

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5402999号
(P5402999)

(45) 発行日 平成26年1月29日(2014.1.29)

(24) 登録日 平成25年11月8日(2013.11.8)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 F 1/1337 (2006.01)

G O 2 F 1/1337 5 1 0

G O 2 F 1/141 (2006.01)

G O 2 F 1/141

G O 2 F 1/133 (2006.01)

G O 2 F 1/133 5 3 5

C O 8 F 20/18 (2006.01)

C O 8 F 20/18

請求項の数 10 (全 38 頁)

(21) 出願番号 特願2011-147603 (P2011-147603)

(22) 出願日 平成23年7月1日(2011.7.1)

(62) 分割の表示 特願2006-140176 (P2006-140176)
の分割

原出願日 平成18年5月19日(2006.5.19)

(65) 公開番号 特開2011-248368 (P2011-248368A)

(43) 公開日 平成23年12月8日(2011.12.8)

審査請求日 平成23年8月1日(2011.8.1)

(31) 優先権主張番号 特願2005-147327 (P2005-147327)

(32) 優先日 平成17年5月19日(2005.5.19)

(33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000002897

大日本印刷株式会社

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

(74) 代理人 100101203

弁理士 山下 昭彦

(74) 代理人 100104499

弁理士 岸本 達人

(72) 発明者 岡部 将人

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

(72) 発明者 猿渡 直子

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1基材と、前記第1基材上に形成された第1電極層と、前記第1電極層上に形成された第1配向膜とを有する第1配向処理基板、および、第2基材と、前記第2基材上に形成された第2電極層と、前記第2電極層上に形成された第2配向膜と、前記第2配向膜上に形成され、反応性液晶を固定化してなる反応性液晶層とを有する第2配向処理基板を、前記第1配向膜と前記反応性液晶層とが対向するように配置し、前記第1配向膜と前記反応性液晶層との間に強誘電性液晶を挟持してなる液晶表示素子であって、

前記第1配向処理基板は前記第1配向膜上に前記反応性液晶層を有さず、

前記強誘電性液晶が、スメクチックA相を経由しない相系列を有し、単安定性を示し、H V字型スイッチング(h a l f - V s h a p e d s w i t c h i n g)特性を示すものであり、

前記強誘電性液晶が、前記第2電極層が負極となるように電圧を印加したときに、前記強誘電性液晶の分子方向が前記第1配向処理基板面に対して平行に前記強誘電性液晶のチルト角の約2倍変化することを特徴とする液晶表示素子。

【請求項 2】

前記反応性液晶が、ネマチック相を発現するものであることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示素子。

【請求項 3】

前記反応性液晶が、重合性液晶モノマーを含有することを特徴とする請求項1または請

10

20

求項 2 に記載の液晶表示素子。

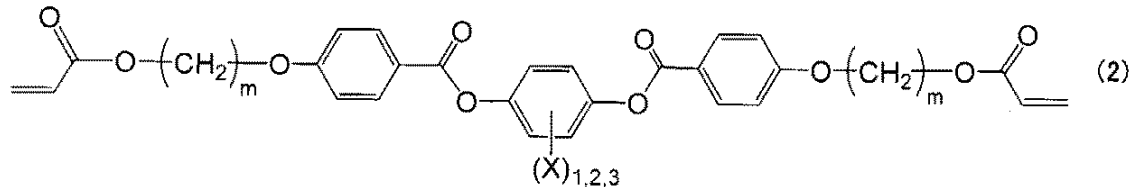
【請求項 4】

前記重合性液晶モノマーが、モノアクリレートモノマーまたはジアクリレートモノマーであることを特徴とする請求項 3 に記載の液晶表示素子。

【請求項 5】

前記ジアクリレートモノマーが、下記式 (2) で表される化合物であることを特徴とする請求項 4 に記載の液晶表示素子。

【化 1】



10

(ここで、式中の X は、水素、炭素数 1 ~ 20 のアルキル、炭素数 1 ~ 20 のアルケニル、炭素数 1 ~ 20 のアルキルオキシ、炭素数 1 ~ 20 のアルキルオキシカルボニル、ホルミル、炭素数 1 ~ 20 のアルキルカルボニル、炭素数 1 ~ 20 のアルキルカルボニルオキシ、ハロゲン、シアノまたはニトロを表し、m は 2 ~ 20 の範囲内の整数を表す。)

【請求項 6】

20

前記第 1 配向膜および前記第 2 配向膜が、光配向膜であることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 までのいずれかに記載の液晶表示素子。

【請求項 7】

前記光配向膜の構成材料が、光反応を生じることにより前記光配向膜に異方性を付与する光反応型の材料であり、または光異性化反応を生じることにより前記光配向膜に異方性を付与する光異性化反応性化合物を含む光異性化型の材料であることを特徴とする請求項 6 に記載の液晶表示素子。

【請求項 8】

前記第 1 配向処理基板が、前記第 1 基材上に形成された薄膜トランジスタ (TFT) を有する TFT 基板であり、前記第 2 配向処理基板が、前記第 2 電極層が共通電極である共通電極基板であることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 までのいずれかに記載の液晶表示素子。

30

【請求項 9】

薄膜トランジスタを用いたアクティブマトリックス方式により駆動させることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 までのいずれかに記載の液晶表示素子。

【請求項 10】

フィールドシーケンシャルカラー方式により駆動させるものであることを特徴とする請求項 1 から請求項 9 までのいずれかに記載の液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、自発分極を有する単安定型の強誘電性液晶を用いた液晶表示素子に関するものである。

【背景技術】

【0002】

液晶表示素子は薄型で低消費電力などといった特徴から、大型ディスプレイから携帯情報端末までその用途を広げており、その開発が活発に行われている。これまで液晶表示素子は、TN方式、STNのマルチプレックス駆動、TNに薄層トランジスタ (TFT) を用いたアクティブマトリックス駆動等が開発され実用化されているが、これらはネマチック液晶を用いているために、液晶材料の応答速度が数 ms ~ 数十 ms と遅く動画表示に充

50

分対応しているとはいえない。

【0003】

強誘電性液晶（F L C）は、応答速度が μ sオーダーと極めて短く、高速デバイスに適した液晶である。強誘電性液晶はクラークおよびラガーウォルにより提唱された電圧無印加時に安定状態を二つ有する双安定性のものが広く知られているが（図12上段）、明、暗の2状態でのスイッチングに限られ、メモリー性を有するものの、階調表示ができないという問題を抱えている。

【0004】

近年、電圧無印加時の液晶層の状態がひとつの状態で安定化している（以下、これを「単安定」と称する。）強誘電性液晶が、電圧変化により液晶のダイレクタ（分子軸の傾き）を連続的に変化させ透過光度をアナログ変調することで階調表示を可能とするものとして注目されている（非特許文献1参照、図12下段）。単安定性を示す液晶としては、一般に、降温過程においてコレステリック相（C h）-カイラルスメクチックC（S m C^{*}）相と相変化し、スメクチックA（S m A）相を経由しない強誘電性液晶が用いられる（図11上段）。

【0005】

一方、強誘電性液晶としては、降温過程においてコレステリック相（C h）-スメクチックA（S m A）相-カイラルスメクチックC（S m C^{*}）相と相変化し、S m A相を経由してS m C^{*}相を示す材料がある。現在報告されている強誘電性液晶材料の中では、前者のS m A相を経由しない材料に比べて、後者のS m A相を経由する相系列を持つものが大半である。後者のS m A相を経由する相系列を持つ強誘電性液晶は、通常、1層法線に対して二つの安定状態を有し（図11下段）、双安定性を示すことが知られている。

【0006】

また、近年、カラー液晶表示素子の開発が活発に行われている。カラー表示を実現する方法としては、一般にカラーフィルタ方式とフィールドシーケンシャルカラー方式がある。カラーフィルタ方式は、バックライトとして白色光源を用い、R・G・Bのマイクロカラーフィルタを各画素に付随させることによりカラー表示を実現させるものである。これに対し、フィールドシーケンシャルカラー方式は、バックライトをR・G・B・R・G・B...と時間的に切り替え、それに同期させて強誘電性液晶の白黒シャッターを開閉し、網膜の残像効果により色を時間的に混合させ、これによりカラー表示を実現させるものである。このフィールドシーケンシャルカラー方式は、1画素でカラー表示ができ、透過率の低いカラーフィルタを用いなくてすむので、明るく高精細なカラー表示が可能となり、低消費電力および低コストを実現することができる点で有用である。

【0007】

フィールドシーケンシャルカラー方式は1画素を時間分割するものであるため、良好な動画表示特性を得るためには白黒シャッターとしての液晶が高速応答性を有していることが必要である。強誘電性液晶を用いればこの課題を解決することができる。この際に用いられる強誘電性液晶としては、上述したようにアナログ変調による階調表示を可能とし、高精細なカラー表示を実現するために、単安定性を示すものであることが特に望ましい。

【0008】

ここで、フィールドシーケンシャルカラー方式による液晶表示素子の駆動シーケンスの概念図を図13に示す。図13において、液晶表示素子への印加電圧を0～ $\pm V$ （V）として、プラス極性の電圧でデータ書込み走査を行い、マイナス極性の電圧でデータ消去走査を行うとする。そして、単安定性を示す強誘電性液晶を用いたとする。

【0009】

単安定性を示す強誘電性液晶の応答としては、図10に例示するように、プラス極性の電圧で応答して明状態となる場合（図10（a））と、マイナス極性の電圧で応答して明状態となる場合（図10（b））とがある。したがって、図13に示すように、図10（a）の応答（液晶応答1）を示す強誘電性液晶を用いた場合はプラス極性の電圧を印加したときに明状態となり、図10（b）の応答（液晶応答2）を示す強誘電性液晶を用いた

10

20

30

40

50

場合はマイナス極性の電圧を印加したときに明状態となる。

【 0 0 1 0 】

フィールドシーケンシャルカラー方式では1ライン毎に走査するので、1～Lライン目まで走査する場合、1ライン目の書込み走査（プラス極性の電圧印加）と、Lライン目の書込み走査（プラス極性の電圧印加）とが時間的にずれ、同様に1ライン目の消去走査（マイナス極性の電圧印加）と、Lライン目の消去走査（マイナス極性の電圧印加）とが時間的にずれる（図13の印加電圧（1）および印加電圧（L））。

なお、図13において、+（R）とはR（赤色）のバックライトに同期させて書込み走査（プラス極性の電圧印加）したことを示し、-（R）とはRのバックライトに同期させて消去走査（マイナス極性の電圧印加）したことを示す。同様に、+（G）、-（G）、+（B）、-（B）についても、それぞれG（緑色）、B（青色）のバックライトに同期させて走査したことを示す。

10

【 0 0 1 1 】

このようにフィールドシーケンシャルカラー方式では、バックライトのR・G・B...の時間的な切り替えに同期させて、書込み走査および消去走査を行い、強誘電性液晶を応答させるので、Rのバックライトに同期させて走査する際には、液晶応答1を示す強誘電性液晶を用いた場合は、1ライン目の書込み走査（+（R））およびLライン目の書込み走査（+（R））のいずれにおいても、Rのバックライトの点灯中に明状態となる。一方、液晶応答2を示す強誘電性液晶を用いた場合は、1ライン目とLライン目とで書込み走査（+（R））および消去走査（-（R））が時間的にずれるので、Rのバックライトに同期させたLライン目の消去走査（-（R））によって、Gのバックライトの点灯時に明状態となってしまう（図13の太枠）。また、Gのバックライトに同期させて走査する際には、Gのバックライトに同期させたLライン目の消去走査（-（G））によって、Bのバックライトの点灯時に明状態となってしまう（図13の太枠）。

20

なお、図13において、明（R）とはR（赤色）のバックライトに同期させた走査によって明状態となることを示し、暗とはR（赤色）・G（緑色）・B（青色）のそれぞれのバックライトに同期させた走査によって暗状態となることを示す。また同様に、明（G）、明（B）についても、それぞれG（緑色）、B（青色）のバックライトに同期させた走査によって明状態となることを示す。

【 0 0 1 2 】

30

通常、プラス極性の電圧およびマイナス極性の電圧のいずれで、書込み走査を行うか、消去走査を行うかは決まっているので、上述した不具合を回避するには、単安定性を示す強誘電性液晶の応答性が判別できればよい。この強誘電性液晶の応答性には、強誘電性液晶の自発分極が関係しており、印加電圧の極性により自発分極の向きが変化する。このため、自発分極の向きを知ることができれば、強誘電性液晶の応答性を判別することができる。

【 0 0 1 3 】

強誘電性液晶は、ネマチック液晶に比べて分子の秩序性が高いために配向が難しい。特に、SmA相を経由しない強誘電性液晶は、層法線方向の異なる二つの領域（以下、これを「ダブルドメイン」と称する。）が発生する（図11上段）。このようなダブルドメインは、駆動時に白黒反転した表示になり、大きな問題となる。このため、様々な配向処理方法が検討されている。

40

【 0 0 1 4 】

例えば、ダブルドメインを改善する方法として、液晶セルをコレステリック相以上の温度に加熱し、直流電圧を印加したまま徐々に冷却する電界印加徐冷法が知られている（非特許文献2参照）。この電界印加徐冷法を用いた場合には、印加する電界の向きにより自発分極の向きを制御することができる。しかしながら、この方法では、再度相転移点以上に温度が上がると配向乱れが生じてしまい、また、画素電極の間の電界が作用しない部分で配向乱れが発生する等の問題がある。

【 0 0 1 5 】

50

また例えば、単安定性を有するものではないが、上下の配向膜に光配向処理を施した後、それぞれの配向膜上にネマチック液晶を塗布して配向させ固定化することによりネマチック液晶層を形成し、このネマチック液晶層を配向膜として作用させることにより、配向欠陥を生じることなく強誘電性液晶を配向させる方法が開示されている（特許文献１参照）。しかしながら、この方法では、電界を印加せずに強誘電性液晶を配向させるため、自発分極の向きを制御することはできない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１６】

【特許文献１】特表２００２－５３２７５５公報

10

【非特許文献】

【００１７】

【非特許文献１】NONAKA, T., LI, J., OGAWA, A., HORNING, B., SCHMIDT, W., WINGEN, R., and DUBAL, H., 1999, Liq. Cryst., 26, 1599.

【非特許文献２】PATEL, J., and GOODBY, J. W., 1986, J. Appl. Phys., 59, 2355.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１８】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、単安定性を示す強誘電性液晶を用いた液晶表示素子において、強誘電性液晶の自発分極の向きを制御することが可能な液晶表示素子を提供することを主目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【００１９】

本発明は、上記目的を達成するために、第１基材と、上記第１基材上に形成された第１電極層と、上記第１電極層上に形成された第１配向膜とを有する第１配向処理基板、および、第２基材と、上記第２基材上に形成された第２電極層と、上記第２電極層上に形成された第２配向膜と、上記第２配向膜上に形成され、反応性液晶を固定化してなる反応性液晶層とを有する第２配向処理基板を、上記第１配向膜と上記反応性液晶層とが対向するように配置し、上記第１配向膜と上記反応性液晶層との間に強誘電性液晶を挟持してなる液晶表示素子であって、上記強誘電性液晶が単安定性を示すものであり、上記第２電極層が

30

【００２０】

本発明によれば、反応性液晶が第２配向膜により配向しており、反応性液晶層は強誘電性液晶を配向させる配向膜として機能する。また、反応性液晶は、強誘電性液晶と構造が比較的類似していることから、強誘電性液晶との相互作用が強く、配向膜のみを用いた場合よりも効果的に配向を制御することができる。したがって、上下の配向膜の一方に反応性液晶層を形成することにより、強誘電性液晶の配向の単安定化が可能である。

さらに、反応性液晶層は、一般に液晶表示素子に用いられる配向膜、例えば光配向膜やラビング配向膜等に比べてプラスの極性が強い傾向にあると考えられる。このため、電圧無印加状態では、反応性液晶層側がプラス極性、第１配向膜側がマイナス極性となるので、強誘電性液晶の自発分極が第１配向膜側を向くようになる。したがって本発明においては、強誘電性液晶の自発分極の方向を制御することが可能である。本発明に用いられる強誘電性液晶は、第２電極層が負極となるように電圧を印加したときに、液晶分子の方向がチルト角の約２倍変化するものである。本発明の液晶表示素子をフィールドシーケンシャルカラー方式により駆動させた場合には、液晶分子の自発分極の方向が制御可能であることにより、上述した背景技術の欄に記載したような不具合を回避することができる。

40

【００２１】

上記発明においては、上記反応性液晶がネマチック相を発現するものであることが好ま

50

しい。ネマチック相は、液晶相の中でも配向制御が比較的容易であるからである。

【 0 0 2 2 】

また本発明においては、上記反応性液晶が重合性液晶モノマーを含有することが好ましい。重合性液晶モノマーは、他の重合性液晶材料、すなわち重合性液晶オリゴマーや重合性液晶ポリマーと比較して、より低温で配向が可能であり、かつ配向に際しての感度も高く、容易に配向させることができるからである。

【 0 0 2 3 】

この際、上記重合性液晶モノマーが、モノアクリレートモノマーまたはジアクリレートモノマーであることが好ましい。モノアクリレートモノマーまたはジアクリレートモノマーは、配向状態を良好に維持したまま容易に重合させることができるからである。

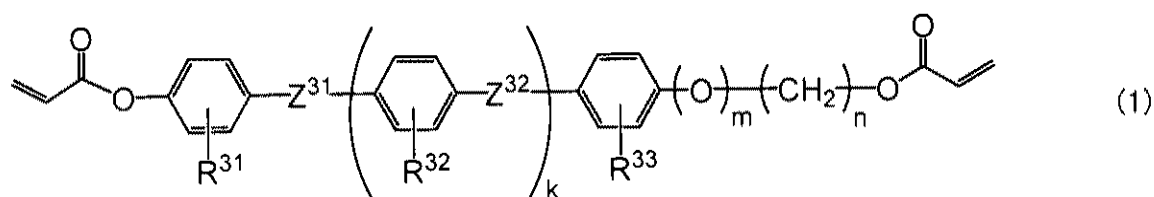
10

【 0 0 2 4 】

またこの際、上記ジアクリレートモノマーが、下記式(1)で表される化合物であることが好ましい。

【 0 0 2 5 】

【化1】



(1)

20

【 0 0 2 6 】

ここで、式中の Z^{31} および Z^{32} は、各々独立して直接結合している $-COO-$ 、 $-OCO-$ 、 $-O-$ 、 $-CH_2CH_2-$ 、 $-CH=CH-$ 、 $-C\equiv C-$ 、 $-OCH_2-$ 、 $-CH_2O-$ 、 $-CH_2CH_2COO-$ 、 $-OCOCH_2CH_2-$ を表し、 R^{31} 、 R^{32} および R^{33} は、各々独立して水素または炭素数 1 ~ 5 のアルキルを表し、 k および m は 0 または 1 を表し、 n は 2 ~ 8 の範囲内の整数を表す。

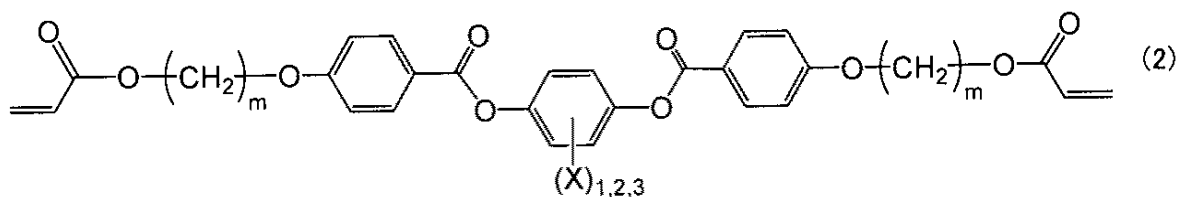
【 0 0 2 7 】

さらに、上記ジアクリレートモノマーが、下記式(2)で表される化合物であることも好ましい。

30

【 0 0 2 8 】

【化2】



(2)

【 0 0 2 9 】

ここで、式中の X は、水素、炭素数 1 ~ 20 のアルキル、炭素数 1 ~ 20 のアルケニル、炭素数 1 ~ 20 のアルキルオキシ、炭素数 1 ~ 20 のアルキルオキシカルボニル、ホルミル、炭素数 1 ~ 20 のアルキルカルボニル、炭素数 1 ~ 20 のアルキルカルボニルオキシ、ハロゲン、シアノまたはニトロを表し、 m は 2 ~ 20 の範囲内の整数を表す。

40

【 0 0 3 0 】

さらに本発明においては、上記第 1 配向膜および上記第 2 配向膜が、光配向膜であることが好ましい。光配向処理は非接触配向処理であることから静電気や塵の発生がなく、定量的な配向処理の制御ができるからである。

【 0 0 3 1 】

この際、上記光配向膜の構成材料が、光反応を生じることにより上記光配向膜に異方性を付与する光反応型の材料であり、または光異性化反応を生じることにより上記光配向膜

50

に異方性を付与する光異性化反応性化合物を含む光異性化型の材料であることが好ましい。光反応および光異性化反応を利用することにより、光配向膜への異方性の付与が容易になるからである。

【0032】

また本発明においては、上記第1配向処理基板が、上記第1基材上に形成された薄膜トランジスタ(TFT)を有するTFT基板であり、上記第2配向処理基板が、上記第2電極層が共通電極である共通電極基板であることが好ましい。このような構成とすることにより、TFT素子のスイッチがオフのときにゲート電極付近で光漏れが発生するのを防ぐことができるからである。

【0033】

また本発明の液晶表示素子は、薄膜トランジスタ(TFT)を用いたアクティブマトリックス方式により駆動させることが好ましい。TFT素子を用いたアクティブマトリックス方式を採用することにより、目的の画素を確実に点灯、消灯できるため高品質なディスプレイが可能となるからである。

【0034】

さらに本発明の液晶表示素子は、フィールドシーケンシャルカラー方式により駆動させるのに適している。上記強誘電性液晶は単安定性を示すので階調表示が可能であり、フィールドシーケンシャルカラー方式により駆動させることにより、低消費電力かつ低コストで、視野角が広く、明るく高精細なカラー動画表示を実現できる。

【発明の効果】

【0035】

本発明においては、反応性液晶層が第1配向膜よりもプラスの極性が強い傾向にあることを利用することにより、強誘電性液晶の自発分極の方向を制御することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】本発明の液晶表示素子の一例を示す概略断面図である。

【図2】強誘電性液晶の配向状態の一例を示す模式図である。

【図3】液晶分子の挙動を示す模式図である。

【図4】強誘電性液晶の自発分極を示す説明図である。

【図5】強誘電性液晶の配向状態の他の例を示す模式図である。

【図6】フィールドシーケンシャルカラー方式による液晶表示素子の駆動シーケンスを示す概念図である。

【図7】本発明の液晶表示素子の一例を示す概略斜視図である。

【図8】強誘電性液晶の自発分極を示す説明図である。

【図9】強誘電性液晶の配向状態の他の例を示す模式図である。

【図10】強誘電性液晶の印加電圧に対する透過率の変化を示したグラフである。

【図11】強誘電性液晶の有する相系列の相違による配向の違いを示した図である。

【図12】強誘電性液晶の印加電圧に対する透過率の変化を示したグラフである。

【図13】フィールドシーケンシャルカラー方式による液晶表示素子の駆動シーケンスを示す概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0037】

以下、本発明の液晶表示素子について、詳細に説明する。

本発明の液晶表示素子は、第1基材と、上記第1基材上に形成された第1電極層と、上記第1電極層上に形成された第1配向膜とを有する第1配向処理基板、および、第2基材と、上記第2基材上に形成された第2電極層と、上記第2電極層上に形成された第2配向膜と、上記第2配向膜上に形成され、反応性液晶を固定化してなる反応性液晶層とを有する第2配向処理基板を、上記第1配向膜と上記反応性液晶層とが対向するように配置し、上記第1配向膜と上記反応性液晶層との間に強誘電性液晶を挟持してなる液晶表示素子で

あって、上記強誘電性液晶が単安定性を示すものであり、上記第2電極層が負極となるように電圧を印加したときに、上記強誘電性液晶の分子方向が上記第1配向処理基板面に対して平行に上記強誘電性液晶のチルト角の約2倍変化することを特徴とするものである。

【0038】

本発明の液晶表示素子について図面を参照しながら説明する。

図1は、本発明の液晶表示素子の一例を示す概略断面図である。図1に例示する液晶表示素子においては、第1基材1a上に第1電極層2aおよび第1配向膜3aが順に形成された第1配向処理基板11と、第2基材1b上に第2電極層2b、第2配向膜3bおよび反応性液晶層4が順に形成された第2配向処理基板12とが対向しており、第1配向処理基板11の第1配向膜3aと第2配向処理基板12の反応性液晶層4との間には強誘電性液晶が挟持され、液晶層5が構成されている。

10

【0039】

反応性液晶層4は第2配向膜3b上に形成されることから、反応性液晶層4を構成する反応性液晶は上記第2配向膜3bにより配向しており、この反応性液晶を例えば紫外線により重合させて反応性液晶の配向状態を固定化することにより反応性液晶層4が形成される。このように、反応性液晶層4は反応性液晶の配向状態が固定化されているものである。液晶層5を構成する強誘電性液晶を配向させる配向膜として機能する。さらに、反応性液晶層を構成する反応性液晶は、強誘電性液晶と構造が比較的類似していることから、強誘電性液晶との相互作用が強くなり、配向膜のみを用いた場合よりも効果的に配向を制御することができる。

20

【0040】

本発明に用いられる強誘電性液晶の配向状態の一例を図2に示す。一般に、強誘電性液晶を用いた液晶表示素子では、対向する2つの配向膜は、それぞれの配向処理方向が平行になるように配置される。よって、図2(b)に例示するように、電圧無印加状態では、液晶分子8は第1配向膜および第2配向膜(反応性液晶層)の配向処理方向dに沿って配向し、一様な配向状態となる。このように上下の配向膜の一方に反応性液晶層を形成することにより、配向欠陥が形成されることなく、強誘電性液晶の配向を単安定化させることができる。すなわち、強誘電性液晶は単安定性を示すのである。また、電界印加徐冷法によらずに、配向膜および反応性液晶層を用いて配向処理を行うものである。相転移温度以上に昇温してもその配向を維持し、配向欠陥の発生を抑制することができるという利点を有する。

30

【0041】

強誘電性液晶においては、図3に例示するように、液晶分子8が層法線zから傾いており、層法線zに垂直な底面を有する円錐(コーン)の稜線に沿って回転する。このような円錐(コーン)において、液晶分子8の層法線zに対する傾き角をチルト角 θ という。

【0042】

なお、本発明において「単安定性を示す」とは、電圧無印加時の強誘電性液晶の状態がひとつの状態安定化している状態をいう。具体的に説明すると、図3に示すように、液晶分子8は層法線zに対しチルト角 $\pm\theta$ だけ傾く二つの状態間をコーン上に動作することができるが、電圧無印加時に液晶分子8が上記コーン上のいずれかひとつの状態安定化している状態をいう。

40

【0043】

また、本発明者らは、印加電圧の極性による強誘電性液晶の自発分極の向きについて調べるため、以下に示す実験を行った。

【0044】

まず、光配向膜と反応性液晶層との間に強誘電性液晶が挟持された液晶表示素子を作製した。光二量反応型の光配向膜材料(Rolic technologies社製、商品名:ROP103)の2質量%シクロペンタノン溶液を、ITOでコーティングされた2枚のガラス基板に回転数4000rpmで30秒スピンコーティングした。ホットプレートで130、15分間乾燥させた後、偏光紫外線を25で100mJ/cm²露光した。さらに、片方のガ

50

ラス基板に、アクリレートモノマーを含有する反応性液晶（Rolic technologies 社製、商品名：ROF-5101）の2質量%シクロペンタノン溶液を、回転数4000rpmで30秒スピニングして積層し、55℃で3分間乾燥させた後、無偏光紫外線を55℃で1000mJ/cm²露光した。その後、片方の基板に1.5μmのスペーサーを散布し、もう片方の基板にシール材をシールディスペンサーで塗布した。基板を偏光紫外線照射方向と平行の状態に組み立て、熱圧着を行った。強誘電性液晶は「R2301」（AZエレクトロニックマテリアルズ社製）を用い、注入口上部に強誘電性液晶を付着し、オープンを用いて、ネマチック相 - 等方相転移温度より10℃～20℃高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。反応性液晶層側の電極層が負極になるように電圧を印加すると、強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化した。強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化したものは全体の約75%であった。

10

【0045】

また、光配向膜材料および反応性液晶の種類や組み合わせを変えて、上記と同様に光配向膜と反応性液晶層との間に強誘電性液晶が挟持された液晶表示素子を作製したところ、上記と同様の結果が得られた。

【0046】

次に、一対の光配向膜間に強誘電性液晶が挟持された液晶表示素子を作製した。光二重化反応型の光配向膜材料（Rolic technologies 社製、商品名：ROP103）の2質量%シクロペンタノン溶液を、ITOでコーティングされた2枚のガラス基板に回転数4000rpmで30秒スピニングした。ホットプレートで130℃、15分間乾燥させた後、偏光紫外線を25℃で1000mJ/cm²露光した。その後、片方の基板に1.5μmのスペーサーを散布し、もう片方の基板にシール材をシールディスペンサーで塗布した。基板を偏光紫外線照射方向と平行の状態に組み立て、熱圧着を行った。強誘電性液晶は「R2301」（AZエレクトロニックマテリアルズ社製）を用い、注入口上部に強誘電性液晶を付着し、オープンを用いて、ネマチック相 - 等方相転移温度より10℃～20℃高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。片方の電極層が負極になるように電圧を印加すると、一部の強誘電性液晶の分子方向はチルト角の約2倍変化した。一部の強誘電性液晶の分子方向は変化しなかった。強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化したものは全体の約50%であった。

20

【0047】

また、光配向膜材料の種類や組み合わせを変えて、上記と同様に一対の光配向膜間に強誘電性液晶が挟持された液晶表示素子を作製したところ、上記と同様の結果が得られた。

30

【0048】

上述の実験の結果から、反応性液晶層は、光配向膜に比べてプラスの極性が強い傾向にあることがわかった。

【0049】

このように、反応性液晶層は、一般に液晶表示素子に用いられる配向膜、例えば光配向処理やラビング処理を施した配向膜等に比べてプラスの極性が強い傾向にあると考えられる。このため、図2(a)に例示するように、電圧無印加状態では、反応性液晶層4が第1配向膜3aよりもプラスの極性が強いので、液晶分子8の自発分極Psは第1配向膜3a側を向く。

40

なお、液晶分子8の自発分極Psは、図4に示すように、矢印の先端がプラスの極性となっている。また、図2(a)中、第1配向処理基板の第1基材は省略しており、液晶層では液晶分子8のみを示している。

図2(b)は、図2(a)の上面からの液晶分子の配向状態を示す模式図であり、液晶分子8の配向状態は一樣で、その自発分極Psは紙面手前から奥方向に向いている（図2(b)中の×印）。

【0050】

本発明における電圧印加時の強誘電性液晶の配向状態の一例を図5に示す。図5(a)に例示するように、第1電極層2aが正極(+)、第2電極層2bが負極(-)となるよ

50

うに電圧を印加すると、印加電圧の極性の影響により、液晶分子 8 の自発分極 P_s は反応性液晶層 4 側を向くようになる。

なお、図 5 (a) 中、第 2 配向処理基板の第 2 基材は省略しており、液晶層では液晶分子 8 のみを示している。

図 5 (b) は、図 5 (a) の上面からの液晶分子の配向状態を示す模式図であり、液晶分子 8 の配向状態は一樣で、その自発分極 P_s は紙面奥から手前方向に向いている (図 5 (b) 中の ● 印) 。

【 0 0 5 1 】

さらに、第 1 電極層が負極 (-)、第 2 電極層が正極 (+) となるように電圧を印加すると、印加電圧の極性の影響によって、図 2 (a) に例示するように、液晶分子 8 の自発分極 P_s は第 1 配向膜 3 a 側を向くようになる。この場合、液晶分子は、電圧無印加状態と同様の配向状態になる (図 2 (b)) 。

【 0 0 5 2 】

電圧無印加状態あるいは第 2 電極層へのプラス極性の電圧印加状態 (図 2) から、第 2 電極層へのマイナス極性の電圧印加状態 (図 5) としたとき、この印加電圧のマイナスの極性と、液晶分子の自発分極のマイナス極性との反発によって、図 4 に例示するように、液晶分子 8 が角度約 2θ 回転する。すなわち、第 2 電極層が負極となるように電圧を印加したときに、強誘電性液晶の分子方向が、第 1 配向処理基板面に対して平行に、強誘電性液晶のチルト角 θ の約 2 倍変化するのである。

【 0 0 5 3 】

このように本発明においては、反応性液晶層が第 1 配向膜よりもプラスの極性が強い傾向にあることを利用して、液晶分子の自発分極の方向を制御することが可能である。

【 0 0 5 4 】

また、第 2 電極層が負極となるように電圧を印加したとき、強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約 2 倍変化するものが 80 % 以上存在することが好ましく、より好ましくは 90 % 以上、最も好ましくは 95 % 以上である。上記範囲であれば、良好なコントラスト比を得ることができるからである。

【 0 0 5 5 】

なお、上記の比率は、次のようにして測定することができる。

例えば図 1 に示すように、第 1 配向処理基板 1 1 および第 2 配向処理基板 1 2 の外側に偏光板 6 a および 6 b を設け、偏光板 6 a 側から光が入射し、偏光板 6 b 側から光が出射するものとする。2 枚の偏光板 6 a および 6 b は、それぞれの偏光軸が略垂直に、かつ、偏光板 6 a の偏光軸と第 1 配向膜 3 a の配向処理方向 (液晶分子の配向方向) とが略平行になるように配置されている。電圧無印加状態では、偏光板 6 a を透過した直線偏光と液晶分子の配向方向とが一致するため、液晶分子の屈折率異方性が発現されず、偏光板 6 a を透過した直線偏光はそのまま液晶分子を通過し、偏光板 6 b により遮断され、暗状態となる。一方、電圧印加状態では、液晶分子がコーン上を移動し、偏光板 6 a を透過した直線偏光と液晶分子の配向方向とが所定の角度を持つようになるため、偏光板 6 a を透過した直線偏光は液晶分子の複屈折により楕円偏光となる。この楕円偏光のうち、偏光板 6 b の偏光軸と一致する直線偏光のみが偏光板 6 b を透過し、明状態となる。

このため、第 2 電極層が負極となるように電圧を印加したとき、強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約 2 倍変化すると明状態が得られる。一方、第 2 電極層が負極となるように電圧を印加したとき、例えば強誘電性液晶の分子方向が変化しないものが部分的に存在する場合には、部分的に暗状態が得られる。したがって、電圧印加時に得られる白黒 (明暗) 表示の白・黒の面積比から、第 2 電極層が負極となるように電圧を印加したときに強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約 2 倍変化するものの比率を算出することができる。

【 0 0 5 6 】

本発明においては、上述の図 1 に例示するように、第 1 配向処理基板 1 1 および第 2 配向処理基板 1 2 の外側には偏光板 6 a および 6 b が設けられていてもよい。これにより入射光が直線偏光となり液晶分子の配向方向に偏光した光のみを透過させることができる。

偏光板 6 a および 6 b は、偏光軸が 90° ねじれて配置されている。これにより、電圧無印加状態と電圧印加状態とにおける液晶分子の光軸の方向や複屈折率の大きさを制御し、液晶分子を白黒シャッターとして用いることにより、明状態と暗状態とをつくることができる。例えば、電圧無印加状態では、偏光板 6 a の偏光軸を液晶分子の配向方向（第 1 配向膜 3 a の配向処理方向）と揃うように設置することにより、偏光板 6 a を透過した偏光は方向を 90° 回転することができず、偏光板 6 b により遮断され、暗状態となる。これに対し、電圧印加状態では、液晶分子の配向方向が偏光板 6 a および 6 b の偏光軸に対し角度 θ （望ましくは $\theta = 45^\circ$ ）を持つようになるので、液晶分子により偏光の方向が回転して偏光板 6 b を透過し、明状態となる。このように本発明の液晶表示素子は、強誘電性液晶を白黒シャッターとして用いるものであるもので、応答速度を速くすることができるという利点を有する。そして、印加電圧により透過光量を制御することにより階調表示が可能となる。

10

【0057】

このように偏光板が設けられた液晶表示素子においては、電圧無印加状態および第 2 電極層へのマイナス極性の電圧印加状態のときに暗状態、第 2 電極層へのプラス極性の電圧印加状態のときに明状態となる。したがって、液晶表示素子をフィールドシーケンシャルカラー方式により駆動した場合には、図 6 に例示するように、例えば G（緑色）のバックライトの点灯時に R（赤色）のバックライトに同期させた走査によって明状態となるのを回避することが可能である。

なお、図 6 中の記号等については、図 13 に示した記号等と同様である。

20

【0058】

本発明の液晶表示素子は、薄膜トランジスタ（TFT）を用いたアクティブマトリックス方式により駆動することができる。この場合、第 1 配向処理基板が、第 1 基材上に形成された TFT を有する TFT 基板であり、第 2 配向処理基板が、第 2 電極層が共通電極である共通電極基板であることが好ましい。図 7 に TFT を用いたアクティブマトリックス方式の液晶表示素子の一例を示す概略斜視図を示す。

【0059】

図 7 に例示する液晶表示素子 20 は、第 1 基材 1 a 上に TFT 素子 25 がマトリックス状に配置された TFT 基板（第 1 配向処理基板）21 と、第 2 基材 1 b 上に共通電極 23 が形成された共通電極基板（第 2 配向処理基板）22 とを有するものである。共通電極基板（第 2 配向処理基板）22 には、第 2 配向膜 3 b 上に反応性液晶層 4 が形成されている。また、TFT 基板（第 1 配向処理基板）21 には、ゲート電極 24 x、ソース電極 24 y および画素電極 24 t が形成されている。ゲート電極 24 x およびソース電極 24 y はそれぞれ縦横に配列しており、ゲート電極 24 x およびソース電極 24 y に信号を加えることにより TFT 素子 25 を作動させ、強誘電性液晶を駆動させることができる。ゲート電極 24 x およびソース電極 24 y が交差した部分は、図示しないが絶縁層で絶縁されており、ゲート電極 24 x の信号とソース電極 24 y の信号とは独立に動作することができる。ゲート電極 24 x およびソース電極 24 y により囲まれた部分は、本発明の液晶表示素子を駆動する最小単位である画素であり、各画素には少なくとも 1 つ以上の TFT 素子 25 および画素電極 24 t が形成されている。そして、ゲート電極およびソース電極に順次信号電圧を加えることにより、各画素の TFT 素子を動作させることができる。なお、図 7 において、液晶層および第 1 配向膜は省略している。

30

40

【0060】

上記の液晶表示素子においては、例えばゲート電極を 30 V 程度の高電位にすると TFT 素子のスイッチがオンになり、ソース電極によって信号電圧が強誘電性液晶に加えられ、ゲート電極を -10 V 程度の低電位にすると TFT 素子のスイッチがオフになる。スイッチオフ状態では、図 8 に例示するように、共通電極 23 およびゲート電極 24 x 間には、共通電極 23 側が正になるように電圧が印加される。このスイッチオフ状態のとき、強誘電性液晶は動作しないので、その画素は暗状態となる。

本発明においては、上述したように電圧無印加状態では、極性表面相互作用によって液

50

晶分子の自発分極が第 1 配向処理基板側を向く。すなわち、スイッチオフ状態のとき、図 8 に例示するように、液晶分子 8 の自発分極 P_s が T F T 基板（第 1 配向処理基板）2 1 側を向く。したがって、自発分極の向きは、共通電極 2 3 およびゲート電極 2 4 x 間に印加された電圧の影響を受けない。

一方、例えば電圧無印加状態にて自発分極が共通電極基板（第 2 配向処理基板）側を向く場合には、スイッチオフ状態のときに共通電極およびゲート電極間に印加された電圧の影響によって、ゲート電極が設けられている領域付近で自発分極の向きが反転してしまう。そうすると、ゲート電極が設けられている領域付近では、スイッチがオフであるにもかかわらず、強誘電性液晶が動作して光漏れが生じる。

これに対し、上述したように本発明においては、自発分極の向きは、共通電極およびゲート電極間に印加された電圧の影響を受けないので、光漏れが生じることがない。したがって本発明においては、自発分極の向きを制御し、反応性液晶層が形成された第 2 配向処理基板を共通電極基板とすることにより、ゲート電極付近の光漏れを防止することができる。

【 0 0 6 1 】

以下、本発明の液晶表示素子の各構成部材について詳細に説明する。

【 0 0 6 2 】

1. 液晶層

本発明に用いられる液晶層は、強誘電性液晶を反応性液晶層および第 1 配向膜の間に挟持させることにより構成されている。本発明に用いられる強誘電性液晶としては、単安定性を示すものであり、かつ、第 2 電極層が負極となるように電圧を印加したときに、強誘電性液晶の分子方向が第 1 配向処理基板面に対して平行に強誘電性液晶のチルト角の約 2 倍変化するものであれば、特に限定されるものでない。

【 0 0 6 3 】

ここで、第 2 電極層が負極となるように電圧を印加したときに、強誘電性液晶の分子方向が第 1 配向処理基板面に対して強誘電性液晶のチルト角 θ の約 2 倍変化するとは、電圧無印加時に液晶分子がコーン上のひとつの状態で安定化しており、第 2 電極層が負極となるように電圧を印加したときに、液晶分子が単安定化状態からコーン上の一方の側に傾き、第 2 電極層が正極となるように電圧を印加したときに、液晶分子が、単安定化状態を維持するか、または単安定化状態から第 2 電極層が負極となるように電圧を印加したときとは逆側に傾き、第 2 電極層が負極となるように電圧を印加したときの、液晶分子の単安定化状態からの傾斜角が、第 2 電極層が正極となるように電圧を印加したときの、液晶分子の単安定化状態からの傾斜角よりも大きいことをいう。

【 0 0 6 4 】

図 9 は、単安定性を示す強誘電性液晶の配向状態の一例を示す模式図である。図 9 (a) は電圧無印加の場合、図 9 (b) は第 2 電極層が負極となるように電圧を印加した場合、図 9 (c) は第 2 電極層が正極となるように電圧を印加した場合をそれぞれ示す。電圧無印加の場合、液晶分子 8 は、コーン上のひとつの状態で安定化している（図 9 (a) ）。第 2 電極層が負極となるように電圧を印加した場合、液晶分子 8 は、安定化している状態（破線）から一方の側に傾く（図 9 (b) ）。また、第 2 電極層が正極となるように電圧を印加したときに、液晶分子 8 は、安定化している状態（破線）から第 2 電極層が負極となるように電圧を印加したときとは逆側に傾く（図 9 (c) ）。このとき、第 2 電極層が負極となるように電圧を印加したときの傾斜角 δ は、第 2 電極層が正極となるように電圧を印加したときの傾斜角 ω よりも大きい。なお、図 9 において、d は配向処理方向、z は層法線を示す。

【 0 0 6 5 】

第 2 電極層が負極となるように電圧を印加したとき、液晶分子は、印加電圧の大きさに応じた角度で、単安定化状態からコーン上の一方の側に傾く。また、強誘電性液晶においては、図 9 (a) に例示するように、位置 A（液晶分子 8 の方向）と、位置 B（配向処理方向 d）と、位置 C とが、必ずしも一致するわけではない。そのため、図 9 (b) に例示

するように、第2電極層が負極となるように電圧を印加したときの最大の傾斜角 δ は、チルト角 θ の約2倍(角度 2θ)となる。

【0066】

例えば図4に示すように、液晶分子8の方向は、第1配向処理基板面に対して平行に、チルト角 θ の約2倍(角度 2θ)変化するのであるが、ここでチルト角 θ の約2倍変化するとは、 $2\theta \pm 5^\circ$ 変化する場合をいう。

なお、上記角度は、次のようにして測定した値である。まず、偏光板をクロスニコルに配置した偏光顕微鏡および液晶表示素子を、一方の偏光板の偏光軸と液晶層の液晶分子の配向方向とが平行になるように配置し、この位置を基準とする。電圧を印加すると液晶分子が偏光軸と所定の角度を持つようになるため、一方の偏光板を透過した偏光が他方の偏光板を透過して明状態となる。この電圧を印加した状態で液晶表示素子を回転させ暗状態にする。そして、このときの液晶表示素子を回転させた角度を測定する。液晶表示素子を回転させた角度が、強誘電性液晶の分子方向が変化した角度である。

【0067】

上述したように、第2電極層が負極となるように電圧を印加したとき、液晶分子は、印加電圧の大きさに応じた角度で、単安定化状態からコーン上の一方の側に傾くので、実際に液晶表示素子を駆動している際、第2電極層が負極となるように電圧を印加したときに、液晶分子の方向がチルト角の約2倍変化するわけではない。

【0068】

このような強誘電性液晶として具体的には、例えば図10に示すような正負いずれかの電圧を印加したときにのみ液晶分子が動作する、half-V shaped switching(以下、HV字型スイッチングと称する。)特性を示す強誘電性液晶が用いられる。このようなHV字型スイッチング特性を示す強誘電性液晶を用いると、白黒シャッターとしての開口時間を十分に長くとることができ、これにより時間的に切り替えられる各色をより明るく表示することができ、明るいカラー表示の液晶表示素子を実現することができる。

なお、本発明において「HV字型スイッチング特性」とは、印加電圧に対する光透過率が非対称な電気光学特性をいう。

【0069】

強誘電性液晶の相系列は、カイラルスメクチックC相(SmC^*)を発現するものであれば特に限定されるものではない。例えば、相系列が、ネマチック相(N)-コレステリック相(Ch)-カイラルスメクチックC相(SmC^*)と相変化するもの、ネマチック相(N)-カイラルスメクチックC相(SmC^*)と相変化するもの、ネマチック相(N)-スメクチックA相(SmA)-カイラルスメクチックC相(SmC^*)と相変化するもの、ネマチック相(N)-コレステリック相(Ch)-スメクチックA相(SmA)-カイラルスメクチックC相(SmC^*)と相変化するもの、などを挙げることができる。

【0070】

一般に、図11下段に例示するような SmA 相を経由する相系列を有する強誘電性液晶は、相変化の過程において、スメクチック層の層間隔が縮まり、その体積変化を補償するためにスメクチック層が曲がったシェブロン構造を有し、この曲げの方向によって液晶分子の長軸方向が異なるドメインが形成され、その境界面にジグザグ欠陥やヘアピン欠陥と呼ばれる配向欠陥が発生しやすい。また一般に、図11上段に例示するような SmA 相を経由しない相系列を有する強誘電性液晶は、層法線方向の異なる二つの領域(ダブルドメイン)が発生しやすい。本発明においては、このような配向欠陥を生じさせることなく、強誘電性液晶の配向を単安定化することができるのである。

【0071】

このような強誘電性液晶としては、一般に知られる液晶材料の中から要求特性に応じて種々選択することができる。

【0072】

特に、Ch相から SmA 相を経由しないで SmC^* 相を発現する液晶材料は、HV字型

10

20

30

40

50

スイッチング特性を示すものとして好適である。具体的には、A Zエレクトロニックマテリアルズ社製「R 2 3 0 1」が挙げられる。

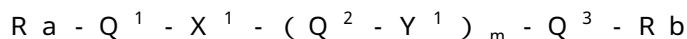
【 0 0 7 3 】

また、S m A相を経由する液晶材料としては、材料選択の幅が広いことから、C h相からS m A相を経由してS m C *相を発現するものが好ましい。この場合、S m C *相を示す単一の液晶材料を用いることもできるが、低粘度でS m C相を示しやすいノンカイラルな液晶（以下、ホスト液晶とする場合がある。）に、それ自身ではS m C相を示さないが大きな自発分極と適当な螺旋ピッチを誘起する光学活性物質を少量添加することにより、上記のような相系列を示す液晶材料が、低粘度であり、より速い応答性を実現できることから好ましい。

10

【 0 0 7 4 】

上記ホスト液晶としては、広い温度範囲でS m C相を示す材料であることが好ましく、一般に強誘電性液晶のホスト液晶として知られているものであれば特に限定されることがなく使用することができる。例えば、下記一般式：



（式中、R aおよびR bはそれぞれ、直鎖状もしくは分岐状のアルキル基、アルコキシ基、アルコキシカルボニル基、アルカノイルオキシ基またはアルコキシカルボニルオキシ基であり、Q¹、Q²およびQ³はそれぞれ、1, 4 - フェニレン基、1, 4 - シクロヘキシレン基、ピリジン - 2, 5 - ジイル基、ピラジン - 2, 5 - ジイル基、ピリダジン - 3, 6 - ジイル基、1, 3 - ジオキサン - 2, 5 - ジイル基であり、これらの基はハロゲン原子、水酸基、シアノ基等の置換基を有していてもよく、X¹およびY¹はそれぞれ、- C O O -、- O C O -、- C H₂ O -、- O C H₂ -、- C H₂ C H₂ -、- C ≡ C - または単結合であり、mは0または1である。）で表される化合物を使用することができる。ホスト液晶としては、上記化合物を1種単独でも2種以上を組み合わせることもできる。

20

【 0 0 7 5 】

上記ホスト液晶に添加する光学活性物質としては、自発分極が大きく、適当な螺旋ピッチを誘起する能力を持った材料であれば特に限定されるものではなく、一般にS m C相を示す液晶組成物に添加する材料として知られるものを使用することができる。特に少量の添加量で大きな自発分極を誘起できる材料であることが好ましい。このような光学活性物質としては、例えば、下記一般式：



（式中、Q¹、Q²、Q³は上記一般式と同じ意味を表し、Z aおよびZ bは- C O O -、- O C O -、- C H₂ O -、- O C H₂ -、- C H₂ C H₂ -、- C ≡ C -、- C H = N -、- N = N -、- N (→ O) = N -、- C (= O) S - または単結合であり、R cは不斉炭素原子を有していてもよい直鎖状もしくは分岐状のアルキル基、アルコキシ基、アルコキシカルボニル基、アルカノイルオキシ基またはアルコキシカルボニルオキシ基であり、R dは不斉炭素原子を有する直鎖状もしくは分岐状のアルキル基、アルコキシ基、アルコキシカルボニル基、アルカノイルオキシ基またはアルコキシカルボニルオキシ基であり、R cおよびR dはハロゲン原子、シアノ基、水酸基で置換されていてもよい。）で表される化合物を使用することができる。光学活性物質としては、上記化合物を1種単独でも2種以上を組み合わせることもできる。

30

40

【 0 0 7 6 】

S m A相を経由する強誘電性液晶として、具体的には、A Zエレクトロニックマテリアルズ社製「F E L I X M 4 8 5 1 - 1 0 0」などが挙げられる。

【 0 0 7 7 】

単安定性を示す強誘電性液晶を用いた液晶表示素子においては、透過率は、電圧を印加したときの液晶分子の傾斜角に依存する。正負いずれかの電圧を印加すると液晶分子がコーン上を傾くので、例えば図10に示すように印加電圧の大きさに応じて液晶分子の傾斜角が変化して透過率が変化する。このとき、液晶分子の単安定状態からの傾斜角が45°

50

の場合に透過率が最大になる。

したがって、高い透過率を実現するためには、実際の駆動時に第2電極層が負極となるように電圧を印加した場合に、液晶分子の単安定状態からの傾斜角が45°になり得る強誘電性液晶を用いることが好ましい。

例えば、図9に示すような液晶分子の単安定状態からの最大の傾斜角 δ が45°よりも大きい強誘電性液晶を用いた場合には、実際に液晶表示素子を駆動している際、第2電極層が負極となるように電圧を印加したときに、液晶分子の単安定状態からの傾斜角を45°とすることができる。上述したように、実際の駆動時に第2電極層が負極となるように電圧を印加した場合に、液晶分子の方向がチルト角の約2倍変化するわけではないからである。

10

【0078】

また本発明においては、強誘電性液晶が単安定性を示すものであるので、薄膜トランジスタ(TFT)を用いたアクティブマトリックス方式による駆動が可能になる。さらに、電圧変調により階調制御が可能になる。これにより、高精細で高品位の表示を実現することができる。

【0079】

上記強誘電性液晶で構成される液晶層の厚みは、1.2 μ m~3.0 μ mの範囲内であることが好ましく、より好ましくは1.3 μ m~2.5 μ m、さらに好ましくは1.4 μ m~2.0 μ mの範囲内である。液晶層の厚みが薄すぎるとコントラストが低下するおそれがあり、逆に液晶層の厚みが厚すぎると強誘電性液晶が配向しにくくなる可能性があるからである。

20

【0080】

液晶層の形成方法としては、一般に液晶セルの作製方法として用いられる方法を使用することができる。例えば、あらかじめ第1配向処理基板および第2配向処理基板を作製した液晶セルに、上記強誘電性液晶を加温することにより等方性液体とし、キャピラリー効果を利用して注入し、接着剤で封鎖することにより液晶層を形成することができる。上記液晶層の厚みは、ビーズなどのスペーサーにより調整することができる。

【0081】

2. 第2配向処理基板

次に、本発明に用いられる第2配向処理基板について説明する。本発明における第2配向処理基板は、第2基材と、第2基材上に形成された第2電極層と、第2電極層上に形成された第2配向膜と、第2配向膜上に形成された反応性液晶層とを有するものである。以下、反応性液晶側基板の各構成について説明する。

30

【0082】

(1) 反応性液晶層

本発明に用いられる反応性液晶層は、第2配向膜上に形成され、反応性液晶を固定化してなるものである。反応性液晶は、第2配向膜により配向しており、例えば紫外線を照射して反応性液晶を重合させ、その配向状態を固定化することにより反応性液晶層が形成される。このように反応性液晶層は、反応性液晶の配向状態を固定化してなるものであるので、強誘電性液晶を配向させるための配向膜として機能する。また、反応性液晶は固定化されているため、温度等の影響を受けないという利点を有する。さらに、反応性液晶は、強誘電性液晶と構造が比較的類似しており、強誘電性液晶との相互作用が強くなるため、配向膜のみを用いた場合よりも効果的に強誘電性液晶の配向を制御することができる。

40

【0083】

本発明に用いられる反応性液晶としては、ネマチック相を発現するものであることが好ましい。ネマチック相は、液晶相の中でも配向制御が比較的容易であるからである。

【0084】

また、反応性液晶は、重合性液晶材料を含有することが好ましい。これにより、反応性液晶の配向状態を固定化することが可能になるからである。重合性液晶材料としては、重合性液晶モノマー、重合性液晶オリゴマー、および重合性液晶ポリマーのいずれかを用い

50

ることができるが、中でも、重合性液晶モノマーが好適に用いられる。重合性液晶モノマーは、他の重合性液晶材料、すなわち重合性液晶オリゴマーや重合性液晶ポリマーと比較して、より低温で配向が可能であり、かつ配向に際しての感度も高く、容易に配向させることができるからである。

【0085】

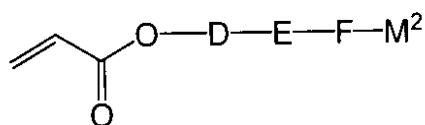
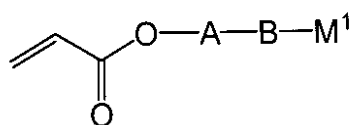
上記重合性液晶モノマーとしては、重合性官能基を有する液晶モノマーであれば特に限定されるものではなく、例えばモノアクリレートモノマー、ジアクリレートモノマー等が挙げられる。また、これらの重合性液晶モノマーは単独で用いてもよく、2種以上を混合して用いてもよい。

【0086】

モノアクリレートモノマーとしては、例えば下記式で表される化合物を例示することができる。

【0087】

【化3】



【0088】

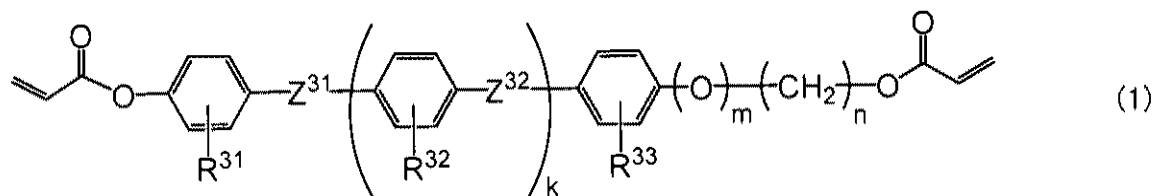
上記式において、A、B、D、EおよびFはベンゼン、シクロヘキサンまたはピリミジンを表し、これらはハロゲン等の置換基を有していてもよい。また、AおよびB、あるいはDおよびEは、アセチレン基、メチレン基、エステル基等の結合基を介して結合していてもよい。M¹およびM²は、水素原子、炭素数3～9のアルキル基、炭素数3～9のアルコキシカルボニル基、またはシアノ基のいずれであってもよい。さらに、分子鎖末端のアクリロイルオキシ基とAまたはDとは、炭素数3～6のアルキレン基等のスペーサーを介して結合していてもよい。

【0089】

ジアクリレートモノマーとしては、例えば下記式(1)に示す化合物を挙げることができる。

【0090】

【化4】



【0091】

上記式(1)において、Z³¹およびZ³²は、各々独立して直接結合している-CO-O-、-OCO-、-O-、-CH₂CH₂-、-CH=CH-、-C≡C-、-OCH₂-、-CH₂O-、-CH₂CH₂COO-、-OCOCH₂CH₂-を表し、R³¹、R³²およびR³³は、各々独立して水素または炭素数1～5のアルキルを表す。また、kおよびmは0または1を表し、nは2～8の範囲内の整数を表す。R³¹、R³²およびR³³は、k=1の場合、各々独立して炭素数1～5のアルキルであり、k=0の場合、各々独立して水素または炭素数1～5のアルキルであることが好ましい。このR³¹

10

20

30

40

50

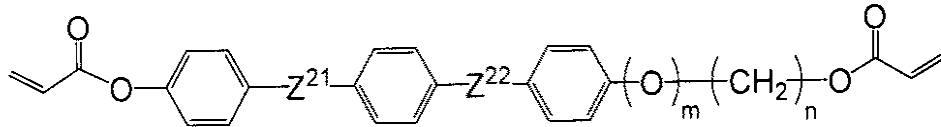
、 R^{32} および R^{33} は、互いに同じであってもよい。

【0092】

また、上記式(1)で表される化合物の具体例としては、下記式に示す化合物を挙げることができる。

【0093】

【化5】



10

【0094】

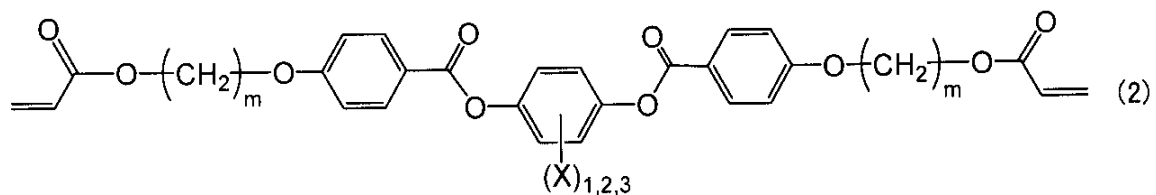
上記式において、 Z^{21} および Z^{22} は、各々独立して直接結合している -COO-、-OCO-、-O-、-CH₂CH₂-、-CH=CH-、-C≡C-、-OCH₂-、-CH₂O-、-CH₂CH₂COO-、-OCOCH₂CH₂-を表す。また、mは0または1を表し、nは2～8の範囲内の整数を表す。

【0095】

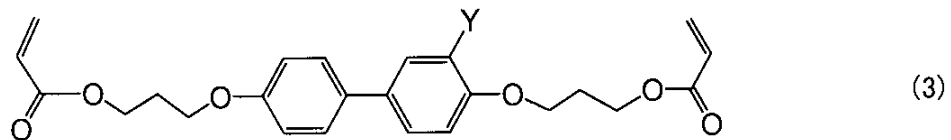
また、ジアクリレートモノマーとしては、例えば下記式(2)および(3)に示す化合物を挙げることができる。

【0096】

【化6】



20



30

【0097】

上記式(2)および(3)において、XおよびYは、水素、炭素数1～20のアルキル、炭素数1～20のアルケニル、炭素数1～20のアルキルオキシ、炭素数1～20のアルキルオキシカルボニル、ホルミル、炭素数1～20のアルキルカルボニル、炭素数1～20のアルキルカルボニルオキシ、ハロゲン、シアノまたはニトロを表す。また、mは2～20の範囲内の整数を表す。また、上記式(2)において、Xは、炭素数1～20のアルキルオキシカルボニル、メチルまたは塩素であることが好ましく、中でも炭素数1～20のアルキルオキシカルボニル、特にCH₃(CH₂)₄OCOであることが好ましい。

【0098】

本発明においては、上記の中でも、上記式(1)および(2)で表される化合物が好ましく用いられる。特に上記式(1)で表される化合物が好適である。具体的には、旭電化工業株式会社製の「アデカキラコール PLC-7183」、「アデカキラコール PLC-7209」などを挙げることができる。

40

【0099】

本発明においては、重合性液晶モノマーの中でも、ジアクリレートモノマーが好適である。ジアクリレートモノマーは、配向状態を良好に維持したまま容易に重合させることができるからである。

【0100】

上述した重合性液晶モノマーは、それ自体がネマチック相を発現するものでなくてもよ

50

い。これらの重合性液晶モノマーは、上述したように２種以上を混合して用いてもよいものであり、これらを混合した組成物すなわち反応性液晶が、ネマチック相を発現するものであればよいからである。

【０１０１】

さらに本発明においては、必要に応じて、上記反応性液晶に光重合開始剤や重合禁止剤等を添加してもよい。例えば、電子線照射により重合性液晶材料を重合させる際には、光重合開始剤が不要な場合はあるが、一般的に用いられている例えば紫外線照射による重合の場合においては、通常光重合開始剤が重合促進のために用いられるからである。

【０１０２】

本発明に用いることができる光重合開始剤としては、例えばベンジル（ビベンゾイルとも言う）、ベンゾインイソブチルエーテル、ベンゾインイソプロピルエーテル、ベンゾフェノン、ベンゾイル安息香酸、ベンゾイル安息香酸メチル、４－ベンゾイル－４’－メチルジフェニルサルファイド、ベンジルメチルケタール、ジメチルアミノメチルベンゾエート、２－*n*－ブトキシエチル－４－ジメチルアミノベンゾエート、*p*－ジメチルアミノ安息香酸イソアミル、３，３’－ジメチル－４－メトキシベンゾフェノン、メチロベンゾイルフォーマート、２－メチル－１－（４－（メチルチオ）フェニル）－２－モルフォリノプロパン－１－オン、２－ベンジル－２－ジメチルアミノ－１－（４－モルフォリノフェニル）－ブタン－１－オン、１－（４－ドデシルフェニル）－２－ヒドロキシ－２－メチルプロパン－１－オン、１－ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、２－ヒドロキシ－２－メチル－１－フェニルプロパン－１－オン、１－（４－イソプロピルフェニル）－２－ヒドロキシ－２－メチルプロパン－１－オン、２－クロロチオキサントン、２，４－ジエチルチオキサントン、２，４－ジイソプロピルチオキサントン、２，４－ジメチルチオキサントン、イソプロピルチオキサントン、１－クロロ－４－プロポキシチオキサントン等を挙げることができる。なお、光重合開始剤の他に増感剤を、本発明の目的が損なわれない範囲で添加することも可能である。

【０１０３】

このような光重合開始剤の添加量としては、一般的には０．０１～２０質量％、好ましくは０．１～１０質量％、より好ましくは０．５～５質量％の範囲で上記反応性液晶に添加することができる。

【０１０４】

反応性液晶層の厚みは、目的とする異方性に応じて適宜調整されるものであり、例えば１ｎｍ～１０００ｎｍの範囲内で設定することができ、好ましくは３ｎｍ～１００ｎｍの範囲内である。反応性液晶層の厚みが厚すぎると必要以上の異方性が生じてしまい、また反応性液晶層の厚みが薄すぎると所定の異方性が得られない場合があるからである。

【０１０５】

次に、反応性液晶層の形成方法について説明する。反応性液晶層は、第２配向膜上に上記反応性液晶を含む反応性液晶層形成用塗工液を塗布し、配向処理を行い、上記反応性液晶の配向状態を固定化することにより形成することができる。

【０１０６】

また、反応性液晶層形成用塗工液を塗布するのではなく、ドライフィルム等を予め形成し、これを第２配向膜上に積層する方法も用いることができる。製造工程の簡便さの観点からは、反応性液晶を溶媒に溶解させて反応性液晶層形成用塗工液を調製し、これを第１配向膜上に塗布し、溶媒を除去する方法を用いることが好ましい。

【０１０７】

上記反応性液晶層形成用塗工液に用いる溶媒としては、上記反応性液晶等を溶解することができ、かつ第２配向膜の配向能を阻害しないものであれば特に限定されるものではない。例えば、ベンゼン、トルエン、キシレン、*n*－ブチルベンゼン、ジエチルベンゼン、テトラリン等の炭化水素類；メトキシベンゼン、１，２－ジメトキシベンゼン、ジエチレングリコールジメチルエーテル等のエーテル類；アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノン、２，４－ペンタンジオン等のケトン類；酢酸エチ

10

20

30

40

50

ル、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、プロピレングリコールモノエチルエーテルアセテート、 γ -ブチロラクトン等のエステル類；2-ピロリドン、N-メチル-2-ピロリドン、ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミド等のアミド系溶媒；t-ブチルアルコール、ジアセトンアルコール、グリセリン、モノアセチン、エチレングリコール、トリエチレングリコール、ヘキシレングリコール等のアルコール類；フェノール、パラクロロフェノール等のフェノール類；メチルセロソルブ、エチルセロソルブ、ブチルセロソルブ、エチレングリコールモノメチルエーテルアセテート等のセロソルブ類；などの1種または2種以上が使用可能である。

【0108】

また、単一種の溶媒を使用しただけでは、上記反応性液晶等の溶解性が不十分であったり、上述したように第2配向膜が侵食されたりする場合がある。この場合には、2種以上の溶媒を混合使用することにより、この不都合を回避することができる。上記の溶媒のなかであって、単独溶媒として好ましいものは、炭化水素類およびグリコールモノエーテルアセテート系溶媒であり、混合溶媒として好ましいのは、エーテル類またはケトン類と、グリコール系溶媒との混合系である。

【0109】

反応性液晶層形成用塗工液の濃度は、反応性液晶の溶解性や、反応性液晶層の厚みに依存するため一概には規定できないが、通常は0.1~40質量%、好ましくは1~20質量%の範囲で調整される。反応性液晶層形成用塗工液の濃度が上記範囲より低いと、反応性液晶が配向しにくくなる場合があり、逆に反応性液晶層形成用塗工液の濃度が上記範囲より高いと、反応性液晶層形成用塗工液の粘度が高くなるので均一な塗膜を形成しにくくなる場合があるからである。

【0110】

さらに、上記反応性液晶層形成用塗工液には、本発明の目的を損なわない範囲内で、下記に示すような化合物を添加することができる。添加できる化合物としては、例えば、多価アルコールと1塩基酸または多塩基酸を縮合して得られるポリエステルプレポリマーに、(メタ)アクリル酸を反応させて得られるポリエステル(メタ)アクリレート；ポリオール基と2個のイソシアネート基を持つ化合物を互いに反応させた後、その反応生成物に(メタ)アクリル酸を反応させて得られるポリウレタン(メタ)アクリレート；ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ノボラック型エポキシ樹脂、ポリカルボン酸ポリグリシジルエステル、ポリオールポリグリシジルエーテル、脂肪族または脂環式エポキシ樹脂、アミンエポキシ樹脂、トリフェノールメタン型エポキシ樹脂、ジヒドロキシベンゼン型エポキシ樹脂等のエポキシ樹脂と、(メタ)アクリル酸を反応させて得られるエポキシ(メタ)アクリレート等の光重合性化合物；アクリル基やメタクリル基を有する光重合性の液晶性化合物；などが挙げられる。

上記反応性液晶に対するこれら化合物の添加量は、本発明の目的が損なわれない範囲で選択される。これらの化合物の添加により、反応性液晶の硬化性が向上し、得られる反応性液晶層の機械強度が増大し、またその安定性が改善される。

【0111】

このような反応性液晶層形成用塗工液を塗布する方法としては、例えばスピンコート法、ロールコート法、プリント法、ディップコート法、ダイコート法、キャスト法、バーコート法、ブレードコート法、スプレーコート法、グラビアコート法、リバースコート法、押し出しコート法等が挙げられる。

【0112】

また、上記反応性液晶層形成用塗工液を塗布した後は、溶媒を除去するのであるが、この溶媒の除去は、例えば、減圧除去もしくは加熱除去、さらにはこれらを組み合わせる方法等により行われる。

【0113】

本発明においては、上述したように塗布された反応性液晶を、第2配向膜により配向させて液晶規則性を有する状態とする。すなわち、反応性液晶にネマチック相を発現させる

10

20

30

40

50

。これは、通常はN - I 転移点以下で熱処理する方法等の方法により行われる。ここで、N - I 転移点とは、液晶相から等方相へ転移する温度を示すものである。

【0114】

上述したように、反応性液晶は重合性液晶材料を有するものであり、このような重合性液晶材料の配向状態を固定化するには、重合を活性化する活性放射線を照射する方法が用いられる。ここでいう活性放射線とは、重合性液晶材料に対して重合を起こさせる能力がある放射線をいい、必要であれば重合性液晶材料内に光重合開始剤が含まれていてもよい。

【0115】

このような活性放射線としては、重合性液晶材料を重合させることが可能な放射線であれば特に限定されるものではないが、通常は装置の容易性等の観点から紫外光または可視光線が使用され、波長が150 ~ 500 nm、好ましくは250 ~ 450 nm、さらに好ましくは300 ~ 400 nmの照射光が用いられる。

10

【0116】

本発明においては、光重合開始剤が紫外線でラジカルを発生し、重合性液晶材料がラジカル重合するような重合性液晶材料に対して、紫外線を活性放射線として照射する方法が好ましい方法であるといえる。活性放射線として紫外線を用いる方法は、既に確立された技術であることから、用いる光重合開始剤を含めて、本発明への応用が容易であるからである。

【0117】

20

この照射光の光源としては、低圧水銀ランプ（殺菌ランプ、蛍光ケミカルランプ、ブラックライト）、高圧放電ランプ（高圧水銀ランプ、メタルハライドランプ）、ショートアーク放電ランプ（超高圧水銀ランプ、キセノンランプ、水銀キセノンランプ）などが例示できる。なかでもメタルハライドランプ、キセノンランプ、高圧水銀ランプ等の使用が推奨される。また、照射強度は、反応性液晶の組成や光重合開始剤の多寡によって適宜調整されて照射される。

【0118】

このような活性照射線の照射は、上記重合性液晶材料が液晶相となる温度条件で行ってもよく、また液晶相となる温度より低い温度で行ってもよい。一旦液晶相となった重合性液晶材料は、その後温度を低下させても、配向状態が急に乱れることはないからである。

30

【0119】

なお、重合性液晶材料の配向状態を固定化する方法としては、上記の活性放射線を照射する方法以外にも、加熱して重合性液晶材料を重合させる方法も用いることができる。この場合に用いられる反応性液晶としては、反応性液晶のN - I 転移点以下で、反応性液晶に含有される重合性液晶モノマーが熱重合するものであることが好ましい。

【0120】

（2）第2配向膜

本発明に用いられる第2配向膜としては、上記反応性液晶を配向させることができ、さらに上記反応性液晶の配向状態を固定化する際に悪影響を及ぼさないものであれば特に限定されるものではない。例えばラビング処理、光配向処理等を施したものをを用いることができる。中でも、光配向処理を施した光配向膜を用いることが好ましい。光配向処理は非接触配向処理であることから静電気や塵の発生がなく、定量的な配向処理の制御ができる点で有用であるからである。以下、このような光配向膜について説明する。

40

【0121】

（i）光配向膜

光配向膜は、後述する光配向膜の構成材料を塗布した基板に偏光を制御した光を照射し、光励起反応（分解、異性化、二量化）を生じさせて得られた膜に異方性を付与することによりその膜上の液晶分子を配向させるものである。

【0122】

本発明に用いられる光配向膜の構成材料は、光を照射して光励起反応を生じることによ

50

り、強誘電性液晶を配向させる効果（光配列性：photoaligning）を有するものであれば特に限定されるものではなく、このような材料としては、大きく、光反応を生じることにより光配向膜に異方性を付与する光反応型の材料と、光異性化反応を生じることにより光配向膜に異方性を付与する光異性化型の材料とに分けることができる。

【0123】

光配向膜の構成材料が光励起反応を生じる光の波長領域は、紫外光域の範囲内、すなわち10nm～400nmの範囲内であることが好ましく、250nm～380nmの範囲内であることがより好ましい。

以下、光反応型の材料および光異性化型の材料について説明する。

【0124】

10

（光反応型）

まず、光反応型の材料について説明する。上述したように、光反応型の材料とは、光反応を生じることにより光配向膜に異方性を付与する材料である。本発明に用いられる光反応型の材料としては、このような特性を有するものであれば特に限定されるものではないが、光二量化反応または光分解反応を生じることにより上記光配向膜に異方性を付与する材料であることが好ましい。

【0125】

ここで、光二量化反応とは、光照射により偏光方向に配向した反応部位がラジカル重合して分子2個が重合する反応をいい、この反応により偏光方向の配向を安定化し、光配向膜に異方性を付与することができるものである。また、光分解反応とは、光照射により偏光方向に配向したポリイミドなどの分子鎖を分解する反応をいい、この反応により偏光方向に垂直な方向に配向した分子鎖を残し、光配向膜に異方性を付与することができるものである。本発明においては、これらの光反応型の材料の中でも、露光感度が高く、材料選択の幅が広いことから、光二量化反応により光配向膜に異方性を付与する材料を用いることがより好ましい。

20

【0126】

このような光二量化反応を利用した光反応型の材料としては、光二量化反応により光配向膜に異方性を付与することができる材料であれば特に限定されるものではないが、ラジカル重合性の官能基を有し、かつ、偏光方向により吸収を異にする二色性を有する光二量化反応性化合物を含むことが好ましい。偏光方向に配向した反応部位をラジカル重合することにより、光二量化反応性化合物の配向が安定化し、光配向膜に容易に異方性を付与することができるからである。

30

【0127】

このような特性を有する光二量化反応性化合物としては、側鎖としてケイ皮酸エステル、クマリン、キノリン、カルコン基およびシンナモイル基から選ばれる少なくとも1種の反応部位を有する二量化反応性ポリマーを挙げることができる。

【0128】

これらの中でも光二量化反応性化合物としては、側鎖としてケイ皮酸エステル、クマリンまたはキノリンのいずれかを含む二量化反応性ポリマーであることが好ましい。偏光方向に配向した α 、 β 不飽和ケトンの二重結合が反応部位となってラジカル重合することにより、光配向膜に容易に異方性を付与することができるからである。

40

【0129】

上記二量化反応性ポリマーの主鎖としては、ポリマー主鎖として一般に知られているものであれば特に限定されるものではないが、芳香族炭化水素基などの、上記側鎖の反応部位同士の相互作用を妨げるような π 電子を多く含む置換基を有していないものであることが好ましい。

【0130】

上記二量化反応性ポリマーの重量平均分子量は、特に限定されるものではないが、5,000～40,000の範囲内であることが好ましく、10,000～20,000の範囲内であることがより好ましい。なお、重量平均分子量は、ゲルパーミエーションクロマ

50

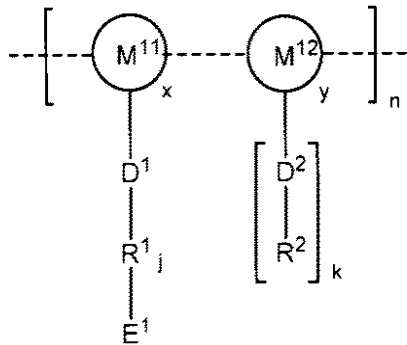
トグラフィ（GPC）法により測定することができる。上記二量化反応性ポリマーの重量平均分子量が小さすぎると、光配向膜に適度な異方性を付与することができない場合がある。逆に、大きすぎると、光配向膜形成時の塗工液の粘度が高くなり、均一な塗膜を形成しにくい場合がある。

【0131】

二量化反応性ポリマーとしては、下記式で表される化合物を例示することができる。

【0132】

【化7】



10

【0133】

上記式において、 M^{11} および M^{12} は、それぞれ独立して、単重合体または共重合体の単量体単位を表す。例えば、エチレン、アクリレート、メタクリレート、2-クロロアクリレート、アクリルアミド、メタクリルアミド、2-クロロアクリルアミド、スチレン誘導体、マレイン酸誘導体、シロキサンなどが挙げられる。 M^{12} としては、アクリロニトリル、メタクリロニトリル、メタクリレート、メチルメタクリレート、ヒドロキシアルキルアクリレートまたはヒドロキシアルキルメタクリレートであってもよい。 x および y は、共重合体とした場合の各単量体単位のマール比を表すものであり、それぞれ、 $0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$ であり、かつ、 $x + y = 1$ を満たす数である。 n は $4 \sim 30$ 、 000 の整数を表す。 D^1 および D^2 は、スペーサー単位を表す。

20

【0134】

R^1 は $-A^1-(Z^1-B^1)_z-Z^2-$ で表される基であり、 R^2 は $-A^1-(Z^1-B^1)_z-Z^3-$ で表される基である。ここで、 A^1 および B^1 は、それぞれ独立して、共有単結合、ピリジン-2,5-ジイル、ピリミジン-2,5-ジイル、1,4-シクロヘキシレン、1,3-ジオキサン-2,5-ジイル、または置換基を有していてもよい1,4-フェニレンを表す。また、 Z^1 および Z^2 は、それぞれ独立して、共有単結合、 $-CH_2-CH_2-$ 、 $-CH_2O-$ 、 $-OCH_2-$ 、 $-CONR-$ 、 $-RNCO-$ 、 $-COO-$ または $-OOC-$ を表す。 R は、水素原子または低級アルキル基であり、 Z^3 は、水素原子、置換基を有していてもよい、炭素数1~12のアルキルまたはアルコキシ、シアノ、ニトロ、ハロゲンである。 z は、 $0 \sim 4$ の整数である。 E^1 は、光二量化反応部位を表し、例えば、ケイ皮酸エステル、クマリン、キノリン、カルコン基、シンナモイル基などが挙げられる。 j および k は、それぞれ独立して、 0 または 1 である。

30

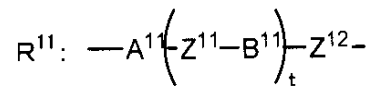
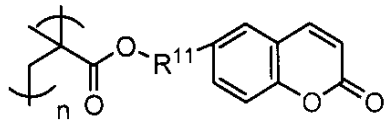
40

【0135】

このような二量化反応性ポリマーとしては、具体的に下記式で表される化合物を挙げる
ことができる。

【0136】

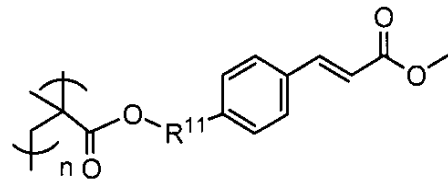
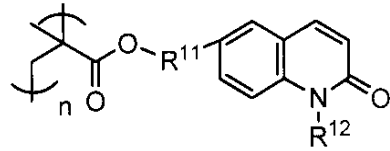
【化 8】



A^{11} および B^{11} : 1, 4-フェニレン、共有単結合、
ピリジン-2, 5-ジイル、
ピリミジン-2, 5-ジイル、
1, 4-シクロヘキシレン、または
1, 3-ジオキサン-2, 5-ジイル

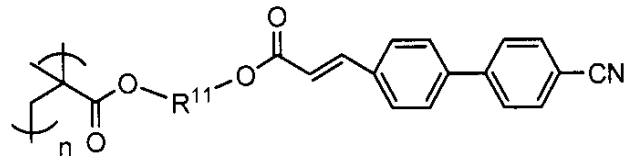
Z^{11} および Z^{12} : $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ 、 $-\text{COO}-$ 、
 $-\text{OOC}-$ 、または共有単結合

t : 0~4の整数



R^{12} : 低級アルキル

n : 4~30, 000の整数

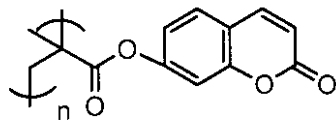


【 0 1 3 7 】

また、上記二量化反応性ポリマーとして、より具体的には下記式で表される化合物 (4) ~ (7) を挙げるができる。

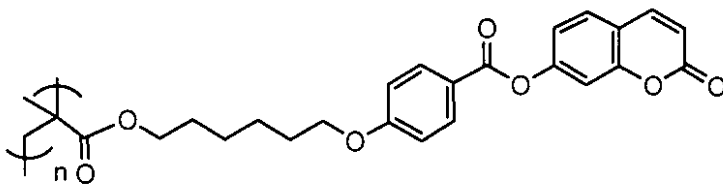
【 0 1 3 8 】

【化 9】

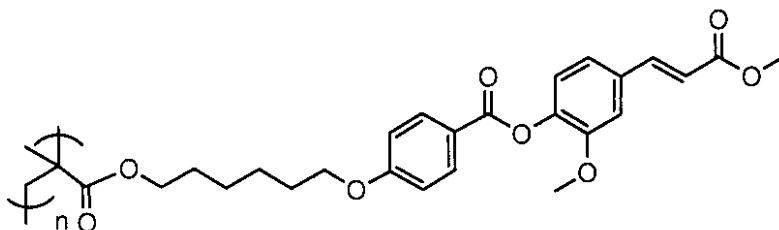


(4)

30

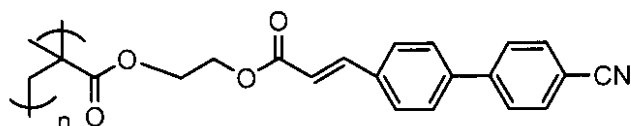


(5)



(6)

40



(7)

50

【0139】

本発明においては、光二量化反応性化合物として、上述した化合物の中から、要求特性に応じて光二量化反応部位や置換基を種々選択することができる。また、光二量化反応性化合物は、1種単独でも2種以上を組み合わせることもできる。

【0140】

また、光二量化反応を利用した光反応型の材料としては、上記光二量化反応性化合物のほか、光配向膜の光配列性を妨げない範囲内で添加剤を含んでいてもよい。上記添加剤としては、重合開始剤、重合禁止剤などが挙げられる。

【0141】

重合開始剤または重合禁止剤は、一般に公知の化合物の中から、光二量化反応性化合物の種類によって適宜選択して用いればよい。重合開始剤または重合禁止剤の添加量は、光二量化反応性化合物に対し、0.001質量%～20質量%の範囲内であることが好ましく、0.1質量%～5質量%の範囲内であることがより好ましい。重合開始剤または重合禁止剤の添加量が小さすぎると重合が開始（禁止）されない場合があり、逆に大きすぎると、反応が阻害される場合があるからである。

【0142】

光分解反応を利用した光反応型の材料としては、例えば日産化学工業（株）製のポリイミド「RN1199」などを挙げることもできる。

【0143】

（光異性化型）

次に、光異性化型の材料について説明する。ここでいう光異性化型の材料とは、上述したように光異性化反応を生じることにより光配向膜に異方性を付与する材料であり、このような特性を有する材料であれば特に限定されるものではないが、光異性化反応を生じることにより上記光配向膜に異方性を付与する光異性化反応性化合物を含むものであることが好ましい。このような光異性化反応性化合物を含むことにより、光照射により、複数の異性体のうち安定な異性体が増加し、それにより光配向膜に容易に異方性を付与することができるからである。

【0144】

光異性化反応性化合物としては、上記のような特性を有する材料であれば特に限定されるものではないが、偏光方向により吸収を異にする二色性を有し、かつ、光照射により光異性化反応を生じるものであることが好ましい。このような特性を有する光異性化反応性化合物の偏光方向に配向した反応部位の異性化を生じさせることにより、上記光配向膜に容易に異方性を付与することができるからである。

【0145】

このような光異性化反応性化合物が生じる光異性化反応としては、シス-トランス異性化反応であることが好ましい。光照射によりシス体またはトランス体のいずれかの異性体が増加し、それにより光配向膜に異方性を付与することができるからである。

【0146】

このような光異性化反応性化合物としては、単分子化合物、または、光もしくは熱により重合する重合性モノマーを挙げることもできる。これらは用いられる強誘電性液晶の種類に応じて適宜選択すればよいが、光照射により光配向膜に異方性を付与した後、ポリマー化することにより、その異方性を安定化することができることから、重合性モノマーを用いることが好ましい。このような重合性モノマーの中でも、光配向膜に異方性を付与した後、その異方性を良好な状態に維持したまま容易にポリマー化できることから、アクリレートモノマー、メタクリレートモノマーであることが好ましい。

【0147】

上記重合性モノマーは、単官能のモノマーであっても、多官能のモノマーであってもよいが、ポリマー化による光配向膜の異方性がより安定なものとなることから、2官能のモノマーであることが好ましい。

【0148】

このような光異性化反応性化合物としては、具体的には、アゾベンゼン骨格やスチルベン骨格などのシス - トランス異性化反応性骨格を有する化合物を挙げることができる。

【0149】

この場合に、分子内に含まれるシス - トランス異性化反応性骨格の数は、1つであっても2つ以上であってもよいが、強誘電性液晶の配向制御が容易となることから、2つであることが好ましい。

【0150】

上記シス - トランス異性化反応性骨格は、液晶分子との相互作用をより高めるために置換基を有していてもよい。置換基は、液晶分子との相互作用を高めることができ、かつ、シス - トランス異性化反応性骨格の配向を妨げないものであれば特に限定されるものではなく、例えば、カルボキシ基、スルホン酸ナトリウム基、水酸基などが挙げられる。これらの構造は、用いられる強誘電性液晶の種類に応じて、適宜選択することができる。

10

【0151】

また、光異性化反応性化合物としては、分子内にシス - トランス異性化反応性骨格以外にも、液晶分子との相互作用をより高められるように、芳香族炭化水素基などの π 電子が多く含まれる基を有していてもよく、シス - トランス異性化反応性骨格と芳香族炭化水素基は、結合基を介して結合していてもよい。結合基は、液晶分子との相互作用を高められるものであれば特に限定されるものではなく、例えば、 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{OCH}_2-$ などが挙げられる。

【0152】

20

なお、光異性化反応性化合物として、重合性モノマーを用いる場合には、上記シス - トランス異性化反応性骨格を、側鎖として有していることが好ましい。上記シス - トランス異性化反応性骨格を側鎖として有していることにより、光配向膜に付与される異方性の効果がより大きなものとなり、強誘電性液晶の配向制御に特に適したものとなるからである。この場合に、前述した分子内に含まれる芳香族炭化水素基や結合基は、液晶分子との相互作用が高められるように、シス - トランス異性化反応性骨格と共に、側鎖に含まれていることが好ましい。

【0153】

また、上記重合性モノマーの側鎖には、シス - トランス異性化反応性骨格が配向しやすくなるように、アルキレン基などの脂肪族炭化水素基をスペーサーとして有していてもよい。

30

【0154】

上述したような単分子化合物または重合性モノマーの光異性化反応性化合物の中でも、本発明に用いられる光異性化反応性化合物としては、分子内にアゾベンゼン骨格を有する化合物であることが好ましい。アゾベンゼン骨格は、 π 電子を多く含むため、液晶分子との相互作用が高く、強誘電性液晶の配向制御に特に適しているからである。

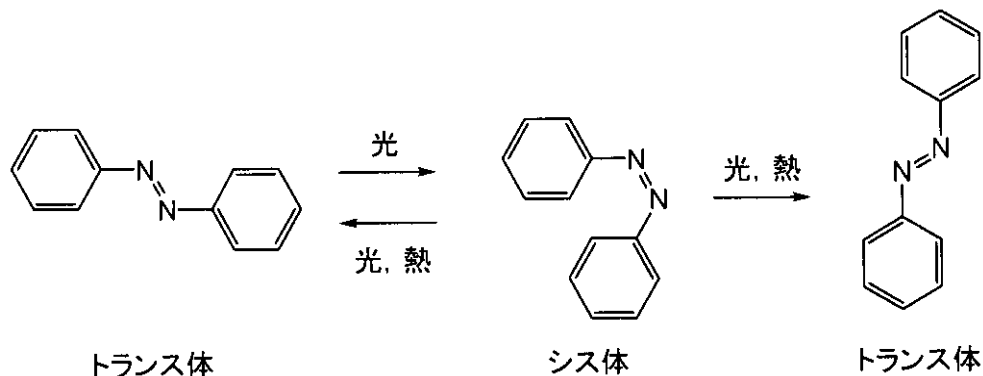
【0155】

以下、アゾベンゼン骨格が光異性化反応を生じることにより光配向膜に異方性を付与できる理由について説明する。まず、アゾベンゼン骨格に、直線偏光紫外光を照射すると、下記式に示されるように、分子長軸が偏光方向に配向しているトランス体のアゾベンゼン骨格が、シス体に変化する。

40

【0156】

【化 10】



10

【0157】

アゾベンゼン骨格のシス体は、トランス体に比べて化学的に不安定であるため、熱的にまたは可視光を吸収してトランス体に戻るが、このとき、上記式の左のトランス体になるか右のトランス体になるかは同じ確率で起こる。そのため、紫外光を吸収し続けると、右側のトランス体の割合が増加し、アゾベンゼン骨格の平均配向方向は紫外光の偏光方向に対して垂直になる。本発明においては、この現象を利用することにより、アゾベンゼン骨格の配向方向を揃え、光配向膜に異方性を付与し、その膜上の液晶分子の配向を制御することができるのである。

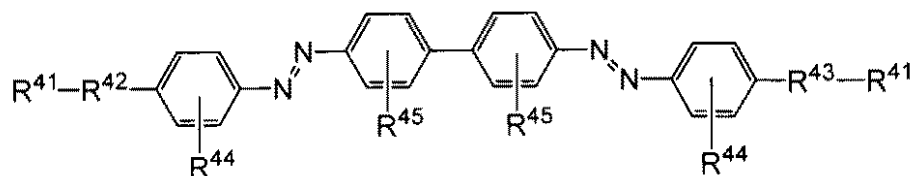
20

【0158】

このような分子内にアゾベンゼン骨格を有する化合物のうち、単分子化合物としては、例えば、下記式で表される化合物を挙げることができる。

【0159】

【化 11】



30

【0160】

上記式中、 R^{41} は各々独立して、ヒドロキシ基を表す。 R^{42} は $-(A^{41}-B^{41}-A^{41})_m-(D^{41})_n-$ で表される連結基を表し、 R^{43} は $(D^{41})_n-(A^{41}-B^{41}-A^{41})_m-$ で表される連結基を表す。ここで、 A^{41} は二価の炭化水素基を表し、 B^{41} は $-O-$ 、 $-COO-$ 、 $-OCO-$ 、 $-CONH-$ 、 $-NHCO-$ 、 $-NHCOO-$ または $-OCONH-$ を表し、 m は $0 \sim 3$ の整数を表す。 D^{41} は、 m が 0 のとき二価の炭化水素基を表し、 m が $1 \sim 3$ の整数のとき $-O-$ 、 $-COO-$ 、 $-OCO-$ 、 $-CONH-$ 、 $-NHCO-$ 、 $-NHCOO-$ または $-OCONH-$ を表し、 n は 0 または 1 を表す。 R^{44} は各々独立して、ハロゲン原子、カルボキシ基、ハロゲン化メチル基、ハロゲン化メトキシ基、シアノ基、ニトロ基、メトキシ基またはメトキシカルボニル基を表す。ただし、カルボキシ基はアルカリ金属と塩を形成していてもよい。 R^{45} は各々独立して、カルボキシ基、スルホ基、ニトロ基、アミノ基またはヒドロキシ基を表す。ただし、カルボキシ基またはスルホ基はアルカリ金属と塩を形成していてもよい。

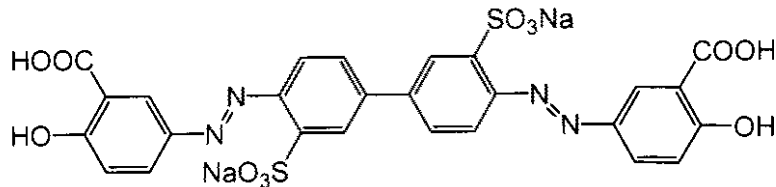
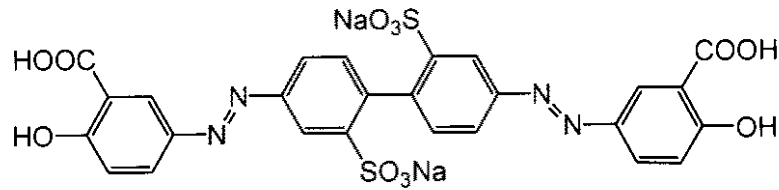
40

【0161】

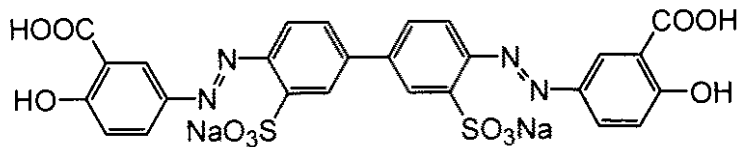
上記式で表される化合物の具体例としては、下記の化合物を挙げることができる。

【0162】

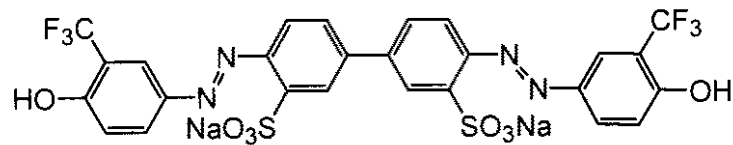
【化 1 2】



10



20



【 0 1 6 3】

なお、従来、上記式に示すようなアゾベンゼン骨格を有する単分子化合物は、液晶分子に対する配向規制力が高いため、光配向膜の構成材料として有用であるが、安定性に欠けるといふ問題点から光配向膜の材料として用いることが困難であった。本発明においては、上記反応性液晶層を構成する反応性液晶が、アゾベンゼン骨格を有する単分子化合物を安定化させることができるため、光配向膜上に上記反応性液晶層を積層することにより、光配向膜の構成材料としてアゾベンゼン骨格を有する単分子化合物を安定的に用いることができる。

30

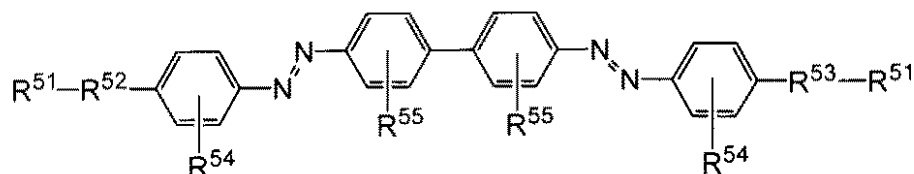
【 0 1 6 4】

また、上記アゾベンゼン骨格を側鎖として有する重合性モノマーとしては、例えば、下記式で表される化合物を挙げることができる。

【 0 1 6 5】

【化 1 3】

40



【 0 1 6 6】

上記式中、R⁵¹は各々独立して、(メタ)アクリロイルオキシ基、(メタ)アクリルアミド基、ビニルオキシ基、ビニルオキシカルボニル基、ビニルイミノカルボニル基、ビニルイミノカルボニルオキシ基、ビニル基、イソプロペニルオキシ基、イソプロペニルオキシカルボニル基、イソプロペニルイミノカルボニル基、イソプロペニルイミノカルボニ

50

ルオキシ基、イソプロペニル基またはエポキシ基を表す。 R^{52} は $-(A^{51}-B^{51}-A^{51})_m-(D^{51})_n-$ で表される連結基を表し、 R^{53} は $(D^{51})_n-(A^{51}-B^{51}-A^{51})_m-$ で表される連結基を表す。ここで、 A^{51} は二価の炭化水素基を表し、 B^{51} は $-O-$ 、 $-COO-$ 、 $-OCO-$ 、 $-CONH-$ 、 $-NHCO-$ 、 $-NHCOO-$ または $-OCONH-$ を表し、 m は0～3の整数を表す。 D^{51} は、 m が0のとき二価の炭化水素基を表し、 m が1～3の整数のとき $-O-$ 、 $-COO-$ 、 $-OCO-$ 、 $-CONH-$ 、 $-NHCO-$ 、 $-NHCOO-$ または $-OCONH-$ を表し、 n は0または1を表す。 R^{54} は各々独立して、ハロゲン原子、カルボキシ基、ハロゲン化メチル基、ハロゲン化メトキシ基、シアノ基、ニトロ基、メトキシ基またはメトキシカルボニル基を表す。ただし、カルボキシ基はアルカリ金属と塩を形成していてもよい。 R^{55} は各々独立して、カルボキシ基、スルホ基、ニトロ基、アミノ基またはヒドロキシ基を表す。ただし、カルボキシ基またはスルホ基はアルカリ金属と塩を形成していてもよい。

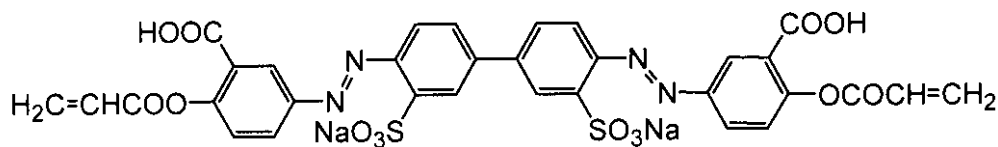
10

【0167】

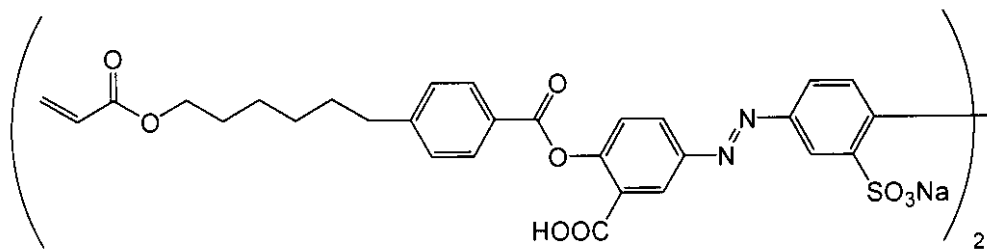
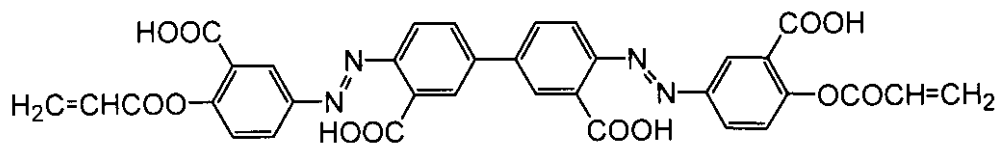
上記式で表される化合物の具体例としては、下記の化合物を挙げることができる。

【0168】

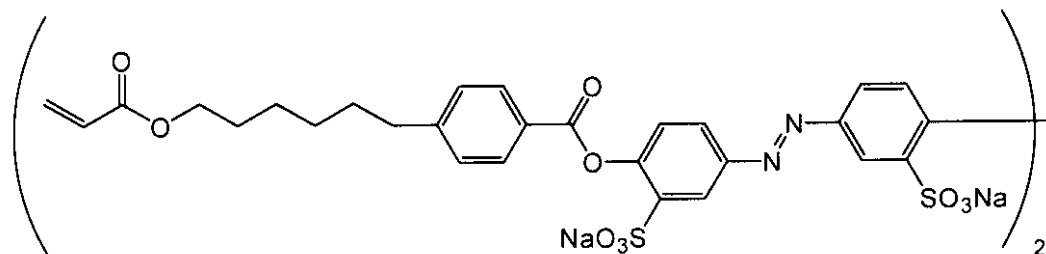
【化14】



20



30



40

【0169】

本発明においては、このような光異性化反応性化合物の中から、要求特性に応じて、シス-トランス異性化反応性骨格や置換基を種々選択することができる。なお、これらの光異性化反応性化合物は、1種単独でも2種以上を組み合わせ用いることもできる。

【0170】

本発明に用いられる光異性化型の材料としては、上記光異性化反応性化合物のほか、光

50

配向膜の光配列性を妨げない範囲内で添加剤を含んでいてもよい。上記光異性化反応性化合物として重合性モノマーを用いる場合には、添加剤としては、重合開始剤、重合禁止剤などが挙げられる。

【0171】

重合開始剤または重合禁止剤は、一般に公知の化合物の中から、光異性化反応性化合物の種類によって適宜選択して用いればよい。重合開始剤または重合禁止剤の添加量は、光異性化反応性化合物に対し、0.001質量%～20質量%の範囲内であることが好ましく、0.1質量%～5質量%の範囲内であることがより好ましい。重合開始剤または重合禁止剤の添加量が小さすぎると重合が開始（禁止）されない場合があり、逆に大きすぎると、反応が阻害される場合があるからである。

10

【0172】

（光配向処理方法）

次に、光配向処理方法について説明する。まず、第2電極層が設けられた第2基材の液晶層と対向する面上に、上述の光配向膜の構成材料を有機溶剤で希釈した塗工液を塗布し、乾燥させる。この場合に、塗工液中の光二量化反応性化合物または光異性化反応性化合物の含有量は、0.05質量%～10質量%の範囲内であることが好ましく、0.2質量%～2質量%の範囲内であることがより好ましい。含有量が上記範囲より少ないと、配向膜に適度な異方性を付与することが困難となり、逆に含有量が上記範囲より多いと、塗工液の粘度が高くなるので均一な塗膜を形成しにくくなるからである。

20

【0173】

塗布法としては、例えばスピンコート法、ロールコート法、ロッドバーコート法、スプレーコート法、エアナイフコート法、スロットダイコート法、ワイヤーバーコート法などを用いることができる。

【0174】

上記構成材料を塗布することにより得られる膜の厚みは、1nm～1000nmの範囲内であることが好ましく、より好ましくは3nm～100nmの範囲内である。膜の厚みが上記範囲より薄いと十分な光配列性を得ることができない可能性があり、逆に厚みが上記範囲より厚いとコスト的に不利になる場合があるからである。

【0175】

得られた膜は、偏光を制御した光を照射することにより、光励起反応を生じさせて異方性を付与することができる。照射する光の波長領域は、用いられる光配向膜の構成材料に応じて適宜選択すればよいが、紫外光域の範囲内、すなわち100nm～400nmの範囲内であることが好ましく、より好ましくは250nm～380nmの範囲内である。また、偏光方向は、上記光励起反応を生じさせることができるものであれば特に限定されるものではない。

30

【0176】

さらに、光配向膜の構成材料として、上記の光異性化反応性化合物の中でも重合性モノマーを用いた場合には、光配向処理を行った後、加熱することにより、ポリマー化し、光配向膜に付与された異方性を安定化することができる。

【0177】

（3）第2基材

本発明に用いられる第2基材は、一般に液晶表示素子の基材として用いられるものであれば特に限定されるものではなく、例えばガラス板、プラスチック板などが好ましく挙げられる。

40

【0178】

（4）第2電極層

本発明に用いられる第2電極層は、一般に液晶表示素子の電極として用いられているものであれば特に限定されるものではないが、第1配向処理基板および第2配向処理基板の電極層のうち少なくとも一方が透明導電体で形成されることが好ましい。透明導電体材料としては、酸化インジウム、酸化錫、酸化インジウム錫（ITO）等が好ましく挙げられ

50

る。本発明の液晶表示素子を、ＴＦＴを用いたアクティブマトリックス方式の液晶表示素子とする場合には、第１配向処理基板および第２配向処理基板の電極層のうち、一方を上記透明導電体で形成される全面共通電極とし、他方にはゲート電極とソース電極をマトリックス状に配列し、ゲート電極とソース電極で囲まれた部分にＴＦＴ素子および画素電極を配置する。

【０１７９】

第２電極層は、第２基材上に例えば化学蒸着（ＣＶＤ）法や、スパッタリング法、イオンプレーティング法、真空蒸着法等の物理蒸着（ＰＶＤ）法などにより透明導電膜を形成することができ、これをマトリックス状にパターンニングすることによりゲート電極およびソース電極を形成することができる。

10

【０１８０】

（５）着色層

本発明においては、第２基材と第２電極層との間に着色層が形成されていてもよい。着色層が形成されている場合には、着色層によりカラー表示を実現することができる。

この着色層は、第２配向処理基板における第２基材と第２電極層との間に形成されていてもよく、あるいは、後述する第１配向処理基板における第１基材と第１電極層との間に形成されていてもよい。

【０１８１】

本発明に用いられる着色層としては、一般にカラーフィルタの着色層として用いられるものであれば特に限定されるものではない。着色層には、例えば、通常の顔料分散法等に用いられる赤、青、または緑の顔料を含有する感光性樹脂組成物を用いることができる。

20

【０１８２】

３．第１配向処理基板

本発明に用いられる第１配向処理基板は、第１基材と、第１基材上に形成された第１電極層と、第１電極層上に形成された第１配向膜とを有するものである。

なお、第１基材、第１電極層および第１配向膜については、上記第２配向処理基板の第２基材、第２電極層および第２配向膜とそれぞれ同様であるため、ここでの説明は省略する。

【０１８３】

４．偏光板

30

本発明に用いられる偏光板は、光の波長のうち特定方向のみを透過させるものであれば特に限定されるものではなく、一般に液晶表示素子の偏光板として用いられているものを使用することができる。

【０１８４】

５．液晶表示素子の駆動方法

本発明の液晶表示素子は、強誘電性液晶の高速応答性を利用することができるので、１画素を時間分割し、良好な動画表示特性を得るために高速応答性を特に必要とするフィールドシーケンシャルカラー方式による駆動が適している。本発明によれば、フィールドシーケンシャルカラー方式により駆動させた場合の不具合を回避することが可能である。

【０１８５】

40

また、本発明の液晶表示素子の駆動方法は、フィールドシーケンシャル方式に限定されるものではなく、上記着色層を用いてカラー表示を行ってもよい。

【０１８６】

本発明の液晶表示素子は、薄膜トランジスタ（ＴＦＴ）を用いたアクティブマトリックス方式により駆動させることが好ましい。ＴＦＴ素子を用いたアクティブマトリックス方式を採用することにより、目的の画素を確実に点灯、消灯できるため高品質なディスプレイが可能となるからである。

また、セグメント方式による駆動も可能である。

【０１８７】

６．液晶表示素子の製造方法

50

次に、本発明の液晶表示素子の製造方法について説明する。本発明の液晶表示素子は、液晶表示素子の製造方法として一般に用いられる方法により製造することができる。以下、本発明の液晶表示素子の製造方法の一例として、TFT素子を用いたアクティブマトリックス方式の液晶表示素子の製造方法について説明する。

【0188】

まず、第2基材上に真空蒸着法により透明導電膜を形成し、全面共通電極とする。さらに、共通電極上に光配向膜材料を塗布し、光配向処理を施して第2配向膜を形成する。この第2配向膜上に反応性液晶層形成用塗工液を塗布し、反応性液晶を配向させて固定化することにより反応性液晶層を形成し、第2配向処理基板とする。また、第1基材上には、透明導電膜をマトリックス上にパターンニングすることによりゲート電極およびソース電極を形成し、TFT素子および画素電極を設置する。さらに、ゲート電極、ソース電極、TFT素子および画素電極上に光配向膜材料を塗布し、光配向処理を施して第1配向膜を形成し、第1配向処理基板とする。次いで、第1配向処理基板の第1配向膜上にスペーサーとしてビーズを分散させ、周囲にシール剤を塗布して第2配向処理基板の反応性液晶層と第1配向処理基板の第1配向膜とが対向するように貼り合わせ、熱圧着させる。そして、注入口からキャピラリー効果を利用して強誘電性液晶を等方性液体の状態で注入し、注入口を紫外線硬化樹脂等により封鎖する。その後、強誘電性液晶は徐冷することにより配向させることができる。このようにして得られた液晶セルの上下に偏光板を貼り付けることにより本発明の液晶表示素子を得ることができる。

【0189】

なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

【実施例】

【0190】

以下に実施例および比較例を示し、本発明をさらに詳細に説明する。

〔実施例1〕

光二量化反応型の光配向膜材料(Rolic technologies 社製、商品名:ROP103)の2質量%シクロペンタノン溶液を、ITOでコーティングされた2枚のガラス基板に回転数4000rpmで30秒スピンコーティングした。ホットプレートで130、15分間乾燥させた後、偏光紫外線を25で100mJ/cm²露光した。さらに、片方のガラス基板に、アクリレートモノマーを含有する反応性液晶(Rolic technologies 社製、商品名:ROF-5101)の2質量%シクロペンタノン溶液を、回転数4000rpmで30秒スピンコーティングして積層し、55で3分間乾燥させた後、無偏光紫外線を55で1000mJ/cm²露光した。その後、片方の基板に1.5μmのスペーサーを散布し、もう片方の基板にシール材をシールディスペンサーで塗布した。基板を偏光紫外線照射方向と平行の状態に組み立て、熱圧着を行った。強誘電性液晶は「R2301」(AZエレクトロニックマテリアルズ社製)を用い、注入口上部に強誘電性液晶を付着し、オープンを用いて、ネマチック相-等方相転移温度より10~20高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。反応性液晶層側の電極層が負極になるように電圧を印加すると、強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化した。強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化したものは全体の約75%であった。

【0191】

〔比較例1〕

光二量化反応型の光配向膜材料(Rolic technologies 社製、商品名:ROP103)の2質量%シクロペンタノン溶液を、ITOでコーティングされた2枚のガラス基板に回転数4000rpmで30秒スピンコーティングした。ホットプレートで130、15分間乾燥させた後、偏光紫外線を25で100mJ/cm²露光した。その後、片方の基板に1.5μmのスペーサーを散布し、もう片方の基板にシール材をシールディスペンサーで塗布した。基板を偏光紫外線照射方向と平行の状態に組み立て、熱圧着を行った。強誘電

性液晶は「R2301」(AZエレクトロニックマテリアルズ社製)を用い、注入口上部に強誘電性液晶を付着し、オープンを用いて、ネマチック相 - 等方相転移温度より10 ~ 20 高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。片方の電極層が負極になるように電圧を印加すると、一部の強誘電性液晶の分子方向はチルト角の約2倍変化した、一部の強誘電性液晶の分子方向は変化しなかった。強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化したものは全体の約50%であった。

【0192】

[実施例2]

光二量化反応型の光配向膜材料(Rolic technologies 社製、商品名:ROP102)の2質量%シクロペンタノン溶液を、ITOでコーティングされた2枚のガラス基板に回転数4000rpmで30秒スピンコーティングした。ホットプレートで130、15分間乾燥させた後、偏光紫外線を25で100mJ/cm²露光した。さらに、片方のガラス基板に、アクリレートモノマーを含有する反応性液晶(Rolic technologies 社製、商品名:ROF-5101)の2質量%シクロペンタノン溶液を、回転数4000rpmで30秒スピンコーティングして積層し、55で3分間乾燥させた後、無偏光紫外線を55で1000mJ/cm²露光した。その後、片方の基板に1.5μmのスペーサーを散布し、もう片方の基板にシール材をシールディスペンサーで塗布した。基板を偏光紫外線照射方向と平行の状態に組み立て、熱圧着を行った。強誘電性液晶は「R2301」(AZエレクトロニックマテリアルズ社製)を用い、注入口上部に強誘電性液晶を付着し、オープンを用いて、ネマチック相 - 等方相転移温度より10 ~ 20 高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。反応性液晶層側の電極層が負極になるように電圧を印加すると、強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化した。強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化したものは全体の約80%であった。

【0193】

[比較例2]

光二量化反応型の光配向膜材料(Rolic technologies 社製、商品名:ROP102)の2質量%シクロペンタノン溶液を、ITOでコーティングされた2枚のガラス基板に回転数4000rpmで30秒スピンコーティングした。ホットプレートで130、15分間乾燥させた後、偏光紫外線を25で100mJ/cm²露光した。その後、片方の基板に1.5μmのスペーサーを散布し、もう片方の基板にシール材をシールディスペンサーで塗布した。基板を偏光紫外線照射方向と平行の状態に組み立て、熱圧着を行った。強誘電性液晶は「R2301」(AZエレクトロニックマテリアルズ社製)を用い、注入口上部に強誘電性液晶を付着し、オープンを用いて、ネマチック相 - 等方相転移温度より10 ~ 20 高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。片方の電極層が負極になるように電圧を印加すると、一部の強誘電性液晶の分子方向はチルト角の約2倍変化した、一部の強誘電性液晶の分子方向は変化しなかった。強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化したものは全体の約50%であった。

【0194】

[実施例3]

光二量化反応型の光配向膜材料(Rolic technologies 社製、商品名:ROP102)の2質量%シクロペンタノン溶液を、ITOでコーティングされたガラス基板に回転数4000rpmで30秒スピンコーティングした。また、光二量化反応型の光配向膜材料(Rolic technologies 社製、商品名:ROP103)の2質量%シクロペンタノン溶液を、ITOでコーティングされたガラス基板に回転数4000rpmで30秒スピンコーティングした。両方の基板をホットプレートで130、15分間乾燥させた後、偏光紫外線を25で100mJ/cm²露光した。さらに、光配向膜材料ROP102をコーティングした基板に、アクリレートモノマーを含有する反応性液晶(Rolic technologies 社製、商品名:ROF-5101)の2質量%シクロペンタノン溶液を、回転数4000rpmで30秒スピンコーティングして積層し、55で3分間乾燥させた後、無偏光紫外線を55で1000mJ/cm²露光した。その後、片方の基板に1.5μmのスペーサーを散布し、もう片方

の基板にシール材をシールディスペンサーで塗布した。基板を偏光紫外線照射方向と平行の状態に組み立て、熱圧着を行った。強誘電性液晶は「R2301」(AZエレクトロニクマテリアルズ社製)を用い、注入口上部に強誘電性液晶を付着し、オープンを用いて、ネマチック相 - 等方相転移温度より10 ~ 20 高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。反応性液晶層側の電極層が負極になるように電圧を印加すると、強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化した。強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化したものは全体の約80%であった。

【0195】

[実施例4]

光二量化反応型の光配向膜材料(Rolic technologies 社製、商品名:ROP102)の2質量%シクロペンタノン溶液を、ITOでコーティングされたガラス基板に回転数4000rpmで30秒スピンコーティングした。また、光二量化反応型の光配向膜材料(Rolic technologies 社製、商品名:ROP103)の2質量%シクロペンタノン溶液を、ITOでコーティングされたガラス基板に回転数4000rpmで30秒スピンコーティングした。両方の基板をホットプレートで130、15分間乾燥させた後、偏光紫外線を25で100mJ/cm²露光した。さらに、光配向膜材料ROP102をコーティングした基板に、アクリレートモノマーを含有する反応性液晶(Rolic technologies 社製、商品名:ROF-5102)の2質量%シクロペンタノン溶液を、回転数4000rpmで30秒スピンコーティングして積層し、55で3分間乾燥させた後、無偏光紫外線を55で1000mJ/cm²露光した。その後、片方の基板に1.5μmのスペーサーを散布し、もう片方の基板にシール材をシールディスペンサーで塗布した。基板を偏光紫外線照射方向と平行の状態に組み立て、熱圧着を行った。強誘電性液晶は「R2301」(AZエレクトロニクマテリアルズ社製)を用い、注入口上部に強誘電性液晶を付着し、オープンを用いて、ネマチック相 - 等方相転移温度より10 ~ 20 高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。反応性液晶層側の電極層が負極になるように電圧を印加すると、強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化した。強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化したものは全体の約88%であった。

【0196】

[実施例5]

光二量化反応型の光配向膜材料(Rolic technologies 社製、商品名:ROP102)の2質量%シクロペンタノン溶液を、ITOでコーティングされたガラス基板に回転数4000rpmで30秒スピンコーティングした。また、光二量化反応型の光配向膜材料(Rolic technologies 社製、商品名:ROP103)の2質量%シクロペンタノン溶液を、ITOでコーティングされたガラス基板に回転数4000rpmで30秒スピンコーティングした。両方の基板をホットプレートで130、15分間乾燥させた後、偏光紫外線を25で100mJ/cm²露光した。さらに、光配向膜材料ROP103をコーティングした基板に、アクリレートモノマーを含有する反応性液晶(Rolic technologies 社製、商品名:ROF-5101)の2質量%シクロペンタノン溶液を、回転数4000rpmで30秒スピンコーティングして積層し、55で3分間乾燥させた後、無偏光紫外線を55で1000mJ/cm²露光した。その後、片方の基板に1.5μmのスペーサーを散布し、もう片方の基板にシール材をシールディスペンサーで塗布した。基板を偏光紫外線照射方向と平行の状態に組み立て、熱圧着を行った。強誘電性液晶は「R2301」(AZエレクトロニクマテリアルズ社製)を用い、注入口上部に強誘電性液晶を付着し、オープンを用いて、ネマチック相 - 等方相転移温度より10 ~ 20 高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。反応性液晶層側の電極層が負極になるように電圧を印加すると、強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化した。強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化したものは全体の約99.7%であった。

【0197】

[実施例6]

光二量化反応型の光配向膜材料(Rolic technologies 社製、商品名:ROP102)の2質量

10

20

30

40

50

量%シクロペンタノン溶液を、ITOでコーティングされたガラス基板に回転数4000rpmで30秒スピコーティングした。また、光二量化反応型の光配向膜材料(Rolic technologies 社製、商品名:ROP103)の2質量%シクロペンタノン溶液を、ITOでコーティングされたガラス基板に回転数4000rpmで30秒スピコーティングした。両方の基板をホットプレートで130℃、15分間乾燥させた後、偏光紫外線を25℃で100mJ/cm²露光した。さらに、光配向膜材料ROP103をコーティングした基板に、アクリレートモノマーを含有する反応性液晶(Rolic technologies 社製、商品名:ROP-5102)の2質量%シクロペンタノン溶液を、回転数4000rpmで30秒スピコーティングして積層し、55℃で3分間乾燥させた後、無偏光紫外線を55℃で100mJ/cm²露光した。その後、片方の基板に1.5μmのスペーサーを散布し、もう片方の基板にシール材をシールディスペンサーで塗布した。基板を偏光紫外線照射方向と平行の状態に組み立て、熱圧着を行った。強誘電性液晶は「R2301」(AZエレクトロニックマテリアルズ社製)を用い、注入口上部に強誘電性液晶を付着し、オープンを用いて、ネマチック相-等方相転移温度より10℃~20℃高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。反応性液晶層側の電極層が負極になるように電圧を印加すると、強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化した。強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化したものは全体の約92.8%であった。

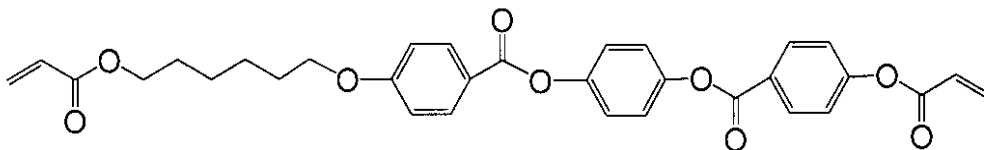
【0198】

[実施例7]

反応性液晶層の液晶材料としては、下記式で表される化合物Aを用いた。

【0199】

【化15】



【0200】

光二量化反応型の光配向膜材料(Rolic technologies 社製、商品名:ROP103)の2質量%シクロペンタノン溶液を、ITOでコーティングされた2枚のガラス基板に回転数4000rpmで30秒スピコーティングした。オープンで180℃、10分間乾燥させた後、偏光紫外線を25℃で100mJ/cm²露光した。さらに、片方の基板に、シクロペンタノンに溶解した2質量%の化合物Aの溶液を、回転数4000rpmで30秒スピコーティングして積層し、55℃で3分間乾燥させた後、無偏光紫外線を55℃で100mJ/cm²露光した。その後、片方の基板に1.5μmのスペーサーを散布し、もう片方の基板にシール材をシールディスペンサーで塗布した。基板を偏光紫外線照射方向と平行の状態に組み立て、熱圧着を行った。強誘電性液晶は「R2301」(AZエレクトロニックマテリアルズ社製)を用い、注入口上部に強誘電性液晶を付着し、オープンを用いて、ネマチック相-等方相転移温度より10℃~20℃高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。反応性液晶層側の電極層が負極になるように電圧を印加すると、強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化した。強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化したものは全体の約90%であった。

【0201】

[実施例8]

光二量化反応型の光配向膜材料(Rolic technologies 社製、商品名:ROP103)の2質量%シクロペンタノン溶液を、ITOでコーティングされた2枚のガラス基板に回転数4000rpmで30秒スピコーティングした。オープンで130℃、15分間乾燥させた後、偏光紫外線を25℃で100mJ/cm²露光した。さらに、片方の基板に、アクリレートモノマーを含有する反応性液晶(旭電化工業株式会社製、商品名:アデカキロール PLC-7209)の2質量%シクロペンタノン溶液を、回転数4000rpmで30秒ス

10

20

30

40

50

ピンコーティングして積層し、55 で3分間乾燥させた後、無偏光紫外線を55 で1000 mJ / cm² 露光した。その後、片方の基板に1.5 μmのスペーサーを散布し、もう片方の基板にシール材をシールディスペンサーで塗布した。基板を偏光紫外線照射方向と平行の状態に組み立て、熱圧着を行った。強誘電性液晶は「R2301」(AZエレクトロニックマテリアルズ社製)を用い、注入口上部に強誘電性液晶を付着し、オープンを用いて、ネマチック相 - 等方相転移温度より10 ~ 20 高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。反応性液晶層側の電極層が負極になるように電圧を印加すると、強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化した。強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化したものは全体の約90%であった。

【0202】

10

[実施例9]

光二量反応型の光配向膜材料(Rolic technologies 社製、商品名:ROP103)の2質量%シクロペンタノン溶液を、ITOでコーティングされた2枚のガラス基板に回転数4000 rpmで30秒スピンコーティングした。オープンで130、15分間乾燥させた後、偏光紫外線を25 で1000 mJ / cm² 露光した。さらに、片方の基板に、アクリレートモノマーを含有する反応性液晶(旭電化工業株式会社製、商品名:アデカキラコール PLC-7183)の2質量%シクロペンタノン溶液を、回転数4000 rpmで30秒スピンコーティングして積層し、55 で3分間乾燥させた後、無偏光紫外線を55 で1000 mJ / cm² 露光した。その後、片方の基板に1.5 μmのスペーサーを散布し、もう片方の基板にシール材をシールディスペンサーで塗布した。基板を偏光紫外線照射方向と平行の状態に組み立て、熱圧着を行った。強誘電性液晶は「R2301」(AZエレクトロニックマテリアルズ社製)を用い、注入口上部に強誘電性液晶を付着し、オープンを用いて、ネマチック相 - 等方相転移温度より10 ~ 20 高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。反応性液晶層側の電極層が負極になるように電圧を印加すると、強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化した。強誘電性液晶の分子方向がチルト角の約2倍変化したものは全体の約95%であった。

20

【符号の説明】

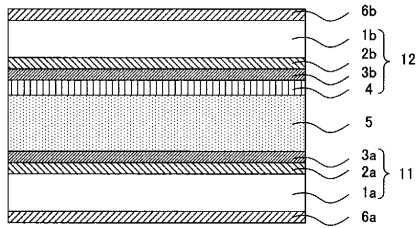
【0203】

- 1 a ... 第1基材
- 1 b ... 第2基材
- 2 a ... 第1電極層
- 2 b ... 第2電極層
- 3 a ... 第1配向膜
- 3 b ... 第2配向膜
- 4 ... 反応性液晶層
- 5 ... 液晶層
- 8 ... 液晶分子
- d ... 配向処理方向
- z ... 層法線
- P s ... 自発分極

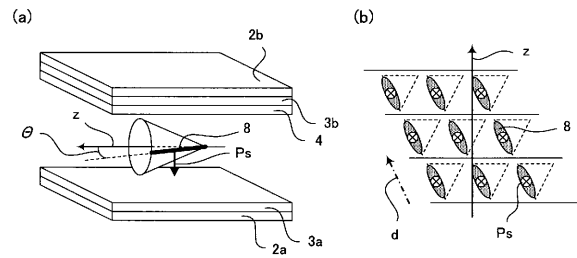
30

40

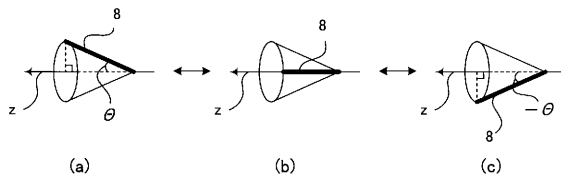
【図 1】



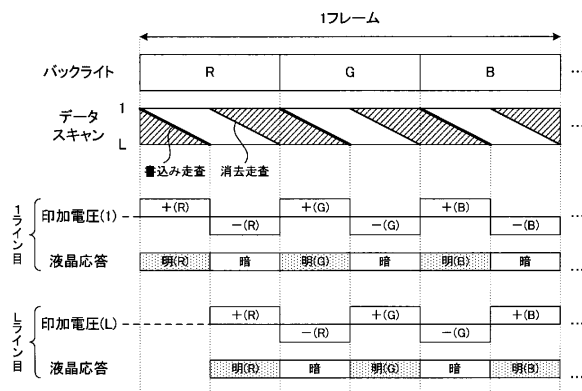
【図 2】



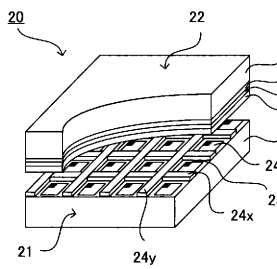
【図 3】



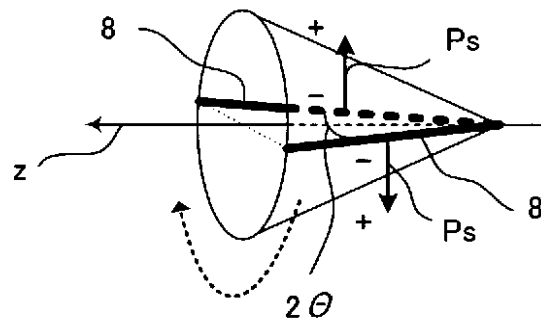
【図 6】



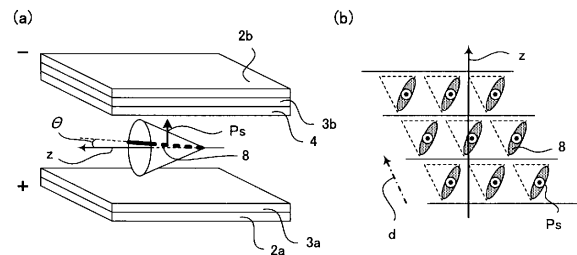
【図 7】



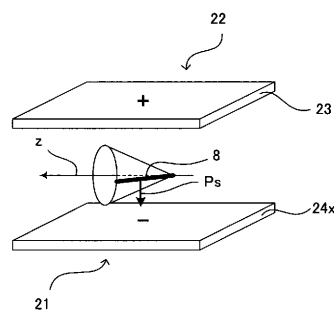
【図 4】



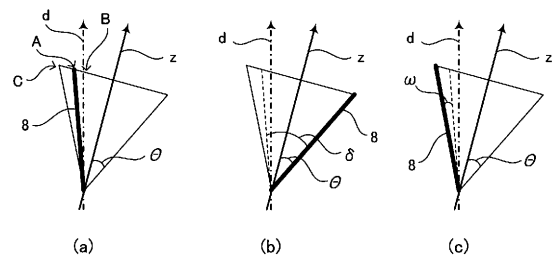
【図 5】



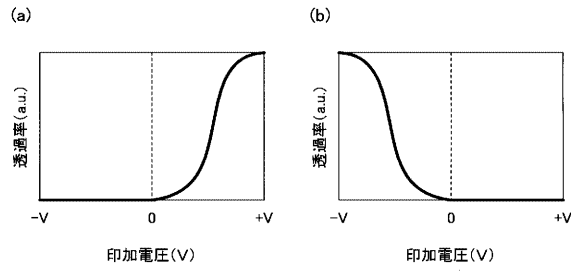
【図 8】



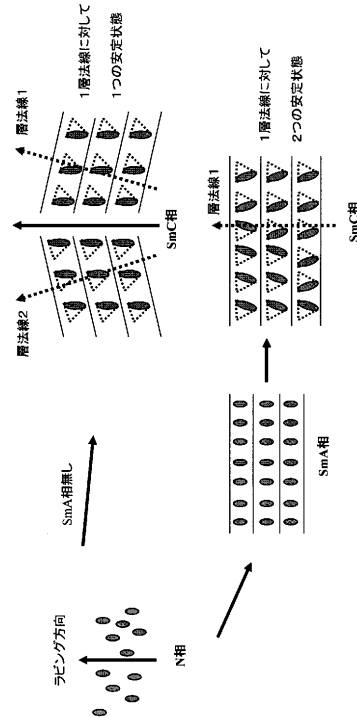
【図 9】



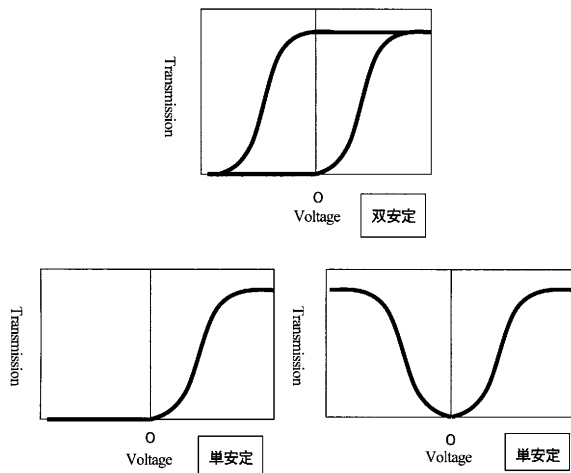
【図 10】



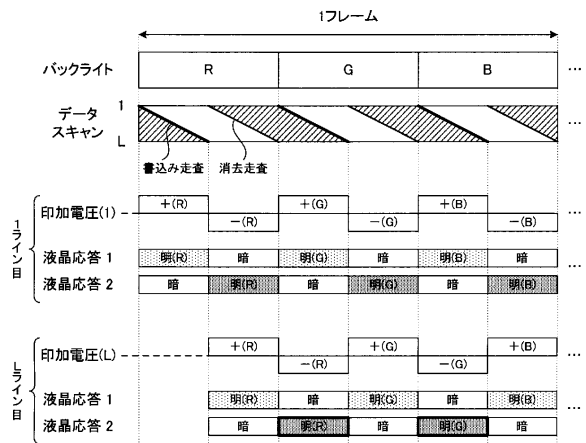
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 浜 秀雄

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内

審査官 磯野 光司

(56)参考文献 国際公開第02/003131(WO, A1)

特開2003-172935(JP, A)

特開平01-105912(JP, A)

特開2003-121872(JP, A)

特開2003-005223(JP, A)

特開2002-303891(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/13

G02F 1/1337

G02F 1/141

专利名称(译)	液晶显示元件		
公开(公告)号	JP5402999B2	公开(公告)日	2014-01-29
申请号	JP2011147603	申请日	2011-07-01
[标]申请(专利权)人(译)	大日本印刷有限公司		
申请(专利权)人(译)	大日本印刷有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	大日本印刷有限公司		
[标]发明人	岡部将人 猿渡直子 浜秀雄		
发明人	岡部 将人 猿渡 直子 浜 秀雄		
IPC分类号	G02F1/1337 G02F1/141 G02F1/133 C08F20/18		
CPC分类号	G02F1/141 C09K19/0225 C09K19/10 C09K19/2007 C09K19/3852 C09K2019/0448 G02F1/1337 G02F2001/133726 G02F2001/133773		
FI分类号	G02F1/1337.510 G02F1/141 G02F1/133.535 C08F20/18		
F-TERM分类号	2H088/GA04 2H088/HA03 2H088/HA08 2H088/JA17 2H090/HA11 2H090/HB07Y 2H090/HC05 2H090/HC13 2H090/HD14 2H090/KA14 2H090/MB12 2H193/ZA04 2H193/ZG34 2H193/ZP04 2H193/ZQ22 2H193/ZQ25 2H290/AA66 2H290/BA22 2H290/BE04 2H290/BF24 2H290/BF52 2H290/CA22 2H290/DA03 4J100/AL08P 4J100/AL66P 4J100/BA02P 4J100/BA15P 4J100/BA40P 4J100/BC04P 4J100/BC43P 4J100/BC73P 4J100/DA66 4J100/JA39		
代理人(译)	山下明彦		
优先权	2005147327 2005-05-19 JP		
其他公开文献	JP2011248368A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种使用具有单稳态性的铁电液晶的液晶显示装置，其能够控制铁电液晶的自发极化的取向。解决方案：液晶显示装置包括：第一取向处理基板，其具有第一基板，形成在第一基板上的第一电极层2a，以及形成在第一电极层上的第一取向膜3a；第二取向处理基板，其具有第二基板，形成在第二基板上的第二电极层2b，形成在第二电极层上的第二取向膜3b，以及形成在第二取向膜上的反应性液晶层4；固定反应型液晶，其中第一取向膜和反应性液晶层彼此相对设置，并且铁电液晶夹在第一取向膜和反应性液晶层之间。铁电液晶具有单稳态性，当施加电压使第二电极层为负极时，铁电液晶的分子方向变化约为铁电液晶倾斜角的两倍，与表面平行。第一取向处理的基材。Z

