

高効率を目指した赤色 TADF 発光材料の開発と OLED 特性

Development of red TADF emitters and their OLED characteristics

九大 (OPERA)¹, 日本化薬², ジャパンディスプレイ³, 九大 (WPI-I2CNER)⁴ ○桑原博一^{1,2}, William Potscavage¹, 中川哲也¹, 張其勝¹, 波多江泰裕¹, 柴田巧^{1,3}, 安達千波矢^{1,4}

Center for Organic Photonics and Electronics Research (OPERA), Kyushu Univ.¹, Research & Development Group (R&D Planning Division), Nippon Kayaku Company Ltd.², OLED R&D Department, Research and Development Division, Japan Display Inc.³, International Institute for Carbon Neutral Energy Research (WPI-I2CNER), Kyushu Univ.⁴, ○Hirokazu Kuwabara^{1,2}, William Potscavage¹, Tetsuya Nakagawa¹, Qisheng Zhang¹, Yasuhiro Hatae¹, Takumi Shibata^{1,3} and Chihaya Adachi^{1,4}

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

1980 年代に薄膜積層型デバイス構造の提案により、蛍光材料を用いた OLED の研究開発が急速に進んだ¹。そして、1998 年には重金属を用いたリン光発光材料が開発され、2001 年には内部量子収率が 100% 近くまで到達した²。さらに、2009 年に TADF 材料 (Sn⁴⁺-porphyrin complex) を発光層に用いた OLED が初めて報告された³。その後、2012 年には内部量子収率が 100% に達する緑色 TADF 材料が報告され、TADF が OLED の発光材料として優れた性能を有していることが明らかとなった⁴。

本研究では、未だ実現が困難である赤色 TADF 材料の開発を目指した。TADF 材料の開発においては、ドナーとアクセプターの選定が肝要であり、ドナーとしてトリフェニルアミン (TPA) を、アクセプターとして光増感剤として用いられているアントラキノン (AQ) を選定し、ドナーアクセプター型の色素である TPA-AQ を設計した (図 1)。Gaussian 分子軌道計算の結果、適切な HOMO と LUMO の分離が実現され (図 2、3)、 ΔE_{ST} は 0.21 eV と比較的小さな値を示した。

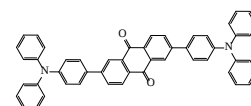


図 1 TPA-AQ の構造

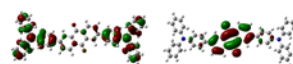


図 2 HOMO 図 3 LUMO

TPA-AQ を 1-50 wt% の濃度で CBP ホスト中にドーピングした膜を作成し、 PL_{max} を評価したところ、図 4 に示すようにドーピング濃度が高くなるほど長波長化 (589-633 nm) する強い濃度依存性が観測された。同時に PLQY も強い濃度依存性 (71.9-16.5%) を示した。そこで、1, 3, 10, 25 wt% の各デバイス (ITO / HAT-CN (10 nm) / Tris-PCz (30 nm) / x wt% TPA-AQ:CBP (30 nm) / T2T (10 nm) / Bpy-TP2 (40 nm) / LiF / Al) を作成したところ (図 5)、ドーピング濃度 10 wt% において $PL_{max} = 624$ nm, CIE 色度 (0.65, 0.38)、EQE=12.5% と比較的高い効率の OLED を実現することができた。

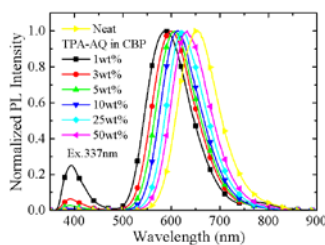


図 4 PL スペクトル

Conc.	PLQY (%)	Peak (nm)
Neat	7.7	653
1wt%	71.9	589
3wt%	65.3	601
5wt%	56.9	606
10wt%	48.6	613
25wt%	30.0	622
50wt%	16.5	633

表 1 膜特性

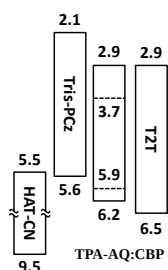


図 5 デバイス構成

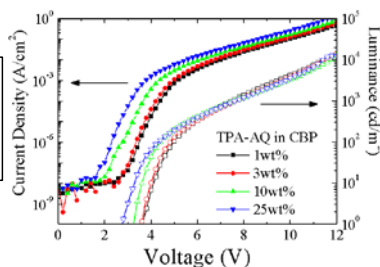


図 6 LIV 特性

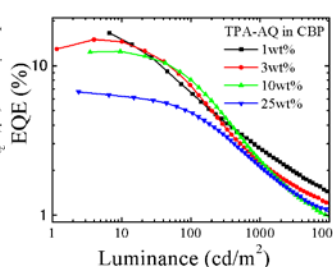


図 7 EQE-L 特性

Conc.	λ_{max}^{EL} (nm)	Max. EQE (%)
1wt%	587	16.5%
3wt%	601	15.0%
10wt%	624	12.5%
25wt%	636	6.4%

表 2 OLED 特性

1. C. W. Tang and S. A. VanSlyke, *Appl. Phys. Lett.*, 1987, **51**, 913.
2. C. Adachi, M. A. Baldo, M. E. Thompson and S. R. Forrest, *J. Appl. Phys.*, 2001, **90**, 5048.
3. A. Endo, M. Ogasawara, A. Takahashi, D. Yokoyama, Y. Kato and C. Adachi, *Adv. Mater.*, 2009, **21**, 4802.
4. H. Uoyama, K. Goushi, K. Shizu, H. Nomura and C. Adachi, *Nature*, 2012, **492**, 234.