

量子ドット太陽電池への応用を目的とした TiO₂ ナノロッドとナノチューブ電極の特性評価

Characterization of TiO₂ Nanorod and Nanotube Electrodes for Quantum Dots Solar Cell Applications

○梶知史¹, 常進^{1,3}, 豊田太郎^{1,3}, 尾込裕平^{2,3}, 早瀬修二^{2,3}, 沈青^{1,3}

(電通大先進理工¹, 九工大生命体工², JST CREST³)

○Satoshi Kaji¹, Jin Chang^{1,3}, Taro Toyoda^{1,3}, Yuhei Ogomi^{2,3}, Shuzi Hayase^{2,3}, Qing Shen^{1,3}

(Univ. Electro-Commun.¹, Kyushu Inst. Tech.², JST CREST³)

E-mail: kaji@jupiter.pc.uec.ac.jp

【はじめに】 量子ドット太陽電池において、電子輸送層であるナノ構造電極と増感材である量子ドットによって光電変換特性が大きく変化する。様々なナノ構造電極の中で、TiO₂ のナノロッド (NR: Nanorod) やナノチューブ (NT: Nanotube) は一次元的な構造を持つことから、高い伝導性を持ち素早い電子輸送が期待される。一方、TiO₂ 中の不純物や欠陥は電子輸送において強い影響を与えるため、太陽電池へ応用する際に重要であるが、ナノ電極の作製方法によりその種類や密度が顕著に変化する。本研究では、水熱合成による NR 構造と ZnO を鋳型とした鋳型法による NT 構造、異なる作製法による二種類の TiO₂ 電極を作製し、それらの結晶構造、光吸収特性、蛍光 (PL) 特性および太陽電池へ応用する際の光電変換特性について比較し検討した。

【実験】 TiO₂ NR 電極は 30% 塩酸、純水と C₁₆H₃₆O₄Ti を入れたオートクレーブに TiO₂ 緻密膜を形成させた FTO (SnO₂: フッ素ドープ酸化スズ) ガラスを入れ、オートクレーブを 150℃ で 5 時間熱処理させ作製した[1]。また、TiO₂ NT 電極は事前に FTO 上に作製した ZnO NR を、(NH₄)₂TiF₆ 水溶液と H₃BO₃ 水溶液の混合溶液に 10℃ 下 3 時間放置させ TiO₂ NT 電極を作製した[2]。

【結果と考察】 図 1 に作製した (a) TiO₂ NR 電極と (b) TiO₂ NT 電極の断面 SEM 像を示す。図 1 より、それぞれの作製法で TiO₂ NR 電極と TiO₂ NT 電極が形成されたことが確認できた。また、XRD により TiO₂ NR 電極はルチル型、TiO₂ NT 電極はアナターゼ型であることが分かった。光吸収スペクトルより、NR と NT の TiO₂ のバンドギャップはそれぞれ 3.0 eV と 3.2 eV であることが確認できた。図 2 に二種類の電極の PL スペクトルを示す。図 2 より、光エネルギーが 2.2 から 2.8 eV までの領域において、TiO₂ NT 電極に対して TiO₂ NR 電極の蛍光強度が著しく小さくなったことが観察された。この結果から、TiO₂ NR 電極の深い準位での欠陥が TiO₂ NT 電極よりきわめて小さいことが判明した。今後、これら電極を用いて太陽電池を作製し光電変換特性等を評価することで、TiO₂ 電極の影響について検討する予定である。

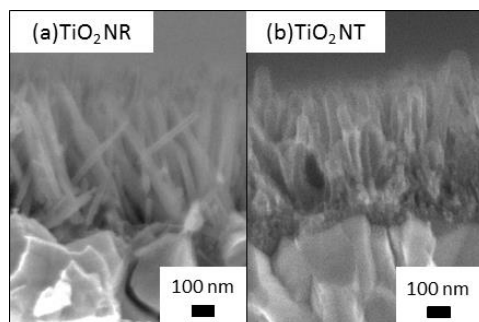


図 1 (a)TiO₂ NR と (b)TiO₂ NT の断面 SEM 像

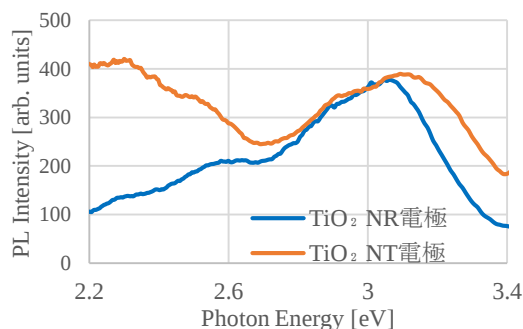


図 2 77 K での TiO₂ NT と TiO₂ NR の PL 比較

[1] X. Zhang et al., *Energy Environ. Sci.*, **7** (2014) 1409

[2] J. H. Lee et al., *J. Phys. Chem B* **109** (2005) 13056