

Cu-poor 層を有する Cu(In,Ga)Se₂ 太陽電池における Cd 及び Zn 拡散効果の実験的検証

Experimental Investigation of Cd- and Zn-diffusion Effect for Cu(In,Ga)Se₂ Solar Cells with Cu-poor Layer

東工大工学院¹, 東工大院理工²

○(M1) 杉浦 大樹¹, (D) 西村 昂人², (M2) 土岐 爽真², 中田 和吉¹, 山田 明¹

Dept. of Electrical and Electronics Eng., Tokyo Tech.¹, Dept. of Physical Electronics, Tokyo Tech.²

°Hiroki Sugiura¹, Takahito Nishimura², Soma Toki², Kazuyoshi Nakada¹, Akira Yamada¹

E-mail: sugiura.h.ac@m.titech.ac.jp

【研究背景】Cu(In,Ga)Se₂(CIGS)太陽電池の変換効率向上の制限要因の一つとして、CIGS/n 型バッファ層界面におけるキャリア再結合が挙げられる。本研究グループでは低Cu組成(Cu-poor)層を CIGS/n 型バッファ層界面に形成することにより、(i)CIGS と Cu-poor 層の間の価電子帯頂上の不連続 ΔE_v 形成による正孔の追い返し効果、(ii)n 型バッファ層溶液成長中のドナー性元素の拡散による最表面高ドナー濃度化に付随するバンドベンディング強化の効果により、界面再結合の抑制が可能であることを理論解析より見出した。今回、(ii)Cu-poor 層を有する CIGS における Zn 拡散によるバンドベンディング効果に着目、検証を行ったので報告する。

【実験方法】本研究では、Al/B:ZnO/i-ZnO/ZnS/CIGS/Mo/SLG 構造を有する CIGS 太陽電池について評価を行った。CIGS 薄膜は、本研究グループにおいて開発した、CIGS 最表面において Cu 欠損状態を形成する「三段階法」を改良した手法^[1]により作製した。アンモニア水により表面酸化膜を除去後、Zn 拡散による効果を検証する為、0.46 mol/L, 75 °C 条件下で ZnSO₄ 処理を施した。バッファ層には ZnS を用いた。

【結果と考察】Fig. 1 に、ZnSO₄ 処理 0, 5, 10 分施した場合における CIGS 太陽電池の変換効率

と 200 °C 大気アニールの関係を示す。この結果、ZnSO₄ 処理時間、アニール時間の増加に伴うムラの抑制、変換効率の向上を確認した。これは、拡散速度の速い Cd の場合、深い位置まで Cd が拡散する一方、Zn の場合、浅い位置での均一な拡散、また、高い制御性能を示す結果である。本研究成果は、最表面 Cu-poor 層内の高ドナー濃度化の実現を示唆する。当日は、CdS と ZnS の比較、及び Cu-poor 層の影響について更に詳細な議論を行う。

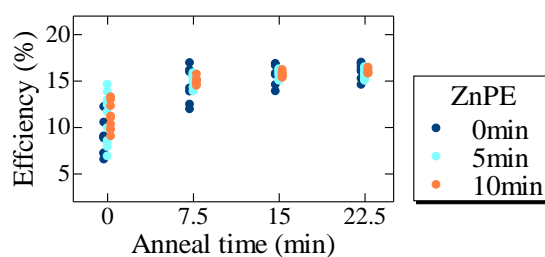


Fig. 1. Dependence of efficiency on air annealing time for CIGS solar cells with ZnSO₄ treatment of 0, 5, and 10 min (blue, orange, light blue, respectively).

【謝辞】本研究は独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の支援により実施されたものであり、関係者各位に感謝する。
[1] T. Nishimura *et al.* Appl. Phys. Express 9, 092301 (2016).