

モバイル機器向け液晶コントローラ

堀川 豊史 馬場 信隆 三崎 潔 山田 晃久

電子デバイス事業本部 NB 事業化推進センター

スマートフォン・携帯電話に代表されるモバイルコミュニケーションツールは、無線インフラの進化とCPU、液晶パネル、カメラ、メモリ等のデバイスの高機能化、高性能化により新規需要が次々と創出され、この10年の間に市場が急成長し、今や生活には無くてはならないツールとなりました。また最近では、高いデバイス性能や高機能なソフトウェアにより実現された電子辞書／電子書籍端末、PND (Personal Navigation Device) 端末、モバイルメディアプレイヤー等といった新規市場も活性化しています。本稿では、これらモバイル機器に共通して搭載されている液晶パネルを駆動する液晶コントローラについて解説します。

1 はじめに

当社は、2000年に業界初のカメラ付携帯電話の実現をはじめ、2001年には、携帯電話に初めて6万5千色カラーTFT液晶を搭載するなど様々な独自特長デバイスを搭載した携帯電話を開発し、他社との差別化を図るとともに新しい使い方やアプリケーションを提案することで業界を牽引してきました。

携帯電話は、ここ約10年間に著しい高性能化を遂げており、単にデータ処理量だけみても、2000年に発売の携帯電話と最新のスマート

フォンを比較した場合、液晶パネル／カメラの総画素数は各々約50倍／110倍以上の飛躍を遂げています(図1)。

これらの進化を支えてきたデバイスの一つが液晶コントローラです。ここでは、モバイル機器向け液晶コントローラの大容量・高速データ通信を可能にした高速シリアルインタフェース技術やモバイル機器に不可欠な低消費電力化技術などについて解説します。

2 液晶コントローラとは

スマートフォン／携帯電話は無線

通信を処理するベースバンドCPUおよびRF回路、メールやブラウザといったアプリケーションを処理するアプリケーションCPU、およびそれに付随するFLASHメモリやDRAM、そしてカメラ、液晶パネルといったペリフェラルデバイスとそれらのコントロール回路で構成されています(図2)。

液晶コントローラは、様々な解像度／駆動方式を持つ液晶パネルとCPUを接続するために、VRAMと呼ばれる画像データ蓄積用のメモリを内蔵し、CPUからの描画データをメモリに書き込みつつ、一方で液晶

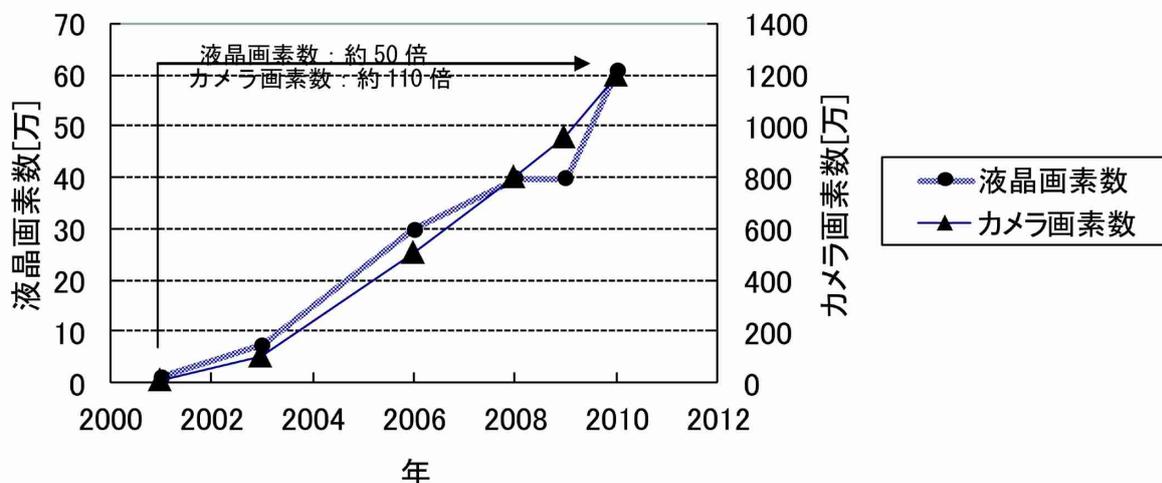


図1 携帯電話における液晶、カメラ画素数 推移

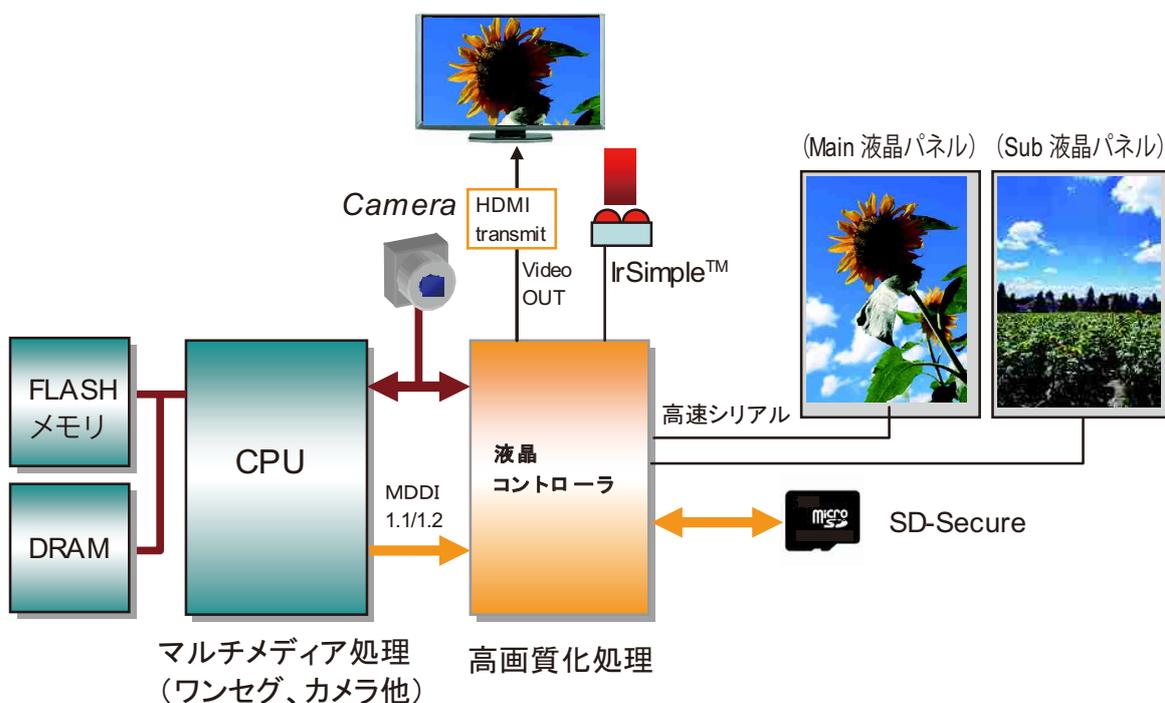


図2 液晶コントローラシステム構成図

駆動用の画像データをメモリから適切に読み出し液晶パネルに出力する機能を有します。この時、液晶パネルを縦／横どちらの方向にも表示可能とする回転処理、ワンセグ映像等の動画を液晶パネルの表示解像度に合わせて表示する拡大縮小処理、CPUからの書き込み速度と液晶への表示速度を調整するFRC（Frame Rate Converter）処理等を同時に行います。また、カメラを液晶コントローラに接続し、CPUに負荷を掛けずにプレビュー画像を表示する機能もあります。

また、赤外線通信モジュールやSDカード、外部テレビといった周辺デバイスおよび周辺機器とCPUを接続するためIrDA®/IrSimple™^{※1}変調／復調回路、セキュリティ対応SDカードインタフェース回路、HDMI^{※2}対応外部TV出力インタフェース回路なども内蔵し、液晶のコントロールだけではなく、各種の特長デバイスとCPUをワンチップで接続する「インタフェースデバイス」としても重要な役割を果たしています。

3 高速シリアルインタフェース

携帯電話のCPUと液晶コントローラのデータ通信量は世代を追うごとに大容量・高速化しています。また、無線を扱う製品であるが故にEMI対策も必須であり、さらに、クラムシェル型、スライド型、サイクロイド型といったユーザにとって魅力ある使いやすいデザインを追及することも必要です。これらに対応するためには、大量のデータを少ない信号線で、且つ、低EMIを実現しながら高速で接続するインタフェース技術が要求されます。

そこで当社では、大型液晶やノートパソコン用液晶で使われるLVDS（Low Voltage Differential Signal）方式に着目し、携帯機器に適したLVDSより小振幅な方式を採用することでデータのやり取りを28本のCMOS電圧信号から6本の低電圧差動信号でかつ低消費電力で送受信する方式を開発しました（図3）。

さらにLVDSは、CPUから液晶モ

ジュールへ画像データを伝送する一方方向通信ですが、CPUと液晶コントローラを接続する場合は、映像データ以外にもコントロールコマンド等を双方向でやり取りする必要があります。そこで、新たにプロトコルを開発し、SVDI（Sharp Video Display Interface）としてデバイスに内蔵、2004年に他社に先駆けて製品への搭載を実現しました。

本方式を採用することで、WQVGAやVGA、FWVGAといった高解像度液晶を搭載しつつ、携帯電話のデザイン性向上に寄与しました。

一方、大手ベースバンドCPUベンダであるQualcomm社が、同様のI/F規格として、MDDI（Mobile Display Digital Interface）を開発し、該社CPUへの搭載が進んでいました。当社は、このMDDI規格にもいち早く対応した液晶コントローラ「LR38869」を2004年に開発・量産化しました。

その後、MDDIはVESA（Video Electronics Standards Association）にて標準化され、業界の1つのスタ

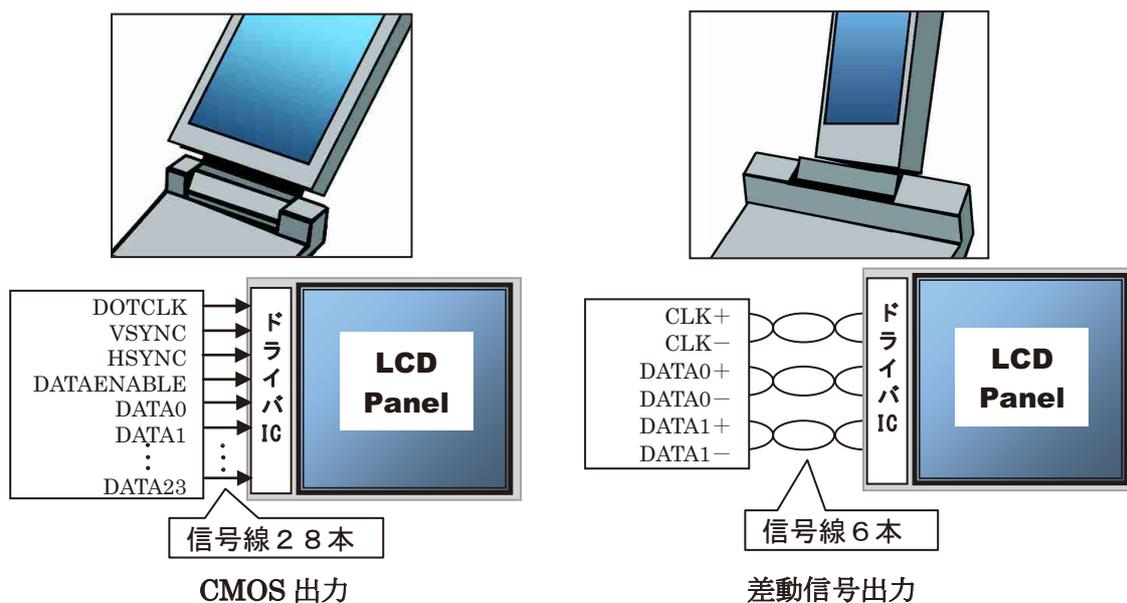


図3 CMOS出力, 差動信号比較

表1 SVDI, MDDI, MIPI比較表

	SVDI		MDDI		MIPI		マルチPHY	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
動作周波数 [Mbps/lane]	—	500	—	400	—	800	—	800
オフセット電圧 [mV]	0.6	1.2	0.65	1.1	0.07	0.33	0.05	1.4
振 幅 [mV]	70	200	150	250	140	270	50	300
双方向通信	×		○		○		○	
同期コマンド	○		○		○		○	
非同期コマンド	×		○		○		○	
Low-Speed Mode	×		×		○		○	
ハイパーネーションモード	×		○		×		○	

ンダードとなり、昨今のスマートフォンプラットフォームに应用されています。また、多数のCPUベンダと周辺デバイスベンダがお互いに仕様を策定するMIPI (Mobile Industry Processor Interface) アライアンスが誕生し、MIPIは今後のスタンダードとなりつつあります。それぞれのインタフェースの特長を表1に示します。

この様に液晶コントローラはこれらの方式を採用した各種CPUとの接続を柔軟にこなすために様々なインタフェースをサポートする必要がありますが、当社のコントローラはこれらのインタフェースを複合したマルチPHY (Physical Layer) を搭載しています。

4 低消費電力化技術

(1) クロック制御

モバイル機器ではセットの低消費電力化は不可欠ですが、一方でカメラ、ワンセグ等といったマルチメディア機能搭載による消費電力の増加が避けられません。しかし、これら機能は常に使われることが無い為、必要のない状態では電源を切ります。液晶コントローラではこれらデバイスに関する処理ブロックを細分化し、きめ細かいクロック制御を行っています。使わない機能ブロックはクロックを停止し、さらにビデオメモリの動作クロックも必要に応じて周波数を変更しています。ビデオメモリや各画像処理の動作クロッ

クについては、ソフトウェアによる制御に加え、ハードウェアで自動的に処理を判断し、自動的に最適なクロックで動作するアクティブクロック制御も行っています。

(2) アクティブバックライトコントロール

液晶のLEDバックライトはシステム全体の消費電力の中でも大きな割合を占めています。屋外・屋内といった周囲の明るさの違いや、表示する内容でLEDバックライトの駆動電流を制御し、最適且つ最少の電流で表示を行う手法をアクティブバックライトコントロール (ABL) と呼びます。ABLでは、照度センサーを使った外部照度の測定と、画

像出力データの輝度値分布（ヒストグラム）から、LEDドライバICに対しドライブ電力の制御をPWM信号にて出力します。同時に、映像信号のガンマ特性も動的に変更することで、動画表示においては表示内容にもよりますが平均して全灯火のおおよそ60%~70%の電力でも遜色ない見映えが得られる制御を行っています。

5 その他の特長機能

当社製のスマートフォン・携帯電話では、覗き見防止のためのベールビュー機能、液晶パネル個体の色再現バラつきを補正する色補正機能、色の彩度、コントラスト、エッジ強調を行う画質補正機能（SVエンジン）などを特長としていますが、これらの機能も液晶コントローラが担当しています。また、2D表示の左/右の画像データを視差バリア方式で3D液晶に表示するための画像処理なども液晶コントローラに搭載されています。

6 LR388G9の紹介

当社は、2010年7月に業界で初めてハーフXGA（480×1024画素）の2画面に同時表示を実現したモバイル機器向け液晶コントローラLR388G9を製品化しました。図4にLR388G9のブロック図を示します。32Mbitの内蔵DRAMを中心にCPU（ホスト）インタフェースとの間にプリプロセッサ、液晶出力との間にポストプロセッサを装備し、画像データのフィルタリング処理や、

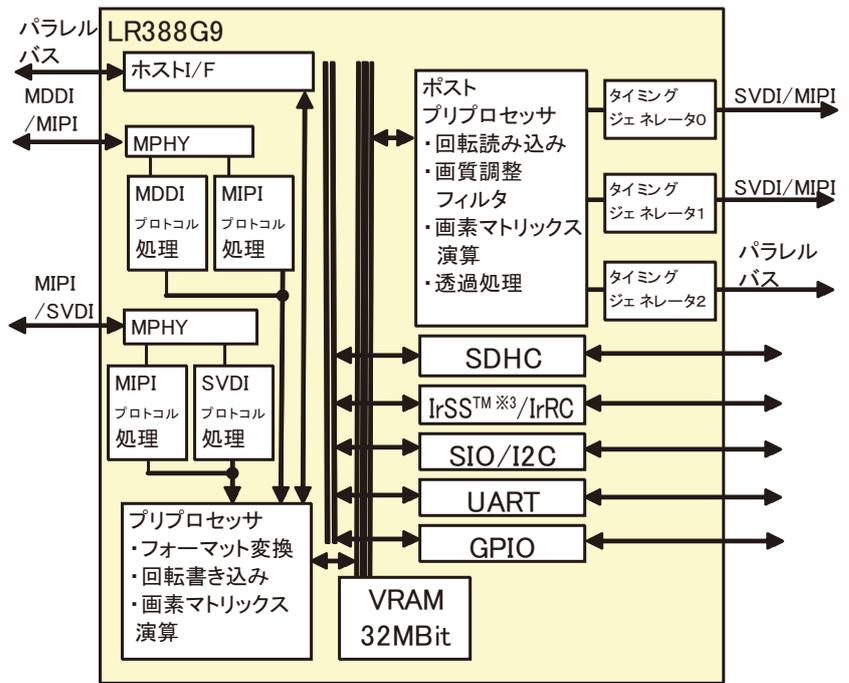


図4 LR388G9のブロック図

回転、画質調整処理を行っています。またセキュア対応SDカードホストコントローラ、IR通信、各種シリアルインタフェース（SIO/I2C/UART）、平行インタフェース（GPIO）などの多彩なI/Fを搭載しており、モバイル機器の省スペース化や開発期間の短縮に貢献しています。

7 おわりに

スマートフォンは、オープンなプラットフォームとして進化しています。かつてのパソコンがそうであったように、RF、CPU、メモリといった基本部分のハードウェアは共通化されつつあります。一方、周辺デバイスは、液晶はもとより、外部テレ

ビ、有機ELパネル、マイクロプロジェクター等、様々なバリエーションが考えられ、今後の液晶コントローラには、より美しい映像を映し出す画像処理のほかに、例えば電子書籍端末では2画面以上のマルチ液晶駆動などの拡張性が求められます。

今後は、液晶コントローラをさらに進化させ、最新の周辺デバイスまでシステムに融合する「システムコントローラ」の開発に取り組んでいきます。

※1：IrDA[®]およびIrSimple[™]は、Infrared Data Associationの商標です。

※2：HDMIは、HDMI Licensing, LLCの商標または、登録商標です。

※3：IrSS[™]は、Infrared Data Associationの商標です。