

電子材料研究部  
ユニットマネージャー

吉田 和徳

[お問い合わせ先]  
電子・樹脂・色材本部  
電子材料産業部

# インプリント用UV硬化樹脂

今や日常生活にスマートフォン、タブレットやカーナビ、テレビやパソコンなどの電子機器は欠かせない。それらで表示・映像化するためのディスプレイは、電子機器の軽量化、薄型化、大型化、フレキシブル化などさまざまな目的、状況に応じて多様な発展を遂げ、現在の高度情報化社会を支えてきた。

近年主流の液晶ディスプレイや有機ELディスプレイは、さまざまな機能を有する光学フィルムを何層にも重ねて構成されている。画面をよりきれいに、より見やすくしたいという高性能化のニーズが高まりを見せ、光学フィルムにもより精密に光を制御する機能が求められている。さらに製造時の歩留り性や製品の信頼性などのためまぬ向上が求められている。本稿では、これらのニーズに応えるべく開発した当社の光学フィルム用UV硬化樹脂『ファインキュア』シリーズについて紹介する。

## 液晶ディスプレイの構成

液晶ディスプレイは、偏光板で液晶表示の制御を行い、バック

ライトなどの光源の光をカラーフィルターに通過させたり遮ることで表示している。偏光板は、ブラインドのような役割を果たす光学フィルムである。そのほか、表示品位を向上させるために、外光を拡散し、画面を見やすくする反射防止フィルム、バックライトの光をそろえて均一にするプリズムシート、集めた光を拡散し、輝度を上げる拡散フィルムなど、さまざまな機能をもった光学フィルムを多層に重ねて作られている(図1)。

光学フィルムには、それぞれの機能を発現させるべく、微細な加工が施されている。高画質化、視認性向上など高性能化のニーズが高まるなか、光学フィルムにもより高度な光制御技術が求められている。

## インプリントフィルム

光をより精密に制御するためには、光学フィルムに施される微細加工の高精細化が必要である。本加工の主方法としてインプリント(転写)方式がある。表面に微細な凹凸を有する金型を樹脂に押し当てた後、硬化さ

せて取り外すことで光学フィルムを得る方式である。熱硬化方式と紫外線(UV)硬化方式があるが、UV硬化は熱硬化のように高熱をかける必要がなく、短時間で製造できるため省エネが図れ、熱に弱い部材にも使用可能であり広く用いられている。

UV硬化方式では、UV硬化樹脂をPETフィルムなどの基材フィルムに塗布し、金型を押し当ててUV照射・硬化させる。離型すると基材フィルム上に微細なパターンが転写された成型物が得られる(図2)。高度な転写性を実現するためには、液状の樹脂の金型への入り込み



プリズムシート



反射防止フィルム(PC、タブレットなど)

図1 インプリントフィルムの用途例

性、成型物の金型との離型性、基材フィルムとの密着性、寸法安定性、信頼性が必要となる。

近年の高画質化ニーズの高まりに伴い、ナノレベルの微細成型（ナノインプリント）された光学フィルムが求められ、UV硬化樹脂に要求される性能もますます高まっている。

### 離型性の高い ナノインプリント用 UV硬化樹脂

当社では従来から特殊なモノマー設計などによりUV硬化樹脂システムを開発してきた。ニーズの高度化に伴い、優れた界面制御技術と高精細化に対応できる樹脂設計技術を活かし、ナノインプリントなどの超微細加工に最適なUV硬化樹脂を開発している。当社のUV硬化樹脂システム『ファインキュア』シリーズは、当社の得意とする界面活性剤技術を活かして独自に設計した特殊離型剤を配合しており、金型に対して高い離型性を発揮する。そのため超微細なパターンでも金型に樹脂が残らないだけでなく、金型の摩耗低減にも役立っている。さらに樹脂にもストレスがかかりにくい、クラックなどの不具合が発生しにくい。また、金型にのみ選択的に離型性を発揮するように設計されているため、このような高い離型性にもかかわらず、基材フィルムに対しては高い密着性を有している

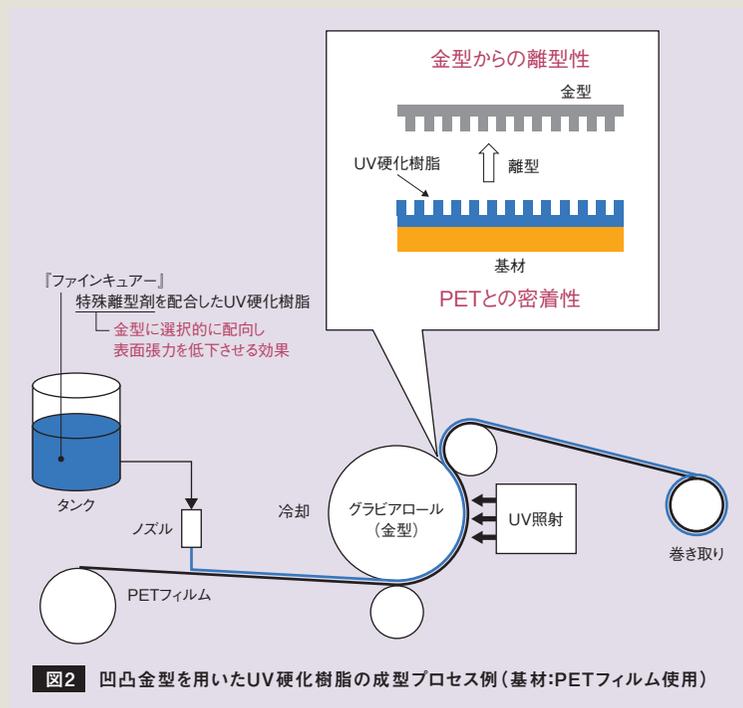


図2 凹凸金型を用いたUV硬化樹脂の成型プロセス例(基材:PETフィルム使用)

表1 『ファインキュア』の金型離型性と基材密着性

項目	ファインキュア RM-64	当社従来品	評価方法
金型離型性(剥離応力)	45mN	75mN	オートグラフでの金型剥離試験*
基材密着性	100/100	100/100	基盤目試験

\*PETフィルム(東洋紡製 A4300 100μm)  
※剥離速度:300mm/min、90度剥離

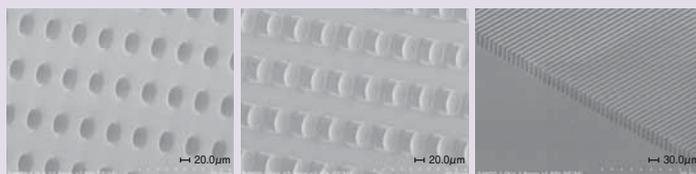


図3 『ファインキュア』を用いたインプリントフィルムの成型例

(表1)。さらに、出来上がった成型物は形状、品質ともに長期間安定するのが特長である。

また、用途やニーズに合わせて各種性能を選択できるよう多彩なラインアップを取りそろえている。光学特性として重要な因子である光の屈折率を制御す

ることができるうえ、柔軟性、強靱性<sup>キョウじん</sup>といった機械的特性、耐光性、色・形状の持続性といった信頼性など、光学フィルムの付加価値となるさまざまな性能を引き出すことができるのも『ファインキュア』シリーズならではの強みである(表2)。

表2 『ファインキュアー』の物性例

項目		ファインキュアー RM-64	ファインキュアー MU-99	ファインキュアー RC	当社従来品X	
樹脂物性	粘度 (mPa·s/25℃)	4,000	9,000	2,300	4,000	
	濁度 (%)	0.6	0.7	0.6	0.6	
硬化物特性	屈折率	1.55	1.56	1.56	1.55	
	引張弾性率 (MPa)	800	3,200	2,300	1,000	
	伸び (%)	122	102	102	102	
	反り	2.0	5.0	0.3	3.0	
	全光線透過率 (%)	90.0	90.0	90.0	90.0	
	ヘイズ (%)	0.3	0.3	0.2	0.2	
	色度	色度 (x)	0.3110	0.3110	0.3110	0.3110
		色度 (y)	0.3170	0.3170	0.3170	0.3170
		色度 (YI)	1.4	1.4	1.4	1.4
	金型離型性 (mN)	45	47	45	75	
密着性	PET(易接着処理)	100/100	100/100	100/100	100/100	
法規制対応国		日本	日本	日本	日本	
備考		高柔軟タイプ	高弾性・強靱タイプ	低反りタイプ	高柔軟タイプ	

・硬化条件: Dバブル、1000mJ/cm<sup>2</sup>、320mW/cm<sup>2</sup>、PETフィルム(東洋紡製 A4300 100μm)に塗布し金型ニップしてUV硬化  
 ・硬化後膜厚: 100μm ・屈折率: 屈折率計(ATAGO製)589nm ・引張弾性率、伸び: 膜厚200μmでダンベル成型  
 ・全光線透過率、ヘイズ: ヘイズメーター(BYKガードナー社製、ヘイズガードデュアル)にて基材(100μmPETフィルム)込みで測定  
 ・金型離型性: 金型からの剥離をオートグラフで測定 ・密着性: 基盤目試験

## 高い耐擦傷性を有する ナノインプリント用 UV硬化樹脂

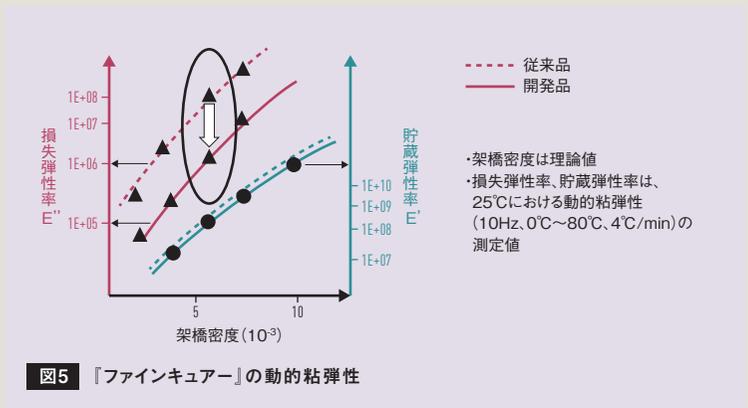
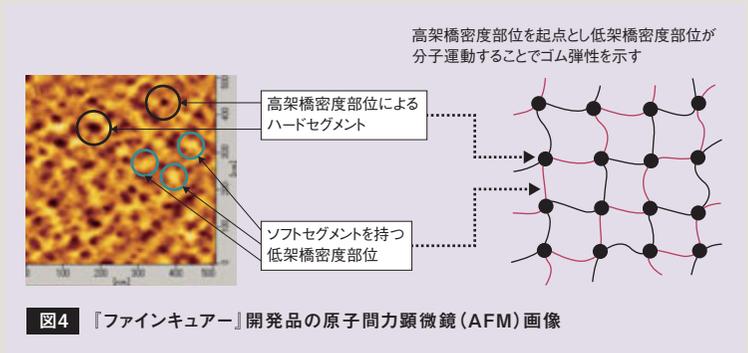
光学フィルムには、光学部材としての光学特性や転写性などの加工性だけでなく、製造工程ではほかの材料と接触したり、最終製品において傷が付いたとしてもすぐ戻るといった耐擦傷性(傷回復性)も求められる。

『ファインキュアー』シリーズでは、弾性回復による高い傷回復性を発現するグレードも開発している。特殊モノマーを樹脂中でナノ分散させることにより、硬化物中に高架橋密度部位と低架橋密度部位が形成されるように設計した。そのメカニズムとしては、高架橋密度部位を起点として低架橋密度部位が分子運動することで、ゴム弾性を発現していると推定している

(図4)。

『ファインキュアー』の動的粘弾性データを図5に示す。従

来品と比較し、貯蔵弾性率(E')を維持したうえで、損失弾性率(E'')が低下していることがわ



かる。すなわち樹脂自体の柔軟性は高いが、復元力も高く、結果として傷が入っても回復する機能を有する。

図7に示すように、本樹脂を使用して成型したフィルムは耐擦傷性（傷回復性）に優れているため、製造時の歩留り向上、

製品信頼性向上に寄与する光学フィルムとなる（表3）。

### 終わりに

近年の省エネルギー、ゼロエミッションに対する関心の高まりから、光学フィルム製造時のさらなる省エネ化を図るため、UV-LED光源の活用も進んでいる。当社もUV-LED光源対応の『ファインキュア』の開発を進めている。

また有機ELディスプレイ、車載ディスプレイなどの新たな電子機器の普及に伴い、材料に求められる要求性能も年々高度化してきている。このような最新の電子機器のニーズに応えるべく、これからも開発に注力していく。

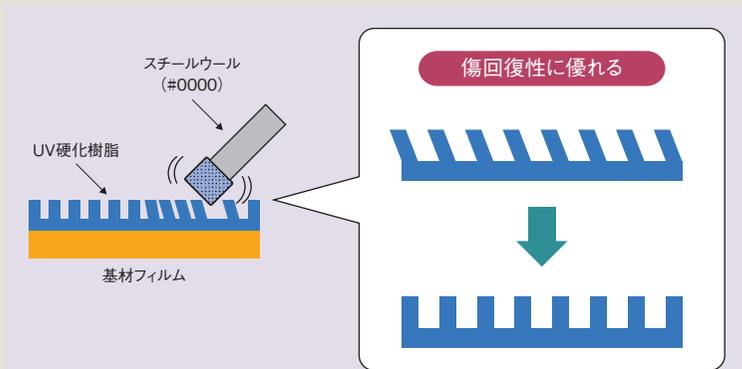


図6 スチールウールによる耐擦傷性試験



図7 耐擦傷性試験前後の電子顕微鏡画像

表3 傷回復性に優れるタイプの物性例

項目		ファインキュア-A	ファインキュア-B	ファインキュア-C	ファインキュア-D	ファインキュア（開発品）	当社従来品Y	
樹脂物性	ER (%)	42	70	40	100	100	100	
	粘度 (mPa·s/25°C)	2.5	9.2	2.6	570	860	1,000	
	溶剤	MEK/MIBK	MEK/MIBK	MEK/MIBK	無溶剤	無溶剤	無溶剤	
硬化物特性	屈折率	1.509	1.513	1.508	1.506	1.504	1.504	
	引張弾性率 (MPa)	1,000	4,000	120	100	900	800	
	全光線透過率 (%)	92.0	92.0	92.0	90.5	90.5	91.0	
	ヘイズ (%)	0.2	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	
	耐スチールウール性 (100g荷重)	傷10本以下	傷10本以下	傷なし	傷なし	傷なし	傷多数 (30本以上)	
	密着性	TAC	100/100	100/100	100/100	100/100*	100/100*	100/100
		PET (易接着処理)	100/100	100/100	100/100	100/100	100/100	100/100
法規制対応国・地域		日、台、中、韓	日、台、中、韓	日、台、中、韓	日、台、中、韓	日、台、中	日、台、中、韓	
備考		高成型タイプ	高ER高成型タイプ	高柔軟タイプ	高柔軟タイプ	高弾性タイプ	高弾性タイプ	

・硬化条件:Vバルブ、500mJ/cm<sup>2</sup>、320mW/cm<sup>2</sup>、PETフィルム(東洋紡製 A4300 100μm)に塗布し金型ニップしてUV硬化  
 ・硬化後膜厚:10μm ・屈折率:屈折率計(ATAGO製)589nm ・引張弾性率:膜厚200μmでダンベル成型  
 ・全光線透過率、ヘイズ:ヘイズメーター(BYKガードナー社製、ヘイズガードデュアル)にて基材(100μmPETフィルム)込みで測定  
 ・耐スチールウール性:金型賦型後の表面をスチールウール#0000での擦り試験 ・密着性:基盤目試験  
 ※MEK/MIBKにて希釈(ER40%)したサンプルでの評価

当社品をお取り扱いいただく際は、当社営業所までお問い合わせください。また必ず「安全データシート」(SDS)を事前にお読みください。使用される用途における適性および安全性は、使用者の責任においてご判断ください。