

試行駆動による EL 素子劣化改善のメカニズム

野村佳史、岡田和之*

Improvement Mechanism in Degradation of Electroluminescent Devices by Pre-Operation

Yoshifumi NOMURA and Kazuyuki OKADA*

Abstract

The organic light-emitting diodes (OLEDs) were operated on pre-operation mode. The degradation characteristics of the OLEDs on this mode were improved in comparison with that on standard mode. The improvement mechanism in degradation did not depend on the emissive materials and the driving current on the pre-operation mode.

Key words : EL device, Degradation, Display, Organic thin film

1. はじめに

有機 EL 素子は、構造上、積層型と単層型に大別できる。積層型素子は、低電圧駆動・高効率などが特徴として挙げられる。単層型素子は、作製が容易であり、大型化が可能である。ディスプレイや照明への応用に関する研究が盛んな現在は、素子効率の観点から積層型の研究が主流となっている。¹⁻⁵⁾ EL 素子の実用化に向けて、素子の高効率化と共に長寿命化が課題である。

素子材料にドーピングを行うことにより長寿命化できることが報告されている。⁶⁾ しかし、材料・素子構成が複雑になるほど製作工程が増え、生産に高度な技術が

必要になり、大量生産は難しくなる。そこで、比較的簡単な構造の素子で、駆動条件を工夫することで長寿命化を試みた。

前回の研究報告では、EL 素子を一定電圧で駆動した後、電圧を上昇して駆動する試行駆動方式において劣化特性の改善が観られたことを報告した。本論文では、試行駆動方式による素子劣化改善のメカニズムを二つの方法にて検討した。第一に、発光剤を変えて材料自体の劣化特性改善への影響を検討した。第二に、試行駆動中の駆動電流の影響とそれに伴い発生する熱の影響を検討した。

近畿大学大学院システム工学研究科

*近畿大学工学部電子情報工学科

Graduate School of Systems Engineering, Kinki University

*Department of Electronic Engineering and Computer Science,
Faculty of Engineering, Kinki University

2. 有機 EL 素子の作製手順

今回の実験では二種類の有機 EL 素子を作製した。Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)-poly(styrenesulfonate) (PEDOT-PSS) を ITO 膜付ガラス基板上にスピコートした。次に、その有機膜上に真空蒸着法を用いて N,N'-bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenylbenzidine(TPD), Bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl]benzidine(α -NPD), 2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline (BCP) の有機膜を形成した。最後に MgAg 電極を蒸着して素子 (素子①) を完成した。また、発光層を α -NPD から Tris(8-hydroxyquinolato) aluminum(III) (Alq3) に変更した素子 (素子②) も作製した。作製した二種類の素子エネルギー準位図をそれぞれ図 2.1、図 2.2 に示す。

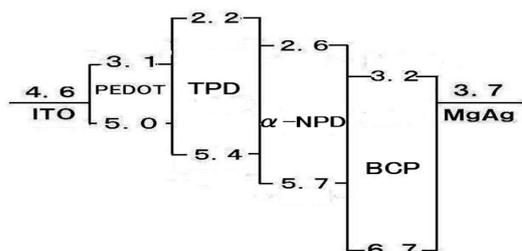


図 2.1 素子①のエネルギー準位図

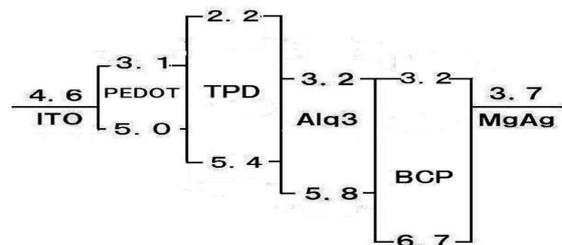


図 2.2 素子②のエネルギー準位図

3. 測定方法・手順

作製した素子とフォトセンサー (浜松ホトニクス株式会社、H6780-01) を 9 [cm] 離して配置した。作製した EL 素子に大気中で直流電圧を印加した。発光領域全体が発光することを確認した後、発光面に対して垂直方向に放射する光の強度と駆動電流の時間変化を測定した。発光強度が減少した後、駆動電圧を上昇させて発光強度と駆動電流の時間変化を測定した。

4. 測定結果及び検討

4. 1 材料自体の劣化特性改善への影響

素子①の構成で駆動電圧を、試行駆動中は 6.40V、試行駆動後は 8.90V に設定して発光強度・駆動電流の時間変化を測定した。その結果を図 4.1.1 に示す。

素子②の構成で駆動電圧を、試行駆動中は 6.80V、試行駆動後は 7.57V に設定して発光強度・駆動電流の時間変化を測定した。その結果を図 4.1.2 に示す。

発光層が α -NPD、Alq3 いずれの素子においても改善の度合いに違いはあるが、劣化特性の改善が観られた。材料自体の劣化特性改善への影響は小さいと考える。試行駆動後の駆動電流は、どちらの素子も、試行駆動中より減少が時間的に緩やかである。したがって、試行駆動を行うことによりキャリアの注入・輸送状態が変わり、素子寿命が長くなった可能性が高い。

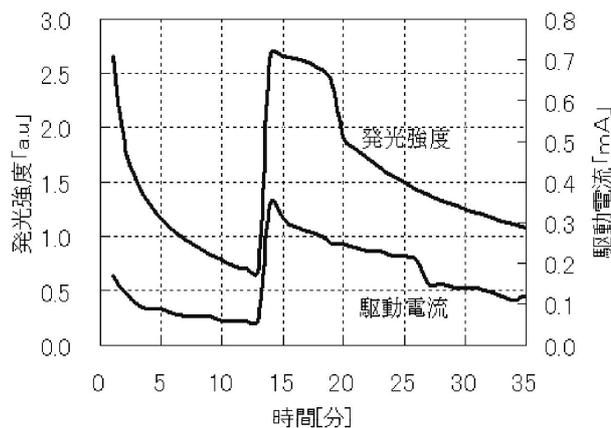


図 4.1.1 素子①の発光劣化特性

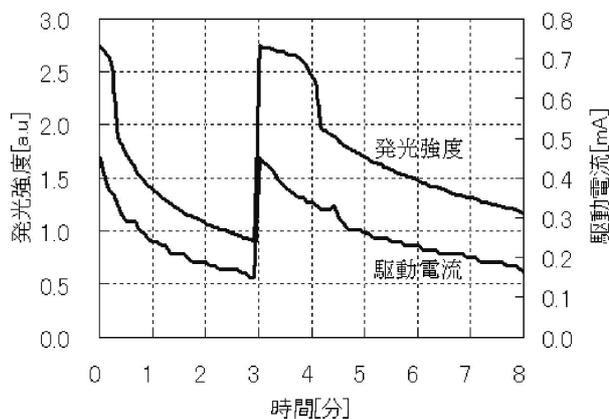


図 4.1.2 素子②の発光劣化特性

4. 2 試行駆動中の駆動電流の影響

ここでは、素子①の構成にて実験・測定を行った結果について述べる。

従来の試行駆動時（図 4. 1. 1）の約半分の電流値にて試行駆動を行った。駆動電圧は、試行駆動中が 3. 0V、試行駆動後は 7. 0V である。発光強度・駆動電流の時間変化を図 4. 2. 1 に示す。

試行駆動開始直後の電流は、図 4. 1. 1 では 0. 1mA であり、図 4. 2. 1 では 0. 05mA と約半分の電流である。試行駆動を行わず測定した場合の発光強度半減時間は約 5 分であるが、試行駆動を行った場合、図 4. 1. 1、図 4. 2. 1 いずれも十数分であり、劣化特性の改善は同程度である。本格的に駆動する前に電流を流すことが劣化特性改善に影響を与えており、その電流値の大小の影響は小さいと考える。前回の報告では、劣化改善のメカニズムとして、熱と内部電界の影響を挙げた。しかし、0. 05[mA]の電流で 10 分間駆動した場合、有機膜のエネルギー準位を変化させるほどの熱が発生する可能性は低いとの報告があり⁷⁾、本実験においても熱の影響は小さいと推測される。

今後は、内部電界に注目して劣化特性改善メカニズムの検討を行う予定である。

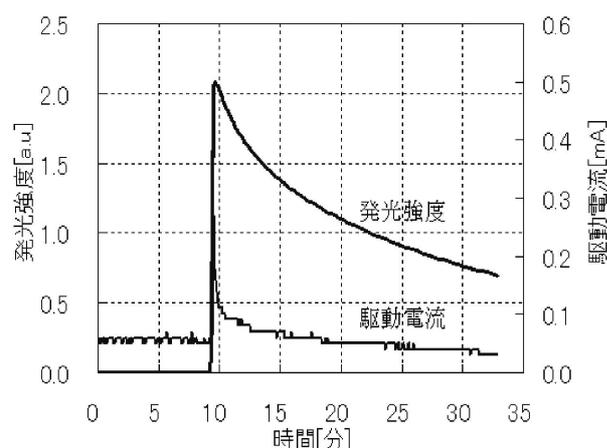


図 4. 2. 1 試行駆動電流を抑えた場合の発光強度特性

5. まとめ

異なる発光剤を使用した二種類の素子でも、改善の度合いに多少の差はあるが、劣化特性が改善することを確認した。劣化特性の改善は材料固有の特性である可能性は低い。

試行駆動開始直後の駆動電流を低くした場合でも、従来の試行駆動方式と同程度の劣化特性の改善が観られた。試行駆動中に流れる駆動電流の有無が大きく影響し、試行駆動電流によって発生する熱の影響は小さいと考える。

参考文献

- 1) 筒井哲夫;電子情報通信学会技術研究報告, Vol.92, No.123 (OME92, 9-15), p.p.1-6 (1992).
- 2) 日野有一;電子情報通信学会技術研究報告, Vol.103, No.317 (OME2003, 72-79), p.p.31-36 (2003).
- 3) 大石教博;電子情報通信学会技術研究報告, Vol.105, No.576 (OME2005, 101-111), p.p.15-19 (2006).
- 4) 山本隆裕;電子情報通信学会技術研究報告, Vol.105, No.642 (OME2005, 112-119), p.p.23-26 (2006).
- 5) 藤田克彦;未来材料, Vol.9, No.6, p.p.34-38 (2009).
- 6) 浜田祐次;テレビジョン学会技術報告, Vol.20, No.18 (IDY96, 77-81), p.p.13-18 (1996.).
- 7) ラマン分光法を用いた多層型有機 EL 素子中の有機層の構造解析と温度測定: 楯山卓郎 (2008 年)
Web:<http://dSPACE.wul.waseda.ac.jp/dSPACE/bitstream/2065/28703/3/Honbun-4751.pdf>.