

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	低閾値液晶レーザーを実現する赤色蛍光色素開発とその物性評価
Title(English)	
著者(和文)	市村真理
Author(English)	Mari Ichimura
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11086号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種類:課程博士, 審査員:石川 謙,大内 幸雄,VACHA MARTIN,松本 英俊,道信 剛志
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11086号, Conferred date:2019/3/26, 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

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	市村 眞理	
論文審査 審査員		氏名		職名	氏名	職名
	主査	石川 謙		准教授	道信 剛志	准教授
	審査員	大内 幸雄		教授		
		Martin Vacha		教授		
松本 英俊			准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「低閾値液晶レーザーを実現する赤色蛍光色素開発とその物性評価」と題し、6 章より構成されている。第 1 章「序論」では、有機ELや色素レーザーに用いられる発光材料を中心に有機オプトエレクトロニクス材料の開発を概説し、数多くの発光色素が開発されているが、赤色発光材料についてはさらなる開発が望まれる現状を示した上で、有機ELや液晶を用いた色素レーザーに適合する赤色蛍光色素を開発し、その評価と応用を行うという本研究の意義と目的を述べている。

第 2 章「色素の分子設計と合成」では、赤色蛍光色素に求められる特性を整理した上で、それらを満たす分子構造として、スチリル基を含むドナー-アクセプター型(D-A 型)およびドナー-アクセプター-ドナー型(D-A-D 型)構造に着目し、アクセプター骨格の改変により発光波長の調整を行い、その上で、ドナー部の置換基により溶解性等の調整を行うという戦略に基づいた開発指針を説明し、それにより合成した色素群の構造と合成手法について記述している。

第 3 章「色素の基礎物性」では、本研究で新規に合成した色素分子の吸収・発光特性の評価を通して蛍光色素としての基礎物性を明らかにしている。D-A 型分子と D-A-D 型分子を比較すると D-A-D 型分子のモル吸光係数が D-A 型の倍程度の大きな値を示し、色素物性としては望ましい一方で、分子量増大にもなう溶解性や昇華性の低下によりデバイス作製には適さない場合もあることを明らかにしている。また、ドナー部置換基がアルコキシル基の場合、同置換基がアルキル基の場合とは異なり、極性溶媒中での蛍光収率の低下が著しくなる興味深い現象を見いだしている。合成した色素はいずれも 60nm 以上の大きなストークスシフトを示し、蛍光の再吸収が少なく発光材料として優れていることを見いだしている。色素の蛍光ピーク波長の溶媒依存性も含めて、光励起後の緩和状態が分子形状の変化を伴う複数の分子内電荷移動状態であると考えたと蛍光特性を解釈できることを示している。また、有機ELへの応用を意識して、薄膜状態におけるエネルギー準位と酸化還元電位の評価を行い、合成した一連の色素の中でスチリルアミン色素は有機ELでよく用いられているホスト材料である β -AND に対してドープメントとして理想的に機能することを明らかにした。さらに、実デバイス構築にあたって重要な熱安定性の評価を行い、この色素は熱的安定性も優れていることを明らかにしている。

第 4 章「色素の液晶レーザーへの応用」では、コレステリック液晶の自発的周期構造を活用した分布帰還型レーザーの蛍光色素として、開発した D-A-D 型色素分子を用いた液晶レーザーの発振特性の検討を行っている。7 種類の色素で発振特性を評価したところ、5 種類がレーザー発振を示し、2 種類は発振閾値が 10nJ/pulse と、これまでの最小記録に匹敵する値となり、蛍光色素として高い性能を有することが実証された。レーザー発振はコレステリック液晶の選択反射帯の両端で生じうる。ドナー部にアルコキシ置換体を有するものは反射帯両端での発振が見られたが、アルキル置換体のものは、反射帯長波長端でのみ発振した。選択反射帯のどちら側で発振するかは、液晶に混合した状態での色素の蛍光 2 色比に依存することが知られているが、従来の報告例との比較で、定常状態での 2 色比だけでは発振端選択機構の説明が困難であることが明らかになった。そこで、過渡偏光蛍光測定を行い、その結果より、減衰初期の 2 色比が重要であることを明らかにしている。

第 5 章「色素の有機 EL 素子への応用」では、3 章の結果より EL 素子への応用が期待できるスチリルアミン系色素を用いた EL 素子を作製し発光特性の検討を行っている。検討の結果、EL 素子は発光層の負極(電子輸送層素子)側で発光しており、発光に寄与せず電子輸送層に侵入したホールが、素子の劣化を引き起していることを明らかにした。素子構造の最適化を試み 1000cd/m²の発光強度となる電流値において、半減寿命 11000 時間以上を達成した。さらに、長寿命化のための改善方法を提案している。

第 6 章「総括」では、これまで述べた研究成果を総括し、本研究の成果をまとめている。

以上要するに本論文は有機ELや液晶レーザーなどの次世代有機オプトエレクトロニクスに重要な役割を果す赤色発光色素に関して、新たな分子設計の上で色素を合成し、優れたレーザー発振特性や長寿命の有機EL発光特性を実証したもので、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって、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。