

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	On the photostability of polythiophene based organic solar cells
著者(和文)	青山嘉憲
Author(English)	Yoshinori Aoyama
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9496号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉田 郵司,小田原 修,近藤 道雄,長井 圭治,和田 裕之
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9496号, Conferred date:2014/3/26, 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

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		青山 嘉憲	
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名	
	主査	吉田 郵司	教授	審査員	和田 裕之	准教授	
	審査員	小田原 修	教授				
		近藤 道雄	教授				
		長井 圭治	准教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「On the photostability of polythiophene based organic solar cells (ポリチオフェン系有機太陽電池の光安定性に関する研究)」と題して英文で書かれ、全 5 章から構成されている。本論文では、ポリチオフェン系有機太陽電池の光安定性に着目し、ポリチオフェンの光酸化劣化とデバイス特性との相関解明、ポリチオフェンの光酸化劣化を引き起こす活性種の解明、光酸化劣化の知見を活かした高耐久性材料の開発等、有機太陽電池の劣化機構解明および高耐久性実現に向けた指針の確立を目指したものである。特に、急速なエネルギー変換効率の向上が注目されている高分子系有機太陽電池において耐久性の問題点が指摘されており、その劣化要因については喫緊の課題である。そこで、一般的な p 型半導体高分子としてポリチオフェン誘導体、poly(3-hexylthiophene) (P3HT) を用い、その劣化要因の一つである光酸化について、どの様に発電特性に影響を及ぼすのか、P3HT の光酸化劣化の挙動に注目して調べている。

第 1 章「Introduction」では、社会的背景と太陽電池研究の流れの中において、有機太陽電池の研究とその劣化機構解明に関する研究の位置付けを明確にして、本研究の背景と目的を述べている。

第 2 章「Direct effect of partially photo-oxidized poly(3-hexylthiophene) on the device characteristics in BHJ solar cell」では、P3HT の材料劣化が太陽電池特性にどのように影響を及ぼすのかを調べている。予め光酸化させた有機発電層溶液 (P3HT および [6, 6]-Phenyl-C61-Butyric Acid Methyl Ester (PCBM) のクロロベンゼン溶液) を用いて製膜するという溶液酸化法を導入し、太陽電池特性とそれに対応する有機単膜の構造・物性を調べている。溶液中で光酸化した際に P3HT のごく部分的な分子切断が生じ、その結果生じた嵩高い低分子量酸化体が P3HT の結晶性を阻害することで、抵抗が相対的に増加し発電特性が低下することを明らかにしている。

第 3 章「Role of superoxide anions in the photooxidation of polythiophene derivatives」では、P3HT の光酸化劣化を引き起こす活性種と、それによる反応機構の解明に取り組んでいる。チャンバーを用いてガス雰囲気を制御しながら、P3HT 単膜に光照射を行い、複数の分析手法を用いて調べている。その結果、光励起した P3HT が酸素分子に電子供与することで生じるスーパーオキシドアニオン (O_2^-) が、P3HT の側鎖 α 位のプロトンと反応することで P3HT のラジカル種を発生させ、その後の連鎖的酸化劣化を引き起こすことを明らかにしている。

第 4 章「Photo-induced oxidation of polythiophene derivatives: Dependence on side chain structure」では、P3HT より光酸化劣化が起こりにくいポリチオフェン誘導体の開発を試みている。第 3 章で得られた反応機構に基づいて、P3HT の側鎖 α 位に水素が無いポリチオフェン誘導体を複数合成し、それぞれの単膜の光照射による耐久性を調べている。その結果、側鎖 α 位をエーテル構造にした場合に、耐久性の向上が認められることを明らかにしている。

第 5 章「Summary and future guideline」では、第 2 章から第 4 章までの結果を総括し、更なる劣化機構解明への道筋や、高効率かつ高耐久材料の分子設計指針を述べ、本論文の結論としている。

本論文を要約すると、有機太陽電池における高分子の劣化機構を解明することを目的として、新しい試みとして溶液光酸化法により太陽電池の劣化機構の解明に成功したこと、光酸化におけるスーパーオキシドアニオンの役割を調べ新しい仮説を提案し検証したこと、光酸化における高分子の側鎖依存性を系統的に調べたこと、これらの知見が有機太陽電池の高耐久化に有用であることを明らかにしている。高分子系有機太陽電池の高耐久化に向けた今後の応用展開において学術的に価値あるものとして、工学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。