

メチルアンモニウム・ホルムアミジニウム塩表面処理による ペロブスカイト結晶の発電性能改善

Performance enhancement of perovskite solar cells

by formamidinium and methylammonium halide post-treatment

産総研 °古郷 敦史, 宮寺 哲彦, 近松 真之

AIST, °Atsushi Kogo, Tetsuhiko Miyadera, Masayuki Chikamatsu

E-mail: kogo.atsushi@aist.go.jp

有機・無機ペロブスカイト結晶は、溶液塗布により簡便に作製でき、最高で 25.2%の高いエネルギー変換効率(PCE)を示すことから、近年急速に注目を集めている。ペロブスカイト結晶は、前駆体溶液の塗布・乾燥工程で製膜されるため、反応物質である PbI_2 が残留してしまうことが課題とされている。我々は、ペロブスカイト結晶に MAI ($\text{MA} = \text{CH}_3\text{NH}_3$) 溶液を処理することで、層内の PbI_2 を除去し、太陽電池の性能を改善できることを見出した[1,2]。本研究では、MAI 以外に、MABr、MAcI、FAI ($\text{FA} = \text{CH}(\text{NH}_2)_2$) でペロブスカイトに処理することで、その発電特性の違いを比較検討した[3]。

FTO 基板表面に TiO_2 層を製膜した後、 $\text{Cs}_{0.05}(\text{FA}_{0.83}\text{MA}_{0.17})_{0.95}\text{Pb}(\text{I}_{0.83}\text{Br}_{0.17})_3$ ペロブスカイト膜を文献[4]に従って製膜し、MAI、MABr、MAcI、FAI を溶解した 2-プロパノールをスピコートし、 105°C でアニーリングした(MAI、MABr、MAcI、FAI 後処理)。正孔輸送層として spiro-OMeTAD をスピコートし、金を蒸着して太陽電池を作製した。

太陽電池の発電性能を比較したところ、後処理を行わなかったペロブスカイト結晶と比べて、FAI、MAI、MABr で処理したペロブスカイトの方が高い開放電圧(V_{oc})、曲線因子(FF)および PCE を示した(表 1)。これは、後処理によってペロブスカイト層内の PbI_2 が除去されたこと、さらに結晶表面のトラップが除去されたこと[2]によると考えられる。なかでも、FAI で処理したペロブスカイトは、吸収波長端が長波長にシフトしたため、光電流密度が増加し、最も高い PCE20.06%を示した(図 1)。

表 1 各種処理を行ったペロブスカイト太陽電池の発電性能

処理剤	J_{sc} / mA cm^{-2}	V_{oc} / V	FF	PCE / %
w/o treatment	21.86	1.123	0.780	19.15
MAI	21.71	1.144	0.802	19.92
MABr	21.24	1.143	0.798	19.39
MAcI	20.79	1.119	0.771	17.95
FAI	21.82	1.149	0.800	20.06

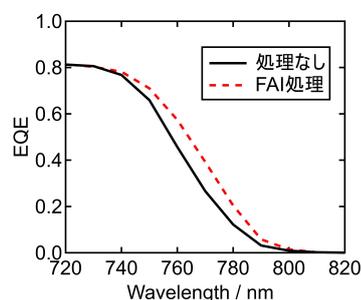


図 1 各種処理を行ったペロブスカイト太陽電池の短絡光電流生成の作用スペクトル

[1] A. Kogo, T. N. Murakami, M. Chikamatsu, *Chem. Lett.*, 2018, 47, 1399.

[2] A. Kogo, T. Miyadera, M. Chikamatsu, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 2019, 11, 38683.

[3] A. Kogo, M. Chikamatsu, *Chem. Commun.*, 2020, DOI: 10.1039/C9CC09002A.

[4] M. Saliba et al. *Energy Environ. Sci.*, 2016, 9, 1989.