

电子信息类专业“十三五”规划教材

电子技术项目化教程

主编◎郎朗 黄美兴 王复奇



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

电子信息类专业“十三五”规划教材

电子技术项目化教程

主 编 郎 朗 黄美兴 王复奇
副主编 王海军 桑 红 宁文慧 李生好
游青山 刘海军 何 庆 杨泽建



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

内容简介

本书根据教育部制定的高等职业教育人才培养目标,遵循电子技术课程特点和教学要求,以“工学结合、项目引导、任务驱动、教学做一体化”的原则而编写。本书共9个项目,主要包括低频小信号放大电路的制作与调试、直流稳压电源的设计与制作、前置放大电路的设计与制作、功率放大器的设计与制作、信号发生器的设计与制作、表决器的设计与调试、抢答器的设计与制作、多功能数字钟的设计与制作,以及数字电压表的设计与制作。

本书既可作为电类各专业电子技术教材,也可作为相关专业学生的自学参考书或培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术项目化教程 / 郎朗, 黄美兴, 王复奇主编

. — 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2019.6

ISBN 978-7-5661-2291-9

I. ①电… II. ①郎… ②黄… ③王… III. ①电子技术—高等教育—教材 IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 098673 号

责任编辑 张彦

封面设计 赵俊红

出版发行 哈尔滨工程大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区南通大街 145 号

邮政编码 150001

发行电话 0451-82519328

传 真 0451-82519699

经 销 新华书店

印 刷 唐山唐文印刷有限公司

开 本 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张 23.5

字 数 600 千字

版 次 2019 年 6 月第 1 版

印 次 2019 年 6 月第 1 次印刷

定 价 59.80 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

电子技术知识和技能是电类专业的基本要求，各类高等院校电类和智能制造类专业均开设电子技术或类似课程。本书根据教育部制定的高等职业教育人才培养目标，遵循电子技术课程特点和教学要求，以“工学结合、项目引导、任务驱动、教学做一体化”的原则而编写。本书在编写过程中力争做到以下几点。

(1) 注重吸取多家之长，把多年来电子技术教学中的成功经验和方法融入教材中，理论以够用为度，加强应用，避免知识的断层和重复，减少枯燥的理论灌输。

(2) 通过构建具体的工作任务，实施“教学做一体化”教学，调动学生学习的主动性和积极性，提高教学效果，实现教学目标。为适应不同专业、不同学时和不同生源水平的教学，教材中除主项目外，还包括“项目拓展”和“知识拓展”等内容，以满足不同教学对象的需求。

(3) 注重电子仿真实验软件（Multisim 或 Proteus 等）在教学中各个环节的运用，有利于激励学生学习兴趣，提高学习效果。

(4) 本书既注重单项技能的学习与训练，又注重综合技能的应用与提高，项目的学习与选取由简到难循序渐进，尽力做理论与实际相结合。

本书由重庆三峡职业学院的郎朗、黄美兴和贵州航天职业技术学院的王复奇担任主编。由重庆能源职业学院的王海军、重庆信息技术职业学院的桑红、重庆城市职业学院的宁文慧、重庆工程职业技术学院的李生好和游青山、内江职业技术学院的刘海军、泸州职业技术学院的何庆和柳州铁道职业技术学院的杨泽建担任副主编。

本书在编写过程中得到了重庆煌能科技有限公司等企业工程技术人员的指导和支持，同时，也参考和引用了一些专家、老师的图片、资料或成果等，在这里一并致谢！本书的相关资料和售后服务可扫封底二维码或与 QQ（2436472462）联系获得。

本书在编写过程中，难免有疏漏和不当之处，敬请各位专家及读者不吝赐教。

编 者

2019 年 5 月

项目 1 低频小信号放大电路的制作与调试	1
项目概要	1
项目咨询	2
1.1 半导体材料的特性及半导体器件	2
1.2 基本放大电路	21
1.3 放大电路的分析方法	26
1.4 共集电极放大电路	34
1.5 共基极放大电路	37
1.6 多级放大电路	40
技能训练 1: 二极管、三极管的特性检测	43
技能训练 2: 放大电路的搭建与测试	46
项目实施: 助听器的设计与制作	48
项目拓展: LED 循环灯的设计与制作	52
知识拓展 1: 场效应晶体管	53
知识拓展 2: 场效应晶体管放大电路	60
思考与练习	63
项目 2 直流稳压电源的设计与制作	71
项目概要	71
项目咨询	72
2.1 二极管单相整流电路	73
2.2 滤波电路	76
2.3 直流稳压电路	80
技能训练 1: 单相桥式整流、滤波电路的搭接与检测	87
技能训练 2: 稳压二极管组成的并联型稳压电路	88
项目实施: 可调直流稳压电源的设计与制作	90
项目拓展: 开关电源稳压器 LM2596 简介及应用	92
知识拓展 1: 倍压整流电路	93

知识拓展 2: 实用电源电路的识图	94
思考与练习	95
项目 3 前置放大电路的设计与制作	98
项目咨询	98
项目概要	99
3.1 差动放大电路	99
3.2 集成运算放大器	104
3.3 负反馈放大电路	108
3.4 集成运放的线性应用	116
技能训练 1: 差分放大电路的性能测试	126
技能训练 2: 负反馈放大电路	129
项目实施: LM5532 前置音调控制放大器的设计与安装	130
项目拓展: 高品质音调控制电路——LM4610N 简介及应用	132
知识拓展 1: 集成运放的使用	134
知识拓展 2: 集成运放的线性运用实例	136
知识拓展 3: 集成电路的识图、读图方法	140
思考与练习	141
项目 4 功率放大器的设计与制作	146
项目概要	146
项目咨询	147
4.1 功率放大电路的要求和类型	147
4.2 分立元件功率放大电路	149
4.3 集成功率放大器	154
技能训练 1: OTL 甲乙类互补对称功率放大电路	157
技能训练 2: OCL 甲乙类互补对称功率放大电路	159
项目实施: LM1875 集成功率放大器的设计与制作	162
项目拓展: 语言提示、告警电路的组装与调试	163
知识拓展 1: 音频功率放大器的主要技术指标	164
知识拓展 2: 数字功放简介	165
思考与练习	167
项目 5 信号发生器的设计与制作	173
项目概要	173
项目咨询	174
5.1 正弦波振荡电路	174
5.2 集成运放的非线性应用	184
技能训练 1: RC 桥式振荡电路	188

技能训练 2: 矩形波、三角波发生电路	190
项目实施: 函数信号发生器的设计与制作	190
项目拓展: 无线传声器的设计与制作	192
知识拓展 1: 无线电基础知识	193
知识拓展 2: 集成函数发生器 8038 简介	195
思考与练习	198
项目 6 表决器的设计与调试	202
项目概要	202
项目咨询	203
6.1 数字电路概述	203
6.2 逻辑代数与逻辑函数	209
6.3 逻辑函数的公式化简法	215
6.4 逻辑函数的卡诺图法化简	216
6.5 门电路	220
6.6 组合逻辑门电路的分析与设计	228
技能训练: 基本门电路的逻辑功能测试	231
项目实施: 三人表决电路的设计与制作	234
项目拓展: 水位指示电路的设计、制作与调试	235
知识拓展 1: TTL 与 CMOS 器件之间的接口问题	236
知识拓展 2: TTL 和 CMOS 电路带负载时的接口问题	237
思考与练习	238
项目 7 抢答器的设计与制作	242
项目概要	242
项目咨询	243
7.1 编码器	243
7.2 译码器	247
7.3 数据选择器的基本概念及工作原理	254
7.4 基本触发器	257
7.5 主从触发器	261
7.6 维持—阻塞边沿 D 触发器	266
7.7 不同类型触发器功能的转换	268
技能训练 1: 译码器、数据选择器的逻辑功能测试与应用	270
技能训练 2: 触发器的功能测试与应用	272
项目实施: 抢答器的设计与制作	273
知识拓展 1: TTL 主从 JK 触发器 74LS72	276
知识拓展 2: 高速 CMOS 边沿 D 触发器 74HC74	276
思考与练习	277

项目 8 多功能数字钟的设计与制作	280
项目概要	280
项目咨询	281
8.1 时序逻辑电路的分析与设计	281
8.2 寄存器	289
8.3 计数器	293
8.4 单稳态触发器	305
8.5 多谐振荡器	307
8.6 施密特触发器	310
8.7 555 定时器及应用	313
技能训练 1: 移位寄存器的应用	318
技能训练 2: 计数器的应用	320
技能训练 3: 555 定时器的应用	321
项目实施: 多功能数字钟的设计与制作	322
项目拓展: 数字电容测试仪	325
知识拓展 1: 环形计数器	328
知识拓展 2: 扭环形计数器	329
知识拓展 3: 顺序脉冲发生器	329
思考与练习	330
项目 9 数字电压表的设计与制作	334
项目概要	334
项目咨询	335
9.1 D/A 转换器	335
9.2 A/D 转换器	340
项目实施: 数字电压表的设计与制作	347
项目拓展: DAC 转换器双极性电压输出电路的设计与制作	350
思考与练习	350
附 录	352
附录一 常用分离电子元器件型号命名方法	352
附录二 常用半导体器件主要参数	360
参考文献	368

低频小信号放大电路

的制作与调试

项目概要

放大电路广泛应用于各种电子产品或设备中，其作用是将微弱的电信号放大，以便于人们测量或利用。

在我们周围时常存在不同信号源产生的微弱电信号，简称小信号。例如，传声器输出的音频信号、天线接收的无线电波信号、人体表心电信号等。这些信号很多是微伏或毫伏数量级，必须把它们放大才能驱动扬声器发声、仪器仪表显示，如图 1-1 所示。小信号放大电路就是完成把微弱的电信号放大为较强电信号的电路。

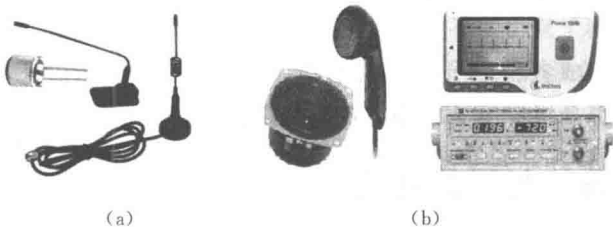


图 1-1 信号

(a) 获取信号；(b) 扬声器发声与仪器仪表显示

项目学习目标如表 1-1 所示。

表 1-1 项目学习目标

类别	学习目标
知识	熟悉常用半导体材料及主要特性；
	理解半导体二极管、三极管的构成结构、主要特性及参数；
	掌握三极管放大电路的组成原理及分析方法；
	理解多级放大电路的耦合方式及分析方法

续表

类别	学习目标
技能	熟悉晶体管的特性和主要参数的测试方法； 掌握晶体三极管的三种组态电路的搭建及应用； 学习示波器、信号发生器等常用电子仪器仪表测试放大器； 学会三极管小信号放大电路的制作与调试方法
素养	培养查阅信息、资料与自我学习的能力； 培养良好的学习和工作态度； 了解产品生产质量、成本、安全和环保等因素

项目咨询



1.1 半导体材料的特性及半导体器件

在自然界中，物质按导电能力（电阻率）的不同可划分为导体、绝缘体和半导体。导体是容易导电的物体，如铁、铜和铝等材料。绝缘体是几乎不导电的物体，如橡胶、塑料、陶瓷、云母和玻璃等材料。半导体是导电性能介于导体和半导体之间的物体，在一定条件下可导电，室温时半导体的电阻率为 $10^{-3} \sim 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 。用于制造半导体器件的半导体材料常有硅（Si）、锗（Ge）、砷化镓（GaAs）及金属氧化物等，其中尤以硅最为常见。

半导体器件是组成各种电子电路的基础，常见的有二极管、三极管、场效应管和集成电路等，这些都是组成电子电路的核心器件。

1.1.1 半导体材料的特性

半导体材料之所以用来制造半导体器件，是因为在外界因素影响下其导电能力会发生显著的变化。半导体材料常有如下三大特性。

（1）热敏特性：温度升高半导体材料电阻率减小，导电能力增强。利用对温度非常敏感的半导体材料可制成各种半导体热敏元件，如热敏电阻、热敏二极管和温控三极管等。

（2）光敏特性：半导体材料受到光照时电阻率很小，无光照时电阻率很大。半导体材料的电阻受光照影响，其电阻可在几十千欧姆到几十兆欧姆范围变化。利用半导体材料的光敏特性，可制作出多种类型的光电器件，如光电二极管、光电三极管和硅光电池等。

（3）掺杂特性：在纯净的半导体材料中，如果掺入微量的杂质元素，会使其电阻率发生极大的变化。例如，在硅中掺入百万分之一的硼元素，可使硅的导电能力提高50多万倍。正是通过掺入某些特定的杂质元素，精确地控制半导体材料的导电能力，

可以制造成不同类型的半导体器件,如N型半导体和P型半导体。

1. 本征半导体

本征半导体是指纯净的、结构完整的半导体材料,其纯度一般达到 99.999 999 9%,常称为“九个9”。它在物理结构上呈单晶体形态。

常用的半导体材料是硅和锗,它们的原子最外层都是4个价电子。把硅或锗等半导体材料制成晶体时,相邻两原子的最外层电子将形成共价键,使每个原子都和周围的4个原子以共价键的形式形成最外层8个电子的稳固结构。共价键结构及本征激发示意图如图1-2所示。

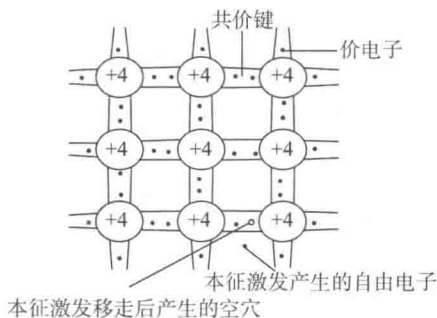


图 1-2 共价键结构及本征激发示意图

在绝对零度和无外界影响的情况下,价电子均被束缚在共价键中。半导体中因为没有自由运动的带电粒子——载流子,所以不导电。但如果受到温度升高、光照增强或者掺入杂质等外界因素影响,半导体中载流子数量就会发生改变,导电性也随着发生变化。

在图1-2中,当外界温度升高或半导体受到光照时,某些价电子就会获得能量,摆脱共价键的束缚而形成自由电子,同时在共价键中就留下了相同数量的空位(称为空穴),这种现象称为本征激发。自由电子和空穴总是成对出现的,称它们为电子-空穴对。

由此可见,本征半导体中存在两种载流子:一种是带负电的自由电子,另一种是带正电的空穴。由于二者成对出现,电荷量相等,极性相反,所以本征半导体呈电中性。在外电场作用下,本征半导体中存在两种载流子运动:一是自由电子逆电场方向定向运动形成的电子电流,二是共价键中价电子填补空穴形成的空穴电流。

自由电子和空穴在运动中相遇后会重新结合在一起而成为对消失,这一过程为复合。在温度和光照等条件一定时,电子-空穴对的产生与复合相对平衡,此时自由电子和空穴在半导体中的浓度一定。

由上述分析可知:

(1) 本征半导体中存在两种载流子:一种是带负电的自由电子,另一种是带正电的空穴。它们都可以运载电荷形成电流,但浓度很低,导电性很差。

(2) 本征半导体中,自由电子和空穴相伴产生,数目相等;一定条件下,电子-空穴对的产生与复合相对平衡,数目(或浓度)相对稳定。

(3) 温度和光照会影响电子-空穴对的数目,半导体的导电能力将发生变化,这种

特性称为半导体的热敏性和光敏性。

2. 杂质半导体

本征半导体中掺入少量的微量元素，就会使半导体的导电性能发生显著变化。根据掺入的杂质（简称掺杂）不同，杂质半导体可以分为电子（N）型半导体和空穴（P）型半导体。

（1）N 型半导体

在纯净的硅（或锗）晶体中掺入少量的 5 价微量元素（如磷或砷等），此时 5 价元素原子代替了晶体中少数的 4 价元素原子。由于磷原子有五个价电子，所以它与周围硅原子形成共价键后，还多出了一个价电子，如图 1-3 所示。多出的价电子不受共价键的束缚，成为自由电子，使自由电子浓度大幅增加。由掺杂而形成的自由电子浓度比由本征激发而形成的电子-空穴对的浓度大得多，在半导体内主要以自由电子参与导电，这种以电子导电为主的半导体称为电子型（N 型）半导体。在 N 型半导体中，由于自由电子浓度大于空穴浓度，故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）。

（2）P 型半导体

在纯净的硅（或锗）晶体中掺入少量的 3 价微量元素（如硼或铝等），此时 3 价元素原子代替了晶体中少数的 4 价元素原子，由于硼原子有 3 个价电子，所以它与周围硅原子形成共价键后，产生了一个空位，如图 1-4 所示。在外电场的作用下，空穴吸引相邻原子的价电子来填补空位，而在该原子中也出现一个空穴，其结果相当于空穴的运动（正电荷的移动）。这种掺杂使空穴的浓度大幅度增加，以空穴导电为主的半导体称为空穴型（P 型）半导体。在 P 型半导体中，由于自由电子浓度小于空穴浓度，故称自由电子为少子，空穴为多子。

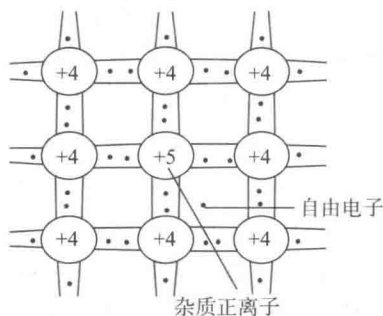


图 1-3 N 型半导体结构示意图

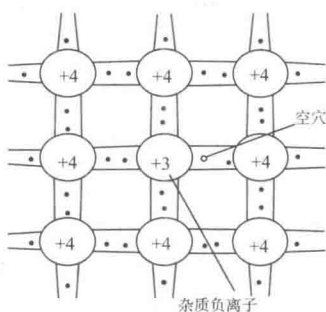


图 1-4 P 型半导体结构示意图

由上述分析可知：

①向本征半导体中有控制地掺入特定的杂质（3 价或 5 价元素），分别形成 N 型半导体和 P 型半导体。

②掺入杂质的半导体被称为杂质半导体，任何半导体都是电中性，对外部不显电性。

③这种掺入杂质的半导体载流子浓度增加，导电性能增强，这种特性常称作半导体的掺杂性。

3. PN 结及其单向导电性

(1) PN 结的形成

通过特定的工艺在一块半导体的两边分别掺杂形成 P 型半导体和 N 型半导体，在两种半导体的交界面两侧，两种载流子的浓度差很大。由于两种载流子的浓度差，P 区的多子空穴向 N 区定向移动，N 区的多子自由电子也向 P 区运动，这种运动称为扩散运动，如图 1-5 所示。由扩散运动所形成的电流称为扩散电流。在两个区域的交界面附近，多子由于扩散运动相遇后重新结合在一起而成对消失。此时，在两个区域的交界面附近就形成了几乎只有不能移动的正负晶格离子。没有可移动的带电载流子的区域称为空间电荷区，即为 PN 结，如图 1-6 所示。在这个区域中，由于载流子几乎已经耗尽，所以又称为耗尽区。

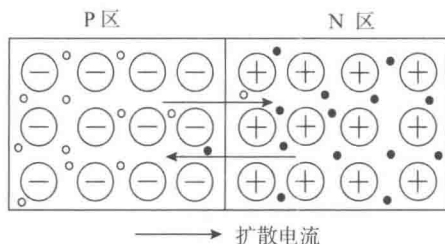


图 1-5 多数载流子的扩散运动

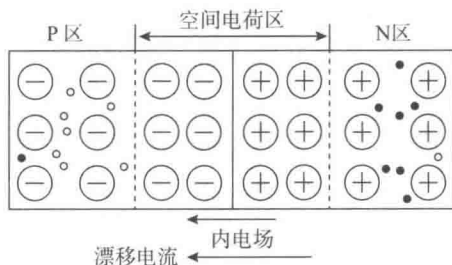


图 1-6 PN 结的形成

在空间电荷区中，由于 P 区晶格离子带负电，N 区晶格离子带正电，于是就形成了一个由 N 区指向 P 区的一个内电场。在内电场力作用下，P 区和 N 区的少数载流子将产生定向运动，称为漂移运动；由漂移运动产生的电流称为漂移电流。显然，少数载流子的漂移运动方向与多子的扩散运动方向相反。随着扩散运动的不断进行，空间电荷区变宽，内电场增强，漂移运动也将增强，对扩散运动将起阻碍作用。当扩散电流和漂移电流相等时，这两种运动将达到动态平衡，此时便形成稳定的 PN 结。

(2) PN 结的单向导电性

当 PN 结两端外加电压时，若 P 区接电源正极（或高电平），N 区接电源负极（或低电平），称为正向偏置（简称正偏）；相反，若 P 区接电源负极，N 区接电源正极，称为反向偏置（简称反偏）。PN 结的单向导电性是指 PN 结正偏时，PN 结导通（呈低阻性）；PN 结反偏时，PN 结截止（呈高阻性）。

①PN 结外加正向电压。如图 1-7 所示，此时外加电场与 PN 结内电场方向相反，内电场被减弱，PN 结变窄。此时扩散运动起主导作用，外电路电流以多数载流子参与的扩散电流为主，即为正向偏置电流。

这时的 PN 结处于导通状态，其所呈现的电阻为正向电阻，正向电压越大，电流也越大。它们的关系是指数关系，即

$$I_D = I_S (e^{\frac{U}{U_T}} - 1) \quad (1-1)$$

式中 I_D ——流过 PN 结的电流；

U ——PN 结两端的电压；

I_S ——PN 结反向饱和电流；

U_T ——温度电压当量， $U_T = kT/q$ ；

k ——玻耳兹曼常数， $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ ；

T ——热力学温度，在常温条件下(300 K)， $U_T = 26 \text{ mV}$ ；

q ——电子的电量， $q = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。

②PN 结外加反向电压。如图 1-8 所示，外加电场与 PN 结内电场方向相同，内电场被增强，PN 结变宽，此时漂移运动起主导作用，外电路电流以少数载流子参与的漂移电流为主，即为反向偏置电流。此时，PN 结截止，反向电阻很大，反向电流很小，一般为几微安。

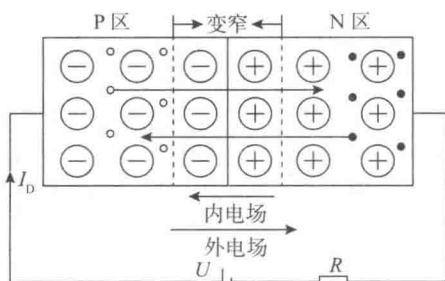


图 1-7 PN 结外加正向电压

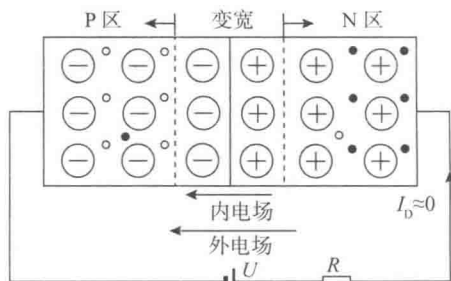


图 1-8 PN 结外加反向电压

1.1.2 半导体二极管

1. 半导体二极管的结构、类型及符号

在一个 PN 结两端加上电极和引线，并以外壳封装，就构成了半导体二极管 (Semiconductor Diode, 简称二极管)。二极管按内部结构不同分为点接触型、面接触型和平面型三类，如图 1-9 所示。

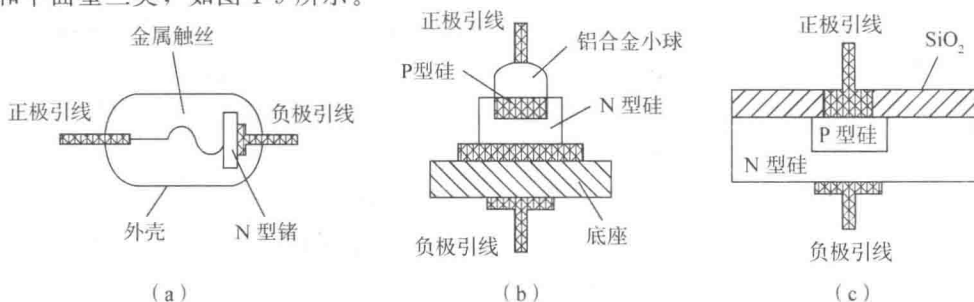


图 1-9 不同结构的各类二极管

(a) 点接触型；(b) 面接触型；(c) 平面型

点接触型二极管的 PN 结结面积小、结电容小,不能通过较大的电流,不能承受较高的反向电压,但其高频性能好,适合作高频检波、小功率电路和脉冲电路的开关组件等。

面接触型二极管的 PN 结结面积大、结电容大,可以通过较大的电流,能承受较大的反向电压,适用于低频电路中用于整流。

二极管按材料的不同可以分为硅二极管、锗二极管和砷化镓二极管等;按用途分为整流二极管、稳压二极管、变容二极管和发光二极管等。

常用二极管类型如图 1-10 所示,电路符号表示如图 1-11 所示。

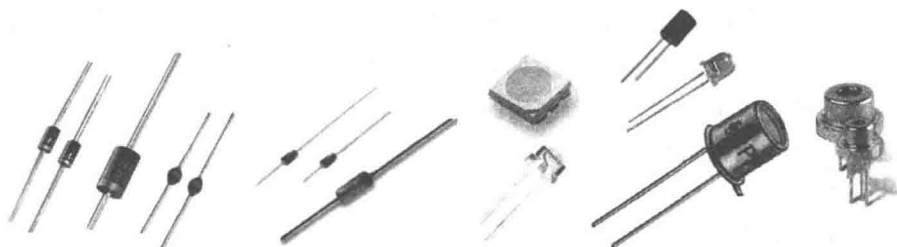


图 1-10 常用二极管的类型

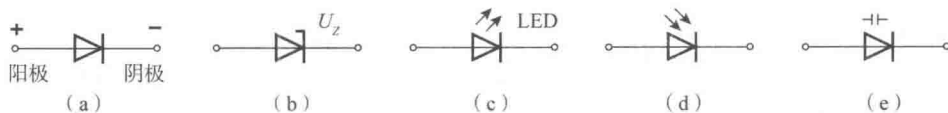


图 1-11 常用二极管的电路符号表示

(a) 普通二极管; (b) 稳压二极管; (c) 发光二极管; (d) 光电二极管; (e) 变容二极管

2. 二极管的伏安特性

二极管主要由 PN 结构成,因此二极管具有单向导电性。

(1) 正向特性

当二极管阳极电位高于阴极电位,即偏置电压 $U > 0$ 时,二极管工作于正向特性区。正向特性区又分为三段,如图 1-12 所示。

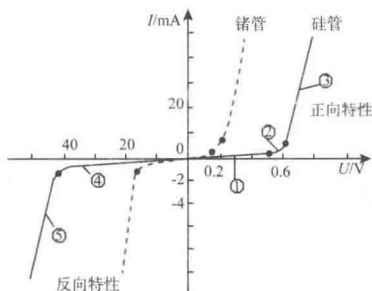


图 1-12 二极管的伏安特性曲线

当二极管的正向电压很小时,正向电流也非常小(几乎为 0),如图 1-12 中曲线①段所示,这个区域通常称为死区。当二极管的正向电压超过某一值时,正向电流就开

始增大。使二极管刚开始导通时的电压称为死区电压（或开启电压），用 U_{th} 表示。一般硅二极管的死区电压为 0.5 V 左右，锗二极管的死区电压为 0.1 V 左右。

随着正向电压增大，正向电流开始明显增大，如图 1-12 中曲线②段所示。当正向电压较大时，二极管正向电流迅速增大，如图 1-12 中的曲线③段所示。此时二极管的管压降基本不变，称为二极管的正向导通电压。一般取硅二极管的正向导通电压为 0.6~0.8；锗二极管的正向导通电压为 0.2~0.3 V。

（2）反向特性

当二极管阳极电位低于阴极电位，即偏置电压 $U < 0$ 时，二极管工作于反向特性区。如图 1-12 所示，反向特性区分为两段：当二极管的反向电压很小时，反向电流也非常小（几乎为 0），且基本与反向电压的大小无关，如图 1-12 中曲线④段所示。此时工作电流称为反向饱和电流，用 I_s 表示（一般硅二极管反向饱和电流不大于 $1 \mu A$ ，锗二极管约几十毫安）。

（3）反相击穿特性

当二极管反向电压增大到一定值 U_{BR} 时，二极管的反向电流将随反向电压的增加而急剧增大，如图 1-12 中曲线⑤段所示。此现象称为反向击穿。 U_{BR} 为二极管的反向击穿电压。

反向击穿后，只要采取适当的限流措施，二极管的功率不超过 PN 结的额定耗散功率，二极管一般不会损坏，此时撤去偏置电压，二极管性能可恢复，这种击穿称为电击穿；如果反向击穿后，二极管长时间工作电流过高，就可能导致 PN 结被烧坏，这种击穿称为热击穿，热击穿后二极管性能不可恢复（即烧坏）。

（4）温度对二极管伏安特性的影响

温度对二极管的性能有较大影响，当温度发生改变时，二极管的伏安特性有显著变化，如图 1-13 所示。当温度升高时，二极管的正向特性将左移，正向压降将减小，一般温度每增加 $1^\circ C$ ，正向压降约减小 2 mV，即具有负的温度系数；当温度升高时，反向特性将下移，反向电流将呈指数规律增加，一般温度每升高 $10^\circ C$ ，反向电流约增大 1 倍。

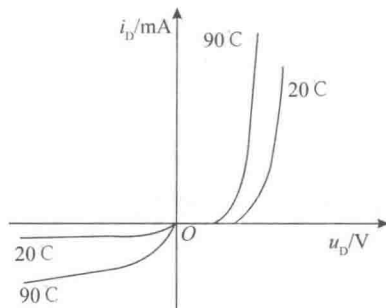


图 1-13 温度对二极管伏安特性的影响

3. 二极管的主要参数

二极管的参数是其特性的定量描述，是合理选择和正确使用器件的重要依据。常

用二极管的主要特性参数如下。

(1) 最大整流电流 I_F

I_F 是指二极管长期工作时所允许通过的最大正向平均电流。在实际使用时, 不能超过此值, 否则二极管会被烧坏。

(2) 最高反向工作电压 U_{RM}

U_{RM} 是指二极管在正常工作时所允许加在二极管两端的最高反向电压。在实际使用时, 二极管的反向电压不能超过此值, 否则二极管就有被反向击穿的危险。一般 U_{RM} 取反向击穿电压 U_{BR} 的一半, 有利于增强电路的可靠性。

(3) 反向电流 I_R

I_R 是指二极管未被击穿时的反向电流值。 I_R 越小, 说明二极管的单向导电性越好。 I_R 对温度很敏感, 温度越高, I_R 越大。

(4) 最高工作频率 f_M

最高工作频率值主要取决于二极管结电容的大小, 一般结电容愈大, 二极管允许的最高工作频率愈低。

值得注意的是, 由于半导体制造工艺上的差异, 即使是同一型号的器件, 不同厂家或不同时间的产品其参数都可能存在差异。

4. 二极管的应用举例

二极管是一个非线性器件, 不能直接采用线性电路的分析方法来分析二极管, 但在工程计算中, 为了使电路的分析简化, 根据二极管在电路中的工作状态和计算精度要求, 可以建立二极管的线性模型来替代电路中的二极管。

理想化模型: 正向偏置时导通, 电压降为零 (视为短路); 反向偏置时截止, 电流为零 (视为开路)。

恒压降模型: 忽略二极管的导通电阻, 正向导通电压降为 U_D (硅二极管取为 0.7 V, 锗二极管为 0.2 V); 截止时视为开路。

折线模型: 为了更加精确的计算二极管的电路, 将二极管的伏安特性曲线用两段直线来逼近, 即折线近似。

【例 1-1】 分别用二极管的理想化模型和恒压降模型求图 1-14 中流过二极管的电流 I_D 和电阻 R 两端的电压 U_R 的值。

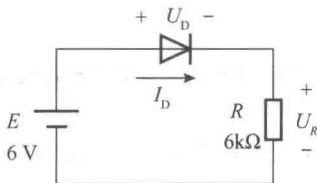


图 1-14 例 1-1 图

解: 应用理想化模型, 忽略管压降, 即

$$U_D = 0$$