

反射防止膜用材料 “オプスター®”

Coatings for Anti-reflection “OPSTAR®”

ディスプレイ材料事業部 新規FPD材料部
Display Materials Dev. New FPD Materials Dept.

1 はじめに

フラットパネルディスプレイ(FPD)は、画面の美しさ、見やすさの向上が常に求められ、それを実現する技術が発展し続けている。本稿で取り上げる反射防止膜は、視認性向上といった機能性を実現する方法である。反射防止膜は、背景の写り込みを防ぎ、高いコントラストを維持するためにディスプレイの最表層に高透明な薄膜として貼り付けられる。

反射を防止する具体的手法としては、AG(Anti-Glare:防眩)処理とAR(Anti-Reflective:反射防止)処理に大別される。AG処理はディスプレイ最表層に数ミクロン程度の凹凸を形成し、光の散乱を利用して反射像を散らす手法である。他方、AR処理は光の干渉効果を利用するもので100ナノメートル程度の光学薄膜を積層させることで入射光と反射光を打ち消し合わせ反射率を低減させる手法である(図1)。特性、生産性、嗜好性等の理由から、両方の反射防止膜が用途によって使い分けられているのが現状である。いずれも反射率の低減が第一目的であるが、反射防止膜はディスプレイ最表面に搭載されるが故に高い

耐擦傷性や硬度などの塗膜物性が強く求められている。

JSRは反射防止膜用材料として“オプスター®”を市場に展開している。オプスター®は、無機ナノ粒子と有機成分を組み合わせた有機・無機ハイブリッドをコア技術として、それぞれの機能を両立させた優れた光学特性や機械特性を発現するコーティング材料である。使用する無機ナノ粒子の種類、独自のポリマー設計により、従来にない優れた塗膜物性を有する低屈折率材料を製品化した。また、更なる低反射率化に欠かせない高屈折率材料や高硬度を与えるハードコート材料に関しても帯電防止能や耐指紋性を付与するなど高機能化した材料を製品化した。

2 反射防止膜材料オプスター®の特徴

2.1 低屈折率コート材料

低屈折率材料のオプスター®は、フッ素含有モノマー/特殊官能基含有モノマーの組み合わせをもとに設計された新規な非晶質フッ素ポリマーと無機粒子を主成分としている。フッ素系材料特有の低屈折率、撥水・撥油性、耐熱性に加え、汎用有機溶剤に対する可溶性を有する。いずれの汎用コーターにおいても良好な塗工性を与える。本材料の特筆すべき特徴のひとつは高塗膜強度であり、塗膜硬度測定では後述のハードコート材料にも劣らない高硬度を示す。反射防止膜の中でも低屈折率層はディスプレイの最表層にくるため、布や鉛筆等による傷つきや、水、アルカリ、アルコール洗剤等による洗浄に耐える必要がある。オプスター®には紫外線(UV)照射で瞬時に高架橋が

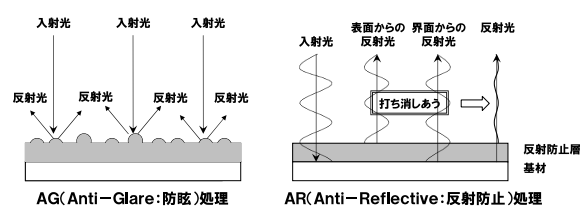


図1 反射防止の種類と原理

得られる材料設計に加え、下層との高い密着性を維持し表面滑り性を付与させる手法を施すことで耐スチールウール性といった厳しい耐擦傷性評価にも耐えうる低屈折率塗膜を形成できる。さらにフッ素系材料本来の性質から、様々な薬品への高い耐性や指紋、マジック等の拭き取りも容易であることも特記すべき特徴である。高耐擦傷性に優れた材料の屈折率は1.33から1.43であるが、材料設計は使用用途や要求特性によって材料設計を容易に変更することが可能である(表1参照)。

2.2 ハードコート材料の特徴

先述の低屈折率単層よりも更に反射率を下げる手法として高屈折率層との多層化が有効である。この場合、高屈折率層の屈折率設計としては1.60以上が望ましい。これらの樹脂も、高透明性と高屈折率を両立するために有機マトリックス中に金属酸化物ナノ粒子を均一分散させる有機無機ハイブリッドを基本技術としている。無機ナノ粒子、および新規なオリゴマーを主成分とし、特殊官能基含有モノマーの組み合わせをもとに設計している。ナノ粒子の種類を変更することで高屈折率層に帯電防止性を付与することも可能であり、埃付着防止や静電気遮蔽において有効である。屈折率については1.60から1.74まで制御可能であり、目的の光学設計を実現できる。(表1参照)

本ハイブリッド技術は反射防止層の下層にくるハードコート層の材料設計にも応用され、ミクロンレベルの膜厚でありながら、高透明性を維持しつつ、有機・無機各成分由来の強靭性、低反り、高硬度を両立できる。特に、従来技術では有機・無機成分界面の結合強度不足から十分な耐擦傷性が得られなかったが、JSR独自の分子設計を施すことで

表1 オプスター低屈折率材料、ハードコート材料の代表特性

	低屈折率コート材 Jシリーズ	ハードコート材料 Zシリーズ			
		高硬度タイプ	高屈折率タイプ	帯電防止タイプ	耐指紋タイプ
液特性					
溶剤	MIBK	MEK, MIBK	MEK	PGME	MEK
粘度@25℃ [mPa·s]	1	5	4	13	5
固形分濃度 [%]	10	50	55	50	50
硬化物特性 ¹⁾					
屈折率 [n _D ²⁰] ²⁾	1.33~1.43	1.50	1.60~1.74	1.57	1.50
全光線透過率 [%]	>98	98	99	98	98
鉛筆硬度 on PET (1kgf)	-	4H	H~2H	2H	3H
耐スチールウール性 ³⁾	無傷	無傷	無傷	無傷	無傷
密着性 PET ³⁾	-	良好	良好	良好	良好
防汚性、油性マジック拭き取り	良好	良好	-	-	良好
帯電防止能、表面抵抗	-	-	-	<10 ⁹ Ω/□	-
耐指紋性	-	-	-	-	良好

1) 硬化条件: 低屈折率コート材 Zシリーズ高硬度タイプ上に100nm塗布後 ランプ; 高圧水銀灯, 照射量: 1J/cm², 雰囲気: 空気下

2) 硬化条件: ハードコート材 ランプ; 高圧水銀灯, 照射量: 1J/cm², 雰囲気: 空気下, 膜厚: 10mm

3) アッペ屈折率計 4) 300gf, #0000, 学振試験10往復 5) クロスハッチ試験 100/100 溶剤: MEK: メチルエチルケトン, MIBK: メチルイソブチルケトン, PGME: プロピレングリコールモノメチルエーテル

実用特性に耐えうる強度を有する塗膜形成を実現した。

2.3 反射防止膜としての性能

前項で述べた低屈折率材料と高屈折率材料、ハードコート材料を組み合わせることで低反射、かつ高耐擦傷性を有する反射防止膜を実現できる。図2、表2にはトリアセチルセルロース(TAC)フィルム上に各層を積層塗工した反射防止膜の光学特性、および塗膜物性を示す。優れた光学性能だけでなく、高い耐擦傷性と優れた薬品耐性の両立を可能としている。このうち布・指紋拭き取り性や耐スチールウール性、あるいは薬品耐性は表層の低屈折率材料の特性に由来するところが大きい。高屈折率材料やハードコート材料を選定することで、帯電防止付与層を新たに導入することなく、帯電防止性を付与することも可能である。低屈折率層、高屈折率層とハードコート層にはナノ粒子が均一に分散されており、これが高い透明性と低反

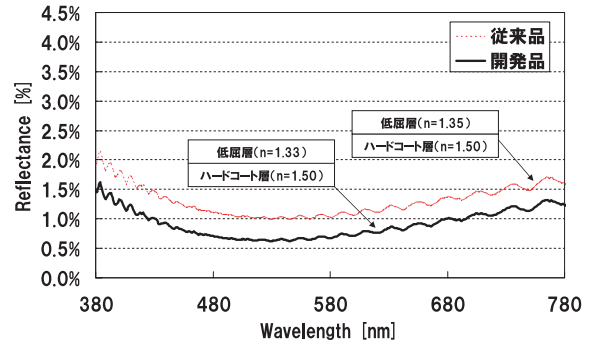


図2 反射防止膜の反射率特性

表2 オプスター構成される反射防止膜の代表特性¹⁾

	評価法	特性
光学特性		
視感反射率	[%]	0.7
最小反射率	[%]	0.6
全光線透過率	[%]	97
ヘイズ	[%]	0.2
物理特性		
表面硬度 (鉛筆硬度)	500g荷重	4H
耐擦傷性		
・耐スチールウール性	300g荷重/10往復	良好
・布擦り性	1kg荷重/100往復	良好
薬品耐性		
・水	30分スポット後の変化	変化なし
・アルカリ	3%NaOH, 同上	変化なし
・エタノール	同上	変化なし
表面特性		
防汚性	指紋拭き取り	良好
接触角	[°]/水, ヘキサデカン	110/65

1) 層構成 低屈折率コート材Jシリーズ (n_D=1.33)/Zシリーズ高硬度タイプ (n_D=1.50) 80μmTACフィルム上に塗布

射率の両立を実現させている。

2.4 その他アプリケーション

上記反射防止膜以外のアプリケーションとして、無機ナノ粒子を用いるハイブリッド技術により、硬化後の体積収縮を低減させることが出来るため、フィルム製品のカール対策や、打ち抜き加工に対してもクラック抑制に効果がある。また、種々の添加剤との併用によって、高硬度樹脂に耐指紋性機能を付与することも可能となり、タッチパネル用ハードコートフィルムなどへの展開が期待できる。近年タッチパネル方式を採用したOSや、携帯電話、携帯ゲームなどでもタッチ入力採用され、今後注目の機能と言える。

3 おわりに

“オプスター®”は、フラットパネルディスプレイ(FPD)分野において、液晶テレビ、プラズマテレビ、携帯電話、カーナビゲーションシステム、タッチパネル、有機EL、電子ペーパーなど適用されるアプリケーションを拡大し続けている。特に近年、LEDバックライトユニットを搭載した液晶テレビ(LED-TV)が脚光を集めているが、消費電力の低減、コントラストの向上という付加価値で新たな液晶テレビのトレンドになりつつあり、これに合わせて反射防止機能へのニーズも高まっている。“オプスター®”は、反射防止膜に必要な種々の屈折率を有し、硬度・光学特性に優れた材料を製品群としている。高い耐擦傷性要求や様々な光学設計のニーズに対して、今後も“オプスター®”を積極的に展開していく。