The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	有機電子素子の高性能化に向けた導電性高分子の複合化及び分子配向制御に関する研究
Author(s)	山﨑, 修幸
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59918
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【165】

氏　　名	山　崎　修　幸（やま さき なお ゆき）
博士の専攻分野の名称	博　士（工学）
学 位 記 番 号	第　２６２３１　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	**有機電子素子の高性能化に向けた導電性高分子の複合化及び分子配向制御に関する研究**
論 文 審 査 委 員	（主査） 教　授　尾﨑　雅則 （副査） 教　授　大森　　裕　　准教授　藤井　彰彦　　教　授　伊藤　利道 教　授　森　　勇介　　教　授　片山　光浩　　教　授　栖原　敏明 教　授　近藤　正彦　　教　授　八木　哲也

論 文 内 容 の 要 旨

有機半導体は分子設計により電子状態を制御出来る事から、その応用分野は多岐に渡る。これまで様々な有機半導体材料が設計され、各種電子デバイス応用が実現している。これまで光励起による有機半導体の低閾値のレーザー発振が報告され、レーザー媒質としての有機半導体の優位性が示されている。しかしながら、有機半導体におけるキャリア輸送性及び発光性はトレードオフの関係にあるために、キャリア輸送性に劣るためキャリア再結合による反転分布形成に至らず、電流励起のレーザー発振は実現していない。有機レーザーダイオード実現のためには、今後有機半導体における更なるキャリア移動度の向上が求められる。加えて、デバイスにおける分子の配向状態、結晶構造の制御等により有機半導体の材料としてのポテンシャルを失うこと無く十分に発揮させることが有機デバイスの高性能化に不可欠である。

本論文は、異なる機能性材料の複合化及び分子配向制御による有機電子デバイスの素子高性能化に関する研究を行い、その成果をまとめたものであり、5章より構成されている。

第1章では、本研究を行うに至った背景、研究目的を述べ、有機電子デバイスの素子高性能化に向けた取り組みにおける本研究が占める位置づけを述べた。第2章では、導電性高分子マイクロキャビラリレーザーを作製し、特徴的な共振器形状を活かして中空部へのシクロヘキサンの送液を行った。この際、シクロヘキサン送液に伴うレーザー発振スペクトルの変化を評価し、これが活性層に用いた導電性高分子薄膜の湿潤による実効屈折率の変化によるものであることを見出した。第3章では、電荷輸送性および発光性の導電性高分子の複合化を行い、機能分担させた材料の複合膜における分子間エネルギー移動に起因する高効率発光を明らかにした。また、複合膜を発光層に用いた有機EL素子により大電流注入及び高効率発光を実現し、複合化により電荷輸送性と発光性のトレードオフを解消し得ることを示した。さらに、結晶化に際して相分離による分子間距離の拡大が生じない分子の組合せが機能分担による複合化において最適であることを示した。第4章では、高分

子の流動による配向化に着目した新規配向膜作製手法を提案した。サーモトロピック性及びリオトロピック性を示す導電性高分子において力学的な作用を与え、流動を生じさせることで分子の配向化を実現し、分子主鎖方向が流動方向に平行に配向することを明らかにした。第5章では、第2章から第4章までで得られた有機半導体における材料の複合化および分子配向化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、有機分子・高分子を用いた電子光素子の高性能化を目指し、機能補完材料の複合化と分子配列制御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、本論文で着目している有機半導体材料およびその電子デバイス応用について概説したのち、本論文の構成を述べている。

第２章では、導電性高分子マイクロキャピラリレーザーの特徴的な素子構造に着目し、共振器中空部への有機溶媒の送液に伴うレーザー発振スペクトルの変化について検討を行い、センシング素子としての応用の可能性を議論している。

第３章では、機能を補完する複数の材料を複合化することにより電子素子の高性能化を図る手法を提案し、その有効性を検討している。有機材料において電荷輸送性能と発光効率が一般的にトレードオフの関係にある点に着目し、具体的には、発光効率は劣るが電荷輸送性能に優れたpolyfluorene誘導体（F8BT）と、電荷輸送性能は劣るが発光量子収率の高いpoly(*p*-phenylene vinylene)誘導体（MDDOPPV）との複合化を試み、その電気的光学的特性を系統的に調べている。その結果、F8BT：MDDOPPV複合膜を用いたマイクロキャピラリーレーザーにおいて低閾値レーザー発振が実現されると同時に、EL素子においても高い電流注入・輝度特性と高い電流効率が実現できることを明らかにし、その過程で分子間エネルギー移動が重要な働きをしていることを時間分解蛍光寿命測定などにより明らかにしている。また、上記複合膜を熱処理することにより、分子の配向状態が改善され、特性が改善されることを明らかにしている。

第４章では、有機半導体の溶液状態および液晶相における流動性が、分子配向に及ぼす影響を検討している。poly(3-dodecylthiophene)（PAT12）は有機溶媒に可溶であり、しかも加熱により液晶状態を呈することに着目し、PAT12のクロロフォルム溶液からのキャスト製膜時に溶液の流れを誘起させて分子配向特性を検討している。また、PAT12を加熱したとき得られる液晶状態において振動ずり応力を印加することにより、一様な分子配向状態を得ており、その配向膜の電気的光学的性質を測定して、分子配向特性の影響を議論している。

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、π共役高分子の電子光素子の高性能化を目指して、互いに相補関係にある機能を有する複数の材料の複合化と、熱処理および流動処理による分子配向特性が電気的光学的性質に及ぼす効果を系統的に調べ、有機電子光素子の性能向上の指針を提案実証している。それにより有機電子光素子の応用の展望を与えており、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。