

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) **公開特許公報(A)**

(11)特許出願公開番号

特開2017-83639

(P2017-83639A)

(43) 公開日 平成29年5月18日(2017.5.18)

(51) Int.Cl.

GO2F 1/1337 (2006.01)

F I

G O 2 F 1/1337 5 2 5

テーマコード (参考)

2H290

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2015-211677 (P2015-211677)

(22) 出願日 平成27年10月28日 (2015.10.28)

(71) 出願人 501426046

エルジー ディスプレイ カンパニー リミテッド

大韓民国 ソウル、ヨンドウンポグ、ヨ
ウィーテロ 128

(74) 代理人 100110423

弃理士 曾我 道治

(74) 代理人 100111648

棄理士 梶並 順

(74) 代理人 100122437

弁理士 大宅 一宏

(74) 代理人 100161115

弁理士 飯野 智史

[最終頁に続く](#)

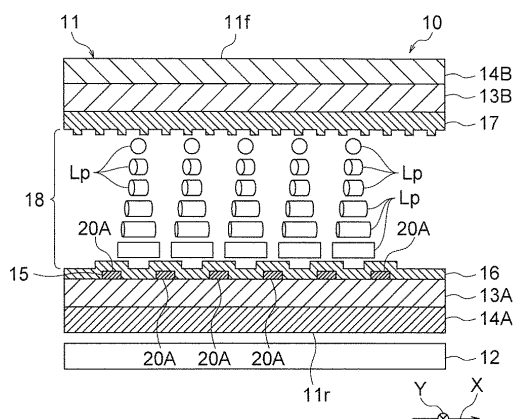
(54) 【発明の名称】 液晶表示素子

(57) 【要約】

【課題】駆動電圧が低く、且つ透過率、表示応答性及び C R が高い液晶表示素子を提供する。

【解決手段】本発明の液晶表示素子は、第一の配向膜 17 が形成された第一の基板 13B と、第二の配向膜 16 が形成された第二の基板 13A と、第一の配向膜 17 と第二の配向膜 16 との間に配置された液晶層 18 であって、カイラル剤を含む液晶層 18 と、第一の基板 13B 又は第二の基板 13A に設けられた駆動電極 15 であって、第一の基板 13B 及び第二の基板 13A に対して水平方向の電場を印加する駆動電極 15 とを備える。液晶層 18 は、電場 E の印加状態において、第二の配向膜 16 側では、液晶分子 L の配向方向が初期配向方向に維持されていると共に、第一の配向膜 17 側では、液晶分子 L の配向方向が電場 E に応じた方向に変化する。また、第一の配向膜 17 のアンカリング力は、液晶層 18 の螺旋誘起力と弾性力との合計よりも大きく、電場 E の非印加状態において、第一の配向膜 17 側の液晶分子 L の配向方向を初期配向方向に復元させる。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第一の配向膜が形成された第一の基板と、
第二の配向膜が形成された第二の基板と、
前記第一の配向膜と前記第二の配向膜との間に配置された液晶層であって、カイラル剤を含む液晶層と、

前記第一の基板又は前記第二の基板に設けられた駆動電極であって、前記第一の基板及び前記第二の基板に対して水平方向の電場を印加する駆動電極とを備え、

前記液晶層は、前記電場の印加状態において、前記第二の配向膜側では、液晶分子の配向方向が初期配向方向に維持されていると共に、前記第一の配向膜側では、液晶分子の配向方向が前記電場に応じた方向に変化し、

前記第一の配向膜のアンカリング力が、前記液晶層の螺旋誘起力と弾性力との合計よりも大きく、前記電場の非印加状態において、前記第一の配向膜側の液晶分子の配向方向が初期配向方向に復元される、液晶表示素子。

【請求項 2】

前記第一の配向膜が凹凸形状を有する、請求項 1 に記載の液晶表示素子。

【請求項 3】

前記第一の基板が凹凸形状を有する、請求項 1 又は 2 に記載の液晶表示素子。

【請求項 4】

前記第一の基板と前記第一の配向膜との間に電極が形成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の液晶表示素子。

【請求項 5】

前記第一の配向膜に形成された凹凸形状が傾斜面を有する、請求項 2 ~ 4 のいずれか一項に記載の液晶表示素子。

【請求項 6】

前記液晶層は、前記電場の非印加状態において、前記第二の配向膜側から前記第一の配向膜側に向かって前記液晶分子が螺旋状に配列されている、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の液晶表示素子。

【請求項 7】

前記カイラル剤は、前記電場の非印加状態において、前記第二の配向膜側における前記液晶分子の初期配向方向に対し、前記第一の配向膜側における前記液晶分子の初期配向方向が 90° 捻れるように含有されている、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の液晶表示素子。

【請求項 8】

前記第一の配向膜において前記液晶分子の配向方向を前記初期配向方向に拘束するための配向処理方向と、前記第二の配向膜において前記液晶分子の配向方向を拘束するための配向処理方向とが、互いに直交している、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の液晶表示素子。

【請求項 9】

前記第一の配向膜は、前記電場を印加したときの前記液晶分子の配向方向を前記初期配向方向に拘束するアンカリング力が、前記第二の配向膜よりも小さい、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の液晶表示素子。

【請求項 10】

電場の非印加状態における前記第一の配向膜近傍の前記液晶分子の配向方向が、前記カイラル剤の捩れ力によって決定される請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の液晶表示素子。

【請求項 11】

前記第一の基板側に設けられた第一の偏光板と、前記第二の基板側に設けられた第二の偏光板とをさらに備え、

10

20

30

40

50

前記第一偏光板の透過軸方向と前記第二の偏光板の透過軸方向とが互いに平行とされ、前記第一偏光板の透過軸方向が、前記第二の配向膜における前記初期配向方向と平行又は直交している請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の液晶表示素子。

【請求項 12】

前記第一の基板側に設けられた第一の偏光板と、前記第二の基板側に設けられた第二の偏光板とをさらに備え、

前記第一偏光板の透過軸方向と前記第二の偏光板の透過軸方向とが互いに直交し、前記第一偏光板の透過軸方向が、前記第二の配向膜における前記初期配向方向と平行又は直交している請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の液晶表示素子。

【請求項 13】

前記電場の印加状態において、前記第二の配向膜側から前記第一の配向膜側に向けて、前記液晶層の前記初期配向状態に対する前記液晶分子の配向方向の変位角度が漸次大きくなる、請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載の液晶表示素子。

【請求項 14】

前記第一の配向膜側に位置する前記液晶分子と、前記第二の配向膜側に位置する前記液晶分子とで、所定電圧を印加することによって生成される前記電場による前記液晶分子の前記初期配向状態に対する配向方向の変位角度の差が、 0° 以上 90° 以下である、請求項 13 に記載の液晶表示素子。

【請求項 15】

前記第一の配向膜として、前記第一の基板にポリマーブラシが形成されている、請求項 1 ~ 14 のいずれか一項に記載の液晶表示素子。

【請求項 16】

前記駆動電極が、前記第一の基板または前記第二の基板面に配置された複数の電極線からなり、

前記電場の非印加時において、前記第二の基板側における前記液晶分子の配向方向が、前記電極線が連続する方向に平行または直交している、請求項 1 ~ 15 のいずれか一項に記載の液晶表示素子。

【請求項 17】

前記駆動電極が、前記第一の基板または前記第二の基板に配置された複数の電極線からなり、

前記電場の非印加時において、前記第二の基板側における前記液晶分子の配向方向が、前記電極線が連続する方向に対して傾斜している、請求項 1 ~ 15 のいずれか一項に記載の液晶表示素子。

【請求項 18】

前記液晶分子の誘電率異方性が負である請求項 1 ~ 17 のいずれか一項に記載の液晶表示素子。

【請求項 19】

前記液晶分子の誘電率異方性が正である、請求項 1 ~ 17 のいずれか一項に記載の液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶表示素子に関する。

【背景技術】

【0002】

液晶表示素子の駆動方式として、TN (Twisted Nematic)、IPS (In-Plane Switching)、FLC (Ferroelectric Liquid Crystal) などの方式がある。このうち、IPS方式は、2枚の基板間に挟持された液晶層に対し、基板表面に平行な方向(横方向)の電場を印加することで、液晶分子の配向方向を変化させ、表示を行っている。このようなIPS方式の液晶表示素

10

20

30

40

50

子は、視覚特性に優れ、携帯電話、テレビジョンなどをはじめとする幅広い機器に適用されている。

【 0 0 0 3 】

既存の液晶表示素子では、液晶層に電場を印加しない状態において、液晶分子が所定の方向に沿って配列されるように液晶分子の配向方向が強制されている。

液晶分子の配向方向を強制する方法としては、基板上にポリイミドなどからなる配向膜を形成し、レーヨンや綿などの布によって配向膜の表面を所定の方向に擦る方法（ラビング法）や、偏光紫外線を照射してポリイミド膜表面に異方性を発生させる手法（光配向法）などが採用されている。これらの処理により、液晶分子は基板表面に強く束縛され、一定方向に配向する。

10

【 0 0 0 4 】

一方、外場（電場、磁場など）によって液晶分子の配向方向を任意の方向に向け、その状態を維持する（メモリーする）方法も提案されている。このような動作を実現するためには、基板表面の配向強制力（アンカリング力）を低減する必要がある。このようなアンカリング力を低減する技術として、特許文献 1 では、平坦化処理を施した基板にポリマーブラシを形成し、この基板間に液晶を挟持した液晶セルにおいて、ポリマーブラシと液晶との共存部の T_g （ガラス転移温度）よりも高く且つ共存部の形状を自由に変動させ得る温度に加熱することにより、ゼロ面アンカリング状態を実現している。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

20

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 4 - 2 1 5 4 2 1 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

既存の液晶表示素子では、液晶層の液晶分子は、電場の印加を停止すると、電場によって変位した液晶分子の配向が元の配向状態、すなわち、初期配向方向に回復する。例えば、ラビング法や光配向法を用いて形成された配向膜で液晶分子に強い拘束力（アンカリング力）を付与することによって液晶分子を一定方向に配向した構成では、電場の印加を停止すると、液晶分子は、配向膜の強い拘束力によって変位した液晶分子の配向が迅速に元の配向状態に戻る。他方、電場を印加する場合、液晶分子は一定方向に直ぐに配向せず、閾値以上の電場を印加してはじめて液晶分子の配向方向が変化し始めるため、駆動電圧をある程度高くする必要がある。

30

【 0 0 0 7 】

これに対して、特許文献 1 に記載の方法によって形成された配向膜は、液晶分子の拘束力が弱いため、液晶分子の配向が元の配向状態に回復するのに時間がかかり、表示応答性が低い。また、液晶分子の螺旋ピッチは、温度などの外的要因によって変化することがあるため、液晶分子の配向が元の配向状態に回復し難い上、コントラスト比（ CR ）も低下する。

40

【 0 0 0 8 】

さらに、従来の IPS 方式の液晶表示素子の透過率は、液晶層の屈折率異方性、セルギャップ、及び光の波長などの様々な要因と密接に関連しており、それらの最適値を求めることにより、理想的には 50 % の透過率を達成することができる。しかしながら、現実的には、駆動電圧、応答時間、歩留まりなどの要因も考慮して決定する必要があり、実用的な IPS 方式の液晶表示素子の透過率は、理想値の半分程度まで低下してしまう。

【 0 0 0 9 】

本発明は、駆動電圧が低く、且つ透過率、表示応答性及び CR が高い液晶表示素子を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

50

本発明は、第一の配向膜が形成された第一の基板と、
第二の配向膜が形成された第二の基板と、

前記第一の配向膜と前記第二の配向膜との間に配置された液晶層であって、カイラル剤を含む液晶層と、

前記第一の基板又は前記第二の基板に設けられた駆動電極であって、前記第一の基板及び前記第二の基板に対して水平方向の電場を印加する駆動電極とを備え、

前記液晶層は、前記電場の印加状態において、前記第二の配向膜側では、液晶分子の配向方向が初期配向方向に維持されていると共に、前記第一の配向膜側では、液晶分子の配向方向が前記電場に応じた方向に変化し、

前記第一の配向膜のアンカリング力が、前記液晶層の螺旋誘起力と弾性力との合計よりも大きく、前記電場の非印加状態において、前記第一の配向膜側の液晶分子の配向方向が初期配向方向に復元される、液晶表示素子である。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、本発明は、駆動電圧が低く、且つ透過率、表示応答性及びC Rが高い液晶表示素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施の形態1として示した液晶ディスプレイの概略構成を示す断面図である。

【図2】実施の形態1として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が正の液晶を用い、電場の印加状態における液晶分子の配向方向の分布を示す図である。

【図3】実施の形態1として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が正の液晶を用い、電場の非印加状態における電極線と第一の配向膜近傍の液晶分子の配向方向との関係を示す図である。

【図4】実施の形態1として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が正の液晶を用い、電場の印加状態における電極線と液晶分子の配向方向との関係を示す図である。

【図5】弱アンカリング配向膜として基板に形成したポリマーブラシの例を示す断面図である。

【図6】実施の形態2として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が正の液晶を用い、電場の非印加状態における電極線と第一の配向膜近傍の液晶分子の配向方向との関係を示す図である。

【図7】実施の形態2として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が正の液晶を用い、電場の印加状態における電極線と第一の配向膜近傍の液晶分子の配向方向との関係の他の例を示す図である。

【図8】実施の形態3として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が正の液晶を用い、電場の非印加状態における電極線と第一の配向膜近傍の液晶分子の配向方向との関係を示す図である。

【図9】実施の形態3として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が正の液晶を用い、電場の印加状態における電極線と第一の配向膜近傍の液晶分子の配向方向との関係の他の例を示す図である。

【図10】実施の形態4として示した液晶ディスプレイの概略構成を示す断面図である。

【図11】実施の形態4として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が負の液晶を用い、電場の印加状態における液晶分子の配向方向の分布を示す図である。

【図12】実施の形態4として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が負の液晶を用い、電場の非印加状態における電極線と第一の配向膜近傍の液晶分子の配向方向との関係を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 1 3】実施の形態 4 として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が負の液晶を用い、電場の印加状態における電極線と液晶分子の配向方向との関係を示す図である。

【図 1 4】実施の形態 5 として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が負の液晶を用い、電場の非印加状態における電極線と第一の配向膜近傍の液晶分子の配向方向との関係を示す図である。

【図 1 5】実施の形態 5 として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が負の液晶を用い、電場の印加状態における電極線と第一の配向膜近傍の液晶分子の配向方向との関係の他の例を示す図である。

【図 1 6】実施の形態 6 として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が負の液晶を用い、電場の非印加状態における電極線と第一の配向膜近傍の液晶分子の配向方向との関係を示す図である。

【図 1 7】実施の形態 6 として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が負の液晶を用い、電場の印加状態における電極線と第一の配向膜近傍の液晶分子の配向方向との関係の他の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

実施の形態 1 .

以下、本発明の実施の形態 1 について図面を参照して詳細に説明する。

液晶には、誘電率異方性が正であるポジティブ型と、誘電率異方性が負であるネガティブ型とが存在する。ポジティブ型の液晶は、誘電的性質が液晶分子の長軸方向に大きく、長軸方向に直交する方向に小さい。ネガティブ型は、誘電的性質が液晶分子の長軸方向に小さく、長軸方向に直交する方向に大きい。本実施の形態では、液晶として、ポジティブ型の液晶を用いた事例を挙げて説明する。

【0014】

また、液晶分子の配向方向を制御するための配向膜として、液晶分子の配向方向を拘束する力が強い強アンカリング配向膜と、液晶分子の配向方向を拘束する力が弱い弱アンカリング配向膜とがある。本発明は、互いに対向する配向膜の一方に強アンカリング配向膜を採用し、他方に弱アンカリング配向膜を採用した片面弱アンカリング形式を対象とする。ここで、本明細書において「強アンカリング配向膜」とは、極角方向のアンカリングエネルギー及び方位角方向のアンカリングエネルギーがいずれも 10^{-3} J/m^2 以上の配向膜のことを意味する。また、「弱アンカリング配向膜」とは、極角方向のアンカリングエネルギー及び方位角方向のアンカリングエネルギーの少なくとも 1 つが $3 \times 10^{-4} \text{ J/m}^2$ 以下の配向膜のことを意味する。

【0015】

図 1 は、本発明の実施の形態 1 として示した液晶ディスプレイの概略構成を示す断面図である。図 2 は、実施の形態 1 として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が正の液晶を用い、電場の印加状態における液晶分子の配向方向の分布を示す図である。図 3 は、実施の形態 1 として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が正の液晶を用い、電場の非印加状態における電極線と第一の配向膜近傍の液晶分子の配向方向との関係を示す図である。図 4 は、実施の形態 1 として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が正の液晶を用い、電場の印加状態における電極線と液晶分子の配向方向との関係を示す図である。

図 1、図 2 に示すように、液晶ディスプレイ 10 は、液晶パネル（液晶表示素子）11 と、液晶パネル 11 に光を提供するバックライトユニット 12 とを備えている。

【0016】

バックライトユニット 12 は、液晶パネル 11 の裏面に設けられた光源（図示無し）から入力される光を、液晶パネル 11 の裏面 11r 側から表面 11f 側に向けて均一に照射する。バックライトユニット 12 は、例えば、その一側端部に設けられた光源（図示無し）から入力される光を、液晶パネル 11 の表面 11f と平行な方向に伝搬するとともに、

10

20

30

40

50

伝搬した光を液晶パネル 11 の裏面 11 r 側から表面 11 f 側に向けて照射する、いわゆるエッジライト型のものを用いることができる。また、バックライトユニット 12 は、液晶パネル 11 の裏面 11 r 側に設けられた光源から入力される光を液晶パネル 11 の裏面 11 r 側から表面 11 f 側に向けて照射する、いわゆる直下型のものを用いることもできる。

【0017】

液晶パネル 11 は、基板（第二の基板）13 A、基板（第一の基板）13 B と、偏光板（第一の偏光板）14 A、偏光板（第二の偏光板）14 B と、駆動電極 15 と、強アンカリング配向膜（第二の配向膜）16 と、弱アンカリング配向膜（第一の配向膜）17 と、液晶層 18 とを備えている。

10

【0018】

基板 13 A、13 B は、それぞれガラス、又は樹脂などの基板からなり、所定の間隔を空けて互いに平行に配置されている。

【0019】

偏光板 14 A は、バックライトユニット 12 側に配置された基板 13 A において、バックライトユニット 12 に対向する側、又はバックライトユニット 12 とは反対側に設けられている。

偏光板 14 B は、バックライトユニット 12 から離間した側に配置された基板 13 B において、バックライトユニット 12 とは反対側、又はバックライトユニット 12 に対向する側に設けられている。

20

これら偏光板 14 A、14 B は、その透過軸方向が、互いに平行となるように配置されている。例えば、一方の偏光板 14 A の透過軸方向、及び他方の偏光板 14 B の透過軸方向は、基板 13 B に沿った方向 X に設定されている。

【0020】

駆動電極 15 は、基板 13 A 又は 13 B に設けられている。この実施の形態では、駆動電極 15 は、バックライトユニット 12 側の基板 13 A において、バックライトユニット 12 から離間した側に設けられている。

駆動電極 15 は、基板 13 A の表面に沿って、複数本の電極線 20 A が並設されることで形成されている。ここで、図 3 に示すように、各電極線 20 A は、その長軸方向が、例えば基板 13 A の表面に平行な面内で方向 Y に沿って延びるよう直線状に形成されている。駆動電極 15 は、このような電極線 20 A が、基板 13 A の表面に平行な面内で方向 Y に直交する方向 X に沿って、一定間隔ごとに並設されている。

30

【0021】

図 2、図 4 に示すように、このような駆動電極 15 においては、駆動電極 15 の各電極線 20 A に予め設定した電圧を印加すると、互いに隣接する電極線 20 A 間で、これら互いに隣接する電極線 20 A 同士を結ぶ方向、すなわち、この実施の形態では、基板 13 B に平行な方向 X の電場 E が生成される。

【0022】

強アンカリング配向膜 16 は、基板 13 A 又は 13 B に設けられている。この実施の形態では、強アンカリング配向膜 16 は、バックライトユニット 12 側の基板 13 A において、バックライトユニット 12 から離間した側に形成されている。強アンカリング配向膜 16 は、液晶層 18 の液晶分子 Lp を、その長軸方向が、基板 13 A、13 B の表面に平行な面内の所定の配向方向（図 1 では方向 X）にほぼ一致させるように初期配向方向が設定されている。

40

【0023】

弱アンカリング配向膜 17 は、基板 13 A 又は 13 B に設けられている。この実施の形態では、弱アンカリング配向膜 17 は、バックライトユニット 12 から離間した側の基板 13 B において、バックライトユニット 12 に対向する側に形成されている。

弱アンカリング配向膜 17 は、液晶層 18 の液晶分子 Lp を、その長軸方向が、基板 13 A、13 B の表面に平行な面内で、強アンカリング配向膜 16 における初期配向方向（

50

図 1 では方向 X) に直交する方向 (図 1 では方向 Y) にほぼ一致させるように初期配向方向が設定されている。

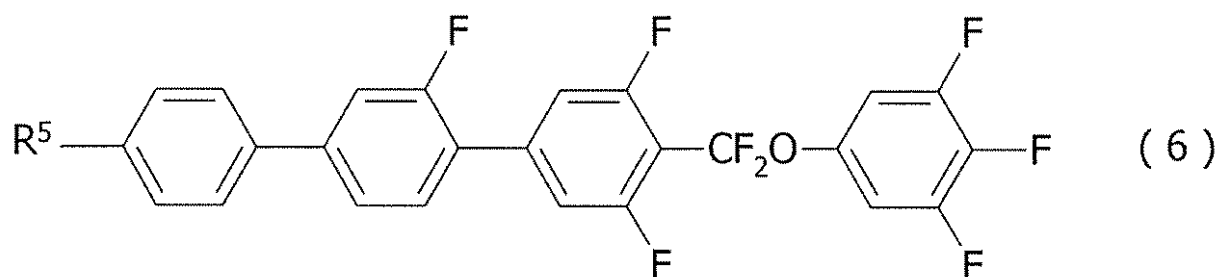
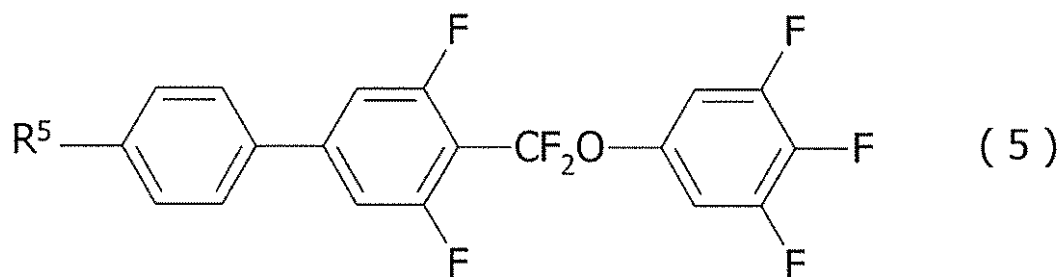
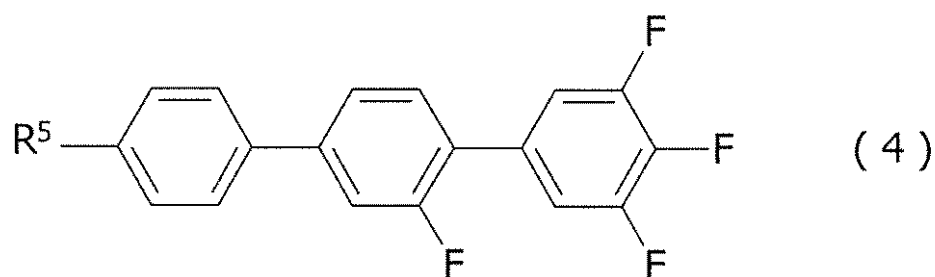
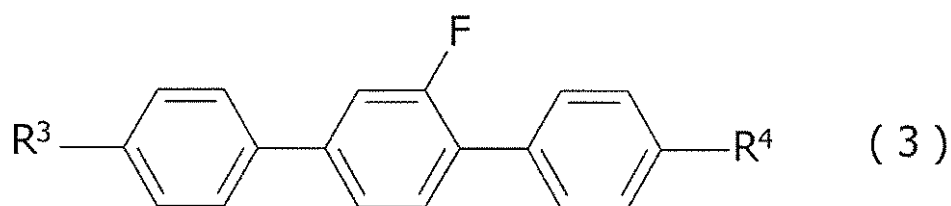
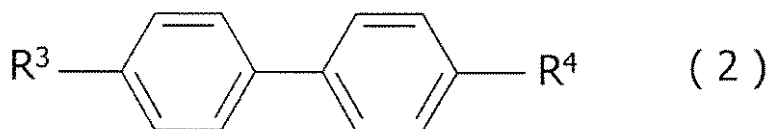
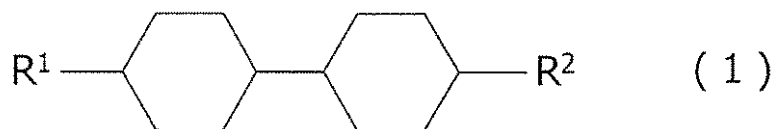
【 0 0 2 4 】

液晶層 1 8 は、強アンカリング配向膜 1 6 と弱アンカリング配向膜 1 7 との間に設けられている。液晶層 1 8 は、ポジティブ型の液晶組成物を用いて形成されており、液晶層 1 8 には多数の液晶分子 L p が含有されている。

ポジティブ型の液晶組成物としては、特に限定されず、当該技術分野において公知のものを用いることができる。その中でも、本実施の形態に用いるのに適したポジティブ型の液晶組成物は、下記の一般式 (1) ~ (6) で表される化合物のうち、好ましくは 2 種以上、より好ましくは 3 種以上、さらに好ましくは 4 種以上、特に好ましくは 5 種以上を含有する。また、ポジティブ型の液晶組成物における下記の一般式 (1) ~ (6) で表される化合物の合計含有量は、75 質量 % 以上であることが好ましい。

【 0 0 2 5 】

【化 1】



【 0 0 2 6 】

上記の一般式(1)～(6)中、 R^1 及び R^2 は、同一でも異なってもよく、炭素数1～5のアルキル基又は炭素数2～5のアルケニル基を表し； R^3 及び R^4 は、同一でも異なってもよく、炭素数1～5のアルキル基又は炭素数4～5のアルケニル基を表し； R^5 は、炭素数1～5のアルキル基を表す。

10

20

30

40

50

液晶層 18 は、駆動電極 15 を構成する各電極線 20 A に電圧を印加することによって生じる電場 E により、液晶分子 L p の配向方向が変化して駆動される。このようにして液晶分子 L p の配向が変化することによって、液晶層 18 は、バックライトユニット 12 から供給される光を部分的に透過したり遮断したりすることで、表示画像を生成する。

【0027】

また、この液晶層 18 は、電場 E の印加を停止したときに、駆動電極 15 によって印加された電場 E によって配向方向が変わった液晶分子 L p の向きを、電場 E が印加されていない初期状態に戻すための復元力を付与するため、カイラル剤（光学活性物質）を含有する。

液晶層 18 がカイラル剤を含有することにより、液晶層 18 では、電場 E の非印加状態において、強アンカリング配向膜 16 側から弱アンカリング配向膜 17 側に向かって、強アンカリング配向膜 16 側における液晶分子 L p の長軸方向の配向方向に対する液晶分子 L p の配向方向の変位量が漸次大きくなり、螺旋状に捻れた配向状態となる。具体的には、電場 E の非印加状態において、液晶層 18 の液晶分子 L p が、強アンカリング配向膜 16 側から弱アンカリング配向膜 17 側に向けて、90°ツイストした配向状態になるように、カイラル剤を含有させるのが好ましい。

【0028】

ここで、強アンカリング配向膜 16 と弱アンカリング配向膜 17 とは、液晶分子 L p の配向方向を拘束する配向拘束力が互いに異なる。

すなわち、図 2 に示すように、強アンカリング配向膜 16 は、電圧が印加されて電場 E が生成されても、液晶層 18 において強アンカリング配向膜 16 側の液晶分子 L p が、その長軸方向を、基板 13 A, 13 B の表面に沿った面内で、強アンカリング配向膜 16 の配向処理方向（方向 X）にほぼ一致させた初期配向状態を維持する。

これに対し、弱アンカリング配向膜 17 では、電圧が印加されることで電場 E が生成されたときに、印加電圧が閾値電圧以上となると、液晶層 18 の弱アンカリング配向膜 17 側において、液晶分子 L p が弱アンカリング配向膜 17 の拘束から離脱する。そして、液晶分子 L p の配向方向は、印加電圧の大きさに応じ、基板 13 A, 13 B の表面に平行な面内で、初期配向方向（図 2 では方向 Y）から変化する。

【0029】

このように、液晶層 18 の液晶分子 L p は、電場 E が印加されたときに、液晶層 18 の強アンカリング配向膜 16 側では、液晶分子 L p が強アンカリング配向膜 16 による配向強制力（拘束力）を受けたまま、その配向方向を維持するのに対し、弱アンカリング配向膜 17 側では、弱アンカリング配向膜 17 による配向強制力（拘束力）を脱して液晶分子 L p の配向方向が変化する。

【0030】

その結果、液晶層 18 においては、強アンカリング配向膜 16 側と弱アンカリング配向膜 17 側とでは、閾値以上の電場 E を印加したときの液晶分子 L p の初期配向方向に対する配向方向の変位量が異なる。具体的には、印加電場 E の大きさが大きくなるにしたがい、弱アンカリング配向膜 17 近傍の液晶分子 L p の初期配向方向に対する配向方向の変位量が漸次大きくなる。これにより、初期配向状態では強アンカリング配向膜 16 側から弱アンカリング配向膜 17 側に向けて、液晶分子 L p が螺旋状に捻れていた配向状態に対し、弱アンカリング配向膜 17 側における液晶分子 L p の初期配向状態に対する配向方向の捻れ角が小さくなる。電場強度がある一定値に達すると、弱アンカリング配向膜 17 近傍の液晶分子 L p は、電場 E の方向に平行な方向に配向する。すなわち、強アンカリング配向膜 16 側から弱アンカリング配向膜 17 側に向けて、配向方向が電場 E の方向に平行な方向（図 2 では方向 X）に沿って一様となる。

【0031】

ところで、上記の電圧非印加時における液晶層 18 の配向状態は、TN 方式における電圧非印加時の液晶の配向状態と同様である。従って、 nP （ n は液晶の屈折率異方性、 P は液晶のヘリカルピッチ、 λ は光の波長）、すなわち、モーガン条件（Morgan condition）

10

20

30

40

50

ain Condition)を満たすよう、液晶パネル11の光学設計を行えば、液晶層18に旋光能効果を生じさせることが可能となる。

【0032】

また、TN方式の液晶パネルにおける光の透過率Tを与える式として、以下のGooc h-Tarryの式(1)が知られている。

【0033】

【数1】

$$T = \frac{1}{2} \sin^2 \left\{ \theta \sqrt{(1+u^2)} \right\} / (1+u^2) \quad \cdots (1)$$

10

【0034】

ここで、 $u = d \cdot n / \lambda$ で、dはセルギャップ(液晶層18の厚さ)、 λ は液晶分子Lpの捩れ角であり、本実施の形態では、電圧非印加時における強アンカリング配向膜16側の液晶分子と弱アンカリング配向膜17側の液晶分子の配向方向の角度の差に相当する。なお、本実施の形態では、 $\theta = \pi / 2$ であるので、 $u = 2d \cdot n / \lambda$ である。

【0035】

液晶パネル11では、ポジティブ型の液晶分子Lpを用い、偏光板14Aと偏光板14Bとを、それぞれの透過軸方向が互いに平行な平行ニコルに配置し、偏光板14Aの透過軸方向が、電場Eの非印加状態における液晶分子Lpの配向方向を規制するための強アンカリング配向膜16に対する配向処理方向(図1では方向X)と一致するように設定される。

20

【0036】

図1に示すように、電場Eの非印加状態では、液晶分子Lpは、上記したように強アンカリング配向膜16側においては、初期配向状態が、液晶分子Lpの長軸方向が強アンカリング配向膜16の配向処理方向(図1では方向X)に沿う。これに対し、弱アンカリング配向膜17側では、液晶分子Lpの長軸方向が、弱アンカリング配向膜17の配向処理方向(図1では方向Y)に沿う。仮に、弱アンカリング配向膜17の規制力がゼロに近い場合には、弱アンカリング配向膜17に配向処理を行っても、初期配向方向を記憶させることができない。その場合でも、液晶層18の液晶分子Lpが、強アンカリング配向膜16側から弱アンカリング配向膜17側に向けて、90°ツイストするように、カイラル剤の量が調整されているため、弱アンカリング配向膜17側では、液晶分子Lpの長軸方向が強アンカリング配向膜16の配向処理方向と直交する方向(図1では方向Y)に沿う。このとき、液晶パネル11の光学条件を、モーガン条件を満たし、且つ式(1)が最小値を取るよう設計することで、液晶層18に入射した直線偏光は、偏光状態を維持したまま偏光面が90°回転(旋光)して、液晶パネル11から出射する。このとき、液晶パネル11からの出射光の偏光方向と偏光板14Bの透過軸方向が直交するため、液晶パネル11からの出射光の大部分が偏光板14Bに吸収され、液晶パネル11からの出射光量を最小にすることができる。これにより、本実施の形態におけるコントラスト比を最大にすることができる。ここで、一般に、セルギャップdが大きくなると、応答速度の低下が生じるため、液晶パネルの光学設計は、式(1)が最小値を取る複数の条件の中から、いわゆる、ファーストミニマム条件を選択するのが好ましい。

30

40

【0037】

一方、図2に示すように、電場Eの印加状態では、液晶分子Lpは、上記したように強アンカリング配向膜16側においては、長軸方向が強アンカリング配向膜16の配向処理方向(図2では方向X)に沿った初期配向状態を維持する。これに対し、弱アンカリング配向膜17側では、閾値以上の電場Eの印加により、液晶分子Lpの配向方向は基板13Bに平行な面内で変化し始め、電場強度がある一定値に達したときに、液晶分子Lpの長軸方向が電場Eに平行な方向、すなわち基板13Bに平行な方向Xに沿うようになる。これにより、液晶分子Lpは、強アンカリング配向膜16に対する配向処理方向(図2では

50

方向 X) に配向するため、液晶層 18 に入射した直線偏光は、偏光状態及び偏光面を維持したまま、液晶パネル 11 から出射する。このとき、液晶層 18 に入射した直線偏光の偏光方向 (図 2 では方向 X) と偏光板 14 B の透過軸方向 (図 2 では方向 X) が一致しているため、バックライトユニット 12 側からの大部分の光は偏光板 14 B を透過することができる。

【 0038 】

また、電場 E の印加状態を非印加状態に変えると、液晶層 18 の液晶分子 L p は、カイラル剤によって付与された復元力 (弾性力) により、液晶分子 L p の配向方向が、図 1 に示したような螺旋状の初期配向状態に戻る。ここで、強アンカリング配向膜 16 側では、液晶分子 L p の長軸方向が強アンカリング配向膜 16 の配向処理方向 (図 1 では方向 X) に沿った状態を維持する。これに対し、液晶層 18 の弱アンカリング配向膜 17 側では、カイラル剤によって付与された復元力 (弾性力) により、液晶分子 L p の長軸方向が弱アンカリング配向膜 17 の配向処理方向 (図 2 では方向 Y) に沿うように配向方向が変位する。これにより、液晶分子 L p は、強アンカリング配向膜 16 側から弱アンカリング配向膜 17 側に向かって、長軸方向の配向角度の変位量が漸次大きくなり、螺旋状に捻れた状態に戻る。

10

【 0039 】

ただし、カイラル剤によって付与された液晶分子 L p の螺旋ピッチは、温度などの外的要因によって変化することがある。そのため、液晶層 18 の弱アンカリング配向膜 17 側では、電場 E の印加状態を非印加状態に変えた場合に、液晶分子 L p の配向が初期配向状態に戻り難いことがある。液晶分子 L p の配向が初期配向状態に戻らない場合、光漏れが生じるため、コントラスト比が低下してしまう。

20

そこで、本実施の形態では、弱アンカリング配向膜 17 のアンカリング力を、液晶層 18 の螺旋誘起力と弾性力との合計よりも大きくする。このような弱アンカリング配向膜 17 のアンカリング力の制御を行うことにより、温度などの外的要因の影響を受けても、電場 E の非印加状態において、弱アンカリング配向膜 17 のアンカリング力によって弱アンカリング配向膜 17 側の液晶分子 L p の配向方向を初期配向方向に安定して復元させることができる。

【 0040 】

弱アンカリング配向膜 17 のアンカリング力を、液晶層 18 の螺旋誘起力と弾性力との合計よりも大きくする方法としては、特に限定されないが、図 1 及び 2 に示すように、弱アンカリング配向膜 17 に凹凸形状を形成すればよい。このような凹凸形状を形成することにより、弱アンカリング配向膜 17 側の液晶分子 L p が適度に固定されるため、電場 E の印加状態を非印加状態に変えた場合に、液晶分子 L p の配向が初期配向状態に戻り易くなる。

30

凹凸形状の形成方法としては、特に限定されないが、ラビング法や光配向法等によって弱アンカリング配向膜 17 を処理することによって形成することができる。また、凹凸形状を有する基板 13 B を用い、その上に弱アンカリング配向膜 17 を形成してもよい。さらに、基板 13 B と弱アンカリング配向膜 17 との間に電極を形成することにより、その上に形成される弱アンカリング配向膜 17 を形成してもよい。

40

【 0041 】

また、弱アンカリング配向膜 17 に形成する凹凸形状は、傾斜面を有することが好ましい。傾斜面を有する凹凸形状を形成することにより、弱アンカリング配向膜 17 側の液晶分子 L p を初期配向状態に安定して復元させ易くなる。傾斜面の角度としては、特に限定されないが、基板 13 B の法線方向に対して、一般に 25° 以下、好ましくは 15° 以下、より好ましくは $3^{\circ} \sim 10^{\circ}$ とすることが好ましい。

傾斜面の形成方法としては、特に限定されないが、任意の角度で弱アンカリング配向膜 17 に対して斜めから、ラビング法や光配向法などの処理を行えばよい。

【 0042 】

上記のように、本実施の形態の液晶パネル 11 では、ポジティブ型の液晶分子 L p を用

50

い、偏光板 14 A と偏光板 14 B とを平行ニコルに配置し、偏光板 14 A の透過軸方向が、電場 E の非印加状態における液晶分子 L p の配向方向を規制するための強アンカリング配向膜 16 に対する配向処理方向と一致する（図 1 では方向 X）ように設定されている。そして、液晶層 18 の液晶分子 L p は、カイラル剤により、強アンカリング配向膜 16 側から弱アンカリング配向膜 17 側に向けて、螺旋状に捩れた初期配向状態とされている。

このような構成において、電場 E を非印加の状態では、図 1 に示すように、バックライトユニット 12 側から偏光板 14 A を通過した光は、液晶層 18 において液晶分子 L p の配向方向の螺旋状分布に沿って偏光面が変化し、反対側の偏光板 14 B に吸収される。

【0043】

また、図 2 に示すように、閾値以上の所定の電場 E を液晶パネル 11 に印加すると、印加電場 E の大きさが大きくなるに従い、弱アンカリング配向膜 17 近傍の液晶分子 L p の初期配向方向に対する配向方向の変位量が漸次大きくなる。印加される電場 E の強度がある一定値に達したときに、液晶層 18 の液晶分子 L p は、強アンカリング配向膜 16 における配向処理方向（図 2 では方向 X）に沿った方向に配向する。このとき、弱アンカリング配向膜 17 近傍の液晶分子 L p は、強アンカリング配向膜 16 における配向処理方向に一樣に配向しても略一樣に配向してもよい。弱アンカリング配向膜 17 近傍の液晶分子 L p の配向方向は、特に限定されないが、液晶分子 L p の初期配向方向に対する配向方向の変位角度の差が好ましくは $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 、より好ましくは $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 、さらに好ましくは $45^{\circ} \sim 89^{\circ}$ 、特に好ましくは $60^{\circ} \sim 89^{\circ}$ である。また、弱アンカリング配向膜 17 近傍の液晶分子 L p は、チルト角を有していてもよい。チルト角は、特に限定されないが、好ましくは $1^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 、より好ましくは $1^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 、さらに好ましくは $1^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 、特に好ましくは $1^{\circ} \sim 10^{\circ}$ である。このような液晶分子 L p の配向により、バックライトユニット 12 側から偏光板 14 A を通過した光は反対側の偏光板 14 B を透過する。

すなわち、液晶パネル 11 では、液晶の駆動方式として、液晶分子 L p を基板 13 A、13 B の表面に沿った面内で変位させる IPS 駆動方式を採用する一方、旋光性を利用して、光のオン・オフ制御を行う。

【0044】

ところで、上記したような強アンカリング配向膜 16 は、例えば、以下のようにして形成する。まず、基板 13 A 上にポリイミドなどからなる配向膜を形成する。その後、レーヨンや綿などからなる布を巻いたローラーを、回転数及びローラーと基板 13 A との距離を一定に保った状態で回転させ、配向膜の表面を所定の方向に擦る（ラビング法）。あるいは、偏光紫外線を照射してポリイミドからなる配向膜の表面に異方性を発生させる（光配向法）。これらのラビング法、光配向法等によって配向方向が設定された、強アンカリング配向膜 16 は、液晶分子 L p に対し、弱アンカリング配向膜 17 よりも強い配向強制力を付与する。

【0045】

弱アンカリング配向膜 17 としては、例えば、ポリマーブラシで形成したものを用いることができる。ポリマーブラシは、一端が基板 13 B 表面に固定され、他端が基板 13 B の表面から離間する方向に延びたグラフトポリマー鎖により形成される。このようなグラフトポリマー鎖は、基板 13 B 側から延伸させるようにして生成してもよいし、予め所定長を有したポリマー鎖を、基板 13 B に付着させてもよい。弱アンカリング配向膜 17 の初期配向方向は、ラビング法、偏光照射、無偏光斜め照射などの公知の手法により、決定してもよい。

【0046】

以下に、ポリマーブラシの具体的な一例を示す。

ポリマーブラシは、例えば、次の一般式（A）で表される。

【0047】

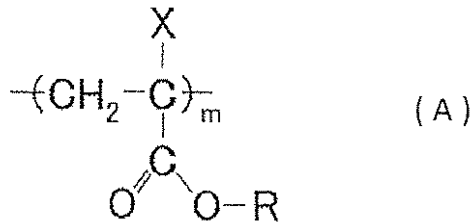
10

20

30

40

【化 2】



【0048】

一般式 (A) において、X は H 又は CH₃ であり、m は正の整数であって、ポリマーブラシの T_g (ガラス転移温度) が -5 以下であるものである。

10

【0049】

図 5 は、弱アンカリング配向膜として基板に形成したポリマーブラシの例を示す断面図である。

図 5 に示すように、液晶分子 L_p は、基板 13B 上に形成されたポリマーブラシ 2 の表層部分に浸透しており、液晶分子 L_p と接したポリマーブラシ 2 の表層部分は膨潤している (図中では、膨潤した状態は示していない)。

【0050】

本明細書においては、液晶分子 L_p が浸透したポリマーブラシ 2 の部分を共存部 4 とし、液晶分子 L_p が浸透していないポリマーブラシ 2 の部分をポリマーブラシ層 3 とし、図 5 では、本発明を理解し易くする観点から、共存部 4 とポリマーブラシ層 3 とを明確に区別して表したが、実際には、共存部 4 とポリマーブラシ層 3 との境界を区別することは難しい。

20

【0051】

上記したようなポリマーブラシ 2 を用いることにより、共存部 4 の T_g (ガラス転移温度) が、常温よりもかなり低い温度になるので、常温において、共存部 4 の形状を自由に変動させることができる。そのため、共存部 4 と液晶分子 L_p との界面において共存部 4 の状態が変化し、基板 13B に対して水平方向に液晶分子 L_p を配向強制しつつ、面内ではいずれの方向にも配向強制力をもたない状態 (ゼロ面アンカリング状態) を実現することができる。

30

【0052】

共存部 4 の T_g は、使用するポリマーブラシ 2 及び液晶分子 L_p の種類によって異なるため、一義的に定義することはできないが、一般に、ポリマーブラシ 2 単独の T_g に比べて低くなる。また、共存部 4 の T_g は、ポリマーブラシ 2 に対する液晶分子 L_p の浸透の程度 (すなわち、ポリマーブラシ 2 と液晶分子 L_p との割合) によっても変化する。具体的には、共存部 4 において、液晶分子 L_p の割合が多い液晶分子 L_p 側の共存部 4 は T_g が低く、液晶分子 L_p の割合が少ないポリマーブラシ層 3 側の共存部 4 は T_g が高くなる。

【0053】

しかしながら、ポリマーブラシ 2 として、上記一般式 (A) で表され、一般式 (A) において、X は H 又は CH₃ であり、m は正の整数であって、ポリマーブラシの T_g が -5 以下であるものを用いることにより、共存部 4 の T_g を、常温よりも十分低い温度にすることができるので、常温において、基板 13B の表面に対して水平な面内に液晶分子 L_p を配向強制しつつ、面内ではいずれの方向にも配向強制力をもたない状態 (ゼロ面アンカリング状態) を実現することができる。

40

【0054】

基板 13B の表面は必要に応じて、平坦化処理を行っても良い。平坦化処理としては、特に限定されず、当該技術分野において公知の方法を用いて行うことができる。平坦化処理の例としては、基板 13B の表面に平坦化膜を形成する方法が挙げられ、例えば、UV 硬化性の透明樹脂などを基板 13B の表面に塗布して UV 硬化すればよい。

50

【0055】

基板13Bの例としては、アレイ基板及び対向基板が挙げられる。

アレイ基板の例としては、アクティブマトリックスアレイ基板が挙げられる。このアクティブマトリックスアレイ基板は、一般的に、ガラス基板上にゲート配線及びソース配線がマトリックス状に配置されており、その交点部分に、薄層トランジスタ(TFT: Thin Film Transistor)などのアクティブ素子が形成され、このアクティブ素子に画素電極が接続されたものである。

【0056】

また、対向基板の例としては、カラーフィルタ基板が挙げられる。このカラーフィルタ基板は、一般的に、ガラス基板上に、不要な光の漏れを防止するためにブラックマトリックスを形成した後、R(赤)、G(緑)、B(青)の着色層をパターン形成し、必要に応じて保護膜を形成したものである。これらの基板13Bを用いる場合、基板13Bの表面に透明樹脂を塗布して硬化し、平坦化膜を形成してもよい。

【0057】

基板13B上に形成されるポリマーブラシ2としては、上記一般式(A)で表され、一般式(A)において、XはH又はCH₃であり、mは正の整数であって、ポリマーブラシのT_gが-5以下であるものを用いることができる。ここで、ポリマーブラシ2は、多数のグラフトポリマー鎖が高密度で基板13B表面に対して垂直方向に伸張した構造を有するのが好ましい。

【0058】

一般的に、一端が基板13B表面に固定されたグラフトポリマー鎖は、グラフト密度が低いと、糸まり状の縮んだ構造をとるが、ポリマーブラシ2は、グラフト密度が高いため、隣接したグラフトポリマー鎖の相互作用(立体反発)により、基板13B表面に対して垂直方向に伸張した構造をとる。

【0059】

本明細書において「高密度」とは、隣接するグラフトポリマー鎖間で立体反発が生じる程度に密集したグラフトポリマー鎖の密度を意味し、一般的に0.1本/nm²以上、好ましくは0.1~1.2本/nm²の密度である。また、本明細書において「グラフトポリマー鎖の密度」とは、単位面積(nm²)あたりの基板13B表面上に形成されたグラフトポリマー鎖の本数を意味する。

なお、ポリマーブラシ2は、多数のグラフトポリマー鎖が上記に示した「高密度」よりも低い密度で設けられたものであってもよい。

【0060】

ポリマーブラシ2は、基板13Bの表面上でポリマーブラシ2の層を形成する。このポリマーブラシ2の層の厚さは、特に限定されないが、一般に数十nm、具体的には1nm以上100nm未満、好ましくは10nm~80nm、より好ましくは10nm~60nm、さらに好ましくは10nm~50nm、またさらに好ましくは10nm~40nm、特に好ましくは10nm~30nm、最も好ましくは15nm~25nmである。また、このポリマーブラシ2の層にはサイズ排除効果があり、一定の大きさの物質はポリマーブラシ2の層を通過することはできない。そのため、ポリマーブラシ2の層の厚さを薄くしても、下地から液晶分子Lpへの不純物の侵入を防止することができる。

【0061】

ポリマーブラシ2の形成方法としては、特に限定されず、当該技術分野において公知の方法を用いて行うことができる。具体的には、ポリマーブラシ2は、ラジカル重合性モノマーをリビングラジカル重合させることにより形成することができる。ここで、本明細書において「リビングラジカル重合」とは、ラジカル重合反応において、連鎖移動反応及び停止反応が実質的に起こらず、ラジカル重合性モノマーが反応し尽くした後も連鎖成長末端が活性を保持する重合反応のことを意味する。

【0062】

この重合反応では、重合反応終了後でも生成重合体の末端に重合活性を保持しており、

10

20

30

40

50

ラジカル重合性モノマーを加えると再び重合反応を開始させることができる。また、リビングラジカル重合は、ラジカル重合性モノマーと重合開始剤との濃度比を調節することによって任意の平均分子量をもつ重合体の合成ができ、そして、生成する重合体の分子量分布が極めて狭いなどの特徴がある。

【0063】

リビングラジカル重合の代表例は、原子移動ラジカル重合 (ATRP: Atom Transfer Radical Polymerization) である。例えば、重合開始剤の存在下で、ハロゲン化銅/リガンド錯体を用いてラジカル重合性モノマーの原子移動リビングラジカル重合を行う。高分子末端ハロゲンをハロゲン化銅/リガンド錯体が引き抜くことにより可逆的に成長する成長ラジカルにラジカル重合性モノマーが付加して進行し、十分な頻度での可逆的活性化・不活性化により分子量分布が規制される。

10

【0064】

リビングラジカル重合に用いられるラジカル重合性モノマーは、有機ラジカルの存在下でラジカル重合を行うことが可能な不飽和結合を有するものであり、例えば、*t*-ブチルメタクリレート、ヘキシルメタクリレート、2-エチルヘキシルメタクリレート、ノニルメタクリレート、ラウリルメタクリレート、*n*-オクチルメタクリレートなどのメタクリレート系モノマー；*t*-ブチルアクリレート、ヘキシルアクリレート、2-エチルヘキシルアクリレート、ノニルアクリレート、ベンジルアクリレート、ラウリルアクリレート、*n*-オクチルアクリレートなどのアクリレート系モノマー；スチレン、スチレン誘導体（例えば、*o*-、*m*-、*p*-メトキシスチレン、*o*-、*m*-、*p*-*t*-ブトキシスチレン、*o*-、*m*-、*p*-クロロメチルスチレンなど）、ビニルエステル類（例えば、酢酸ビニル、プロピオン酸ビニル、安息香酸ビニル、酢酸ビニルなど）、ビニルケトン類（例えば、ビニルメチルケトン、ビニルヘキシルケトン、メチルイソプロペニルケトンなど）、*N*-ビニル化合物（例えば、*N*-ビニルピロリドン、*N*-ビニルピロール、*N*-ビニルカルバゾール、*N*-ビニルインドールなど）、（メタ）アクリル酸誘導体（例えば、アクリロニトリル、メタアクリロニトリル、アクリルアミド、イソプロピルアクリルアミド、メタクリルアミドなど）、ハロゲン化ビニル類（例えば、塩化ビニル、塩化ビニリデン、テトラクロロエチレン、ヘキサクロロブレン、フッ化ビニルなど）などのビニルモノマーが挙げられる。これらの各種ラジカル重合性モノマーは、単独で使用しても、2種以上を併用してもよい。

20

30

【0065】

重合開始剤としては、特に限定されず、リビングラジカル重合で一般的に公知のものを使用することができる。重合開始剤の例としては、*p*-クロロメチルスチレン、*p*-ジクロロキシレン、*p*-ジクロロキシレン、*p*-ジプロモキシレン、ヘキサキス（*p*-プロモメチル）ベンゼン、塩化ベンジル、臭化ベンジル、1-プロモ-1-フェニルエタン、1-クロロ-1-フェニルエタンなどのベンジルハロゲン化物；プロピル-2-プロモプロピオネート、メチル-2-クロロプロピオネート、エチル-2-クロロプロピオネート、メチル-2-プロモプロピオネート、エチル-2-プロモイソブチレート (EBIB) などの1位がハロゲン化されたカルボン酸；*p*-トルエンスルホニルクロリド (TsCl) などのトシルハロゲン化物；テトラクロロメタン、トリプロモメタン、1-ビニルエチルクロリド、1-ビニルエチルプロミドなどのアルキルハロゲン化物；ジメチルリン酸クロリドなどのリン酸エステルのハロゲン誘導体が挙げられる。これらの各種重合開始剤は、単独で使用しても、2種以上を併用してもよい。

40

【0066】

ハロゲン化銅/リガンド錯体を与えるハロゲン化銅としては、特に限定されず、リビングラジカル重合で一般的に公知のものを使用することができる。ハロゲン化銅の例としては、CuBr、CuCl、CuIなどが挙げられる。これらの各種ハロゲン化銅は、単独で使用しても、2種以上を併用してもよい。

【0067】

ハロゲン化銅/リガンド錯体を与えるリガンド化合物としては、特に限定されず、リビ

50

ングラジカル重合で一般的に公知のものを使用することができる。リガンド化合物の例としては、トリフェニルホスファン、4, 4'-ジノニル-2, 2'-ジピリジン(dNbipy)、N, N, N', N'-ペンタメチルジエチレントリアミン、1, 1, 4, 7, 10, 10-ヘキサメチルトリエチレントトラアミンなどが挙げられる。これらの各種リガンド化合物は、単独で使用しても、2種以上を併用してもよい。

【0068】

ラジカル重合性モノマー、重合開始剤、ハロゲン化銅及びリガンド化合物の量は、使用する原料の種類に応じて適宜調節すればよいが、一般的に、重合開始剤1molに対して、ラジカル重合性モノマーが5mol~10, 000mol、好ましくは50mol~5, 000mol、ハロゲン化銅が0.1mol~100mol、好ましくは0.5mol~100mol、リガンド化合物が0.2mol~200mol、好ましくは1.0mol~200molである。

10

【0069】

リビングラジカル重合は、通常、無溶媒で行うが、リビングラジカル重合で一般的に使用される溶媒を使用してもよい。使用可能な溶媒としては、例えば、ベンゼン、トルエン、N, N-ジメチルホルムアミド(DMF)、ジメチルスルホキシド(DMSO)、アセトン、クロロホルム、四塩化炭素、テトラヒドロフラン(THF)、酢酸エチル、トリフルオロメチルベンゼンなどの有機溶媒；水、メタノール、エタノール、イソプロパノール、n-ブタノール、エチルセロソルブ、ブチルセロソルブ、1-メトキシ-2-プロパノールなどの水性溶媒が挙げられる。これらの各種溶媒は、単独で使用しても、2種以上を併用してもよい。また、溶媒の量は、使用する原料の種類に応じて適宜調節すればよいが、一般的にラジカル重合性モノマー1gに対して、溶媒が0.01mL~100mL、好ましくは0.05mL~10mLである。

20

【0070】

リビングラジカル重合は、上記の原料を含むポリマーブラシ形成用溶液中に基板13Bを浸漬、または基板13Bに上記の原料を含むポリマーブラシ形成用溶液を塗布し、加熱することによって行うことができる。加熱条件は、特に限定されることはなく、使用する原料などに応じて適宜調節すればよい。一般的に、加熱温度は60~150である。また、加熱時間は0.1時間~80時間、好ましくは0.1時間~50時間、より好ましくは0.1時間~30時間、さらに好ましくは0.1時間~25時間、特に好ましくは0.1時間~10時間である。この重合反応は、一般的に常圧で行われるが、加圧又は減圧しても構わない。なお、基板13Bは、必要に応じて、ポリマーブラシ2の形成前に洗浄を行ってもよい。

30

【0071】

リビングラジカル重合により形成されるポリマーブラシ2の分子量は、反応温度、反応時間や使用する原料の種類や量によって調整可能であるが、数平均分子量が一般的に500~1, 000, 000、好ましくは1, 000~500, 000、より好ましくは5, 000~200, 000、特に好ましくは10, 000~200, 000のポリマーブラシ2を形成することができる。また、ポリマーブラシ2の分子量分布(Mw/Mn)は、一般的に1.05~2.0、好ましくは1.05~1.6、より好ましくは1.05~1.4、特に好ましくは1.05~1.25の間に制御することができる。

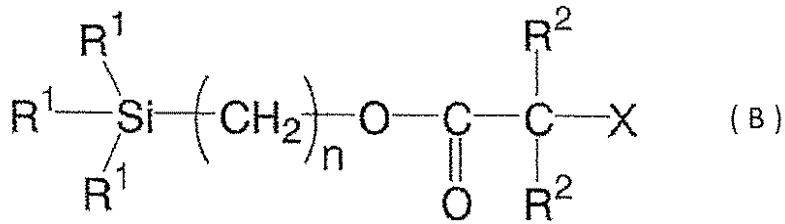
40

【0072】

ポリマーブラシ2は、基板13Bとポリマーブラシ2との間の固着性を高める観点から、必要に応じて、固定化膜を介して基板13Bの表面上に形成してもよい。固定化膜としては、基板13B及びポリマーブラシ2との固着性に優れたものであれば特に限定されることはなく、リビングラジカル重合で一般的に公知のものを使用することができる。固定化膜の例としては、次の一般式(B)で表されるアルコキシシラン化合物から形成される膜が挙げられる。

【0073】

【化 3】



【0074】

一般式 (B) において、 R^1 はそれぞれ独立して C 1 ~ C 3 のアルキル基、好ましくはメチル基又はエチル基であり、 R^2 はそれぞれ独立してメチル基又はエチル基であり、X はハロゲン原子、好ましくは Br であり、n は 3 ~ 10 の整数、より好ましくは 4 ~ 8 の整数である。

【0075】

固定化膜には、ポリマーブラシ 2 が共有結合していることが好ましい。固定化膜とポリマーブラシ 2 とが結合力の強い共有結合で結ばれていれば、ポリマーブラシ 2 の剥がれを十分に防止することができる。その結果、液晶パネル 11 の特性が低下する可能性が低くなり、液晶パネル 11 の信頼性が向上する。

【0076】

固定化膜の形成方法は、特に限定されず、使用する材料に応じて適宜設定すればよい。例えば、固定化膜形成用溶液に基板 13B を浸漬させたり、あるいは、基板 13B に上記の固定化膜形成用溶液を塗布後、乾燥させることによって固定化膜を形成することができる。ここで、所定の部分に固定化膜を形成させるために、固定化膜を形成させない部分にマスキングを施してもよい。また、基板 13B は、必要に応じて、固定化膜の形成前に洗浄を行ってもよい。

【0077】

基板 13A と、ポリマーブラシ 2 を形成した基板 13B との間に、液晶分子 Lp およびカイラル剤を含む液晶材料を注入する方法としては、特に限定されず、毛細管現象を利用した真空注入法、液晶滴下注入法 (ODF: One Drop Filling) などの公知の方法を用いることができる。例えば、毛細管現象を利用した真空注入法を用いる場合には、次のようにして行えばよい。

【0078】

まず、一方の基板 13A 上に公知の方法によって駆動電極 15 を形成する。他方の基板 13B 上には、フォトリソグラフィなどの公知の方法によってスペーサーを形成した後、固定化膜 (必要な場合) 及びポリマーブラシ 2 を形成する。ここで、必要に応じて、基板 13B 上 (スペーサー部以外) に平坦化膜などを形成することによって平坦化し、その上に固定化膜 (必要な場合) 及びポリマーブラシ 2 を形成してもよい。

【0079】

次に、一方の基板 13A を洗浄して乾燥させた後、シール材を塗布し、他方の基板 13B と重ね合わせ、加熱又は UV 照射などによってシール材を硬化させて接着する。ここで、シール材の一部には、液晶分子 Lp およびカイラル剤を含む液晶材料を注入するための注入口を開けておく必要がある。次に、注入口から真空注入法によって基板 13A, 13B の間に、液晶分子 Lp およびカイラル剤を含む液晶材料を注入した後、注入口を封止する。

【0080】

本発明において用いられる液晶分子 Lp としては、特に限定されず、当該技術分野において公知のものを用いることができる。その中でも、液晶分子 Lp としては、液晶分子 Lp の NI 点 (N 相から I 相への相転移温度) が共存部 4 の Tg よりも高いものが好ましい。

【0081】

また、カイラル剤としては、特に限定されず、当該技術分野において公知のものを用い

10

20

30

40

50

ることができる。

【0082】

上述したように、液晶パネル11によれば、弱アンカリング配向膜17が形成された基板13Bと、強アンカリング配向膜16が形成された基板13Aと、弱アンカリング配向膜17と強アンカリング配向膜16との間に配置された液晶層18と、基板13A又は基板13Bに設けられ、液晶分子Lpに電場Eを印加する駆動電極15とを備えており、液晶層18は、液晶分子Lpを電場Eの非印加状態における初期配向状態に復元させるカイラル剤を含有する。そして、駆動電極15で生成した電場Eによって配向方向を変位させた液晶分子Lpを、カイラル剤によって付与される復元力によって初期配向状態に戻すことによって、液晶分子Lpの駆動を高速化することが可能となる。これにより、液晶パネル11における表示応答性を高めることが可能となる。また、液晶分子Lpを初期状態に戻すための消費電力を抑えることもできる。

10

【0083】

また、弱アンカリング配向膜17のアンカリング力を、弱アンカリング配向膜17に凹凸形状を形成するなどの方法により、液晶層18の螺旋誘起力と弾性力との合計よりも大きくしている。そのため、温度などの外的要因の影響を受けても、電場Eの非印加状態において、弱アンカリング配向膜17のアンカリング力によって弱アンカリング配向膜17側の液晶分子Lpの配向方向を初期配向方向に安定して復元させることができる。これにより、液晶パネル11におけるコントラスト比を高めることが可能になる。

【0084】

また、弱アンカリング配向膜17は、電場Eを印加したときの液晶分子Lpの配向方向を拘束するアンカリング力が、強アンカリング配向膜16よりも小さい。そして、電場Eを印加した状態で、印加電場Eの大きさが大きくなるにつれて、弱アンカリング配向膜17近傍の液晶分子Lpの初期配向状態に対する配向方向の変位量が漸次大きくなる。これにより、弱アンカリング配向膜17側の液晶分子Lpの配向方向を変化させるのに十分な所定の電圧を印加すれば、液晶パネル11の液晶層18が駆動され、表示を行うことができる。したがって、低電圧で液晶分子Lpを駆動することができる。

20

また、上記構成によれば、電場Eの非印加状態では、光が、液晶分子Lpの配向に沿って変化し、偏光板14Bでほぼ全ての光が吸収され、透過率はほぼゼロとなる。一方、一定値以上の電場Eを印加した状態では、液晶層18は電場方向に平行な方向で一様配向し、液晶パネル11に入射した光は、ほぼ全量が偏光板14Bを透過するため、透過率及びコントラスト比の高い表示を行うことが可能となる。

30

【0085】

実施の形態2.

次に、本発明にかかる液晶表示素子の実施の形態2について説明する。なお、以下に説明する実施の形態2においては、上記の実施の形態1と共通する構成については図中に同符号を付してその説明を省略する。この実施の形態2では、上記の実施の形態1に対し、駆動電極15における電極線20Bの配置が異なる。

図6は、実施の形態2として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が正の液晶を用い、電場の非印加状態における電極線と第一の配向膜近傍の液晶分子の配向方向との関係を示す図である。図7は、前記実施の形態2として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が正の液晶を用い、電場印加状態における電極線と第一の配向膜近傍の液晶分子の配向方向との関係の他の例を示す図である。

40

【0086】

図6に示すように、この実施の形態2において、駆動電極15は、基板13Aの表面に沿って、複数本の電極線20Bが並設されることで形成されている。ここで、各電極線20Bは、その長軸方向を、例えば、基板13Aに沿った方向Yに対して傾斜させて形成されている。駆動電極15は、このような電極線20Bが、基板13Aに沿った方向Yに直交する方向Xに沿って、一定間隔ごとに並設されることで形成されている。

【0087】

50

図 1 に示すように、液晶層 18 では、電場 E の非印加状態において、ポジティブ型の液晶分子 L p は、カイラル剤の添加により、強アンカリング配向膜 16 側から弱アンカリング配向膜 17 側に向けて、螺旋状に挟れた初期配向状態となる。この状態で、強アンカリング配向膜 16 側では、液晶分子 L p は、強アンカリング配向膜 16 における配向処理方向（方向 X）に沿って配向されている。これに対し、図 6 に示すように、弱アンカリング配向膜 17 側では、駆動電極 15 において互いに隣接する電極線 20 B, 20 B 間で、電場 E の非印加状態で、ポジティブ型の液晶分子 L p は、弱アンカリング配向膜 17 側における配向処理方向（方向 Y）に沿って配向されている。

【0088】

液晶層 18 において、ポジティブ型の液晶分子 L p は、電場 E を印加しても、強アンカリング配向膜 16 側においては液晶分子 L p の長軸方向が強アンカリング配向膜 16 の配向処理方向（方向 X）に沿った初期配向状態を維持する。一方、図 7 に示すように、弱アンカリング配向膜 17 側では、印加された電場 E により、液晶分子 L p は基板 13 B に平行な面内で配向角度が変位し、電場強度がある一定値に達したときに、その長軸方向が電場 E に平行な方向、すなわち電極線 20 B に直交する方向に沿うように配向する。このとき、弱アンカリング配向膜 17 近傍の液晶分子 L p は、強アンカリング配向膜 16 における配向処理方向に一樣に配向しても略一樣に配向してもよい。弱アンカリング配向膜 17 近傍の液晶分子 L p の配向方向は、特に限定されないが、液晶分子 L p の初期配向方向に対する配向方向の変位角度の差が好ましくは $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 、より好ましくは $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 、さらに好ましくは $45^{\circ} \sim 89^{\circ}$ 、特に好ましくは $60^{\circ} \sim 89^{\circ}$ である。また、弱アンカリング配向膜 17 近傍の液晶分子 L p は、その長軸方向が電場 E に平行な方向に完全に配向している必要はなく、チルト角を有していてもよい。チルト角は、特に限定されないが、好ましくは $1^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 、より好ましくは $1^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 、さらに好ましくは $1^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 、特に好ましくは $1^{\circ} \sim 10^{\circ}$ である。

【0089】

このような駆動電極 15 を備える本実施の形態の液晶パネル 11 においても、駆動電極 15 で生成した電場 E によって配向方向を変位させた液晶分子 L p を、電場 E の印加を停止したときに、カイラル剤によって付与された復元力により螺旋状の初期配向状態に戻すことによって、液晶分子 L p の駆動を高速化することが可能となる。これにより、液晶パネル 11 における表示応答性を高めることが可能となる。また、本実施の形態では、弱アンカリング配向膜 17 側の液晶分子 L p の配向方向が電場 E に平行となった際、液晶分子 L p の配向方向と偏光板 14 B の透過軸方向とが完全に一致しないため、第 1 実施形態に示した構成よりも最大透過率は若干低下するが、従来の IPS 方式の液晶パネルよりも高い最大透過率を実現することが可能となる。

【0090】

実施の形態 3 .

次に、本発明にかかる液晶表示素子の実施の形態 3 について説明する。なお、以下に説明する実施の形態 3 においては、上記の実施の形態 1 及び 2 と共通する構成については図中に同符号を付してその説明を省略する。この実施の形態 3 では、上記実施の形態 1 及び 2 に対し、駆動電極 15 における電極線 20 C の配置が異なる。

図 8 は、実施の形態 3 として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が正の液晶を用い、電場の非印加状態における電極線と第一の配向膜近傍の液晶分子の配向方向との関係を示す図である。図 9 は、前記実施の形態 3 として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が正の液晶を用い、電場の印加状態における電極線と第一の配向膜近傍の液晶分子の配向方向との関係の他の例を示す図である。

【0091】

図 8 に示すように、この実施の形態 3 において、駆動電極 15 は、基板 13 A の表面に沿って、複数本の電極線 20 C が並設されることで形成されている。ここで、各電極線 20 C は、各画素において、基板 13 A に沿った方向 Y に対して所定角度 だけ傾斜した第一傾斜部 20 a と、方向 Y に対し所定角度 - だけ傾斜した第二傾斜部 20 b とが、長軸

方向である方向 Y において連続する「く」字状をなしている。駆動電極 15 は、このような電極線 20C が、基板 13A に沿った方向 Y に直交する方向 X に沿って、一定間隔ごとに並設されることで形成されている。

【0092】

このような駆動電極 15 においては、互いに隣接する電極線 20C、20C 間で、電場 E の非印加状態で、ポジティブ型の液晶分子 Lp は、強アンカリング配向膜 16 における配向処理方向（方向 X）に沿って配向されている。

【0093】

図 1 に示すように、液晶層 18 においては、電場 E の非印加状態で、ポジティブ型の液晶分子 Lp は、カイラル剤の添加により、強アンカリング配向膜 16 側から弱アンカリング配向膜 17 側に向けて、螺旋状に捩れた初期配向状態となる。この状態で、強アンカリング配向膜 16 側では、液晶分子 Lp は、強アンカリング配向膜 16 における配向処理方向（方向 X）に沿って配向されている。これに対し、図 8 に示すように、弱アンカリング配向膜 17 側では、駆動電極 15 において互いに隣接する電極線 20B、20B 間で、電場 E の非印加状態で、ポジティブ型の液晶分子 Lp は、弱アンカリング配向膜 17 側における配向処理方向（方向 Y）に沿って配向されている。

【0094】

液晶層 18 において、ポジティブ型の液晶分子 Lp は、電場 E を印加しても、強アンカリング配向膜 16 側においては液晶分子 Lp の長軸方向が強アンカリング配向膜 16 の配向処理方向（方向 X）に沿った初期配向状態を維持する。一方、図 9 に示すように、弱アンカリング配向膜 17 側では、印加された電場 E により、液晶分子 Lp は基板 13B に平行な面内で配向角度が変位し、電場 E の強度がある一定値に達したときに、その長軸方向が第一傾斜部 20a、第二傾斜部 20b に直交するように配向する。具体的には、電場 E を印加したときに、第一傾斜部 20a、20a 間では、液晶分子 Lp は第一傾斜部 20a に直交し、第二傾斜部 20b、20b 間では、液晶分子 Lp は第二傾斜部 20b に直交するように配向する。このとき、弱アンカリング配向膜 17 近傍の液晶分子 Lp の配向は、一様配向であっても略一様配向であってもよい。弱アンカリング配向膜 17 近傍の液晶分子 Lp の配向方向は、特に限定されないが、液晶分子 Lp の初期配向方向に対する配向方向の変位角度の差が好ましくは $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 、より好ましくは $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 、さらに好ましくは $45^{\circ} \sim 89^{\circ}$ 、特に好ましくは $60^{\circ} \sim 89^{\circ}$ である。また、弱アンカリング配向膜 17 近傍の液晶分子 Lp は、チルト角を有していてもよい。チルト角は、特に限定されないが、好ましくは $1^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 、より好ましくは $1^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 、さらに好ましくは $1^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 、特に好ましくは $1^{\circ} \sim 10^{\circ}$ である。

ここで、駆動電極 15 において、電極線 20C は、各画素において「く」字状に屈曲している。したがって、電場 E を印加したときに、方向 X に対し、角度 だけ傾斜した液晶分子 Lp と、角度 - だけ傾斜した液晶分子 Lp とが混在して画像を形成する。その結果、液晶パネル 11 を、パネル表面に対して傾斜した斜め方向から見た場合の画像劣化を抑えることができる。

【0095】

このような駆動電極 15 を備える本実施の形態の液晶パネル 11 においても、駆動電極 15 で生成した電場 E によって配向方向を変位させた液晶分子 Lp を、電場 E の印加を停止したときに、カイラル剤によって付与された復元力により螺旋状の初期配向状態に戻すことによって、液晶分子 Lp の駆動を高速化することが可能となる。これにより、液晶パネル 11 における表示応答性を高めることが可能となる。また、本実施の形態では、弱アンカリング配向膜 17 側の液晶分子 Lp の配向方向が電場 E に平行となった際、液晶分子 Lp の配向方向と偏光板 14B の透過軸方向とが完全に一致しないため、第 1 実施形態に示した構成よりも最大透過率は若干低下するが、従来の IPS 方式の液晶パネルよりも高い最大透過率を実現することが可能となる。

【0096】

実施の形態 4 .

10

20

30

40

50

次に、本発明にかかる液晶表示素子の実施の形態 4 について説明する。なお、以下に説明する実施の形態 4 においては、上記の実施の形態 1 ~ 3 と共通する構成については図中に同符号を付してその説明を省略する。この実施の形態 4 では、上記の実施の形態 1 と同様の駆動電極 15 を備え、ネガティブ型の液晶分子 L_n を駆動する。

図 10 は、本発明の実施の形態 4 として示した液晶ディスプレイの概略構成を示す断面図である。図 11 は、前記実施の形態 4 として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が負の液晶を用い、電場を印加した状態における液晶分子の配向方向の分布を示す図である。図 12 は、前記実施の形態 4 として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が負の液晶を用い、電場を印加しない状態における電極線と第一の配向膜近傍の液晶分子の配向方向との関係を示す図である。図 13 は、前記実施の形態 4 として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が負の液晶を用い、電場を印加した状態における電極線と液晶分子の配向方向との関係を示す図である。

10

【0097】

図 10、図 11 に示すように、この実施の形態において、偏光板 14 A と偏光板 14 B は平行ニコルに配置され、偏光板 14 A および偏光板 14 B の透過軸方向が、それぞれ方向 Y に沿うよう設定されている。

【0098】

駆動電極 15 は、基板 13 A の表面に沿って、複数本の電極線 20 A が並設されることで形成されている。図 12、図 13 に示すように、各電極線 20 A は、その長軸方向が、例えば基板 13 A の表面に平行な面内で方向 Y に沿って延びるよう直線状に形成されている。駆動電極 15 は、このような電極線 20 A が、基板 13 A の表面に平行な面内で方向 Y に直交する方向 X に沿って、一定間隔ごとに並設されている。

20

【0099】

液晶層 18 の液晶分子 L_n は、誘電率異方性が負であり、誘電的性質が長軸方向に小さく、長軸方向に直交する方向に大きいネガティブ型である。

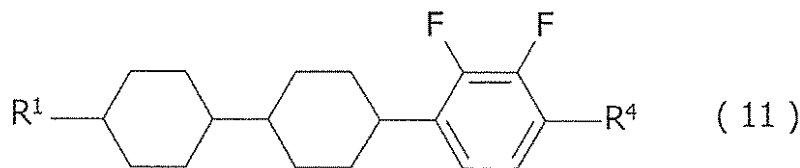
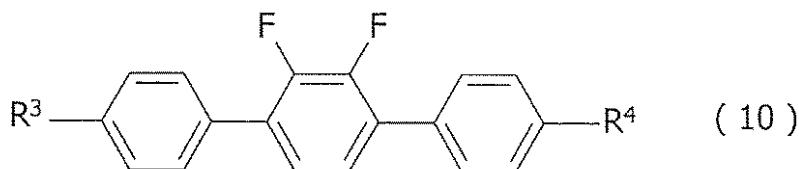
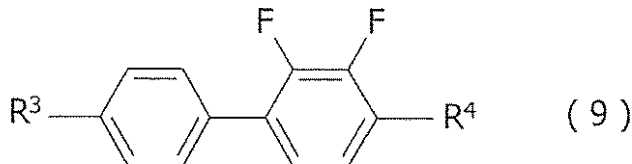
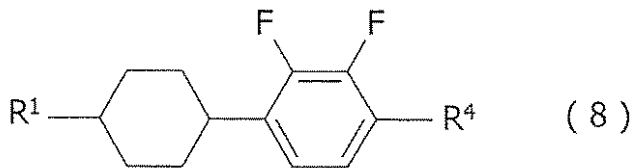
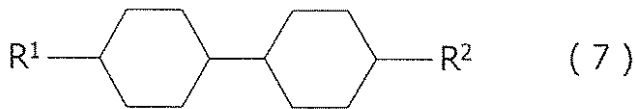
液晶層 18 は、ネガティブ型の液晶組成物を用いて形成されており、液晶層 18 には多数の液晶分子 L_n が含有されている。

ネガティブ型の液晶組成物としては、特に限定されず、当該技術分野において公知のものを用いることができる。その中でも、本実施の形態に用いるのに適したネガティブ型の液晶組成物は、下記の一般式 (7) ~ (11) で表される化合物のうち、好ましくは 2 種以上、より好ましくは 3 種以上、さらに好ましくは 4 種以上、特に好ましくは 5 種を含有する。また、ネガティブ型の液晶組成物における下記の一般式 (7) ~ (11) で表される化合物の合計含有量は、75 質量%以上であることが好ましい。

30

【0100】

【化 4】



【 0 1 0 1 】

上記の一般式(7)～(11)中、 R^1 及び R^2 は、同一でも異なってもよく、炭素数1～5のアルキル基又は炭素数2～5のアルケニル基を表し； R^3 及び R^4 は、同一でも異なってもよく、炭素数1～5のアルキル基又は炭素数4～5のアルケニル基を表す。

図10に示すように、ネガティブ型の液晶分子 L_n を用いる場合、電場 E の非印加状態で液晶分子 L_n の配向方向を規制するための強アンカリング配向膜16の配向処理方向を、各電極線20Aの長軸方向と平行な方向(図10では方向Y)とする。また、弱アンカリング配向膜17の配向処理方向を、強アンカリング配向膜16の配向処理方向に直交する方向(図10では方向X)とする。

また、液晶層18は、電場 E の非印加状態で液晶分子 L_n を強アンカリング配向膜16側から弱アンカリング配向膜17側に向かって螺旋状に配向(初期配向状態)させるとともに、電場 E の印加を解除したときに螺旋状の初期配向状態に復元させる復元力を付与するカイラル剤を含有する。

【 0 1 0 2 】

これにより、図10に示すように、液晶層18のネガティブ型の液晶分子 L_n は、強アンカリング配向膜16側においては、その長軸方向を、強アンカリング配向膜16の配向処理方向(図10では方向Y)にほぼ一致させて配向されている。一方、弱アンカリング配向膜17側においては、その長軸方向を、弱アンカリング配向膜17の配向処理方向(図10では方向X)にほぼ一致させて配向されている。

これにより、この実施の形態における液晶ディスプレイ10は、電場 E の非印加状態において、バックライトユニット12側から偏光板14Aを通過した光が、液晶分子 L_n の配向方向の分布に沿って偏光面が変化し、ほぼ全ての光が反対側の偏光板14Bに吸収される。

10

20

30

40

50

【0103】

図11に示すように、ネガティブ型の液晶分子 L_n は、電場 E を印加しても、上記したように強アンカリング配向膜16側においては、長軸方向が強アンカリング配向膜16の配向処理方向に沿った初期配向状態(方向 Y)を維持する。一方、図11、図13に示すように、弱アンカリング配向膜17側では、印加された電場 E により、液晶分子 L_n は基板13Bに平行な面内で配向角度が変位し、電場強度がある一定値に達したときに、その長軸方向が電場 E に直交する方向、すなわち基板13Bに平行な方向 Y に沿うように配向する。このとき、弱アンカリング配向膜17近傍の液晶分子 L_n は、強アンカリング配向膜16における配向処理方向(方向 Y)に一樣に配向しても略一樣に配向してもよい。弱アンカリング配向膜17近傍の液晶分子 L_n の配向方向は、特に限定されないが、液晶分子 L_n の初期配向方向に対する配向方向の変位角度の差が好ましくは $0^\circ \sim 90^\circ$ 、より好ましくは $45^\circ \sim 90^\circ$ 、さらに好ましくは $45^\circ \sim 89^\circ$ 、特に好ましくは $60^\circ \sim 89^\circ$ である。また、弱アンカリング配向膜17近傍の液晶分子 L_n は、チルト角を有していてもよい。チルト角は、特に限定されないが、好ましくは $1^\circ \sim 30^\circ$ 、より好ましくは $1^\circ \sim 20^\circ$ 、さらに好ましくは $1^\circ \sim 15^\circ$ 、特に好ましくは $1^\circ \sim 10^\circ$ である。

10

上記のようにして、電場 E を印加した状態では、印加電場 E の大きさが大きくなるに従い、弱アンカリング配向膜17近傍の液晶分子 L_n の初期配向状態に対する配向方向の変位量が漸次大きくなる。更に、一定値以上の電場を印加したとき、弱アンカリング配向膜17側における液晶分子 L_n の配向方向(方向 Y)は電場 E と直交する方向となり、強アンカリング配向膜16側から弱アンカリング配向膜17側に向けて、液晶層18の液晶分子 L_n の配向方向が一樣となる。これにより、バックライトユニット12側からの光が液晶パネル11を透過するようになる。

20

【0104】

また、電場 E の印加状態から電場 E の非印加状態に変えると、液晶層18の液晶分子 L_n は、カイラル剤によって付与された復元力により、液晶分子 L_n の配向方向が、図10に示したような螺旋状の初期配向状態に戻る。すなわち、強アンカリング配向膜16側においては、液晶分子 L_n の長軸方向が強アンカリング配向膜16の配向処理方向(図10では方向 Y)に沿った状態を維持する。これに対し、液晶層18の弱アンカリング配向膜17側においては、液晶分子 L_n の長軸方向が弱アンカリング配向膜17の配向処理方向(図10では方向 X)に沿うように配向方向が変位する。これにより、液晶分子 L_n が、強アンカリング配向膜16側から弱アンカリング配向膜17側に向かって、長軸方向の配向角度の変位量が漸次大きくなり、螺旋状に換れた初期配向状態に戻る。

30

【0105】

このような駆動電極15を備える本実施の形態の液晶パネル11においても、駆動電極15で生成した電場 E によって配向方向を変位させた液晶分子 L_n を、カイラル剤によって付与される復元力によって初期配向状態に復元させることによって、液晶分子 L_n の駆動を高速化することが可能となる。これにより、液晶パネル11における表示応答性を高めることが可能となる。また、液晶分子 L_n を初期状態に戻すために消費電力を抑えることができる。

40

【0106】

実施の形態5.

次に、本発明にかかる液晶表示素子の実施の形態5について説明する。なお、以下に説明する実施の形態5においては、上記の実施の形態1~4と共通する構成については図中に同符号を付してその説明を省略する。この実施の形態5では、上記実施の形態2と同様の駆動電極15を備え、ネガティブ型の液晶分子 L_n を駆動する。

図14は、実施の形態5として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が負の液晶を用い、電場の印加状態における電極線と第一の配向膜近傍の液晶分子の配向方向との関係を示す図である。図15は、前記実施の形態5として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が負の液晶を用い、電場の印加状態におけ

50

る電極線と第一の配向膜近傍の液晶分子の配向方向との関係の他の例を示す図である。

【0107】

この実施の形態において、一方の偏光板14A、偏光板14Bの透過軸方向は、上記の実施の形態4と同様、それぞれ方向Yに沿うよう設定されている。

【0108】

図14に示すように、駆動電極15は、基板13Aの表面に沿って、複数本の電極線20Bが並設されることで形成されている。各電極線20Bは、その長軸方向を、例えば、基板13Aに沿った方向Yに対して傾斜させて形成されている。駆動電極15は、このような電極線20Bが、基板13Aに沿った方向Yに直交する方向Xに沿って、一定間隔ごとに並設されることで形成されている。

【0109】

図10に示すように、液晶層18においては、電場Eの非印加状態で、液晶分子Lnは、カイラル剤の添加により、強アンカリング配向膜16側から弱アンカリング配向膜17側に向けて螺旋状に捩れた初期配向状態となる。この状態で、強アンカリング配向膜16側では、液晶分子Lnは、強アンカリング配向膜16における配向処理方向（方向Y）に沿って配向されている。これに対し、図14に示すように、弱アンカリング配向膜17側では、駆動電極15において互いに隣接する電極線20B、20B間で、電場Eを非印加の状態、ネガティブ型の液晶分子Lnは、弱アンカリング配向膜17側における配向処理方向（方向X）に沿って配向されている。

【0110】

液晶層18において、ネガティブ型の液晶分子Lnは、電場Eを印加しても、強アンカリング配向膜16側においては液晶分子Lnの長軸方向が強アンカリング配向膜16の配向処理方向（方向Y）に沿った初期配向状態を維持する。一方、図15に示すように、弱アンカリング配向膜17側においては、印加された電場Eにより、液晶分子Lnは基板13Bに平行な面内で配向角度が変位し、電場強度がある一定値に達したときに、その長軸方向が電場Eに直交する方向、すなわち電極線20Bに平行な方向に沿うように配向する。このとき、弱アンカリング配向膜17近傍の液晶分子Lnは、電場Eに直交する方向に一樣に配向しても略一樣に配向してもよい。弱アンカリング配向膜17近傍の液晶分子Lnの配向方向は、特に限定されないが、液晶分子Lnの初期配向方向に対する配向方向の変位角度の差が好ましくは $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 、より好ましくは $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 、さらに好ましくは $45^{\circ} \sim 89^{\circ}$ 、特に好ましくは $60^{\circ} \sim 89^{\circ}$ である。また、弱アンカリング配向膜17近傍の液晶分子Lnは、チルト角を有していてもよい。チルト角は、特に限定されないが、好ましくは $1^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 、より好ましくは $1^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 、さらに好ましくは $1^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 、特に好ましくは $1^{\circ} \sim 10^{\circ}$ である。

【0111】

このような駆動電極15を備える本実施の形態の液晶パネル11においても、駆動電極15で生成した電場Eによって配向方向を変位させた液晶分子Lnを、カイラル剤によって付与される復元力によって初期配向状態に復元させることによって、液晶分子Lnの駆動を高速化することが可能となる。これにより、液晶パネル11における表示応答性を高めることが可能となる。また、液晶分子Lnを初期状態に戻すための消費電力を抑えることができる。また、本実施の形態では、弱アンカリング配向膜17側の液晶分子Lnの配向方向が電場Eに垂直となった際、液晶分子Lnの配向方向と偏光板14Bの透過軸方向とが完全に一致しないため、第4実施形態に示した構成よりも最大透過率は若干低下するが、従来のIPS方式の液晶パネルよりも高い最大透過率を実現することが可能となる。

【0112】

実施の形態6．

次に、本発明にかかる液晶表示素子の実施の形態6について説明する。なお、以下に説明する実施の形態6においては、上記の実施の形態1～5と共通する構成については図中に同符号を付してその説明を省略する。この実施の形態6では、上記の実施の形態3と同様の駆動電極15を備え、ネガティブ型の液晶分子Lnを駆動する。

図 16 は、実施の形態 6 として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が負の液晶を用い、電場の印加状態における電極線と第一の配向膜近傍の液晶分子の配向方向との関係を示す図である。図 17 は、前記実施の形態 6 として示した液晶ディスプレイの液晶パネルにおいて、誘電率異方性が負の液晶を用い、電場の印加状態における電極線と第一の配向膜近傍の液晶分子の配向方向との関係の他の例を示す図である。

【0113】

この実施の形態において、一方の偏光板 14A、偏光板 14B の透過軸方向は、上記の実施の形態 4 と同様、それぞれ方向 Y に沿うよう設定されている。

【0114】

図 16 に示すように、駆動電極 15 は、基板 13A の表面に沿って、複数本の電極線 20C が並設されることで形成されている。各電極線 20C は、各画素において、基板 13A に沿った方向 Y に対して所定角度 θ_1 だけ傾斜した第一傾斜部 20a と、方向 Y に対し所定角度 θ_2 だけ傾斜した第二傾斜部 20b とが、長軸方向である方向 Y において連続する「く」字状をなしている。駆動電極 15 は、このような電極線 20C が、基板 13A に沿った方向 Y に直交する方向 X に沿って、一定間隔ごとに並設されることで形成されている。

10

【0115】

図 10 に示すように、液晶層 18 においては、電場 E の非印加状態で、液晶分子 L_n は、カイラル剤の添加により、強アンカリング配向膜 16 側から弱アンカリング配向膜 17 側に向けて、螺旋状に捻れた初期配向状態となる。この状態で、強アンカリング配向膜 16 側では、液晶分子 L_n は、強アンカリング配向膜 16 における配向処理方向（方向 Y）に沿って配向されている。これに対し、図 16 に示すように、弱アンカリング配向膜 17 側では、駆動電極 15 において互いに隣接する電極線 20B、20B 間で、電場 E を非印加の状態、ネガティブ型の液晶分子 L_n は、弱アンカリング配向膜 17 側における配向処理方向（方向 X）に沿って配向されている。

20

【0116】

液晶層 18 において、ネガティブ型の液晶分子 L_n は、電場 E を印加しても、強アンカリング配向膜 16 側においては液晶分子 L_n の長軸方向が強アンカリング配向膜 16 の配向処理方向（方向 Y）に沿った初期配向状態を維持する。一方、図 17 に示すように、弱アンカリング配向膜 17 側では、印加された電場 E により、液晶分子 L_n は基板 13B に平行な面内で配向角度が変位し、電場強度がある一定値に達したときに、その長軸方向が第一傾斜部 20a、第二傾斜部 20b に平行となるように配向する。具体的には、電場 E を印加したときに、第一傾斜部 20a、20a 間では、液晶分子 L_n は第一傾斜部 20a に平行となり、第二傾斜部 20b、20b 間では、液晶分子 L_n は第二傾斜部 20b に平行となるように配向する。このとき、弱アンカリング配向膜 17 近傍の液晶分子 L_n の配向は、一様配向であっても略一様配向であってもよい。弱アンカリング配向膜 17 近傍の液晶分子 L_n の配向方向は、特に限定されないが、液晶分子 L_n の初期配向方向に対する配向方向の変位角度の差が好ましくは $0^\circ \sim 90^\circ$ 、より好ましくは $45^\circ \sim 90^\circ$ 、さらに好ましくは $45^\circ \sim 89^\circ$ 、特に好ましくは $60^\circ \sim 89^\circ$ である。また、弱アンカリング配向膜 17 近傍の液晶分子 L_n は、チルト角を有していてもよい。チルト角は、特に限定されないが、好ましくは $1^\circ \sim 30^\circ$ 、より好ましくは $1^\circ \sim 20^\circ$ 、さらに好ましくは $1^\circ \sim 15^\circ$ 、特に好ましくは $1^\circ \sim 10^\circ$ である。

30

40

ここで、駆動電極 15 において、電極線 20C は、各画素において「く」字状に屈曲している。したがって、電場 E を印加したときに、互いに異なる 2 種類の角度に傾斜した液晶分子 L_n が混在して画像を形成する。その結果、液晶パネル 11 を、パネル表面に対して傾斜した斜め方向から見た場合の画像劣化を抑えることができる。

【0117】

このような駆動電極 15 を備える本実施の形態の液晶パネル 11 においても、駆動電極 15 で生成した電場 E によって配向方向を変位させた液晶分子 L_n を、カイラル剤によって付与される復元力によって初期配向状態に復元させることによって、液晶分子 L_n の駆

50

動を高速化することが可能となる。これにより、液晶パネル 11 における表示応答性を高めることが可能となる。また、液晶分子 Ln を初期状態に戻すための消費電力を抑えることができる。

また、本実施の形態では、弱アンカリング配向膜 17 側の液晶分子 Ln の配向方向が電場 E に垂直となった際、液晶分子 Ln の配向方向と偏光板 14 B の透過軸方向とが完全に一致しないため、実施の形態 4 に示した構成よりも最大透過率は若干低下するが、従来の IPS 方式の液晶パネルよりも高い最大透過率を実現することが可能となる。

【0118】

以上、本発明の好ましい実施の形態について詳細に説明したが、当該技術分野における通常の知識を有する者であればこれから様々な変形及び均等な実施の形態が可能である。

よって、本発明の権利範囲はこれに限定されるものではなく、特許請求の範囲で定義される本発明の基本概念を用いた当業者の様々な変形や改良形態も本発明に含まれる。

【0119】

例えば、上記の実施の形態では、強アンカリング配向膜 16、弱アンカリング配向膜 17 について、それぞれ具体的な形成方法を例示したが、これに限らない。すなわち、強アンカリング配向膜 16 と弱アンカリング配向膜 17 とで、電場 E を付与したときの、液晶分子 Lp、Ln の配向方向を矯正する配向強制力が互いに異なるのであれば、強アンカリング配向膜 16、弱アンカリング配向膜 17 は、それぞれ、他のいかなる方法、材料で形成してもよい。

【0120】

また、カイラル剤には左巻き螺旋と右巻き螺旋を誘起するものが存在するが、そのいずれを用いても良い。

【0121】

また、上記の実施の形態では、強アンカリング配向膜 16 をバックライトユニット 12 側に配置し、弱アンカリング配向膜 17 をバックライトユニット 12 から離間した側に配置したが、これに限らない。強アンカリング配向膜 16 をバックライトユニット 12 から離間した側に配置し、弱アンカリング配向膜 17 をバックライトユニット 12 側に配置してもよい。

【0122】

駆動電極 15 についても、バックライトユニット 12 側に限らず、その反対側に配置してもよい。

【0123】

また、実施の形態 1～6 においては、偏光板 14 A と偏光板 14 B をパラレルニコルに配置し、偏光板 14 A の透過軸方向が、電場 E の非印加状態での液晶分子 L の配向方向を規制するための強アンカリング配向膜 16 に対する配向処理方向と、一致する場合の例を示したが、偏光板 14 A の透過軸方向を、電場 E の非印加状態での液晶分子 L の配向方向を規制するための強アンカリング配向膜 16 に対する配向処理方向と、直交させてもよい。

【0124】

さらには、上記の実施の形態では、電圧非印加時に表示が暗く、電圧印加時に明るくなる、いわゆる、ノーマリーブラック型の液晶パネル 11 について説明を行ったが、これに限らない。液晶パネル 11 を、電圧非印加時に表示が明るく、電圧印加時に暗くなる、いわゆる、ノーマリーホワイト型の構成としてもよい。

【符号の説明】

【0125】

2 ポリマーブラシ、3 ポリマーブラシ層、4 共存部、7 幾何学的凹凸構造、10 液晶ディスプレイ、11 液晶パネル（液晶表示素子）、11f 表面、11r 裏面、12 バックライトユニット、13 A 基板（第二の基板）、13 B 基板（第一の基板）、14 A 偏光板（第一の偏光板）、14 B 偏光板（第二の偏光板）、15 駆動電極、16 強アンカリング配向膜（第二の配向膜）、17 弱アンカリング配向膜（

10

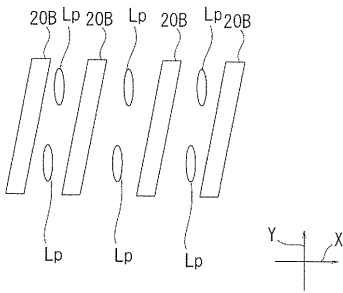
20

30

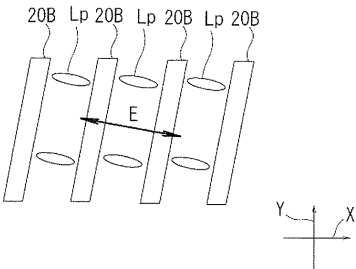
40

50

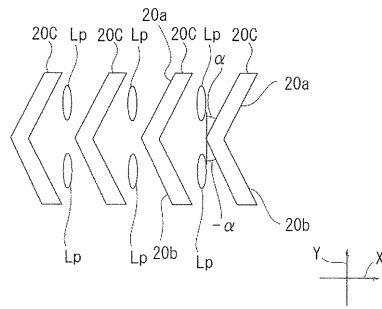
【図 6】



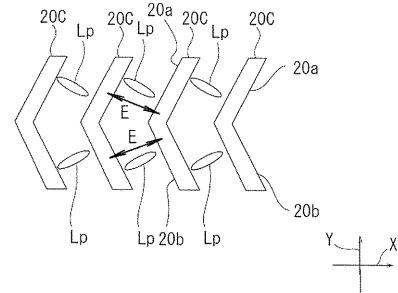
【図 7】



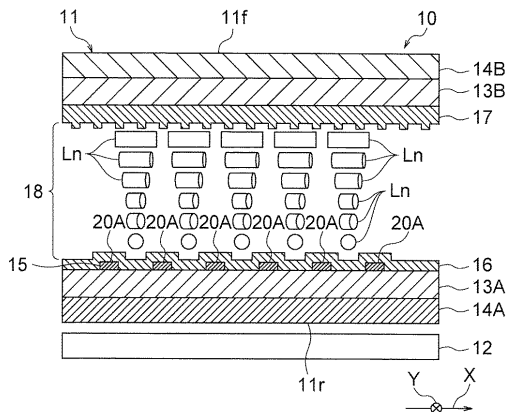
【図 8】



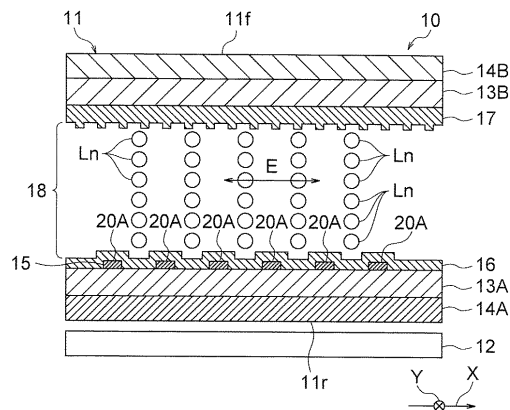
【図 9】



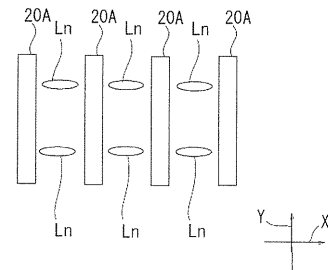
【図 10】



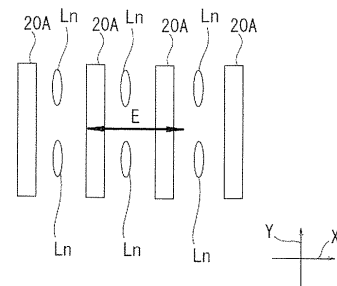
【図 11】



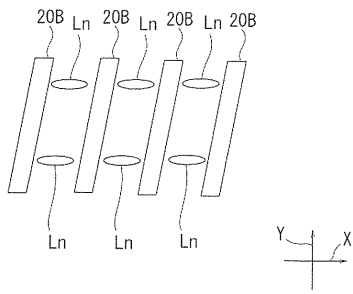
【図 12】



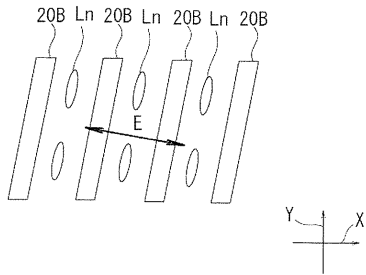
【図 13】



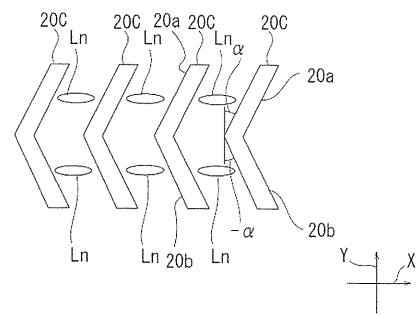
【図 14】



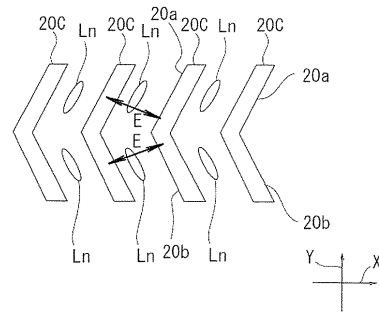
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(72)発明者 河村 丞治

東京都品川区東品川 4 - 1 3 - 1 4 グラスキューブ品川 2 F エルジー ディスプレイ カンパニ
ー リミテッド 日本研究所内

(72)発明者 佐藤 治

東京都品川区東品川 4 - 1 3 - 1 4 グラスキューブ品川 2 F エルジー ディスプレイ カンパニ
ー リミテッド 日本研究所内

F ターム(参考) 2H290 AA75 BF13 BF23 CA33 DA03

专利名称(译)	液晶显示元件		
公开(公告)号	JP2017083639A	公开(公告)日	2017-05-18
申请号	JP2015211677	申请日	2015-10-28
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	Eruji显示有限公司		
[标]发明人	河村 丞治 佐藤 治		
发明人	河村 丞治 佐藤 治		
IPC分类号	G02F1/1337		
FI分类号	G02F1/1337.525		
F-TERM分类号	2H290/AA75 2H290/BF13 2H290/BF23 2H290/CA33 2H290/DA03		
代理人(译)	Kajinami秩序		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供一种具有低驱动电压和高透射率，显示响应和CR的液晶显示元件。本发明的液晶显示装置包括：第一基板13B与第一取向膜17形成，在其上形成第二取向膜16的第二基板13A，第一取向液晶层18设置在膜17和第二取向膜16之间并且包括设置在第一基板13B或第二基板13A上的手性剂和驱动电极15和用于向第一基板13B和第二基板13A施加水平电场的驱动电极15。液晶层18是在电场E的施加状态，在第二取向膜16侧，与液晶的取向方向分子L被保持在初始取向方向，以第一取向膜17侧，液晶分子大号在与电场E对应的方向上改变。另外，第一取向膜17的锚固力大于螺旋扭转力和液晶层18的弹性力的总和，电场E的非应用程序状态中，第一取向膜17侧L的液晶分子恢复到初始对齐方向。点域1

