



高职高专“十二五”建筑及工程管理类专业系列规划教材

电子技术基础

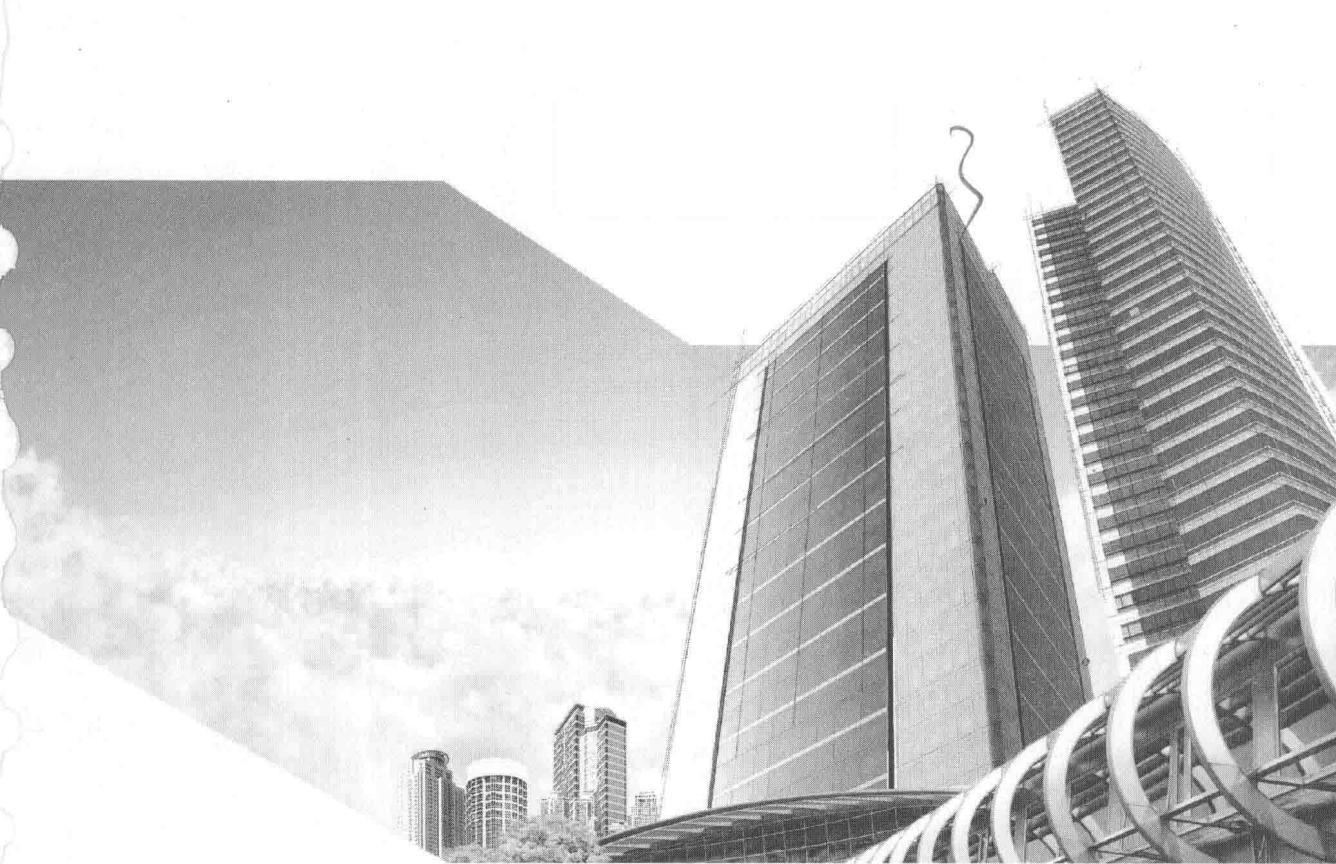
主 编 郭桂叶

Construction
Project

赠 送
电子课件



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS



高职高专“十二五”建筑及工程管理类专业系列规划教材

电子技术基础

主 编 郭桂叶

Construction
Project



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础/郭桂叶主编. —西安:西安交通大学出版社, 2013. 9
高职高专“十二五”建筑及工程管理类专业系列规划教材
ISBN 978-7-5605-5528-7

I. ①电… II. ①郭… 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(2013)第 189633 号

书 名 电子技术基础
主 编 郭桂叶
责任编辑 祝翠华

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)

网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315 82669096(总编办)

传 真 (029)82668280
印 刷 陕西元盛印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 11.375 字数 273 千字
版次/印次 2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-5528-7/TN·141
定 价 22.80 元

读者购书、书店添货,如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82668133

读者信箱:xj_rwjg@126.com

版权所有 侵权必究



前言

《电子技术基础》是工科类专业的一门非常重要的专业基础课。本书结合职业教育的培养目标,综合众多同类教材的优点,侧重技能传授,弱化理论,强化实践。根据高职学生的特点,本书以理论必需、够用为原则,注重理论与实际相结合,侧重培养学生解决实际问题的能力,尽可能降低理论深度。每章都有简明的小结,实用的例题、习题和思考题,讲解由浅入深,便于教师教学和学生自学。

本书与其他同类教材相比,具有以下特点:

(1)在阐明基本概念的基础上,突出基本内容和基础知识;突出结论及其应用;减少了理论推导和计算过程;注意实际应用。

(2)内容覆盖面较宽,但难度较浅,适用面广。其中标“*”的章节和内容为提高性内容,可根据不同专业和教学要求安排讲授内容。书中配有知识链接,介绍了一些实际应用的小知识,适合高职院校学的学生和相关工程技术人员使用。

(3)文字叙述条理清楚,使学生容易理解记忆,也便于教师教学。

(4)每章均设有实用的例题、思考题和习题,内容丰富,题型多样。习题分A级(基础)和B级(提高)两个层次,并在书末附有习题的参考答案。

本书由河南建筑职业技术学院郭桂叶主编,参加编写的还有河南建筑职业技术学院康兰兰、祝学昌、田添。具体分工如下:康兰兰编写第1、2章、祝学昌编写第3、4章、郭桂叶编写第5、8章、田添编写第6、7章。

在本书的编写过程中,我们参阅了大量的相关资料,在此向各位作者表示衷心的感谢。

受编者学识水平所限,书中不免有疏漏和不足之处,恳切希望广大读者及同行、专家提出宝贵意见和建议,以便改进提高,使本书更加完善。

编 者

2013年7月

高职高专“十二五”建筑及工程管理类专业系列规划教材

> 建筑设计类

- (1)素描
- (2)色彩
- (3)构成
- (4)人体工程学
- (5)画法几何与阴影透视
- (6)3dsMAX
- (7)Photoshop
- (8)CorelDraw
- (9)Lightscape
- (10)建筑物理
- (11)建筑初步
- (12)建筑模型制作
- (13)建筑设计概论
- (14)建筑设计原理
- (15)中外建筑史
- (16)建筑结构设计
- (17)室内设计
- (18)手绘效果图表现技法
- (19)建筑装饰设计
- (20)建筑装饰制图
- (21)建筑装饰材料
- (22)建筑装饰构造
- (23)建筑装饰工程项目管理
- (24)建筑装饰施工组织与管理
- (25)建筑装饰施工技术
- (26)建筑装饰工程概预算
- (27)居住建筑设计
- (28)公共建筑设计
- (29)工业建筑设计
- (30)城市规划原理

> 土建施工类

- (1)建筑工程制图与识图
- (2)建筑构造
- (3)建筑材料
- (4)建筑工程测量

- (5)建筑力学
- (6)建筑CAD
- (7)工程经济
- (8)钢筋混凝土与砌体结构
- (9)房屋建筑学
- (10)土力学与地基基础
- (11)建筑设备
- (12)建筑结构
- (13)建筑施工技术
- (14)建筑工程计量与计价
- (15)钢结构识图
- (16)建设工程概论
- (17)建筑工程项目管理
- (18)建筑工程概预算
- (19)建筑施工组织与管理
- (20)高层建筑施工
- (21)建设工程监理概论
- (22)建设工程合同管理

> 建筑设备类

- (1)电工基础
- (2)电子技术
- (3)流体力学
- (4)热工学基础
- (5)自动控制原理
- (6)单片机原理及其应用
- (7)PLC应用技术
- (8)电机与拖动基础
- (9)建筑弱电技术
- (10)建筑设备
- (11)建筑电气控制技术
- (12)建筑电气施工技术
- (13)建筑供电与照明系统
- (14)建筑给排水工程
- (15)楼宇智能化技术

> 工程管理类

- (1)建设工程概论

- (2) 建筑工程项目管理
- (3) 建筑工程概预算
- (4) 建筑法规
- (5) 建设工程招投标与合同管理
- (6) 工程造价
- (7) 建筑工程定额与预算
- (8) 建筑设备安装
- (9) 建筑工程资料管理
- (10) 建筑工程质量与安全管理
- (11) 建筑工程管理
- (12) 建筑装饰工程预算
- (13) 安装工程概预算
- (14) 工程造价案例分析与实务
- (15) 建筑工程经济与管理
- (16) 建筑企业管理
- (17) 建筑工程预算电算化

> 房地产类

- (1) 房地产开发与经营
- (2) 房地产估价
- (3) 房地产经济学
- (4) 房地产市场调查
- (5) 房地产市场营销策划
- (6) 房地产经纪
- (7) 房地产测绘
- (8) 房地产基本制度与政策
- (9) 房地产金融
- (10) 房地产开发企业会计
- (11) 房地产投资分析
- (12) 房地产项目管理
- (13) 房地产项目策划
- (14) 物业管理

欢迎各位老师联系投稿!

联系人:祝翠华

手机:13572026447 办公电话:029-82665375

电子邮件:zhu_cuihua@163.com 37209887@qq.com

QQ:37209887(加为好友时请注明“教材编写”等字样)

目录

第1章 常用半导体器件	(001)
1.1 半导体二极管	(001)
1.2 特殊二极管	(010)
1.3 二极管整流电源	(013)
1.4 半导体三极管	(019)
* 1.5 其他半导体器件	(024)
本章小结	(027)
本章习题	(029)
第2章 基本放大电路	(032)
2.1 基本交流电压放大电路概述	(033)
2.2 基本交流电压放大电路的分析	(035)
2.3 典型交流电压放大电路	(039)
2.4 多级放大电路	(042)
* 2.5 放大电路中的负反馈	(044)
* 2.6 功率放大电路	(048)
本章小结	(051)
本章习题	(052)
第3章 集成运算放大电路	(055)
* 3.1 差动放大电路	(055)
3.2 集成运算放大电路的结构及其应用电路	(060)
本章小结	(070)
本章习题	(071)
第4章 门电路和组合逻辑电路	(075)
4.1 数字电路概述	(076)
4.2 数制与码制	(078)

4.3 基本逻辑门电路及其应用	(081)
4.4 组合逻辑电路的分析与设计	(087)
4.5 常用集成组合逻辑电路	(093)
本章小结	(102)
本章习题	(103)

第5章 时序逻辑电路 (105)

5.1 双稳态触发器	(105)
* 5.2 寄存器	(110)
5.3 计数器	(113)
本章小结	(122)
本章习题	(123)

* 第6章 振荡电源 (125)

6.1 正弦波振荡电源	(125)
6.2 非正弦波振荡电源	(132)
本章小结	(136)
本章习题	(136)

第7章 数—模转换器与模—数转换器 (138)

7.1 数—模转换器	(139)
7.2 模—数转换器	(142)
本章小结	(147)
本章习题	(147)

* 第8章 电子应用电路的分析与设计 (148)

8.1 电子应用电路的分析	(148)
8.2 电子应用电路的设计	(152)
本章小结	(156)

部分习题参考答案 (157)

附录 (165)

附录一 常用半导体器件的命名方法	(165)
附录二 常用半导体集成电路型号命名方法	(169)
附录三 常用集成电路引脚排列	(170)

参考文献 (173)

第1章

常用半导体器件



学习目标

1. 知识目标

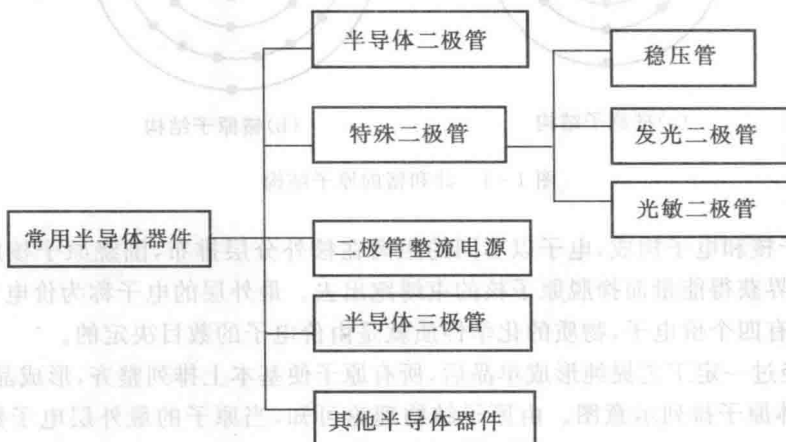
- (1) 掌握N型半导体与P型半导体的特点与区别;理解PN结的单向导电性。
- (2) 掌握半导体二极管的结构、特性及符号。掌握稳压管的特性、符号及应用。
- (3) 掌握半导体三极管的类型与基本结构、符号及输入、输出特性。
- (4) 熟悉二极管整流电路。

2. 能力目标

- (1) 能够从外形或型号上识别常见的二极管与三极管。
- (2) 能够用万用表检测二极管与三极管。
- (3) 能够分析二极管稳压电路与整流电路。
- (4) 熟悉二极管与三极管的基本应用。



知识分布网络



1.1 半导体二极管

能力知识点1 半导体的导电特性

1. 半导体的基本知识

在自然界中存在着许多不同的物质,根据其导电性能的不同大体可分为导体、绝缘体和半

导体三大类。导体的导电能力强,例如铜、铝、银等金属材料;绝缘体很难导电,例如塑料、橡胶、陶瓷等材料;导电能力介于导体和绝缘体之间的物质,被称为半导体。常用的半导体材料有硅(Si)和锗(Ge)。

半导体的导电能力受外界的影响很大,具有热敏性、光敏性、掺杂性的特点。

(1)热敏性。半导体材料导电能力随着温度的升高而迅速增加。例如纯净的锗在温度从 20°C 升高到 30°C 时,其电阻率几乎减小为原来的 $1/2$ 。而一般金属导体的电阻率则变化较小。利用这一特点,工程实践中制成了热敏元件,用来检测温度的变化。

(2)光敏性。有些半导体无光照射时电阻率很高,一旦被光照后其导电能力明显增强。自动控制中用的光电二极管和光敏电阻就是利用半导体的光敏特性制成的。

(3)掺杂性。在纯净的半导体中掺入少量的杂质,它的导电能力可能增加几十万乃至几百万倍。例如在半导体硅中,只要掺入亿分之一的硼,电阻率就会下降到原来的几万分之。工程实践中利用这一点制成了半导体二极管、三极管、场效应管等许多不同用途的半导体器件。

2. 本征半导体

本征半导体是完全纯净的、原子排列整齐的半导体晶体。例如高纯度半导体材料硅(14号元素)和锗(32号元素)都是单晶体结构,他们的原子结构如图1-1所示。

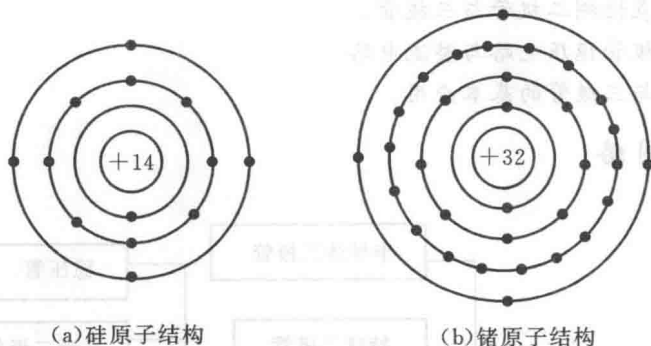


图1-1 硅和锗的原子结构

原子由原子核和电子构成,电子以不同的距离在核外分层排布,围绕原子核旋转,距核越远,越容易从外界获得能量而挣脱原子核的束缚跑出去。最外层的电子称为价电子,硅和锗都是四价元素,各有四个价电子,物质的化学性质就是由价电子的数目决定的。

将硅或锗经过一定工艺提纯形成单晶后,所有原子便基本上排列整齐,形成晶体结构。图1-2为硅单晶体原子排列示意图。由原子结构理论可知,当原子的最外层电子数为8个时,其结构较稳定,这时每相邻两个原子都共有一对电子,形成电子对。电子对中的任何一个电子,既围绕自身原子核运动,也出现在相邻原子所属的轨道上,这样的组合称为共价键结构。

本征半导体在绝对温度 $T=0\text{ K}$ 和没有外界影响的条件下,价电子全部束缚在共价键中。当半导体在外界因素作用下(温度升高或受光照等),共价键中的某些价电子获得能量,挣脱共价键的束缚,成为自由电子,同时在原共价键中留下相同数量的空穴,空穴与自由电子是成对出现的,如图1-3所示,自由电子和空穴称为载流子。这种现象称为本征激发。

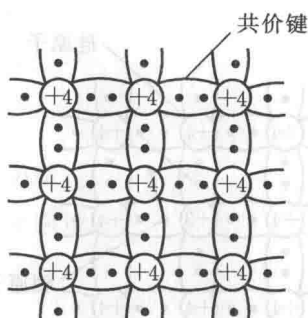


图 1-2 硅单晶体原子排列示意图

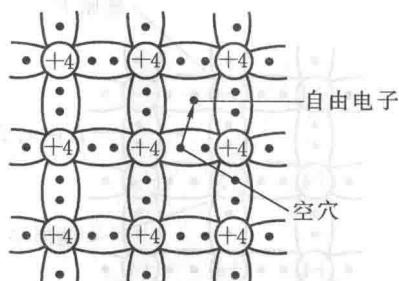


图 1-3 自由电子和空穴的形成

含空穴的原子带有正电,它将吸引相邻原子中的价电子,使它挣脱原来共价键的束缚去填补前者的空穴,从而在自己的位置上出现新的空穴。这样,当电子按某一方向填补空穴时,就像带正电荷的空穴向相反方向移动,相当于正电荷的运动。

自由电子在运动过程中,又会和空穴相遇,重新结合而消失,这个过程称为复合。电子—空穴对的产生与复合,在一定温度下呈现动态平衡。在室温下,本征半导体中的载流子数目是一定的,数量很少,当温度升高,产生的电子—空穴对的数目也相对增加,半导体的导电能力随之增强。在没有外电场作用下,自由电子和空穴的运动是无规则的,半导体中没有电流。在外电场作用下,带负电的自由电子将逆着电场方向作定向运动,形成电子电流,带正电的空穴将顺着电场方向作定向运动,形成空穴电流。所以半导体中存在电子导电和空穴导电两种方式,这是半导体导电方式的最大特点。同时,温度的升高引起了更多的载流子产生,所以温度对半导体器件性能的影响很大。

3. 杂质半导体

本征半导体在一定条件下能导电,但是其中的载流子数目极少,导电能力仍然较低。为了提高其导电能力,常采用掺杂的方式,在本征半导体中掺入微量杂质,如磷、硼,将使其导电性发生显著变化。根据掺入杂质的不同,分为 N 型半导体和 P 型半导体。

(1) N 型半导体。在本征半导体晶体中掺入微量的 5 价磷(15 号)元素,就构成 N 型半导体。由于磷原子的最外层电子轨道上有 5 个价电子,其中 4 个和相邻的硅原子构成共价键,多出的一个电子很容易摆脱原子核的束缚成为自由电子,磷原子则因失去一个电子带正电,如图 1-4 所示。通过掺杂可以使半导体中自由电子的数目大大增加,可提高几十万倍。大大超过硅晶体中由热激发产生的电子空穴对,同时,自由电子数目的增多也增加了和空穴复合的机会,使得热激发产生的空穴数目更少。因此这种半导体导电主要靠自由电子,所以称为电子型半导体,又称 N 型半导体。其中自由电子是多数载流子,空穴为少数载流子。

(2) P 型半导体。在本征半导体晶体中掺入微量的 3 价硼(5 号)元素,就构成 P 型半导体。由于硼的价电子只有 3 个,当它与硅原子组成共价键时,因缺少一个价电子而形成空穴,相邻的价电子很容易被吸引填补这个空穴,使硼原子变成带负电的粒子,如图 1-5 所示。每掺入一个硼原子都能提供一个空穴,从而使半导体中空穴的数目大大增加,这种半导体导电主要靠空穴,因此称为空穴型半导体,又称 P 型半导体。其中空穴是多数载流子,电子是少数载流子。

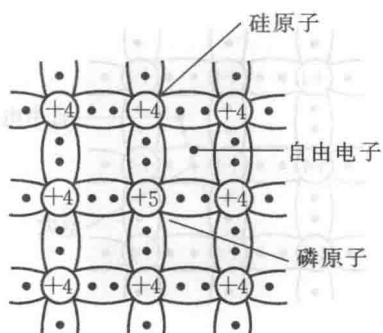


图 1-4 N 型半导体

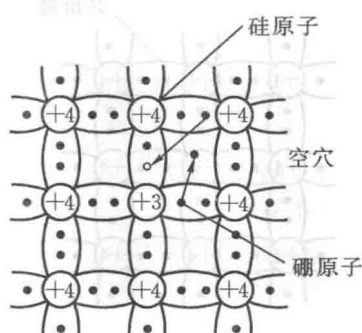


图 1-5 自由电子和空穴的形成

由此可见,杂质半导体中的多数载流子(多子)是由掺杂产生的,它们对半导体的导电能力有很大影响;而其中少数载流子(少子)是本征激发产生的,数量少,对温度非常敏感。多子的数量要远大于少子的数量。

4. PN 结

(1)PN 结的形成。通过一定的工艺,把一块半导体一边形成 N 型,一边形成 P 型,在它们的交界处会形成一个特殊区域,称为 PN 结。

在 P 型半导体和 N 型半导体交界处,由于 P 型半导体中空穴多于电子, N 型半导体中电子多于空穴,这样在交界面附近由于浓度差将产生多数载流子的扩散运动。P 区的空穴向 N 区扩散,与 N 区的电子复合, N 区的电子向 P 区扩散,与 P 区的空穴复合。随着扩散运动的进行,在 P 区一侧留下不能移动的负离子,在 N 区一侧留下不能移动的正离子,这个区域称为空间电荷区,如图 1-6 所示。

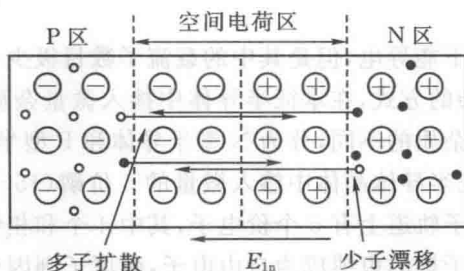


图 1-6 PN 结的形成

随着空间电荷区的产生同时产生内电场,内电场方向由 N 区指向 P 区。多子扩散越多,内电场越强,内电场对多子的扩散起阻碍作用,同时有助于少子的漂移运动(漂移是指在电场作用下少数载流子越过空间电荷区进入另一侧)。因此,在内电场作用下, N 区空穴向 P 区漂移, P 区的电子向 N 区漂移,其结果使空间电荷区变窄,内电场削弱。显然多数载流子的扩散运动和少数载流子的漂移运动是对立的,当扩散运动与漂移运动达到动态平衡时,空间电荷区的宽度便基本稳定下来。

空间电荷区的正负离子虽然带电,但它们不能移动,因而不能参与导电。而此区域,载流子数目极少,所以电阻率很高,呈现高阻态。

(2)PN 结单向导电性。PN 结外加正向电压(简称正偏),电源正极接 PN 结的 P 区,负极接 PN 结的 N 区,如图 1-7 所示。外电场与内电场方向相反,内电场被削弱,破坏扩散运动和漂移运动的动态平衡。外电场驱使 P 区空穴和 N 区电子进入空间电荷区,使得空间电荷区变窄,有利于多数载流子的扩散运动,因而形成较大的扩散电流。而漂移电流是少数载流子的漂移运动形成的,少数载流子数量很少,故对总电流的影响可忽略,所以,外接正向电压时,PN 结处于导通状态并呈低电阻状态。

PN 结外加反向电压(简称反偏)如图 1-8 所示。这时,外电场与内电场方向一致,内电场增强,外电场作用下靠近空间电荷区的空穴和自由电子被驱走,PN 结加宽。多数载流子扩散难以进行,只有少数载流子在电场作用下形成漂移电流,漂移电流与扩散电流方向相反,又称反向电流。少数载流子数量少,所以形成的反向电流很小。因为少数载流子由热激发产生,所以反向电流受温度影响较大,当温度一定时反向电流基本上不受外加电压影响。

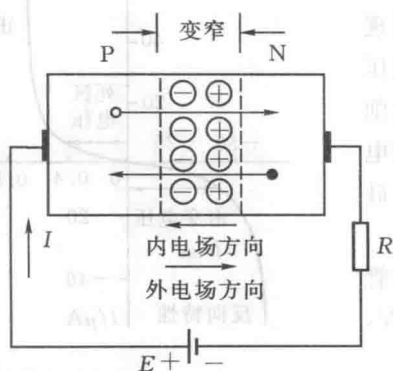


图 1-7 PN 结外加正向电压

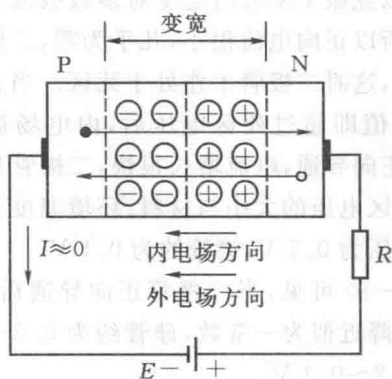


图 1-8 PN 结外加反向电压

综上所述,PN 结加正向电压时,电路中有较大电流流过(由多子扩散产生),PN 结导通;PN 结加反向电压时,电路中电流很小(由少子漂移产生),PN 结截止。即正向导通,反向截止,PN 结具有单向导电性。

能力知识点 2 半导体二极管介绍

1. 二极管的结构

把一个 PN 结用管壳封装起来,两端各引出一个电极,就构成最简单的二极管。P 区引出的电极为二极管的正极或阳极,N 区引出的电极为二极管的负极或阴极。半导体二极管按结构不同可分为点接触型二极管和面接触型二极管,如图 1-9 所示。点接触型二极管的特点是 PN 结面积小,结电容小,工作电流小,可以在高频下工作,常用于高频检波;面接触型二极管的特点是 PN 结面积大,允许较大的电流通过,但因面积大,结电容较大,只能在较低的频率下工作,常用作整流。

2. 二极管的伏安特性

为了正确使用二极管,必须了解它的特性。二极管本质上是一个 PN 结,具有单向导电性。描述二极管两端电压与流过二极管的电流的关系曲线称为二极管的伏安特性曲线,如图 1-10 所示。二极管的伏安特性曲线分为正向特性和反向特性两部分。

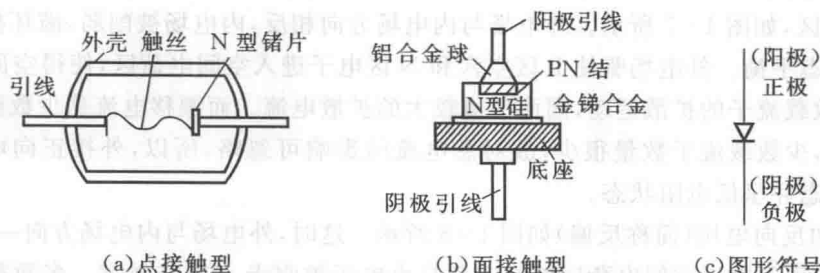


图 1-9 二极管的结构和图形符号

(1) 正向特性。当给二极管加的正向电压很低时,还不足以克服 PN 结内电场对多数载流子扩散运动的阻碍,所以正向电流很小,几乎为零,二极管呈现很大的电阻,这时二极管工作处于死区。当正向电压超过一定数值即超过死区电压后,内电场被大大削弱,二极管正向导通,电流增长很快,二极管呈现低电阻状态。死区电压的大小与材料、环境温度有关。硅管的死区电压为 0.5 V,锗管约为 0.1 V。

由图 1-10 可见,当二极管正向导通后,二极管两端的电压降近似为一常数,硅管约为 0.6~0.7 V,锗管约为 0.2~0.3 V。

(2) 反向特性。给二极管加反向电压时,在反向电压作用下,反向电流很小。因为反向电流由少数载流子的漂移产生,所以反向电流随温度的上升增长很快,在反向电压不超过某一范围时,反向电流基本恒定,不随反向电压的改变而改变,故这个电流称为反向饱和电流。在同样的温度下,硅管的反向电流比锗管小,硅管约为一微安至几十微安,锗管可达几百微安,此时二极管处于截止状态。

当反向电压继续增加到某一电压时,反向电流剧增,称为反向击穿,该电压称为反向击穿电压。发生反向击穿时,二极管的单向导电性被破坏,甚至因为过热而烧毁。所以,二极管正常工作时,不允许出现这种情况。

有时为了讨论方便,在一定条件下,可以把二极管视为理想二极管,即它的死区电压和导通压降都等于零,反向电阻为无穷大。

3. 二极管的主要参数

二极管的参数反映了二极管的性能,是合理选择、使用二极管的依据。

(1) 最大整流电流 I_{FM} 。最大整流电流是指二极管长时间使用时,允许通过二极管的最大正向平均电流。当电流超过这个允许值时,二极管会因过热而烧坏。

(2) 反向峰值电压 U_{RM} 。反向峰值电压是指二极管使用时允许承受的最大反向电压,使用时管子的实际反向电压不能超过规定的反向峰值电压。反向峰值电压一般为反向击穿电压的

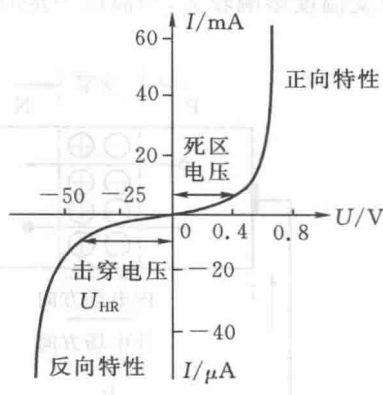


图 1-10 二极管的伏安特性曲线

一半, $U_{RM} = \frac{1}{2}U_{BR}$ 。

(3) 反向峰值电流 I_{RM} 。反向峰值电流是指二极管加反向峰值电压时的反向电流。反向电流越小, 说明二极管单向导电性能越好。反向电流受温度影响较大。

(4) 最高工作频率 f_M 。二极管使用中若频率超过了其最高工作频率, 单向导电性能将变差, 甚至无法使用。

4. 含二极管电路的分析方法

在进行电路分析时, 一般将二极管视为理想元件, 即正向导通后电阻为零, 视为短路, 正向压降忽略不计; 反向截止时电阻为无穷大, 视为开路。

分析二极管电路时可分为三步:

(1) 将二极管处断开;

(2) 计算二极管两端的电压 $U_D = V_{阳} - V_{阴}$;

(3) 判断二极管工作状态: 若 $U_D > 0$, 则二极管工作于导通状态; 若 $U_D < 0$, 则二极管工作于截止状态。

【例 1-1】图 1-11 电路中, 分析当 V_A 与 V_B 分别为 0 V 与 3 V 的不同组合时, 分析二极管 D_1 、 D_2 的状态, 并求 V_O 的值。

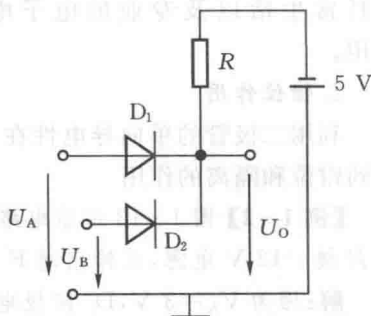


图 1-11

解: (1) 当 $V_A = V_B = 0$ V 时

$$U_{D1} = 0 - (-5) = 5 \text{ (V)} > 0, U_{D2} = 0 - (-5) = 5 \text{ (V)} > 0$$

则 D_1 、 D_2 均处于导通状态, 所以 $V_O = V_A = V_B = 0$ V

(2) 当 $V_A = V_B = 3$ V 时

$$U_{D1} = U_{D2} = 3 - (-5) = 8 \text{ (V)} > 0$$

则 D_1 、 D_2 处于导通状态, 所以 $V_O = 3$ (V)。

(3) 当 $V_A = 3$ V, $V_B = 0$ V 时

$$U_{D1} = 3 - (-5) = 8 \text{ (V)} > 0, U_{D2} = 0 - (-5) = 5 \text{ (V)} > 0$$

因为承受正向偏压大的二极管优先导通, 所以 D_1 优先导通, $V_O = V_A = 3$ V, 而后 $U_{D2} = 0 - 3 = -3 \text{ (V)} < 0$, D_2 截止。

(4) 当 $V_A = 0$ V, $V_B = 3$ V 时

$$U_{D1} = 0 - (-5) = 5 \text{ (V)} > 0, U_{D2} = 3 - (-5) = 8 \text{ (V)} > 0$$

故 D_2 优先导通, $V_O = V_B = 3$ V, $U_{D1} = 0 - 3 = -3 \text{ (V)} < 0$, D_1 截止。

能力知识点 3 二极管的作用

二极管应用广泛, 主要利用它的单向导电性, 可用于整流、检波、元件保护及在数字电路中作为开关元件。

锗二极管和硅二极管的特性曲线形状相似, 且均是非线性, 但其特性存在一定的差异: 锗二极管死区电压较小, 通常用于调频小信号的检波电路, 以提高检波灵敏度。硅二极管反向饱和电流较小, 受温度的影响较小, 在电源整流及电工设备中常常使用硅二极管。

1. 整流作用

利用二极管的单向导电性可以把大小和方向都变化的正弦交流电变成单相脉动直流电,

如图 1-12 所示。输入信号正半周时二极管导通,输出信号波形同输入信号;输入信号负半周时,二极管截止,输出信号为零。根据这个原理还可以构成整流效果更好的单相全波整流、单相桥式整流电路,相关内容本书将在后续章节中详细讲解。这种方法经济、简单,在日常生活以及专业的电子电路中经常采用。

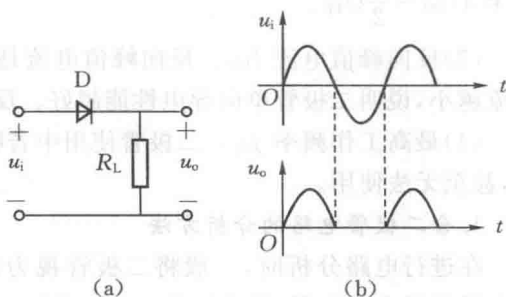


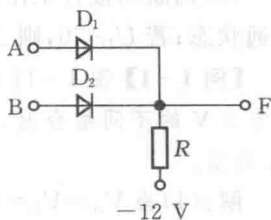
图 1-12 二极管整流应用

2. 钳位作用

利用二极管的单向导电性在电路中可以起到钳位和隔离的作用。

【例 1-2】图 1-13 所示电路中,已知输入端 A 的电位为 $V_A=3\text{ V}$, B 的电位 $V_B=0\text{ V}$,电阻 R 接 -12 V 电源,求输出端 F 的电位。

解:因为 $V_A=3\text{ V}$, D_1 阳极电位为 3 V , 阴极电位为 -12 V , 承受管压降为 15 V ; $V_B=0\text{ V}$, D_2 阳极电位为 0 V , 阴极电位为 -12 V , 承受管压降为 12 V 。 D_1 先导通, 视为理想二极管, 导通后相当于合上的开关, 所以 F 点电位等于 A 点电位 3 V , 此时 B 点阴极电位也为 3 V , 故 D_2 截止。



这里,二极管 D_1 起钳位作用,把 F 端的电位钳制在 3 V ; D_2 起隔离作用,把输入端 B 和输出端 F 隔离开来。

图 1-13 二极管钳位电路

3. 限幅作用

利用二极管的单向导电性,将输入电压限制在要求的范围内输出,称为限幅。

【例 1-3】在图 1-14 电路中,已知输入电压 $u_i=10\sin\omega t\text{ V}$, 直流电源 $E=5\text{ V}$, 二极管视为理想元件,画出输出电压 u_o 的波形。

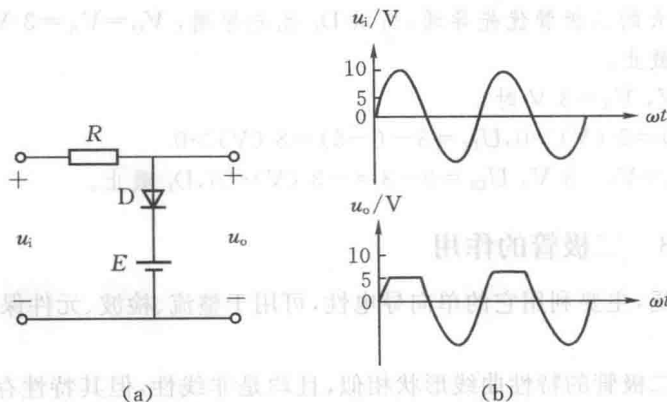


图 1-14 二极管限幅电路

解:根据二极管的单向导电性可知,当 $u_i \leq 5\text{ V}$ 时,二极管 D 截止,相当于开路,因为电阻 R 中无电流流过,所以输出电压与输入电压相等,即 $u_o=u_i$, 波形相同;当 $u_i > 5\text{ V}$ 时,二极管

D 导通,相当于短路,所以输出电压 $u_o = E = 5\text{ V}$,输出电压 u_o 的波形被限制在 5 V 以内,波形如图 1-14 所示。因此二极管起限幅作用。

4. 开关作用

在数字电路中经常将半导体二极管作为开关元件使用,因为二极管具有单向导电性,可以相当于一个受外加电压控制的无触点开关。

如图 1-15 所示,为检测发电机组工作的某种仪表的部分电路。其中 u_s 是需要定期通过二极管 D 加入记忆电路的信号, u_i 为控制信号。当 u_i 为 10 V 时, D 的阴极电位被抬高,二极管截止,相当于“开关断开”, u_s 不能通过 D; 当 u_i 为零时, D 正向导通,相当于“开关闭合”, u_s 可以通过 D 加入记忆电路。这样,二极管就在信号 u_i 的控制下,实现了接通或者切断 u_s 信号的作用。

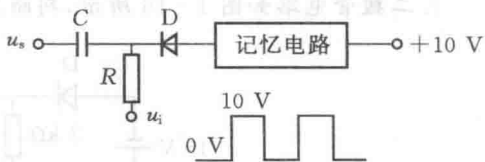


图 1-15 二极管的开关作用



小知识

二极管的识别与简单测试

1. 从外观判断正负极

(1) 观察外壳上的符号标记。通常在二极管的外壳上标有二极管的符号,带有三角形箭头的一端为正极,另一端是负极。

(2) 观察外壳上的色点或色环。在点接触二极管的外壳上,通常标有极性色点(白色或红色)。一般标有色点的一端即为正极。还有的二极管上标有色环,带色环的一端则为负极。

2. 万用表检测二极管的正负极

如果标记脱落,也可用万用表测二极管的正反向电阻来确定二极管的电极。测量时把万用表置于 $R \times 100$ 档或 $R \times 1\text{ K}$ 档,不能用 $R \times 1$ 档(通过二极管的电流太大)或 $R \times 10\text{ K}$ 档(二极管两端电压太高),这样可能对二极管造成不利影响。若用指针式万用表,因为黑表笔接表内电源正极,红表笔接表内电源负极,所以用黑表笔和红表笔分别与二极管的两极相连。若二极管为好的二极管,则测出电阻值一个大,一个小。当测得电阻较小时,说明二极管导通,此时与黑表笔相连的电极为二极管的正极;测得电阻很大时,二极管截止,与红表笔相连的电极为二极管的正极。对于数字万用表,由于表内电池极性相反,数字表的红表笔为表内电池正极,实际测量时要注意区分。数字式万用表,还可以用专门的二极管档来测量,当二极管被正向偏置时,显示屏上将显示二极管的正向导通压降。

若用万用表测得二极管正反电阻均为无穷大,说明内部断路;若测量值均为零,说明内部短路;若测得正反电阻几乎一样大,说明二极管失去单向导电性;这几种情况都说明二极管已经损坏,没有使用价值了。



本节思考题

1. 什么是 N 型半导体? 什么是 P 型半导体? 两种半导体中的多数载流子和少数载流子分别是如何产生的?

2. N 型半导体中的自由电子多于空穴, P 型半导体中的空穴多于自由电子。是否 N 型半