



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电子线路

高卫斌 主编
张亚静 徐荣 孙寿森 等编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
URL: <http://www.phei.com.cn>

中等职业教育国家规划教材

电子线路

高卫斌 主编

张亚静 徐 荣 孙寿森 等编著

赖荣宗 责任编辑

沈振宇 高国升 审稿

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书根据教育部 2000 年颁布的《中等职业学校电子线路教学大纲》,结合作者丰富的教学经验编写。主要内容包括:半导体器件的基本知识、类型及应用;放大电路的基本知识;放大电路中的负反馈;直接耦合放大电路和集成运算放大器及应用;功率放大器;直流稳压电源;正弦波振荡器;高频小信号调谐放大器;高频功率放大器;调幅与检波;混频与倍频;调频与鉴频;脉冲的基础知识和反相器;数制与逻辑代数;各种逻辑电路等。

本书抓基本概念,抓知识的内在联系,抓理论联系实际,抓课后练习,突出体现了中等职业教育的基本特点与需求。

本书适宜中等职业教育信息技术类专业三年制学生使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子线路/高卫斌主编. — 北京:电子工业出版社, 2001.6

中等职业教育国家规划教材

ISBN 7-5053-6250-X

I. 电… II. 高… 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(2001)第 031949 号

责任编辑:张荣琴

印 刷 者:北京四季青印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:20 字数:512 千字

印 次:2004 年 9 月第 7 次印刷

印 数:5000 册 定价:23.00 元(含光盘 1 张)

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

中等职业教育国家规划教材出版说明

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规划,根据《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1 号)的精神,教育部组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从 2001 年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲编写而成的,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为教材选用提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001 年 5 月

前 言

本书是编者根据 2000 年教育部颁布的中等职业学校信息技术类专业《电子线路》教学大纲编写的,可作为中等职业学校信息技术类及相关专业的教材。

全书主要包括模拟电子技术和数字电子技术两部分。模拟电子技术又分低频部分和高频部分。全书紧扣大纲的要求,在保证基本原理,基本知识,基本技能的前提下,精选内容,力求做到详略得当,难易适中,主次分明,篇幅适宜。基本原理的阐述力求做到科学性、先进性与通俗性的有机结合;基本知识的介绍注意与实际应用相结合,做到保证基础,推陈出新;基本技能的训练注重了学生的能力培养。电子技术是一门飞速发展的技术,本书在处理电子技术发展的现状与传统电子技术的关系时,刻意取材的连贯、实用和新颖,力求反映现代电子技术发展现状和符合中等职业教育的特点。电子技术是一门理论和实验相结合的学科,为此在书后安排了大纲规定的基础实验,供学生实验用。为了使能够及时巩固所学的知识,每章后都安排了习题,供学生复习参考。

新教学大纲规定本课程为 170 学时。本书从基础、拓展和选用三方面教学内容的不同要求,满足不同层次及不同专业读者的教学要求,有利于因材施教。书中打星号(*)的为拓展和选用内容,具体讲授时可根据需要而定。

参加本书编写的有:高卫斌(第 1、2、5、6、14、15、16、17、18、实验部分)、张亚静(第 9、10、11、12、13 章)、徐荣(第 3、4 章)、徐冬寅(第 19、20 章)、孙寿森(第 7、8 章)。本书由高卫斌任主编,并统编全稿,由南京无线电工业学校郑应光老师主审。在本书内容的选取及编写大纲和书稿修改过程中郑应光老师给与了很大的指导和帮助。本书在编写过程中还得到了南京理工大学高等职业技术学院领导和南京市职教教研室领导的大力支持和帮助。同时,通过教育部特邀赖荣宗、沈振宇、高国升等对全书进行审定。编者在此对以上同志表示衷心感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中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
2001 年 5 月

目 录

绪论	(1)
第1章 半导体器件	(3)
* 1.1 半导体的基本知识	(3)
1.1.1 本征半导体	(3)
1.1.2 杂质半导体	(4)
1.1.3 PN结	(5)
1.2 半导体二极管	(6)
1.2.1 二极管的结构和符号	(6)
1.2.2 二极管的伏安特性	(6)
1.2.3 二极管的主要参数	(8)
1.3 特殊二极管	(9)
1.3.1 稳压二极管	(9)
1.3.2 变容二极管	(10)
1.3.3 光电二极管	(10)
1.3.4 发光二极管	(11)
1.4 半导体三极管	(11)
1.4.1 三极管的结构与分类	(12)
1.4.2 三极管的电流分配关系与放大作用	(12)
1.4.3 三极管在电路中的基本连接方式	(14)
1.4.4 三极管的伏安特性	(14)
1.4.5 三极管的主要参数	(16)
1.5 场效应管	(19)
1.5.1 结型场效应管	(19)
1.5.2 绝缘栅型场效应管	(20)
1.5.3 场效应管的主要参数和使用注意事项	(22)
本章小结	(23)
习题1	(24)
第2章 放大电路的基本知识	(27)
2.1 放大电路的基本概念	(27)
2.1.1 放大电路概述	(27)
2.1.2 放大电路的主要性能指标	(27)
2.2 共发射极基本放大电路	(28)
2.2.1 基本放大电路的组成	(29)
2.2.2 放大电路的静态分析	(29)
2.2.3 放大电路的动态分析	(31)
2.3 放大器工作点的稳定	(35)

2.3.1 温度对工作点的影响	(35)
2.3.2 分压式稳定工作点偏置电路	(35)
2.4 共集电极放大电路与共基极放大电路	(36)
2.4.1 共集电极电路	(36)
2.4.2 共基极电路	(38)
2.4.3 放大电路三种基本组态的比较	(39)
2.5 阻容耦合放大电路的频率特性	(39)
2.5.1 频率特性的基本概念	(39)
2.5.2 阻容耦合放大电路的频率特性	(40)
2.5.3 组合宽带放大电路	(40)
* 2.6 场效应管放大电路	(41)
2.6.1 场效应管的直流偏置及静态分析	(41)
2.6.2 场效应管放大电路的动态分析	(42)
本章小结	(43)
习题 2	(44)
第 3 章 放大电路中的负反馈	(48)
3.1 反馈的基本概念	(48)
3.1.1 什么叫反馈放大电路	(48)
3.1.2 反馈形式及判别	(48)
3.2 负反馈放大倍数及反馈深度	(51)
3.3 负反馈对放大电路性能的影响	(52)
3.3.1 提高放大倍数(增益)的稳定性	(52)
3.3.2 减小非线性失真	(52)
3.3.3 扩展通频带	(53)
3.3.4 改变输入电阻和输出电阻	(53)
3.3.5 引入负反馈的一般原则	(53)
3.4 负反馈放大电路的自激振荡及消除	(53)
3.4.1 自激的概念	(53)
3.4.2 自激产生的原因和防止	(54)
本章小结	(54)
习题 3	(55)
第 4 章 直接耦合放大电路和集成运算放大器	(57)
4.1 直接耦合放大电路	(57)
4.1.1 直接耦合放大电路的两个特殊问题	(57)
4.1.2 合理安排各级工作点的常用方法	(58)
4.1.3 零漂的抑制	(58)
4.2 差动放大电路	(59)
4.2.1 基本差动放大电路	(59)
4.2.2 双电源供电的差动放大电路	(61)
4.2.3 具有恒流源的差动放大电路	(62)
4.2.4 差动放大电路的四种接法	(62)
4.3 集成运算放大器	(63)

4.3.1 集成电路的类型、特点及发展概况	(63)
4.2.2 典型集成运放介绍(F007)	(65)
本章小结	(67)
习题4	(67)
第5章 集成运算放大器的应用	(69)
5.1 集成运放的理想化及基本电路	(69)
5.1.1 集成运放的理想特性	(69)
5.1.2 集成运放的两种基本电路	(69)
5.2 运算电路	(71)
5.2.1 比例运算电路	(71)
5.2.2 加法运算电路	(72)
5.2.3 减法运算电路	(72)
* 5.2.4 积分和微分运算电路	(73)
5.3 电压比较器	(74)
5.3.1 简单的电压比较器	(74)
* 5.3.2 迟滞比较器	(75)
5.4 集成运放的应用常识	(76)
5.4.1 运算放大器的选择	(76)
5.4.2 运算放大器使用注意事项	(77)
本章小结	(79)
习题5	(79)
第6章 低频功率放大器	(82)
6.1 概述	(82)
6.1.1 功率放大电路的特点	(82)
6.1.2 功率放大器的分类	(83)
6.2 互补对称功率放大器	(84)
6.2.1 甲乙类双电源互补对称功率放大器(OCL)电路	(84)
6.2.2 甲乙类互补对称功率放大器	(85)
6.2.3 甲乙类单电源互补对称功率放大器	(85)
6.3 集成功率放大器	(86)
6.3.1 4100 系列集成电路应用线路	(86)
6.3.2 TDA2030 集成功率放大器的应用线路	(87)
本章小结	(88)
习题6	(88)
第7章 直流稳压电源	(90)
7.1 整流电路	(90)
7.1.1 单向半波整流电路	(90)
7.1.2 单相桥式整流电路	(91)
7.2 滤波电路	(93)
7.2.1 电容滤波器	(93)
7.2.2 电感滤波电路	(94)
7.3 直流稳压电源	(94)

7.3.1 稳压管稳压电路	(94)
7.3.2 串联型稳压电路	(95)
7.3.3 三端集成稳压电源	(96)
7.3.4 开关稳压电源	(97)
本章小结	(98)
习题7	(99)
第8章 正弦波振荡器	(101)
8.1 正弦波振荡电路的基本概念	(101)
8.1.1 产生正弦波振荡的条件	(101)
8.1.2 正弦波振荡电路的组成	(102)
8.1.3 正弦波振荡电路的分析	(102)
8.2 LC 正弦波振荡电路	(103)
8.2.1 LC 选频放大电路	(103)
8.2.2 电感三点式振荡电路	(104)
8.2.3 电容三点式振荡电路	(105)
8.2.4 用集成运算放大器组成的 LC 振荡器	(106)
8.3 石英晶体振荡器	(106)
8.3.1 正弦波振荡电路的频率稳定问题	(106)
8.3.2 石英晶体的基本特性与等效电路	(107)
8.3.3 石英晶体振荡电路	(108)
* 8.4 RC 桥式振荡电路	(109)
本章小结	(110)
习题8	(110)
* 第9章 高频小信号调谐放大器	(113)
9.1 无线电信号传输的基本原理	(113)
9.1.1 电信号的初步知识	(113)
9.1.2 电磁波	(113)
9.1.3 调制	(114)
9.1.4 广播电视发送系统	(114)
9.1.5 接收无线电广播的主要过程	(115)
9.2 小信号调谐放大器	(116)
9.2.1 单调谐放大器	(116)
9.2.2 双调谐放大器	(117)
9.3 集成中频放大器	(118)
9.3.1 集成中频放大器的组成	(118)
9.3.2 集成宽带放大器	(118)
9.3.3 陶瓷滤波器	(119)
9.3.4 声表面波滤波器	(120)
9.3.5 集成中频放大器电路实例	(121)
本章小结	(121)
习题9	(121)
* 第10章 高频功率放大器	(123)

10.1 概述	(123)
10.1.1 高频功率放大器的分类	(123)
10.1.2 谐振功率放大器的特点	(123)
10.2 谐振功率放大器的工作原理	(124)
10.2.1 丙类谐振功率放大器的工作原理	(124)
10.2.2 丙类谐振功率放大器的性能分析	(126)
10.3 谐振功率放大器电路	(127)
10.3.1 直流馈电电路	(127)
10.3.2 匹配网络	(129)
10.3.3 谐振功放的实际电路	(130)
本章小结	(131)
习题 10	(131)
* 第 11 章 调幅与检波	(132)
11.1 调幅波的基本性质	(132)
11.1.1 调幅波的波形	(132)
11.1.2 调幅波的频谱与带宽	(133)
11.1.3 调幅波的功率关系	(133)
11.2 调幅电路	(134)
11.2.1 调幅波产生原理	(134)
11.2.2 二极管平衡调幅电路	(134)
11.2.3 二极管环形调幅电路	(135)
11.3 检波器	(136)
11.3.1 概述	(136)
11.3.2 同步检波器	(137)
11.3.3 大信号包络检波器	(138)
本章小结	(140)
习题 11	(140)
* 第 12 章 混频与倍频	(142)
12.1 变频器概述	(142)
12.1.1 变频器的作用	(142)
12.1.2 变频器的工作原理	(142)
12.2 混频电路	(143)
12.2.1 实现混频的基本方法	(143)
12.2.2 混频电路介绍	(143)
12.2.3 倍频器	(145)
12.2.4 干扰与失真	(145)
12.3 自动增益控制(AGC)	(147)
12.3.1 AGC 电路的作用	(147)
12.3.2 实现 AGC 的方法	(148)
12.3.3 AGC 电压的产生	(149)
本章小结	(150)
习题 12	(150)

* 第 13 章 调频与鉴频	(151)
13.1 调频波的基本性质	(151)
13.1.1 调频波的数学表达式、频偏、波形和频谱	(151)
13.1.2 调频制与调幅制的比较	(152)
13.2 变容管调频电路	(153)
13.2.1 直接调频与间接调频	(153)
13.2.2 变容二极管直接调频电路	(153)
13.3 调频波的解调——鉴频	(154)
13.3.1 鉴频的方法	(154)
13.3.2 对鉴频的主要性能要求	(155)
13.3.3 集成鉴频电路	(155)
13.4 自动频率控制(AFC)	(156)
13.4.1 AFC 的工作原理	(156)
13.4.2 AFC 的应用	(157)
13.5 锁相环路	(158)
13.5.1 锁相环路的基本工作原理	(158)
13.5.2 集成锁相环路的应用	(159)
本章小结	(160)
习题 13	(161)
第 14 章 脉冲的基础知识和反相器	(162)
14.1 脉冲基本知识	(162)
14.1.1 脉冲的概念及其波形	(162)
14.1.2 矩形脉冲波	(162)
14.1.3 RC 微分电路积分电路	(163)
14.1.4 脉冲分压器	(166)
14.2 晶体管开关特性	(167)
14.2.1 晶体二极管的开关特性及其应用	(167)
14.2.2 晶体三极管的开关特性及其应用	(168)
* 14.2.3 晶体管反相管	(169)
本章小结	(170)
习题 14	(170)
第 15 章 数制与逻辑代数	(172)
15.1 数制与码制	(172)
15.1.1 数制	(172)
15.1.2 码制	(173)
15.2 逻辑代数的基本运算及其规则	(174)
15.2.1 逻辑代数的基本运算	(174)
15.2.2 逻辑代数的基本定律及规则	(177)
15.3 逻辑函数及其表示方法	(178)
15.3.1 逻辑函数	(178)
15.3.2 逻辑函数的表示方法	(178)
15.4 逻辑函数的化简	(179)

15.4.1 逻辑函数的公式法化简	(179)
* 15.4.2 卡诺图化简法	(181)
本章小结	(184)
习题 15	(184)
第 16 章 逻辑门电路	(186)
16.1 最简单的门电路	(186)
16.1.1 二极管与门	(186)
16.1.2 二极管或门	(186)
16.1.3 非门	(187)
16.1.4 组合逻辑门	(187)
16.2 集成 TTL 门电路	(188)
16.2.1 集成 TTL 与非门	(188)
16.2.2 其他类型的 TTL 门电路	(190)
16.2.3 TTL 门电路的使用规则	(191)
16.3 CMOS 门电路	(191)
16.3.1 CMOS 门电路	(192)
16.3.2 CMOS 门电路的使用规则	(194)
16.3.3 TTL 与 CMOS 门电路之间的接口技术	(194)
本章小结	(195)
习题 16	(196)
第 17 章 组合逻辑电路	(198)
17.1 组合逻辑电路的基本知识	(198)
17.1.1 组合逻辑电路的特点	(198)
17.1.2 组合逻辑电路的分析	(198)
17.2 常见的组合逻辑电路	(199)
* 17.2.1 二十进制编码器	(199)
17.2.2 译码器	(201)
17.2.3 数据选择器与分配器	(205)
本章小结	(207)
习题 17	(207)
第 18 章 集成触发器	(211)
18.1 RS 触发器	(211)
18.1.1 基本的 RS 触发器	(211)
18.1.2 同步的 RS 触发器	(212)
18.2 几种常见的触发器	(214)
18.2.1 边沿 D 触发器	(214)
18.2.2 边沿 JK 触发器	(215)
18.2.3 T 和 T' 触发器	(216)
本章小结	(217)
习题 18	(217)
第 19 章 时序逻辑电路	(219)
19.1 时序逻辑电路的概述	(219)

19.2 寄存器	(219)
19.2.1 数码寄存器	(220)
* 19.2.2 移位寄存器	(220)
19.3 计数器	(222)
19.3.1 二进制计数器	(222)
19.3.2 十进制计数器	(224)
19.3.3 计数器应用举例	(225)
本章小结	(226)
习题 19	(227)
第 20 章 脉冲波形的产生与变换	(230)
20.1 施密特触发器	(230)
20.1.1 用 CMOS 门电路组成的施密特触发器	(230)
20.1.2 集成施密特触发器	(232)
20.1.3 施密特触发器的应用	(232)
20.2 单稳态触发器	(233)
20.2.1 用门电路组成的单稳态触发器	(233)
20.2.2 集成单稳态触发器	(234)
20.2.3 单稳态触发器的应用	(236)
20.3 多谐振荡器	(237)
20.3.1 用非门组成的环形振荡器	(237)
20.3.2 石英晶体多谐振荡器	(238)
20.3.3 施密特触发器组成的多谐振荡器	(238)
20.4 锯齿波发生器	(239)
20.4.1 锯齿波的主要参数	(239)
20.4.2 简单锯齿波电压发生器	(239)
20.4.3 密勒积分电路	(241)
20.5 555 定时器	(241)
20.5.1 555 电路分析	(242)
20.5.2 555 定时器的应用	(243)
本章小结	(244)
习题 20	(245)
实验部分	(247)
实验一 常用电子仪器的使用(一)	(247)
实验二 常用电子仪器的使用(二)	(249)
实验三 二极管和三极管测试	(251)
实验四 单管低频放大器(一)	(253)
实验五 单管低频放大器(二)	(255)
实验六 射极跟随器	(257)
实验七 差动式放大器	(259)
实验八 负反馈放大器	(262)
实验九 通用集成运放基本参数测试	(264)
实验十 模拟运算电路	(267)

实验十一	单相整流和滤波电路.....	(269)
实验十二	三端集成稳压电源的测试	(271)
实验十三	集成门电路参数测试.....	(273)
实验十四	组合逻辑电路	(275)
实验十五	译码显示电路	(277)
实验十六	数据选择器与分配器.....	(280)
实验十七	触发器及其应用	(282)
实验十八	移位寄存器	(285)
实验十九	计数器.....	(287)
实验二十	计数、译码与显示电路	(289)
实验二十一	CMOS 与 TTL 电路的接口电路	(291)
附录 A	本书常用符号表	(295)
附录 B	国产半导体器件型号命名法	(298)
附录 C	用于电子线路课程教学和实验的仿真软件 EWB	(300)
参考文献		(303)

绪 论

电子技术是研究电子器件、电子电路及其应用的科学技术。现在,由于电子技术的影响面广、渗透力强、发展速度快和富于生命力,使得它的应用日益广泛。在国民经济的各个部门,电子技术不仅广泛地应用于工农业生产,而且渗透到各个领域。无论是通信、广播、电视、计算机、自动化设备、电子医疗器械、新型武器、人造卫星和宇宙飞船,还是人们日常生活中的家用电器和各种电子设备,都离不开电子技术。

电子技术最早应用于通信方面。随着电子技术不断发展,尤其在微电子技术、遗传工程、光纤、激光、新型材料、新的能源、海洋开发等信息科学技术领域中将起主导作用,因而开创了电子技术发展和应用的新阶段。

信息科学的发展与电子技术的发展密切相关。只有当信息的收集、存储、传送、处理和应用都采用电子技术时,信息才能发挥空前的作用。正是电子技术,使我们在小至原子量级的微观物体和远至几百光年以外的天体,突破了时间和空间的局限性,建起了世界性的通信网,帮助人们在物质生产和社会管理中及时掌握以往难以想像的丰富的信息。

各种电子设备主要由电子线路构成。电子线路是指由电子器件(如电子管、半导体管、集成电路等)和电路元件(如电阻、电容、电感等)组成的具有一定功能的电路。因此,电子线路的核心是电子器件。电子器件的每一次重大的改进和发明,都扩大了电子线路的功能,促进了电子技术水平的提高。

从第二次世界大战结束至今的 50 多年时间内,电子技术经历了真空电子技术、半导体技术和微电子技术几个重要的发展阶段。微电子技术又分为集成电路、大规模集成电路等不同时期。差不多每隔 10 年左右的时间,就出现一种新型的电子器件,相应地也更换一代电子产品。

集成电路的出现,打破了由分立元件组成电路的传统观念,使电子技术的发展与应用发生了新的突破。由于集成电路中外接元件数量少、可靠性高、体积小、重量轻、便于安装与调试,而且在集成度按数量级提高的同时,产品价格直线下降,因而它的应用范围迅速扩大。

目前,集成电路正向大规模、超大规模、高速度、多功能、低功耗等方面迅速发展。人们普遍认为,20 世纪 40 年代的电子产品属于电子管时代;50 年代是晶体管时代;60 年代是集成电路时代;70 年代则是大规模集成电路时代;80 年代~90 年代是超大规模集成电路的时代。21 世纪将进入光电结合的新时代。

本课程是一门电子技术入门的技术基础课,它的任务不仅是使学生获得从事与电子技术有关工作的中等职业专门人才必须具有的基本理论、基本知识、基本技能,并为学习有关后续课程打下一定基础。本课程的内容在于讲述电子技术中最初步、最根本、最具共性的内容。概括地说,基本理论主要是指在已经学过电工课的基础上,进一步掌握电子电路的基本原理;基本知识是指要求熟悉基本电子器件的外特性,掌握基本电子电路的性能特点和应用;基本技能是指学习电子测试技术、电子电路的近似估算和识图能力。

关于器件、电路、应用三者的关系是管、路、用结合,管为路用,以路为主,就是把课程的重点放在最基本的电路上。对于电子器件,包括集成组件,其重点在于了解它们的外部特性和如

何用于电路。本课程不深入论述内部微观的物理过程及生产工艺等。

就分立电路与集成电路的关系来说,是以分立为基础,集成为发展方向,分立为集成服务。

《电子线路》课程的内容包括两大部分:模拟电路和数字电路,这两大部分既互相联系又有很大区别。

电子技术是发展迅速、不断更新、应用广泛的学科,因而内容庞杂繁多。其具体表现在:器件种类多、电路形式多、概念方法多。初学者普遍感到内容不够系统,往往心中无数。对此,如果不相应地改进学习方法,就难以掌握要领。下面针对本课程的特点谈谈学习方法:

一、抓基本概念。弄清基本概念是进行分析计算和实验调整的前提,是学好本课程的关键。首先要学会定性分析,务必防止用所谓的严密数学推导掩盖问题的物理本质。

二、抓规律、抓思路、抓相互联系。电子学内容繁多,总结归纳十分重要。对每个章节,都要抓住问题是怎么提出的,有什么矛盾,如何解决,又如何进一步改进发展,从而形成一条清晰的思路。要注意,重要的不是具体的、个别的知识,不是各种电路的简单罗列,而是解决问题的一般方法和彼此的内在联系。惟此,才能举一反三,触类旁通,才能在不同的条件下灵活运用所学知识。

三、抓理论联系实际。实验在本课程中有着特殊、重要的地位,它可以帮助验证巩固所学理论知识、丰富扩展知识面,而且可以培养解决实际问题的能力。因此,我们尽量在讲授每个重要内容时都安排相应的实验与之配合,希望读者认真完成布置的实验任务。

四、抓课后练习。与其他课程一样,要把做习题作为一个不可缺少的重要环节,它对于巩固概念、深入思考、熟练运算、暴露学习中的问题和不足是极其必要的。做完一道题,都要回头想想,体会一下这道题的意图,总结自己做题中的收获。本教材每章后都有与之配套的习题。

以上几条,只是原则地谈了一些学习方法。实际上,电子技术并不是一门神秘不可学的课程,只要大家采用相应的学习方法,刻苦钻研,勤奋学习,就一定能把电子线路这门学科学好。

第 1 章 半导体器件

* 1.1 半导体的基本知识

1.1.1 本征半导体

物质按其导电性能可分为导体、绝缘体和半导体。导体如金、银、铜、铝等,因其内部存在大量的自由电子而有很强的导电能力。而绝缘体如云母、塑料、橡胶等,因其内部的自由电子很少而导电能力很差。半导体是导电能力介于导体和绝缘体之间的物质,如硅、锗、砷化镓等。

1. 本征激发

在电子器件中,用得最多的材料是硅和锗,它们的简化原子模型如图 1.1 所示。硅和锗都是四价元素,最外层原子轨道上具有 4 个电子,称为价电子。半导体与金属和许多绝缘体一样,均具有晶体结构,它们的原子形成有序的排列,邻近原子之间由共价键联接,如图 1.2 所示。图中表示的是二维结构,实际上半导体晶体结构是三维的。

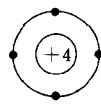


图 1.1 硅和锗的原子结构简化模型

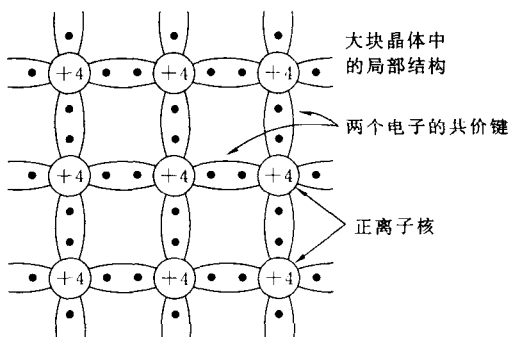


图 1.2 硅和锗的二维晶格结构图

本征半导体是一种完全纯净、结构完整的半导体晶体。在绝对温度为零度(0°K , 相当于 -273.15°C)时,由于每一个原子的外围电子被共价键所束缚,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并不像绝缘体中束缚得那样紧,价电子从外界获得一定的能量,少数价电子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,如图 1.3 所示。空穴的出现是半导体区别于导体的一个重要特点。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。我们把在热或光的作用下,本征半导体中产生电子空穴对的现象,称为本征激发。

由于共价键中出现了空位,在外电场或其他能源的作用下,邻近的价电子就可填补到这个