太陽能電池
solar cell

2012.10

張忠謀 輔大演講

- 學到謀生技能
- 培養邏輯思考
- 終身學習的習慣

德國

- 2012.5.28德國太陽能電廠上周五與周六中午時份的發電量，每小時達22GW，相當20座核能電廠全面運作下的發電量，創下世界最高記錄。
- 德國太陽能電廠能在工作日，為全國提供所需的三分之一電力，周六更因為工廠與辦公室休息而接近一半。
- 德國在2011的太陽能發電量為14GW，2012增加7.5GW，裝置容量達到26GW。
- 2012.6.9目前德國一般消費電價每度0.2781歐元（約合台幣10.5元），約有20萬長期失業的勞工，去年因欠繳電費而被斷電。政府對投資擴建電網的業者更提供約9%的保證報酬率。消費者及社運團體都把電價上漲歸咎於聯邦政府提高對太陽能設施的補貼。

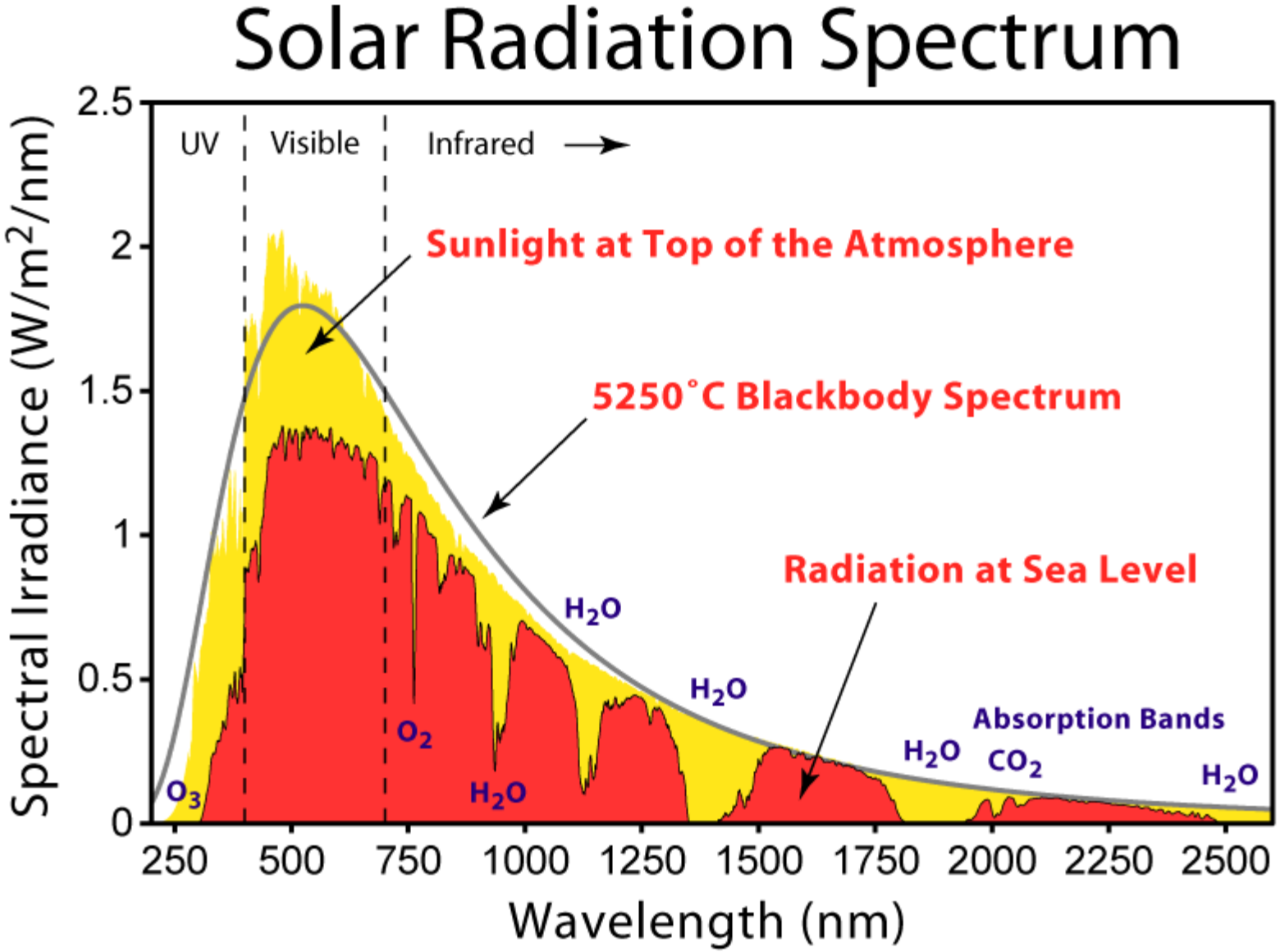
四大「慘」業

- 國內DRAM、面板、LED、太陽光電產業面臨困境。
- 台灣DRAM廠包括力晶、南科、華亞科及茂德，供過於求，殺價競爭，付出過多權利金。
- 面板業方面，訂單增加? 中國大陸已重新檢討引進面板廠政策。台灣兩大面板廠未來如何整合?
- LED，2012.9月全台交通號誌已汰換為LED燈泡，為新加坡後，全球第二個國家將交通號誌汰換為LED。未來找尋適度規模城市，試辦LED照明。
- 太陽光電過去每度收購價格是12.9元，今年已調降為7.7元，德國過去有痛苦經驗，電價比我們貴很多，太陽光電付出的代價很高，造成財務極大負擔，應借鏡德國，避免重蹈覆轍，已適度檢討政策。

太陽能電池

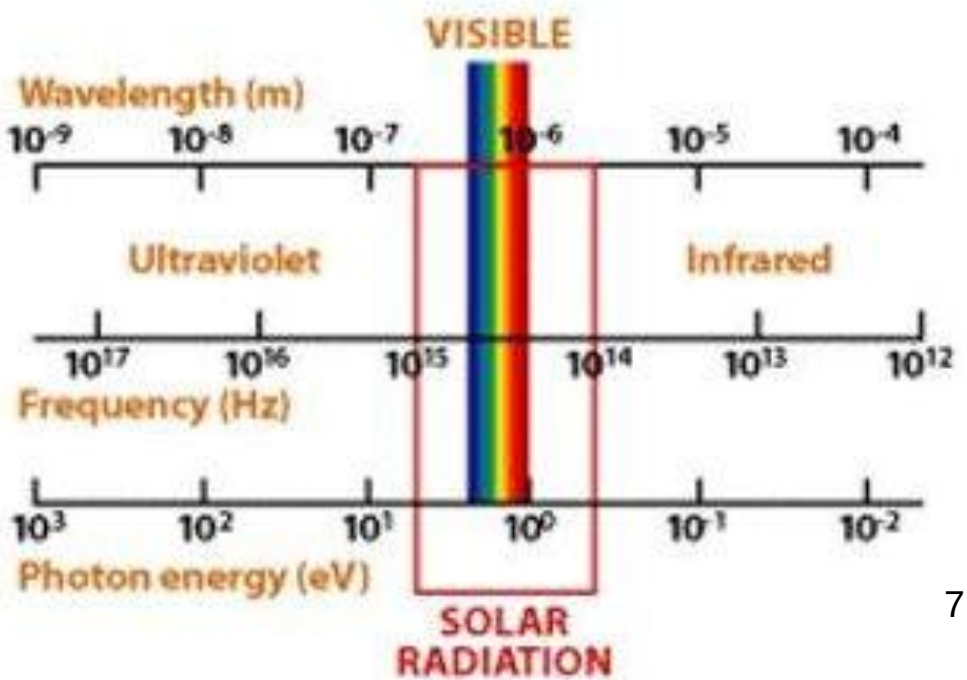
- 2012上半年
- 茂迪(6244)：每股虧損7.34元。
- 新日光(3576)：每股也虧損5.07元。
- 昱晶(3514)：每股僅小虧1.08元。
- 昇陽科(3561)：每股虧損2.35元。
- 益通(3452)：每股虧損1.47元。
- 太極(4934)：每股虧損1.2元。
- 旺能(3599)：每股虧損為3.36元。
- 達能(3686)：每股虧損為1.6元。

太陽輻射光譜


Solar Radiation Spectrum
Spectral Irradiance (W/m²/nm)
2.5
2
1.5
1
0.5
0
UV
Visible
Infrared
Sunlight at Top of the Atmosphere
5250˚C Blackbody Spectrum
Radiation at Sea Level
H2O
H2O
O2
H2O
O3
Absorption Bands
H2O
CO2
H2O
250
500
750
1000
1250
1500
1750
2000
2250
2500
Wavelength (nm)

太陽能量

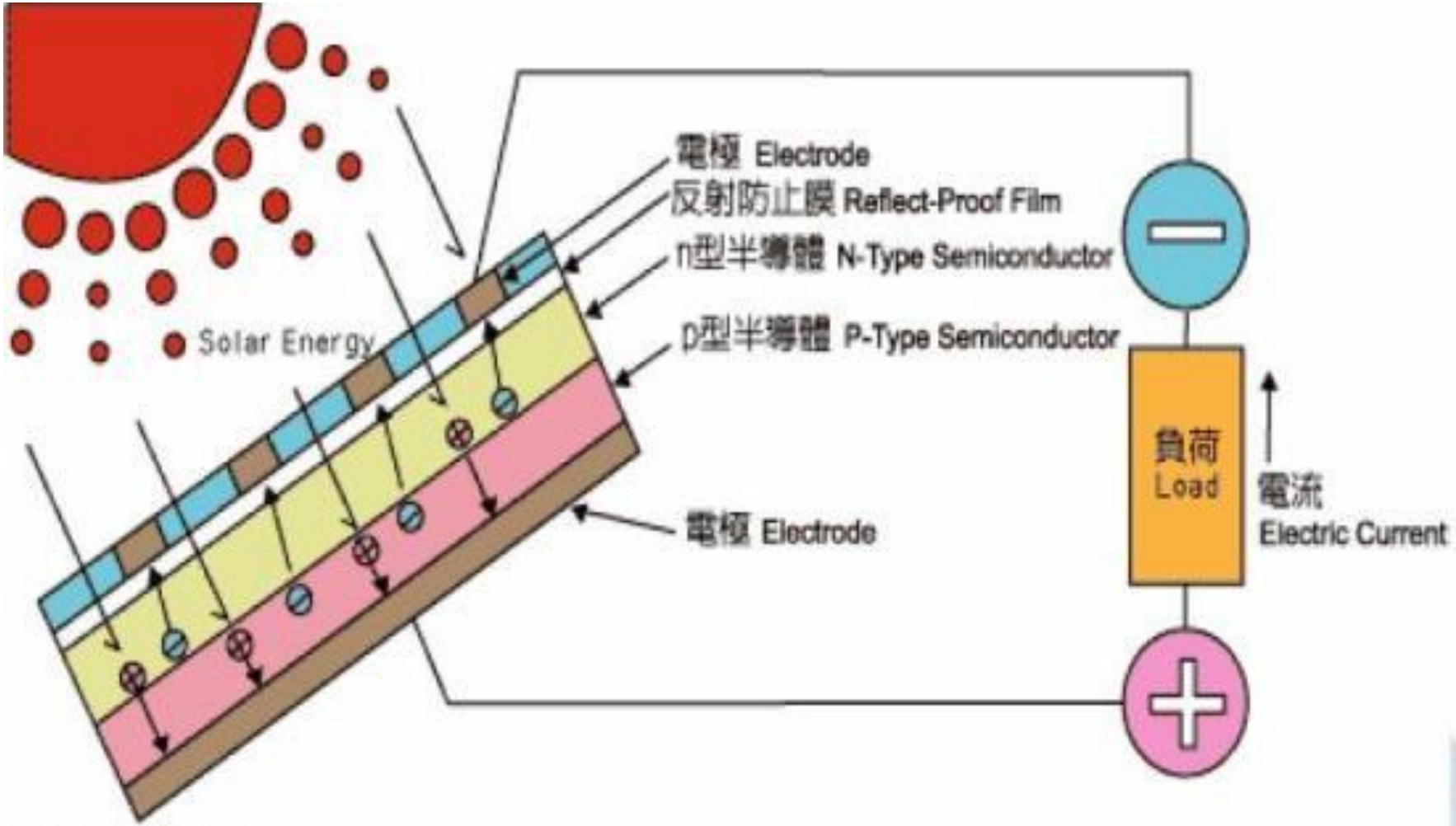
- 太陽輻射之光譜，主要是以可見光為中心，其分佈範圍從0.3 μm之紫外光到數微米之紅外光為主，若換算成光子的能量，則約在0.4 eV到4eV之間。
- 當光子的能量小於半導體的能隙，則光子不被半導體吸收，此時半導體對光子而言是透明的。
- 當光子的能量大於半導體的能隙，則相當於半導體能隙的能量將被半導體吸收，產生電子-電洞對，而其餘的能量則以熱的形式消耗掉。



太陽能電池

- 一種利用太陽光直接發電的光電半導體薄片， 一照到光,瞬間就可輸出電壓及電流，此種太陽能光電池 (Solar cell)簡稱為太陽能電池，或太陽電池、或太陽能晶片。
- 中國大陸稱為“硅晶片”，“硅”是 矽的古字，矽為現代譯音字，在物理學上稱為“光生伏打” (Photovoltaic，簡稱PV)。
- 在1954年由美國貝爾實驗室(Bell Lab.)首次發表利用矽二極體吸收陽光達到太陽能電池效果的構想，並製作出史上第一顆太陽能電池。

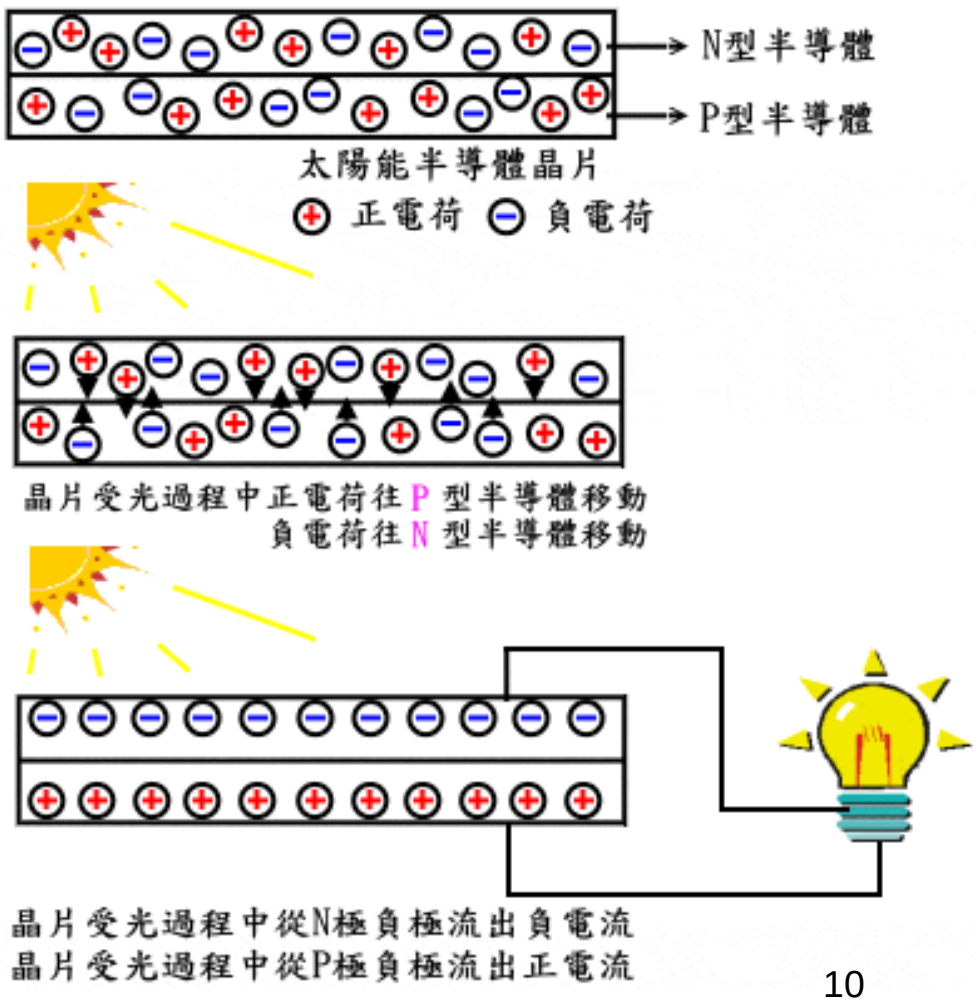
太陽能電池



太陽光發電粒子
Solar Cell

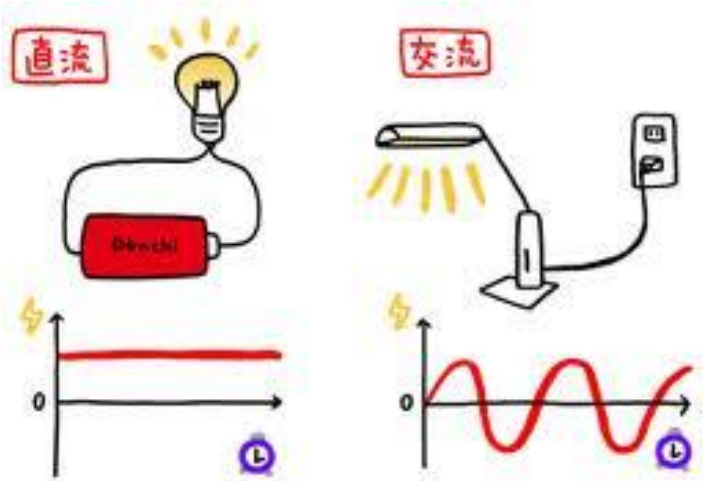
太陽能電池

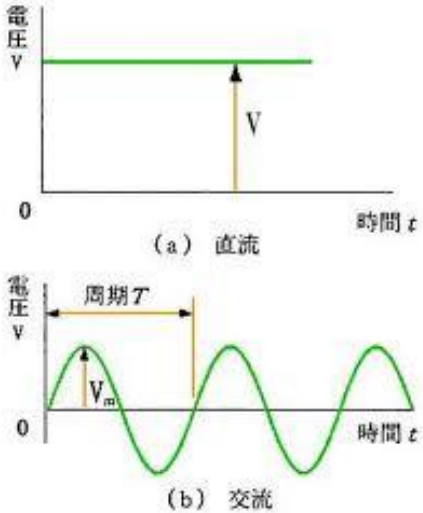
太陽能電池(solar cell)是以半導體製程來製作，其發電原理是將太陽光照射在太陽能電池上，使太陽能電池吸收太陽光能，透過p-型半導體及n-型半導體使其產生電子(負極)及電洞(正極)，分離電子與電洞而形成電壓降，再經由導線傳輸至負載。



太陽能電池

- 太陽光電的發電原理，是利用太陽電池吸收0.2μm～0.4μm波長的太陽光，將光能直接轉變成電能輸出的一種發電方式。
- 由於太陽能電池產生的電力是直流電，市電為交流電，需加裝直流/交流轉換器，將直流電轉換成交流電，才能供電至家庭或工業用電。





太陽能電池材料

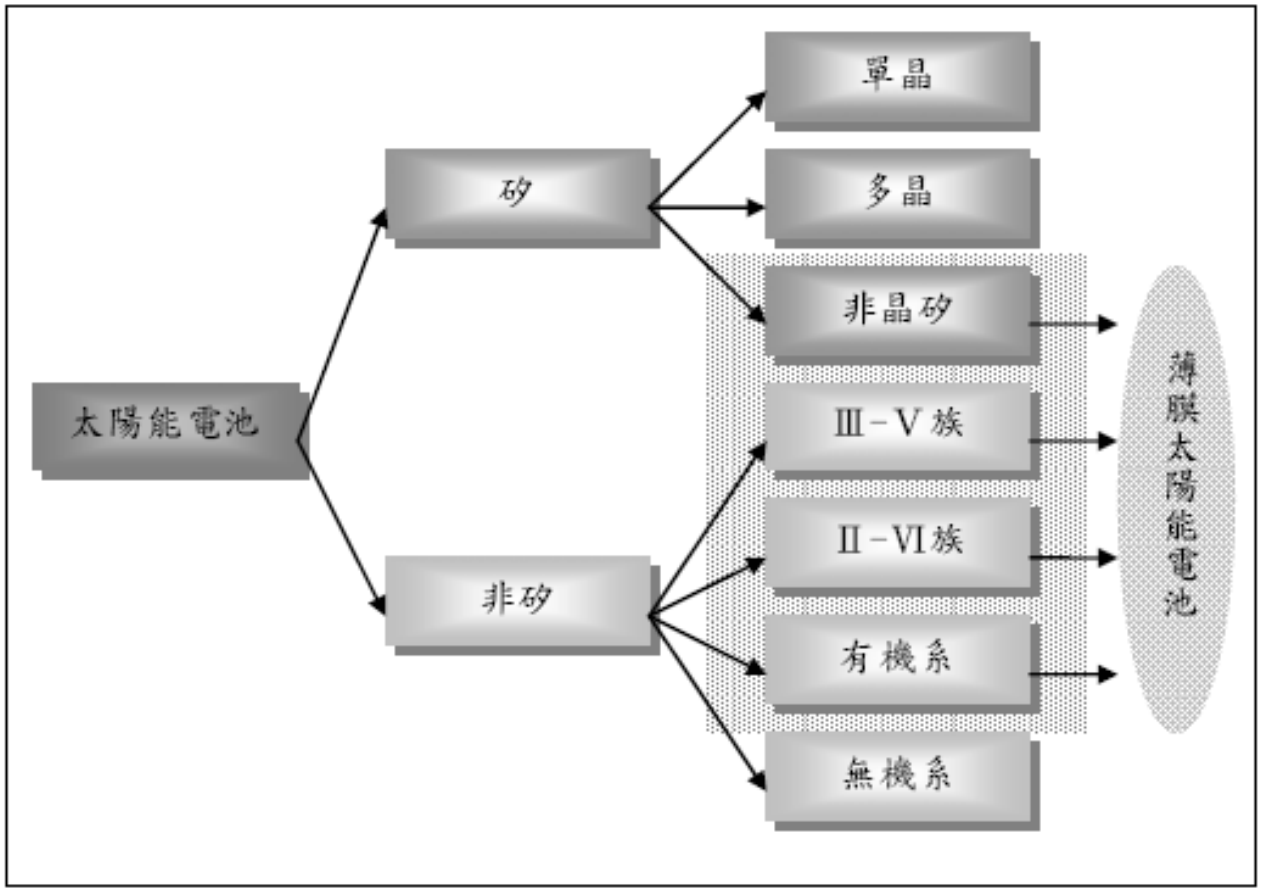
- 理想的太陽電池材料必須具備有下列特性：
- 1. 能隙在1.1eV到1.7eV之間。
- 2. 直接能隙半導體。
- 3. 組成的材料無毒性。
- 4. 可利用薄膜沉積的技術，並可大面積製造。
- 5. 有良好的光電轉換效率。
- 6. 具有長時期的穩定性
- 根據太陽光能量的分佈，找出光導效應最好的物質為矽或GaAs等半導體材料。

太陽光電原理

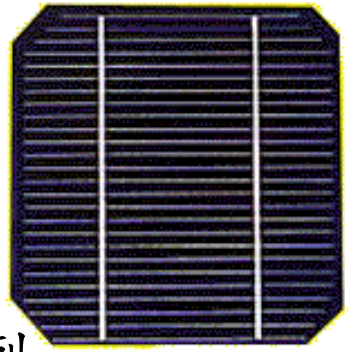
- 利用太陽能電池將太陽光能直接轉化為電能，其原理為半導體材料及光電轉換理論。
- 目前太陽能電池技術主要分為晶片型(Wafer-Based) 與薄膜型(Thin-Film)太陽能電池。
- 晶片型太陽能電池應用最為普遍的為單晶矽與多晶矽，以三五族為基板材料之太陽能電池。
- 薄膜型太陽能電池是在基板上沈積一層厚度小於1 μm 的薄膜(多晶矽、非晶矽或三五族材料)。

太陽能電池材料

- 太陽能電池分非晶、單晶及多晶三種

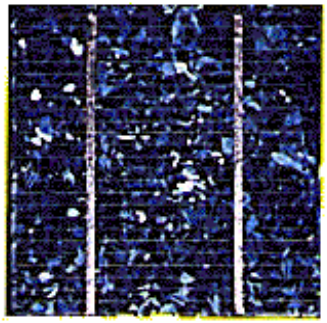


單晶矽



- 單晶矽的組成原子均按照一定的規則，週期性地排列
- 它的製作方法是把純矽（純度為 99.999999999%，11 個 9）熔融於石英坩堝中，然後把晶種插入液面，以每分鐘 2 ~ 20 轉的速率旋轉，同時以每分鐘 0.3 ~ 10 毫米的速度緩慢的往上拉引，如此即可形成一直徑 4 ~ 8 吋單晶矽碇，此製作方法稱為柴氏長晶法（Czochralski method）。
- 單晶矽太陽能電池的光電轉換效率最高(14%--24%)，性能穩定，使用年限也比較長，目前已廣泛應用於太空及陸地上，適合於發電廠或交通照明號誌等場所的使用。
- 製程貴，發電量佳， 礙於晶圓型式，多半截圓型或圓弧造型，舖設時面積上無法達到最大利用及吸收。

多晶矽

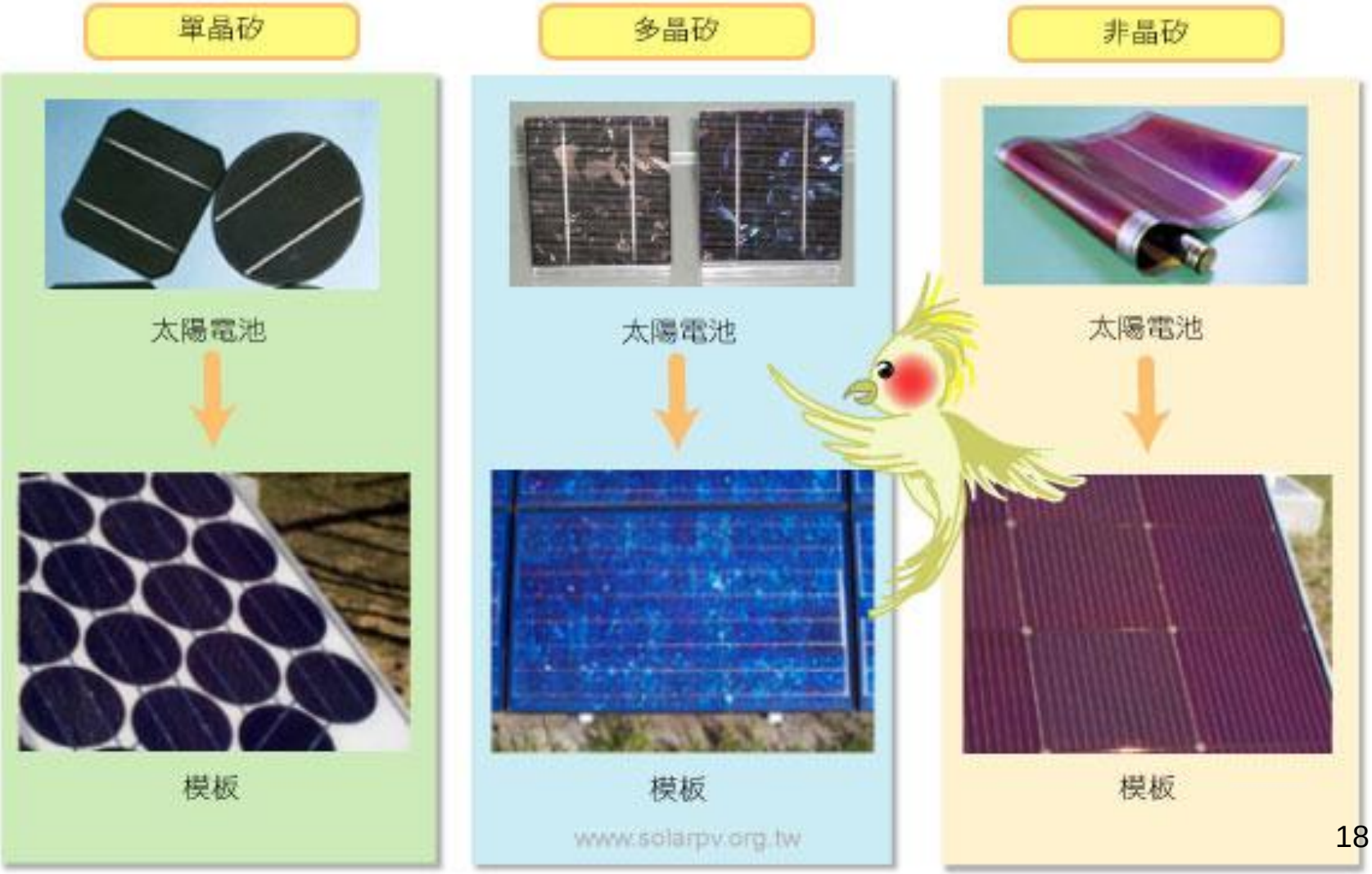


- 多晶矽的矽原子堆積方式不只一種，它是由多種不同排列方向的單晶所組成。
- 多晶矽是以熔融的矽鑄造固化而成，因其製程簡單，所以成本較低，比單晶矽便宜20%，效率略差(12%-20%)，轉換效率隨時間逐漸衰退。
- 製程上較便宜，發電量略遜單晶矽，可截為正方形，舖設時可達到最大面積利用及吸收。
- 目前由多晶矽所製作出的太陽電池產量，已經逐漸超越單晶矽的太陽電池。

非晶矽

- 非晶矽乃是指矽原子的排列非常紊亂，沒有規則可循。
- 一般非晶矽是以電漿式化學氣相沈積法，在玻璃等基板上成長厚度約一微米左右的非晶矽薄膜。
- 因為非晶矽對光的吸收性比矽強約 500 倍，所以只需要薄薄的一層(300 nm)就可以把光子的能量有效地吸收，且不需要使用昂貴的結晶矽基板，而用較便宜的玻璃、陶瓷或是金屬等基板，如此不僅可以節省大量的材料成本，也使得製作大面積的太陽電池成為可能。
- 成本便宜，效率較差(10%-14%)，且容易造成裂質化。可直接鍍在玻璃及塑膠上面，與建築物可做最佳結合。

太陽能電池模板



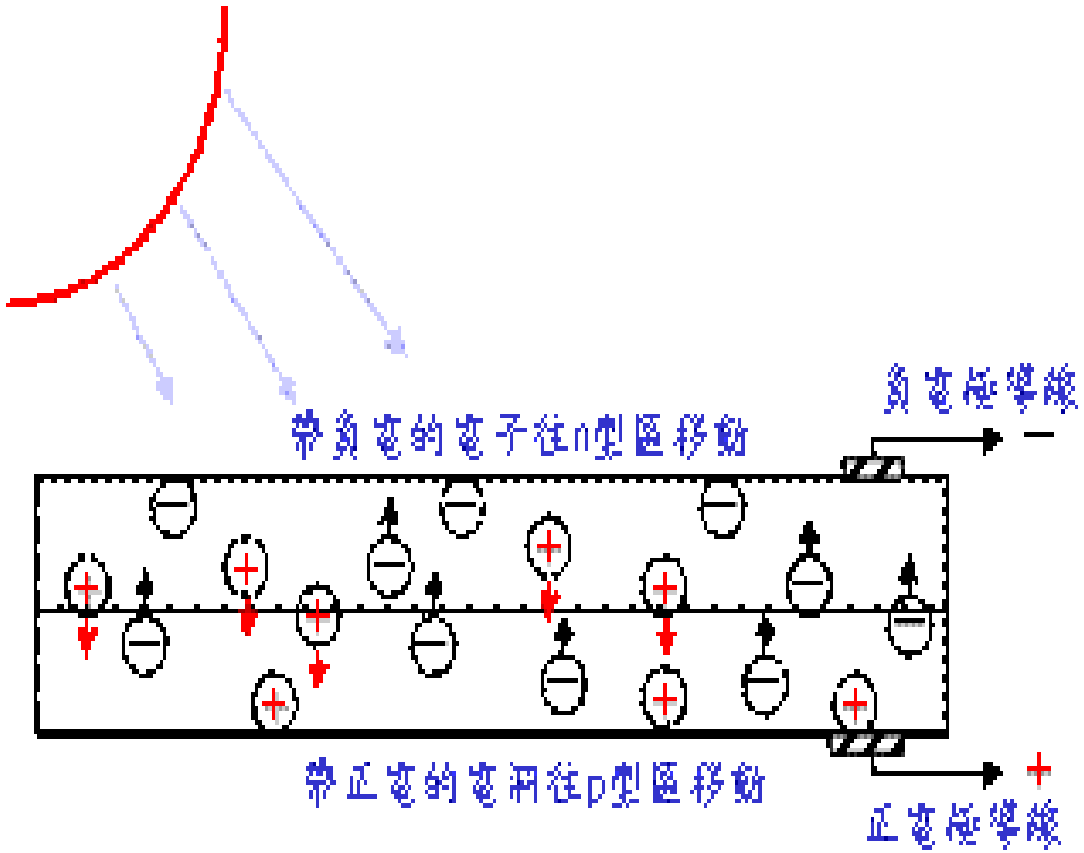
太陽能電池材料

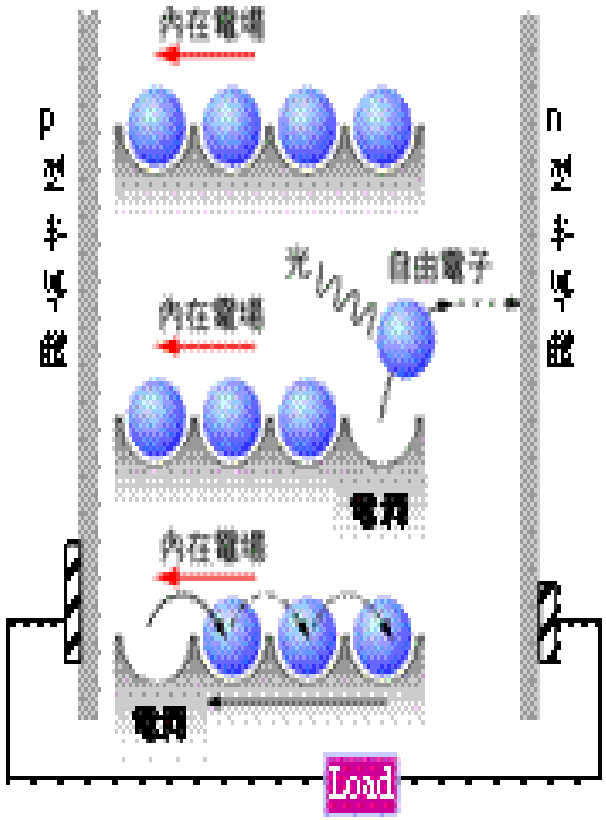
太陽電池種類		半導體材料	市場模組發電轉換效率
矽(硅) silicon	晶矽 Crystalline	單晶矽 Single Crystalline	12~20%
		多晶矽Poly Crystalline	10~18%
	非晶矽 Amorphous	Si、SiC、SiGe、SiH、SiO	6~9%
多化合物 Compound	單晶 Single Crystalline	GaAs、InP	18~30%
	多晶 Poly Crystalline	CdS、CdTe、CuInse	10~12%
奈米及有機 Nano & Organic	TiO_2		1%以下

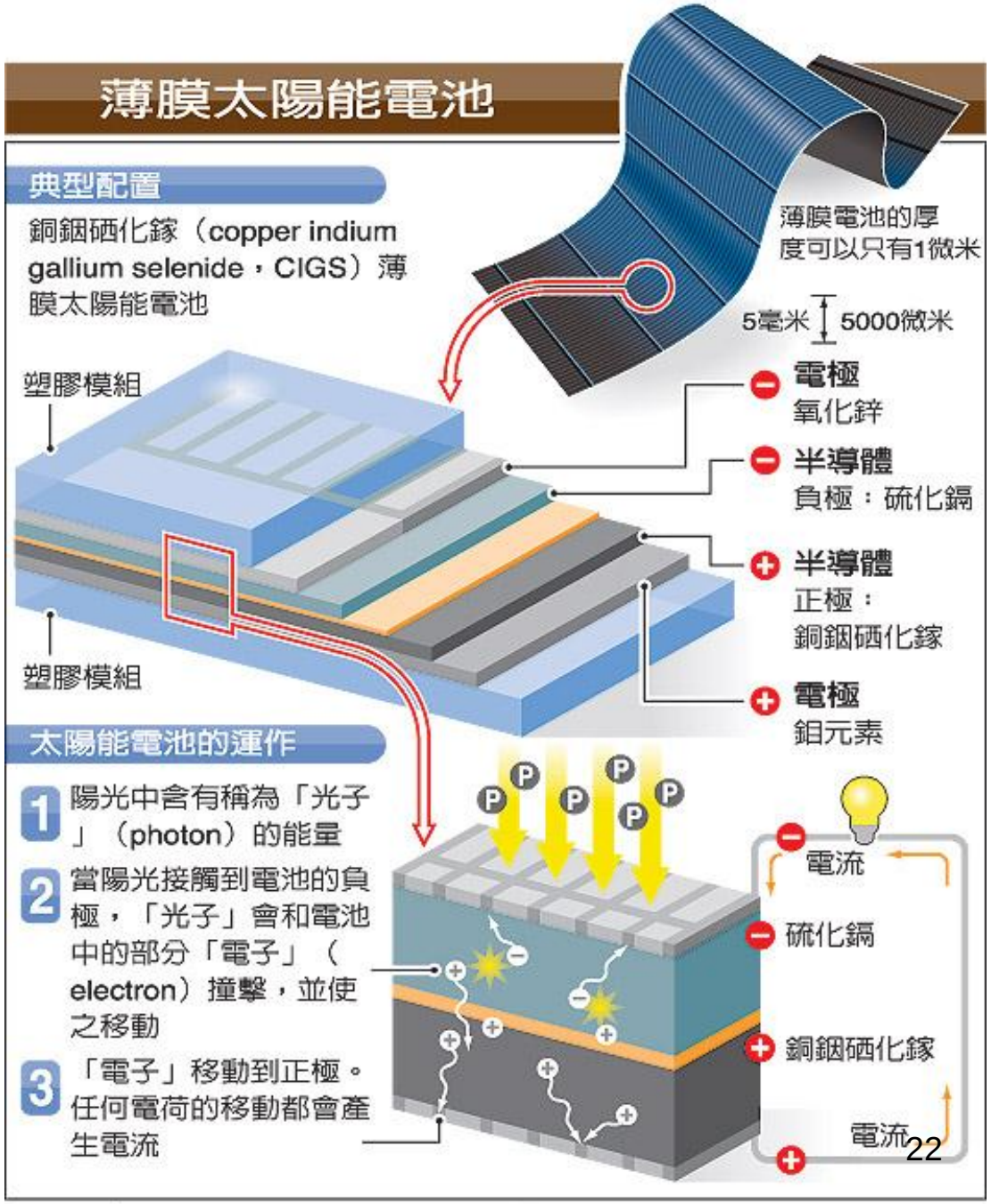
薄膜(Thin Film base)太陽能電池

- 以pn半導體接面作為光吸收及能量轉換的主體結構。
- 在基板上分別塗上二種具不同導電性質的p型半導體及n型半導體，當太陽光照射在pn接面，部份電子因而擁有足夠的能量，離開原子而變成自由電子，失去電子的原子因而產生電洞。透過p型半導體及n型半導體分別吸引電洞與電子，把正電和負電分開，在pn接面兩端因而產生電位差。
- 在導電層接上電路，使電子得以通過，並與在 pn 接面另一端的電洞再次結合，電路中便產生電流，再經由導線傳輸至負載。
- 從光產生電的過程當中可知，薄膜太陽能電池的能量轉換效率，與材料的能隙大小、光吸收係數及載子傳輸特性攸關，因此廠商就提升轉換效率的研發方向，往往也從材料選用、鍍膜方面著手。

薄膜太陽能電池發電原理

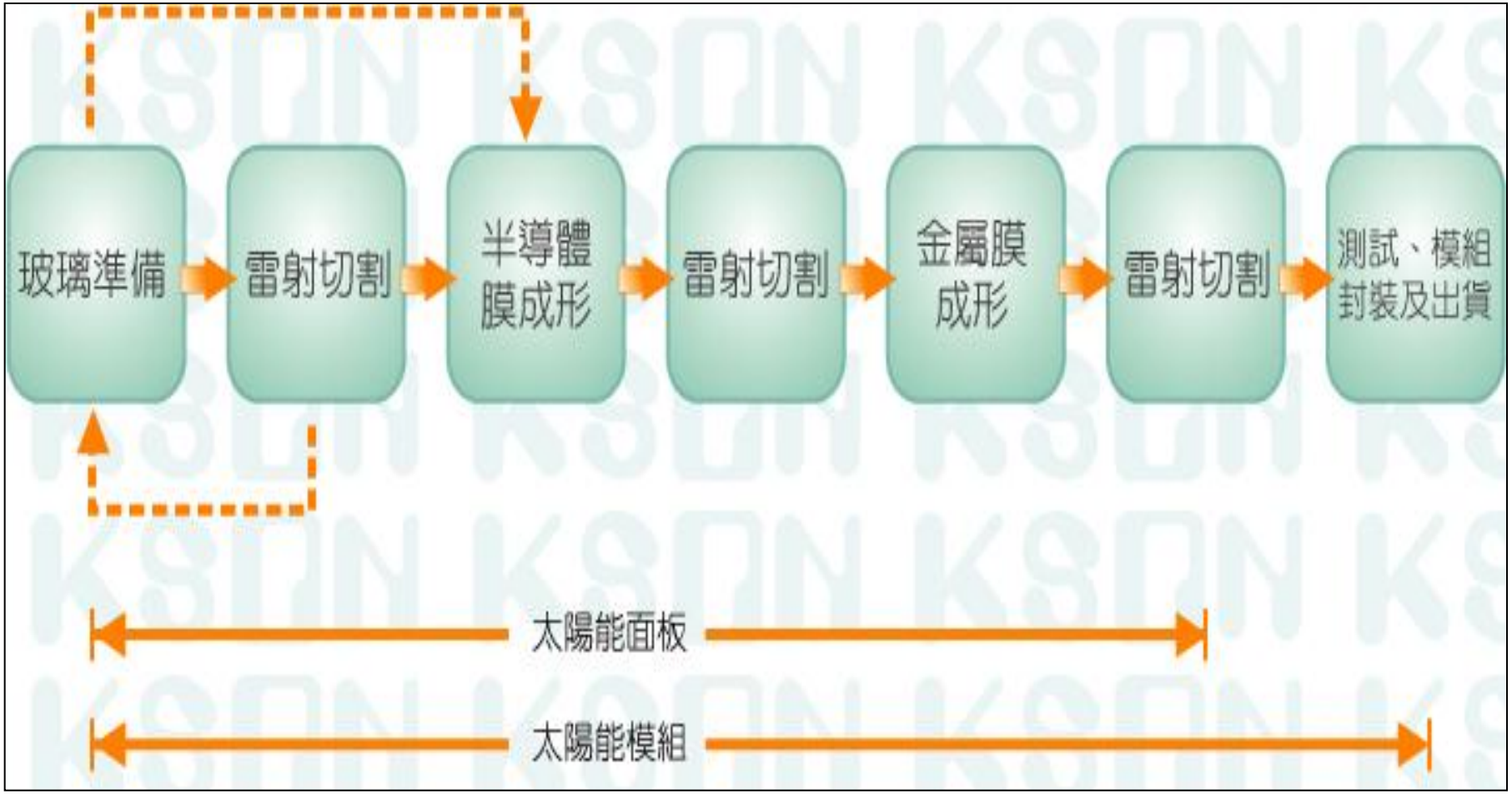






資料來源／HowStuffWorks.com、BP、Miasole、新聞報導　路透

薄膜太陽能製程



薄膜太陽能電池

- **薄膜矽技術 ：** 包括非晶矽(a-Si) 、微晶矽及低溫多晶矽
- **化合物半導體技術 ：**
  - Ⅲ-Ⅴ族的元素鏈結的材料如:聚光型太陽能電池…等。
  - Ⅱ-Ⅵ族的元素鏈結的材料包括銅銦鎵硒(CIGS)、碲化鎘(CdTe)
- **新興材料技術 ：**
  - 有機電池
  - 球狀矽技術
  - 奈米技術…等

薄膜矽太陽能電池

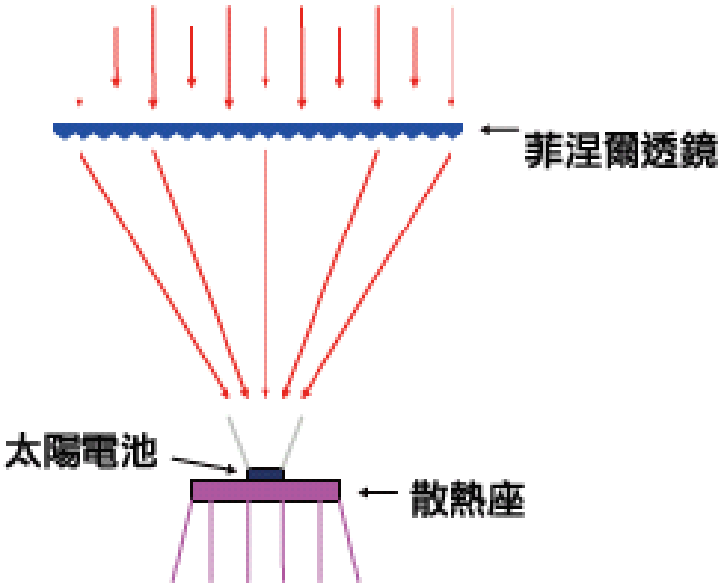
- 多結晶矽太陽能電池的基板厚度約200~300 μm，而薄膜矽太陽能電池為2~3 μm。
- 新構造的薄膜矽太陽能電池是由非晶矽薄膜與結晶矽薄膜層壓而成。可高效地吸收波長在600nm以上的太陽光。
- 矽薄膜太陽能電池所使用的矽原料量，約為結晶類太陽能電池的1/100左右
- 製程連續又可大面積製造，加上光譜吸收範圍廣，儘管轉換效率約7~8.5%，是最有機會挑戰每瓦1美元市電成本的太陽能電池。

III-V族(俗稱三五族)化合物半導體

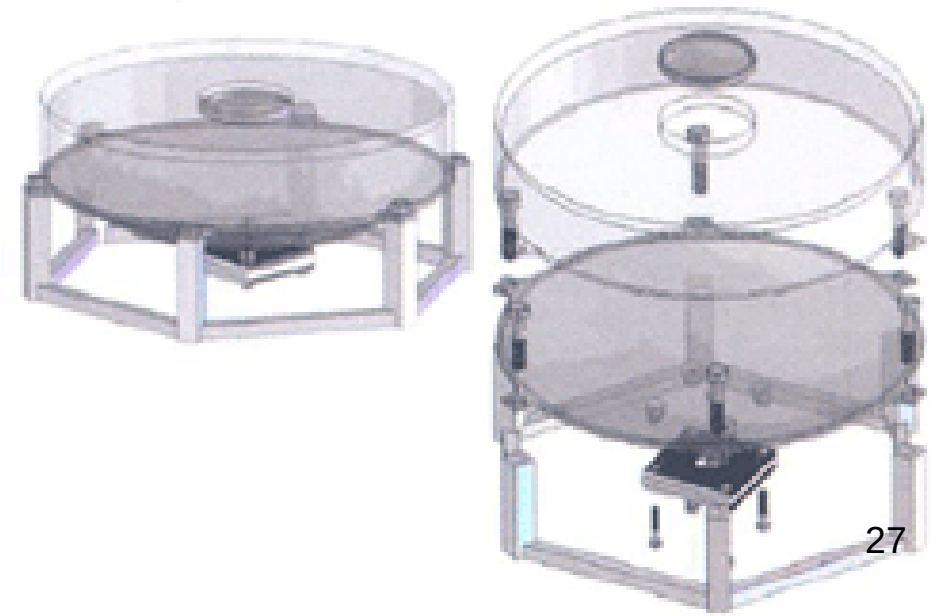
- 三五族太陽能電池，或稱聚光型太陽能電池，具有遠高於矽晶太陽能電池的轉換效率，同時也有薄膜電池的可撓性，大到電廠、小至消費性電子的應用都有
- 三五族太陽能電池是以在單晶矽基板上，以化學氣相沈積法成長砷化鎵薄膜，所製成的薄膜太陽能電池，很早就應用在人造衛星的太陽能電池板上，具有可吸收光譜範圍極廣，轉換效率可達(26%-28%)，且壽命較其他種類太陽能電池長，性質穩定的優點。
- 材料成本高，量產困難度高。

聚光型太陽能電池

- 使用透鏡將光聚集到狹小的面積上來提高發電效率。
- 聚光型太陽電池假如使用聚光倍率為1000倍的透鏡時，單位模組的太陽能電池單元的成本可降至結晶矽類電池單元的1/10左右，而所需的面積僅矽晶圓的1/2.5。
- 必須搭配使用太陽追蹤系統



聚光型太陽能發電系統示意圖

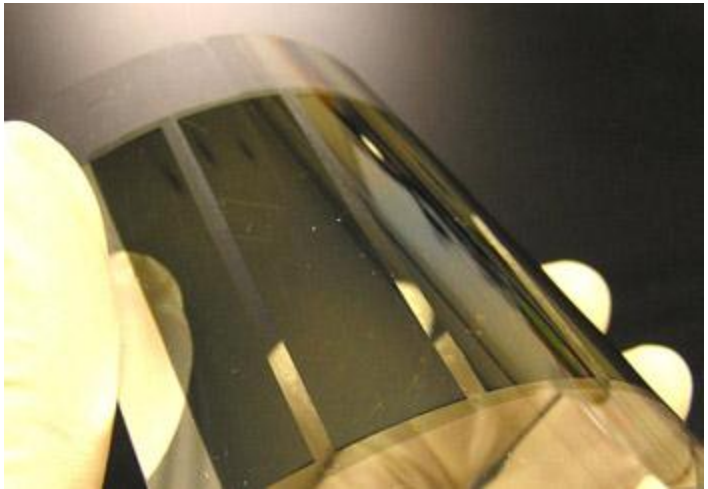


II-VI族化合物半導體

- CdS, 碲化鎘CdTe的成本便宜。
- CuInSe2的光吸收係數大，轉換效率可達18%-20%。
- CIGS為直接能隙材料，比非晶矽具有更高的吸光係數。轉換效率最高可達19.2%，一般商用模組則可達10~12%。具有高轉換效率及低材料成本的優點，成為業界關注焦點之一。
- 未來幾年，CIGS（銅銦鎵硒）薄膜太陽能電池的銷售將會加速增長，到2015年，CIGS將佔薄膜太陽能電池市場的43.3%。

有機太陽能電池

- 有機電子是電子的其中一種，涉及有機聚合物和分子的研究，可作為導電體並吸收光線使透明的電子能穿透而過。 有機光伏電池的英文縮寫為OPVC。
- 有機光伏選用分子來吸收太陽能，有機太陽能電池的設計和開發可以比普通的晶體矽太陽能電池纖薄1000倍，從而將材料的使用降至最低。
- 在太陽能電池方面，三菱化學通過有望大幅降低製造成本的有機薄膜太陽能電池，實現了8.5%的轉換效率，刷新了全球最高值。



球形矽太陽能電池

- 製造時讓矽以點滴的方式落下形成球狀的快速凝固。
- 球形矽太陽能電池的矽使用量只有多晶矽太陽能電池的1/5-1/7。
- 目前的轉換效率約11.7%。
- Solarfan采用了四塊聚光型球形矽太陽能電池板,可以通過USB接口為數位產品進行充電,在陽光下準備10分鐘可以為手機充入約進行3分鐘通話的電量。售價都為22050日元

工業技術研究院

不同種類太陽電池(Solar Cell)效率發展狀況

Nov. 2005

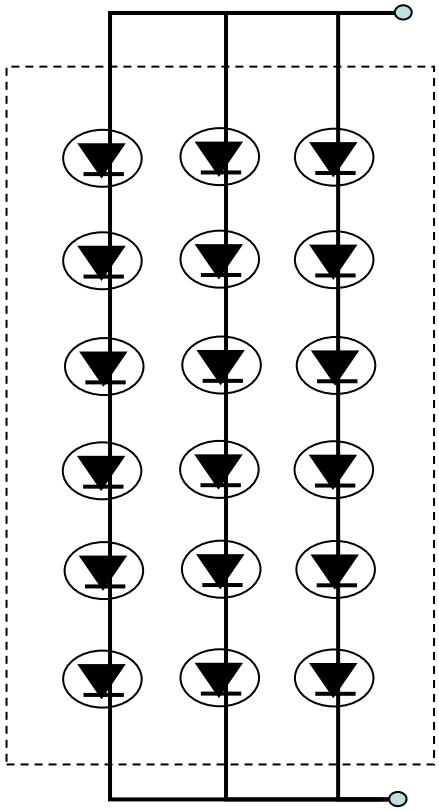
型態	種類	材料		地面用轉換效率(%) AM 1.5G at 25°C 實驗室 面積(cm^2)	商業化 面積(cm^2)	價格 (U$/Wp)	備註
Wafer Based	III-IV族	砷化鎵	GaAs	25.1% (3.91 cm^2)	-	1000~2000	
			Multi-Junction GaInP/GaAs/Ge	32.0% (3.989 cm^2)	-		
	矽	單晶矽	Single-Crystalline Si	24.7% (4.00 cm^2)	15~18% (Dia.= 4"~6")	2.5~3.5	
		多晶矽	Poly-Crystalline Si	20.3% (1.002 cm^2)	12~14% (Dia.= 4"~6")	2~3	
		單/非晶矽 Hybrid	HIT	21.0% (101 cm^2)	19.5% (101 cm^2)		日本 Sanyo
Thin Film	矽	微晶矽	Micro-Crystalline Si	10.1% (1.199 cm^2)	< 8.2% (661 cm^2)		
		非晶矽/微晶矽堆疊	Amorphous/Micro - Crystalline Si Tandem	12.1% (1.0 cm^2)	< 10.4% (905 cm^2)	2~3	
	II-VI族		Cd-Te	16.5% (1.032 cm^2)	< 10.7% (4874 cm^2)		
	I-II-VI族		$CuInSe_2$	19.5% (0.41 cm^2)	< 13.4% (3459 cm^2)	2~3	
電化學	有機染料		Dye Sensitized TiO_2	8.2% (2.36 cm^2)	-	-	

結晶矽/薄膜太陽能電池

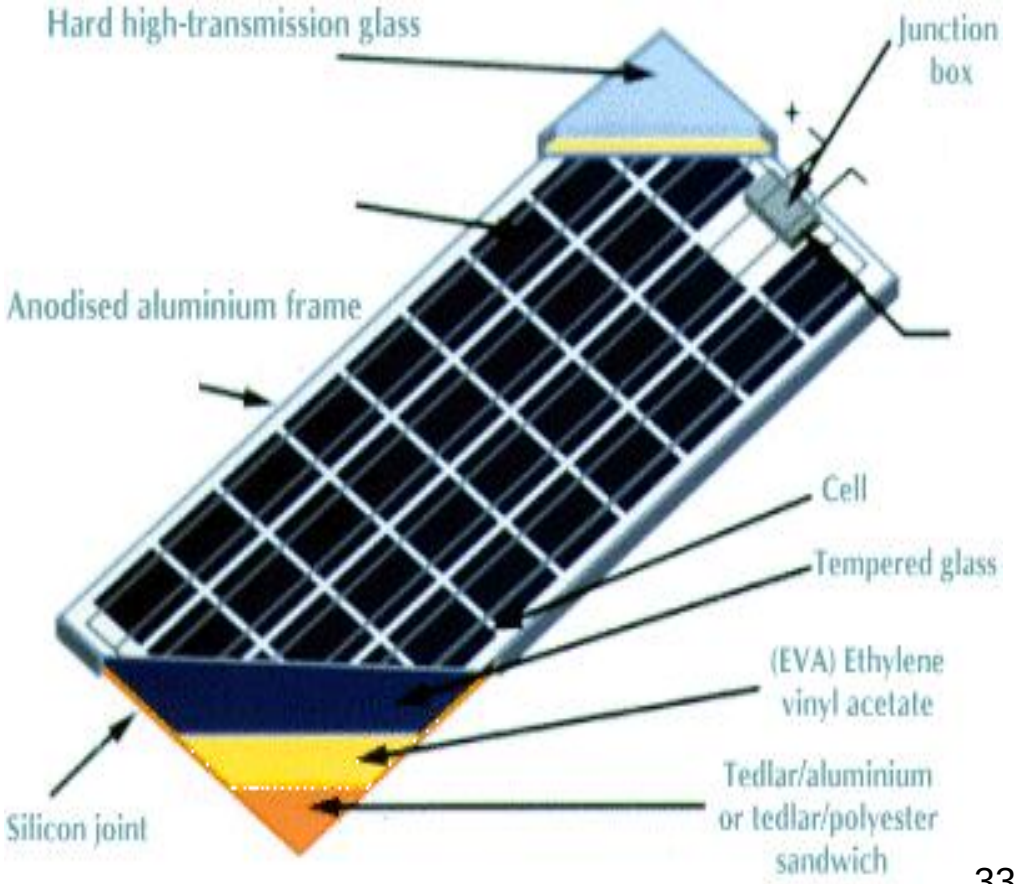
- 現在結晶矽太陽能電池仍是主流，佔整體比重90% 。但薄膜太陽能電池的基期低，未來的成長空間更大。
- 結晶矽太陽能電池轉換效率高，但是每瓦發電成本相對地也較高。薄膜太陽能電池的轉換效率差，但是每瓦發電成本低。薄膜太陽能電池為達成與結晶矽太陽能電池同樣的發電量，需要多出約15~40%的裝置面積。
- Displaybank評估：至2012年薄膜太陽能電池的年均成長將高達72%，2013年時佔整體太陽能電池的比重，將可達23% 。

太陽能電池模組基本結構

太陽電池模板接線



太陽電池模板外觀



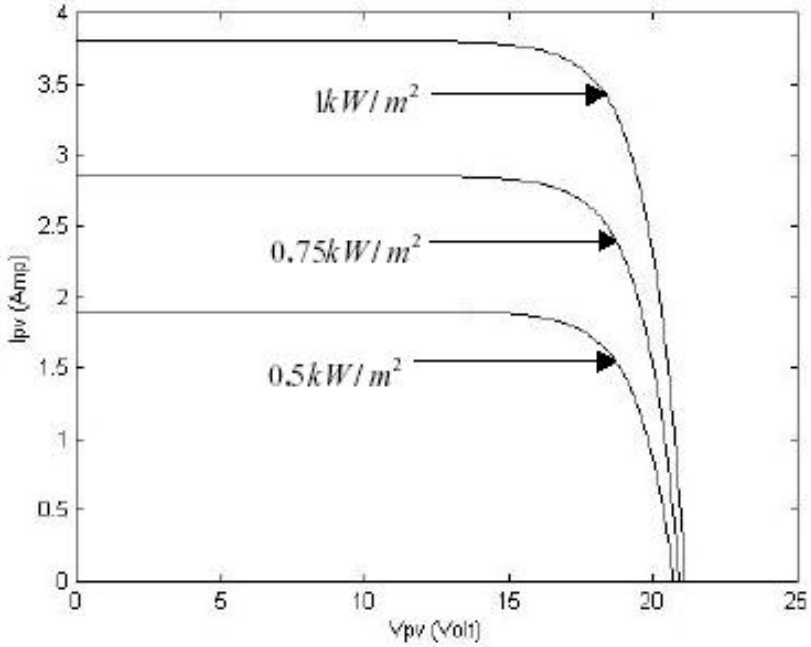
太陽電池模板之規格

種類 / 項目	單晶矽	多晶矽
額定輸出功率(WP)	175	125
開路電壓(V)	44.4	32.3
短路電流(A)	5.55	5.46
最大輸出工作電壓(V)	35.4	26.0
最大輸出工作電流(A)	4.95	4.8
輸出最大功率(W)	175	125
尺寸(MM)	W1573.6×L826 ×H46	W1200×L802 ×H46
重量(KG)	17	12.5

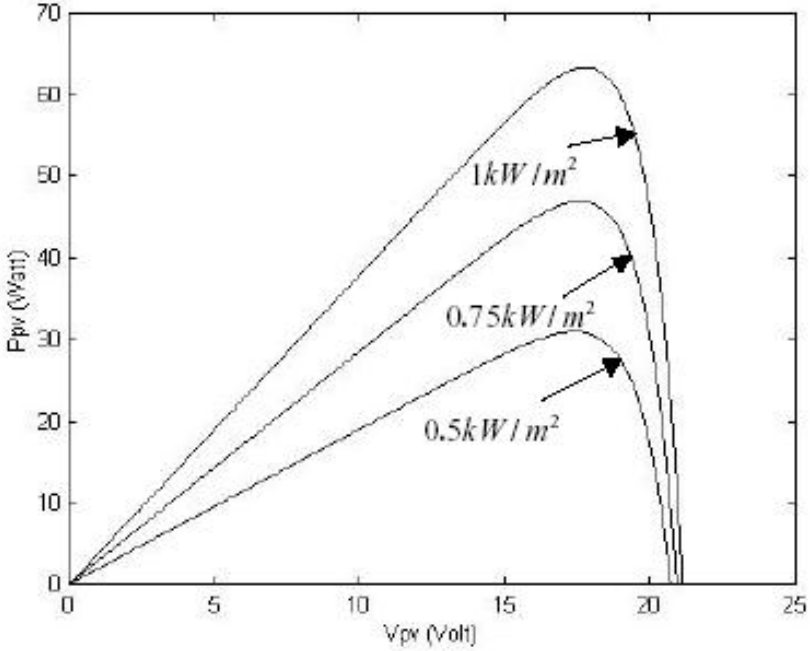
測定條件：日照強度 AM1.5、1,000W/M^2，MODULE 溫度 25℃

照度對太陽板之影響

不同日照量下的電流-電壓特性曲線圖

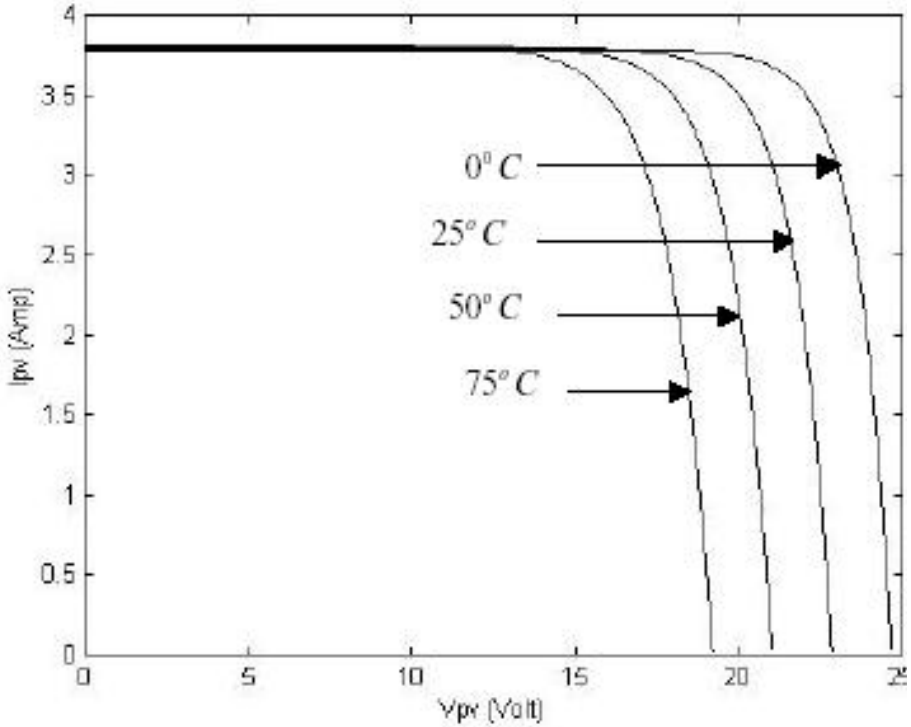


不同日照量下的功率-電壓特性曲線圖

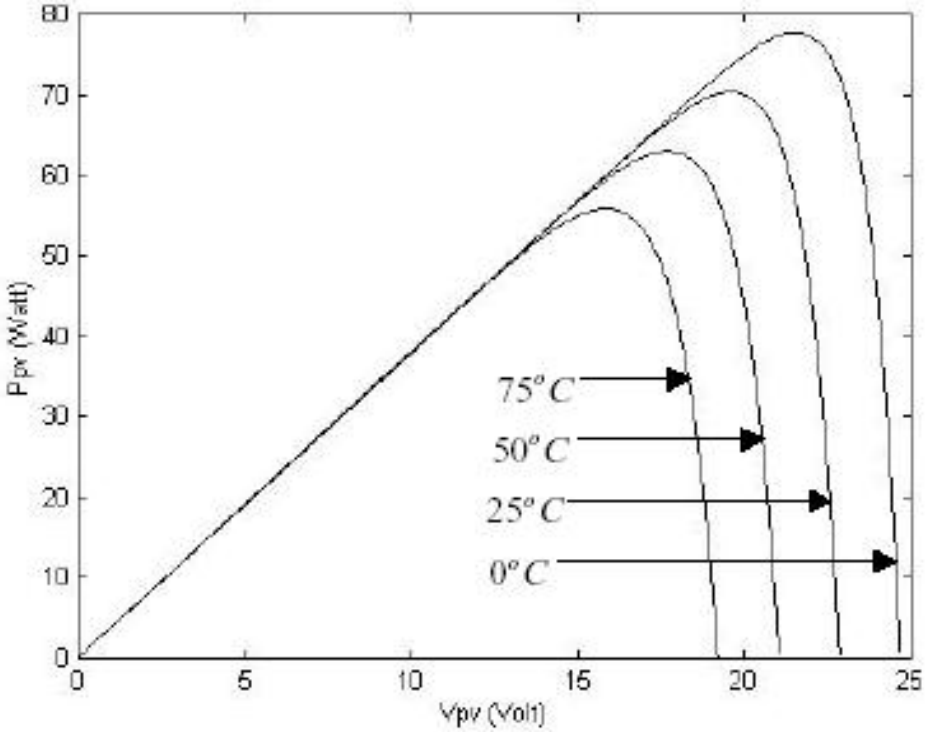


溫度對太陽板之影響

不同溫度下的電流-電壓特性曲線圖

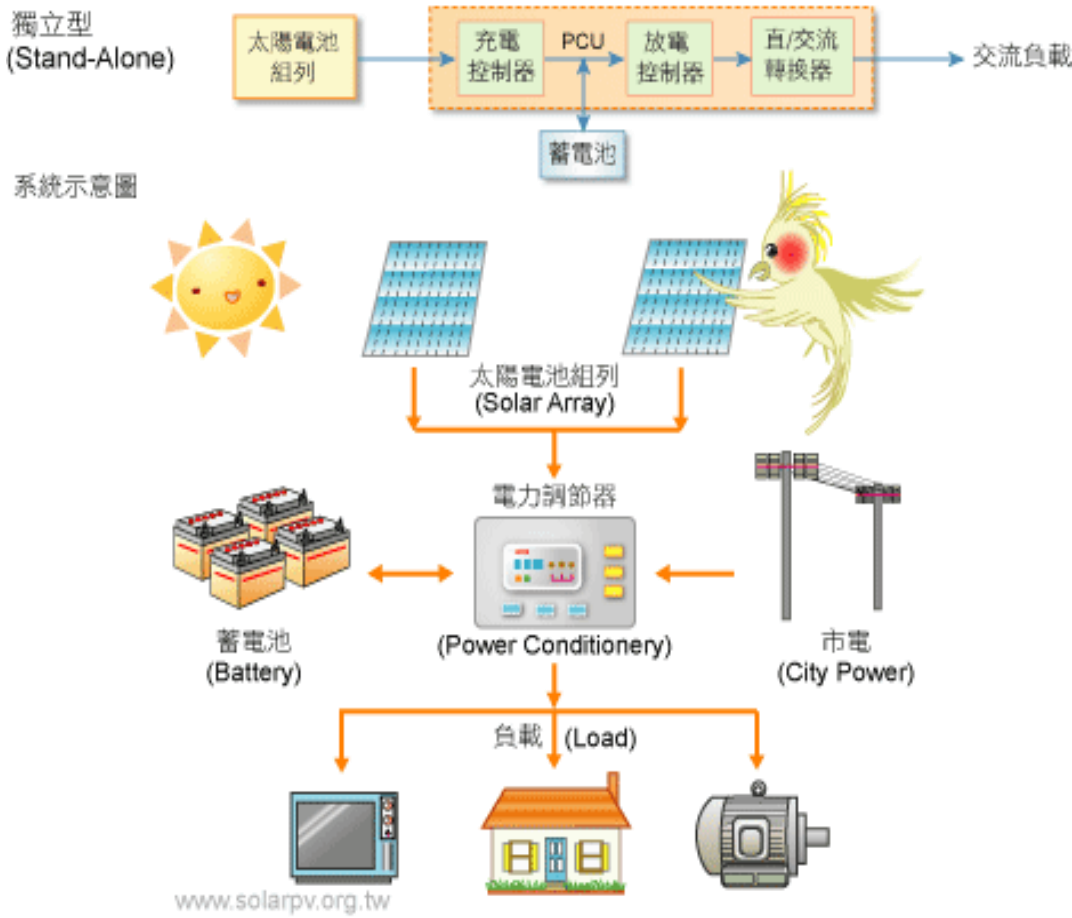


不同溫度下的功率-電壓特性曲線圖



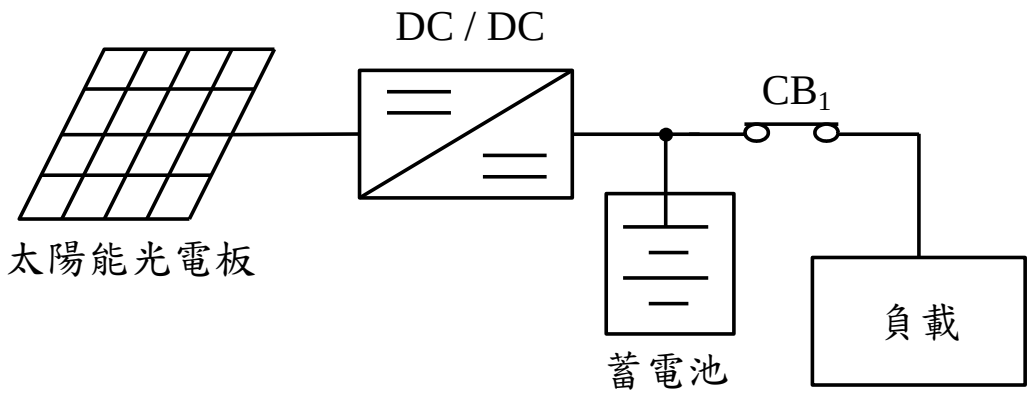
太陽光電能獨立型運轉系統

- 使用蓄電池，白天太陽光電系統發電，並供負載及充電，夜間由電池供電，可以自給自足。
- 適用地點：高山、離島、基地台等市電無法到達處。
- 考慮點： 一般充電控制器無 MPPT，搭配蓄電池使發電效能較差。

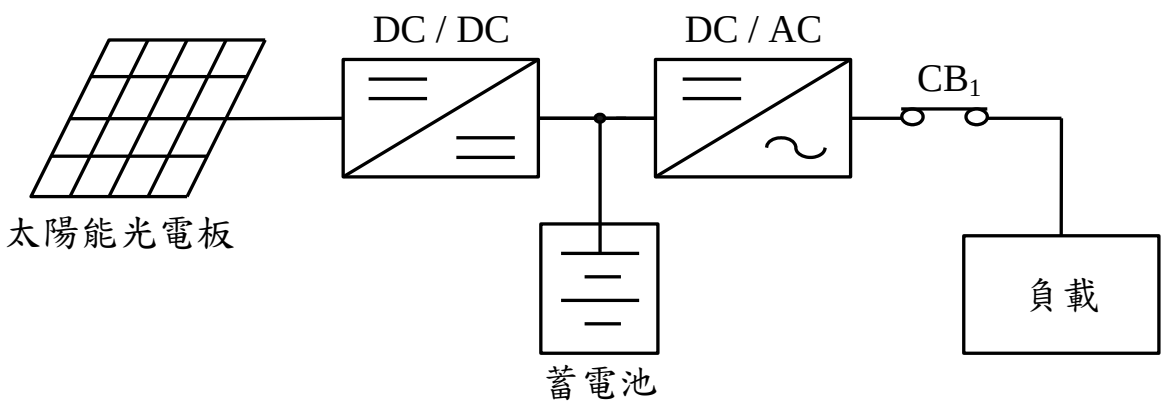


太陽光電能獨立型運轉系統硬體結構

- 太陽光電能充電機

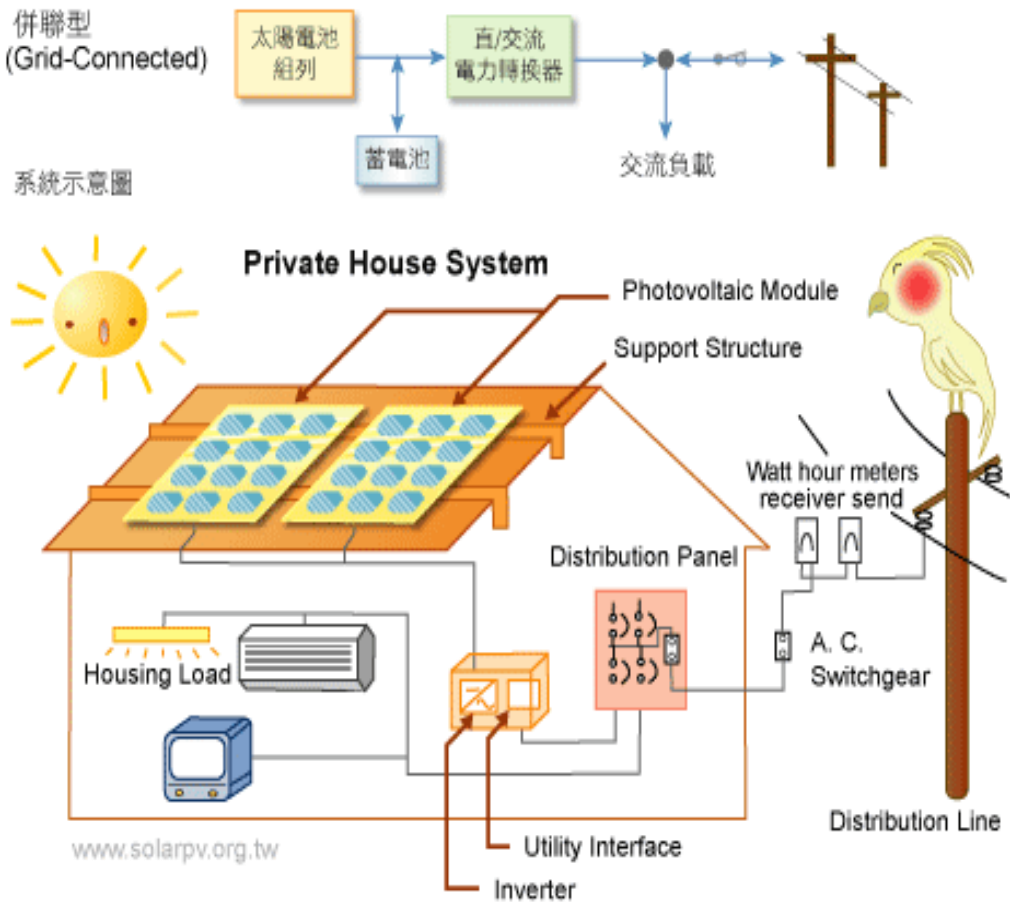


- 獨立型太陽光電能發電系統



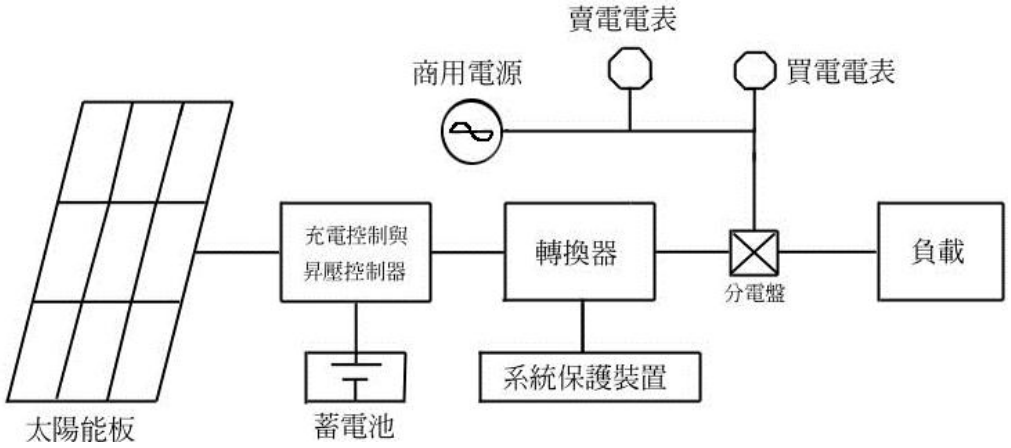
市電併聯型太陽發電系統

- 定義：市電負載併聯，平時與太陽光電系統併聯發電，並供負載，不夠的電由台電供電。好比將市電電力系統當作一個無限大無窮壽命的免費蓄電池。
- 適用地點：電力正常送達之任何地點。
- 系統簡單、不需安全係數設計、維護容易。具最大功率追蹤(MPPT)，發電效率高。 太陽光之發電能量利用率高

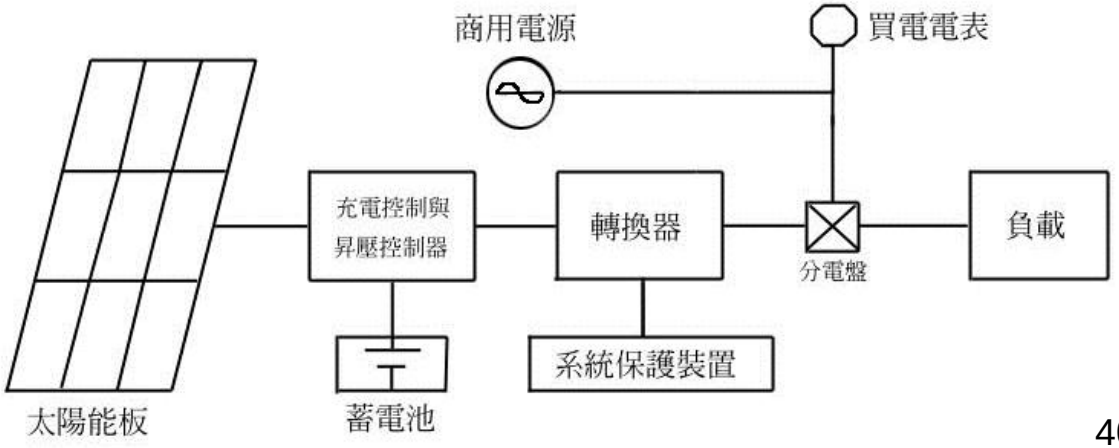


市電併聯型太陽發電系統硬體結構

- 有逆潮流

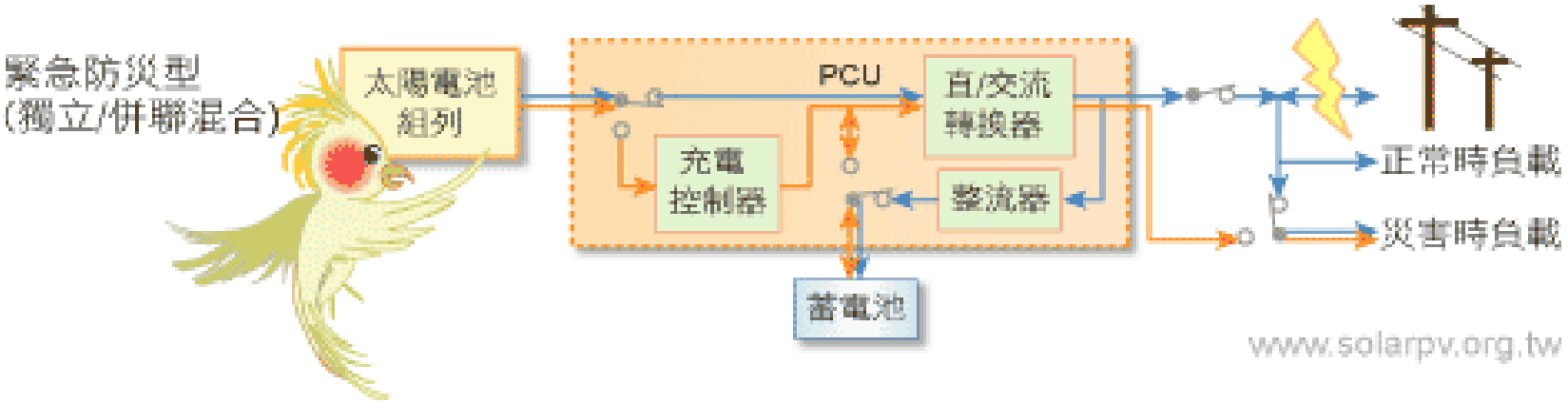


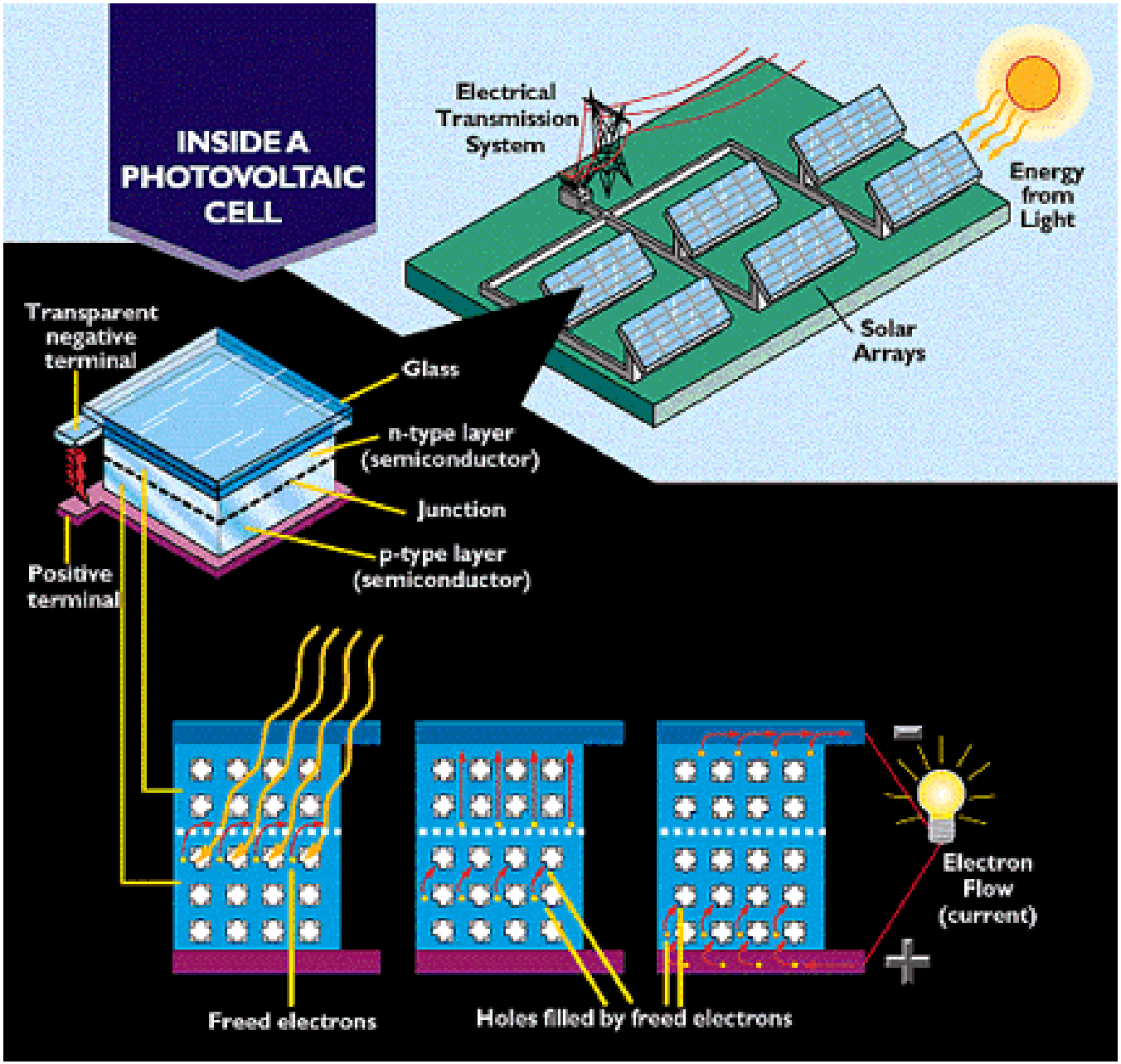
- 無逆潮流



緊急防災型(獨立/併聯混合型)太陽光電系統

- 定義：換流器(Inverter)具有逆送電功能，同時裝置蓄電池，可操作於併聯模式或獨立模式之太陽光電發電系統。
- 適用地點：有防災需求(照明、汲水、通信….)之公共設施
- 包含兩種系統建置成本較高，系統較複雜




INSIDE A PHOTOVOLTAIC CELL
Electrical Transmission System
Energy from Light
Solar Arrays
Transparent negative terminal
Glass
n-type layer (semiconductor)
Junction
p-type layer (semiconductor)
Positive terminal
Electron Flow (current)
Freed electrons
Holes filled by freed electrons

太陽光電板架設原則

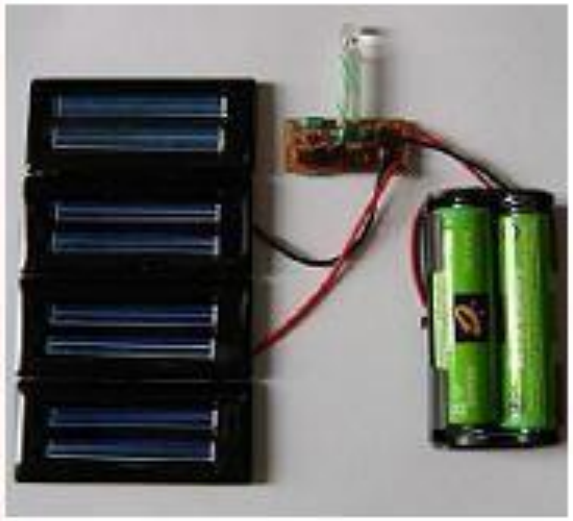
仰角23.5

由於台灣位於北回歸線上，而北回歸線緯度為北緯23.5度。太陽由東方升起後，行進的軌跡會在台灣的南方，所以架設太陽能光電板將板面朝南可以得到最大效益。而因為位於北緯23.5度，所以將板面仰角設定為23.5度可以得到最大日照效益。

避免遮陰

架設太陽光電板的場地周圍,須避免高樓、樹林或其他有可能遮蔽太陽光照射太陽光電板的高物遮蔽物,已利用太陽光電版可以完全的接收太陽光達到最大的發電效益

www.easternshop.com
(H: 0.8M)



圖中可以產生6.5KW的雙列式太陽能板，
日後使用在任何的地方如:餐廳、加油站、公園等地。

太陽能電池應用

- 太陽能電池板蒙受灰塵覆蓋以後，電的能量轉換會逐漸下降。 由安裝時的每次充電後保持5-7天下降為只有4-6天，3-5天，2-3天1-2天嚴重的到最後蓄電池就無法充電。 同時，電能也會逐漸下降，如原來的100W可能會下降到80W，70W不同。

太陽能電池應用

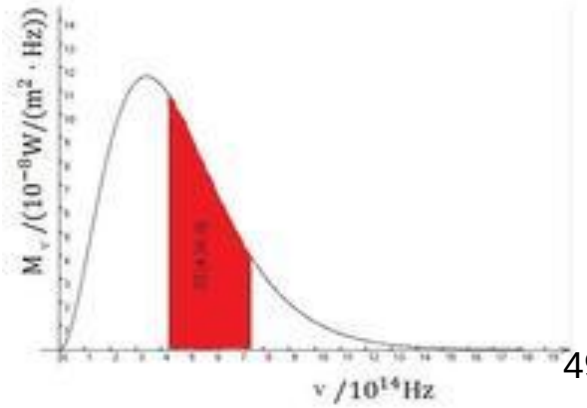
- 三洋房產開發出了在房頂的屋簷部分設置太陽能電池的“茶室風格一字形排列太陽能發電系統”。於2006年12月配備在該公司開發的住宅上。

太陽能發電廠

- 太陽能電池輸出功率Wp是標準太陽光照射件下，即：歐洲委員會定義的101標準，輻射強度1000W/m^2，大氣品質AM1.5，電池溫度 25℃條件下，太陽能電池的輸出功率。
- 太陽能電池的輸出功率大約120W/m^2。
- 現在做得好的元件效率是16.5% 左右, 也就是在標準光強下一平方米有165W，核能一廠的裝置容量636MW，需要3.85平方公里的太陽能電池。
- 台灣日尖峰負載33000MW來計算，需要200平方公里的太陽能電池。

太陽輻射強度

- 表示太陽輻射強弱的物理量，稱為太陽輻射強度。單位是焦耳/釐米^2·分，即在單位時間內垂直投射到單位面積上的太陽輻射能量。
- 大氣上界的太陽輻射強度取決於太陽的高度角、日地距離和日照時間。太陽高度角愈大，太陽輻射強度愈大。因為同一束光線，直射時，照射面積最小，單位面積所獲得的太陽輻射則多；反之，斜射時，照射面積大，單位面積上獲得的太陽輻射則少。



能量轉換效率
(Energy conversion efficiency)

- 太陽電池的轉換效率(η)是以光轉電而收集到得能量與一天中所得到日照射能量作百分比，當太陽電池連接一個電子迴路，Pm為光轉電的收集能量，在除以標準策定條件下的輸入光的能量E(W/m2)和太陽電池的表面積Ac(m2)

$$\eta = \frac{P_m}{E \times A_c}$$

台中發電廠
太陽光電系統

裝置容量　　72kWp

決標金額　　1626萬

單價（元/kWp）　　22.58萬

目前累積發電量　　8萬多KWH(96/11/12-97/9/10)，

平均每日每kWp發電度數約3.75度

以每戶家庭每月用電320度計算，約提供25戶民宅的用電量

估計每年約可減少60公噸二氧化碳排放量，相當於種植9000棵樹。

台中發電廠生水池（D、E）太陽光電系統

裝置容量　　1508.64kWp

承攬廠商　　台達電子

決標金額　　2.77億

單價（元/kWp）　　18.5萬

模組　kyocera　　（日本）

模組技術　　多晶矽Multi-Crystal Line Solar Cell

目前累積發電量　　2,646,828KWH(98/12/24~100/4/29)，

月平均發電量　　約165,426kwh

平均每日每kWp發電度數　　約5.34度

成本估算　　（12.14*18.5/22.7）≒9.9元/每度電

興達發電廠生水池
（#3、#4、#5、#6）太陽光電系統

- 裝置容量　　950kWp
- 承攬廠商　　茂迪光電
- 決標金額　　1.86億
- 單價（元/kWp）　19.6萬
- 模組　　kyocera(日本)
- 模組技術　　多晶矽
- 電力調節器 SOLECTRIA(美國）/單機95kW
- 目前累積發電量　1,646,418kwh（98/10/30~100/4/29）
- 月平均發電量約　96,848kwh
- 平均每日每kWp發電度數　約3.36度
- 太陽光電發電成本估算　工程款1.8億扣除4765萬元補助款，約15年可回本

興達永安鹽灘地
太陽光電新建工程

- 裝置容量　　4636 kWp
- 承攬廠商　　華城電機
- 決標金額　　6.48億
- 單價（元/kWp）　14.2萬
- 模組　　Suntech(日本)
- 模組技術　　多晶矽
- 電力調節器　　Xantrex(加拿大）/單機250kW
- 成本估算　　工程款6.4億扣除2.3億元補助款，12年可回本

太陽能發電廠

- 台電興達太陽能發電廠設在高雄市永安區台電興達發電廠附近的永安鹽田，佔地9.6公頃，投資金額約15.7億元，為矽晶太陽能發電廠，安裝5組950瓩太陽能發電，2010年動工興建。
- 台電興達太陽能發電廠興建工程大致完成，第1組2011年4月試運轉，其餘4組5月起每月1組試運轉，預計年底全部併聯發電；每小時發電量4600度，是台灣發電量最大的太陽能發電廠。

金門 金沙太陽光電

- 金門金沙太陽光電系統斥資新台幣一億一千五百萬元，在2008.12.26日在金沙文化園區旁動工建造。
- 2009.10.15金沙太陽光電系統試運轉。
- 金沙太陽光電系統面積約9500平方公尺。
- 光電模組共使用2640片(每片200W)，總裝置容量528kW。
- 每kW裝置容量佔地約18平方公尺。
- 每kW每日發電量約3.44度(3.44KW-Hr)。
- 金門地區電力系統的裝置容量：

  柴油發電：94,032kW (95.41%)、

  風力發電：4,000kW (4.06%)、

  太陽光電：528kW(0.54%)；

金沙太陽光電系統

- 每年可產生66.3萬度的電，約可供應173戶住家1年的用電量。
- 每年約可節省發電用燃油165公秉或燃煤245公噸，減少約 421公噸二氧化碳排放量，等於是21公頃造林效益。
- 若1度電售給台電為10元，1年可收入663萬元。
- 投資1.15億元，約17年可回收成本。

台積電跨入綠能產業

- 台積電董事長張忠謀出席全球科技論峰論演講時指出，台積電在綠能市場的布局，除了已有的多晶矽產品外，未來發展主軸將會鎖定在薄膜（thin-film）太陽能電池及固態照明（LED）等產品線。（2011.4.25）
- 台積太陽能公司的資本額為120.3億元，未來將從事太陽能電池事業。
- 台積固態照明公司的資本額為24.356億元，將成為台積電進軍LED照明市場的灘頭堡。

太陽能產業的先鋒-茂迪

- 國內太陽能電池龍頭廠茂迪（6244）公布第1季財報，儘管單季出貨量創歷史新高，但合併營收季減2成，毛利率更是從19.9%急速下探至12.5% 。(2011.4.28)
- 茂迪為國內的第1家正式跨足太陽能產業的先鋒，而且從最上游的多晶矽、中游的矽晶圓、下游的電池與模組，以及終端的系統安裝，通通都有佈局，垂直整合最為完善，也被市場公認為最具價格競爭力之業者。
- 茂迪到今年第1季的太陽能電池產能已來到1.3GW，而該公司單季的出貨量為306MW，今年計畫擴產至1.5GW。

太陽能電池前景

- 根據Solarbuzz發布的數據顯示， 2009年的這一數字僅有9.86GW ， 2010年全球太陽能電池產量達到20.5GW。
- 2010年中國太陽能電池組件產能達到11.5GW，佔到全世界60%的市場份額。
- 未來5年光伏組件的出廠價格將會較2010年水平再下降37%-50%幅度。
- 2008年太陽能電池價格為4.1美元/瓦，2009年下降為2.8美元/瓦、2010年1.99美元/瓦。5年後，太陽能發電成本將降低至1元/度以內。
- 歐洲光伏市場佔據全球市場份額的81%。但隨著歐洲各國紛紛削減光伏發電補貼，預計未來一段時間歐洲的光伏市場需求會大幅下降，這將直接拖累全球光伏組件需求，導致光伏組件價格下跌。

太陽能電池前景

- 各國陸續調降太陽能補助，產業毛利率持續萎縮，未來太陽能產業還有「錢」景嗎？由於各國財政困難，任一產業要透過政府長期補助，很難存續，但儘管西班牙、德國減少對太陽能產業補助，從2011年全球太陽能發電量將達20.8GWp，比2010年18.2GWp，仍小幅成長14%，預期2012年將再成長至25GWp，再成長20%。
- 2011年底全球矽晶太陽能電池產能可達60.6GWp，兩岸矽晶太陽能電池產能佔全球80%，其中台灣佔18%、中國佔62%。
- 台灣太陽能電池產能在既有廠商大舉擴產下，今年總產能至少將達6 GW（Giga Watt，10億瓦），但報價目前則與產能成反比，一路失守每瓦1.2美元，快速邁向電腦代工廠的微利化環境。 (2011.4.5)

替代能源成本比較

全球主要替代性能源類目前成本VS. 目標成本

替代性能源類型	目前成本 (分／千瓦小時)	2020年產業成熟狀態之 目標成本 (元分／千瓦小時)
太陽能面板	10~60	~10
太陽能發電	12~18	4~10
風力能源	3~5	2~3
地熱發電	2~10	1~8
生化能量發電	5~15	4~10
大型水力能源	2~8	2
小型水力能源	4~10	3~10

資料來源：REN21 Publications,DIGITIMES整理，2008/5

政府政策補助

- 沒有任何補助的情況下，太陽光電系統的發電成本，約一般市電的5～10倍
- 太陽能光電發電，發電成本仍遠高於現有發電方法的數倍之多(發電每Kw為基準，煤只需要3美分，天然氣為4.5美分，石油為7美分，但太陽能卻需要32美分)。
- 全球太陽能產業補助政策最成功的是德國和日本

各國政府應提供多少補助預算?

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
全球 PV 總產量 MW	5,699	7,408	9,631	12,520	16,276	21,159
裝置補助率	15%	15%	15%	15%	15%	15%
每瓦補助 US$	3.33	3.03	2.75	2.51	2.28	2.07
政府裝機補助 US$ M	2,842	3,362	3,978	4,706	5,567	6,585
太陽能電力佰萬度	28,685	37,732	51,792	68,771	90,843	119,537
政府買電率	60%	60%	60%	60%	60%	60%
買電每度 US$	0.6	0.55	0.5	0.46	0.41	0.38
賣電每度 US$	0.21	0.22	0.23	0.24	0.26	0.27
政府買賣電淨支出 US$ M	4,787	6,052	7,050	7,731	7,907	7,303

各國太陽能光電補助措施一覽

國別	設置目標	補助措施	
		設置時之獎勵措施	電力公司買電優惠
日本	2010年太陽能發電系統裝置量要達4,820MW	依住宅與產業用途有不同補助	一般與賣電價格相同；電力公司自願以更高價格收購
美國	各州計畫內容不相同，過半數州有補助措施(以加州為例)。	未獲補助部分的15%可扣抵所得稅；100%無息貸款(28億美元的獎勵金，鼓勵現有的住宅、工廠、企業和農場均採用太陽能)。	另有獎勵措施(4億美元之獎勵措施則用於鼓勵新建住宅採用太陽能，這些獎勵措施將實行至2016年)
德國	10萬屋頂計畫(至2003年設置已達300MW)；電力公司買電上限1,000MW。	低利融資	0.46歐元/Kwh（保證收購20年）
英國	再生能源發電比率：2010年10%、2020年20%	依不同瓦數補助設置費用	有特別獎勵措施，依瓦數不同有不同補助。
荷蘭	再生能源發電比率：2010年17%	小於6Kwh的，每瓦補助3.5歐元。	-
義大利	萬戶屋頂計畫	設置費用的75%	-
西班牙	2010年累計裝置費135MW	-	以5kwh為補助區分單位

資料來源：IEA，DIGITIMES整理，2008/5

太陽能發電系統的成本

- 在美國：一個四口之家，只要3.5～4千瓦的發電系統，便足以提供冰箱、微波爐、照明甚至冷暖氣等電器用電。
- 以每千瓦裝置費用約7,000美元估計，大概要花2.8萬美元(約新台幣90萬元)，其中四成由政府補助(36萬)，民眾只要花費當中的六成費用(54萬)。
- 問題：白天很少人在家，用電很少；晚上用電最多，沒有太陽? 儲能系統的發展很重要，如何儲能?

解決方法：白天賣給台電，1度10元。晚上用電力公司的電，1度3元。

高市 補助家庭裝太陽能

- 高雄市府將鼓勵家戶裝設太陽能發電裝置，每戶最高補助10萬元。
- 家庭用戶以每天10到12度的電力需求來看，CIGS薄膜太陽能的裝置費用大約50萬元，政府補助費用約占裝置總成本的20%。
- 用戶要售電給台電的話，現行躉售價格為1瓩以上不及10瓩每度電10.3185元。

台東縣新興國小

- 裝置10kWh的太陽能發電系統為例，就花費將近268萬元。系統保固期過後，學校可能還要面對系統上所必須負擔的維修費用。（2007年）
- 為此鄭校長表示：讓原本一個月六千多元的電費降至三千多元。如果拿來繳全校的電費，足足可以繳40年還有剩餘。
- 10kWh的裝置規模，每個月均有700kW的電力可用。
- 已滿載發電10kWh計算，每個月只發電70小時，平均每日只發電70小時/30日=2.3小時/日

屏東縣力社國小

- 力社國小向經濟部能源局申請校園用電補助方案，獲197萬元補助，在屋頂架設了144片太陽能板。一個月就有1200度， 平均每日40度。
- 綠陽光電表示，2011年已完成屏東縣大明、萬巒、新埤、竹林及力社等 5 間國小的 CIGS 太陽能發電系統裝設工程。
- 總預算 900 萬元的這 5 批 CIGS 太陽能系統，從 2 月開始動工，歷經 1個多月完工，容量各為 10kW，總計 50kW，屬於小型太陽能系統。

~ END ~