

微粒子層導入による FTO ガラスの高ヘイズ化と色素増感太陽電池への応用

High haze TCO glass with nano-particle layer for dye-sensitized solar cells

静岡大院工, °大塚玲奈, 高野貴文, 村上遼, 奥谷昌之

Shizuoka Univ., °Rena Otsuka, Takafumi Takano, Ryo Murakami, and Masayuki Okuya

E-mail: tcmokuy@ipc.shizuoka.ac.jp

1. 緒言

本研究グループでは、FTO 透明導電膜のヘイズ率を制御し、入射光の有効利用による色素増感太陽電池の高効率化を検討している。これまで本会において、ITO 微粒子層の導入による高ヘイズ FTO ガラスの作製と色素増感太陽電池への応用を報告した¹⁾。本研究では、新規にシリカビーズ層や酸化スズ微粒子層の FTO 膜への導入によるヘイズ率制御を行い、これを利用した色素増感太陽電池の高効率化について報告する。

2. 実験

市販のシリカビーズ (SNOWTEX O(粒径 10-20 nm)日産化学工業)、および酸化スズ微粒子(粒径 15nm、AlfaAesar Chemicals)をそれぞれスピコート法でガラス基板上に塗布・乾燥後、500°Cで1時間焼成した。さらに、この基板上にスプレー熱分解 (SPD) 法で $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ エタノール溶液を噴霧し、FTO/ SiO_2 微粒子、および FTO/ SnO_2 微粒子の積層構造からなる透明導電膜ガラスを作製した。次に、P25 (Degussa) と TKC302 (TAYCA) の TiO_2 ゼル混合溶液を透明導電ガラス上に SPD 法で噴霧して多孔質 TiO_2 層を積層後、N719 色素を吸着させて作用電極を完成した。最後に、 I^-/I_3^- 電解液(EL-A1:富山薬品工業)と白金対電極を重ねてセルを組み立てた。透明導電膜の光学特性は、分光光度計(V-570:JASCO)を用いて可視光領域(400~800 nm)で測定した。また、セルの評価は、擬似太陽光 (AM1.5, 100 mW/cm^2) 照射下で行った。

3. 結果および検討

Fig. 1 に本研究で作成した各 FTO 膜の表面形態を示す。全ての膜で同程度の粒径が得られ、微粒子層は粒成長の核とならず微粒子層の導入による FTO 粒子の形状への影響は少なかった。次に、Table 1 に各 FTO ガラスの電気・光学特性を示す。電気特性を比較すると、(1)FTO/ SnO_2 微粒子ガラスのキャリア密度は(2)FTO/ SiO_2 微粒子ガラスのそれより低くなる一方、移動度は大きくなる傾向が見られた。各 FTO ガラスから作製されたセル特性を比較すると、(1)のガラスから作製されたセルにおいて短絡電流密度の上昇が見られ、高効率化が実現した。また(1)、(2)のガラスのヘイズ率は同程度であったことから、高効率化に対しヘイズ率だけでなく、FTO 膜自身の移動度も重要なファクターであることがわかった。

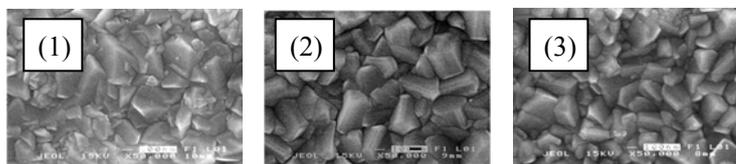


Fig.1 本研究で作製した FTO 膜の表面 SEM 像;

(1) FTO/ SnO_2 微粒子, (2) FTO/ SiO_2 微粒子, (3) FTO のみ.

Table 1 各 FTO 透明導電膜の光学特性・電気特性

	(1)FTO/ SnO_2	(2)FTO/ SiO_2	(3)FTO
膜厚[μm]	0.7/0.3	0.7/0.3	0.7/-
透過率*[%]	79.0	80.4	80.2
ヘイズ率* [%]	40.0	41.2	16.6
キャリア密度[$\times 10^{20}/\text{cm}^3$]	9.1	14.2	15.1
移動度 [cm^2/Vs]	16.3	13.2	9.5
抵抗率 [$\times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$]	4.2	3.3	4.3

*ガラス基板を含む可視光平均値

1) 村上他 第 73 回応用物理学会学術講演会 14a-H7-8 (2012).