

液晶ディスプレイ用クリアハードコートフィルムの開発

Development of Hard-Coat Film for Liquid Crystal Displays

日置克彦*
Katsuhiko HEKI

岡野賢*
Satoshi OKANO

中嶋孝治*
Koji NAKASHIMA

前島勝己*
Katsumi MAEJIMA

要旨

従来から、ノートパソコンの液晶ディスプレイ表面は、クリアハードコート（CHC）フィルムが広く用いられてきた。

近年、ノートパソコンは軽量化、薄型化、低価格化がますます進み、CHCフィルムには、薄膜化、強い表面物性、部材の生産性向上が要求されてきている。これらの課題に対して、我々は薄膜TACフィルム、CHC表面物性設計技術、バックコート法の3つの技術で対応し、新たにノートパソコン用途のCHCフィルムを開発した。

本稿では、開発したCHCフィルムの設計コンセプトおよび実現するために導入した主要技術について報告する。

Abstract

Clear Hard Coat (CHC) films have been widely used as a surface film of notebook (or laptop) PC displays.

In recent years, along with the growing popularity of thin, lightweight and low price notebook PC, the demands of CHC films, which have reduced thickness, more durable surface, and easier handling properties during the polarizer production process, have become much stronger than ever.

To meet the demands, a new type of CHC film has been developed, and three key technologies which include thin TAC film substrate, new formula of CHC layer, and back coating technology, have been introduced to achieve the targets of the new product.

In this paper, the design concept and some of key technologies are described in detail.

1 はじめに

1.1 ノートパソコン用表面フィルム

1970年代に、腕時計、電卓などの表示素子として実用化された液晶ディスプレイ（LCD）は、近年急速に用途が拡大するとともに、ノートパソコン、モニター、テレビへと大画面化が進んできた。代表的なLCD搭載商品である液晶テレビは、ここ数年、年率数十%の伸張率で市場拡大してきた。また、ノートパソコン用LCDについても同様に、高い伸長率で市場が拡大してきている。

ところで、ノートパソコン用のLCD表面フィルムは、液晶テレビとはその用途や画面サイズの違いなどから、異なる特性のフィルムが用いられることが多い。液晶テレビ用のLCD表面は、ほとんどが反射光の散乱による映り込み防止機能を有するAnti-Glare（AG）フィルムが用いられているのに対して、ノートパソコンの表面は、光沢があり鮮明な画像が得られるクリア系フィルム（主にCHCフィルムとCHC／LRフィルム）の比率が高い。業界情報等から推定すると、2008年度、ノートパソコン表面の約50%がクリアフィルムであり（Fig.1）、その中の大半は反射防止機能のないCHCフィルムが使用されていると思われる。

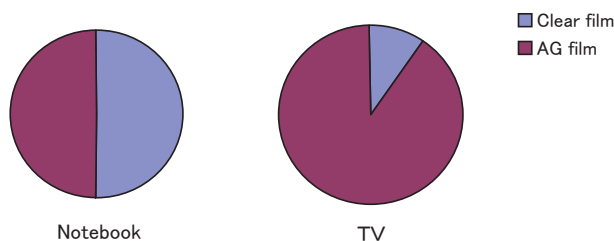


Fig.1 Market share of clear film (2008)

1.2 ノートパソコン用パネルの薄型化動向

昨今、ノートパソコンは小型軽量、薄型化がさらに進み、厚み20mmを切る軽量・薄型機種も次々に製品化されている。この動向に伴い、LCD用の各部材も薄型化の要求が強くなってきた。

LCDの基本構成をFig.2に示すが、液晶パネル部材の中で最も厚いガラスは、大型テレビでは700 μ mが標準

* コニカミノルタオプト(株) 機能材料事業本部 開発部

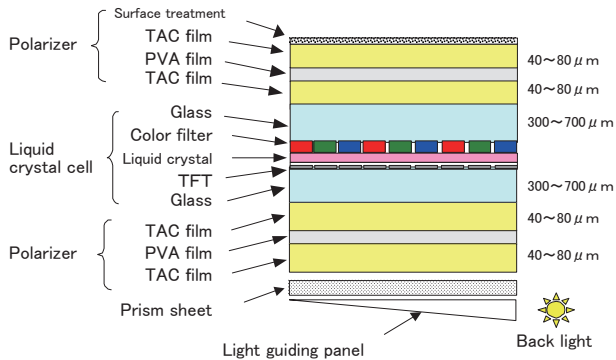


Fig.2 Structure of liquid crystal display

であるのに対し、ノートパソコン用途ではガラスエッチング処理等を行ない、500 μm や更に薄いガラスも用いられることが多い。

この薄型化の傾向は偏光板でも同様であり、偏光板を構成するTACフィルムも、液晶テレビで広く使われている80 μm に対し、ノートパソコン用では40 μm 等へと薄膜化のニーズが高まってきている。

1.3 ノートパソコン用CHCフィルムの要求品質

ノートパソコンの小型軽量、薄型化に伴い、ユーザーがパソコンを持ち運ぶ機会はますます増加してきている。屋外での使用頻度も高まり、乱雑に取り扱われたり、太陽光下で使用されたりすることも増加した。これにより、ノートパソコン用のCHCフィルムは、薄膜であることに加えて、傷が付きにくいこと、熱や湿気、外光などでダメージを受けにくいことなど、強い表面物性を持つことが以前にも増して重要となってきた。

1.4 偏光板加工工程での取り扱い性

CHCフィルムは、一般に偏光板メーカーにて、けん化され、乾燥工程を経て、偏光フィルムとRoll to Rollで貼合され、偏光板に加工される。この偏光板加工工程では、CHCフィルムのカール特性と、搬送条件等の製造条件との適合性が良くない場合、シワが発生したり、端部が折れ込んだり、さらには破断を起こしたりすることがあり、生産性低下の要因となる。

2 設計コンセプト

以上より、我々が開発するノートパソコン用CHCフィルムの設計コンセプトを以下のように設定した。

- ①薄膜のCHCフィルムであること。
- ②鉛筆硬度、耐擦傷性、密着性など、強い表面物性を有すること。
- ③偏光板加工工程での取り扱い性に優れること。

一般にCHCフィルムは、鉛筆硬度を高く設計すると、カールが大きくなるというトレードオフの関係になるこ

とが多い。例えば市販のCHCフィルムではFig.3に示すように、鉛筆硬度が4H以上のCHCフィルムは、価格が高く、カールも大きい。このため、現在では、特殊用途として使用されていると推定している。一方で、カールが小さく硬度も2H程度のCHCフィルムがノートパソコン等の汎用用途として使用されている。我々は、汎用用途のCHCフィルムのなかでも、最も硬度の高い商品の開発を目指した。

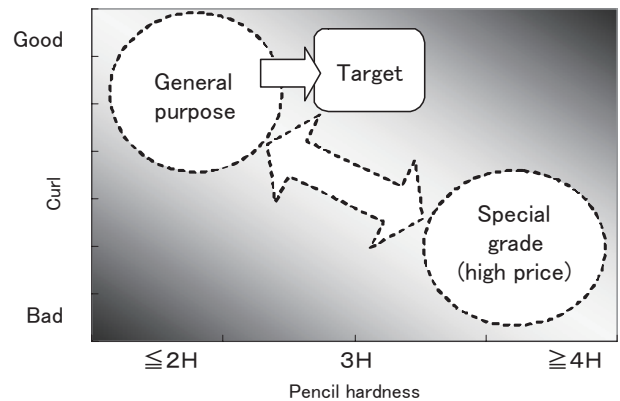


Fig.3 Target of new CHC film

カール特性は、基材を薄くしていくと、CHCの硬化収縮の影響を強く受け易くなるため、カールが大きくなる傾向にある (Fig.4)。よって薄膜のCHCフィルムでは、鉛筆硬度とカールのトレードオフは、さらに大きな課題となる。

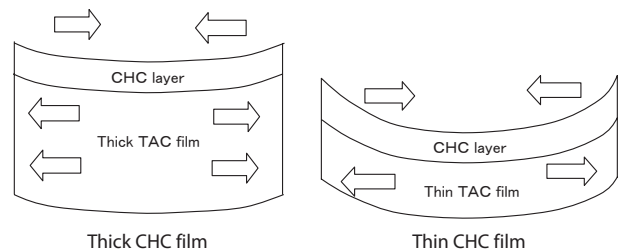


Fig.4 Curl deterioration of thin CHC film

3 導入技術

上記3つの設計コンセプトに対して、我々は、1) 薄膜40 μm TACフィルム、2) CHC層の表面物性設計、3) バックコート法という3つの技術を導入した。以下、導入技術について説明する。

3.1 薄膜技術

CHCフィルムの薄膜化のため、基材フィルムとして40 μm TACフィルムを用いた。一般に、基材を薄くするとCHCフィルムの鉛筆硬度は低くなる傾向があるが、当社の40 μm TACフィルムであるKC-4UYは、高い硬

度を有しており、加えて、基材フィルムとして必要な特性であるCHC層との密着性も高く、薄膜のCHCフィルム用基材として優れている。

3.2 CHC層の表面物性の向上技術

CHC層は、基材となるTACフィルムに紫外線硬化樹脂、重合開始剤、溶剤等からなるCHC加工液を塗布し、乾燥させた後、紫外線を照射して重合・硬化させて形成する。我々は、CHC層の表面物性向上のため、材料およびプロセス技術の検討を行った。

3.2.1 鉛筆硬度の制御技術

CHCフィルムの表面特性を表す代表的な指標として鉛筆硬度がある。鉛筆硬度は、JIS-K5400に基づき、荷重を500gの荷重に変更して試験を行なう。

高い鉛筆硬度を達成するためには、1) CHC層の厚膜化、2) 架橋密度が高く高弾性な樹脂層を形成できる樹脂の使用、3) シリカ微粒子などの無機微粒子の添加、などが知られている。薄膜のCHCフィルムではCHC層自身の膜厚も薄いことが要望されるため、2) および3) による高硬度化を中心に検討した。2) の樹脂技術に対し、3) の微粒子添加は、硬度とカールのトレードオフの関係では有利であるが、コストの点で不利となる。我々は、2) の樹脂技術を選択し、高硬度化可能なアクリレート処方を実現した (Fig.5)。これに後述のバックコート技術によるカール抑制を組合せ高硬度と低カールの両立を実現した。

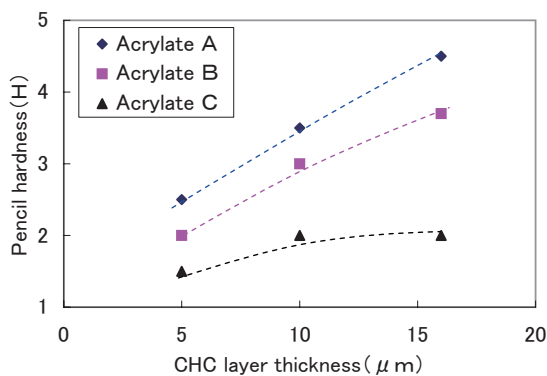


Fig.5 Improvement in pencil hardness

一方、CHCフィルムの高硬度化阻害要因として、CHC層内部の硬化不良の問題が従来から知られている。その解決のため、材料設計やプロセス設計の技術検討を行い、鉛筆硬度の制御技術を確認した。Fig.6 に一例として、モデル処方におけるCHC加工液のアクリレート樹脂濃度と鉛筆硬度の関係を示す。このように、鉛筆硬度等の特性が安定して得られるよう、各種パラメータ設計を行い、安定して高硬度が得られる条件を設定した。

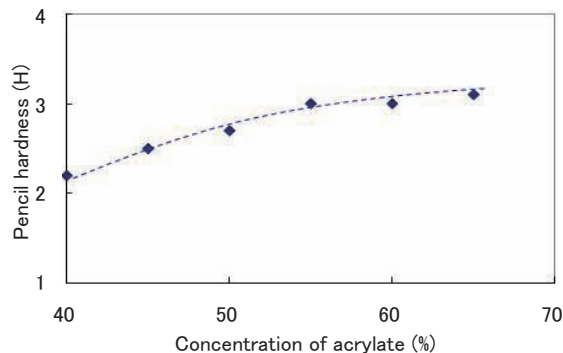


Fig.6 Improvement in pencil hardness

3.2.2 耐擦傷性の向上技術

CHCフィルムでは、鉛筆硬度と共に、高い耐擦傷性も要求される。耐擦傷性は、スチールワール等でCHCフィルムの表面を一定荷重で引っ掻いた際のキズの発生状況で評価できる。鉛筆硬度がCHCフィルム全体の硬度を表しているのに対して、耐擦傷性評価はCHC層のごく表面の硬度を表わしている。

CHC層に用いられる代表的な紫外線硬化樹脂であるアクリレート樹脂は、酸素が存在すると硬化反応が阻害されることが知られている。Fig.7 に示すように、我々の実験系でも酸素濃度を低下させていくと、耐擦傷性が高まることが確認できた。この技術を生産工程で安定に実現するために、紫外線硬化時の窒素ガスの流れをシミュレーションし、生産ラインでも酸素濃度を極めて低い濃度で管理できる装置を開発した。その結果、従来の当社CHCフィルムに対して約10倍の耐擦傷性を持つCHCフィルムを開発することができた (Fig.8)。

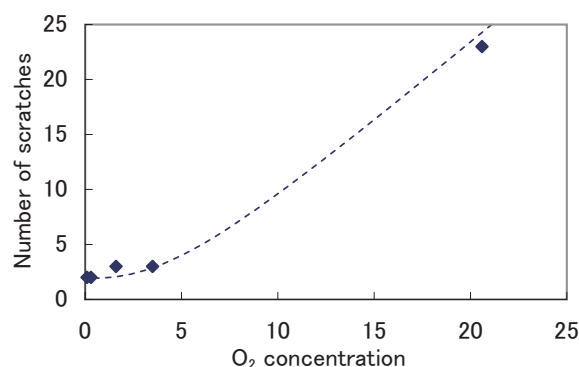


Fig.7 Effect of O₂ removal on abrasion

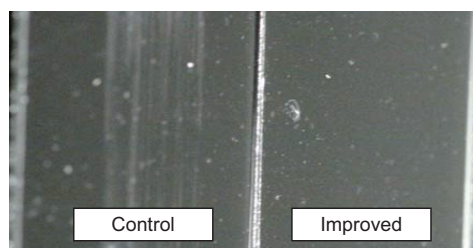


Fig.8 Improvement of abrasion resistance

3.2.3 密着性

CHCフィルムの表面物性に係わる第3の特性は、密着性である。屋外でも多用されるノートパソコンは、長時間の光（特に紫外線）暴露後も密着性が劣化しないことが重要である。基材フィルムKC-4UYの特性に加え、鉛筆硬度の視点で選択した樹脂および設計技術により密着性を確保し、JIS-K5600の評価でも十分な特性を有する製品設計ができた。

3.3 バックコート技術

3.3.1 カール抑制技術

バックコート法は、CHC層を塗布した面と反対側の面にTACに親和性のある溶剤を塗布し、カールを抑制する方法である。この方法は、溶剤がTACフィルム中に浸透しTACフィルムが膨潤し、乾燥工程で溶剤が蒸発する際にTACフィルム表面で発生する樹脂の収縮を利用して（Fig.9, Fig.10）。

バックコート法を40 μ mの薄膜TACフィルムに適用する場合、わずかな塗布の乱れや膜厚のばらつきで各種の塗布故障や平面性の劣化が発生しやすい。我々は、弊社独自の膜厚制御技術により、フィルムの長手方向、幅手方向の均一塗膜形成によりこれらの品質を確保した。

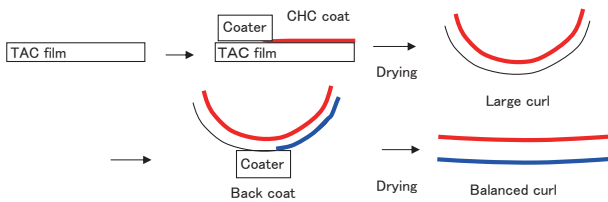


Fig.9 Effect of back-coating on curl tendency

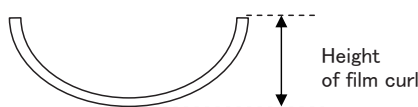
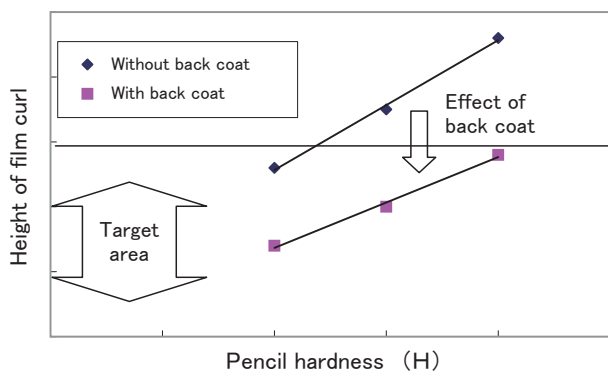


Fig.10 Improvement of film curl via back-coating

3.3.2 ブロッキング防止技術

CHCフィルムをロール状態で高湿度下で長期間保存した場合、フィルムの表裏面が相互に密着する現象（ブロッキング故障）が稀に発生することがある。我々は、バックコート塗布液中に数100nmの微粒子を添加することで、フィルム表面に凹凸を形成させブロッキング防止機能を持たせる設計とした（Fig.11）。

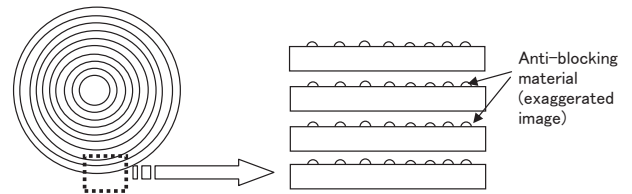


Fig.11 Anti-blocking effect of back coat layer

以上、バックコート技術の導入により、高い鉛筆硬度を保ちつつも、カール特性に優れ、また、ブロッキング故障に耐性をもつフィルムとすることが出来た。

4 まとめ

先に述べた設計コンセプトと導入技術により、高い鉛筆硬度と優れた耐擦傷性、密着性を持ち、かつカール特性など偏光板加工工程での取り扱い性に優れた薄膜のCHCフィルムを開発することができた。本製品は本稿で紹介した特性に加え、高い耐薬品性、防汚性を有している。

今後も、CHCフィルムに求められる品質は、さらなる薄膜化と高硬度化、偏光板加工における取り扱い性向上が要求されると推定される。加えて低コスト化の要望も強く、これらのニーズに答えるべく継続して開発を進める所存である。