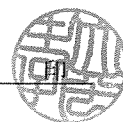






平成28年 8月 29日

豊橋技術科学大学長 殿

電気・電子情報工学 専攻
学位審査委員会
委員長 大平 孝

論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、学位審査会を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	WEI Xing		学籍番号	第 115406 号
申請学位	博士（工学）	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 電気・電子情報工学 専攻	
博士学位 論文名	Wettability/surface potential control on different interfaces and their applications on optical and electrochemical devices (異種界面における濡れ性と表面エネルギーの制御と光学および電気化学素子への応用)			
論文審査の 期間	平成28年 7月28日 ~ 平成28年 8月29日			
公開審査会 の日	平成28年 8月29日	最終試験の 実施日	平成28年 8月29日	
論文審査の 結果※	合格		最終試験の 結果※	合格
審査委員会(学位規程第6条)				
学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。				
委員長	武藤 浩行			
委員	松田 厚範		石山 武	
	水嶋 生智			印
		印		印

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

本論文「Wettability/surface potential control on different interfaces and their applications on optical and electrochemical devices (異種界面における濡れ性と表面エネルギーの制御と光学および電気化学素子への応用)」は、界面および表面エネルギーを外場によって変化させ液体の濡れ性や接触角を制御し、新たな光学および電気化学素子を作製しようとするものであり、全4章と総括で構成されている。

第1章では、表面/界面科学に関する研究背景を述べた後、本論文の各章の概要をまとめている。第2章では、高分子電解質であるナフィオン膜の時間依存撥水特性 (flip-flop 特性) を詳細に調査している。さらに、この flip-flop 特性を印加電圧により制御する electrowetting 現象についても調査・研究し、実際に電圧印加によって flip-flop 現象を加速したり、低減することに成功している。第3章では、第2章で得られた成果を基にして焦点距離可変の小型レンズを試作し、その特徴を述べている。このレンズでは、10 V までの印加電圧に対して、-2 mm から 10 mm までの焦点距離制御が可能であることを確認している。第4章では、表面/界面科学の知識を応用して、陽極酸化チタニアナノチューブアレイの内部に、銀ナノ粒子を電気泳動堆積させる手法を開発している。チタニアナノチューブ表面をアセトン蒸気に晒すことで、水溶媒を用いた銀ナノ粒子の電気泳動堆積を容易にできることや、交流と直流の重畳電場が均一な銀ナノ粒子の堆積に有効であることを示している。さらに、それを電極として用いた色素増感太陽電池を作製し、5%を超える光電変換効率を得ている。最後に、各章で得られた知見を総括している。

審査結果の要旨

既に広く実用化されている車のフロントガラスへの撥水性付与や、流し台や衛生陶器などへの親水性付与は私たちの生活の質を大きく向上させているが、さらに界面/表面エネルギーを制御することによって機能性撥水・親水性膜を作製しようとする試みは、特にマイクロエレクトロニクスやバイオ工学などの分野で近年注目を集めている。撥水・親水性膜の高機能化では、接触角の改善や耐久性の向上に加えて、外場による撥水・親水性の制御が非常に重要となる。申請者は、有機官能基の配列が環境によって変化する flip-flop 特性を有するナフィオン高分子膜に電圧を印加することで、接触角を電場で制御できる表面の作製に成功している。さらに円筒状の基体の内壁に同様の表面を形成し、電圧を加えることで、焦点距離可変の小型レンズを試作している。その動作検証を行い、独創的なアイデアを実際のデバイスとして応用するための原理確認ができています。この小型レンズの作製技術は、従来用いられている蒸着法などの真空装置を必要としないため、プロセスが安価で簡便であり、工業的にも価値が高い。

また、申請者は表面/界面科学の知識に基づいて、陽極酸化チタニアナノチューブの表面をアセトン蒸気により改質し、その孔内に銀ナノ粒子を電気泳動法により堆積させる独自の手法を開発している。アセトン蒸気処理をしない場合、銀ナノ粒子が分散している水溶液がチタニアナノチューブの内部に入らないため、銀ナノ粒子はナノチューブの先端部分に固まって堆積してしまうが、アセトン蒸気処理により表面が改質された陽極酸化チタニアナノチューブ膜の場合、内部まで水溶液が入り込み、その後の電圧印加によって銀ナノ粒子がチューブの内部に均一に堆積する。さらに、この電気泳動時の電圧の波形や強度、時間などを変えることで、銀ナノ粒子の堆積状態を自在に制御することが可能であることを実験的に証明している。この手法で作製した銀ナノ粒子充填チタニアナノチューブアレイを色素増感太陽電池の電極として用いた場合、銀ナノ粒子の表面プラズモン共鳴の効果によって光電変換効率が3%程度から5%を超える値に増大している。この結果は、界面エネルギーの制御による銀ナノ粒子のチタニアナノチューブへの均一充填が、電気化学素子への応用においても有用であることを実証するものである。

以上、本研究によって得られた知見は、学術的にも実用的にも価値が高く、本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判断した。

(各要旨は1ページ以上可)