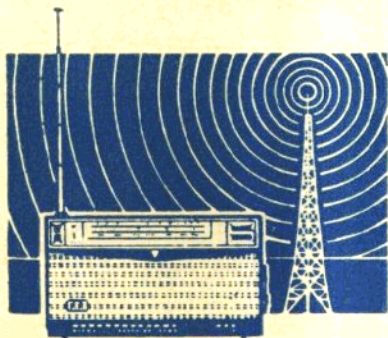




北京市中学课本

物理

第四册

上册



PDG

北京市中学课本

物 理

第 四 册

上 册

北京市教育局教材编写组编

*

北京人民教育出版社出版

北京市新华书店发行

北京印刷八厂印刷

*

1973年1月第1版

1973年1月第1次印刷

书号: K7·143

定价: 0.28 元

毛主席语录

我们的教育方针，应该使受教育者在德育、智育、体育几方面都得到发展，成为有社会主义觉悟的有文化的劳动者。

学生也是这样，以学为主，兼学别样，即不但学文，也要学工、学农、学军，也要批判资产阶级。学制要缩短，教育要革命，资产阶级知识分子统治我们学校的现象，再也不能继续下去了。

目 录

第一章 半导体和半导体低频放大器	1
第一节 半导体	2
第二节 半导体二极管	8
第三节 半导体二极管的整流	16
第四节 半导体三极管	24
第五节 单管低频放大器的工作原理	33
第六节 半导体放大器的偏置电路	38
第七节 放大器的级间耦合	44
第八节 功率放大器	49
第二章 电磁波的发射和接收	55
第一节 电磁振荡	56
第二节 半导体振荡器	62
第三节 无线电广播	70
第四节 调谐	78
第五节 检波	83
第六节 来复再生式半导体收音机	88
第七节 超外差式收音机	94
第八节 无线电技术的应用	108
实验	
实验一 用万用电表的电阻档检查无线电元件	112

实验二	测试半导体三极管	118
实验三	半导体低频放大器的安装	124
实验四	来复再生式半导体收音机的安装	129
附录		
附录一	晶体管电路图常用符号说明	135
附录二	国产晶体管型号命名法	138
附录三	常用晶体管及其参数	140

第一章 半导体和半导体 低频放大器

我们在初中已经学习了电子管的一些基本知识。十几年前，各种无线电设备广泛使用的是电子管，一些复杂的设备中常要用到很多的电子管。但是电子管有不少缺点，例如体积大、耗电多、重量重等，因此，在一些领域中不能满足人们的需要。毛主席说：“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。”人们在同自然界的长期斗争中发现了一种具有特殊导电性能的物质——半导体，并利用它于本世纪四十年代末制成了一种具有体积小、重量轻、省电、寿命长等优点的器件——半导体管，从而在很多场合取代了电子管。但是在文化大革命以前，由于叛徒、内奸、工贼刘少奇推行“洋奴哲学”、“爬行主义”等修正主义路线，致使我国半导体工业发展很慢。在无产阶级文化大革命运

动中，广大群众批判了刘少奇的反革命修正主义路线，在毛主席的革命路线指引下，走自己工业发展的道路，在短短的几年中，半导体工业发展很快。就拿半导体管来说，现在我国已经能够生产各种类型的半导体管，并且已被广泛地应用在工农业生产、国防建设和科学研究等各个领域。

半导体管的出现在无线电电子技术中引起了一场变革，同时也推动了其他有关部门的飞跃发展。目前，半导体管在许多场合已经或正在取代电子管。但是任何事物都是一分为二的，在另外一些场合，电子管仍然是不可缺少的，如在超高频、大功率等方面，电子管仍然发挥着很大的作用。

本章主要是学习半导体的特性，半导体二极管和三极管的构造，以及整流、放大原理，并学习一些半导体低频放大器的初步知识。

第一节 半 导 体

一、半导体及其特性

大家都知道，银、铜、铝等金属材料是善于导电的，我们把它们叫做导体。而橡皮、塑料、陶瓷等却很不善于导电，通常把它们叫做绝缘体。锗、硅、

硒、砷化镓及许多金属氧化物和金属硫化物等物质，它们的导电能力介于导体和绝缘体之间，所以我们把它们叫做半导体。

半导体还具有一些特殊的性质：同一块半导体，在不同的外界条件下导电能力变化很大。当外界温度升高一些时，半导体的导电能力增加很多；当外界温度下降一些时，它的导电能力又降低很多。半导体的导电能力或电阻率与温度有密切关系，这种特性叫做半导体的热敏性。利用半导体的热敏性可制成自动控制用的热敏元件，如热敏电阻等。另外，半导体的导电性能也受光的影响，当光线照射到某种半导体上时，它的导电能力变得很强；没有光照射时，它又象绝缘体一样导电能力很差。这种特性叫做半导体的光敏性。利用半导体的光敏性可以制成自动控制用的各种光敏元件，如光电池、光电二极管、光电三极管和光敏电阻等。自动计数、自动停车等自动控制设备中常采用半导体光敏元件进行工作。

如果在纯净的半导体物质中适当地掺入微量杂质，则半导体的导电能力会有上百万倍的增加，这是半导体最重要的性质。人们利用半导体的这个特性，可以制造各种不同用途的半导体器件，如半导体二极管、三极管等。

二、半导体导电原理

半导体为什么会有上述那些导电特性呢？毛主席教导我们：“事物发展的根本原因，不是在事物的外部而是在事物的内部，在于事物内部的矛盾性。”半导体所以具有这些不同于导体和绝缘体的导电特性，其根本原因是由它的内部结构决定的。

原子是由带正电的原子核和带负电的电子组成的，电子又分几层围绕着原子核在不停地运动。其中，内层电子受原子核的吸引力较大，外层电子受原子核的吸引力较小。和其他材料比较起来，金属材料的外层电子受原子核束缚力较小，能够挣脱原子核的束缚而成为自由电子，它们能够在外电场的作用下做定向运动而形成电流，因此金属的导电性能良好。而绝缘体则不是这样，原子外层电子受原子核的束缚力很大，很不容易挣脱出来，它们形成为自由电子的机会非常小，因此绝缘体导电性能很差。但半导体却有所不同。如图 1—1 所示，典型的半导体锗或硅每一个原子外层的电子都有四个，它们与四邻的原子外层电子组成共价键，通常把它们叫做价电子。在通常情况下，这些价电子不能在半导体中自由移动。只有少数电子，在一定温度下，由于热运动可能挣脱束缚而

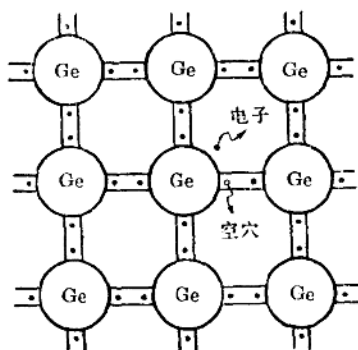


图 1—1 纯净半导体的结构示意图

成为自由电子。电子离开后所留下的空位叫做“空穴”。空穴是带正电的。当出现空穴时，附近的价电子就很容易前来补充，从而形成了价电子的运动。这种运动，就好象带正电荷的空位在移动，为了和自由电子的运动相区别，我们就把这种运动叫做“空穴”运动。

当半导体处于外加电压作用下，自由电子进行定向运动而形成电子电流，价电子就依次填补空穴而形成空穴电流。也就是说，在半导体中存在着少量的自由电子和空穴可以导电，但因自由电子和空穴数量很少，所以半导体导电能力很弱，这是半导体导电特性的内在原因。

当外界温度升高或有光线照射到半导体上时，半导体吸收了热能或光能，被束缚着的价电子获得了较

多的能量，就会有比较多的电子摆脱价电子的束缚状态，转变为自由电子。同时，空穴数目也相应增加，因而半导体的导电能力便大为增强了，这就是半导体呈现热敏性和光敏性的内在原因。

三、N 型半导体和 P 型半导体

前面已经说过，如果在纯净的半导体物质中掺入微量杂质，则半导体的导电能力会有上百万倍的增加。掺到纯净半导体物质中的杂质元素有两类，因而形成两种类型的半导体。第一类是在锗或硅中掺入少量的五价元素砷(As)、锑(Sb)或磷(P)等，因为它们的原子最外层有五个价电子，多余一个电子不能与锗或硅的四个价电子组成共价键，如图 1—2 所示。这个多余的电子受杂质原子核束缚较弱，在常温下几乎全部电离，因而半导体材料中自由电子大为增加。这种类型的半导体主要靠电子导电形成较强的电流，所以叫做电子导电半导体，或者叫做 N 型半导体。第二类是在锗或硅中掺入少量的三价元素铟(In)、硼(B)或铝(Al)等，因为它们的原子最外层只有三个价电子，当与锗或硅的四个价电子组成共价键时缺少一个电子，相邻的锗或硅原子的价电子就会前来补充，从而形成一个空穴。因而半导体材料中空穴数目大为增

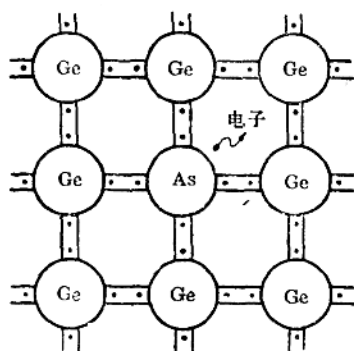


图 1—2 N型半导体的结构示意图

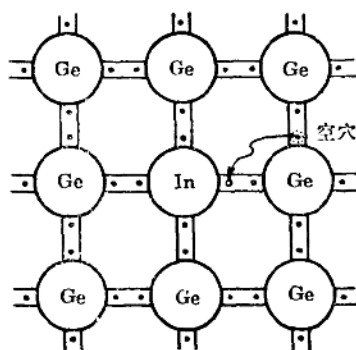


图 1—3 P型半导体的结构示意图

加，如图1—3所示。这种类型的半导体主要靠空穴导电形成较强的电流，所以叫做空穴导电半导体，或者叫做P型半导体。

综上所述，可以看出，半导体的热敏性、光敏性和掺杂质元素后的导电特性，其根本原因是半导体的

内部结构决定的，是由于事物内部的矛盾性所决定的。

作 业

1. 什么叫做半导体？它有什么主要特性？
2. 什么是N型半导体？什么是P型半导体？

第二节 半导体二极管

半导体管（又叫晶体管）种类很多，用途各异，它在无线电电子工业中起着重要的作用。过去在无线电技术中多用电子管来工作，但由于半导体管具有体积小、重量轻、耐震、省电、寿命长等优点，因而近些年来半导体管得到了广泛的应用。

早在本世纪初，人们就曾经使用过天然矿石检波器（半导体二极管）。但是因为天然矿石的效果较差，在二极电子管发明以后，就很快地被电子管取代了。随着无线电技术的日益发展，二极电子管显出了工作性能上的弱点，于是人们又重新研究并使用了半导体二极管。随后，又发明了半导体三极管和其他各种半导体管，使无线电技术进入一个崭新的发展阶段。毛主席教导我们：“实践、认识、再实践、再认识，这种形式，循环往复以至无穷，而实践和认识之每一循

环的内容，都比较地进到了高一级的程度。”在无线电技术中，从天然半导体二极管的利用到普遍使用电子管，又到半导体管的发明和广泛使用的发展过程，充分体现了伟大领袖毛主席这一教导的无比正确。

一、半导体二极管的构造

半导体二极管按其结构来分，可以分为点接触型和面结合型两大类，其构造、外形和符号如图 1—4 所示。点接触型半导体二极管一般是金属丝（钨丝、

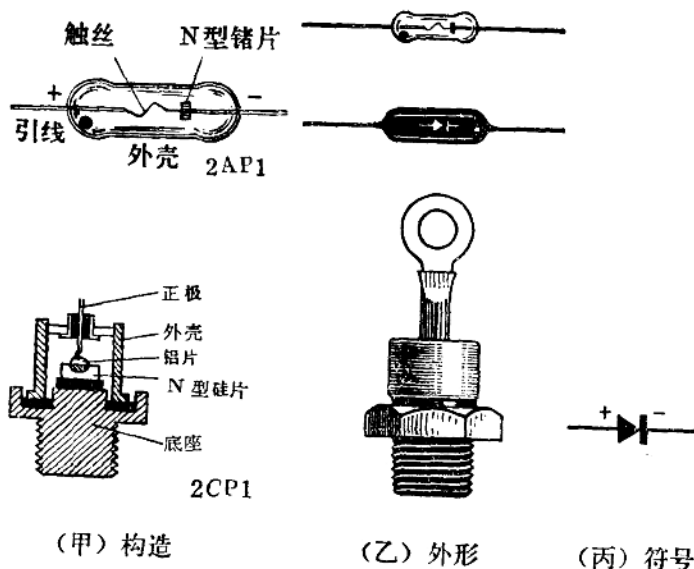


图 1—4 半导体二极管结构

金丝等)与半导体材料(N型或P型)晶片接触,加以电流处理,致使金属丝上的原子扩散到半导体晶片中,于是便形成了一个导电类型与原来晶片相反的薄层(如原来是N型锗片,则在金属丝周围产生了P型区域),出现了PN结,这样便制成了点接触型二极管。面结合型半导体二极管一般是在N型硅上面加一块铝,在高温下烧结,使一部分铝熔于硅内,生成P型半导体,出现了PN结,这样便制成了面结合型半导体二极管。

半导体二极管的构造如上所述,那么它的导电特性又是如何呢?下面我们通过一个实验来了解这个问题。

把一个二极管和电池组、电键、电阻以及电流表按图1—5(甲)所示连接起来。闭合电键后,电流表指针发生偏转,这说明二极管此时“导通”。若把此线路

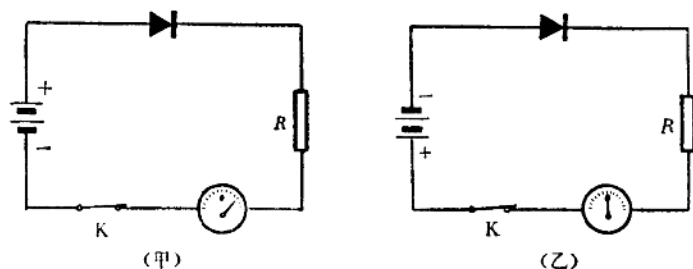


图 1—5

按图1—5 (乙) 所示连接起来, 闭合电键后, 电流表指针不发生偏转, 这说明二极管此时“不导通”。

从上述实验就能够说明二极管具有单向导电性。习惯上把二极管导电时接电源正极的一端叫二极管的正极(或阳极), 另一端叫二极管的负极(或阴极)。

二、PN 结的形成及其单向导电性

二极管为什么具有单向导电性呢? 这是由于它的内部矛盾性所决定的。

当 P 型半导体和 N 型半导体紧密地结合在一起时, 由于 P 型半导体中空穴密度大, N 型半导体中电子密度大, 所以 P 型区域的空穴就要向 N 型区域扩散, 同时 N 型区域的电子也要向 P 型区域扩散。扩散的结果, 如图 1—6 所示, 在 P 型半导体和 N 型半导体的交界面处, 便形成了一个带电的特殊薄层, 在 P 型

区这边的薄层中, 由于缺少空穴, 呈现出负电, 在 N 型区这边的薄层中, 由于缺少

电子, 呈现出正电, 因而形成了一个电场。这个电场的方向是由 N 型区域指向 P 型区域, 它对 P 型区域的空穴和 N 型区域的电子的扩散起阻碍作用。这个



图 1—6

带电薄层叫做 PN 结，又叫做阻挡层（因它有阻止电子和空穴继续扩散的作用）。由阻挡层产生的电场叫做阻挡层电场。

在 P 型半导体和 N 型半导体结合的起初，由于阻挡层电场较小，所以扩散占优势，但随着扩散的不断进行，带电薄层很快增厚，阻挡层电场也在不断地增强，从而对扩散的阻力也就增大，使扩散逐渐减弱，发展到最后，N 型区域的电子和 P 型区域的空穴不再减少，达到了相对稳定的状态，带电薄层就不再增厚了。

当 PN 结两端加以正向电压时[如图 1—7(甲)]，电源在 PN 结上所加电场的方向恰好与 PN 结阻挡层电场方向相反。因此，阻挡层电场被削弱，阻挡层变薄，相当于 PN 结电阻减少了（这时的电阻叫正向电阻），所以 P 型半导体中的空穴和 N 型半导体中的电子在外电场的作用下，不断通过 PN 结，形成了正向电流。

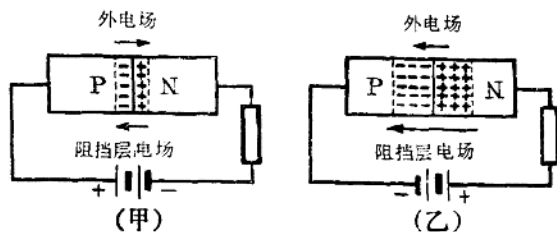


图 1—7