

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	色素ドーブ液晶における光分子配向の高感度化と調光材料への応用
Title(English)	Design of dye-doped liquid crystals showing highly sensitive photoinduced molecular reorientation for optical limiting application
著者(和文)	臼井鴻志
Author(English)	Koji Usui
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11977号, 授与年月日:2021年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:穴戸 厚,芹澤 武,一杉 太郎,稲木 信介,久保 祥一
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11977号, Conferred date:2021/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第 号			学位申請者氏名		臼井 鴻志	
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名	
	主査	宍戸 厚	教授	審査員	久保 祥一	准教授	
	審査員	芹澤 武	教授				
		一杉 太郎	教授				
		稲木 信介	准教授				

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は、「Design of dye-doped liquid crystals showing highly sensitive photoinduced molecular reorientation for optical limiting application（色素ドーブ液晶における光分子配向の高感度化と調光材料への応用）」と題して、色素を添加した液晶（色素ドーブ液晶）の光分子配向挙動を高感度化するとともに、分子配向変化を利用した調光材料の応用に関する研究成果が英文で記されており、全7章により構成されている。

第1章「General introduction（序論）」では、液晶の光分子配向に関する原理と、高感度化の手法について述べ、色素ドーブ液晶の応用について説明するとともに、本研究の意義と目的を述べている。

第2章「Effect of surface treatment on molecular reorientation of polymer-stabilized liquid crystals doped with oligothiophene dye（高分子安定化色素ドーブ液晶の光分子配向における基板表面処理の効果）」では、オリゴチオフェン色素をドーブした高分子安定化液晶において、液晶セルを構成する基板表面処理が光分子配向変化に与える影響について検討している。基板表面処理の際、アルキル部分を有するシランカップリング剤の濃度を低下させると、光分子配向変化が最大で 30%高感度化されることを明らかにしている。

第3章「Design of liquid-crystalline materials with an ultra-low threshold intensity based on the torque balance（トルクバランス法に基づく超低閾値液晶材料の設計）」では、トルクバランス法に基づき、液晶セルの構成条件を最適化することで、光分子配向変化の閾値の大幅な低下について検討している。膜厚、外部電圧、入射角度をそれぞれ増大させると、光分子配向の閾値が低下することを明らかにしている。これらのパラメーターを組み合わせることにより、本光分子配向法では初めて 100 mW/cm²を下回る光強度での分子配向に成功している。トルクバランス法に基づく機能分離による高性能化が、高感度化に非常に有効であることを示している。

第4章「Theoretical calculation of photoinduced molecular reorientation by a torque balance law（トルクバランス法による光分子配向挙動の数値解析）」では、トルクバランス法に基づく理論式から分子配向挙動の数値解析を行い、実験結果と比較している。計算結果はいずれも実験結果と良好に一致し、本光分子配向挙動の数値解析に成功している。この過程で、光重合性モノマーを添加すると、配向規制力が大幅に低下する結果を示している。さらに、トルクバランス法に影響する各パラメーターの光分子配向への影響を調査し、さらなる高感度化へのアプローチについても提案している。

第5章「Fabrication of the optical limiter using photoinduced molecular reorientation of dye-doped polymer-stabilized liquid crystals（高分子安定化の光分子配向を利用した光リミッターの作製）」では、これまでに検討してきた色素ドーブ液晶の光分子配向を利用した新しい調光機能を持つデバイスへの応用を検討している。この色素ドーブ液晶に光を入射して透過率を測定すると、低強度光では透過率が一定である一方、高強度光では透過率が非線形に低下し、明確な光リミッター挙動を示すことを明らかにしている。また、この減光挙動は少なくとも 100 回繰り返して使用できることを見出している。さらに、第3章で検討した外部電圧の影響を組み合わせることで、nW オーダーの光強度を認識して減光することに成功している。

第6章「Fabrication of deformable liquid-crystalline optical limiters and effect of deformation on the photoinduced molecular reorientation（変形可能な液晶性光リミッターの作製と光分子配向への影響）」では、この液晶材料を高分子フィルムに封入して変形可能な光リミッターを作製し、湾曲変形が光分子配向変化に与える影響について検討している。作製した液晶フィルムを湾曲しても光分子配向挙動を示し、変形可能な光リミッターの作製に成功している。

第7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、高分子安定化色素ドーブ液晶の光分子配向変化の高感度化およびその数値解析に成功し、材料応用に欠かせない高感度化を実験的・理論的に実証した成果について述べている。さらに、本材料の光分子配向挙動を応用することで、変形可能な光リミッターの作製にも成功している。このような光リミッターでは本材料が最も高感度を示し、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。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」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。