

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	オリゴチオフェンドープ液晶の非線形光学効果における入射光の影響
Title(English)	Effect of Incident Light on Nonlinear Optical Response of Oligothiophene-Doped Liquid Crystals
著者(和文)	松本浩輔
Author(English)	Kohsuke Matsumoto
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11797号, 授与年月日:2022年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:穴戸 厚,原 正彦,一杉 太郎,古屋 秀峰,久保 祥一
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11797号, Conferred date:2022/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	応用化学 応用化学	系 コース
学生氏名： Student's Name	松本 浩輔	

申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 (工学) Doctor of
指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	矢野 厚
指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)	久保 祥一

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は、「Effect of Incident Light on Nonlinear Optical Response of Oligothiophene-Doped Liquid Crystals (オリゴチオフエンドープ液晶の非線形光学効果における入射光の影響)」と題して、様々な特性を有するレーザー光を入射した際のオリゴチオフエン色素ドープ液晶の光分子再配向挙動ならびに光学特性評価、および、これらに基づく本材料系の新たな機能創出に関する研究成果が英文で記されており、全6章で構成されている。

第一章「General Introduction (序論)」では、光を用いた機能性材料ならびに液晶分子配向の歴史と既存の配向制御技術を概説し、本研究の目的を述べている。

第二章「Effect of Beam Diameter on Photoresponsive Behavior of Polymer-Stabilized Liquid Crystals Doped with Oligothiophene Dye (オリゴチオフエン色素を添加した高分子安定化液晶の光応答挙動にビーム径が与える影響)」では、オリゴチオフエン色素を添加した高分子安定化液晶(TR5/PSLCs)の光分子配向挙動に対して入射するビーム径が与える影響を検討している。従来の14倍のビーム径をもつコリメート光を入射した場合、従来の集光入射時と同様の分子配向変化を、より高感度に誘起できることを明らかにしている。さらに、偏光方向が空間的にパターン化されたパターンコリメート偏光を入射した際も同様の分子配向変化が誘起されることを見出し、太陽光のような汎用的な光でも応答できる可能性を示している。

第三章「Analysis of Mechanism by Calculating Molecular Properties of Oligothiophene-Dye Using DFT Method (DFT法を用いたオリゴチオフエン色素の分子物性計算によるメカニズム解析)」では、本材料系の高感度な分子配向変化の駆動力であるオリゴチオフエン色素について、DFT計算を用いて分子物性の推定を行い、高感度化との相関を調べている。光応答の感度が異なる3種類の色素について、分極率や超分極率、HOMO-LUMOのエネルギー準位が光応答挙動と一定の相関が認められること、および、励起状態のDFT計算から算出される偏光紫外可視吸収スペクトルが実験値と概ね一致することを明らかにしている。

第四章「Elliptical Diffraction Ring Formation based on Nonlinear Optical Effect of Polymer Stabilized Dye-Doped Liquid Crystals (色素ドープ高分子安定化液晶の非線形光学効果に基づく楕円状回折リング形成)」では、直線偏光照射によるTR5/PSLCsの分子再配向がもたらす回折リングが楕円形になる偶然に発見した現象について詳細に評価している。CCDカメラを用いた回折リング測定ならびに分子物性測定の結果から、回折リングは入射偏光方向に垂直に伸びた楕円形であり、この異方性は液晶の弾性定数の異方性に起因して起きていることを明らかにしている。TR5/PSLCsの回折リングの異方性は、リング数が20個を超えたところで非線形に上昇することを示し、この理由をTR5/PSLCs内の高分子が基板界面に偏在によるものと考察している。

第五章「Rotation of Elliptical Diffraction Rings of TR5/PSLCs by Irradiation with a Circularly Polarized Laser Beam (円偏光入射によるTR5/PSLCsの楕円状回折リングの回転)」では、TR5/PSLCsに円偏光を入射した際の分子配向変化、ならびに回折リングの回転挙動について検討している。円偏光入射時も直線偏光入射時と同様に、光分子配向変化に基づく楕円形の回折リングが現れることを示している。さらに、この回折リングが時間変化に伴い回転すること、回転方向が左円偏光と右円偏光で逆転することを見出し、円偏光がもつスピン角運動量が液晶分子に伝搬し、定常的な回転運動に変換されたものと考察している。

第六章「Summary (総括)」では、本論文で得られた研究成果を総括するとともに、今後の課題と研究展望を述べている。

以上を要するに本論文では、高分子添加により高感度化されたオリゴチオフエン色素ドープ高分子安定化液晶TR5/PSLCsが、様々な入射光に応じて誘起される光分子配向変化と回折リング形成を詳細に検討することにより、汎用的な光へ高感度に応答する可能性を示すとともに、異方的な回折リングの形成と回転挙動という新たな現象を見出している。さらに、分子物性計算および測定を併せた検討により見出した現象について詳細に考察している。本論文で見出した現象は、入射光の偏光状態ならびに光強度を同時に可視化、および回転させる基盤的機能を示す非線形光学素子等への展開が期待でき、工学上貢献するところが大きい。したがって本論文は、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。

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	応用化学 応用化学	系 コース	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 (工学) Doctor of
学生氏名： Student's Name	松本 浩輔		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	宍戸 厚
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)	久保 祥一

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

Molecular reorientation of oligothiophene-doped liquid crystals by an irradiation with a laser beam has much potential for photonic applications. However, the molecular reorientation has been induced by a confined laser beam like a focused linearly polarized beam, which restricted the various applications. In this thesis, the author investigated the effect of incident light properties on the molecular reorientation of a polymer-stabilized oligothiophene-doped liquid crystals (TR5/PSLCs).

The author explored the effect of beam diameter on photoresponsive behavior of TR5/PSLCs by the irradiation with a large-diameter collimated beam. As a result, the incidence of a collimated laser beam with a large diameter enhanced the molecular reorientation of TR5/PSLCs. This may be due to the decrease in the torque of bulk elasticity by the large-area irradiation with a collimated beam. In addition, the author calculated the molecular properties of oligothiophene-dye using a DFT method. The calculation successfully provided the energy levels (HOMO, LUMO), molecular (hyper)polarizabilities, and UV-vis absorption spectra. The author also examined the effect of polarization state on the molecular reorientation. The irradiation of the TR5/PSLCs with linearly and circularly polarized laser beams resulted in the novel photoresponsive behavior such as elliptical diffraction ring formation. The elliptical diffraction of TR5/PSLCs depends on the polarization direction; irradiation with the linear polarization (LP) induced the elliptical diffraction perpendicular to the incident polarization direction due to the unidirectional reorientation of LC molecules and the anisotropy of elastic constants of LCs. Moreover, the circular polarization (CP) irradiation induced not only the elliptical diffraction but also the rotation of the elliptical diffraction rings. The rotation speed of the elliptical ring induced by CP irradiation was associated with the sample thickness and temperature. Considering that the number of rings depends on the incident light intensity, these phenomena enable us to visualize the polarization state and light intensity of incident beam simultaneously. The TR5/PSLCs can be applied to novel optical devices such as a polarization visualizer and polarization rotator.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).