

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	神川 郁海
論文審査担当者： 主査 慶應義塾大学 教授 博士（工学） 野田 啓			
副査 慶應義塾大学 教授 Ph. D. フォンス ポール			
慶應義塾大学 准教授 博士（工学） 田中 貴久			
慶應義塾大学 准教授 Ph. D. 清水 智子			
学士（工学）、修士（工学）神川 郁海君提出の学位請求論文は「ハロゲン化鉛ペロブスカイト太陽電池の結晶配向制御」と題し、5 章から構成されている。 ペロブスカイト太陽電池は、近年注目されている次世代型太陽電池である。最も典型的なペロブスカイト材料のひとつがハロゲン化鉛ペロブスカイト（MAPbI_3）で、可視光を吸収できるバンドギャップ、厚さ数百 nm で十分光を吸収できる吸光係数、その厚さに匹敵する長い電荷キャリア拡散長といった特性を有しており、太陽電池の光活性層として優れた材料である。一方で、その光電変換性能を低下させる要因として MAPbI_3/キャリア輸送層の界面における電荷キャリアの再結合が挙げられる。そこで本研究では、キャリア輸送層として有機半導体バッファ層を採用し、その表面上に MAPbI_3 を成長させるプロセスに注目している。本研究で使用した有機半導体バッファ層はルブレन、ペンタセンの各単層膜と新たに提案するルブレン/ペンタセン二重層の 3 種類であり、これらを適切に構築して MAPbI_3 の配向制御を実現することにより、MAPbI_3/有機半導体界面の密着性を改善して電荷キャリア再結合を抑制し、ペロブスカイト太陽電池の変換効率を向上させることを目的とした研究を遂行している。 第 1 章では、研究の背景と目的を述べ、従来の研究を概説している。 第 2 章では、本研究で使用した試薬と装置群、ならびに試料の作製方法である交互蒸着法、2 ステップ法について記している。 第 3 章では、有機半導体バッファ層の成膜条件の最適化を実施した後、交互蒸着法としてヨウ化メチルアンモニウムとヨウ化鉛を交互に成膜することで、MAPbI_3 を堆積している。その結果、ヨウ化鉛の残留量がきわめて少ない MAPbI_3 の作製条件を確立している。その後、有機半導体バッファ層の構成が異なる 3 つの太陽電池を作製した結果、ルブレン/ペンタセン二重層を使用した太陽電池において最も優れた変換効率を得られ、有機半導体バッファ層の重要性を示している。 第 4 章では、MAPbI_3 を堆積する新手法として、ヨウ化鉛蒸着膜をヨウ化メチルアンモニウム溶液に浸漬して MAPbI_3 層を構築する 2 ステップ法を採用している。そのプロセスにおいても、ヨウ化鉛の残留量がきわめて少ない MAPbI_3 の作製条件を確立している。その後、微小角入射広角 X 線散乱法により、ルブレン/ペンタセン二重層の上に成長した MAPbI_3 が、本研究で作製した他の試料よりも高い配向性を有することを確認している。その高い配向性を有する MAPbI_3 を用いて太陽電池を作製した結果、交互蒸着法使用時よりも更に高い変換効率を得られ、2 ステップ法の有用性を示している。 第 5 章では、各章で得られた成果をまとめ、本論文全体の結論を述べている。 以上要するに、本論文では有機半導体バッファ層を導入することで、ハロゲン化鉛ペロブスカイトの結晶配向制御や太陽電池としての特性向上を実験的に示し、その考察を基盤として、ペロブスカイト太陽電池の開発指針を提示しており、半導体デバイスや光エネルギー変換分野において工学上、工業上寄与するところが少なくない。 よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第 2（電気電子工学専修）科目担当者で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。		