

最近の技術から

薄膜 EL パネル

吉 田 勝

シャープ(株)中央研究所 〒632 天理市樺本町 2613-1

1. ま え が き

高度情報社会の進展に伴いブラウン管に替わる軽量薄型の平面ディスプレイ装置が強く要望されている。平面ディスプレイ装置としては、液晶プラズマディスプレイ、エレクトロルミネッセンス(EL)等があり、現在盛んに研究開発が進められている。そのなかで薄膜 EL は自発光で表示品質に優れ、信頼性の高いディスプレイとして高い評価を得ている。ここでは薄膜 EL の実用化に至ったブレークスルーについて解説するとともに、最近の進展についても紹介する。

2. 実用化までのブレークスルー

2.1 高輝度長寿命化の発表

EL は発光層材料の形状により粉末 EL と薄膜 EL とに分類することができる。粉末 EL の問題点としては、i) 高輝度で光らせるほど寿命は短くなる、ii) 電圧-発光輝度特性がゆるやかであり、発光の閾電圧が明確でない等が挙げられる。一方、図1に示す構造をもつ黄橙色薄膜 EL 素子は一定時間発光させ安定化処理を行なった後長時間発光させても図2に示すようにほとんど発光輝度が低下せず、 10^4 時間以上安定であり、また電圧-発光輝度特性が非常に急峻であり、かつ高輝度が得られていることから、ディスプレイとして優れた特性を有していることを猪口らは発表した¹⁾。

薄膜 EL の上記特性の発表は、その後世界中で薄膜 EL の研究開発がされるようになったきっかけともいえるものである。

2.2 パネル開発

薄膜 EL を集積し大面積の EL パネルとして実用化していくためには多くのブレークスルーを必要とする。数十万という特性の揃った発光絵素を同時に一枚のガラス基板上に作製しなければならないからである。そのためには、i) 大面積にわたって発光層の膜質・膜厚の均一化、ii) 絶縁層の構成方法の最適化、iii) 湿気より EL パネルを保護するためのシーリング方式の開発等が必要

になってくる。

現在実用化されている発光層の作製方法としては、電子ビーム蒸着法および原子層成長法(ALE)²⁾があり、大面積にわたり膜質および膜厚の揃った発光層を得るために技術的なブレークスルーがなされている。

次に絶縁層材料およびその構造の開発は、信頼性の高い大面積の EL パネルを作るうえで発光層以上に重要なものである。絶縁層として要求される仕様としては、i) 絶縁破壊しても絵素全体に広がらないこと、ii) 高い絶縁破壊電圧を有すること、iii) ガラス基板および発光層との密着強度が強いこと等が挙げられる。以上の仕様を考慮し開発された EL パネルの断面構造を図1に示す^{3,4)}。ここで使われている絶縁層は上記仕様をすべて満足する絶縁層として非常に優れたものであり、この構造および材料を採用することにより EL パネルの実用化が可能となったといっても過言ではない。

次にシーリング方式の開発について述べる。薄膜 EL は湿気が EL 素子の内部へ微小の絶縁破壊部分を介して侵入し、長時間発光させていると発光層と絶縁層との間で層間剝離が進行する。図1に示すように薄膜 EL パネルをガラスでシールを行ない、さらにシールされた空間にシリコンオイルを入れた構造を採用することにより問題を解決した。

以上 EL パネル作製にあたってのブレークスルーのみについて述べてきたが、その他の周辺技術の開発、i) パネルを駆動するための駆動方式の開発⁵⁾、ii) 高耐圧 IC の開発⁶⁾、iii) 実装技術の開発等についてもブレークスルーがあり、EL パネルユニットを量産化するに至った。

3. 最近の進展

3.1 低消費電力化

EL パネルの駆動方式としては従来リフレッシュ駆動方式、PN 対称駆動方式が実用に供されていた。プッシュプル駆動方式は、P チャンネル N チャンネルの両極性スイッチング素子をもつ高耐圧 IC が出現したことにより

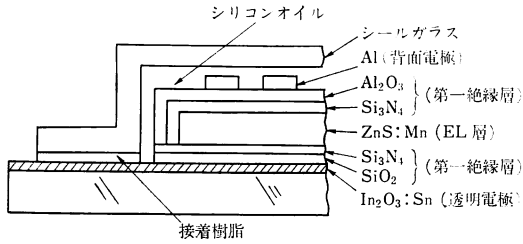


図 1 薄膜 EL パネルの断面構造³⁾

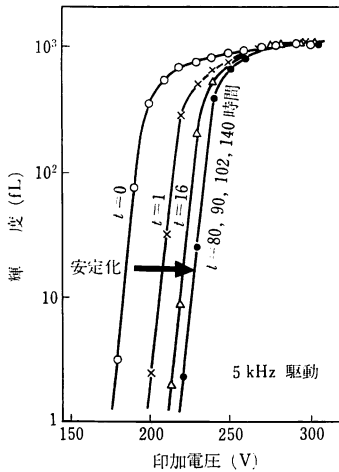


図 2 二重絶縁層構造薄膜 EL の電圧-発光輝度特性¹⁾

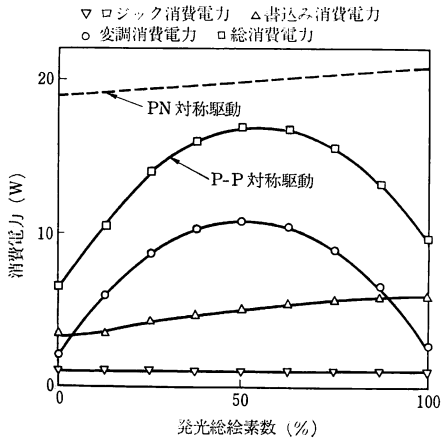


図 3 EL ディスプレイユニットの消費電力⁶⁾

最近開発されたもので、いちばん大きな特長として EL パネルユニットの低消費電力化が図れたことが挙げられる⁶⁾。通常 EL パネルとして動作させている場合、全発光絵素の 20~30% が発光状態にあり、プッシュプル駆

動方式により図 3 に示すような低消費電力になった。

3.2 カラー化

緑色発光の EL 材料としては、ZnS にテリビウム (Tb) とフッ素 (F) をドーピングした ZnS: Tb, F があり、ZnS: Mn に次ぐ発光輝度が得られている。従来この系の材料については、ZnS に TbF₃ が分子状態で存在し、分子状態の発光センターが励起され発光しているという考え方があり⁷⁾、発光層材料の表現も ZnS: TbF₃ が長い間用いられてきた。小倉らは発光層中の Tb と F の濃度について調べた結果、F と Tb の比 (F/Tb) が 1 のとき最大輝度が得られることを見いだした⁸⁾。以来 ZnS: Tb, F の表現が一般化している。赤色 EL 材料および青色 EL 材料としては、CaS: Eu 系⁹⁾および SrS: Ce 系¹⁰⁾が近年盛んに研究されている。しかし実用化を考えると輝度および安定性に問題があり、もう一步のブレークスルーが必要である。以上のようにカラー化には材料面で開発すべき点があるが、EL パネルのカラー化が進んでおり、三原色で発光する EL パネルを試作するところも現われている¹⁰⁾。

近年薄膜 EL の研究は日本が世界をリードする形で開発が進められており、フルカラー EL パネルの実用化も遠い夢ではなくなりつつあるのが現状である。

文 献

- 1) T. Inoguchi, *et al.*: "Stable high-brightness thin-film electroluminescent panels," SID 74 Dig. (1974) p. 84.
- 2) T. Suntola, *et al.*: "Atomic layer epitaxy for producing EL thin films," SID 80 Dig. (1980) p. 108.
- 3) 金谷吉晴, ほか: 表示素子最新技術 (総合技術出版, 東京 1985) p. 226.
- 4) H. Uede, *et al.*: "Thin-film electroluminescent display unit," SID 81 Dig. (1981) p. 28.
- 5) K. Awane, *et al.*: "High-voltage DSA-MOS transistor for electroluminescent display," ISSCC Dig. Tech. Pap., (1978) p. 224.
- 6) 藤岡良英, ほか: "TF-EL ディスプレイの双方向性 Push-Pull 対称駆動方式", シャープ技術, No. 38 (1987) 61.
- 7) D. Kahng: "Electroluminescence of rare earth and transition metal molecules in II-VI compounds via impact excitation," Appl. Phys. Lett., **13** (1968) 210.
- 8) T. Ogura, *et al.*: "High brightness green-emitting electroluminescent devices with ZnS: Tb, F active layer," Appl. Phys. Lett., **48** (1986) 48.
- 9) K. Tanaka, *et al.*: "High brightness red electroluminescence in CaS: Eu thin films," Appl. Phys. Lett., **48** (1986) 1730.
- 10) S. Tanaka, *et al.*: "A full-color thin-film electroluminescent device with two stacked substrates and color filters," SID 86 Dig. (1987) p. 234.

(1987年12月2日受理)