

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	新規光学材料のための高輝度発光材料合成とナノテンプレート作製技術の開発
Title(English)	
著者(和文)	高野香織
Author(English)	Kaori Takano
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11553号, 授与年月日:2020年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:林 智広,富田 育義,早川 晃鏡,稲木 信介,本倉 健
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11553号, Conferred date:2020/6/30, 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

論文審査の要旨及び審査員

(2000字程度)

報告番号	乙 第 号	学位申請者	高野 香織	
	氏 名	職 名	氏 名	職 名
論文審査員	主査 林 智広	准教授	本倉 健	准教授
	富田 育義	教授		
	早川 晃鏡	教授		
	稲木 信介	准教授		

本論文は「新規光学材料のための高輝度発光材料合成とナノテンプレート作製技術の開発」と題し、全7章から構成されている。

第1章「序論」では、光学材料の社会的な役割を紹介し、新しい光学材料の開発の必要性を述べている。その開発を支える4つの学術分野として、発光材料としてのコロイド量子ドット、光の伝搬性を操るフォトニック結晶、さらにフォトニック結晶性を生むナノテンプレート材として用いるブロック共重合体マイクロ相分離と、レプリカ複製技術であるナノインプリントについて概説するとともに、それぞれの分野にまたがる要素技術を明示した。各課題解決に向けた技術開発と各章との関係性を表記し、本博士論文の構成を述べている。

第2章「本研究で使用した測定・評価技術」では、上記要素技術の開発において使用した測定・評価技術として、発光量子収率測定法、原子間力顕微鏡、小角X線散乱、ブロック共重合体の品質を測定するリサイクル分取GPC、反射率測定、ヘーズ測定法を概説している。

第3章「高輝度発光材料の開発」では、要素技術の一つ目として、CdSe/CdSコアシェル型量子ドットを添加剤なしに高輝度化する合成法を報告する。複数の発光量子収率測定法を比較したうえで、それらの数値の妥当性を述べている。

第4章「光学特性を持つ周期的ナノ相分離構造発現過程その場観察手法の開発」では、超高分子量ブロック共重合体をマイクロ相分離させる際に必要となる溶媒アニール処理中において、相分離の経時的な変化を観察することが可能なその場観察法を開発した結果について述べている。分子量100万を超える超高分子量ブロック共重合体をマイクロ相分離させるために必要な溶媒アニール手法を概説するとともに、それを実現することの難しさとその場観察手法の必要性を述べている。これまで開発されたリアルスペースその場観察法が本系では適用不可である原因を特定し、自作の原子間力顕微鏡のための溶媒アニール容器を開発するとともにフォースカーブ測定を膨潤膜厚測定に応用し、膨潤度が8倍以上という非常にソフトな系においても長時間安定にポリマー膜表面のイメージングを継続することに成功した点を説明している。得られた経時的な形状像から相関長を導くことにより、溶媒アニール中のマイクロ相分離の成長係数が初めて明らかとなった点を述べる。さらに、得られた形状像を垂直ラメラ構造と同定するに至った検証実験および、フォースカーブで得られた膨潤膜厚の妥当性を、マイクロ相分離の相関長を間接的な指標として検証した実験について述べている。

第5章「ブロック共重合体薄膜の深さ方向相分離状態の評価手法検討」では、第四章の手法では追跡することができない膜内部の相分離状態を静的に評価する手法として、既報の酸素プラズマエッチングや染色法をコントラスト付与手法として用い、種々の断面切断手法との組み合わせで計7種類の手法で評価した結果を比較し、最適な断面測定手法を検証している。

第6章「周期的ナノ凹凸構造の複製と光学部材としての応用」では、ブロック共重合体マイクロ相分離で得られたナノ構造をテンプレートとして、フォトニック結晶性の一つである反射抑制機能を発現させる検討を行った結果を述べている。第四章で開発したその場観察手法によって得られた最適な溶媒アニール条件で処理した超高分子量ブロック共重合体からポリスチレン凸マスク周期構造を作製し、それを鋳型としてドライエッチングで凹状に加工したシリコンウエハを元型とし、樹脂で構造複製するというナノインプリントの一連の加工手法により、周期的凹凸構造を複製した。その際に断面形状を工夫することでフォトニック結晶の一形態である無反射膜としての応用を検討した結果を述べている。

第7章「本研究のまとめと今後の展望」では本研究で得られた知見をまとめ、本論文と結論と共に今後の研究の展望を述べている。

以上を要するに本論文は、高輝度発光材料の合成法と、溶媒蒸気環境下で測定可能なその場観察手法を新たに開発し、さらにその場観察手法で得られた超高分子量ブロック共重合体マイクロ相分離構造を利用した凹凸構造を複製して光学部材として応用可能であることを示している。これらの要素技術は新規光学材料の開発のみならず、それぞれ単独で材料開発や表面計測技術の進展に工学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。