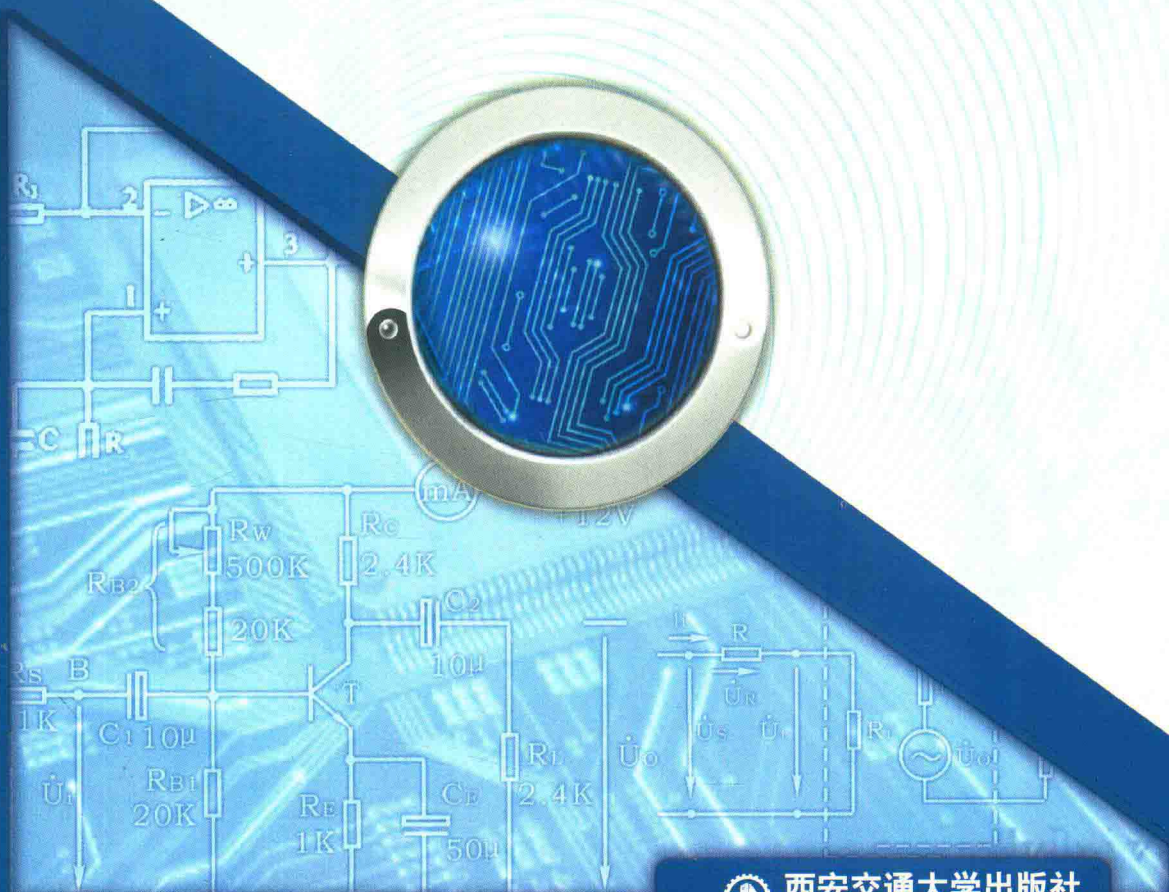




面向“十三五”高等职业教育专业核心课程规划教材·信息大类

电子技术与实践

主 编 毛琳波
副主编 胡 婕



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS



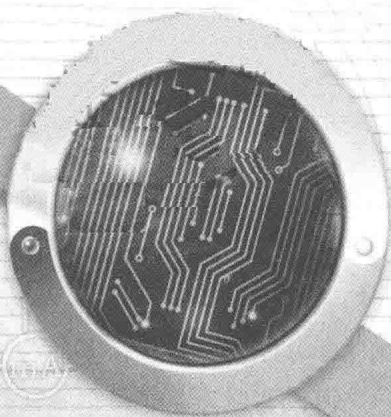
面向“十三五”高等职业教育专业教材出版规划教材 信息大类

电子技术与实践

主 编 毛琳波

副主编 胡 婕

参 编 宋坚波 雷 霞



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内容简介

本书采用项目式编写模式,每个项目又分为几个任务,将课程中的知识点融合于各个任务当中,用任务来引领电子技术中各部分内容的学习。各个任务均从应用角度进行阐述导入,注重理论联系实际,通过典型实例进行原理分析和任务实施,强化对学生职业技能的培养和训练。全书共分为七个项目,主要包括半导体器件的判别与检测、单级放大电路及测试、多级放大电路及测试、集成运算放大器及测试、直流稳压电源及调试、组合逻辑电路、时序逻辑电路。

本书以基本知识和基本技能为重点,理论与实践紧密结合,符合教、学、做一体化教学模式,可供高等职业院校电子信息技术、通信技术、电气工程、电气自动化等专业的学生使用,也可作为从事电子技术工作的工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术与实践/毛琳波主编. —西安:西安交通大学出版社,2016.1
ISBN 978-7-5605-8238-2

I. ①电… II. ①毛… III. ①电子技术-高等职业教育-教材 IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 012071 号

书 名	电子技术与实践
主 编	毛琳波
责任编辑	李 佳

出版发行	西安交通大学出版社 (西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
网 址	http://www.xjtupress.com
电 话	(029)82668357 82667874(发行中心) (029)82668315(总编办)
传 真	(029)82668280
印 刷	陕西宝石兰印务有限责任公司

开 本	787mm×1092mm 1/16	印张	15.25	字数	362 千字
版次印次	2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷				
书 号	ISBN 978-7-5605-8238-2/TN·155				
定 价	39.90 元				

读者购书、书店添货如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82668818

QQ:19773706

电子信箱:lg_book@163.com

版权所有 侵权必究

前言

电子技术与实践是高职高专电子电气及通信类专业的一门重要的专业基础课。根据教育部高职高专培养目标和其对课程及教学模式改革的要求,加快高技能人才的培养,加强实践性环节的需要,满足一体化教学的要求,本书采用了项目式编写模式。每个项目由若干个任务组成,每个任务是一个独立的一体化教学单元,包括任务导入、相关知识、任务实施等内容。每个任务把理论知识、实训操作、思考练习等结合在一起,便于教师组织教学和学生自学。

本书编写时,根据教育部制定的高职教育培养目标和规定的有关文件精神,在充分考虑该课程的特点及教学要求的基础上,结合课程改革与实施的实践经验,既考虑到应使学生获得必要的电子技术基本理论知识和基本技能,还考虑到培养学生的专项技能和职业综合能力。本书通俗易懂、实用好用,指导初学者快速入门、步步提高、逐渐精通。

本书具有以下几个特点:

(1)坚持高技能人才的培养方向,从职业(岗位)分析入手,理论知识采用"必需、够用"的原则进行处理,突出基本技能训练,注重方法和思路,强调教材的实用性。

(2)注重传统内容与新技术及其发展趋势的结合,紧随新技术的发展,适应社会对电子技术基本知识及技能的要求。例如,适当减少分立元件的单元电路,加强集成电路的学习已经成为一种趋势。因此,教材中加入了大量集成电路芯片的内容。

(3)项目选取力求具有典型性和可操作性,以项目任务为出发点,激发学生的学习兴趣。在教学安排上,紧密围绕任务展开,创设教学情境,尽量做到教、学、做一体化。每个任务从任务导入、相关知识到任务实施,完成本次讲授的全部重点,思考与练习使知识得到巩固和提高。

(4)打破传统的教材编写模式,树立以学生为主体的教学理念,力求教材编写有创新,使教材易学,师生乐用。

本书的参考学时为102~136学时,建议采用理论实践一体化教学模式。

本书由宁波城市职业技术学院的毛琳波主编。在本书的编写过程中,感谢徐济惠和潘世华老师对本书出版的大力支持。编者还参考了大量电子技术的教材书籍和网络资源,在此对这些参考文献和资料的作者表示感谢。

由于时间仓促,加之编者水平有限,本书难免有错误和不当之处,恳请各位读者批评指正,并提出宝贵意见。

编者

2015年12月

目 录

项目一 半导体器件的判别与检测	(1)
任务一 二极管的判别与检测	(1)
一、任务导入	(1)
二、相关知识	(1)
(一)半导体的基础知识	(1)
(二)半导体二极管	(4)
(三)特殊二极管	(7)
三、任务实施	(9)
(一)实训:二极管的判别与检测	(9)
(二)实训:二极管伏安特性的测试	(10)
任务二 三极管和场效应管的判别与检测	(11)
一、任务导入	(11)
二、相关知识	(11)
(一)晶体三极管	(11)
(二)场效应管	(15)
三、任务实施	(18)
(一)实训:三极管的判别与检测	(18)
(二)实训:三极管输入/输出特性的测试	(19)
项目二 单级放大电路及测试	(22)
任务一 共发射极放大电路及测试	(22)
一、任务导入	(22)
二、相关知识	(22)
(一)共发射极基本放大电路的组成	(22)
(二)放大电路的静态分析	(23)
(三)放大电路的动态分析	(25)
(四)静态工作点的稳定	(31)
三、任务实施——分压式射极偏置电路的组装与调试	(34)
任务二 射极输出器和场效应管放大电路及测试	(39)
一、任务导入	(39)

二、相关知识·····	(39)
(一)射极输出器·····	(39)
(二)场效应管放大电路·····	(42)
三、任务实施——射极输出器的组装与测试·····	(44)
项目三 多级放大电路及测试 ·····	(50)
任务一 负反馈放大电路及测试·····	(50)
一、任务导入·····	(50)
二、相关知识·····	(51)
(一)多级放大电路的耦合方式·····	(51)
(二)差动放大电路·····	(55)
(三)放大电路中的负反馈·····	(60)
三、任务实施——负反馈放大电路的组装与测试·····	(66)
任务二 功率放大电路及测试·····	(69)
一、任务导入·····	(69)
二、相关知识·····	(69)
(一)功率放大电路的概念·····	(69)
(二)互补对称功率放大电路·····	(71)
(三)集成功率放大电路·····	(73)
三、任务实施——功率放大电路的组装与测试·····	(74)
项目四 集成运算放大器及测试 ·····	(79)
任务一 集成运算放大器基本应用电路及测试·····	(79)
一、任务导入·····	(79)
二、相关知识·····	(79)
(一)集成运算放大器简介·····	(79)
(二)模拟运算电路·····	(83)
(三)积分和微分运算电路·····	(89)
三、任务实施——模拟运算电路的组装与测试·····	(90)
任务二 有源滤波器和电压比较器测试·····	(95)
一、任务导入·····	(95)
二、相关知识·····	(95)
(一)有源滤波器·····	(95)
(二)电压比较器·····	(97)
三、任务实施——电压比较器的组装与测试·····	(99)
任务三 波形发生器及测试·····	(102)

一、任务导入	(102)
二、相关知识	(102)
(一)正弦波发生器	(102)
(二)非正弦波发生器	(103)
三、任务实施——波形发生器的组装与测试	(104)
项目五 直流稳压电源及调试	(111)
任务一 单相整流滤波电路及调试	(111)
一、任务导入	(111)
二、相关知识	(112)
(一)整流电路	(112)
(二)滤波电路	(115)
三、任务实施——单相桥式整流滤波电路的组装与调试	(118)
任务二 直流稳压电源及调试	(119)
一、任务导入	(119)
二、相关知识	(120)
(一)并联型直流稳压电路	(120)
(二)串联型直流稳压电路	(121)
(三)集成稳压器	(122)
三、任务实施——集成稳压器的组装与调试	(124)
项目六 组合逻辑电路	(128)
任务一 逻辑代数及其门电路	(128)
一、任务导入	(128)
二、相关知识	(128)
(一)数制	(128)
(二)数制转换	(130)
(三)编码	(131)
(四)分立元件门电路	(132)
(五)集成门电路	(136)
(六)逻辑代数	(139)
三、任务实施——TTL 集成逻辑门的测试	(147)
任务二 组合逻辑电路的分析与设计	(149)
一、任务导入	(149)
二、相关知识	(149)
(一)组合逻辑电路的分析	(149)

(二)组合逻辑电路的设计·····	(150)
(三)加法器·····	(152)
(四)数值比较器·····	(154)
三、任务实施——组合逻辑电路的设计与测试·····	(155)
任务三 编码器和译码器的识别及应用·····	(157)
一、任务导入·····	(157)
二、相关知识·····	(157)
(一)编码器·····	(157)
(二)译码器·····	(161)
三、任务实施——译码器及其应用·····	(166)
任务四 数据选择器和数据分配器的识别及应用·····	(171)
一、任务导入·····	(171)
二、相关知识·····	(171)
(一)数据选择器·····	(171)
(二)数据分配器·····	(173)
三、任务实施——数据选择器及其应用·····	(174)
项目七 时序逻辑电路·····	(180)
任务一 双稳态触发器功能测试及应用·····	(180)
一、任务导入·····	(180)
二、相关知识·····	(180)
(一)RS 触发器·····	(180)
(二)D 触发器·····	(183)
(三)JK 触发器·····	(185)
三、任务实施——触发器的测试及应用·····	(187)
任务二 寄存器的功能测试及应用·····	(193)
一、任务导入·····	(193)
二、相关知识·····	(193)
(一)数码寄存器·····	(193)
(二)移位寄存器·····	(193)
(三)集成双向移位寄存器·····	(195)
三、任务实施——移位寄存器及其应用·····	(196)
任务三 计数器的功能测试及应用·····	(201)
一、任务导入·····	(201)
二、相关知识·····	(201)

(一)二进制计数器·····	(201)
(二)十进制计数器·····	(204)
(三) N 进制计数器·····	(206)
(四)集成计数器·····	(208)
三、任务实施——计数器及其应用·····	(212)
任务四 555 定时器的功能测试及应用·····	(215)
一、任务导入·····	(215)
二、相关知识·····	(216)
(一)555 定时器的结构和原理·····	(216)
(二)555 定时器的应用·····	(217)
三、任务实施——555 定时器及其应用·····	(224)
参考文献·····	(232)

项目一 半导体器件的判别与检测

【学习目标】

1. 知识目标

- (1)掌握二极管的结构、分类、伏安特性和主要参数。
- (2)掌握三极管的结构、分类、电流放大作用、输入和输出特性曲线及主要参数。
- (3)了解场效应管的结构、伏安特性及主要参数。

2. 能力目标

- (1)能够识别和测试二极管、三极管的类型及特性曲线。

任务一 二极管的判别与检测

一、任务导入

半导体器件是用半导体材料制成的电子器件,是构成各种电子电路最基本的核心元件。半导体器件具有体积小、重量轻、功耗低、使用寿命长等优点,在现代工业、农业、科学技术、国防等各个领域得到了广泛的应用。掌握半导体器件的基本知识、识别与检测是电子专业人员必须具备的基本知识和基本技能。

二、相关知识

(一)半导体的基础知识

1. 半导体的导电特性

自然界中存在着各种物质,物质是由分子、原子组成的。原子又由一个带正电的原子核和在它周围高速旋转着的带有负电的电子组成。物质按导电能力的强弱可分为导体、绝缘体和半导体。半导体的导电能力介于导体和绝缘体之间。

导体的最外层电子数通常是1~3个,且电子距原子核较远,受原子核的束缚力较小。因此,导体在常温下存在大量的自由电子,具有良好的导电能力。常用的导电材料有银、铜、铝、金等。电阻率小于 $10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 的物质称为导体,载流子为自由电子。

绝缘体的最外层电子数一般为6~8个,且电子距原子核较近,因此受原子核的束缚力较大而不易挣脱其束缚。常温下绝缘体内部几乎不存在自由电子,因此导电能力极差或不导电。常用的绝缘体材料有橡胶、云母、陶瓷等。电阻率大于 $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 的物质称为绝缘体,基本无自由电子。

半导体的最外层电子数一般为4个,半导体的导电能力介于导体和绝缘体之间。电阻率

介于导体、绝缘体之间的物质称为半导体，主要有硅(Si)、锗(Ge)等(4价元素)材料。半导体的应用极其广泛，这是由半导体的独特性能决定的。

光敏性——半导体受光照后，其导电能力会大大增强；

热敏性——受温度的影响，半导体的导电能力变化很大；

掺杂性——在半导体中掺入少量特殊杂质，其导电能力会大大增强。

纯净的不含其他杂质的半导体称为本征半导体。天然的硅和锗是不能制成半导体器件的。它们必须先经过高度提纯，形成晶体结构完全对称的本征半导体。在本征半导体的晶格结构中，原子的最外层轨道上有4个价电子，每个原子周围有4个相邻的原子，原子之间通过共价键紧密结合在一起。两个相邻原子共用一对电子。

本征半导体最外层的电子结合成为共价键结构，既不容易得到电子也不容易失去电子，所以导电能力很弱，但又不像绝缘体那样根本不导电。硅晶体中的共价键结构如图1-1所示。

当温度为绝对零度时，本征半导体同绝缘体一样，没有能够自由移动的电子，所以根本不导电。室温下，由于热运动，少数价电子挣脱共价键的束缚成为自由电子，同时在共价键中留下一个空位，这个空位称为空穴。失去价电子的原子成为正离子，就好像空穴带正电荷一样，因此空穴相当于一个带正电荷的粒子。自由电子和空穴成对出现，称为电子-空穴对，如图1-2所示。

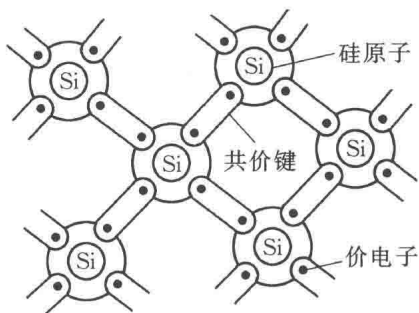


图1-1 硅晶体中的共价键结构

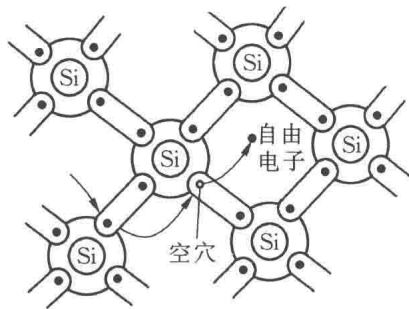


图1-2 热运动产生的电子-空穴对

自由电子带负电，空穴带正电，它们是两种载流子。随着温度升高，自由电子和空穴的浓度增大，本征半导体的导电能力大大提高。

由于热运动而在晶体中产生电子-空穴对的过程称为热激发，又称本征激发；电子-空穴对成对消失的过程称为复合。

在外电场作用下，本征半导体中的自由电子和空穴定向运动形成电流，电路中的电流是自由电子电流和空穴电流的和。因为本征激发所产生的载流子数量有限，形成的电流很小。

2. 杂质半导体

(1)N型半导体。若在本征半导体中掺入一定杂质，如在硅中掺入5价元素磷(由于每一个磷原子与相邻的4个硅原子组成共价键时，多出一个电子)，则自由电子的浓度将大大增加，其数量远远大于空穴的数量。

在纯净的半导体中掺入5价元素，形成以自由电子导电为主的掺杂半导体，这种半导体称为N型半导体。在N型半导体中，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。

(2)P 型半导体。若在本征半导体中掺入 3 价元素硼(由于每一个硼原子在组成共价键时,产生一个空穴),则空穴的浓度大大增加,其数量远大于自由电子的数量。

在纯净的半导体中掺入 3 价元素,形成以空穴导电为主的掺杂半导体,这种半导体称为 P 型半导体,在 P 型半导体中,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。

综上所述,由于掺入不同的杂质,因而产生了两种不同类型的半导体——N 型半导体和 P 型半导体,它们统称为杂质半导体。如图 1-3 所示。

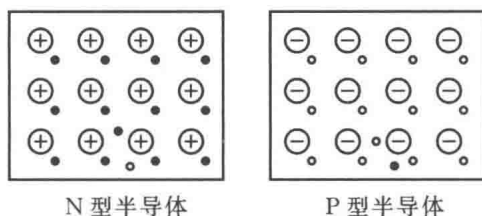


图 1-3 N 型半导体和 P 型半导体结构示意图

杂质半导体中载流子的浓度远大于本征半导体中载流子的浓度,但无论是 N 型半导体还是 P 型半导体都是中性的,对外不显电性。

掺入的杂质元素的浓度越高,多数载流子的数量越多。少数载流子是热激发而产生的,其数量的多少决定于温度。

3. PN 结及其单向导电性

(1)PN 结的形成。采用适当工艺把 P 型半导体和 N 型半导体制作在同一基片上,使得 P 型半导体与 N 型半导体之间形成一个交界面。在 P 型半导体和 N 型半导体的交界处,由于交界面两侧载流子的浓度差别,N 区的电子往 P 区扩散,P 区的空穴往 N 区扩散。扩散结果是:在 N 区一侧因失去电子而留下带正电的离子,在 P 区一侧因失去空穴而留下带负电的离子,于是带电离子在交界面两侧形成空间电荷区,又称为耗尽层或阻挡层,如图 1-4 所示,PN 结指的就是这个区域。

空间电荷区形成的电场叫内电场,内电场对多数载流子的运动起阻碍作用,但却有助于少数载流子的运动,少数载流子在电场作用下的定向运动称为漂移运动。当扩散运动和漂移运动达到动态平衡时,形成了稳定的 PN 结。

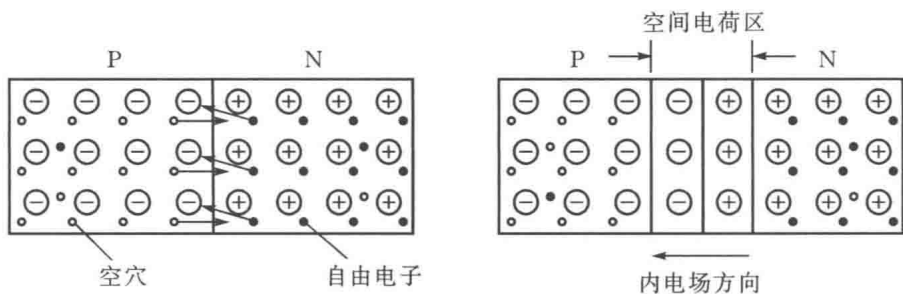


图 1-4 PN 结的形成

(2)PN 结的单向导电性。当 P 区接电源正极, N 区接电源负极时,称为 PN 结加正向电压或正向偏置。在正向电压作用下,外电场与内电场相反,驱使 N 区电子进入空间电荷区,与其中的正离子复合;驱使 P 区空穴进入空间电荷区,与其中的负离子复合。结果是使空间电荷区变窄,有利于 PN 结两侧的多数载流子流过 PN 结形成较大的正向电流,PN 结呈现低阻状态。因此 PN 结正向偏置时,处于导通状态。

当 N 区接电源正极, P 区接电源负极时,称为 PN 结加反向电压或反向偏置。在反向电压作用下,外电场与内电场方向相同,使空间电荷区变宽,多数载流子的扩散运动难以进行。但是内电场有利于少数载流子的漂移运动,因而形成漂移电流。由于常温下少数载流子的数目很少,形成的反向电流很小,PN 结呈现高阻状态。因此 PN 结反向偏置时,可以认为基本上不导电,处于截止状态。

综上所述,PN 结具有单向导电性,如图 1-5 所示。当 PN 结加正向电压时,正向电阻很小,PN 结导通,可以形成较大的正向电流;当 PN 结加反向电压时,反向电阻很大,PN 结截止,反向电流基本为零。

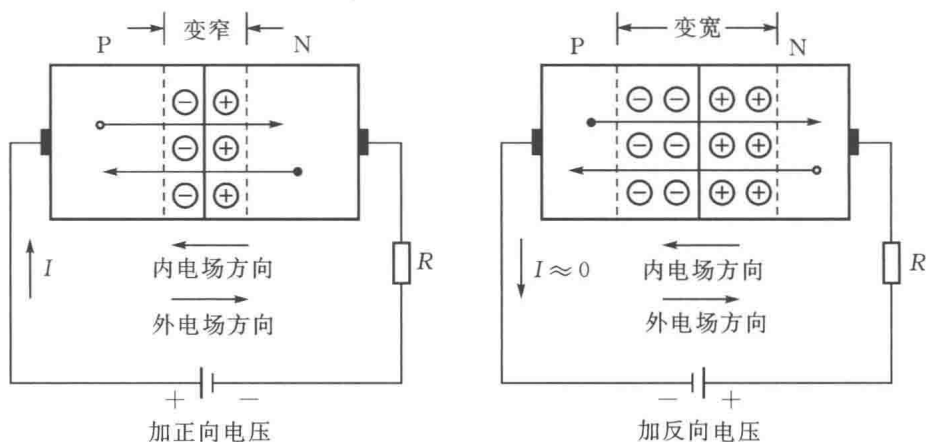


图 1-5 PN 结的单向导电性

(二) 半导体二极管

1. 二极管的结构与分类

将 PN 结的两端加上两根电极引线并用外壳封装,就形成了半导体二极管,简称二极管。由 P 区引出的电极为正极(又称阳极),由 N 区引出的电极为负极(又称阴极)。常见二极管的电路符号及结构如图 1-6 所示。

二极管是电子技术中最基本的半导体器件之一。根据其用途,二极管分为检波二极管、开关二极管、稳压二极管和整流二极管等。图 1-7 所示即为二极管的部分产品实物图。

按照结构不同,二极管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)的特点是:PN 结面积小,结电容小,只能通过较小的电流,适用于高额(几百兆赫)工作。面接触型二极管(一般为硅管)的特点是:PN 结面积较大,能通过较大的电流,但结电容也大,常用于频率较低、功率较大的电路中。

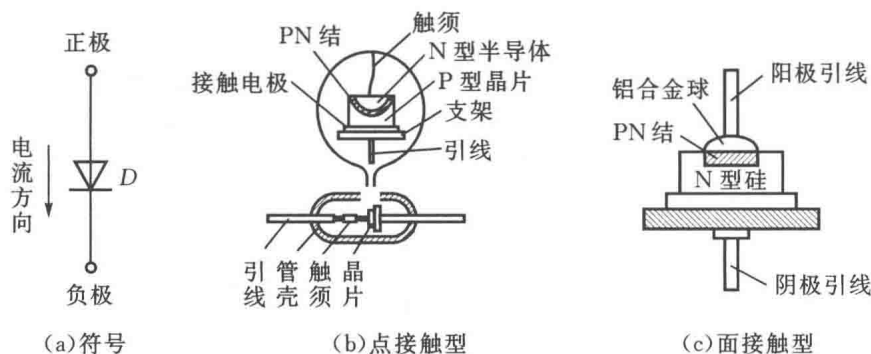


图 1-6 二极管的电路符号及结构示意图



图 1-7 二极管实物图

根据所用材料不同,二极管分为硅二极管和锗二极管两种。硅二极管因其温度特性较好,使用较为广泛。

2. 二极管的伏安特性

伏安特性是指加在二极管两端的电压 U 与流过二极管的电流 I 之间的关系,即 $I = f(U)$ 。2CP12(普通型硅二极管)和 2AP9(普通型锗二极管)的伏安特性曲线如图 1-8 所示。

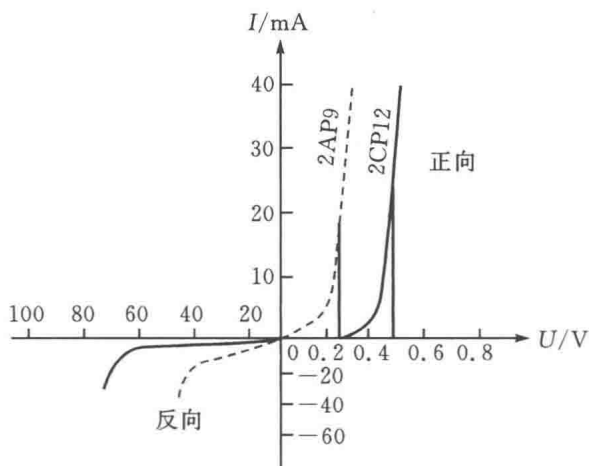


图 1-8 二极管的伏安特性曲线

(1) 正向特性。二极管伏安特性曲线的第一象限称为正向特性,它表示外加正向电压时二极管的工作情况。在正向特性的起始部分,由于正向电压很小,外电场还不足以克服内电场对

多数载流子的阻碍作用,正向电流几乎为零,这一区域称为正向死区,对应的电压称为死区电压。硅管的死区电压约为 0.5 V,锗管的死区电压约为 0.2 V。

当正向电压超过某一数值后,内电场就被大大削弱,正向电流迅速增大,二极管导通,这一区域称为正向导通区。二极管一旦正向导通后,只要正向电压稍有变化,就会使正向电流变化比较大,二极管的正向特性曲线很陡。因此,二极管正向导通时,管子上的正向压降不大,正向压降的变化很小,一般硅管为 0.7 V 左右,锗管为 0.3 V 左右。因此,在使用二极管时,如果外加电压较大,一般要在电路中串接限流电阻,以免产生过大电流烧坏二极管。

(2)反向特性。二极管伏安特性曲线的第三象限称为反向特性,它表示外加反向电压时二极管的工作情况。在一定的反向电压范围内,反向电流很小且变化不大,这一区域称为反向截止区。这是因为反向电流是少数载流子的漂移运动形成的;一定温度下,少子的数目是基本不变的,所以反向电流基本恒定,与反向电压的大小无关,故通常称其为反向饱和电流。

当反向电压过高时,会使反向电流突然增大,这种现象称为反向击穿,这一区域称为反向击穿区。反向击穿时的电压称为反向击穿电压,用 U_{BR} 表示。各类二极管的反向击穿电压从几十伏到几百伏不等。反向击穿时,若不限制反向电流,则二极管的 PN 结会因功耗大而过热,导致 PN 结烧毁。

3. 二极管的主要参数

半导体器件的质量指标和安全使用范围常用它的参数来表示。所以,参数是我们选择和使用器件的标准。二极管的主要参数有以下几个:

①最大整流电流 I_{OM} 。 I_{OM} 是指二极管长期使用时,允许通过的最大正向平均电流。因为电流通过 PN 结会引起二极管发热,电流过大会导致 PN 结发热过度而烧坏。

②最高反向工作电压 U_{RM} 。 U_{RM} 是为了防止二极管反向击穿而规定的最高反向工作电压。最高反向工作电压一般为反向击穿电压的 1/2 或 2/3,二极管才能够安全使用。

③最大反向电流 I_{RM} 。 I_{RM} 是指当二极管加上最高反向工作电压时的反向电流。其值愈小,说明二极管的单向导电性愈好。硅管的反向电流较小,一般在几微安以下。锗管的反向击穿电流较大,是硅管的几十至几百倍。

④最高工作频率 f_M 。 f_M 是指保持二极管单向导电性能时,外加电压允许的最高频率。使用时如果超过此值,二极管的单向导电性能就不能很好的体现。这是因为 PN 结两侧的空间电荷与电容器极板充电时所储存的电荷类似,因此 PN 结具有电容效应,相当于一个电容,称为结电容。二极管的 PN 结面积越大,结电容越大。高频电流可以直接通过结电容,从而破坏了二极管单向导电性。二极管工作频率与 PN 结的结电容大小相关,结电容越小, f_M 越高;结电容越大, f_M 越低。

4. 温度对二极管特性的影响

温度对二极管的特性有较大影响,随着温度的升高,二极管的正向特性曲线向左移,反向特性曲线向下移,如图 1-9 所示。正向特性曲线向左移,表明在相同正向电流下,二极管正向压降随温度升高而减小;反向特性曲线向下移,表明温度升高时,反向电流迅速增大。一般在室温附近,温度每升高 1℃,其正向压降减小 2~2.5 mV;温度每升高 10℃,反向电流增大 1 倍左右。

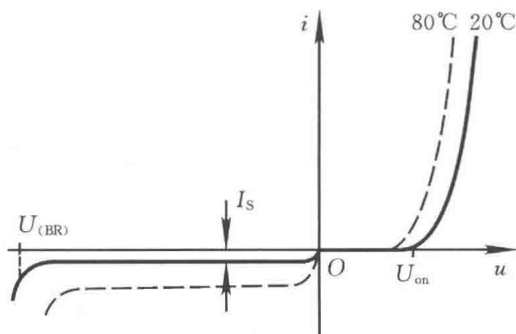


图 1-9 温度对二极管特性的影响

(三) 特殊二极管

1. 稳压二极管

稳压二极管是一种特殊的面接触型硅二极管, 它的电路符号和伏安特性曲线如图 1-10 所示, 稳压二极管的正向特性曲线和普通二极管类似, 只是反向特性曲线比较陡。

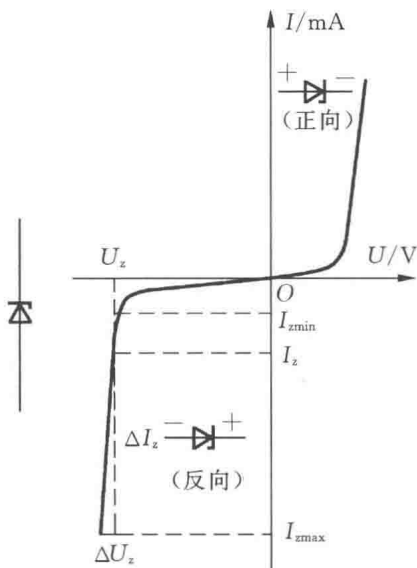


图 1-10 稳压二极管的图形符号与伏安特性

反向击穿是稳压二极管的正常工作状态, 稳压二极管就工作在反向击穿区。从反向特性曲线可以看到, 当所加反向电压小于击穿电压时, 和普通二极管一样, 其反向电流很小。一旦所加反向电压达到击穿电压时, 反向电流会突然急剧上升, 稳压二极管被反向击穿。其击穿后的特性曲线很陡, 这就说明流过稳压二极管的反向电流在很大范围内(从几毫安到几十甚至上百毫安)变化时, 管子两端的电压基本不变。稳压二极管在电路中能起稳压作用, 正是利用了这一特性。

稳压二极管的反向击穿是可逆的, 这一点与一般二极管不一样。只要去掉反向电压, 稳压二极管就会恢复正常。但是, 如果反向击穿后的电流太大, 超过其允许范围, 就会使稳压二极

管的 PN 结发生热击穿而损坏。

由于硅管的热稳定性比锗管好,所以稳压二极管一般都是硅管,故称硅稳压二极管。

稳压二极管的主要参数如下:

①稳定电压 U_Z 和稳定电流 I_Z 。稳定电压就是稳压二极管在正常工作时管子两端的电压。同一型号的稳压二极管,由于制造方面的原因,其稳压值也有一定的分散性。例如 2CW18,其稳定电压 $U_Z = 10 \sim 12 \text{ V}$ 。

稳定电流常作为稳压二极管的最小稳定电流 $I_{Z\min}$ 来看待。一般小功率稳压二极管可取 I_Z 为 5 mA。如果反向工作电流太小,会使稳压二极管工作在反向特性曲线的弯曲部分而使稳压特性变坏。

②最大稳定电流 $I_{Z\max}$ 和最大允许耗散功率 P_{ZM} 。这两个参数都是为了保证管子安全工作而规定的。最大允许耗散功率 $P_{ZM} = U_Z I_{Z\max}$,如果管子的电流超过最大稳定电流 $I_{Z\max}$,则实际功率将会超过最大允许耗散功率,管子将会发生热击穿而损坏。

③电压温度系数 α_{U_Z} 。它是说明稳定电压 U_Z 受温度变化影响的系数。例如 2CW18 稳压二极管的电压温度系数为 $0.095\%/^{\circ}\text{C}$,就是说温度每增加 1°C ,其稳定值将升高 0.095% 。一般稳压值低于 6 V 的稳压二极管具有负的温度系数;高于 6 V 的稳压二极管具有正的温度系数。稳压值为 6 V 左右的管子其稳压值基本上不受温度的影响,因此,选用 6 V 左右的管子,可以得到较好的温度稳定性。

④动态电阻 r_z 。动态电阻是指稳压二极管两端电压的变化量 ΔU_Z 与相应的电流变化量 ΔI_Z 的比值,即

$$r_z = \frac{\Delta U_Z}{\Delta I_Z}$$

稳压二极管的反向特性曲线越陡,动态电阻越小,稳压性能就越好。 r_z 的数值约为几欧至几十欧。

2. 发光二极管

发光二极管通常用砷化镓、磷化镓等材料制成。发光二极管也具有单向导电性。发光二极管的 PN 结加上正向电压时,电子与空穴复合的过程以光的形式放出能量。不同材料制成的发光二极管会发出不同颜色的光。发光二极管具有亮度高、清晰度高、电压低(1.5~3 V)、反应快、体积小、可靠性高、寿命长等特点,发光二极管常用来作为显示器件,除单个使用外,也常作为七段式或矩阵式器件,工作电流一般为几毫安到十几毫安。图 1-11 为发光二极管的电路符号及工作电路。

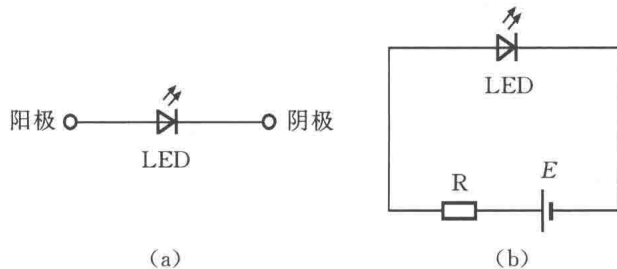


图 1-11 发光二极管的电路符号及工作电路