

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年10月1日(01.10.2020)



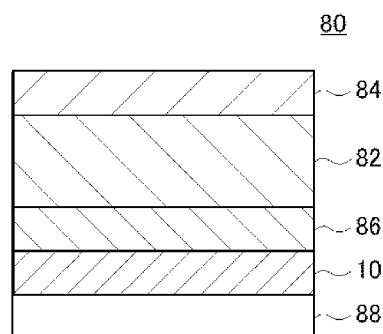
(10) 国際公開番号

WO 2020/196507 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 5/00 (2006.01) *G02B 5/30* (2006.01)
G02B 5/02 (2006.01) *G02F 1/1335* (2006.01)
G02B 5/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/012986
- (22) 国際出願日: 2020年3月24日(24.03.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-063081 2019年3月28日(28.03.2019) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 矢内 雄二郎(YANAI Yujiro); 〒2500193 神奈川県南足柄市中沼210番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 伊東 秀明, 外 (ITOHI Hideaki et al.); 〒1010032 東京都千代田区岩本町2丁目3番3号 ザイマックス岩本町ビル6階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 反射型液晶表示装置



(57) Abstract: Provided is a reflection-type liquid crystal display device having high visibility. The present invention has a linear polarizer, a liquid crystal cell, a $\lambda/4$ plate, and a cholesteric liquid crystal layer formed using a liquid crystal compound in this order, the cholesteric liquid crystal layer having a liquid crystal alignment pattern in which the orientation of the molecular axis of the liquid crystal compound varies along at least one in-plane direction while continuously rotating in at least one principal surface among the pair of principal surfaces of the cholesteric liquid crystal layer, and the arrangement direction of bright parts and dark parts derived from the cholesteric liquid crystal phase observed by scanning electron microscope in a cross section perpendicular to the principal surfaces of the cholesteric liquid crystal layer being inclined with respect to the principal surfaces of the cholesteric liquid crystal layer.

(57) 要約: 視認性の高い反射型液晶表示装置を提供する。直線偏光子と、液晶セルと、 $\lambda/4$ 板と、液晶化合物を用いて形成されたコレステリック液晶層とをこの順に有し、コレステリック液晶層の一对の主面のうち少なくとも一方の主面において、液晶化合物の分子軸の向きが面内の少なくとも一方向に沿って連続的に回転しながら変化している液晶配向パターンを有し、コレステリック液晶層の主面に垂直な断面において走査型電子顕微鏡にて観察されるコレステリック液晶相由来の明部及び暗部の配列方向が、コレステリック液晶層の主面に対して傾斜している。

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： 反射型液晶表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、反射型液晶表示装置に関する。

背景技術

[0002] コレステリック液晶層は、特定の波長域において右円偏光及び左円偏光のいずれか一方を選択的に反射する性質を有する層として知られている。そのため、種々の用途へ展開されており、例えば、液晶表示装置等の画像表示装置の反射部材として用いられる。

[0003] 例えば、特許文献１には、「素子平面の法線方向に対して異方的な光学特性を持つ異方性光学素子において、コレステリック規則性を示す重合性の液晶からなる分子配向されたコレステリック液晶層であって、平坦な層平面を持つように形成されたコレステリック液晶層を備え、上記コレステリック液晶層内の液晶ドメインの螺旋軸方向の平均として規定される螺旋軸主方向が、上記層平面の法線方向に対して所定の角度だけ傾けられていることを特徴とする異方性光学素子。」が開示されている。

[0004] また、特許文献２には、「対向する上基板と下基板との間に液晶が挟持された液晶セルの下基板の上基板との対向面には、第一カラーフィルターと、所定の回転方向をもつ円偏光のうち一部を反射させ、一部を透過させるコレステリック液晶層と、第二カラーフィルターとがこの順で下基板上に備えられ、上基板の外側、および、下基板の外側、に、各々、第一偏光板と第二偏光板が設けられていることを特徴とする液晶表示装置。」が開示されている。

特許文献２の液晶表示装置の反射モードにおいては、上基板側から入射した光が液晶セルを透過してコレステリック液晶層で反射され、反射された光が液晶セルを透過して視認側に出射されることによって画像を表示する。すなわち、特許文献２には反射型液晶表示装置において、コレステリック液晶

層を反射部材として用いることが記載されている。

[0005] このような外光を反射することによって表示を行う反射型液晶表示装置は、バックライトが不要であるため、小型軽量化でき、低消費電力で、発熱量も少ないという利点を有する。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2006-317656号公報

特許文献2：特開2004-145097号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ここで、反射型液晶表示装置では、その構造上、表面でも光の反射が生じる。表面での光の反射は鏡面反射である。また、従来のコレステリック液晶層は鏡面反射するものである。そのため、表面で反射される反射光の角度と、反射部材（コレステリック液晶層）で反射される反射光の角度とが等しくなり、観察者側から見たときに2つの反射光が重なって表示画面が見づらくなるという問題があった。

これに対して、表面に反射を抑制するフィルムを設置することが考えられるが、アンチグレアフィルムを表面に設置した場合には、コントラストの低下および画像解像度の低下が生じてしまう。また、低反射フィルムを表面に設置した場合には、太陽光等の光量が大きい光源の場合にはやはり、表面での反射光によって表示画面が見づらくなるという問題が生じる。

[0008] 本発明の課題は、このような問題点を解決することにより、視認性の高い反射型液晶表示装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明は、以下の構成によって課題を解決する。

[0010] [1] 直線偏光子と、液晶セルと、 $\lambda/4$ 板と、液晶化合物を用いて形成されたコレステリック液晶層とをこの順に有し、

コレステリック液晶層の一对の主面のうち少なくとも一方の主面において、液晶化合物の分子軸の向きが面内の少なくとも一方向に沿って連続的に回転しながら変化している液晶配向パターンを有し、

コレステリック液晶層の主面に垂直な断面において走査型電子顕微鏡にて観察されるコレステリック液晶相由来の明部及び暗部の配列方向が、コレステリック液晶層の主面に対して傾斜している、反射型液晶表示装置。

〔２〕 コレステリック液晶層は、前記明部及び暗部の傾斜方向が異なる２以上の領域を有し、

２以上の前記領域において、異なる方向に光を反射する、〔１〕に記載の反射型液晶表示装置。

〔３〕 コレステリック液晶層は、コレステリック液晶相に由来する明部および暗部の形状が波状であり、光拡散性を示す〔１〕または〔２〕に記載の反射型液晶表示装置。

〔４〕 コレステリック液晶層は、液晶化合物の分子軸が、コレステリック液晶層の主面に対して傾斜している〔１〕～〔３〕のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

〔５〕 明部及び暗部のピッチが異なる２層以上のコレステリック液晶層を有する〔１〕～〔４〕のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

〔６〕 コレステリック液晶層の、液晶セルとは反対側に光吸収層を有する〔１〕～〔５〕のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

〔７〕 バックライトを有さない〔１〕～〔６〕のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

発明の効果

〔００１１〕 本発明によれば、視認性に優れた反射型液晶表示装置を提供できる。

図面の簡単な説明

〔００１２〕 〔図１〕本発明の反射型液晶表示装置の構成の一例を概念的に示す図である。

〔図２〕図１に示す反射型液晶表示装置の作用を説明するための図である。

〔図３〕図１に示す反射型液晶表示装置の作用を説明するための図である。

[図4]従来の反射型液晶表示装置の作用を説明するための図である。

[図5]図1に示す反射型液晶表示装置の作用を説明するための図である。

[図6]コレステリック液晶層10のX-Y面の模式図である。

[図7]コレステリック液晶層10のX-Z面の模式図である。

[図8]コレステリック液晶層10のX-Z面を走査型電子顕微鏡（SEM：Scanning Electron Microscope）にて観察した際の模式図である。

[図9]従来のコレステリック液晶層20のX-Z面の模式図である。

[図10]従来のコレステリック液晶層20のX-Z面をSEMにて観察した際の模式図である。

[図11]コレステリック液晶層30のX-Y面の模式図である。

[図12]コレステリック液晶層30のX-Z面をSEMにて観察した際の模式図である。

[図13]コレステリック液晶層40のX-Y面の模式図である。

[図14]コレステリック液晶層40のX-Z面の模式図である。

[図15]本発明に用いられるコレステリック液晶層の他の一例を模式的に表すX-Y面である。

[図16]工程2-1において、条件1を満たす組成物層の実施形態の一例を説明するための断面模式図である。

[図17]積層体50の断面模式図である。

[図18]キラル剤A及びキラル剤Bの各々について、螺旋誘起力（HTP：Helical Twisting Power）（ μm^{-1} ） $\times$ 濃度（質量％）と光照射量（ mJ/cm^2 ）との関係をプロットしたグラフの模式図である。

[図19]キラル剤A及びキラル剤Bを併用した系において、加重平均螺旋誘起力（ μm^{-1} ）と光照射量（ mJ/cm^2 ）との関係をプロットしたグラフの模式図である。

[図20]キラル剤A及びキラル剤Bの各々について、HTP（ μm^{-1} ） $\times$ 濃度（質量％）と温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）との関係をプロットしたグラフの模式図である。

[図21]キラル剤A及びキラル剤Bを併用した系において、加重平均螺旋誘起

力 (μm^{-1}) と温度 ($^{\circ}\text{C}$) との関係をプロットしたグラフの模式図である。

[図22]図 1 5 に示すコレステリック液晶層を作製する際に用いるマスキング部材を模式的に表す図である。

[図23]図 1 5 に示すコレステリック液晶層の作製方法を説明するための図である。

[図24]図 1 5 に示すコレステリック液晶層の作製方法を説明するための図である。

[図25]図 1 5 に示すコレステリック液晶層の作製方法を説明するための図である。

[図26]図 1 5 に示すコレステリック液晶層の作製方法を説明するための図である。

[図27]配向膜に対して干渉光を照射する露光装置の概略構成図である。

[図28]本発明の反射型液晶表示装置の他の一例の構成を概念的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明について詳細に説明する。なお、本明細書において「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限值及び上限値として含む範囲を意味する。

また、本明細書において、「(メタ) アクリレート」とは、アクリレート及びメタクリレートの両方を表す表記であり、「(メタ) アクリロイル基」とは、アクリロイル基及びメタクリロイル基の両方を表す表記であり、「(メタ) アクリル」とは、アクリル及びメタクリルの両方を表す表記である。

本明細書において、「同一」は、技術分野で一般的に許容される誤差範囲を含むものとする。また、本明細書において、角度についての「同一」とは、特に記載がなければ、厳密な角度との差異が5度未満の範囲内であることを意味する。厳密な角度との差異は、4度未満であることが好ましく、3度未満であることがより好ましい。

[0014] [反射型液晶表示装置]

本発明の反射型液晶表示装置は、

直線偏光子と、液晶セルと、 $\lambda/4$ 板と、液晶化合物を用いて形成されたコレステリック液晶層とをこの順に有し、

コレステリック液晶層の一对の主面のうち少なくとも一方の主面において、液晶化合物の分子軸の向きが面内の少なくとも一方向に沿って連続的に回転しながら変化している液晶配向パターンを有し、

コレステリック液晶層の主面に垂直な断面において走査型電子顕微鏡にて観察されるコレステリック液晶相由来の明部及び暗部の配列方向が、コレステリック液晶層の主面に対して傾斜している、反射型液晶表示装置である。

以下に、本発明の反射型液晶表示装置の実施形態について図面を参照して説明する。

[0015] 図1に、本発明の反射型液晶表示装置の構成の一例を概念的に表す図を示す。

図1に示す反射型液晶表示装置80は、直線偏光子84と、液晶セル82と、 $\lambda/4$ 板86と、コレステリック液晶層10と、光吸収層88とをこの順に有する。

反射型液晶表示装置80は、バックライトを有さず、直線偏光子84側から装置内に入射する外光をコレステリック液晶層10で反射して、液晶セル82を透過させることで表示を行う反射型の液晶表示装置である。なお、本発明の反射型液晶表示装置は、バックライトを有さない構成に限定はされない。すなわち、本発明の反射型液晶表示装置は、バックライトを有し、バックライトの光を透過して表示を行う透過モードと、外光をコレステリック液晶層で反射して表示を行う反射モードとを切り替え可能な構成であってもよい。

[0016] <<直線偏光子>>

直線偏光子84は、一方向の偏光軸を有し、特定の直線偏光を透過する機能を有する。

直線偏光子84としては、ヨウ素化合物を含む吸収型偏光板およびワイヤ

ーグリッドなどの反射型偏光板等の一般的な直線偏光板が利用可能である。
なお、偏光軸とは、透過軸と同義である。

吸収型偏光板としては、例えば、ヨウ素系偏光板、二色性染料を利用した染料系偏光板、および、ポリエー系偏光板の、いずれも用いることができる。ヨウ素系偏光板、および染料系偏光板は、一般に、ポリビニルアルコールにヨウ素または二色性染料を吸着させ、延伸することで作製される。

[0017] 図1に示す例では、直線偏光子84は、外光を直線偏光にして液晶セルに入射させる。

[0018] <<液晶セル>>

液晶セル82としては、公知の液晶画像表示素子を挙げることができる。液晶セルの駆動モードは特に限定されるものではなく、具体例としては、IPS (In Plane Switching) モード、FFS (Fringe Field Switching) モード、VA (Vertical Alignment) モード、TN (Twisted Nematic) モード等各種モードを挙げることができる。

液晶セル82は電圧のオンオフによって、直線偏光子84を透過した直線偏光を、偏光方向を保ったまま透過するか、偏光方向を90°回転させて透過するかを選択する。

[0019] << $\lambda/4$ 板>>

$\lambda/4$ 板86は、所定の波長 λ nmにおける面内レターデーション値が $R_e(\lambda) = \lambda/4$ (または、この奇数倍)を示す板である。この式は、可視光域のいずれかの波長 (例えば、550 nm) において達成されていればよい。

なお、 $\lambda/4$ 板は、 $\lambda/4$ 機能を有する光学異方性層のみからなる構成であっても、支持体に $\lambda/4$ 機能を有する光学異方性層を形成した構成であってもよいが、 $\lambda/4$ 板が支持体を有する場合には、支持体と光学異方性層との組み合わせが、 $\lambda/4$ 板であることを意図する。

$\lambda/4$ 板86としては、公知の $\lambda/4$ 板が利用可能である。

[0020] ここで、 $\lambda/4$ 板86は、複屈折率が逆分散となる材料を用いて構成され

ていることが好ましい。これにより、 $\lambda/4$ 板86は広帯域の波長の光に対応できる。

- [0021] $\lambda/4$ 板86は、液晶セル82を透過した直線偏光を円偏光に変換する。
また、コレステリック液晶層で反射された円偏光を直線偏光に変換する。

[0022] <<コレステリック液晶層>>

コレステリック液晶層10は、液晶化合物をコレステリック配向させて形成された層である。コレステリック液晶層10は、波長選択反射性および円偏光選択反射性を有する。すなわち、コレステリック液晶層10は、選択反射波長の右円偏光または左円偏光を反射し、他の波長域の光、および、他の旋回方向の光を透過する。

- [0023] コレステリック液晶層10は、 $\lambda/4$ 板86を透過した円偏光の旋回方向が、コレステリック液晶層10が反射する円偏光の旋回方向と同じであればこの円偏光を反射する。また、コレステリック液晶層10は、 $\lambda/4$ 板86を透過した円偏光の旋回方向が、コレステリック液晶層10が反射する円偏光の旋回方向と逆方向であればこの円偏光を透過する。

コレステリック液晶層10については後に詳述する。

[0024] <<光吸収層>>

光吸収層88は、本発明の反射型液晶表示装置が有することが好ましい層である。

光吸収層88は、コレステリック液晶層10を透過する波長の光の少なくとも一部を吸収する。光吸収層88を有することで、コレステリック液晶層10で反射される反射光の視認性を向上できる。

- [0025] 光吸収層としては、所定の波長域の光を吸収する材料を用いてもよい。あるいは、樹脂中に光吸収材料を含有させる構成としてもよい。

例えば、吸収する光が可視光の場合には、吸収層として、有色（特に黒色）の樹脂材料、紙、無機材料等を用いることができる。

光吸収材料としては限定はなく、吸収する波長域に応じで、公知の光吸収材料を用いることができる。例えば、吸収する光が可視光の場合には、カー

ボンブラック、鉄黒等の無機顔料、不溶性アゾ顔料等の有機顔料、および、アゾやアントラキノン等の染料等の公知の光吸収剤を用いることができる。

[0026] 次に、図1に示す反射型液晶表示装置80の作用を図2および図3を用いて説明する。なお、図2および図3においては、説明のため各層を離間した状態で示している。

まず、図2を用いて黒表示の場合について説明する。図2において、各層を通過後の透過光の偏光状態を各層の左側に示している。

直線偏光子84側から外光が入射すると、直線偏光子84を透過後の光は直線偏光となる。なお、図2に示す例では、直線偏光子84は、破線の矢印で示すとおり、図中、略上下方向に吸収軸を有する。従って、直線偏光子84を透過後の光は、振動方向が図2中左右方向の直線偏光となる。

[0027] 直線偏光子84を透過した直線偏光は、液晶セル82に入射する。黒表示の場合には、液晶セル82は、電圧のオンまたはオフによって、直線偏光子84を透過した直線偏光を、偏光方向を保ったまま透過する状態とされている。従って、液晶セル82は、入射した直線偏光の偏光状態を保ったまま光を透過させる。すなわち、図2に示す例では、液晶セル82を透過後の光は、振動方向が図2中左右方向の直線偏光となる。

[0028] 液晶セル82を透過した直線偏光は、 $\lambda/4$ 板86に入射する。 $\lambda/4$ 板86は、入射した直線偏光を円偏光に変換する。図2に示す例では、 $\lambda/4$ 板86は、図2中左右方向の直線偏光を左円偏光に変換する。したがって、 $\lambda/4$ 板86を透過後の光は、左円偏光となる。

[0029] $\lambda/4$ 板86を透過した左円偏光は、コレステリック液晶層10に入射する。図2において、コレステリック液晶層10は、右円偏光を反射し、左円偏光を透過するコレステリック液晶層である。したがって、図2に示す例では、コレステリック液晶層10は $\lambda/4$ 板86側から入射する左円偏光を透過する。

[0030] コレステリック液晶層10を透過した左円偏光は、光吸収層88に入射する。光吸収層88は入射した左円偏光を吸収する。

以上のとおり、黒表示の場合には、直線偏光板 84 側から入射した外光は反射型液晶表示装置 80 内で反射されないため、反射型液晶表示装置 80 は、直線偏光板 84 側（表示面側）に光を出射しない。これにより、反射型液晶表示装置 80 は黒を表示する。

[0031] 次に、図 3 を用いて白表示の場合について説明する。図 3 において、各層を通過後の透過光の偏光状態を各層の左側に示し、各層を通過後の反射光の偏光状態を各層の右側に示している。

直線偏光子 84 側から外光が入射すると、直線偏光子 84 を透過後の光は直線偏光となる。なお、図 3 に示す例では、図 2 と同様、直線偏光子 84 は、破線の矢印で示すとおり、図中、略上下方向に吸収軸を有する。従って、直線偏光子 84 を透過後の光は、振動方向が図 3 中左右方向の直線偏光となる。

[0032] 直線偏光子 84 を透過した直線偏光は、液晶セル 82 に入射する。白表示の場合には、液晶セル 82 は、電圧のオンまたはオフによって、直線偏光子 84 を透過した直線偏光を、偏光方向を 90° 回転させて透過する状態とされている。従って、液晶セル 82 は、入射した直線偏光の偏光方向を 90° 回転させて透過する。すなわち、図 3 に示す例では、液晶セル 82 を透過後の光は、振動方向が図 3 中上下方向の直線偏光となる。

[0033] 液晶セル 82 を透過した直線偏光は、 $\lambda/4$ 板 86 に入射する。 $\lambda/4$ 板 86 は、図 3 中左右方向の直線偏光を左円偏光に変換するものであるため、図 3 中上下方向の直線偏光は右円偏光に変換する。したがって、図 3 に示す例では、 $\lambda/4$ 板 86 を透過後の光は、右円偏光となる。

[0034] $\lambda/4$ 板 86 を透過した右円偏光は、コレステリック液晶層 10 に入射する。図 3 において、コレステリック液晶層 10 は、右円偏光を反射し、左円偏光を透過するコレステリック液晶層である。したがって、図 3 に示す例では、コレステリック液晶層 10 は $\lambda/4$ 板 86 側から入射する右円偏光を反射する。

[0035] コレステリック液晶層 10 で反射された右円偏光は、 $\lambda/4$ 板 86 に入射

する。 $\lambda/4$ 板86は図3中上下方向の直線偏光は右円偏光に変換するものであるため、入射した右円偏光を図3中上下方向の直線偏光に変換する。

[0036] $\lambda/4$ 板86を透過した直線偏光は、液晶セル82に入射する。液晶セル82は、電圧のオンまたはオフによって、直線偏光子84を透過した直線偏光を、偏光方向を 90° 回転させて透過する状態とされている。従って、液晶セル82は、入射した直線偏光の偏光方向を 90° 回転させて透過する。すなわち、図3に示す例では、液晶セル82を透過後の光は、振動方向が図3中左右方向の直線偏光となる。

[0037] 液晶セル82を透過した直線偏光は、直線偏光子84に入射する。直線偏光子84は、破線の矢印で示すとおり、図中、略上下方向に吸収軸を有する。従って、左右方向の直線偏光は、直線偏光子84を透過する。

以上のとおり、白表示の場合には、直線偏光板84側から入射した外光は反射型液晶表示装置80内のコレステリック液晶層10で反射されて、反射型液晶表示装置80の直線偏光板84側（表示面側）に光を出射させる。これにより、反射型液晶表示装置80は白を表示する。

[0038] 反射型液晶表示装置80は、各画素ごとに上述の黒表示または白表示を行うことで、画像を表示する。

なお、図2および図3では、黒表示または白表示の場合を説明したが、白と黒の間の中間調を表示する場合は、液晶セル82を透過する際の光のねじれ状態を変えることで、反射型液晶表示装置80の直線偏光板84側（表示面側）から出射される光の光量を調整することができる。

[0039] また、反射型液晶表示装置80は、カラーフィルタを有していてもよく、画素ごとにカラーフィルタの各色に対応する波長域で上述の白表示と黒表示とを行うことでカラー表示を行うことができる。

また、カラー表示を行う点から、反射型液晶表示装置80は、各色に対応する選択反射波長を有するコレステリック液晶層、すなわち、明部及び暗部のピッチが異なる2層以上のコレステリック液晶層を有するのが好ましい。例えば、赤色領域に対応する選択反射波長を有するコレステリック液晶層と

、緑色領域に対応する選択反射波長を有するコレステリック液晶層と、青色領域に対応する選択反射波長を有するコレステリック液晶層と、を有することが好ましい。

[0040] ここで、前述のとおり、反射型液晶表示装置では、その構造上、表面でも光の反射が生じる。すなわち、図4に示すように、反射型液晶表示装置内に入射する外光の一部 I_1 は、液晶セル等を透過してコレステリック液晶層200で反射され（反射光 I_{1r} ）、また、外光の一部 I_2 は、反射型液晶表示装置の表面で反射される（反射光 I_{2r} ）。従来のコレステリック液晶層200は、コレステリック液晶層200の表面に対して光を鏡面反射するものである。従って、図4に示すように、反射型液晶表示装置の表面で反射された反射光 I_{2r} の進行方向と、コレステリック液晶層200で反射された反射光 I_{1r} の進行方向が略一致する。そのため、観察者U側から見たときに2つの反射光が重なって表示画面が見づらくなるという問題があった。

なお、図4および図5においては、液晶セル82およびコレステリック液晶層の図示は省略している。

[0041] これに対して、本発明においてコレステリック液晶層は、一对の主面のうち少なくとも一方の主面において、液晶化合物の分子軸の向きが面内の少なくとも一方向に沿って連続的に回転しながら変化している液晶配向パターンを有し、コレステリック液晶層の主面に垂直な断面において走査型電子顕微鏡（SEM）にて観察されるコレステリック液晶相由来の明部及び暗部の配列方向が、コレステリック液晶層の主面に対して傾斜している構成を有する。

後に詳述するが、コレステリック液晶層は、SEM断面にて観察される明部及び暗部（以下、明暗線ともいう）に平行な面を反射面として光を反射する。また、この反射面における反射は鏡面反射である。従って、主面に対して傾斜している明暗線を有するコレステリック液晶層10は、入射した光を主面に対する入射角とは異なる角度で反射する。以下の説明では、コレステリック液晶層10が、入射した光を主面に対する入射角とは異なる角度で反

射する性質を有することを反射異方性を有するともいう。

[0042] 従って、図5に示すように、コレステリック液晶層10で反射された反射光 I_{1r} の進行方向は、反射型液晶表示装置の表面で反射された反射光 I_{2r} の進行方向とは異なる方向となる。これにより、観察者U側から視認した際に、反射型液晶表示装置の表面で反射された反射光 I_{2r} の影響を低減して視認性を向上することができる。

[0043] [コレステリック液晶層の詳細]

以下に、本発明の反射型液晶表示装置に用いられるコレステリック液晶層について詳細に説明する。

なお、本発明において、コレステリック液晶層は、コレステリック液晶相の光学的性質が層中において保持されていれば十分であり、層中の液晶化合物は液晶性を示さなくてもよい。

[0044] <液晶配向パターン>

図6及び図7に、コレステリック液晶層中の液晶化合物の配向状態を概念的に示す模式図を示す。

図6は、主面11及び主面12からなる一対の主面13を有するコレステリック液晶層10の、主面11及び主面12の面内における液晶化合物の配向状態を示す模式図である。また、図7は、主面11及び主面12に垂直な断面におけるコレステリック液晶相の状態を示す断面模式図である。以下においては、コレステリック液晶層10の主面11及び主面12をX-Y面とし、このX-Y面に対して垂直な断面をX-Z面として説明する。つまり、図6は、コレステリック液晶層10のX-Y面の模式図に相当し、図7は、コレステリック液晶層10のX-Z面の模式図に相当する。

なお、以下においては、液晶化合物として棒状液晶化合物の態様を例に挙げて説明する。

[0045] 図6に示すように、コレステリック液晶層10のX-Y面において、液晶化合物14は、X-Y面内の互いに平行な複数の配列軸 D_1 に沿って配列しており、それぞれの配列軸 D_1 上において、液晶化合物14の分子軸 L_1 の向きは

、配列軸 D_1 に沿った面内の一方向に連続的に回転しながら変化している液晶配向パターンを有する。ここで、説明のため、配列軸 D_1 がX方向に向いているとする。また、Y方向においては、分子軸 L_1 の向きが等しい液晶化合物14が等間隔で配向している。

なお、「液晶化合物14の分子軸 L_1 の向きが配列軸 D_1 に沿った面内の一方向に連続的に回転しながら変化している」とは、液晶化合物14の分子軸 L_1 と配列軸 D_1 とのなす角度が、配列軸 D_1 方向の位置により異なっており、配列軸 D_1 に沿って分子軸 L_1 と配列軸 D_1 とのなす角度が θ_1 から $\theta_1 + 180^\circ$ あるいは $\theta_1 - 180^\circ$ まで徐々に変化していることを意味する。つまり、配列軸 D_1 に沿って配列する複数の液晶化合物14は、図6に示すように、分子軸 L_1 が配列軸 D_1 に沿って一定の角度ずつ回転しながら変化する。

また、本明細書において、液晶化合物14が棒状液晶化合物である場合、液晶化合物14の分子軸 L_1 は、棒状液晶化合物の分子長軸を意図する。一方、液晶化合物14が円盤状液晶化合物である場合、液晶化合物14の分子軸 L_1 は、円盤状液晶化合物の円盤面に対する法線方向に平行な軸を意図する。

[0046] 図7に、コレステリック液晶層10のX-Z面の模式図を示す。

図7に示すコレステリック液晶層10のX-Z面において、液晶化合物14は、主面11及び主面12（X-Y面）に対して、その分子軸 L_1 が傾斜して配向している。

液晶化合物14の分子軸 L_1 と主面11及び主面12（X-Y面）とのなす平均角度（平均チルト角） θ_3 は、 $5 \sim 45^\circ$ が好ましく、 $12 \sim 22^\circ$ がより好ましい。なお、角度 θ_3 は、コレステリック液晶層10のX-Z面を偏光顕微鏡観察することにより測定できる。なかでも、コレステリック液晶層10のX-Z面において、液晶化合物14は、主面11及び主面12（X-Y面）に対して、その分子軸 L_1 が同一の方向に傾斜配向することが好ましい。

なお、上記平均角度は、コレステリック液晶層断面の偏光顕微鏡観察において、液晶化合物14の分子軸 L_1 と主面11及び主面12とのなす角度を任意の5か所以上で測定して、それらを算術平均した値である。

分子軸 L_1 が上述した配向をとることで、図7に示すように、コレステリック液晶層10において、コレステリック液晶相由来の螺旋軸 C_1 は、主面11及び主面12（X-Y面）に対して所定角度で傾斜している。つまり、コレステリック液晶層10の反射面（螺旋軸 C_1 に直交し、方位角が等しい液晶化合物が存在する平面） T_1 は、主面11及び主面12（X-Y面）に対して略一定の方向に傾斜している。

なお、「方位角が等しい液晶分子」とは、主面11及び主面12（X-Y面）に投影したときに、分子軸の配向方向が同一にある液晶分子をいう。

[0047] 図7に示すコレステリック液晶層10のX-Z面をSEMにて観察すると、図8に示すような明部15と暗部16とが交互に配列された配列方向 P_1 が、主面11及び主面12（X-Y面）に対して所定角度 θ_2 で傾斜している縞模様が観察される。なお、図8中の明部15が2つと暗部16が2つで螺旋1ピッチ分（螺旋の巻き数1回分）に相当する。

[0048] コレステリック液晶層10において、液晶化合物14の分子軸 L_1 は、明部15と暗部16とが交互に配列された配列方向 P_1 に対して略直交する。

分子軸 L_1 と配列方向 P_1 とのなす角度は、 $80 \sim 90^\circ$ が好ましく、 $85 \sim 90^\circ$ がより好ましい。

[0049] 以下、コレステリック液晶層10の反射異方性が得られる理由に関して説明する。

<反射異方性>

図9に、従来のコレステリック液晶層の断面模式図を示す。具体的には、図9は、主面21及び主面22からなる一対の主面23を有するコレステリック液晶層20の主面23に垂直な断面でのコレステリック液晶層の状態を示す。以下においては、コレステリック液晶層20の主面21及び主面22をX-Y面とし、このX-Y面に対して垂直な断面をX-Z面として説明する。つまり、図9は、コレステリック液晶層20のX-Z面での模式図に相当する。

図9に示すコレステリック液晶層20において、コレステリック液晶相由

来の螺旋軸 C_2 は、主面21及び主面22（X-Y面）に対して垂直であり、その反射面 T_2 は主面21及び主面22（X-Y面）と平行な面である。また、液晶化合物24の分子軸 L_2 は、主面21及び主面22（X-Y面）に対して傾斜していない。言い換えると、分子軸 L_2 は主面21及び主面22（X-Y面）に対して平行である。したがって、図10に示すように、コレステリック液晶層20のX-Z面をSEMにて観察すると、明部25と暗部26とが交互に配列された配列方向 P_2 は主面21及び主面22（X-Y面）と垂直となる。

コレステリック液晶相は鏡面反射性であるため、例えば、コレステリック液晶層20に斜め方向から光が入射される場合、入射角と同じ角度の反射角度で斜め方向に光が反射される（図9中の矢印参照）。このため、前述の図4で説明したとおり、反射型液晶表示装置の表面で反射された反射光 I_{2r} の進行方向と、コレステリック液晶層200で反射された反射光 I_{1r} の進行方向が略一致して、2つの反射光が重なるため表示画面が見づらくなる。

[0050] これに対して、図6及び図7に示すコレステリック液晶層10は、その反射面 T_1 が主面11及び主面12（X-Y面）に対して所定方向に傾斜しているため、反射光異方性を有する。例えば、コレステリック液晶層10に斜め方向から光を入射させると、反射面 T_1 によって、主面11及び主面12（X-Y面）の法線方向に光が反射される（図7中の矢印参照）。

この結果として、前述の図5で説明したとおり、コレステリック液晶層10で反射された反射光 I_{1r} の進行方向が、反射型液晶表示装置の表面で反射された反射光 I_{2r} の進行方向とは異なる方向となり、反射型液晶表示装置の表面で反射された反射光 I_{2r} の影響を低減して視認性を向上することができる。

[0051] <コレステリック液晶相>

コレステリック液晶相は、特定の波長において選択反射性を示すことが知られている。選択反射の中心波長（選択反射中心波長） λ は、コレステリック液晶相における螺旋構造のピッチ P （＝螺旋の周期）に依存し、コレステリック液晶相の平均屈折率 n と $\lambda = n \times P$ の関係に従う。そのため、この螺

旋構造のピッチを調節することによって、選択反射中心波長を調節することができる。コレステリック液晶相のピッチは、光学異方性層の形成の際、液晶化合物と共に用いるキラル剤の種類、またはその添加濃度に依存するため、これらを調節することによって所望のピッチを得ることができる。

なお、ピッチの調節については富士フィルム研究報告 No. 50 (2005 年) p. 60-63 に詳細な記載がある。螺旋のセンスおよびピッチの測定法については「液晶化学実験入門」日本液晶学会編 シグマ出版 2007 年出版、46 頁、および、「液晶便覧」液晶便覧編集委員会 丸善 196 頁に記載の方法を用いることができる。

[0052] コレステリック液晶相は、特定の波長において左右いずれかの円偏光に対して選択反射性を示す。反射光が右円偏光であるか左円偏光であるかは、コレステリック液晶相の螺旋の捩れ方向（センス）による。コレステリック液晶相による円偏光の選択反射は、コレステリック液晶相の螺旋の捩れ方向が右の場合は右円偏光を反射し、螺旋の捩れ方向が左の場合は左円偏光を反射する。

なお、コレステリック液晶相の旋回方向は、光学異方性層を形成する液晶化合物の種類および／または添加されるキラル剤の種類によって調節できる。

[0053] また、選択反射を示す選択反射帯域（円偏光反射帯域）の半値幅 $\Delta\lambda$ (nm) は、コレステリック液晶相の Δn と螺旋のピッチ P とに依存し、 $\Delta\lambda = \Delta n \times P$ の関係に従う。そのため、選択反射帯域の幅の制御は、 Δn を調節して行うことができる。 Δn は、コレステリック液晶層を形成する液晶化合物の種類およびその混合比率、ならびに、配向固定時の温度により調節できる。

反射波長領域の半値幅は、コレステリック液晶層の用途に応じて調節され、例えば 100~500 nm であればよく、好ましくは 200~300 nm であり、より好ましくは 300~1000 nm である。

[0054] ここで、図 8 に示す例では、コレステリック液晶層 10 の明部 15 及び暗

部 16 は、直線状である構成としたが、これに限定はされず、図 12 に示すコレステリック液晶層 30 のように、X-Z 面において SEM により観察されるコレステリック液晶相に由来する明部 35 および暗部 36 からなる明暗線の形状が波状（波打ち構造）である構成としてもよい。

前述のとおり、コレステリック液晶層において、明部および暗部に平行な面が反射面となる。したがって、コレステリック液晶層の、コレステリック液晶相に由来する明部および暗部の形状を波状とすることで、反射面が波状となる。そのため、コレステリック液晶層 30 での反射光の反射角度は、位置によって異なるものとなり、光拡散性が得られる。

[0055] コレステリック液晶層 30 の、コレステリック液晶相に由来する明部 35 および暗部 36 からなる明暗線の形状が波状（波打ち構造）であるとは、螺旋軸とコレステリック液晶層の表面とのなす角が周期的に変化する構造を有する層である。言い換えれば、コレステリック液晶層 30 は、SEM にて観測される断面図において暗部がなす線の法線とコレステリック液晶層の表面となす角が周期的に変化する層である。

好ましくは、波打ち構造とは、以下の構成を有する。

暗部の一方の端部がコレステリック液晶層の主面、もしくは、側面と交わる点を a1 とし、暗部の他方の端部がコレステリック液晶層の主面、もしくは、側面と交わる点を a2 として、点 a1 と点 a2 からなる線分を基準線とする。暗部のある点における接線とこの基準線とのなす角度を暗部の傾斜角度とすると、波打ち構造は、暗部がなす線状における傾斜角度の変動量が 5° 以上である。

[0056] このように明部 35 および暗部 36 が波状となるコレステリック液晶層 30 は、一例として、一方の主面 31 における液晶化合物 34 の分子軸 L_3 の配列を、図 11 に示すように、面内の一定の方向を向くように配向することで形成されやすい。

なお、他方の主面 32 における液晶化合物 34 の分子軸 L_3 の配列は、図 6 に示すコレステリック液晶層 10 の X-Y 面と同様の配向である。また、コ

レステリック液晶層 30 の X-Z 面は、コレステリック液晶層 10 の X-Z 面と同様の配向をとっている。つまり、コレステリック液晶層 30 は、液晶化合物 34 が主面 31 及び主面 32 (X-Y 面) に対して分子軸 L_3 が所定方向で傾斜配向し、且つ、コレステリック液晶相由来の螺旋軸が主面 31 及び主面 32 (X-Y 面) に対して所定角度で傾斜している。

[0057] あるいは、明部 35 および暗部 36 が波状となるコレステリック液晶層 30 は、後述する液晶配向パターンにおける液晶化合物の分子軸の向きが 180° 回転する長さを 1 周期 Λ を、配列軸に沿って変動させることでも形成できる。

あるいは、他の方法としては、コレステリック液晶層を形成するための液晶組成物に界面活性剤を添加する方法もある。

[0058] 一方、コレステリック液晶層 10 は、上述した通り、X-Z 面において、液晶化合物 14 が、主面 11 及び主面 12 (X-Y 面) に対してその分子軸 L_1 が傾斜配向し、且つ、主面 11 及び主面 12 (X-Y 面) において、液晶化合物 14 の分子軸 L_1 の向きが配列軸 D_1 に沿った面内の一方向に連続的に回転しながら変化している。コレステリック液晶層 10 は、この構成によって、X-Z 面における SEM により観測されるコレステリック液晶相由来の明部及び暗部からなる明暗線が高い直線性を示すと推測される。この結果として、ヘイズが低く、高い透明性を有する。

[0059] ここで、図 7 に示すコレステリック液晶層 10 の例では、液晶化合物 14 の分子軸が、コレステリック液晶層 10 の主面 13 に対して傾斜している構成としたが、これに限定はされず、液晶化合物の分子軸が、コレステリック液晶層の主面に平行であってもよい。

図 13 及び図 14 に、本発明に用いられるコレステリック液晶層の他の一例の模式図を示す。具体的には、図 13 は、主面 41 及び主面 42 からなる一对の主面 43 を有するコレステリック液晶層 40 の、主面 41 及び主面 42 での液晶化合物の配向状態を概念的に示す模式図である。また、図 14 は、コレステリック液晶層 40 の主面 43 に垂直な断面でのコレステリック液

晶層の状態を示す。以下においては、コレステリック液晶層40の主面41及び主面42をX-Y面とし、このX-Y面に対して垂直な断面をX-Z面として説明する。つまり、図14は、コレステリック液晶層40のX-Y面での模式図であり、図14は、コレステリック液晶層40のX-Z面での模式図である。

図13に示すように、コレステリック液晶層40のX-Y面において、液晶化合物44は、X-Y面内の互いに平行な複数の配列軸 D_2 に沿って配列しており、それぞれの配列軸 D_2 上において、液晶化合物44の分子軸 L_4 の向きは、配列軸 D_2 に沿った面内の一方向に連続的に回転しながら変化している。つまり、コレステリック液晶層40のX-Y面における液晶化合物44の配向状態は、図7に示すコレステリック液晶層10のX-Y面における液晶化合物14の配向状態と同じである。

[0060] 図14に示すように、コレステリック液晶層40のX-Z面においては、液晶化合物44の分子軸 L_4 は、主面41及び主面42（X-Y面）に対して傾斜していない。言い換えると、分子軸 L_4 は主面41及び主面42（X-Y面）に対して平行である。

コレステリック液晶層40は、上述した図13に示すX-Y面及び図14に示すX-Z面を有することにより、コレステリック液晶相由来の螺旋軸 C_3 は、主面41及び主面42（X-Y面）に対して垂直であり、その反射面 T_3 は主面41及び主面42（X-Y面）に対して所定方向に傾斜している。なお、上記コレステリック液晶層40のX-Z面をSEMにて観察すると、明部と暗部とが交互に配列された配列方向が主面41及び主面42（X-Y面）に対して所定角度で傾斜している縞模様が観察される（図8と同様）。

このように、コレステリック液晶層は、液晶化合物の分子軸が、コレステリック液晶層の主面に平行であってもよい。

[0061] なお、図6及び図7に示すコレステリック液晶層10においては、分子軸 L_1 は、X-Z面におけるSEM観察により観察される明部15と暗部16とが交互に配列された配列方向 P_1 に対して略直交する。つまり、螺旋軸 C_1 の方

向は、明部 15 と暗部 16 とが交互に配列された配列方向 P_1 に対して略平行となる。この結果として、斜め方向から入射する光と螺旋軸 C_1 とがより平行となりやすく、反射面での反射光は、円偏光度が高くなる。これに対して、コレステリック液晶層 40 の場合、螺旋軸 C_3 は主面 41 及び主面 42 (X-Y 面) に対して垂直であることから、斜め方向から入射する光の入射方向と螺旋軸 C_3 の方向とは、そのなす角度がより大きくなる。つまり、斜め方向から入射する光の入射方向と螺旋軸 C_3 の方向とがより非平行となる。このため、コレステリック液晶層 10 は、コレステリック液晶層 40 と比較すると、反射面での反射光は、円偏光度がより高くなる。

[0062] ここで、図 6 および図 7 に示すコレステリック液晶層 10 では、主面 11 及び主面 12 の両主面において、液晶化合物 14 の分子軸 L_1 の向きが配列軸 D_1 に沿った面内の一方向に連続的に回転しながら変化している形態を示したが、一方の主面のみにおいて、液晶化合物の分子軸の向きが配列軸に沿った面内の一方向に連続的に回転しながら変化している形態であってもよい。

また、コレステリック液晶層において、一方の主面に存在する配列軸と他方の主面に存在する配列軸とは、平行であることが好ましい。

[0063] また、コレステリック液晶層は、X-Z 面において SEM により観察されるコレステリック液晶相由来の明部がなす線（明線）同士の間隔が異なる領域が複数存在する形態であってもよい。上述したとおり、明部が 2 つと暗部が 2 つで螺旋 1 ピッチ分に相当する。つまり、コレステリック液晶相由来の明線同士の間隔が互いに異なる各領域においては、各領域毎に螺旋ピッチが異なっているため、選択反射の中心波長 λ も異なる。上記形態のコレステリック液晶層とすることで、反射波長帯域をより広げることができる。

この形態の具体例としては、コレステリック液晶層が、赤色光波長域に選択反射の中心波長を有する領域 A_R 、緑色光波長域に選択反射の中心波長を有する領域 A_G 、及び青色光波長域に選択反射の中心波長を有する領域 A_B を有する形態が挙げられる。領域 A_R 、領域 A_G 、及び、領域 A_B は、主面に対して斜め方向から光を照射して実施する（好ましくは、配列方向に略平行な方向から

光を照射して実施する) マスク露光 (パターン状の露光) によって形成できる。特に、コレステリック液晶層は、主面の面内の任意の方向において螺旋ピッチが連続的に変化する領域を有していることが好ましい。具体的には、主面の面内の任意の方向において領域 A_R 、領域 A_G 、及び領域 A_B が連続して配置されていることが好ましい。この場合、コレステリック液晶層は、 $X-Z$ 面において SEM により観察されるコレステリック液晶相由来の明部がなす線同士の間隔が連続的に変化している領域を有する。

なお、上記では、コレステリック液晶層 10 が領域 A_R 、領域 A_G 、及び領域 A_B を有する形態について説明したが、これに制限されない。コレステリック液晶層は、選択反射波長の異なる領域を 2 領域以上有する形態であってもよい。また、選択反射の中心波長は赤外または紫外としてもよい。

[0064] 上記 1 周期 Λ は、反射偏光顕微鏡観察における明暗線の間隔に相当する。したがって、1 周期 Λ の変動係数 (標準偏差 / 平均値) は、反射偏光顕微鏡観察における明暗線の間隔をコレステリック液晶層の両主面についてそれぞれ 10 点測定して算出すればよい。

[0065] また、本発明のコレステリック液晶層は、コレステリック液晶層の少なくとも一方の主面において、液晶化合物の分子軸の向きが面内で連続的に回転しながら変化する一方向が異なる 2 以上の領域を有し、2 以上の領域において、異なる方向に光を反射する構成としてもよい。すなわち、配列軸の向きが異なる 2 以上の領域を有する構成としてもよい。言い換えると、コレステリック液晶層は、明部及び暗部の傾斜方向が異なる 2 以上の領域を有し、2 以上の前記領域において、異なる方向に光を反射する構成としてもよい。

図 15 に配列軸の向きが異なる 2 以上の領域を有する構成の一例を示す。

[0066] 図 15 はコレステリック液晶層の $X-Y$ 面を示す模式図である。

図 15 に示すコレステリック液晶層 60 は、配列軸の向きが異なる 4 種の領域 $A_1 \sim$ 領域 A_4 が X 方向および Y 方向に配列された構成を有する。具体的には図 15 に示すように、領域 $A_1 \sim$ 領域 A_4 はそれぞれ略正形状であり、領域 A_1 の X 方向右側に領域 A_2 が配置され、領域 A_2 の Y 方向下側に領域 A_3 が配置

され、領域 A_3 の X 方向左側に領域 A_4 が配置されたものを 1 つの組として、この組が X 方向および Y 方向に配列された構成を有する。なお、図 15 においては、 4×4 個の領域のみを示したが、コレステリック液晶層 60 は、面内で領域 $A_1 \sim$ 領域 A_4 が多数配列されている。

[0067] 図 15 に矢印で示すように、各領域における液晶化合物の配列方向は異なっている。なお、図 15 において矢印の方向は、X-Z 断面で見た際に明暗線の傾斜が立ち上がる方向とし、以下の説明では、明暗線の傾斜が立ち上がる方向を、この向きに配列されているともいう。

なお、図 15 においては液晶化合物の図示は省略しているが、配列軸の向きが異なる以外は図 6 に示す液晶化合物 14 と同様である。また、図 15 においては、配列軸（矢印）を一つ図示しているが、各領域の X-Y 面内において、液晶化合物は、互いに平行な複数の配列軸に沿って配列されている。

[0068] 図 15 に示す例では、領域 A_1 において、液晶化合物は、X 方向の左向きに配列されている。すなわち、領域 A_1 においては、液晶化合物の分子軸の向きは、X 方向の配列軸に沿った面内の一方向に連続的に回転しながら変化している。また、領域 A_1 を X-Z 断面で見た際に、図 15 中左方向に明暗線の傾斜が立ち上がっている。

[0069] 領域 A_2 において、液晶化合物は、Y 方向の下向きに配列されている。すなわち、領域 A_2 においては、液晶化合物の分子軸の向きは、Y 方向の配列軸に沿った面内の一方向に連続的に回転しながら変化している。また、領域 A_2 を Y-Z 断面で見た際に、図 15 中下方向に明暗線の傾斜が立ち上がっている。

[0070] 領域 A_3 において、液晶化合物は、X 方向の右向きに配列されている。すなわち、領域 A_3 においては、液晶化合物の分子軸の向きは、X 方向の配列軸に沿った面内の一方向に連続的に回転しながら変化している。また、領域 A_3 を X-Z 断面で見た際に、図 15 中右方向に明暗線の傾斜が立ち上がっている。

[0071] 領域 A_4 において、液晶化合物は、Y 方向の上向きに配列されている。すな

わち、領域 A_4 においては、液晶化合物の分子軸の向きは、Y 方向の配列軸に沿った面内の一方向に連続的に回転しながら変化している。また、領域 A_4 を Y-Z 断面で見た際に、図 15 中上方向に明暗線の傾斜が立ち上がっている。

[0072] このように配列軸の向きが異なる領域を複数有する構成とすることで、各領域で異なる方向に光を反射する構成とすることができる。

例えば、コレステリック液晶層 60 の正面方向（図 15 の紙面に垂直な方向）から光が入射すると、領域 A_1 では、光は X 方向右向きに傾いた方向に反射される。また、領域 A_2 では、光は Y 方向上向きに傾いた方向に反射される。また、領域 A_3 では、光は X 方向左向きに傾いた方向に反射される。また、領域 A_4 では、光は Y 方向下向きに傾いた方向に反射される。

[0073] このように、配列軸の方向が異なる領域を有するコレステリック液晶層は、一方向から入射した光を複数の方向に散乱させるため、視野角を広くすることができる。

また、上記コレステリック液晶層は反射方向に異方性を有しているため、透明性と輝度を両立することができる。さらに、各領域における液晶化合物の配列方向（配列軸の方向）および明部及び暗部の傾斜角度等を調整することで、特定方向に視野角を広げることができる。

[0074] なお、図 15 に示す例では、コレステリック液晶層 60 は、配列軸の方向が異なる 4 種の領域を有する構成としたが、これに限定はされず、配列軸の方向が異なる 2 または 3 種、あるいは、5 種以上の領域を有する構成としてもよい。

また、コレステリック液晶層 60 は、配列軸の方向が異なる 4 種の領域が所定のパターンで配列される構成としたが、これに限定はされず、各領域の配列パターンは種々の配列パターンとすることができる。

また、コレステリック液晶層 60 は、各領域の形状を正形状としたが、これに限定はされず、各領域は種々の形状とすることができる。

[0075] また、図 15 に示す例では、コレステリック液晶層 60 の各領域は配列軸

の方向が異なる構成としたがこれに限定はされず、配列軸の方向が同じで、明部及び暗部の傾斜角度が異なる領域を有していてもよい。

[0076] また、配列軸の方向が異なる領域同士の境界近傍において、互いの配列軸がなだらかに接続されていてもよい。

また、図15に示す例では、配列軸の方向が一定の領域を複数有する構成としたが、これに限定はされず、配列軸の方向が面内において漸次変化する構成としてもよい。

[0077] [コレステリック液晶層の製造方法]

本発明の反射型液晶表示装置に用いられるコレステリック液晶層を製造するための製造方法として、コレステリック液晶層の配向基板として所定の液晶層を用い、且つ光照射により螺旋誘起力（HTP）が変化するキラル剤X、又は温度変化により螺旋誘起力が変化するキラル剤Yを含む液晶組成物を使用する方法が挙げられる。

以下に、コレステリック液晶層の製造方法について詳述する。

[0078] コレステリック液晶層の製造方法の一実施形態は、下記工程1及び下記工程2を有する。

工程1：円盤状液晶化合物を含む組成物を用いて、少なくとも一方の表面において上記円盤状液晶化合物の分子軸が上記表面に対して傾斜している液晶層を形成する工程1と、

工程2：上記液晶層上に、液晶化合物を含む組成物を用いて、コレステリック液晶層を形成する工程2と、を有する。

以下、工程1及び工程2について、上述したコレステリック液晶層10を例に挙げて詳述する。

[0079] [工程1]

工程1は、円盤状液晶化合物を含む組成物を用いて液晶層を形成する工程である。

上記液晶層の少なくとも一方の表面において、円盤状液晶化合物の分子軸は、上記表面に対して傾斜している。言い換えると、上記液晶層の少なくと

も一方の表面において、円盤状液晶化合物は、その分子軸が上記表面に対して傾斜するように配向している。なお、本製造方法においては、円盤状液晶化合物が傾斜配向した表面（以下「傾斜配向面」ともいう。）を有する液晶層の上記傾斜配向面上にコレステリック液晶層を形成する。

[0080] 工程 1 の具体的な方法としては特に制限されず、下記工程 1-1 及び下記工程 1-2 を含むことが好ましい。なお、以下においては、円盤状液晶化合物を傾斜配向させる手法として、プレチルト角を有するラビング配向膜を表面に配置した基板を用いて組成物層を形成する方法（工程 1-1）を示すが、円盤状液晶化合物を傾斜配向させる手法はこれに制限されず、例えば、液晶層形成用組成物に界面活性剤を添加する手法（例えば下記工程 1-1'）であってもよい。この場合、工程 1 において、工程 1-1 の代わりに、下記工程 1-1' を実施すればよい。

工程 1-1'：円盤状液晶化合物及び界面活性剤を含む組成物を用いて、基板（表面にラビング配向膜を配置していなくてもよい）上に組成物層を形成する工程

[0081] また、円盤状液晶化合物が重合性基を有する場合、工程 1 は、後述するように、組成物層に対して硬化処理を実施することが好ましい。

[0082] 工程 1-1：円盤状液晶化合物を含む組成物（液晶層形成用組成物）を用いて、プレチルト角を有するラビング配向膜を表面に配置した基板上に組成物層を形成する工程

工程 1-2：上記組成物層中の円盤状化合物を配向させる工程

以下に、工程 1 について説明する。

[0083] <基板>

基板は、後述する組成物層を支持する板である。なかでも、透明基板であることが好ましい。なお、透明基板とは、可視光の透過率が 60%以上である基板を意図し、その透過率は 80%以上が好ましく、90%以上がより好ましい。

基板を構成する材料は特に制限されず、例えば、セルロース系ポリマー、

ポリカーボネート系ポリマー、ポリエステル系ポリマー、（メタ）アクリル系ポリマー、スチレン系ポリマー、ポリオレフィン系ポリマー、塩化ビニル系ポリマー、アミド系ポリマー、イミド系ポリマー、スルホン系ポリマー、ポリエーテルスルホン系ポリマー、及び、ポリエーテルエーテルケトン系ポリマー等が挙げられる。

基板には、UV（紫外線）吸収剤、マット剤微粒子、可塑剤、劣化防止剤、及び、剥離剤等の各種添加剤が含まれていてもよい。

なお、基板は、可視光領域で低複屈折性であることが好ましい。例えば、基板の波長550nmにおける位相差は50nm以下が好ましく、20nm以下がより好ましい。

[0084] 基板の厚さは特に制限されないが、薄型化、及び、取り扱い性の点から、10～200μmが好ましく、20～100μmがより好ましい。

上記厚さは平均厚さを意図し、基板の任意の5点の厚さを測定し、それらを算術平均したものである。この厚さの測定方法に関しては、後述する液晶層の厚さ、及びコレステリック液晶層の厚さも同様である。

[0085] プレチルト角を有するラビング配向膜の種類としては特に制限されないが、例えば、ポリビニルアルコール配向膜、及びポリイミド配向膜等を使用できる。

[0086] <液晶層形成用組成物>

以下、液晶層形成用組成物について説明する。

（円盤状液晶化合物）

液晶層形成用組成物は、円盤状液晶化合物を含む。

円盤状液晶化合物としては特に制限されず、公知の化合物を使用できるが、なかでも、トリフェニレン骨格を有するものが好ましい。

円盤状液晶化合物は、重合性基を有していてもよい。重合性基の種類は特に制限されず、付加重合反応が可能な官能基が好ましく、重合性エチレン性不飽和基又は環重合性基がより好ましい。より具体的には、重合性基としては、（メタ）アクリロイル基、ビニル基、スチリル基、アリル基、エポキシ

基、又は、オキセタン基が好ましく、（メタ）アクリロイル基がより好ましい。

[0087] （重合開始剤）

液晶層形成用組成物は、重合開始剤を含んでいてもよい。特に、円盤状液晶化合物が重合性基を有する場合、液晶層形成用組成物は重合開始剤を含むことが好ましい。

重合開始剤としては、紫外線照射によって重合反応を開始可能な光重合開始剤であることが好ましい。光重合開始剤としては、 α -カルボニル化合物（米国特許第2367661号、同2367670号の各明細書記載）、アシロインエーテル（米国特許第2448828号明細書記載）、 α -炭化水素置換芳香族アシロイン化合物（米国特許第2722512号明細書記載）、多核キノン化合物（米国特許第3046127号、同2951758号の各明細書記載）、トリアリールイミダゾールダイマーとp-アミノフェニルケトンとの組み合わせ（米国特許第3549367号明細書記載）、アクリジン及びフェナジン化合物（特開昭60-105667号公報、米国特許第4239850号明細書記載）及びオキサジアゾール化合物（米国特許第4212970号明細書記載）等が挙げられる。

液晶層形成用組成物中での重合開始剤の含有量（重合開始剤が複数種含まれる場合にはその合計量）は特に制限されないが、円盤状液晶化合物全質量に対して、0.1～20質量%が好ましく、1.0～8.0質量%がより好ましい。

[0088] （界面活性剤）

液晶層形成用組成物は、上記組成物層の基板側表面及び／又は基板とは反対側の表面に偏在し得る界面活性剤を含んでいてもよい。液晶層形成用組成物が界面活性剤を含む場合、円盤状化合物が所望の傾斜角度で配向しやすくなる。

界面活性剤としては、例えば、オニウム塩化合物（特開2012-208397号明細書記載）、ボロン酸化合物（特開2013-54201明細書

記載)、パーフルオロアルキル化合物(特許4592225号明細書記載、ネオス社フタージェント等)、及びこれらの官能基を含む高分子等が挙げられる。

[0089] 界面活性剤は、1種単独で用いてもよいし、2種以上を併用してもよい。

液晶層形成用組成物中での界面活性剤の含有量(界面活性剤が複数種含まれる場合にはその合計量)は特に制限されないが、円盤状化合物全質量に対して、0.01~10質量%が好ましく、0.01~5.0質量%がより好ましく、0.01~2.0質量%が更に好ましい。

[0090] (溶媒)

液晶層形成用組成物は、溶媒を含んでいてもよい。

溶媒としては、水又は有機溶媒が挙げられる。有機溶媒としては、例えば、N,N-ジメチルホルムアミド等のアミド類;ジメチルスルホキシド等のスルホキシド類;ピリジン等のヘテロ環化合物;ベンゼン、及びヘキサン等の炭化水素;クロロホルム、及びジクロロメタン等のアルキルハライド類;酢酸メチル、酢酸ブチル、及びプロピレングリコールモノエチルエーテルアセテート等のエステル類;アセトン、メチルエチルケトン、シクロヘキサノン、及びシクロペンタノン等のケトン類;テトラヒドロフラン、及び1,2-ジメトキシエタン等のエーテル類;1,4-ブタンジオールジアセテート;等が挙げられる。これらは1種単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0091] (その他の添加剤)

液晶層形成用組成物は、1種又は2種類以上の酸化防止剤、紫外線吸収剤、増感剤、安定剤、可塑剤、連鎖移動剤、重合禁止剤、消泡剤、レベリング剤、増粘剤、難燃剤、界面活性物質、分散剤、並びに、染料及び顔料等の色材、等の他の添加剤を含んでいてもよい。

[0092] <工程1-1の手順>

工程1-1において、基板上に組成物層を形成する工程としては、上記基板上に、上述した液晶層形成用組成物の塗膜を形成する工程であることが好

ましい。

塗布方法は特に制限されず、例えば、ワイヤーバーコーティング法、押し出しコーティング法、ダイレクトグラビアコーティング法、リバースグラビアコーティング法、及びダイコーティング法等が挙げられる。

なお、必要に応じて、液晶層形成用組成物の塗布後に、基板上に塗布された塗膜を乾燥する処理を実施してもよい。乾燥処理を実施することにより、塗膜から溶媒を除去できる。

[0093] 塗膜の膜厚は特に制限されないが、 $0.1 \sim 20 \mu\text{m}$ が好ましく、 $0.2 \sim 15 \mu\text{m}$ がより好ましく、 $0.5 \sim 10 \mu\text{m}$ が更に好ましい。

[0094] <工程1-2の手順>

工程1-2は、上記塗膜を加熱することによって、上記組成物層中の円盤状化合物を配向させる工程であることが好ましい。

好ましい加熱条件としては、 $40 \sim 150^\circ\text{C}$ （好ましくは、 $60 \sim 100^\circ\text{C}$ ）で $0.5 \sim 5$ 分間（好ましくは、 $0.5 \sim 2$ 分間）にわたって組成物層を加熱することが好ましい。なお、組成物層を加熱する際には、液晶化合物が等方相（isotropic）となる温度まで加熱しないことが好ましい。円盤状液晶化合物が等方相となる温度以上に組成物層を加熱してしまうと、傾斜配向した液晶相の欠陥が増加してしまい、好ましくない。

[0095] [硬化処理]

なお、円盤状液晶化合物が重合性基を有する場合、組成物層に対して硬化処理を実施することが好ましい。

硬化処理の方法は特に制限されず、光硬化処理及び熱硬化処理が挙げられる。なかでも、光照射処理が好ましく、紫外線照射処理がより好ましい。円盤状液晶化合物が重合性基を有する場合には、硬化処理は、光照射（特に紫外線照射）による重合反応であるのが好ましく、光照射（特に紫外線照射）によるラジカル重合反応であるのがより好ましい。

紫外線照射には、紫外線ランプ等の光源が利用される。

紫外線の照射エネルギー量は特に制限されないが、一般的には、 $100 \sim$

800 mJ / cm²程度が好ましい。なお、紫外線を照射する時間は特に制限されないが、得られる層の十分な強度及び生産性の双方の観点から適宜決定すればよい。

[0096] 〔円盤状液晶化合物の平均傾斜角度、及び液晶層の傾斜配向面の方位角規制力〕

上記液晶層の上記傾斜配向面においては、液晶層の表面に対する円盤状液晶化合物の平均傾斜角度（平均チルト角）が、例えば、20°～90°であることが好ましく、20°～80°であることがより好ましく、30°～80°であることが更に好ましく、30°～65°であることが更に好ましい。

なお、上記平均傾斜角度は、液晶層断面の偏光顕微鏡観察において、円盤状液晶化合物の分子軸と液晶層の表面とのなす角度を任意の5か所以上で測定して、それらを算術平均した値である。

上記液晶層の上記傾斜配向面における、液晶層の表面に対する円盤状液晶化合物の平均傾斜角度は、液晶層断面の偏光顕微鏡観察することにより測定できる。

また、上記液晶層の上記傾斜配向面は、方位角規制力が、例えば、0.00030 J/m²以下であり、0.00020 J/m²未満であることが好ましく、0.00010 J/m²以下がより好ましく、0.00005 J/m²以下が更に好ましい。なお、下限は特に制限されないが、例えば、0.00000 J/m²以上である。

上記液晶層の上記傾斜配向面における方位角規制力は、J. Appl. Phys. 1992, 33, L1242に記載の方法により測定できる。

[0097] 上記液晶層の上記傾斜配向面における円盤状液晶化合物の傾斜角度を調整することにより、コレステリック液晶層中の液晶化合物の分子軸の主面に対する傾斜角度が所定の角度に調整しやすい利点がある。つまり、上述したコレステリック液晶層10（図6及び図7参照）を例に挙げると、コレステリック液晶層10中の液晶化合物14の分子軸L₁の主面11に対する平均角度θ₃の調整がし易い利点がある。

また、上記液晶層の上記傾斜配向面における方位角規制力を調整することにより、コレステリック液晶層中の主面において、液晶化合物の分子軸の向きが面内の一方向に連続的に回転しながら変化しやすくなる。つまり、上述したコレステリック液晶層 10（図 6 及び図 7 参照）を例に挙げると、上記液晶層の上記傾斜配向面における方位角規制力を調整することにより、液晶化合物 14 は、X-Y 面内の互いに平行な複数の配列軸 D_1 に沿って配列し、且つ、それぞれの配列軸 D_1 上において、液晶化合物 14 の分子軸 L_1 の向きが、配列軸 D_1 に沿った面内の一方向に連続的に回転しながら変化しやすい。

[0098] [工程 2]

工程 2 は、上記液晶層上に、液晶化合物を含む組成物を用いてコレステリック液晶層を形成する工程である。以下、工程 2 について説明する。

[0099] 工程 2 は、下記工程 2-1 及び下記工程 2-2 を有することが好ましい。

工程 2-1 :

工程 1 で形成した液晶層上に、下記条件 1 又は下記条件 2 を満たす組成物層を形成する工程

条件 1 : 上記組成物層中の上記液晶化合物の少なくとも一部が、上記組成物層表面に対して、傾斜配向している

条件 2 : 上記組成物層中の上記液晶化合物のチルト角が厚み方向に沿って連続的に変化するように、上記液晶化合物が配向している

工程 2-2 :

上記組成物層中の上記液晶化合物をコレステリック配向させる処理を実施して、コレステリック液晶層を形成する工程。

以下に、工程 2-1 及び工程 2-2 について説明する。

[0100] <工程 2-1 の作用機序>

まず、図 16 に、工程 2-1 により得られる条件 1 を満たす組成物層の断面模式図を示す。なお、図 16 に示す液晶化合物 14 は、棒状液晶化合物である。

[0101] 図 16 に示すように、組成物層 100 は、円盤状液晶化合物を用いて形成

された液晶層 102 上に形成される。液晶層 102 は、組成物層 100 と接する側の表面において、円盤状液晶化合物の分子軸が、液晶層 102 の表面に対して傾斜している傾斜配向面 102 a を有する（図 17 参照）。

図 16 に示すように、液晶層 102 の傾斜配向面 102 a 上に配置される組成物層 100 中、液晶化合物 14 は、傾斜配向面 102 a によって緩く配向規制されることで、傾斜配向面 102 a に対して傾斜するように配向する。言い換えると、組成物層 100 中において、液晶化合物 14 は、液晶化合物 14 の分子軸 L_1 が組成物層 100 の表面に対して所定の角度 θ_{10} となるように一定の方向（一軸方向）に配向している。

[0102] なお、図 16 では、組成物層 100 の厚み方向 R_1 の全域に渡って、液晶化合物 14 が、傾斜配向面 102 a に対して分子軸 L_1 が所定の角度 θ_{10} となるように配向している実施形態を示したが、工程 2-1 により得られる条件 1 を満たす組成物層としては、液晶化合物 14 の一部が傾斜配向していればよく、組成物層 100 の傾斜配向面 102 a 側表面（図 16 中の領域 A に該当）、及び、組成物層 100 の傾斜配向面 102 a 側とは反対側の表面（図 16 中の領域 B に該当）の少なくとも一方において、液晶化合物 14 が組成物層 100 の表面に対して分子軸 L_1 が所定の角度 θ_{10} となるように配向していることが好ましく、傾斜配向面 102 a 側表面において、液晶化合物 14 が、組成物層 100 の表面に対して分子軸 L_1 が所定の角度 θ_{10} となるように傾斜配向していることがより好ましい。なお、領域 A 及び領域 B のいずれか少なくとも一方において、液晶化合物 14 が組成物層 100 の表面に対して分子軸 L_1 が所定の角度 θ_{10} となるように配向していれば、続く工程 2-2 において液晶化合物 14 をコレステリック液晶相の状態とした際に、領域 A 及び／又は領域 B 中の配向された液晶化合物 14 に基づく配向規制力により、他の領域の液晶化合物 14 のコレステリック配向を誘起させることができる。

[0103] また、図示はしないが、上述した条件 2 を満たす組成物層は、上記図 16 に示す組成物層 100 において、液晶化合物 14 が、組成物層 100 の表面に対してハイブリッド配向したものに相当する。つまり、上述の図 16 の説

明において、角度 θ_{10} が厚さ方向で連続的に変化する態様に相当する。具体的には、液晶化合物 14 は、そのチルト角 θ_{20} （組成物層 100 の表面に対する分子軸 L_1 の角度）が組成物層 100 の厚み方向 R_1 に沿って連続的に変化するよう配向する。

なお、工程 2-1 により得られる条件 2 を満たす組成物層としては、液晶化合物 14 の一部がハイブリッド配向していればよく、組成物層 100 の傾斜配向面 102a 側表面（図 16 中の領域 A に該当）、及び、組成物層 100 の傾斜配向面 102a 側とは反対側の表面（図 16 中の領域 B に該当）の少なくとも一方において、液晶化合物 14 が傾斜配向面 102a に対してハイブリッド配向していることが好ましく、傾斜配向面 102a 側表面において液晶化合物 14 が組成物層 100 の表面に対してハイブリッド配向していることがより好ましい。

[0104] 角度 θ_{10} 及び θ_{20} は、組成物層全体において 0° でなければ特に制限されない（なお、角度 θ_{10} が組成物層全体において 0° である場合、液晶化合物 14 の分子軸 L_1 は、液晶化合物 14 が棒状液晶化合物であるときは傾斜配向面 102a に対して平行となる。）。言い換えると、組成物層の一部の領域において角度 θ_{10} 及び θ_{20} が 0° であることを妨げるものではない。

角度 θ_{10} 及び θ_{20} としては、例えば $0 \sim 90^\circ$ である。なかでも、角度 θ_{10} 及び θ_{20} は、 $0 \sim 50^\circ$ であることが好ましく、 $0 \sim 10^\circ$ であることがより好ましい。

[0105] なお、コレステリック液晶層の反射異方性がより優れる点で、工程 2-1 により得られる組成物層は、条件 1 又は条件 2 を満たす組成物層が好ましく、条件 2 を満たす組成物層がより好ましい。

[0106] <工程 2-2 の作用機序>

上記工程 2-1 により条件 1 又は条件 2 を満たす組成物層を得た後、工程 2-2 において上記組成物層中の液晶化合物をコレステリック配向させて（言い換えると、上記液晶化合物をコレステリック液晶相として）、コレステリック液晶層を形成する。

この結果として、図 17 に示すようなコレステリック液晶層（図 6 及び図 7 に示すコレステリック液晶層 10）が得られる。

[0107] 図 17 に示す積層体 50 は、円盤状液晶化合物 18 を用いて形成された液晶層 102 と、液晶層 102 上に接するように配置されたコレステリック液晶層 10 とを含む。

液晶層 102 は、コレステリック液晶層 10 と接する側の表面において、円盤状液晶化合物 18 の分子軸 L_5 が、液晶層 102 の表面（コレステリック液晶層 10 の主面 11 及び主面 12（X-Y 面）にも相当する。）に対して傾斜している傾斜配向面 102a を有する。つまり、傾斜配向面 102a において、円盤状液晶化合物 18 は、その分子軸 L_5 が液晶層 102 の表面に対して傾斜するように配向している。

上記液晶層 102 の上記傾斜配向面 102a においては、上記液晶層 102 の表面に対する円盤状液晶化合物 18 の平均傾斜角度 θ_4 （上記液晶層 102 の表面と円盤状液晶化合物 18 のなす角度 θ_5 の角度の平均値）が、例えば、 $20 \sim 90^\circ$ であることが好ましく、 $20 \sim 80^\circ$ であることがより好ましく、 $30 \sim 80^\circ$ であることが更に好ましく、 $30 \sim 65^\circ$ であることが特に好ましい。

上記液晶層 102 の上記傾斜配向面 102a における、液晶層 102 の表面に対する円盤状液晶化合物 18 の平均傾斜角度 θ_5 は、液晶層断面を偏光顕微鏡観察することにより測定できる。なお、上記平均傾斜角度は、液晶層断面の偏光顕微鏡観察において、円盤状液晶化合物 18 の分子軸 L_5 と液晶層 102 の表面とのなす角度を任意の 5 か所以上で測定して、それらを算術平均した値である。

また、上記液晶層 102 の上記傾斜配向面 102a は、方位角規制力が、例えば、 0.00030 J/m^2 以下であり、 0.00020 J/m^2 未満であることが好ましく、 0.00010 J/m^2 以下がより好ましく、 0.00005 J/m^2 以下がより好ましい。なお、下限は特に制限されないが、例えば、 0.00000 J/m^2 以上である。

上記液晶層 102 の上記傾斜配向面 102a における方位角規制力は、J. Appl. Phys. 1992, 33, L1242 に記載の方法により測定できる。

なお、図 17 においてコレステリック液晶層の螺旋軸と円盤状液晶化合物の分子軸とは逆方向に傾斜しているように記載されているが、この傾斜方向は一致していてもよい。

また、積層体 50 において、円盤状液晶化合物 18 は、その配向状態が層中において保持されていれば十分であり、最終的に層中の組成物がもはや液晶性を示す必要はない。

[0108] なお、コレステリック液晶層 10 については、既に上述したとおりである。

[0109] <液晶組成物の作用機序>

上述したとおり、本発明者らは、上記コレステリック液晶層の製造方法を達成する方法の一つとして、光照射により螺旋誘起力 (HTP) が変化するキラル剤 X、又は温度変化により螺旋誘起力が変化するキラル剤 Y を含む液晶組成物を使用する方法を見いだしている。以下において、キラル剤 X を含む液晶組成物の作用機序、及びキラル剤 Y を含む液晶組成物の作用機序について詳述する。

[0110] なお、キラル剤の螺旋誘起力 (HTP) は、下記式 (1A) で表される螺旋配向能力を示すファクターである。

式 (1A) $HTP = 1 / (\text{螺旋ピッチの長さ (単位: } \mu\text{m)}) \times \text{液晶組成物中におけるキラル剤濃度 (質量\%)}) [\mu\text{m}^{-1}]$

螺旋ピッチの長さとは、コレステリック液晶相の螺旋構造のピッチ P (= 螺旋の周期) の長さをいい、液晶便覧 (丸善株式会社出版) の 196 ページに記載の方法で測定できる。

なお、上記 HTP の値は、キラル剤の種類のみならず、組成物中に含まれる液晶化合物の種類によっても影響を受ける。よって、例えば、所定のキラル剤 X 及び液晶化合物 A を含む組成物と、所定のキラル剤 X 及び液晶化合物 A とは異なる液晶化合物 B を含む組成物とを用意し、同一温度で両者の H T

Pを測定した場合、その値が異なる場合もある。

なお、キラル剤の螺旋誘起力（HTP）は、下記式（1B）としても表される。

式（1B）： $HTP = (\text{液晶化合物の平均屈折率}) / \{ (\text{液晶組成物中におけるキラル剤濃度（質量％）}) \times (\text{中心反射波長（nm）}) \} [\mu m^{-1}]$

なお、液相組成物が、2種以上のキラル剤を含む場合、上記式（1A）及び（1B）における「液晶組成物中におけるキラル剤濃度」は全キラル剤の濃度の総和に相当する。

[0111]（キラル剤Xを含む液晶組成物の作用機序）

以下において、キラル剤Xを含む液晶組成物を使用してコレステリック液晶層を形成する方法を説明する。

[0112] キラル剤Xを含む液晶組成物を使用してコレステリック液晶層を形成する場合、工程2-1において条件1又は条件2を満たす組成物層を形成した後、工程2-2において、上記組成物層に光照射処理を施すことにより、上記組成物層中の液晶化合物をコレステリック配向させる。つまり、上記工程2-2では、光照射処理によって、組成物層中のキラル剤Xの螺旋誘起力を変化させることにより、組成物層中の液晶化合物をコレステリック配向させている。

[0113] ここで、組成物層中の液晶化合物を配向させてコレステリック液晶相の状態とする上で、液晶化合物の螺旋を誘起する螺旋誘起力は、組成物層中に含まれているキラル剤の加重平均螺旋誘起力に概ね該当すると考えられる。ここでいう加重平均螺旋誘起力とは、例えば、2種類のキラル剤（キラル剤A及びキラル剤B）を併用した場合、下記式（1C）により表される。

式（1C） 加重平均螺旋誘起力（ μm^{-1} ）＝（キラル剤Aの螺旋誘起力（ μm^{-1} ）×液晶組成物中におけるキラル剤Aの濃度（質量％）＋キラル剤Bの螺旋誘起力（ μm^{-1} ）×液晶組成物中におけるキラル剤Bの濃度（質量％））／（液晶組成物中におけるキラル剤Aの濃度（質量％）＋液晶組成物中におけるキラル剤Bの濃度（質量％））

ただし、上記式（1 C）において、キラル剤の螺旋方向が右巻きの場合、その螺旋誘起力は正の値とする。また、キラル剤の螺旋方向が左巻きの場合、その螺旋誘起力は負の値とする。つまり、例えば、螺旋誘起力が $10 \mu\text{m}^{-1}$ のキラル剤の場合、上記キラル剤により誘起される螺旋の螺旋方向が右であるときは、螺旋誘起力を $10 \mu\text{m}^{-1}$ として表す。一方、上記キラル剤により誘起される螺旋の螺旋方向が左であるときは、螺旋誘起力を $-10 \mu\text{m}^{-1}$ として表す。

なお、上記式（1 C）により得られる加重平均螺旋誘起力（ μm^{-1} ）は、上記式（1 A）及び上記式（1 B）からも算出できる。

[0114] 以下に、例えば、組成物層中に下記特性を有するキラル剤 A 及びキラル剤 B が含まれている場合の加重平均螺旋誘起力について述べる。

図 18 に示すように、上記キラル剤 A は、キラル剤 X に該当し、左方向（-）の螺旋誘起力を有し、光照射により螺旋誘起力を低減させるキラル剤である。

また、図 18 に示すように、上記キラル剤 B は、キラル剤 A とは逆方向である右方向（+）の螺旋誘起力を有し、光照射により螺旋誘起力が変化しないキラル剤である。ここで、未光照射時の「キラル剤 A の螺旋誘起力（ μm^{-1} ）×キラル剤 A の濃度（質量%）」と「キラル剤 B の螺旋誘起力（ μm^{-1} ）×キラル剤 B の濃度（質量%）」は等しいものとする。なお、図 18 において、縦軸の「キラル剤の螺旋誘起力（ μm^{-1} ）×キラル剤の濃度（質量%）」は、その値がゼロから離れるほど、螺旋誘起力が大きくなる。

組成物層が上記キラル剤 A 及びキラル剤 B を含む場合、液晶化合物の螺旋を誘起する螺旋誘起力は、キラル剤 A 及びキラル剤 B の加重平均螺旋誘起力に一致する。この結果として、上記キラル剤 A と上記キラル剤 B とを併用した系においては、図 19 に示すように、液晶化合物の螺旋を誘起する螺旋誘起力は、照射光量が大きいほど、キラル剤 B（キラル剤 Y に該当）が誘起する螺旋の方向（+）に螺旋誘起力が大きくなると考えられる。

[0115] 本実施形態のコレステリック液晶層の製造方法においては、工程 2-1 に

より形成される組成物層中のキラル剤の加重平均螺旋誘起力の絶対値は特に制限されないが、組成物層が形成しやすい点で、例えば、 $0.0 \sim 1.9 \mu\text{m}^{-1}$ が好ましく、 $0.0 \sim 1.5 \mu\text{m}^{-1}$ がより好ましく、 $0.0 \sim 0.5 \mu\text{m}^{-1}$ が更に好ましく、ゼロが最も好ましい（図18参照）。一方で、工程2-2の光照射処理の際においては、組成物層中のキラル剤の加重平均螺旋誘起力の絶対値は、液晶化合物をコレステリック配向させることが可能であれば特に制限されないが、例えば、 $10.0 \mu\text{m}^{-1}$ 以上が好ましく、 $10.0 \sim 200.0 \mu\text{m}^{-1}$ がより好ましく、 $20.0 \sim 200.0 \mu\text{m}^{-1}$ が更に好ましい。

つまり、工程2-1の際には組成物層中のキラル剤Xはその螺旋誘起力が略ゼロに相殺されることによって、組成物層中の液晶化合物を配向させて、傾斜配向、又はハイブリッド配向とすることができる。次いで、工程2-2の光照射処理を契機として、キラル剤Xの螺旋誘起力を変化させて、組成物層中のキラル剤の加重平均螺旋誘起力を右方向（+）又は左方向（-）のいずれかの方向に増大させることで、コレステリック液晶層（例えば、コレステリック液晶層10）が得られる。

[0116] （キラル剤Yを含む液晶組成物の作用機序）

次に、キラル剤Yを含む液晶組成物を使用してコレステリック液晶層を形成する方法を説明する。

キラル剤Yを含む液晶組成物を使用してコレステリック液晶層を形成する場合、工程2-1において条件1又は条件2を満たす組成物層を形成した後、工程2-2において、上記組成物層に冷却処理又は加熱処理を施すことにより、上記組成物層中の液晶化合物をコレステリック配向させる。つまり、上記工程2-2では、冷却処理又は加熱処理によって、組成物層中のキラル剤Yの螺旋誘起力を変化させることにより、組成物層中の液晶化合物をコレステリック配向させている。

[0117] 上述の通り、組成物層中の液晶化合物を配向させてコレステリック液晶相の状態とする上で、液晶化合物の螺旋を誘起する螺旋誘起力は、組成物層に含まれているキラル剤の加重平均螺旋誘起力に概ね相当すると考えられる

。ここでいう加重平均螺旋誘起力とは、上述した通りである。

以下に、工程 2-2 において冷却処理を施すことによって上記組成物層中の液晶化合物をコレステリック配向させる実施形態を一例として、キラル剤 Y の作用機序を説明する。

まず、以下において、例えば、組成物層中に下記特性を有するキラル剤 A 及びキラル剤 B が含まれている場合の加重平均螺旋誘起力について述べる。

図 20 に示すように、上記キラル剤 A は、キラル剤 Y に該当し、工程 1 において条件 1 又は条件 2 を満たす組成物層を形成するための液晶化合物の配向処理が実施される温度 T_{11} 、及び工程 2-2 の冷却処理が実施される温度 T_{12} において左方向（-）の螺旋誘起力を有し、より低温領域であるほど左方向（-）への螺旋誘起力を増大させるキラル剤である。また、図 20 に示すように、上記キラル剤 B は、キラル剤 A とは逆方向である右方向（+）の螺旋誘起力を有し、温度変化により螺旋誘起力が変化しないキラル剤である。ここで、温度 T_{11} 時の「キラル剤 A の螺旋誘起力（ μm^{-1} ）×キラル剤 A の濃度（質量%）」と「キラル剤 B の螺旋誘起力（ μm^{-1} ）×キラル剤 B の濃度（質量%）」は等しいものとする。

組成物層が上記キラル剤 A 及びキラル剤 B を含む場合、液晶化合物の螺旋を誘起する螺旋誘起力は、キラル剤 A 及びキラル剤 B の加重平均螺旋誘起力に一致する。この結果として、上記キラル剤 A と上記キラル剤 B とを併用した系においては、図 21 に示すように、液晶化合物の螺旋を誘起する螺旋誘起力は、より低温領域であるほど、キラル剤 A（キラル剤 Y に該当）が誘起する螺旋の方向（-）に螺旋誘起力が大きくなると考えられる。

[0118] 本実施形態のコレステリック液晶層の製造方法においては、組成物層中のキラル剤の加重平均螺旋誘起力の絶対値は特に制限されないが、工程 2-1 の条件 1 又は条件 2 を満たす組成物層を形成する際には（つまり、本実施形態の場合、条件 1 又は条件 2 を満たす組成物層を形成するための液晶化合物の配向処理が実施される温度 T_{11} においては）組成物層が形成しやすい点で、 $0.0 \sim 1.9 \mu\text{m}^{-1}$ が好ましく、 $0.0 \sim 1.5 \mu\text{m}^{-1}$ がより好まし

く、 $0.0 \sim 0.5 \mu\text{m}^{-1}$ が更に好ましく、ゼロが最も好ましい。

一方で、工程2-2の冷却処理が実施される温度 T_{12} においては、組成物層中のキラル剤の加重平均螺旋誘起力の絶対値は、液晶化合物をコレステリック配向させることが可能であれば特に制限されないが、 $10.0 \mu\text{m}^{-1}$ 以上が好ましく、 $10.0 \sim 200.0 \mu\text{m}^{-1}$ がより好ましく、 $20.0 \sim 200.0 \mu\text{m}^{-1}$ が更に好ましい（図21参照）。

つまり、温度 T_{11} においてキラル剤Yはその螺旋誘起力が略ゼロに相殺されているため、液晶化合物を傾斜配向又はハイブリッド配向とすることができる。次いで、工程2-2の冷却処理又は加熱処理（温度 T_{12} への温度変化）を契機として、キラル剤Yの螺旋誘起力を増大させて、組成物層中のキラル剤の加重平均螺旋誘起力を右方向（+）又は左方向（-）のいずれかの方向に増大させることで、コレステリック液晶層（例えば、コレステリック液晶層10）が得られる。

[0119] <工程2の手順>

以下に、工程2の手順について詳述する。なお、以下においては、キラル剤Xを含む液晶組成物を使用する態様と、キラル剤Yを含む液晶組成物を使用する態様とに分けて詳述する。

[0120] （キラル剤Xを含む液晶組成物を使用する態様）

以下、キラル剤Xを含む液晶組成物を使用した工程2の手順（以下、「工程2X」ともいう。）について説明する。

工程2Xは、下記工程2X-1及び工程2X-2を少なくとも有する。

工程2X-1：キラル剤X及び液晶化合物を含む液晶組成物を用いて、液晶層上に下記条件1又は下記条件2を満たす組成物層を形成する工程

工程2X-2：上記組成物層に対して光照射処理を施すことにより、上記組成物層中の上記液晶化合物をコレステリック配向させてコレステリック液晶層を形成する工程

条件1：上記組成物層中の上記液晶化合物の少なくとも一部が、上記組成物層表面に対して、傾斜配向している

条件 2：上記組成物層中の上記液晶化合物のチルト角が厚み方向に沿って連続的に変化するように、上記液晶化合物が配向している

また、液晶化合物が重合性基を有する場合、工程 2 X は、後述するように、組成物層に対して硬化処理を実施することが好ましい。

[0121] 以下、各工程で使用される材料、及び、各工程の手順について詳述する。

[0122] ≪工程 2 X - 1 ≫

工程 2 X - 1 は、キラル剤 X 及び液晶化合物を含む液晶組成物（以下、「組成物 X」ともいう）。を用いて、液晶層上に上記条件 1 又は上記条件 2 を満たす組成物層を形成する工程である。

以下では、組成物 X について詳述し、その後、工程の手順について詳述する。

[0123] ≪≪組成物 X ≫ ≫

組成物 X は、液晶化合物と、光照射により螺旋誘起力が変化するキラル剤 X と、を含む。以下に、各成分について説明する。

上述したとおり、工程 2 X - 1 により得られる組成物層中のキラル剤の加重平均螺旋誘起力の絶対値は、組成物層が形成しやすい点で、 $0.0 \sim 1.9 \mu\text{m}^{-1}$ が好ましく、 $0.0 \sim 1.5 \mu\text{m}^{-1}$ がより好ましく、 $0.0 \sim 0.5 \mu\text{m}^{-1}$ が更に好ましく、ゼロが最も好ましい。したがって、キラル剤 X が未光照射処理の状態ですべて上記所定範囲を超える螺旋誘起力を有する場合、組成物 X は、キラル剤 X とは逆方向の螺旋を誘起させるキラル剤（以下、「キラル剤 X A」ともいう。）を含み、工程 2 X - 1 の際にはキラル剤 X の螺旋誘起力を略ゼロに相殺させておく（つまり、工程 2 X - 1 により得られる組成物層中のキラル剤の加重平均螺旋誘起力を上記所定範囲としておく）ことが好ましい。なお、キラル剤 X A は、光照射処理により螺旋誘起力を変化させない化合物であることがより好ましい。

また、液晶組成物がキラル剤としてキラル剤 X を複数種含むときであって、未光照射処理の状態ですべて複数種のキラル剤 X の加重平均螺旋誘起力が上記所定範囲外の螺旋誘起力である場合、「キラル剤 X とは逆方向の螺旋を誘起さ

せる他のキラル剤 X A」とは、上記複数種のキラル剤 X の加重平均螺旋誘起力に対して逆方向の螺旋を誘起させるキラル剤を意図する。

キラル剤 X が一種単独で、未光照射処理の状態で螺旋誘起力を有さず、光照射によって螺旋誘起力を増大させる特性を有する場合、キラル剤 X A を併用しなくてもよい。

[0124] ・液晶化合物

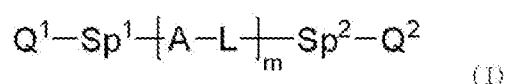
液晶化合物の種類は、特に制限されない。

一般的に、液晶化合物はその形状から、棒状タイプ（棒状液晶化合物）と円盤状タイプ（ディスコティック液晶化合物、円盤状液晶化合物）とに分類できる。更に、棒状タイプ及び円盤状タイプには、それぞれ低分子タイプと高分子タイプとがある。高分子とは一般に重合度が 100 以上のものを指す（高分子物理・相転移ダイナミクス，土井 正男 著，2 頁，岩波書店，1992）。本発明では、いずれの液晶化合物を用いることもできる。また、2 種以上の液晶化合物を併用してもよい。

[0125] 液晶化合物は、重合性基を有していてもよい。重合性基の種類は特に制限されず、付加重合反応が可能な官能基が好ましく、重合性エチレン性不飽和基又は環重合性基がより好ましい。より具体的には、重合性基としては、（メタ）アクリロイル基、ビニル基、スチリル基、アリル基、エポキシ基、又は、オキセタン基が好ましく、（メタ）アクリロイル基がより好ましい。

[0126] 液晶化合物としては、以下の式（I）で表される液晶化合物が、好適に利用される。

[0127] [化1]



[0128] 式中、

A は、置換基を有していてもよいフェニレン基又は置換基を有していてもよいトランス-1,4-シクロヘキシレン基を示し、A のうち少なくとも 1 つは置換基を有していてもよいトランス-1,4-シクロヘキシレン基を示

し、

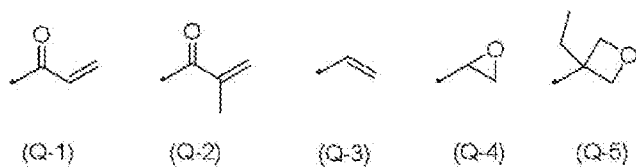
Lは、単結合、又は、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-(\text{CH}_2)_2\text{OC}(=\text{O})-$ 、 $-\text{C}(=\text{O})\text{O}(\text{CH}_2)_2-$ 、 $-\text{C}(=\text{O})\text{O}-$ 、 $-\text{OC}(=\text{O})-$ 、 $-\text{OC}(=\text{O})\text{O}-$ 、 $-\text{CH}=\text{N}-\text{N}=\text{CH}-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $-\text{NHC}(=\text{O})-$ 、 $-\text{C}(=\text{O})\text{NH}-$ 、 $-\text{CH}=\text{N}-$ 、 $-\text{N}=\text{CH}-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{O}-$ 、及び、 $-\text{OC}(=\text{O})-\text{CH}=\text{CH}-$ からなる群から選択される連結基を示し、

mは3～12の整数を示し、

Sp^1 及び Sp^2 は、それぞれ独立に、単結合、又は、炭素数1から20の直鎖もしくは分岐のアルキレン基、及び、炭素数1から20の直鎖もしくは分岐のアルキレン基において1つ又は2つ以上の $-\text{CH}_2-$ が $-\text{O}-$ 、 $-\text{S}-$ 、 $-\text{NH}-$ 、 $-\text{N}(\text{CH}_3)-$ 、 $-\text{C}(=\text{O})-$ 、 $-\text{OC}(=\text{O})-$ 、又は $\text{C}(=\text{O})\text{O}-$ で置換された基からなる群から選択される連結基を示し、

Q^1 及び Q^2 は、それぞれ独立に、水素原子、又は、以下の式(Q-1)～式(Q-5)で表される基からなる群から選択される重合性基を示し、ただし Q^1 及び Q^2 のいずれか一方は重合性基を示す；

[化2]



[0129] Aは、置換基を有していてもよいフェニレン基、又は、置換基を有していてもよいトランス-1,4-シクロヘキシレン基である。本明細書において、フェニレン基というとき、1,4-フェニレン基であるのが好ましい。

なお、Aのうち少なくとも1つは置換基を有していてもよいトランス-1,4-シクロヘキシレン基である。

m個のAは、互いに同一でも異なってもよい。

[0130] mは3～12の整数を示し、3～9の整数であるのが好ましく、3～7の整数であるのがより好ましく、3～5の整数であるのが更に好ましい。

[0131] 式(1)中の、フェニレン基及びトランス-1,4-シクロヘキシレン基が有していてもよい置換基としては、特に制限されず、例えば、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、アルキルエーテル基、アミド基、アミノ基、及びハロゲン原子、並びに、上記の置換基を2つ以上組み合わせて構成される基からなる群から選択される置換基が挙げられる。また、置換基の例としては、後述の $-C(=O)-X^3-Sp^3-Q^3$ で表される置換基が挙げられる。フェニレン基及びトランス-1,4-シクロヘキシレン基は、置換基を1~4個有していてもよい。2個以上の置換基を有するとき、2個以上の置換基は互いに同一であっても異なってもよい。

[0132] 本明細書において、アルキル基は直鎖及び分岐のいずれでもよい。アルキル基の炭素数は1~30が好ましく、1~10がより好ましく、1~6が更に好ましい。アルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、n-プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、イソブチル基、sec-ブチル基、tert-ブチル基、n-ペンチル基、イソペンチル基、ネオペンチル基、1,1-ジメチルプロピル基、n-ヘキシル基、イソヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、ノニル基、デシル基、ウンデシル基、及び、ドデシル基等が挙げられる。アルコキシ基中のアルキル基の説明も、上記アルキル基に関する説明と同じである。また、本明細書において、アルキレン基というときのアルキレン基の具体例としては、上記のアルキル基の例それぞれにおいて、任意の水素原子を1つ除いて得られる2価の基が挙げられる。ハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、及び、ヨウ素原子が挙げられる。

[0133] 本明細書において、シクロアルキル基の炭素数は、3以上が好ましく、5以上がより好ましく、また、20以下が好ましく、10以下がより好ましく、8以下が更に好ましく、6以下が特に好ましい。シクロアルキル基としては、例えば、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロヘプチル基、及び、シクロオクチル基等が挙げられる。

[0134] フェニレン基及びトランス-1, 4-シクロヘキシレン基が有していてもよい置換基としては、アルキル基、アルコキシ基、及び、 $-C(=O)-X^3-Sp^3-Q^3$ からなる群から選択される置換基が好ましい。ここで、 X^3 は単結合、 $-O-$ 、 $-S-$ 、もしくは $-N(Sp^4-Q^4)-$ を示すか、又は、 Q^3 及び Sp^3 と共に環構造を形成している窒素原子を示す。 Sp^3 及び Sp^4 は、それぞれ独立に、単結合、又は、炭素数1から20の直鎖もしくは分岐のアルキレン基、及び、炭素数1から20の直鎖もしくは分岐のアルキレン基において1つ又は2つ以上の $-CH_2-$ が $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 、又は $C(=O)O-$ で置換された基からなる群から選択される連結基を示す。

Q^3 及び Q^4 はそれぞれ独立に、水素原子、シクロアルキル基、シクロアルキル基において1つもしくは2つ以上の $-CH_2-$ が $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 、もしくは $-C(=O)O-$ で置換された基、又は式(Q-1)～式(Q-5)で表される基からなる群から選択されるいずれかの重合性基を示す。

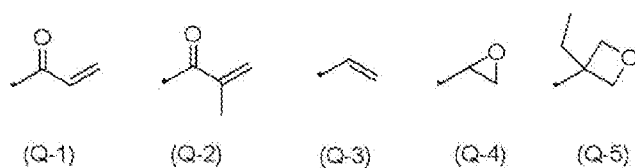
[0135] シクロアルキル基において1つ又は2つ以上の $-CH_2-$ が $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 、又は $C(=O)O-$ で置換された基として、具体的には、テトラヒドロフラニル基、ピロリジニル基、イミダゾリジニル基、ピラゾリジニル基、ピペリジニル基、及び、モルホルニル基等が挙げられる。これらのうち、テトラヒドロフラニル基が好ましく、2-テトラヒドロフラニル基がより好ましい。

[0136] 式(1)において、Lは、単結合、又は、 $-CH_2O-$ 、 $-OCH_2-$ 、 $-(CH_2)_2OC(=O)-$ 、 $-C(=O)O(CH_2)_2-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-OC(=O)O-$ 、 $-CH=CH-C(=O)O-$ 、及び、 $-OC(=O)-CH=CH-$ からなる群から選択される連結基を示す。Lは、 $-C(=O)O-$ 又は $OC(=O)-$ であるのが好ましい。m個のLは互いに同一でも異なってもよい。

[0137] $S p^1$ 及び $S p^2$ は、それぞれ独立に、単結合、又は、炭素数1から20の直鎖もしくは分岐のアルキレン基、及び、炭素数1から20の直鎖もしくは分岐のアルキレン基において1つ又は2つ以上の $-CH_2-$ が $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 、又は、 $-C(=O)O-$ で置換された基からなる群から選択される連結基を示す。 $S p^1$ 及び $S p^2$ はそれぞれ独立に、両末端にそれぞれ $-O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、及び、 $-C(=O)O-$ からなる群から選択される連結基が結合した炭素数1から10の直鎖のアルキレン基、 $-OC(=O)-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-O-$ 、及び、炭素数1から10の直鎖のアルキレン基からなる群から選択される基を1又は2以上組み合わせて構成される連結基であるのが好ましく、両末端に $-O-$ がそれぞれ結合した炭素数1から10の直鎖のアルキレン基であるのがより好ましい。

[0138] Q^1 及び Q^2 はそれぞれ独立に、水素原子、又は、以下の式(Q-1)～式(Q-5)で表される基からなる群から選択される重合性基を示す。ただし、 Q^1 及び Q^2 のいずれか一方は重合性基を示す。

[0139] [化3]



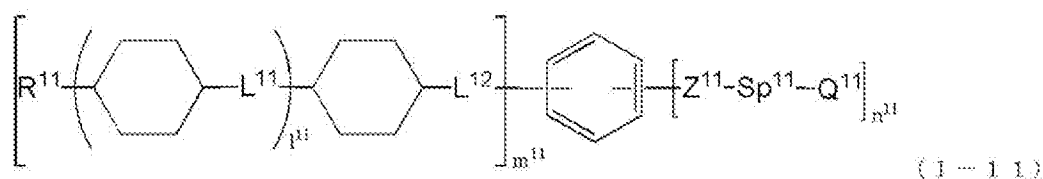
[0140] 重合性基としては、アクリロイル基(式(Q-1))又はメタクリロイル基(式(Q-2))が好ましい。

[0141] 上記液晶化合物の具体例としては、以下の式(1-11)で表される液晶化合物、式(1-21)で表される液晶化合物、式(1-31)で表される液晶化合物が挙げられる。上記以外にも、特開2013-112631号公報の式(1)で表される化合物、特開2010-70543号公報の式(1)で表される化合物、特開2008-291218号公報の式(1)で表される化合物、特許第4725516号の式(1)で表される化合物、特開2013-087109号公報の一般式(II)で表される化合物、特開200

7-176927号公報の段落[0043]記載の化合物、特開2009-286885号公報の式(1-1)で表される化合物、WO2014/10325号の一般式(1)で表される化合物、特開2016-81035号公報の式(1)で表される化合物、並びに、特開2016-121339号公報の式(2-1)及び式(2-2)で表される化合物、等に記載の公知の化合物が挙げられる。

[0142] 式(1-11)で表される液晶化合物

[化4]



[0143] 式中、 R^{11} は水素原子、炭素数1から12の直鎖もしくは分岐のアルキル基、又は、 $-Z^{12}-Sp^{12}-Q^{12}$ を示し、

L^{11} は単結合、 $-C(=O)O-$ 、又は、 $-O(C=O)-$ を示し、

L^{12} は $-C(=O)O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、又は、 $-CONR^2-$ を示し、

R^2 は、水素原子、又は、炭素数1から3のアルキル基を示し、

Z^{11} 及び Z^{12} はそれぞれ独立に、単結合、 $-O-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-S-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-OC(=O)O-$ 、又は、 $-C(=O)NR^{12}-$ を示し、

R^{12} は水素原子又は $Sp^{12}-Q^{12}$ を示し、

Sp^{11} 及び Sp^{12} はそれぞれ独立に、単結合、 Q^{11} で置換されていてもよい炭素数1から12の直鎖もしくは分岐のアルキレン基、又は、 Q^{11} で置換されていてもよい炭素数1から12の直鎖もしくは分岐のアルキレン基において、いずれか1つ以上の $-CH_2-$ を $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(Q^{11})-$ 、又は、 $-C(=O)-$ に置き換えて得られる連結基を示し、

Q^{11} は水素原子、シクロアルキル基、シクロアルキル基において1つ又は2つ以上の $-CH_2-$ が $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 、もしくは $-C(=O)O-$ で置換された基、又

は、式 (Q-1) ~ 式 (Q-5) で表される基からなる群から選択される重合性基を示し、

Q^{12} は水素原子又は式 (Q-1) ~ 式 (Q-5) で表される基からなる群から選択される重合性基を示し、

l^{11} は 0 ~ 2 の整数を示し、

m^{11} は 1 又は 2 の整数を示し、

n^{11} は 1 ~ 3 の整数を示し、

複数の R^{11} 、複数の L^{11} 、複数の L^{12} 、複数の l^{11} 、複数の Z^{11} 、複数の $S p^{11}$ 、及び、複数の Q^{11} はそれぞれ互いに同じでも異なってもよい。

また、式 (I-11) で表される液晶化合物は、 R^{11} として、 Q^{12} が式 (Q-1) ~ 式 (Q-5) で表される基からなる群から選択される重合性基である $-Z^{12}-S p^{12}-Q^{12}$ を少なくとも 1 つ含む。

また、式 (I-11) で表される液晶化合物は、 Z^{11} が $-C(=O)O-$ 又は $C(=O)NR^{12}-$ 、及び、 Q^{11} が式 (Q-1) ~ 式 (Q-5) で表される基からなる群から選択される重合性基である $-Z^{11}-S p^{11}-Q^{11}$ であるのが好ましい。また、式 (I-11) で表される液晶化合物は、 R^{11} として、 Z^{12} が $-C(=O)O-$ 又は $C(=O)NR^{12}-$ 、及び、 Q^{12} が式 (Q-1) ~ 式 (Q-5) で表される基からなる群から選択される重合性基である $-Z^{12}-S p^{12}-Q^{12}$ であるのが好ましい。

[0144] 式 (I-11) で表される液晶化合物に含まれる 1, 4-シクロヘキシルン基はいずれもトランス-1, 4-シクロヘキレン基である。

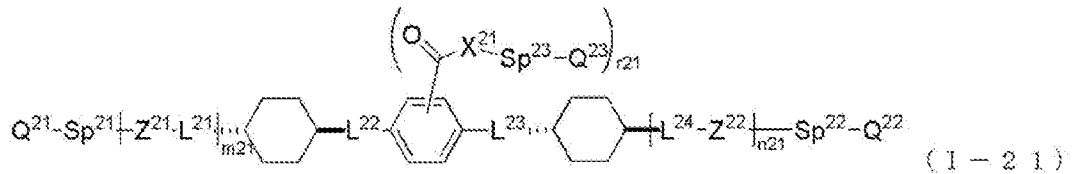
式 (I-11) で表される液晶化合物の好適態様としては、 L^{11} が単結合、 l^{11} が 1 (ジシクロヘキシル基)、かつ、 Q^{11} が式 (Q-1) ~ 式 (Q-5) で表される基からなる群から選択される重合性基である化合物が挙げられる。

式 (I-11) で表される液晶化合物の他の好適態様としては、 m^{11} が 2、 l^{11} が 0、かつ、2 つの R^{11} がいずれも $-Z^{12}-S p^{12}-Q^{12}$ を表し、 Q^{12} が式 (Q-1) ~ 式 (Q-5) で表される基からなる群から選択される重合性基で

ある化合物が挙げられる。

[0145] 式 (1-21) で表される液晶化合物

[化5]



[0146] 式中、 Z^{21} 及び Z^{22} は、それぞれ独立に、置換基を有していてもよいトランス-1,4-シクロヘキシレン基、又は、置換基を有していてもよいフェニレン基を示し、

上記置換基はいずれもそれぞれ独立に、 $-CO-X^{21}-Sp^{23}-Q^{23}$ 、アルキル基、及びアルコキシ基からなる群から選択される1から4個の置換基であり、

m_{21} は1又は2の整数を示し、 n_{21} は0又は1の整数を示し、

m_{21} が2を示すとき n_{21} は0を示し、

m_{21} が2を示すとき2つの Z^{21} は同一であっても異なってもよく、

Z^{21} 及び Z^{22} の少なくともいずれか一つは置換基を有していてもよいフェニレン基であり、

L^{21} 、 L^{22} 、 L^{23} 及び L^{24} はそれぞれ独立に、単結合、又は、 $-CH_2O-$ 、 $-OCH_2-$ 、 $-(CH_2)_2OC(=O)-$ 、 $-C(=O)O(CH_2)_2-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-OC(=O)O-$ 、 $-CH=CH-C(=O)O-$ 、及び $OC(=O)-CH=CH-$ からなる群から選択される連結基を示し、

X^{21} は $-O-$ 、 $-S-$ 、もしくは $-N(Sp^{25}-Q^{25})-$ を示すか、又は、 Q^{23} 及び Sp^{23} と共に環構造を形成する窒素原子を示し、

r^{21} は1から4の整数を示し、

Sp^{21} 、 Sp^{22} 、 Sp^{23} 、及び Sp^{25} はそれぞれ独立に、単結合、又は、炭素数1から20の直鎖もしくは分岐のアルキレン基、及び、炭素数1から20

の直鎖もしくは分岐のアルキレン基において1つ又は2つ以上の $-CH_2-$ が $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 、又は $C(=O)O-$ で置換された基からなる群から選択される連結基を示し、

Q^{21} 及び Q^{22} はそれぞれ独立に、式(Q-1)～式(Q-5)で表される基からなる群から選択されるいずれかの重合性基を示し、

Q^{23} は水素原子、シクロアルキル基、シクロアルキル基において1つもしくは2つ以上の $-CH_2-$ が $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 、もしくは $-C(=O)O-$ で置換された基、式(Q-1)～式(Q-5)で表される基からなる群から選択されるいずれかの重合性基、又は、 X^{21} が Q^{23} 及び Sp^{23} と共に環構造を形成する窒素原子である場合において単結合を示し、

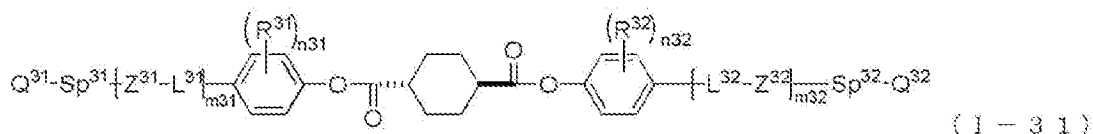
Q^{25} は、水素原子、シクロアルキル基、シクロアルキル基において1つもしくは2つ以上の $-CH_2-$ が $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 、もしくは $-C(=O)O-$ で置換された基、又は、式(Q-1)～式(Q-5)で表される基からなる群から選択されるいずれかの重合性基を示し、 Sp^{25} が単結合のとき、 Q^{25} は水素原子ではない。

[0147] 式(1-21)で表される液晶化合物は、1,4-フェニレン基及びトランス-1,4-シクロヘキシレン基が交互に存在する構造であることも好ましく、例えば、 m_{21} が2であり、 n_{21} が0であり、かつ、 Z^{21} が Q^{21} 側からそれぞれ置換基を有していてもよいトランス-1,4-シクロヘキシレン基、置換基を有していてもよいアリーレン基であるか、又は、 m_{21} が1であり、 n_{21} が1であり、 Z^{21} が置換基を有していてもよいアリーレン基であり、かつ、 Z^{22} が置換基を有していてもよいアリーレン基である構造が好ましい。

[0148] 式(1-31)で表される液晶化合物；

[0149]

[化6]



- [0150] 式中、 R^{31} 及び R^{32} はそれぞれ独立に、アルキル基、アルコキシ基、及び、 $-C(=O)-X^{31}-Sp^{33}-Q^{33}$ からなる群から選択される基であり、
 n_{31} 及び n_{32} はそれぞれ独立に、0～4の整数を示し、
 X^{31} は単結合、 $-O-$ 、 $-S-$ 、もしくは $-N(Sp^{34}-Q^{34})-$ を示すか、又は、 Q^{33} 及び Sp^{33} と共に環構造を形成している窒素原子を示し、
 Z^{31} は、置換基を有していてもよいフェニレン基を示し、
 Z^{32} は、置換基を有していてもよいトランス-1,4-シクロヘキシレン基、又は、置換基を有していてもよいフェニレン基を示し、
 上記置換基はいずれもそれぞれ独立に、アルキル基、アルコキシ基、及び、 $-C(=O)-X^{31}-Sp^{33}-Q^{33}$ からなる群から選択される1から4個の置換基であり、
 m_{31} は1又は2の整数を示し、 m_{32} は0～2の整数を示し、
 m_{31} 及び m_{32} が2を示すとき2つの Z^{31} 、 Z^{32} は同一であっても異なってもよく、
 L^{31} 及び L^{32} はそれぞれ独立に、単結合、又は、 $-CH_2O-$ 、 $-OCH_2-$ 、 $-(CH_2)_2OC(=O)-$ 、 $-C(=O)O(CH_2)_2-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-OC(=O)O-$ 、 $-CH=CH-C(=O)O-$ 、及び $OC(=O)-CH=CH-$ からなる群から選択される連結基を示し、
 Sp^{31} 、 Sp^{32} 、 Sp^{33} 及び Sp^{34} はそれぞれ独立に、単結合、又は、炭素数1から20の直鎖もしくは分岐のアルキレン基、及び、炭素数1から20の直鎖もしくは分岐のアルキレン基において1つ又は2つ以上の $-CH_2-$ が $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 、又は $C(=O)O-$ で置換された基からなる群から選択される連結基

を示し、

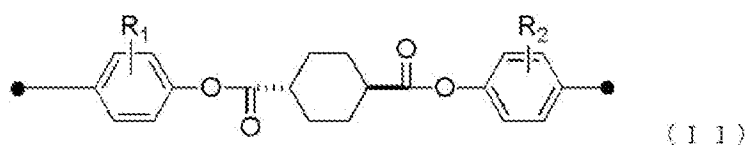
Q^{31} 及び Q^{32} はそれぞれ独立に、式(Q-1)～式(Q-5)で表される基からなる群から選択されるいずれかの重合性基を示し、

Q^{33} 及び Q^{34} はそれぞれ独立に、水素原子、シクロアルキル基、シクロアルキル基において1つもしくは2つ以上の $-CH_2-$ が $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 、もしくは $-C(=O)O-$ で置換された基、又は、式(Q-1)～式(Q-5)で表される基からなる群から選択されるいずれかの重合性基を示し、 Q^{33} は X^{31} 及び $S p^{33}$ と共に環構造を形成している場合において、単結合を示してもよく、 $S p^{34}$ が単結合のとき、 Q^{34} は水素原子ではない。

式(1-31)で表される液晶化合物として、特に好ましい化合物としては、 Z^{32} がフェニレン基である化合物及び $m32$ が0である化合物が挙げられる。

[0151] 式(1)で表される化合物は、以下の式(II)で表される部分構造を有することも好ましい。

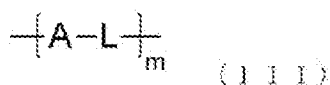
[化7]



式(II)において、黒丸は、式(1)の他の部分との結合位置を示す。

式(II)で表される部分構造は式(1)中の下記式(III)で表される部分構造の一部として含まれていればよい。

[0152] [化8]



[0153] 式中、 R^1 及び R^2 はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、アルコキシ基、及び、 $-C(=O)-X^3-S p^3-Q^3$ で表される基からなる群から選択される基である。ここで、 X^3 は単結合、 $-O-$ 、 $-S-$ 、もしくは $-N(S p^4-$

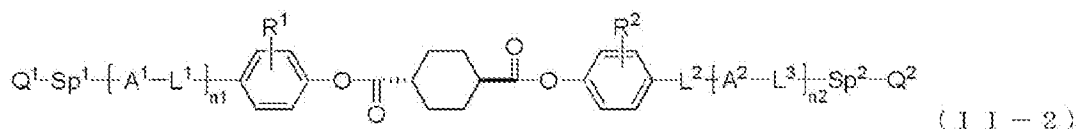
Q⁴) -を示すか、又は、Q³及びS p³と共に環構造を形成している窒素原子を示す。X³は単結合又はO-であることが好ましい。R¹及びR²は、-C(=O)-X³-S p³-Q³であることが好ましい。また、R¹及びR²は、互いに同一であることが好ましい。R¹及びR²のそれぞれのフェニレン基への結合位置は特に制限されない。

[0154] S p³及びS p⁴はそれぞれ独立に、単結合、又は、炭素数1から20の直鎖もしくは分岐のアルキレン基、及び、炭素数1から20の直鎖もしくは分岐のアルキレン基において1つ又は2つ以上の-CH₂-が-O-、-S-、-NH-、-N(CH₃)-、-C(=O)-、-OC(=O)-、又はC(=O)O-で置換された基からなる群から選択される連結基を示す。S p³及びS p⁴としては、それぞれ独立に、炭素数1から10の直鎖又は分岐のアルキレン基が好ましく、炭素数1から5の直鎖のアルキレン基がより好ましく、炭素数1から3の直鎖のアルキレン基が更に好ましい。

Q³及びQ⁴はそれぞれ独立に、水素原子、シクロアルキル基、シクロアルキル基において1つもしくは2つ以上の-CH₂-が-O-、-S-、-NH-、-N(CH₃)-、-C(=O)-、-OC(=O)-もしくは-C(=O)O-で置換された基、又は、式(Q-1)～式(Q-5)で表される基からなる群から選択されるいずれかの重合性基を示す。

[0155] 式(I)で表される化合物は、例えば、以下式(II-2)で表される構造を有することも好ましい。

[0156] [化9]



[0157] 式中、A¹及びA²はそれぞれ独立に、置換基を有していてもよいフェニレン基又は置換基を有していてもよいトランス-1,4-シクロヘキレン基を示し、上記置換基はいずれもそれぞれ独立に、アルキル基、アルコキシ基、及び、-C(=O)-X³-S p³-Q³からなる群から選択される1から4個の置

換基であり、

L^1 、 L^2 及び L^3 は単結合、又は、 $-CH_2O-$ 、 $-OCH_2-$ 、 $-(CH_2)_2$ 、 $OC(=O)-$ 、 $-C(=O)O(CH_2)_2-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-OC(=O)O-$ 、 $-CH=CH-C(=O)O-$ 、及び、 $-OC(=O)-CH=CH-$ からなる群から選択される連結基を示し、

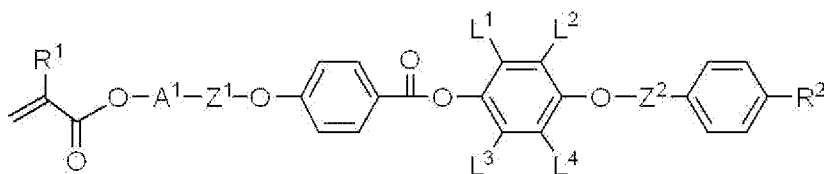
n_1 及び n_2 はそれぞれ独立に、0 から 9 の整数を示し、かつ $n_1 + n_2$ は 9 以下である。

Q^1 、 Q^2 、 Sp^1 、及び、 Sp^2 の定義は、上記式 (I) 中の各基の定義と同義である。 X^3 、 Sp^3 、 Q^3 、 R^1 、及び、 R^2 の定義は、上記式 (II) 中の各基の定義と同義である。

[0158] 本発明に用いる液晶化合物としては、特開 2014-198814 号公報に記載される、以下の式 (IV) で表される化合物、特に、式 (IV) で表される 1 つの (メタ) アクリレート基を有する重合性液晶化合物も、好適に利用される。

[0159] 式 (IV)

[化10]



[0160] 式 (IV) 中、 A^1 は、炭素数 2 ～ 18 のアルキレン基を表し、アルキレン基中の 1 つの CH_2 又は隣接していない 2 つ以上の CH_2 は、 $-O-$ で置換されていてもよい；

Z^1 は、 $-C(=O)-$ 、 $-O-C(=O)-$ 又は単結合を表し；

Z^2 は、 $-C(=O)-$ 又は $C(=O)-CH=CH-$ を表し；

R^1 は、水素原子又はメチル基を表し；

R^2 は、水素原子、ハロゲン原子、炭素数 1 ～ 4 の直鎖アルキル基、メトキシ基、エトキシ基、置換基を有していてもよいフェニル基、ビニル基、ホルミル基、ニトロ基、シアノ基、アセチル基、アセトキシ基、N-アセチルア

ミド基、アクリロイルアミノ基、N，N－ジメチルアミノ基、マレイミド基、メタクリロイルアミノ基、アリルオキシ基、アリルオキシカルバモイル基、アルキル基の炭素数が1～4であるN－アルキルオキシカルバモイル基、N－（2－メタクリロイルオキシエチル）カルバモイルオキシ基、N－（2－アクリロイルオキシエチル）カルバモイルオキシ基、又は、以下の式（ⅠV－2）で表される構造を表し；

L^1 、 L^2 、 L^3 及び L^4 は、それぞれ独立して、炭素数1～4のアルキル基、炭素数1～4のアルコキシ基、炭素数2～5のアルコキシカルボニル基、炭素数2～4のアシル基、ハロゲン原子又は水素原子を表し、 L^1 、 L^2 、 L^3 及び L^4 のうち少なくとも1つは水素原子以外の基を表す。

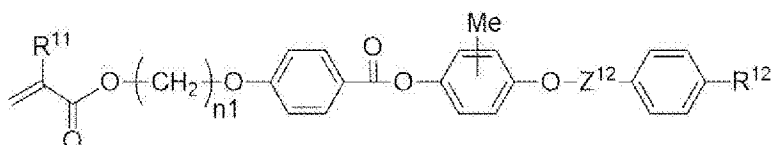
[0161] $-Z^5-T-Sp-P$ 式（ⅠV－2）

式（ⅠV－2）中、Pはアクリル基、メタクリル基又は水素原子を表し、 Z^5 は単結合、 $-C(=O)O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-C(=O)NR^1-$ （ R^1 は水素原子又はメチル基を表す）、 $-NR^1C(=O)-$ 、 $-C(=O)S-$ 、又は、 $-SC(=O)-$ を表し、Tは1，4－フェニレンを表し、Spは置換基を有していてもよい炭素数1～12の2価の脂肪族基を表し、脂肪族基中の1つの CH_2 又は隣接していない2以上の CH_2 は、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-C(=O)O-$ 又は $OC(=O)O-$ で置換されていてもよい。

[0162] 上記式（ⅠV）で表される化合物は、以下の式（V）で表される化合物であることが好ましい。

式（V）

[化11]



式（V）中、 $n1$ は3～6の整数を表し；

R^{11} は水素原子又はメチル基を表し；

Z^{12} は、 $-C(=O)-$ 又は $C(=O)-CH=CH-$ を表し；

R^{12} は、水素原子、炭素数1～4の直鎖アルキル基、メトキシ基、エトキシ基、フェニル基、アクリロイルアミノ基、メタクリロイルアミノ基、アリルオキシ基、又は、以下の式(ⅠⅤ-3)で表される構造を表す。



式(ⅠⅤ-3)中、Pはアクリル基又はメタクリル基を表し；

Z^{51} は、 $-C(=O)O-$ 、又は、 $-OC(=O)-$ を表し；Tは1, 4-フェニレンを表し；

S_p は置換基を有していてもよい炭素数2～6の2価の脂肪族基を表す。この脂肪族基中の1つの CH_2 又は隣接していない2以上の CH_2 は、 $-O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-C(=O)O-$ 又は $OC(=O)O-$ で置換されていてもよい。

[0163] 上記 n_1 は3～6の整数を表し、3又は4であることが好ましい。

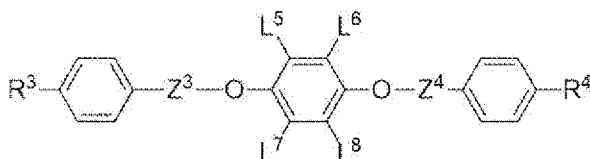
上記 Z^{12} は、 $-C(=O)-$ 又は $C(=O)-CH=CH-$ を表し、 $-C(=O)-$ を表すことが好ましい。

上記 R^{12} は、水素原子、炭素数1～4の直鎖アルキル基、メトキシ基、エトキシ基、フェニル基、アクリロイルアミノ基、メタクリロイルアミノ基、アリルオキシ基、又は、上記式(ⅠⅤ-3)で表される基を表し、メチル基、エチル基、プロピル基、メトキシ基、エトキシ基、フェニル基、アクリロイルアミノ基、メタクリロイルアミノ基、又は、上記式(ⅠⅤ-3)で表される基を表すことが好ましく、メチル基、エチル基、メトキシ基、エトキシ基、フェニル基、アクリロイルアミノ基、メタクリロイルアミノ基、又は、上記式(ⅠⅤ-3)で表される構造を表すことがより好ましい。

[0164] 本発明に用いる液晶化合物としては、特開2014-198814号公報に記載される、以下の式(VⅠ)で表される化合物、特に、以下の式(VⅠ)で表される(メタ)アクリレート基を有さない液晶化合物も好適に利用される。

[0165] 式(VⅠ)

[化12]



式 (V I) 中、 Z^3 は、 $-C(=O)-$ 又は $CH=CH-C(=O)-$ を表し；

Z^4 は、 $-C(=O)-$ 又は $C(=O)-CH=CH-$ を表し；

R^3 及び R^4 は、それぞれ独立して、水素原子、ハロゲン原子、炭素数1～4の直鎖アルキル基、メトキシ基、エトキシ基、置換基を有していてもよい芳香環、シクロヘキシル基、ビニル基、ホルミル基、ニトロ基、シアノ基、アセチル基、アセトキシ基、アクリロイルアミノ基、N，N－ジメチルアミノ基、マレイミド基、メタクリロイルアミノ基、アリルオキシ基、アリルオキシカルバモイル基、アルキル基の炭素数が1～4であるN－アルキルオキシカルバモイル基、N－（2－メタクリロイルオキシエチル）カルバモイルオキシ基、N－（2－アクリロイルオキシエチル）カルバモイルオキシ基、又は、以下の式 (V I－2) で表される構造を表し；

L^5 、 L^6 、 L^7 及び L^8 は、それぞれ独立して、炭素数1～4のアルキル基、炭素数1～4のアルコキシ基、炭素数2～5のアルコキシカルボニル基、炭素数2～4のアシル基、ハロゲン原子、又は、水素原子を表し、 L^5 、 L^6 、 L^7 及び L^8 のうち少なくとも1つは水素原子以外の基を表す。

[0166] $-Z^5-T-Sp-P$ 式 (V I－2)

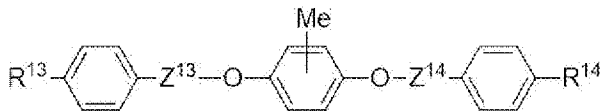
式 (V I－2) 中、Pはアクリル基、メタクリル基又は水素原子を表し、 Z^5 は $-C(=O)O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-C(=O)NR^1-$ (R^1 は水素原子又はメチル基を表す)、 $-NR^1C(=O)-$ 、 $-C(=O)S-$ 、又は $SC(=O)-$ を表し、Tは1，4－フェニレンを表し、 Sp は置換基を有していてもよい炭素数1～12の2価の脂肪族基を表す。ただし、この脂肪族基中の1つの CH_2 又は隣接していない2以上の CH_2 は、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-C(=O)O-$ 又は $OC(=O)O-$ で置換されてい

てもよい。

[0167] 上記式 (V I) で表される化合物は、以下の式 (V II) で表される化合物であることが好ましい。

式 (V II)

[化13]



[0168] 式 (V II) 中、 Z^{13} は、 $-C(=O)-$ 又は $C(=O)-CH=CH-$ を表し；

Z^{14} は、 $-C(=O)-$ 又は $CH=CH-C(=O)-$ を表し；

R^{13} 及び R^{14} は、それぞれ独立して、水素原子、炭素数1～4の直鎖アルキル基、メトキシ基、エトキシ基、フェニル基、アクリロイルアミノ基、メタクリロイルアミノ基、アリルオキシ基、又は上記式 (I V-3) で表される構造を表す。

[0169] 上記 Z^{13} は、 $-C(=O)-$ 又は $C(=O)-CH=CH-$ を表し、 $-C(=O)-$ が好ましい。

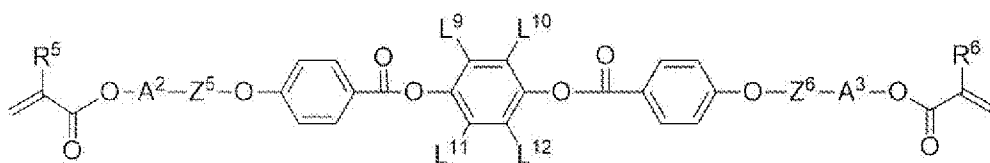
R^{13} 及び R^{14} は、それぞれ独立して、水素原子、炭素数1～4の直鎖アルキル基、メトキシ基、エトキシ基、フェニル基、アクリロイルアミノ基、メタクリロイルアミノ基、アリルオキシ基、又は、上記式 (I V-3) で表される構造を表し、メチル基、エチル基、プロピル基、メトキシ基、エトキシ基、フェニル基、アクリロイルアミノ基、メタクリロイルアミノ基、又は、上記式 (I V-3) で表される構造を表すことが好ましく、メチル基、エチル基、メトキシ基、エトキシ基、フェニル基、アクリロイルアミノ基、メタクリロイルアミノ基、又は、上記式 (I V-3) で表される構造を表すことがより好ましい。

[0170] 本発明に用いる液晶化合物としては、特開2014-198814号公報に記載される、以下の式 (V III) で表される化合物、特に、以下の式 (V II I) で表される2つの(メタ)アクリレート基を有する重合性液晶化合物も好

適に利用される。

[0171] 式 (VIII)

[化14]



[0172] 式 (VIII) 中、 A^2 及び A^3 は、それぞれ独立して、炭素数 2 ～ 18 のアルキレン基を表し、アルキレン基中の 1 つの CH_2 又は隣接していない 2 つ以上の CH_2 は、 $-O-$ で置換されていてもよい；

Z^5 は、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 又は単結合を表し；

Z^6 は、 $-C(=O)-$ 、 $-C(=O)O-$ 又は単結合を表し；

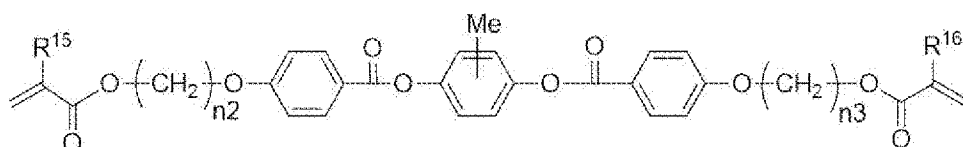
R^5 及び R^6 は、それぞれ独立して、水素原子又はメチル基を表し；

L^9 、 L^{10} 、 L^{11} 及び L^{12} は、それぞれ独立して、炭素数 1 ～ 4 のアルキル基、炭素数 1 ～ 4 のアルコキシ基、炭素数 2 ～ 5 のアルコシカルボニル基、炭素数 2 ～ 4 のアシル基、ハロゲン原子又は水素原子を表し、 L^9 、 L^{10} 、 L^{11} 及び L^{12} のうち少なくとも 1 つは水素原子以外の基を表す。

[0173] 上記式 (VIII) で表される化合物は、下記式 (IX) で表される化合物であることが好ましい。

式 (IX)

[化15]



[0174] 式 (IX) 中、 n_2 及び n_3 は、それぞれ独立して、3 ～ 6 の整数を表し；

R^{15} 及び R^{16} は、それぞれ独立して、水素原子又はメチル基を表す。

[0175] 式 (IX) 中、 n_2 及び n_3 は、それぞれ独立して、3 ～ 6 の整数を表し、上記 n_2 及び n_3 が 4 であることが好ましい。

式 (IX) 中、 R^{15} 及び R^{16} は、それぞれ独立して、水素原子又はメチル基

を表し、上記 R¹⁵ 及び R¹⁶ が水素原子を表すことが好ましい。

[0176] このような液晶化合物は、公知の方法により製造できる。

なお、上記条件 1 及び上記条件 2 を満たす組成物層を得る上では、界面におけるプレチルト角が大きい液晶化合物を使用することが好ましい。

[0177] ・ 光照射により螺旋誘起力が変化するキラル剤 X

キラル剤 X は、液晶化合物の螺旋を誘起する化合物であり、光照射により螺旋誘起力 (H T P) が変化するキラル剤であれば特に制限されない。

また、キラル剤 X は、液晶性であっても、非液晶性であってもよい。キラル剤 X は、一般に不斉炭素原子を含む。ただし、不斉炭素原子を含まない軸性不斉化合物又は面性不斉化合物を、キラル剤 X として用いることもできる。キラル剤 X は、重合性基を有していてもよい。

[0178] キラル剤 X としては、いわゆる光反応型キラル剤が挙げられる。光反応型キラル剤とは、キラル部位と光照射によって構造変化する光反応部位を有し、例えば、照射光量に応じて液晶化合物の振れ力を大きく変化させる化合物である。

光照射によって構造変化する光反応部位の例としては、フォトクロミック化合物 (内田欣吾、入江正浩、化学工業、v o l . 6 4、6 4 0 p、1 9 9 9、内田欣吾、入江正浩、ファインケミカル、v o l . 2 8 (9)、1 5 p、1 9 9 9) 等が挙げられる。また、上記構造変化とは、光反応部位への光照射により生ずる、分解、付加反応、異性化、及び 2 量化反応等を意味し、上記構造変化は不可逆的であってもよい。また、キラル部位としては、例えば、野平博之、化学総説、N o . 2 2 液晶の化学、7 3 p : 1 9 9 4 に記載の不斉炭素等が相当する。

[0179] 上記光反応型キラル剤としては、例えば、特開 2 0 0 1 - 1 5 9 7 0 9 号公報の段落 0 0 4 4 ~ 0 0 4 7 に記載の光反応型キラル剤、特開 2 0 0 2 - 1 7 9 6 6 9 号公報の段落 0 0 1 9 ~ 0 0 4 3 に記載の光学活性化合物、特開 2 0 0 2 - 1 7 9 6 3 3 号公報の段落 0 0 2 0 ~ 0 0 4 4 に記載の光学活性化合物、特開 2 0 0 2 - 1 7 9 6 7 0 号公報の段落 0 0 1 6 ~ 0 0 4 0 に

記載の光学活性化合物、特開 2002-179668 号公報の段落 0017～0050 に記載の光学活性化合物、特開 2002-180051 号公報の段落 0018～0044 に記載の光学活性化合物、特開 2002-338575 号公報の段落 0016～0055 に記載の光学活性化合物、及び特開 2002-179682 号公報の段落 0020～0049 に記載の光学活性化合物等が挙げられる。

[0180] キラル剤 X としては、なかでも、光異性化部位を少なくとも一つ有する化合物が好ましい。上記光異性化部位としては、可視光の吸収が小さく、光異性化が起こりやすく、且つ、光照射前後の螺旋誘起力差が大きいという点で、シンナモイル部位、カルコン部位、アゾベンゼン部位、スチルベン部位又はクマリン部位が好ましく、シンナモイル部位又はカルコン部位がより好ましい。なお、光異性化部位は、上述した光照射によって構造変化する光反応部位に該当する。

また、キラル剤 X は、光照射前後の螺旋誘起力差が大きいという点で、イソソルビド系光学活性化合物、イソマンニド系光学化合物、又はビナフトール系光学活性化合物が好ましい。つまり、キラル剤 X は、上述したキラル部位として、イソソルビド骨格、イソマンニド骨格、又はビナフトール骨格を有していることが好ましい。キラル剤 X としては、なかでも、光照射前後の螺旋誘起力差がより大きいという点で、イソソルビド系光学活性化合物又はビナフトール系光学活性化合物がより好ましく、イソソルビド系光学活性化合物が更に好ましい。

[0181] コレステリック液晶相の螺旋ピッチはキラル剤 X の種類及びその添加濃度に大きく依存するため、これらを調節することによって所望のピッチを得ることができる。

[0182] キラル剤 X は、1 種単独で使用しても、複数種を併用してもよい。

[0183] 組成物 X 中におけるキラル剤の総含有量（組成物 X 中の全てのキラル剤の総含有量）は、液晶化合物の全質量に対して、2.0 質量%以上が好ましく、3.0 質量%以上がより好ましい。また、組成物 X 中におけるキラル剤の

総含有量の上限は、コレステリック液晶層のヘイズ抑制の点で、液晶化合物の全質量に対して、15.0質量%以下が好ましく、12.0質量%以下がより好ましい。

[0184] ・任意の成分

組成物Xには、液晶化合物、キラル剤X以外の他の成分が含まれていてもよい。

[0185] ・キラル剤XA

キラル剤XAとしては、液晶化合物の螺旋を誘起する化合物であり、光照射により螺旋誘起力（HTP）が変化しないキラル剤が好ましい。

また、キラル剤XAは、液晶性であっても、非液晶性であってもよい。キラル剤XAは、一般に不斉炭素原子を含む。ただし、不斉炭素原子を含まない軸性不斉化合物又は面性不斉化合物を、キラル剤XAとして用いることもできる。キラル剤XAは、重合性基を有していてもよい。

キラル剤XAとしては、公知のキラル剤を使用できる。

液晶組成物が、キラル剤Xを1種単独で含み、キラル剤Xが未照射処理の状態ですら所定範囲（例えば、 $0.0 \sim 1.9 \mu\text{m}^{-1}$ ）を超える螺旋誘起力を有する場合、キラル剤XAは、上述したキラル剤Xと逆向きの螺旋を誘起するキラル剤であることが好ましい。つまり、例えば、キラル剤Xにより誘起する螺旋が右方向の場合には、キラル剤XAにより誘起する螺旋は左方向となる。

また、液晶組成物がキラル剤としてキラル剤Xを複数種含むときであって、未照射処理の状態ですらその加重平均螺旋誘起力が上記所定範囲を超える場合、キラル剤XAは、上記加重平均螺旋誘起力に対して逆方向の螺旋を誘起させるキラル剤であることが好ましい。

[0186] ・重合開始剤

組成物Xは、重合開始剤を含んでいてもよい。特に、液晶化合物が重合性基を有する場合、組成物Xが重合開始剤を含むことが好ましい。

重合開始剤としては、液晶層中に含み得る重合開始剤と同様のものが挙げ

られる。なお、液晶層中に含み得る重合開始剤については上述の通りである。

組成物X中での重合開始剤の含有量（重合開始剤が複数種含まれる場合にはその合計量）は特に制限されないが、液晶化合物全質量に対して、0.1～20質量%が好ましく、1.0～8.0質量%がより好ましい。

[0187] ・ ・ 界面活性剤

組成物Xは、組成物層の傾斜配向面102a側表面及び／又は傾斜配向面102aとは反対側の表面に偏在し得る界面活性剤を含んでいてもよい。

組成物Xに配向制御剤が界面活性剤を含む場合、上記条件1又は上記条件2を満たす組成物層が得られやすくなり、また、安定的又は迅速なコレステリック液晶相の形成が可能となる。

界面活性剤としては、液晶層中に含み得る界面活性剤と同様のものが挙げられる。なお、液晶層中に含み得る界面活性剤については上述の通りである。

組成物Xは、なかでも、工程2X-1において形成される組成物層中、傾斜配向面102a側表面において液晶化合物14の分子軸 L_1 の傾斜配向面102a面に対する傾斜角（図16参照）を制御し得る界面活性剤（例えば、オニウム塩化合物（特開2012-208397号明細書記載））、及び、傾斜配向面102a側とは反対側の表面において上記液晶化合物14の分子軸 L_1 の傾斜配向面102a面に対する傾斜角（図16参照）を制御し得る界面活性剤（例えば、パーフルオロアルキル基を側鎖に有する高分子等）を含むことが好ましい。また、組成物Xが上述の界面活性剤を含む場合、得られるコレステリック液晶層はヘイズが小さいという利点も有する。

[0188] 界面活性剤は、1種単独で用いてもよいし、2種以上を併用してもよい。

組成物X中での界面活性剤の含有量（界面活性剤が複数種含まれる場合にはその合計量）は特に制限されないが、液晶化合物全質量に対して、0.01～10質量%が好ましく、0.01～5.0質量%がより好ましく、0.01～2.0質量%が更に好ましい。

[0189] ・ ・ 溶媒

組成物Xは、溶媒を含んでいてもよい。

溶媒としては、液晶層中に含み得る溶媒と同様のものが挙げられる。なお、液晶層中に含み得る溶媒については上述の通りである。

[0190] ・ ・ その他の添加剤

組成物Xは、1種又は2種類以上の酸化防止剤、紫外線吸収剤、増感剤、安定剤、可塑剤、連鎖移動剤、重合禁止剤、消泡剤、レベリング剤、増粘剤、難燃剤、界面活性物質、分散剤、並びに、染料及び顔料等の色材、等の他の添加剤を含んでいてもよい。

[0191] 組成物Xを構成する化合物の1以上が、複数の重合性基を有する化合物（多官能性化合物）であるのが好ましい。更に、組成物Xにおいては、複数の重合性基を有する化合物の総含有量が、組成物X中の全固形分に対して、80質量%以上であるのが好ましい。なお、この上記固形分とは、コレステリック液晶層を形成する成分であり、溶媒は含まれない。

組成物X中の全固形分の80質量%以上を、複数の重合性基を有する化合物とすることにより、コレステリック液晶相の構造を強固に固定して耐久性を付与できる等の点で好ましい。

なお、複数の重合性基を有する化合物とは、1分子内に2つ以上の固定化可能な基を有する化合物である。本発明において、組成物Xが含む多官能性化合物は、液晶性を有するものでも、液晶性を有さないものでもよい。

[0192] 《《工程2X-1の手順》》

工程2X-1は、下記工程2X-1-1と、下記工程2X-1-2と、を有することが好ましい。

工程2X-1-1：組成物Xと上記液晶層とを接触させて、上記液晶層上に塗膜を形成する工程

工程2X-1-2：上記塗膜を加熱することによって、上記条件1又は上記条件2を満たす組成物層を形成する工程

[0193] ・ 工程2X-1-1：塗膜形成工程

工程 2 X - 1 - 1 では、まず、上述した組成物 X を液晶層上に塗布する。塗布方法は特に制限されず、例えば、ワイヤーバーコーティング法、押し出しコーティング法、ダイレクトグラビアコーティング法、リバースグラビアコーティング法、及び、ダイコーティング法等が挙げられる。なお、組成物 X の塗布に先立ち、上記液晶層に公知のラビング処理を施してもよい。

なお、必要に応じて、組成物 X の塗布後に、上記液晶層上に塗布された塗膜を乾燥する処理を実施してもよい。乾燥処理を実施することにより、塗膜から溶媒を除去できる。

[0194] 塗膜の膜厚は特に制限されないが、コレステリック液晶層の反射異方性及びヘイズがより優れる点で、0.1 ~ 20 μm が好ましく、0.2 ~ 15 μm がより好ましく、0.5 ~ 10 μm が更に好ましい。

[0195] ・工程 2 X - 1 - 2 : 組成物層形成工程

組成物 X の液晶相転移温度は、製造適性の面から 10 ~ 250 $^{\circ}\text{C}$ の範囲内が好ましく、10 ~ 150 $^{\circ}\text{C}$ の範囲内がより好ましい。

好ましい加熱条件としては、40 ~ 100 $^{\circ}\text{C}$ (好ましくは、60 ~ 100 $^{\circ}\text{C}$) で 0.5 ~ 5 分間 (好ましくは、0.5 ~ 2 分間) にわたって組成物層を加熱することが好ましい。

組成物層を加熱する際には、液晶化合物が等方相 (Iso) となる温度まで加熱しないことが好ましい。液晶化合物が等方相となる温度以上に組成物層を加熱してしまうと、傾斜配向した液晶相又はハイブリッド配向した液晶相の欠陥が増加してしまい、好ましくない。

[0196] 上記工程 2 X - 1 - 2 により、上記条件 1 又は上記条件 2 を満たす組成物層が得られる。

なお、液晶化合物を傾斜配向又はハイブリッド配向させるためには、界面にプレチルト角度を与えることが有効であり、具体的には、下記の方法が挙げられる。

(1) 組成物 X 中に、空気界面及び／又は液晶層界面に偏在して、液晶化合物の配向を制御する配向制御剤を添加する。

(2) 組成物X中に、液晶化合物として、界面におけるプレチルト各が大きい液晶性化合物を添加する。

[0197] 《工程2X-2》

工程2X-2は、工程2X-1により得られた組成物層に対して光照射処理を施すことにより、キラル剤Xの螺旋誘起力を変化させ、組成物層中の液晶化合物をコレステリック配向させてコレステリック液晶層を形成する工程である。

なお、光照射領域を複数のドメインに分割し、各ドメイン毎に照射光量を調整することにより、更に螺旋ピッチが異なる領域（選択反射波長が異なる領域）を形成できる。

[0198] 工程2X-2における光照射の照射強度は特に制限されず、キラル剤Xの螺旋誘起力に基づいて適宜決定することができる。工程2X-2における光照射の照射強度は、一般的には、 $0.1 \sim 200 \text{ mW/cm}^2$ 程度が好ましい。また、光を照射する時間は特に制限されないが、得られる層の十分な強度及び生産性の双方の観点から適宜決定すればよい。

また、光照射時における組成物層の温度は、例えば、 $0 \sim 100^\circ\text{C}$ であり、 $10 \sim 60^\circ\text{C}$ が好ましい。

[0199] 光照射に使用される光は、キラル剤Xの螺旋誘起力を変化させる活性光線又は放射線であれば特に制限されず、例えば、水銀灯の輝線スペクトル、エキシマレーザーに代表される遠紫外線、極紫外線（EUV光：Extreme Ultraviolet）、X線、紫外線、及び電子線（EB：Electron Beam）等を意味する。なかでも、紫外線が好ましい。

[0200] ここで、上述のコレステリック液晶層の製造方法においては、組成物層が風に晒されると、形成されるコレステリック液晶層の表面の面状にムラが生じてしまう可能性がある。この点を考慮すると、上述のコレステリック液晶層の製造方法では、工程2Xの全工程において、組成物層が晒される環境の風速が低い方が好ましい。具体的には、上述のコレステリック液晶層の製造方法では、工程2Xの全工程において、組成物層が晒される環境の風速は、

1 m/s 以下が好ましい。

[0201] 《硬化処理》

なお、液晶化合物が重合性基を有する場合、組成物層に対して硬化処理を実施することが好ましい。組成物層に対して硬化処理を実施する手順としては、以下に示す（１）及び（２）が挙げられる。

[0202] （１）工程 2 X - 2 の際に、コレステリック配向状態を固定化する硬化処理を施し、コレステリック配向状態が固定化されたコレステリック液晶層を形成する（つまり、工程 2 X - 2 と同時に硬化処理を実施する）か、又は、

（１）工程 2 X - 2 の後に、コレステリック配向状態を固定化する硬化処理を施し、コレステリック配向状態が固定化されたコレステリック液晶層を形成する工程 3 X を更に有する。

[0203] つまり、硬化処理を実施して得られるコレステリック液晶層は、コレステリック液晶相を固定してなる層に該当する。

なお、ここで、コレステリック液晶相を「固定化した」状態は、コレステリック液晶相となっている液晶化合物の配向が保持された状態が最も典型的、且つ、好ましい態様である。それだけには制限されず、具体的には、通常 0 ~ 5 0 °C、より過酷な条件下では - 3 0 ~ 7 0 °C の温度範囲において、層に流動性が無く、また、外場もしくは外力によって配向形態に変化を生じさせることなく、固定化された配向形態を安定に保ち続けることができる状態を意味するものとする。本発明では、後述するように、紫外線照射によって進行する硬化反応により、コレステリック液晶相の配向状態を固定することが好ましい。

なお、コレステリック液晶相を固定してなる層においては、コレステリック液晶相の光学的性質が層中において保持されていれば十分であり、最終的に層中の組成物がもはや液晶性を示す必要はない。

[0204] 硬化処理の方法は特に制限されず、光硬化処理及び熱硬化処理が挙げられる。なかでも、光照射処理が好ましく、紫外線照射処理がより好ましい。また、前述のように、液晶化合物は、重合性基を有する液晶化合物であるのが

好ましい。液晶化合物が重合性基を有する場合には、硬化処理は、光照射（特に紫外線照射）による重合反応であるのが好ましく、光照射（特に紫外線照射）によるラジカル重合反応であるのがより好ましい。

紫外線照射には、紫外線ランプ等の光源が利用される。

紫外線の照射エネルギー量は特に制限されないが、一般的には、 $100 \sim 800 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ 程度が好ましい。なお、紫外線を照射する時間は特に制限されないが、得られる層の十分な強度及び生産性の双方の観点から適宜決定すればよい。

[0205] （キラル剤Yを含む液晶組成物を使用する態様）

以下、キラル剤Yを含む液晶組成物を使用したコレステリック液晶層の製造方法（以下、「工程2Y」ともいう。）について説明する。

[0206] 製造方法2Yは、下記工程2Y-1及び工程2Y-2を少なくとも有する。

工程2Y-1：キラル剤Y及び液晶化合物を含む液晶組成物を用いて、上記液晶層上に下記条件1又は下記条件2を満たす組成物層を形成する工程

工程2Y-2：上記組成物層に対して冷却処理又は加熱処理を施すことにより、上記組成物層中の上記液晶化合物をコレステリック配向させてコレステリック液晶層を形成する工程

条件1：上記組成物層中の上記液晶化合物少なくとも一部が、上記組成物層表面に対して、傾斜配向している

条件2：上記組成物層中の上記液晶化合物のチルト角が厚み方向に沿って連続的に変化するように、上記液晶化合物が配向している

また、液晶化合物が重合性基を有する場合、工程2Yは、後述するように、組成物層に対して硬化処理を実施することが好ましい。

[0207] 以下、各工程で使用される材料、及び、各工程の手順について詳述する。

《工程2Y-1》

工程2Y-1は、キラル剤Y及び液晶化合物を含む液晶組成物（以下、「組成物Y」ともいう）。を用いて、液晶層上に上記条件1又は上記条件2を

満たす組成物層を形成する工程である。

工程 2 Y - 1 は、組成物 X の代わりに組成物 Y を使用する点以外は、工程手順はいずれも上述した工程 2 X - 1 と同様であり、説明を省略する。

[0208] 《《組成物 Y》》

組成物 Y は、液晶化合物と、温度変化により螺旋誘起力が変化するキラル剤 Y と、を含む。以下に、各成分について説明する。

なお、上述したとおり、組成物層中のキラル剤の加重平均螺旋誘起力の絶対値は、工程 2 Y - 1 における上記条件 1 又は上記条件 2 を満たす組成物層を形成するための液晶化合物の配向処理が実施される温度 T_{11} においては、組成物層が形成しやすい点で、例えば、 $0.0 \sim 1.9 \mu\text{m}^{-1}$ であり、 $0.0 \sim 1.5 \mu\text{m}^{-1}$ が好ましく、 $0.0 \sim 0.5 \mu\text{m}^{-1}$ が更に好ましく、ゼロが特に好ましい。したがって、キラル剤 Y が上記温度 T_{11} において上記所定範囲を超える螺旋誘起力を有する場合、組成物 Y は、上記温度 T_{11} においてキラル剤 Y とは逆方向の螺旋を誘起させるキラル剤（以下、「キラル剤 Y A」ともいう。）を含み、工程 2 Y - 1 の際においてキラル剤 Y の螺旋誘起力を略ゼロに相殺させておく（つまり、組成物層中のキラル剤の加重平均螺旋誘起力を上記所定範囲としておく）ことが好ましい。なお、キラル剤 Y A は温度変化により螺旋誘起力を変化させないことが好ましい。

また、液晶組成物がキラル剤としてキラル剤 Y を複数種含むときであって、上記温度 T_{11} において複数種のキラル剤 Y の加重平均螺旋誘起力が上記所定範囲外の螺旋誘起力である場合、「キラル剤 Y とは逆方向の螺旋を誘起させる他のキラル剤 Y A」とは、上記複数種のキラル剤 Y の加重平均螺旋誘起力に対して逆方向の螺旋を誘起させるキラル剤を意図する。

キラル剤 Y が一種単独で、上記温度 T_{11} において螺旋誘起力を有さず、温度変化により螺旋誘起力を増大させる特性を有する場合、キラル剤 Y A を併用しなくてもよい。

[0209] 以下、組成物 Y が含む各種材料について説明する。なお、組成物 Y 中に含まれる材料のうちキラル剤以外の成分については、組成物 X に含まれる材料

と同様であるため、その説明を省略する。

[0210] ・冷却又は加熱により螺旋誘起力が変化するキラル剤 Y

キラル剤 Y は、液晶化合物の螺旋を誘起する化合物であり、冷却又は加熱により螺旋誘起力が大きくなるキラル剤であれば特に制限されない。なお、ここでいう「冷却又は加熱」とは、工程 2 Y-1 において実施される冷却処理又は加熱処理を意味する。また、冷却又は加熱の温度の上限は、通常 $\pm 150^{\circ}\text{C}$ 程度である（言い換えると、 $\pm 150^{\circ}\text{C}$ 以内の冷却又は加熱により螺旋誘起力が大きくなるキラル剤が好ましい）。なかでも、冷却により螺旋誘起力が大きくなるキラル剤が好ましい。

[0211] キラル剤 Y は、液晶性であっても、非液晶性であってもよい。キラル剤は、公知の種々のキラル剤（例えば、液晶デバイスハンドブック、第 3 章 4-3 項、TN (Twisted Nematic)、STN (Super Twisted Nematic) 用カイラル剤、199 頁、日本学術振興会第 142 委員会編、1989 に記載）から選択できる。キラル剤 Y は、一般に不斉炭素原子を含む。ただし、不斉炭素原子を含まない軸性不斉化合物又は面性不斉化合物を、キラル剤 Y として用いることもできる。軸性不斉化合物又は面性不斉化合物の例には、ビナフチル、ヘリセン、パラシクロファン及びこれらの誘導体が含まれる。キラル剤 Y は、重合性基を有していてもよい。

キラル剤 Y は、なかでも、温度変化後の螺旋誘起力差が大きいという点で、イソソルビド系光学活性化合物、イソマンニド系光学活性化合物又はビナフトール系光学活性化合物が好ましく、ビナフトール系光学活性化合物がより好ましい。

[0212] 組成物 Y 中におけるキラル剤の総含有量（組成物 Y 中の全てのキラル剤の総含有量）は、液晶化合物の全質量に対して、2.0 質量%以上が好ましく、3.0 質量%以上がより好ましい。また、組成物 X 中におけるキラル剤の総含有量の上限は、コレステリック液晶層のヘイズ抑制の点で、液晶化合物の全質量に対して、15.0 質量%以下が好ましく、12.0 質量%以下がより好ましい。

なお、上記キラル剤Yの使用量は、より少ないことが液晶性に影響を及ぼさない傾向があるため好まれる。従って、上記キラル剤Yとしては、少量でも所望の螺旋ピッチの捩れ配向を達成可能なように、強い捩り力のある化合物が好ましい。

[0213] ・キラル剤Y A

キラル剤Y Aとしては、液晶化合物の螺旋を誘起する化合物であり、温度変化により螺旋誘起力（HTP）が変化しないことが好ましい。

また、キラル剤Y Aは、液晶性であっても、非液晶性であってもよい。キラル剤X Aは、一般に不斉炭素原子を含む。ただし、不斉炭素原子を含まない軸性不斉化合物又は面性不斉化合物を、キラル剤Y Aとして用いることもできる。キラル剤Y Aは、重合性基を有していてもよい。

キラル剤Y Aとしては、公知のキラル剤を使用できる。

液晶組成物が、キラル剤Yを1種単独で含み、キラル剤Yが上記温度 T_{11} において所定範囲（例えば、 $0.0 \sim 1.9 \mu m^{-1}$ ）を超える螺旋誘起力を有する場合、キラル剤Y Aは、上述したキラル剤Yと逆向きの螺旋を誘起するキラル剤であることが好ましい。つまり、例えば、キラル剤Yにより誘起する螺旋が右方向の場合には、キラル剤Y Aにより誘起する螺旋は左方向となる。

また、液晶組成物がキラル剤としてキラル剤Yを複数種含むときであって、上記温度 T_{11} において複数種のキラル剤Yの加重平均螺旋誘起力が上記所定範囲を超える場合、キラル剤Y Aは、上記加重平均螺旋誘起力に対して逆方向の螺旋を誘起させるキラル剤であることが好ましい。

[0214] ≪工程2 Y-2≫

工程2 Y-2は、工程2 Y-1により得られた組成物層に対して冷却処理又は加熱処理を施すことにより、キラル剤Yの螺旋誘起力を変化させ、組成物層中の液晶化合物をコレステリック配向させてコレステリック液晶層を形成する工程である。本工程では、なかでも、組成物層を冷却するのが好ましい。

[0215] 組成物層を冷却する際には、コレステリック液晶層の反射異方性がより優れる点で、組成物層の温度が 30°C 以上下がるように、組成物層を冷却することが好ましい。なかでも、上記効果がより優れる点で、 40°C 以上下がるように組成物層を冷却することが好ましく、 50°C 以上下がるように組成物層を冷却することがより好ましい。上記冷却処理の低減温度幅の上限値は特に制限されないが、通常、 150°C 程度である。

なお、上記冷却処理は、言い換えると、冷却前の工程1に得られた上記条件1又は上記条件2を満たす組成物層の温度を $T^{\circ}\text{C}$ とする場合、 $T - 30^{\circ}\text{C}$ 以下となるように、組成物層を冷却することを意図する（つまり、図20に示す態様の場合、 $T_{12} \leq T_{11} - 30^{\circ}\text{C}$ となる）。

上記冷却の方法は特に制限されず、組成物層が配置された液晶層を所定の温度の雰囲気中に静置する方法が挙げられる。

[0216] 冷却処理における冷却速度には制限はないが、コレステリック液晶層の反射異方性がより優れる点で、冷却速度を、ある程度の速さにするのが好ましい。

具体的には、冷却処理における冷却速度は、その最大値が毎秒 1°C 以上であるのが好ましく、毎秒 2°C 以上であるのがより好ましく、毎秒 3°C 以上であるのが更に好ましい。なお、冷却速度の上限は、特に制限されないが、毎秒 10°C 以下の場合が多い。

[0217] ここで、上述のコレステリック液晶層の製造方法においては、組成物層が風に晒されると、形成されるコレステリック液晶層の表面の面状にムラが生じてしまう可能性がある。この点を考慮すると、上述のコレステリック液晶層の製造方法では、工程2Yの全工程において、組成物層が晒される環境の風速が低い方が好ましい。具体的には、上述のコレステリック液晶層の製造方法では、工程2Yの全工程において、組成物層が晒される環境の風速は、 1 m/s 以下が好ましい。

[0218] なお、組成物層を加熱する場合、加熱処理の増加温度幅の上限値は特に制限されないが、通常、 150°C 程度である。

[0219] 《硬化処理》

なお、液晶化合物が重合性基を有する場合、組成物層に対して硬化処理を実施することが好ましい。組成物層に対して硬化処理を実施する手順としては、製造方法 2 X にて述べた方法と同様であり、好適態様も同じである。

[0220] ここで、図 1 5 に示すような配列軸の方向が異なる 2 種以上の領域を有するコレステリック液晶層を作製する場合には、工程 1 において、液晶層を表面に形成するための基材にラビング配向および光配向の少なくとも一方を施す配向処理工程を含み、配向処理工程において、面内において、所定の領域ごとに配向方向が異なるように配向処理を施すことが好ましい。

[0221] 例えば、図 1 5 に示すような配列軸の方向が異なる 4 種の領域が配列されたコレステリック液晶層を作製する場合には、工程 1 において、マスキング部材を用いて配向方向の異なる光配向膜を領域ごとに形成すればよい。

具体的には、まず、基板上に光配向材料を塗布し塗布層を形成する。

次に、図 2 2 に示すような、1 種の領域の配列パターンに合わせて、複数の開口 O P が形成されたマスキング部材 M K を用いて領域ごとに配向方向の異なる光配向膜を形成する。図 2 2 に示すマスキング部材 M K は、正形状の開口 O P が左右方向および上下方向に所定の間隔で配列されている。左右方向または上下方向に隣接する開口 O P 間の間隔は開口 O P の一辺の長さに等しい。

なお、以下の説明では、図 2 2 におけるマスキング部材 M K の上方向を y_1 方向、右方向を x_1 方向として説明する。

[0222] 図 2 3 に示すように、このようなマスキング部材 M K を光配向膜 5 4 の上に設置して、直線偏光子 L P を介して、レーザ光源 L D から偏光紫外線光 M U を照射する。その際、偏光紫外線光 M U は所定方向から所定の極角で光配向膜 5 4 の表面に対して斜め方向から照射する。図 2 3 に示す例では、X 方向から照射する。また、マスキング部材 M K は、光配向膜 5 4 の上にコレステリック液晶層が形成された際に領域 A_1 となる位置に開口 O P が配置されるように設置される。すなわち、この露光により、領域 A_1 となる位置の光配

向膜の配向方向が定められる。

また、図23に示す1回目の露光では、マスキング部材MKを、マスキング部材MKの y_1 方向を図23中の y 方向上向きと一致させ、また、マスキング部材の x_1 方向を図23の x 方向右向きと一致させて配置している。

[0223] 1回目の露光の後、図24に示すように、マスキング部材MKを右方向に開口OPの一辺の長さ分ずらし、マスキング部材MKおよび光配向膜54を法線に対して時計回りに 90° 回転する。すなわち、マスキング部材MKの y_1 方向は図24中の x 方向右向きと一致し、また、マスキング部材の x_1 方向は図24の y 方向下向きと一致する。

その後、1回目の露光と同様に偏光紫外線光MUを照射する。マスキング部材MKは右方向にずらされているので、光配向膜54の上にコレステリック液晶層が形成された際に領域 A_2 となる位置に開口OPが配置される。また、マスキング部材MKおよび光配向膜54は時計回りに 90° 回転されているので、偏光紫外線光MUの照射方向が1回目の照射方向とは 90° 異なる方向となる。すなわち、この露光により、領域 A_2 となる位置の光配向膜の配向方向が定められる。また、領域 A_2 となる位置の光配向膜の配向方向は、領域 A_1 の配向方向とは 90° 異なっている。

[0224] 2回目の露光の後、図25に示すように、マスキング部材MKを下方向に開口OPの一辺の長さ分ずらし、マスキング部材MKおよび光配向膜54を法線に対して時計回りに 90° 回転する。すなわち、マスキング部材MKの y_1 方向は図25中の y 方向下向きと一致し、また、マスキング部材の x_1 方向は図25の x 方向左向きと一致する。

その後、1回目の露光と同様に偏光紫外線光MUを照射する。マスキング部材MKは下方向にずらされているので、光配向膜54の上にコレステリック液晶層が形成された際に領域 A_3 となる位置に開口OPが配置される。また、マスキング部材MKおよび光配向膜54は時計回りに 90° 回転されているので、偏光紫外線光MUの照射方向が2回目の照射方向とは 90° 異なる方向、すなわち、1回目の照射方向とは 180° 異なる方向となる。すなわ

ち、この露光により、領域 A_3 となる位置の光配向膜の配向方向が定められる。また、領域 A_3 となる位置の光配向膜の配向方向は、領域 A_1 の配向方向とは 180° 異なっている。

[0225] 3回目の露光の後、図26に示すように、マスキング部材MKを左方向に開口OPの一辺の長さ分ずらし、マスキング部材MKおよび光配向膜54を法線に対して時計回りに 90° 回転する。すなわち、マスキング部材MKの y_1 方向は図26中の x 方向左向きと一致し、また、マスキング部材の x_1 方向は図26の y 方向上向きと一致する。

その後、1回目の露光と同様に偏光紫外線光MUを照射する。マスキング部材MKは左方向にずらされているので、光配向膜54の上にコレステリック液晶層が形成された際に領域 A_4 となる位置に開口OPが配置される。また、マスキング部材MKおよび光配向膜54は時計回りに 90° 回転されているので、偏光紫外線光MUの照射方向が3回目の照射方向とは 90° 異なる方向、すなわち、1回目の照射方向とは 270° 異なる方向となる。すなわち、この露光により、領域 A_4 となる位置の光配向膜の配向方向が定められる。また、領域 A_4 となる位置の光配向膜の配向方向は、領域 A_1 の配向方向とは 270° 異なっている。

[0226] このように、工程1において、液晶層を表面に形成するための配向膜の面内において、領域ごとに配向方向が異なるように配向処理を施すことで配向膜の上に円盤状液晶化合物を用いて形成される液晶層において、円盤状液晶化合物が各領域ごとに配向方向に沿って配列する。従って、領域ごとに円盤状液晶化合物が異なる方向に配列した液晶層の上に、上述した方法でコレステリック液晶層を形成することで、領域ごとに円盤状液晶化合物の配列方向に沿って、液晶化合物の配列軸が形成される。これにより、図15に示すような配列軸の向きが異なる2以上の領域を有するコレステリック液晶層を形成することができる。

[0227] [コレステリック液晶層の製造方法の他の態様]

本発明の反射型液晶表示装置に用いられるコレステリック液晶層を製造す

るための他の製造方法として、コレステリック液晶層を形成する際の下地層として、コレステリック液晶層中の液晶化合物を上述した液晶配向パターンに配列するようにパターンが形成された配向膜を用いる方法が挙げられる。

[0228] 支持体上に配向膜を形成し、その配向膜上に組成物を塗布、硬化することにより、液晶組成物の硬化層からなる、所定の液晶配向パターンが固定化されたコレステリック液晶層を得ることができる。

[0229] 支持体としては、透明支持体が好ましく、上述した基板と同様の透明基板を用いることができる。

[0230] <配向膜>

配向膜としては、光配向性の素材に偏光又は非偏光を照射して配向膜とした、いわゆる光配向膜を用いることもできる。即ち、支持体上に、光配向材料を塗布して光配向膜を作製してもよい。偏光の照射は、光配向膜に対して、垂直方向又は斜め方向から行うことができ、非偏光の照射は、光配向膜に対して、斜め方向から行うことができる。特に、斜め方向からの照射の場合、液晶にプレチルト角を付与することが出来る。

[0231] 本発明に利用可能な光配向膜に用いられる光配向材料としては、例えば、特開2006-285197号公報、特開2007-76839号公報、特開2007-138138号公報、特開2007-94071号公報、特開2007-121721号公報、特開2007-140465号公報、特開2007-156439号公報、特開2007-133184号公報、特開2009-109831号公報、特許第3883848号、特許第4151746号に記載のアゾ化合物、特開2002-229039号公報に記載の芳香族エステル化合物、特開2002-265541号公報、特開2002-317013号公報に記載の光配向性単位を有するマレイミドおよび／又はアルケニル置換ナジイミド化合物、特許第4205195号、特許第4205198号に記載の光架橋性シラン誘導体、特表2003-520878号公報、特表2004-529220号公報、特許第4162850号に記載の光架橋性ポリイミド、ポリアミド、又はエステル、特開平9-1187

17号公報、特表平10-506420号公報、特表2003-505561号公報、WO2010/150748号公報、特開2013-177561号公報、特開2014-12823号公報に記載の光二量化可能な化合物、特にシンナメート化合物、カルコン化合物、クマリン化合物が好ましい例として挙げられる。特に好ましくは、アゾ化合物、光架橋性ポリイミド、ポリアミド、エステル、シンナメート化合物、カルコン化合物である。

[0232] 配向膜を支持体上に塗布して乾燥させた後、配向膜をレーザ露光して配向パターンを形成する。配向膜の露光装置の模式図を図27に示す。露光装置61は、レーザ62および $\lambda/2$ 板65を備えた光源64と、レーザ62（光源64）からのレーザ光Mを2つに分離する偏光ビームスプリッター68と、分離された2つの光線MA、MBの光路上にそれぞれ配置されたミラー70A、70Bおよび $\lambda/4$ 板72A、72Bを備える。 $\lambda/4$ 板72Aおよび72Bは互いに直交する光学軸を備えており、 $\lambda/4$ 板72Aは、直線偏光 P_0 を右円偏光 P_R に、 $\lambda/4$ 板72Bは直線偏光 P_0 を左円偏光 P_L に変換する。

なお、光源64は $\lambda/2$ 板65を有し、レーザ62が出射したレーザ光Mの偏光方向を変えて直線偏光 P_0 を出射する。 $\lambda/4$ 板72Aは、直線偏光 P_0 （光線MA）を右円偏光 P_R に、 $\lambda/4$ 板72Bは直線偏光 P_0 （光線MB）を左円偏光 P_L に、それぞれ変換する。

[0233] 配向パターンを形成される前の配向膜54を備えた支持体52が露光部に配置され、2つの光線MA、MBを配向膜54上で交差させて干渉させ、その干渉光を配向膜54に照射して露光する。この際の干渉により、配向膜54に照射される光の偏光状態が干渉縞状に周期的に変化するものとなる。これによって、配向状態が周期的に変化する配向パターンを有する配向膜（以下、パターン配向膜ともいう）54が得られる。露光装置61において、2つの光MAおよびMBの交差角 α を変化させることにより、配向パターンのピッチを変化させることができる。配向状態が周期的に変化した配向パターンを有するパターン配向膜上に後述の光学異方性層を形成することにより、

この周期に応じた液晶配向パターンを備えたコレステリック液晶層を形成することができる。

また、 $\lambda/4$ 板 72A および 72B の光学軸を、それぞれ、 90° 回転することにより、液晶配向パターンにおける液晶化合物の光学軸の回転方向を逆にすることができる。

[0234] 上述のとおり、パターン配向膜は、パターン配向膜の上に形成されるコレステリック液晶層中の液晶化合物の光学軸の向きが面内の少なくとも一方向に沿って連続的に回転しながら変化している液晶配向パターンとなるように、液晶化合物を配向させる配向パターンを有する。パターン配向膜が、液晶化合物を配向させる向きに沿った軸を配向軸とすると、パターン配向膜は、配向軸の向きが面内の少なくとも一方向に沿って連続的に回転しながら変化している配向パターンを有するといえる。パターン配向膜の配向軸は、吸収異方性を測定することで検出することができる。例えば、パターン配向膜に直線偏光を回転させながら照射して、パターン配向膜を透過する光の光量を測定した際に、光量が最大または最小となる向きが、面内の一方向に沿って漸次変化して観測される。

[0235] <コレステリック液晶層の形成>

コレステリック液晶層は、パターン配向膜上に液晶組成物を多層塗布することにより形成することができる。多層塗布とは、配向膜の上に液晶組成物を塗布し、加熱し、さらに冷却した後に紫外線硬化を行って1層目の液晶固定化層を作製した後、2層目以降はその液晶固定化層に重ね塗りして塗布を行い、同様に加熱し、冷却後に紫外線硬化を行うことを繰り返すことをいう。コレステリック液晶層を上記のように多層塗布して形成することにより、コレステリック液晶層の総厚が厚くなった場合でも配向膜の配向方向を、コレステリック液晶層の下面から上面にわたって反映させることができる。

[0236] 本製造方法において液晶組成物に含まれる液晶化合物としては前述の棒状液晶化合物および円盤状液晶化合物を用いることができる。

本製造方法において液晶組成物に含まれるキラル剤は、特に制限はなく、

目的に応じて、公知の化合物（例えば、液晶デバイスハンドブック、第3章4－3項、TN（twisted nematic）、STN（Super Twisted Nematic）用カイラル剤、199頁、日本学術振興会第142委員会編、1989に記載）、イソソルビド、および、イソマンニド誘導体等を用いることができる。

[0237] また、本製造方法において液晶組成物は、重合開始剤、架橋剤、配向制御剤等を含んでいてもよく、さらに、必要に応じて、さらに重合禁止剤、酸化防止剤、紫外線吸収剤、光安定化剤、色材、および、金属酸化物微粒子等を、光学的性能等を低下させない範囲で添加することができる。

[0238] 本発明の反射型液晶表示装置は、他の層を有していてもよい。

例えば、図28に示すように、液晶セル82と $\lambda/4$ 板86との間に光学補償層90を有していてもよい。

光学補償層90としては、例えば、液晶セル82と $\lambda/4$ 板86と光学補償層90との合計の厚さ方向のレターデーション R_{th} が0nmとなるような位相差を有するフィルムを用いることができる。

[0239] また、反射型液晶表示装置が2層以上のコレステリック液晶層を有する場合には、2層以上のコレステリック液晶層のうちのいずれかのコレステリック液晶層同士の上に他の層を有していてもよい。例えば、コレステリック液晶層同士の上に液晶層、ラビング配向層、または光配向層を含んでいてもよい。

実施例

[0240] 以下に実施例に基づいて本発明を更に詳細に説明する。以下の実施例に示す材料、使用量、割合、処理内容、及び処理手順等は、本発明の趣旨を逸脱しない限り適宜変更することができる。したがって、本発明の範囲は以下に示す実施例により限定的に解釈されるべきものではない。

[0241] [支持体の作製]

（支持体の鹼化）

支持体として、市販されているトリアセチルセルロースフィルム「Z-TAC」（富士フイルム株式会社製）を用いた。支持体を、温度60℃の誘電

式加熱ロールを通過させて、支持体表面温度を40℃に昇温した。その後、支持体の片面に、バーコーターを用いて下記に示すアルカリ溶液を塗布量14 mL/m²で塗布し、支持体を110℃に加熱し、さらに、(株)ノリタケカンパニーリミテド製のスチーム式遠赤外ヒーターの下を、10秒間搬送した。続いて、同じくバーコーターを用いて、支持体表面上に純水を3 mL/m²塗布した。次いで、ファウンテンコーターによる水洗およびエアナイフによる水切りを3回繰り返した後に、70℃の乾燥ゾーンを10秒間搬送して支持体を乾燥させ、アルカリ鹼化処理した支持体01を得た。

[0242] <アルカリ溶液>

水酸化カリウム	4.70質量部
水	15.80質量部
イソプロパノール	63.70質量部
界面活性剤	
SF-1 : C ₁₄ H ₂₉ O (CH ₂ CH ₂ O) ₂ OH	1.0質量部
プロピレングリコール	14.8質量部

[0243] (下塗り層の形成)

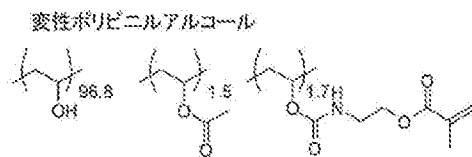
下記の下塗り層形成用塗布液を#8のワイヤーバーで連続的に上記アルカリ鹼化処理した支持体01上に塗布した。塗膜が形成された支持体01を60℃の温風で60秒間、さらに100℃の温風で120秒間乾燥し、下塗り層を形成した。

[0244] <下塗り層形成用塗布液>

下記変性ポリビニルアルコール	2.40質量部
イソプロピルアルコール	1.60質量部
メタノール	36.00質量部
水	60.00質量部

[0245]

[化16]



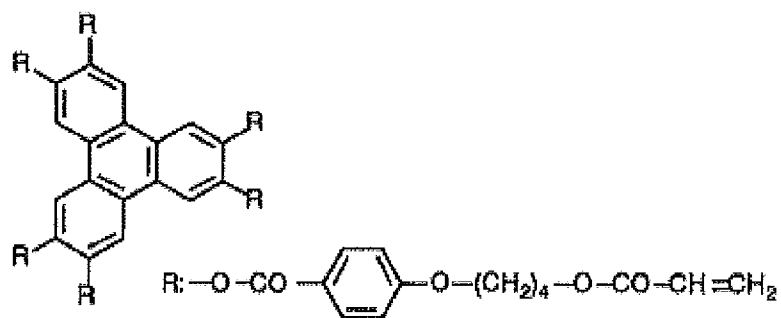
[0246] [光学補償層 0 1 の形成]

下記化合物 3-1 ~ 3-5 をメチルエチルケトンに溶解して固形分濃度が 36.2% になるように調製した。

重合性液晶性化合物 3-1	91.0 質量部
化合物 3-2	9.0 質量部
重合開始剤：化合物 3-3	3.0 質量部
重合開始剤：化合物 3-4	1.0 質量部
含フッ素界面活性剤：化合物 3-5	0.8 質量部

[0247] [化17]

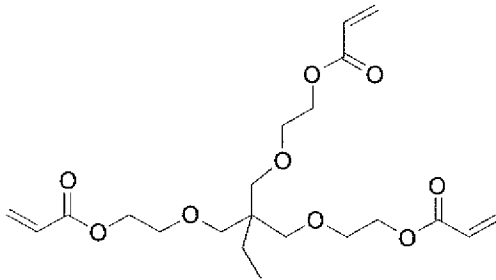
(化合物 3-1)



[0248]

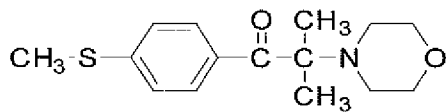
[化18]

(化合物 3 - 2)



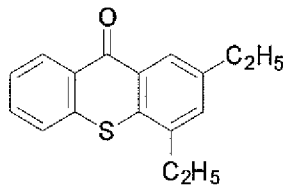
[0249] [化19]

(化合物 3 - 3)



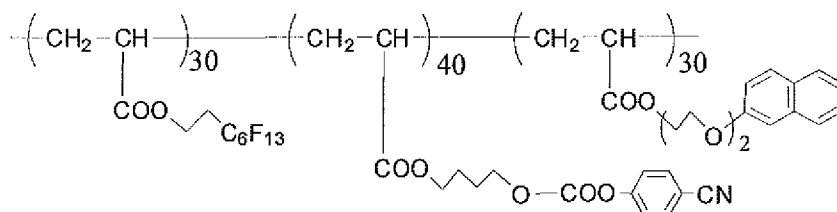
[0250] [化20]

(化合物 3 - 4)



[0251] [化21]

(化合物 3 - 5)



[0252] 化合物 3 - 1 ~ 3 - 5 を調製した上記塗布液を上記で作製した下塗り層が形成された支持体 01 の下塗り層側の面に、# 4. 4 のワイヤーバーを用いて塗布し、乾燥した。70℃で90秒加熱して、円盤状液晶性化合物を配向させた。その後、ただちに70℃の温度条件で、290 mJ/cm²の紫外線を

照射して、円盤状液晶性化合物を重合させ、配向状態を固定した。これを光学補償層 01 とする。光学補償層 01 を Axoscan (Axometric 社製) で測定し、 $R_e(550) = 0 \text{ nm}$ 、 $R_{th}(550) = 220 \text{ nm}$ であることを確認した。

[0253] [光学補償層 02 の形成]

(配向膜 P-1 の形成)

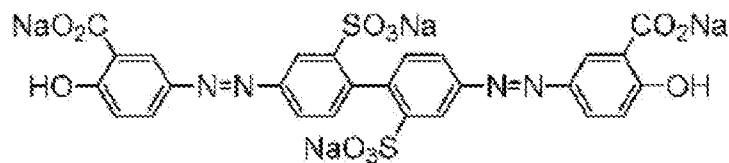
上記の下塗り層を形成した支持体 01 上に下記の配向膜 P-1 形成用塗布液を #2 のワイヤーバーで連続的に塗布した。この配向膜 P-1 形成用塗布液の塗膜が形成された支持体 01 を 60°C の温風で 60 秒間乾燥し、配向膜 P-1 を形成した。

[0254] <配向膜 P-1 形成用塗布液>

下記光配向用素材	1.00 質量部
水	16.00 質量部
ブトキシエタノール	42.00 質量部
プロピレングリコールモノメチルエーテル	42.00 質量部

[0255] ー光配向用素材ー

[化22]



[0256] (配向膜 P-1 の露光)

空気下にて空冷メタルハライドランプ (アイグラフィックス社製) を UV (ultraviolet (紫外線)) ランプとして用い、露光マスクとワイヤーグリッド偏光子とを介して、上記で形成した配向膜 P-1 の真上から偏光紫外線照射を行うことで、配向膜 P-1 に配向パターンを付与し、パターン配向膜 Q-1 を形成した。紫外線の照度は、UV-A 領域 (波長 $380 \text{ nm} \sim 320 \text{ nm}$ の積算) において 100 mW/cm^2 、照射量は UV-A 領域において、

50 mJ / cm²とした。

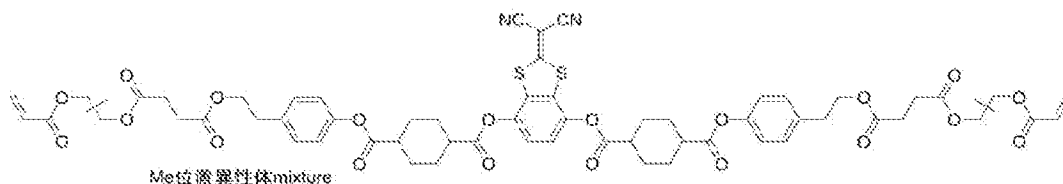
[0257] 次に、配向膜Q-1上に、下記の組成物A-1を塗布した塗膜をホットプレート上で110℃に加熱した。その後、60℃に冷却した後、窒素雰囲気下で高圧水銀灯を用いて波長365 nmの紫外線を100 mJ / cm²の照射量で塗膜に照射した。これにより、液晶化合物の配向を固定化した。固定化した液晶化合物の膜厚は2.0 μmであった。これを光学補償層02とする。光学補償層02をAxoscan(Axometric社製)で測定し、Re(550)=140 nm、Rth(550)=70 nmであることを確認した。すなわち、光学補償層02はλ/4板として機能する。

[0258] <組成物A-1>

下記液晶化合物L-2	42.00質量部
下記液晶化合物L-3	42.00質量部
下記液晶化合物L-4	16.00質量部
下記重合開始剤PI-1	0.50質量部
下記レベリング剤T-1	0.50質量部
メチルエチルケトン	176.00質量部
シクロペンタノン	44.00質量部

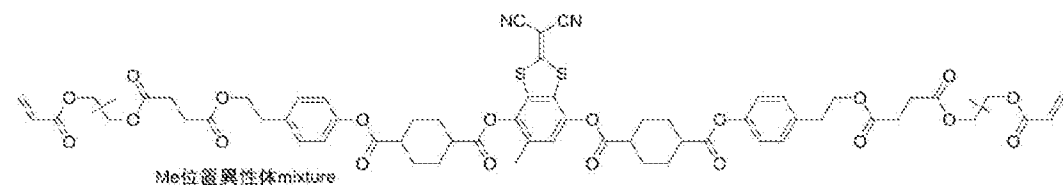
[0259] -液晶化合物L-2-

[化23]



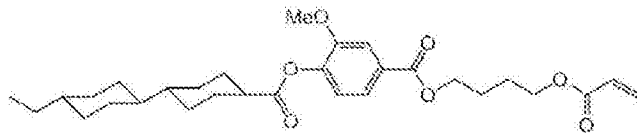
[0260] -液晶化合物L-3-

[化24]



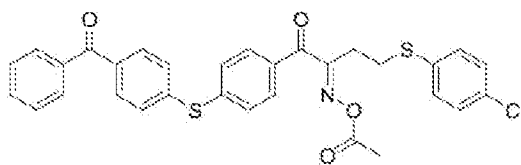
[0261] ー液晶化合物Lー4ー

[化25]



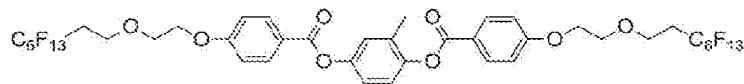
[0262] ー重合開始剤P1ー1ー

[化26]



[0263] ーレベリング剤Tー1ー

[化27]



[0264] [実施例1]

[傾斜液晶層1の形成]

上記の光学補償層02と同様にして下塗り層を形成した支持体01上に配向膜Pー1を形成した。次に、配向膜Pー1の表面の法線から20度傾いた方向から偏光紫外線を照射しパターン配向膜Qー2を形成した。次に、パターン配向膜Qー2の上に下記傾斜液晶用組成物を#2のワイヤーバーで連続的に塗布し、120℃で1分間熟成した。続いて、30℃、窒素雰囲気下で500mJ/cm²の照射量で紫外線照射することにより塗布した傾斜液晶用組成物を硬化し、傾斜液晶層1を得た。

傾斜液晶層1の液晶の配向は偏光紫外線の透過軸方向に対して平均16°傾斜していることを確認した。

[0265] (傾斜液晶層用組成物)

・円盤状液晶化合物Dー1

100質量部

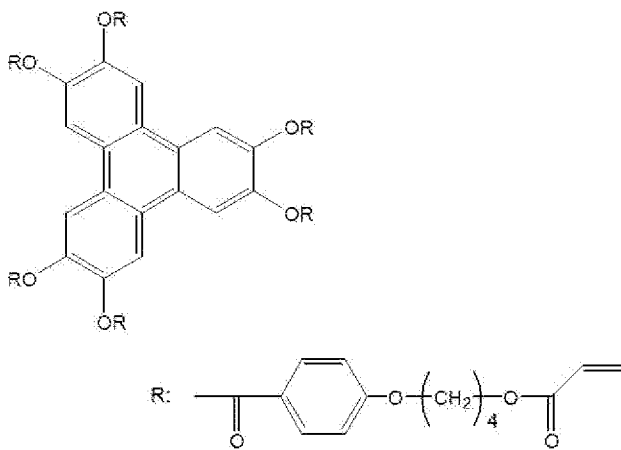
- ・界面活性剤 S-1 0.1 質量部
- ・開始剤 Irg-907 (BASF 製) 3.0 質量部
- ・溶剤 (MEK (メチルエチルケトン) / シクロヘキサノン = 90 / 10 (質量比))

溶質濃度が 30 質量%となる量

[0266] 円盤状液晶化合物 D-1 -

円盤状液晶化合物として、特開 2007-131765 号公報に記載の下記円盤状液晶化合物 D-1 を使用した。

[0267] [化28]

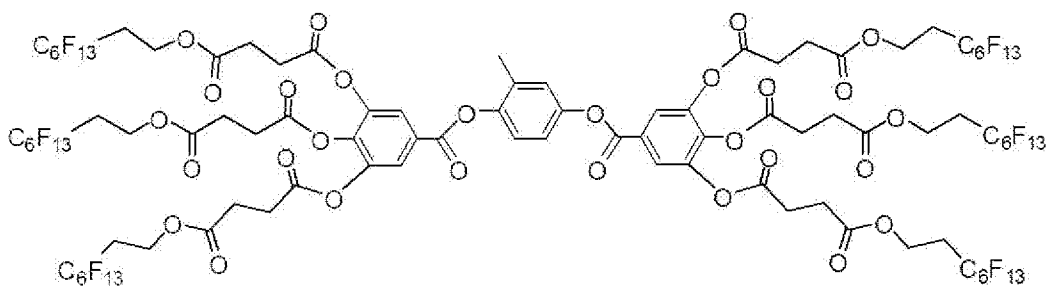


D-1

[0268] 界面活性剤 S-1 -

界面活性剤 S-1 は、特許第 5774518 号に記載された化合物であり、下記構造を有する。

[0269] [化29]



S-1

[0270] [コレステリック液晶層 G1 の作製]

つづいて、形成した傾斜液晶層 1 上に、下記コレステリック液晶層 G 1 の組成物を # 8 のワイヤーバーで連続的に塗布した後、90℃で1分間熟成した。続いて、熟成後の組成物層に対して、30℃にて光源（UVP社製、2UV・トランスイルミネーター）を用いて波長365nmの光を2mW/cm²の照射強度で60秒間紫外線を照射した。続いて、30℃、窒素雰囲気下で500mJ/cm²の照射量で紫外線を照射して液晶化合物の重合反応を実施することにより、コレステリック配向状態が固定化されたコレステリック液晶層 G 1 を得た。断面SEM画像を解析した結果、コレステリック液晶相由来の明部及び暗部（明暗線）の傾斜角度は15度、ピッチは370nmであった。また、反射する円偏光は、左円偏光であった。

[0271] （コレステリック液晶層 G 1 の組成物）

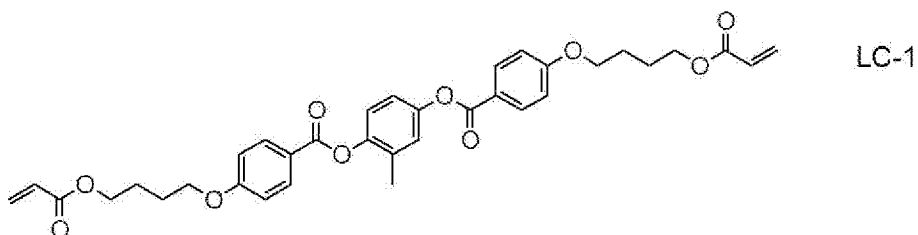
下記組成の試料溶液を調製した。

・ 下記構造で表される液晶性化合物 LC-1	100 質量部
・ 界面活性剤 S-1	0.1 質量部
・ キラル剤化合物 CD-1	5.5 質量部
・ キラル剤化合物 CD-2	5.5 質量部
・ フッ素系界面活性剤 B1	0.03 質量部
・ 開始剤 Irg-907（BASF製）	2.0 質量部
・ 溶剤（MEK（メチルエチルケトン）／シクロヘキサノン＝90／10（質量比））	

溶質濃度が30質量%となる量

[0272] ー液晶性化合物 LC-1ー

[化30]

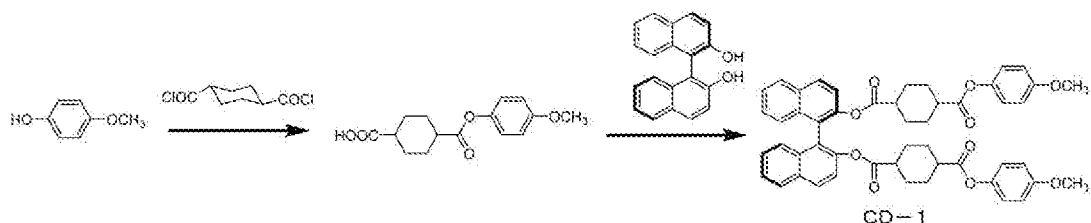


[0273] ーキラル剤化合物 CD-1ー

以下の合成手順に従い、一般的な手法にてキラル剤化合物CD-1を合成した。

なお、キラル剤化合物CD-1は、螺旋方向は左であり、温度変化又は光照射により螺旋誘起力が変化しないキラル剤である。

[0274] [化31]

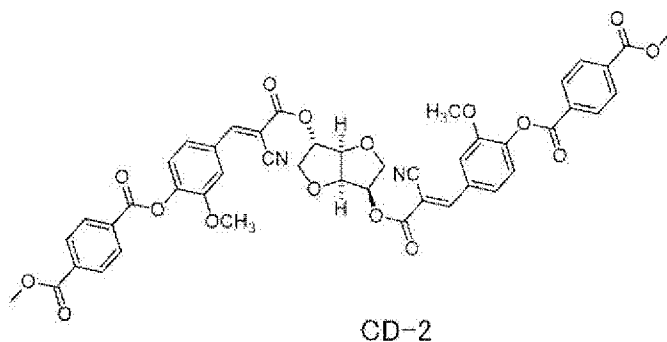


[0275] キラル剤化合物CD-2の合成

特開2002-338575号公報に準じて、下記キラル剤化合物CD-2を合成して使用した。

なお、キラル剤化合物CD-2は、螺旋方向は右であり、光照射により螺旋誘起力が変化するキラル剤である（キラル剤Xに該当する）。

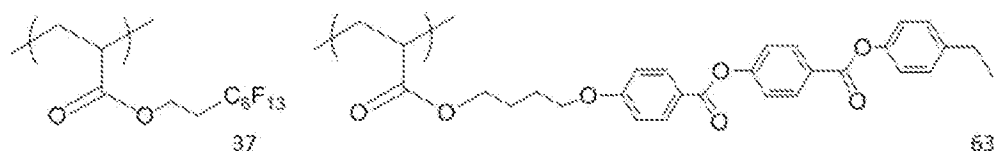
[0276] [化32]



[0277] フッ素系界面活性剤B1

数値は質量%である。

[0278] [化33]



[0279] 上記の工程により、支持体 O 1 と、パターン配向膜 Q-2 と、傾斜液晶層 1 と、傾斜液晶層 1 の上に配置されたコレステリック液晶層 G 1 とを有する光学積層体 O 1 を作製した。

[0280] 次に、キラル剤化合物 C D-1 とキラル剤化合物 C D-2 の添加量を調整した以外は実施例 1 と同様にして、傾斜液晶層 1 上にコレステリック液晶層 B 1 を有する光学積層体 O 2 と、傾斜液晶層 1 上にコレステリック液晶層 R 1 とを有する光学積層体 O 3 とを作製した。

ここで、コレステリック液晶層 B 1 の傾斜角度は 15 度、ピッチは 300 nm であった。コレステリック液晶層 R 1 の傾斜角度は 15 度、ピッチは 420 nm であった。

光学積層体 O 2、O 1、O 3 の積層順に粘着剤 (S K 粘着剤、総研化学製) を介して貼合し、反射フィルム O 1 を作製した。

[0281] [偏光板の作製]

(偏光子の作製)

特開 2001-141926 号公報の実施例 1 を参考に、2 対のニップロール間に周速差を与え、長手方向に延伸し、厚み 15 μ m の偏光子 O 1 を調製した。

[0282] (貼り合わせ)

上記作製した偏光子 O 1 と、アルカリ鹼化処理した支持体 O 1 とを、PVA ((株)クラレ製、PVA-117H) 3% 水溶液を接着剤として、偏光子 O 1 の両面に貼りあわせて偏光板 O 1 (直線偏光板) を作製した。

[0283] [評価]

GW2280 (BenQ 社製) を分解し、液晶セルの両面に配置されている偏光板を両面とも剥がした。次に、視認側の液晶セルの面に粘着剤 (S K ダイ、総研化学製) を介して偏光板 O 1 を貼合した。またバックライト側の面に、液晶セル上に光学補償層 O 1、光学補償層 O 2、反射フィルム O 1、黒 PET の順に、粘着剤 (S K ダイ、総研化学製) を用いて貼合した。この時、光学補償層 O 2 と、反射フィルム O 1 の光学積層体 O 2 とが、接する

ように配置した。また、光学補償層02は、 $\lambda/4$ 板であり、直線偏光通過後、右円偏光になるように遅相軸の向きを配置した。

[0284] GW2280のバックライトユニットを外した状態で、反射フィルム01のコレスティック液晶層における明暗線の傾斜方向に光源を配置した。光源として人工太陽照明灯XC-100（セリック株式会社製）を使用した。パネルの法線対して50度の角度から入射するように光源を配置し、パネル正面から画像を視認した。その結果、画像視認性が非常に高いことを確認した。

[0285] [実施例2]

[パターン配向膜の形成]

実施例1で作製した配向膜P-1に、露光マスクを介して、以下に示す4回の紫外線照射を行い、パターン配向膜Q-3を形成した。

[0286] 1回目の露光は、空気下にて空冷メタルハライドランプ（アイグラフィックス社製）をUV（ultraviolet（紫外線））ランプを、ワイヤーグリッド偏光子と露光マスクを介して、配向膜P-1表面の法線から20度傾いた方向から偏光紫外線を照射した。露光マスクは、図22に示すような、1辺100 μm の正形状の開口（透過部）が、100 μm の等間隔で上下左右に配置された10cm四方のものをを用いた。

[0287] 2回目の露光は、1回目の露光時から露光マスクを右方向に100 μm ずらし、次に、配向膜P-1が積層された支持体01および露光マスクを法線に対して時計回りに90°回転してから、1回目の露光と同様に偏光紫外線を照射した。

3回目の露光は、2回目の露光時から露光マスクを下方向に100 μm ずらし、次に、配向膜P-1が積層された支持体01および露光マスクを法線に対して時計回りに90°回転してから、1回目の露光と同様に偏光紫外線を照射した。

4回目の露光は、3回目の露光時から露光マスクを左方向に100 μm ずらし、次に、配向膜P-1が積層された支持体01および露光マスクを法線

に対して時計回りに 90° 回転してから、1 回目の露光と同様に偏光紫外線光を照射した。

[0288] ここで、紫外線の照度は、どの露光時も、UV-A 領域（波長 380 nm ～ 320 nm の積算）において $100\text{ mW}/\text{cm}^2$ 、照射量は UV-A 領域において、 $50\text{ mJ}/\text{cm}^2$ とした。

[0289] [コレステリック液晶層の作製]

配向膜 Q-3 上に、実施例 1 と同様に、傾斜液晶用組成物を塗布して傾斜液晶層 2 を形成した。次に、傾斜液晶層 2 の上に、実施例 1 と同様に、コレステリック液晶層 G1 の組成物を塗布、硬化して、コレステリック液晶層 G2 を作製した。

[0290] 上記の工程により、支持体 O1 と、パターン配向膜 Q-3 と、傾斜液晶層 2 と、傾斜液晶層 2 の上に配置されたコレステリック液晶層 G2 とを有する光学積層体 O4 を作製した。

[0291] 上記と同様に、配向膜 Q-3 上に、傾斜液晶用組成物を塗布して傾斜液晶層 2 を形成した。次に、傾斜液晶層 2 の上に、実施例 1 と同様に、コレステリック液晶層 B1 の組成物を塗布、硬化して、コレステリック液晶層 B2 を作製した。

上記と同様に、配向膜 Q-3 上に、傾斜液晶用組成物を塗布して傾斜液晶層 2 を形成した。次に、傾斜液晶層 2 の上に、実施例 1 と同様に、コレステリック液晶層 R1 の組成物を塗布、硬化して、コレステリック液晶層 R2 を作製した。

[0292] 上記の工程により、支持体 O1 と、パターン配向膜 Q-3 と、傾斜液晶層 2 と、傾斜液晶層 2 の上に配置されたコレステリック液晶層 B2 とを有する光学積層体 O5、および、支持体 O1 と、パターン配向膜 Q-3 と、傾斜液晶層 2 と、傾斜液晶層 2 の上に配置されたコレステリック液晶層 R2 とを有する光学積層体 O6 を作製した。

光学積層体 O5、O4、O6 の積層順に粘着剤（SK 粘着剤、総研化学製）を介して貼合し、反射フィルム O2 を作製した。

[0293] [評価]

反射フィルム 01 を反射フィルム 02 に変更した以外は、実施例 1 と同様に、GW2280 に反射フィルム 02 を組み込んだ。この時、光学補償層 02 と、反射フィルム 02 の光学積層体 04 とが、接するように配置した。

[0294] 光源を 4 辺いずれかの方向の、法線対して 50 度の角度から入射するように配置して、パネル正面からの画像を視認した。光源を 4 辺いずれの側に配置した場合でも、パネル正面からの画像視認性が非常に高いことを確認した。

[0295] [比較例 1]

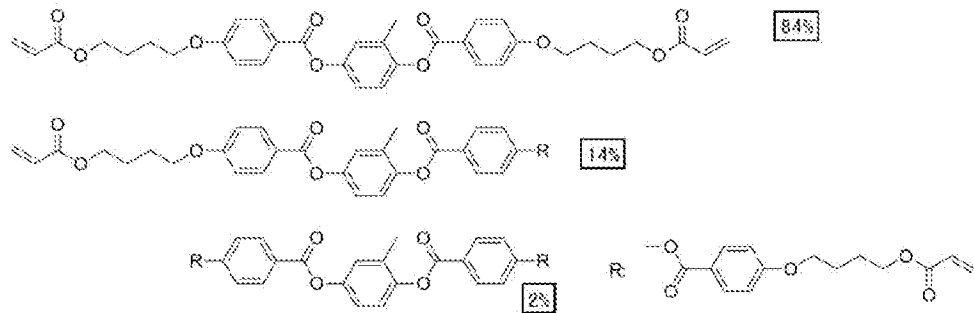
[0296] 上記で作製した下塗り層が形成された支持体 01 の下塗り層側をラビング処理したのち、下記に示すコレステリック液晶組成物 1 の溶液を、#8 のワイヤーバーで連続的に塗布した。その後、コレステリック液晶組成物 1 の塗膜を 90℃ で 1 分間熟成した。続いて、コレステリック液晶組成物 1 の塗膜に、30℃、窒素雰囲気下で 500 mJ/cm² の照射量で紫外線を照射して液晶化合物の重合反応を実施することにより、コレステリック配向状態が固定化されたコレステリック液晶層 G3 を得た。断面 SEM 画像を解析した結果、傾斜角度は 0 度、ピッチは 355 nm であった。また、反射する円偏光は、右円偏光であった。

[0297] <コレステリック液晶組成物 1>

下記液晶化合物 L-1	100.0	質量部
IRGACURE 819 (BASF 社製)	10.0	質量部
下記構造のキラル剤 A	5.28	質量部
下記構造の界面活性剤	0.08	質量部
溶媒 (メチルエチルケトン)	溶質濃度が 30 質量% となる量	

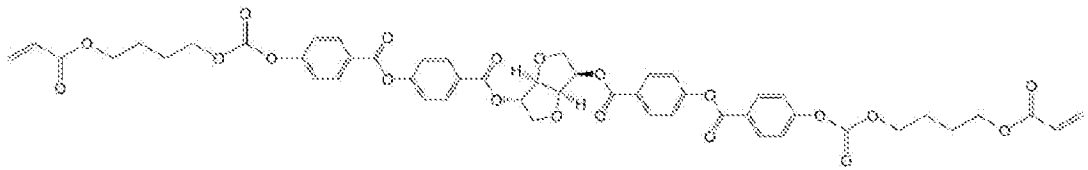
[0298] -液晶化合物 L-1-

[化34]



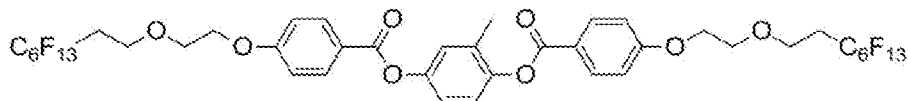
[0299] キラル剤 A

[化35]



[0300] 界面活性剤

[化36]



[0301] 次に、キラル剤 A の添加量を調整した以外はそれぞれ上記と同様に、コレステリック液晶組成物の溶液を、ラビング処理された下塗り層が形成された支持体 01 上に塗布し、コレステリック配向状態が固定化されたコレステリック液晶層 B3 およびコレステリック液晶層 R3 を得た。断面 SEM 画像を解析した結果、コレステリック液晶層 B3 は傾斜角度は 0 度、ピッチは 290 nm であった。コレステリック液晶層 R3 は傾斜角度は 0 度、ピッチは 405 nm であった。また、反射する円偏光はいずれも、右円偏光であった。

[0302] 以上により、支持体 01 と、支持体 01 の上に配置されたコレステリック液晶層 G3 とを有する光学積層体 07、支持体 01 と、支持体 01 の上に配置されたコレステリック液晶層 B3 とを有する光学積層体 08、および、支持体 01 と、支持体 01 の上に配置されたコレステリック液晶層 R3 とを有

する光学積層体09を作製した。

光学積層体08、07、09の積層順で粘着剤を介して積層し、反射フィルム03を作製した。

[0303] [評価]

反射フィルム01を反射フィルム03に変更した以外は、実施例1と同様に、GW2280に反射フィルム03を組み込んだ。この時、光学補償層02と、反射フィルム03のコレスティック液晶層B3とが、接するように配置した。

[0304] 光源を4辺いずれかの方向の、法線対して50度の角度から入射するように配置して、パネル正面からの画像を視認した。光源を4辺いずれの側に配置した場合でも、パネル正面からの画像視認性が非常に悪いことを確認した。

[0305] 実施例および比較例をまとめた表を、以下に示す。

[0306] [表1]

表1			
層構成	実施例1	実施例2	比較例1
	偏光板01	偏光板01	偏光板01
	液晶セル	液晶セル	液晶セル
	光学補償層01	光学補償層01	光学補償層01
	光学補償層02	光学補償層02	光学補償層02
	光学積層体02	光学積層体05	光学積層体08
	光学積層体01	光学積層体04	光学積層体07
	光学積層体03	光学積層体06	光学積層体09
	黒PET	黒PET	黒PET
明暗線の傾斜角度[度]	15	15	0
ピッチ[nm]	300/370/420	300/370/420	290/355/405
反射する円偏光	左円偏光	左円偏光	右円偏光
傾斜方向	1方向	4方向	なし
評価: 正面の画像視認性	非常に良い	非常に良い (4方向全て)	非常に悪い

符号の説明

[0307] 10, 20, 30, 40, 60 コレスティック液晶層

11, 12, 13, 21, 22, 23, 31, 32, 41, 42, 43

主面

14, 24, 34, 44 液晶化合物

L_1, L_2, L_3, L_4, L_5 分子軸

D_1, D_2, D_3, D_4 配列軸

$\theta_2, \theta_5, \theta_{10}, \theta_{20}, \theta_{a1}, \theta_{a2}, \theta_{a3}, \theta_{b1}, \theta_{b2}, \theta_{b3}$ 角度

C_1, C_2, C_3 コレステリック液晶相由来の螺旋軸

T_1, T_2, T_3 反射面

1 5, 2 5, 3 5 明部

1 6, 2 6, 3 6 暗部

1 8 円盤状液晶化合物

P_1, P_2 明部と暗部とが交互に配列された配列方向

5 2 支持体

5 4 偏向膜

6 1 露光装置

6 2 レーザ

6 4 光源

6 5 $\lambda/2$ 板

6 8 偏光ビームスプリッター

7 0 A, 7 0 B ミラー

7 2 A, 7 2 B $\lambda/4$ 板

8 0 反射型液晶表示装置

8 2 液晶セル

8 4 直線偏光子

8 6 $\lambda/4$ 板

8 8 光吸収層

9 0 光学補償層

1 0 0 組成物層

1 0 2 液晶層

1 0 2 a 傾斜配向面

A, A_1, A_2, A_3, A_4, B 領域

T_{11} 工程 2-1 (工程 2 Y-1) において液晶化合物の配向処理が実施される温度

T_{12} 工程 2-2 (工程 2 Y-2) の冷却処理が実施される温度

R_1 厚み方向

I_1, I_2 外光

I_{1r}, I_{2r} 反射光

M レーザ光

MA 光線

MB 光線

P_0 直線偏光

P_R 右円偏光

P_L 左円偏光

α 交差角

MK マスキング部材

OP 開口

LD レーザ光源

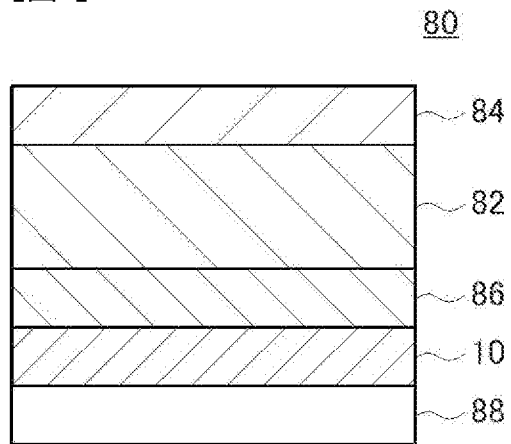
MU 偏光紫外線光

LP 直線偏光子

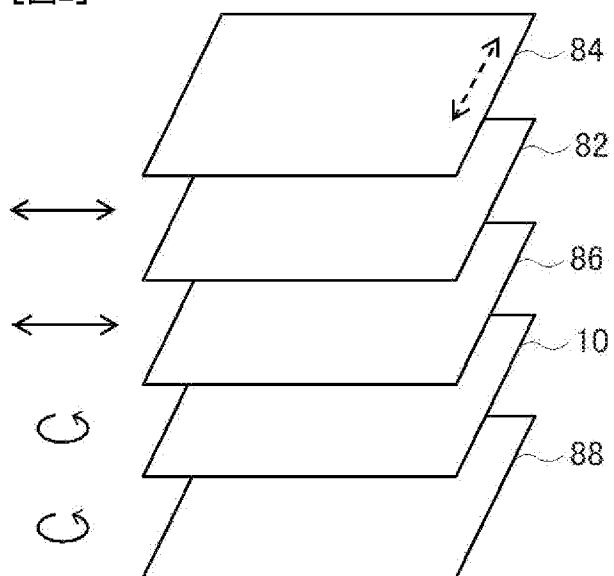
請求の範囲

- [請求項1] 直線偏光子と、液晶セルと、 $\lambda/4$ 板と、液晶化合物を用いて形成されたコレステリック液晶層とをこの順に有し、
- 前記コレステリック液晶層の一对の主面のうち少なくとも一方の主面において、前記液晶化合物の分子軸の向きが面内の少なくとも一方向に沿って連続的に回転しながら変化している液晶配向パターンを有し、
- 前記コレステリック液晶層の主面に垂直な断面において走査型電子顕微鏡にて観察されるコレステリック液晶相由来の明部及び暗部の配列方向が、前記コレステリック液晶層の主面に対して傾斜している、反射型液晶表示装置。
- [請求項2] 前記コレステリック液晶層は、前記明部及び暗部の傾斜方向が異なる2以上の領域を有し、
- 2以上の前記領域において、異なる方向に光を反射する、請求項1に記載の反射型液晶表示装置。
- [請求項3] 前記コレステリック液晶層は、前記コレステリック液晶相に由来する明部および暗部の形状が波状であり、光拡散性を示す請求項1または2に記載の反射型液晶表示装置。
- [請求項4] 前記コレステリック液晶層は、前記液晶化合物の分子軸が、前記コレステリック液晶層の主面に対して傾斜している請求項1～3のいずれか一項に記載の反射型液晶表示装置。
- [請求項5] 前記明部及び暗部のピッチが異なる2層以上の前記コレステリック液晶層を有する請求項1～4のいずれか一項に記載の反射型液晶表示装置。
- [請求項6] 前記コレステリック液晶層の、前記液晶セルとは反対側に光吸収層を有する請求項1～5のいずれか一項に記載の反射型液晶表示装置。
- [請求項7] バックライトを有さない請求項1～6のいずれか一項に記載の反射型液晶表示装置。

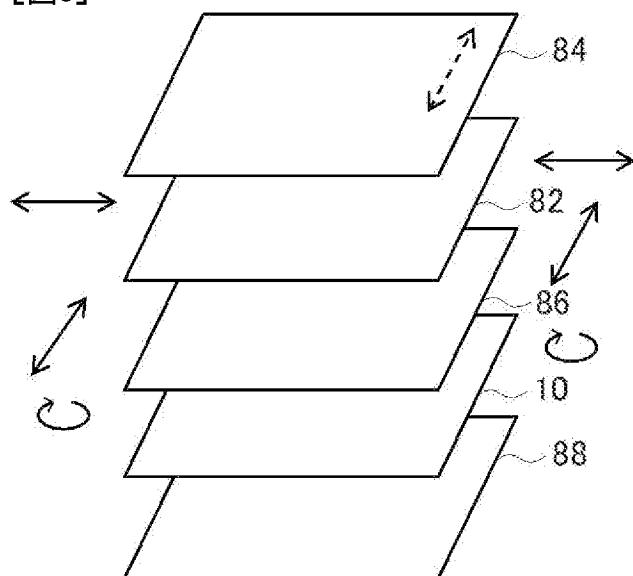
[図1]



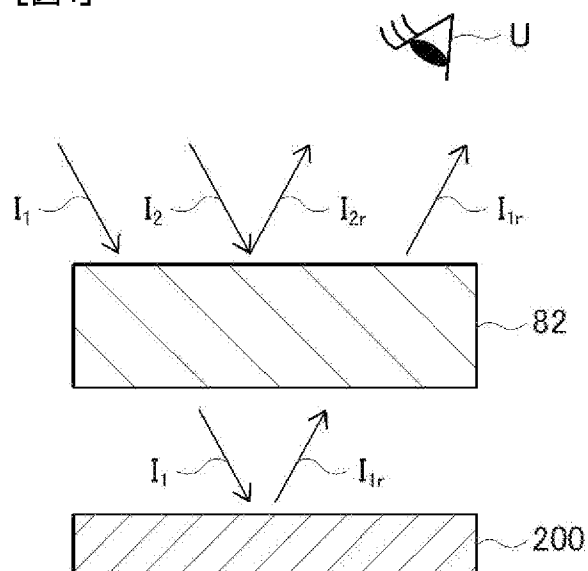
[図2]



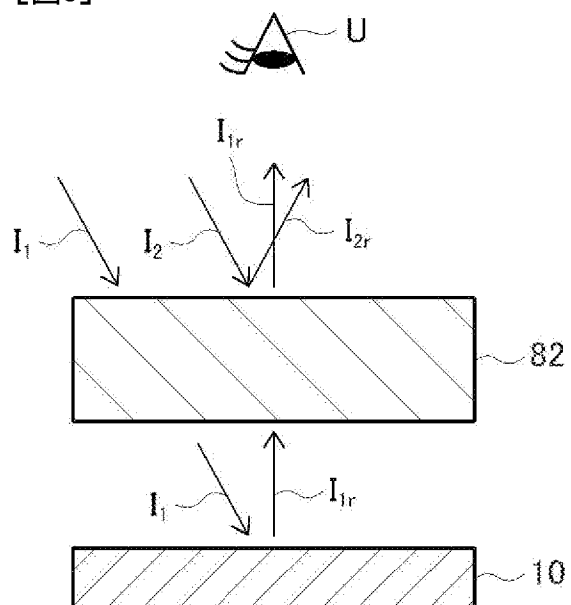
[図3]



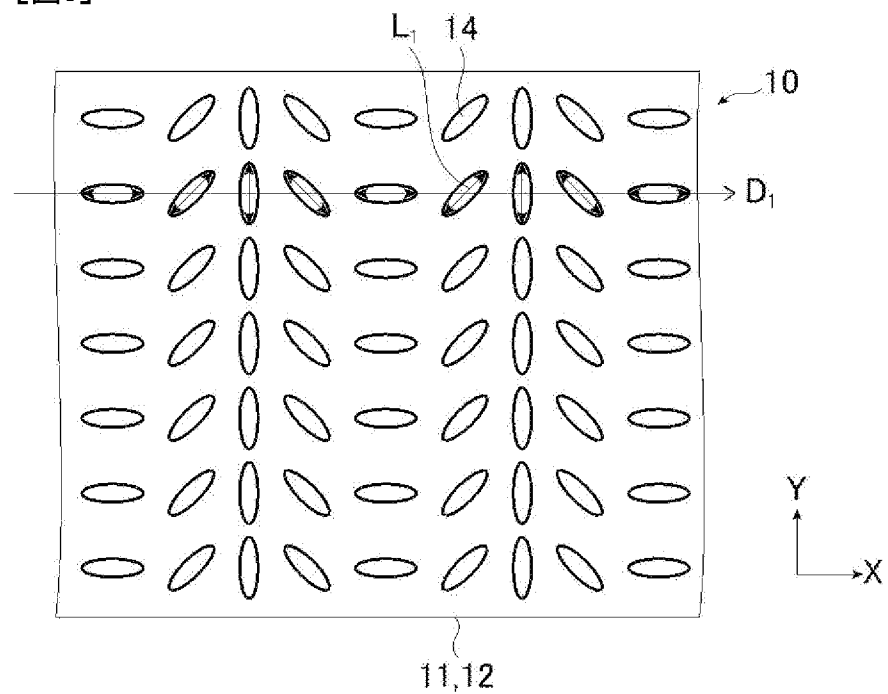
[図4]



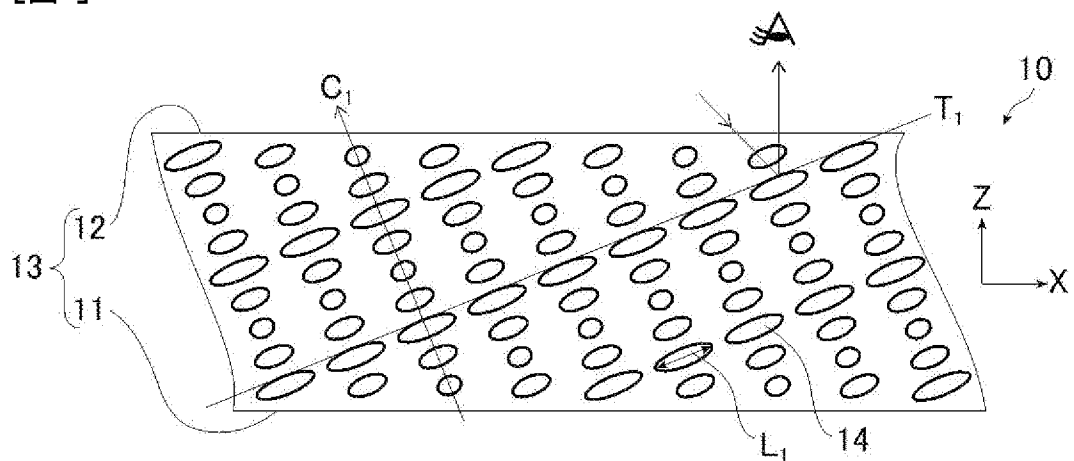
[図5]



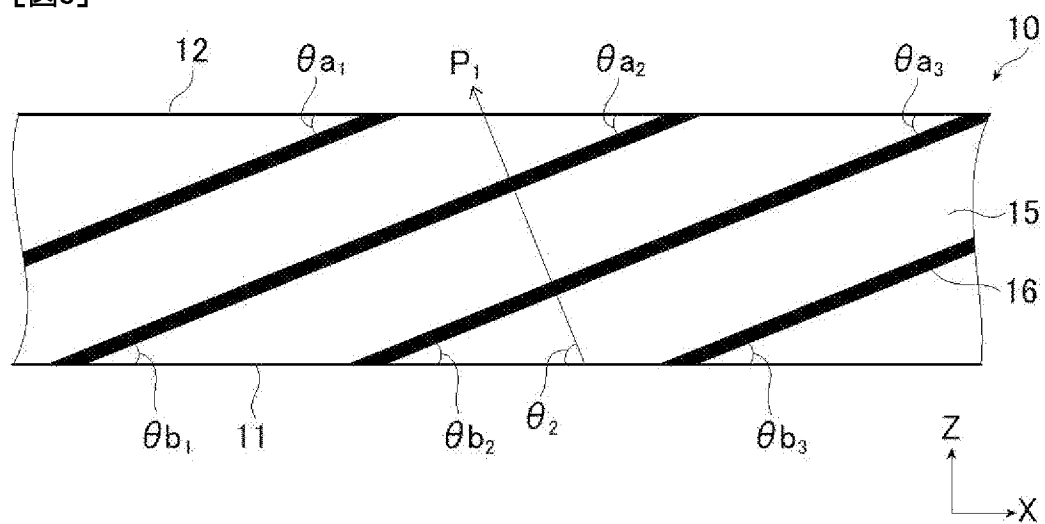
[図6]



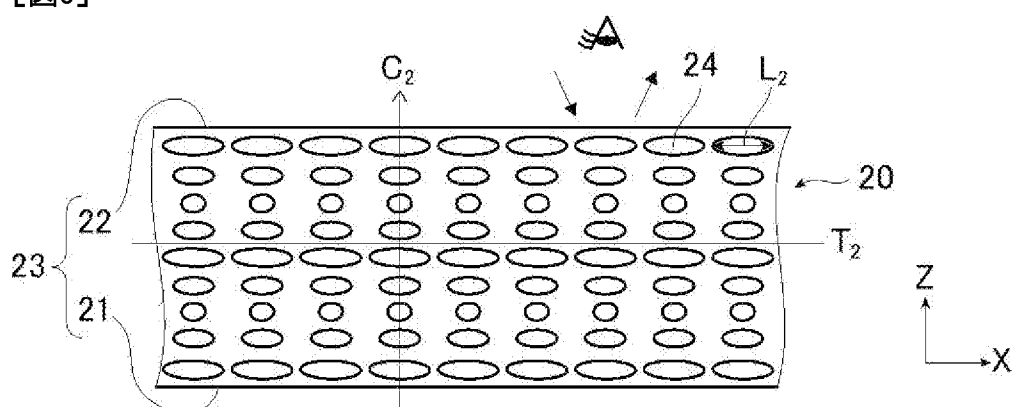
[図7]



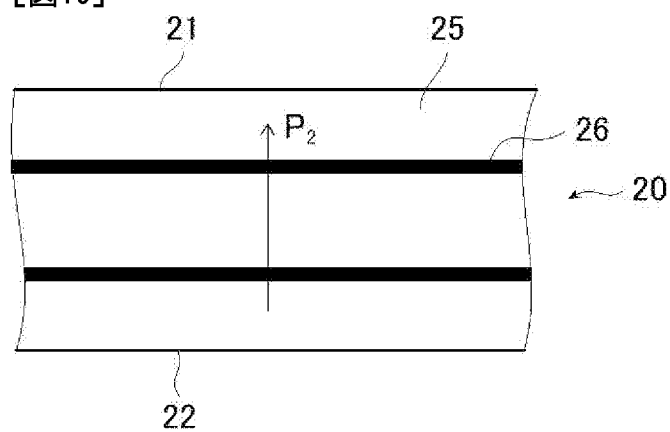
[図8]



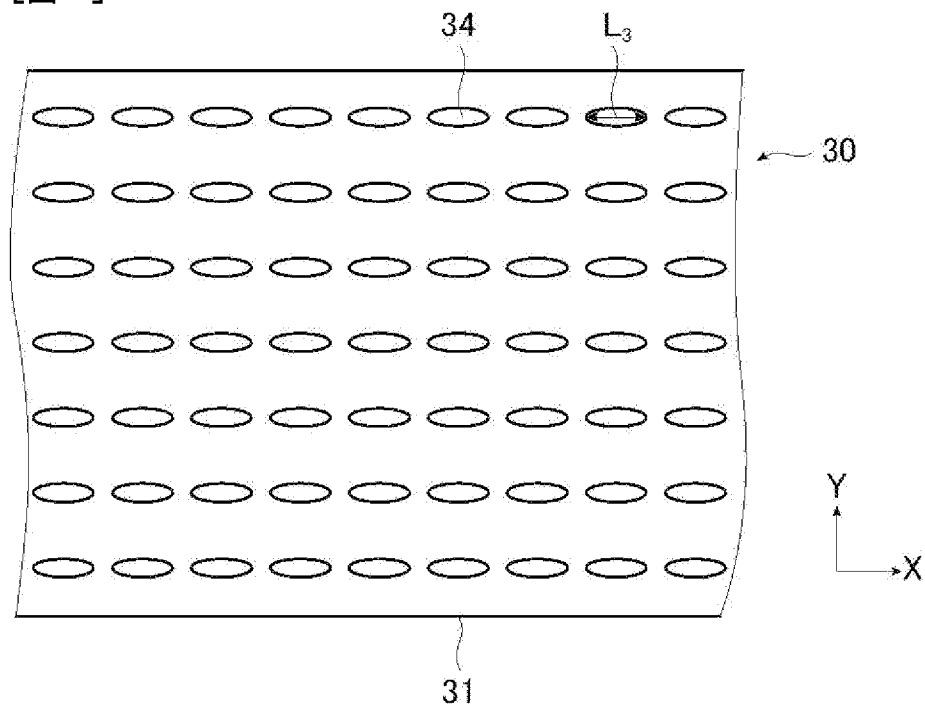
[図9]



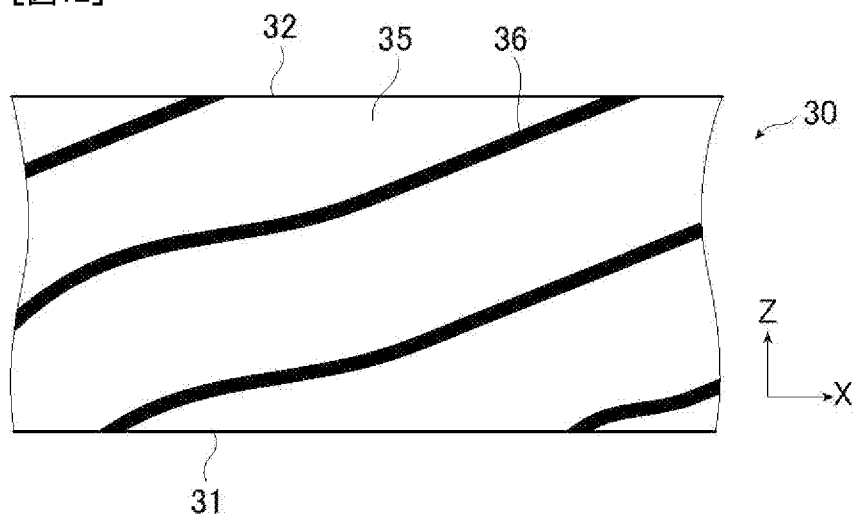
[図10]



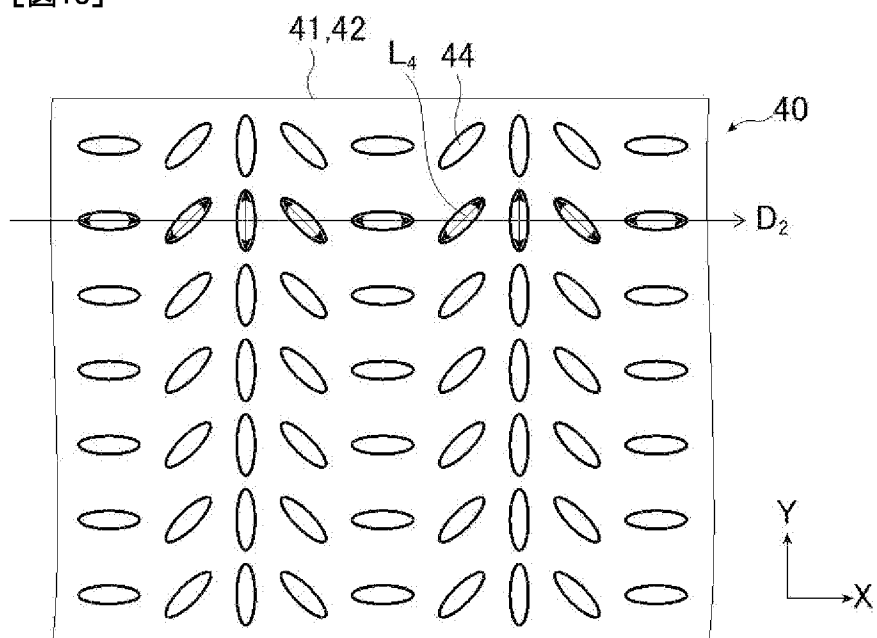
[図11]



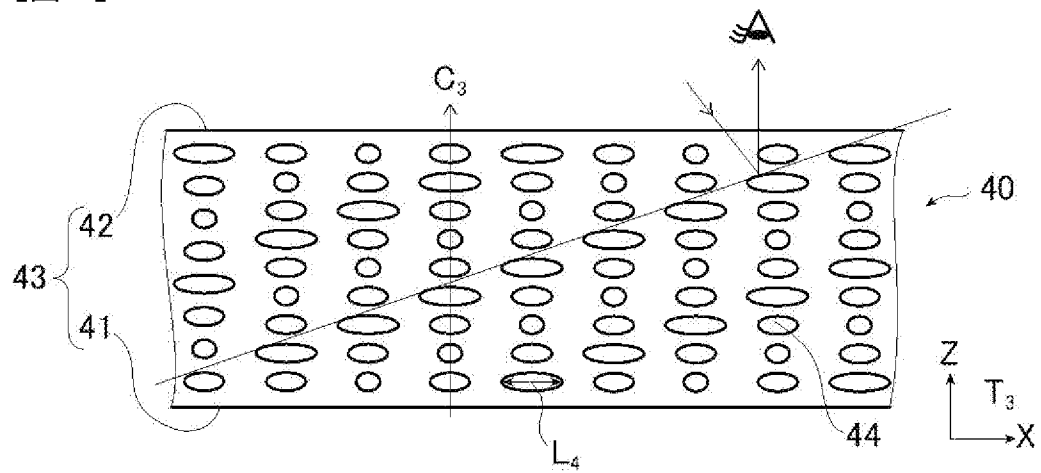
[図12]



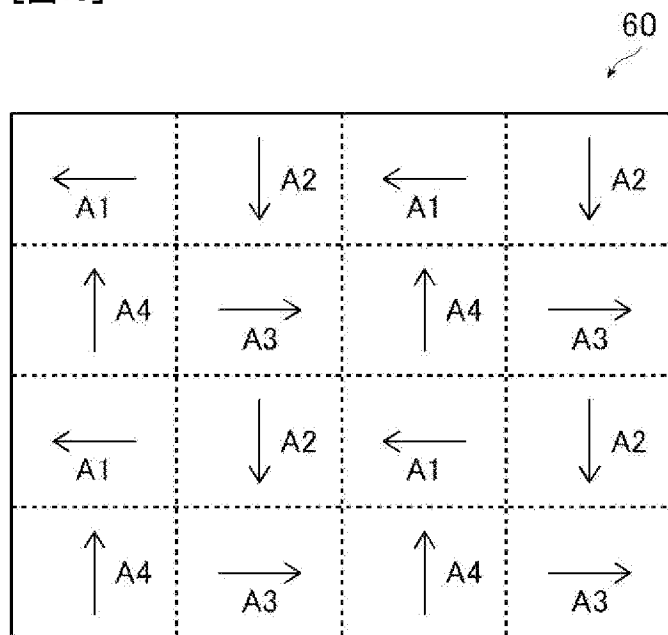
[図13]



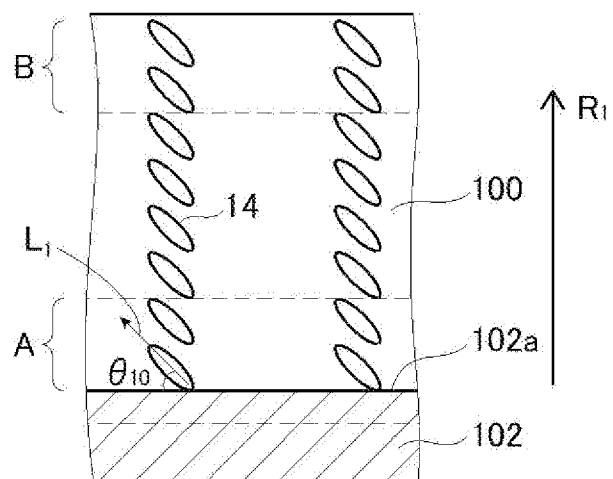
[図14]



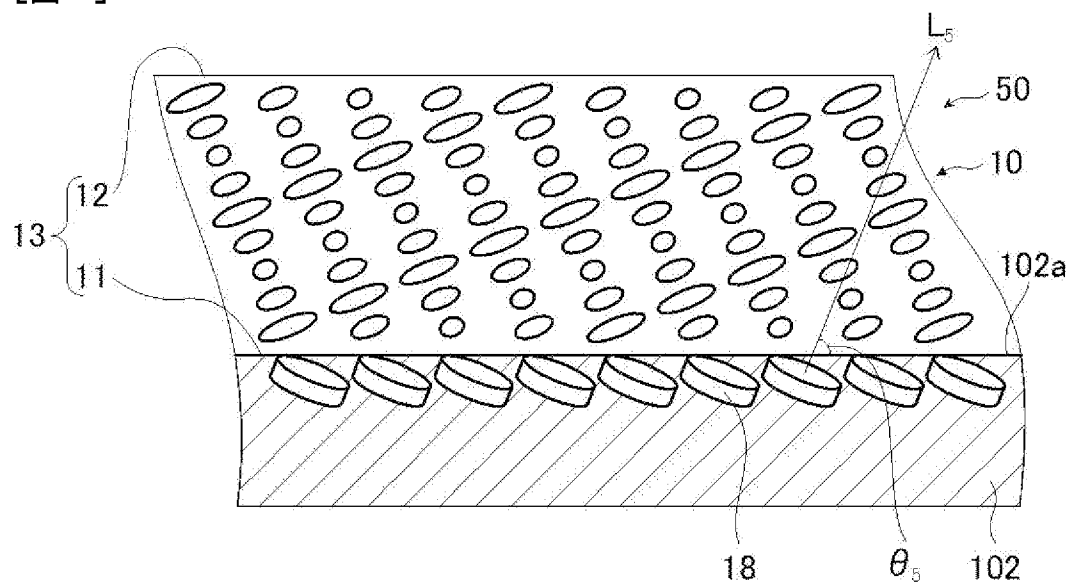
[図15]



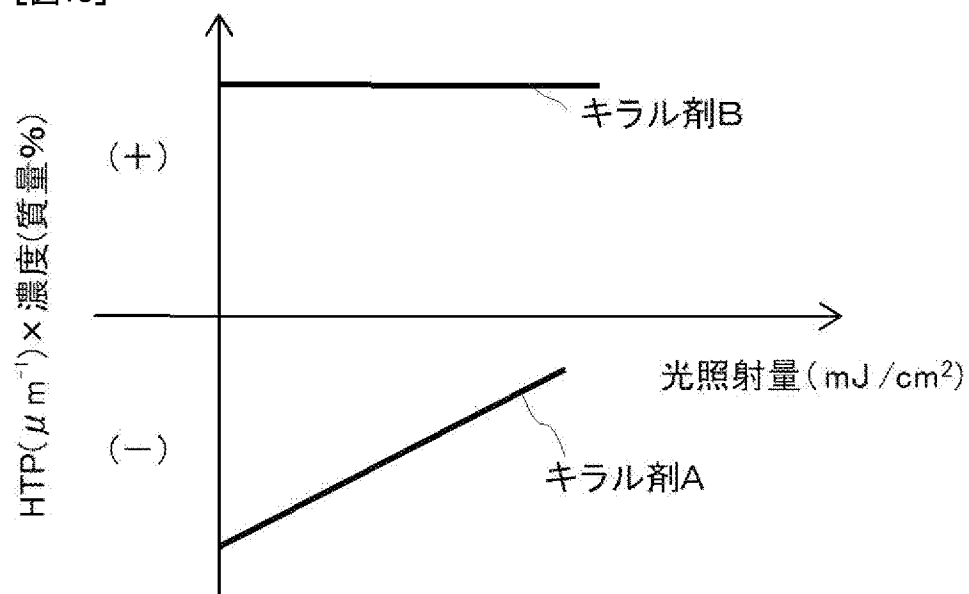
[図16]



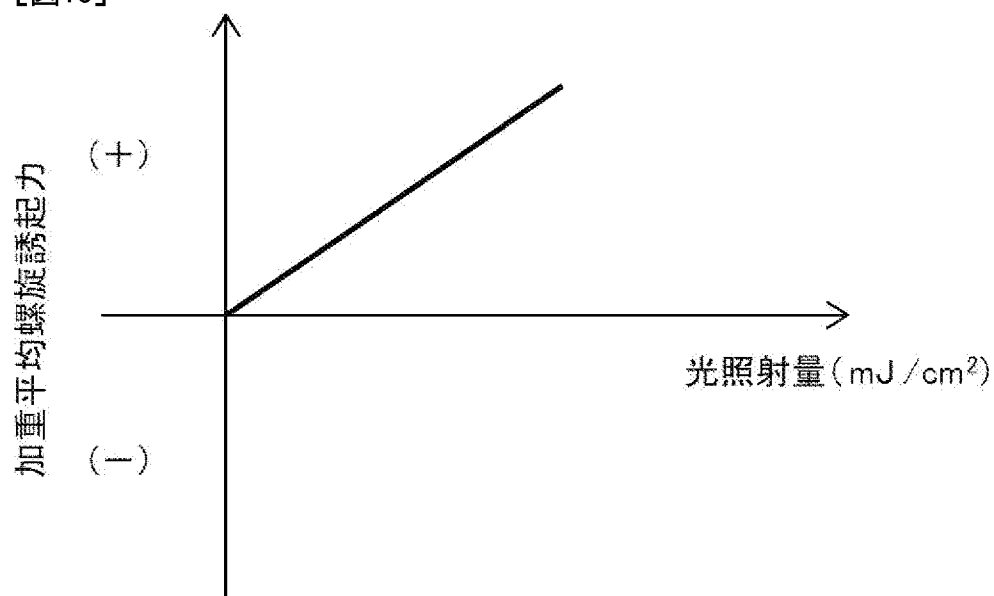
[図17]



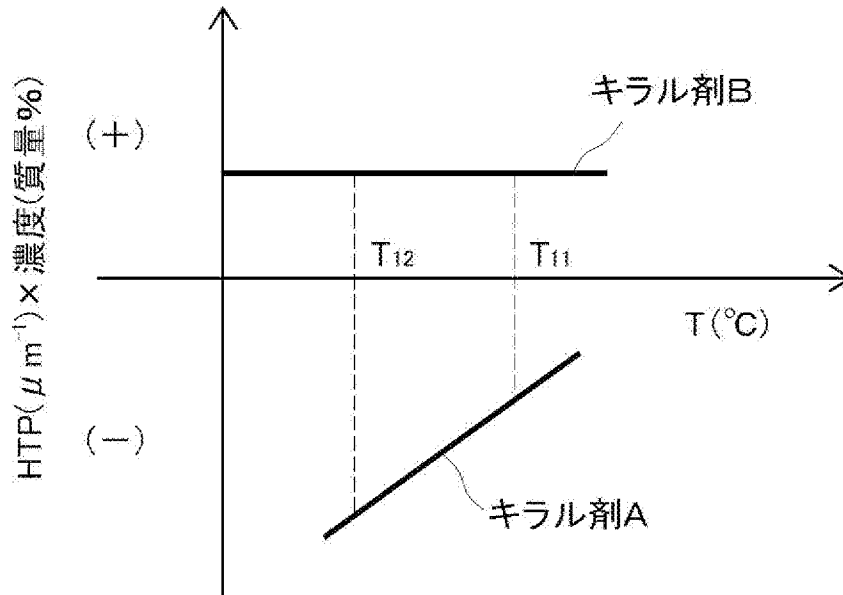
[図18]



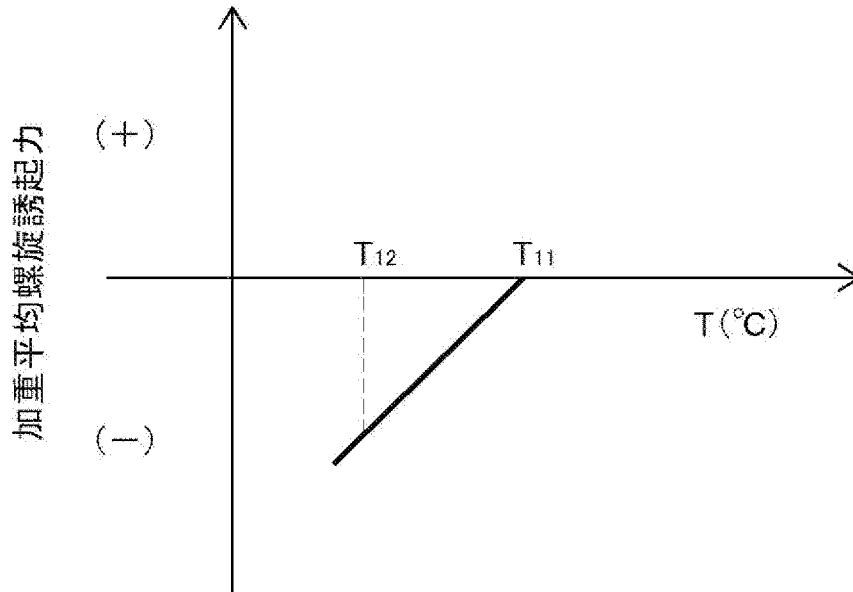
[図19]



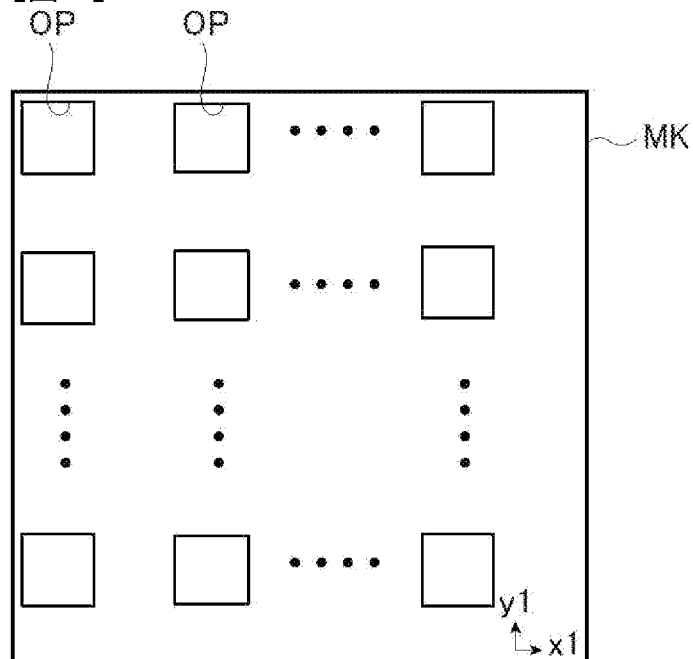
[図20]



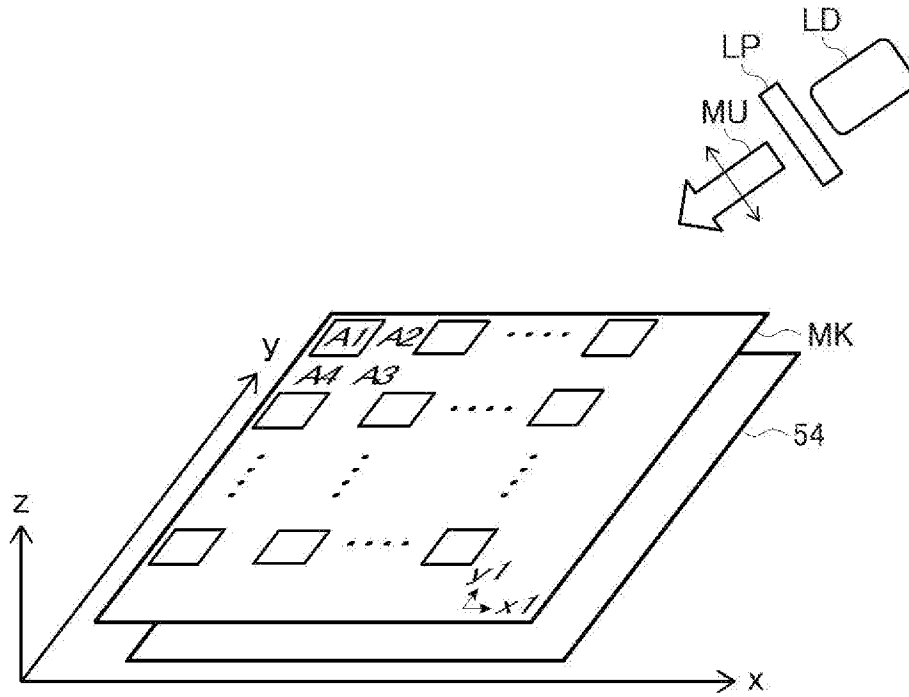
[図21]



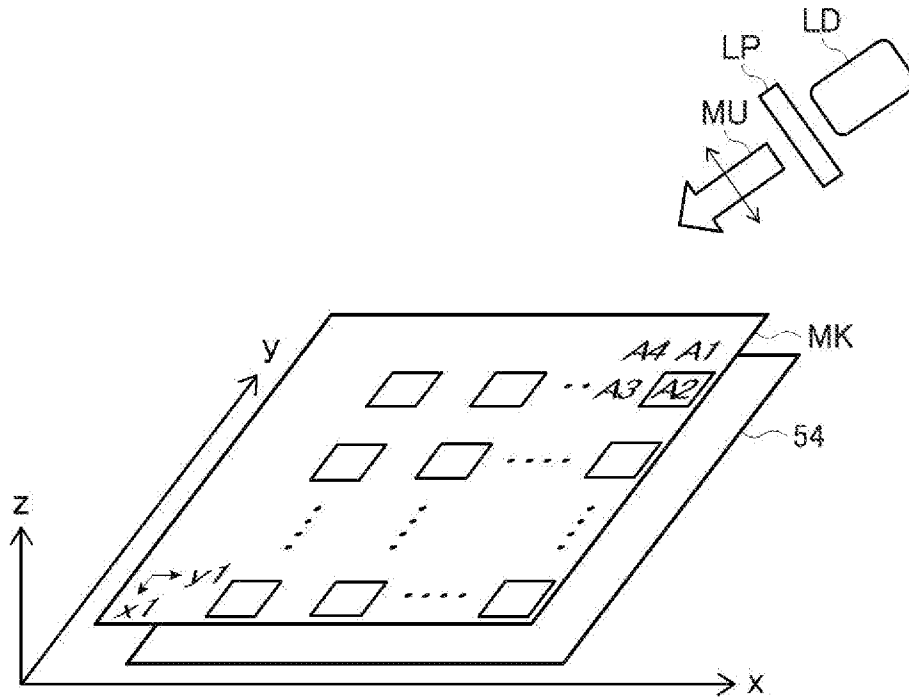
[図22]



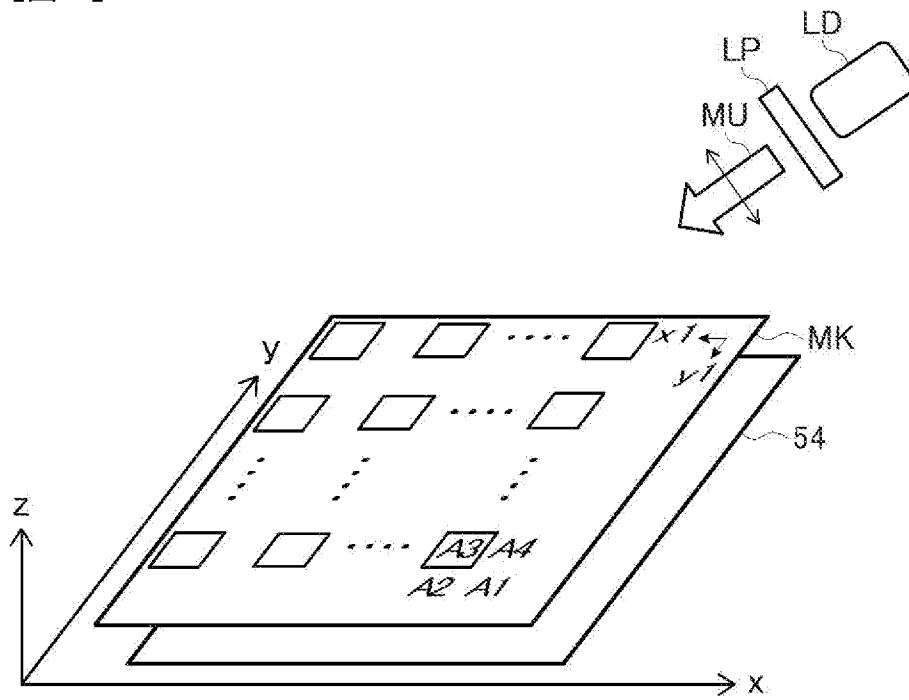
[図23]



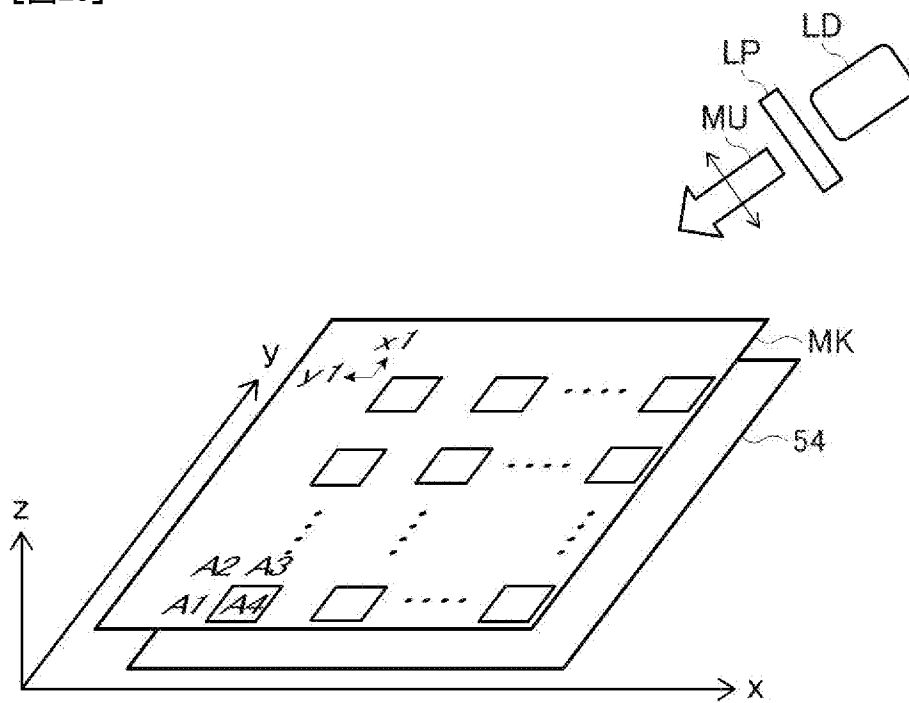
[図24]



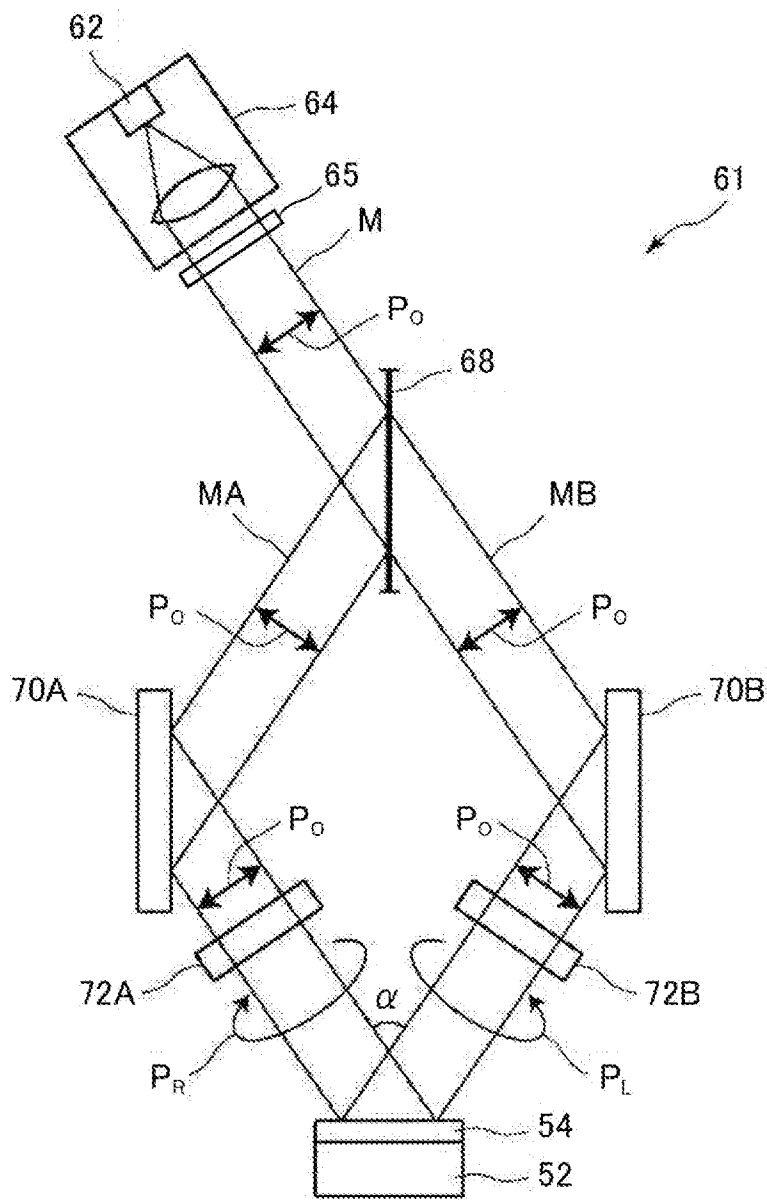
[図25]



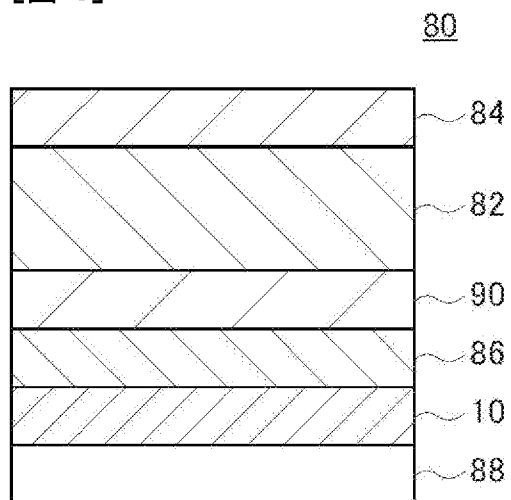
[図26]



[図27]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/012986

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 5/00 (2006.01) i; G02B 5/02 (2006.01) i; G02B 5/22 (2006.01) i; G02B 5/30 (2006.01) i; G02F 1/1335 (2006.01) i

FI: G02F1/1335 520; G02B5/00 Z; G02B5/02 D; G02B5/30; G02B5/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B5/00; G02B5/02; G02B5/22; G02B5/30; G02F1/1335

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-115828 A (SEIKO EPSON CORP.) 06.05.1998 (1998-05-06) paragraphs [0006]-[0018], fig. 1	1-7
Y	JP 11-231304 A (CITIZEN WATCH CO., LTD.) 27.08.1999 (1999-08-27) paragraphs [0022]-[0038], fig. 1	1-7
Y	WO 2017/030176 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 23.02.2017 (2017-02-23) paragraphs [0091]-[0097], fig. 1	1-7
Y	WO 2017/169696 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 05.10.2017 (2017-10-05) paragraphs [0119]-[0131], fig. 2-7	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

03 June 2020 (03.06.2020)

Date of mailing of the international search report

16 June 2020 (16.06.2020)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/012986

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 10-115828 A	06 May 1998	US 6233029 B1 pp. 1-2, fig. 1 EP 825477 A2 CN 1175704 A KR 10-1998-0018849 A (Family: none)	
JP 11-231304 A	27 Aug. 1999	(Family: none)	
WO 2017/030176 A1	23 Feb. 2017	(Family: none)	
WO 2017/169696 A1	05 Oct. 2017	US 2019/0033634 A1 paragraphs [0254]- [0286], fig. 2-7 KR 10-2018-0116412 A CN 108885293 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 5/00(2006.01)i; G02B 5/02(2006.01)i; G02B 5/22(2006.01)i; G02B 5/30(2006.01)i; G02F 1/1335(2006.01)i FI: G02F1/1335 520; G02B5/00 Z; G02B5/02 D; G02B5/30; G02B5/22		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G02B5/00; G02B5/02; G02B5/22; G02B5/30; G02F1/1335 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 10-115828 A（セイコーエプソン株式会社）06.05.1998（1998-05-06） [0006]-[0018], 図1	1-7
Y	JP 11-231304 A（シチズン時計株式会社）27.08.1999（1999-08-27） [0022]-[0038], 図1	1-7
Y	WO 2017/030176 A1（富士フイルム株式会社）23.02.2017（2017-02-23） [0091]-[0097], 図1	1-7
Y	WO 2017/169696 A1（富士フイルム株式会社）05.10.2017（2017-10-05） [0119]-[0131], 図2-7	1-7
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 03.06.2020		国際調査報告の発送日 16.06.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 小濱 健太 2L 4009 電話番号 03-3581-1101 内線 3255

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/012986

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	10-115828	A	06.05.1998	US 6233029 B1 第1頁～第2頁, 図1 EP 825477 A2 CN 1175704 A KR 10-1998-0018849 A	
JP	11-231304	A	27.08.1999	(ファミリーなし)	
WO	2017/030176	A1	23.02.2017	(ファミリーなし)	
WO	2017/169696	A1	05.10.2017	US 2019/0033634 A1 [0254]-[0286], 図2-7 KR 10-2018-0116412 A CN 108885293 A	