

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5062182号
(P5062182)

(45) 発行日 平成24年10月31日 (2012.10.31)

(24) 登録日 平成24年8月17日 (2012.8.17)

(51) Int.Cl.	F I
GO2F 1/137 (2006.01)	GO2F 1/137 510
GO2F 1/141 (2006.01)	GO2F 1/141

請求項の数 6 (全 54 頁)

(21) 出願番号	特願2008-550177 (P2008-550177)	(73) 特許権者	000002897
(86) (22) 出願日	平成19年12月19日 (2007.12.19)		大日本印刷株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2007/074465		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(87) 国際公開番号	W02008/075732	(74) 代理人	100101203
(87) 国際公開日	平成20年6月26日 (2008.6.26)		弁理士 山下 昭彦
審査請求日	平成22年7月5日 (2010.7.5)	(74) 代理人	100104499
(31) 優先権主張番号	特願2006-343614 (P2006-343614)		弁理士 岸本 達人
(32) 優先日	平成18年12月20日 (2006.12.20)	(72) 発明者	猿渡 直子
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		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	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
		審査官	右田 昌士

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斜方蒸着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反応性液晶用配向膜と、前記反応性液晶用配向膜上に形成され、反応性液晶を固定化してなる固定化液晶層とを有する第2配向処理基板を、前記斜方蒸着配向膜と前記固定化液晶層とが対向するように配置し、前記斜方蒸着配向膜と前記固定化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、

前記強誘電性液晶が、単安定性を示し、かつ、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倍変化するものであることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項 2】

前記反応性液晶用配向膜が光配向膜であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の液晶表示素子。

【請求項 3】

前記反応性液晶用配向膜が斜方蒸着膜であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の液晶表示素子。

【請求項 4】

10

20

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の範囲第1項から第3項までのいずれかに記載の液晶表示素子。

【請求項5】

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の範囲第1項から第4項までのいずれかに記載の液晶表示素子。

【請求項6】

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の範囲第1項から第5項までのいずれかに記載の液晶表示素子。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【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。

【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、動画表示に充分対応しているとはいえない。

20

【0003】

強誘電性液晶（FLC）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ー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17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17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（Ch）－カイラルスメクチックC（SmC*）相と相変化し、スメクチックA（SmA）相を経由しない強誘電性液晶が用いられる（図18上段）。

30

【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（Ch）－スメクチックA（SmA）相－カイラルスメクチックC（SmC*）相と相変化し、SmA相を経由してSmC*相を示す材料がある（図18下段）。現在報告されている強誘電性液晶材料の中では、前者のSmA相を経由しない材料に比べて、後者のSmA相を経由する相系列を持つものが大半である。後者のSmA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、双安定性を示すことが知られている。

40

【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

50

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。また、単安定性を示す強誘電性液晶には、正負両極性の電圧に応答するもの（図17下段右）と、正負いずれかの極性の電圧のみに応答するもの（図17下段左）がある。中でも、薄膜トランジスタ(TFT)素子を用いて強誘電性液晶を駆動させる場合には、正負いずれかの極性の電圧に応答するものの方が、自発分極による反転電流の影響が少ないため、特に好ましい。

10

【0008】

ここで、TFT素子を用いた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一例を図19に示す。図19において、液晶表示素子への印加電圧を0〜±V(V)として、正の極性の電圧でデータ書き込み走査を行い、負の極性の電圧でデータ消去走査を行うとする。そして、単安定性を示し、正負いずれかの極性の電圧にのみ

20

【0009】

単安定性を示し、正負いずれかの極性の電圧にのみ応答する強誘電性液晶の応答としては、図13に例示するように、正の極性の電圧で応答して明状態となる場合（図13(a)）と、負の極性の電圧で応答して明状態となる場合（図13(b)）とがある。したがって、図19に示すように、図13(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正の極性の電圧を印加したときに明状態となり、図13(b)の応答（液晶応答2）を示す強誘電性液晶を用いた場合は負の極性の電圧を印加したときに明状態となる。

【0010】

TFT素子を用いた強誘電性液晶の駆動は、TFT基板に対向する共通電極基板の共通電極に一定の電圧を印加し、TFT基板の各画素の画素電極に電圧を印加することで行う。ここで、共通電極に対して、画素電極の電圧が相対的に高い場合を正の極性の電圧印加、画素電極の電圧が相対的に低い場合を負の極性の電圧印加とする。

30

強誘電性液晶として、正の極性の電圧のみに応答するものを用いた場合にも電荷のバランスをとるため、正の極性の電圧印加（書き込み）と負の極性の電圧印加（消去）を交互に行う。TFT素子を用いた場合、全ての画素に同時に電圧を書き込むことはできないため、1ライン毎に走査する。そのため、1ライン目の書き込みとLライン目の書き込みはタイミングがずれる。消去についても同様で、図19に示す例では、全てのラインの書き込みが終了した後に、1ライン目から消去を行う。

さらにフィールドシーケンシャルカラー方式では、書き込みと消去をバックライトの点滅に同期させて行う。図19において、+（R）とはR（赤色）のバックライトに同期させて書き込み走査（正の極性の電圧印加）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（負の極性の電圧印加）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。

40

【0011】

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、書き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ライン目の書き込み走査（+（R））およびLライン目の書き込み走

50

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19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19の太枠）。

なお、図19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。

【0012】

通常の液晶表示装置では、正の極性の電圧および負の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おり、容易に変更することはできないので、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が応答する電圧の極性を、印加電圧の極性に合わせる必要がある。この強誘電性液晶の応答性は、強誘電性液晶の自発分極の向きで決まるため、自発分極の向きを制御することができれば、強誘電性液晶が応答する電圧の極性を制御することができる。

【0013】

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。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。

【0014】

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、製造工程が複雑になり、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。

【0015】

また、強誘電性液晶を単安定化する方法として、上下の配向膜として光配向膜を用い、これらの光配向膜にそれぞれ異なる組成の材料を用いる方法が提案されている（特許文献1、特許文献2および特許文献3参照）。この方法において、上下の光配向膜に異なる組成の材料を用いることにより良好な配向状態が得られる理由は明らかではないが、上下の光配向膜のそれぞれと強誘電性液晶との相互作用の相違によるものと考えられている。しかしながら、この方法により得られる液晶表示素子では、実際に駆動してみなければ強誘電性液晶の自発分極の向きを知ることができない。

【0016】

さらに、強誘電性液晶を単安定化する他の方法として、上下の配向膜のいずれか一方に、反応性液晶を塗布して配向させ固定化することにより固定化液晶層（反応性液晶層）を形成し、この固定化液晶層を配向膜として作用させる方法が提案されている（特許文献4参照）。この方法では、反応性液晶が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るため、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、上下の配向膜の一方に固定化液晶層を形成することにより、ダブルドメイン等の配向欠陥を生じることなく強誘電性液晶を配向させることができる。しかしながら、この方法により得られる液晶表示素子においても、実際に駆動してみなければ強誘電性液晶の自発分極の向きを知ることができない。

【0017】

【特許文献1】特開2005-208353号公報

【特許文献2】特開2005-234549号公報

【特許文献3】特開2005-234550号公報

【特許文献4】特開2005-258428号公報

【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.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【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。

【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斜方蒸着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反応性液晶用配向膜と、上記反応性液晶用配向膜上に形成され、反応性液晶を固定化してなる固定化液晶層（反応性液晶層）とを有する第2配向処理基板を、上記斜方蒸着配向膜と上記固定化液晶層とが対向するように配置し、上記斜方蒸着配向膜と上記固定化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、単安定性を示し、かつ、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倍変化するものであることを特徴とする液晶表示素子を提供する。

20

【0020】

本発明によれば、斜方蒸着配向膜と固定化液晶層とでは、斜方蒸着配向膜側に、強誘電性液晶の自発分極の正極が向く傾向にあることを利用して、強誘電性液晶の自発分極の向きを制御し、強誘電性液晶の配向を単安定化させることが可能である。また、反応性液晶は反応性液晶用配向膜により配向しており、固定化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。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。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。

30

【0021】

上記発明においては、上記反応性液晶用配向膜が光配向膜であることが好ましい。光配向膜は光配向処理が施されたものであり、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。

40

【0022】

また、上記反応性液晶用配向膜が斜方蒸着膜であることも好ましい。斜方蒸着膜は、斜め蒸着法により形成されるものであり、斜め蒸着法は、上記光配向処理と同様に、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。また、無機材料を用いた斜方蒸着膜の場合には、環境要因（光・熱・水分）による劣化が少なく安定的な品質を得られやすいという利点もある。

【0023】

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

50

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。

【００２４】

さらに本発明は、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斜方蒸着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、光異性化反応を生じることにより配向膜に異方性を付与する光異性化型材料を用いた光配向膜とを有する第２配向処理基板を、上記斜方蒸着配向膜と上記光配向膜とが対向するように配置し、
10
上記斜方蒸着配向膜と上記光配向膜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、単安定性を示し、かつ、上記第１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倍変化するものであることを特徴とする液晶表示素子を提供する。

【００２５】

本発明によれば、斜方蒸着配向膜と光異性化型材料を用いた光配向膜とでは、光異性化型材料を用いた光配向膜側に、強誘電性液晶の自発分極の正極が向く傾向にあることを利用して、強誘電性液晶の自発分極の向きを制御し、強誘電性液晶の配向を単安定化させ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１電極層が負極となるように
20
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ので、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。

【００２６】

上記発明においては、上記第１配向処理基板が、上記第１電極層が共通電極である共通電極基板であり、上記第２配向処理基板が、上記第２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。
30

【００２７】

さらに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。

【００２８】

また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。
40

【発明の効果】

【００２９】

本発明においては、斜方蒸着配向膜および固定化液晶層の間に強誘電性液晶を挟持させると、斜方蒸着配向膜側に、強誘電性液晶の自発分極の正極が向く傾向にあることを利用して、強誘電性液晶の自発分極の向きを制御することができるという効果を奏する。また本発明においては、斜方蒸着配向膜および光異性化型材料を用いた光配向膜の間に強誘電性液晶を挟持させると、光異性化型材料を用いた光配向膜側に、強誘電性液晶の自発分極の正極が向く傾向にあることを利用して、強誘電性液晶の自発分極の向き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】

【0030】

【図1】液晶分子の挙動を示す模式図である。

【図2】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3】強誘電性液晶の配向状態の一例を示す模式図である。

【図4】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5】強誘電性液晶の自発分極を示す模式図である。

【図6】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7】斜方蒸着配向膜を示す模式図である。

【図8】本発明の液晶表示素子の他の例を示す概略断面図である。

【図9】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。 10

【図10】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11】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12】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13】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14】本発明の液晶表示素子の他の例を示す概略断面図である。

【図15】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16】本発明の液晶表示素子の他の例を示す概略斜視図である。

【図17】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18】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。 20

【図19】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。

【符号の説明】

【0031】

1 … 液晶分子

3 … 第1基材

4 … 第1電極層

5 … 斜方蒸着配向膜

7 … 第1配向処理基板

10 … 液晶層 30

13 … 第2基材

14 … 第2電極層

15 … 反応性液晶用配向膜

16 … 固定化液晶層

17 … 第2配向処理基板

19 … 光異性化型光配向膜

z … 層法線

P s … 自発分極

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】 40

本発明は、第2配向処理基板の構成により2つの実施態様に分けることができる。以下、各実施態様に分けて説明する。

【0033】

I. 第1実施態様

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。

【0034】

まず、斜方蒸着配向膜と固定化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。

I T O電極が形成されたガラス基板上に、光二量化型材料（Rolic technologies 社製 50

、商品名：ROP103) の 2 質量%シクロペンタノン溶液を回転数 1 5 0 0 r p m で 1 5 秒間スピンコートし、1 3 0 °C で 1 5 分間乾燥させた後、直線偏光紫外線を約 1 0 0 m J / c m ² 照射し、配向処理を行った。さらに、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 1 5 0 0 r p m で 1 5 秒スピンコーティングして積層し、5 5 °C で 3 分間乾燥させた後、無偏光紫外線を 5 5 °C で 1 0 0 0 m J / c m ² 露光した。

次いで、I T O 電極が形成されたガラス基板上に、酸化ケイ素を、基板面の法線方向に対して 5 0 ° ~ 5 5 ° の入射角度で斜め蒸着して、斜方蒸着配向膜を形成した。この斜方蒸着配向膜の膜厚は 5 0 n m であった。

その後、一方の基板に 1 . 5 μ m のビーズスペーサを散布し、他方の基板にシール剤をシールディスペンサーで塗布した。両基板を、蒸着方向と直線偏光紫外線照射方向とが略垂直の状態になるように組み立て、熱圧着を行った。注入口上部に強誘電性液晶 (A Z エレクトロニックマテリアルズ社製、商品名：R2301) を付着し、オープンを用いて、N 相一等方相転移温度より 1 0 °C ~ 2 0 °C 高い温度で注入を行いゆっくりと常温に戻した。

固定化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 8 2 % であった。

【0 0 3 5】

また、斜方蒸着配向膜の蒸着源および反応性液晶の種類や組み合わせを変えて、上記と同様に斜方蒸着配向膜と固定化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。

【0 0 3 6】

次に、一対の固定化液晶層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。

I T O 電極が形成された 2 枚のガラス基板上に、それぞれ、光二量型材料 (Rolic technologies 社製、商品名：ROP103) の 2 質量%シクロペンタノン溶液を回転数 1 5 0 0 r p m で 1 5 秒間スピンコートし、1 3 0 °C で 1 5 分間乾燥させた後、直線偏光紫外線を約 1 0 0 m J / c m ² 照射し、配向処理を行った。さらに、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 1 5 0 0 r p m で 1 5 秒スピンコーティングして積層し、5 5 °C で 3 分間乾燥させた後、無偏光紫外線を 5 5 °C で 1 0 0 0 m J / c m ² 露光した。

その後、一方の基板に 1 . 5 μ m のビーズスペーサを散布し、他方の基板にシール剤をシールディスペンサーで塗布した。両基板を偏光紫外線照射方向が平行の状態になるように組み立て、熱圧着を行った。強誘電性液晶は「R 2 3 0 1」(A Z 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、ネマチック相一等方相転移温度より 1 0 °C ~ 2 0 °C 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 5 0 % であった。

【0 0 3 7】

また、反応性液晶の種類や組み合わせを変えて、上記と同様に一対の固定化液晶層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。

【0 0 3 8】

上述の実験の結果から、本発明者らは、固定化液晶層および斜方蒸着配向膜との間に強誘電性液晶を挟持させると、斜方蒸着配向膜側に、強誘電性液晶の自発分極の正極が向く傾向があるとの知見を得た。

【0 0 3 9】

以下、本実施態様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の第 1 実施態様は、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斜方蒸着配向膜とを有する第 1 配向処理基板

10

20

30

40

50

、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反応性液晶用配向膜と、上記反応性液晶用配向膜上に形成され、反応性液晶を固定化してなる固定化液晶層とを有する第2配向処理基板を、上記斜方蒸着配向膜と上記固定化液晶層とが対向するように配置し、上記斜方蒸着配向膜と上記固定化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、単安定性を示し、かつ、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倍変化するものであることを特徴とするものである。

【0040】

本実施態様に用いられる強誘電性液晶は、上述したように、単安定性を示し、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倍変化するものである。

10

【0041】

強誘電性液晶は、図1に例示するように、液晶分子1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1の層法線 z に対する傾き角をチルト角 θ という。

【0042】

なお、「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で安定化している状態をいう。具体的に説明すると、図1に示すように、液晶分子1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1が上記コーン上のいずれかひとつの状態で安定化している状態をいう。

20

【0043】

本実施態様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2は、本実施態様の液晶表示素子の一例を示す概略断面図である。図2に例示する液晶表示素子2においては、第1基材3上に第1電極層4および斜方蒸着配向膜5が順に形成された第1配向処理基板7と、第2基材13上に第2電極層14、反応性液晶用配向膜15および固定化液晶層16が順に形成された第2配向処理基板17とが対向しており、第1配向処理基板7の斜方蒸着配向膜5と第2配向処理基板17の固定化液晶層16との間には強誘電性液晶が挟持され、液晶層10が構成されている。また、斜方蒸着配向膜5および固定化液晶層16は、斜方蒸着配向膜の蒸着方向と反応性液晶用配向膜の配向処理方向とが略垂直になるように配置されている。

30

【0044】

上述の実験結果から、斜方蒸着配向膜および固定化液晶層の間に強誘電性液晶を挟持すると、斜方蒸着配向膜側に、強誘電性液晶の自発分極の正極が向く傾向にあることがわかった。これは、強誘電性液晶と、斜方蒸着配向膜表面および固定化液晶層表面との相互作用である、極性表面相互作用が影響しているものと考えられる。

【0045】

本実施態様に用いられる強誘電性液晶の配向状態の一例を図3に示す。上述の実験結果から、斜方蒸着配向膜と固定化液晶層とでは、固定化液晶層の方が相対的に正の極性が強い傾向にあるため、電圧無印加状態では、図3に例示するように、極性表面相互作用によって、液晶分子1の自発分極 P_s が斜方蒸着配向膜5側を向く傾向にある。なお、図3において、第1基材および第2基材は省略されており、強誘電性液晶については液晶分子を示している。

40

【0046】

また、図4に例示するように、第1電極層4が正極（+）、第2電極層14が負極（-）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り、液晶分子1の自発分極 P_s は固定化液晶層16側を向くようになる。なお、図4において、第1基材および第2基材は省略されており、強誘電性液晶については液晶分子を示している。

50

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3に例示するように、液晶分子1の自発分極Psは斜方蒸着配向膜5側を向くようになる。この場合、自発分極の向きは、電圧無印加状態と同様になる。

自発分極の向きがこのような方向になるのは、自発分極の向きが、強誘電性液晶の分極と配向膜の分極または電圧の極性とが電氣的につり合う方向になるため、液晶分子が電氣的に安定な状態になるからである。

【0047】

電圧無印加状態あるいは第2電極層への正の極性の電圧印加状態(図3)から、第2電極層への負の極性の電圧印加状態(図4)としたとき、この印加電圧の負の極性と、液晶分子の自発分極の負の極性との反発によって、図5に例示するように、液晶分子1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。

【0048】

このように本実施態様においては、斜方蒸着配向膜側に、強誘電性液晶の自発分極の正極が向く傾向にあることを利用して、液晶分子の自発分極の向きを制御することが可能である。

【0049】

また、反応性液晶用配向膜上に固定化液晶層を形成する際には、反応性液晶用配向膜によって反応性液晶を配向させ、例えば紫外線を照射して反応性液晶を重合させることにより反応性液晶の配向状態を固定化することができる。そのため、固定化液晶層に反応性液晶用配向膜の配向規制力を付与することができる。また、固定化液晶層を強誘電性液晶を配向させるための配向膜として作用させることができる。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、強誘電性液晶の自発分極の向きを効果的に制御することができる。

【0050】

図6に、本実施態様に用いられる強誘電性液晶の配向状態の一例を示す。例えば図2に示す液晶表示素子においては、電圧無印加状態では、図6(a)に例示するように液晶分子1が反応性液晶用配向膜の配向処理方向dに沿って配向し、一様な配向状態となる。また、第1電極層が正極(+)、第2電極層が負極(−)となるように電圧を印加すると、図6(b)に例示するように印加電圧の極性の影響によって自発分極Psの向きが反転する。この場合も、液晶分子1は一様な配向状態となる。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、図6(a)に例示するように印加電圧の極性の影響によって自発分極Psの向きが反転する。この場合、液晶分子1は電圧無印加状態と同様の配向状態となる。

なお、図6(a)は、図3の上面からの液晶分子の配向状態を示す模式図であり、自発分極Psは紙面手前から奥方向に向いている(図6(a)中の×印)。また、図6(b)は、図4の上面からの液晶分子の配向状態を示す模式図であり、自発分極Psは紙面奥から手前方向に向いている(図6(b)中の●印)。

【0051】

本実施態様においては、上述したように自発分極の向きを制御することができるので、配向欠陥を生じることなく、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、強誘電性液晶が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、強誘電性液晶を配向させるので、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。

【0052】

また、本実施態様に用いられる斜方蒸着配向膜は、斜め蒸着法により形成されるものである。ここで、斜め蒸着法とは、図7(a)に例示するように、蒸発源から蒸発した分子

または原子が、基材 3 1 に対して斜めの方向から入射するようにしたものである。基材 3 1 を蒸着方向 3 2 に対して傾けて、蒸発源の方向（蒸着方向 3 2）と基材 3 1 面の法線方向 3 3 とのなす角度（蒸着角度） α が所定の範囲になるように蒸着すると、薄膜となる SiO 等の微細な結晶が蒸発源の方向に成長して、斜め方向に突き出た柱状構造 3 4 となり、液晶分子 1 はこの柱状構造 3 4 の側面に沿って配向するようになる。したがって、蒸着角度を調整することにより、液晶分子のプレチルト角を制御することができる。

【0053】

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。そのため、例えば反応性液晶用配向膜が光配向膜やラビング膜である場合には、斜方蒸着配向膜および固定化液晶層は、斜方蒸着配向膜の蒸着方向と、反応性液晶用配向膜の配向処理方向とが略垂直になるように配置される。また、例えば反応性液晶用配向膜が斜方蒸着膜である場合には、斜方蒸着配向膜および固定化液晶層は、斜方蒸着配向膜の蒸着方向と、斜方蒸着膜の蒸着方向とが略平行になるように配置される。

ここで、斜方蒸着配向膜は、溝構造および柱状構造を有し、蒸着角度により溝構造および柱状構造が変化し、液晶の配向方向が変化することが知られている。また、蒸着角度によって、柱状の微細構造の角度や密度が変化することが知られている（液晶便覧編集委員会編「液晶便覧」丸善株式会社 平成 12 年 10 月 30 日 p. 229-230）。例えば蒸着角度が 50° 前後の場合には、図 7 (b) に例示するように柱状構造 3 4 が形成され、蒸着源の方向（蒸着方向）に対して垂直に溝構造が形成されて、液晶分子 1 が蒸着方向に対して略垂直に配向する。一方、例えば蒸着角度が 80° 以上の場合には、図 7 (c) に例示するように柱状構造 3 4 が形成され、蒸着源の方向（蒸着方向）に対して平行に溝構造が形成されて、液晶分子 1 が蒸着方向に対して略平行に配向する。

このように、例えば蒸着角度が 50° 前後の場合には、液晶分子が蒸着方向に対して略平行に配向する。そのため、例えば反応性液晶用配向膜が光配向膜やラビング膜である場合には、斜方蒸着配向膜および固定化液晶層を、斜方蒸着配向膜の蒸着方向と、反応性液晶用配向膜の配向処理方向とが略垂直になるように配置するのである。また、例えば反応性液晶用配向膜が斜方蒸着膜である場合には、斜方蒸着配向膜および固定化液晶層を、斜方蒸着配向膜の蒸着方向と、斜方蒸着膜の蒸着方向とが略平行になるように配置するのである。

【0054】

一般に、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。このジグザグ欠陥やヘアピン欠陥の発生を防ぐためには、プレチルト角を大きくすることが有効である。

上述したように、斜め蒸着法ではプレチルト角を制御することができるため、斜方蒸着配向膜では比較的高いプレチルト角も実現可能である。したがって、斜方蒸着配向膜を用いることにより、ジグザグ欠陥やヘアピン欠陥の発生を効果的に抑制することができる。

【0055】

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 倍変化するものは 80% 以上存在することが好ましく、より好ましくは 90% 以上、さらに好ましくは 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。

【0056】

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 8 に示すように、第 1 基材 3 上に第 1 電極層 4 および斜方蒸着配向膜 5 が積層された第 1 配向処理基板 7 と、第 2 基材 1 3 上に第 2 電極層 1 4、反応性液晶用配向膜 1 5 および固定化液晶層 1 6 が積層された第 2 配向処理基板 1 7 との間に、強誘電性液晶を

含む液晶層10が形成された液晶表示素子において、第1配向処理基板7および第2配向処理基板17の外側にそれぞれ偏光板18aおよび18bを設け、偏光板18a側から光が入射し、偏光板18b側から光が出射するものとする。2枚の偏光板18aおよび18bは、それぞれの偏光軸が略垂直に、かつ、偏光板18aの偏光軸と反応性液晶用配向膜15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。

【0057】

電圧無印加状態では、偏光板18a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18a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18b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18a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18a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18bの偏光軸と一致する直線偏光のみが偏光板18bを透過し、明状態となる。

【0058】

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1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。

【0059】

また、上記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1電極層への負の極性の電圧印加状態のときに暗状態、第1電極層への正の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9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9中の記号等については、図19に示した記号等と同様である。

【0060】

本実施態様の液晶表示素子は、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10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。

【0061】

図10に例示する液晶表示素子2は、第1基材3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7）と、第2基材13上に共通電極（第2電極層14）が形成された共通電極基板（第2配向処理基板17）とを有するものである。TFT基板（第1配向処理基板7）には、ゲート電極24x、ソース電極24yおよび画素電極（第1電極層4）が形成されている。ゲート電極24xおよびソース電極24yはそれぞれ縦横に配列しており、ゲート電極24xおよびソース電極24y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24xおよびソース電極24y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24xの信号とソース電極24yの信号とは独立に動作することができる。ゲート電極24xおよびソース電極24yにより囲まれた部分は、本実施態様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（第1電極層4）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10において、液晶層、斜方蒸着配向膜、反応性液晶用配向膜および固定化液晶層は省略されている。

【0062】

上記の液晶表示素子においては、例えばゲート電極を30V程度の高電位にするとTF T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-10V程度の低電位にするとTF T素子のスイッチがオフになる。スイッチオフ状態では、図11に例示するように、共通電極（第2電極層14）およびゲート電極24x間には、共通電極（第2電極層14）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。

本実施態様においては、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晶分子の自発分極が第1配向処理基板側を向く傾向にある。すなわち、スイッチオフ状態のとき、図11に例示するように、液晶分子1の自発分極PsがTF T基板（第1配向処理基板7）側を向く。したがって、自発分極の向きは、共通電極（第2電極層14）およびゲート電極24x間に印加された電圧の影響を受けないことがない。

10

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、上述したように本実施態様においては、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。したがって本実施態様においては、自発分極の向きを制御し、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。

20

【0063】

以下、本実施態様の液晶表示素子の各構成部材について詳細に説明する。

【0064】

1. 液晶層

本実施態様に用いられる強誘電性液晶は、単安定性を示し、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る。

【0065】

30

なお、「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。

【0066】

40

図12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12（a）は電圧無印加の場合、図12（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12（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1は、コーン上のひとつの状態で安定化している（図12（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1は、安定化している状態（破線）から一方の側に傾く（図12（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1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12（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12において、dは

50

配向処理方向、 z は層法線を示す。

【0067】

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、強誘電性液晶では、図12(a)に例示するように、位置A(液晶分子1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12(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。

【0068】

例えば図5に示すように、液晶分子1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、 $2\theta \sim 2\theta - 5^\circ$ 変化する場合をいう。

【0069】

なお、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変化した角度は、次のようにして測定することができる。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第1配向処理基板面に対して平行に変化した角度である。

【0070】

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。

【0071】

このような強誘電性液晶として具体的には、例えば図13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、「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。

【0072】

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、降温過程において、ネマチック相(N)ーコレステリック相(Ch)ー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)ー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)ースメクチックA相(SmA)ー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)ーコレステリック相(Ch)ースメクチックA相(SmA)ー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。

【0073】

一般に、 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、S m A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。特に、斜方蒸着配向膜を用いるので、ジグザグ欠陥およびヘアピン欠陥の発生を効果的に抑制することができる。

【0074】

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。

【0075】

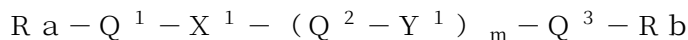
特に、C h相からS m A相を経由しないでS m C *相を発現する液晶材料は、H V字型スイッチング特性を示すものとして好適である。具体的には、A Zエレクトロニクスマテリアルズ社製「R 2 3 0 1」が挙げられる。

【0076】

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。

【0077】

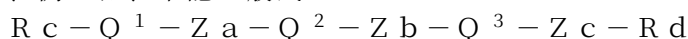
上記ホスト液晶としては、広い温度範囲でS m C相を示す材料であることが好ましく、一般に強誘電性液晶のホスト液晶として知られているものであれば特に限定されることなく使用することができる。例えば、下記一般式：



（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-ジオキサソ-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用いることもできる。

【0078】

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、Z bおよびZ c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。

【0079】

SmA相を経由する強誘電性液晶として、具体的には、AZエレクトロニックマテリアルズ社製「FELIXM4851-100」などが挙げられる。

【0080】

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13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°の場合に透過率が最大になる。

10

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12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

20

【0081】

本実施態様においては、斜方蒸着配向膜と固定化液晶層との間に上記強誘電性液晶が挟持され、液晶層が構成される。

液晶層には、上記の強誘電性液晶の他に、液晶表示素子に求められる機能に応じて任意の機能を備える化合物が含有されていてもよい。このような化合物としては、重合性モノマーの重合物を挙げることができる。液晶層中にこのような重合性モノマーの重合物が含有されることにより、上記液晶材料の配列がいわゆる「高分子安定化」され、配向安定性に優れた液晶表示素子を得ることができる。

【0082】

重合性モノマーの重合物に用いられる重合性モノマーとしては、重合反応により重合物を生じる化合物であれば特に限定されるものではなく、加熱処理により重合反応を生じる熱硬化性樹脂モノマー、および活性放射線の照射により重合反応を生じる活性放射線硬化性樹脂モノマーを挙げることができる。中でも、活性放射線硬化性樹脂モノマーを用いることが好ましい。熱硬化性樹脂モノマーを用いる場合は、重合反応を生じさせるために加温処理をすることが必要であるので、このような加温処理により強誘電性液晶の規則的な配列が損なわれたり、相転移が誘起されてしまったりするおそれがある。一方、活性放射線硬化性樹脂モノマーを用いる場合は、このようなおそれがなく、重合反応が生じることによって強誘電性液晶の配列が害されることが少ないからである。

30

【0083】

活性放射線硬化性樹脂モノマーとしては、電子線の照射により重合反応を生じる電子線硬化性樹脂モノマー、および光照射により重合反応を生じる光硬化性樹脂モノマーを挙げることができる。中でも、光硬化性樹脂モノマーを用いることが好ましい。光硬化性樹脂モノマーを用いることにより、製造工程を簡略化できるからである。

40

【0084】

光硬化性樹脂モノマーとしては、波長が150nm～500nmの範囲内の光を照射することにより、重合反応を生じるものであれば特に限定されるものではない。中でも波長が250nm～450nmの範囲内、特に300nm～400nmの範囲内の光を照射することにより重合反応を生じる紫外線硬化性樹脂モノマーを用いることが好ましい。照射装置の容易性等の面において利点を有するからである。

【0085】

50

紫外線硬化性樹脂モノマーが有する重合性官能基は、上記波長領域の紫外線照射により、重合反応を生じるものであれば特に限定されるものではない。特に、アクリレート基を有する紫外線硬化性樹脂モノマーを用いることが好ましい。

【0086】

また、紫外線硬化性樹脂モノマーは、一分子中に一つの重合性官能基を有する単官能性モノマーであってもよく、また、一分子中に二つ以上の重合性官能基を有する多官能性モノマーであってもよい。中でも、多官能性モノマーを用いることが好ましい。多官能性モノマーを用いることにより、より強いポリマーネットワークを形成することができるため、分子間力および配向膜界面におけるポリマーネットワークを強化することができる。これにより、温度変化による強誘電性液晶の配列の乱れを抑制することができる。

10

【0087】

多官能性モノマーの中でも、分子の両末端に重合性官能基を有する2官能性モノマーが好ましく用いられる。分子の両端に重合性官能基を有することにより、ポリマー同士の間隔が広いポリマーネットワークを形成することができ、重合性モノマーの重合物を含むことによる強誘電性液晶の駆動電圧の低下を防止できるからである。

【0088】

また、紫外線硬化性樹脂モノマーの中でも、液晶性を発現する紫外線硬化性液晶モノマーを用いることが好ましい。このような紫外線硬化性液晶モノマーが好ましい理由は次の通りである。すなわち、紫外線硬化性液晶モノマーは液晶性を示すことから、配向膜の配向規制力により規則的に配列することができる。このため、紫外線硬化性液晶モノマーを、規則的に配列した後に重合反応を生じさせることにより、規則的な配列状態を維持したまま固定化することができる。このような規則的な配列状態を有する重合物が存在することにより、強誘電性液晶の配向安定性を向上させることができ、優れた耐熱性および耐衝撃性を得ることができる。

20

【0089】

紫外線硬化性液晶モノマーが示す液晶相としては、特に限定されるものではなく、例えば、N相、SmA相、SmC相を挙げることができる。

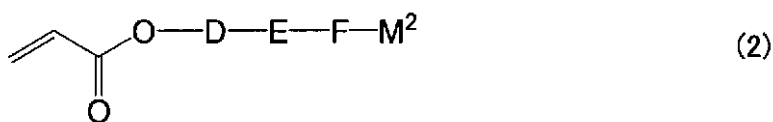
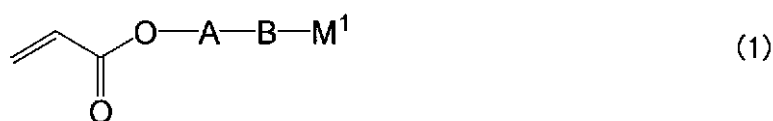
【0090】

本発明に用いられる紫外線硬化性液晶モノマーとしては、例えば、下記式(1)～(3)に示す化合物を挙げることができる。

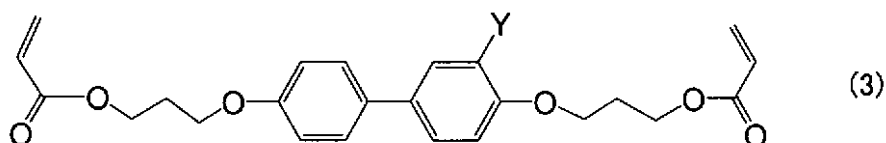
30

【0091】

【化1】



40



【0092】

上記式(1),(2)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

50

、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結合基を介して結合していてもよい。

【0093】

また、上記式(3)において、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。

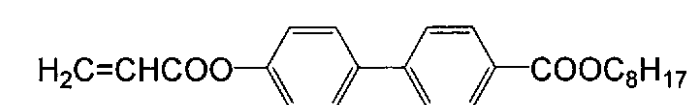
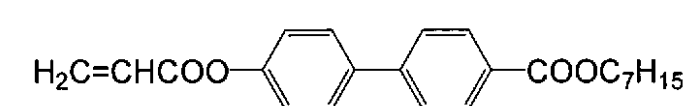
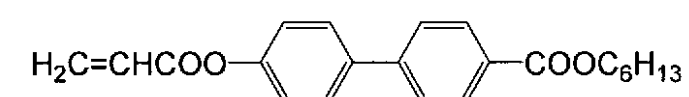
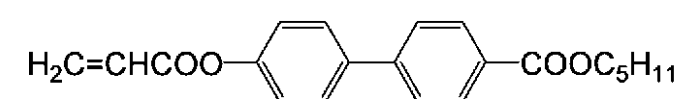
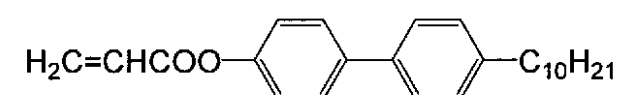
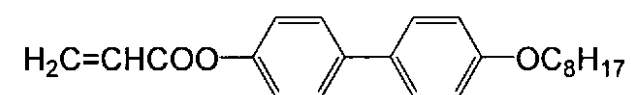
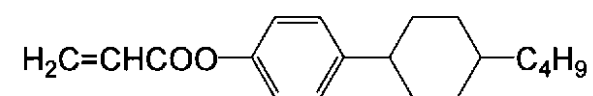
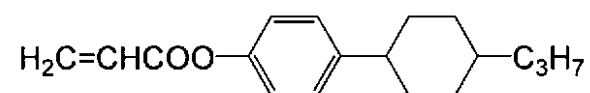
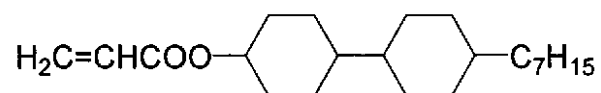
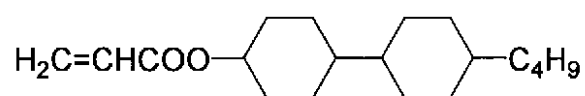
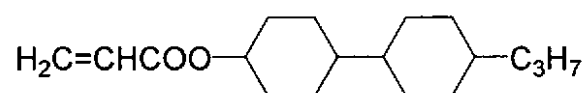
10

【0094】

上記の中でも、好適に用いられるものとして、下記式の化合物を例示することができる。

【0095】

【化 2】



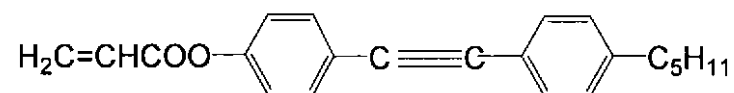
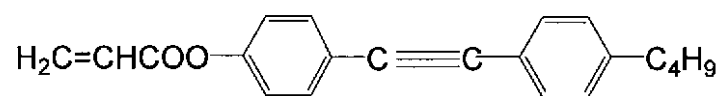
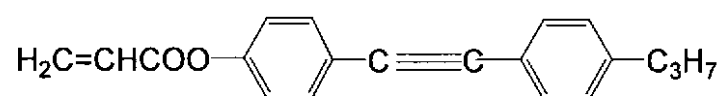
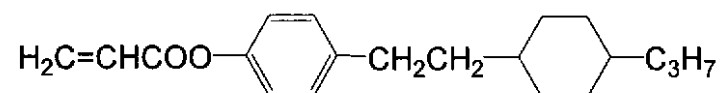
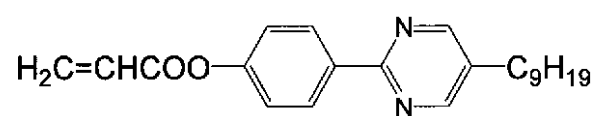
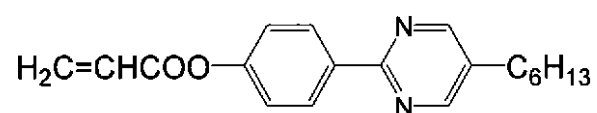
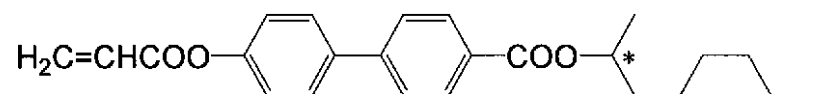
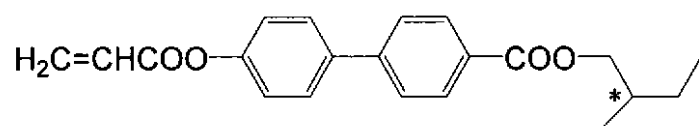
【 0 0 9 6 】

10

20

30

【化 3】



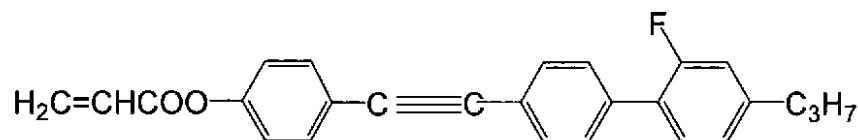
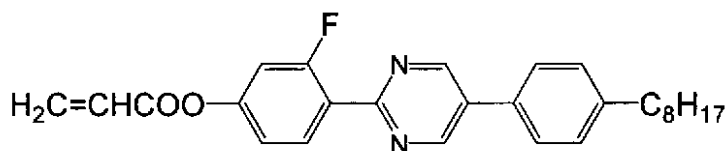
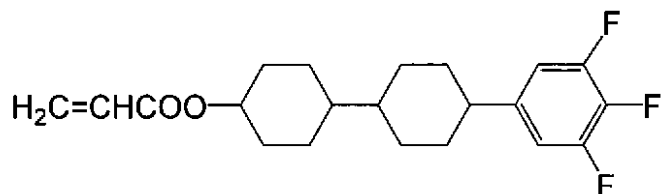
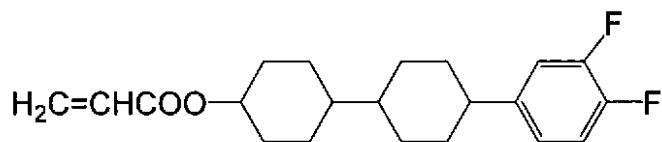
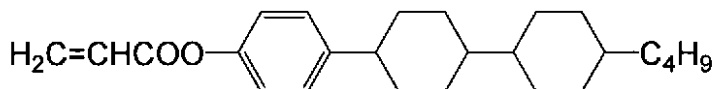
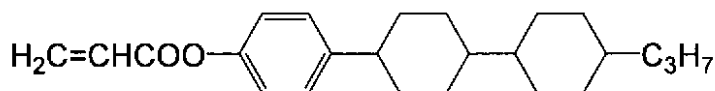
【 0 0 9 7 】

10

20

30

【化 4】



10

20

【0098】

また、上記重合性モノマーは、単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。2種以上の異なる重合性モノマーを用いる場合には、例えば、上記式で示される紫外線硬化性液晶モノマーと他の紫外線硬化性樹脂モノマーとを用いることができる。

【0099】

重合性モノマーとして紫外線硬化性液晶モノマーを用いた場合、重合性モノマーの重合物としては、主鎖に液晶性を示す原子団を有することにより主鎖が液晶性を示す主鎖液晶型重合物であってもよく、側鎖に液晶性を示す原子団を有することにより側鎖が液晶性を示す側鎖液晶型重合物であってもよい。中でも、重合性モノマーの重合物が側鎖液晶型重合物であることが好ましい。液晶性を示す原子団が側鎖に存在することにより、この原子団の自由度が高くなるため、液晶性を示す原子団が配向しやすくなるからである。また、その結果として強誘電性液晶の配向安定性を向上させることができるからである。

【0100】

液晶層中における重合性モノマーの重合物の存在量は、強誘電性液晶の配列安定性を所望の程度にできる範囲内であれば特に限定されないが、通常、液晶層中に0.5質量%～30質量%の範囲内が好ましく、より好ましくは1質量%～20質量%、さらに好ましくは1質量%～10質量%の範囲内である。上記範囲よりも多いと、駆動電圧の増加や、応答速度の低下を生じる場合があるからである。また、上記範囲よりも少ないと強誘電性液晶の配列安定性が不十分となり、液晶表示素子の耐熱性や耐衝撃性を損なってしまう可能性があるからである。

ここで、液晶層中における重合性モノマーの重合物の存在量は、液晶層中の単分子液晶を溶剤で洗い流した後、残存する重合性モノマーの重合物の重量を電子天秤で測定することによって求めた残存量と、上記液晶層の総質量とから算出することができる。

【0101】

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

30

40

50

(TF T)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であり、電圧変調により階調制御が可能な液晶表示素子を得ることができる。

【0102】

液晶層の厚みは、 $1.2\mu\text{m}\sim 3.0\mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましく、より好ましくは $1.3\mu\text{m}\sim 2.5\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは $1.4\mu\text{m}\sim 2.0\mu\text{m}$ 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。上記液晶層の厚みは、ビーズスペーサ、柱状スペーサ、隔壁等により調整することができる。

【0103】

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、例えば真空注入方式、液晶滴下方式等を用いることができる。

10

真空注入方式では、例えばあらかじめ第1配向処理基板および第2配向処理基板を用いて作製した液晶セルに、加温することによって等方性液体とした強誘電性液晶を、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。

また液晶滴下方式では、例えば第2配向処理基板の固定化液晶層上に、加温した強誘電性液晶を滴下し、第1配向処理基板の周縁部にシール剤を塗布し、減圧下で第1配向処理基板および第2配向処理基板を重ね合わせ、シール剤を介して接着させることにより液晶層を形成することができる。

【0104】

20

2. 第2配向処理基板

次に、本実施態様に用いられる第2配向処理基板について説明する。本実施態様における第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反応性液晶用配向膜と、反応性液晶用配向膜上に形成された固定化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。

【0105】

(1) 固定化液晶層

本実施態様に用いられる固定化液晶層は、反応性液晶用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。

なお、「反応性液晶」とは、液晶の配向状態を固定化する前の液晶を意味し、例えば液晶を重合させる場合には、液晶の配向状態を固定化する前の重合しうる液晶を意味する。

30

また、「固定化液晶層」とは、液晶の配向状態を固定化した後の固定化された液晶からなる層を意味し、例えば液晶を重合させる場合には、重合した液晶からなる層を意味する。

【0106】

本実施態様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。

【0107】

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。

40

【0108】

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。

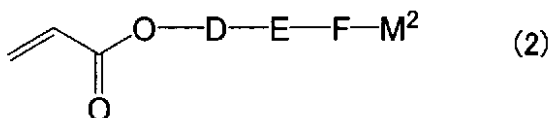
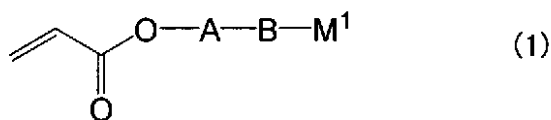
50

【0109】

モノアクリレートモノマーとしては、例えば下記式(1),(2)で表される化合物を例示することができる。

【0110】

【化5】



【0111】

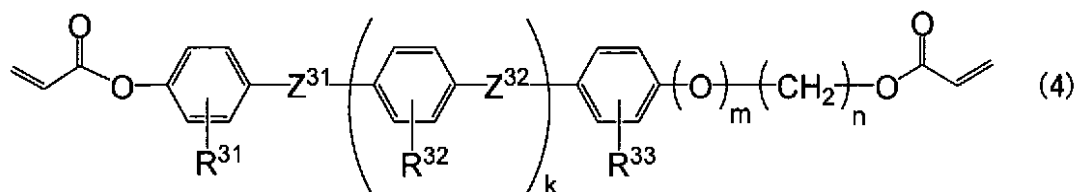
上記式(1),(2)において、A、B、D、EおよびFはベンゼン、シクロヘキサンまたはピリミジンを表し、これらはハロゲン等の置換基を有していてもよい。また、AおよびB、あるいはDおよびEは、アセチレン基、メチレン基、エステル基等の結合基を介して結合していてもよい。M¹およびM²は、水素原子、炭素数3～9のアルキル基、炭素数3～9のアルコキシカルボニル基、またはシアノ基のいずれであってもよい。さらに、分子鎖末端のアクリロイルオキシ基とAまたはDとは、炭素数3～6のアルキレン基等のスペーサーを介して結合していてもよい。

【0112】

ジアクリレートモノマーとしては、例えば下記式(4)に示す化合物を挙げることができる。

【0113】

【化6】



【0114】

上記式(4)において、Z³¹およびZ³²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、R³²およびR³³は、互いに同じであってもよい。

【0115】

また、上記式(4)で表される化合物の具体例としては、下記式(5)に示す化合物を挙げることができる。

【0116】

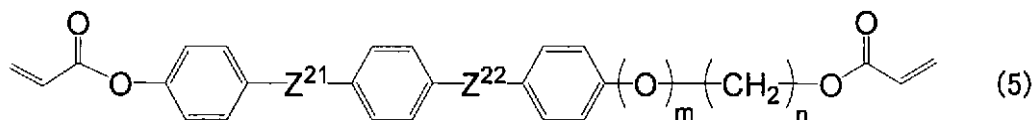
10

20

30

40

【化 7】



【0117】

上記式(5)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 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}-$ 、 $-\text{OCOCH}_2\text{CH}_2-$ 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。

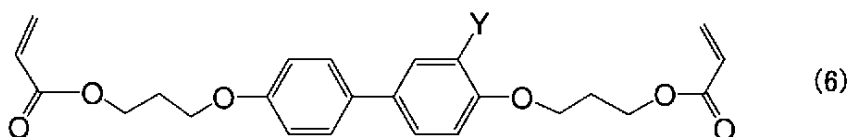
10

【0118】

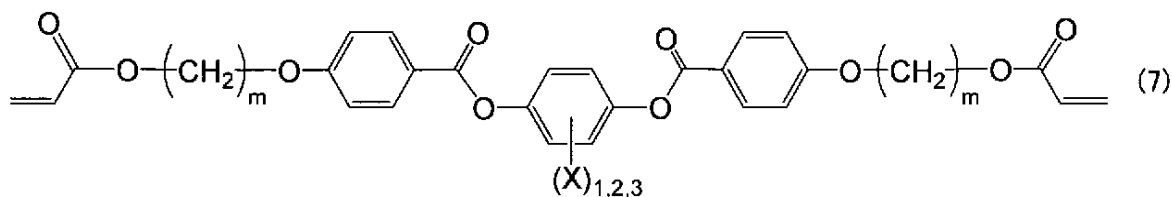
また、ジアクリレートモノマーとしては、例えば下記式(6),(7)に示す化合物を挙げることができる。

【0119】

【化 8】



20



【0120】

上記式(6),(7)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(7)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 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{OCO}$ であることが好ましい。

30

【0121】

本実施態様においては、上記の中でも、上記式(4),(7)で表される化合物が好ましく用いられる。特に上記式(4)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」、「アデカキラコール PLC-7218」などを挙げることができる。

【0122】

本実施態様においては、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。

40

【0123】

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。

【0124】

さらに本実施態様においては、必要に応じて、上記反応性液晶に光重合開始剤や重合禁

50

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。光重合開始剤としては、例えば、特開 2005-258428 号広報に記載されているような光重合開始剤を用いることができる。また、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。

【0125】

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。

10

【0126】

固定化液晶層の厚みは、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。固定化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、また固定化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。

【0127】

次に、固定化液晶層の形成方法について説明する。固定化液晶層は、反応性液晶用配向膜上に上記反応性液晶を含む固定化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。

【0128】

また、固定化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、これを反応性液晶用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固定化液晶層形成用塗工液を調製し、これを反応性液晶用配向膜上に塗布し、溶媒を除去する方法を用いることが好ましい。

20

【0129】

上記固定化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、かつ反応性液晶用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。このような溶媒としては、例えば、特開 2005-258428 号広報に記載されているような溶媒を用いることができる。溶媒は、単独で用いてもよく、2 種以上を併用してもよい。

30

【0130】

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、上述したように反応性液晶用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。

【0131】

固定化液晶層形成用塗工液の濃度は、反応性液晶の溶解性や、固定化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。固定化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、逆に固定化液晶層形成用塗工液の濃度が上記範囲より高いと、固定化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。

40

【0132】

さらに、上記固定化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、例えば、特開 2005-258428 号広報に記載されているような化合物を添加することができる。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、得られる固定化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。

50

【0133】

このような固定化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、キャストニング法、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、インクジェット法、フレキソ印刷法、スクリーン印刷法等が挙げられる。

【0134】

また、上記固定化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。

10

【0135】

本実施態様においては、上述したように塗布された反応性液晶を、反応性液晶用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。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。

【0136】

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。

20

【0137】

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150～500nm、好ましくは250～450nm、さらに好ましくは300～400nmの照射光が用いられる。

【0138】

本実施態様においては、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。

30

【0139】

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。

【0140】

40

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。

【0141】

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。

【0142】

このようにして得られた固定化液晶層は、上述したように強誘電性液晶を配向させるた

50

めの配向膜として作用し、配向規制力を有するものである。

また、固定化液晶層は、反応性液晶用配向膜によって反応性液晶を配向させ、例えば紫外線を照射して反応性液晶を重合させ、反応性液晶の配向状態を固定化することで得られるため、位相差を有している。

【0143】

(2) 反応性液晶用配向膜

本実施態様に用いられる反応性液晶用配向膜としては、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、ラビング処理を施したラビング膜、光配向処理を施した光配向膜、斜め蒸着法により形成される斜方蒸着膜等を用いることができる。中でも、反応性液晶用配向膜が光配向膜または斜方蒸着膜であることが好ましい。光配向処理および斜め蒸着法は、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。また、斜方蒸着膜は、斜方蒸着配向膜と同様に、比較的高いプレチルト角を実現することができる。さらに、無機材料を用いた斜方蒸着膜の場合には、環境要因（光・熱・水分）による劣化が少なく安定的な品質を得られやすいという利点もある。

なお、斜方蒸着膜については、後述の「3. 第1配向処理基板 (1) 斜方蒸着配向膜」の項に記載するものと同様であるので、ここでの説明は省略する。以下、光配向膜およびラビング膜について説明する。

【0144】

(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。

【0145】

本実施態様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り、強誘電性液晶を配向させる効果（光配列性：photoalignment）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。

【0146】

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。

【0147】

(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。本実施態様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。

【0148】

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。本実施態様においては、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

【 0 1 4 9 】

【 0 1 5 0 】

10

【 0 1 5 2 】

20

30

【化 9】



50

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、 $0 < x \leq 1$ 、 $0 \leq y < 1$ であり、かつ、 $x + y = 1$ を満たす数である。nは4～30,000の整数を表す。D¹およびD²は、スペーサー単位を表す。

【0157】

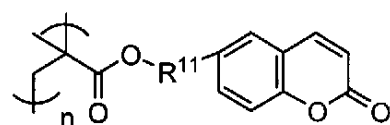
R¹は $-A^1-(Z^1-B^1)_z-Z^2-$ で表される基であり、R²は $-A^1-(Z^1-B^1)_z-Z^3-$ で表される基である。ここで、A¹およびB¹は、それぞれ独立して、共有単結合、ピリジン-2,5-ジイル、ピリミジン-2,5-ジイル、1,4-シクロヘキシレン、1,3-ジオキサン-2,5-ジイル、または置換基を有していてもよい1,4-フェニレンを表す。また、Z¹およびZ²は、それぞれ独立して、共有単結合、 $-CH_2-CH_2-$ 、 $-CH_2O-$ 、 $-OCH_2-$ 、 $-CONR-$ 、 $-RNCO-$ 、 $-COO-$ または $-OOC-$ を表す。Rは、水素原子または低級アルキル基であり、Z³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、0～4の整数である。E¹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。

【0158】

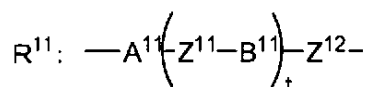
このような二量化反応性ポリマーとしては、具体的に下記式(9)～(12)で表される化合物を挙げることができる。

【0159】

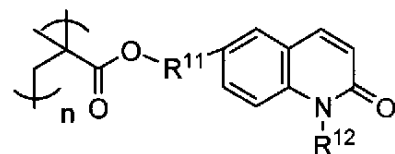
【化10】



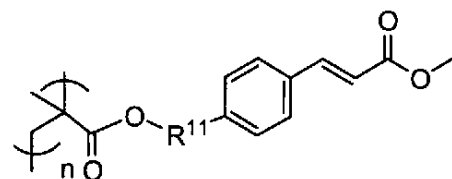
(9)



A¹¹およびB¹¹: 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
Z¹¹およびZ¹²: $-CH_2-CH_2-$ 、 $-COO-$ 、
 $-OOC-$ 、または共有単結合
t: 0～4の整数

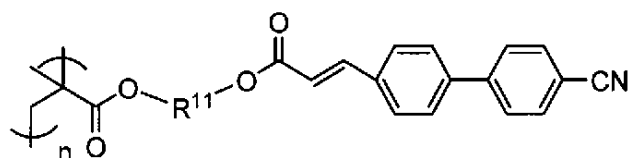


(10)



(11)

R¹²: 低級アルキル
n: 4～30,000の整数



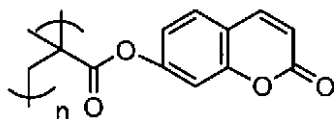
(12)

【0160】

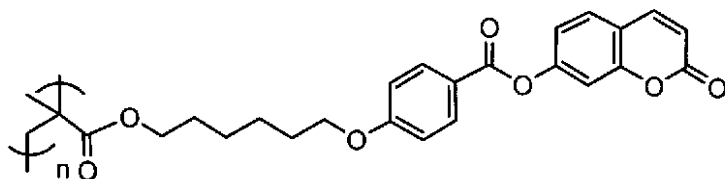
また、上記二量化反応性ポリマーとして、より具体的には下記式で表される化合物(13)～(16)を挙げることができる。

【0161】

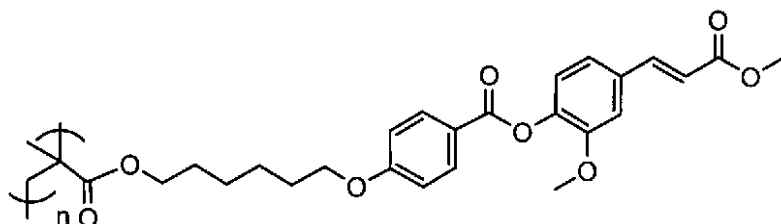
【化 1 1】



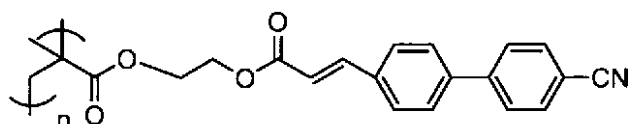
(13)



(14)



(15)



(16)

【0 1 6 2】

本実施態様においては、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用いることもできる。

【0 1 6 3】

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。

【0 1 6 4】

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。

【0 1 6 5】

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。

【0 1 6 6】

（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。

10

20

30

40

50

【0167】

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。

【0168】

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。

10

【0169】

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ができる。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。

【0170】

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。

20

【0171】

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。

【0172】

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。

【0173】

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。

30

【0174】

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。

40

【0175】

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。

50

【0176】

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。

【0177】

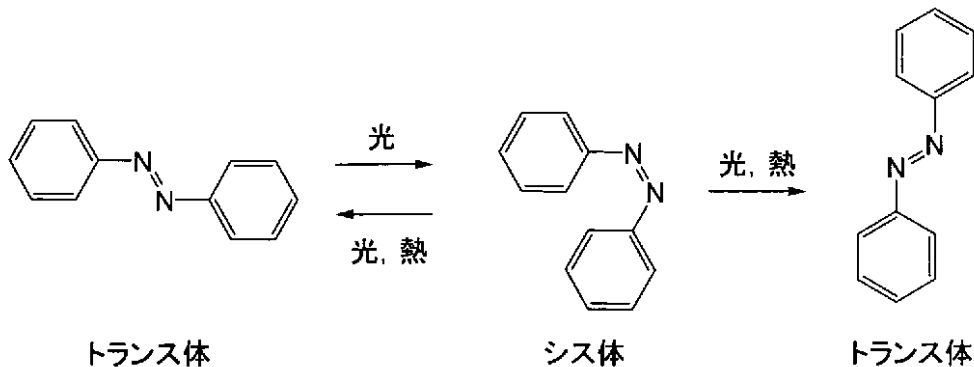
上述したような単分子化合物または重合性モノマーの光異性化反応性化合物の中でも、本実施態様に用いられる光異性化反応性化合物としては、分子内にアゾベンゼン骨格を有する化合物であることが好ましい。アゾベンゼン骨格は、 π 電子を多く含むため、液晶分子との相互作用が高く、強誘電性液晶の配向制御に特に適しているからである。

【0178】

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。

【0179】

【化12】



【0180】

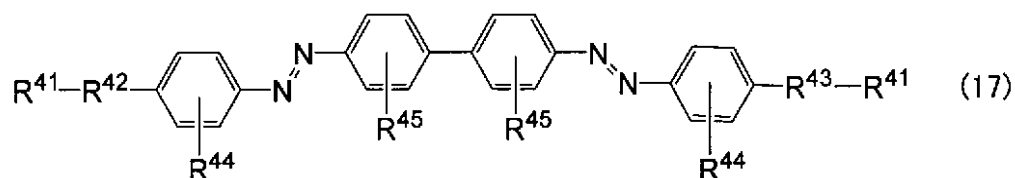
アゾベンゼン骨格のシス体は、トランス体に比べて化学的に不安定であるため、熱的にまたは可視光を吸収してトランス体に戻るが、このとき、上記式の左のトランス体になるか右のトランス体になるかは同じ確率で起こる。そのため、紫外光を吸収し続けると、右側のトランス体の割合が増加し、アゾベンゼン骨格の平均配向方向は紫外光の偏光方向に対して垂直になる。本実施態様においては、この現象を利用することにより、アゾベンゼン骨格の配向方向を揃え、光配向膜に異方性を付与し、その膜上の液晶分子の配向を制御することができるのである。

【0181】

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(17)で表される化合物を挙げることができる。

【0182】

【化13】



【0183】

上記式(17)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0~3の整数を表す。 D^{41} は、 m が

10

20

30

40

50

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^{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。

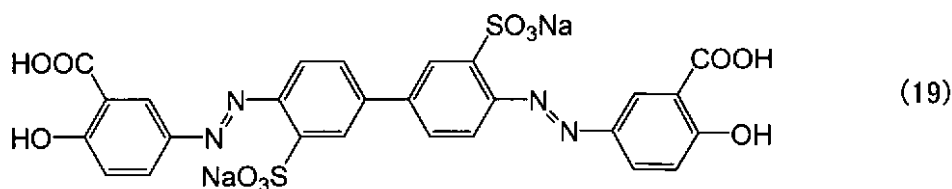
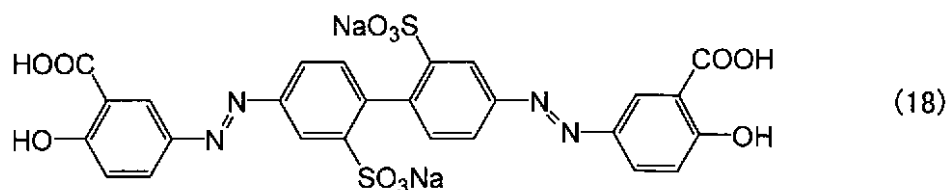
【0184】

上記式(17)で表される化合物の具体例としては、下記式(18)～(21)の化合物を挙げることができる。

10

【0185】

【化14】



20



30



【0186】

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う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。本実施態様においては、上記固定化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、光配向膜上に上記固定化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。

40

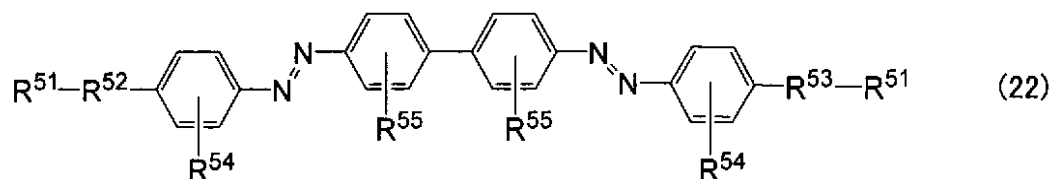
【0187】

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(22)で表される化合物を挙げることができる。

【0188】

50

【化 1 5】



【0 1 8 9】

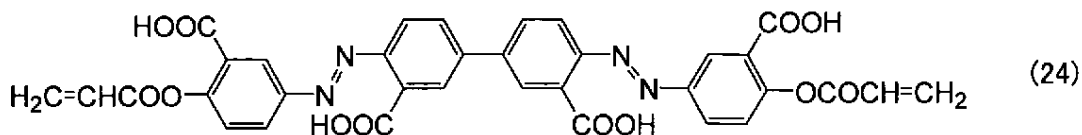
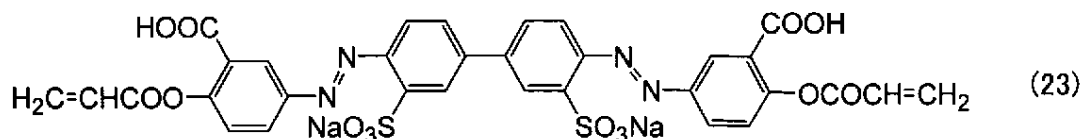
上記式(22)中、 R^{51} は各々独立して、(メタ)アクリロイルオキシ基、(メタ)アクリルアミド基、ビニルオキシ基、ビニルオキシカルボニル基、ビニルイミノカルボニル基、ビニルイミノカルボニルオキシ基、ビニル基、イソプロペニルオキシ基、イソプロペニルオキシカルボニル基、イソプロペニルイミノカルボニル基、イソプロペニルイミノカルボニルオキシ基、イソプロペニル基またはエポキシ基を表す。 R^{52} は $-(A^{51}-B^{51}-A^{51})_m-(D^{51})_n-$ で表される連結基を表し、 R^{53} は $(D^{51})_n-(A^{51}-B^{51}-A^{51})_m-$ 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。

【0 1 9 0】

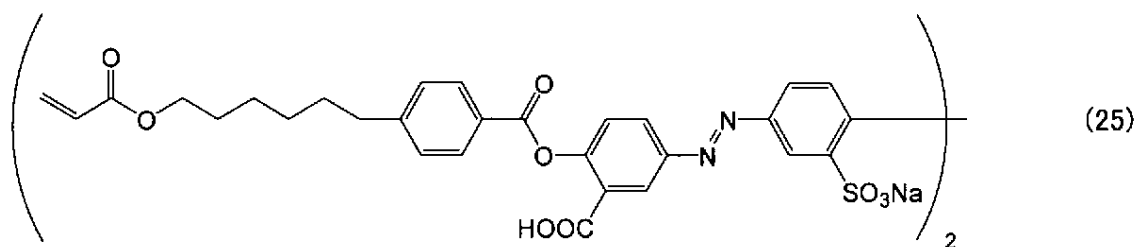
上記式(22)で表される化合物の具体例としては、下記式(23)～(26)の化合物を挙げることができる。

【0 1 9 1】

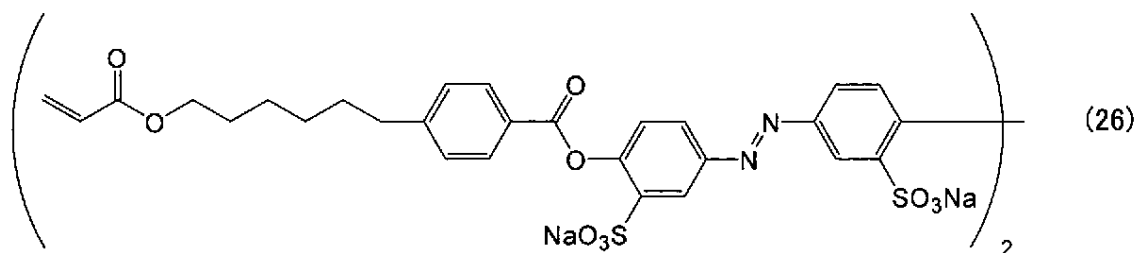
【化 1 6】



10



20



【0192】

本実施態様においては、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ることもできる。

30

【0193】

本実施態様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。

【0194】

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。

40

【0195】

（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

50

%～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。

【0196】

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、インクジェット法、フレキソ印刷法、スクリーン印刷法などを用いることができる。

【0197】

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。

10

【0198】

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。

【0199】

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。

20

【0200】

(ii) ラビング膜

ラビング膜に用いられる材料としては、ラビング処理により膜に異方性を付与す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く、例えば、ポリイミド、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、ポリビニルアルコール、ポリウレタン等を挙げることができる。これらは、単独で用いてもよく2種以上を組み合わせ用いてもよい。

【0201】

ラビング処理方法としては、上記の材料を塗布して硬化させ、得られた膜をラビング布で一定方向に擦ることにより膜に異方性を付与する方法を用いることができる。

30

【0202】

上記材料の塗布方法としては、例えば、ロールコート法、ロッドバーコート法、スロットダイコート法、ワイヤーバーコート法、インクジェット法、フレキソ印刷法、スクリーン印刷法などを用いることができる。

【0203】

また、ラビング膜の厚みは、1nm～1000nm程度で設定され、好ましくは50nm～100nmの範囲内である。

【0204】

ラビング布としては、例えば、ナイロン樹脂、ビニル樹脂、レーヨン、綿等の繊維で構成されるものを用いることができる。例えば、このようなラビング布を巻き付けたドラムを回転させながら上記の材料を用いた膜の表面に接触させることにより、膜表面に微細な溝が一方方向に形成され、膜に異方性が付与される。

40

【0205】

(3) 第2基材

本実施態様に用いられる第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。

【0206】

50

(4) 第2電極層

本実施態様に用いられる第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る。本実施態様の液晶表示素子を、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。

10

【0207】

第2電極層の成膜方法としては、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）法などを用いることができる。

【0208】

(5) その他の構成

(i) 隔壁

本実施態様における第2配向処理基板においては、第2基材上に隔壁が形成されていてもよい。第1配向処理基板において第1基材上に隔壁が形成されている場合には、第2配向処理基板において第2基材上には隔壁が形成されない。すなわち、第1配向処理基板に隔壁が形成されていてもよく、第2配向処理基板に隔壁が形成されていてもよい。

20

【0209】

隔壁の材料は、一般に液晶表示素子の隔壁に用いられる材料を使用することができる。具体的には、隔壁の材料としては、樹脂を挙げることができ、中でも感光性樹脂が好ましく用いられる。感光性樹脂はパターニングが容易であるからである。

【0210】

隔壁の形成方法としては、所定の位置に隔壁を形成することが可能な方法であれば特に限定されるものではなく、一般的なパターニング方法を適用することができ、例えば、フォトリソグラフィ法、インクジェット法、スクリーン印刷法等が挙げられる。

【0211】

隔壁は複数形成されるものであり、複数の隔壁が所定の位置に規則的に形成されていることが好ましく、特に略平行に等間隔で形成されていることが好ましい。液晶滴下方式により液晶表示素子を作製する場合には、複数の隔壁の形成位置が無秩序であると、強誘電性液晶の塗布量を正確に制御することが困難となる場合があるからである。

30

【0212】

また、隔壁の配置としては、特に限定されるものではないが、非画素領域に隔壁が形成されていることが好ましい。隔壁付近では強誘電性液晶の配向不良が生じやすいので、画像表示に影響のない非画素領域に隔壁が形成されていることが好ましいからである。例えば第2配向処理基板がTFT基板である場合には、マトリックス状に形成されたゲート電極およびソース電極上に、隔壁を配置することができる。

40

【0213】

複数の隔壁はパターン状に形成されるが、例えば隔壁がストライプ状に形成されていてもよく、マトリックス状に形成されていてもよく、枠状に形成されていてもよい。隔壁がマトリックス状に形成されている場合には、耐衝撃性を向上させることができる。また、隔壁が枠状に形成されている場合であって、液晶滴下方式により液晶表示素子を作製する場合には、第2基材の周縁部に枠状の隔壁を形成して、枠状の隔壁の外周にシール剤を塗布することにより、強誘電性液晶と未硬化状態のシール剤とが接触するのを防ぎ、シール剤中の不純物等の混入によって強誘電性液晶の特性が劣化するのを回避することができる。

【0214】

50

さらに、隔壁がストライプ状に形成されている場合であって、液晶滴下方式により液晶表示素子を作製する場合には、ストライプ状の隔壁の長手方向が反応性液晶用配向膜の配向処理方向に対して略垂直になるように隔壁が形成されていることが好ましい。強誘電性液晶をストライプ状の隔壁に沿って塗布することにより、強誘電性液晶が反応性液晶用配向膜の配向処理方向に対して略平行に流動するように誘起することができ、強誘電性液晶の配向性を向上させ、配向欠陥の発生を抑制することができるからである。

【0215】

なお、「略垂直」とは、ストライプ状の隔壁の長手方向と、反応性液晶用配向膜の配向処理方向とのなす角度が $90^{\circ} \pm 5^{\circ}$ の範囲であることをいい、この角度は $90^{\circ} \pm 1^{\circ}$ の範囲であることが好ましい。上記の角度は、偏光顕微鏡を用いて、液晶分子の配向方向（反応性液晶用配向膜の配向処理方向）およびストライプ状の隔壁の長手方向を観察することによって測定することができる。

10

【0216】

隔壁のピッチは、 $100\mu\text{m} \sim 10\text{mm}$ 程度とされ、好ましくは $200\mu\text{m} \sim 1.5\text{mm}$ の範囲内、より好ましくは $1.0\text{mm} \sim 5.0\text{mm}$ の範囲内である。隔壁のピッチが上記範囲より狭いと、隔壁付近での強誘電性液晶の配向不良によって表示品位が低下する可能性があるからである。逆に、隔壁のピッチが上記範囲より広いと、液晶表示素子の大きさによって異なるが、所望の耐衝撃性が得られなかったり、セルギャップを一定に保つことが困難になったりする場合があるからである。なお、隔壁のピッチとは、隣接する隔壁の中心部から中心部までの距離をいう。

20

【0217】

また、隔壁の幅は、 $1\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 程度とされ、好ましくは $2\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ の範囲内、より好ましくは $5\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ の範囲内である。第1基材の周縁部に枠状の隔壁が形成されている場合には、この枠状の隔壁の幅は、強誘電性液晶と未硬化状態のシール剤との接触を防ぐことが可能な幅であればよく、具体的には $10\mu\text{m} \sim 3\text{mm}$ 程度とされ、好ましくは $10\mu\text{m} \sim 1\text{mm}$ の範囲内、より好ましくは $10\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$ の範囲内である。隔壁の幅が上記範囲より広いと、隔壁が画素領域にも設けられることになり、有効画素面積が狭くなって良好な画像表示が得られない場合があり、また、隔壁の幅が上記範囲より狭いと、隔壁の形成が困難となる場合があるからである。

【0218】

さらに、隔壁の高さは、通常、セルギャップと同程度とされる。

30

【0219】

なお、上記隔壁のピッチ、幅および高さは、走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて隔壁の断面を観察することによって測定することができる。

【0220】

隔壁の数としては、複数であれば特に限定されるものではなく、液晶表示素子の大きさによって適宜選択される。

【0221】

隔壁は第2基材上に形成されていればその形成位置としては特に限定されるものではなく、例えば、第2基材上に隔壁が形成されていてもよく、第2電極層上に隔壁が形成されていればよい。

40

【0222】

(ii) 柱状スペーサ

本実施態様における第2配向処理基板においては、第2基材上に柱状スペーサが形成されていてもよい。第1配向処理基板において第1基材上に柱状スペーサが形成されている場合には、第2配向処理基板において第2基材上には柱状スペーサが形成されない。すなわち、第1配向処理基板に柱状スペーサが形成されていてもよく、第2配向処理基板に柱状スペーサが形成されていてもよい。

【0223】

柱状スペーサの材料は、一般に液晶表示素子の柱状スペーサに用いられる材料を使用す

50

ることができる。具体的には、柱状スペーサの材料としては、樹脂を挙げることができ、中でも感光性樹脂が好ましく用いられる。感光性樹脂はパターニングが容易であるからである。

【0224】

柱状スペーサの形成方法としては、所定の位置に柱状スペーサを形成することが可能な方法であれば特に限定されるものではなく、一般的なパターニング方法を適用することができ、例えば、フォトリソグラフィ法、インクジェット法、スクリーン印刷法等が挙げられる。

【0225】

柱状スペーサは複数形成されるものであり、複数の柱状スペーサは所定の位置に規則的に形成されていることが好ましく、特に等間隔で形成されていることが好ましい。液晶滴下方式により液晶表示素子を作製する場合には、複数の柱状スペーサの形成位置が無秩序であると、強誘電性液晶の塗布量を正確に制御することが困難となる場合があるからである。

10

【0226】

柱状スペーサのピッチは、 $100\mu\text{m}\sim 3\text{mm}$ 程度とすることができ、好ましくは $200\mu\text{m}\sim 1.5\text{mm}$ の範囲内、より好ましくは $300\mu\text{m}\sim 1.0\text{mm}$ の範囲内である。柱状スペーサのピッチが上記範囲より狭いと、柱状スペーサ付近での強誘電性液晶の配向不良によって表示品位が低下する可能性があるからである。逆に、柱状スペーサのピッチが上記範囲より広いと、液晶表示素子の大きさによって異なるが、所望の耐衝撃性が得られなかったり、セルギャップを一定に保つことが困難になったりする場合があるからである。なお、柱状スペーサのピッチとは、隣接する柱状スペーサの中心部から中心部までの距離をいう。

20

【0227】

また、柱状スペーサの大きさとしては、例えば柱状スペーサが円柱形状である場合、底面の直径が $1\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 程度とされ、好ましくは $2\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ の範囲内、より好ましくは $5\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ の範囲内である。柱状スペーサの大きさが上記範囲より大きいと、柱状スペーサが画素領域にも設けられることになり、有効画素面積が狭くなって良好な画像表示が得られない場合があり、また、柱状スペーサの大きさが上記範囲より小さいと、柱状スペーサの形成が困難となる場合があるからである。

30

【0228】

さらに、柱状スペーサの高さは、通常、セルギャップと同程度とされる。

【0229】

なお、上記柱状スペーサのピッチ、大きさおよび高さは、走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて隔壁の断面を観察することによって測定することができる。

【0230】

柱状スペーサの形状としては、例えば、円柱形状、角柱形状、截頭錐体形状等を挙げることができる。

【0231】

また、柱状スペーサの配置としては、特に限定されるものではないが、非画素領域に柱状スペーサが形成されていることが好ましい。柱状スペーサ付近では強誘電性液晶の配向不良が生じやすいので、画像表示に影響のない非画素領域に柱状スペーサが形成されていることが好ましいからである。例えば第2配向処理基板がTFT基板である場合には、マトリクス状に形成されたゲート電極およびソース電極上に、柱状スペーサを配置することができる。

40

【0232】

柱状スペーサの数としては、複数であれば特に限定されるものではなく、液晶表示素子の大きさによって適宜選択される。

【0233】

柱状スペーサは第2基材上に形成されていればその形成位置としては特に限定されるも

50

のではなく、例えば、第2基材上に柱状スペーサが形成されていてもよく、第2電極層上に柱状スペーサが形成されていてもよい。

【0234】

(iii) 着色層

本実施態様における第2配向処理基板においては、第2基材上に着色層が形成されていてもよい。第1配向処理基板において第1基材上に着色層が形成されている場合には、第2配向処理基板において第2基材上には着色層が形成されない。すなわち、第1配向処理基板に着色層が形成されていてもよく、第2配向処理基板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、着色層によってカラー表示を実現することができるカラーフィルタ方式の液晶表示素子を得ることができる。

10

【0235】

着色層の形成方法としては、一般的なカラーフィルタにおける着色層を形成する方法を用いることができ、例えば、顔料分散法（カラーレジスト法、エッチング法）、印刷法、インクジェット法などを用いることができる。

【0236】

3. 第1配向処理基板

本実施態様に用いられる第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斜方蒸着配向膜とを有するものである。

【0237】

20

なお、第1基材、第1電極層、およびその他の構成については、上記第2配向処理基板の第2基材、第2電極層、およびその他の構成とそれぞれ同様であるため、ここでの説明は省略する。以下、斜方蒸着配向膜について説明する。

【0238】

(1) 斜方蒸着配向膜

本実施態様に用いられる斜方蒸着配向膜としては、強誘電性液晶を配向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。斜方蒸着配向膜の構成材料としては、斜め蒸着法により成膜可能な無機材料が用いられ、例えば、一酸化ケイ素（ SiO ）、二酸化ケイ素（ SiO_2 ）、二酸化チタン（ TiO_2 ）等を挙げることができる。中でも、 SiO が好適に用いられる。

30

【0239】

上述したように、斜方蒸着配向膜は、溝構造および柱状構造を有し、蒸着角度により溝構造および柱状構造が変化し、液晶の配向方向が変化することが知られている。また、基材面の法線に対する蒸着方向の角度によって、柱状の微細構造の角度や密度が変化することが知られている。したがって、液晶分子のプレチルト角が所定の範囲となるように制御するには、斜方蒸着膜の柱状の微細構造の角度や密度を調整することが重要である。なお、斜方蒸着配向膜については、液晶便覧編集委員会編「液晶便覧」丸善株式会社 平成12年10月30日 p. 229-230を参照することができる。

【0240】

上述したように、斜方蒸着配向膜は、第1基材面の法線に対する蒸着方向の角度（蒸着角度）を変えることにより、液晶分子のプレチルト角を制御することができる。この蒸着角度は、 $40^\circ \sim 60^\circ$ 程度で設定することができ、好ましくは $50^\circ \sim 60^\circ$ 程度である。蒸着角度を上記範囲に調整することによって、液晶分子のプレチルト角を所望の範囲に制御することができる。

40

【0241】

斜方蒸着配向膜の形成方法としては、斜め蒸着法が用いられ、例えば第1基材面の法線方向が蒸着粒子の入射方向（蒸着方向）に対して所定の角度となるように、蒸着方向に対して第1電極層が形成された第1基材を角度 α 回転させて傾けることで、第1基材面に対して斜め方向から斜方蒸着配向膜を形成することができる。

【0242】

50

また、斜方蒸着配向膜の厚みは、10 nm～500 nm程度で設定され、好ましくは30 nm～200 nmの範囲内である。

【0243】

4. 偏光板

本実施態様に用いられる偏光板は、光の波動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。

【0244】

5. 液晶表示素子の駆動方法

本実施態様の液晶表示素子の駆動方法としては、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が適している。本実施態様によれば、上述したように、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。

【0245】

また、本実施態様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、着色層を用いてカラー表示を行う、カラーフィルタ方式であってもよい。

【0246】

本実施態様の液晶表示素子の駆動方法としては、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が好ましい。TFT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。

【0247】

本実施態様においては、第1配向処理基板がTFT基板、第2配向処理基板が共通電極基板であってもよく、第1配向処理基板が共通電極基板、第2配向処理基板がTFTであってもよい。中でも、第1配向処理基板がTFT基板、第2配向処理基板が共通電極基板であることが好ましい。

【0248】

例えば図10に示す液晶表示素子において、ゲート電極24xを30V程度の高電位にするとTFT素子25のスイッチがオンになり、ソース電極24y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24yを-10V程度の低電位にするとTFT素子25のスイッチがオフになる。スイッチオフ状態では、図11に例示するように、共通電極（第2電極層）14およびゲート電極24x間には、共通電極（第2電極層）14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。

本実施態様においては、電圧無印加状態では、極性表面相互作用によって液晶分子の自発分極が第1配向処理基板側を向く傾向にある。すなわち、スイッチオフ状態のとき、図11に例示するように、液晶分子1の自発分極PsがTFT基板（第1配向処理基板）7側を向く。したがって、自発分極の向きは、共通電極（第2電極層）14およびゲート電極24x間に印加された電圧の影響を受けないことがない。

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、上述したように本実施態様においては、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。したがって本実施態様においては、自発分極の向きを制御し、第1配向処理基板をTFT基板、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

10

20

30

40

50

することができる。

【0249】

本実施態様に用いられる強誘電性液晶は、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る。

仮に、共通電極に対して、画素電極の電圧が相対的に高い場合を正の極性の電圧印加、画素電極の電圧が相対的に低い場合を負の極性の電圧印加とする。このように定義すると、第1配向処理基板が共通電極基板、第2配向処理基板がTFT基板である場合には、強誘電性液晶は、共通電極に対して画素電極の電圧が相対的に低い、すなわち負の極性の電圧印加のときに、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倍変化することになる。また、第1配向処理基板がTFT基板、第2配向処理基板が共通電極基板である場合には、強誘電性液晶は、共通電極に対して画素電極の電圧が相対的に高い、すなわち正の極性の電圧印加のときに、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倍変化することになる。

10

【0250】

また、本実施態様の液晶表示素子の駆動方法は、セグメント方式であってもよい。

【0251】

6. 液晶表示素子の製造方法

次に、本実施態様の液晶表示素子の製造方法について説明する。本実施態様の液晶表示素子は、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。例えば、真空注入方式、液晶滴下方式等を用いることができる。

20

以下、本実施態様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。

【0252】

真空注入方式では、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、共通電極上に光二量型材料を塗布し、光配向処理を施して反応性液晶用配向膜を形成する。この反応性液晶用配向膜上に固定化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固定化液晶層を形成し、第2配向処理基板とする。また、第1基材上には、導電膜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し、透明導電膜をパターンニングすることにより画素電極を形成し、TFT素子を設置する。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、酸化ケイ素を斜め蒸着法により成膜し、第1配向処理基板とする。

30

次いで、第2配向処理基板の固定化液晶層上にスペーサとしてビーズを分散させ、周囲にシール剤を塗布する。第1配向処理基板および第2配向処理基板を、蒸着方向と光配向処理方向とが略垂直になるように対向させ、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。

40

【0253】

また液晶滴下方式では、まず、第2基材上に真空蒸着法により透明導電膜を成膜し、全面共通電極とする。次いで、共通電極層上に、フォトリソグラフィ法により隔壁をパターン状に形成する。次いで、共通電極および隔壁の上に光二量型材料を塗布し、光配向処理を施して、反応性液晶用配向膜を形成する。この反応性液晶用配向膜上に固定化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固定化液晶層を形成し、第2配向処理基板とする。また、第1基材上には、導電膜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し、透明導電膜をパターンニングすることにより画素電極を形成し、TFT素子を設置する。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、酸化ケイ素を斜め蒸着法により成膜し、第1

50

配向処理基板とする。

次に、第2配向処理基板の固定化液晶層上に、インクジェット法により強誘電性液晶を等方性液体の状態で吐出する。また、第1配向処理基板の周囲にシール剤を塗布する。次いで、第1配向処理基板および第2配向処理基板を、強誘電性液晶がネマチック相または等方相を示す温度まで加熱し、蒸着方向と光配向処理方向とが略垂直になるように対向させ、減圧下で重ね合わせて、シール剤を介して接着させる。その後、液晶セルを常温まで徐冷することにより、封入された強誘電性液晶を配向させることができる。

【0254】

強誘電性液晶を配向させる際、強誘電性液晶に重合性モノマーが添加されている場合には、強誘電性液晶を配向させた後、重合性モノマーを重合させる。重合性モノマーの重合方法としては、重合性モノマーの種類に応じて適宜選択され、例えば、重合性モノマーとして紫外線硬化性樹脂モノマーを用いた場合は、紫外線照射により重合性モノマーを重合させることができる。

10

また、重合性モノマーを重合させる際には、強誘電性液晶で構成される液晶層に電圧を印加してもよく電圧を印加しなくてもよいが、中でも、液晶層に電圧を印加しない状態で重合性モノマーを重合させることが好ましい。

【0255】

さらに、上述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てもよい。

【0256】

II. 第2実施態様

20

次に、本発明の液晶表示素子の第2実施態様について説明する。

本発明者らは、上記第1実施態様と同様に、種々の検討を行い、斜方蒸着配向膜と光異性化型材料を用いた光配向膜の間に強誘電性液晶を挟持させると、光異性化型材料を用いた光配向膜側に、強誘電性液晶の自発分極の正極が向く傾向があるとの知見を得た。

【0257】

以下、本実施態様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の第2実施態様は、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斜方蒸着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、光異性化反応を生じることにより配向膜に異方性を付与する光異性化型材料を用いた光配向膜（以下、「光異性化反応を生じることにより配向膜に異方性を付与する光異性化型材料を用いた光配向膜」を、「光異性化型光配向膜」という場合がある。）とを有する第2配向処理基板を、上記斜方蒸着配向膜と上記光配向膜とが対向するように配置し、上記斜方蒸着配向膜と上記光配向膜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、単安定性を示し、かつ、上記第1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倍変化するものであることを特徴とするものである。

30

【0258】

本実施態様の液晶表示素子について図面を参照しながら説明する。

40

図14は、本実施態様の液晶表示素子の一例を示す概略断面図である。図14に例示する液晶表示素子2においては、第1基材3上に第1電極層4および斜方蒸着配向膜5が順に形成された第1配向処理基板7と、第2基材13上に第2電極層14および光異性化型光配向膜19が順に形成された第2配向処理基板17とが対向しており、第1配向処理基板7の斜方蒸着配向膜5と第2配向処理基板17の光異性化型光配向膜19との間には強誘電性液晶が挟持され、液晶層10が構成されている。また、斜方蒸着配向膜5および光異性化型光配向膜19は、斜方蒸着配向膜の蒸着方向と光異性化型光配向膜の配向処理方向とが略垂直になるように配置されている。

【0259】

上述したように、本発明者らは、斜方蒸着配向膜および光異性化型光配向膜の間に強誘

50

電性液晶を挟持すると、光異性化型光配向膜側に、強誘電性液晶の自発分極の正極が向く傾向にあるとの知見を得た。これは、強誘電性液晶と、斜方蒸着配向膜表面および光異性化型光配向膜表面との相互作用である、極性表面相互作用が影響しているものと考えられる。

【0260】

本実施態様に用いられる強誘電性液晶の配向状態の一例を図15(a)に示す。斜方蒸着配向膜と光異性化型光配向膜とでは、斜方蒸着配向膜の方が相対的に正の極性が強い傾向にあるため、電圧無印加状態では、図15(a)に例示するように、極性表面相互作用によって、液晶分子1の自発分極Psが光異性化型光配向膜19側を向く傾向にある。

また、図15(b)に例示するように、第1電極層4が負極(－)、第2電極層14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り、液晶分子1の自発分極Psは斜方蒸着配向膜5側を向くようになる。

なお、図15において、第1基材および第2基材は省略されており、強誘電性液晶については液晶分子を示している。

さらに、第1電極層が正極(＋)、第2電極層が負極(－)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15(a)に例示するように、液晶分子1の自発分極Psは光異性化型光配向膜19側を向くようになる。この場合、自発分極の向きは、電圧無印加状態と同様になる。

自発分極の向きがこのような方向になるのは、自発分極の向きが、強誘電性液晶の分極と配向膜の分極または電圧の極性とが電氣的につり合う方向になるため、液晶分子が電氣的に安定な状態になるからである。

【0261】

電圧無印加状態あるいは第1電極層への正の極性の電圧印加状態(図15(a))から、第1電極層への負の極性の電圧印加状態(図15(b))としたとき、この印加電圧の負の極性と、液晶分子の自発分極の負の極性との反発によって、図5に例示するように、液晶分子1が角度約2θ回転する。すなわち、第1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。

【0262】

このように本実施態様においては、光異性化型光配向膜側に、強誘電性液晶の自発分極の正極が向く傾向にあることを利用して、液晶分子の自発分極の向きを制御することが可能である。

【0263】

本実施態様においては、上記第1実施態様と同様に、自発分極の向きを制御することができるので、配向欠陥を生じることなく、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、強誘電性液晶が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、強誘電性液晶を配向させるので、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。

【0264】

また本実施態様においては、上記第1実施態様と同様に、斜方蒸着配向膜を用いることにより、液晶分子のプレチルト角を制御することができ、ジグザグ欠陥やヘアピン欠陥の発生を効果的に抑制することができる。

【0265】

第1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倍変化するものは80%以上存在することが好ましく、より好ましくは90%以上、さらに好ましくは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。

なお、上記の比率の測定方法については、上記第1実施態様に記載したので、ここでの説明は省略する。

【0266】

また、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1電極層への正の極性の電圧印加状態のときに暗状態、第1電極層への負の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9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9中の記号等については、図19に示した記号等と同様である。

【0267】

本実施態様の液晶表示素子は、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電極層が共通電極である共通電極基板であり、第2配向処理基板が、第2基材上に形成されたTFTを有するTFT基板であることが好ましい。図16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。

【0268】

図16に例示する液晶表示素子2は、第1基材3上に共通電極（第1電極層4）が形成された共通電極基板（第1配向処理基板7）と、第2基材13上にTFT素子25がマトリックス状に配置されたTFT基板（第2配向処理基板17）とを有するものである。TFT基板（第2配向処理基板17）には、ゲート電極24x、ソース電極24yおよび画素電極（第2電極層14）が形成されている。ゲート電極24xおよびソース電極24yはそれぞれ縦横に配列しており、ゲート電極24xおよびソース電極24y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24xおよびソース電極24y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24xの信号とソース電極24yの信号とは独立に動作することができる。ゲート電極24xおよびソース電極24yにより囲まれた部分は、本実施態様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（第2電極層14）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16において、液晶層、斜方蒸着配向膜および光異性化型光配向膜は省略されている。

【0269】

上記の液晶表示素子においては、例えばゲート電極を30V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-10V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、共通電極（第1電極層4）およびゲート電極24x間には、共通電極（第1電極層4）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。

本実施態様においては、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晶分子の自発分極が第2配向処理基板側を向く傾向にある。すなわち、スイッチオフ状態のとき、液晶分子の自発分極がTFT基板（第2配向処理基板17）側を向く。したがって、自発分極の向きは、共通電極（第1電極層4）およびゲート電極24x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1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、上述したように本実施態様においては、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。したがって本実施態様においては、自発分極の向きを制御し、第1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。

【0270】

なお、第1配向処理基板については、上記第1実施態様に記載したので、ここでの説明は省略する。以下、本実施態様の液晶表示素子の他の構成部材について詳細に説明する。

【0271】

1. 液晶層

本実施態様に用いられる強誘電性液晶は、単安定性を示し、かつ、第1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る。

【0272】

なお、「第1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安定化しており、第1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1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1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1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1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。

【0273】

図12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12(a)は電圧無印加の場合、図12(b)は第1電極層が負極となるように電圧を印加した場合、図12(c)は第1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1は、コーン上のひとつの状態安定化している(図12(a))。第1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1は、安定化している状態(破線)から一方の側に傾く(図12(b))。また、第1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1は、安定化している状態(破線)から第1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12(c))。このとき、第1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1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12において、dは配向処理方向、zは層法線を示す。

【0274】

第1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、強誘電性液晶では、図12(a)に例示するように、位置A(液晶分子1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12(b)に例示するように、第1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。

【0275】

例えば図5に示すように、液晶分子1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、 $2\theta \sim 2\theta - 5^\circ$ 変化する場合をいう。

【0276】

なお、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変化した角度の測定方法については、上記第1実施態様に記載したので、ここでの説明は省略する。

【0277】

上述したように、第1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1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。

【0278】

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13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° 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1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12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1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1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。

【0279】

なお、強誘電性液晶のその他の点、および、液晶層のその他の点については、上記第1実施態様に記載したので、ここでの説明は省略する。

【0280】

2. 第2配向処理基板

次に、本実施態様に用いられる第2配向処理基板について説明する。本実施態様における第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、光異性化反応を生じることにより配向膜に異方性を付与する光異性化型材料を用いた光配向膜とを有するものである。

【0281】

なお、第2基材、第2電極層については、上記第1実施態様に記載したので、ここでの説明は省略する。また、光異性化反応を生じることにより配向膜に異方性を付与する光異性化型材料を用いた光配向膜については、上記第1実施態様の反応性液晶用配向膜の項に記載したものと同様であるので、ここでの説明は省略する。さらに、第2配向処理基板のその他の構成については、上記第1実施態様に記載したものと同様であるので、ここでの説明は省略する。

【0282】

3. 液晶表示素子の駆動方法

本実施態様の液晶表示素子の駆動方法としては、上記第1実施態様と同様である。

【0283】

本実施態様においては、第1配向処理基板がTF基板、第2配向処理基板が共通電極基板であってもよく、第1配向処理基板が共通電極基板、第2配向処理基板がTF基板であってもよい。中でも、上述したように、第1配向処理基板が共通電極基板、第2配向処理基板がTF基板であることが好ましい。

【0284】

本実施態様に用いられる強誘電性液晶は、上述したように、第1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る。

仮に、共通電極に対して、画素電極の電圧が相対的に高い場合を正の極性の電圧印加、画素電極の電圧が相対的に低い場合を負の極性の電圧印加とする。このように定義すると、第1配向処理基板が共通電極基板、第2配向処理基板がTF基板である場合には、強誘電性液晶は、共通電極に対して画素電極の電圧が相対的に高い、すなわち正の極性の電圧印加のときに、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倍変化するようになる。また、第1配向処理基板がTF基板、第2配向処理基板が共通電極基板である場合には、強誘電性液晶は、共通電極に対して画素電極の電圧が相対的に低い、すなわち負の極性の電圧印加のときに、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倍変化することになる。

【0285】

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】

【0286】

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。

【0287】

[実施例1]

(第2配向処理基板の作製)

I T O電極が形成されたガラス基板をよく洗浄し、このガラス基板上に透明レジスト（J S R社製、商品名：N N 7 8 0）をスピコートして、減圧乾燥し、90℃で3分間プリベークを行った。次いで、100mJ/cm²の紫外線でマスク露光し、無機アルカリ溶液で現像を行い、230℃で30分間ポストベークを行った。これにより、高さ1.5μmの柱状スペーサを形成した。

次に、上記柱状スペーサが形成された基板上に、光二量化型材料（Rolic technologies社製、商品名：ROP103）の2質量%シクロペンタノン溶液を回転数1500rpmで15秒間スピコートし、130℃で15分間乾燥させた後、直線偏光紫外線を約100mJ/cm²照射し、配向処理を行った。さらに、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1500rpmで15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1000mJ/cm²露光した。

【0288】

(第1配向処理基板の作製)

I T O電極が形成されたガラス基板をよく洗浄し、このガラス基板を蒸着装置内に配置し、ガラス基板上に、酸化ケイ素を、基板面の法線方向に対して50°～55°の入射角度で斜め蒸着して、斜方蒸着配向膜を形成した。この斜方蒸着配向膜の膜厚は50nmであった。

【0289】

(液晶表示素子の作製)

第1配向処理基板上にシール剤をシールディスペンサーで塗布した。次いで、第1配向処理基板および第2配向処理基板を、蒸着方向と直線偏光紫外線照射方向とが略垂直になるように対向させ、熱圧着を行い、空の液晶セルを作製した。

次に、強誘電性液晶(商品名：R2301、A Z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させ、オープンを用いて、N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。

【0290】

得られた液晶表示素子では、パネル内のダブルドメインの存在比率がおおよそ82：18であり、固定化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、約82%の領域にて強誘電性液晶の分子方向が基板面に対して平行に強誘電性液晶のチルト角の約2倍変化した。

【0291】

[比較例1]

(第1配向処理基板の作製)

I T O電極が形成されたガラス基板をよく洗浄し、このガラス基板上に透明レジスト（J S R社製、商品名：N N 7 8 0）をスピコートして、減圧乾燥し、90℃で3分間プリベークを行った。次いで、100mJ/cm²の紫外線でマスク露光し、無機アルカリ溶液で現像を行い、230℃で30分間ポストベークを行った。これにより、高さ1.5

10

20

30

40

50

μmの柱状スペーサを形成した。

次に、上記柱状スペーサが形成された基板上に、光二量化型材料（Rolic technologies 社製、商品名：ROP103）の2質量%シクロペンタノン溶液を回転数1500rpmで15秒間スピンコートし、130℃で15分間乾燥させた後、直線偏光紫外線を約100mJ/cm²照射し、配向処理を行った。さらに、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1500rpmで15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。

【0292】

（第2配向処理基板の作製）

10

I TO電極が形成されたガラス基板をよく洗浄し、このガラス基板上に、光二量化型材料（Rolic technologies 社製、商品名：ROP103）の2質量%シクロペンタノン溶液を回転数1500rpmで15秒間スピンコートし、130℃で15分間乾燥させた後、直線偏光紫外線を約100mJ/cm²照射し、配向処理を行った。さらに、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1500rpmで15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。

【0293】

（液晶表示素子の作製）

20

一方の配向処理基板上にシール剤をシールディスペンサーで塗布した。次いで、第1配向処理基板および第2配向処理基板をそれぞれの配向処理方向が平行になるように対向させ、熱圧着を行い、空の液晶セルを作製した。

次に、強誘電性液晶（商品名：R2301、A Z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させ、オープンを用いて、N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。

【0294】

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。

30

【0295】

〔実施例2〕

（第2配向処理基板の作製）

I TO電極が形成されたガラス基板をよく洗浄し、このガラス基板上に透明レジスト（JSR社製、商品名：NN780）をスピンコートして、減圧乾燥し、90℃で3分間プリベークを行った。次いで、100mJ/cm²の紫外線でマスク露光し、無機アルカリ溶液で現像を行い、230℃で30分間ポストベークを行った。これにより、高さ1.5μmの柱状スペーサを形成した。

次に、上記柱状スペーサが形成された基板上に、光異性化型材料（DIC 社製、商品名：LIA01）のNMP溶液を回転数1500rpmで15秒間スピンコートし、100℃で1分間乾燥させた後、直線偏光紫外線を約1000mJ/cm²照射し、配向処理を行った。

40

【0296】

（第1配向処理基板の作製）

I TO電極が形成されたガラス基板をよく洗浄し、このガラス基板を蒸着装置内に配置し、ガラス基板上に、酸化ケイ素を、基板面の法線方向に対して50°～55°の入射角度で斜め蒸着して、斜方蒸着配向膜を形成した。この斜方蒸着配向膜の膜厚は50nmであった。

【0297】

（液晶表示素子の作製）

第1配向処理基板上にシール剤をシールディスペンサーで塗布した。次いで、第1配向

50

処理基板および第2配向処理基板を、蒸着方向と直線偏光紫外線照射方向とが略平行になるように対向させ、熱圧着を行い、空の液晶セルを作製した。

次に、強誘電性液晶(商品名：R2301、A Z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させ、オーブンをを用いて、N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。

【0298】

得られた液晶表示素子では、パネル内のダブルドメインの存在比率がおおよそ87：13であり、第1配向処理基板側の電極層が負極になるように電圧を印加すると、約87%の領域にて強誘電性液晶の分子方向が基板面に対して平行に強誘電性液晶のチルト角の約2倍変化した。

10

【0299】

[比較例2]

(第2配向処理基板の作製)

I TO電極が形成されたガラス基板をよく洗浄し、このガラス基板上に透明レジスト(JSR社製、商品名：NN780)をスピコートして、減圧乾燥し、90℃で3分間プリベークを行った。次いで、100mJ/cm²の紫外線でマスク露光し、無機アルカリ溶液で現像を行い、230℃で30分間ポストベークを行った。これにより、高さ1.5μmの柱状スペーサを形成した。

次に、上記柱状スペーサが形成された基板上に、光異性化型材料(DIC社製、商品名：LIA01)のNMP溶液を回転数1500rpmで15秒間スピコートし、100℃で1分間乾燥させた後、直線偏光紫外線を約1000mJ/cm²照射し、配向処理を行った。

20

【0300】

(第1配向処理基板の作製)

I TO電極が形成されたガラス基板をよく洗浄し、このガラス基板上に、光異性化型材料(DIC社製、商品名：LIA01)のNMP溶液を回転数1500rpmで15秒間スピコートし、100℃で1分間乾燥させた後、直線偏光紫外線を約1000mJ/cm²照射し、配向処理を行った。

【0301】

(液晶表示素子の作製)

第1配向処理基板上にシール剤をシールディスペンサーで塗布した。次いで、第1配向処理基板および第2配向処理基板を、それぞれの直線偏光紫外線照射方向が略平行になるように対向させ、熱圧着を行い、空の液晶セルを作製した。

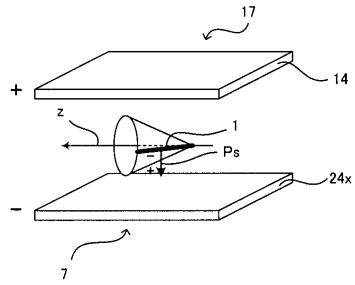
30

次に、強誘電性液晶(商品名：R2301、A Z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させ、オーブンをを用いて、N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。

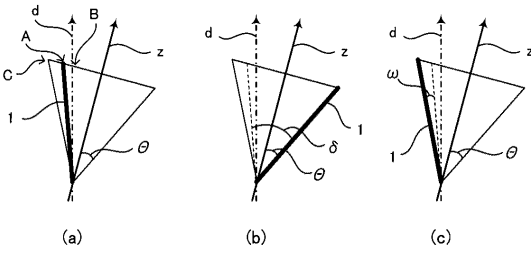
【0302】

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。

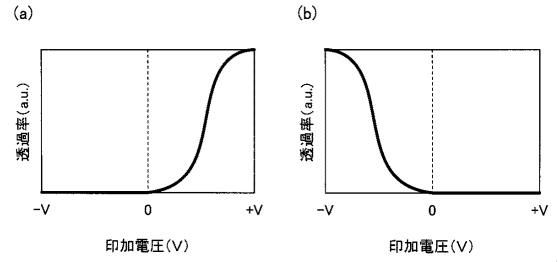
【図 1 1】



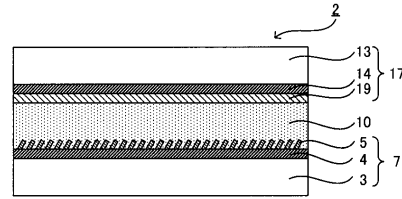
【図 1 2】



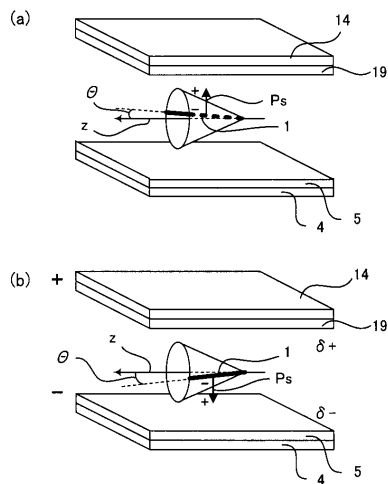
【図 1 3】



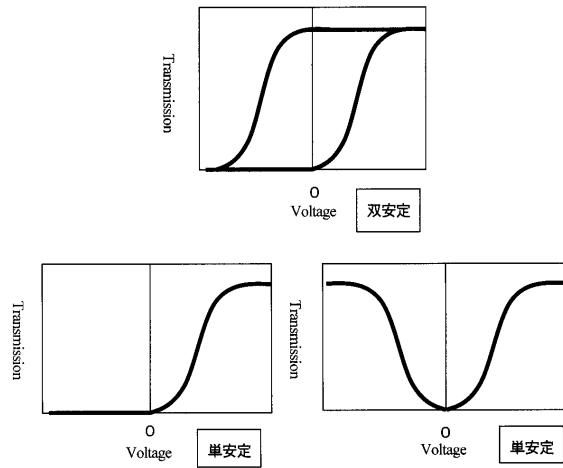
【図 1 4】



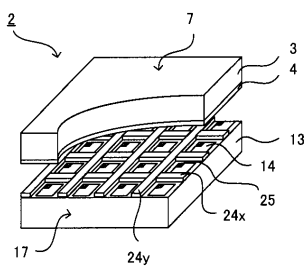
【図 1 5】



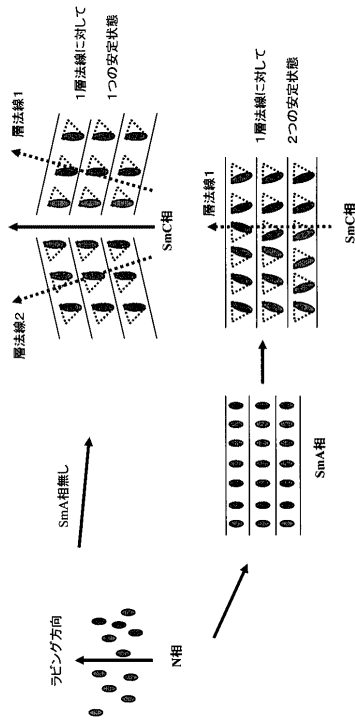
【図 1 7】



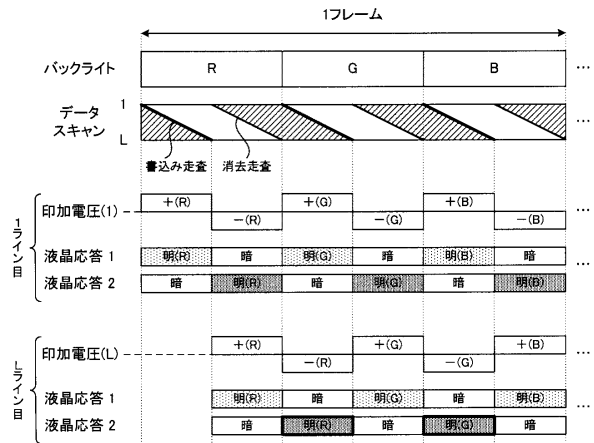
【図 1 6】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-323223 (JP, A)
特開2003-098529 (JP, A)
特開2004-078099 (JP, A)
特開2004-109787 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02F 1/1337
G02F 1/141

专利名称(译)	液晶显示元件		
公开(公告)号	JP5062182B2	公开(公告)日	2012-10-31
申请号	JP2008550177	申请日	2007-12-19
[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	猿渡直子 岡部将人		
发明人	猿渡 直子 岡部 将人		
IPC分类号	G02F1/1337 G02F1/141		
CPC分类号	G02F1/141 G02F1/133734 G02F2001/133726		
FI分类号	G02F1/1337.510 G02F1/141		
代理人(译)	山下明彦		
优先权	2006343614 2006-12-20 JP		
其他公开文献	JPWO2008075732A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供了一种使用铁电液晶显示单稳态性的液晶显示装置中，一个主要目的其是提供一种能够控制所述铁电液晶的自发极化的取向的液晶显示元件。 本发明中，第一和斜蒸发在其上的第一电极层和斜向蒸发取向膜依次层叠在所述第一基板，所述第二基板上的第二电极层上的取向处理基板的取向膜，对于反应性液晶和固定液晶层取向层是通过夹在中间的第二取向处理基板的固定化液晶层之间的铁电液晶形成的液晶显示装置以该顺序被层叠，则铁电液晶呈现单稳态性，并且，当所述第二电极层施加电压时，使得所述负电极，所述强介电性液晶的分子方向是与第一取向处理基板表面其中，铁电液晶的倾斜角平行变化约为铁电液晶倾斜角的两倍。

