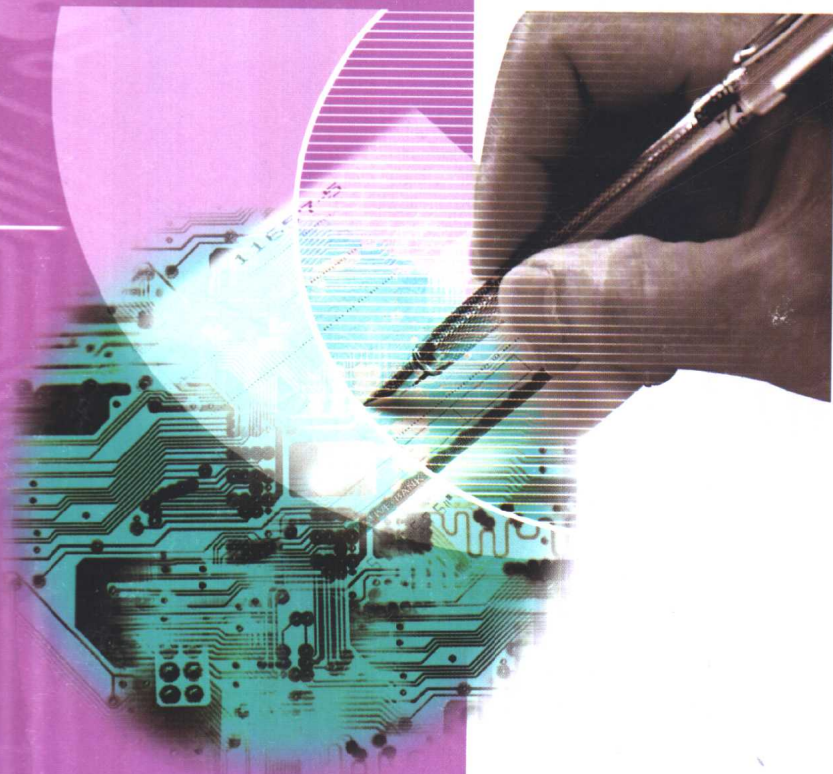


高职高专教学用书

电子技术习题集

DIANZI JISHU XITIJI

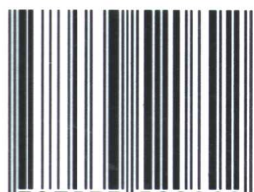
● 程 周 主编



福建科学技术出版社

责任编辑 何莉
封面设计 吴丹波
责任校对 林锦春

ISBN 7-5335-2089-0



9 787533 520892 >

ISBN 7-5335-2089-0/TN·271

定价: 16.00 元

电子技术习题集

高职高专教学用书

主 编:程 周

编写人员:祝惠芳 刘保荣 李治国

李昌根 蔡红斌 孙忠献

邓木生 徐良雄 徐志强

杨林国

福建科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子技术习题集/程周编著. —福州:福建科学技术出版社,2003.1

高职高专教学用书

ISBN 7-5335-2089-0

I. 电... II. 程... III. 电子技术—高等学校: 技术学校—解题 IV. TN-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 066897 号

- | | |
|------|----------------------------------|
| 书 名 | 电子技术习题集
高职高专教学用书 |
| 主 编 | 程周 |
| 出版发行 | 福建科学技术出版社(福州市东水路 76 号,邮编 350001) |
| 经 销 | 各地新华书店 |
| 排 版 | 福州大学校办工厂产品经营部 |
| 印 刷 | 三明地质印刷厂 |
| 开 本 | 850 毫米×1168 毫米 1/32 |
| 印 张 | 9.625 |
| 字 数 | 225 千字 |
| 版 次 | 2003 年 1 月第 1 版 |
| 印 次 | 2003 年 1 月第 1 次印刷 |
| 印 数 | 1-3000 |
| 书 号 | ISBN 7-5335-2089-0/TN·271 |
| 定 价 | 16.00 元 |

书中如有印装质量问题,可直接向本社调换

前 言

本书作为高等职业教育配套用书,针对目前学生在学习电子技术(电工技术)课程时,缺少训练用习题,无法进一步巩固课堂教学效果而编写的。全书共二册,分别是《电子技术习题集》和《电工技术习题集》,以供不同需要选用。

本书编写者均为有着多年教学经验的高级讲师和副教授,在长期教学生涯中,他们积累了大量的教学经验,特别是对习题的深浅难易程度的把握上,在课外习题的练习对课堂教学的巩固和提高上,对每道习题与教材知识点的对应程度上,都有独到的见解和深刻的理解。所提供给读者的习题都是经过认真思考,以严谨的科学态度编写的。我们相信,只要读者认真阅读本书的学习指导和解答习题,一定会收益匪浅。

本书习题涉及半导体元件、基本放大电路、运算放大器、正弦波振荡器、数字电路基础、脉冲的产生与整形、稳压电源、电子电路在工业控制中的应用和交流调压与逆变等内容。

每章均安排一定篇幅的学习指导,将该章内容的重点和难点列出,并将知识要点作精练地描述。除了大量习题外,参考习题解答安排在本书的最后,以便读者学习。

本书由程周主编。参加编写的有杨林国、刘保荣、祝惠芳、徐良雄、徐志强、蔡红斌。具体分工为:程周编写第1、2章及全书各章的学习指导和知识要点;杨林国编写第3章;刘保荣编写第4、8章和第9章部分习题;祝惠芳编写第6章和第5章部分习题;徐良雄编写第5章部分习题;徐志强编写第7章;蔡红斌编写第9章部

分习题。全书由程周统稿。

本书特聘请武汉理工大学张友汉主审。参加审稿的有姜敏夫、赵承荻、李乃夫、张以正、姚建永、佟浚澄,在此深表感谢。

编者

2002.5

目 录

第 1 章 常用半导体元件	1
1.1 学习指导	1
1.2 判断题	7
1.3 选择题	11
1.4 填空题	16
1.5 计算题	20
1.6 作图题	24
1.7 简答题	26
第 2 章 基本放大电路	28
2.1 学习指导	28
2.2 判断题	36
2.3 选择题	44
2.4 填空题	51
2.5 计算题	57
2.6 作图题	69
第 3 章 运算放大器及其应用	72
3.1 学习指导	72
3.2 判断题	76
3.3 选择题	87

3.4	填空题	105
3.5	计算题	116
3.6	作图题	129
第4章	正弦波振荡电路	134
4.1	学习指导	134
4.2	判断题	136
4.3	选择题	139
4.4	填空题	140
第5章	数字电路基础	143
5.1	学习指导	143
5.2	判断题	152
5.3	选择题	162
5.4	填空题	178
5.5	计算题	188
5.6	作图题	192
第6章	脉冲产生与整形	197
6.1	学习指导	197
6.2	判断题	200
6.3	选择题	201
6.4	填空题	204
6.5	计算题	206
6.6	作图题	208

第 7 章 稳压电源	210
7.1 学习指导	210
7.2 判断题	216
7.3 选择题	218
7.4 填空题	220
第 8 章 电子电路在工业控制中的应用	223
8.1 学习指导	223
8.2 判断题	225
8.3 选择题	227
8.4 填空题	231
8.5 计算题	233
8.6 作图题	235
第 9 章 交流调压与逆变	238
9.1 学习指导	238
9.2 判断题	238
9.3 选择题	240
9.4 填空题	242
9.5 作图题	244
习题解答	246
第 1 章 习题解答	246
第 2 章 习题解答	251
第 3 章 习题解答	261
第 4 章 习题解答	278

第 5 章	习题解答	278
第 6 章	习题解答	286
第 7 章	习题解答	289
第 8 章	习题解答	290
第 9 章	习题解答	294

第1章 常用半导体元件

作为学习电子技术的基础,对电子元件的学习重点应放在其外部特性上,即对其内部工作机理可以不作深入了解,要学会将元件组合成电路,也就是说,主要着眼于“管为路用”。

1.1 学习指导

1.1.1 重点与难点

1. 重点

- (1)PN 结的单向导电性。
- (2)二极管的电流、电压关系。
- (3)晶体管的电流放大作用。
- (4)晶体管的三种工作状态。
- (5)绝缘栅型场效应管的结构、特性。

2. 难点

- (1)二极管的电流、电压关系。
- (2)晶体管的电流放大作用。
- (3)晶体管的三种工作状态。

1.1.2 知识要点

1. 半导体

半导体是导电能力介于导体和绝缘体之间的一种物体。但半导体之所以得到广泛应用,是因为它的导电能力会随温度、光照及所掺杂质的不同而显著变化。特别是掺杂可以改变半导体的导电能力和导电类型,这是今天能用半导体材料制造各种器件及集成

电路的基本依据。半导体的这些特点是由它的内部导电机理所决定的。

2. 本征半导体的导电机理

在本征激发下,空穴和自由电子成对出现,因此本征半导体导电机理的基本特点可以描述为自由电子浓度等于空穴浓度,并且它们的数量都不多,所以本征半导体的导电率低。

3. 杂质半导体

杂质半导体的特点是比本征半导体的导电率高。

N 型半导体:

Si 或 Ge 中加入五价元素 $\left\{ \begin{array}{l} \text{多子——电子(主要由掺杂形成)} \\ \text{少子——空穴(本征激发形成)} \end{array} \right.$

P 型半导体:

Si 或 Ge 中加入三价元素 $\left\{ \begin{array}{l} \text{多子——空穴(主要由掺杂形成)} \\ \text{少子——电子(本征激发形成)} \end{array} \right.$

杂质半导体呈现电中性——任一空间内的正负电荷数目相等。

N 型半导体:自由电子数 = 空穴数 + 正离子数

P 型半导体:空穴数 = 自由电子数 + 负离子数

4. 半导体中的电流

扩散电流:半导体中由于载流子浓度不均匀产生扩散运动而形成的电流。

漂移电流:在电场的作用下,半导体中的自由电子逆着电场方向作定向漂移运动,而空穴顺着电场方向作定向漂移运动而形成的电流。

5. 半导体的导电性能与温度的关系

本征激发所产生的载流子浓度 n_i 和 p_i 随温度的升高基本上按指数规律增大,因此温度是影响半导体管工作的一个重要因素。

6. PN 结的形成过程

P 区和 N 区载流子的浓度差→引起多子向对方扩散→形成空间电荷区→阻止扩散、产生漂移→达到扩散和漂移的动态平衡→形成空间电荷区即平衡 PN 结(阻挡层)。

7. PN 结的单向导电性

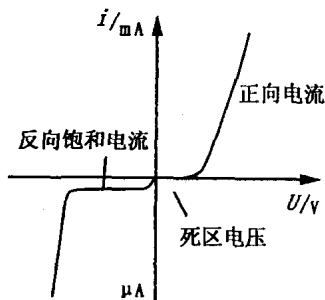
外加正向电压→阻挡层变薄、内电场减弱→扩散力大于电场力→扩散电流大于漂移电流→扩散电流形成的正向电流大,外加电压对正向电压有很强的控制作用。

外加反向电压→阻挡层变厚、内电场增强→电场力大于扩散力→漂移电流大于扩散电流→漂移电流形成的反向电流小,而且反向电流基本上不随外加电压而变化,但随温度的不同变化很大。

8. 二极管

(1)二极管的结构。将一个 PN 结封装起来,并在 P 型和 N 型半导体一侧各引出一根电极,就构成一个二极管。

(2)二极管的电流、电压关系。二极管的电流、电压关系直观地表现了其单向导电性能,如图 1-1 所示。

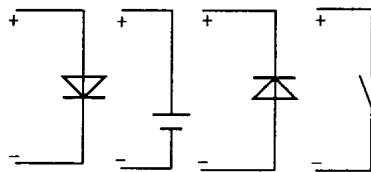


1-1 二极管的电流、电压关系

由图 1-1 可见,二极管的伏安特性曲线是非线性的,正、反向导电性能有很大差别,而且在不同电压下,二极管的等效电阻是不

同的,即二极管是非线性元件。在正向特性起始部分,正向电流几乎为零,当正向电压大于死区电压以后,电流增大很快。反向特性的反向(饱和)电流很小,但由于它是热激发形成的,所以随温度升高而迅速增大,可能造成工作的不稳定,因而对 PN 结温度要有一定限制。另外反向电压过大会产生反向击穿。

二极管的“导通”与“截止”,可以用理想开关的“闭合”与“断开”来模拟,二极管正向导通时,相当于开关闭合;二极管反向截止时,相当于开关断开。但是二极管又不能简单地用开关模拟,一是因为二极管的“开关”特性具有方向性,即是单向导通的,这是理想开关不具有的;二是正向导通的二极管两端存在一个压降,对硅管而言约 $0.6 \sim 0.7\text{V}$,当然在分析和计算问题时,在误差范围内一般将其忽略不计;三是反向截止的二极管有反向漏电流存在,该电流因数值较小(μA 数量级),常忽略不计。为此,开关模拟二极管可用图 1-2 电路示意。



(a)正向导通

(b)反向截止

图 1-2 开关模拟二极管工作示意图

(3)二极管的参数。半导体器件手册和制造厂家的产品目录中,对各种型号的管子,通常用表格列出参数,以反映管子各方面的电性能,作为合理选择和正确使用的依据。二极管的参数主要针对单向导电性提出来的,使用较多的是最大整流电流和最高反向工作电压。

9. 晶体管

(1) 晶体管的结构。从结构上看,两个相互联系的 PN 结(发射结和集电结)组成晶体管。这里要强调的是虽然二极管和晶体管同为 PN 结组成,但晶体管的制造工艺有特殊的要求,即发射区的掺杂浓度较大;基区很薄;集电结比发射结面积大且掺杂浓度低。这是导致晶体管具备放大能力的必要的内部条件,也是晶体管的特性不同于 PN 结的原因所在。

由于晶体管是由两个 PN 结构成的,所以就存在 NPN 型管和 PNP 型管。就其本质而言,是形成电流的载流子性质不同,所以外加电压极性和电流方向都相反。

(2) 晶体管的放大作用。晶体管要具有放大作用,就必须满足其外部条件,即发射结正向偏置,集电结反向偏置。这一条是组成放大电路的基本原则。

放大状态时电流分配的基本关系式

$$I_E = I_C + I_B = (1 + \beta) I_B$$

放大原理:利用电子(指 NPN 型管,PNP 管是空穴)在基区的扩散(形成集电极电流)大大超过复合(形成基极电流),产生放大作用。在线性区 I_C 和 I_B 两者的比例基本一定,所以通过改变 I_B 的大小达到控制 I_C 的目的。

(3) 晶体管的主要参数。对于晶体管的参数,只要求了解其物理意义即可。例如, β ——反映电流放大能力; I_{CM} ——对晶体管集电极电流的限制; $U_{(BR)CBO}$ ——晶体管集电极和发射极之间能够承受最大电压的限制等。

10. 晶体管的三种工作状态

晶体管根据外部偏置电压设置的不同等条件,可以工作在放大、饱和和截止三种工作状态。

(1) 放大状态

条件: $I_B > \frac{1}{\beta} \cdot \frac{U_{CC}}{R_C}$ 。发射结正向偏置, 集电结反向偏置。

静态电流、电压关系:

$$\begin{aligned}I_C &= \beta I_B \\I_E &= I_C + I_B = (1 + \beta) I_B \\U_{CE} &= U_{CC} - R_C I_C\end{aligned}$$

特点: 集电极电流受基极电流控制, 电位值分布 (以 NPN 管, 发射极接地为例)

$$V_C > V_B > V_E$$

(2) 饱和状态

条件: 发射结正向偏置, 集电极正向偏置。

静态电流、电压关系:

$$\begin{aligned}U_{CE} &\approx 0.3V \\I_C &= \frac{U_{CC} - U_{CE}}{R_C} \approx \frac{U_{CC}}{R_C}\end{aligned}$$

特点: 集电极电流不随基极电流的增加而增加。

电位值分布:

$$V_B > V_C > V_E$$

(3) 截止状态

条件: 发射结零偏或反偏, 集电结反偏。

静态电流、电压关系:

$$\begin{aligned}I_C &= 0, I_B = 0 \\U_{CE} &= U_{CC}\end{aligned}$$

特点: 基极电流和集电极电流为零。

电位值分布:

$$V_C > V_E \geq V_B$$

11. 场效应晶体管

场效应晶体管特别是绝缘栅型场效应管的栅极与其他电极之

间有一层很薄的二氧化硅绝缘层,所以它的输入电阻非常高,约为 $10^7 \sim 10^{15} \Omega$,其输入端几乎不取用电流。加之其他一些优点,场效应管已得到广泛应用。

晶体管与场效应管的比较见表 1-1。

表 1-1 晶体管与场效应管的比较

比较内容	晶体管及放大电路	场效应管及放大电路
导电机理	多子和少子导电	多子导电
导电方式	载流子浓度扩散和电场漂移	电场漂移
控制方式	电流控制器件	电压控制器件
输入电阻	低	高
器件类型	NPN 型和 PNP 型	N 沟通和 P 沟通
放大系数	高	低
温度稳定性	差	好
制造工艺	复杂	简单,便于集成
使用场合	放大或电子开关	放大或电子开关,受控于可变电阻
使用事项	不存在静电问题	存在静电问题

1.2 判断题

1. 晶体管由两个 PN 结组成,所以能用两个二极管反向连接起来充当晶体管使用。()

2. 因为晶体管发射区的杂质浓度比基区的杂质浓度小得多,所以能用两个二极管反向连接起来代替晶体管。()

3. 晶体管相当于两个反向连接的二极管,所以基极断开后还可以作为二极管使用。()

4. 二极管加反向电压时,反向电流很小,所以晶体管的集电结加反向电压时,集电极电流必然很小。()

5. N 型半导体的多数载流子是电子,因此 N 型半导体带负电。()