

酸化チタンを利用した簡易な色素増感型太陽電池の作成

國安 猛 井上由里香 岩崎えり奈 岩下未希 藤堂瑞穂 古田友美
宮崎結以(熊本県立第二高等学校) 坪田敏樹(熊本県工業技術センター)

1. はじめに

現在、太陽光による発電は21世紀のクリーンエネルギーの一つとして注目されている。一般に使われているシリコン系太陽電池は、原料のケイ素を溶解して金属シリコンにする過程で非常にコストがかかり、大掛かりな設備を必要としている。それに比べ、低コストの太陽電池として多くの期待を集めている色素増感型太陽電池を作成した。

2. 太陽電池の原理

色素増感型太陽電池とは、酸化チタン(チタニア)、色素、ヨウ素などを含む電解質から構成される太陽電池である。図1のように導電性ガラス(FTO)を透過して入射した太陽光はチタニア表面に固定された色素に吸収される。光を吸収した色素は電子的な基底状態から励起状態になり、励起状態から色素の電子は、チタニアの伝導体に注入される。その結果色素は酸化された酸化状態となる。このとき色素の励起電子のチタニアへの効果的な注入のためには、色素の励起エネルギー準位が半導体の伝導帯エネルギー準位より負でなければならない。半導体に注入された電子は拡散により酸化スズ導電性ガラス(FTO)、導線を経由して対極へ導かれる。一方酸化された色素は、ヨウ素から電子を受け取り基底状態の色素に戻る。

3. 実験

3-1 太陽電池の作成

乳鉢にナノサイズチタニア粉末とエチレングリコールを入れ、水を加えながら20分間粉碎混合しゾル状のチタニアペーストを作る。

広い板の上にガラスを二列に敷き、その間にFTOを入れ薬さじで混合ペーストを2, 3滴おとして、スキージングを行う。この操作でできたガラスを、電気炉で460、30分で焼成する。一日半エタノールで抽出したローズヒップティー色素に焼成ガラスを1日半浸透させ色素沈着させる。

図2のように、FTOに6B鉛筆を塗りつけ

た黒鉛FTOと色素吸着焼成ガラスを電極し、ヨウ化溶液を電解質として太陽電池を組み立てる。

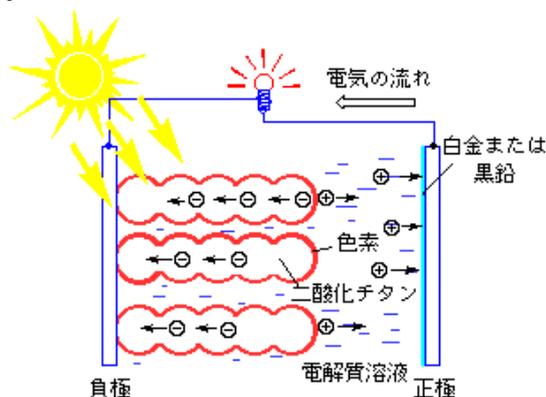


図1

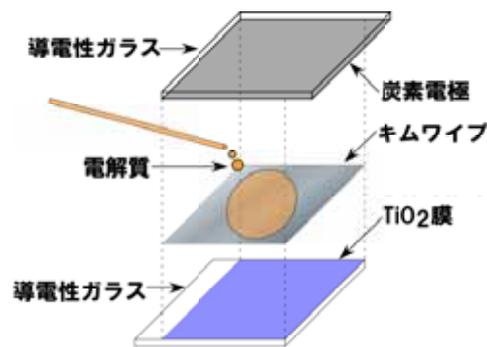


図2

3-2 チタニア膜厚測定

焼成したチタニアFTOガラスの表面をマイクロメーターと電子顕微鏡(SEM)で観察する。チタニアの膜厚をSEM写真から計測する。

3-3 光電効果測定

図3のように、バイアス電源の抵抗を変化させて、電流が0になる時の電圧の値から一定間隔ずつ減らしていったときの電流の値を読み取る。また、電流が0になったときの電圧の値を開放電圧、電圧が0のときの電流の値を短絡電流を測定する。

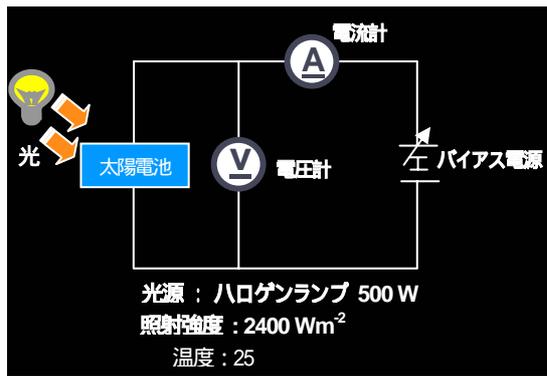
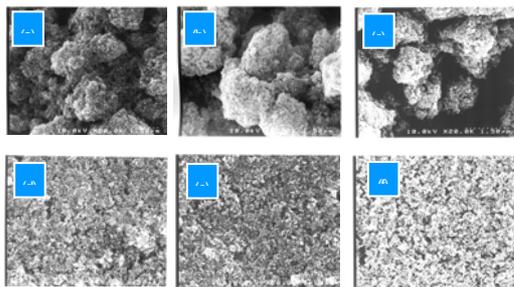
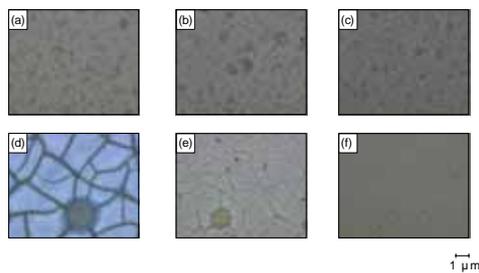
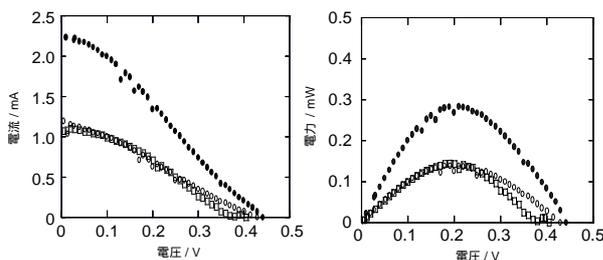
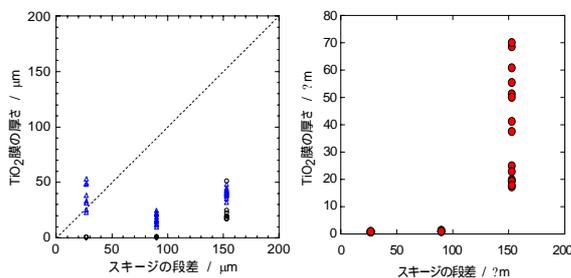


図 3

4. 結果と考察



上図：光学顕微鏡写真 下図：電子顕微鏡写真
 上段：日本エアロジル P-25 スキージ厚 153, 90, 27 μm
 下段：石原産業 N-51 スキージ厚 153, 90, 27 μm



酸化チタン	TiO ₂ 厚	最大電力 (P _m)	変換効率 ()	開放電圧 (V _{oc})	短絡電流 (I _{sc})	最大出力電圧 (V _{pm})	最大出力電流 (I _{pm})
	μm	mW	%	mV	mA	mV	mA
日本エアロジル P-25	27	0.1386	0.00303	430	1.19	0.21	0.66
	90	0.2835	0.00619	442	2.26	0.21	1.35
	153	0.1444	0.00315	405	1.07	0.19	0.76
石原産業 T10-51N	27	0.0016	0.00003	111	0.05	0.06	0.026
	90	0.0131	0.00029	202	0.18	0.12	0.109
	153	0.0091	0.00020	198	0.13	0.11	0.083

この太陽電池として理想的なものは、焼成チタニア表面にひびがなく、表面積が大きいものである。ひびの存在で、その部分の光電変換が阻害され、また表面積が小さいと光に触れる面積が小さくなる為、光電変換効率が悪くなる。スキージ段差は厚くすればするほど、表面積は大きくなるため性能は良くなるが、ひびができる可能性も増える為、今回行った実験では、適度な厚さにて日本エアロジル社製の酸化チタンで焼成チタニア膜厚 90 μm のものが一番性能が良かった。

5. まとめ

焼成酸化チタンの表面のひびのないもので膜厚の厚いものが光電変換率が大きくなることがわかった。今後、ペーストの粘性や電解質溶液の封入法などを考えながら実験を行ない、より光電変換率の高い太陽電池を作成しようと思う。

6. 謝辞

本研究を進めるにあたり、熊本県工業技術センターにおいて、多くの助言と各種測定機器を使用させていただき誠に有難うございました。深く感謝し、お礼申し上げます。

また、貴重なご意見、ご指導を頂いた長野工業高等学校若狭信次教諭、熊本大学工学部物質生命化学科松本泰道教授、京都大学大学院工学研究科江口浩一教授に深く感謝し、お礼申し上げます。

7. 参考文献(参考HP)

- 1) <http://kuroppe.tagen.tohoku.ac.jp/~dsc/cell.html>
- 2) <http://www.nagano-c.ed.jp/choko/course/kagaku/kadai/h12/taiyou/index.html>