

三次元成形した無機エレクトロルミネッセンスシートの信頼性評価

菅原智明、村田政隆、小西光太郎*、山田俊一*、泉 泰平*、寺田博樹*、
畑沢賢一**、飯田憲一**

Reliability of the Inorganic Electroluminescence Sheets Formed to Three Dimensions

Tomoaki Sugawara, Masataka Murata, Kotaro Konishi*, Shunichi Yamada*,
Yasuhiro Izumi*, Hiroki Terada*, Kenichi Hatazawa** and Kenichi Iida**

要 旨

成形温度、金型パンチ径などの成形条件の検討を行ない、面発光の無機エレクトロルミネッセンスシートの成形加工技術を開発した。インサート成形した後、高温高湿点灯試験、温度衝撃試験などの信頼性試験を行ない、成形品の信頼性には問題がないことを検証した。

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が求められている。従来型の操作パネルでは、加飾印刷以外にも複数のLED、電球等の光源を配置しているため、均一照光のためには光拡散フィルムや光漏れ防止用隔壁が必要であり、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。

図1に無機エレクトロルミネッセンス (EL) シートの断面構造を示す。基本的構造は、コンデンサに似ており電極／誘電体／蛍光体 (発光層)／電極となっている。発光層に20 V程度の交流電圧を印加すると発光し始めるが、通常は100 V前後を印加して使用する。無機ELシートは厚さ約0.2 mmと薄く、耐打鍵性に優れたフレキシブルな面光源といった特徴を持っている。この無機

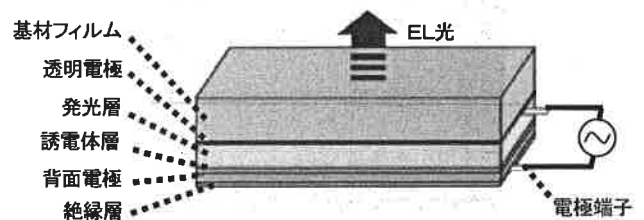


図1 無機ELシートの断面構造

ELシートに三次元加工を施し、操作パネルへ応用することにより、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、成形後の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。

本研究の成形実験では、ELシートの基材にポリカーボネート (PC) フィルムを用い、フィル

* (株) セコニック電子

** 北海道立総合研究機構 工業試験場

ムの厚さとしては $380\ \mu\text{m}$ と $100\ \mu\text{m}$ 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、 $90 \times 150\ \text{mm}$ サイズの無機 EL 発光シートを作製した。

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。金型パンチ・ダイスには加温・冷却機構及び温度制御用熱電対を付加し、成形時の加温温度のコントロールを行った。成形の加温温度は、 $60 \sim 160\ ^\circ\text{C}$ の範囲から数水準設定し、加温温度、金型パンチ径と成形状態の相関を調べた。

成形実験の結果、張出し成形については、無機 EL 発光シートの加温温度を高温にすると反りは小さくなるが、一方、塗膜の破断や剥離の頻度が上がり、発光品位が低くなる傾向が見られた。金型パンチに関しては、パンチ径を大きくすることで張出し高さの限界値は高くなった。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。図 2 に、多面張出し成形試作品を示す。

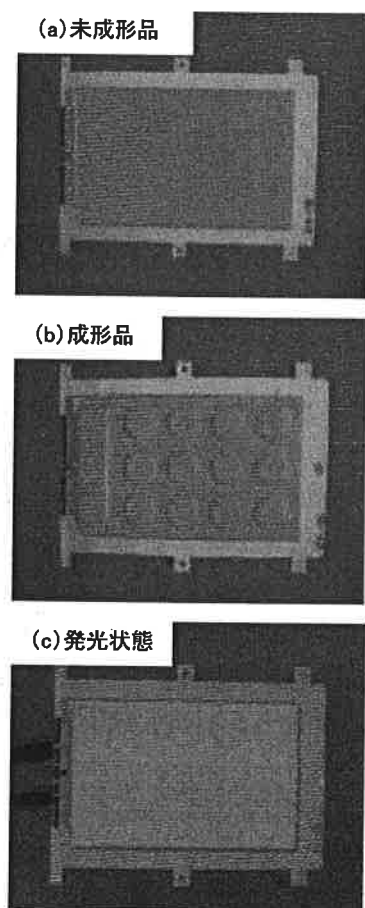


図 2 多面張出し成形試作品
(a) 未成形品、(b) 成形品、(c) 成形品の発光状態

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となった。

次に、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。成形サンプルを図 3 に示す。試作品の配線パターンや電源の配置等を検討した結果、製品デザインの仕様決めに応用可能な知見を得ることができた。

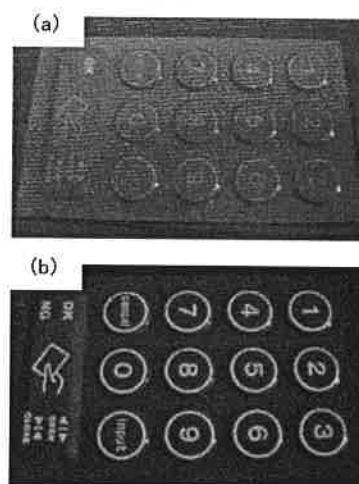


図 3 キー操作パネル用 3D-EL 試作品
(a) 成形品、(b) 発光状態

信頼性試験については、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 $400\ \text{Hz}$ 、電圧 $100\ \text{V}$ 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、試験前後の特性を比較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。

図 4 に、張出し成形後にインサート成形した 3D 成形品の高温高湿（ $60\ ^\circ\text{C}$ 、 $90\ \%RH$ ）点灯試験結果を示す。図 4 (a) は輝度測定結果、図 4 (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

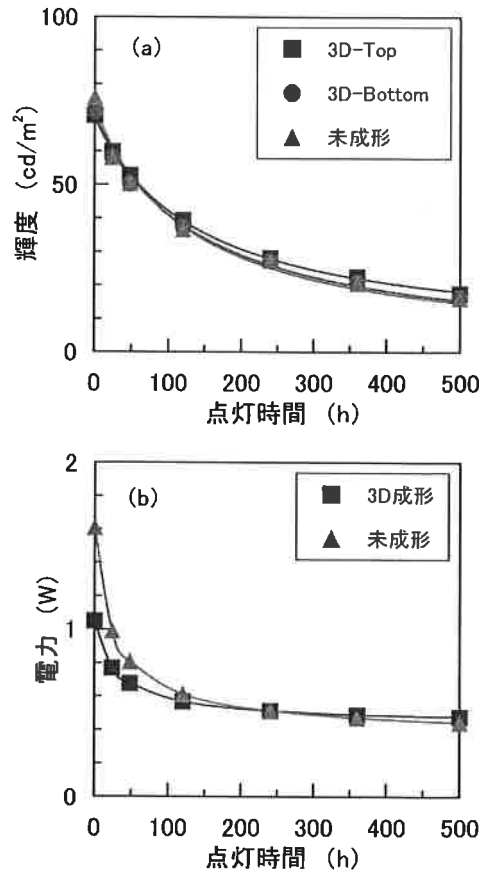


図 4 3D-EL の高温高湿点灯試験結果
試験環境：60 °C、90 %RH
(a) 輝度測定結果、(b) 電力測定結果

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 時間までは消費電力の低下であり、100 時間以降は蛍光体が劣化し、発光効率が低下したものと考えられる。その他にも種々の温度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。

本報告のまとめとして、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。さら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。

謝 辞

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。関係各位に御礼申し上げます。