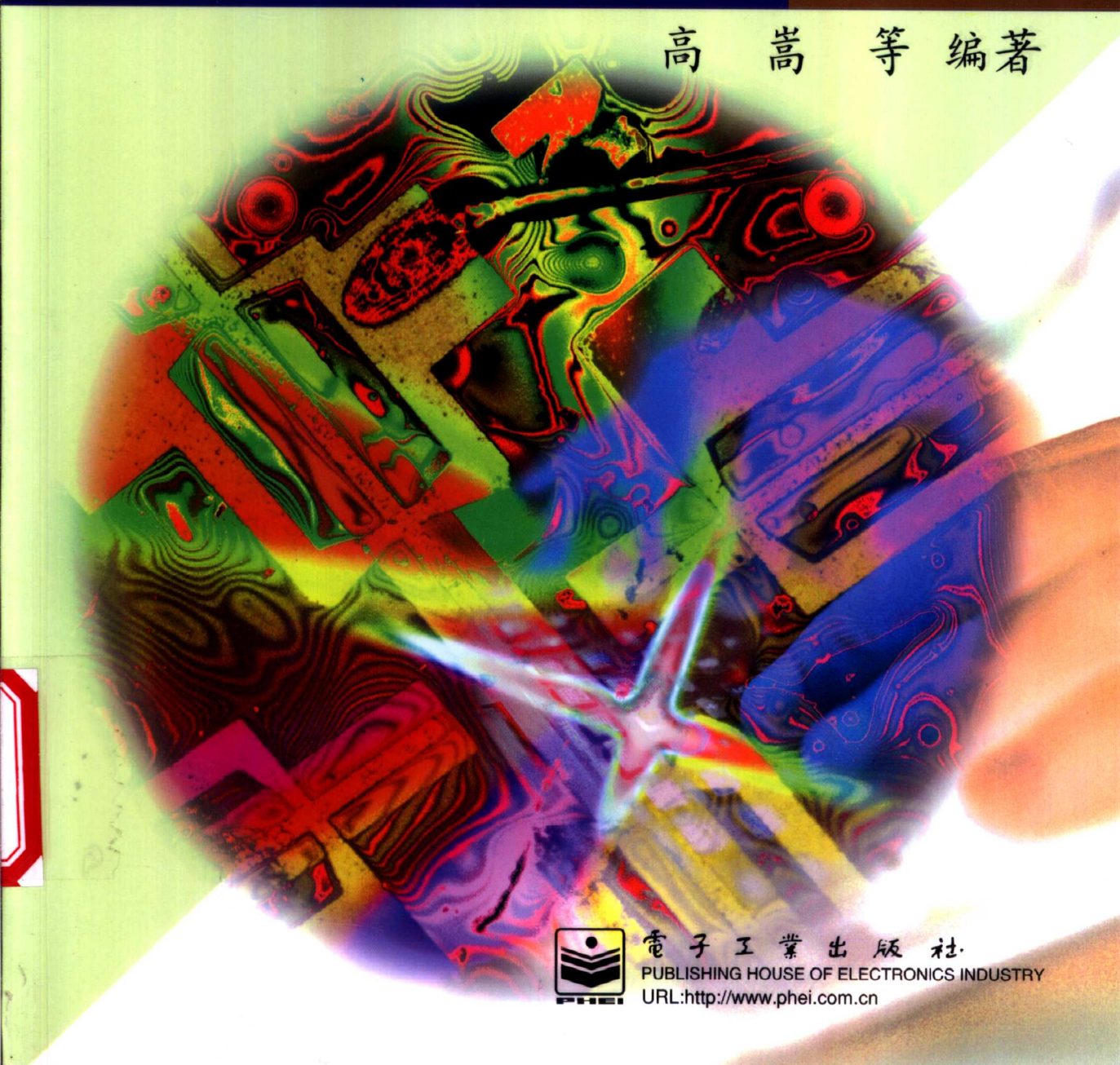


中等专业学校计算机应用专业教材系列

郭启全 主编

电子技术

高 嵩 等 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

中等专业学校计算机应用专业教材系列

郭启全 主编

电 子 技 术

高 嵩 等 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是为中等专业学校计算机应用专业编写的系列教材之一。

全书分3篇,第1篇模拟电子技术;第2篇数字电子技术;第3篇为实验。第1篇分5章,内容包括:电子电路中常用的元件、基本放大电路、直流放大电路及运算放大器、直流稳压电源、晶闸管及其应用。第2篇分6章,内容包括:逻辑代数基础、基本门电路、组合逻辑电路、触发器及应用、脉冲的产生与整形、一些计算机中常用的电路。各章后均附有与内容相配合的习题。第3篇为模拟电路和数字电路的一些基本实验。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术/郭启全主编. - 北京:电子工业出版社,1998.10

中等专业学校计算机应用专业教材系列

ISBN 7-5053-4789-6

I. 电… II. 郭… III. 电子技术-专业学校-教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 46862 号

责任编辑:应月燕

印刷者:北京四季青印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:17 字数:435 千字

版 次:1998 年 10 月第 1 版 2003 年 4 月第 10 次印刷

定 价:21.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。

联系电话:(010)68279077

《计算机应用专业教材》序

随着计算机技术的迅速发展和普及应用,许多中等专业学校、技工学校和职业高中为了培养出适合社会需要的专门人才,设置了计算机应用专业。

计算机应用专业以培养计算机软件应用,计算机硬件及常用办公设备的应用、故障检测与维修的专业人才为目标。要求学生除了掌握必要的理论知识外,主要掌握计算机应用基础,电工及电子技术,办公自动化方面的软件,程序设计语言,计算机辅助设计与绘图,三维动画的制作,微机及其他常用办公设备(如打印机、复印机、传真机)的应用、故障检测与维修,计算机专业英语,多媒体技术,网络技术,数据库等专业知识。

计算机应用专业注重培养学生使用、保养与维修办公自动化设备的能力,注重培养学生熟练使用有关的计算机软件的能力。该专业的培养目标具有鲜明的特点,适应社会对人才的需求。由于毕业生主要面向厂、矿、企事业基层单位,因此能较快地解决基层单位计算机应用专业人才缺乏的问题。

计算机应用专业招收应届初中毕业生,学制三年。学生在校期间按照教学计划要学习以下5种类别的总计27门课程,并通过一定学时的实践教学,使学生既有扎实的理论基础,又有较强的动手能力。教学计划中突出了实践性教学,突出了课程设置的实用性。

教学计划中开设的课程如下:

1. 公共课

包括:数学、物理、语文、建设有中国特色社会主义理论与实践、道德与法律、英语、体育。

2. 专业基础课

包括:计算机专业英语、电工基础、计算机类电子电路基础学、计算机应用基础、中文 Windows3.2/95、工程制图。

3. 专业课

包括:数据库原理与应用、QBASIC 语言程序设计、C 语言程序设计、中文 Word、中文 Excel、磁盘工具软件精选。

4. 实践教学

包括:微机的故障检测与维修、打印机(复印机、传真机)的故障检测与维修、微机操作训练。

5. 选修课

包括:三维动画设计、多媒体实用技术、计算机网络技术、计算机辅助设计与绘图。

在参与完成了计算机应用专业教学计划之后,有关部门委托我组织编写一套适合于该专业特点的系列教材。实用的教材是完成专业教学计划的保障。由于该专业设立的时间较短,市面上还没有与之配套的适合于这个办学层次的教材。在电子工业出版社的大力支持和帮助下,经过出版社领导、编辑们与作者的共同努力,使这套教材得以及时出版。

本套教材的作者均具有较丰富的教学经验和科研能力,其中有的同志编著过多本计算机应用方面的书籍,他们处于教学和科研的第一线,深知如何去编好这套教材。

本套教材结合了作者的教学、科研经验,适用性强,语言精练,通俗易懂。书中带有实用的

习题、实验题目、操作指导等。本套教材面向中专、技校、职高的广大学生,面向计算机的初、中级应用人员。由于水平所限,书中不足之处,望专家、读者指正。

郭启全

计算机应用专业教材编委会

主任 郭启全

委员 寇 森 裴桐松 高 嵩 刘 舒 刘 雄
刘文杰 袁德立 赵树忠 高松龄 刘浩宇

前 言

《电子技术》是为计算机应用专业编写的一门技术基础课教材,主要讨论常用电子元件的使用方法,常用电子电路的组成及对这些电路的分析方法,该书为学习专业后续课程和从事计算机应用技术奠定基础。

本书编写时力求做到针对性好、实用性强、联系实际、语言精练、图文并茂。希望通过本书学习既能引导学生掌握基本理论,又能提高解决实际问题的能力。在保证学科的系统性和理论性的前提下,注意内容既满足专业后续课程的需要,又考虑到作为一名工程技术人员应掌握必备的模拟电子和数字电子技术知识。

本书是中等专业学校计算机应用专业的教材,也可以用于普通中等专业学校、技工学校有关专业作为教材或参考书。对初级工程技术人员和自学者也有参考价值。

参加本书编写的有高嵩(10、11章)、赵会君(1、2、5章)、王蓉(3、4章)、刘科(6、7、8、9章),由高嵩统稿,并由邹振春副教授主审。

在编写中,对所列参考文献作了一些借鉴,在本书出版之际,对参考文献的作者及帮助此书出版的电子工业出版社教材室的编辑们一并表示感谢。

编者虽从教多年,限于水平,书中疏漏之处,在所难免。恳切希望使用本书的教师和同学及其他读者给予批评指正。

编著者

目 录

第 1 篇 模拟电子技术基础

第 1 章 电子电路中常用的元件	(1)
1.1 半导体的基本知识	(1)
1.1.1 半导体的导电特征	(1)
1.1.2 N 型半导体和 P 型半导体	(2)
1.2 PN 结	(3)
1.2.1 PN 结的形成	(3)
1.2.2 PN 结的单向导电性	(4)
1.3 半导体二极管	(4)
1.3.1 二极管的结构	(4)
1.3.2 二极管的伏安特性	(5)
1.3.3 二极管的主要参数	(6)
1.4 稳压管	(7)
1.4.1 稳压管的伏安特性	(7)
1.4.2 稳压管的主要参数	(7)
1.5 发光二极管	(8)
1.6 半导体三极管	(9)
1.6.1 基本结构	(9)
1.6.2 电流分配和电流放大作用	(10)
1.6.3 特性曲线	(11)
1.6.4 主要参数	(12)
1.7 场效应管	(13)
1.7.1 N 沟道增强型绝缘栅场效应管	(14)
1.7.2 N 沟道耗尽型绝缘栅场效应管	(15)
习题	(16)
第 2 章 基本放大电路	(19)
2.1 基本放大电路的组成及各元件的作用	(19)
2.2 放大电路的静态分析	(20)
2.2.1 计算法确定静态工作点	(20)
2.2.2 图解法确定静态工作点	(21)
2.3 放大电路的动态分析	(22)
2.3.1 放大电路的动态工作情况	(22)
2.3.2 微变等效电路法	(23)
2.3.3 图解法	(26)

2.4 静态工作点的设置与稳定	(28)
2.4.1 静态工作点的设置	(28)
2.4.2 静态工作点的稳定	(29)
2.5 放大电路中的负反馈	(31)
2.5.1 反馈的基本概念	(31)
2.5.2 负反馈的基本类型	(31)
2.5.3 反馈类型的判别	(32)
2.5.4 负反馈对放大电路性能的影响	(33)
2.6 射极输出器	(34)
2.6.1 静态工作点的计算	(34)
2.6.2 动态分析计算	(35)
2.6.3 射极输出器反馈类型的判别	(35)
2.7 阻容耦合多级放大电路	(36)
2.8 场效应管放大电路	(39)
习题	(41)
第3章 直流放大电路及运算放大器	(45)
3.1 直流放大电路的直接耦合	(45)
3.2 差动放大电路	(47)
3.2.1 基本差动放大电路	(47)
3.2.2 典型差动放大电路	(48)
3.2.3 差动放大电路的输入输出方式	(49)
3.3 集成运算放大器	(51)
3.3.1 集成运算放大器的特点	(51)
3.3.2 集成运算放大器的基本组成	(52)
3.3.3 集成运算放大器的主要参数	(53)
3.4 理想集成运算放大器的分析方法	(55)
3.5 反相输入运算电路	(56)
3.5.1 反相比例运算电路	(56)
3.5.2 反相加法运算电路	(57)
3.5.3 积分运算电路	(58)
3.5.4 微分运算电路	(58)
3.6 同相输入运算电路	(59)
3.6.1 同相比例运算电路	(59)
3.6.2 同相加法运算电路	(60)
3.7 差动输入运算电路	(61)
3.8 电压比较器	(62)
3.9 滞回比较器	(63)
3.10 集成运算放大器使用中应注意的问题	(64)
3.10.1 合理选用集成运放型号	(64)
3.10.2 集成运放的消振和调零	(65)

3.10.3	集成运放的保护措施	(66)
3.10.4	集成运放电路在调试过程中应注意的问题	(67)
3.11	功率放大电路	(67)
3.11.1	功率放大电路的效率问题	(68)
3.11.2	乙率互补对称式功率放大器	(68)
3.11.3	甲乙类互补对称式功率放大器	(69)
3.11.4	采用复合管的功率放大器	(70)
3.12	运算放大器应用举例	(71)
	习题	(73)
第4章	直流稳压电源	(77)
4.1	单相半波整流电路	(77)
4.2	单相桥式整流电路	(78)
4.3	三相桥式整流电路	(81)
4.4	电容滤波电路	(83)
4.5	电感滤波电路	(86)
4.6	II形滤波电路	(86)
4.7	有源滤波器	(87)
4.8	硅稳压二极管稳压电路	(89)
4.8.1	硅稳压管稳压电路的工作原理	(89)
4.8.2	硅稳压管稳压电路元件的选择	(90)
4.9	串联型晶体管稳压电路	(92)
4.9.1	电路的引出	(92)
4.9.2	具有放大环节的串联稳压电路	(93)
4.10	三端稳压器	(94)
4.10.1	三端集成稳压器的分类	(94)
4.10.2	W7800系列三端固定式集成稳压电路	(95)
4.10.3	集成稳压电路的主要参数	(95)
4.10.4	W7800系列集成稳压器的应用电路	(96)
4.11	开关型稳压电路	(99)
	习题	(100)
第5章	晶闸管及其应用	(103)
5.1	晶闸管的结构及工作原理	(103)
5.1.1	晶闸管的结构	(103)
5.1.2	晶闸管的工作原理	(103)
5.1.3	晶闸管的主要参数	(105)
5.2	单相可控整流电路	(106)
5.2.1	单相半波可控整流电路	(106)
5.2.2	单相桥式半控整流电路	(107)
5.3	晶闸管开关电路	(108)
5.3.1	晶闸管直流开关电路	(108)

5.3.2 晶闸管交流开关电路	(109)
5.4 晶闸管的保护	(109)
5.4.1 晶闸管的过电流保护	(109)
5.4.2 晶闸管的过电压保护	(110)
5.5 晶闸管的触发电路	(110)
5.5.1 单晶体管的结构和伏安特性	(111)
5.5.2 单晶体管触发电路	(112)
5.6 双向晶闸管与交流调压电路	(114)
习题	(116)

第2篇 数字电子技术基础

第6章 逻辑代数基础	(117)
6.1 数制与编码	(117)
6.1.1 数制	(117)
6.1.2 编码	(118)
6.2 逻辑代数及应用	(118)
6.2.1 逻辑代数及其基本运算	(118)
6.2.2 逻辑代数的运算法则	(119)
习题	(121)
第7章 基本门电路	(122)
7.1 晶体管的开关作用	(122)
7.2 基本逻辑门电路	(123)
7.2.1 二极管门电路	(123)
7.2.2 三极管门电路	(123)
7.3 TTL 门电路	(125)
7.3.1 TTL 与非门	(125)
7.3.2 TTL 与非门的外特性及其主要参数	(126)
7.3.3 其它类型的 TTL 门电路	(128)
7.4 CMOS 门电路	(130)
7.4.1 CMOS 集成电路的特点	(131)
7.4.2 CMOS 反相器	(131)
7.4.3 CMOS 逻辑门	(133)
7.5 门电路使用中的实际问题	(134)
7.5.1 管脚排列和电源	(134)
7.5.2 器件选择	(134)
7.5.3 CMOS 集成电路使用注意事项	(134)
习题	(134)
第8章 组合逻辑电路	(138)
8.1 组合逻辑电路的分析	(138)
8.1.1 分析组合逻辑电路	(138)

8.1.2 综合组合逻辑电路	(139)
8.2 中规模组合逻辑电路的应用	(139)
8.2.1 编码器	(139)
8.2.2 译码器	(141)
习题	(145)
第9章 触发器及应用	(147)
9.1 基本 R-S 触发器	(147)
9.2 可控 R-S 触发器	(148)
9.3 J-K 触发器	(150)
9.4 D 触发器	(152)
9.5 触发器间的转换	(153)
9.5.1 将 J-K 触发器转换为 D 触发器	(153)
9.5.2 将 J-K 触发器转换为 T 触发器	(153)
9.5.3 将 D 触发器转换为 T' 触发器	(154)
9.6 寄存器	(154)
9.6.1 数码寄存器	(154)
9.6.2 移位寄存器	(154)
9.7 二进制计数器	(156)
9.7.1 异步二进制加法计数器	(156)
9.7.2 同步二进制加法计数器	(157)
习题	(158)
第10章 脉冲的产生与整形	(161)
10.1 脉冲信号	(161)
10.2 脉冲振荡器	(162)
10.2.1 环形多谐振荡器	(162)
10.2.2 RC 环形多谐振荡器	(163)
10.2.3 改进的 RC 环形多谐振荡器	(164)
10.3 施密特触发器及其应用	(164)
10.3.1 集成施密特触发器	(165)
10.3.2 回差可调的施密特触发器	(167)
10.3.3 施密特触发器的应用实例	(167)
10.4 单稳态触发器及其应用	(169)
10.4.1 用施密特触发器组成的单稳态触发器	(169)
10.4.2 集成单稳态触发器	(169)
10.4.3 单稳态触发器的应用实例	(170)
10.5 555 电路及其应用	(171)
10.5.1 555 电路的工作原理	(171)
10.5.2 555 电路的应用实例	(172)
习题	(175)
第11章 计算机中常用的集成电路	(177)

11.1 半导体存储器	(177)
11.1.1 半导体存储器的基本结构	(177)
11.1.2 常用的半导体读写存储器	(178)
11.1.3 常用的半导体只读存储器	(180)
11.2 译码、驱动、显示电路	(183)
11.2.1 LED 显示器结构与工作原理	(183)
11.2.2 LCD 显示器结构与工作原理	(184)
11.2.3 译码器	(184)
11.3 集成模拟开关	(187)
11.3.1 多路开关	(187)
11.3.2 模拟电子开关	(188)
11.3.3 模拟多路开关	(189)
11.4 电平变换器	(190)
11.4.1 TTL 与 HTL 电平转换接口	(190)
11.4.2 TTL 与 CMOS 电平转换接口	(191)
11.5 D/A 转换器	(192)
11.5.1 D/A 转换器的基本原理及分类	(192)
11.5.2 D/A 转换器的主要指标	(193)
11.5.3 D/A 集成电路介绍	(194)
11.6 A/D 转换器	(197)
11.6.1 逐次逼近式 A/D 转换器原理	(197)
11.6.2 双积分式 A/D 转换器原理	(198)
11.6.3 A/D 转换器的主要指标	(198)
11.6.4 实用的模数转换器	(199)
11.7 地址锁存器	(203)
习题	(203)

第 3 篇 电子技术实验

实验 1 常用电子仪器的使用(一)	(205)
实验 2 常用电子仪器的使用(二)	(208)
实验 3 电子元器件的测量	(212)
实验 4 单管放大器的测量	(215)
实验 5 负反馈放大器的测量	(217)
实验 6 半导体直流稳压电源	(220)
实验 7 三端稳压器	(223)
实验 8 运算放大器的基本运算电路	(226)
实验 9 集成运算放大器的线性应用	(231)
实验 10 集成运算放大器的非线性应用	(234)
实验 11 组合逻辑电路	(237)
实验 12 双稳态触发器	(239)

实验 13 二进制计数器	(242)
实验 14 555 振荡器	(244)
实验 15 集成模拟开关的应用	(246)
实验 16 D/A 数模转换	(248)
实验 17 A/D 模数转换	(250)
附录	(252)
附录 A 半导体器件型号命名方法	(252)
附录 B 常用半导体器件的参数	(253)
参考文献	(258)

第 1 篇 模拟电子技术基础

第 1 章 电子电路中常用的元件

1.1 半导体的基本知识

因为电子电路中常用的半导体器件有二极管、三极管,它们都是由半导体材料制成的。为了掌握各种器件的结构和工作原理,就必须首先了解有关半导体的特性。

自然界中不同的物质,由于其原子结构不同,因而它们的导电能力也各不相同。根据导电能力的强弱,把物质分成导体、半导体和绝缘体。半导体的导电能力介于导体和绝缘体之间。现代电子技术用得最多的半导体材料是硅(Si)与锗(Ge),它们都是四价元素,即最外层的电子都是 4 个。

当硅和锗半导体材料被制成晶体时,其原子排列就由杂乱无章的状态变成非常整齐的状态。每个原子最外层的四个价电子,不仅受自身原子核的束缚,而且还与相邻的四个原子发生联系。这样,每两个相邻的原子都有一对共有的价电子,形成共价键。共价键结构使原子最外层的电子数达到八个,满足了稳定条件。如图 1.1 所示为硅单晶体的共价键结构。

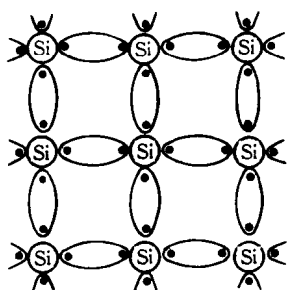


图 1.1

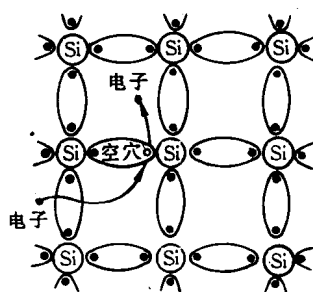


图 1.2

1.1.1 半导体的导电特征

在共价键结构中,原子最外层虽然具有八个电子而处于较为稳定的状态,但是共价键中的电子还不像在绝缘体中的价电子被束缚得那样紧,在一定的温度下,由于热运动,其中有的电子可能获得一定能量后挣脱原子核的束缚(电子受到激发),成为自由电子。温度愈高,晶体中产生的自由电子便愈多。在电子挣脱共价键的束缚成为自由电子后,共价键中就留下一个空位,称为空穴(如图 1.2 所示)。在一般情况下,原子是中性的。当电子挣脱共价键的束缚成为自由电子后,原子的中性便被破坏,而显出带正电。中性的原子因失去一个电子而带正电,同时形成了一个空穴,故也可以认为空穴带正电。有空穴的原子可以吸引相邻原子中的价电子填补

这个空穴，同时在这个相邻原子中出现另一个空穴。如此继续下去，就如同一个空穴在运动。打个通俗的比喻，好比大家坐在剧场里看节目，如果前面走了一个人，就出现一个空位子，坐在后面的观众喜欢向前坐，这样，就出现了人们依次填补空位而向前坐的情况，看起来就好像空位子向后运动。显然，这种空位的移动同没有坐位的人到处走动不一样，后者好比自由电子的运动，而前者则好比空穴的运动。

因此，当半导体两端加上外电压时，半导体中将出现两部分电流：一是自由电子作定向运动所形成的电子电流；一是空穴运动所形成的空穴电流。在半导体中，不仅有电子载流子，还有空穴载流子，这是半导体导电的一个重要特征，也是半导体和金属导体在导电原理上的本质区别。另外，温度变化对半导体的导电能力影响很大，因为温度愈高，激发产生的电子、空穴对就愈多，导电能力就愈强。

上面的分析都是对于纯净晶体来讲的。这种纯净单晶体就是不含其它杂质的半导体，称为本征半导体。在常温下，本征半导体中虽然存在着电子、空穴载流子，但数目很少，因此导电性能很差。如果在本征半导体中掺入微量的某种杂质后，其导电能力就可增加几十万乃至几百万倍。利用半导体的这种特性就可做成各种不同用途的半导体器件，如半导体二极管、三极管及场效应管等。

1.1.2 N型半导体和P型半导体

在本征半导体中有控制有选择地掺入微量的有用杂质，就能制成具有特定导电性能的杂质半导体，下面就来讨论两种常用的杂质半导体。

1. N型半导体

在本征半导体硅(或锗)中掺入微量的五价元素，例如磷(P)，晶体结构中某些位置上的硅原子被磷原子取代，当每个磷原子同相邻的四个硅原子组成共价键时，多余的一个价电子很容易脱离原子核的束缚而成为自由电子，如图 1.3 所示。于是，半导体中自由电子的数量增多，显著提高了半导体的导电能力。这种半导体主要靠电子导电，所以称为电子型半导体，简称 N 型半导体。在 N 型半导体中，由于热激发产生电子、空穴对，所以也有少数的空穴存在。但是自由电子的数目要比空穴的数目大的多。所以，在 N 型半导体中，自由电子称为多数载流子，空穴称为少数载流子。

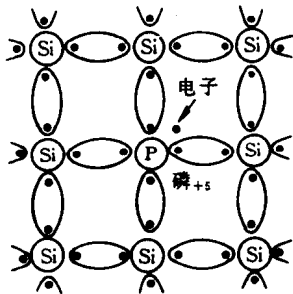


图 1.3

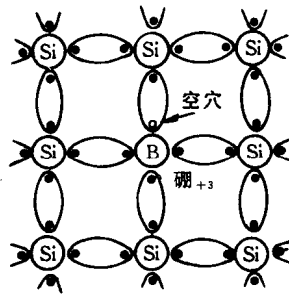


图 1.4

2. P 型半导体

在本征半导体中掺入微量的三价元素,例如硼(B),这样每个硼原子同相邻的四个硅原子组成共价键时,因缺少一个电子而形成一个空穴,如图 1.4 所示。这样,在半导体中就形成了大量的空穴。这种半导体主要靠空穴导电,所以称为空穴型半导体,简称 P 型半导体。在 P 型半导体中,由于热激发产生电子、空穴对,所以也有少数的电子存在,但是空穴的数目要比自由电子的数目大的多。所以在 P 型半导体中,空穴称为多数载流子,自由电子称为少数载流子。

1.2 PN 结

P 型或 N 型半导体的导电能力虽然大大增强,但并不能直接用来制造半导体器件。通常是在一块晶片上,采取一定的掺杂工艺措施,在两边分别形成 P 型半导体和 N 型半导体,在两者的交界处就会形成一种特殊的薄层,这种薄层就叫做 PN 结。PN 结是构成各种半导体器件的基础。那么 PN 结具有什么特性呢? 如果我们在电源和灯泡所组成的电路中,接入一个 PN 结,如图 1.5(a)所示,电源正极与 P 型半导体连接,灯泡亮,说明电流较大。如果调换电源极性,如图 1.5(b)所示,电源正极与 N 型半导体连接,此时灯泡不亮,说明流过灯泡的电流非常小。这说明 PN 结具有单向导电的特性。PN 结之所以具有这样的特性,是由它的内部结构所决定的。

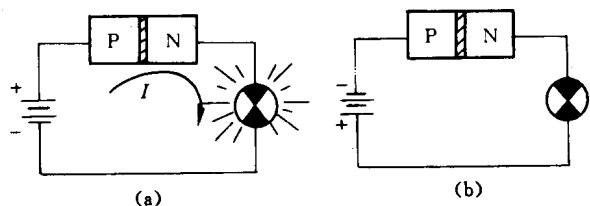


图 1.5

1.2.1 PN 结的形成

图 1.6 所示的是一块晶片(硅或锗),两边分别形成 P 型和 N 型半导体。图中⊖代表得到一个电子的三价杂质(例如硼)离子。⊕代表失去一个电子的五价杂质(例如磷)离子。由于 P 型半导体中有大量的空穴和少量的电子,N 型半导体中有大量的电子和少量的空穴,浓度相差很大。因此空穴要向 N 区扩散,与此同时自由电子要向 P 区扩散(所谓扩散就是物质从浓度大的地方向浓度小的地方运动)。扩散的结果在 P 区中靠近界面的一边出现一层带负电荷的粒子区,在 N 区中靠近界面的一边出现一层带正电荷的粒子区。于是,在界面附近便形成一个空间电荷区,这个空间电荷区就是 PN 结。如图 1.6(b)所示。

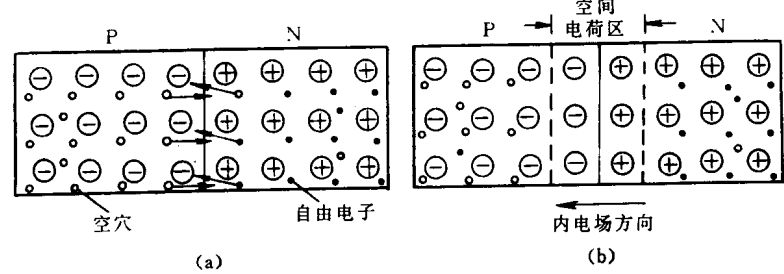


图 1.6

正负空间电荷在交界面两侧形成一个内电场,方向由N区指向P区。内电场对多数载流子的扩散运动起阻挡作用,对少数载流子(P区的自由电子和N区的空穴)则推动它们越过PN结,进入对方。这种少数载流子在内电场作用下有规则的运动称为漂移运动。

扩散运动和漂移运动是互相联系,又是互相矛盾的。开始时扩散运动占优势。随着扩散运动的进行,内电场逐步加强。内电场的加强使扩散运动逐步减弱,漂移运动逐渐加强,最后,扩散运动和漂移运动达到动态平衡,这时,空间电荷区的宽度基本上稳定下来,PN结就处于相对稳定的状态。

1.2.2 PN结的单向导电性

PN结在没有外加电压的情况下,扩散运动和漂移运动处于动态平衡。如果给PN结加上一个外部电压,情况会怎样呢?

当在PN结上加正向电压,即外电源的正端接P区,负端接N区(如图1.7(a)所示)时,外加电场与内电场方向相反,因而削弱了内电场,使PN结变窄,有利于扩散运动的进行,于是多数载流子在外加电压的作用下顺利通过PN结,形成较大的正向电流,这时PN结呈现的电阻很低。

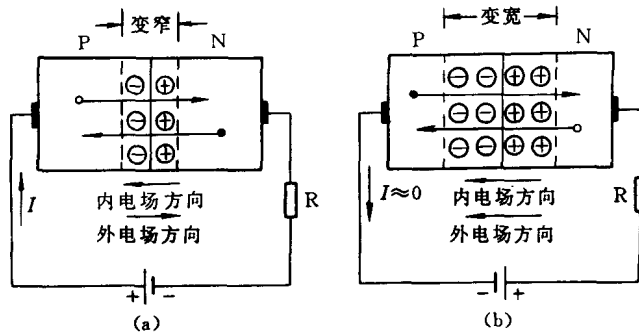


图 1.7

如果在PN结上加反向电压,即外电源的正端接N区,负端接P区(如图1.7(b)所示)。外加电场和内电场方向相同,加强了内电场,使PN结变宽,多数载流子的扩散运动难于进行。但另一方面,内电场的增强也加强了少数载流子的漂移运动。由于少数载流子数量很少,所以反向电流很小,这时PN结呈现的电阻很高。应当注意的是,反向电流不受外加电压的影响。因为少数载流子是由热激发产生的,环境温度愈高,少数载流子就愈多,反向电流就愈大,所以,温度对反向电流的影响很大。

由以上分析可知,PN结加正向电压时,有较大的正向电流流过,这种情况称为“导通”。加反向电压时,通过的反向电流很小(工程上常常略去),这种情况称为“截止”。PN结所具有的这种特性称为“单向导电性”。

1.3 半导体二极管

1.3.1 二极管的结构

半导体二极管是由一个PN结、加上相应的电极引线和管壳做成的。按结构可分为点接触型二极管和面接触型二极管两种。点接触型二极管的结构如图1.8(a)所示。它的特点是PN结