

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study on Enhancement Mechanism of Thermal Conductivity in Main Main -Chain Liquid Crystalline Polyesters and their Composites
著者(和文)	吉原秀輔
Author(English)	Syusuke Yoshihara
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9276号, 授与年月日:2013年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:渡辺 順次,芹澤 武,安藤 慎治,森川 淳子,戸木田 雅利
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9276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	吉原 秀輔		
論文審査 審査員	主査	氏 名	職 名	審査員	氏 名	職 名
		渡辺 順次	教授		戸木田 雅利	准教授
	審査員	芹澤 武	教授			
		安藤 慎治	教授			
		森川 淳子	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Study on Enhancement Mechanism of Thermal Conductivity in Main-Chain Liquid Crystalline Polyesters and their Composites (主鎖型液晶性ポリエステルおよび複合材料の高熱伝導率発現機構に関する研究)」と題し、英文により書かれ、以下の6章より構成されている。

第1章「General Introduction for Thermally Conductive Polymers (熱伝導性樹脂に関する序論)」では、熱伝導性樹脂の研究開発動向を述べるとともに、マトリックス樹脂の高熱伝導化、また通常の成形加工法で高熱伝導性無機フィラーとの複合材料化を図ることが重要であることを示し、本研究の意義及び概要をまとめている。

第2章「Identifying Smectic I Phase of Main-Chain PB-10 Polyester Consisting of 4,4'-Biphenol and 1,10-Dodecanoic Acid by Fibre X-Ray Diffraction (4,4'-ビフェノールとドデカン二酸からなる PB-10 ポリエステルの繊維の X 線回折によるスメクチック I 相の同定)」では、液晶性ポリエステル PB-10 について、その液晶の同定を含めた直次構造について論じている。固相重合により著しく高分子量化することで、初めて繊維化できる PB-10 を得ることに成功し、その繊維試料の X 線回折測定によって液晶の格子構造を決定し、SmI と同定している。さらに液晶ラメラが繊維軸方向に 41 nm の周期で規則的に積層していることも確認し、ラメラの法線が分子鎖に対して平行で、スメクチック層の法線に対して傾いていることを明らかにしている。

第3章「Enhanced Thermal Conductivity of Thermoplastics by Lamellar Crystal Alignment of Polymer Matrices (マトリックス樹脂の結晶ラメラの配向による熱可塑性樹脂材料の高熱伝導化)」では、PB-*n* ポリエステルの結晶ラメラの配向による高熱伝導化について論じている。PB-*n* を液晶状態で射出成形すると、金型内でのせん断流動により液晶ラメラ構造が成形体表面に対して平行に配向し、従って分子鎖が法線方向に配向するため、同方向に $1.2 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ の高熱伝導率を示すことを見出している。さらに板状の六方晶窒化ホウ素 (h-BN) と複合すると、得られる成形体は法線方向、面内方向ともに著しく高い熱伝導率を示し、これは、法線方向に配向した樹脂分子鎖が、面内配向した h-BN 粒子間の効率的な熱伝導経路として機能したためであると結論付けている。

第4章「Influence of Molecular Orientation Direction on In-plane Thermal Conductivity of Polymer/Hexagonal Boron Nitride Composites (分子鎖の配向方向が樹脂/六方晶窒化ホウ素複合材料の面内方向の熱伝導率に及ぼす影響)」では、樹脂/h-BN 複合成形体の系において、3種類の液晶ポリマーの射出成形による各々の配向挙動を利用して、面内配向したディスク状 h-BN 平面に対し3つの分子配向(垂直、ランダム、平行)を実現し、その分子配向が複合成形体の面内方向の熱伝導率に及ぼす影響について調べている。その結果、h-BN に対し垂直に分子鎖が配向する PB-10 複合成形体では面内方向の熱伝導率が著しく高くなることを見出し、垂直配向分子鎖が上下に隣接する h-BN 間の良好な熱伝導経路として機能していると結論している。一方、h-BN に対して分子鎖が平行配向するネマチック芳香族高分子系ではマトリックスはむしろ熱抵抗となり、複合材料の高熱伝導化に非効率であるとしている。

第5章「Main-Chain Smectic Liquid Crystalline Polymer Exhibiting Unusually High Thermal Conductivity in Isotropic Composite (等方的複合材料中において PB-10 ポリエステルが示す特異な高熱伝導性)」では、PB-10 に丸み状の酸化マグネシウム (MgO) を配合した等方的な複合材料の熱伝導率について論じている。等方的な PB-10 単体の熱伝導率が $0.52 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ であるにも関わらず、フィラーの配合量が 30 vol% 以上になると、複合材の熱伝導率の実験値はマトリックス樹脂の熱伝導率を $1 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ と仮定した際の Bruggeman の理論値とよく一致することを見出している。これは、フィラーの高配合によりフィラー間距離が短くなることで、積層した結晶ラメラによるフィラー間の熱伝導経路の形成が可能となったためであると結論づけている。

第6章「General Conclusion (総括)」では、本研究の結果を総括し、結論を述べている。

これを要するに本論文は、液晶性ポリエステル PB-*n* 及びその複合材料が高い熱伝導率を示すことを見出し、高熱伝導性の発現機構を解明するとともに、本技術を用いた材料の産業的価値を示しており、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。