

可下载教学资料

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



高等学校教材
电子信息

模拟电子技术基础 学习指导与习题全解

王晓华 马丽萍 袁洪琳 编著

清华大学出版社

高等学校教材

电子信息

模拟电子技术基础 学习指导与习题全解

王晓华 马丽萍 袁洪琳 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书是作者参照“高等工业学校电子技术基础课程教学基本要求”,结合作者多年的教学经验编写的。它是作者主编的《模拟电子技术基础》配套用书,按主教材的章次排序编写,内容包括二极管及其基本电路、双极结型三极管及放大电路基础、场效应管及其放大电路、模拟集成电路、反馈、信号的运算与处理、信号产生电路、功率放大电路、直流稳压电源。各章均包含主要内容、基本概念自检、典型例题和课后习题及解答4个部分。

本书可作为高等学校计算机及其应用、应用物理、测控工程、信息科学与技术、微电子信息等有关专业本、专科“模拟电子技术基础”课程的学习辅导和参考书,也可作为广大工程技术人员的参考书。

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。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术基础学习指导与习题全解/王晓华,马丽萍,袁洪林编著. —北京:清华大学出版社,2011.5

(高等学校教材·电子信息)

ISBN 978-7-302-24954-2

I. ①模… II. ①王… ②马… ③袁… III. ①模拟电路—电子技术—高等学校—教学参考资料 IV. ①TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 028290 号

责任编辑:郑寅堃 徐跃进

责任校对:焦丽丽

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010 62770175

邮 购:010 62786544

投稿与读者服务:010 62795954, jsjtc@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010 62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京市清华园胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:9.5 字 数:232 千字

版 次:2011 年 5 月第 1 版 印 次:2011 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:18.00 元

产品编号:037695 01

编审委员会成员

东南大学
南京大学
南京航空航天大学
解放军理工大学

上海大学
上海交通大学

华中科技大学

华中师范大学
武汉理工大学

宁波大学
天津大学

中国科学技术大学

苏州大学
山东大学
山东科技大学
东北师范大学
沈阳工业学院
长春大学
吉林大学
湖南大学
长沙理工大学
华南理工大学

王志功 教授
王新龙 教授
王成华 教授
邓元庆 教授
刘景夏 副教授
方 勇 教授
朱 杰 教授
何 晨 教授
严国萍 教授
朱定华 教授
吴彦文 教授
刘复华 教授
李中年 教授
蒋刚毅 教授
王成山 教授
郭维廉 教授
王煦法 教授
郭从良 教授
徐佩霞 教授
赵鹤鸣 教授
刘志军 教授
郑永果 教授
朱守正 教授
张秉权 教授
张丽英 教授
林 君 教授
何怡刚 教授
曾喆昭 教授
冯久超 教授

西南交通大学

重庆工学院

重庆通信学院

重庆大学

重庆邮电学院

西安电子科技大学

西北工业大学

集美大学

云南大学

东华大学

冯全源 教授

金炜东 教授

余成波 教授

曾凡鑫 教授

曾孝平 教授

谢显中 教授

张德民 教授

彭启琮 教授

樊昌信 教授

何明一 教授

迟 岩 教授

刘惟一 教授

方建安 教授

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上。精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与计算机应用。

(7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

清华大学出版社经过二十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail: weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

模拟电子技术基础是一门介绍半导体材料、器件、电子电路和电子技术应用的技术基础入门课程。学生普遍感觉“入门难、学好更难”。为帮助学生顺利学习模拟电子技术基础课程,我们编写了这本与《模拟电子技术基础》配合使用的学习辅导书,以引导学生尽快掌握模拟电子技术知识。

本书按照《模拟电子技术基础》的内容与次序,逐章编写,每章均分为四个部分:

(1) 主要内容:概述每一章的主要内容。

(2) 基本概念自检题:提炼各章节的基本内容,帮助学生树立教学内容,考查学生对基本内容的掌握程度。

(3) 典型例题:通过典型例题的分析使学生进一步掌握解题的基本方法和技巧,提高分析和设计的能力。

(4) 课后习题及解答:给出了《模拟电子技术基础》教材课后习题的解题过程和答案。

王晓华负责编写每一章的主要内容,并负责本书的统稿和定稿。马丽萍负责编写第1~4章的各类习题及答案,袁洪琳负责编写第5~9章的各类习题及答案。

在本书的编写过程中,除了总结同类高校模拟电子技术基础的教学经验外,还参考了若干教材和参考书,在此仅致以衷心的感谢。

限于编者水平和编写时间仓促,难免会出现不妥和疏漏,敬请使用本书的教师、学生和工程技术人员提出批评和指正,以便今后不断完善。

编 者

2011年1月

目 录

第 1 章 二极管及其基本电路	1
1.1 主要内容	1
1.1.1 半导体基础理论知识	1
1.1.2 PN 结的形成及特性	3
1.1.3 二极管及其应用电路	4
1.2 基本概念自检	5
1.3 典型例题	6
1.4 课后习题及解答	7
第 2 章 双极结型三极管及放大电路基础	12
2.1 主要内容	12
2.1.1 双极结型晶体管	12
2.1.2 基本共射极放大电路	18
2.1.3 放大电路的分析方法	20
2.1.4 基极分压式射极偏置电路	27
2.1.5 共集电极放大电路和共基极放大电路	29
2.1.6 多级放大电路	31
2.1.7 放大电路的频率响应	32
2.2 基本概念自检	32
2.3 典型例题	33
2.4 课后习题及解答	39
第 3 章 场效应管及其放大电路	50
3.1 主要内容	50
3.1.1 结型场效应管	50
3.1.2 绝缘栅型场效应管	51
3.1.3 场效应管放大电路	52
3.2 基本概念自检	53
3.3 典型例题	54
3.4 课后习题及解答	57
第 4 章 模拟集成电路	61
4.1 主要内容	61

4.1.1	集成运算放大器概述	61
4.1.2	电流源电路	61
4.1.3	差动放大电路	62
4.1.4	集成电路的输出级电路	63
4.1.5	集成运放	63
4.2	基本概念自检	64
4.3	典型例题	65
4.4	课后习题及解答	68
第 5 章	反馈	72
5.1	主要内容	72
5.1.1	反馈的基本概念	72
5.1.2	负反馈放大电路的四种组态	74
5.1.3	负反馈放大电路的分析和近似计算	75
5.1.4	负反馈对放大电路性能的影响	76
5.2	基本概念自检	76
5.3	典型例题	78
5.4	课后习题及解答	79
第 6 章	信号的运算与处理	82
6.1	主要内容	82
6.1.1	基本运算电路	82
6.1.2	滤波电路的基本概念与分类	83
6.1.3	一阶有源滤波电路	84
6.1.4	高阶有源滤波电路	84
6.2	基本概念自检	86
6.3	典型例题	88
6.4	课后习题及解答	91
第 7 章	信号产生电路	100
7.1	主要内容	100
7.1.1	振荡电路基本概念	100
7.1.2	RC 正弦波振荡电路	100
7.1.3	LC 正弦波振荡电路	101
7.1.4	电压比较器	104
7.1.5	非正弦信号产生电路	104
7.2	基本概念自检	105
7.3	典型例题	106
7.4	课后习题及解答	109

第 8 章 功率放大电路 116

8.1 主要内容 116

8.1.1 功率放大电路的一般问题 116

8.1.2 功率放大电路的分类 116

8.1.3 甲乙类互补对称功率放大电路 116

8.2 基本概念自检 117

8.3 典型例题 118

8.4 课后习题及解答 121

第 9 章 直流稳压电源 126

9.1 主要内容 126

9.1.1 直流稳压电源的组成 126

9.1.2 整流电路 126

9.1.3 电容滤波电路 127

9.1.4 串联反馈式直流稳压电路 128

9.1.5 集成三端稳压器 129

9.2 基本概念自检 130

9.3 典型例题 131

9.4 课后习题及解答 133

参考文献 140

二极管及其基本电路

1.1 主要内容

1.1.1 半导体基础理论知识

物质按导电能力的不同,可分为导体、半导体和绝缘体。半导体的导电能力介于导体和绝缘体之间,在常态下更接近于绝缘体,但它在掺入杂质或受热、受光照后,其导电能力明显增强而接近于导体。硅(Si)和锗(Ge)是主要的半导体材料,它们都是四价元素,其原子的最外层轨道上有四个电子,称为价电子。为了制作半导体器件,它们都被提纯而制成单晶体。图 1.1 是单晶硅或锗的共价键结构平面示意图。

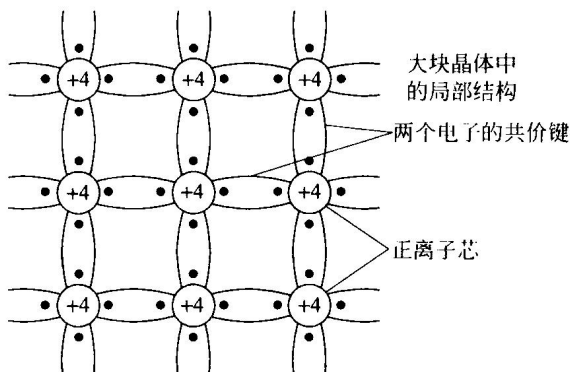


图 1.1 单晶硅或锗的共价键结构平面示意图

完全纯净的、结构完整的半导体晶体称为本征半导体。

当温度为绝对零度时,晶体不呈现导电性。当由于光照等原因使温度升高时,本征半导体的共价键结构中的价电子获得一定的能量就可挣脱共价键的束缚,成为自由电子。这些自由电子很容易在晶体内运动,这种现象称为本征激发。因本征激发在半导体内产生了能移动的自由电子,而在这些自由电子原有的位置上留下一个空位置,称为空穴。空穴因失去电子而带正电荷。空穴是不能移动的,但由于正负电荷的相互吸引,在外加电场或其他能源的作用下,邻近价电子就可填补到这个空位上,而在这个价电子原来的位置上就留下了新的空位,以后其他电子又可转移到这个新空位上。如此继续下去,共价键中出现一定的电荷迁移,相当于空穴在运动,如图 1.2 所示。因此空穴运动相当于正电荷的运动。空穴做定向运

动,也能使半导体导电。

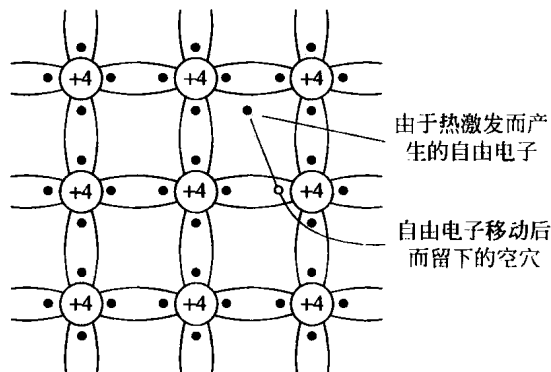


图 1.2 本征激发产生自由电子和空穴

半导体中的空穴和自由电子均能参与导电,是运载电流的粒子,故称为载流子。半导体内载流子的浓度取决于许多因素,包括材料的基本性质、温度值以及杂质的存在。半导体中两种载流子同时参与导电,这是半导体导电和导体导电的重要区别之一。本征半导体中,本征激发所产生的自由电子和空穴总是成对出现和复合的。杂质半导体分为 N 型半导体和 P 型半导体两大类。在本征半导体中掺入微量的五价元素后,就可形成 N 型半导体,故五价元素的原子称为施主原子。五价元素提供了多余的价电子,被称为施主杂质。在 N 型半导体中,自由电子数远大于空穴数,在这种半导体中,以自由电子导电为主,因而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。图 1.3 是 N 型半导体的内部结构平面示意图。

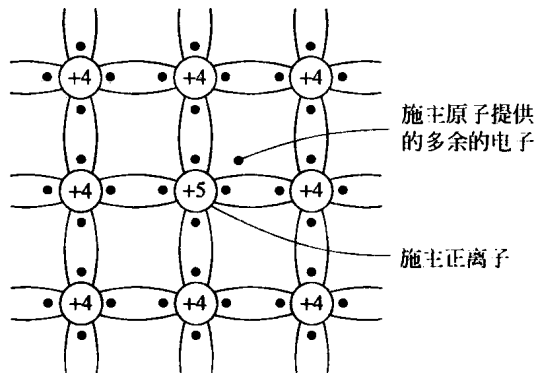


图 1.3 N 型半导体的内部结构平面示意图

在本征半导体中掺入少量的三价元素,可形成 P 型半导体,三价元素能够接收电子,被称为受主杂质,三价元素的原子称为受主原子。在 P 型半导体中,空穴是多数载流子,自由电子是少数载流子。图 1.4 是 P 型半导体的内部结构平面示意图。N 型半导体和 P 型半导体中的多子主要由杂质提供,与温度几乎无关,多子浓度由掺杂浓度决定;而少子由本征激发产生,与温度和光照等外界因素有关。不论何种类型的杂质半导体,它们对外都显示电中性。不同的是,在外加电场的作用下 N 型半导体中电流的主体是电子;P 型半导体中电流的主体是空穴。

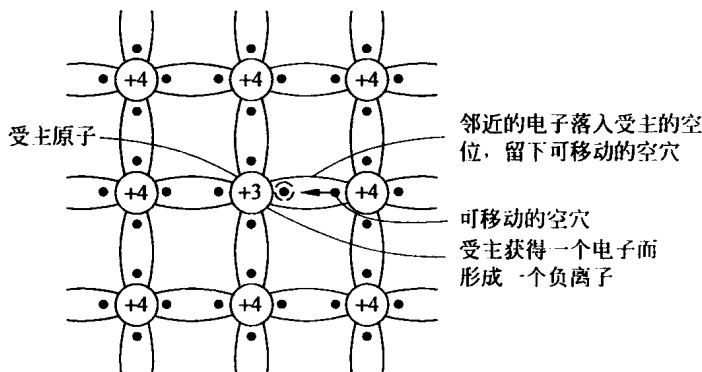


图 1.4 P 型半导体的内部结构平面示意图

1.1.2 PN 结的形成及特性

图 1.5 描述了 PN 结的形成。当 P 型半导体和 N 型半导体有机地结合在一起时，P 区的空穴是多子，自由电子是少子，而 N 区的电子是多子，空穴是少子，所以在它们的交界处存在空穴和电子的浓度差。浓度差的存在使载流子由高浓度区域向低浓度的区域扩散，称为扩散运动，形成的电流称为扩散电流。

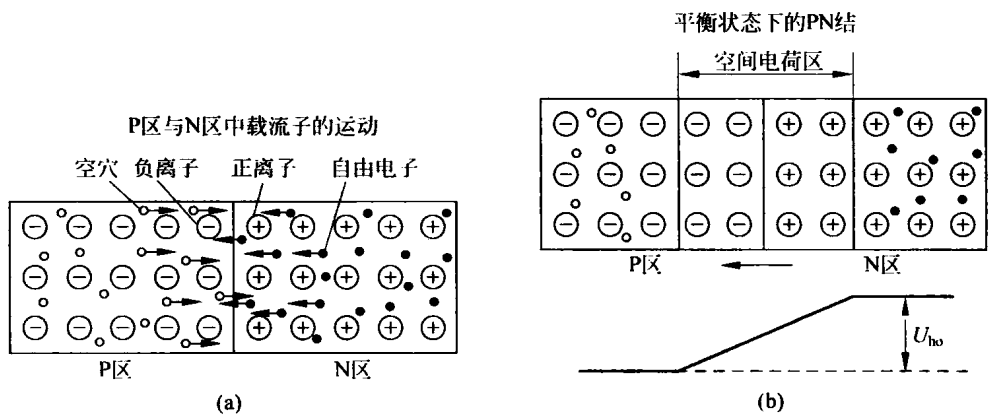


图 1.5 PN 结形成

P 区的多子空穴会向 N 区扩散，并在 N 区被电子复合。而 N 区的多子电子也会向 P 区扩散，并在 P 区被空穴复合，在 P 区和 N 区的交界面处分别留下了不能移动的受主负离子和施主正离子。结果是在交界面的两侧形成了由等量正、负离子组成的空间电荷区，这就是 PN 结，有时又称耗尽区。

空间电荷区出现以后，正负离子的相互作用，在空间电荷区形成了方向从 N 区指向 P 区的内电场。内电场阻止多子扩散运动而加强少子漂移运动，多子扩散运动形成的扩散电流和少子漂移运动形成的漂移电流是反方向的。当漂移运动和扩散运动相等时，空间电荷区便处于动态平衡状态。

PN 结加正向电压时，外加的正向电压有一部分降落在 PN 结区，方向与 PN 结内电场方向相反，削弱了内电场，扩散电流加大，PN 结呈现低阻性，在外电路上形成一个流入 P 区

的电流,称为正向电流。此时,PN 结导通。

PN 结加反向电压时,外加的反向电压有一部分降落在 PN 结区,方向与 PN 结内电场方向相同,加强了内电场,漂移电流很小,PN 结呈现高阻性。表现在外电路上有一个流入 N 区的反向电流,此时,PN 结截止。

PN 结加正向电压时,电阻值很小,PN 结导通;加反相电压时,电阻值很大,PN 结截止,这就是它的单向导电性,PN 结具有单向导电性的关键是在于它的耗尽区的存在,且其宽度随外加电压而变化。

当加到 PN 结两端的反向电压增大到一定数值时,反向电流突然增加,这个现象就称为 PN 结的反向击穿,反向击穿电压的大小与 PN 结的制造参数有关。

PN 结的 U - I 特性可表达为

$$i_D = I_S(e^{u_D/nU_T} - 1)$$

式中: i_D 为通过 PN 结的电流; u_D 为 PN 结两端的外加电压; n 为发射系数; U_T 为温度的电压当量,常温(300K)下, $U_T = 0.026\text{V}$; e 为自然对数的底; I_S 为反向饱和电流。

PN 结在正向偏置时的电容效应为扩散电容,PN 结在反向偏置时的电容效应为势垒电容。

1.1.3 二极管及其应用电路

二极管本质是一个 PN 结,具有单向导电性。

图 1.6 为二极管的符号。由 P 端引出的电极是正极,由 N 端引出的电极是负极,箭头的方向表示正向电流的方向,D 是二极管的文字符号。

一般用 U - I (伏安)特性曲线来表示二极管特性。伏安特性是指二极管两端的电压与流过二极管的电流之间的关系。二极管既然是一个 PN 结,当然就具有单向导电性,其伏安特性如图 1.7 所示。

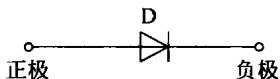


图 1.6 二极管的符号

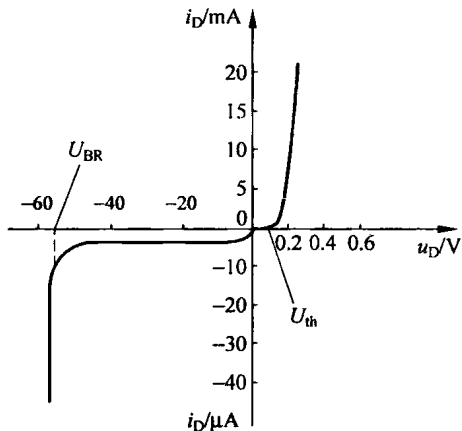


图 1.7 二极管的伏安特性曲线

由图 1.7 可见,二极管外加正向电压时,电流和电压的关系称为二极管的正向特性。如图 1.7 所示,当二极管所加正向电压比较小时($0 < U < U_{th}$),二极管上流经的电流为 0,二极管仍截止,此区域称为死区, U_{th} 称为死区电压(门坎电压)。死区的物理原因是当二极管承

受正向电压小于某一数值时,还不足以克服 PN 结内电场对多数载流子运动的阻挡作用。死区电压的大小与二极管的材料有关,并受环境温度影响。通常,硅材料二极管的死区电压约为 0.5V,锗材料二极管的死区电压约为 0.2V。当正向电压超过死区电压值时,外电场抵消了内电场,正向电流随外加电压的增加而明显增大,二极管正向电阻变得很小。当二极管完全导通后,正向压降基本维持不变,称为二极管正向导通压降,硅管为 0.6~0.8V,锗管为 0.2~0.3V。

二极管外加反向电压时,电流和电压的关系称为二极管的反向特性。由图 1.7 可见,二极管外加反向电压时,反向电流很小,而且在相当宽的反向电压范围内,反向电流几乎不变,因此,称此电流值为二极管的反向饱和电流。当二极管承受反向电压时,外电场与内电场方向一致,只有少数载流子的漂移运动,形成的电流极小,一般硅管的反向电流为几微安,锗管反向电流较大,为几十到几百微安。这时二极管反向截止。当反向电压增大到某一数值 U_{BR} 时,反向电流将随反向电压的增加而急剧增大,这种现象称为二极管反向击穿。普通二极管发生反向击穿后,造成二极管的永久性损坏,失去单向导电性。利用二极管的反向击穿特性,可以做成稳压二极管,但一般的二极管不允许工作在反向击穿区。

工程上,通常在一定条件下,利用简化模型分析二极管电路。在正向偏置时,理想二极管的管压降为零,相当于开关闭合;而在反向偏置时,可认为二极管等效电阻为无穷大,电流为零,相当于开关断开。

二极管可用来进行整流、钳位、电平选择、限幅以及元件保护等各项应用。

判断二极管是导通的还是截止的方法如下:对于单只二极管,首先将二极管断开,进行计算连接其阳极和阴极的电路中的电位值,若阳极电位大于阴极电位,则二极管是导通的;否则,则二极管是截止的;对于并联二极管,首先将二极管从电路中连接处断开,分别计算电路中断路处的电压差,电压差大的位置上的二极管优先导通,余下的被钳位,无法导通。

特殊二极管包括了发光二极管、稳压二极管、光电二极管、变容二极管、激光二极管等。发光二极管和激光二极管在正向导通状态下使用,稳压二极管在反向击穿状态下使用,光电二极管和变容二极管在反向偏置状态下使用。

1.2 基本概念自检

选择适当的答案填空

- (1) 电子器件中,常用的材料是_____。
- (2) 本征半导体是指_____。自然界中存在的常用的半导体材料是_____。
- (3) P 型半导体少子是_____,多子是_____,N 型半导体少子是_____,多子是_____。
- (4) 半导体中参与导电的有_____种粒子,分别是_____和_____,导体中参与导电的有_____种粒子,是_____。
- (5) 当环境温度升高时,二极管的反向饱和电流 I_s 将增大,是因为此时 PN 结内部的_____。
- (6) 当将_____电压加在 PN 结两端时,其 PN 结内电场 E 增加,PN 结_____。

(7) 二极管的导通电压是比 PN 结的电压 _____ (高/低), 硅管的导通电压是 _____ V, 锗管的导通电压是 _____ V。

(8) 稳压二极管主要用于稳压电路。它与普通二极管的正、反向特性基本相同, 区别在于 _____。

(9) 发光二极管发光时, 其工作在 _____ 区。

(10) 某只硅稳压管的稳定电压 $U_Z = 4V$, 其两端施加的电压分别为 $+5V$ 和 $-5V$ 时, 稳压管两端的最终电压分别为 _____。

(11) 发光二极管是 _____ 的器件。

(12) 光电二极管是 _____ 的器件。

答案: (1) 半导体; (2) 纯净的半导体、硅和锗; (3) 电子、空穴、空穴、电子; (4) 两、电子、空穴、一、电子或空穴; (5) 少数载流子的数目随温度的增加而增加; (6) 反向、变宽; (7) 高、0.3、0.7; (8) 直到临界反向击穿电压前都具有很高电阻的; (9) 正向导通区; (10) 4V 和 0.7V; (11) 把电能转换成光能; (12) 把光能转换成电能。

1.3 典型例题

例 1.1 分析图 1.8 所示电路, 各二极管是导通还是截止? 并求出 A、O 两端的电压 U_{AO} (设 D 为理想二极管)。

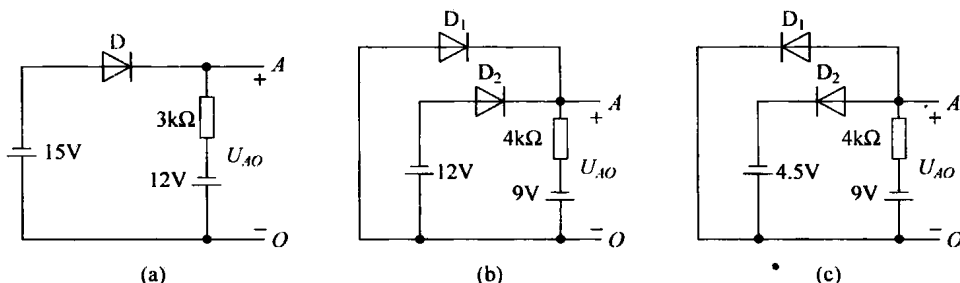


图 1.8 例 1.1 图

解: 根据二极管的单向导电性得:

对于图 1.8(a) 所示的电路, D_1 截止, $U_{AO} = -12V$;

对于图 1.8(b) 所示的电路, D_1 导电, D_2 截止, 输出 $U_{AO} = 0V$;

对于图 1.8(c) 所示的电路, D_1 截止, D_2 截止, 输出 $U_{AO} = -9V$ 。

例 1.2 二极管接成图 1.9 所示的电路, 分析在下述条件下各二极管的通断情况。

(1) $U_{CC1} = 6V, U_{CC2} = 6V, R_1 = 2k\Omega, R_2 = 3k\Omega$;

(2) $U_{CC1} = 6V, U_{CC2} = 6V, R_1 = R_2 = 3k\Omega$;

(3) $U_{CC1} = 6V, U_{CC2} = 6V, R_1 = 3k\Omega, R_2 = 2k\Omega$ 。

设二极管 D 的导通压降 $U_D = 0.7V$, 求出 D 导通时电流 I_D 的大小。

解:

(1) D 导通, $I_D \approx 0.42mA$;

(2) D 截止, $I_D \approx 0mA$;

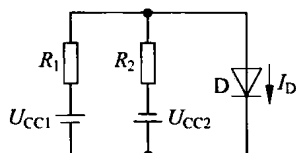


图 1.9 例 1.2 图