



Title	液晶のパターン配向場を用いた光およびコロイド構造制御に関する研究
Author(s)	田頭, 健司
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59904
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【162】

氏 名	田 頭 健 司
博士の専攻分野の名称	博 士 (工学)
学 位 記 番 号	第 2 6 2 2 8 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 25 年 3 月 25 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	液晶のパターン配向場を用いた光およびコロイド構造制御に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 尾 崎 雅 則 (副査) 教 授 森 勇 介 教 授 宮 永 憲 明 教 授 伊 藤 利 道 教 授 片 山 光 浩 教 授 栖 原 敏 明 教 授 近 藤 正 彦 教 授 大 森 裕 教 授 八 木 哲 也

論 文 内 容 の 要 旨

現在実用化されている液晶ディスプレイなどの液晶デバイスでは、液晶の一様配向場を得ることにより、機能を得ている。しかし、液晶はその流動性を活かして、さらに複雑な配向分布をとることができる。例えば、液晶の配向分布にあるパターンを有するようなパ

ターン配向場を作り出すことができる。これにより、一様配向場では実現できなかったような機能が液晶素子に付与されることが期待できる。液晶素子にパターン配向場を導入し新たな機能を創出することを目的とする。その中で、液晶とコロイド材料の複合材料である液晶コロイドに着目し、そこへパターン配向場である splay-bend wall 配向場を導入することにより、新たなコロイド構造制御を行った。また、ファブリ・ペローエタロンにパターン配向場である同心円配向場を導入することにより、ファブリ・ペローエタロンへの偏光・波面制御機能の付与を行った。以下では、これらの成果についてまとめた各章の内容を要約する。

第1章では、液晶が自在なパターン配向場を実現できる材料であり、これにより液晶デバイスの新たな機能化が期待できることを示した。第2章では面内電界を液晶の一様配向場に印加することにより splay-bend wall 配向場を形成し、そこへコロイド粒子を捕捉することにより、粒子周囲に形成される Saturn-ring 欠陥を hedgehog 欠陥に転位させることを試みた。この際の転位方向は液晶の初期配向におけるプレチルト角および電極付近の電界方向により決まることを明らかにした。第3章では hedgehog 欠陥を有するコロイド粒子を用いて鎖状コロイド構造を形成し、この配列を電界誘起の splay-bend wall へ捕捉することにより、粒子間隔の拡大制御を行った。この拡大の原因は、電界印加により粒子周囲の弾性エネルギーが低下したこと、および hedgehog 欠陥周囲の配向が変化したことによると考察した。また、コンスコープ観察による粒子配列からの光回折の評価を行い、粒子間隔拡大に伴う光回折角の減少を観測した。第4章ではファブリ・ペローエタロンに液晶の同心円配向場を導入することにより、軸対称偏光子を作製し、透過光の偏光・波面特性を評価した。液晶分子の長軸または短軸方向に対応した透過モードが得られ、それぞれのモードにおいて径偏光または方位偏光成分のみが透過した。また、透過光の波面は ± 2 次の光渦となっており、符号は入射円偏光の回転方向により決まることを見出した。第5章では、第2章から第4章までで得られた液晶のパターン配向場を用いた光およびコロイド構造制御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

本論文は、液晶素子内へのパターン配向場の導入による新規機能の創出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、本論文で取り上げる液晶および液晶コロイドに関する基礎事項を概説している。

第2章では、パターン配向場として、電界印加により誘起される splay-bend wall 配向場を利用することにより、その中に分散された Saturn-ring 欠陥を有する液晶コロイドを補足し、電界による Saturn-ring 欠陥から hedgehog 欠陥への転移を実現している。まず、一様配向液晶に垂直方向に面内電界を印加することにより、配向ベクトル再配列の縮退により splay-bend wall 配向場が形成され、その中に分散された液晶コロイド粒子が補足されることを確認し、配向場の配向特性と形成メカニズムを明らかにしている。また、Saturn-ring 欠陥を有する液晶コロイド粒子が splay-bend wall 配向場に補足されることを見出し、その機構を明らかにしている。さらに、電界の増大に伴い Saturn-ring 欠陥が収縮し、閾値電界以上で hedgehog 欠陥に転移することを確認し、その転移の機構を弾性エネルギーに基づき議論している。

第3章では、第2章で示した splay-bend wall 配向場を用いて、hedgehog 欠陥を有する粒子が自己組織的に配列した鎖状コロイド配列の粒子間隔制御を行っている。液晶中で hedgehog 欠陥を有する粒子同士には異方的な相互作用が働き、鎖状コロイド配列が形成されるが、この状態で電界強度を増大していくと、コロイド列の粒子間隔が拡大

することを見出し、粒子間に働く相互作用力の測定から粒子間隔の拡大の機構を明らかにしている。また、電界による粒子間隔の変化を利用して、回折パターンを電界により制御可能な回折格子の提案と動作確認を行っている。

第4章では、ファブリ・ペローエタロン内に導入した液晶にパターン配向場を付与することにより、軸対称偏光子を実現している。ファブリ・ペローエタロン内に液晶を導入することにより偏光子として機能することが知られているが、その液晶の配向を同心円状にすることにより、液晶の短軸および長軸方向に偏光した透過モードに対応して、それぞれ radial 偏光、azimuthal 偏光のみを透過する軸対称偏光子が実現できることを明らかにしている。さらに、この軸対称偏光子に円偏光を入射することにより透過モードの波面が右円偏光入射時には $+2$ 次、左円偏光入射時には -2 次の光渦が得られることをシミュレーションにより明らかにし、さらに、Mach-Zehnder 干渉計を用いて波面観測を行い実験的に光渦の形成を確認している。

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、液晶素子内に一様でないパターン配向場を導入することにより、コロイド粒子配列の制御や軸対称偏光子の実現を例として、液晶素子に新しい機能を付与することができることを実証している。それにより液晶素子の応用における新しい展開を示しており、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。