

序号: 北京理工大学
时间: 年 10 月 30 日
上午 下午 晚上

实验报告 ⑤

课程名称: 物理实验B 实验名称: 伏安特性测量 实验日期: 2024 年 10 月 30 日
班 级: 63012318 教学班级: 07152301 学 号: 1120232535 姓 名: 汪隽宁

一、实验目的

1. 掌握线性与非线性元件伏安特性的测量方法和基本电路
2. 掌握普通、稳压、发光二极管基本特性, 准确测量其正向导通电压, 反向击穿电压, 根据发光二极管正向工作电压估算其峰值波长。
3. 画出不同元件伏安特性曲线

二、实验原理

1. 伏安特性

由欧姆定律, 电阻 R 、电压 U 、电流 I 有关系: $R = \frac{U}{I}$

非线性元件的 R 为变量, 分析其阻值必须指出其工作电压(电流)。有2种方法表示, 一种称为静态电阻, 用 R_0 表示; 另一种称为动态电阻, 用 r_0 表示, 等于工作点附近的 $\frac{\Delta U}{\Delta I}$, 可由伏安曲线求出。如图1, Q 点 $R_0 = \frac{U_Q}{I_Q}$, $r_0 = \frac{dU_Q}{dI_Q}$ 。

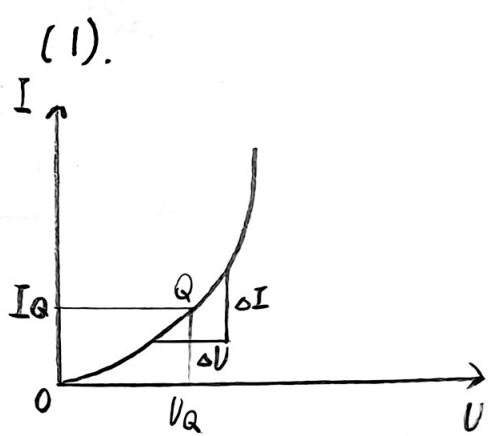


图1 动态电阻表示图

2. 半导体二极管

一种常用非线性元件, 在电路图中用图2(a)表示, 伏安特性如图2(b)。特点: 正向电流/电压较小时, 电流较小, 正向电压加至 U_0 时, 正向电流明显增大, 将此段直线反向延长, 交 U 轴于正向导通电压 U_0 。反向电压超过 $-U_0$ 时, 电流急增, U_0 称为击穿电压。

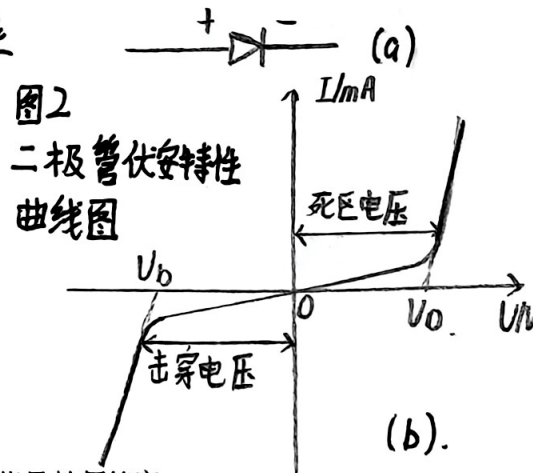


图2 二极管伏安特性曲线图

联系方式: _____

指导教师签字: _____

实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
 班级: _____ 教学班级: _____ 学号: _____ 姓名: _____

3. 稳压二极管

一种特殊硅二极管, 符号、伏安特性曲线如图3(a)、(b)。
 在反向击穿区一个很宽的电流区间, 伏安曲线陡直, 反向与U轴交于 U_W 。其反向击穿可逆。

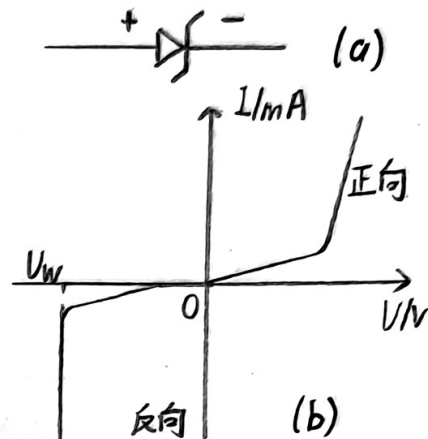


图3 稳压管伏安特性曲线

4. 发光二极管(LED)

核心为PN结。符号如图4(a)。正向电压下, 电子由N区注入P区, 空穴由P区注入N区。进入对方区域形成少数载流子, 进入P区的电子和P区空穴复合, N区同理, 并以发光形式辐射多余能量, 如图4(b)。

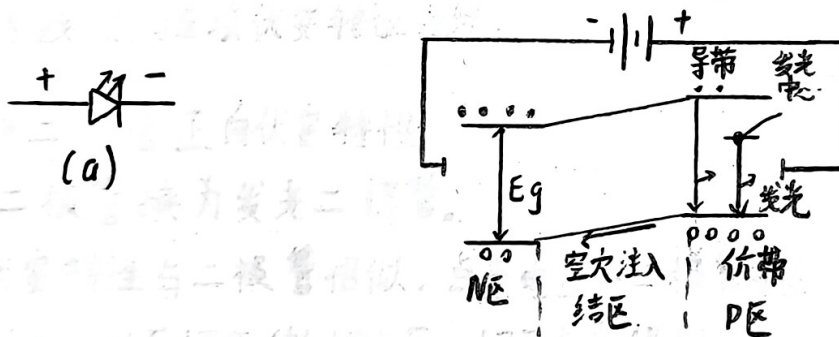


图4 LED二极管

理论和实践证明, 光的峰值波长 λ 与发光区域半导体禁带宽度 E_g 有关: $\lambda \approx \frac{1240}{E_g} (nm)$ 。

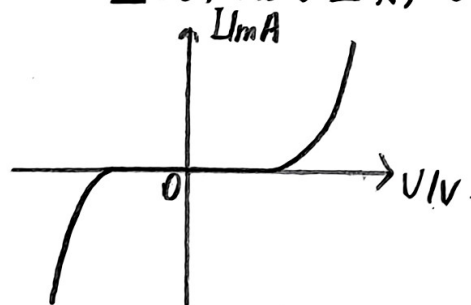


图5 LED的电压电流关系图

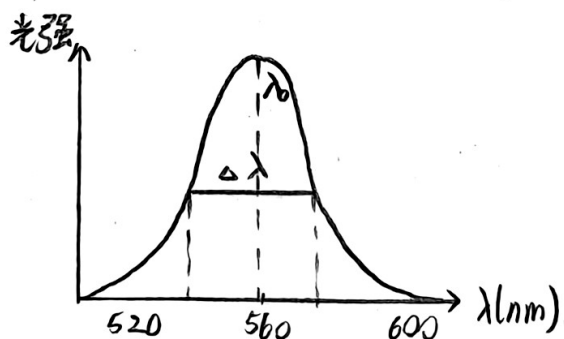


图6 光谱分布和峰值波长图

λ_0 为峰值波长。

联系方式: _____

指导教师签字: _____



实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
 班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

三、实验内容

1. 测普通二极管正向伏安特性

电压从最小开始调节, 观察正向电流。
 记录 V - I 数据, 描绘正向伏安特性曲线,
 计算正向导通电压。

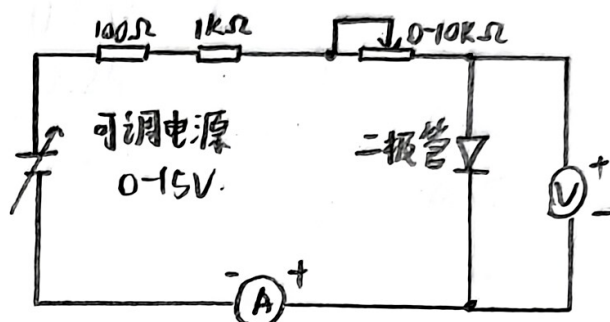


图7 二极管正向伏安特性测量原理图

2. 测稳压二极管正向伏安特性

将图87中二极管换为稳压二极管, 测反向时反接电源。

记 V - I 关系数据, 描绘伏安特性曲线。

3. 测发光二极管正向伏安特性

将图7中二极管换为发光二极管。

其正向伏安特性与二极管相似, 点亮电压为二极管导通电压。电压从最小开始调节, 当有正向电流时用分压调节微调电压, 记下点亮(导通)电压, 正向电流 I 达 $10 \sim 15 \text{ mA}$ 时即可测出导通电压, 并据此估出峰值波长。

联系方式: _____

指导教师签字: _____

北京理工大学良乡校区管理处监制 电话: 81382088



原始数据

实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

一、普通二极管

U/V	I/mA
0.000	0
0.100	0
0.200	1×10^{-4}
0.300	1×10^{-3}
0.400	0.00123
0.500	0.1235
0.550	0.378
0.600	1.054
0.620	1.591
0.640	2.41
0.660	3.65
0.670	4.50
0.680	5.60
0.690	6.88
0.700	8.55
0.710	10.65
0.720	13.32

max: 0.721 13.65

表1 二极管正向电压与电流关系表

联系方式: _____

二、稳压二极管

U/V	I/mA	U/V	I/mA
-2.25	-9.47	0.50	0.0085
-2.20	-8.04	0.60	0.0621
-2.15	-6.93	0.65	0.188
-2.10	-5.98	0.68	0.403
-2.05	-5.13	0.70	0.689
-2.00	-4.36	0.71	0.916
-1.90	-3.14	0.72	1.236
-1.80	-2.22	0.73	1.665
-1.70	-1.543	0.74	2.27
-1.60		0.75	3.08
-1.50	-0.698	0.76	4.28
-1.30	-0.284	0.77	5.86
-1.00	-0.0575	0.78	8.17
-0.50	-0.0012	0.79	11.21
0	0	0.795	13.58
		(MAX)	

表2 稳压二极管电压与电流关系表

指导教师签字: _____



实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

三、发光二极管

U/V	I/mA
0	0
1.00	3×10^{-4}
1.50	0.0062
1.60	0.0536
1.70	0.616
1.73	1.224
1.75	1.855
1.78	3.30
1.80	6.4 4.77
1.82	6.42
1.84	8.6 8.62
1.85	9.87
1.86	11.29
1.87	
1.88	
1.868	12.59
(Max)	

联系方式: _____

序号:	实验号		
时间:	年	月	日
上午	下午	晚上	

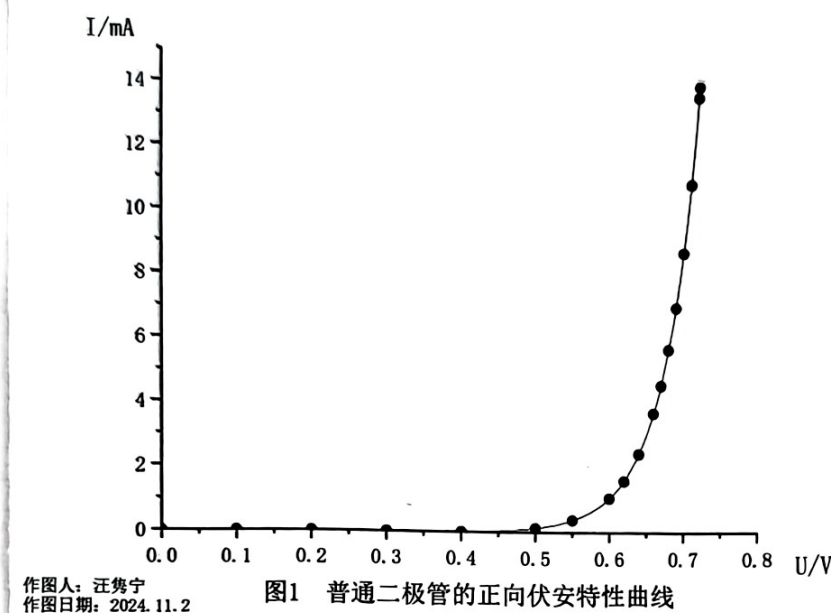
指导教师签字: _____

北京理工大学良乡校区管理处监制 电话: 81382088



课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
 班级: _____ 教学班级: _____ 学号: _____ 姓名: _____

一、普通二极管的正向伏安特性



取 $U = 0.690\text{V}$ 到 $U = 0.721\text{V}$ 的 I 随 U 改变最大的 5 组数据, 用最小二乘法拟合

设 $I = \hat{a}U + \hat{b}$

$$\bar{U} = \frac{1}{5} \times (0.690 + 0.700 + 0.710 + 0.720 + 0.721) = 0.7082\text{V}$$

$$\bar{I} = \frac{1}{5} \times (6.88 + 8.55 + 10.65 + 13.32 + 13.65) = 10.61\text{mA}$$

$$\hat{a} = \frac{\sum_{i=1}^5 U_i I_i - 5 \bar{U} \cdot \bar{I}}{\sum_{i=1}^5 U_i^2 - 5 \bar{U}^2} = 220.97$$

$$\therefore I = 220.97U - 145.88$$

横轴截距为 $U = 0.66\text{V}$

$$\hat{b} = \bar{I} - \hat{a} \bar{U} = -145.88$$

\therefore 正向导通电压为 0.66V .

$$r = 0.995$$

联系方式: _____

指导教师签字: _____



实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

二、测量 2.1V 稳压二极管的正、反向伏安特性。

作图人: 汪隽宁
作图日期: 2024.11.2

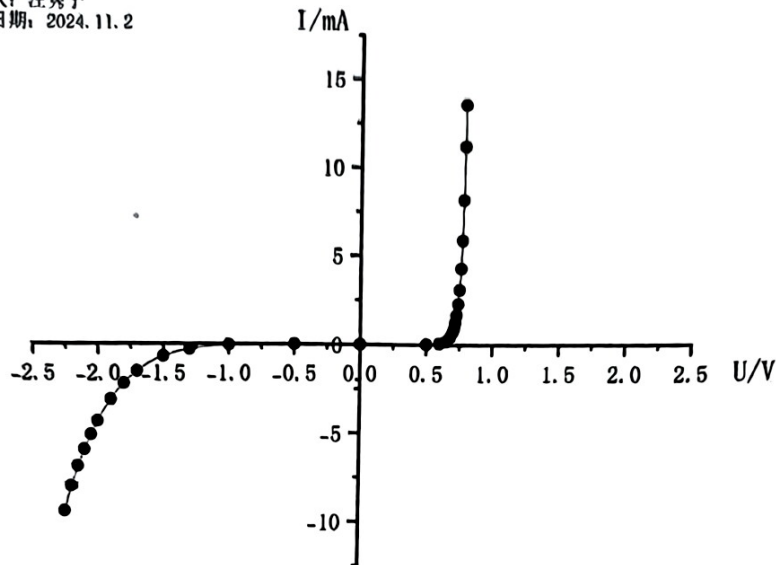
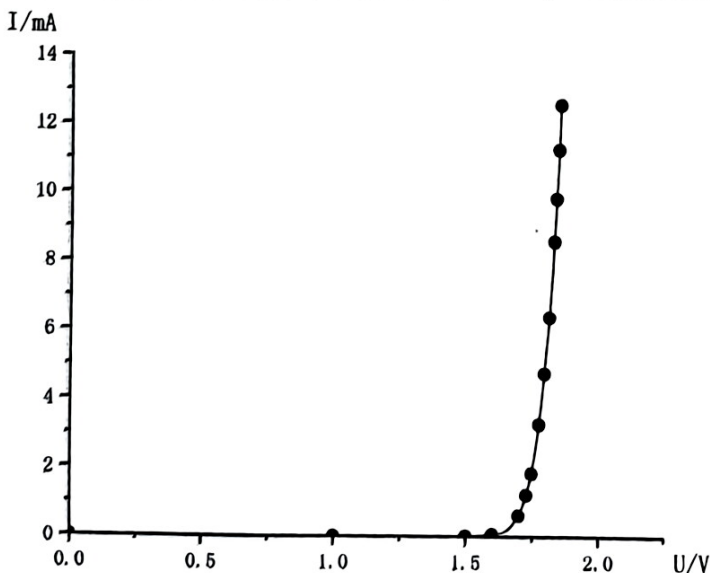


图2 2.1V稳压二极管的正、反向伏安特性曲线

三、测量红色发光二极管正向伏安特性



作图人: 汪隽宁
作图日期: 2024.11.2

图3 红色发光二极管的正向伏安特性曲线

取 $U = 1.8 \text{ V}$ 到 $U = 1.868 \text{ V}$ 的 4 个点

$$\text{设 } I = \hat{a}U + \hat{b}$$

$$\hat{a} = \bar{U} = \frac{1}{4} \times \sum_{i=1}^4 U_i = 1.8545 \text{ V}$$

$$\bar{I} = \frac{1}{4} \times \sum_{i=1}^4 I_i = 10.5925 \text{ mA}$$

$$\hat{a} = \frac{\sum_{i=1}^4 U_i I_i - 4 \bar{U} \bar{I}}{\sum_{i=1}^4 U_i^2 - 4 \bar{U}^2} = 141.43$$

$$\hat{b} = \bar{I} - \hat{a} \bar{U} = -251.69$$

$$r = 0.998$$

$$\therefore I = 141.43U - 251.69, \text{ 截距 } U = 1.780 \text{ V}$$

$$\therefore \text{正向导通电压为 } 1.780 \text{ V}$$

联系方式: _____ 光谱峰值波长 $\lambda \approx \frac{1240}{E_g} = 696.63 \text{ nm}$ 指导教师签字: _____



思考题

实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

1. 试总结各非线性元件的伏安特性.

普通二极管: 当正向电压较小时, 电流随电压增加而缓慢增加;
正向电压加大到正向导通电压后, 正向电流明显增大,
 $I-U$ 曲线将迅速变为一直轴上截距为 U_0 的直线。
反向电压超过击穿电压后, 电流急剧增大, 形成 $I-U$ 曲线与正向形式相似。
稳压二极管: 正向伏安特性与普通二极管相近。
但反向电压超过一定值后, 伏安曲线会变陡直, 反向与 U 轴交于稳压电压 U_w 。

红色发光二极管: 与普通二极管相近。

2. 稳压二极管与普通二极管有什么区别?

普通二极管击穿后电流急剧增大, 超过极限值 $-I_S$, 普通二极管被烧毁。
而稳压二极管的反向击穿可逆, 去掉反向电压后又会恢复正常。但若反向电流超过允许范围, 稳压管会因热击穿被烧毁。

联系方式: _____

指导教师签字: _____

北京理工大学良乡校区管理处监制 电话: 81382088

