

ZnO 電極を用いた色素増感太陽電池の作製 —色素の吸着量変化による電流の向上—

E-01006 飯田 時由
松浦研究室

[背景]色素増感太陽電池はシリコン系太陽電池より製造コストが安く出来るという利点があるが、現段階では光電変換効率が低く実用化できる程高くない。その為、実用化に向けて光電変換効率の向上が求められる。現在、色素増感太陽電池の酸化半導体電極には TiO_2 が使用されているが、 TiO_2 より伝導帯準位が高いZnOを用いる事で、開放電圧の高い色素増感太陽電池の作製を行なうことができる¹⁾。しかし、ZnO電極を用いた色素増感太陽電池の短絡電流密度は、 TiO_2 電極を用いた色素増感太陽電池と比較すると低く、短絡電流密度の向上が求められている。

[目的]短絡電流密度を向上させるためには適切な量のRu(N3)色素を吸着させることである。そこで、Ru(N3)色素の吸着量を変化させるために、ZnO電極をRu(N3)色素への浸漬時間及び、浸漬させるRu(N3)色素の濃度を変化させることにより、短絡電流密度の向上を目指す。

[実験]ジルコニアボールを50 g、ZnOを2.00 g、ポリエチレングリコールを0.20 g、純水を8.0 mlを容器に加えコンディショニングミキサーを用いて撹拌を行った。そして、作製したペーストをスキージ法により透明導電膜付きガラスに塗布し、450度の電気炉にて30分間焼成を行なった。焼成後、膜を5 mm角に削り、Ru(N3)色素に、浸漬する時間(9時間,12時間,15時間)を変化させた。作製したZnO電極と白金をスパッタした電極で挟み、間に電解溶液を流し込み色素増感太陽電池を完成させた。ソーラーシミュレータを用いて照射量(100 mW/cm^2)の擬似太陽光を、作製した色素増感太陽電池に照射しI-V(電流-電圧)特性の測定を行った。

次に、Ru(N3)色素の濃度($3.0 \times 10^{-5} \text{ M}$, $6.0 \times 10^{-5} \text{ M}$, $1.0 \times 10^{-4} \text{ M}$, $1.5 \times 10^{-4} \text{ M}$, $3.0 \times 10^{-4} \text{ M}$)を変化させ、上記の実験で最も高い短絡電流が出た時間に浸漬させた。

[実験結果・考察]各浸漬時間における短絡電流密度の関係を図1に示す。図1より、浸漬時間を12時間にするにより短絡電流密度が最大となった。12時間Ru(N3)色素に浸漬させることにより十分なRu(N3)色素が吸着したと考えられる。

次に短絡電流密度が最大だった12時間に各Ru(N3)色素の濃度を変化させて浸漬させた。各Ru(N3)色素の濃度と短絡電流密度の関係を図2に示す。結果Ru(N3)色素の濃度が $3.0 \times 10^{-4} \text{ M}$ では短絡電流密度は減少した。原因としてRu(N3)色素の濃度が $3.0 \times 10^{-4} \text{ M}$ では多くのRu(N3)色素が重なり、Ru(N3)色素の上にRu(N3)色素が吸着した。重なったRu色素の電子が励起しても再結合等が起き、ZnO電極まで効率よく電子がZnO電極に流れていけなかった。その為、重なったRu(N3)色素が電子を励起しても、効率よくZnO電極まで電子が移動するのが困難となったと考えられる。その為、短絡電流密度が減少した。濃度を低くすることにより短絡電流密度が向上し、 $6.0 \times 10^{-5} \text{ M}$ で最も高い短絡電流密度となった。Ru(N3)色素を低濃度にした為、Ru(N3)同士の重なりが減り、励起した電子が効率よくZnO電極に流れていき短絡電流密度が向上したと考えられる。しかし、 $3.0 \times 10^{-5} \text{ M}$ では短絡電流密度が減少した。Ru(N3)色素の濃度は低い為、ZnO電極に吸着するRu(N3)色素が減少した。その為、短絡電流密度が減少した。

[結論]短絡電流密度が 2.9 mA/cm^2 から 7.5 mA/cm^2 まで向上し、光電変換効率が0.9%から2.2%まで向上した。その結果、Ru(N3)色素の濃度は $6.0 \times 10^{-5} \text{ M}$ が最適であった。

[参考文献]

- 1) 荒川裕則:色素増感太陽電池の最新技術 3章
発行所:シーエムシー (2001)

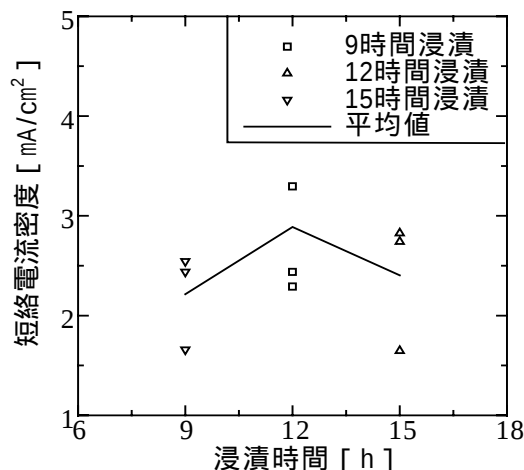


図1 各浸漬時間における短絡電流密度

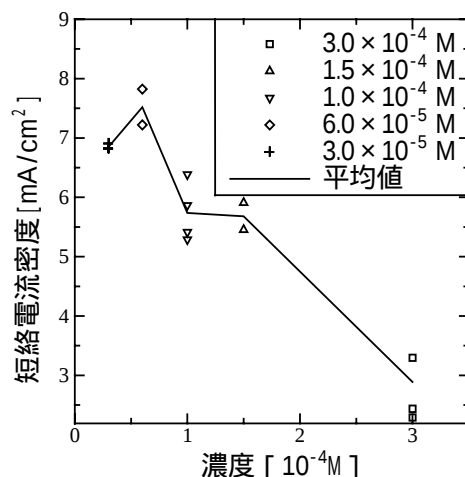


図2 各Ru(N3)色素の濃度における短絡電流密度