

超薄膜TACフィルムの開発

Development of an Ultra-Thin TAC Film for Liquid Crystal Displays

岩上直矢* 池田俊之* 居野家浩*
Naoya IWAGAMI Toshiyuki IKEDA Hiroshi INOIE

要旨

偏光板保護フィルムはかつて厚み80 μm のTACフィルムが主流であった。我々は液晶表示装置の薄型化要望の強いノートパソコン等の中小型市場向けに薄膜40 μm のTACフィルムを他社に先駆けて開発した。その後、我々はノートパソコン等に使用される薄膜偏光板保護フィルムの市場を40 μm TACフィルムでリードし続けている。

しかし、近年のスマートフォン、タブレットPCといった新規モバイル市場の急成長により液晶表示装置の更なる薄型化が求められている。この市場の要求に対して、我々は超薄膜TACフィルムの開発に挑戦した。

薄膜化に伴う膜強度の低下により、超薄膜TACの製膜、搬送を安定して行うことは困難であった。更に、一般にフィルムの平面性や表面硬度といった特性は薄膜化するに従って低下するため、これらのフィルム特性を40 μm TACフィルム並に引き上げることも大きな課題であった。

我々は製膜生産技術とフィルム設計の最適化により、40 μm TACフィルムの良さを保ちつつ、厚みを25 μm にした超薄膜TACフィルムを開発したので報告する。

Abstract

As a polarizing plate protection film for liquid crystal displays in devices such as computer monitors, an 80 μm -thick TAC film (a film in which cellulose triacetate resin is the primary material) has mainly been used in the industry. Konica Minolta was the first company to develop a TAC film only 40 μm thick for small and medium size personal computers such as notebook PCs, in which a thinner liquid crystal display device has been in demand. Since then, we have retained market leadership in the field of thin polarizing plate protection films.

Now, due to the recent rapid market growth of new mobile devices such as smartphones and tablet PCs, even thinner liquid crystal display devices are in demand. In response, we set out to develop an ultra-thin TAC film.

Due to the decrease in film strength that accompanies thinner film, it was difficult to achieve stable deposition and conveyance of the ultra-thin TAC film. Further, since film properties such as flatness and surface hardness also generally decrease as films become thinner, it was a major challenge to achieve the properties of a 40 μm thick TAC film in an even thinner ultra-thin film.

But by harnessing newly developed film production technologies and by optimizing film design, we succeeded in developing an ultra-thin TAC film only 25 μm thick while retaining the advantageous properties of a 40 μm TAC film.

*アドバンストレイヤーカンパニー 機能材料事業部 開発統括部 技術開発部

1 はじめに

初めに、新たに開発した超薄膜TACフィルム(KC2UA)と、従来の薄膜TACフィルム(KC4UY)の製品特徴について、下表に示す。

薄さと平面性、高い機械物性を達成し、塗布加工にも適した硬いフィルムとなっている。

Table 1 Features of the ultra-thin TAC film (KC2UA) and conventional thin film (KC4UY).

			KC2UA	KC4UY
Dimension	Thickness	μm	25	40
Polarizing plate applicability	Flatness		OK	OK
Mechanical properties	Elastic modulus	MD	3.5	3.5
		(GPa) TD	4.0	3.5
	Tensile strength	MD	30	60
		at break (N) TD	35	60
Clear-hard-coating performance	Pencil hardness		2H	2H
	Scratch tolerance		500g OK	500g OK
Environmental effect	Halogen content		Zero	Zero
Optical properties	Transmittance (%) at 500 nm		92	92
	Haze (%) with 3 sheets		0.5	0.6

1.1 偏光板保護フィルムとは

液晶表示装置は液晶セルを挟んで2枚の偏光板により光を偏光することで画像を表示している。それぞれの偏光板には偏光子を挟み2枚の偏光板保護フィルムが使用されている (Fig. 1 図中黄色部分の4枚)。

我々はこの液晶表示装置に欠かせない部材である偏光板保護フィルムとして、酢酸セルロースエステル樹脂を主要原料としたフィルム(TACフィルム)を供給している。

一方、液晶表示装置は液晶テレビ、モニター、ノートパソコンといった従来デバイスを始め、近年急成長を見せさせているスマートフォン、タブレットといった中小型の新規モバイルデバイスにも使用されている。これら新規モバイルデバイスでは、従来デバイス以上に薄型化の要望が強い。

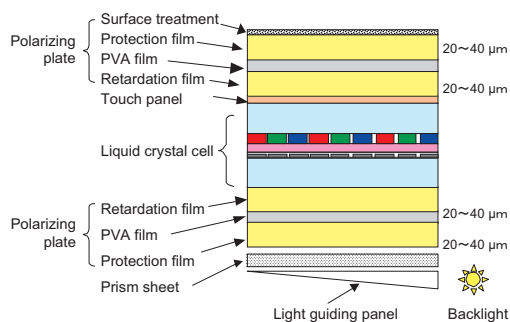


Fig. 1 Structure of a liquid crystal display. All four ultra-thin TAC films (yellow) are used as protection films, while the two inner TAC films also function as retardation films.

1.2 TACフィルムの超薄膜化加速

新規モバイルデバイス市場の成長に伴い、デバイスの薄型化と電池容量確保に必要なスペースのために、部材

の薄膜化の要求が強くなってきている。この薄型化に対しては、フィルムとして2~4枚使用されているTACフィルムの薄膜化が大きく寄与する。

ノートパソコン等では40μmTACフィルムが浸透しており、我々は業界初の40μmTACフィルムを上市後、業界をリードし続けてきた。また、TV等大型の液晶デバイスでは通常80μmTACが使用されていたが我々は業界初の60μmTACを上市し、ここでも薄膜化を先導した¹⁾。

しかし、新規モバイルデバイス用途では40μmよりも更に薄いTACフィルムへの要望が高まっている。

1.3 新規モバイルデバイスでの要求品質

上述の通り、新規モバイルデバイス用途ではフィルムのさらなる薄膜化が求められるが、一般的に薄膜化するにつれてフィルムの機械強度が低下し裂けやすくなるなど、フィルムの加工時に取り扱いにくくなる傾向がある。そのため、薄いフィルムであるほど機械強度とハンドリングのしやすさの要求レベル達成が困難になる。

また、偏光板保護フィルムには傷付きにくさを付与するためにハードコート加工をする必要があり、ここでも機械強度とハンドリングの良さが要求され、塗布加工しやすいことに加えて、表面硬度が高いことが求められる。

さらに、環境や人体への影響も考慮し、世界的な環境規制強化の流れにも対応することが求められている。

1.4 超薄膜TACフィルムの課題

TACフィルムの製膜プロセスにおいて、従来の40μmよりもさらに薄くしていくことは非常にチャレンジングなことであり、技術的に大きな困難を伴う。一般的に、薄膜化に伴い外乱の影響を受けやすくなり、製膜やその後の搬送が難しくなる。そのため、フィルムに加わる外力を従来よりも精密にコントロールする生産技術の構築が大きな課題であった。また、重要な品質であるフィルムの平面性を確保するためには、もう一段上の技術の構築が必要であり、これが非常に大きな課題であった。

さらに、単純にフィルムを薄くしていくと機械強度が低下し、塗布加工や偏光板加工などでのハンドリングが難しくなるため、顧客における歩留まりの低下に繋がるということも大きな課題であった。

加えて、新規モバイルデバイスの使用環境は様々で、真夏の車中に放置される、身に付けて運動することで汗で蒸れる等、取り扱いが乱雑になり温湿度の過酷な状態で使用されることが想定される。そのような環境にも耐えられるように、水分や熱、紫外線などに対する保護機能や、表面が硬く傷付きにくいことなどが求められた。

2 設計コンセプト

以上の状況から、我々は、新規モバイルデバイス用途に適用できるTACフィルムを実現化するために、従来よりも精度を飛躍的に高めた生産技術を構築した。そして、

近年上市した新しいTACフィルム¹⁾の「薄くて強い」という特徴を最大限に活かすべく、以下の開発目標を設定した。

- ①偏光板保護フィルムとして使用可能な高い平面性
- ②薄さとハンドリングの良さを両立できる高い機械強度
- ③塗布用基材として高硬度、高耐擦傷性を達成できる
- ④環境規制対応した素材の選択

我々はこれらのコンセプトにより、新規モバイルデバイス向けに高い機械強度を有し塗布加工に適した超薄膜TACフィルムを開発することを目指した。

3 製品特徴

3.1 平面性

偏光板保護フィルムには高いレベルの平面性が要求される。しかし、一般にフィルムの平面性は薄膜化に伴う膜強度低下に伴い劣化する傾向にある。我々はプロセス条件の最適化により、薄膜化と平面性の両立を達成した。フィルムを点光源にかざし、透過光をスクリーンに投影した模様を見ることで平面性を評価することができる。

プロセス最適化前後の投影模様から平面性の向上を確認することができた (Fig. 2)。

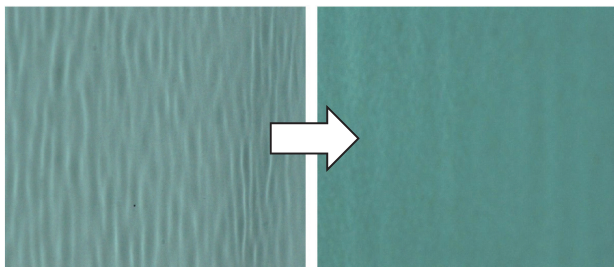


Fig. 2 Film flatness can be evaluated by observing the film pattern projected by a point light source transmission through the film. Worse flatness is seen on the left, better flatness on the right.

3.2 機械強度

偏光板自体の機械強度や偏光板製造過程での歩留まりのために、偏光板保護フィルムにはある程度の機械強度が要求される。超薄膜TACフィルムは、新規モバイルデバイスに位相差フィルムとして使用されているアクリルやシクロオレフィンといった他樹脂材料と比較しても、同程度の25 μm という薄さでありながら高い機械強度(破断張力)を達成している (Fig. 3)。破断張力とは10mm幅あたりのフィルムを破断させるのに必要な張力である。

このTACフィルムの特性は位相差フィルムにも転用可能であり、保護フィルム位相差フィルム共にTACフィルムを使用することで、更なる歩留まり向上が期待できる。

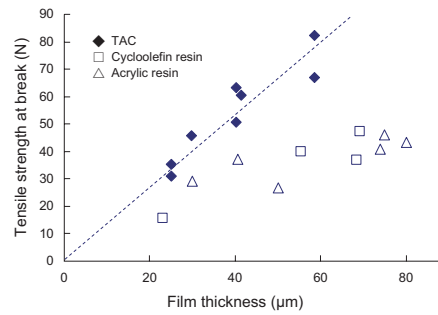


Fig. 3 Comparison of tensile strengths at break among films of three resins. The ultra-thin TAC film has greater tensile strength at break than the cycloolefin and acrylic resin films, which are used as retardation films in today's new mobile devices.

3.3 高硬度

クリアハードコート (CHC) フィルムとしての特性

新規モバイルデバイスに使用されるCHCフィルムには、薄さに加えて、鉛筆硬度、耐擦傷性、熱や湿気、外光などでダメージを受けにくいことなど、強い表面物性が求められる。一般に鉛筆硬度は基材膜厚が薄くなるに従って低下する。しかし、我々は以前報告した新しいTAC (高硬度TV用60 μm TACフィルム¹⁾)で組み入れた基材フィルム自身の硬度を高める添加剤とプロセス技術により、薄さ25 μm でありながら従来の40 μm TACフィルムと同レベルの硬度を達成した (Fig. 4)。

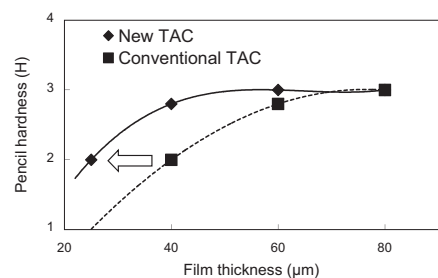


Fig. 4 Surface hardnesses of liquid crystal displays: 25 μm -thick new TAC film versus 40 μm -thick conventional TAC film. The new TAC film's hardness was equivalent to that of the conventional TAC film.

また、CHC塗布加工用の材料、膜厚や硬化条件などの塗布加工技術を組み合わせること (例えばCHC A, CHC B, CHC C) で、特に耐擦傷性に優れたクリアハードコートフィルムを得ることができ、偏光板加工工程やパネル組み立て工程においてフィルムへ擦り傷などが付きにくくなり、加工ロス低減が期待できる (Fig. 5)。

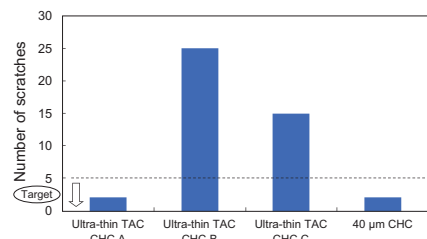


Fig. 5 Scratch tolerance of CHC films. CHC A, B, and C are produced using different CHC coating processes.

鉛筆硬度評価は、JIS-K5400に基づき、荷重を500g重に変更して行った。耐擦傷性評価は、#0000のスチールウールに所定の荷重をかけてストローク幅50mm、速度10mm/secで所定回数往復摩擦したあとの表面を目視観察した。

3.4 環境適性

新しいTAC¹⁾で構築した材料技術を用い、REACH規制、水濁法、ハロゲン物質や環境ホルモンなどの環境規制を先取りした添加剤選択をすることで添加物由来の規制物質を排除した。さらに薄さを追求することで使用素材量の低減、生産時エネルギーや排出負荷、物流負荷を低減した。従来製品に比べて一段上を行く地球環境にやさしい製品とすることが出来た。

4 まとめ

『薄くて強いTAC』という設計コンセプトに対して、材料とプロセス技術の組み合わせにより、スマートフォン、タブレット等の新規モバイル市場向けに平面性が高く、高硬度達成可能な偏光板保護フィルムを開発し、現在、コニカミノルタタックフィルムKC2UA (25 μ m) という商品名で市場展開を行っている。

また、本報告では超薄膜偏光板保護フィルムについて紹介したが、今回構築した技術を基に超薄膜位相差フィルムも市場投入する準備を進めている。今後、超薄膜商品のラインナップを充実させる予定である。

●参考文献

- 1) 杉谷彰一，れん理英子，池田俊之，居野家浩：液晶用新TACフィルムの開発，KONICA MINOLTA Tech. Rep., Vol.9, 99-102 (2012)