

内蒙古工业大学物理实验报告

姓名	杨昊泽	班级	材20-2	教师签字	2021.10.29
学号	202010401061	组别		成绩	46
日期	2021.10.29	题目	太阳能电池特性研究		

[实验目的]

1. 测量不同照度下太阳能电池的伏安特性曲线
2. 确定不同照度下太阳能电池的输出功率与负载电阻的关系
3. 确定太阳能电池的最大输出功率以及相应的最佳负载电阻与填充因子

[实验仪器]

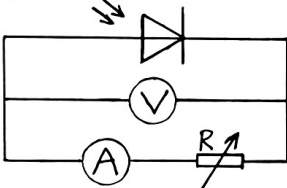
太阳能电池, 插件板, 测试仪, 光源, 可变电阻, 应用设计模块

- (1) 串联两块太阳能电池 (2) 插上电位器作为一个可变电阻, 连接到太阳能电池上 (3) 连接电流表与电池电阻串联 (4) 并联电压表 (5) 连接光源与电源

[实验步骤]

1. 测量不同光照度下的太阳能电池的伏安特性曲线

- (1) 按右图接好电路, 将电阻器阻值调到最小。调整光源到太阳能板之间的距离, 使光斑均匀覆盖两块太阳能板。调节短路电流为45mA
- (2) 将接入电流表的两条导线拔出接入光照度接线柱, 记录光照度 P_{in} 再复原
- (3) 逐步增大负载电阻至最大。每次增大电阻, 都要记录电流和电压值, 数据点不少于20组



- (4) 断开电流表, 记录开路电压 U_0
- (5) 重复(1)~(4), 分别使短路电流为35mA, 25mA, 15mA, 记录数据
- (6) 绘制U-I曲线

2. 确定不同光照度下的太阳能电池输出功率与负载电阻关系特性曲线

- (1) 根据测得的数据, 记录太阳能电池的输出功率 P 和负载电阻 R 的计算结果

- (2) 依据此计算结果绘制 P - R 特性曲线

3. 由 P - R 特性曲线给出最大输出功率 P_{max} 及对应的最佳负载电阻 R_{opt} , 计算太阳能电池内阻 R_i , 计算 R_{opt} 与 R_i 之比, 计算开路电压与短路电流的乘积, 计算填充因子及太阳能的光电转换效率 η , 计算结果记入相应的表格中

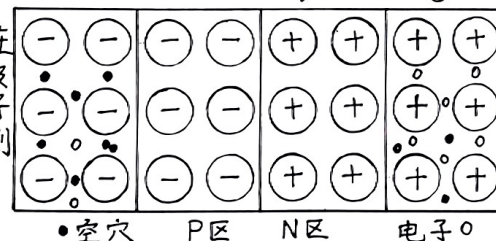
4. 太阳能电池的设计与应用

根据太阳能电池的特性设计光功率计, 由提供的太阳能电池应用模块, 用该仪器设计太阳能充电器、LED灯、喇叭、风扇

[实验原理概述]

光伏效应:

光生电子-空穴对在耗尽区中产生后, 立即被内建电场分离, 光生电子被送进N区, 光生空穴则被推进P区。



太阳能电池的原理之光伏效应:

$$I = I_s - I_D = I_s - I_0 \left(e^{\frac{qV_D}{nk_B T}} - 1 \right)$$

太阳能电池的原理之伏安特性:

输出端短路时, $V=0$ ($V_D \approx 0$), 可得短路电流

$$I_{sc} = I_s$$

太阳能电池的短路电流等于光生电流

当太阳能电池的输出端开路时, 可得到开路电压 V_0

$$V_{oc} = \frac{nk_B T}{q} \ln \left(\frac{I_{sc}}{I_0} + 1 \right)$$

当太阳能电池接上负载 R 时,

输出功率 $P = UI$, 负载电阻 $R = U/I$

$P_{max} = I_m U_m$ I_m 和 U_m 分别为最佳工作电流和电压

R_m 称为最佳负载, 近似等于太阳能电池内阻 R_i

$$R_i = U_0 / I_s$$

填充因子 FF

$$FF = \frac{P_{max}}{U_0 I_s} = \frac{U_m I_m}{U_0 I_s}$$

转换效率 η

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{in}} \times 100\%$$

[实验数据记录]

第一组		第二组		第三组		第四组	
$P_{in} = 407\text{mW}$		$P_{in} = 316\text{mW}$		$P_{in} = 225\text{mW}$		$P_{in} = 136\text{mW}$	
$I_s = 45\text{mA}$	$U_o = 2.1\text{V}$	$I_s = 35\text{mA}$	$U_o = 2.08\text{V}$	$I_s = 25\text{mA}$	$U_o = 2.04\text{V}$	$I_s = 15\text{mA}$	$U_o = 1.98\text{V}$
I/mA	U/V	I/mA	U/V	I/mA	U/V	I/mA	U/V
45	0.21	35	0.16	25	0.11	15	0.07
44.5	0.40	33	0.43	25	0.34	14.9	0.23
44.6	0.57	32.9	0.59	24.4	0.64	14.8	0.41
44.3	0.78	32.8	0.76	24.1	0.82	14.7	0.60
44.0	1.12	32.7	0.93	24.0	0.97	14.6	0.76
43.4	1.28	32.6	1.05	23.9	1.15	14.6	0.88
43.3	1.38	32.5	1.22	23.7	1.29	14.5	1.02
43.2	1.49	32.4	1.42	23.6	1.45	14.4	1.25
43.1	1.60	32.2	1.62	23.5	1.56	14.3	1.44
42.8	1.70	31.2	1.77	23.3	1.65	14.2	1.60
42.2	1.78	27.8	1.88	22.6	1.75	13.4	1.71
41.1	1.85	26.5	1.90	20.8	1.83	11.8	1.81
38.9	1.90	25.3	1.91	18.5	1.88	11.0	1.83
34.5	1.95	23.5	1.94	16.5	1.91	10.5	1.85
28.5	2.00	20.6	1.96	15.2	1.93	9.7	1.86
22.8	2.03	19.2	1.97	13.8	1.95	9.2	1.88
18.0	2.05	17.5	1.99	12.3	1.96	8.4	1.89
16.4	2.06	14.4	2.01	10.3	1.98	8.1	1.90
10.9	2.08	11.1	2.03	8.8	1.99	7.7	1.92
44.1	0.96	8.8	2.04	8.6	2.00	7.4	1.93

[思考题]

1. b
2. c
3. d
4. a
5. a
6. b
7. b
8. d
9. a
10. c

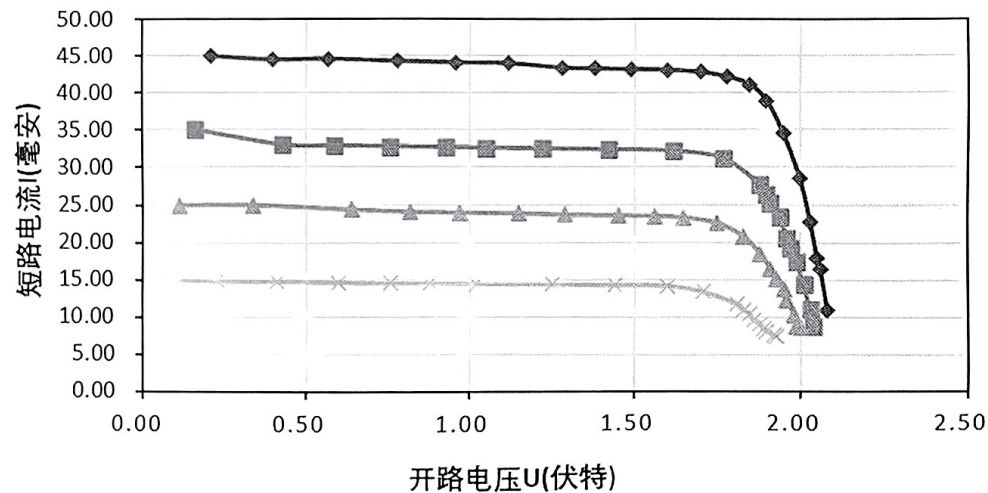
[实验心得]

1. 了解了太阳能电池的原理,知道了半导体材料的发展对人类社会革新的贡献
2. 掌握了一些用Excel表格处理数据的能力,以及配合CAD画出图像的能力
3. 当实验出现问题时,可以换个思路解决问题,有时不必苛责仪器的故障

说明:实验报告共50分。其中前实验目的、实验仪器和实验步骤共5分,这三项要求课前完成;实验原理概述15分(课后完成);数据记录5分(课上完成);数据处理及结果表达10分(课后完成);思考题5分(课后完成);实验心得5分(课后完成);报告整洁度5分。上课迟到扣10分,未按时交实验报告扣10分,补做实验扣10分。每人必须准备一个“原始实验数据记录本”,实验数据首先记录于此,经教师检查确定后再誊抄到实验报告上,无“原始实验数据记录本”扣20分。

	第一组	第二组	第三组	第四组
P_{in}/mW	407	316	225	136
P_{max}/mW	76.04	55.224	39.55	22.914
U_{ols}/mW	94.5	72.8	51	29.7
R_{opt}/Ω	45.01	56.73	77.43	127.61
R_i/Ω	46.67	59.43	81.6	132
R_{opt}/R_i	0.96	0.95	0.95	0.97
$FF = P_{max}/U_{ols}$	0.80	0.76	0.78	0.77
$\eta = P_{max}/P_{in}$	0.19	0.17	0.18	0.17

不同光照度下的伏安特性曲线



第一组		第二组		第三组		第四组	
$P_{in}=407 mW$		$P_{in}=316 mW$		$P_{in}=225 mW$		$P_{in}=136 mW$	
R/Ω	P/mW	R/Ω	P/mW	R/Ω	P/mW	R/Ω	P/mW
4.67	9.45	4.57	5.6	4.40	2.75	4.67	1.05
8.99	17.80	13.03	14.19	13.60	8.5	15.44	3.427
12.78	25.42	17.93	19.411	26.23	15.616	27.70	6.068
17.61	34.55	23.17	24.928	34.02	19.762	40.82	8.82
21.77	42.34	28.44	30.411	40.42	23.28	52.05	11.096
25.45	49.28	32.21	34.23	48.12	27.485	60.27	12.848
29.49	55.55	37.54	39.65	54.43	30.573	70.34	14.79
31.87	59.75	43.83	46.008	61.44	34.22	86.81	18
34.49	64.37	50.31	52.164	66.38	36.66	100.70	20.592
37.12	68.96	56.73	55.224	70.82	38.445	112.68	22.72
39.72	72.76	67.63	52.264	77.43	39.55	127.61	22.914
42.18	75.12	71.70	50.35	87.98	38.064	153.39	21.358
45.01	76.04	75.49	48.323	101.62	34.78	166.36	20.13
48.84	73.91	82.55	45.59	115.76	31.515	176.19	19.425
56.52	67.28	95.15	40.376	126.97	29.336	191.75	18.042
70.18	57.00	102.60	37.824	141.30	26.91	204.35	17.296
89.04	46.28	113.71	34.825	159.35	24.108	225.00	15.876
113.89	36.90	139.58	28.944	192.23	20.394	234.57	15.39
125.61	33.78	182.88	22.533	226.14	17.512	249.35	14.784
190.83	22.67	231.82	17.952	232.56	17.2	260.81	14.282

不同光照度下功率随负载变化曲线

