

室温プロセスでフィルム型太陽電池を作製

フィルム型で変換効率8.0 %を達成



明渡 純

あけど じゅん
akedo-j@aist.go.jp

先進製造プロセス研究部門
首席研究員
先進コーティング技術プラットフォーム研究班・班長（兼
つくばセンター）

1991年機械技術研究所入所。1994年頃からAD法を着想し、「セラミックス微粒子の常温衝撃固化現象」を発見しました。2002年度から5年間、AD法をコア技術とするNEDOプロジェクト「ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術」のプロジェクトリーダーを務めました。また、2006～2008年度まで、NEDOプロジェクト「高集積・複合MEMS製造技術開発事業」に従事し、レーザー援用インクジェット技術を発案、同テーマを取りまとめました。産総研で独自開発された先進的コーティング技術の普及と実用化を目指しています。

関連情報：

● 共同研究者

廣瀬 伸吾（産総研）、中嶋 節男（積水化学工業株式会社）

● 参考文献

明渡 純（監修）：エアロゾルデポジション法の基礎から応用まで、シーエムシー出版（2008）。

● プレス発表

2013年12月6日「世界初！室温プロセスでフィルム型色素増感太陽電池の試作に成功」

●この研究開発は、「JST・A-STEP シーズ育成タイプ & ハイリスク挑戦タイプ」の支援を受けて行っています。

色素増感太陽電池への期待と課題

色素増感太陽電池は、影や壁面など発電に本来不利な場面でも性能を発揮できる太陽電池です。もしフィルム型のものをロール・ツー・ロール（Roll to Roll）方式で作製できるようになれば、低コスト・薄型・軽量・大面積・フレキシブルな太陽電池が実現できると期待されていますが、いまだ広く実用化されるには至っていません。色素増感太陽電池では一般的に、二酸化チタンを含むペーストを基板に塗布したものを400～500℃程度の高温で焼成して作製しますが、この温度は市販の有機フィルムの耐熱性を越えるため、フィルム型のものを作製することが困難となっていました。

加熱プロセスを使わず作製

私たちはこれまでに、セラミックス微粒子が常温で固化する「常温衝撃固化現象」を発見し、これをもとにして、室温・高速のコーティング技術であるエアロゾルデポジション法（AD法）の基盤技術を確立し、緻密な光透過率の高いセラミック厚膜形成に成功しています。

AD法は、原料粒子を高速で基板に衝突させ、そこで発生するGPaオーダーの高い圧力で、粒子間の結合を促進させ成膜する方法であり（図1）、加熱プロセスなしで高い強度をもつ膜を形成できます。また、この方法は、使用する原料

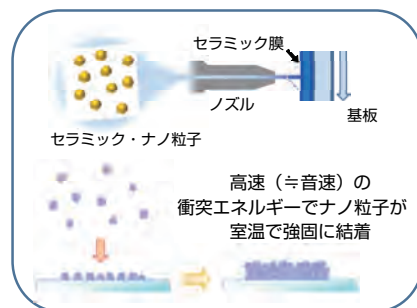
粒子や成膜条件で、緻密な膜から多孔膜まで形成できることが知られていました。

私たちは今回このAD法を用い、界面・膜構造の最適化などにより色素増感太陽電池用の半導体層に適した二酸化チタン多孔膜の成膜に成功し、色素増感太陽電池の発電性能を確認しました。その発電効率は、ガラス基板で9.2%、フィルム基板で8.0%（4mm角、100mW/cm²）であり、フィルム基板を用いた色素増感太陽電池としては世界最高水準の発電効率が得られました。

熱エネルギーの代わりに粒子の高速衝突エネルギーによる微粒子結着メカニズムを利用することで、これまでの高温焼成セラミック形成プロセスが不要となり、室温でのフィルム化に成功しました。耐熱性の低い汎用フィルムや粘着テープのような材料にも成膜でき、さまざまなフィルム基板を用いた色素増感太陽電池が製造可能となり幅広い用途が期待されます。加えて高温工程が不要であり製造負荷が低減できます。また、Roll to Roll化が可能で、生産性向上によりプロセスコストの大幅な低減が期待されます。

今後の予定

今後は、薄膜の微細構造の制御によるさらなる発電効率の向上に関する研究を加速させるとともに、生産性の向上・コスト低減を目指した開発を進め、2015年の市場化を目指します。



曲げても割れない・剥がれない
強い膜形成が可能に

図1 AD法による成膜のイメージ

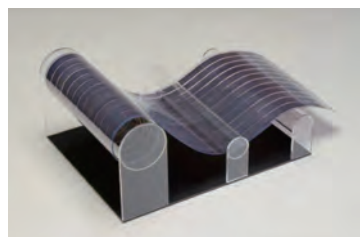


図2 今回試作したフィルム型色素増感太陽電池（発電効率：8%）