

黃銅礦結構薄膜太陽電池之光吸收層製備及特性分析

Preparation and Characterization of the Chalcopyrite Structure Used in the Absorber Layer of Thin-Film Solar Cells

國立台灣大學 化學工程學系 博士班 四年級 陳富珊

指導教授：呂宗昕教授



研究重點

1. 含有硒元素之先驅物漿料以 doctor blade 法製備 $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ 薄膜，避免使用有毒之 H_2Se 或 Se 蒸氣，並成功於 350°C 低溫下製備 $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ 薄膜。
2. 以新穎化學還原法製備合金先驅物和具有硒元素之硒化物，利用本方法可以減少傳統氧化物需再還原步驟，後者則可不需使用 H_2Se 或 Se 蒸氣即可成功製備緻密之 $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ 薄膜，且薄膜中離子分佈均勻，可以有效提升其電池效率。
3. 探討 seeding layers 對於元件特性的影響，藉由調控不同 seeding layers 之薄膜製備緻密 $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ 光吸收層，藉由 seeding layers 的調整，有效提升元件效率。

研究成果

- > 傳統非真空漿料塗佈法是以氧化物作為先驅物，但須經還原過程排除氧，整個步驟流程繁雜，於此研究中發展出一套新穎技術，利用化學還原法製備具硒元素之硒化合物先驅物，其粒徑約為 $50\text{-}100\text{ nm}$ ，並進一步將其奈米粉體製作漿料以塗佈先驅物薄膜。因其先驅物具有硒元素，於煅燒過程不需通入 H_2Se 和 Se 蒸氣等有毒氣體，並於 550°C 之還原氣氛下進行燒結即可製備出高緻密性且平整之 $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ 薄膜，有效簡化製程和提升電池元件電性。
- > 於研究亦有效利用水熱法高壓低溫之反應優點，並避免使用對環境有害之 ethylenediamine 之有機溶劑成功於低溫條件 (180°C) 製備黃銅礦之 CuInSe_2 粉體。於研究中藉由改變穩定劑 (triethanolamine, TEA) 之濃度有效調控粉體型態、晶相和粒徑大小。並將所得之粉體配置成漿料，並藉由助溶劑之添加可以製備出高緻密性之 CuInSe_2 薄膜。
- > 此研究有效解決傳統非真空法製備 AgInSe_2 粉體之高溫 (800°C) 長時間之缺點。利用以 sol-gel 法所得之先驅粉體經硒化程序成功於低溫 (450°C) 下製備出黃銅礦之 AgInSe_2 粉體。於實驗中藉由銦離子濃度的調控可以有效製備出單相之 AgInSe_2 粉體。並藉由觀察硒化時間和溫度對生長相之影響，成功歸納出 AgInSe_2 之生長機制為二步過程， A_2Se 先於第一步生長再促成 AgInSe_2 之生長。
- > 此研究有效簡化傳統非真空法以氧化物製備黃銅礦粉體之繁雜步驟，並於常溫常壓下即可得到先驅粉體利用簡易之化學還原法製備粒徑約為 $40\text{-}60\text{ nm}$ 之 Cu-In 先驅粉體，將所得之先驅粉體配置成漿料，並於可於 450°C 下進行硒化即可製備出高緻密性之黃銅礦 CuInSe_2 薄膜。此新穎之研究技術簡易又快速，可以有效應用於太陽電池之光吸收層之製備。

研究生活及心得

在這實驗室做研究已經第五年了，碩士一年和博班第四年，我的研究主題一開始為螢光粉體，於博二正式投入 CIGS 太陽電池研究領域，在碩士到博士期間，實驗技巧方面學會了固相法、sol-gel 法、溶膠法、水熱法、微波水熱法、蒸氣水熱法、沉澱法以及電池元件製備，分析技巧學會了掃描分析 (Rietveld)、掃描顯微分析、熱分析、光學分析等等，並歸納多條公式，將這些武器歸納使用，不同的製備技巧配合不同分析方法。於博博研究生活中，我的指導教授呂宗昕老師除了在研究方向上給予實質建議，亦給予充足的資源讓我們放手去做，因為有老師的指導，幫我往後打下了紮實的基础，也讓我博士期間能夠更有效率的完成其他實驗。最後感謝所有幫助和陪伴過我的家人和親友們，有你們的支持，我的研究生涯才能到這一步。