青色発光有機薄膜 EL 素子

竹内 学*, 舩井正義*, 和田達明*, 裴 玟植, 安西光利**

Blue Light Emitting Organic Thin Film Electroluminescent Devices

Manabu TAKEUCHI*, Masayoshi MASUI*, Tatsuaki WADA*,
Minsik BAE* and Mitsutoshi ANZAI**

Key Words : Organic Electroluminescent Device, Triphenyldiamine Derivative

1. 緒 言

今日、発光輝度、寿命、などほとんどすべての点で完成の域に達している電荷注入型の発光ダイオード(LED)に残されている問題点の一つは、青色の発光が十分でないことである。現在、セレン化亜鉛 (ZnSe) を中心に青色発光ダイオードの研究開発が盛んに行われている。

一方、1987年に C. W. Tang らによって高輝度有機薄膜エレクトロルミネセンス(EL)素子の成功が報告されて以来¹⁾、その可能性の高さに注目が集まっている。我々は以前に、ドーピングを施すことにより有機薄膜 EL 素子の発光色を変化させる試みについて報告した²⁾。有機物質の特徴の一つは種類の多さである。本研究では、青色発光の得られる発光物質の探索を試みた結果、ある種のトリフェニルジアミン誘導体において鮮やかな青色 EL 発光が得られたので報告する。

2. 実験方法

本研究では、真空蒸着法により単層型の有機薄膜 EL 素子を作製した。素子の構造を図 1(a) に示す。あらかじめメチルアルコールにより超音波洗浄を施した透明電極 (ITO 電極) の上に発光層を真空蒸着により形成し、その上に対向電極として Mg 電極を同じく真空蒸着により形成した。発光層、Mg 電極の膜厚は、それぞれ、約 100nm, 150nm となるようにした。真空蒸着時の圧力は 6×10^{-4} Pa 以下、基板温度は室温とした。なお、発光物質としては、数種類のトリフェニルジアミン誘導体を試験した。

作製した素子に定電圧直流電源 (㈱高砂製作所製, TMD 070-1) により電圧を印加し、素子を通る電流

(a)

(b)

Fig. 1 EL cell structure and light emitting material : (a) monolayer type EL cell, (b) triphenyldiamine derivative (light emitting material).

および輝度を同時に測定した。EL 素子の Mg 電極側が負、ITO 電極側が正になるように電源を接続し、流れる電流をデジタルマルチメータで読み取り、Mg 電極の面積 (0.24cm^2) で除することにより電流密度を求めた。EL 素子の発光輝度は輝度計 (ミノルタカメラ㈱製, LS-110) にクローズアップレンズを取り付け測定した。また、発光スペクトルはモノクロメーター (日本光学㈱製, G250) により発光を分光し、光電子増倍管 (浜松フォトニクス㈱製, R446) により各波長の強度を測定することにより求めた。ただし、波長による感度補正は行わなかった。

3. 結果および考察

有機薄膜 EL 素子は電荷注入型の発光を示す素子であり、発光層に注入された電子と正孔が再結合することに

* 茨城大学 工学部 (〒316 茨城県日立市成沢町4-12-1)
Fac. of Eng., Ibaraki Univ. (12-1, Nakanarusawa-cho
4-chome, Hitachi-shi, Ibaraki 316)

** 保土谷化学工業㈱ 筑波研究所 (〒305 茨城県つくば市御幸が丘45)

Tsukuba Res. Lab., Hodogaya Chemical Co., Ltd. (45,
Miyukigaoka, Tsukuba-shi, Ibaraki 305)

Fig. 2 Brightness, current density-voltage characteristics of the EL cell.

より発光が得られる。この点、励起光により生成された電子と正孔の再結合による発光、すなわち光ルミネセンス（蛍光）と同じであり、ELスペクトルと蛍光スペクトルは類似していることが多い。そこで、本研究では、青色系の蛍光を示す数種類のトリフェニルモノアミン誘導体、トリフェニルジアミン誘導体を発光物質として用い、青色EL発光の得られる可能性を調べた。

これらの物質を発光層に持つEL素子を試作して、その発光挙動を観測した結果、図1(b)に構造を示すトリフェニルジアミン誘導体を用いた素子において鮮やかな青色発光が得られた。その輝度-電圧、電流密度-電圧特性を図2に示す。試作したEL素子に印加する電圧を増加させていくと、10V付近で発光が始まり、印加電圧の増加につれて輝度は増加した。そして、印加電圧が約25Vの時20cd/m²を越える最大輝度が得られた。ただし、印加電圧を25V以上に増加させると発光層が絶縁破壊を起こし、瞬間的にかなり大きい電流が流れ素子は破壊する。図2の結果より、輝度は電流密度にほぼ比例することがわかる。図3に示した発光スペクトルからも、この素子が青色発光を示すことが確認できた。

有機薄膜EL素子では、発光層へのキャリアの注入効率を増加させるため発光層と電極との間に電荷輸送層を

Fig. 3 Emission spectrum of the EL cell.

設けた積層型にすることが多い。ただし、積層型の素子構造にすると発光がどの有機物層内で起こっているのかが不明確になる恐れがあるので、今回の素子の構造は発光層のみを持つ単層構造としたが、適切な電荷輸送層を設けた積層構造にすることにより、輝度の増加が期待される。

4. 結 言

真空蒸着法により有機薄膜EL素子を作製し、青色発光の得られる可能性を検討した。その結果、トリフェニルジアミン誘導体を発光層に用いた素子において、最高輝度が20cd/m²程度の鮮やかな青色発光が得られることを確認した。

本研究の一部は財団法人村田学術振興財団の援助により行った。ここに感謝の意を表する。

(1993-8-27 受理)

文 献

- 1) C. W. Tang, S. A. Vanslyke ; *Appl. Phys. Lett.*, **51**, 913 (1987)
- 2) T. Wada, Y. Yogo, I. Kikuma, M. Masui, M. Anzai, M. Takeuchi ; *Appl. Surface Sci.*, **65/66**, 376 (1993)