フリッカのないフルライン液晶テレビの駆動法

武 貞 肇[†], 正会員 丸 下 裕[†]
片 岸 達 男[†]

あらまし 液晶テレビの大画面化が推進されている今日、高解像度化を実現するためにインタレースによるフルライン駆動の必要が生じてきた。しかし、交流駆動を要求される液晶表示素子を用いたフルラインテレビの場合には、液晶の駆動周波数が 15 Hz となり、フリッカを生じる。

今回、アクティブマトリックス液晶パネルを表示素子とし、1 水平走査線の中で隣接したセルの映像信号の極性を互いに反転させるという新しい駆動法により、フリッカのないフルライン画像表示を得ることができた。これにより、現行のテレビ放送システムの信号を再現する液晶テレビを実現することができ、大型・高解像テレビ実現の可能性を見出した。

1. ま え が き

映像情報化社会の今後の進展にあたって、超薄型の液晶テレビが大きくクローズアップされている。

現在、実用化されている液晶テレビ¹⁾²⁾は、対角線 3 インチ程度までの大きさであり、水平走査線数も 240 本程度が最大となっている。このため現行のテレビ放送システムにおいては、送信された画像の一部しか再生していない。

これは、交流駆動を要求される液晶表示素子を用いてフルラインテレビを構成した場合には、液晶駆動周波数がフレーム周波数の 1/2、すなわち 15 Hz となり、斜めの角度から観察した液晶の光学応答にその 15 Hz の成分がでて、フリッカの問題が発生するためである。一方、垂直の角度から観察した場合には、液晶の光学応答周波数は液晶駆動周波数の 2 倍になるため、フリッカの問題は発生しない。しかし垂直の角度から観察した場合でも、液晶パネルの大型化にともない液晶パネルの周辺部は斜めの角度から観察することになり、フリッカが問題となる。

このフリッカの問題を解決し、フルライン表示を実

現するために、走査線 2 本をペアとし、その組み合わせを各フィールド毎に変える駆動法³⁾や、メモリーを用いる方法⁴⁾などが提案されている。しかし、これらは垂直解像度の低下や、大幅なハードウェアの追加が必要となり、満足できるものではない。

今回、現行のテレビ放送システムの信号を再現し、かつ、フリッカを減少させたフルラインのアクティブマトリックス液晶テレビの駆動法を確立したので紹介する。

2. 液晶テレビにおけるフリッカの発生要因

一般に交流駆動を必要とする液晶表示装置では、全セル走査期間（液晶パネルの全てのセルを走査する期間）毎に、信号の極性を反転させることによって交流駆動をしている。これは液晶の駆動周波数が全セル走査周波数の 1/2 になることを示している。一方、垂直の角度から観察した液晶の光学応答周波数は駆動周波数の 2 倍となるが、斜めの角度から観察した液晶の光学応答には、この駆動周波数の成分がでるため駆動周波数がある限界を超えて低くなると、フリッカを感じるようになる。フリッカを感じる光学周波数の限界は一般に約 30 Hz といわれている。したがって、液晶の駆動周波数は、30 Hz 以上にする必要がある。

液晶表示素子を用いてテレビ表示を行う場合、液晶パネルの走査線数がテレビ信号の 1 フィールド分の有効表示走査線数（約 240 本）より少ない時には、テレ

[†] 三洋電機株式会社 塩屋研究所

“A New Driving Technique for Flicker Free LC-TV with Full Scanning Lines” by Hajime Takesada, Yasushi Marushita and Tatsuo Katagishi (Shioya Research Center, Sanyo Electric Co., Ltd., Kobe)

ビ信号の奇数フィールド信号と偶数フィールド信号を重複して液晶パネルを駆動するので、液晶駆動周波数はフィールド周波数の1/2、すなわち30 Hzとなり、フリッカはあまり問題とならない。しかし、これでは1フレーム分のテレビ画像を再生することができない。

このため、液晶パネルの走査線数をテレビ信号の1フレーム分の有効表示走査線数(約480本)にすることが要望されていた。しかし、それを実現するためには、液晶駆動周波数がフレーム周波数の1/2、すなわち15 Hzとなり、フリッカが実用上の問題となっていた。

以上述べた垂直の角度と斜めの角度から観察した場合の光学応答周波数が異なる理由は、理論的に解明できていない。そこで次の3章に示す実証実験により、

現象を明確にした。

3. 液晶パネルの電気・光学応答特性

写真1、**写真2**は、TN-FE(ねじれネマチック電界効果)型液晶パネルの電極間に15 Hzの交流電圧を印加し、スタティック駆動した時の透過光量の時間的変化(電気・光学応答)を示したものである。写真1は液晶パネルを垂直の角度から観察した光学応答、写真2は液晶パネルを約30°斜めの角度から観察した光学応答を表している。写真1、写真2において各々(a)は液晶パネルの駆動信号(上)と光学応答信号波形(下)を、(b)は光学応答信号のスペクトルを表している。

測定方法としては、He-Neレーザを液晶パネルに照射して、その透過光をフォトマルチプライヤ(光電子増倍管)で電気信号に変換し、その信号をオシロス

写真1 TN-FE型液晶パネルの光学応答(垂直)
Optical response of TN-FE LC panel (perpendicular).
(a) Driving signal and optical response,
(b) Spectrum of optical response.

写真2 TN-FE型液晶パネルの光学応答(斜め)
Optical response of TN-FE LC panel (oblique).
(a) Driving signal and optical response,
(b) Spectrum of optical response.

コープおよびスペクトルアナライザで観察した。これらの写真により、次のことがわかる。

- (1) 液晶パネルを垂直の角度から観察した場合、光学応答信号の周波数は、液晶駆動周波数の2倍である。
- (2) 液晶パネルを斜めの角度から観察した場合、光学応答信号の周波数は、液晶駆動周波数と等しい。

すなわち、フリッカの問題について述べるならば、(1)に比べて(2)の方が厳しい状態となる。

本論文で紹介する液晶パネルの新しい駆動法は、この斜めの角度から観察した場合のフリッカを改善するものであり、ノンインタレース時は、光学応答の周波数が液晶駆動周波数の2倍に、インタレース時は4倍となり、フリッカが軽減される駆動法である。以下では、このフリッカの問題が厳しい状態となる“液晶パネルを斜めの角度から観察した場合”を中心に記述を行う。

4. 液晶パネルの駆動法

図1に、アクティブマトリックス液晶パネルを用いて、インタレース表示を行う場合の、各セルにおける駆動信号の関係について示す。(a)は従来の駆動法であり、(b)が新しい駆動法である。

また図2に、そのタイミングチャートと、光学応答のシミュレーション波形を示す。

4.1 従来の駆動法

図1(a)、図2(a)の従来の駆動法によれば、奇数と偶数の2つのフィールドで全セルが駆動されており、2フィールド毎に駆動信号の極性が反転している。すなわち、液晶の駆動周波数は15 Hzとなり、液晶パネルの透過光量の変動する周波数も15 Hzとなる。このためフリッカの問題が発生する。今までに、このフリッカの問題を解決するために、いくつかの駆動法が提案されている。そのひとつは、走査線2本をペアとして、その2本の組合せを各フィールド毎に変えて、走査線2本を同時に同じ映像信号で駆動するという方法である³⁾。しかし、この方法は2本の走査線を同時に駆動するため、垂直解像度の低下につながり、現行のテレビ放送システムのフルラインを完全に再現していない。

また、フレームメモリーなどを使用して時間軸を操作することにより、フレーム周波数をフリッカの問題のない領域に変換するなどの方式⁴⁾も提案されているが、この場合には、大幅なハードウェアの追加が必要となる。

4.2 新しい駆動法

前述した従来の駆動法に比べ、新しい駆動法は、ハードウェアの追加がほとんど必要なく、現行のテレビ放送システムと両立性がある。この駆動法では、図1(b)、図2(b)に示すように、1本の走査線の中で各々隣接したセルの駆動信号の極性を互いに反転させている。また、この場合、奇数行走査線上の各セルと偶数行走査線上の各セルの駆動信号の位相は90°シフトしている。このように、新しい駆動法は、各々のセルとしては、15 Hzで駆動されているにもかかわらず、セルのブロックとして観察した時に、その透過光

図1 各フィールドにおける映像信号の極性
Polarity of a video signal in each field.
(a) Conventional, (b) New method.
○—Plus, ●—Minus, ◻—Plus (phase is shifted 90 degrees compared with ○), ■—Minus (phase is shifted 90 degrees compared with ●).

図 2 インタレース走査におけるタイミングチャート
Timing chart in interlaced scanning.
(a) Conventional, (b) New method.

写真 3 単一セルの光学応答 (従来駆動法)
Optical response of a single cell (conventional).

- (a) Polarity switching signal and optical response,
(b) Spectrum of optical response.

写真 4 単一セルの光学応答 (新駆動法)
Optical response of a single cell (new method).

- (a) Polarity switching signal and optical response,
(b) Spectrum of optical response.

量が変動する周波数を 60 Hz にしようとするものである。

4.3 各駆動法による電気・光学応答特性

(1) 単一セルの応答

写真3, 写真4は, それぞれアクティブマトリックス液晶パネルを用いて, インタレース表示した場合の, 従来の駆動法と新しい駆動法による単一セルの光学応答信号の波形(a)ならびに, その信号のスペクトル(b)を示している。各写真(a)の上の波形は, ビデオ信号の極性を切り換える制御信号 (15 Hz) を示している。これにより, 各々のセルは, 従来の駆動法, 新しい駆動法にかかわらず 15 Hz で応答していることがわかる。

(2) ブロックの応答

写真5, 写真6は, 10~20セルを1ブロックとして観察した光学応答信号波形(a)と, その信号のスペク

トル(b)を示している。写真5が従来の駆動法, 写真6が新しい駆動法である。

また, 使用した液晶パネル, 駆動条件などは, 単一セルを観察した場合と同一である。

この結果, 従来の駆動法では, ブロックも単一セルと同じ 15 Hz で応答していることがわかる。これは, 図2(a)の光学応答のシミュレーションによる波形からもわかるように, 奇数フィールドと偶数フィールドでの光学応答の位相差が 90° であるため, それらを合成しても周波数としては変わらないためである。この光学応答 15 Hz はフリッカを感じる領域である。

次に写真6の新しい駆動法によれば, 各々の単一セルは 15 Hz で応答しているにもかかわらず, ブロックとして見ると 60 Hz で応答していることが判明する。

これは, 図1(b), 図2(b)に示すように, 互いに

(a) 極性切り換え信号と光学応答

(b) 光学応答のスペクトル

写真5 ブロックの光学応答 (従来駆動法)

Optical response of a cell block (conventional).

(a) Polarity switching signal and optical response,

(b) Spectrum of optical response.

(a) 極性切り換え信号と光学応答

(b) 光学応答のスペクトル

写真6 ブロックの光学応答 (新駆動法)

Optical response of a cell block (new method).

(a) Polarity switching signal and optical response,

(b) Spectrum of optical response.

隣接したセルの駆動信号（光学応答）が、横方向では 180° 、縦方向では 90° の位相差があるため、単一セルにおける光学応答が 15 Hz であるにもかかわらず、それらを合成したブロックとしての光学応答が 60 Hz となるためである。

すなわち、新しい駆動法によるインタレース表示をすれば、従来の駆動法の 4 倍の光学応答周波数が得られ、フリッカのないテレビ画像表示が可能となる。

同様に、ノンインタレースの場合にも、1 水平走査期間内で 1 セル毎に極性を反転させて駆動すると、光学応答が従来の駆動法の 2 倍の周波数となる。それ故、高解像度 (400×640 画素) 文字表示装置などの場合にも、フリッカ対策として水平走査期間を短縮するために、ドットクロックを高速化する必要がなくなり、それに伴う消費電力の増加、動作マージンの減少などを防ぐことができる。

また、現在実用化されている水平走査線数 240 本程度のノンインタレースによる液晶テレビにおいても、新しい駆動法にすれば、斜めの角度から観察した時の光学応答周波数を 30 Hz から 60 Hz にすることができる。これは、一般にいわれている臨界フリッカ周波数 30 Hz から、よりフリッカのない周波数領域へと光学応答の周波数がシフトするため、明るい画像に対しても充分に対応でき、より見やすい画像を得ることができる。

5. 液晶テレビ表示

図 3 は、今回、テレビ画像の表示に用いたインタレース走査によるフルラインカラー液晶テレビのブロック図である。カラー液晶テレビは、原色信号で駆動する必要があるため、カラー復調回路で色差信号と輝度信号を合成して原色信号を作っている。色切換回路は、液晶パネルのカラーフィルタの配置に合わせて赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の各原色信号を切り換える回路

である。レベル変換、極性切換回路では、切り換えられた原色信号を液晶パネルの駆動に必要な電圧レベルに変換し、交流駆動のための極性切り換えを行う。

液晶のドライバ回路は、 X ドライバと Y ドライバがあり、 X ドライバは垂直同期信号でスタートし、水平同期信号をクロックとするシフトレジスタならびにラッチにより構成している。 Y ドライバは水平同期信号をスタート信号とするシフトレジスタと、シフトレジスタ 1 ビット毎に付加されたサンプルホールド回路により構成している。

X ドライバ、 Y ドライバは、共に 2 系統の回路を備えており、 X_1 は奇数フィールド (奇数行)、 X_2 は偶数フィールド (偶数行) の駆動を行い、 Y_1 は奇数列、 Y_2 は偶数列の駆動を行う。

このように、1 列毎にドライバの系統を分けることにより 1 本の走査線の中で隣接したセルの駆動信号の極性を互いに反転させる新しい駆動法においても、ドットクロックのような高速の信号で駆動信号の極性を切り換える必要がなく、 Y_1 と Y_2 のドライバ回路に供給する映像信号の極性を反転させるだけでよい。すなわち極性を切り換える制御信号は、従来と同じ 15 Hz である。

以上、述べた回路構成と新しい駆動法を用いて、 250×666 セルのアクティブマトリックスパネルにインタレースによるフリッカのないテレビ画像 (全画面の $1/2$) を表示することができた。今回、用いた回路および新しい駆動法は、従来の駆動法⁵⁾と比べて、特別なハードウェアの増加を必要としないことが大きな特徴である。

6. む す び

液晶テレビの課題は、いかに CRT なみの画質に近づけるかであり、これまでにも種々の方式が試みられてきた。しかし、満足できるものがなく今日に至って

図 3 カラー液晶テレビのブロック図
Block diagram of color LC-TV.

いるのが現状である。

今回、紹介した液晶パネルの駆動法は、特別なハードウェアの追加を必要とせずに、フリッカがなく、現行のテレビ放送システムと両立できるので、従来のCRTと同等の解像度を得ることができる。今後液晶の光学応答が、観察する角度により異なる原因の理論的な解明が課題として残されているものの、液晶パネルの大型化にともない商品レベルでの開発がいつそう活発になることが予想される。

また、これからの映像情報化社会に対応する代表的なディスプレイである液晶表示素子の駆動法が確立できた意義は大きいものがあると考ええる。

(昭和61年2月28日受付，昭和61年5月23日最終受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 小口幸一，村田雅己，若井洋一，小口千昭，両角伸治：“商品化された液晶ポケット・カラー・テレビ”，日経エレクトロニクス，351，pp. 211-240 (Sep. 10, 1984)
- 2) 牧登：“フルカラー表示の4～7インチ液晶ディスプレイが続々登場”，日経エレクトロニクス，356，pp. 209-214 (Nov. 19, 1984)
- 3) S. Morozumi, K. Oguchi, T. Misawa, et al.: “4.25-in. and 1.51-in. B/W and Full-Color LC Video Display Addressed by Poly-Si TFTs”, SID'84 Digest (Volume XV), pp. 316-319 (1984)
- 4) 横山良一，甲谷忍，丸下裕，片岸達男：“積層型ダブルマトリクスパネルを用いた5インチカラー液晶テレビ”，電気関係学会関西支部連大，p. G 391 (1984)
- 5) M. Yamano, H. Takesada, Y. Yamasaki, Y. Okita, H. Hada: “The 5-inch Size Full Color Liquid Crystal Television Addressed by Amorphous Silicon Thin Film Transistors, IEEE Trans., CE-31, pp. 39-46 (Feb., 1985)