

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	有機薄膜トランジスタおよび熱電変換素子への応用を目指したベンゾビスチアジアゾール誘導体から成る半導体高分子の開発
Title(English)	Rational Design of Semiconducting Polymers Based on Benzobisthiadiazole Derivatives for Organic Thin Film Transistors and Thermoelectric Devices
著者(和文)	WangYang
Author(English)	Yang Wang
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10451号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:道信 剛志,柿本 雅明,森 健彦,早川 晃鏡,松本 英俊,瀧宮 和男
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10451号, Conferred date:2017/3/26, 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

(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	王 洋
論文審査 審査員		氏 名	職 名	
	主査	道信 剛志	准教授	松本 英俊
	審査員	柿本 雅明	教授	瀧宮 和男
		森 健彦	教授	
		早川 晃鏡	准教授	

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Rational Design of Semiconducting Polymers Based on Benzobisthiadiazole Derivatives for Organic Thin Film Transistors and Thermoelectric Devices (有機薄膜トランジスタおよび熱電変換素子への応用を目指したベンゾビスチアジアゾール誘導体から成る半導体高分子の開発)」と題し、英文で8章から構成されている。

第1章「General introduction (序論)」では、有機半導体高分子の歴史的背景を概観した後、有機薄膜トランジスタと有機熱電変換素子について、素子構造と作動原理を記述している。特にベンゾビスチアジアゾール (BBT) 誘導体から成る有機半導体高分子の既報文献を整理し、優れた半導体特性を示す高分子の分子設計について述べている。

第2章「General experimental section (実験項)」では、薄膜トランジスタおよび熱電変換素子の作製および評価方法、原子間力顕微鏡の測定方法、微小角入射広角 X 線散乱 (GIWAXS) の測定方法について記述している。

第3章「Benzobisthiadiazole-based conjugated polymers for ambipolar thin film transistors (両極性薄膜トランジスタのための BBT 含有共役高分子)」では、BBT とフルオレンの共重合体を3種類合成し、薄膜トランジスタ特性を詳細に調査している。全ての BBT 高分子は両極性を示し、電子供与性のチオフェンスペーサーを挿入すると p 型特性が向上するのに対し、電子求引性のチアゾールスペーサーを挿入すると n 型特性が向上することを明らかにしている。また、p 型が優勢なトランジスタは大気中でも長期間安定に作動することを見出している。

第4章「Heteroatom substitution of benzobisthiadiazole unit for tuning the charge polarity in organic thin film transistors (有機薄膜トランジスタにおける極性制御を目指した BBT 部位のヘテロ原子置換)」では、BBT 部位の硫黄原子を窒素原子またはセレン原子に置換することで BBT 高分子から成る薄膜トランジスタの極性を調節することに成功している。また、窒素原子を置換した場合には、アルキル鎖を付加的に導入できるため高分子量体であっても十分な溶解性を確保できることを明らかにしている。

第5章「Rational design of benzotriazolothiadiazole-based conjugated polymers for high-performance organic thin film transistors (高性能有機薄膜トランジスタへの応用を指向したベンゾトリアゾロチアジアゾール含有共役高分子の合理的設計)」では、窒素原子置換 BBT から成る共役高分子を対象としてビニレンスペーサーを採用することで共平面性が高い主鎖骨格を確立した後、さらに芳香環スペーサーのヘテロ原子置換によって極性の制御を試みている。GIWAXS 測定より基板上での高分子の規則的配向と高い結晶性を証明し、BBT 含有高分子の中では世界最高のホール移動度 (μ_h) $3.2 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ を達成している。

第6章「New electron-deficient semiconducting polymers based on benzobisthiadiazole derivatives for air-stable unipolar n-type organic thin film transistors (大気下で安定な n 型トランジスタ特性を示す新規アクセプター性 BBT 含有半導体高分子)」では、深い LUMO 準位を有するナフタレンジイミド (NDI) と BBT 誘導体の共重合体を合成し、n 型のみで作動する有機薄膜トランジスタを作製している。室温大気下で1か月経過後でも電子移動度 (μ_e) の減少はほとんど見られず、高い安定性を実現している。

第7章「Benzobisthiadiazole-naphthodithiophenediimide copolymers for high-performance n-type organic thin film transistors and thermoelectric devices (高性能 n 型トランジスタおよび熱電変換素子への応用を目指した BBT-ナフトジチオフェンジイミド共重合体)」では、NDI とチオフェンが縮環したナフトジチオフェンジイミドを BBT の共モノマーとして採用し、アルキル側鎖の分岐位置を変えた共重合体を2種類合成している。分岐位置が主鎖から離れたアルキル側鎖の方が高分子の結晶性が向上するため、薄膜トランジスタにおける高い μ_e ($0.31 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$) と熱電変換素子における高いパワーファクター ($14.2 \text{ } \mu\text{W m}^{-1} \text{ K}^{-2}$) を達成している。

第8章「Conclusions and outlook (結言および展望)」では、本論文を総括すると共に、今後の展望を述べている。

これを要するに、本論文は有機半導体高分子の結晶性と移動度を向上させるための新たな設計指針を示すものであり、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。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。