

誘電体基板を用いたELの作製と発光特性の評価

菅原智明, 田谷嘉浩, 黒川仁士*, 川島真一*

Properties of EL Lamps Prepared on Dielectric-substrates

Tomoaki Sugawara, Yoshihiro Taya,
Masashi Kurokawa* and Shin-ichi Kawashima*

要 旨

ELの発光特性の解析を目的として、誘電率が異なる基板を用いてELを作製し、誘電体基板と発光層の電圧測定及び輝度測定を行った。その結果、基板の誘電率が高くなると蛍光体層の電圧が上昇し、ELの輝度が向上することが明らかとなった。

1. はじめに

エレクトロルミネッセントランプ (EL) は、薄くフレキシブル、平面発光、低消費電力などの長があり、現在は電飾看板、道路標識、計測器、自動車の装飾品などに用いられている。函館地域においては、平成4年にEL商品開発研究会が発足し、これまでに門灯、観光案内板や工事用看板などの設計及び製作を行ってきた¹⁾。研究会は協同組合を経て平成12年には株式会社の設立に至っている。当センターは、ELの評価や分析に関する技術的支援を積極的に行ってきた^{2)・6)}。

現在、ELの発光は蛍光灯やLEDに比べて弱く、より明るいELが要望されており、発光輝度が上がることでELの用途拡大や市場拡大が期待できる。しかし、発光特性など不明な点が多いため、高輝度ELの作製技術は確立していない。

本研究では、ELの発光特性を解析するために、誘電率が異なる基板を用いてELを作製し、誘電体基板と発光層の電圧測定及び輝度測定を行った。

2. 試料の作製及び測定

図1に、作製したELの構造を示す。今回の実験に用いたチタン酸バリウム製の誘電体基板は、比誘電率が22, 37, 90, 120の4種類で、厚さが約0.26 mm、サイズが13×25 mmのものを用いた。試料の作製手順を図2に示す。最初に、真空蒸着法で誘電体基板の裏側にアルミニウムを約200 nm成膜し、10×20 mmの背面電極を形成した。さらに、基板の表側には電圧測定用プローブ電極として、アルミニウムを200 nm程度真空蒸着した。プローブ電極のサイズは1×20 mmとした。次に、プローブ電極を覆うように6 mm径の蛍光体層をスクリーン印刷法で形成した。このときの蛍光体ペースト

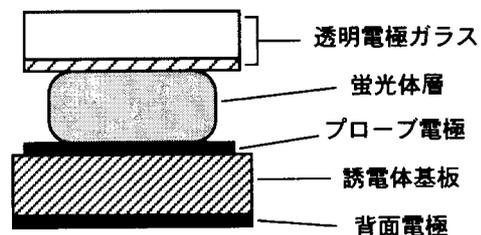


図1 作製したELの構造

* (株) エルフィン

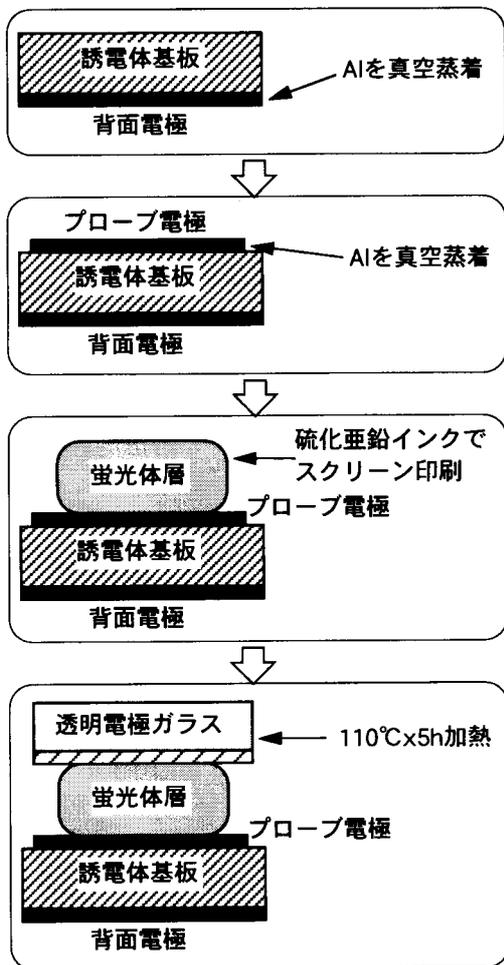


図2 ELの作製手順

は、十分に真空脱泡した合成樹脂と蛍光体粉末とを体積比1:1の割合で、ミキサーを用いて1 min程度混和して作製した。ペーストの粘度については、スクリーン印刷に適するように有機溶剤を微量添加して調整した。最後に、蛍光体層をドライヤーで乾燥させ、その上に透明電極ガラスを固定し、オーブンで110°C、5h加熱してELを作製した。

蛍光体層の厚さは測定顕微鏡（オリンパス（株）製MTM250）を用いて測定した。蛍光体層の誘電率については、LCRメーター（（株）エヌエフ回路設計ブロック製2340）を用いて容量を測定し評価した。図3に、ELの発光特性測定の概略図を示す。EL用電源として、電圧設定範囲が0~200 V、周波数45~999 Hzの交流電源装置（東京精電（株）製CVFT1-200H）を用いた。ELの電気的特性は、電力測定器（日置電機（株）製3332）を用いて印加電圧、消費電力及び電流を測定した。また、誘電体基板と蛍光体層の電圧については、差動プローブを用いてオシロスコープで波形観測を行い算出した。ELの発光輝度と色度については、輝度計（ミ

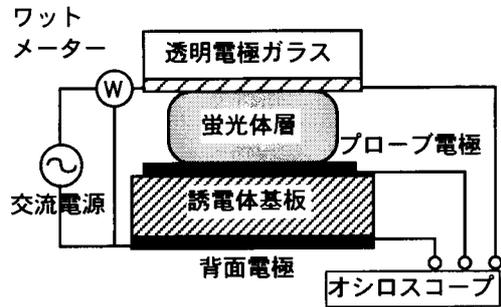


図3 発光特性の測定概略図

ノルタ（株）製CS-100）で測定した。

3. 実験結果

測定顕微鏡によって試料の蛍光体層の厚さは、63~75 μm と測定された。また、LCRメーターによる容量測定から、蛍光体層の比誘電率は約32と算出された。

図4 (a) ~ (d) に、誘電率が異なる4種類の基板を用いて作製したELの発光特性を示す。なお、印加電圧周波数は400 Hz一定である。ELの輝度については、印加電圧を高くしていくと100 V前後から発光が見られ、さらに電圧を上げると輝度は指数関数的に強くなる。誘電率が高いほど発光開始電圧は低く、発光輝度は高い。この理由として、ELの等価回路を二つのコンデンサの直列接続と考えると、誘電体基板の誘電率が高いほど基板の電圧が小さく、蛍光体層の電圧が高くなった結果、輝度が向上したと考えられる。一方、色度については輝度が低いときにはxとyはともに0.3程度を示すが、輝度が1 cd/m^2 よりも高くなるとxが0.2, yは0.4に近付き、発光色は黄緑から緑へと変化した。本実験では発光色が緑の蛍光体を用いたが、輝度が低い場合は、発光していない蛍光体によって発光スペクトルの青成分が吸収された結果、ELの色度が黄色に若干シフトしたと考えられる。ELの発光特性については、印加電圧周波数50 Hzと800 Hzでも測定したが、同じ傾向が見られた。

次に、蛍光体層電圧と誘電体基板電圧を測定した。代表的な電圧波形を図5に示す。蛍光体層電圧は誘電体基板電圧よりも僅かに進んでいるが、この原因は蛍光体層の誘電損角 δ が基板に比べて大きいためと考えられる。電圧波形から求めた電圧と印加電圧との関係を図6 (a) ~ (d) に示す。この図から、蛍光体層も誘電体基板の電圧も印加電圧に比例して高くなることが分かる。比誘電率

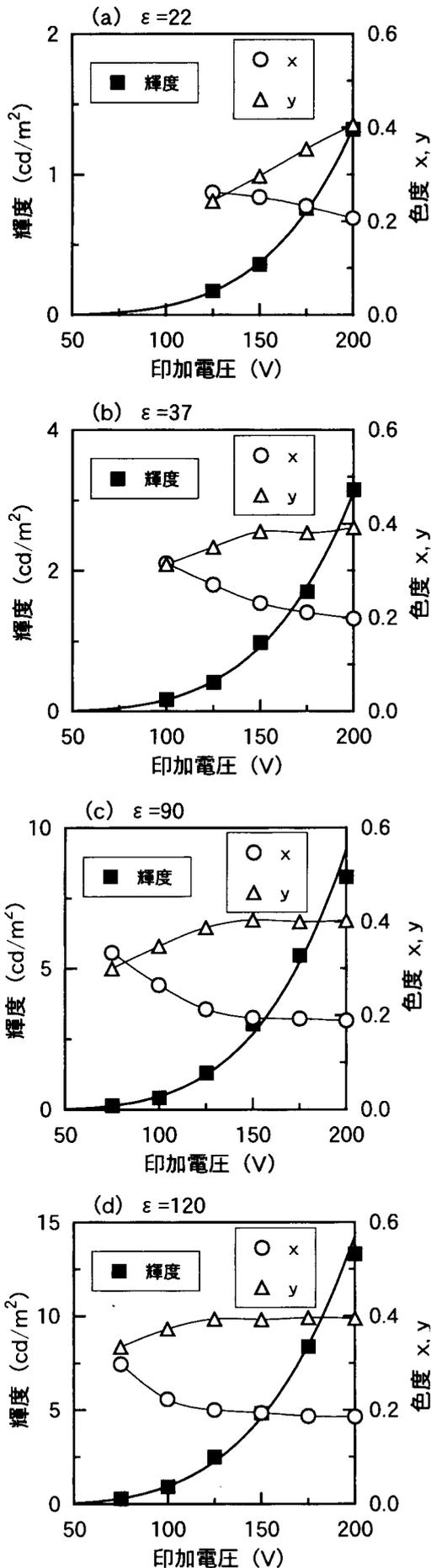


図4 発光特性

が22のときは、印加電圧を200 Vとしても蛍光体層には80 V程度しか加わっていないが、誘電率を上げると蛍光体層の電圧は高くなり、比誘電率が120では110 V以上と測定された。蛍光体層及び基板の誘電率と厚さを考えると、比誘電率が22の試料の蛍光体層電圧はかなり低いことが予想されたが、実験結果はあまり低くならなかった。この原因としては、蛍光体層内が平等電界でないことが考えられるが、解明には至っておらず、今後の課題である。

図7に蛍光体層電圧及び輝度の誘電率依存性を示す。この図から、誘電率が大きいほど蛍光体層の電圧は大きく、輝度も高いことが分かる。印加電圧周波数50 Hzと800 Hzの場合でも同じ傾向を示すことから、誘電体基板の誘電率を高くすると、蛍光体層の電圧上昇によって蛍光体内部の電界が強くなり、ELの輝度が上がるものと考えられる。

4. まとめ

本研究では、ELの発光特性の解析を目的に、誘電率が異なる基板を用いてELを作製し、誘電体基板と発光層の電圧測定及び輝度測定を行った。その結果、基板の誘電率が高くなると蛍光体層の電圧が上昇し、輝度が向上することが明らかとなった。今後、輝度をさらに上げるためには、誘電率の向上だけではなく、基板を薄くすることも不可欠と考えられる。現在のところ高誘電体薄膜の作製は難しいとされているが、当センターでは薄膜作製プロセス技術の開発を行い、ELの発光特性をさらに向上させたいと考えている。

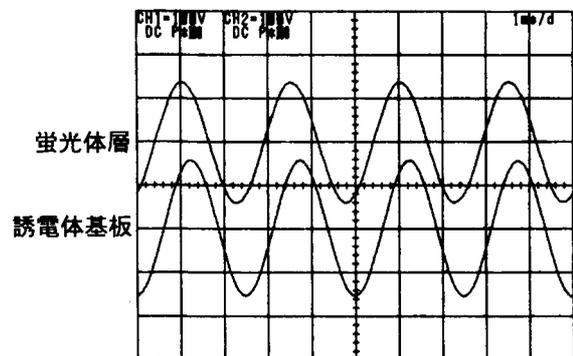


図5 蛍光体層及び誘電体基板の電圧波形

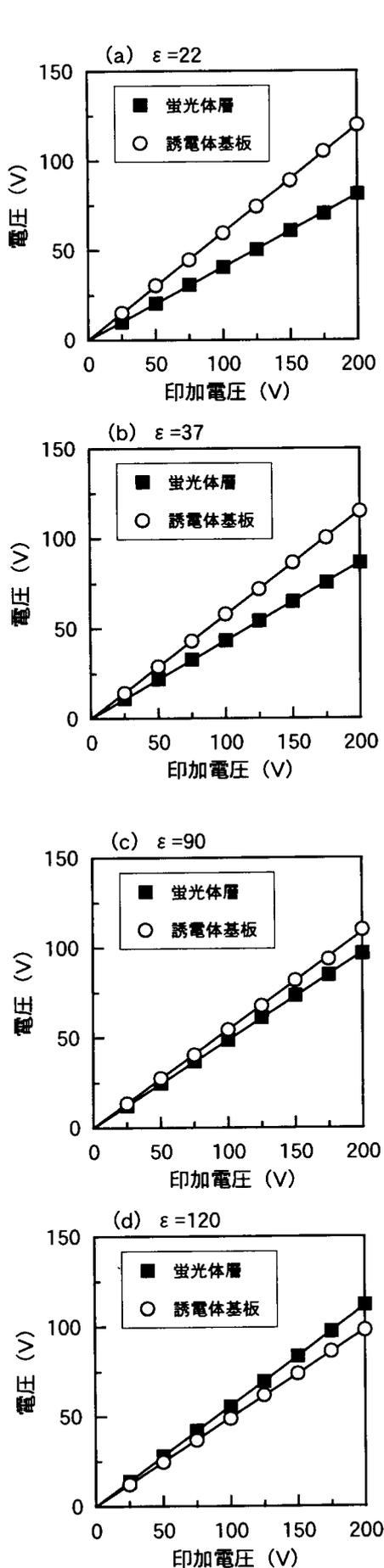


図6 電圧測定結果

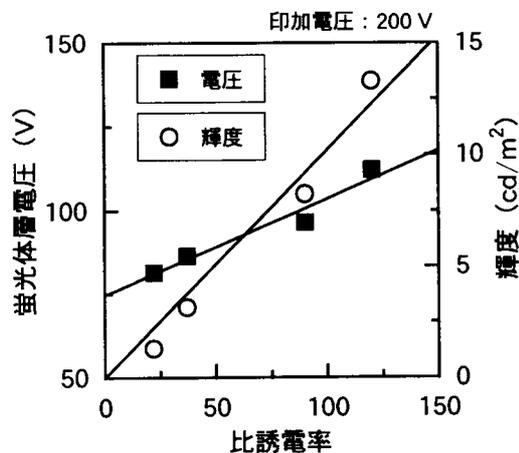


図7 蛍光体層電圧および輝度の誘電率依存性

参考文献

- 1) 菅原智明, 加賀 壽, 小林孝紀, EL商品開発研究会: 北海道立工業技術センター研究報告, No. 4 (1996), p. 31~35
- 2) 菅原智明, 山田俊一, 下野 功: 北海道立工業技術センター研究報告, No. 4 (1996), p. 36~39
- 3) 菅原智明, 山田俊一, 下野 功: 電気学会論文誌, Vol. 118-A, No. 7/8 (1998), p. 812~818
- 4) 菅原智明, 山田俊一, 下野 功: 北海道立工業技術センター研究報告, No. 5 (1998), p. 30~34
- 5) 菅原智明, 小林孝紀, 加賀 壽, 川島真一, 黒川仁士: 北海道立工業技術センター研究報告, No. 6 (2000), p. 42~44
- 6) 菅原智明, 下野 功, 田谷嘉浩, 辻野二郎, 本間工土, 阿部芳彦, 高橋浩一, 黒川仁士, 川島真一: 北海道立工業技術センター研究報告, No. 7 (2002), p. 37~41