

世界初13ビットドライバの開発

～ 自然色のLCDを目指して ～

樋口 鋼児

LCD（液晶ディスプレイ：Liquid Crystal Display）は10年前には主にノートPC用やPDA等、比較的小さいアプリケーションに使われていた。その後の技術革新により、PCのモニタ、小中型のTVに採用されるようになり、果てはPDP（プラズマディスプレイ）の独壇場と言われていた大型TV（40インチ以上）の分野にまで進出している。

画面の大型化と並行して画質も飛躍的に向上した。ノートPC がラップトップと呼ばれていた時代にはその解像度はせいぜいVGA（640×480ドット）であったが、昨今のモニタはSXGA（1,280×1,024ドット）が標準となり、高規格品ではQUXGA（3,840×2,400ドット）という商品も発表されている。TVではWXGA（1,366×768ドット）が標準となり、高規格品ではフルHD（1,920×1,080ドット）以上となってきている。

色数も当初は白黒もしくは16色程度だったものが、現在では10億色以上のものも売り出されるようになった。

しかし、色表現に関して言えばカタログ上の色数は増えてはいるものの自然な色が再現できている、とは言い難いのが実情である。

今回、“より自然に近い色”を実現可能とすべく新アーキテクチャLCDソースドライバ、MT3100を開発した。以下にその開発のいきさつを述べる。

LCDドライバとは

液晶は、電界によって分子の配列が変化し、光の透過率を変えるという特徴がある。LCDはその液晶の特徴をディスプレイに応用したものである。

具体的には、2枚のガラスの間に液晶材料を挟み、その液晶に電圧を印加してバックライトからの光の透過率を変え、その光をRGB（光の三原色：赤緑青）のカラーフィルタを通すことにより色の表現を行う。これをディスプレイにするためにガラス上に走査線とデータ線を格子状に配置し、その交点にTFT（薄膜トランジスタ：Thin Film Transistor）を作りこみ、画素へのスイッチとする。

走査線をTFTのゲートに、データ線をソースにそれぞれ結線し、それをディスプレイ端に配置したLCDドライバ（ゲートドライバ、ソースドライバ）で駆動する（図1）。

ゲートドライバはTFTを上から順にONさせるために走査線にパルス状の電圧波形を順次出力する。

ソースドライバはONしたTFTを通じて液晶に印加する電圧を供給する。この時、光の透過率は印加電圧に応じて変わる。以下に一般的なソースドライバの動作説明を行う。

- ① T-CON（タイミングコントローラ）から表示する色のデータを受け取る。色のデータは6ビットもしくは8ビットのデジタルデータが主流である。
- ② T-CONから受け取った色データをアナログ電圧に変換する。印加電圧と透過率の関係を表すガンマ特性は、液晶材料等によって異なるため、ドライバはそれぞれのLCDのガンマ特性に応じたDAC（デジタルアナログ変換回路：Digital Analog Converter）を有する。印加電圧の階調は色数に直結し、現在主流ドライバである6ビットドライバ（64階調）は色数にすると26万色（RGBそれぞれ64階調）、8ビットドライバ（256階調）

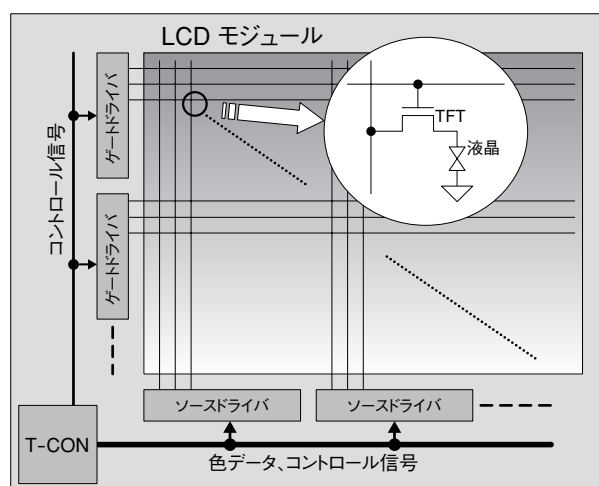


図1 LCDの構造

は色数にすると1,677万色（RGBそれぞれ256階調）となる。

- ③ DACで生成されたアナログ電圧はオペアンプでインピーダンス変換されパネルに出力される。この電圧はパネル上のTFTを通して各画素に印加される。各画素に所望の電圧が書き込まれたところでTFTはOFFになり、液晶自体が持つ容量によってこの電圧は次の書き込みまで保持される（図2）。

時代の二歩先を行くドライバ

最初に多ビットのドライバを開発しようという話が出たのは、2002年9月だった。当初6ビット、8ビットドライバの延長で10ビットドライバを作る検討を進めていた。10ビットドライバを単純に6ビット、8ビットドライバの要領で作成すると、チップサイズは8ビットドライバの3倍近くになる。そこでチップサイズを小さくする工夫が必要になるが、いくつか上がった方法は、どれも一長一

短でこれといった決め手がなかった。

それならば、思い切って全く新しい方法で、それもどうせならすぐ追いつかれるような技術ではなく、時代の二歩先を行くものを作ろうというコンセプトで本プロジェクトが始まった。

RGB独立ガンマ特性

従来のドライバではRGB共通のガンマ特性を内蔵するのが一般的となっており、RGB独立にガンマ特性を持たせることはチップサイズや価格の面で困難であると言われていた。しかし、より自然な色を表現するにはRGBを独立に調整できるようにすることが必要になってくる。

新しいコンセプトでは、ドライバ側ではガンマ特性を持たせず、T-CON側にガンマ特性のLUT（対応表：Look Up Table）を持たせ、ガンマ特性をT-CON内でさらに細かいデジタルデータに変換し、ドライバへ転送する（図3）。このシステムの副次的な効果として、T-CON内

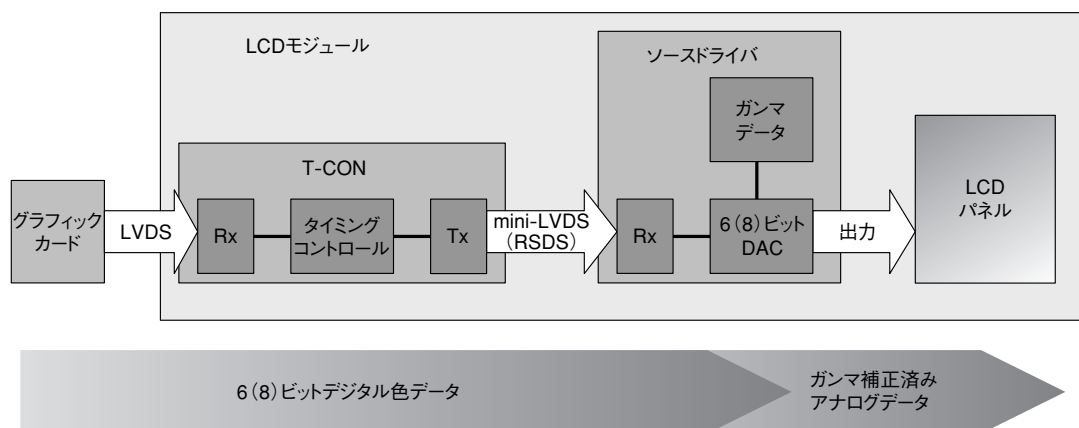


図2 従来のシステム

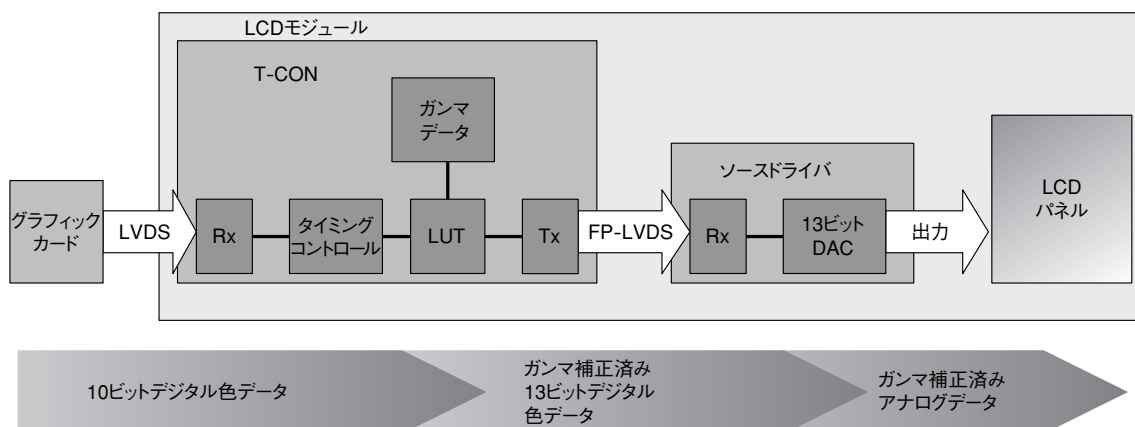


図3 新方式でのシステム

のLUTをRGB独立して持たせることで比較的容易にRGB独立ガンマ特性が得られることが挙げられる。

さらに、これらのシステムを実現できるドライバを従来方式のドライバと同程度のコストにすることも目標とした。

新入力インタフェース FP-LVDS

このコンセプトで10ビットのなめらかなガンマ特性を得るためには、13ビット以上のDAC精度が必要とされる。そのため、T-CON内で10ビットのRGBデータを13ビットのガンマ補正データに変換し（図4）、それをドライバへ転送する。

従来ドライバでは、入力インタフェースはCMOS入力と小振幅差動入力であるRSDS（Reduced Swing Differential Signaling）方式とmini-LVDS（Low Voltage Differential Signaling）方式が主流である。

CMOS入力は小振幅差動入力に比べEMI（電磁波干渉：Electro Magnetic Interference）が大きくなるという欠点を持っている。

小振幅差動入力はEMIの点でCMOS入力より優位性があるものの、RSDSは転送スピードの面で限界が近く、またmini-LVDSは8ビットまでの規格しか存在しないというのが現状である。そのため、13ビットのデータを受け取るには新しい転送方式が必要となる。

そこで新たにFP-LVDS方式を提唱し、採用した。

FP-LVDSは16ビットまで拡張可能であり、さらに動作スピードも300MHzまでカバーしている。さらなる多ビットを見据えた、次世代の入力インタフェースである。

精度との戦い

ドライバ内で13ビットのデータを出力に変換するには、高精度な13ビットDAC（Digital Analog Converter）内蔵が必要不可欠である。従来のドライバでは6ビット、8ビットが主流であり、DACも8ビットまでしか存在せず、13ビットDACとなると全く未知の領域だった。

当初はDACのエキスパートと言われる人たちにもアドバイスを求めたが、方法はいくつか挙がるもののドライバの要求特性からはどれも外れたもので、結局は自力で考える他なかった。この無から物を作り出すという作業にはかなりの労力を費やした。シミュレーションだけで確かめられない精度などは、実際の試作ロットを流して回路パラメータを一つ一つ確かめた。

また、実績のない新規回路を数多く盛り込むため設計作業量は通常ドライバの2倍から3倍にもなった。そのうえ、慢性的に人手不足だったため、時にはプロジェクトとは名ばかりの一人、二人で全作業を受け持つといった厳しい時期が続いた。しかし、そんな状況下でも有益なアドバイス、前向きな協力を得られ、チームとして着実に一歩一歩完成度を高めていくことができた。

そして、2006年1月について世界初の13ビットソースドライバ「MT3100」が完成した（写真1）。技術開発スタート時期から3年4カ月であった。

その主な仕様を表1に示す。

チップサイズは従来8ビットドライバと同等、10ビット品より小さいという13ビットドライバとしては破格のサイズで実現された。

懸案の出力電圧精度も13ビットドライバとして満足のいくものであった。

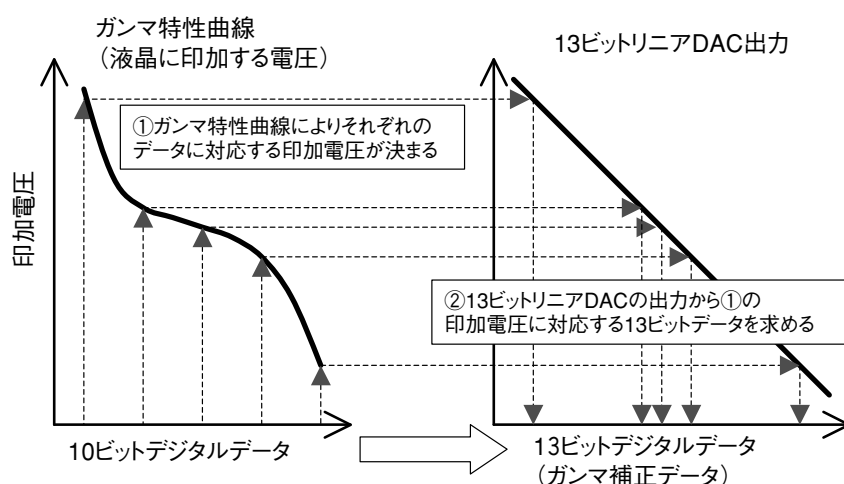


図4 10ビットデータから13ビットデータへの変換

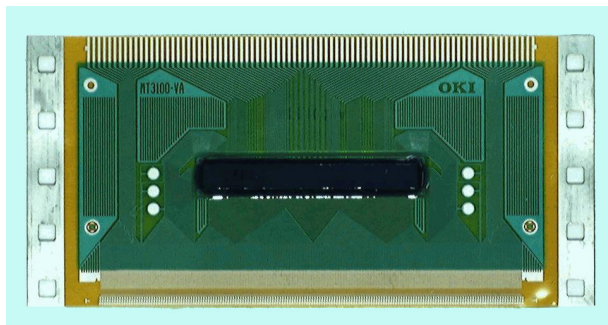


写真1 MT3100

表1 MT3100の仕様

出力階調数	13bit (12bitに切り替え可)
データ入力	6ペアFP-LVDS (4ペア切り替え可)
最大クロック 周波数	216MHz
LCD駆動電圧	MAX16.5V
ロジック電圧	2.7V-3.6V
出力チャンネル数	516, 480, 420, 414ch 切り替え

MT3100は現在2社のお客様によって評価準備が進められており、その評価結果次第ではすぐにでも量産につながる手応えを得ている。

また、他のパネルメーカー、セットメーカーの是非とも評価したいというオファーも複数いただいております、引く手数多な状態である。

これからの展望

今現在、LCD業界では、特にTV用パネルにおいて各社高画質化を競っている。

色数の増加と同時に、より自然な色の再現は避けては通れないものとなりつつあり、MT3100の採用しているRGB独立ガンマ方式が爆発的に広まる下地は十分にできあがっている。

また、現在10ビット商品も含めた多ビット商品の入力インタフェースには標準と呼ばれるものは存在せず、T-CONメーカー、ドライバメーカー各社それぞれが自社の方式を提唱している段階である。MT3100の量産立ち上がり次第ではFP-LVDSが多ビット商品でのデファクトになりうる可能性を大いに秘めていると確信している。

そのためにも、すばやい量産立ち上がり、豊富な商品ラインアップを形成するためのファミリー展開が必須と考える。MT3100方式の完成度を高めると共に、さらなる差別化技術の作出にも挑戦しつつ、沖電気ドライバが圧倒的シェアで世界No.1になることを目指したい。◆◆

● 筆者紹介

樋口鋼児：Koji Higuchi. シリコンソリューションカンパニー
ディスプレイドライバビジネス本部 ドライバ設計部