

CIGS 太陽電池の表面と粒界のアルカリ金属効果

The Effects of Alkali Metals on Surfaces and Grain Boundaries in CIGS Solar Cells

産総研太陽光¹, 産総研電池技術² °石塚 尚吾¹, 田口 昇², 田中 真悟²

AIST RCPV¹, AIST RIECEN², °Shogo Ishizuka¹, Noboru Taguchi², Shingo Tanaka²

E-mail: shogo-ishizuka@aist.go.jp

アルカリ金属添加による Cu(In,Ga)Se₂ (CIGS) 太陽電池の性能向上メカニズム解明は、この分野において長年の研究課題である。

近年、カリウム (K) を皮切りに、ルビジウム (Rb) やセシウム (Cs) の添加によって CIGS 太陽電池の変換効率が更新されている[1-3]。現在、Na や K の効果については比較的多くの報告例が参照可能だが、Rb や Cs の効果に関する報告はまだ比較的少ない[2-4]。そこで、我々は Rb 添加効果について検証してきた。フッ化ルビジウム (RbF) のポストデポジショントリートメント (PDT) によって CIGS 薄膜表面に特異な構造が観察されるほか、Rb は膜中の粒界、および粒内の転移欠陥に分布し、太陽電池性能が向上することを報告している[5]。

一方で、我々は三段階法[6]CIGS 製膜時の第三段階でシリコン (Si) を添加した CIGS 薄膜を光吸収層に用い、バッファフリー構造 CIGS 太陽電池の高性能化に成功している[7a-c]。この手法により Si 添加した CIGS 薄膜では、Si を添加していない CIGS 薄膜と比較して膜中の K 濃度の増加 (Na や K はソーダライムガラス基板から拡散) が見られることなどを確認している[7a]。

CIGS 太陽電池では、CIGS 表面 (バッファ層との界面) と CIGS 膜中における事象を区別して論ずることが困難な場合が多い。しかし、ここではあえて表面と膜中 (粒界界面の効果を含む) を区別し、特に膜中のアルカリ金属効果に

ついて議論する。

CIGS 太陽電池の電子線誘起電流 (EBIC) 像では結晶粒界にしばしば強い信号強度が観察される (図 1)。このような EBIC 像は PDT のほか、Si 添加によっても顕著に見られ[7a]、膜中の粒界が電子正孔対生成やキャリア輸送パスとして機能している可能性が示唆される。当日はデバイス特性とも合わせて、界面と膜中の再結合割合変化などについても議論する。

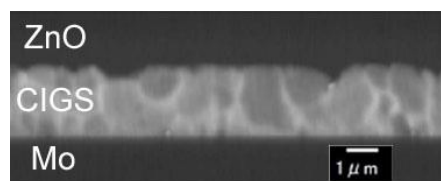


図 1. RbF-PDT CIGS 太陽電池 (バッファフリー構造) の EBIC 像

本研究は科研費 16K04969 および産総研エネルギー・環境領域イノベーション予算により実施された。

- [1] A. Chirilă, et al., Nat. Mater. **12**, 1107 (2013).
- [2] P. Jackson, et al., Phys. Stat. Sol. RRL **10**, 583 (2016).
- [3] Y. Hirai, et al., WCPEC-7, 2018.
- [4] P. Schöppe, et al., Nano Energy **42**, 307 (2017).
- [5] S. Ishizuka, et al., J. Phys. Chem. C. **122**, 3809 (2018).
- [6] A. M. Gabor, et al., Appl. Phys. Lett. **65**, 198 (1994).
- [7] a) S. Ishizuka, et al., ACS Appl. Mater. Interfaces **9**, 31119 (2017). b) Adv. Energy Mater. **8**, 1702391 (2018), c) Appl. Phys. Express **11**, 075502 (2018).