

ホールブロッキング層の材料不純物が OLED の劣化に与える影響

Influence of material impurities in hole-blocking layer on OLED degradation

i³-OPERA¹, 九大 OPERA², 九州先端研³, 藤本弘^{1,2}, 稲田工², 柚木脇智¹, 楠原圭子², 中村望²,
八尋正幸^{1,2,3}, 安達千波矢^{1,2,3}

i³-OPERA¹, OPERA Kyushu Univ.², ISIT³, Hiroshi Fujimoto^{1,2}, Ko Inada², Satoshi Yukiwaki¹,
Keiko Kusuhashi², Nozomi Nakamura², Masayuki Yahiro^{1,2,3}, and Chihaya Adachi^{1,2,3}

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

【緒言】 OLED の実用化のためには高効率で寿命が長いデバイスが必須である。耐久性の高いデバイス構造や有機材料の開発とともに、劣化メカニズムの探求が進められている。劣化の原因には、大きく分けて内的要因と外的要因がある。内的要因とは有機層やデバイス固有の劣化である。外的要因では、チャンバー内の残留水分[1]や有機材料の純度[2]などの要因が報告されている。近年、我々はチャンバー内に浮遊する極微量な不純物も寿命に影響を与えていることを発見した[3]。このように、不純物はデバイスの寿命に大きな影響を与えている。我々は、効率の高い TADF 材料を用いて同じ構成で安定的な初期特性を示すデバイスを製作したにもかかわらず、寿命が大きく異なることを報告した。詳細な検討を進めた結果、ホールブロッキング層である T2T を合成したロットによって寿命が異なっており、純度が高い T2T ではデバイス寿命が飛躍的に向上することを見出した[4]。本報告では、この原因について実験結果と量子化学計算を用いて考察する。

【結果・考察】 T2T の材料純度について調べた。LC-UV/MS での材料純度は T2T (A), T2T (B), T2T (C)でそれぞれ、99.0%, 99.6%, 99.9%であった。これらの T2T を用いて製作したデバイスの初期特性と発光スペクトルは、大きな変化は見られなかった。しかしながら、デバイスの寿命は、それぞれ 30 h, 59 h, 516 h であり、材料の純度が高いほど寿命が長く、駆動電圧の上昇も大きかった (Fig.1)。特に、T2T (B) と T2T (C)では、材料純度が 0.3%しか変わらないにもかかわらず、寿命は約 9 倍に向上した。LC-MS で特定できた推定構造を Fig.2 に示す。構造が特定できた不純物は、T2T からフェニル基が 1 つ外れた誘導体 (不純物 1) や、クロロ誘導体 (不純物 2) であった。不純物 1 の量は寿命と相関は見られなかったが、不純物 2 の量が少ないほど長寿命化が観測されたことから、クロロ誘導体は寿命に影響を与えていると考えられる。次に、不純物によって寿命が大幅に低下する原因について、Density Functional Theory (DFT) 計算を用いて考察した。その結果、クロロ誘導体は EL 発光下で Cl が遊離し、他の分子と結合する可能性が示唆された。また、デバイスのトラップ測定と量子化学計算の結果より、クロロ誘導体によってデバイス内のラジカルアニオンが上昇し、発光材料である mCBP や 4CzIPN の劣化が促進されている可能性が示唆された。

【謝辞】 本研究での材料分析の一部は株式会社住化分析センター殿に実施いただいた。

【参考文献】 [1] H. Yamamoto et al, Appl. Phys. Lett. **99**, 033301 (2011). [2] A. Fleissner et al., Chem. Mater. **21**, 4288 (2009).

[3] H. Fujimoto, et al. Scientific Reports **6**, 38482 (2016).

[4] H. Fujimoto et al., Appl. Phys. Lett. **109**, 243302 (2016).

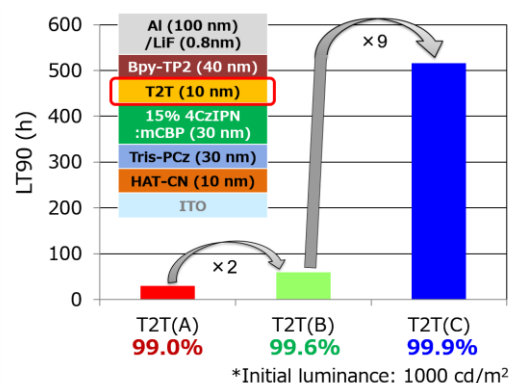


Fig. 1. Device structure and lifetime for OLEDs fabricated with lots of T2T and driven at a constant current for an initial illumination of 1000 cd/m².

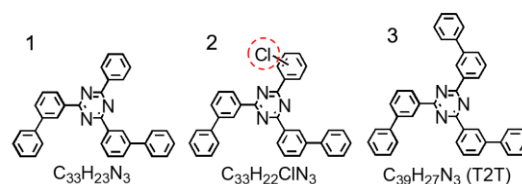


Fig. 2. Structures of some of the materials that could be tentatively assigned in the LCMS signals along with the structure of T2T.