

カルコパイライト太陽電池のアルカリ金属効果

Effects of Alkali Metals on Chalcopyrite 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、金 信浩¹、西永 慈郎¹、

上川 由紀子¹、永井 武彦¹、反保 衆志¹、柴田 肇¹

AIST RCPV¹, AIST RIECEN² °Shogo Ishizuka¹, Noboru Taguchi², Shinho Kim¹, Jiro Nishinaga¹,

Yukiko Kamikawa¹, Takehiko Nagai¹, Hitoshi Tampo¹, Hajime Shibata¹

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

Cu(In,Ga)Se₂ (CIGS) をはじめとするカルコパイライト太陽電池のアルカリ金属添加による性能向上効果は広く知られているが、そのメカニズム解明は長年の課題である。

当初はナトリウム効果とも呼ばれ、アルカリ金属の中でも特に Na が大きな効果をもたらすと考えられてきたが[1,2]、カリウム (K) 単体の添加でも十分に大きな効果が得られることなどがわかり[3]、アルカリ金属種類ごとの効果とそのメカニズムの違いに大きな関心が集まっている。

アルカリ金属添加手法については近年、KF や RbF、CsF などのアルカリハライドを CIGS 薄膜表面に照射するポストデポジショントリートメント (PDT) が主流となっている[4,5]。KF-PDT や RbF-PDT では CIGS 薄膜表面モホロジ変化が観察され、KInSe₂ や RbInSe₂ などのアルカリ化合物層の形成とそれに関連した表面改質が示唆される[6]。また CIGS/バッファ層界面再結合の抑制が期待されることから[7]、表面 (界面) 改質がアルカリ金属効果の一因を担っている可能性が考えられる。一方、Na-PDT や Cs-PDT では目立った表面モホロジ変化は観察されず[8,9]、しかしそれでも太陽電池デバイスの性能向上が見られることから、CIGS 薄膜バルク特性の改善効果が考えられる。

カルコパイライト以外にも、Cu₂(Zn,Sn)Se₄[10]や Cu₂O[11,12]などを光吸収層に用いた太陽電池でアルカリ金属添加によるデバイス性能向上が確認されており、効果の

メカニズムとして Cu 空孔欠陥との関連性も示唆される。今後、電子顕微鏡観察[6]やアトムプローブトモグラフィー[13]など様々な評価技術により得られたアルカリ金属の局所情報を手掛かりにメカニズム解明が期待される。

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、ならびに NEDO の支援を受けて実施された。

- [1] J. Hedström, et al., Proc. 23rd IEEE PVSC (1993) p. 364.
- [2] M. A. Contreras, et al., Proc. 26th IEEE PVSC (1997) p. 359.
- [3] F. Pianezzi, et al., Phys. Chem. Chem. Phys. **16**, 8843 (2014).
- [4] D. Rudmann, et al., Appl. Phys. Lett. **84**, 1129 (2004).
- [5] A. Chirilă, et al., Nat. Mater. **12**, 1107 (2013).
- [6] N. Taguchi, et al., Appl. Phys. Lett. **113**, 113903 (2018).
- [7] T. Kato, et al., IEEE J. Photovolt. **7**, 1773 (2017).
- [8] P. Reinhard, et al., Chem. Mater. **27**, 5755 (2015).
- [9] S. Kim, et al., Phys. Status Solidi RRL doi.org/10.1002/pssr.201800372.
- [10] 反保衆志, AIST 太陽光発電研究成果報告会 2018.
- [11] T. Minami, et al., Appl. Phys. Lett. **105**, 212104 (2014).
- [12] T. Minami, et al., Appl. Phys. Express **8**, 022301 (2015).
- [13] M. Raghuwanshi, et al., Prog. Photovolt. **25**, 367 (2017).