

インテリア向け色素増感太陽電池の開発

電子情報部 再生可能エネルギー技術開発PJ室 ○嶋田一裕 豊田丈紫 南川俊治

1. 目的

太陽光を電気エネルギーに変換する太陽電池は、エネルギー問題や温室効果ガス削減の対策として注目を集めている。現在、シリコンを原料とした太陽電池が世界の90%以上の市場を占めている。しかし、この種類の太陽電池はシリコンが非常に高価な材料で、製造工程も複雑なために高コストである。

新しいタイプである色素増感型太陽電池は、1990年代に発明され簡単な構造かつ安価な材料で構成されている。また、製造方法も塗布・印刷といった簡便な方法を使うことができ、低コスト化を図ることができる。さらに、様々な色の色素を利用できるほか、微弱な光でも発電可能なため室内で発電できる。そのため、意匠性の高いインテリアなどへの応用が期待されている。そこで、インテリア向けに色素増感太陽電池を利用するために、多色化や石川県の伝統工芸品である金箔を用いた高い付加価値を持つ太陽電池の開発を目的とした。

2. 内容

2.1 色素増感太陽電池の構造と発電原理

図1に、色素増感型太陽電池の構造と発電原理を示す。構造は、電極間(正極・負極)に色素を吸着させた酸化チタン粒子と電解質を挟むだけである。発電は、色素が光を吸収して電子を発生(増感)し(①)、その電子が色素から酸化チタン粒子へ移動する(②)。次に電子は負極から外部回路を経由し、正極に移動し発電する(③)。最後に、電子は電解質を介して色素に戻る(④)。以上の4ステップにより発電する。

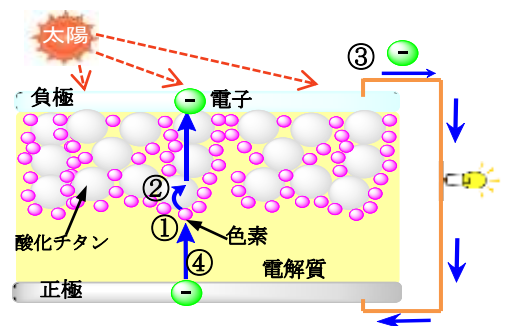


図1 色素増感太陽電池概略図

2.2 多色化

従来の色素増感太陽電池では、一個の太陽電池は単色である。よりデザイン性を高めるために、一個の太陽電池内での多色化を検討した。様々な色素が開発されているが、色調や入手の容易さなどから4種類の色素を選定した。その4種類の色(色素名)は、赤色(N719)、黄色(D131)、紫色(D358)、黒色(CYC-B11)である。それぞれの色素において色素増感太陽電池を試作し、電流電圧特性を測定した(図2)。太陽電池の変換効率は、最大出力(電圧と電流密度の積が最大)を入射光強度で割った値より求めることができ、光を吸収しやすい色が高い発電効率を示す傾向にあることが確認できた。すなわち、黒色が最も高い発電効率

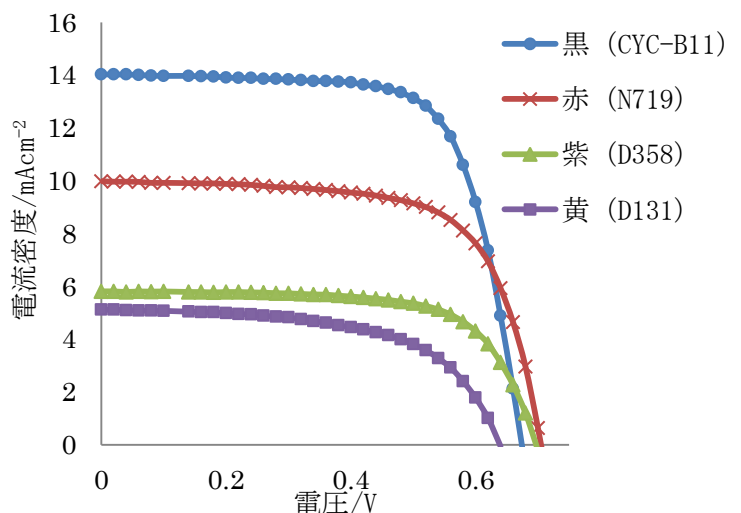


図2 色素増感太陽電池の電流電圧特性

6.7%であり、後は順に赤色(4.8%)、紫色(2.8%)、黄色(1.9%)であった。

さらに、多色化のために、スプレーを使用する方法、筆で塗る方法、浸漬方法で着色を試みた。スプレー法では、広がり過ぎて着色に至らなかった。筆で塗る方法では、従来の色素濃度よりも濃くすることによって、任意の所に着色することができ多色化が可能となった。浸漬方法では、着色部分だけを浸漬させることによって多色化が可能となった。

2.3 金箔電極

石川県の伝統工芸品である金箔を色素増感太陽電池の正極として利用することを検討した。色素増感太陽電池の電解質として使用されている通常のヨウ素液は金を溶解してしまうために、他の電解質であるキノン系電解質とコバルト錯体系電解質の使用を検討した。キノン系電解質の中には、溶解度を上げるために酸を使用しており、金箔とガラスとの接着剤を溶解し安定的に発電できなかった。一方で、酸を用いないキノン系電解質やコバルト錯体系電解質を用いると安定した発電が確認できた。



図3 金箔を用いた10cm角色素増感太陽電池

2.4 安定性の確保

金箔を使用した色素増感太陽電池の発電を確認することができたが、10cm角の実用的な太陽電池を試作する(図3)と安定性に欠ける課題があった。これは、電解質である液体が漏れるためである。そこで以下を検討した。

(1) 金箔の隙間からの液漏れ

時間の経過とともに、金箔と下地ガラス基板との張り合わせ接着面から電解液の漏れが生じた。そこで、これまでの基板全面での金箔から、封止部分から金箔を取り除き下地ガラス基板のみとした。これにより、貼り合わせ接着面からの液漏れを防ぐことができた。

(2) 電解質を封止する材料の密着不良による液漏れ

封止材としては、加熱接着高分子のEVA(エチレン・酢酸ビニル共重合樹脂)やハイミラン、紫外線硬化高分子のスリーボンド社製3035Bなどを検討し、取り扱いやすく密着性が高いEVAを選定した。加熱真空貼り合わせ装置で張り合わせることで密着不良を低減し、液漏れを防いだ。高温加速度試験(60℃, 30日間)を行っても液漏れが生じることなく、10%程度の出力低下であった。

3. 結果

色素増感型太陽電池を多色にし、電極に金箔を用いることで高付加価値となりインテリアへの応用が期待できるようになった。結果を以下にまとめる。

- (1) 多色化：4種類の色素を選定し、筆で塗る方法・浸漬方法を用いることで一つの色素増感太陽電池内で多色化することができた。
- (2) 金箔の使用：酸を用いないキノン系電解質やコバルト系電解質を用いることで、正極に金箔を用いた色素増感太陽電池を試作することができた。
- (3) 安定化：10cm角の実用的な色素増感太陽電池で金箔の設置面や封止材の接着方法を改善することで、電解質の漏れを抑えることができた。