

## CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub> バークコート薄膜の膜厚制御と光電変換特性

### Thickness Control and Photovoltaic Properties of CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub> Bar-Coated Thin Film

阪大院工 °藤井 彰彦, 大泉 朋久, 簀内 湧太, 鶴野 弦也, 桑原 直, 齋藤 智樹, 尾崎 雅則

Osaka Univ. °Akihiko Fujii, Tomohisa Oizumi, Yuta Yabuuchi, Genya Uzurano, Nao Kuwahara,

Tomoki Saito, Masanori Ozaki

E-mail: afujii@opal.eei.eng.osaka-u.ac.jp

【緒言】近年、Si 系太陽電池に匹敵する高い光電変換効率を示すペロブスカイト太陽電池が注目されている。この太陽電池の活性層材料である有機無機ハライドペロブスカイトは、塗布製膜可能という特徴を持つことから、試験的にスピコート法が用いられるが、工業的には大面積化に適合する手法が必要である。我々はこれまで代表的なペロブスカイト材料である CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub> (MAPbI<sub>3</sub>) の製膜にバークコート法を採用し、変換効率 (PCE) 12.6%を達成<sup>[1]</sup>したが、膜厚の制御について課題があった。そこで本研究では、コーティングバーの掃引速度に着目した膜厚制御を検討するとともに、太陽電池素子の光電変換特性について調べた。

【実験】Dimethyl sulfoxide を溶媒とし、1.3 M の CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>I, PbI<sub>2</sub>, 0.2 M の NH<sub>4</sub>Cl からなる前駆体溶液を調製した。正孔輸送層 (PEDOT:PSS) が被覆された基板に、バークコート法によって前駆体溶液を塗布した。バークコート製膜時の基板温度を 100 °C とし、コーティングバーの掃引速度を 200 ~ 4000 μm/s に設定した。液膜塗布後、100 °C で 10 分間の熱処理を行うことで MAPbI<sub>3</sub> 薄膜を得た。また、p-i-n プラナー型太陽電池 ITO/PEDOT:PSS/ MAPbI<sub>3</sub>/PCBM/Ag の光電変換特性を評価した。

【結果と考察】掃引速度と膜厚の関係を調べたところ、図 1 に示すように、掃引速度の -1 乗に比例する領域と、掃引速度の 2/3 乗に比例する領域が存在することがわかった。すなわち、低速製膜は蒸発速度が支配的な蒸発領域であるのに対し、高速製膜は液膜の塗り広がり支配的な Landau-Levich 領域であると考えられる。

同一膜厚となるような両領域の薄膜 (掃引速度 600 μm/s 及び 4000 μm/s) と、二領域間の遷移領域で作製した薄膜 (掃引速度 1000 μm/s) について調べたところ、蒸発領域と遷移領域における薄膜表面は、均一性が高く、空隙が存在しないことが分かった。また、X 線回折パターンを比較したところ、遷移領域と Landau-Levich 領域の薄膜では、半値幅が狭く、高い結晶性を示した。各領域の薄膜を用いた太陽電池の光電変換特性の詳細については当日発表する。

【謝辞】本研究の一部は科学研究補助金 (20H04672, 20H00391) 及び JSPS 研究拠点形成事業 (A. 先端拠点形成型) の援助の下に行われた。

[1] M. Murata *et al.*, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, **208**, 110409 (2020).

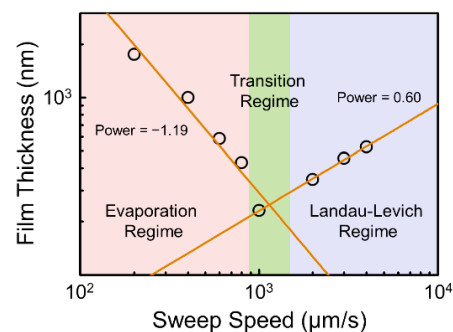


Fig.1 Sweep speed dependence of bar-coated MAPbI<sub>3</sub> film thickness.