

シアノ置換 TPCO 誘導体結晶を用いたマイクロキャビティの発光特性

Photoluminescence from Microcavity with Cyano-substituted TPCO Derivative Crystals

奈良先端大物質¹, 京工繊大院工芸², 産総研電子光技術³○畑野良太¹, 田中庸介¹, 山下兼一², 山雄健史², 堀田収², 佐々木史雄³, 柳久雄¹NAIST¹, Kyoto Inst. Technol.², AIST³°R. Hatano¹, Y. Tanaka¹, K. Yamashita², T. Yamao², S. Hotta², F. Sasaki³, H. Yanagi¹

E-mail: hatano.ryota.hl3@ms.naist.jp

【はじめに】 近年、有機分子結晶やポリマー薄膜を活性層に用いたマイクロキャビティにおいて、励起子と光が強結合した共振器ポラリトンからのレージングが報告され、低閾値で発振する有機ポラリトンレーザーとして注目されている。これまで我々は、有機レーザー媒質として室温、大気下で安定な強発光を示す（チオフェン/フェニレン）コオリゴマー（TPCO）結晶を用いてきた。しかし、ほとんどの TPCO 結晶は直立した分子配向によりエッジ発光を示すため、面発光を分布ブラッグ反射（DBR）ミラーで閉じ込めるマイクロキャビティの作製には適さない。一方、TPCO 分子末端をシアノ基で置換した 2,5-bis(4'-cyanobiphenyl-4-yl)thiophene (BP1T-CN) は、分子軸が寝た配向をもつ薄板状結晶に成長するため強い面発光を示す[1]。すでに、BP1T-CN 結晶を用いてマイクロキャビティを作製し、面発光レーザー発振が得られることを報告している[2]。BP1T-CN は青色蛍光を示すが、その分子骨格の π 共役を拡張した 5,5'-bis(4'-cyanobiphenyl-4-yl)-2,2'-bithiophene (BP2T-CN) は、レッドシフトした緑色蛍光を示す。そこで本研究では、BP2T-CN を用いて結晶成長とマイクロキャビティの作製を行い、その発光特性を評価した。

【実験と結果】 BP2T-CN 結晶は、窒素気流下、305°C で加熱昇華させることにより成長させた。Fig. 1 に示すように、小さな短冊状結晶の他に、100 μm 以上のサイズで厚さが 1-2 μm に成長した薄板状結晶が得られた。その X 線回折測定から、BP2T-CN 結晶は単斜晶系 ($P2_1$, $a = 1.839$, $b = 0.724$, $c = 1.845$ nm, $\beta = 100.5^\circ$) の構造をもち、(201) 面が大きく成長し、その面に対して分子軸はほぼ平行に配向していることがわかった。この結晶を 450 ~ 600 nm に反射帯域 ($R > 99.5\%$) をもつ DBR ミラー上に固定し、LD 励起 ($\lambda = 405$ nm) 下で発光の角度依存性を測定した結果を Fig. 2 に示す。 $\theta = 0^\circ$ において、500-600 nm の波長域にわたって複数の先鋭な発光ピークが現れていることから、BP2T-CN 結晶が Fabry-Pérot キャビティとして機能していることがわかる。また、 $\theta = 20$ -50° において、曲率の異なるモードが反交差して分裂している。これは、異方成分をもつ励起子と発光が結合することによって起こるものと考えられ、キャビティポラリトンの生成が示唆される。

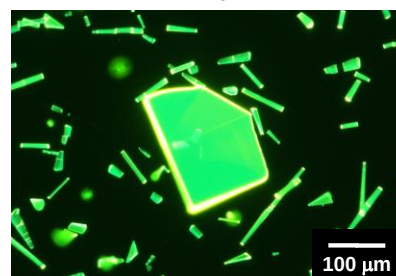
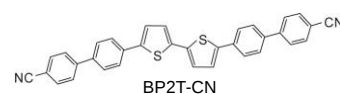
[1] H. Mizuno, et al., *Adv. Opt. Mater.* **2**, 529 (2014).[2] K. Yamashita et al., *Appl. Phys. Lett.* **104**, 253301 (2014).

Fig. 1 Molecular structure of BP2T-CN and fluorescence micrograph of BP2T-CN crystals.

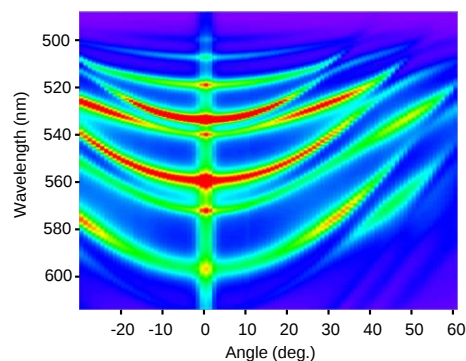


Fig. 2 Angle-resolved PL spectra of BP2T-CN crystal on DBR mirror.