

ZnS:Mn 高輝度薄膜 EL パネル (2)

薄膜 EL パネルにおける高信頼性封止技術の開発

満 俊 宏
大 貫 由 紀 夫
佐 々 木 典 子
近 藤 昭 夫

ZnS:Mn High Luminance Thin-Film Electroluminescent Panel

Toshihiro MITSU
Yukio OHNUKI
Noriko SASAKI
Akio KONDO

A new, highly reliable sealing technology for thin film EL panels has been developed and its details have been presented in this paper.

The new technology has three remarkable features:

- 1) Total solid type structure using polymer resin instead of conventional oil.
- 2) Easiness of fabrication by a new geometry of through holes.
- 3) Low fabrication cost due to the use of flat glass plate and spacing material for rear glass instead of concave glass plate.

This newly developed seal has proved to be quite resistible to various durable tests such as high temperature and high humidity accelerated life test, high temperature and low temperature cycle test, and low temperature test.

Thus, the EL panels previously developed by the authors as high luminance EL panels¹⁾ and sealed by the procedure reported here have shown no change after 2,000 hours under the accelerated test condition of temperature 70°C and relative humidity 85% (which corresponds to more than 10 years life under normal environment).

1. 緒 言

薄膜 EL ディスプレイ (ELD) は、蛍光体に高電界を印加することにより発光を呈する現象を利用した装置であり、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ等のフラットパネルと比べて、自己発光による高視認性という特徴を持っている。

このような特徴を持つ EL パネルは、ガラス基板上に蒸着、スパッタ等の成膜工程、そして電極形成のためのリソグラフィ工程、更に背面基板、封入材、封止剤等を用いて封止が行われて完了する。ここで行われる封止は、EL 素子を外気と遮断して EL 薄膜への水分等の侵入を防止し、封入材により素子欠陥部分の拡大を抑え、ディスプレイパネルとしての信頼性を高めるために行わ

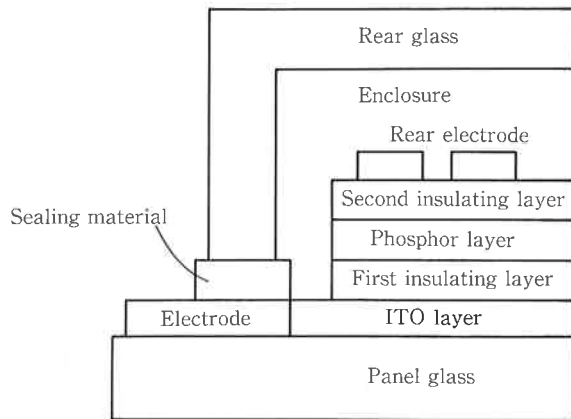


Fig. 1 Cross section of EL panel

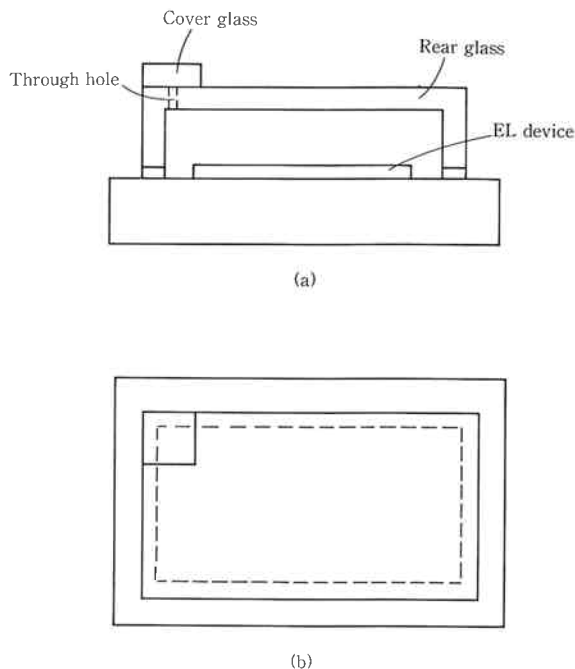


Fig. 2 Structure of the usual EL panel sealed with rear glass.

(a) Cross-sectional view. (b) Plane view

れる。

筆者らのグループは高輝度 EL ディスプレイの開発を進めてきており、薄膜の開発に関しては既に報告したので¹⁾、本報告では、封止構造と封止工程の改良に関して開発した技術を報告すると共に、開発した高輝度 EL パネルの信頼性試験についても報告する。

薄膜 EL パネルの断面図を、Fig. 1 に示す。ガラス基板の上にストライプ状に形成された透明電極 (ITO) 上に第一誘電体層、発光層 (ZnS:Mn)、第二誘電体層が積層されており、更に透明電極とは直行する方向に背面電極が形成され、両電極間に電圧が印加されることで EL 素子が発光する。

このような EL 素子は、スパッタリング法や蒸着法により成膜されており、ピンホール等の微小欠陥部の発生がある。また、発光開始時の高電界の印加による、破壊欠陥部の発生もある。このような欠陥部は、素子内部への水分の侵入経路になり易く、湿気に対して極めて弱い EL 素子の大きな劣化要因となる²⁾。従って、基板上に形成された EL 素子を外部環境から遮断し、防湿対策を行い、素子を長寿命化するのが封止である。

従来的一般的方法は Fig. 2 に示される構造をもち、以下の手順で行われている。

- 1) 背面基板の加工
- 2) 接着剤の塗布と張り合わせ
- 3) オイル注入
- 4) 封孔

しかしながら、構造面あるいはプロセス上で以下の諸点についての改良が求められていた。

〈問題点〉

- 1) 二重封孔プロセス
(オイル注入直後の仮封孔と封孔板の接着)
- 2) パネル破損時のオイル流出
- 3) オイル中の残存水分の除去
- 4) 封入材注入法

2. 開発した封止技術

前記の問題点に着目し、長期信頼性に足る封止技術として以下の開発を行った。

- 1) 全固体型 EL パネル
- 2) 注入孔の形状の改良
- 3) 低コスト化のため、背面ガラスとして平板ガラスの採用

〔1〕全固体型パネルの開発

封入材に熱硬化性のシリコン樹脂を用いることにより、全固体型 EL パネルを実現した。全固体型では、パネルの破損によるオイルの流出などは起こらず、また注入工程においてオイルのように封入材の漏出を一時的に防止するための、金属片の充填による仮封孔を必要とせず、この工程が単純化した。更に封入材が固体であるためにオイルと比較すると、水分の移動する速度が小さくなり、パネル内に侵入した水分も薄膜面へ到達しにくくなるので、EL パネルの耐久性の向上が期待できる。

〔2〕注入孔の改良

3インチ程度の小型パネルでは、2個の開孔部を背面基板に設けることで Fig. 3(a) に示されるように、封入材が同心円状に広がり、空間部に封入材を完全に充填で

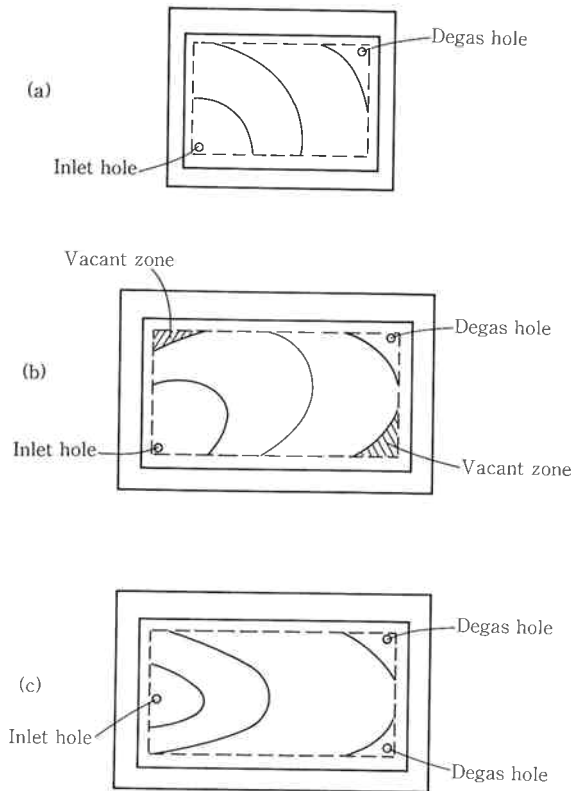


Fig. 3 Schematic diagram of flow patterns of silicon resin poured into EL panel by the dispenser.
 (a) 3 inch size panel with two holes rear glass. (b) 9 inch size panel with two holes rear glass.

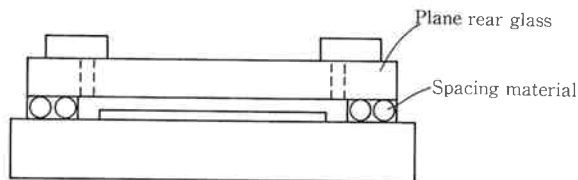


Fig. 4 Cross-sectional view of a EL panel with a plane rear glass.

きた。一方、封入材と基板界面での接触抵抗により、封入材のパネル内での広がり方がパネルの端部と中央部では異なっている。そのために9インチタイプの大型パネルに、開孔部が2個の背面基板を用いた場合には、Fig. 3(b) に示すように、コーナー部に気泡の残留が生じてしまう。残留気泡の発生を防止するために大型パネルでは Fig. 3(c) に示すような、3個の開孔部の背面基盤を用いた。この場合には、パネル内での封入材の広がり方の違いの問題が解決され、気泡の残留がなく完全な充填が可能となった。

〔3〕 背面基板と接着剤の改良

平板状のガラス板を背面基板に用いる目的で、マイクロパウダーを混入したエポキシ樹脂をパネル基板との接着剤に用いた。この方法ではマイクロパウダーがスペーサとして機能している上、マイクロパウダーが一定に分散された状態で塗布できると、塗布後にエポキシ樹脂中に気泡の混入が生じないという特徴がある。上記の封止法の改良により、研削加工した背面基板を用いた従来の EL パネル (Fig. 2) に比べ、非常に単純な構造のパネルを作製できた。(Fig. 4)

3. 実 験

本開発において用いた封止材料、封止装置、および評価装置などを以下に示す。

〔1〕 封入材

封入材には35種類の熱硬化性及び光硬化性シリコン樹脂の中から、硬化後の硬度及び物性の観点から、ある特定の熱硬化性シリコン樹脂を選定した。シリコン樹脂は、注入前に減圧加熱処理を行い、樹脂中に溶存する水分濃度が 5 ppm 以下であることを確認してから使用した。

〔2〕 封入材の注入

封入材の注入装置には、ディスペンサーを用いた。パネル中へのシリコン樹脂の注入は、グローブボックスを用い、窒素雰囲気中で行った。

〔3〕 背面ガラス基板の加工

背面ガラス基板には、2種類の加工ガラスを用いた。一つは、ガラス板の内周部を研削加工により一定深さに削り、外周部のみ額縁状に残し、開孔部を研削した部分の内側に2個、あるいは3個設けたものである。

もう一つは、ガラス板に2個、あるいは3個の開孔部のみを設けた平板状ガラス基板である。

注入孔と排気孔との組み合わせを、主に、開孔部の個数が3～8個の場合について詳細に検討し、最終的に3個の開孔部を Fig. 3 に示すように配置した背面基板を選定した。

〔4〕 接着剤の塗布

接着剤には熱硬化性エポキシ樹脂を用いた。接着剤の塗布には背面基板の種類に応じて、スクリーン印刷法とディスペンス法によって行った。

研削加工した背面基板を用いた EL パネルの封止にはスクリーン印刷法を、また平板ガラス基板を用いた封止では、ディスペンス法を採用した。後者の場合、接着剤にはスペーサとして、マイクロパウダーを分散したエポキシ樹脂を用いた。マイクロパウダーについては、材質、サイズ及び形状を、また、エポキシ樹脂については硬化

前後の物性やマイクロパウダーとの相溶性を考慮して最適な組み合わせを選定した。

〔5〕 EL パネルの加速試験

この試験には、研削加工した背面基板を用い、シリコン樹脂を封入材とする EL パネルを3枚用いた。また、試験装置には恒温恒湿槽を用いた。

加速試験は液晶ディスプレイやプラズマディスプレイに準じて行った。

試験中、以下の検査を行った。

- 1) 欠陥検査
- 2) 外観検査
- 3) 発光検査

欠陥検査における欠陥の内容および良品/不良品の区別を Table 1 に示すように規定した。

上記検査は、以下のようにして行い、EL パネルの良品と不良品をこの検査に基づいて区別した。

1) 欠陥検査

試験開始から一定時間ごとに欠陥検査を行った。

高温高湿試験では約500時間ごとに、また、保存試験では試験の前後で欠陥検査を行った。欠陥にはピクセル欠陥とライン欠陥とがあり、それぞれの欠陥について Table 1 のように規定した。ピクセル欠陥が20個以上、あるいはライン欠陥が1個以上観察されたパネルは不良品とみなす。

2) 外観検査

試験開始から一定時間ごとに外観検査を行う。

外観検査は目視で行い、ガラス表示面などに「傷」や「割れ」など損傷が確認されたものは、不良品とみなす。

3) 発光検査

試験開始から一定時間ごとに発光輝度を測定する。

パネルの表示面を15分割し、その中心点における輝度を輝度計により測定し、輝度レベルと輝度むらを算出する。

- 輝度レベル……閾値から +40 V の電圧における15

点の輝度の最小値 (L_{min})

- 輝度むら……上記電圧における15点の輝度の最小値と最大値との比 (L_{min}/L_{max})

60 Hz 駆動にて、 $L_{min} \geq 90 \text{ cd/m}^2$ ならば良品

$L_{min} < 90 \text{ cd/m}^2$ ならば不良品とみなす。

更に、 $L_{min}/L_{max} \geq 0.65$ ならば良品

$L_{min}/L_{max} < 0.65$ ならば不良品とみなす。

4. EL パネルの信頼性試験結果

筆者らが開発を進めてきた、画素数が640×400ドットである9インチサイズ EL パネルを試作し、ここで述べてきた方法で封止したものを以下に述べるような方法で寿命を評価した。

- ① 高温高湿試験
- ② 低温保存試験
- ③ 冷熱サイクル試験

試験内容を Table 2 に示した。

〔1〕 高温高湿試験

加速試験後の検査結果を Table 3 に示した。

欠陥検査は、試験の前後及び試験中は約500時間おきに行ったが、ピクセル欠陥及びライン欠陥は3枚のパネルについて認められなかった。ピクセル欠陥の数は、試験前の検査では3枚のパネルについていずれも0個であ

Table 2 Accelerated tests condition.

Accelerated tests	Test condition	Panel condition
① High temperature high humidity test	70°C. 85%RH 2000 hours	Lighting
② Low temperature test	-40°C 48 hours	No lighting
③ High temperature and low temperature cycle test	-40~75°C 20 cycles	No lighting

Table 1 Acceptance criteria for EL panel.

Failure mode	Acceptance limit for failure	Acceptance limit for a poor panel
Pixel failure	Size of break point < 30%/pixel	The numbers of pixel failure < 20
Line failure	No open line	The numbers of line failure < 1

Table 3 The results of high temperature and high humidity accelerated life test.

	Panel 1	Panel 2	Panel 3
Before test	Good	Good	Good
After test (after 2000 hours)	Good	Good	Good

Table 4 Life test Results of EL Panels

Test Time (hrs.)	Panel 1		Panel 2		Panel 3	
	L_{\min} (cd/m^2)	L_{\min}/L_{\max}	L_{\min} (cd/m^2)	L_{\min}/L_{\max}	L_{\min} (cd/m^2)	L_{\min}/L_{\max}
0	396	0.74	534	0.86	545	0.93
600	396	0.72	457	0.81	442	0.88
985	395	0.73	397	0.74	443	0.89
1587	393	0.71	397	0.74	449	0.88
2010	396	0.73	395	0.72	439	0.87

り、試験後も変化がなく、パネルの耐久性は良好であった。

次に、発光特性を測定した結果を Table 4 にまとめた。試験中点灯は、200 Hz にて一定電圧を印加し駆動させて試験した。試験は印加電圧を試験開始から終了まで変えずに行った。輝度レベルは、2000時間経過後もほとんど変化がなく、どのパネルについても 200 Hz において $387 \text{ cd}/\text{m}^2$ 以上であった。この値は駆動周波数を 60 Hz に変換すると、 $90 \text{ cd}/\text{m}^2$ 以上であり輝度レベルの基準を上回っている。また、輝度むらは、3枚のパネルについて試験中にその値が0.65を下回るものは無く、どのパネルについても発光特性は良好であった。

上記のように、試験した3枚のパネルの各検査結果は良好であり、全てのパネルが良品と認められた。上記の試験条件、 70°C 、85%RH においてパネルが2000時間以上の耐久性を有することは、通常の使用環境、 25°C 、50%RH 下では、およそ8~10年の寿命を有することに対応する。

〔2〕 低温保存試験と冷熱サイクル試験

この2つの試験は、Table 2 に示した条件下で行った。パネルは各々5枚ずつ使用し、試験前後において欠陥検査及び外観検査を行った。

上記2つの試験前後に行った欠陥検査及び外観検査の結果、どのパネルにも特に異常は認められなかった。

また、試験後、点灯状態で発光画素を目視検査したが、特に異常は認められなかった。

Table 5 The comparison of luminance properties.

	Developed panel (TOSOH)	S company panel	L company panel
The numbers of pixel	640×400	640×400	640×400
Average luminance (cd/m^2) (60 Hz)	90	76	58
Luminance distribution (L_{\min}/L_{\max})	0.85	0.65	0.65

5. ま と め

薄膜 EL パネルの信頼性向上のための、封止技術の改良を行い、全固体型封止構造及び平板背面基板構造の封止技術を開発することができた。また、筆者らが開発した高輝度9インチ EL パネルの封止を全固体型封止構造で行い、環境加速試験を行った。その結果、 70°C 、85%RH の条件で、2000時間の耐久性が確認できた。

本開発で試作したパネルの発光特性を Table 5 に示した。EL パネルの発光特性は良好であり、輝度、輝度分布共に、他社製品の性能を上回る製品を開発できた。

文 献

- 1) 渋谷孝二, 内海健太郎, 柚木崎裕, 近藤昭夫; “東ソー研究報告” 34(2), 127 (1990)
- 2) 岡本ら; “第30回応用物理学関係連合講演会予稿集” (1983)

(著者については次頁)



著 者
氏名 満 俊 宏
Toshihiro MITSU
入社 昭和62年4月1日
所属 研究本部
新材料研究所
第二研究室



著 者
氏名 大 貫 由紀夫
Yukio OHNUKI
入社 昭和60年4月1日
所属 研究本部
新材料研究所
第二研究室
副主任研究員



著 者
氏名 佐々木 典 子
Noriko SASAKI
入社 平成1年3月16日
所属 研究本部
新材料研究所
第二研究室



著 者
氏名 近 藤 昭 夫
Akio KONDO
入社 昭和51年4月16日
所属 研究本部
新材料研究所
第二研究室
第二研究室室長