

光電変換ペロブスカイト結晶のデンドライト構造

滋賀県立大学工学部 奥 健夫 山野内 潤 梅本百合 鈴木厚志

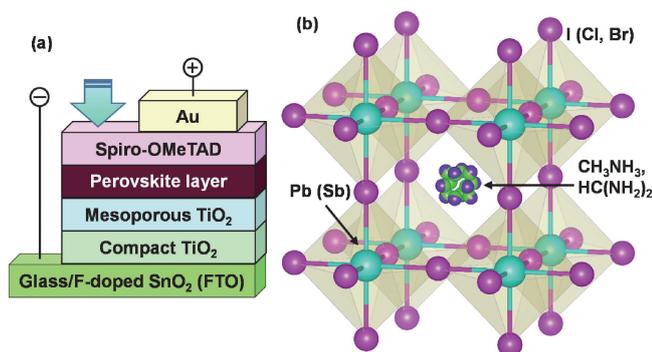


Fig. 1 (a)ペロブスカイト太陽電池のデバイス構造.
 (b)ペロブスカイト結晶の構造モデル.

ペロブスカイト系太陽電池は、可視光全域光電変換と高開放電圧により高い変換効率を得られ、次世代太陽電池材料として注目されている。ペロブスカイト層形成においては、溶質元素種による拡散律速結晶成長制御の可能性が示唆される⁽¹⁾。本研究では、Fig. 1(a)に示すデバイス構造中のペロブスカイト化合物 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ (Fig. 1(b))の CH_3NH_3^+ を $\text{HC}(\text{NH}_2)_2^+$ に置換した $\text{HC}(\text{NH}_2)_2\text{PbI}_3$ を作製し、さらに I 位置へ Br 添加、Pb 位置へ Sb 添加を試み、その太陽電池特性と微細構造評価を行った。

Fig. 2(a)は、Fig. 1(a)のデバイスの矢印位置から観察した $\text{HC}(\text{NH}_2)_2\text{PbI}_3$ の透過光学顕微鏡像で(ペロブスカイト結晶と Au 以外は可視光に対し透過)、濃いコントラストを示すペロブスカイト結晶が約 $10 \mu\text{m}$ の距離を保ちながら分散している。下地は Fig. 1(a)に示す FTO/ TiO_2 層である。Fig. 2(b)–(d)に示すように、Br もしくは Sb を少量添加することで、ペロブスカイト結晶がデンドライト状に緻密に成長し、太陽電池表面被覆率が向上する。太陽電池の短絡電流密度は、このデンドライト構造により 4.6 mA cm^{-2} から 7 mA cm^{-2} 以上まで上昇し、光電変換効率が2倍以上向上した。Fig. 2よりギブズ・トムソン係数、液相線勾配を求めた。溶質元素種類の増加で拡散律速凝集における結晶成長速度に対する中立安定条件を満たす構造が形成すると考えられる。ボックスカウンティング法による画像解析からフラクタル次元の変化も確認された。

以上のようなデンドライト構造による被覆率向上が相互浸透型 pn 接合界面面積の増大につながり、ペロブスカイト太陽電池の短絡電流密度・光電変換効率向上に大きく寄与することを明らかにした。

文 献

(1) T. Oku, Y. Ohishi and N. Ueoka: RSC Advances, 8(2018), 10389.

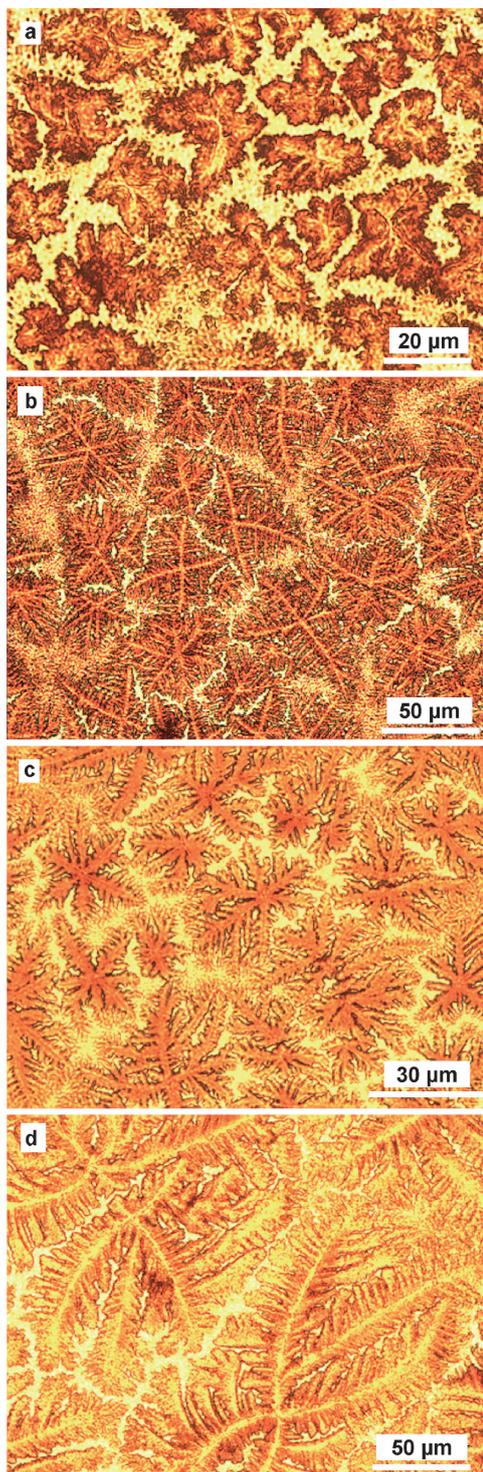


Fig. 2 (a) $\text{HC}(\text{NH}_2)_2\text{PbI}_3$, (b) $\text{HC}(\text{NH}_2)_2\text{PbI}_{2.85}\text{Br}_{0.15}$, (c) $\text{HC}(\text{NH}_2)_2\text{PbIBr}_2$, (d) $\text{HC}(\text{NH}_2)_2\text{Pb}_{0.95}\text{Sb}_{0.05}\text{I}_3$ の光学顕微鏡像.

(2018年7月30日受理) [doi:10.2320/materia.57.601]

Dendritic Structures of Photovoltaic Perovskite Crystals; Takeo Oku, Jun Yamanouchi, Yuri Umemoto and Atsushi Suzuki

Keywords: dendrite, perovskite, solar cell, crystal growth

OM specimen preparation: Spin-coating OM utilized: Nikon ECLIPSE E600