

实验三十二 太阳能电池性能研究

[目的]

1. 了解太阳能电池的工作原理及性能。

2. 学习太阳能电池性能测试与研究方法。

[原理]

太阳能电池又叫光伏电池，它能把外界的光能转化为电信号或电能。实际上这种太阳能电池是由大面积的PN结形成的，即在N型硅片上扩散杂质而形成的P型层，并用电极引出。P型层和N型层引出，形成正负电极。为防止表面反射光，提高转换效率，通常在器件受光面上进行氧化，形成二氧化硅保护层。

短路电路和开路电压是太阳能电池的两个非常重要的工作状态。

它们分别对应于负载电阻 $R_L = 0$ 和 $R_L = \infty$ 的情况。

$$FF = \frac{P_m}{U_{oc} I_{sc}} \quad \text{其中 } FF \text{ 是太阳能电池的品质因数}$$

称为填充因子，填充因子 $\in [0.5, 0.8]$ 。

$$I = I_s (e^{qU} - 1) \quad \beta = \frac{kT}{q} = 2.6 \times 10^{-2} \text{ V}$$

王 浩

[数据记录和计算分析]

1. 测试太阳能电池暗特性，即 PN 结伏安特性

电压 (V)	电流 (mA)			电压 (V)	电流 (mA)		
	单晶硅	多晶硅	非晶硅		单晶硅	多晶硅	非晶硅
-6	-0.362	-0.258	-1.772	1.2	0.171	0.216	0.219
-5	-0.252	-0.173	-1.375	1.5	0.381	0.477	0.284
-4	-0.168	-0.115	-0.991	1.8	0.857	0.968	0.355
-3	-0.107	-0.074	-0.637	2.1	2.1	1.9	0.448
-2	-0.064	-0.045	-0.381	2.4	5.2	4.6	0.586
-1	-0.03	-0.021	-0.179	2.7	16.1	16.4	0.811
0	0	0	0	3	59.1	77.5	1.265
0.3	0.015	0.010	0.051	3.3			2.1
0.6	0.037	0.033	0.104	3.6			3.0
0.9	0.084	0.089	0.160	3.9			4.5

作出三种太阳能电池的暗伏安特性曲线，并讨论其与一般二极管的伏安特性的异同。

2. 测试太阳能电池光照特性：开路电压与光照强度关系，短路电流与光照强度关系

单晶硅	光强 I (W/m^2)	距离 (cm)									
		15	20	25	30	35	40	45	50		
单晶硅	开路电压 V_{oc} (V)	2.1	2.8	2.71	2.65	2.59	2.54	2.50	2.46		
	短路电流 I_{sc} (mA)	91.3	49.0	30.3	20.7	15.3	11.8	9.4	7.8		
多晶硅	开路电压 V_{oc} (V)	2.72	2.51	2.48	2.40	2.32	2.26	2.21	2.16		
	短路电流 I_{sc} (mA)	4.9	3.2	2.3	1.78	1.52	1.35	1.22	1.03		
非晶硅	开路电压 V_{oc} (V)	3.05	2.94	2.85	2.78	2.71	2.65	2.58	2.52		
	短路电流 I_{sc} (mA)	11.6	6.2	3.9	2.7	2.0	1.5	1.2	1.0		

作出三种太阳能电池的开路电压和短路电流随光照变化的关系曲线。

班级报告编号

3. 太阳能电池输出特性: 测量功率输出曲线; 找出最大功率点, 计算填充因子光强($I=180\text{W/m}^2$)

单晶硅	输出电压 $V(V)$	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8
	输出电流 $I(A)$	21.3	21.3	21.4	21.3	21.3	21.3	21.3	21.2	21.0	20.6
多晶硅	输出功率 $P_0(mW)$	0	4.26	8.56	12.78	17.04	21.3	25.56	29.82	33.6	37.08
	输出电压 $V(V)$	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8
非晶硅	输出电流 $I(A)$	1.760	1.560	1.310	1.20	1.037	0.883	0.83	0.72	0.754	0.684
	输出功率 $P_0(mW)$	0	0.32	0.548	0.72	0.89	0.863	1.03	1.10	1.20	1.368
非晶硅	输出电压 $V(V)$	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8
	输出电流 $I(A)$	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.3	1.9
非晶硅	输出功率 $P_0(mW)$	0	0.84	1.04	1.56	2	2.5	2.88	3.36	3.68	3.8

作出 3 种太阳能电池的输出伏安特性曲线及功率曲线, 找出最大功率点, 对应的电阻值即为最佳匹配负载。

4. 计算:

填充因子: 单晶硅 $FF = 0.55$, 转换效率: 8.61%

多晶硅 $FF = 0.64$, 转换效率: 12.7%

非晶硅 $FF = 0.54$, 转换效率: 4.48%