



高职高专教育“十二五”规划教材

电子技术

吕惠芳 路红娟 主编



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press



高职高专教育“十二五”规划教材

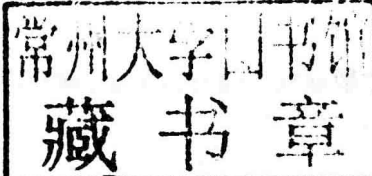
电子技术

主 编 吕惠芳 路红娟

副主编 王 莉 王小强 贾姝娟

顾春禄

参 编 钱仁君 沈承楠 邹洪斌



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

内 容 简 介

本书从高职教育的角度出发,秉承“基于工作过程的行动导向”的教学理念,以项目引领的方式介绍应用电子技术的基础知识,突出介绍电子技术的新发展、新器件、新技术、新工艺,特别注意实践应用,贴近岗位技能需求。

全书内容包括常用半导体元器件的识别与检测、常用放大电路、信号产生电路、稳压电路、数字电路基础及门电路、组合逻辑电路、触发器及其应用、时序逻辑电路的应用、模数/数模电路及其应用、技能综合十个模块。

本书适用于高职高专、成教学院、技师学院及广播电视大学的信息技术专业、机电一体化技术专业、数控技术专业的教材,也可作为应用电子技术专业及从事电子技术的工程技术人员的参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术/吕惠芳,路红娟主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社, 2011. 1

ISBN 978 - 7 - 5661 - 0015 - 3

I. 电… II. ①吕… ②路… III. 电子技术
IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 013698 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451 - 82519328
传 真 0451 - 82519699
经 销 新华书店
印 刷 北京朝阳印刷厂有限责任公司
开 本 787mm × 1 092mm 1/16
印 张 20.75
字 数 492 千字
版 次 2011 年 1 月第 1 版
印 次 2011 年 1 月第 1 次印刷
定 价 34.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

随着电子技术的飞速发展及计算机、通信和信息技术的迅速发展和广泛应用,各种新器件、新电路、新技术、新工艺如雨后春笋般涌现,电子技术基础的教材必须及时反映出这些新进展,与时俱进才能胜任现代电子技术基础的教学任务。特别是在大规模集成电路被广泛应用的今天,电子技术正朝着专用电子集成电路(ASIC)方向、硬件和软件合为一体的电子系统(CPLD和FPGA)方向发展,以硬件电路设计为主的传统设计方法,正向着充分利用器件内部资源和外部引脚功能设计方法转化。从适应高职高专教学和现代电子技术基础的实际需要出发,我们编写了这本教材,力图找到现代电子技术基础教学的新思路和新方法,反映新知识和新技术,介绍新器件和新电路,更好地为高职高专教育服务。

本书力求在掌握基本概念的基础上,注重集成电路以及新器件、新电路的应用,在编写中着重于理论联系实际。我们编写的主要目标是:

(1) 电子技术是一门专业基础课程,既要有知识的连续性,又要有知识的先进性。从高职高专的特殊性出发,以项目引领及知识链接重新序化整个教学内容,遵循电子技术知识学习的循序渐进原则,由浅入深、深入浅出,使电子技术教材的内容跟上时代的发展步伐。

(2) 在知识的讲解上,以“必需”和“够用”为原则。对于典型电路的分析删去了过于繁杂的理论推导;对于电子器件着重介绍其外部特性和主要参数,重点放在其使用方法和实际应用上,对分立元器件组成的电路尽可能精简,明确分立元器件为集成电路服务的方向;对精选的集成电路主要介绍新器件的型号、特点和典型应用。

(3) 从高职高专的培养目标出发,本书在内容安排上突破了传统的顺序,以便更好地配合教学的时度和时数。每个学习模块都提出了本模块的学习目标和学习任务,每一课题都有要求达到的知识目标和技能目标,模块结束有模块总结、思考与练习。书后的器件附表列出了部分典型器件,便于了解查阅和选用器件。

本书教学参考学时范围根据《高等学校工程专科电子技术基础课程教学基本要求》规定为120~138学时。各模块所介绍的实用电路,可根据各校专业要求及学时情况酌情取舍。

本书由无锡工艺职业技术学院吕惠芳、路红娟任主编;黑龙江工商职业技术学院王莉,炎黄职业技术学院王小强,沧州职业技术学院贾姝娟、顾春禄任副主编;无锡工艺职业技术

前言

学院钱仁君,厦门兴才职业技术学院沈承楠,湖南城建职业技术学院邹洪斌参加编写。具体分工如下:吕惠芳编写了大纲,撰写了前言,编写了模块一、模块九和模块十中的课题一,并对全书进行统稿;路红娟编写了模块二和模块十中的课题二;钱仁君编写了模块三和模块四;王莉编写了模块五和模块六;王小强编写了模块七和模块八;贾姝娟、顾春禄、沈承楠、邹洪斌参与了资料的搜集与整理工作。

本教材在编写过程中,得到所有参编人员所在院校的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。最后对书后所列参考书籍和资料的各位作者,也表示深深的感谢。

编者

2010年11月

目 录

模块一 常用半导体元器件的识别与检测

课题一 常用电子元器件的识别与检测	2
1.1.1 半导体二极管的性能测试	2
1.1.2 半导体三极管的性能测试	11
1.1.3 场效应管的识读	18
课题二 简单电子电路的制作与调试	25
1.2.1 限幅电路的制作与调试	25
1.2.2 音乐门铃的制作与调试	29

模块二 常用放大电路

课题一 基本放大电路的制作与测试	36
2.1.1 基本共射放大电路的性能指标的测试	36
2.1.2 单管共射放大电路的工作原理	39
2.1.3 放大电路静态工作点的稳定	46
2.1.4 共集电极和共基极放大电路	48
2.1.5 场效应管放大电路	51
2.1.6 多级放大电路	52
课题二 集成运算放大器电路的制作	57
2.2.1 加、减法比例运算电路制作与调试	57
2.2.2 负反馈放大器	65
2.2.3 集成运算放大器的理想特性	67
2.2.4 集成运算放大器运算电路	68
2.2.5 集成运算放大器的应用	71
2.2.6 集成运算放大器的使用常识	76
课题三 低频功率放大器的制作	79
2.3.1 低频功率放大器的制作与测试	79
2.3.2 低频功率放大器	82

2.3.3 集成功率放大器	86
课题四 扩音机的制作与调试	88
2.4.1 扩音机电路的识读	88
2.4.2 扩音机的制作与调试	90

模块三 信号产生电路

课题一 方波、三角波发生器的制作与调试	100
3.1.1 方波、三角波发生器的制作与调试	100
3.1.2 方波发生电路	105
3.1.3 三角波产生电路	107
课题二 正弦波振荡器的制作与调试	109
3.2.1 RC 正弦波振荡器的制作与调试	109
3.2.2 LC 正弦波振荡器的识读	114
3.2.3 石英晶体振荡器	116

模块四 稳压电路

课题一 单相整流电路滤波电路的制作	122
4.1.1 单相桥式整流电容滤波电路的制作与测试	122
4.1.2 滤波电路	125
课题二 串联型稳压电源的制作	129
4.2.1 串联型直流稳压电源的制作与调试	129
4.2.2 稳压电路及稳压原理	133
4.2.3 具有放大环节的串联型稳压电路	134
课题三 集成稳压器电源的制作与调试	137
4.3.1 三端式集成稳压器电源的制作与调试	137
4.3.2 三端式集成稳压器典型应用线路	139

模块五 数字电路基础及门电路

课题一 数字信号的识别	146
5.1.1 数字信号的识别	146
5.1.2 数字系统中的计数体制	149
5.1.3 数字系统中的编码	151
课题二 逻辑门电路的功能测试	154
5.2.1 逻辑门电路的功能测试	154

5.2.2 基本逻辑门电路	159
课题三 用门电路制作简单逻辑电路	166
5.3.1 用门电路制作简单逻辑电路	166
5.3.2 逻辑函数的化简	170

模块六 组合逻辑电路

课题一 交通信号灯故障检查电路的制作	182
6.1.1 交通信号灯故障检查电路的组成及工作原理	182
6.1.2 交通信号灯故障检查电路的制作与调试	184
课题二 编码器电路功能测试	192
6.2.1 编码器电路功能测试	192
6.2.2 集成3位二进制优先编码器74LS148的典型应用	196
课题三 译码显示电路的制作	198
6.3.1 键盘显示电路的组成及工作原理	198
6.3.2 键盘显示电路的制作与调试	200
6.3.3 译码显示电路功能测试	204

模块七 触发器及其应用

课题一 触发器逻辑功能测试及应用	213
7.1.1 RS触发器逻辑功能测试	213
7.1.2 JK触发器逻辑功能测试	219
7.1.3 D触发器逻辑功能测试	224
7.1.4 触发器的应用	228
课题二 流水灯的制作	235
7.2.1 流水灯电路的组成及工作原理	235
7.2.2 流水灯电路的制作	236
课题三 抢答器电路的制作	243
7.3.1 抢答器电路的制作与调试	243
7.3.2 抢答器制作与调试任务书	249

模块八 时序逻辑电路的应用

课题一 555定时器产生波形	257
8.1.1 用555定时器构成单脉冲发生器	257
8.1.2 用555定时器构成多谐振荡器	260

课题二 秒脉冲信号电路	264
课题三 秒计数器电路的制作	269
8.3.1 秒计数器的组成及工作原理	269
8.3.2 秒计数器的制作与调试	271
8.3.3 秒计数器制作与调试任务书	273

模块九 模数/数模电路及其应用

课题一 模数转换电路功能测试	276
9.1.1 模数转换电路功能测试	276
9.1.2 集成 ADC0809 典型应用	280
课题二 数模转换电路功能测试	283
9.2.1 数模转换电路功能测试	283
9.2.2 集成 DAC0832 的典型应用	286
课题三 集成低功耗数显温度计的制作	290
9.3.1 集成低功耗数显温度计的组成及工作原理	290
9.3.2 集成低功耗数显温度计的制作与调试	293
9.3.3 集成低功耗数显温度计制作与调试任务书	295

模块十 技能综合

课题一 超外差收音机电路的制作与调试	298
10.1.1 超外差收音机的组成及工作原理	298
10.1.2 超外差收音机的制作与调试	300
10.1.3 制作与调试任务书要求	304
课题二 遮光感应计数电路的安装与调试	308
10.2.1 遮光感应计数电路的组成及工作原理	308
10.2.2 遮光感应计数电路的制作与调试	311
10.2.3 遮光感应计数电路制作与调试任务书	313
附表 常用电子元器件的型号和主要参数	318
参考文献	321

模块一

常用半导体元器件的识别与检测

模块简介

一、学习目标

- ◇理解二极管及单向导电特性；
- ◇理解二极管限幅电路及应用；
- ◇理解三极管的结构、放大原理及工作状态；
- ◇理解三极管构成的音乐门铃的工作原理；
- ◇理解场效应管的结构及工作特性。

二、学习任务

- ◇用万用表检测二极管的极性和质量好坏；
- ◇用万用表检测三极管的质量好坏并判别类型及引脚；
- ◇制作二极管限幅电路、音乐门铃并调试。

半导体元器件是信息时代的基础。从个人用品如 MP3、手机，到计算机、通信网等电子设备，其核心组成部分是半导体元器件。典型的半导体元器件有半导体二极管（简称二极管）、半导体三极管（简称三极管）、场效应管（FET）和集成电路（IC）。集成电路特别是大规模和超大规模集成电路不断更新换代，使电子设备在微型化、可靠性和多功能等方面有了重大发展，使电子信息技术成为当代高新技术的核心领域之一。

课题一 常用电子元器件的识别与检测

知识目标

- ◇理解二极管及单向导电特性；
- ◇理解三极管的结构、放大原理及工作状态；
- ◇理解场效应管的结构及工作特性。

技能目标

- ◇会用万用表检测二极管的极性和质量好坏；
- ◇会用万用表检测三极管的管型、引脚及好坏；
- ◇会正确选用二极管、三极管。

1.1.1 半导体二极管的性能测试

图 1.1.1 所示为用于电视机、收音机、电源装置等电子产品中的几种常见二极管的实物外形。二极管通常用塑料、玻璃或金属材料作为封装外壳，外壳上一般印有标记以便区别正、负电极。

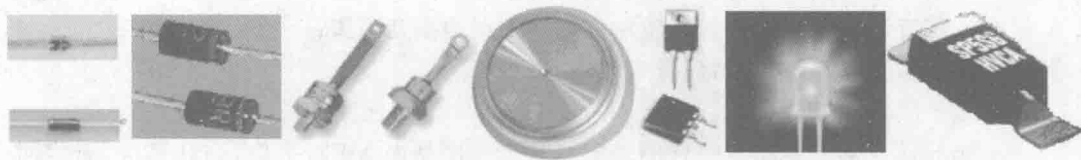


图 1.1.1 几种常见的二极管实物外形

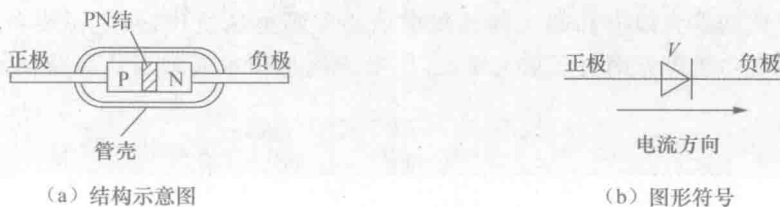


图 1.1.2 二极管的基本结构与电路图形符号

在电子线路中,用规定的电路图形符号和文字符号来代表二极管,如图 1.1.2(b)所示。电路图形符号的箭头一边代表正极,另一边代表负极,而箭头所指方向是正向电流流通的方向,国家标准中用“V”表示二极管,有些文献或实际产品技术文件中也用“VD”或“D”表示二极管。

如图 1.1.3 所示,V 为硅整流二极管(1N4007),R 为 $2\text{k}\Omega$ 的电阻,H 为 2.5W 的小灯泡。

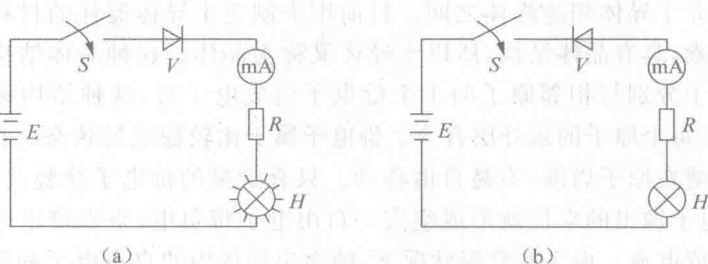


图 1.1.3 二极管特性的测试

1. 仪器仪表工具

0~30V 可调直流稳压电源 1 台,普通万用表(作电流表和电压表使用)1 只,镊子 1 把,面包电路板 1 块,导线若干。

2. 制作步骤

(1) 识读二极管特性测试电路(图 1.1.3)。

(2) 根据阻值大小和二极管型号正确选择器件。电阻选择碳膜电阻,色环为红黑红金,代表阻值 $2\text{k}\Omega$ 。二极管选择整流二极管,标识型号为 1N4007。

(3) 电阻、二极管正确成形,注意元器件成形时尺寸应符合面包电路板插孔间距的要求,注意元件引脚与面包电路板需可靠性接触。

(4) 在面包电路板上按测试电路图正确连接好元器件,串接上直流电流表。

3. 测试步骤

(1) 按上述制作步骤连接好如图 1.1.3(a)所示电路,经复查确定连接正确后再通电检测。

(2) 调节直流稳压电源,使输出电压为 15V ,通电后灯泡_____ (发光/不发光),电流表指针_____ (偏转/不偏转),观察电流表的读数,用万用表测量电阻 R 和二极管 V 两端的电压,并记录: $I=\underline{\hspace{2cm}}\text{mA}$, $U_R=\underline{\hspace{2cm}}\text{V}$, $U_V=\underline{\hspace{2cm}}\text{V}$ 。

(3) 保持步骤(2),仅将二极管极性对调,见图 1.1.3(b),通电后灯泡_____ (发光/不发光),电流表指针_____ (偏转/不偏转),观察电流表的读数,用万用表测量电阻 R 和二极管 V 两端的电压,并记录: $I=\underline{\hspace{2cm}}\text{mA}$, $U_R=\underline{\hspace{2cm}}\text{V}$, $U_V=\underline{\hspace{2cm}}\text{V}$ 。

(4) 结论:二极管具有单向导电特性。

知识链接

1. 半导体基础知识及 PN 结

(1) 半导体的导电性能

自然界的所有物质按照它们的导电能力不同,可分为导体、绝缘体和半导体三大类。半导体的导电能力介于导体和绝缘体之间。目前用来制造半导体器件的材料主要是锗和硅,它们都是四价元素,具有晶体结构,所以半导体又称为晶体。这种晶体结构中,每个原子最外层的 4 个价电子分别与相邻原子的 1 个价电子组成电子对,这种结构称为共价键结构。由原子理论可知,每个原子的最外层有 8 个价电子属于比较稳定的状态。在常温下,大多数的价电子均被束缚在原子周围,不易自由移动。只有少量的价电子挣脱共价键的束缚成为自由电子,自由电子逸出的空位就形成空穴。自由电子带负电,空穴带正电,在外电场的作用下定向移动形成电流。由于在常温状况下,纯净半导体内的自由电子和空穴浓度很低,所以导电能力也较弱。

(2) 半导体的主要特性

① 掺杂性 在纯净的半导体中掺入微量的三价或五价元素,则它的导电性能将大大增强。应用掺杂技术可以制造出晶体二极管、晶体三极管、场效应管、晶闸管和集成电路等半导体元器件。

② 热敏性 温度对半导体的导电能力影响很大。温度越高,价电子获得的能量越大,挣脱共价键束缚成为自由电子和空穴对就越多,导电能力就越强。利用半导体对温度十分敏感的特性,可以制成热敏电阻及其他热敏元件,常用于自动控制电路中。

③ 光敏性 半导体受到光照时,自由电子和空穴对数量会增多,导电能力随之增强,这就是半导体的光敏性。利用这种特性能制造各种光电器件,例如光电二极管、光电三极管、光控晶闸管和光电池等,从而实现路灯、航标灯的自动控制或制成火灾报警装置、光电控制开关及太阳能电池等。

(3) P 型半导体和 N 型半导体

在硅、锗半导体中,人为掺入微量的其他元素后,所得到的半导体称为杂质半导体,其类型有 P 型半导体和 N 型半导体,这两种半导体是制造各种半导体元器件的基础材料。

① P 型半导体 在纯净半导体硅或锗中掺入硼、铝等三价元素,由于三价元素的原子最外层只有 3 个价电子,故在构成的共价键结构中由于缺少价电子而形成大量的空穴。这类掺杂后半导体的特点是:空穴数量多,自由电子数量少,参与导电的主要是带正电的空穴,故称为空穴半导体或 P 型半导体。

② N 型半导体 在纯净半导体硅或锗中掺入微量磷、砷等五价元素,由于五价元素的原子最外层有 5 个价电子,故在构成的共价键结构中由于存在多余的价电子而产生大量自由电子。这类杂质半导体的特点是:自由电子数量多,空穴数量少,参与导电的主要是带负电的自由电子,故称为电子半导体或 N 型半导体。

(4) PN 结

单纯的一块 P 型半导体或 N 型半导体,只能作为一个电阻元件。但是如果把 P 型半导

体和N型半导体通过一定的制作工艺结合起来就形成PN结。PN结是构成半导体二极管、半导体晶体管、晶闸管、集成电路等众多半导体元器件的基础。

① PN结的形成 在一块完整的本征半导体硅(或锗)片上,用不同的掺杂工艺使其一边形成N型半导体,另一边形成P型半导体,在这两种杂质半导体的交界面附近就会形成一个具有特殊性质的薄层,这个特殊的薄层就是PN结,如图1.1.4所示。

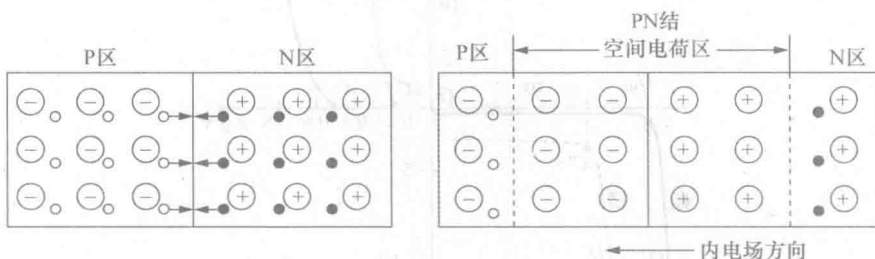


图 1.1.4 PN 结的形成

② PN结的导电特性 实验发现,PN结在外加电压作用下形成了电流。外加电压的极性不同,流过PN结的电流大小有极大的差别。

PN结加正向电压时的情况如图1.1.5(a)所示,P区接电源正极,N区接电源负极,这种接法叫正向偏置,形成的电流叫做正向电流。而且外加正向偏置电压稍微增加,则正向电流便迅速上升,PN结呈现的电阻很小,表现为导通状态。

PN结加反向电压时的情况如图1.1.5(b)所示,P区接电源负极,N区接电源正极,这种接法叫反向偏置,形成的电流叫做反向电流。当温度一定时,反向电流几乎不随外加反向偏置电压的变化而变化,所以又称为反向饱和电流。反向饱和电流受温度的影响很大,但由于反向电流的值很小,与正向电流相比,一般可以忽略,所以PN结反向偏置时,处于截止状态,呈现的电阻很大。

在PN结的两端引出金属电极,外加玻璃、金属或用塑料封装,就做成了半导体二极管。

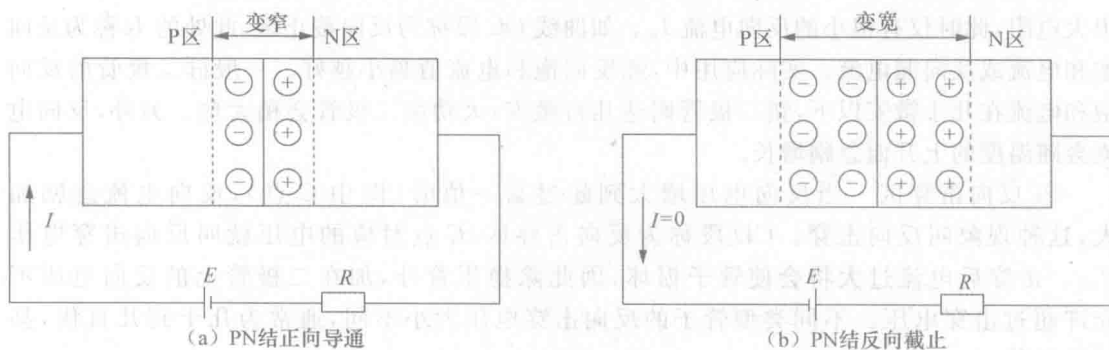


图 1.1.5 PN 结的单向导电性

2. 二极管的伏安特性曲线

二极管的伏安特性曲线是指加在二极管两端的电压 u_D 与流过二极管的电流 i_D 的关系

曲线。利用晶体管图示仪能十分方便地测出二极管的正、反向伏安特性曲线,如图 1.1.6 所示。

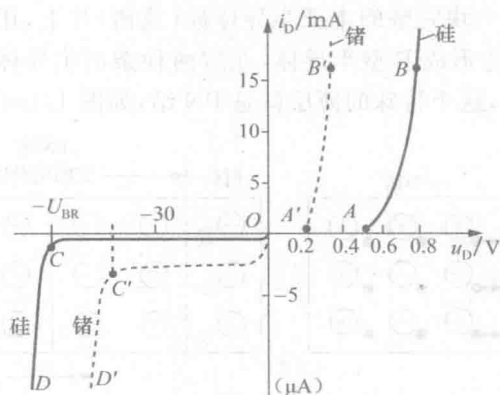


图 1.1.6 二极管的伏安特性曲线

(1) 正向特性

正向伏安特性曲线指纵轴右侧部分,它可分为两个区域,各自的特点如下。

① 死区 外加电压较小时,二极管呈现的电阻较大,正向电阻几乎为零,曲线 OA 段称为不导通区或者死区。一般硅二极管的死区电压约为 0.5V ,锗二极管约 0.2V 。

② 正向导通区 正向电压 U_D 超过死区电压时,PN 结内电场几乎被抵消,二极管呈现的电阻很小,正向电流 I_D 增长很快,二极管正向导通。 AB 段特性曲线陡直,电压与电流的关系近似于线性, AB 段称为导通区。导通后二极管两端的正向电压称为正向压降,或导通电压。一般硅二极管的导通电压约为 0.7V ,锗二极管约 0.3V 。

(2) 反向特性

反向伏安特性曲线指纵轴左侧部分,它也可分为两个区域,各处的特点如下:

① 反向截止区 当二极管承受反向电压 U_R 时,加强了 PN 结的内电场,使二极管呈现很大电阻,此时仅有很小的反向电流 I_R 。如曲线 OC 段称为反向截止区,此处的 I_R 称为反向饱和电流或反向漏电流。实际应用中,此反向饱和电流值越小越好。一般硅二极管的反向饱和电流在几十微安以下,锗二极管则达几百微安,大功率二极管会稍大些。另外,反向电流会随温度的上升而急剧增长。

② 反向击穿区 当反向电压增大到超过某一值时(图中 C 点),反向电流急剧加大,这种现象叫反向击穿。 CD 段称为反向击穿区, C 点对应的电压就叫反向击穿电压 U_{BR} 。击穿后电流过大将会使管子损坏,因此除稳压管外,加在二极管上的反向电压不允许超过击穿电压。不同类型管子的反向击穿电压大小不同,通常为几十到几百伏,甚至数千伏。

3. 二极管的型号命名法及分类

根据国家标准 GB/T249—1989,半导体元器件的型号由五个部分组成,其符号和意义如表 1.1.1 所示。

表 1.1.1 国产半导体元器件的型号组成部分的符号及其意义

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分	第五部分
用阿拉伯数字表示器件的电极数目		用汉语拼音字母表示器件的材料和极性		用汉语拼音字母表示器件类别		用阿拉伯数字表示序号	用汉语拼音字母表示规格号
符号	意义	符号	意义	符号	意义	意义	意义
2	二极管	A	N 型, 锗材料	P	小信号管	反映了极限参数、直流参数和交流参数等的判别	承受反向击穿电压的程度。如规格号为 A, B, C, D, … 其中 A 承受的反向击穿电压最低, B 次之……
		B	P 型, 锗材料	V	混频检波管		
		C	N 型, 硅材料	W	电压调整管和电压基准管		
		D	P 型, 硅材料	C	变容管		
				Z	整流管		
				L	整流堆		
				S	隧道管		
				K	开关管		
3	三极管	A	PNP 型, 锗材料	X	低频小功率晶体管 ($f < 3\text{MHz}$, $P_c < 1\text{W}$)		
		B	NPN 型, 锗材料	G	高频小功率晶体管 ($f \geq 3\text{MHz}$, $P_c < 1\text{W}$)		
		C	PNP 型, 硅材料	D	低频大功率晶体管 ($f < 3\text{MHz}$, $P_c \geq 1\text{W}$)		
		D	NPN 型, 硅材料	A	高频大功率晶体管 ($f \geq 3\text{MHz}$, $P_c \geq 1\text{W}$)		
		E	化合物材料				
				T	闸流管		
				Y	体效应管		
				B	雪崩管		
				J	阶跃恢复管		

例 硅整流二极管 2CZ56A。



二极管种类很多,常见的二极管有以下几种分类:

(1) 以制造的材料分类

以制造的材料分类有硅二极管、锗二极管。

(2) 以 PN 结面积大小分类

以 PN 结面积大小分类有点接触型(PN 结面积小)、面接触型(PN 结面积大),如图 1.1.7 所示。点接触型二极管适于做高频检波和脉冲数字电路里的开关元件,也可用来作

小电流整流,如 2AP1 是点接触型锗二极管,最大整流电流为 16mA,最高工作频率为 150MHz。而面接触型适用于整流,而不宜用于高频电路中,如 2CP1 为面接触型硅二极管,最大整流电流为 400mA,最高工作频率只有 3kHz。



图 1.1.7 常见二极管的结构

(3) 以用途分类

二极管的用途广泛,按用途有许多的分类,下面简单介绍五种常见的二极管。

① 整流二极管 一种利用二极管的单向导电性,把交流电变换成直流电的二极管,其图形符号如图 1.1.8(a)所示。

② 稳压二极管 一种利用二极管反向电击穿时两端电压保持稳定的特性来稳定电路两点电压的二极管,其图形符号如图 1.1.8(b)所示。

③ 发光二极管 一种采用磷化镓(GaP)或磷砷化镓(GaAsP)等半导体材料制成二极管反向电击穿时两端电压保持稳定的特性来稳定电路两点电压的二极管,其图形符号如图 1.1.8(c)所示。

④ 光电二极管 一种能将光照强弱的变化转变成电信号的二极管,其图形符号如图 1.1.8(d)所示。光电二极管在反向电压下工作,没有光照时,反向电流很小;有光照时反向电流变大,光的强度越大,反向电流也越大。

⑤ 变容二极管 一种利用反向偏压改变 PN 结的结电容大小的二极管(反向偏压升高,结电容量变小),其图形符号如图 1.1.8(e)所示。变容二极管被广泛应用于彩色电视机的电子调谐器中,通过控制电压的改变来改变结电容大小,此时它相当于一个可变电容,从而用来选择某一频道的谐振频率。

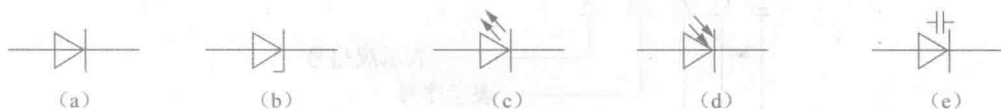


图 1.1.8 常见二极管的图形符号

此外还有很多其他不同用途的二极管,例如检波二极管、开关二极管、红外光电二极管、红外发光二极管、激光二极管、阻尼二极管等。

4. 二极管的主要参数

用来表示二极管的性能好坏和适用范围的技术指标称为二极管的参数。不同类型的二极管有不同的特性参数,二极管的主要参数有如下几种。

① 最大整流电流 I_{FM} 指二极管工作时允许通过的最大正向平均电流。它与 PN 结的