



## CIGS 太陽能電池的發展與未來

技術主編：翁榮洲

現職：工研院材化所功能設計與複材研究組副組長 / 先進電化學及防蝕研究室主任 / 正研究員  
學歷：國立清華大學材料科學與工程研究所博士  
專長：電化學、防蝕、材料保固

面對全世界不景氣的時代來臨，能源問題仍是大家所關心的議題，因此全球對於太陽能光電產業仍積極發展與佈局。太陽能電池的技術與種類繁多，依電池形態可分為目前已廣泛使用的晶圓型、正在發展中的次世代薄膜型及未來極具潛力的第三代有機型太陽能電池。若依使用材料則大致可分為矽材（如單晶、多晶、非晶等）、化合物半導體（如砷化鎵、銻化鎢、硒化銅銲鎵等）及有機材料等。各類太陽能電池都有其優缺點，其中硒化銅銲鎵（簡稱 CIGS）因具有高轉換效率潛力、穩定度佳、低材料成本、可製成薄膜、且在材料中不使用砷、鎢等污染環境及目前面臨材料短缺的矽材料等優點，而受到重視。

CIGS 化合物半導體為直接能隙材料，能吸收波長範圍較大的太陽光，且能調變自身組成以達到 P-N 介面，是公認作為太陽能電池主吸收層的最佳材料之一，目前已發表最佳的轉換效率為 19.9%。一般而言，CIGS 材料的轉換效率約在 12% 左右，而根據日本昭和殼牌的試作結果，利用 CIGS 材料所製作的太陽能發電電池，可以得到 13.5% 的模組轉換效率。由於 CIGS 的高光吸收率優勢，使 CIGS 吸收層的厚度在 1~2 $\mu\text{m}$  即可，以一般粗略估算在量產製造時，半導體材料費用只需要 0.03 美元 / 瓦，極有競爭優勢。

製作 CIGS 吸收層材料的方法很多，大致可分為真空與非真空製程，真空製程以共蒸鍍及濺鍍為主。非真空製程則以電鍍或合成各式化合物漿料，再以印刷塗佈方式於基材上。以真空製程製備 CIGS 薄膜發展較早，技術較成熟，所發表的轉換效率也較高，但由於製造成本或設備投資均較昂貴，因此目前許多公司導向非真空技術的開發，包括美國 ISET、Unisun、Nanosolar、瑞士 ETH 及日本 Yazaki 均積極開發印刷製程；德國 CIS Solar Production、IST、Odorsun、美國 Solo Power 及 Interface Research、日本 Yazaki、法國 CNRS（與阿托科技合作）、中國安泰科技（與德國 Odorsun 合作）等則積極開發電鍍製程，希望能降低製造成本。

雖然 CIGS 太陽能電池的學術研究已超過 30 年，各國也積極投入發展中，但目前尚無量產的產品與技術，其原因在於 CIGS 材料多元複雜，其製程參數變化大，量產不易，尤其是在非真空製程上仍有許多研究空間。工研院在經濟部科專的支持下，投入 CIGS 的研究，以可撓性、大面積、低耗能、低成本及環保製程為目標，建立關鍵性技術，期望能為工業界開發一個新的太陽能電池領域。☒