

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲／乙第 号	氏 名	田村 正樹
論文審査担当者： 主査 慶應義塾大学教授 Ph. D. 堀田 篤			
副査 慶應義塾大学教授 工学博士 鈴木 哲也			
慶應義塾大学教授 博士(情報理工学) 尾上 弘晃			
慶應義塾大学准教授 博士(工学) 荒井 規允			
学士 (理学), 修士 (理学) を有する田村正樹君の学位請求論文は「Development of Orientation-Birefringence-Controlled Optical Polymers via Synthesis and Combination of Bottlebrush Polymers (ボトルブラシポリマーの合成と複合化による光学ポリマーの配向複屈折制御とその応用)」と題し、全 5 章から構成されている。本論文は、光学分野、特に光学ポリマーに関する研究である。実用例において、高性能なスマートフォンのカメラでは、高解像度の画像を得るために配向複屈折が極めて小さな光学ポリマーが必要となっている。そこで本論文では、ボトルブラシポリマー (BBP) を用いて、光学ポリマーの配向複屈折を制御して補正する手法を検討し、この手法を通して開発された複屈折の小さな光学ポリマーについて、実際の光学設計に適用してその利点を検証している。 第 1 章では、光学ポリマーの定義やその種類、さらにはその開発の歴史について述べられ、その課題である複屈折について提起をしている。そして、複屈折の現状とその課題を克服するための新たな手法が紹介され、本研究の目的について述べられている。 第 2 章では、線状ポリメチルメタクリレート (PMMA) と PMMA 側鎖をもつボトルブラシポリマー (PMMA-BBP) をさまざまな割合で混合して、そのブレンドした PMMA の配向複屈折を分析することで本手法の有効性を検証している。その結果、線状 PMMA の負の複屈折は、PMMA-BBP の正の複屈折で相殺できることを突きとめている。特に、線状 PMMA と PMMA-BBP のブレンド比が 73 : 27 の場合において、その PMMA ブレンドサンプルの配向複屈折は、配向度に依存せずに完全に補正されることを見出した。さらに、その補正の機構についても考察している。 第 3 章では、本手法を色分散性の大きなポリスチレン (PS) に適用している。すなわち、線状 PS と PS 側鎖からなる BBP (PS-BBP) を混合することで、PS の配向複屈折制御を試みている。PMMA と同様に、線状 PS の負の複屈折は PS-BBP の正の複屈折によって相殺できることを見出した。特に、線状 PS と PS-BBP のブレンド比が 30:70 の場合、PS ブレンドサンプルは 120%のひずみ下でも極めて低い配向複屈折である $\Delta n \sim 3.9 \times 10^{-4}$ を示した。これらの結果より、この PS ブレンド手法は、高い色分散性と低複屈折性を合わせ持つ光学ポリマーの有望な制御手法になり得ることが述べられている。さらに、その PS ブレンドの光学特性および熱特性を分析した結果、線状 PS とほぼ同等の特性を有することも確認している。 第 4 章では、上記 PS ブレンド試料 (LB-PS) の有効性を評価している。すなわち、LB-PS の配向複屈折を高性能スマートフォンカメラのレンズ系で最も使用されている光学ポリマーの配向複屈折と比較している。その結果、LB-PS の複屈折はその光学ポリマーと同等か、それ以下になることがわかった。また、LB-PS をレンズ系に使用する優位性については、光学設計ソフトウェア上で設計したレンズ系の解像性能の比較により検証した。その結果、LB-PS をレンズ材料として用いたレンズ系は、複屈折を考慮するかしないかにかかわらず、いずれも高解像度を有することがわかった。以上より、LB-PS はレンズ系の色収差を補正しつつ、実用的な解像性能を向上させることが可能な優れた光学材料であることがわかった。 第 5 章では、各章で得られた結果を総括し、本論文の結論を述べるとともに本研究の今後の展望と将来性について述べている。 以上要するに、本研究は、工学的な視点による学術知識と応用技術をもとに、光学ポリマー分野において複屈折に関する最先端の問題を解決している。また、その実装応用を目指し、開発した光学ポリマーの光学設計研究も行っている。これらの技術と知見により、光学材料の最適化や最先端のレンズ等の実装光学部品への応用が大きく進むことが期待される。さらに、新たな光学材料研究領域の創出やその開発迅速化を推し進めて、材料の低コスト化にもつながる可能性がある。このような研究成果から、本論文の著者は博士 (工学) の学位を受ける資格があるものと認める。			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査委員で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学 (英語) についても十分な学力を有することを確認した。		