

新規電子注入材料による OLED 積層構成の革新

Innovation of OLED multilayer structures using novel electron injection materials

東理大院理¹, NHK 技研², 日本触媒³, 大阪大学日本触媒協働研究所⁴稲牆 魁斗¹, 佐々木 翼², 長谷川 宗弘³, 大野 拓², 森井 克行^{3,4}, 清水 貴央², 深川 弘彦^{1,2}Tokyo Univ. of Science¹, NHK Sci. & Tech. Res. Labs.², Nippon Shokubai Co. Ltd.³, Osaka Univ. NSRAL⁴K. Inagaki¹, T. Sasaki², M. Hasegawa³, T. Oono², K. Morii^{3,4}, T. Shimizu², H. Fukagawa^{1,2}

E-mail: 1220505@ed.tus.ac.jp

【序論】低電圧で駆動する有機 EL 素子 (organic light-emitting diodes: OLEDs) の作製には、ピリジンやフェナントロリンのような含窒素複素環を持つ典型的な電子輸送材料を電子輸送層 (electron transport layer: ETL) に、LiF 等の電子注入材料を電子注入層 (electron injection layer: EIL) に用いることが不可欠と考えられてきた^[1]。しかしながら、ETL/EIL 界面におけるエネルギー準位接合や電子輸送性など、駆動電圧に関係するパラメータが複数存在し、どのパラメータが駆動電圧を支配しているかは明らかになっていなかった。本研究では、分子構造や電子親和力 (electron affinity: EA) が異なる多数の材料を用いて ETL/EIL の組み合わせが異なる OLEDs を作製し、駆動電圧などの特性を評価した。新規に見出した EIL である Py-hpp₂ は陰極近傍の仕事関数を 2.05 eV まで小さくできるため、あらゆる有機半導体に直接電子を注入する事が可能である。陰極周辺のエネルギー準位と駆動電圧との関係を分析した結果、Py-hpp₂ を用いれば典型的な電子輸送材料を用いることなく、低電圧で駆動できることを見出した。また、発光層ホストを ETL に用いた単純構造 OLED でも低電圧駆動/高い駆動安定性を得た^[2]。

【実験】作製した OLEDs の構成は Glass/ITO/HIL/HTL/DIC-TRZ:Ir(mppy)₃/ETL (40 nm)/EIL (1 nm)/Al とし、ETL には分子構造や EA の異なる 28 種類の材料を用いた。EIL には Py-hpp₂ に加えて代表的な EIL である LiF、Liq を用いた。Fig.1(a) に使用した材料の一部を示す。

【結果】Fig.1(b) に作製した 100 種以上の OLED から選択した代表的な ETL/EIL 構成を示し、Fig.1(c)(d) に輝度-電圧特性と駆動寿命を示す。Fig.1(c) に示す通り、典型的な電子輸送材料と LiF を組み合わせた OLED-3 の駆動電圧は低いが、発光層ホストである DIC-TRZ と LiF を組み合わせた OLED-2 は駆動電圧が高い。これに対し、

DIC-TRZ と Py-hpp₂ を組み合わせた OLED-4 の駆動電圧は低く、OLED-3 と同程度である。また Fig.1(d) より、DIC-TRZ を ETL に用いた OLED-4 の駆動寿命も OLED-3 と同程度であることが分かる。これらの結果から、電子注入性に優れた EIL を用いることで、発光層ホストに直接電子を注入でき、単純構造の OLED の作製が可能であることを実証した。青色蛍光素子の結果なども含め、詳細は当日報告する。

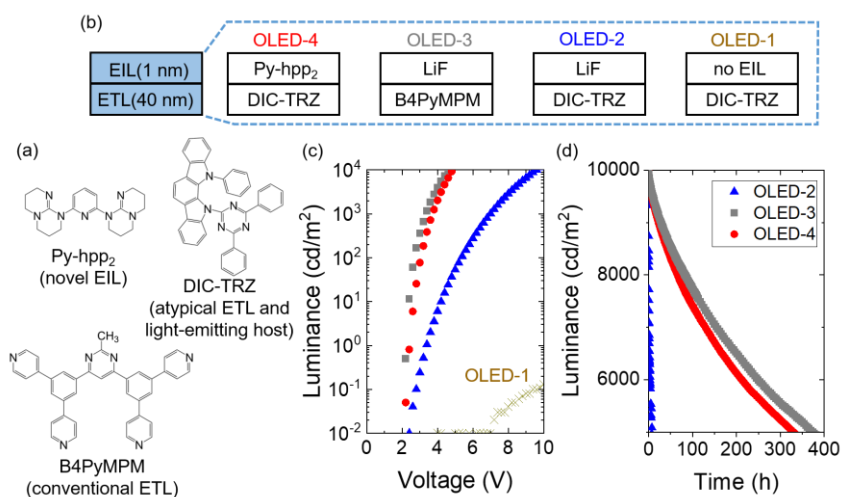


Fig.1 Summary of OLEDs used in the analysis. (a) Chemical structure of materials. **(b)** a part of the device structure of OLEDs. **(c)** Luminance-Voltage characteristics of OLEDs. **(d)** Luminance-time characteristics of OLEDs under a constant dc with an initial luminance of 10,000 cd/m².

[1] L. Xiao, *et al.*, *Adv. Mater.* **23**, 926952 (2011). [2] T. Sasaki *et al.*, *Nat. Commun.* **12**, 2706 (2021).