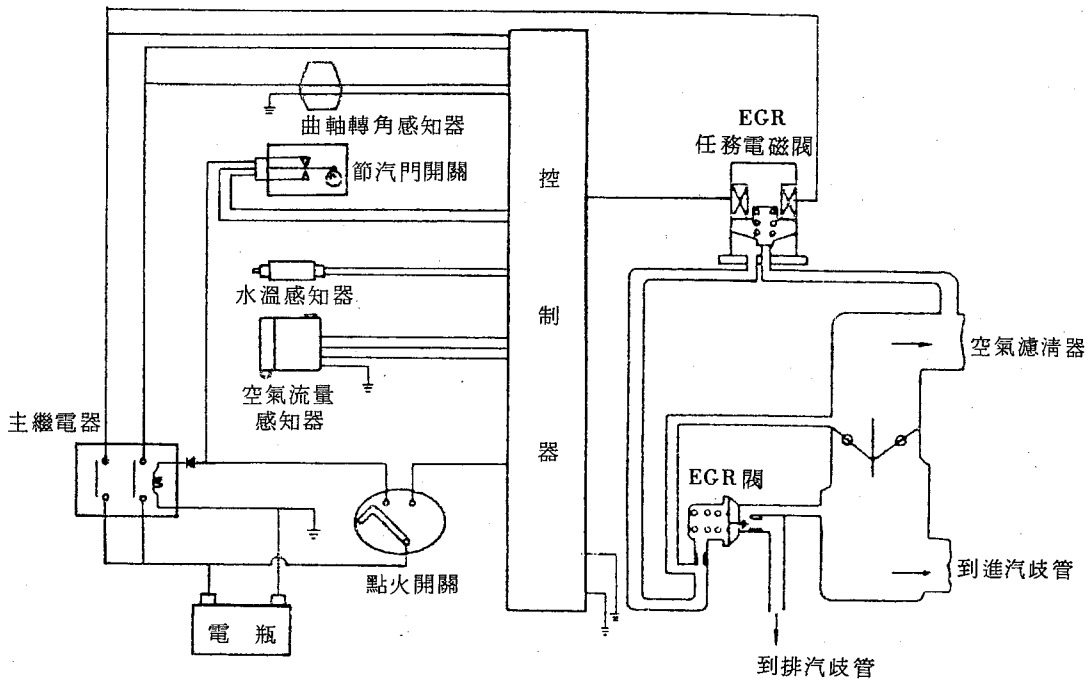


圖 5-13-32 五十鈴 I-TEC 之 EGR 控制系統

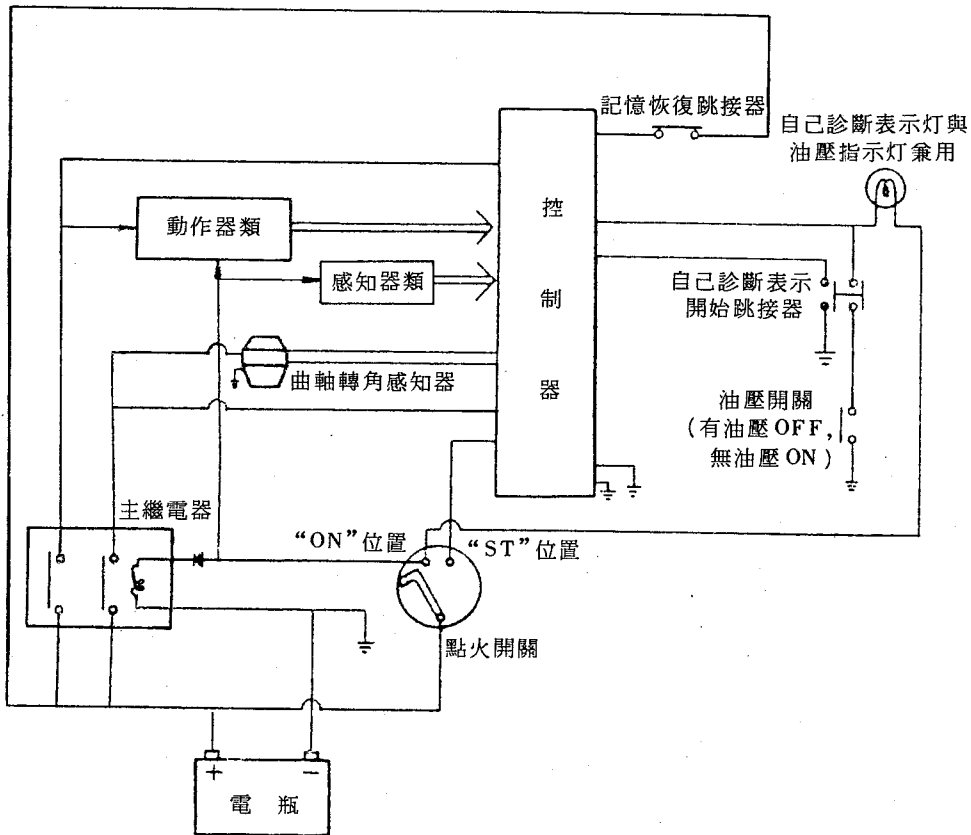


圖 5-13-33 五十鈴 I-TEC 自己診斷系統圖

腦中對各種冷却水溫、空調使用狀況、排檔位置有一定之記憶目標轉速。

六、EGR 控制

圖 5-13-32 所示為 EGR 控制系統圖，EGR 閥真空回路的導入空氣量，使用與怠速轉速控制相同之 EGR 任務電磁閥操作，以控制 EGR 閥之

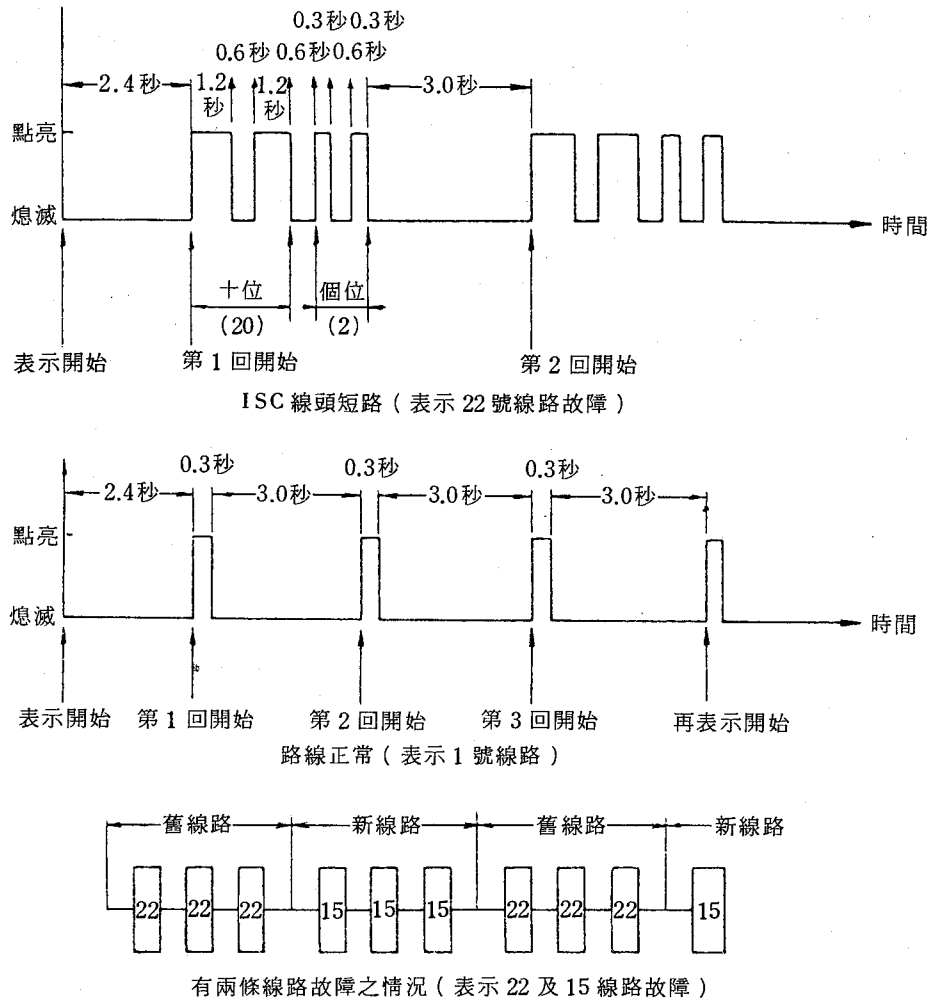


圖 5-13-34 五十鈴 I-TEC 自己診斷裝置不正常電路表示方法

開度 (EGR 量)。EGR 任務電磁閥以 20 Hz ON-OFF 時間來控制。電腦給任務電磁閥的信號任務比大時，電磁閥打開時間長，EGR 閥之真空回路導入之空氣量多，真空降低，EGR 閥之開度變小，EGR 量減少。

七、自己診斷裝置

圖 5-13-33 所示為 I-TEC 自己診斷裝置系統圖。假若 I-TEC 系統中有不正常情形發生時，電腦能得知而使油壓指示燈兼用之故障警告燈

點滅閃爍。同時與該項機能有關之修正部門產生動作。故障內容由監視燈點滅時間之顯示可以立刻得知。當點火開關關去後，記憶保持跳接器 (memory back-up jumper) 產生作用，能保持故障記憶。表 5-13-3 所示為自己診斷內容一覽表。電路號碼表示法如圖 5-13-34 所示，線路號碼十位燈亮時間為 1.2 秒，個位燈亮時間為 0.3 秒，各號碼間隔 3 秒，每一故障線路號碼表示三次，依失常發生順序指示之。

表 5-13-3 五十鈴 I-TEC 自己診斷一覽表

診 斷 項 目	診 斷 內 容	監視灯	電 腦 應 急 處 置	表 示 號 碼	
正 常				01	
曲軸轉角感知器系統	信號不來	×	無	11	
進氣量感知器系統	冷電阻線斷線	○	依節汽門位置計算噴油量	15	
	熱電阻線斷線	○	↑	14	
	連接線斷路或短路	○	↑	14	
水溫感知器系統	連接線斷	○	當做 85℃ 水溫處理	17	
	搭鐵或短路	○	↑	16	
	信號不良	○	↑	18	
車速感知器系統	信號不來	○	無	19	
觸媒溫度感知器系統	搭鐵或短路	×	無	26	
節汽門開關系統	怠速接點	經常 ON	×	當成 OFF 處理(依條件)	28
		經常 ON 或 OFF	×	無	ON 42 OFF 43
	全開接點	經常 ON	×	依條件強制成 OFF 處理	29
		經常 ON 或 OFF	×	無	ON 44 OFF 45
氧感知器系統	信號不良	○	無	31	
	連接線斷	○	無	↑	
變速箱、離合器系統 (手動變速)	經常 ON 或 OFF	×	無	ON 48 OFF 49	
D.2.1.開關系統 (自動變速)	經常 ON 或 OFF	×	無	ON 48 OFF 49	
電腦內部	LSI 異常	×	無	51	
	LSI 異常	○	無	50	
燃料噴射系統	輸出線頭搭鐵或短路	○	燃料泵停止	12	
	連接線斷	○	↑	12	
	動力晶體損壞	○	無	13	
怠速轉速控制系統	電晶體開路	○	無	20	
	連接線開路	○	無	21	
	輸出線頭搭鐵或短路	○	無	22	
ECR 控制系統	電晶體開路	×	無	23	
	連接線開路	×	無	24	
	輸出線頭搭鐵或短路	×	無	25	
燃料泵系統	電晶體短路	○	使電晶體開路	33	
	輸出線頭搭鐵或短路	○	無	34	
	連接線短路	×	無	35	
發火線圈系統	輸出線頭搭鐵或短路	×	無	36	
	連接線斷路	×	無	37	
	電晶體開路	×	無	38	

【習題】

一、選擇題：

1. 最初推出市場的電腦引擎控制系統為①福特 EEC - I ②克雷斯勒 ELB ③通用 MISAR ④日產 ECCS。
2. 使用三元觸媒轉換器之車子必須使用①汽油噴射系統②回饋控制化油器系統③高度自動調節化油器④稀薄燃燒系統。
3. 可以同時淨化 NO_x 、CO、HC 之裝置為①氧化觸媒轉換器②渦輪增壓器③三元觸媒轉換器④熱反應器。
4. 五十鈴 I - TEC 之空氣流量計為①翼板式②熱線式③真空式④超音波式。
5. 使用杜拉點火裝置的汽車公司為①克雷斯勒②通用③豐田④福特。

二、填充題：

1. 克雷斯勒 ELB 系統之感知器有 _____、
_____、
_____、
_____、
_____、
_____ 等七個。
2. 福特 EEC - II 使用的六個感知器為 _____
、
_____、
_____、
_____、
_____。
3. 通用 CCC 系統的動作器有 _____、
_____、
_____、
_____、
_____、
_____、
_____、
_____、
_____ 等九個。
4. 日產 ECCS 系統之主要感知器有 _____、
_____、
_____、
_____、
_____、
_____、
_____、
_____、
_____、
_____ 等十一個。
5. ECCS 之怠速轉速是由 _____ 控制。

三、問答題：

1. 簡述克雷斯勒 ELB 混合比回饋控制系統之作用。
2. 簡述福特 EEC 系統 ECA 的功能。
3. 簡述通用 CCC 系統混合比之控制情形。
4. 試述通用 CCC 系統二次空氣控制系統之作用。
5. 試述日產 ECCS 燃料噴射控制情形。
6. 試述通用 CCC 系統之怠速控制情形。
7. 試述日產 ECCS 之 EGR 控制情形。
8. 試述豐田 TCCS 之怠速控制情形。

9. 試述五十鈴 I - TEC 怠速轉速控制情形。
10. 試述五十鈴 I - TEC 自己診斷裝置之作用情形。

返回目錄

