

ホール輸送性ポリ(3-ヘキシルチオフェン)を用いた ペロブスカイト太陽電池

Efficient Perovskite Solar cells Using Suitably Doped-P3HT

東大院理 ○田中 秀幸, Yunlong Guo, Chao Liu, 井上健仁, 原野幸治, 中村 栄一

The Univ. of Tokyo, ○Hideyuki Tanaka, Yunlong Guo, Chao Liu, Kento Inoue, Koji Harano,

Eiichi Nakamura

E-mail: tanakah3@chem.s.u-tokyo.ac.jp

【緒言】塗布製膜可能な有機-無機ハイブリッドペロブスカイト太陽電池の飛躍的なエネルギー変換効率 (PCE) が注目されており、15%以上のエネルギー変換効率がいくつかの研究グループから報告されている。有機溶媒に可溶性なペロブスカイト前駆体からの塗布成膜および加熱結晶化による効率的なペロブスカイト薄膜の作製が特長であるが、その再現性および素子安定性に問題を抱えている。特に、薄膜モルフォロジーは非常に不安定であり、加熱温度や時間、周辺環境によって容易に変化することが知られる。このモルフォロジー変化が研究グループや実験毎によって PCE が大きく変化する要因の一つと考えられ、同じ素子構成と材料、例えば、ポリ(3-ヘキシルチオフェン) (P3HT) をホール輸送層に用いた素子においても素子性能が大きくばらつく。我々は、フラットで空隙が少ないペロブスカイト薄膜を作製し、この薄膜の上に適切なドーピング処理を施したホール輸送層 P3HT を積層することで、再現性よく 11%以上の PCE を得る事に成功した。

【実験と考察】ヨウ化メチルアンモニウム (MAI) と PbCl_2 を 3:1 のモル比で混合した 20wt% の DMF 溶液を 65°C で 12 時間攪拌することでペロブスカイト前駆体溶液を得た。この前駆体を透明電極 ITO 基板上に製膜した電子輸送性 TiO_x の上にスピコートし、 95°C で 100 分間の加熱処理を施した後に急冷することで被覆率 99% 以上のペロブスカイト薄膜を得た。X 線回折ピークの半値幅から見積もられる結晶子サイズは約 $1.5\mu\text{m}$ であり、SEM 像で観察される結晶グレインサイズと同程度であった。この結晶性薄膜の上に、P3HT 溶液をスピコート製膜、さらに Ag 電極を真空蒸着したサンドウィッチ型ペロブスカイト太陽電池は 9.2% の PCE を示し、これまで報告されている同様の素子 ($\text{TiO}_x/\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_{3-x}\text{Cl}_x/\text{P3HT}$) と比べて比較的高い値を得る事ができた。ホール輸送性 P3HT 層を最適化する事でさらなる高効率が可能であり、Li-TFSI および D-TBP を適量ドーピングした P3HT を用いることで最大で 12.4% の PCE ($J_{\text{SC}}=19.1\text{mA}/\text{cm}^2$, $V_{\text{OC}}=0.98$, $\text{FF}=66.3\%$) が得られた。

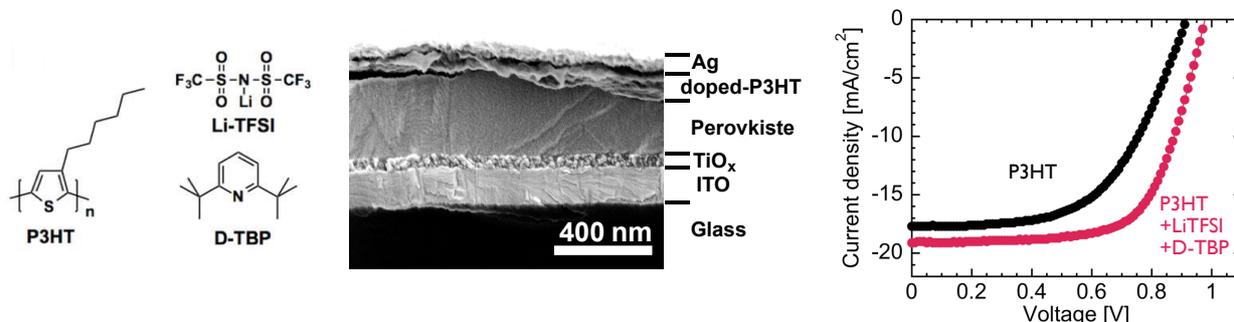


Figure 1. The molecular structure of P3HT, Li-TFSI and D-TBP (left), cross-sectional SEM image of solar cell (middle), and J-V curves of the devices (right).

【謝辞】本研究の一部は(独)科学技術振興機構(JST)の研究成果展開事業【戦略的イノベーション創出推進】の支援を受けて行なわれた。