

高等学校教材

(第二版)

电工技术与电子技术基础

(下册·电子技术)

符磊 王久华 主编
王俐 符健 刘陆平 副主编



清华大学出版社

电工技术与电子技术基础(第二版)

(下册·电子技术)

符 磊 王久华 主 编
王 俐 符 健 刘陆平 副主编

清华大学出版社

内 容 简 介

本教材是根据高等工科大学电工学课程教学指导小组审定的《电工技术》、《电子技术》课程的教学基本要求编写的,分为上、下两册。上册主要讲述电工技术,内容包括电路的基本定律与分析方法、正弦交流电路、电路的暂态过程、变压器和电磁铁、电动机、继电器接触控制电路及可编程控制器。下册主要讲述电子技术,内容包括晶体二极管与整流、滤波及并联稳压电路,晶体三极管和基本放大电路,集成运算放大器,组合逻辑电路,触发器和时序逻辑电路,数一模和模一数转换器以及存储器与可编程逻辑器件。

本书(下册)可作为高等工科大学非电类专业本科生、大专生学习电子学的教材,也可作为高等职业技术学院实用性本科及专科的教材以及工程技术人员的参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

电工技术与电子技术基础(第二版)(下册·电子技术)/符磊,王久华 主编;王俐,符健,刘陆平 副主编.
—北京:清华大学出版社,2005.8

ISBN 7-302-11413-7

I. 电… II. ① 符… ② 王… ③ 王… ④ 符… ⑤ 刘… III. ① 电工技术 ② 电子技术 IV. ① TM
② TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第032126号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦
<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084
社 总 机:010-62770175 客 户 服 务:010-62776969

组稿编辑:胡伟卷

文稿编辑:刘金喜

封面设计:康 博

版式设计:康 博

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市化甲屯小学装订二厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:18 字数:416千字

版 次:2005年8月第1版 2005年8月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-11413-7/TN·266

印 数:1~6000

定 价:25.00元

第二版前言

自 1997 年编写本教材第一版以来,已经历时 8 年,在 20 世纪末到本世纪初所跨越的这几年间,电工技术与电子技术的发展十分迅速。从国民经济到日常生活的所有领域,电工电子产品几乎全部予以覆盖。现代科技的发展使得电能的使用与人们工作条件的改善、生活质量的提高紧密相连。为此,电工技术与电子技术的课程改革也要适应这一发展形势的需要。对此,我们将新版教材相对原版教材作了一些修订。

- 为了让教材能适合各种不同类型专业的院校方便使用,将原版教材一、二两篇改为上、下两册分开出版。
- 对一些经典、传统的知识把握一个度,即够用。删除了繁杂的理论分析与推导,加强了基础理论知识的工程应用,让学生具有应用基础理论分析和解决工程实际问题的能力。
- 为了让学生掌握所讲授的基本内容,每节后均备有丰富的思考题,让学生能通过这些思考题来巩固所学的基本概念。
- 在下册的编写中采用了“管路结合,管为路用”的方法,其目的是加强针对性,不让学生在学习器件时有空虚之感。
- 将上册中《可编程控制器》这一章的机型由三菱 F1 系列改为 OMRON 系列 P 型机。下册中增加了《存储器与可编程逻辑器件》一章内容,使教材内容跟随新技术、新器件、新系统的发展而得到不断的更新。
- 为了配合本教材的使用,特编写了《电工技术与电子技术基础(第二版)教学辅导与习题解析》一书,供教师和学生参考。

参加本书编写的有王久华(电路的基本定律与分析方法、变压器和电磁铁)、周冬水(晶体二极管与整流、滤波及并联稳压电路)、符健(晶体三极管及基本放大电路、集成运算放大器、组合逻辑电路)、邹贵平(电路的暂态过程)、王俐(继电接触控制电路、可编程控制器、触发器与时序逻辑电路、数—模与模—数转换器、存储器与可编程逻辑器件)、符磊(电动机)、刘陆平(正弦交流电路)。全书由符磊、王久华组织编写、统稿和审定。

同时,对参与本书编写的南昌理工学院、南昌大学、南昌市城市规划设计研究总院、江西交通职业技术学院、江西日报社等单位表示谢意!

由于编者水平有限,书中错误及不妥之处在所难免,恳请读者及同行老师指正。

编者
2005 年 6 月

目 录

第 8 章 晶体二极管与整流、滤波并联稳压电路	1
8.1 半导体的基本特性及其 PN 结单向导电性	1
8.1.1 本征半导体	1
8.1.2 PN 结及其单向导电性	3
思考题	6
8.2 半导体二极管	6
8.2.1 基本结构	6
8.2.2 伏安特性	7
8.2.3 主要参数	8
8.2.4 特殊二极管	10
思考题	11
8.3 整流电路	12
8.3.1 直流稳压电源的工作原理	12
8.3.2 桥式整流电路	13
思考题	17
8.4 滤波电路	19
8.4.1 电容滤波电路	19
8.4.2 电感滤波电路	21
8.4.3 其他类型滤波电路	22
思考题	23
8.5 硅稳压管稳压电路	24
8.5.1 稳压管	24
8.5.2 并联稳压电路	26
8.5.3 稳压管及限流电阻的选择	27
思考题	28
习题	28

第9章 晶体三极管及基本放大电路	32
9.1 晶体三极管	32
9.1.1 三极管的结构与电流放大作用	32
9.1.2 三极管的特性曲线和工作状态	35
9.1.3 三极管的主要参数	37
9.1.4 半导体器件型号的命名方法	39
思考题	41
9.2 基本放大电路	42
9.2.1 基本放大电路的组成及各元件的作用	42
9.2.2 放大电路的静态分析	43
9.2.3 放大电路的动态分析	45
9.2.4 静态工作点稳定电路	50
9.2.5 射极输出器	52
思考题	55
9.3 级间耦合方式与多级放大电路	55
9.3.1 级间耦合方式	55
9.3.2 多级放大电路电压放大倍数 A_u 、输入电阻 r_i 与输出电阻 r_o	56
9.3.3 多级放大电路的频率特性	58
思考题	60
9.4 负反馈放大器	61
9.4.1 负反馈的基本概念	61
9.4.2 反馈类型和极性的判定	61
9.4.3 负反馈对放大器性能的影响	65
思考题	67
9.5 功率放大电路	68
9.5.1 功率放大电路的基本要求及其工作状态	68
9.5.2 互补对称功率放大电路	69
思考题	73
9.6 晶体管串联型稳压电路	73
9.6.1 基本串联稳压电路	73
9.6.2 具有放大环节的串联型稳压电路	74
思考题	76

9.7 集成稳压电路	76
9.7.1 固定式三端集成稳压器	77
9.7.2 可调式三端集成稳压器	79
思考题	79
9.8 场效应管及其放大电路	79
9.8.1 绝缘栅场效应管	80
9.8.2 场效应管放大电路	86
思考题	89
习题	90
第 10 章 集成运算放大器	95
10.1 差动放大电路	95
10.1.1 直接耦合放大器的特殊问题	95
10.1.2 差动放大电路的工作原理	96
思考题	98
10.2 集成运算放大器简介	99
10.2.1 集成运算放大器的组成	100
10.2.2 集成运算放大器的主要参数	101
10.2.3 运算放大器理想化的参数条件及电压传输特性	102
思考题	103
10.3 集成运算放大器的线性应用电路	104
10.3.1 比例运算电路	104
10.3.2 加法、减法运算电路	106
10.3.3 微分、积分运算电路	109
10.3.4 电流、电压转换电路	112
10.3.5 有源滤波器	113
思考题	115
10.4 集成运算放大器的非线性应用电路	116
10.4.1 比较器	116
10.4.2 方波发生器	121
思考题	122
10.5 正弦波振荡电路	123
10.5.1 正弦波振荡器的基本概念	123

10.5.2 RC 振荡器	124
思考题	127
10.6 集成运算放大器在使用中的一些问题	127
10.6.1 合理选用集成运放型号	127
10.6.2 消振与调零	127
10.6.3 保护措施	128
习题	129
第 11 章 组合逻辑电路	135
11.1 数字电路与基本逻辑门电路	135
11.1.1 数字电路及其特点	135
11.1.2 数字电路的基本单元——逻辑门	136
11.1.3 分立元件门电路	141
11.1.4 集成元件门电路	142
思考题	150
11.2 逻辑函数及其化简	152
11.2.1 逻辑代数的运算法则	152
11.2.2 逻辑函数及其表示方法	153
11.2.3 逻辑函数式的化简	156
11.2.4 逻辑函数式的转换	163
思考题	164
11.3 组合逻辑电路的分析与设计	164
思考题	170
11.4 基本组合逻辑部件	170
11.4.1 加法器	170
11.4.2 编码器	173
11.4.3 译码器及其数字显示电路	177
11.4.4 数据选择器	185
思考题	188
习题	188
第 12 章 触发器和时序逻辑电路	194
12.1 触发器	194

12.1.1	基本 RS 触发器	194
12.1.2	同步 RS 触发器	196
12.1.3	其他功能类型的钟控电平触发器	198
12.1.4	集成边沿触发器	201
12.1.5	触发器逻辑功能的转换	203
	思考题	205
12.2	时序逻辑电路概述	206
12.3	寄存器和移位寄存器	208
12.3.1	寄存器	208
12.3.2	移位寄存器	209
	思考题	213
12.4	计数器	213
12.4.1	异步二进制计数器	214
12.4.2	同步二进制计数器	217
12.4.3	同步十进制计数器	220
12.4.4	集成计数器及其应用	222
	思考题	229
12.5	集成 555 定时器及其应用	230
12.5.1	555 定时器	230
12.5.2	施密特触发器	231
12.5.3	单稳态触发器	235
12.5.4	多谐振荡器	237
	思考题	240
	习题	240
第 13 章	数—模和模—数转换器	247
13.1	概述	247
13.2	数—模转换器	248
13.2.1	T 形网络数—模转换器	248
13.2.2	数—模转换器的主要技术指标	252
13.2.3	集成单元数—模转换器	253
	思考题	253
13.3	模—数转换器	254

13.3.1	逐次逼近型模—数转换器	254
13.3.2	模—数转换器的主要技术指标	257
13.3.3	集成单元模—数转换器	257
	思考题	259
	习题	260
第 14 章	存储器与可编程逻辑器件	261
14.1	半导体存储器概述	261
14.2	只读存储器(ROM)	261
14.2.1	掩模固定只读存储器(MROM)	262
14.2.2	可编程只读存储器(PROM)	264
14.2.3	可擦除可编程只读存储器(EPROM、E ² PROM)	264
14.2.4	集成 EPROM 芯片 Intel 2716 简介	265
14.2.5	只读存储器(ROM)应用举例	266
	思考题	268
14.3	随机存取存储器(RAM)	269
14.3.1	RAM 的基本结构和工作原理	269
14.3.2	RAM 的存储单元	270
	思考题	271
14.4	可编程逻辑器件(PLD)	272
14.4.1	可编程逻辑阵列器件(PLA)	272
14.4.2	可编程阵列逻辑器件(PAL)简介	273
14.4.3	通用阵列逻辑器件(GAL)简介	274
	思考题	275
	习题	275
	参考文献	277

第8章 晶体二极管与整流、滤波 并联稳压电路

半导体器件是近代电子学的重要组成部分。半导体器件具有体积小、重量轻、功耗低，可靠性强等优点。从 1948 年半导体二极管问世到集成电路、大规模、超大规模集成电路的广泛应用，电子器件已在微型化和可靠性方面做出了巨大功绩。半导体 PN 结的单向导电性是二极管的核心。本章将以“管”、“路”结合的方式讲述二极管的特性以及整流、滤波及稳压二极管组成的并联稳压电路。

8.1 半导体的基本特性及其 PN 结单向导电性

人们在长期的实践中发现，有些物质如硅、锗、硒及大多数金属氧化物和硫化物等，其导电能力介于导体和绝缘体之间。这些物质统称为半导体。硅和锗是近代电子学中用得最多的半导体材料。

半导体是导电能力介于导体和绝缘体之间的物质。它的导电能力在外界某种因素作用下会发生显著的变化。例如：

(1) 若温度升高，某些半导体的导电能力会明显增强，这种特点称为热敏效应。以此可制成半导体热敏元件。同时，半导体器件受热后，其热稳定性变差。

(2) 若受光照，某些半导体的导电能力则大为增强，这种特点称为光敏效应。以此可制成半导体光敏元件，如光电二极管、光电耦合器、光电池等。

(3) 半导体最突出的特性在于，在纯净的半导体中掺入微量杂质，其导电能力可提高几十万倍乃至几百万倍。就是利用这种可贵的特点，才得以制成各种半导体器件。

8.1.1 本征半导体

由单一元素组成并具有晶体结构的半导体就是本征半导体。硅和锗的原子结构如图 8.1.1 所示。将其提纯并使其原子在三维空间按一定规则整齐排列，这就是半导体的晶体结构，如图 8.1.2 所示。因此半导体又称晶体。

由图 8.1.1 可知，硅和锗原子的最外层都是 4 个电子，属四价元素，最外层电子受原子核束缚力最小，称为价电子。半导体的导电性能与价电子密切相关。

原子在其最外层具有 8 个电子时，就处于较为稳定的状态。硅和锗最外层只有 4 个电子，若要相对稳定，则每个原子的价电子必与相邻原子的价电子组成 1 个电子对，这个电

子对为相邻原子所共有，这种结构称为共价键结构。

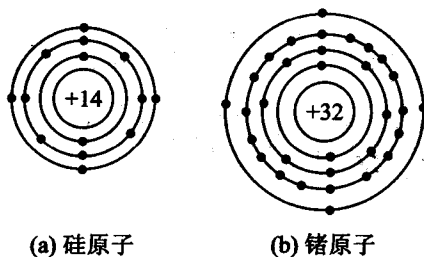


图 8.1.1 锗和硅的原子结构

共价键中的价电子受原子核的束缚并不很紧密，获得一定的能量便激发成自由电子。电子激发后，共价键中留下了一个空位，称为空穴。空穴的出现是半导体的一个重要特点。显然，存在空穴的原子带正电。

如果半导体两端加上电场，带有空穴的原子便会吸引相邻原子中的价电子来填补空穴，相邻原子又出现了一个空穴，它再吸引另一相邻原子的价电子来填补，如此继续不断地填补，则带正电的空穴朝着与自由电子运动的方向运动，形成空穴电流。

综上所述，可以得出两点结论：一是本征半导体中的原子获得能量后，价电子激发成自由电子，同时在原子中留下一个空穴。自由电子与空穴是成对出现的，如图 8.1.3 所示；二是在半导体两端加外电场时，半导体出现定向运动的电子电流和价电子依次填补空穴形成的空穴电流。

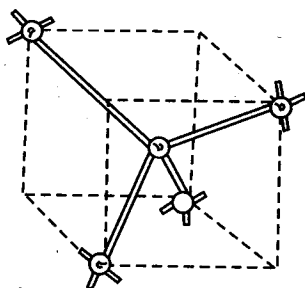


图 8.1.2 晶体中原子排列方式

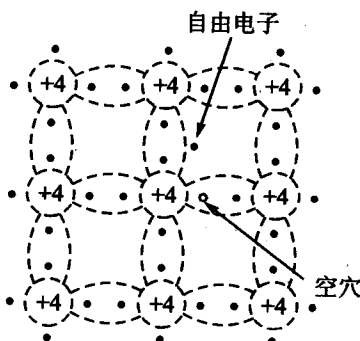


图 8.1.3 自由电子和空穴的形成

同时存在自由电子导电和空穴导电是半导体不同于金属导电的显著特点和本质区别。自由电子和空穴都参与导电，故二者统称为载流子。

本征半导体热激发产生的自由电子，如果能释放激发时吸收的能量，又会填充空穴，谓之复合。一定的温度下，产生和复合总是处在动态平衡状态，载流子的数量也维持在一一定的值。温度升高，动态平衡被破坏，载流子数量增多，半导体的导电能力也就增强，这就是温度对半导体导电性能有很大影响的根本原因。综上所述，本征半导体有如下特点：

(1) 温度越高, 电子空穴对越多。

(2) 电子空穴对的热运动是无序的、成对出现的, 就本征半导体而言, 对外不显电性。只有在外电场作用下, 电子、空穴都移动才具有方向性。

8.1.2 PN 结及其单向导电性

本征半导体中的载流子由热激发而产生, 其数量极少, 因而导电能力很差。如在本征半导体中掺入微量其他元素, 使其成为杂质半导体, 则其导电能力会大为改观。正是由于这种原因, 半导体获得极为广泛的应用。因掺杂物质不同形成了两大类型的杂质半导体。

8.1.2.1 N 型半导体

在单晶硅或单晶锗中掺入少量磷, 磷原子在硅或锗的晶体点阵中的某些位置上取代硅原子或锗原子。磷原子的外层有 5 个价电子, 其中的 4 个价电子与 4 个相邻的硅原子组成共价键, 还多余 1 个价电子, 这个价电子只受磷原子核束缚, 比共价键中的价电子受到的束缚力小得多, 只要获得很小的能量, 就能激发成为自由电子, 且不在原子中产生空位。当磷原子的多余电子激发后, 磷原子本身因失去 1 个电子而成为不能移动的正离子。这种半导体中, 自由电子与正离子总是成对出现的。

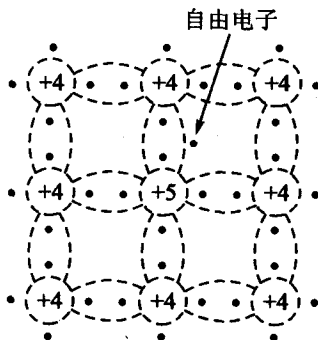


图 8.1.4 在硅晶体中掺磷产生自由电子

掺入的磷元素越多, 则自由电子越多。我们把掺入 5 价元素的半导体称为 N 型半导体。在 N 型半导体中自由电子的浓度远大于空穴的浓度, 这时称自由电子为多数载流子(简称多子), 空穴为少数载流子(简称少子)。如图 8.1.4 所示, 在掺杂半导体中, 同本征半导体一样, 由于热运动产生自由电子—空穴对, 但它所产生的载流子浓度远小于掺杂而产生的自由电子数。

8.1.2.2 P 型半导体

在单晶硅或单晶锗中掺入少量硼, 硼原子外层只有 3 个价电子, 在与周围 4 个硅原子组成共价键时, 因缺少 1 个价电子而形成空位。当相邻共价键中的价电子获得热振动等能量后, 就可能填补这个空位, 于是相邻硅原子又因缺少 1 个价电子而产生了空穴, 硼原子却因得到了 1 个价电子而成为不能移动的负离子。这种半导体中, 空穴和负离子也是成对出现的。掺入的硼元素越多, 空穴数目就越多。我们把掺入 3 价元素的半导体称为 P 型半导体。在 P 型半导体中空穴的浓度远大于自由电子的浓度, 这时称空穴为多数载流子(简称多子), 自由电子为少数载流子(简称少子), 如图 8.1.5 所示。

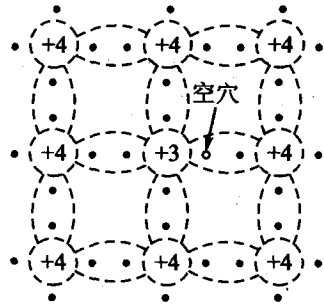


图 8.1.5 硅晶体中掺硼产生空穴

注意：由于自由电子和空穴都是成对出现的，不论N型半导体还是P型半导体都呈电中性，对外不显电性。

8.1.2.3 PN结的形成

图 8.1.6 中的 P 型半导体和 N 型半导体通常称为 P 区和 N 区，由于 P 区存在大量空穴而 N 区存在大量自由电子，因而出现载流子浓度上的差别，于是产生扩散运动。扩散运动首先在交界面处进行，P 区空穴向 N 区扩散，P 区一边靠近交界面处留下不可移动的、带负电的硼离子，形成负空间电荷区(如图 8.1.7 所示，图中 \ominus 表示得到 1 个电子的硼离子)。同时 N 区中的自由电子向 P 区扩散，在 N 区一边靠近交界面处留下不可移动的带正电的磷离子，形成正空间电荷区(图 8.1.7 中， \oplus 表示失去 1 个电子的磷离子)。这样在 P 区和 N 区的交界面两边便形成了一个空间电荷区，这个空间电荷区就是 PN 结。空间电荷区内两种不同带电性质的离子建立起空间电荷区内的内电场，显然内电场的方向是由带正电的 N 区指向带负电的 P 区。

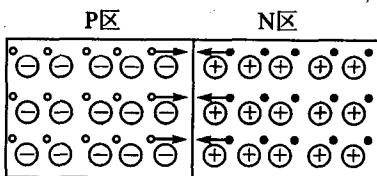


图 8.1.6 多数载流子的扩散运动

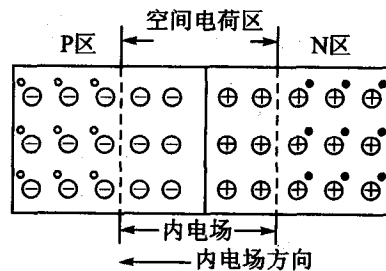


图 8.1.7 平衡状态下的 PN 结

随着扩散运动的进行，内电场不断加强，扩散运动又随着内电场的加强而削弱，因为内电场阻挡着多数载流子的扩散。与此相反的是，内电场对少数载流子的运动却起推动作用，使其分别进入对方区。少数载流子受内电场作用而有规则的运动称为漂移运动。

扩散运动与漂移运动方向相反，随着扩散运动的削弱与漂移运动的加强，最后必然达到动态平衡状态，于是，空间电荷区的宽度也就固定下来。

流过空间电荷区的电流有二，即多数载流子扩散运动形成的扩散电流(又称正向电流)及少数载流子漂移运动形成的漂移电流(又称反向电流)。瞬间流过空间电荷区截面的净电

流则为正向电流和反向电流的代数和，当扩散与漂移达到动态平衡时，净电流为零。PN结实际上就是净电流为零时呈现的状态。

形成空间电荷区的正负离子也称空间电荷。虽然它们都带电，但不能移动，不参与导电，而空间电荷区内的多数载流子又已扩散到对方并复合掉了，因此空间电荷区内载流子非常少，故空间电荷区呈高阻率。

以上讨论的是PN结没有外加电压的情况。如果在PN结两边加上外加电压，情况又如何呢？下面将对此进行分析。

8.1.2.4 PN结的单向导电性

1. PN结两边外加正向电压

这是指P区接外电源正极，N区接外电源负极。这种接法又称正向偏置，简称正偏，

如图8.1.8所示。由图可知，正偏时外电场与内电场方向相反。当正向电压足够大时，外电场驱使P区和N区的多数载流子进入空间电荷区，分别中和空间电荷区内的负空间电荷和正空间电荷，使空间电荷区变窄，即内电场被削弱，这就有利于扩散运动的加强，于是多数载流子顺利通过PN结，形成较大的正向电流。正向电流包括空穴电流和电子电流两部分，二者载流子极性不同，运动方向相反，电流方向一致。在一定范围内，所加正向电压越高，正向电流越大。正向电流达到一定值时，PN结呈低阻状态，这种情况称为导通。

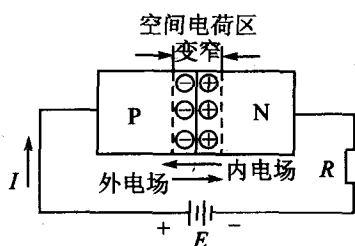


图 8.1.8 PN结加正向电压

2. PN结两边外加反向电压

这是指P区接外电源负极，N区接外电源正极。这种接法又称反向偏置，简称反偏，如图8.1.9所示。由图可知，反偏时外电场与内电场方向一致，外电场将空间电荷区两边的P区和N区中的空穴和自由电子拉走，空间电荷区变宽，内电场增强，这使多数载流子的扩散运动更加难以进行。另一方面，增强的内电场又使少数载流子的漂移运动得到加强，N区和P区的少数载流子通过PN结形成了反向电流。由于少数载流子数量很少，因而反向电流很小，PN结呈高阻状态，这种情况称为截止。由于少数载流子的激发与温度有关，故温度对反向电流影响很大。

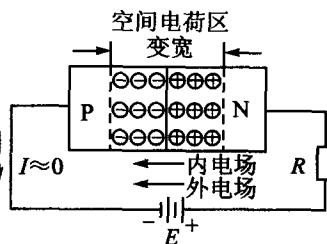


图 8.1.9 PN结加反向电压

综上所述，PN结加正向电压时导通，加反向电压时截止，这种特性就是PN结的单向导电性。

思考题

- 8.1.1 电子导电和空穴导电有何区别? 空穴电流是不是由自由电子填补空穴所形成的?
- 8.1.2 杂质半导体中的多数载流子和少数载流子是怎样产生的? 为什么杂质半导体中少数载流子的浓度比本征半导体中载流子的浓度小?
- 8.1.3 N型半导体中的自由电子多于空穴, 是否N型半导体带负电? 而P型半导体中的空穴多于自由电子, 是否P型半导体带正电?

8.2 半导体二极管

8.2.1 基本结构

一个PN结接出相应的电极引线, 再加上管壳密封就是一只半导体二极管。为了防止使用时极性接错, 管壳上标有“ \triangleright ”符号或色点, 符号箭头指示方向为正向, 色点则表示该端为正极。二极管极性接错, 轻则电路无法正常工作, 重则烧坏二极管及电路中的其他元件。

半导体二极管(以下简称二极管)的外形及符号如图 8.2.1 所示。

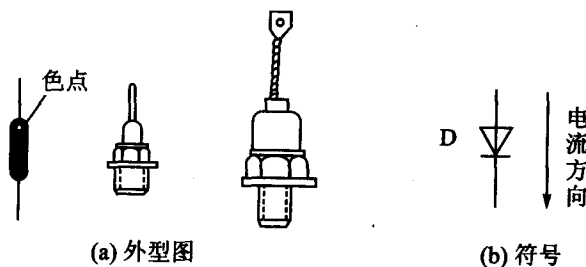


图 8.2.1 半导体二极管的外形及符号

二极管根据结构的不同分为点接触型和面接触型两类。点接触型二极管(一般为锗管)是由一根很细的金属丝和一块N型锗片的表面接触, 正方向通以大的瞬时电流, 使触须和半导体牢固地熔接而构成PN结, 如图 8.2.2(a)所示。这样做出的PN结面积很小, 只能通过较小电流和承受较低的反向电压, 但高频特性好, 因此点接触型二极管主要用于高频和小功率工作以及作为数字电路中的开关元件。

面接触型二极管的PN结采用合金法或扩散法制造, 如图 8.2.2(b)所示。由于PN结的面积较大, 能通过较大电流, 但工作频率低, 故面接触型二极管主要用作整流元件。

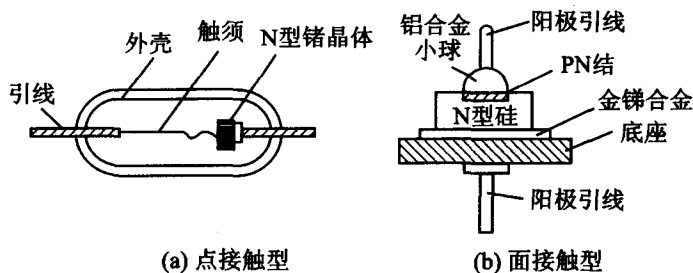


图 8.2.2 二极管结构示意图

8.2.2 伏安特性

二极管的伏安特性是指加在二极管两端的电压和流过二极管的电流之间的关系曲线，二极管伏安特性通常用来描述二极管的性能。图 8.2.3 给出的是实测的伏安特性曲线。下面对二极管伏安特性曲线进行分析。

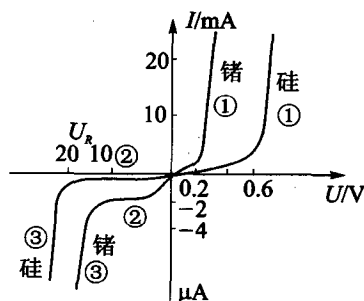


图 8.2.3 二极管伏安特性

8.2.2.1 正向特性

外加正向电压时的伏安特性称为正向特性。它对应于图 8.2.3 中的①段。正向特性的起始部分，正向电流几乎为零，特性曲线与横轴几乎重合，这是因为起始时，外加正向电压很小，外电场尚不足以克服 PN 结内电场的影响，多数载流子的扩散运动仍受内电场的阻挡，因而正向电流很小，二极管呈现很高的电阻。这段区域称为死区。随着外加正向电压的升高，外电场增强到足以克服内电场的影响时，正向电流开始上升，二极管开始导通。对应于二极管开始导通时的外加正向电压称为死区电压。锗管的死区电压约为 0.1V，硅管的死区电压约为 0.5V。

外加正向电压超过死区电压后，内电场被大大削弱，正向电流增长很快。此时，正向电流与外加正向电压近似成正比，伏安特性曲线近似为直线，这一区域称为线性区，这是二极管导通的正常工作区。正常情况下，锗管的正向导通压降为 0.2V~0.3V，硅管的正向导通压降为 0.6V~0.7V。