

# 液晶TV, 大型液晶モニター用 WV film ワイドビューEAの開発

及川 徳樹\*, 豊岡 健太郎\*, 渡部 淳\*,  
安田 庄司\*, 竹内 和彦\*, 酒井 栄一\*\*

## Development of WideView EA, a Film Product for LCD-TV and Large Size LCD Monitor

Tokuju OIKAWA\*, Kentaro TOYOOKA\*, Jun WATANABE\*, Shoji YASUDA\*,  
Kazuhiko TAKEUCHI\*, and Eiichi SAKAI\*\*

### Abstract

We have developed a new optical compensation film called "WV-EA film" for TN mode TFT-LCDs.

A TN panel with AWW-EA film exhibits an excellent viewing angle characteristic, a high contrast ratio and low color shift compared with the previous type WV film. Such performance has been achieved by optimizing the total optical characteristics of polymerized discotic materials (PDM) and TAC.

### 1. はじめに

液晶ディスプレイは、薄く、軽量で、低消費電力という特徴を有し、TV、PCモニター、カーナビ、デジタルカメラ、携帯電話などの用途に使われており、TN (Twisted Nematic) モード、IPS (In-Plane Switching) モード、VA (Vertically Aligned) モード、OCB (Optically Compensated Bend) モードなどの液晶モードが使用されている。TNモードの大きな問題は、視野角コントラスト (CR) が狭いことであったが、1995年に富士写真フィルムが市場導入した、ディスコティック液晶を利用した新規な光学補償フィルム「WVフィルム」<sup>1),2)</sup>により、TNモードでの視野角CRを大幅に拡大することに成功した。さらに、1999年のより視野角CRを拡大した「WV-SA」の導入および偏光板との一体化などにより、TNモードでのWVフィルムの使用が一般化し、PCモニターの市場ではCRTから液晶ディスプレイへの置き換えが進み、17インチクラスの液晶モニターではWVフィルムを搭載したTNモードが主流となっている。19インチ以上の大型液晶モニターでは、従来のWVフィルムを搭載したTNモードでは視野角拡大効果が十分ではなく、視野角特性の優れたIPSモード

やVAモードが主流であった。しかし、最近のモニターのIT-TV化の流れにより、PCモニターにおいても、静止画のみならずTV画像やDVD画像を視聴するための動画適性が求められるようになり、特別な駆動回路などの工夫の必要がなく応答速度を速めることが可能であり、開口率が高く輝度を上げやすいTNモードが見直されはじめてきた<sup>3)</sup>。

このような状況の中で、Fig. 1に示すような横方向にサイズ拡大していく大型のPCモニターやLCD-TVに適した、視野角特性、特に、横方向の視野角特性の優れた、従来のWVフィルムに代わる新しいTNモード用WVフィルムが求められていた。

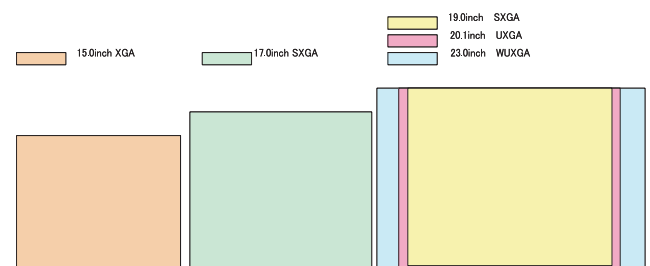


Fig. 1 Relative Screen sizes of typical LCD monitors.

本誌投稿論文 (受理2005年12月15日)

\*富士写真フィルム (株) R&D統括本部材料研究本部  
フラットパネルディスプレイ材料研究所  
〒250-0193 神奈川県南足柄市中沼210

\*Flat Panel Display Materials Research Laboratories  
Materials Research Division, Research & Development  
Management Headquarters, Fuji Photo Film Co., Ltd.  
Nakanuma, Minamiashigara, Kanagawa 250-0193, Japan

\*\*富士写真フィルム (株) R&D統括本部材料研究本部  
品質設計評価センター  
〒250-0193 神奈川県南足柄市中沼210

\*\*Quality Design and Evaluation Center  
Materials Research Division, Research & Development  
Management Headquarters, Fuji Photo Film Co., Ltd.  
Nakanuma, Minamiashigara, Kanagawa 250-0193, Japan

本報告では、従来のWVフィルムの光学特性のさらなる最適化を行ない、表示性能、特に、視野角CRを一段と向上させた「WV-EAフィルム」について報告する。今回開発したWV-EAフィルムによって、VAモードに匹敵する、上下左右160°の視野角CR（CR 10以上の領域）と色味の左右視角依存性の低減を達成し、このことによってWVフィルムを備えたTNモード液晶ディスプレイは高速応答性の特長を生かし、さらに用途拡大して液晶TVにも展開されていくものと期待している。

## 2. WV-EAの開発のコンセプト

WVフィルムは、第一世代、第二世代と表示性能、特に、視野角CRの拡大を達成しているが、次期のWVフィルムとして、WV-EAは市場から求められていた下記の表示性能を主な改良目標として開発を行なった。

- (1) 全方位80°以上の視野角CR（CR > 10）を達成するとともに、特に、LCD-TV、ワイドモニターとしての適性が得られるように、横方向での視野角CRと白色味変化を改良する。
- (2) 正面のCRを向上させる。
- (3) 大サイズに適用できるようにムラを改良する。

## 3. WV-EAの開発技術

TNモードの黒表示時の液晶セル中の液晶分子は、ねじれながら立ち上がった構造を有している。基板面近傍では液晶分子は主に水平になっており、セル中央部では主に垂直に立ち上がっている。特に、立ち上がった領域では液晶分子は大きなゆらぎをもっており、液晶セル全体としては光学軸がない複雑な構造と考えられる。

Fig. 2に、黒表示状態のTNモード液晶セルにWVフィルムを配置した状態の簡略化したモデルを示す。液晶セル内の棒状液晶分子が立ち上がりつつある領域を、ディスコティック化合物（PDM層：polymerized discotic materials）のハイブリッド構造を用いて精密に補償し、液晶セル内の棒状液晶分子がほぼ立ち上がっている領域を、面内複屈折を精密に制御したTACフィルムで光学補償するように設計されている<sup>1),2)</sup>。

このWVフィルムを、TNモード液晶セルの上下に配置することによって視角による光漏れが改良され、“黒”がどこから見てもより“黒く”見えること（光学的な補償）が実現される。

われわれは、以下の3つの技術開発により、視野角拡大をはじめとする表示特性をさらに向上させることに成功した。

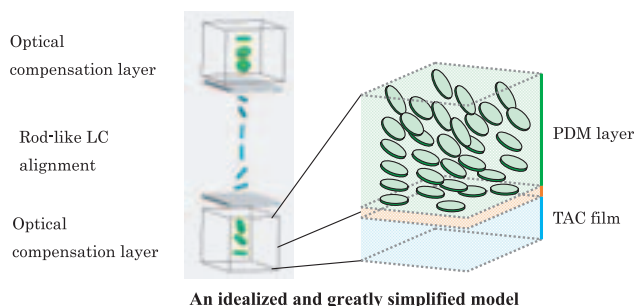


Fig. 2 Cross-sectional view of a TN-LCD with WV films.

- ① PDM層およびTACのトータルの最適化による視野角拡大および色味改良
- ② WVフィルムのヘイズ減少による正面CR向上
- ③ WVフィルムの薄膜化と精密塗布技術によるムラの改良

- ① PDM層およびTACのトータルの最適化による視野角拡大および色味改良

PDM層は、配向膜側では液晶分子の円盤面と配向膜面との傾斜角度が低い分子が多く、空気界面付近では、液晶分子の傾斜角度の高い分子が多いハイブリッド構造を有している。Fig. 2では、厚み方向の配向変化をモデル的に提示しているが、実際のWVフィルムははるかに複雑な構造であることが解明されつつあり、空気界面側、配向膜側では液晶分子配向の乱れが大きい、言い換えると液晶分子の配向度が小さいことがわかってきた<sup>4)</sup>。

われわれは、これらの事実をもとに、配向度の乱れを前提として、PDM層およびTACのトータルの光学特性を、高速応答性に優れるパネルでの適性も考慮して最適化した。こうすることで、PDM層、または、TACの単独の最適化では達成されない、大幅なCR視野角の拡大、特に、横方向での視野角の拡大と白色味の横方向から見たときの黄色化を低減させる色味改良を達成した。

- ② WVフィルムのヘイズ減少による正面CR向上

われわれは、WVフィルムのPDM層およびTACの構造を詳細に検討した結果、PDM層およびTACの構造に光学的に散乱を引き起こし、クロスニコル下での光漏れをひきおこす要因があり、その要因によりCRを低下させていることがわかった（Fig. 3, Fig. 4）。

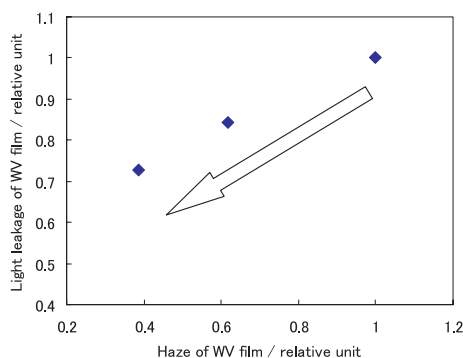


Fig. 3 Light leakage reduction by haze suppression.

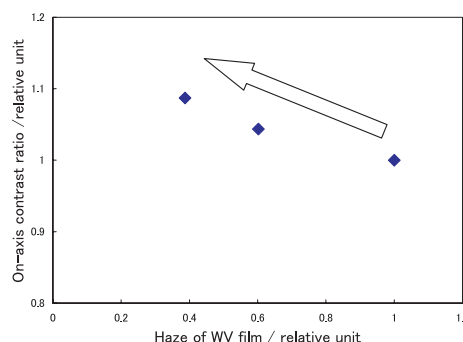


Fig. 4 Improvement of on-axis contrast ratio by haze suppression.

①で述べたPDM層, TACの光学特性の最適化に加え, WVフィルムの光学的な散乱をさらに抑えることで, 正面のCR増大させることができた。

### ③ WVフィルムの薄膜化と精密塗布技術によるムラの改良

モニターの大型化, ワイド化および動画表示のための高輝度化の動きにより, WVフィルムの均一性がより要求されるようになってきた。

われわれは, 従来のWVフィルムで問題であったモニター周辺での光漏れ(額縁ムラ)や, PDM層塗布時の厚みムラに対する下記の均一化技術を開発し, 現行のWV-A, WV-SAに適用してきた<sup>5)</sup>。WV-EAではさらにこの技術を発展させて, 均一性においてもきわめて優れたWVフィルムとした。

#### A) 偏光板収縮起因のモニター周辺部の光漏れ(額縁ムラ)改良

従来のWVフィルムを備えたモニターでは, 高温または高温高湿条件下でモニター周辺部に額縁ムラと呼ばれる光漏れが発生することがあった。この光漏れは, 偏光板が高温または高温高湿条件下で収縮するために, WVフィルムに応力が発生し, 面内位相差変化が起こることで生じる。この光漏れは, WVフィルムの厚さを薄くすることで改良される(Fig. 5)が, 単なる厚みの減少では必要な光学特性が得られず, 十分な視野角拡大効果が得れない。そこで, 薄いWVフィルムでも必要な光学特性が発現できる高配向化技術を開発し, 光漏れの改良(Fig. 6)と視野角拡大の両立を実現した。

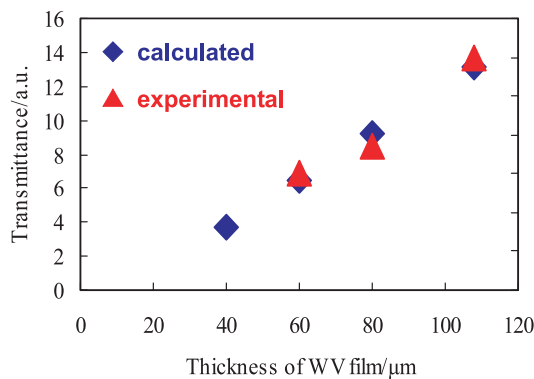


Fig. 5 Calculated and experimental transmittances of the frame edge irregular area after 80°C, 1 day drying.

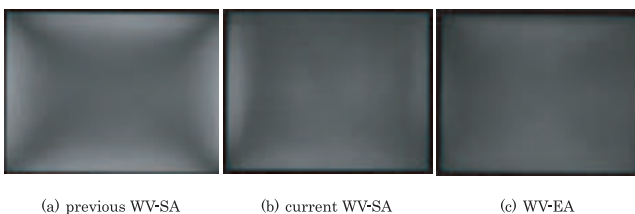


Fig. 6 Measured iso-luminance curves of a panel attached with WV films.

#### B) PDM層塗布時の厚みムラの改良

従来のPDM層塗布方式では, 乾燥風のゆらぎがPDM層厚みのムラを引き起こし, 光学特性のムラを生じさせていた。

PDM層塗布乾燥時の乾燥風の精密な制御と, PDM層の厚みムラを抑制する添加剤の開発による厚みムラの改良(Fig. 7)により, 大幅に厚みの均一性を向上させた。

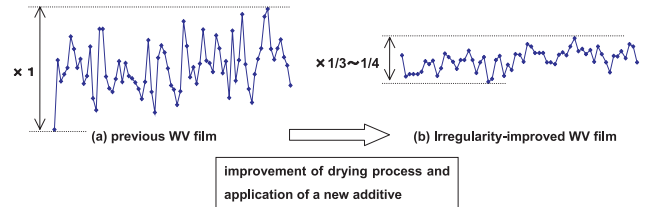


Fig. 7 Thickness fluctuation of a polymerized discotic material layer : (a) previous WV film and (b) irregularity-improved WV film.

## 4. WV-EAにより達成した主な表示性能

視野角拡大効果は, コントラスト比, 色味変化などの視野角特性を総合的に判断することが必要であり, 本章では, コントラスト比, および黒表示での輝度, 白表示での色味変化の視野角依存性の改良効果について記述する。

### 4.1 コントラスト比の視野角依存性改良

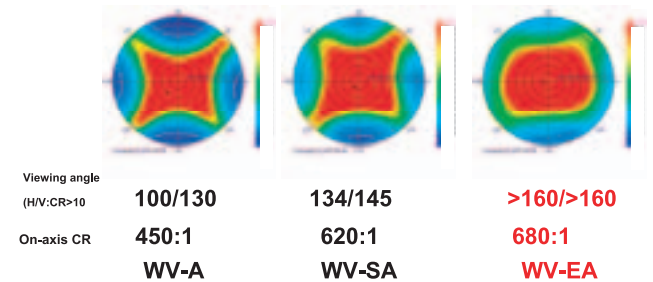


Fig. 8 Measured iso-contrast curves of TN panels attached with WV-A films, WV-SA films and WV-EA films.

従来のWVフィルム(WV-A, WV-SA)と, 今回開発したWV-EAフィルムを用いた場合のTNモードTFT-LCDのコントラスト比の視野角依存性を, コントラストマップ上にそれぞれ示す(Fig. 8)。コントラストマップは, 中心からの距離が正面からの極角角度を, 同心円の円周方向が正面から方位角角度を表わし, ある極角, 方位角方向から傾けてみた場合のコントラスト比を示している。

Fig. 8に示すように, 今回開発したWV-EAフィルムを用いた場合, 従来のWVフィルムよりもコントラスト比が改善され, コントラスト比が大きい領域(赤～

緑色の領域)が広いことがわかる。特に、横方向のコントラスト比が大きく改善されており、Fig. 1のモニターサイズとの対比からわかるように、横方向にサイズアップする大サイズワイドモニターに最適となっている。

また、正面CRも、従来のWVフィルムと比較して改善されており、より黒が引き締まった表示品位の高い画像が得られている。

#### 4.2 黒表示での輝度の視野角依存性改良

WV-SAフィルム、今回開発したWV-EAフィルムを用いた場合のTNモードTFT-LCDおよびVAモードTFT-LCDの黒表示での輝度の視野角依存性をFig. 9に示す。

従来品であるWV-SAと比較して、WV-EAでは高角度での輝度の増加が大きく改善され、通常の視野角(±30°)の範囲ではVAモードに匹敵している。WV-SAとWV-EAを横方向から見た絵でも、黒輝度が改善されているために、黒が引き締まり、色鮮やかな画像となっている。

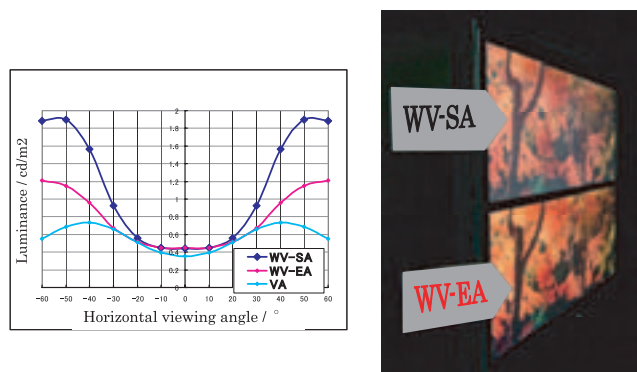


Fig. 9 Dependence of luminance at black state on horizontal viewing angle, and oblique view of WV-SA (upper) and WV-EA (lower).

#### 4.3 白表示での色味の視野角依存性改良

WV-SAフィルム、今回開発したWV-EAフィルムを用いた場合のTNモードTFT-LCDおよびVAモードTFT-LCDの白表示での色味の視野角依存性をFig. 10に示す。

色味変化 $\Delta u'v'$ はCIE1976 UCS色度図による色差を指標にし、正面での色度からの変化量(正面からの距離)として評価した。変化量が小さいほうが視角を変えたときの色味変化が少ないことを表わしている。

従来品であるWV-SAと比較して、WV-EAでは高角度での色味変化が大きく改善され、VAモードに匹敵している。WV-SAでは横方向から見た場合に、白色が黄色味に着色し、くすんだ色となっているが、WV-EAでは、大きく改善され、クリアーな白色を保持しており、目視での改善効果も大きい。

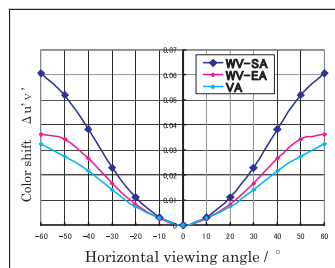


Fig. 10 Dependence of color shift at white state on horizontal viewing angle, and oblique view of WV-SA (upper) and WV-EA (lower).

### 5. まとめ

われわれは、TNモードTFT-LCD用の第3世代の視野角拡大フィルム「WV-EAフィルム」を開発した。WV-EAフィルムでは、PDM層およびTACのトータルの最適化設計によって、TNモードTFT-LCDの視野角でのコントラスト変化、色味変化をさらに改善させることに成功した。WV-EAフィルムは、特に、横方向からの視野角依存性が大幅に改善され、大型化、ワイド化するモニター、液晶TVへの展開が期待される。

#### 参考文献

- 1) H. Mori; M. Nagai; H. Nakayama; Y. Itoh; K. Kamada; K. Arakawa; K. Kawata. SID'03 Digest. 1058 (2003).
- 2) Y. Itoh; K. Miyahashi. Kobunshi. 63, 802 (2004).
- 3) 矢野経済研究所. 2005年度版高機能フィルム市場の展望と戦略. 59 (2005).
- 4) Y. Takahashi; H. Watanabe; T. Kato. IDW'04. 651 (2004).
- 5) E. Aminaka; Y. Ito; M. Murayama; N. Fukagawa; M. Wada; H. Mori; K. Takeuchi; K. Miyahashi. IDW'03 Digest. 689 (2003).