

# Continuous Pinwheel Alignment (CPA) モードを用いた ASV-LCD の開発

## Development of High Performance ASV-LCDs Using Continuous Pinwheel Alignment (CPA) Mode

久保真澄\*<sup>1</sup> 宮下敏彦\*<sup>2</sup> 長島伸悦\*<sup>3</sup> 西村英一郎\*<sup>4</sup>  
Masumi Kubo Toshihiko Miyashita Nobuyoshi Nagashima Eiichiroh Nishimura

### 要 旨

Continuous Pinwheel Alignment (CPA) モードを用いた Advanced Super View (ASV)-LCD を開発した。この ASV-LCD は広視野角、高輝度、高コントラスト、高速応答特性等を網羅した高性能を有している。CPA 技術はテレビ、PC モニタ、アミューズメント用携帯モニタ等の様々な液晶表示装置に適用可能である。

We have developed Advanced Super View (ASV)-LCDs using Continuous Pinwheel Alignment (CPA) mode. The ASV-LCDs are proposed to realize high performance displays having wide-viewing angle, high brightness, high contrast and fast response. The new CPA technology can be used in various LCD applications such as TV sets, PC monitors, and portable monitors for amusement.

### まえがき

近年、液晶の低価格とともに、TV への需要が急拡大する兆しが見えてきている。しかしながら、CRT を凌駕するためには、広視野角、高輝度、高速応答特性等を兼ね備えた総合的に高い表示性能が液晶表示装置に要求されている。現在、広視野角特性を有する液晶表示装置として、IPS<sup>1)</sup>(In-Plane-Switching) や MVA<sup>2)3)</sup>(Multi-domain Vertical Alignment) モード等について多数報告されている。どの表示モードにおいても、従来の TN モードと比較して階調反転なしで良好なコントラストと視野角特性が得られているが、十分な光利用効率を兼ね備えておらず、また MVA を含めたマルチドメイン垂直配向表示モードでは、一画素内

に複数のドメインを形成する構造で、明確にドメイン間を領域分けするため、上下基板の両方に形状効果や電界効果を発揮させるプロセスを要し、製造過程が複雑になる等の課題があった。

一方、我々は視野角特性を改善した Super View-LCD、さらに視野角特性だけでなく総合的に高い表示性能を持つ ASV(Advanced Super Viewing)-LCD を提案してきた。今回我々は、TV・モニター向けの ASV-LCD に新しいバージョンを追加した。この新しい技術は、Continuous Pinwheel Alignment(CPA)モードと呼ぶ一画素内に連続的なマルチドメイン放射状傾斜配向を、片側基板の電極形状の工夫のみで実現できる。この新たな配向技術は、プロセスが簡素な事に加え、CRT に匹敵するハイパフォーマンスな表示特性を実現できる。今回この技術を用いて、TV 用 20 型 ASV-LCD を開発したのでここに報告する。

### 1. 連続的マルチドメイン放射状傾斜配向 (CPA モード) の動作原理

片側基板側に電界による閉じられた領域を形成すると、片側基板側の電界制御のみで安定した配向を得ることが出来る。そこで、我々は 1 ピクセル内に複数のサブピクセル電極を形成した。図 1 に液晶分子の配向イメージとサブピクセル電極の配列を示す。サブピクセル電極は、角を丸めた正方形を一定の距離をおきながら規則正しく配列している。OFF 状態では負の誘電率異方性を有する液晶分子が基板面に対して垂直に配向(ホメオトロピック配列)している。サブピクセル電極と他方基板側の対向電極間の液晶層に電圧を印加すると(ON 状態)、サブピクセル電極エッジ部において、斜め電界が発生することにより液晶分子が動き出し、サブピクセル電極の中心に向かって液晶分子が倒れていく。その結果、サブピクセル電極毎に放射状傾斜配向状態が得られる。その際、サブピクセル電極間では液晶分子は連続的に変形しているためドメイン境界が発生しない。我々はこの配向状態を Continuous

\*<sup>1</sup> TFT 液晶事業本部 A301 プロジェクトチーム

\*<sup>2</sup> TFT 液晶事業本部 TFT 第 2 事業部 第 2 開発技術部

\*<sup>3</sup> TFT 液晶事業本部 TFT 第 2 事業部 第 1 開発技術部

\*<sup>4</sup> TFT 液晶事業本部 TFT 第 2 事業部 第 2 プロセス技術部

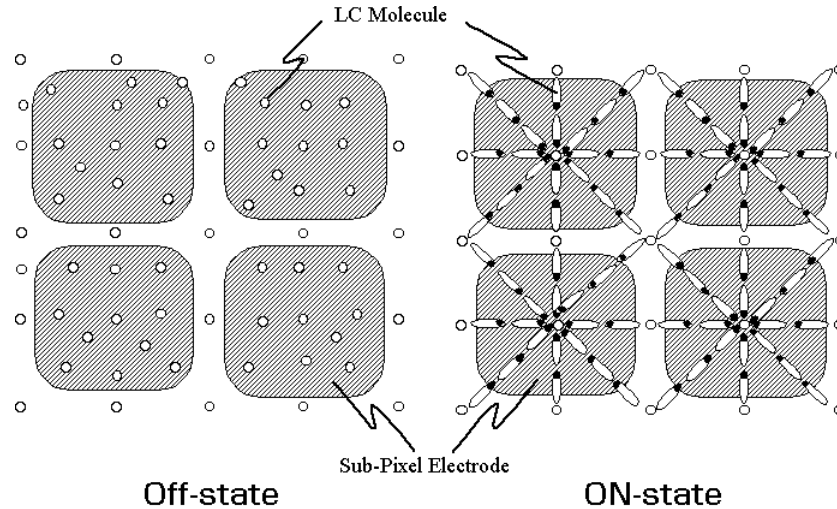


図1 CPAモード液晶配向概念図  
Fig. 1 Schematic illustrations of CPA mode.

Pinwheel Alignment (CPA) と名付けた。写真1 (a) に液晶層電圧印加時の配向状態の顕微鏡写真を示す。このように、CPA技術を用いることで、表示エリア全域で同一の配向状態の、複数の放射状傾斜配向を均一に形成することが出来、高品位で広視野角の液晶表示装置が得られた。

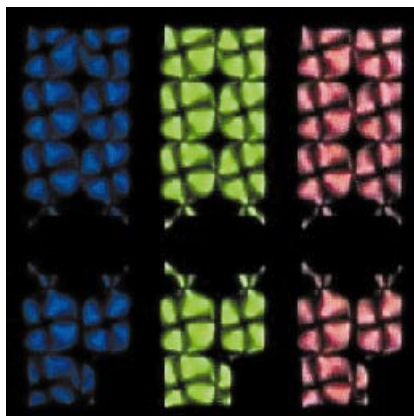
2. 透過率改善技術

2.1 リバースTN技術による、高輝度・広視野角化

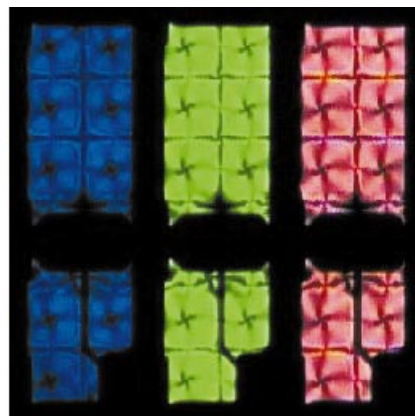
CPAモードを用いた液晶表示装置においては、液晶分子が全方位に傾斜するため、容易に広視野角得性が得られる。しかしながら、写真1 (a) に示すように、サブピクセル上には風車状の光が透過している領域と、透過しない領域が存在するため、満足出来る透過率を得ることは困難である。

そこで我々は、リバースTN方式と組み合わせるこ

とで、この問題点を解決した。リバースTN方式では、液晶にカイラル材を加える事で、液晶層電圧印加時の光学変化において複屈折性よりも、旋光性を積極的に利用することが出来、光の利用効率を高める事が可能になる。写真1 (b) にリバースTN方式を用いた配向状態の顕微鏡写真を示す。写真1 (a) と比較して、風車状の光の透過しない領域も光が透過するようになった。従来は、偏光板の偏光軸に対してほぼ平行若しくは垂直な方位に液晶分子が傾斜すると、光は殆ど透過しなかったが、旋光性を利用することで全ての液晶分子の傾斜方向において光が透過するようになる。こうして、セル厚方向には従来と同じツイストネマティック配向状態に近い状態で白表示を行い、黒表示は垂直状態で行うことで、白表示時には高い透過率を有し、黒表示の液晶配向は均一な垂直状態であり、高いコントラストを有する液晶表示装置が実現出来た。



(a) ECB



(b) Reverse-TN

写真1 6V電界印加時の配向写真  
Photo 1 Optical texture under the electrical field 6V.

### 2・2 Super High Aperture( SHA ) 技術

CPA技術にはTFT基板にSuper High Aperture( SHA ) 技術<sup>4)</sup>を採用することで、高開口率化を図り高透過率を実現した。

放射状傾斜配向状態は、電界制御により実現されるため、ソース及びゲートバスラインからの電界の影響受け易い。このSHA技術は、層間絶縁膜上にITOのピクセル電極を形成するため、開口率の向上だけでなくソース及びゲートバスラインからの電界による液晶配向への影響を軽減する効果も兼ね、より安定した放射状傾斜配向状態を実現した。

### 3. TV用20型液晶表示装置のパフォーマンス

TV用20型液晶表示装置の表示特性を表1に示す。高透過率液晶パネル及び高輝度バックライトの開発により、モジュール輝度450cd/m<sup>2</sup>を達成すると共に、正面コントラスト比500:1が得られた。

図2に視野角特性、図3に階調輝度視野角特性を示す。偏光板と位相差板を組み合わせることで、全方位において170度の範囲でコントラスト10以上、上下左右において170度の範囲でコントラスト30以上という広視野角特性が得られた。図4に視野角色シフト特性を示す。色再現特性の視野角による変化も、従来

表1 TV用20型LCDの諸性能

Table 1 Specifications of the 20-inch diagonal LCD for TV.

コントラスト(正面)	500 : 1以上	
視野角	上下	170°
	左右	170°
コントラスト 10 : 1	斜め	170°
	視野角階調特性	
視野角色変化特性		
温度特性	階調特性	
	色変化	
応答速度	フル階調 ( , + )	15msec

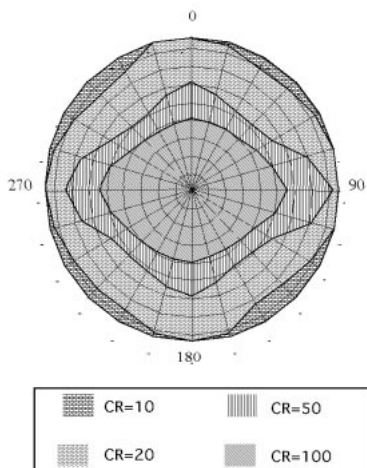


図2 ASV-LCDの視野角特性  
Fig. 2 Viewing angle characteristic of ASV-LCD.

の広視野角技術に比べ非常に小さな変化となっている。更に、応答特性は15ms以下を実現し、動画表示

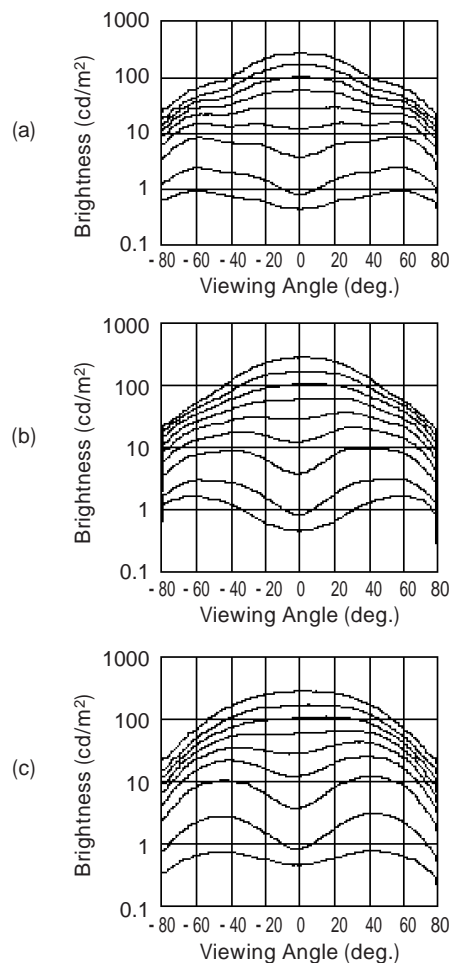


図3 様々な階調での輝度視野角特性  
(a)上下方向 (b)左下から右上方向 (c)左右方向  
Fig. 3 Viewing angular dependences of brightness as a parameters of various gray scales.  
(a) bottom to top, (b) bottom left to top right, (c) left to right

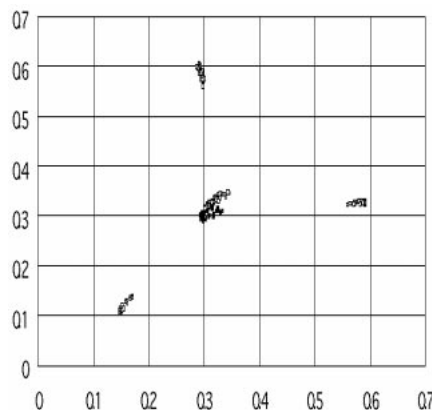


図4 全方位極角60度における赤緑青白黒のカラーシフト  
Fig. 4 Color shift of RGB, white and black at polar angle 60° around various azimuth.

に適する液晶表示装置を提供することが可能となった。

#### むすび

片側基板のみの電界制御という、比較的シンプルな構造で垂直配向性液晶を制御することで、量産性の高い広視野角液晶表示装置が得られた。また、リバースTNの採用により、従来の広視野角液晶表示装置より透過率を改善した。この技術により、広視野角、高輝度、高コントラスト、高速応答性等を網羅した、ハイパフォーマンスのLCDが実現した。今後、モニタ、TV、アミューズメント等、あらゆる用途の液晶表示装置に応用することが期待出来る。

#### 謝辞

本技術の開発・実用化を進めるに当たり、ご指導、ご協力頂きましたシステム液晶事業本部片山本部長、TFT液晶事業本部TFT第2事業部広部事業部長、福岡副事業部長、ディスプレイ技術開発本部ディスプレイ開発センター水嶋副所長をはじめ、TFT第2事業部、ディスプレイ開発センターの関係者各位に深く感謝致します。

#### 参考文献

- 1) M.Ohta et al., Asia Display 95, 707( 1995 )
- 2) A.Takeda et al., SID 98 digest, 1077( 1998 )
- 3) Y.Taniguchi et al., SID 00 digest, 378( 2000 )
- 4) I.Washizuka, M.Kubo; AM-LCD, 99( 1997 )

( 2001年6月7日受理 )