

二次元ペロブスカイト結晶の配向性制御に向けた十面体酸化チタン膜の構造制御と太陽電池特性

Structural control of decahedral TiO_2 films for crystalline orientation 2D perovskite photovoltaic absorber

○實平 義隆、沼田 陽平、宮坂 力 (桐蔭横浜大院工)

○Yoshitaka Sanehira, Youhei Numata, Tsutomu Miyasaka (Toin Univ. of Yokohama)

E-mail: sanehira@toin.ac.jp

【諸言】メチルアミン-ハロゲン化鉛を用いたペロブスカイト太陽電池により高い光電変換効率を得られたことから、これまで電界発光材料や非線形光学材料として研究されてきた有機-無機ペロブスカイトの類縁化合物についても光電変換素子への応用に注目が集まっている。特に、アルキルアミンと PbX_6 八面体が交互に積層された構造を持つ二次元ペロブスカイト結晶は、層状構造による電荷分離、電荷移動特性の向上が期待されるが、ペロブスカイト太陽電池への応用においては、酸化チタン多孔質膜上での結晶性や配向性の制御が必要となる。そこで本研究では、酸化チタン多孔質膜の結晶配向性、および膜構造の制御を行うことで、ペロブスカイト層の配向性制御に向けた検討を行った。

【実験】透明導電膜(FTO)付ガラス基板上に、四塩化チタン水溶液(100 mM)をスピンコート法により塗布し、電気炉中で焼成(500°C, 30 min)して酸化チタン緻密膜を形成した。この基板を塩酸水溶液中(3.0 ~ 7.0 M)でフッ化カリウム(0 ~ 300 mM)、チタニウムテトラブトキシド(50 ~ 150 mM)と共に加熱する水熱処理により、結晶配向性を有する十面体酸化チタン多孔膜を形成した。ペロブスカイト太陽電池は、この基板にアルキルアミン-ハロゲン化鉛溶液、正孔輸送層となる P 型有機半導体(Spiro-OMeTAD)溶液をそれぞれスピンコート法により塗布し、正極として Au 膜を蒸着して作製した。

【結果】十面体酸化チタンは緻密膜の前駆体、および平滑性により基板表面での形状や結晶配向性が変化することが分かった。

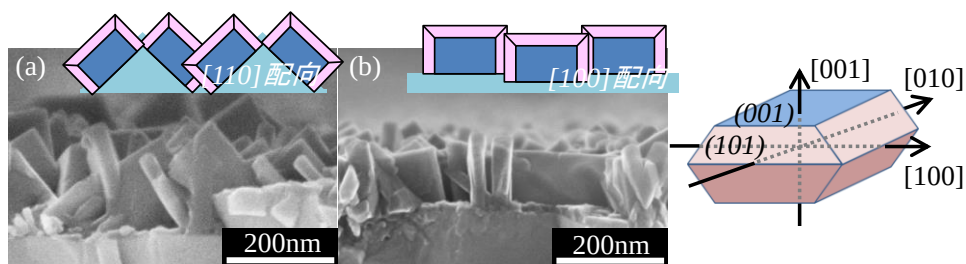


図1. 十面体酸化チタンの結晶面と結晶軸、および平滑性の異なるFTO基板での配向性の変化 (a) 未研磨FTO基板, (b) 研磨FTO基板

一例として、図に研磨処理により平滑化した FTO 基板上で形成した十面体酸化チタン粒子の SEM 画像を示した。未研磨の FTO 基板上では十面体の角を鉛直方向に向けた粒子の割合が高いのに対し、研磨した FTO 上では辺が上向きとなっている。図中に示した粒子形状と結晶軸との関係のように、未研磨の FTO 基板上では[110]配向、研磨した FTO 基板上では[100]配向となっていることが XRD により確認された。本発表では、これらを用いたペロブスカイト太陽電池の結晶配向性や電池特性への影響について報告する。

【参考文献】 [1] 實平義隆, 沼田陽平, 宮坂力, 第 62 回応用物理学会春季学術講演会 13P-D15-5.