

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

Optically pumped lasing from BP3T single crystals prepared by solution growth process

○松尾 匠¹, 水野 斎¹, 佐々木史雄², 柳 久雄¹奈良先端大物質¹, 産総研電子光技術²,NAIST¹, ESPRIT AIST², °T. Matsuo¹, H. Mizuno¹, F. Sasaki², H. Yanagi¹

E-mail: matsuo.takumi.mp2@ms.naist.jp

[概要] 電流励起による有機半導体レーザの実現が期待されているが、最近になり分子性結晶を用いた発光トランジスタにおいて電流励起下での発光狭線化増幅が報告されている^[1]。その利得媒質として発光収率が大きい TPCO (thiophene phenylene co-oligomer) 類の一種で、ホールと電子ともに高い移動度を示す 5,5"-bis(biphenyl)-2,2':5',2"-terthiophene (BP3T) が用いられている。また BP3T 単結晶からの狭線化増幅発光スペクトルにおいて、超蛍光などの協同的発光増幅現象の関与が示唆されており^[2]、他の TPCO 単結晶からもポラリトンレージングに類似した特異な狭線化増幅発光が得られている^[3]。これまで BP3T 単結晶は主に気相成長法によって作製されていたが^[2]、それらは結晶端面が丸みを帯びているため結晶単体での Fabry-Pérot モードでのレーザ発振スペクトルを得ることが困難である。本研究では BP3T 単結晶における協同的発光増幅現象をさらに検証するため、Fabry-Pérot モードでの発光増幅が可能となるような結晶作製を溶液成長法により行い、光励起実験を行った。

[実験と結果] 190 °C で BP3T 1,2,4-trichlorobenzene 飽和溶液を調製し、この溶液と 1,2,4-trichlorobenzene を 5:1 の体積比で混合させた。混合した溶液を再度 190 °C まで加熱し、その温度を 2 時間保った後 40 °C まで 36 時間かけて冷却した。冷却後、容器内には棒状に伸びた薄板状結晶が析出した。これをガラス基板に転写して風乾した後、蛍光顕微鏡観察を行ったところ結晶が平行な端面を伴っていることがわかった (Fig. 1)。次に、Nd:YAG パルスレーザ ($\lambda_{3\omega} = 355$ nm, 1.2 ns pulse duration, 1.2 kHz repetition) を励起源に用いて PL スペクトル測定を行った。結晶の a 軸方向が Fabry-Pérot 共振になるようにストライプ形状の励起光を照射したところ、0-2 帯でスペクトル全体に亘って等間隔なモードを伴ったレーザ発振スペクトルが得られた (Fig. 2a)。また、一部の結晶からは 0-1 帯でもレーザ発振スペクトルが得られた (Fig. 2b)。結晶の共振器長とレージングスペクトルのモード間隔から群屈折率 n_g を求め、スペクトルの半値全幅とピーク位置から Q 値を求めたところ、0-2 帯ではそれぞれ 3.7 と 6000 となった。

また、Fabry-Pérot モードでの光励起レーザ発振閾値付近において異常なスペクトル分裂が観測されており、発表では時間分解および角度分解 PL 測定よりポラリトンレージングの関与について議論する予定である。

[1] 下谷ら, 第 78 回応用物理学会春季学術講演会, 20a-D102-1 (2018). [2] T. Hiramatsu *et al.*, *phys. stat. sol. c*, **6**, 338 (2009). [3] H. Yanagi *et al.*, *Appl. Phys. Express*, **4**, 062601 (2011).

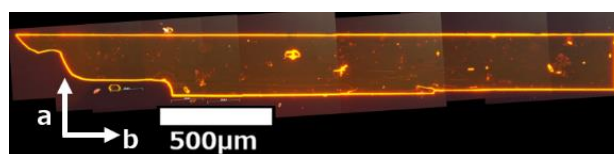


Fig. 1 Fluorescence micrograph of solution-grown BP3T single crystal.

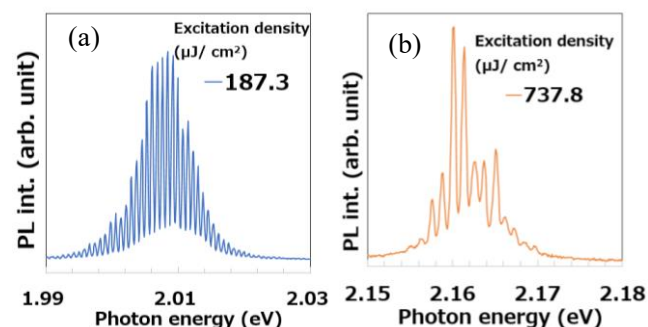


Fig. 2 Lasing spectra in 0-2 line (a) and 0-1 line (b) obtained from BP3T single crystals.