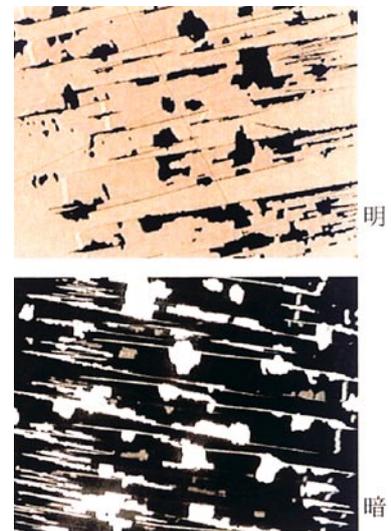


Research and Development of Ultra-fast  
and Ultra-high Contrast Ratio  
Full Color Liquid Crystal Display  
超高速・超高コントラスト比  
フルカラー液晶ディスプレイの研究開発

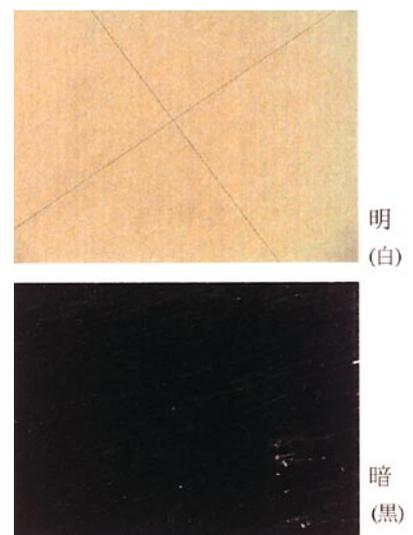
プロジェクトリーダー 小林 駿 介  
山口東京理科大学  
基礎工学部 教授



(a) ジグザグ欠陥と反転ドメインを含む相

## 1. 研究目的

液晶ディスプレイ (Liquid Crystal Display = LCD) は低消費電力、低電圧駆動、カラー表示などすぐれた特長を持っています。その特長を生かして、コンピューター、テレビ、その他のAV機器、自動車のナビゲーターの表示などに広く用いられています。しかし、ほとんど唯一と言ってよい欠点は応答速度が遅く、ネマティック液晶を用いた場合最善でも応答時間は2ms程度であり、十分な動画表示対応ができないことであります。最近になってますます情報ネットワークが整備されつつあります。それにつれて動画対応のLCDの実現が求められています。カイラルスメクティックC (SmC\*)を用いた強誘電性液晶 (Ferroelectric Liquid Crystal = FLC) は時定数数  $10 \mu\text{s}$  ~ 数  $100 \mu\text{s}$  と高速応答であることは1980年以来従来から知られていました。しかしFLCでは従来ジグザグ欠陥が生じ易く充分高いコントラスト比が容易には得られないという問題がありました。その間ほぼ12年の歳月を要しましたが、1997年になってようやく無欠陥で高コントラスト比を示すFLCDの作製の予備実験に成功しました。本プロジェクトはこれらの予備実験の成果を基礎として産学共同で研究を進め、SmC\*系物質であるFLCの高速応答性を生かし、無欠陥で高コントラスト比を示すLCDマトリクスセルを作製し、それを用いてフィールドシークエンシャルフルカラーLCDを実現するために必要とされる学術的基礎研究および応用的研究開発を行い、情報ネットワーク時代の要請に応えるLCDの実現に資することを目的としております。



(b) 無欠陥 - 様相 0.2mm

図1 FLCDの顕微鏡組織

## 2. 研究の内容

### (1) 無欠陥FLCDセルの作製 = ラビング法と光配向法 =

一口に液晶ディスプレイといっても約20種類の方式が知られています。それらのうち主なものではまず1)電界ゼロで一様な白(明)と黒(暗)を得ることができ、つぎに2)白と黒の間を電氣的にスイッチできる(電気光学効果)そして3)カラー表示ができることが大切であります。FLCDにおいては、図1(a)に示すようなジグザグ欠陥と呼ばれる欠陥が発生し易く、これら欠陥は光漏れの原因となり高いコントラストが得られません。本研究を通して明らかになりつつあることは1)液晶セル内で液晶と接する配向膜の表面が適度に平滑であること、そして2)ラビング処理において適度なプレティルト角の発生であります。本研究により図1(b)に示すようなC-2一様状態と呼ばれる相が実現できることを世界ではじめて示しました。この実現のためには平滑度がよいITO膜の使用、そして展性のよいポリイミド膜を使用することです。ポリイミド膜は日産化学工業(株)が合成しました。また、UV光の斜方照射を含む二重照射法により世界ではじめて無欠陥FLCDの作製にも成功しました。

### (2) 高分子安定強誘電性液晶ディスプレイの実現

カイラルスメクティックC(SmC\*)相の液晶を用いた強誘電・反強誘電性液晶(FLC, AFLC)LCDの方式は現在6種類の方式が知られています。それらのうち側鎖型光重合高分子により安定化 Mesogenic sidechain polymer stabilized = PS)FLCDを作製しました。この方式は高コントラスト比(230:1)高速応答( $t_r = 130 \mu s$ ,  $t_f = 130 \mu s$ )連続階調可能、FETによるスイッチ可能などの長所を持っています。高分子材料の合成は大日本インキ化学工業(株)が担当しました。このデバイスの構造解析を行い、また電気光学特性をコンピューターシミュレーションにより説明することができました。

### (3) 高分子安定強誘電性液晶デバイス(PS-FLCD)によるフィールドシーケンシャルフルカラーLCDの研究

3cm x 3cm、8 x 8のドットマトリクスを作製しFETで駆動しました。LEDを光源としてフレームレート330Hzでカラーバーの動画表示および中間調表示を行うことができました。図2に電気光学特性と電氣的駆動のタイミングチャートを、また図3に表示のカラー写真の例を示します。そして現在ディスプレイの性能にとって一番大切な明るさについて研究を行っています。

### (4) 高分子安定FLCDによる光論理ゲート

PS-FLCDを2枚重ねることにより電気信号入力に対して、AND、NAND、OR、XNORのすべての論理演算を行うことができることが示されました。この方式はまた情報表示にも用いることができる。

以上説明してきましたこれらの成果の学術論文発表を行い、また特許申請をしました。そして近い将来その到来が予定されている情報ネットワーク社会にとって不可欠な動画表示対応可能な情報表示媒体の提供に役に立つことができると期待しています。

## 3. 研究の体制

期 間：1998年6月～2003年3月

構 成：プロジェクトリーダー 小林駿介(山口東京理科大学・液晶研究所 所長・教授)、コアメンバー3名、研究分担者6名、研究協力者8名

実施場所：山口東京理科大学 液晶研究所

(山口県小野田市大学通 1-1-1)

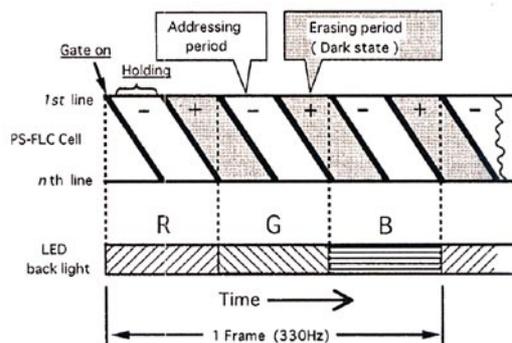
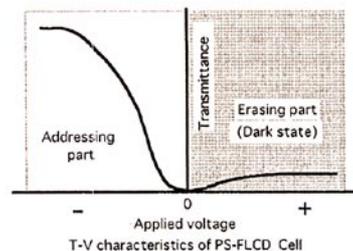


図2 PS-FLCDを用いたフィールド順次フルカラーLCDのタイミングチャート

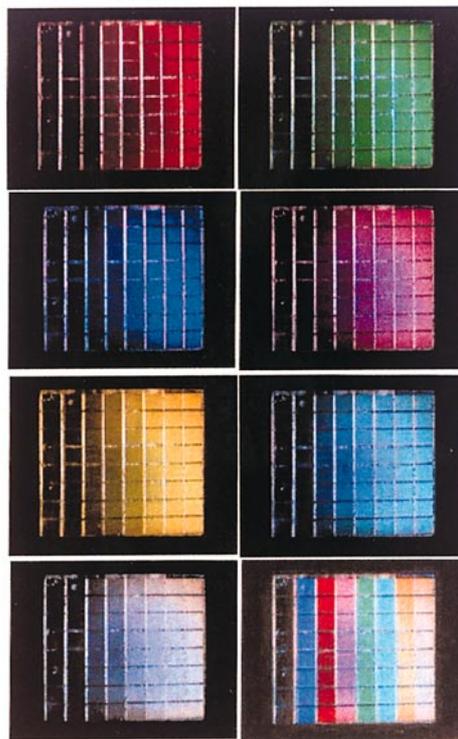


図3 フィールドシーケンシャル PS-FLCDの表示例