

全国高职高专通用教材辅导与技能训练用书

YTH DIANZIJI SHU
XUEXIFUDAO
YUJINENGXUNLIAN

电子技术

主 编 杨现德
田淑众

学习辅导与技能训练



山东科学技术出版社

www.lkj.com.cn

全国高职高专通用教材辅导与技能训练用书

YTH

DIANZIJIISHU
XUEXIFUDAO
YUJINENGXUNLIAN

电子技术

主 编 杨现德
田淑众

学习辅导与技能训练



图书在版编目(CIP) 数据

电子技术学习辅导与技能训练/杨现德等主编. —济南:山东科学技术出版社, 2006
(全国高职高专通用教材辅导与技能训练用书)
ISBN 7-5331-4320-5

I. 电... II. 杨... III. 电子技术—高等学校:技术学校—教学参考资料 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 033163 号

全国高职高专通用教材辅导与技能训练用书

电子技术学习辅导与技能训练

主编 杨现德 田淑众

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号
邮编:250002 电话:(0531)82098088
网址:www.lkj.com.cn
电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号
邮编:250002 电话:(0531)82098071

印刷者:山东华鑫天成印刷有限公司

地址:潍坊市经济技术开发区
邮编:261031 电话:(0536)2250617

开本:787mm × 1092mm 1/16

印张:13

版次:2006 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 7-5331-4320-5

TN·75

定价:20.00 元

NEIRONGJIANJIE

本书是根据全国高职高专一体化教学通用教材《电子技术》而编写的学习辅导用书。本书分重点难点、典型例题、练习题、习题参考答案、技能训练等内容，便于学生掌握电子技术的知识点和主要内容，可与教材配套学习使用，也可作为本专业学生学习辅导用书。

本书是根据全国高职高专一体化教学(电气专业)通用教材《电子技术》一书编写的学习辅导书。重点与难点分析论述了电子技术的基本理论及学习时应掌握的知识点和主要内容。典型例题力图指明各章基本概念、思路及主要结论,以便读者巩固理论,启迪思维,灵活解题。练习题有助于读者全面理解各章节内的概念与实质。习题参考答案对教材中的习题作了解答,便于读者与教材配套学习。技能训练突出对典型电子电路的安装、检测、调试能力的培养。

本书与之前出版的教材相配套,同时也与其他版本高职高专教材的基本内容相一致,适合高职高专电气自动化、机电一体化专业学习使用。

本书的编写,由于时间仓促,不当与错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

第一章 半导体器件	(1)
第一节 重点与难点	(1)
第二节 典型例题	(9)
第三节 练习题	(13)
第四节 习题与参考答案	(15)
第五节 技能训练	(18)
第二章 放大电路	(27)
第一节 重点与难点	(27)
第二节 典型例题	(38)
第三节 练习题	(47)
第四节 习题与参考答案	(54)
第五节 技能训练	(57)
第三章 集成运算放大器及其应用	(66)
第一节 重点与难点	(66)
第二节 典型例题	(73)
第三节 练习题	(77)
第四节 习题与参考答案	(82)
第五节 技能训练	(84)
第四章 直流稳压电源	(88)
第一节 重点与难点	(88)
第二节 典型例题	(93)
第三节 练习题	(96)
第四节 技能训练	(98)
第五章 数字电路基础	(101)
第一节 重点与难点	(101)
第二节 典型例题	(105)

第三节 练习题	(107)
第四节 习题与参考答案	(110)
第六章 逻辑门电路	(116)
第一节 重点与难点	(116)
第二节 典型例题	(119)
第三节 练习题	(121)
第四节 习题与参考答案	(122)
第五节 技能训练	(125)
第七章 组合逻辑电路	(130)
第一节 重点与难点	(130)
第二节 典型例题	(135)
第三节 练习题	(138)
第四节 习题与参考答案	(140)
第五节 技能训练	(146)
第八章 时序逻辑电路	(149)
第一节 重点与难点	(149)
第二节 典型例题	(163)
第三节 练习题	(166)
第四节 习题与参考答案	(170)
第五节 技能训练	(173)
第九章 脉冲信号的产生与整形	(176)
第一节 重点与难点	(176)
第二节 典型例题	(179)
第三节 练习题	(181)
第四节 技能训练	(182)

第十章 数 - 模及模 - 数转换.....	(185)
第一节 重点与难点.....	(185)
第二节 典型例题.....	(189)
第三节 练习题.....	(191)
参考文献.....	(193)

第一章 半导体器件

本章学习半导体的基础知识,二极管、晶体三极管和场效应管的结构、原理、特性曲线、主要参数及使用常识,简要介绍单结管和晶闸管的特性和应用。重点掌握二极管、三极管等半导体器件的外特性、应用条件及主要参数,正确理解 PN 结的形成,三极管的(BJT、FET)的放大作用,对半导体基础知识(载流子运动规律)、三极管的结构及器件的内部工作过程一般了解即可。

第一节 重点与难点

一、半导体的基础知识

导电能力介于导体和绝缘体之间的物质称为半导体。半导体包括本征半导体和杂质半导体,硅和锗是常用的半导体材料。

1. 本征半导体

纯净的具有晶体结构的半导体称为本征半导体。在本征半导体中由于热激发,内层电子获得足够能量挣脱原子核的束缚形成自由电子空穴对。运载电荷的粒子称为载流子。导体中只有一种载流子,即自由电子。本征半导体中有两种载流子,即自由电子和空穴。自由电子带负电,空穴带正电。在常温下,本征半导体的导电性能很差,且与环境温度密切相关。

2. 杂质半导体

杂质半导体分成 P 型半导体和 N 型半导体。杂质半导体中载流子有多子和少子之分。多数载流子(多子)由掺杂形成,少数载流子(少子)由热激发产生。本征半导体掺入五价元素形成 N 型半导体,N 型半导体的多子为电子;掺入三价元素形成 P 型半导体,P 型半导体的多子为空穴。半导体的导电性能与半导体的掺杂浓度和温度有关。掺杂浓度大,温度越高,其导电能力越强。

3. PN 结的形成

由于载流子浓度差而产生的运动称为扩散运动。在电场作用载流子的运动称为漂移

运动。当外部条件一定时,载流子的扩散运动和漂移运动达到动态平衡,平衡的结果在 P 型半导体和 N 型半导体的交界面形成 PN 结(又称空间电荷区)。室温时,硅材料 PN 结的内建电位差为 0.5~0.7V,锗材料 PN 结的内建电位差为 0.2~0.3V。

4. PN 结的单向导电性

P 区接电源正极、N 区接电源负极,称 PN 结外接正电压或 PN 结正向偏置(简称正偏),N 区接电源正极、P 区接电源负极,称 PN 结外接反向电压或 PN 结反向偏置(简称反偏)。

PN 结正偏:内电场削弱,空间电荷区变窄,扩散运动大于漂移运动,形成正向电流,称为 PN 结导通。PN 结反偏:内电场增强,空间电荷区变宽。扩散运动小于漂移运动,电流 ≈ 0 ,称为 PN 截止。PN 结正向导通,反向截止的特性,称为单向导电性。

5. PN 结的反向击穿特性与电容效应

PN 结反向电压增大到一定值时,反向电流随电压的增加急剧增大,称为反向击穿。根据击穿机理的不同分为雪崩击穿和齐纳击穿。PN 结的电容特征由扩散电容和势垒电容组成。正向偏置时以扩散电容为主,反向偏置时以势垒电容产生为主。结电容为扩散电容和势垒电容之和。

二、半导体二极管

1. 半导体二极管的结构及类型

二极管的结构:半导体二极管是由一个 PN 结,再加上电极、引线封装而成的。

二极管的类型:按结构形式分为点接触型、面接触型等。点接触型结面积小,结电容小,适用于高频、小电流的电路,如检波电路;而面接触型结构面积大、结电容大,适用于低频、大电流的电路,如整流电路。按功能分为普通型二极管(如整流二极管、检波二极管等)和特殊二极管(如稳压二极管、发光二极管、光电二极管以及变容二极管等)。

2. 半导体二极管的伏安特性

二极管两端的外加电压不同,产生的电流也不同,外加电压 V_V 和产生的电流 I_V 的关系称为二极管的伏安特性曲线,其变化规律如图 1.1 所示。其数学表达式近似为

$$i_V = I_s (e^{\frac{V_V}{V_T}} - 1)$$

$$V_T = kT/q$$

式中 I_s 为二极管的反向饱和电流; $k = 1.380 \times 10^{-23} \text{ J/K}$,为玻耳兹曼常数; T 为热力学温度,单位为 K; $q = 1.6 \times 10^{-16} \text{ C}$, C 为电子电量; V_T 为温度电压当量,在常温 ($T = 300\text{K}$) 下, $V_T = 26\text{mV}$ 。

二极管的伏安特性具有如下特点:

(1) 正向特性 正向电压大于某值时,二极管的电流随外加电压增加而显著增大,二极管导通,通常将该电压称为导通电压(或死

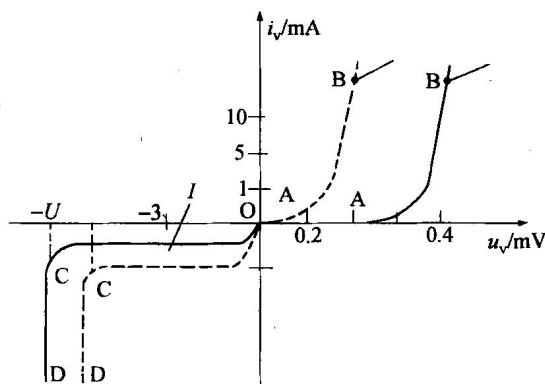


图 1.1 二极管伏安特性曲线

实线:硅二极管 虚线:锗二极管

AB:正向特性 CO:反向特性 CD:击穿特性

区电压)。工程估算认为:硅二极管导通电压等于 0.7V ,锗二极管导通电压等于 0.2V 。

(2)反向特性 二极管反向偏置时,因表面漏电流的存在使反向电流增大,且随反向电压的增高而增加。小功率硅管的反向电流一般小于 $0.1\mu\text{A}$,而锗管通常为几十 μA 。

(3)击穿特性 当外加反向电压超过某一定值时,反向电流随反向电压的增加而急剧增大,二极管的单向导电性被破坏,这种现象成为反向击穿,对应的反向电压值称为二极管的反向击穿电压。根据击穿机理分为电击穿和热击穿,电击穿可恢复到原有情况,热击穿不可恢复到原有情况。

(4)非线性器件 二极管的伏安特性不是直线,二极管是非线性器件。

温度对二极管的特性有显著影响。当温度升高时,正向特性曲线向左移,反向特性曲线向下移。变化规律是:在室温附近,温度每升高 1°C ,正向压降减少 $2\sim 2.5\text{mV}$,温度每升高 10°C ,反向电流约增大1倍。

3. 特殊二极管

稳压二极管反向击穿特性很陡,工作在反向击穿区时,反向电流在很大范围内变化时,端电压变化很小,具有很好的稳压特性。

发光二极管简称LED,同样具有单向导电性,外加正向电压使得正向电流足够大时能够发光。另外还有变色发光二极管,即当通过二极管的电流改变时,发光颜色也随之改变。

光电二极管是一种远红外线接收管,是一种利用PN结的光敏特性将光能转换电能的器件,将接收到的光的变化转换成电流的变化。光电二极管的PN结工作在反向偏置状态,它的主要特点是反向电流与光照度成正比。

变容二极管是利用PN结的电容效应制成的,它的结电容随反向电压的增加而减小,在电子电路中,常用来组成压控电容,用于高频电路直接调频等。

4. 二极管的选用原则

- (1)导通电压低时选锗管,反向电流小时选硅管;
- (2)导通电流大时选面接触型二极管,工作频段高时选点接触型二极管;
- (3)反向击穿电压高时选硅管;
- (4)耐高温时选硅管。

三、半导体三极管

半导体三极管分为双极型和单极型半导体三极管。双极型半导体三极管(简称BJT)又称为双极型晶体三极管或三极管、晶体管等,它由空穴和自由电子两种载流子参与导电。单极型半导体三极管(简称FET)是一种利用电场效应控制输出电流的半导体三极管,又称场效应管,只有一种载流子(多数载流子)导电。

1. 半导体三极管的结构和类型

通过一定的工艺,在一块半导体上掺入不同的杂质制成靠在一起的两个PN结,形成发射区、基区和集电区三个杂质区,从每个区各引出一个电极就构成了晶体三极管,各区引出的电极依次为发射极(e极)、基极(b极)和集电极(c极)。发射区与基区的交界处形成发射结;基区与集电区的交界处形成集电结。

根据半导体各区的类型不同,三极管可分为 NPN 型和 PNP 型两大类,如图 1.2(a)、(b)所示,发射极箭头方向表示发射结正向偏置时发射极电流的方向;按三极管所用的半导体材料分为硅管和锗管;按三极管截止频率分为低频管和高频管;按三极管的功率分有小功率管、中功率管和大功率管。

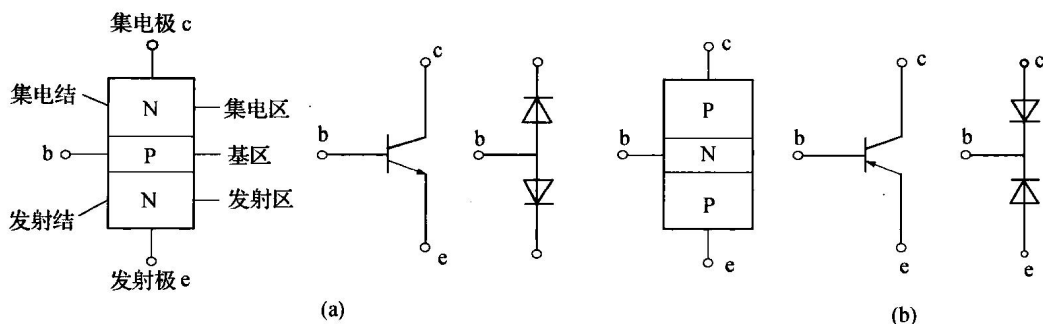


图 1.2 三极管的组成与符号
(a)NPN 型 (b)PNP 型

2. 半导体三极管的放大作用

晶体三极管具有电流放大作用,实现放大作用的外部条件:发射结正向偏压,集电结反向偏压。如图 1.3 所示,其中 V 为三极管, U_{CC} 为集电极直流偏置电源, U_{BB} 为基极直流偏置电源。

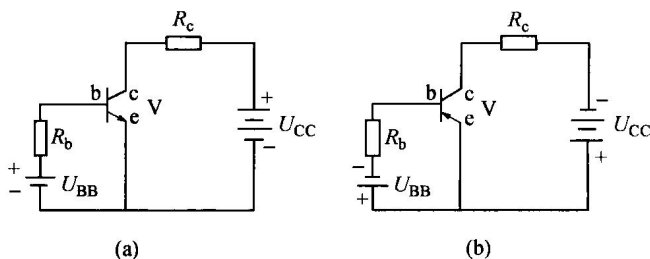


图 1.3 三极管放大工作时的接法
(a)NPN 型 (b)PNP 型

无论是 NPN 型还是 PNP 型,它们的电流分配关系是相同的,其关系式如下:

$$\begin{aligned} I_E &= I_C + I_B \\ I_C &= \bar{\beta} I_B + I_{CEO} \\ I_{CEO} &= (1 + \bar{\beta}) I_{CBO} \end{aligned}$$

I_{CEO} 称为穿透电流, I_{CBO} 称为反向饱和电流。

对 NPN 管来说, I_b 从 b 流到 e, I_c 从 c 流到 e。对 PNP 管来说,电流的方向刚好相反。因为 $I_{CEO} < I_C$, $I_{CBO} < I_C$, 所以电流放大系数可近似表示成:

$$\bar{\beta} \approx \frac{I_C}{I_B}$$

即 $\bar{\beta}$ 近似等于 I_C 与 I_B 的比值,是表征晶体三极管放大作用的重要参数。

通常将集电极电流与基极电流的变化量之比定义为共射交流放大系数 β , 即 $\beta \approx \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$, 也为晶体三极管的一个重要参数。

在计算中,

$$I_C = \beta I_B \approx \beta I_B$$

3. 晶体三极管的特性曲线

晶体三极管的特性曲线是指三极管外部各极电压与电流之间的关系曲线,有输入特性和输出特性两种。

(1)输入特性曲线 当 U_{CE} 不变时,输入回路中的电流 I_B 与电压 U_{BE} 之间的关系曲线被称为输入特性,用函数表示为: $I_B = f(U_{BE}) |_{U_{CE} = \text{常数}}$ 。输入特性曲线如图 1.4 所示,可看出三极管的输入特性曲线是非线性的,有两个主要特点:其一是当 $U_{CE} = 0$ 时,输入特性曲线相当于两个二极管的正向特性曲线并联。其二,当随着 U_{CE} 的增大,输入特性曲线向右移动。

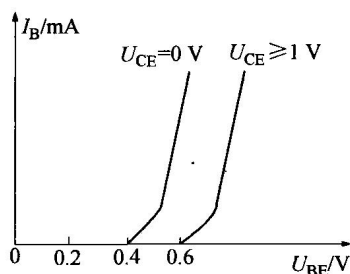


图 1.4 输入特性

(2)输出特性曲线 当 I_B 不变时,输出回路中的电流 I_C 与电压 U_{CE} 之间的关系曲线称为输出特性曲线,函数表示式为: $I_C = f(U_{CE}) |_{I_B = \text{常数}}$ 。输出特性曲线族如图 1.5 所示。从图可看出晶体管有三个区域:放大区、截止区、饱和区。

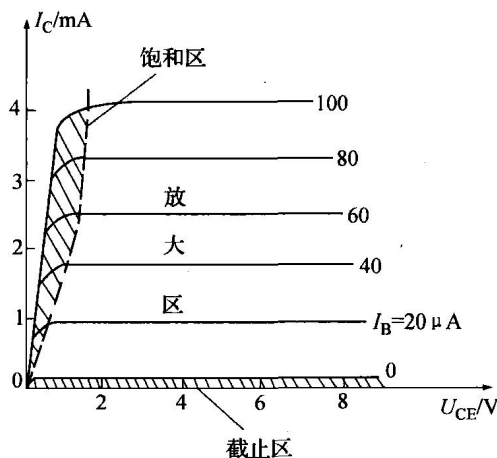


图 1.5 NPN 管共发射极输出特性曲线

①放大区。这个区域的工作特点是发射结正向偏置,集电结反向偏置, $I_C \approx \beta I_B$ 。当 I_B 有一个微小的变化时,就能引起 I_C 一个较大的变化,反映出了三极管工作在这一区域对电流的线性放大作用,放大区时, $V_C > V_B > V_E$ 。由于硅管和锗管的特性有所差异,在放大状态时基极与发射极间的压降 $|U_{BE}|$ 数值不同,工程估算中,认为硅管 $|U_{BE}| = 0.7V$,锗管 $|U_{BE}| = 0.2V$,不同的三极管导通电压 V_{on} 也不同,常近似为 $V_{on} \approx 0.5V$ (硅管),或 $V_{on} \approx 0.1V$ (锗管)。

②截止区。这个区域的工作特点是发射结和集电结均处于反向偏置,晶体管在此区域没有放大能力,截止区时, $V_C > V_E > V_B$ 。该工作状态主要在数字电路中作开关使用。

③饱和区。集电结和发射结均处于正向偏置状态,三极管失去放大能力,这一区域称为饱和区,饱和区时, $V_B > V_{BC} > V_E$ 。该工作状态也主要在数字电路中作开关使用。

4. 晶体三极管的主要参数

晶体三极管的主要参数:有电流放大系数、极间反向电流以及极限参数等。

(1)电流放大系数 电流放大系数的大小反映了晶体三极管放大能力的强弱,有交流电流放大系数 β 和直流电流放大系数 $\bar{\beta}$ 两种。共射接法时, β 指集电极电流变化量与基极电流变化量之比,体现晶体三极管的放大能力; $\bar{\beta}$ 为三极管集电极电流与基极电流之比。

$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \Big|_{U_{CE} = \text{常数}}$$

$$\bar{\beta} = \frac{I_C}{I_B}$$

$\bar{\beta}$ 因与 β 的值几乎相等,故在应用中不再区分,均用 β 表示。

(2)极间反向电流 晶体三极管的极间反向电流有 I_{CBO} 和 I_{CEO} , I_{CBO} 是发射极开路时的集电结反向电流,一种管子 I_{CBO} 越小,表示性能要稳定。 I_{CEO} 是基极开路时集电极和发射极间的穿透电流。对同型号的管子, I_{CEO} 越小,性能越稳定。

(3)极限参数 晶体三极管的极限参数主要有:集电极最大允许电流 I_{CM} 、集电极最大允许功率损耗 P_{CM} 、反向击穿电压 $U_{(BR)CEO}$, $U_{(BR)CBO}$, $U_{(BR)EBO}$ 。选择三极管时,要求: $P_C < P_{CM}$, $I_c < I_{CM}$, $U_{ce} < U_{(BR)CEO}$ 等。

5. 温度对晶体三极管特性和参数的影响

由于半导体材料的热敏性,晶体管的输入特性和输出特性以及参数都受温度影响。随温度升高,输入特性曲线左移、输出特性曲线上移且曲线间距离增大。

对参数的影响有:

(1) V_{BE} 的影响 随温度升高,输入特性曲线左移, U_{BE} 随温度变化。温度变化 1°C , $|U_{BE}|$ 大约变化 $2 \sim 2.5\text{mV}$,并具有负温度系数。若 U_{BE} 不变,温度升高时, i_B 将增大。由于硅管的 I_{CBO} 比锗管小得多,所以从绝对值上看,硅管比锗管受温度影响小。

(2) I_{CBO} 的影响 温度每升高 10°C , I_{CBO} 大约增加 1 倍。反之,温度下降, I_{CBO} 减小。在输出特性曲线上,当温度升高时,曲线向上移。

(3) β 的影响 温度每增加 1°C , β 增大约为 1%。在输出特性曲线上,曲线间距离随温度升高而增大。

四、场效应管

场效应管(简称 FET,也称单极型晶体三极管)是利用输入电压产生的电场效应来控制输出电流的,即利用栅源电压改变导电沟道的宽、窄而实现对漏极电流的控制的。由于输入电流极小,故称为电压控制电流器件。它和双极型三极管一样都具有放大作用,即通过能量的控制实现对信号的放大功能。

场效应管分为结型场效应管(JFET)和绝缘栅型场效应管(IGFET,又称 MOS 型场效应管)两大类。结型场效应管是一种半导体体内的场效应控制器件,由 V_{GS} 的大小改变 PN 结(耗尽层)的宽度来控制导电沟道从而改变漏极电流的器件。绝缘栅型场效应管是一种半导体表面场效应控制器件,由栅源电压 V_{GS} 的大小来控制半导体表面反应层的导电沟道从而改变漏极电流的器件。根据导电沟道的类型可分为 P 沟道管和 N 沟道管,绝缘栅型场效应管根据 $V_{GS} = 0\text{V}$ 时是否有导电沟道,又分为耗尽型和增强型两类; $V_{GS} = 0\text{V}$ 时存在导电沟道, $i_D \neq 0$,称为耗尽型场效应管, $V_{GS} = 0\text{V}$ 不存在导电沟道, $i_D = 0$,称为增强型场效应管。

1. 结型场效应管

(1)结构 两个 P 区连在一起所引出的电极称为栅极(G),两个 N 区连在一起所引出

的电极分别称为源极(S)和漏极(D)。

(2)工作原理 结型场效应管工作时,它的两个 PN 结始终要加反向电压。对于 N 沟道,各极间的外加电压变为 $V_{GS} \leq 0$,漏源极之间加正向电压,即 $V_{DS} > 0$ 。当 G、S 两极间电压 V_{GS} 改变时,沟道两侧耗尽层的宽度也随着改变,由于沟道宽度的变化,导致沟道电阻值的改变,从而实现了利用电压 V_{GS} 控制电流 I_D 的目的,是一种电压控制的电流源。要注意结型场效应管中两个电源 V_{GG} 和 V_{DD} 极性不能接反。

(3)特性曲线 图 1.6 和图 1.7 所示为结型场效应管的转移特性和输出特性。它可分为三个工作区:可变电阻区、恒流区(或线性放大区)、夹断区,如图中标注。

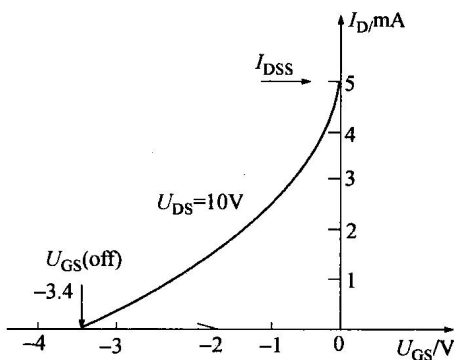


图 1.6 结型场效应管转移特性曲线

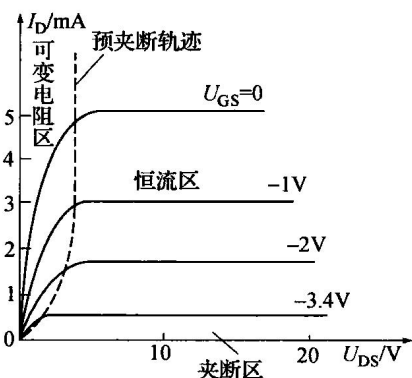


图 1.7 结型场效应管的输出特性曲线

2. N 沟道增强型绝缘栅型场效应管(MOS 场效应管)

(1)结构及符号 N 沟道绝缘栅场效应管结构及其符号图如图 1.8(a)、(b)、(c)所示。

(2)工作原理 工作时栅源之间加正向电源电压 V_{GS} ,漏源之间加正向电源电压 V_{DS} ,并且源极与衬底连接,衬底是电路中最低的电位点。当 $V_{GS} \geq V_{GS(th)}$ 时,形成导电沟道,并有电流 I_D ,这样改变 V_{GS} 的大小,就可以控制沟道电阻的大小,从而达到控制电流 I_D 的大小,随着 V_{GS} 的增强,导电性能也跟着增强。

(3)特性曲线 图 1.9 和图 1.10 所示为转移特性和输出特性曲线,与结型场效应管类似,也分为可变电阻区、恒流区(放大区)、夹断区和击穿区,其含义与结型场效应管输出特性曲线的几个区相同。

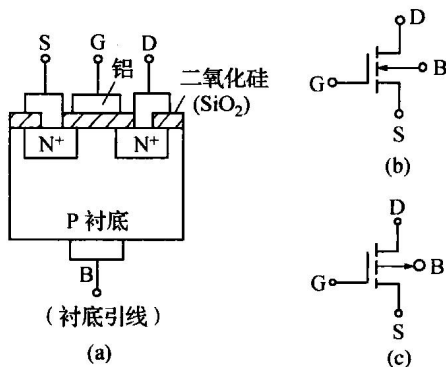


图 1.8 N 沟道增强型场 MOS 管的结构及其图形符号

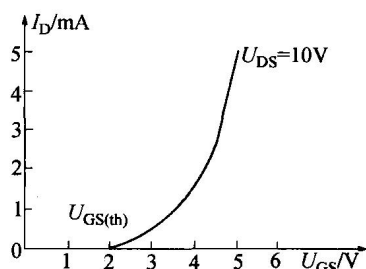


图 1.9 N 沟道增强场 MOS 管转移特性曲线

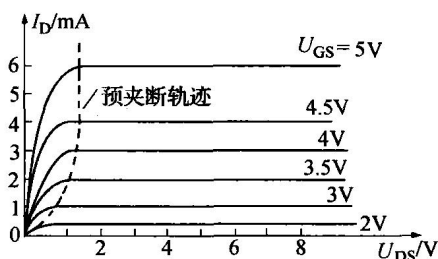


图 1.10 N 沟道增强场 MOS 管转输出特性曲线

3. N 沟道耗尽型绝缘栅型场效应管(MOS 管)

(1)工作原理 如果在栅源之间加负电压, V_{GS} 所产生的外电场就会削弱正离子所产生的电场, 使得沟道变窄, 电流 I_D 减小; 反之, 电流 I_D 增加。故这种管子的栅源电压 V_{GS} 可以是正的, 也可以是负的。改变 V_{GS} , 就可以改变沟道的宽窄, 从而控制漏极电流 I_D 。

(2)特性曲线 输出特性曲线如图 1.11 所示, 曲线可分为可变电阻区、恒流区(放大区)、夹断区和击穿区。

4. 场效应管的工作状态特点

在不同的应用条件下, 场效应管工作在不同的状态, 分别具有不同的特点:

可变电阻区: I_D 和 V_{DS} 和变化呈近似正比关系, d、s 间的等效电阻较小, 相当于开关合上。

恒流区(放大区): V_{GS} 一定时, V_{DS} 基本不变; 当 V_{GS} 变化时 I_D 随之变化, 起放大作用。

夹断区: d、s 间的等效电阻很大, $I_D \approx 0$, d、s 间等效为开路, 相当于开关断开。

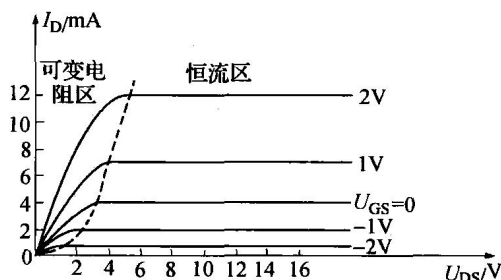


图 1.11 N 沟道耗尽型 MOS 管输出特性

5. 场效应管的主要参数

(1)直流参数 开启电压 $V_{GS(th)}$ 、夹断电压 $V_{GS(off)}$ 、饱和漏极电流 I_{DSS} 、直流输入电阻 R_{GS} 、和饱和漏极电流 I_{DSS} 。

(2)交流参数 低频跨导 g_m 和极间电容等。

(3)极限参数 漏源击穿电压 $V_{(BR)DS}$ 和最大耗散功率 P_{DM} 等。

五、单结管

单结管又称双基极二极管, 被广泛用于脉冲电路与数字电路中。

1. 结构及符号

单结晶体管的外形示意图和符号如图 1.12 所示。

2. 特性

单结管是利用由于发射极注入的空穴(电子), 在基极和发射极之间引起电导率调制, 从而产生负

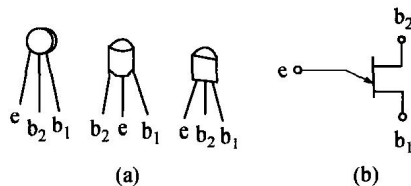


图 1.12 单结管的外形示意图和符号

阻特性的器件。即单结管具有负阻特性。

3. 主要参数

(1) 基极电阻 R_{BB} 发射极开路时基极 B_1 和基极 B_2 间的电阻, 一般为 $2 \sim 10k\Omega$, 其阻值随温度上升而增大。

(2) 分压比 η 发射极第一基极之间的电压和第二基极到第一基极之间的电压之比, 一般为 $0.3 \sim 0.8$ 。

六、晶闸管

晶闸管是在硅二极管基础上发展起来的一种大功率半导体器体。它是“晶体闸流管”的简称(以前称为“可控硅”), 用于整流、调速、交直流变换、开关和调光等自动控制电路。

1. 结构及符号

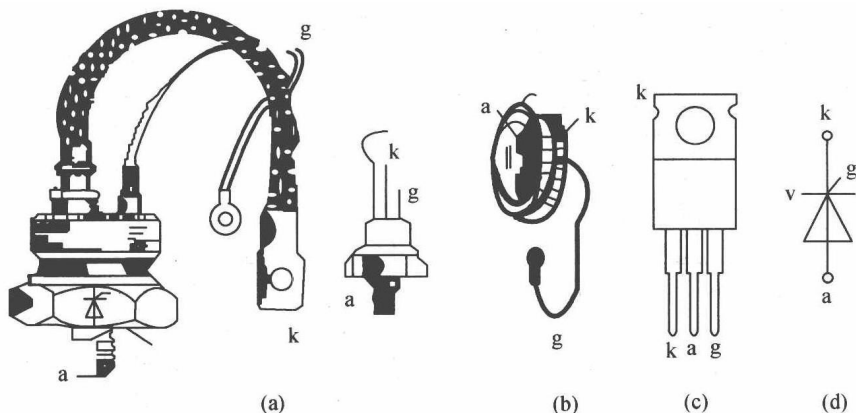


图 1.13 晶闸管外形及符号

(a)螺栓式 (b)平板式 (c)塑封式 (d)符号

具有三个 PN 结四层结构。晶闸管有三个电极, 分别为阳极(a)、阴极(k)、控制极(g)。其外形及电路符号如图 1.13 所示。晶闸管主要有螺栓型、平板型、塑封型和三极管型。

2. 工作原理

晶闸管导通应具备两个条件: 一是晶闸管阴极与阳极间必须加正向电压, 二是控制极电路也要接正向电压, 另外, 晶闸管一旦导通后, 即使降低控制极电压或去掉控制极电压, 晶闸管仍然导通。

3. 特性

晶闸管相当于可控制的单向导电开关, 能以弱电去控制各种电路。

4. 主要参数

正向阻断峰值电压、反向阻断值电压、额定正向平均电流、控制极触发电流等。

第二节 典型例题

例 1.1 选择正确答案填于空内。