

液晶プロジェクションテレビ用対角 13 cm (5 型ワイド) TFT-LCD モジュール

13 cm Diagonal (5-inch Type) TFT-LCD Module for Projection TV

熊谷 勝志
K. Kumagai木村 裕之
H. Kimura都築 吉司
Y. Tsuzuki

液晶プロジェクションテレビ用の液晶ディスプレイとして、単板式対角 13 cm (5 型ワイド) TFT-LCD (薄膜トランジスタ型液晶ディスプレイ) モジュールを開発した。この製品は、アスペクト比 16:9 のワイド画面に 853×480 の画素 (123 万ドット) をストライプ配列し、VGA (Video Graphics Array: 640×480 画素) を超える高精細な表示と、さらに高開口率画素設計技術の導入による高透過率の実現などを特長としている。新規要素技術として、カラーフィルタの透過率向上、5 V 単一電源の高速アナログドライバの採用、16:9/4:3 画面のアスペクト比切換え回路の内蔵などを盛り込んでいる。

We have developed a 13 cm diagonal (5-inch) color thin-film transistor liquid-crystal display (TFT-LCD) module suitable for use in projection television. This module has a wide screen (aspect ratio 16:9), high resolution (853 X 480 pixels), and an RGB stripe configuration for improved display of both audio-visual and personal computer images.

The high transmittance of this module was achieved by using a high-transmittance color filter and high-aperture-ratio pixel design. We have also introduced high-speed analog drivers with a +5 V single power supply, and a switching circuit with which a 4:3 or 16:9 screen can be selected.

1 まえがき

最近、液晶パネルを使用した家庭用リアプロジェクションテレビの市場が拡大してきている。

リアプロジェクションの方式を大別すると、R(赤)、G(緑)、B(青)の各色に応じた LCD モジュールを配置して投影する三板式と、一枚の LCD モジュールを投影する単板式に分けられる。単板式には、カラーフィルタ方式と、光学的に光を R、G、B に分離し画素に入射させる方式がある。三板式と単板式の光を分離する方式は、光の利用効率がよいので輝度確保には有利であるが光学系が複雑になってしまう。これに対してカラーフィルタ方式の単板式は、カラーフィルタを使用するため、輝度確保には不利であるが光学系を単純な構造にでき、R、G、B の各色をスクリーン上で合わせる位置合せが不要となるほど調整も容易となり、セットトータルでのコストダウンが図れる。

液晶プロジェクションテレビ用の LCD は、直視型と異なり、液晶画面に高輝度の光を照射し、画像を拡大投影させて使う性質上、高精細、高透過率、高耐光、高信頼性などの性能が要求される。また、セットの光学系をできるかぎり小型にしてコストを削減できるように液晶画面サイズも小型のものが求められる。

今回、単板式の対角 13 cm ワイド TFT-LCD モジュール TFD50W60 を開発するにあたり上述の要求を満たすため、高精細、高透過率を実現する TFT アレー技術、表示性能を



図 1. 対角 13 cm (5 型) TFT-LCD モジュール TFD50W60 16:9 の画面に 853×480 の画素をストライプ配列し、高精細な表示を実現した。

External view of TFD50W60 module

劣化させるリバースチルトを低減させる駆動方式、低コストを実現する 5 V 単一電源の高速アナログドライバ IC、セットの映像処理回路の負担を軽減する 4:3 画面へのアスペクト比切換え回路、出力パルスの外部設定を可能にして汎(はん)用性を高めたタイミング IC などの要素技術を開発した。

2 製品概要

今回開発した対角 13 cm ワイド TFT-LCD モジュールの外観を図 1 に、製品仕様を表 1 に示す。

表 1. TFD50W60 の製品仕様
Specifications of TFD50W60 module

項目	方式
表示サイズ	対角 13 cm (5 型ワイド)
アスペクト比	16 : 9
表示方式	TN 型フルカラー (透過型)
駆動方式	a-Si TFT アクティブマトリックス 線順次走査 / ノンインタレース
画素数	853(H) × 480(V)
副画素数	2,559(H) × 480(V) (1,228,320 ドット)
副画素ピッチ	0.043 mm(H) × 0.129 mm(V)
副画素配列	RGB 縦ストライプ
視角方向	6 時方向 (最大コントラスト方向)
コントラスト比	200 : 1 typ
開口率	38 %
外形寸法	117(縦) × 201.6(横) × 4.5(厚)mm

3 LCD 構造

高輝度を達成するためには、LCD の透過率を高め、光利用効率を向上させる必要がある。LCD の透過率は、光が

LCD を透過することのできる面積の比率 (開口率) に大きく依存するため、この開口率を高くすることが重要となる。しかし、今回開発したような、小型ながら VGA を超えるドット数をもつ高精細パネルでは、設計ルールからの制約により配線などの光透過に利用できない面積の比率が大きくなり、開口率の確保が困難である。

3.1 高開口率化^{(1),(2),(3)}

一般的な TFT-LCD 画素パターンを図 2 (a) に示す。TFT アレー基板には TFT、配線、画素電極などが形成され、製造工程の合せマージンを見込んで配置される。また、対向基板であるカラーフィルタ側にはブラックマトリックス (BM)、カラーフィルタ (CF) 層、対向電極が配置される。この場合、開口部は BM により規定され、もっとも開口率への影響が大きい部分は画素電極と BM との合せマージン確保領域であり、この面積を減らすことが高開口率化への第一歩となる。

図 2 (b) に今回採用した LCD 画素パターンを示す。この構造では、製造工程を増加させることなく、画素電極と信号線のすき間が信号線に沿って延長させたゲート金属で覆

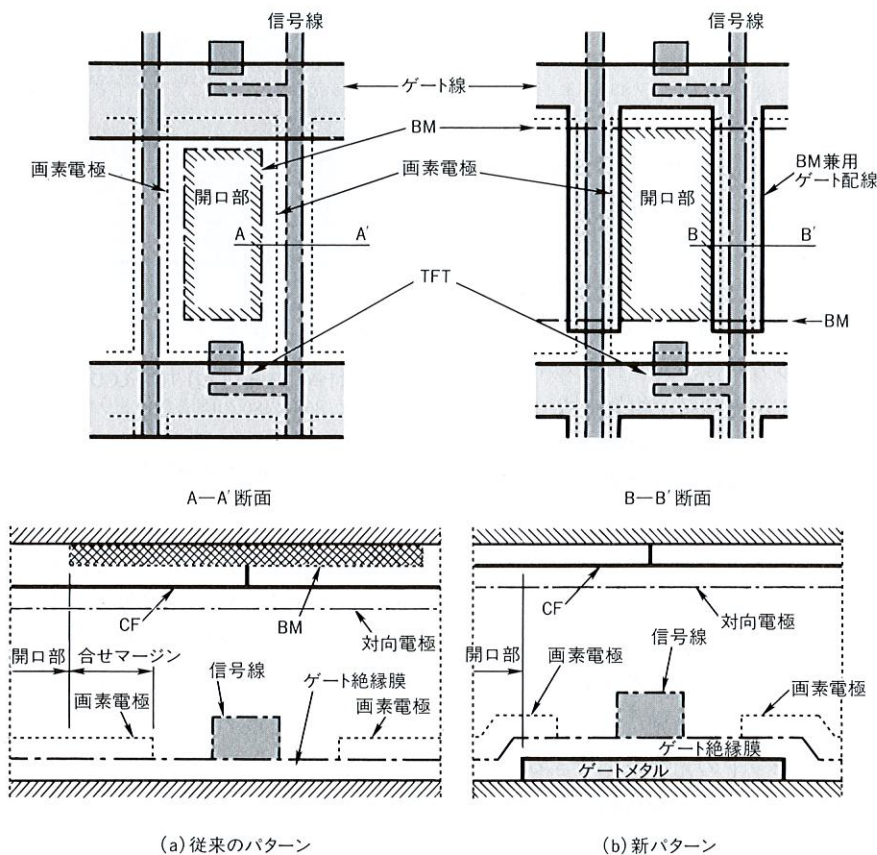


図 2. 従来の画素パターンと高開口率画素パターン 新開発品は、従来構造と比較し、合せマージン領域を削減して 38% の高開口率を実現した。

Comparison of (a) conventional pixel, and (b) high-aperture-ratio pixel

われる。つまり、対向基板側の BM の一部をアレー側に分担させるわけである。この構造により、合せマージンは電荷保持のために必要な蓄積容量 (Cs) にもよるが、アレーパターン形成時の露光機精度まで小さくすることが可能となり、合せマージン確保領域を大幅に削減し、開口率を向上できた。

さらに、この構造は画素電極と信号線の下層に金属を配するため、画素電極と信号線のカップリング容量も大幅に低減できる (Cs シールド構造)。特に、今回のようにドットピッチが小さく、ドット総容量が小さい LCD にとっては、配線の電位変化からの影響を抑え、安定な画素電位を保持し、良好な画面表示を得るために Cs シールド構造が有効である。

3.2 駆動方式 (リバースチルト低減駆動)

液晶は画素電極に対し、ある角度 (プレチルト角) をもって配向し、画素電極と対向電極間の電界により応答する。画素電極中央部では電界が乱されることはないが、画素電極端では信号線やゲート線の電位からの横方向電界が存在するため、液晶分子がプレチルトとは逆方向に傾いて配列するリバースチルトが発生しやすくなる。ドットピッチが狭い場合は特に顕著であり、図 3 に示すようなリバースチ

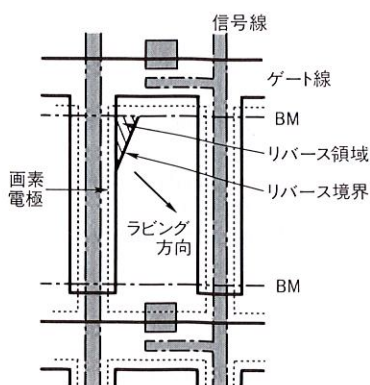


図 3. リバースチルト発生画素 画素電極端では横方向電界の影響でリバースチルトが発生し、コントラスト低下、残像などの表示不具合となる。

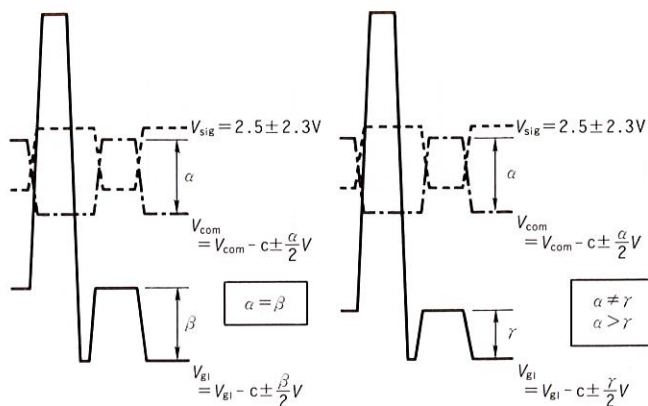
Pixel with reverse tilt area

ルトが開口部に現れやすい。

リバースチルトが起こると、その境界に光もれが生ずるディスクレーション線が発生するため、コントラストが低下する。さらに、電界の影響により境界が動くため、残像現象などの表示不具合も発生し、表示性能へのインパクトが大きい。

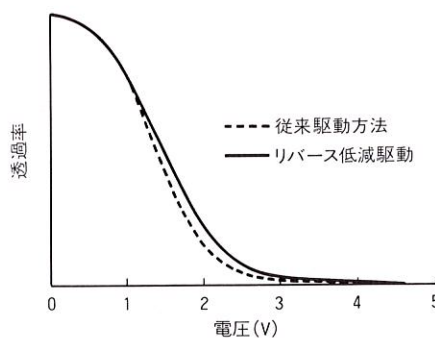
リバースチルトを低減するためには、液晶のプレチルト角を大きくするなどの手法もあるが、今回は駆動方法を改善し、画素電極周辺部の電界を制御することにより、開口率を低下させることなく対策を行った。

図 4 に通常の駆動方法および対策した駆動方法を示す。通常の場合は、対向電極電圧 V_{com} の AC 成分 (α) とゲート



(a) 従来の駆動方法

(b) リバース低減駆動方法



(c) 電圧-透過率曲線

図 4. 従来およびリバースチルト低減駆動方法 ゲート電極電圧 (V_{gl}) と対向電極電圧 (V_{com}) を最適化し、リバースチルトの低減、高コントラストを実現した。

Conventional and reverse tilt reduction driving method

電極電圧 V_{gl} の AC 成分 (β) は $\alpha \approx \beta$ の関係を保ち印加される。これに対し、リバースチルト低減駆動では、ゲート電極電圧 V_{gl} の AC 成分 (γ) は $\alpha > \gamma$ の関係で印加するのが特徴である。ここで、重要となるのが電位差 $\Delta V = \alpha - \gamma$ である。

この ΔV は、液晶およびプレチルト角により条件の最適化が必要で、リバースチルトに対しては ΔV が大きいほど良好であるが、図 4 に示すように電圧-透過率 ($V-T$) 曲線がブロードになり、コントラストが低下する。液晶プロジェクタ用途ではコントラストも重要な性能であり、パラメータの最適化を行い、リバースチルトを押さえ、高コントラストを実現した。

4 周辺回路

4.1 5V 単一電源高速アナログドライバ IC

このモジュールでは、ソースドライバ IC に 5V 単一電源、240 出力、2 ラッチ方式の高速アナログドライバ IC を採用した。

5V 微細プロセスによるスリム化 IC チップの採用と、テ

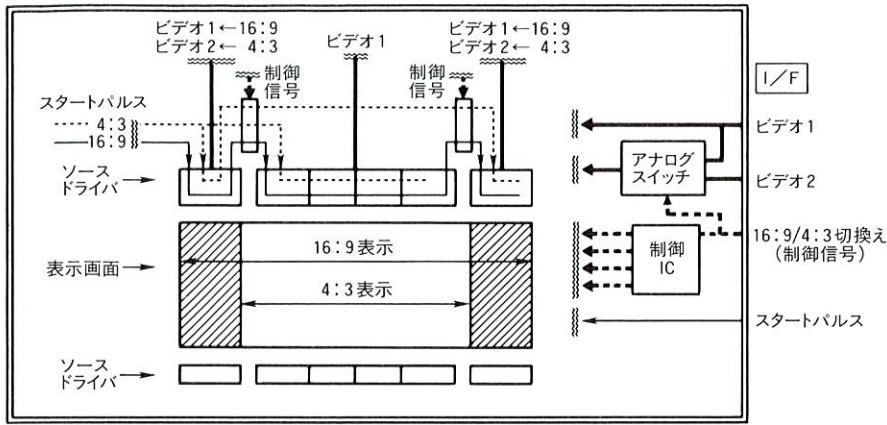


図5. アスペクト比切換え回路の構成 制御信号により、16:9(ワイド表示)/4:3のアスペクト比切換えが可能である。

Diagram of aspect ratio switching circuit

ープキャリア実装方式の新技术導入により、従来の120出力のTAB (Tape Automated Bonding) に比べ、240出力でありながら約半分のTCP (Tape Carrier Package) サイズに縮小できた。

性能面では、高速駆動が可能のため、NTSC (National Television System Committee: 現行テレビ方式) 倍速駆動からHDTV (High-Definition TV) 簡易表示まで対応できる。また、5V電源に対してビデオ信号のダイナミックレンジが4.6Vと広いため、コントラストの高い表示ができる。

4.2 アスペクト比切換え回路

このモジュールは、16:9(ワイド表示)/4:3のアスペクト比切換え機能を内蔵している。

図5にシステム構成を示す。アスペクト比切換え制御信号により、ソースドライバへのスタートパルス信号と映像信号の切換えを行う。

16:9表示の場合、ビデオ1の映像信号を全面に表示する。4:3表示の場合、ビデオ1の映像信号を中央に、ビデオ2の映像信号を両サイドに表示する。通常は、ビデオ2に黒信号を入力して、4:3表示の両サイドは黒表示を行う。

4.3 タイミング発生IC

ソースドライバおよびゲートドライバ用の駆動パルスを発生する。今回のICは、複数のドライバに対応できるように出力パルスの位相、幅を外部から設定できるなど、汎用性を考慮した設計にしている。特長は次のとおりである。

- (1) NTSC, クリアビジョン, パソコン (VGA) 信号に対応
- (2) ノンインタレース走査, インタレース走査, 擬似インタレース走査, 間引き走査, 倍速走査に対応
- (3) ライン反転駆動, フィールド反転駆動に対応
- (4) 共通電極反転駆動対応
- (5) 外部から出力パルスの位相, 幅の設定が可能 (シリアルインタフェース回路内蔵)

5 あとがき

パソコン用途の大型LCDで検討されていたCsシールド方式のTFT構造を、使用条件の厳しい中小型LCDに初めて導入できた。透過率、コントラスト、表示画質など十分な性能が得られた。

今後液晶プロジェクションテレビが家庭に普及していくためには、高輝度、薄型で低価格の製品が望まれる。LCDとしても、さらに小型で高密度、高透過を実現できる技術を開発し、製品化を進める。

文献

- (1) T. Ueda, et al: A High-Aperture-Ratio TFT-LCD with a Shield-Electrode Structure, 1993 SID Inc. Symp. Dig. Teach. Papers, pp.739-742 (1993)
- (2) T. Kitazawa, et al: A 9.5-in TFT-LCD with an Ultra-High-Aperture-Ratio Pixel Structure, Proc. 14th IDRC, pp.365-368 (1994)
- (3) 樋口豊喜: TFT液晶ディスプレイの高開口率画素設計技術, 東芝レビュー, 50, 9, pp.671-674 (1995)



熊谷 勝志 Katsushi Kumagai

液晶事業部 TFT 製品技術部主務。
液晶ディスプレイの開発に従事。
Liquid Crystal Display Div.



木村 裕之 Hiroyuki Kimura

液晶事業部 TFT 設計技術部。
液晶ディスプレイの開発に従事。
Liquid Crystal Display Div.



都築 吉司 Yoshiji Tsuzuki

東芝エー・ブイ・イー(株)第一事業部シニアエンジニア。
新表示装置の映像処理システムの開発に従事。
Toshiba AVE Co., Ltd.