

有機 EL 素子の部材開発と評価

Development of Encapsulation Members for Organic Light-Emitting Diodes

森 竜雄[†], 西野 剛^{††}, 田代智史^{††}, 諏訪健太^{††}
Tatsuo Mori[†], Go Nishino^{††}, Satoshi Tashiro^{††}, Kenta Suwa^{††}

Abstract Organic light-emitting diodes (OLEDs) are promised as a high-definition flat display and a energy conservation flat lighting source. OLED panels have been already commercialized 10 years ago. However, the manufacturing cost of OLEDs is not low. Therefore, OLED devices are preceded by liquid crystal displays and LED lighting source. In this study, we try to develop the low cost encapsulation materials and methods. The achievement of new encapsulation system can contribute to the price reduction of OLEDs.

1. 緒言

有機 EL 素子は 1987 年のコダック社 Tang と VanSlyke 博士の積層型デバイスの発表以来、急速に発展を続け、薄型ディスプレイや面照明光源に実用化された。しかしながら、前者では液晶ディスプレイの急速な低価格化の前に、高画質などの長所が生かせず大型ディスプレイの商品化が停滞している。後者でも有機 EL と同じ発光メカニズムである半導体 LED の低価格化が顕著になるにつれて、点光源である LED が液晶ディスプレイにおける光拡散技術を利用して、面光源としても市場を広げつつある。有機 EL 照明光源の単価の高さがやはりネックとなっている。こうした解決策の一つに簡便な封止部材を利用して素子単価を軽減させることが有機 EL 素子の普及化の一助になると考えられる。

2. 実験方法

2.1 実験試料

正孔輸送層はナフチル置換トリフェルジアミン誘導体 (α -NPD)、発光層にはアルミキノリノール錯体(Alq3)による二層試料とした。陽極は ITO、陰極は LiF/Al を利用した。試料作製は愛知工業大学・森研究室で行った。

また正孔注入層として、森研究室で活用しているフッ素化シロール系自己組織化単分子膜(FSAM)を提案し、利用した。

[†] 愛知工業大学 工学部 電気学科 (豊田市)

^{††} アイカ工業株式会社 (あま市)

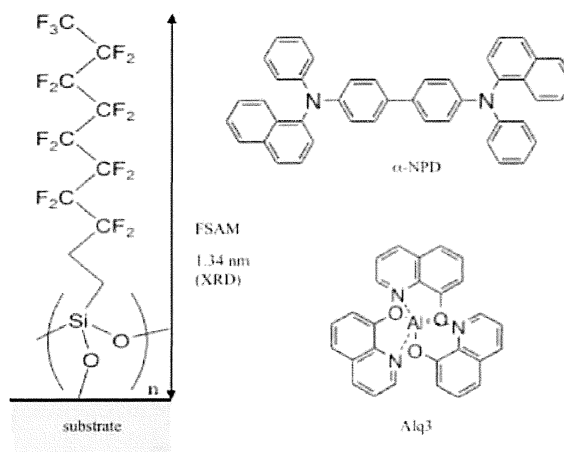


図1 用いた有機材料

2.2 封止材料および手法

封止材料・封止手法はアイカ工業が開発したものを利用し、作製した素子を自社に持ち帰り評価を含めて行った。利用した封止材料は表1に示すとおりである。

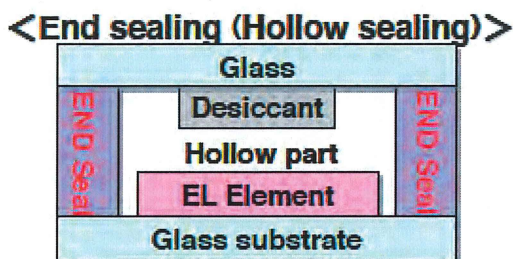
表1 利用した封止材料一覧

試料	A	B	C	D
用途	Fill 剤	DAM 剤	BE 向け封 止シート	TE 向け封 止シート
性状	透明低粘 度液体	白色高粘 度液体	薄褐色粘 着テープ	透明粘着 テープ
硬化条件	UV	UV	熱	熱
透湿度* [g/m ² 24h]	6**	5**	18***	38***

*JIS Z 0208 に基づくカップ法 **膜厚 1 mm ***膜厚 20 μ m

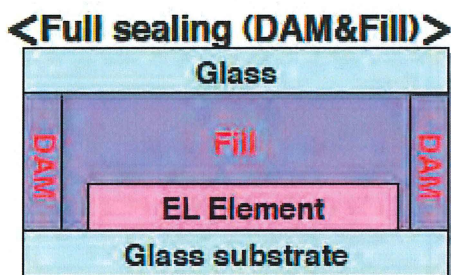
封止手法として、図 2 に示すように

- ① ボトムエミッションタイプで一般的な端部封止
 - ② トップエミッションにも使用可能なDAM/Fill 封止
 - ③ 一括で封止を行えるシート封止
- がある。



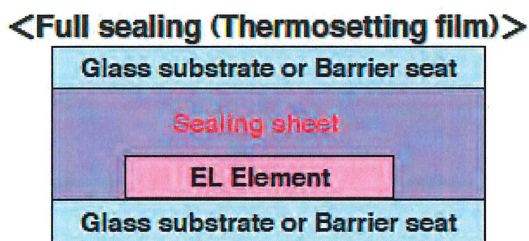
Bottom emission type

①



Top/Bottom emission type

②



Top/Bottom emission type

③

図 1 典型的な有機 EL 素子の封止手法

3. 実験結果

当初試料 C を利用した封止において、封止すると素子の劣化が認められ、実用的なレベルではなかった。原因は熱硬化に伴う薄膜構造や界面でのキャリア注入特性の低下であると予想された。熱硬化は 100℃、30 分間行う。そこで森研究室から ITO への FSAM 修飾技術を提案し、劣化現象の大幅な抑制が実現された。図 2 はその発光状況を示したものである。左側の FSAM 未処理試料では蒸着直後ではきれいな発光が認められるが、シート封止を行うと発光強度は低下し、ダークスポットの発生も顕著なる。それに対し

て、FSAM 処理ありでは、直後の発光強度も強くなり、シート封止後では発光強度が低下するが、実用的な強度低下にとどまる。

	SAM処理無し	SAM処理有り
蒸着直後		
封止シート貼り合わせ後		

図 2 封止テープ試料 C による発光試験
(駆動電圧 5V、60℃90%RH 環境下)

図 3 に図 2 で利用した封止シートでの素子封止手順を示す。封止シートは封止に利用するバリアコーティングしたプラスチックフィルムに転写して、素子が形成された ITO 基板にラミネートして利用する。素子と一体化された後、加えられる温度サイクルは、25-45℃ラミネート間、40℃2 分、60℃30 分、100℃60 分であり、最も過酷な温度は最後の 100℃60 分である。 α -NPD のガラス転移点が 95℃なので、正孔輸送材料として高ガラス転移点材料を用いることができれば、この問題は解決する。しかしながら、高ガラス転移点材料の利用により材料コストが増加するので、利用については考慮すべき点がある。



図 3 封止シートを利用した場合の封止手順

図 4 に DAM 剤と Fill 剤を組み合わせた封止試料の作製手順を示す。DAM 剤で Fill 剤が漏れないように堰を作製する。堰を固体化後、Fill 剤を充填させ、封止膜を貼り合わせたのち、UV 硬化させる。その後、熱硬化させて、デガスを行う。シートタイプにおいてはシートのバリアコーティングに問題がないとすれば、端から発光エリアまでの距離によっ

て水分等の侵入が考えられる。封止欠陥があるとすれば、密着時の不具合によりパスが生じると考えられる。一方、DAM 剤と Fill 剤では、堰形成時に欠陥が生じることが考えられるが、Fill 剤の充填により連続した欠陥形成が阻止される可能性がある。

および吸着した水分の影響が大きく、高温乾燥したシート剤の利用により、上記の駆動劣化進行が抑制できることを確認した。

4. 結言

アイカ工業(株)が開発した封止材料による素子劣化を検討した。簡便な封止シート形式、DAM&Fill 方式の二つを検討した。後者において、素子劣化の低減が可能であり、駆動寿命が 500 時間以上可能であることがわかった。一方、前者では素子寿命は 500 時間に満たなかったが、その原因がシート内への水分の侵入や吸着によるものであることがわかった。本問題の解決法も確認できたので、今後の対策を検討する。

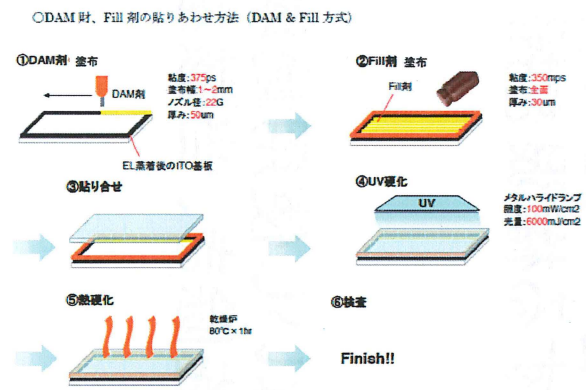


図 4 DAM 剤と Fill 剤を組み合わせた場合の封止手順

	封止直後	100h後	500h後
封止シート品 試料D 使用			点灯せず
DAM&Fill品 試料A, B 使用			

図 5 高温高湿度条件下による素子劣化状況
 (駆動電圧 5V、60°C90%RH 環境下)

図 5 は高温高湿度条件下による素子劣化状況である。黒い点はダークスポットであり、生成原因はほこりなどによるものである。今回の実験に利用した作製室はクリーンルームではなく、後半において良好なクリーンルームが活用できた。このダークスポットは水分などの侵入により、徐々に大きくなることが知られている。

試料 D による封止シートでは必ずしも水分の侵入が防げず、ダークスポットが拡大し、500 時間後には全く発光しなくなった。一方、試料 A, B による DAM&Fill 封止ではかなりダークスポットの成長が抑制されている。全く成長しないわけではないが、100 時間から 500 時間後のダークスポットを比較するとほとんど成長していない。これは初期において、素子や封止材料中の水分などが素子発光領域に影響を与えていることを示唆する。すなわち、今回開発した部材そのものは封止材料に適していると判断できる。

特に封止シートによる著しい寿命低下は、シートに侵入