

班号 通信2班 学号 210210226 姓名 杨承翰 教师签字 _____
实验日期 5.8 组号 47 预习成绩 _____ 总成绩 _____

实验名称 太阳能电池的基本特性研究

三、预习

1. 太阳能电池的基本结构和工作原理是什么?
2. 太阳能电池的开路电压、短路电流、最佳匹配负载和填充因子的物理含义是什么?

1. 基本结构: 由P型半导体和N型半导体构成的PN结构成
PN结两个端面分别注入了正负离子, 形成电场 伏
原理: 阳光照射PN结上时, 因为晶体里物质的光电效应,
将光子的能量转化为载流子。然后, 载流子在PN结
中移动, 形成光电流。

2. 开路电压: 无负载的情况下, 电池两端电压大小
短路电流: 电池两端短路情况下, 电池能提供的最大电流
最佳匹配负载: 太阳能电池输出功率最大的负载电阻
填充因子: 输出电能与理论最大输出电能的比值



1. 硅太阳能电池的暗特性测量

表1 太阳能电池的暗伏安特性测量

电压 (V)	电流 (mA)		
	单晶硅	多晶硅	非晶硅
-7	-0.3	-0.8	-0.5
-6	-0.2	-0.1	-0.2
-5	-0.2	-0.1	-0.1
-4	-0.1	-0.1	0.01
-3	-0.1	-0.1	0.01
-2	-0.07	-0.05	0.01
-1	-0.03	-0.01	0.03
0	0	-0.01	0.03
0.3	0.02	0	0.03
0.6	0.06	0	0.03
0.9	0.17	0.1	0.05
1.2	0.42	0.2	0.07
1.5	0.96	0.5	0.07
1.8	2.5	1.5	0.08
2.1	6.2	4.7	0.08
2.4	16.4	14.2	0.1
2.7	43.4	42.9	0.3
2.94	102.2	105.9	1.2
3.0			1.6
3.3			5.7
3.6			14.1
3.9			35.9
4.2			41.1
4.67			72.3

2. 开路电压、短路电流与光强关系测量

表2 两种太阳能电池开路电压与短路电流随光强变化关系

距 离 (cm)		15	20	25	30	35	40	45	50
光强 I (W/m^2)		765	398	239	164	121	93	74	62
单晶硅	开路电压 V_{oc} (V)	2.85	2.63	2.51	2.39	2.29	2.21	2.14	2.08
	短路电流 I_{sc} (mA)	86.85	45.1	26.1	18.6	13.5	10.4	8.3	6.8
多晶硅	开路电压 V_{oc} (V)	2.81	2.65	2.47	2.42	2.37	2.25	2.19	2.14
	短路电流 I_{sc} (mA)	82.0	43.0	27.5	17.9	13.0	9.9	7.9	6.5
非晶硅	开路电压 V_{oc} (V)	3.1	2.98	2.92	2.85	2.8	2.76	2.73	2.7
	短路电流 I_{sc} (mA)	6.5	3.7	2.3	1.6	1.2	0.9	0.7	0.6

3. 太阳能电池输出特性测试

表3 两种太阳能电池输出特性实验

光强 $I = 93 \text{ W/m}^2$

单晶硅	输出电压 $V(V)$	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8
	输出电流 $I(mA)$	9.9	9.9	9.8	9.8	9.8	9.7	9.7	9.6	9.4	8.5
	输出功率 $P_o(W)$	0	1.98	3.92	5.88	7.84	9.7	11.64	13.44	15.04	15.3
	输出电压 $V(V)$	2.0	2.27								
	输出电流 $I(mA)$	6.5	2.27								
	输出功率 $P_o(W)$	13.0	0.52								
多晶硅	输出电压 $V(V)$	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8
	输出电流 $I(mA)$	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.2	10.0	9.7	9.0	8.0
	输出功率 $P_o(W)$	0	2.06	4.12	6.18	8.24	10.2	12.0	13.58	14.4	14.4
	输出电压 $V(V)$	2.0	2.26								
	输出电流 $I(mA)$	5.1	0.226								
	输出功率 $P_o(W)$	10.6	0.51								
非晶硅	输出电压 $V(V)$	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8
	输出电流 $I(mA)$	0.910	0.895	0.886	0.879	0.85	0.838	0.81	0.80	0.775	0.75
	输出功率 $P_o(W)$	0	0.179	0.353	0.52	0.68	0.838	0.984	1.12	1.24	1.35
	输出电压 $V(V)$	2.0	2.3	2.66							
	输出电流 $I(mA)$	0.717	0.639	0.267							
	输出功率 $P_o(W)$	1.434	1.47	0.555							

教师

姓名

签字

ml

三、数据处理

1. 绘制单晶硅、多晶硅、非晶硅暗伏安特性曲线。
2. 根据表 2 数据,画出三种太阳能电池的开路电压随光强变化的关系曲线以及短路电流随光强变化的关系曲线。
3. 根据表 3 数据作三种太阳能电池的输出伏安特性曲线及功率曲线。计算最大功率 P_{max} 和最佳匹配负载电阻。
4. 根据表 3 数据计算三种太阳能电池的填充因子和转换效率。转换效率为:

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{P_{max}}{SI}$$

其中 S 为太阳能电池面积 (按 $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 计算), I 为光强。

5. 分析可能的误差来源。

1. 见后图 123

2. 见后图 456

3. 见后图 789.

单晶硅: $P_{max} = 15.3\text{W}$ $R_L = 212\Omega$

多晶硅: $P_{max} = 14.4\text{W}$ $R_L = 225\Omega$

非晶硅: $P_{max} = 1.47\text{W}$ $R_L = 2.4\text{k}\Omega$

4. 单晶硅: $FF = \frac{29.466.6\%}{\eta} = \frac{6.58\%}{\eta}$

多晶硅: $FF = \frac{28.24.6\%}{\eta} = \frac{6.19\%}{\eta}$

非晶硅: $FF = \frac{27.59.2\%}{\eta} = \frac{0.63\%}{\eta}$

5. ①光源稳定性误差

②外部温度影响误差

③仪器精度误差。读数有误差

④条件约束误差。难以完美控制条件

⑤采样误差。采样点少

四、实验现象分析及结论

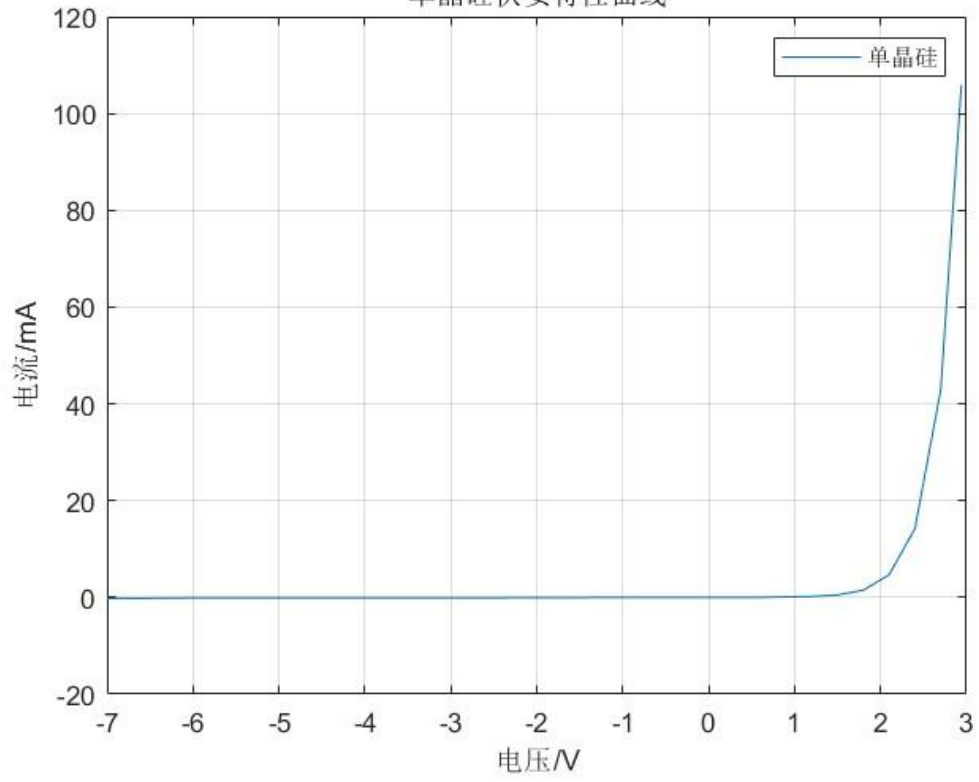
1. 根据图像得, 三种电池的暗特性都是在电压 \uparrow 到一定程度时迅速 \downarrow , 若加反向电压则一般为0
2. 三种电池开路电压&短路电流都与光强成正比
3. 随电压 \uparrow , 输电电流逐渐减小, 输出功率先 \uparrow , 到最大值 P_{max} 后减小
4. 单/多晶硅转换效率高于非晶硅

五、讨论题

1. 太阳能电池的工作原理是什么?
2. 如何根据伏安特性曲线计算太阳能电池的最大输出功率和相应的最佳匹配电阻?

1. 工作原理是^伏光电效应, 即太阳能电池吸收打在他上面的光子, 将其转化为~~能~~^电, 获得光电流, 从而实现光能转化为电能
2. 根据伏安特性曲线, 各点功率即各点横纵坐标相乘, 各点电阻即各点 U 与 I 相除, 根据伏安曲线画出输出功率曲线, 最大输出功率即最高点代表的功率, 此时的 $R = \frac{U_{max}}{I_{max}}$ 即最佳匹配电阻.

单晶硅伏安特性曲线



多晶硅伏安特性曲线

