ملاحظات هامة عند تصميم لوح خلايا شمسية

إعداد وترجمة م. عبد المجيد أمين الجندي

إبريل 2015

المحتويات

أنواع الخلايا الشمسية Types of PV cells 3

خلايا السليكون أحادية البلورة Monocrystalline Silicon Cells 3

خلايا السليكون متعددة البلورات Polycrystalline Silicon Cells 3

الكفاءة القصوي..... 4

Mismatch Effects in Arrays..... 7

Reverse Current Protection..... 10

تقطيع الخلايا الشمسية Cutting Solar Cells 13

طرق التقطيع..... 14

التقطيع بالليزر..... 14

التقطيع بمنشار خاص Table Saw..... 15

الطريقة اليدوية 16

الحمايات المطلوبة لألواح الخلايا الشمسية 21

الحماية من العواصف 21

الحماية من الصدمات..... 22

الحماية من البرق 22

الحماية من السرقة 22

موضوعات ذات علاقة ومنشورة علي الإنترنت..... 23

صفحات مقترحة لمتابعتها 23

الإصرار علي التفاؤل قد يصنع ما كان مستحيلا

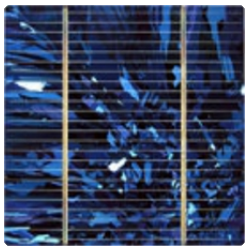
خلايا السليكون أحادية البلورة Monocrystalline Silicon Cells

خلايا السليكون أحادية البلورة Monocrystalline Silicon Cells

يتم تقطيع الخلايا بواسطة منشار من اسطوانة سليكون أحادية البلورة , وهذه هي التكنولوجيا الأعلي كفاءة في الخلايا الشمسية . وتصل كفاءتها إلي 15 % تقريبا وبالرغم من أن طريقة تصنيعها معقدة إلا أن ثمنها أعلي من التقنيات الأخري بمقدار صغير.

Made using cells saw-cut from a single cylindrical crystal of silicon, this is the most efficient of the photovoltaic (PV) technologies. The principle advantage of monocrystalline cells are their high efficiencies, typically around 15%, although the manufacturing process required to produce monocrystalline silicon is complicated, resulting in slightly higher costs than other technologies.

خلايا السليكون متعددة البلورات Polycrystalline Silicon Cells



خلايا السليكون متعددة البلورات

مصنوعة من خلايا تم قطعها من سبيكة سليكون مذاب ومتبلور . وفي عملية التصنيع يتم وضع السليكون المنصهر في قوالب من السليكون متعدد البلورة , ويتم بعد ذلك تقطيع هذه السبائك إلي شرائح رقيقة للغاية ثم تجميعها في شرائح كاملة . الخلايا متعددة البلورة أرخص في التصنيع من أحادية البلورة بسبب سهولة التصنيع , ولكن كفاءتها أقل حيث تصل إلي 12 % تقريباً .

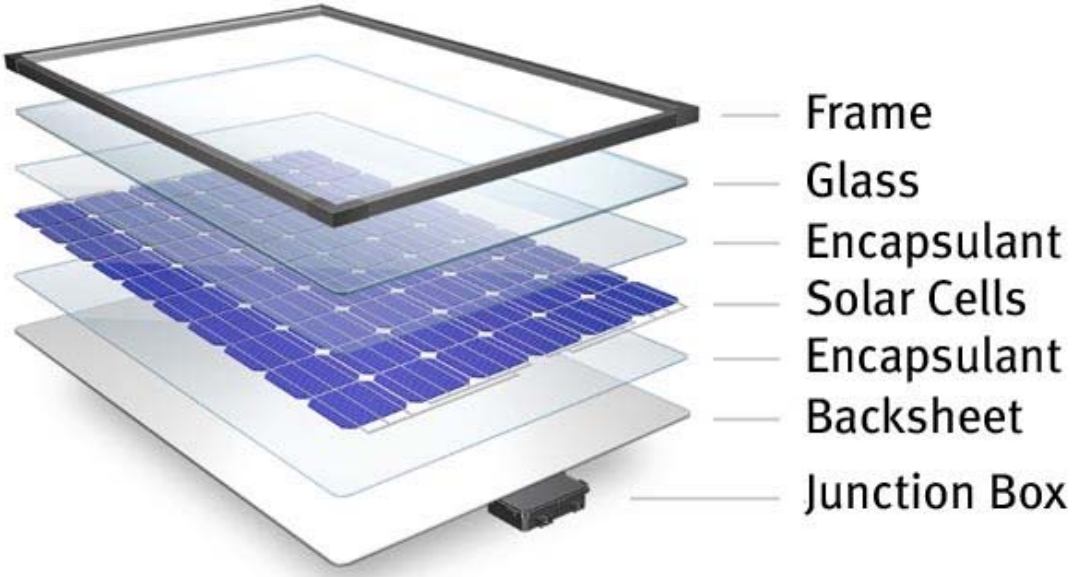
Made from cells cut from an ingot of melted and recrystallised silicon. In the manufacturing process, molten silicon is cast into ingots of polycrystalline silicon, these ingots are then saw-cut into very thin wafers and assembled into complete cells. Multicrystalline cells are cheaper to produce than monocrystalline ones, due to the simpler manufacturing process. However, they tend to be slightly less efficient, with average efficiencies of around 12%, creating a granular texture.

الكفاءة القصوي

الكفاءة القصوي للخلايا متعددة البلورات تصل إلي 17 %
بينما تصل الكفاءة القصوي للخلايا أحادية البلورة إلي 22 %

The maximum efficiency achieved by polycrystalline cells is 17%, while monocrystalline cells can achieve up to 22%.

المكونات الرئيسية للوح شمسي تم تجميعه

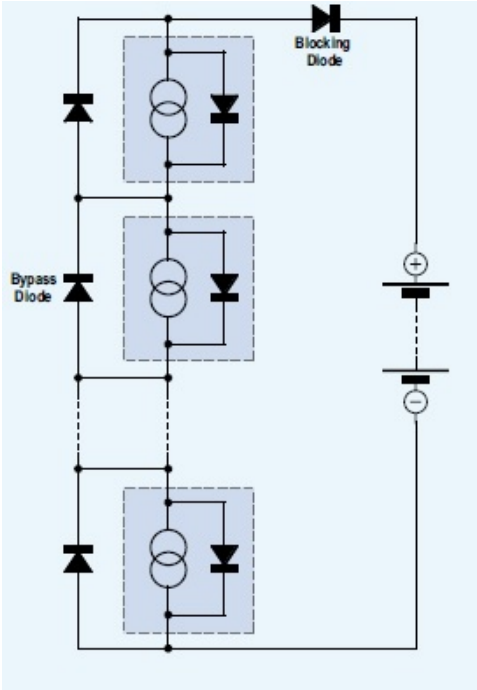


مشكلات تواجه الخلايا

- مشكلة التيار الراجع من البطارية إلي الخلايا في الليل.
- مشكلة التيار المار بخلايا تقع في الظل.

مشكلة الظل الجزئي

وجود ظل علي خلية أو مجموعة خلايا تقع داخل لوحة يؤثر علي التيار الكلي الناتج من اللوحة حيث تمثل الخلية الموجودة في الظل مقاومة تعوق التيار.
والحل هو توصيل دايود معكوس علي التوازي مع كل خلية ولتوفير التكلفة يمكن تقسيم الخلايا إلي مجموعات ووضع دايو معكوس مع كل مجموعة



Bypass Blocking Diodes

If the battery is connected directly to the solar panel, a small leakage current will flow through the solar panel when it is not illuminated. The can be prevented by adding a blocking diode to the circuit (see the schematic). Many portable solar modules have a built-in blocking diode (check the manufacturer's specifications).

Practical Matters

When positioning a solar panel, you should ensure that no part of the panel is in the shade, as otherwise the voltage will decrease markedly, with a good chance that no current will flow into the connected battery.

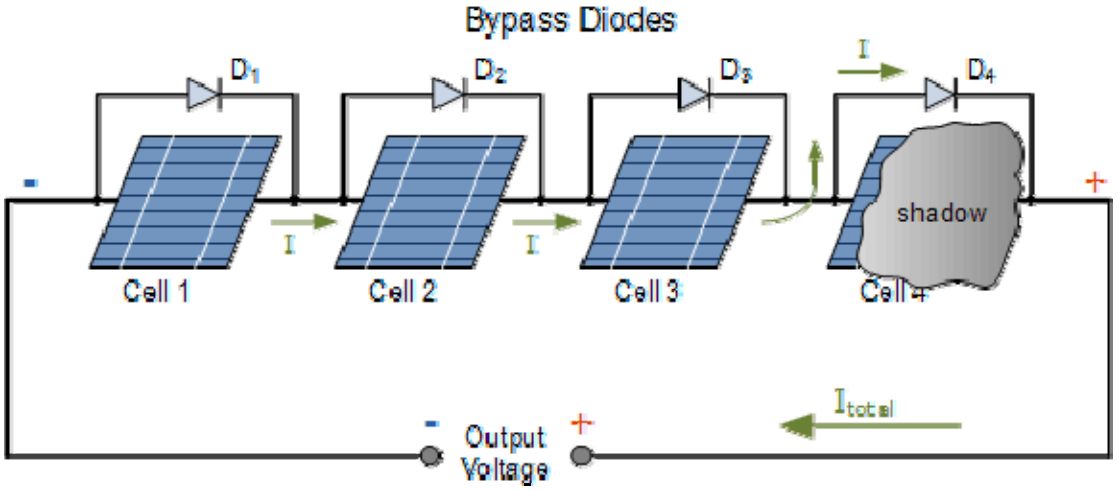
Most modules have integrated bypass diodes connected in reverse parallel with the solar cells. These diodes prevent reverse polarization of any cells that are not exposed to sunlight, so the current from the other cells flows through the diodes, which can cause overheating and damage to the cells. To reduce costs, it is common practice to fit only one diode to a group of cells instead of providing a separate diode for each cell.

عند توصيل البطارية مباشرة بالخلايا الشمسية سيتم فقط جزء من الطاقة المخزنة بالبطاريات حيث سيمر تيار عبر الخلايا الشمسية في أوقات الظلام . ويمكن منع ذلك يوضع دايود معكوس في خرج اللوح الشمسي (انظر المخطط السابق) . ومعظم الوحدات الشمسية المحمولة تحتوي علي دايود داخلي لذلك الغرض (راجع مواصفات المُصنِع) .

مسائل عملية

عندما تثبيت اللوح الشمسي في مكان ما , يجب أن تضعه بحيث لا يتعرض جزء منها للظل وإلا سينخفض الجهد بصورة ملحوظة وقد لا يصل تيار كهربي إلي البطاريات المتصلة باللوح الشمسي .

معظم الألواح الشمسية تحتوي علي دايودات تمرير bypass diodes معكوسة ومتصلة علي التوازي مع الخلايا الشمسية . وظيفة تلك الدايودات هي منع الإستقطاب العكسي لأي خلايا غير معرضة لضوء الشمس , وبالتالي تمثل الدايودات مسار عبور آخر بدلا من أن تعبر خلال الخلايا الموجودة في الظل وتعرضها للتلف . ولتقليل التكلفة عادة ما يتم تقسيم الخلايا في اللوح إلي مجموعات و تركيب دايود تمرير معكوس واحد فقط مع كل مجموعة بدلا من تركيب دايود معكوس مع كل خلية علي حدة .



وجود دايود التمرير يقلل من استهلاك الجهد علي الخلايا الغير جيدة وذلك في توصيله المعكوس Reverse Bias لتمرير تيار معين . حيث يسمح بمرور التيار القادم من الخلايا الجيد إلي خارج اللوح الشمسي . وبالتالي يقل الجهد بمقدار الجهد اللازم لعبور دايود واحد فقط . وهذا يقلل من التيار وارتفاع الحرارة الناتجين عن القدرة المفقودة , وفي الصورة المثالية يجب توصيل دايود تمرير مع كل خلية ولكن عمليا يتم توصيل دايود مع كل مجموعة من الخلايا .

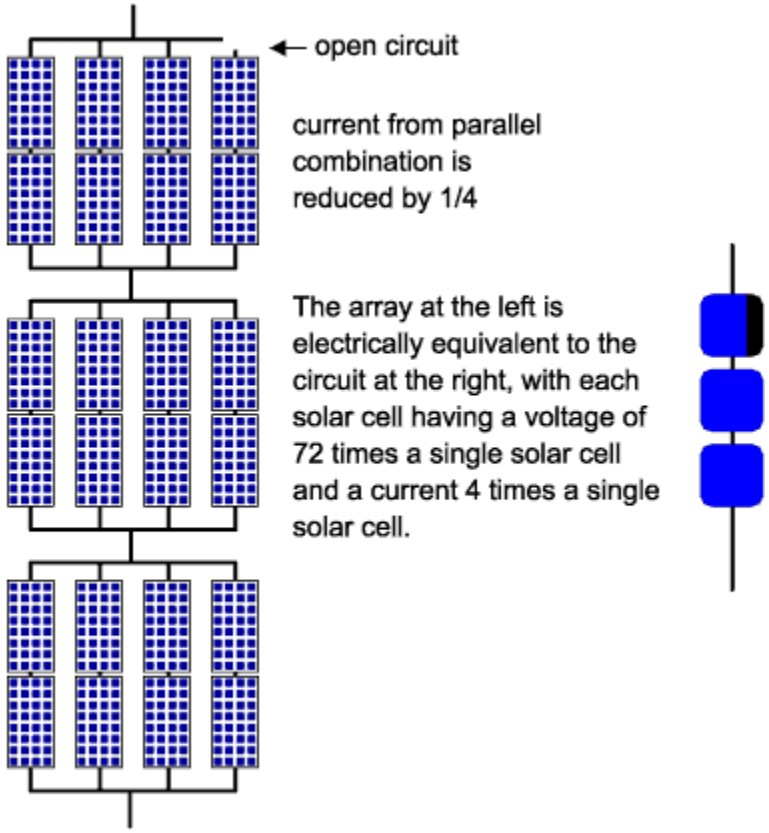
The presence of the bypass diode limits the voltage across the bad cell in its reverse bias to pass a certain current. The bypass diode conducts, thereby allowing the current from the good solar cells to flow in the external circuit. The maximum reverse over voltage across the bad cell is reduced to about a single diode drop so that larger voltage differences cannot arise in the reverse-current direction across the cell, thus limiting the current and preventing over heating due to less power being dissipated. Ideally, we would have a bypass diode for each individual PV cell, but in practice there would be one bypass diode for a number of cells.

"أنا مصمم علي بلوغ الهدف , فإما أن أنجح .. وإما أن أنجح"

نيل كارنجي

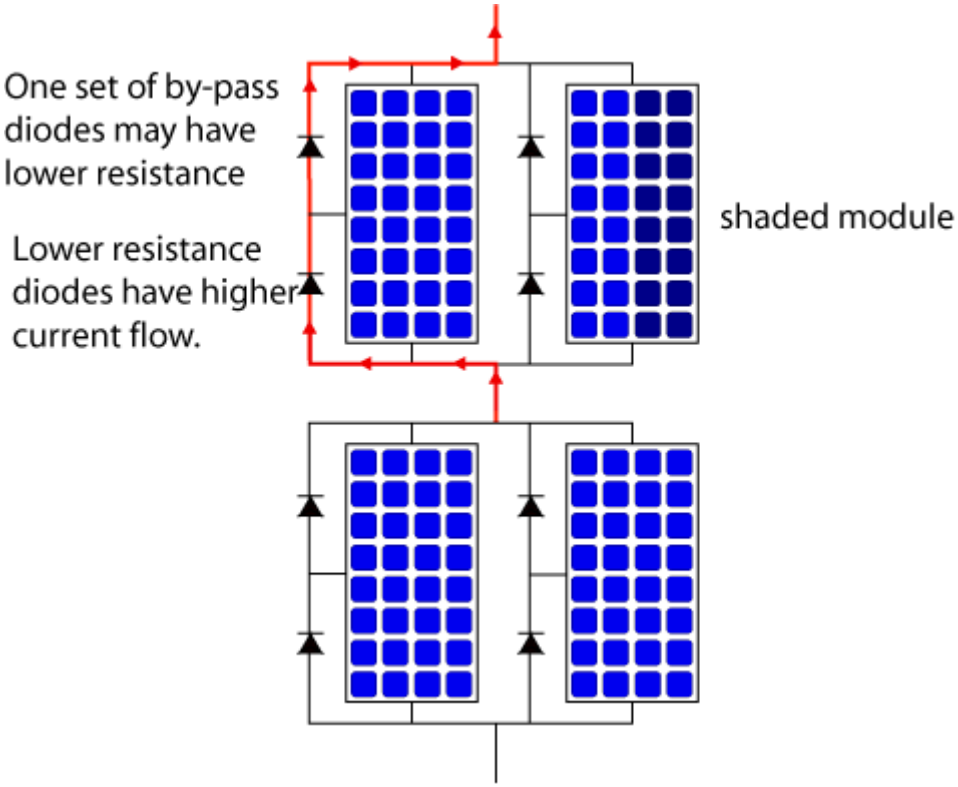
Mismatch Effects in Arrays

In a larger PV array, individual PV modules are connected in both series and parallel. A series-connected set of solar cells or modules is called a "string". The combination of series and parallel connections may lead to several problems in PV arrays. One potential problem arises from an open-circuit in one of the series strings. The current from the parallel connected string (often called a "block") will then have a lower current than the remaining blocks in the module. This is electrically identical to the case of one shaded solar cell in series with several good cells, and the power from the entire block of solar cells is lost. The figure below shows this effect.



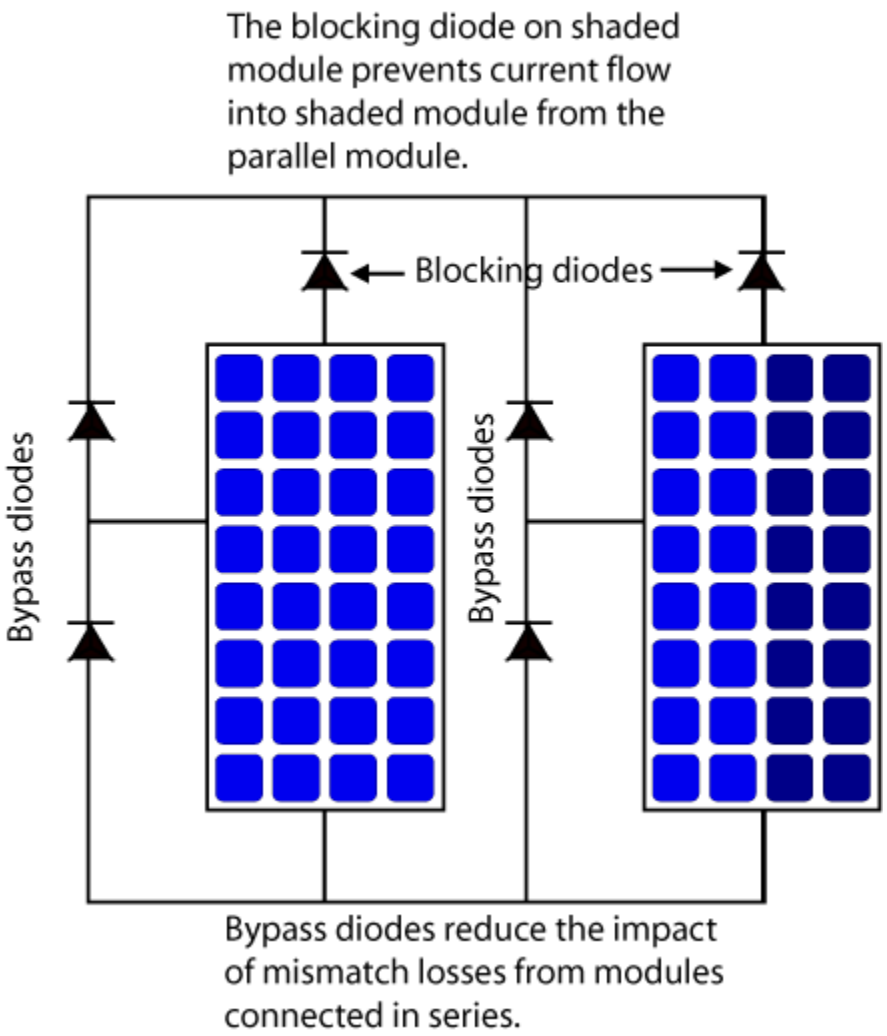
Potential mismatch effects in larger PV arrays. Although all modules may be identical and the array does not experience any shading, mismatch and hot spot effects may still occur.

Parallel connections in combination with mismatch effects may also lead to problems if the by-pass diodes are not rated to handle the current of the entire parallel connected array. For example, in parallel strings with series connected modules, the by-pass diodes of the series connected modules become connected in parallel, as shown in the figure below. A mismatch in the series connected modules will cause current to flow in a by-pass diode, thereby heating this diode. However, heating the by-pass diode reduces the effective resistance. Most of the current will now flow through the slightly hotter set of by-pass diodes. These by-pass diodes then become even hotter, further reducing their resistance and increasing the current flow. Eventually almost all the current may flow through one set of by-pass diodes. If the diodes are not rated to handle the current from the parallel combination of modules, they will burn out and allows damage to the PV modules to occur.



Bypass diodes in paralleled modules. There are typically two bypass diodes in each 36 cell module.

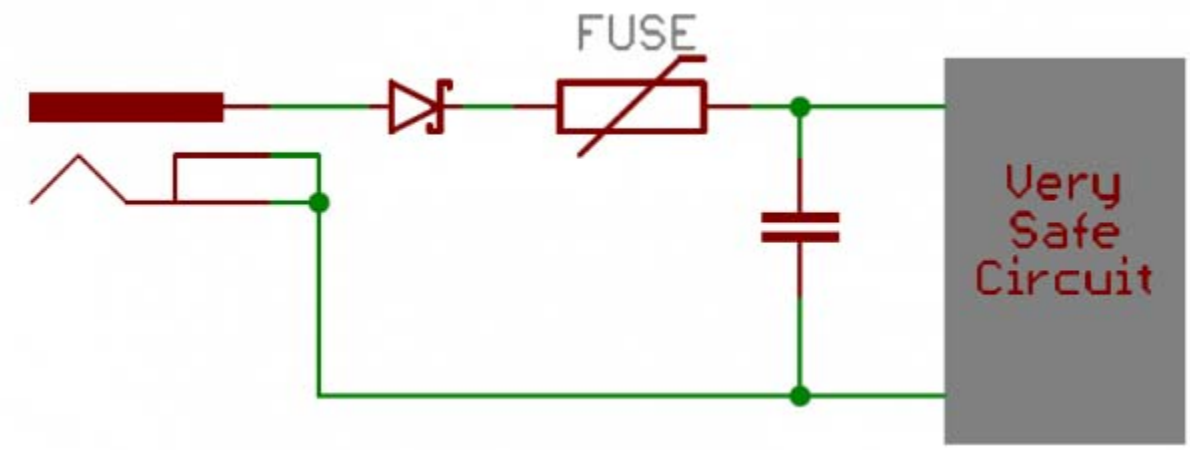
In addition to the use of by-pass diodes to prevent mismatch losses, an additional diode, called a blocking diode, may be used to minimize mismatch losses. A blocking diode, shown in the figure below, is typically used to prevent the module from loading the battery at night by preventing current flow from the battery through the PV array. With parallel connected modules, each string to be connected in parallel should have its own blocking diode. This not only reduces the required current carrying capability of the blocking diode, but also prevents current flowing from one parallel string into a lower-current string and therefore helps to minimize mismatch losses arising in parallel connected arrays.



Impact of blocking diodes in parallel connected modules.

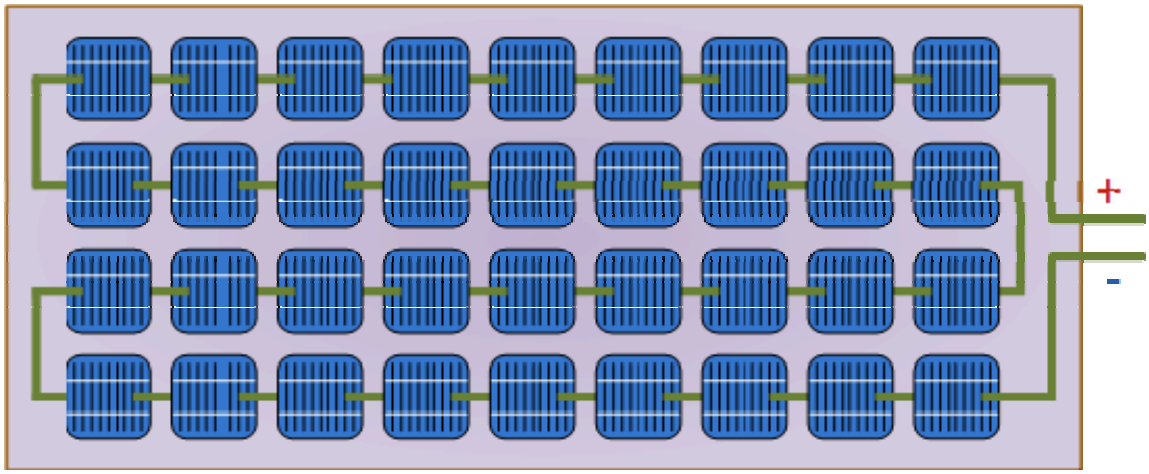
Reverse Current Protection

Ever stick a battery in the wrong way? Or switch up the red and black power wires? If so, a diode might be to thank for your circuit still being alive. A diode placed in series with the positive side of the power supply is called a reverse protection diode. It ensures that current can only flow in the positive direction, and the power supply only applies a positive voltage to your circuit.



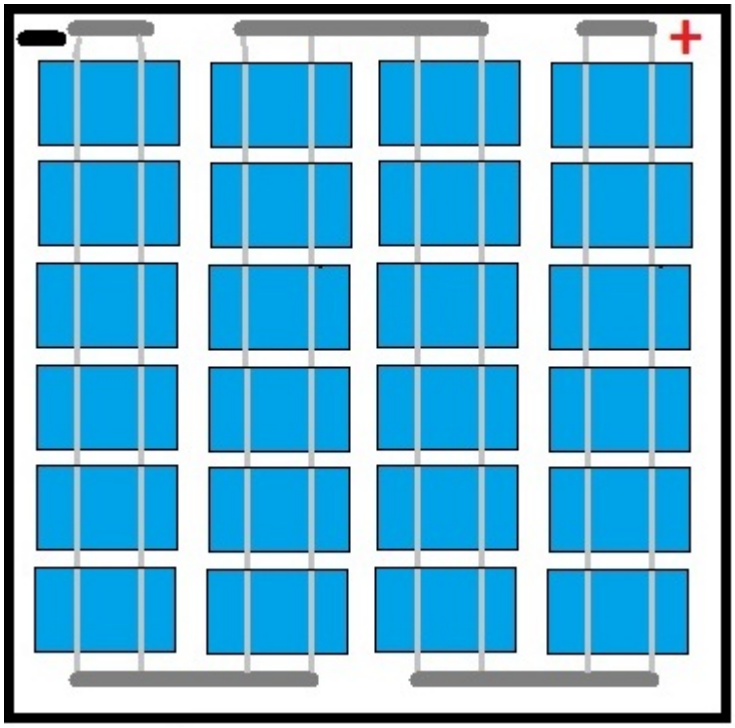
This diode application is useful when a power supply connector isn't polarized, making it easy to mess up and accidentally connect the negative supply to the positive of the input circuit.

The **drawback**of a reverse protection diode is that it'll induce some voltage loss because of the forward voltage drop. This makes Schottky diodes an excellent choice for reverse protection diodes.



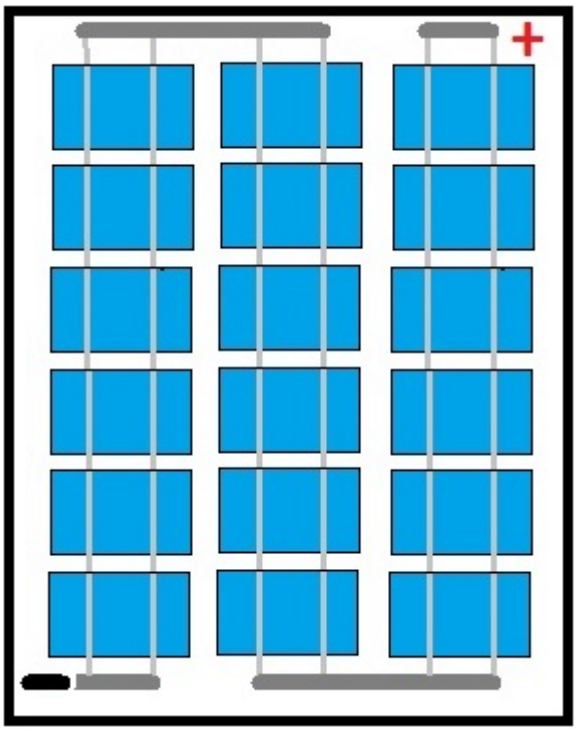
لوح شمسي مكون من 36 خلية Typical 36 Cell Photovoltaic Panel

في الشكل السابق ولأنه لدينا أربعة صفوف (عدد زوجي من الصفوف) كل منها يحمل 9 خلايا فظهر الطرفان الموجب والسالب في الضلع القصير من اللوحة Pannel . ونفس الشئ في اللوح التالي المكون من عدد 24 خلية .



لوح شمسي مكون من 24 خلية Typical 24 Cell Photovoltaic Panel

ويحدث غير ذلك إذا كانت أعداد الأعمدة فردي , ففي الشكل التالي ولأنه لدينا ثلاثة أعمدة (عدد فردي من الأعمدة) كل منها يحمل 6 خلايا فظهر الطرفان الموجب والسالب في جانبين مختلفين من اللوحة Pannel .



لوح شمسي مكون من 18 خلية Typical 18 Cell Photovoltaic Panel

ابدأ في شئ وانجح فيه نجاحاً صغيراً وستنهار أمامك الكثير من العقبات

تقطيع الخلايا الشمسية Cutting Solar Cells

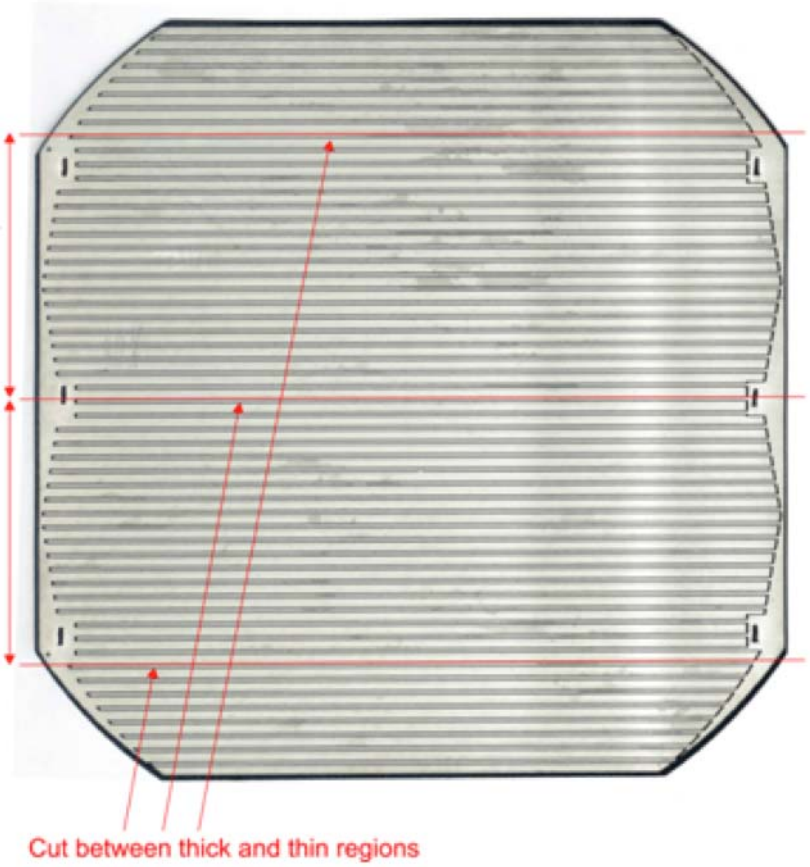
http://lasertechatlanta.com/images/photo-cell.jpg

قد تسأل لماذا نحتاج إلي تقطيع الخلايا؟ والأسباب هي:

- زيادة كثافة التعبئة (مساحة الخلايا/مساحة اللوح).
- لزيادة الجهد (يزيد الجهد بزيادة عدد الخلايا) .

You might ask why would you cut solar cells? The main reasons are

- Increase packing density (area cell/total area of panel)
- Increase voltage (voltage becomes higher with more cells)

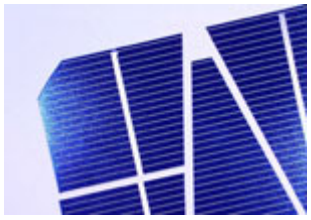


http://www.blueskysolar.utoronto.ca/wordpress/wp-content/uploads/2014/06/Cell_cutting-279x300.png

قم بالقطع في المناطق المنخفضة بين شرائح الخلية

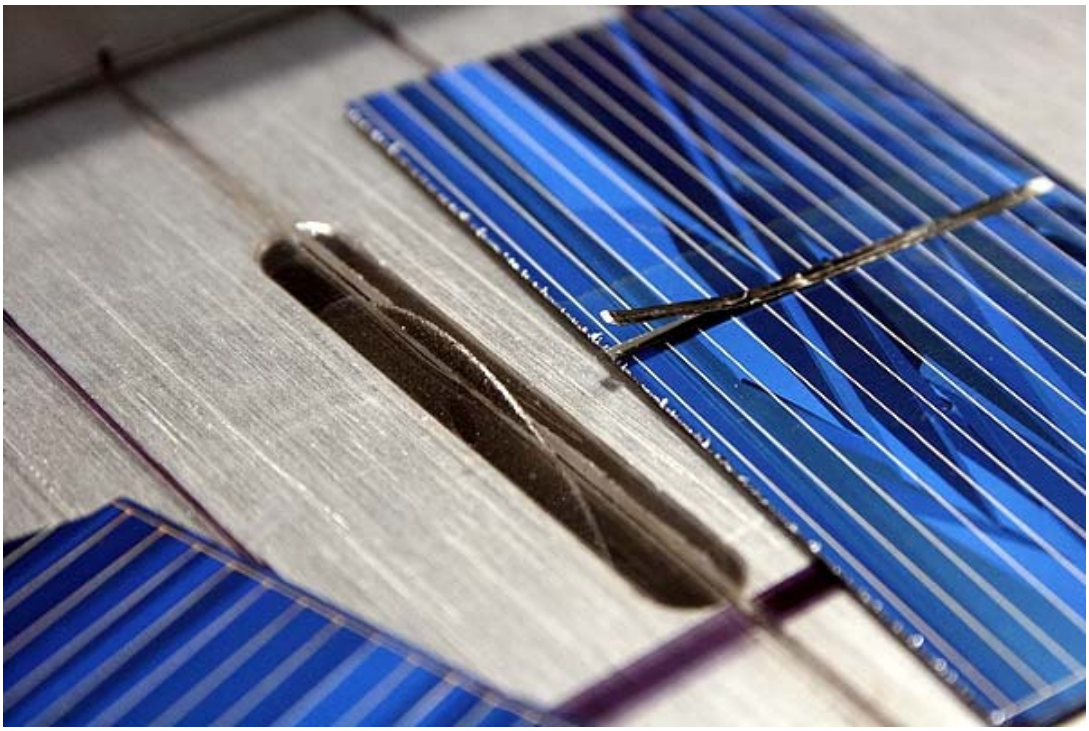
طرق التقطيع

التقطيع بالليزر



التقطيع بمنشار خاص Table Saw

http://cdn.instructables.com/FZE/BSID/H7ANSRLX/FZEBSIDH7ANSRLX.LARGE.jpg



http://www.steampunkworkshop.com/wp-content/uploads/Mini-Table-Saw%20(2).JPG

القطع باستخدام diamond wheel on a Dremel tool

المصدر : http://eburn.scripts.mit.edu/pened/doku.php/lessons/solar/03cuttingsolarcells/2.draft

ستحتاج لشفرات تقطيع حادة جدا تناسب تقطيع منتجات السليكون مثل الزجاج , والشفرات العادية رخيصة الثمن قد لا تنفع.

الخلايا الشمسية عكس الزجاج حيث أنها متبلورة crystalline والزجاج غير متبلور amorphous . وهذا يعني انها أكثر هشاشة ولها اتجاه أيضا بينما الزجاج ليس له اتجاه للقطع . ولذا فهي تميل إلي الكسر في اتجاه الجزوع "along the grain" (لو تخيلت أن المسافات البينية حول البلورات تشبه خطوط الجزع في قطعة خشب) لذا إذا قمت بالقطع في هذا الإتجاه سيقل غحتمالية كسرها في الإتجاهات التي لا ترغب فيها.

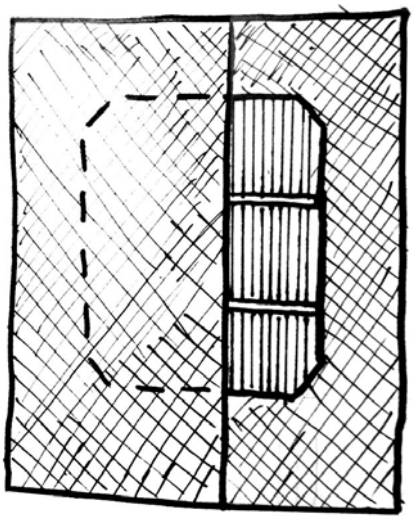
Unlike glass, solar cells are crystalline, rather than amorphous. This means that they are more brittle and also have an orientation, whereas glass is non-directional. They'll tend to break "along the grain" (if you imagine the boundaries between crystals to be like the grain in a piece of wood) so if you attempt to make cuts in this direction, they'll be less likely to break in a direction you're not intending.

Each solar cell is a wafer of silicon, with a network of white traces on top to collect the electrons. The contacts are spread out so as to collect electrons from all over the cell. Therefore, when you cut the cell into pieces you should be sure all the traces are connected, so all the electrons can be delivered through the circuit.

The entire back of the cell is connected, but there are six (usually) small white rectangles that are easier to solder to than the surrounding silvery area, so although it's not necessary, it's a good idea to have at least one on each piece that you cut, in order to make soldering them together easier.

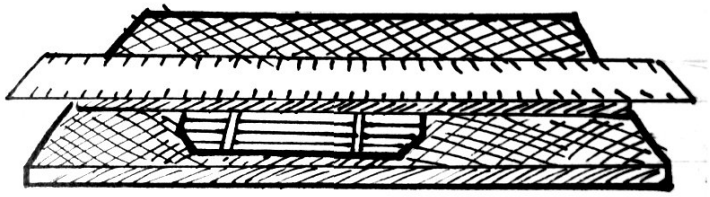
ضع لوح من الفوم علي سطح مستوي.

ضع الخلية الشمسية فوقه.

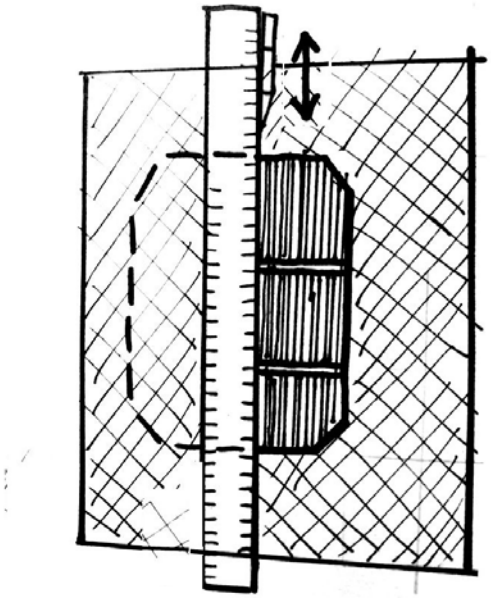


ضع لوح آخر من الفوم عند المكان الذي تقطعه في الخلية .

ضع سطح مستقيم (مسطرة معدنية) علي طول مكان القطع ليوجه إداة القطع .



استخدم أداة قطع لتحزيز الخلية : تحرك بأداة القطع ذهابا وإيابا مرات عديدة (من 6 إلي 20 مرة وقد تصل إلي 100 مرة مع شفرات لاقطع الرديئة) وبضغط منخفض. وتعتمد عدد مرات التحزيز علي جودة شفرة القطع ولا تتوقف قبل أن يكون حز القطع واضحا .

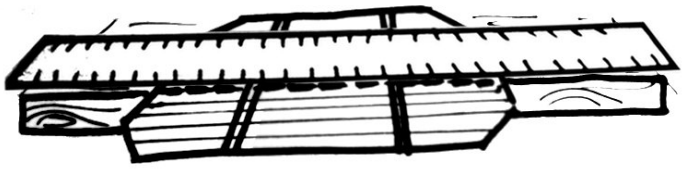


لتحزيز الخلية بأداة القطع ذهابا وإيابا مرات عديدة

ولكسرها , حرك الخلية علي طرف منضدة بحيث يكون الجزء المطلوف فصله خارج المنضدة , واضبط خط الحز بحيث يكون فوق طرف المنضدة مباشرة .

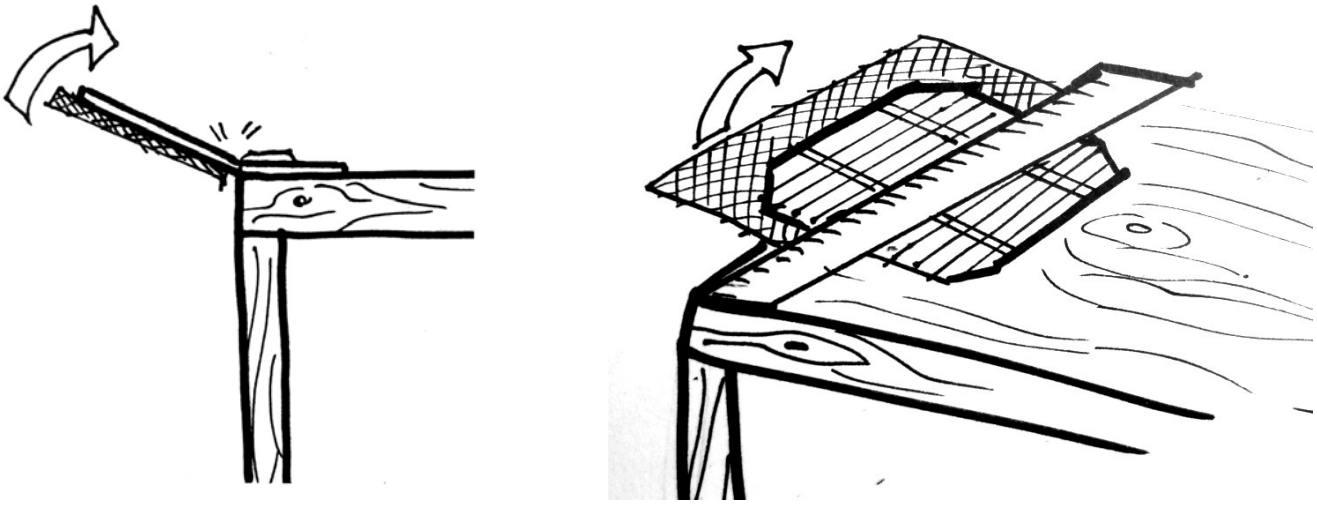
خط الحز فوق طرف المنضدة مباشرة

ضع المسطرة المعدنية فوق الخلية بحيث تكون فوق طرف المنضدة بالضبط واضغط عليها بقوة .



ضع المسطرة المعدنية فوق طرف المنضدة واضغط عليها بقوة

ضع لوح الورق المقوي تحت الخلية , وضع الطرف المقابل للمنضددة ملامس لحافة المنضدة ثم قم بإمالته لأعلي حتي تتكسر الخلية ونتمني أن يكون الكسر علي طول خط الحز.



كسرها لأعلي بلوح مقوي أسفلها وملامس لحافة المنضدة

http://ppp.abstractdynamics.org/archives/PVWork05-03-thumb.JPG

http://ppp.abstractdynamics.org/archives/PVWork05-12-thumb.JPG

الفيديو التالي يشرح أيضا الفكرة : How to cut solar cells

http://youtube.com/watch?v=zi6AAHEpL2Y

الفرق بين الإنسان الناجح والآخرين ليس نقص القوة أو نقص العلم ولكن عادة هو نقص الإرادة ..

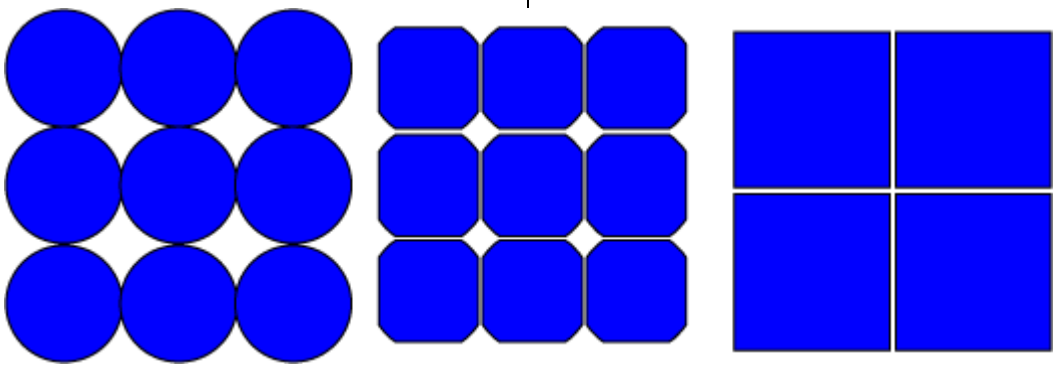
المصدر : http://www.pveducation.org/pvcdrom/modules/packing-density

كثافة التعبئة Packing Density للخلايا الشمسية في لوح شمسي تعني مساحة اللوح المغطاة بالخلايا مقارنة بالمساحة الخالية. وتؤثر قيمة كثافة التعبئة علي القدرة المنتجة من اللوح الشمسي وكذلك تؤثر علي حرارة التشغيل . وتعتمد كثافة التعبئة علي شكل الخلايا المستخدمة .

علي سبيل المثال : الخلايا الشمسية إحادية البلورة Single Crystalline تكون دائرية أو شبه مربعة بينما النوع متعدد البلورة Multi-crystalline عادة ما يكون شكلها مربع . لذلك , إذا لم تكن الخلايا أحادية البلورة مربعة ستكون كثافة التعبئة للألواح المكونة منها أقل من ألواح الخلايا متعددة البلورة . ويتضح فرق كثافة التعبئة لكل من الخلايا والدائرية والمربعة بنوعيها في الشكل التالي:

The packing density of solar cells in a PV module refers to the area of the module that is covered with solar cells compared to that which is blank. The packing density affects the output power of the module as well as its operating temperature. The packing density depends on the shape of the solar cells used.

For example, single crystalline solar cells are round or semi-square, while multicrystalline silicon wafers are usually square. Therefore, if single-crystalline solar cells are not cut squarely, the packing density of a single crystalline module will be lower than that of a multicrystalline module. The relative packing density possible with round verses square cells is illustrated below.

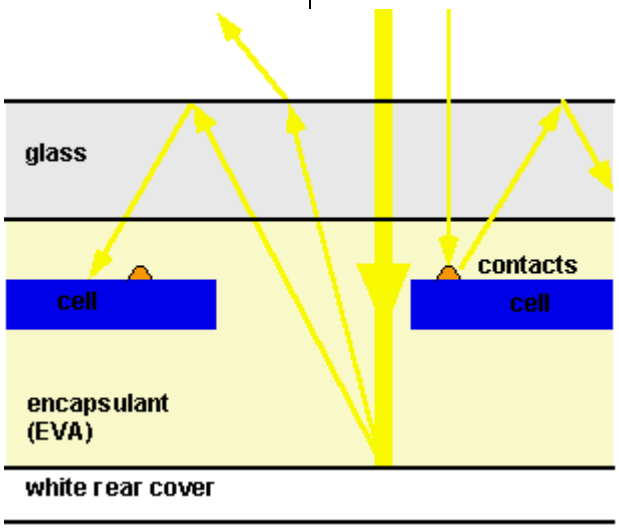


فرق كثافة التعبئة لكل من الخلايا والدائرية والمربعة بنوعيها

تركيب عدد قليل من الخلايا علي لوح ذو خلفية بيضاء يمكنه أن يوفر زيادة هامشية للخرج من خلال ظاهرة " zero depth concentrator" الموضحة في الشكل التالي. حيث يتشتت الضوء المنعكس من هذه المسافات البينية البيضاء

Sparsely packed cells in a module with a white rear surface can also provide marginal increases in output via the "zero depth concentrator" effect, illustrated below. Some of the light striking regions of the module between cells and cell contacts is scattered and channelled to active regions of the module.

إلي أن يصل إلي سطح الخلايا .



ظاهرة "zero depth concentrator"

الحمايات المطلوبة لألواح الخلايا الشمسية

الحماية من العواصف

عمل لوحات صغيرة وباتالي استبدال التالف منها سيكون بتكلفة أقل.

إذا تلفت لوحة صغيرة يكون المفقود من المنظومة صغيرة ولا يؤثر علي عمل المنظومة بعكس فقد لوح شمسي كبير.

ولكن يعيب هذا الأسلوب هو أن تكلفة تركيب اللوحات الأصغر أعلي من تكلفة اللوحات الأكبر .

وقد يتم إضافة الخلايا الشمسية لتأمين المنزل للتعويض عن الأضرار في حالة العواصف الكبيرة التي لا يتحملها أي شئ .

If you decide to install photovoltaic modules and worry about hail damage, there are a couple of things to consider. One of the most important concerns the size of the modules. If the region you live in is subject to frequent or serious hail storms, smaller modules are easier and less costly to replace. Also if a large module sustains damage, it will seriously reduce the power output, or even cause the system to fail completely. The drawback with using smaller modules is that they are often more expensive to install.

But of course there is not much that would withstand very large size hail but then your home insurance should cover the damage (just like the damage that would happen to your car and/or house during one of those hail storms). I do not think it is very expensive to get your solar panels added onto your home insurance policy (if they are not covered already)

***

الحماية من الصدمات

الحماية من البرق

باستخدام شبكة تأريض .

الحماية من السرقة

باستخدام غلاف معدني للألواح الشمسية ويكون مقاوم للتلف أو الصدمات .

باستخدام دوائر إنذار تعمل في حلة سرقة اللواح .

إذا لم تقاتل من أجل ما تريده فلا تبكي إذا خسرته

موضوعات ذات علاقة ومنشورة علي الإنترنت

	اسم
1	الطاقة اللانهائية الممنوعة عن الشعوب
2	كيف تصنع الخلايا الشمسية
3	بالصور المتحركة - الخلايا الشمسية
4	تطبيقات علي نقل الكهرباء لاسلكيا
5	توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية
6	كل شئ عن البطاريات - الجزء الثاني
7	كل شئ عن البطاريات - الجزء الأول
8	نقل الكهرباء لاسلكيا
9	الوصلات الطرفية للكابلات والأجهزة

صفحات مقترحة لمتابعتها

صفحة الجديد في الأجهزة Instruments الوطن العربي

https://www.facebook.com/pages/%D8%A7%D9%84%D8%AC%D8%AF%D9%8A%D8%AF-%D9%81%D9%8A-%D8%A7%D9%84%D8%A3%D8%AC%D9%87%D8%B2%D8%A9-Instruments-%D8%A7%D9%84%D9%88%D8%B7%D9%86-%D8%A7%D9%84%D8%B9%D8%B1%D8%A8%D9%8A-%D8%A7%D8%B4%D8%AA%D8%B1%D9%83-%D9%85%D8%B9%D9%86%D8%A7/669926539691233

صفحة محاكاة Simulation للمعدات والأجهزة

https://www.facebook.com/AnimationSimulation

لن تستطيع تغيير حياتك إلا إذا غيرت شيئاً تقوم به يومياً