

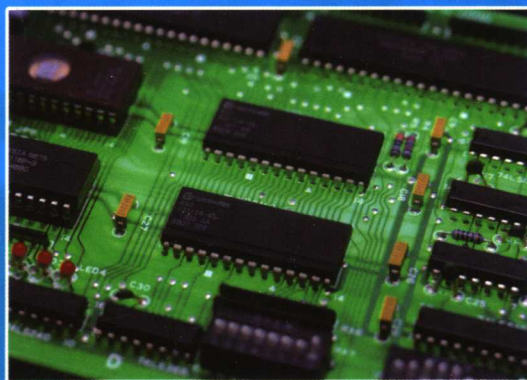


中等职业教育规划教材
根据教育部中等职业学校新教学大纲要求编写

电子线路

中等职业教育规划教材编写组

张冰 主编



中华工商联合出版社
CHINA INDUSTRY & COMMERCE ASSOCIATED PRESS

中等职业教育规划教材

电子线路

中等职业教育规划教材编写组

张 冰 主编

中华工商联合出版社

责任编辑:曹荣 卢俊

封面设计:陈立明

图书在版编目(CIP)数据

电子线路/张冰主编. —北京:中华工商联合出版社,2006. 11

中等职业教育规划教材

ISBN 7-80193-512-8

I. 电... II. 张... 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(2006)第 140241 号

中华工商联合出版社 出版、发行

北京东城区东直门外新中街 11 号

邮编:100027 电话:64153909

网址:www.chgslcbs.cn

北京鸿鹄印刷厂印刷

新华书店总经销

787 × 1092 毫米 1/16 印张:15.25 300 千字
2006 年 11 月第 1 版 2006 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 7-80193-512-8/G · 165

定价:20.00 元

中等职业教育规划教材

出版说明

为了更好地贯彻《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,全面落实《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,中等职业教育教材编写组组织相关力量对实现中等职业教育培养目标、保障重点专业建设的主干课程进行了规划和编写。从 2006 年秋季开始,中等职业教育规划教材将陆续出版,提供给广大中等职业学校使用。

中等职业教育规划教材是面向中等职业教育的规范性教材,严格按照国家教育部最新颁发的教学大纲编写,并通过了专家的审定。本套教材深入贯彻了素质教育的理念,突出了中等职业教育的特点,注重对学生的创新能力和实践能力的培养。本套教材在内容编排、例题组织和图示说明等方面努力作出创新亮点,在满足不同学制、不同专业以及不同办学条件教学需求的同时,实现教学效果的最优化。

希望各地、各校在使用本套教材的过程中,认真总结经验,及时提出改善意见和建议,使之不断地得到完善和提高。

中等职业教育规划教材编写组

前 言

本课程是中等职业学校的电子类相关专业技术基础课教材,严格依据教育部颁发的《电子线路教学大纲》(试行)编写。

编写本书的目的是使学生具备从事信息技术工作中初级专门人才所必需的电子线路的基本理论、基本知识和基本技能,并为培养学生的创新能力和全面素质打下良好的基础。

全书共分为15章,模拟电路部分9章,数字电路部分6章。全书在内容选择上注重结合中等职业学校教学实际及学生的特点,力求避免繁琐的数学推导,深入浅出地阐述了各个知识点。为了方便教学及学生自学,每章开头都列出了知识目标及素质目标,章末还设有本章小结及配套习题,以便使学生所学的知识得以巩固和拓展。全书的最后列有10个实践性实验,通过动手实践,培养学生的辩证唯物主义观点,实事求是的科学态度,良好的职业道德以及分析和解决问题的能力。

本书建议课时分配见下表:

课时分配参考表

内 容	课时数	内 容	课时数
绪论	1	第10章 数字电路基础知识	10
第1章 晶体二极管和二极管整流电路	8	第11章 逻辑门电路	9
第2章 晶体三极管和场效晶体管	8	第12章 组合逻辑电路	8
第3章 低频小信号放大器	9	第13章 触发器	10
第4章 多级放大器和负反馈放大器	8	第14章 时序逻辑电路	8
第5章 直接耦合放大器和集成运算放大器	9	第15章 脉冲的产生和整形电路	10
第6章 正弦波振荡器	5	实验	22
第7章 低频功率放大器	12	机动及复习考察	30
第8章 直流稳压电源	9	总计	184
第9章 脉冲基础知识和反相器	8		

本书由张冰主编。在编写过程中,参阅了大量书刊和相关论著,并吸收了其中的最新研究成果和有益经验,在此向原著者表示衷心的感谢!

由于编者精力、水平有限,书中难免存在一些不足和缺点,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

绪论	1
第1章 晶体二极管和二极管整流电路	3
1.1 晶体二极管	3
1.2 二极管整流电路	8
1.3 硅稳压二极管稳压电路	11
本章小结	13
本章习题	13
第2章 晶体三极管和场效晶体管	16
2.1 晶体三极管	16
2.2 场效晶体管	24
本章小结	30
本章习题	30
第3章 低频小信号放大器	33
3.1 放大器的基本概念	33
3.2 单级低频小信号放大器	36
3.3 放大电路的分析方法	40
3.4 放大器的偏置电路	46
本章小结	48
本章习题	48
第4章 多级放大器和负反馈放大器	51
4.1 多级放大器	51
4.2 反馈放大器	54
4.3 3种组态电路性能的比较	60
本章小结	61
本章习题	62
第5章 直接耦合放大器和集成运算放大器	64
5.1 直接耦合放大器	64
5.2 差分放大电路	65
5.3 集成运算放大器	67
本章小结	75
本章习题	76
第6章 正弦波振荡器	78
6.1 自激振荡器的基本原理	78

6.2 正弦波振荡器	80
本章小结	87
本章习题	88
第7章 低频功率放大器	90
7.1 低频功率放大器概述	90
7.2 单管功率放大器	92
7.3 推挽功率放大器	94
7.4 无输出变压器的推挽功率放大器 (OTL)	97
7.5 无输出电容功率放大器 (OCL)	99
7.6 集成功率放大器介绍	101
本章小结	102
本章习题	102
第8章 直流稳压电源	104
8.1 直流稳压电源概述	104
8.2 整流、滤波电路	105
8.3 两种类型的稳压电路概述	107
8.4 集成稳压器电路简介	110
8.5 开关型稳压电路简介	113
本章小结	114
本章习题	114
第9章 脉冲基础知识和反相器	117
9.1 脉冲基础知识	117
9.2 晶体管开关特性	122
9.3 晶体管反相器	125
本章小结	126
本章习题	126
第10章 数字电路基础知识	129
10.1 数制	129
10.2 二进制编码	131
10.3 逻辑代数的基础知识	133
本章小结	143
本章习题	143
第11章 逻辑门电路	145
11.1 逻辑电路的几个规定	145
11.2 基本的门电路	146
11.3 CMOS 门电路	151
本章小结	154
本章习题	155

第 12 章 组合逻辑电路	157
12.1 组合逻辑的特点和分析方法	157
12.2 常见的组合逻辑电路	159
本章小结	168
本章习题	168
第 13 章 触发器	170
13.1 触发器的基本形式	170
13.2 几种逻辑功能不同的触发器	174
13.3 边沿触发器	178
13.4 集成触发器	178
本章小结	180
本章习题	180
第 14 章 时序逻辑电路	182
14.1 时序逻辑电路的特点和分类	182
14.2 数码寄存器	183
14.3 计数器	184
本章小结	191
本章习题	191
第 15 章 脉冲的产生和整形电路	193
15.1 多谐振荡器	193
15.2 单稳态触发器	195
15.3 施密特触发器	198
15.4 锯齿波电压发生器	201
15.5 555 时基电路	203
本章小结	206
本章习题	207
实验	209
实验 1 二极管、三极管的简单测试	209
实验 2 常用电子仪器的使用	211
实验 3 电路静态工作点的分析、调整与测试	214
实验 4 放大电路的调试	215
实验 5 集成运放的应用	217
实验 6 直流稳压电源	219
实验 7 集成逻辑门电路逻辑功能的测试	221
实验 8 组合逻辑电路及其应用	222
实验 9 时序逻辑电路	224
实验 10 555 时基电路	225
附录	227



绪 论

电子技术是当今最热门的技术之一,它研究的对象不仅包括日常人们所熟知的通信、广播、电视、雷达、导航、电子对抗、录音、录像、微波器件和设备、信息处理、电磁场理论、各类真空和固态电子元器件等,而且还包括了像自动控制、人工智能、生物工程这样一些新兴的科学技术。同时,随着科技的不断发展,它还与信息论、控制论和系统工程学等学科互相交叉和渗透,形成了一个十分复杂的学科网。总之,电子技术在我们的生活中几乎无处不在。

电子设备是由很多电子元器件组成的。通常人们把电子设备中的电阻、电容、变压器、开关等零件称为元件,而把电子管、晶体管集成电路等称为器件。电子元器件是电子设备的核心,没有电子元器件就没有电子技术。从某种意义上来说,电子元器件的发展是电子技术发展的一个很显著的标志。从爱迪生效应发现之后不久出现的电子管到20世纪40年代末出现的晶体三极管,以及60年代以后出现的大规模和超大规模集成电路,都标志着电子技术的不断发展与进步。目前的电子元器件正在向体积小、性能好、集成度高、功耗低的方向发展。

电子线路的主要内容是研究由电子元器件组成的具有某种特定功能的电路的原理及其应用。它是学习电子技术的一门很重要的基础课程,对学生能否学好通信工程、信息技术及其相关专业起着极为关键的作用。

电子线路知识的发展和应用,对许多科技领域都有着巨大的影响。

通信是电子线路最早的应用领域,但由于早期缺乏相应的电子元器件,电子技术并没有得到广泛的应用。所以,直到发明了电子管,无线电广播和收音机才得到了发展和普及。

电子线路的完善和电子技术的进步大大促进了计算机的发展。计算机技术在自动控制系统、科学计算、互联网络等应用领域占有主导地位。大规模集成电路的出现不仅提高了计算机的性能,而且极大地缩小了计算机的体积,使之真正的走进了办公室甚至是各家各户。

以上只是简要地介绍了电子线路在通信、计算机领域起到的重要作用,由此便可以看出电子线路有着无穷的魅力和广泛的应用前景,它吸引着越来越多的有



志之士投入到电子线路的学习、研究领域。作为祖国的未来,我们应当怀着浓厚的兴趣去学习电子线路的基础知识和应用技能,以便为其将来的发展做出自己的贡献。

电子线路是一门理论性和实践性都很强的学科。学习电子线路,首先要掌握电子线路的基本概念、基本定律,掌握二极管、三极管等分立元器件的基本性质和工作原理,掌握电子线路中各种基本功能电路的工作原理、基本功能、性能特点及应用实例。通过典型电路的学习,掌握一般电路的分析方法,培养分析问题和解决问题的能力。同时,也要熟悉常用电子仪器的正确使用方法,具备测试常用电子线路的功能、性能及排除简单故障的能力。

只要明确学习目标、端正学习态度、激发学习潜力,就一定能够学好电子线路这门课程。



第1章 晶体二极管和二极管整流电路

半导体器件是现代电子设备的重要组成部分,它具有体积小、重量轻、使用寿命长和耗电少等优点,广泛应用于现代电子技术的各个领域。晶体二极管是电子线路中最常用的一种半导体器件,它的基本结构、工作原理、伏安特性和主要参数是学习电子技术、分析和设计电子线路必不可少的基础,而PN结又是构成各种半导体器件的基础。因此,本章首先介绍PN结的基本原理,然后详细地分析晶体二极管的相关知识(单向导电性、原理、伏安特性及参数),最后简要地概述二极管在整流电路及稳压电路中的应用。

知识目标

1. 了解半导体的基本物理知识,掌握PN结的基本原理及其单向导电性。
2. 学习并掌握晶体二极管的单向导电性、基本原理、伏安特性及其主要参数。
3. 了解晶体二极管在整流电路中的应用。
4. 熟悉稳压二极管的工作特性和参数,理解硅稳压二极管稳压电路的工作原理。

素质目标

1. 熟悉晶体二极管的外形、图形符号和文字符号。
2. 能够设计对二极管的伏安特性曲线进行测试的电路。
3. 能够阅读和分析由二极管构成的典型电路原理图。

1.1 晶体二极管

1.1.1 PN结

一、半导体物理知识

半导体是指导电性能介于导体和绝缘体之间的物体。纯净的半导体称为本征半导体。硅(Si)和锗(Ge)是最常见的半导体材料。半导体理论证实,在半导体中存在两种导电的带电物质:一种是带负电的自由电子(有时简称电子),另一种是带正电的空穴(有时简称空穴)。它们在外电场的作用下都有定向移动的效应,都能运载电荷形成电流,通常称为载流子,如图1.1.1所示。而金属导体内的载流子却只有一种,就是自由电子,且金属导体的导电性能远比半导体好。

二、杂质半导体

当有目的的往本征半导体中掺入微量五价或三价元素时,便形成了杂质半导体。杂质半



导体的导电性能会急剧增强,它分为 N 型和 P 型两种。

1. N 型半导体

往本征半导体中掺入微量的五价元素,就可以得到 N 型半导体。这时由于五价元素的掺入,自由电子的浓度增大,半导体的导电性能急剧增强。N 型半导体的导电是以自由电子导电为主的,所以 N 型半导体又称为电子型半导体,其内部自由电子是 N 型半导体中的多数载流子,而空穴则是少数载流子。

2. P 型半导体

往本征半导体中掺入微量的三价元素,就可以得到 P 型半导体。这时由于三价元素的掺入,空穴的浓度增大,半导体的导电性能同样急剧增强。在电场的作用下,电子依次填补空穴的运动形成电流。P 型半导体的导电是以空穴导电为主的,所以 P 型半导体又称为空穴型半导体,空穴是 P 型半导体中的多子,而自由电子则是少子。

杂质半导体的导电能力比本征半导体大大增强。但是,在本征半导体中掺入杂质的目的,不是为了单纯提高半导体的导电能力,而是通过控制掺杂量,制造出合乎要求的半导体材料,用来生产半导体器件。

三、PN 结

PN 结的结构示意图如图 1.1.2 所示。当 P 型和 N 型半导体结合在一起时,因为 P 区空穴的浓度远远高于 N 区,使空穴从 P 区向 N 区扩散,扩散到 N 区的空穴因与电子的复合而消失。同理,N 区的电子也要向 P 区扩散,且被 P 区的空穴所复合。扩散的结果使得在交界面附近,P 区一侧由于流失空穴得到电子而出现负离子,N 区一侧由于流失电子得到空穴而出现正离子。这些正负离子被束缚在晶格之中,不能移动,这个区域称为空间电荷区,即 PN 结。空间电荷区形成了由 N 区指向 P 区的内电场。内电场的出现,阻碍了 P 区的空穴向 N 区扩散和 N 区的电子向 P 区扩散;另一方面,使进入空间电荷区的载流子作漂移运动,即驱使自由电子漂移到 N 区,空穴漂移到 P 区。这个漂移电流和扩散电流是反向的,两者是相互抵消的。

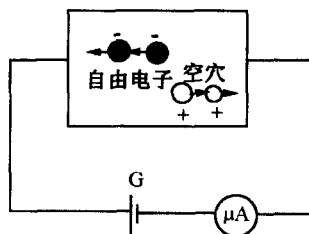


图 1.1.1 半导体的两种载流子

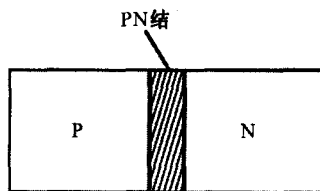


图 1.1.2 PN 结结构示意图

1.1.2 晶体二极管的单向导电性

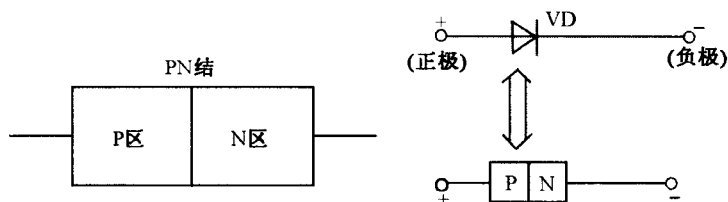
一个晶体二极管是由一个 PN 结加上引线经封装而构成的,如图 1.1.3(a) 所示。P 区接出的引线为二极管的正极,N 区接出的引线为二极管的负极。二极管在电路中常用如图 1.1.3(b) 所示的专用符号来表示。带箭头的一端为二极管的正极,带竖线的一端为二极管的负极。二极管的文字符号常表示为 VD。

一、正偏时的二极管电流

将二极管的正极接电源正极,负极接电源负极,即 PN 结的 P 区接电源正极,N 区接电源



负极,这种连接方法称为PN结正偏,如图1.1.4所示。在正偏电压的作用下PN结开始产生正向电流,而且PN结的正向电流即二极管电流随着正偏电压的增大而增大。



(a) PN 结构成二极管

(b) 二极管的电路符号

图 1.1.3 二极管的结构及其电路符号

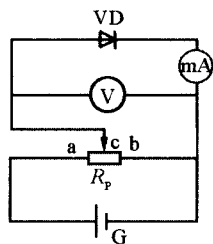


图 1.1.4 二极管的正偏连接电路图

二、反偏时的二极管电流

将二极管的正极接电源负极,负极接电源正极,即PN结的P区接电源负极,N区接电源正极,这种连接方法称为PN结反偏,如图1.1.5所示。反偏时,外加电场与内电场方向一致,使空间电荷区变宽,其结果阻止了扩散运动,加强了漂移运动。这样,在反偏时,PN结开始形成反向电流。因为反向电流是由双方的浓度较低的载流子形成的,所以其值很微小,而且基本上与反偏电压的大小无关。此电流称为反向饱和电流,记作 I_s 。

可见,二极管的PN结若正偏时,产生较大的正向电流;而反偏时,反向电流很微小。这种特性即为二极管的单向导电性。

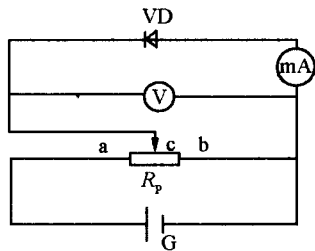


图 1.1.5 二极管的反偏连接电路图

1.1.3 二极管的伏安特性

一、二极管伏安特性曲线的作法

加在二极管两端的电压和流过二极管的电流间的关系称为二极管的伏安特性。改变二极管两端电压的高低,并分别测出通过二极管的电流,根据所测得的数据在坐标纸的横坐标上标明各电压值,在纵坐标上标明各相应的电流值,再把各个电压、电流的交点连接成圆滑的曲线,即可得到二极管的伏安特性曲线,如图1.1.6所示。

二、二极管的伏安特性曲线

1. 二极管的正向伏安特性曲线

按图1.1.4连接电路(以2CP型硅二极管为例),把电位器 R_p 的滑动端c从b点逐渐向a点移动,从零开始逐渐给二极管加正向电压,即可得到二极管的正向伏安特性曲线。二极管的正向伏安特性曲线可分为3段,如图1.1.6中第一象限的曲线所示。

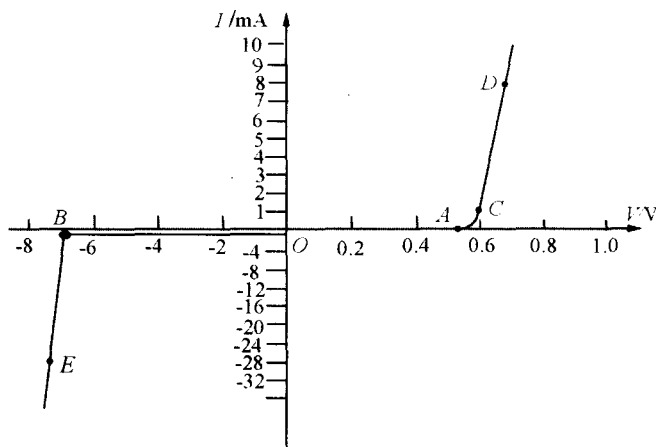


图 1.1.6 二极管的伏安特性曲线

(1) OA 段。当电压较低时, 电流极小且不随电压的增高而增大, 曲线几乎与横轴重合, 此段称为“死区”, 相应的电压值为 $0 \sim 0.5\text{V}$ 。

(2) AC 段。当电压逐渐升高时, 电流逐渐增大, 且电流与电压呈曲线关系增大, 此段称为“非线性区”, 相应的电压值为 $0.5 \sim 0.6\text{V}$ 。

(3) CD 段。当电压从 0.6V 再升高时, 电流急剧增大, 且电流与电压呈线性关系增大, 此段称为“线性区”, 相应的电压值一般为 $0.6 \sim 0.8\text{V}$ 。此后, 如果电压过高, 二极管会因电流过大而烧毁。

2. 二极管的反向伏安特性曲线

由于普通二极管反向击穿后将造成永久性损坏, 为了实验安全, 学习测试二极管的反向伏安特性曲线时, 可使用 6V 左右的硅稳压二极管, 如 CW55 。若欲测试普通二极管的反向伏安特性曲线, 应使用晶体管特性图示仪。

按图 1.1.5 连接电路, 把电位器 R_p 的滑动端 c 从 b 点逐渐向 a 点移动, 从零开始逐渐给二极管加反向电压, 即可得到二极管的反向伏安特性曲线。二极管的反向伏安特性曲线可分为截止区和击穿区两段, 如图 1.1.6 所示的第三象限的曲线。

(1) 截止区。当反向电压从零增大到 0.1V 时, 二极管将有极小的反向电流。随后, 反向电流只保持这个极小的数值, 不再随反向电压的增大而增大, 这个极小的反向电流就是二极管的反向饱和电流, 如图 1.1.6 中 OB 段所示。硅二极管的反向饱和电流在纳安级, 锗二极管的反向饱和电流在微安级。

(2) 击穿区。当反向电压超过 B 点电压继续增高时, 二极管将突然出现很大的反向电流, 此时的二极管处于反向击穿状态, B 点电压称为反向击穿电压, 如图 1.1.6 中 BE 段所示。

二极管进入击穿区后, 如果对反向电流不加以限制并继续增高反向电压, 二极管将被击穿。普通二极管击穿后, 将造成永久性损坏。对于硅稳压二极管来说, 虽然击穿区就是它的工作区, 但也要对流过硅稳压二极管的反向电流加以限制, 如果反向电流过大, 硅稳压二极管也可能被烧坏。



1.1.4 二极管的分类和参数

一、二极管的分类

按构成二极管的半导体材料,可分为硅管和锗管;按构成二极管 PN 结面积大小,可分为点接触型二极管和面接触型二极管;按二极管的耗散功率,可分为大功率管和小功率管;按二极管的工作频率,可分为高频管和低频管;按二极管的用途可分为整流二极管、稳压二极管、发光二极管、光电二极管、变容二极管等等。

常见二极管的外形如图 1.1.7 所示,常见二极管的图形符号如图 1.1.8 所示。

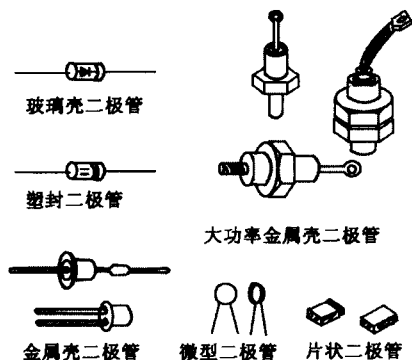
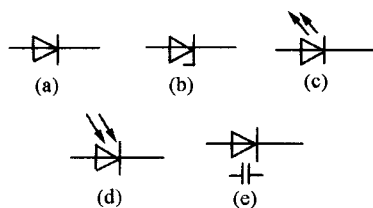


图 1.1.7 常见二极管的外形



(a) 整流二极管 (b) 稳压二极管 (c) 发光二极管
(d) 光电二极管 (e) 变容二极管

图 1.1.8 常见二极管的图形符号

下面介绍其中几种常见的二极管。

1. 整流二极管

整流二极管是一种利用二极管单向导电性,把交流电变换成直流电的二极管。整流二极管常用于单相整流电路。

2. 稳压二极管

稳压二极管是一种利用二极管反向电击穿时两端电压保持稳定的特性来稳定电路两点间电压的二极管。稳压二极管常用于稳压电路中。

3. 发光二极管

发光二极管是一种可以直接将电能转变为光能的半导体器件。发光二极管有各种颜色,常用的发光二极管能发出红、绿、黄等颜色的光。发光二极管的工作电压较高,一般在 1.5 ~ 2.5V 之间,正向电流在几毫安至几十毫安之间。发光二极管常用于线路的通、断及工作状态指示等。

4. 光电二极管

光电二极管是一种将光信号转变为电信号的半导体器件。无光线照射时,光电二极管无电流输出,其反向电阻很大;当受到光线照射时,其反向电阻变小并产生光电流,光电流与外电路关系不大。光电二极管常用于可见光、红外光接收及光电转换的自动控制、报警、计数等设备。



5. 变容二极管

变容二极管是一种利用反向偏压改变PN结的结电容大小的二极管(反向偏压升高、结电容容量变小)。它已被广泛应用于彩色电视机的电子调谐器中,通过控制电压的改变来改变结电容大小,此时它相当于一个可变电容,可用来选择某一频道的谐振频率。

各种不同类型的二极管,国内外都采用规定型号的方法加以区分。如2CW50是一种稳压二极管型号,2AC1是一种变容二极管型号等。在使用二极管时,应注意所选用的二极管的型号。我国国产半导体器件的型号采用国家标准GB249-1989的规定。国外半导体器件型号标准不一。

二、二极管的主要参数

不同类型的二极管有不同的参数供使用者参考,下面以整流二极管为例,简要介绍有关的主要参数。

1. 最大整流电流 I_{FM}

最大整流电流是二极管允许通过的最大正向工作电流平均值,如果实际工作时的正向电流平均值超过此值,很容易造成二极管的损坏。

2. 最高反向工作电压 V_{RM}

最高反向工作电压是二极管允许承受的反向工作电压最大值。为了留有余地,通常标定的最高反向工作电压是反向击穿电压的一半或三分之一。

3. 反向漏电流 I_R

反向漏电流是在规定的反向电压和环境温度下测得二极管反向电流值。这个电流值越小,二极管单向导电性能越好。

1.2 二极管整流电路

整流电路是小功率直流稳压电源的组成部分,其主要功能是利用二极管的单向导电性,将单相正弦交流电压变成单方向脉动的直流电压。然后再经滤波电路和稳压电路,得到平滑而稳定的直流电压源,为电子线路提供能源。

在整流电路中,加在电路两端的交流电压远大于二极管的导通电压,而整流电流也远大于二极管的反向饱和电流,所以在分析整流电路时,二极管均采用理想模型代替。

1.2.1 单相半波整流电路

单相半波整流电路的组成如图1.2.1(a)所示,T是电源变压器,其作用是把单相50Hz的电网交流电 v_1 (220V) 变换成满足整流电路输出要求的交流电压 v_2 , R_L 表示整流电路的负载,它是消耗能量的设备,一般具有纯电阻性质。 R_L 两端的电压 v_L 和流过 R_L 的电流 i_L 就是整流电路的输出量。

一、工作原理

电源变压器T受到一次侧交流电压 v_1 的影响,在二次侧感应出交流正弦电压 v_2 ,其瞬时

表达式为:

$$v_2 = \sqrt{2} V_2 \sin \omega t \quad (1.2.1)$$

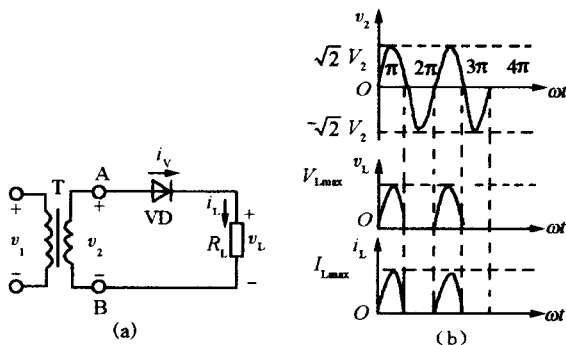


图 1.2.1 单相半波整流电路

式中, v_2 为交流正弦电压的瞬时值, V_2 是交流电压的有效值, ω 为角频率, ωt 为相位角。

当交流正弦电压 v_2 处在正半周时, 二极管 VD 承受正偏电压而导通, 电流 i_L 由 A 端经二极管、负载 R_L 流向 B 端, 因为二极管的正向压降很小, 所以负载两端电压 v_L 近似等于 v_2 , 即 v_2 的波形与 v_L 的波形近似相同。

当交流正弦电压 v_2 处在负半周时, 二极管 VD 承受反偏电压而截止, 通过负载 R_L 上的电流 i_L 为零, 其电压 v_L 也为零。

可见, 在交流正弦电压 v_2 工作的一个周期内, R_L 上只有单方向的电流通过, 实现了整流。 v_2 、 v_L 、 i_L 相应的波形如图 1.2.1(b) 所示, 可以看出 v_L 、 i_L 的大小是波动的, 但方向不变, 这种大小波动、方向不变的电压和电流称为脉动直流电。因为在正弦电压的一个周期内, R_L 上只有半个周期内有电流和电压, 所以这种电路叫做“半波整流电路”, 它输出的是半波脉动直流电。

二、单相半波整流电路的分析

1. 输出电压的平均值 V_L

它是输出电压在一个周期内的平均值, 即 v_L 的直流分量。理论和实验都证明, 输出电压的平均值 V_L 与变压器二次侧电压的有效值 V_2 之间的关系为:

$$V_L = 0.45 V_2 \quad (1.2.2)$$

可以看出半波整流电路输出电压的平均值只是变压器二次侧电压有效值的 45%, 其转化效率较低。

2. 整流二极管的平均电流 I_V

由图 1.2.1(a) 可知, 通过整流二极管的电流与流过负载的电流相同, 所以:

$$I_V = I_L = \frac{0.45 V_2}{R_L} \quad (1.2.3)$$

3. 整流二极管承受的最大反向峰值电压 V_{RM}

在单相半波整流电路中, 当 v_2 处于负半周时, 电路中 i_L 、 v_L 均为零。此时, 二极管承受的反向电压就是 v_2 , 其中最大值就是 v_2 的峰值, 即: