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)	動的光重合による液晶の三次元配向パターニング
Title(English)	Three-Dimensional Alignment Patterning of Liquid Crystals Directed by Scanning Wave Photopolymerization
著者(和文)	小林吉彰
Author(English)	Yoshiaki Kobayashi
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11789号, 授与年月日:2022年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:宍戸 厚,芹澤 武,中嶋 健,田巻 孝敬,久保 祥一
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11789号, Conferred date:2022/3/26, 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		小林　吉彰	
論文審査 審 査 員		氏　名	職　名		氏　名	職　名
	主査	宍戸　厚	教授	審査員	久保　祥一	准教授
	審査員	芹澤　武	教授			
		中嶋　健	教授			
		田巻　孝敬	准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は,「Three-Dimensional Alignment Patterning of Liquid Crystals Directed by Scanning Wave Photopolymerization（動的光重合による液晶の三次元配向パターニング）」と題して，光重合を利用した分子配向制御による新たな機能性材料の開発に関する研究成果が英文で記されており，全 6 章より構成されている。

第 1 章「General Introduction（序論）」では，分子配向制御による機能性材料の創製と既存の配向制御技術について説明するとともに，本研究の意義と目的を述べている。

第 2 章「Fabrication of Liquid-crystalline Polymer Network Directed by Scanning Wave Photopolymerization（動的光重合による架橋液晶高分子の作製）」では，新たな分子配向法である動的光重合 (SWaP) を用いて，架橋液晶高分子フィルムの配向制御について検討し，架橋剤の濃度を増加しても光照射領域全域で均一に分子が配向することを明らかにしている。さらに，架橋剤濃度に応じて，誘起される分子配向方向が異なることを明らかにしており，配向した高分子主鎖が液晶部位の配向に影響を及ぼしたと考察している。

第 3 章「Three-dimensional Alignment Structure in Liquid-crystalline Polymer Films Induced by SWaP（動的光重合による液晶高分子フィルムにおける三次元配向制御）」では，液晶高分子フィルムにおいて初期に形成されるホメオトロピック配向を基に，動的光重合による三次元的な分子配向制御について検討している。基板に塗膜した重合用試料が液晶相温度でホメオトロピック配向することを見出し，動的光重合を施すことで面内方向に傾斜した配向を得ることに成功している。誘起された配向では分子のみならず高次構造も傾斜しており，動的光重合時の光強度を設計することで傾斜角度を制御できることを明らかにしている。これらの結果に基づき，光の形状・動きを設計することで三次元配向パターンフィルムの作製に成功している。

第 4 章「Theoretical Analysis of Tilted Molecular Alignment Mechanism Based on Mass Diffusion during SWaP（動的光重合過程での物質拡散に基づく傾斜分子配向の理論解析）」では，単スリット光照射での拡散距離および拡散の駆動力，拡散速度を数値解析し，誘起される傾斜分子配向との相関を調べている。拡散方程式に基づき算出した拡散距離は分子配向が誘起された長さと良く一致し，拡散の駆動力は光強度に応じて変化することを見出している。実験的に得たポリマー転化率および光重合時の粘度変化を用いて拡散速度を算出し，拡散中にはたらく力を定量的に見積もった結果，前章で得られた傾斜角度の光強度依存性を合理的に説明できることを示している。

第 5 章「Evaluation of Function as Molecular Alignment Layer and Development of Actuator with Three-dimensional Molecular Alignment（分子配向膜としての機能評価および三次元分子配向アクチュエータの開発）」では，作製した高分子フィルムの液晶配向膜としての有用性を評価するとともに，アクチュエータの作製を検討している。高分子フィルムが被覆された基板で作製した液晶セルに浸透した低分子液晶が，高分子フィルムと同一方向に配向したことから，動的光重合で作製した高分子フィルムが液晶配向膜として機能することを明らかにしている。さらに，この配向膜を用いて液晶性モノマーを配向して光重合することで作製した自己支持性高分子フィルムが，加熱により力学挙動を発現し，加熱温度によって屈曲角度が異なることを見出している。内部の分子配向方向に応じた膨張，収縮を定量的に評価することで，アクチュエーションのメカニズムを明らかにしている。

第 6 章「Summary（総括）」では，本論文で得られた研究成果を総括するとともに，今後の課題と研究展望を述べている。

以上を要するに本論文では，新規な分子配向技術である SWaP を用いて架橋液晶高分子中の三次元分子配向制御に成功し，本手法の汎用性の高さを実証した成果について述べている。さらに，作製した高分子フィルムを用いて熱刺激型アクチュエータの創製に成功している。高い汎用性に加えて複雑な配向制御による高機能化も可能であることから，工学上貢献するところが大きい。したがって本論文は，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。