

有機 EL 照明用高屈折率ガラス基板

柳瀬 智基 三和 晋吉

日本電気硝子株式会社 材料技術部

E-mail:†tyanase@neg.co.jp

アブストラクト 有機 EL 照明用のガラス基板として高屈折率ガラスを使用することにより、有機層内に閉じ込められる光がより多く外部に取り出され、デバイスを高効率化できることが知られている。このような高屈折率ガラスは、薄肉、大型の基板に成形することが非常に困難であるため、実用化されていない。今回、量産可能な有機 EL 照明用高屈折率ガラス基板を開発したので、その特徴、および従来ガラス基板との違いについて解説する。

< 緒言 >

有機 EL 照明用パネルの量産が行われているが、他光源の LED や蛍光灯に比べて発光効率が低い。有機 EL 照明をより普及させるためには、この改善が重要である。有機 EL 照明の発光効率が低い主要因は、有機 EL を構成している各層の屈折率が異なる点に起因する。各層の屈折率が異なるため、有機層で発光した光が各層間で反射するうちに吸収され、結果として外部に取り出されない。一般的な有機 EL 素子では、光がガラス基板、有機材料、電極内に閉じ込められ、発光した光の約 20%しか空気中に取り出すことができない。

ガラス基板 / 空気界面で反射する光は、光取り出しフィルムをガラス基板に貼り付け空気中に取り出す方法が一般的に用いられる。

一方、ITO / ガラス基板界面で反射する光は、ITO や有機層と同等の屈折率を持つ“高屈折率ガラス基板”を用いることで、取り出すことが可能であるが、従来の高屈折率ガラス基板には以下の問題があった。

薄肉のガラス基板形状への成形が困難で、量産性がない。

ガラス基板の面積化が困難である。

耐薬品性が低いので、フォトリソプロセスによるパターニングができない。

これらの問題を克服するために、我々は薄肉の板ガラスに成形可能な有機 EL 照明用高屈折率ガラス基板を開発した。今回、開発した高屈折率ガラスの特性とそのガラス基板を用いて作製した有機 EL 素子の発光効率測定結果について報告する。

< ガラス材質 >

新しく開発したガラス基板（以下、“新ガラス基板”）の特性を Table 1 に示す。比較として、有機 EL 用基板として利用されている他のガラス材料の特性も示した。[従来のレンズ用高屈折率ガラス（屈折率 1.8）および弊社液晶ディスプレイ用ガラス基板 OA-10G（屈折

率 1.52)]。今回開発したガラスの屈折率は 1.64 であり、レンズ用高屈折率ガラスには及ばないが、一般的なガラス基板に比べると高い屈折率を持つ。

Table 1. Comparison in properties of glass substrate for OLED lighting.

	Newly developed glass	Conventional high refractive index glass	LCD glass OA-10G
nd	1.64	>1.8	1.52
Productivity		×	
Density [g/cm ³]	3.43	>3.5	2.46
CTE [$\times 10^{-7}/$]	72	-	38

< 成形性 >

レンズなどに用いられる一般的な高屈折率ガラスはガラス製造における溶解、成形工程においてガラス中に結晶質の異物が生じやすいため、基板ガラスに直接成形することが困難である。そのため、高屈折率ガラスのガラス基板を作る際には、まずガラスブロックを成型し、そこから 1 枚ずつ切出、研磨して作られるため、量産性が低い。また成型するガラスブロックのサイズには限界があるので、ガラス基板の面積化は非常に困難である。

今回開発した“新ガラス基板”は、上記の問題を改善しており、直接板ガラス成形可能な材質である。そのため、量産性が高く、将来のガラス基板の面積化にも対応可能である。

<耐薬品性>

フォトリソグラフィ工程で使用される ITO エッチング液（酸系溶液 50 15 分）、フォトレジスト現像液（酸系溶液 25 15 分）、フォトレジスト剥離液（アルカリ系溶液 25 15 分）に“新ガラス基板”、レンズ用高屈折率ガラス、OA-10G を浸漬し、目視で白濁していないか調査した。目視観察の結果を Table 2 に示す。レンズ用高屈折率ガラスは、ITO エッチング液に浸漬した場合白濁が生じた。“新ガラス基板”は、ITO エッチング液、現像液、剥離液いずれの薬液に浸漬しても変化が認められず、フォトリソプロセスを使用することができ、高精細なパターンングが可能である。

<透過率>

今回開発したガラスの透過率曲線を Figure 1 に示す。従来の高屈折率ガラスは透過率が低いため、発光効率が低くなる。一方、“新ガラス基板”は可視紫外域での透過率が高いので、発光効率が向上することが期待できる。

Table 2. Comparison in chemical durability of glass substrate for OLED lighting.

	Newly developed glass	High refractive index glass	LCD glass OA-10G
ITO etchant 50 -15min		×	
Stripper 25 15min			
Developer 25 15min			

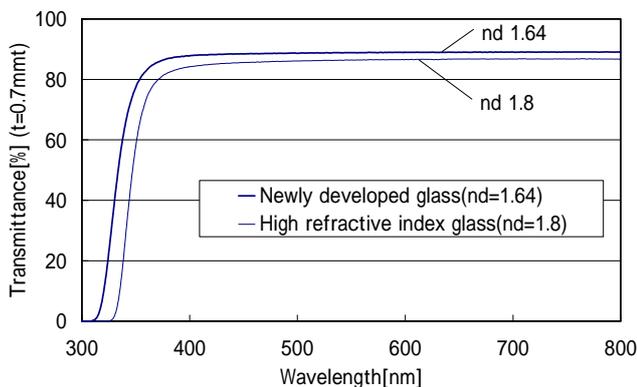


Figure 1. Transmittance curves of high refractive glass for OLED lighting.

<有機 EL 素子評価>

OA-10G(屈折率 1.52)と“新ガラス基板”(屈折率 1.64)のガラス基板を用いて、素子構造が以下のような緑色有機 EL 素子を作製し、ガラス基板による外部量子効率の差を評価した。

ガラス基板 / ITO(120nm) / PEDOT:PSS(40nm) / NPB(30nm) / Alq3(60nm) / Al

ガラス基板と屈折率が整合した半球レンズを用いて、ガラス基板 / 空気界面の反射の影響を除いた。また、電流による効率のバラつきを抑えるため、10mA/cm²の外部量子効率を比較した。輝度と外部量子効率の結果を Table 3 に示す。OA-10G (nd=1.52)を用いた素子の外部量子効率は 1.62%であり、“新ガラス基板”(nd=1.64)を用いた素子の外部量子効率は 1.80%であった。したがって、屈折率 1.52 ガラス基板を屈折率 1.64 ガラス基板に置き換えることで、1.11 倍 (= 1.80% / 1.62%) の効率になっていることが確認できた。

Table 3. Luminance and external quantum efficiency of OLED device using a hemisphere lens.

Glass substrate	Luminance [cd/m ²]	External quantum efficiency [%]
	60mA/cm ²	10mA/cm ²
OA-10G (nd=1.52)	3300	1.62
Newly developed glass (nd=1.64)	4100	1.80

<まとめ>

有機 EL 照明用として量産可能な屈折率 1.64 ガラス基板を開発した。このガラスは高屈折率ガラス硝材の問題点である量産性、大面積化、耐薬品性を改善している。一般的な板ガラスを開発した高屈折率ガラスに置き換えることで有機 EL 素子の効率を向上できる。

<参考文献>

[1] A.Mikami et al., SID '12 Digest 51.1, pp.683, 2012.