

# 國立勤益科技大學 巨亞機械股份公司

## 應用真空熔法開發製作 CIGS 薄膜 太陽電池用多元化化合物靶材

### 公司小檔案

- ★ 成立日期：民國 82 年 7 月 1 日
- ★ 負責人：陳玉華
- ★ 資本額：新台幣 22,500,000 元
- ★ 員工人數：26 人
- ★ 經營理念：

巨亞一直秉持著以創新及提供客戶優良的產品與服務為經營理念，針對客戶需求的產品做設計及提供其最滿意的服務，公司本著永續經營的理念以穩健踏實的脚步經營，且每年均投入約營業額 5~6% 的經費於研發上，期能在穩定中求發展，拓展更多的經營層面，創造更好的商機及利潤，並且以人才養成作為公司最重要的核心價值，不斷作技術提昇，以因應未來市場之競爭。



### 計畫緣起

進行銅銦鎵硒 CIGS ( $\text{Cu}(\text{InGa})\text{Se}_2$ ) 薄膜型太陽電池靶材開發案，有其四大理由，第一是太陽電池產業正以快速成長，預估在未來 30 年內，太陽電池年產量都會以大於 30% 成長，目前是切入太陽電池產業之絕佳時機；第二、太陽電池必須與傳統電力作競爭，所以降低成本 (Cost Down) 是一個非常重要的關鍵，即成本需低於美金 USD1.5 元/Wp，甚至低於美金 USD1.0 元/Wp，就符合市場機制可大量取代傳統電力，而目前的太陽電池市場主要產品結晶矽基 (Crystalline Si-based)，其原料單晶/多晶 (Single/Polycrystal) 結晶矽除了產量有限不易取得而且製價高昂，所以結晶矽基太陽電池之終極成本非常難低於美金 USD1.0 元/Wp 之能力；第三、薄膜型太陽電池材料有非晶矽 (a-Si)、非晶矽/微晶矽 (a-Si/uc-Si)、碲化鎘 (CdTe) 和銅銦鎵硒 (CIGS)，其中非晶矽薄膜型太陽電池有壽命 (Life Time) 不長、效率退化 (Degradation) 及能源轉換效率 (Energy Conversion Efficiency) 不佳之問題；非晶矽/微晶矽薄膜之生產速度很慢，量產性仍須提升；碲化鎘薄膜型太陽電池之模組 (Module) 能源轉換效率都小於 10% 及重金屬鎘之問題；銅銦鎵硒 CIGS 薄膜型太陽電池之模組能源轉換效率可高於 13%，而且壽命可達 30 年，所以銅銦鎵硒 CIGS 薄膜型太陽電池為建廠之最佳選擇；第四、結合的研發團隊在銅銦鎵硒 (CIGS) 薄膜型太陽電池方面有多篇專業論文及技術報告，尤其在碲化法製造銅銦鎵硒 (CIGS) 薄膜之技術已經成熟，可以直接應用在銅銦鎵硒 CIGS 薄膜型太陽電池之量產所需靶材開發。

銅銦鎵硒 (CIGS) 薄膜型太陽電池尚未有成熟的標準製程，所以目前是切入的絕佳時機，因為還有機會在製程技術上做全球的佈局，提升全球的競爭力；我們還要強調的是：研發團隊和巨亞公司的經營對本案具有非常強烈的企圖心和執行能力。

### 新產品簡介

以  $\text{CuInGaSe}_2$  (CIGS) 為主吸收層材料之薄膜太陽能電池深具發展潛力，直至今日，其能量轉換效率已高達 19.5%。在薄膜太陽能電池的元件結構中，以碲化銅銦鎵 (主吸收層) 為薄膜太陽能電池主要研究重點，其膜層均勻性及厚度都會影響到轉換效率。本計畫將開發低成本、製程穩定、簡便、高品質與高沉積速率之真空熔煉爐熔煉之薄膜太陽能電池化合物靶材，並評估鍍著條件對  $\text{Cu}_x\text{Ga}_{1-x}$ 、 $\text{CuInGa}$  化合物靶材成分、光電性質、及結晶結構之影響。使製作太陽能薄膜電池的所需能量遠小於電池總生產能量，且簡便的製程易於監控使穩定性提高；有鑑於此，本計畫首先將開發  $\text{Cu}_x\text{Ga}_{1-x}$  靶材，希望能藉由控制靶材相態與成分比例，而間接控制薄膜相態與其成分比例；第二階段已第一階段就結果來製作單一  $\text{CuInGa}$  靶材，來取代多層堆疊前驅物薄膜，進而縮減前驅物製程步驟與時間，已達製程上精進，完成碲化前 CIGS 吸收層之前驅物製作，並與濺鍍後薄膜作比對分析，來完成  $\text{CuInGaSe}_2$  薄膜太陽能電池吸收層前趨物靶材開發。

### ❖ 計畫創新重點

1. 目前文獻中研究製作 CuInGa (CIG) 太陽能吸收層薄膜的方式，大多採用 co-evaporation 或者是 molecular beam epitaxy，但是這兩種製程方式各有缺點，例如使用 co-evaporation 方式，其最大的缺點為大面積的能量轉換效率太低，這是因為 co-evaporation 利用三種材料進行共同蒸鍍沉積，並配合真空退火方式製作 Cu (In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>) 吸收層，但是蒸鍍方式易造成膜層厚度與成分之均勻度不足，因此製作大面積太陽能電池時，膜層均勻性的問題使得能量轉換效率偏低。另一方面，使用 molecular beam epitaxy 方式，可得到高品質高轉換效率之太陽能薄膜電池，但是使用 molecular beam epitaxy 製程方式，其設備費用昂貴及沉積速率過低，所以此方式不適用於大量生產。
2. 利用濺射系統以單支或雙支電子槍即可完成整個薄膜濺鍍製程，是唯一新開發之技術，所以其成本較一般濺射系統生產低廉，特別適合中小型企業之發展，同時，此製程方式為製作大面積化 CIGS 薄膜太陽能電池其一種可行方式，極具發展重要性與產業價值，針對此製程方式發展屬於本國 CIGS 薄膜太陽能電池製程專利，作為推廣世界各國重要利器。

### ❖ 產學研各界之技術移轉及合作效益說明

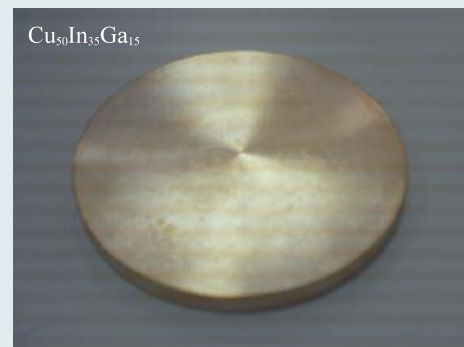
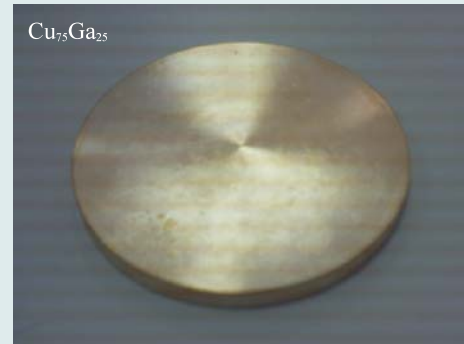
本計畫重點工作主要在藉由濺鍍最佳化前趨物薄膜來製作高品質吸收層薄膜，建立製作高品質吸收層之具標準化前趨物靶材成分設計及固態蒸氣硒化製程開發：因靶材為濺鍍系統主要核心，計畫中所使用靶材將由國外及國內廠商巨亞公司提供，進行在相同製程參數下比較兩者之間差異性，期以由本計畫執行下驗證下，落實國內靶材自有技術深耕，不受於國外大廠限制，可供應並帶動國內之相關製程技術研究，在學術研究與產業發展得到極大效益。

### ❖ 新聘人力與效益

1. 參與之研發人員將獲得薄膜工程、真空技術等基本理論以及 CIGS 薄膜式太陽能電池元件中各層的材料、結構特性之基礎訓練，並透過材料之設計、選用與製備中學習實務經驗。
2. 藉由吸收層薄膜特性的探討，可以了解 PVD 沉積機制、沉積參數對薄膜特性的影響、硒化製程的設計理論。
3. 實際製作 CIGS 薄膜式太陽能電池元件之吸收層與應用至產業界之可行性評估。
4. 對於環保意識及綠色能源的使用將有開發式的啟發。
5. 新進員工因計劃執行下，自我提升本職學能。

### ❖ 研發成果及衍生效益

此產學聯合研發計畫將增加合作業者產值 10,000 千元 (括號說明計算公式)，產出新產品共 2 項，發明專利共 1 件。



預估產值：

480pcs/年

CuGa：240pcs/年 240pcs × 16,000 = 3,840,000

CuInGa：240pcs/年 240pcs × 30,000 = 7,200,000

CuGa + CuInGa = 11,040,000 NTD

### ❖ 專案執行重要心得

國際間幾個先進國家都深信 CIGS 是未來極具發展潛力的太陽能電池，近幾年各國研究單位也無不積極於 CIGS 相關技術的開發，但由於目前 CIGS 元件的表現相較於理論效率 (>25%) 仍有極大的發展空間，現階段切入 CIGS 產業的準備與研究工作正是時候，而透過這些技術的研發，將對國內太陽電池產業作相當大的貢獻，我們也計畫未來將結合國內製程設備產業、自動化產業、玻璃產業、金屬產業、材料產業、化工產業及相關產業，從最基礎著手，使其在國內生根；由於銅銦鎵硒 (CIGS) 薄膜型太陽能電池尚未有成熟的標準製程，所以目前是切入的絕佳時機，因為還有機會在靶材製程技術上做全球的佈局，提升全球的競爭力。