

テーマ名 : 「小型超高精細液晶ディスプレイの開発」  
 実施時期 : 平成18年7月4日から実施

**小テーマ名 : A-1-3 視野角拡大光学補償フィルムの開発**

表1 試作したフィールドシーケンシャルカラー液晶ディスプレイと市販ディスプレイとの比較

	試作した LCD の特性	市販 VA 液晶パネル	市販 CRT
輝度	260 cd/m <sup>2</sup>	150 ~ 350 cd/m <sup>2</sup>	100 cd/m <sup>2</sup>
暗室コントラスト	240:1	80:1	250:1
屋内環境コントラスト	180:1	50:1	25:1
視野角左右 (コントラスト比 5 以上)	160° 以上、		約 180°
視野角上下 (コントラスト比 5 以上)	100° 以上		約 180°
応答時間	0.6 ~ 6.3msec	10 ~ 60msec	1msec 以下

液晶ディスプレイの広視野角化を実現するため、液晶セルおよび光学補償フィルムの光学特性の解析法を確立し、それを必要な構成素子の構造および設計法について検討を行う。また得られた設計法に基づいて光学補償フィルムの最適化を行い、広視野角液晶ディスプレイを実現するために必要なセルパラメータを明らかにすることを目的に取り組してきた。

**フェーズ :**

従来の液晶セルの設計では、直線偏光を入射することをベースとして、複屈量を液晶で制御する方式をとってきた。このため、バンド面内以外の方位の斜め方向から見ると、分子配向の回転する配向をしているため、複屈折と共に偏光面の回転の特性が加わっていた。例えば、上下方位の大きな傾斜角度の方向では黒表示における光の漏れが生じ特性の劣化が生じていた。

この課題に対し、光学設計のベースを従来の直線偏光から円偏光にすることにより、液晶配向の回転特性が影響しない方法を採用した。これにより、上下左右の全方位にわたる広視野角特性を実現できることになる。この新しい設計では、直線偏光を円偏光に変換させることから、基板の両側に2軸性のフィルムを用いる構造とした。以上の原理に基づいて、具体的に6インチのTFTアクティブマトリクスによるフィールド・シーケンシャル・カラー液晶ディスプレイ用の液晶セル及び光学補償用複屈折フィルム、偏光板の設計を行った。この試作パネルでは、本設計値による光学設計のため、高いコントラストで、広い視野角特性が得られている。また、これは、フィールド・シーケンシャル・カラー表示のため、一画素で1色を表示しており、サブピクセルのない高い輝度で鮮明な画像が表示されていることと、従来の液晶ディスプレイでは実現できなかった、CRT並の優れた動画特性が得られていることを確認した。このパネルの光学特性に関わる特性と、比較のために市販のVA方式の液晶ディスプレイ(通常のマイクロカラーフィルタ方式)及び広く用いられているCRTの特性を表1にまとめて記した。

**フェーズ :**

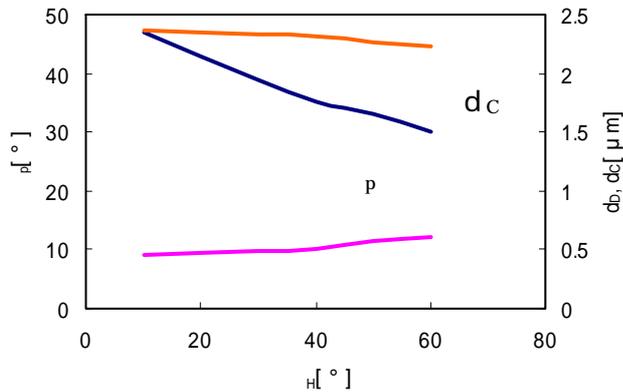
液晶セルの配向膜容量および表面極角アンカリング強度を考慮した液晶ディスプレイの光学設計プログラムを作成し、これを基に液晶セルおよび位相差フィルムの設計を行った。

理論計算の結果と実験値との比較を行い、その結果の一致から本設計プログラムの妥当性を確認した。また、OCB液晶セルと位相差フィルムの設計条件を導出し、これをもとに液晶セルの試作を行った。偏光顕微鏡を用いたコントラストの測定を行い、コントラスト比1350:1が得られることを確認した。さらにこれらの結果を基にして高品位OCB液晶パネルの低電力化の設計を行った。液晶ディスプレイパネルの透過率を向上させるためには、セルギャップを増加させれば良いが、一般にセルギャップの増加は応答時間および黒状態電圧を増加させることからFSC-LCDにとって致命的な問題となる。本研究では、応答時間や黒状態電圧の増加を考慮した上で透過率を最大とするOCB方式液晶パネル設

計を行った。また視野角およびコントラスト比の向上を図り、高品位で低電力な液晶パネルの実現について検討を行った。

補償フィルムに、通常の単純なハイブリッド配向の DLC フィルム 1 枚 (計 2 枚) と C-plate を用いた実用に適した構成の OCB-LCD の視野角特性に対し、補償フィルムの 4 つの設計パラメータを系統的に最適化するプロセスを開発した。

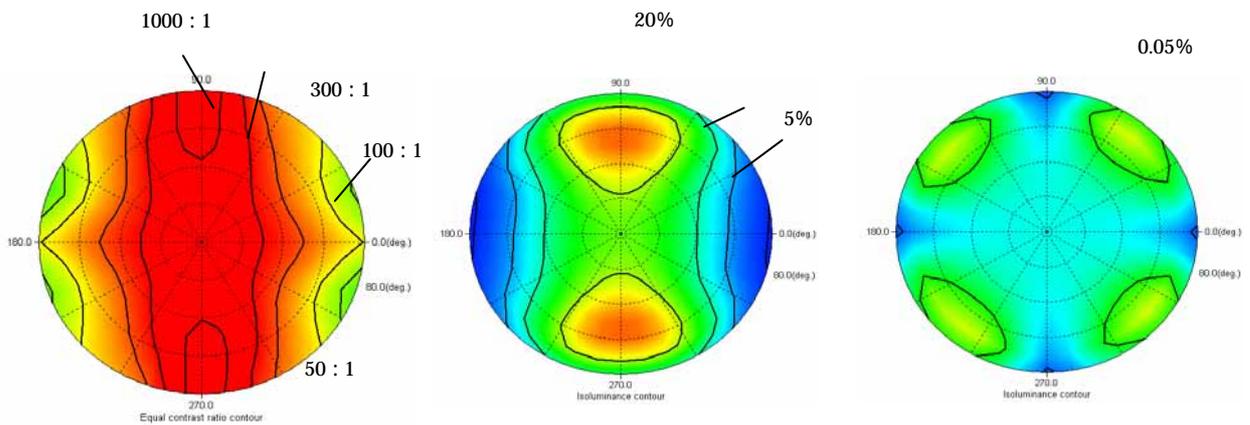
図 3 視野角を最大化する補償フィルムの設計パラメータの組み合わせ



最適化プロセスで求めた、DLC フィルムの各ハイブリッド角度  $H$  に対して視野角を最大化する DLC フィルムのプレチルト角  $p$ 、厚さ  $d_0$  および C-plate の厚さ  $d_c$  の組み合わせを図 3 に示す。

その結果、応答時間の低減および黒電圧の低下を考慮した上で透過率を最大とする液晶パネル設計を行い、応答時間 4ms、黒電圧 7.5V、白レベル透過率 75% という特性を有する OCB 方式液晶セルの設計を行った。さらに視野角およびコントラスト比の向上について検討を行い、C-Plate を用いて

ディスコティック補償フィルムの光学補償機能を補正することで正面コントラスト 3000:1 以上、視野角左右 160 度以上、上下 140 度以上 (コントラスト 50:1 以上) という広視野角特性が実現できることを示した。これにより高品位で低省電力という特性を有する液晶パネルの実現が可能であることが示された。



(a) 等コントラスト曲線 (b) 等輝度曲線 (c) 光漏れ

図 4 補償フィルムを最適化したときの視野角特性の代表例 (ハイブリッド角度  $H = 30^\circ$  の場合)

今後の取組：

小型OCBモード液晶ディスプレイの視野角を拡大する要素技術であり、他の研究テーマと技術融合により医療用ディスプレイの実用化に取り組みます。こうした取組により、大企業では取り組みしないニッチトップな小型液晶デバイスメーカーの創出が青森県内に期待され、また、東北化学薬品、アンデス電気、東芝メディア機器、エーアイエス、東北デバイスなど県内企業がモニター実装組立、駆動回路製造、バックライトシステム製造、ブラックマトリクス基板製造などの部品製造組立により、雇用面で新たに30名～50名の雇用創出が期待できる。

#### 小テーマ名：A-1-4 OCB 液晶ディスプレイ構築のための応用研究

##### 【超大型・低電力液晶ディスプレイ構築のための要素研究から変更】

高速応答液晶モード（OCBモード）を、LCOS（Liquid Crystal on Silicon）デバイスに適用し、最適化を図る研究を行う。さらに高速応答LCOSデバイスを用いた低消費電力で高品位な表示（フィールド・シーケンシャル表示）を実現する投射型システムの研究に取り組んできた。

フェーズ：

フェーズにおいては、液晶の配向転移の検討とLCOS素子の試作検討、プロジェクターの実証と駆動方法の検討を行った。

液晶表示モードに高速応答するOCBモードをLCOS素子に適用して試作してきた。OCBモードはスプレィ配向した液晶に電圧を印加してベンド配向に転移させて表示に用いるが、LCOS素子では配向転移がしにくく、液晶のスプレィ配向からベンド配向への転移が認められなかったり、画素毎に転移は始まるが連続して広がらない現象があった。そこで、OCBモードの配向転移を確実にさせることを目的に、各種条件でLCOS素子を試作し、画素段差、面内スペーサー、カイラル剤、液晶物性の検討を行なった。

また、OCBモードを適用したLCOS素子を試作した。LCOS素子の各画素は2個のMOS型トランジスタで構成され、画面全体の表示を一度に書き換える一括転送方式のIC基板を使用した。なお、素子の画面サイズは対角0.53、画素数は960×600dotである。OCBモードの駆動電圧が高い（白レベル約4、黒レベル約7）ため、LCOSのシリコン基板のMOS型トランジスタの耐電圧（標準9Vpp、最大12Vpp）からして駆動電圧のマージンが小さい。これでは、各フィールドに先頭パルス電圧の印加、加えてオーバードライブ駆動の採用も困難になると予想される。そこで、液晶の駆動電圧の低電圧化が必要で、高nの液晶材料を用いて検討を行なっている。

OCBモードを適用したLCOS素子を、フィールドシーケンシャル方式で駆動し、簡易な評価用プロジェクション光学系に搭載して動画像表示を行なった。フィールドシーケンシャル方式は、R/G/Bの各色を順次表示するために、カラーブレイク（色割れ）と呼ばれる原理的な欠陥がある。この方式を市場に受け入れさせるには、まばたきや眼の移動でR/G/Bの単色を感じさせないレベルに低減する必要がある。以下にプロジェクターの概略と駆動方法の検討について述べる。

#### （1）プロジェクターの概略

LCOS素子をフィールドシーケンシャル方式で駆動する回路を作製した。

プロジェクション光学系は、光源からの白色の照明光を色分解するカラースイッチと、PBS（偏光ビームスプリッター）と、投射レンズとから構成される。光源には120WのUHP（超高压水銀）ランプを用いた。

この評価用光学系の問題点は、まずUHPランプとその電源が大きく重いこと、次に白色PBSの波長分散が大きくコントラストを低下させること、さらにカラースイッチの色分解性能（特に赤色）が悪く色再現性が劣ることなどがある。