

1. 無機 EL フィルムの成形試作と耐久性評価

応用技術支援グループ

○菅原智明

1. はじめに

フランスの Destriau (デトリオ) は 1936 年に、銅を微量含む硫化亜鉛 (ZnS) 蛍光体に交流電界を印加し、発光現象の一種であるエレクトロルミネッセンス (EL) を発見した。その後、酸化物系透明電極が発明され、現在製造されているような無機 EL フィルムが開発された。無機 EL フィルムは厚さ 0.2mm 程度の薄い面光源で、図 1 のように曲げられるという特徴とともに、耐衝撃性や打鍵性 (キー入力操作における耐久性) にも優れている。現在、耐久性が不可欠な船舶用計器のバックライト、電車や自動車など車載用発光部品に利用されている。



図 1 EL フィルム

無機 EL は平面的製品が主であるが、家電製品や自動車部品へ応用する際には、取り付け箇所の形状に合わせて成形する必要がある。これまでに、基材にポリカーボネートフィルムなどを用いた無機 EL について、成形技術開発¹⁾が行われている。本研究では、高機能 PET フィルムを基材とした無機 EL の成形可能性を確認し、発光特性や耐久性を調査した。

2. EL フィルムの成形と評価方法

無機 EL フィルムは、縦横約 60mm の正方形、厚さ 0.18mm とし (株) セコニック電子に設計、製作を依頼し入手した。図 2 に無機 EL フィルムの断面構造を示す。EL 素子の構造については、基材である高機能 PET フィルム (帝人デュポンフィルム (株) 製、厚さ 75 μm)、その下にはポリマー系透明電極 (1 μm 以下)、有機バインダに ZnS 蛍光体粒子を分散させた発光層 (40 μm)、チタン酸バリウム (BaTiO₃) を主成分とした誘電体層 (10 μm)、背面電極 (20 μm)、絶縁層 (30 μm) の 6 層から構成される。EL フィルムに

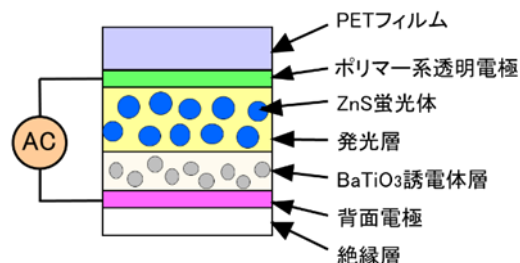


図 2 無機 EL フィルムの断面構造

周波数 50Hz から 1kHz の交流電圧を加えると、ZnS 蛍光体が発光する。発光特性については、輝度計で明るさを評価した。電気的特性は、单相電力計を用いて電流、消費電力、力率を測定した。

図 3 に、EL フィルムの張出し成形の概略図を示す。張出し成形には、円頭パンチ (肩半径 3mm、直径 20.5mm、高さ 3mm) とダイス (内径 21mm、肩半径 0.2mm) を用いた。試料を押さえ板でダイに固定し、オーブンで成形温度まで加熱後に、手押しプレス機を用いて張出し、約 1 分間加圧保持後に水冷した。

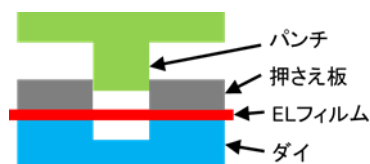


図 3 張出し成形の概略図

試験品の耐久性は、低温恒温恒湿器を用いた高温高湿点灯試験及び高温点灯試験、冷熱衝撃試験によって評価した。高温高湿点灯試験は温度 60°C、相対湿度 90% の環境下で、電源周波数 400Hz、電圧 100V で連続点灯させ、輝度や消費電力などを測定した。高温点灯試験については、試験温度 60°C (相対湿度 5% 以下) で連続点灯させた。冷熱衝撃試験は、-30°C の試験槽に試験品を 30min 曝した後、70°C に 30min 曝し、これを 1 サイクルとして連続 100 サイクル試験を行った。

3. 張出し成形品の特性評価結果

成形温度条件 80°C から 140°C で張出し成形した。その結果、図 4 に示すように、EL フィルムの張出高さは、成形温度が高いほど目標値 3mm に近づいた。しかし、130°C 以上では、張出部側面に不点灯箇所が見られるようになり、品質が低下した。成形温度を 120°C とする

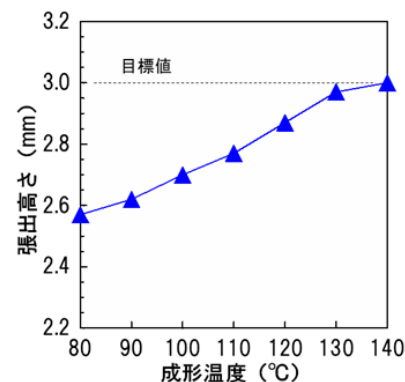


図 4 張出高さの成形温度依存性

と、張出高さ約 2.9mm で全体が均一に発光する成形品が得られることがわかった。なお、張出部の形状安定については、温度 60°C で 240 時間経過すると、3mm 張出高さが約 1mm 低くなり、平板化が見られたが、室温放置では 1 年後も高さの変化はほとんどなかった。

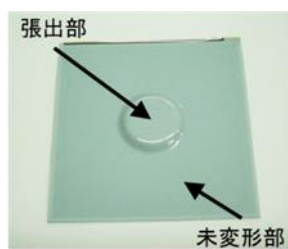


図 5 成形品外観と輝度測定箇所
成形温度：120°C
張出高さ：2.9mm

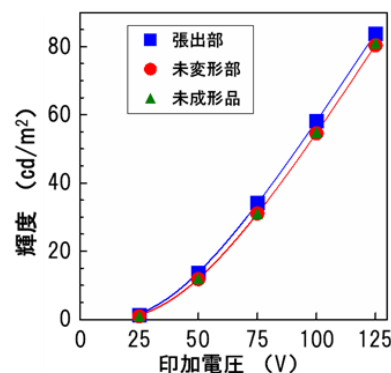


図 6 電圧-輝度特性

図 5 に、120°C で張出し成形した成形品外観と輝度測定箇所を示す。輝度測定は、張出部と未変形部の二点とした。試験品の輝度測定結果を図 6 に示す。周波数を 400Hz とし、電圧を徐々に高くすると、25V 以上で輝度は急激に上昇する。成形後の未変形部の輝度は、未成形品と一致し、加熱による特性変化は認められない。一方、成形品の未変形部と張出部を比較した結果、張出部の輝度は、未変形部よりも 5% 程度高かった。この原因としては、張出しによってフィルムが伸びると同時に発光層が薄くなり、より高電界になることによって、発光が強くなったことが考えられる。

表 1 に冷熱衝撃試験結果を示す。張出部の輝度は、試験前後で約 10% の減少が見られたが、層間剥離や不点灯などの不具合は認められず、問題がないものと判断された。なお、試験後には輝度と電力が共に低下していることから、試験前後で発光効率は変わらず、蛍光体は劣化していないと考えられる。

高温高湿点灯試験結果を図 7 に示す。成形品については、初期輝度を 1 とすると、24 時間後に 0.71、72 時間後は 0.46 にまで減少した。成形品の輝度低下特性は、未成形品と同じであることから、張出し成形による悪影響はないものと考えられる。

図 8 に高温点灯試験結果を示す。成形品と未成形品との差は認められなかった。図 7 の高温高湿点灯試験結果と比較すると、高温点灯試験の輝度低下は緩やかとなった。両者の結果の違いは、湿気による無機 EL の劣化と考えられる。

表 1 冷熱衝撃試験前後の特性変化

特性	輝度 (cd/m ²)		電流 (mA)	電力 (W)	力率
	張出部	未変形部			
試験前	58.30	55.33	4.87	0.0945	0.1938
試験後	52.63	52.63	4.70	0.0870	0.1848
増減	-9.7%	-4.9%	-3.5%	-7.9%	-4.6%

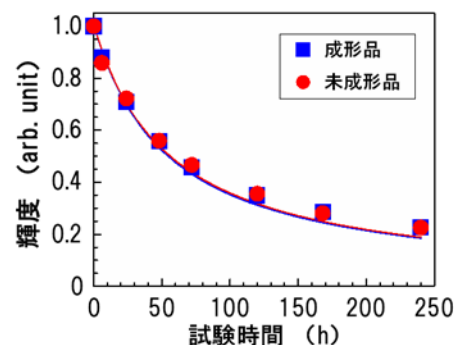


図 7 高温高湿点灯試験結果

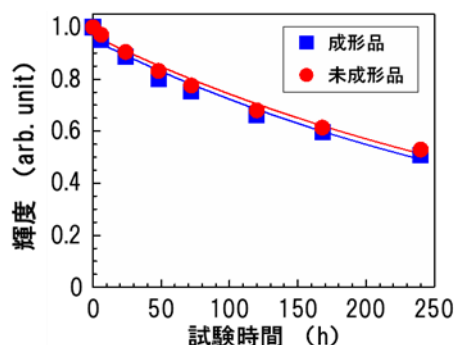


図 8 高温点灯試験結果

4. まとめ

無機 EL フィルムの成形可能性について検証実験を行った。高機能 PET フィルムを基材とした無機 EL を、高さ 3mm まで張出し成形することができた。成形品は均一に発光し、成形前後で EL フィルムの特性に変化はなく、張出しによる蛍光体や電極などへの悪影響はないことがわかった。今後は、様々な形状の EL 応用製品開発に向け、さらなる技術開発に取り組む予定である。

謝辞

供試材の設計製作にご協力いただいた (株) セコニック電子の小西光太郎氏、泉泰平氏に感謝する。本研究は、一般財団法人荒井芳男記念財団 2019 年度研究助成により行った。関係各位に謝意を表す。

参考文献

1) 芹田寿樹、山田俊一、町田輝史、飯田憲一、畑沢賢一、村田政隆、菅原智明、他：3D-EL；無機 EL シートの 3 次元一体成形による操作パネルの開発、北海道経済産業局戦略的基盤技術高度化支援事業 (2009)