

水溶液中 Cu-In 合金ナノ粒子合成法の開発と 化合物太陽電池塗布形成への応用

Synthesis of Cu-In alloy nanoparticles by using chemical reduction method in aqueous solution and its application for CIS (CuInSe₂) solar cell

東北大学大学院[○]藤木洋成,横山俊,高橋英志,田路和幸

Tohoku Univ., [○]Hironari Fujiki, Shun Yokoyama, Hideyuki Takahashi, Kazuyuki Tohji

E-mail: hideyuki@mail.kankyo.tohoku.ac.jp

1. 背景

化合物系の太陽電池、特に CuInSe₂(以下、CIS と表記)系太陽電池、は変換効率が高く、大面積モジュールの長期安定性が実証されたことなどから Si 系太陽電池の代替候補として注目されている。

このような材料を合成する手法は気相合成法と液相合成法に大別できるが、現在、CIS 太陽電池は前者で製造されている。気相合成法とは、真空中にて、金属を昇華させ基盤上に直接蒸着させる手法である。しかし、気相合成法では、高エネルギー消費、資源ロス、低い再現性、等の問題が指摘されている。即ち、CIS 太陽電池を大規模に普及させるためには安価で簡便な CIS 合金作製方法が必要と考えられる。

一方、液相合成法は、簡便な装置を用いて、常温大気圧下で、溶液中の錯体を還元剤により還元することにより粒子を作製する方法である。しかし、還元電位の相違などの問題から、水溶液から均質な合金粒子を作製することは非常に困難であった。そこで高橋らは溶液内の金属錯体種を単一種に制御することにより還元電位を制御する手法を開発し、均質で単相な合金ナノ粒子を合成可能であることを報告した^[1]。本手法を応用することで、均質な CIS 系合金ナノ粒子を合成することも可能だと考えられる。しかしながら、これまで三元系の合金形成は成されていない。

そこで本研究では、水溶液中に存在する各金属錯体種を単一化し、金属 - 配位子間の結合強度を制御することで還元速度を一致させ、これまで誰も成し得ていない3元系の CIS 合金ナノ粒子を水溶液中で合成する手法を開発することを目的とした。

2. 実験手順

錯体濃度計算を行い、金属錯体が単一となる条件を予測した。サイクリック・ボルタンメトリーを用いて、Cu 錯体及び In 錯体の還元電位を測定し、生成物質を XRD により確認した。Cu-In 合金ナノ粒子は、NaBH₄を還元剤として用い合成した。

3. 結果・考察

図 1 に錯生成定数と金属錯体の還元電位の相関図を示す。図 1 に示す通り、錯生成定数と還元電位に直線関係があり、Cu 錯体及び In 錯体の還元電位を一致させるためにアスパラギン酸を用いる必要があると判明した。

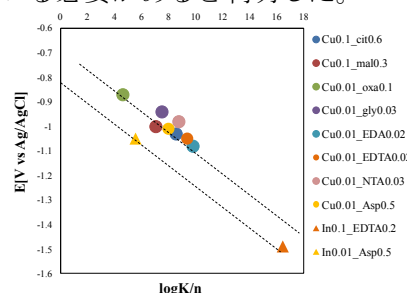


図 1. Cu 錯体及び In 錯体の還元電位の相関図

図 2 に錯化剤としてアスパラギン酸用い合成した粒子の XRD 結果を示す。図 2 に示す通り、Cu-In 合金のピークが観測された。

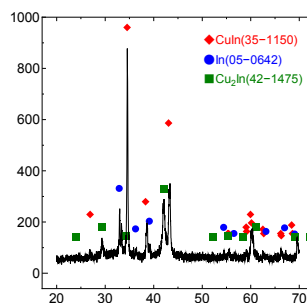


図 2. アスパラギン酸用い合成した粒子の XRD 結果

4. 結論

還元電位と錯生成定数が直線関係に成ることを明らかにした。アスパラギン酸および NaBH₄を用いることで、CuIn 合金を合成することが可能であると明らかになった。

謝辞

本研究は科学研究費補助金挑戦的萌芽研究(N0.25550085)により行われた。

参考文献

[1] H. Takahashi, et.al, Applied Catalysis A: General 392, 80-85 (2011)