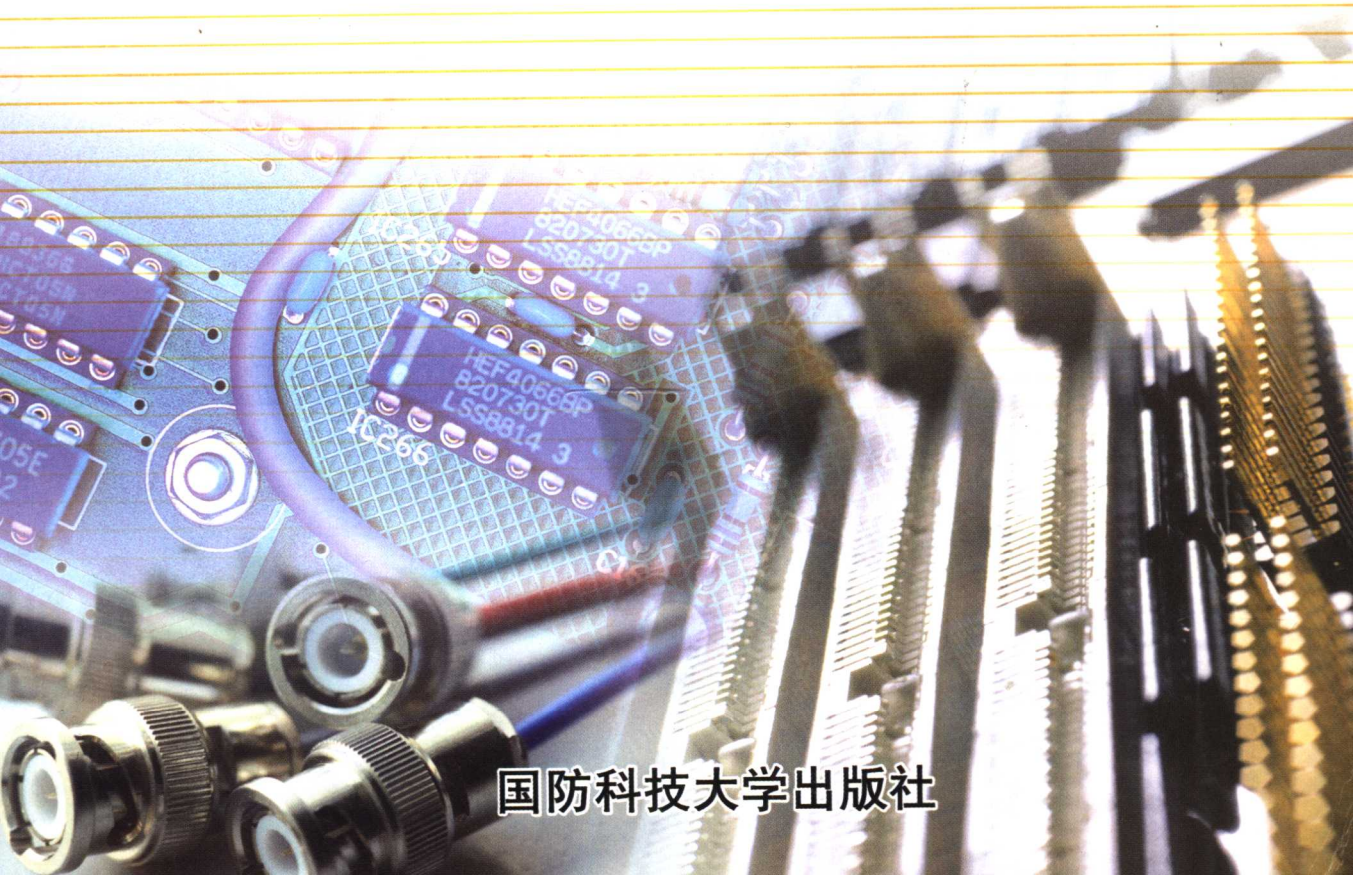


中等职业学校专业基础课通用教材

电子技术基础

主编 侯寅珊



国防科技大学出版社

中等职业学校专业基础课通用教材

电子技术基础

主 编： 侯寅珊
主 审： 边长禄
编 委： 孙宏伟 吴海江 任元兴
 李虎山 陈小瑜 安启刚
 祝月明 马明伟 刘兴远
 周立平 张 涛 刘宝泉
 张海涛 杨 建 杨亚军
 郝 军

国防科技大学出版社

内 容 提 要

本书是根据教育部颁发的《中等职业学校电子技术基础教学大纲》编写,并参照了有关行业职业技能鉴定规范,适用于电子电气类专业。主要内容有:半导体的基础知识、交流放大电路、负反馈放大电路、线性集成电路、低频功率放大电路、直流稳压电源、正弦波振荡电路、晶闸管及其应用、数字电路基础知识、逻辑门电路、组合逻辑电路、集成触发器、时序逻辑电路、脉冲波形的产生与变换、数/模转换和模/数转换和大规模数字集成电路简介。

本书概念严密、思路清晰、内容浅显、文字通顺,是中等职业学校三、四年制专业基础课通用教材,也可供职高、职业技工学院及技术院校学生自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础/侯寅珊主编, - 长沙:国防科技大学出版社,2006.5

ISBN 7-81099-306-2

I. 电... II. 侯 III. 电子学-专业学校-教材 IV. TM2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 024662 号

国防科技大学出版社出版发行

电话:(0731)4572640 邮政编码:410073

<http://www.gfkdcbs.com>

E-mail: faxing@gfkdcbs.com

责任编辑:陈靖

全国各新华书店经销

北京楠萍印刷有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:21.25 字数:400 千字

2006 年 5 月第 1 版第 1 次印刷 印数:1~3000 册

定价:22.80 元

前 言

本书根据教育部颁发的中等职业教育《电子技术基础》教学大纲进行编写。同时参照电子电气类职业技能规范,从目前中等职业学校学生的实际出发,淡化了理论教学,着重培养学生的学习能力、分析问题的能力,应用知识解决问题的能力,力图通过对本书的学习使学生对电子方面的知识产生深厚的兴趣,并形成技术创新的理念。

本书作为中等职业电子技术的基础教材,将课程的理论知识和实践能力相结合。在内容和编排上体现了系统性、应用性、针对性和灵活性。为了方便学生自学,每章开头都列出了本章概述和学习目标,课后附有适量的复习题,以便使学生学以致用能力得以巩固和拓展。

书中带“*”的为选学内容,可根据学校实际情况自行选择。课时安排请参考下表。

章 节	课程内容	建议课时
第一章	半导体的基础知识	10
第二章	交流放大电路	10
第三章	负反馈放大电路	6
第四章	线性集成电路	6
第五章	低频功率放大电路	6
第六章	直流稳压电源	10
第七章	正弦波振荡电路	6
* 第八章	晶闸管及其应用	4
第九章	数字电路基础知识	8
第十章	逻辑门电路	10
第十一章	组合逻辑电路	8
第十二章	集成触发器	6
第十三章	时序逻辑电路	8
第十四章	脉冲波形的产生与变换	6
* 第十五章	数/模转换和模/数转换	4
* 第十六章	大规模数字集成电路简介	4
实验部分		20
合 计		132

本书由侯寅珊主编,边长禄主审,参加编写的有孙宏伟、吴海江、任元兴、李虎山、陈小瑜、安启刚、祝月明、马明伟、刘兴远、周立平、张涛、刘宝泉、张海涛、杨建、杨亚军和郝军。

因时间仓促,教材中难免会有缺点和错误,希望使用本教材的师生与广大读者提出批评和改进意见,以便进一步修改,力求日臻完善。

编者

2006年5月

目 录

第一章 半导体的基础知识 1	2.3.1 共集电极放大电路 50
1.1 半导体及其主要特性 1	2.3.2 共基极放大电路 51
1.1.1 半导体的概念 1	2.3.3 三种基本放大电路的比较 51
1.1.2 PN 结及其导性 2	2.4 应用实例 52
1.2 半导体二极管 3	2.4.1 OTL 扩音机 52
1.2.1 半导体二极管的特性和参数 3	2.4.2 录音电路 53
1.2.2 特殊的二极管及其应用 7	*2.5 场效应管放大电路 53
1.3 半导体三极管 10	2.5.1 场效应管微变等效电路 53
1.3.1 三极管的结构和类型 10	2.5.2 共源极场效应管放大电路 54
1.3.2 三极管的放大作用 11	2.5.3 共漏放大电路 55
1.3.3 三极管的伏安特性曲线 13	本章附表 55
1.3.4 三极管的主要参数 14	本章习题 57
*1.4 场效应晶体管 17	实验二 单管电压放大电路组装与调试 60
1.4.1 结型场效应管 17	第三章 负反馈放大电路 63
1.4.2 绝缘栅场效应管 19	3.1 多级放大电路 63
1.4.3 场效应管的主要参数和使用注意事项 20	3.1.1 多级放大电路的级间耦合方式 64
本章附表 22	3.1.2 多级放大电路的分析 65
本章习题 24	3.2 放大电路中的负反馈 66
实验一 晶体管的简单测试 27	3.2.1 反馈的基本概念 66
第二章 交流放大电路 31	3.2.2 负反馈对放大电路的影响 72
2.1 放大电路概述 32	3.3 负反馈放大电路的应用实例 75
2.1.1 放大电路的定义 32	3.3.1 OTL 扩音机 75
2.1.2 放大电路的基本参数 32	3.3.2 收音机磁头放大电路 75
2.2 共发射极基本放大电路 34	3.3.3 超外差式 AM 收音机 75
2.2.1 基本放大电路的组成 34	本章习题 77
2.2.2 基本放大电路的工作原理 35	第四章 线性集成电路 79
2.2.3 放大电路的分析方法 38	4.1 直流放大电路 79
2.2.4 放大电路的偏置电路 47	4.1.1 直流放大电路的两个特殊问题 79
2.3 共集电极和共基极放大电路 49	4.1.2 差动放大电路 81
	4.2 集成运算放大电路的基本概念 86

4.2.1 集成运算放大电路基础知识	86	第七章 正弦波振荡电路	146
4.2.2 集成运算放大电路的应用	88	7.1 正弦波振荡电路的基础知识	146
4.3 应用实例	93	7.1.1 正弦波振荡电路的组成	146
本章习题	96	7.1.2 正弦波振荡电路产生振荡的条件	148
实验三 集成运放运算电路功能测试	98	7.2 LC 正弦波振荡电路	149
实验四 二级放大电路的组装、调试和测量	101	7.2.1 变压器反馈式 LC 振荡电路	150
第五章 低频功率放大电路	103	7.2.2 三点式振荡电路	151
5.1 功率放大电路的基础知识	103	7.2.3 LC 振荡电路应用实例	153
5.2 低频功率放大电路的基本类型	104	7.3 RC 正弦波振荡电路	154
5.2.1 有输出变压器的功率放大电路	104	7.3.1 RC 移相式正弦波振荡电路	155
5.2.2 无变压器的功率放大电路	107	7.3.2 RC 桥式振荡器	155
5.3 集成功率放大器的应用	111	7.3.3 应用实例——简易高低频信号发生器	156
本章习题	113	7.4 石英晶体振荡器	157
实验五 OTL 功率放大电路的组装、调试与测量	115	7.4.1 石英晶体的基本特性	158
第六章 直流稳压电源	117	7.4.2 串联型和并联型石英晶体振荡器	159
6.1 单相整流与滤波电路	117	本章习题	160
6.1.1 二极管单相整流电路	118	实验八 RC 桥式振荡电路的组装、调试与测量	163
6.1.2 滤波电路	123	*第八章 晶闸管及其应用	165
6.1.3 应用实例	126	8.1 单向晶闸管	165
6.2 直流稳压电源	126	8.1.1 单向晶闸管的结构和导电性能	165
6.2.1 硅稳压管稳压电路	127	8.1.2 单向晶闸管测试方法	167
6.2.2 串联型晶体管稳压电路	128	8.1.3 晶闸管的主要参数	168
6.2.3 应用实例——稳压电源中的稳压电路	132	8.2 双向晶闸管	168
6.3 三端集成稳压器	132	8.2.1 双向晶闸管的结构和导电特性	168
6.3.1 三端固定式集成稳压器	133	8.2.2 晶闸管的检测	169
6.3.2 三端可调式集成稳压器	135	8.3 晶闸管整流电路	169
6.3.3 三端可调式集成稳压器的应用	135	8.3.1 单相半波可控整流电路	169
本章习题	136	8.3.2 单相桥式可控整流电路	170
实验六 单相桥式整流电容滤波电路的组装、 调试和测量	140		
实验七 三端集成稳压器的应用	143		

8.4 晶闸管应用电路	171	10.4 CMOS 门电路	203
8.4.1 RC 触发双向晶闸管调压电路 ...	171	10.4.1 CMOS 反相器	203
8.4.2 单结晶闸管触发式调压器	172	10.4.2 其他 CMOS 门电路(OC 门)	204
本章习题	175	10.4.3 CMOS 门电路和 TTL 门电路的使用知 识及相互连接	206
第九章 数字电路基础知识	176	本章习题	207
9.1 概述	176	实验九 门电路功能的测试	213
9.2 数制及其转换	177	第十一章 组合逻辑电路	218
9.2.1 数制	177	11.1 组合逻辑电路的基础知识	218
9.2.2 数制转换	178	11.1.1 基本特点	218
9.2.3 二进制数的四则运算	179	11.1.2 分析方法	218
9.2.4 编码	180	11.1.3 组合逻辑电路的设计方法	220
9.3 逻辑代数基础	181	11.2 编码器	222
9.3.1 逻辑函数及其表示方法	181	11.2.1 二进制编码器	222
9.3.2 逻辑函数的基本公式	183	11.2.2 二—十进制编码器	223
9.3.3 逻辑函数的化简(本节只介绍代数法)	184	11.3 译码器	225
本章习题	186	11.3.1 二进制译码器	225
第十章 逻辑门电路	188	11.3.2 二—十进制译码器	227
10.1 晶体管的开关特性	188	11.3.3 数字显示器	228
10.1.1 二极管的开关特性	188	11.3.4 加法器	232
10.1.2 三极管的开关特性	190	11.3.5 比较器	234
10.1.3 加速电容	192	本章习题	236
10.2 逻辑门电路	192	实验十 组合逻辑电路的测试	238
10.2.1 与门电路	193	第十二章 集成触发器	243
10.2.2 或门电路	194	12.1 RS 触发器	243
10.2.3 非门电路(反相器)	195	12.1.1 基本 RS 触发器	243
10.2.4 与非门	196	12.1.2 同步 RS 触发器	245
10.2.5 或非门	196	12.2 主从 RS 触发器	247
10.2.6 与或非门	197	12.2.1 主从触发器的电路结构及工作方式	247
10.2.7 异或门	198	12.2.2 主从 JK 触发器	248
10.3 TTL 门电路	199	12.2.3 T 触发器	251
10.3.1 TTL 与非门	199	12.3 边沿触发器	252
10.3.2 集电极开路门(OC 门)	200	12.3.1 维持—阻塞边沿 D 触发器的工作原理	253
10.3.3 三态输出门电路(TS 门)	202		

12.3.2 D 触发器的逻辑功能	254	14.3.3 石英晶体多谐振荡器	293
12.4 集成触发器的应用	255	14.4 施密特触发器的电路工作原理及应用举例	294
12.4.1 触发器的功能转换	255	14.4.1 用集成与非门组成的施密特触发器	294
12.4.2 集成触发器的主要参数	256	14.4.2 集成施密特触发器	296
本章习题	257	14.4.3 施密特触发器的应用	297
实验十一 触发器的测试	260	14.5 时基电路(555 定时器的组成及工作原理)	299
第十三章 时序逻辑电路	262	14.5.1 电路组成	299
13.1 概述	262	14.5.2 工作原理	299
13.2 寄存器	263	14.5.3 集成定时器的应用	300
13.2.1 数码寄存器	263	本章习题	302
13.2.2 移位寄存器	263	实验十三 脉冲波形的产生与变换	305
13.3 二进制计数器	267	* 第十五章 数/模转换和模/数转换	307
13.3.1 异步二进制加法计数器	267	15.1 数/模转换和模/数转换的基本概念	307
13.3.2 异步二进制减法计数器	268	15.2 数/模转换器 DAC	308
13.3.3 二进制同步计数器	269	15.2.1 T 型电阻 DAC	308
13.3.4 同步二进制减法计数器	270	15.2.2 倒 T 型电阻 DAC	310
13.3.5 四位同步二进制可逆计数器	271	15.3 模/数转换器 ADC	311
CT74LS193	271	15.3.1 模/数转换的基本原理	311
13.4 十进制计数器	272	15.3.2 并行比较型 ADC	313
13.4.1 二—十进制编码	272	15.3.3 逐位比较型 ADC	314
13.4.2 异步十进制加法计数器	273	本章习题	315
13.5 中规模集成计数器及其应用	273	* 第十六章 大规模数字集成电路简介	316
本章习题	277	16.1 半导体存储器	316
实验十二 中规模集成计数器的应用	279	16.1.1 RAM 的工作原理	316
第十四章 脉冲波形的产生与变换	282	16.1.2 ROM 的工作原理	318
14.1 脉冲的基础知识	282	16.1.3 存储器的应用	323
14.2 单稳态触发器的工作原理及应用举例	284	16.1.4 其他类型存储器简介	328
14.2.1 RC 波形变换电路	284	本章习题	329
14.2.2 微分型单稳态触发器	287		
14.3 多谐振荡器的电路工作原理及应用举例	291		
14.3.1 与非门基本多谐振荡器	291		
14.3.2 环形多谐振荡器	292		

第一章

半导体的基础知识

本章概述:

半导体器件是现代电子技术的重要组成部分,它具有体积小、质量轻、使用寿命长、功率转换效率高等优点,因而得到了广泛应用。本章首先介绍半导体的基本知识,然后讨论各种半导体器件的结构、特性曲线及主要参数。

学习目标:

1. 了解半导体导电特性;本征半导体、掺杂半导体的概念;特殊二极管的作用;场效应管的结构。
2. 理解PN结的单向导电性;半导体二极管、三极管的结构与主要参数;场效应管的电压放大作用。
3. 掌握二极管的单向导电性;半导体三极管的电流分配关系与电流放大作用。

1.1 半导体及其主要特性

1.1.1 半导体的概念

1. 半导体的定义

自然界中的物质,按导电能力强弱的不同,可以分为三大类:导体、绝缘体和半导体。半导体是导电能力介于导体和绝缘体之间的物质,常用的半导体材料有锗(Ge)、硅(Si)和砷(As)等。纯净的、不含杂质的半导体叫做本征半导体,在本征半导体中掺入其他元素,称为杂质半导体。

本征半导体有两种导电的粒子,一种是带负电荷的自由电子,另一种是相当于带正电荷的粒子——空穴。自由电子和空穴在外电场的作用下都会作定向移动而形成电流,所以把它们统称为载流子。在本征半导体中每产生一个自由电子必然会有一个空穴出现,自由电子和空穴成对出现,这种物理现象称为本征激发。由于常温下本征激发产生的自由电子和空穴的数目很少,本征半导体导电性能比较差。但温度升高或光照增强时,本征半导体内电子运动加剧,载流子数目增多,导电性能提高,这就是半导体的热敏特性和光敏特性。在本征半导体中掺入微量

元素后,导电性能将大大提高,这就是半导体的掺杂特性。在本征半导体中掺入不同的微量元素,会得到导电性质不同的半导体材料。根据半导体的掺杂特性,可制成两大类型的杂质半导体,即 N 型半导体和 P 型半导体。

2. P 型半导体和 N 型半导体

(1) P 型半导体

如果在本征半导体硅或锗的晶体中掺入微量三价元素硼(或镓、铟等),半导体内部空穴的数量将增加成千上万倍,导电能力大大提高,这类杂质半导体称为 P 型半导体,也称为空穴型半导体。在 P 型半导体中,空穴成为半导体导电的多数载流子,自由电子为少数载流子。就整块半导体来说,它既没有失去电子也没有得到电子,所以呈电中性。

(2) N 型半导体

如果在本征半导体硅或锗的晶体中掺入微量五价元素磷(或砷、锑等),半导体内部的自由电子的数量将增加成千上万倍,导电能力大大提高,这类杂质半导体称为 N 型半导体,也称为电子型半导体。在 N 型半导体中,自由电子成为半导体导电的多数载流子,空穴为少数载流子。就整块半导体来说,它同样既没有失去电子也没有得到电子,所以呈电中性。

1.1.2 PN 结及其导电性

1. PN 结的形成

在一块完整的本征半导体硅或锗上,采用掺杂工艺,使一边形成 P 型半导体,另一边形成 N 型半导体。这样,在 P 型半导体与 N 型半导体的交界处,就形成了一个特殊的区域——PN 结。PN 结是构成各种半导体器件的基础。

因为 P 型半导体内空穴载流子浓度高, N 型半导体内自由电子浓度高,所以在交界面上的载流子将由浓度高处向浓度低处扩散,如图 1-1(a)所示,结果在交界处的 P 型半导体一侧留下负电离子, N 型半导体一侧留下正电离子,形成 PN 结的方向由 N 区指向 P 区的电场,即 PN 结的内电场,如图 1-1(b)所示。由于 PN 结内的自由电子和空穴已经中和,几乎没有可自由移动的载流子,所以 PN 结也称为“耗尽层”。

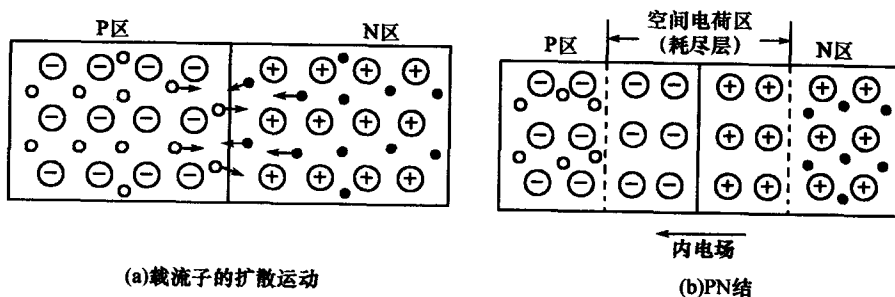


图 1-1 PN 结的形成

2. PN 结的单向导电性

(1) PN 结加正向电压导通

将 P 区接电源正极, N 区接电源负极, 则 PN 结外加了正向电压, 称正向偏置, 简称正偏, 如图 1-2(a) 所示。这时内、外电场方向相反, 外电场削弱了内电场对多数载流子扩散的阻碍作用, 使扩散继续进行, 由于多数载流子扩散的定向运动, 在 PN 结内部与外电路形成正向电流 I_D , 并随着外加电压的升高而迅速增大, 这种现象称为 PN 结正向导通。

(2) PN 结加反向电压截止

将 P 区接电源负极, N 区接电源正极, 则 PN 结外加了反向电压, 称反向偏置, 简称反偏, 如图 1-2(b) 所示。当 PN 结反向偏置时, 内、外电场的方向相同, 外电场加强了内电场对多数载流子扩散的阻碍作用, 结果在 PN 结内形成微小的反向电流 I_R , 这种现象称为 PN 结反向截止。当 PN 结两端施加的反向电压增加到一定值时, 反向电流会急剧增大, 此时 PN 结反向击穿。

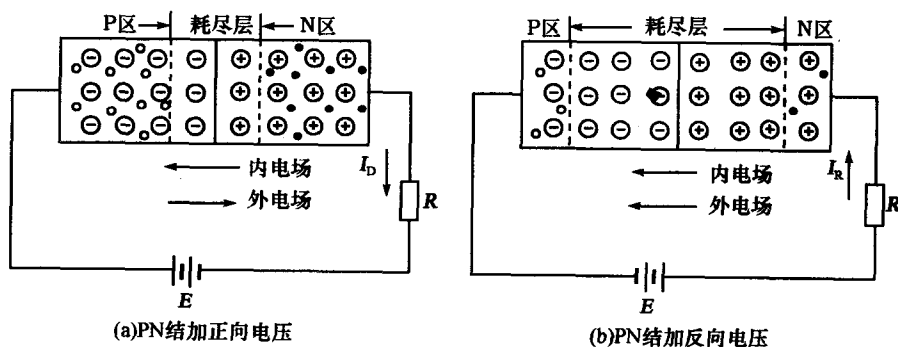


图 1-2 PN 结的单向导电性

综上所述, PN 结具有加正向偏压时导通, 加反向偏压时截止的特性, 即 PN 结具有单向导电性, 其导电方向是由 P 区指向 N 区。

3. PN 结结电容

PN 结界面两边分别聚集着不能移动的正、负离子, 相当于电容器带上电荷的两块极板, 因此 PN 结存在着电容, 称为 PN 结的结电容。

1.2 半导体二极管

1.2.1 半导体二极管的特性和参数

1. 半导体二极管的结构和符号

半导体二极管(简称二极管)是由一个 PN 结加上两个接触电极、引线和管壳构成, 如图 1-3(a) 所示, 图 1-3(b) 所示为普通二极管的外形。

二极管电路符号如图 1-3(c) 所示, 图中 A 是指从 P 区引出的电极, 称为 P 极或正极; K 是

指从 N 区引出的电极,称为 N 极或负极。三角箭头方向表示 PN 结正向电流的方向,即二极管的正向电流是从 P 极流入,N 极流出。

二极管的关键部分是 PN 结,因此,二极管的主要特点是具有单向导电性。



图 1-3 二极管的结构和符号

2. 二极管的伏安特性

二极管的导电性能,由加在二极管两端的电压与流过二极管的电流来决定,两者之间的关系曲线称为二极管伏安特性曲线,如图 1-4(a)和(b)所示。由图可见,二极管的导电特性可分为正向特性和反向特性两部分。

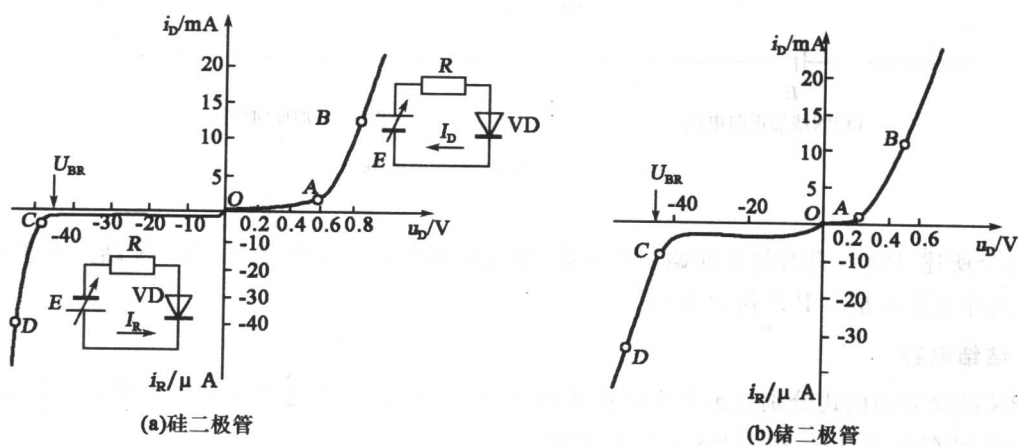


图 1-4 二极管的伏安特性曲线

(1) 正向特性

正向特性是指二极管加正向电压时电流随电压变化的关系,即图中的 OA 和 AB 段。

OA 段:当二极管两端的电压为零时,电流也为零。当电压升高时,电流很小且基本不变。这个电压区域称为死区,硅二极管死区电压约为 0.5 V,锗二极管死区电压约为 0.1 V。在实际使用中,当二极管正向电压小于死区电压时,二极管处于正向电流为零的截止状态。

AB 段:当正向电压大于死区电压之后,随着外加电压的增加,正向电流迅速增大,特性曲线接近直线,二极管处于正向导通区。此时,管子两端电压降变化不大,硅管约为 0.6~0.7 V,

锗管约为 $0.2 \sim 0.3 \text{ V}$ 。

(2) 反向特性

反向特性是指二极管加反向电压时电流随电压变化的关系,即图中的 OC 、 CD 段。

OC 段:当给二极管加反向电压时,形成的反向电流极小,而且在一定的范围内基本不随反向电压的变化而变化。这个电压区域称为反向截止区。二极管反向截止时,通过的电流叫做反向饱和电流或反向漏电流,通常硅管有几微安到几十微安;锗管有几十微安到几百微安。其值越小,二极管质量越好。

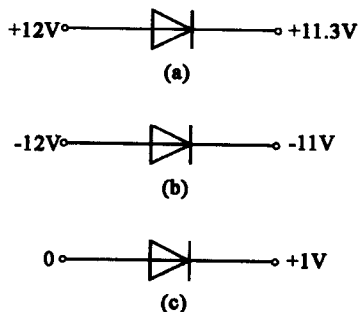
CD 段:反向电压过高时,反向电流急剧增大,特性曲线近似为一条陡峭直线。这时,二极管出现了反向击穿现象,发生反向击穿时所需的外加电压称为反向击穿电压 U_{BR} 。反向击穿区的特点是反向电流变化很大,相对应的反向电压却变化很小。稳压二极管就是利用这种特性制成的。

通过上面的分析可以看出:

- 1) 二极管的电压与电流变化不呈线性关系,其电阻不是常数,是非线性器件。
- 2) 二极管具有单向导电性,即外加正向电压大于死区电压(死区电压,锗管约为 0.2 V ,硅管约为 0.5 V)时,二极管导通;外加反向电压小于死区电压时,二极管截止。
- 3) 二极管正向导通后,正向电压变化范围很小(一般锗管约为 $0.2 \sim 0.3 \text{ V}$,硅管约为 $0.6 \sim 0.7 \text{ V}$),近似恒压特性。
- 4) 锗二极管比硅二极管的正向电流上升快,正向电压压降小,但锗管比硅管的反向电流大得多,受温度影响比较明显。

例 1-1 有三只二极管,用万用表直流电压挡分别测出这三只二极管的正极与负极的对地电位(参考点电位),如图 1-5 所示,试判断这三只二极管的偏置状态。

解:要判别二极管是正偏还是反偏,只要记住,二极管正极电位高于负极电位,则二极管正偏,否则反偏。根据上述规则,图 1-5(a)所示二极管为正偏,图 1-5(b)和(c)所示二极管均为反偏。



3. 二极管的主要参数

二极管的参数,是定量描述二极管性能优劣的质量指标,其主要参数有:

(1) 最大整流电流 I_{Dm}

最大整流电流 I_{Dm} 是指二极管长时间工作时允许通过的最大正向平均电流。使用时,应注意流过二极管的正向最大平均电流不大于这个数值,否则可能损坏二极管。

(2) 最大反向电压 U_{Rm}

最大反向电压 U_{Rm} 是指二极管正常使用时所允许加的最高反向电压。其值通常取二极管反向击穿电压 U_{BR} 的一半左右,使用时如果超过此值,二极管将有被击穿的危险。

(3) 反向电流 I_R

反向电流 I_R 是指在室温下二极管未被击穿时的反向电流值,或者是加上最大反向工作电

图 1-5 判别二极管偏置状态

压时的反向电流。

(4) 最高工作频率 f_m

最高工作频率 f_m 是指保证二极管能起单向导电作用时的最高工作频率。如果通过二极管电路的频率大于该值,二极管将不能起到单向导电的作用。

例 1-2 如图 1-6 所示电路, VD_1 、 VD_2 为硅管,求流过二极管的电流 I 为多少?

解:硅管的正向压降 U_D 约为 0.7 V,则

$$U_{D1} + U_{D2} = 1.4 \text{ V}$$

根据欧姆定律,流过二极管的正向电流为

$$I = \frac{U}{R} = \frac{20 \text{ V} - 1.4 \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega} = 18.6 \text{ mA}$$

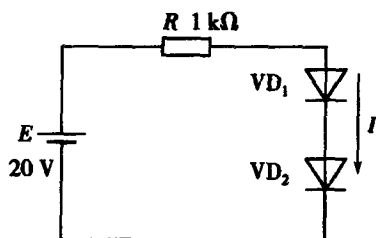


图 1-6 简单二极管电路

例 1-3 有同型号二极管三只,测得的数据如表 1-1 所示,试问哪个管子性能最好?

表 1-1 三只二极管的几组实测数据

	正向电流/mA (正向电压相同)	反向电流/uA (反向电压相同)	反向穿电压/V
甲管	30	3	150
乙管	100	2	200
丙管	50	6	80

解:乙管的性能最好。因为,它的耐压高,反向电流小;在正向电压相同情况下,乙管正向电阻最小。

4. 二极管的简易测试

(1) 判别二极管的极性

在实际工作中使用二极管时,常需辨别二极管的正、负极性。最简单的判断方法是用一只普通万用表来测量它的正、反向电阻,见图 1-7。测量时,首先将万用表欧姆挡的量程拨到 $R \times 100$ 挡或 $R \times 1 \text{ k}$ 挡位置,因为在 $R \times 1$ 挡位置时电流太大, $R \times 10 \text{ k}$ 挡位置时电压太高,都有可能损坏二极管。然后,将两表棒分别接二极管的两个电极,交换电极再测一次,从而得到两个电阻值。管子的正向电阻值一般为几百欧姆至几千欧姆,反向电阻

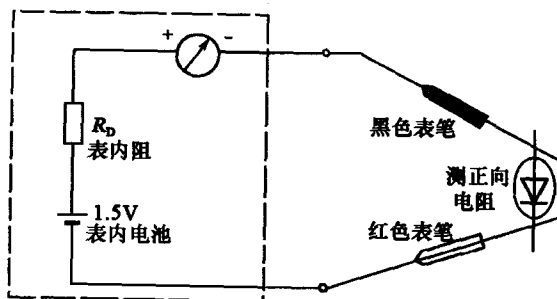


图 1-7 二极管极性的判断

值为几十千欧姆到几百千欧姆。所以,可由测得电阻值中数值小的一次黑表棒接的是二极管的正极,红表棒接的是二极管的负极。用不同的电阻挡测量,测量出的正向电阻和反向电阻会有差别,这是由于二极管是非线性器件造成的。

(2) 检测二极管的好坏

检查时,用万用表的红、黑两根表棒,分别正接和反接二极管两端,即可测出大、小两个阻值。如果测得的正、反向电阻值相差很大,则表示该二极管的单向导电性能好。反之,如测得的正、反向电阻值差不多,则表示二极管性能差。要特别注意两种情况:如果测得正、反向阻值均为 ∞ ,则表示二极管内部已经断路;如果测得阻值为零,则表示二极管的两个电极短路。无论测得正、反向电阻均为零还是为 ∞ 都说明二极管已坏,不能再使用。

1.2.2 特殊的二极管及其应用

除前面讨论的普通二极管外,还有若干特殊二极管,如稳压二极管、变容二极管、发光二极管、光电二极管等,它们具有特殊的功能,下面分别加以介绍。

1. 稳压二极管

(1) 稳压二极管的特性

稳压二极管(简称稳压管)的符号和伏安特性如图 1-8 所示。由伏安特性曲线可知,稳压管反向击穿特性曲线非常陡峭。在反向击穿区,反向击穿电流在较大范围内变化时,管子两端的电压变化范围却很小。稳压管是利用其反向击穿特性进行稳压的。

稳压管均为硅管,只要反向击穿电流小于它的最大允许电流,管子一般不会损坏。因此需要限制稳压管的工作电流。

(2) 稳压二极管的主要参数

1) 稳定电压 U_Z :指稳压管中的电流为规定电流时,稳压管两端的电压值。 U_Z 近似等于反向击穿电压 U_{BR} 。不同型号的稳压管的 U_Z 值不同,即使相同型号的稳压管, U_Z 也具有一定的分散性。使用和更换稳压管时,应给予注意。

2) 稳定电流 I_Z :指稳压管正常工作时,稳定电流的参考值。它作为应用时的参考数据。稳定电流 I_Z 有最大稳定电流 I_{Zmax} 和最小稳定电流 I_{Zmin} 之分。

3) 最大耗散功率 P_{Zmax} :指稳压管正常工作时所能承受的最大耗散功率。 P_{Zmax} 一般为几百毫瓦到几瓦。

4) 动态电阻 r_z :指稳压管击穿后,某一电压的变化量 ΔU_Z 与对应的电流的变化量 ΔI_Z 之比。动态电阻 r_z 表示稳压管反向击穿特性曲线的陡峭程度。动态电阻越小,稳压效果越好。

稳压管的具体应用将在第 6.2 详细介绍。

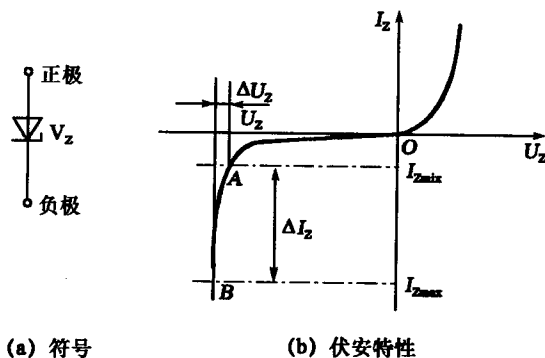


图 1-8 稳压二极管的符号和伏安特性

(3) 稳压管应用时应注意的问题

稳压管在应用时应当注意以下几个方面的问题：

- 1) 稳压管的正极要接低电位，负极要接高电位，保证工作在反向击穿区。
- 2) 为了防止稳压管的工作电流超过最大稳定电流 I_{Zmax} 而发热损坏，必须在回路中串接限流电阻 R 。
- 3) 稳压管不能直接并联使用。

2. 发光二极管

发光二极管简称为 LED，它的外形及电路符号和伏安特性分别如图 1—9(a)和(b)所示。

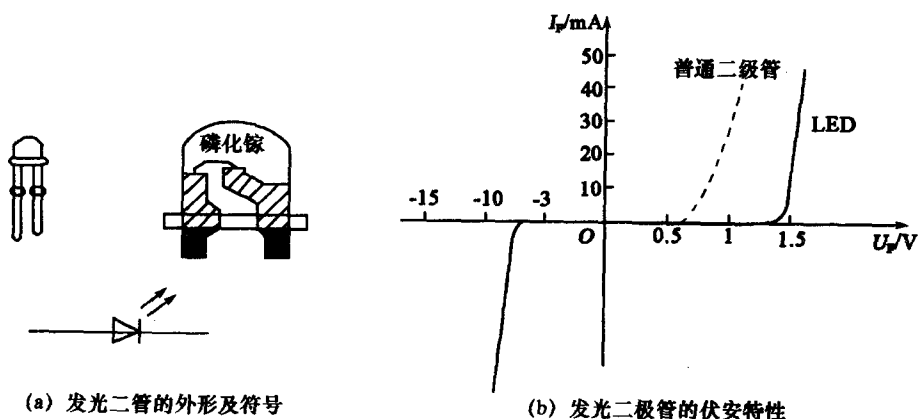


图 1—9 发光二极管的外形及符号和伏安特性

发光二极管和普通二极管一样，具有单向导电性能，它的死区电压比普通二极管高。当它正向导通的时候，会发出光线，根据材料的不同，能发出红、绿、黄等几种颜色的可见光，还能发出人眼看不见的红外光，发光的强度与正向电流的大小成正比。

在实际的应用中，发红外光的二极管常用于遥控器，如电视的遥控器。发可见光的二极管常用于显示电路，如图 1—10 所示。发光二极管使用时，应接适当的限流电阻。

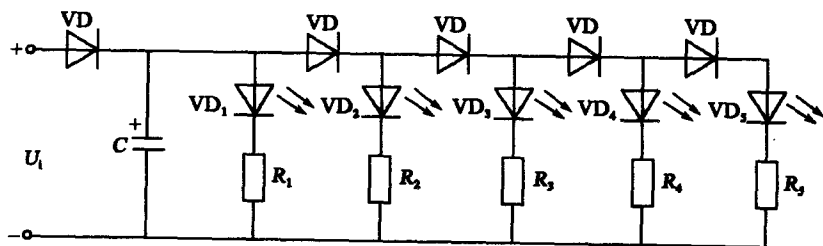


图 1—10 简单的发光二极管电平指示电路