

色素増感太陽電池の最新トピックス

池上 和志*†

* 桐蔭横浜大学大学院工学研究科 神奈川県横浜市青葉区鉄町1614 (〒225-8503)

† Corresponding Author, E-mail: Ikegami@toin.ac.jp

(2015年1月31日受付, 2015年3月16日受理)

要 旨

色素増感太陽電池は、酸化チタンナノ粒子の焼結膜を光電極として用いる有機系太陽電池である。電極部材を大気下での印刷で製膜できることが特長であるが、現在、バインダーフリーの水系高粘度ペーストを用いて、常温での塗布と乾燥のみで、良好な半導体膜を製膜することが可能となっている。増感剤として、従来のルテニウム錯体色素や有機色素にかえて、ハロゲン化鉛系ペロブスカイト化合物に置き換えることで、高効率の有機系軽量・薄型太陽電池を、ロール・ツー・ロール印刷で実現するための研究を進めている。

キーワード：色素増感太陽電池, プリンティド・エレクトロクス, ロール・ツー・ロール, ペロブスカイト化合物

1. 緒 言

再生可能エネルギーの利用への関心の高まりから、新素材を用いた太陽電池の開発にも注目が集まっている。なかでも、酸化チタン半導体膜を光電極として用いる色素増感太陽電池は、1991年以降、実用化に向けた研究開発が活発に進められてきた¹⁾。色素増感太陽電池は、室内光や拡散光などの弱い光のもとでの発電効率が、シリコン系太陽電池よりも高く、とくに、環境発電、エナジーハーベスティング用の発電素子としても、注目されている。

色素増感太陽電池と比較される有機系太陽電池に、有機薄膜太陽電池がある。色素増感型太陽電池では、電荷分離を担う半導体は酸化チタンなどの金属酸化物半導体で、電荷輸送担体は液体電解質または固体電解質である。一方、有機薄膜太陽電池では、n型半導体層とp型半導体層が有機物で構成されている固体型太陽電池であり、その光吸収層やホール輸送層が数百ナノメートルと従来型の無機半導体を用いる太陽電池と比較してもきわめて薄いことも特長である。いずれも、塗布型の印刷プロセスにより、ロール・ツー・ロール方式による製造が提案されている。

最近では、色素増感太陽電池の構造において光吸収を担う増感色素を、有機無機ハイブリッドペロブスカイト化合物に置き換えたペロブスカイト太陽電池も注目されている²⁾。ペロブスカイト太陽電池の研究では、色素増感太陽電池と有機薄膜太

陽電池の垣根を超えて、無機系化合物半導体太陽電池との融合も進み、高効率かつ低コストの薄型・軽量の太陽電池の実現に向けた取り組みが進んでいる。これらの有機系太陽電池の特長には、色を選択できる、また電極が光透過性といった点があり、それらを活かした用途展開と実証試験が進められている。本稿では、筆者らが研究を進めるプラスチック型の色素増感太陽電池を中心に最近の有機系太陽電池の開発動向を紹介する。

2. 色素増感太陽電池の特長

色素増感太陽電池の最大の特長は、高純度の半導体シリコンを用いることなく、発電層となるn型半導体層(酸化チタン層)を、酸化チタンナノ粒子の分散ペーストの塗布と乾燥のみで製膜できることである。このことは、太陽電池の製造におおがかりな装置を必要としないこと、また、既存の印刷法により太陽電池が製造できることを意味する。色素増感太陽電池において光吸収を担うのは、増感色素と呼ばれる有機色素または金属錯体色素である。色素増感太陽電池では、酸化チタン上に単分子吸着した増感色素が光吸収をすることで、その励起状態から電子が酸化チタン半導体層に注入され、電荷分離する。酸化チタンは、紫外線しか吸収することができないが、酸化チタン上に吸着した増感色素が光を吸収することで、増感色素の吸収波長範囲の光を光電変換に利用することができるようになる。図-1には、色素増感太陽電池の構造と発電原理の模式図を示した。色素増感太陽電池は、透明導電性基板の導電膜基板上に酸化チタン半導体膜を製膜した光電極と、白金やカーボン等の触媒を担持した対向電極で、電荷移動を担う酸化還元対を含む電解液をはさんだ構造である。一般的には、酸化チタン膜の厚みは約10 μmであり、また、電解液層の厚みは、約30 μmである。増感色素を選択することにより、電極の色を変えることもできる。耐久性の向上のためには、色素吸着法または電極貼り合わせといった、製造面の課題はあるが、基本的な発電素子の構造は、化学実験室などでも組み立てることができる。



〔氏名〕 いけがみ まさし
 〔現職〕 桐蔭横浜大学医工学部臨床工学科 准教授
 〔趣味〕 ドライブ
 〔経歴〕 2002年3月筑波大学大学院化学研究科(博士課程)修了。2002年4月筑波大学文部科学技官。2005年4月ベクセル・テクノロジーズ(株)博士研究員。2006年桐蔭横浜大学大学院工学研究科助手。2008年同講師を経て、2015年4月より現職。2009年6月よりベクセル・テクノロジーズ(株)取締役兼務。