

L106

チタニアナノチューブアレイを用いた色素増感太陽電池

(同志社大理工)(学)倉田 丈裕・(正)土屋 活美・(正)森 康維・
(富士化学)内田 文生・(同志社大理工・富士化学)○(正)足立 基齊*

1. 緒言 前報¹⁾において、定電位電解によるチタニアナノチューブアレイ(TNTA)は、文献²⁾にも報告されているように1次元に規則配列した電極構造を実現し得る有望なチタニア材料であることを示した。前回の報告では、TNTAを用いた色素増感太陽電池(DSSC)の作成には至らなかった。今回、電解後の二段階焼成を行いアモルファス状のTNTAをアナターゼ結晶にした後、TiO₂の微粒子膜を塗布したITO基板上にTNTA膜を固定する方法で、DSSCを組むことに成功したので報告する。

2. 実験方法

2.1 TNTAの作製 チタン金属(1 cm×2 cm, 厚み0.2 mm)を作用電極とし、白金(1 cm×1 cm, 厚み0.1 mm)を対極として、0.5wt% NH₄Fを加えたグリセリン溶液中で、10 V~40 Vで定電位電解を行うことでチタン金属上にTNTA(Ti-TNTA試料)を作製した。

2.2 TNTAを用いた色素増感太陽電池の作製

Ti-TNTA試料を250℃で2時間焼成した後、さらに450℃で2時間焼成を行い、アナターゼ結晶構造を持つTNTAを得た。このTNTAをITO基板に接合するために、F127ブロックコポリマーより作製されるTiO₂微粒子³⁾(F127ゲル)を用いた。まず、ITO基板にF127ゲルを塗布し、450℃で焼成してチタニア層を形成した。次に、Ti-TNTA試料をエタノールに十分浸漬させ、F127ゲルを作製する反応原液(F127原液)をエタノールに混合し、40℃で1日浸漬後、80℃下で重縮合反応を4日間進行させ、F127ゲルをTNTAのチューブ内、チューブの上部、及び、チューブの外壁に析出させて、450℃で2時間焼成を行った。このTi-TNTA試料をITO基板上にのせ、臭素メタノール溶液を滴下することでチタン金属を溶解除去した。TNTAとITO基板上のチタニア層との結合を強化するため、両者の間にF127原液を浸み込ませ、80℃で1時間反応させた後550℃で2時間焼成した。この結合強化操作は2回行った。さらに、このITO基板上のTNTAを80 mMのTiCl₄水溶液に80℃で1.5時間浸漬後、600℃で2時間焼成し、チタニア電極を作製した。常法に従い、3×10⁻⁴ MのN719ルテニウム色素溶液にチタニア電極を40℃で2日浸漬した。対極は、ITOガラスに白金をスパッターした白金

電極を用い、ハイミランで両電極を接合した。白金電極の穴から電解質溶液(0.6M BMII, 0.1M guanidine thiocyanate, 0.05M I₂, 0.5M TBP in acetonitrile-valeronitrile)を挿入して、セルを完成させた。山下電装の擬似太陽光でI-V測定を行った。

3. 実験結果 450℃で2時間焼成を行ったTNTAの高分解能TEM像をFig 1に示す。TNTAはアナターゼ結晶であり、ナノチューブの軸方向に沿って(101)が伸びた単結晶であることが、分かる。焼成後のTNTAのSEM画像及び、F127ゲル反応原液を浸透させた後、重縮合反応によりTNTAとチタニア層界面にF127ゲルを形成させて接合した場合(F127 liquid)と、既に形成済みのF127ゲルを浸透させて接合した場合(F127 gel)のI-V測定結果をFig 2に示す。チタン金属に対して垂直にTNTAが立っている様子がFig 2から観察できる。またI-V測定結果から、F127 liquidでは3%以上の光電変換効率が得られたが、F127 gelでは1.2%であった。今後、改良を重ね、高効率を目指す。

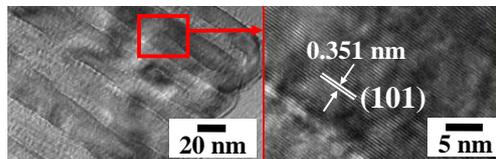


Fig 1. HRTEM images of TNTA upon calcination.

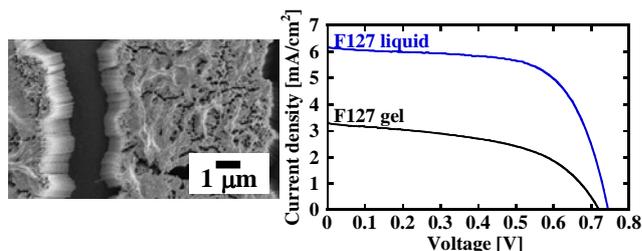


Fig 2. SEM images of TNTA upon calcination (left) and I-V curve for DSSC.

参考文献

- [1] 倉田, 足立ら 化工第41回秋季大会 AD315 (2009)
- [2] P. Schmuki, *et al.*, *Nano Letters*, **6**, 215-218 (2006)
- [3] J.Jiu *et al.*, *J.Electrocheml Soc.*, **151**, A1653-A1658 (2004)

Motonari Adachi: TEL: 0774-65-6420 E-mail: rca07002@mail.doshisha.ac.jp