

電子・情報工学専攻		学籍番号	029301
申請者氏名	李 禹 鎮		

指導教員氏名	若原 昭浩 石田 誠
--------	---------------

論文要旨(博士)

論文題目	Study on the Fabrication and Characterization of Nanocrystalline Semiconductor Photovoltaic Cells (ナノ結晶半導体太陽電池の作製と評価に関する研究)
------	--

(要旨 1,200字程度)

現在、二酸化炭素の増加に伴う地球温暖化などの環境問題が深刻化している。将来に向け人類の維持のためには、環境や資源を考慮した資源を有効活用し、且つ循環させるようなクリーンエネルギー開発が必要不可欠になる。1991年に、スイスのローザンヌ工科大学のグレッツェル教授が、二酸化チタン (TiO<sub>2</sub>) と Ru 金属錯体を用いた色素増感太陽電池を発表した。その太陽電池の変換効率は約 10%と高く、理論限界効率が約 33%と見積もられ世界中の注目を浴びた。現状では、TiO<sub>2</sub> と Ru 金属錯体を組み合わせた太陽電池で、高い変換効率が得られているが、グレッツェルが発表した変換効率 10%から、大きな進歩はなく、再現性も図られていない。また、TiO<sub>2</sub> 以外の酸化物半導体での検討や、安価な有機色素を用いた太陽電池の研究も行われている。興味深いことに、有機色素を酸化亜鉛 (ZnO) と組み合わせた太陽電池は、TiO<sub>2</sub> と組み合わせたものよりも高い変換効率となる報告がある。高価な Ru 金属を含む錯体色素でなく、安価で分子設計が容易な有機色素を用いて太陽電池の高効率化が図れば、そのコストパフォーマンスは非常に高いものとなるだろう。

そこで本研究では、ZnO と有機色素を組み合わせた太陽電池に注目した。有機色素には Eosin-Y を用いた。ZnO/Eosin-Y 太陽電池の量子効率 (IPCE) から太陽電池の理論限界効率を見積もった結果、約 11%となった。有機色素 Eosin-Y は、Ru 金属錯体と比較して非常に安価であることから、ZnO/Eosin-Y 太陽電池の高効率化が図れば、電力当たりのコストパフォーマンスは非常に高いものとなる可能性がある。そこで、高効率化に向け作製条件を検討し、基本特性を評価した。

粒径約 30nm の ZnO 微粒子を分散させ、ペーストにするために水と有機溶媒を用い乳鉢で混合した。ペーストを ITO ガラス上に塗布し、それを焼結し、光電極を形成した。色素を溶かしたエタノール溶液に焼結した光電極を浸漬させ、80℃で1時間還流し、色素 (Eosin-Y) を固定した。半導体光電極と対極 (Pt) の間にテフロンシートを挟み、その間にアセトニトリルを溶媒とする電解液を流し込み、太陽電池を作製した。擬似太陽光には Xe ランプを用い、照射強度を 100mW/cm<sup>2</sup> として特性を評価した。

作製条件を検討する中で、ZnO のペーストを焼結する際の温度による特性を調べた結果、400℃30分 で、電流密度、変換効率ともに高い値が得られた。ZnO の膜厚の増加に伴い電流密度が増加する傾向にあった。焼結温度、ZnO の膜厚による電流密度の変化は、色素の吸着量に起因していると考えられる。また、電極間の距離を近づけることで、電流密度が増加した。これらより、焼結条件を 400℃で 30分、ZnO の膜厚を 40μm、電極間距離を 50μm としたとき、開放電圧は 0.62V、短絡電流密度は 7.18mA/cm<sup>2</sup> となり、エネルギー変換効率 2.4% が得られた。また、本研究では、Isc、Voc の照度依存性には半導体接合で得られる特性と類似性があることから、半導体-電解液界面でのショットキー接合を仮定して電流-電圧特性の検討を行った。これから、理想因子 n、(Richardson) 定数 A\*を算出した。得られた n 値、A\* から障壁の高さ Φ<sub>b</sub> の値を導出した。