

様式 C-7-1

平成29年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）実績報告書（研究実績報告書）

所属研究機関名称		奈良先端科学技術大学院大学	機関番号	14603
研究代表者	部局	物質創成科学研究科		
	職	特別研究員(DC2)		
	氏名	土器屋 翔平		

1. 研究種目名 特別研究員奨励費 2. 課題番号 17J09357

3. 研究課題名 マイクロキャビティ構造をもつ有機電界発光素子によるレーザー発振への挑戦

4. 研究期間 平成29年度～平成30年度 5. 領域番号・区分 -

6. 研究実績の概要

電流励起有機半導体レーザーの開発に向けて、光子-励起子相互作用によるレーザー発振のアプローチから研究に取り組んでいる。本年度は有機薄膜の励起子モードと共振器光子モードが強結合した共振器ポラリトンの状態の生成を目的とし、マイクロキャビティ構造をもつ有機EL素子の作製と評価を行った。マイクロキャビティ素子は正孔輸送層に5,5'-bis(4-biphenyl)-2,2'-bithiophene (BP2T)を、活性層/電子輸送層にBP2Tの分子両末端をシアノ基置換した5,5'-bis(4'-cyanobiphenyl-4-yl)-2,2'-Bithiophene (BP2T-CN)を、正孔注入層に酸化モリブデンを真空蒸着により積層し、それらを金陽極とITOコートした分布ブラッグ反射型(DBR)ミラー(R>99.5%)で挟み込んだ構造とした。ハロゲン-重水素ランプを光源に用いた角度分解反射スペクトルにおいて、DBRミラーの高反射帯域中で入射、および反射角度の増加に伴い、活性層のBP2T-CNの励起子モードに漸近する、高エネルギー側にシフトするディップの分散が室温大気下で確認された。1つの共振器光子モードと2つの励起子モードの強結合における現象論的ハミルトニアンを用いた解析から、250 meV程度の大きな真空ラビ分裂エネルギーが得られた。また、BP2T-CN膜の膜厚に増加に伴い、真空ラビ分裂エネルギーや発光スペクトルの半値全幅、負のデチューニングの大きさの増加が確認され、作製したマイクロキャビティが強結合状態において機能することが分かった。さらに、同素子の角度分解PL、ELスペクトルにおいて、反射スペクトル測定結果に対応する、LPBのピークの分散を観測しており、電流励起下においても励起子ポラリトンの生成が示唆された。本研究結果は現在、原著論文の投稿準備中である。

7. キーワード

有機マイクロキャビティEL素子 有機EL素子 有機半導体レーザー 光子-励起子相互作用

8. 現在までの進捗状況

区分 (2) おおむね順調に進展している。

理由
今年度の実施計画に挙げた、マイクロキャビティ素子の作製と評価に関して、角度分解PLおよび反射スペクトル測定から、光励起下での励起子ポラリトンの生成が観測され、そのキャビティ長依存性も確認されており、当初の目的を達成した。角度分解EL測定においては、素子の発光輝度が現状ではまだ十分に至っていないものの、エネルギーの分散が得られており、当初の計画がほぼ順調に計画が進展していると思われる。

3版

9. 今後の研究の推進方策

これまで、片面DBR基板を用いたマイクロキャビティ素子の作製と評価に取り組んでいるが、素子はDBRミラーと金陽極からなるハーフキャビティ構造を用いており、共振器のQ値は147程度と小さい。そこで、次年度ではITO/DBR基板上に真空蒸着した有機膜の上にITO陽極およびSiO₂とTa₂O₅から構成されるDBR多層膜を酸化物スパッタリング装置を用いて作製する。最初の段階として、両面DBRのフルキャビティ構造をもつ素子から、高密度光励起によるレーザー発振について取り組む。また、有機層は真空蒸着膜を用いているため、発光増幅に必要な利得係数が小さいと考えられる。その際は、本年度に並行して取り組んだ蒸着膜転写法により、結晶性薄膜を導入することを検討している。さらに、電流励起下における熱や素子のダメージや励起子相互作用による光失活を防ぐために、絶縁膜を導入した素子構造の改善や極短パルス電圧駆動による測定を行い、電流励起下における発光増幅を目指す。

10. 研究発表（平成29年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著論文 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Dokiya Shohei, Sasaki Fumio, Yanagi Hisao	4. 巻 468
2. 論文標題 Fabrication of polycrystalline films of cyano-substituted thiophene/phenylene co-oligomer by vaporized film deposition method	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Crystal Growth	6. 最初と最後の頁 792～795
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jcrysgr.2016.11.032	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 土器屋翔平, 水野英之, 香月浩之, 山下兼一, 佐々木史雄, 柳久雄
2. 発表標題 共役系オリゴマーを用いたマイクロキャビティ構造をもつ有機EL素子
3. 学会等名 第78回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐々木史雄, 土器屋翔平, 柳久雄
2. 発表標題 光励起増幅する有機ダブルヘテロ構造作製：スライドポート法による開発
3. 学会等名 第78回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐々木史雄, 土器屋翔平, 柳久雄
2. 発表標題 スライドポート法による有機ダブルヘテロ構造作製: 光励起増幅から電流励起増幅へ向けて
3. 学会等名 レーザー学会第514回研究会「有機固体レーザー」
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 土器屋翔平, 水野英之, 香月浩之, 山下兼一, 佐々木史雄, 柳久雄
2. 発表標題 有機マイクロキャピティEL素子における光子-励起子相互作用の評価
3. 学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐々木史雄, 土器屋翔平, 柳久雄
2. 発表標題 スライドポート法による有機半導体発光素子の開発: CN系(チオフェン/フェニレン)コオリゴマーでの成膜
3. 学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

1 1. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

計0件(うち出願0件/うち取得0件)

1 2. 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

1 3. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

-

1 4. 備考

-