

Roll-off 抑制を目指したキャリア-励起子分離型 OLED の開発

Development of carrier-exciton-separation in OLEDs aiming for suppression of roll-off

九州大学・工学研究院応用化学部門¹, 最先端有機光エレクトロニクス研究センター², カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所³,

JST, ERATO, 安達分子エキシトン工学プロジェクト⁴

○林 恭平^{1,2}, 中野谷 一², 井上 棟智^{1,2}, 吉田 巧^{1,2}, 安達 千波矢^{1,2,3,4}

Dept. Appl. Chem. & Biochem.¹, OPERA², WPI-I²CNER³, JST ERATO⁴, Kyushu Univ.

○Kyohei Hayashi^{1,2}, Hajime Nakanotani², Inoue Munetomo^{1,2}, Kou Yoshida^{1,2} and Chihaya Adachi^{1,2,3,4}

E-mail: adachi@cstf.kyushu-u.ac.jp

【研究背景】

OLED では、素子に注入される電流密度の増加に伴い様々な励起子消滅過程が生じ、顕著な発光量子効率の低下(Roll-off)が観測される。OLED において特に高輝度を必要とする照明や有機半導体レーザーを実現するためには、素子への大電流密度の注入が必要不可欠であり、この Roll-off 過程の理解と解消は、未だ重要な研究課題である。Roll-off の原因の一つに一重項励起子からポーラロンへのエネルギー移動によって励起子が消滅する Singlet-Polaron Annihilation (SPA)機構が考えられる。すなわち、キャリアと励起子が再結合領域に高密度に共存することで、キャリアと励起子が相互作用し励起子消滅が生じる。本研究では、SPA を抑制するために、キャリアが流れる領域を幅 50 nm~100 μm のライン状に限定した微小 OLED を作製し、励起子がキャリアの存在しない領域へ拡散することで励起子とキャリアが空間的に分離される OLED を構築した。この素子は SPA の抑制に加えて、ジュール熱拡散の効果による高電流密度の注入も期待される。

【結果と考察】

Fig. 1 (a), (b) に示すように、電子線リソグラフィ法を用い、ITO 基板上に成膜した絶縁膜に対し、幅 X、長さ 2 mm のライン状のパターンを作製し、このパターン基板上に積層型 OLED を作製した。この OLED では、絶縁膜がない領域のみにキャリアが注入されるため、作製したパターンに対応する発光が観察された。また Fig. 2 に示すように、ライン幅 X が減少するに従い、roll-off 特性の電流密度依存性は緩和した。これは、ライン幅が小さいほどキャリアが存在しない領域へ拡散する励起子の割合が大きくなり、キャリアが存在する領域における励起子密度が減少したためであると考えられる。Fig. 3 に励起子拡散シミュレーション結果を示す。ライン幅 X = 50 nm の素子では、キャリアが存在しない領域へ拡散する励起子の割合が多く、キャリアが存在する領域での励起子密度が減少している。すなわち、キャリアと相互作用する励起子の割合が減少したため、SPA が抑制され Roll-off 曲線が緩和したと考えられる。

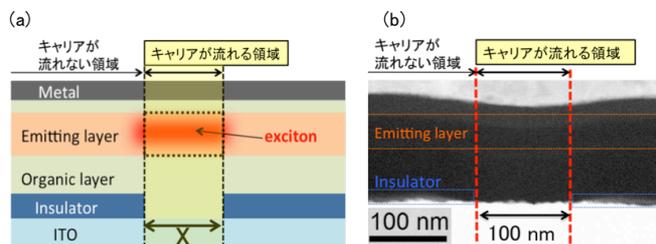


Fig. 1 (a) ライン状素子の断面イメージ (b) 作製した素子の断面TEM像

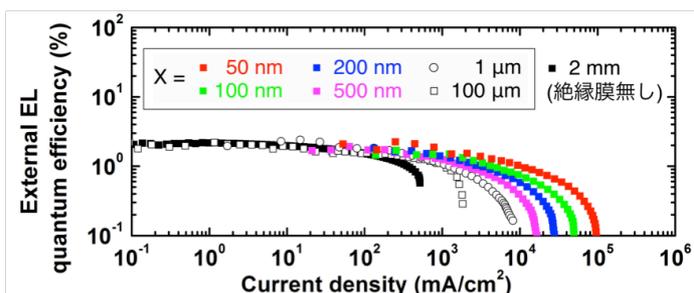


Fig. 2 絶縁膜無しの通常素子及び各ライン幅Xにおけるライン状素子のRoll-off曲線

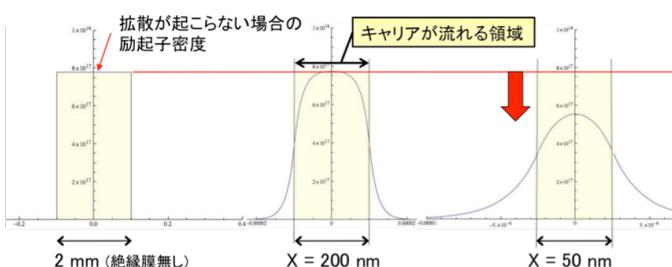


Fig. 3 絶縁膜無しの通常素子及びライン幅 X = 200, 50 nm のライン状素子における励起子拡散シミュレーション