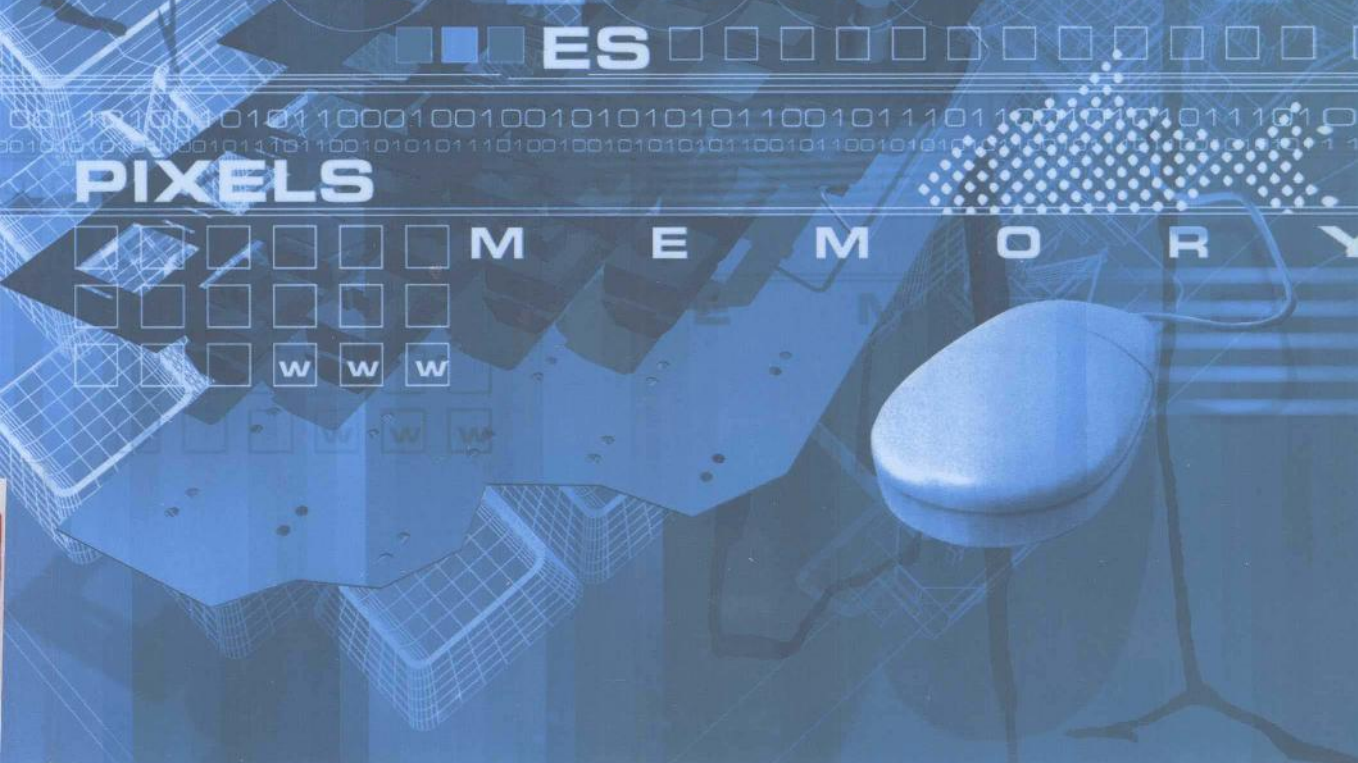


中等职业学校电类专业基础课系列教材

根据教育部中等职业学校新教学大纲要求编写

电子线路

马康波 主编
李慧敏 廖川西 唐蜜波 周玉婷 吕习良 参编



北京工业大学出版社

中等职业学校电类专业基础课系列教材

电子线路

主 编 马康波

参 编 李慧敏 廖川西 唐蜜波

周玉婷 吕习良

北京工业大学出版社

内 容 提 要

本书依据教育部颁布的信息技术类专业通用的“中等职业学校电子线路教学大纲(试行)”编写,同时参考了有关行业的职业技能鉴定规范。

全书分为模拟电路与数字电路两部分,内容包括:半导体二极管及其应用电路、三极管及其放大电路、场效应管及其放大电路、集成运算放大器、负反馈放大器、集成运算放大器的应用、正弦波振荡器、功率放大电路、直流稳压电源、数字电路基础知识、集成逻辑门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、脉冲波形的产生和变换、数-模与模-数转换电路、可编程逻辑器件简介。各章均有适量的习题,书末附有实验技能训练。

本书内容深入浅出、通俗易懂,可作为中等职业学校电类、信息技术类专业基础课教材,也可作为从事有关电子专业的生产和维修人员培训及自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子线路/马康波主编. —北京:北京工业大学出版社,
2007.1

ISBN 978-7-5639-1711-2

I. 电… II. 马… III. 电子电路-专业学校-教材
IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 010675 号

电 子 线 路

主编 马康波

*

北京工业大学出版社出版发行

邮编:100022 电话:(010) 67392308

各地新华书店经销

徐水宏远印刷厂印刷

*

2007年2月第1版 2007年2月第1次印刷

787 mm×1 092 mm 16开本 18.25印张 449千字

印数:1~5 000册

ISBN 978-7-5639-1711-2/G·848

定价:25.00元

前 言

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设计划,我们根据教育部颁布的信息技术类专业通用的“中等职业学校电子线路教学大纲(试行)”,同时参考了有关行业的职业技能鉴定规范,编写了本教材。

“电子线路”是中等职业学校信息技术类专业的一门技术基础课程,其任务是通过学习使学生成为从事信息技术工作的高素质劳动者和中初级专业人才。本教材集电子线路的基本理论、基础知识和基本技能训练为一体,为培养学生的创新能力和综合素质奠定了良好的基础。

这本《电子线路》作为电子线路课程的教材,严格按照教学大纲进行编写,其内容包括模拟电子技术、数字电子技术和电子技术实验技能训练 3 个部分。由于电子线路课程的理论性和实践性都很强,且部分内容抽象,知识更新快,为了让学生能更好地理解本课程的知识,我们在每节后面配有“思考与练习”,每一章配有“本章小结”和“习题”,并设置了“知识窗”栏目让学生对相关器件在工程中的应用有所了解。在学习本课程时应注意掌握以下学习方法。

(1) 做好课前预习。在教师上课之前,应先浏览要讲的内容,初步了解新课内容,对于难理解的内容做好标志,便于有针对性的听课。

(2) 学会听课。听课是学习的重要环节,课上注意力一定要高度集中,开动脑筋,积极思考,做到“三到”,即眼到、耳到、心到,使思维一直处于积极活跃的状态,并认真做好笔记,便于课后复习。

(3) 课后认真复习。课后应认真阅读教材,必要时参考其他相关的参考书,翻阅课堂笔记,独立完成教师布置的作业,这样有助于加深对教师所讲内容的理解,并掌握其应用。

(4) 多动手,加强实践。“电子线路”是一门实践性很强的课程,因此实验技能训练在课程中占有非常重要的地位,应认真完成课程中的每个实验和技能训练,进一步加深对理论知识的理解,提高自己的实际动手能力。

本教材由马康波主编。参加本教材编写的有马康波(第 2 章、第 3 章、第 9 章以及实验技能训练)、李慧敏(第 6 章、第 15 章、第 17 章)、廖川西(第 8 章、第 16 章)、唐蜜波(第 10 章、第 11 章、第 12 章)、周玉婷(第 1 章、第 4 章、第 13 章)、吕习良(第 5 章、第 7 章、第 14 章)。

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中的错误和不妥之处在所难免,恳切希望广大读者批评指正。

编 者

2006 年 12 月

目 录

第1章 半导体二极管及其应用电路	1
1.1 半导体的基础知识	1
1.1.1 本征半导体	1
1.1.2 杂质半导体	2
1.1.3 PN结的基本特征	2
1.2 半导体二极管	3
1.2.1 二极管的结构及符号	3
1.2.2 二极管的伏安特性	4
1.2.3 二极管的主要参数	6
1.3 特殊二极管简介	6
1.3.1 稳压二极管	6
1.3.2 变容二极管	7
1.3.3 发光二极管	7
1.3.4 光电二极管	8
1.3.5 激光二极管	8
1.4 整流滤波电路	8
1.4.1 整流电路	8
1.4.2 滤波电路	10
【本章小结】	12
【习题】	12
第2章 三极管及其放大电路	14
2.1 半导体三极管	14
2.1.1 半导体三极管的结构和分类	14
2.1.2 半导体三极管的放大作用	15
2.1.3 半导体三极管的特性曲线	17
2.1.4 三极管的主要参数	18
2.1.5 三极管的简易测试	20
2.1.6 特殊三极管简介	22
2.2 基本放大电路	23
2.2.1 放大电路的基本概念	23
2.2.2 共发射极基本放大电路	26
2.3 静态工作点的稳定和分压式偏置电路	31

2.3.1 温度对工作点的影响	31
2.3.2 分压式稳定静态工作点偏置电路	31
2.4 3种组态放大电路性能比较	32
2.5 多级放大电路	33
2.5.1 多级放大电路的耦合方式	33
2.5.2 多级放大电路的性能指标估算	35
【本章小结】	35
【习题】	36
第3章 场效应管及其放大电路	41
3.1 绝缘栅型场效应晶体管简介	41
3.1.1 增强型绝缘栅型场效应管	41
3.1.2 耗尽型绝缘栅型场效应管	43
3.1.3 场效应管的主要参数及注意事项	44
3.2 场效应管放大电路	45
【本章小结】	46
【习题】	46
第4章 集成运算放大器	47
4.1 直接耦合放大电路中的零点漂移现象	47
4.2 差动放大电路	48
4.2.1 长尾式差动放大电路	48
4.2.2 差动放大电路的性能指标	51
4.2.3 差动放大电路的其他几种接法	52
4.3 集成运算放大器	54
4.3.1 集成运放的组成	54
4.3.2 集成运放的符号	55
4.3.3 集成运放的分类	55
4.3.4 集成运放的主要参数	55
【本章小结】	56
【习题】	57
第5章 负反馈放大器	58
5.1 反馈的基本概念	58
5.1.1 反馈放大器的组成和反馈分类	58
5.1.2 反馈放大器的基本关系式	59
5.1.3 反馈性质和反馈类型的判别	59
5.2 负反馈对放大器性能的影响	62
5.2.1 提高放大倍数的稳定性	62
5.2.2 减小放大器的非线性失真	63

5.2.3 拓展通频带	63
5.2.4 改变输入和输出电阻	64
5.3 深度负反馈放大器的分析	64
【本章小结】	66
【习题】	67
第6章 集成运算放大器的应用	69
6.1 基本运算电路	69
6.1.1 比例运算	69
6.1.2 加法运算	71
6.1.3 减法运算	72
6.1.4 微积分运算	73
6.2 电压比较器和矩形波发生器	74
6.2.1 电压比较器	74
6.2.2 矩形波发生器	77
6.3 集成运放的使用注意事项	79
【本章小结】	80
【习题】	81
第7章 正弦波振荡器	87
7.1 正弦波振荡电路的基础知识	87
7.1.1 自激振荡现象及其振荡条件	87
7.1.2 起振和稳幅	88
7.1.3 正弦波振荡器基本组成	88
7.1.4 分析方法	89
7.2 RC 正弦波振荡电路	90
7.2.1 RC 串并联网络的频率特性	90
7.2.2 RC 桥式振荡电路的组成及原理	91
7.3 LC 正弦波振荡电路	92
7.3.1 变压器反馈式 LC 正弦波振荡电路	93
7.3.2 电感三点式正弦波振荡电路	94
7.3.3 电容三点式正弦波振荡电路	94
7.3.4 三点式振荡电路的相位判断	95
7.4 石英晶体正弦波振荡电路	96
7.4.1 石英晶体的基础知识	96
7.4.2 石英晶体正弦波振荡电路	97
7.5 集成函数发生器 8038 简介	98
7.5.1 8038 的工作原理	99
7.5.2 8038 的典型应用	100

【本章小结】	101
【习题】	101
第 8 章 功率放大电路	103
8.1 功率放大电路的特点及分类	103
8.1.1 功率放大电路的特点	103
8.1.2 功率放大电路的分类	104
8.2 双电源互补对称功率放大电路 (OCL 电路)	105
8.2.1 基本电路结构与工作原理	105
8.2.2 甲乙类 OCL 电路	106
8.3 单电源互补对称功率放大电路 (OTL 电路)	107
8.4 复合互补对称功率放大电路	108
8.4.1 复合管	108
8.4.2 电路举例	109
【本章小结】	110
【习题】	111
第 9 章 直流稳压电源	113
9.1 直流稳压电源的组成	113
9.2 直流稳压电路	114
9.2.1 硅稳压管并联型稳压电路	114
9.2.2 串联型稳压电路	114
9.2.3 集成稳压器及应用	116
【本章小结】	118
【习题】	119
第 10 章 数字电路基础知识	121
10.1 数字电路的概念	121
10.2 数制与码制	121
10.2.1 数制	121
10.2.2 码制	123
10.3 逻辑关系及其描述方法	123
10.3.1 基本逻辑关系	123
10.3.2 几种常见的复合逻辑关系	125
10.4 逻辑代数的定律及运算规则	126
10.4.1 基本定律	126
10.4.2 逻辑代数的 3 个基本定律	127
10.4.3 逻辑函数及其表示方法	127
10.5 逻辑函数的化简	128
10.5.1 代数化简法	128

10.5.2 卡诺图化简法	129
【本章小结】	134
【习题】	134
第 11 章 集成逻辑门电路	136
11.1 TTL 集成门电路	136
11.1.1 TTL 与非门	136
11.1.2 其他类型的 TTL 门电路	139
11.2 CMOS 集成门电路	141
11.2.1 CMOS 与非门	141
11.2.2 CMOS 或非门	142
11.2.3 CMOS 传输门	142
【本章小结】	143
【习题】	143
第 12 章 组合逻辑电路	145
12.1 组合逻辑电路概述	145
12.2 组合逻辑电路的分析	145
12.3 常用中规模集成组合逻辑电路	147
12.3.1 编码器	147
12.3.2 译码器	150
12.3.3 数据选择器和数据分配器	154
12.3.4 加法器和比较器	156
12.4 组合逻辑电路的基本设计方法	157
【本章小结】	160
【习题】	160
第 13 章 触发器	162
13.1 RS 触发器	162
13.1.1 基本 RS 触发器	162
13.1.2 同步 RS 触发器	163
13.2 JK 触发器	165
13.3 其他功能的触发器	166
13.3.1 T 触发器和 T' 触发器	166
13.3.2 D 触发器	168
【本章小结】	169
【习题】	170
第 14 章 时序逻辑电路	172
14.1 寄存器	172

14.1.1	数码寄存器	172
14.1.2	移位寄存器	174
14.2	二进制计数器	177
14.2.1	异步二进制计数器	177
14.2.2	同步二进制计数器	178
14.2.3	集成二进制计数器简介	179
14.3	十进制计数器	181
14.3.1	异步十进制计数器	181
14.3.2	同步十进制计数器	182
14.3.3	集成十进制计数器简介	183
14.4	任意进制计数器	185
14.4.1	采用复位法构成任意进制计数器	185
14.4.2	采用预置数法构成任意进制计数器	186
14.4.3	采用进位输出置最小数法构成任意进制计数器	186
14.4.4	采用级联法构成任意进制计数器	187
【本章小结】		188
【习题】		188
第 15 章	脉冲波形的产生和变换	191
15.1	555 定时器	191
15.1.1	555 定时器概述	191
15.1.2	555 定时器的电路结构和工作原理	191
15.2	555 电路的典型应用	194
15.2.1	施密特触发器	194
15.2.2	单稳态触发器	197
15.2.3	多谐振荡器	201
15.3	石英晶体多谐振荡器	204
【本章小结】		205
【习题】		205
第 16 章	数-模与模-数转换电路	208
16.1	数-模转换器	208
16.1.1	数-模转换器的基本工作原理	208
16.1.2	数-模转换器的主要技术指标	210
16.2	模-数转换器	211
16.2.1	模-数转换的一般工作过程	211
16.2.2	模-数转换器类型介绍	213
16.2.3	模-数转换器的主要技术指标	213
【本章小结】		214

【习题】	214
第 17 章 可编程逻辑器件简介	215
17.1 可编程逻辑器件概述	215
17.1.1 可编程逻辑器件的连接方式	215
17.1.2 基本门电路的可编程逻辑器件表示法	216
17.2 可编程只读存储器	217
17.2.1 可编程只读存储器的结构和原理	217
17.2.2 浮栅管结构可编程只读存储器	219
17.3 可编程逻辑阵列	222
17.4 可编程阵列逻辑	223
17.5 通用阵列逻辑	226
17.6 复杂可编程逻辑器件简介	228
【本章小结】	230
【习题】	230
实验技能训练	231
参考文献	278

第 1 章 半导体二极管及其应用电路

【学习目标】

1. 了解半导体基础知识，掌握 PN 结基本特征。
2. 熟悉二极管的外形和电路符号。
3. 理解二极管的特性曲线和主要参数。
4. 了解整流电路的基本组成，理解其工作原理，能进行简单的分析计算。
5. 熟悉滤波电路的基本结构形式，了解滤波电路工作原理。
6. 了解几种特殊二极管的基本知识及其功能。
7. 会使用万用表判断二极管的电极及好坏。

1.1 半导体的基础知识

1.1.1 本征半导体

1. 半导体的特性

自然界中的各种物质，按导电能力划分为导体、绝缘体和半导体。导电能力强的物质称为导体；而导电能力差的物质称为绝缘体；半导体的导电能力介于导体和绝缘体之间，它具有热敏性、光敏性和掺杂性等特点。利用半导体的热敏性可制成各种热敏电阻；利用其光敏性可制成光电二极管和光电三极管及光敏电阻；利用其掺杂性可制成各种不同性能、不同用途的半导体器件，如二极管、三极管、场效应管等。

2. 本征半导体

纯净的半导体称为本征半导体。制造半导体器件的半导体材料的纯度要达到 99.999 999 9%，常称为“九个 9”。在电子器件中，最常用的半导体材料有硅和锗。当把硅或锗制成晶体时，它们依靠共价键的作用而紧密联系在一起。硅和锗都是 4 价元素，最外层原子轨道上具有 4 个电子，称为价电子。每个原子的 4 个价电子不仅受自身原子核的束缚，而且还与周围相邻的 4 个原子发生联系，这些价电子一方面围绕自身的原子核运动，另一方面也时常出现在相邻原子所属的轨道上，这样，相邻的原子就被共有的价电子联系在一起，构成共价键结构。硅共价键结构如图 1-1 所示。

在温度为 0 K（相当于 -273.15°C ）时，一个原子的外围电

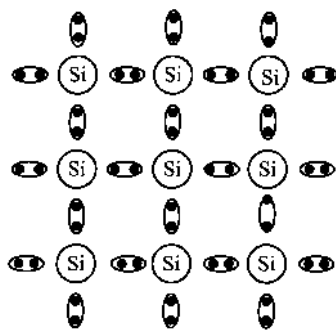


图 1-1 硅共价键结构

子被共价键所束缚，不能自由移动。这样，本征半导体中虽有大量的价电子，但没有自由电子，此时半导体是不导电的。

当温度升高或受光照时，由于半导体共价键中的价电子从外界获得一定的能量，少数价电子就会挣脱共价键的束缚，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。空穴的出现是半导体区别于导体的一个重要特征。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。在本征半导体中，电子与空穴的数量总是相等的。在热或光的作用下，本征半导体中产生电子空穴对的现象，将其称为本征激发，又称为热激发。空穴是一种带正电荷的载流子，它所带电荷和电子相等，符号相反。由此可见，本征半导体中存在两种载流子——电子和空穴，金属导体中只有一种载流子——电子。这正是半导体与导体的区别所在。

1.1.2 杂质半导体

在本征半导体中两种载流子的浓度很低，因此导电性很差。通过向晶体中有控制地掺入特定的杂质来改变它的导电性，这种掺入杂质的半导体被称为杂质半导体。杂质的掺入量可为一千万分之一到一百万分之一。根据掺入杂质的不同，可形成两种不同的杂质半导体，即N型半导体和P型半导体。

1. N型半导体

在本征半导体硅（或锗）中掺入微量5价元素（如磷或砷），就可成为N型半导体。5价元素的最外层有5个价电子，其中4个与相邻的硅（或锗）的外层电子形成共价键，剩余1个价电子成为自由电子。N型半导体中多数载流子是电子，又称为多子；少数载流子是空穴，又称为少子。

2. P型半导体

在本征半导体硅（或锗）中掺入微量3价元素（如硼或镓），就可成为P型半导体。3价元素的最外层有3个价电子，在与相邻的硅（或锗）的外层电子形成共价键时，因缺少1个电子便形成1个空穴，相当于1个带正电的载流子。P型半导体中多数载流子是空穴，又称为多子；少数载流子是电子，又称为少子。

1.1.3 PN结的基本特征

1. PN结的形成

在一块完整的本征半导体上，通过一定的掺杂工艺，使一边形成P型半导体，另一边形成N型半导体。在P型和N型半导体交界面的两侧，由于载流子浓度的差别，N区的电子必然向P区扩散，P区的空穴则向N区扩散。N区一侧因失去电子而留下不能移动的正离子，而P区一侧则失去空穴留下不能移动的负离子，这些离子被固定排列在晶格上，不能自由运动，所以并不参与导电。这样，在交界面两侧形成一个带异性电荷的离子层，称为空间电荷区，并产生内电场，其方向是从N区指向P区。内电场的建立阻碍了多数载流子的扩散运动，

随着内电场的加强，多子的扩散运动逐步减弱，直到停止，使交界面形成一个稳定而特殊的动态平衡的薄层，即 PN 结。因为在空间电荷区内多数载流子已扩散到对方并被复合掉了，或是消耗尽了，所以空间电荷区又称为耗尽层。

2. PN 结的特性

(1) PN 结的正偏

给 PN 结两端外加电压，若 P 型的电位高于 N 型的电位，称为 PN 结正向偏置，简称正偏。如图 1-2 (a) 所示，此时，外加电场的方向与 PN 结的内电场方向相反，使之削弱甚至抵消，这样有利于多子的扩散运动，形成了正偏电流，称之为 PN 结正向导通。

(2) PN 结的反偏

给 PN 结两端外加电压，若 N 型的电位高于 P 型的电位，称为 PN 结反向偏置，简称反偏。如图 1-2 (b) 所示，此时，外加电场的方向与 PN 结的内电场方向相同，使之增强，更加阻碍了多子的扩散运动。在外电场的作用下，只有少数载流子形成很微弱的电流，称为反向电流。通常由于此电流很小而可以忽略，称之为 PN 结反向截止。

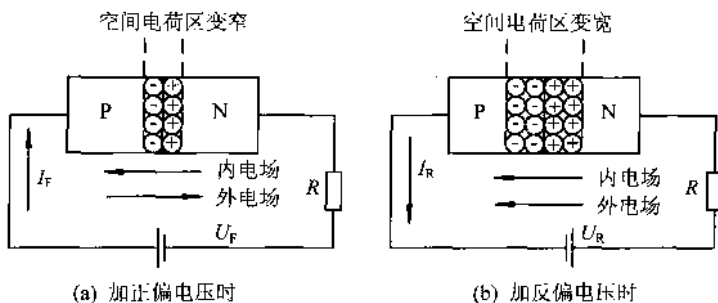


图 1-2 PN 结的单向导电性

综上所述，PN 结正偏时导通，PN 结反偏时截止，具有单向导电性。

【思考与练习】

1. 什么叫本征半导体？
2. 半导体具有哪些主要特性？
3. N 型半导体本身是带负电还是电中性的？为什么？

1.2 半导体二极管

1.2.1 二极管的结构及符号

1. 结构及符号

在已形成的 PN 结的 P 型与 N 型半导体上，分别引出金属引线，并将 PN 结用管壳封装，即构成了二极管。从 P 区引出的为正极，从 N 区引出的为负极。其中管壳的材料可采用塑料、

玻璃或金属。二极管的结构和电路符号如图 1-3 所示,箭头的指向为正偏电流的方向。

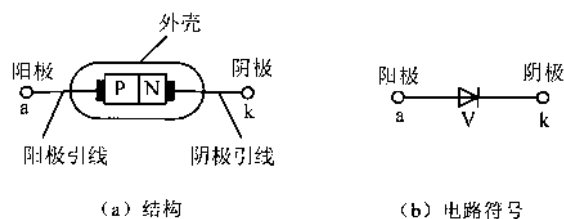


图 1-3 二极管的结构和电路符号

2. 二极管的类型

- 按材料分: 有硅二极管、锗二极管和砷化镓二极管等。
- 按结构分: (根据 PN 结面积大小) 有点接触型、面接触型二极管。
- 按用途分: 有整流、稳压、开关、发光、光电、变容、阻尼二极管等。
- 按封装形式分: 有塑封、金属封二极管等。
- 按功率分: 有大功率、中功率和小功率二极管等。

1.2.2 二极管的伏安特性

1. 二极管的伏安特性曲线

半导体二极管的核心是 PN 结, 它的特性就是 PN 结的特性——单向导电性。通常利用伏安特性曲线来形象地描述二极管的单向导电性。所谓伏安特性, 是指二极管两端电压和流过二极管电流的关系。二极管的伏安特性曲线如图 1-4 所示。

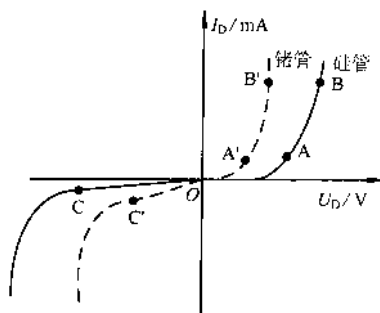


图 1-4 二极管的伏安特性曲线

(1) 正向特性

二极管两端加正向电压时, 会产生正向电流。若正向电压较小 (尚未克服 PN 结的内电场), 正向电流极小 (几乎为零), 这一部分称为死区, 图 1-4 中相应的 A (A') 点电压称为死区电压 (或阈值电压)。该电压值与二极管的材料有关, 硅管约为 0.5 V (如图 1-4 中 OA 段), 锗管约为 0.1 V (如图 1-4 中 OA' 段)。

一旦正向电压超过阈值电压, 正向电流便会急剧增大, 二极管呈现很小电阻而处于导通状态。此时二极管的特点为: 硅管的正向导通压降为 0.6~0.7V (如图 1-4 中 AB 段), 锗管为 0.2~0.3 V (如图 1-4 中 A'B' 段)。

需要注意的是, 二极管正向导通时, 通过它的正向电流不能超过其允许值, 否则将烧坏

二极管。

(2) 反向特性

二极管两端加反向电压时, 在开始较大范围内, 二极管相当于很大的电阻, 其反向电流很小, 且基本不随反向电压而变化。此时的电流称为反向饱和电流。

当二极管的反向电压到达一定数值时, 反向电流会急剧增大, 二极管被反向击穿。此时对应的电压称为反向击穿电压, 一般用 U_{BR} 表示。

综上所述, 若将值很小的反向电流忽略, 二极管具有单向导电性。

2. 温度对伏安特性曲线的影响

由于二极管的核心是一个 PN 结, 它的导电性能与温度有关。温度升高时二极管正向特性曲线向左移动, 正向压降减小; 反向特性曲线向下移动, 反向电流增大。

知识窗

二极管的简易测试

根据二极管的单向导电性可知: 二极管正向电阻小, 反向电阻大。利用这一特点可以用万用表的电阻挡大致判断二极管的电极、材料及好坏。

将万用表拨到电阻挡的 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$, 此时万用表的红表笔接的是表内电池的负极, 黑表笔接的是表内电池的正极。因此当黑表笔接至二极管的正极、红表笔接至负极时为正向连接, 二极管会导通。具体的测量方法是: 将万用表的红、黑表笔分别接在二极管两端, 如图 1-5 (a) 所示, 若测得电阻比较小 (几 $k\Omega$ 以下), 再将红、黑表笔对调后连接在二极管两端, 如图 1-5 (b) 所示, 而测得的电阻比较大 (几百 $k\Omega$), 说明二极管具有单向导电性, 质量良好。测得电阻小的那一次黑表笔接的是二极管的正极。



图 1-5 晶体二极管的测量

一般来讲, 如果测得二极管的正向电阻大于 $3 k\Omega$, 该二极管为硅二极管; 否则为锗二极管。

如果测得二极管的正、反向电阻都很小, 甚至为零, 表示二极管内部已短路。

如果测得二极管的正、反向电阻都很大, 则表示二极管内部已断路。

以上两种情况都不是二极管的正常状态。

在线测试时, 正向压降在 $0.2 \sim 0.3 V$ 的为锗管, 在 $0.6 \sim 0.7 V$ 的为硅管。

1.2.3 二极管的主要参数

1. 最大整流电流 I_F

最大整流电流 I_F 指二极管长期工作时, 允许通过的最大正向平均电流。二极管使用时, 正向平均电流不能超过此值, 否则会烧坏二极管。

2. 最大反向工作电压 U_{RM}

最大反向工作电压 U_{RM} 指二极管正常工作时, 所能承受的最高反向电压 (峰值)。通常手册上给出的最大反向工作电压约是击穿电压的 50%。

3. 反向饱和电流 I_R

反向饱和电流 I_R 指在规定的反向电压和室温下所测得的反向电流值。 I_R 越小, 说明二极管的单向导电性越好。

4. 二极管的直流电阻 R

二极管直流电阻 R 指加在二极管两端的直流电压与流过二极管的直流电流的比值。二极管的正向电阻较小, 约几欧姆到几千欧姆; 其反向电阻很大, 一般高于零点几兆欧姆。

5. 最高工作频率 f_M

最高工作频率 f_M 指二极管正常工作时的上限频率值。超过此值, 二极管的单向导电性变差。

【思考与练习】

1. 画出二极管的电路符号, 并说明二极管的主要特性。
2. 选用二极管时主要考虑哪些参数? 说明各个参数的含义。
3. 锗二极管与硅二极管的主要差异是什么?
4. 怎样用万用表判断二极管的好坏与极性?

1.3 特殊二极管简介

前面主要讨论了普通二极管, 下面介绍一些具有特殊功能和用途的二极管。

1.3.1 稳压二极管

稳压二极管是利用特殊工艺制造的面接触型二极管, 其代表符号如图 1-6 (a) 所示。图 1-6 (b) 所示为稳压二极管的伏安特性曲线 (图中, A 点至 B 点区域是稳压管的稳压区)。通常工作在反向击穿区, 它是利用反向击穿时电流在较大范围内变化, 而二极管两端电压几乎不变的特点, 实现稳压。