

塩化イソブチルアンモニウム添加 FAPbI₃ ペロブスカイト太陽電池の評価

Evaluation of Isobuthylammonium Chloride doped FAPbI₃ Perovskite Solar Cells

早大理工¹, 桐蔭横浜大²

○(M2) 岸 絢那¹, 和田 僚平¹, 柴山 直之², 池上 和志², 宮坂 力², 山本 知之¹

Waseda Univ.¹, Toin Univ. of Yokohama², °Ayana Kishi¹, Ryohei Wada¹, Naoyuki Shibayama²,

Masashi Ikegami², Tsutomu Miyasaka², Tomoyuki Yamamoto¹

E-mail: ayana.kishi@toki.waseda.jp

【背景】

ペロブスカイト太陽電池は、低コストや柔軟性といった長所から次世代太陽電池として注目されており、近年ではそのエネルギー変換効率は従来の Si 型太陽電池に匹敵する水準に到達している[1]。FAPbI₃ (FA⁺ = CH(NH₂)₂⁺) は従来の吸光材料よりも耐熱性と広い吸収波長範囲を持つことから特に有望な材料として期待されているが、室温大気中においては不安定であり、これが実用化における大きな課題となっている。先行研究では、塩化プロピルアンモニウム (PACl) を添加することで、FAPbI₃太陽電池の安定性と効率の両方が大幅に向上すると報告されており、これは疎水性を高めることで加水分解が抑制されるためと考えられている[2]。この知見をもとに、本研究では、PACl よりも更に高い疎水性を持つイソブチルアンモニウム (iBACl) を添加剤として用いることにより、FAPbI₃太陽電池の安定性および光電変換効率の向上を目指し、その作製と評価を行った。

【実験方法】

電子輸送層を成膜した ITO 基板上に、iBACl 添加または非添加の FAPbI₃前駆体溶液をスピンドットし製膜した。X線回折 (XRD) 測定により、作製した薄膜の相同定を行うとともに、結晶の配向性と安定性を評価した。紫外可視吸収分光法(UV-vis)を用いて、ペロブスカイト結晶の吸光度とバンドギャップを算出した。上記の成膜過程に加えて、ホール輸送層と金電極を形成して太陽電池デバイスを作製し、擬似太陽照射条件における光電変換効率を評価した。

【実験結果】

XRD による解析では、iBACl 添加により結晶が顕著に配向していることが確認された。また、XRD パターンの時間変化を見ると、作製から 1 週間後、iBACl 非添加の試料では光不活性相に由来するピークが出現したが、iBACl 添加試料ではこのような相転移はほとんど見られず、iBACl が結晶の長期安定性を高めることが示唆された。紫外可視吸収測定では、iBACl 添加によるバンドギャップの変化はほとんど見られなかったものの、吸光度が大幅に向上した。擬似太陽光照射下での電流電圧測定結果では、iBACl 添加によって、短絡光電流密度 (J_{sc}) と開回路電圧 (V_{oc}) が共に向上した[FIG. 1]。その結果、エネルギー変換効率 (PCE) において、平均効率は 11.6 % から 15.1 % に、最大効率は 13.2 % から 16.3 % に向上した[FIG. 2]。以上の結果から、iBACl の添加は FAPbI₃ の結晶の長期安定性と光電変換性能向上の両面で有効であることが確認された。

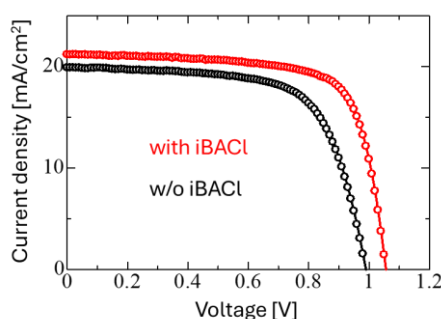


FIG. 1 Observed I-V curves

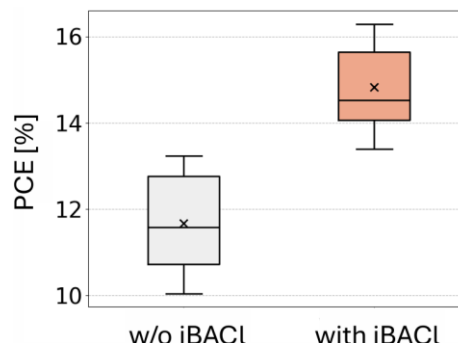


FIG. 2 Observed photo conversion efficiency

【参考文献】

- [1] NREL, "Best Research-Cell Efficiency Chart," <https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html> (accessed May 25, 2025).
 [2] Y. Zhang et al., Adv. Energy Mater., 11, 2102538 (2021).