

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。

(2) 駆動方法の検討

倍速駆動(フレーム周波数 120Hz、フィールド周波数 360Hz)の場合、1 カラー画像(1 フレーム)の割当時間(8.3ms)内に、R/G/B の画像信号を LCOS 素子に順次書き込んで表示を行なう。これに同期して画面を照射する光を R/G/B と順次高速で切り替える。光源の照明時間は各フィールド期間(2.8ms)の 2/3 とし、1/3 の時間(0.9ms)は消灯して液晶の応答を待つ。各フィールドは同じビデオ信号を極性反転して 2 回の表示を行い、電荷の片寄りによる焼き付きやフリッカーを防いでいる。倍速駆動 360(120x3)Hz の表示では標準駆動 180(60x3)Hz の場合と較べて、カラーブレイクの低減が認められた。そのためには、液晶の応答時間<0.9ms(消灯時間)が必要となる。

各フィールドの先頭に 1 ~ 2 の一義的なパルス電圧を重畳して、黒表示の挿入による動画性能の向上、階調反転の防止、液晶の応答速度の向上を狙った。

各種条件の LCOS 素子を試作評価して、基板わずかな段差は転移の核にならないばかりか、転移の広がりを妨げることがわかった。また、面内スパーサーは配向転移の核となり効果のあることを確認できたが、スパーサーがなくとも、ツイスト状態を作りやすくするために液晶にカイラル剤を添加することや、液晶材料の選定を行なうことで、液晶のスプレイ/バンド配向の転移を確実にできることを明らかにした。

OCB モードを適用した LCOS 素子を試作し、駆動周波数が倍速のフィールドシーケンシャル方式で駆動し、プロジェクション光学系に搭載して、カラーブレイクが低減する投射動画像表示を実現できた。応答時間の測定で受光素子の遅延時間の対策、反射型素子のリタレーションの測定など、高速応答する反射型表示の評価を可能にするべく、現在進めている平行光線での電気光学測定システムを早急に構築し、カイラル添加や D 社製での特性評価をきちんと行ない、LCOS 素子に適用する OCB モードの最適化を図る予定である。

フェーズ :

LCOS の半導体部分は液晶画素への書き込み特性は十分であるため、既存のものを用いた。その上で、液晶部分の設計・製作を進めた。また、駆動回路技術については大型パネルとは異なり、一括書き込み型のフィールド・シーケンシャル方式に基づいた回路構成を実現することとした。さらに投射光学系について LED を用いた光学系を構築することとした。

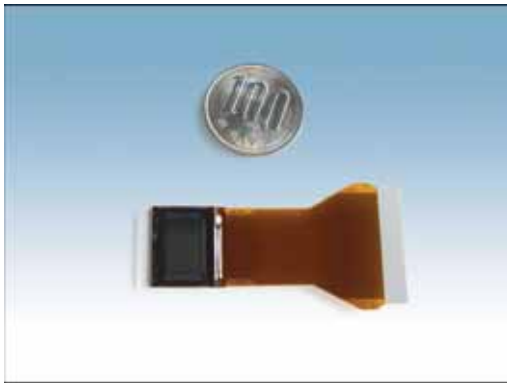
あわせて、コントラスト、リタレーション等透過型/反射型光学素子の性能を高精度に評価できるシステムの構築を行った(目標: 装置コントラスト 10,000 : 1)。

その結果、LCOS を用いた投射型液晶ディスプレイを試作し、課題を明確にした。また、評価システムを作り上げた。具体的には、無機配向膜を用いた OCB モード LCOS デバイスの開発を行い、特に OCB モード液晶表示の高速応答性能を無機配向膜で高品位かつ高信頼性を実現した。高速応答性能を持つ OCB 液晶表示モードを、LCOS デバイスに適用した「OCB モード LCOS デバイス」の開発に成功、試作した。本デバイスの応答時間は約 1ms であり、画像の書き換え時間の短縮や動画性能の向上を実現した。

また、OCB モードに無機(SiO₂)斜方蒸着配向膜を導入したことにより、ポリイミド・ラビング配向膜で見られるムラやスジのない高品位な画像表示と、耐光性に優れた信頼性の高い LCOS デバイスを実現した。

高速応答を実現した本デバイスの開発により、単板でカラー表示のフィールド・シーケンシャル駆動方式の技術を確認、液晶が倍速駆動(フィールド周波数 360Hz)に追従できたことで色割れ(カラーブレイク)現象を軽減した。本デバイスの応用システムとして、小型光学系を実現し低消費電力につながる「LED(発光ダイオード)光源小型 LCOS プロジェクター」と、画素シフトによる画素 4 倍化を実現した「画素シフト FHD(フルハイビジョン) LCOS プロジェクター」の試作に成功した。

また、透過型/反射型光学素子の性能を高精度に評価できるシステムの構築を行った。偏光ビーム・スプリッタの偏光乱れを 1/4 波長板で補正することにより、光学ノイズが大幅に低減され、632.8nm の波長について装置コントラスト 40,000 : 1 を達成した。



今後の取組：

残された課題として、動画性能の更なる改善を図るには、黒画像を書き込み表示（黒挿入）することが効果的と考えられ、現行の液晶の応答時間を改善することで実現ができるが、実用化に当たっては、LCOSの耐圧を下回る駆動電圧への低下等の課題があるため、具体的な対応方策等について検討していくこととしている。また、計測システムについても、複数波長における光学評価装置の精度検証と実素子の性能評価を通して、得られた結果の再現性を検証する必要がある。

小テーマ名：A-1-5 フィールド・シーケンシャル法に適したバックライトシステムの設計・試作

本研究はフィールドシーケンシャルカラー方式の大型直視型フルカラー液晶ディスプレイ実現のための技術開発を目的としている。LEDを使ってもCCFLと同等の表示輝度を、色ムラ・輝度ムラなしに達成できることを実証する。そしてフィールドシーケンシャルカラー方式ということで生じるスキニング・バックライトの設計条件を明確化・理論化し、実証する。その上で、光学的・回路的に高効率化の追究について取組してきた。

フェーズ：

フィールドシーケンシャルカラーLCDを実現できることを実証するために、まず、6インチフィールドシーケンシャル・TFT-カラーOCB液晶パネルを試作し、各種設計条件等の明確化を図った。また、6インチ試作パネルによる検証結果を基にして15インチパネルの試作に取組した。

従来のLED駆動回路では、LED用電源として定電圧電源を利用し、特性にばらつきのあるLEDの最悪の場合に合わせてLED用電源電圧を決めており、必然的に高めの定電圧とされることから無駄な電力の発生を余儀なくされていた。このような無駄な電力を削減可能としたLED駆動回路を提案し、その省電力化が可能であることを実証した。

具体的には、表2の諸元により試作を行ったが、本ディスプレイの特長として次の点を上げることができる。

- (1) 3原色に対応するサブ画素がないので画素形状が正方形である。
- (2) バックライトは10箇の水平ブロックに分割され、それぞれの左右端に赤緑青のLEDを光源として持つ。
- (3) 各ブロックのLEDの点灯タイミングと点灯時間幅は独立に制御される。

各色フィールドは5.6msであり、その内2~3msを点灯時間に割り当てている。残りの3.6~2.6msはそのブロックに対応する画素が書き替えられてからの遅延時間であり、これはOCBモード液晶が階調間遷移でほぼ平衡状態に達するまでの時間として使われている。また、試作ディスプレイにより、色割れと動きボケについて観察し、予測通りの結果を得た。テロップで流される文字を見ると、本方式ではすっきりとして可読であるのに対して、従来方式では色割れし判読不能であった。

この結果、色順次方式の液晶表示装置においては、動き補間とブランキングの組合せがCRT同等の画質を得るのに大変有効であることを実験、試作機により確認した。