

## 有機無機ハイブリッドペロブスカイトの2段階真空蒸着法における成膜機構

### Growth mechanism of organic-inorganic hybrid perovskite thin films fabricated by sequential vacuum evaporation method

奈良先端大 ○(M2)小堀 天、鄭 敏喆、小島 広孝、辨天 宏明、中村 雅一

NAIST °S. Kobori, M.-C. Jung, H. Kojima, H. Benten, and M. Nakamura

E-mail: kobori.sora.km2@ms.naist.jp

近年、AMX<sub>3</sub> (A: 有機カチオン, M: 金属カチオン, X: ハロゲンアニオン) という組成を持つ有機無機ハイブリッドペロブスカイト (OHP) が新しい半導体材料として注目を集めている。OHPは約 1.4 eV のバンドギャップを持ち、可視光を強く吸収し、長いキャリア寿命や高いキャリア移動度を持つことから、理想的な太陽電池材料である。特に太陽電池用途では、溶液法を用いて OHP を成膜することが一般的である。一方、真空蒸着法には、不純物としての溶媒分子の取り込みが起こらないという利点がある。本研究では、以前に提案した膜厚や成膜条件の制御性に優れた 2 段階真空蒸着法 (SVE 法) [1]により Pb を含むペロブスカイト薄膜を成膜し、高純度かつストイキオメトリックな薄膜を得るための成膜条件と機構を調べた。

一段階目に PbI<sub>2</sub> 膜 1000 Å、二段階目に CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>I (MAI) 膜 3000 Å を蒸着し、その後 110 °C で 10 分間熱処理を行うことで、CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub> (MAPbI<sub>3</sub>) を成膜した。一段階目で PbI<sub>2</sub> 蒸着速度の異なる試料を作製し、得られた MAPbI<sub>3</sub> 膜を X 線構造解析 (XRD)、走査型 X 線光電子分光法 (XPS)、原子間力顕微鏡 (AFM)、紫外可視分光法 (UV-Vis) を用いて評価した。

Fig. 1 に、0.2、1、10 Å/s で PbI<sub>2</sub> を成膜して得られた MAPbI<sub>3</sub> 薄膜の光学顕微鏡写真と AFM 像を示す。10 Å/s で成膜した試料のみ茶色に発色している。Fig. 2 に、1、10 Å/s で成膜した試料の XRD プロファイルを示す。10 Å/s の試料でのみ MAPbI<sub>3</sub> による回折ピークが見られる。これらの結果から、SVE 法では一段階目の PbI<sub>2</sub> 膜の蒸着速度が最終的に MAPbI<sub>3</sub> を得るための固相反応に大きく影響することがわかる。講演では、欠陥や不純物成分が少ない MAPbI<sub>3</sub> 薄膜を得るための条件についても議論を行う。

[1] M.-C. Jung, S. R. Raga, Y. Qi, *RSC Adv.* **6**, 2819 (2016).

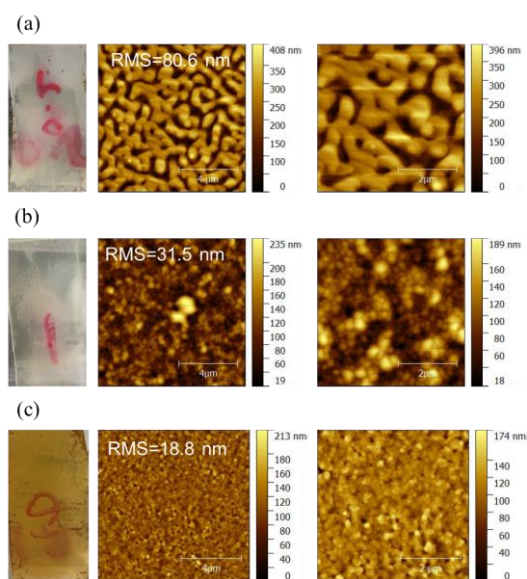


Figure 1. The surface morphologies with (a) 0.2, (b) 1, and (c) 10 Å/s of the PbI<sub>2</sub> deposition rate. Only the 10 Å/s sample of the PbI<sub>2</sub> deposition rate can form the perovskite with the brownish color.

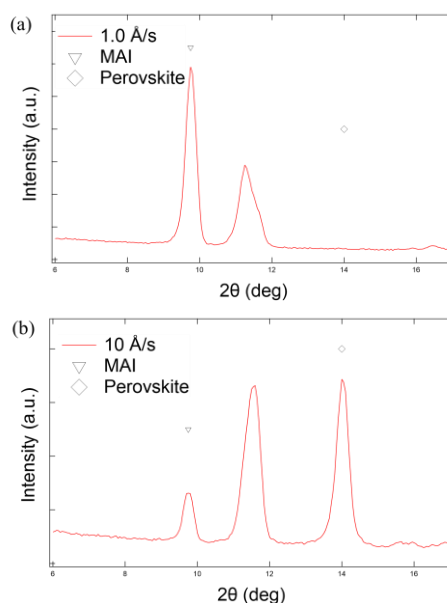


Figure 2. XRD  $\theta$ - $2\theta$  profiles with (a) 1 and (b) 10 Å/s of the PbI<sub>2</sub> deposition rate.