

简 明 易 学 系 列

电子技术 及应用

■ 华永平 主编

■ 李 玲 徐瑞亚 张智玮 副主编

全国高职高专教育规划教材
简明易学系列

电子技术及应用

Dianzi Jishu ji Yingyong

华永平 主编

李玲 徐瑞亚 张智玮 副主编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是全国高职高专教育规划教材简明易学系列之一,是根据现代电子技术发展对高职高专人才的要求和高职电子技术课程教学的需要而编写的,内容深入浅出,通俗易懂,强调知识的应用性学习。

本书内容共 8 章:晶体管放大电路与应用、集成运算放大器与应用、低频功率放大器、直流稳压电源、数字逻辑代数基础、组合逻辑电路、触发器和时序电路、数模转换和模数转换电路、附录 A~F。每章末有知识小结和思考与练习。

本书可作为高职高专电子、通信、电气自动化、机电类等相关专业“电子技术基础”课程的教材,亦可供从事电子技术相关工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术及应用 / 华永平主编. —北京:高等教育出版社, 2012.7

ISBN 978-7-04-034761-6

I. ①电… II. ①华… 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(2012)第141054号

策划编辑 王莉莉

责任编辑 王莉莉

封面设计 赵阳

版式设计 余杨

插图绘制 尹莉

责任校对 陈旭颖

责任印制 朱学忠

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 涿州市星河印刷有限公司

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 13.5

字数 320千字

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.landracom.com>

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

版次 2012年7月第1版

印次 2012年7月第1次印刷

定价 24.80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 34761-00

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》,其行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

前 言

本书是全国高职高专教育规划教材简明易学系列之一。在当前形势下,随着高等职业教育改革的深入发展,课程体系、教学内容等都发生了变化,考虑到作为实践应用能力培养的基础,同时充分考虑到学习者的认知规律等因素,本书既保持了该课程在技术原理及应用方面的知识体系的完整性,又增加了许多与实际紧密结合的应用案例。同时优化知识结构,降低理论知识难度和深度,强化应用性知识的内容。

通过本课程的学习,使学生具备本专业高端技能型人才所必需的晶体管与集成放大器、功率放大器、直流稳压电源、组合逻辑电路、时序逻辑电路、A/D 和 D/A 转换等有关知识和技能。

本书内容共 8 章,主要有:晶体管放大电路与应用、集成运算放大器与应用、低频功率放大器、直流稳压电源、数字逻辑代数基础、组合逻辑电路、触发器和时序电路、数模转换和模数转换电路。内容力争做到深入浅出、通俗易懂,强调理论与实践相结合,从而达到良好的学习效果。

本书由江苏城市职业学院华永平主编,南京信息职业技术学院李玲、徐瑞亚、张智玮担任副主编。在本书的编写过程中,得到企业工程技术专家和兄弟院校教师的指导和帮助,他们为本书的编写提供了许多有价值的参考资料,并提出了具体的编写意见,在此表示衷心的感谢!

由于水平有限,加之编写时间比较仓促,书中错误和不妥之处在所难免,殷切希望使用本书的同仁、学生和其他读者批评指正。

编 者

2012 年 5 月于南京

目 录

第1章 晶体管放大电路与应用	1
1.1 应用示例	2
1.2 二极管及其应用电路	2
1.2.1 半导体基础知识	2
1.2.2 半导体二极管	5
1.2.3 二极管基本应用电路	7
1.2.4 特殊二极管	9
1.3 三极管及其放大电路	11
1.3.1 三极管	11
1.3.2 共射基本放大电路	18
1.3.3 工作点稳定的放大电路	26
1.3.4 共集电极放大电路	27
1.4 绝缘栅型场效应管	30
知识小结	34
思考与练习	35
第2章 集成运算放大器与应用	38
2.1 应用示例	39
2.2 集成运算放大器	40
2.2.1 集成运算放大器的基本组成	40
2.2.2 集成运算放大器的共模与差模输入	41
2.2.3 集成运算放大器的主要参数	44
2.3 反相与同相输入集成运算放大器	44
2.3.1 反馈的基本概念	45
2.3.2 反相输入放大器	46
2.3.3 同相输入放大器	48
2.4 集成运算放大器的应用	49
2.4.1 集成运算放大器的线性应用	49
2.4.2 集成运算放大器的非线性应用	54
知识小结	58
思考与练习	59
第3章 低频功率放大器	61
3.1 应用示例	62
3.2 功率放大的基本概念	62
3.2.1 功率放大器的特点及主要指标	62
3.2.2 低频功率放大电路的分类	63
3.3 推挽式功率放大器	65
3.3.1 乙类互补对称电路	65
3.3.2 甲乙类互补对称电路	66
3.4 集成功率放大器	67
知识小结	70
思考与练习	70
第4章 直流稳压电源	72
4.1 应用示例	73
4.2 直流稳压电源的组成	73
4.3 整流电路	74
4.3.1 半波整流电路	74
4.3.2 全波桥式整流电路	75
4.4 滤波电路	76
4.4.1 电容滤波电路	76
4.4.2 电感滤波电路	77
4.4.3 其他滤波电路	78
4.5 稳压电路	78
4.5.1 串联型晶体管稳压电路	78
4.5.2 三端集成稳压器	80
知识小结	85
思考与练习	86

第5章 数字逻辑代数基础	88	6.3 组合逻辑电路分析	119
5.1 应用示例	89	6.3.1 组合逻辑电路的特点	119
5.2 数字电路的基本概念	90	6.3.2 组合逻辑电路分析步骤	120
5.2.1 数字信号和数字电路	90	6.3.3 组合逻辑电路分析举例	120
5.2.2 逻辑与逻辑电平	90	6.4 组合逻辑电路设计	122
5.2.3 数字信号的主要参数	90	6.4.1 组合逻辑电路设计步骤	122
5.2.4 数字电路的特点	91	6.4.2 组合逻辑电路设计举例	123
5.3 数制和码制	92	6.5 译码器	126
5.3.1 数制	92	6.5.1 显示译码器	126
5.3.2 码制	95	6.5.2 变量译码器	128
5.4 逻辑代数中的基本运算	96	6.6 编码器	133
5.4.1 与运算(Logic Multiplication)	96	6.6.1 普通编码器	133
5.4.2 或运算(Logic Addition)	97	6.6.2 二进制优先编码器	134
5.4.3 非运算(Logic Negation)	97	6.6.3 8421BCD 码优先编码器	135
5.4.4 复合逻辑运算	98	6.7 数据选择器	136
5.5 逻辑函数表示方法	99	知识小结	138
5.5.1 真值表	100	思考与练习	139
5.5.2 逻辑表达式	100	第7章 触发器和时序逻辑电路	141
5.6 逻辑代数的公式、定理和规则	101	7.1 应用示例	142
5.6.1 逻辑代数的常用公式	101	7.2 触发器概述	143
5.6.2 逻辑代数的基本定律	102	7.3 基本 RS 触发器	143
5.6.3 逻辑代数中的反演规则 (求 $\bar{F}$)	102	7.4 边沿 D 触发器	145
5.7 逻辑函数的变换与化简	103	7.4.1 边沿 D 触发器逻辑符号	146
5.7.1 逻辑函数的变换	103	7.4.2 边沿 D 触发器功能描述	146
5.7.2 逻辑函数的化简	103	7.4.3 集成边沿 D 触发器 74LS74	147
知识小结	104	7.5 边沿 JK 触发器	148
思考与练习	105	7.5.1 边沿 JK 触发器逻辑符号	148
第6章 组合逻辑电路	107	7.5.2 边沿 JK 触发器功能描述	148
6.1 应用示例	108	7.5.3 集成边沿 JK 触发器 74LS112 简介	149
6.2 集成门电路	109	7.6 同步时序电路分析	149
6.2.1 常用小规模集成门电路	110	7.6.1 时序逻辑电路的组成	149
6.2.2 TTL 和 CMOS 集成门电路的 性能特点	111	7.6.2 同步时序电路分析	150
6.2.3 TTL 及 CMOS 集成门电路的 其他形式	116	7.7 集成计数器	153
6.2.4 TTL 和 CMOS 集成门电路 使用注意事项	118	7.7.1 4 位集成二进制同步加法 计数器 74LS161	153
		7.7.2 集成十进制同步加法计数 器 74LS160、74LS162	154

7.7.3	74LS390 集成异步十进制计数器逻辑符号	155	8.2.1	D/A 转换器转换的原理 ...	173
7.7.4	任意模数计数器的设计 ...	156	8.2.2	D/A 转换器的性能指标 ...	175
7.8	移位寄存器	157	8.2.3	集成 D/A 转换芯片 DAC0832	176
7.8.1	数据寄存器	157	8.3	A/D 转换电路	179
7.8.2	移位寄存器	159	8.3.1	A/D 转换的过程	179
7.8.3	串行输入并行输出 8 位集成移位寄存器 74LS164	160	8.3.2	A/D 转换器的常用类型和基本原理	181
7.8.4	多功能 4 位并入并出(PIPO)集成移位寄存器 74LS194 ...	161	8.3.3	A/D 转换器的主要参数 ...	183
7.9	波形的产生	162	8.3.4	集成 A/D 转换器应用	184
7.9.1	脉冲信号产生的方法简介	162	知识小结	186	
7.9.2	由 555 时基电路构成的多谐振荡器电路	164	思考与练习	186	
知识小结	169	附录 A	半导体器件型号命名方法	188	
思考与练习	170	附录 B	常用二极管参数表	193	
第 8 章	数模转换和模数转换电路	172	附录 C	常用三极管参数表	195
8.1	应用示例	173	附录 D	部分集成运放主要参数表	199
8.2	D/A 转换电路	173	附录 E	数字电路器件型号命名方法	201
			附录 F	数字电路常用器件引脚图	203
			参考文献	205	

第1章 晶体管放大电路与应用

本章导引

各种电子设备的主要组成部分是电子电路,电子电路的主要作用是对信号进行传输和处理,其中最基本的作用之一是对信号进行放大。能将信号放大的电路称为放大电路或放大器。电子电路的组成核心是半导体器件。常用的半导体器件有二极管、三极管、场效应管等。

本章主要介绍各种常用半导体器件以及由其构成的信号放大电路。

知识点睛

学习本章,要掌握的基本知识点是:

- 半导体二极管基本特性及其应用
- 特殊二极管的基本特性
- 三极管的基本特性
- 晶体管放大电路的组成
- 放大电路的性能指标
- 晶体管放大电路的基本分析方法
- 绝缘栅型场效应管的基本特性

1.1 应用示例

在现实生活中,晶体管放大电路的应用非常广泛。例如,扩音器就是一种能将微弱的声音放大的电路。图1-1为常见的各种扩音器,可应用于课堂教学、大型会场、导游讲解等场合。



图1-1 常见扩音器

扩音器分为有线扩音器与无线扩音器。有线扩音器一般体积较小,可以挂在腰间,功率在8 W左右,覆盖范围在100 m以内,音色要求高,适合教师或导游使用。无线扩音器的输出设备体积较大,只需携带音频输入设备,功率在35 W~100 W之间,通过高频无线电波发射,接收端进行接收、解调、放大后推动扬声器工作,传输距离较远,适用于大型会议以及室外活动。

典型的扩音器原理图如图1-2所示。话筒为声电换能设备,将声音信号转换为微弱的电信号;晶体管小信号放大器将此电信号放大,再通过晶体管功率放大器向扬声器提供较大的输出功率;扬声器为电声换能设备,将放大后的电信号转换为较强的声音信号。



图1-2 典型的扩音器原理图

1.2 二极管及其应用电路

1.2.1 半导体基础知识

1. 半导体材料

半导体器件是由经过特殊加工且性能可控的半导体材料制成的。所谓半导体是指导电能力介于导体和绝缘体之间的一种物质,最常用的是硅(Si)和锗(Ge)两种元素半导体。半导体材料之所以得到广泛的应用,是因为它具有不同于导体和绝缘体的两种独特性质。

① 当半导体受到外界光和热的激发时,其导电能力会发生显著变化(即光敏与热敏特性)。

② 在纯净的半导体中加入微量的特定杂质,其导电能力也会有显著的增加(即掺杂特性)。

2. 本征半导体

本征半导体是指完全纯净的、结构完整的半导体晶体。制造半导体器件的材料都要制成晶体结构,晶体硅或晶体锗是由硅或锗原子按一定的规则整齐地排列(称为空间点阵)而成的。硅或锗制成晶体后,由于晶体中原子之间距离很近,外层价电子(+4价)不仅受到原来所属原子核而且还受到相邻原子核的吸引,即一个价电子为相邻的两个原子核所共有。这样,相邻原子之间通过共有价电子的形成而结合起来,即形成“共价键”结构。共价键指的是两个相邻原子各提供一个价电子作为共有价电子所形成的束缚作用。因此,每个硅或锗的原子都必以对称的形式和其邻近的4个原子通过共价键紧密地联系起来,如图1-3(a)所示。图中两个相邻原子间的两条虚线表示原子间的共价键。该图表示的是二维结构,实际结构应是三维的。

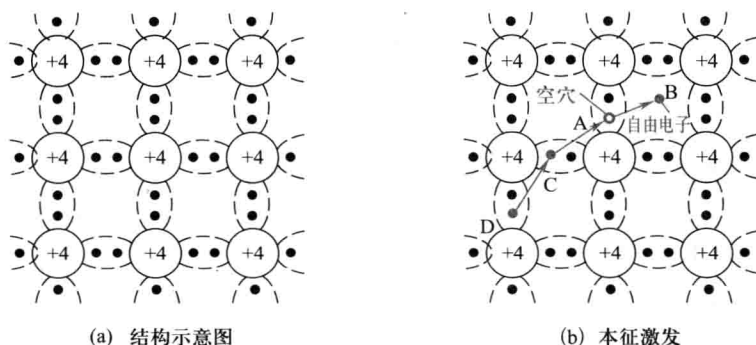


图 1-3 本征半导体

本征半导体中虽有大量的价电子,但没有自由电子,此时本征半导体是不导电的。但是,半导体的共价键实际上是一种“松散联合”,其中的价电子并不像在绝缘体中被束缚得很紧。当温度升高或受光照射时,价电子以热运动的形式不断从外界获得一定的能量,少数价电子因获得的能量较大从而挣脱共价键的束缚,成为自由电子,这种现象称为本征激发。

本征激发产生的自由电子,将在电场作用下作定向运动形成电流,因此它构成本征半导体中的一种载流子——电子载流子。

价电子挣脱共价键的束缚成为自由电子,同时在原来共价键的相应位置上留下一个空位,这个空位称为空穴。

由于共价键中出现了空穴,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中来,而该价电子原来所在的位置上就留下一个新的空位,以后其他电子有可能转移到这个新的空位。这样就在共价键中出现了一定的电荷迁移。空穴的出现是半导体区别于导体的一个重要特点。如图1-3(b)所示,A处为空穴,B处为自由电子。显然,自由电子和空穴是成对出现的,所以称它们为电子空穴对。

价电子填补空穴的运动,可以等效为带正电荷(charge)的空穴在与价电子运动相反的方向运动。为了区别于自由电子的运动,通常把这种价电子的填补运动称为空穴运动,认为空穴是一种带正电荷的载流子,它所带电荷量与电子相等,符号相反。这里不说价电子的运

动而说是空穴的运动是因为本征半导体的导电能力只取决于电子空穴对的多少,而与价电子多少无关。在电场作用下,并非所有的价电子都参与导电,而只是少量价电子在共价键中依次作填补运动才起导电作用。

可见,在本征半导体中存在两种载流子:带负电荷的电子载流子和带正电荷的空穴载流子。需要特别指出的是,金属导体中只有一种载流子——电子载流子,这是二者的一个重要区别。

由于本征激发产生的电子空穴对的数目很少,载流子浓度很低,因此本征半导体的导电能力仍然很弱。

在本征激发产生电子空穴对的同时,自由电子在运动中因能量的损失有可能和空穴相遇,重新被共价键束缚起来,电子空穴对消失,这种现象称为“复合”。显然,在一定的温度下,激发和复合都在不停地进行,但最终将达到动态平衡,这时半导体中的载流子浓度保持在某一定值。

3. 杂质半导体

通过扩散工艺,在本征半导体中掺入微量合适的杂质,就会使半导体的导电性能发生显著改变,形成杂质半导体。根据掺入杂质的化合价不同,可分为N型半导体和P型半导体。

(1) N型半导体

在纯净的硅(或锗)晶体中掺入微量的5价磷元素,就形成了N型半导体。杂质磷原子有5个价电子,它以4个价电子与周围的硅原子形成共价键,多余的一个价电子处于共价键之外,很容易成为自由电子,而磷原子本身因失去电子变成带正电荷的离子,如图1-4(a)所示。

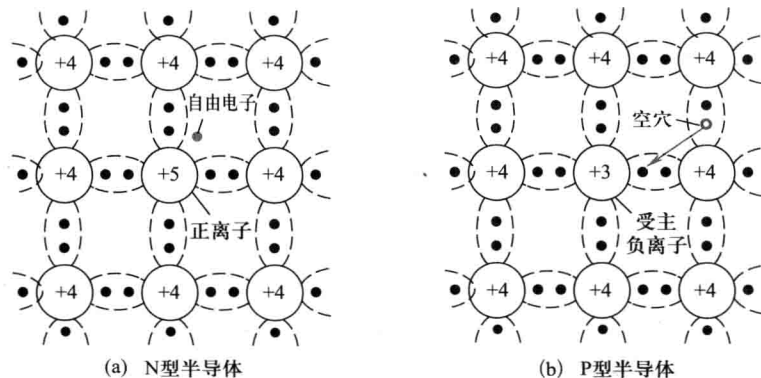


图1-4 杂质半导体

显然,在N型半导体中,自由电子浓度远大于空穴浓度,所以称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)。多子的浓度取决于所掺杂质的浓度,而少子是由本征激发产生的,因此它的浓度与温度或光照密切相关。

(2) P型半导体

在纯净的硅(或锗)晶体中掺入微量的3价硼元素,就形成了P型半导体。由于硼原子只有3个价电子,它与周围的硅原子形成共价键时,因缺少一个电子而产生一个空位(即空穴)。在室温下它很容易吸引邻近硅原子的价电子来填补,于是杂质硼原子变为带负电荷的离子,而邻近硅原子的共价键中则出现了一个空穴,如图1-4(b)所示。显然,在P型半导体中,空穴是多子,而自由电子是少子。

4. PN 结

如果将 P 型半导体和 N 型半导体制作在同一块本征半导体基片上,在它们的交界面就会形成一层很薄的特殊导电层,即 PN 结,如图 1-5 所示。PN 结是构成各种半导体器件的基础。PN 结是由于两种载流子分别向对方区域扩散而形成的,它由不能移动的正负离子组成,其中几乎没有载流子,因此又称为空间电荷区或耗尽层。

若在 PN 结两端外加电压,即给 PN 结加偏置,PN 结中将有电流流过。当外加电压极性不同时,PN 表现出截然不同的导电性能,即呈现出单向导电性。

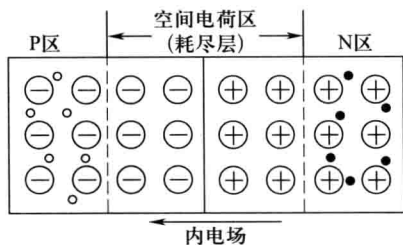


图 1-5 PN 结

(1) 正向导通

若 PN 结的 P 端接电源正极、N 端接电源负极,这种接法称为正向偏置,简称正偏,如图 1-6(a)所示。正偏时,PN 结变窄,流过较大的正向电流(主要为多子电流),其方向由 P 区指向 N 区。此时 PN 结对外电路呈现较小的电阻,这种状态称为正向导通。

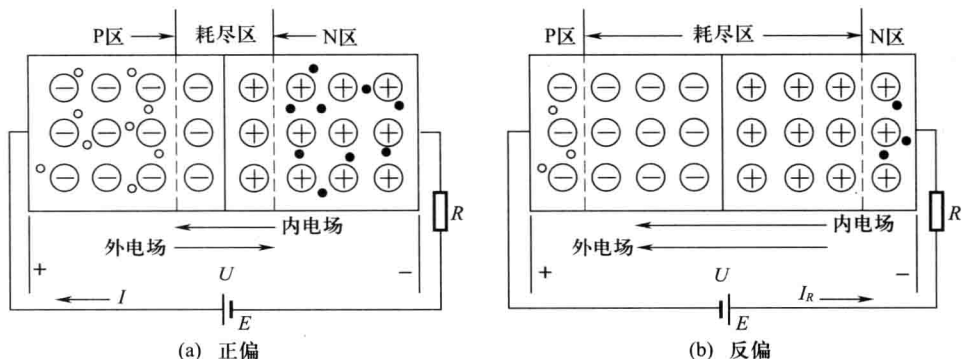


图 1-6 外加电压时的 PN 结

(2) 反向截止

若 PN 结的 P 端接电源负极、N 端接电源正极,这种接法称为反向偏置,简称反偏,如图 1-6(b)所示。反偏时,PN 结变宽,流过较小的反向电流(主要为少子电流),其方向由 N 区指向 P 区。此时 PN 结对外电路呈现较高的电阻,这种状态称为反向截止。

综上所述,PN 结正向导通、反向截止,这就是 PN 结的单向导电性。

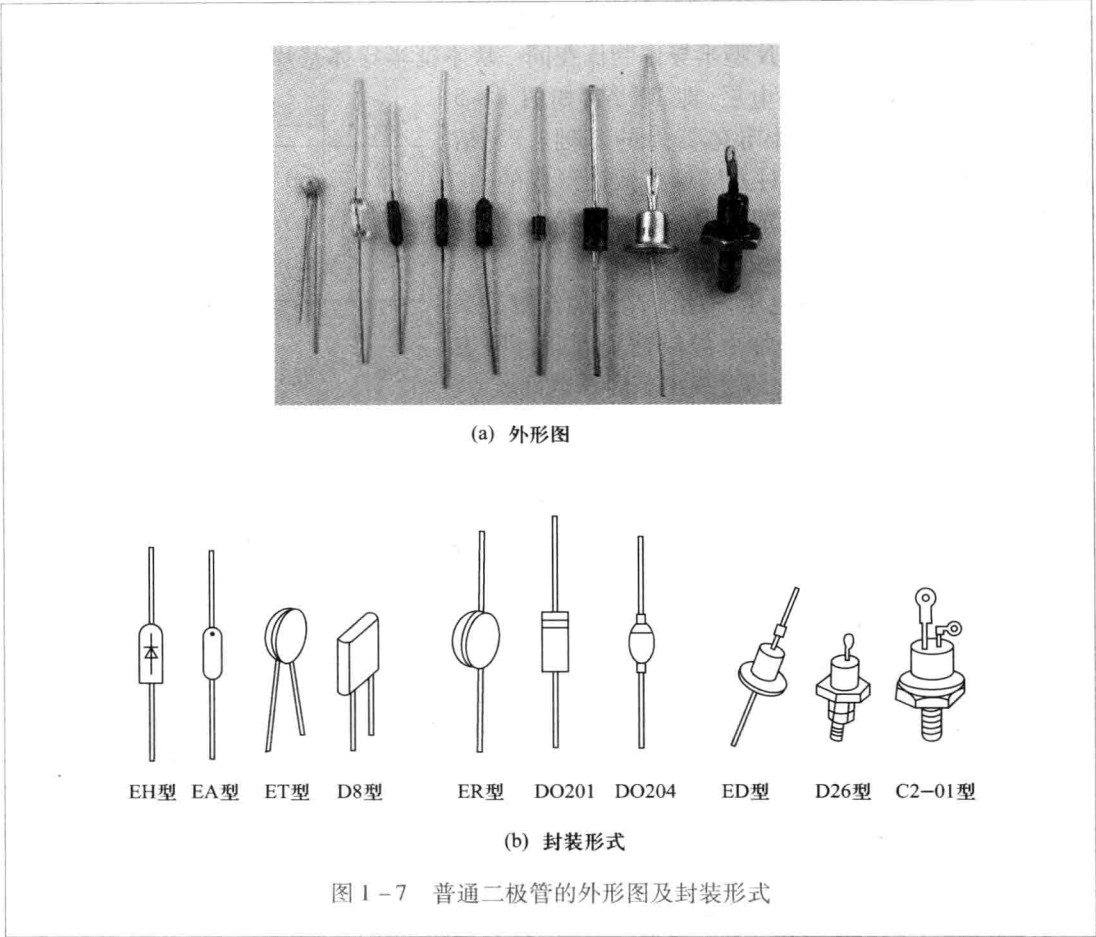
1.2.2 半导体二极管

1. 二极管的结构与符号



器件认知

二极管(diode)是各种半导体器件及其应用电路的基础,各种普通二极管器件的外形图及封装形式如图 1-7 所示。



二极管的基本结构如图 1-8(a) 所示。将 PN 结用外壳封装起来,并在两端加上电极引线就构成了半导体二极管。其中,由 P 区引出的电极称为阳极 a,由 N 区引出的电极称为阴极 k。二极管的图形符号如图 1-8(b) 所示,其箭头方向表示正向电流的方向,即由阳极指向阴极的方向。

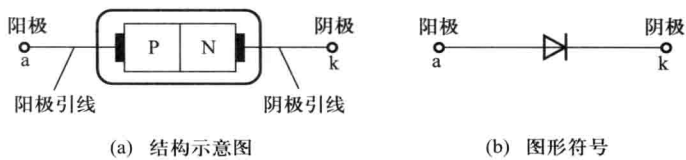


图 1-8 二极管的结构和图形符号

2. 二极管的伏安特性

由于二极管的组成核心是 PN 结,因此二极管最基本的特性就是单向导电性,图 1-9 所示为二极管的伏安特性曲线。

(1) 正向特性

在正向特性曲线的起始部分,电流几乎为零,此时二极管没有导通,工作于“死区”,所

对应的电压称为死区电压,用 U_{on} 表示。在室温下,硅管的 $U_{on} \approx 0.5 \text{ V}$,锗管的 $U_{on} \approx 0.1 \text{ V}$ 。

当 $U > U_{on}$ 时,正向电流随电压的增加而增大,二极管处于导通状态,呈现很小的电阻。当正向电流较大时,正向特性曲线几乎与横轴垂直,此时二极管两端电压(称为管压降,用 U_{VD} 表示)变化很小。通常,硅管的管压降为 $0.6 \sim 0.8 \text{ V}$,锗管的管压降为 $0.1 \sim 0.3 \text{ V}$ 。

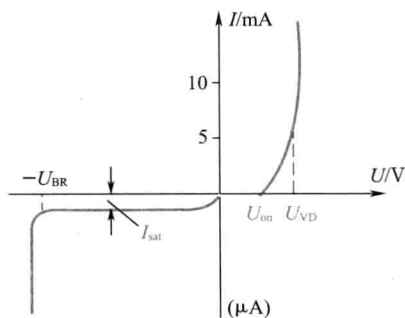


图 1-9 二极管的伏安特性曲线

(2) 反向特性

二极管外加反向电压时,反向电流很小,管子处于截止状态,呈现出很大的电阻。当反向电压稍大后,反向电流基本不变,即达到饱和,因此又称为反向饱和电流,用 I_{sat} 表示。小功率硅管的反向电流一般小于 $0.1 \mu\text{A}$,而锗管通常为几微安。

当二极管两端所加的反向电压增大到某一数值后,反向电流急剧增加,这种现象称为反向击穿,如图 1-9 所示,其中反向电流开始明显增大时所对应的电压 U_{BR} 称为反向击穿电压。

二极管反向击穿后,一方面失去了单向导电性,另一方面 PN 结将流过很大的电流,可能导致 PN 结过热而烧毁。因此,普通二极管在实际应用中不允许工作在反向击穿区。

3. 二极管的主要参数

半导体器件的参数是用来表示其性能指标和安全使用范围,是正确使用和合理选择器件的依据。

(1) 最大整流电流 I_{FM}

I_{FM} 是指二极管正常工作时允许通过的最大正向平均电流。如果在实际应用中流过二极管的平均电流超过 I_{FM} ,管子将过热而烧坏。

(2) 最高反向工作电压 U_{RM}

U_{RM} 是指二极管在使用时所允许加的最大反向电压,通常取反向击穿电压 U_{BR} 的一半为 U_{RM} 。在实际使用时,二极管所承受的最大反向电压不应超过 U_{RM} ,以免二极管反向击穿。

(3) 反向电流 I_R

I_R 是指二极管未击穿时的反向电流。 I_R 越小,二极管的单向导电性越好。

(4) 最高工作频率 f_M

f_M 是二极管正常工作的上限频率,当工作频率超过 f_M ,二极管将失去单向导电性。

1.2.3 二极管基本应用电路

1. 二极管的大信号模型

(1) 理想模型

理想二极管的 $U-I$ 特性如图 1-10(a) 所示,其中的虚线表示实际二极管的 $U-I$ 特性。可见,在正向偏置时,其管压降为 0,可等效为短路;而在反向偏置时,其电流为 0,可等效为断路。

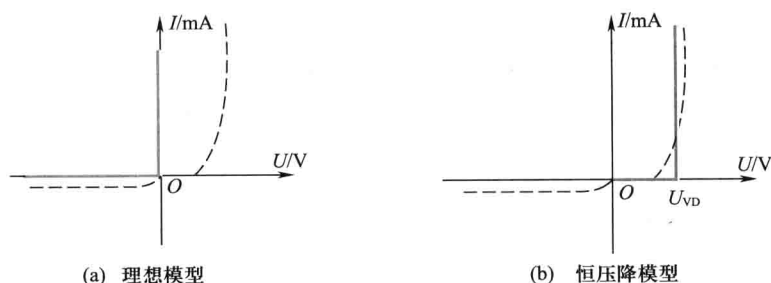


图 1-10 二极管等效电路模型

(2) 恒压降模型

恒压降模型如图 1-10(b) 所示,其基本思想是二极管导通后,其管压降 U_{VD} 是恒定的,不随电流而变化,典型值为硅管 0.7 V,锗管 0.2 V。该模型提供了合理的近似,因此应用也较广。

2. 二极管的应用电路

(1) 整流电路

二极管半波整流电路如图 1-11(a) 所示。图中 u_i 为交流电压,其幅度一般较大,为几伏以上。

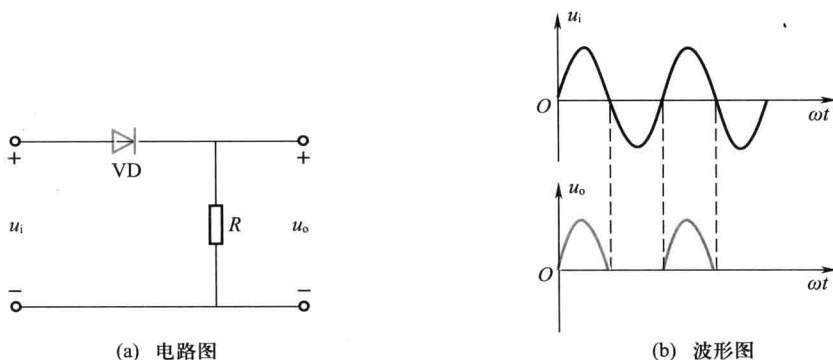


图 1-11 半波整流电路

当输入电压 $u_i > 0$ 时,二极管导通, $u_o = u_i$; 当 $u_i < 0$ 时,二极管截止, $u_o = 0$,从而可以得到该电路的输入、输出电压波形,如图 1-11(b) 所示。显然,该整流电路可以将双向交流电变为单向脉动交流电。

(2) 限幅电路

二极管限幅电路如图 1-12(a) 所示,假设 $0 < E < U_m$ 。当 $u_i < E$ 时,二极管截止, $u_o = u_i$; 当 $u_i > E$ 时,二极管导通, $u_o = E$ 。其输入、输出波形如图 1-12(b) 所示。

可见,该电路将输出电压的上限电平限定在某一固定值 E ,所以称为上限幅电路。如将图中二极管的极性对调,则可得到将输出电压下限电平限定在某一数值(此时的 E 一般取负值)的下限幅电路。能同时实现上、下电平限制的称为双向限幅电路。

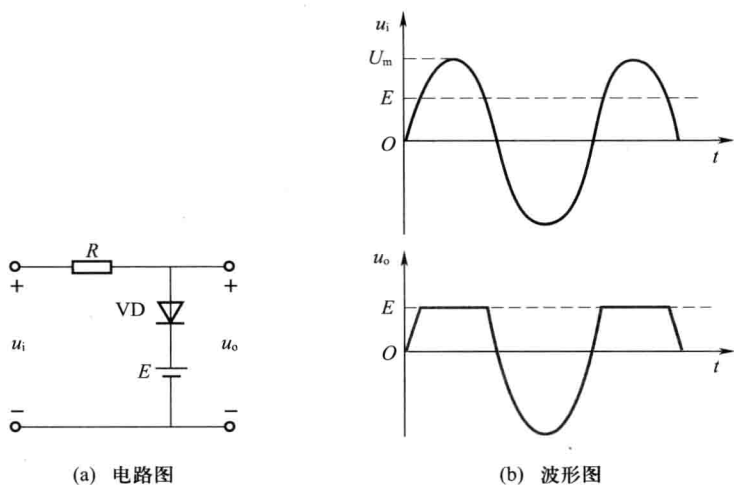


图 1-12 限幅电路

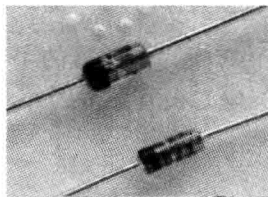
1.2.4 特殊二极管

1. 稳压二极管



器件认知

稳压二极管是一种特殊的硅材料二极管,在一定的条件下具有稳定电压的作用,常用于基准电压、保护、限幅和电平转换电路中。稳压二极管器件的外形图及图形符号如图 1-13 所示。



(a) 外形图



(b) 图形符号

图 1-13 稳压二极管的外形图及图形符号

稳压二极管是利用二极管的反向击穿特性制成的,其稳定电压 U_z 略大于反向击穿电压 U_{BR} 。稳压二极管的反向击穿电压较低,一般在几伏到几十伏之间,以满足实际需要。由稳压二极管构成的简单稳压电路如图 1-14 所示。

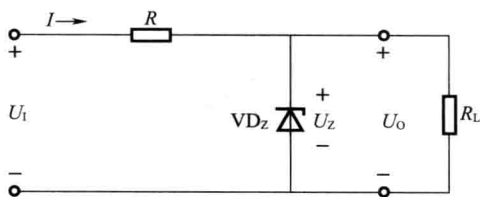


图 1-14 稳压二极管构成的简单稳压电路