

高品位アドバンスト TFT-LCD 技術

Advanced High Quality Transflective TFT-LCD Technology

藤 森 孝 一*1
Kohichi Fujimori

浅 野 悟 久*2
Norihsa Asano

庭 野 博 子*3
Hiroko Niwano

山 田 信 明*1
Nobuaki Yamada

久保田 靖*4
Yasushi Kubota

要 旨

モバイル用液晶ディスプレイとして、屋内外での視認性を向上させた高品位アドバンストTFT-LCDを開発した。このLCDは、屋内の表示品位では高コントラストで高輝度な表示品位を実現するとともに、屋外特に太陽光下でも視認性の優れた表示が得られることを特長としており、これからのモバイルディスプレイにふさわしい表示デバイスであるといえる。本稿では、この高品位アドバンストTFT-LCDのパネル構造や表示性能について解説する。

A novel TFT-LCD, that is called an advanced high quality transflective TFT-LCD, for mobile applications has been developed. This LCD has a novel structure compare to conventional transflective LCDs, and achieves good visibility under the sun, in addition to high contrast ratio and high transmittance indoors. The structure and optical characteristics of this advanced high quality transflective TFT-LCD are described.

まえがき

現在、デジタルカメラやデジタルビデオカメラ、携帯電話などに搭載されるディスプレイのほとんどすべてに液晶表示素子 (LCD) が採用されている。これは液晶表示素子の特徴である薄型&軽量、高信頼性というモバイル機器に必須の特徴をすべて満足しており、各商品メーカーからこれらの点で高い評価を受けていることを証明しているといえる。この液晶表示素子を搭載したモバイル端末は持ち運びが容易なポータブル性を携え、それ故に屋内外を問わずあらゆる環境下で使用されることが考えられることから、バッテリーの長寿命性即ち低消費電力性や太陽光下など高照度な外光下での視認性向上のために反射表示機能を併せ持つ半透過型ディスプレイが現在の主流となっている。¹⁾²⁾半透過型液晶ディスプレイには、液晶を挟み込む1組のガラス基板の内側に反射板を配置する内付けタイプとガラスの外側に配置する外付けタイプがあるが、今日では厚みや視差 (二重像) に効果的である前者のガラス内配置が主流となっている。この反射板はその反射表面に微細な凹凸形状を形成した MRS 構造 (Micro Re-

flective Structure)^{3)~5)}が採用され、それを写真1に示す。

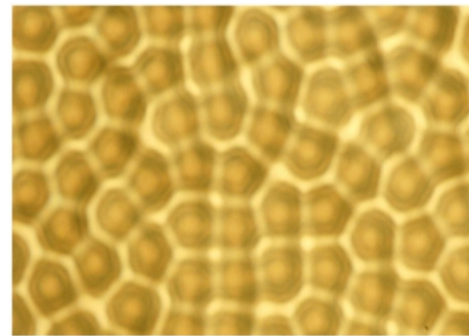


写真1 内付け反射板の顕微鏡写真

Photo 1 Photomicrograph of reflective electrode.

このような反射電極を有する半透過型LCDは、太陽光下すなわちコリメート性を示す光源下ではその凹凸による干渉現象により写真2に示すような虹状の干渉色が見られ、屋外での反射表示の視認性を悪化させていた。

*1 モバイル液晶事業本部 システム液晶第1事業部 開発技術部

*2 モバイル液晶事業本部 システム液晶第2事業部 プロセス技術部

*3 柘川研究所

*4 モバイル液晶事業本部 システム液晶第2事業部 開発技術部

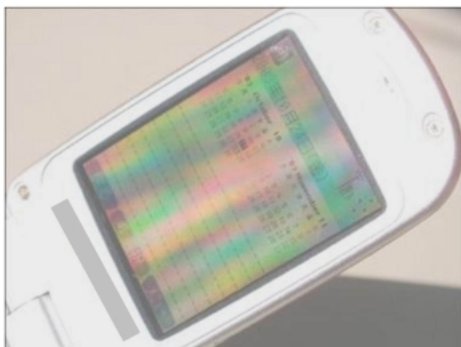


写真2 太陽光下での反射表示
Photo 2 Photograph of Reflective mode image under the sun.

1. 従来の技術

1.1 従来のパネル構造

写真2のような虹状の着色現象は規則性を有するパターンに平行光(コリメート光)が照射されることによる干渉現象である。この対策として2つあり、1つは非照射体である反射板の凹凸または反射板形状そのものをランダムなものにする。もう1つは光の強弱の集合体である干渉光をその前方の配置する散乱体で不規則な光に拡散させることが考えられる。

後者においては図1に示すような構造が一般的である。液晶パネルの基板両面には偏光板が配置されていて、この偏光板は厚み約25umの無色透明なアクリル系粘着材によって基板に貼り付けされている。この粘着材層にSi(シリカ)などの基材と異なる屈折率を有する微粒子を混合させて散乱機能を有する粘着層を、その無色透明な粘着材と置き換えている。

今日ではそのシンプルな構造や安価な材料メリットが活かされて、この後者のタイプが主流として実用化されている。

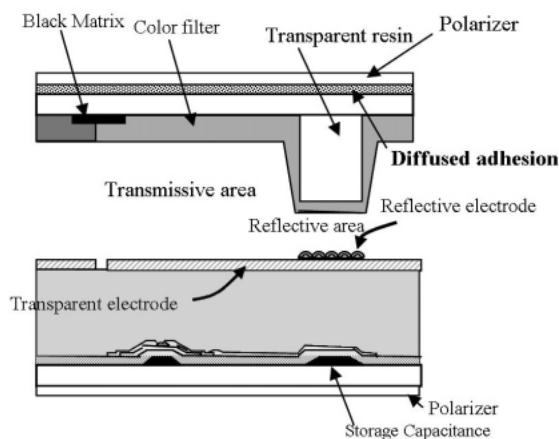


図1 従来のLCD構造^{6)~8)}
Fig. 1 Structure of conventional LCD.

1.2 従来構造の問題点

このように偏光板に散乱層(ディフューザー)を付与するパネル構造では、光学特性面において下記の2つのデメリットが指摘されている。

- ① 透過表示時のコントラスト値低下
- ② 画像のぼけ

前者は、液晶が有する視野角特性に依存する漏れ光によって黒状態の輝度が上昇してしまうために起こる。散乱体のヘイズ値が大きくなるとコントラストの低下も大きくなる傾向があり、図2に示すグラフの場合、ヘイズ値が60%の散乱体を挿入すると散乱体がない場合に比べてそのコントラスト値は半分以下となっていることが分かる。このように透過領域及び反射領域に関係なく散乱体を配置すると透過モードの特性にも影響を与えてしまう。

後者は、表示する画像の品位悪化に関わる現象である。我々はカラーフィルターのブラックマトリクス(BM)の輪郭または液晶駆動用の画素電極形状からなるドット(画素)の集合体を画像として認識している。そのブラックマトリクスや画素電極に対して観察者側に散乱体がそれらを覆うように配置され、且つそれらと散乱体がある程度の距離があるとブラックマトリクスや画素電極のエッジがぼけてしまい、結果として画像の輪郭が不明瞭になってクリアな表示品位を損なうことになる。図2には画面輝度分布を表したグラフを掲載している。このグラフの場合、散乱体のヘイズ値は60%であり、散乱体とブラックマトリクスの距離はおよそ0.5mm(ガラス1枚に相当)である。図2の『散乱体無し』に示すように、本来ブラックマトリクス上はバックライト光が完全に遮光され、各ドット間をクリアに隔離しているが、『散乱体有り』はブラックマトリクス上にも散乱体による拡散光が観察され、各ドット間の輝度がブロードになり輪郭がぼやけているのがわかる。

このように、LCD全面に散乱体(ディフューザー)を配置する方式は、シンプルな構造で安価なメリットがある反面、光学特性や視認性への影響が避けられない。

2. 新規LCD構造の提案

2.1 散乱膜CF(カラーフィルター)を有する新規LCD構造

上述のような課題を解決するために、我々は新規なLCD構造を提案した。上記課題は、透過領域及び反射領域のすべての領域が散乱体で覆われるために起こる不具合であり、図3に示すように散乱体を基板間に挿入し、且つ反射領域のみにパターンングするという新

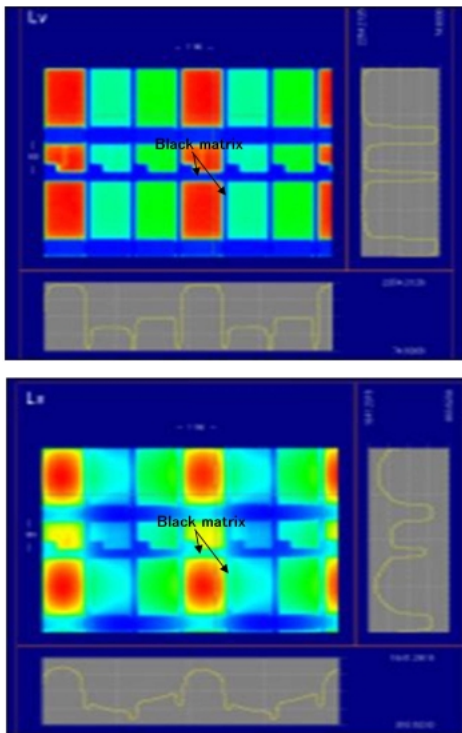
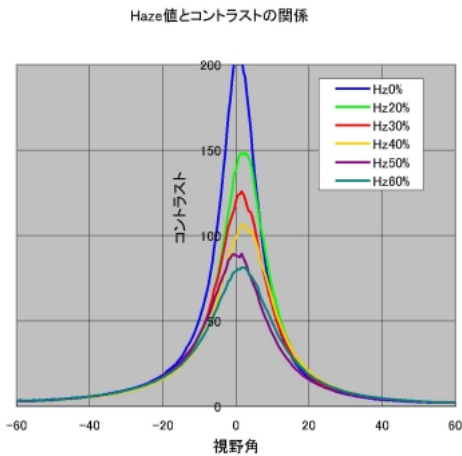


図2 従来構造の問題点

- ① 透過表示時におけるディフューザーのCRへの影響
- ② 画像のぼけ (ディフューザーのヘイズ値60%の場合)

Fig. 2 Issues of conventional LCD.

- ① Characteristics of contrast ratio for transmissive mode
- ② Fuzzy image (In case of haze 60%)

規LCD構造によって上記課題を解決できる取り組みを行った。

2・2 散乱膜CF

写真3に散乱膜CFを示す。その断面図は図3のCF基板に示すようにCF層と散乱層は独立した材料から成っている。散乱膜はアクリル製感光性樹脂であり、CF基板上に塗布-露光-剥離のパターニングプロセスによって容易に形成可能である。また、液晶パ

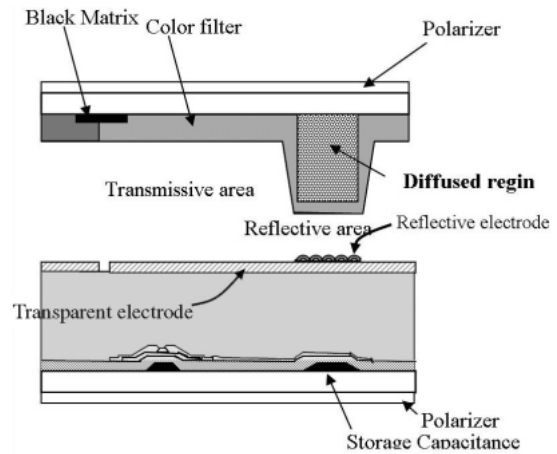


図3 散乱膜CFを有する新規LCD構造

Fig. 3 A novel LCD Structure adapted CF with diffuser.

ネル内に形成されることから、カラーレジストと同様の高信頼性特性を示す基材と散乱粒子からなり、それぞれの屈折率差によって散乱機能を発現させている。

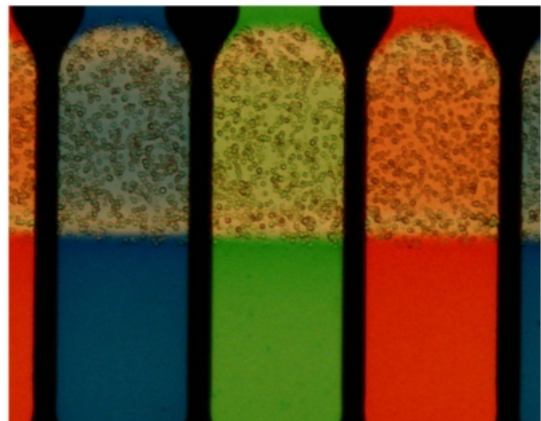


写真3 散乱膜CF

Photo 3 Color filter with diffused layer.

2・3 新規LCD構造による特徴

新規LCD構造は散乱体を基板間に挿入し、且つ反射領域のみにパターニングしている。このような構造にすることで従来構造の不具合を解消する次のような効果が得られる。

散乱膜層を基板間、すなわちブラックマトリクス層に近接するように形成することで、バックライト光によるブラックマトリクスの影が散乱膜上に広がって映し出されることを防ぎ、画像のぼけを抑えることができる。

また、感光性樹脂であることから容易にパターニングが可能であり、本来必要とされる反射領域(反射電極)部に相対する位置のみに散乱層を形成することができる。すなわち、透過領域に散乱体を配置しないこ

とで透過コントラストの低下現象を解消でき、高コントラストで高品位な表示を実現することができる。

さらに、本構造はプロセス面でもメリットを有する。アドバンスド TFT-LCD は、反射部の液晶厚が透過部の液晶厚の約1/2となるように反射領域には段差が設けられている。この段差を形成する部材を散乱膜に置き換えることにより、新たなプロセスやレイヤー(部材)を追加することなく散乱層を容易に形成可能となる。

携帯電話向けLCDに適用した散乱膜CFの効果を写真4に示す。虹状の着色現象は、偏光板に散乱層を配置する従来構造と同様に解消できていることがわかる。

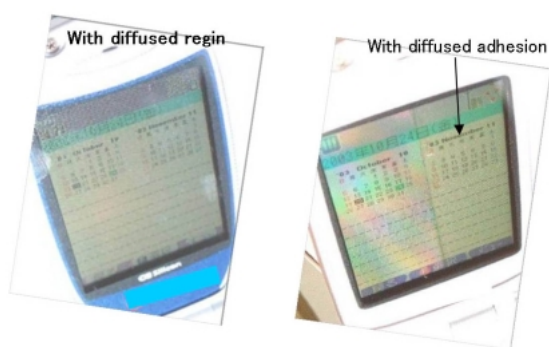


写真4 携帯電話向けLCDに適用した散乱膜CFの効果(イメージ)

Photo 4 Image of color filter with diffuser adapted to cellular phone.

むすび

アドバンスド TFT-LCD は携帯電話やデジタルスチルカメラなどのモバイル機器に幅広く採用されており、この散乱膜CF技術により高付加価値を付与させて更なる高品位化を図ることで、市場浸透性を高め、多様化するユーザーのニーズに幅広く対応できている。今回開発した高品位アドバンスド TFT-LCD に採用した散乱膜CF技術は、超広視野角特性を特徴とするモバイル ASV 技術と融合させることにも成功し、現在では主にカムコーダ及びデジタルスチルカメラ用途向け LCD に採用されており、今後は他のモバイル機器向け LCD への展開も期待されており、モバイル LCD 市場での更なるシェア拡大が期待されている。

謝辞

本開発にあたり、多大なご指導とご協力を頂きましたディスプレイ技術開発本部、モバイル液晶事業本部の皆様へ感謝致します。

参考文献

- 1) Y.Narutaki, et al; Euro Display 99 late-news papers, 121 (1999).
- 2) M.Kubo, et al, Journal of the SID 8/4, 299 (2000).
- 3) T.Uchida; AM-LCD95 digest. 23 (1995).
- 4) S.Mitsui, et al; SID92 digest, 437 (1992).
- 5) Y.Ishii, et al; Euro Display 96 digest, 115 (1996).
- 6) Y.Narutaki, et al; IDW02, pp.299 (2002).
- 7) K.Fujimori, et al; SID02 Digest Tech. Papers 28, 1382 (2002).
- 8) 藤森, 鳴滝, 木村; シャープ技報, 85, pp.34-37
- 9) Pat. No. JP2976773号

(2005年6月17日受理)