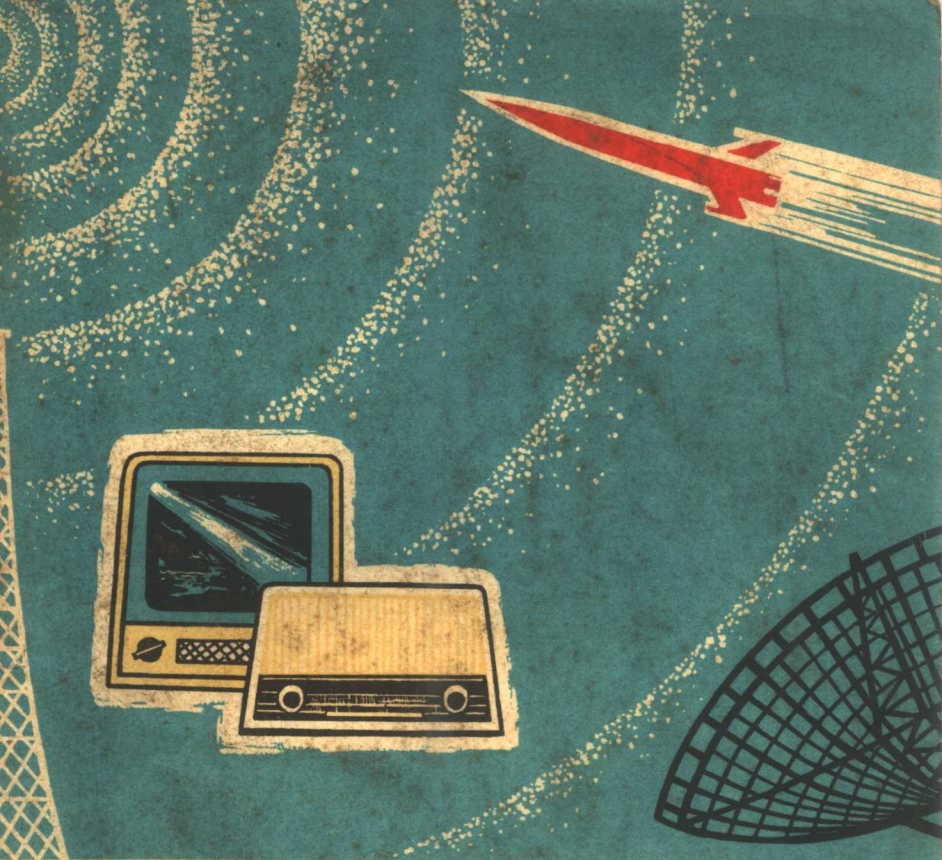




自然科学小丛书

半导体收音机浅谈

操申生

2020



自然科学小丛书

半导体收音机浅谈

操 申 生

北 京 出 版 社



《自然科学小丛书》

編輯者：北京市科学技术协会

主 編：茅以升

副主編：叶企孙 高士其

編 委：王德荣 张景铤 李鑑澄 陈正仁 陈贊文
周炯榮 郑作新 袁見齐 欽俊德 褚圣麟

《自然科学小丛书》无线电分科

編輯者：北京市电子学会

編 委：文仲奇 吳佑寿 李承恕 张潤泉 周炯榮
馮子良 常 邇

(編委均以姓名笔划为序)

插图：江梅 晓雾

〔自然科学小丛书〕半导体收音机浅谈

操 申 生

北京出版社出版 (北京东单麻线胡同3号) 北京市书刊出版业营业许可证出字第0095号

北京东单印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本：787×1092 1/32·印张：2 6/16·字数：34,000

1965年1月第1版 1965年5月第2次印刷 印数：60,001—150,000册

统一书号：13071·24

定价：(科二) 0.24 元

近年来，各式各样的半导体收音机的出现，受到了人们的欢迎和喜爱。它的小巧的外形，坚固的结构，悦耳的音质，常常使人产生一连串的疑问：半导体是什么东西？它有些什么特性？半导体收音机是怎样制成的？等等。本书通俗简明地回答了这些问题。

本书还介绍了几种简易的具有不同特色的半导体收音机的制做方法。

編輯說明

一 发展科学技术，是为了实现我国的科学技术现代化，也是我国建設现代农业、现代工业和现代国防所必需的。要发展我国的科学技术事业，除了要加强专业的科学技术研究工作以外，还要最广泛地普及科学技术知識。我們为了配合科学普及工作，編輯了这套《自然科学小丛书》。

二 这套小丛书是综合性的自然科学普及讀物，以具有初中文化程度的工农群众和青年为主要讀者对象。目前，丛书包括天文、物理、无线电、航空、化学、动物、植物、昆虫、微生物、地質十个学科的内容。每个学科都要成套出書。一書一題。在题目的拟定上，不是直接講技术，而是以介紹基础自然科学知識为主，并且結合当前生产斗争和日常生活的实际需要，介紹生产技术所必需的基础知識，同时，还要注意新科学技术原理的介紹。

三 这套小丛书在編写上，要求符合辯証唯物主义的观点，正确地介紹自然科学知識；内容要求丰富多彩，使讀者能够获得比較广泛的自然科学知識；文字要求尽可能地通俗活泼，图文并茂。能够引起讀者的兴趣。

四 由于我們缺乏編輯通俗科学讀物的經驗，热切地希望讀者把对这套丛书的意見和要求告訴我們，以便改进編輯工作，使它在科学普及的园地里茁壮地成长起来。



北京出版社



BANDAOTI SHOUYINJI QIANTAN



统一书号: 13071·24

定 价: 0.24 元

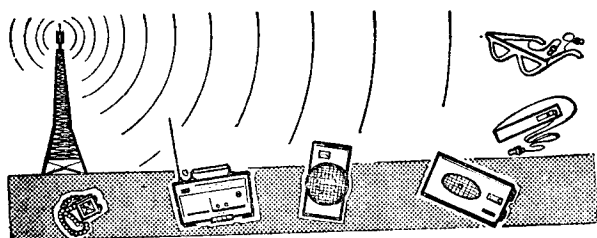
目 录

一	半导体是什么东西?.....	1
	什么是半导体?(2) 自由电子和物体的导电能力(3) 新型电子管——半导体管(4)	
二	半导体是怎样导电的?.....	6
	半导体的结构(6) 半导体中的电子和空穴(8) 什么是N型半导体?(12) 什么是P型半导体?(14)	
三	半导体管整流、放大的秘密.....	16
	N型半导体和P型半导体的结合——P-N结(16) P-N结中电子和空穴的移动(17) P-N结的整流作用是怎样产生的?(19) 交流电和半导体管的整流、检波作用(22) 最简单的半导体收音机(26) 什么是半导体三极管?(29) 半导体三极管的放大作用(31) 半导体三极管的放大能力(33)	
四	谈谈半导体(晶体管)收音机.....	35
	半导体收音机和电子管收音机(35) 形形色色的半导体收音机(36) 半导体收音机的特性(37) 简单半导体收音机的元件(39) 怎样选择电台?(46) 介绍一个奇妙的插头(51)	

五 简单半导体收音机的制作53

“一人美”和“全家美”(53) 再生式半导体收音机(57) 来复式半导体收音机(60) 不用电池的半导体收音机(62) 由土壤代替电池的半导体收音机(64) 使用半导体收音机应该注意什么？(65)

附录：常用国产半导体管新旧型号对照表67



一 半导体是什么东西？

近年来,除了用电子管做成的收音机以外,又大量涌现了用半导体管^①做成的收音机。这种收音机,体积很小,有的只有香烟盒那样大,便于携带,而且外观很美,博得很多人的喜爱。

这是半导体对人类的贡献,也是半导体所引起的无线电工业的革命的一个方面。因此,为了说明半导体收音机的工作原理和制作方法,这里先谈谈什么是半导体。

^① 半导体管就是用半导体做成的电子管,也叫做晶体管。

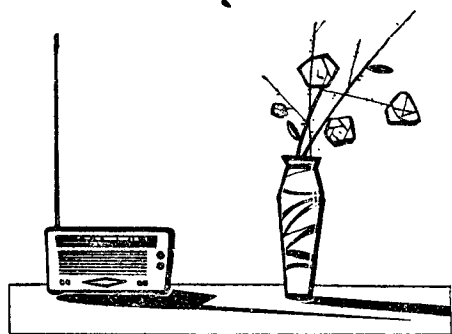


图1 小巧的半导体收音机

什么是半导体？

从十九世紀到二十世紀初期，人們一直把物体分成导体和絕緣体（也叫做非导体）两大类：凡是具有导电

能力的物体都叫做导体；凡是沒有导电能力的物体或导电能力很小的物体都叫做絕緣体。在我們日常生活中，最常見的导体有金、銀、銅、鉄、錫等金属，盐、酸、碱类溶液和其他許多物质。最常見的絕緣体有橡胶、空气、玻璃、云母、瓷器、胶木、各种松脂、油类、干木材、干燥紙、塑料等等。

近年来，人們又根据导电能力的不同，把物体区分为导体、半导体、絕緣体三种。什么是半导体呢？半导体就是导电能力低于导体而又高于絕緣体的一种物体。这种物体既不像导体那样容易导电、又不像絕緣体那样不容易导电或不导电。在自然界中，锗、硅、硒、碲、硼、砷等元素和許多化合物，例如氧化物、硫化物、碳化物等，都具有半导体的特性。目前，世界各国普遍采用的半导体材料是稀有金属锗和自然界蘊藏量很大

的硅。半导体收音机里使用的半导体管大多是用锗制成的。

半导体除了导电能力介于导体和絕緣体之間以外,它的导电能力还和溫度的变化、光綫的照射很有关系。溫度升高的时候,它的导电能力也跟着提高,溫度下降的时候,它的导电能力也跟着下降。另外,用光綫照射半导体,也能够使它的导电能力改变。这些奇妙的現象,是半导体不同于导体或絕緣体的主要特性,它使半导体能够在各个方面得到广泛的应用。

但是,要了解半导体的这些特性是怎样产生的,首先就得知道半导体的导电能力是由什么决定的。

自由电子和物体的导电能力

物质是由原子构成的,而原子是由原子核和围绕原子核旋轉的电子組成的。在絕緣体中,电子和原子核結合得很牢固,电子受到原子核的束縛,极不自由。而在导体中,电子和原子核的結合却很不牢固,受原子核的束縛也很小,很容易跑出軌道而自由活动。这些脱离了原子核束縛、离开軌道而自由活动的电子就叫做自由电子。

物体內自由电子数目的多少,是决定它的导电性能强弱的根本因素。在半导体內,电子和原子核的結

合,既不像导体那样松弛,又不像絕緣体那样坚固,所以,自由电子的数目比导体少而比絕緣体多,它的导电能力也比絕緣体好而比导体差。

在半导体中,由于溫度升高或光綫照射,使得原来受束縛的电子脱离了束縛,成为自由电子。自由电子是可以导电的,自由电子多了,导电能力也就随着提高了;相反,自由电子少了,导电能力也就降低了。所以,半导体的导电能力,会随着溫度的高低和光綫的强弱而改变。

新型电子管——半导体管

半导体管是用晶体材料做成的电子管,所以又叫做晶体管,它是半导体收音机的核心。半导体管在一九四八年才闖进无綫电世界。别看它应用的时间不长,却起了不小的作用。

我們知道,自从电子管誕生以来,已經有了六十多年的历史,它为人类作出了巨大的貢獻。随着电子管应用的发展,它的某些先天性的缺点也就跟着暴露出来了。过去,各种軍用无綫电装置常常发生故障而使許多紧急的命令发送不及时,或失去联系。检查发生故障的原因,大部分是由于电子管衰老变质和經受不住震动造成的。电子管的另一个缺点是費电。这些都

使人們进一步应用电子管受到了限制。

一九四八年，新型电子管终于誕生了。这种新型电子管就是半导体管。同电子管比較，半导体管具有体积小、重量輕、寿命长、耗电少、耐震性强等突出的优点。

一个半导体管的体积只有一般电子管的几十分之一。五十多个 $\pi 6$ 型半导体管的重量才相当于一个 $6V6$ 型电子管的重量。一个普通电子管的平均寿命是三千小时，而一个半导体管的平均寿命却长达八万多个小时。在耗电方面，一个半导体管所消耗的电能只相当于一个电子管的百分之一左右。另外，电子管需要制造精細的电极，安置在玻璃做成的真空容器中（所以电子管又叫做真空管），因此它怕震，易碎，极容易损坏。半导体管是一种固体物质，不仅耐震，而且能够經受住很大的冲击力。

由于半导体管有着这許多优点，它在无綫电工业中得到了广泛的应用。在大型电子计算机和需要几千个电子管的庞大电气設備中，半导体管起了重要的作用。

从第一个半导体管誕生到現在，時間并不长，但是在它的十周年时，年产量已經达到六千多万个，跟电子管不相上下了。

二 半导体是怎样导电的？

半导体的结构

为什么半导体管能够代替电子管做成小巧的收音机和电视机呢？要回答这个问题，首先得谈谈半导体的结构和半导体中有关的一些物理现象。

我们知道，电子在不同的轨道上以不同的速度围绕原子核旋转。每一条轨道上的电子数目是一定的。在离原子核越近的轨道上，电子的旋转速度越小；在离原子核越远的轨道上，电子的旋转速度越大。在最外层的轨道上的电子，我们把它叫做“价电子”。价电子数目的多少，决定元素的电性质和化学性质。价

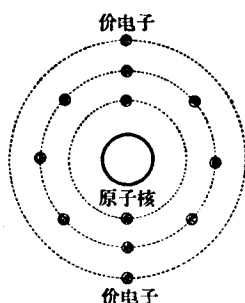


图2 钠原子的构造，它有两个价电子

电子离原子核最远，运动速度最大，受原子核吸引和束缚的力量也最小。所以，价电子最容易受外界的影响（例如光线和温度的影响，或者正电荷的吸引力作用）成为可以自由运动并且带有负电荷的自由电子（图2是钠原子的结构，它有两

个价电子)。

最有代表性的半导体是锗。它的每一个原子，有三十二个电子围绕原子核旋转；其中四个是价电子。所以，锗是四价元素。

锗像其他固体一样，由许多微小的晶体组成，所以锗元素又叫锗晶体。在晶体中，每一个锗原子都是很有规律地排列着的。原子之间的距离都是一定的。它们在

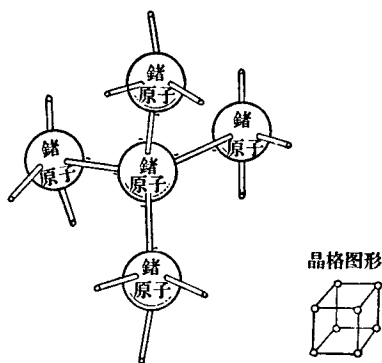


图3 锗晶体结构

晶体中组成许多方格子，这就是固体的晶格结构。每一个锗原子有四个价电子，每一个价电子又跟另一个锗原子的一个价电子组成一个电子对。电子对就是相邻的两个原子各用一个价电子组合起来的结合体。电子对存在于两个锗原子之间，它使原子和原子牢牢地结合在一起，形成锗晶体（图3就是锗晶体的结构

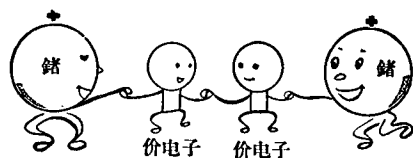


图4 电子对组成的价键

图)。这一对对的电子，就像彼此拉紧的手，化学上叫做价键（图4）。锗原子有四

个价电子，所以它們同周围相邻的其他四个鍺原子的一个价电子組成四个价鍵(图 5)。每个鍺原子的四周

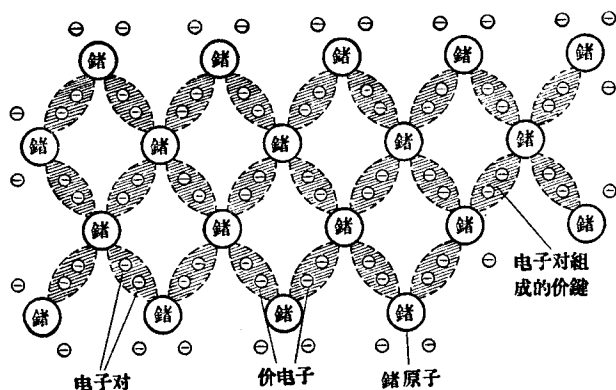


图 5 鍺晶体中电子对的結合情形

共有四个用虛綫表示的价鍵，这种价鍵对价电子有束縛作用。每一个价鍵只允許有两个价电子，多一个或少一个都会使价鍵状态不稳定，甚至被破坏。因此每一个鍺原子的四个价鍵共有八个电子在起作用，其中四个是自己的，另外四个各自属于一个相邻的原子。

半导体硅也具有和半导体鍺完全相同的結構。

半导体中的电子和空穴

自由电子的数目是决定物质导电性能的一个因素。电子朝着一定的方向流动，就引起了电流，所以，电子的流动，是一种导电的方式。帶有电荷并且能够

脱离束缚而自由运动的电子，就是传导电流的基本粒子。一般导体就是依靠这些基本粒子传导电流的。

在半导体中，除了电子能够参加导电以外，还有一种叫做“空穴”的东西也能够参加导电，并且形成半导体内特有的“空穴导电”。现在仍以锗晶体为例，谈谈什么是“空穴”，它是怎样在半导体内进行导电的。

在锗晶体中，所有原子的价电子都用来组成价键。由于价电子离原子核较远，运动的速度也比较大，所以，价电子一旦受到外界影响（温度升高或光子射入），就很容易从价键中跑出来，成为自由电子，跑到很远的地方去。但是，晶体中的其他价键都是完整的，都不收容这个“逃跑”出来的电子，因此，这个电子只好在晶体

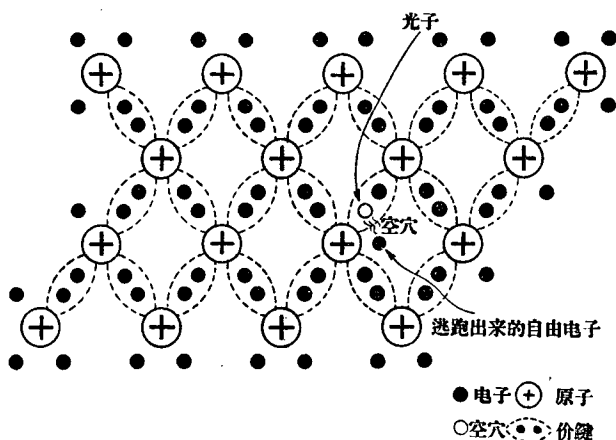


图6 锗晶体中自由电子和空穴的产生