

浸漬法を用いた $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ ペロブスカイト太陽電池における溶媒の検討

Effect of the combination of solvents on the photovoltaic properties in $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ perovskite solar cells using solvent-bathing method

○藤原隆¹、寺川しのぶ²、松島敏則²、Chuanjiang QIN²、八尋正幸¹、安達千波矢^{1,2}

(1. 九州先端研、2. 九大 OPERA)

○Takashi Fujihara¹, Shinobu Terakawa², Toshinori Matsushima², Chuanjiang QIN², Masayuki Yahiro¹, Chihaya Adachi^{1,2} (1. ISIT, 2. OPERA, Kyushu-Univ.)

E-mail: fujihara@isit.or.jp, or adachi@cstf.kyushu-u.ac.jp

【緒言】有機無機ハイブリッドペロブスカイト太陽電池 (PSCs) は Si 太陽電池に匹敵する発電効率を低コストウェットプロセスで実現できることから注目されている。PSCs のウェットプロセスによる作製法としてスピコート法およびそれに続く熱処理が多用される。特に、前駆体溶液のスピコート中に貧溶媒を滴下する Fast Deposition -Crystallization (FDC)法は、平滑な表面や均一なモルフォロジーが得られることから有用である[1]。一方、全面に亘る貧溶媒の様な供給が困難であること、構造構築に伴う膜収縮によって膜割れが生じることから大面積素子への適用は困難であった。大面積素子を想定した作製方法として Bathing (浸漬)法[2]が提案されているが、溶媒の組み合わせが素子性能に影響を与え易いため製膜条件の最適化が課題となっていた。本報告では、浸漬法における良・貧溶媒の組み合わせが素子性能に与える影響について検討を行ったので報告する。

【実験】ペロブスカイト層には $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ を使い、素子構造は ITO/PEDOT:PSS/ $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ /C₆₀/BCP/Ag とした。良溶媒にはペロブスカイト前駆体溶液に多用される DMF、DMSO および NMP を使い、1M の $\text{PbI}_2/\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}/\text{Solvent}$ 前駆体溶液を作製した。貧溶媒には Toluene および Chlorobenzene(CBZ) を用いた。

PEDOT:PSS を塗布した ITO 基板に各前駆体溶液をスピコート(6000rpm 30sec)後、貧溶媒に2分間浸漬し、その後熱処理(90°C 5 min)することでペロブスカイト層を作製した。真空蒸着法により C₆₀、BCP、Ag を積層することで太陽電池素子を作製した。各素子について電気特性、光学特性および表面モルフォロジー等を評価した。

【結果】各素子の特性値を表1に、代表的な光電流特性を図1に示した。貧溶媒について比較すると、Toluene および CBZ の違いは見受けられない。良溶媒について比較すると、DMSO を用いることで短絡電流密度および F.F.が大きくなり、NMP を用いることで開放電圧が大きくなる傾向があることがわかった。加えて、素子間のバラつきは DMSO を用いた方が安定であった。DMSO を用いた場合、ペロブスカイト構造への変換が比較的緩やかに進むことから、面内に亘って均一なペロブスカイト層が形成されたことを示唆する結果となった。

本研究の一部は、次世代化学材料評価技術研究組合(CEREBA)の支援を受けて行われた。

[1] Manda Xiao, et. al., Angew. Chem. 2014, 126, 10056.

[2] Yuanyuan Zhou, et. al., J. Mater. Chem. A, 2015, 3, 8178.

表1. 各素子の特性値

| | J_{sc} (mA/cm ²) | V_{oc} (V) | F. F. | η (%) |
|----|--------------------------------|--------------|------------|------------|
| DT | 15.54±0.78 | 0.86±0.01 | 0.75±0.04 | 10.01±0.84 |
| DC | 15.63±0.64 | 0.86±0.01 | 0.77±0.004 | 10.38±0.48 |
| NT | 12.69±0.64 | 0.94±0.04 | 0.68±0.04 | 8.13±0.42 |
| NC | 11.07±0.35 | 0.78±0.15 | 0.57±0.12 | 5.07±1.71 |

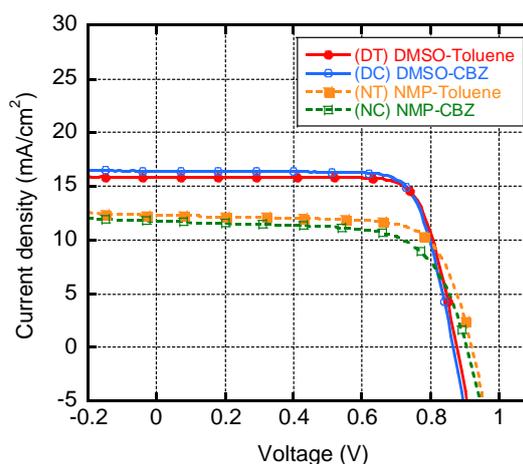


図1. 各素子の代表的な JV 特性