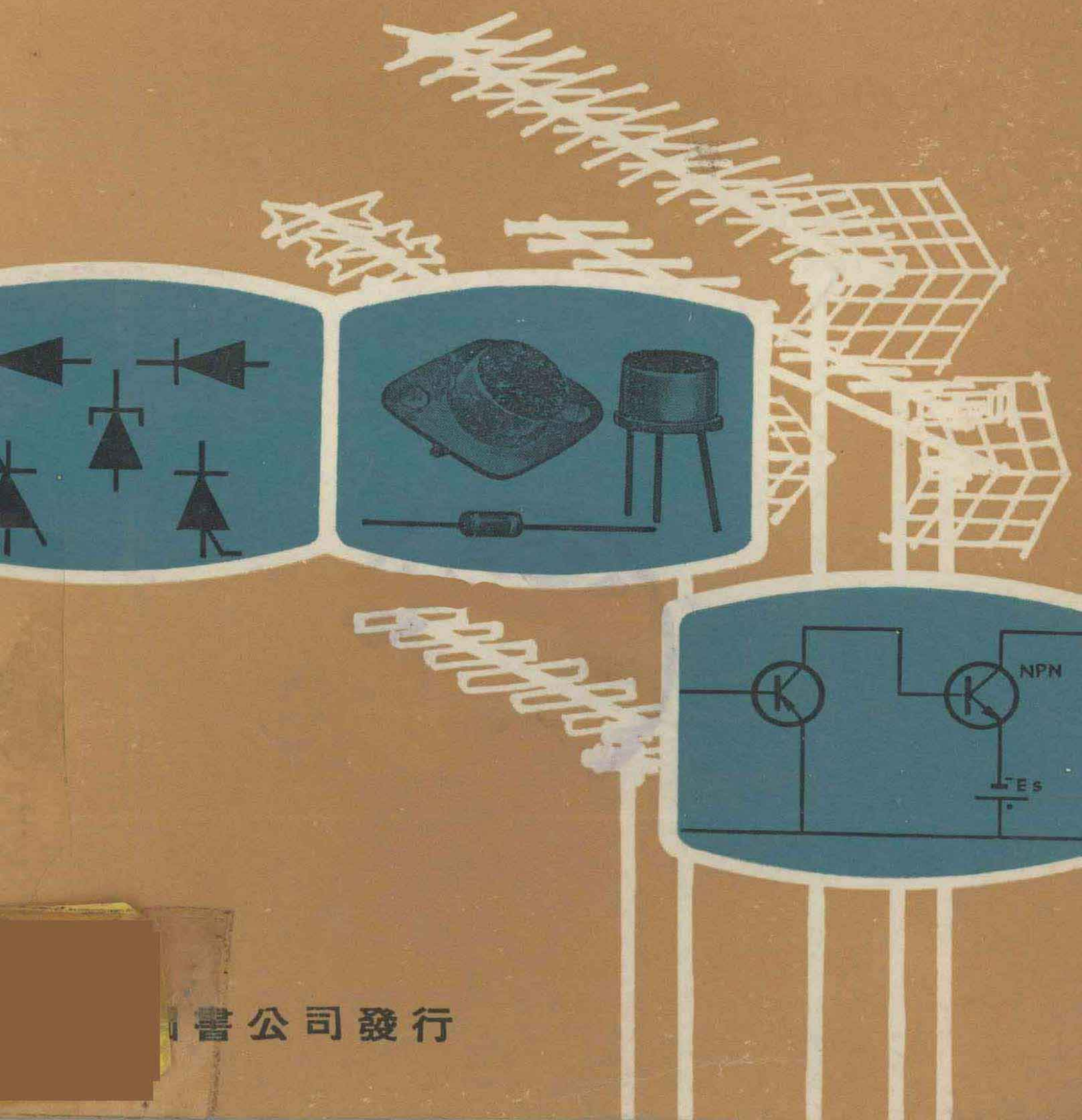


# 電晶體電視學

電晶體電視機電路分析

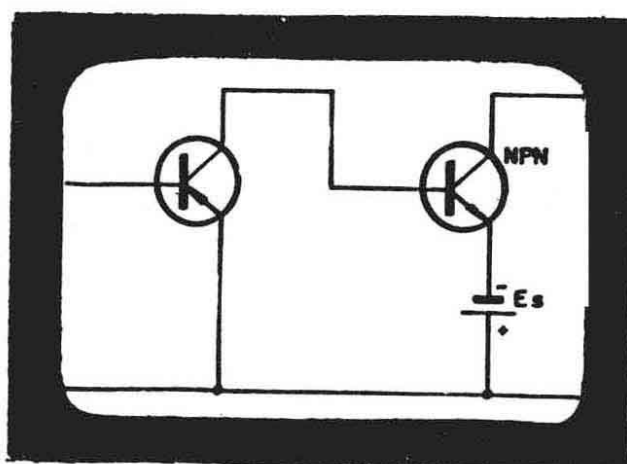
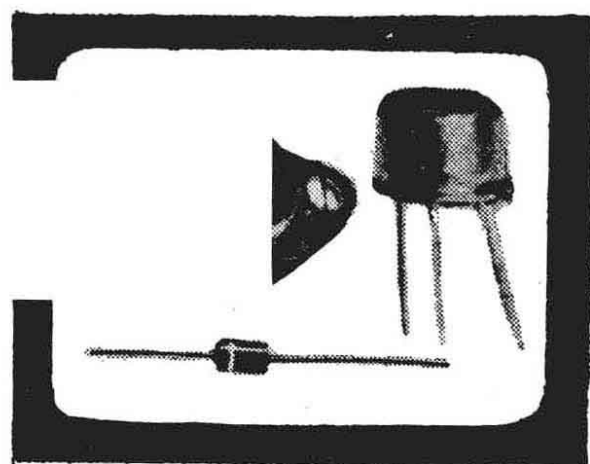
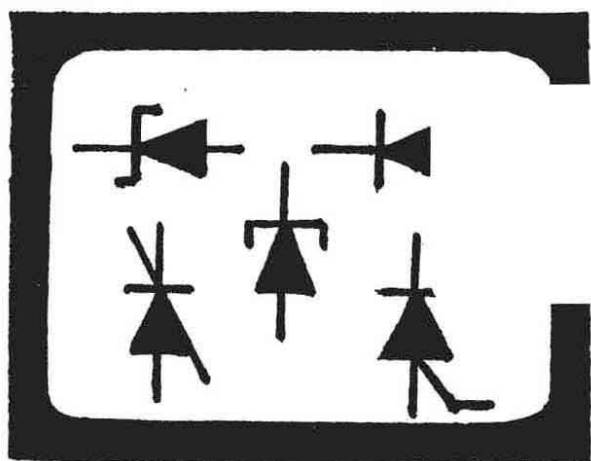
編著：彭文輝



書公司發行

# 學視電體晶電

## 分析路電機視電體晶電



彭文輝編著

# 前 言

本書為拙作「電視學初階」之姊妹書，這幾年來電晶體使用在電視機日益廣濶前途未可限量，尤其手提式電視機幾乎全部採用電晶體，鑑於此事為補充拙作「電視學初階」未能記述部份編寫本書定名：「電晶體電視學」

電晶體和真空管之間，其基本原理是完全相同的，即放大作用、檢波、振盪、調幅等等，但其中有若干細節和觀念上剛好相反，因此由真空管轉移電晶體，因觀念上之差異有些困難之感覺，的確電晶體之基礎理論比真空管難于了解，致使一般都有一種視電晶體電視機為相當難了解的技術知識之看法，加上有關電晶體電視機的中文書籍，目下尚不多見，有鑒及此編成此書。

編著原則對電視學及電晶體已有了基礎知識，進而研究電晶體電視機，為不浪費讀者寶貴的時間，盡量避免重複，力求簡單扼要，使讀者容易了解為目的所編成。

同事陳松濤先生對檢修電晶體電視機頗有心得，并將修理經過原因各級電壓電流一一測試記載，將他的寶貴記錄提供筆者做參考資料，對第7章故障修理之引證幫助不少伸致謝忱。

彭 文 輝

# 目 錄

第 1 章電晶體的基礎	1 - 17
1-1 半導體之性質	1 - 4
1.1.1 半導體之區分	1 - 2
1.1.2 半導體之性質	2 - 3
1.1.3 N型及 P型半導體	3 - 4
1-2 P—N 接合 (Junction)和整流作用	4 - 6
1.2.1 P—N接合型的電子和正孔之動作	4 - 5
1.2.2 半導體之構造	5 - 6
1-3 電晶體之動作原理	6 - 10
1.3.1 電晶體之構造	6 - 7
1.3.2 電晶體之動作	7 - 10
1.3.3 P—N—P型和N—P—N型	10
1-4 電晶體之構造	11 - 13
1.4.1 合金接合型電晶體	11 - 12
1.4.2 成長接合型電晶體	12 - 13
1-5 電晶體定名之規格	13
1-6 使用電晶體時應注意事項	14 - 15
1.6.1 焊接之溫度	14
1.6.2 電壓不能過高	14 - 15



1.6.3 電晶體電頭斷殘	15
1.6.4 機械的衝擊	15
摘 要	16
習 題	17
第 2 章電晶體之基本電路	19 - 45
2-1 電晶體及真空管基本放大電路	19 - 20
2-2 各種電路之優缺點	20 - 24
2-3 電晶體之常數和等效電路	24 - 32
2.3.1 h 常數	24 - 25
2.3.2 三種接地方式的 h 常數	25 - 27
2.3.3 由 h 常數所表示之電晶體放大器之特性	27 - 30
2.3.4 T 型等效電路	31 - 32
2-4 關於電晶體之符號說明	32 - 36
2-5 電晶體之總複習	36 - 42
2.5.1 電晶體之名稱和種類	39 - 40
2.5.2 電晶體之總整理	40 - 42
摘 要	43 - 44
習 題	45
第 3 章電晶體電視機	47 - 80
3-1 接收機之構造	47
3-2 調階器	47 - 49
3.2.1 輸入交連電路	49 - 50
3.2.2 高頻放大電路	50 - 53
3.2.3 混波器	53 - 56

3-3 局部振盪器	56 - 58
3-4 像頻中頻放大器	59 - 70
3.4.1 各種AGC電路	65 - 70
3-5 像頻檢波電路	70 - 71
3-6 像頻放大電路	71 - 77
3.6.1 二級放大像頻放大電路	71 - 75
3.6.2 倍壓像頻放大電路	75 - 77
摘    要	78 - 79
習    題	80
第4章 同步偏向電路	83 - 112
4-1 同步分離電路	83 - 87
4-2 垂直偏向電路	87 - 95
4.2.1 垂直振盪電路	87 - 91
4.2.2 垂直偏向系統	91 - 95
4-3 水平偏向電路	95 - 106
4.3.1 水平相位檢波電路	95 - 100
4.3.2 水平振盪電路	100 - 101
4.3.3 水平輸出電路	101 - 106
4-4 聲音電路	106 - 109
4.4.1 低頻放大電路	108 - 109
摘    要	110 - 111
習    題	112
第5章 電源電路	115 - 127
5-1 低電壓電源電路	115 - 117

5.1.1 整流電路	115
5.1.2 矽半導體整流電路	115-117
5-2 瞬間起動	117-118
5-3 調整器電路	118-123
5.3.1 並聯式調整器	118-121
5.3.2 串聯式調整器	121-122
5.3.3 串聯電流調整器	122-123
5-4 實用之電路圖例	123-125
摘    要	126
習    題	127
第6章調整及修理	131-137
6-1 接收機之調整	131
6-2 電晶體電視接收機之修理	131-136
6.2.1 印刷電路	132-134
6.2.2 電晶體之檢查方法	134-136
摘    要	137
第7章故障修理	139-176
7-1 調諧器電路之故障	139-144
7-2 中頻放大，像頻放大電路	144-148
7-3 A G C電路之故障	148-151
7-4 像頻放大電路之故障	151-154
7-5 收像管電路之故障	154-156
7-6 同步電路之故障	156-160
7-7 垂直偏向電路之故障	160-165

7-8 水平偏向電路之故障	165-169
7-9 聲音電路之故障	169-173
7-10 電源電路之故障	173-175
習 題	176



# 第 1 章

# 電晶體的基礎

電晶體之基礎理論，的確很重要的，本書以讀完基本電視學及電晶體學，進而研習電晶體電視機所寫的。因此對電視學之基本理論及電晶體之基本理論全部簡略不予記述，以免重複浪費讀者的寶貴時間。

## 1 — 1 半導體之性質

### 1.1.1 半導體之區分

將物體切成一公分之立方體的該物體之電阻值，即稱為電阻比。此電阻乃依物體之種類其數值有很大的區別，例如銅銀鐵等導體，至雲母電木板等絕緣體，大致上如圖 1 - 1 所示順序分別。

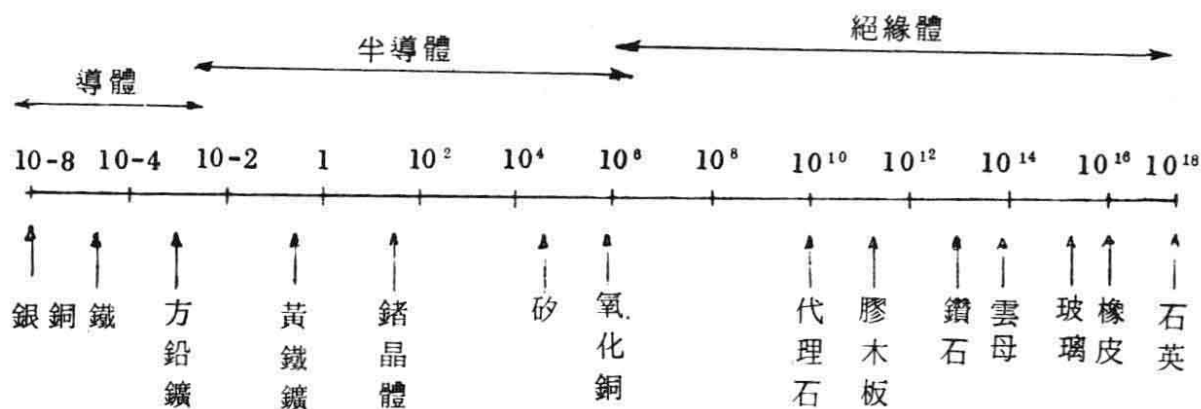


圖 1.1 各種電阻比之分佈

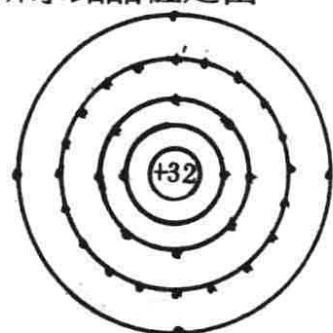
半導體這個名稱如字所示擁有導體和絕緣體中間之電阻值，即導

## 2 電晶體電視學

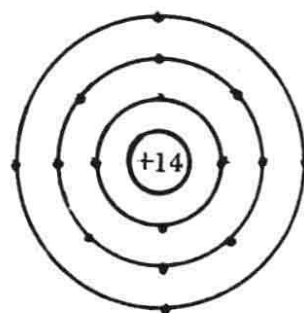
電沒有導體那樣良好但沒有絕緣體那樣困難。如圖 1 - 1 所示屬於半導體有黃銻礦、鍺晶體、矽、氧化銅等物質，吾人已很熟知的。

物質為何有這樣電阻差，必先了解物質之微小部份之構造，各物質皆由各種原子所構成的，原子又帶有正電的所謂原子核和環繞其週圍之軌道上帶有負電的電子若干個，此為物質之基本構造。電子之數量增加一個，隨之原子之種類也變化，如圖 1 - 2 所示鍺晶體是由 32 個電子所構成的，矽是由 14 個電子所構成的，而如圖所示分為若干軌道，電子在其軌道內轉動。

所謂導體這是說明很多金屬原子聚集構成格子型，在最外圍之軌道上電子可自由自在運動的物體，而絕緣體的電子受各原子核控制無法自由運動因此難以導電。那麼半導體便是沒有導體擁有那樣多自由電子也沒有絕緣體那樣少，即介於導體和絕緣體之中間，其電阻比也居中程度的物質。但如上述其電阻值介於導體和絕緣體之中間的話，半導體只能使它做電阻器以外並無其他用途，但電晶體或鍺晶體類之半導體須具備半導體另有之特殊性能才能發揮其效能。



(A) 鍺晶體



(B) 矽

圖 1.2 原子核和電子配置

途，但電晶體或鍺晶體類之半導體須具備半導體另有之特殊性能才能發揮其效能。

### 1.1.2 半導體之性質

鍺晶體和矽最外圍的軌道上有 4 個電子（即稱為價電子），這 4 個價電子互相連結構成格子狀。如圖 1 - 3 (A) 所示為其立體構造圖，為說明之方便其平面構成如圖 1 - 3 (B) 所示，各鍺晶體原子在非常低

溫度下互相連結，無自由電子存在故其電阻值變成非常之高，如果鍺晶體週圍之溫度提高電子受到熱能之影響，電子開始自由運動即在最外

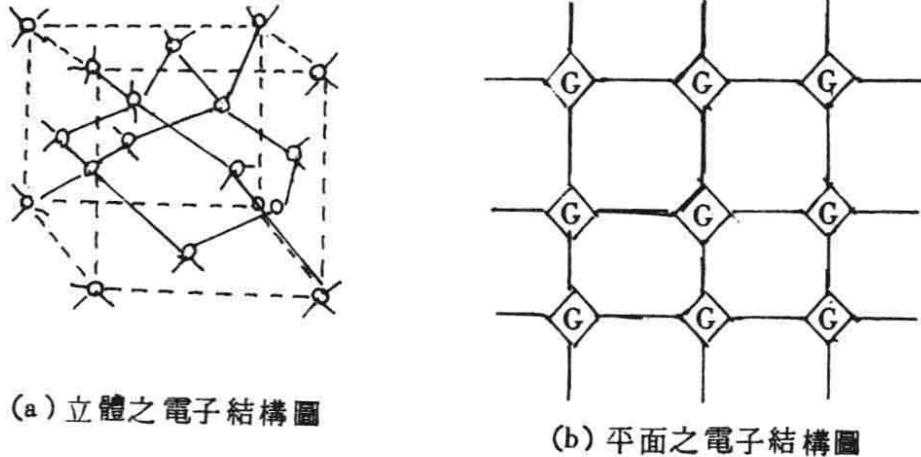


圖 1.3 鍺晶體電子結晶結構圖

圍之軌道上之電子開始運動，因電子是帶負性，當電子開始運動時即跳出原來應有之位置，故該處僅有正的電存在即留一個孔，此稱為正孔。因此鄰接之電子移動補充該孔，依順次電子移動補充正孔，結果等於正孔使電能移動。這種現象可說半導體的最大之特點，普通金屬導體是沒有這種現象，電能移動之量依正孔之數量多少決定其能量，因此溫度上昇隨之其電阻值減少，此為半導體之特點，這種半導體即稱為真性半導體（普通金屬體導體溫度上昇隨之其電阻值增加）。

### 1.1.3 N型及P型半導體

半導體或電晶體，必使用不純物質半導體，所謂不純物質半導體即非常純粹的半導體內加微小的不純物質即稱為不純物質半導體。現在4價電子的鍺內加5價電子物質砷（Arsenic）或銻（Antimony）。其原子結構如圖1-4所示多出1個電子，這種電子和結晶體無關可自由運動，這種多1個自由電子之結晶體即稱為N型半導體，相反加3電價電子：如硼（Boron）或鎂（Gallium）時，鍺晶體平面原

#### 4 電晶體電視學

子結構，如圖 1 - 5 所示不足 1 個電子即有 1 個正孔存在，此種結晶體的半導體即稱為 P 型半導體。

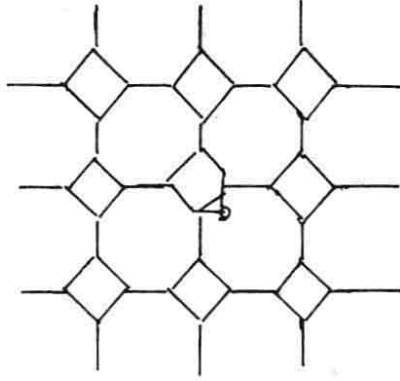


圖 1.4 N 型鍺晶體

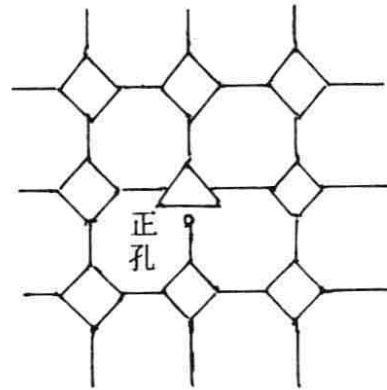


圖 1.5 P 型鍺晶體

### 1 - 2 P-N 接合 (Junction) 和整流作用

#### 1.2.1 P - N 接合型的電子和正孔之動作

一個結晶體內分為 P 型部份及 N 型部份 (參閱圖 1 - 6) 所構成之半導體即稱為 P - N 接合型。如圖 1 - 6 所示 P 端連接電池之 (-) 負極，N 端連結電池之 (+) 正極，此時 N 端之電子被電池 (+) 的正極吸引離開接合部份，同時在 P 型中之正孔同樣被電池 (-) 負端吸引離開接合部份，由此可知這種接法時幾乎無電流通，即稱為逆向接法，通常僅數  $\mu\text{A}$  之微小電流通，即表示很大的電阻值。

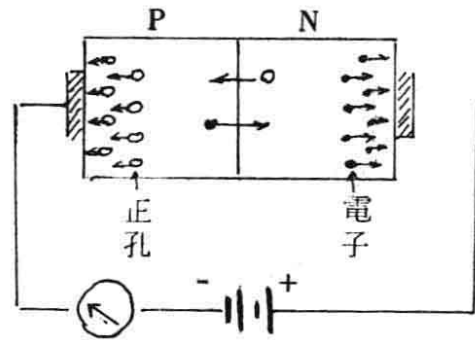


圖 1.6 PN 接合型加逆向電壓時電流不流通

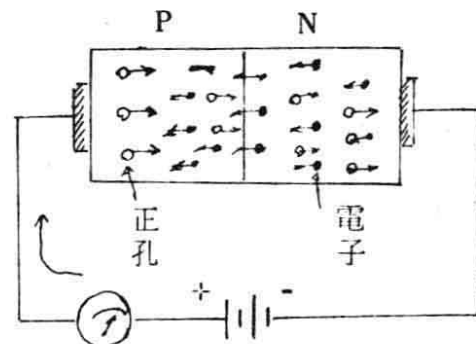


圖 1.7 PN 接合型加順向電壓時很大的電流通

現在將其接法改如圖 1 - 7 所示 P 端接 (+) 的正極，N 端接 (-) 的負極，此時 N 型中之電子由電池負極可繼續供給，電子大部份超越接合點流向 P 型，流動至電池正極，而正孔相反地向 N 型流動電流通，即順向電流通，此即表示其結晶體之阻抗很低。如此 PN 接合型其電池接法如何其電阻值有很大的差別，如同二極管可做檢波整流作用。

### 1.2.2 半導體之構造

方鉛礦或銅礦使用很細的銅線連接之舊型的所謂「鑽石檢波器」就是現在之接點式鍺晶體之前身，現在半導體均使用鍺晶體或矽，直接接點材料之改良其特性非常良好不能與以前的鑽石檢波器相比。

鍺晶體半導體之構造如下即將  $0.5 \text{ m/m} \sim 0.7 \text{ m/m}$  立方體之 N 型鍺晶體片使用鎢 (Tungsten) 或白金合金之尖頭加適當的壓力接觸在 N 型鍺晶體片面 (參閱圖 1 - 8)

探針部份 U 字型彎曲部份 (參閱圖 1 - 9) 有若干

的彈性將鍺晶體片加以適當的壓力壓住，故受到震動其特性不致變化，同時為防止鍺晶體直接與空氣接觸被酸化，以及受溫度之影響特性劣化，通常封閉在玻璃管內而玻璃管內加適當的氧氣，經上述處理後的鍺晶體的二極半導體施以衝擊很大的電氣脈衝波後，其特性如圖



圖 1.8 接合型二極半導體

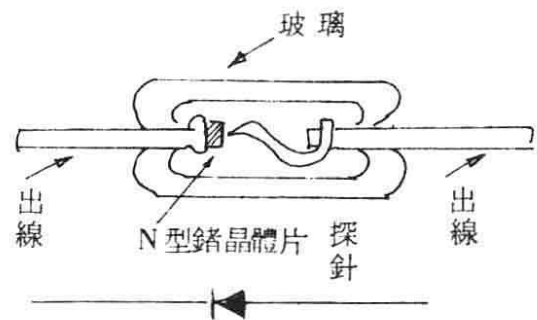


圖 1.9 接點型半導體之構造

## 6 電晶體電視學

1-11所示安定而良好故每一  
 鍺晶體二極半導體每，必須  
 個別加以處理，至為甚麼鍺晶  
 體施以衝擊電的脈衝波後特性  
 會改善（如圖1-10所示特性  
 曲線）至目前尚無正確的答案  
 ，可能加衝擊後鍺晶體的表面  
 和探針構成更完整的PN接合  
 之緣故。

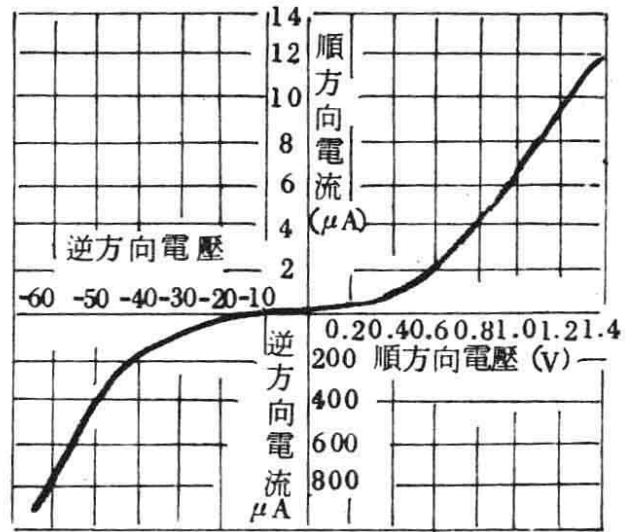


圖 1.10 半導體 P-46 之順方向，逆方向之特性

由上述方法所製成之鍺晶  
 體二極半導體均被採用做檢波  
 器，其製品有 SD46, IN34,  
 IN60 等。

## 1 — 3 電晶體之動作原理

### 1.3.1 電晶體之構造

本章對電晶體之原理及構  
 造做簡單扼要之複習，詳細理  
 論不予記述。關於電晶體之原  
 理如圖 1-11 所示 P-N-P  
 一個結晶體內如同三明治二個  
 P 型結晶體中間夾 N 型結晶體

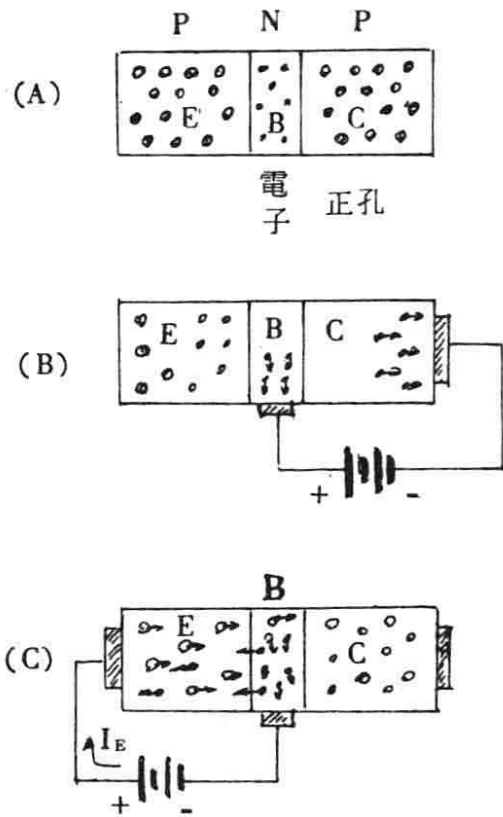


圖 1.11 P-N-P 電晶體之說明

所構成的，每一個結晶體抽出接頭，故構成三個接頭，圖 1-11(B) 所示為 P-N-P 型電晶體之構造圖，各部份即稱為 E 射極 (Emitter)



B基極 ( Base ) C集極 ( Collector ) 如圖 1-11 (A)所示各結晶體內充滿了正孔及電子，圖 1-11 (B)所示基極 B 加電池之正壓(+)集極 C 加電池之負壓(-)即所加方法是逆方向電壓故電流不流通等於零只極微小電流流通。

再將如圖 1-11 (C)所示接法，射極 E 加電池之正電壓(+)，基極 B 加電池之負電壓(-)，此時正孔及電子如圖 1-11 (C)所示方向移動超越 P-N 結合，正孔向電池負端(-)而電子向電池正端(+)移動，外部電路有很大的順向電流流通。

### 1.3.2 電晶體之動作

現在將基極 B 做成很薄的薄層如圖 1-12 所示 E-B 間及 B-C 同時加電壓時，檢討各極電流流情形，此時由射極 E 移動至基極之正孔，在基極內部，進入基極 B 內部之正孔，受擴散作用移動，如同我們將墨水一滴滴在水中，該墨水慢慢地向週圍漫透之現象即稱

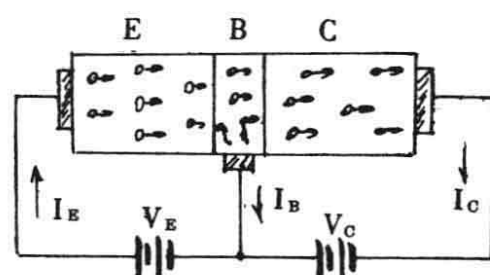


圖 1.12 P-N-P 型電晶體之動作

為擴散作用。因此正孔和集極之負電壓高低無關只須一負壓即可，因基極極薄故正孔大部份通過基極進入集極，產生集極電流  $I_C$ ，但正孔之一小部份由基極流出於基極外面產生極微小之基極電流  $I_B$ ，因此  $I_E \div I_C$  只 B-C 間有極小之基極電流流通，即集極電流  $I_C$  流通於接近射極電流  $I_E$ ，故此  $I_E$  和  $I_C$  之比稱為基極電流放大倍數 (以前稱為  $a$  最近改用  $h_{FB}$  符號) 通常比 1 稍微小一點。

$$h_{FB} = \frac{\text{集極電流}}{\text{射極電流}} = \frac{I_C}{I_E} \dots\dots\dots (1-1)$$

## 8 電晶體電視學

又其微小變化情形由  $F B$  改用  $f b$  來區別可由下公式表示即

$$h_{fb} = \frac{\text{集極電流變化}}{\text{射極電流變化}} = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_E} \dots\dots\dots (1-2)$$

如圖 1-13(a) 所示射極電流變化 1 MA 時集極電流  $I_c$  變化 0.95 MA 因此電流放大倍數  $h_{fb} = -0.95$ 。

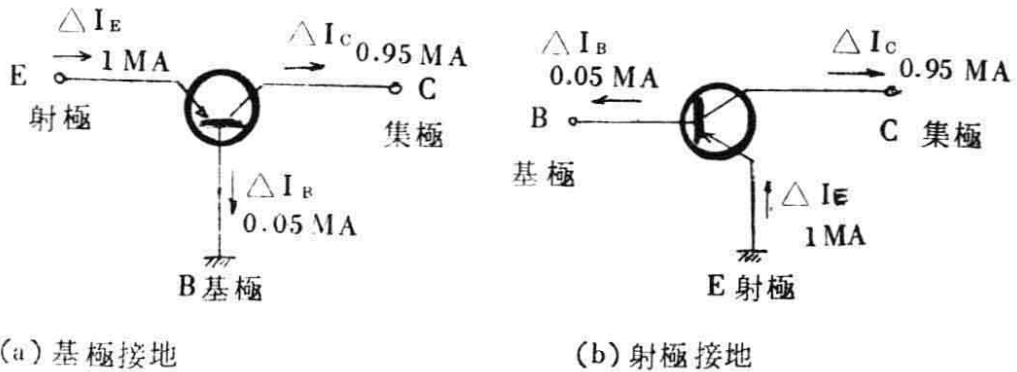


圖 1.13 接地方式和電流放大率之關係

因為規定輸入電流為 (+) 流出電流為 (-) 因此電流放大倍數是用負來

表示。以電流來說是小許衰減一點，放大作用也沒有。我們必須注意到射極電路之電阻很低，集極電路之電阻很高，雖然射極、集極電流相同但有電阻比故依電壓電力來想依然有放大作用的。如圖 1-14 所示射極 E，座極 B 間加

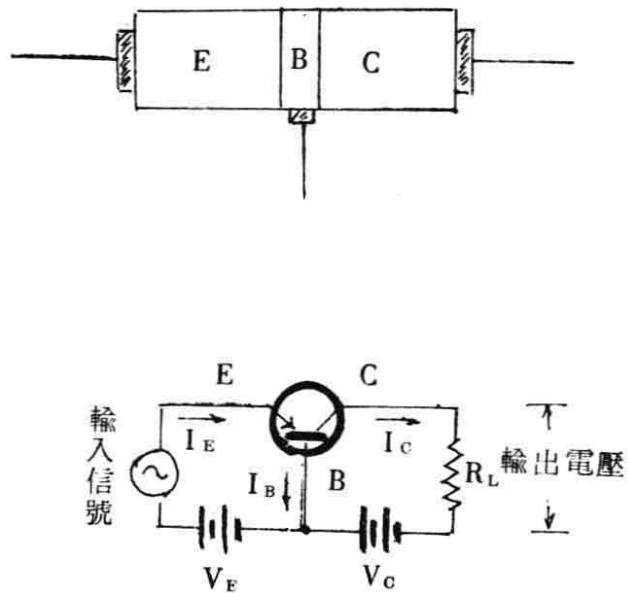


圖 1.14 電晶體放大電路 (基極接地)

低電阻之輸入信號，集極 C 基極 B 間加高電阻之負荷電阻，負荷電阻兩端產生  $E = I_c R$  的電壓得放大若干倍之信號電壓。

以上所說明之例是集極電流  $I_c$  受到射極電流  $I_E$  控制的動作情形。

另外如圖 1-13(b) 所示由基極電流  $I_B$  變化來控制集極電流  $I_c$ ，此時其電流放大倍數是  $I_c / I_B$  或  $\Delta I_c / \Delta I_B$  其數值約 10 ~ 200 左右相當可觀的數值，這種接法是射極接地法此時電流放大倍數  $h_{FE}$  (以前使用  $B$  的符號)。

$$h_{FE} = \frac{\text{集極電流}}{\text{基極電流}} = \frac{I_c}{I_B} \dots\dots\dots (1-3)$$

其變化部份  $F E$  改用  $f e$  來區別

$$h_{fe} = \frac{\text{集極電流變化}}{\text{基極電流變化}} = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_B} \dots\dots (1-4)$$

圖 1-13 (b) 所示  $\Delta I_B$  等於  $\Delta I_E$  減  $\Delta I_c$  得  $\Delta I_B = 0.05 \text{ MA}$  此時  $I_c$  和  $I_B$  電流流出之方向相同故

$$h_{fe} = \frac{-0.95}{-0.05} = 19 \dots\dots\dots (1-5)$$

由此得下列重要公式

$$h_{fe} = \frac{-h_{fb}}{1+h_{fb}} \dots\dots\dots (1-6)$$

公式 (1-6) 使用以前所用符號表示得

$$B = \frac{a}{1-a} \dots\dots\dots (1-6)$$

(現在已不用此種符號  $B$  改為  $h_{fe}$   $a$  改為  $h_{fb}$ )