

## 共蒸着を用いたテクスチャ Si へのペロブスカイト製膜

### Formation of Perovskite films on textured Si using co-evaporation

北陸先端大<sup>1</sup>, 金沢大<sup>2</sup>, 産総研<sup>3</sup>, 九工大<sup>4</sup>, 攝津製油<sup>5</sup> °浜田 啓太郎<sup>1</sup>, 當摩 哲也<sup>2</sup>,

山本 晃平<sup>3</sup>, 宮寺 哲彦<sup>3</sup>, 早瀬 修二<sup>4</sup>, 大八木 伸<sup>5</sup>, 山本 裕三<sup>5</sup>, 大平 圭介<sup>1</sup>

JAIST<sup>1</sup>, Kanazawa Univ<sup>2</sup>, AIST<sup>3</sup>, Kyutech<sup>4</sup>, Settsu Oil Mill<sup>5</sup> °Keitaro Hamada<sup>1</sup>, Tetsuya Taima<sup>2</sup>, Kohei Yamamoto<sup>3</sup>, Tetsuhiko Miyadera<sup>3</sup>, Shuzi Hayase<sup>3</sup>, Noboru Ooyagi<sup>4</sup>, Yuzo Yamamoto<sup>4</sup>, Keisuke Ohdaira<sup>1</sup>

E-mail: s1710167@jaist.ac.jp

【緒言】ペロブスカイト/Si タンデム太陽電池は、25%を超える変換効率が報告されており、高効率太陽電池として期待されている[1]。これまで我々は、 $\text{PbI}_2$  と  $\text{CsI}$  の逐次蒸着を用い、数  $\mu\text{m}$  のテクスチャ Si 上に均一でカバレッジの良い  $\text{CsPbI}_3$  ペロブスカイト層の製膜を実現した[2]。しかし、 $\text{CsI}$  の製膜性が悪く、部分的に凝集が見られた。今回我々は、共蒸着を用いた  $\text{CsPbI}_3$  の製膜によりこの凝集の解消を試みた。また、レーザー共蒸着法による  $\text{MAPbI}_3$  の製膜[3]も検討した。

【実験】厚さ 290  $\mu\text{m}$ 、抵抗率 1-5  $\Omega\cdot\text{cm}$  の n 型(100) FZ-Si ウエハを用いた。テクスチャ形成のため、エッチング液 (SE-2000H) を用いて Si ウエハ上にアルカリ異方性エッチングを行った。次に、 $\text{PbI}_2$  と  $\text{CsI}$  を共蒸着し、350  $^\circ\text{C}$  で 1 分間アニールを行い  $\text{CsPbI}_3$  層を形成した。また、同様のテクスチャ Si ウエハを用い、MAI と  $\text{PbI}_2$  のレーザー共蒸着による  $\text{MAPbI}_3$  の製膜を行った。

【結果・考察】図 1 に、 $\text{PbI}_2$  と  $\text{CsI}$  の逐次蒸着を行った試料のアニール前の断面走査電子顕微鏡(SEM)像を示す。 $\text{CsI}$  の凝集が見られ、カバレッジは不十分である。これらの凝集はアニールにより解消されたが、特にピラミッド頂点部において、隆起として残った。図 2 に、 $\text{PbI}_2$  と  $\text{CsI}$  の共蒸着を行った試料のアニール前の断面 SEM 像を示す。逐次蒸着の場合と異なり、 $\text{CsI}$  の柱状成長が抑制され、アニール前から均一な層が形成された。このことは、カバレッジ良く製膜することが困難なペロブスカイト前駆体でも共蒸着により製膜性が向上する可能性を示唆している。また、レーザー共蒸着を用いた  $\text{MAPbI}_3$  製膜は、テクスチャ Si 上でも均一でカバレッジの良い層が確認された。これらの手法を組み合わせることにより、テクスチャ Si 上への多源同時共蒸着による混合カチオンペロブスカイト製膜の実現が期待される。

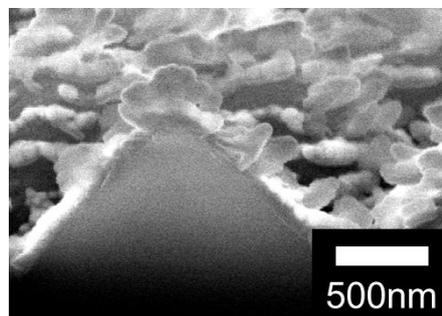


Fig. 1 Cross-sectional SEM image of a  $\text{CsI}/\text{PbI}_2$  stack deposited on textured Si by sequential evaporation.

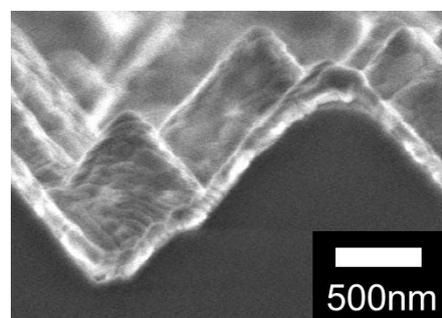


Fig. 2 Cross-sectional SEM image of a  $(\text{PbI}_2)(\text{CsI})$  film deposited on textured c-Si by co-evaporation.

【参考文献】 [1] F. Sahli *et al.*, Nature Materials, DOI:10.1038/s41563-018-0115-4 (2018), [2] 浜田 他, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 20a-G202-5 (2018), [3] T. Miyadera *et al.*, ACS Appl. Mater. Interfaces, **8**, 26013 (2016).