

ニオブドーパアモルファス酸化チタンをブロッキング層に 用いた低温作製高効率ペロブスカイト太陽電池

Low temperature prepared highly efficient perovskite solar cells

based on a Nb-doped amorphous TiO_x blocking layer

桐蔭横浜大院工 ○沼田 陽平, 古郷 敦史, 實平 義隆, 宮坂 力

Toin Univ. of Yokohama, ○Youhei Numata, Atsushi Kogo, Yoshitaka Sanehira, Tsutomu Miyasaka

E-mail: y_numata@toin.ac.jp

[序論] Perovskite 構造を有するハロゲン化鉛を光活性層として用いたペロブスカイト太陽電池 (PSC) は Si 太陽電池等と比較して作製手法が簡便で、20%を越える高い光電変換効率を示すことから、世界中で熾烈な研究開発競争が行われている。2016 年には公認変換効率が 22%を越え、理論上限に近づいてきたことから、最近ではデバイス耐久性の向上や、低コスト化、フレキシブル化などに関する研究の重要性が高まってきている。

それらの中でも、ガラス基板からプラスチック基板への置き換えによるフレキシブル化は、折りたたみ可能で、且つ、軽量となることから、輸送コストや固定用架台といった全体の導入費用の低減や、Si 太陽電池のような重量物が設置出来ないような場所への導入に関しても期待されている。しかしながら、フレキシブルデバイスでは基板がプラスチックフィルムであるため、デバイス作製において温度制限が存在する。前回の講演会において、我々は Nb-doped TiO_x ブロッキング層 (BL) と低温焼成用ブルッカイト型 TiO_2 ナノ粒子を電子輸送層に用い、 $(\text{FAPbI}_3)_{0.85}(\text{MAPbBr}_3)_{0.15}$ と組み合わせることで、150 °C で作製した低温作製デバイスにおいて 18%を越える変換効率を達成した。^[1] 今回、さらに Nb の添加量について詳細に検討し、より高い変換効率の実現を試みた。

[実験] Ti アルコキシドに Nb アルコキシドを 1~5 mol%混合した前駆体 EtOH 溶液を調製し、スピンコート法により FTO 基板上に成膜し、ペロブスカイトのアニール条件に合わせて 100, 130, 150 °C の温度で乾燥し、BL を作製した。ブルッカイト TiO_2 ナノ粒子の EtOH 懸濁液をスピンコートし、BL と同じ温度でアニールを行い、メソポーラス層を作製した。ペロブスカイト層として、 $(\text{FAPbI}_3)_{0.85}(\text{MAPbBr}_3)_{0.15}$ 、及び、 $\text{FA}_{0.85}\text{Cs}_{0.15}\text{PbI}_3$ の DMF/DMSO 溶液をスピンコートで成膜し、溶媒蒸気アシスト熱アニール法^[2]を用いてペロブスカイト膜を作製した。ホール輸送層として spiro-OMeTAD を製膜し、一晩酸化処理を行った後、金電極を蒸着してデバイスを作製した。

[結果] 図 1 に 4% Nb-doped TiO_x BL と $\text{FA}_{0.85}\text{Cs}_{0.15}\text{PbI}_3$ を用いた PSC の $J-V$ 曲線を示した。PSC の受光面積は $5 \times 5 \text{ mm}^2$ で、1 sun AM 1.5 の条件下で測定を行った。Nb のドーパ濃度を変化させていったところ、1%のドーパでは変換効率が低下したものの、ドーパ量の増加と共に効率が向上し、4%ドーパ時に最高の 19.8%の効率が得られた。講演では変換効率のドーパ濃度依存性、ヒステリシスの解消などについても報告を行う。

[Reference]

[1] 沼田、古郷、實平、宮坂、2017, 第 42 回応物春季講演会、14a-303-9. [2] Y. Numata, et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces*, **2017**, 9, 18739-18747.

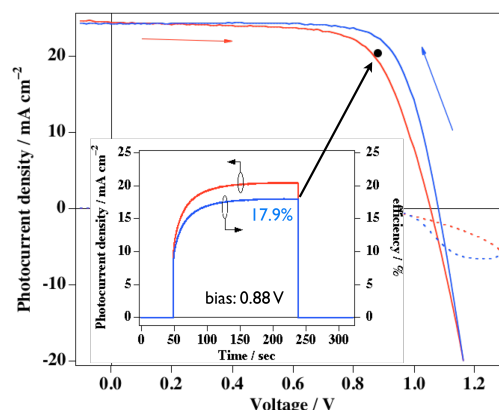


図 1. 低温作製 4% Nb-doped TiO_x BL を用いた $\text{FA}_{0.85}\text{Cs}_{0.15}\text{PbI}_3$ PSC の $J-V$ 曲線