

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5037604号
(P5037604)

(45) 発行日 平成24年10月3日(2012.10.3)

(24) 登録日 平成24年7月13日(2012.7.13)

(51) Int.Cl.

F 1

G02F 1/141 (2006.01) G02F 1/141

G02F 1/13 (2006.01) G02F 1/13 500

C09K 19/40 (2006.01) C09K 19/40

請求項の数 23 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2009-506515 (P2009-506515)
 (86) (22) 出願日 平成19年4月12日 (2007.4.12)
 (65) 公表番号 特表2009-533720 (P2009-533720A)
 (43) 公表日 平成21年9月17日 (2009.9.17)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2007/009035
 (87) 國際公開番号 WO2007/123844
 (87) 國際公開日 平成19年11月1日 (2007.11.1)
 審査請求日 平成22年3月4日 (2010.3.4)
 (31) 優先権主張番号 60/792,409
 (32) 優先日 平成18年4月17日 (2006.4.17)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 596012272
 ダウ・コーニング・コーポレイション
 アメリカ合衆国 48686 ミシガン州ミド
 ランド、ウェスト・サルツバーグ・ロード
 2200
 (73) 特許権者 508311226
 ケンブリッジ・エンタープライズ・リミテ
 ッド
 イギリス国 ケンブリッジ シービー2
 1ティーエヌ、トリニティ・レイン、ジ・
 オールド・スクールズ
 (74) 代理人 100140109
 弁理士 小野 新次郎
 (74) 代理人 100089705
 弁理士 社本 一夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】双安定型強誘電性液晶装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液晶電気光学装置であって、該装置は、少なくとも1個の液晶セルを含み、
 ここで該液晶セルは、

間にギャップを有する一対の基板；

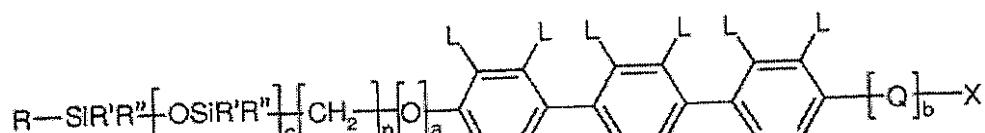
一対の電極、ここで該一対の電極は、該基板の一方に配置されているか、または、1
 つの電極がそれぞれの基板ごとに配置されている；および、

該一対の基板の間のギャップに配置した単一の液晶材料、ここで該液晶材料は、強誘
 電性オリゴシロキサン液晶材料であって、I-SmC⁺の相系列を示す；
 を含み、

該強誘電性オリゴシロキサン液晶材料が、

式：

【化1】



[式中、Lは独立してHまたはハロゲンから選択され、

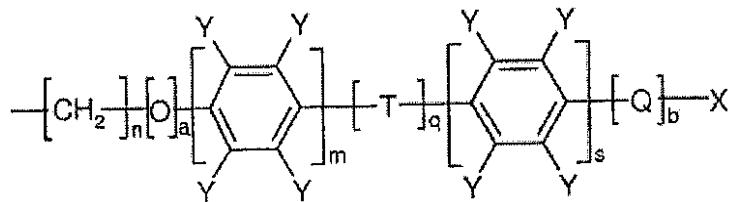
Rは、W、または、C_dH_(2d+1)であり、dは1~10であり、および、

Wは、

10

20

【化2】



または、ピリミジンもしくはトランであり；

式中 R' および R'' は、独立して、 $C_rH_{(2r+1)}$ (r は 1 ~ 4 である)、または、フェニル基から選択され； c は、1 ~ 10 であり； n は、3 ~ 14 であり； a は、0 または 1 であり； m は、1 または 2 であり； s は、1 または 2 であり； q は、0 または 1 であり、ここで T は、O、 $CH=N$ 、 $N=CH$ 、 CF_2O 、 O_2CF 、 $NHCO$ 、または、 $C=ON$ であり； Y は、独立して、H、ハロゲン、 NO_2 、CN、 CH_3 、 CF_3 から選択され； Q は、O、 COO 、または、 OCO であり、ここで b は、0 または 1 であり； および、X は、少なくとも 1 個のキラル中心を有するアルキル基、または、少なくとも 1 個のキラル中心を有するハロ置換されたアルキル基である] から選ばれ、

ここで該液晶電気光学装置は、作動中に双安定である、上記液晶電気光学装置。

【請求項2】

前記基板の少なくとも一方が、内部表面上に配向層を有する、請求項1に記載の液晶電気光学装置。

【請求項3】

前記配向層が、ポリアミド、ポリイミド、ポリエステル、ポリテトラフルオロエチレン、酸化ケイ素、シラン、および、ポリシランから選択される、請求項2に記載の液晶電気光学装置。

【請求項4】

基板ごとに 1 つの電極がある、請求項1に記載の液晶電気光学装置。

【請求項5】

前記ギャップが、0.5マイクロメートル ~ 10マイクロメートルの範囲である、請求項1に記載の液晶電気光学装置。

【請求項6】

前記一対の基板に隣接して、強誘電性オリゴシロキサン液晶材料とは逆側の基板上に一対の偏光板をさらに含む、請求項1に記載の液晶電気光学装置。

【請求項7】

前記オリゴシロキサン液晶材料の傾斜角が、20°より大きい、請求項1に記載の液晶電気光学装置。

【請求項8】

液晶電気光学装置の製造方法であって、

表面に一対の電極を有する一対の基板を提供すること、ここで該一対の電極は、該基板の一方に配置されているか、または、1つの電極がそれぞれの基板ごとに配置されており、該一対の基板は、その間にギャップを有する；

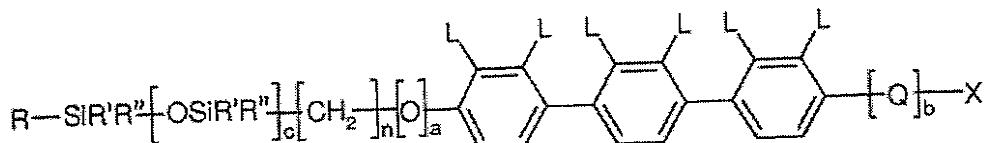
該一対の基板の間のギャップに、単一の液晶材料を提供すること、

ここで該液晶材料は、強誘電性オリゴシロキサン液晶材料であって、該強誘電性オリゴシロキサン液晶材料は、 $ISMC^*$ の相系列を示し、

該強誘電性オリゴシロキサン液晶材料が、

式：

【化3】



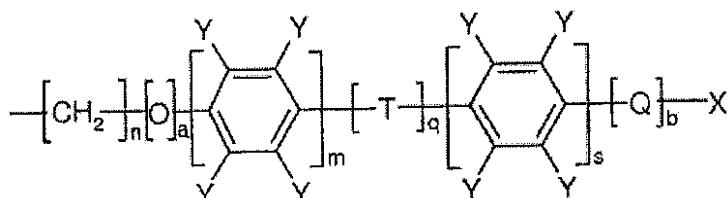
[式中、Lは独立してHまたはハロゲンから選択され、]

Rは、W、または、C_dH_(2d+1)であり、dは1～10であり、および、

Wは、

【化4】

10



または、ピリミジンもしくはトランであり；

式中R'およびR''は、独立して、C_rH_(2r+1)（rは1～4である）、または、フェニル基から選択され；cは、1～10であり；nは、3～14であり；aは、0または1であり；mは、1または2であり；sは、1または2であり；qは、0または1であり、ここでTは、O、CH=N、N=CH、CF₂O、OCF₂、NHCO、または、CONHであり；Yは、独立して、H、ハロゲン、NO₂、CN、CH₃、CF₃から選択され；Qは、O、COO、または、OCOであり、ここでbは、0または1であり；および、Xは、少なくとも1個のキラル中心を有するアルキル基、または、少なくとも1個のキラル中心を有するハロ置換されたアルキル基である]から選ばれる；および、

20

第一の電場を印加して、該液晶装置を、該強誘電性オリゴシロキサン液晶材料を冷却しながら配向させるか、または、該強誘電性オリゴシロキサン液晶材料がSmC*相である状態で配向させるか、または、その両方で配向させることにより、モノドメインを作製すること；

を含む、上記方法。

30

【請求項9】

前記モノドメインを回転させるために、第二の電場を印加することをさらに含む、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

前記液晶電気光学装置中の欠陥を修復するために、前記装置に第三の電場を印加することをさらに含む、請求項8に記載の方法。

【請求項11】

前記配向層がパターン化されている、請求項2に記載の液晶電気光学装置。

【請求項12】

前記電極の少なくとも1つが内部表面の選択された領域を覆う、請求項1に記載の液晶電気光学装置。

40

【請求項13】

前記電極の少なくとも1つが透明な電極である、請求項1に記載の液晶電気光学装置。

【請求項14】

前記基板の少なくとも1つが透明である、請求項1に記載の液晶電気光学装置。

【請求項15】

前記強誘電性オリゴシロキサン液晶材料が強誘電性の液晶材料と組み合わされている、請求項1に記載の液晶電気光学装置。

【請求項16】

前記液晶電気光学装置が、アクティブマトリックス式の直視型FLCフラットパネルデ

50

イスプレイ、パッシブマトリックス式の直視型 FLC フラットパネルディスプレイ、または、シリコン基板上の液晶 (LCOS) 装置から選択される、請求項 1 に記載の液晶電気光学装置。

【請求項 17】

前記第一の電場が方形波の電場である、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 18】

前記第一の電場が、1 V / μ m ~ 25 V / μ m の範囲である、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 19】

前記第一の電場が、10 Hz ~ 25 kHz の範囲の周波数を有する、請求項 8 に記載の方法。

10

【請求項 20】

前記第二の電場が非対称な波形の電場である、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 21】

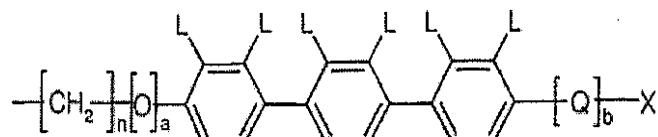
n が 11 ~ 14 である、請求項 1 に記載の液晶電気光学装置。

【請求項 22】

W が、

式：

【化 5】



20

(式中、L は、独立して H またはハロゲンから選択される)

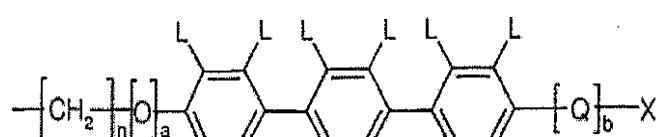
として選択される、請求項 1 に記載の液晶電気光学装置。

【請求項 23】

W が、

式：

【化 6】



30

(式中、L は、独立して H またはハロゲンから選択される)

として選択される、請求項 8 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般的に、液晶装置に関し、より具体的には、改善された性能を有する液晶装置に関する。

【背景技術】

【0002】

強誘電性液晶 (FLC) 電気光学装置は極めて迅速な応答時間と双安定性との組み合せを示す可能性を秘めていることから、それらは相当な注目を集めている。これらの材料をベースとしたキラルスマクチック C (SmC^{*}) 相液晶および電気光学装置は、多数の広範囲な総論および教本で詳細に説明されており、例えば “Ferroelectric Liquid Crystals - A Unique State of Matter,” D. M. Walba, Advances in the Synthesis and Reactivity of Solids, 第1巻, 173 ~ 235, 1991; “Ferroelectric and Antiferroelectric Liquid Crystals”, S. T. Lagerwall, Ferroelectr

40

50

ics, 301, 15~45, 2004; および、第9章の“Optical properties of ferroelectric and antiferroelectric liquid crystals,” in The Optics of Thermotropic Liquid Crystals, S. Elston および R. Samble's 編集, 1998で説明されている。迅速な電気光学応答および双安定性の組み合わせは、ディスプレイパネル、投影装置、空間光変調器などの用途に使用するための多様な装置の開発にとって相当な可能性を有している。しかしながら、このような装置の商品化は、多数の技術的な問題のために限定されてきた。

【0003】

当分野における初期の出版物では、優れた双安定性を示すことができる薄型の剪断配向させたセルを説明している。N. A. Clark および S. T. Lagerwall, “Submicrosecond bistable electro-optic switching in liquid crystals,” Appl. Phys. Lett. 36, 899~901 (1980) を参照。現在のところ容認されているキラルスメクチックC液晶をベースとした電気光学装置への道筋は、表面安定化強誘電性液晶装置であり、例えば「キラルスメクチックCまたはH液晶光学装置 (Chiral Smectic C or H Liquid Crystal Optical Device)」という表題の US 4,367,924 で説明されているものである。このような装置において、液晶相に平坦な配向を作るために、液晶に隣接する装置の内部表面上に配向膜が用いられている。このような装置内の液晶層の理想的な配向は、いわゆる「ブックシェルフ」構造である。このような装置は、冷却中に以下の相系列を示す液晶材料または混合物を用いて加工されることが多い：

等方相 (I) キラルネマチック (N^{*}) キラルスメクチックA (SmA^{*}) キラルスメクチックC (SmC^{*})。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、ブックシェルフ構造は、機械的に脆く不安定である。温度の逸脱または機械的な衝撃によって慎重に製造されたブックシェルフの幾何学的配置が崩壊する可能性があるという懸念のために、この脆さがブックシェルフの幾何学的配置をベースとした装置の開発を妨害しており、これを配置された装置中で改善することは実質的に不可能である。上述したように、制御された温度勾配は、材料を望ましい液晶の相系列を経て再冷却させることを可能にするものであり、従ってブックシェルフ構造を形成するのに必要であると予想される。

【0005】

制御された条件下でさえ、ブックシェルフ構造は、ほとんどのキラルスメクチックC材料にとって容易に達成することはできない。このような材料がキラルスメクチックA相からキラルスメクチックC相へ冷却される際に、分子の傾斜が起こりスメクチック層の間隔が収縮し、それによりセルの電気光学性能を劣化させるシェブロン構造、および、いわゆる「ジグザグ欠陥」の形成を引き起こす。場合によっては、電場処理を用いて、シェブロン構造を「偽のブックシェルフ構造」に変換することができる；しかしながら、このような構造を形成することは難しく、装置の貯蔵または操作中にシェブロン構造に戻る可能性がある。実際には、FLCの製造元は装置にシェブロン構造を用いているが、そのためにはコントラスト低下に伴う不利益や双安定性の犠牲を受けている。

【0006】

ブックシェルフの幾何学的配置の脆さ、および、シェブロン構造の形成、それらに伴うジグザグ欠陥に関する種々の問題にもかかわらず、高速スイッチング、広視野角を有する、キラルスメクチックC相を示す液晶をベースとした「双安定型」電気光学装置について言及した多くの参考文献がある。強誘電性液晶装置の電気光学的な性能に関する能力を最大限にするには、長期間の使用が可能であり、「真の光学的双安定性」を示すことができ

10

20

20

30

40

50

るものでなければならない。De VriesのスメクチックA相を示す材料を用いた強誘電性液晶装置(Ferroelectric Liquid Crystal Devices Using Materials with a De Vries Smectic A Phase)という表題の米国特許第6,870,163号B1では、「真の光学的双安定性」は、キラルスメクチックC相を示す液晶の数が少ない場合にだけ得られると報告されており、さらにこのような材料は、キラルスメクチックAからキラルスメクチックC相への転移中にスメクチック層の収縮が限定されているために、キラルスメクチックC相の上にDe VriesのSmA*相が示される材料の例であることも記されている。

【0007】

10

米国特許第5,748,164号および6,507,330号B1は、非双安定性の強誘電性電気光学装置における装置の性能の劣化を強調している。実際には、データフレームは逆の画像フレームの適応によってDCバランス調整されるが、それにより駆動スキームは複雑化し、輝度が犠牲になる。「真の光学的双安定性」を示す強誘電性液晶装置は、再配向中に電場を印加することだけを必要とするため、アドレス指定スキームの複雑さを有意に減少させ、照度および装置の電力効率を高める。

【0008】

それゆえに、真に双安定性の液晶電気光学装置、および、このような装置の製造方法への必要性がある。

【課題を解決するための手段】

20

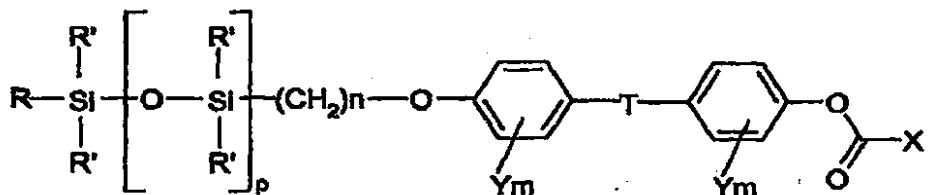
【0009】

本発明は、真に双安定性の液晶電気光学装置を提供することによってこの必要性を満たすものである。本液晶電気光学装置は、少なくとも1個の液晶セルを含み、該液晶セルは、間にギャップを有する一対の基板；一対の電極（ここで該一対の電極は、該基板の一方に配置されているか、または、1つの電極がそれぞれの基板に位置する）；および、該一対の基板の間のギャップに堆積した強誘電性オリゴシロキサン液晶材料を含み、ここで該強誘電性オリゴシロキサン液晶材料は、I-SmC*の相系列を示し、ただし、該強誘電性オリゴシロキサン液晶材料は、

【0010】

【化1】

30



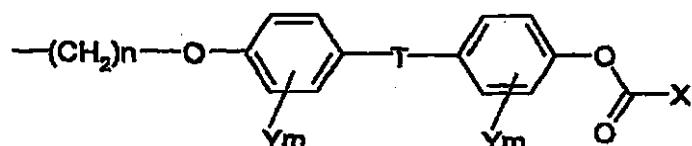
【0011】

[式中Rは、1~10個の炭素原子を有するアルキル基であるか、または、以下の基である：

【0012】

40

【化2】



【0013】

式中R'は、1~4個の炭素原子を有するアルキル基であり；Tは、OOC、または、COOであり；Xは、少なくとも1個のキラル中心を有するアルキル基、または、少なくとも1個のキラル中心を有するハロゲンで置換されたアルキル基であり；Yは、Fであり

50

; m は、 0、 1、 2 であり ; p は、 1、 2、 3、 4 であり ; および、 n は、 10、 11、 12 である] ではなく ; および、 ここで該液晶電気光学装置は、 作動中は双安定である。 ここで「オリゴシロキサン液晶材料」は、 少なくとも 1 つの液晶相を示すオリゴシロキサン - 有機ハイブリッド材料を意味する。

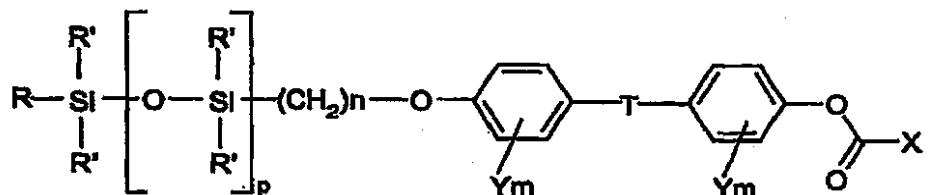
【0014】

本発明のその他の形態は、 液晶装置の製造方法である。 本方法は、 表面に一対の電極を有する一対の基板を提供すること（ここで該一対の電極は、 該基板の一方に配置されているか、 または、 1 つの電極がそれぞれの基板に配置されており、 該一対の基板は、 その間にギャップを有する）； 該一対の基板の間のギャップに、 強誘電性オリゴシロキサン液晶材料を提供すること（ここで該強誘電性オリゴシロキサン液晶材料は、 SmC^* の相系列を示し、 ただし、 該強誘電性オリゴシロキサン液晶材料は：

10

【0015】

【化3】



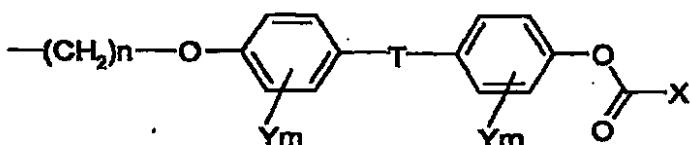
【0016】

20

[式中 R は、 1 ~ 10 個の炭素原子を有するアルキル基であるか、 または、 以下の基である :

【0017】

【化4】



【0018】

30

式中 R' は、 1 ~ 4 個の炭素原子を有するアルキル基であり ; T は、 OOC 、 または、 COO であり ; X は、 少なくとも 1 個のキラル中心を有するアルキル基、 または、 少なくとも 1 個のキラル中心を有するハロゲンで置換されたアルキル基であり ; Y は、 F であり ; m は、 0、 1、 2 であり ; p は、 1、 2、 3、 4 であり ; および、 n は、 10、 11、 12 である] ではない) ; および、 第一の電場を印加して、 該液晶電気光学装置を、 該強誘電性オリゴシロキサン液晶材料を冷却しながら SmC^* 相に配向させるか、 または、 該強誘電性オリゴシロキサン液晶材料が SmC^* 相である状態で配向させるか、 または、 その両方で配向させることにより、 モノドメインを作製すること、 を含み、 ここで該液晶電気光学装置は、 作動中は双安定である。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0019】

電気光学的な双安定性は、 ある種の FLC ディスプレイにおいて受動的に多重化されること（すなわち、 画素ごとにトランジスタ回路を配置することなく稼働すること）を可能にする驚くべき能力の基礎となっている。 強健な双安定性を示す表面配向を達成することは、 大面積の FLC ディスプレイパネルの開発における主要な不確定要素であった。 シリコン基板上の FLC 液晶 (LCOS) 装置は通常双安定に依存していないため、 周期的に光源をオフにしなければならない。 本発明のセルは真に双安定であるため、 これらは連続的に有効な画像を示すことが可能である。

【0020】

また双安定性は、 情報の保存または集積のための装置、 例えば、 ホログラフィーシステ

50

ム用の高解像度ディスプレイのための光学的にアドレス指定された空間光変調器におけるF L Cの使用の際にも必要である。また電気通信用途のためのラッチスイッチも、双安定であることが必要である。

【0021】

一実施態様において、本発明は、等方相からSmC^{*}への直接的な相転移を示す強誘電性オリゴシロキサン液晶材料を含む高速スイッチングが可能な双安定性の電気光学装置に関する。等方相からキラルスメクチックCへの(IからSmC^{*}への)直接的な相転移を示すサーモトロピック液晶とは、分子の位置秩序がない状態(I)から、光学活性分子が層に配向された、配向ベクトル(または、平均的な分子の配向)が通常の層(SmC^{*})に対しての角度で傾斜した層状の状態に直接的に移行する材料と定義される。SmC^{*}相の存在は、一般的に、X線回折、顕微鏡による組織および混和性の研究の使用によって確認され、例えば、GrayおよびGoodbyの「スメクチック液晶 - 組織および構造(Smeectic Liquid Crystals - Textures and Structures)」(1984年)で説明されているようにして確認される。上記の技術と共に、例えばMiyasato等, Jpn. J. Appl. Phys. 22, L661(1983)で説明されているような三角波の形態を用いた電流反転技術を用いた自発分極の再配向ピークの検出を用いて、SmC^{*}相の存在を確認してもよい。ここで「双安定性」とは、電場除去後に、液晶の2種の起こり得るスイッチング状態において実質的な緩和が観察できない状態を意味する。

【0022】

強誘電性オリゴシロキサン液晶材料は、当業界既知の方法を用いて配向させることができる。本発明の使用は、双安定スイッチングに必要な配向を作り出すための加熱または冷却サイクルを必要としない。再配向は、装置製造後に行うことができるため、装置の修復が可能になる。

【0023】

誘電性のオリゴシロキサン液晶材料を配向させて、欠陥がほとんどなく、高いコントラスト比を有する大きいドメインを製造することができる。材料の傾斜角は、温度によって有意に変化しないことが望ましく、そのような場合、活性温度の補正への必要性を最小化することができる。

【0024】

強誘電性オリゴシロキサン液晶材料は、必要に応じてその他の強誘電性の液晶材料と組み合わせることができる。その他の強誘電性の液晶材料は、50%もしくはそれ未満、または、20%もしくはそれ未満、または、5%もしくはそれ未満のレベルで含ませることができる。

【0025】

本発明の一形態によれば、双安定性の液晶セルが提供される。図1は、典型的な装置の構造を示す。強誘電性オリゴシロキサン液晶材料17は、2つの基板10と11との間に置かれる。このような基板は、どのような適切な材料で作製してもよく、例えばガラス、シリコン、有機ポリマー、または、無機ポリマーで作製してもよい。基板の一方または両方は、装置の種類に応じて透明であってもよい。

【0026】

基板10、11の内部表面は、電極12、13を有し、これら電極は、例えばアルミニウムまたは酸化インジウムスズ(ITO)であり、選択された領域に適用することができる。各基板上に1つの電極が存在していてもよいし、または、基板の一方に両方の電極が存在していてもよい(ただし、必要な電極は一対のみである)。一方または両方の電極は、装置に応じて透明である。あるいは、フリンジ電場を提供する電極が存在していてもよく、それにより電気光学効果を制御することが可能になる。電極の内部表面は、必要に応じて不動態化層でコーティングされていてもよい。

【0027】

電場の配向、層の配向、および、SmC^{*}相のスイッチングを容易にするために、(液

10

20

30

40

50

晶材料に隣接する)電極の内部表面、または、フリンジ電場装置の場合は基板の内部表面が、配向層14、15でコーティングされていてもよい。配向層は、有機物質のコーティングでもよいし、または、無機物質のコーティングでもよい。適切な配向層としては、これらに限定されないが、ポリアミド、ポリイミド、ポリエステル、ポリテトラフルオロエチレン、酸化ケイ素、シラン、および、ポリシランが挙げられる。配向層は、当業界既知のあらゆる方法で形成することができ、このような方法としては、例えば、これらに限定されないが、ラビング法、延伸法、堆積法、および、エンボス法が挙げられる。配向層は、モノドメイン(すなわち「ブックシェルフ」)の形成に役立ち、さらに、双安定スイッチングが観察されることにも役立つ。

【0028】

10

スペーサー16は、基板10、11を分離し、セルの厚さを定義する。密封層18は、セル内の液晶材料を保持するために用いられる。本発明の液晶電気光学装置は、典型的にはセルギャップを有しており、これは0.5ミクロン~10ミクロンの範囲内になるよう設計される。

【0029】

積層された装置は、液晶が2つの状態の間でスイッチされると明状態または暗状態が作り出されるように、互いに90度(光軸)で配向した偏光板19、20の間に置かれてもよい。図1で説明されている装置は、透過型モード装置である。その代わりの当業者既知の偏光板の立体配置も、透過型および反射型モード装置に使用できる。

【0030】

20

このような液晶セルは、これらに限定されないが、アクティブマトリックス式の直視型FLCフラットパネルディスプレイ、パッシブマトリックス式の直視型FLCディスプレイ、および、シリコン基板上の液晶(LCOS)装置などの装置に用いることができる。

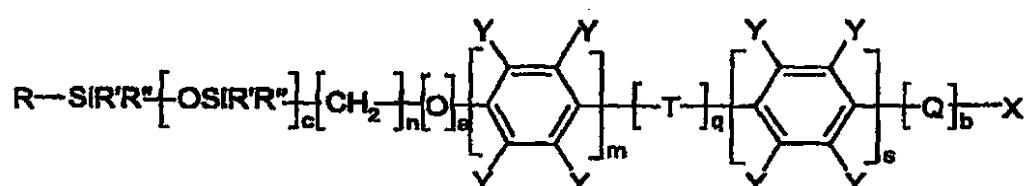
【0031】

適切なオリゴシロキサン液晶材料としては、これらに限定されないが、以下が挙げられる:

そのうち1つの化合物クラスは、以下の式で示されるものである:

【0032】

【化5】



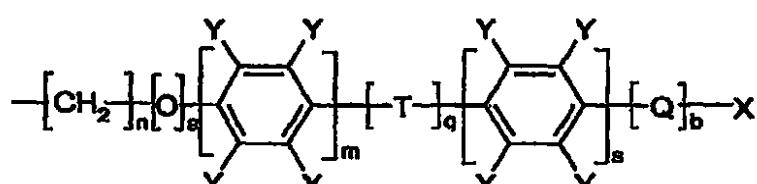
【0033】

式中Rは、W、または、 $C_dH_{(2d+1)}$ であり、dは1~10であり、および、Wは、

【0034】

40

【化6】



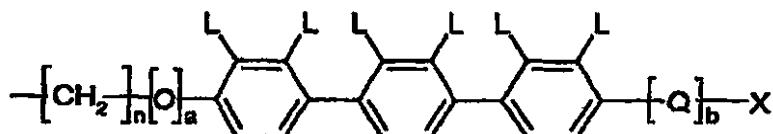
【0035】

または

【0036】

50

【化7】



【0037】

または、ピリミジンもしくはトランであり；

式中 R' および R'' は、独立して、 $C_rH_{(2r+1)}$ (r は 1 ~ 4 である)、または、フエニル基から選択され； c は 1 ~ 10 であり； n は、3 ~ 14 であり； a は、0 または 1 10 であり； m は、1 または 2 であり； s は、1 または 2 であり； q は、0 または 1 であり、ここで T は、O、COO、OCO、CH=N、N=CH、CF₂O、OCF₂、NHCO、または、CONH であり； Y は、独立して、H、ハロゲン、NO₂、CN、CH₃、CF₃ から選択され； L は、独立して、H、または、ハロゲンから選択され； Q は、O、COO、または、OCO であり、ここで b は 0 または 1 であり； および、X は、少なくとも 1 個のキラル中心を有するアルキル基、または、ハロ置換された少なくとも 1 個のキラル中心を有するアルキル基である。

【0038】

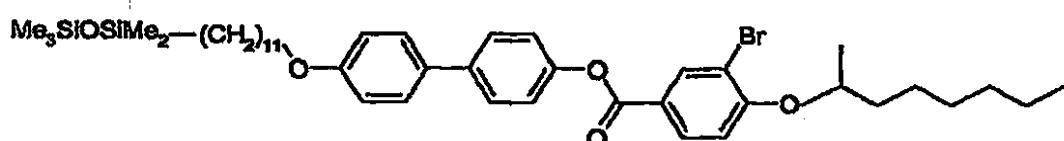
異なるタイプのオリゴシロキサン液晶材料を用いてもよい。例えば、様々なタイプのメソゲンがシロキサンに結合したものでもよい (A B 型)。同じ種類の 2 個のメソゲンにシロキサンが連結した対称系 (A B A 型) を用いることもできる。また、2 種の異なるメソゲンがシロキサンで連結されている非対称系 (A B C 型) を用いることもできる。 20

【0039】

適切な化合物の一例を以下に示す。

【0040】

【化8】



30

【0041】

「固体」 44 SmC* 87 Iso

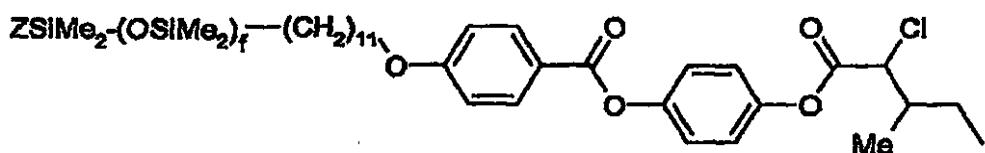
ここで、および後述される実施例において相の分類として「固体」が使用されているが、これは、50V / μm 未満の電場を印加して 1 秒間の時間スケール以内で、強誘電性のスイッチングが観察されない相を伴うものである。

【0042】

その他の適切なエステルベースの化合物の例を以下に示す。

【0043】

【化9】



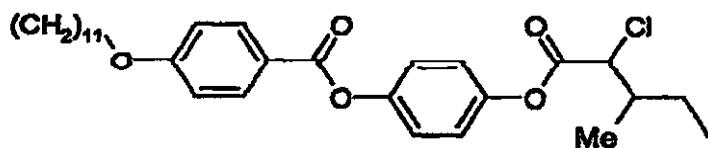
40

【0044】

式中 Z は、

【0045】

【化10】



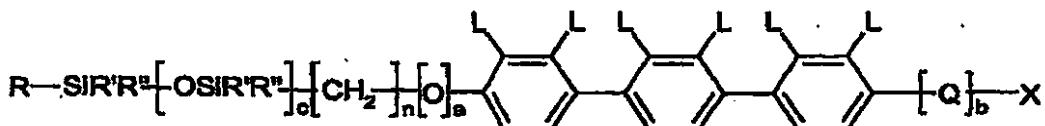
【0046】

であり、fは、6～8である。

その他の適切な化合物クラスは、以下の式で示されるテルフェニルである：

【0047】

【化11】

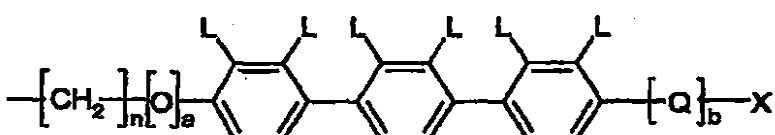


【0048】

式中Rは、W、または、 $C_dH_{(2d+1)}$ であり、dは1～10であり、および、Wは、

【0049】

【化12】

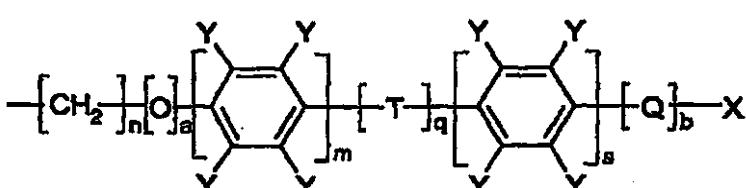


【0050】

または

【0051】

【化13】



【0052】

または、ピリミジンもしくはトランであり；

式中R'およびR''は、独立して、 $C_rH_{(2r+1)}$ (rは1～4である)、または、フェニル基から選択され；cは、1～10であり；nは、3～14であり；aは、0または1であり；Lは、独立して、Hまたはハロゲンから選択され；mは、1または2であり；sは、1または2であり；qは、0または1であり、ここでTは、O、COO、OCO、CH=N、N=CH、CF2O、OCF2、NHCO、または、CONHであり；Yは、独立して、H、ハロゲン、NO2、CN、CH3、CF3から選択され；Qは、O、COO、または、OCOであり、ここでbは0または1であり；および、Xは、少なくとも1個のキラル中心を有するアルキル基、または、ハロ置換された少なくとも1個のキラル中心を有するアルキル基である。

【0053】

10

20

30

40

50

適切なオリゴシロキサン液晶材料を提供するその他の化合物クラスとしては、これらに限定されないが、ピリミジンまたはトランが挙げられる。

本発明を用いて、配向層としてポリアミド（ナイロン）を用いた場合の双安定スイッチングを実証した。小さい欠陥は、電場処理によって容易に修復された。

【0054】

F LC直視型ディスプレイ、または、シリコン基板上の液晶（LCOS）装置において、装置が初期の状態で配向するような適切な電圧の利用が可能になる。このような材料は、電場を用いて効率的に SmC^{*}相に配向させることができるために、欠陥（例えば、ドメインの境界、および、ランダムに配向したドメイン）が最小限となる均一に配向させたモノドメインを形成することができる。このような材料が均一に配向している場合、LC媒体は、適切な配向に回転させることができ、必要に応じてその場で修復することもできる。10

【0055】

最初のセル配向のために、方形波の電場を用いてもよい。適切な配向を達成するためにモノドメインを回転させることが必要な場合、一般的には、非対称な波形が適応されるが、化合物ごとに最適な範囲が変動することが示されているため、波形、振幅、周波数、DCオフセットなどの電場のパラメーターを慎重に考察することが重要である。このような電場は、典型的には、約10Hz～約25kHzの範囲の値を有する周波数で約1～約25V/μmの範囲の値を有する。本発明において、双安定性は、回転の後でも維持される。20

【実施例1】

【0056】

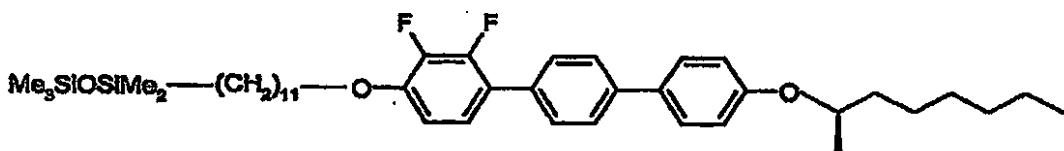
表1に、3種のオリゴシロキサン-テルフェニルメソゲンに関するデータを示す。電場を用いて配向させ、回転させた装置を用いて傾斜角および自発分極を決定した。3～4.5μmのセルギャップを有し、反平行ラビングしたナイロン配向層を有する液晶試験セルを用いた。

【0057】

【表 1】

表1. オリゴシロキサン-テルフェニルメソゲンの液晶相、傾斜角および自発分極のデータ

サンプル: 1 A



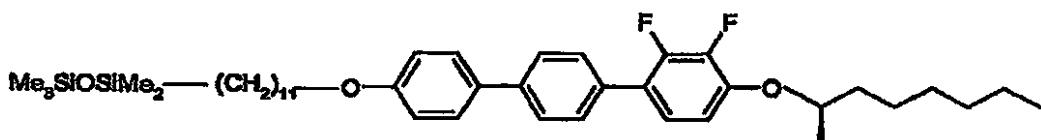
相の挙動*

固体→37. 6 C→SmC*→85. 5 C→I

電場で配向させた装置に関する特性

 $\theta = 39^\circ$, $P_s = 60 \text{ nC/cm}^2$
(両方とも40°Cで)

サンプル: 1 B



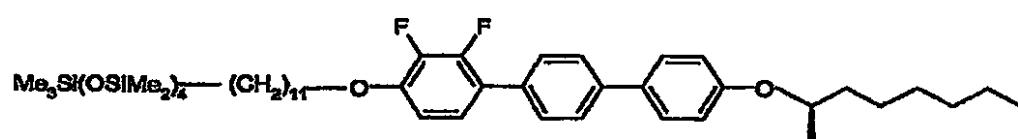
相の挙動*

固体→36. 0 C→SmC*→94. 3 C→I

電場で配向させた装置に関する特性

 $\theta = 42^\circ$, $P_s = 175 \text{ nC/cm}^2$
(両方とも40°Cで)

サンプル: 1 C



相の挙動*

固体→26. 2 C→SmC*→63. 2 C→I

電場で配向させた装置に関する特性

 $\theta = 44^\circ$, $P_s = 33 \text{ nC/cm}^2$
(両方とも40°Cで)

- 引用された転位温度は、示差走査熱量測定（加熱サイクル）からのピーク値である。
- θ = 傾斜角, P_s = 自発分極。

【実施例 2】

【0058】

化合物2 Aを含む試験セル ($n = 1$; $I_{so} = 87 \text{ SmC}^* = 44 \text{ 固体}$; $\sim 45^\circ$) を、反平行ラビングしたナイロン配向層および $1.5 \sim 3.5 \mu\text{m}$ の様々なギャップを有するセルを充填することによって製造した。ヒューレット・パッカード (Hewlett Packard) の 33120 A 関数発生器で印加電圧を発生させ、ヒューレット・パッカードの 6827 A バイポーラ電源 / 増幅器で増幅した。ビックアースのフォトプラン (Photoplan) 偏光顕微鏡を用いたところ、層の再配向工程が観察された。インステック (Insteec) STC200 で制御されたインステック HCS302 ホットステージを用いて、サンプル温度を制御した。対称的な方形波電圧で等方相から透明点未満の温度に冷却する際に、單一ドメインのブックシェルフ構造が形成された。配向電場の振幅は、冷却プロセス中の温度に応じて $200 \text{ Hz} \sim 2 \text{ kHz}$ の周波数で、 $5 \text{ V}/\mu\text{m} \sim 8 \text{ V}/\mu\text{m}$ の範囲であった。配向工程の後に、單一ドメインを目視で確認した。

【0059】

化合物2 Aにおいて、非対称 A C 波形を適応することによって層の回転を誘導した。層の回転を顕微鏡を用いてその場でモニターした。全ての波形を選択して DC バランス調整した。数種の異なる周波数で $18 \text{ V}/\mu\text{m}$ までの電場の振幅を用いた。図2で示されるように、回転速度は印加電圧の周波数に応じて様々であった。50 V のピーク電圧のところに波を、 $3.5 \mu\text{m}$ 厚さのセルに適応した（約 $14.3 \text{ V}/\mu\text{m}$ ）。最適な周波数が、70 で約 3 kHz であることがわかり、この周波数は、温度低下に伴いより低い周波数にシフトした。50 では、 1 kHz の周波数が、 3 kHz よりも効率的に回転させた。この層が、等しい振幅であるが逆方向の非対称な波形を適応することによって、回転して最初の位置に戻ることがわかった。また単純な対称的な方形波型も、層を回転させて元の状

10

20

30

40

50

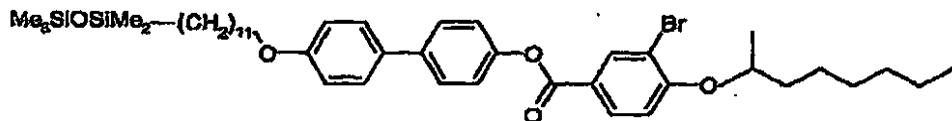
態に戻すことがわかった。回転後に、パルス間の遅延が 2.5 ms および 4.7.5 ms のパルス幅を有するバイポーラパルスの適応によって、双安定性の確認を行った(図 3)。

〔 0 0 6 0 〕

化合物 2 A の化学構造

〔 0 0 6 1 〕

【化 1 4】



10

【寒施例 3】

〔 0 0 6 2 〕

シロキサンベースの強誘電性の液晶化合物 1 A を合成した。この化合物は、冷却するにつれて Iso 80 SmC* 32 固体の相系列を示した。この化合物を、配向層として反平行ラビングしたナイロン 6 でコーティングされた内部表面を有する 2 つのインジウム - スズ - 酸化物 (ITO) でコーティングしたガラス基板の間に配置し、セルギヤップのサイズをスペーサービーズを用いて 3 ~ 4 . 5 μm の範囲に調節した。

〔 0 0 6 3 〕

試験装置を、光検出器、デジタルカメラ、および、インステック STC 200 で制御されたインステック HCS 302 ホットステージを備えた交差分極させた透過型顕微鏡（オリンパス（Olympus）BX 51）に配置した。試験セルを稼働させるために、テクトロニクス（Tektronix）AFG 3101 汎用信号発生器からのアウトプットを FLC F 20 A で増幅した。顕微鏡にマウントした光検出器を介して、テクトロニクス TDS 3034 B オシロスコープで光信号をモニターした。

20

【 0 0 6 4 】

様々な条件の対称的な方形波で等方相から透明点未満の温度に冷却する際に、單一ドメインのブックシェルフ構造が形成された。配向電場の振幅は、500 Hz ~ 3 kHz の周波数で 8 V / μ m ~ 18 V / μ m の範囲であった。配向工程の後に、單一ドメインの存在を目視で確認した。傾斜角 () 、応答時間 (tr) および自発分極 (Ps) を測定し、得られた特性を表 2 に要約した。この化合物に関する双安定性プロファイルを、パルス間の遅延が 50 μ s および 6.5 ms のパルス幅を有するバイポーラパルスの適応によって確認し、それを図 4 に示す。

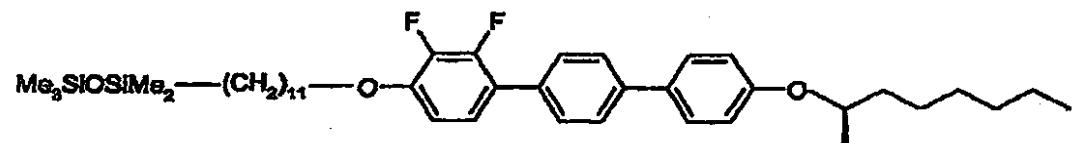
30

[0 0 6 5]

化合物 1 A の化学構造

〔 0 0 6 6 〕

【化 1 5 】



40

〔 0 0 6 7 〕

【表2】

表2. 化合物1AのEO特性

温度(°C)	傾き(°)	tr(μs)	Ps(nC/cm²)
40	39	160	60
75	37.5	27	75

〔 0 0 6 8 〕

本発明を説明する目的で特定の代表的な実施態様および詳細を示したが、当業者には当

50

然ながら、本発明の範囲から逸脱することなく様々な変化を施すことができ、本発明の範囲は添付の請求項で定義される。

[本発明の態様]

1. 液晶電気光学装置であって、該装置は、少なくとも1個の液晶セルを含み、

ここで該液晶セルは：

間にギャップを有する一対の基板；

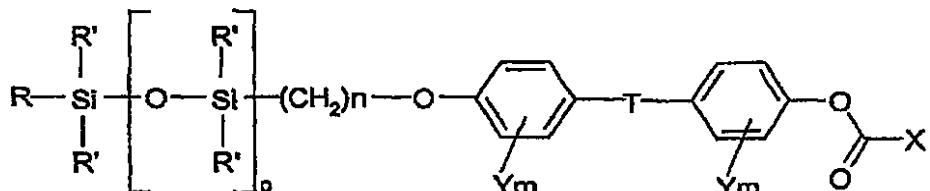
一対の電極（ここで該一対の電極は、該基板の一方に配置されているか、または、1つの電極がそれぞれの基板ごとに配置されている）；および、

該一対の基板の間のギャップに堆積した強誘電性オリゴシロキサン液晶材料、
を含み、

ここで、該強誘電性オリゴシロキサン液晶材料は、I-SmC^{*}の相系列を示し、

ただし、該強誘電性オリゴシロキサン液晶材料は、

【化16】

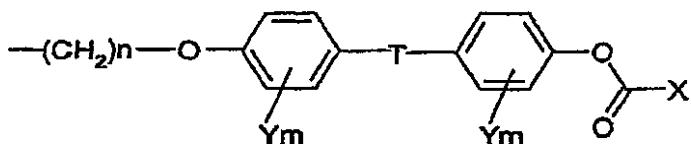


10

20

[式中Rは、1～10個の炭素原子を有するアルキル基であるか、または、以下の基である：

【化17】



30

式中R'は、1～4個の炭素原子を有するアルキル基であり；Tは、OOC、または、COOであり；Xは、少なくとも1個のキラル中心を有するアルキル基、または、少なくとも1個のキラル中心を有するハロゲンで置換されたアルキル基であり；Yは、Fであり；mは、0、1、2であり；pは、1、2、3、4であり；および、nは、10、11、12である]ではなく；

ここで該液晶電気光学装置は、作動中に双安定である、上記液晶電気光学装置。

2. 前記基板の少なくとも一方が、内部表面上に配向層を有する、1に記載の液晶電気光学装置。

3. 前記配向層が、有機物質のコーティングまたは無機物質のコーティングから選択される、2に記載の液晶電気光学装置。

4. 前記配向層が、ポリアミド、ポリイミド、ポリエステル、ポリテトラフルオロエチレン、酸化ケイ素、シラン、および、ポリシランから選択される、2または3に記載の液晶電気光学装置。

5. 前記配向層が、パターン化されている、2～4のいずれか一項に記載の液晶電気光学装置。

6. 基板ごとに1つの電極がある、1～5のいずれか一項に記載の液晶電気光学装置。

7. 前記電極の少なくとも1つが、内部表面の選択された領域を覆う、1～6のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

8. 前記電極の少なくとも1つが、透明な電極である、1～7のいずれかに記載の液晶

40

50

電気光学装置。

9. 前記基板の少なくとも1つが、透明である、1~8のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

10. 前記ギャップが、約0.5マイクロメートル~10マイクロメートルの範囲である、1~9のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

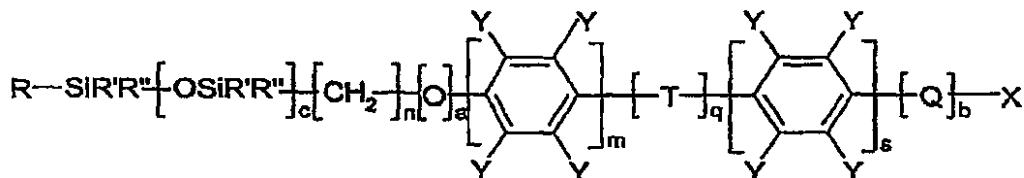
11. 前記一对の基板に隣接して、強誘電性オリゴシロキサン液晶材料とは逆側の基板上に一对の偏光板をさらに含む、1~10のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

12. 前記強誘電性オリゴシロキサン液晶材料が、強誘電性の液晶材料と組み合わされている、1~11のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

13. 前記オリゴシロキサン液晶材料の傾斜角が、約20°より大きい、1~12のいずれかに記載の液晶電気光学装置。 10

14. 前記強誘電性オリゴシロキサン液晶材料が、式：

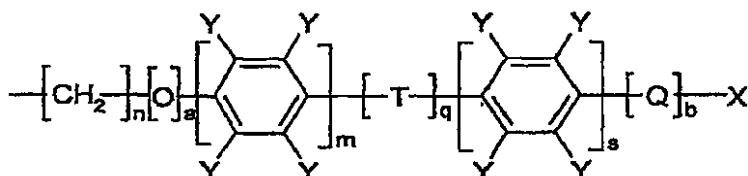
【化18】



20

[式中Rは、W、または、 $C_dH_{(2d+1)}$ であり、dは1~10であり、および、Wは、

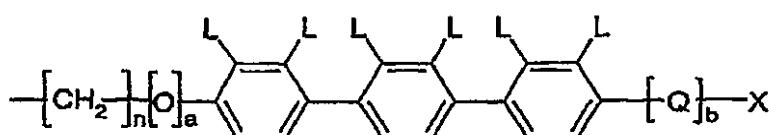
【化19】



30

または

【化20】



40

または、ピリミジンもしくはトランであり：

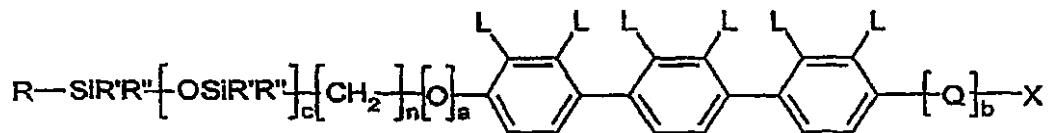
式中R'およびR''は、独立して、 $C_rH_{(2r+1)}$ (rは1~4である)、または、フェニル基から選択され；cは、1~10であり；nは、3~14であり；aは、0または1であり；mは、1または2であり；sは、1または2であり；qは、0または1であり、ここでTは、O、COO、OCO、CH=N、N=CH、CF2O、OCF2、NHCO、または、CONHであり；Yは、独立して、H、ハロゲン、NO2、CN、CH3、CF3から選択され；Lは、独立して、H、または、ハロゲンから選択され；Qは、O、COO、または、OCOであり、ここでbは、0または1であり；および、Xは、少なくとも1個のキラル中心を有するアルキル基、または、少なくとも1個のキラル中心を有するハロ置換されたアルキル基である]

50

で示される、1～13のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

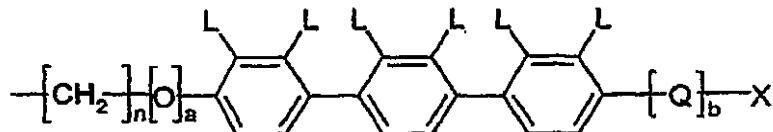
15. 前記強誘電性オリゴシロキサン液晶材料が、式：

【化21】



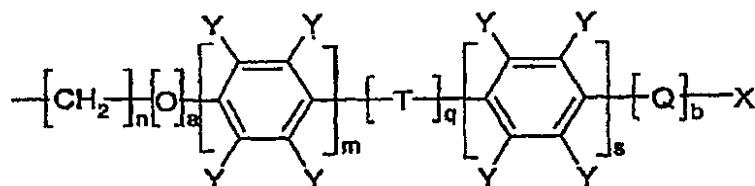
[式中 R は、W、または、 $C_d H_{(2d+1)}$ であり、d は 1～10 であり、および、
W は、

【化22】



または

【化23】



式中 R' および R'' は、独立して、 $C_r H_{(2r+1)}$ (r は 1～4 である)、または、フ
ェニル基から選択され；c は、1～10 であり；n は、3～14 であり；a は、0 または
1 であり；L は、独立して、H またはハロゲンから選択され；m は、1 または 2 であり；
s は、1 または 2 であり；q は、0 または 1 であり、ここで T は、O、COO、OCO、
CH=N、N=CH、CF₂O、OCF₂、NHCO、または、CONH であり；Y は、独
立して、H、ハロゲン、NO₂、CN、CH₃、CF₃ から選択され；Q は、O、COO、
または、OCO であり、ここで b は、0 または 1 であり；および、X は、少なくとも 1 個
のキラル中心を有するアルキル基、または、少なくとも 1 個のキラル中心を有するハロ置
換されたアルキル基である]

で示されるテルフェニルを含む、1～13のいずれか一項に記載の液晶電気光学装置。

16. 前記強誘電性オリゴシロキサン液晶材料が、ピリミジンを含む、1～13のいず
れかに記載の液晶電気光学装置。

17. 前記強誘電性オリゴシロキサン液晶材料が、トランを含む、1～13のいず
れかに記載の液晶電気光学装置。

18. 前記液晶電気光学装置が、アクティブマトリックス式の直視型 FLC フラットパ
ネルディスプレイ、パッシブマトリックス式の直視型 FLC フラットパネルディスプレイ
、または、シリコン基板上の液晶 (LCoS) 装置から選択される、1～17のいず
れかに記載の液晶電気光学装置。

19. 液晶電気光学装置の製造方法であって：

表面に一対の電極を有する一対の基板を提供すること（ここで該一対の電極は、該基板
の一方に配置されているか、または、1つの電極がそれぞれの基板ごとに配置されており
、該一対の基板は、その間にギャップを有する）；

該一対の基板の間のギャップに、強誘電性オリゴシロキサン液晶材料を提供すること

10

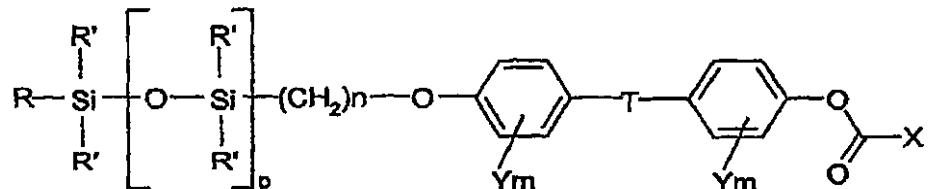
20

30

40

50

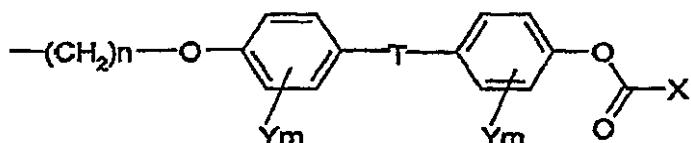
{ ここで、該強誘電性オリゴシロキサン液晶材料は、I SmC*の相系列を示し、
ただし、該強誘電性オリゴシロキサン液晶材料は、
【化24】



10

[式中 R は、 1 ~ 10 個の炭素原子を有するアルキル基であるか、または、以下の基である：

【化25】



20

式中 R ' は、 1 ~ 4 個の炭素原子を有するアルキル基であり； T は、 OOC 、または、 COO であり； X は、少なくとも 1 個のキラル中心を有するアルキル基、または、少なくとも 1 個のキラル中心を有するハロゲンで置換されたアルキル基であり； Y は、 F であり； m は、 0 、 1 、 2 であり； p は、 1 、 2 、 3 、 4 であり；および、 n は、 10 、 11 、 12 である] ではない } ；および、

第一の電場を印加して、該液晶装置を、該強誘電性オリゴシロキサン液晶材料を冷却しながら配向させるか、または、該強誘電性オリゴシロキサン液晶材料が SmC* 相である状態で配向させるか、または、その両方で配向させることにより、モノドメインを作製すること、

を含む、上記方法。

20. 前記モノドメインを回転させるために、第二の電場を印加することをさらに含む、 19 に記載の方法。

21. 前記液晶電気光学装置中の欠陥を修復するために、前記装置に第三の電場を印加することをさらに含む、 19 または 20 に記載の方法。

【図面の簡単な説明】

【0069】

40

【図1】本発明の装置の一実施態様の断面図である。

【図2】70 における層回転速度の周波数依存を示すグラフである。

【図3】実施例2における化合物2Aの双安定性プロファイルを示すグラフである。

【図4】実施例3における化合物1Aの双安定性プロファイルを示すグラフである。

【図1】

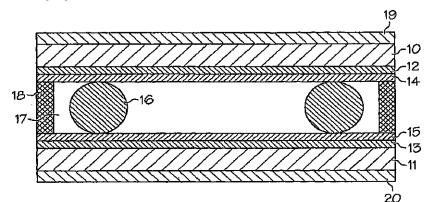
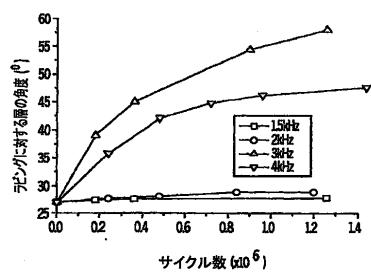
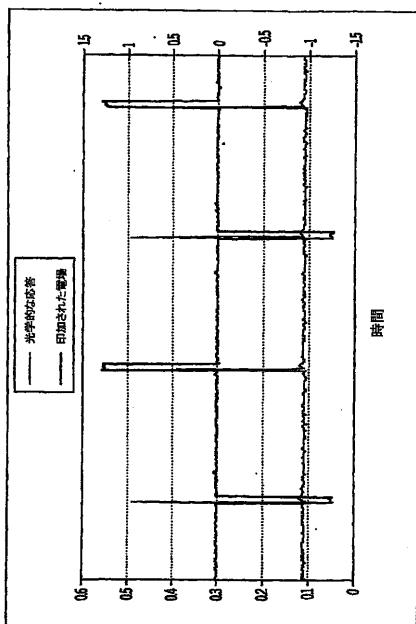


FIG. 1

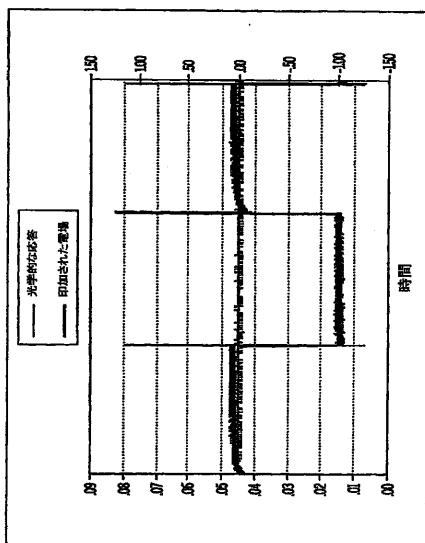
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(74)代理人 100075270
弁理士 小林 泰

(74)代理人 100080137
弁理士 千葉 昭男

(74)代理人 100096013
弁理士 富田 博行

(74)代理人 100141265
弁理士 小笠原 有紀

(72)発明者 ファルーク, オマール
アメリカ合衆国ミシガン州4 8 6 0 3, サギノー, クライズデール・レーン 5 3 3 3

(72)発明者 クラップ, テリー・ピクター
イギリス国 シーエム 2 3・2 ティージー, ハートフォードシャー, ビショップス・ストートフォード, ロバート・ワレス・クローズ 8

(72)発明者 ニシダ, フミト
アメリカ合衆国ミシガン州4 8 6 8 6, ミッドランド, クレストウッド・コート 1 2 1 0

(72)発明者 キング, ラッセル・キース
アメリカ合衆国ミシガン州4 8 6 4 2, ミッドランド, サウス・ベイ - ミッド・カウンティ・ライン・ロード 4 3 3

(72)発明者 ディヴィー, アンソニー・バーナード
イギリス国 シーピー 1・3 エルアール, ケンブリッジ, アーガイル・ストリート 3 0

(72)発明者 ハニントン, ジョナサン・ポール
アメリカ合衆国ミシガン州4 8 6 4 2, ミッドランド, ローリング・リッジ・ドライブ 2 1 3 1

(72)発明者 ジャン, チュ - ニュン
イギリス国 シーピー 1・9 ワイダブリュー, ケンブリッジ, チェリー・ヒントン, バイオレット・クローズ 1 8

(72)発明者 クロスランド, ウィリアム・アルデン
イギリス国 シーエム 2 0・2 キューディー, エセックス, ハーロウ, スクール・レーン 1 5

(72)発明者 シュ, フアン
イギリス国 シーピー 3・0 エヌエル, ケンブリッジ, ソーントン・ウェイ 4 1

審査官 山口 裕之

(56)参考文献 特開平 0 1 - 1 4 4 4 9 1 (JP, A)
特開平 0 1 - 2 6 8 7 8 5 (JP, A)
特開平 0 1 - 3 0 4 1 2 5 (JP, A)
特開平 0 7 - 1 9 7 0 2 3 (JP, A)
特開平 0 8 - 1 6 0 3 7 3 (JP, A)
特開平 1 0 - 1 1 4 8 9 3 (JP, A)
特表 2 0 0 7 - 5 0 2 8 6 9 (JP, A)
J. Naciri, "Novel Ferroelectric and Electroclinic Organosiloxane Liquid Crystals", Chem. Mater., 1995年, 7, 1397-1402
Mohammed Ibn-Elhaj, "Structural Characterization of New Ferroelectric Liquid-Crystalline Siloxanes", J. Phys., 1996年, 6, 271-279
M. S. Spector, "Electroclinic liquid crystals with large induced tilt angle and small layer contraction", Physical Review E, 2000年, Volume 61, Number 2, 1579-1584
Jonathan V. Selinger, "Field-dependent tilt and birefringence of electroclinic liquid crystals: Theory and experiment", Physical Review E, 2001年, Volume 64, 061705
J. Naciri, "Synthesis and Pyroelectric Properties of Novel Ferroelectric Organosiloxan

e Liquid Crystalline Materials" , Chem. Mater. , 2002年 , 14 , 5134-5139
Naoki Hayashi , "Experimental demonstration, using polarized Raman and infrared spectroscopy, that both conventional and de Vries smectic-A phases may exist in smectic liquid crystals with a first-order A-C* transition" , Physical Review E , 2006年 , 74 , 051706

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G02F 1/141

G02F 1/13