

光電控制應用在引擎點火系統之研究

高中組應用科學科第一名

省立員林高級農工職業學校

作者：張晉華、謝明宗
蕭瑞揚

指導教師：楊明川、李豐明



一、研究動機

汽車故障的主要原因，大都在引擎點火系統上，其中最常見的毛病是白金磨損，火星塞跳火電壓不夠，容易積碳等問題，這些故障的解決辦法，有很多人在研究，經費也花了不少，但仍無法獲得滿意的結果。因此我們想，找出其他可行的方法，以徹底改善引擎之點火系統。由於科學的進步光電科技正在蓬勃發展，於是我們產生了以光電

控制系統，作為汽車引擎點火系統的心臟之構想，盼能使點火系統全部改頭換面，期使故障減到最少。

二、研究目的

- (一)利用光電控制系統取代原有引擎點火系統的白金凸輪及電晶體點火系統之磁力式轉子及線圈，以求引擎點火系統的全面革新。
- (二)達成減少引擎點火系統故障之發生，改善汽車之行駛性能，降低空氣污染及節省能源的功能。

三、研究設備器材

(一)材料：

- 1 引擎點火系統零件—發火線圈、發火開關、高壓導線、火星塞、外電阻、電瓶等。
- 2 電子組件：各種電阻器、二極體、齊納二極體、發光二極體、MEL12光電晶體、電容器及電晶體、D315、C8282A、A1015、CS2013、1010、TIP32B等。
- 3 其他：凸鏡、自製葉輪、速度控制器、變換開關、可變速馬達等。

(二)設備：引擎示波器、白金閉角轉速計、三用電表、電流表、萬能電器試驗器、自製之火花間隙測定器。

四、研究過程

(一)線路設計原理

利用光電控制代替白金的開關作用，使光經葉輪斷續投光，由透鏡集光照射於光電晶體，以電容器的充放電原理，將光電晶體的信號，變成脈衝信號，經由外延平面接合電晶體的作用，使波形放大後再經電容器，信號微分脈衝化，最後變成一擊多諧輸出。將輸入的開關信號保持一定時間輸出，再利用一組電子點火信號放大器，將一擊多諧所產生的方形波，放大到

5 ~ 7 安培的電流，流經發火線圈。使發火線圈中的二次線圈因而感應產生高壓電，使火星塞放出火花，以點燃引擎汽缸中之混合氣。

(二) 製作方法

1 光電控制式分電盤

- (1) 依構想購置所需之透鏡、發光二極體、光電晶體，焊接於白金底座上，原有的白金、凸輪均去除之。
- (2) 根據引擎凸輪之形狀及白金閉角度數、準確量度，設計出遮光葉輪，裝置於分電盤內分火頭傳動軸上。
- (3) 光電晶體再接線於信號控制器上。如附圖 1 所示。

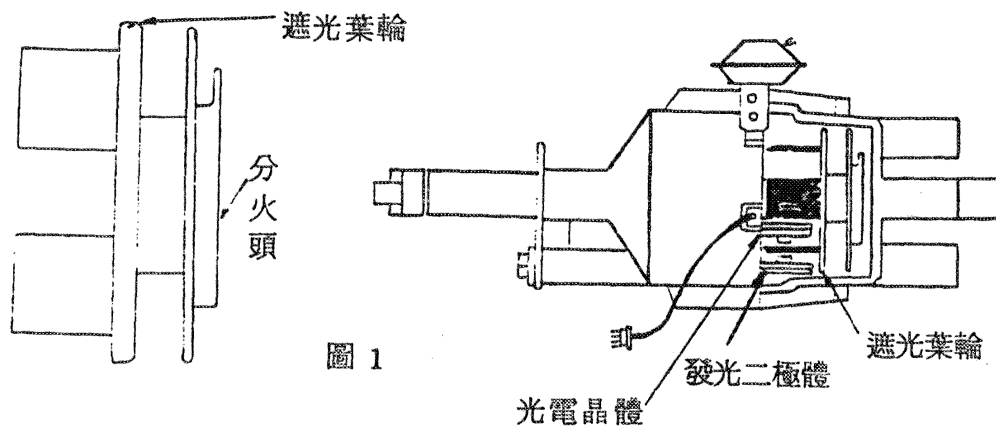
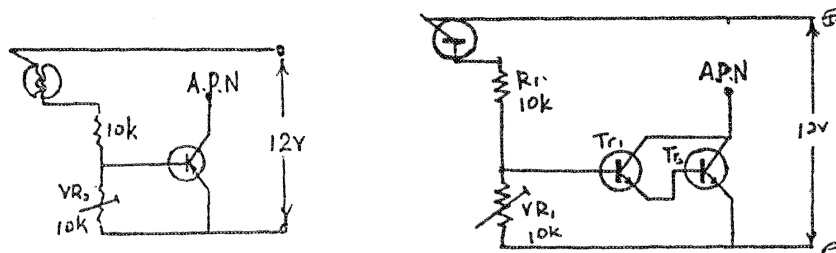


圖 1

2 信號控制器

收集各種信號控制迴路之電路圖，逐步試驗，其優劣點，並自行研究改進而採取可以配合光電晶體的電子線路。性能之測試結果與討論如下：

- (1) 裝用圖 2 時：利用光敏電阻 (cds) 作為光變化接受器時，由於開關時間過慢，影響發火線圈電流切斷之速度，致無法產生很強烈的高壓電。



(6)裝用圖 7 時：將 PNP 晶體改換成 NPN 晶體，使其 t_{on} 及 t_{off} 的時間更加縮短，發出來的電壓更高，動作更確實。

故信號控制器決定採用圖 7 之線路。

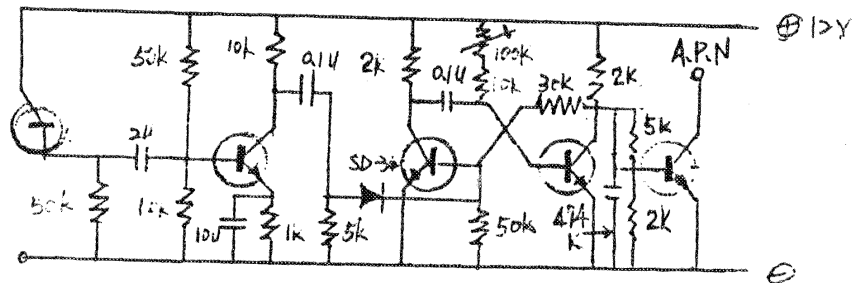


圖 7.

3. 電子點火信號放大器部分

先以汽車電子裝置之一種線路，如圖 8，做為點火線路之放大部分，但因火花間隙變大，或高壓線的接觸不良，而將電晶體擊損，故在線路上我們自行研究加了兩極體及電容器等來加以保護，如圖 9 所示。經多次試驗此線路可長時間使用而不致於因反向電壓而發熱燒損各零件。

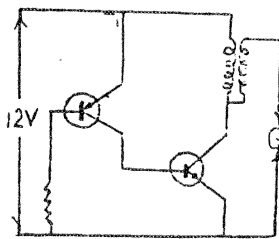


圖 8.

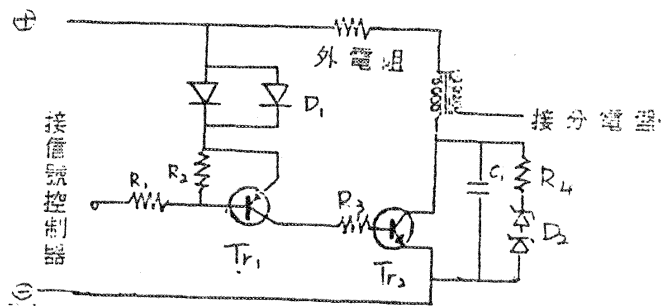


圖 9.

(三)性能測試

將以上三部分組合成如模型板上之光電控制式點火電路裝置，與其他型式點火電路裝置作性能之測試分析，比較其優劣得失。

五、實驗結果與討論

(一)發火線圈電流之測試

結果：

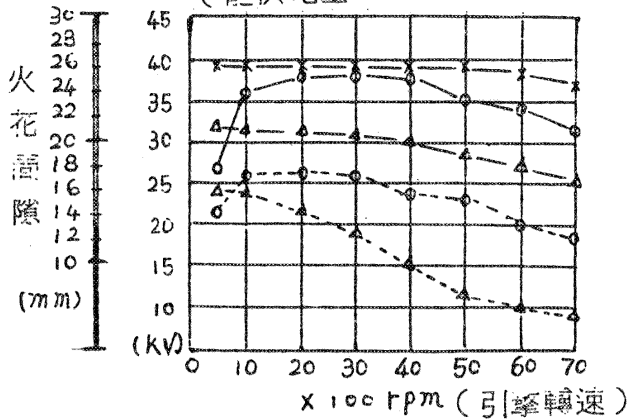
結果：

點火裝置	測試項目	發火線圈	白金或控制部分	備註
普通點火裝置		3.2A	3.2A	
電晶體點火裝置(一)		4.5A	0.21A	白金接點式
電晶體點火裝置(二)		4.7A	0.14A	磁力式
光電控制點火裝置		5.5A	0.12A	

討論：光電控制點火裝置採用一擊多諧振動，發火線圈之低壓電流放大到 5.5 A，可增強發火線圈之能供電壓，故性能仍優於普通點火裝置及兩種電晶體點火裝置。

(二)能供電壓之測試

結果：(能供電壓)



說明：

- ×—× 光電式配合高圈數比線圈
- △—△ 光電式配合低圈數比線圈
- 晶體式配合高圈數比線圈
- 晶體式配合低圈數比線圈
- △—△ 普通點火系統

討論：由上表可以看出，光電控制點火裝置，如配合圈數比較高之發火線圈（1：400）者，從極低速到極高速均可獲得很高（約40 KV）之能供電壓，引擎在任何速度均能獲得所需要之跳火電壓，不會有不跳火或間隔跳火之故障，且起動極為容易，可使汽車行駛性能獲得改善。

(三)點火系統充磁量測試

結果：

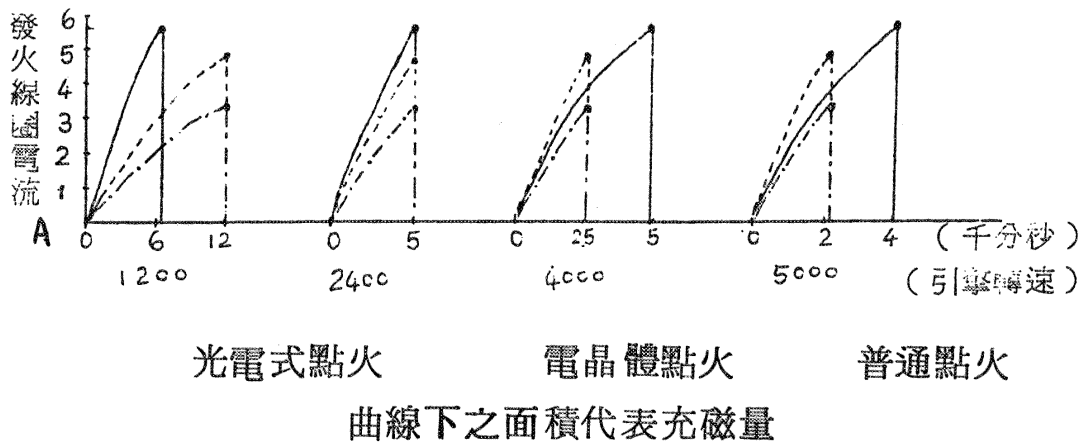
1 白金閉角度數或發火線圈充磁度數（以白金閉角轉速計測得）

點火裝置 \ 引擎轉速	800	1200	1600	2000	2400	3000	4000	5000
普通及晶體點火	48	44	40	37	36	35	32	32
光電點火裝置	15	22	28	30	36	47	59	61

2 白金閉合時間或點火系統充磁時間(千分秒)

點火裝置 \ 引擎轉速	800	1200	1600	2000	2400	3000	4000	5000
普通及晶體點火裝置	20	12	8.3	6.2	5.0	4.1	2.6	2.1
光電式點火裝置	6.2	6.1	5.8	5.0	5.0	5.1	4.9	4.0

3 依各點火裝置測得之低壓線圈電流，繪出點火裝置之充磁量比較表。



討論：

由試驗可知：普通點火裝置，因點火提前機構之作用，使得引擎轉速愈快，點火提前愈多，亦即白金閉角愈小，白金閉合時間愈短，充磁時間不夠，充磁量少，發火線圈之能供電壓低，致汽車車速快，火星塞跳火不良，時常發生故障。電晶體點火裝置，低壓線圈圈數少，電流建立時間短，可以增加充磁量，以糾正缺點。光電式點火裝置，採用一擊多諧振動原理，充磁時間自低

速 800 RPM 至高速 5000 RPM 均保持一個很穩定的充磁時間，故充磁量大，能供電壓高，火星塞上油污損的可能性減少，汽油之消耗量可以減少。

六、討論

1. 利用光電晶體控制點火線圈的電流，因使用葉輪來控制光之斷續，非機械式以白金接點凸輪或轉子故沒有磨損，壽命可以比引擎還長。
2. 用光來控制，作用確實，點火信號不會因引擎運轉之振動，速度或外界之磁電等干擾而有錯誤之信號。
3. 使用一擊多謎振動原理來控制發火線圈的充磁時間，使充磁量控制得極為恰當，而能發揮發火線圈的最大功效。引擎的性能可獲致徹底的改善，排氣的污染將可減少。
4. 電子點火信號控制放大器配上高圈數比之發火線圈，其效能更能顯示出來。

七、參考資料

1. 高級汽車電學（上册） 陸昌壽 編
2. 最新電晶體規格表 全華圖書公司
3. 汽車電子裝置 陳爾活編譯 啟學出版社
4. 電晶體電路之實驗與製作 陳憲雄編 啟學出版社
5. 汽車電系測試儀器設計與製作 戴圭生編 全華圖書公司

評語：一有創意。

二實驗工作嚴謹，方法程序正確。

三表達能力佳。

四有實用的參考價值。