

mini/ μ -LEDディスプレイ向けレジストインキ

Resist Ink for Mini/ μ -LED Display

今野高志*
Takashi KONNO

抄 録

mini/ μ -LED を用いた表示パネルの開発は近年活発であり、パブリックインフォメーションディスプレイを例に製品化が進められている。LED パネルは明るく色彩が鮮やかであるため、液晶ディスプレイパネルのバックライトやそのものを表示装置として用いられるが、前者には反射壁、後者には色変換層用隔壁、遮光壁が必須であり、これらを形成するフォトレジストを日鉄ケミカル&マテリアル(株)光学・ディスプレイ材料センターで開発している。本報では開発品の検討経緯とラインナップについて紹介する。

Abstract

The development of display panels using mini/ μ -LEDs has been active in recent years, and commercialization is progressing with public information displays as an example. LED panels are bright and colorful, so they are used as backlights for LCD panels or as display devices themselves. Reflective walls are essential for the former, and partition walls for color conversion layers and light-shielding walls are essential for the latter, and we develop the photoresists for forming these at Optical & Display Materials Center. This report introduces the background to the development of the products and the lineup.

1. 緒 言

LED は青色が上市されたことで色の3原色である赤・緑・青の3色が揃ったため、mini/ μ -LEDとして近年ディスプレイ分野への応用展開が加速している。LEDは強い発光と高い色純度、無機物質から成るため安定で変質し難い特徴から、画面はより明るく、色鮮やかで、かつ長寿命になることが期待される。そのため、太陽光や室内灯が差し込みさらに高温・高湿といった環境下に曝される車載パネルやインフォメーションパネル、TVパネル用途への適用が精力的に進められている。

LED発光は面発光のため光の進行には方向が無く、剥き出しのままでは隣り合う画素とのLED光と混色してしまうため、囲って閉じ込める隔壁が必要である。

この閉じ込み効果を得る隔壁に求められる性能としては、光を決まった方向へ反射させること、または光を吸収して遮光させることにあり、前者は白色系、後者は黒色系に着色されたものが最適とされ用いられている。

隔壁はLEDと同じまたはより高くなければならない。LEDには種々サイズがあるが、下地電極にマウントされた

状態で、上方から観た際に長方形の短辺が $30\mu\text{m}$ 以上となるものをmini-LED、それ以下を μ -LEDと区別している。その高さは概ねmini-, μ -に関わらず $7\mu\text{m}$ 以上であることから、隔壁の高さは $7\mu\text{m}$ 以上が必要となる。また、最近においては高画質化を狙った表示パネルの開発が主な対象となっていることから、 μ -LEDを用いた検討が主流となっている。

μ -LEDのサイズ感に合わせた壁を形成する方法としては、スクリーン印刷法、インクジェット印刷法、フォトリソグラフィ法が適切であり、高画質を必要とするディスプレイ用途においては、数 μm オーダーの高い寸法精度を得ることの出来るフォトリソグラフィ法が最適であると考ええる。

日鉄ケミカル&マテリアル(株)はフォトリソグラフィ用レジストを長年にわたり開発してきており、液晶ディスプレイに搭載されるカラーフィルター向けブラックマトリックス用レジストにおいては、高いパターン形状制御技術や寸法精度維持、調色能を有するレジストを見出し、市場投入してきたことで、高性能表示パネルの発展に貢献してきた。そこで、ブラックマトリックス用レジスト開発で

* 日鉄ケミカル&マテリアル(株) 光学・ディスプレイ材料センター 主任研究員 博士(工学) 千葉県木更津市新港 15-7 〒292-0836

培った技術，知見を基に黒色および白色系隔壁レジストの開発を開始した。

2. 本 論

現在主な開発対象とされている μ -LED パネル・ディスプレイには，主に3つの方式がある。白色反射壁が搭載されたバックライト (図1)，黒色遮光壁が搭載された3原色表示ディスプレイ (図2)，白色隔壁に搭載され量子ドット (Quantum dot) により青色 LED の光を赤や緑色へ色変換することで3原色を作り出す QD 色変換層適用表示ディスプレイ (図3) であり，それぞれに白・黒に着色されたレジストが用いられている。

また，前述した様に想定される隔壁の高さ (膜厚) は，実装される μ -LED の高さが $7\mu\text{m}$ 以上であるため，最低限

$7\mu\text{m}$ 以上となる。これは，日鉄ケミカル&マテリアルが開発したブラックマトリクス用レジストの標準的な膜厚 ($1\mu\text{m}$) の7倍以上である (図4)。

これに加えて顧客ニーズにより，断面から見た際，台形 (Forward)，垂直 (Vertical)，逆台形 (Reverse) と目的とする光学特性を発現する様に形状を賦形させつつ，遮光性を濃く・薄く，かつ色味を黒色・灰色・白色と調整する必要がある。

これらを実現するため，レジスト開発で培ってきた配合設計技術を駆使し，レジスト材を構成する着色材，アルカリ可溶性樹脂，光重合性モノマー，光重合開始剤の種類，それらの配合量を調整するといったカスタマイズを繰り返した結果，プロトタイプ処方を見出すに至った (表1)。

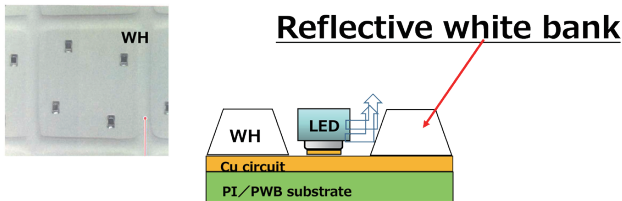


図1 μ -LED バックライトパネルの構造例
Example of the structure of a μ -LED backlight panel

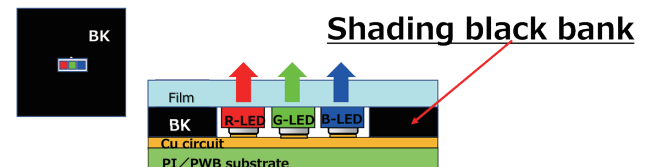


図2 3原色 μ -LED ディスプレイ構造例
Example of three-primary-color μ -LED display structure

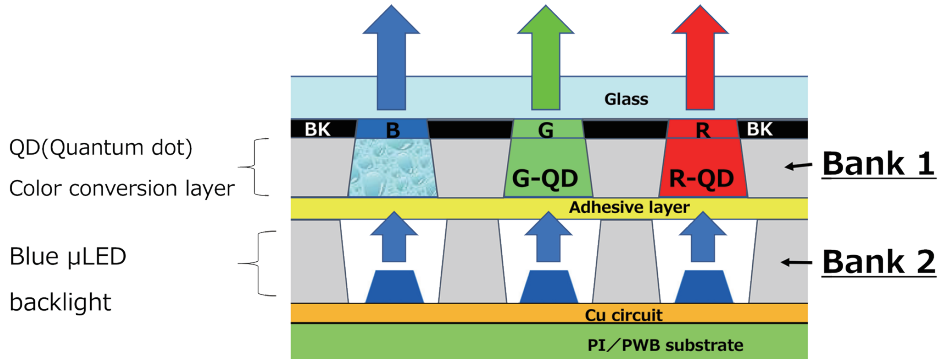
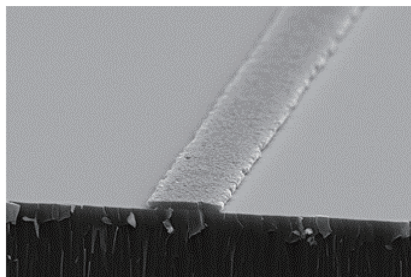
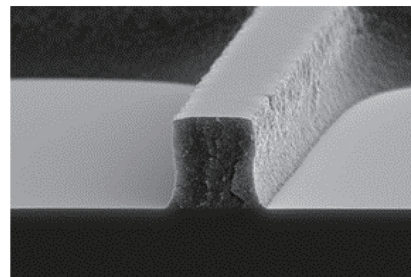


図3 QD 色変換 μ -LED ディスプレイ構造例
Example of QD color conversion type μ -LED display structure



Black matrix (Line pattern)

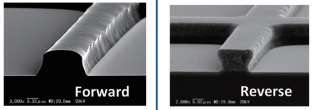


White bank (Ladder pattern)

Thickness $1\mu\text{m}$, Line width $6\mu\text{m}$ Thickness $15\mu\text{m}$, Line width $10\mu\text{m}$

図4 ブラックマトリクスと白色隔壁との差
Difference between black matrix and white bank

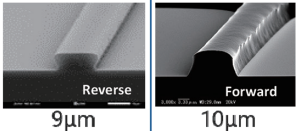
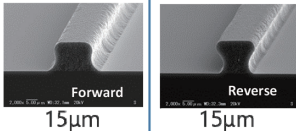
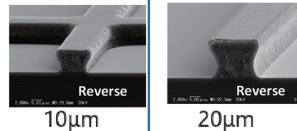
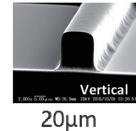
表1 プロトタイプ隔壁の特性
Characteristics of the prototype bank

Bank resist color	Black	White
Thickness [μ m]	10	
Transmittance [%] (at 450 nm)	0.005	23
OD/ μ m range	3.6	0.04
Reflectance [%] (at 450 nm)	15	80
Post bake temp. [$^{\circ}$ C]	230	
Pattern shape		

3. 結 言

LED ディスプレイは、車載・サイネージ・TV用途への適用検討が始まったばかりで開発途上であり、市場形成はこれからであるが、高画質化・高精細化の潜在能力は高く、適用範囲の拡大が期待される。近年発表されたコンセプトに、フレキシブルタイプの3原色 mini-LED ディスプレイやタイリングタイプの3原色 μ -LED ディスプレイなどがあり、各種ディスプレイに応じて求められる遮光壁や隔壁は様々であることから、幅広い顧客ニーズに応えるべくレジストのラインナップ拡充を図っている(表2)。今後もラインナップ拡充を継続しLEDディスプレイの発展に貢献していく。

表2 各種隔壁レジストのラインナップ
Lineup of various bank resist

Bank resist color	Black		Gray		White		Transparent
	Thickness range [μ m]	1-15	←	1-15	←	1-50	
Transmittance [%] (10 μ m, at 450 nm)	<0.1	←	<10	←	<20	←	90<
OD/ μ m range	0.2-1.0	1.5-3.6	0.08-0.20	←	0.03-0.10	←	-
Reflectance [%] (10 μ m, at 450 nm)	<10	5-15	40<	←	70<	←	7<
Post bake temp. [$^{\circ}$ C]	<230	230	230	<150	230	<150	150-230
Pattern shape (Pattern thickness)							

• OD (Optical density) indicates optical density, and if the value is large, it indicates that the degree of shading is high.



今野高志 Takashi KONNO
日鉄ケミカル&マテリアル(株)
光学・ディスプレイ材料センター
主任研究員 博士(工学)
千葉県木更津市新港15-7 〒292-0836