

雰囲気制御下のマイクロ波加熱による TiO₂ 層の作製と色素増感太陽電池への応用
Porous TiO₂ layer formed by microwave heating technique under various atmospheres
for dye-sensitized solar cell

静岡大院工, °(M1)戸田 恭輔, (M2)小西 直磨, 内藤 貴太, 奥谷 昌之

Shizuoka Univ. , °Kyosuke Toda, Naoma Konishi, Kanta Naito, Masayuki Okuya

E-mail: tcmokuy@shizuoka.ac.jp

1. 緒言

色素増感太陽電池(DSSC)作用極用の多孔質 TiO₂ 層を焼成する際、電気炉加熱が一般に利用されているが、本研究室ではマイクロ波加熱による焼成を報告した^{1),2)}。本研究では、この焼成の際に雰囲気制御を加えて多孔質 TiO₂ 層を作製し、これによる DSSC の最適化を試みた。

2. 実験方法

市販の ITO 微粒子分散液(Sigma-Aldrich)を SnO₂ バッファ層上にスピコート法で塗布・乾燥させ、電気炉 500 °C で 1 時間焼成して ITO 微粒子層を作製した。さらに、InCl₃・4H₂O と SnCl₂・2H₂O を [Sn]/[Sn+In]=8 (モル比)で混合した ITO 溶液を SPD 法で噴霧して ITO 透明導電膜を堆積した。その後、ITO 層に多孔質 TiO₂ 層を低温 SPD 法で堆積し、TiO₂/ITO 積層構造膜をガラス基板上に作製した。次に、半導体式マイクロ波装置(FSU-201VP-04; 富士電波工機㈱)により出力 25 W のシングルモード電界を 3 min 照射し、TiO₂ 層を焼成した。なお、焼成の際、窒素、空気、または酸素を 2.0 または、4.0 L/min でフローさせて雰囲気制御を行った。最後に、多孔質 TiO₂ 層に N719 色素を吸着させて作用極を作製し、白金対電極との間に I⁻/I₃⁻ 電解液を注入してセルを組み立てた。セルの特性評価は、擬似太陽光(AM-1.5, 100 mW/cm²)照射下で行った。

3. 結果と考察

窒素、空気、または酸素を 2.0 L/min フローの条件下で焼成した TiO₂ 多孔質層の表面 SEM 像を Fig. 1 に示す。いずれの表面においても約 50 nm 程度の TiO₂ 粒子が観測され、マイクロ波加熱による粒子間のネッキングが観測された。

次に、各雰囲気下で焼成された多孔質 TiO₂ 層を利用して作製した DSSC のセルパラメータを Table 1 に示す。セル特性は焼成時の雰囲気ガスの流量に大きく依存した。特に、酸素フローの条件下で焼成さ

れた多孔質 TiO₂ 層を利用したセルの短絡電流密度 (J_{sc})において、流量 4.0 L/min のセルで 7.6 mA/cm²、2.0 L/min で 14.4 mA/cm²を示した。これは流量が多くなるにつれ、雰囲気の効果よりも基板に対する冷却作用が大きくなり、TiO₂ 多孔質層の焼成温度が低下したためである。また変換効率(η)に関して、窒素フローの条件のセルが 3.4%、空気フローが 5.1%、酸素フローが 5.6%を示した。これにより、酸素の供給量が増えるにつれて DSSC に適した多孔質 TiO₂ 層が作製できることが分かった。今後、流量、および雰囲気制御の最適化により更なる特性の向上が見込まれる。

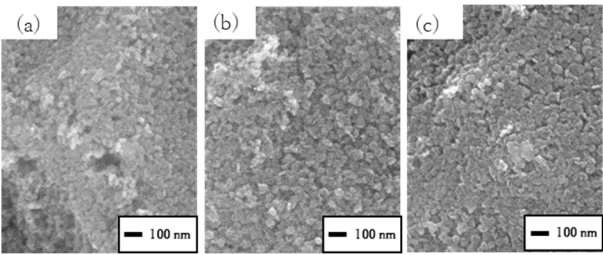


Fig. 1 Surface morphology of porous TiO₂ layer prepared under 2.0 L/min of various flowing gases; (a)N₂, (b)air, and (c)O₂.

Table 1 Photovoltaic parameters of DSSCs fabricated with the porous TiO₂ layer prepared under various flowing gases.

Flowing rate[L/min]	2.0			4.0		
atmosphere	N ₂	air	O ₂	N ₂	air	O ₂
J_{sc} [mA/cm ²]	8.4	13.8	14.4	7.4	10.1	7.6
V_{oc} [V]	0.64	0.65	0.66	0.63	0.69	0.68
FF	0.62	0.57	0.59	0.66	0.70	0.63
η [%]	3.4	5.1	5.6	3.0	4.9	3.3

- 1)鈴木他, 第 66 回春季応用物理学会学術講演会, 9a-W323-2 (2019).
2)内藤他, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会, 13a-D221-11 (2020).