

10億色表示を可能にする 液晶テレビ駆動LSI：ML9156

寺石 利夫

近年の液晶テレビの普及には、目覚ましい勢いを感じる。この背景には、以下の2点の理由がある。1つは、国内の液晶パネルメーカーの研究成果により、視野角と動画画質が改善し、これまでのテレビでなじみ深いブラウン管（CRT）と同等レベルの画面特性が得られるようになったこと。もう1つは、地上波デジタル放送の開始（2003年12月より、関東、近畿、中京地区で放送開始）や、それと合わせたハイビジョン放送数の増加と、家電機器のインテリア嗜好といった、市場環境の変化によるところが大きいと言える。現在のテレビの買い替え市場は、高額ではあっても、大画面化、薄型軽量化に高い価値が置かれていると言える。また、2011年に、日本の国策としてBS、CSおよび地上波の、全アナログ放送が廃止される予定である。したがって、このような電波送受信方式の切り替わりも視野に入れた、地上波デジタルチューナなどの周辺機器対応も充実している大画面の液晶テレビ市場は、今後も成長を続けると見られている。欧米やアジア諸国においても例外ではなく、世界規模で液晶テレビの普及は広がっている。

本稿では、液晶テレビを駆動するソースドライバLSIの、最新技術とその特徴について述べる。

ソースドライバLSIの技術動向

液晶テレビを含めて、動画表示用途の液晶パネルでは、TFTパネルが採用されている。TFTパネルの表示は、ソースドライバLSI（縦ライン諸調ドライバ）とゲートドライバLSI（横ライン選択ドライバ）との、2種類の駆動LSIによって行われる。ここでは、ソースドライバLSIの技術動向について述べる。

ソースドライバLSIの機能は、簡単に以下のような動作を行うものである。

- ① タイミングコントローラによって出力されてくる、表示用デジタルデータを入力し、
- ② そのデジタルデータをアナログ電圧諸調に変換して、
- ③ そのアナログ電圧を各RGB（赤・緑・青の3原色）の

ソース信号ライン（液晶パネルの縦ライン）に出力する。

特徴として、以下の2点が挙げられる。

- TFTパネルの諸調色を書き込むためには、ソースドライバが出力するアナログ電圧諸調は、10V～16Vといったある程度の高い電圧が必要であること（通常のロジック電源電圧は3.3V付近である）。
- RGBの色彩補正のための諸調電圧ガンマ曲線を内蔵して、これらの高電圧を多数の階段状に分圧した諸調電圧レベルから、1電圧レベルを選択して出力すること。この、諸調電圧レベルがさまざまな色彩を表現する。

液晶テレビの動画画質をさらに改善することが、ソースドライバLSIが受け持つ技術課題であり、これに対応する改善性能は、以下の3点である。

- (1) 多諸調化
- (2) 出力立上り／立下りの高速化
- (3) 黒画像挿入機能の追加

ここで、黒画像挿入が必要になった背景と、その機能について説明を加える。CRTの表示発光はインパルス方式と呼ばれ、発光体は瞬時に発光したのち、すぐに暗くなる。1つの表示期間で、発光・暗い、次の表示期間で発光・暗い、を繰り返す表示方式である。一方で、液晶パネルの発光画素は、1つの表示期間で常に発光状態にある。このため液晶パネルの場合、連続動画のように場面が変化する画像では、1つ前の表示が人の目に残像として残ってしまい、なめらかな動画画質を得られなかった（尾引きと呼び、動いている物体が残像を残して、裾を引いてぼやけて見える現象）。

このような液晶パネル表示の動画画質を改善するために、CRTと似た発光方式を作り出すものが黒画像挿入である。液晶画素自体は、1つの表示期間は常に発光状態であるが、定期的に短い期間、黒画像を書き込むことで、擬似的にインパルス方式の状態を作り出すことができる。こ

のような、黒画像挿入方式を採用することにより、液晶テレビの動画画質特性が飛躍的に向上した。

ML9156の機能概要

当社は、上記のような性能改善を実現するソースドライバLSI、ML9156を開発し、2005年1月より量産出荷を開始した。10億色表示を可能にするソースドライバLSIとしては、世界初の量産出荷実績となった。以下に、ML9156の搭載機能概要を説明する。

- 10bitデータ入力=1021階調出力
- ローパワーモード有（チャージシェアリング機能）
- 黒画像挿入機能有
- ロジック電圧：2.7～3.6 V
- RSDSインタフェース
- 液晶駆動電圧：10.0～16.5 V
- 出力ダイナミックレンジ：9.6～16.1 Vp-p
- データ転送クロック周波数：
 - 標準用条件時 $f_{max}=85\text{MHz}$
 - 高速用条件時 $f_{max}=110\text{MHz}$
 - （高速用条件：VCC=3.2±0.2V，VCM=1.2±0.15V，RSDS振幅200±20mV）
- 384ch/414ch/420chの複数出力数設定機能
- TCP / COFパッケージ兼用チップ

ML9156が実現する画質改善性能

前に挙げた液晶テレビの画質改善を行う3点の性能（1）～（3）において、本ML9156が実現する特徴の詳細を述べる。

（1）多階調化の面で、従来の8bitデータ入力信号による256階調（2の8乗）出力から、10bitデータ入力信号によ

る1021階調（2の10乗マイナス3）出力へと、従来比約4倍の階調出力数を実現した。表示色に換算すると、1677万色（8bit=R256×G256×B256）から、10億色以上（10bit=R1021×G1021×B1021）へと、約60倍に表示色数が増加する。このため、液晶テレビとしては、より細やかな色彩表現が可能となる。

しかし、単純に10bit（2の10乗）階調のアナログ電圧をLSI内に設けてしまうと、チップサイズは大きくなる。そこで、ML9156が採用した、当社特許のアナログ電圧の分圧方式について詳しく説明する。

図1に示す、ガンマ曲線左図の一部を拡大した部分为例に取る。従来の8bitデータの右上図に対して、右下図は各階調の間をさらに4分圧して得られる電圧を追加している。大きい点で示す階調部分は、従来の8bitと全く同一である。各階調の間に、小さい点で示す3電圧が追加され、大小の点を合わせて階調電圧を取り出すことにより、約4倍の階調数を得ることが可能である。追加された3電圧の階調選択は、10bitデータの下位2bitに対応させて行う。これによって、LSI内のアナログ電圧は、上位8bit分すなわち従来の8bitと同一構成で実現できた。

チップサイズで表すと、単純に10bit階調のアナログ電圧をLSI内に設けた、従来方式の場合と比較し、本ML9156の方式では、4分の3の面積にまで縮小させることができる（次ページ図2参照）。

（2）出力立上り／立下りの高速化の面で、高速チャージシェアリング回路と出力バッファの最適化を行っている。前者のチャージシェアリング回路は、当社独自の方式であり、液晶テレビのTFT素子に蓄積した電荷を再利用することで、高速な立上り／立下り動作かつ低消費電力を

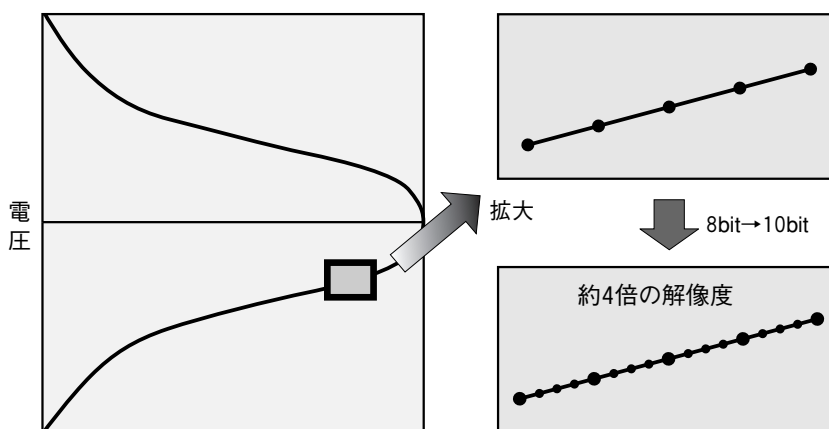


図1 8bit→10bitの表示色分解能の差

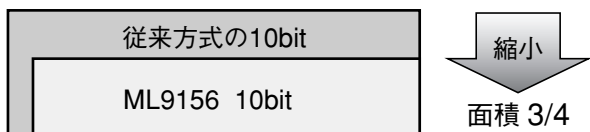


図2 当社特許方式によるチップサイズ縮小

実現している。

近年の液晶テレビの大画面化につれて、大容量負荷となるTFT素子を駆動するため、チップ自己発熱が問題視されてきた。このチャージシェアリング回路の、低消費電力化と併せ持った大きな副産物として、チップ自己発熱も約40%の低減が実現できる。ある液晶テレビの例では、発熱を約15℃も低減できた。これにより、LSIの高信頼性を維持することができる。

図3を用いて、チャージシェアリング回路の動作説明を行う。下の波形に示す、従来のソースドライバ出力波形では、電圧レベル変化量（ ΔV ）を、ソースドライバLSI自身が全てを受け持って駆動しなければならない。ところが、真中の波形に示す、チャージシェアリング波形では、電圧レベル変化の中間点（ ΔV の半分）までを、全ソース信号線を短絡することでLSI自身が電流消費せずに駆動できる。その原理は、全ソース信号線を短絡するだけの状態で、LSIの駆動が全くなくても、各ソース信号線を電荷が自由に移動して、TFT素子電位全体の平均地点に向かって電位平均されるためである。このように、中間点までのLSI自身の電流消費分が、全て削減されるため、TFT素子への充放電電流分の約半分、さらにソースドライバLSI全体としても、約40%の消費電流が低減できるのである。

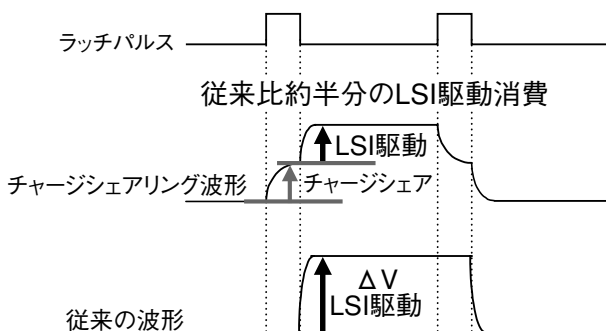


図3 チャージシェアリング方式概念図

(3) 疑似インパルス駆動方法、すなわち黒画像挿入機能は、液晶テレビにおいては必須の機能になった。実現の方法はさまざまであり、ML9156は、ノーマリホワイト

とノーマリブラックの両パネル方式に対応することが可能である。機能は先に説明したように、各出力の諸調データによらず、強制的に黒諸調レベルを出力するものである。外部信号で制御されたある周期間隔で、黒画像を挿入することが可能である。また、TFT素子の駆動方式により、黒画像挿入の仕様が異なる場合もあるが、本ML9156はカスタム的な黒挿入仕様のオプション搭載も行っている。このような黒挿入オプション機能によって、液晶テレビのさまざまなTFT素子駆動方式に対応させている。液晶テレビメーカー各社の動画画像を見比べてみると、黒挿入方式とTFT素子駆動方式との相性がよいものと、そうでないものとは、素人目であっても歴然とした差が見られる。この差が最も分かり易い映像は、野球のホームランボールやサッカーボールを追いかける映像のように、背景が高速に移動する場面である。黒挿入が完全に液晶テレビに書き込まれるほど、このような動画画質が向上するのは明らかだ。

ML9156のその他の特徴

ML9156のデータ入力方式は、RSDSインタフェース入力であり、低EMIを実現する。入力データ本数は15ペア（RGB各5ペア入力）となっている。

近年の高速駆動に対応できるように、最大周波数85MHz対応に加えて、VCC=3.0V~3.4Vの範囲では110MHz動作も可能である。

出力ダイナミックレンジは、さまざまなパネル駆動方式に対応できるように、10.0V~16.5Vまでを駆動範囲としている。この、広範囲の電圧仕様を実現できるように、ソースドライバ専用のウェハプロセスを開発した。それにより、10bit相当のソースドライバでは、世界でも最小のチップサイズとなった。

他、実装条件においても、TCP（テープキャリアパッ

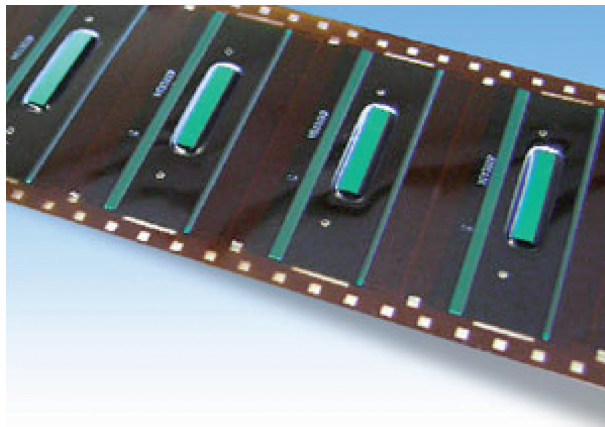


写真1 ML9156のTCP実装写真

テージ)タイプと、COF(チップオンフィルム)タイプとの、両方式の対応が可能となっている(写真1)。

今後の展開

本稿では、すでに量産出荷を開始した、ML9156の性能について述べてきた。現在は、ここで挙げた特徴を、さらに発展させた商品開発を行っている。

具体的には、以下の4項目に取り組んでいる。

(1) ウェハプロセスの最適化

先端プロセスと高耐圧プロセスとを融合した、新規のウェハプロセス開発を行っている。LSIチップの面積縮小はもちろんのこと、高品質とともに、ロジック電源の低電圧化も視野に置いた先端プロセスとなっている。2005年度の第3四半期から、このウェハプロセスを適用したソースドライバLSIのサンプル出荷が可能となる予定である。

(2) RGB個別ガンマ駆動方式の採用

より忠実な色再現のために、単なる多諸調化とは異なるアプローチで、赤・緑・青の3色を個別のガンマ曲線で駆動する方式である。液晶パネルは、RGBそれぞれの色が着いているカラーフィルタを通す光によって、色彩表現を行っている。実際には、各々の色ごとに、光の透過率(カラーフィルタを通して目に見える輝度)は異なっている。このため、現在のようなRGBが全く同じガンマ曲線で諸調表現を行うと、肌色などの色彩表現能力が不

足してしまう。この課題を改善するためには、あらかじめRGBで透過率の異なることが分かっている、各々の色のカラーフィルタに対応させて、RGB個別にガンマ曲線の補正を行えばよい。そこで当社では、さまざまな液晶テレビの色補正をすることが可能な、新しい駆動方式を開発する予定である。

(3) 多出力化

本ML9156は420chのソース信号出力を持っている。現状主流の大型液晶テレビでは1台に10チップ、まもなく移行するフルハイビジョン放送対応になると1台に14チップのソースドライバLSIが必要となる。チップコストや実装コストを考えると、1チップの出力チャンネル数を増やし、たとえば2倍の840chにすることで、半数のチップ搭載となり、大幅なコスト削減が可能である。一方で、1チップの出力チャンネル数の増加に比例して、チップの消費電流が増加する。すなわちこれは、先に述べたチップ自己発熱の問題が再び顕在化することとなり、それを解決できないと多出力化の実現は不可能である。当社では、ソースドライバLSIの多出力化を行うために、チップ自己発熱を低減することを課題として、改善に取り組んでいる。

(4) 新しいインタフェース方式の採用

液晶テレビに使用されているソースドライバLSIの、現在のインタフェース方式は、本ML9156で採用したRSDS方式と、もう一つ別のmini-LVDS方式の2種類が主流である。当社では、液晶テレビ内部の、ソースドライバ実装基板のコスト低減を提案する目的として、その基板配線本数を削減する、新インタフェース方式を考案している。TFTパネルへの実装方法も含めた課題が残されているが、パネルメーカーとの共同実験を行って解決していく予定である。

あ と が き

2005年3月に、当社はTI(Texas Instruments)社のTFTドライバ事業を買収した。今後は、両社の特徴を併せ持った融合技術を開発し、システムインテグレーションを含めたソリューション提案を行う。◆◆

● 筆者紹介

寺石利夫：Toshio Teraishi、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本部 デザイン第二チーム チームリーダー

TiPo 【基本用語解説】

TFT:Thin Film Transistor

ガンマ曲線:液晶画面を自然光に近づけるために補正する、諸調電圧のステップ曲線

RSDS (Reduced Swing Differential Signaling):
National Semiconductor社が開発したデジタル信号の伝送方式

ノーマリホワイト:液晶に電圧を与えない状態で、光を透過する(白画面)パネル方式

ノーマリブラック:液晶に電圧を与えない状態で、光を遮断する(黒画面)パネル方式

mini-LVDS:日本テキサス・インスツルメンツ(日本TI)と日本アイ・ビー・エム(IBM)が共同開発したデジタル信号の伝送方式