

ディビジョン番号	14
ディビジョン名	ナノテク・材料化学

大項目	4. ナノ機能・応用
中項目	4-3. エネルギー
小項目	4-3-9. 電極ナノ操作

概要（200字以内）

増感色素を単分子吸着させたメソポーラス半導体層を光電極とする色素増感太陽電池が、未来型太陽電池として、その高性能化の検討が進められている。透明導電性ガラス基板、メソポーラス酸化チタン層、ルテニウム錯体色素、液体電解液の組み合わせのミニチュアセルで11.3%のエネルギー変換効率にまで達している。我々は、それが潜在的に有する特徴を生かすべく、カラフル化、プラスチック化の検討を進め、水溶液中からの電析法という温和な条件下で、理想的な高結晶性ナノポーラス酸化亜鉛を作製する技術開発に成功した(図)。

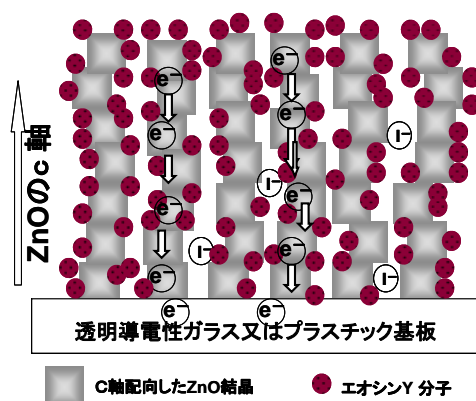


図 ナノポーラス ZnO/ 色素複合膜

現状と最前線

様々な機能を発現する特殊な微細構造をもった無機化合物が、温和な条件下で有機分子の作用を受けて形成される例は自然界では普通に見られ、これを手本としたバイオミネラリゼーションは、低環境負荷型プロセッシングとしても興味の対象である。我々は、有機分子をテンプレートとする電析法により、70℃にて高結晶性ナノポーラス酸化亜鉛薄膜を形成させる技術を開発したが、これもその一つと考えることができる。この技術を、高効率なプラスチック製色素増感太陽電池開発に応用することができる。

メソポーラス半導体層の形成法に関して、我々は、溶液から出発して電気化学的にボトムアップで形成する手法を確立した。それを可能にするために、酸化チタンに代わって“ソフト”な酸化亜鉛が用いられる。塩化亜鉛水溶液中に導入された酸素の電解還元反応に伴って生成される塩基を利用して酸化亜鉛結晶が析出されるが、溶液中に添加するテンプレート剤を作用させることにより、所望のメソポーラス体を形成させるものであるため、微細構造構築のための制御性に優れる。キサンテン系色素であるエオシンYをテンプレート剤として用いた場合には、それが電極触媒の役割も果たしながら、図に示したように、すべてc軸方向に成長した高い結晶配向性のナノワイヤー状酸化亜鉛が形成される。電解条件により、微細構造の精密な制御、ひいては特性を変化させることが可能であり、最適化された条件下では、光電流の内部量子

効率は 90%を越える。こうして得られるナノポーラス酸化亜鉛層の内部表面上に吸着するエオシンYを脱離させ、他の色素を吸着させることも可能で、これにより理想的な構造体に様々な色素を吸着させてカラフル太陽電池を作製することができる。製膜の最適温度が70°Cであるため、耐熱性の低いPETなどのプラスチック基板を用いることができるため、フレキシブル太陽電池への展開も容易である。

ルテニウム錯体色素は酸化亜鉛用には使用できないため、これに代わる色素の開発が高効率化の鍵を握る。現段階では、三菱製紙株の D149 と通称される有機色素を用いると、擬似太陽光線照射下で 5.6%の変換効率が得られており、低温作製された色素増感太陽電池としては高い値である。

将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
新規増感色素の開発による高効率化とカラフル化
利用波長領域の拡大と光電流量子効率の向上
長期安定性の確保
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
変換効率 15%（ミニチュアセル）、10%（モジュール）の達成
ホール輸送層を液体から（擬）固体化させる技術の確立
低コスト化を実現する製造技術の確立

キーワード

色素増感太陽電池、酸化亜鉛、電解析出、テンプレート剤

（執筆者：箕浦秀樹）