

色素増感型太陽電池用酸化チタンナノチューブ内壁への色素吸着

A Dye Adsorption to the Inner Wall of TiO₂ Nano Tube Thin Films for Dye Sensitized Solar Cells

森 大輔, 佐藤 祐喜, 吉門 進三 (同志社大院理工)

°Daisuke Mori, Yuuki Sato, Shinzo Yoshikado (Doshisha Univ.)

E-mail:syoshika@mail.doshisha.ac.jp

【はじめに】 近年酸化チタンナノチューブ (TNT) は光触媒や色素増感型太陽電池の負極材料として現在注目されている。TNT 薄膜はチタン (Ti) 箔を陽極酸化することにより箔表面に対して垂直方向に成長させて形成される^[1,2]。TNT 同士はチューブ側面でお互いに線接触し、またチューブ軸方向に継ぎ目がないため、チューブ軸に沿った電子輸送が円滑に行われる。また TNT はナノサイズ径の中空円筒形状をしているため薄膜全体の比表面積が大きく、酸化チタンナノ粒子と同程度あるいはそれ以上の色素担持量を確保できるために、色素増感型太陽電池(DSSCs)の負極材料に適している。しかし、実際には TNT 薄膜を厚膜化させると単位体積当たりの色素吸着量が低下するため、色素が膜全体に吸着できていない可能性がある。したがって、本研究では、TNT 薄膜に対する色素吸着の方法を改善し、膜に付着する色素量を増加させることで、光電変換効率 (PCE) の向上を目的とする。今回、透明電極をコートしたガラス基板上に RF マグネトロンスパッタリングにより成膜された Ti 薄膜を陽極酸化し、陽極酸化法により TNT 薄膜を成膜しこれを半導体層として、色素の吸着法に工夫を加えて色素増感型太陽電池を作製し評価した。

【実験方法】 FTO ガラス基板上に RF マグネトロンスパッタリング法により成膜した平均膜厚 0.8 μm の Ti 薄膜を陽極酸化法した。Ti 薄膜を成膜した FTO 基板を陽極、対極にアルミニウム板を用いた。陽極酸化に用いる電解液として、溶媒にエチレングリコールを用い、溶質としてフッ化アンモニウム (NH₄F) を 0.25 wt% を加えた。陽極酸化条件は印加電圧 50 V、電解液温度 15°C とし、成膜した Ti 膜が透明になるまで陽極酸化を行った。TNT 薄膜の状態およびチューブ形状や長さ等を走査型電子顕微鏡 (SEM) で観察した。得られた TNT 薄膜を 450°C で 30 分間空气中で焼成した。X 線回折 (XRD) により TNT 薄膜の結晶構造を解析した。増感色素であるルテニウム錯体 (N719) を加えたエタノール中 TNT 薄膜を成膜した FTO ガラス基板を投入し、色素の吸着の改善効果を調べるためにエタノール中で 0~60 分超音波照射を行った後、さらに 24 時間浸漬させて色素吸着を行った。色素吸着後、可視分光光度計を用いて TNT 薄膜の光学特性の評価を行った。正極に白金を用いて DSSCs を作製し、電流密度 電圧 (J V) 特性を評価した。

【実験結果および考察】 Fig.1 に J V 特性, Fig.2 に PCE 超音波照射時間特性を示す。超音波照射を 40 分間行って作製した DSSCs の PCE は 1.34% となり、照射しないときの 0.99% と比較して、約 1.4 倍向上した。これは超音波照射によるチューブ内に残留する気体の脱気効果によるものだと考えられる。液体に超音波を照射すると、液体が激しく揺さぶられて局所的に圧力が高い部分と低い部分が出てくる。圧力が低い部分では液体中に小さな真空の空洞が生成される。再び圧力が高くなり、この空洞が押しつぶされるとき、液体中に衝撃波を発生する。この衝撃波は TNT 薄膜内部に存在する気泡の除去に効果があり、気泡の代わりに色素が入り込んだため、PCE が向上したと考えられる。その他詳細については当日発表する。

【参考文献】 [1] J. M. Macak, et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, Vol.44 (2005), p.7463. [2] 小島等 第 72 回応用物理学会学術講演会, (2011), 401.

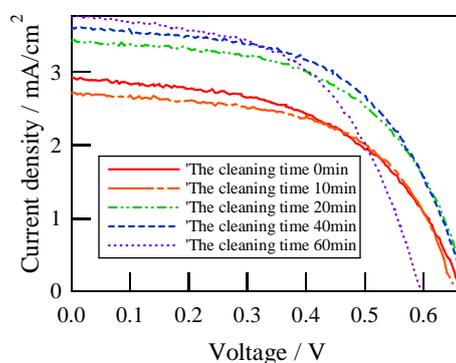


Fig.1 J-V characteristics of DSSCs fabricated red using TNT thin film irradiated ultrasonic.

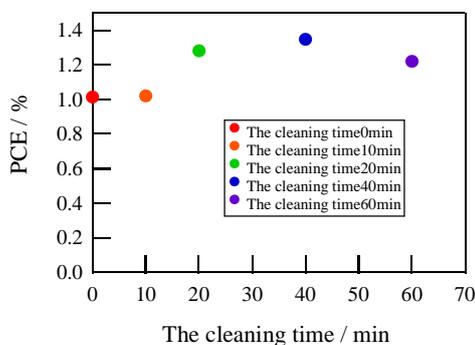


Fig.2 PCE irradiation time characteristics of DSSCs.