

# 202 ppi 対角4インチ低温ポリシリコンTFT-LCD

202-ppi, 4-inch Diagonal, Low-Temperature, Polycrystalline Silicon TFT-LCD

平井 保功  
HIRAI Hoko

五所尾 研一  
GOSHOO Kenichi

川又 健司  
KAWAMATA Kenji

モバイル用途に202ppi(pixel per inch)という高精細な液晶ディスプレイ(LCD)を製品化した。低温ポリシリコン薄膜トランジスタ(以下、poly-Si TFTと略記)を用い、液晶駆動回路をガラス基板に集積させた。これによりLCDパネル周囲の駆動回路を大幅に削減でき、高精細画面でありながら従来にないコンパクトな外形と軽量化を実現した。

対角4インチ、640×RGB×480ドットのこのTFT-LCDでは、写真表示においても印刷物に匹敵する精細な画像を得ることができる。今後のモバイル用印刷品位ディスプレイの先駆けとなることが期待される。

We have developed a 202 pixels per inch(ppi), 4-inch diagonal, thin-film transistor liquid-crystal display(TFT-LCD) suitable for mobile equipment, using low-temperature polycrystalline silicon(poly-Si) technology. Poly-Si TFT-LCDs have integrated driver circuits on the glass substrate. Hence, they are characterized by compact size and light weight compared with conventional TFT-LCDs.

In addition, their super-high resolution leads to excellent image quality comparable to that of printed materials.

## 1 まえがき

携帯電話や携帯情報端末といったモバイル機器の普及が進み、近年ではそれらの小型・軽量化の進展が目覚ましい。これらモバイル機器の情報表示部には、大きさと軽さ、薄さ、消費電力の観点からLCDが主に使われている。モバイル用パソコン(PC)などにおいては小さな画面に多くの情報を表示するため、LCDには小型・軽量化に加え、高精細化も必要になる。

デジタルスチルカメラやカラープリンタの分野では画像取込み・印刷の高精細化競争が激しい。一方、LCDの分野では高精細化より画面サイズの大形化が主流であった。これは高精細LCDを量産する技術が確立されていなかったことが一因と考えられる。

当社は、以上のようなLCDへの高精細・小型・軽量化の要求にこたえ、poly-Si TFT技術<sup>(1),(2)</sup>を用いて202ppi(1インチあたりの画素数)の高精細な4インチTFT-LCDを開発・製品化した。

ここでは、今回製品化したpoly-Si TFT-LCDの特長と構成について述べる。

## 2 4インチ poly-Si TFT-LCDの特長と構成

### 2.1 精細度202ppi TFT-LCD

一般的に、人間が遠くから情報表示画面を見る場合の画素は粗くてもよいが、反対に近くで見ると場合には精細度が

必要となる。図1に、人間の目と情報表示装置との距離(視距離)に対し必要な精細度を計算した結果を示す。

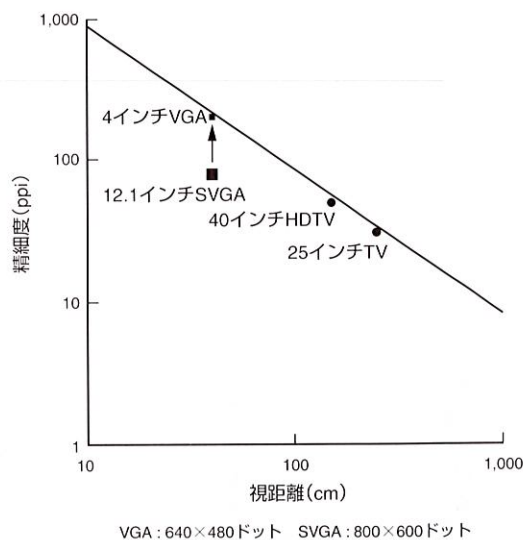


図1. 視距離と必要な精細度の関係 人間の目と情報表示装置との距離(視距離)に対し、必要な精細度を計算した結果を示す。視距離40cmで見ると、精細度として200ppiあれば十分な品位の表示が可能である。

Relationship between resolution and viewing distance

人間の目の解像度は視角1分(1/60deg)程度(視力測定での1.0を見る細かさ)<sup>(3)</sup>であるから、表示画面の精細度を目

の解像度まで細くすれば画素の粗さも見えにくくなる。図中の直線はこの視角1分になる精細度を示す。25インチのテレビ(TV)や40インチの高精細度テレビ(HD-TV)を見るときの最適視距離<sup>(1)</sup>は、ちょうどこの直線近傍の精細度となっている(図1)。

これに対し、汎(はん)用TFT-LCD(例えば、精細度83ppi:12.1インチSVGA)を視距離40cmで見ると仮定した場合には精細度が足りず、実際、画像の輪郭に段階状のギザギザが認識される。精細度約130ppi以上で印刷品位に近くなると言われており<sup>(2)</sup>、202ppiでは十分な品位の表示が可能となる。

## 2.2 poly-Si TFT-LCDの特長

画素ピッチが小さいLCDではそれを駆動する回路にも高密度な配置が必要になる。図2に、LCDパネル周囲の駆動回路配置をpoly-Si TFT-LCDと従来のTFT-LCDとで比較しながら示す。LCDパネルの周囲に駆動ICを実装する従来の方式の多くはパネルの左辺と下辺に駆動ICを実装する方法を採っている(図2(b))。しかし、この場合はパネルと駆動ICとを接続する配線部のピッチに42 $\mu$ m以下が必要で、実用的レベルの60 $\mu$ mを下まわり適切でない。この制限を回避するために、上辺にも駆動ICを実装する方法もあるが(図2(c))、パネルの周囲3辺に駆動ICが配置され、外形が大きくなり、重くなる。

これに対しpoly-Si TFT-LCDでは従来パネル周囲に配置していた駆動ICに相当する回路をパネルに内蔵しているため外形、質量を従来に比べ小さく軽くすることが可能となる(図2(a))。さらに、パネルと外部インタフェースボードとの接続電極数は100本と従来パネルの2,400本に比べ大幅に少なく、また接続ピッチも160 $\mu$ mと大きく、振動衝撃

における耐久性も向上する。

## 2.3 TFT-LCDの構成

図3に、poly-Si TFT-LCDパネルとインタフェースボードの構成を示す。

poly-Si TFT-LCDパネルは、信号線とゲート線に接続されたTFTによりドットごとに駆動される画素部と、信号線に表示電圧を供給する信号線駆動回路とゲート線を順次走査するゲート線駆動回路とから成り、これらがガラス基板上に集積されている。

外部インタフェースボードではPC本体からの表示信号をpoly-Si TFT-LCD用駆動信号に変換する。このボードは電源回路、タイミングを制御するためのゲートアレイ、デジタルビデオ信号をアナログ信号に変換するD/Aコンバータで構成されている。

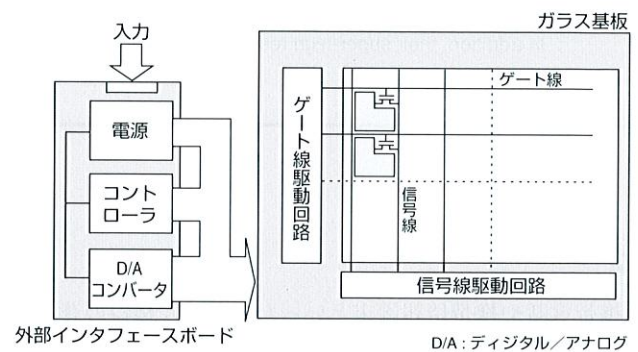


図3. poly-Si TFT-LCDの構成 信号線駆動回路とゲート線駆動回路が内蔵されたpoly-Si TFT-LCDパネルとインタフェースボードから構成される。

Configuration of poly-Si TFT-LCD

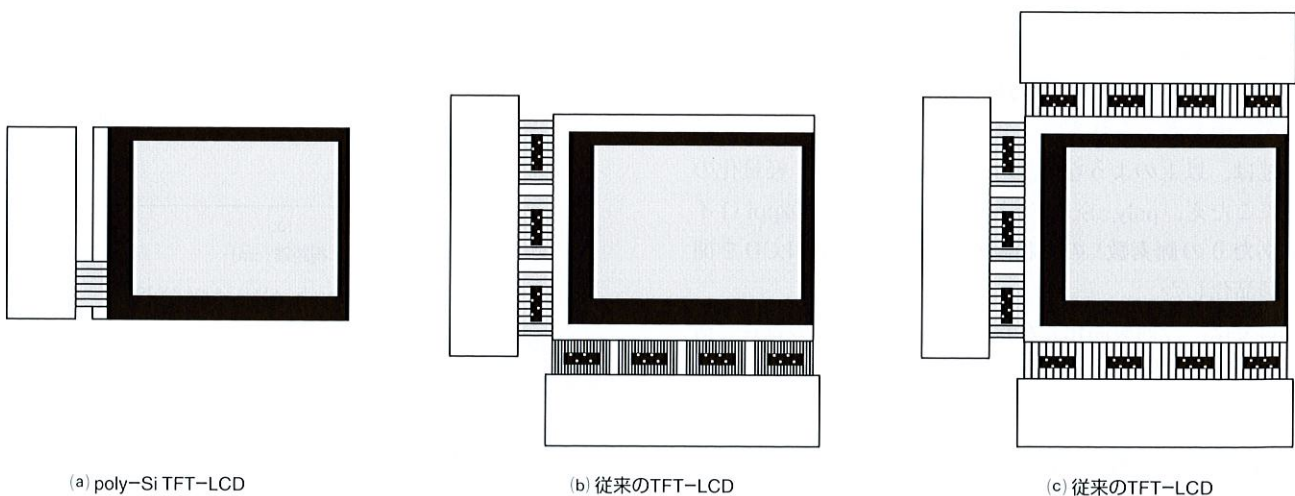


図2. TFT-LCDの構成モード パネル周囲の駆動回路配置の比較を示す。poly-Si TFT-LCDでは駆動回路をパネルに内蔵しているためコンパクトな外形が可能(a)。これに対し、パネルの周囲に駆動ICを実装する従来の方式では、外形が大きくなる(b)、(c)。

Configuration of TFT-LCDs

## 2.4 駆動回路の内蔵

図4に、低温 poly-Si TFT-LCD に用いた基本的なロジック回路(インバータ回路)とアレイ基板(回路の形成されている基板)の断面例を示す。

基本回路はNチャネルTFTとPチャネルTFTとで構成されるCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 回路であり、これらはガラス基板上に形成されている。ガラスは安価であるが、一方で耐熱温度の低いことが製造上の問題であった。そこで、エキシマレーザアニール法による poly-Si の成長、イオンドーピング法による不純物注入、プラズマCVD (Chemical Vapor Deposition) 法による絶縁膜の形成を行う低温プロセス化技術を開発することでガラス基板の使用を可能にした。

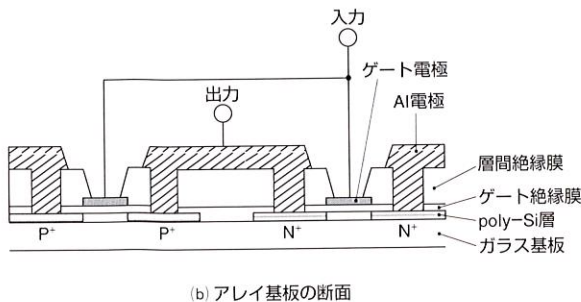
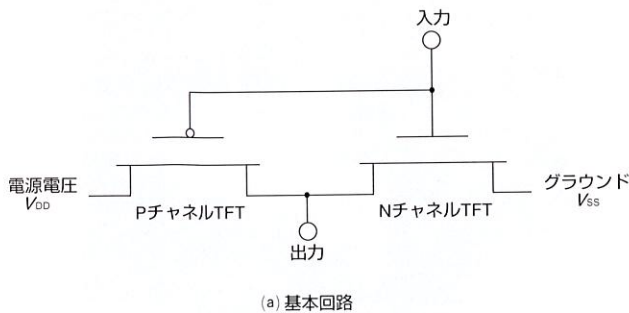


図4. 低温 poly-Si TFT-LCD に用いた基本回路とアレイ基板の断面  
駆動回路はCMOS構成でガラス基板上に作られる。

Schematic structure of CMOS circuit with poly-Si TFT-LCDs

図5に、poly-Si TFT-LCD に内蔵した駆動回路の構成を模式的に示す。

信号線駆動回路は、アナログ サンプルホールド方式で、ビデオバスに供給された電圧をアナログスイッチの開閉により信号線へ書き込み(サンプリング)、保持(ホールド)を行う。アナログスイッチの開閉を制御するのがシフトレジスタ(SR: Shift Register)で、外部インタフェースボードからのスタート信号と転送クロックを受けてアナログスイッチを順次開閉させて全信号線にビデオ電圧を書き込む。

サンプルホールド方式では隣接映像との干渉を防ぐために、信号線書き込み時間とビデオ信号とアナログスイッチ開

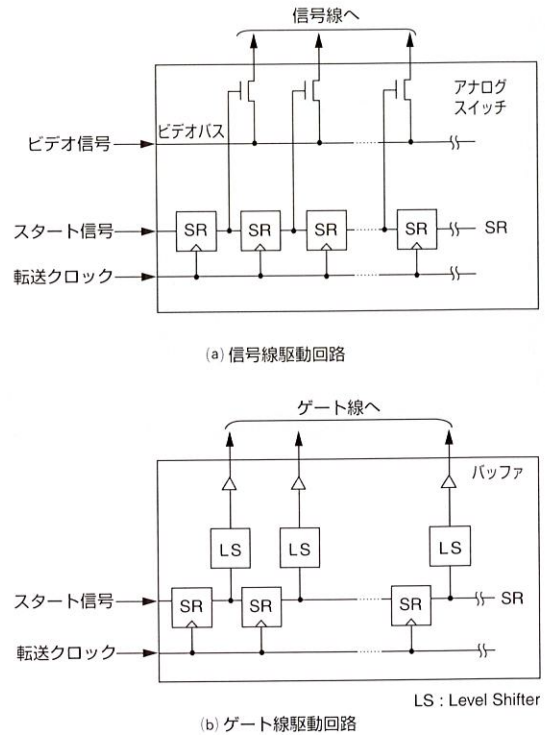


図5. poly-Si TFT-LCD に内蔵した駆動回路の構成 信号線駆動回路は、ビデオバスに供給された電圧をアナログスイッチの開閉により信号線へ書き込む。ゲート線駆動回路は、シフトレジスタの出力電圧をレベル変換しバッファを介してゲート線に出力する。  
Configuration of integrated driver circuits on a glass substrate

閉タイミングを適切に設計することが重要である。今回の場合、信号線書き込み時間は650ns(転送クロック周波数は1.54MHz)と短い。このため、タイミングの精密制御だけでなく専用開発したD/Aコンバータを用いることで鮮明な画質を得ている。

ゲート線駆動回路ではゲート線を1水平期間(全信号線にビデオ電圧を書き込む周期)ごとに走査し信号線にホールドされる電圧を画素へ書き込ませる。外部インタフェースボードからのスタート信号はシフトレジスタにより順次転送され全走査線が走査される。シフトレジスタ出力はレベルシフタ(LS: Level Shifter)でゲート線駆動に必要な電圧にレベル変換されゲート線容量を駆動するためのバッファで電力増幅される。

以上のように poly-Si TFT-LCD では信号線、ゲート線を駆動するのに必要な主要回路を集積している。

## 3 製品仕様と表示特性

図6に、今回製品化した202ppi 4インチ poly-Si TFT-LCD の外観を、表1に、主な仕様を示す。信号入力部はパネル左辺1か所だけに配置されるシンプルな構造をもち、質量は30gと軽量である。



図6. 202ppi 4インチ poly-Si TFT-LCDの外観 信号入力部はパネル左辺1か所だけに配置されるシンプルな構造をもつ。  
Appearance of 202-ppi, 4-inch diagonal, poly-Si TFT-LCD

表1. 202ppi 4インチ poly-Si TFT-LCDの主な仕様  
Specifications of 202-ppi, 4-inch diagonal, poly-Si TFT-LCD

項目	仕様
型名	LTM04C380S
画面サイズ	対角4インチ(対角 10.1cm) (幅) 80.64mm × (高さ) 60.48mm
方式	回路内蔵型 poly-Si TFT アクティブマトリクス方式
画素数 (横×縦)	640 × 480 画素
画素ピッチ	0.126mm (0.042mm × 0.126mm × 3(RGB))
精細度	202ppi
表示色数	26 万色 (64 階調)
コントラスト比	250 : 1
光透過率	5.2 %
質量(インタフェースボードを含む)	30g
パネル外形寸法 (幅×高さ×奥行き)	94mm × 70mm × 1.8mm

図7に、精細度202ppiの表示イメージを100ppiの場合と比較して示す。精細度202ppiという細さは表示画像の輪郭を滑らかにつなぎ、印刷物に匹敵する自然な画質(印刷品位)が表現できる。

#### 4 今後の展望

図8に、今回製品化した202ppi 4インチVGA poly-Si TFT-LCDの画面サイズ-画素数に対する位置を、すでにラインナップしたA5サイズPC用8.4インチSVGA、B5サイズPC用の10.4インチXGA<sup>®</sup>とともに示す。今後、高精細でシンプルな外形、軽量という特長を生かし、印刷・写真品位を表示するアプリケーション用ラインナップを拡大する。



(a) 精細度202ppiの表示イメージ



(b) 精細度100ppiの表示イメージ

図7. 精細度の違いによる表示イメージ比較 202ppiでは画像の輪郭は滑らかで、詳細部をはっきり表示できる。精細度の違いを画像処理で表現した。  
Comparison of image displayed by different resolution.

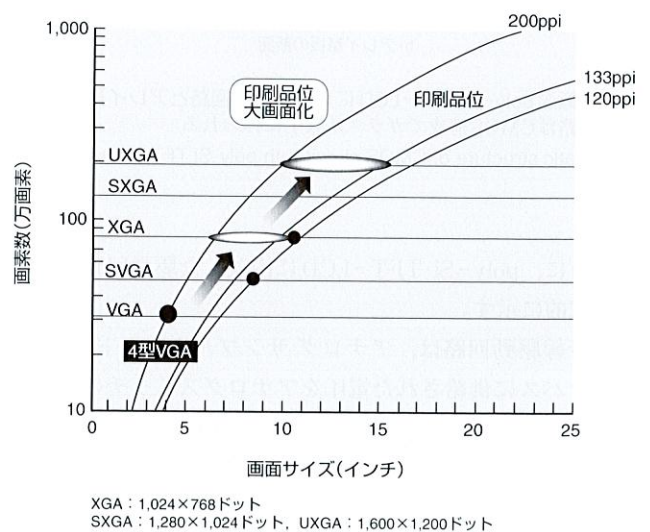


図8. poly-Si TFT-LCDのラインナップと展望 すでにラインナップした8.4インチSVGA、10.4インチXGAに加え、200ppiクラスを製品化した。印刷・写真品位を表示するアプリケーション用にラインナップを拡大する。

Product lineup of poly-Si TFT-LCDs

## 5 あとがき

202ppiという高精細TFT-LCDを低温ポリシリコン技術を用いて製品化した。今回製品化したpoly-Si TFT-LCDは、液晶駆動回路をガラス基板上に集積させているので、パネル周囲の駆動回路を大幅に削減でき、高精細画面でありながら従来にはないコンパクトな外形と軽量化を実現している。

対角4インチ、画素数640×480のTFT-LCDは写真表示においても印刷物に匹敵する精細な画質を得ることができ、今後のモバイル用印刷品位ディスプレイの先駆けとなることが期待される。

## 文 献

- (1) N. Ibaraki. "Low Temperature Poly-Si Technology", SID 99 Digest (To be published).
- (2) H. Ohshima, et. al. "Full-Color LCDs with Completely integrated Drivers Utilizing Low-Temperature Poly-Si TFTs", SID 93 Digest, 1993, p.387-390.
- (3) 照明学会, 照明ハンドブック, オーム社, 1978, p.51.

- (4) テレビジョン学会, テレビジョン・画像情報工学ハンドブック, オーム社, 1990, p.71.
- (5) J. Larimer. "The Ideal Desktop Display : Applying Ergonomics to Specify a Display" .Display Works'99. USDC Business Conference.1999.
- (6) 川又健司, 他. 低温ポリシリコンTFT-LCDモジュール, 東芝レビュー, 54, 2, 1998, p.61-64.



平井 保功 HIRAI Hoko

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。液晶ディスプレイの開発業務に従事。応用物理学会会員。

Liquid Crystal Display Div.



五所尾 研一 GOSHOO Kenichi

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。液晶ディスプレイの開発業務に従事。

Liquid Crystal Display Div.



川又 健司 KAWAMATA Kenji

ディスプレイ・部品材料社 液晶事業部 液晶応用技術部 液晶ディスプレイの応用技術業務に従事。

Liquid Crystal Display Div.