

エキサイプレックスのエネルギー移動を利用した 高性能青色リン光有機 EL デバイス

High-performance blue phosphorescent OLEDs using energy transfer from exciplex

山形大院理工¹、山形大有機エレクトロニクス研セ² ○清野雄基¹、笹部久宏^{1,2}、夫勇進^{1,2}、城戸淳二^{1,2}

○Yuki Seino¹, Hisahiro Sasabe^{*1,2}, Yong-Jin Pu^{1,2}, Junji Kido^{*1,2}

¹Department of Organic Device Engineering, Yamagata University, ²Research Center for Organic Electronics,

Yamagata University, 4-3-16 Jonan, Yonezawa, Yamagata, 992-8510, Japan

Email: h-sasabe@yz.yamagata-u.ac.jp, kid@yz.yamagata-u.ac.jp

【緒言】近年、エキサイプレックスを用いた高効率有機ELデバイスが注目されている。J. J. Kimらは、TCTA/B3PyMPM からなるエキサイプレックスを用い、外部量子効率29%の緑色リン光デバイスを実現した¹⁾。しかしながら、TCTA/B3PyMPM からなるエキサイプレックスは三重項エネルギーが低く、青色リン光デバイスに利用することは出来ない。一方、我々は、TAPC/BTPS²⁾から形成されるエキサイプレックスが青色リン光素子に適用可能な 2.8 eV の高い三重項エネルギー準位を有することを見出した。本研究では、TAPC/BTPSを用いた高効率青色リン光有機ELデバイスを開発したので詳細を報告する³⁾。

【実験】光励起下におけるエキサイプレックスの形成を検証するため、TAPC: BTPS=1: 1 の共蒸着膜を作製し、UV-vis、PL スペクトル、低温リン光スペクトル測定を行った。次に、電流励起下におけるエキサイプレックスの影響を検証するために、[ITO (130 nm)/TAPC (30 nm)/spacer (x nm)/BTPS: y wt% FIrpic (10 nm)/B3PyPB (50 nm)/Liq (1 nm)/Al (100 nm)] の構造を持つ有機 EL デバイスを作製、i) FIrpic の有無によるエキサイプレックスの形成と、ii) spacer として TCTA 5 nm を用いた場合の EL 特性を検証した。ついで、駆動メカニズムの知見を得るために、TAPC/発光層界面に spacer として BTPS を ~10 nm 導入し、膜厚の影響を検証するとともに、発光層のドーパント濃度を変化させた時のデバイス特性への影響を調べた。

【結果と考察】TAPC: BTPS 共蒸着膜の PL スペクトルでは、対応する TAPC、BTPS とは異なるエキサイプレックスの発光を観測した。有機 EL デバイスでは、FIrpic を使用しないデバイスで光励起と同様の発光が確認された。FIrpic をドーパントとして用いた青色リン光素子の特性結果を Table 1 に示す。段階的なホール注入が可能な TCTA を挿入した素子よりも TCTA がいない場合に低駆動電圧を示した。素子中におけるエキサイプレックスの発光強度は、エキサイプレックス形成界面からドーパントまでの距離が長くなる場合とドーパント濃度が低くなる場合に強くなった。また、ドーパントおよびエキサイプレックス形成界面からの距離によらず、約 2.5 V の立ち上がり駆動電圧を示した。これは TAPC の HOMO と BTPS の LUMO エネルギーの差に相当する。以上の結果より、キャリアの注入過程は、i) TAPC/BTPS 界面でキャリア再結合が起き、ii) 生成したエキサイプレックスからドーパントへのエネルギー移動により FIrpic が発光するメカニズムであることが示唆された(Fig.1)。一般にエキサイプレックスの形成はデバイスの効率を低下させるが、本系では、適切なドナー・アクセプターの組み合わせを選ぶことで発光材料の励起子を消光することなく低電圧駆動かつ高効率な青色リン光有機 EL デバイスを実現できることを明らかにすることができた。

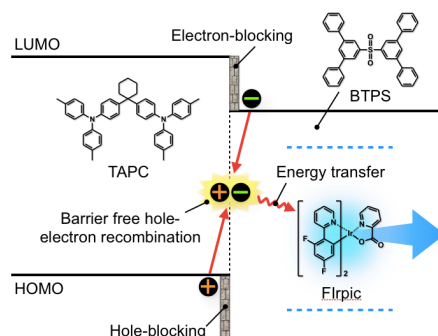


Fig.1 Operation mechanism in OLED without TCTA.

Table 1. Summary of OLED performances

Device	V_{on} [a] [V]	$\eta_{p,100}/\eta_{c,100}/V_{100}/EQE$ [b] [lm W ⁻¹ /cd A ⁻¹ /V/%]	$\eta_{p,1000}/\eta_{c,1000}/V_{1000}/EQE$ [c] [lm W ⁻¹ /cd A ⁻¹ /V/%]
Without TCTA	2.5	50.1/46.1/2.9/21.7	33.8/36.6/3.4/17.2
With TCTA	2.8	45.5/47.9/3.3/22.1	30.9/38.9/4.0/18.0

[a] Turn-on voltage (V) at 1 cd m⁻². [b] Power efficiency (η_p), current efficiency (η_c), voltage (V) and external quantum efficiency (EQE) at 100 cd m⁻². [c] η_p , η_c , V and EQE at 1000 cd m⁻².

【参考文献】 (1) Y. S. Park and J. J. Kim *et al.*, *Adv. Funct. Mater.*, **2013**, 23, 4914. (2) H. Sasabe, Y. Seino, M. Kimura, J. Kido, *Chem. Mater.*, **2012**, 24, 1404. (3) Y. Seino, H. Sasabe, Y. J. Pu, J. Kido, *Adv. Mater.* accepted.