

5. 無機ELシートの三次元成形に関する研究開発

プロセス技術科
機械電子技術科
(株)函館セコニック
室蘭工業大学
道総研 工業試験場

○菅原智明
村田政隆
○小西光太郎、山田俊一、後藤雅裕
町田輝史
畑沢賢一、飯田憲一、
鴨田秀一（現：北海道機械工業会）

1. はじめに

情報家電等の操作パネルには、部品点数の削減、設計・組立コスト低減、省電力化、薄型化、ユーザビリティ向上などが強く求められている。従来の操作パネルは、加飾印刷、複数個のLED、電球等の光源を配置しているが、光源以外にも均一照光のための光拡散フィルム、光漏れ防止用隔壁が必要で、多数の構成部品と大きな実装スペースが不可欠である。更にパネル設計・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』を持ち、100V前後の交流電圧を印加して点灯させるもので、0.2mm程度の厚さのフレキシブルな面発光素子である。この無機ELシートを三次元加工し、操作パネルへ応用することで、部品点数の削減がなされ、また、デザイン設計も簡便になるなど、多くのメリットがある。そのため、情報家電メーカーからは無機ELシートの三次元成形が要望されてきた。しかし、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考えられ、過去に成形製品事例は無い。

今回、無機ELシートの三次元成形について研究した結果、最適な加温温度でプレス加工することにより、最大で3mmの張出し加工に成功した。更に信頼性試験の結果から、未成形品と成形品に大きな違いは無く、信頼性は十分なことが分かった。

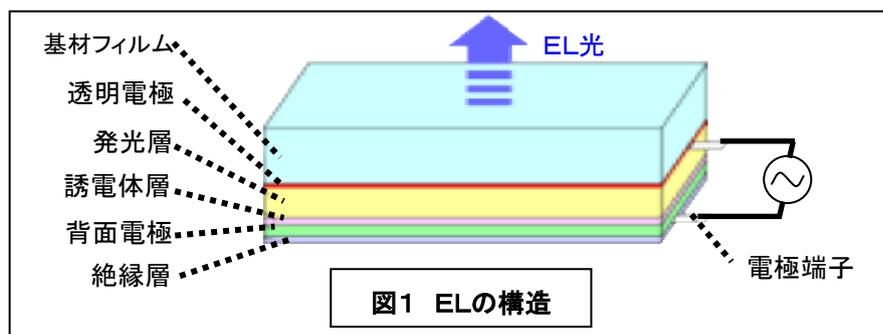


図1 ELの構造

2. 実験方法

2.1 無機ELシート

三次元成形用のELシートとして、基材に厚さ100 μ mのポリエチレンテレフタレート（PET）フィルムとポリカーボネート（PC）フィルムの二種類を用いた。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、60 \times 60mmサイズの無機ELシートを作製した。

2.2 成形実験機と張出し成形

成形実験機にはパンチ径29mm、ダイス径30mmの張出し成形プレス装置を用い、 ϕ 29mmの円柱で最大高さ30mmに成形できる構造とした。また、パンチ・ダイスに加温・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 $^{\circ}$ C \sim 160 $^{\circ}$ Cの範囲から数水準設定し、加温温度と成形状態の相関について調べた。

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、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。試験サンプルの点灯条件は、400Hz、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、ともに240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50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、サンプルの張出し部分（Top）とそれ以外（Bottom）の二ヶ所で測定した。

3. 実験結果

3.1 張出し成形

無機ELシートの基材がPCフィルムの場合、最大で張出し高さ3mmの成形加工に成功した。写真① \sim ③に、PCフィルムを基材とした無機ELシートを3mm張出し成形した加工例を示す。また、基材がPETフィルムの場合には、張出し高さ2mmまで成形加工できた。

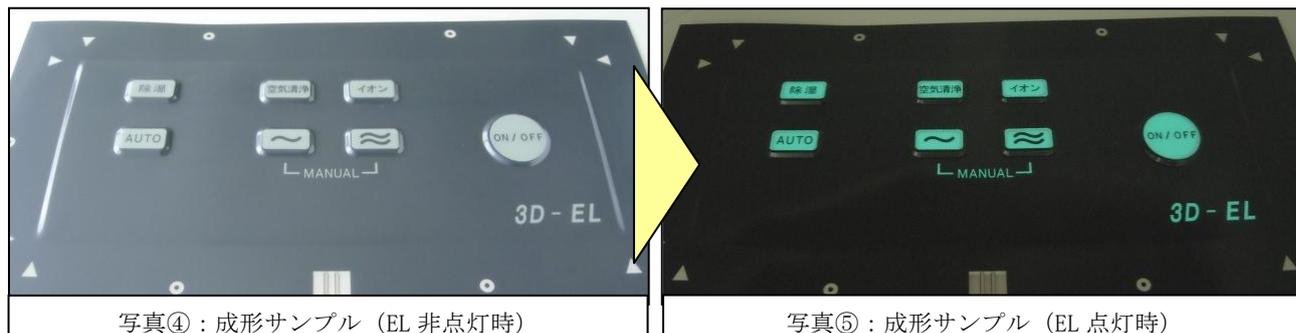


写真①：未成形品(非点灯)

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、空気清浄機の操作パネル用無機 EL 成形サンプルを試作した。写真④、⑤に示す成形サンプルは、EL シート外形 330×170 mm に操作スイッチ部を張出し成形したものである。操作スイッチ部は、25×15 mm の角スイッチを 6 箇所、φ30 mm の丸スイッチを 1 箇所配置し、張出し高さ 2 mm までの成形加工について実証した。



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、高温高湿点灯試験結果を示す。図 2 (a) は基材が PET フィルムで張出し高さ 2 mm、(b) は PC フィルムで張出し高さ 3 mm の試料である。試験時間が長くなると、輝度は減少し、試験終了時には初期値の 4 割程度になった。PET フィルムと PC フィルムのどちらについても、張出し成形品は未成形品とほぼ同等の特性であることが分かった。更に種々の条件で点灯試験及び放置試験を実施し、信頼性を評価したが、不点灯となるサンプルは一つも無く、成形による発光性能の低下もほとんど無かった。これらの試験結果から、三次元成形品の信頼性は高いと判断した。

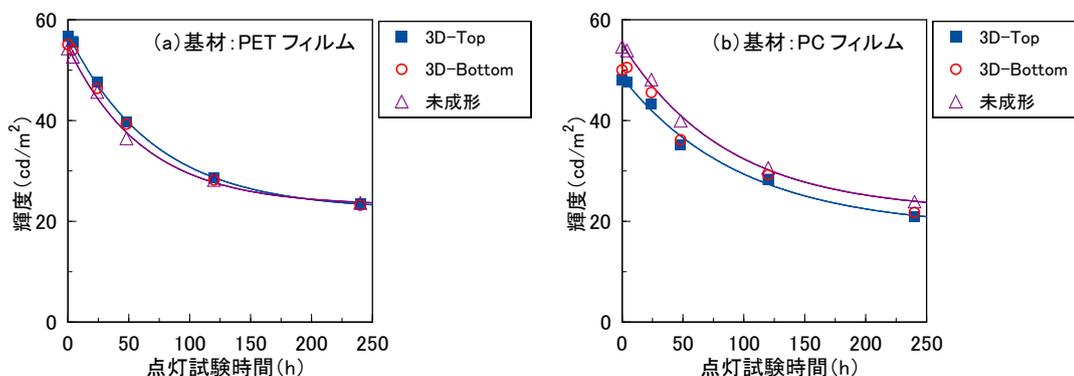


図 2 高温高湿点灯試験結果

試験条件: 60°C, 90%RH

(a) 基材: PET フィルム、(b) 基材: PC フィルム

4. まとめ

成形時の加温温度など、プレス成形条件を最適化することにより、最大高さ 3 mm まで張出し成形できることを明らかにした。信頼性試験の結果、三次元加工品は未成形品とほぼ同等の特性であり、信頼性には問題無いことが分かった。今後、成形タクトタイムの短縮など、操作パネルの製品化に向けた技術開発を継続して実施する予定である。

なお、本研究は、北海道経済産業局委託事業「平成 21 年度戦略的基盤技術高度化支援事業」により実施したものであり、本研究の一部は、(財) 函館地域産業振興財団の「平成 20 年度研究開発助成事業」を活用して実施した。

【謝辞】プレス加工に関してアイダエンジニアリング (株) 久野拓律 氏には多くの協力をいただいた。