

O314

チタニア多孔質膜の構造制御とそれを利用した色素増感太陽電池の作製

(東工大・炭エネ研)○(学)平野 和希、(正)伊原 学、(東工大理工)松本 英俊、坪井 一真、谷岡 明彦

【緒言】色素増感太陽電池(DSSC)は色や形状がフレキシブルで、低コストながら高い変換効率を有し、高価なシリコン系太陽電池と代わるものとして期待され、多くの研究が成されている。現在の DSSC の最高効率は 11.18%^[1]と報告されている。更なる発電特性の向上を目指すために様々な方法が考えられるが、中でも TiO₂ ナノ粒子電極の材料および構造の選択が高効率を実現する重要な鍵である。

当研究室では TiO₂ 膜に Ag ナノ粒子を導入することによって、局在表面プラズモンが局在電場増強効果により色素の吸光度を増加させ、DSSC の変換効率の向上に成功している^[2]。ナノ粒子の導入には、多孔性の高い TiO₂ 膜の多孔度の制御が重要である。

更に、局在電場増強効果によって電極の光電流密度が増大すると、TiO₂-電解液間の電子移動がしやすくなる可能性が考えられる。よって、通常の TiO₂ 粒子より電荷移動度の高い材料を選択した方が良く考えられる。電荷移動度の高い TiO₂ 材料として TiO₂ nanofiber に注目した。エレクトロスピン法により得られる TiO₂ nanofiber は①電荷移動度が大きい②表面積が大きいという 2 つの利点が考えられる。電荷移動度が高いことによって、逆電子移動によるロスを防ぐことが期待される。

本研究では局在表面プラズモンを利用した高効率な DSSC の開発を目指して、形状の異なる TiO₂ 材料等を変えた TiO₂ 膜の構造を観察し、これを利用した DSSC を組み立てて発電特性及び電気化学特性を評価した。

【実験】 TiO₂ nanofiber 添加 DSSC の作製法について述べる。TiO₂ ナノ粒子(P-25:ST-41 = 7:3)、TiO₂ ナノファイバー、エタノール、イオン交換水、10 倍希釈 TritonX-100、アセチルアセトン、ポリエチレングリコールを加え、60 分遊星ボールミルで攪拌し、ペーストを得た。得られたペーストをテフロンテープでマスクした ITO ガラス上にスqueegee した。乾燥した TiO₂ 膜を 448°C の電気乾燥機で 20 分間焼成した。その後、TiO₂ 膜の吸光度と膜厚を測定した。更に、N719 (Ru 色素)エタノール溶液に 21 時間含浸させ、吸光度を測定した。これを用いて DSSC を組み立てて、ソーラーシミュレーター (AM=1.0, 100 mW/cm²) で電流-電圧特性を測定した。更に TiO₂ - 電解液界面の逆電子移動を調べるために、暗条件下交流インピーダンス法^[3](=Dark-EIS、測定条件: バイアス印加電流密度 8 mA/cm²、交流電流振幅 0.08 mA/cm²、走査範囲 10⁵~10¹ Hz) でセルの内部抵抗を測定した。

【結果と考察】 Figure 1 に nanofiber の比率に対する照射下での IV 曲線を示す。効率は上から順に 1.94、1.26、0.90% となった。20% と 80% について、色素の吸光度は 1.03 から 1.09 と、あまり変わらなかったが、J_{sc} は 2.59 から 4.17 mA/cm² に増加した。

また、Figure 2 に Dark-EIS より得られた、nanofiber の比率に対する Cole-Cole プロットを示す。等価回路を用いてフィッティングし、各抵抗成分を得た。20% と 80% を比較すると、TiO₂ - 電解液界面の逆電子移動抵抗は 25.18 から 23.65Ω に減少した。ファイバー添加による比表面積の増加により、逆電子移動が促進された可能性があると考えられる。

更に色素の吸着量及び TiO₂ の電子伝導性の比較するためには構造情報を含めた考察をする必要がある。

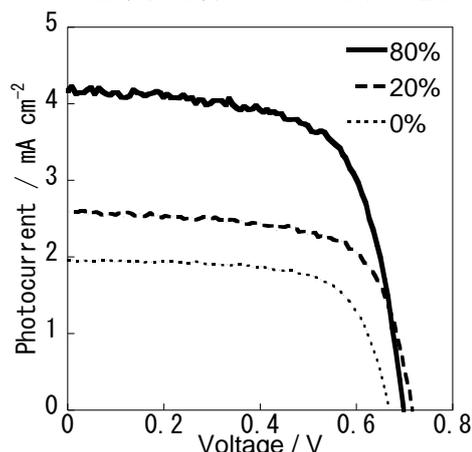


Figure 1. nanofiber の比率が異なる DSSC の IV 曲線

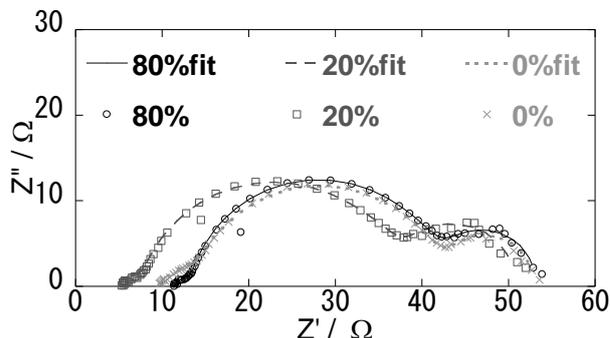


Figure 2. nanofiber の比率が異なる DSSC の Dark-EIS の Cole-Cole プロット

【文献】 [1] M. Grätzel, *J. Photochem. Photobio. A* **164**, 3 (2004).

[2] M. Ihara et al, *J. Phys. Chem. B* **101**, 5153, (1997).

[3] H. Shibuya et al, *ECS Transaction*, **16**, (50), 93-105, (2009).

*Tel&Fax : 03-5734-3337

E-mail : mihara@chem.titech.ac.jp