

画像入力機能付き2.6インチVGA液晶パネル

加藤 浩巳 クリス ブラウン Ben Hadwen[†]

ディスプレイ技術開発本部 デバイス技術研究所 [†]Sharp Laboratories of Europe, Ltd.

原論文

“A 2.6 inch VGA LCD with Optical Input Function using a 1-Transistor Active-Pixel Sensor”, ISSCC 2007 Digest, pp.132-133 (Session 7 Display Electronics 7.2)

CGシリコンのその優れた電気的特性により、これまで様々なシステム回路をガラス上に形成し、システム液晶として液晶パネルの高付加価値化を行ってきた。今回、CGシリコンによる光センサを作成し、次世代のモバイル機器用として光入力機能を液晶パネルに搭載した。光入力機能を各画素に搭載することにより、画像入力の実現でき、それによりポインティングデバイスや指紋認証デバイスなどの新しい機能を液晶パネル搭載できる。我々は、光センサを一つのトランジスタで動作させることにより、高解像度、高画素数 (300 dpi, VGA) でのリアルタイム画像入力機能を搭載したシステム液晶パネルを開発した。

近年、低温ポリシリコンTFTの優れた特性を活かして、ガラス基板上に種々の回路を集積化した、いわゆる「システム液晶」ディスプレイが量産化されている。今までに、デジタル・アナログ変換回路、電源回路、タイミング信号生成回路など、液晶表示に必要な各種駆動回路が集積化されてきた。

一方、それらの技術は液晶ディスプレイに対する高付加価値化を可能とし、モバイル機器開発に変革をもたらすことができる。

今回、我々は画像入力のための光センサとして、従来のTFTプロセスを用いて薄膜PINダイオードを作成して各画素に搭載し、2.6インチVGA (640×480) (300dpi) のリアルタイム画像入力機能がある液晶ディスプレイを開発した(表1)。

表示性能を損うことなく光センサ回路を画素に搭載するためには、従来のCMOSイメージセンサ技術をそのまま用いることができない。今回、液晶ディスプレイに搭載するための光センサ回路として1T-APS方式^{*1}を開発した。

図1と図2を用いて1T-APS方式について説明する。

【リセット】

まず、センシングの開始時に、RST信号がHighになり、ノードV_{INT}の電位は薄膜PINダイオードの順方向を介してV_{DD}-V_Fの電位に

リセットされる。(V_Fは薄膜PINダイオードにおける順方向の電圧降下量)

RST信号のHighはトランジスタM1のスレッシュホールド電圧以下であるので、リセット期間のトランジスタM1はオフのままである。

表1 2.6VGA液晶パネル仕様

Panel	Type	2.6 inch Transmissive
	Format	VGA (640 × 480)
	Pixel Size	84 × 84 μm (300 dpi)
	Aperture Ratio	40%
Display Circuit	Frame Rate	60 Hz
	Driver Type	8-Phase Monolithic Analogue
	Colour	RGB
	Operating Voltage	V _{SS} = 0V, V _{DD} = 8V
Sensor Circuit	Frame Rate	30 Hz
	Output Format	Analogue
	Colour	Greyscale
	Photosensor	Lateral P-I-N photodiode
	Pixel Architecture	1T APS
TFT Characteristics	Operating Voltage	V _{SS} = 0V, V _{DD} = 8V, V _{SSR} = -5V, V _{DDR} = 0V
	Process	CG-Silicon, 1.5 μm
	Threshold Voltage	1.5 V
	Mobility	300 cm ² V ⁻¹ s ⁻¹

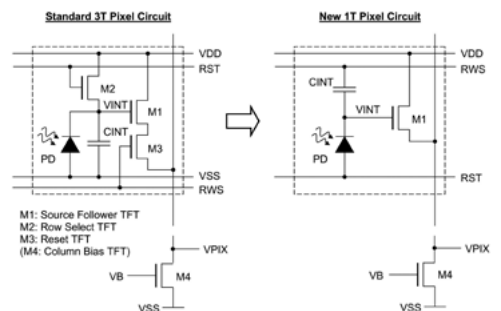


図1 画素内センサ回路 (3T-APSと1T-APS)

*1 1T-APS方式

画素内のセンサ回路が一つのトランジスタ (TFT) とコンデンサ及び薄膜ダイオードで構成されている方式。

一般的には画素内のセンサ回路にはリセットと選択と読出しの3つのトランジスタが必要となる (3T-APS方式)。

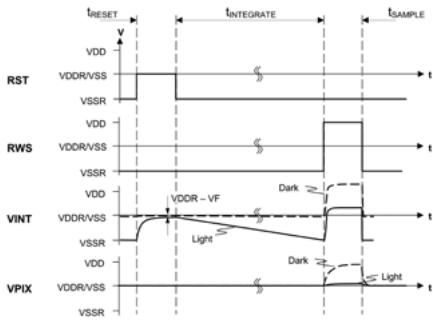


図2 画素内センサ回路駆動波形

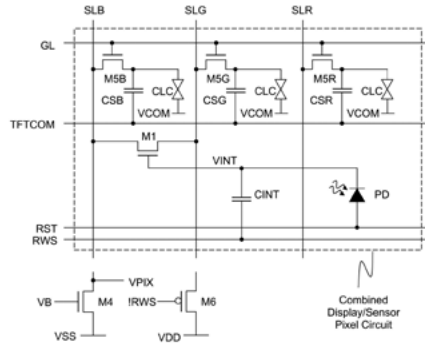


図3 表示回路とセンサ回路

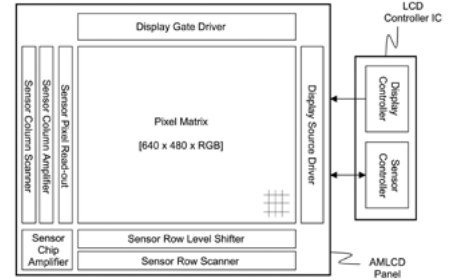


図4 システムブロック図

【センシング】

リセット期間後は、RST信号は V_{SSR} まで下がり、薄膜PINダイオードに対して逆バイアス電圧領域になるので光電流による充(放)電が開始される。

【読出し】

薄膜PINダイオードの充電期間後のセンシング結果の選択(読出し)時には、列選択信号RWSがHighになりコンデンサを介して V_{INT} の電位が引き上げられる。 V_{INT} の電位がトランジスタM1のスレッシュホールド電圧より高い電位まで上げられるので、トランジスタM1がオンになり、各行の終端に配置しているトランジスタM4と接続され、薄膜PINダイオードのセンシング結果が読みだされる。

読出し期間後は、RWSが低電位(V_{SSR})に戻り、コンデンサを介して V_{INT} の電位も元に戻り、トランジスタM1のスレッシュホールド電位以下になるので、トランジスタM1はオフになる。

開口率を増やすために、画素内の光センサ回路と表示回路は同じバスラインで、表示回路へのデータの書き込みと、光センサ回路からのデータの読み出しを行っている(図3)。よって、表示回路へのデータ書き込みが行われていないブランキング期間の間にセンサ回路からの読み出しを行う必要がある。

1T-APS方式は光センサ回路サイズの縮小が最大の利点であるが、他にも多くの利点がある。第1に列選択トランジスタが不要でその寄生抵抗が無いので、光センサ回路の読み出しが短時間にできる。第2にトランジスタM1のゲート電圧は、リセットのための電圧とは分離されているので、低電圧動作が可能であり、薄膜PINダイオードに対するバイアス電圧が低いのでより高いダイナミックレン

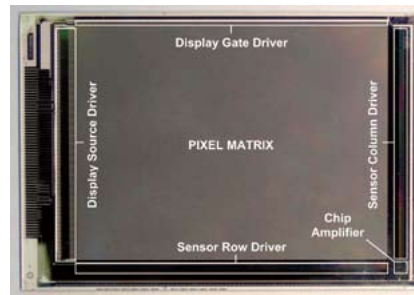


図5 パネルの様子

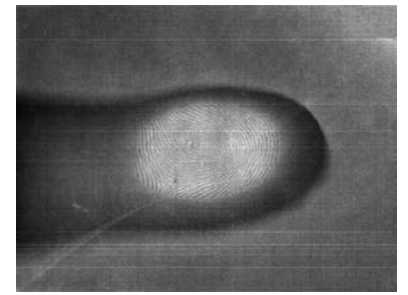


図6 取得画像例

ジが可能である。

画像入力機能つき液晶パネルのブロックダイアグラムを図4, 5に示す。液晶パネルには、光センサ回路以外に、光センサ用の列選択ドライバ、読み出し回路が、表示用のソースドライバ、ゲートドライバとともに含まれている。

このパネルの出力画像例を図6に示す。

今回、比較のために、(光センサ回路なし)の通常液晶パネルと標準的な3T-APS方式の光センサ回路の液晶パネルも作成した。3T-APS方式に比べて、1T-APS方式は45%開口率の向上、49%の読み出し時間の減少、80%のダイナミックレンジの増加を達成した。(光センサ回路なし)の通常液晶パネルと比べると、1T-APS方式は開口率の減少が18%の低下となる。これは、液晶パネルに追加する必要がある抵抗膜方式や静電容量方式のタッチパネルにおける表示の明るさの低減に匹敵する程度である。

液晶ディスプレイに高解像リアルタイム画像入力機能を搭載できたことは、液晶ディスプレイ自身に大きな付加価値を与えることができる。マルチ入力のタッチパネル、指紋による本人確認やQRコード入力などへの応用にも、性能を損うことなく低コストで実現可能となる。