

様式 F - 7 - 1

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実施状況報告書（研究実施状況報告書）（令和元年度）

| | | | | |
|-----------|---------------|-----------|------|-------|
| 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 | 先端科学技術研究科 | | |
| | 職 | 助教 | | |
| | 氏名 | 水野 斎 | | |

1. 研究種目名 若手研究

2. 課題番号 18K14299

3. 研究課題名 (チオフェン/フェニレン)コオリゴマー自己キャビティからのポラリトンレーザー発振

4. 補助事業期間 平成30年度～令和3年度

5. 研究実績の概要

(チオフェン/フェニレン)コオリゴマー(TPCO)の1種である5,5'-bis(4'-methoxybiphenyl-4-yl)-2,2'-bithiophene(BP2T-OMe)の薄膜(105 nm)を活性層とするDBRマイクロキャビティを作製し、その光学特性を調べた。DBRミラーは、Ta205とSiO2から成る6ペアの交互積層膜で構成される。BP2T-OMeは、DBRミラー上に直接蒸着すると基板に斜立して配向するため、基板に対して分子軸が寝て配向する5,5'-bis(4'-cyanobiphenyl-4-yl)-2,2'-bithiophene(BP2T-CN)を予め5nmまたは10nm蒸着し、その上にBP2T-OMeを100nmまたは95nm蒸着した。BP2T-CN/BP2T-OMe二層膜のX線回折測定を行ったところ、BP2T-OMeの(020)面からの回折ピークが観測されたため、BP2T-CN薄膜上ではBP2T-OMe分子は寝た配向をとることが明らかとなった。また、BP2T-OMe単層膜を活性層とするマイクロキャビティの透過スペクトルと角度分解発光スペクトルを比較した結果、透過と発光スペクトルのピークがほぼ同じエネルギー位置に観測されており、発光スペクトルのピークエネルギーが検出角度の増大に伴って高エネルギー側にシフトしたことから、この発光スペクトルのピークは、下枝ポラリトンに起因するものと結論付けた。さらに、BP2T-OMe蒸着膜とBP2T-OMeマイクロキャビティの発光スペクトル及びその発光寿命を調べた結果、マイクロキャビティでは、蒸着膜に比べてシャープなスペクトルを示しているうえ、発光寿命も蒸着膜に比べて短寿命化していることがわかった。この短寿命化は、パーセル効果に起因すると考えられる。

6. キーワード

(チオフェン/フェニレン)コオリゴマー マイクロキャビティ ポラリトン

7. 現在までの進捗状況

区分 (3) やや遅れている。

理由

BP2T-OMe単層膜を活性層とするマイクロキャビティの光学特性の評価を行うことはできたが、BP2T-CN/BP2T-OMe二層膜を活性層とするマイクロキャビティを作製し、マイクロキャビティポラリトンの存在を実証するには至っていない。また、現在のDBRの反射率は98%程度であるため、更なる高反射率化が必要である。

8. 今後の研究の推進方策

BP2T-CN/BP2T-OMe二層膜を活性層とするマイクロキャビティを作製し、マイクロキャビティボラリトンの存在を実証するとともに、ボラリトンレーザー発振の観測を目指す。また、このマイクロキャビティボラリトンの光学特性と単結晶キャビティにおいて得られるレーザー発振特性を比較し、前閾値領域において観測される発光スペクトル分裂と遅延型パルス発光が励起子ボラリトンに起因する現象であるのかどうかを検証する。

9. 次年度使用が生じた理由と使用計画

次年度使用額が無いため、記入しない。

10. 研究発表（令和元年度の研究成果）

[雑誌論文] 計6件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

| | |
|--|--------------------------|
| 1. 著者名 H. Mizuno, T. Jinjyo, C. M. Laurio, H. Katsuki, I. Hiromitsu, F. Sasaki, H. Yanagi | 4. 卷 59 |
| 2. 論文標題 Fabrication and characterization of vertical microcavities containing a submicron particle film of 5,5'-di(4-biphenyl)-2,2'-bithiophene | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys. | 6. 最初と最後の頁 SDDA14-1-5 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.7567/1347-4065/ab5c63 | 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 - |

| | |
|--|--------------------------|
| 1. 著者名 T. Akazawa, F. Sasaki, K. Bando, H. Mizuno, H. Katsuki, H. Yanagi | 4. 卷 59 |
| 2. 論文標題 Fabrication of low-dimensional microstructures with distyrylbenzene derivatives | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys. | 6. 最初と最後の頁 SDDA07-1-5 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.7567/1347-4065/ab4eca | 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 - |

| | |
|--|-------------------------|
| 1.著者名 T. Matsuo, H. Mizuno, F. Sasaki, H. Yanagi | 4.巻 59 |
| 2.論文標題 Indication of cooperative light amplification in 5,5'-bis(biphenyl)-2,2':5',2'-terthiophene single crystals at room temperature | 5.発行年 2020年 |
| 3.雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys. | 6.最初と最後の頁 SDDB02-1-4 |
| 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.7567/1347-4065/ab54f2 | 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 - |
| 1.著者名 P. Potisat, S. Dokiya, H. Mizuno, F. Sasaki, H. Yanagi | 4.巻 59 |
| 2.論文標題 Fabrication by Vaporized Film Deposition and In-situ FET Measurements of Polycrystalline Thiophene/Phenylene Co-Oligomer Films | 5.発行年 2020年 |
| 3.雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys. | 6.最初と最後の頁 SDDA17-1-4 |
| 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.7567/1347-4065/ab53c9 | 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 - |
| 1.著者名 S. Dokiya, H. Mizuno, H. Mizuno, H. Katsuki, K. Yamashita, F. Sasaki, H. Yanagi | 4.巻 12 |
| 2.論文標題 Strong Exciton-photon Coupling in Organic Microcavity Electroluminescence Devices with Thiophene/Phenylene Co-oligomer Derivatives | 5.発行年 2019年 |
| 3.雑誌名 Appl. Phys. Express | 6.最初と最後の頁 111002-1-5 |
| 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.7567/1882-0786/ab47b9 | 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 - |
| 1.著者名 N. Kurahashi, H. Mizuno, F. Sasaki, H. Yanagi | 4.巻 124 |
| 2.論文標題 Whispering Gallery Mode Lasing from CH ₃ NH ₃ PbBr ₃ /PEO Composites Grown in a Microcapillary | 5.発行年 2020年 |
| 3.雑誌名 J. Phys. Chem. C | 6.最初と最後の頁 3242-3249 |
| 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.9b10272 | 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13件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名

H. Mizuno, T. Jinjyo, I. Hiromitsu, H. Yanagi

2. 発表標題

Fabrication and Characterization of Microcavities Containing Submicron Particle Films of 5,5'-Di(4-biphenyl)-2,2'-bithiophene

3. 学会等名

10th International Conference on Molecular Electronics and Bioelectronics (M&BE10) (国際学会)

4. 発表年

2019年

1. 発表者名

H. Mizuno, F. Sasaki, H. Yanagi

2. 発表標題

Self-Waveguided Gain Narrowing of Light Emission from Single Crystals of Hexyl-Substituted Thiophene/Phenylene Co-Oligomer

3. 学会等名

2019 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2019) (国際学会)

4. 発表年

2019年

1. 発表者名

佐々木 史雄, 高田 徳幸, 土器屋 翔平, 水野 斎, 柳 久雄

2. 発表標題

(チオフェン/フェニレン)コオリゴマーを用いたダブルヘテロ構造の作製とEL特性

3. 学会等名

2019年第80回応用物理学会秋季学術講演会

4. 発表年

2019年

1. 発表者名

甚上 知美, 水野 斎, 廣光 一郎, 佐々木 史雄, 柳 久雄

2. 発表標題

BP2Tナノ粒子の作製とその光学特性

3. 学会等名

2019年第80回応用物理学会秋季学術講演会

4. 発表年

2019年

1. 発表者名

目片 優也, 水野 斎, 佐々木 史雄, 柳 久雄

2. 発表標題

ヘキシル置換(チオフェン/フェニレン)コオリゴマーナノ粒子の光学特性

3. 学会等名

2019年第80回応用物理学会秋季学術講演会

4. 発表年

2019年

1. 発表者名

田上 智哉, 今井 啓太, 山下 兼一, 水野 斎, 柳 久雄

2. 発表標題

有機半導体単結晶を活性層とする微小共振器の時間分解蛍光特性

3. 学会等名

2019年第80回応用物理学会秋季学術講演会

4. 発表年

2019年

1. 発表者名

豊田 健人, 松尾 匠, 水野 斎, 阪東 一毅, 佐々木 史雄, 柳 久雄

2. 発表標題

BP3Tナノワイヤ結晶の作製と発光特性の評価

3. 学会等名

2019年第80回応用物理学会秋季学術講演会

4. 発表年

2019年

1. 発表者名

西村 拓海, 水野 斎, Van-Cao Nguyen, 稲田 雄飛, 山雄 健史, 佐々木 史雄, 柳 久雄

2. 発表標題

チャネル導波路内に作製したペロブスカイト結晶からのレーザー発振

3. 学会等名

2019年第80回応用物理学会秋季学術講演会

4. 発表年

2019年

1. 発表者名

椋橋 奈穂, 水野 斎, 佐々木 史雄, 柳 久雄

2. 発表標題

ペロブスカイト/PEO複合体を用いたマイクロリング構造の光励起レーザー特性

3. 学会等名

2019年第80回応用物理学会秋季学術講演会

4. 発表年

2019年

1. 発表者名

松尾 匠, 水野 斎, 佐々木 史雄, 柳 久雄

2. 発表標題

溶液成長法によって作製したBP3T単結晶からの光励起レーザ発振

3. 学会等名

2019年第80回応用物理学会秋季学術講演会

4. 発表年

2019年

1. 発表者名

水野 斎, 吉田 航, 豊田 健人, 香月 浩之, 佐々木 史雄, 山下 兼一, 柳 久雄

2. 発表標題

(チオフェン/フェニレン)コオリゴマー薄膜を有するマイクロキャビティの作製とその光学特性

3. 学会等名

2019年第80回応用物理学会秋季学術講演会

4. 発表年

2019年

1. 発表者名

吉田 航, 大河内 裕斗, 水野 斎, 香月 浩之, 柳 久雄

2. 発表標題

フェムト秒ポンプ-プローブ法によるTPCO結晶の励起状態ダイナミクスの研究

3. 学会等名

第13回分子科学討論会

4. 発表年

2019年

1. 発表者名

水野 斎, 吉田 航, 香月 浩之, 佐々木 史雄, 山下 兼一, 柳 久雄

2. 発表標題

(チオフェン/フェニレン)コオリゴマー低次元単結晶及びマイクロキャビティの作製とそれらの光学特性

3. 学会等名

レーザー学会第540回研究会「有機コヒーレントフォトニクス」

4. 発表年

2019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

-