

技術報告

液晶ディスプレイ向け低反射ブラックレジストインキ

Low Reflective Black Resist Ink for LCD Display

前田 裕 二*
Yuji MAEDA

須田 充
Mitsuru SUDA

小野 悠 樹
Yuki ONO

新名 将 司
Masashi NINA

抄 録

車の室内には太陽の強い光が直接・間接に差し込むため、車載の液晶ディスプレイに光が映り込むと表示内容の視認性が低下してしまうことがある。そこで、液晶ディスプレイのカラーフィルターに使用するブラックレジストインキに低屈折フィラーを添加し、低反射のブラックレジストインキを作製した。本低反射ブラックレジストインキは、特別な工程の必要はなく従来品と同様に使用するだけで、効果的にガラス面側の反射率を低減させ、外光による映り込みを抑制し視認性が向上することが確認された。本技術により、低反射なカラーフィルターを得るためにはブラックレジストインキへの低屈折フィラーの添加が有効であり、低屈折フィラーは液晶ディスプレイの反射率を制御する重要なキーアイテムとなることが判った。

Abstract

Strong sunlight shines directly and indirectly into the interior of a car, and if the light is reflected on the in-car LCD display, the visibility of the displayed content can be reduced. Therefore, we added a low refractive index filler to the black resist ink used in the color filters of liquid crystal displays to create a low reflective black resist ink. This low-reflection black resist ink does not require any special process. It can be used in the same way as conventional products to effectively reduce the reflectance on the glass surface, suppressing glare caused by external light and improving visibility. This technology has demonstrated that adding low refractive index fillers to black resist inks is effective in obtaining low reflective color filters, and that low refractive index fillers are an important key item for controlling the reflectance of LCD displays.

1. 緒 言

液晶ディスプレイは、バックライトの白色光がカラーフィルターを透過することでカラー映像を表示している。カラーフィルターは、ガラスの基板上にブラックレジストインキを用いて格子状にブラックマトリックス (BM) を形成し、色の3原色である赤 (R)、緑 (G)、青 (B) が1画素となるように配置されている。BMの重要な役割としては、RGB各画素の混色防止並びに画素間のバックライトを遮光することで、コントラストを高くしている。

カーナビゲーションシステムに代表される車載液晶ディスプレイが普及した今日、ディスプレイ部とベゼル部の境界をなくし一体となった、デザイン性に優れた CID (Center Information Display) の要求が高まっている。一般に大面積な CID は、ウィンドウガラスより差し込む太陽光や室内灯

の映り込みが発生し易く視認性が低下するため、低反射特性が求められている。また、室内で使用する TV も大型化が進み、窓ガラスからの太陽光の差し込みや室内灯の影響により視認性が低下し易くなっており、低反射特性が求められている。

日鉄ケミカル&マテリアル(株)の代表的な高抵抗用ブラックレジストインキは、遮光度を表す単位 OD [μm]^{*1} が3.6の際に反射率は6.0%程度となる。屈折率の高いカーボンブラック (CB) の添加量を減らすことで低反射率化が可能となるが、同時に遮光度が低下するため実用的ではない(図1)。ディスプレイの視認性を向上するため、遮光度を下げることなく低反射特性を両立することが期待されて

^{*1} 光の透過量は透過率%で表示されるが、光学濃度 OD 値 (Optical Density) は、光の透過度の逆数の常用対数である。また、OD [μm] は膜厚 $1\mu\text{m}$ あたりの OD 値である。

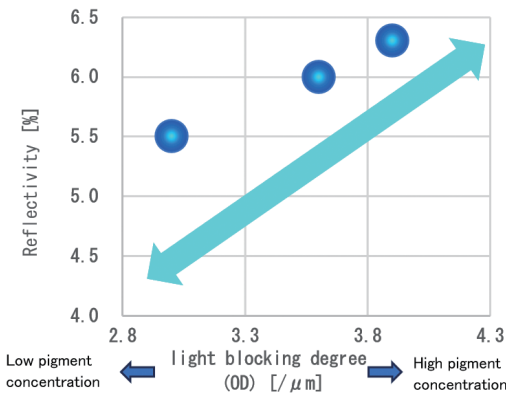


図1 遮光度 OD と反射率の関係性

Relationship between light blocking degree (OD) and reflectivity

いる。

2. 本 論

本研究では、低屈折フィラーを用いることでブラックレジストインキの低反射率化が確認されたので、本稿で紹介する。当該ブラックレジストインキを使用した低反射パネルは、外光の差し込みが発生しても映り込みすることなく、視認性を向上させることが確認され、パネルメーカーから高い評価を得ている。以下に詳細を述べる。

2.1 低反射率化コンセプト

ガラス面側の表面反射率はフレネルの式から算出される。フレネルの式を図2に示す。ガラスとBMとから成る界面の反射率を低減するためには、ガラスとBMの屈折率差を小さくすることが必要であることが判る。ガラスの屈折率は1.53であるのに対し、CB(屈折率2.3)を含むBMの屈折率は1.8程度であることからBMの屈折率を下げねばならない。その概念を図3に示す。

2.2 低屈折フィラーを用いた低反射ブラックレジストインキ

ガラスとBMとから成る界面の反射率を小さくするため、BMの屈折率をガラスの屈折率に近づけることを目的として、屈折率が低い低屈折フィラーによる低反射化を検討した。低屈折フィラーには、シリカおよび酸化アルミニウム、フッ化マグネシウム、氷晶析を選定した。低屈折フィラーの屈折率を表1に示す。

表1の低屈折フィラーをブラックレジストインキに添加し、低反射ブラックレジストインキを作製し、反射率を評価した。まず、ブラックレジストインキを、ガラス基板上に塗布し減圧乾燥、プレバーク、露光、現像、熱焼成を行い、BM硬化膜を形成する。BMのガラス面側から反射率を測定し得られた結果を表2に示す。

表1の低屈折フィラーを使用した低反射ブラックレジストインキの遮光度と反射率の関係を図4に示す。

$$\text{Reflectivity} = \frac{(n_2 - n_1)^2 + (k_2 - k_1)^2}{(n_2 + n_1)^2 + (k_2 + k_1)^2}$$

図2 フレネルの式
Fresnel equations

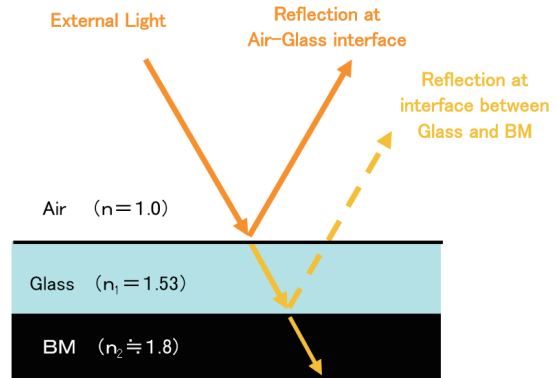


図3 外光の反射光過程模式図
Schematic diagram of the reflected light process

表1 低屈折フィラーの種類と屈折率
Low refractive filler types and refractive index

Low refractive filler type	Refractive index
Silica	1.47 ¹⁾
Aluminum oxide	1.65 ¹⁾
Magnesium fluoride	1.38 ¹⁾
Cryolite	1.34

表2 低屈折フィラーの種類と反射率
Low refractive filler types and reflectance

Low refractive filler type	Reflectivity (%)
Silica	4.9
Aluminum oxide	4.8
Magnesium fluoride	5.5
Cryolite	5.5

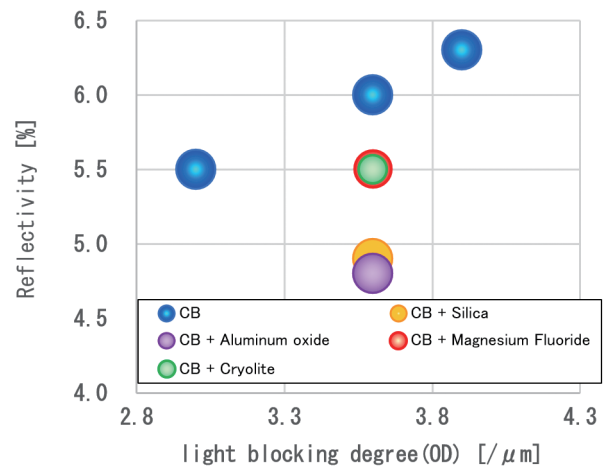


図4 遮光度 OD と反射率の関係性
Relationship between light blocking degree (OD) and reflectance

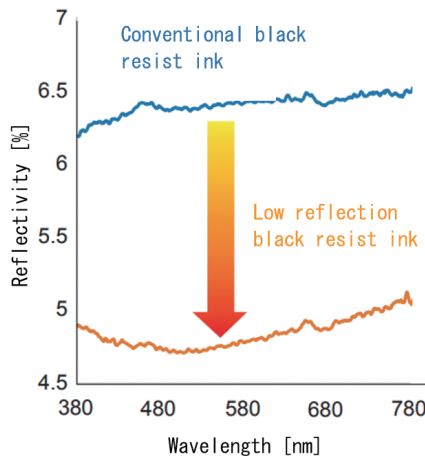


図5 従来ブラックレジストインキと低反射ブラックレジストインキの反射率スペクトル
Reflectance spectra of conventional and low reflectance BK

低屈折フィラーを添加することで遮光度を下げることなく反射率が低下することを見出した。

表2に示すシリカフィラーを添加した低反射ブラックレジストインキと従来ブラックレジストインキの反射率スペクトルを図5に示す。

低反射ブラックレジストインキは従来ブラックレジストインキと比較して、波長が380~780nmの領域において反射率が低いことが判る。

2.3 シリカフィラーを用いた低反射ブラックレジストインキの製版性評価結果

ブラックレジストインキを、ガラス基板上に塗布し減圧乾燥、プレバーク、露光、現像、熱焼成の製版評価を行い、BMを形成する。ブラックレジストおよび低反射ブラックレジストインキを使用し、形成したBMのSEM結果を図6に示す。

BMの直線性および未露光部の残渣は、パネルの輝度低下や画質の劣化に影響を及ぼし、BMのテーパー形状はRGB各画素の視差混色による色純度の低下に影響を及ぼすため、良好な直線性、未露光部の残渣レス、垂直なテーパー形状が求められるが、低反射ブラックレジストインキを使用したBM特性は従来ブラックレジストインキと同等レベルの結果が得られることが判った。

2.4 低反射液晶ディスプレイ

本研究の低反射ブラックレジストインキは、車載ディスプレイ用途にて採用され、すでに量産を開始している。通常パネルの反射率は4.6%であるが、開発した低反射ブラックレジストインキを使用し、パネル表面に反射防止フィルムを付与したパネルは反射率0.6%へと低減されている。この結果、従来パネルでは外光が差し込むことで白っぽく映り込みが確認されるが、低反射パネルは外光の差し込み

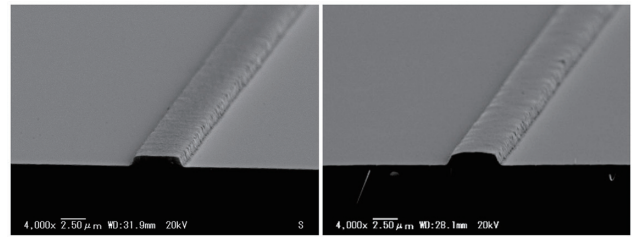


図6 シリカフィラー添加有無低反射ブラックレジストインキの成膜後のSEM像
SEM images of low reflection black resist ink with and without silica filler added after film formation

が発生しても映り込みすることなく、視認性の向上が図られている。

3. 結 言

低反射ブラックレジストインキを使用した液晶ディスプレイは、車載およびTV用途以外にスマートフォンやタブレットの低反射パネルとして、今後も広く使用されると予想される。また、車の自動運転が進むことで、コックピット空間はインテリアとしてデザイン性のニーズが高まっており、機能と意匠の両立を可能とする低反射ブラックレジストインキが今後重要な技術となる可能性が高い。

参考文献

- 1) 猪俣崇：光学薄膜の物性評価と機能性薄膜材料の開発. 表面技術, 71 (10), 25 (2020)



前田裕二 Yuji MAEDA
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
千葉県木更津市新港15-7 〒292-0836



須田 充 Mitsuru SUDA
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
グループリーダー



小野悠樹 Yuki ONO
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



新名将司 Masashi NINA
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