



Title	自己集合過程を用いたナノ構造の形成とその電子・光物性に関する研究
Author(s)	尾島, 正禎
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/23488
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	尾 島 正 賀
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 23847 号
学位授与年月日	平成22年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電気電子情報工学専攻
学位論文名	自己集合過程を用いたナノ構造の形成とその電子・光物性に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 尾崎 雅則 (副査) 教授 片山 光浩 教授 大森 裕 教授 伊藤 利道 教授 杉野 隆 教授 栖原 敏明 教授 谷口 研二 教授 森 勇介 教授 森田 清三 教授 八木 哲也

論文内容の要旨

近年、生体由来の材料やシステムは幅広い分野において注目されているが、特に電子デバイス分野においては新たなデバイス作製手法として着目されている。それらは、自発的に構造を形成する「自己集合」によって特徴づけられる。この自己集合を利用した応用例として、液晶ディスプレイを挙げることができる。液晶ディスプレイは液晶が本来持つ自己集合性と外場応答性を利用してデバイスと言え、自己集合の多様性から様々な形式のディスプレイが開発されている。このようなディスプレイ分野のみならず、フォトニック結晶などの分野においても自己集合化材料の応用が盛んに検討されている。

本論文は、自己集合過程を用いて形成されたナノ構造材料について、その電気的及び光学的性質に関する研究を行い、その成果をまとめたものであり、5章より構成されている。以下に、各章の内容を要約する。

第1章では、本論文で着目した自己集合材料である人工オパールや液晶材料について概説し、本論文の背景や研究目的について述べた。第2章では、人工オパールを鋳型として用いて炭素反転オパールを作製し、その電界電子放出特性を評価した。球径の異なるシリカ球を用いることで、炭素反転オパールの周期性を制御した。また、炭素反転オパールを焼成する際の温度が高くなるにつれグラファイト化することを見出した。周期性や焼成温度の異なる炭素反転オパールの電界電子放出特性を評価し、孔径が小さい炭素材料を孔の形状を維持したままグラファイト化することで放出特性が向上することを見出した。第3章では、三次元周期構造を有する液晶材料であるコレステリック・ブルー相について、数値解析による光学特性評価を行った。それにより、透過光特性の円偏光依存性を解析的に明らかにし、全反射バンドの存在を示唆した。また、セルロース混合エステルメンブレン中にブルー相を浸透させることで、冷却時にブルー相の発現温度範囲が拡大することを見出し、発現温度範囲拡大手法として提案している。第4章では、表面プラズモン特性の偏光依存性に着目し、ねじれネマティック液晶による表面プラズモン光学特性制御方法を提案し、その光学特性解析を行った。ねじれネマティック液晶層を有する金属一次元周期構

造に直線偏光を有する光を垂直に入射した場合、ねじれネマティック液晶層内で入射光の偏光方向が 90° 回転するため、表面プラズモン吸収特性の偏光依存性が逆転することを見出した。また、ねじれネマティック液晶層に電界を印加し、液晶分子を電界方向に再配向させることで、表面プラズモン吸収のON-OFFスイッチを実現した。第5章では、第2章から第4章までで得られた自己集合過程を利用したナノ構造材料の電子・光物性に関する研究成果を総括し、本研究の結論とした。

論文審査の結果の要旨

本論文では、自己集合過程を用いて形成されたナノ構造材料について、その電気的及び光学的性質に関する研究を行い、その成果をまとめたものであり、以下の5章より構成されている。

第1章では、本研究の背景を述べるとともに、本論文の目的と意義を明らかにしている。さらに、本論文で着目した自己集合材料である人工オパールや液晶材料について概説したのち、本論文の構成を述べている。

第2章では、人工オパールを鋳型として用いて炭素反転オパールを作製し、その電界電子放出特性を評価している。中でも、球径の異なるシリカ球を用いることで炭素反転オパールの周期性を制御し、また、炭素反転オパールを焼成する際の温度を変化させることにより炭素の高次構造を制御することにより、周期性や焼成温度の異なる炭素反転オパールの電界電子放出特性を評価しており、その結果、孔径が小さい炭素材料を孔の形状を維持したままグラファイト化することで放出特性が向上することを明らかにしている。

第3章では、三次元周期構造を有する液晶材料であるコレステリック・ブルー相について、数値解析による光学特性評価を行っている。それにより、透過光特性の円偏光依存性を解析的に明らかにし、全反射バンドの存在を確認している。また、セルロース混合エヌテルメンブレン中にブルー相を浸透させることで、冷却時にブルー相の発現温度範囲が拡大することを見出し、発現温度範囲拡大手法として提案している。

第4章では、表面プラズモン特性の偏光依存性に着目し、ねじれネマティック液晶による表面プラズモン光学特制御方法を提案し、その光学特性解析を行っている。ねじれネマティック液晶層を有する金属一次元周期構造に直線偏光を有する光を垂直に入射した場合、ねじれネマティック液晶層内で入射光の偏光方向が 90° 回転するため、表面プラズモン吸収特性の偏光依存性が逆転することを見出している。また、ねじれネマティック液晶層に電界を印加し、液晶分子を電界方向に再配向させることで、表面プラズモン吸収のON-OFFスイッチを実現している。

第5章では、第2章から第4章までで得られた結果を総括し、本論文の結論としている。

以上のように、本論文は、自己集合過程によりナノ構造を形成する材料として人工オパールと液晶を取り上げてその電気的及び光学的性質に関する研究を行い、これらの材料の電子デバイス、光機能デバイスへの応用の可能性を示し、自己集合ソフトマテリアルのエレクトロニクス分野への応用について極めて重要な展望を与えており、電気電子情報工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。