



Title	Studies on Electron Transport and Recombination Lifetime in Nanoporous TiO ₂ Electrodes Immersed in Electrolytes
Author(s)	中出, 正悟
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44577
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名 なか 中 で 出 しょう 正 ご 悟

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 8 8 8 7 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 16 年 3 月 25 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 2 項該当

学 位 論 文 名 Studies on Electron Transport and Recombination Lifetime in
Nanoporous TiO_2 Electrodes Immersed in Electrolytes
(ナノポーラス酸化チタン電極中の電子伝導と再結合寿命に関する研究)

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 柳 田 祥 三

(副査)

教 授 横 山 正 明

教 授 福 住 俊 一

教 授 宮 田 幹 二

教 授 金 谷 茂 則

教 授 高 井 義 造

教 授 伊 東 一 良

教 授 青 野 正 和

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、ナノポーラス状半導体電極中の電子伝導機構の解明を目的とし、電解液に浸されたナノポーラス酸化チタン電極中の電子拡散と再結合寿命に影響を与える因子と機構について論じたものであり、第 1 章の序論を除く以下の 6 章から構成されている。

第 2 章では、酸化チタン中の電子拡散係数を異なる光照射条件のもとに測定し、両方の測定条件から同じ電子拡散係数を得ることができることを示している。またその結果から、現在提案されている電子拡散モデルに対し、これらの測定法の優位点と問題点を明らかにしている。

第 3 章では、酸化チタン中の電子拡散の、電極中の電子密度と電解液中のリチウムイオン濃度依存を測定した結果、電子拡散はアンバイポーラー拡散から解釈できることを明らかにしている。

第 4 章では、別々の方法で作られたナノ酸化チタン粒子から、それぞれを異なる焼結温度下で作製したナノポーラス電極中の電子拡散を測定し、また色素増感太陽電池中の電子寿命を測定している。その結果から、電子拡散と寿命に影響を与える要素として、酸化チタン粒子の結合状態、表面状態、結晶性、電子トラップ密度についての知見を得ている。また太陽電池の変換効率と電子拡散長の関係を明らかにしている。

第 5 章では、同じ方法で作製された粒径の異なる酸化チタン粒子から電極を作製し、粒径の電子拡散と寿命への影響を明らかにしている。また寿命と電子拡散係数は逆比例の関係があることが実験結果により示され、寿命が電子拡散律速であるというモデルを支持している。

第 6 章では、ナノポーラス酸化チタン電極表面の、特に色素の吸着の電子拡散に対する影響を調べ、拡散係数と電極表面の電子トラップ密度の変化について考察している。またトラップの場所についての知見を得ている。

第 7 章では、パルスレーザーに対する過渡電圧応答測定から、酸化チタン中の電子拡散係数を求める方法を提案し、測定することに成功している。またパルスレーザーにより酸化チタン中の電子トラップ密度を見積もることに成功している。

論文審査の結果の要旨

ナノポーラス酸化チタン電極は、高効率な色素増感太陽電池用の電極として活発な研究が行われている。本研究は、そのような電極中での電子伝導に影響を与える因子と機構の解明を目的として行われたものであり、得られた成果を要約すると以下の通りである。

(1)電解液に浸されたナノポーラス酸化チタン中の電子拡散はアンバイポーラー拡散と、電子密度依存の電子拡散によって説明できることを明らかにしている。

(2)酸化チタン中の電子拡散は、酸化チタン粒子のサイズ、表面状態、酸化チタン粒子間の結合状態、表面吸着の状態で、酸化チタンの電子トラップ密度と界面抵抗に影響を与えることにより、それらに依存することを明らかにしている。

(3)電子拡散係数と再結合電子寿命は逆比例の関係があることを示し、電解液に浸された酸化チタン電極中での電子伝導と太陽電池の変換効率に対して、電子トラップの影響に関しての知見を得ている。

以上のように、本論文は、これまで明確にされていなかった電子拡散と電子寿命へ影響を与える因子とその機構の解明を試み、電解液中のカチオンと、酸化チタン電極の特性、特に電子トラップサイトの影響について明らかにしている。これらの研究成果は、電子伝導機構のモデル化に対して貢献し、また特に色素増感太陽電池の設計指針を与える重要な成果であり、これからの開発に貢献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。