

リア型プロジェクションテレビ用 2.7型 低温 p-Si TFT-LCD

6.94 cm Diagonal,

渡邊 好浩
WATANABE Yoshihiro

特集
II

対角6.94 cm(2.7型)のリア型プロジェクションテレビ(以下,TVと略記)用の低温ポリシリコン(p-Si)薄膜トランジスタ方式液晶ディスプレイ(TFT-LCD)を開発した。このTFT-LCDは,単板式のプロジェクションTVに対応し,マイクロレンズの最適化により720画素×480画素の高解像度と高透過率(実効的な開口率70%)を両立させている。

更に,プロジェクションTV用として必要な上下左右反転走査機能とアスペクト比切換え機能を,低温p-Si TFTの回路で実現している。

This paper describes a 6.94 cm diagonal, low-temperature, polycrystalline silicon thin-film transistor liquid crystal display (p-Si TFT-LCD) developed for rear-projection TV, which is equipped with a microlens color-separation optical system. The new LCD has high resolution (345,600 (720 × 480) pixels), high optical transmittance (effective aperture ratio of more than 70%), and multi-operation functions for scan direction selection and display aspect-ratio selection.

1 まえがき

小型の液晶パネルを拡大して表示する液晶プロジェクションディスプレイは,大画面表示を実現するための有効な手段として知られている。

特に,スクリーンの背面から投射して表示するリア型のプロジェクションディスプレイは,現在のTVと同様な外観,使い勝手を実現できるため,次世代の民生用大型TVの候補として有望視されている。このリア型プロジェクションTVの心臓部となる液晶パネルには,小型と高解像度の両立が要求される。

そこで当社では,低温p-Si TFT技術を用いて画素ピッチ84 μmの高精細化を実現し,更にマイクロレンズ(ML)の最適化により高透過率化も達成したリア型プロジェクションTV用TFT-LCDを開発した。

2 TFT-LCDの仕様

このTFT-LCDは,対角6.94 cmと小型で16:9のワイドアスペクト比,720画素×480画素の高精細TV対応の液晶パネルである。主な仕様を表1に示す。

この製品の画素数とサイズは,駆動回路をガラス基板上に形成できる低温p-Si TFT技術により初めて可能となった。

例えば,この製品の副画素の水平ピッチは28 μmと細かくて,a-Si TFTで用いられるTCP(tape carrier package)などの実装技術では,液晶パネル内の信号線と駆動ICとの接続ができない。

表1. 液晶パネルの仕様
Specifications of p-Si TFT-LCD

項目	仕様	
表示面積	対角(cm)	6.94
	アスペクト比	16:9
画素数	x	720
	y	480
画素ピッチ	x(μm)	28×3
	y(μm)	71
画素配置	デルタ配置	
アスペクト比切換え (3モード切換え式)	モード1	720×480
	モード2	642×480
	モード3	540×480
走査反転機能	上下,左右	
入力ビデオ相数	6相	

3 高透過率化手法

3.1 ML色分離方式

液晶プロジェクションディスプレイには各種の方式があり,それに用いる液晶パネルの仕様も様々であるが,民生用大型TVの用途としては,低価格化が必須である。

そこでこの製品は,液晶パネルを一枚だけでカラー表示する単板式とし,カラー表示の方式としては高透過率が得られるML色分離方式を採用した。

ML色分離方式とは,MLを備えた液晶パネルに3色の光を3方向から照明することでカラー表示を実現する方式である。この製品では,図1に示すように対向基板上にMLが接

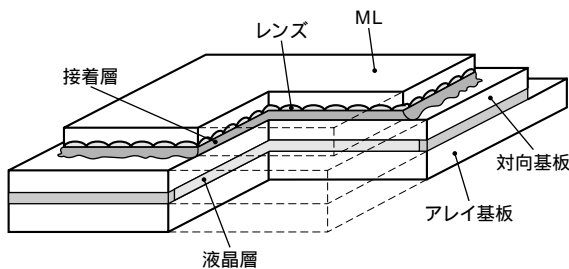


図1. 液晶セルの構造 対向基板,アレイ基板ともにカラーフィルタは搭載されていない。その代わりにマイクロレンズが対向基板側に接着されている。

Schematic structure of LCD with microlenses

着された構造になっている。

この構造の液晶パネルで色分離する原理を図2に示す。また、比較のため、カラーフィルタ(CF)を用いたCF方式の原理も示す。

CF方式で用いる液晶パネルは、ノートパソコンなどで用いられる直視型の液晶パネルと同じく、各画素に三つの副画素を持ち、かつ三つの副画素は、それぞれ赤(R)、青(B)、緑(G)の3色のうちの一つのCFを備えている。

これに対して、この製品で採用したML色分離方式では、CFの代わりに、MLと光源の角度を色ごとに設定する照明系を用いる。照明系よりLCDに入射した光は、MLの各レンズにより画素部に集光される。この3色の光は重なったまま液晶パネルに入射するが、MLの働きで各副画素に分離されてカラー表示が実現される。このML色分離方式は、光吸収損失がないので、表示の高輝度化が実現できる。

3.2 対向基板厚の最適化

この製品がCF方式と比較して高透過率を実現できる理由

は、前節で述べた光吸収の問題以外に、MLによる集光効果もある。

CF方式では、各副画素の光透過部の面積比(開口率)で決まる割合以上の光は透過しない。これに対して、ML色分離方式では使用するレンズの集光作用により、副画素の開口率で決まる透過率以上の光が透過する。この製品では、約2倍の透過率(実効的に70%の開口率に相当)を達成している。

この集光特性を実現するためには、対向基板の厚さによって決まる画素とMLの距離(図2のL)、すなわち焦点距離を最適化することが重要である。

一般に、広がりのある光をレンズで集光したときのスポット(像)の大きさは、レンズの焦点距離が短いほど小さくできる。したがって、基本的には対向基板厚をより薄くするほど透過率を高くできる。しかし、実際には対向基板を薄くしすぎるとMLに集光される光の傾きが大きくなりすぎて、液晶パネルからの透過光が発散し効率良く投射できなくなる。

この製品の画素構造を前提とした、対向基板の厚さと透過率の関係のシミュレーション結果を図3に示す。これは投射レンズの損失も考慮して計算した結果であり、対向基板厚を0.3mmまで薄くすると、かえって透過率が低下する。この製品では、厚さ0.38mmの対向基板を採用し、透過率が最大となる構成とした。

4 駆動回路の特長

リア型プロジェクションTVの光学系においては、光学系を狭い筐体(きょうたい)に納めるために、投射する途中でミラーにより光路を折り曲げることがよく行われている。ミラーで折り曲げると、曲げた方向により上下又は左右が反転

方式	ML色分離方式	CF方式
色分離の仕組み		
色分離の効率	色が分離してから副画素に入射するので損失がない	白色光が副画素に入射するので効率1/3
開口率	集光による実効的な開口率の向上(70%)	画素の開口率

図2. カラー表示方式の比較 ML色分離方式は、入射光が開口部に集光されるので色分離効率と実効的な開口率が共に向上する。開発した液晶パネルでは、CF方式に対して全体で約6倍改善されている。

Comparison of microlens color-separation method and color-filter method

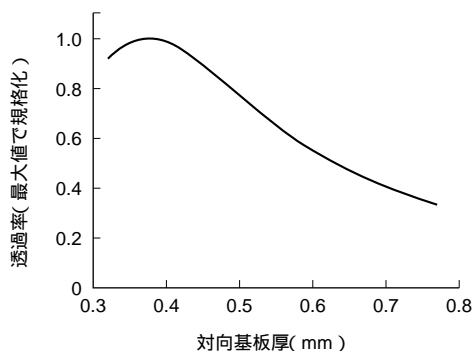


図3 . 透過率の基板厚依存性 MLを使うときは, 基板厚により透過率が変わる。透過率が最大となる基板厚は0.38 mmである。
Dependence of transmittance on substrate thickness

して映るので, TVのスクリーンに映る表示はさかさまになる可能性がある。そこで, プロジェクション用の液晶パネルには, 画面の表示の上下, 左右を必要に応じて逆転させて, スクリーン上で正常な表示ができるようにするための機能が必要となる。この機能を, この製品は, 低温p-Si TFTの駆動回路のシフトレジスタ部を双方向動作にすることで実現した。

また, 民生向けのTV用としては, 従来のアスペクト比4:3とワイド画面16:9の両方を表示できることが望まれる。この製品は, この要求にこたえるために, 低温p-Si TFTの信号線駆動回路で表示のアスペクト比を3通りに切り換える機能を実現した。

この回路の構成, 駆動方法を図4を用いて説明する。

信号線駆動回路は, 基本的にはほかの低温p-Si TFT-LCDと同様に, 入力されるスタート信号によりシフトレジスタが動作を開始し, 接続されたアナログスイッチが作動することで表示領域の信号線へ映像信号を順に書き込んでいく。この製品の信号線駆動回路は, シフトレジスタの3通りの位置からスタート信号を入力可能とし, 表示する水平画素数を720画素(アスペクト比16:9), 642画素(VGA(640×480画素)相当), 540画素(アスペクト比4:3)と選べるようになっている。

しかし, 以上の方法だけで表示する画素数を制限すると, 表示に寄与していない画素は, そのままでは駆動されずに白表示となるので好ましくない。そこでこの製品では, 表示の外側を黒表示にするために, すべてのアナログスイッチを

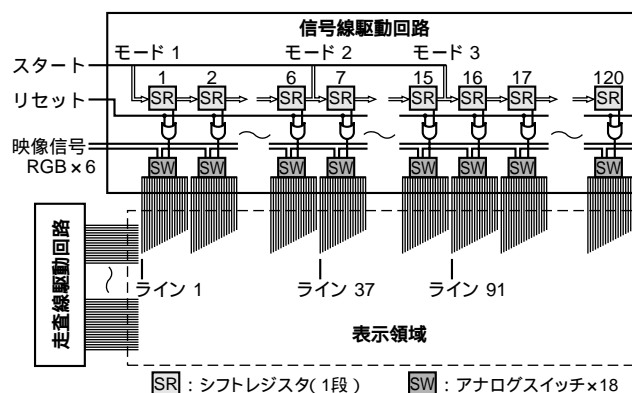


図4 . 低温p-Si TFTによる信号線駆動回路の構造 表示アスペクト比の切換え機能を実現する信号線駆動回路を示す。3か所からの動作開始ができ, リセット端子を備えている。
Outline of data line driving circuit

同時に動作させることができるリセット端子を備えている。このリセット端子に, 映像信号の水平ブランキング期間にオン信号を入力すると, その瞬間の映像信号(すなわち黒)をすべての信号線へ書き込める。この後, 先に説明したように映像を表示したい部分のシフトレジスタを動作させることで, 必要な画素数の映像表示と両サイドの黒表示が実現できる。

5 あとがき

次世代の大型TV用のキーコンポーネントとして, 高精細, 高透過率のTFT-LCDを開発した。その画素ピッチ, 対角サイズは, 低温p-Si TFT技術で初めて可能となったものであり, 内蔵する駆動回路は, リア型プロジェクションTV用の液晶パネルとして必要となる上下左右反転捜査機能, アスペクト切換え機能を実現している。また, MLを用いた最適化設計により, 開閉率70%相当の高透過率を達成した。



渡邊 好浩 WATANABE Yoshihiro
ディスプレイ・部品材料社 液晶事業部 ポリシリコンTFT技術
部主務。
TFT-LCDの開発に従事。
Liquid Crystal Display Div.