

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	The characterization and analysis of carrier behavior in organic solar cells by using Electric field induced optical second harmonic generation
著者(和文)	陳翔宇
Author(English)	Xiangyu Chen
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9293号, 授与年月日:2013年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:岩本 光正,小長井 誠,山田 明,中川 茂樹,間中 孝彰,工藤 一浩
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9293号, Conferred date:2013/9/25, 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

(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	陳 翔宇		
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
	主査	岩本 光正	教授	審査員	間中 孝彰	准教授
	審査員	小長井 誠	教授		工藤 一浩	学外審査員
		山田 明	教授			
		中川 茂樹	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「The characterization and analysis of carrier behavior in organic solar cells by using electric field induced optical second harmonic generation (電界誘起光第二次高調波発生(EFISHG)法を用いた有機太陽電池のキャリア挙動の解析と評価)」と題し、英文 6 章より構成されている。

第 1 章「Introduction」では、有機半導体の発見を背景とする有機太陽電池研究の研究動向についてまとめ、有機太陽電池内のキャリア挙動は複雑で、素子特性の理解が未だ不十分であると述べている。そして、その原因は有機半導体層が誘電体的な振る舞いをすることにあり、ドナー—アクセプタ層などの界面に電荷蓄積があることなどのためであると指摘している。そして、本研究の目的は、電界測定が可能な EFISHG 法により積層構造の有機太陽電池中のキャリア挙動を観測し、マクスウェル・ワグナー (MW) モデルを用いて解析し、キャリア挙動を評価する手法を確立することであると述べている。

第 2 章「Theoretical models and experimental technique」では、誘電体的な振る舞いをする有機太陽電池半導体層のキャリア挙動を解析するためには電界に着目することが有効であると述べ、界面電荷蓄積現象を電磁気学的に説明する MW モデルを用いた解析や、キャリア挙動の観測に EFISHG 法を用いる意義をまとめている。そして、2 層および 3 層積層構造素子についての理論解析と EFISHG 測定の原理・測定系についてまとめている。

第 3 章「Visualization of carrier behavior in OSCs」では、IZO/Pentacene/C60/Al などの 2 層構造の有機太陽電池内のキャリア挙動を EFISHG によって観測した結果をまとめている。波長 1000 nm のレーザ光入射で C60 層より波長 500 nm の SH 光が発生するため、C60 層の電界を選択的、非接触かつ直接に評価できたと述べている。そして、光照射したときの EFISHG の応答波形に界面電荷蓄積現象が観測されること、その結果は MW モデルを用いて説明できること、さらにインピーダンス測定から評価される緩和時間に対応していることなどを明らかにしている。また、EFISHG 法により、光起電力効果が計測できることを初めて示したと記述している。

第 4 章「Analysis of electrode charging and interface charging」では、2 層構造の有機太陽電池内のキャリア挙動の詳細をさらに明らかにするため、外部抵抗を挿入して電極間を短絡した場合とバイアス電圧を加えた場合について、EFISHG 法を用いて解析したと述べている。そして、光照射下では、外部抵抗が大きい場合には界面電荷の蓄積は少ないが、外部抵抗が小さくなると増加することなどが実験的に明らかになったと記述している。そして、光照射により有機層の伝導度が変化するため Pentacene/C60 界面に蓄積される電荷量や応答時間が著しく変化することなどを明らかにしたと述べている。

第 5 章「Interfacial charging and I-V performance of OSCs」では、前章までに得られた結果に基づいて、ブロッキング層として BCP 層を挿入した IZO/Pentacene/C60/BCP/Al 素子、中間層として CuPC 層を挿入した IZO/Pentacene/CuPC/C60/Al 素子の光起電力効果を EFISHG 測定により解析した結果をまとめている。BCP 層の挿入により Pentacene/C60 界面の電荷蓄積が抑えられること、同様に厚さ 8 nm の CuPC 層を挿入した時に界面電荷の蓄積が見られなくなり特性が改善されることなどを記述している。

第 6 章「Conclusion and future prospect」では、本研究で得られた結果をまとめ、今後の展望をまとめている。

以上を要約すると、本研究は、有機太陽電池の研究が活発であるが、キャリア挙動の解析手法が確立されていない状況を踏まえて、有機膜の誘電性に着目し、EFISHG 法によって有機太陽電池のキャリア挙動を評価する手法を初めて確立したものであり、工学上、工業上、貢献するところが大きい。よって、われわれは本論文が、博士 (工学) として十分に価値のあるものと認める。