

十面体酸化チタン多孔膜を用いたペロブスカイト太陽電池の特性評価

Photovoltaic Property of Perovskite Solar Cells used Decahedral TiO_2 Porous Layer

○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】有機無機ペロブスカイト結晶を用いた太陽電池は、簡易な作製方法で高い光電変換効率を得られ、続々と最高効率が更新されていることから注目が集まっている。この太陽電池では、ペロブスカイト結晶の発電層中を光誘起電荷が拡散し、正孔はp型有機半導体層を、電子は酸化物半導体膜を経由して外部へと供される。このとき、ペロブスカイト／酸化物半導体界面における電荷移動特性は、J-V 曲線に掃引方向の違いによるヒステリシスを生じる原因ともなり、光電変換特性の向上を目指す上で重要な検討項目となっている。そこで本研究では、界面のナノ構造が電荷移動特性へ及ぼす影響を検討するため、半導体膜の結晶配向性や表面に露出する結晶面の制御が可能な材料として十面体酸化チタンに着目した。これを酸化物半導体薄膜としたペロブスカイト太陽電池を作成し、電荷移動特性、および光電変換特性を評価した。

【実験】十面体酸化チタン薄膜は、水熱処理により透明導電膜 (FTO) 付ガラス基板上に直接合成した [1]。FTO 基板は、100 mM 四塩化チタン水溶液をスピコート法 (3000 rpm, 30 sec) 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層を形成した。この基板を塩酸水溶液中 (3.0~7.0 M) でフッ化カリウム (0~200 mM)、チタニウムテトラブトキシド (50~150 mM) と共に加熱し、十面体酸化チタン薄膜を形成した。さらに、発電層としてペロブスカイト ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_{x-x}\text{Cl}_{x-x}$)、正孔輸送層として p 型有機半導体 (Spiro-OMeTAD) をそれぞれスピコート法により製膜し、金蒸着膜を正極として太陽電池を作成した。

【結果】図1に基板上に生成した十面体酸化チタン膜のSEM像と粒子の模式図を示した。一般的なアナターゼ相酸化チタンの表面は(101)面であ

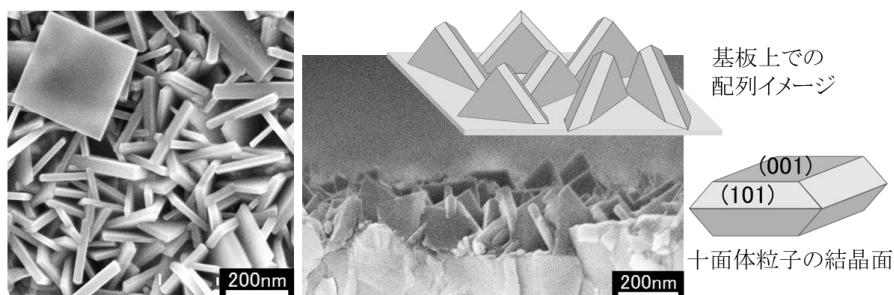


図1 FTO基板上に形成した十面体酸化チタン膜のSEM像と粒子の模式図

るが、粒子を十面体形状とすると(001)面が高い割合で現れる。この(001)面は(101)面に比べて表面エネルギーが高く、十面体酸化チタンでは光触媒反応による有機物の分解活性が高いことが知られている [2]。水熱合成により得られた酸化チタン膜では、十面体粒子は基板に対して垂直配列し、(001)面を細孔内に向けた状態となった。また、調製条件により膜厚や細孔サイズを変えることができ、この基板上にペロブスカイト層を形成することで酸化チタン膜のナノ構造制御による太陽電池特性への影響について検討した。

【参考文献】[1] 實平義隆, 久保貴哉, 内田聡, 瀬川浩司, 光機能材料研究会 第18回シンポジウム, 2013, 講演番号 P-16.

[2] F. Amano, O. O. Prieto-Mahaney, Y. Terada, T. Yasumoto, T. Shibayama, B. Ohtani, *Chem. Matter.*, **2009**, 21, 2601.