

篇名

太陽能的轉換效率

作者

翁浚桔。高雄縣中山工商。綜合高中。二年 6 班

壹●前言

在現今的社會環保意識逐漸增加，而且也開始重視全球暖化的問題，所以再生能源是現在很熱門的一個話題，而再生能源包含風力、太陽能、潮汐發電……等等。而太陽能是現今科學家研究最深入的，因為這項能源取得容易，取之不盡用之不竭，而且可以運用到日常生活，所以使用率很高，如太陽能電池、太陽能熱水器、太陽能車……等等，而這些物品都已經被廣泛使用，而這些產品的效能，是由太陽能的轉換效率，而工業化量產是從 1980 年開始的。但長久以來轉換效率都僅有 7~8% 左右，使得市場規模受限於工商業用途上。然而現今的問題是如何提高轉換效率使其成長到 1.5 倍，進而達到 11~12% 的目標。由於太陽能的轉換效率以太陽能電池較容易說明，所以此篇用太陽能電池來說明太陽能的轉換效率。

貳●正文

一・太陽能的轉換效率之概述

在太陽能產業中，追逐最佳轉換效率(η)的過程中，確實能有助於加快太陽能電池在能源市場普及化腳步。為了讓太陽能電池可以獲得最大輸出效能，也能夠讓太陽能電池發揮最佳工作效率，選擇最適宜工作點便成為最重要的關鍵。不過，因為地球上的太陽能日照不平均，最有效的工作地點常常會隨著環境、時間而有所變化，以致於無法持續產生最大的輸出功率，所以若要維持太陽能電池長時間保持在最大功率下，就必須隨時地調整其工作週期，以有效的利用太陽能，製作低成本、大面積、高功率轉換率之太陽能電池，這是近幾年來太陽能產業長期所追求的目標與技術關鍵。

二・太陽能電池轉換效率定義公式

以理論角度來看，在太陽能電池光與電轉換過程中，並不是所有入射光源都能全部被太陽電池吸收，更無法完全轉換成可使用的電流。以 100% 太陽入射光源為例，其中有 50% 左右光源因能量太低而小於半導體能隙，導致無法進行太陽能電池的光/電轉換，另外 50% 光源雖能夠被太陽能電池吸收，但又扣除掉約 25% 能量會以熱的形式給釋放掉，產生電子與電洞所需的能量，最高效率剩下最後的 25% 左右，而這也是目前實驗室理論值中的最高水準而已。太陽能電池轉換效率定義公式， P_{in} 為太陽光入射功率、 P_m 為最大輸出功率、 I_m 與 V_m 則分別為在最大輸出功率時的電流與電壓；要如何製造才能提昇太陽電池的轉換效率，一直是太陽能產業及學術界持續努力的目標。【註一】

$$\eta = \frac{P_m}{P_{in}} \times 100\% = \frac{I_m V_m}{P_{in}} \times 100\%$$

三・以層積結構的高效率化為目標

層積結構微結晶矽太陽能電池有兩個問題，是高效率化和高量產能力，為了解決這些問題，三洋電機與新能源產業技術綜合開發機構共同開發新一代的技術，關於高效率化方面，目標是把現在的 10%的轉換效率，提高到多結晶矽的 14%。關於高量產能力方面，則是開發出讓厚度是非晶質矽的 10 倍的微結晶矽，以 4nm/年以上的高速成膜技術。在高效率化的開發中，會在微結晶矽薄膜上摻入微量的鍍，根據統計，這樣可以把太陽能電池的轉換效率提高 1.15 倍以上，這樣的做法也獲得一定程度的肯定。雖然，摻入鍍的元素成份，可以因此提高轉換效率的效果，不過如果鍍的元素成份摻入量過多，配向成分雖然會增加，但是結晶的缺陷也隨之增加，所以，轉換效率就反而下降了，目前業界正在尋找出鍍元素的最適的摻入量。關於高量產能力，三洋電機與新能源產業技術綜合開發機構也已經開發了「局部存在的電漿 CVD 法」。原料氣體和無塵高密度的電漿大量供給，可以在大氣壓電漿 CDV 技術中，讓大型基板變成成平面型電極，而加速生產的效率，目前利用這樣的方法可以達到 3.3nm/s 的成膜速度來形成微結晶矽薄膜。【註二】

四・大技術改善完成高轉換效率

在太陽能電池產品「大輸出、低成本」的策略下，日本三菱電機在 2007 年 5 月，發表了一項提升太陽能電池轉換效率的新研發成果，在 150mm 平方的多晶矽太陽能電池面板中，三菱電機已經成功的將轉換效率提升到 18%，並且在技術上具有生產實用的意義，相信這樣的轉換效率在全球太陽能電池產業達到生產實用意義中，應該是最高比例，也就是說和過去相較，在同樣的太陽能電池面板面積下，可以增加 7%左右的發電量，這項技術背後所代表的意義是，即使利用小面積的太陽能電池面板，也能夠符合發電效能的需要，因此就能夠善用狹小有限的空間，來安裝太陽能發電系統。目前提昇轉換效率的技術，大多是利用非晶矽薄膜，和微結晶矽薄膜層壓而成的新結構。不過，三菱電機所開發的技術是採用新的製程與材料，首先三菱電機是利用奈米光罩材料的 RIE 技術進行微加工，這個優點是，可以降低光面的反射，藉此增加光吸收量，在材料的部份三菱電機透過在電極中採用新材料，來控制結晶的電氣特性，得以維持一定程度的電氣特性來保持轉換

機能，並且三菱電機還細線化了集電用的格狀柵電極，使得發電面積能夠加大，來增加發電量。也由於這些的細節改變，使得所新開發出來的太陽能電池面板轉換效率可以一口氣提升到 18%。這樣的成果，讓模組轉換效率幾乎相當接近 Cell 的轉換效率，反觀目前轉換效率相當高的單晶矽，其最高的模組轉換效率差不多也僅有 19% 左右，看來單晶矽與多晶矽間的差距越來越小了。【註三】

五・薄膜化合物半導體太陽能電池

除了使用塑膠基板和層積結構微結晶矽以外，高轉換效率的薄膜化合物半導體太陽能電池的研發也持續的在進行，但是期望量產出高效率大型基板的太陽能電池卻是相當困難，到目前為止還是停留在少量生產的階段。不過因為市場及趨勢的壓力下，使得擁有這項技術的業者，也不得不積極進行開發，來達到 12% 轉換效率的市場技術目標。研發動作較早的是昭和 shell 石油，已經完成開發 200mm×300mm 大型基板的太陽能電池模組，並且能夠達到量產程度下，還能維持 12% 以上的轉換效率。而本田也開發出 1400mm×800mm 的大型薄膜化合物太陽能電池模組，這是利用三片太陽能電池元件連接在一起，其中兩片是在同一個基板上生產出來的，所以就技術上，本田也能夠達成高轉換效率的大型基板量產技術，根據計劃，本田希望在量產時就能讓模組實現 13% 的轉換效率。【註二】

參●結論

現在隨著環境的改變，大家會越來越注意到太陽能這個能源，不單單是因為科學家大力研究，也因為他取得方便，而且現在產品也越來越普遍了，這樣子的能源已經有許多國家開始要做強力的研究，有許多國家也都開始推行太陽能的產品，希望可以讓國家做到省電環保，所以希望未來可以讓這個能源發揮到最好。

肆●參考資料

- 【註一】程人俠譯。(1973)。地球的能源。科學月刊第43期。檢索於2008/3/20，
<http://1632008/3/2020.22.171/science/>
- 【註二】太陽電池的效率。E-TON SOLAR 網站。檢索於 2008/3/20，<http://www.e-tonsolar.com/edu.htm>
- 【註三】科學新知-太陽能發電。太陽能的效率。檢索於 2008/3/20，http://210.70.70.241/science/new_page_1.htm
- 【註四】美國能源部。2006/12/5。Solar America Initiative 網站。檢索於 2008/3/20，
http://www1.eere.energy.gov/solar/solar_america/