高効率・長寿命 TADF 型有機 EL を実現する テトラジベンゾフラン誘導体ホール輸送材料群

A series of four-dibenzofuran-terminated hole-transporters for high-effidency and long lifetime TADF OLEDs

○荒木卓[1]、笹部久宏[1,2,3]、伊藤望[1]、阿部翔希[1]、城戸淳二[1,2,3]
(1. 山形大院有機、2. 山形大有機エレ研セ、3. 山形大有機材料セ)
○Araki Suguru[1], Hisahiro Sasabe[1,2,3], Nozomi Ito[1], Abe Syoki[1], Junji Kido[1,2,3]
(1. Dept. of Organic Materials Science, Yamagata Univ., 2. Research Center for Organic Electronics, 3. Frontier Center for Organic Materials)
E-mail: h-sasabe@yz.yamagata-u.ac.jp, kid@yz.yamagata-u.ac.jp

【緒論】 高効率化と低コスト化の両立の観点から、貴金属を用いない第三世代の熱活性化遅延蛍光(TADF) 素子が注目されているが、素子寿命が未だ課題となっている[1]。本研究室ではこれまでにヘキサフェニルベンゼン誘導体ホール輸送材料を開発し、4CzIPN を用いた緑色 TADF 素子の長寿命化に成功している[2,3]。末端置換基にジベンゾフランを導入することで、1000 cd/m^2 時に 2 万時間以上の寿命を実現した。本研究では、この知見を基に、末端に 4 つのジベンゾフランを有し、中心にオリゴフェニル骨格を有するホール輸送材料を合成し、その有機 EL 特性を評価した。

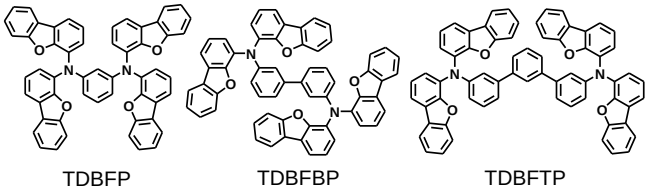

Fig. 1 新規ホール輸送材料の分子構造

【実験方法】 中心骨格に、フェニル、ビフェニル、ターフェニルを有するテトラジベンゾフラン誘導体 TDBFP、 TDBFBP、 TDBFTP の 3 分子を設計し、Buchwald-Hartwig アミノ化反応を用いて 2 段階で合成した(Fig. 1)。各種スペクトルおよび元素分析により同定した。TGA, DSC により熱物性を、各種スペクトル測定により光学特性を評価した。ついで、緑色 TADF 有機 EL 素子を作製し素子特性を評価した。素子構造は〔ITO (100 nm)/polymer buffer layer (20 nm)/NPD (10 nm)/HTL (10 nm)/mCBP:10 wt% 4CzIPN (30 nm)/DBT-TRZ (10 nm)/DPB:20 wt% Liq (40 nm)/Libpp (1 nm)/Al (100 nm) 〕とした。

【結果・考察】 熱特性を評価した結果、全ての分子において T_g が 130℃ 以上の高い熱安定性を示した。光学特性評価したところ、 −5.6 ~ −5.7eV の I_p を示した。緑色 TADF 発光材料 4CzIPN を用いた有機 EL 素子の特性評価の結果、1000 cd/m^2 時の外部量子効率は 20% 程度と高い値を示した。10mA/cm^2 の一定電流密度下で寿命測定を行ったところ、先行研究であるヘキサフェニルベンゼン誘導体よりも長寿命であった。このことから本材料設計が TADF 素子の高効率・長寿命化に有効であることが示された。

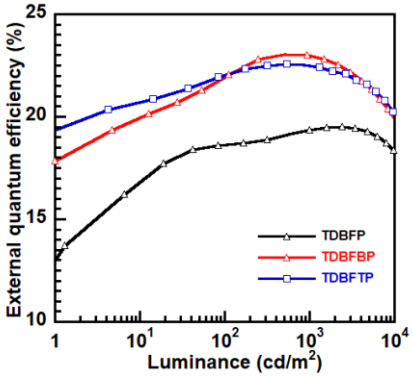

Fig.2 外部量子効率-輝度特性

Table1. HTL の熱物性、光学特性、素子特性

Compound	Mw	T_g[a)]/T_m[a)]/T_d[b)] (°C)	I_p[c)]/E_g[d)]/E_a[e)]/E_T[f)] (eV)	V_{on}[g)] (V)	V_{1000}[h)]/η_{p1000}[h)]/$\eta_{ext1000}$[h)] (V/lm W^{-1}/%)	LT_{50}[i)] (h)
TDBFP	773	131/-/455	−5.6/3.3/−2.3/2.7	2.35	4.0/52.5/19.4	934 (5700cd/m^2)
TDBFBP	849	138/286/493	−5.7/3.4/−2.4/2.7	2.40	4.02/62.3/23.0	625 (6700cd/m^2)
TDBFTP	924	145/-/540	−5.7/3.3/−2.4/2.7	2.42	4.06/60.9/22.7	822 (6600cd/m^2)

a) Measured by a DSC. b) Measured by a TGA. c) Obtained from a photoelectron yield spectroscopy (PYS). d) Taken as the point of intersection of the normalized absorption spectra. e) Calculated using I_p and E_g. f) Estimated from the onset of the phosphorescent spectra at 5 K. g) Turn on Voltage at 1 cd/m^2. h) Voltage and Power efficiency (PE) at 100 cd/m^2. i) Operational lifetime at 50 % of the initial luminance of approximately10mA/m^2.

【参考文献】 1) H.Uoyama *et al.*, *Nature.* **2012**, *492*, 234. 2) T. Kamata *et al.*, *Chem. Eur. J.* **2018**, *24*, 4590. 3) T. Kamata *et al.*, *J. Mater. Chem. C.* **2020**, *21*, 7200.