

## 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	ARIYARIT, Atthaporn
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	博士（工学）白鳥 世明
	副査	慶應義塾大学教授	博士（工学）藤原 忍
	副査	慶應義塾大学准教授	博士（工学）石樽 崇明
	副査	慶應義塾大学准教授	博士（工学）野田 啓
	副査	慶應義塾大学招聘准教授（国際）	博士（工学）ジロー フレデリック
<p>（論文審査の要旨）</p> <p>学士（工学）、修士（工学）、ARIYARIT, Atthaporn 君提出の学位請求論文は「Process Improvement of Thin Film Photovoltaic Devices with Studies on the Effect of Electron Transporting Layer」（薄膜太陽電池の作製プロセス改善と電子輸送効果に関する研究）と題し、6章から構成されている。</p> <p>エネルギー資源の枯渇や地球温暖化により、太陽電池の開発に期待が集まっている。太陽電池の普及における大きな課題は、他の発電システムに比べ発電コストが依然として高いことである。変換効率の向上は発電コスト低減化へ向けた、1つの有効なアプローチと考えられている。一方、ウェットプロセスで作製可能でフレキシブルデバイス化が容易な有機薄膜太陽電池や低温作製可能で高い変換効率が得られるペロブスカイト太陽電池が次世代の発電デバイスとして期待されている。また、これら2つの太陽電池において酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)層は優れた電子輸送性能を示すことが知られている。そこで、本研究では有機薄膜太陽電池及びペロブスカイト太陽電池における変換効率の向上を目的として、これらの太陽電池における TiO<sub>2</sub> 層の作製方法の検討を行い、デバイス評価による最適化を行っている。各章の詳細は以下の通りである。</p> <p>第1章では、太陽電池の歴史と現在までの研究を紹介し、特に有機薄膜及びペロブスカイト太陽電池の特徴と従来の研究における課題を説明している。</p> <p>第2章では、無毒性溶液を用いたスプレー交互積層法による、TiO<sub>2</sub> 層の作製方法を報告している。焼成温度の違いによる影響を調査し、有機薄膜太陽電池への電子輸送層として応用している。</p> <p>第3章では、有機薄膜太陽電池の基礎的な動作原理と作製方法を報告している。透明電極/電子輸送層/活性層/ホール輸送層/銀電極 (FTO/TiO<sub>x</sub>/PCBM:P3HT/PEDOT:PSS/Ag nano-network)構造から成る半透明フレキシブル太陽電池を用いて、TiO<sub>2</sub> 層の膜厚制御による影響を明らかにしている。</p> <p>第4章では、透明電極/電子輸送層/活性層/ホール輸送層/金電極 (FTO/SnO<sub>2</sub>/perovskite/Spiro-OMeTAD/Au) 構造によるペロブスカイト太陽電池の低温作製を報告している。種々の作製条件においてラテン超方格法、クリギングモデル、多目的最適化手法 NSGA-II を組み合わせた実験計画法を適用し、最適化を行っている。その結果、ペロブスカイトの結晶性が発電効率に大きく影響することを見出している。</p> <p>第5章では、常圧下における cm<sup>2</sup> スケールのペロブスカイト太陽電池の作製を報告している。従来の2ステップ法の改善を目指し、ダイナミックスピンウォッシュ法を導入している。この方法では、ペロブスカイト層の表面構造を制御することができる。また、第4章で紹介した最適化手法により、高密度 TiO<sub>2</sub> 層とメソポーラス TiO<sub>2</sub> 層の最適化を行い、高密度 TiO<sub>2</sub> 層の膜厚だけがフィルファクターに影響することを見出している。</p> <p>第6章では、本研究によって得られた成果を総括し、太陽電池のさらなる技術開発における展望を述べている。</p> <p>以上要するに、本論文は有機薄膜太陽電池の薄膜作製プロセスの検討ならびペロブスカイト太陽電池の電子輸送層の構造および作製方法における最適化に関して、クリギングモデル、多目的最適化手法 NSGA-II を組み合わせた実験計画法を適用することの有効性をはじめて示している。したがって、エネルギーデバイス工学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。</p>			
学識確認結果	<p>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（マテリアルデザイン科学専修）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。</p> <p>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。</p>		