

TADF 材料を用いた有機 EL 素子の Roll-off 現象における 励起子-励起子消滅の影響

Influence of exciton-exciton annihilation to efficiency roll-off
in an organic light-emitting diode using a TADF emitter

九大 OPERA¹, (株)東芝 研究開発センター²

○米原健矢^{1,2}, 合志憲一¹, 澤部智明², 高須勲², 安達千波矢¹

OPERA, Kyushu Univ.¹, Corporate R&D Center, Toshiba Corp.²

Toshiya Yonehara^{1,2}, Kenichi Goushi¹, Tomoaki Sawabe², Isao Takasu², Chihaya Adachi¹

E-mail: yonehara@opera.kyushu-u.ac.jp

近年、蛍光およびリン光とは異なる発光メカニズムを持つ熱活性化遅延蛍光(TADF: Thermally Activated Delayed Fluorescence)を示す材料が注目されている。その材料の一つである 1,2,3,5-tetrakis(carbazol-9-yl)-4,6-dicyanobenzene (4CzIPN) [1] を発光ドーパントとする有機 EL 素子 (素子構造: ITO (100 nm)/4,4-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino]-biphenyl (α -NPD, 35 nm)/ 5wt% 4CzIPN:4,4'-bis (carbazol-9-yl)biphenyl (CBP, 15 nm)/1,3,5-tris(N-phenylbenzimidazol-2-yl)benzene (TPBi, 65 nm)/LiF(0.8 nm)/ Al (80 nm)) の電流密度-外部量子効率特性は、蛍光材料あるいはリン光材料を用いた有機 EL 素子に見られるような高電流密度で発光効率が低下する Roll-off を示すことが分かっている。本研究では、この TADF 材料を用いた有機 EL 素子の Roll-off の要因を明らかにするため、フォトルミネッセンス(PL)測定を用いて励起子-励起子消滅の影響を検討した。

発光層における励起子-励起子消滅の影響を検証するため、石英基板上に発光層のみを 100 nm 成膜したサンプルに対して、波長 325 nm の HeCd レーザーを励起光源とする PL 測定を行った。その結果、PL 発光強度を励起光強度で除算した PL 量子効率相当量の励起光強度依存性において、励起光強度の増加に伴う PL 量子効率相当量の低下が見られた。そこで、この PL 測定の結果に対して励起子-励起子消滅のレート定数を見積もり、その値を用いて電流励起下における励起状態に関するレート方程式をキャリア再結合幅 5 nm として解いて実測の電流密度-外部量子効率特性と比較した (Fig. 1)。Fig. 1 から計算結果は測定結果とほぼ同様の振る舞いをしていることが分かり、電流励起下で見られる Roll-off の特性を光励起下 (PL 測定) で見積られた励起子-励起子消滅のレート定数を用いて説明できることが分かった。

以上、得られた結果から 4CzIPN を発光ドーパントとする今回の有機 EL 素子において、その Roll-off の支配要因は励起子-励起子消滅であることが分かった。このことからこの有機 EL 素子の Roll-off を改善するには、キャリア再結合領域を広げるなどの対策が有効であり、励起子密度が高まるのを抑制するデバイス設計が重要であると考えられる。

■謝辞

本研究は、総合科学技術会議により制度設計された最先端研究開発支援プログラムにより、日本学術振興会を通して助成されたものです。

■参考文献

[1] H. Uoyama, K. Goushi, K. Shizu, H. Nomura, and C. Adachi, *Nature* **492**, 234 (2012)

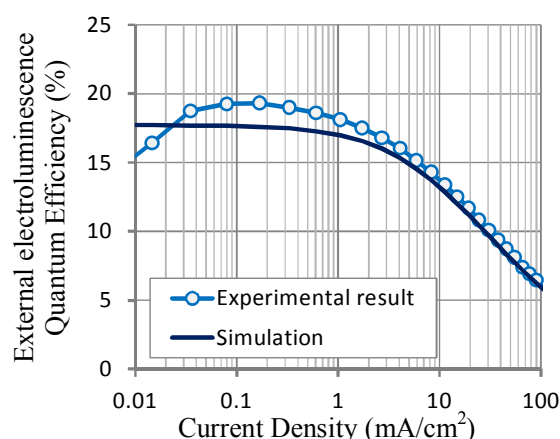


Fig. 1 External electroluminescence quantum efficiency as a function of current density.