

インプレインスイッチングモードによる 広視野角液晶ディスプレイ

近藤 克己

情報化社会の発展に伴い、ディスプレイの重要性が高まっている。液晶ディスプレイは薄型、軽量、低消費電力といった特長から携帯型機器の表示部として発展してきたが、最近その最大の欠点である、視角方向により画像が変化する問題を解決する手段が開発され、ブラウン管代替の大型のモニターとしても使用されるに至っている。

ここでは液晶の広視野角化方式の一方式であるインプレインスイッチング (in-plane switching: IPS) モード液晶の動作と特徴、今後の展望について紹介する。

1. IPS モードの原理と特徴

図1にIPSモード液晶の基本構成と動作原理を示す。従来の液晶では、透明な面電極により基板面に垂直な電界(縦電界)を印加することで、液晶分子をスイッチングさせて表示していた。このとき液晶分子が立ち上がった状態では、見る角度により光学特性が変化してしまい、表示状態も変わる。この光学特性は、棒状の液晶分子の見かけの形に対応している。分子そのものが見えるわけではないが、上から見ると丸い形をしているのに対し、斜めから見ると棒状に見えるため光学特性が変わってしまうのである。一方、横電界液晶では液晶分子は基板面に平行なままであるため、どこから見ても棒状に見える。このような原理により、表示特性がほとんど変化しない。基本動作原理の詳細については参考文献を参照されたい¹⁻⁶⁾。

図2にIPSモード液晶の特性を示す。視野角特性に関しては種々の指標があるが、ここでは基本的なコントラスト比の実測値を示す。コントラスト比を高く保持できることは鮮やかな色が表示できることにつながる。図2において ϕ は視角の方位角を、 θ は傾斜角を表す。左右、上下ともに $\pm 70^\circ$ 以上の範囲で10以上のコントラスト比が保持できている。

表1はIPSモードを用いた薄膜トランジスタ (thin film transistor: TFT) 液晶ディスプレイ (liquid crystal display: LCD) モジュールの仕様の一例を示す。現在、据置型液晶モニター、ディスプレイ一体型パソコン等に活用されている。

2. 今後の展望

IPS液晶ディスプレイが開発・製品化されて間もない。ブラウン管代替を目指した性能向上やIPSモード用の基本材料の研究が活発になされている。代表例として、液晶材料の開発動向と白色表示の色再現性向上の研究について紹介する。

図3はTFT-LCD用液晶材料としての基本的な要求特性である電圧保持率の実測結果である。従来方式では液晶材料の比抵抗値が低下すると電圧保持率も低下し、十分な動作ができなくなる。一方、IPSモードでは電圧保持率がほとんど比抵抗値に依存しない。この現象は等価回路の違いによると説明されている⁷⁾。電圧保持率のマージンが広いことから、従来は高抵抗を維持するため液晶組成物を構成する化合物として一部のフッ素系化合物に限定されていたものが、例えばより極性の強いシアノ化合物等も利用できることになり、液晶材料設計の自由度が格段に上がる。今後、この特性に基づき液晶材料の改良とそれによるIPS-

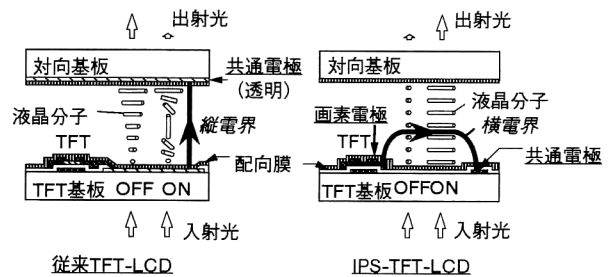


図1 IPSモードの動作原理。

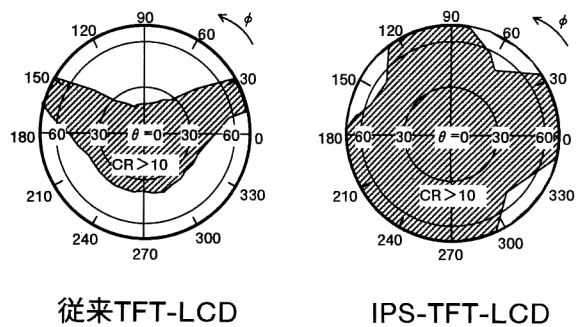


図2 IPSモードの視野角特性。 θ は視野傾斜角、 ϕ は方位角を示す。斜線はコントラスト比 (CR) が10以上の領域を示す。

(株)日立製作所日立研究所 (〒319-1292 日立市大みか町 7-1-1)
E-mail: kkondo@hrl.hitachi.co.jp

表 1 13.3-in. XGA IPS-TFT-LCD の仕様.

	13.3-in. (XGA) IPS-TFT-LCD モジュール	12.1-in. (XGA) ノート PC 用 TFT-LCD (日立)
表示面積 (mm ²)	270×202	245.8×184.3
画素ピッチ (mm)	0.264	0.240
コントラスト比	100 以上	100 以上
応答時間 (ms)	60~70	60~70
輝度 (cd/m ²)	120	70
消費電力 (W)	18	4
視野角 (コントラスト比>10)	上下 ±70° 左右 ±70°	+10°, -30° ±45°

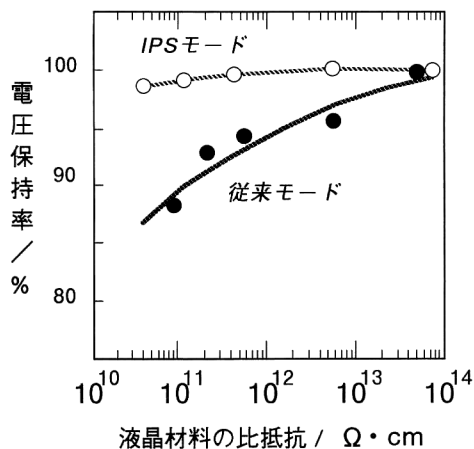


図 3 電圧保持率の液晶比抵抗依存性.

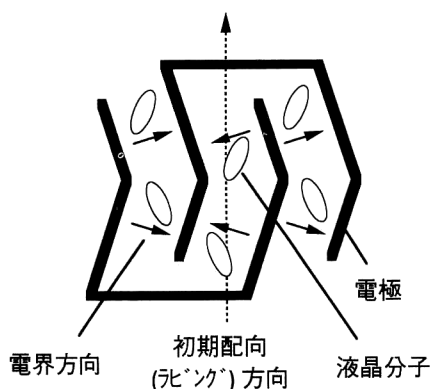


図 4 白色色調安定化のための電極構造.

TFT-LCD の性能向上が期待できる。例えば、応答速度も動画対応の 30 ms 以下もいずれ可能となるであろう。

IPS モードの視野角特性に関して、若干の弱点が残っている。図 2 の ϕ の値で示すと、140°, 340°, 50°, 230° の近傍でコントラスト比の低下が見られる。これは、on 状態で液晶分子長軸に平行でかつ基板面に垂直な面内の方位において複屈折位相差が減少し、それに垂直な面内にて増大することに起因している。目視上は白色表示が黄色みあるいは青みがかった色へのシフトとして観察される。これに対しては図 4 に示すような電極を傾斜して液晶分子の回転方向が異なる複数の画素に分割することで解決できる⁸⁾。

文 献

- 1) M. Oh-e and K. Kondo: "Electro-optical characteristics and switching behavior of the in-plane switching mode," *Appl. Phys. Lett.*, **67** (1995) 3895-3897.
- 2) M. Oh-e and K. Kondo: "Response mechanism of nematic liquid crystals using the in-plane switching modes," *Appl. Phys. Lett.*, **69** (1996) 623-625.
- 3) M. Ohta, M. Oh-e and K. Kondo: "Wide viewing-angle displays with in-plane switching mode of nematic LCs addressed by TFTs," *IEICE Trans. Electron.*, E 79-C (8) (1996) pp. 1069-1075.
- 4) M. Oh-e and K. Kondo: "The in-plane switching of homogeneously aligned nematic liquid crystals," *Liq. Cryst.*, **22** (1997) 379-390.
- 5) M. Oh-e, M. Yoneya, M. Ohta and K. Kondo: "Dependence of viewing angle characteristics on pretilt angle in the in-plane switching mode," *Liq. Cryst.*, **22** (1997) 391-400.
- 6) M. Oh-e, M. Yoneya, M. Ohta and K. Kondo: "Switching of negative and positive dielectric-anisotropic liquid crystals using the in-plane switching mode," *J. Appl. Phys.*, **82** (1997) 528-535.
- 7) M. Oh-e, Y. Umeda, M. Ohta, S. Aratani and K. Kondo: "Unusual voltage-holding ratio characteristics using in-plane switching of nematic liquid crystals," *Jpn. J. Appl. Phys.*, **36** (1997) L1025-L1028.
- 8) S. Aratani, H. Klausmann, M. Oh-e, M. Ohta, K. Ashizawa, K. Yanagawa and K. Kondo: "Complete suppression of color shift in in-plane switching mode liquid crystal displays with a multidomain structure obtained by unidirectional rubbing," *Jpn. J. Appl. Phys.*, **36** (1997) L27-L29.

(1997 年 10 月 20 日受理)