有機微小共振器からの電流励起における励起子ポラリトンの生成 Formation of Exciton-polariton from Organic Microcavity Device under Electrical Pumping 奈良先端大物質¹,京工繊大電気電子工学系²,産総研電子光技術³ ⁰土器屋 翔平¹,水野 英之¹,香月 浩之¹,山下 兼一²,佐々木 史雄³,柳 久雄¹

NAIST¹, Kyoto Inst. Technol.², ESPRIT AIST³

°S. Dokiya¹, H. Mizuno¹, H. Katsuki¹, K. Yamashita², F. Sasaki³, H. Yanagi¹

E-mail: dokiya.shohei.df0@ms.naist.jp

【はじめに】有機 EL の実用化に続く次のステップとして,有機 EL を発展させた有機半導体レーザーの実現が期待されている. 我々は,レーザー発振閾値の低減のため,マイクロキャビティ 中での光子と励起子の強結合によって生成される励起子ポラリ トンの凝縮によりコヒーレント光を放出するポラリトンレージ ング[1]に着目している.特に(チオフェン/フェニレン)コオリ ゴマー(TPCO)は強発光性と高キャリア移動度を兼ね備えたロ バストなπ共役系オリゴマーであり,電流励起有機半導体レーザ ー媒質として有望な材料である.我々は TPCO の中でも強い面 発光性をもつシアノ基で置換した材料を活性層に用いた有機マ イクロキャビティ素子を作製し,約 250 meV のラビ分裂エネル ギーを持つ励起子ポラリトンの生成が角度分解 PL・反射測定に おいて得られている[2].今回,電流励起下における励起子ポラ リトンの生成を目的とし,マイクロキャビティ素子の電界発光 測定及び励起子-光子相互作用の評価を行った.

【結果と考察】マイクロキャビティ素子は、活性層/電子輸送層 にシアノ基置換 TPCO である 5,5'-bis(4'-cyanobiphenyl-4-yl)-2,2'-Bithiophene (BP2T-CN, 150 nm) を,正孔輸送層に 5,5'-bis(4-biph enylyl)-2,2'-bithiophene (BP2T, 90 nm)を,正孔注入層に酸化モリ ブデン(5 nm)を真空蒸着により積層し、それらを金陽極(35 nm) と陰極として 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 Au/MoO₃/BP2T/BP2T-CN/ITO/DBR 構造 とした(Fig. 1). Fig. 2 に角度分解 EL スペクトルの測定結果を示 す. DBR ミラーのストップバンド中(2.0~2.75 eV)で測定角度の 増加に伴い、高エネルギー側にシフトするピークの分散が観測 された. 2.25-2.6 eV に現れている 2 つの発光ピークは前回報告 した角度分解反射測定のディップの分散と同様な角度依存性を 示しており, それぞれ, lower polariton branch(LPB)および middle polariton branch(MPB)に対応すると考えられる. また, Fig. 3 に電 界発光の輝度配光分布を示す. DBR ミラーを有さない有機 EL 素子は Lambertian 特性を示すことに対してマイクロキャビティ 素子は発光の指向性が強い分布特性をもち、マイクロキャビテ ィとして機能していることが分かる. 講演ではこれらの結果に 加え、励起子ポラリトンの緩和過程の考察や、電流励起におけ る熱による素子の劣化を防ぐためのµs オーダー幅の電圧パルス による EL 駆動下での発光特性評価について議論する.

[1] S. Cohen et al., Nat. Photonics. 4, 371 (2010).

[2] 土器屋他, 第65回応物学会春季学術講演会 17p-D102-17 (2018).



Fig. 1 Schematic diagram of the fabricated organic microcavity EL device.



Fig. 3 Spatial dispersion of emission intensities for microcavity and non-cavity EL devices.