T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	カーボンナノチューブ電極を用いたペロブスカイト太陽電池に関する研究
Title(English)	Study on Hole-conductor-free Perovskite Solar Cells with Carbon Nanotubes Electrodes
著者(和文)	Gong Bo
Author(English)	Bo Gong
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10850号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:脇 慶子,岡村 哲至,末包 哲也,肖 鋒,沖野 晃俊
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10850号, Conferred date:2018/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（博士課程）

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第　　号		学位申請者氏名	GONG Bo	
論文審査 審 査 員		氏　名	職　名	氏　名	職　名
	主査	脇　慶子	准教授	沖野　晃俊	准教授
	審査員	岡村　哲至	教授		
		末包　哲也	教授		
		肖　鋒	教授		

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は「Study on Hole-conductor-free Perovskite Solar Cells with Carbon Nanotubes Electrodes」（カーボンナノチューブ電極を用いたペロブスカイト太陽電池に関する研究）と題し、全６章から構成されている。

第１章「Introduction」では、太陽電池の基礎を概観し、その利点と課題について説明するとともに、ペロブスカイト太陽電池が次世代太陽電池として期待される理由とその課題を述べている。

第２章「A mini review on carbon nanotube electrode based hole conductor free perovskite solar cell」では、ペロブスカイト太陽電池の高効率化・低コスト化への取り組みとして、炭素電極が注目されている理由とこれまでの研究経緯を概観し、課題を明らかにしている。ペロブスカイト層と炭素電極の接合における電荷移動プロセスにおいて、炭素電極の仕事関数が重要であることを説明している。しかし、これまで炭素を用いた研究では、炭素のホール電導性を向上させるためにボーロン（B）ドープを施す、ホール伝導材料と複合するなど、様々な工夫はされたものの、炭素電極の仕事関数を様々なレベルに制御し、接合特性を調べた研究は殆んどないことを明らかにしている。そこで、カーボンナノチューブの官能基や欠陥構造を制御した電極を用いたペロブスカイト太陽電池を作製し、接合特性の評価を行い、カーボンナノチューブの仕事関数と接合特性の関係を明らかにすることが本研究の目的であると述べている。

第３章「Impacts of structure defects and carboxyl and carbonyl functional groups on the work function of multi-walled carbon nanotubes」では、カーボンナノチューブの構造制御に用いた、コバルト酸化物を触媒として用いた欠陥形成法の詳細について述べ、このように処理した多層カーボンナノチューブの構造的特性を、熱ガス脱着（TPD）、ラマン分光、紫外光電子分光法(UPS)、光電子分光装置(PESA)などの測定法を用いて評価した結果をまとめている。また、構造評価で得られた特性と仕事関数の関連を考察し、欠陥の導入によって形成されたカルボニー基（C=O）が仕事関数を大きく左右するが、カルボキシシールキ（COOH）基が殆んど仕事関数の変化に寄与しないと結論した。本研究の結果から、構造制御により多層カーボンナノチューブの仕事関数が 4.28 eV～4.84 eV の広い範囲で制御できることがわかった。ペロブスカイト太陽電池への応用において、接合界面での電荷移動プロセスにおける最適な構造を実現できる可能性を述べている。

第４章「The crystallization and morphologies of perovskite absorber」では、ペロブスカイト太陽電池の作製のために、ペロブスカイト層の作製方法を検討した結果をまとめている。ペロブスカイト膜は PbI_2 膜を形成した後にヨウ化メチルアミン（CH_3NH_3I）を含む溶液に浸し、二段階法という方法や、PbI_2 膜にヨウ化メチルアミン蒸気を浴びさせる方法を検討した結果、安定な膜質を簡便に得られる二段階法を採用したことについて説明をしている。得られた薄膜を電子顕微鏡や XRD で評価した結果、粒径が 300nm のペロブスカイト結晶からなる緻密膜で、太陽電池に用いることに適していると結論している。

第５章「Work function tailored multi-walled carbon nanotube as a bifunctional material in perovskite solar cell」では、カルボキシシール基（COOH）とカルボニー基（C=O）を数多く含む欠陥構造を持つカーボンナノチューブを、Ar 雰囲気下での加熱と組み合わせ、仕事関数と酸素官能基の異なる電極を作製し、ペロブスカイト薄膜の表面にドロップした構造の太陽電池の電流電圧特性を評価し結果とその考察をまとめている。その中で、最高１１％以上の効率を達成できたことについて述べている。また、仕事関数の高い炭素電極が起電力及びフィルファクターの向上に寄与することを説明し、接合界面を増やすことでさらに効率の向上が期待できると結論している。

第６章「Conclusions and outlooks」では、本研究で得られた成果をまとめ、今後の展望を述べている。

以上を要するに、本論文は多層カーボンナノチューブに欠陥構造を形成することによって、仕事関数を制御しペロブスカイト型太陽電池への応用の可能性を実証したものであり、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士（工学）の学位論文として十分な価値があるものと認められる。