



## CIGS 薄膜太陽電池的發展與未來

技術主編：翁榮洲

現職：工研院材化所(MCL/ITRI)功能設計與複材研究組 組長

專長：電化學、防蝕、材料保固

學歷：國立清華大學材料科學與工程研究所 博士

2008 年矽晶太陽電池市占率 87.5% 為市場主流，雖然薄膜太陽電池占整體太陽能發電的比例仍偏低，但市占率較 2007 微幅成長 2.1%，達 12.5%，預計 2015 可達 30%。目前薄膜太陽電池以 a-Si、CdTe、CIGS 三種為主，2007 年 a-Si 占有率 50%，2008 年因 First Solar 擴廠且模組效率大於 10%，每瓦的價格降至 1 美元以下，因此 2008 年 CdTe 的市場占有率首度超過 a-Si，達 60%。根據紐約時報報導，歐盟正考慮修改有害物質法規，將禁用範圍擴大到所有電子產品，薄膜太陽電池的原料—鎘，亦在禁用之列。歐盟一旦修法通過，將使 CdTe 薄膜太陽電池的發展及其業界龍頭 First Solar 遭受衝擊。反觀 CIGS 薄膜太陽電池因具備實驗室小試片有效率最高(20%)的優勢，加上多樣創新技術投入，假以時日透過學習曲線，有可能會後來居上，成為次世代太陽電池中最高速成長的產品。

CIGS 雖具有高度潛力，但截至目前商業化量產的產能不大且均屬真空製程，其中包括德國的 Würth Solar（共蒸鍍，30 MW/y）及 Q-cell/Solibro（共蒸鍍，30 MW/y）公司；美國的 Global Solar（共蒸鍍，不銹鋼箔，45 MW/y）及 Solyndra（共蒸鍍，150 MW/y）公司；日本的 Showa Shell（濺鍍 + H<sub>2</sub>Se + H<sub>2</sub>S 高溫硒化，30 MW/y）及 Honda（濺鍍 + H<sub>2</sub>Se 高溫硒化，27.5 MW/y）公司等。CIGS 產業化面臨的最大問題在於大面積的均勻性，以共蒸鍍製程而言，受限於線性蒸鍍源的問題，大面積均勻性仍有待改善。濺鍍後之硒化製程目前較成熟技術為以 H<sub>2</sub>Se 氣體的高溫硒化，但缺點為製程時間長且使用毒性氣體。近年來德國廠商雖然開發以 RTP (Rapid Temperature Program) 為主的硒化技術，希望能解決此問題，目前小面積雖已經過驗證，但大面積 RTP 硒化技術仍在測試中。

另外以非真空加 Roll to Roll 的可撻式製程是未來 CIGS 技術的重要趨勢。美國 Nanosolar 在 2009 年 9 月的白皮書發表以 Roll to Roll 塗佈 CIGS 漿料製程做的小面積電池元件效率可達 16.34%；SoloPower 也在今年宣布採 Roll to Roll 的電鍍製程所做的 GIGS 模組(10720 cm<sup>2</sup>)效率可達 10%。不過是否能順利量產，都仍有待觀察。

展望未來，CIGS 的產業仍會蓬勃發展。日本昭和殼牌於 2009 年 7 月宣布將投資近一千億日圓興建年產 1 GW 的 CIGS 太陽電池廠，預定 2011 年完工。而國外已投入建置量產設備但產品尚未大量問世的公司包括：德國 Johanna Solar（濺鍍 + H<sub>2</sub>Se + H<sub>2</sub>S 高溫硒化）、Avanic（濺鍍 + RTP 硒化 + H<sub>2</sub>S 硫化）、Odersun（電鍍 + 硫化，銅箔）；美國 Miasole（濺鍍 + 硒化，不銹鋼箔）、Daystar（濺鍍 + 硒化，不銹鋼箔）、SoloPower（電鍍 + 硒化，不銹鋼箔）、Ascent Solar（共蒸鍍，PI）、Heliovolt (Field Assisted Simultaneous Synthesis and Transfer; FASST)、Nanosolar（塗佈 + RTP 硒化，鋁合金箔）。在台灣也有新能光電、太陽海及正峰機械等公司積極投入，未來 CIGS 的產業發展值得拭目以待。

CIGS 量產技術尚未完全成熟，產業還在萌芽期，仍有待更多的研發工作投入。工研院在經濟部技術處的支持下，自 2008 年開始進行 CIGS 太陽電池技術的開發，相關的設備也已陸續建置完成，期待與國內業者共同努力，建構國內 CIGS 薄膜太陽電池產業。 