



高等学校经典教材配套辅导丛书

# 电工学

第五版

## 电子技术辅导及习题精解

聂典 肖红军 郑学瑜 刘景夏 编著

- ◆ 习题全解 ◆ 名师执笔 ◆ 精准解答
- ◆ 知识归纳 ◆ 练习与思考题解答
- ◆ 经典例题与全真考题详解

陕西师范大学出版社



高等学校经典教材配套辅导丛书

# 电 工 学

## 第五版

电子技术辅导及习题精解

聂 典      当红军      编著  
郑学瑜      刘景夏

陕西师范大学出版社

图书代号:JC4N0108

图书在版编目(CIP)数据

电工学(第五版)——电子技术辅导及习题精解/聂典,肖红军,郑学瑜,刘景夏  
编著. —西安:陕西师范大学出版社,2004.7

(高等学校经典教材配套辅导丛书)

ISBN 7-5613-3018-9

I. 电… II. ①聂…②肖…③郑…④刘… III. ①电工学—高等学校—教学参  
考资料②电子技术—高等学校—教学参考资料 IV. ①TM1②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 065587 号

---

责任编辑 史 进

装帧设计 王静婧

出版发行 陕西师范大学出版社

社 址 西安市陕西师大 120\* (邮政编码:710062)

网 址 <http://www.snuph.com>

经 销 新华书店

印 刷 如皋市印刷有限公司

开 本 787×960 1/16

印 张 20.625

字 数 320 千

印 数 8000 册

版 次 2004 年 9 月第 1 版

印 次 2004 年 9 月第 1 次印刷

定 价 25.00 元

---

开户行:光大银行西安南郊支行 账号:0303070—00330004695

读者购书、书店添货或发现印装问题,请与本社营销中心联系、调换。

电 话:(029)85307864 85233753 85251046(传真)

E-mail:if-centre@snuph.com

# 前 言

《电子技术》课程一直是理工科大学电子专业学生的必修课程,学好这门课程对于以后的其他专业课学习有着至关重要的影响。但是,电子技术内容多、概念多、分析方案繁杂,使得许多学习者感到很困难。为帮助学生能更好地学好这门课,我们特地编写本书。

本书是以秦曾煌主编的面向 21 世纪课程教材《电工学(下册)电子技术》中的练习与思考题和课后习题为参考而编写的。对电子技术基础内容进行了概括性的总结,对学习方法和解题思路均作了详细的介绍。

全书共分 10 章,每章均由四个部分组成:

1. 知识点归纳:总结本章的主要内容、运用公式、定量及定义。
2. 练习与思考题解答:从概念上对所遇到的问题进行阐述。
3. 习题全解:详细阐述了习题的解题全过程。
4. 经典习题与全真考题详解:综合了近年来各高校的研究生入学考试的相关题目,对所学的知识进行了进一步的探讨,可使学生对已学过的知识更好地巩固与提高。

由于编者水平有限及编写的时间仓促,不妥之处在所难免,希望广大读者不吝批评指正。

编 者

2004 年 7 月

# 目 录

<b>第 15 章 半导体二极管和三极管</b> .....	1
15.1 知识点归纳 .....	1
15.1.1 半导体及其导电特性 .....	1
15.1.2 PN 结及其单向导电性 .....	2
15.1.3 半导体二极管及其应用 .....	2
15.1.4 稳压管 .....	4
15.1.5 半导体三极管 .....	5
15.2 练习与思考题解答 .....	6
15.3 习题全解 .....	12
15.4 经典习题与全真考题详解 .....	18
<b>第 16 章 基本放大电路</b> .....	23
16.1 知识点归纳 .....	23
16.1.1 基本放大电路的组成 .....	23
16.1.2 放大电路的静态分析 .....	23
16.1.3 放大电路的动态分析方法 .....	24
16.1.4 影响放大质量的几个因素 .....	26
16.1.5 放大电路中的反馈 .....	27
16.1.6 多级放大电路中的主要问题 .....	29
16.1.7 差动放大电路 .....	31
16.1.8 互补对称功率放大电路 .....	34
16.1.9 场效应管及其放大电路 .....	35
16.2 练习与思考题解答 .....	38

16.3	习题全解 .....	54
16.4	经典习题与全真考题详解 .....	82
<b>第 17 章</b>	<b>集成运算放大器 .....</b>	<b>92</b>
17.1	知识点归纳 .....	92
17.1.1	集成运算放大电路的组成 .....	92
17.1.2	集成运算放大器的结构特点 .....	92
17.1.3	集成运算放大器的主要技术指标 .....	92
17.1.4	集成运算放大电路的理想化条件 .....	93
17.1.5	集成运算放大器的应用 .....	93
17.1.6	集成运算放大电路中的负反馈 .....	100
17.2	练习与思考题解答 .....	102
17.3	习题全解 .....	107
17.4	经典习题与全真考题详解 .....	131
<b>第 18 章</b>	<b>正弦波振荡电路 .....</b>	<b>143</b>
18.1	知识点归纳 .....	143
18.1.1	什么是自激振荡 .....	143
18.1.2	组成 .....	143
18.1.3	自激振荡器的三大条件 .....	143
18.1.4	RC 振荡器 .....	143
18.1.5	LC 振荡器 .....	144
18.2	练习与思考题解答 .....	146
18.3	习题全解 .....	147
18.4	经典习题与全真考题详解 .....	154
<b>第 19 章</b>	<b>直流稳压电源 .....</b>	<b>164</b>
19.1	知识点归纳 .....	164
19.1.1	整流电路 .....	164
19.1.2	滤波器 .....	166
19.1.3	稳压电路 .....	167

19.2	练习与思考题解答 .....	170
19.3	习题全解 .....	171
19.4	经典习题与全真考题详解 .....	182
<b>第 20 章</b>	<b>晶闸管及其应用 .....</b>	<b>188</b>
20.1	知识点归纳 .....	188
20.1.1	晶闸管 .....	188
20.1.2	可控整流电路 .....	189
20.1.3	触发脉冲电路 .....	191
20.2	练习与思考题解答 .....	191
20.3	习题全解 .....	195
20.4	经典习题与全真考题详解 .....	202
<b>第 21 章</b>	<b>门电路和组合逻辑电路 .....</b>	<b>208</b>
21.1	知识点归纳 .....	208
21.1.1	数字电路的特点 .....	208
21.1.2	脉冲波形及其参数 .....	208
21.1.3	半导体元件的开关特性 .....	208
21.1.4	分立元件门电路 .....	209
21.1.5	TTL 集成门电路 .....	210
21.1.6	MOS 门电路 .....	211
21.1.7	逻辑代数的基本定理和定律 .....	212
21.1.8	组合逻辑电路的分析与设计 .....	212
21.1.9	常用的组合逻辑电路 .....	213
21.2	练习与思考题解答 .....	213
21.3	习题全解 .....	222
21.4	经典习题与全真考题详解 .....	248
<b>第 22 章</b>	<b>触发器和时序逻辑电路 .....</b>	<b>254</b>
22.1	知识点归纳 .....	254
22.1.1	触发器 .....	254

22.1.2	寄存器 .....	255
22.1.3	计数器 .....	256
22.1.4	555 集成定时器 .....	258
22.2	练习与思考题解答 .....	258
22.3	习题全解 .....	265
22.4	经典习题与全真考题详解 .....	283
第 23 章	存储器和可编程逻辑器件 .....	289
23.1	知识点归纳 .....	289
23.1.1	存储器的特点和分类 .....	289
23.1.2	只读存储器 ROM .....	290
23.1.3	可编程逻辑器件 PLD .....	290
23.2	练习与思考全解 .....	291
23.3	习题全解 .....	294
23.4	经典习题与全真考题详解 .....	302
第 24 章	模拟量和数字量的转换 .....	313
24.1	知识点归纳 .....	313
24.1.1	D/A 转换器 .....	313
24.1.2	A/D 转换器 .....	313
24.2	习题全解 .....	314
24.3	经典习题与全真考题详解 .....	317



# 第 15 章 半导体二极管和三极管

## 15.1 知识点归纳

本章重点是半导体二极管的单向导电性,伏安特性以及主要参数;硅稳压二极管的伏安特性,稳压原理及主要参数;晶体管的放大作用,输入特性曲线和输出特性曲线;主要参数、温度对参数的影响。

### 15.1.1 半导体及其导电特性

#### 1. 半导体

半导体是指导电能力介于导体和绝缘体之间的物质,如四价元素硅、锗、硒和大多数金属氧化物、硫化物等。在外界温度升高、光照或掺入适量杂质时,它们的导电能力大大增强,因此被用来制成热敏器件、光敏器件和半导体二极管、三极管等电子元件。

#### 2. 本征半导体

本征半导体就是完全纯净的具有晶体结构的半导体。

本征半导体在环境温度升高或受到光照时产生本征激发,形成自由电子和空穴。电子带负电,空穴带正电,在外电场作用下自由电子移动,相邻的价电子填补空穴而形成空穴移动,它们都能导电,称为载流子。本征激发产生的自由电子和空穴成对出现,数量取决于环境温度高低。

#### 3. 杂质半导体——P型半导体和N型半导体

(1)P型半导体:在纯净半导体中掺入适量三价元素,形成空穴型(P型)半导体。它的导电能力大大高于本征半导体。其中空穴为多数载流子(简称“多子”),自由电子为少数载流子(简称“少子”)。

(2)N型半导体:在纯净半导体中掺入适量五价元素,形成自由电子型(N型)半导体。其中自由电子为“多子”,空穴为“少子”。

在两种杂质半导体中,多子是主要导电媒介,数量取决于杂质含量;少子是本征激发产生的,数量取决于环境温度。虽然含有数量不同的两种载流子,但整体上电量平衡,对外不显电性。

## 15.1.2 PN 结及其单向导电性

### 1. PN 结

对称耗尽层、阻挡层用一定的工艺方法将两种杂质半导体结合在一起,由于界面两侧载流子浓度不同而产生载流子扩散运动。P型区空穴向N型区扩散,N型区自由电子向P型区扩散。在边界两侧两种载流子产生复合,形成带正电和负电的离子。它们不能移动,而在边界两侧形成空间电荷区,称为PN结。

空间电荷区的特性:

(1) 区内正、负离子带电而不能移动,载流子因复合而数量很少,因此电阻率很高,故称耗尽层;

(2) 正、负离子形成的内电场阻止多子继续扩散,故又称阻挡层;

(3) 内电场对少子有吸引作用,形成少子的逆向运动,称为漂移;

(4) 在没有外电场作用时,当扩散运动和漂移运动达到动态平衡时,两侧间没有电流,空间电荷区厚度一定。

### 2. 单向导电性

(1) 正向:将P型区接电源正极,N型区接电源负极,则外电场削弱了内电场,空间电荷区变窄,阻挡层变薄。扩散运动加强,漂移运动减弱,扩散大于漂移,形成正向电流  $I_a$ 。结电压很低,显示正向电阻很小,称为正向导通。

(2) 反向:将P型区接电源负极:N型区接电源正极,则外电场加强了内电场,空间电荷区变宽,阻挡层变厚。扩散运动减弱,漂移运动增强,漂移大于扩散,形成反向电流  $I_R$ 。由于漂移运动是由少子形成,数量很少,所以  $I_R$  很小,几乎可以忽略不计,但  $I_R$  受温度影响较大。结电压近似等于电源电压,显示反向电阻很大,称为反向截止。

(3) PN 结正向导通,反向截止,即为单向导电性。

## 15.1.3 半导体二极管及其应用

### 1. 基本结构、符号、伏安特性及参数

(1) 结构:将PN结两边各引出一个电极便构成一个二极管。其中P型区引出阳极A(+),N型区引出阴极K(-)。实际结构有点接触式和面接触式两种。前者电流小,用于高频小功率工作;后者电流大,用于低频大功率工作。符号:A—K。

(2) 伏安特性及参数:伏安特性如图 15.1 所示。

正向  $I_a = f(U_a)$ :  $U_S$  为死区电压(硅管为 0.5V,锗管为 0.2V)。 $U_a$  为管压降,随  $I_a$  而变化很小,可近似取  $U_a = 0.7V$ (硅管),0.3V(锗管)。

反向  $I_R = f(U_R)$ :  $I_R$  基本不变,称反向饱和电

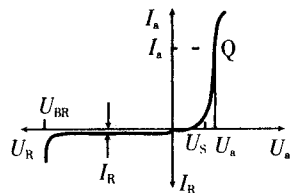


图 15.1

流。 $U_{BR}$  为反向击穿电压,若外加电压超过  $U_{BR}$ ,则  $I_R$  增大,失去单向导电性,损坏。

参数:(i) 最大整流平均电流  $I_{OM}$ : 长期工作允许通过的最大正向平均电流。

(ii) 反向工作峰值电压  $U_{RWM}$ :  $U_{RWM} = \left(\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}\right)U_{BR}$ 。

(iii) 反向峰值电流  $I_{RM}$ :  $U_R = U_{RWM}$  时的反向电流。

(3) 普通二极管不允许反向击穿,因为反向击穿会造成二极管损坏。而稳压管则是利用反向击穿时的稳压特性进行稳压的。稳压特性是指:很小的电压变化  $\Delta U$ ,会引起很大的电流变化  $\Delta I$ ;或反过来说,在很大  $\Delta I$  时, $\Delta U$  很小。

(4) 半导体二极管的主要应用有钳位、隔离、检波和续流等。这里应该明确,钳位是二极管导通时的特性,即当二极管导通时,它的正极和负极之间几乎是等电位。隔离作用是指二极管截止时的特性,即当二极管截止时,其正极与负极之间如同断开一样。检波就是利用二极管除去波形中不必要的部分,而留下有用的部分。

(5) 二极管的应用(例举)

(i) 整流与检波电路:电路如图 15.2 所示。

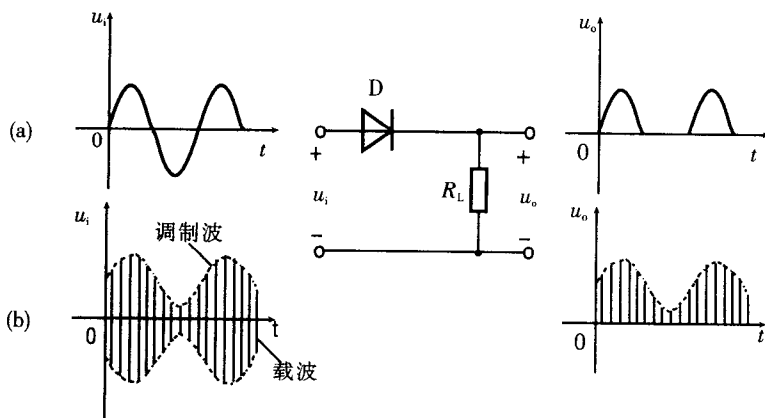


图 15.2

(a) 整流:利用二极管单向导电性,将交流电变换成单方向脉动的直流电。

(b) 检波:将幅值被音频信号调制的高频无线电信号,变成单方向脉动信号,再滤去高频载波便可得音频信号。用于无线电接收机。

(ii) 限幅电路:有单向限幅和双向限幅两种,仅以单向限幅为例,电路如图 15.3 所示,输入  $u_i$  为正弦波,输出正半周幅值被限制为  $E$ ,称为正向限幅。分析: $u_i < E$ ,二极管  $D$  截止, $u_o = u_i$ ;  $u_i > E$ ,二极管  $D$  导通, $u_o \approx E$ 。

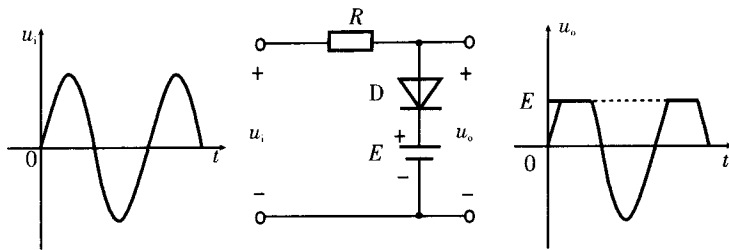


图 15.3

(iii) 钳位电路:有多种形式,仅举一例,电路如图 15.4 所示。

原电路无二极管部分,当开关 S 闭合和断开时, A 点电位在  $0 \sim 15\text{V}$  间变化。接入二极管部分后,当开关 S 闭合和断开时, A 点电位被钳制在  $0 \sim 5\text{V}$  间变化。

(iv) 续流电路:电路如图 15.5 所示。当开关 S 闭合时,二极管 D 截止,线圈中流过电流  $I$ 。在开关 S 断开瞬间,电流不能突变,二极管为其提供继续流动的通路,故称续流二极管。若无此二极管,则线圈的自感电动势将可能使开关被击穿而损坏。

#### 15.1.4 稳压管

稳压管是一种特殊的面接触型硅二极管,其伏安特性及符号如图 15.6 所示。正向为二极管,反向工作在击穿状态,管压降  $U_Z$  几乎不随电流  $I_Z$  而变化,故能起稳压作用。

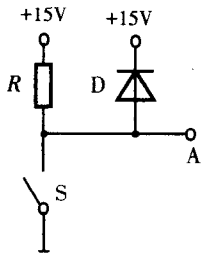


图 15.4

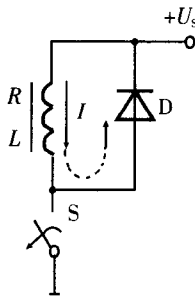


图 15.5

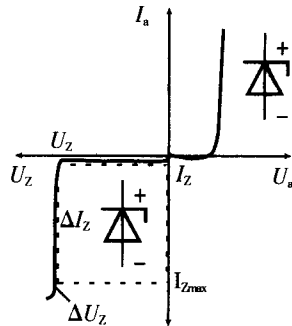


图 15.6

##### 1. 主要参数

稳定电压  $U_Z$ 、稳定电流  $I_Z$ 、最大稳定电流  $I_{ZM}$  或最大允许功耗  $P_Z (= U_Z \cdot I_{ZM})$ 、动态电阻  $r_z (= \frac{\Delta U_Z}{\Delta I_Z}$ , 见图 15.7) 和电压温度系数  $\alpha_U$  等等。

##### 2. 稳压管的应用

(1) 实现简单稳压:利用稳压管的伏安特性,当负载  $R_L$  两端电压略有变化时,稳压管中电流将剧烈变化,从而在限流电阻  $R$  上的电压降迅速发生变化,而维持负载电压  $u_o$  几乎不变。电路如图 15.8 所示。

(2) 削波电路:电路与图 15.7 所示相同,输入与输出波形如图 15.8 所示。波顶被削去,获得梯形波,故称削波电路。

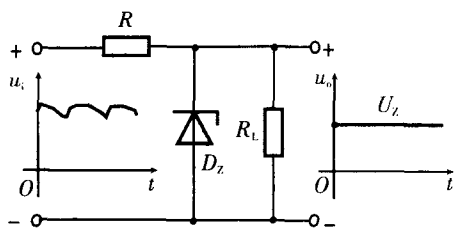


图 15.7

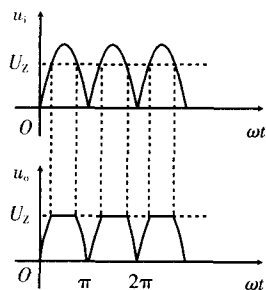


图 15.8

### 15.1.5 半导体三极管

(1) 半导体三极管有两种类型,即 NPN 型和 PNP 型。无论哪一种类型,其内部均有两个 PN 结;发射结和集电结;三个区域:发射区、基区、集电区;三个电极:发射极、基极、集电极。

(2) 三极管实现放大必须具备两个条件,一是内部条件,二是外部条件。内部条件是三极管制造时决定的;实现放大作用的外部条件是:外加电源极性应保证三极管发射结正向偏置,集电极反向偏置,即

$$\text{对于 NPN 管应有: } U_C > U_B > U_E$$

$$\text{对于 PNP 管应有: } U_C < U_B < U_E$$

(3) 描述三极管放大作用的重要参数是共射电流放大系数  $\beta$  和共基电流放大系数  $\alpha$ , 即

$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}; \quad \alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}$$

(4) 三极管的特性可以用它的输入特性曲线和输出特性曲线来描述。三极管的共射输出特性可以划分为三个区域:截止区、放大区和饱和区。要使三极管对输入的信号进行线性放大,就应使三极管工作在放大区内。

#### (5) 特性曲线

三极管的输入特性  $I_B = f(U_{BE})$  曲线形状与二极管相同(图略),也有同样的死区电压和管压降范围。但三极管输入特性还受集电极电压  $U_{CE}$  影响,  $U_{BE}$  一定,  $U_{CE}$  增大则  $I_B$  减小。但当  $U_{CE} \geq 1V$  以后,这种影响可忽略不计,通常将  $U_{CE} \geq 1V$  的输入特性用一根曲线代表,作为分析电路的依据。

三极管的输出特性  $I_C = f(U_{CE}) |_{I_B = \text{常数}}$  是一个曲线簇,如图 15.9 所示。应掌握下列几点。

(i) 由  $U_{CE} \geq 1V$  到集电结击穿之前具有恒流特性,且  $I_C = \bar{\beta}I_B$ ,  $\bar{\beta}$  近似为常数,称为线性放大区。此时发射结为正偏,集电结为反偏。

(ii) 当  $I_B \leq 0$  时,  $I_C \leq I_{CEO}$ , 称为截止区。此时两个 PN 结均为反偏。

(iii) 当  $U_{CB} \leq 0$  (或  $U_{CE} \leq U_{BE}$ ) 时,  $I_C \propto U_{CE}$ ,  $I_C$  与  $I_B$  无线性关系,称为饱和区。此时两个 PN 结均为正偏。

(iv) 三极管用于放大电路时工作在线性放大区,用于数字(或开关)电路时则工作在饱和区(导通)和截止区(断开)。

(6) 主要参数

(i) 电流放大系数( $\bar{\beta}$  和  $\beta$ ):

$\bar{\beta} = \frac{I_C}{I_B}$  —— 直流(静态)电流放大系数;

$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$  —— 交流(动态)电流放大系数。

(ii) 反向饱和和电流  $I_{CBO}$  和穿透电流  $I_{CEO}$ : 二者间的关系为  $I_{CEO} = (1 + \beta)I_{CBO}$ 。随温度升高而增大,影响电路工作稳定性。

(iii) 集电极最大允许电流  $I_{CM}$ : 集电极电流超过此值则  $\beta$  下降 1/3。

(iv) 反向击穿电压  $U_{(BR)CEO}$ ,  $U_{(BR)CBO}$ ,  $U_{(BR)EBO}$ : 根据  $U_{(BR)CEO}$  选择供电电源电压  $U_{CC}$ , 或由供电电源电压  $U_{CC}$  选择三极管的依据,一般选  $U_{CC} \leq \frac{1}{2}U_{(BR)CEO}$ 。  
 $U_{(BR)EBO} \leq 4V$ , 它限制了基极与发射极间信号负半周的幅值,超过此值则三极管损坏。

(v) 集电极最大允许耗散功率  $P_{CM}$ :  $P_{CM} = I_C U_{CE}$ , 它和  $I_{CM}$ ,  $U_{(BR)CEO}$  三者决定了三极管的安全工作区,如图 15.9 所示。

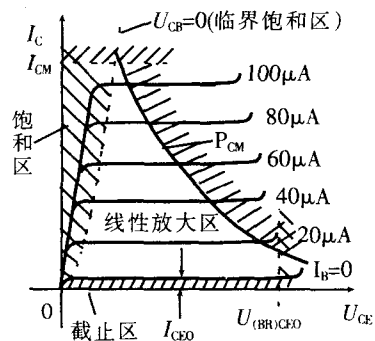


图 15.9

## 15.2 练习与思考题解答

15.1.1 电子导电和空穴导电有什么区别?空穴电流是不是自由电子递补空穴所形成的?

解 电子导电是自由电子在外电场作用下定向运动,携带负电荷导电,运动方向与电流方向相反;空穴导电则是由被原子核束缚的价电子在共价键之间

递补空穴,在外电场作用下形成空穴的定向运动,携带正电荷导电,运动方向与电流方向相同。自由电子导电和金属导电机理相同,而空穴导电则是半导体所特有的。可见空穴电流不是自由电子递补空穴所形成的,空穴参与导电,但其数量不会减少,而若自由电子递补空穴,则称为复合,所以,电子电流是自由电子形成的,空穴电流则是价电子递补空穴形成的。

**15.1.2 杂质半导体中的多数载流子和少数载流子是怎样产生的?为什么杂质半导体中少数载流子的浓度比本征载流子的浓度小?**

**解** 当纯净半导体中掺入杂质时,由于杂质元素的化学价不是比半导体元素高一些,便是比其低一价,在以共价键形成晶体时,杂质原子的价电子便多余一个被挤入能级更高的外层,很容易挣脱原子核的束缚而成为自由电子。或因为杂质原子少一个价电子,而在共价键上形成“空位”,该“空位”很容易被相邻半导体原子的价电子所填充,于是相邻原子上便形成一个空穴。随着掺杂浓度的增加,这种自由电子或空穴的数量便远远多于本征激发所产生的自由电子或空穴数量,形成为多数载流子。而这些原始的自由电子或空穴又和本征激发产生的空穴或自由电子产生复合,于是使本征激发形成的空穴或自由电子数量更少,于是形成了少数载流子。正是由于复合作用,杂质半导体中少数浓度要比本征载流子浓度低得多。

**15.1.3 N型半导体中的自由电子多于空穴,而P型半导体中的空穴多于自由电子,是否N型半导体带负电,而P型半导体带正电?**

**解** 由上题中多子形成过程看,N型半导体中五价杂质原子的一个价电子被挤入更外层而挣脱原子核束缚成为自由电子时,该杂质原子便失去一个电子而成为带正电的离子。相反在P型半导体三价的杂质原子共价键上空位被填补,在相邻半导体原子上形成一个带正电的空穴,但该杂质原子则多了一个价电子而成为带负电的离子。综上所述,不论是N型还是P型半导体,尽管它们的多数载流子浓度都远远高于少数载流子,但总体上电荷量都是平衡的,所以不会带电。即两种半导体都是中性的。

**15.2.1 为什么空间电荷区靠N区的一侧带正电,而靠P区的一侧带负电?**

**解** PN结的形成是一种动态平衡的结果,即在P型半导体和N型半导体交界面上,扩散和漂移运动达到动态平衡时,在交界面上形成一个稳定的区域,该稳定区域就是PN结。该区域的特点是:(1)厚度基本稳定;(2)载流子很少,基本由不能移动的带电粒子组成,故称为耗尽层或空间电荷区;(3)对进一步的漂移和扩散运动有影响,因此又称为阻挡层。

而靠N区一侧空间电荷区形成的原因,是该区域中带负电荷的多数载流子——电子被复合掉了(耗尽了),剩下的只是带正电的固定粒子,所以总体上靠

N 区一侧带正电。反之,靠 P 区一侧空间电荷区形成的原因,是该区域中带正电荷的多数载流子——空穴被复合掉,而剩下的就是带负电的固定粒子,所以总体上靠 P 区的一侧带负电。

**15.2.2 空间电荷区**既然是由带电的正负离子形成的,为什么它的电阻率很高?

**解** 因为空间电荷区的带电离子是由自由电子与空穴复合而成,而这种离子固定在晶体结构上不能移动,即不能参与导电。在动态平衡条件下,空间电荷区内导电的载流子(自由电子和空穴)几乎为 0,因此呈现出很高的电阻率。

**15.3.1 二极管的伏安特性**上有一个死区电压。什么是死区电压?为什么会死区电压?硅管和锗管的死区电压的典型值约为多少?

**解** 当二极管上所加正向电压很低时,正向电流很小,几乎可以忽略,当正向超过某值  $U_s$  时,正向电流才迅速增大。这个  $U_s$  值就称为死区电压。这是由于 PN 结形成后,空间电荷区的内电场阻止多数载流子扩散,当外加正向电压很低时,不足以克服内电场的阻碍作用,所以正向扩散电流很小,形成了死区电压  $U_s$ 。硅管和锗管的死电压区分别为 0.5V 和 0.1V。

**15.3.2 为什么二极管的反向饱和和电流与外加反向电压基本无关,而当环境温度升高时,又明显增大?**

**解** 二极管中的反向饱和电流,是二极管中的少数载流子在外加反向电压作用下形成的。所以,在一定的电压(电压小于击穿电压)范围内,电压的变化对少数载流子的数量没有影响,因此,对电流的大小也基本没有影响。

而少数载流子是由本征激发产生的,因此,它会受到温度较大的影响,当温度升高时,会激发出更多的少数载流子。所以,二极管中由少数载流子形成的反向饱和电流,会随温度的升高而有明显的增加。

**15.3.3 用万用电表测量二极管的正向电阻时,用  $R \times 100\Omega$  挡测出的电阻值小,而用  $R \times 1k\Omega$  挡测出的大,这是为什么?**

**解** 二极管的正向特性是非线性,也就是说,加在二极管上的正向电压,与通过二极管的正向电流不是线性变化关系。因此,当加在二极管上的电压增加时,二极管中的电流并不会成比例增加。所以,用万用表不同的挡测出的电阻不同。

**15.3.4 怎样用万用电表判断二极管的正极和负极以及管子的好坏?**

**解** 万用表表头正极(红色)是内部电池的负极,而表头的负极(黑色)是电池的正极。若测得二极管为较小正向电阻,则黑笔所触及的是二极管正极,红笔所触及的是二极管负极。若测得正向电阻较小,该二极管是好的。若测得正、反向电阻均接近于 0,则二极管已击穿损坏。若正、反向电阻均为  $\infty$ ,则二极管内部断路。



**15.3.5** 把一个 1.5V 的干电池直接接到(正向接法)二极管的两端,会不会发生什么问题?

**解** 由于二极管的正向压降对硅管仅 0.6 ~ 0.8V(最高不超过 1V),而锗管仅 0.2 ~ 0.3V,因此将 1.5V 干电池直接正向接到二极管两端,将使二极管被烧坏。因此用万用表测量二极管时切忌用  $R \times 1$  和  $R \times 10$  挡。

**15.3.6** 在某电路中,要求通过二极管的正向平均电流为 80mA,加在上面的最高反向电压为 110V,试从原教材附录 B 中选用一合适的二极管。

**解** 可选 2CP13(2CP4、2CP15)型二极管,其正向平均电流为 100mA > 80mA,反向工作峰值电压为 150V > 110V。

**15.4.1** 为什么稳压管的动态电阻愈小,则稳压愈好?

**解** 稳压管的稳压原理是其电压有偏差后,对电压偏差进行调整的过程。

图 15.10 所示的是最基本的稳压管稳压电路。它的稳压过程是

$$U_i \uparrow \rightarrow U_z \rightarrow I_z \rightarrow \uparrow \Rightarrow U_r \uparrow \rightarrow (U_i - U_r) \downarrow$$

由此可见,稳压是利用一个较小的  $\Delta U_z$  会产生一个较大的  $\Delta I_z$  而调整的过程。而且,在相同的  $\Delta U_z$  时,产生的  $\Delta I_z$  越大,调整效果也就越好,即稳压效果也越好。根据稳压管的动态电阻的定义:  $r_z = \frac{\Delta U_z}{\Delta I_z}$  可以看到,  $r_z$  小,就是在  $\Delta U_z$  一定时,有较大的  $\Delta I_z$ ,所以稳压效果好。

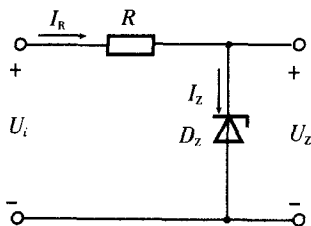


图 15.10

**15.4.2** 利用稳压管或普通二极管的正向压降,是否也可以稳压?

**解** 稳压管和普通二极管的正向特性很陡,但管压降很低,硅管仅 0.6 ~ 0.7V,因此只有在需要稳压值很低的情况下可作稳压用。

**15.5.1** 晶体管的发射极和集电极是否可以调换使用,为什么?

**解** 不可以,要使晶体三极管有较好的放大能力,在制造过程中,必须使发射区、基区和集电区满足一定的要求,即:(1)发射区多数载流子浓度很高;(2)基区的多数载流子浓度很低,且基区很薄。而集电区没有这些要求,若调换使用将不能获得有效的电流放大作用( $\beta < 1$ ),而且三极管容易被击穿。所以,使用时发射极和集电极不能互换。