

平成31年 2月 20日

豊橋技術科学大学長 殿

学位審査委員会
委員長 福本 昌宏 印

機械工学専攻

論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、博士学位論文審査を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	PEI LOON KHOO		学籍番号	第 145108 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 機械工学 専攻	
博士学位論文名	Study on the Characteristics of Electrochemically Prepared Copper Oxide Photovoltaic Devices (電気化学的に形成した酸化銅光電変換素子の特性に関する研究)			
論文審査の期間	平成31年 1月 17日 ~ 平成31年 2月 20日			
公開審査会の日	平成31年2月12日	最終試験の実施日	平成31年2月12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 福本 昌宏 印 委員 戸高 義一 伊崎 昌伸 印 小林 正和 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

本論文は、代表的再生可能エネルギー源である太陽電池の光電変換層として近年期待されている銅酸化物(Cu_2O , CuO)半導体から構成される次世代酸化物太陽電池の構築と高効率化を目的として、太陽電池構造と特性ならびにその形成技術に関する研究を行ったものであり、全6章から構成されている。第1章では、地球温暖化などの観点に立って太陽電池の重要性、酸化物太陽電池ならびに本研究で用いる銅酸化物太陽電池と電気化学製膜技術の位置付け・動向・課題について記述し、本研究の背景と目的を述べている。第2章では、電気化学製膜技術による Cu_2O 太陽電池の光電変換特性、特に外部量子効率におよぼす加熱処理の効果をキャリア輸送特性に立脚して検討している。第3章では、電気化学製膜技術による CuO 太陽電池の光電変換特性におよぼすバッファ層の効果について検討している。第4章では、電気化学的製膜技術によって形成した Cu_2O 層を大気加熱することによって作製した積層型 $\text{Cu}_2\text{O}/\text{CuO}$ 太陽電池の光電変換特性におよぼす作製条件ならびにバイアス電圧の効果について検討している。第5章では、第4章において明らかとなった $\text{Cu}_2\text{O}/\text{CuO}$ 光電変換素子におけるバイアス電圧の効果について、光電子分光分析によるエネルギー状態に関する考察からその理由が明らかにされている。第6章では、本研究で得られた成果をまとめると共に、今後の課題と展望について述べている。

審査結果の要旨

銅酸化物(Cu_2O , CuO)を光電変換層とする全酸化物太陽電池の高効率化を図るために、 Cu_2O 太陽電池ならびに CuO 太陽電池における加熱処理やバッファ層導入による高効率化の効果を検討するとともに、積層型 $\text{Cu}_2\text{O}/\text{CuO}$ 太陽電池を形成し、光電変換特性の向上を図り、その機構を検討した結果、以下の成果を得た。1) バンドギャップエネルギー 2.0eV - Cu_2O 太陽電池に真空中での加熱処理を行うことによって、95%以上の高い外部量子効率を実現できるとともに、この向上が加熱による結晶粒子径増大とひずみの減少に基づくキャリア移動度の増加によることを示した。2) バンドギャップエネルギー 1.4eV - CuO 太陽電池に高抵抗ポリシロキサンバッファ層を導入することによって、開放電圧 0.24V の光電変換機能が発現することを示した。3) 2.0eV - Cu_2O と 1.4eV - CuO 層から構成される積層型太陽電池を電気化学製膜技術と大気中加熱によって形成し、加熱条件とバイアス電圧を最適化することによって、 Cu_2O 層と CuO 層が共に光電変換層として機能し、光電変換波長領域が拡張することを明らかにした。4) Cu_2O 層と CuO 層のエネルギー状態を光電子分光分析によって明らかにし、 $\text{n-ZnO}/\text{Cu}_2\text{O}/\text{CuO}/\text{Au}$ 構造の太陽電池では、バイアス電圧を最適化することによって、 Cu_2O 層ならびに CuO 層内で生成したキャリアの輸送を制御することができることから、光電変換波長領域の拡張が実現できることを示した。この様に本研究は、 Cu_2O 太陽電池における外部量子効率95%以上を達成し、 CuO 太陽電池の光電変換機能を発現させ、その要因を明らかにするとともに、 $\text{Cu}_2\text{O}/\text{CuO}$ 太陽電池において Cu_2O 層と CuO 層の光電変換機能を発現させ、その要因を明らかにするものであり、世界的に見ても高いレベルに達している。

以上の成果は関連分野に対する学術・技術的貢献とともに、産業応用上の高い貢献性を有するものである。以上により、本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。

(各要旨は1 ページ以上可)