

湿式型 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 太陽電池系における 熱励起電荷キャリアの酸化還元能の検討

Investigation of Redox Reaction by Thermal Excited Carriers in Perovskite Solar Cells

東工大 〇管原 星弥, 磯部 敏宏, 中島 章, 松下 祥子

Tokyo Tech., 〇Seiya Sugawara, Toshihiro Isobe, Akira Nakajima, Sachiko Matsushita

E-mail: matsushita.s.ab@m.titech.ac.jp

【緒言】我々は、増感型太陽電池を模倣し熱エネルギーで電子を生み出す増感型熱エネルギー変換の検討を行っている¹⁾。この系では光励起電荷キャリアの代わりに半導体内の熱励起電荷キャリアを利用する。有機ペロブスカイト $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ は太陽電池材料として注目されており、第一原理計算によりその熱電特性も予測されている²⁾。本実験では湿式型 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 太陽電池の組み合わせにおいて、増感型熱エネルギー変換への可能性を検討した。

【実験方法】物質質量比で 1:1 の $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$, PbI_2 を少量の N,N -dimethylformamide と共に混合した。得られた粉体は 130°C , 12 h 保持により黒色粉体となり, XRD, UV-Vis により $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ であることが確認された。得られた粉体と酸化チタン(ST-01)の両粉体が層状となるよう一軸加圧成形を施し, 円盤形の $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3/\text{TiO}_2$ 二層成形体を作製した。成形体の酸化チタン側面を ITO 基板 (作用極) で, $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 側面を Pt 基板 (対極) で挟んで固定し, Pt 電極と成形体との間をヨウ素系電解液で満たすことで電気化学セルを作製した。本セルをホットプレート上で 90°C 付近まで温め, ポテンショスタットにより電池特性を測定した。また同実験を酸化チタン上にスピスコートで作製した $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 薄膜によるセルにおいても検討し, 太陽電池性能との比較も行った。

【結果と考察】作製した $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 粉体は熱電特性を示すと計算されている立方晶へ 60°C 以上で相転移し, 室温で 1.55 eV のバンドギャップを示した²⁾。また成形体の相対密度は 86 % と高く, SEM 像からも密な表面が確認された。作製した成形体は電解液に対し 45 分以上電気化学測定的に安定であった。10 mm ϕ , 高さ 0.61 mm (質量比 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3:\text{TiO}_2 = 20:1$) の成形体を使用したセルの, 室温および 90°C 付近での電流電圧特性を Fig. 1 に示す。開放電圧, 短絡電流共に室温より上昇し, 本系には温度による発電特性がある可能性が示唆された。

1) 松下祥子他, 特願2015-175037.

2) Y. He, G. Galli, Chem. Mater. 26 (2014) 5394–5400.

doi:10.1021/cm5026766.

3) M.I. Saidaminov, et al, Nat. Commun. 6 (2015) 1–6.

doi:10.1038/ncomms8586.

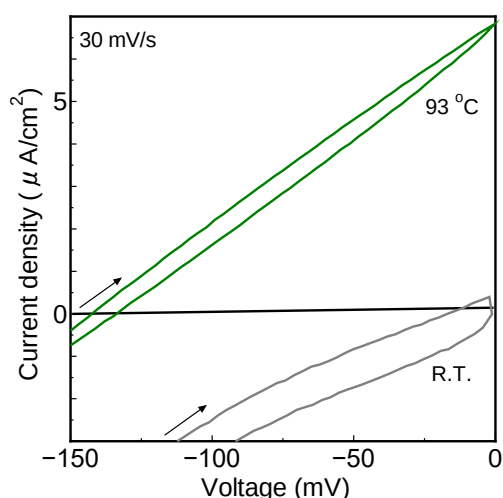


Fig. 1 I-V performances of perovskite cell under heat (without light irradiation).