

★教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会推荐教材

河南科技大学教材出版基金资助

电子技术

电工学Ⅱ

第二版

主 编 孙立功

副主编 张晓红

高等教育出版社

★教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会推荐教材

河南科技大学教材出版基金资助

电子技术

Dianzi Jishu

电工学 II

第二版

主 编 孙立功

副主编 张晓红

高等教育出版社·北京

内容简介

本教材为适应普通高校教学改革和电工电子技术发展的新形势而编写,内容符合 21 世纪电工电子技术课程教学改革要求。

本教材内容主要包括常用半导体器件、基本放大电路、集成运算放大电路及应用、直流稳压电源、门电路和组合逻辑电路、触发器和时序逻辑电路、存储器和可编程逻辑器件、模拟量和数字量的转换等。

本教材内容丰富,选材合理、适当,符合普通教学型院校的教学实际;理论分析从简,叙述简练易懂;突出实际应用,强调理论联系实际,注重学生能力的培养;引入了电子技术领域的创新技术,扩大了学生的知识面,有利于学生素质的全面提高。

本教材适合作为高等学校工科非电类专业本专科的电子技术教材,也可供工程技术人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术. 电工学. 2 / 孙立功主编. --2 版. --
北京: 高等教育出版社, 2014. 12
ISBN 978-7-04-041536-0

I. ①电… II. ①孙… III. ①电子技术-高等学校-
教材②电工技术-高等学校-教材 IV. ①TN②TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 273377 号

策划编辑	金春英	责任编辑	许海平	封面设计	于文燕	版式设计	余 杨
插图绘制	杜晓丹	责任校对	杨凤玲	责任印制	刘思涵		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京明月印务有限责任公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 15.25
字 数 370 千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址	http://www.hep.edu.cn http://www.hep.com.cn
网上订购	http://www.landaco.com http://www.landaco.com.cn
版 次	2010 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 2 版
印 次	2014 年 12 月第 1 次印刷
定 价	22.70 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 41536-00

序

自 1999 年以来,我国高等教育的规模发生了历史性变化,开始进入大众化的发展阶段。高等院校从生源基础知识水平、课程设置、教学目的到培养目标都趋于多元化,原有教材类型和种类较少的现状已经难以满足不同类型高等院校培养不同类型人才的需求。而在本科教育中,基础课程建设是保证和提高教学质量的关键。为此,教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会与高等教育出版社合作,以教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会最新制定的《电子电气基础课程教学基本要求》、电子信息科学类与电气信息类各教学指导分委员会最新制定的专业规范以及《全国工程教育专业认证标准(试行)》为依据,共同组织制订了“电子信息科学类与电气信息类专业平台课程教材规划”。

这套规划教材的制订和编写遵循了以下几点原则:

1. 尊重历史,将高等教育出版社经过半个多世纪的积淀所形成的名家名作、精品教材纳入规划。这些教材经过数十年的教学实践检验,具有很好的教学适用性。此次规划将依据新的《电子电气基础课程教学基本要求》以及电气信息学科领域的最新发展,对教材内容进行修订。
2. 突出分类指导,突出不同类型院校工程教育的特点。大众化教育阶段,不同类型院校的人才培养目标定位不同,应当根据不同类型院校学生的特点组织编写与之相适应的教材。鼓励有编写基础的一般院校和应用型本科院校经过 2~3 年的试用,形成适用于本层次教学的教材。
3. 理论知识与实际应用相结合。提倡在教材编写中把理论知识与在实际生产和生活中的应用紧密结合,着重培养学生的工程实践能力和创新能力,以适应社会对工程教育人才的要求。
4. 数字化的多媒体资源与纸质教材内容相结合。在教育部“加快教育信息化进程”的倡导下,提倡利用多样化、立体化的信息技术手段(如动画、视频等),将课程教学内容展现给学习者,以加深他们对知识的理解,达到更好的教学效果。

教材建设是一项长期、艰巨的工程。我们将本着成熟一批出版一批的指导思想,把这项工作扎实持续地推进下去,为电子信息科学类与电气信息类专业基础课程建设一批基础扎实、教学适用性强、体现时代气息的规划教材,为提高高等教育教学质量,深化高等教育教学改革做出应有的贡献。

教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会主任委员



2010 年 12 月

前言

《电子技术(电工学Ⅱ)》自2010年出版以来,其简练易懂的编写风格获得了电工学同行和学生们的认可与支持,使我们深受鼓舞。为适应时代的要求,培养具有实践能力和创新能力的优秀人才,现结合我校几年来在电工与电子教学方面的实践和改革经验,对第一版进行了修订,力争更加好教易学。

本次修订对部分章节的结构做了一些调整,对部分传统内容进行了进一步简化和删除,对第一版中的错误进行了更正,对所有节次的内容叙述进行了仔细的文字修改,力求表述更为清楚,便于读者阅读和理解。

1. 为突出电子元器件在电子电路中的重要性,将原书第一章分为两章,构成新书第一章常用半导体器件和第二章基本放大电路。

2. 删除原书第四章电力电子技术基础部分。

3. 删除原书第六章第二节时序逻辑的分析,将分析方法简化后放在后面计数器的具体分析中,阅读更通顺。

4. 为突出实践环节的重要性,我们编写了配套教材《电工与电子技术实验》,使整套教材更完善,教材中的内容也随之进行了调整,原书附录一内容(Multisim7在电子电路中的应用)调整至实验教材中。

5. 对部分章节的课后习题做了调整,以使更加密切地与课本内容相结合,便于学生课后练习。

本书由八章加附录组成,第一章介绍常用半导体器件,第二章介绍基本放大电路,第三章介绍集成运算放大电路及应用,第四章介绍直流稳压电源,第五章介绍门电路和组合逻辑电路,第六章介绍触发器和时序逻辑电路,第七章介绍存储器和可编程逻辑器件,第八章介绍模拟量和数字量的转换,附录部分介绍常用半导体器件的参数。

本书继续保持简练易懂的特点,对理论内容不作过分深入的论述,以介绍器件、电路的基本原理、应用分析为主,兼顾新型元器件的介绍,既解决了工科非电专业学时少的矛盾,又能满足对电子技术应用的基本要求。

本书由河南科技大学电工基础教学部组织编写,孙立功任主编,张晓红任副主编。第二章由孙立功编写;第六章由张晓红编写,第三章由赵显红编写;第四、七章由牛新闻编写;第一、八章及附录部分由周立鹏编写;第五章由宋璐编写。

全书仍由华南理工大学殷瑞祥教授主审。主审对书稿进行了详细的审阅,并提出了许多宝贵意见和修改建议。我们根据提出的意见和建议进行了认真的修改。在本书编写过程中,河南

科技大学电工基础教学部的同行给予了大力支持,提出了建设性意见。在此谨向他们深表感谢。

在编写过程中,编者参考了部分优秀教材,谨对参考文献的作者表示感谢。

尽管我们尽了最大努力,但由于编者水平有限,书中缺陷和疏漏在所难免,敬请广大读者批评指正。(作者电子邮箱地址:sunligong148@126.com)

本书得到了河南科技大学教材出版基金的资助。

编者 于洛阳河南科技大学
2014.10.20

第一版前言

电子技术与电工技术一样,是工科非电类专业的技术基础课,其目的是培养学生掌握电子技术的基本理论、基础知识和基本技能,为学生今后学习本专业其他课程以及从事本专业的工作打下良好的基础。本课程的学习,可以使学生了解常见半导体元器件的基本原理和应用方法,掌握基本电子电路的分析方法,熟悉常用电子实验仪器仪表的应用,并具备一定的设计简单电子电路的实际能力,了解电子技术的最新发展和应用情况。

本教材是编者在长期调查研究的基础上,充分考虑到我国高等学校的实际情况,为方便一般院校的电子技术课程教学而编写的。因此,本教材在编写过程中,力争突出以下特色。

1. 引入当前科技发展的新成果、新技术和新的知识点,体现科学的、先进的理念,有助于培养学生科学的思维方式,如在第七章第二节中,介绍了应用前沿的 **FPGA** 和 **CPLD** 的原理。

2. 理论分析从简,叙述简练,易读易懂,如在介绍晶体管的电流放大作用时,删减了载流子运动的理论分析,直接介绍晶体管的工作条件及实验结果,更易使学生掌握。

3. 突出实际应用,强调理论联系实际,注重学生能力的培养,如介绍数字电路的内容时,尽量结合现代数字系统的基本原理,使学生学习时有的放矢。

4. 注意例题和习题与有关章节内容的配套,并在教材内容中尽量引用工程应用实例,使学生的学习贴近工程实际。

5. 教材内容的编排和叙述方法尽量有利于先进教学手段的应用,如将 **EDA** 技术与教材内容相结合,既开阔了学生的视野,又在一定程度上解决了内容多、学时少的矛盾。

6. 各部分内容均以培养学生逻辑思维能力、分析解决问题能力、实际动手能力、自学能力为出发点,注重学生能力的培养和综合素质的提高。教材编写上体现知识的连续性,对学生后续课程的学习有实际的帮助。

本教材授课学时以 60~70 学时为宜。对于授课学时较少的专业,可选择其中部分内容进行教学。实验学时占总学时的 25%。

本教材由河南科技大学电工电子教研室组织编写,共分八章。第一章由孙立功编写,第二章由赵显红编写,第三、四章由李劲伟编写,第五章由刘跃敏编写,第六、七章由张晓红编写,第八章和附录部分由齐晶晶编写。全书由孙立功任主编并负责统稿。

全书由华南理工大学殷瑞祥教授担任主审。主审认真审阅了书稿,并提出了许多宝贵建议。在本教材编写过程中,河南科技大学阎保定教授给予了认真的指导,并仔细地审阅了全部书稿,提出了建设性意见。本教材也得到了河南科技大学电工电子教研室同行的大力支持。在此谨向

他们深表感谢。

在编写教材过程中,编者参考了部分优秀教材,谨对这些参考书的作者表示感谢。

由于编者水平有限,不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

该书由河南科技大学出版基金资助出版。

编者 于洛阳河南科技大学

2010年9月20日

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

第一章 常用半导体器件	1	小结	88
第一节 PN 结	1	习题	89
第二节 二极管	4	第四章 直流稳压电源	93
第三节 特殊二极管	8	第一节 整流电路	93
第四节 晶体管	10	第二节 滤波电路	99
第五节 场效应晶体管	16	第三节 稳压电路	103
小结	20	第四节 集成稳压器	108
习题	20	小结	112
第二章 基本放大电路	24	习题	112
第一节 基本放大电路的组成	24	第五章 门电路和组合逻辑电路	116
第二节 基本放大电路的分析	26	第一节 概述	116
第三节 微变等效电路分析法	29	第二节 基本逻辑门电路	118
第四节 稳定静态工作点的放大 电路	34	第三节 TTL 集成门电路	123
第五节 共集电极放大电路	37	第四节 CMOS 集成门电路	127
第六节 多级放大电路及频率特性	40	第五节 逻辑代数基础	128
第七节 功率放大电路	44	第六节 组合逻辑电路的分析 与设计	132
第八节 场效应晶体管放大电路	49	第七节 常用组合逻辑电路	136
小结	52	小结	143
习题	52	习题	144
第三章 集成运算放大电路及应用	56	第六章 触发器和时序逻辑电路	148
第一节 差分放大电路	56	第一节 双稳态触发器	148
第二节 集成运算放大电路简介	62	第二节 寄存器	156
第三节 电路中的负反馈	66	第三节 计数器	160
第四节 集成运放在信号运算 电路中的应用	72	第四节 555 定时器及应用	170
第五节 集成运放在信号处理 电路中的应用	77	第五节 综合应用举例	177
第六节 集成运放在信号发生 电路中的应用	80	小结	181
第七节 集成运放的选择与使用	85	习题	182
		第七章 存储器和可编程逻辑器件	186
		第一节 存储器	186
		第二节 可编程逻辑器件	190

小结	200	小结	214
习题	200	习题	214
第八章 模拟量和数字量的转换	203	附录 常用半导体器件的参数	216
第一节 D/A 转换器	203	部分习题答案	228
第二节 A/D 转换器	207	参考文献	233

第一章 常用半导体器件

半导体器件具有体积小、重量轻和寿命长等特点,是构成各种复杂电子电路的基本器件。因此,掌握二极管、稳压管、晶体管和绝缘栅场效应管等常用半导体器件的结构、工作原理、特性曲线和主要参数是学习电子技术和分析电子电路必不可少的基础。本章重点介绍各种半导体器件的外部特性和简单应用。

第一节 PN 结

一、半导体的导电特性

所谓半导体,就是指导电能力介于导体和绝缘体之间的物质,如硅、锗、硒以及大多数金属氧化物和硫化物。

1. 半导体的导电特性

半导体的导电能力在不同条件下有很大的差别,利用这种特性制成了各种不同用途的半导体器件。

半导体对环境状况的变化比较敏感。例如有些半导体对温度比较敏感,环境温度升高时,它们的导电能力要增强很多,利用这种特性就做成了各种热敏元件,如热敏电阻等。还有些半导体对光照比较敏感,当它们受到光照时,其导电能力会变得很强,利用这种特性就做成了各种光电元件,如光电二极管等。

在某些纯净的半导体中掺入微量的杂质后,它们的导电能力就可增加几十万甚至几百万倍。例如在纯净硅中掺入百万分之一的硼后,硅的电阻率就从大约 $2 \times 10^3 \Omega \cdot \text{m}$ 急剧减小到 $4 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{m}$ 左右。

大部分半导体器件由硅或锗材料制成,这两种材料都是四价元素,下面简要介绍半导体的导电机理。

2. 本征半导体

具有单晶体结构的纯净半导体称为本征半导体,图 1-1 为由硅原子构成的本征半导体的结构。硅是四价元素,其原子最外层轨道上有 4 个价电子,且与相邻原子的价电子形成共价键结构。

处于共价键结构中的价电子正常情况下很难摆脱原子核的束缚,但是当这些价电子从外界获得一定的能量(温度或光照)时,就可以摆脱原子核的束缚成为自由电子(简称电子),同时在原来共价键中留下一个空位,称为空穴,这个过程称为激发,如图 1-2 所示。在本征半导体中存在两种导电粒子,带负电荷的自由电子和带正电荷的空穴,统称为载流子。在外电场的作用

下,电子定向运动形成电子流,空穴定向运动形成空穴流,二者之和即为半导体中的电流。

在本征半导体中,电子与空穴总是成对出现的,在运动过程中如果自由电子填补了空穴,自由电子和空穴就成对消失,这种现象称为复合。在一定的温度下,电子、空穴对的产生和复合在不停地进行,但最终处于一种动态平衡状态,使半导体中载流子的浓度保持一定。温度升高,载流子浓度增加,导电能力增强。实验表明,温度每升高 10°C 左右,载流子浓度约增加一倍。

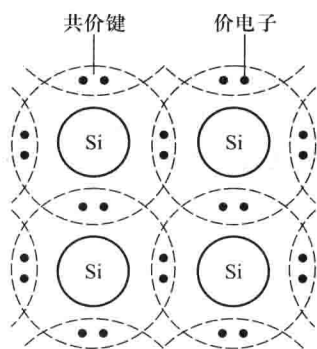


图 1-1 本征半导体的结构

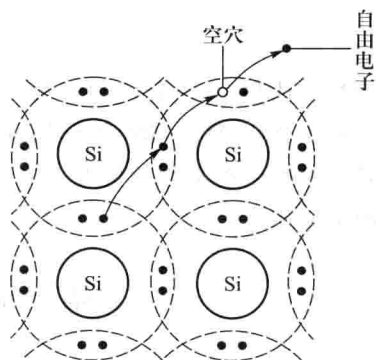


图 1-2 空穴和自由电子的形成

3. 杂质半导体

在纯净半导体中掺入相关的微量元素作为杂质,就会使半导体的导电能力大大增强。因掺入的杂质不同,杂质半导体可分为两类。

(1) N 型半导体

在硅(或锗)晶体中掺入五价元素(如磷、砷等),五价元素会替代晶体中某些硅(或锗)原子的位置,它的 5 个价电子中有 4 个与周围的 4 个硅(或锗)原子形成共价键,而多余的一个电子在室温下很容易激发成为自由电子,同时五价原子变成带正电的离子,如图 1-3 所示。可以看出,每掺入一个五价原子,半导体中就多出一个自由电子,而空穴只有受温度影响产生激发时才会形成,所以这种半导体中自由电子的数目较多,故称为 N 型(或电子型)半导体,称自由电子为多数载流子(多子),而空穴的数目较少,称空穴为少数载流子(少子)。

(2) P 型半导体

在硅(或锗)晶体中掺入三价元素(如硼、铟等),三价元素也会替代晶体中某些硅(或锗)原子的位置,它的 3 个价电子与周围的硅(或锗)原子形成共价键时,会出现一个空穴。室温下,这些空穴会吸引临近的价电子来填充,使三价原子变成带负电的离子,如图 1-4 所示。这种半导体中空穴的数目较多,故称为 P 型(或空穴型)半导体,称空穴为多数载流子(多子),称自由电子为少数载流子(少子)。

通常掺杂产生的载流子数量远大于激发所产生的载流子数量,因此无论是 N 型半导体还是 P 型半导体,其多子的数量都由掺入杂质的浓度决定,而少子的数量则取决于环境温度。

二、PN 结及其单向导电性

在一块半导体基片上,通过不同的掺杂工艺,使其一侧成为 N 型半导体,另一侧成为 P 型半导体,在这两种半导体的交界面附近便形成了 PN 结。PN 结是构成多种半导体器件的基本

结构。

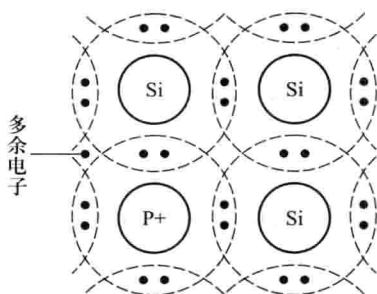


图 1-3 掺杂磷原子成为正离子

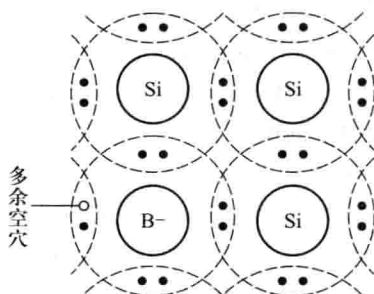


图 1-4 掺杂硼原子成为负离子

1. PN 结的形成

由于 P 型半导体中多子是空穴, N 型半导体中多子是电子, 在它们的交界面处就出现了电子和空穴的浓度差别。因此 P 区的空穴要向 N 区扩散, 与 N 区的电子复合而消失, 在 P 区一侧留下不能移动的五价杂质负离子, 即形成负离子空间电荷区; 同样, N 区的电子也要扩散到 P 区, 与 P 区的空穴复合, 在 N 区一侧留下不能移动的五价杂质正离子, 即形成正离子空间电荷区, 如图 1-5 所示。空间电荷区内形成了一个由 N 区指向 P 区的电场, 称为内电场。随着扩散的不断进行, 空间电荷区不断加宽, 内电场不断加强。内电场的增强会阻碍多子的扩散, 故空间电荷区也称为阻挡层。另一方面, 内电场推动少数子 (P 区的电子和 N 区的空穴) 越过空间电荷区, 进入对方。少数子在内电场作用下的运动称为漂移运动, 其结果会使空间电荷区变窄, 内电场被削弱。扩散和漂移是相反方向的两种运动, 但最终会达到一种动态平衡, 这时空间电荷区相对稳定, PN 结便形成了。

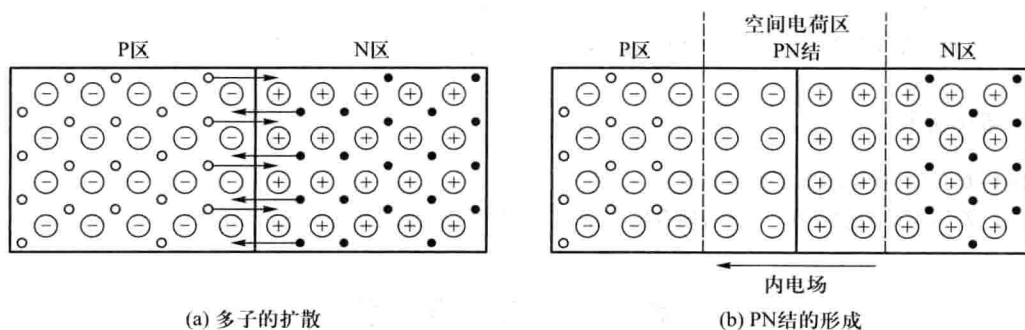


图 1-5 PN 结形成过程示意图

在无外电场或其他因素作用时, PN 结处于相对稳定状态, 多子的扩散电流等于少子的漂移电流, 且两者方向相反, 故 PN 结中电流为零。由于空间电荷区没有载流子, 所以又称为耗尽层, 其宽度一般为数微米。

2. PN 结的单向导电性

(1) 外加正向电压

如图 1-6 所示, 在 PN 结上加正向电压, 即 P 区接电源正极, N 区接电源负极 (这种接法称为

正向偏置,简称正偏)。此时在外电场的作用下,内电场被削弱,多子被推向耗尽层,使空间电荷区变窄,有利于多子的扩散运动,不利于少子的漂移运动。多子扩散形成正向电流,这时称 PN 结导通。导通时 PN 结两端的电压只有零点几伏,所以很小的正向电压就可以产生很大的正向电流 I_F ,为防止烧坏器件,通常要在回路中串联一个电阻来限制电流。

(2) 外加反向电压

如图 1-7 所示,在 PN 结上加反向电压,即 P 区接电源负极, N 区接电源正极(这种接法称为反向偏置,简称反偏)。此时外电场加强了内电场,使空间电荷区变宽,阻止多子扩散运动,但有利于少子的漂移运动,在回路中产生了由少子漂移形成的反向电流 I_R 。由于少子的浓度很低,反向电流很小,这时称 PN 结截止。由于反向电流是由少子的漂移运动形成的,所以受温度的影响较大。

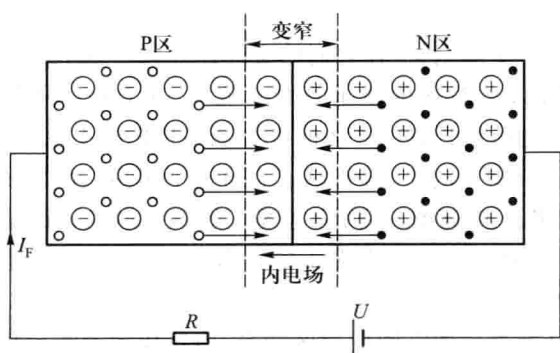


图 1-6 PN 结加正向电压

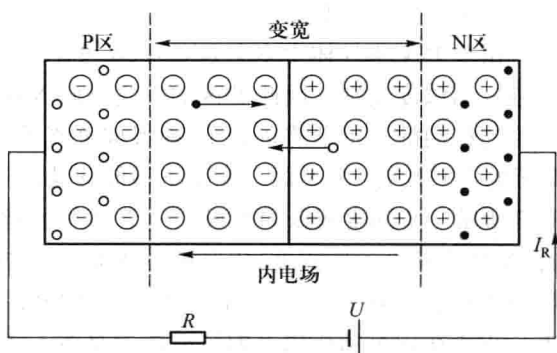


图 1-7 PN 结加反向电压

综上所述,PN 结具有单向导电性,即在 PN 结上加正向电压时,正向电流较大,PN 结电阻很小,视为导通;在 PN 结上加反向电压时,反向电流很小,PN 结电阻很大,视为截止。

[练习与思考]

1-1-1 半导体中的电流如何计算?

1-1-2 PN 结两端存在内电场,即有电位差,若将其两端用导线连接是否产生电流?

第二节 二极管

一、基本结构

半导体二极管是由一个 PN 结加上相应的电极引线和管壳构成的半导体器件。由 P 区引出的电极称为阳极,由 N 区引出的电极称为阴极。图 1-8 所示是常用二极管的符号、结构及外形示意图。

二极管按材料来分,有硅管和锗管;按结构来分,有点接触型、面接触型和硅平面型。点接触型二极管(多为锗管)的特点是 PN 结面积小,结电容小,允许通过的电流小,但其高频性能好,一

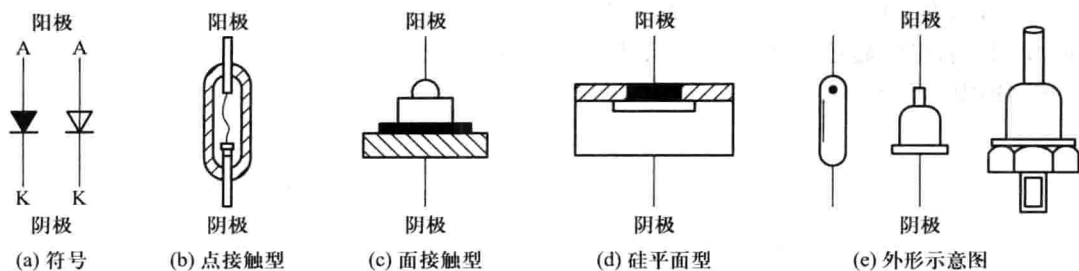


图 1-8 常用二极管的符号、结构及外形示意图

般用于高频检波和小功率的整流电路,也可用作数字电路中的开关元件。面接触型二极管(多为硅管)的特点是结面积大,结电容大,允许通过的电流大,但其工作频率低,一般用于低频整流。硅平面型二极管结面积大的用作低频大功率整流,结面积小的用作数字电路中的开关管。

二、伏安特性

二极管的导电性能常用伏安特性来表示,它是指二极管两端的电压 U 和流经二极管的电流 I 之间的关系, $I=f(U)$ 。图 1-9 给出了一只实际二极管的伏安特性曲线。

1. 正向特性

当二极管外加正向电压较低时,外电场不足以抵消 PN 结的内电场,多数载流子的扩散受阻,正向电流几乎为零。当正向电压超过一定数值时,才有明显的正向电流,这个电压值称为死区电压。在室温下,硅管的死区电压约为 0.5V,锗管的死区电压约为 0.1V。当正向电压大于死区电压后,内电场基本被抵消,正向电流迅速增加,二极管的压降变化很小。硅管的正向压降约为 0.6~0.8V,锗管的正向压降约为 0.2~0.3V。

2. 反向特性

当二极管外加反向电压时,少数载流子通过 PN 结,形成很小的反向电流,在一定温度下它的大小基本不变,且与反向电压的大小基本无关,故称为反向饱和电流。小功率硅管的反向电流一般小于 $1\mu\text{A}$,而锗管的反向电流通常为几十微安。

3. 反向击穿特性

当二极管的外加反向电压大于一定数值时,反向电流将急剧增加,二极管失去单向导电性,这种现象称为反向击穿。二极管被击穿后,不能再恢复原来的性能,便失效了,使用时应避免。反向击穿电压一般在几十伏。

二极管的伏安特性对温度很敏感,随着温度升高正向特性曲线向左移,反向特性曲线向下移,如图 1-10 所示。变化规律是:在室温附近,温度每升高 1°C ,同样的正向电流时,正向压降减小 2~2.5 mV;温度每升高 10°C ,反向电流增加约一倍。硅二极管允许的最高工作温度是 150~200 $^\circ\text{C}$,锗二极管只允许工作在 100 $^\circ\text{C}$ 以下,大功率二极管几乎都用硅制成。

三、主要参数

二极管的导电性能还可用参数来定量描述,它们是正确使用和合理选择二极管的依据。

1. 最大整流电流 I_{OM}

二极管长期工作时,允许通过的最大正向平均电流。它由 PN 结的结面积和外界散热条件决定,使用时若电流超过这个数值,将会使 PN 结过热而烧坏二极管。该值与二极管的结构和型号有关,使用时可查相关手册。

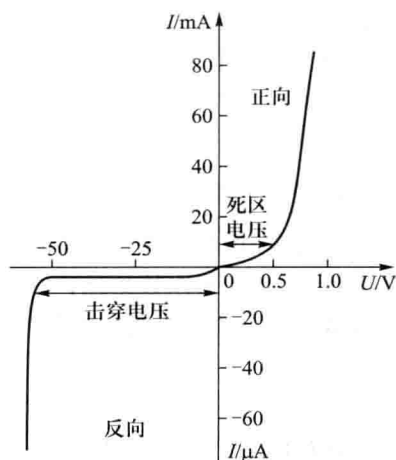


图 1-9 二极管的伏安特性曲线

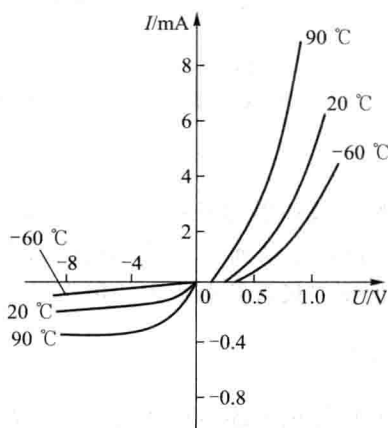


图 1-10 温度对二极管的影响

2. 反向工作峰值电压 U_{RM}

二极管在使用时允许外加的最高反向电压,超过此值二极管就有发生反向击穿的危险。通常取反向击穿电压的一半作为 U_{RM} 。

3. 反向峰值电流 I_{RM}

二极管外加反向工作峰值电压时的反向电流,此值越小,二极管的单向导电性越好。反向峰值电流受温度的影响较大。硅管的反向峰值电流较小,锗管的反向峰值电流较大。

4. 最高工作频率 f_M

二极管在外加高频交流电压时,由于 PN 结的电容效应,单向导电作用退化。 f_M 是指二极管单向导电作用开始明显退化时交流信号的频率。

四、简单应用

二极管的应用范围很广,主要是利用它的单向导电性。它可用于整流、检波、限幅、元件保护以及用作数字电路中的开关元件等。

为了分析计算方便,通常在未加说明时将二极管视作理想元件,即对二极管外加正向电压时,认为二极管导通,正向电阻为零,正向压降忽略不计;对二极管外加反向电压时,认为二极管截止,电阻为无穷大,反向电流忽略不计。

例 1-1 图 1-11(a)所示为利用二极管作为正向限幅器的电路。已知 $u_i = 10\sin \omega t \text{ V}$, $U = 5 \text{ V}$, $R = 1 \text{ k}\Omega$,试分析工作原理,并作出输出电压 u_o 的波形。

解 u_i 是按正弦规律变化的,当 $u_i > U$ 时,二极管 D 导通,由于 D 为理想二极管, D 导通时,管压降为零,此时 $u_o = U$;当 $u_i < U$ 时,二极管截止,该支路断开,相当于开路, $u_o = u_i$ 。根据分析,可作出 u_o 的波形如图 1-11(b)所示。