

品質安定性を向上させた新VA-TACフィルムの開発

Development of New VA-TAC Film with Improved Stability of Quality for Liquid Crystal Display

西村 真澄*
Masumi NISHIMURA

別宮 啓史*
Hiroshi BEKKU

世良 貴史**
Takashi SERA

藤花 憲一郎*
Kenichiro FUJIHANA

要旨

現在の液晶テレビにおいては、視野角特性に優れるVA型（垂直配向型 VA-LCD）の液晶表示モードが主流となっている。我々はかつて、シンプルな構成で高性能なVA-LCD視野角拡大用途の位相差フィルムVA-TACを他社に先駆けて開発した。その後、VA-LCDに使用される視野角拡大フィルムの市場をVA-TACフィルムでリードし続けてきた。

近年の液晶テレビでは市場の成熟化と同時にサイズの大規模化やデザイン性重視の設計などが進み、更なる品質安定性と生産性の両立が市場から求められている。

この市場要求に対して、我々は長い間、市場での実績がある従来VA-TACフィルムの強靱性に優れるなどの偏光板加工適性を維持することで顧客の工程での生産性を取り崩さずに、更に品質安定性を付与、すなわち湿熱耐久性や直接水に浸漬するような過酷な条件の耐水性を両立した新VA-TACフィルムを開発した。

本稿では新VA-TACフィルムの開発コンセプトと設計思想およびこれらを実現するための構成技術としての材料技術を中心に報告する。

Abstract

VA-mode LCDs (vertical alignment mode liquid crystal displays) are most popularly used in LCD TVs because of their wide viewing angle. Konica Minolta was the first to develop a VA-TAC retardation film of simple structure and high quality to improve the viewing angle of VA-LCD screens, and we have led the market since. With today's LCD TV market maturing, panel sizes growing, and design-centric orientation approaching conventional status, ever more stable quality and higher productivity the production of LCD TVs are in demand.

To satisfy those demands, we developed a VA-TAC retardation film with greater stability of quality, one with both greater durability and water resistance. By preserving the superior handling characteristics of our conventional VA-TAC film, we maintained the LCD TV manufacturer's production yield.

* 機能材料事業部 開発統括部 製品開発部
** 機能材料事業部 営業部

1 はじめに

初めに、新たに開発した新VA-TACフィルムと、従来VA-TACフィルムの製品特徴について、下表に示す (Table 1)。

品質安定性向上のため、湿熱耐久性を維持し、直接水に浸漬するような過酷な条件の耐水性を向上させたフィルムとなっている。

Table 1 Physical properties of conventional and new VA-TAC film. The new film shows greater water stability while maintaining heat/humidity durability.

	Conventional VA-TAC film	New VA-TAC film
Soaked in water for 24 hrs.	-20 nm	-10 nm
Kept at 60°C/90% RH for 500 hrs.	-1 nm	+1 nm

(Rth: retardation in thickness direction)

1.1 VA型液晶表示装置とは

近年、液晶表示装置 (LCD) は携帯電話用途から 50 インチ超のサイズのテレビまで幅広く採用が進み、フラットパネルディスプレイ市場の中心となった。そのうち液晶テレビは先進国における市場浸透は一巡したものの、全世界的に見ればなお拡大傾向にある。またパネル大型化の傾向を受けて市場全体の面積ベースでは拡大を続けている。液晶テレビの方式としては主に、垂直配向方式 (VA-LCD) と面内駆動方式 (IPS-LCD) の二方式が代表的であり、現在は視野角特性に優れた VA-LCD が主流となっている。

VA-LCD はもともと正面コントラストが高く、上下左右の視野角が非常に広く中間調における階調反転も少ないという特徴を持っているが、この方式に、さらに位相差フィルムを用いることで、VA方式の弱点であった斜め方向においても視野角拡大効果に加えて中間調の階調反転を抑制し (Fig. 1) 全方向において 178° を超える視野角 (コントラスト比 10:1 の領域) を確保することが出来る。その VA-LCD は当初、高価な複数枚の視野角拡大フィルムを偏光板上に粘着剤により一枚ずつ積層して貼り合わせたものが使用されていた。そこで我々は偏光板保護フィルムとしての役割を担う TAC フィルムに VA 型 LCD に用いられる視野角拡大機能を付与することでシンプルな構成かつ高性能な視野角拡大用の位相差フィルムの分野をコニカミノルタ VA-TAC フィルムで開拓してきた。しかし、近年の液晶テレビは、市場への浸透と成熟に伴う液晶テレビの生産工程や輸送環境の変化および、画面サイズ大型化やデザイン性重視への変化により、従来以上に様々な環境における品質安定性と生産性の両立が求められている。

この市場の要求に対して、我々は長年、市場実績がある従来 VA-TAC と同様の優れたハンドリング性能を維持し顧客での生産性を確保したうえで、更に市場から求められている品質安定性などの性能向上を実現した新

VA-TAC フィルムを開発した。本稿では新 VA-TAC フィルムの開発コンセプトと設計思想およびこれらを実現するための構成技術としての、材料技術を中心に報告する。

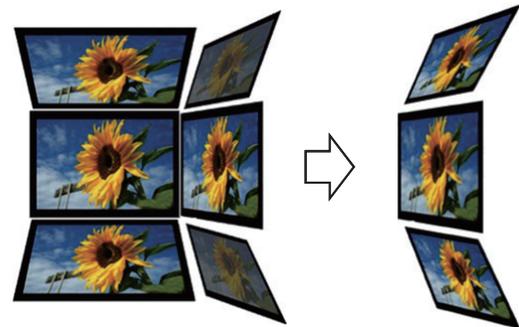


Fig. 1 Improvement of viewing angle with a retardation film.

VA 型液晶表示装置 (VA-LCD) は液晶セルを挟む 2 枚の偏光板で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液晶セル側に視野角拡大を目的とした位相差フィルムが使用されている (Fig. 2 図中青色部分の 2 枚)。

我々はこの液晶表示装置に欠かせない部材である位相差フィルムとして、セルロースエステル樹脂を主要原料としたフィルム (VA-TAC) を供給している。

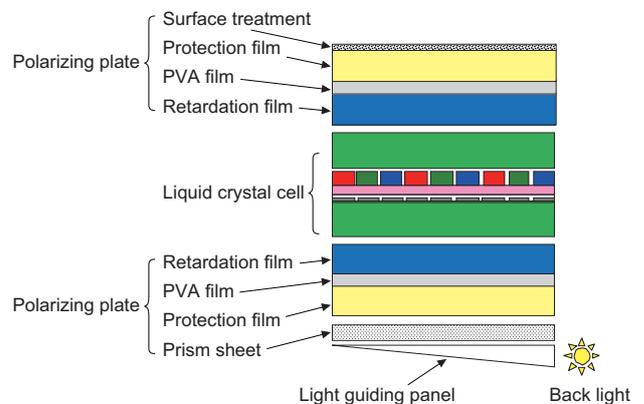


Fig. 2 Structure of a liquid crystal display.

1.2 位相差フィルムの特性

VA-LCD において視野角拡大に必要な位相差は一般的に位相差フィルム一枚あたりにおいて厚さ方向のレタデーション Rth が 80~200 nm 及び面内のレタデーション R0 が 20~70 nm の範囲が好ましいとされている¹⁾。

1.3 VA-TAC フィルムの製膜方法

光学用的高分子フィルムの製膜方法としては大きく熔融製膜法、溶液製膜法に分かれる。熔融法は熱を加えて融かすことで、溶液法では溶剤を用いることで原材料に流動性を与え流体を押し出して製膜する方法である。セルロースエステル樹脂は融点が約 230~300°C と高く、また熱分解温度と近いために通常は溶液製膜工程で製膜

されている。この溶液製膜方法ではセルロースエステル樹脂のポリマーに各種添加剤を加えて溶媒によってドーブにした後、支持体であるドラムまたはバンドベルトに流涎し、自己支持性をもったところで剥離し乾燥・延伸工程を経て製品フィルムを得るものであり、連続生産されたフィルムは円筒状の巻き芯に巻き取られ梱包することで製品形態となる。

溶液製膜方法では高温加熱による溶融工程がないために、使用する原材料の融点などの制約が無く、更に溶解工程において溶剤の種類や濃度を調整することでメインのポリマーに加えて、幅広い添加剤を選択できるメリットがある。またバンドベルト製膜方式では流涎剥離工程での乾燥性が良いため平面性が良いなどのメリットもある。一般的な溶液流涎製膜の工程を下記の Fig. 3 に示す。

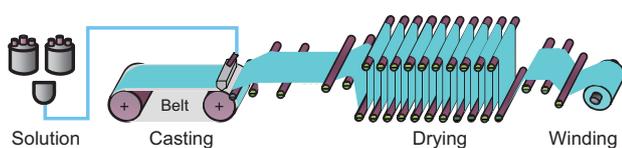


Fig. 3 General process of solution casting.

2 液晶テレビ市場のトレンドとVA-TACへの要求品質

近年、LCDの市場の成熟化により新興国と言われる地域（中国・アジア・中南米・東欧・中東・アフリカ）への出荷の割合が増大していることに伴う商流の変化に併せて、従来より過酷な条件での品質リスクへの対応が求められている。

上述のトレンドから発生する顧客からのニーズとしてVA-TACフィルムにおいて従来の湿熱耐久性に加えて搬送中の結露などによりパネルが直接水に晒されるような過酷な条件でも品質が一定であることが求められている。

3 新VA-TAC設計コンセプト

最新の市場ニーズを受けて、我々は新VA-TACの設計コンセプトとして以下を設定した。

『湿熱耐久性能が従来製品同等であり、更に直接水に晒される過酷条件でも厚さ方向のレタレーションRth変動が低減されている位相差フィルム』

一般に吸水性のあるセルロースエステル樹脂において耐水性を向上させた場合には湿熱耐久性などとトレードオフの関係になることが多い。これまで、セルロース系樹脂で含水時の位相差値変化の抑制を目指したフィルムは検討してきたが、このトレードオフの関係からは抜け出せておらず完成度は充分ではなかった。

我々は新VA-TACにおいてトレードオフの関係から脱却した湿熱耐久性と耐水性の両立を目指した (Fig. 4)。

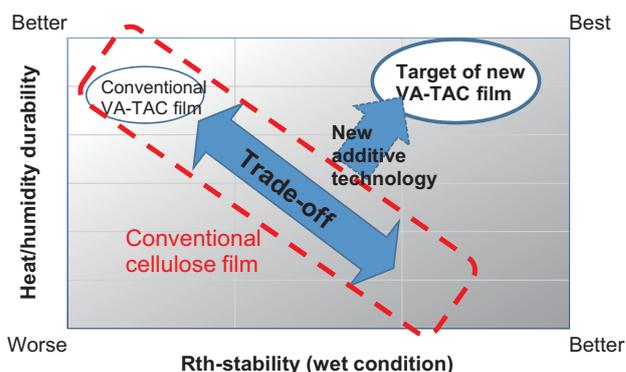


Fig. 4 Concept of new VA-TAC film: simultaneous high heat/humidity durability and high water resistance.

4 構成技術

前述の新VA-TACの設計コンセプトを具体化するために導入した新たな材料技術およびプロセス技術および品質評価の結果について説明する。

4.1 材料技術

搬送中の結露などパネルが直接水に晒されるような過酷な条件における課題として、斜めからの視野において表示にムラが発生することが課題として確認された。

これは吸水性のあるセルロースエステル樹脂からなる従来VA-TACフィルムでは含水部分において厚さ方向のレタレーションRthが低下することが要因であることをつきとめた。

このようなフィルムの耐水性の観点に対しては、非セルロース系樹脂の適用もあるが、従来VA-TACに用いられているセルロースエステル系樹脂は、それらには達成しえない非常に大きな分子量かつ分子間相互作用を有する高分子であり、強靱性や耐熱性で高い優位性を発揮する。

特にPVAを保護する2枚のフィルムにセルロースエステルフィルムを使用することで強くしなやかな偏光板となるなどの特徴を有している。そこで、我々はセルロールエステル樹脂を用いたフィルムにおいて溶液製膜法のメリットである添加剤の選択性を活用し、新たな添加剤を導入することで耐水性が付与された総合性能に優れた位相差フィルムを目指した。

これまでの材料技術では、セルロースエステル樹脂と化学的に相互作用を発生する添加剤を導入することで含水時のフィルム位相差変化の抑制を目指すも、吸水性を持つセルロースエステル樹脂を添加剤によって含水時の位相差変化を抑制することは困難であった。様々な添加剤での検討でも、十分な耐水効果が得られない、または光学フィルムに必要な透明性が従来フィルムに対して劣化するなどの欠点の発生が生じた。あるいは、含水と乾燥を繰り返した際や長期の高温高湿環境を経ることで位相差の不可逆変化が発生してしまうなど、実際の使用環境で起こりえる表示ムラに課題があり、いまだ完成度として十分なものはなかった。

添加剤による耐水効果が十分に得られない要因としてセルロースエステル樹脂と化学的に相互作用を持つ添加剤を導入してもセルロースエステル樹脂は親水部分を有しているため、直接水が入ってくるような条件では添加剤と樹脂との化学的な相互作用が弱まってしまふためと推測した。

そこで我々は含水時においても化学的な相互作用が維持されるようにセルロースエステル樹脂と疎水性すなわち、水の影響を受けにくい化学的な相互作用を発生する構造の添加剤を選択することを考え、種々の検討を行った。その結果、特定の構造の添加剤において吸水性のあるセルロースエステル樹脂を用いたフィルムにおいて長期間浸水する過酷な実験条件でも安定して厚さ方向のレタレーションRthの低下を改善でき (Fig. 5), かつ含水と乾燥を繰り返した際の不可逆変化が発生しないことや長期の高温高湿環境を経た場合における位相差変化が従来VA-TAC同等レベルであることを見出し (Table 1), 新VA-TACに用いる材料技術として新規添加剤の採用を決めた。

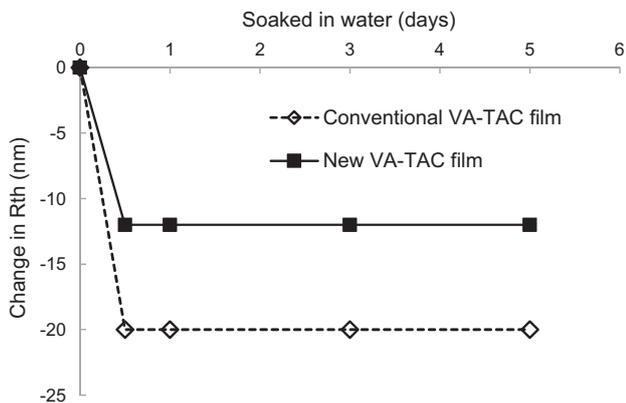


Fig. 5 Change in Rth of new VA-TAC film after water soaking is smaller than that of conventional VA-TAC film, thanks to new additives.

4.2 プロセス技術

さらにパネルガラスの大型化・薄膜化のトレンドに伴って発生するパネルバンド（反り）の課題に対して、様々な観点での検証により、主要因は吸湿・脱水過程で偏光板を構成する偏光子、保護フィルム、位相差フィルムの各部位で発生する収縮力が要因であることを解明した (Fig. 6)。

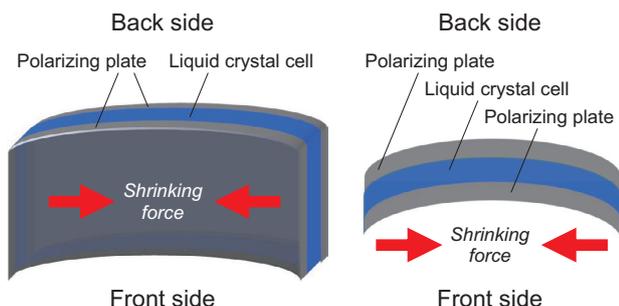


Fig. 6 Panel bending mechanism. Diagonal bending (left) and upward bending (right).

そこでフィルム収縮力の因子分離を行い

$$(\text{収縮力}) \propto (\text{膜厚}) \times (\text{弾性率}) \times (\text{収縮量})$$

であることを確認した。新VA-TACにおいてメインポリマーは従来VA-TACと同じく強靱性に優れるなどの偏光板加工適性を有するセルロースエステル樹脂の採用が決定していた為に位相差フィルム部位で発生する収縮力の抑制にはポリマーに依存する傾向がある弾性率や収縮量ではなく膜厚の低減を行うことでパネルバンドに優位な位相差フィルムとなる設計を目指した (Fig. 7)。

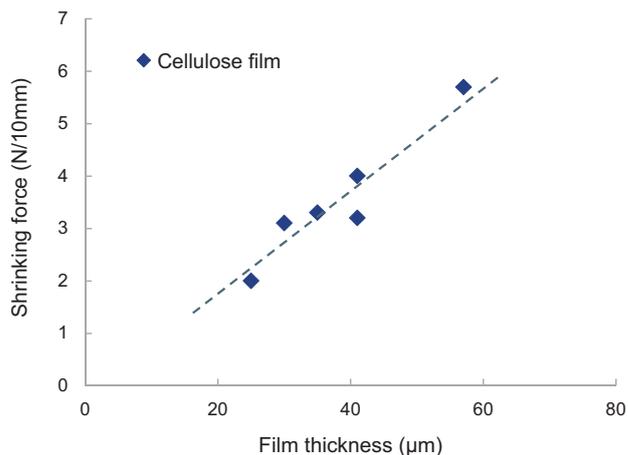


Fig. 7 Correlation between thickness and shrinking force of cellulose film (condition: 40°C/90%RH → 40°C/20%RH). Shrinking force decreases in a thinner film.

一般的に、薄膜化に伴い製造工程での外乱の影響を受けやすく外観品質の劣化が生じやすくなる、また機械強度も低下するため、製膜やその後の搬送が難しくなる、さらに位相差フィルムにおいてはVA-LCDに必要な位相差が不足するなど薄膜化には様々な課題があった。我々は種々の検討を行い、従来よりも精度を飛躍的に高めた生産技術を構築することで、平面性や機械物性などを維持しながらも、膜厚がおよそ40μmであった従来VA-TACからさらに薄い30μm半ばとした位相差フィルム新VA-TACのプロセス技術を構築した。

4.3 機械物性

また、フィルムの腰の強さや搬送時の破断リスクと関係する弾性率や破断強度は新VA-TACにおいて従来VA-TACフィルムと同等の値を示しており。フィルムの製造工程および偏光板の加工の際の取扱い性が従来製品と同様であり歩留りなどで低下がないことを確認できた。

4.4 耐溶剤性

今回開発したフィルム表面を各種溶剤における耐溶剤性を確認し、今回開発した新VA-TACは従来VA-TAC同様の特性を示し、偏光板の加工において従来製品と同様の取扱いが可能であることを確認できた。

4.5 環境適性

新しい添加剤で構築した材料技術を用い、REACH規制、ハロゲン物質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。

5 まとめ

『湿熱耐久性が従来製品同等であり、更に直接水に晒される過酷条件でも厚さ方向のレタデーションRth変動が低減されている位相差フィルム』という設計コンセプトに対して、長年使用されてきた実績があり取扱い性に優れるセルロースエステル樹脂を用いながら溶液製膜法の特長を活かした新規材料の導入およびプロセス技術を組み合わせることで、従来VA-TACの湿熱耐久性や偏光板加工適性を維持しながらも直接フィルムを浸水するような過酷な条件での耐水性を付与することで品質安定性に優れる位相差フィルム新VA-TACを開発した。今後もVA型LCDにおいて、品質向上と顧客生産性の両立という要求に応えるべく更なる技術開発を進めていく。

●参考文献

- 1) 葛原憲康, 梅田博紀, 澁江俊明, KONICA MINOLTA Tech. Rep., VOL.3, 133-136 (2006)