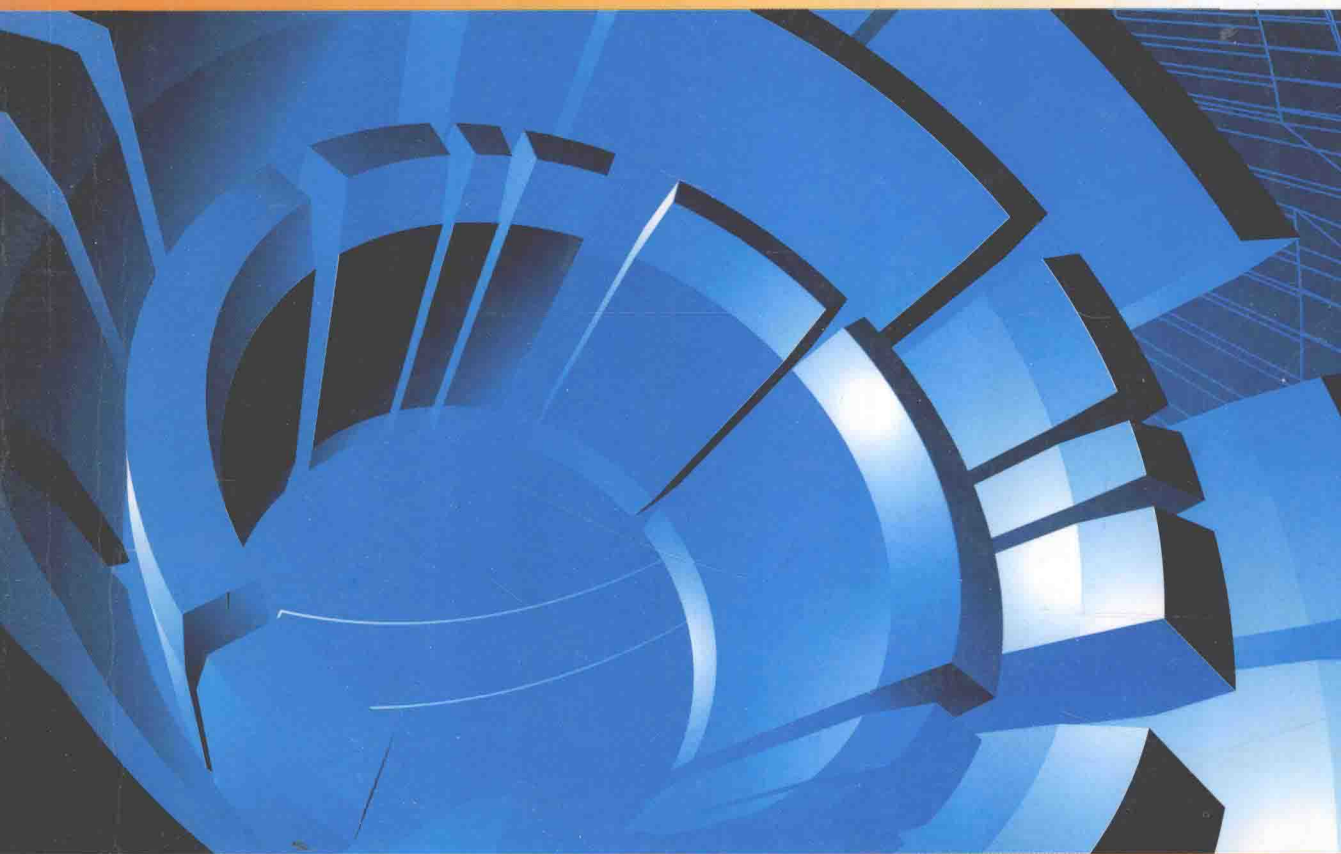


- 中国高等职业技术教育研究会推荐
- 高职高专电子、通信类专业“十一五”规划教材

电子技术

主 编 陈千红
副主编 欧红玉
主 审 季顺宁



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

□ 中国高等职业技术教育研究会推荐

高职高专电子、通信类专业“十一五”规划教材

电 子 技 术

主 编 陈千红

副主编 欧红玉

主 审 季顺宁

西安电子科技大学出版社

2008

内 容 简 介

本书共 8 章,第 1~4 章为模拟电子技术部分,第 5~8 章为数字电子技术部分,包括电子技术的基本概念、基本原理和基本分析方法。

本书系统地介绍了模拟电子技术和数字电子技术的基本组成单元及各种典型电路,特别介绍了数字集成块组成的一些基础实用电路。

本书内容系统全面,论述通俗易懂,是帮助读者系统掌握电子技术基础知识的一本实用型书籍。

本书可作为高职高专院校通信、电子、电气、自动化、计算机等专业“电子技术”基础课(60~80 学时)的教材或教学参考书,也可作为电大、夜大等成人教育的专业基础课教材,还可供有关工程技术人员参考。

★ 本书配有电子教案,需要者可登录出版社网站,免费下载。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术/陈千红主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2008.8

中国高等职业技术教育研究会推荐. 高职高专电子、通信类专业“十一五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5606 - 2094 - 7

I. 电… II. 陈… III. ① 电子技术—高等学校 ② 技术学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 114103 号

策 划 薛 媛

责任编辑 许青青 薛 媛

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 15

字 数 347 千字

印 数 1~4000 册

定 价 22.00 元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 2094 - 7/TN · 0451

XDUP 2386001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

序

进入 21 世纪以来,高等职业教育呈现出快速发展的形势。高等职业教育的发展,丰富了高等教育的体系结构,突出了高等职业教育的类型特色,顺应了人民群众接受高等教育的强烈需求,为现代化建设培养了大量高素质技能型专门人才,对高等教育大众化作出了重要贡献。目前,高等职业教育在我国社会主义现代化建设事业中发挥着越来越重要的作用。

教育部 2006 年下发了《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》,其中提出了深化教育教学改革,重视内涵建设,促进“工学结合”人才培养模式改革,推进整体办学水平提升,形成结构合理、功能完善、质量优良、特色鲜明的高等职业教育体系的任务要求。

根据新的发展要求,高等职业院校积极与行业企业合作开发课程,根据技术领域和职业岗位任职要求,参照相关职业资格标准,改革课程体系和教学内容,建立突出职业能力培养的课程标准,规范课程教学的基本要求,提高课程教学质量,不断更新教学内容,而实施具有工学结合特色的教材建设是推进高等职业教育改革发展的重要任务。

为配合教育部实施质量工程,解决当前高职高专精品教材不足的问题,西安电子科技大学出版社与中国高等职业技术教育研究会在前三轮联合策划、组织编写“计算机、通信电子、机电及汽车类专业”系列高职高专教材共 160 余种的基础上,又联合策划、组织编写了新一轮“计算机、通信、电子类”专业系列高职高专教材共 120 余种。这些教材的选题是在全国范围内近 30 所高职高专院校中,对教学计划和课程设置进行充分调研的基础上策划产生的。教材的编写采取在教育部精品专业或示范性专业的高职高专院校中公开招标的形式,以吸收尽可能多的优秀作者参与投标和编写。在此基础上,召开系列教材专家编委会,评审教材编写大纲,并对中标大纲提出修改、完善意见,确定主编、主审人选。该系列教材以满足职业岗位需求为目标,以培养学生的应用技能为着力点,在教材的编写中结合任务驱动、项目导向的教学方式,力求在新颖性、实用性、可读性三个方面有所突破,体现高职高专教材的特点。已出版的第一轮教材共 36 种,2001 年全部出齐,从使用情况看,比较适合高等职业院校的需要,普遍受到各学校的欢迎,一再重印,其中《互联网实用技术与网页制作》在短短两年多的时间里先后重印 6 次,并获教育部 2002 年普通高校优秀教材奖。第二轮教材共 60 余种,在 2004 年已全部出齐,有的教材出版一年多的时间里就重印 4 次,反映了市场对优秀专业教材的需求。前两轮教材中有十几种入选国家“十一五”规划教材。第三轮教材 2007 年 8 月之前全部出齐。本轮教材预计 2008 年全部出齐,相信也会成为系列精品教材。

教材建设是高职高专院校教学基本建设的一项重要工作。多年来,高职高专院校十分重视教材建设,组织教师参加教材编写,为高职高专教材从无到有,从有到优、到特而辛勤工作。但高职高专教材的建设起步时间不长,还需要与行业企业合作,通过共同努力,出版一大批符合培养高素质技能型专门人才要求的特色教材。

我们殷切希望广大从事高职高专教育的教师,面向市场,服务需求,为形成具有中国特色和高职教育特点的高职高专教材体系作出积极的贡献。

中国高等职业技术教育研究会会长

2007 年 6 月



高职高专电子、通信类专业“十一五”规划教材

编审专家委员会名单

主任: 温希东 (深圳职业技术学院副校长 教授)

副主任: 马晓明 (深圳职业技术学院通信工程系主任 教授)

余 华 (武汉船舶职业技术学院电子电气工程系主任 副教授)

电子组 组长: 余 华(兼) (成员按姓氏笔画排列)

于宝明 (南京信息职业技术学院电子信息工程系副主任 副研究员)

马建如 (常州信息职业技术学院电子信息工程系副主任 副教授)

刘 科 (苏州职业大学信息工程系 副教授)

刘守义 (深圳职业技术学院 教授)

许秀林 (南通职业大学电子系副主任 副教授)

高恭嫻 (南京信息职业技术学院电子信息工程系 副教授)

余红娟 (金华职业技术学院电子系主任 副教授)

宋 烨 (长沙航空职业技术学院 副教授)

李思政 (淮安信息职业技术学院电子工程系主任 讲师)

苏家健 (上海第二工业大学电子电气工程学院 教授)

张宗平 (深圳信息职业技术学院电子通信技术系 高级工程师)

陈传军 (金陵科技学院电子系主任 副教授)

姚建永 (武汉职业技术学院电信学院院长 副教授)

徐丽萍 (南京工业职业技术学院电气与自动化系 高级工程师)

涂用军 (广东科学技术职业学院机电学院副院长 副教授)

郭再泉 (无锡职业技术学院自动控制与电子工程系主任 副教授)

曹光跃 (安徽电子信息职业技术学院电子工程系主任 副教授)

梁长垠 (深圳职业技术学院电子工程系 副教授)

通信组 组长: 马晓明(兼) (成员按姓氏笔画排列)

王巧明 (广东邮电职业技术学院通信工程系主任 副教授)

江 力 (安徽电子信息职业技术学院信息工程系主任 副教授)

余 华 (南京信息职业技术学院通信工程系 副教授)

吴 永 (广东科学技术职业学院电子系 高级工程师)

张立中 (常州信息职业技术学院 高级工程师)

李立高 (长沙通信职业技术学院 副教授)

林植平 (南京工业职业技术学院电气与自动化系 高级工程师)

杨 俊 (武汉职业技术学院通信工程系主任 副教授)

俞兴明 (苏州职业大学电子信息工程系 副教授)

项目策划 马乐惠

策 划 张 媛 薛 媛 张晓燕

前 言

随着高等职业教育教学改革的深入和现代电子技术的迅速发展,为满足通信行业各高职及成人教育院校教材建设的需要,我们认真总结了实际教学教改中的经验,参考诸多文献,编写了本书。书中融合了编者在长期教学中积累的实践经验和成果。本书具有如下特点:

(1) 充分考虑高职高专院校的教学特点和通信类专业的特点,首先保证基础理论、基本知识的连贯性和严密性,同时注重实践和应用,精简教材内容,对基础理论的阐述力求做到概念准确,言语简明。

(2) 反映现代电子技术的新成果,适当加重了集成电路、集成器件的介绍。

(3) 在例题及习题的遴选上充分考虑其针对性、启发性和实用性,大部分习题均配有答案,很适合学生自学。书中标“*”的章节为选学内容,请各位老师根据实际情况选用。

本书由长沙通信职业技术学院的5位老师联合编写。全书共分8章,第1章由欧红玉编写,第2章由陈千红编写,第3、4章由朱永平编写,第5、6章由汪英编写,第7、8章由孟葵编写。陈千红担任本书主编并负责全书的统稿和定稿工作。南京信息职业技术学院季顺宁老师担任本书的主审,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2008年4月

目 录

第 1 章 半导体基本知识及其器件	1
1.1 半导体基本知识	1
1.1.1 概述	1
1.1.2 本征半导体	2
1.1.3 杂质半导体	2
1.1.4 PN 结的形成	3
1.1.5 PN 结的特性	4
1.2 <u>半导体二极管</u>	5
1.2.1 概述	5
1.2.2 二极管的伏安特性	6
1.2.3 二极管的等效电路	8
1.2.4 二极管的主要参数	10
1.2.5 普通二极管的极性判别和检测	11
1.2.6 特殊二极管	11
1.2.7 二极管的应用	13
1.3 <u>半导体三极管</u>	17
1.3.1 三极管概述	17
1.3.2 三极管内部的电流分配关系和放大原理	18
1.3.3 三极管共发射极电路的特性曲线	21
1.3.4 三极管的主要参数	23
1.3.5 三极管的简易检测及判别方法	25
1.4 场效应管	28
1.4.1 概述	28
1.4.2 场效应管的工作原理	30
1.4.3 场效应管的特性曲线	31
1.4.4 场效应管的主要参数	32
1.4.5 使用场效应管的注意事项	33
1.4.6 场效应管与三极管的性能比较	33
本章小结	34
习题一	34
第 2 章 基本放大电路	36
2.1 放大电路的基础知识	36
2.1.1 放大器的组成电路	36
2.1.2 放大器的工作原理	37
2.1.3 放大器的主要性能指标	39
2.2 放大电路的分析方法	42
2.2.1 共发射极基本放大电路的静态分析	42

2.2.2 放大电路的动态图解分析	44
2.2.3 放大电路的偏置电路	47
2.2.4 微变等效电路法	49
2.3 放大电路的三种接法	52
2.3.1 共集电极放大电路	53
2.3.2 共基极放大电路	55
2.4 放大电路的级联	57
2.5 功率放大电路	61
本章小结	67
习题二	69
第3章 反馈放大器与正弦波振荡器	72
3.1 反馈的基本概念	72
3.1.1 反馈概念的引入	72
3.1.2 反馈放大器的组成和基本关系式	73
3.2 负反馈放大器的分析方法	74
3.2.1 反馈放大电路的分类	74
3.2.2 反馈类型的判别	76
3.2.3 四类基本反馈类型的识别与分析举例	77
3.3 负反馈对放大电路性能的影响	81
3.3.1 提高增益的稳定性	81
3.3.2 减小失真和扩展通频带	81
3.3.3 对输入电阻和输出电阻的影响	82
3.3.4 抑制内部噪声和干扰	84
3.4 正弦波振荡器概述	84
3.4.1 振荡电路概述	84
3.4.2 振荡的起振条件与平衡条件	85
3.5 LC正弦波振荡器	86
3.5.1 电感分压反馈型正弦波振荡电路	86
3.5.2 电容分压反馈型正弦波振荡电路	87
3.5.3 三点式振荡电路的改进	88
3.5.4 石英晶体振荡器	90
本章小结	93
习题三	94
第4章 模拟集成电路	96
4.1 差动放大器	96
4.1.1 零点漂移的概念	96
4.1.2 差动放大器的工作原理	96
4.2 集成运算放大器及其应用	99
4.2.1 集成运放电路的组成	99
4.2.2 集成运放的主要参数	101
4.2.3 集成运放的基本应用	102
4.2.4 集成运放的其他应用	106
4.3 集成模拟乘法器及其应用	108

4.3.1 集成模拟乘法器的基本工作原理	108
4.3.2 集成模拟乘法器的应用电路	109
本章小结	111
习题四	112
第5章 数字逻辑电路	114
5.1 数制与编码	114
5.1.1 十进制数	114
5.1.2 二进制数	115
5.1.3 十六进制数和八进制数	115
5.1.4 二进制数与十进制数之间的转换	116
5.1.5 二进制数的四则运算	118
5.1.6 二-十进制编码	120
5.2 逻辑函数	121
5.2.1 基本逻辑运算	122
5.2.2 逻辑函数与逻辑问题的描述	124
5.3 逻辑代数的基本定律	125
5.3.1 逻辑代数定律	125
5.3.2 逻辑代数中的三个重要规则	126
5.4 逻辑函数的公式法化简	128
5.4.1 合并项法	128
5.4.2 吸收法	129
5.4.3 消去法	129
5.4.4 化简成与非-与非形式	129
5.5 逻辑函数的卡诺图化简	130
5.5.1 逻辑函数的最小项表达式	130
5.5.2 逻辑函数的卡诺图表示法	132
5.5.3 用卡诺图化简逻辑函数	134
本章小结	138
习题五	139
第6章 逻辑门电路	141
6.1 晶体管电子开关	141
6.1.1 晶体二极管的开关特性	141
6.1.2 晶体三极管的开关特性	142
6.2 基本逻辑门电路	145
6.2.1 二极管“与门”和“或门”	145
6.2.2 半导体三极管非门	147
6.3 TTL 逻辑门电路	148
6.3.1 基本型 TTL 与非门电路	148
6.3.2 集电极开路与非门和三态逻辑门	150
6.4 MOS 集成门电路	154
6.4.1 MOS 反相器	154
6.4.2 CMOS 逻辑门电路	155
6.5 使用集成电路的注意事项	158

6.5.1 使用 TTL 电路的注意事项	158
6.5.2 使用 CMOS 电路的注意事项	158
6.5.3 TTL 与 CMOS 电路的接口	159
本章小结	159
习题六	160
第 7 章 组合逻辑电路	163
7.1 组合逻辑电路的概念及分析	163
7.1.1 组合逻辑电路的基本概念	163
7.1.2 组合逻辑电路的分析	163
7.2 加法器	165
7.2.1 半加器	165
7.2.2 全加器	165
7.2.3 多位加法器	166
7.3 编码器	167
7.3.1 二进制编码器	168
7.3.2 优先编码器	169
7.3.3 非二进制编码器	170
7.4 译码器	171
7.4.1 二进制译码器	171
7.4.2 非二进制译码器	173
7.4.3 显示译码器	174
7.5 数据选择器和数据分配器	176
7.5.1 数据选择器	176
7.5.2 数据分配器	179
7.6 数值比较器	179
7.6.1 数值比较器的定义及功能	179
7.6.2 集成数值比较器	180
7.7 组合逻辑电路的设计	181
7.7.1 采用小规模逻辑电路设计	182
7.7.2 采用中规模逻辑电路设计	183
本章小结	184
习题七	184
第 8 章 时序逻辑电路	186
8.1 触发器	186
8.1.1 基本 RS 触发器	186
8.1.2 同步触发器	188
8.1.3 边沿触发器	191
8.1.4 维持阻塞 D 触发器	193
* 8.1.5 CMOS 触发器	195
8.1.6 触发器的相互转换	195
8.2 时序逻辑电路	196
8.2.1 时序逻辑电路的分析方法	197
8.2.2 时序逻辑电路分析举例	197

8.2.3 同步计数器	199
8.2.4 集成同步计数器	203
* 8.3 异步计数器	206
8.3.1 异步二进制计数器	206
8.3.2 集成异步计数器	208
8.4 寄存器	211
8.4.1 数据寄存器	211
8.4.2 移位寄存器	212
本章小结	216
习题八	216
附录	219
习题答案	222
参考文献	228

第 1 章 半导体基本知识及其器件

半导体器件是近代电子学的重大发明，是电子电路中不可或缺的器件。本章首先简单介绍半导体的基础知识，接着以 PN 结的形成和特性为起点，分别介绍半导体的基础器件：半导体二极管、三极管及场效应管，并重点分析它们的结构、类型、特性、作用、主要参数及其测试等。本章的学习应以了解基本概念、掌握管子的外特性和实际应用为主要原则。

半导体器件在电子电路中的应用很广泛，为了能较容易地掌握它们的性质和用途，下面我们先简单了解一下半导体的基础知识。

1.1 半导体基本知识

1.1.1 概述

1. 半导体的概念

自然界中的物质按其导电性能不同分为导体、半导体和绝缘体三类。

大多数金属为导体；塑料、玻璃、橡胶等为绝缘体；另外还有一些物质如硅(Si)、锗(Ge)、砷化镓(GaAs)等，它们的导电能力介于导体和绝缘体之间，我们称之为半导体(semiconductor)。

半导体之所以能成为制作半导体元器件的材料，并不是因为它的导电能力介于导体和绝缘体之间，而是由于它具有一些独特的导电性能。

2. 半导体的特性

由于组成物质的内部结构不同，半导体具有如下特殊性质。

(1) 热敏特性。大多数半导体对温度的变化很敏感，且其导电能力会随温度的升高而明显增强，这种特性称为热敏特性。利用该特性可以将某些半导体制成各种热敏元器件，例如热敏电阻器、温度传感器等。

(2) 光敏特性。许多半导体在受到光的照射后，其导电能力会变得很强，这种特性称为光敏特性。例如，硫化镉在常态时的电阻值高达几十千欧，而在受到光照后，其电阻值可下降至几十欧。利用这种特性可制成各种光电元件或器件，如光敏电阻、光电二极管、光电探测器件等。此外，半导体还具有被光照射后产生电动势的性质，太阳能电池就是其应用实例。

(3) 掺杂特性。在纯净的半导体中掺入微量的某种物质(通常称为杂质)后,半导体的导电能力就可能提高几十万乃至几百万倍,半导体的这种特性称为掺杂特性。利用此特性可制成各种半导体器件,如二极管、三极管、场效应管和晶闸管等。

(4) 接触作用及整流特性。实验证实,在半导体与金属的接触面上具有整流作用。例如,在一块 N 型半导体上竖立一根金属针,并接上一交流电压,则电流从金属针向 N 型半导体方向的流动较易,而反方向的流动则较难,这样的接触作用称为整流作用。这对于检波二极管、整流二极管的制作有重要的启示作用。

3. 半导体的分类

半导体按材料划分,用得最多的有硅(Si)和锗(Ge)半导体,它们都是四价元素;按是否掺杂,半导体又可分为本征半导体和杂质半导体。

1.1.2 本征半导体

本征半导体是指具有完全的晶体结构的纯净半导体。当本征半导体在室温下或受到光照及其他外界能量的激发时,会产生一定数量的可移动的、带负电的自由电子和带正电的、可移动的空穴,即在本征半导体中,自由电子和空穴是成对出现的,电子数=空穴数。这种现象称为本征激发,如图 1.1.1 所示。

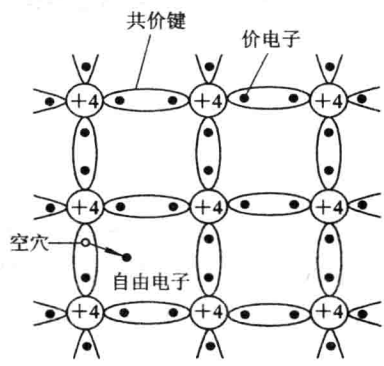


图 1.1.1 本征半导体的结构示意图

当有外电场作用时,自由电子和空穴均能作定向移动而形成电流,此时它们都是载流子,即在半导体中有电子和空穴两种载流子参与导电。

因此,本征半导体的导电能力的大小取决于自由电子和空穴数目的多少,而其数目的多少又与温度等因素有关。在常温下的电子-空穴对是很少的,因而本征半导体的导电能力很差,难以制造出有实用价值的半导体器件。

若在本征半导体中掺入某些微量的其他元素,则半导体的导电性能又是怎样的呢?

1.1.3 杂质半导体

在本征半导体中,人为地掺入极其微量的其他元素(称为杂质),可以制成杂质半导体。根据掺入杂质的不同,可分为电子型半导体和空穴型半导体两种。因为电子带负电(Negative),所以电子型半导体又称为 N 型半导体;因为空穴带正电(Positive),所以空穴型半导体又称为 P 型半导体。

1. N 型半导体

在本征半导体中掺入少量的五价元素如磷(P)等,在常温下,一个磷原子很容易在释放一个自由电子的同时而成为不能移动的正离子,加上由于本征激发产生的空穴 - 电子对,此时自由电子数远多于空穴数,以自由电子导电为主,称为 N 型半导体,如图 1.1.2 所示。自由电子在这里是多数载流子,称为多子;空穴是少数载流子,称为少子。

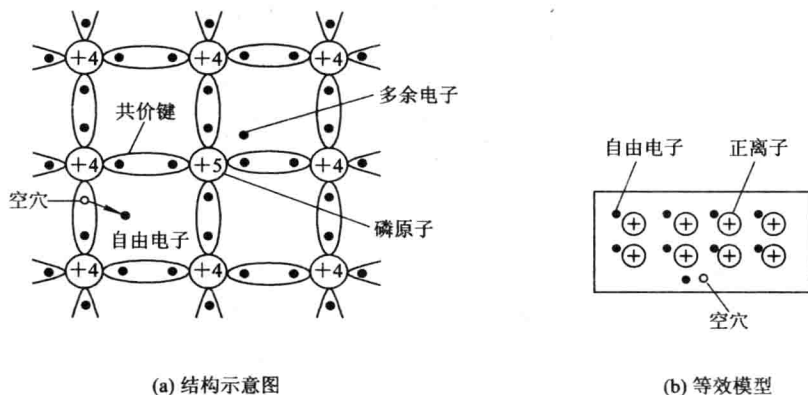


图 1.1.2 N 型半导体

2. P 型半导体

在本征半导体中掺入微量的三价元素如硼(B)等,在常温下,一个硼原子很容易在形成一个空穴的同时而本身成为不能移动的负离子,加上由于本征激发产生的空穴 - 电子对,此时空穴数远多于自由电子数,以空穴导电为主。这种半导体称为 P 型半导体,如图 1.1.3 所示。空穴在这里是多子,而自由电子是少子。

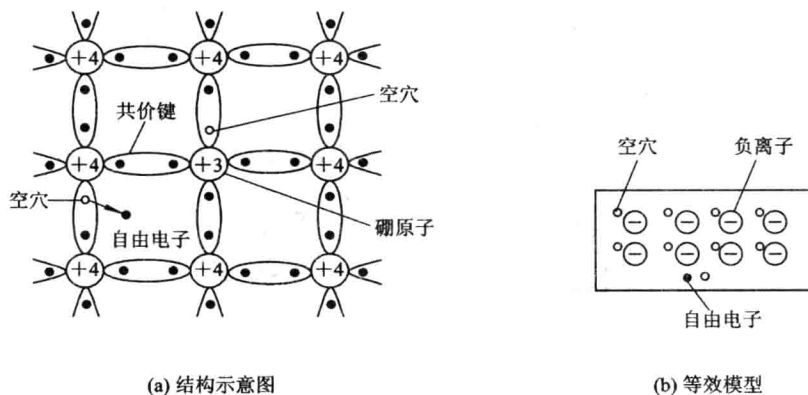


图 1.1.3 P 型半导体

1.1.4 PN 结的形成

利用特殊的掺杂工艺,在同一块单晶硅(或锗)片的一边形成 P 型半导体区间(P 区),另一边形成 N 型半导体区间(N 区),于是在两种杂质半导体的交界处存在电子和空穴的浓度差, P 区的空穴向 N 区扩散, N 区的电子向 P 区扩散,在交界面两侧留下了不能移动

的正负离子层。N 区失去电子产生正离子，P 区失去空穴产生负离子，于是在交界面处形成一个很薄的、相对稳定的正负离子区，称为空间电荷区，即所谓的 PN 结，如图 1.1.4 所示。

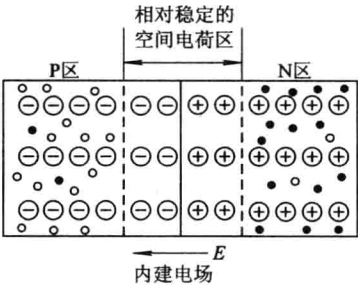


图 1.1.4 平衡状态下的 PN 结

在 PN 结内，固定的正、负离子间必然会产生一个空间电场 E ，这个电场称为内建电场，简称内电场。内电场对扩散运动起阻碍作用，电子和空穴的扩散运动随着内电场的加强而逐步减弱，直至达到平衡，形成稳定的空间电荷区，即 PN 结。

1.1.5 PN 结的特性

1. 正偏导通

当 PN 结的 P 区接外电源正极、N 区接外电源负极时，这种在 PN 结上加正向电压的方式称为正向偏置(简称正偏)。如图 1.1.5 所示，当 PN 结正偏后，外电场使空间电荷区变窄，形成较大的电流，称为正向电流 I_F ，它随着正向电压的增加而增大。所以，当 PN 结正偏时，其正向电阻很小，可有很大的正向电流流过，此时称为 PN 结导通。

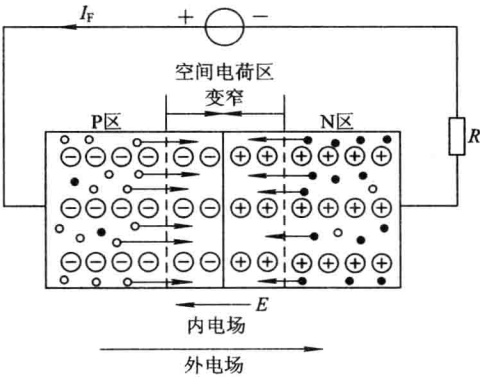


图 1.1.5 PN 结正偏

2. 反偏截止

将 PN 结的 P 区接外电源的负极、N 区接外电源的正极，这种在 PN 结上加反向电压的方式称为反向偏置(简称反偏)。如图 1.1.6 所示，外电场使空间电荷区展宽，内电场增强，只能形成很小的电流，称为反向电流 I_R ，通常它不随反向电压而改变，故又称为反向饱和电流 I_S 。因此，当 PN 结反偏时，其反向电阻很大，常温下，只有很小的反向电流流

过, PN 结基本不导电, 此时称为 PN 结截止。但当温度升高时, 由于导电粒子数增多, 反向电流也就增大。温度每升高 10°C , 反向电流约增加一倍。

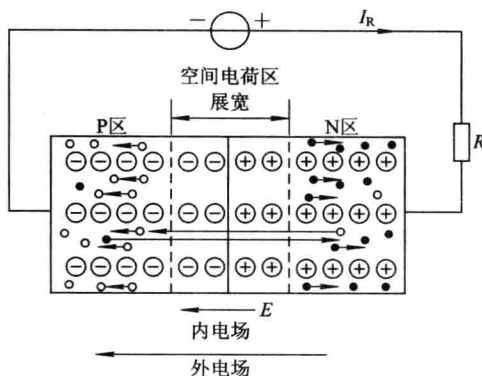


图 1.1.6 PN 结反偏

综上所述, PN 结正偏时导通, 形成很大的正向电流, 呈现很小的电阻特性; 反偏时截止, 反向电流近似为零, 呈现高阻态。此特性称为 PN 结的单向导电性。

3. PN 结的反向击穿特性

当 PN 结反偏时, 如果外加的反向电压增大到一定数值, 则反向电流会突然增加, 这种现象称为 PN 结的反向击穿。发生击穿所需要的电压称为反向击穿电压 $U_{(BR)}$ 。PN 结被击穿后, 如果击穿本身并没有破坏 PN 结, 则当反向电压降下来以后, 其性能可以恢复, 此种击穿称为电击穿。如果对其电流不加限制, 则 PN 结有可能由于过热而造成永久性损坏, 这种击穿称为热击穿。在实际应用中, 一定要避免出现热击穿。

当然, PN 结还有一些其他特性, 如电容效应等, 这里不再赘述。

1.2 半导体二极管

1.2.1 概述

半导体二极管简称二极管, 是有源器件中最普通、最简单的一种, 其种类很多, 应用广泛。

1. 二极管的分类

二极管的种类很多, 其分类方法也有多种。

(1) 按半导体材料不同, 二极管可分为硅 (Si) 二极管、锗 (Ge) 二极管以及砷化镓 (GaAs) 二极管等。

(2) 按用途不同, 二极管可分为整流二极管、检波二极管、稳压二极管、开关二极管、发光二极管、光敏二极管以及磁敏二极管等。

(3) 按外壳封装材料划分, 有塑料封装、玻璃封装和金属封装等。其中, 普通二极管多采用塑料封装; 大功率整流二极管多采用金属封装, 并且有一个螺帽, 以便固定在散热器上; 检波二极管多采用玻璃封装等。

(4) 按二极管的内部结构，可分为点接触型、面接触型和平面型等。
 另外，为适应小型化的发展，也为了降低成本，较新的设计都采用体积小的贴片二极管。
 图 1.2.1 给出了部分二极管的实物图。



图 1.2.1 部分二极管的实物图

2. 二极管的结构和符号

如图 1.2.2(a)所示，在一个 PN 结的两端各加上相应的电极引线，并用管壳封装起来（若为集成电路，则不单独封装），就构成了一个二极管。由 P 区引出的电极称为正极，由 N 区引出的电极称为负极，其电路符号如图 1.2.2(b)所示，其箭头方向表示正向电流的流通方向。二极管常用文字符号 V 或 V_D 表示。二极管的命名方法见附录。

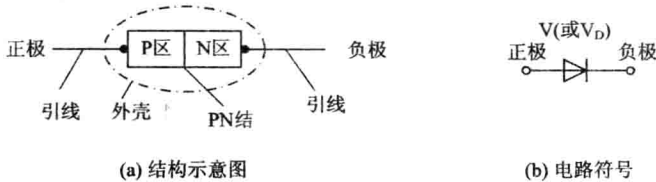


图 1.2.2 二极管的结构和符号

1.2.2 二极管的伏安特性

二极管的伏安特性是指二极管两端的电压降 u_D 与流过管子的电流 i_D 之间的关系，用曲线可形象地表示出来。如图 1.2.3 所示，可以通过逐点测试描绘，也可以用晶体管图示仪直接描绘。

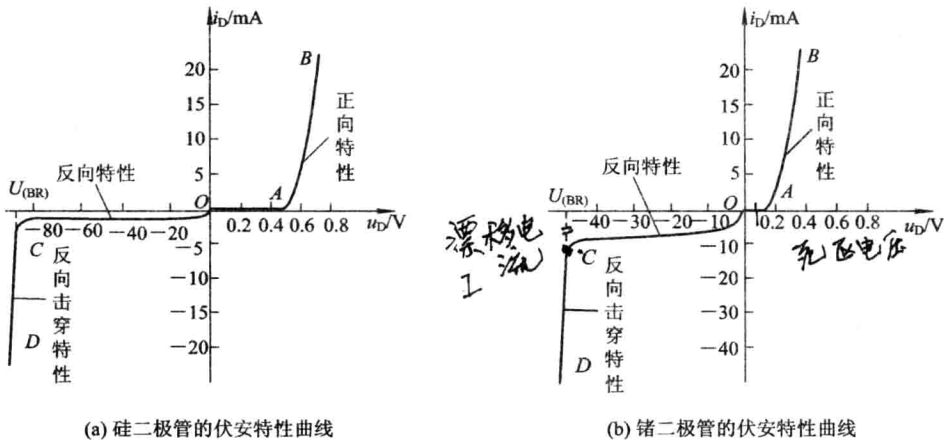


图 1.2.3 二极管的伏安特性曲线

由图 1.2.3 可见，二极管的伏安特性有正向特性和反向特性两部分。