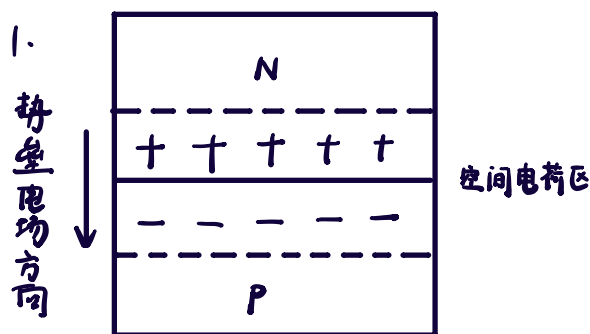


班级 计科5 学号 220110515 姓名 金正达 教师签字 王  
实验日期 2023.10.19 预习成绩 2 总成绩 \_\_\_\_\_

### 实验名称 太阳能电池的基本特性研究

#### 一、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?



基本结构为一个大面积的PN结。

工作原理：光电池受光照射，部分电子被激发产生电子-空穴对，在结区激发的电子与空穴分别被势垒电场推向N区和P区，使N区有过量电子而带负电，P区有过量空穴而带正电，P-N结两端形成电压。

2. 开路电压：负载断开测得的最大电压。

短路电流：负载电阻为0时测得的最大电流。

最佳匹配负载：电池输出功率最大时的负载电阻。

填充因子表征电池的光电转换效率高低。

## 二、原始数据记录

## 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	非晶硅
-0.112	-0.005	-0.007
0.176	0.010	0.011
0.460	0.043	0.032
0.734	0.103	0.053
1.022	0.229	0.077
1.333	0.534	0.110
1.640	1.245	0.158
1.932	3.1	0.233
2.20	6.9	0.388
2.50	18.5	0.602
2.80	52.5	1.179
3.00	104.6	2.9
0	0	0
-1.00	0.030	-0.075
-2.00	-0.650	-0.170
-3.00	-0.110	-0.275
-4.03	-0.170	-0.417
-5.01	-0.233	-0.584
-6.01	-0.305	-0.795
-7.01	-0.384	-1.062
-8.01	-0.468	-1.362

## 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 $I$ ( $W/m^2$ )		671	359	224	156	120	97	81	69
单晶硅	开路电压 $V_{oc}$ (V)	2.81	2.66	2.55	2.45	2.37	2.31	2.26	2.21
	短路电流 $I_{sc}$ (mA)	75.5	40.4	25.3	17.8	13.5	10.9	9.1	7.7
非晶硅	开路电压 $V_{oc}$ (V)	3.05	2.94	2.87	2.80	2.75	2.71	2.66	2.62
	短路电流 $I_{sc}$ (mA)	9.9	5.4	3.5	2.4	1.9	1.5	1.3	1.1

## 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  $I=224 W/m^2$ 

单	输出电压 $V$ (V)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8
---	--------------	---	-----	-----	-----	-----	---	-----	-----	-----	-----

晶 硅	输出电流 $I(mA)$	25.1	25.1	25.1	25.0	25.0	25.0	25.0	24.9	24.3	23.3
	输出功率 $P_o(W)$	0	$5.02 \times 10^{-3}$	$1.004 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-2}$	$2 \times 10^{-2}$	$2.5 \times 10^{-2}$	$3 \times 10^{-2}$	$3.426 \times 10^{-2}$	$3.88 \times 10^{-2}$	$4.174 \times 10^{-2}$
	输出电压 $V(V)$	2.0	2.2	2.4	2.5						
	输出电流 $I(mA)$	21.3	16.6	8.8	0.252						
	输出功率 $P_o(W)$	$4.26 \times 10^{-3}$	$3.652 \times 10^{-3}$	$2.12 \times 10^{-3}$	$0.63 \times 10^{-3}$						
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 $I(mA)$	3.5	3.4	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2	3.1	3.1	3.0
	输出功率 $P_o(W)$	0	$6.8 \times 10^{-4}$	$1.36 \times 10^{-3}$	$2.04 \times 10^{-3}$	$2.64 \times 10^{-3}$	$3.3 \times 10^{-3}$	$3.84 \times 10^{-3}$	$4.31 \times 10^{-3}$	$4.96 \times 10^{-3}$	$5.4 \times 10^{-3}$
	输出电压 $V(V)$	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8					
	输出电流 $I(mA)$	2.8	2.6	2.4	2.0	0.656					
	输出功率 $P_o(W)$	$5.6 \times 10^{-3}$	$5.72 \times 10^{-3}$	$5.76 \times 10^{-3}$	$5.2 \times 10^{-3}$	$1.84 \times 10^{-3}$					

教师	姓名
签字	

## 三、数据处理

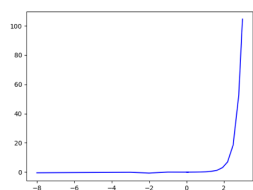
1. 绘制单晶硅、非晶硅暗伏安特性曲线。
2. 根据表 2 数据,画出两种太阳能电池的开路电压随光强变化的关系曲线以及短路电流随光强变化的关系曲线。
3. 根据表 3 数据作两种太阳能电池的输出伏安特性曲线及功率曲线。计算最大功率  $P_{max}$  和最佳匹配负载电阻。
4. 根据表 3 数据计算两种太阳能电池的填充因子和转换效率。转换效率为:

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

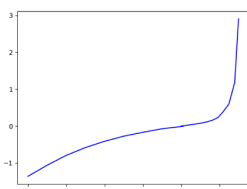
其中  $S$  为太阳能电池面积 (按  $50\text{mm} \times 50\text{mm}$  计算),  $I$  为光强。

5. 分析可能的误差来源。

答: 1. 单晶硅:



非晶硅:



4. 单晶硅:  $\eta = 7.61\%$

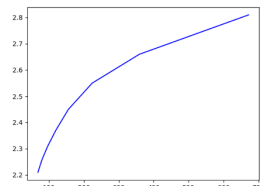
$$FF = 0.66$$

非晶硅:  $\eta = 1.03\%$

$$FF = 0.57$$

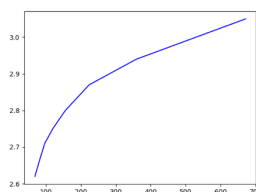
2. 单晶硅

$V_{oc}$ :



非晶硅

$V_{oc}$ :

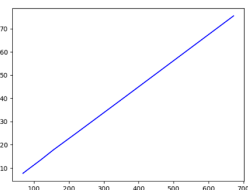


5. 电表内阻

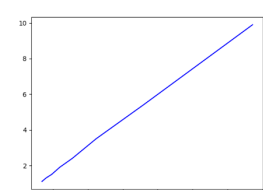
环境光波动

光源功率不恒定

$I_{sc}$ :

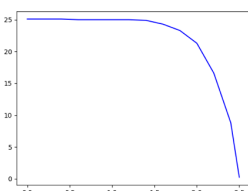


$I_{sc}$



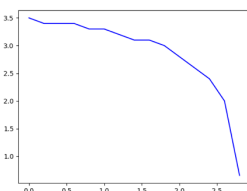
3. 单晶硅

$V-A$ :

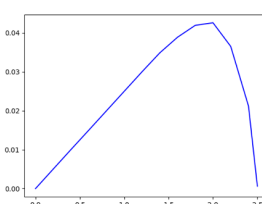


非晶硅

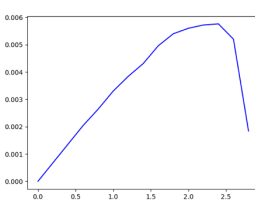
$V-A$ :



$V-W$ :



$V-W$



$$P_{max} = 4.26 \times 10^{-2} \text{ W}$$

$$R = 94 \Omega$$

$$P_{max} = 5.76 \times 10^{-3} \text{ W}$$

$$R = 1 \text{ k}\Omega$$

## 四、实验现象分析及结论

答: 单晶硅:  $\eta = 7.61\%$   
 $FF = 0.66$

两者FF相近,  $\eta$ 相差较大,  
单晶硅 $\eta$ 大于非晶硅 $\eta$ .

非晶硅:  $\eta = 1.03\%$   
 $FF = 0.57$

## 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?

答: 1. 工作原理: 光电池受光照射, 部分电子被激发产生电子-空穴对, 在结区激发的电子与空穴分别被势垒电场推向N区和P区, 使N区有过量电子而带负电, P区有过量空穴而带正电, P-N结两端形成电压.

2. 作等功率曲线. 等功率曲线与伏安特性曲线切点即为最大功率情况, 此时电压除以电流即为最佳匹配电阻.