

水蒸気加熱法による酸化チタン多孔膜のナノ構造制御と ペロブスカイト太陽電池への応用

Nanostructure Control of Mesoporous TiO₂ Films by Steam Annealing Method and Its Application to Perovskite Solar Cells

桐蔭横浜大院工 °實平 義隆, 沼田 陽平, 池上 和志, 宮坂 力

Toin Univ. of Yokohama °Yoshitaka Sanehira, Youhei Numata, Masashi Ikegami, Tsutomu Miyasaka

E-mail: sanehira@toin.ac.jp

【諸言】ペロブスカイト太陽電池の光電変換効率はいよいよ理論効率へと近づき、より実用化に向けた研究に重きが置かれる傾向にある。中でも、プラスチック基板を用いた検討は、低温プロセスの適用、R2Rによる大量生産、フレキシブル化および軽量化による輸送や設置にかかるコストの低減など、実用化に際して魅力的な点が多い。しかしながら、ガラス基板上で行われる各層の製膜を、プラスチック基板の耐熱温度に即して低温で行う必要があり、特に製造プロセス中で最も高温を要する金属酸化物半導体層の製膜はとりわけ難関となる。すなわち、ペロブスカイト層より注入される光誘起電子を効率的に外部へと取り出すには、電荷の再結合の抑制に寄与する結晶性を高くすることが望ましく、処理温度に上限のあるプラスチック基板では、いかに低温で電子輸送特性の高い膜を得られるかがカギとなるためである。このような問題の解決方法として、我々のグループでは、異種金属ドーピングによる導電性の制御[1]、高表面積化による電子注入効率の改善[2]、水蒸気加熱法による低温での結晶化処理[3]を試みてきた。本研究では、以前に報告した酸化チタンの電子ブロッキング層、および多孔膜層の同時合成を可能とした水蒸気加熱法を用い、ナノ構造制御によるペロブスカイト太陽電池の高効率化について検討した結果を報告する。

【実験】酸化チタン緻密膜は、フッ素ドーピング酸化スズ導電膜付きガラス基板上に四塩化チタン水溶液のスピコートにより成膜した。水蒸気加熱は、この基板と適量の水をテフロン製容器に封入し、恒温槽を用いて行った。この上にペロブスカイト層として(Cs_{0.05}FA_{0.80}MA_{0.15})Pb(Br_{0.45}I_{2.55})/DMF, DMSO 溶液、ホール輸送層として Spiro-OMeTAD/クロロベンゼン溶液をそれぞれ塗布し、Au 対極を蒸着して太陽電池とした。

【結果】図1に水蒸気加熱法により一括合成した酸化チタン緻密膜/多孔膜の SEM 画像を示した。前駆体膜が薄い場合には表面に緻密な粒子層が見られるのみだが、前駆体膜の膜厚を増すと生成する粒子層が厚くなり、緻密膜の上に高表面積の多孔膜を得ることができた。発表では、これらの膜を用いて作成したペロブスカイト太陽電池の電池特性について報告する。

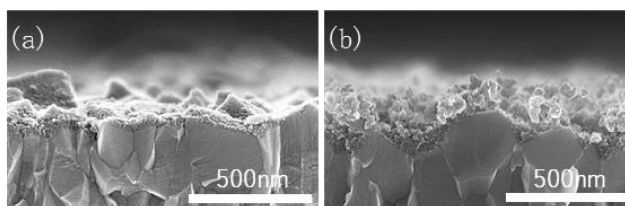


図1 水蒸気処理により製膜した(a)酸化チタン緻密膜, (b)多孔膜

[1] 沼田、古郷、實平、宮坂、2017、第64回応用物理学会春季学術講演会 14a-303-9

[2] 古郷、實平、沼田、池上、宮坂、2017、第64回応用物理学会春季学術講演会 14p-303-2

[3] 實平、沼田、池上、宮坂、2017、第64回応用物理学会春季学術講演会 16a-303-7