

8. 無機EL発光シートの三次元成形及び性能評価

応用技術支援グループ

○菅原智明

ものづくり技術支援グループ

村田政隆

(株)セコニック電子

小西光太郎、山田俊一

泉 泰平、寺田博樹

道総研 工業試験場

畑沢賢一、飯田憲一

1. はじめに

情報家電用操作パネルには、部品点数の削減、設計・組立コストの低減、省電力化、薄型化、ユーザビリティの向上などのニーズがある。従来の操作パネルでは、加飾印刷以外にも複数個のLED、電球等の光源を配置している。その他にも均一照光のために光拡散フィルム、光漏れ防止用隔壁が必要であるため、多数の構成部品と大きな実装スペースが不可欠となっている。さらにパネル設計・製作においても複雑で高度な技術が要求されるため、時間とコストがかかるといった短所がある。

無機EL発光シートは、コンデンサと同じ基本構造(図1)『電極/誘電体/蛍光体(発光層)/電極』であり、100V前後の交流電圧を印加して点灯させる光源で、厚さ約0.2mmのフレキシブルな面発光素子である。この無機EL発光シートに三次元加工を施し、操作パネルへ応用することで、部品点数を削減することができ、また、デザイン設計も簡便になるなど、多くのメリットが考えられる。こうした理由から、無機EL発光シートの三次元成形が情報家電メーカーから要望されていた。しかしながら、成形によるELシートの破断、蛍光体の劣化、絶縁不良、ショートなどの課題があり、三次元成形製品の事例はなかった。

本開発の結果、目標とした張出成形を実現するための最適なプレス加工条件、インサート成形条件を把握することができた。更に信頼性試験の結果から、成形品と未成形品の性能に大きな違いはなく、成形品の信頼性は十分であることが分かった。

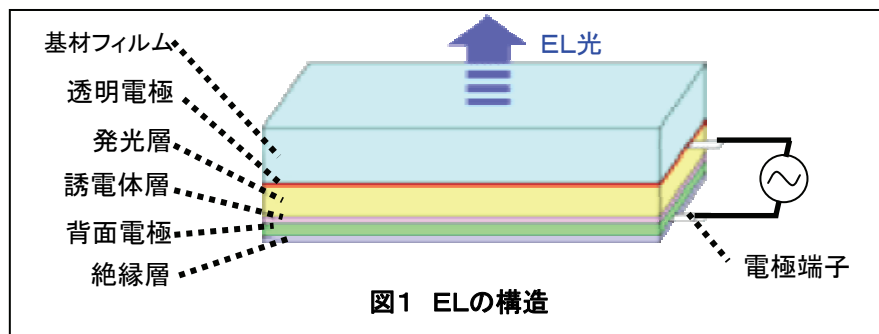


図1 ELの構造

2. 実験方法

2.1 無機EL発光シート

成形実験用ELシートの基材にはポリカーボネート(PC)フィルムを用い、フィルムの厚さとしては380 μ mと100 μ mの二種類を用いた。基材フィルム上にシルクスクリーン印刷法で電極層/発光層/誘電体層/電極層/絶縁層を形成し、90 \times 150mmサイズの無機EL発光シートを作製した。

2.2 成形実験機と張出し成形

サーボプレス機を用い、多面張出し操作パネルの成形実験を行なった。また、金型パンチ・ダイスに加熱・冷却機構及び温度制御用熱電対を付加し、成形時の加熱温度のコントロールを行った。成形の加熱温度は、60 \sim 160 $^{\circ}$ Cの範囲から数水準設定し、加熱温度、金型パンチ径と成形状態の相関を調べた。

2.3 信頼性試験

高温高湿点灯試験、高温点灯試験、室温点灯試験、低温点灯試験、温度衝撃試験、高温高湿放置試験、高温放置試験、低温放置試験を実施し、試験サンプルの発光強度(輝度)、電流、消費電力などを評価した。試料の点灯条件は、周波数400Hz、電圧100Vの交流電圧とした。点灯試験及び放置試験の試験時間は、全て500時間とした。温度衝撃試験は、低温30分間、高温30分間を交互に100回繰り返し、試験前後の特性を測定して信頼性を評価した。輝度測定は、三次元(3D)成形品の張出し部分(Top)とそれ以外(Bottom)の二ヶ所で測定した。また、打鍵試験による張出し部分の耐久性評価も行なった。

3. 実験結果

3.1 張出し成形及びインサート成形

張出し成形については、無機EL発光シートの加熱温度を高温にすると反りは小さくなるが、一方で塗膜の破断や剥離の頻度が上がり、発光品位が悪化する傾向が見られた。金型パンチに関してはパンチ径を大きくすると張出し高さの限界値は高くなった。次に張出し成形後、裏面に樹脂を充填するためのインサート成形を行なった。写真① \sim ③に、多面張出し操作パネルの加工例を示す。加工条件を最適化することで、無機EL発光シートの多面張出し成形及びインサート成形が可能なことを実証できた。



写真①：未成形品(非点灯)

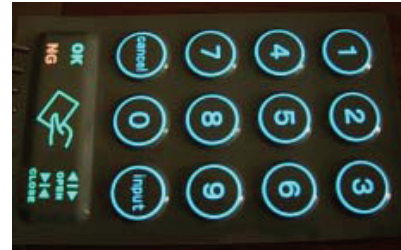
写真②：成形品(非点灯)

写真③：成形品(点灯)

上記の実験結果を踏まえ、実際の製品デザインを想定し、キー操作パネル用無機EL成形サンプルを試作した。成形サンプルを写真④、⑤に示す。製品デザインの仕様決めに活用可能な知見が得られた。



写真④：成形サンプル (EL 非点灯時)



写真⑤：成形サンプル (EL 点灯時)

3.2 信頼性評価

図2に、張出し成形後にインサート成形した3D成形品の高湿高温点灯試験結果を示す。図2(a)は輝度測定結果、図2(b)は電力測定結果である。試験時間が長くなると、試料の輝度は減少し、試験終了時には初期値の1/4程度となるが、成形品は未成形品と同等の特性を示した。また電力については、試験開始後100時間まで急激に減少するが、その後は緩やかに減少した。輝度低下の原因としては、試験100時間までは電力の低下であり、100時間以降は蛍光体の発光特性の劣化によるものと考えられる。更に種々の条件で点灯試験及び温度衝撃試験、放置試験を実施したが、試験後に不点灯となるサンプルは一つもなく、成形品と未成形品との評価結果にも違いは認められなかった。これらの試験結果から、3D成形品の信頼性については問題がないレベルと考えられる。また、30万回の打鍵試験を行なった結果、3D成形品の打鍵性能は十分であることが確認できた。

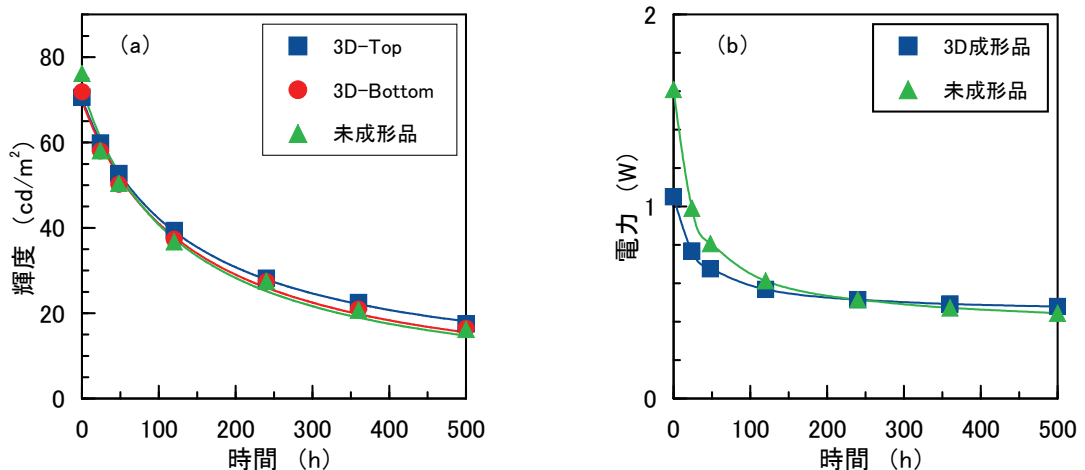


図2 高温高湿点灯試験結果

試験条件: 60°C、90%RH

(a)輝度 (b)電力

4. まとめ

成形時の加温温度、パンチ径などの成形条件を検討した結果、無機EL発光シートの成形加工技術を開発することができた。更にインサート成形した後、点灯試験、放置試験、打鍵試験などを行ない、成形品の信頼性に問題がないことを検証した。今後、操作パネルの製品化に向け、様々な要求仕様に対応可能な三次元成形技術について、研究開発を継続して行なう予定である。

本研究は北海道経済産業局委託事業「平成23年度戦略的基盤技術高度化支援事業」により実施した。