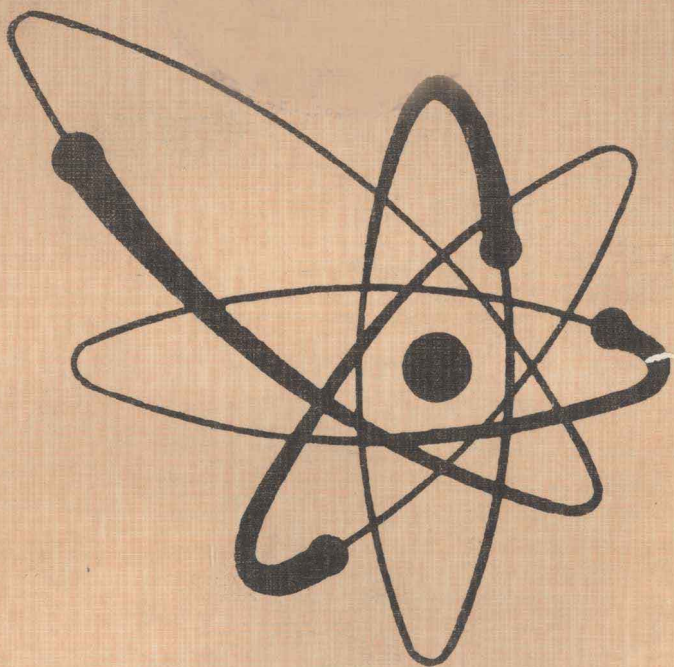


—— 無 師 自 通 ——

100種 電子電路之實驗

黃 華 馨 著

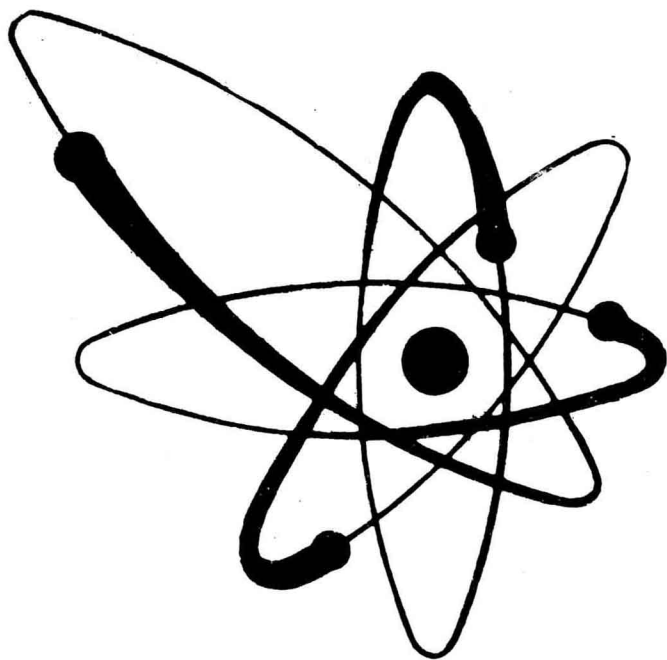


無線電界雜誌社 印行

—— 無 師 自 通 ——

100種 電子電路之實驗

黃 華 馨 著



無線電界雜誌社 印行



100種電子電路之實驗

中華民國六十六年八月再版

版權所有

不許翻印

特價新臺幣肆拾元

編著者：黃鑑村

發行者：無線電界雜誌社

社址：台北市復興南路13

號之一

電話：7112765 號

郵局劃撥儲金帳戶

2756 號

登記證內版臺誌字第

1026 號



150種電子電路之實驗

目 錄

序文(本電子零件盒的特色)···(1)

實驗上的注意事項·····(3)

零件的知識和使用法·····(7)

天線的正确架設法·····(20)

電晶體的基本電路·····(22)

配線方法與順序實例·····(26)

(1) 基本電路與測驗

1. 用計器製作歐姆表···(29)

2. 振盪器導通試驗器···(30)

3. 用計器製作試驗器···(31)

4. 電晶體導通試驗器···(31)

5. 用耳朵聽的導通試驗器
·····(32)

6. 標準電阻電容器箱···(33)

7. 高電阻測驗電路·····(35)

8. 導通試驗器·····(36)

9. 1石高靈敏度電壓計···(37)

10. 超高電阻測驗器·····(38)

11. 簡易電壓計·····(39)

12. 計數式電路的基礎(1)···(40)

13. 計數式電路的基礎(2)···(42)

14. 電晶體檢查器·····(43)

15. 二極晶體檢查器·····(44)

16. 1石信號尋跡器·····(38)

17. 信號尋跡器·····(45)

18. 二極體轉接電路·····(46)

19. 試驗振盪器·····(47)

20. 1石電場強度計·····(48)

21. 燈光電池高頻電流計···(48)

22. 水晶振盪器·····(49)

23. 1石直流放大器·····(50)

24. 斬波器式直流電壓變換器
之實驗·····(50)

25. 二極晶體高頻電流計···(51)

26. 直結2石多諧振盪器···(52)

27. 電晶體轉接電路·····(53)

(2) 收音機與家庭廣播

28. 銻晶體收音機·····(54)

29. 一石電晶體收音機···(58)

30. 一石強電場用無電源用收音機
·····(60)

31. 銻晶體檢波一石收音機
·····(61)

32. 一石來復式收音機···(62)

33. 細菌電池的收音機···(63)

34. 用短波收音機來廣聞世界之聲……………(64)
35. 二石電晶體收音機…(65)
36. 變壓器耦合二石收音機(66)
37. 直接耦合式二石收音機(67)
38. 無線耳機……………(68)
39. 無線電唱機……………(69)
40. 家庭廣播電台的試驗(70)
41. 測向機……………(71)
42. 一石無線電微音機…(74)
43. 電波開關……………(75)

(3) 電話及電報機

44. 電話的基本實驗…………(76)
45. 揚聲器式毛爾斯練習機(77)
46. 光聲變換式毛爾斯練習機……………(78)
47. 毛爾斯符號電報機…(79)
48. 利用光的毛爾斯練習機……………(80)
49. 電話用放大器……………(83)
50. 接地通信……………(84)
51. 蜂鳴器式無線電報機(85)
52. 二石對講機……………(86)
53. 不用放大器的對講機(87)
54. 馬可尼的火花無線電機(88)
55. 蜂鳴器式毛爾斯電報機(89)
56. 別開生面的A₁振盪器(90)
57. 火花收發報機的試驗機(91)

(4) 音響實驗和樂器

58. 低頻振盪器和電子樂器(92)
59. 可變音調的蜂鳴器實驗(93)
60. 電子口琴……………(93)
61. 電唱用放大器……………(94)
62. 炭精話筒用2石放大器(95)
63. 以喇叭兼用話筒的實驗(96)
64. 最簡單的輸出電表……(97)
65. 電子風琴……………(98)
66. 射極調諧型1石振盪器(98)
67. 便於錄音的信號混合器(99)
68. 電晶體式放大器…………(101)
69. 電磁式話筒用放大器(102)
70. 一石放大器的實驗…(103)
71. 完全電子式拍節器…(104)
72. 共鳴器……………(105)
73. 一石低頻振盪器……(106)
74. 顫音振盪器……………(107)
75. CR振盪器……………(109)
76. 自己的聲音變成二倍的頻率……………(110)
77. 電子汽笛……………(111)
78. 二石式音量表……………(111)
79. 利用聲訊動作的繼電器(112)
80. 加裝有喇叭的蜂鳴器(113)
81. 唱機用一石放大器…(113)
82. 正弦波振盪器……………(114)
83. 能產生不同音調的接盪器(115)
84. 二石CR振盪器…(116)
85. 高靈敏度集音話筒…(116)

- 86. 附加電磁式唱頭線圈的一
石放大器 (118)
- 87. 騒音警報器..... (119)
- 88. 電子貓 (120)

5) 光和電子科學

- 89. 太陽光線觀測器..... (121)
- 90. SCR式光電繼電器的實
驗 (122)
- 91. 太陽電池時鐘 (122)
- 92. 高靈敏度照度表 ... (123)
- 93. 高級型透明度比較裝置
..... (124)
- 94. 橋式光度比較裝置 (125)
- 95. 用3V電池可點燃霓虹燈
..... (125)
- 96. 用乾電池點亮EL板(126)
- 97. 以霓虹燈作汽車的尾燈
..... (127)
- 98. 簡單，確實的光電開關
..... (128)
- 99. 最簡單的亮度計 ... (128)
- 100. 液體的透明度測驗計(129)
- 101. 簡單的透明度測驗計(131)
- 102. 用光調度的蜂鳴器 (131)
- 103. 高靈敏度亮度計 ... (132)

- 104. 溫度差測驗器 (133)
- 105. 熱電阻器溫度表 ... (133)
- 106. 電子式溫度表 (134)
- 107. 使用熱電阻器的警報器
..... (135)
- 108. 遠方溫度表示器.... (135)
- 109. 由溫度變化以變化音調的
振盪器..... (136)
- 110. 電子式火災警報器... (137)
- 111. 超高靈敏度，溫度變化檢
出器..... (137)
- 112. 由氣溫變化音量和音調的
蜂鳴器 (138)
- 113. 風速開關..... (139)
- 114. 熱電阻器風速表..... (140)

(7) 生物和醫學方面的應用

- 115. 電氣聽診器..... (141)
- 116. 嬰兒遺尿通報器..... (143)
- 117. 超低頻脈波發生器... (144)
- 118. 皮膚電阻表..... (145)
- 119. 神經痛的按摩器..... (145)
- 120. 高頻醫療器..... (146)
- 121. 低頻醫療器..... (149)
- 122. 超低頻脈波發生器... (150)
- 123. 簡易測謊器..... (151)
- 124. 瞌睡防止器..... (152)

(6) 熱和電子科學

(8) 物理和化學的應用

- 125. 電子微電表的原理實驗
..... (153)
- 126. 水質檢查器..... (154)
- 127. 超高靈敏度直流檢出器
..... (155)
- 128. 水質警報設備..... (156)
- 129. 自動溫度調整器..... (157)
- 135. SCR 自己保持電路 (157)
- 130. 利用繼電器和變壓器發生
高壓的實驗..... (158)
- 131. 表面粗度檢查表..... (158)

(9) 趣味和娛樂方面 的應用

- 132. 精神感應術及魔法小箱
..... (160)
- 133. 竊聽器..... (161)
- 134. 照相機快門的遙控... (162)
- 135. 會眨眼的機器人..... (163)
- 136. 一石式電晶體計時器 (164)
- 137. 閃光燈電路..... (166)
- 138. 定時開關..... (167)
- 139. 指示燈點滅器..... (168)
- 140. 自動幻燈機的換片電路
..... (168)
- 141. 自動隔室起動機電路 (170)
- 142. 頭燈自動控制器..... (171)
- 143. 汽車引擎旋轉計..... (172)
- 144. 最簡單的聲音遙控繼電器
..... (173)

- 145. 光線遙控玩具汽車... (174)
- 146. 電動機的變速電路... (175)
- 147. 電動機的可倒轉電路 (176)
- 148. 一石電晶體集魚器... (176)
- 149. 簡單的魚群探知器... (178)
- 150. 無線電控制..... (179)
- 151. 光線遊戲..... (180)
- 152. 發出大聲時燈泡立即點燃
..... (181)

(10) 日常生活的應用

- 153. 電子鳥..... (182)
- 154. 水位自動通報器..... (183)
- 155. 晨晚動作的自動開關 (184)
- 156. 電子式微小角度測量器
..... (185)
- 157. 溫度警報器..... (185)
- 158. 獲得一定光度的調光電路
..... (186)
- 159. 光電式防盜器..... (187)
- 160. 增設電話鈴的通報器 (188)
- 161. 走失兒童探測器..... (189)
- 162. 帶限時開關的電子蜂鳴器
..... (190)
- 163. 電線式防盜器..... (191)
- 164. 來客報知用蜂鳴器... (192)
- 165. 落雨警報器..... (193)
- 166. 降雨警報器..... (194)
- 167. 漏電警報器..... (195)
- 168. 多諧電路的警報標示器
..... (197)
- 169. 一石式停電告知器... (198)

序 文

(本電子零件盒的特色)

這種實驗零件盒，乃是一種最新的教材。其中包括：學習現代電子科學所最必要的電晶體（2石），鍺二極體，自動裝置所必需的繼電器，以及多數的電阻和電容器，實驗時所必需的高靈敏度計器，微音器和揚聲器及安裝面板等，利用這些東西，誰都可以做150種以上的電子機器試驗。

本書的內容，也是深入淺出，從極淺顯的和最基本的東西（連完全沒學過的人皆能懂的）開始，而有趣的收音機實驗、家庭廣播電話的實驗、電話與電報機的實驗，音響和樂器的實驗、光與電子等科學的實驗、熱與電子科學的實驗，直到供生物學和醫學的應用電路、供埋化學的應用電路、供日常生活的應用電路，乃至供趣味和娛樂用的應用電路等等，使讀者能透過這些實驗，明瞭電子科學對於我們日常生活所具有的廣泛而深切的關係。

而且，這些應用電路，也是循

序漸進，從最淺顯的到相當高級的實用的實驗電路，皆包括殆盡。

透過本書和實驗零件盒，經由讀者親手的處理，對於各種零件的性能，作用和構造，必皆有所理解，而且在不知不覺中，也可明瞭某種零件和某種電路所發生的效能。從各位自身的體驗中，更能了解一向視為「很難瞭解」的電子零件和電路，對於我們日常生活，竟有如此密切的關係呀！如此，則本書及本零件盒之任務可算達成過半矣。

再者，就個別的電路來說，本書原僅欲利用這幾樣零件，做這麼多的電路試驗，當然自亦可發現更多的性能很好的電路。

不過，還請讀者先行就本書所揭載的各種電路做試驗，利用從這些試驗中所獲得的知識，以為將來讀者自行設計理想的電路、製作更好的裝置的「跳板」。這也是本書最大目的所在。

本書所載之電路例數，不足二百種，但讀者諸君只要能具備這些

(2)

零件，利用自己的手和腦，自不難次第研究出很多的應用電路來。所以，筆者在此敬請讀者務必活用此等零件，開拓更多，更新的有趣的

電路，並請將您的設計心得告知本刊，俾將來增訂予以增入，則幸甚矣。

向讀者鄭重推荐本书

本書從最初步到高度的可作150種以上的電氣試驗，實在是一種「匠心獨具」的零件盒。從簡易的收音機和通信機的遊戲裝置中，不知不覺地吸收了有關電氣的知識，這些知識可以幫助你登堂入室

，逐漸窺知電子科學的堂奧。故不論作為高初中學生的玩具或教材皆極合適。此外，對於一般社會青年也見有充分的吸引力，故本板可算是零件包中的「豪華版」，同時也是邁向電子科學的重要工具。

150種電子電路之實驗

實驗上的注意事項

■ 電池的處理法

當實驗完畢後，一定要把電池從保持器上拆下。否則會有縮短電池壽命之虞。

電池請買 006P(9V) 1個，單 2 (1.5V) 2個。

■ 需要調整的實驗

不論如何，本書畢竟是以有限的零件，作100餘種的試驗，故有些電路多少是需要加以調整的。並且有些電路不一定能發揮最高靈敏度，所以當你做試驗時，必須具備下列知識。

(1)收音機的實驗

收音機的靈敏度（指收聽是否清楚而言）乃受各位所住的地區和場所的影響甚大。

來自廣播電台的電波的強度，其削弱程度乃與距離的自乘或反比。此外，位於山陰或鋼筋建築物等場所，也是電波不易到達之處。在此等情形下，即是收音機的電路再好，也

是無能為力的。

遇到這種場合，必須架設完全的天線。關於此點，後面將有評述。

即令處於鬧市，甚至靠近廣播電台的地區，電波也未必能有效地進入鋼筋水泥的建築物中。此時，也非在建築物的外面（屋頂）架設天線不可。

總之，收音機和零件本身絕無不良之虞，所以遇到收聽效果欠佳時，首先要考慮以上諸點。

(2)使用cds及替續器的電路之試驗

我們知道，就是再好的Cds，在特性上多少也有點變化。至於繼電器，其接點間間隙如不按規定調整，則靈敏度即大有出入。

先說使用Cds的電路的試驗。倘最初總是不能正常動作時，可把它串聯相接的電阻換成電阻值在它前後的製品，再試驗看看，或者

(4)

為變化電晶體的動作點而稍稍變化其基極偏差。但如該電路以前是與繼電器組合的話，則先應調整繼電器的接點，把繼電器的靈敏度稍加變化，這樣可能很快地調整好。

繼電器的接點部分的調整方法如圖示。

Cd的靈敏度乃因光的強弱而變化，故欲提高靈敏度，則在試驗時務必使週圍黑暗，而由遮光筒的正面給予最强的直射光。此一光源如係 60W 左右的電燈泡的話，則應於 2~3m 以內之距離內試驗之。如用自然光，則須為明亮的天空之光。

(3) 零件的種類和使用上之許容值

(A) 本機所用之電晶體，計有 2SA 型（高頻用）與 2SB 型（低頻用）兩種各一支。而本書的電路中，有的也以 2SA 型供低頻放大之用（原來應該用 2SB 型的）像這些地方乃是一時權宜，務請讀者諒解。

(B) 電晶體，太陽電池，尤其是 Cds 和繼電器等，由於使用狀態及製品本身關係，其特性多少會有出入，因此，在本書的電路中，使用此等零件時，有時必須參照當時

的使用狀態（尤其是溫度和濕度等），作某種程度之調整。遇到這種場合，假定是電阻和電容器的話，可另換較指定值前後之製品，或變更 VR 看看，直到合適為止。

(C) 尤其像電容器等，即使容量稍有變更，而對動作也沒有太大影響。因此，即使以 $0.002\mu F$ 取代 $0.001\mu F$ 使用，也不致發生太大問題。

(D) 如前所述，電晶體的基極上所受的偏壓（電流）的多寡，對於整個機器的靈敏度皆大有影響，這一點切勿掉以輕心。

即使用屬於 2SA 型電晶體，其特性也因出品廠家的不同而大有出入，所以當它在圖示的常數（電阻之值）不能有效動作或靈敏度惡劣時，就必須予以變換使用了。

此際，應詳談上述電晶體的使用法，按照正確的方法使用，以策安全。萬一加以極性錯誤的電壓，或使基極偏壓負（-）到集極的程度時，就會損壞電晶體，這一點是大意不得的。

(E) 又在一般製品中，例如同樣寫作 2SA 型的電晶體，也有下列各廠出品之不同：

東芝 2SA52 三菱 2SA142

日立 2SA15 松下 2SA100
遇到這種情形，就格外要注意(D)項
的注意事項了。

■(4)本零件包未附的零件

在本書所舉的電路中，150種
以上固皆可利用本零件盒內之零件
加以實驗，但其中缺乏特殊之值的
電阻器和VR，以及做熱試驗時所
必須之熱電阻體等，這些東西皆必
須另外選購才行。

又因電池類屬於消耗品，故亦
不包括在零件盒之內，此點，務請
瞭解。



■本機的使用法

先看本機之本體，各零件上皆
附有彈簧和番號等英文術語。假使
不懂它的意思的話，可自前頁的「

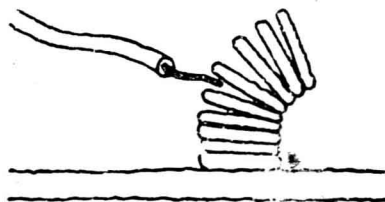
零件記號」項中查對之。

以彈簧的番號和本文的番號相
對照，再將導線接到彈簧上。導線
有長有短，在使用時必須配合實際
需要決定之。

■配線方法

配線時，先依左下圖所示，將
導線尖端夾入彈簧之間。又拆下導
線時，亦不得強拉，而應將彈簧的間
隔擴大，慢慢取出線頭。

至於配線順序，各實驗頁中
皆列有番號，讀者可循序為之。例
如是①→②→③的順序的話，只要
對照本體的番號，把導線按①→②
→③的順序接上即可。假使變行後
而下行註着一⑦字樣的話，則應與
上面的部份相接。使用電池、天線
、耳機、炭精微音器等這些接頭時
，一定要照本體上所註的記號和零
件名，去接續各該零件。



■ 天線

有些人喜歡把天線插入電燈線使用，這是非常危險的事，請最好別這樣做。架設標準天線自屬理想，萬一想簡單代用的話，則不妨利用電話器的線夾或自來水及瓦斯栓等。



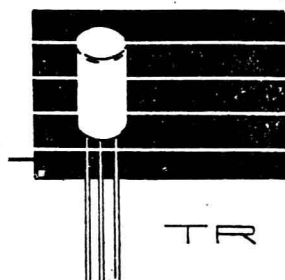
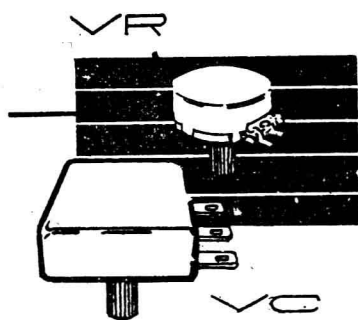
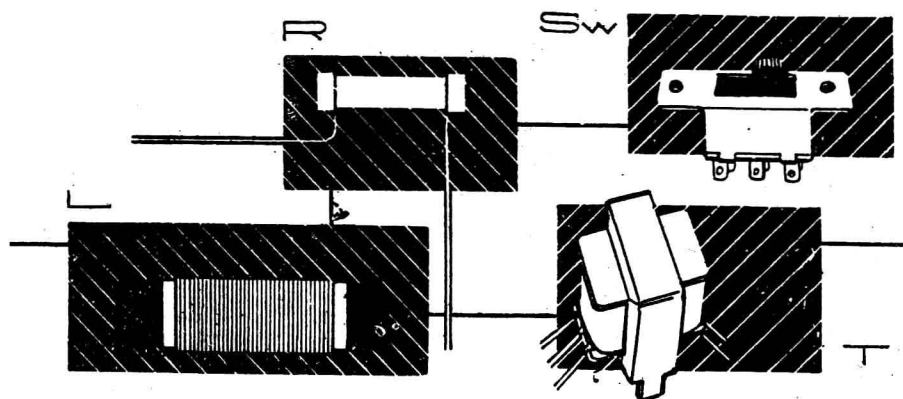
■ 實驗上的注意點

試驗無線電機，放大器類或警報器等裝置時，要注意不要對家庭的電視機或收音機構成雜音干涉。請讀者務必詳讀各頁的說明，以正確的方法處理這些試驗。尤其是無線電報機，其輸出千萬不要超過規定值。

■ 實驗器具的加工

本零件盒除本書所列之試驗外，如再於配線方面下點研究的功夫，則尚可作其他種試驗。又如自製試驗器時，只靠本書所附的簡單的圖面是不夠的。讀者必須自行鑽研琢磨，才可奏功。

零件的知識和使用法



(1) 電晶體 (Transistor)

這種東西有三條腿，體積只有花生米那麼大，但却能發生和真空管同樣的效用。也可以說是所有電子零件中的心臟部分。

只要 0.5V~12V 左右的低電源，就可充分發揮放大、檢波、振盪等等電氣回路的基本作用。

〈構造〉

一般電晶體都是從小小的圓筒形的底部伸出 3 隻足來。如從它的裏面看來，當如第一圖(A)，頂點為基極(B)，左邊是射極(E)，右邊是集極(C)。假使用符號繪出，則如圖(B)。內部構造大致與鎢二極體同，也是由鎢和矽等半導體所構成，而且是完全密封的，所以即使掉落室震動，也不致損壞。但有一點就是不太耐熱，故在銲錫時，務必用小烙鐵在極短的時間內做好。

〈使用上的注意事項〉

(A)首先要防止使它受熱。銲錫時應用修理鉗把導線的引出部分挾牢，以防烙鐵的熱傳入內部。並須儘快做好。

在日光直射或炎熱處所，最好

不要使用。

(B)其次是電極的接續亦即電池的正、負端千萬不能接錯。

電晶體有 PNP 型和 NPN 型兩類（普通以 PNP 型較多，如本零件盒所用者即全為 PNP 型）。

以 PNP 型作射極接地（普通的用法）時，集極對於射極是(-)，務必給予(-)電壓，絕對不能加以(+)電壓。這點一定要注意。

又如本零件盒而言，皆註明 3V，9V 或 12V... 指示值，故給予電壓時，千萬不要超過這些規定。

(C)電晶體又分高頻用（2SA 型、和低頻用（2SB 型）二種。2SA 型固可作為低頻的電壓放大之代用電晶體，但 2SB 型則絕對不可作高頻電路（如高頻放大，振盪、混合等）的代用電晶體。

再者，供高頻用者，亦不得用於輸出電路作萊動揚聲器發聲之用。對於偏壓電流（即偏壓給予方法）的注意：

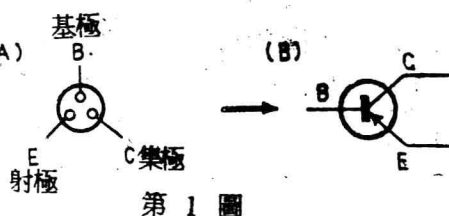
在使用時，對於基極(B)祇給予一點點的偏壓電流，但這種值却是決定電晶體的動作好壞的最重要的關鍵。看起來，此種偏壓電流似與

真空管的柵極偏壓並無二致，但實際作用却比真空管的柵極偏壓大得多。(A) 假使這種電流值選用不當，則為放大器時會令放大度低落；為振盪器時會振盪不能。其後果不單是靈敏度低劣，而是使整個電路陷於無動作的狀態。

因此，這種電流值的決定，毋寧說是決定電晶體的使用效果的關鍵，也是最困難的一點，同時，更是必須調整的一點。所以，當發現機器動作不良時，首先當然是檢查配線有無誤漏以及零件有無不良，而其次就是要檢查這種偏壓的正確與否了。

說起來是很麻煩的，不但特性大致相同的 2SB56、2SB77、2SB136...等需要調整，有時連同樣的 2SB56，也還有非調整不可的哩！

凡此種種，皆是使同樣的電路也會發生靈敏度多少好壞不同的原因。



第 1 圖

職是之故，光是電晶體本身的好壞，並不是決定電路性能好壞之主因，嚴格地說起來，每一個電晶體都得由我們親手去尋求它的最適當的偏壓值，除此以外，別無良策。

這一點，可以算是電晶體這種東西的唯一缺點。

如果，讀者在做本書所介紹的各種試驗時，萬一發生動作不良的狀態的話，首先可能就是此種偏壓值不當之故。

此時，只要對偏壓電阻值加以調整，定可發現最適當之值，找出最高靈敏度之點。

(2) 鍺二極體(Diode)

和電晶體一樣，也是用鍺和矽等半導體製成，其功能在於檢波和整流，體積小得祇有米粒那麼小。

如將試驗器置於電阻計的位置，而以試驗棒試觸這種鍺二極體的

兩端導線，則可發現其一方流有電流而導通，再使十、一試觸相反方面，則不能導通（所顯示之電阻值大到 100 KΩ 以上）。這種比率愈大，則該鍺二極體愈好。

(10)

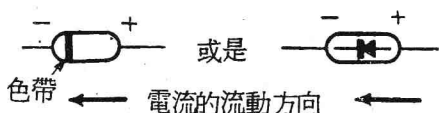
使用上的注意點和電晶體也大致相同，這種東西也很怕熱，所以焊錫時也不得掉以輕心。

其次，是它的極性問題。

鍺二極體大都像第二圖那樣，用箭頭或黑白色帶表示其極性。

採用箭頭時，表示電流只能順着箭頭所指的方向流通；採用色帶時表示附有色帶的一方為(-)。

在原理上，鍺二極體等於是把



第 2 圖

交流變成直流的整流器。本機所附之鍺二極體，是供收音機和電視機電波檢波專用者，故不能當作流過大電流的整流器用。

(3)太陽電池(Solar Cell)

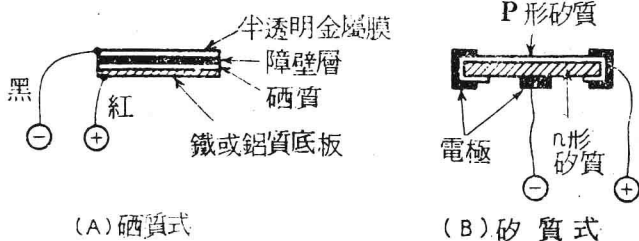
太陽電池在受光時即可發電，它所產生的起電力大約與光的強弱成正比。

構造如第 3 圖，(A)為矽質式，通稱電動機光電池，照像機的曝光計大都採用這一種光電池。(B)是矽質式，通稱矽質太陽電池。

那麼，這兩種太陽電池到底是那一種好呢？比較起來不論從那一

點看，都以矽質比較優秀。因為第一它能取得數十倍的大電流。但輸出電壓雙方却大致相同。

不過無論怎麼說，要想用一個這種太陽電池使電燈點燃或使電動機轉動，那總是辦不到的。原因是它們的輸出最多僅有數 A (安培)，大抵從數百 μA (微安) 到數 mA 左右而已。因此，對於策動 1 部 1



第 3 圖