

4型VGA反射型低温p-Si TFT-LCD

4-inch Diagonal VGA Reflective Low-Temperature p-Si TFT-LCD

田中 康晴
TANAKA Yasuharu

大関 茂樹
OHZEKI Shigeki

木村 恒基
KIMURA Kouki

反射型の液晶ディスプレイ(LCD)としては業界最高の高精細である、画素ピッチ 0.126 mm, 202 ppi (pixels per inch)で、反射型カラー表示の4型VGA(640×480画素)の低温ポリシリコン薄膜トランジスタ(p-Si TFT)LCD LTM04C387Sを開発した。一枚偏光板方式と内面反射板構造の採用などにより、高コントラストで26万色の表示が可能である。また、バックライトを用いる透過型LCDに比べて、消費電力を約1/3、厚さ、重さを約1/2に低減しており、高画質で動画表示が可能なモバイル機器用のLCDとして最適である。

We have developed the LTM04C387S 4-inch diagonal color reflective low-temperature polycrystalline silicon (p-Si) thin-film transistor liquid crystal display (TFT-LCD) with 202 pixels per inch (ppi) VGA resolution. This LCD offers a bright, vivid display of 260,000 colors, the result of an integrated reflective electrode and the adoption of a single polarizer for enhancing the contrast ratio. Because there is no need for a backlight, power consumption is cut by approximately one-third, while the module thickness and weight are both halved.

The LTM04C387S LCD is suitable for application to mobile products.

1 まえがき

現在、インターネットのインフラストラクチャ(基盤)の整備をはじめとして、様々な情報サービスが急速に発展を遂げつつある。2001年には、IMT-2000(International Mobile Telecommunications-2000)に準拠したサービスも始まり、高精細なカラー画像や動画の表示を行うコンテンツが現われると考えられる。LCDは、その薄形・軽量、低消費電力という特長により、PDA(Personal Digital Assistants)あるいは携帯電話のようなモバイル機器の電子ディスプレイをほとんど独占しているが、今後は高精細なカラーの動画表示を、よりいっそうの低消費電力で実現することが望まれる。

今回、当社はモバイル機器に適した、業界最高レベルの高精細化を実現した反射型の4型VGA低温p-Si TFT-LCD LTM04C387Sを開発した。この低温p-Si TFT-LCDは、照明などの周囲光を利用して表示する従来の反射型のLCDを改良して、内面反射板構造の一枚偏光板方式の採用により、高コントラストな26万色のカラー画像表示を実現したものである。

2 モバイル機器のLCDに要求される特性

これからのモバイル機器のLCDに要求される特性には、次のようなことが必要と考えられる。

- (1) バッテリー駆動：低消費電力
- (2) インターネットのコンテンツを扱う：高精細、カラー表

示、動画対応

- (3) 持ち運んで使用する：機械的信頼性
そこでこれらの要求について詳細に述べる。

2.1 低消費電力化

モバイル機器は通常、バッテリーを電源として使用するので、消費電力が低いことが必須である。ノート型のパソコンに用いられている透過型のTFT-LCDの消費電力は、その約2/3以上がバックライトで消費されている。したがって、周囲光を利用して表示を行う反射型のLCDを実現すれば、消費電力を大幅に低減させることができる。

2.2 高精細のカラー動画表示

ディスプレイの外形サイズは、セットの大きさによって制約を受ける。モバイル機器について考えると、持ち運びに便利であるためには、機器そのものの外形がある程度小形でなければならない。一方で、例えばインターネットの情報を扱おうとする場合、ある程度の画素数が必要となる。したがって、モバイル機器に望ましいLCDのイメージは、ある程度小さな画面で、ある程度多数の画素数を持つLCDということになる。

また、最近の通信技術の進歩により、様々なコンテンツにカラーの動画が見られるようになってきている。そのため、モバイル機器といえどもカラー表示の動画表示が可能であることが要求される。そのためには、LCDとしては高画質のTFT-LCDが望まれる。

2.3 機械的信頼性

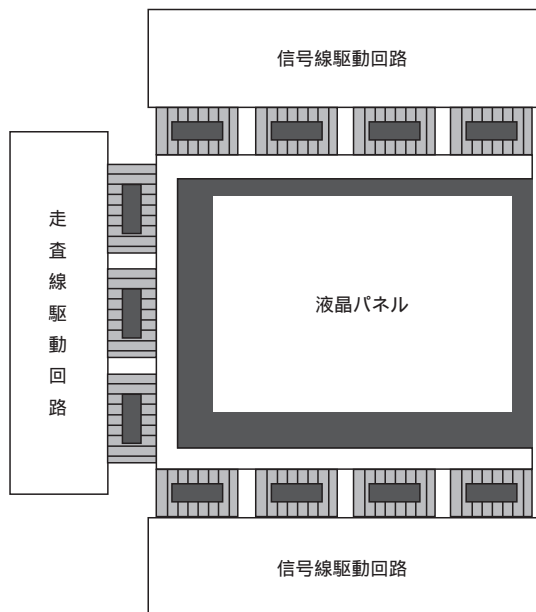
モバイル機器は、その名のとおりに移動しながら使用され

る。そのため、通常のOA機器に比べて機械的衝撃が加わる機会が多いと考えられ、機械的な信頼性が高くないといけない。一般に、LCDを用いた機器の不良の原因は、液晶パネルとその駆動回路の接続部分に発生するものが多い。すなわち、ドライバICと液晶パネルの電極接続の信頼性を改善することが重要である。p-Si TFT-LCDは、図1(a)に示すようにドライバICに相当する回路を液晶パネルのガラス基板上に形成するため、液晶パネルと周辺回路の接続本数が大幅に低減できる。今回開発した、4型VGAのLCDを例にとると、接続本数は、アモルファスシリコン(a-Si)TFT-LCDの1/24以下に減らすことができる。

以上に述べてきたようなことから、次世代のモバイル機器に対応する、高信頼性でカラーの動画表示が可能、かつ低消費電力であるLCDとして、反射型カラーの4型VGAのp-Si TFT-LCDを開発した。



(a) p-Si TFT-LCD

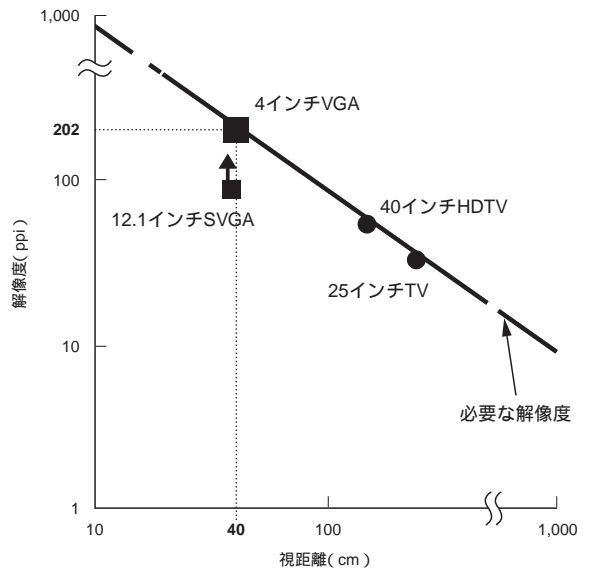


(b) a-Si TFT-LCD

図1 . p-Si TFT-LCDと従来のa-Si TFT-LCDのモジュール構成の比較
p-Si TFT-LCD(a)は、従来のa-Si TFT-LCD(b)に比べて液晶パネルと駆動回路の接続本数が1/24と少なく、機械的信頼性に優れている。
Comparison of p-Si and amorphous silicon (a-Si) TFT-LCD module configurations

3 高精細表示

画像や写真、文字、図形を表示する場合、画素ピッチが粗いとその輪郭のギザギザが目立つ。人間の目の識別能力は、立体角で約1/60度であるので、画素ピッチがこれよりも細かいと、輪郭のギザギザを感じなくなる。輪郭の滑らかな自然な画質が得られる時のLCDの解像度と、表示を見ている人の目からディスプレイまでの距離(視距離)の関係は、図2に示すようになる。



SVGA : 800 × 600画素
HDTV : High Definition TeleVision

図2 . 解像度と視距離の関係 必要な解像度で示した直線よりもLCDの解像度が高ければ、人間の目の解像度から、輪郭が滑らかに見える“写真画質”が得られる。

Relationship between resolution and viewing distance

モバイル機器の場合、通常の使用状態では視距離は約40 cmである。この視距離の場合、LCDの画素ピッチが200 ppi以上の細かさであれば、滑らかで自然な輪郭の画像表示、すなわち、いわゆる“写真画質”の画像表示が可能になる。

このような高精細のLCDを従来のa-Si TFT-LCDで実現することは困難であり、ドライバ回路をガラス基板上に形成することができるp-Si TFT-LCDによって初めて、実用的なLCDを実現することができる。

4 反射型表示について

4.1 表示モードの検討

反射型のLCDは、目新しいものではない。液晶の教科書によると、散乱モード、二色性色素を用いるゲストホストモ

ード、偏光板を2枚あるいは1枚用いるモードが紹介されており、実用化の歴史は透過型よりも古い。身近な例では、電卓や腕時計に使われているLCDの多くは反射型である。反射型LCDで高画質を実現するためのポイントは、高いコントラストと明るさの二つである。カラー表示を高いコントラストで実現しようとする、散乱モードやゲストホストモードはコントラストの点で不利であり、偏光板を用いるモードがもっとも有利である。逆に、明るさの点では、偏光板を用いることは不利になる。そこで今回は、偏光板を1枚だけ用いるモードを使用し、最適設計を図ることで、明るく高コントラストのカラー表示を実現した。

4.2 内面反射板の構造

一般にLCDは、表面に透明電極のついた2枚のガラス基板を数 μm のすき間を保ってはり合せ、そのすき間に液晶を封入した構造になっている(この部分を液晶セルと言う)。偏光板を用いるモードでは、光を反射する反射板が必要で、電卓に用いられているLCDでは、液晶セルの裏側に反射板をはり付けている。ところが、このように液晶セルのガラス基板の外側に反射板を配置すると、LCDの表示を斜めから見た場合に、反射板に入射する光と反射して戻る光は、ガラス基板の厚さの分、液晶層の異なる場所を通過する。このため、電卓のLCDの表示を斜めから見た場合、表示され

ている像が二重に見えることがある。これが、パララックス(視差)と呼ばれる現象である。

4型VGAのLCDは、画素のピッチが0.126mmと非常に高精細であるため、パララックスが生じた場合、例えば、LCDに入射する光と反射して戻ってくる光が別の画素を通過する、というようなことも起き、著しく画質が劣化する。

したがって、このパララックスの問題を解決することが必須となる。そこで今回は、液晶セルの内面にある液晶駆動するための電極の一方を金属で形成して反射板と兼用する内面反射板構造を採用した。この内面反射板構造により、パララックスのまったくない良好な表示を実現している。

5 駆動回路の低消費電力化

今回開発した4型VGAの低温p-Si TFT-LCDは、消費電力の低減のために、駆動回路をCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)構成にするだけでなく、正負分離駆動法と呼ばれる方法を採用している⁽¹⁾。一般に、p-Si TFT-LCDの駆動回路では、デジタルの入力信号をアナログのビデオ信号に変換するDAC(Digital to Analog Converter: デジタル/アナログ変換器)の消費する電力がもっとも大きい。従来の駆動回路では、例えば、液晶の駆動電

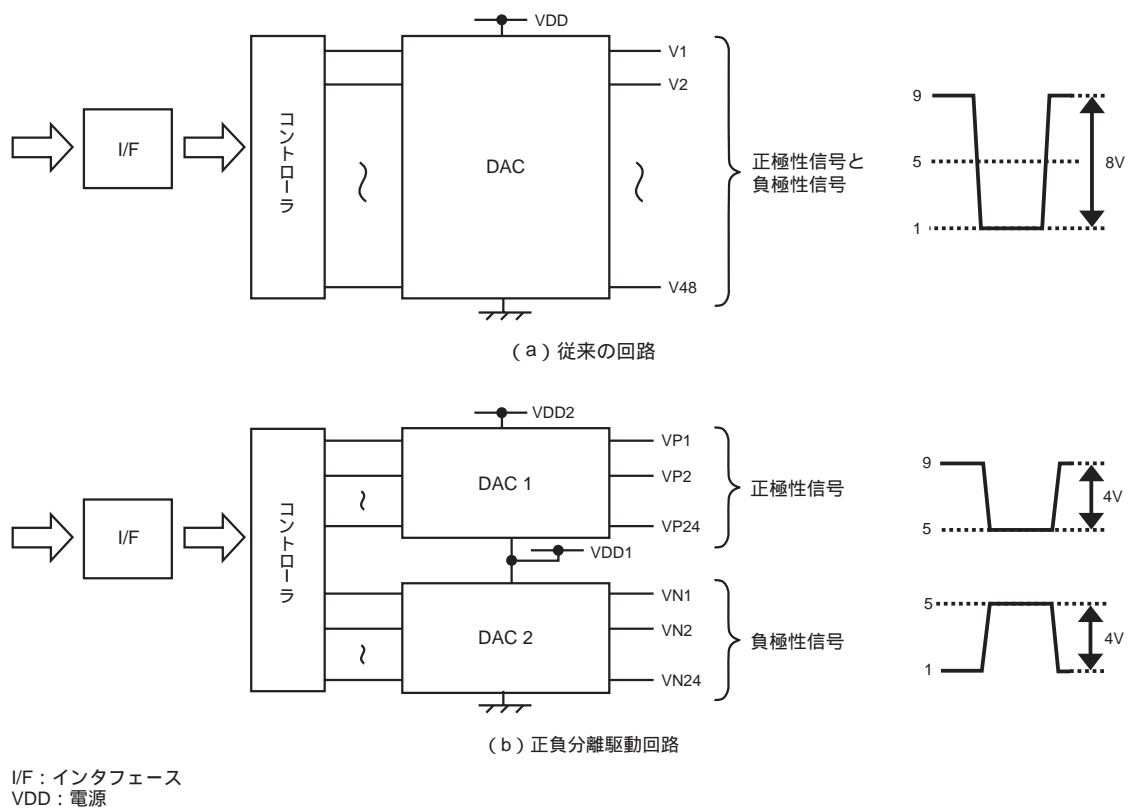


図3. 正負分離駆動による消費電力の低減 消費電力の大きいDACを、正と負の信号に対応する二つのDACに分けて信号電圧振幅を減らし、消費電力を1/4に低減した。

Positive and negative separation method for low power consumption

圧が4Vであったとすると、液晶を交流駆動するため、ビデオ信号の振幅はその2倍の8Vとなった。このため、DACは8Vのレンジの信号を扱わねばならなかった。これに対して正負分離駆動では、図3に示すように、DACを正側と負側の二つに分けることにより、それぞれのDACの扱うビデオ信号の振幅を4Vに抑えている。この結果、このDAC回路部分の消費電力を、従来の駆動回路に比べて1/4に低減することができた。

6 4型VGAの反射型p-Si TFT-LCDの特性

LTM04C387Sの仕様を表1に、表示例を図4に示す。当社の従来の透過型TFT-LCDに比べて、消費電力を1/3に削減し、また、厚さと重さを共に1/2に薄形・軽量化している。

表1 . 4型VGA反射型低温p-Si TFT-LCDの仕様
Basic specifications of 4-inch color reflective VGA p-Si TFT-LCD

項目	仕様
型名	LTM04C387S
表示方式	低温p-Si TFT駆動
画素数	640 × 480画素
画素ピッチ	0.126 mm(202 ppi)
画面サイズ	対角10 cm(4型)
表示色数	26万色
消費電力	0.38 W
応答速度	40 ms(ON + OFF)
コントラスト比	12 : 1
外形寸法(ガラスサイズ)	94 mm(幅) × 70 mm(高さ)
質量	32g

7 あとがき

機械的な信頼性が高く、薄形、軽量、低消費電力であり、モバイル機器に適した、4型VGAの反射型カラー低温p-Si TFT-LCDを開発した。このLCDは、202 ppiという高精細な画素ピッチのため、輪郭の滑らかな写真画質の動画像を表示する性能を持つ。今後、モバイル機器に適した各種のp-Si TFT-LCDを開発していく予定である。



図4 . 4型VGA反射型低温p-Si TFT-LCDの表示例 バックライトを使用しない反射型表示により消費電力を1/3に低減し、また、内面反射板構造の採用により鮮明な表示を実現した。

Example of display of 4-inch color reflective VGA p-Si TFT-LCD

文献

- (1) Miyatake, M., et al. "A 7.94-ppm, 10-cm-Diagonal TFT-LCD Using Low-Temperature Poly-Si Technology". Proc. of The 6th International Display Workshops. 1999-12, The Society for Information Display, Japan Chapter. 1999, p.207 - 210.



田中 康晴 TANAKA Yasuharu, D.Eng.

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, 工博. p-Si TFT-LCD の製品開発に従事。日本液晶学会会員。

Liquid Crystal Display Div.



大関 茂樹 OHZEKI Shigeki

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. p-Si TFT-LCD の製品開発に従事。応用物理学会会員。

Liquid Crystal Display Div.



木村 恒基 KIMURA Kouki

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. p-Si TFT-LCD の製品開発に従事。

Liquid Crystal Display Div.