

深層水を利用した太陽電池に関する研究

プロジェクト推進担当 氷見清和

中央研究所 本保栄治 山崎茂一

センター所長 谷野克巳

1. 緒言

太陽光発電システムは、発電時に二酸化炭素を排出しないことから、地球温暖化防止や化石燃料の利用削減に有効なクリーンエネルギーシステムとして普及が進められている。従来のシリコンを用いた太陽電池ではシリコンのコストが高いことから、低コストな太陽電池の開発が必須である。最近、色素増感太陽電池が次世代の太陽電池として注目され、応用範囲が広いことから今後の発展が期待されている[1, 2]。この色素増感型太陽電池は、電解質を利用できること、原材料及び製造コストが安価であることなどの特徴がある。

そこで、本研究では、深層水を利用した酸化還元型（レドックス型）の太陽光発電を提案し、その可能性を探索する。また現在、色素増感型太陽電池の電極に利用されている半導体膜には、酸化チタン（ TiO_2 ）粒子をペースト状にして塗布し、これを 450°C 程度で焼き付けた膜を利用しているが、本実験では、反応性スパッタ法を用いて、加熱の処理をせずに酸化チタン半導体膜を成膜することとした。図1に、色素増感型太陽電池の概念図を示す。

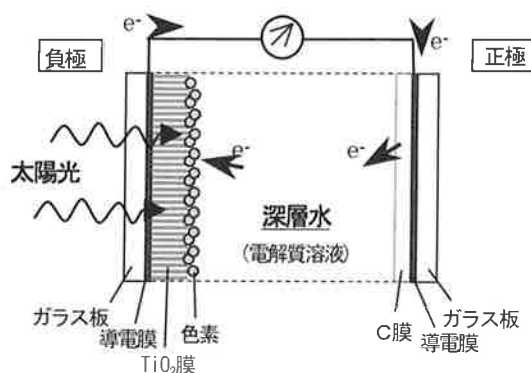


図1 色素増感型太陽電池の概念図。

2. 実験方法

半導体酸化チタン膜の作製には、スパッタ装置（DCバイアススパッタ式・ULVAC製）を使用して、透明導電膜（ITO）付きガラス基板上に非加熱にて成膜を行った。また対極には、真空蒸着法にてカーボン膜をITO基板上に成膜した。酸化チタン膜上にはRu色素を吸着させた。酸化チタンは、波長400nm以下の紫外光を吸収するが、これは太陽エネルギーの3%程度にすぎない。そこで

可視光を吸収する色素を酸化チタン表面に吸着させることによって、感光波長領域を拡大させ、効率を高めることができる。酸化チタンを成膜させた基板をRu色素溶液に浸した後に自然乾燥させた。酸化チタン膜の構造評価には、走査型電子顕微鏡による表面及び断面観察、X線回折法を用いた。

電解質溶液には、スパッタによる酸化チタン膜及びカーボン膜の使用による色素増感太陽電池システムの機能を確認するため、深層水を用いず、ヨウ素溶液を用いた。

3. 実験結果

スパッタ法にて作製した酸化チタン膜の走査型電子顕微鏡による表面及び断面観察像を図1(a)及び(b)に示す。酸化チタン膜は、電極となるITO膜基板から隙間を持った柱状成長をしており、その表面には更にナノサイズの微細な突起が形成されていることが確認できた。このことは、比表面積が大変大きくなっていることを示している。この比表面積は、酸化チタン表面にRu色素を吸着させて色素増感型太陽電池の効率を向上させるには大変に重要となる。

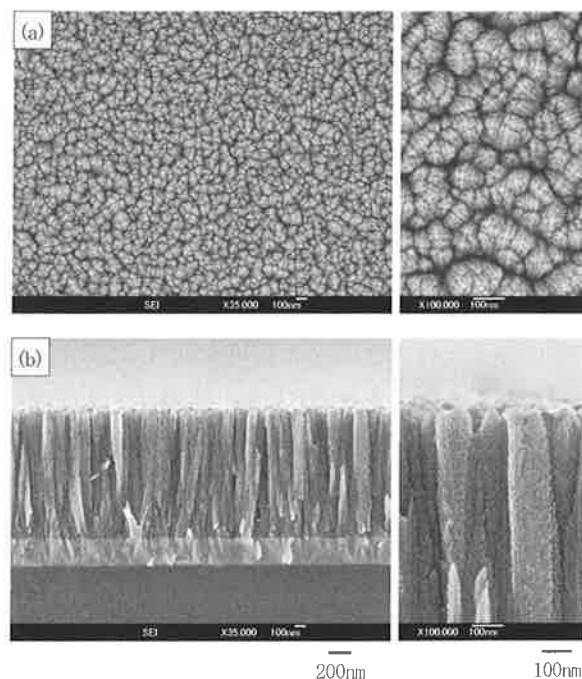


図2 酸化チタン膜の(a)表面及び(b)断面観察像。
(右図は拡大観察像。)

図3にスパッタされたままの酸化チタン膜のX線回折パターンを示す。熱処理を施すことなくアナターゼ型の酸化チタンが結晶化して成膜されていることがわかる。色素増感型太陽電池の電極に用いる場合、ルチル型よりアナターゼ型の方が効率が高くなることが確認されている[3]ことから、スパッタ法によるアナターゼ型の酸化チタンの成膜は、色素増感型太陽電池用の電極としての実用化に向けて大変に有効な手法である。

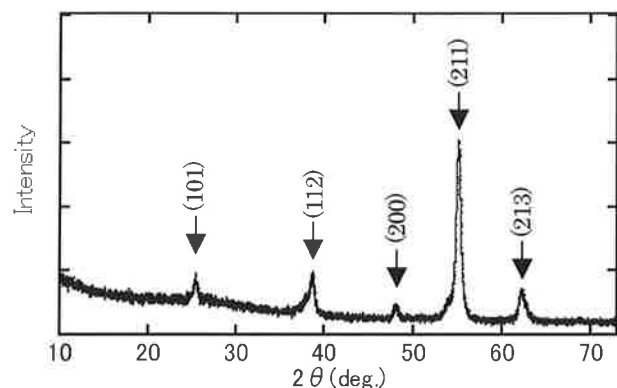


図3 酸化チタン膜のX線回折パターン。

図4に作製した色素増感型太陽電池の外観写真を示す。外観は半透明であり、色素及びヨウ素溶液のためにやや紫色となっている。この3.5cm x 3.5cmの面積の色素増感型太陽電池を晴天日の正午に太陽光(94,000lx)に当て発電することを確認した。



図4 作製した色素増感型太陽電池。

4. まとめ

本研究では、深層水を利用した太陽光発電の可能性を探索するため、まず、負極となる半導体膜にスパッタ法にて成膜した酸化チタンを用いて色素増感型太陽電池を作製した結果、以下のことがわかった。

(1) スパッタ法にて効率の高いアナターゼ型の酸化チタン膜を作製でき、ナノサイズの突起をもつ比表面積の大きい構造であった。

(2) スパッタ法により作製した酸化チタン膜を用いて色素増感型太陽電池のユニットを作製し、電解質溶液のヨウ素溶液(深層水でない)において自然光で発電することを確認できた。

(3) 今後、電解液に深層水を用いてシステムを組み、性能評価を行う予定である。また、正極に用いたカーボン膜は白金に比べ電解液に溶解しにくいことから耐久性については有効であるが、還元反応の速度については白金の方が良いことから、白金膜の有効性についても検討する。

参考文献

- [1] B. O'regan, M. Greatzel: Nature, 353, P737 (1991)
- [2] S. Uchida 等: Electrochem, 70, 418 (2002)
- [3] N. G. Park 等: J. Phys. Chem. B, 104, P8989 (2000)

キーワード 色素増感型太陽電池、深層水、酸化チタン

Development of the Dye-Sensitized Solar Cell by Deep Sea Water

HIMI Kiyokazu, HONBO Eiji, YAMAZAKI Shigekazu, and TANINO Katsumi

Dye-sensitized solar cells have developed intensively on a global scale because of their many attractive characters, including low cost, simple manufacturing process and green technology. In this paper, we researched on the dye-sensitized solar cell. We could prepare the anatase-crystalline TiO_2 film with high-specific surface area. The unit of the dye-sensitized solar cell was made by using a sputtered TiO_2 film, and we could confirm that it generated electricity with the natural light. In the future, we will make the dye-sensitized solar cell using the deep sea water for the electrolytic liquid, and will evaluate its performance.