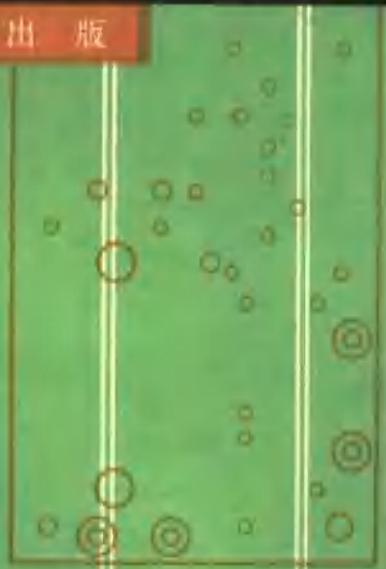




晶體管收音機初階

香港萬里書店出版



甘德源編著

晶體管收音機初階

甘德源編著

香港萬里書店出版

晶體管收音機初階

甘德源編著

出版者：萬里書店

香港北角英皇道486號三樓

電話：5-632411 & 5-632412

承印者：嶺南印刷公司

香港德輔道西西安里13號

定價：港幣四元四角

版權所有 * 不准翻印

(一九七七年十月印刷)

前 言

晶體管是電子工業的一種新元件，它被人普遍用以裝製收音機，這是近幾年間的事。它具有體小、效高、省電、耐用、經濟等多種特點，顯示出有着無比旺盛的生命力，發展前途是無可限量的。

由於晶體二極管、三極管以及配用的微型器件大量應市，價格低廉，近年初學無綫電的人，大多從裝製晶體管收音機入手，甚少再有人裝那些笨重、效低的礦石機了。本書就是爲了向大家提供一些裝晶體管收音機的知識而編寫的。

本書的第一章首先用顯淺通俗的文字，配以多幅插圖。解釋晶體管的工作原理，使大家對其特性先有個基本概念。第二章則爲介紹各種裝機常用元件，精繪出它們的實體形狀和在綫路圖上的代用符號，以及介紹它們的特性，使初次接觸無綫電的人，都能很快辨識和選用。其餘的篇章皆爲裝機實驗，步驟是由簡到繁，分別介紹一管或兩管簡易直接放大式、再生式、來復式，以至標準的超外差式，綫路都是採用最新設計，效能高超，只要大家按圖裝製，並參照實體圖的零件安排，定會有滿意的成績。

目 錄

前 言	1
第一章 晶體管基本知識	1
(一) 導體、絕緣體和半導體	2
(二) N 型半導體和 P 型半導體	4
(三) PN 結與二極管	7
(四) 晶體三極管	10
(五) 怎樣檢驗晶體三極管	13
(六) 晶體三極管的應用和注意事項	19
第二章 各種常用元件的認識	26
(一) 晶體三極管	26
(二) 晶體二極管	29
(三) 熱敏電阻	30
(四) 底板	31
(五) 鐵粉芯線圈	32
(六) μ 調諧器	34
(七) 振盪線圈與中頻變壓器	34
(八) 高頻扼流圈	34
(九) 可變電容器	36
(十) 變壓器	37
(十一) 電位器	38

(十二) 電解質電容器	38
(十三) 揚聲器	40
(十四) 耳塞	40
(十五) 乾電池及插座	41
第三章 簡易晶體管收音機製作	43
(一) 簡易式單管機之一	43
(二) 簡易式單管機之二	63
(三) 簡易式二管機	73
(四) 1—V—1 式晶體管收音機	84
第四章 再生式晶體管收音機製作	92
(一) 再生式單管機之一	92
(二) 再生式單管機之二	104
(三) 有高放的單管再生式收音機	112
第五章 來復式收音機製作	116
(一) 單管來復式機之一	116
(二) 單管來復式機之二	124
(三) 單管來復式機之三	130
(四) 二管來復式機之一	133
(五) 二管來復式機之二	142
第六章 晶體管超外差式收音機	144
(一) 二管超外差式收音機	144
(二) 四管超外差式收音機	156
(三) 標準六晶體管超外差式收音機	161

第一章 晶體管基本知識

晶體管 (Transistor) 又叫“半導體管”(俗稱“原子粒”), 從它誕生至現在, 不過歷時十數年, 但發展速度是驚人的。今天, 在無線電工業領域裏, 晶體管幾乎已可以完全代替了電子管的地位。下列幾個優點, 是真空管無法與之比擬的。例如:

1. 晶體管體積小, 用以裝製袖珍型收音機, 小巧輕盈, 攜帶方便。

2. 晶體管結構堅固, 外殼是用塑料或金屬製造, 雖從高處跌下, 亦不致如真空管那樣引起外殼破碎, 或震損內部。同時晶體管無須要求“真空”, 不虞有因漏氣或抽氣不淨而影響質素之弊。

3. 晶體管的電性能不像真空管那樣, 要通電後待燈絲發熱才能工作, 減少了電功率的消耗; 而且它處在低電壓下工作, 耗電量少。

4. 晶體管使用壽命長, 因它無須熱電源燃燒燈絲, 減少了損害內部的可能性。

5. 晶體管工作時使用低壓電池, 對初次接觸無線電的人來說, 保無觸電的危險。

當然, 到今天為止, 晶體管還不能說已經十全十美,

它本身還存在一些缺點，諸如易受溫度影響引起工作特性的改變；本身引起的噪音比真空管大；輸出功率較真空管低。不過，各國科學家正在不斷研究，缺點已在逐步改善中，可信不久將來，它定能盡善盡美。

（一）導體、絕緣體和半導體

在着手裝製晶體管收音機之前，讓我們先認識一下晶體管的特性。

晶體管的心臟是一層半導體。我們要了解晶體管的特性，必須先弄清楚導體、絕緣體和半導體的含義。在我們日常接觸的物質中，有一類是電阻很小、容易導電的金屬，如銅、鋁、鋅……這類物質叫做導體；另一類是電阻率很大，幾乎不能導電的物質，如橡膠、陶瓷、玻璃……這些物質叫絕緣體。但在自然界裏還有一些物質，它們的導電本領恰好在導體和絕緣體之間，這種物質我們就稱之為“半導體”。

金屬體之所以有很好的導電能力，是靠着金屬體裏有很多電子可以自由來往運動。平常我們說有電通過電綫，或是說電綫中有了電流，實際上所指的，就是銅綫中有很大數目的電子朝一邊移動。所以，要使物體導電，首先就要物體中有這些能够自由往來的電子。

我們知道，平常的物體都是由原子結合而成的。每一個原子除去中間的原子核，就是周圍的一些電子。金屬導體的特點在於原子結合成為導體時，許多電子都不再束縛在一定的原子上，而能够相當自由地在各原子之間運動。

這就是導體中電子能起導電作用的原因。

半導體和絕緣體就和導體不同。雖然每個原子也有很多電子，但是它們都束縛在這些原子上，不能自由離開，因此這些電子也不能起導電作用。

不過，在平常的情況下，半導體甚至絕緣體裏面也不是完全沒有自由電子的。因為物體裏面的原子雖然有一定的位置，但並不是完全不動的，而是不斷地在這位置附近很快地往復振動。物體有冷熱的區別，就是因為原子有這樣的運動。原子運動愈強，我們接觸時就感覺愈熱。所以原子的這種運動就稱為熱運動。半導體和絕緣體裏面的電子雖然不能自動擺脫原子的束縛，但是由於熱運動的刺激，就使有些原子中的電子釋放出來而成為自由的電子。半導體和絕緣體之間的區別，就在於半導體中電子束縛得比較鬆，所以放出的自由電子較多，它們能夠起一定的導電作用；而在絕緣體中，電子束縛得更牢固，熱運動的刺激只放出很少的電子，它們導電的作用小到實際上可以忽略的程度。

目前用以製造晶體管的材料主要有鍺、硅、硒等。此外還有用方鉛礦，但以鍺的性能最好。因此，大多數晶體二極管和晶體三極管，皆以鍺為基礎材料。

鍺 (Ge) 的純度如何，對導電性能很有關係。它的精製品一般是從二氧化鍺開始，經“提純”後，純度最少要有 99.99999% 以上，這數字雖和純度相差極微，但總無法把它提到絕對純度的地步。

鍺所以會起放大作用，主要靠它本身的電阻大小變

化。爲了便於控制鎘的電阻值，鎘必須先作盡可能的“提純”，然後滲進合適的雜質，才能取得適當的電阻值。

(二) N 型半導體和 P 型半導體

一塊純度很高的半導體，其中的原子核對它的電子束縛力很強，電子不能自由活動，也就是說“自由電子”很少，導電能力也就很低，與絕緣體差不多。但是如果在純淨的半導體中加入哪怕是百萬分之一的雜質，它的導電能力也就有很大的改變。

以鎘(Ge)爲例，鎘原子有 32 個電子，按一定的規律分成四層，排列在原子核的周圍，從裏往外，第一層爲 2 個電子，第二層爲 8 個電子，第三層爲 18 個電子，最外向一層是 4 個電子，如圖 1-1。在這些電子中，裏面三層

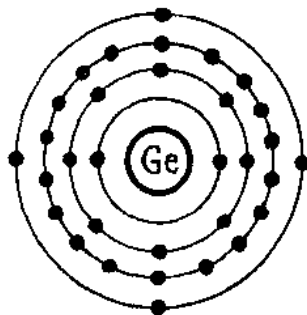


圖 1-1 鎘原子的結構圖

的電子是比較穩定的，而最外面一層的4個電子是不穩定的。這最外層的4個電子叫做“價電子”。每一個鍺原子就通過這4個價電子，和另外4個鍺原子的價電子拉起手來，組成4個“共價鍵”，而達到穩定，如圖1-2。

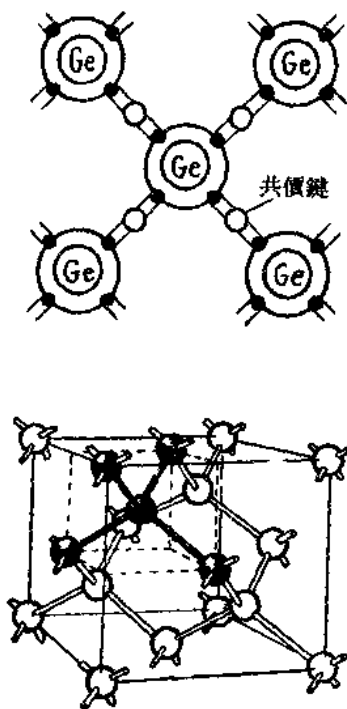


圖 1-2 共價鍵的組成原理

如果在鍺晶體裏加入少量的砷 (As) 或銻 (Sb) 後，因為它們每個原子的外層都有 5 個價電子，其中有 4 個價電子就和周圍 4 個鍺原子的價電子拉起手來，組成共價鍵，還有一個價電子，因為沒有手來拉它，被排斥在共價鍵之外，所以就能在鍺晶體中自由跑動，成為“自由電子”，如圖 1-3。鍺晶體中加了砷或銻，產生了许多自由電子，它的導電能力就大大增加。由於這種導電作用主要是依靠自由電子，因此稱為“電子型鍺”或“N 型鍺”，而靠自由電子導電的半導體，也就通稱為“電子型半導體”或“N 型半導體”。

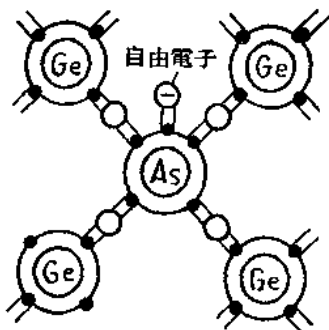


圖 1-3 在鍺晶體中加入少量砷或銻的情形

如果在鍺晶體中不是加入砷或銻，而是加入少量的銦 (In) 或硼 (B)，情況又不同了。因為銦和硼原子的外層只有 3 個價電子，因此它和 4 個鍺原子的價電子“拉手”時，

就少了一隻“手”，或者說多了一個“空位”出來了，如圖 1-4。這個空位就要從別處拖一個價電子來組成共價鍵，那麼被拖走一個價電子的鍺原子就出現了一個空位，再要到別的鍺原子中去拖價電子，這樣，就好像空位在鍺晶體中“跑”一樣。為了方便起見，我們特地稱它為“空穴”。空穴能和自由電子一樣，在鍺晶體中跑來跑去，導電就是依靠它們來完成，因此稱這樣的鍺為“空穴型鍺”或“P 型鍺”依靠空穴導電的半導體，通稱為“空穴型半導體”或“P 型”半導體。

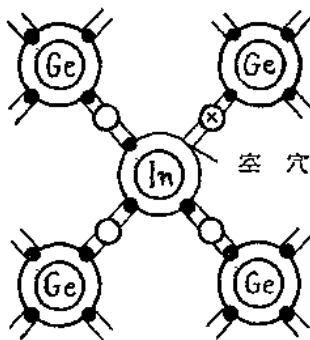


圖 1-4 在鍺晶體中加入少量銦或銻的情形

(三) PN 結與二極管

把一塊鍺一半變成 N 型，一半變成 P 型，如圖 1-5 那樣緊密地結合在一起，中間的結合處就叫做“PN 結”。

晶體二極管，就是利用這 PN 結製成的。

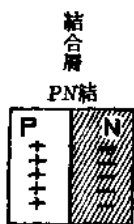


圖 1-5 PN 結的組成

在 PN 結的左面 P 型鍺中有帶正電的空穴，右面 N 型鍺中有帶負電的電子，它們彼此要向對方擴散，N 型鍺中的電子向 P 型鍺方向移動，越過交界面以後，就在靠近交界處積累起負電來；同樣，P 型鍺中的空穴向 N 型鍺方向移動，越過交界面以後，就在靠近交界處積累起正電。這種電的積累到一定程度以後，就形成了一個阻擋層，阻止電子和空穴的繼續移動。

如果給 PN 結的兩端加上一個電壓，P 端接負，N 端接正，如圖 1-6 所示。這樣，P 型鍺中的空穴和 N 型鍺中的電子，都沿着離開阻擋層的方向向兩端移動，使阻擋層變厚，呈現非常高的電阻值，電子和空穴一般都無法通過，只有少數能量特別高的電子能通過阻擋層而形成電流。這種電流叫做“反向電流”。

假使把外加上去的電壓的方向掉過頭來，P 端接正，N 端接負，如圖 1-7。那麼情況就完全不同了，阻擋層電

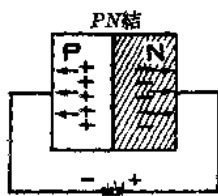


圖 1-6 反向電流的形成

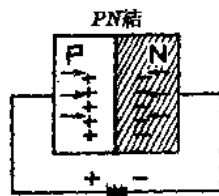


圖 1-7 正向電流的形成

場被減弱，呈現非常低的電阻值。這時候，P 型鎢中的空穴和 N 型鎢中的電子，就能非常順利地越過交界處，電路中就有較大的電流流過。這時候的電流，我們叫它為“正向電流”。

由於 PN 結具有只向一個方向導電的特性，因此晶體二極管（即 PN 結），可用來作為無綫電上整流和檢波的元件。

按照結構的不同，晶體二極管可以分為點接觸型與面接觸型兩種。這兩種二極管的用途也有些不同，點接觸型允許通過的電流很小，極間的電容也很小，適宜作高頻檢波用；而面接觸型允許通過的電流較大，極間的電容也較大，適宜用於整流。

鎢晶體二極管的型號很多，它的接法，在一般電路裏沒有嚴格的規定，正接反接都可以。但在有的電路裏，要按照電路規定的接法來接，不能接反，否則收音機就無聲。它的正負極可以從外邊塗的顏色來區別，一端有紅色

的是正極，另一端不塗顏色的是負極，或者在晶體管管身部分某一端圈上一圈顏色標記，此端即代表負極。有些則照電路圖方式在二極管身上直接繪上極向符號，焊接時就更方便了（見圖 1-8）。如果買到兩端都不塗顏色的，則用萬用電表測量兩端的電阻來分清它的正負極。好的兩極管，測它的正向電阻，大約 600Ω 左右，這時紅表筆（+）所接觸的為負極，黑表筆（-）所接觸的是正極。

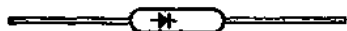


圖 1-8 繪有極向符號的晶體二極管

通常我們選購晶體二極管的時候，也是根據上述測得的電阻為依據的。正向電阻總在幾百 Ω 之間，越小越好。而反向電阻，在幾百千歐甚至超過 $1M$ 以上，越大越好。總之，正反向之間的電阻率差距越大，表示單向導電性能越好，靈敏度越高，用它來作檢波效果當然也越好。

（四）晶體三極管

晶體二極管只能起整流和檢波作用，而晶體三極管和電子管一樣，除了能够檢波以外，具有放大作用。因而能代替電子管在各種電路裏應用。

一塊半導體，中間是 P 型，兩旁是 N 型，或者中間是 N 型，兩旁是 P 型，也就是說，有兩個 PN 結，就有可能做成三極管。根據組合的方式不同，晶體三極管有

PNP 型和 NPN 型兩種。

圖 1-9 是 PNP 型三極管的示意圖，左邊的 P 型鍺接上適當的電壓後，能向中間 N 層發射空穴，因而叫做發射極，符號是 E (或 e)，它相當於電子管中發射電子的陰極。右邊的 P 型鍺，用來收集發射極發射到中間 N 型鍺層中去的空穴，因此叫做集電極，符號是 C (或 c)，它相當於電子管中收集電子的屏極。中間的 N 型鍺叫做基極，符號是 B (或 b)，它能控制發射極發射空穴的多少，和電子管中控制柵的作用相同。

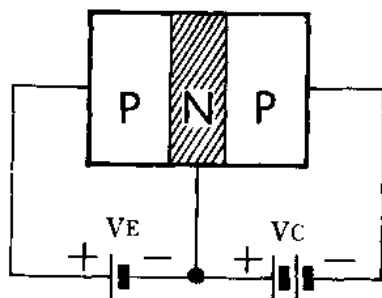


圖 1-9 PNP 型三極管示意圖

圖 1-10 是 NPN 型三極管的示意圖，中間的 P 型鍺層作為基極，兩邊的 N 型鍺分別作為發射極和集電極。它的作用和原理與 PNP 型的完全相同，所不同的是 PNP 型三極管主要是空穴導電，而 NPN 型三極管主要是電子導電的。另外，電池的接法，PNP 型和 NPN 型完全