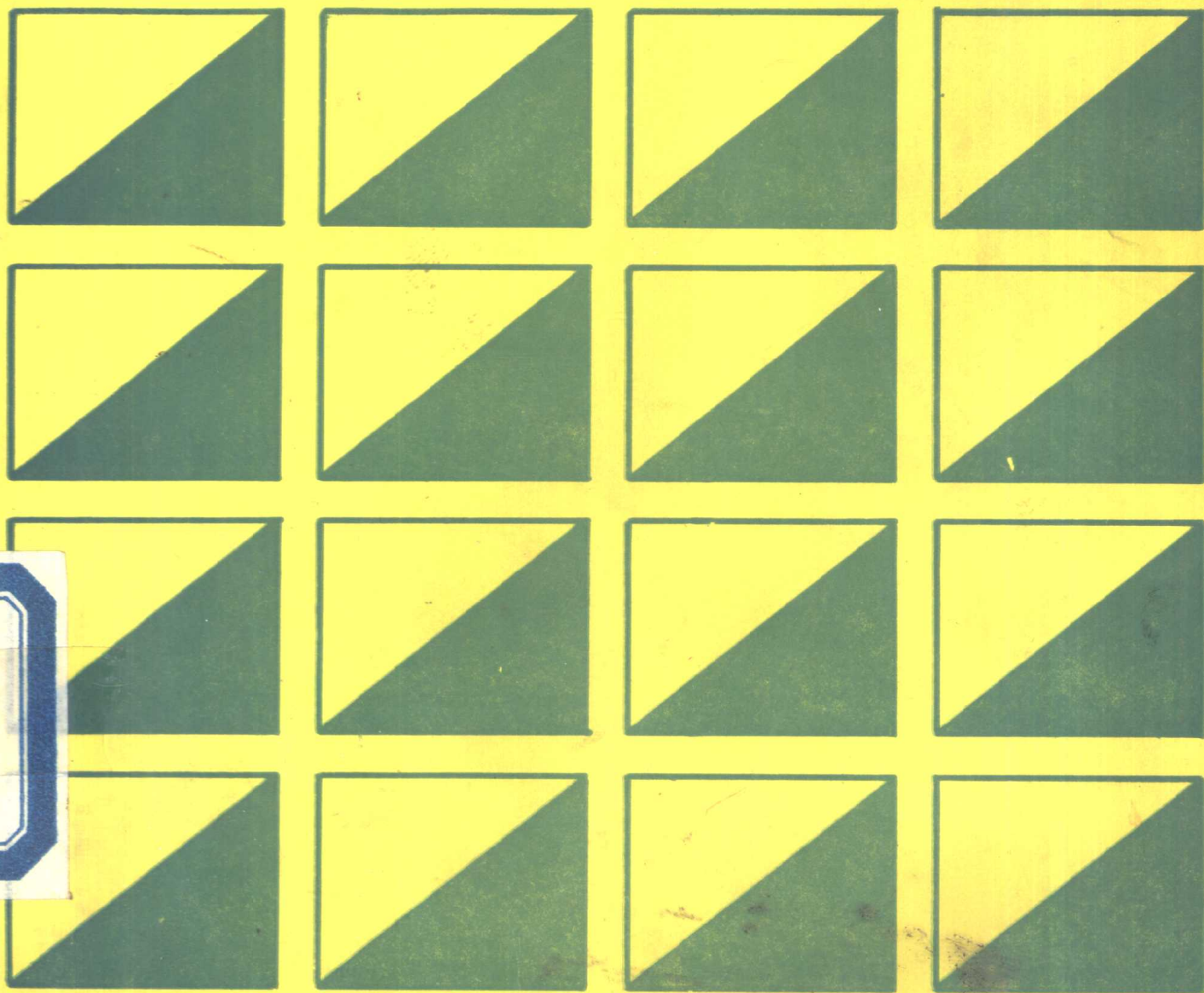


职业高中试用教材

实用电子技术 实验与应用

伍遵义 吴珏初 编

高等教育出版社

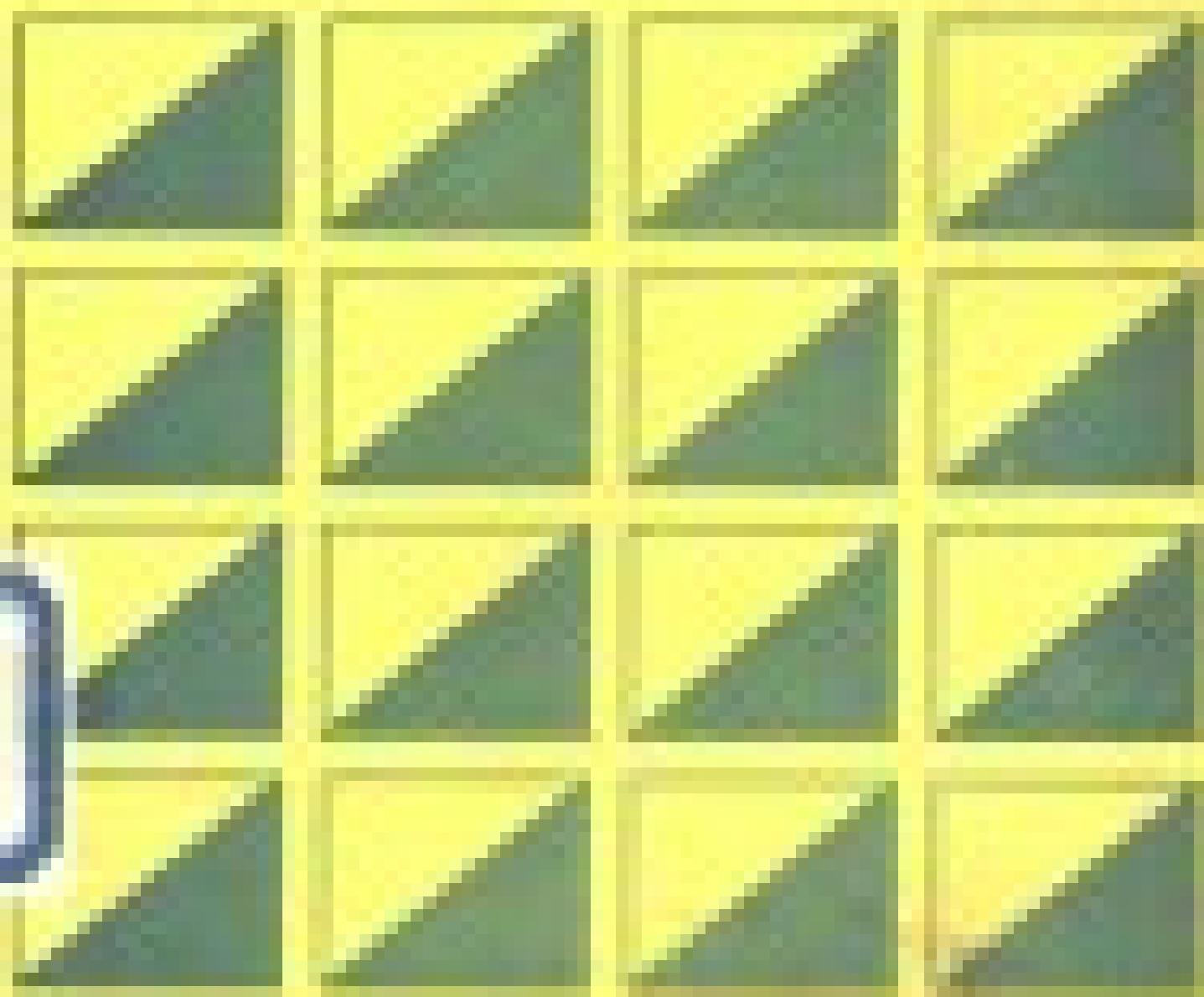
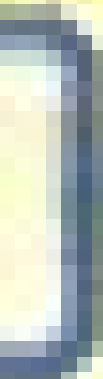


第2版 第1次印刷

实用电子技术 实验与应用

（第2版）

（第1次印刷）



职业高中试用教材

实用电子技术实验与应用

伍遵义 吴钰初编

高等教育出版社

内 容 简 介

本书是国家教育委员会职业技术教育司和高等教育出版社组织编写的职业高中电子电器专业系列教材之一。本书与《实用电子技术基础》是姊妹篇。两书相辅相成,各有侧重。也可自行取舍,与其他教材配合使用。

本书共编了32个实验,其中模拟电子技术实验21个,数字电子技术实验11个。根据职业高中的培养目标,结合实验内容编入了20个想想做做的应用项目,以利于开拓学生思路,培养学生的动手能力。为便于使用电子仪器,附录中介绍了11种常用电子仪器的性能和使用方法。

本书可作为城市和农村职业高中电子电器专业电子技术实验与应用课的教材,也可作为技工学校同类专业的实验教材,还可作为培训班的教材和参考书。

(京)112号

职业高中试用教材

实用电子技术实验与应用

伍遵义 吴钰初编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷一厂印装

*

开本787×1092 1/16 印张18.75 字数460 000

1989年10月第1版 1993年3月第2次印刷

印数103 249—133 658

ISBN 7-04-002482-9/TM·140

定价 5.30 元

前 言

本书是为职业高中电子电器专业“实用电子技术基础”课程编写的实验与应用课教材。

从四化建设对中等职业教育培养人材的要求看,学生不但要有一定的基础理论知识和操作能力,还必须具有一定的思考、开拓能力和对书本知识消化、应用的能力,成为智能型人材。

本书在编写时力求体现科学性、验证性、实用性、趣味性等特色。书中除了有配合基础理论课的验证性实验外,还有把知识转化为技能的应用项目——“想想做做”,以提高学生的动手能力和初步设计制作能力。在应用项目中注意由浅入深、循序渐进。

为了便于学生自学和独立进行实验,本书较详细地叙述了实验步骤与方法。为了便于教学,书中把实验报告单列一页,附在各实验后面,每做完一个实验,填写并完成一份实验报告,便于教师批改和评分,也可撕下来作为单独的实验报告,最后装订成实验册。

本书有其自身的系统性和相对独立性。模拟部分编写了21个实验,数字部分编写了11个实验。书中凡有“*”号的实验,作为选做内容,各校可根据情况取舍。为了拓宽学生思路,结合实验内容,还编入了20个“想想做做”应用项目。考虑到各校情况不同,书中未作规定。但有些应用项目恰恰是为以后的实验作准备的,请指导教师注意。我们建议,应用项目除了可按书中的内容让学生课外完成外,还要鼓励学生自己寻找资料进行创造性制作。编者从教学实践中体会到,如果这样做,定能收到事半功倍的效果。

附录中选录了11种常用仪器的性能和使用方法,是中级技工技能培训的内容之一。考虑到教材的通用性、实用性,故在实验中也注意增加了利用万用表进行测试、检修的内容,并选编了一些实用性资料。这样做,也是为以后学习和维修收录机、电视机等家用电器打下良好的基础。

本书由吴钰初、伍遵义合作编写,伍遵义负责全书的统稿工作;同济大学刘式雍副教授负责主审,参加审阅的还有陈金铁、闵有毅老师。参加本书编写提纲讨论会的有苏州电子职业中学周玉良、贵阳十五中胡荣祥、南宁第二职业高中封嘉显、南昌职业技术师范学院晏桂滇;参加本书审稿会的有郑州二十五中万相众、西安东城高级职业中学冯西安、同济大学陈金铁等。各位老师对本书提出了许多宝贵的意见,对本书的修改有很大的帮助。

在编写过程中还得到北京136中沈大林、王军伟,青岛二十三中秦立,无锡市轻工职业中学戴志江、严岩、沈伟军、宋飞鸿、张旭、钱晃琴和电子职业中学朱国兴、杨茂昌、杨海祥的热忱帮助,得到北京半导体器件三厂、湖南长沙四四三五厂、无锡市无线电二厂以及无锡市菊花电扇厂顾逸农副厂长的大力支持;得到无锡市轻工职业中学领导的帮助。编者对上述同志与单位表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,错误与不妥之处恳请读者批评指正。

编 者

目 录

实验一 晶体二极管.....	1	*实验十七 石英晶体振荡器.....	109
实验二 晶体三极管.....	11	想想做做.....	112
想想做做.....	14	附 几种常见的石英谐振器的主要	
实验三 晶体三极管共发射极放大器的基		性能.....	113
极偏置.....	17	实验十八 调幅与检波.....	117
想想做做.....	20	实验十九 晶体管串联稳压电源.....	123
附 印制线路板制作简介.....	21	附 串联稳压电源常见故障的检修方法.....	127
实验四 晶体管共射单级放大器.....	27	想想做做.....	128
实验五 RC 耦合两级放大器.....	33	*实验二十 低压串联型开关稳压电源.....	131
实验六 负反馈放大器.....	37	附一 储能变压器的制作.....	135
实验七 变压器耦合推挽功率放大器.....	43	附二 低压串联型开关稳压电源的检	
想想做做.....	46	修.....	135
实验八 互补对称推挽功率放大器		想想做做.....	138
(OTL).....	49	*实验二十一 单结晶体管振荡器.....	141
想想做做.....	52	想想做做.....	144
*实验九 结型场效应管放大器.....	55	实验二十二 双稳态电路(分立元件).....	147
实验十 对称式差动放大器.....	61	想想做做.....	150
实验十一 集成运算放大器.....	67	实验二十三 无稳态电路(多谐振荡	
想想做做.....	72	器).....	153
*实验十二 集成功率放大器.....	75	想想做做.....	155
实验十三 LC 调谐放大器.....	81	实验二十四 射极耦合双稳态电路(施密特触	
实验十四 RC 正弦波振荡器.....	87	发器).....	159
想想做做.....	89	想想做做.....	161
实验十五 LC 正弦波振荡器(互感耦合).....	93	实验二十五 集成与、或、非门.....	165
想想做做.....	96	想想做做.....	169
附一 晶体管收音机变频级故障的检修		附一 用万用表判别 TTL 集成电路.....	171
方法.....	98	附二 本实验中可代换的部分集成电路	
附二 LTF-2-3 振荡线圈结构图及其行		型号.....	172
线底视图, 见图 15.8.....	99	实验二十六 利用与非门构成的脉冲电路.....	177
*实验十六 LC 正弦波振荡器(电容三		想想做做.....	180
点式).....	103	实验二十七 触发器.....	185
想想做做.....	105	想想做做.....	188
		实验二十八 计数器(一).....	193
		想想做做.....	196

*实验二十九 计数器(二).....	199	二、XD-2 型低频信号发生器.....	246
实验三十 译码与显示.....	205	三、XFG-7 高频信号发生器.....	247
想想做做.....	209	四、GB-9、DA-16 毫伏表.....	251
实验三十一 单向可控硅的工作原理及		五、JT-1 型晶体管特性图示仪.....	253
应用.....	213	六、BS-1 型失真度测量仪.....	266
想想做做.....	218	七、QBG-3 型高频Q 表.....	268
实验三十二 综合实验与制作.....	223	八、XC-13 型脉冲信号发生器.....	270
附 超外差式收音机的调整	234	九、ST-16 型示波器.....	273
附录 常用电子测量仪器介绍.....	241	十、SR-8 型二踪示波器.....	281
一、SB-10 示波器.....	241	十一、E312 型电子计数式频率计.....	289

实验一 晶体二极管

一、实验目的

1. 验证晶体二极管的单向导电特性。
2. 学会测量晶体二极管的伏安特性曲线。
3. 掌握几种常用特种功能二极管的性能和使用方法。

二、实验前准备

1. 复习晶体二极管结构和伏安特性。
2. 阅读光电二极管、发光二极管和稳压管的特性和使用范围。
3. 复习用万用表测量晶体二极管的方法。阅读用图示仪测试晶体二极管及用示波器测量输出电压的方法。

三、实验原理

晶体二极管由一个 PN 结构成,具有单向导电作用。几种常见二极管的符号如图 1.1 所示。

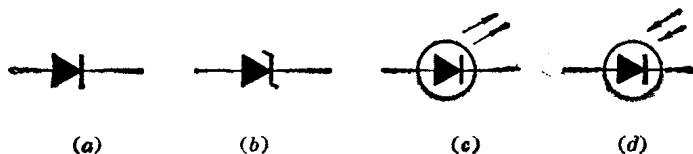


图 1.1 几种常见二极管的符号

图 1.1(a)为普通二极管,如 2AP;2CP;2CZ 等。图 1.1(b)~(d)为稳压管、发光二极管、光电二极管等特种二极管。如稳压管,它工作在反向击穿区。使用时,利用反向电流在击穿区很大范围内变化而电压基本恒定的特性来进行稳压。

发光二极管是一种把电能变成光能的半导体器件。发光二极管有各种颜色,例如有发红光的,发黄光的,发绿光的等等。

发光二极管工作电压较低(1.6~3 V),正向工作电流只需几毫安到几十毫安,故常作线路通断指示和数字显示。

光电二极管是一种将光信号转变为电信号的半导体器件。无光照时,光电二极管无电流输出,其反向电阻很大。当受到光照时,反向电阻变小并可产生光电流,光电流与外电路关系不大。

*硅光电三极管型号后面加上 B 字母,表示带有基极引出线的管子,否则光窗口就是基极,不再有基极外引线。

光电管主要用于可见光、红外光接收及光电转换的自动控制仪器、自动计数、自动报警、光电开关等方面。

若将万用表黑表棒接二极管正极,红表棒接二极管负极,则二极管处于正向偏置,呈现低阻,表针偏转大;反之,二极管处于反向偏置,呈现高阻,表针偏转小。根据两次测得的阻值,就可判别

二极管的极性。注意: 万用表不同的电阻挡的等效内阻各不相同, 测得的阻值有差异。一般不宜采用 $R \times 10\text{ k}$ 挡来测二极管, 因该挡的电源电压较高(一般为 15 V), 有可能损坏管子。

四、实验器材

1. 仪器

名 称	规格及型号	数 量	备 注
万用表		1	
晶体管特性图示仪	JT-1	1	
直流电流表	$0 \sim 50\text{ mA}$	1	或用万用表代
	$0 \sim 100\text{ mA}$	1	
	$0 \sim 500\text{ }\mu\text{A}$	1	
	$0 \sim 50\text{ }\mu\text{A}$	1	
直流电压表	$0 \sim 5\text{ V}$	1	
	$0 \sim 20\text{ V}$	2	
示波器		1	
直流稳压电源	$0 \sim 20\text{ V}$	1	

2. 元器件

名 称	规格及数量	备 注
晶 体 管	2AP; 2CK; 2CW56; 2CU 发光二极管(LED) 各 1~2 只	无标志二极管 1~2 只
电 阻	$100\Omega \times 1$; $300\Omega \times 1$; $820\Omega \times 1$ ($1/2\text{ W}$) $5\text{ k}\Omega \times 1$ ($1/2\text{ W}$)	
电 位 器	$1\text{ k}\Omega \times 1$; $10\text{ k}\Omega \times 1$	

五、实验项目

[实验 A]

1. 用万用表判别晶体二极管的质量。
2. 用逐点测量法及图示仪测量 2 AP 或 2 CK 的伏安特性。
3. 单向导电实验。

[实验 B]

1. 用万用表测量 2 CW、2 CU 和 LED 的正反向电阻判定其质量。
2. 2 CW、2 CU 和 LED 的简单应用

六、实验步骤

[实验 A]

1. 用万用表测量二极管。

(1) 按实验报告表 1.1 要求, 用万用表测量二极管(2 AP、2 CP、2 CK) 的正、反向阻值。将

数据填入表中。

(2) 无标志二极管正、负极和锗管或硅管的判别(选用 2AP、2CK、2CP 各 1~2 只)。

(a) 根据二极管正向导通时呈低阻, 判别二极管的正、负极。

(b) 锗管或硅管的判别: 用 $R \times 1\text{ k}$ 挡测量二极管正向阻值, 阻值小的为锗管。例如用 500 型万用表 $R \times 1\text{ k}$ 挡测 2CK, 阻值约在 $5\text{ k}\Omega$ 以上; 测 2AP, 阻值为 $2\text{ k}\Omega$ 左右。

(c) 估计质量: 按实验报告表 1.2 要求测量 3~4 只二极管。并将正、反向阻值与表 1.1 所列数据对照, 填写管型与质量好坏。

2. 2AP 或 2CK 的伏安特性

(1) 测量 2AP 正、反向伏安特性的线路见图 1.2(a)、(b)。按图接好线路。

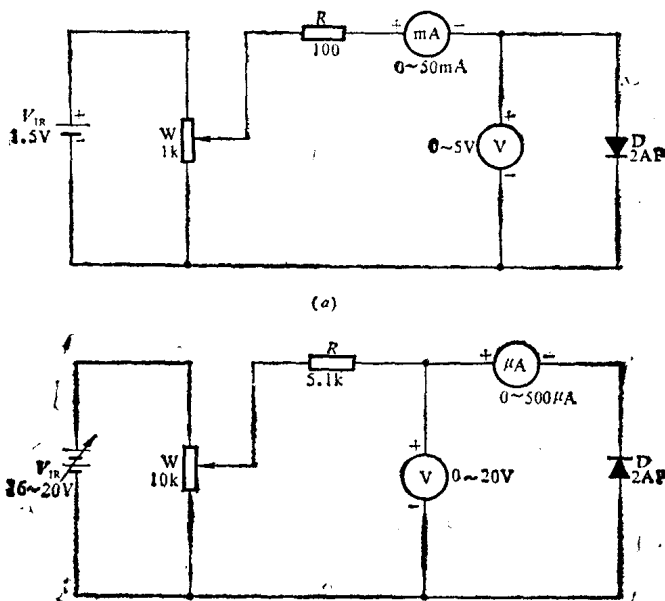


图 1.2 测量 2AP 伏安特性的线路
(a) 测正向伏安特性 (b) 测反向伏安特性

(2) 将电位器 W 中心滑臂旋至地端, 接通电源。调节 W 阻值使输出电压逐渐增大。按实验报告表 1.3(a) 要求测量 2AP 或 2CK 的正向伏安特性, 并将数据填入该表, 在直角坐标上绘成曲线。

(3) 按实验报告表 1.3(b) 要求, 测量 2AP 或 2CK 的反向伏安特性。注意, 2AP 型管反向电流不要超过 $400\text{ }\mu\text{A}$, 2CK 则更小。

数据填入表中, 在直角坐标上绘成反向特性曲线。

(4) 在教师指导下用晶体管特性图示仪测量二极管的正、反向特性曲线。并与逐点测量法测出的特性曲线对照。

3. 二极管(2CP)单向导电实验

(1) 实验线路如图 1.3 所示。按图(a)接线。

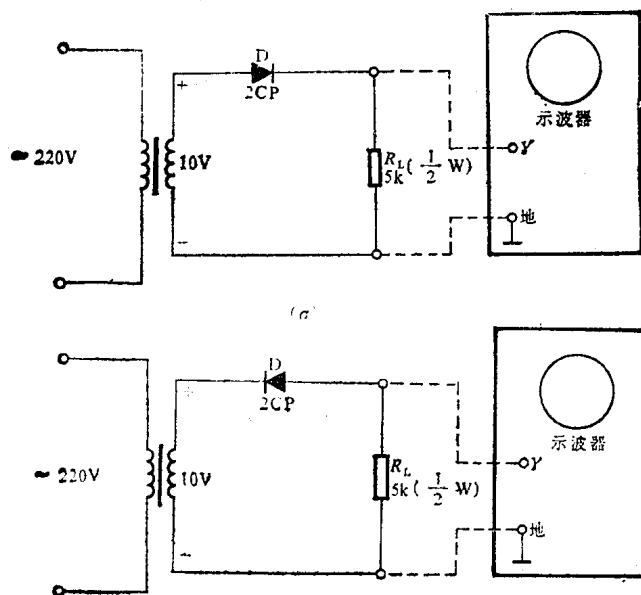


图 1.3 二极管单向导电实验线路

(a) 正向接法

(b) 反向接法

(2) 调好示波器,用示波器观察图 1.3(a)线路的输出波形。

(3) 将 2CP 反接,线路如图 1.3(b)所示,用示波器观察输出波形。将波形绘入实验报告表 1.4 中。

[实验 B]

1. 2CW 稳压管实验

(1) 用万用表测量 2CW 56 的正反向电阻。数据填入实验报告表 1.1 中。

(2) 按图 1.4 接线。将直流电源先置于 0V 挡,然后按实验报告表 1.5 要求进行实验,数据填入表中。

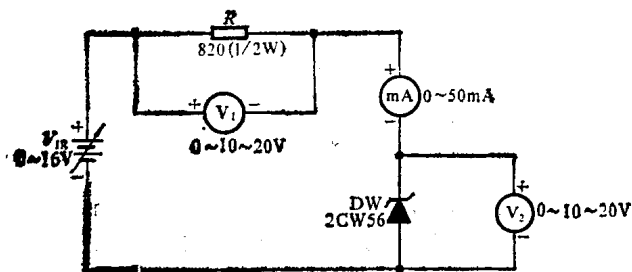


图 1.4 稳压管的稳压性能实验线路

2. 光电二极管 2CU 实验

(1) 用万用表 $R \times 10$ 挡测量 2CU 的正向电阻。

(2) 用万用表测量 2CU 的反向暗电阻、亮电阻。

万用表置于 $R \times 10\text{ k}$ 挡,黑表棒接二极管负极,红表棒接二极管正极。将黑纸遮住二极管窗

口(无光照),此时万用表所示电阻为暗电阻。用手电筒照射二极管窗口或将二极管窗口朝向光亮处,此时阻值为亮电阻。受光越强,阻值越小。但不要将窗口直接受阳光照射,以防损坏。

(3) 将万用表置于 $50\mu\text{A}$ 挡,黑表棒接二极管正极,红表棒接二极管负极。观察无光照时和有光照时的电流。

将数据填入实验报告表 1.6 中。

3. 发光二极管(LED)实验

(1) 用万用表测量发光二极管正反向电阻,数据填入实验报告表 1.1 中。

由于发光二极管正向导通时管压降大于 1.5V ,故需用 $R\times 10\text{k}$ 挡进行测量,否则正反向均呈开路状态。

(2) 发光二极管实验线路如图 1.5(a)所示。按图 1.5(a)安装元器件。调节 W 使发光二极管出现微亮、亮、过亮时,观察 LED 两端电压及电流。数据填入实验报告表 1.7 中。

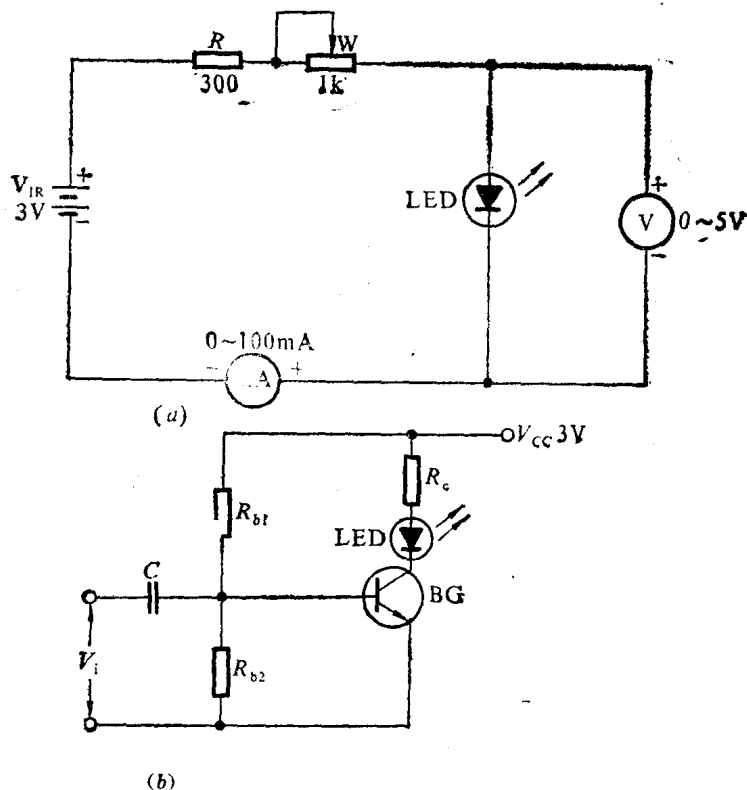


图 1.5 发光二极管实验及基本应用线路

(a) 实验线路 (b) 基本应用线路

注意.

(1) 发光二极管微亮、亮可由实验者视定。过亮,则超过其允许功耗。此时应增大 W 阻值,降低 LED 的工作电流,否则易烧毁。

(2) 在安装焊接 LED 时,管脚不宜剪得太短,焊接时间不宜过长,否则易损坏管子。

图 1.5(b)、图 1.6 为二极管实用电路,仅供应用时参考。

附：光敏传感器基本线路

用光电二极管作光敏传感器，自动控制前置级的基本线路，如图 1.6 所示。

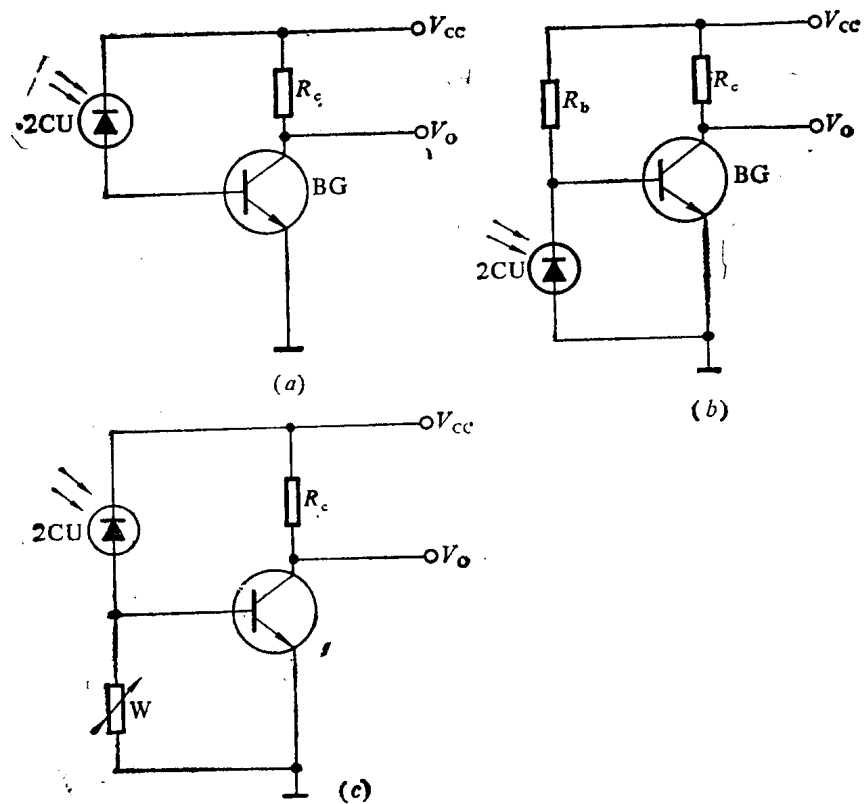


图 1.6 光电二极管作光敏传感器的基本线路

(a) 受光照时 BG 导通 (b) 受光照时 BG 截止

(c) 可调电路

实验报告

专业_____ 班级_____ 姓名_____ 实验组别_____

实验日期_____年__月__日 评定成绩_____

实验一 晶体二极管

实验记录

表 1.1 二极管正反向电阻

管 型	正向阻值 $R \times 10$ 挡		反向阻值 $R \times 1k$ 挡	
	实际测量值 (Ω)	参考阻值 (Ω)	实际测量值 (Ω)	参考数值 (Ω)
2AP		≤ 150		$\geq 200k$
2CK		≤ 150		$\geq 1M$
2CP		$R \times 1$ 挡 ≤ 50		$\geq 1M$
2CW		$R \times 1$ 挡 ≤ 100		$R \times 10k$ 挡, $>$ 几百千欧
LED $R \times 10k$ 挡		几十千欧		∞

注: 1. 实际测量值与参考值相差过大时, 表示该管质量较差或已损坏。

2. 用 $R \times 10k$ 挡测 2CW 时, 正向电阻正常而反向电阻为 ∞ 时, 表示该管稳压值已超过万用表 $R \times 10k$ 挡所用的电源电压。

表 1.2 判别无标志的二极管

正向电阻		反向电阻		管 型	质 量
万用表挡次	阻值(Ω)	万用表挡次	阻值(Ω)		

表 1.3(a) 逐点测量二极管正向伏安特性

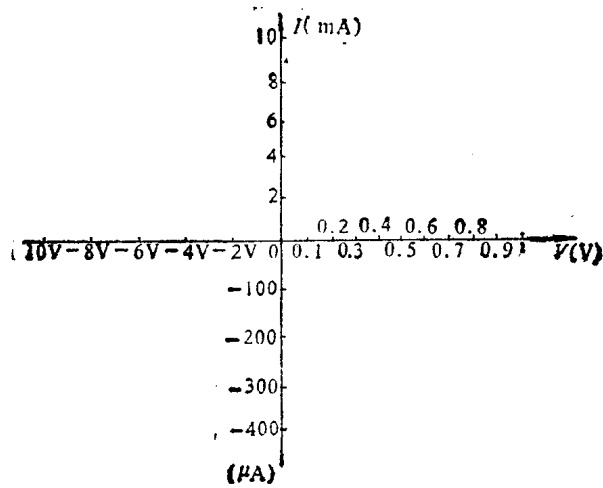
正向电压 (V)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
正向电流 (mA)											

表 1.3(b) 逐点测量二极管反向伏安特性

反向电压 (V)	0	2	4	6	8	10
反向电流 (μA)						

二极管型号_____。

注意,在测反向伏安特性时,管子两端所加电压不能超过反向击穿电压。



实验图 1.1 直角坐标

表 1.4 二极管单向导电(整流)

二极管接法	输出波形	导通状态(导通或截止)	
		正半周	负半周
正 向			
反 向			

表 1.5 稳压管实验

稳压管型号_____。稳压值_____V。

输入电压(V)	0	2	4	6	8	10	12	14	16
电压表 V_1 值(V)									
电压表 V_2 值(V)									
电流(mA)									

注: 2CW56 稳定电流为 10mA, 此时稳压管两端电压为稳压值。最大稳定电流 29mA。

表 1.6 光电二极管性能测量

正向电阻 ($R \times 10$ 挡) Ω		
反向电阻 ($R \times 10k$ 挡) Ω	暗电阻 亮电阻	
光电效应 μA	暗电流 亮电流	

表 1.7 发光二极管(LED)测试

亮 度	LED 两端电压(V)	电 流 mA
微 亮		
亮		
过 亮		

思 考 题

1. 2AP、2CP 等二极管均有一个 PN 结,它们的正向电阻____,反向电阻____,具有____导电特性。____型二极管常用于检波电路中,____等用于整流电路。
2. 稳压管工作在____击穿区。在该区域内,流过稳压管的反向电流有所____,但它两端电压____。
3. 光电二极管是将光能转变为____能的半导体器件。当它受到光照时,反向电阻____,如果外电路闭合就有____产生。
4. 发光二极管的 PN 结受到正向电流激发时会____,它是将电能转换成____的半导体器件。它与光电二极管或光电三极管组成____耦合元件,常用于自动控制及光导纤维通信电路中。

