

# 携帯電話向け 対角 5.45 cm( 2.15 型 )反射型 TFT-LCD

2.15-inch Color Reflective TFT-LCD for Mobile Phones

木村 裕之  
KIMURA Hiroyuki

田中 康晴  
TANAKA Yasuharu

村田 浩義  
MURATA Hiroyoshi

携帯電話用の液晶ディスプレイとして、2.15 インチ反射型低温ポリシリコン( 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。

この製品は、今まで印刷回路基板上に形成していたデジタル/アナログ コンバータ( DAC )回路( 4 ビット × RGB( 赤 , 緑 , 青 ) )をガラス基板上に内蔵することで、低コスト化を実現するとともに液晶パネルへの接続ピン数を削減、高信頼性も確保した。更に、各画素にデジタルメモリを配置した。待機時には、消費電力の大きい周辺の駆動回路を停止させ、1.3 mW の低消費電力も実現した。

Toshiba has developed a 2.15-inch diagonal, color reflective low-temperature polysilicon (poly-Si) thin-film transistor liquid-crystal display (TFT-LCD) suitable for mobile phones. This TFT-LCD integrates a new 4 bit digital-to-analog converter (DAC) and a new technology called digital memory on glass (DMOG). It can display 4 bit x RGB (4,096-color) images in normal mode and 1 bit x RGB (8-color) still images in power saving mode (still mode). The new TFT-LCD achieves low cost and low power consumption of up to 1.3 mW in still mode.

## 1 まえがき

近年、携帯電話用液晶パネルは急速にカラー化が進んでいる。携帯電話用パネルとして求められる性能としては、表示性能( コントラスト、色再現性 )、低消費電力、軽量、高信頼性、低コストが挙げられる。消費電力については、特に、携帯電話の待ち受け時間に直接関係する待機時の消費電力が重要である。

現在、消費電力及びコスト的に有利な超ねじれネマテック( STN )方式や薄膜ダイオード( TFD )方式が主流であるが、ノートパソコンや液晶モニタで主流となっている TFT 方式の液晶パネルに対して、表示性能が十分満足できるレベルに達していないのが現状である。最近では、TFT 方式の製品化も始まっているが、TFT 方式は表示性能の面では優れるが、コスト力及び消費電力については STN 方式や TFD 方式に劣るため、携帯電話用液晶パネルとしては不十分であった。

これらの要求を満たすために、当社は、独自の低温 p-Si TFT 技術<sup>(1)-(6)</sup>を駆使して、軽量、高信頼性、低コスト化及び低消費電力化に向けた新しい技術である、DAC 回路の内蔵及び回路駆動方法を開発した<sup>(7)</sup>。更に、デジタルメモリの内蔵化技術を開発した<sup>(8)</sup>。

今回、この新技術を採用した携帯電話向け反射型 TFT-LCD を開発したので、これらの回路部分について述べる。

## 2 製品概要

今回開発した対角 5.45 cm( 2.15 型 )TFT-LCD の表示イメージを図 1 に、製品仕様を表 1 に示す。



図 1 . 2.15 型反射型低温 p-Si TFT-LCD 4,096 色表示の表示例を示す。  
2.15-inch color reflective poly-Si TFT-LCD

画素数は 144 × 176 画素で、反射型タイプである。開発のポイントは次のとおりである。

- (1) ガラス基板上への 4 ビット DAC 回路の内蔵化及び時分割駆動方式の開発
- (2) 各画素へのデジタルメモリの内蔵化  
DAC 内蔵により軽量化、高信頼性化、低コスト化を、デジタルメモリ内蔵により低消費電力化を実現した。

表1 . 2.15型反射型低温p-Si TFT-LCDの仕様  
Basic specifications of 2.15-inch color reflective poly-Si TFT-LCD

項目	仕様
画素数	横方向：144 × RGB(3ドット) 高さ方向：176
画素ピッチ	横方向：80 μm × RGB(3ドット) 高さ方向：240 μm
額縁サイズ	上辺：2.7 mm 下辺：7.7 mm 左辺：3.8 mm 右辺：3.2 mm
表示色数	通常時 4,096(4ビット×RGB) 待機時 8(1ビット×RGB)
消費電力	通常時 25 mW 待機時 1.3 mW
入力信号	Highレベル：3V, Lowレベル：0V

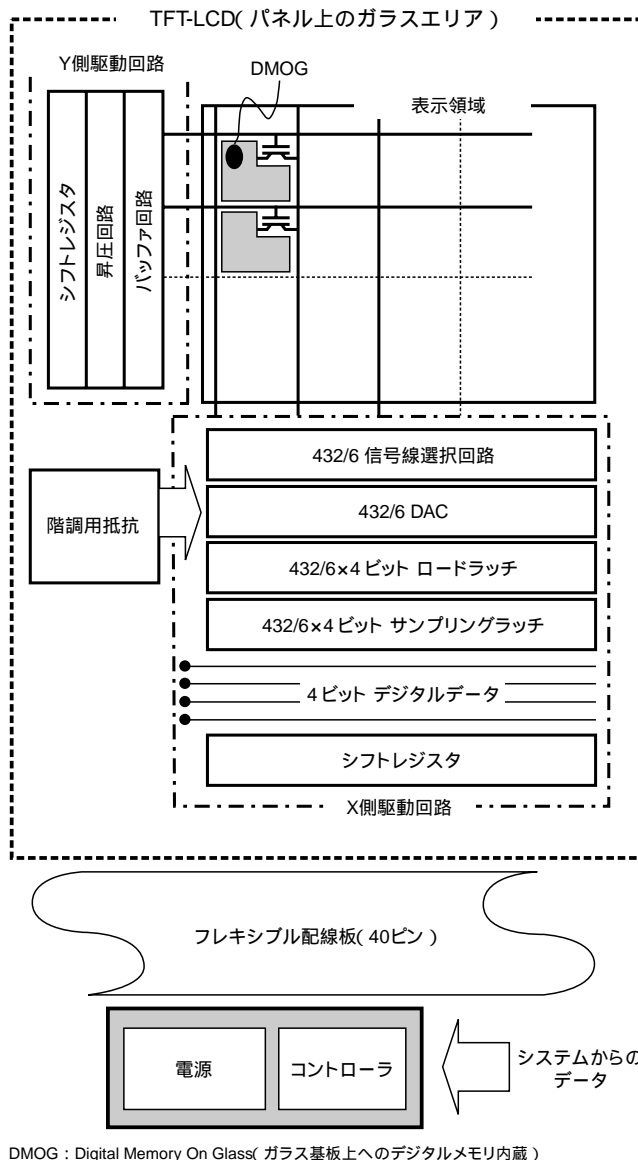


図2 . 開発した TFT-LCD の回路構成 パネル下辺に X 側駆動回路 , 左辺に Y 側駆動回路を内蔵し , 画素部にはデジタルメモリを配置している。

Drive system

### 3 回路構成

回路構成を図2に示す。開発した表示パネルはX側駆動回路,Y側駆動回路,及び表示領域にて構成される。X側駆動回路には4ビットDAC回路を内蔵し,更に,各画素にはデジタルメモリを内蔵している。

#### 3.1 X側駆動回路

X側駆動回路は,シフトレジスタ,サンプリングラッチ,ロードラッチ,DAC回路部,及び信号線選択回路で構成される。シフトレジスタで選択したデジタル信号はサンプリングラッチでラッチされ,ロードラッチでDAC回路部へロードされる。通常,ラッチ回路は各信号線ごとに必要であるが,狭額縁化の要求にこたえるため,1水平周期間に6回ラッチし,サンプリング周期を1/6化する手法(DAC Time-Sharing Method)により,ラッチ部の回路規模を1/6に抑える工夫を施している。

DAC及び信号線選択回路部の回路構成を図3に示す。1/6水平周期化された信号はDAC回路部でアナログ信号に変換され,信号線へ出力する際に信号線選択回路を経て,S0,S2,S4,S1,S3,S5,の順に出力される。出力順序は液晶の極性反転を考慮し,極性の入れかわり回数が少なくなるように決定した。DAC回路部で使用する基準アナログ電圧は抵抗分割方式を採用し,階調用の抵抗値は液晶の電圧・透過率特性(VT特性)を考慮した補正(γ補正)を加味して決定している。この方式により,狭額縁で,かつ低コス

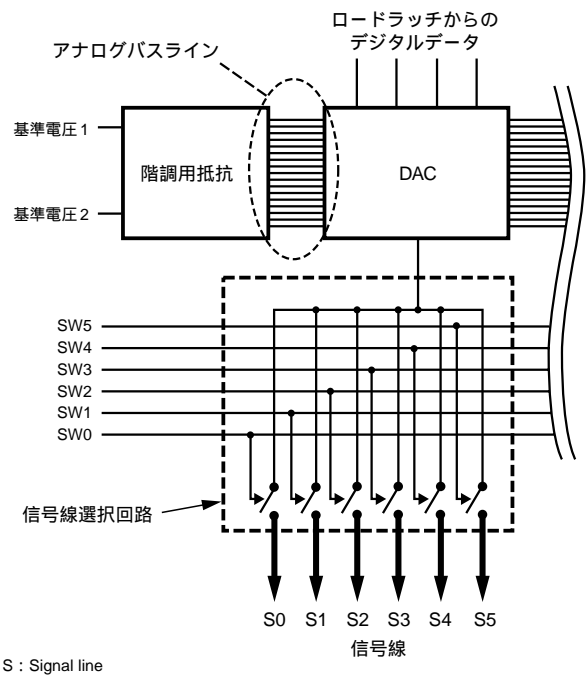


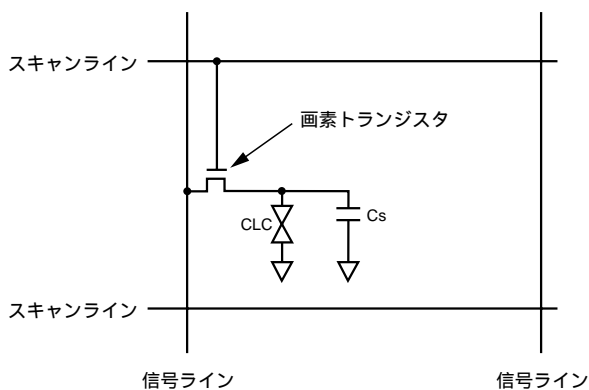
図3 . DAC / 信号線選択回路構成 DAC Time-Sharing Methodにより回路規模を1/6に削減した。そのために狭額縁化が実現できた。DAC circuit and data-line selecting circuit

ト液晶パネルを提供することが可能になった。

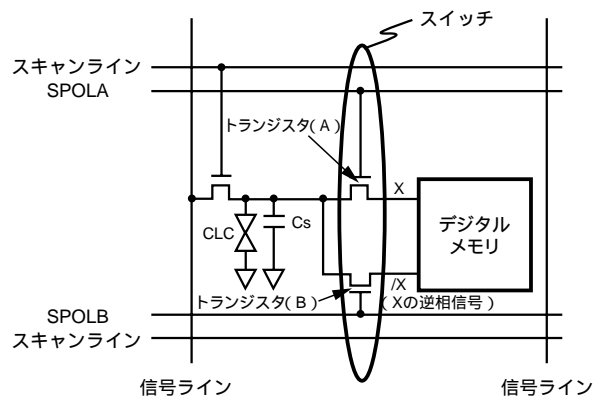
更に、信頼性を考慮し、液晶パネルへの接続ポイント数を可能な限り少なくするため、シリーズ抵抗部及び信号線選択回路部に使用する選択信号(SW0 ~ SW5)発生回路をガラス上に内蔵化した。

### 3.2 画素構造

従来の画素構造とデジタルメモリ内蔵の画素構造を図4に示す。デジタルメモリ内蔵画素は、従来の画素トランジスタに加えデジタルメモリ部を持っている。デジタルメモリ部はトランジスタ(A)(B)により画素部と接続され、通常時にはトランジスタ(A)(B)をオフすることでデジタルメモリ部と切り離し、動画などの階調表示を可能にしている。これに対し、待機時には画素トランジスタをオフ(A)(B)トランジスタをオンにすることで、デジタルメモリに記憶されているデータを出力し、2値の固定表示を行う。



(a) 通常の画素構造



(b) DMOG

CLC : Liquid Crystal Capacitor  
Cs : Storage Capacitor

図4. 従来のパネルと開発したパネルの画素比較 DMOGは、従来の画素トランジスタに加え、デジタルメモリ部を持っている。  
Comparison of DMOG and conventional pixel structures

### 3.3 画素駆動方法

待機時に移行する際のタイミングチャートを図5に示す。前述したように、通常時にはトランジスタ(A)(B)をオフするため、トランジスタ(A)(B)の制御信号であるSPOLA, SPOLBはLow固定である。次に、通常時から待機時への移行時は、SPOLAだけをHighとしてトランジスタ(A)を通して待機時に表示するため2値化された信号をデジタルメモリのノードXへ供給しメモリさせる。待機時にはトランジスタ(A)(B)を交互にオン/オフさせることで、デジタルメモリから画素電極へ信号を供給する。トランジスタ(B)からの出力はトランジスタ(A)に供給した信号の逆極性の信号が出力される。これは、待機時においても液晶の分極を防ぐため液晶を交流駆動させる必要があるためであり、SPOLB信号に同期させて対向電極を反転駆動させることで、交流駆動を実現している。駆動周波数については、液晶の信頼性及びフリッカの問題がない範囲で任意に設定可能である。

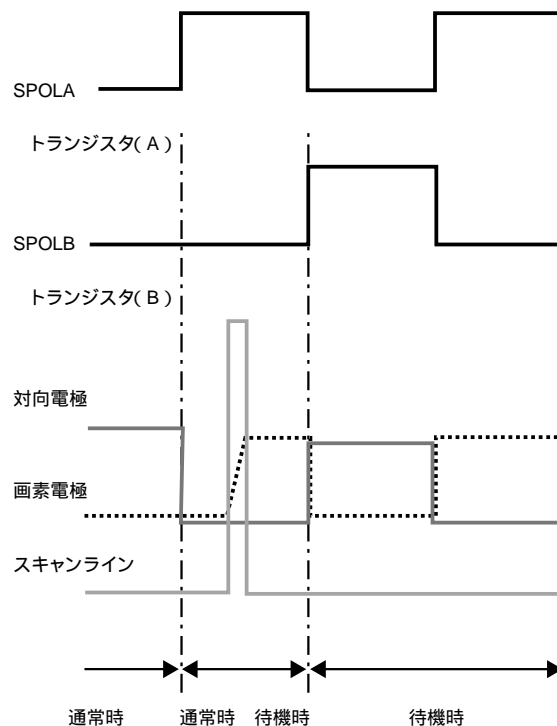


図5. 通常モードから待機モードへのタイミングチャート 待機時には、SPOLA, SPOLB及び対向電極により、周辺回路を動作させることなく液晶の極性反転を可能としている。  
Timing chart from normal mode to still mode

以上の駆動方式により、図6に示すとおり、通常時に25 mWある消費電力を待機時には周辺駆動回路を停止させ、デジタルメモリだけで駆動することで1.3 mWの低消費電力化を実現した。

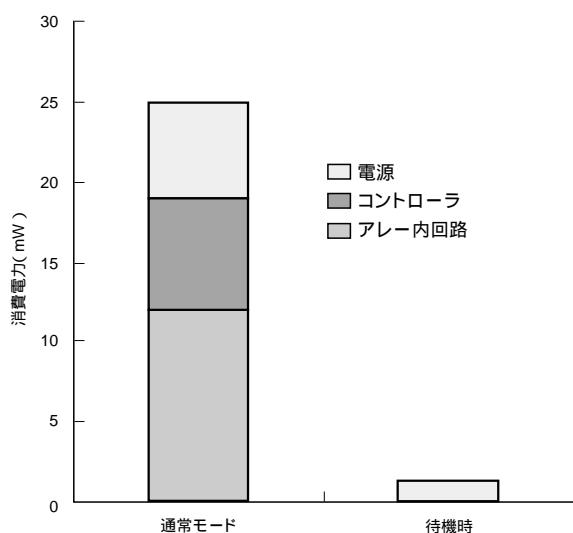


図6. 開発したパネルの消費電力 通常モード時に25 mWあった消費電力を、DMOG技術により、待機時には1.3 mWの低消費電力化に成功した。

Power consumption

#### 4 あとがき

携帯電話向け TFT-LCD を開発するにあたり、ガラス基板上に4ビット DAC回路を内蔵するとともに固有の駆動方式を確立することで、低コスト化と狭額縁化を実現した。更に、各画素ごとにデジタルメモリを内蔵し、待機時には周辺駆動回路を停止させることで1.3 mWの低消費電力化も実現することができた。これらの技術は、携帯電話用途だけでなく e-BOOK などの情報端末にも活用できる。

今後は、更に、市場のニーズにタイムリーな対応ができるように努力を続けていきたい。

#### 文献

- (1) Aoki, Y., et al. "A 10.4-in. XGA Low-Temperature Poly-Si TFT-LCD for Mobile PC Applications". SID99DIGEST. Sam José, 1999-05, SID. 1999, p.176 - 179.
- (2) Hanazawa, Y., et al. "A 202ppi TFT-LCD Using Low Temperature Poly-Si Technology". Euro Display99. Berlin, 1999-09, SID. 1999, p.369 - 372.
- (3) Hanari, J., et al. "Development of 10.4-inch UXGA Display Using Low Temperature Poly-Si Technology". IDRC00. Florida, 2000-09, SID. 2000, p.435 - 438.
- (4) Higuchi, T., et al. "Technology of Large size and High Resolution Poly-Si TFT-LCD". IDW00. Kobe, 2000-11, SID. 2000, p.167 - 200.
- (5) Miyatake, M., et al. "A 7.94-ppm, 10cm-Diagonal TFT-LCD Using Low-Temperature Poly-Si Technology". IDW99. Sendai, 1999-12, SID. 1999, p.207-210.
- (6) Ibaraki, N. "Low-Temperature Poly-Si TFT Technology". SID99DIGEST. Sam José, 1999-05, SID. 1999, p.172 - 175.
- (7) Morita, T. "A 2.15inch QCIF reflective color TFT-LCD with integrated 4bit-DAC driver". IDW00. Kobe, 2000-11, SID. 2000, p.1149 - 1150.
- (8) Kimura, H. "A 2.15inch QCIF reflective color TFT-LCD Digital Memory on Glass (DMOG)". SID01DIGEST. Sam José, 2001-06, SID. 2001, p.268 - 271.



木村 裕之 KIMURA Hiroyuki

ディスプレイ・部品材料社 液晶事業部 液晶設計技術部主務。ポリシリコン TFT-LCD のアレイ・セル設計に従事。  
Liquid Crystal Display Div.



田中 康晴 TANAKA Yasuharu, D.Eng.

ディスプレイ・部品材料社 液晶事業部 モバイル機器液晶製品技術部主務，工博。ポリシリコン TFT-LCD の製品開発に従事。日本液晶学会会員。  
Liquid Crystal Display Div.



村田 浩義 MURATA Hiroyoshi

ディスプレイ・部品材料社 液晶事業部 モバイル機器液晶製品技術部主務。ポリシリコン TFT-LCD のモジュール設計に従事。  
Liquid Crystal Display Div..