

學術期刊

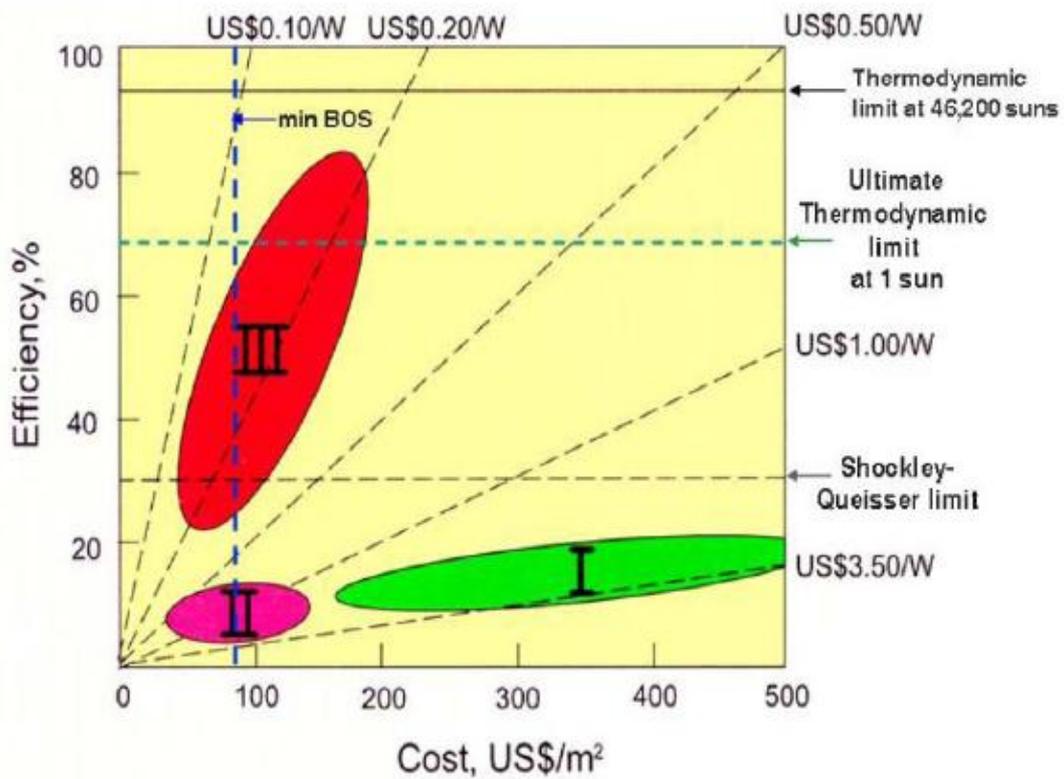
第 010 期

~光芒~

本期內容：

各類太陽能電池原理簡介

薄膜設計應用—熱鏡介紹



上圖為各代太陽能電池的轉換率與發電成本簡單示意圖。在討論太陽能電池時常會出現，本期內容有關於各代太陽能電池的簡介，希望可以讓物理系的同學看了之後，對這個極有潛力的產業，有多一點的認識。

在這個石油危機、能源匱乏、溫室效應等問題越來越嚴重的時代，我們需要一種零污染，且取之不盡、用之不竭的新能源，來解決上述的問題。而這麼好的能源要去哪裡找呢？相信很多同學已經有所答案了。沒錯就是偉大的太陽能，也正是我們這次期刊要介紹的內容。

根據統計估算，太陽每年到地球表面的輻射能量約為 $1.7 \times 10^{17} \text{W}$ ，而全人類每年總共消耗的能量約為 $1.4 \times 10^{13} \text{W}$ ，因此只要收集一小時全地表的太陽輻射能量，就足夠全人類使用一整年。所以說太陽能是未來發展的趨勢，也是物理系各位同學未來一個可以發展的方向，而我國也在本月中通過了再生能源發展條例，鼓勵發展太陽能等綠色能源，所以各位同學一定要好好的看這期期刊。

而要利用太陽能有三種途徑：光熱轉換、光電轉換及光化轉換。

一、光熱轉換

將光的能量直接轉換成熱能，可利用氣體或液體來儲存太陽能，應用實例有太陽能熱水器，寒帶地區的太陽能暖房(space-heating)系統。

二、光電轉換

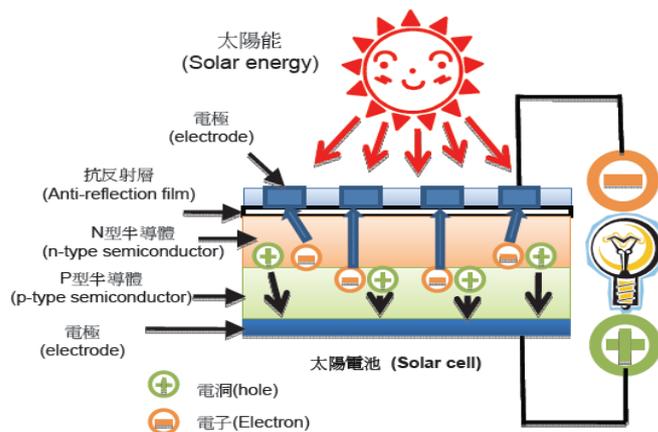
將光的能量轉換為電能，可利用太陽能電池來轉換，應用實例有太陽能發電系統。這是人類最需要的利用方式，因為人們對電能的需求極高。也是我們本期將要介紹的主角。

三、光化轉換

將光的能量轉換為化學能，如植物光合作用。

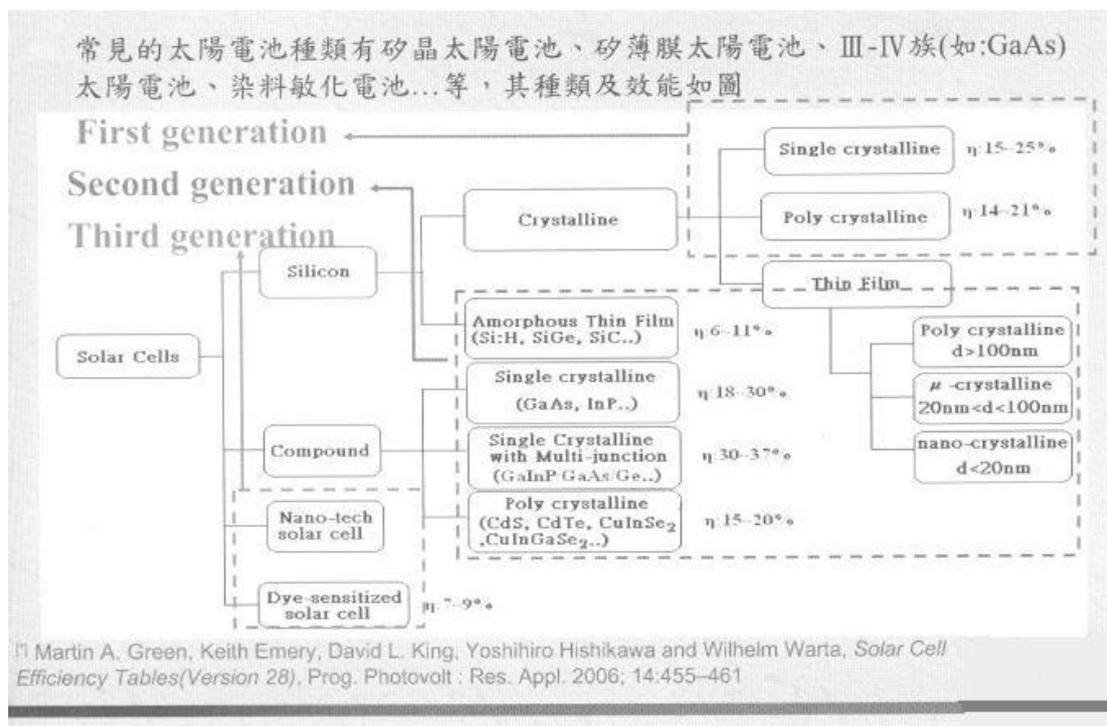
接下來為大家介紹太陽能電池的工作原理及分類。

當P型及N型半導體互相接觸時，N型半導體內的電子會湧入P型半導體中，以填補其內的電洞。在P-N接面附近，因電子-電洞的結合形成一個載子空乏區，而P型及N型半導體中也因而分別帶有負、正電荷，因此形成一個內建電場。當太陽光照射到這P-N結構時，P型和N型半導體因吸收太陽光而產生電子-電洞對。由於空乏區所提供的內建電場，可以讓半導體內所產生的電子在電池內流動，因此若經由電極把電流引出，就可以形成一個完整的太陽能電池。



〈圖一〉一般太陽能電池基本構造及工作原理示意圖

上面即是最基本的太陽能電池的工作原理，接下來讓我們更深入的將太陽能電池分類，並一一介紹。



〈圖二〉太陽能電池分類圖

由上面分類圖可知太陽能電池有許多種，上圖是先以材料作分類在依其結晶型態、大小去做分類，而以下將是按照圖上的世代分類來分別介紹。

一、矽晶型太陽能電池(第一代太陽能電池)

以矽為主要原料，利用摻雜技術去做出P型與N型半導體，再用上面所提到之原理將光能轉變成電能，依其矽晶的結晶型態又可分為單晶與多晶。單晶矽太陽能電池的光電轉換效率較高，使用年限也較長，多晶矽則是製程較簡單且成本較低廉。光電轉換率15~25%為現今市場的主流，其優點為矽原料易取得、矽晶技術已經發展多年較為成熟、製程設備與半導體廠所用大都相同；缺點為技術發展完整，轉換率也幾乎已到矽材料之極限，很難再有大幅進步。

二、薄膜型太陽能電池(第二代太陽能電池)

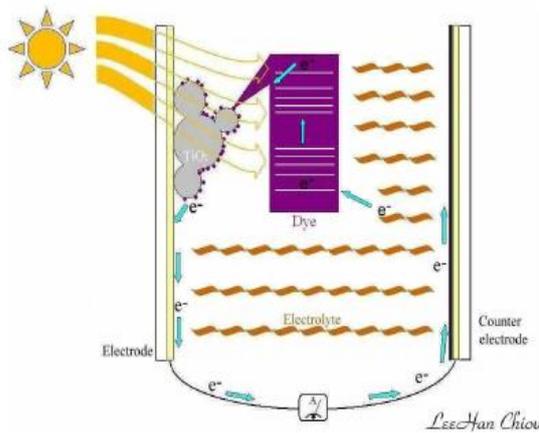
在基板上分別鍍上P型及N型薄膜，形成半導體。同樣利用上述原理進行光電轉換，可依薄膜材料與結晶型態分為許多種類。配合串疊法，可使光電轉換率最高可到近40%。但因製程較為複雜且單層電池轉換率較低，在市場上還比不上矽晶型太陽能電池。但薄膜型太陽能電池具有節省材料、可大面積製造、易塑型、發電成本低等優點，且技術還有很大的發展空間，因此未來的市場成長潛力不容忽視。

三、奈米技術和染料敏化太陽能電池(第三代太陽能電池)

19 世紀末，科學家發現某些有機染料能夠延長鹵化銀照相膠捲對可見光的使用週期和效率，因而得知可見光可有效地激發有機染料分子與半導體鹵化物晶粒之間的電子或能量轉移機制，而此染料敏化效應即是現代攝影技術發展的主要運用原理。

最近科學家發現太陽光對部分染料分子和奈米半導體氧化物微粒間的作用也具有類似的敏化電子轉移效應，因而科學家最近根據類似的工作原理，導入奈米半導體材料和奈米製程技術，特別發展出一種可將太陽光能轉換為電能的新型太陽電池，稱之為「染料敏化太陽電池」。

此新型太陽電池裝置亦可稱為「分子電子裝置」，其光電轉換的示意圖如圖三所示，是利用奈米材料的小粒徑、高表面積比、高活化的表面電位能和奈米級的多孔性等奈米特性，所開發出來的一種新型太陽電池，具有高轉換率、低發電成本…等優點，但其技術才開始起步，故目前市場還在等其技術更加成熟，未來技術成熟後也是大有可為。



DSSC內材料的化學反應流程：

1. $\text{Dye (基態)} + \text{light} \rightleftharpoons \text{Dye}^* (\text{激發態})$
2. $\text{Dye}^* (\text{激發態}) + \text{TiO}_2 \rightleftharpoons e[\text{TiO}_2] + \text{Dye}^+ (\text{離子態})$
3. $e[\text{TiO}_2] + [\text{電解質 C.E.}] \rightleftharpoons \text{TiO}_2 + e[\text{C.E.}] + \text{energy}$
4. $\frac{1}{2} \text{I}_3^- + e[\text{電解質 C.E.}] \rightleftharpoons \frac{3}{2} \text{I}^- + \text{C.E.}$

〈圖三〉染料敏化太陽能電池光電轉換過程示意圖

目前市場上量產的各種太陽能電池的平均轉換率如下

- (1) 單晶矽：24 %
- (2) 多晶矽：20 %
- (3) 非晶矽：15 %
- (4) GaAs：26 %
- (5) CIGS：19 %
- (6) 多界面串疊型(InGaP/GaAs/InGaAs, multijunction tandem cell)：33%。

介紹完大概的分類後，再為大家介紹一些可以有效提高轉換率的方法。

一、串疊型電池 (Tandem Cell)

主要設計為將多層不同能隙的太陽能電池串疊在一起，來達到吸收效率最佳化的結構設計。原理為利用不同材料吸收的太陽光譜不一樣，來組合出可以高效率吸收各波長的太陽光的結構，使得太陽光的利用率提高，進而提升轉換率。

二、折射聚光結構

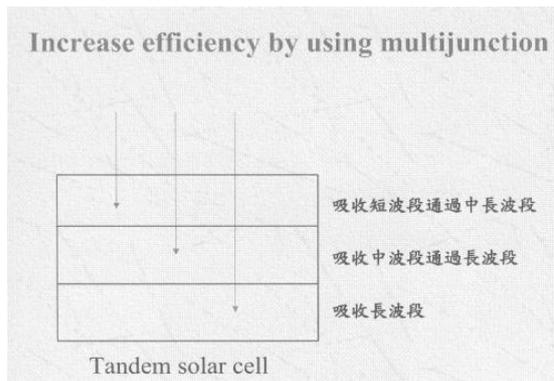
利用兩片光學鏡片來提高其單位面積光強度的結構，首先第一片鏡片先將光聚集，再通過第二片鏡片。第二片鏡片主要目的為使聚集的光可以均勻的打在太陽能電池上，不要過於集中一點。

三、反射聚光結構

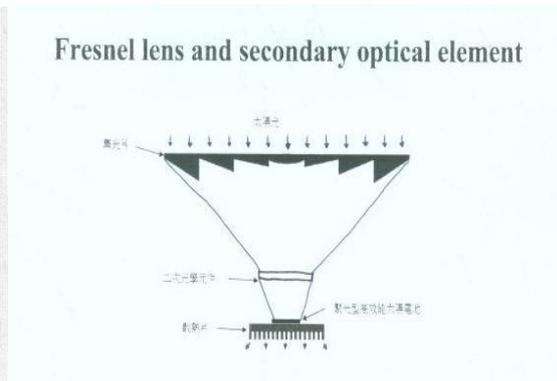
利用反射鏡將光集中在太陽能電池上，來提高其單位面積光強度的結構。

四、延長光路法

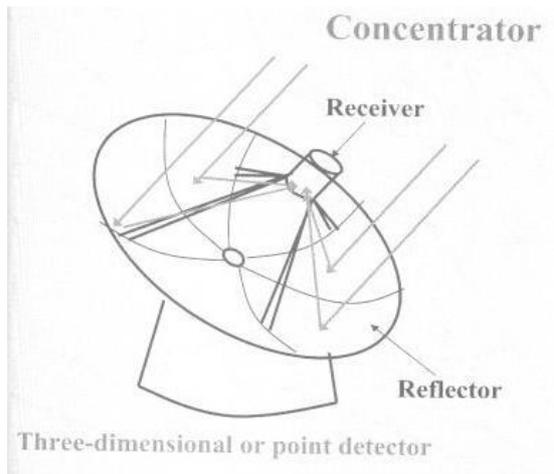
利用特別設計的結構，使太陽光進入太陽能電池後不易出去，以延長吸收光的時間，進而增加太陽光電池的轉換率。如圖七就是其中一種設計，利用改變入射平面的形狀來使入射角改變，進而達到我們想要的延長光路的目的。



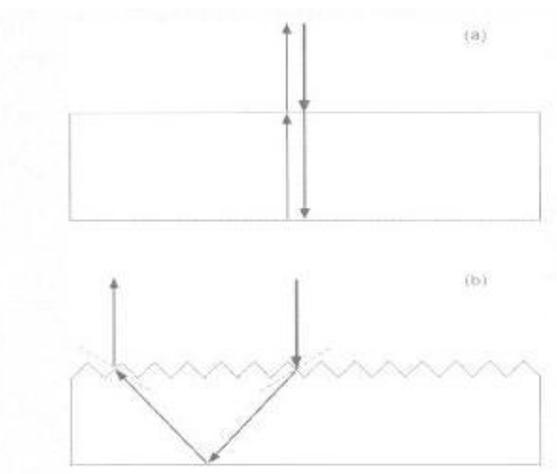
〈圖四〉串疊型電池的基本結構示意圖



〈圖五〉折射聚光結構示意圖



〈圖六〉反射型聚光結構示意圖



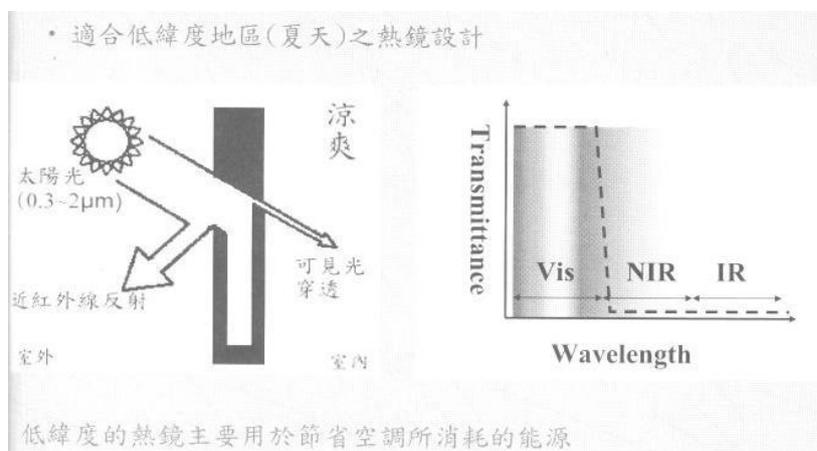
〈圖七〉利用改變入射平面來延長光路

看完上面的介紹後，我們知道現今太陽能電池最主要發展的兩個方向為1. 轉換率高2. 發電成本低。只要在這兩方面可以有所突破，相信能源匱乏的問題就可以解決，且被污染的地球也可以有一個喘息的空間。

但除了開發新能源外，我們也要努力來節約能源。我們把這兩期期刊主題結合，為大家介紹以適當的薄膜設計來做成的熱鏡，就可以達到節約能源的功效。

一、適合低緯度地區(夏天)使用的熱鏡

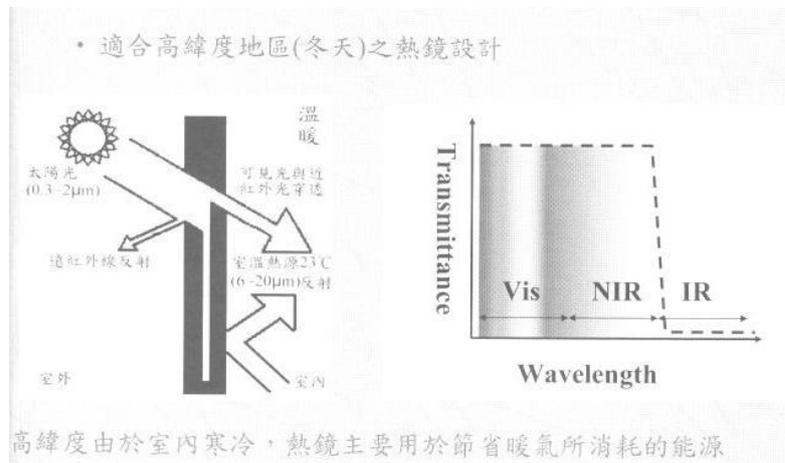
在低緯度的地區或是夏天時，天氣炎熱到令人受不了，這時人們就會想要開冷氣來降低室內溫度。但利用適當設計的熱鏡把可見光以外的近紅外光、遠紅外光隔離，就可以使光線照進來時帶來光亮，卻不帶來過多熱能，使室內溫度不容易升高，這樣就可以省下龐大的冷氣費用，得到節能省碳的效果。另外汽車隔熱紙也是以此原理去製作出來的。



〈圖八〉適合低緯度地區使用之熱鏡設計

二、適合高緯度地區(冬天)使用的熱鏡

而高緯度地區或是冬天時，氣溫冷到讓人皮皮剝，讓人不由得想開個暖氣來溫暖身體，這時另外一種設計的熱鏡就可以派上用場，讓近紅外線也可穿透進室內，並對人體的自然波長6~20 μm 的遠紅外線有著高反射的性質，達到增加室內熱源、保持室內溫度的效果，這樣可以節省暖氣所消耗的能源。



〈圖九〉適合高緯度地區使用之熱鏡設計

參考資料：

2009 薄膜與太陽能研討會講義

網路資料：

<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E5%A4%AA%E9%98%B3%E8%83%BD%E7%94%B5%E6%B1%A0&variant=zh-tw>

<http://163.30.125.1/~rs9527/axiom.html>

<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E5%A4%AA%E9%99%BD%E8%83%BD&variant=zh-tw#.E5.85.89.E7.83.AD.E8.BD.AC.E6.8D.A2>

http://content.edu.tw/junior/life_tech/tc_jr/life_tech03/304/304source11.htm

http://www.nsc.gov.tw/files/popsc/2005_68/50-55.pdf

<http://blog.yam.com/joinjoin/article/13489424>

[http://www.ceb.hit.edu.tw/green/%E4%B8%8A%E7%B6%B2%E8%B3%87%E6%96%99/%E7%A0%94%E8%A8%8E%E6%9C%83/%E6%9F%93%E6%96%99%E6%95%8F%E5%8C%96%E5%A4%AA%E9%99%BD%E9%9B%BB%E6%B1%A0%E4%B9%8B%E7%A0%94%E7%A9%B6\(%E8%94%A1%E6%9D%BE%E9%9B%A8\)-971024%5B1%5D.pdf](http://www.ceb.hit.edu.tw/green/%E4%B8%8A%E7%B6%B2%E8%B3%87%E6%96%99/%E7%A0%94%E8%A8%8E%E6%9C%83/%E6%9F%93%E6%96%99%E6%95%8F%E5%8C%96%E5%A4%AA%E9%99%BD%E9%9B%BB%E6%B1%A0%E4%B9%8B%E7%A0%94%E7%A9%B6(%E8%94%A1%E6%9D%BE%E9%9B%A8)-971024%5B1%5D.pdf)

http://www.phys.nthu.edu.tw/~gen_sci/solar/detail.pdf

<http://www.ptc-heater.com.tw/red.html>

特別感謝：

李孟恩老師對於期刊的校正與指導

指導老師：李孟恩 老師

監 製：謝旻錡

主 編：吳國豪

發 行：國立高雄師範大學 物理學系 學術組

日 期：2009年06月 初版