

# 半透過SFTパネルディスプレイ

坂本 道昭・森 健一・永井 博

中 謙一郎・井上 大輔

## 要 旨

デジタルTVの進展に伴い、広視野角な半透過型液晶への要求が高まっています。このような要求に対し、弊社はIPS液晶モードにおける反射/透過の表示反転問題を克服する独自補償技術と、凹凸反射板上の微細くし歯電極加工技術を開発しました。この結果、IPSモードを用いた広視野角半透過SFT(Super-Fine-TFT)液晶パネルが実現できました。この半透過SFT液晶パネルは、透過性能と薄さの点で、従来の半透過液晶パネルを凌駕しており、高品位モバイル液晶モニターとして期待できます。

## キーワード

●SFT ●半透過 ●外光視認性 ●広視野角 ●高コントラスト ●IPSモード ●反射板

## 1. はじめに

液晶セル内部に反射板を有する半透過型液晶パネルは、外光視認性に優れ、モバイルを中心とした小型液晶パネルに広く使われています。さらに近年のデジタルTVの進展に伴い、半透過型液晶パネルに対し、広視野角化や高コントラスト化への要求が高まっています。このような要求に対し、IPS液晶モードを利用した広視野角性能をもちながら、半透過動作が可能な、半透過型SFT(Super-Fine-TFT)パネルを開発しました。

## 2. 半透過SFT技術

### 2.1 従来の技術

#### (1) 半透過技術

半透過技術とは、液晶パネルがバックライトを点灯した状態では透過モードとして機能し、バックライトが消灯した状態では周辺光を利用した反射モードとして機能する技術です。このために、パネル内の単位画素を透過領域と反射領域に分割し、反射領域に凹凸の反射板を形成することで、反射性能を高めています。弊社では独自の反射板設計技術を用いた高反射性能のSR-NLT技術(Super-Reflective Natural-Light-TFT)を有しています。

#### (2) SFT技術

TN(Twisted Nematic)モードなどの縦方向電界モードでは、液晶が“立った”状態で黒表示を行うため、視野角依存性があり、視野角が狭く、コントラストが低い問題点がありました。一方、IPSモードでは、電圧を印加しても液晶が基板

面内で回転するため、液晶が“立つ”ことがなく、本質的に視野角に優れた高コントラストの透過表示性能が実現できます。弊社では独自のIPSモードを利用したSFT技術を有しています。

### 2.2 SFT技術と半透過技術の融合

この透過性能に優れたIPSモードを半透過型液晶に適用することに関しては、光学上および画素構造上の2つの課題があり、弊社は以下の方法で克服しました。

#### (1) 光学上の課題

通常の透過モードと同じ光学配置で、IPSモードの半透過型液晶パネルを構成した場合、透過モードでは、電圧をかけていない状態で“黒表示”、電圧をかけた状態で“白表示”となるノーマリーブラック表示となります。他方、反射モードでは、電圧をかけていない状態で“白表示”、電圧をかけた状態で“黒表示”となるノーマリーホワイต์表示となります。すなわち、透過モードと反射モードで表示画像が反転してしまう問題がありました。

縦方向電界モードではこの反転問題を光学補償フィルム(広帯域の $\lambda/4$ 位相差板)を用いることで解決しています。しかし、 $\lambda/4$ 位相差板を用いると円偏光で液晶に入射することになりますが、円偏光は液晶の水平方向の回転に関して感度がないために横方向電界モードでは使うことができません。そのため、横方向電界モードで半透過駆動を行うには、それ以外の方法で表示反転の問題を解決する必要があります。弊社では、この表示反転問題について独自補償技術を用いて克服しました。また、光学補償フィルムを用

## 半透過SFTパネルディスプレイ

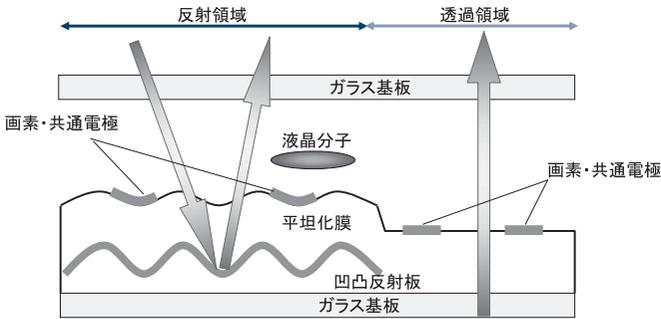


図1 半透過SFTパネルの構造

いず、透過液晶パネルと同じ通常の薄型偏光板のみを用いるため、従来の半透過パネルに比べて、液晶パネルの厚みを薄く抑えることが可能となりました。

### (2) 画素構造上の課題

液晶パネル内部の反射板は入射角30度付近の入射光を0~15度付近の出射角に調整しています。これを実現するため、反射板に4~6度の傾斜角の凹凸をつけています。この凹凸上の液晶を均一に横電界駆動させることは困難です。これを克服するために、凹凸反射板上に平坦化層を設け、その上にくし歯状の画素電極を設けることでこの問題を克服しました（図1）。

凹凸層では最大1 $\mu$ m程度の段差がありましたが、平坦化膜の導入により凹凸層の段差を0.2 $\mu$ m以下に平坦化することが可能となりました。

さて、平坦化膜としてはアクリルを用いしましたが、有機膜上にくし歯電極のパターニングは一般に困難です。また、反射領域では透過領域に比べて液晶のセルギャップが小さいため、透過モードと同じ駆動電圧を実現するためには、くし歯状の画素電極幅/間隔をさらに微細にする必要があります。弊社では平坦化膜上の微細なくし歯電極形成プロセスを新たに開発しました。

## 3. 表示性能

### 3.1 パネル仕様

以上の技術を用いて、3.5型QVGA半透過SFT液晶パネルを開発しました。表に開発したパネルの仕様と、従来の半透過パネル（製品）との比較を示します。

表 3.5型QVGA半透過SFTパネルの仕様

項目	半透過SFT (開発品)	従来半透過品 NL2432HC22-40A
色数	262k	←
透過コントラスト	400~500:1	150:1
透過視野角 (CR>10)	上下 >170 deg 左右 >170 deg	上下 70 deg 左右 70 deg
透過輝度	250 cd/m <sup>2</sup>	220 cd/m <sup>2</sup>
反射率	15%	15%

### 3.2 半透過SFTパネルの性能

#### (1) 透過モード

半透過SFTパネルの透過コントラストは400~500:1であり、従来半透過品のコントラスト150:1を大きく上回っています。図2は半透過SFTパネルの透過視野角特性を示しています。コントラスト視野角依存性はコントラストが10:1以上の領域で170度以上であり、広視野角化が実現できていることが分かります。

#### (2) 反射モード

図3に入射角30度の入射光に対する、出射角 ( $\theta$ ) の反射率および反射コントラストを示します。30度入射10~15度

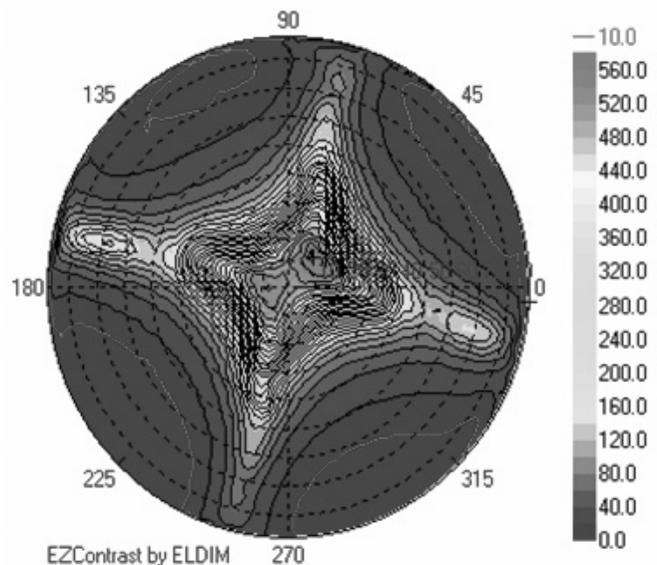
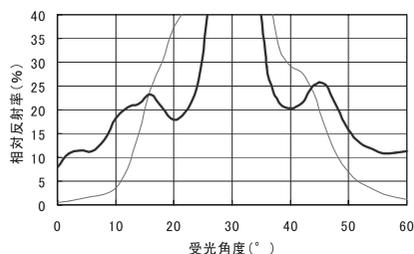
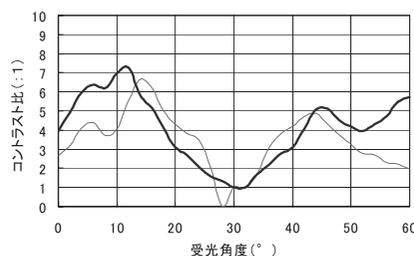


図2 半透過SFTパネルの透過視野角特性



(a) 反射率



(b) 反射コントラスト 太線・・・凹凸傾斜角6度  
細線・・・凹凸傾斜角3度

図3 半透過SFTパネルの反射特性

出射で反射率10~20%、反射コントラスト5~7:1を実現しています。従来にくらべ反射コントラストには劣ります（従来半透過パネルの反射コントラストは10:1以上）が、反射率に関してはSR-NLT技術で培った弊社独自の高反射板設計技術が継承されており、高い反射率が維持されています（図4）。

(3) 厚み

独自補償技術により光学補償フィルムを使用せずに半透過



透過モード



反射モード

図4 半透過SFTパネルの表示イメージ

パネルの動作が可能となりました。そのため、従来の半透過パネルの偏光板と比較して60%薄型の透過液晶パネル用の偏光板を用いることが可能となり、パネルモジュールの薄型化が実現できました。

4. まとめと今後の展開

反射モードと透過モードの反転問題を克服する独自補償法の開発と、凹凸反射層への平坦化膜の導入により、従来困難といわれたIPS液晶モードを用いた半透過型SFT液晶パネルが実現できました。弊社の開発した半透過SFTパネルは、広視野角特性および薄型化の点で従来の半透過パネルを凌駕しています。この外光視認性に優れ、透過表示性能に秀でた半透過SFTパネルを、今後、高品位モバイルモニターなどの小型アプリケーションに展開していきたいと思えます。また、今後、反射領域の反射くし歯電極の工夫や、反射液晶動作の工夫により、反射コントラストの向上を図っていく予定です。

執筆者プロフィール

坂本 道昭  
NEC液晶テクノロジー  
研究本部研究部  
シニアリサーチャー

森 健一  
NEC液晶テクノロジー  
研究本部研究部  
リサーチャー

永井 博  
NEC液晶テクノロジー  
技術本部開発部  
主任

中 謙一郎  
NEC液晶テクノロジー  
技術本部  
開発部

井上 大輔  
NEC液晶テクノロジー  
技術本部  
開発部  
主任