

塗布で作る新しい有機EL照明

Next-Generation OLED Lighting Fabricated by Solution Process

大岡 青日 真常 泰 榎本 信太郎

■ OHKA Haruhi ■ SHINJO Yasushi ■ ENOMOTO Shintaro

有機EL (Electroluminescence) 照明は、それ自体が面で発光するデバイスであり、広範囲を均一に照らす次世代照明技術として注目されている。現在主流の蒸着型有機ELは、発光特性に優れるが、装置導入コストや製造コストが課題になっている。塗布型有機ELは、照明器具に適用可能な大面積の面発光デバイスを、材料使用効率が高く、簡易なプロセスで製造できる技術として期待されている。

今回、ストライプ状補助配線の導入とメニスカス印刷法の適用によって、塗布型としては最大級になる52×58 mmの発光面積を持つ白色有機ELパネルを試作した。試作パネルは、10,000 cd/m²という蛍光灯並みの高輝度発光を示し、塗布型有機EL技術による大面積照明の実現可能性を実証できた。

The organic light-emitting diode (OLED) is a surface-emitting device that is now attracting attention due to its potential as a next-generation lighting technology for uniform illumination of large areas. Although mainstream vacuum-processed OLEDs have high emission performance, introduction of the manufacturing equipment and fabrication are costly. Solution-processed OLEDs are therefore a focus of expectations for large-area surface-emitting lighting due to their high efficiency of material usage and simple fabrication process.

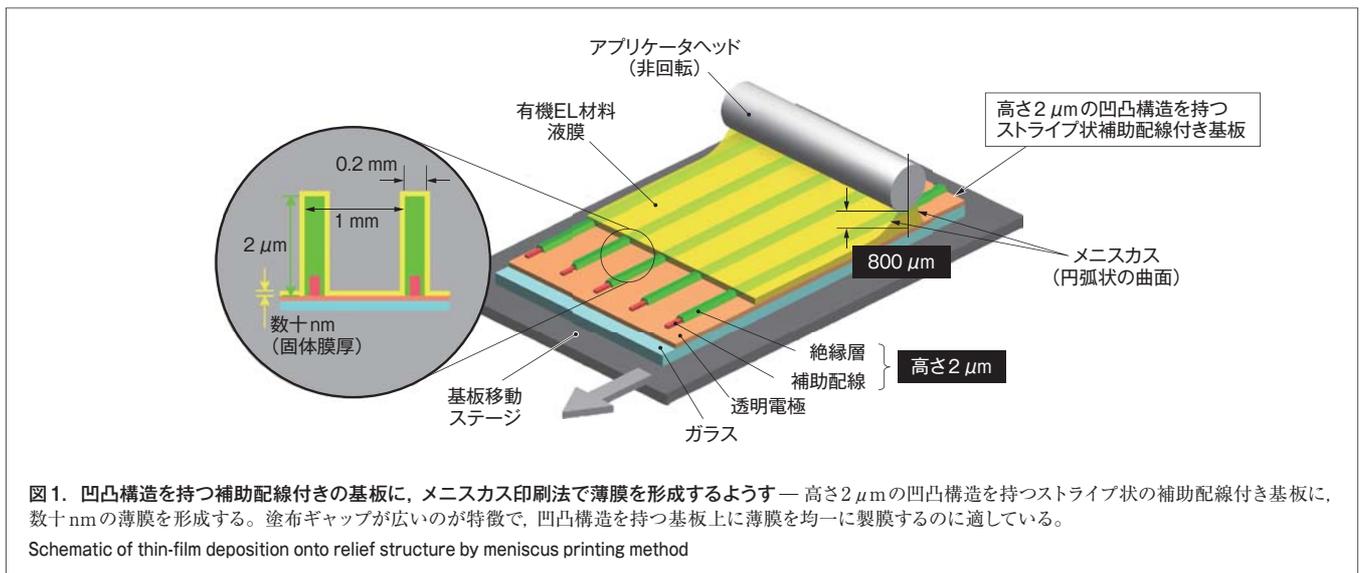
A high-brightness large-area white OLED panel consisting of polymer layers was demonstrated featuring a substrate with 2 μm-high stripe-shaped auxiliary electrodes and application of the meniscus printing method. Experiments on the prototype OLED panel with a large emitting area of 58 x 52 mm confirmed that it achieves a high luminance of 10,000 cd/m² and good luminance uniformity.

1 まえがき

有機EL (Electroluminescence) は、2枚の電極に挟んだ有機材料薄膜に電流を流すことで発光し、電極の少なくとも1枚を透明体にすることで面発光デバイスとして用いることができる。有機薄膜自体があらゆる方向に均一に光を放つ面光源で

あることが特徴で、光拡散板を付け加えなくても広範囲を均一に照らせる照明器具として応用が期待できる。

デバイスの作製方法で大別すると、真空装置を用いる蒸着型と、塗布装置を用いる塗布型の2種類がある^{(1), (2)}。蒸着型では、102 lm/Wという蛍光灯相当の発光効率が実現⁽³⁾されているが、装置導入コストや製造コストが課題になっている。一方、



塗布型は、照明器具に適用可能な大面積デバイスを高い材料使用効率で製造できる技術として期待されている。しかし、大面積のデバイスでは、透明電極の電位降下が問題になるため、これを低減できる補助配線が必要になる。また、塗布型でこれを実現するには、補助配線付きの基板上に有機薄膜を高精度に製膜する塗布技術の開発も必要である。

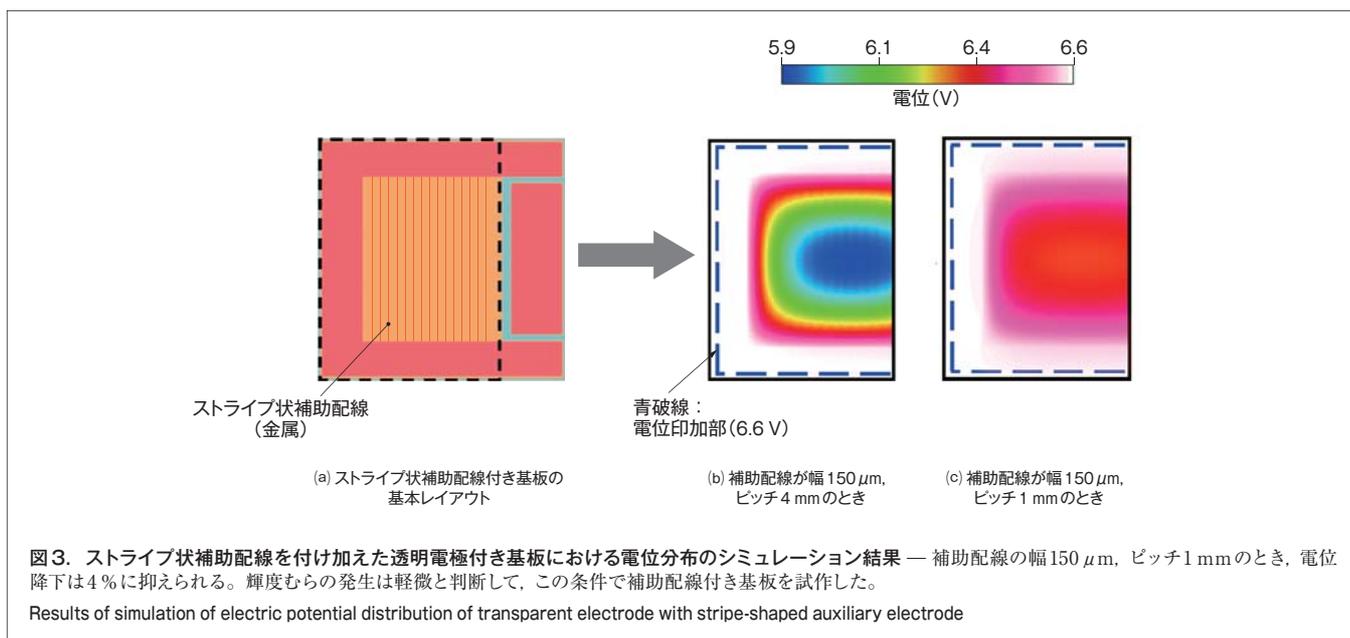
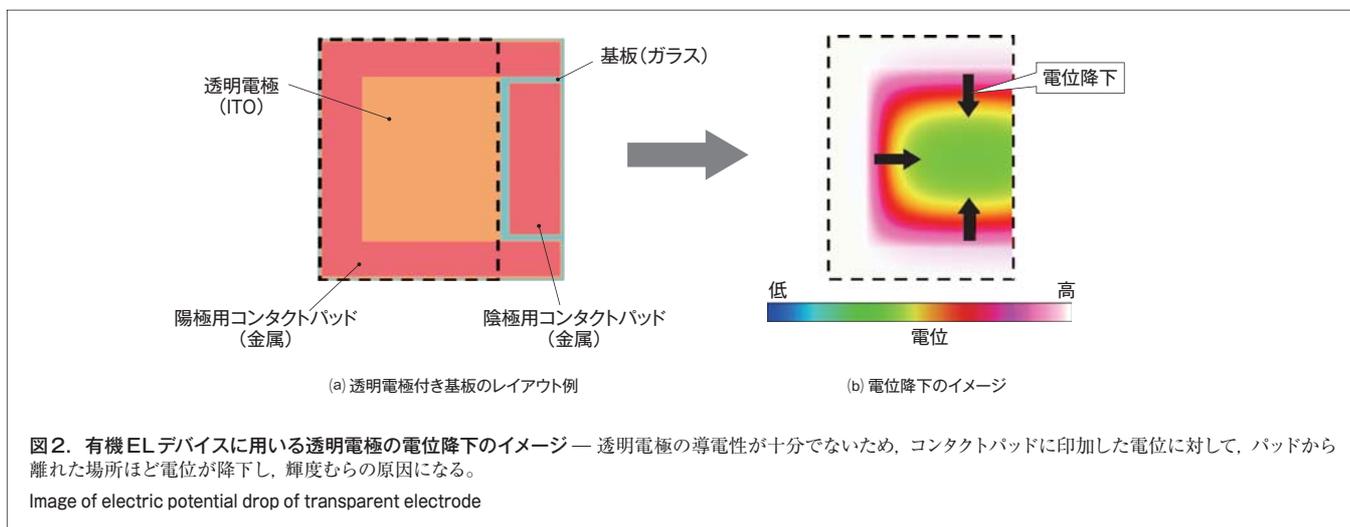
そこでこれらの課題を解決するため、透明電極付きの基板にストライプ状の補助配線を導入した。また、メナスカス印刷法⁽⁴⁾を採用し、凹凸構造を持つ補助配線付きの基板上に有機材料薄膜を高精度に形成する技術を開発した(図1)。今回、これらの技術を投入して塗布型有機ELデバイスを試作し、大面積の照明を実現できる可能性を実証できた。

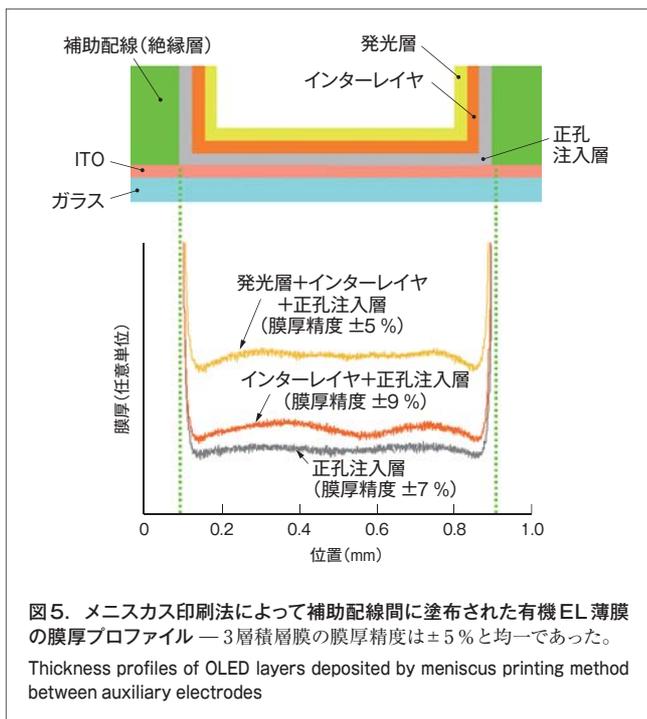
ここでは、投入した技術の概要と、試作した有機ELパネルの評価結果について述べる。

2 大面積発光を実現するための基板設計

大面積で均一な発光を得るうえで重要になる課題の一つに、有機ELデバイスに用いる透明電極の電位降下が挙げられる。そのイメージを図2に示す。これは、ITO (Indium Tin Oxide) に代表される透明電極の周囲に、金属から成るコンタクトパッドを設けた場合である。透明電極の導電性が十分でないため、コンタクトパッドに印加した電位に対して、パッドから離れた場所ほど電位が低下する。その結果、大面積になるほど輝度の均一性が低下する。この問題の改善法の一つとして、ITOより導電性の高い金属などの材料から成る補助配線を付加することで、ITOの見かけの導電性を上げて電位降下を低減する方法がある⁽⁵⁾。

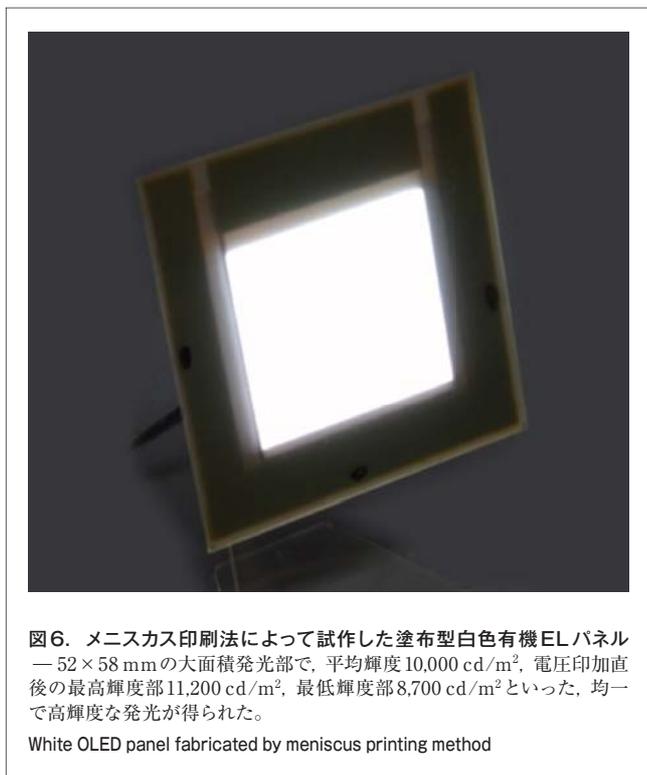
今回、ストライプ状の補助配線(図3(a))を用い、電位降下





メニスカス印刷法によって補助配線間に塗布された正孔注入層、インターレイヤ、及び発光層の膜厚プロファイルを図5に示す。3層積層膜の膜厚精度は±5%と均一であった。

高分子層をこのように形成した後、電子注入層とアルミニウム (Al) 陰極を蒸着し、ガラス封止した後に光取出しフィルムを貼り付けてパネルを完成させた。



試作パネルの写真を図6に示す。52×58 mmの発光部全面で白色発光が確認された。平均輝度は10,000 cd/m²、電圧印加直後の最高輝度部と最低輝度部はそれぞれ11,200 cd/m²及び8,700 cd/m²であり、均一で高輝度な発光が得られた。

5 あとがき

ストライプ状補助配線の導入とメニスカス印刷法の適用によって白色有機ELパネルを試作し、52×58 mmという大面積で、10,000 cd/m²という蛍光灯並みの高輝度を得た。これによって、塗布型有機EL技術による大面積照明の実現可能性を実証できた。

今後実用化を進めるには、均一で高輝度な発光を安定して連続的に得るため、電圧印加時に発生する熱を効率的に排出する放熱設計が重要になる。これに加え、光取出し効率の向上をはじめ、材料や素子構造の開発による発光効率の向上を進め、塗布で作る新しい有機EL照明の実現を目指す。

文献

- (1) 大西敏博, ほか. 高分子EL材料 — 光る高分子の開発 —. 東京, 共立出版, 2004, 118p.
- (2) So, F., et al. Recent progress in solution processable organic light emitting devices. *Journal of Applied Physics*. 102, 9, 2007, p.091101 - 1 - 21.
- (3) Brown, J., et al. "102 lm/W White Phosphorescent OLED". *Proceeding of The 15th International Display Workshops (IDW'08)*. Niigata, Japan, 2008-12, The Institute of Image Information and Television Engineers and The Society for Information Display. 2008, p.143 - 144.
- (4) Han, M., et al. "Horizontal Dipping Method for Simple Fabricating OLEDs". *Proceeding of The 15th International Display Workshops (IDW'08)*. Niigata, Japan, 2008-12, The Institute of Image Information and Television Engineers and The Society for Information Display. 2008, p.1037 - 1040.
- (5) Amelung, J. "Large-area organic light-emitting diode technology". *SPIE Newsroom*. <<http://spie.org/documents/Newsroom/Imported/1104/1104-2008-04-09.pdf>>, (accessed 2010-10-18).



大岡 青日 OHKA Haruhi

研究開発センター 表示基盤技術ラボラトリー。
有機光デバイスの研究・開発に従事。
Electronic Imaging Lab.



真常 泰 SHINJO Yasushi

研究開発センター 表示基盤技術ラボラトリー主任研究員。
有機EL発光デバイスの研究・開発に従事。
Electronic Imaging Lab.



榎本 信太郎 ENOMOTO Shintaro

研究開発センター 表示基盤技術ラボラトリー主任研究員。
有機デバイス関連の研究・開発に従事。日本化学会会員。
Electronic Imaging Lab.