

# ペロブスカイト太陽電池におけるチタニア/ペロブスカイト界面修飾とデバイス特性変化

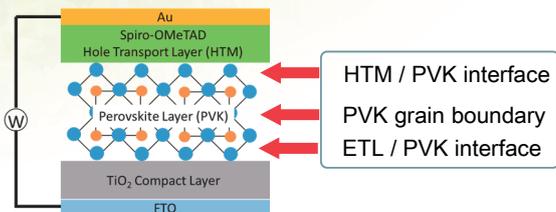
村上拓郎<sup>1</sup>, 船木 敬<sup>1</sup>, Ludmila Cojocar<sup>2</sup>, 宮寺哲彦<sup>1</sup>, Kazaoui Said<sup>1</sup>, 近松真之<sup>1</sup>, 瀬川浩司<sup>2,3</sup>

産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター 有機系薄膜チーム<sup>1</sup>

東京大学 先端科学技術研究センター<sup>2</sup>, 東京大学 大学院大学院総合文化研究科 広域科学専攻<sup>3</sup>

## 研究の目的

- ペロブスカイト太陽電池ではペロブスカイト(PVK)層で電荷分離して生じたエネルギーを可能な限り損失無く取り出すことが高効率化に向けて重要
- 各種界面におけるエネルギー移動効率を向上させることが重要



- チタニア/ペロブスカイト界面における非効率な電荷移動が知られている。1
- チタニア緻密層への四塩化チタン処理による高効率化が報告されている。2

- 四塩化チタン処理に伴うチタニア緻密層の物性と太陽電池特性との関係を明らかにして、最適な処理条件を探索する。

## 実験

チタニア緻密層、ペロブスカイト層、ホール輸送層の材料

Perovskite:  
PbCl<sub>2</sub> + 3 CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>I in DMF

Spiro-OMeTAD:  
SHT263 (Merck), LiTFSI, 4-tert-butylpyridine

Back Electrode:  
Au with vacuum evaporation

Compact TiO<sub>2</sub>:  
0.2M Ti-Acetylaceton,  
75% isopropanol solution (Stock)  
10% ethanol solution of the stock

Spray at 350°C and then sintered at 450°C

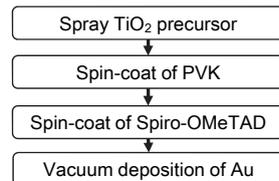


図1. 太陽電池の作製手順

## 結果と考察

\* 図2 ~ 3については発表当日のポスターをご覧ください。

表1. 各加熱温度において高効率を示した太陽電池特性

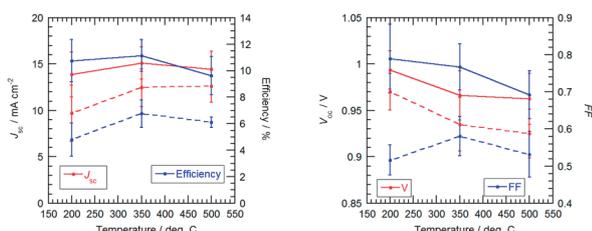


図4. 四塩化チタン処理後の加熱温度に伴う太陽電池特性の変化

Treatment	Bias direction	$J_{sc}$ / mA cm <sup>-2</sup>	$V_{oc}$ / V	FF	Efficiency / %
TiCl <sub>4</sub> + 500°C	Reverse	17.7	0.995	0.67	11.8
	Forward	15.8	0.934	0.45	6.6
TiCl <sub>4</sub> + 350°C	Reverse	17.8	0.987	0.75	13.1
	Forward	16.3	0.954	0.57	8.8
TiCl <sub>4</sub> + 200°C	Reverse	17.5	1.01	0.78	13.8
	Forward	14.4	0.983	0.49	6.9
500°C	Reverse	14.3	0.952	0.68	9.3
	Forward	11.9	0.863	0.42	4.3

- 四塩化チタン処理後の加熱温度に伴い短絡電流は向上し、開放電圧は低下する傾向が見られた。
- セル特性の変化は四塩化チタン処理にともなうチタニア表面の物性変化に伴うものと考えられ、加熱温度によっても制御が可能であると考えられる。

## 結論

- 処理後の加熱温度に伴うペロブスカイト太陽電池特性の変化が確認できた。
- 四塩化チタン処理、およびその後の加熱温度によりスプレーチタニア層の物性制御ができる。
- スプレーチタニア層に対して四塩化チタン処理をすることでチタニア/ペロブスカイト界面での再結合を抑制し、電荷移動の障害とならない最適条件を検討する予定である。

## 参考文献

- K. Wojciechowski, S.D. Tranks, A. Abate, G. Sadoughi, A. Sadhanala, N. Kopidakis, G. Rumbles, C. Li, R. H. Friend, A. K.-Y. Jen, H. J. Snaith, ACS Nano, 8, 12701-12709 (2014).
- L. Cojocar, S. Uchida, Y. Sanehira, J. Nakazaki, T. Kubo, H. Segawa, Chem. Lett. 44, 674-676 (2015).

## 謝辞

実験補助をしていただいた児玉弘美氏、知見 操氏に謝意を表す。本研究はNEDOの受託事業により行われた。