

# プロジェクション用 190 万画素ポリ Si TFT 液晶ディスプレイ

## 1.9M-Pixels Poly-Si TFT-LCD for HDTV and Computer-Data Projectors

佐藤 肇                      中園 卓志                      中村 弘喜  
H. Satô                      T. Nakazono                      H. Nakamura

ポリ Si TFT (薄膜トランジスタ) は、画素部と駆動回路部をガラス基板上に一体形成することができる。高温ポリ Si プロセスを用いて、高品位映像 (HDTV) およびコンピュータデータを同一パネルで表示できるマルチメディアプロジェクタ対応の対角 84 mm (3.3 インチ) 190 万画素ポリ Si TFT-LCD (液晶ディスプレイ) を開発した。駆動回路にランダムアクセスデコーダ方式を用いて各種映像フォーマットの表示を可能にした。さらに、水平解像度 1,000 TV 本、コントラスト比 200 : 1 を達成した。

We have developed a 3.3-inch, 1.9M-pixel poly-Si TFT-LCD (thin-film transistor liquid-crystal display) for use in high-definition television (HDTV) and in computer-data projectors. The capability to display both full-band HDTV signals and computer data has been realized by novel CMOS type driving circuits. In order to arrange these decoder circuits on both sides of the panel, effective redundancy has also been realized.

An "oxidation thinning" process and a low-resistance tungsten-polycide gate electrode are used to fabricate the poly-Si TFT. An n-channel TFT mobility of  $160 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$  and a p-channel TFT mobility of  $110 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$  have been realized. The new TFT-LCD enables a horizontal resolution of 1,000 TV lines and a contrast ratio of 200 : 1 to be achieved.

### 1 まえがき

40 インチ以上の大画面表示用ディスプレイとして、液晶プロジェクタが注目されている。

液晶プロジェクタには、直視型ディスプレイで用いられているアモルファス Si (a-Si) TFT-LCD<sup>(1)</sup>とともに、ポリ Si TFT-LCD が用いられている。これは、①ポリ Si TFT の移動度が a-Si TFT に比べて約 2 桁(けた)大きいため、基板上に駆動回路を一体形成でき、パネルの小型化に有利、②補助容量にゲート酸化膜などの薄い酸化膜が使えるため高開口率化に有利、③光リーク電流の影響が小さい、といった利点をもっていることによる。

液晶プロジェクタ用ポリ Si TFT-LCD については、これまで、NTSC (National Television System Committee) 方式<sup>(2)</sup>、MUSE (Multiple Sub-Nyquist Sampling Encoding) (150 万画素) 方式<sup>(3)</sup>対応パネルに関して発表が行われているが、さらに高精細化が求められている。また、コンピュータデータなどテレビ映像以外の映像を同一のパネルで表示可能なマルチメディアディスプレイに対する要求も強い。

当社では、フルバンド HDTV 表示 (30 MHz 帯域) が行えるとともに、XGA (eXtended Graphics Array) などのコンピュータデータの表示も同一のパネルを用いてできるプロジェクション用 190 万画素ポリ Si TFT-LCD を開発した。

### 2 デバイス構造

このデバイスの断面構造を図 1 に示す。画素は 2 枚のガラス基板 (ポリ Si TFT アレー基板、対向基板) の間に液晶が充填された構造となっている。アレー基板には画素ごとに透明電極が形成され、対向基板に形成された透明対向電極との間に所定の電位を印加し、液晶セル中を透過する透過光強

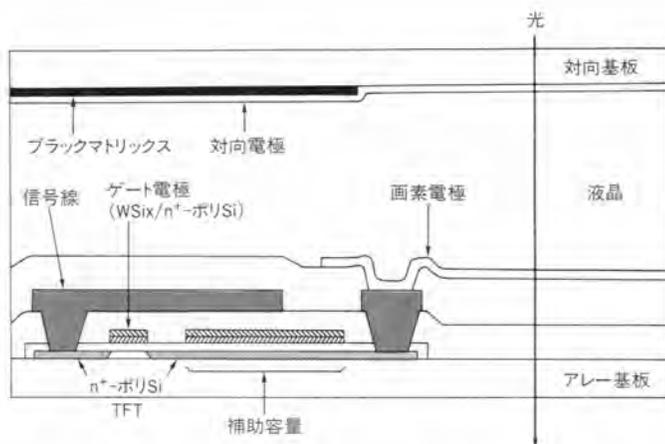


図 1. 画素部の断面    ポリ Si TFT が形成されているアレー基板と対向基板との間に液晶が充填されている。

Cross-sectional view of unit pixel

度を変調している。

光源からの光は対向基板側から入射する。このとき TFT に直接光が入射し、光リーク電流により画素電位が変化しないように対向基板上にブラックマトリクスを形成している。プロジェクション用 LCD ではパネルからの光を拡大投影するため、パネルへの入射光強度が 100 万 lx 程度と直視型の場合に比べて約 2 桁大きくなる。このため、上述の光源からの直接光のほかに基板裏面などからの反射光もリーク特性に影響を与える。ポリ Si TFT の光リーク電流は a-Si TFT に比べて約 1 桁小さい。このため、アレー基板裏面方向からの反射光については低反射処理で抑える以外に特別な遮光構造を用いないで光リーク電流を抑えている。

### 3 プロセス

アレー基板は高温ポリ Si プロセスを用いて作製した。

TFT の活性層となるポリ Si 膜の作成には“酸化薄膜化”プロセスを用いている。石英基板上に LPCVD (Low Pressure Chemical Vapor Deposition) 法で a-Si 膜を形成し、これを窒素雰囲気中で 600°C、15 時間固相成長させることによりポリ Si 膜を得る。このポリ Si 膜を 900°C で酸化し、その後表面の酸化膜を取り除いてポリ Si 膜の薄膜化を行っている。このポリ Si 薄膜を島状にパターニングして TFT の活性層として用いた。活性層の上に SiO<sub>2</sub> でゲート絶縁膜を形成する。

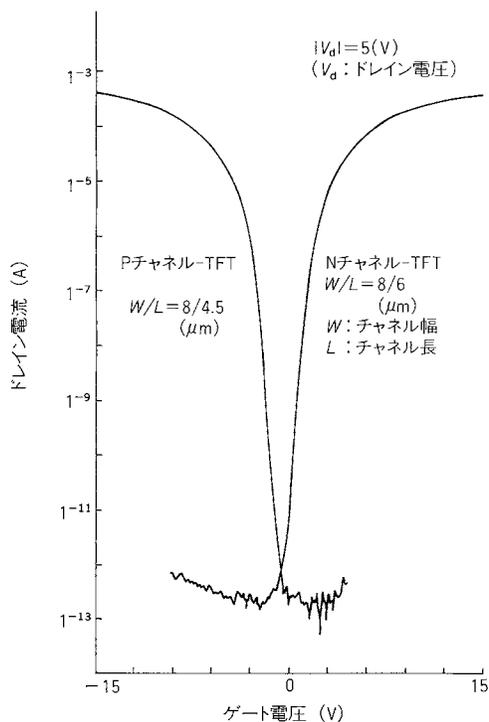


図2. ポリ Si TFT のドレイン電流-ゲート電圧特性 “酸化薄膜化” プロセスを用いることでポリ Si 膜中の欠陥密度が減少し、移動度が向上したものと考えられる。

$I_d-V_g$  characteristics of n-channel and p-channel poly-Si TFTs

ゲート材料にはシート抵抗を下げるためにタングステンポリサイドを用い、シート抵抗 10 Ω/□ を達成した。以降、通常の MOS プロセスと同様のプロセスを用いて TFT を作成した。

酸化薄膜化プロセスによる TFT の  $I_d-V_g$  特性を図 2 に示す。10<sup>8</sup>以上のオン/オフ比が得られている。従来プロセスによる TFT の移動度は N チャネル TFT で 100 cm<sup>2</sup>/V·s、P チャネル TFT で 70 cm<sup>2</sup>/V·s であったが、このプロセスを用いることで N チャネル TFT で 160 cm<sup>2</sup>/V·s、P チャネル TFT で 110 cm<sup>2</sup>/V·s の電界効果移動度が得られた。

ポリ Si 膜中の欠陥の評価を ESR (Electron Spin Resonance) 測定により行った。ポリ Si 膜中のスピン密度は酸化薄膜化プロセスにより 2×10<sup>18</sup> (cm<sup>-3</sup>) から 9×10<sup>17</sup> (cm<sup>-3</sup>) に減少した。これより、移動度の向上はポリ Si 膜中の欠陥密度の減少によるものと考えられる。

### 4 CMOS デコーダ型駆動回路

このデバイスの回路構成を図 3 に示す。従来駆動回路にはシフトレジスタが用いられている。これに対し、このパネルでは順序回路として CMOS デコーダ回路を用いた。デコーダ回路を用いることで駆動周波数の増加なしに画面の任意の部分に映像信号を表示することができる。そのため、異なった形式の映像信号を単一のパネルで表示できるマルチメディアディスプレイを実現することができる。

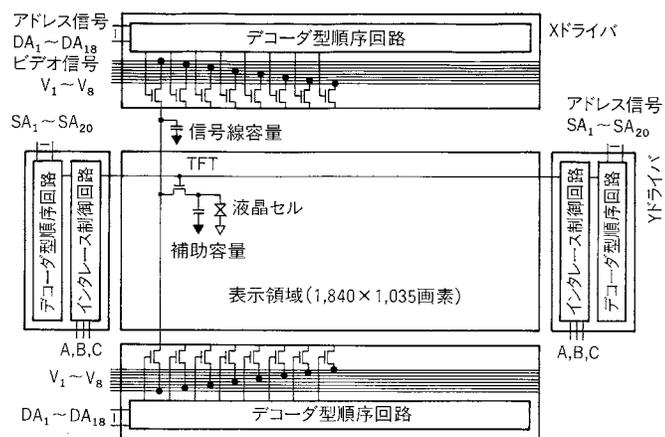


図3. LCD の構成 駆動回路に CMOS デコーダ回路を用い、Y ドライバにはインタレース制御回路を組み込んでいる。

Schematic diagram of LCD

また、駆動回路をパネルの両側に配置することにより、高歩留り駆動回路を実現した。駆動回路中に欠陥があった場合、欠陥のある回路に接続しているラインが線欠陥となるが、例えばレーザーカッタなどで欠陥のある側の回路を切り離すことで正常表示ができる。これに対して、従来のシフトレジスタ

を用いた駆動回路の場合には、欠陥のある回路から先は正常な信号が送られず面欠陥となってしまふ。

表示画素数は1,840(水平)×1,035(垂直)である。コンピュータデータを併せて表示できるように40μm角の正方画素を採用した。

X(水平)ドライバは、9ビット18アドレス線によるデコーダ型順序回路と、上述の順序回路によって制御されるスイッチ素子と信号線容量からなるアナログサンプルホールド回路とで構成される。

Xドライバは8相パラレル駆動とした。8本のビデオラインからビデオ信号を入力し、8本の信号線に同時にビデオ信号を供給している。HD表示の場合、この構成でビデオ信号のデータレートは8.91MHzで、オリジナル信号のデータレート71.28MHzの1/8となる。スイッチ素子に酸化薄膜化プロセスによる高移動度TFTを用いたアナログサンプルホールド回路の帯域は15MHz以上であり、十分な帯域をもっている。

Y(垂直)ドライバは、10ビット20アドレス線によるデコーダ型順序回路と、インタレース制御回路とから構成されている。

異なった表示方式の画像を一つのディスプレイで表示する場合には、それぞれの表示方式で用いている各種のインタレース方式(Y方向の走査方式)に対応する必要がある。ハイビジョンではインタレース駆動を採用しているのに対し、XGAはノンインタレース(プログレッシブ)駆動を用いている。これに対し、Yドライバには外部から入力するコントロール信号を変えるだけで異なるインタレース方式に対応できるように、インタレース制御回路を組み込んだ。

インタレース方式の制御は、図中のA~Cのインタレース制御信号で行う。A~Cの信号により、ノンインタレース駆動、インタレース駆動および2ライン同時駆動の3種類の駆動方法が選択できる。2ライン同時駆動はインタレース駆動の一種で、インタレース駆動で抜くべき走査線に一本上の走査線と同一の映像信号を書き込む方式であり、各画素の書き込み周期がインタレース駆動の場合の1/30秒に対して1/60秒になるため、画素TFTのリーク電流などによるフリッカの発生を抑えることができる。

きは投射レンズの倍率を調整することで容易に調整することができる。そのため、必要最大限の画素数を備えたパネルを用意し、解像度の低い方式の画像を表示する場合には、中央部だけを用いて表示し、周囲を黒表示とし、投射レンズの倍率を調整して必要な部分をスクリーン上に拡大投影することで、容易に異なった表示方式の画像を表示することができる。

このデバイスは、①駆動回路をデコーダ型とし、②Yドライバにインタレース制御回路を設けることで、この方法に対応している。

異なった表示方式の画像を表示する方法をXGA方式での画像表示の場合を例に以下に示す。

HDTVとXGAの表示方式の違いを表1に示す。

表1. HDTV表示とXGA表示の表示方式の比較

Comparison of HDTV and XGA formats

	HDTV	XGA
画素数	1,840×1,035	1,024×768
サンプリング周波数(Hz)	71.28M	63.98M
インタレース方式	インタレース	ノンインタレース

XGA方式の画像を表示する場合、実際に画像を表示する部分の外側に黒表示を行う。この黒表示部分の書き込みは水平および垂直ブランキング期間に行う必要がある。

副走査方向の黒表示部の書き込み方法を図4に示す。副走査方向の黒表示ラインは267本あるので、垂直ブランキング期間中にこれらを一度に書き込むためには通常のサンプリング周波数の約6倍の速度で駆動する必要がある。この問題は、黒表示部を複数回のブランキング期間で書き込むことで避けることができる。図4に、6フィールドかけて全黒表示部を書き込む場合の例を示す。

通常のシフトレジスタ型駆動回路では上述のようにパネル

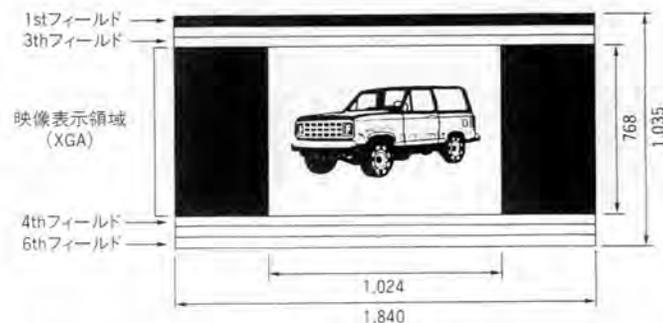


図4. デコーダ回路を用いたXGA表示 映像表示領域以外は黒表示とする。デコーダ回路を用いて6フィールドかけて黒表示を行う。

XGA display image with decoder drivers

## 5 マルチメディア画像表示方式

従来のLCDは一つの画像表示方式だけに対応しているが、マルチメディア化の進展により、一つのディスプレイで複数の表示方式に対応することが望まれている。

異なった表示方式の画像データを、補間法を用いて表示を行うフォーマット変換もあるが、装置が大がかりになり、正確な補間を行わないとかえって解像度が劣化するという問題がある。

フロント型の液晶プロジェクタの場合には、表示画像の大

の一部を選択的に動作させることはできないが、このパネルでは駆動回路にランダムアクセスを行うことができるデコーダ型駆動回路を用いているので、上述の駆動方式を取ることができる。この駆動方式を用いることで、駆動周波数を上げることなく XGA 表示を行うことができる。

## 6 表示特性

3 板式光学系を用いてスクリーン上に HD 画像を表示した。光源にはメタルハライドランプを用い、ダイクロミックミラーによって光源光を 3 原色に分解して、3 枚の LCD に通し、これをダイクロミックミラーで再合成し、スクリーンに投射することでカラー表示を行った。

図 5 に解像度チャートの投射像の写真を示す。1,000 TV 本

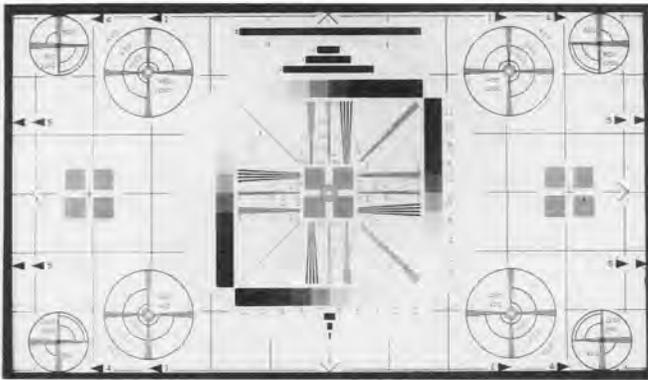


図 5. 解像度チャートの投射画像 HD プロジェクタとして必要とされる水平解像度 1,000 TV 本が達成されている。

Picture of resolution chart

表 2. LCD の主な仕様  
Specifications of LCD

パネルサイズ	対角 84 mm (3.3 インチ)
画素数	1,840 × 1,035 (1,904,400 画素)
画素サイズ	40 × 40 μm <sup>2</sup>
液晶	TN (ねじれネマチック型) 液晶
開口率	36 %
水平解像度	1,000 TV 本
コントラスト	200 : 1 以上
クロストーク率	3 %以下

の解像度が得られている。コントラストは 200 : 1 であった。主な仕様を表 2 に示す。

## 7 あとがき

マルチメディアプロジェクタ用対角 3.3 インチ、190 万画素ポリ Si TFT-LCD を開発した。

この LCD は CMOS デコーダ型駆動回路を内蔵することにより、HD 映像と XGA などのコンピュータ映像を一つのディスプレイで表示することができる。この高性能駆動回路は、新規に開発した酸化薄膜化プロセスによる高移動度 TFT (N チャネル-TFT 移動度: 160 cm<sup>2</sup>/V·s, P チャネル-TFT 移動度: 110 cm<sup>2</sup>/V·s) と低抵抗タングステンポリサイドゲート電極 (シート抵抗 10 Ω/□以下) によって実現されている。

この LCD を用いることにより、水平解像度 1,000 TV 本、コントラスト比 200 : 1 以上の HD プロジェクタを実現することができた。

## 文 献

- (1) Y. Okita, et. al: A 1.5-Megapixel a-Si TFT-LCD Module for HDTV Projector, SID 91 Digest, pp.411-414 (1991)
- (2) S. Morozumi, et. al: LCD Full-Color Video Projector, SID 86 Digest, pp.375-378 (1986)
- (3) Y. Matsueda, et. al: 3.7-in. HDTV Poly-Si TFT-LCD Light Valve with Fully Integrated Peripheral Drivers, Proc. 12th. IDRC, pp.561-564 (1992)



佐藤 肇 Hajime Satô

1983 年入社。LCD の開発に従事。現在、ディスプレイデバイス技術研究所ディスプレイ開発第一部主務。  
Display Device Engineering Lab.



中園 卓志 Takuji Nakazono

1984 年入社。LCD の開発に従事。現在、ディスプレイデバイス技術研究所ディスプレイ開発第一部主務。  
Display Device Engineering Lab.



中村 弘喜 Hiroki Nakamura, D.Sc.

1982 年入社。LCD の開発に従事。現在、ディスプレイデバイス技術研究所ディスプレイ開発第一部主査、理博。  
Display Device Engineering Lab.