

Cu₂ZnSnSe₄ 太陽電池における Na 添加効果

Na incorporation effect for Cu₂ZnSnSe₄ solar cells

○反保衆志、金江玖、金信浩、柴田肇、仁木栄、産総研 太陽光発電研究センター

○Hitoshi Tampo, Kang Min Kim, Shinho Kim, Hajime Shibata, Shigeru Niki, AIST

E-mail: tampo-21@aist.go.jp

【はじめに】Cu(In,Ga)Se₂ 太陽電池においては、Na、K 等のアルカリ金属の添加により変換効率が大幅に向上することが知られており、その効果について多くの研究がなされている。一方、類似化合物である Cu₂ZnSnSe₄ (CZTSe) 等のケステライト材料においても同様な効果が期待されるが、アルカリ金属の添加効果についての系統的な研究は少ない。そこで、本研究では、CZTSe に Na を NaF 化合物により添加し、NaF 供給量と太陽電池特性との関係、およびその時の電気特定及び光学特性について系統的な調査を行った。

【実験方法】CZTSe 薄膜は、多元同時蒸着法により製膜を行い、製膜後に NaF を蒸着法により形成し、さらに Se および SnSe 雰囲気下での熱処理を行った。(本研究では、NaF の供給は CZTSe 製膜後のみ) 多元同時蒸着法では、Cu、Zn、Sn、Se 原料を用いて基板温度 340℃にて製膜を行い、組成は Cu/Zn+Sn~0.8、Zn/Sn~1.5 に原料供給量を調整することにより制御した。また、熱処理は石英管状炉を用い、窒素雰囲気下で固体 Se および固体 SnSe₂ を加熱することにより原料として供給し行った。太陽電池としては、一般的な CIGS 太陽電池で用いられている構造、ZnO:Al/i-ZnO/CdS/CZTSe/Mo/SLG を利用した。

【結果】図 1 に、CZTSe 製膜後に NaF を添加した場合としない場合の電流-電圧特性を示す。(AR コートなし) 図に示す通り、NaF を添加したサンプルでは、変換効率が向上し、FF (0.541 から 0.625 へ) が最も変換向上に寄与することが分かった。(変換効率 η : 8.16%、V_{OC}: 0.389 V、J_{SC}: 33.52 mA/cm²、FF: 0.625) また、図 2 に示す通り NaF 添加による蛍光寿命が大幅に増加し (τ_2 が 1.5 から 7 nsec へ)、ホール濃度の減少が確認された。詳細は当日報告する。

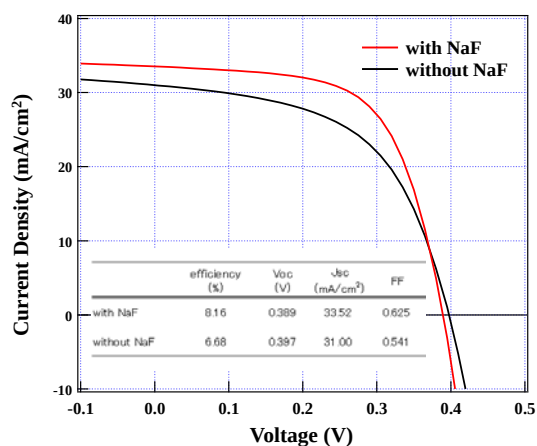


Fig.1 J-V curve for CZTSe solar cells w/ and w/o NaF

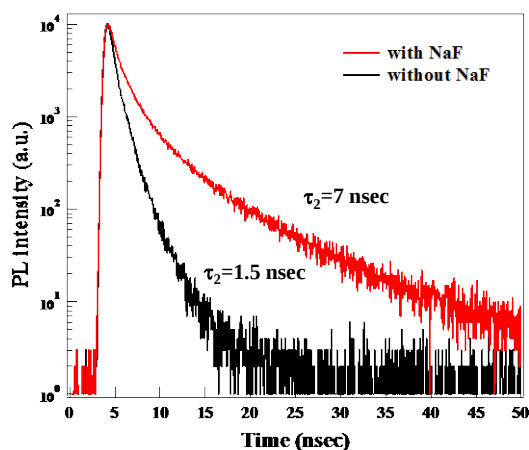


Fig.2 Time resolved PL decay curve w/ and w/o NaF