

太陽能熱水系統與太陽能光電系統之解析

台南分局第一課技士 郭啟田

前言

一般國人對於家裡的”太陽能熱水器”與能發電的”太陽能光電板”常常誤認為同樣的東西，或是認為其原理及構造都一樣，使筆者常常要花時間解釋一番，有感而發，故而提筆彙整資料將其詳述之。

太陽的應用可分為兩種：

1. 太陽熱能之應用：發電、熱水、乾燥、空調、溫室 等
2. 太陽光電能之應用：發電、太陽光電模組俗稱太陽能電池。

太陽能在台灣

台灣位處亞熱帶，太陽能源豐富，有北迴歸線(北緯 23.5 度)經過，分別位於嘉義的水上、花蓮的舞鶴，年均全天日射量由 2500 仟卡/m² day 至 4000 仟卡/m² day，在這樣的環境，當然非常適合安裝太陽能設備，太陽能設備通常都以朝正南方，且傾斜 21~26 度為安裝標準，因為此方向與角度為太陽能在台灣最佳的吸收建置。

太陽能熱水系統

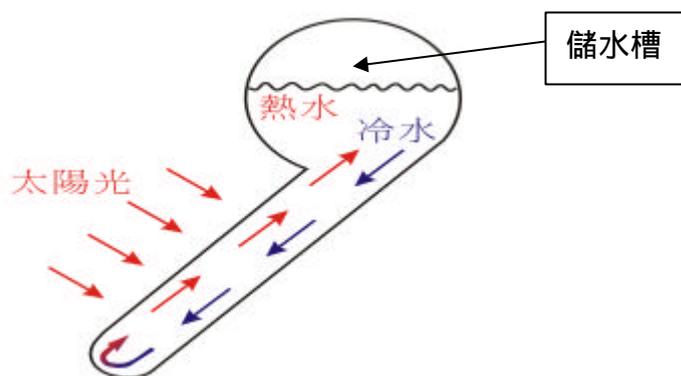
太陽能熱水系統是利用太陽能集熱器，收集太陽輻射能把水加熱的一種裝置，是目前太陽熱能應用發展中最具經濟價值、技術最成熟且已商業化的一項應用產品，太陽能熱水系統可應用於衛浴、廚房洗滌、溫水游泳池及工業製程預熱等，其運作溫度約為 40? 80 。

太陽能熱水系統的種類，以最主要的加熱循環方式來分，大致有自然循環、強制循環式兩類。

一、自然循環式 [1]

自然循環式太陽能熱水器，為利用熱虹吸原理（圖一、圖二），集熱器內的水受熱，密度變小升至儲水槽，而冷水由儲水槽下降，形然成自循環，吸收太陽熱能。

此系統不需外加動力及控制裝置，構造簡單，當日照量愈高，循環速度愈快溫度亦高，為一般家庭所常用。



圖一

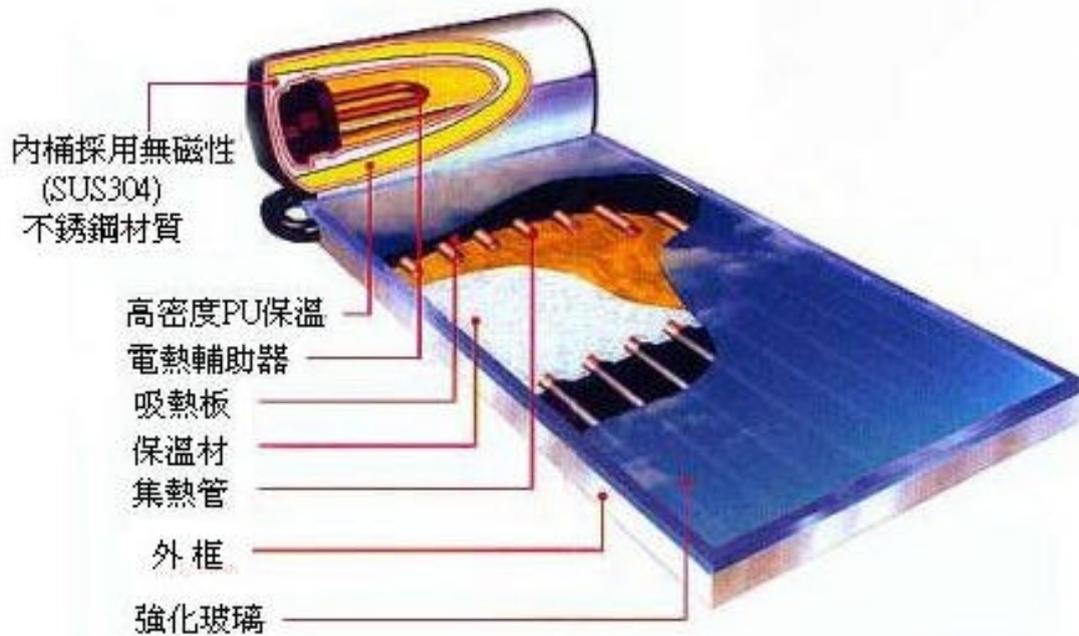


圖二

二、強制循環式

強制循環式太陽能熱水器，於集熱器和儲水槽間裝設溫差控制器及水循環泵，可適當控制集熱器和儲水槽間的溫差水循環時間，提高集熱效率，且儲水槽位置不一定要高於集熱器，減少設計上的限制，較適用於學校宿舍、醫院、游泳池或工廠等大系統使用。

原理及構造[2][3]



一、集熱器

集熱器為太陽熱水器的心臟，分為板狀跟管狀兩種，主要功能是将太陽能輻射轉換成熱能，再傳給循環工作之流體。太陽光穿過透明面蓋到達吸收板，經板面之特殊處理轉換成熱能傳到吸收管內之流體帶出。整個吸收板、吸收管以及面蓋以外框固定，而中間填塞隔熱材料以防止熱損失。面蓋的作用為防止流熱損失並可保護吸收板，多使用高強度透射率低鐵玻璃製程。吸收板一般材料為銅板、鋁板或不鏽鋼板，也有使用有機合體製成者。吸收板表面需經特殊處理，一般常用者有選擇性吸收膜、烤漆、電鍍等方式，其中以選擇性吸收膜較佳。吸收管多為銅管製成，管內流體一般都直接用水，但亦有使用其他流體為傳熱媒介者。

二、熱水保溫桶

由集熱器流出之熱水需暫時儲存，以供使用需要。一般熱水保溫桶多用不鏽鋼桶加一層或數層隔熱材料而成，在正常其況下，可保持水溫一天下降 5°C 以內。

三、輔助加熱器

由於太陽能的不穩定性，必須有輔助熱源，可在日射量不足時，輔助加熱達到所需溫度，家用型採用電熱棒，放置在保溫桶內部，而大型熱水系統則以瓦斯、燃油或電熱鍋爐加熱。

四、自動控制系統

因太陽光並非隨時穩定照射，遇到陰雨天水溫不足而又有熱水需求時，才須啟動輔助加熱器。控制系統包括溫度控制及時間控制，可依所選定時間控制儲水槽內水溫。試想，晚間時分當全家都享受完洗澡的樂趣後，冷水將補充流入熱水儲存桶，水的低溫啟動了電熱器，使得翌日太陽東昇時，桶內其實都是熱水，這種經驗常被戲稱是太陽能“電”熱水器，因此同時考量方便舒適與省能效果的自動控制系統的設置就顯得很重要了！



浪板上鋪設



頂樓平台裝置

安裝太陽能熱水器的優點

- 1.安全：瓦斯熱水器可能產生的一氧化碳中毒意外，太陽能熱水器完全沒有任何潛在危險性，不會造成您的心理負擔，讓您安心享受沐浴時光。
- 2.經濟：製造精良的太陽能熱水器使用壽命可達 15 年以上，政府倡導瓦斯熱水器應每 5 年汰舊換新(熱水器使用超過五年，潛在危險性將逐年提高)，1 台太陽能熱水器的使用年限，可抵上 3 台熱水器，更能省下一筆可觀的熱水器換購費。

- 3.環保：太陽能為高效、無污染、可再生的資源，技術成熟、並已充分運用的就是真空管太陽能熱水器，國內目前太陽能熱水器的總裝置量，每年可降低二氧化碳排放量 21 萬公噸。太陽能熱水器有節能、低污染的特點，不但能為您節省荷包，在使用的同時，也能為環境保護盡一份心。

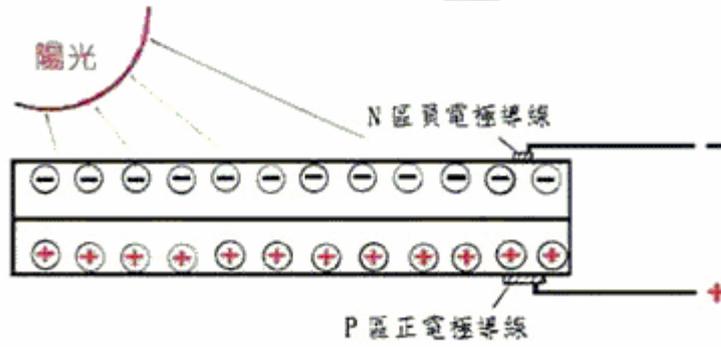
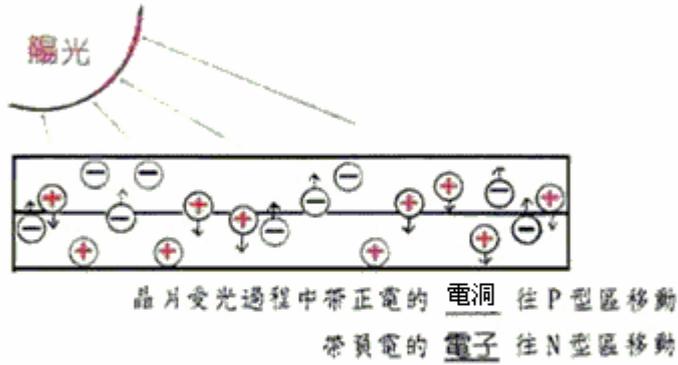
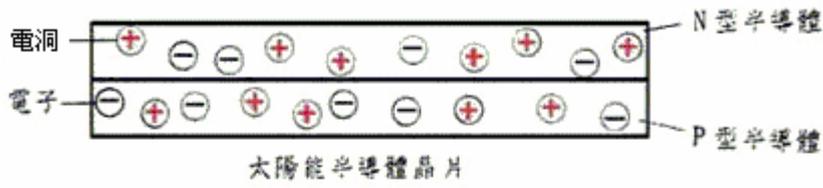
太陽能光電系統

以太陽能轉換成電能，此種光電元件稱為太陽電池(Solar Cell)。從物理學的角度來看，有人稱之為光伏電池(Photovoltaic，簡稱PV)，其中的photo 就是光(light)，而voltaic 就是電力(electricity)。在光-電轉換的過程中，事實上，並非所有的入射光譜都能被太陽電池所吸收，並完全轉成電流。有一半左右的光譜因能量太低(小於半導體的能隙)，對電池的輸出沒有貢獻，而在另一半被吸收的光子中，除了產生電子-電洞對所需的能量外，約有一半左右的能量以熱的形式釋放掉，所以單一電池的最高效率約在25%左右，目前實驗室所發出來的效率，幾乎可達到理論值的最高水準。

太陽能電池的發電原理[4][5]

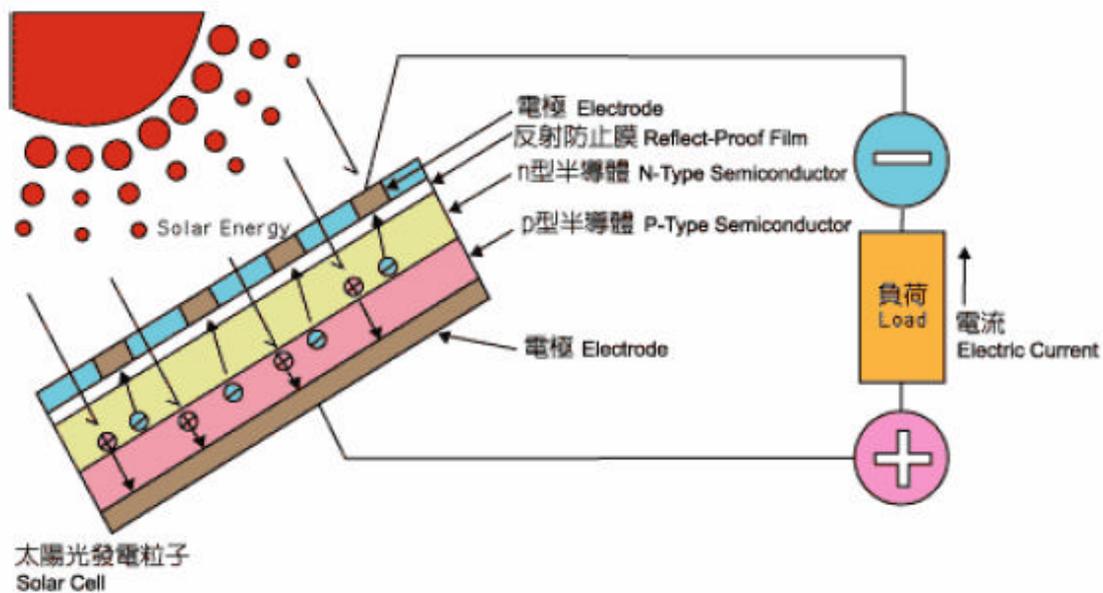
太陽能電池的發電能源來自太陽光，而太陽輻射的光譜主要是以可見光為中心，波長從 0.3 微米的紫外光到數微米的紅外光是主要的分布範圍。如果換算成光子的能量，則大約在 0.3 到 4 電子伏特之間，因此能隙大小在這個範圍內的材料，像矽材，會具有比較好的光電轉換效率。利用電位差發電，無電磁波產生 太陽電池(solar cell)是以半導體製程的製作方式做成的，其發電原理是將太陽光照射在太陽電池上，使太陽電池吸收太陽光能透過圖中的 p-型半導體及 n-型半導體使其產生電子(負極)及電洞(正極)，同時分離電子與電洞而形成電壓降，再經由導線傳輸至負載(圖三、圖四)。簡單的說，太陽光電的發電原理，是利用太陽電池吸收 0.2 μm 0.4 μm 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。由於太陽電池產生的電是直流電，因此若需提供電力給家電用品或各式電器則需加裝直/交流轉換器，將直流電轉換成交流電，才能供電至家庭用電或工業用電。

太陽能電池發電原理



晶片受光後負電子從N區負電極流出負電

圖三



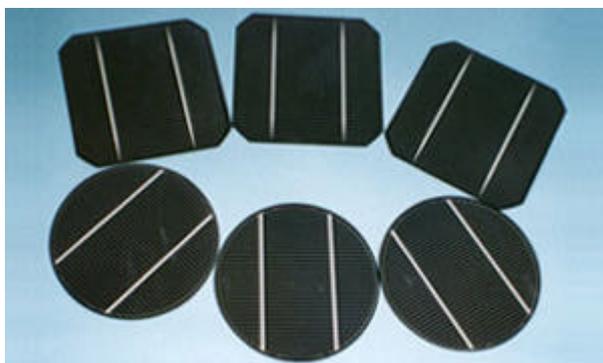
圖四

太陽能電池板的材料

依原子排列結構可分為三大類

單晶矽太陽電池 Singlecrystal (市場模組發電轉換效率12~20%)

矽原子具有高度的周期性排列。目前，成長單晶矽最重要的技術是利用柴氏長晶法，把高純度的多晶矽熔融在坩鍋中，再把晶種插入矽熔融液，用適當的速率旋轉並緩慢地往上拉引做成矽晶柱，然後再把晶柱加以切割，就可以得到單晶矽晶圓。

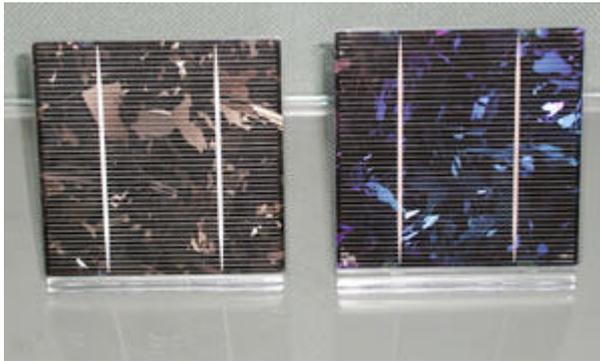


單晶矽太陽電池外觀

多晶矽太陽能電池Polycrystal (市場模組發電轉換效率10~18%)

多晶矽是指材料由許多不同的小單晶所構成，它的製作方法是把熔融的矽鑄造固化而形成。

至於多晶矽太陽能電池，因為它的多晶特性，在切割和再加工的手續上，比單晶和非晶矽更困難，效率方面也比單晶矽太陽能電池的低。不過，簡單的製程和低廉的成本是它的最重要特色。所以，在部分低功率的電力應用系統上，便採用這類型的太陽能電池。

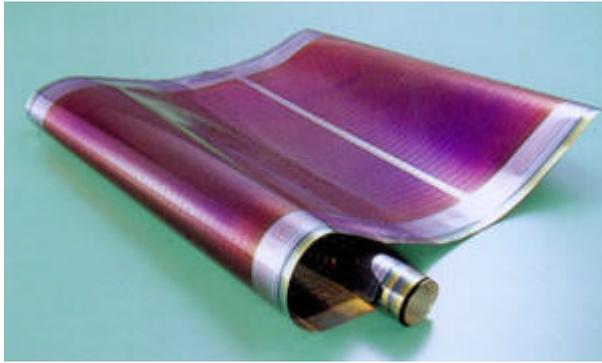


多晶矽太陽能電池外觀

非晶矽太陽能電池Amorphous (薄膜Thin film) (市場模組發電轉換效率6~10%)

非晶矽則是指整個材料中，只在幾個原子或分子的範圍內，原子的排列具有周期性，甚至在有些材料中，根本沒有周期性的原子排列結構。它的製作方法通常是用電漿式化學氣相沈積法，在基板上長成非晶矽的薄膜。由於材料的晶體結構不同，因此，用不同的材料設計出太陽能電池時，它們的光電特性也會有所不同。

對於非晶矽的太陽能電池來說，由於價格最便宜，生產速度也最快，所以非晶矽太陽能電池也比較常應用在消費性電子產品上，而且新的應用也在不斷地研發中。



非晶矽太陽電池外觀(可撓式)

而目前薄膜式太陽能電池片所使用薄膜原料多達近二十種

薄膜(Thin film)屬於非晶矽太陽電池種類常見有數種材料：

砷化鎵(GaAs)是以使用分子束磊晶而產生的

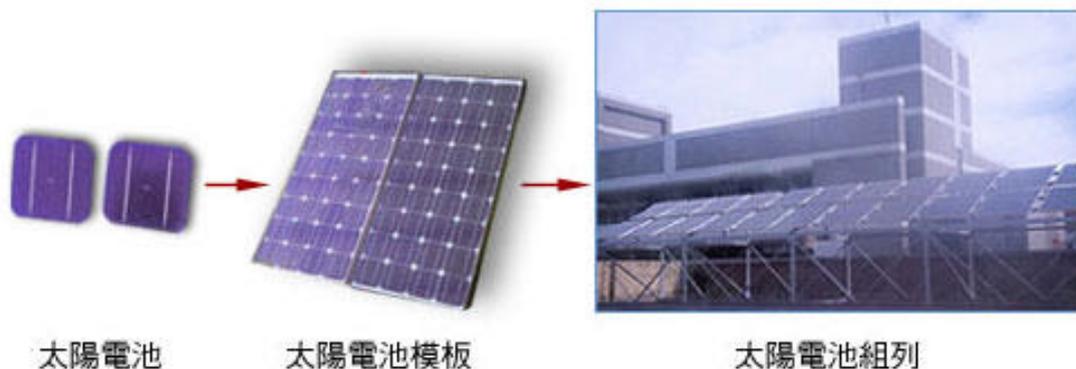
碲化鎘(CdTe)在薄膜太陽能電池中是一種高效率的吸光材料 與其他相比容易做大規模生產

銅銦鎵硒(CIGS)CIGS 是多層薄膜組合而成的

染料(Dyes)通常使用鈦有機材料作為染料

有機高分子(Organic/polymer) 塑膠半導體太陽能板

以上皆屬於非晶矽太陽電池 Amorphous 薄膜 Thin film



結語

目前政府有提供節約能源設備的申購補助，以太陽能熱水器補助這一方面來說，其補助金額是以集熱板的面積來算的，每平方公尺補助一千五百元（本島）三千元（離島）。然而此處所指的面積並非您所看到的集熱板表面積，而是集熱板裡面集熱片的總面積。

經濟部能源局為推動臺灣地區太陽光電發電示範利用，規劃於全國各地建立太陽光電發電示範系統，以進行示範展示與教育宣導，爰依據九十一年三月六日經濟部令頒布之「太陽光電發電示範系統設置補助要點」。

補助對象：

中華民國國民、法人、政府機關、學校或公立醫院，在臺灣或離島地區新設或擴增太陽光電發電示範系統，且未曾獲得本要點補助之系統。

補助範圍：

申請補助之太陽光電發電示範系統其裝置容量應在一峰瓩[註一]以上。

補助標準：

每峰瓩裝置容量以新臺幣十五萬元為上限，且補助最高不得逾該發電系統總設置費用百分之五十。

而太陽能源安全、方便、無污染、取之不盡、用之不竭，沒有危險不會製造污染，環保、安全、方便、節約，我們生活在這個地球，總要為自己的居住環境盡一些力，訴求乾淨、安全、免費的能源，這將是陽光國度的台灣未來的趨勢。

[註一]「峰瓩」是太陽電池於標準日照條件下發電輸出的計算單位。如太陽電池於 25°C，AM1.5 (1,000W/m²) 的日照下，可輸出 1W 時稱為一峰瓦，一度電為使用額定功率 1,000W 之電器 1 小時，所耗用之能量(1kWh)；以年平均每日之日照時數約 3~4 小時的地區(如台灣中南部)而言，每一峰瓩的太陽光電發電系統，一天約可發 3~4 度電(kWh)。

參考資料

[1]和利斯特企業股份有限公司技術網頁

[2]家家能源科技有限公司技術網頁

[3]成昌太陽能熱水器技術網頁

[4]E-ton solar 技術網頁

[5]工業技術研究院