

能量與環境

劉承揚

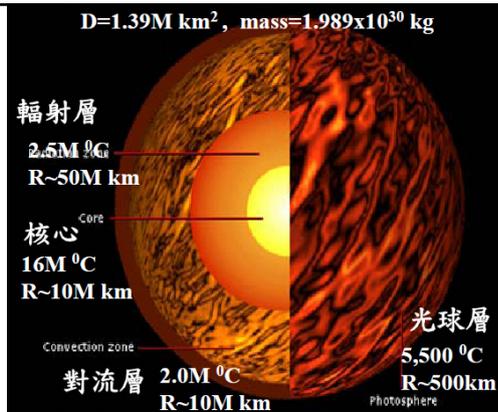
太陽能

- 前言：太陽能的特性
- 太陽能的利用
 - 熱能(電磁波) vs. 電能(光子)
 - 被動式 vs. 主動式
- 被動式光熱能應用
- 主動式熱能應用
 - 太陽能熱水器、暖氣系統、冷氣系統
 - 太陽熱能發電
- 太陽光電
 - 太陽能電池、太陽能模組
 - **BIPV** 與住家應用
- 應用實例

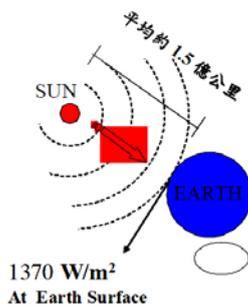


太陽能的形成

- 太陽由**78% 氫**和**20% 氦**所組成，已有約**50億年**歷史。直徑**1.39 × 10⁶ km**，為地球的**109倍**
- 核心：密度為**150 g/cm³**，半徑約為太陽半徑的**1/4**，溫度**1.6 × 10⁷ °C**
- 太陽表面的核融合反應
 - 4個氫→1個氦+能量+ 2個中子(質量損失**0.00729 g/g**)
 - 每秒鐘有大約**7億公噸**的氫融合成**6億9千5百萬公噸**的氦，其間損失的**5百萬噸**質量即轉換為龐大的γ射線能量
 - $3.9 \times 10^{26} \text{ W} = 3.9 \times 10^{20} \text{ MW} \sim 3.9 \times 10^{17} \text{ 商用核分裂反應爐}$
 - 地球表面的太陽輻射功率大約為**8.5 × 10¹⁰ kW**
- 地球表面的太陽輻射一小時的能量大約等於全人類一年消耗能量
 - 如何利用？如何傳遞？



太陽能是地球能源之母



●植物進行**光合作用**，將太陽能轉換為自身的養分。而動物再藉由食物鏈關係直接或間接攝取植物，形成本身的能量來源。

●太陽能可以說是地球上所有生命的基礎。我們使用的許多**石化燃料**或者傳統火力發電廠所用的煤，也因此都可以看做是由太陽能轉換而來。

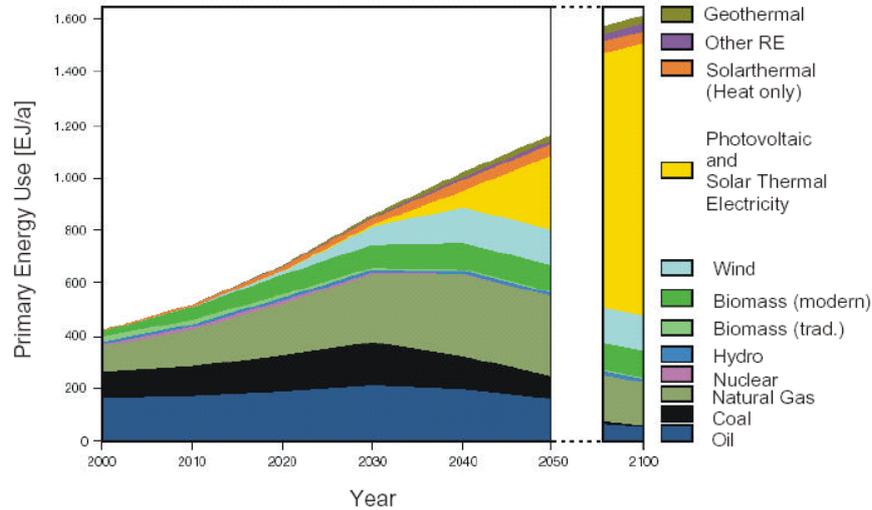
●不同地表吸收熱能的能力不同，產生了溫度上的差異。而溫差就造成壓力上的差異，大氣就因不同地區上的壓差而形成了氣象上的變化，也就產生了**風**

●氣象產生降雨，**水力**發電是藉由水庫在較高處所蓄積的水所產生的位能，引水向下衝擊推動渦輪發電機後轉變成動能與電能。

●太陽輻射對海洋不同水深所造成的溫度差，也可以形成利用海洋溫差所形成的**海洋能**。

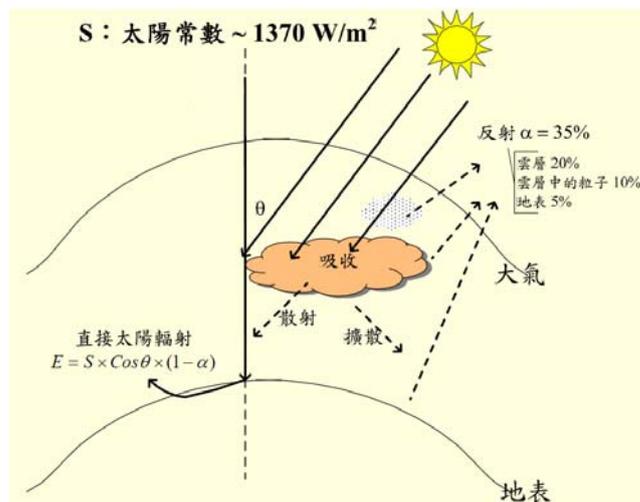
2000到2100年全球主要能源需求預測

- 太陽每天照射到地表的能量，超過全人類30年的能源需求



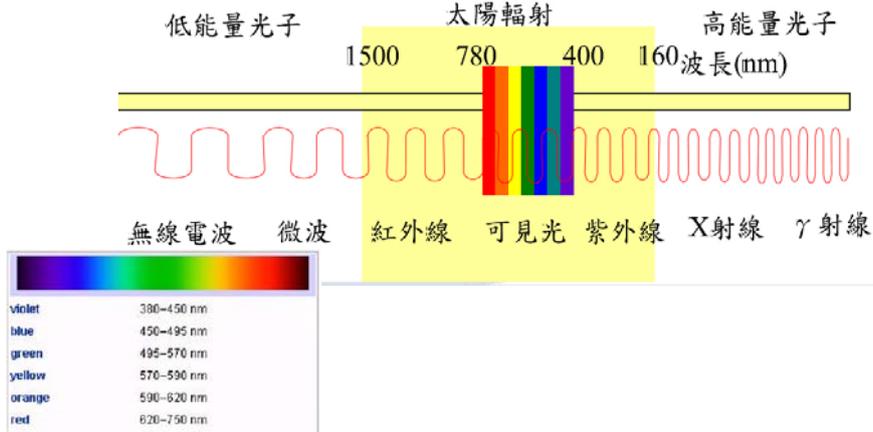
地面的日照強度

- 與太陽光的反射及照射角度有關
- 太陽能轉換電力效率：以1000 W/m²的尖峰日照率，換算太陽能發電之峰瓦 W_p



太陽能的直接利用

- 主要以利用可見光為主
- 直接收集太陽熱能轉換為熱能或電能(電磁波特性)
- 直接轉換太陽光能為電能(光子特性)



太陽電池材料特性與重點技術

- 結晶矽太陽電池是目前及未來10~20年的市場主流
- 能量轉換效率與生產成本是主要關鍵，是各國積極投入研發想有所突破
- 與建築物融合成為建材是產品應用的發展趨勢
- 政府示範系統補助推動



太陽電池材料特性與重點技術

- 高效率低成本結晶矽太陽電池技術開發
- 薄膜微晶矽/非晶矽太陽電池技術開發
- 建材一體型太陽電池模板封裝技術開發
- 次世代新型太陽電池材料與結構設計技術開發
- 太陽電池模板封裝、檢測技術開發
- 太陽電池系統設計與監測技術開發



太陽光電發電之優點及應用

- 系統使用方便長久(模板可達二十年以上)
- 受環境與地理限制小，應用廣泛(小至消費性產品，大至發電系統)
- 可與建築物結合，易普及化
- 發電時段隨日光強度而變，對抑制尖峰用電有助益。
- 安全、無污染、無噪音

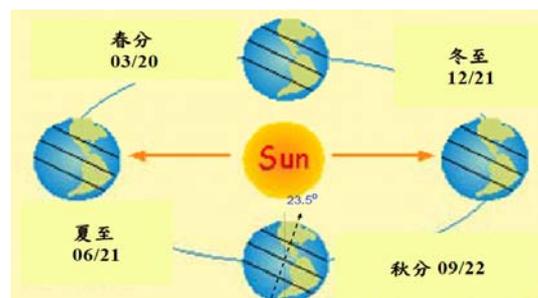


太陽能的利用方式

- 被動式(Passive Solar)：採光與建築物控溫
 - 將建築物的設計與環境考量相結合，並配合建築材料的使用，使得建築物易於吸收太陽能或隔絕太陽能。
- 主動式(Active Solar)：太陽熱能與太陽光電
 - 太陽熱能：例如太陽能熱水器、太陽能冷氣系統、或是以大規模集熱設施形成集熱式太陽能發電廠，此種太陽能電廠的運作原理是將太陽光以反射鏡加以集中，藉著集中太陽能所產生的高熱來使水汽化產生蒸汽，可以提供區域性的熱能，也可以進而推動渦輪發電機產生電力。
 - 太陽光能：利用太陽能電池將光能直接轉換為電能。

被動式太陽能技術與應用

- 被動式太陽能
 - 照明光源或調節室內溫度
 - 建築物的方位：由於地球自轉軸在公轉面上的傾斜，為充分使用太陽熱做為冬天的熱源或使其成為自然光源，北半球的建築物最好是面向南方。南半球的建築物最好是面向北方。
 - 北半球的南方：山陽、水陰



被動式太陽能利用：建築物採光

- 羅馬萬神殿 (Pantheon)
- 奇妙的屋頂，整座建築唯一採光的地方



被動式利用太陽能：採光與控溫

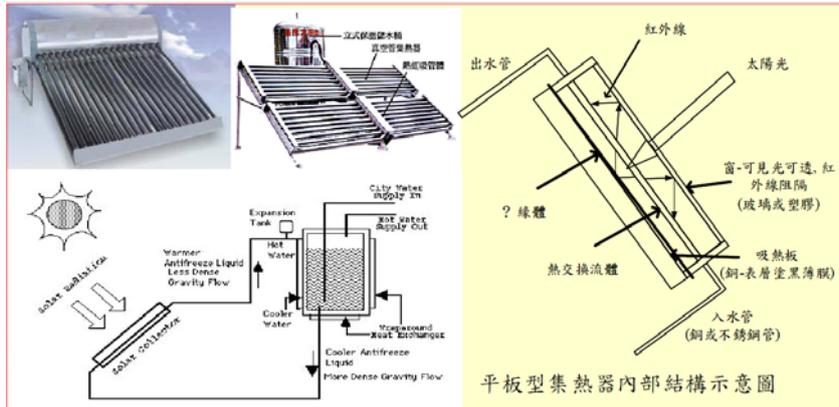
- 地鼠窩式的飯店：Das Goger
- 位於奧地利格拉茲南方Burgenland鎮
- 飯店建築物塑造冬暖夏涼的環境，將客房「埋入」草皮土堆中，形成類似地鼠窩的建築型態；而在客房門前的走道也充分採光並引入水流，形成門前有小河的特殊景象。



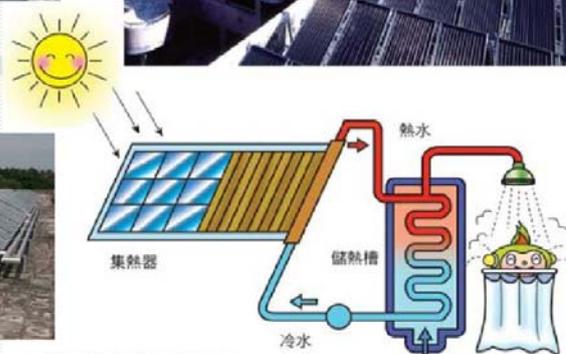
太陽熱能技術與應用

● 太陽能熱水系統(Solar Water Heating)

○ 自然循環平板型及真空型(家庭)



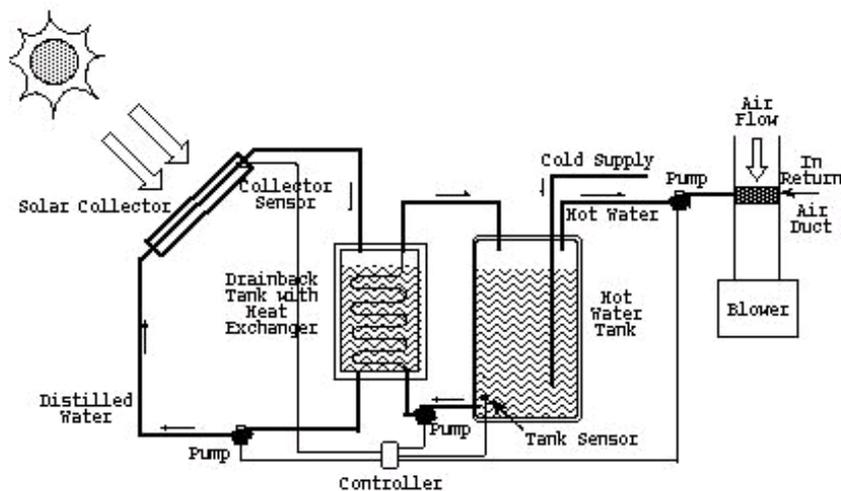
太陽能熱水器



太陽能熱水器與其它熱水系統之比較

項目/系統別	電熱水器	瓦斯熱水器	鍋爐	太陽能系統
設備費	16萬	20萬	15萬	35萬
使用年限	5-7年	4-5年	5-7年	10-15年
燃料類別	電	液化石油氣 天然瓦斯	燃料油	無
燃料效率	0.9	0.6/0.6	0.7	集熱效率：0.6
燃料費/年	20萬	16萬	13萬	6萬
操作過程	簡易	簡易	麻煩	免操作
安全性	有漏電之虞	有中毒、 爆炸之虞	有爆炸之虞	無安全顧慮
費用問題	費用最高	需付燃料費	需付燃料費	無燃料費
其它	長期總經費比 太陽能系統高	長期總經費比 太陽能系統高	長期總經費比 太陽能系統高	1.可做屋頂隔熱 2.需有安裝場所

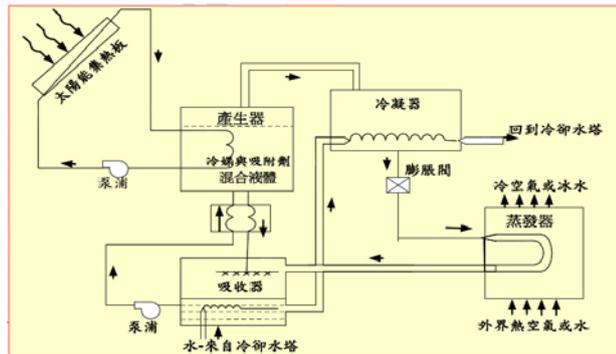
太陽能暖氣系統 (Solar Space Heating)



太陽能空調系統(Solar Cooling and Refrigeration)

● 雙效吸收冷卻循環裝置

- 利用集熱器之熱(71~99°C)來分離冷媒和吸附劑混合溶液
- 冷媒一般用水，吸附劑則通常是溴化鋰
- 冷媒通過膨脹閥，壓力和溫度會降低，當冷媒通過熱交換的蒸發器時，低溫度的冷媒吸收其中的熱，造成空氣或水溫度降低，進而形成冷氣輸入室內或冰水機。



太陽熱能發電技術 (Solar Thermal Electricity)

● 太陽熱能發電：

- 中央聚光塔式集熱器
- 線槽式集熱器
- 太陽塔發電系統

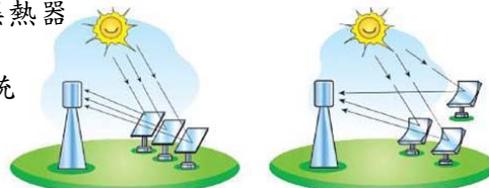


圖1 中央聚光塔式集熱器



圖2 線槽式集熱器

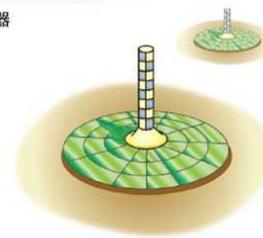


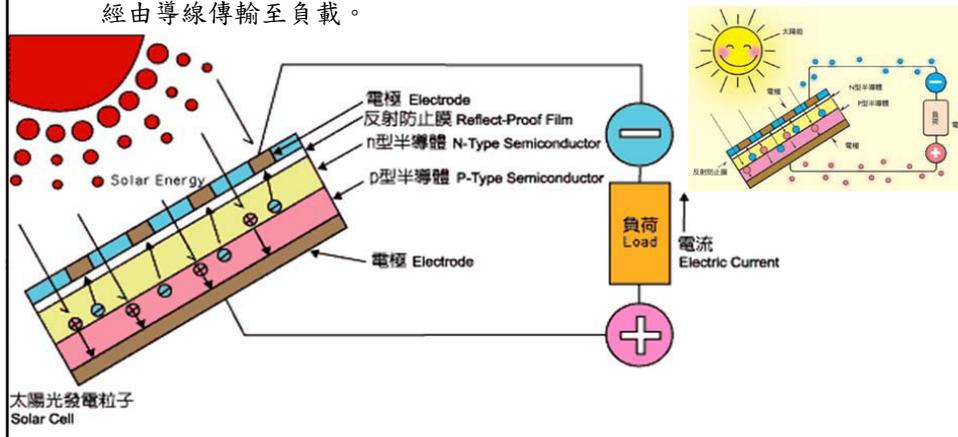
圖3 太陽塔發電系統

太陽光電的發展歷史

- 1839 **Henri Becquerel** 首先發現光電效應
- 1879 **Adams and Day** 於硒觀測到光電效應
- 1900 **Planck** 提出光的量子性質理論
- 1905 愛因斯坦發表光電效應的理論
- 1940 **Mott and Schottky** 發表固態整流元件(二極體)
- 1949 **Bardeen, Brattain and Shockley** 發明電晶體
- 1954 貝爾實驗室 **Chapin** 等人發表第一個矽太陽電池元件
- 1954 **Renolds** 等人發表硫化鎘(**cadmium sulphide**)太陽電池
- 1958 第一座採用砷化鎵太陽光電模板的人造衛星先鋒一號
- 1976 **Carlson** 製作出第一個非晶薄膜太陽電池
- 1982 第一座太陽光電發電站 (**1 MW**) 建於加州 **Hysperia**
- 1990 與公用電力併聯之太陽光發電系統技術開始成熟
- 2000 建材一體型太陽電池應用 (**BIPV**) 開始蓬勃發展

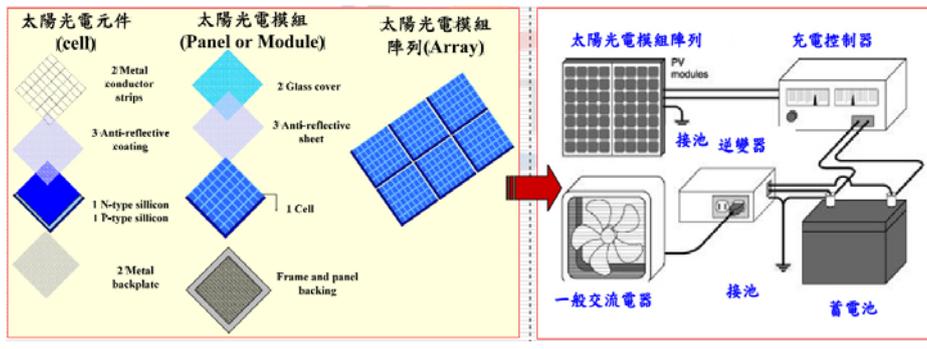
太陽能發電原理

- 太陽電池 (**solar cell**) 通常是以半導體製程製成的，將太陽光照射在其上，太陽電池吸收太陽光後，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)，同時分離電子與電洞而形成電壓降，再經由導線傳輸至負載。

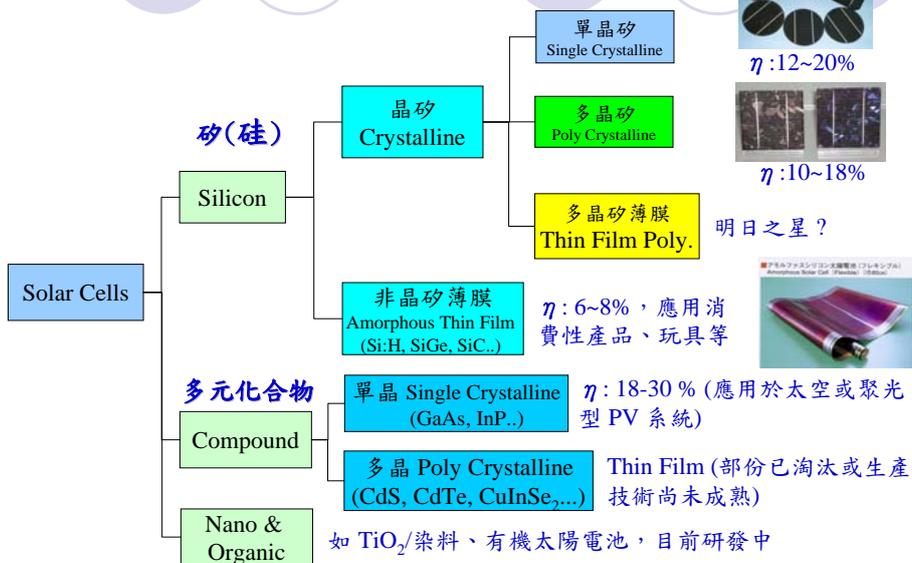


太陽光能發電系統 (Solar Photovoltaic)

- 太陽能發電：太陽光電
 - 太陽電池：以半導體元件 (Cells) 為基礎，太陽電池為具備接合面半導體所組成的二極體，可將太陽光能轉為直流電能。
 - 太陽能模組：集合數個元件組成太陽能模組 (module or panel)
 - 半導體材質：矽晶系、化合物半導體(銻、鎵...)
 - 染料敏化：染料敏化奈米晶格太陽電池 Dye Dye-Sensitized Nanocrystalline Solar Cell (DSSC)



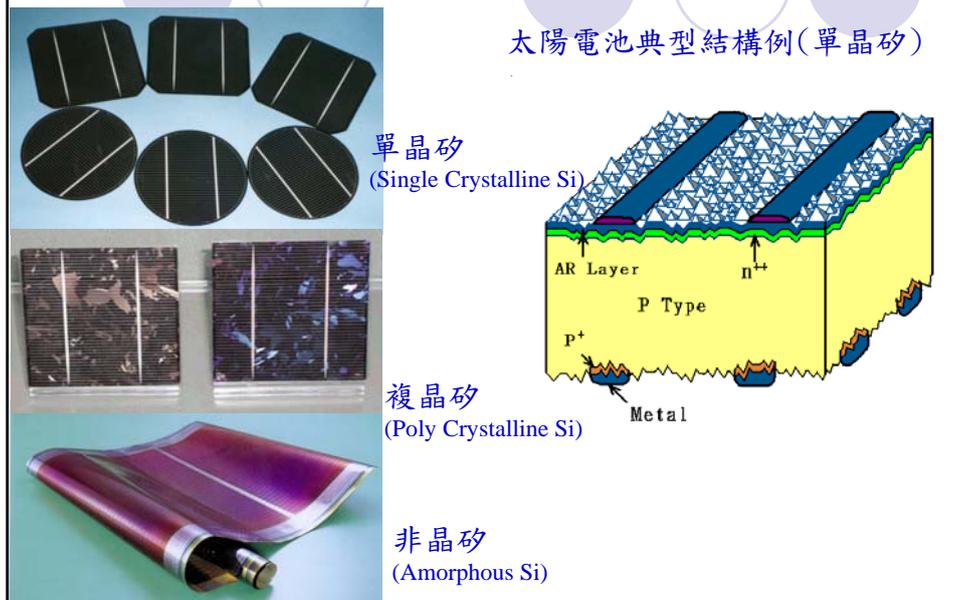
太陽能電池種類



太陽電池的種類

太陽電池種類		半導體材料	市場模組轉換效率
矽	結晶矽	單結晶(晶圓型)	10~14%
		多結晶	9~12%
	非晶矽	α -Si、 α -SiO、 α -SiGe	6~9%
化合物半導體	2元素	GaAs (晶圓型)	GaAs 18~30%
		CdS、CdTe薄膜型	10~12%
	3元素	CuInSe ₂ (薄膜型)	10~12%
有機半導體			1%以下

矽太陽電池外觀與結構



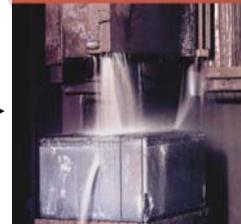
太陽電池之矽材料製作過程



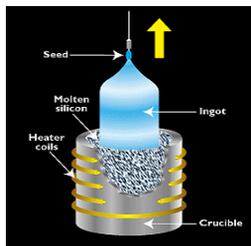
矽砂原材料



多晶矽長晶爐



矽晶錠切割機



單晶矽拉晶製程



矽塊原材料、晶錠、晶片



矽晶片線切割機

太陽電池之矽材料製作過程



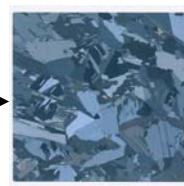
矽砂原材料



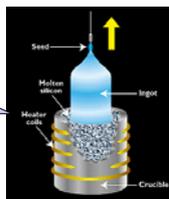
多晶矽長晶爐



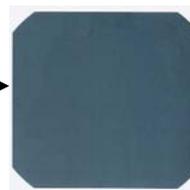
矽晶錠切割機



多晶矽晶片



矽晶片線切割機

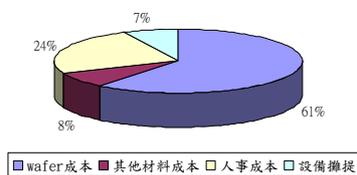


單晶矽晶片

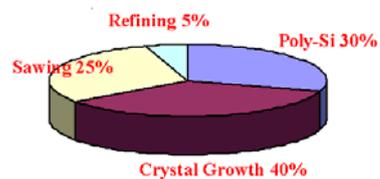
太陽電池用矽(Si)的使用量

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
太陽電池產量(MW)	77.6	88.6	125.8	154.9	201.3	287.65	390.54	561.77	742.28	965
太陽電池用矽用量(t)	1050	1700	1887	2100	3000	4100	5500	7500	10000	13000

太陽電池製造成本結構



Wafer成本結構



不同Si原料的應用與價格



多晶矽太陽能電池矽晶片及原料 - 需求&產值

假設：

(1)多晶矽晶片以125 mm × 125 mm每片100 NT\$計算

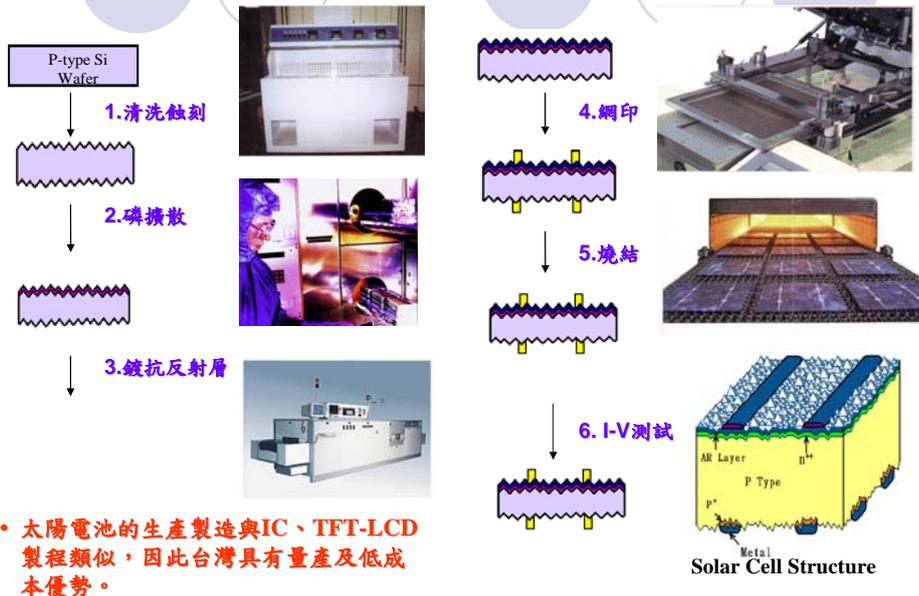
(2)太陽能電池級矽原料單價以25 U\$/kg計算

	多晶 Solar Cell	多晶矽晶片	多晶矽晶片	高純度矽	高純度矽
	產量(MW)	需求(百萬片)	產值(億台幣)	需求(噸)	產值(億台幣)
1999	89	44.5	44.5	1513	13
2000	148	74	74	2516	22
2001	194	97	97	3300	29
2002	280	140	140	4760	42
2006	500	250	250	8500	74

多晶矽太陽能電池的兩大重點

- 低廉價格的高純度矽原料
 - 以半導體級超高純度矽(7N以上)生產廠家之不合格品(Off-Spec)作為原料貨源不穩定
 - 單價：半導體級(35~40 U\$/kg)、太陽能電池級(20~25 U\$/kg)
- 生產成本低廉(技術較為成熟、切片損失大)
 - 非傳統之直接晶圓片(Si Ribbon)提拉法
 - 技術較不成熟、製程量率較低的晶圓(Wafer)
 - 鑄造(Ingot Casting)→切塊(Cutting)→晶圓切片(Slicing)→晶圓

單晶矽太陽電池製程



德國RWE SCHOTT Solar太陽電池生產線

SmartSolarFab® SSF cell production



多晶太陽電池製造



太陽電池/模組與系統

太陽電池



太陽電池模組



太陽光電系統

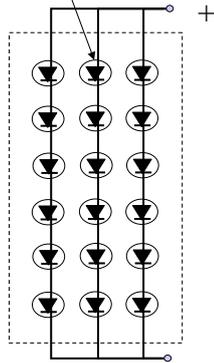


以2000年10MW之年產能而言，太陽電池模組直接成本U\$2.12/Wp，其中矽晶片成本U\$0.82/Wp，Cell製作成本U\$0.44/Wp，模組封裝U\$0.86/Wp。

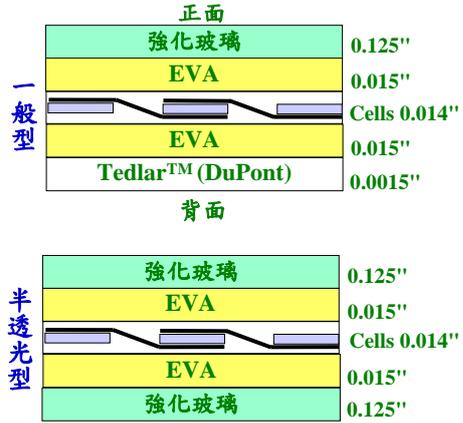
太陽電池模板之構成



單元太陽電池



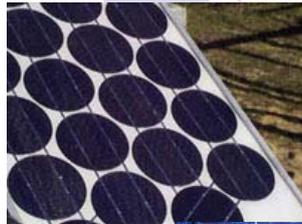
太陽電池模板外觀



太陽電池模板結構

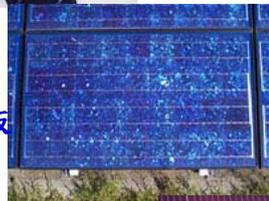
太陽電池模板接線

各式太陽電池模板



單晶矽模板

多晶矽模板

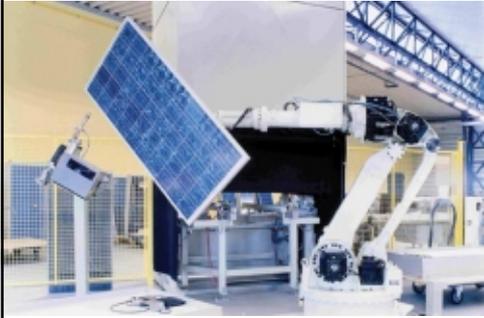


非晶矽模板



半透光型模板

多晶太陽電池模組製造



The production facility of the German company Aleo Solar at Oldenburg,



MSK produced close to 100 MWp of solar modules in 2004; expects this to be nearly doubled in 2005.
MSK CORPORATION

多晶太陽電池模組



太陽電池模組安裝

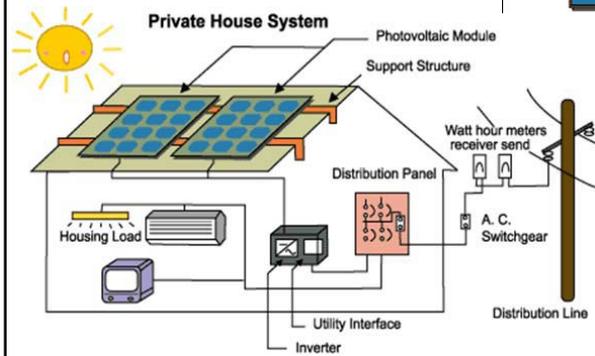
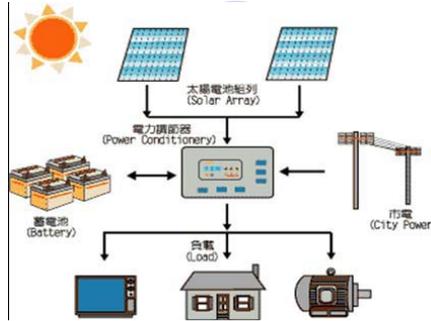


太陽電池模組安裝



家戶太陽能利用方式

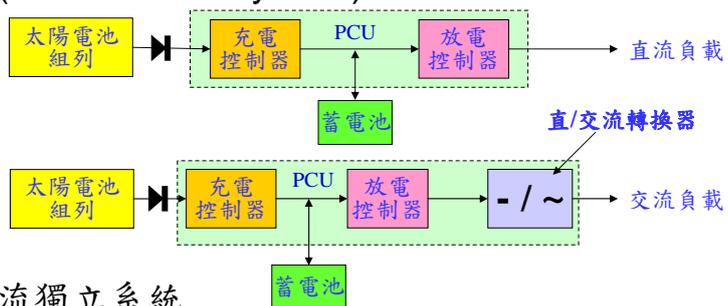
- 獨立式系統
- 併聯系統



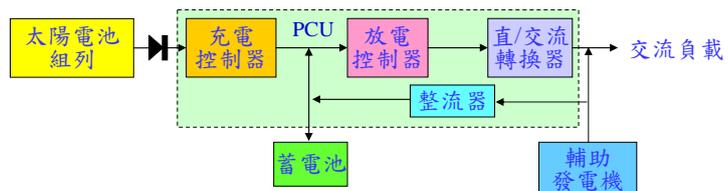
太陽光發電系統應用：獨立系統

(A) 獨立系統(Stand-Alone System)

- ◆ 蓄電池保護
- ◆ 壽命



(B) 混合型交流獨立系統 (Hybrid System)

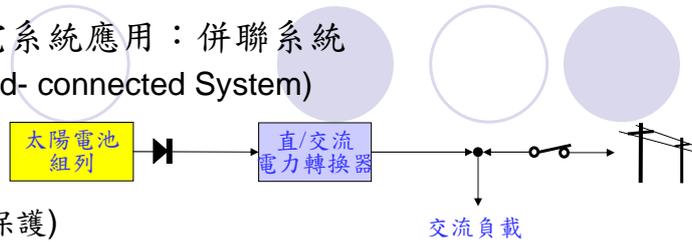


太陽光發電系統應用：併聯系統

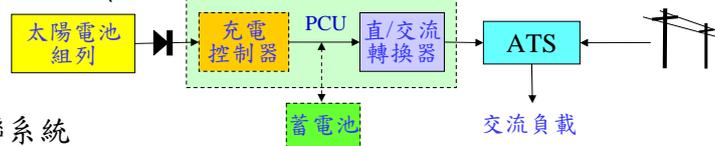
(D) 併聯系統 (Grid-connected System)

特殊功能：

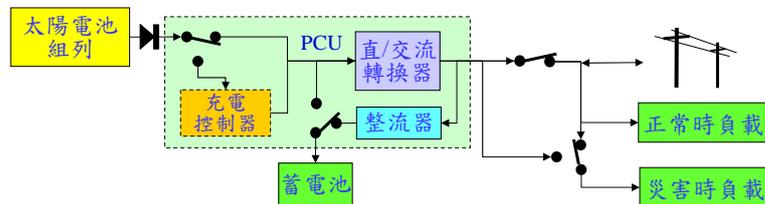
1. 最佳效能
2. 防止獨立運轉 (連線保護)
3. 可自力運轉



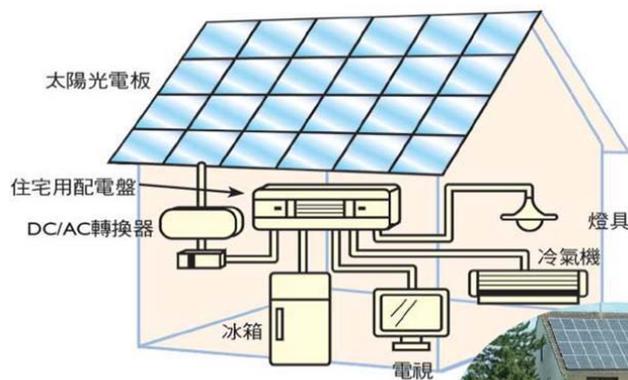
(E) 防逆流型系統 (Off-line System)



(F) 防災型併聯系統



住家太陽光電系統



- 直/交流電力轉換器 (inverter)
- 離網電力：自行利用
- 併聯電力公司的主要電網

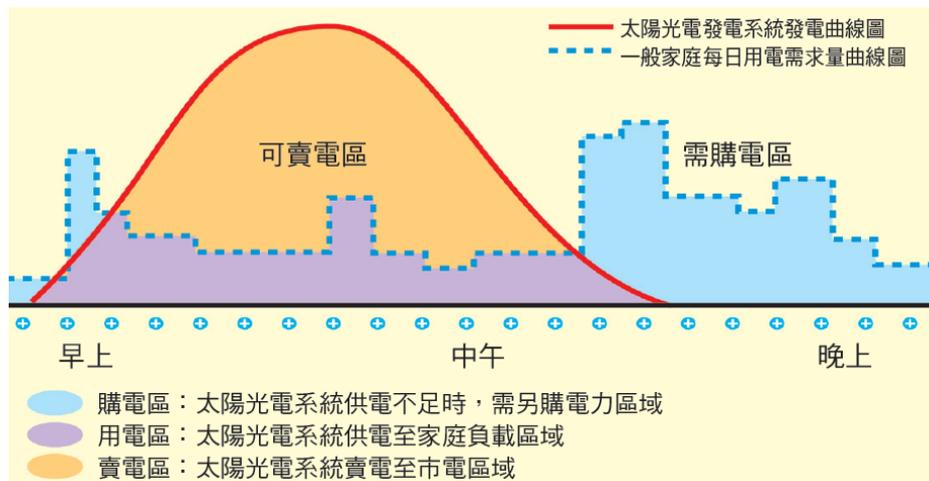


建築整合型太陽光電系統



併聯型太陽光電系統：購電、用電、賣電曲線圖

- 離峰用電、尖峰用電
- 直交流電力轉換器與電表換裝



太陽能的應用



全球PV市場現況與趨勢

- 全球太陽光電市場蓬勃發展，PV被認為最具發展潛力的再生能源。近四年太陽電池年平均成長率達**35.8%**，太陽光電系統裝置量的成長也達**30%**以上。
- 不論太陽電池或太陽光電系統，均有價格普及化的趨勢，**預估至2015年太陽光電系統每度電的發電成本將可達新台幣5~8元**，屆時足與傳統電力相競爭。
- 太陽電池**2000年產值為13億美元**，**預估2010年將達42.3億美元**，**2020年達488.5億美元**。
- 成長動力來自**環境意識的提高**，各國對太陽光電的**獎勵補助**及再生能源相關法案的實施，導致對太陽電池的需求激增。
- 目前世界上**太陽電池的產能嚴重不足**，各主要PV生產廠商(尤其是日本)，擴廠動作非常積極。

PV產業現況

- 上游原材料的掌握及太陽電池用矽原料的低成本量產化技術開發才有助於太陽電池成本的下降(此部份技術掌握在日本及Elkem等大廠，不可能外放，國內應由產官研共同開發建立此技術)
- PV近五年年成長率：30%、42.9%、35.8%、43.8%、32.1%
- 太陽電池的主要應用市場：(1)日本；(2)德國；(3)美國；(4)澳大利亞；(5)荷蘭；(6)義大利；(7)中國；(8)泰國
- 前十大產量佔全球總需求量83%，前十大全為日本及歐洲的廠商（產業與市場的關聯度極高）
- 全球僅茂迪、益通光能二家採代工型式專業生產太陽電池
- 近幾年太陽電池都呈現供不應求的狀況
- 由於太陽電池模板體型大，較笨重，多數廠商都在接近最終市場地設模板封裝廠
- 台灣年裝置量僅300kW，總市場規模不到1億台幣
- 若欲跨入太陽光電且能於三年內達損益平衡，建議採用茂迪的模式，成為太陽電池專業生產廠

太陽光電的產業特色

- 產品的生命週期很長，新技術的取代至少10~20年
- 目前投入屬萌芽期，但已快步入成長期
- 部份新材料技術不確定性仍高，但結晶矽太陽電池已屬成熟的生產技術，傳統式生產技術並沒有專利的限制
- 經驗曲線效果大，單位成本隨著累積生產量的擴增降幅大，規模經濟效益高
- 在設廠初期應積極改善生產規模、工廠佈置、工作熟練度以提高生力、追求銷售量及大力降低單位成本
- 易引起政府的補貼，但也因補貼措施也賦予產業極端的不穩定，但由於環境與能源的議題，獎勵政策將蔚為各國風潮，此將更有助於市場的擴大與成本的下降，依日本預估2020年日本國內普及率將達20%(發電成本約3-5元/kWh)，2030年普及率將達45%(發電成本2元/kWh)

太陽光電示範補助推動規劃



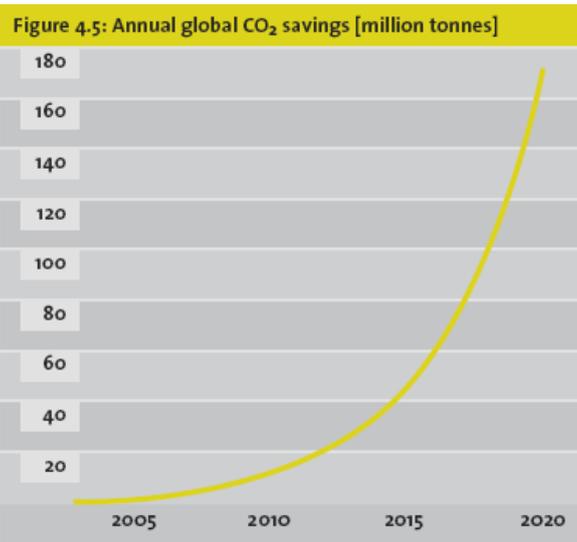
全球太陽光發電普及預測(1/2)

- **2020年**全球太陽光發電量：**282 TWh(2億 kWh)**
- = 世界總需要量的**1.1%**
- = 日本**2002年**電力需求量的**25%**
- = 歐盟**25國2003年**電力需求量的**10%**
- **2040年**全球太陽光發電量：**7,442 TWh**
- = 世界總需要量的**21%**

全球太陽光發電普及預測(2/2)

- 2020年的詳細預測
- 太陽光發電系統設備容量，2億500萬kW
- 創造出潛在的就業機會，全球：225萬全職工作
- 投資價格，每年620億歐元(8兆3,700億日元；2兆6,000億台幣)
- 併聯型系統價格，2歐元/W(270日元/W；84000台幣/kW)
- 累計二氧化碳削減量 7億3,000萬噸
- 計算方法：每戶平均2.5人，年消費量3,800kWh

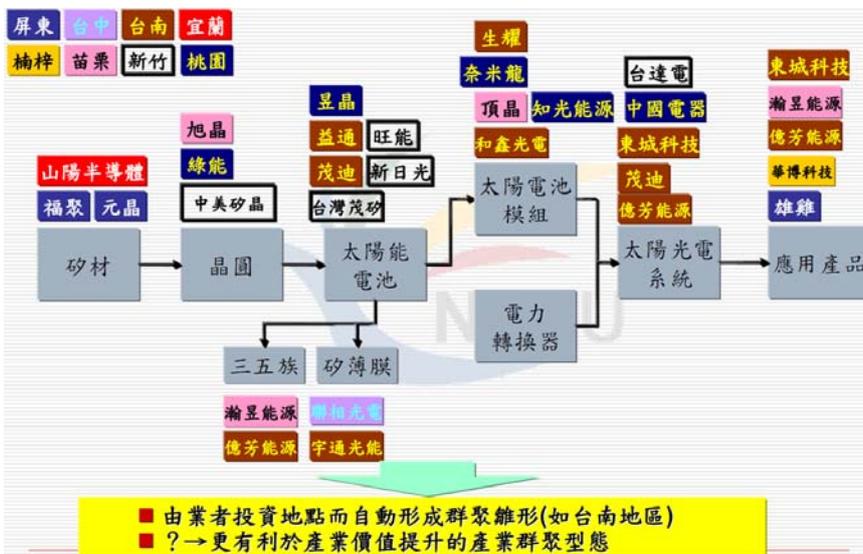
太陽光電發電的二氧化碳減量效果



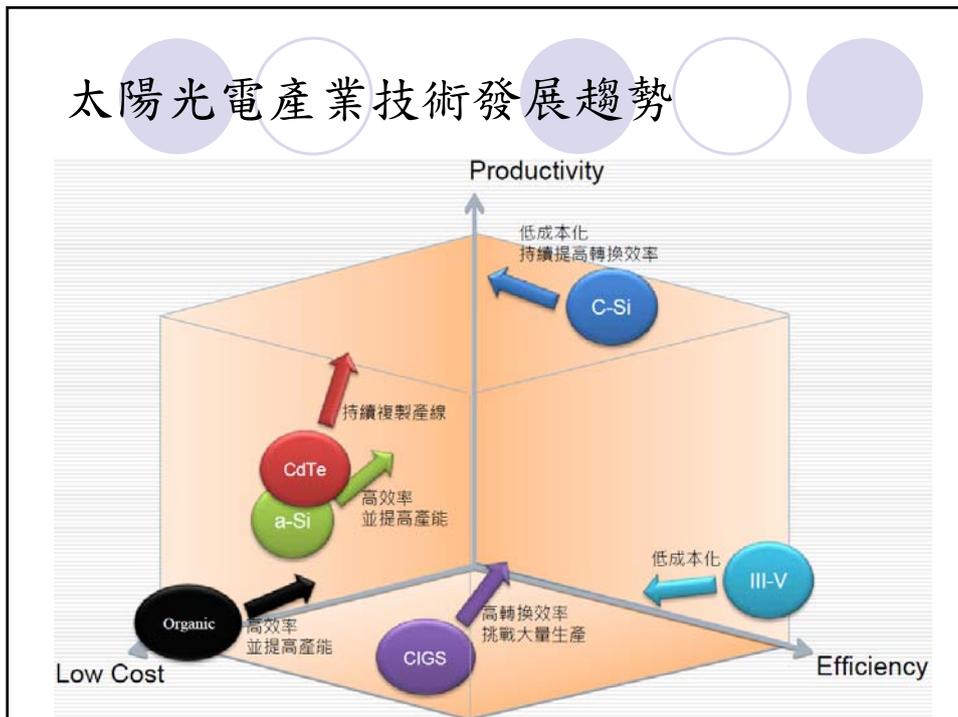
我國太陽光電產業鏈



國內太陽光電業者區域分佈

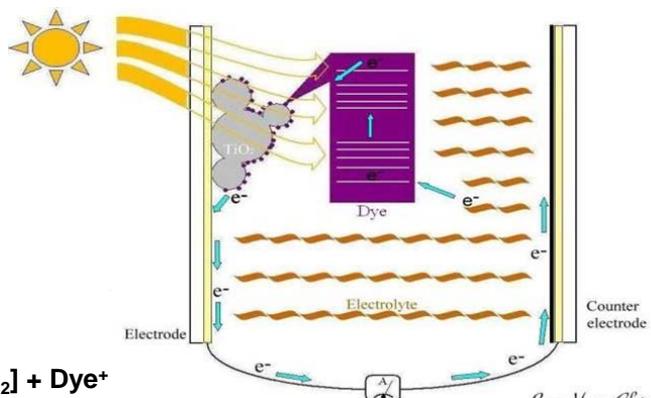


太陽光電產業技術發展趨勢



染料敏化奈米晶格太陽電池

● DSSC (Dye-Sensitized Nanocrystalline Solar Cell)



1. $\text{Dye} + \text{light} \rightarrow \text{Dye}^*$
2. $\text{Dye}^* + \text{TiO}_2 \rightarrow \text{e}^-[\text{TiO}_2] + \text{Dye}^+$
3. $\text{e}^-[\text{TiO}_2] + \text{C.E.} \rightarrow \text{TiO}_2 + \text{e}^-[\text{C.E.}] + \text{energy}$
4. $\frac{1}{2} \text{I}_3^- + \text{e}^-[\text{C.E.}] \rightarrow \frac{3}{2} \text{I}^- + \text{C.E.}$

DSSC之優缺點



● 優點

- TiO_2 材料的物理、化學性質穩定，且無毒性、相較其他材料或矽基太陽電池比較無環境污染之虞。
- 相較矽太陽電池，原料成本低廉，製程簡易，製作成本低許多。
- 可製成可撓式電池模組。
- 具大尺寸、量產製程潛力。

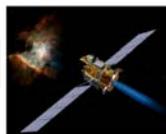


● 缺點

- 轉換效率比矽基太陽電池低。
- 染料激發態壽命不夠長，光電轉換效率目前尚低。

太陽光電發電之應用領域

● 太空用發電系統

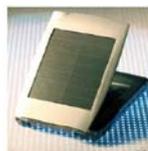


● 交通工具之電源(車、船、飛機、飛行船....)

● 偏遠地區發電系統(山區、離島、....)

● 交通標誌、號誌之電源

● 攜帶式電源



● 住宅用電力系統

● 產業工商用電力系統

● 消費性電子產品之電源(手錶、時鐘、電子計算機、充電器、燈、玩具)

● 緊急防災用電力系統

● 發電廠

太陽能的應用 (1/2)

應用方向	應用項目
民生相關應用	太陽電池供電的計算機、手錶、收音機、手電筒、野營燈、照相機、兒童玩具等
建築與家用電力應用	傳統屋頂式太陽光電系統、建築整合型太陽光電系統(辦公大樓帷幕牆或外牆、停車場屋頂或遮陽棚、大樓天井、候車亭或車站屋頂)、太陽電池與太陽能集熱複合系統
交通與道路應用	太陽能車、太陽能路燈、交通號誌、交通指示牌、公路緊急電話、太陽能電動車充電站、燈塔照明
通訊系統應用	以太陽能供電的電話或微波中繼站、無線中繼站基地台、衛星通信、偏遠地區電話箱、或雷達站等

太陽能的應用 (2/2)

應用方向	應用項目
農林漁牧與偏遠地區應用	以太陽能供電的農宅、溫室栽培、灌溉、自動灑水系統、農牧電籬、乳品冷藏、漁池或養殖池的揚水與自動餵食系統、離島地區電力系統、高山地區民宿或避難屋等
緊急與防災應用	以太陽能供電的區域型緊急供電系統，例如醫院、公園、學校等緊急供電；氣象或地震觀測站、河川水位或海堤安全觀測站等。
與其它能源結合應用	在偏遠但陽光充足地區與基載電力(諸如柴油發電系統)形成離尖峰用電搭配調節的功效，甚至與風力發電系統結合形成在日夜或季節上的互補電力供應功能
國防與太空應用	攜型太陽充電系統供應戰時小部隊電力、太陽電力通訊設備、軌道衛星或無人太空船的太陽能供電系統等。較長程尖端的研究甚至包括太陽能無人飛行器、太陽能衛星電力站

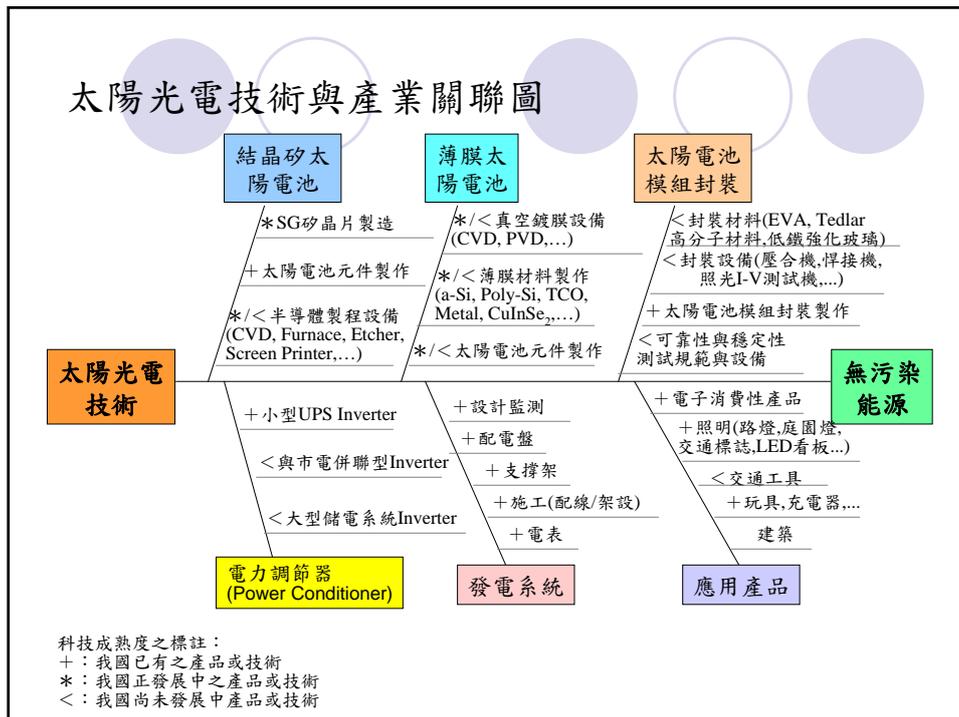
太陽光電產品主要應用市場區隔



太陽電池的關聯產品



太陽光電技術與產業關聯圖



太陽能停看聽

- 太陽能利用型態：「熱能」與「光能」
 - 太陽熱能，用於熱水系統、冷氣系統及熱能發電系統；
 - 太陽光能發電，利用太陽能電池，將太陽光能轉換成直流電。
- 太陽光電環境污染問題：
 - 太陽光電因使用半導體矽晶材料，製造時會有蝕刻廢水、去光阻廢水、酸性氣體、揮發性有機物等污染問題。
 - 使用時和太陽能熱能利用一樣，幾乎不會造成環境污染
 - 生命週期觀點：太陽能電池使用壽命長達 **20** 年，太陽能電池製造階段對環境的衝擊可以分攤。
- 太陽光電發電成本較高：
 - 不適合一般用途，或是用來集中式發電。
 - 適用於：輸電線路不易到達的偏遠地區；緊急、救災等用途。
- 技術進步、再生能源發展條例

太陽光電發電系統應用例

● 國內外PV應用實例



Show Cases of PV System Installed in Taiwan

使用單位	裝置地點	裝置容量	使用單位	裝置地點	裝置容量
● 總統府	台北市	10.5 瓩	● 南開技術學院	南投縣	12 瓩
● 台北市區管理處	台北市	20 瓩	● 南投縣農林分署	南投縣	9 瓩
● 立法院	台北市	10 瓩	● 日光能源公司	南投縣	19.8 瓩
● 台北自來水事業處	台北市	6 瓩	● 大東大學	彰化縣	15.4 瓩
● 江隆機電公司	台北縣	20 瓩	● 明道管理學院	彰化縣	1.05 瓩
● 新埔技術學院	台北縣	5.25 瓩	● 大東大學	彰化縣	3.3 瓩
● 台電電力綜合研究所	台北縣	20 瓩	● 個人住宅	嘉義縣	1.35 瓩
● 個人住宅	台北縣	2 瓩	● 個人住宅	嘉義縣	3.6 瓩
● 清雲科技大學	桃園縣	4 瓩	● 台南市安南國小	台南市	9 瓩
● 中興大學	桃園縣	10 瓩	● 南台科技大學	台南縣	10 瓩
● 清雲科技大學	桃園縣	6 瓩	● 逢萊技術學院	台南縣	3 瓩
● 正德光電公司	桃園縣	5.25 瓩	● 南榮技術學院	台南縣	3.15 瓩
● 國瑞汽車公司	桃園縣	3,468 瓩	● 嘉山科技大學	台南縣	10.5 瓩
● 福祥工業公司	桃園縣	5.44 瓩	● 德源實業公司	台南縣	5.25 瓩
● 光華開發科技公司	新竹市	20 瓩	● 個人住宅	台南縣	5 瓩
● 基督新中華力量	新竹市	4 瓩	● 台耀神戶電池公司	台南縣	5 瓩
● 中華大學	新竹市	3.15 瓩	● 中國鋼鐵公司	高雄市	1.2 瓩
● 個人住宅	新竹縣	4.2 瓩	● 高苑技術學院	高雄縣	3 瓩
● 德能電腦資訊公司	苗栗縣	4.2 瓩	● 慧丁國家公園管理處	屏東縣	3 瓩
● 廣安金業器材材料	苗栗縣	3 瓩	● 慧立海洋生物博覽館	屏東縣	10 瓩
● 昇美光電公司	苗栗縣	5.25 瓩	● 個人住宅	屏東縣	2.1 瓩
● 個人住宅	台中市	5.8 瓩	● 屏東縣政府辦公所	屏東縣	10.45 瓩
● 台中市進德國小	台中市	9 瓩	● 劉志淵建築師事務所	宜蘭縣	2.1 瓩
● 勤益技術學院	台中縣	3 瓩	● 行政院海巡署	南沙太平島	20 瓩



Setup: 63 Cases
Finished: 513 kWp

Applied: 3,094 kWp
Approved: 1,087 kWp
Contract Signed: 645 kWp

Show Cases of PV System Installed in Taiwan



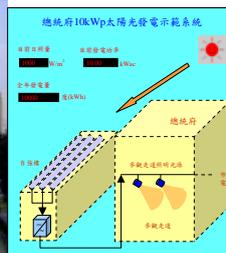
Show Cases of PV System Installed in Taiwan



Show Cases of PV System Installed in Taiwan



PV System Installed at the President's Office



Show Case Indicates Power Generated by PV System

10 kWp Stand-alone PV system was installed on the roof of the Office of President, Taipei, to demonstrate the government determination for promoting solar energy. Designed by MRL, ITRI (Finished at December, 2001)

Government's Agency Demonstration

To integrate photovoltaic solar system with architecture and weave the beautiful city with technology and architectural design.



**Taipei Water Utility Museum
(Taipei City, Taiwan) 2004**

PV Systems at Schools



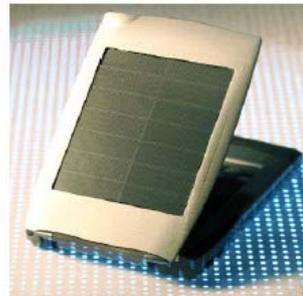
國內首次國道設置PV

國道8號PV

- 國內第一個將太陽光發電系統設置於隔音牆上之案例—5 kWp (約全長25公尺)



太陽光發電之應用領域



獨立型太陽光電發電系統應用例



偏遠地區沒有
電力供應

太陽電池可提供燈
光、電視、汲水.....



太陽能車應用例



Honda Dream

•資料來源: PV Special Research
Centre, UNSW, Australia



交大太陽能車

•資料來源: National Chiao-Tung
University, Taiwan

太陽電池充電站應用



This electric vehicle recharging station in southern Florida is powered by a grid-connected PV array mounted on the roof. When no vehicles need charging, power from the modules is transferred to the utility line. (Photo: University of South Florida)

獨立型太陽光電發電系統應用例



Autonomous PV-System in Argentina "Freiburger Hutte" in the Austrian Alps, close Lech

Electricity for a Telephone Signal Booster



At Sand Pass in Nevada, 72 PV modules (60 W each), two propane-powered generators, and a large battery bank operate together to improve the economics and reliability of a remote telephone signal booster station. (Photo: Northern Power Systems)

太陽電池應用例子



Mobile phone with PV power supply



A telephone booth supplied by photovoltaics with an energy management system

獨立型太陽光電交通號誌及顯示看板之應用

- 可能設置地點：
 - 國道1號及國道3號可以設置
 - 省道或快速道路可以設置
- 型式：
 - 獨立型太陽光發電交通號誌系統



獨立型太陽光電交通號誌及顯示看板之應用



國道服務區之國外應用案例



太陽電池應用實例

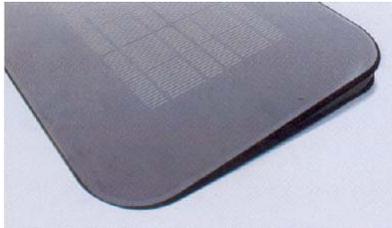


西藏販賣光電模板的小店



Gen-Sun System公司首創的
光電交通號誌燈

太陽電池在汽車排氣應用例



**White Glass Cover with
Integrated Solar Cells**

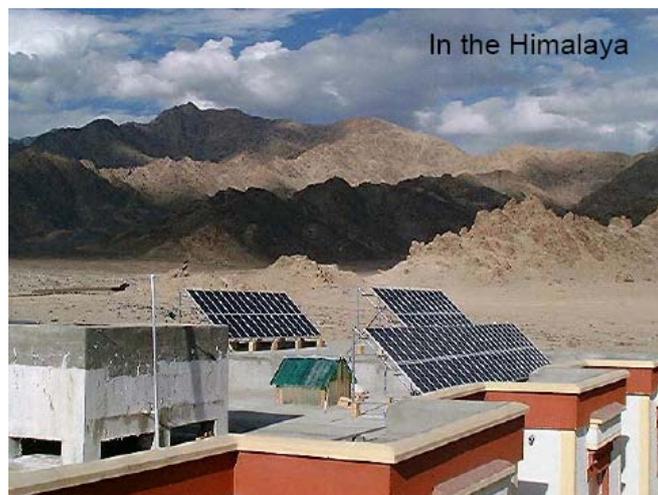


Sun Shade with Blower Cascade

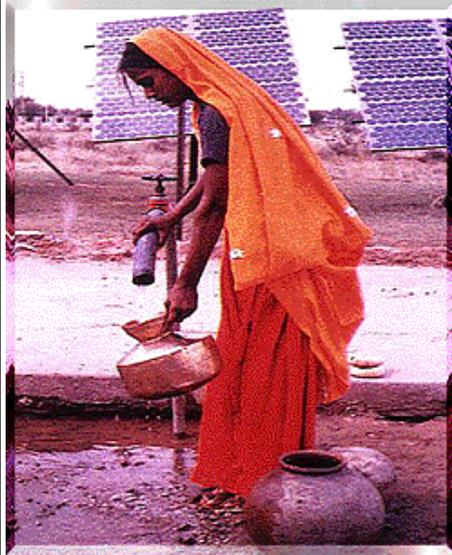


Roof-operated Solar Ventilation

高山偏遠地區太陽光電系統應用例

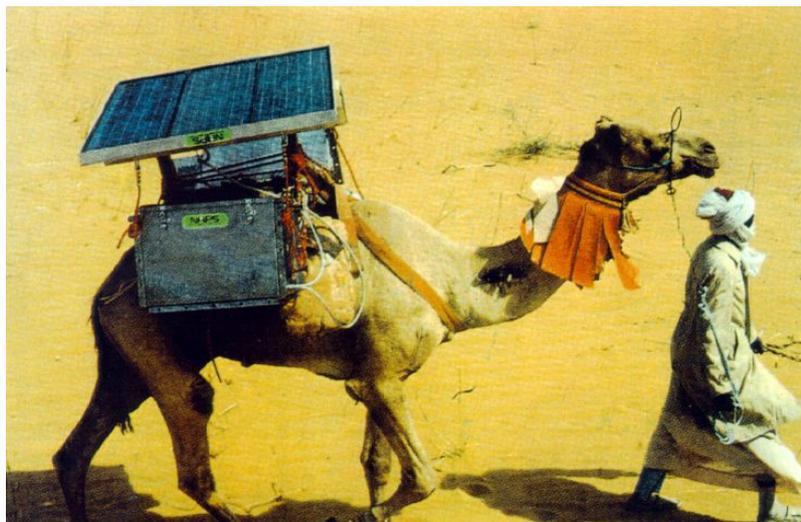


太陽光電系統在印度汲水應用例



This woman in India is collecting water from a pump powered by PV.
(Photo: Central Electronics, Ltd.)

太陽光電在沙漠上的應用



落後的地區沒有電力供應



In the village of Cacimbos in the state of Ceara, Brazil, people are several miles from a utility grid. So, each of these homes has a 50 Watt PV system to provide enough power for two fluorescent lights.

太陽光電應用在帽子上的電風扇

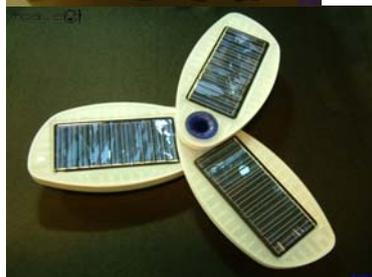


太陽電池充電器



日本NTT DoCoMo公司在2004年2月中發表的口袋能源Pocket Energy，用太陽能為你的手機、PDA、Game boy、MP3播放器及其他移動設備充電。

太陽電池手機充電器產品實例



太陽電池充電夾克



ScotteVest於CES展示了一件功能強大的夾克。整合了太陽能面板，能用來給放在口袋中的移動電話、PDA、Game Boy、MP3播放器及其他移動設備充電。2004年春該款夾克的零售價將為300美元，不帶太陽能系統的款式將為200美

太陽光電在汽車上的應用例

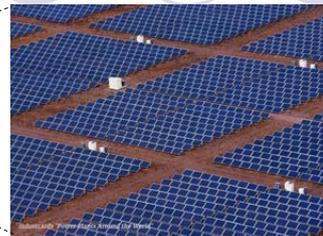


大型 PV 發電系統(德國 Sonnen, Bayern)



- PV系統容量：1.7 MWp，集中設置
- Inverter：18 個 97 kW 市電併聯型 Inverter

大型 PV 發電系統 (美國 Springerville Generating Station)



- 太陽電池組列：28個 Block (~130 kWp / Block)
- 太陽電池模板：ASE、First Solar、BP Solarex 模板共 32,280 片
- 太陽電池模板設置傾斜角：34度
- 直流輸入範圍：300V~600V
- Inverter：3 ϕ 208V Xantrex PV-150 併聯型 Inverter / Block
- 隔離變壓器：208V/480V
- 併聯輸出：34.5KV 配電系統(500kVA 480V/34.5kV 升壓變壓器)
- 最大交流發電量：4,232 kW
- 年平均直流發電量：1,730 kWh / kWp (4.7 kWh /kWp/天)

大型 PV 發電系統 (荷蘭Floriade Exhibition Hall PV System)



- 使用者：NUON電力公司，為贊助 2002年4月Amsterdam Floriade 博覽會而建置 (自1996年開始設置規劃)
- PV系統容量：2.3 MWp，年發電量：1.23 GWh (1.4 kWh/kWp/day)
- 太陽電池模板：19,383片Shell Solar SP140模板以半透明封裝
- 佔地：長 278、寬100 公尺(3個足球場)，屋頂面積 26,110 平方公尺
- 造價：約 1千7百50萬歐元 (5百20萬歐元由荷蘭的經濟部補助)

Sharp公司外蒙古200 kWp系統



[200kW System]

- Location: Noyonsoum Umunugobi Mongolia
- Date: September 2003
- Installer: SHARP Co. (NEDO)

示範補助太陽光電系統



總統府 10kWp 獨立型太陽光能發電系統 (90/12)



海巡署南沙太平島 20kWp 混合型(柴油發電機)太陽光能發電系統 (90/11)

建材一體型太陽電池模板裝置例



台北縣八里個人住宅採光罩(1kW, Solarnova)

個人住宅 4 kWp 太陽光發電系統



新竹縣

獨立型

建材一體型太陽電池模板裝置



工研院 52 館前採光罩(3kWp併聯型)

建材一體型太陽光電(BIPV)興建案例



德國柏林Lehrter車站BIPV

德國柏林 DB Lehrter車站



太陽光發電系統於鐵公路上的應用



Platform
Gunma, Japan
200 kW System



Bridge
Shiga, Japan
60 kW System

高速公路隔音牆與太陽光電結合(NBPV)



太陽光發電系統安裝案例介紹



School
Tokyo, Japan
28 kW System



School
Forli, Italy
20 kW System

太陽光發電系統安裝於屋頂上



Government Office Building
Mie, Japan
30 kW System



Kindergarden
Gifu, Japan
9.5 kW System

太陽光發電系統安裝案例



Power Generation Plant
Okinawa, Japan
750 kW System



Factory
Kumamoto, Japan
480 kW System

建材一體型太陽電池模板之實際應用



建材一體型太陽光電系統



太陽電池應用



Shell Solar in Germany

建材一體型太陽光電(BIPV)興建案例



建材一體型太陽光電(BIPV)興建案例



建材一體型太陽光電(BIPV)興建案例



西班牙
FORUM Barcelona
2004



德國 **Apere**



德國 Munich Technical University



德國 ThyssenKrupp Bausysteme GmbH



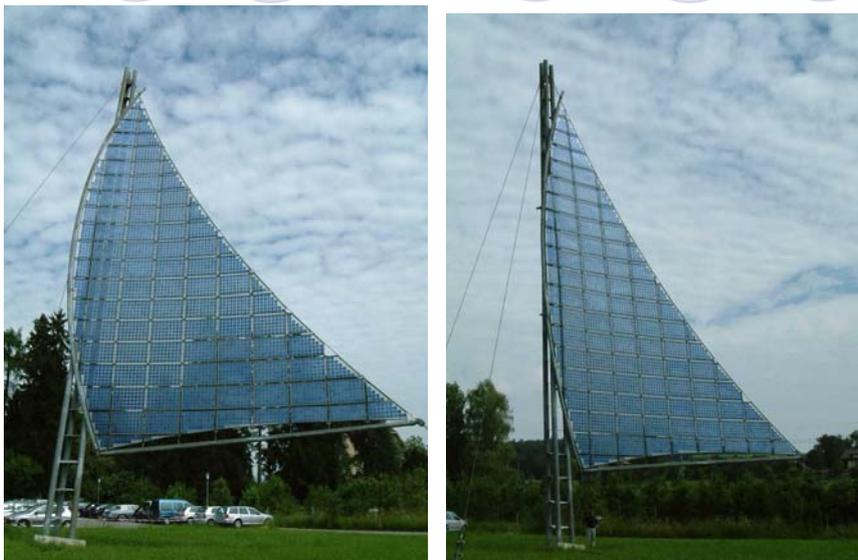
太陽光電在船舶上的應用案例



太陽光電模板實地長期測試場



公共藝術造型太陽光電建築案例



建材一體型太陽光電(BIPV)興建案例



德國GWU Solar

大型太陽光電發電場(PV Power Plant)案例



建材一體型太陽光電(BIPV)興建案例



德國Mont-Cenis玻璃屋

混成式太陽光電與風力發電案例



混成式(Hybrid)風力與太陽光電(Guerinda, Spain)