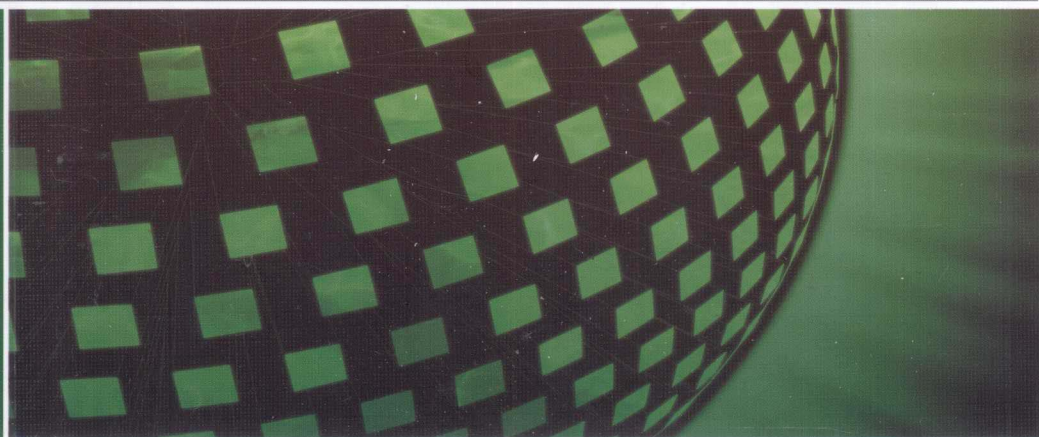


高职高专电类专业基础课规划教材

D I A N Z I J I S H U



电子技术

陈斗 主编
郭美莉 副主编
刘国联 主审



化学工业出版社

高职高专电类专业基础课规划教材

电子技术

陈斗	主编
郭美莉	副主编
刘国联	主审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书依据教育部最新制订的“高职高专教育电子技术课程教学基本要求”编写而成，主要内容包括：半导体元器件、直流稳压电源、基本放大电路、集成运算放大器、逻辑门电路和组合逻辑电路、时序逻辑电路、常用中大规模集成电路、电子技术实训等。每章之前有学习目标，每章后附有实践应用、本章小结、习题，书末附有部分习题答案，便于自学。

本书采用了目标教学法，层次分明、条理清晰、结构合理、重点突出，深入浅出、通俗易懂，淡化理论、突出应用，新增了实践应用或培养学生实践能力的专门模块。书中有图片、实物照片，增添了新知识、新技术、新工艺、新设备。

本书可作为高职高专院校、成人高校、民办高校及中等专业学校电类、机电类相关专业的教材，也可作为岗位培训用书，还可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子技术/陈斗主编. —北京：化学工业出版社，2010.11

高职高专电类专业基础课规划教材

ISBN 978-7-122-09490-2

I. 电… II. 陈… III. 电子技术-高等学校：技术学院-教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 177503 号

责任编辑：王听讲

装帧设计：王晓宇

责任校对：顾淑云

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 装：大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 11 $\frac{3}{4}$ 字数 302 千字 2011 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：22.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

本教材以《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》(教高[2002]2号)精神为指导,以“必需、够用、实用、好用”为原则,根据教育部最新制订的“高职高专教育电子技术课程教学基本要求”,针对高职高专学生及在职工工教学的特点而编写的。

本教材编者理论水平较高、实践能力强,主要根据编者长期教学 and 实践经验编写,很多应用实例来自于实际开发项目,具有鲜明的实用性。本教材力求使读者通过学习,掌握电子技术的基础理论、基础知识和基本技能,为后续学习和从事专业技术工作打下一定基础,提高分析、解决实际问题的能力,掌握相关技术与技能,并有助于读者通过相关升学考试和职业资格证书考试。

本教材可作为高职高专院校、成人高校、民办高校、中等专业学校的电类、机电类相关专业的教材,也可作为岗位培训用书,还可供相关工程技术人员参考。

本书主要特色如下。

1. 编写过程中始终贯彻“以服务为宗旨,以应用为目的,以实用为主,理论够用为度”的教学原则,以就业为导向,以职业能力为本位,培养学生的实际技能。淡化理论,回避了繁杂和冗长的数学推导或计算过程,强化基本理论,重点突出,以培养学生的应用能力为主线,强调教学内容的应用性与实践性。教材内容贴近实际,衔接岗位,与相应的职业资格标准或行业的资格认证结合起来。每章后附有实践应用、习题,书末附有部分习题答案,通过实践应用模块和习题,加强实际应用能力的训练。

2. 面向学生,表述通俗易懂,图文并茂。立足于学生角度编写教材,让学生“易于学”。教材中的许多内容都是各位教师在平时教学中所积累的知识,在内容的表述上尽可能避免使用生硬的论述,而是力争深入浅出、通俗易懂,有图片、实物照片,层次分明、条理清晰、循序渐进、结构合理,使学生在学的过程中不至于产生厌烦心情,从而提高学习的兴趣。在教材编写过程中,编者们精心选择例题和举例,力争做到有针对性,能够让学生通过例题很快掌握对应知识。

3. 采用目标教学体系。每章之前有学习目标,每章后附有本章小结。

4. 适当体现电子技术发展的先进性。书中适当介绍了电子技术相关的新技术、新工艺、新设备,通过本书学生能够学到许多实用的新知识。

本教材由湖南铁路科技职业技术学院陈斗担任主编,负责全书内容的组织、定稿、统稿和修改;由湖南电气职业技术学院郭美莉担任副主编;湖南铁路科技职业技术学院余岳、张兰红、曾树华、刘刚,湖南交通工程职业技术学院柴霞君参编。其中第1章由张兰红编写,第2章由余岳编写,第3章由郭美莉编写,第4章由刘刚编写,第5章由柴霞君编写,第6章由曾树华编写,第7、8章由陈斗编写。由湖南铁路科技职业技术学院的刘国联担任主审,负责全书的审查工作。

我们将为使用本书的教师免费提供电子教案,需要者可以到化学工业出版社教学资源网站 <http://www.cipedu.com.cn> 免费下载使用。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,殷切希望广大读者批评指正,以便修订时改进。

编者
2010年9月

目 录

CONTENTS

第 1 章 了解半导体元器件	1
1.1 了解半导体及 PN 结	1
1.1.1 了解半导体的基本知识	1
1.1.2 理解 PN 结	2
1.2 了解半导体二极管	3
1.2.1 了解二极管的结构	3
1.2.2 掌握二极管的伏安特性	4
1.2.3 了解主要参数	5
1.2.4 应用二极管电路	5
1.3 了解几种常见的特殊二极管	7
1.3.1 了解稳压二极管	7
1.3.2 了解光电二极管	8
1.3.3 了解发光二极管	8
1.3.4 了解激光二极管	9
1.4 了解半导体三极管	10
1.4.1 了解基本结构	10
1.4.2 掌握电流分配与放大原理	11
1.4.3 了解三极管的特性曲线	11
1.4.4 了解三极管的主要参数	12
1.4.5 选择三极管	13
1.5 了解晶闸管	13
1.5.1 了解晶闸管的外形、结构及符号	13
1.5.2 了解类型	14
1.5.3 了解工作原理	14
1.5.4 掌握晶闸管的伏安特性曲线及其主要参数	15
实践应用	16
光控报警器	16
本章小结	17
习题	18
第 2 章 掌握直流稳压电源	19
2.1 理解直流稳压电源的组成	19
2.1.1 理解直流稳压电源的组成	19
2.1.2 了解直流稳压电源的分类	20
2.2 掌握单相半波整流电路	20

2.2.1 掌握工作原理·····	21
2.2.2 计算直流电压与直流电流·····	21
2.3 掌握单相桥式整流电路·····	22
2.3.1 掌握工作原理·····	22
2.3.2 计算输出电压与输出电流·····	23
2.3.3 选择二极管·····	23
2.4 理解晶闸管单相可控整流电路·····	24
2.4.1 了解晶闸管的结构·····	24
2.4.2 理解晶闸管的工作原理·····	24
2.4.3 熟悉单相桥式可控整流电路·····	25
2.5 掌握滤波电路·····	25
2.5.1 掌握电容滤波电路·····	26
2.5.2 掌握电感滤波电路·····	27
2.5.3 掌握复式滤波电路·····	27
2.6 理解稳压电路·····	28
2.6.1 理解硅稳压管稳压电路·····	28
2.6.2 理解串联型稳压电路·····	29
2.6.3 熟悉集成稳压电路和开关电源·····	30
实践应用·····	31
计算机开关电源的原理和应用·····	31
本章小结·····	33
习题·····	33

第3章 掌握基本放大电路····· 35

3.1 了解基本放大电路的组成及各元件的作用·····	35
3.1.1 了解基本放大电路的组成·····	35
3.1.2 了解各元件的作用·····	36
3.2 掌握放大电路的静态分析·····	36
3.2.1 理解估算法·····	36
3.2.2 掌握图解法·····	37
3.3 掌握放大电路的动态分析·····	38
3.3.1 掌握放大电路的动态工作情况·····	38
3.3.2 掌握放大电路中各参数的定义·····	38
3.3.3 掌握微变等效电路法·····	39
3.3.4 掌握静态工作点的设置与稳定·····	42
3.4 掌握共集电极放大电路·····	44
3.4.1 掌握共集电极电路的组成·····	44
3.4.2 分析共集电极电路·····	44
3.4.3 掌握射极输出器的特点及应用·····	45
3.5 了解多级放大电路·····	45
3.5.1 理解多级放大电路的电压放大倍数、输入电阻、输出电阻·····	46
3.5.2 理解差动放大电路·····	46

3.6 了解功率放大电路·····	47
3.6.1 了解功率放大电路的特点·····	48
3.6.2 理解互补对称功率放大电路·····	49
实践应用·····	50
本章小结·····	52
习题·····	53
第4章 掌握集成运算放大器 ·····	55
4.1 了解集成运算放大器·····	55
4.1.1 了解集成运算放大器的基本组成·····	55
4.1.2 掌握集成运放的电压传输特性·····	56
4.1.3 理解集成运算放大器的主要参数·····	57
4.1.4 掌握集成运放的理想化模型·····	59
4.1.5 掌握集成运算放大器的基本分析方法·····	59
4.1.6 掌握集成运算放大器的线性应用·····	60
4.1.7 掌握集成运放的非线性应用·····	63
4.2 掌握放大电路中的反馈·····	66
4.2.1 了解反馈的基本概念·····	66
4.2.2 掌握反馈的判断方法和类型·····	67
4.2.3 理解负反馈对放大电路的影响·····	72
实践应用·····	73
常用集成运放芯片的应用·····	73
本章小结·····	75
习题·····	76
第5章 掌握逻辑门电路和组合逻辑电路 ·····	78
5.1 掌握数制与编码·····	78
5.1.1 数字电路概述·····	78
5.1.2 掌握数制·····	79
5.1.3 掌握编码·····	80
5.2 掌握逻辑函数及应用·····	81
5.2.1 掌握逻辑代数及基本运算公式·····	81
5.2.2 掌握逻辑函数的化简·····	81
5.3 掌握逻辑门电路·····	83
5.3.1 掌握基本逻辑门电路·····	83
5.3.2 掌握复合门电路·····	85
5.4 掌握组合逻辑电路·····	87
5.4.1 分析组合逻辑电路·····	87
5.4.2 设计组合逻辑电路·····	88
5.4.3 掌握中规模组合逻辑部件·····	89
实践应用·····	94
中规模组合逻辑部件在实际中的应用·····	94

本章小结	95
习题	96
第 6 章 掌握时序逻辑电路	98
6.1 掌握双稳态触发器	98
6.1.1 掌握基本 RS 触发器	98
6.1.2 掌握同步 RS 触发器	100
6.1.3 掌握主从 JK 触发器	101
6.1.4 掌握 D 触发器	102
6.1.5 掌握 T 触发器	102
6.2 理解寄存器	103
6.2.1 理解基本概念	103
6.2.2 理解数码寄存器	103
6.2.3 理解移位寄存器	103
6.3 掌握计数器	104
6.3.1 掌握二进制计数器	104
6.3.2 掌握十进制计数器	105
6.3.3 掌握集成计数器	106
6.4 分析时序逻辑电路	108
6.4.1 掌握时序电路的基本分析方法	108
6.4.2 分析时序电路	108
实践应用	110
数字电子钟的设计	110
本章小结	111
习题	112
第 7 章 掌握常用中、大规模数字集成电路	114
7.1 掌握 555 定时器的应用	114
7.1.1 掌握 555 定时器的工作原理	114
7.1.2 应用 555 定时器	115
7.2 了解模数转换和数模转换	119
7.2.1 了解数/模转换器 (DAC)	119
7.2.2 了解模/数转换器 (ADC)	122
7.3 了解存储器	124
7.3.1 了解只读存储器	124
7.3.2 了解随机存储器	130
实践应用	133
简易闯入报警器	133
本章小结	134
习题	135
第 8 章 电子技术实训	136
8.1 二极管、三极管的简单测试	136

8.2	单管共发射极放大电路的测试	138
8.3	负反馈放大电路的测试	142
8.4	功率放大电路的测试	144
8.5	差分放大电路的测试	146
8.6	集成运放的线性应用	149
8.7	集成运放的非线性应用	151
8.8	集成稳压电源的测试	154
8.9	门电路的测试	157
8.10	触发器的测试	161
8.11	计数器的测试	165
8.12	集成定时器的应用	168
8.13	用 555 定时器组成水位控制器	171
8.14	智力竞赛抢答器的制作	171
附录 部分习题答案		174
参考文献		180

第1章 了解半导体元器件



学习目标

- (1) 了解半导体的基础知识，理解 PN 结的形成及其单向导电性。
- (2) 了解二极管的结构，掌握其伏安特性并能对具体电路进行分析及其应用。
- (3) 了解稳压二极管、光电二极管、发光二极管及激光二极管的特性及应用。
- (4) 了解三极管的基本结构、特性曲线，掌握其电流分配与放大原理，并能根据具体要求选择符合功能条件的三极管。
- (5) 了解晶闸管的结构及其工作原理，掌握其伏安特性曲线。

半导体器件是现代电子电路的重要组成部分。本章简要介绍了半导体的基础知识，讨论半导体的核心环节——PN 结，阐述了半导体二极管、三极管和晶闸管的工作原理、特性曲线和主要参数以及二极管的应用。对几种常见的特殊二极管也作了简要介绍。

1.1 了解半导体及 PN 结

1.1.1 了解半导体的基本知识

1. 概念

自然界的物质，根据物体导电能力（电阻率）的不同，可划分为导体、绝缘体和半导体。

(1) 导体

容易导电的物体。如铁、铜等。

(2) 绝缘体

几乎不导电的物体。如橡胶等。

(3) 半导体

半导体是导电性能介于导体和绝缘体之间的物体，在一定条件下可导电。半导体的电阻率为 $10^{-3} \sim 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 。

典型的半导体材料有硅和锗。它们都是四价元素，原子结构的最外层轨道上有四个价电子，当把硅或锗制成晶体时，它们是靠共价键的作用而紧密联系在一起。

2. 半导体的特点

① 在外界能源的作用下，导电性能显著变化。光敏元件、热敏元件属于此类。

② 在纯净半导体内掺入杂质，导电性能显著增加。二极管、三极管属于此类。

半导体可分为本征半导体和杂质半导体。

3. 本征半导体

本征半导体：化学成分纯净、结构完整的半导体。

(1) 本征半导体的共价键结构

硅和锗是四价元素，在原子最外层轨道上的四个电子称为价电子。它们分别与周围的四个原子的价电子形成共价键。共价键中的价电子被这些原子所共有，并为它们所束缚，在空间形成排列有序的晶体。

(2) 电子空穴对

当导体处于热力学温度 0 时，导体中没有自由电子。当温度升高或受到光的照射时，价电子能量增高，有的价电子可以挣脱原子核的束缚，成为自由电子，而参与导电。这一现象称为本征激发（也称热激发）。

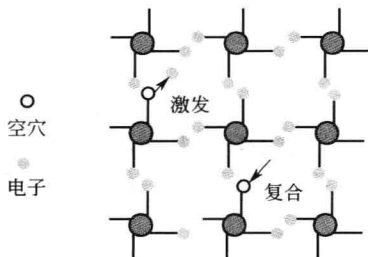


图 1-1 本征激发和复合的过程

自由电子产生的同时，在其原来的共价键中就出现了一个空位，原子的电中性被破坏，呈现出正电性，其正电量与电子的负电量相等，人们常称呈现正电性的这个空位为空穴。可见，因热激发而出现的自由电子和空穴是同时且成对出现的，称为电子空穴对。游离的部分自由电子也可能回到空穴中去，称为复合，如图 1-1 所

示。本征激发和复合在一定温度下会达到动态平衡。

(3) 空穴的移动

在外加电场作用下，自由电子产生定向移动，形成电子电流；同时价电子也按一定的方向填补空穴，从而使空穴产生定向移动，形成空穴电流。因此，在半导体中具有两种载流子（能够参与导电的带电粒子）：自由电子和空穴。

4. 杂质半导体

杂质半导体：在本征半导体硅或锗中掺入微量的其他适当元素后所形成的半导体。

在本征半导体中掺入某些微量元素作为杂质，可使半导体的导电性发生显著变化。根据掺杂元素的性质，杂质半导体分为 P 型（空穴型）半导体和 N 型（电子型）半导体。

(1) P 型（positive）半导体

在本征半导体中掺入三价杂质元素，如硼、镓、铟等形成了 P 型半导体，也称为空穴型半导体。因三价杂质原子在与硅原子形成共价键时，缺少一个价电子而在共价键中留下一空穴。在 P 型半导体中，空穴的浓度远大于自由电子的浓度。

(2) N 型（negative）半导体

在本征半导体中掺入五价杂质元素，如磷、砷和锑等，可形成 N 型半导体，也称电子型半导体。因五价杂质原子中只有四个价电子能与周围四个半导体原子中的价电子形成共价键，而多余的一个价电子因无共价键束缚而很容易形成自由电子。在 N 型半导体中，空穴的浓度远小于自由电子的浓度。

1.1.2 理解 PN 结

通过现代工艺，把一块本征半导体的一边形成 P 型半导体，另一边形成 N 型半导体，于是这两种半导体的交界处就形成了 PN 结，它是构成其他半导体的基础。

1. PN 结的形成

在形成的 PN 结中，由于两侧的电子和空穴的浓度相差很大，因此它们会产生扩散运动：电子从 N 区向 P 区扩散；空穴从 P 区向 N 区扩散。因为它们都是带电粒子，它们向另一侧扩散的同时在 N 区留下了带正电的空穴，在 P 区留下了带负电的杂质离子，这样就形

成了空间电荷区，也就是形成了内电场。它们的形成过程如图 1-2(a)、(b) 所示。空间电荷区即 PN 结。

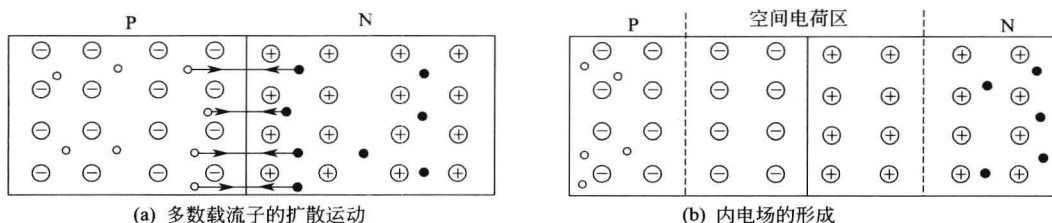


图 1-2 PN 结的形成过程

在内电场的作用下，载流子将作漂移运动，它的运动方向与扩散运动的方向相反，阻止扩散运动。电场的强弱与扩散的程度有关，扩散的越多，电场越强，同时对扩散运动的阻力也越大，当扩散运动与漂移运动相等时，通过界面的载流子为 0。此时，PN 结的交界区就形成一个缺少载流子的高阻区，又把它称为阻挡层或耗尽层。

2. PN 结的单向导电性

在 PN 结两端加不同方向的电压，可以破坏它原来的平衡，从而使它呈现出单向导电性。

(1) PN 结正向偏置

如果外加电压使 PN 结中 P 区的电位高于 N 区的电位，称为加正向电压，简称正偏。这时的 PN 结处于导通状态，它所呈现的电阻为正向电阻，正向电压越大，电流也越大。

(2) PN 结反向偏置

外加电源的接法与正向偏置时相反，即 P 区接电源的负极，N 区接电源的正极。此时，PN 结处于截止状态，呈现的电阻为反向电阻，而且阻值很高。由以上我们可以看出：PN 结在正向电压作用下，处于导通状态，在反向电压的作用下，处于截止状态，因此 PN 结具有单向导电性。

(3) PN 结的击穿

PN 结处于反向偏置时，在一定的电压范围内，流过 PN 结的电流很小，但电压超过某一数值时，反向电流急剧增加，这种现象就称为反向击穿。

1.2 了解半导体二极管

将一个 PN 结用外壳封装起来，并引出两个电极，由 P 区引出阳极，由 N 区引出阴极，就构成半导体二极管。

1.2.1 了解二极管的结构

在 PN 结上加上引线和封装，就成为一个二极管。二极管按使用的半导体材料不同分为硅管和锗管。

1. 二极管的结构

二极管按结构分有点接触型、面接触型和平面型三大类。

(1) 点接触型二极管

PN 结面积小，用于检波和变频等高频电路。

(2) 面接触型二极管

PN 结面积大, 用于工频大电流整流电路。

(3) 平面型二极管

PN 结面积可大可小, 用于高频整流和开关电路中。

2. 二极管的图形符号

二极管的图形符号如图 1-3 所示。



图 1-3 二极管的图形符号

3. 二极管的实物照片

二极管的实物图如图 1-4 所示。

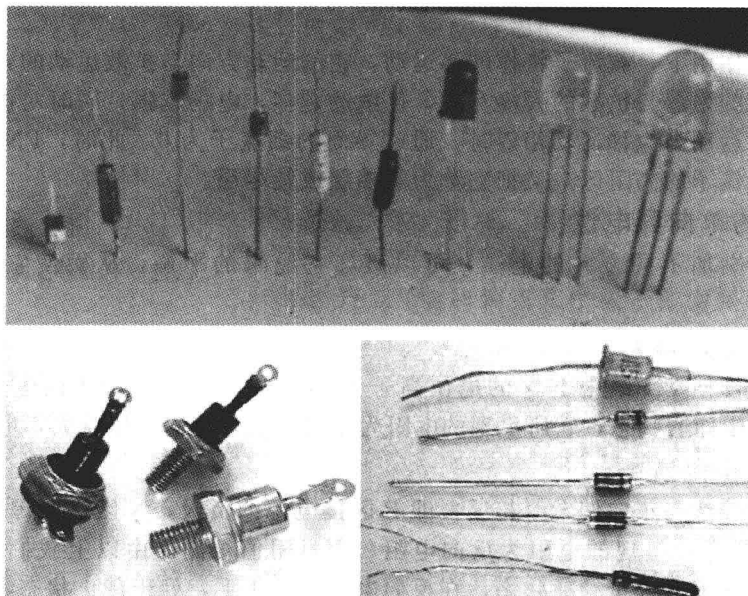


图 1-4 二极管的实物图

1.2.2 掌握二极管的伏安特性

半导体二极管的伏安特性曲线如图 1-5 所示。处于第一象限的是正向伏安特性曲线, 处于第三象限的是反向伏安特性曲线。

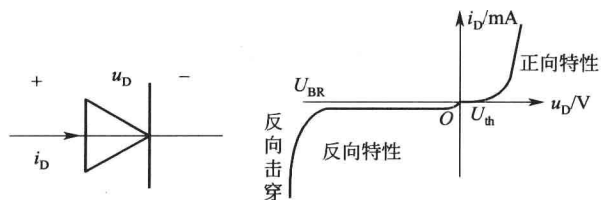


图 1-5 二极管的伏安特性曲线

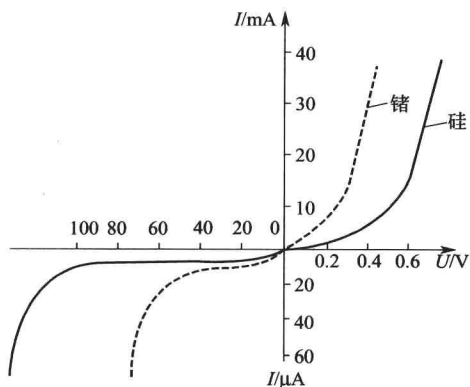


图 1-6 硅、锗二极管的伏安特性曲线

图 1-5 中的 U_{th} 为门限电压或开启电压, U_{BR} 为反向击穿电压 (二极管能承受的最高反向电压)。

(1) 正向特性

当 $u_D > 0$ 即处于正向特性区域。正向区又分为两段。

当 $0 < u_D < U_{th}$ 时, 正向电流为零。

当 $u_D > U_{th}$ 时, 开始出现正向电流, 并按指数规律增长。

硅二极管的死区电压 $U_{th} = 0.5V$ 左右; 锗二极管的死区电压 $U_{th} = 0.1V$ 左右, 如图 1-6 所示。

(2) 反向特性

当 $u_D < 0$ 时, 即处于反向特性区域。反向区也分两个区域。

当 $U_{BR} < u_D < 0$ 时, 反向电流很小, 且基本不随反向电压的变化而变化, 此时的反向电流也称反向饱和电流 I_S 。

当 $u_D \leq U_{BR}$ 时, 反向电流急剧增加。

1.2.3 了解主要参数

1. 二极管的主要参数

半导体二极管的参数主要包括最大整流电流 I_F 、最大反向工作电压 U_{RM} 、反向电流 I_R 、正向压降 U_F 、最高工作频率 f_M 等。现介绍如下。

(1) 最大整流电流 I_F

管子长期运行所允许通过的电流平均值。

(2) 最大反向工作电压 U_{RM}

为了确保管子安全工作, 所允许加的最高反向电压。

$$U_{RM} = (1/2 \sim 2/3) U_{BR} \quad (1-1)$$

(3) 反向电流 I_R

在室温下, 在规定的反向电压, 一般是最大反向工作电压时测得的电流值, 越小单向导电性越好。

(4) 正向压降 U_F

在规定的正向电流下, 二极管的正向电压降。小电流硅二极管的正向压降在中等电流水平下, 约 $0.6 \sim 0.8V$; 锗二极管约 $0.2 \sim 0.3V$ 。通常情况下, 硅取 $0.7V$, 锗取 $0.3V$ 。

(5) 最高工作频率 f_M

保持二极管单向导通性能时, 外加电压允许的最高频率。

2. 二极管的大信号模型

根据二极管伏安特性, 可把它分为导通和截止两种状态。

当 $u_d < U_{th}$ 时就截止, 当 $u_d > U_{th}$ 时就导通。

3. 二极管的性能测试

二极管正、反向电阻的测量值相差愈大愈好, 一般二极管的正向电阻测量值为几百欧姆, 反向电阻为几十千欧姆到几百千欧姆。如果测得正、反向电阻均为无穷大, 说明内部断路; 若测量值均为零, 则说明内部短路; 如测得正、反向电阻几乎一样大, 这样的二极管已经失去单向导电性, 没有使用价值了。

1.2.4 应用二极管电路

二极管是电子电路中最常用的半导体器件。利用其单向导电性及导通时正向压降很小的

特点, 可用来进行整流、检波、钳位、限幅、开关以及元件保护等各项工作。

1. 整流

整流电路是利用二极管的单向导电性, 将正负交替的正弦交流电压变换成单方向的脉动电压。利用二极管的单向导电性可组成单相、三相等各种形式的整流电路, 然后再经过滤波、稳压, 便可获得平稳的直流电。如图 1-7 所示。

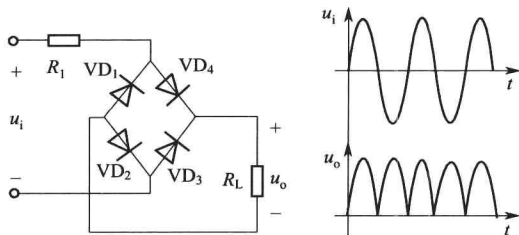


图 1-7 二极管全波整流电路及波形图

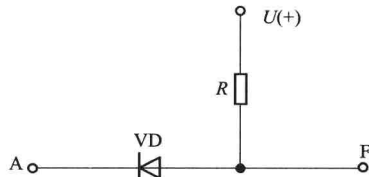


图 1-8 二极管钳位电路

2. 钳位

利用二极管正向导通时压降很小的特性, 可组成钳位电路, 如图 1-8 所示。

图 1-8 中, 若 A 点 $U_A = 0$, 二极管 VD 可正向导通, 其压降很小, 故 F 点的电位也被钳制在 0V 左右, 即 $U_F \approx 0$ 。

3. 限幅

利用二极管正向导通后其两端电压很小且基本不变的特性, 可以构成各种限幅电路, 使输出电压幅度限制在某一电压值以内。图 1-9 为一正负对称限幅电路及波形图。

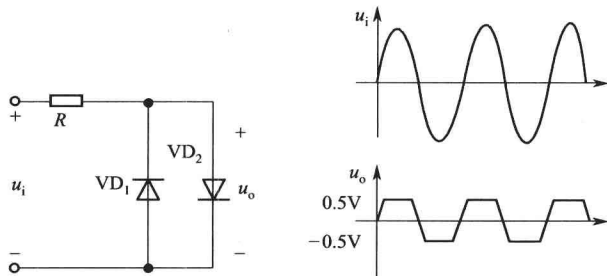


图 1-9 二极管限幅电路及波形图

$|u_i| < 0.5\text{V}$ 时, VD₁、VD₂ (硅管) 截止, 所以 $u_o = u_i$ 。

$|u_i| > 0.5\text{V}$ 时, VD₁、VD₂ 中有一个导通, 所以 $u_o = 0.5\text{V}$ 。

4. 元件保护

在电子线路中, 常用二极管来保护其他元器件免受过高电压的损害, 如图 1-10 所示电路, L 和 R 是线圈的电感和电阻。

在开关 S 接通时, 电源 E 给线圈供电, L 中有电流流过, 储存了磁场能量。在开关 S 由接通到断开的瞬时, 电流突然中断, L 中将产生一个高于电源电压很多倍的自感电动势 e_L , e_L 与 E 叠加作用在开关 S 的端子上, 在 S 的端子上产生电火花放电, 这将影响设备的正常工作, 使开关 S 寿命缩短。接入二极管 VD 后, e_L 通过二极管 VD 产生放电电流 i, 使 L 中储存的能量不经过开关 S 放掉, 从而保护了开关 S。

5. 逻辑门电路

利用二极管的单向导电性可组成逻辑门电路, 实现与运算, 如图 1-11 所示。

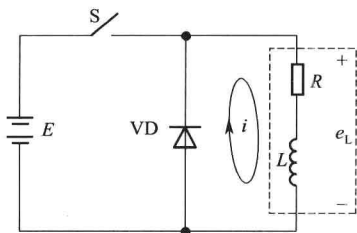


图 1-10 二极管保护电路

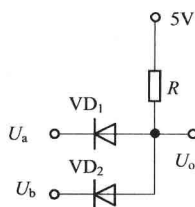


图 1-11 由二极管构成的门电路

U_a 、 U_b 为高电平（5V）时， U_o 为高电平（4.7V）。

U_a 、 U_b 有一个是低电平（0V）时， U_o 为低电平。

1.3 了解几种常见的特殊二极管

1.3.1 了解稳压二极管

1. 稳压二极管的符号及伏安特性

硅稳压二极管简称稳压管，是一种特殊的二极管，是用特殊工艺制造的用来稳压的二极管（工作在反向区），通常与电阻配合具有稳定电压的特点。当反向电压达到或超过稳压值时，反向电流增大，反向电压被稳定在稳压值上。其符号及伏安特性如图 1-12 所示。

从特性曲线可以看到，稳压管正向偏置时，其特性和普通二极管一样；反向偏置时，开始一段和普通二极管一样，当反向电压达到一定数值以后，反向电流突然上升，而且电流在一定范围内增长时，管两端电压只有少许增加，变化很小，具有稳压性能。

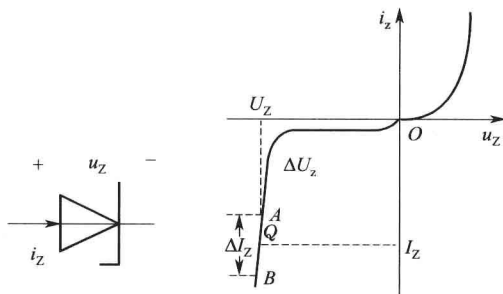


图 1-12 稳压二极管的符号及其伏安特性

2. 稳压二极管的应用

稳压二极管用来构成的稳压电路，稳压管通常工作于反向电击穿状态，如图 1-13 所示。

稳压电路由限流电阻 R 和稳压管 VD_Z 构成， R_L 是负载电阻。它是利用稳压管的反向击穿特性，当电路的电源电压波动或负载电流变化时，引起稳压管电流 I_Z 变化，使通过限流电阻 R 上的电压发生变化来维持输出电压 U_o 基本不变。

稳压过程： $U_i \uparrow \rightarrow U_o \uparrow \rightarrow I_Z \uparrow \rightarrow I_R \uparrow \rightarrow U_R \uparrow \rightarrow U_o \downarrow$
 $I_o \uparrow \rightarrow U_o \downarrow \rightarrow I_Z \downarrow \rightarrow I_R \downarrow \rightarrow U_R \downarrow \rightarrow U_o \uparrow$

使用稳压二极管时要注意以下三点。

① 工程上使用的稳压二极管无一例外都是硅管。

② 连接电路时应反接。

③ 稳压管需串入一只电阻。该电阻的作用一是起限流作用，以保护稳压管；其次，当输入电压或负载电流变化时，通过该电阻上电压降的变化，取出误差信号以调节稳压管的工作电流，从而起到稳压作用。

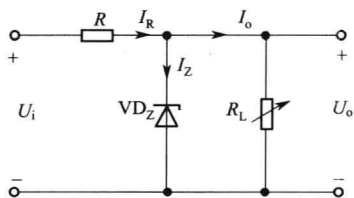


图 1-13 稳压管稳压电路



型号:2CU2A

符号:

图 1-14 光电二极管的符号及实物图

1.3.2 了解光电二极管

光电二极管是利用 PN 结的反向电流随光照的增强而增大的特性制造的二极管，又称光敏二极管，它是光电转换半导体器件，与光敏电阻器相比具有灵敏度高、高频性能好、可靠性好、体积小、使用方便等优点。

1. 光电二极管的符号及实物图

光电二极管的符号及实物图如图 1-14 所示。

2. 光电二极管的特点

光电二极管和普通二极管相比虽然都属于单向导电的非线性半导体器件，但在结构上有其特殊的地方。

光电二极管使用时要反向接入电路中，即其阳极接电源负极，阴极接电源正极。

3. 光电二极管的应用

光电二极管工作在反偏状态，它的管壳上有一个玻璃窗口，以便接受光照。光电传输的原理如图 1-15 所示。

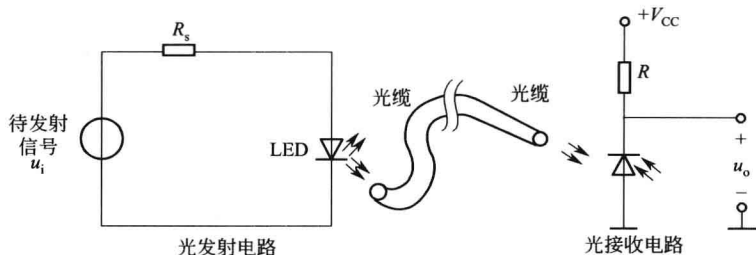


图 1-15 远距离光电传输的原理

光电二极管的检测方法和普通二极管的一样，通常正向电阻为几千欧，反向电阻为无穷大。否则，光电二极管质量变差或损坏。当受到光线照射时，反向电阻显著变化，正向电阻不变。

1.3.3 了解发光二极管

1. 发光二极管的符号、伏安特性及实物图

发光二极管是用特殊半导体材料（如砷化镓）制成的可发光的二极管。发光二极管的符号如图 1-16(a) 所示。

发光二极管与普通二极管一样，也是由 PN 结构成的，同样具有单向导电性，其伏安特性如图 1-16(b) 所示。但在正向导通时能发光，所以它是一种把电能转换成光能的半导体器件，简称 LED (Light Emitting Diode)。

LED 的反向击穿电压一般大于 5V，但为使器件长时间稳定而可靠地工作，安全使用电压选择在 5V 以下。