

平成26年 2月26日

豊橋技術科学大学長 殿

審査委員長 角田 範 義



論文審査及び最終試験の結果報告書

このことについて、下記の結果を得ましたので報告いたします。

| | | | |
|---------|--|---------|------------|
| 学位申請者 | TAN WAI KIAN | 学籍番号 | 第 119202 号 |
| 申請学位 | 博士 (工学) | 専攻名 | 機能材料工学専攻 |
| 論文題目 | Formation of Zinc Oxide Nanostructures and Their Photo-Electrochemical Application (酸化亜鉛ナノ構造体の形成とその光・電気化学的応用) | | |
| 公開審査会の日 | 平成26年 2月17日 | | |
| 論文審査の期間 | 平成26年 1月23日～平成26年 2月26日 | 論文審査の結果 | 合格 |
| 最終試験の日 | 平成26年 2月17日 | 最終試験の結果 | 合格 |

論文内容の要旨

機能性金属酸化物を低温・低環境負荷で形成する手法が関心を集めている。本論文では、酸化亜鉛 (ZnO) の構造をナノメートルオーダーで制御するための、いくつかの新しい方法を提案するとともに、光・電気化学素子への応用について検討を行い、重要な知見を得ている。

第1章では、ZnO の構造や光学的性質について説明し、その有用性と先行研究、さらに本学位論文の構成について述べている。第2章では、Zn 箔の熱酸化による二次元 (2-D) ZnO ナノシートの形成と特性評価結果について述べ、光触媒活性やナノシート成長機構を明らかにしている。第3章では、Zn 箔の温水処理 (HWT) によって一次元 (1-D) および 2-D 結晶化 ZnO ナノ構造体を低温で作製する新しい手法を開発し、Zn 箔の表面エッチングが、得られるナノ構造体の成長に及ぼす影響を明らかにしている。また、透明導電性薄膜上にゾルーゲル法によって形成した ZnO に、直流電場を印加して温水処理 (EF-HWT) した際のナノ微結晶の析出形態の変化や、ゾルーゲル法で作製した Ce ドープ ZnO 薄膜を温水処理して得られる結晶化薄膜のフォトルミネッセンス (PL) 特性を詳述している。第4章では、ゾルーゲル法と水熱処理を組み合わせた ZnO ナノロッドアレイの作製と色素増感太陽電池 (DSSC) への応用について述べ、第5章では、本学位論文の総括を行っている。

審査結果の要旨

ZnO は、光・電気化学素子の構築に適した光学的バンドギャップを有し、高い電子移動度を示すと共に、1-D~3-D ナノ構造・形態の制御が可能であるなどの特長を有する機能性金属酸化物である。

本研究では、熱酸化、ゾルーゲル法、温水処理 (常圧)、水熱処理 (高圧) などの手法を用いて、ロッド状、ナノシート状、花卉状など特徴的な構造・形態を有する ZnO 薄膜を作製し、光触媒材料、PL 材料、さらに DSSC の光半導体電極材料としての特性を詳しく調べたものである。その研究成果は、以下のようにまとめることができる。(1) 熱酸化で得られた ZnO ナノシート薄膜が、高い結晶性と大きな比表面積を有し、紫外光照射によって高い光触媒活性を示すことを明らかにした。(2) ゾルーゲル法で作製した ZnO 膜や Zn 箔を温水処理することによって、低温で結晶性の高い ZnO 薄膜が作製でき、Ce のドープによって PL 波長を制御できることを見出した。(3) ゾルーゲル法で形成した ZnO ゲル下地層と水熱処理を組み合わせることによって、基板に対して垂直に配向した結晶性 ZnO ナノロッドアレイが低温で得られ、DSSC の光半導体電極として有用であることを実証した。

これらの研究成果は、原著論文 (審査付) 8 報 (第1著者6報) として公表されており、国内外の学会で優秀発表賞を受賞するなど、非常に高い評価を受けている。以上により、本論文は、博士 (工学) の学位論文に相当すると判断した。

審査委員

角田 範 義



水嶋 生 智



武藤 浩 行



松田 厚 範



印

印

(注) 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。