

TNO 透明導電膜の導入による色素増感太陽電池の作用電極界面の最適化

Reduction of the interface resistance in dye-sensitized solar cell with TNO transparent conductive film

○遠藤 剛志¹、小野 理恵子¹、奥谷 昌之^{1,2}、岩城 諒¹、竹村 秀一郎¹、中尾 祥一郎³、岡崎 壮平³、坂井 延寿³、山田 直臣³、一杉 太郎⁴、長谷川 哲也⁵ (1.静岡大院工、2.静岡大グリーン研、3.神奈川技術アカデミー、4.東北大 WPI-AIMR、5.東大院理)

○Takeshi Endo¹, Rieko Ono¹, Masayuki Okuya², Ryo Iwaki¹, Shuichiro Takemura¹, Shoichiro Nakao³, Souhei Okazaki³, Enju Sakai³, Naomi Yamada³, Taro Hitosugi⁴, and Tetsuya Hasegawa⁵
(1. Grad. School Eng., Shizuoka Univ., 2. Res. Ins. Green Sci. and Tech., Shizuoka Univ., 3. KAST, 4. Tohoku Univ., 5. Tokyo Univ.)

E-mail tcmokuy@shizuoka.ac.jp

1. 背景

色素増感太陽電池 (DSSC) において、透明導電膜には F ドープ SnO₂ (FTO) を用いるのが一般的であるが、本研究では Nb ドープ TiO₂ (TNO) を導入する。TNO 透明導電膜の導入により、従来の多孔質 TiO₂/FTO ヘテロ接合 (FTO セル) に対し、多孔質 TiO₂/TNO ホモ接合 (TNO セル) が形成され、これによる界面抵抗の低減により太陽電池特性の向上が期待できる¹⁾。今回は、バッファ層や多孔質 TiO₂ 層の膜厚を最適化することで、内部抵抗の低減を試み、これによる DSSC セルの高効率化について報告する。

2. 方法

マグネトロンスパッタ法により、ガラス基板上にアモルファス TNO 膜を作成した。さらにこの膜の結晶化および低抵抗化を目的に、水素雰囲気下で 500 °C、2 時間の還元アニールを行った。次に、この TNO 透明導電膜に緻密な TiO₂ バッファ層、多孔質 TiO₂ 層を順に SPD 法で積層した。さらに、この電極を Aluminum sec-butoxide 水溶液、または Mg(OAc)₂ 水溶液に浸漬・乾燥後、水素雰囲気下で 500 °C、30 分の再アニールを行い、多孔質 TiO₂ 層に対してアルミナコーティング、またはマグネシアコーティングを行った。最後に、この電極に N719 色素を吸着させ、作用極とした。DSSC セルは、I⁻/I₃⁻ 電解液を作用極と白金電極で挟み、完成させた。

3. 結果

Fig.1 にアルミナ、またはマグネシアコーティングを施した TNO セル (TNO シート抵抗 62.0 Ω/sq) と FTO セル (FTO シート抵抗 8.5 Ω/sq) の *I-V* 曲線を示す。TNO セルにおいて、電圧に対する電流密度の減衰が緩やかな右下がりを示し、TNO 膜のシート抵抗が FTO 膜のそれに比べ大きいことを反映している。Table 1 にアルミナ、またはマグネシアコーティングを施した TNO セルと FTO セルの電池パラメータを示す。全般的に、アルミナコーティングでは *I*_{SC} が上昇、マグネシアコーティングでは *V*_{OC} が上昇する傾向が観測された。さらに、FTO セルと TNO セルを比較すると、アルミナコーティングを施した FTO セルの *I*_{SC} は 11.9 mA/cm² であったが、TNO セルでのそれは 7.8 mA/cm² となった。これは TNO 膜のシート抵抗が FTO 膜のそれと比べ約 7 倍高いためである。その結果、TNO セルの変換効率は最大 3.2 % に達したが、FTO セルの 5.6 % に及ばなかった。しかし、電気化学インピーダンスにおいて、TNO セルにおける多孔質 TiO₂/TCO 界面抵抗が FTO セルのそれと比べ低いことが観測されており、TNO のシート抵抗を FTO と同等にすることにより、将来的に TNO セルの高効率化が可能であると考えている。

1) 竹村 他、第 73 回応用物理学会学術講演会、14a-H7-7.

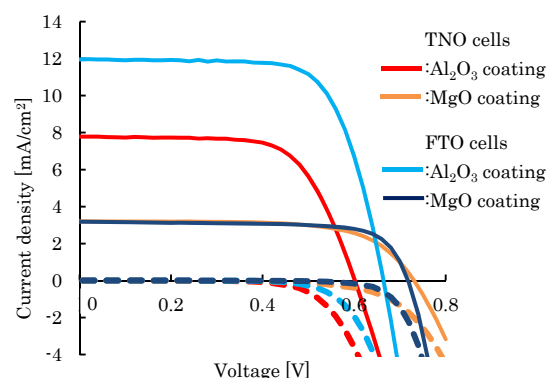


Fig.1 *I-V* curve of DSSCs with TNO and FTO, in which porous TiO₂ layers were coated with thin Al₂O₃ or MgO layer.

Table 1 Photovoltaic parameter of DSSCs with TNO and FTO, in which porous TiO₂ layers were coated with thin Al₂O₃ or MgO layer.

	TNO		FTO	
Sheet resistance [Ω/sq]	62.0		8.5	
Coating	Al ₂ O ₃	MgO	Al ₂ O ₃	MgO
<i>I</i> _{SC} [mA/cm ²]	7.8	3.2	11.9	3.1
<i>V</i> _{OC} [V]	0.61	0.73	0.66	0.71
<i>FF</i> [-]	0.68	0.68	0.71	0.75
<i>η</i> [%]	3.2	1.6	5.6	1.7