



Title	液晶内包系を用いた電界応答特性の改善に関する研究
Author(s)	熊谷, 孝幸
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/61761
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

論 文 内 容 の 要 旨

氏 名 (熊谷 孝幸)	
論文題名	液晶内包系を用いた電界応答特性の改善に関する研究
論文内容の要旨 液晶は、分子を一軸配向させることで光学異方性、誘電異方性や磁気異方性を発現する性質を有する。そのため、電界や磁界で配向制御を行うことで、能動光学素子として幅広く応用されている。一方で、液晶をある構造内に閉じ込めた液晶内包系においては、電界に対する応答速度、配向方向制御、誘電率などにおいて、一軸配向させた液晶とは異なる性質を有することが知られている。 光重合性液晶とは、液晶性のコア部と光重合性の末端基を有する液晶であり、重合させることで、低分子液晶が有している光学異方性や誘電異方性を有する分子配向性ポリマーを作製することが出来る。その特性を活かして、熱や光などの外場で駆動するマイクロアクチュエーターが提案されているが、外場の正確な制御が難しい、外部装置が大型化するなどの理由で実用化に至っていない。より安定した駆動が可能となる電界駆動方式も提案されているものの、誘電異方性は電界の極性に対して不活性であり、駆動方向制御の自由度が低い。我々が見出した、二周波駆動特性を有する光重合性液晶を用いて作製したマイクロアクチュエーターであれば、周波数に依って駆動方向を制御出来るものの、重合によって誘電異方性が低下するため、駆動特性が低下してしまう。 そこで本博士論文では、液晶内包系と組み合わせ誘電異方性を増幅することで、マイクロアクチュエーターの電界応答特性の改善を試みた。本研究は、二周波駆動特性を増幅した光重合性液晶で作製したマイクロアクチュエーターを始めて提案するものである。また、液晶内包系の電気光学素子応用として、電界応答性を向上させたテラヘルツ帯液晶内包系スイッチング素子の応答速度についても検討した。まず第1章で基礎的な知識を述べた後に、第2章で光重合性液晶を用いた分子配向性マイクロ構造の作製時における液晶の再配向について述べ、第3章で二周波駆動光重合性液晶の重合前後の誘電特性について述べた。第4章では二周波駆動光重合性液晶を用いて作製した、誘電異方性を増幅した液晶内包系マイクロプレートの電界駆動特性について述べた。第5章で液晶内包系の電気光学効果を用いた、テラヘルツ帯液晶内包系スイッチング素子の応答速度改善について述べた後、第6章で、第2章から第5章までで得られた液晶内包系を用いた電界応答測定の改善に関する研究を統括し、本研究の結論とした。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (熊 谷 孝 幸)			
論文審査担当者	(職)	氏	名
	主 査	教 授	尾崎 雅則
	副 査	教 授	伊藤 利道
	副 査	教 授	森 勇介
	副 査	教 授	片山 光浩
	副 査	教 授	片山 竜二
	副 査	教 授	近藤 正彦
	副 査	教 授	森 伸也
	副 査	教 授	八木 哲也

論文審査の結果の要旨

本論文は、液晶を構造内に内包した系における電界応答特性を、自由空間内に液晶をおいた系と比較することにより液晶内包系の優位性を議論しており、以下の6章から構成されている。

第1章では、本研究の背景となるこれまでの研究を概説することにより、本研究の位置づけを明確にするとともに目的および本論文の概要を述べている。さらに、光重合性液晶およびテラヘルツに関する基礎事項を概説し、本論文での議論の基礎としている。

第2章では、光重合性液晶を用いて分子配向性マイクロ構造を作製し、重合時の描画レーザービームの光電場による分子再配向の評価をおこなっている。レーザー光の偏向方向と光重合液晶の配向方向とのなす角度を大きくするほど再配向角度が増大し、一方、描画レーザー強度の増大に伴って再配向角度が減少することを見出している。

第3章では、光重合性液晶の重合前後における誘電特性を評価しており、二周波駆動特性を有する光重合性液晶が、重合後も二周波駆動特性を保持していることを見出している。また、重合前においては、印加電界の周波数の上昇に伴って誘電異方性が正から負へ変化するのに対して、重合後では、負から正に変化することを明らかにしている。

第4章では、二周波駆動特性を有する光重合性液晶を用いて、二光子励起三次元描画法によりマイクロプレートを作製し、電界印加時のマイクロプレートの運動を調べている。マイクロプレートは、前章で明らかにしたように光重合も二周波駆動特性を持っているものの誘電異方性の大きさは減少するのに対して、構造内に未重合液晶を内包させることにより、誘電異方性の大きさが増大し電界応答特性が改善されることを明らかにしている。

第5章では、テラヘルツ波長帯の光の電界制御を目的とした液晶内包エタロンについて述べている。通常のサンドイッチ型セルにおいては、液晶の分子配列変化によってテラヘルツ波長帯の光に十分な位相変化量を与えるためには、素子ギャップを数百 μm 程度にする必要があり、電界応答性が極めて遅くなる問題がある。そこで、本論文では、二枚の誘電体多層膜ミラーの間の数十 μm の空間に液晶を導入した液晶内包エタロンを採用し、ストップバンド内の透過モードピークを電界印加によってシフトさせることにより、透過率を変調する方法を提案している。また、本素子を用いることにより、従来のサンドイッチ型セルを用いた場合に比べて、電界応答速度が一桁速くなることを明らかにしている。

第6章では、2章から5章で得られた知見を総括し、本博士論文における結論を述べている。

以上のように、本論文は、液晶の誘電異方性に基づく電界応答が、液晶を構造内に内包させた系を用いることにより改善できることを提案、実証している。このことは、液晶の様々な素子への応用の可能性を広げるものであり、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。