



Title	Studies on Dye Sensitized TiO ₂ Solar Cells. Fabrication of Solid State Cells and High Pressure Effect on Dye Sensitization
Author(s)	松本, 雅光
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42341
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	まつもと まさひつ 松本雅光
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 16174 号
学位授与年月日	平成13年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科物質・生命工学専攻
学位論文名	Studies on Dye Sensitized TiO ₂ Solar Cells. Fabrication of Solid State Cells and High Pressure Effect on Dye Sensitization (色素増感酸化チタン太陽電池に関する研究 —固体電解質を用いた固体化電池の作成と色素増感に対する高圧効果—)
論文審査委員	(主査) 教授 柳田 祥三 (副査) 教授 横山 正明 教授 宮田 幹二

論文内容の要旨

本論文は、普及型次世代太陽電池の候補として注目を集めている色素増感酸化チタン太陽電池についての研究をまとめたもので、緒言、本論四章、および結論から構成されている。

緒言では、本研究の背景、目的、およびその内容についての概略を述べている。

第一章では、 α -アクリロイル- ω -ヒドロキシヘキサ(オキシエチレン)、ヨウ化リチウム、エチレングリコール混合溶液を酸化チタン多孔質薄膜電極内で光重合によって重合した後、密閉容器内でヨウ素と共存させる気相拡散法により電解質成分であるヨウ素を高分子・酸化チタン複合膜電極中に拡散させることにより固体化色素増感酸化チタン太陽電池を作成し、液体電解質電池の60%程度の変換効率を達成している。光応答性の測定からヨウ素添加が必須であること、光強度依存性の測定から固体電解質中のヨウ素・ヨウ化物イオンの輸送が拡散律速の制限を受けていないことを明らかにしている。

第二章では、重合方法として熱重合と光重合を比較し、溶媒としてエチレングリコールとプロピレンカーボネートを比較して高分子電解質の最適化を検討し、重合方法としては熱重合が、溶媒としてはプロピレンカーボネートが優れていることを明らかにしている。さらにまた、連続光照射による固体化電池の8,000時間に及ぶ長期安定性試験を実施し、増感色素の長期耐光性ならびに固体化電池の長期耐久性を確認している。

第三章では、モノマーとして2-(2-メトキシエトキシ)エチルアクリレート、架橋剤として α -アクリロイル- ω -アクリロイルオキシオクタ(オキシエチレン)を用いることで架橋度の最適化を検討している。さらに、高分子・酸化チタン複合膜電極を電解質溶液に浸漬する液相拡散法により高分子中の電解質濃度の最適化を検討し、液体電池の86%に達する光電変換効率を有する固体化電池の作成に成功している。また、電流電圧曲線を解析することで、多孔質薄膜電極の迷路的な構造により、薄膜内部に充満した高分子固体電解質の実質的な厚みが幾何学的厚みより大きいこと、ナノサイズ微粒子で構成される酸化チタン多孔質膜電極が、酸化チタン粒子バルクの光照射下における伝導度に比べ1,000倍以上もの伝導度を有することを確認している。

第四章では、より高効率な太陽電池開発のための基礎研究として、色素増感に対する高圧力の効果を検討している。高圧光学測定セルを用いて、高静水圧下で増感色素としてのクマリン343分子の酸化チタンによる蛍光消光を観測することで、色素増感に対する高圧効果を評価している。高圧下では色素から酸化チタンへの電子移動効率は溶媒の影響を受けること、さらにジメチルホルムアミド中で電子移動効率が向上することを見出している。

結論では本研究で得られた研究成果をまとめている。

論文審査の結果の要旨

近年、普及型次世代太陽電池の候補として色素増感酸化チタン太陽電池の研究が注目を集めている。本論文は液体電解質を用いる当該電池の問題点を克服する手段として、電解質部分を固体化することを目的とする研究、ならびに、より高効率な色素増感酸化チタン太陽電池作成のための基礎研究として、酸化チタンの色素増感に対する高圧効果の研究についてまとめたものである。その成果を要約すると次のとおりである。

- a. エチレングリコールを溶媒とする α -アクリロイル- ω -ヒドロキシヘキサ（オキシエチレン）、ヨウ化リチウム混合溶液を酸化チタン多孔質膜電極内で重合することで高分子・酸化チタン複合膜電極を作成し、密閉容器内でヨウ素と共存させる気相拡散法により電解質成分であるヨウ素を高分子内に導入して固体電解質とすることで、光電変換効率0.45%の固体化色素増感酸化チタン太陽電池を実現している。
- b. 重合方法を熱重合に、溶媒をプロピレンカーボネートに替えることにより、変換効率を1.64%に向上させている。また、8,000時間に及ぶ長期耐久性試験により、照射下における色素の長期耐光性および固体電解質による固体化電池の長期耐久性を証明している。
- c. モノマーとして2-(2-メトキシエトキシ)エチルアクリレート、架橋剤として α -アクリロイル- ω -アクリロイルオキシオクタ（オキシエチレン）を用いることで固体電解質の架橋度を制御すること、さらに、高分子・酸化チタン複合膜電極を電解質溶液に浸漬する液相拡散法により高分子中の電解質濃度を最適化することで、液体電解質使用時の86%に相当する光電変換効率2.62%を達成している。
- d. 電流-電圧特性の解析から電池の内部抵抗を見積り、得られた内部直列抵抗と高分子電解質の伝導度の相関から、電池を構成する材料の電気化学的物性を解析し、多孔質薄膜内部の迷路的な構造により実質的なホール輸送相の厚みが幾何学的厚みより大きいことを確認している。
- e. 高圧下における分光学的測定によって、ジメチルホルムアミド中における増感色素としてのクマリン343分子から酸化チタン超微粒子への電子移動が、高圧下において促進されることを発見している。

以上のように、本論文は色素増感酸化チタン太陽電池実用化のための多くの知見と提案を含んでおり、光電変換材料工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。