

積層型 FTO 膜におけるヘイズ率の制御と色素増感太陽電池への応用
Double-layered FTO films with high haze and their application
to dye-sensitized solar cells

○采女 敬史、佐藤 純、奥谷 昌之
(静岡大院工)

○Keishi Uneme, Jun Sato, and Masayuki Okuya (Graduate School of Engineering, Shizuoka Univ.)
E-mail: tcmokuy@shizuoka.ac.jp

1. 緒言

本研究グループは、FTO 透明導電膜のヘイズ率をパラメータとした入射光の有効利用による色素増感太陽電池(DSSC)の高効率化を検討している。従来の FTO 透明導電膜は、光透過性に優れるが、表面形態が平滑であるためヘイズ率が低く、セル内での光吸収に関してロスが大きいことが問題であった。そこで本研究では、従来の FTO 膜の上に、凹凸の大きな表面形態の FTO 層を積層した二重層構造を作製し、FTO 膜の高ヘイズ化を実現する。さらに、これを利用して DSSC を作製し、電池特性の最適化を行った。

2. 実験

0.1 M の di-*n*-butyltinodiacetate (DBTDA) エタノール溶液に既定量の NH₄F 水溶液を混合して前駆体溶液 1 を調製した。さらに、0.1 M の SnCl₄・5H₂O エタノール溶液に既定量の NH₄F 水溶液を混合し、前駆体溶液 2 を調製した。次に、450 °C に加熱したガラス基板上に SPD 法で前駆体溶液 1 を噴霧し、膜厚 1.0 μm の FTO 膜を作製した。さらに、この膜上に溶液 2 により各膜厚の第二層を積層し、二重層構造の FTO 膜を作製した。この膜を利用して DSSC を作製し、その評価を行った。¹⁾

3. 結果

Fig. 1 に従来の FTO 膜と積層型 FTO 膜の表面形態の SEM 画像を示す。従来の膜に比べ、積層によって大きな FTO 粒子の凹凸が観測された。次に、各積層型 FTO 膜の光学特性とこれを利用した DSSC のセルパラメータを Table 1 に示す。ヘイズ率 *H* に関して、従来型 FTO 膜(A)のヘイズ率は 2.0 %であったが、第二層の堆積により、ヘイズ率を 6.0~31.1 %まで増加させることができた。さらに、第二層が 0.5 μm の(D)以外では、透過率 *T* を大きく低下させずにヘイズ率を増加させることに成功した。Fig. 2 に各 FTO 膜から作成された DSSC セルの IPCE 測定結果を示す。ヘイズ率の増加にともない、IPCE が上昇する傾向が観測された。高屈折の TiO₂ ルチル層の導入による光散乱効果により、600 nm 以上の長波長での IPCE の向上が従来報告されていたが、本研究では、全可視光領域において IPCE が向上したことが特徴であり、上記とは異なる効果が観測されたといえる。特に、ヘイズ率の高い(C)のセルにおいて、*J*_{sc} が 9.3 mA/cm²を示し、これにより変換効率が 4.8 %まで増加した。以上より、透過率の低下を抑制してヘイズ率を増加させることで、変換効率が向上することが示された。

1) 池谷他, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 7p-C23-20

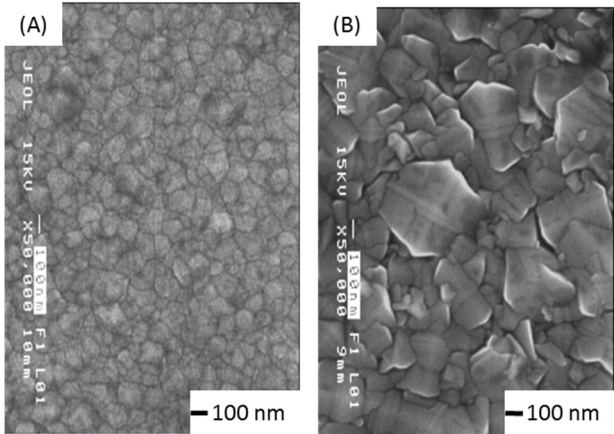


Fig. 1 従来の FTO 膜(A)と積層型 FTO 膜(第二層 0.4 μm)(B)の表面形態.

Table 1 積層型 FTO 膜の光学特性とこれを利用した DSSC のセルパラメータ.

	第一	第二	<i>T</i>	<i>H</i>	<i>J</i> _{sc}	<i>V</i> _{oc}	<i>FF</i>	<i>η</i>
	[μm]	[μm]	[%]	[%]	[mA/cm]	[V]	[-]	[%]
(A)	1.0	0	79.3	2.0	9.3	0.69	0.65	4.2
(B)		0.3	76.4	6.0	9.7	0.68	0.72	4.7
(C)		0.4	79.2	22.7	9.3	0.71	0.73	4.8
(D)		0.5	73.7	31.1	7.9	0.71	0.73	4.1

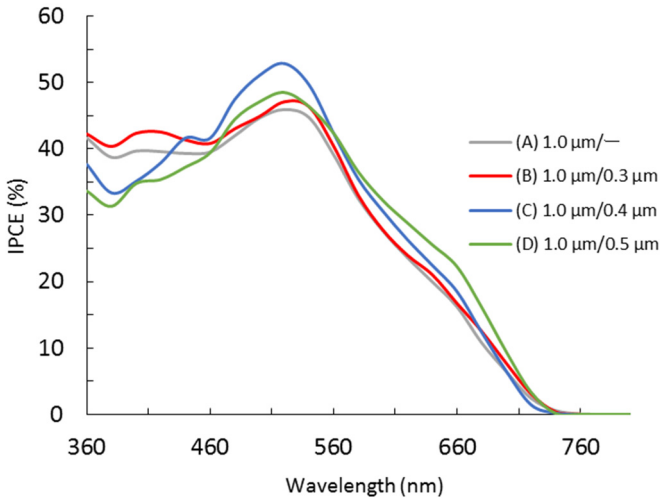


Fig. 2 各積層型 FTO 膜を用いた DSSC の IPCE 測定結果.