

## 2画面ディスプレイ技術

石川敬充\* 西岡孝博\*\*  
石口和博\* 佐竹徹也\*\*  
永野慎吾\*

### Dual Directional Display Technology

Yoshimitsu Ishikawa, Kazuhiro Ishiguchi, Shingo Nagano, Takahiro Nishioka, Tetsuya Satake

#### 要 旨

三菱電機は、一つの液晶表示パネルを用いて、二つの画像をそれぞれ異なる方向に表示できる2画面ディスプレイ技術を開発した。

2画面ディスプレイ技術は、特に車載用ディスプレイで、運転席と助手席に別々の画像を同時に表示できるため、注目されている技術である。2画面化の実現のため、チェッカーボード状の開口部を持つ視差バリアを液晶表示パネルの前面に配置し、液晶表示パネルの画像を異なる2方向に分離させた。2画面ディスプレイに求められる特性は、実際に使用される視野角範囲が正面方向ではなく斜め方向にあるため、斜め方向で、輝度、コントラスト比、見栄え等の光学特性が最適化される必要がある。

当社では、TN(Twisted Nematic)モードをベースに新規の液晶セル設計とバックライト配光設計を開発し、水平方向視野角 $\pm 30^\circ$ で、高輝度( $500\text{cd}/\text{m}^2$ )、高コントラスト比(300:1)を実現した。さらに、ある方向に向けて表示される画像に、他の方向に向けて表示されるべき画像が観察されるクロストーク問題に関しても、視差バリアを含む液晶表示パネルの最適化によって、クロストーク自体を減少させるとともに、クロストークの視認性を低減させる信号処理技術によって、問題とならないレベルまで低減した。

この技術は、動作保証温度範囲が $-40\sim+95^\circ\text{C}$ であり、高い信頼性が求められる車載用ディスプレイにも対応可能である。



#### 10.4型XGA(eXtended Graphics Array)の2画面ディスプレイ

右視野に対して桜の木の自然画像を表示するとともに、左視野に対しては地図を表示させている2画面ディスプレイ。地図が表示されているディスプレイは、桜の木の自然画像を表示させているディスプレイが鏡に映ったものである。

## 1. ま え が き

液晶ディスプレイは、フラットパネルディスプレイの中でもっとも活況を呈しており、スマートフォンなどの小型携帯端末機から大型テレビまで多様な用途に用いられている。その多くが、個人又は複数の人間が同時に一つの画像を見ることを前提に多くの技術が開発され、特性を向上させてきている。

しかしながら、これまでのナビゲーションやDVD (Digital Versatile Disc)ビデオ等を表示する車載用のセンターインフォメーションディスプレイでは、運転者の安全性確保から、走行中にDVDビデオなどの動画を表示することができず、同乗者の快適性という点で、十分満足できるものではなかった。

近年、一つの液晶表示パネルを用いて、複数の画像をそれぞれ異なる方向の視野に表示することが可能なマルチビュー液晶ディスプレイが開発されている<sup>(1)(2)</sup>。特に2画面ディスプレイは、運転席と助手席に対し、一つの液晶表示パネルで別々の画像を同時に表示することができるため、車載用ディスプレイとして運転者の安全性確保と同乗者の快適性を両立させることができる技術として注目されている。

## 2. 2画面ディスプレイ技術の原理と課題

### 2.1 2画面ディスプレイ技術の原理

図1に今回開発した2画面ディスプレイの断面図と、比較例として、従来の一つの画像だけを表示する1画面ディスプレイの断面図を示す。2画面ディスプレイは、ある周期で開口部を持つ視差バリアを液晶表示パネルの前面に配置する必要がある。そして、液晶表示パネルには、左視野用の画素と右視野用の画素を配置させておき、それぞれ異なる画像を表示させる。図1(a)は、視差バリアの開口部を

二画素に一つの周期で配置し、一画素おきにそれぞれ異なる視野用の画素を配置した例である。そして、各画素から出射される光を視差バリアで一部遮ることで、液晶表示パネルから出射される光を二つの方向に分離し、それぞれ異なる画像を異なる方向に向けて表示させることが可能となる。その際、画素からの光をそれぞれの所望の方向に分離するために、CF(Color Filter)基板の厚みを0.1mm以下に設定し、高精度で制御する必要がある。

### 2.2 2画面ディスプレイ技術の課題

この2画面ディスプレイ技術は、異なる二つの画像をそれぞれ別々の画素を用いて表示させているため、それぞれの画像の精細度は、使用している液晶表示パネルの精細度の半分に落ちてしまう短所がある。

また、2画面ディスプレイは、実際に使用される視野角範囲が正面方向ではなく斜め方向にあるため、斜め方向で輝度、コントラスト比等の光学特性が最適化される必要がある。

さらに2画面ディスプレイには、ある方向に向けて表示される画像に、他の方向に向けて表示されるべき画像が観察されるクロストークという問題があり、安全上の観点から、画像の混ざりが視認されないレベルまで防止しなくてはならない。

2画面ディスプレイではこれらの表示性能を改善、又は満たすことが求められる。

## 3. 光学特性と設計

2画面ディスプレイの課題を克服するために開発した技術とその技術を適用した場合の光学特性を述べる。当社は、2画面ディスプレイが車載用のセンターインフォメーションディスプレイに使用されることを想定し、実際に使用される視野角範囲が正面から水平方向に $\pm 15 \sim \pm 45^\circ$ (中心値： $\pm 30^\circ$ )傾いたところにあるとし、設計最適化を行った。

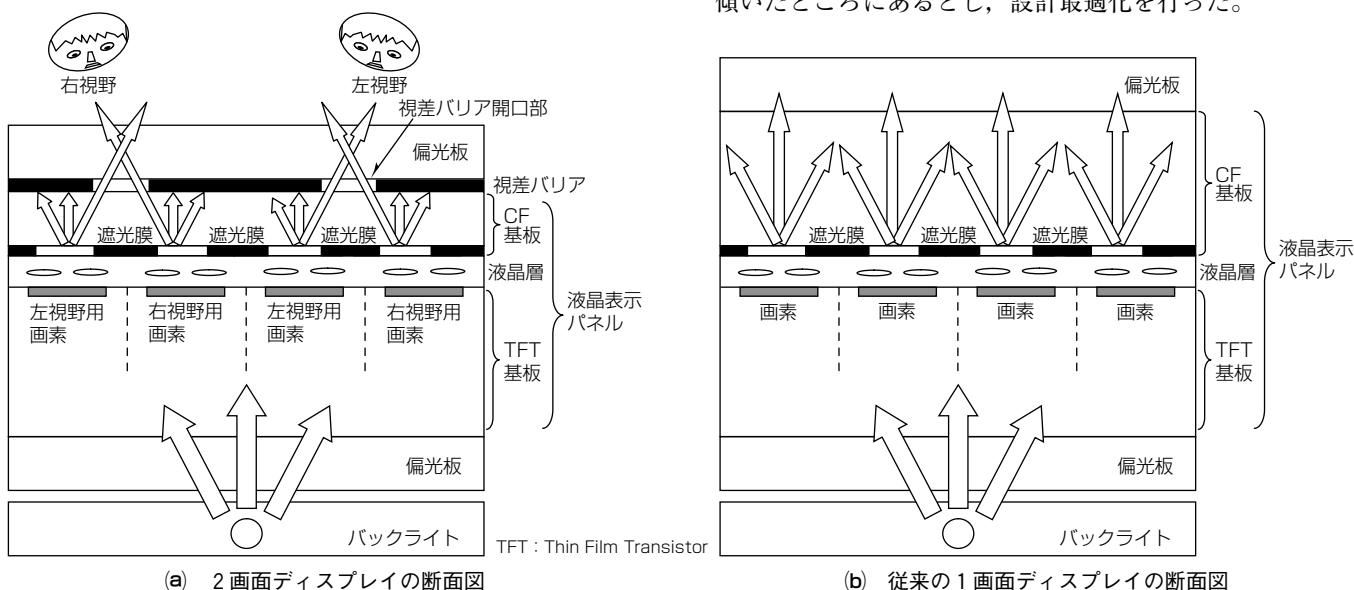


図1. ディスプレイ断面図比較例

### 3.1 精細度感の維持

ディスプレイの精細度感は同じ精細度でも画素の配置によって異なる。人間の目が感知しやすい水平方向の精細度が高い画素配置は、精細度感が高いことが知られている<sup>(3)</sup>。図2に2画面ディスプレイにおける画素と視差バリアの配置例を示す。図は、一方の視野(例えば右視野)から見た場合の画素(図のR, G, B領域)と視差バリア(図の黒領域)の位置関係を示している。2画面ディスプレイで、精細度感の劣化が最小になるような画素と視差バリアの配置を実機で確認した結果、図2(a)に示す縦方向一列状に画素と視差バリアを配置した場合は、水平方向の精細度が半分になるため精細度感の劣化を感じやすく、図2(b)に示すチェッカーボード状に画素と視差バリアを配置した場合がもっとも精細度感が高いことを確認した。

### 3.2 輝度の視野角特性

水平方向視野角 $\pm 30^\circ$ で輝度が最大になるように、CF基板の厚み、CF基板の遮光膜と視差バリアの平面設計、バックライトの配光特性を最適化した。

図3に輝度の視野角特性を示す。水平方向視野角 $\pm 30^\circ$ で輝度は $500\text{cd}/\text{m}^2$ 以上を達成し、色再現範囲はNTSC(National Television System Committee)比で72%である。視差バリアの設計によって、-側の視野角の輝度を+側の視野角の輝度よりも高く設計している。

### 3.3 コントラスト比の視野角特性

TFT-LCD(Liquid Crystal Display)は、CF基板側とTFT基板側に貼り付ける一対の偏光板の吸収軸のなす角を $90^\circ$ に設定するのが一般的である。そのことによって、

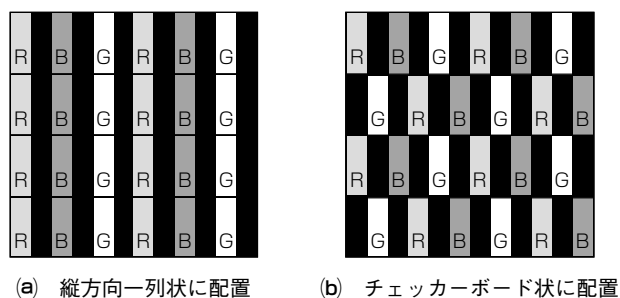


図2. 2画面ディスプレイにおける画素と視差バリアの配置

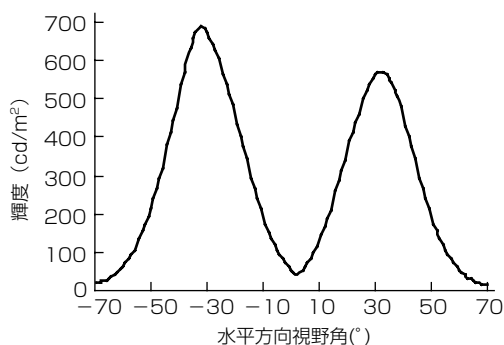


図3. 輝度の視野角特性

すべての液晶モードで、正面視野角でのコントラスト比が最大となり、視野角が正面からずれるに従いコントラスト比が低下する。

しかしながら、2画面ディスプレイでは、使用される視野角範囲が正面視野角ではなく、斜め方向の視野角にある。そこで、TNモードをベースに偏光板や位相差フィルムを含めた液晶セルの設計技術によって、所望の視野角で、コントラスト比を最大にする技術を開発した。

図4にコントラスト比(CR)の視野角特性を示す。水平方向視野角 $\pm 30^\circ$ で $\text{CR} > 300$ を達成し、良好な表示特性を得ている。

### 3.4 クロストーク

クロストークが発生した場合の画像イメージを図5に示す。クロストークとは、例えば左視野に、右視野で表示されるべき画像(Aという文字)が観察される現象である。安全上の観点から、画像の混ざりは視認されないレベルまで防止しなくてはならない。

まず、クロストークの要因を解析した。その結果、クロストークは大きく二つに分けられ、光学的なクロストークと電気的なクロストークがあることが判明した。

光学的なクロストークは、図6に示すように、回折、反射、散乱等によるパネル内の迷光が、望まない視野角方向に漏れて出射されることによって発生する。漏れ光の絶対量としては僅かであるため、一定輝度以上の中間調表示で

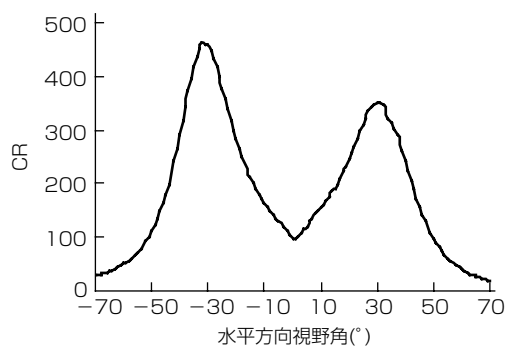


図4. コントラスト比の視野角特性

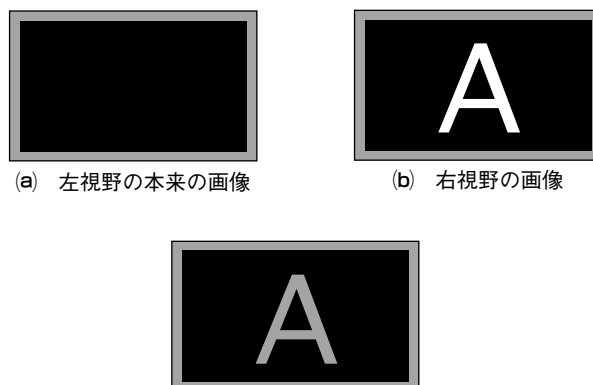


図5. クロストーク発生時の画像イメージ

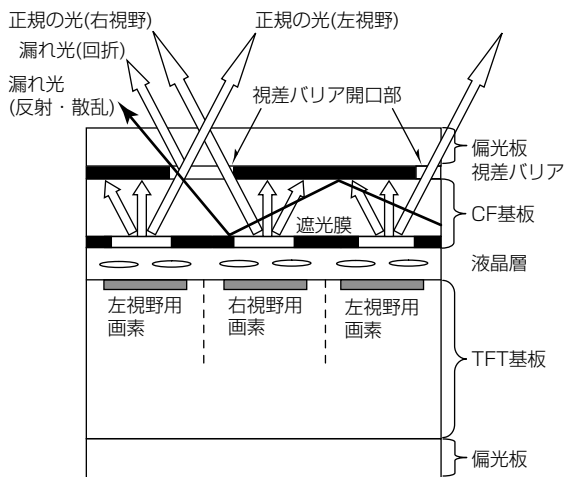


図6. 光学的クロストークの要因

は視認されないが、黒表示時で視認される。

電気的なクロストークは、隣接画素間の電気的カップリングや広域な共通電極の電位変動等の要因で液晶パネルの透過率が変化することで発生する。液晶パネルの透過率-電圧特性の傾きが寝ている黒表示では電気的なクロストークが発生しないが、透過率-電圧特性の傾きが急峻(きゅうしゅん)な中間調表示では電気的なクロストークが発生する。

それぞれのクロストークの要因に対し、対策を行った。一例として、漏れ光低減の検討結果を図7に示す。図の縦軸は、黒表示させている片方の視野に対し、白表示させているもう一方からの漏れ光を示しており、漏れ光がない場合、任意の視野角で0となる。当社は、回折や散乱を擬似的に盛り込んだ光学シミュレーションを開発し、それを用いて、TFT基板上の配線や電極等のレイアウトを含めた液晶セルの最適設計(図の手法①)、視差バリアの最適設計(図の手法②)と視差バリアの材料最適化(図の手法③)を実施し、漏れ光を低減した。

さらに、漏れ光自体を低減させる検討に加えて、信号処理技術によって、クロストークの視認性を減少させる技術開発を行った。その結果を図8に示す。図の縦軸は、黒表示させている片方の視野に対し、白表示させているもう一方からの漏れ光の割合を示したものであり、クロストークの視認性を示す。クロストーク視認性減少技術によって、水平方向視野角±30°でクロストークの視認性を半減できることを確認した。

#### 4. む す び

これまでに述べたように、当社は、2画面ディスプレイの技術を開発した。画素と視差バリアの配置を最適化することで、見栄え上の精細感の劣化を防止した。また、

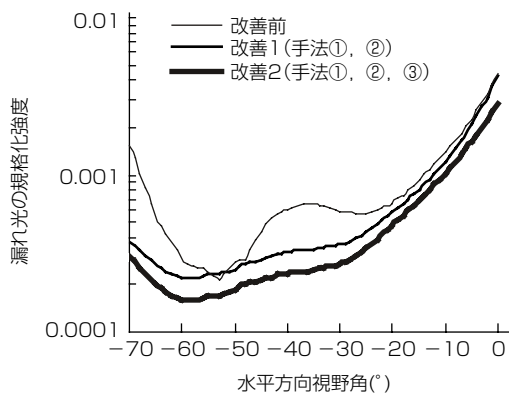


図7. 漏れ光低減の検討結果

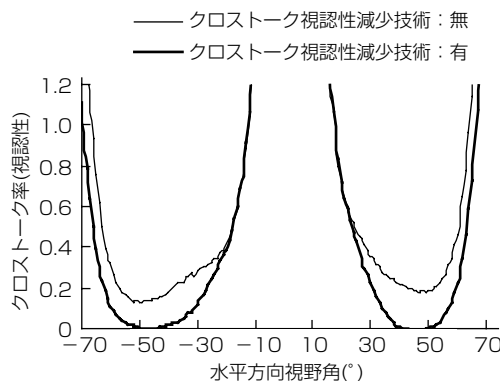


図8. クロストークの視認性

TNモードをベースに新規の液晶セル設計とバックライト配光設計を実施したことで、高輝度(水平方向視野角±30°で500cd/m<sup>2</sup>)、高コントラスト比(水平方向視野角±30°で300:1)を実現した。さらに、ある方向に向けて表示される画像に、他の方向に向けて表示されるべき画像が観察されるクロストーク問題に関しても、クロストーク自体とクロストーク視認性を低減させる技術によって、問題とまらないレベルまで低減した。

この技術は、動作保証温度範囲が-40~+95℃であり、高い信頼性が求められる車載用ディスプレイにも対応可能である。

今後は、更なる高精細化と広視野角化に取り組んでいく。

#### 参 考 文 献

- (1) 高谷和男:「デュアルビュー液晶」「トリプルビュー液晶」について, シャープ技報, No.96, 21~23 (2007)
- (2) 山根 亨, ほか: '05年秋市販DUAL AVNの開発, 富士通テン技報, 23, No. 2, 22~27 (2005)
- (3) 増谷 健, ほか: ステップバリア方式立体ディスプレイ, 映像情報メディア学会誌, 62, No. 4, 606~610 (2008)