

交互共重合体を用いた複屈折に関する研究

2024 年度

堀田 光

学位論文 博士（工学）

交互共重合体を用いた複屈折に関する研究

2024 年度

慶應義塾大学大学院理工学研究科

堀田 光

主 論 文 要 旨

No.1

報告番号	甲	第	号	氏 名	堀田 光
主 論 文 題 名：					
交互共重合体を用いた複屈折に関する研究					
(内容の要旨) スマートフォンや車用のセンサーなど、カメラの使用台数は年々上昇している。カメラに使用されいてるレンズは、複数枚を重ね合わせた構成にすることで高性能化することができる。光学ポリマーは、ガラス材料と比べて軽く、成形がしやすいことからカメラレンズにも使用されている一方、屈折率の異方性である複屈折の制御が求められる。複屈折は、透過する光の偏光状態を変化させる効果がある。また、複屈折の生じる光学ポリマーをレンズに使用した場合、光の振動方向によって異なる屈折率となるため、画像がにじむ、センサーの精度が低下するといったことが生じる。これまでに複屈折をゼロにするための研究が行われてきたがそのほとんどが、ランダム共重合法による光学ポリマーについてであった。そこで本研究では、これまでに検討されてきたランダム共重合体ではなく、交互共重合体を中心に複屈折性や諸物性の解明及び、解明した結果を基にゼロ・ゼロ複屈折ポリマーの設計を目的とした。 第1章は序論であり、本研究の背景としてディスプレイやレンズ向けにゼロ・ゼロ複屈折ポリマーの必要性について述べた。また、本論文の目的及び構成を示した。 第2章では、複屈折性や耐熱性、また、ポリマーを合成する手法の中で特に本論文で重要な交互共重合、比較としてランダム共重合について述べた。 第3章では、これまでに実証された複屈折の消去方法について述べ、さらに従来のゼロ・ゼロ複屈折ポリマーの設計方法について解説した。 第4章では、<i>N</i>-置換マレイミドを用いた交互共重合体の中で、<i>N</i>-置換マレイミドの置換基がアルキル基である材料を用い、ビニルモノマーとの共重合体を合成し、複屈折特性やそれ以外の光学特性、ガラス転移温度の解析を行った。 第5章では、置換基がフェニル基系の<i>N</i>-置換マレイミドの複屈折性を評価するため、合成および評価が可能なビニルモノマーの選定を行った。選定したモノマーとの交互共重合体を合成し、置換基の構造に応じた合成検討及び複屈折性の評価を行った。 第6章では、得られた知見を基に、ゼロ・ゼロ複屈折ポリマーの設計を行い、実際に作製、複屈折性や実際に光学ポリマーとしての性能として満たしているか評価を行った。<i>N</i>-置換マレイミドと、ビニルモノマーとしてスチレンとの共重合体において、実際にゼロ・ゼロ複屈折となるポリマーを合成し、さらに複屈折温度依存性がないことを示した。 第7章は結論であり、本研究で得られた成果を総括するとともに、今後の展望についてまとめた。					

Thesis Abstract

No. _____

Registration Number	☒ “KOU” ☐ “OTSU” No. _____ *Office use only	Name	HOTTA, Hikaru
Thesis Title Control of Birefringence Using Alternating Copolymers			
Thesis Summary The number of cameras used in smartphones, sensors for cars, etc., is increasing year by year. Optical polymers are used in camera lenses because they are lighter and easier to mold compared to glass materials. However, controlling birefringence, which is the anisotropy of refractive index, is required. Birefringence causes changes in the polarization state of transmitted light. When an optical polymer with birefringence is used in a lens, different refractive indices occur depending on the direction of light vibration, leading to image blurring and decreased sensor accuracy. Research has been conducted to eliminate birefringence, mostly focusing on optical polymers using random copolymerization methods. This study aims to clarify the birefringence and various properties of alternating copolymers, rather than random copolymers that have been previously studied, and design zero-zero-birefringence polymers based on the results obtained. Chapter 1 summarizes the background and previous studies. Chapter 2 discusses birefringence, heat resistance, and polymer synthesis methods, specifically focusing on alternating copolymerization, and comparing it with random copolymerization. Chapter 3 describes methods for eliminating birefringence that have been demonstrated so far, as well as the design method for conventional zero-zero-birefringence polymers proposed previously. Chapter 4 analyzes the birefringence characteristics, optical properties, and glass transition temperature of copolymers synthesized using <i>N</i>-substituted maleimide with alkyl substituents in alternating copolymers with vinyl monomers. Chapter 5 selects vinyl monomers for the evaluation of birefringence properties of <i>N</i>-substituted maleimides with phenyl-based substituents. Copolymers with the selected monomers are synthesized, and synthesis studies and birefringence evaluations based on the substituent structures are conducted. Chapter 6 designs zero-zero-birefringence polymers based on the obtained result, synthesizes them, and evaluates whether they meet the birefringence properties and performance as optical polymers in practice. A polymer that achieves zero-zero-birefringence is synthesized in copolymers of <i>N</i>-substituted maleimide and styrene as a vinyl monomer, demonstrating zero birefringence temperature dependence. Chapter 7 is the conclusion, summarizing the achievements of this study.			