

少年半导体收音机

SHAONIAN BANDAOTI SHOUYINJI

湯洪涛編著



雙年展設計目錄

雙年展設計目錄

雙年展設計目錄



少年半导体收音机

湯 洪 涛 编著

少年儿童出版社

內 容 提 要

半导体管又叫晶体管，是一项新技术，少年們对此感到极大的兴趣。用半导体管裝置的收音机，具有体积小，用电省，寿命长，便于携带等許多优点。

本书首先闡述了半导体管的基本原理，然后由淺入深，介紹了直接放大式、再生式、来复式直到标准的超外差式六管机等二十多种实用半导体收音机的电路和裝置調整方法。书中对于元件的選擇和半导体三极管的簡易測試方法也作了适当的介紹，很适合少年們开展科技活动的需要。

少年半导体收音机

湯洪涛編著

陈芝仪 胡庚生繪图 張之凡裝幀

少年兒童出版社出版

上海延安西路1538号

上海市书刊出版业营业許可証出014号

上海市印刷三厂印刷 新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

統一书号：R10024·2977 书号：自1090（高小、初中）开本787×1092毫米1/28 印张3 6/7 字数66,000
1964年3月第1版 1964年11月第4次印刷 印数180,001—275,000 定价（6）0.28元

前 言

半导体三极管又叫晶体三极管。从第一个半导体三极管诞生到现在,不过十多年的历史,但发展的速度是惊人的,它几乎完全可以代替一般电子管在电路中工作了。

半导体三极管具有寿命长、体积小(只有电子管的 $\frac{1}{10}$)、重量轻(仅电子管的 $\frac{1}{10}$)、耐震动、用电省、需要的电压很低等一系列的特点,得到各方面广泛应用,最普通的是用来装置收音机。

近几年来,我国已能制造半导体三极管了,自己生产的小型元件也有出售,这是我们少年无线电爱好者最高兴的事,因为我们已能使用国产元件来从事装置与研究半导体收音机了。

我是一个无线电爱好者,喜欢在业余时间里搜集各种资料,装置和研究无线电。在装置过程中,当然有成功有失败。现在将我平日装置的半导体收音机,选取其中效果较好的,由简到繁,系统地介绍给广大少年无线电爱好者作为参考。由于时间短,经验少,理论水平又低,一定存在着不少缺点和问题,欢迎大家指正。

編 者

• III •

目 录

前 言	III
第一章 半导体基本知識	1
一、什么是半导体	1
二、N型半导体和P型半导体	1
三、PN 结与两极管	4
四、半导体三极管	6
五、怎样检验半导体三极管	9
六、半导体三极管的应用和注意事项	12
第二章 簡易半导体收音机制作	17
一、单回路式半导体单管收音机	17
二、双回路式半导体单管收音机	23
三、几种簡化的半导体单管收音机	27
四、自由能半导体收音机	31
第三章 再生式与来复式半导体单管收音机制作	35
一、半导体再生式单管机之一	35
二、半导体再生式单管机之二	44

三、有高放的半导体单管再生式收音机	50
四、来复式半导体单管机之一	51
五、来复式半导体单管机之二	55
第四章 半导体多管收音机制作	61
一、0—V—2 半导体两管机之一	61
二、0—V—2 半导体两管机之二	67
三、1—V—2 半导体两管机	71
四、1—V—3 半导体三管机	74
五、推挽输出来复式三、四管收音机	79
第五章 半导体超外差式收音机制作	84
一、简易两管来复超外差式收音机	84
二、三管来复超外差式收音机	92
三、四管超外差式收音机	93
四、五管超外差式收音机	96
五、六管超外差式收音机	97
六、实验板	99

第一章 半导体基本知識

一、什么是半导体

在我们日常接触的物质中，一类是电阻率很小，容易导电的金属，如铜、银、铝……这类物质叫做导体；另一类是电阻率很大，几乎不能导电的物质，如橡胶、陶瓷、玻璃……这些物质叫做绝缘体。但是在自然界里还有一些物质，它们的导电本领恰好在导体和绝缘体之间，这种物质我们就叫它为“半导体”。目前用来制造半导体管的材料主要有锗、硅、硒等。

二、N型半导体和P型半导体

一块纯度很高的半导体，其中的原子核对它的电子束缚力很强，电子不能自由活动，也就是说“自由电子”很少，导电能力也就很低，与绝缘体差不多。但是如果在纯净的半导体中加入哪怕是百万分之一的杂质，它的导电能力也就有很大的改变。

以锗(Ge)为例，锗原子有 32 个电子，按一定的规律分成四层，排

列在原子核的周围,从里往外,第一层为 2 个电子,第二层为 8 个电子,第三层为 18 个电子,最外面一层是 4 个电子,如图 1—1。在这些电子中,里面三层的电子是比较稳定的,而最外面一层的 4 个电子是不稳定的。这最外层的 4 个电子叫做“价电子”。每一个锗原子就通过这 4 个价电子,和另外 4 个锗原子的价电子拉起手来,组成 4 个“共价键”,而达到稳定,如图 1—2。

如果在锗晶体里加入少量的砷(As)或锑(Sb)后,因为它们每个原子的外层都有 5 个价电子,其中有 4 个价电子就和周围 4 个锗原子的价电子拉起手来,组成共价键,还有一个价电子,因为没有手来拉它,被排斥在共价键之外,所以就能在锗晶体中自由跑动,成为“自由电子”,

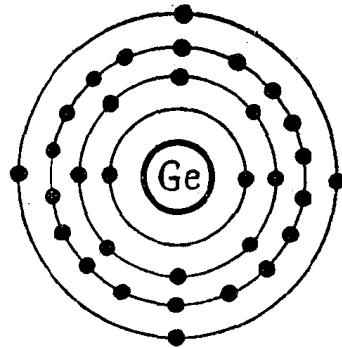


图 1—1

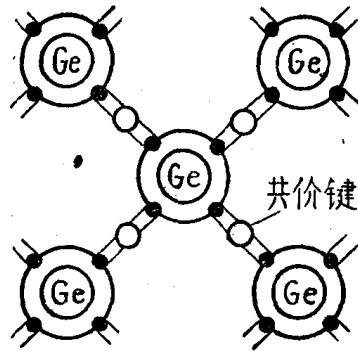
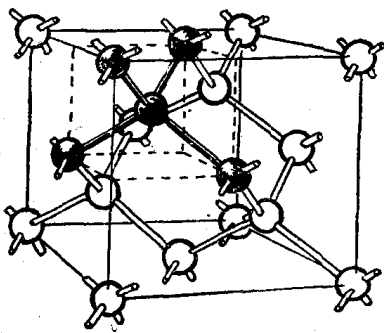


图 1—2

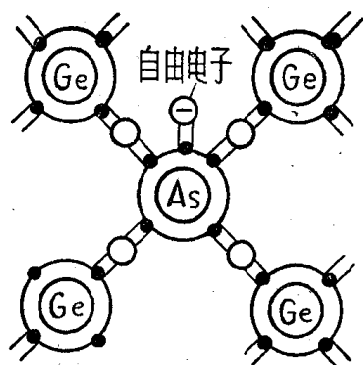


图 1—3

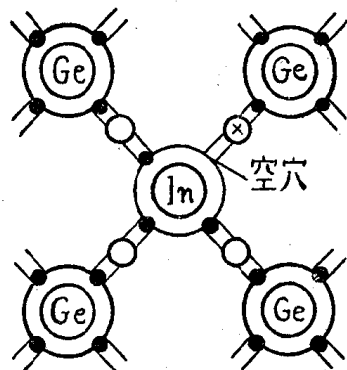


图 1—4

如图 1—3。锗晶体中加了砷或锑，产生了许多自由电子，它的导电能力就大大增加。由于这种导电作用主要是依靠自由电子，因此称为“电子型锗”或“N型锗”，而靠自由电子导电的半导体，也就通称为“电子型半导体”或“N型半导体”。

如果在锗晶体中不是加入砷或锑，而是加入少量的铟(In)或硼(B)，情况又不同了。因为铟和硼原子的外层只有3个价电子，因此它和4个锗原子的价电子“拉手”时，就少了一只“手”，或者说多了一个“空位”出来了，如图1—4，这个空位就要从别处拖一个价电子来组成共价键，那么被拖走一个价电子的锗原子就出现了一个空位，再要到别的锗原子中去拖价电子，这样，就好象空位在锗晶体中“跑”一样。为了方便起见，我们特地称它为“空穴”。空穴能和自由电子一样，在锗晶体中跑来跑去，导电就是依靠它们来完成，因此称这样的锗为“空穴型锗”或“P型锗”，依靠空穴导电的半导体，通称为“空穴型半导体”或“P型半

导体。

三、PN 结与两极管

把一块锗一半变成N型，一半变成P型，如图 1—5 那样紧密地结合在一起，中间的结合处就叫做“PN 结”。半导体两极管，就是利用这 PN 结制成的。

在 PN 结的左面 P 型锗中有带正电的空穴，右面 N 型锗中有带负电的电子，它们彼此要向对方扩散，N 型锗中的电子向 P 型锗方向移动，越过交界面以后，就在靠近交界处积累起负电来；同样，P 型锗中的空穴向 N 型锗方向移动，越过交界面以后，就在靠近交界处积累起正电。这种电的积累到一定程度以后，就形成了一个阻挡层，阻止电子和空穴的继续移动。

如果给 PN 结的两端加上一个电压，P 端接负，N 端接正，如图 1—6 所示。这样，P 型锗中的空穴和 N 型锗中的电子，都沿着离开阻挡层的方向向两端移动，使阻挡层变厚，呈现非常高的电阻值，电子和空穴一般都无法通过，只有少数能量特别高的电子能通过阻挡层而形成电流。这种电流叫做“反向电流”。

假使把外加上去的电压的方向掉过头来，P 端接正，N 端接负，如图 1—7。那么情况就完全不

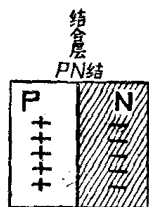


图 1—5

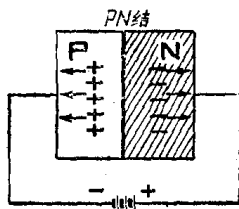


图 1—6

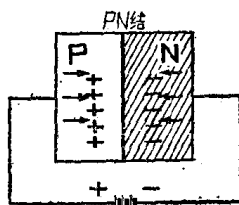


图 1—7

同了，阻挡层电场被减弱，呈现非常低的电阻值。这时候，P型锗中的空穴和N型锗中的电子，就能非常顺利地越过交界处，电路中就有较大的电流流过。这时候的电流，我们叫它为“正向电流”。

由于PN结具有只向一个方向导电的特性，因此半导体两极管（即PN结），可用来作为无线电上整流和检波的元件。

按照结构的不同，半导体两极管可以分为点接触型与面接触型两种。这两种两极管的用途也有些不同，点接触型允许通过的电流很小，极间的电容也很小，适宜作高频检波用；而面接触型允许通过的电流较大，极间的电容也较大，适宜用于整流。

国产锗半导体两极管的型号很多，它的实体如图1—8。它的接法，在一般电路里没有严格的规定，正接反接都可以。但在有的电路里，要按照电路规定的接法来接，不能接反，否则收音机就无声。它的正负极

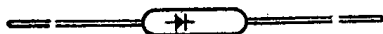


图 1—8

可以从外边涂的颜色来区别，一端有红色的是正极，另一端不涂颜色的是负极。如果买到两端都不涂颜色的，则用万用电表测量两端的电阻来分清它的正负极。好的两极管，测它的正向电阻，大约600欧姆左右，这时红表笔（+）所接触的为负极，黑表笔（-）所接触的是正极。

通常我们选购半导体两极管的时候，也是根据上述测得的电阻为依据的值。正向电阻总在几百欧姆之间，越小越好。而反向电阻，在几百千欧甚至超过1兆欧以上，越大越好。总之，正反向之间的电阻

率差距越大,表示单向导电性能越好,灵敏度越高,用它来作检波效果当然也越好。

四、半导体三极管

半导体两极管只能起整流和检波作用,而半导体三极管和电子管一样,除了能够检波以外,具有放大作用。因而能代替电子管在各种电路里应用。

一块半导体,中间是P型,两旁是N型,或者中间是N型,两旁是P型,也就是说,有两个PN结,就有可能做成三极管。根据组合的方式不同,半导体三极管有PNP型和NPN型两种。

图1—9是PNP型三极管的示意图,左边的P型锲接上适当的电压后,能向中间N层发射空穴,因而叫做发射极,符号是E(或e),它相当于电子管中发射电子的阴极。右边的P型锲,用来收集发射极发射到中间N型锲层中去的空穴,因此叫做集电极,符号是C(或c),它相当于电子管中收集电子的屏极。中间的N型锲叫做基极,符号是B(或b),它能控制发射极发射空穴的多少,和电子管中控制栅的作用相同。

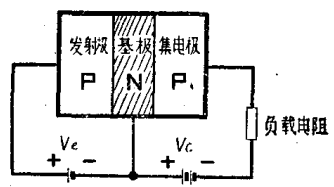


图 1—9

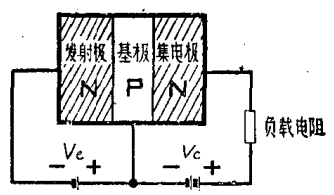


图 1—10

图1—10是NPN型三极管的示意

图,中间的P型锫层作为基极,两边的N型锫分别作为发射极和集电极。它的作用和原理与PNP型的完全相同,所不同的是PNP型三极管主要是空穴导电,而NPN型三极管主要是电子导电的。另外,电池的接法,PNP型和NPN型完全相反。半导体三极管的符号如图1—11

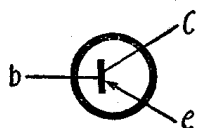


图 1—11

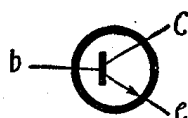


图 1—12

和图 1—12,两者之间的区别在于:发射极箭头向内的是PNP型,发射极箭头向外的是NPN型。

半导体三极管除了根据它们的组合方法不同,分为PNP型和NPN型以外,根据它们的内部结构不同,又分为点接触型和面接触型两种。目前国内生产的半导体三极管,都是面接触型的。常见的半导体三极管型号很多,为了便于参考起见,将目前较流行的国产半导体三极管列成表(见第8页)。表中所列的型号是旧型号,现在我国国家科学技术委员会对半导体管的命名有了新的规定,从今年七月一日起正式实施。旧型号Π6A,新型号为3AX1;旧型号Π401,新型号为3AG1;旧型号2Z171,新型号为3AX13;旧型号2Z301,新型号为3AG1。

型 号		三个电极的位置图
П 6 А П 6 Б П 6 В П 6 Г П 6 Д	低 頻 低 頻 低 頻 中 頻 低 頻	
2G 100 2G 101 2G 102 2G 103 2G 104 2G 105	低 頻 低 頻 低 頻 低 頻 低 頻 低 頻	
ZK 306 ZK 307 ZK 308 ZK 309	高 頻 高 頻 高 頻 高 頻	
П 401 П 402 П 403 П 403А	高 頻 高 頻 高 頻 高 頻	
2Z 171 2Z 172 2Z 301 2Z 302 2Z 303 2Z 304	低 頻 低 頻 高 頻 高 頻 高 頻 高 頻	

五、怎样检验半导体三极管

检验PNP型半导体三极管好坏的方法,最简单的就是用万用电表或欧姆表测量三个电极的正反向直流电阻。先如图1—13测量基极与集电极正反向电阻。完好的三极管,它的正向电阻在400欧姆左右,而反向电阻约为几百千欧,越大越好,但不能无限大。如果电表的读数无限大,则表示电极已断路,根本不能使用。其次如图1—14那样测量集电极与发射极反向电阻,在正常情况下,反向电阻不应小于50千欧,否则也不能使用。如上述测量的结果完全符合要求,则不必再测量发射极与基极的正反向电阻。

如果要判断半导体三极管的放大性能,可按图1—15接线,在基极和集电极间加接一个100千欧的固定电阻;

假使电表的读数在5—10千欧,这是完好的表示。读数越小,放大性能越好。如果接上100千欧电阻后,电表的读数

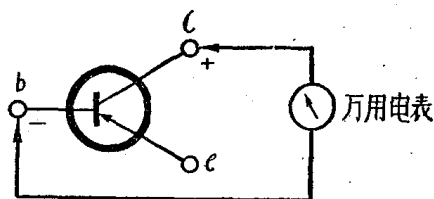


图 1—13

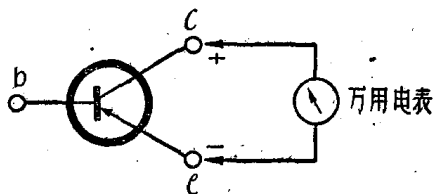


图 1—14

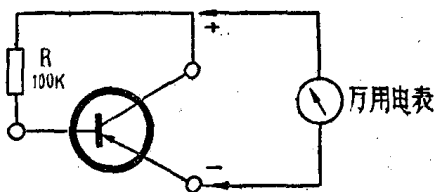


图 1—15

不变，或者变得很少，这就表明没有放大作用了。有时电表的指针不是停止不动，而自动地沿着阻值减小的方向移动（也有向大的方向移动），这只三极管不仅有很大的噪声，而且工作也很不稳定的，应用时不会有好的成绩。

检验 NPN 型的半导体三极管好坏，方法与检验 PNP 型的相同，只要把两枝表笔反过来就可以了。

进行上述检验的时候要注意，时间不宜过长，否则就容易烧毁三极管的，所以要小心从事。如果从小脚电子管座上拆下 6 个小插脚，找几只空心铆钉和一只 500K 的电位器，按图 1—16 装置在一只小木匣

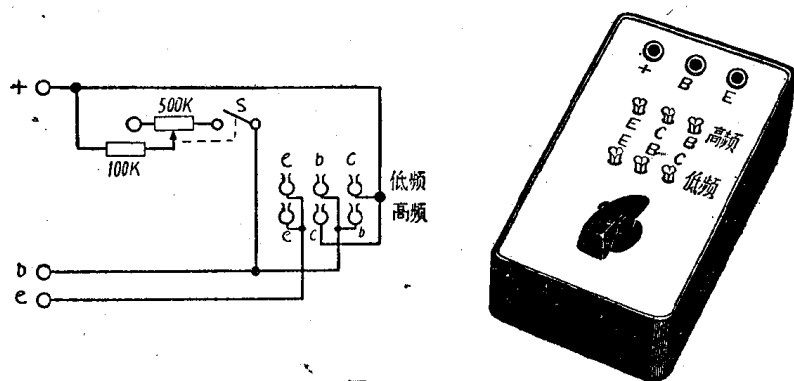


图 1—16

里，就可以使两枝表笔不会接错，加快检验速度。检验的方法是这样的：先将半导体三极管的三个电极引线，插入相适应的三个小插脚里，然后将万用电表转到最大欧姆量程，例如 $R \times 1000$ 或 $R \times 100$ 处，把红色的正表笔插入有“+”记号的空心铆钉内，黑色的负表笔插入有 b 记号的空心铆钉，即测得基极与集电极反向电阻。如果把负表笔插入有 e 记号的空心铆钉，即可测得集电极和发射极间的电阻。同时旋转