

色素増感太陽電池における二酸化チタン光電極の役割

Roles of Titanium Dioxide Photoelectrode in Efficient Dye-Sensitized Solar Cells

荒川 裕則 (東理大・工 工化)

Hironori Arakawa (Faculty of Engineering, Tokyo University of Science.)

E-mail: h.arakawa@ci.kagu.tus.ac.jp

安価で多機能な色素増感太陽電池(DSC)の効率(η)は現在 5mm 角セルで 12~13%、1cm 角セルの AIST 認証値で 11.9%が最高である。我々は、ガラス基板サブモジュール DSC で 10%、フレキシブルプラ基板サブモジュール DSC で 6.5%と世界最高レベルの性能を達成した。(図 3)また、実証研究が NEDO プロで行われている。

二酸化チタン(TiO_2)は図 1 の DSC の作動機構からわかるように、光電極として使用され、基本的には励起色素からの電子を受取り、導電性基板へ電子を渡す伝導体の役割を果たす。種々の酸化物が検討されたが、その電子伝導性、色素とのバンドマッチング、安定性などから、アナタース TiO_2 が最も優れているとされる。

しかし TiO_2 光電極の構造により性能は大きく変化する。その具備すべき条件としては、高表面積、メソポーラス構造、高電導性結晶子、効率的な光閉じ込め効果、界面での逆反応制御機能(図 2)などが挙げられる。表 1 に TiO_2 光電極や電解液を最適化した DSC の性能を示す。 TiO_2 光電極構造や電解液等の最適化により性能が大きく変化する事がわかる。

DSC の更なる高性能化には、入射光を最大に利用できるモルフォロジー、 TiO_2 表面での逆電子移動(図 1 の (2))の抑制、ナノ粒子の結晶性向上、 TiO_2 の電子伝導性の向上などが求められる。

本発表では、これらについて議論する。

謝辞: 本研究は NEDO の支援により行われた。

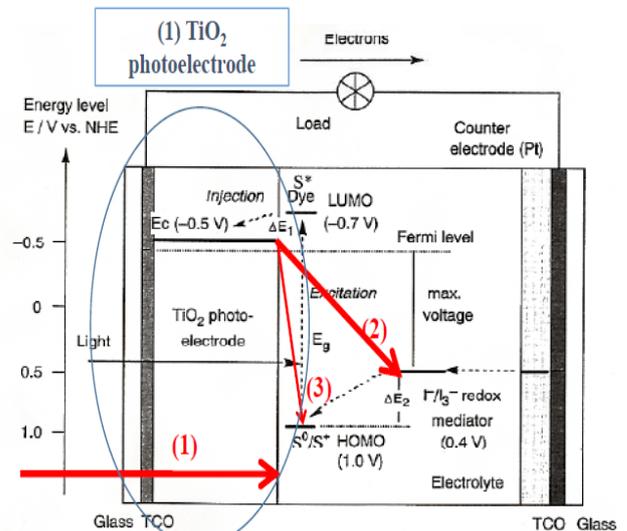


図 1 色素増感太陽電池 (DSC) の作動機構

表 1 色素増感太陽電池の性能 (セルサイズ: 1cm^2)

TiO_2 光電極構造と最適化	J_{SC} [mA cm^{-2}]	V_{OC} [V]	FF [-]	η [%]
従来型	21.0	0.69	0.71	10.3
表面修飾型	20.4	0.73	0.72	10.8
TiO_2 Beads型	22.3	0.70	0.71	11.0
光閉込め最適化	22.6	0.70	0.71	11.2
ダイ・カクテル	23.5	0.68	0.72	11.6
総合最適化	24.6	0.71	0.70	12.2

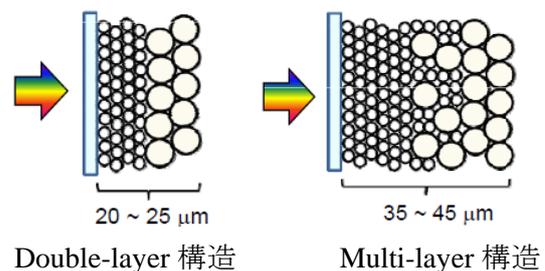
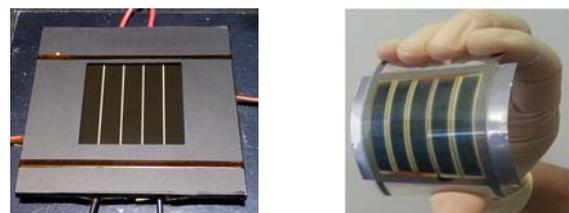


図 2 TiO_2 光電極の構造



ガラス基板 DSC($\eta=10\%$) プラ基板 DSC($\eta=6.5\%$)

図 3 5cm 角 DSC サブモジュールの性能