مقارنة عملية لأداء الخلية الشمسية المربعة والدائرية الشكل

علي هادي الحمداني
قسم هندسة الليزر والبصريات الإلكترونية، الجامعة التكنولوجية

الخلاصة

أجريت مقارنة عملية بين خصائص التيار – الفولتية وكفاية تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية لخليتين شمسيتين سليكونيتين أحادية البلورة من نوع p متساوية المساحة (35.28 سم^2) أحدهما مربعة والثانية دائرية الشكل. أوضحت النتائج أن شكل الخلية هو عامل مهم في تحديد خصائص التيار – فولتية وتبين أن كفاية تحويل الخلية السليكونية المربعة تزيد بمقدار (8.19%) عن قيمة كفاية الخلية الدائرية المساوية لها بالمساحة. وعلى الرغم من زيادة عامل رص الخلايا المربعة في اللوح الشمسي ليصل إلى (96%) مقارنة مع (79 %) للوح الدائري إلا أن الكلفة النهائية للوح الذي يحتوي على خلايا دائرية أقل من كلفة اللوح المحتوي على خلايا مربعة الشكل.

المقدمة

يتم تجميع صفوف من الخلايا الشمسية بأشكال وتوزيعات مختلفة وذلك لتحويل الطاقة الشمسية الى كهربائية، وتعتمد كمية الطاقة المتجمعة على اللوح الشمسي على طريقة توزيع الخلايا الشمسية في اللوح الواحد وعلى عامل الرص Packing factor في اللوح ويمثل عامل الرص مساحة المادة الفعالة من اللوح إلى المساحة الكلية للوح (1). وتمتاز الخلايا المربعة بعامل رص يصل الى (96%)، بينما عامل الرص للخلايا الدائرية لا يتجاوز(79%) وذلك لقلة المساحات المتروكة بين الخلايا المربعة مقارنة مع الدائرية في اللوح الواحد (2). وإذا علمنا أن كلفة تصنيع الخلية السليكونية تمثل(36%)

من كلفة تصنيع اللوح الشمسي (3)، وأن عملية تحويل الخلية لدائرية إلى مربعة يتم بخسائر في مادة السليكون كما موضح في الشكل (1) اذا يمثل الجزء المظلل من الرسم مقدار الخسارة في السيلكون اللازمة للتحول من الشكل الدائري إلى المربع. كما أن عملية إعادة السليكون وتحويله إلى خلية من جديد يؤدي إلى حلقة تصنيع إضافية لذلك تفضل الخلايا الدائرية على الرغم من أن عامل الرص لها أقل مما للمربعة. ولتقليل الكلفة وزيادة عامل الرص تستعمل الخلايا الثمانية الشكل والموضحة في الشكل (2) الذي تكون خسائر السليكون فيها قليلة مقارنة مع المربعة ولكنها تتطلب عمليات تقطيع متعددة.

تعرف كفاية تحويل الخلية بأنها النسبة بين القدرة الخارجة إلى القدرة الساقطة على الخلية التي تتحول إلى طاقة كهربائية ويمكن التعبير عنها بالعلاقة الآتية:

$$\eta = \frac{power\ \ out}{power\ \ incidient} = \frac{V_{\max} I_{\max}}{P_{in} A} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots [1]$$

اذا ان V_{max} ، I_{max} تمثلان أعظم قيمة للتيار والفولتية التي يمكن الحصول عليهما من الخلية ، P_{in} تمثل القدرة الساقطة على الخلية الشمسية، و A تمثل المساحة الفعالة للخلية الشمسية .

وبما أن عامل الرص *f يساوي :*

$$f = \frac{V_{\max} I_{\max}}{V_{oc} I_{sc}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots [2]$$

اذا ان V_{oc} تمثل فولتية الدائرة المفتوحة

I_{sc} *تمثل تيار الدائرة القصيرة .*

$$\eta = \frac{V_{oc} I_{sc} f}{P_{in} A} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots [3]$$

الجانب العلمي

استعملت خليتين سليكونيتين أحادية البلورة من نوع P سمكها (0.5 ± 0.15) سم معامل انكسار الطلاء فيها (n=2.2) متساوية المساحة احدهما دائرية والأخرى مربعة . واستخدم مقياس متعدد رقمي (digital multi-meter) من شركة (Electro plan) نوع (7045) لقياس التيار والفولتية. وقيست درجة حرارة الخلية باستخدام محرار رقمي

digital thermometer نوع (2754-PT100) وقيس شدة الأشعاع الشمسي الساقط على الخلية باستخدام جهاز من شركة Instrument haenni Messgrate نوع (solarL18) ودقته بحدود (0.001) واستخدم المصدر الضوئي المشابه للإشعاع الشمسي ويتألف من مصباح هالوجين (Osram) ونوعه (SLV-1000TUD10) وذي قدرة (1000واط) وطيفه مقارب لطيف الإشعاع الشمسي. رتبت القياسات كما موضح في الشكل (3).

النتائج والمناقشة

بعد ربط الدائرة الكهربائية الموضحة بالشكل (3) قيست شدة الإشعاع الشمسي على الخلية المربعة والدائرية وتثبيتها على المقدار (100 واط/سم ^{2}) . استخدمت خلايا شمسية متساوية المساحة (35.28 سم^2) أحدهما مربعة والأخرى دائرية. قيست قيمة التيار والفولتية باستخدام المقياس الرقمي (7045) وذلك بتغيير قيمة المقاومة المربوطة على التوازي مع الخلية. والجدول (1) ويوضح قيم التيار – فولتيه ومقدار القدرة الخارجة لكل خلية. رسمت قيمه التيار– فولتية المناظرة لكلا الخليتين كما موضحة في الشكل (4) واستخرجت قيمة V_{max} ، I_{max} ،التي تمثل نقاط المعلمة بالرموز (* و +) في الجدول (1)، ومنها حساب قيمة كفاية التحويل لكل خلية شمسية. أوضحت النتائج أن كفاية الخلية المربعة تساوي (10.17%) وكفاية الخلية الدائرية (9.4%) أي أن كفاية الخلية المربعة تزيد بمقدار (8.19%) عن كفاءة الخلية الدائرية المساوية لها بالمساحة. النتائج العملية في البحث مقاربة للنتائج النظرية المستنبطة من علي (4) إذا ان الطاقة المتجمعة على خلية مربعة تزيد على الطاقة المتجمعة على خلية دائرية بمقدار (9%).

العلامة (*) في الجدول (1) تشير إلى قيم القدرة العظمى و الفولتية العظمى والتيار الأعظم للخلية المربعة .والعلامة (+) في الجدول (1) تشير إلى قيم القدرة العظمى والفولتية العظمى والتيار الأعظم للخلية المربعة .

المصادر

1.Graham, S. (1997)" high efficiency photovoltaic roof tile" , Ph.D. thesis, University of new south Wales (Astralia)

2. Boese, E.C.; Shfer, B.D. and Scueler, D.G.(1982), Economic mativotion for photovoltaic concentrator technology generation", Solar cell,6,3.

3. Pulfrey, D.L.(1978),"Photovoltaic power generation ",Van Nostrand Reinhold company, New York .

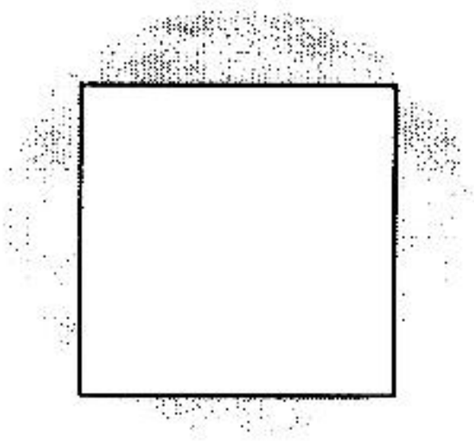
4. Al_Hamdani, Ali, H. (2000)" Effect of solar cell shapes on the accumulated energy"

الندوة العلمية الثالثة للمؤتمر الهندسي العربي الثامن والعشرين/دمشق/28-30 تشرين الأول/ 2000/705-711.

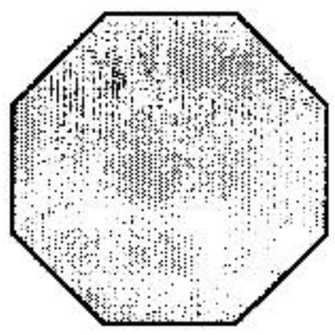
الجدول (1) قيم التيار والفولتية والقدرة الخارجة للخليتين الشمسية المربعة والدائرية

Square solar cell			Circular solar cell		
P(mW)	*V(mV)*	*I(mA)*	*P(mW)*	*V(mV)*	*I(mA)*
17.6267	136.04	129.57	12.036465	094.5	127.37
21.11603	164.11	128.67	15.57426	123.0	126.62
24.61839	193.04	127.53	16.7953298	133.2	126.11
27.9594	221.9	126	16.941088	134.2	1262
30.6231	247.1	123.93	26.343441	215.7	122.13
32.14893	263.3	122.1	26.494538	217.4	121.87
34.13717	289.2	118.04	28.105944	232.8	120.73
35.37314	314.4	112.51	29.697408	249.6	118.98
35.89371*	323.6 * *	110.92 *	30.7549	263.2	116.85
35.57702	332.9	106.87	33.0049	299.5	1102
35.47992	344.8	1029	33.338696+	323.3+	103.12 +
35.00484	354.3	988	33.18606	334.2	993
34.43571	362.1	951	32.824764	344.4	9531
33.77072	369.2	91.47	32.268523	352.7	91.49
32.65062	381.7	8554	31.570682	367.4	8593
31.77542	388.5	81.79	30.724746	375.7	81.78
30.01812	398.7	7529	29.640997	384.1	77.17
28.79657	405.3	71.05	28.085989	394.3	71.23
28.22378	406.8	69.38	26.282059	404.9	6491
26.97848	413.4	6526	25.505032	408.8	6239
25.93487	417.9	6206	24.191225	415.3	5825
24.56724	423.5	58.01	23.091894	419.7	5502
23.41324	428.5	5464	219908	422.9	52
22.25563	432.4	5147	21.226064	427.6	4964
21.37599	435.8	4905	19.69492	434.0	4538
18.83791	444.5	4238	18.33264	4390	41.76
17.66642	448.5	3939	16.863678	444.6	3793
15.276	4560	335	15.90755	448.1	355
14.59425	457.5	319	14.438452	452.9	31.88
13.74641	459.9	2989	13.550934	455.8	2973
13.26751	461.8	28.73	12.826032	458.4	2798
12.37221	463.9	2667	12.50316	4590	2724
12.03367	464.8	2589	12.110493	460.3	2631

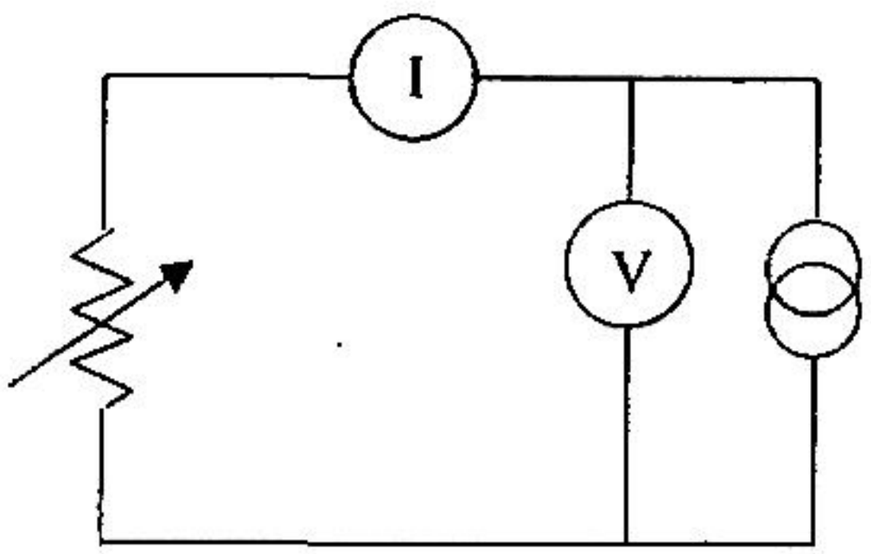
العلامة (*) في الجدول (1) تشير إلى قيم القدرة العظمى و الفولتية العظمى والتيـــار الأعظم للخلية المربعة .والعلامة (+) في الجدول (1) تشير إلى قيم القدرة العظمـــى والفولتية العظمى والتيار الأعظم للخلية المربعة.



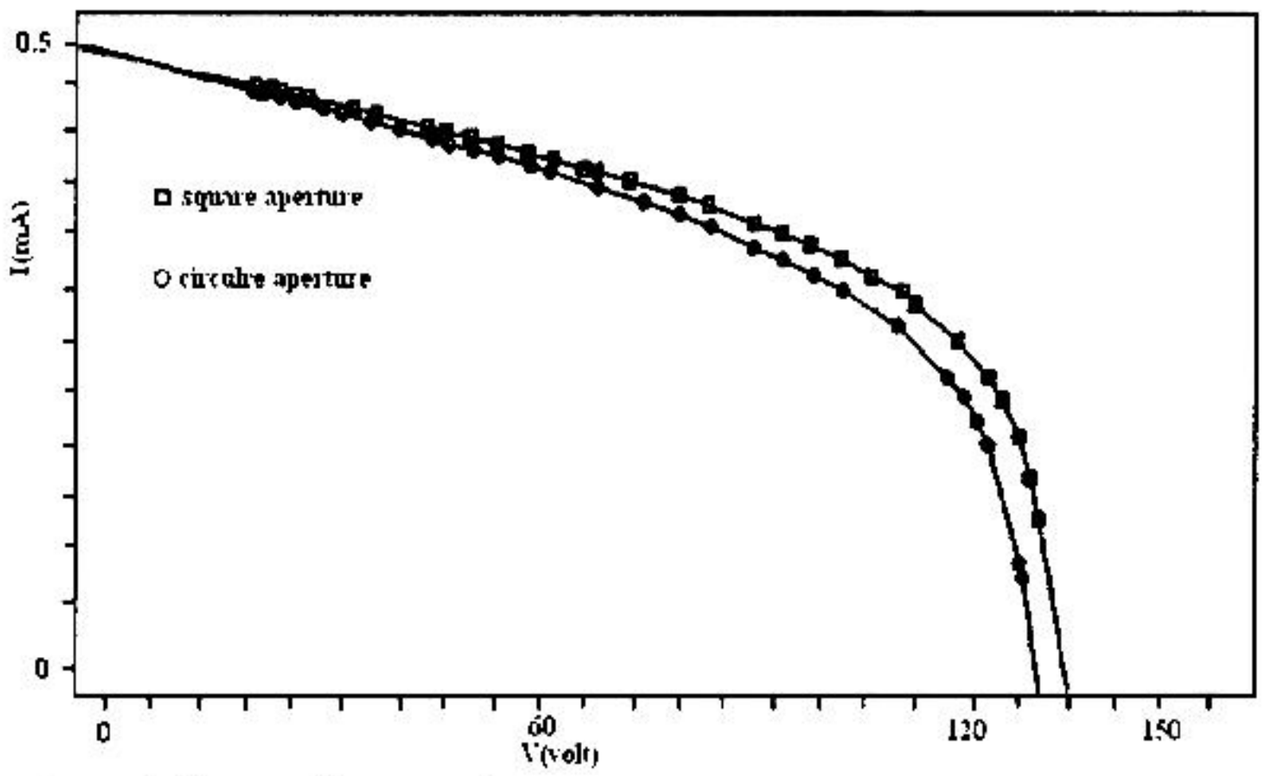
الشكل (1) الجزء المظلل يمثل الخسارة في السليكون عند استخراج خلية مربعة من دائرية.



الشكل(2) يمثل الشكل الثماني



الشكل (3) مخطط للدائرة الكهربائية لقياس خصائص التيار–فولتية للخلايا الشمسية



الشكل(4) يمثل خصائص التيار –فولتية للخلية الشمسية الدائرية المربعة

Expermental Comparison For The Performance of Circular And Square Solar Cell

A. H. Al_Hamdani
Department of Engiering, University of Technology,
Laser and Optoelectronics

Abstract

An Experimental comparison between the current-voltage characteristic and the efficiency conversion from solar to electric energy were studied for square and circular single crystal silicon solar cell of equal area (35.28 cm^2) . The results show that the solar shape is an important factor in calculating the current-voltage characteristics and efficiency of the solar cell. It was shown that the performance efficiency of the square cell is greater by 8.19% than that for the circular cell of equal area.

Although the packing factor for the square cells in the solar panel reached 96% compared with 79% for that for circular cells panel panel, the final cost for the circular cells panel is less than square cells panel.