

ルチル型酸化チタンナノロッドアレイへのニオブドーピングとその影響

Effect of Nb doping to rutile TiO_2 nanorod array

京都大エネルギー科学研究科 ○木村 考岐, 蜂谷 寛, 佐川 尚

Graduate School of Energy Science, Kyoto Univ., ○Takaki Kimura, Kan Hachiya, Takashi Sagawa

E-mail: sagawa.takashi.6n@kyoto-u.ac.jp

ペロブスカイト太陽電池における電子輸送層の主な役割は、透明電極とペロブスカイト層が直接接触することを防ぎ電荷の再結合を抑制することと、電子を収集しつつ正孔の侵入を防ぐことである。一次元ナノ構造をもつルチル型酸化チタンナノロッドアレイは容易な方法で FTO 上に直接エピタキシャル成長が可能であり、表面積の増大による電荷収集効率の向上と、ナノロッドの形成による電荷の直接的な輸送経路の確保が期待される。しかしながら、ルチル型酸化チタンはアナターゼ型酸化チタンや酸化亜鉛と比較してキャリア濃度が低く電気抵抗が大きい。そこで本研究ではチタンと原子半径の値が近いニオブのドーピングを行い、酸化チタンの結晶構造を崩すことなくキャリア濃度を増大させ電気抵抗を減少させることを検討した。さらに、より n 型となることで正孔の侵入を阻害する効果も期待できる。すなわちニオブドーピングしたルチル型酸化チタンナノロッドアレイを FTO 上に水熱合成法により作製し、種々の合成条件が及ぼすナノロッド形状への影響を検証するとともに、ペロブスカイト太陽電池に適した材料の設計を検討した。

ニオブのドーピング率を 0 % から 5 % まで変化させながら FTO 上に合成をした結果、ニオブドーピングにより酸化チタンの結晶成長と表面エネルギーの異方性が減少することで、ナノロッドの長さは減少し直径は増大することがわかった。図 1 に未ドーピングの酸化チタンナノロッドアレイを、図 2 に 3 % のニオブを添加して合成した酸化チタンナノロッドアレイを示す。この変化は表面積とナノロッド同士の間隔を減少させるものであることから、ペロブスカイト層との接合界面が小さくなり、太陽電池性能を低下させる。したがって、高効率デバイス作製のためにはナノロッド形状を最適化する必要がある。そこで反応溶液の酸性度、初期濃度、反応温度、反応時間を系統的に変えて合成を行った。本講演では、種々の合成条件で作製したニオブドーピングルチル型酸化チタンナノロッドアレイをペロブスカイト太陽電池の電子輸送層へ適用した場合の光電変換特性についても併せて発表する。

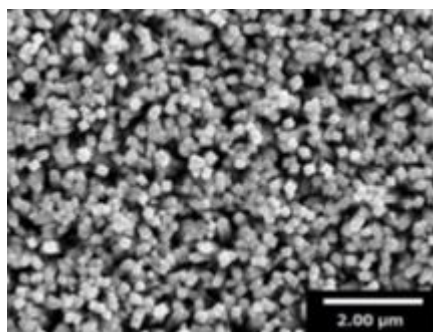


Fig.1 SEM image of pristine TiO_2 nanorod array.

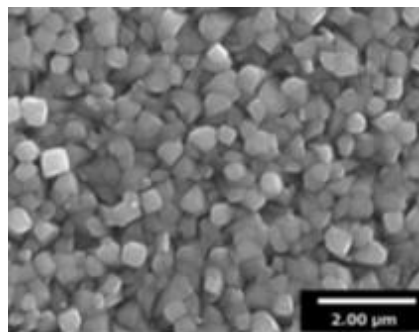


Fig.2 SEM image of TiO_2 nanorod array synthesized with 3 % Nb containing reaction mixture.