

2. 省エネタイプ無機 EL ランプの先進的な製造技術の開発

ものづくり技術支援グループ ○菅原智明、下野功
(株) エルフィン ○神田大、保坂知世子、川島眞一

1. はじめに

無機エレクトロルミネッセンス（無機 EL）を使った第一世代の広告パネルは、EL の表層にカットティングシートを貼り合わせ、文字や絵柄などの発光させたい部分だけ光を透過させ、他の部分は遮光するというものであった（図 1）。この第一世代の広告パネルは、文字や絵柄以外の部分も光っており、その部分の原材料費と電気代が無駄になるという問題がある。この問題を解決するために、第二世代の広告パネルでは、文字や絵柄などを模った発光層をスクリーン印刷するという製造方法を用い、不必要な部分を発光させないことで、省エネを実現した（図 2）。しかし、このような工法では、シルクスクリーン版が必要であり、製版にコストと時間を要し、少量生産には不向きである。

少量多品種の省エネタイプ無機 EL ランプの製造には、製版を必要としない製法が適していると考え、ディスペンサーを使用し、無機 EL ランプの製造に取り組むこととした。ディスペンサーには、高粘度のインクの塗布や蛍光体などの粒子が入ったインクの塗布が可能といった特長がある。ディスペンサー塗布ロボットを用いて無機 EL パネルを試作した結果、試作品の発光は均一で高品質であることが分かった。また電気的特性、耐久性試験などの評価から、試作品は従来品と比べても遜色ない性能であることを検証した。

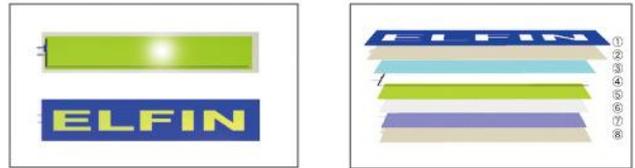


図1 第一世代ELの構造

①カットティングシート、②防湿フィルム、③透明電極層、④パズライン、
⑤発光層、⑥絶縁反射層、⑦背面電極層、⑧防湿フィルム

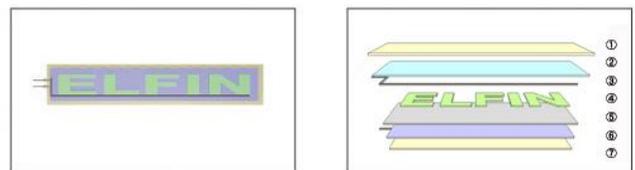


図2 第二世代ELの構造

①防湿フィルム、②透明電極層、③パズライン、④発光層、
⑤絶縁反射層、⑥背面電極層、⑦防湿フィルム

2. 実験方法

2.1 無機 EL ランプの試作

最初にアルミニウムシートに誘電体層をロール・ツー・ロールで薄くコーティングし、アルミニウム／誘電体基材を作製した。この基材をディスペンサー塗布ロボットにセッティングし、発光層を形成した（図 3）。電極端子を取り付けた後、透明電極フィルムと防湿フィルムをラミネートし、無機 EL ランプを試作した。発光層の塗布には直径 30 μm 程度の蛍光体粒子を樹脂に分散させたインクを使用した。塗布条件としてヘッド速度、塗布圧力、描線ピッチなどを検討した。

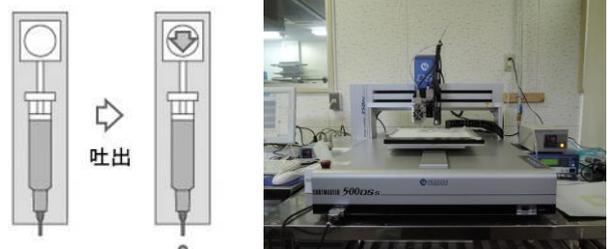


図3 ディスペンサーの機構及び塗布ロボット

2.2 電気的特性測定及び耐久性性能評価

試作した無機 EL ランプの電気的特性として、電力測定器を用いて消費電力、電流、力率などを測定した。試作品の評価試験では、発光条件を一定とするため、電源には交流安定化電源を使用し、電圧を 100 V、周波数を 60 Hz に設定した。無機 EL ランプの評価パラメータである輝度や消費電力などの初期特性を測定した後、高温高湿点灯試験、冷熱衝撃試験、高温点灯試験、低温点灯試験、室温点灯試験を行った。高温高湿点灯試験については、温度 60 $^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 90 %RH の雰囲気ですべて連続点灯させ、時間ごとに輝度、消費電力等を測定した（図 4）。冷熱衝撃試験では、低温（-30 $^{\circ}\text{C}$ ）と高温（80 $^{\circ}\text{C}$ ）とを 30 分ごとに切り替えて急激な温度変化を試験サンプルに与え、100 サイクル試験後にサンプルの特性を室温にて測定し、

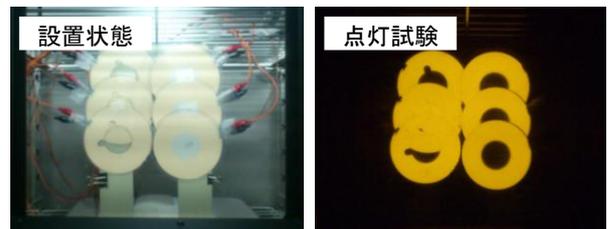


図4 低温恒温恒湿器を用いた耐久性性能評価試験

試験前の特性との比較を行い評価した。

3. 実験結果

3.1 試作品

図5に試作した無機ELランプを示す。図中(a)は青色に発光する蛍光体インクを用いて文字を描画したサンプルである。一文字の大きさは、10×10 mm程度である。試作品がムラなく光っている様子が分かる。一方、図5(b)は特性評価用の試作品であり、形状は直径約90 mmの円盤状、発光部分はドーナツ形となっている。試作品に電圧を印加すると、鮮やかなオレンジ色に発光し、従来品と同様に均一に光った。

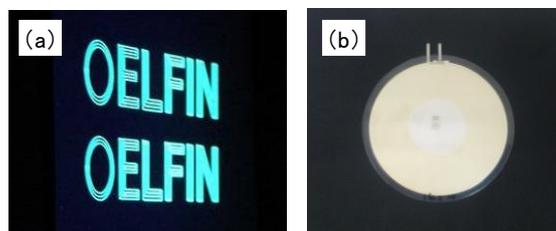


図5 試作した無機ELランプ

(a)文字部発光、(b)特性評価用

3.2 電気的特性及び耐久性

図5(b)に示す評価用試作品の電気的特性については、消費電力や電流などを測定し、従来品と比較した。その結果、試作品と従来品との電気的測定値に大きな違いは認められず、ほぼ同等であることが分かった。

高温高湿環境での無機ELランプの輝度測定結果を図6に示す。試験開始直後の輝度は、試作品と従来品ともに約2.9 cd/m²と測定された。どちらの試料についても時間経過とともに輝度は下がり、48時間後には初期輝度よりも1割程度低下した。試験開始から48時間以降は、輝度の低下は緩やかなものとなり、240時間後において約2.5 cd/m²を維持した。試作品と従来品との差は特に認められないことから、高温高湿点灯において試作品は従来品と同レベルであると認められる。

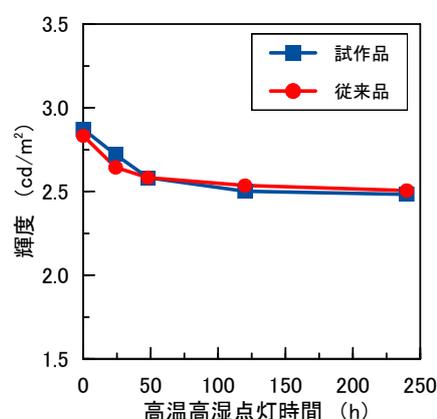


図6 高温高湿点灯試験結果

図7に、冷熱衝撃試験前後の輝度測定結果を示す。試作品の試験前の輝度は約2.7 cd/m²であるが、冷熱衝撃試験終了後には約2.8 cd/m²と僅かに大きくなった。従来品についても試験後に輝度が微増する傾向が見られたことから、試作品と従来品とに大きな違いはないと考えられる。試験後に輝度が高くなる原因としては、試験後の試料の誘電損失が減少していることから、冷熱衝撃試験中に加熱と冷却を繰り返すことで、誘電体層と発光層との界面が、乱れた状態から均一なものとなり、誘電損失が減少した結果、漏れ電流が低下し、発光効率が高くなったことが考えられる。

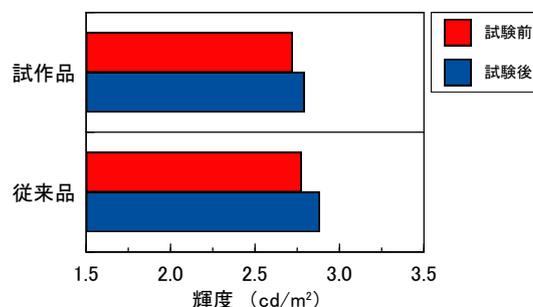


図7 冷熱衝撃試験結果

室温で720時間(30日間)点灯させたときの輝度測定結果を図8に示す。サンプルの初期輝度は、2.6~2.7 cd/m²と測定された。試験開始から48時間までに輝度は6~9%程度減少するが、それ以降の減少量は非常に僅かなものとなった。室温点灯試験結果から、試作品と従来品との特性に大きな違いは認められないことから、従来品と同等の性能であると考えられる。

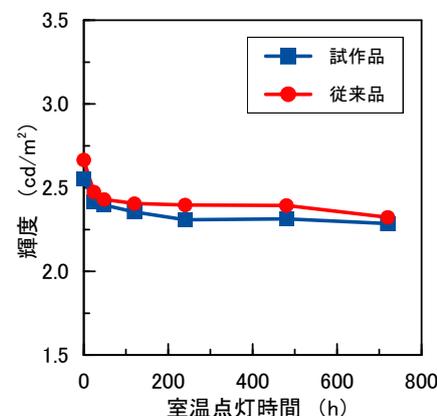


図8 室温点灯試験結果

4. まとめ

少量多品種の製品製造に適した、省エネタイプ無機ELランプの製造を目指し、ディスペンサー塗布ロボットを用いて試作を行った。その結果、電気的特性、耐久性の評価から、試作した無機ELランプは従来品と遜色ないレベルであることを実証した。

本研究は、経済産業省 中小企業庁「中小企業・小規模事業者ものづくり・商業・サービス革新事業」により実施した。関係各位に謝意を表す。