

2 ステップ法により作製された有機ペロブスカイト
活性層の薄膜特性

Film Properties of Organic Perovskite Active Layer Fabricated by Two-Step Method

愛知工大, ○ (M2) 近藤 良紀, 清家 善之, 森 竜雄

Aichi Inst. Tech., Yoshiki Kondo, Yoshiyuki Seike, Tatsuo Mori

Email: t2mori@aitech.ac.jp

有機ペロブスカイト太陽電池の変換効率は 2019 年には 24%に達したことが報告された[1]。塗布法により容易に作製できることから、次世代太陽電池として注目されている。1 ステップ法[2]はペロブスカイト溶液を一気に形成する方法であり、2 ステップ法[3]は PbI₂ 膜の成膜後、MAI 溶液に浸漬などすることでペロブスカイト膜を形成する方法である。本研究では、2 ステップ法を用いペロブスカイト活性層を作製し、残留 PbI₂ 層やペロブスカイト層の形成過程を評価した。

図 1 は 2 ステップ法で作製したペロブスカイト層の X 線回折である。PbI₂ 層の膜厚を 214nm から 80nm に減少させ、MAI 溶液を滴下すると、PbI₂ 層単層の XRD 強度から評価した残留 PbI₂ 層の膜厚は 33nm, 11.7nm、変換されたペロブスカイト活性層の膜厚は 293nm, 158nm と見積もられた。PbI₂ 層からペロブスカイト層への膜厚の増加は 1.62 倍と 2.31 倍であった。PbI₂ の結晶は六方晶系であり、a=0.459nm, c=0.686nm で、CH₃NH₃PbI₃ の結晶は立方晶系で、a=0.8849nm, c=1.2642nm である。a 軸方向でペロブスカイト化したとき、膜厚の最大増加は 1.93 倍となる。PbI₂ 層が厚い試料はペロブスカイト化がうまくできていない可能性があり、PbI₂ 層が薄い試料は最大増加率以上となっていることがわかった。表 1 はシェラーの式より PbI₂ 単層, 残留 PbI₂, ペロブスカイトの結晶サイズを計算した結果である。PbI₂ からペロブスカイトへの結晶サイズの拡大は 1.06 倍と 1.22 倍であり、残留 PbI₂ の結晶サイズは PbI₂ 単層の結晶サイズの 0.868 倍と 0.972 倍であった。PbI₂ は残留することで、PbI₂ の結晶が悪くなったと考えられる。図 2 は 1 ステップ法と PbI₂ 層上にペロブスカイト層を成膜した試料の X 線回折である。209nm の PbI₂ 層を用いてペロブスカイト層を成膜すると、膜厚が 430nm であった。見込まれる最大膜厚は 403nm である。PbI₂ 層からペロブスカイト層への膜厚の増加は 2.06 倍であるため、PbI₂ 層が薄い試料と同じような傾向がみられた。表 1 より PbI₂ 層上にペロブスカイト層を成膜すると、PbI₂ からペロブスカイトへの結晶サイズの拡大は 1.1 倍となった。現在、他の膜厚についても検討中である。

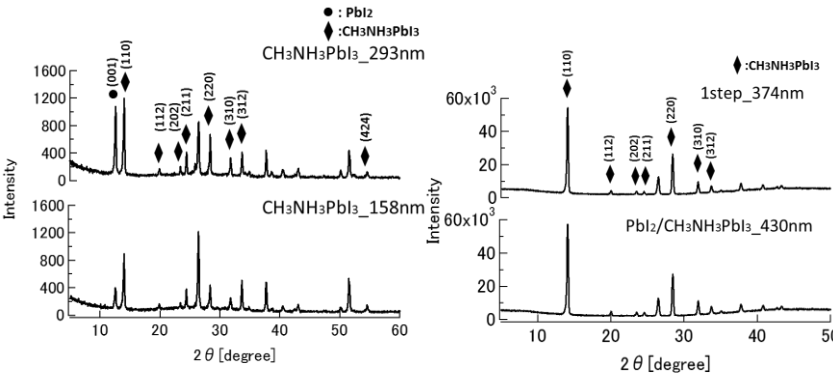


表 1 PbI₂, 残留 PbI₂, ペロブスカイトの結晶サイズ

PbI ₂ 層の膜厚 [nm]	PbI ₂ の結晶サイズ [nm]	残留PbI ₂ の結晶サイズ [nm]	ペロブスカイトの結晶サイズ [nm]
214	34.1	29.6	36.3
80	28.6	27.8	34.8
1step			38.0
PbI ₂ /CH ₃ NH ₃ PbI ₃	34.7		38.0

図 1 2 ステップ法を用いた ペロブスカイト層の X 線回折
図 2 1 ステップ法と PbI₂ 層上にペロブスカイト層を成膜した試料の X 線回折

【謝辞】 本研究の一部は愛知工業大学 研究プロジェクト「グリーンエネルギーのための複合電力技術開拓」、愛知工業大学教育特別助成、科研費基盤研究(B)16H03890 により実施した。

【参考文献】 [1] National Renewable Energy Laboratory “Best Research-Cell Efficiencies 2019”. [2] 八木: 「有機ペロブスカイト太陽電池の特性に及ぼす作製方法の影響」, 愛知工業大学修士学位論文, P17, P18(2015) [3] V. O. Eze, B. L. Lei, T. Mori, Jpn. J. Appl. Phys. 5, (2016) 02BF08.