$MAPbI_3$ 膜への CsI インターカレートの制御によるペロブスカイト太陽電池の高性能化と高耐久性化

Fabrication of High-Performance Perovskite Solar Cells with Controlled CsI Intercalation in $MAPbI_3$ Films

°王　良楽 [1],Md.Shahiduzzaman[3],辛川　誠 [1,2,3],高橋　光信 [2],中野　正浩 [2],
當摩　哲也 [1,2,3*] (1.金大院新,2.金大院自,3.NanoMaRi)
°L. Wang[1], Md. Shahiduzzaman[3], M. Karakawa[1, 2, 3], K. Takahashi[2], M. Nakano[2], T. Taima[1, 2, 3*]
(1. Graduate School of Frontier Science Initiative, Kanazawa Univ, 2. Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa Univ, 3. NanoMaRi)
*E-mail: taima@se.kanazawa-u.ac.jp

【緒言】現在、ペロブスカイト太陽電池(PSCs)は 25.2%と高い光電交換効率（PCE）が報告されており、材料コストが安いといった利点から、大きな注目を浴びている。現在のところ、高効率 PSCs はすべて化学式 ABX_3 の有機-無機ハイブリッドハロゲン化物ペロブスカイト材料が用いられている。さらに、塗布法で Cs^+を混ぜたペロブスカイト太陽電池が水による分解を抑制し、トラップ密度を下げ、キャリア寿命を延ばすという論文が多く報告されている[1]。しかし、塗布法は CsI の溶解と膜厚のコントロールが難しいという欠点がある[2]。本研究では、$MAPbI_3$ 膜(塗布法)に CsI を蒸着し、CsI をインターカレートさせた PSCs の性能と再現性を検討した。

【実験】塗布法により製膜した compact-TiO_2/Brookite TiO_2/FTO 上に $MAPbI_3$ をスピンコートにより製膜した。その後、蒸着法を用いて $MAPbI_3$ 上に CsI を製膜した。140°C、30 min 加熱した後、spiro-OMeTAD をスピンコートし、Au 電極を蒸着した。

【結果と考察】Fig. 1 により、CsI を 5 nm 蒸着したペロブスカイト膜は CsI なしに比べて大きな結晶サイズになることが分かった。または Fig. 2a と Table 1 により、CsI を 5 nm 蒸着した太陽電池は最高で PCE=17.26%、平均 PCE=16.63%であり、CsI なしに比べて 1 割程度の性能向上が見られた。さらに、Fig. 2b により、CsI を 5 nm 蒸着した太陽電池は、大気中（湿度: 60%-70%）2 時間連続光照射下で PCE の保持率は 91.1%であり、CsI なしに比べて 3 割程度寿命が伸びることが分かった。以上の結果より、CsI を 5 nm 蒸着した太陽電池は、水が原因となる性能低下と低寿命化を防ぐことができると考えられている。

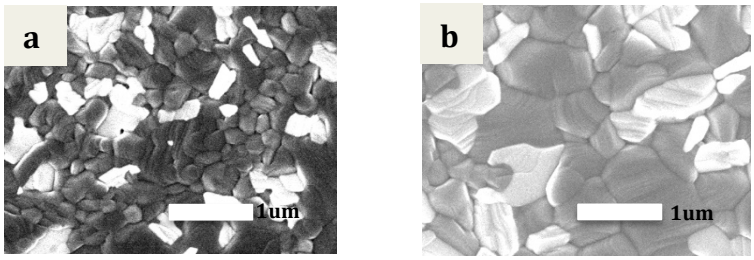

Fig. 1 140℃ annealed perovskite SEM image (a) $MAPbI_3$ (b) $Cs_{5nm}MAPbI_3$

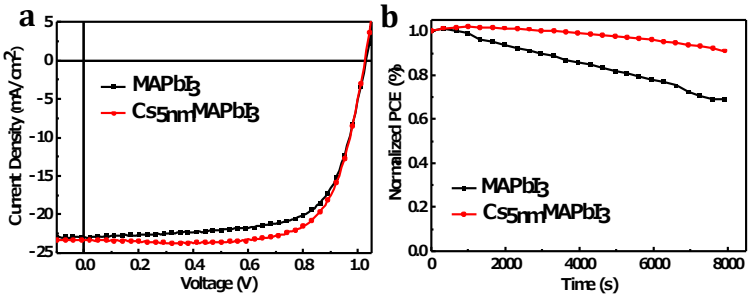

Fig. 2 (a) I-V Curve (b) stability

Table. 1 Parameters for each element

	Jsc (mA/cm²)	Voc (V)	FF	PCE (%)
$MAPbI_3$	21.86±1.45	1.00±0.03	0.67±0.04	14.69±1.47
$Cs_{5nm}MAPbI_3$	23.12±0.51	1.01±0.02	0.71±0.02	16.63±0.46

[1] H. Choi et al. Nano Energy (2014) 7, 80-85
[2] G. Niu et al. Nano Energy 27 (2016), 87–94