

Development of Absorbing Materials for Perovskite Solar Cells

著者	Lan Chunfeng
その他のタイトル	ペロブスカイト型太陽電池に応用する吸収材料の開発
学位授与番号	17104甲生工第281号
URL	http://hdl.handle.net/10228/00006200

氏名・(本籍)	Lan chunfeng (中国)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	生工博甲第281号
学位授与の日付	平成29年3月24日
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	Development of absorbing materials for perovskite solar cells (ペロブスカイト型太陽電池に応用する吸収材料の開発)
論文審査委員会	委員長 教授 早瀬 修二
論文審査委員	〃 馬 廷麗
論文審査委員	〃 横野 照尚
論文審査委員	准教授 パンディ シャム スディル

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

ペロブスカイト太陽電池は20%を超える変換効率をもち、プリンタブルな次世代太陽電池として期待されている。この論文はペロブスカイト太陽電池を構成する吸光材料に関する研究である。ラン氏はまず二段階で異なる濃度のプリカーサーを導入することにより緻密な光吸収層を作製しこれを用いて太陽電池を作製した。ペロブスカイトの結晶は段階的に成長するため、表面被覆性のよい結晶欠陥が少ない結晶層を得ることに成功したことを報告している。一段法で作製した結晶層を用いた太陽電池よりも今回報告する二段階で作製した結晶層を用いた太陽電池の方が特性が向上したと述べている。一方ペロブスカイト太陽電池として重要な課題である鉛フリーペロブスカイト材料の研究を行いハロゲン化ビスマスを用いることを提案している。バンドキャップ及びナノ構造の制御によりペロブスカイト太陽電池の性能向上の指針を提案しその効果を実証している。

第一章では序論として太陽電池に関する背景、現状を述べている。特に本研究のターゲットであるペロブスカイト太陽電池に関する背景を詳細に述べている。

第二章では本研究に用いたペロブスカイト材料の合成、電極の作製及びデバイスの構築を述べている。またペロブスカイト太陽電池の評価に用いた機器、測定原理及び解析方法を記載している。

第三章ではペロブスカイト太陽電池用光吸収層の作製結果、及びそのキャラクターションを詳細について述べている。ペロブスカイト太陽電池の光吸収層として働く $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ を2ステップで作製する方法を検討している。2ステップで作製したペロブスカイト光吸収層は段階的に結晶が成長し、表面被覆性が良い膜を得ることができ

ることを記載している。得られたペロブスカイトの結晶サイズ、結晶構造及び構築した電極のナノ構造と光学特性を解析している。作製した電極を用いてペロブスカイト太陽電池を作製し太陽電池性能の比較を行っている。電荷の再結合が抑制されたため、ペロブスカイト太陽電池の性能が改善されたと述べている。

第四章ではペロブスカイト太陽電池の環境問題及び安定性を改善するために鉛フリーペロブスカイト材料に関する研究結果を記載している。本論文はビスマスペロブスカイトである $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_3\text{Bi}_2\text{I}_9$ (MBI) のバンドギャップを制御するために、よりナローなバンドギャップを有する BiI_3 と複合化させることが有効であると述べている。上記二種類の化合物の混合比を変えて光吸収層を作製しこれを用いた太陽電池を評価している。単独の $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_3\text{Bi}_2\text{I}_9$ (MBI) または BiI_3 を光吸収層として用いたデバイスの性能より、複合したペロブスカイトの特性が改善されたことを述べている。鉛フリーペロブスカイト材料の開発に有効な指針を提案している。

第五章ではより安定性が優れた無機ダブルペロブスカイト $\text{La}_2\text{NiMnO}_6$ についての研究を記載している。異なる反応温度で作製された2種類の結晶構造を有するペロブスカイトを合成し、その電子構造及び光学性質を記載している。これらのダブルペロブスカイトは p-i-n ヘテロ接合太陽電池への応用展開が期待できると記載されている。

第六章では本論文の結論を述べている。光吸収層として鉛ペロブスカイトを用いる場合、異なる二種類の濃度のプリカーサーを順次導入することにより結晶成長速度を制御し、表面被覆性に優れた光吸収層を作製できると結論付けている。これにより電荷の再結合が抑制されること、太陽電池性能が改善されることを実証したことを記載している。またバンドギャップを異なる2種類のビスマスペロブスカイトを混合することによりバンドギャップを制御することによって効率が改善されることを報告している。

学位論文審査の結果の要旨

本論文に関し、論文審査委員からペロブスカイトの結晶欠陥、バンドギャップの制御に関するメカニズム、実際に作製されている膜構造、今後の研究展開などについて質問がなされ、いずれも著者から明確な回答が得られた。

また、公聴会においても多数の出席者があり、種々の質問がなされたが、いずれも著者の説明によって質問者の理解が得られた。

以上により、論文調査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本論文が博士（工学）の学位に十分値するものであると判断した。