総　説

J. Jpn. Soc. Colour Mater., **87**〔10〕，361–366（2014）

電解析出法による色素増感太陽電池用酸化チタン膜の作製

千金正也*,†

*地方独立行政法人大阪市立工業研究所電子材料研究部　大阪府大阪市城東区森之宮1-6-50（〒536-8553）
† Corresponding Author, E-mail: chigane@omtri.or.jp

（2014年6月17日受付，2014年8月5日受理）

要　　旨

色素増感太陽電池（DSSC）は，次世代太陽電池として，実用化に向けた検討が進められている。酸化チタン膜はDSSCにおいて，色素を吸着保持し，色素の光吸収によって励起した電子を取り出すための電極として用いられており，非常に重要な部材である。電解析出法は，目的とする基板を電極として，外部電源を用いて電気化学反応を起こして膜を形成する方法であり，低コストで低環境負荷なプロセスである。本稿では，電解析出法について，筆者らが手掛ける酸化チタン膜の作製を紹介し，膜のDSSC用電極への応用について解説する。

キーワード：電解析出法，酸化チタン，薄膜，色素増感太陽電池，チタン－乳酸錯体

1. 序にかえて
グリーンエネルギーをグリーンプロセスで

製造コストを抑えられ，軽量化，フレキシブル化が容易な太陽電池として，酸化チタン膜を用いた色素増感太陽電池（DSSC）が研究されてきた[1-4]。地球環境保全の必要性と，化石燃料枯渇の危機に対して，太陽電池の実用化に向けた検討が進められてきた。加えて平成23年3月に起こった東日本大震災によって，原子力発電の問題点が図らずも露呈してしまったために，太陽光を含めた再生可能エネルギーを基幹エネルギー源として利用する社会が，ますます現実味をおびてきている。太陽光発電は，太陽光エネルギー源が無尽蔵・無料であり，発電時にCO_2や廃棄物を排出しない，などさまざまな利点を有しているが，太陽光発電の発電コストは，原子力発電に比べて約5倍と，まだまだ高い[5]。NEDOの太陽光発電ロードマップ（PV2030＋）においては，2007年時の太陽光発電コストは46円/kWhと見積もり，2030年には事業用電力並みの7円/kWh程度まで下げることを目標としている。そのためには，従来の結晶シリコンを用いた太陽電池のみのコスト低減では目標達成は無理であり，薄膜シリコン系，CIS系，有機系太陽電池（有機薄膜太陽電池，DSSCを含む），量子ナノ構造太陽電池などの，次世代太陽電池の高性能化・低コスト化が不可欠とされている[6]。こうした状況下，DSSCは旧来の結晶シリコンを用いる太陽電池を補うものとして，大きな期待を集めている。酸化チタン膜はDSSCにおいて，色素を吸着保持し，色素の光吸収によって励起した電子を取り出すための電極として用いられており，非常に重要な部材である。太陽光発電は，エネルギー問題とCO_2排出などの環境問題を同時に解決する発電方法であるため，太陽電池の製造プロセスにおいても，コスト面のみならず，環境やエネルギーにも配慮しなければならない。

本稿で取り上げる電解析出法は，低コスト（装置コスト，溶媒にかかるコストなどが低い），低環境負荷，多種基板（大面積，複雑形状，フレキシブル）への高い適用性，電解条件（電解液組成・濃度・条件，電流，電圧等）の調節で膜厚・構造制御が容易，といった特長を有し，DSSC用電極を作製するには有力な手段と言える。とりわけ，電解液が水溶液である場合，環境負荷の大きい有機溶媒を用いないため，環境に配慮したグリーンな製造プロセスとなり，いっそう太陽電池製造に望ましいプロセスと言える。グリーンエネルギーの創出にも，グリーンケミストリー[7]に根差したグリーンな製造プロセスを適用することが重要なのである。このような利点を有する電解析出法であるが，酸化チタン膜の製法としては一般的ではない。その最大の要因は，酸化チタンが絶縁体（たとえば抵抗率：$10^9\ \Omega$ cm（真空中）[8]）であるためである。一般に電解析出法で成長可能な膜は導電性膜に限られ，酸化チタンのような導電性の低い物質の膜の製法としては，原理的に不向きということになる。それでも，上記利点が魅力的であるからか，さまざまな検討が行われている。本稿では，DSSC用電極向けに研究されている電解析出法による酸化チタン膜の作製例として，筆者らの研究を中心に紹介する。

〔氏名〕ちがね　まさや
〔現職〕地方独立行政法人大阪市立工業研究所電子材料研究部無線薄膜研究室 室長
〔趣味〕テレビ鑑賞（バラエティ番組，美術番組，etc.）
〔経歴〕1988年京都大学大学院工学研究科修了。同年大阪市立工業研究所入所，現在に至る。

2. DSSCの原理と酸化チタン膜

図-1に典型的なDSSCの構造模式図を示す。ガラス板／透明導電性Fドープ酸化すず（FTO）膜／酸化チタンナノ粒子焼結

© 2014 Journal of the Japan Society of Colour Material