

# CIGS太陽電池のアルカリ不純物効果と制御技術

石塚尚吾<sup>1</sup>・西永慈郎<sup>1</sup>・上川由紀子<sup>1</sup>・金信浩<sup>1</sup>・田口昇<sup>2</sup>  
 産業技術総合研究所 <sup>1</sup>太陽光発電研究センター 化合物薄膜チーム  
<sup>2</sup>電池技術研究部門 ナノ材料科学研究グループ

## 研究の目的

**Na**や**K**などのアルカリ金属添加によって太陽電池の性能が向上する、いわゆる「**アルカリ金属効果**」は、CIGS太陽電池において1990年代頃から知られていた

**最近**では、CIGSに限らずCu<sub>2</sub>Oや、Cu<sub>2</sub>ZnSnSe<sub>4</sub>、さらには**ペロブスカイト太陽電池**においても性能向上効果が報告されている

**Si**やGaAsでは**半導体キラ**、CIGSでは**不可欠**  
 ⇒ どのようなメカニズムでCIGS太陽電池の性能向上に貢献しているのか、制御方法と合わせてそのメカニズムに迫る

## 実験

**CIGS光吸収層**: 三段階法蒸着製膜(膜厚約2 μm)  
**アルカリ不純物の添加**: 1. PDT(Postdeposition treatment)と  
 2. 基板拡散法を併用し効果を検証

### 1. PDT法

RbF, CsFなど



### 2. 基板拡散法

製膜中に拡散



アルカリ不純物**添加のタイミング**や、**アルカリ金属種類ごとの効果の違い**、**準安定アクセプタ形成への影響**を検証

**Na, K, Rb, Cs**の効果に注目し比較検証を行った

## 結果および考察

本ポスターの図表等のほとんどは著者が作成したのですが、すでにACS(米国化学会)やAIP(米国物理学協会)などが発行する論文誌に著作権が移管されております。詳細は当日掲示のポスターおよび下記参考文献をご参照下さい。



超軽量・高性能フレキシブルCIGS太陽電池  
 には**アルカリ不純物制御が不可欠**

## 結論

**Na**や**K**、**Rb**、**Cs**など、アルカリ金属種類によらず太陽電池性能は向上するが、PDT添加によるCIGS表面モロジ変化はアルカリ金属の種類によって異なる傾向が観察された

**Cs**では、今のところ**K**や**Rb**で観察されている**RbInSe<sub>2</sub>**のような界面異相層の形成は観察されていない

**アルカリ不純物効果**のメカニズム解明は長期的な研究テーマ  
 ⇒ 基礎研究課題でありながら、多元系材料・デバイス性能に直結する重要な実用研究課題

## 参考文献

**Rb, Cs等の効果、アルカリ制御、準安定アクセプタ形成に関するもの**

- S. Ishizuka *et al.*, J. Phys. Chem. C **123**, 17757 (2019).
- S. Ishizuka *et al.*, J. Phys. Chem. C **122**, 3809 (2018).
- S. Ishizuka *et al.*, Appl. Phys. Lett. **113**, 063901 (2018).
- S. Ishizuka *et al.*, Appl. Phys. Express **11**, 075502 (2018).
- S. Ishizuka *et al.*, Adv. Energy Mater. **8**, 1702391 (2018).
- S. Ishizuka *et al.*, ACS Appl. Mater. Interfaces **9**, 31119 (2017).
- J. Nishinaga *et al.*, Appl. Phys. Express **10**, 092301 (2017).

**特にp-n接合界面付近の異相構造形成に関するもの**

- N. Taguchi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **113**, 113903 (2018).