

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-545160  
(P2008-545160A)

(43) 公表日 平成20年12月11日(2008.12.11)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)  
G 0 2 F 1/1337 (2006.01) G 0 2 F 1/1337 5 1 5 2 H 0 9 0

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 44 頁)

(21) 出願番号 特願2008-519148 (P2008-519148)  
(86) (22) 出願日 平成18年6月28日 (2006.6.28)  
(85) 翻訳文提出日 平成20年2月28日 (2008.2.28)  
(86) 国際出願番号 PCT/JP2006/313349  
(87) 国際公開番号 W02007/001088  
(87) 国際公開日 平成19年1月4日 (2007.1.4)  
(31) 優先権主張番号 11/168, 923  
(32) 優先日 平成17年6月29日 (2005.6.29)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)

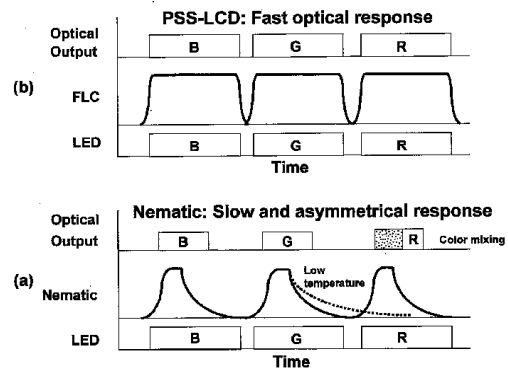
(71) 出願人 505272490  
ナノロア株式会社  
神奈川県川崎市高津区坂戸3丁目2-1  
(74) 代理人 100099759  
弁理士 青木 篤  
(74) 代理人 100077517  
弁理士 石田 敬  
(74) 代理人 100087413  
弁理士 古賀 哲次  
(74) 代理人 100089901  
弁理士 吉井 一男  
(72) 発明者 望月 昭宏  
アメリカ合衆国, コロラド 80027,  
レイビル, オーチャード ドライブ 40  
0

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子

(57) 【要約】

一対の基板、および該一対の基板の間に配置されたスメクチック相液晶材料を少なくとも含む液晶素子。スメクチック相液晶材料の分子長軸または n - ディレクタは、バルク材としてその層法線に対してチルト角を有し、且つ、スメクチック相液晶材料の分子長軸はプリセット配向方向に平行に配列し、結果としてその長軸層法線を与える。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

一对の基板と、

該一对の基板の間に配置されたスメクチック相液晶材料とを少なくとも含む液晶素子であって；

該スメクチック相液晶材料の分子長軸または  $n$  - ディレクタが、バルク材として、その層法線に対してチルト角を有し、且つ、該スメクチック相液晶材料の分子長軸が、プリセット配向方向 (pre-setting alignment direction) に対して平行に配列して (align)、その長軸層法線を与える液晶素子。

**【請求項 2】**

一对の基板と、

該一对の基板の間に配置されるスメクチック相液晶材料とを少なくとも含む液晶素子であって；

該スメクチック相液晶材料の分子長軸または  $n$  - ディレクタが、バルク材として、その層法線に対してチルト角を有し、且つ、該液晶素子が、初期 (initial) プリセット配向方向に (along with) 消光角を示す液晶素子。

**【請求項 3】**

一对の基板と、

該一对の基板の間に配置されるスメクチック相液晶材料とを少なくとも含む液晶素子であって；

該スメクチック相液晶材料が、バルク材として、その層法線に対してチルト角を有する、その分子長軸を配向させ、

該スメクチック相液晶材料の分子長軸が、プリセット配向方向に平行に配列させるように強制され、それにより、その分子長軸をその層に垂直とする液晶素子。

**【請求項 4】**

前記スメクチック液晶材料が、バルク材として、その層法線に対してチルト角を有する、その分子長軸または  $n$  - ディレクタを示す請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の液晶素子。

**【請求項 5】**

前記スメクチック液晶材料が、スメクチック C 相材料、スメクチック I 相材料、スメクチック H 相材料、カイラルスメクチック C 相材料、カイラルスメクチック I 相材料、カイラルスメクチック H 相材料からなる群から選択される請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の液晶素子。

**【請求項 6】**

前記基板表面が、充填液晶材料に対して 5 度以下のプレチルト角を有する請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の液晶素子。

**【請求項 7】**

前記基板表面が、スメクチック相液晶材料の分子長軸がプリセット配向方向に平行に配列させ、その分子長軸をその層に対して垂直にするために充分強い方位角 (azimuthal) アンカリングエネルギーを有し、且つ、該方位角アンカリングエネルギーが、ポリマー層の機械的なラビング (buffing) により与えられる請求項 3 に記載の液晶素子。

**【請求項 8】**

前記基板表面が、スメクチック相液晶材料の分子長軸がプリセット配向方向に平行に配列させ、その分子長軸をその層に対して垂直にするために充分強い方位角 (azimuthal) アンカリングエネルギーを有し、且つ、該方位角アンカリングエネルギーが、その上部表面が偏光 UV 光により晒されたポリマー層によって与えられる請求項 3 に記載の液晶素子。

**【請求項 9】**

前記基板表面が、スメクチック相液晶材料の分子長軸がプリセット配向方向に平行に配列させ、その分子長軸をその層に対して垂直にするために充分強い方位角 (azimuthal) アンカリングエネルギーを有し、且つ、該方位角アンカリングエネルギーが、金属酸化物

10

20

30

40

50

材料の斜方蒸着 (oblique evaporation) により与えられる請求項 3 に記載の液晶素子。

【請求項 10】

斜方蒸着角が、70 度以上である請求項 9 に記載の液晶素子。

【請求項 11】

蒸着される金属酸化物材料が、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{ZrO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  からなる群から選択される一つである請求項 9 または 10 に記載の液晶素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、分極遮蔽スメクチック (以後「PSS」と称する) 液晶、ないし PSS 液晶材料を用いる、液晶表示素子 (特に、フルモーションビデオ画像用に適する表示素子) に関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年の液晶ディスプレイ (LCD) の用途拡大は、第 3 世代携帯電話用ディスプレイ、ネット携帯情報端末 (PDA)、コンピュータモニタ、および大画面直視型テレビ等、これまでにない広範な展開を見せている。これらの急速な用途拡大は、主として、近年の液晶ディスプレイ技術の性能向上および製造性向上に裏打ちされたものである。

【0003】

一方、有機 EL ディスプレイ (OLED) およびプラズマディスプレイパネル (PDP) 等の新たなフラットパネルディスプレイ技術は、それらの開発および製造において急速に進んできており、液晶ディスプレイの優位性を脅かす存在となっている。更に、それらの新たな応用分野への LCD 導入には、これらの新たな応用分野に適合するための新しいより高度な表示性能が要求されている。特に、近年急速に進んできた応用分野の大部分は、従来の LCD の低速応答特性のために、まだ従来の LCD 技術にとって困難であるフルカラー動画表示を必要とする。

20

【0004】

このような状況の中、LCD には、より高度な性能、特に、それらのすべてが従来の LCD 技術に対するものよりも速い光学応答性能を有する新フラットパネルディスプレイ技術と競合するそれらの応用分野を拡大するために、より速い光学応答を示すことが求められている。新 LCD 技術に対するそれぞれの具体的な応用分野における具体的な要請は、以下に記述する。

30

【0005】

(それぞれの応用分野における従来の LCD 技術の技術的課題)

(第 3 世代携帯電話用途および関連応用分野)

近年のブロードバンドシステムの利用可能性におけるインフラストラクチャ整備進展のために、韓国、日本およびノルウエー等の一部の国は、すでに、携帯電話に対するブロードバンドの商業サービスを有している。この劇的な送信能力の増加は、携帯電話がフルカラー動画表示を扱うことを可能とする。更に、電荷カップリングデバイス (CCD)、相補型金属酸化膜半導体センサー (CMOS センサ) 等の画像取り込みデバイスの広範な普及と併せて、上記国々における最新の携帯電話は、「話す」デバイスから「見る」デバイスに急速に変換しつつある。この第 3 世代携帯電話の「見る」機能は、フルモーションビデオ画像に限定されず、一段と高度な解像度を示す携帯電話ディスプレイを必要とするインターネット・ブラウジングにも応用可能である。

40

【0006】

この具体的な用途に、薄膜トランジスタ (TFT) 技術を用いた従来の LCD (以後、「TFT-LCD」と称する) は、6 インチを超える対角画面サイズのもの等の比較的大きなサイズのパネルディスプレイにおけるフルモーションビデオ画像能力のその性能を証明してきた。この特定応用分野における OLED との切迫した競合において、一般的な LCD 技術の利点の一つは、画面輝度と画像保持および寿命間のその高度なバランスにあ

50

る。

【 0 0 0 7 】

すべてのディスプレイ技術に対して、多かれ少なかれ、画面輝度と画像保持、寿命間のこの関係は、常に、トレードオフの関係にある。O L E Dにおける蛍光体発光特性のために、このトレードオフはL C Dのそれよりも一段と厳しい。従来のT F T - L C Dの利点の一つは、画面輝度とL C Dそれ自身の寿命間のその自由な関係である。従来のL C Dがすべて光スイッチングデバイスおよび非発光性デバイスであるので、その結果、L C Dはこのトレードオフから自由である。T F T - L C Dの現在の寿命は、大部分、T F T - L C Dそのものを構成するバックライトにより決定される。従って、屋外使用用に適合される携帯電話およびネットP D Aに対して、より長い寿命のより明るいディスプレイ、すなわち、L C D系のディスプレイを用いることは好ましい。

10

【 0 0 0 8 】

フルカラー動画表示の場合に遭遇してきたそれらの先進ディスプレイ用途に合致するためのT F T - L C Dにおける現在の技術課題は、小型の表示画面サイズでのその不良解像度ならびにその遅い光学応答であり、これは「見る」携帯電話および他の運搬装置または携帯機器に対する決定的な要請でもある。

【 0 0 0 9 】

一般に、いわゆるテレビ画像として最小の必要解像度は、クォーター・ビデオ・グラフィック・アレイ ( Q V G A : 3 2 0 × 2 4 0 画素 ) であることが必要である。副画素上の赤、緑および青 ( R G B ) マイクロカラーフィルタを用いる従来のT F T - L C D技術 ( 以下の記述および図 1 に記載されるような ) に基づき、実際の必要画素数は ( 2 4 0 × 3 ) × 3 2 0 画素である。現状市販の第 3 世代携帯電話用ディスプレイは、せいぜい、画面上にテレビ画像を見せるには充分でないクォーター・コモン・インターメディアート・フォーマット ( Q C I F : ( 1 7 6 × 3 ) × 2 2 0 画素 ) を有する。特に、携帯電話およびネットP D A用に用いられる縦長画面において、画素配置解像度は、横長画面を用いる他の用途用のそれよりも一層複雑となる。

20

【 0 0 1 0 】

図 1 に、T F T - L C Dにおける現在のR G B副画素構造の一般的な例を示す。各副画素上の各マイクロカラーフィルタは、T F T - L C Dで三原色要素の一つとして機能する。これらの物理的に分離された三原色要素の精細なピッチパターンのために、人間の目は混合色画像を認識することが可能である。各副画素は、バックライトからライトにスイッチを切り換え ( 脱漏の場合を除き選択的に伝達する )、その結果、三原色に対応するライトは副画素を通過することが可能である。空間的に分割された三原色は、R G B副画素組合せに基づく正方形画像を保持するためにその矩形副画素形状を保持することを必要とする。以下の表 1 に、Q V G A 解像度と組み合わせた画面サイズに応じて決まる副画素および画素ピッチの両方を示す。

30

【 0 0 1 1 】

表 1 . Q V G A 解像度での画面サイズに応じて決まる副画素ピッチ

【 表 1 】

画面对角サイズ (インチ)	副画素ピッチ ( $\mu\text{m}$ )	画素ピッチ ( $\mu\text{m}$ )
10	211.7	635
5	95.4	286
2.5	52.9	159
1.25	26.4	79.3

40

【 0 0 1 2 】

50

この表は、明確に、QVGA解像度を有する10インチ対角画面サイズがTFTアレイ基板における十分な設計幅を与えることを示す。しかしながら、QVGA解像度を有する2.5インチ対角画面は、4 $\mu$ mのTFTアレイに対応する従来のデザイン・ルールと比べて充分でない53 $\mu$ mピッチしか有しない。

【0013】

この極端にきつい設計幅は、二つの主要課題を提示する。これらの課題の一つは開口率の低下であり、他は製造上マスクの位置合わせ精度の問題からの製造歩留まりの低下である。開口率の低下は、バッテリーにより駆動される携帯電話およびネットPDAの場合に致命的な問題となる。より小さな開口率は、バックライト処理能力の一段と低い効率を意味する。

10

【0014】

結論として、より高い解像度を有する小画面サイズを有すること、ならびに実質的に電力消費を犠牲にすることなくフルモーションビデオ画像用に充分速く駆動することを要求される第3世代携帯電話用ディスプレイおよびネットPDA用途には、より高品質のフルモーションビデオ画像再生用の十分に速い光学応答に加えて、十分に高い開口率を保持しつつのより高い解像度が必要とされるであろう。

【0015】

(大画面直視型LCDテレビ用途)

近年、LCDおよびPDP等のフラットパネル型ディスプレイ技術が、直視型ディスプレイおよび投影型ディスプレイ両方の分野において従来から陰極線管(CRT)技術により支配されている家庭用大型画面テレビ市場にも急速に普及する様相を見せていることは周知の事実である。一般に、この特定用途分野用のPDPのそれらに比べてのTFT-LCDの一つの利点は、そのより高い解像度およびその精細な画像品質である。この利点のために、TFT-LCD系テレビは、今、CRT支配の画面サイズ(すなわち、20インチ~40インチ間)市場でそれらの市場シェアを伸ばしつつある。他方、PDPは精細ピッチの画素パターン化に幾分の難点を有するが、反面、TFT-LCDのそれよりも大型のパネルサイズの容易な製造における利点を有する。従って、PDPは、主として、60インチ画面を超えるテレビの商業的使用のために開発されている。

20

【0016】

TFT-LCDは、既に、12インチから20インチのモニタ等のラップトップおよびデスクトップコンピュータ両方に対するコンピュータモニタ画面の分野では大きな市場を形成してきているが、しかしながら、コンピュータモニタとテレビに要求されるべき画像性能は、全く異なる。コンピュータモニタ・ディスプレイ用に要求される画面輝度は、それらが明視の距離において用いられるので、200cd/m<sup>2</sup>以下等のより低い値に限定される。コンピュータモニタ・ディスプレイの表示内容がテキスト中心であるため、殆どの場合、フルカラー動画再生用の256階調ではなく、各色32~64階調で充分である。

30

【0017】

大画面直視型テレビ用途に対して、特に20インチを超えるテレビ画面の場合において、画面輝度、コントラスト比、フルカラー階調、および視野角は、テレビ画像として十分に良好な画像品質を与えるために極めて重要である。特に、35インチを超えるテレビ等の大画面テレビにおいては、その画像品質は、画像ボケを見せることなく512階調以上等のより深い階調を与えるために極めて重要である映画画像品質のそれと実質的に同じであると期待される。直視型テレビ用の必要解像度は、NTSCの場合にVGA(640×480画素)、WXGAの場合により高い解像度(1,280×768画素)、およびHDTVの場合にはフル標準(1,920×1,080画素)等である。

40

【0018】

大画面直視型テレビ用途においては、小型の高解像度ディスプレイ用途とは違った極めて明白な差異がある。この差異は、画面画像速度関係に基づく。

【0019】

50

両方共W X G A解像度を有する20インチと40インチ画面間の二つの画面画像を比較する場合、20インチ画面の画面对角距離は、40インチ画面のその半分である。しかしながら、テレビ画像としての画面フレーム周波数は、20インチと40インチ画面間で同じである。これは図2に示すような画像速度差をもたらす。画面画像速度は、単純に対角サイズに比例する。全体解像度がW X G Aのそれと同じである場合、40インチ画面の画素サイズは20インチ画面のその4倍となる。より大きな画素はより小さな画素サイズよりも一層分かりやすい。特に、従来のT F T - L C Dの比較的遅い光学応答は、より大きな画面サイズを構成するより大きな画素サイズにおいて一段と認知しやすい。これは、テレビ画像品質における致命的問題である認知しえる遅い光学応答を避けるために、より小さな対角画面パネルにおけるそれよりもより大きな対角画面パネルにおける各画素でのより速い光学応答を必要とする。

10

#### 【0020】

C R Tに基づくテレビ画像において、各画素での蛍光体発光は、従来のT F T - L C Dに比べて数マイクロ秒のような速度で極端に速いので、その結果、画面サイズに関わらず、画面サイズに応じて決まる画面画像速度は人間の目の時間分解解像度を遥かに超える。しかしながら、従来のT F T - L C Dでの光学応答は、一般に、数十ミリ秒であり、中間調表示での光学応答時間は200ミリ秒である。一般的な人間の目の時間分解能が百ミリ秒であると言われているので、従来のT F T - L C Dの遅い光学応答時間は、人間の目に充分認知できる。従って、従来のT F T - L C D技術を用いる大画面直視型テレビは、大抵の人間の目にとってC R Tに基づくテレビ画像と同じの自然なテレビ画像の再生の点で、深刻な問題を抱えている。

20

#### 【0021】

従来のT F T - L C Dテレビにおけるもう一つの画像品質上の課題は、その画像ボケである。この画像ボケは、T F T - L C Dの遅い光学応答が原因ではなく、そのフレーム応答性に原因がある。C R T技術に基づくテレビは、フレームにおいて極めて短いしかし極めて強い発光を用いる。この蛍光体からの発光時間は、60Hzのフレーム周波数に対する16.7ミリ秒のフレーム時間での数マイクロ秒ほどである。この短いが著しく強い発光は、人間の目にある種の衝撃を与え、人間の目に1フレーム画像をもたらす。反対に、従来のT F T - L C D画像は、1フレームの間同一の輝度レベルを保持する。特に細かな動画表示画像において、1フレームの時間帯でのこの保持型輝度は、結果として画像ボケを作る。フィルムをベースとする映画画像も、同様の画像ボケ問題を有する。今、映画画像は、この画像ボケを防ぐためのブランキングを作製するため機械的シャッターを入れている。

30

#### 【0022】

(その他のフルカラー動画表示を必要とする用途)

上述のように、近年のT F T - L C Dの用途の大部分は、フルカラー動画表示を必要とする。テレビ用途はもちろんのこと、デジタル多用途ディスク(D V D)、ゲーム用モニタ、更にコンピュータモニタ用ディスプレイも、テレビ画像と組み合わせて用いられる。実際の要求画像品質は、特にテレビ画像の場合、高度に画面サイズに依存するけれども、C R T同等のテレビ画像品質はすべてのフルモーションビデオ画像用途に対して絶対的に必要となる。この極めて明白な要請において、従来のT F T - L C Dは、それらの光学応答時間、特に、上述のような中間調表示応答における深刻な問題を有している。

40

#### 【0023】

更に、1フレームの間の一定輝度による画像ボケは、T F T - L C Dをテレビ画像用途に応用させるのを難しくする。文献International Display workshop in Kobe, "Consideration on Perceived MTF of Hold Type Display for Moving Images"; p p . 8 2 3 - 8 2 6 , ( 1 9 9 8 ) , T.Kuritaらに記載されている通りに、バックライト・ブランキングを挿入することによりT F T - L C Dにおけるこの致命的な画像ボケ問題を低減するため、いくつかの試みがなされてきた。しかしながら、この方法は、現在、T F T - L C D寿命時間を決定するための支配的要因であるバックライト寿命時間を短くする。テレビ用

50

途として、このブランキングによるバックライト寿命時間の短縮化は、TFT-LCDテレビの価値を有意に低下させる。

【0024】

(技術的課題)

新たな技術により解決されるべき技術的課題は、幾分、実際の用途分野に依存している。各具体的な用途分野に対して、以下の説明は、各用途において解決しようとする特定の技術的課題を示す。しかしながら、PSS-LCDsでの液晶分子配向の強化に基づく上記必要条件を解決する原則的な技術は一般的である。PSS-LCD、すなわち、分極遮蔽スメックチック液晶ディスプレイは、米国特許出願US-2004/0196428-A1号明細書に記載されているように発明されてきた。この技術の概念および目的は、より高い表示性能および/又は、より高い生産性またはより高い製造収率を実現することの観点から、PSS-LCDの液晶分子配向を得るために最も基本的な方法を提供することである。

10

【0025】

(小画面高解像度ディスプレイ)

上述の通り、従来のマイクロカラーフィルタ方式のTFT-LCDは、より小さな画素ピッチに基づく有意に低い開口率および製造歩留まり低下のために、この特定用途に対するその適用性に深刻な問題を抱えている。高解像度ディスプレイを有する小画面サイズにおいて高開口率を保持するための有効な手段として、時間分割カラー表示が知られている。

20

【0026】

文献International Workshop on Active Matrix Liquid Crystal Displays in Tokyo(1999), "Ferroelectric Liquid Crystal Display with Si Backplane"; A. Mochizuki, pp. 181 - 184, *ibid.*; "A Full-color FLC Display Based on Field Sequential Color with TFTs", T. Yoshihara, pp. 185 - 188等の時間分割カラー表示に関する2、3の論文には、時間分割カラー表示のいくつかの利点が詳細に記述している。

【0027】

これらの論文に記載されているように、時間分割カラーは、同じ一つの画素を用いて時間的に順番に赤、緑、および青色を現す。時間分割カラーを実現するための高速光学応答は、このシステムにおいて最も重要である。色割れ現象を起こすことなく自然なカラー画像を示すために、液晶スイッチングにおいて少なくとも3倍速い光学応答が、従来のマイクロカラーフィルタカラー再生方式のそれよりも3倍のフレーム周波数を有するために必要とされる。

30

【0028】

最も一般的であり最近主流の駆動モードである従来のツイステッドネマチック(TN)液晶駆動モードは、この3倍のフレーム周波数を満足させるための十分なスイッチング時間を有しない。従って、新しい高速光学応答液晶駆動モードが、時間分割カラー表示を実現するために必要である。我々が高速光学応答液晶駆動モードを有することができる限り、時間分割カラー表示は、図3に示すように高開口率および高解像度の両方を実現することが可能であり、より低い電力消費を伴う第3世代携帯電話ディスプレイ用に輝度、高解像度、および十分に高速の光学応答を与える。

40

【0029】

時間分割カラー表示方式は、既に、ネマチック液晶を用いた方式、シリコンバックプレーンを用いた表面安定化強誘電性液晶(SSFLC)表示方式、およびTFTによるアナログ階調表示可能な強誘電性液晶方式が提案されている。ネマチック液晶を用いる時間分割カラー表示は、ネマチックLCDとして2ミクロンの極度に薄いパネルギャップを有する。これは、液晶の180Hzフレーム周波数応答を実現する。この方式は、文献"Denshi Gijyutsu(Electronics Technology)", July, 1998 in Tokyo "Liquid crystal fast response technology and its application"; M. Okita, pp. 8 - 12 (日本語)に

50

記載されているように高開口率および高解像度の両方を可能とする。

【0030】

しかしながら、この方式は、図4(a)に示すようなTN光学応答プロファイルの性質のために、高開口率の利点を十分に利用することはできなかった。白色の連続発光バックライトを有する従来型のカラーフィルタ方式と時間分割カラー表示方式間には、バックライト処理能力の極めて大きな差がある。従来型のカラー方式において、パネルの開口率は、直接的に、光処理能力および画像品質を示す。しかしながら、時間分割カラー表示方式において、光処理能力およびコントラスト比およびカラー純度等の画像品質は、液晶光学応答プロファイルとバックライト発光タイミング間の特性の組合せとして決定される。

【0031】

図4(a)および4(b)に、その立上りおよび立下りにおける対称および非対称の光学応答プロファイル間の光処理能力の極めて単純な差を示す。これらの図が差を示すので、時間分割カラー表示の光処理能力は、液晶光学応答プロファイルおよびバックライト発光タイミングの両方により決定される。TN-LCDにおける立下りプロファイルのすそ引き性質のために、立下り端でのバックライト発光の大部分は、ディスプレイとして用いられない。反対に、立上りおよび立下り端両方の対称応答プロファイルを用いる図4(b)の場合、バックライト発光の大部分は、十分にディスプレイとして用いられる。従って、時間分割カラー表示において、高開口率は、低電力消費、または明るい画面を保持するために充分ではない。バックライト発光の使用を最大化するための対称応答プロファイルは、低電力消費を伴う明るい画面を保持するために必要である。

【0032】

更に、図4(a)および4(b)に、すそ引き立下りプロファイルは、すそが次のフレームバックライト発光に届くケースにおいて、混色の可能性があることを示す。このケースは、TNが液晶の粘度増加のために有意に遅い光学応答を示す場合、容易に、より低い温度範囲で起こる。このケースにおいて、「黒」レベルでの光漏洩のために、コントラスト比の有意な低下が混色と同時に起こる。従って、高性能時間分割カラー表示を得るために、高速光学応答および対称応答プロファイルの両方が必要である。

【0033】

この特性は、実際に、アナログ階調を与えることができる従来のSSFLCDおよびFLCDにより実現される。従来のSSFLCDはアナログ階調能力を全く持たず、その結果、TFTアレイはTFTの限定された電子移動性のためにフルカラービデオ画像を提供できないであろう。シリコンバックプレーンは、パルス幅変調によりSSFLCDを駆動するために十分な電子移動性を提供し、それによってフルカラービデオ画像を与えることが可能である。

【0034】

しかしながら、経済的な理由により、シリコンバックプレーンは、十分な輝度を与えることができるフロント・リット・ライティング方式とのその組合せの難しさのために、直視型大画面ディスプレイに適用することは困難である。文献Japanese Journal of Applied Physics; "Preliminary Study of Field Sequential Full color Liquid Crystal Display using Polymer Stabilized Ferroelectric Liquid Crystal Display"; Vol. 38, (1999) L534 - L536; T. Takahashiら, により記載されている高分子安定型V字応答強誘電性液晶表示(PS-V-FLCD)等のアナログ階調を与えることができるFLCは、実質的にTN-LCDのそれと同等の電気光学応答を示す。本明細書において、「V字応答」は印加電場の強さにより制御することができるアナログ階調表示能力として指定される。印加電圧(V)と透過率(T)の関係において、アナログ階調LCDは「V字応答」特性を示す。従って、以後、用語「V字応答」は印加電場強さにより制御されるアナログ階調表示能力と同義である。

【0035】

従って、それは高解像度ディスプレイを有する小画面に適用可能であろう。この方式は、しかしながら、一般的に、紫外光による光重合工程が必要となる。紫外光照射工程は、

10

20

30

40

50

液晶それ自身の分解をもたらす危険性を有する。紫外光照射工程中の液晶分解を避けるために、通常、極めて厳密な工程管理が必要となる。大部分の実際のTF T - LCDsにおいては、アレイ中に金属エリアがあり、これはUV光を通過させない。これにより、完全なUV重合を実現することは困難となる。更に、「V字」の物理的意味は、電圧 - 透過率 (transmittance) 曲線 (V - T 曲線) において、スレシヨルドが無いということであるが、これは実際の応用、特にTF T 駆動のLCDs (それらのTF T においてスレシヨルド電圧の変動を有する) においては実際的でない。

【0036】

結論として、第3世代携帯電話用の理想的な小型の高解像度ディスプレイは、高分子安定型V字応答FLCDに示すような立上り / 立下り対称高速光学応答プロファイル、および高分子安定型V字応答FLCD用のそれよりもより容易なその工程管理を与えることができる、米国特許出願US - 2004 / 0196428 - A1号に記載されているようなアナログ階調表示である。

10

【0037】

(大画面直視型テレビ用途)

大画面直視型テレビ用途では、画面サイズの増加と共に画像速度の増加が必要なことを既に述べた。画像速度の増加は各画素での液晶光学応答時間の低下を必要とする。経済的な観点から、液晶技術には無関係に、完全に新しい製造装置を導入する必要性なしで、従来の大型パネル製造ラインを用いることは極めて重要である。これは、また、液晶技術に無関係に、従来の製造工程の大部分が安定なうまく管理された生産プロセスに適用可能であることを意味する。従って、高速応答新規液晶駆動モードは、好ましくは、従来の標準マイクロカラーフィルタTF Tアレイ工程に適合すべきである。従来のSSFLCDは、その著しい高速光学応答において優れているが、しかしながら、これはアナログ階調応答を与える能力を全く有しない。アナログ階調能力がないために、従来のSSFLCDは従来型マイクロカラーフィルタTF Tアレイにより駆動することができない。

20

【0038】

アナログ階調能力を有する高分子安定型V字応答FLCDは、潜在的に、従来の大量生産ラインおよび工程に適合することが可能である。従来の大量生産ラインおよび工程の利用可能性に関して、高分子安定型V字応答FLCDの一つの制約は、TF Tアレイを通して印加しようとする電圧である。主として経済的理由により、各画素への最大印加電圧は7Vに限定される。ポリマーが高分子安定型V字応答FLCDでFLC材料と共に用いられる場合、7V内の飽和電圧制御は簡単でない。極めて厳密な材料品質管理および工程管理、特に紫外光重合工程管理は、7V未満の飽和電圧を保持するために必要である。大画面パネル製造に対して、この品質および工程管理は、大画面領域における均一性維持の観点から極めて難しい。十分に広い工程管理用の窓を保持するために、液晶の飽和電圧を低下させることは必要である。更に、最近の最も人気があり最も経済的な、アモルファスシリコンTF Tである液晶駆動アレイは、SSFLCDs、V字型FLCDおよび反強誘電性液晶ディスプレイ用の液晶等の自発分極を有する液晶に対して十分に良好な電子電荷を供給するための十分に良好な電子移動度を有さない。

30

【0039】

この目的において、混合性光重合物質は排除することが好ましい。紫外光重合工程等の追加の新工程を増やすことなく、最適化された従来の製造ラインを用いることができる安定な製造プロセスは、コスト競争力を保持するために極めて重要である。更に、米国特許出願US - 2004 / 0196428 A1明細書に記載されているスメクチック液晶材料からのあらゆる自発分極の排除は、従来型のTF Tアレイによる実際的な駆動の観点から最も決定的なものである。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0040】

本発明の目的は、従来技術分野において遭遇する上述の課題を解決することができる液

50

晶表示素子を提供することにある。

【0041】

本発明の他の目的は、従来技術分野における液晶表示素子よりも優れた表示性能を与えることができる液晶表示素子を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0042】

鋭意研究の結果、本発明者は、スメクチック相液晶材料の分子長軸または $n$ -ディレクタが、バルク材として、その層法線に対するチルト角を有し、且つ、スメクチック相液晶材料の分子長軸がプリセット配向方向に平行に配列した特定の状態にある、特定の液晶材料を用いて液晶表示素子を構成することが、極めて効果的なことを見出した。

10

【0043】

本発明の液晶素子は上記発見に基づくものであり、より詳しくは、一对の基板と、該一对の基板の間に配置されたスメクチック相液晶材料とを少なくとも含む液晶素子であって；該スメクチック相液晶材料の分子長軸または $n$ -ディレクタが、バルク材として、その層法線に対してチルト角を有し、且つ、該スメクチック相液晶材料の分子長軸が、プリセット配向方向（pre-setting alignment direction）に対して平行に配列して（align）、その長軸層法線を与える（すなわち、それにより、その分子長軸を、その層に対して垂直にする）ものである。

【0044】

本発明によれば、更に、一对の基板と、該一对の基板の間に配置されるスメクチック相液晶材料とを少なくとも含む液晶素子であって；該スメクチック相液晶材料の分子長軸または $n$ -ディレクタが、バルク材として、その層法線に対してチルト角を有し、且つ、該液晶素子が、初期（initial）プリセット配向方向に（along with）消光角を示す液晶素子が提供される。

20

【0045】

本発明によれば、更に、一对の基板と、該一对の基板の間に配置されるスメクチック相液晶材料とを少なくとも含む液晶素子であって；該スメクチック相液晶材料が、バルク材として、その層法線に対してチルト角を有する、その分子長軸を配向させ、該スメクチック相液晶材料の分子長軸が、プリセット配向方向に平行に配列させるように強制され、それにより、その分子長軸をその層に垂直とする液晶素子が提供される。

30

【0046】

本発明者の知見によれば、上記した現象（すなわち、スメクチック相液晶材料の分子長軸が、プリセット配向方向に対して平行に配列して、それにより、その分子長軸を、その層に対して垂直にするという現象）は、後述する「充分強い方位角（azimuthal）アンカリングエネルギー」に帰着されうる（attributable）と推定される。このような「充分強い方位角アンカリングエネルギー」は、例えば、後述するある種の配向方法によって得ることができる。

【0047】

このように説明してきた本発明から、本発明を多様なやり方で変えることが可能であることは明らかである。こうした変更は本発明の精神および範囲からの逸脱とみなされるべきではなく、当業者には明らかであろうすべてのこうした修正は、以下のクレームの範囲内に包含されるように意図されている。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0048】

以下、必要に応じて図面を参照しつつ本発明を更に具体的に説明する。以下の記載において量比を表す「部」および「%」は、特に断らない限り質量基準とする。

【0049】

（液晶素子）

本発明による液晶素子は、一对の基板と、該一对の基板の間に配置されたスメクチック相液晶材料とを、少なくとも含む。

50

## 【 0 0 5 0 】

(第1の態様)

本発明の第1の好ましい態様において、液晶素子は、好ましくは、一对の基板と、該一对の基板の間に配置されたスメクチック相液晶材料とを少なくとも含む液晶素子であって；該スメクチック相液晶材料の分子長軸または $n$ -ディレクタが、バルク材として、その層法線に対してチルト角を有し、且つ、該スメクチック相液晶材料の分子長軸が、プリセット配向方向に対して平行に配列して、その長軸層法線を与えるものである。

## 【 0 0 5 1 】

(層法線からの分子チルト)

検光子および偏光子がクロスニコルとして設定される偏光顕微鏡を用いて、液晶分子方向( $n$ -ディレクタ)は測定可能である。 $n$ -ディレクタが、クロスニコル設定下で層法線として配向される場合、液晶パネルからの光線透過率は最小限であるか、または、プリセット分子配向方向が検光子の吸収角に合致する場合に消光角を示す。クロスニコル設定下で、層法線からのチルト角を有する $n$ -ディレクタが層法線として配向されない場合、液晶パネルを通しての光線透過率は最小限でもなく、消光角をも示さない。

10

## 【 0 0 5 2 】

(第2の態様)

本発明の第2の好ましい態様において、液晶素子は、好ましくは、一对の基板と、該一对の基板の間に配置されるスメクチック相液晶材料とを少なくとも含む液晶素子であって；該スメクチック相液晶材料の分子長軸または $n$ -ディレクタが、バルク材として、その層法線に対してチルト角を有し、且つ、該液晶素子が、初期プリセット配向方向に(along with)消光角を示すものである。

20

## 【 0 0 5 3 】

(消光角の確認)

上述の液晶素子の消光角は、以下の方法により確認することが可能である。

## 【 0 0 5 4 】

検光子および偏光子がクロスニコルとして設定される偏光顕微鏡下で、液晶分子の $n$ -ディレクタの方向は、以下のように容易に検出される。偏光顕微鏡のシータ(theta)・ステージで、液晶パネルを回転させる。パネルを通しての光は回転角の関数である。光出力が最小値を示す場合、最小光を与えた角度が消光角である。光が最小値を示さない場合、非最小光出力を与えた角度は消光角ではない。

30

## 【 0 0 5 5 】

(第3の態様)

本発明の第3の好ましい態様において、液晶素子は、好ましくは、一对の基板と、バルク材としてその層法線に対してチルト角を有してその分子長軸に並ぶ、該一对の基板の間に配置されたスメクチック相液晶材料を少なくとも含む液晶素子であって；該基板の表面は、スメクチック相液晶材料の分子長軸がプリセット配向方向に平行に配列させるように、その分子長軸をその層に対して垂直にするために充分強い方位角アンカリングエネルギーを有するものである。

## 【 0 0 5 6 】

(充分強い方位角アンカリングエネルギーの確認)

本発明において、上述の充分強い方位角アンカリングエネルギーは、スメクチック相液晶材料の分子長軸が、その分子長軸をその層に対して垂直にして、プリセット配向方向に平行に配列させることを確認することにより、確認することが可能である。この確認は、以下の方法により達成することが可能である。

40

## 【 0 0 5 7 】

一般に、方位角アンカリングエネルギーは、いわゆる結晶回転法により測定可能である。この方法は、文献“An improved Azimuthal Anchoring Energy Measurement Method Using Liquid Crystals with Different Chiralities” : Y. Saitoh and A. Lien, Journal of Japanese Applied Physics Vol. 39, pp. 1793 (2000)等に記載されて

50

いる。測定システムはいくつかの装置企業から市販されている。本明細書において、特に充分強い方位角アンカリングエネルギーは、以下の通りに極めて明快地確認することができる。「充分強い方位角アンカリングエネルギー」の意味は、その  $n$ -ディレクタが通常層法線から一定のチルト角を持って並ぶ液晶分子を用いてプリセット配向方向に沿って配列される液晶分子の  $n$ -ディレクタを得るために、最も必要なものということである。従って、調製された表面が、うまく液晶の  $n$ -ディレクタをプリセット配向方向に沿って配列される場合に、それは、「充分強い」アンカリングエネルギーを意味する。

【0058】

(液晶材料)

本発明において、スメクチック相液晶材料が用いられる。本明細書において、「スメクチック相液晶材料」は、スメクチック相を示すことができる液晶材料を言う。従って、それがスメクチック相を示すことができる限り、特に制限なく液晶材料を用いることが可能である。

10

【0059】

(好ましい液晶材料)

本発明においては、以下の静電容量 (capacitance) 特性を有する液晶材料を用いることが好ましい。

【0060】

(静電容量特性)

PS S-LCD はスメクチック液晶材料を用いるが、四重極モーメントから生成される誘電分極のその予測源 (expected origin) からして、各 LCD での画素静電容量は、従来型の LCDs と比べて十分に小さい。各画素における、この小さな静電容量は TFT 設計のいかなる特定変更をも必要としない。TFT における主要設計課題は、その必要とされる電子移動度、および高い口径比の保持を伴うその静電容量である。従って、新規の LCD 駆動モードがより大きな静電容量を必要とする場合、TFT は、技術的および経済的両面の観点から容易でない主要設計変更を伴うことが必要となる。PS S-LCD の最も重要な利点の一つは、バルク液晶静電容量としてのそのより小さな静電容量である。従って、PS S-LC 材料が透過型 LCD として用いられる場合、その画素静電容量は、従来型のネマチック系 LCD のそれに比べてほぼ半分～1/3 である。PS S-LCD が LCOS ディスプレイ等の反射型 LCD として用いられる場合、その画素静電容量は、透過型ネマチック系 LCD に対するものとほぼ同じであり、反射型の従来型ネマチック系 LCD のそれに比べてほぼ半分～1/3 である。

20

30

【0061】

< 静電容量特性を測定する方法 >

LCD の画素静電容量は、一般的に、以下に記載される標準法により測定される。

日刊工業新聞社 (日本語) の液晶デバイスハンドブック第 2 章 2.2 部: 頁 70、液晶特性の測定方法 (Measuring method of liquid crystal properties)。

【0062】

試験しようとする液晶パネルをクロスニコル関係に配置される偏光子と検光子間に挿入し、液晶パネルを回転させつつ、透過光の最小光量を提供する角度を測定する。このようにして測定される角度は、消光位置の角度である。

40

【0063】

(好ましい特性を有する液晶材料)

本発明において、最小の対称グループに属する液晶材料を用いることが必要とされる。液晶材料の観点から PS S-LCD 性能に対する必要条件は、液晶素子における四重極モーメントの強化である。従って、用いられる液晶分子は、最小の対称分子構造を持たなければならない。正確な分子構造は、最終素子としての要求性能に応じて決まる。最終素子がモバイル・ディスプレイ用途用である場合、むしろ、低粘度がより大きなパネル・ディスプレイ用途用のものよりも重要であって、結果としてより小さな分子量が好ましい。しかしながら、より低い粘度は混合物としての全体特性である。時折、混合物の粘度は、各

50

分子成分によらず、分子間相互作用によって決定される。複屈折等の光学性能必要条件でさえも、また、用途に大きく依存する。従って、液晶材料における最大で唯一の必要条件は、本明細書において、スメクチック液晶分子中のその最小対称または最大非対称分子構造である。

【0064】

(好ましい液晶材料の具体例)

本発明において、以下の液晶材料から選択される液晶材料を用いることは好ましい。勿論、これらの液晶材料は、要望どおりに、それらの2種以上の組合せまたは混合物として用いることが可能である。本発明において用いようとするスメクチック液晶材料は、スメクチックC相材料、スメクチックI相材料、スメクチックH相材料、カイラルスメクチックC相材料、カイラルスメクチックI相材料、カイラルスメクチックH相材料からなる群から選択することが可能である。

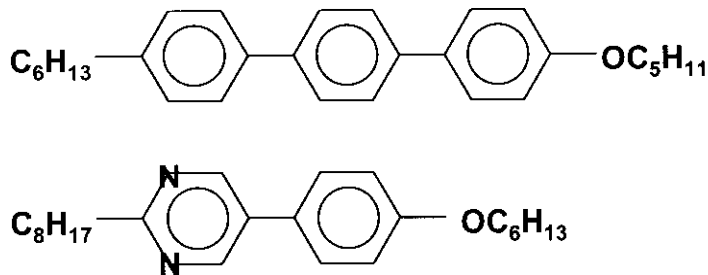
10

【0065】

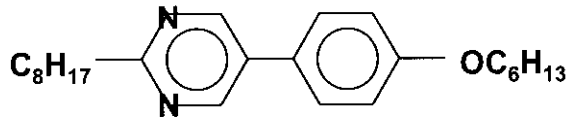
本発明において使用すべきスメクチック液晶材料の具体例には、以下の化合物または材料を挙げることが可能である。

【0066】

【化1】



20



【0067】

(プレチルト角)

本発明による液晶素子を構成する基板表面は、好ましくは5度以下、更に好ましくは3度以下、一段と好ましくは2度以下の、充填液晶材料に対するプレチルト角を有することが可能である。充填液晶材料に対するプレチルト角は、以下の方法により測定することが可能である。

30

【0068】

一般に、LCD素子におけるプレチルトの測定方法には、ポピュラーであり測定システムが市販されているいわゆる結晶回転法が用いられる。しかしながら、本明細書において、必要とされるプレチルトはネマチック液晶材料に対するものではなく、層構造を有するスメクチック液晶材料に対するものである。従って、プレチルト角の科学的定義は、非層液晶材料に対するものとは異なる。

40

【0069】

本発明のためのプレチルトの必要条件は、方位角アンカリングエネルギーを安定化させることである。プレチルトに対する最も重要な必要条件は、実際にその角度に対してではなく、方位角アンカリングエネルギーの安定化にある。プレチルト角が方位角アンカリングエネルギーとの対立を生じない限り、より高いプレチルト角は許容可能である。今まで、実験的に、現在の利用可能な配向層は、好ましい分子配向を安定化させるためのより低いプレチルト角を示唆している。しかしながら、より高いプレチルト角の必要性を否定する特定の科学的理論はない。プレチルトに対する最も重要な必要条件は、十分に安定なPSS-LCD分子配列を提供することである。

【0070】

50

市販されているポリマー系の配向材料の大部分は、プレチルト角のデータと共に販売されている。プレチルト角が知られていない場合、値は特定セル条件に対する代表的なプレチルト角として結晶回転法を用いて測定可能である。

【0071】

(アンカリングエネルギーの提供)

アンカリングエネルギーを与える方法は、その方法が、スメクチック相液晶材料の分子長軸がその分子長軸をその層に対して垂直にして、プリセット配向方向に平行に配列させるために充分強い方位角アンカリングエネルギーを与えることが可能である限り、特に限定されない。本方法の具体例には、例えば、ポリマー層の機械的ラビング、その上部表面が偏光UV光により晒されるポリマー層、金属酸化物材料の斜方蒸着、等を挙げることが可能である。アンカリングエネルギーを与えるこれらの方法の文献として、必要に応じて、日刊工業新聞社(日本語)の液晶デバイスハンドブック、第2章2.1、2.1.4部：頁40、および2.1.5部、頁47を参照することが可能である。

10

【0072】

金属酸化物材料の斜方蒸着の場合に、斜方蒸着角は、好ましくは、70度以上、更に好ましくは75度以上、一段と好ましくは80度以上であることが可能である。

【0073】

<液晶分子に対する分子初期配向状態を測定する方法>

一般に、液晶分子の主軸は、光軸とよく合致する。従って、液晶パネルが、偏光子が検光子に直角に配置されるクロスニコル構造に置かれる場合に、透過光の強度は、液晶の光軸が検光子の吸収軸とよく合致する場合に最も小さくなる。初期配向軸の方向は、液晶パネルが、透過光の強度を測定しつつクロスニコル構造中で回転し、それにより、透過光の最小強度を与える角度を測定することができる方法によって測定することができる。

20

【0074】

<液晶分子主軸の方向と配向処理方向との平行度を測定する方法>

ラビングの方向は設定角により決定されると共に、ラビングにより与えられるポリマー配向フィルム最外層の遅軸は、ポリマー配向フィルムの種類、フィルムを製造するための方法、ラビング強度、等により決定される。従って、消光位置が遅軸の方向と平行に提供される場合に、分子主軸、すなわち、分子の光軸が遅軸の方向と平行にあることが確認される。

30

(基板)

本発明において使用可能な基板は、それが上述の特定「初期分子配向状態」を与えることができる限り、特に限定されない。換言すれば、本発明において、適する基板は、LCDの使用法または用途、その材料およびサイズ、等の観点から適切に選択することができる。本発明において用いることができるその特定例には、以下が挙げられる。

その上にパターン化透明電極(ITO等)を有するガラス基板

非晶質シリコンTFTアレイ基板

低温ポリシリコンTFTアレイ基板

高温ポリシリコンTFTアレイ基板

単結晶シリコンアレイ基板

40

【0075】

(好ましい基板例)

これらの中で、本発明が大型液晶表示パネルに適用される場合において、以下の基板を用いることは好ましい。

非晶質シリコンTFTアレイ基板

【0076】

(配向膜)

本発明において使用可能な配向膜は、それが上述した本発明に従う「チルト角」等を与えることができる限り、特に限定されない。換言すれば、本発明において、適する配向膜は、物理的特性、電気または表示性能、等の観点から適切に選択することができる。例え

50

ば、文献に例示されるような種々の配向膜は、一般に、本発明において用いることが可能である。本発明において、用いることができるこうした配向膜の具体的な好ましい例には、以下が挙げられる。

【0077】

ポリマー配向膜：ポリイミド、ポリアミド、ポリアミド - イミド

無機配向膜： $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{ZrO}$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、等

【0078】

(好ましい配向膜例)

これらの中で、本発明が投影型液晶ディスプレイに適用される場合、以下の配向膜を用いることは好ましい。

無機配向膜

【0079】

本発明において、上述の基板、液晶材料、および配向膜として、必要に応じて、日刊工業新聞社（日本、東京）発行の“Liquid Crystal Device Handbook”（1989）に記載されているそれぞれの項目に対応する材料、成分または構成要素を用いることは可能である。

【0080】

(他の構成要素)

本発明による液晶ディスプレイを構成するために用いられる透明電極、電極パターン、マイクロカラーフィルタ、スペーサ、および偏光子等の他の材料、構成要素または成分は、それらが本発明の目的に反しない限り（すなわち、それらが上述の特定「初期分子配向状態」を与えることができる限り）、特に限定されない。加えて、本発明において使用可能である液晶表示素子を製造するための方法は、液晶表示素子が上述の特定「初期分子配向状態」を与えるために構成されるべきであることを除き、特に限定されない。液晶表示素子を構成するための種々の材料、構成要素または成分の詳細に関しては、必要に応じて、日刊工業新聞社（日本、東京）発行の“Liquid Crystal Device Handbook”（1989）を参照することは可能である。

【0081】

(具体的な初期配向を実現するための手段)

こうした配向状態を実現するための手段または方策は、それが上述の具体的な「初期分子配向状態」を実現することができる限り、特に限定されない。換言すれば、本発明において、適する具体的な初期配向を実現するための手段または方策は、物理的特性、電気または表示性能、等の観点から適切に選択することができる。

【0082】

以下の手段は、好ましくは、本発明が大型テレビパネル、小型高解像度表示パネル、および直視型ディスプレイに適用される場合に用いることが可能である。

【0083】

(初期配向を与えるための好ましい手段)

本発明者らの知見によれば、上述の適する初期配向は、以下の配向膜（焼成により形成される配向膜の場合、その厚さは焼付け後の厚さで示される）およびラビング処理を用いることにより、容易に実現することが可能である。他方、通常の強誘電性液晶ディスプレイにおいて、配向膜の厚さは3,000Å（オングストローム）以下、ラビング強度（すなわち、ラビングの押し込み量）は0.3mm以下である。

【0084】

配向膜の厚さ：好ましくは4,000Å以上、さらに好ましくは5,000Å以上（特に、6,000Å以上）

ラビング強度（すなわち、ラビングの押し込み量）：好ましくは0.3mm以上、さらに好ましくは0.4mm以上（特に、0.45mm以上）

【0085】

上述の配向膜厚さおよびラビング強度は、例えば、これから現れる実施例1に記載され

10

20

30

40

50

るようなやり方で測定することが可能である。

【0086】

(本発明と背景技術の比較)

本明細書において、本発明の上述の構造および構成の理解を容易にする目的のため、本発明による液晶素子のいくつかの特徴を、各種構造を有するものと比較して説明する。

【0087】

(本発明の理論的背景)

本発明は、高解像度を有する小画面LCDsおよび大画面直視型LCDテレビ用途、ならびに高倍率投影型パネルに対する重要な利点であると考えられるPSS-LCDsの分子配向の詳細な検討および解析に基づく。次に、本発明の技術背景を記載する。

10

【0088】

(分極遮蔽型スメクチック液晶ディスプレイ)

分極遮蔽型スメクチック液晶ディスプレイ(PSS-LCD)は、四重極モーメントを強化するために最小の対称分子構造の液晶材料を用いる、米国特許出願第US-2004/0196428A1号明細書中に記載されている。この特許出願は、PSS-LCDの基本メカニズムを論じている。また、この特許はPSS-LCDsを製造するための実際的な方法を記載している。

【0089】

上記特許出願に記載されているように、PSS-LCDの最も独特のポイントの一つは、初期配向状態として具体的な液晶分子配向を有することである。それらの自然分子n-ディレクタ配向が表面の強い方位角アンカリングエネルギーと併せてスメクチック層からの特定チルトを有する、ある種のスメクチック液晶材料を用いて、この分子n-ディレクタは層法線に並ぶように強制される。換言すれば、そのn-ディレクタが層法線から一定のチルト角を有する最小の対称分子は、図5に示すように、そのn-ディレクタを、特定の人工配向力により層法線に配列される。

20

【0090】

この初期配向は、PSS-LCDで独特のディスプレイ性能を生成する。この分子配向は、そのn-ディレクタが層に対して垂直であるスメクチックA相と類似であるが、しかしながら、この特定分子配向は、液晶分子がより弱い極角アンカリング表面条件における強い方位角アンカリングエネルギー表面下にある場合にのみ実現される。従って、これらの分子は分極遮蔽スメクチックまたはPSS相と称する。この特許出願は、高性能PSS-LCDsを実現するための最も必要な条件を与えるための基本的な方法を与える。PSS-LCDでこの人工のn-ディレクタ配向を実現するため、強い方位角分子配向ならびにより弱い極角(polar)アンカリングは、特許出願に記載されるように最も必要なものである。

30

【0091】

従来型のネマチック系LCDsは、それらの初期分子配向に対する分子間力に基づく立体相互作用を用いる。立体相互作用は、それらの分子アンカリングが人工的なn-ディレクタ変更の必要性なしでn-ディレクタを順序付けているネマチック液晶分子の大部分に対して、十分に良好な初期分子アンカリングエネルギーを与える。ネマチック液晶分子の配向性質のために、それらのn-ディレクタは、常に、一定のオーダパラメータ下で一つと同じ方向に配列される。

40

【0092】

ネマチック液晶分子と違って、スメクチック液晶分子は層構造を形成する。この層構造は真の構造ではなく、仮想構造である。ネマチック液晶に対するものよりも高位のスメクチック液晶のパラメータのために、スメクチック液晶分子はより高位の分子配向を有し、それらの質量中心配向を形成する。スメクチック液晶の自然分子配向に較べて、ネマチック液晶は、決して、スメクチック液晶のそれ等の一定の規則状態にそれらの質量中心を保持してそれら自身を配向させることはない。

【0093】

50

本発明は、一定の配向表面上の最小の対称スメクチック液晶分子のスメクチック相における初期分子  $n$  - ディレクタの観点からの、方位角アンカリングエネルギーおよび極角アンカリングエネルギーの基礎研究に基づく。周知の現象の一つとして、分子間力相互作用に基づく立体相互作用は、クーロン - クーロン相互作用により提供されるものよりも、遙かに弱いものである。本発明において、表面相互作用に関する（特に、最小の対称スメクチック液晶分子と配向層の高極性表面間の表面相互作用に関する）詳細な検討に基づき、スメクチック液晶分子と一定の配向表面間のクーロン - クーロン相互作用の強化が達成されてきた。

【 0 0 9 4 】

（ P S S - L C Dにおける表面アンカリングの理論的解析）

10

本発明はいかなる理論によっても限定されるべきではない。以下のある種の理論の記載は、本発明者の知識および種々の検討（研究および実験を含む）に基づくと共に、こうした理論は、本明細書において、本発明の可能なメカニズムのより良い理解の目的のためだけに記載される。

【 0 0 9 5 】

初期の P S S - L C 構造用の必要な条件を明確にするために、P S S - L C セルの自由エネルギーは以下の表現に基づくと考えられる。3 主要自由エネルギーは以下のように表される：

（ a ）弾性エネルギー密度： $f_{elas}$

【 0 0 9 6 】

20

【 数 1 】

$$f_{elas} = \frac{B}{2} \left( \frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 - D_1 \left( \frac{\partial \phi}{\partial x} \right) \sin \phi \quad \text{Equation (1)}$$

【 0 0 9 7 】

式中、 $B$  および  $D_1$  は、それぞれ、スメクチック相および粘弾性定数である。

30

座標系は図 6 に示すように設定される。

式中  $\phi$  は図 6 に示す方位角であり、 $x$  はセル厚さ方向として設定される。

（ b ）弾性相互作用エネルギー： $f_{elec}$

【 0 0 9 8 】

【 数 2 】

$$f_{elec} = -\frac{1}{2} \Delta \epsilon \left( \frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 - \frac{1}{2} \epsilon_{11} \left( \frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 - \frac{1}{2} \epsilon_{12} \left( \frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 \quad \text{Equation (2)}$$

40

【 0 0 9 9 】

電界は静電ポテンシャル  $\psi$  により与えられる：すなわち、 $E = -\nabla \psi$ ；

【 0 1 0 0 】

【数 3】

$$E_x = -\frac{\partial \phi}{\partial x}$$

【0101】

以下の式により表される誘電異方性条件は、

【0102】

【数 4】

$$-\frac{1}{2}\varepsilon_{11}\left(\frac{\partial \phi}{\partial x}\right)^2 \text{ and } -\frac{1}{2}\varepsilon_{12}\left(\frac{\partial \phi}{\partial x}\right)^2$$

10

【0103】

四重極モーメントからの寄与を表すためのものである。

20

(c) 表面相互作用エネルギー密度:  $F_{surf}$ 

1984年に刊行された文献Molecular Crystals and Liquid Crystals, Vol. 114, 頁151中の彼等の論文のダールおよびラガーウォール(Dahl and Lagerwall)により、表面相互作用エネルギー密度は以下の式として表される；

【0104】

【数 5】

$$f_{surf} = \theta(-\gamma_p^0 \cos \phi^0 + \gamma_p^1 \cos \phi^1) + \left\{ \gamma_t^0 (\theta \sin \phi^0 - \alpha_t^0)^2 + \gamma_t^1 (\theta \sin \phi^1 \pm \alpha_t^1)^2 \right\} + \left\{ \gamma_d^0 (\theta \cos \phi^0 - \alpha_d^0)^2 + \gamma_d^1 (\theta \cos \phi^1 + \alpha_d^1)^2 \right\} \quad \text{Equation (3)}$$

30

【0105】

式中、 $\theta$  は図6に示す分子チルト角であり、 $\gamma_p$ 、 $\gamma_t$ 、 $\gamma_d$  は、表面相互作用係数であり、 $\alpha_t$  はプレチルト角であり、 $\alpha_d$  は図6に設定されるz-方向からの好ましい方向角である。

【0106】

表面相互作用エネルギー密度に関して、PSS-LCDの初期分子配向条件の観点から必要とされる条件は、図6中における $\alpha_t = 0$ および $f = 3/2$ である。これらの条件を勘案して、式(3)は、今、以下となる；

40

【0107】

【数 6】

$$f_{surf} = \gamma_t^0 (\alpha_t^0)^2 + \gamma_t^1 (\alpha_t^1)^2 + \gamma_d^0 (\alpha_d^0)^2 + \gamma_d^1 (\alpha_d^1)^2 \quad \text{Equation (4)}$$

【0108】

50

また、PSS-LCDの好ましいプレチルト角はゼロであり、結果として、式(4)は以下となる；

【0109】

【数7】

$$f_{\text{surf}} = \alpha_d^2 (\gamma_d^0 + \gamma_d^1) \quad \text{Equation (5)}$$

10

【0110】

式(1)、(2)、および(5)を用いて、単位面積F当りの全体自由エネルギーは以下である；

【0111】

【数8】

$$\begin{aligned} F &= \int_0^d (f_{\text{elas}} + f_{\text{elect}}) dx + f_{\text{surf}} \\ &= \int_0^d \left\{ \left( \frac{B}{2} \left( \frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 - D \frac{\partial \phi}{\partial x} \sin \phi \right) + \left( -\frac{1}{2} \Delta \varepsilon \left( \frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 - \frac{1}{2} \varepsilon_{11} \left( \frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 \right. \right. \\ &\quad \left. \left. - \frac{1}{2} \varepsilon_{12} \left( \frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 \right\} dx + \alpha_d^2 (\gamma_d^0 + \gamma_d^1) \end{aligned} \quad \text{Equation (6)}$$

20

【0112】

ここで、対称表面アンカリング：  $d_0 = d_1$ 、および  $3p/2$  が式(6)に導入される；

【0113】

【数9】

$$F = \int_0^d \left\{ \left( \frac{B}{2} \left( \frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 - D \frac{\partial \phi}{\partial x} \right) - \frac{1}{2} (\Delta \varepsilon + \varepsilon_{11} + \varepsilon_{12}) \left( \frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 \right\} dx + 2 \gamma_d \alpha_d^2 \quad \text{Equation (7)}$$

30

【0114】

初期状態として、 $E = 0$  が式(7)に導入される、

【0115】

40

【数 1 0】

$$\left(\frac{\partial \phi}{\partial x}\right)^2 = 0$$

$$F = \int_0^d \left\{ \frac{B}{2} \left(\frac{\partial \phi}{\partial x}\right)^2 - D \frac{\partial \phi}{\partial x} \right\} dx + 2 \gamma_d \alpha_d^2 \quad \text{Equation (8)}$$

10

【0 1 1 6】

ここで、好ましい方向角  $d_d$  は  $z$  - 方向に設定され、粘弾性定数  $D$  は以下のように表すことができる；

【0 1 1 7】

【数 1 1】

$$D = \frac{\eta}{2} \left(\frac{\partial \phi}{\partial x}\right)^2 \quad \text{Equation (9)}$$

20

【0 1 1 8】

$F$  を最小化するためには、

【0 1 1 9】

【数 1 2】

$$\frac{B}{2} \left(\frac{\partial \phi}{\partial x}\right)^2 = D \frac{\partial \phi}{\partial x} \quad \text{Equation (10)}$$

30

$$\alpha_d = 0 \quad \text{Equation (11)}$$

【0 1 2 0】

従って、 $PSS-LC$  分子が図 6 に示す  $z$  - 方向に平行であることが好ましいことは明白である。また、式 (10) は、 $PSS-LC$  分子が、特定スメクチック層弾性定数および同じ層中の液晶分子粘度を得るために、下部 (bottom) から上部表面まで一様に (in uniform) 積み重なる (stack) ことを必要とする条件を与える。

【0 1 2 1】

40

上述のように、本発明の本質的な概念は、ラビング方向等の設定配向方向に、スメクチック層法線からのチルト角を有するスメクチック液晶分子ディレクタの強化に基づく。それらの分子ディレクタが、バルク形状としてスメクチック層法線に対するチルト角を有するスメクチック液晶分子の一部の範疇を用いる分子ディレクタ配向の強化は、プリセット配向方向にスメクチック液晶分子ディレクタを強制する。この強化は、スメクチック液晶分子ディレクタが図 5 に示すようにスメクチック層に直角に配向することを可能とする。

【0 1 2 2】

$PSS-LCD$  の独特の電気光学性能は、スメクチック液晶分子のこの特定の分子配向により生成することができる。 $PSS-LCDs$  のこれらの独特の特徴的な特性の一つは、パネルギャップと駆動電圧間のその関係であることが可能である。

50

## 【 0 1 2 3 】

殆どの公知のLCDsの場合において、それらは、それらのパネルギャップを増大することにより一層高い駆動電圧を必要とする。パネルギャップ増加のために、必要印加電圧は電界強度を保持するために増大されねばならない。

## 【 0 1 2 4 】

しかしながら、本発明によるPSS-LCDにおいて、時折、パネルギャップが増大する場合に、より少ない電圧しか必要としない場合がある。PSS-LCDパネルにおける強い方位角アンカリングエネルギーの必要性のために、パネルギャップの増加は、パネル中の液晶分子のアンカリングの弱화를招き、駆動用のより低い電圧を与える。この事実は、また、上述のPSS-LCDs解釈の証拠の一つである。

10

## 【 0 1 2 5 】

(クーロン-クーロン相互作用を強化するための実際的な方法)

スメクチック液晶の層構造の存在のために、層構造と配向界面間の特定バランスは、常に、きれいな分子配向の観点から大いに関心のある所である。特に、強い方位角アンカリングエネルギーを必要とするPSS-LCDの場合に、いかに強いアンカリングエネルギーがそれらの生来の層構造を乱すことなく液晶分子に与えられるかが、最も重要である。

## 【 0 1 2 6 】

前章で理論的に論じたように、強い方位角アンカリングは、PSS-LCD構造を実現するために最も必要なものである。本発明者は、生来の液晶層構造の形成を乱すことなく強いアンカリングエネルギーを引き起こすための実際的な方法を見出すために実験的努力を行った。実験的努力の過程において、全体PSS-LC混合物から一部の特定液晶分子を強調することが、層構造を形成することにより十分に強いアンカリングエネルギーを与えるための効果的な方法の一つであることを見出してきた。スメクチック液晶中の層構造の強い自己形成力のために、十分に強いアンカリングエネルギーを引き起こすことは容易ではない。表面アンカリングが余りに強い場合、スメクチック液晶の形成層構造は歪められるか、または最悪の場合、破壊される。きれいな層構造を優先することは、常に、層に垂直であるスメクチック液晶分子n-ディレクタ配向を形成することができないであろうPSS-LC分子配向の破綻を招く。PSS-LCD中のきれいな分子配向を得るために最も重要なことは、液晶分子に対して、極角アンカリングエネルギーである弱い接着性アンカリングエネルギーと共に強い方位角アンカリングエネルギーを与えることである。

20

30

## 【 0 1 2 7 】

従って、PSS-LCDは、それらが弱い極角アンカリングエネルギーと共に十分に強い方位角アンカリングを与える限り、無機配向材料を許容する。これは投影機パネル用途のPSS-LCDに有意な利点を与える。

## 【 0 1 2 8 】

強い光束のために、たいていの最近のポリマー系配向層はそれらの耐用年数の問題を有する。しかしながら、たいていの従来型ネマチック系LCDsに対するむしろ強い極角アンカリングの必要性のために、無機配向層は、投影機パネルに対するそれらの適用は容易でなかった。反対に、PSS-LCDsは、特別の極角アンカリングエネルギーを全く必要とせず、PSS-LCDsは、極角アンカリングエネルギーを必要とするよりむしろ、弱いかまたは更にそれが全くない極角アンカリングエネルギー、一方で強い方位角アンカリングエネルギーを必要とする。従って、たいていの無機系配向層は、極めて有効な分子配向をPSS-LCDsに与える。換言すれば、本発明において、それが強い方位角アンカリングエネルギーを与える限り、特定の限定なしであらゆる無機系配向層を用いることは可能である。

40

## 【 0 1 2 9 】

(本発明によるPSS-LCDのいくつかの特徴)

(各ディスプレイ画素における静電容量)

PSS-LCDの最も顕著な態様の一つは、アモルファスシリコン薄膜トランジスタ(以後「a-Si-TFT」と呼ぶ)画素パッドにおける画素等の各ディスプレイ画素にお

50

けるそのより小さな静電容量である。a - Si・TFTにおいて、液晶材料の誘電率から来る画素のより小さな静電容量は、画像性能の観点から極めて興味深いものの一つである。画素静電容量が大きい場合、画素における過渡電圧は極めて速く変化し、フリッカー、画像残留等の好ましくない画像性能を与える。画素の大きな静電容量の一部は、a - Si回路の精巧な設計により吸収可能であるが、しかしながら、極めて複雑な画素設計は、a - Si・TFT製造収率を下げる強い傾向性を有する。従って、より小さな静電容量は、より高度な画像性能およびより低い製造コストを与えるための最も重要な因子の一つである。

#### 【0130】

双極子モーメントトルクに基づくネマチック液晶ディスプレイは、駆動電圧を下げより速い光学応答を得るために十分に大きな双極子モーメントを有することを必要とする。充分低い駆動電圧およびより速い光学応答が実用LCDsにとって最も必要な必要条件であるので、ネマチック系LCDsは、TFTアレイの複雑な設計および製造方法努力を犠牲にしてきた。反対に、PSS-LCDはネマチック系LCDsに対するものよりも小さな静電容量を有する。一般に、PSS-LCDの画素静電容量は、ネマチックLCDsの少なくとも半分であり、時折それはネマチックLCDsの1/4である。四重極モーメントベーストルクおよび図7に示すように液晶分子運動の極めて短い距離のおかげで、PSS-LCDは十分に速い光学応答を有するより小さな画素静電容量によって駆動可能である。静電容量の一つの実例は図8中に測定される。

10

#### 【0131】

図8に示すように、PSS-LCDの誘電率はネマチック系LCDsに対するそれよりも小さい。更に、PSS-LCDの誘電率は従来型のSSFLCDsに対するそれよりも一段と小さい。SSFLCDの自発分極のために、SSFLCDの有効誘電率はネマチックLCDsに対するそれよりも一段と大きく、a - Si・TFT駆動に対して大きすぎる負担を生じる。実際に、従来型のa - Si・TFTは、SSFLCDの自発分極スイッチ用の電子電荷の大きすぎる必要量のために、SSFLCDsを駆動することができない。従って、PSS-LCDの小さな静電容量は、SSFLCDsおよびネマチック系LCDsの両方からその重要性を差別化するための最も顕著な態様の一つである。

20

#### 【0132】

(光スイッチング前後の静電容量の変化)

従来型SSFLCDsおよびネマチック系LCDsとは違ったPSS-LCDsの他の顕著な態様は、液晶の光スイッチング前後の静電容量のより小さな変化である。上記検討と同様に、TFTアレイの画素パッドにおけるより小さな変化は、フリッカーおよび画像残留を示すことなく安定な画像性能の観点からTFT-LCDsに対する最も重要な必要条件の一つである。

30

#### 【0133】

「フィードスルー電圧」として周知であるTFTにおける過渡電圧低下は、液晶材料が光スイッチング前後で異なる静電容量を有する限り、TFT-LCDsで不可避なことである。このフィードスルー電圧は、フリッカーおよび画像残留を生成する根源の原因である。しかしながら、光スイッチング前後の異なる静電容量は、液晶、特に双極子モーメント系および自発分極系液晶にとって、極めて本質的な性質である。

40

#### 【0134】

フリッカーおよび画像残留を避けるために、従来型TFT-LCDsは問題を最小化するためのいくつかの種類の方法を加える。しかしながら、最も本質的な方法は、小さな変化のまたはほぼ変化のない静電容量材料を用いることである。この静電容量変化を最小化するための多くの努力にもかかわらず、光スイッチング前後の静電容量の変化は、ネマチック系および上述のような強誘電性液晶の両方における従来型液晶材料の極めて本質的な性質である。

#### 【0135】

四重極モーメントを用いるPSS液晶材料は、LCDsにおける高コントラスト比用の

50

充分大きな複屈折を生成するためのその極めて小さい誘電率および極めて短い運動距離のために、大きな静電容量変化を有する必要がない。PSS-LCDsの光スイッチング前後の実際の静電容量変化は、図8中の従来型SSFLCDのそれと比較される。

【0136】

図8において、光スイッチングを誘起するために、DCバイアス電圧が試料セルに印加される。印加されたDC電圧がスレシヨルド電圧を超えると、光スイッチングが生じる。図8において、PSS-LCDパネルに対するこのスレシヨルド電圧は約0.5Vであり、SSFLCDに対するそれは約6Vである。図8に示すように、SSFLCDは有意な静電容量変化を示す。反対に、PSS-LCDパネルはいかなる静電容量の有意な変化をも示さない。光スイッチング前後のこの極めて小さいか、またはほぼゼロの静電容量の変化は、PSS-LCDsの極めて顕著な特徴的な特性である。本発明者が今までに知る限り、この小さいか、またはほぼゼロの静電容量の変化は、PSS-LCDs用を除いていかなるLCDsにおいても知られていない。

10

【0137】

図8における静電容量の測定方法は以下の通りである。

【0138】

(静電容量の測定方法)

35mm四角形無アルカリガラス基板を用いて、配向層をガラス表面上に形成する。ガラス基板はガラス基板の中心で15mm径の丸型ITO電極を有する。形成された配向層は、PSS液晶分子を適正な構造に配向する。一般的な配向法の一つは、周知であり、工業的標準法であるポリイミドの上部表面における機械的ラビング法による特殊ポリイミド層を用いることである。PSS-LCパネルの一般的なパネルギャップは2ミクロンである。図8の測定のため、平均1.8ミクロン径の二酸化ケイ素球をスペーサ球として用いる。周辺領域をエポキシグルーで密閉した後、液晶材料をパネル中に注入し、液晶充填パネルを得る。充填セルの静電容量または誘電率の測定のため、1kHz、+/-1Vの方形波を、プローブ電圧として試料セルに印加する。バイアスDC電圧もまた試料セルに印加する。一旦電圧が液晶分子のn-ディレクタをスイッチするために充分大きくなると、このDCバイアス電圧は試料セルの光スイッチングを誘起する。

20

【0139】

(本発明の好ましい態様)

本発明の中心概念は、スメクチック液晶層に垂直な初期分子n-ディレクタを強調することである。この表面強調の役割は、PSS液晶分子に対して方位角アンカリングを引き起こし、比較的弱い極角アンカリングを保持することの観点から、PSS液晶分子と特定表面間の充分強いクーロン-クーロン相互作用を与えることである。

30

【0140】

上述のように、本発明の一部の好ましい態様は以下の通りである：

(1) それらの分子n-ディレクタが、図7に示すようにそれらのスメクチック層法線からいくらかのチルト角を有する特定スメクチック液晶材料を用いる。

(2) それらのスメクチック液晶がスメクチックC、スメクチックH、スメクチックI相および他の最小対称分子構造相群に属する。カイラルスメクチックC、カイラルスメクチックH、カイラルスメクチックI相は、また、米国特許出願第US-2004/0196428A1号明細書に記載されているように、PSS-LCD性能用の必要基準を満たす。

40

(3) 強い方位角アンカリングならびにより弱い極角アンカリングエネルギーを印加して、スメクチック層法線からの自然n-ディレクタチルトが層法線にあるように強制される。この機能の結果として、PSS液晶材料は、一般に、以下の相系列(phase sequence)を示す：

等方相 - (ネマチック) - スメクチックA - PSS相 - (スメクチックX) - 結晶。

本明細書において、括弧「( )」は、必ずしも必要でないことを意味する。

(4) PSS-LCDの顕著な特徴的な特性の一つは、スメクチックA相中とPSS相

50

中のその間で同じ消光角を保持することである。スメクチックC相の消光角は、スメクチックC相の層法線からの分子チルト角のために、スメクチックA相のそれとは常に異なる。従って、スメクチックA相とPSS相間の同じ消光角は、PSS相の独特の特性である。

【0141】

(5) 上記機能の結果として、配向PSS-LCセルは、10未満、更に好ましくは5未満、最も好ましくは2未満等の誘電率の小さな異方性を示す。誘電率の異方性は、PSS-LCDにおける測定周波数の関数である。たいていの従来型LCDsに対する双極子モーメントと違った四重極モーメントの使用のために、誘電率の異方性は、プローブ電圧の周波数に応じて決まる。本明細書において、誘電率の異方性の好ましい値は、1kHzの矩形波で測定することが好ましい。従来型LCDsの双極子モーメント結合とは違って、PSS-LCDは、四重極モーメント強化のために、誘電率の比較的小さな異方性を必要とする。この誘電率の小さな異方性は、TFTsの駆動能力において極めて有用である。従来型LCDsのそれに較べて、TFT用のより小さな誘電負荷のおかげで、PSS-LCDは、TFTに対する電圧シフトを生み出すパラ-静電容量の比較的小さな影響しか受けない。従って、PSS-LCDは従来型のTFTアレイに対してより幅の広い駆動ウィンドウを有する。

10

【0142】

例えば、一般的なPSS-LC材料の一つは、上記測定条件を用いて1.5の誘電率の異方性を示す。これは、従来型のTN-LCDパネルのそれに較べて、LCDパネルにおける1/4未満の静電容量を与える。これは、PSS-LCDがTFT-LCDsにおけるより小さなフィードスルー電圧を実現し、従来型のネマチック系TFT-LCDsのそれよりも安定なより良い画像性能を与えることを意味する。図8は、直接的に、自発分極の無関与、およびPSS-LCDの光スイッチングの前後におけるその誘電率の極端に小さな変化を証明する。図8の結果から、PSS-LCDがその駆動力用に極めて小さな誘電率の異方性を用いることは明白である。これは、また、PSS-LCDにおける四重極モーメントの直接関与の証明の一つである。

20

【0143】

(6) 上記条件を満足させる調製されたPSS-LCDセルは、外部からの印加電界の方向に応じて分子チルトの特定方向を示す。四重極結合のために、PSS-LC分子は印加電界の方向の違いを告げる。これはPSS-LCDの極めて異なる特徴的な特性の一つである。複屈折モードを用いるすべての従来型ネマチック系LCDsは、双極子モーメント結合を利用する、従って、それらは印加電界の方向の違いを言わない。印加電圧の電位の違いだけがそれらのLCDsを駆動する。PSS-LCD分子は、それらが自発分極を有しないが、印加電圧の方向を検出することによりそれらのチルト方向を変える。これも、また、PSS-LCDの四重極モーメント系駆動の支持理論の一つである。

30

【0144】

四重極モーメントに基づく極めて小さな誘電率の異方性を用いるにもかかわらず、PSS-LCDは、立ち上がりおよび立ち下がり時間両方の1/1000秒より下位の極端に速い光学応答を示す。極端に速い光学応答の主要理由は、図5に示すように充分大きな複屈折を生成するための円錐形縁に沿ってのその分子チルトの小さな距離である。すべてのネマチック系LCDsと違って、PSS-LCDは、充分大きな複屈折を生成するための分子位置変化の極めて小さな距離しか必要としない。図5に示す円錐縁に沿っての極めて均一な分子チルトは、また、図9に示すような極端に速い光学応答を実現する。

40

【0145】

(相系列および光透過状況)

各相における相系列および光透過状況は以下の通りである。

【0146】

クロスニコル下で、液晶パネルは各相でその特定光透過を示す。この状況下で、プリセット液晶分子配向の方向は図14に示すように設計される。

50

## 【0147】

等方相で、液晶分子の方向は不規則であり、その結果、入射直線偏光は液晶パネルをまっすぐに通過し、入射角に対するパネル角度と無関係に図15に示すように「暗い」状態を与える。周囲温度を下げることにより、液晶は、液晶の反掌性または対掌性に依りてネマチック相またはカイラルネマチック相の状態となる。ネマチック相で、すべての液晶はそれらの $n$ -ディレクタをプリセット配向方向に配列される。この状況において、液晶パネルは、液晶層による分極回転なしのために検光子を通過する直線偏光を可能としない。従って、これは、プリセット液晶分子配向方向が図16に示すように偏光子方向に平行である限り「暗い」状態を示す。一旦、液晶パネルが回転すると、入射直線偏光はその偏光を変え、図17に示すように光漏れを与える。

10

## 【0148】

周辺温度の更なる低下は、液晶パネルに対して次の相を誘起する。結果として生じる液晶相はスメクチックA相である。スメクチックA相は、図18に示すようにその液晶分子構造中に層構造を有する。この相は、また、入射直線偏光がスメクチック液晶層をまっすぐに通過することを可能とし、「暗い」状態を与える。ネマチック相のように、スメクチックA相も、また、パネルが図19に示すように回転する場合に、いくらかの光漏れを示す。

## 【0149】

この結果として生じる相系列は、従来型のスメクチック液晶およびPSS液晶には一般的である。しかしながら、スメクチックA相下で、周囲温度に沿っての相系列の観点から、光透過挙動は従来型のスメクチック液晶とPSS液晶間で異なる。

20

## 【0150】

従来型のスメクチック液晶において、次の相は、図20に示すように、その反掌性または対掌性に依りてスメクチックC相またはカイラルスメクチックC相である。スメクチックC相において、液晶分子の $n$ -ディレクタは層法線から傾き、「光漏れ」状態を与える。チルト角は、図22に示すようにチルト角が周辺温度の低下と共に次第に増大することを意味する、2次相変化を伴う周辺温度の関数である。従って、パネルからの漏れた光の光度は、周辺温度に依りて決まる。分子チルト角が飽和するまで、洩れた光の光度は、周辺温度の低下に伴う光度の増加の観点から図22における同じプロフィールで増大する。スメクチックC相における、この光漏れは、従来型のスメクチックC相に全く一般的である層法線からの分子チルトの結果である。

30

## 【0151】

反対に、本発明において、スメクチックA相に続くPSS-LC相は層法線からの分子チルトを示さない。PSS相において、液晶の $n$ -ディレクタは、なお、その方向を層に垂直に保持する。従って、PSS相はスメクチックC相中に示される光漏れを示さない。PSS-LCの特定分子方向のために、光透過状況は一般に図21に示すようにスメクチックA相のそれと同じである。

## 【0152】

従来型スメクチックC相とPSS-LC相間の $n$ -ディレクタ方向の違いがあるので、クロスニコル下における液晶パネルの回転による光度の温度依存性は、それぞれ、図23および24中に比較される。従来型スメクチックC相の温度依存性チルト角のために、パネルの消光角は図23に示すように周辺温度に依りて変わる。従来型LCDパネルと違って、PSS-LCDはその消光角の温度変化を示さない。「明るい」状態における光度は周辺温度に依存するが、しかしながら、消光角は図24に示すようにその元の角度からのいかなる変化も示さない。

40

## 【0153】

それらの図は、明確に、それらの光学状況における従来型スメクチックC相液晶とPSS-LCs間の差を示す。

## 【0154】

(スメクチックC相とPSS-LC相間の差)

50

従来型スメクチックC相液晶とPSS-LC相を識別する別の明白な視覚上の違いがある。

【0155】

PSS-LCD性能のために、PSS-LCDの電圧対透過率曲線(V-T曲線)は、従来型スメクチックC、またはカイラルスメクチックC相のそれとは極めて異なるものである。PSS-LCDの印加電界強度の依存性は、図25に示すようなアナログ応答V-T曲線を示す。対照的に、従来型のカイラルスメクチックC相液晶ディスプレイは、図26に示すようにそのV-T曲線におけるヒステリシスを示す。従来型カイラルスメクチックC相液晶パネルの自発分極のために、その電気光学応答は、電界強度の代わりに印加電圧の極性に依って決まる。簡単に言えば、従来型カイラルスメクチックC相パネルの電気光学応答は、印加電界応答ではなく極性応答である。電気光学応答の観点から、PSS-LCDは、それらの電気光学応答が印加電界と液晶の誘電分極間の結合に基づくネマチック系LCDsと同じ電気光学応答を示す。

10

【0156】

以下に、具体的な実施例を参照しつつ本発明をより詳細に説明する。

【実施例】

【0157】

実施例1

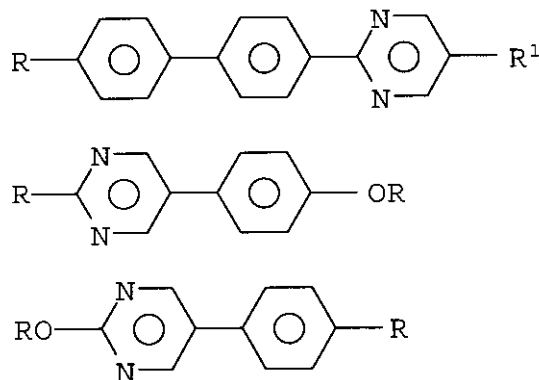
(本発明)

自家製のスメクチックC相液晶混合物材料を調製した。混合物の主要分子構造は以下のとおりである：

20

【0158】

【化2】



30

【0159】

混合後、混合物の相系列を、インステック(Instec)：コロラドの会社、により作製された「ホットステージ」(タイプ：HCS206)、およびニコン：日本の会社、により作製された偏光顕微鏡を用いることにより、バルク材として測定した。混合物は、バルク形状として室温でスメクチックC相を示す。スメクチックC相は、スメクチック層法線からの分子ディレクタチルトを示し、その結果、クロスニコル下における消光角は層法線からのいくらかのチルトを有する。

40

【0160】

等方相からネマチック相へ：92、ネマチック相からスメクチックA相へ：83、スメクチックA相からスメクチックC相へ：79、スメクチックC相から結晶へ：13。試料パネルを調製し、i試料パネルを以下のやり方でこの混合物で充填した。

【0161】

液晶分子配向材料用に、RN-1199(日産化学工業)を、1.5度未満の分子ブレ

50

チルト角配向材料として用いた。硬化層としての配向層の厚さを800Åに設定した。この硬化配向層の表面を、図10に示すように基板の中心線に対して30度の方向にレーヨン布によりラビングした。研磨布の押し込み量を上部、下部基板共に0.4mmに設定した。

#### 【0162】

二つの研磨基板を、それらのラビング方向が平均径1.6μmを有する二酸化ケイ素ペース球を用いて互いに平行になるように積層した。光学多重反射を用いることによる測定で得られるパネルギャップは1.9μmであった。

#### 【0163】

上記液晶混合物を、105℃の等方相温度で調製パネル中に充填した。パネルを混合物で充填した後、混合物が38℃である室温近くのPSS相を示すまで、周辺温度を2℃/分下げようように制御した。次に、制御なしの自然冷却により、パネル温度が室温に達した後、パネルに+/-10V、500Hzの三角波電圧を5分印加した。5分の電圧印加後、パネルをその液晶充填孔からチップオフした。

#### 【0164】

完成したパネルについて、偏光顕微鏡（ニコン）およびホットステージ（インステック：タイプHCS206）下でその相系列を測定した。最初に、パネル温度をホットステージにより105℃まで上げ、次に、温度を1.5℃/分の速度で下げた。パネルは、90.5℃で等方相からネマチック相へ、80.8℃でネマチック相からスメクチックA相へ、72.3℃でスメクチックA相からPSS相へ、および4℃でPSS相から結晶への相転移を示した。

#### 【0165】

バルクとパネル間のこれらの異なる相転移温度は、緩い冷却速度により広く見られる現象である過冷却効果によって説明された。顕著な事実は、PSS-LCD条件を満たしたこのパネルが、スメクチックA相とPSS相間で同じ消光角を示すことである。これはPSS-LCD特定の特徴的な特性である。

#### 【0166】

このパネルについて、また、DCバイアス電圧6V下でプレジジョン（Precision）LCR計（アジェレント（Agilent）：タイプ4774）を用いて、その誘電率の異方性を測定した。プローブ電圧+/-1V、1kHz、矩形波電圧を用いた。誘電率の測定異方性は2.3であった。この値は、平均的な従来型LCDsのほぼ1/3である。従って、このPSS-LCDパネルは従来型LCDsに較べて一段と広い駆動可能性を与える。

#### 【0167】

このパネルの電気光学測定は、図11に示すような三角波電圧の印加によりアナログ階調を示した。バルクとしてのスメクチック液晶材料に対する本発明の効果の観点から最も有意な事実は、分子ディレクタがPSS相における研磨角に対して傾かないように、本発明の液晶分子配向が効果的に防止することである。このバルクとしてのスメクチックC相における分子チルトの防止は、本発明の本質的な効果である。一定のパネル条件下で分子チルトを防止することにより、従来型の液晶駆動法によるアナログ階調は、その優れた性能を示すことが可能となる。

#### 【0168】

#### 実施例2（対照）

以下にその分子式を示すスメクチックA液晶混合物を用いて、液晶パネルを作製した。

#### 【0169】

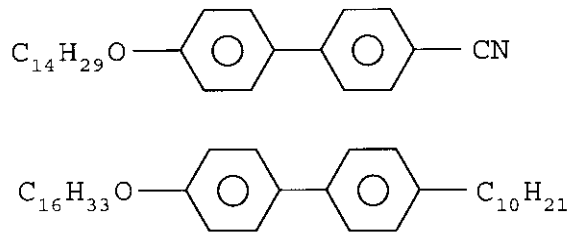
10

20

30

40

## 【化 3】



10

## 【0170】

液晶は、バルク形状として50 超でスメクチックA相を示す。スメクチックA相は、スメクチック層法線から全くチルトのない分子ディレクタを示し、その結果、クロスニコル下における消光角は層法線からのチルトを全く有さない。この液晶は、等方相、ネマチック相、スメクチックA相、および結晶の相系列を有する。

## 【0171】

液晶分子配向材料用に、RN-1199（日産化学工業）を1.5度未満の分子プレチルト角配向材料として用いた。硬化層としての配向層の厚さを800Åに設定した。この硬化配向層の表面を、図10に示すように基板の中心線に対して30度の方向にレーヨン布によりラビングした。研磨布の押し込み量を上部、下部基板共に0.4mmに設定した。二つの研磨基板を、それらのラビング方向が平均径1.6μmを有する二酸化ケイ素ペースボールを用いて互いに平行になるように積層した。光学多重反射を用いることによる測定で得られるパネルギャップは1.9μmであった。

20

## 【0172】

上記液晶混合物を、130の等方相温度で調製パネル中に充填した。パネルを混合物で充填した後、混合物がスメクチックA相を示すまで、周辺温度を2/分下げるように制御した。次に、制御なしの自然冷却により、パネル温度が55に達した後、パネルに+/-10V、500Hzの三角波電圧を5分印加した。5分の電圧印加後、パネルをその液晶充填孔からチップオフした。

30

## 【0173】

パネルは、90.5で等方相からネマチック相へ、80.8でネマチック相からスメクチックA相へ、および4でスメクチックA相から結晶への相転移を示した。

## 【0174】

このパネルについて、DCバイアス電圧6V下でプレジジョンLCR計（アジェレント：タイプ4774）を用いて、その誘電率の異方性を測定した。プローブ電圧+/-1V、1kHz、矩形波電圧を用いた。誘電率の測定異方性は1.3であった。この値は、平均的な従来型LCDsのほぼ1/6である。

40

## 【0175】

このパネルの電気光学測定は、20V電圧までは特別の光学スイッチングを全く示さなかった。高粘性スメクチックA相による余りにも小さい誘電率の異方性のために、このパネルはディスプレイとしていかなる実際的な光学スイッチングをも示さなかった。なぜなら、このスメクチックA相はその双極子モーメントにより外部印加電界との結合を有するからである。双極子モーメントを用いての、印加電界との実際的に有効な結合は、誘電率の極端に大きな異方性を必要とする。しかしながら、誘電率の大きな異方性は、TFE駆動の実際的な使用を妨げる。

## 【0176】

## 実施例3（対照）

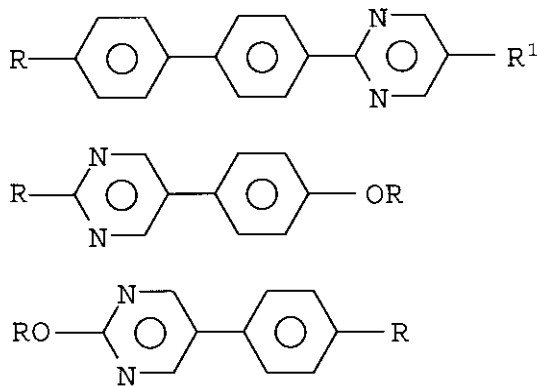
自家製のスメクチックC相液晶混合物材料を調製した。混合物の主要分子構造は以下の

50

とおりである：

【 0 1 7 7 】

【 化 4 】



【 0 1 7 8 】

混合後、混合物の相系列を、インステック：コロラドの会社、により作製された「ホットステージ」（タイプ：HCS206）、およびニコン：日本の会社、により作製された偏光顕微鏡を用いることにより、バルク材として測定した。混合物は、バルク形状として室温でスメクチックC相を示す。スメクチックC相は、スメクチック層法線からの分子ディレクタチルトを示し、その結果、クロスニコル下における消光角は層法線からのいくらかのチルトを有する。

20

【 0 1 7 9 】

等方相からネマチック相へ：92、ネマチック相からスメクチックA相へ：83、スメクチックA相からスメクチックC相へ：79、スメクチックC相から結晶へ：13。この混合物で充填した試料パネルを以下のように調製した。

【 0 1 8 0 】

液晶分子配向材料用に、SE-610（日産化学工業）を、5度を超える分子プレチルト角配向材料として用いた。硬化層としての配向層の厚さを800Åに設定した。この硬化配向層の表面を、図10に示すように基板の中心線に対して30度の方向にレーヨン布によりラビングした。研磨布の押し込み量を上部、下部基板共に0.1mmに設定した。二つの研磨基板を、それらのラビング方向が平均径1.6μmを有する二酸化ケイ素ペース球を用いて互いに平行になるように積層した。光学多重反射を用いることによる測定で得られるパネルギャップは1.9μmであった。上記液晶混合物を、105の等方相温度で調製パネル中に充填した。パネルを混合物で充填した後、混合物が38である室温近くのPSS相を示すまで、周辺温度を2/分下げようように制御した。次に、制御なしの自然冷却により、パネル温度が室温に達した後、パネルに+/-10V、500Hzの三角波電圧を5分印加した。5分の電圧印加後、パネルをその液晶充填孔からチップオフした。

30

【 0 1 8 1 】

完成したパネルについて、偏光顕微鏡（ニコン）およびホットステージ（インステック：タイプHCS206）下でその相系列を測定した。最初に、パネル温度をホットステージにより105まで上げ、次に、温度を1.5/分の速度で下げた。パネルは、90.5で等方相からネマチック相へ、82.2でネマチック相からスメクチックA相へ、69.5でスメクチックA相からスメクチックC相へ、および2でスメクチックC相から結晶への相転移を示した。バルクとパネル間のこれらの異なる相転移温度は、緩い冷却速度により広く見られる現象である過冷却効果によって説明された。顕著な事実は、

40

50

このパネルが P S S - L C D 条件を満たさないことである。従って、このパネルは、スメクチック A 相とスメクチック C 相間で異なる消光角を示す。これは本明細書における実施例 5 . 1 とは異なる。

【 0 1 8 2 】

このパネルについて、また、D C バイアス電圧 6 V 下でプレジジョン L C R 計 (アジェレント : タイプ 4 7 7 4 ) を用いて、その誘電率の異方性を測定した。プローブ電圧 + / - 1 V 、 1 k H z 、 矩形波電圧を用いた。誘電率の測定異方性は 3 . 7 であった。この値は、平均的な従来型 L C D s のほぼ 1 / 2 である。従って、このパネルは、従来型 L C D s に較べてより広い駆動可能性のウィンドウを潜在的に与える。

【 0 1 8 3 】

このパネルの電気光学測定は、光学応答を全く示さなかった。このパネルは分子 n - ディレクタのいくらかのチルトを示すので、このパネルは P S S - L C D と共通のいかなる性能をも有さない。

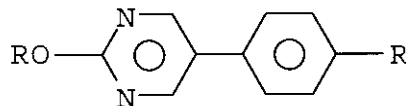
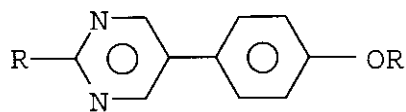
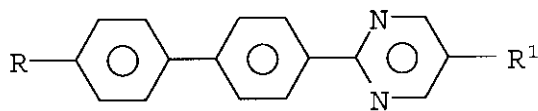
【 0 1 8 4 】

実施例 4 ( 本発明 )

自家製のスメクチック C 相液晶混合物材料を調製した。混合物の主要分子構造は以下のとおりである :

【 0 1 8 5 】

【 化 5 】



【 0 1 8 6 】

混合後、混合物の相系列を、インステック : コロラドの会社、により作製された「ホットステージ」 (タイプ : H C S 2 0 6 ) 、 およびニコン : 日本の会社、により作製された偏光顕微鏡を用いることにより、バルク材として測定した。混合物は、バルク形状として室温でスメクチック C 相を示す。スメクチック C 相は、スメクチック層法線からの分子ディレクタチルトを示し、その結果、クロスニコル下における消光角は層法線からのいくらかのチルトを有する。

【 0 1 8 7 】

等方相からネマチック相へ : 9 2 、 ネマチック相からスメクチック A 相へ : 8 3 、 スメクチック A 相からスメクチック C 相へ : 7 9 、 スメクチック C 相から結晶へ : 1 3 。この混合物で充填した試料パネルを以下のように調製した。

【 0 1 8 8 】

液晶分子配向材料用に、二酸化ケイ素の斜方蒸着層を、2 度未満の分子プレチルト角配向層として用いた。平均として配向層の厚さを 1 2 0 0 Å に設定した。二つの基板を、それらの斜方蒸着方向が平均径 1 . 6 μ m を有する二酸化ケイ素スペーサ球を用いて互いに平行になるように積層した。光学多重反射を用いることによる測定で得られるパネルギャ

10

20

30

40

50

ップは  $1.9 \mu\text{m}$  であった。上記液晶混合物を、 $105^\circ\text{C}$  の等方相温度で調製パネル中に充填した。パネルを混合物で充填した後、混合物が  $38^\circ\text{C}$  である室温近くの P S S 相を示すまで、周辺温度を  $2^\circ\text{C}/\text{分}$  下げるように制御した。次に、制御なしの自然冷却により、パネル温度が室温に達した後、パネルに  $+/-10\text{V}$ 、 $500\text{Hz}$  の三角波電圧を 5 分印加した。5 分の電圧印加後、パネルをその液晶充填孔からチップオフした。

【0189】

完成したパネルについて、偏光顕微鏡（ニコン）およびホットステージ（インステック：タイプ H C S 206）下でその相系列を測定した。最初に、パネル温度をホットステージにより  $105^\circ\text{C}$  まで上げ、次に、温度を  $1.5^\circ\text{C}/\text{分}$  の速度で下げた。パネルは、 $90.5^\circ\text{C}$  で等方相からネマチック相へ、 $80.6^\circ\text{C}$  でネマチック相からスメクチック A 相へ、 $72.0^\circ\text{C}$  でスメクチック A 相から P S S 相へ、および  $3.4^\circ\text{C}$  で P S S 相から結晶への相転移を示した。バルクとパネル間のこれらの異なる相転移温度は、緩い冷却速度により広く見られる現象である過冷却効果によって説明された。顕著な事実は、P S S - L C D 条件により満たされたこのパネルが、スメクチック A 相と P S S 相間で同じ消光角を示すことである。これは P S S - L C D 特定の特徴的な特性である。

10

【0190】

このパネルについて、また、D C バイアス電圧  $6\text{V}$  下でプレシジョン L C R 計（アジェレント：タイプ 4774）を用いて、その誘電率の異方性を測定した。プローブ電圧  $+/-1\text{V}$ 、 $1\text{kHz}$ 、矩形波電圧を用いた。誘電率の測定異方性は  $2.2$  であった。この値は、平均的な従来型 L C D s のほぼ  $1/3$  である。従って、この P S S - L C D パネルは、従来型 L C D s に比べて一段と広い駆動可能性のウィンドウを与える。

20

【0191】

このパネルの電気光学測定は、図 12 に示すような三角波電圧の印加によりアナログ階調を示した。バルクとしてのスメクチック液晶材料に対する本発明の効果の観点から最も有意な事実は、本発明の液晶分子配向が、分子ディレクタが P S S 相における研磨角に傾くことを効果的に防止することである。バルクとしてのスメクチック C 相における、この分子チルトの防止は、本発明の本質的な効果である。一定のパネル条件下で分子チルトを防止することにより、従来型の液晶駆動法によるアナログ階調が、その優れた性能を示すことを可能とする。

30

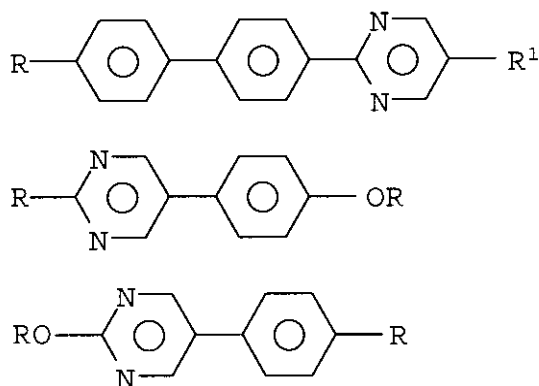
【0192】

実施例 5（本発明）

自家製のスメクチック C 相液晶混合物材料を調製した。混合物の主要分子構造は以下のとおりである：

【0193】

【化 6】



40

50

## 【0194】

混合後、混合物の相系列を、インステック：コロラドの会社、により作製された「ホットステージ」（タイプ：HCS206）、およびニコン：日本の会社、により作製された偏光顕微鏡を用いることにより、バルク材として測定した。混合物は、バルク形状として室温でスメクチックC相を示す。スメクチックC相は、スメクチック層法線からの分子ディレクタチルトを示し、その結果、クロスニコル下における消光角は層法線からのいくらかのチルトを有する。

## 【0195】

等方相からネマチック相へ：92、ネマチック相からスメクチックA相へ：83、スメクチックA相からスメクチックC相へ：79、スメクチックC相から結晶へ：13。この混合物で充填した試料パネルを以下のように調製した。

10

## 【0196】

液晶分子配向材料用に、酸化タンタルの斜方蒸着層を、2度未満の分子プレチルト角配向層として用いた。平均として配向層の厚さを1200Åに設定した。二つの基板を、それらの斜方蒸着方向が平均径1.6μmを有する二酸化ケイ素スペーサ球を用いて互いに平行になるように積層した。光学多重反射を用いることによる測定で得られるパネルギャップは1.8μmであった。上記液晶混合物を、105の等方相温度で調製パネル中に充填した。パネルを混合物で充填した後、混合物が38である室温近くのPSS相を示すまで、周辺温度を2/分下げようように制御した。次に、制御なしの自然冷却により、パネル温度が室温に達した後、パネルに+/-10V、500Hzの三角波電圧を5分印加した。5分の電圧印加後、パネルをその液晶充填孔からチップオフした。

20

## 【0197】

完成したパネルについて、偏光顕微鏡（ニコン）およびホットステージ（インステック：タイプHCS206）下でその相系列を測定した。最初に、パネル温度をホットステージにより105まで上げ、次に、温度を1.5/分の速度で下げた。パネルは、90.5で等方相からネマチック相へ、80.6でネマチック相からスメクチックA相へ、72.0でスメクチックA相からPSS相へ、および3.4でPSS相から結晶への相転移を示した。バルクとパネル間のこれらの異なる相転移温度は、緩い冷却速度により広く見られる現象である過冷却効果によって説明された。顕著な事実は、PSS-LCD条件により満たされたこのパネルが、スメクチックA相とPSS相間で同じ消光角を示すことである。これはPSS-LCD特定の特徴的な特性である。

30

## 【0198】

このパネルについて、また、DCバイアス電圧6V下でプレジジョンLCR計（アジェレント：タイプ4774）を用いて、その誘電率の異方性を測定した。プローブ電圧+/-1V、1kHz、矩形波電圧を用いた。誘電率の測定異方性は2.7であった。この値は、平均的な従来型LCDsのほぼ1/3である。従って、このPSS-LCDパネルは、従来型LCDsに較べて一段と広い駆動可能性のウィンドウを与える。

## 【0199】

このパネルの電気光学測定は、図13に示すような三角波電圧の印加によりアナログ階調を示した。バルクとしてのスメクチック液晶材料に対する本発明の効果の観点から最も有意な事実は、本発明の液晶分子配向が、分子ディレクタがPSS相における研磨角に傾くことを効果的に防止することである。バルクとしてのスメクチックC相における、この分子チルトの防止は、本発明の本質的な効果である。一定のパネル条件下で分子チルトを防止することにより、従来型の液晶駆動法によるアナログ階調が、その優れた性能を示すことを可能とする。

40

## 【0200】

（従来型技術との比較）

上記の検討および実施例、特に好ましい態様および実施例の記載から、分極遮蔽スメクチック液晶ディスプレイ（PSS-LCDs）に基づく本発明は、小型高解像度ディスプレイおよび大画面直視型テレビに対する画像品質性能および製造コストの両面において、

50

従来型 T F T - L C D s、従来型 S S F L C D s、および特願平 0 9 - 1 7 4 4 6 3 号に記載されている高分子安定化 V 字型強誘電性液晶ディスプレイ ( P S - V - F L C D s ) に対する優位性を有する。

【 0 2 0 1 】

( 本発明の効果 )

本発明は、立証された製造方法により現在存在する大型 L C D パネル製造装置の大部分を用いて、自動遮断効果によってより少ない画像ボケを伴う中間調レベルにおける十分に速い光学応答を有する大画面直視型テレビ向けの高品質画像を可能とする。これは、製造におけるコスト利点を与える。本発明は、また、時間分割カラー法を用いて、特に第 3 世代携帯電話用途用の高解像度 L C D s を有する小型画面を可能とする。時間分割カラーシステム用の R G B ・ L E D バックライトを用いることにより、より広い彩度とその色再現においてより高い画像品質を作成する。これは、天然色再現を必要とするデジタルカメラモニタディスプレイにとって極めて重要である。

10

【 0 2 0 2 】

更に、上述のように、本発明は、特定の分子構造を有する液晶分子の四重極モーメントおよびその起源の解析メカニズム結果および検討に基づく。更に、本発明は、前に報告した本発明者の技術： P S S - L C D s の詳細な検討により、合理的な製造コストで高性能 L C D s を製造するための具体的な方法を提供する。本発明の概念は、最小対称分子構造を用いる特定液晶分子配向であり、弱い極角アンカリングエネルギーにおける強い方位角アンカリングエネルギーにより、スメクチック層法線に対するいくらかのチルトを有する自然分子 n - ディレクタは効果的に排除される。

20

【 0 2 0 3 】

このように記載されてきた本発明から、本発明が多くのやり方で変えることが可能であることは明らかである。こうした変形は、本発明の精神および範囲からの逸脱とは見なされるべきではなく、当業者には明白であろう全てのこのような修正は、以下のクレームの範囲内に包含されるように意図されている。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 2 0 4 】

【 図 1 】 T F T - L C D における現状の R G B 副画素構造の一般的な例を示す模式断面図である。

30

【 図 2 】 画面画像速度と対角サイズ間の比例関係を示すグラフである。

【 図 3 】 時間分割カラー P S S - L C D の画素構造を示す模式平面図である。

【 図 4 】 時間分割カラー表示における低速応答および高速応答の例を示す模式的なグラフである。グラフ ( a ) はネマチックタイプ・ディスプレイの場合を示し、グラフ ( b ) は P S S - L C D タイプ・ディスプレイの場合を示す。

【 図 5 】 P S S - L C D の初期分子構造および印加電圧下の構造の例を模式的に示す。

【 図 6 】 P S S - L C 分子セッティングの等位 ( coordination ) 構造の例を模式的に示す。

【 図 7 】 スメクチック層に対するスメクチック液晶の分子チルト角の例を模式的に示す。

40

【 図 8 】 S S F L C D および P S S - L C D の誘電挙動の例を模式的に示す。

【 図 9 】 P S S - L C D の光学応答の例を模式的に示す。

【 図 1 0 】 積層パネルのラビング ( ないしパフリング ) 角を説明するための模式図である。

【 図 1 1 】 P S S - L C D のアナログ階調応答の例を模式的に示す。

【 図 1 2 】 斜方蒸着配向層パネルのアナログ階調応答の例を模式的に示す。

【 図 1 3 】 斜方蒸着配向層パネルのアナログ階調応答の他の例を模式的に示す。

【 図 1 4 】 本発明において使用すべきプリセット液晶分子配向の方向用の設計の例を模式的に示す。

【 図 1 5 】 等方相における「暗い」状態の例を模式的に示す。

【 図 1 6 】 プリセット液晶分子配向方向が偏光子方向に平行にある「暗い」状態の他の例

50

を模式的に示す。

【図17】液晶パネルが回転し、入射直線偏光がその偏光を変える「光漏れ」状態の例を模式的に示す。

【図18】層構造を有するスメクチックA相の液晶分子構造の例を模式的に示す。

【図19】パネルが回転する時の、スメクチックA相の「光漏れ」状態の例を模式的に示す。

【図20】その反掌性または対掌性に依じて、スメクチックC相またはカイラルスメクチックC相を示す従来型のスメクチック液晶の例を模式的に示す。

【図21】一般に、スメクチックA相のそれと同じものであるPSS相の光線透過状況の例を模式的に示す。

【図22】チルト角が周囲温度の低下と共に次第に増大する状態の例を模式的に示す。

【図23】クロスニコル下で液晶パネルの回転による光強度の温度依存性の観点からの、従来型スメクチックC相とPSS-LC相間のn-ディレクタ方向差の例を模式的に示す。

【図24】クロスニコル下で液晶パネルの回転による光強度の温度依存性の観点からの、従来型スメクチックC相とPSS-LC相間のn-ディレクタ方向差の他の例を模式的に示す。

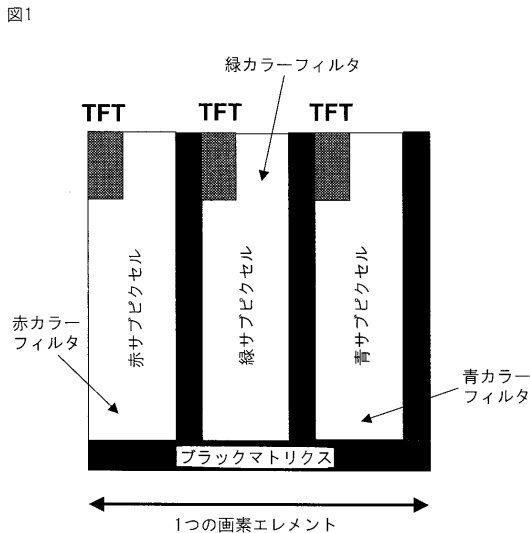
【図25】PSS-LCDの印加電界強度の相関関係がアナログ応答を示す、PSS-LCDのV-T(電圧対透過率)曲線の例を模式的に示す。

【図26】V-T曲線がヒステリシスを示す、従来型スメクチックC、またはカイラルスメクチックC相のV-T曲線の例を模式的に示す。

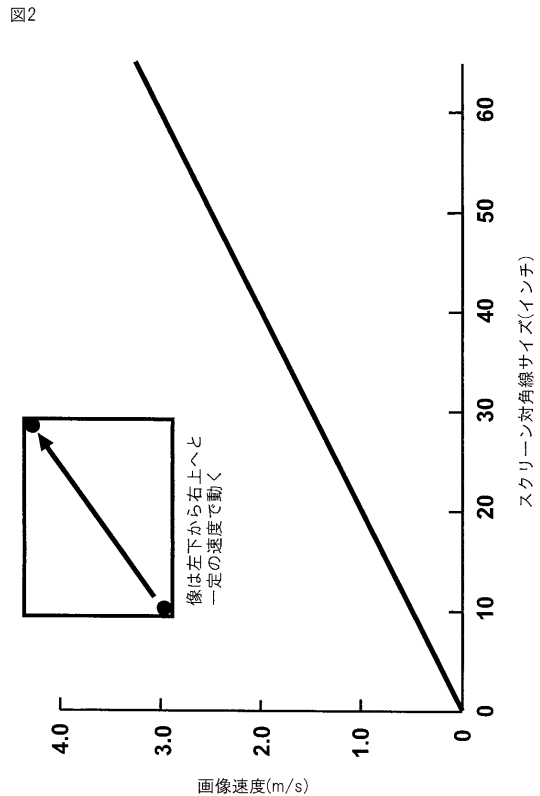
10

20

【図1】

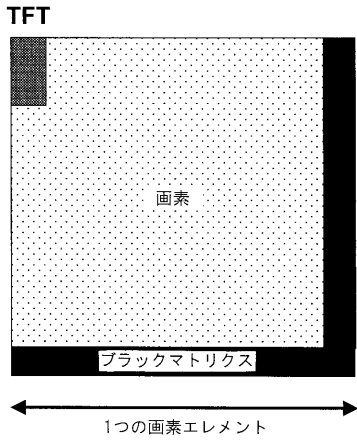


【図2】



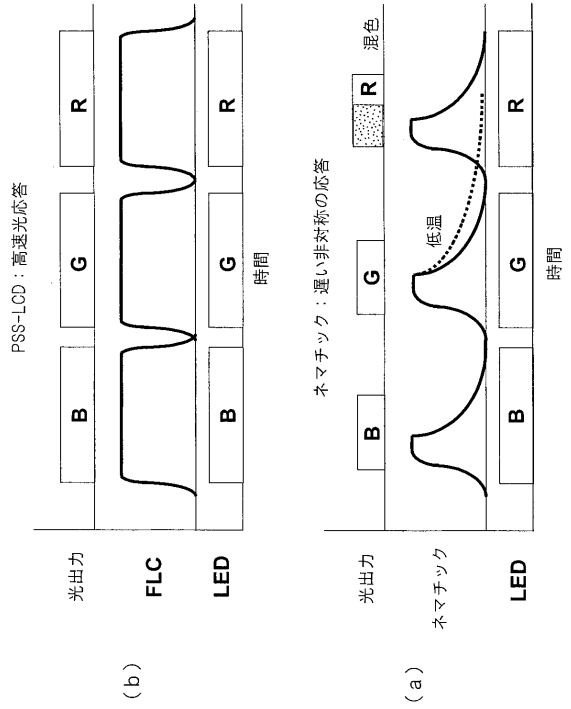
【 図 3 】

図3



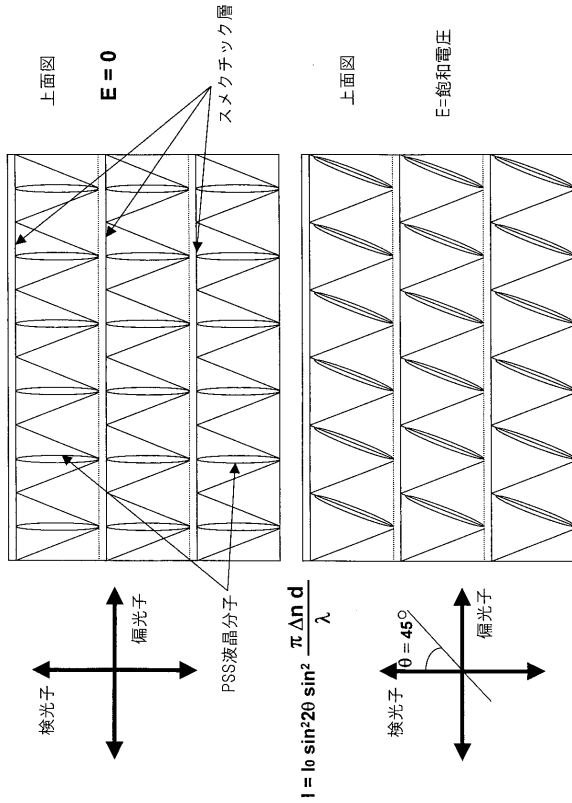
【 図 4 】

図4



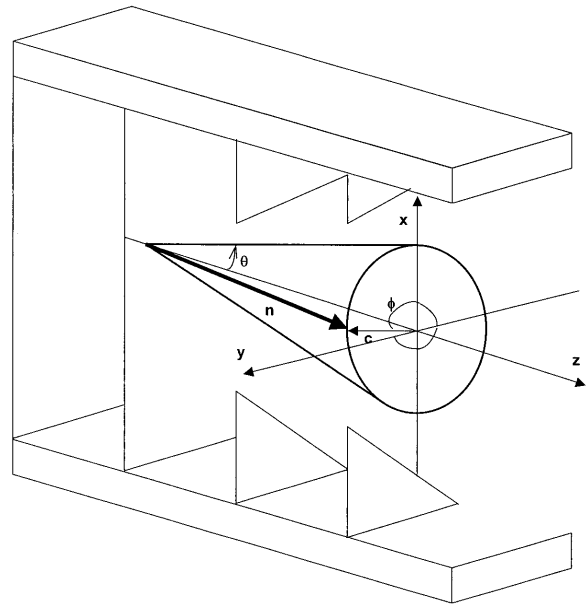
【 図 5 】

図5



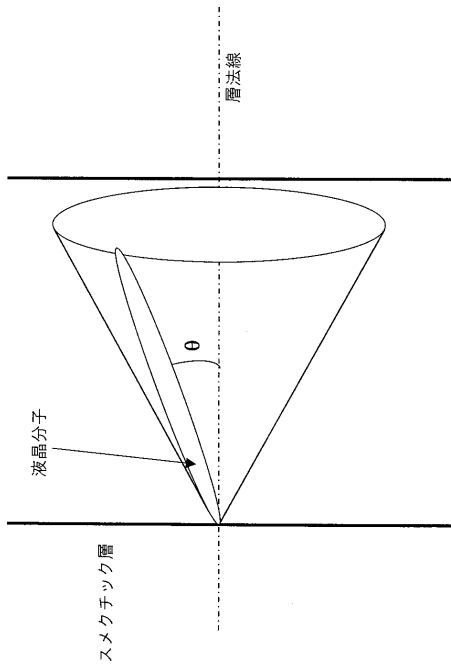
【 図 6 】

図6



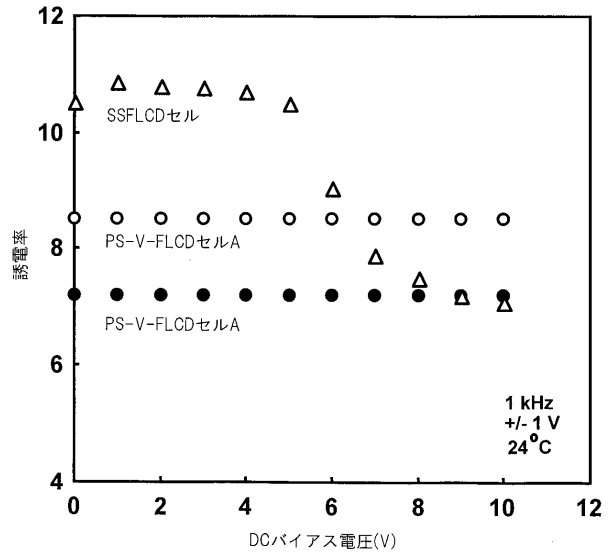
【 図 7 】

図7



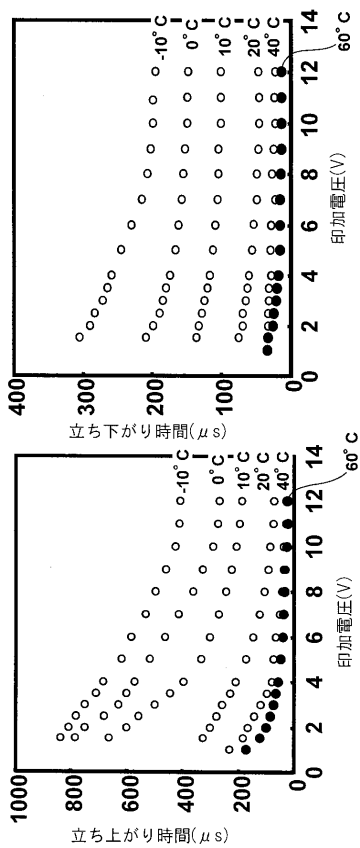
【 図 8 】

図8



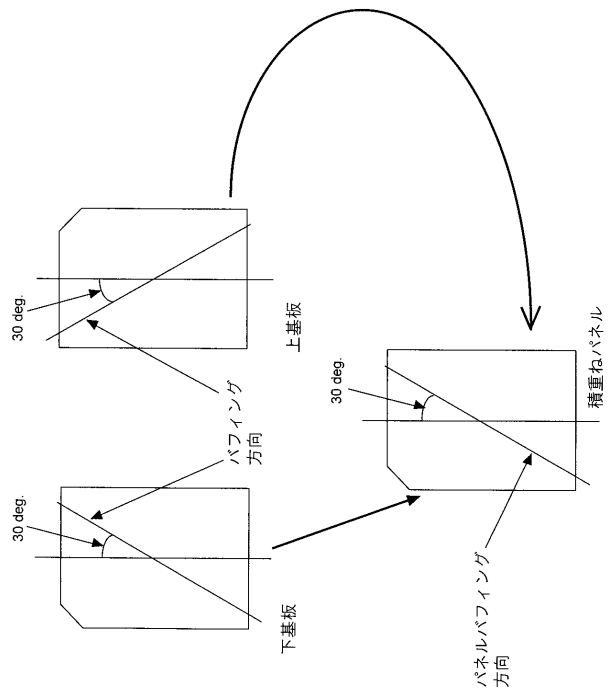
【 図 9 】

図9



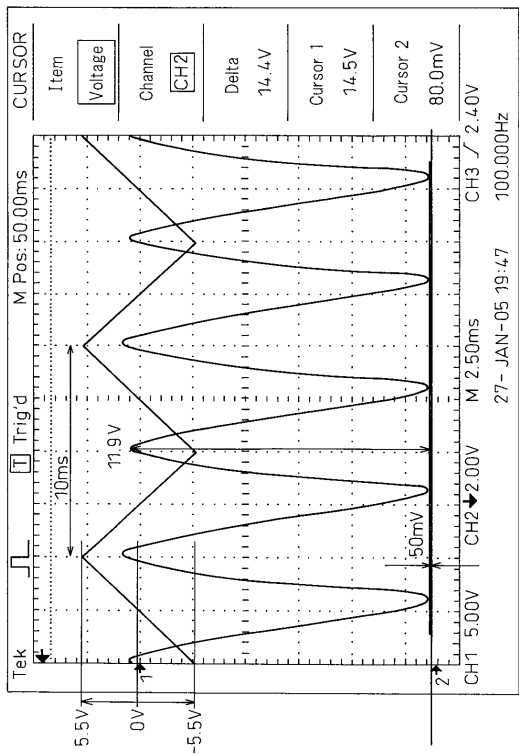
【 図 10 】

図10



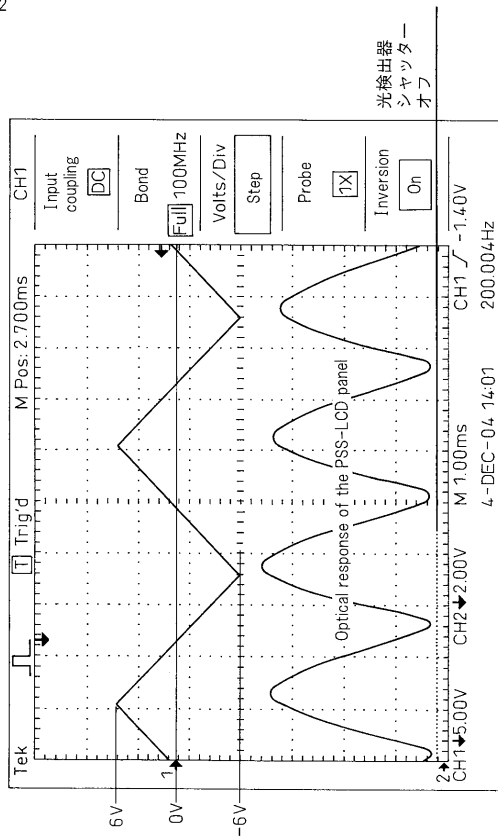
【 図 1 1 】

図11



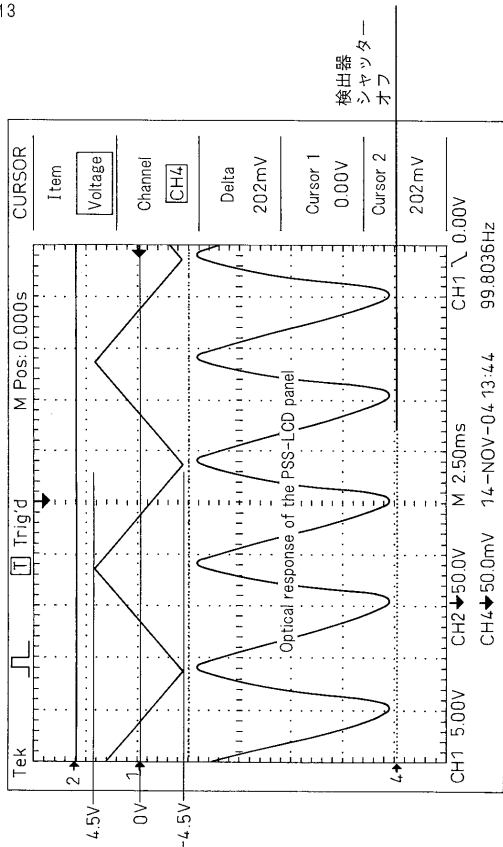
【 図 1 2 】

図12



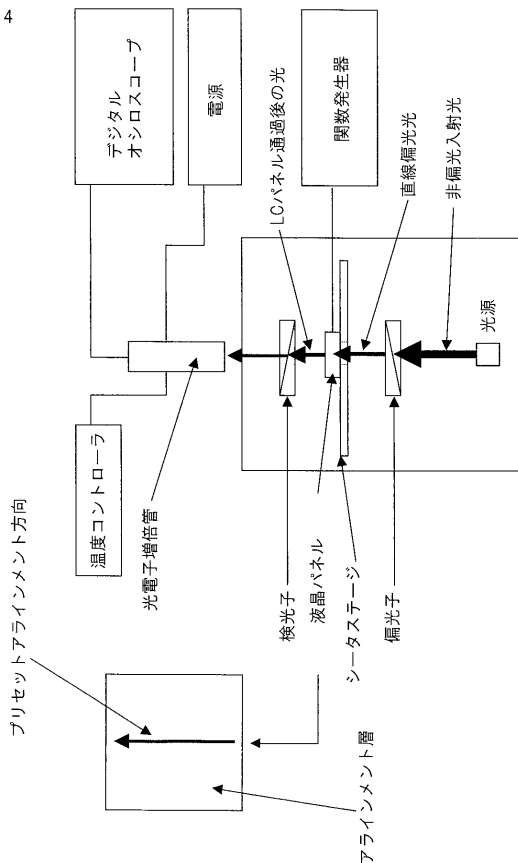
【 図 1 3 】

図13



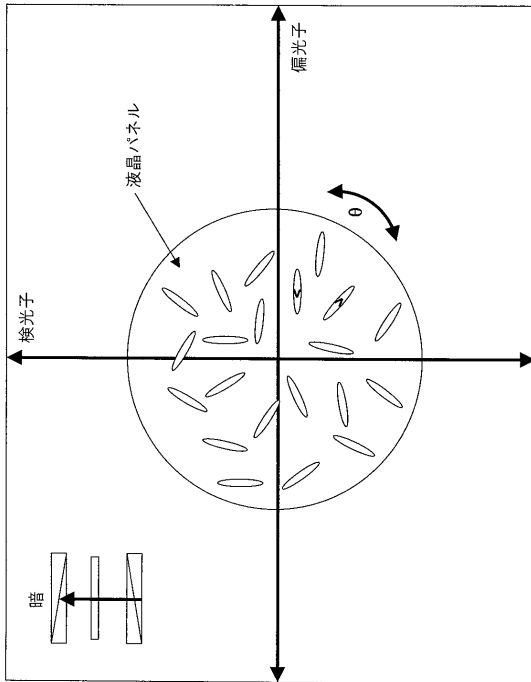
【 図 1 4 】

図14



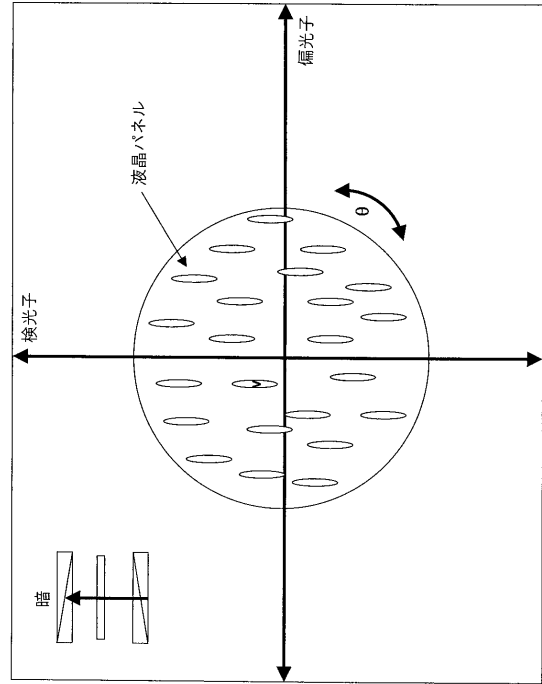
【 図 1 5 】

図15



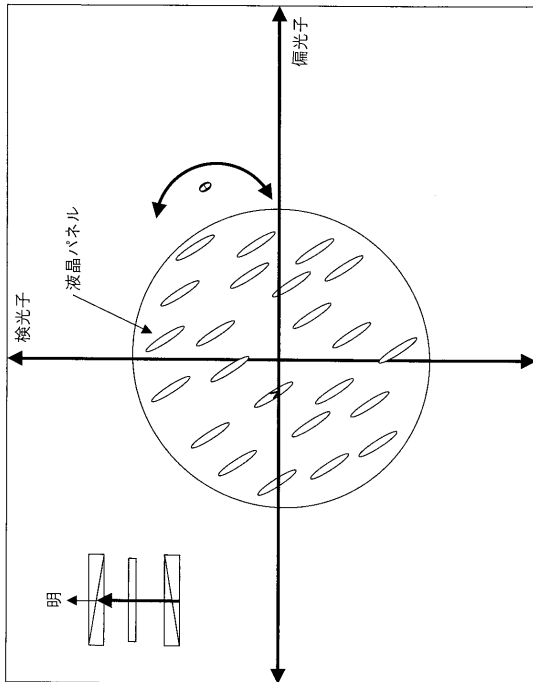
【 図 1 6 】

図16



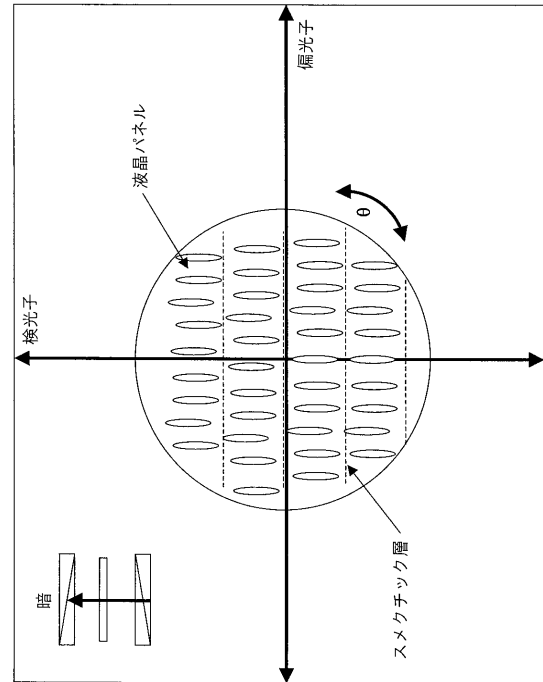
【 図 1 7 】

図17



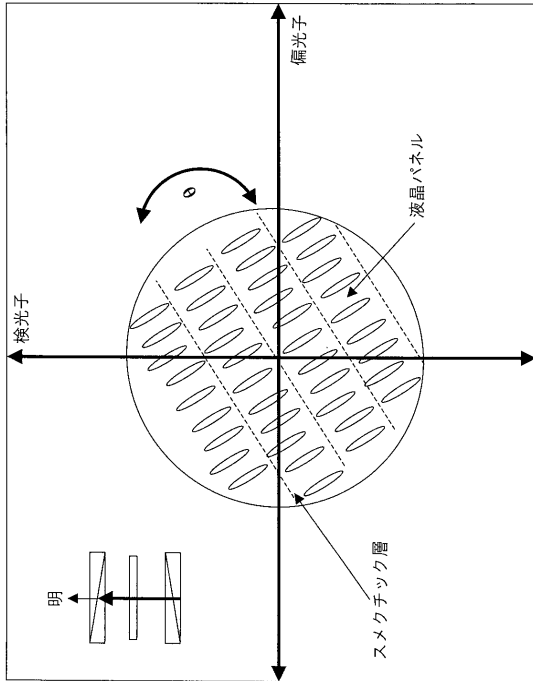
【 図 1 8 】

図18



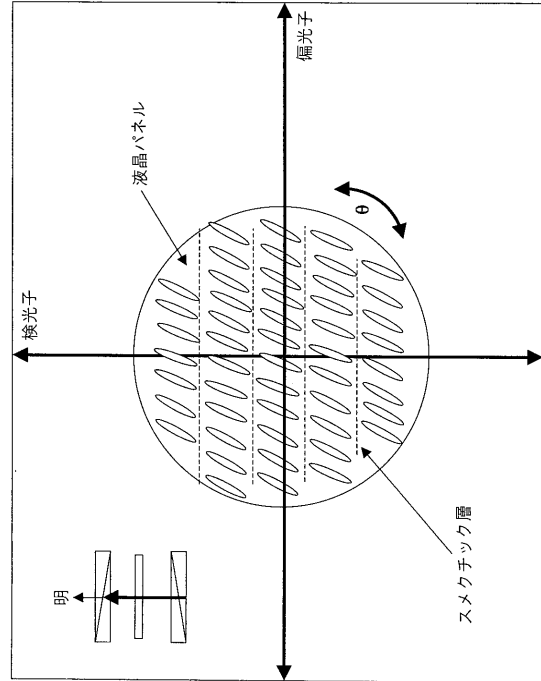
【 図 1 9 】

図19



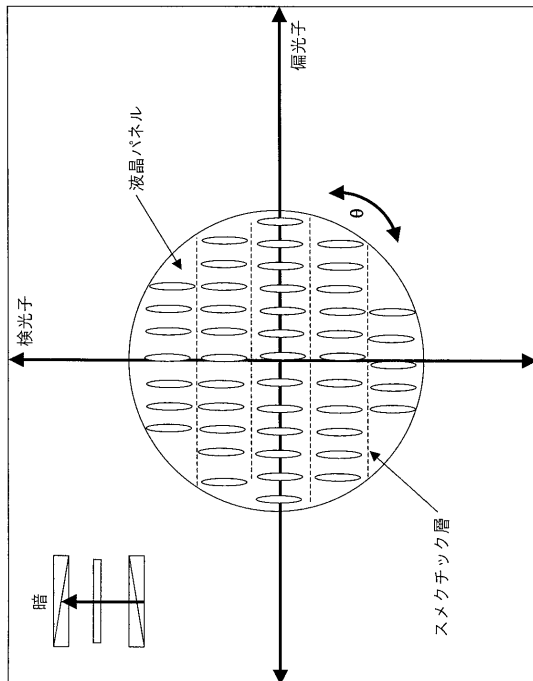
【 図 2 0 】

図20



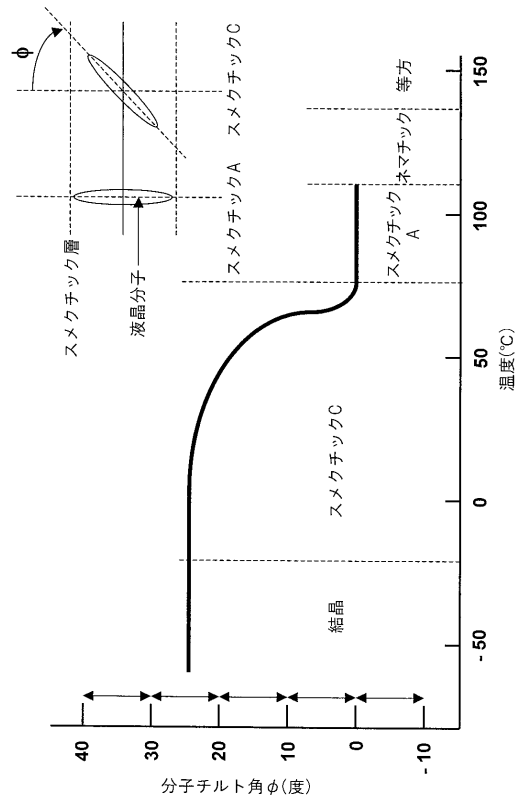
【 図 2 1 】

図21



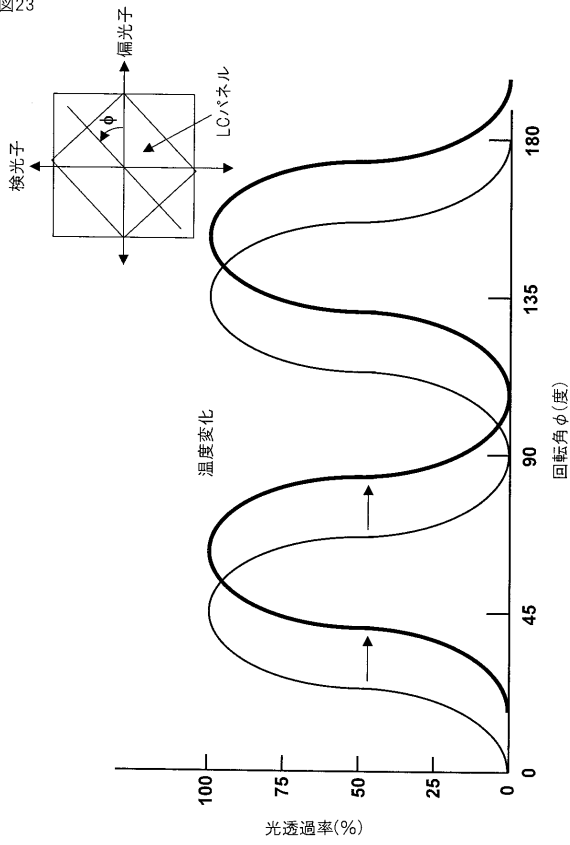
【 図 2 2 】

図22



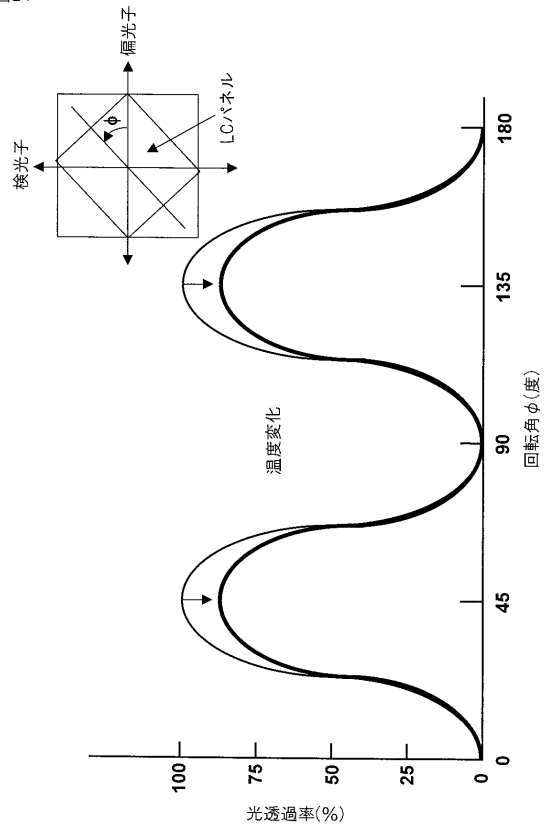
【 図 2 3 】

図23



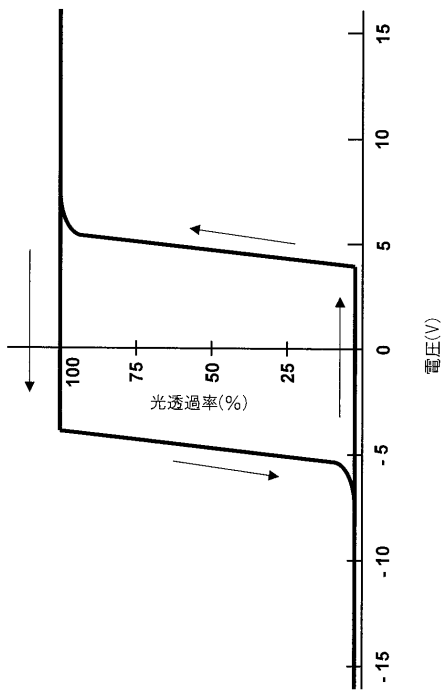
【 図 2 4 】

図24



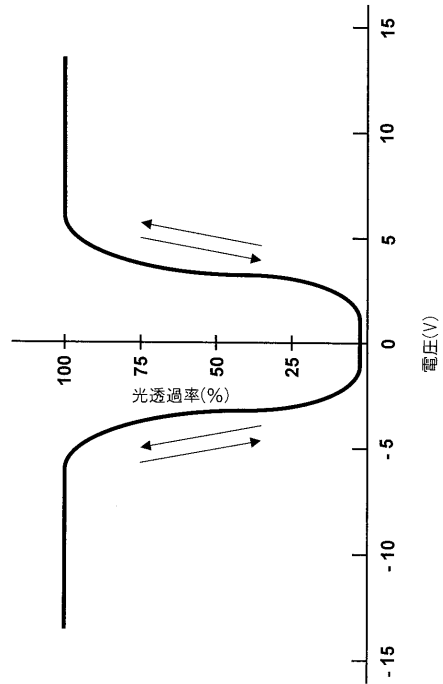
【 図 2 5 】

図25



【 図 2 6 】

図26



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/JP2006/313349

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G02F1/141		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	MOCHIZUKI A: "Polarization-shielded V-shaped ferroelectric liquid crystal displays" LIQUID CRYSTAL MATERIALS, DEVICES, AND APPLICATIONS X AND PROJECTION DISPLAYS X 19-21 JAN. 2004 SAN JOSE, CA, USA, vol. 5289, no. 1, 2004, pages 132-142, XP002401039 Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering SPIE-Int. Soc. Opt. Eng USA ISSN: 0277-786X the whole document	1-11
X	US 2004/196428 A1 (MOCHIZUKI AKIHIRO ET AL) 7 October 2004 (2004-10-07) the whole document	1-11
----- -/-		
<input checked="" type="checkbox"/>	Further documents are listed in the continuation of Box C.	<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents:		
<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>		<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"Z" document member of the same patent family</p>
Date of the actual completion of the international search 29 September 2006		Date of mailing of the international search report 18/10/2006
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 600 nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Lüssem, Georg

3

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/JP2006/313349

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	AKIHIRO MOCHIZUKI ED - SOCIETY FOR INFORMATION DISPLAY: "A Hysteresis-Free Continuous Gray Shade Smectic Liquid Crystal with Fast Optical Response" 2004 SID INTERNATIONAL SYMPOSIUM. SEATTLE, WA, MAY 25 - 27, 2004, SID INTERNATIONAL SYMPOSIUM, SAN JOSE, CA : SID, US, 25 May 2004 (2004-05-25), pages 1156-1159, XP007011926 the whole document	1-11

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No  
PCT/JP2006/313349

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004196428 A1	07-10-2004	EP 1583993 A2	12-10-2005
		WO 2004063807 A2	29-07-2004
		JP 2006515935 T	08-06-2006

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

Fターム(参考) 2H090 HB02Y HB03Y HB06Y HC13 HD14 MA06 MA10 MB06 MB12

专利名称(译)	液晶显示元件		
公开(公告)号	<a href="#">JP2008545160A</a>	公开(公告)日	2008-12-11
申请号	JP2008519148	申请日	2006-06-28
申请(专利权)人(译)	ナノコア株式会社		
[标]发明人	望月昭宏		
发明人	望月 昭宏		
IPC分类号	G02F1/1337		
CPC分类号	G02F1/1416 G02F2001/133742		
FI分类号	G02F1/1337.515		
F-TERM分类号	2H090/HB02Y 2H090/HB03Y 2H090/HB06Y 2H090/HC13 2H090/HD14 2H090/MA06 2H090/MA10 2H090/MB06 2H090/MB12		
代理人(译)	青木 笃 石田 敬 吉井一夫		
优先权	11/168923 2005-06-29 US		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

一种液晶元件，包括至少一对基板和设置在所述一对基板之间的近晶相液晶材料。近晶相液晶材料的分子长轴或n导向器相对于作为块状材料的层法具有倾斜角，并且近晶相液晶材料的长轴平行于预设的排列方向排列，结果，给出了纵向层法线。

