(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
2025年3月6日(06.03.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/047594 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 5/30 (2006.01) *G09F 9/00* (2006.01)
G02B 5/18 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/029937

(22) 国際出願日： 2024年8月23日(23.08.2024)

(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 2023-137250 2023年8月25日(25.08.2023) 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２６番３０号 Tokyo (JP).

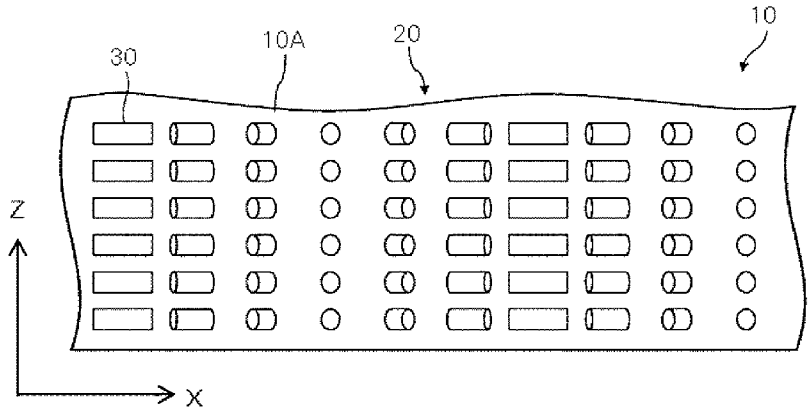
(72) 発明者: 丸山 輝(**MARUYAMA Akira**); 〒2500193 神奈川県南足柄市中沼２１０番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 鈴木 雅明(**SUZUKI Masaaki**); 〒2500193 神奈川県南足柄市中沼２１０番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 伊藤 京(**ITO Misato**); 〒2500193 神奈川県南足柄市中沼２１０番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 小玉 啓祐(**KODAMA Keisuke**); 〒2500193 神奈川県南足柄市中沼２１０番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 伊東 秀明, 外(**ITOH 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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,

(54) **Title:** OPTICALLY ANISOTROPIC LAYER, OPTICAL ELEMENT, AND IMAGE DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称： 光学異方性層、光学素子、画像表示装置



(57) **Abstract:** The present invention addresses the problem of providing an optical anisotropic layer excellent in zero-order light suppression performance. The present invention also addresses the problem of providing an optical element provided with the optically anisotropic layer, and an image display device. This optically anisotropic layer is formed using a composition containing a liquid crystal compound, the optically anisotropic layer having a liquid crystal alignment pattern in which the orientation of an optical axis derived from the liquid crystal compound changes while continuously rotating along at least one direction in the plane, and having a region A in which the length of one period is 0.2-20.0 μm, where the one period is the length over which the orientation of the optical axis rotates by 180° in the plane in the one direction, the surface corresponding to the region A of the optically anisotropic layer having an uneven structure, and the maximum height of the uneven structure in the one direction being 60 nm or less.

WO 2025/047594 A1

［続葉有］

SL, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)）

(57) 要約：本発明は、０次光の抑制性能に優れる光学異方性層を提供することを課題とする。また、本発明は、上記光学異方性層を備える光学素子、および、画像表示装置を提供することも課題とする。 本発明の光学異方性層は、液晶化合物を含む組成物を用いて形成される光学異方性層であって、上記光学異方性層が、上記液晶化合物に由来する光学軸の向きが面内の少なくとも１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、上記１方向において上記光学軸の向きが面内で１８０°回転する長さを１周期とした際に、上記１周期の長さが０．２～２０．０μｍである領域Ａを有し、上記光学異方性層の上記領域Ａに対応する表面が、凹凸構造を有し、上記１方向における上記凹凸構造の最大高さが６０ｎｍ以下である。

明　細　書

発明の名称 ： 光学異方性層、光学素子、画像表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、光学異方性層、光学素子および画像表示装置に関する。

背景技術

[0002] 光の方向を制御する光学素子は多くの光学デバイスあるいはシステムで利用されている。

例えば、液晶表示装置のバックライト、実際に見ている光景に、仮想の映像および各種の情報等を重ねて表示する、ＡＲ（Augmented Reality（拡張現実））グラス等のヘッドマウントディスプレイ（ＨＭＤ（Head Mounted Display））、プロジェクター、ビームステアリング、物体の検出および物体との距離の測定等を行うためのセンサー等、様々な光学デバイスで光の方向を制御する光学素子が用いられている。

[0003] 液晶化合物を含む組成物を用いて形成された光学異方性層は、上記のような光学素子、中でも、回折素子および波長選択反射層等の用途に用いられる光学部材として知られている。光学異方性層は、液晶化合物を所定の配向状態に配向させることにより形成される。

[0004] 例えば、特許文献１には、偏光に敏感な光配向層と、光配向層の上に配置された液晶組成物とを含む偏光回折格子であって、異方性配向パターンが光配向層内に配置され、液晶組成物が配向パターンにより配向させられる、偏光回折格子に関する技術が開示されている。この偏光回折格子が有する配向パターンは平面内の少なくとも１つの直線に沿って周期的に変化する。このような面内で液晶配向パターンが変化する光学異方性層を利用することで、薄型で、入射した光の透過方向を制御する光学素子が実現できる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特表２００８－５３２０８５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献１に記載されているような、面内の少なくとも１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する偏光回折素子について、画像表示装置への適用が検討されている。

本発明者らは、特許文献１に記載を参照しながら上記偏光回折素子を用いたヘッドマウントディスプレイ（ＨＭＤ）について検討したところ、ＨＭＤに用いた際に迷光（ゴースト）が発生する場合があることを知見した。さらに本発明者らが検討を重ねたところ、偏光回折素子を透過した０次光が、迷光となって観察者に観察される可能性があることを知見した。

[0007] 本発明は、上記実情に鑑みて、０次光の抑制性能に優れる光学異方性層を提供することを課題とする。また、本発明は、上記光学異方性層を備える光学素子、および、画像表示装置を提供することも課題とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明者らは、従来技術の問題点について鋭意検討した結果、以下の構成により上記課題を解決できることを見出した。

〔１〕

液晶化合物を含む組成物を用いて形成される光学異方性層であって、上記光学異方性層が、上記液晶化合物に由来する光学軸の向きが面内の少なくとも１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、上記１方向において上記光学軸の向きが面内で１８０°回転する長さを１周期とした際に、上記１周期の長さが０．２～２０．０μｍである領域Ａを有し、上記光学異方性層の上記領域Ａに対応する表面が、凹凸構造を有し、上記１方向における上記凹凸構造の最大高さが６０ｎｍ以下である、光学異方性層。

〔２〕

上記液晶化合物がトラン構造を有する、〔１〕に記載の光学異方性層。

〔３〕

上記トラン構造を有する液晶化合物がスルフィド結合をさらに有する、〔２〕に記載の光学異方性層。

〔４〕

上記液晶化合物が、重合性基を２個以上有する多官能重合性液晶化合物、および、重合性基を１個有する単官能重合性液晶化合物を含む、〔１〕に記載の光学異方性層。

〔５〕

上記組成物がチオール化合物およびフェノール化合物からなる群より選択される少なくとも１つを含む、〔１〕に記載の光学異方性層。

〔６〕

上記１周期の長さをΛ（μｍ）、上記凹凸構造の最大高さをｄ（ｎｍ）とした際、Λおよびｄから下記式（１）を用いて算出される値αが、５０以下である、〔１〕に記載の光学異方性層。　　$\alpha = (\Lambda)^{1/2} \times d$　　（１）

〔７〕

上記αが４０以下である、〔６〕に記載の光学異方性層。

〔８〕

〔１〕～〔７〕のいずれかに記載の光学異方性層を備える、光学素子。

〔９〕

〔８〕に記載の光学素子と、上記光学素子に画像を照射する表示素子と、を備える画像表示装置。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、０次光の抑制性能に優れる光学異方性層を提供できる。また、本発明によれば、上記光学異方性層を備える光学素子、および、画像表示装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の光学異方性層の一例を概念的に示す断面図である。

[図2]図１に示す光学異方性層の平面図である。

[図3]本発明の光学異方性層の作用の一例を概念的に示す断面図である。

[図4]本発明の光学異方性層の作用の他の例を概念的に示す断面図である。

[図5]配向パターンを形成する露光装置の一例を概念的に示す図である。

[図6]本発明の光学異方性層の他の例を概念的に示す平面図である。

[図7]配向パターンを形成する露光装置の他の例を概念的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明について、添付の図面に示される態様を参照しながら詳細に説明する。

以下に記載する構成要件の説明は、本発明の代表的な実施態様に基づいてなされることがあるが、本発明はそのような実施態様に限定されるものではない。

各図面においては、視認及び説明をより容易にするため、構成要素の縮尺は実際のものとは適宜異ならせてある。

[0012] 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値および上限値として含む範囲を意味する。

本明細書において、各成分は、各成分に該当する物質を１種単独で用いても、２種以上を併用してもよい。ここで、各成分について２種以上の物質を併用する場合、その成分についての含有量とは、特段の断りが無い限り、併用した物質の合計の含有量を指す。

本明細書において、組成物の「固形分」とは、組成物を用いて形成される組成物層を形成する成分を意味し、組成物が溶剤（有機溶剤、水等）を含む場合、溶剤を除いたすべての成分を意味する。また、組成物層を形成する成分であれば、液体状の成分も固形分とみなす。

本明細書において、「（メタ）アクリレート」は、アクリレートおよびメタクリレートの一方または両方の意味で使用される。「（メタ）アクリロイル基」は、アクリロイル基およびメタクリロイル基の一方または両方の意味で使用される。「（メタ）アクリル」は、アクリルおよびメタクリルの一方または両方の意味で使用される。

[0013] 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、「全部」、「いずれも」および「全面」等というとき、１００％である場合のほか、技術分野で一般的に許容される誤差範囲を含み、例えば９９％以上、９５％以上、または９０％以上である場合を含むものとする。

また、角度について「直交」または「垂直」とは、９０°±５°の範囲を意味するものとして、「平行」とは、０°±５°の範囲を意味するものとする。同様に、角度については、特に記載がなければ、厳密な角度との差異が５度以内の範囲内であることを意味する。上記の角度の差異は、４度以内であることが好ましく、３度以内であることがより好ましい。

[0014] 本明細書において、可視光は、電磁波のうち、ヒトの目で見える波長の光であり、３８０～７８０ｎｍの波長領域の光である。紫外光は１０ｎｍ以上３８０ｎｍ未満の波長領域の光であり、赤外光は７８０ｎｍを超える波長領域の光である。

また、これに制限されるものではないが、可視光のうち、４２０～４９０ｎｍの波長領域の光は青色（Ｂ）光であり、４９５～５７０ｎｍの波長領域の光は緑色（Ｇ）光であり、６２０～７５０ｎｍの波長領域の光は赤色（Ｒ）光である。

[0015] 本明細書において、Ｒｅ（λ）は、波長λにおける面内のレタデーションを表す。特に記載がないときは、波長λは、５５０ｎｍとする。

本明細書において、Ｒｅ（λ）は、ＡｘｏＳｃａｎ（Ａｘｏｍｅｔｒｉｃｓ社製）において、波長λで測定した値である。ＡｘｏＳｃａｎにて平均屈折率（（ｎｘ＋ｎｙ＋ｎｚ）／３）と膜厚（ｄ（μｍ））を入力することにより、

遅相軸方向（°）

Ｒｅ（λ）＝Ｒ０（λ）

が算出される。

なお、Ｒ０（λ）は、ＡｘｏＳｃａｎで算出される数値として表示されるものであるが、Ｒｅ（λ）を意味している。

[0016] また、本明細書において、層の厚みは、特に断りのない限り、ミクロトームによって切断した断面をＳＥＭ（走査型電子顕微鏡）またはＴＥＭ（透過型電子顕微鏡）で観察し、１０点で計測した厚みの平均値を用いた値である。

[0017] ［光学異方性層］

本発明の光学異方性層は、液晶化合物を含む組成物を用いて形成される光学異方性層であって、液晶化合物に由来する光学軸の向きが面内の少なくとも１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する。また、本発明の光学異方性層は、この１方向において光学軸の向きが面内で１８０°回転する長さを１周期とした際に、１周期の長さが０．２～２０．０μｍである領域Ａを有し、光学異方性層の領域Ａに対応する表面が凹凸構造を有し、上記１方向における凹凸構造の最大高さが６０ｎｍ以下である。

[0018] 図１および図２に、本発明の光学異方性層の一例を概念的に示す。

図２は、図１に示す光学異方性層の平面図である。すなわち、図２は、光学異方性層１０を、厚さ方向（図１において矢印Ｚで示す方向）から見た図である。言い換えれば、図２は、光学異方性層１０を主面と直交する方向から見た図である。また、図１は、図２中のＡ－Ａ線での断面図である。

図２では、本発明の光学異方性層１０の構成を明確に示すために、光学異方性層１０の表面の液晶化合物３０のみを示している。しかしながら、光学異方性層１０は、図１に示されるように、厚さ方向に液晶化合物３０が積み重ねられた構造を有する。

[0019] 光学異方性層１０は、液晶化合物３０を含む組成物を用いて形成されたものである。

光学異方性層１０は、光学異方性層１０の面内において、液晶化合物３０に由来する光学軸３０Ａの向きが１方向に連続的に回転しながら変化する液晶配向パターンを有する。図２に示す態様では、液晶化合物３０に由来する光学軸３０Ａの向きが、矢印Ｘで示す１方向に沿って反時計回りに連続的に

回転しながら変化しているが、本発明はこの態様には特に制限されず、液晶化合物に由来する光学軸の向きが１方向に沿って時計回りに連続的に回転しながら変化していてもよい。

なお、液晶化合物３０に由来する光学軸３０Ａとは、液晶化合物３０において屈折率が最も高くなる軸、いわゆる遅相軸である。例えば、液晶化合物３０が棒状液晶化合物である場合には、光学軸３０Ａは、棒形状の長軸方向に沿っている。

図１に示すように、本発明の光学異方性層１０において、上記領域Ａに対応する表面１０Ａには、凹凸構造２０が形成されている。領域Ａおよび凹凸構造２０については、後ほど詳しく説明する。

[0020] 以下の説明では、液晶化合物に由来する光学軸を、「液晶化合物の光学軸」または単に「光学軸」ともいう。また、以下の説明では、光学異方性層において、液晶化合物に由来する光学軸の向きが連続的に回転しながら変化している面内の１方向、および、矢印Ｘで示す方向を、単に「Ｘ方向」ともいう。

光学異方性層１０において、液晶化合物３０は、それぞれ、光学異方性層１０において、Ｘ方向、および、Ｘ方向と直交する、矢印Ｙで示す方向（以下、「Ｙ方向」ともいう。）を含む面内に二次元的に配向している。図１では、Ｙ方向は、紙面に垂直な方向となる。

また、図１において矢印Ｚで示す方向（以下、「Ｚ方向」ともいう。）は、光学異方性層１０の厚み方向であり、光学異方性層１０において、Ｘ方向およびＹ方向に垂直な方向でもある。図２では、Ｚ方向は、紙面に垂直な方向となる。

[0021] 図２に、光学異方性層１０の平面図を概念的に示す。

光学異方性層１０は、光学異方性層１０の面内において、液晶化合物３０に由来する光学軸３０Ａの向きが、Ｘ方向に沿って連続的に回転しながら変化する液晶配向パターンを有する。

液晶化合物３０の光学軸３０Ａの向きがＸ方向（所定の１方向）に連続的

に回転しながら変化しているとは、具体的には、Ｘ方向に沿って配列されている液晶化合物３０の光学軸３０Ａと、Ｘ方向とが成す角度が、Ｘ方向の位置によって異なっており、Ｘ方向に沿って、光学軸３０ＡとＸ方向とが成す角度がθからθ＋１８０°あるいはθ－１８０°まで、順次、変化していることを意味する。

なお、Ｘ方向に互いに隣接する液晶化合物３０の光学軸３０Ａの角度の差は、４５°以下が好ましく、１５°以下がより好ましく、より小さい角度がさらに好ましい。

また、本発明において、Ｘ方向に互いに隣接する液晶化合物３０の光学軸３０Ａがなす角度が小さくなる向きに液晶化合物が回転しているものとする。従って、図１および図２に示す光学異方性層１０においては、液晶化合物３０の光学軸３０Ａは、Ｘ方向に沿って、左回り（反時計回り）に回転している。

[0022] 一方、光学異方性層１０を形成する液晶化合物３０は、Ｘ方向と直交するＹ方向、すなわち光学軸３０Ａが連続的に回転する１方向と直交するＹ方向では、光学軸３０Ａの向きが等しい。

言い換えれば、光学異方性層１０を形成する液晶化合物３０において、Ｙ方向に配列される液晶化合物３０同士では、光学軸３０Ａの向きとＸ方向とが成す角度が等しい。

[0023] 光学異方性層１０において、Ｙ方向に配列される液晶化合物３０について、光学軸３０ＡとＸ方向（液晶化合物３０の光学軸の向きが回転する１方向）とが成す角度が等しい。この光学軸３０ＡとＸ方向とが成す角度が等しい液晶化合物３０が、Ｙ方向に配置された領域を、領域Ｒとする。

この場合に、それぞれの領域Ｒにおける面内レタデーション（Ｒｅ）の値は、半波長すなわちλ／２が好ましい。これらの面内レタデーションは、領域Ｒの屈折率異方性に伴う屈折率差Δｎと光学異方性層の厚さとの積により算出される。ここで、光学異方性層における領域Ｒの屈折率異方性に伴う屈折率差とは、領域Ｒの面内における遅相軸の方向の屈折率と、遅相軸の方向

に直交する方向の屈折率との差により定義される屈折率差である。すなわち、領域Ｒの屈折率異方性に伴う屈折率差Δｎは、光学軸３０Ａの方向の液晶化合物３０の屈折率と、領域Ｒの面内において光学軸３０Ａに垂直な方向の液晶化合物３０の屈折率との差に等しい。つまり、上記屈折率差Δｎは、液晶化合物の屈折率差に等しい。

[0024] このような液晶化合物３０の液晶配向パターンにおいて、面内で光学軸３０Ａの向きが連続的に回転して変化するＸ方向における、液晶化合物３０の光学軸３０Ａが１８０°回転する長さ（距離）を、液晶配向パターンにおける１周期の長さΛとする。言い換えれば、液晶配向パターンにおける１周期の長さは、液晶化合物３０の光学軸３０ＡとＸ方向とのなす角度がθからθ＋１８０°となるまでの距離により定義される。

すなわち、Ｘ方向に対する角度が等しい２つの液晶化合物３０の、Ｘ方向の中心間の距離を、１周期の長さΛとする。具体的には、図１および図２に示すように、Ｘ方向と光学軸３０Ａの方向とが一致する２つの液晶化合物３０の、Ｘ方向の中心間の距離を、１周期の長さΛとする。以下の説明では、この１周期の長さΛを『１周期Λ』ともいう。

本発明の光学異方性層１０が有する液晶配向パターンにおいては、この１周期Λが、Ｘ方向、すなわち光学軸３０Ａの向きが連続的に回転して変化する１方向において繰り返される。

[0025] 本発明の光学異方性層は、上記液晶配向パターンにおける１周期Λが０．２～２０．０μｍである領域Ａを有する。領域Ａは、光学異方性層が有する液晶配向パターンの一部であってよく、液晶配向パターンの全面であってもよいが、光学異方性層の液晶配向パターンの全面が領域Ａであることが好ましい。

光学異方性層の少なくとも一部が領域Ａである限り、光学異方性層における上記１周期Λは、全面に亘って一様である必要はない。すなわち、光学異方性層は、面内において１周期Λが異なる領域を有していてもよい。

[0026] 光学異方性層および領域Ａにおいて、１周期Λは、０次光の抑制性能がよ

り優れる点で、１０μｍ以下が好ましく、５μｍ以下がより好ましい。１周期Λの下限は特に制限されないが、０．５μｍ以上が好ましい。

[0027] また、光学異方性層は、Ｘ方向において光学軸の向きが回転している液晶配向パターンが一部に形成されていればよく、光学軸の向きが一定の領域を備えていてもよい。

[0028] 光学異方性層が有する液晶配向パターンにおいて、Ｘ方向の向き、および、Ｘ方向に沿って液晶化合物由来の光学軸が１８０°回転する１周期の長さΛは、偏光顕微鏡を用いて光学異方性層を観察することにより、或いは、原子間力顕微鏡（ＡＦＭ：atomic force microscopy）を用いて光学異方性層のＺ方向を含む断面を観察することにより、測定できる。

[0029] ＜凹凸構造＞

本発明の光学異方性層１０は、１周期Λが０．２～２０．０μｍである領域Ａに対応する表面１０Ａに、Ｘ方向における最大高さが６０ｎｍ以下である凹凸構造２０を有している。

このような凹凸構造２０を光学異方性層１０の表面１０Ａに有することにより、光学異方性層１０において回折される透過光において、所望の旋回方向の円偏光（例えば左円偏光）とは旋回方向が逆の円偏光（例えば右円偏光）の成分、すなわち、０次光を抑制できるものと考えられる。

[0030] 光学異方性層１０の領域Ａに対応する表面１０Ａが有する凹凸構造２０のＸ方向における最大高さ（以下、「凹凸構造の最大高さｄ」ともいう。）は、光学異方性層１０の表面のＸ方向に沿った形状を表す粗さ曲線における、最も高い位置と低い位置との差を意味する。

凹凸構造の最大高さｄは、０次光の抑制性能がより優れる点で、３０ｎｍ以下が好ましく、２０ｎｍ以下がより好ましい。

下限値は特に制限されず、例えば１ｎｍ以上であってよい。

[0031] 凹凸構造の最大高さｄは、光学異方性層の形成に用いられる、液晶化合物を含む組成物の組成、および、上記組成物を用いて光学異方性層を形成する際の硬化条件等により、調整できる。

[0032] 凹凸構造の形状は特に制限されないが、領域Ａに対応する表面において、Ｘ方向に沿って凸部と凹部が周期的に繰り返される周期構造を有することが好ましい。

凹凸構造がＸ方向において上記周期構造を有する場合、凸部と凹部が周期的に繰り返される周期構造の１周期の長さ（以下、「凹凸構造の１周期の平均長さＰ」ともいう。）は、液晶配向パターンの１周期Λと等しいことが好ましい。

ここで、「凹凸構造の１周期の平均長さＰと液晶配向パターンの１周期Λが等しい」とは、下記式（Ａ）を用いて算出される値の絶対値が５％以下であることを意味する。

｛（液晶配向パターンの１周期Λ）－（凹凸構造の１周期の平均長さＰ）｝／（液晶配向パターンの１周期Λ）×１００　　（Ａ）

[0033] なお、凹凸構造の１周期の平均長さＰは、凸部と凹部が周期的に繰り返される周期構造において、隣接する２つの凸部間または隣接する２つの凹部間の距離を意味する。より厳密には、Ｘ方向における凹凸構造の表面形状を示す粗さ曲線から、隣接する２つの凸部（または凹部）のそれぞれにおける極大値（または極小値）を示す位置を決定し、次いで、両位置間の距離を算出することにより、凹凸構造の１周期の平均長さＰが求められる。

凹凸構造の１周期の平均長さＰの絶対値は、例えば、０．２～２０．０μｍであり、０．２～１０μｍが好ましく、０．５～５μｍがより好ましい。

[0034] 光学異方性層の表面に形成された凹凸構造の最大高さｄおよび１周期の平均長さＰを含む形状は、非接触表面・層断面形状計測システムＶｅｒｔＳｃａｎ（株式会社日立ハイテク製）および内蔵されているデータ解析ソフト（ＶＳ－Ｍｅａｓｕｒｅ）により、測定できる。凹凸構造の形状の詳しい測定方法については、後述する実施例において詳しく説明する。

[0035] ＜α＞

光学異方性層が有する１周期Λおよび凹凸構造の最大高さｄについて、１周期Λの単位を「μｍ」、凹凸構造の最大高さｄの単位を「ｎｍ」とした際

、Λおよびｄから下記式（１）を用いて算出される値αが、５０以下であることが好ましく、４０以下であることがより好ましい。

$$\alpha = (\Lambda)^{1/2} \times d \qquad (1)$$

値αが上記の範囲にあると、０次光の抑制性能がより優れるためである。

値αの下限値は特に制限されず、例えば１以上であってよい。

[0036] 光学異方性層の厚みは特に制限されないが、液晶化合物由来の光学軸の向きが面内で１８０°回転する１周期の長さの最小値の１／４倍よりも大きいことが好ましい。上限は特に制限されないが、上記１周期の長さの最小値の２倍以下の場合が多い。

光学異方性層の厚みは特に制限されないが、０．１μｍ以上が好ましく、０．５μｍ以上がより好ましく、１．５μｍ以上がさらに好ましい。上限は特に制限されないが、２０μｍ以下が好ましく、１５μｍ以下がより好ましい。

[0037] ＜光学異方性層の作用＞

本発明の光学異方性層は、例えば、入射した円偏光を透過し、光学軸が連続的に回転している方向に屈折（回折）させる機能を有する。すなわち、光学異方性層は、円偏光を透過し、かつ、この透過光を回折する透過型の光学異方性層（液晶回折格子）として使用できる。この場合、入射する円偏光の旋回方向に応じて回折する方向が異なる。また、上記光学異方性層は、透過した円偏光の旋回方向を逆方向に変化させる。

この作用を、図３および図４に概念的に示す。なお、光学異方性層は、液晶化合物の屈折率差と光学異方性層の厚さとの積の値がλ／２であるとする。

図３に示すように、光学異方性層の液晶化合物の屈折率差と光学異方性層の厚さとの積の値がλ／２の場合に、光学異方性層に左円偏光である入射光L_1が入射すると、入射光L_1は、光学異方性層を通過することにより１８０°の位相差が与えられて、透過光L_2は、右円偏光に変換される。

また、光学異方性層に形成された液晶配向パターンは、Ｘ方向に周期的な

パターンであるため、透過光Ｌ$_2$は、入射光Ｌ$_1$の進行方向とは異なる方向に進行する。このように、左円偏光の入射光Ｌ$_1$は、入射方向に対してＸ方向に一定の角度だけ傾いた、右円偏光の透過光Ｌ$_2$に変換される。図３に示す例では、透過光Ｌ$_2$は、右下方向に進行するように回折されている。

[0038] 一方、図４に示すように、光学異方性層の液晶化合物の屈折率差と光学異方性層の厚さとの積の値がλ／２のとき、光学異方性層に右円偏光の入射光Ｌ$_4$が入射すると、入射光Ｌ$_4$は、光学異方性層を通過することにより、１８０°の位相差が与えられて、左円偏光の透過光Ｌ$_5$に変換される。

また、光学異方性層に形成された液晶配向パターンは、Ｘ方向に周期的なパターンであるため、透過光Ｌ$_5$は、入射光Ｌ$_4$の進行方向とは異なる方向に進行する。このとき、透過光Ｌ$_5$は透過光Ｌ$_2$と異なる方向、つまり、入射方向に対してＸ方向とは逆の方向に進行する。このように、入射光Ｌ$_4$は、入射方向に対してＸ方向とは逆の方向に一定の角度だけ傾いた左円偏光の透過光Ｌ$_5$に変換される。図４に示す例では、透過光Ｌ$_5$は、左下方向に進行するように回折されている。

[0039] 上述のとおり、光学異方性層は、形成された液晶配向パターンの１周期Λの長さによって、透過光Ｌ$_2$およびＬ$_5$の屈折の角度を調節できる。具体的には、光学異方性層は、液晶配向パターンの１周期Λが短いほど、互いに隣接した液晶化合物３０を通過した光同士が強く干渉するため、透過光Ｌ$_2$およびＬ$_5$を大きく屈折させることができる。

[0040] また、Ｘ方向に沿って回転する、液晶化合物３０の光学軸の回転方向を逆方向にすることにより、透過光の屈折の方向を逆方向に変えることができる。具体的には、図３および図４において、Ｘ方向に向かう光学軸の回転方向が反時計回りである場合、光学異方性層に図中上側から入射する左円偏光は、光学異方性層を通過することにより右円偏光に変換され、かつ、図中左下方向に進行するように回折される。また、光学異方性層に図中上側から入射する右円偏光は、光学異方性層を通過することにより左円偏光に変換され、かつ、図中右下方向に進行するように回折される。

[0041] ＜光学異方性層の形成方法＞

光学異方性層は、液晶化合物を含む液晶組成物を、液晶化合物を所定の液晶配向パターンに配向するための配向膜上に塗布して、液晶化合物由来の光学軸の向きが面内の少なくとも１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形成し、これを層状に固定して形成できる。

[0042] （支持体）

光学異方性層、および、光学異方性層の形成に用いる配向膜は、支持体により支持されていることが好ましい。配向膜および光学異方性層を支持する支持体としては、配向膜および光学異方性層を支持できるものであれば、各種のシート状物（フィルム、板状物）が利用可能である。

なお、支持体は、回折する光に対する透過率が５０％以上であることが好ましく、７０％以上であることがより好ましく、８５％以上であることがさらに好ましい。

[0043] 支持体の厚さは特に制限されず、光学素子の用途および支持体の形成材料等に応じて、配向膜および光学異方性層を支持できる厚さを、適宜、設定すればよい。

支持体の厚さは、１～１０００μｍが好ましく、３～２５０μｍがより好ましく、５～１５０μｍがさらに好ましい。

[0044] 支持体は単層であっても、多層であってもよい。

単層である場合の支持体としては、ガラス、トリアセチルセルロース（ＴＡＣ）、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）、ポリカーボネート、ポリ塩化ビニル、アクリル、および、ポリオレフィン等からなる支持体が例示される。多層である場合の支持体の例としては、上述の単層の支持体のいずれかを基板として含み、この基板の表面に他の層を設けたもの等が例示される。

[0045] （配向膜）

配向膜は、光学異方性層を形成する際に、液晶化合物３０を所定の液晶配向パターンに配向するための膜である。

上述のとおり、本発明の光学異方性層は、液晶化合物３０に由来する光学軸３０Ａ（図２参照）の向きが、面内の１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する。従って、配向膜は、光学異方性層が、この液晶配向パターンを形成できるように、形成される。

以下の説明では、『光学軸３０Ａの向きが回転』を単に『光学軸３０Ａが回転』とも言う。

[0046] 配向膜は、公知の各種のものが利用可能である。

例えば、ポリマーなどの有機化合物からなるラビング処理膜、無機化合物の斜方蒸着膜、マイクログルーブを有する膜、並びに、ω－トリコサン酸、ジオクタデシルメチルアンモニウムクロライドおよびステアリル酸メチル等の有機化合物のラングミュア・ブロジェット法によるＬＢ（Langmuir-Blodgett：ラングミュア・ブロジェット）膜を累積させた膜、等が例示される。

[0047] ラビング処理による配向膜は、ポリマー層の表面を紙または布で一定方向に数回こすることにより形成できる。

配向膜に使用する材料としては、ポリイミド、ポリビニルアルコール、特開平９－１５２５０９号公報に記載された重合性基を有するポリマー、特開２００５－９７３７７号公報、特開２００５－９９２２８号公報、および、特開２００５－１２８５０３号公報記載の配向膜１８等の形成に用いられる材料が好ましい。

[0048] 配向膜は、光配向性の素材に偏光または非偏光を照射して配向膜とした、いわゆる光配向膜が好適に利用される。すなわち、配向膜として、支持体上に、光配向材料を塗布して形成した光配向膜が、好適に利用される。

偏光の照射は、光配向膜に対して、垂直方向また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。

[0049] 本発明に利用可能な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２

００７－１２１７２１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号公報および特許第４１５１７４６号公報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号公報および特開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／またはアルケニル置換ナジイミド化合物、特許第４２０５１９５号および特許第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号公報および特許第４１６２８５０号に記載の光架橋性ポリイミド、光架橋性ポリアミドおよび光架橋性ポリエステル、並びに、特開平９－１１８７１７号公報、特表平１０－５０６４２０号公報、特表２００３－５０５５６１号公報、国際公開第２０１０／１５０７４８号、特開２０１３－１７７５６１号公報および特開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、カルコン化合物およびクマリン化合物等が、好ましい例として例示される。

中でも、アゾ化合物、光架橋性ポリイミド、光架橋性ポリアミド、光架橋性ポリエステル、シンナメート化合物、および、カルコン化合物は、好適に利用される。

[0050] 配向膜の厚さは特に制限されず、配向膜の形成材料に応じて、必要な配向機能を得られる厚さを、適宜、設定すればよい。

配向膜の厚さは、０．０１～５μｍが好ましく、０．０５～２μｍがより好ましい。

[0051] 配向膜の形成方法は特に制限されず、配向膜の形成材料に応じた公知の方法が、各種、利用可能である。一例として、配向膜を支持体の表面に塗布して乾燥させた後、配向膜をレーザ光によって露光して、配向パターンを形成する方法が例示される。

[0052] 図５に、配向膜を露光して配向パターンを形成する露光装置の一例を概念

的に示す。

図５に示す露光装置６０は、レーザ６２を備えた光源６４と、レーザ６２が出射したレーザ光Ｍの偏光方向を変えるλ／２板６５と、レーザ６２が出射したレーザ光Ｍを光線ＭＡおよびＭＢの２つに分離するビームスプリッター６８と、分離された２つの光線ＭＡおよびＭＢの光路上にそれぞれ配置されたミラー７０Ａおよび７０Ｂと、λ／４板７２Ａおよび７２Ｂと、を備える。

光源６４は直線偏光$Ｐ_0$を出射する。λ／４板７２Ａは、直線偏光$Ｐ_0$（光線ＭＡ）を右円偏光$Ｐ_R$に、λ／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。

[0053] 配向パターンを形成される前の配向膜１８を有する支持体１２が露光部に配置され、２つの光線ＭＡと光線ＭＢとを配向膜１８上において交差させて干渉させ、その干渉光を配向膜１８に照射して露光する。

この際の干渉により、配向膜１８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。これにより、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）が得られる。

露光装置６０においては、２つの光線ＭＡおよびＭＢの交差角θを変化させることにより、配向パターンの周期を調節できる。すなわち、露光装置６０においては、交差角θを調節することにより、液晶化合物３０に由来する光学軸３０Ａが１方向に沿って連続的に回転する配向パターンにおいて、光学軸３０Ａが１８０°回転する１周期の長さ（１周期Λ）を調節できる。

このような配向状態が周期的に変化した配向パターンを有する配向膜１８上に、光学異方性層を形成することにより、液晶化合物３０に由来する光学軸３０Ａが１方向に沿って連続的に回転する液晶配向パターンを有する、光学異方性層を形成できる。

また、λ／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、光学軸３０Ａの回転方向を逆にすることができる。

[0054] 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光学異方性層中の液晶化合物の光学軸の向きが面内の少なくとも１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１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１方向に沿って漸次変化して観測される。

[0055] なお、本発明において、配向膜は、好ましい態様として設けられるものであり、必須の構成要件ではない。

例えば、支持体をラビング処理する方法、支持体をレーザ光等で加工する方法等によって、支持体に配向パターンを形成することにより、光学異方性層が、液晶化合物３０に由来する光学軸３０Ａの向きが面内の少なくとも１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する構成とすることも、可能である。すなわち、本発明においては、支持体を配向膜として作用させてもよい。

[0056] （光学異方性層の形成）

光学異方性層は、液晶化合物由来の光学軸の向きが面内の少なくとも１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形成し、これを層状に固定化（硬化）することにより、形成できる。

固定化された液晶配向パターンは、液晶化合物の配向が保持されている構造であればよく、典型的には、重合性液晶化合物を液晶配向パターンに沿った配向状態としたうえで、紫外線照射、加熱等によって重合、硬化し、流動性が無い層を形成して、同時に、外場または外力によって配向形態に変化を生じさせることない状態に変化した構造が好ましい。

なお、固定化された液晶配向パターンにおいては、光学異方性層として機能する光学的性質が保持されていれば十分であり、光学異方性層において、液晶化合物は液晶性を示さなくてもよい。例えば、重合性液晶化合物は、硬化反応により高分子量化して、液晶性を失っていてもよい。

[0057] 本発明の光学異方性層は、液晶化合物を含む液晶組成物を用いて形成される。液晶化合物は重合性液晶化合物であることが好ましい。

光学異方性層の形成に用いる液晶組成物は、さらに界面活性剤、重合開始剤および架橋剤等を含んでいてもよい。

[0058] －－重合性液晶化合物－－

重合性液晶化合物は、棒状液晶化合物であっても、円盤状液晶化合物であってもよい。

光学異方性層を形成する棒状の重合性液晶化合物の例としては、棒状ネマチック液晶化合物が挙げられる。棒状ネマチック液晶化合物としては、アゾメチン類、アゾキシ類、シアノビフェニル類、シアノフェニルエステル類、安息香酸エステル類、シクロヘキサンカルボン酸フェニルエステル類、シアノフェニルシクロヘキサン類、シアノ置換フェニルピリミジン類、アルコキシ置換フェニルピリミジン類、フェニルジオキサン類、トラン類、および、アルケニルシクロヘキシルベンゾニトリル類等が好ましく用いられる。

また、液晶化合物としては、低分子液晶化合物および高分子液晶化合物のいずれも用いることができる。ここで「低分子液晶化合物」とは、化学構造中に繰り返し単位を有さない液晶化合物のことをいい、「高分子液晶化合物」とは、化学構造中に繰り返し単位を有する液晶化合物のことをいう。

[0059] 重合性液晶化合物は、重合性基を液晶化合物に導入することで得られる。重合性基は、特に制限されないが、ラジカル重合またはカチオン重合可能な重合性基が好ましい。

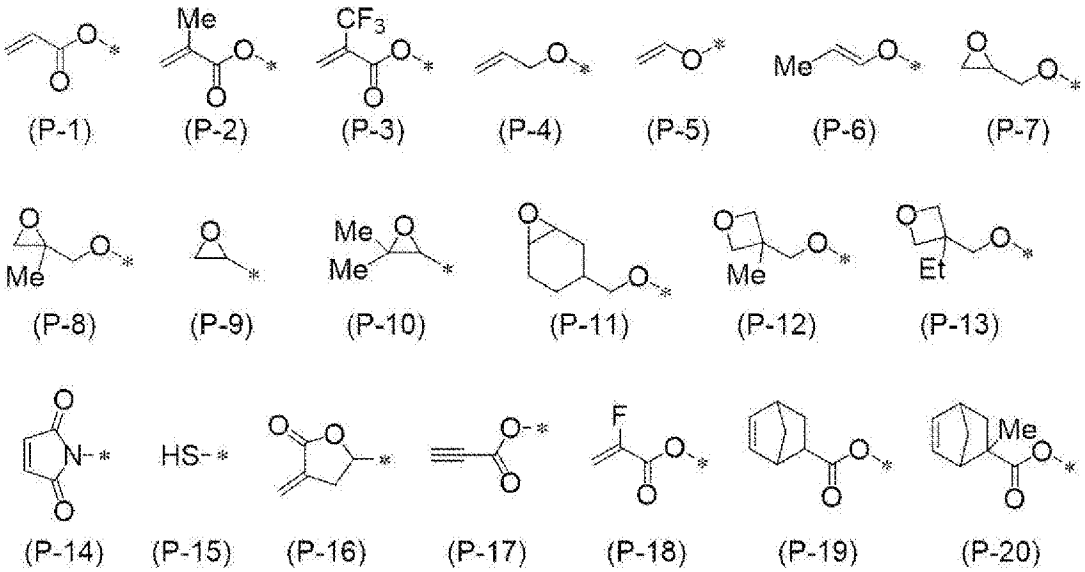
ラジカル重合性基としては、公知のラジカル重合性基を用いることができ、好適なものとして、（メタ）アクリロイルオキシ基が挙げられる。この場合、重合速度はアクリロイルオキシ基が一般的に速いことが知られており、

生産性向上の観点からアクリロイルオキシ基が好ましいが、メタクリロイルオキシ基も重合性基として同様に使用することができる。

カチオン重合性基としては、公知のカチオン重合性基を用いることができ、具体的には、脂環式エーテル基、環状アセタール基、環状ラクトン基、環状チオエーテル基、スピロオルソエステル基、および、ビニルオキシ基などを挙げることができる。中でも、脂環式エーテル基、または、ビニルオキシ基が好適であり、エポキシ基、オキセタニル基、または、ビニルオキシ基が特に好ましい。

特に好ましい重合性基の例としては、下記式（Ｐ－１）～（Ｐ－２０）のいずれかで表される重合性基が挙げられ、中でも、下記式（Ｐ－１）で表されるアクリロイルオキシ基または下記式（Ｐ－２）で表されるメタクリロイルオキシ基であることがより好ましい。

[0060] [化1]



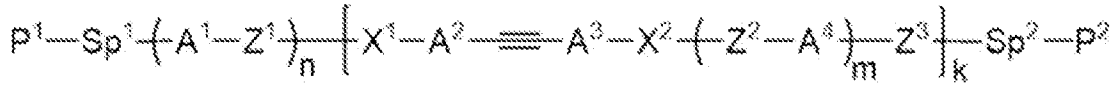
[0061] 重合性液晶化合物としては、例えば、特開２０１３－１１２６３１号公報、特開２０１０-７０５４３号公報、特許４７２５５１６号公報、特開２００１－３２８９７３号公報、特開２０１１－２０７９４２号公報、特開２０１２－００６９９６号公報、特開２０１２－００６８４３号公報、特表２００５－５３１６１８号公報、特表２００４－５３４１００号公報、特表２００８－５１２５０４号公報、特表２０１１－５１０９１５号公報、特表２０１

６－５０９２４７号公報、国際公開第２０１９／１８２１２９号などに記載された化合物が挙げられる。

[0062] 液晶化合物の種類は、液晶化合物由来の光学軸の向きが面内の少なくとも１方向に沿って連続的に回転しながら変化しているパターンで配向することが可能であれば特に制限されないが、光学異方性層の複屈折（屈折率差）Δｎが高く、光学異方性層の厚さを薄くできるため、光学異方性層の光学性能がより優れる点で、トラン構造（ジフェニルアセチレン構造）を有する液晶化合物（以下、「トラン型液晶化合物」ともいう。）が好ましい。トラン型液晶化合物としては、国際公開第２０１９／１８２１２９号に記載の化合物が好ましい。

また、トラン型液晶化合物としては、下記一般式（Ｉ）で表される化合物が好ましい。

[0063] [化2]



（Ｉ）

[0064] 一般式（Ｉ）中、

P^1およびP^2は、それぞれ独立に、水素原子、－ＣＮ、－ＮＣＳまたは重合性基を表す。ただし、P^1およびP^2の少なくとも一方は、重合性基を表す。P^1およびP^2はいずれも重合性基を表すことが好ましい。

Sp^1およびSp^2は、それぞれ独立に、単結合または２価の連結基を表す。ただし、Sp^1およびSp^2は、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基および脂肪族炭化水素環基からなる群より選ばれる少なくとも１つの基を含む２価の連結基を表すことはない。

Z^1、Z^2およびZ^3は、それぞれ独立に、単結合、－Ｏ－、－Ｓ－、－ＣＨＲ－、－ＣＨＲＣＨＲ－、－ＯＣＨＲ－、－ＣＨＲＯ－、－ＳＯ－、－SO_2－、－ＣＯＯ－、－ＯＣＯ－、－ＣＯ－Ｓ－、－Ｓ－ＣＯ－、－Ｏ－ＣＯ－Ｏ－、－ＣＯ－ＮＲ－、－ＮＲ－ＣＯ－、－ＳＣＨＲ－、－ＣＨＲＳ－、－

ＳＯ－ＣＨＲ－、－ＣＨＲ－ＳＯ－、－SO_2－ＣＨＲ－、－ＣＨＲ－SO_2－、－CF_2O－、－OCF_2－、－CF_2S－、－SCF_2－、－ＯＣＨＲＣＨＲＯ－、－ＳＣＨＲＣＨＲＳ－、－ＳＯ－ＣＨＲＣＨＲ－ＳＯ－、－SO_2－ＣＨＲＣＨＲ－SO_2－、－ＣＨ＝ＣＨ－ＣＯＯ－、－ＣＨ＝ＣＨ－ＯＣＯ－、－ＣＯＯ－ＣＨ＝ＣＨ－、－ＯＣＯ－ＣＨ＝ＣＨ－、－ＣＯＯ－ＣＨＲＣＨＲ－、－ＯＣＯ－ＣＨＲＣＨＲ－、－ＣＨＲＣＨＲ－ＣＯＯ－、－ＣＨＲＣＨＲ－ＯＣＯ－、－ＣＯＯ－ＣＨＲ－、－ＯＣＯ－ＣＨＲ－、－ＣＨＲ－ＣＯＯ－、－ＣＨＲ－ＯＣＯ－、－ＣＲ＝ＣＲ－、－ＣＲ＝Ｎ－、－Ｎ＝ＣＲ－、－Ｎ＝Ｎ－、－ＣＲ＝Ｎ－Ｎ＝ＣＲ－、－ＣＦ＝ＣＦ－または－Ｃ≡Ｃ－を表す。Ｒは水素原子または炭素原子数１～１０のアルキル基を表す。Ｒが複数存在する場合は、同一であっても異なっていてもよい。Z^1およびZ^2は、それぞれ複数存在する場合は、同一であっても異なっていてもよい。複数存在するZ^3は、同一であっても異なっていてもよい。ただし、Sp^2に連結したZ^3は、単結合を表す。

X^1およびX^2は、それぞれ独立に、単結合または－Ｓ－を表す。複数存在するX^1およびX^2は、それぞれ同一であっても異なっていてもよい。

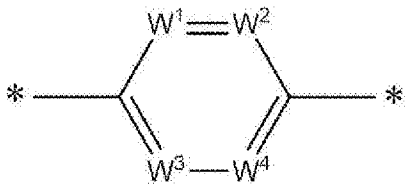
ｋは２～４の整数を表す。

ｍおよびｎは、それぞれ独立に、０～３の整数を表す。複数存在するｍは、同一であっても異なっていてもよい。

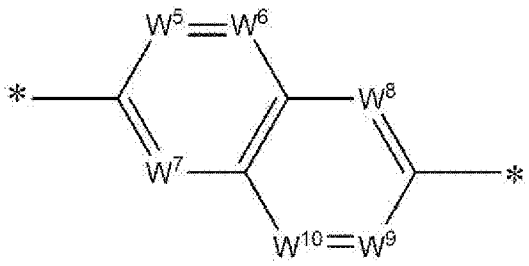
A^1、A^2、A^3およびA^4は、それぞれ独立に、下記一般式（Ｂ－１）～（Ｂ－７）のいずれかで表される基、または下記一般式（Ｂ－１）～（Ｂ－７）のいずれかで表される基を２つ以上３つ以下連結してなる基を表す。複数存在するA^2およびA^3は、それぞれ同一であっても異なっていてもよい。A^1およびA^4は、それぞれ複数存在する場合は、同一であっても異なっていてもよい。

[0065]

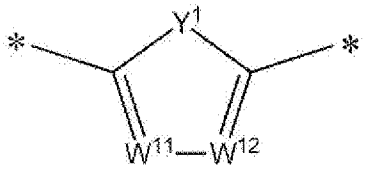
[化3]



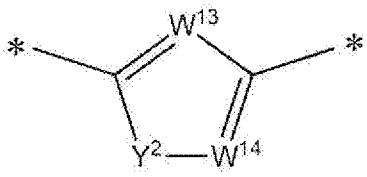
(B-1)



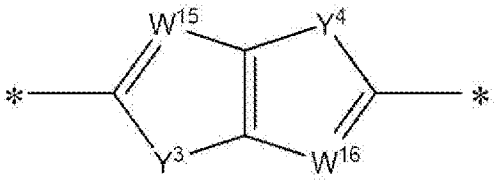
(B-2)



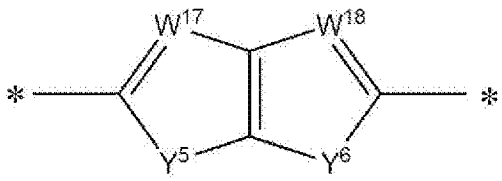
(B-3)



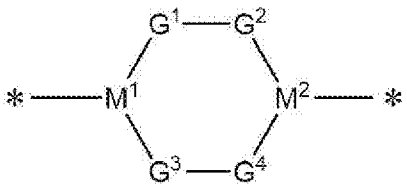
(B-4)



(B-5)



(B-6)



(B-7)

[0066] 一般式（Ｂ－１）～（Ｂ－７）中、

W^1～W^{18}は、それぞれ独立に、ＣＲ^{1}またはＮを表し、Ｒ^{1}は水素原子また

は下記置換基Ｌを表す。

Ｙ^{1}～Ｙ^{6}は、それぞれ独立に、ＮＲ^{2}、ＯまたはＳを表し、Ｒ^{2}は水素原子または下記置換基Ｌを表す。

Ｇ^{1}～Ｇ^{4}は、それぞれ独立に、ＣＲ^{3}Ｒ^{4}、ＮＲ^{5}、ＯまたはＳを表し、Ｒ^{3}～Ｒ^{5}は、それぞれ独立に、水素原子または下記置換基Ｌを表す。

Ｍ^{1}およびＭ^{2}は、それぞれ独立に、ＣＲ^{6}またはＮを表し、Ｒ^{6}は水素原子または下記置換基Ｌを表す。

＊は結合位置を表す。

置換基Ｌは、炭素原子数１～１０のアルキル基、炭素原子数１～１０のアルコキシ基、炭素原子数１～１０のアルキルアミノ基、炭素原子数１～１０のアルキルチオ基、炭素原子数１～１０のアルカノイル基、炭素原子数１～１０のアルカノイルオキシ基、炭素原子数１～１０のアルカノイルアミノ基、炭素原子数１～１０のアルカノイルチオ基、炭素原子数２～１０のアルキルオキシカルボニル基、炭素原子数２～１０のアルキルアミノカルボニル基、炭素原子数２～１０のアルキルチオカルボニル基、ヒドロキシ基、アミノ基、メルカプト基、カルボキシ基、スルホ基、アミド基、シアノ基、ニトロ基、ハロゲン原子または重合性基である。ただし、置換基Ｌとして記載した上記基が－ＣＨ$_{2}$－を有する場合、上記基に含まれる－ＣＨ$_{2}$－の少なくとも１つを、－Ｏ－、－ＣＯ－、－ＣＨ＝ＣＨ－または－Ｃ≡Ｃ－に置き換えてなる基も置換基Ｌに含まれる。また、置換基Ｌとして記載した上記基が水素原子を有する場合、上記基に含まれる水素原子の少なくとも１つを、フッ素原子および重合性基からなる群より選択される少なくとも１つに置き換えてなる基も置換基Ｌに含まれる。

[0067] トラン型液晶化合物は、スルフィド結合（－Ｓ－）をさらに有することが好ましい。例えば、上記一般式（Ｉ）で表されるトラン型液晶化合物において、複数存在するＸ^{1}、複数存在するＸ^{2}、Ｚ^{1}、Ｚ^{2}およびＺ^{3}のうち少なくとも１つが－Ｓ－を表すことが好ましく、複数存在するＸ^{1}および複数存在するＸ^{2}のうち少なくとも１つが－Ｓ－を表すことがより好ましい。

トラン型液晶化合物が有するスルフィド結合の個数は特に制限されず、例えば１～６個であり、１～３個が好ましく、２個がより好ましい。

[0068] 液晶組成物は、液晶組成物を積層して光学異方性層を作製する際に、積層する塗膜の膜厚制御がより容易である点で、重合性基を２個以上有する多官能重合性液晶化合物を含むことが好ましい。

多官能重合性液晶化合物が有する重合性基は、好ましい態様も含めて、上記重合性液晶化合物が有する重合性基と同様である。

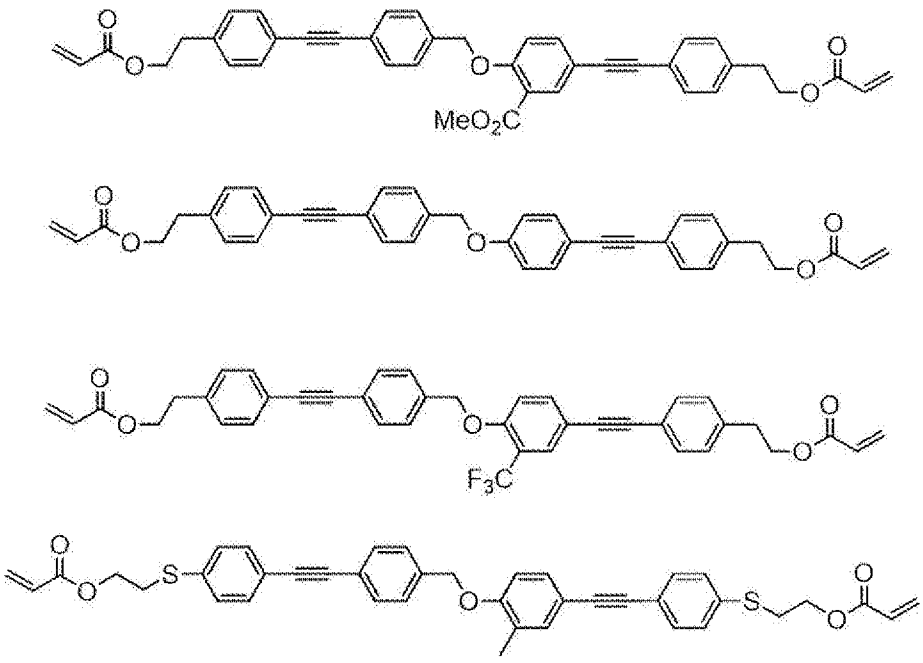
多官能重合性液晶化合物が有する重合性基の個数は、例えば２～６であり、２～４が好ましく、２がより好ましい。

多官能重合性液晶化合物としては、例えば、上記式（Ｉ）で表される化合物のうち、P^1およびP^2の両方が重合性基を表す化合物が挙げられる。

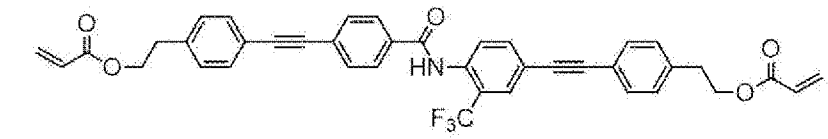
[0069] 液晶組成物が多官能重合性液晶化合物を含む場合、多官能重合性液晶化合物の含有量は、液晶組成物の固形分の総質量に対して、５０質量％以上が好ましく、５０～９８質量％がより好ましく、６０～９５質量％がさらに好ましい。

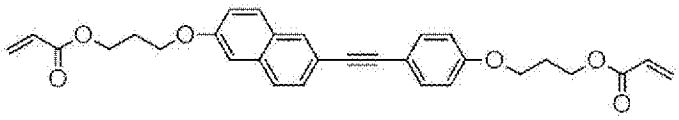
[0070] 多官能重合性液晶化合物の具体例としては、以下の化合物が挙げられる。

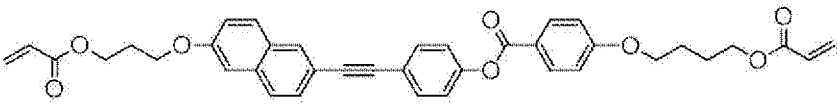
[化4]

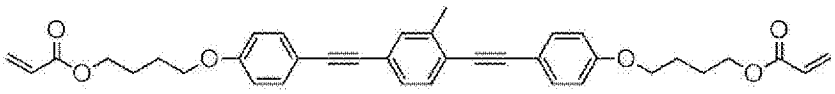


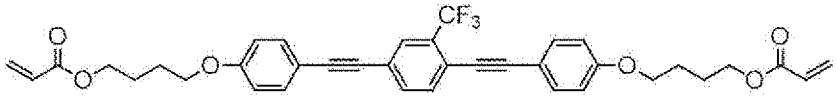
[化5]

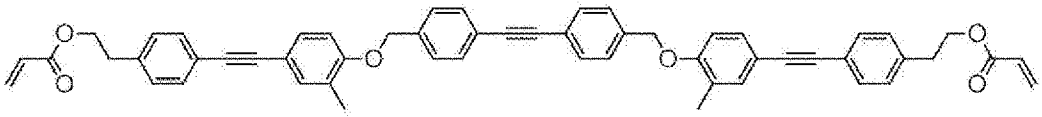


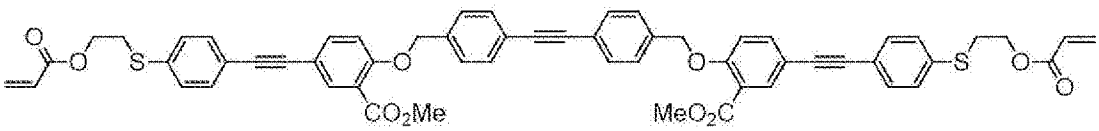




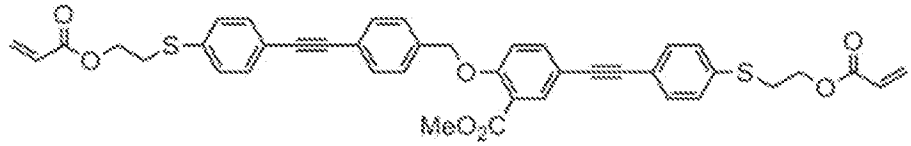


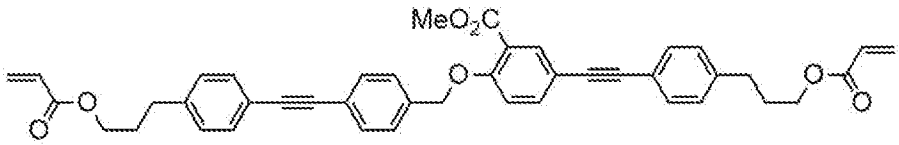


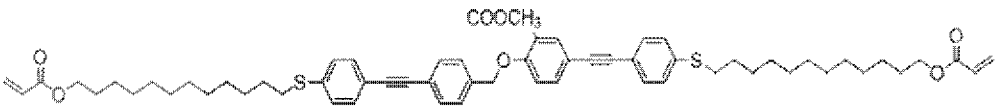


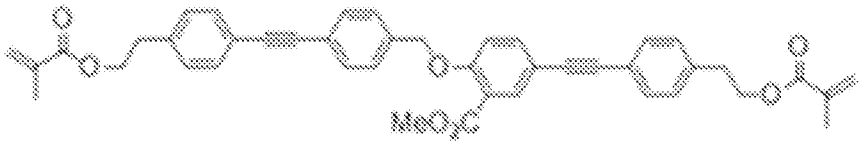


[化6]

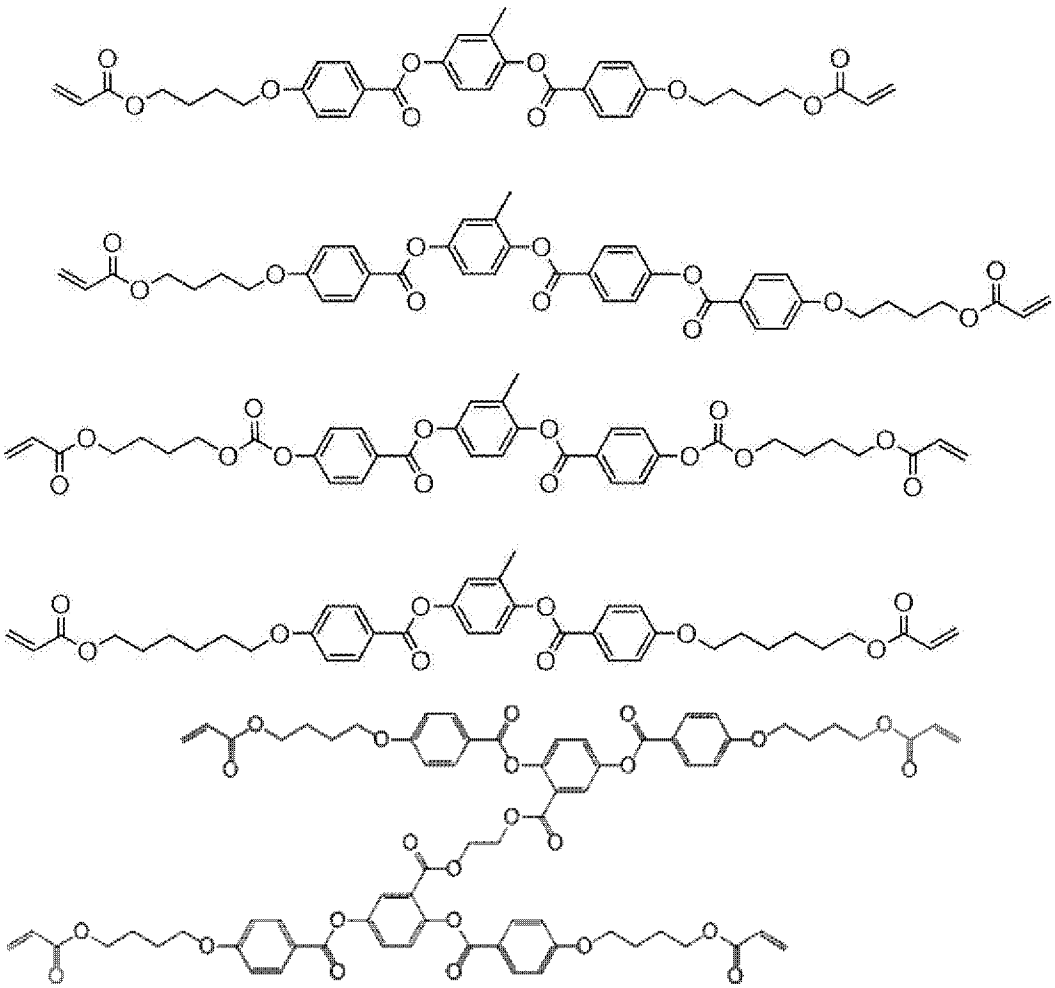








[化7]

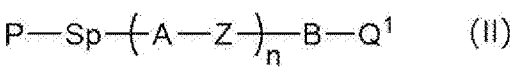


[0071] 液晶組成物は、液晶化合物の配向に基づく光学異方性層の機能を維持しながら、光学異方性層の表面の凹凸構造を制御できる点で、重合性基を１つのみ有する単官能重合性液晶化合物を含むことが好ましい。

単官能重合性液晶化合物が有する重合性基は、好ましい態様も含めて、上記重合性液晶化合物が有する重合性基と同様である。

単官能重合性液晶化合物としては、例えば、上記式（Ｉ）で表される化合物のうち、Ｐ^{1}およびＰ^{2}の一方のみが重合性基を表す化合物、並びに、下記式（ＩＩ）で表される化合物が挙げられる。

[化8]



[0072] 上記式（ＩＩ）中、Ｐは、重合性基を表す。

Q^1は、水素原子、ハロゲン原子、－ＣＮ、－ＮＣＳ、または、炭素原子数１～１５のアルキル基を表す。ただし、Q^1が炭素原子数１～１５のアルキル基を表す場合、アルキル基中に含まれる水素原子はフッ素原子で置換されてもよく、アルキル基に含まれる－CH_2－は、－Ｏ－、－Ｓ－、－ＣＱＱ－、－ＳＯ－、－ＣＯＯ－、－ＯＣＯ－、－ＣＯ－Ｓ－、－Ｓ－ＣＯ－、－Ｏ－ＣＯ－Ｏ－、－ＣＯ－ＮＱ－、－ＮＱ－ＣＯ－、－ＣＱ＝ＣＱ－、－ＣＱ＝Ｎ－、－Ｎ＝ＣＱ－、－Ｎ＝Ｎ－、－ＣＱ＝Ｎ－Ｎ＝ＣＱ－、または、－Ｃ≡Ｃ－で置換されてもよい。Ｑは、水素原子、フッ素原子、または、炭素原子数１～１０のアルキル基を表す。Ｑが複数存在する場合、複数のＱは、それぞれ同一であっても異なっていてもよい。

Ｓｐは、単結合または２価の連結基を表す。ただし、Ｓｐは、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基および脂肪族炭化水素環基からなる群から選択される少なくとも１つの基を含む２価の連結基を表すことはない。

ｎは、１～５の整数を表す。

Ｚは、単結合、－Ｏ－、－Ｓ－、－ＣＨＲ－、－ＣＨＲＣＨＲ－、－ＯＣＨＲ－、－ＣＨＲＯ－、－ＳＯ－、－SO_2－、－ＣＯＯ－、－ＯＣＯ－、－ＣＯ－Ｓ－、－Ｓ－ＣＯ－、－Ｏ－ＣＯ－Ｏ－、－ＣＯ－ＮＲ－、－ＮＲ－ＣＯ－、－ＳＣＨＲ－、－ＣＨＲＳ－、－ＳＯ－ＣＨＲ－、－ＣＨＲ－ＳＯ－、－SO_2－ＣＨＲ－、－ＣＨＲ－SO_2－、－CF_2O－、－OCF_2－、－CF_2S－、－SCF_2－、－ＯＣＨＲＣＨＲＯ－、－ＳＣＨＲＣＨＲＳ－、－ＳＯ－ＣＨＲＣＨＲ－ＳＯ－、－SO_2－ＣＨＲＣＨＲ－SO_2－、－ＣＨ＝ＣＨ－ＣＯＯ－、－ＣＨ＝ＣＨ－ＯＣＯ－、－ＣＯＯ－ＣＨ＝ＣＨ－、－ＯＣＯ－ＣＨ＝ＣＨ－、－ＣＯＯ－ＣＨＲＣＨＲ－、－ＯＣＯ－ＣＨＲＣＨＲ－、－ＣＨＲＣＨＲ－ＣＯＯ－、－ＣＨＲＣＨＲ－ＯＣＯ－、－ＣＯＯ－ＣＨＲ－、－ＯＣＯ－ＣＨＲ－、－ＣＨＲ－ＣＯＯ－、－ＣＨＲ－ＯＣＯ

－、－ＣＲ＝ＣＲ－、－ＣＲ＝Ｎ－、－Ｎ＝ＣＲ－、－Ｎ＝Ｎ－、－ＣＲ＝Ｎ－Ｎ＝ＣＲ－、－ＣＦ＝ＣＦ－、または、－Ｃ≡Ｃ－を表す。Ｒは、水素原子または炭素原子数１～１０のアルキル基を表す。Ｒが複数存在する場合、複数のＲは、それぞれ同一であっても異なっていてもよい。ただし、ｎが１を表す場合、Ｚは－Ｃ≡Ｃ－を表し、ｎが２～５の整数を表す場合、複数のＺは、それぞれ同一であっても異なっていてもよいが、少なくとも１つのＺは－Ｃ≡Ｃ－を表す。

ＡおよびＢは、それぞれ独立に、５員環、６員環もしくは７員環、または、これらの環が縮合されてなる、置換基を有していてもよい２価の環状基を表し、ＡおよびＢの少なくとも一方は、置換または無置換の１，４－フェニレン基を表す。ただし、ＡおよびＢは、それぞれ独立に、ハロゲン原子、－ＣＮ、－ＮＣＳ、または、炭素原子数１～８のアルキル基で置換されていてもよい。ＡおよびＢが、炭素原子数１～８のアルキル基で置換される場合、アルキル基中に含まれる水素原子はフッ素原子で置換されてもよく、アルキル基に含まれる－CH_2－は、－Ｏ－、－Ｓ－、－ＣＱＱ－、－ＳＯ－、－ＣＯＯ－、－ＯＣＯ－、－ＣＯ－Ｓ－、－Ｓ－ＣＯ－、－Ｏ－ＣＯ－Ｏ－、－ＣＯ－ＮＱ－、－ＮＱ－ＣＯ－、－ＣＱ＝ＣＱ－、－ＣＱ＝Ｎ－、－Ｎ＝ＣＱ－、－Ｎ＝Ｎ－、－ＣＱ＝Ｎ－Ｎ＝ＣＱ－、または、－Ｃ≡Ｃ－で置換されてもよい。Ｑは、水素原子、フッ素原子、又は炭素原子数１～５のアルキル基を表す。Ｑが複数存在する場合、複数のＱは、それぞれ同一であっても異なっていてもよい。ｎが２～５の整数を表す場合、複数のＡは、それぞれ同一であっても異なっていてもよい。

[0073] ここで、上記式（ＩＩ）中のＰが表す重合性基としては、上述した重合性液晶化合物が有する重合性基で説明したものと同様のものが挙げられる。

また、Ｓｐの一態様が表す２価の連結基としては、例えば、炭素数１～１２の直鎖状もしくは分岐状のアルキレン基、または、炭素数１～１２の直鎖状もしくは分岐状のアルキレン基を構成する－CH_2－の１個以上が－Ｏ－、－Ｓ－、－ＮＨ－、－Ｎ（Ｑ）－、もしくは、－ＣＯ－に置換された２価の

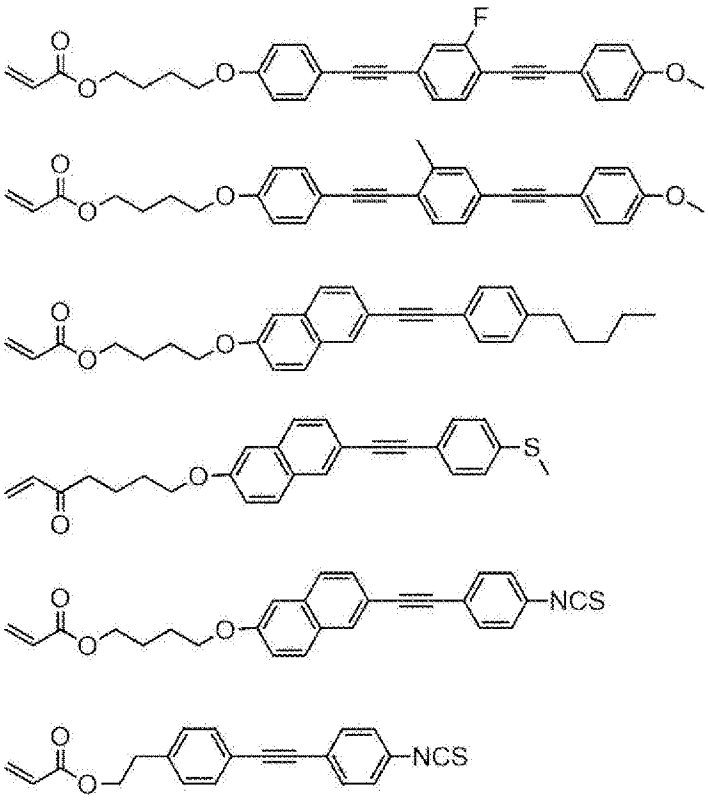
連結基が挙げられる。

また、ＡおよびＢが表す２価の環状基としては、上述した５員環、６員環もしくは７員環、または、これらの環が縮合されてなる２価の環状基が挙げられ、具体的には、１，４－フェニレン基、ナフタレン－２，６－ジイル基などが挙げられる。なお、２価の環状基が有していてもよい置換基としては、上述した置換基Ｌと同様の置換基が挙げられ、中でも、アルキル基、または、ハロゲン原子であることが好ましい。

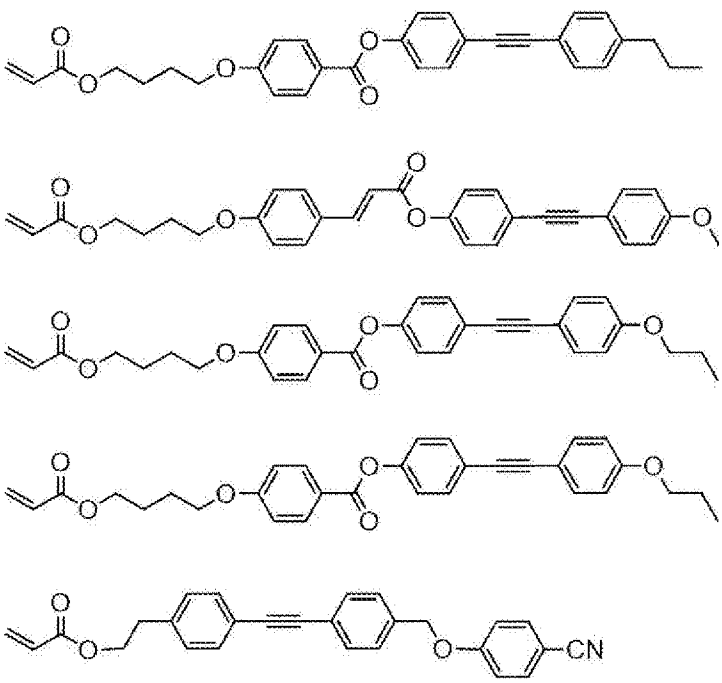
[0074] 液晶組成物が単官能重合性液晶化合物を含む場合、単官能重合性液晶化合物の含有量は、液晶組成物の固形分の総質量に対して１０質量％以上が好ましく、１５～６０質量％がより好ましく、１５～４０質量％がさらに好ましい。

[0075] 単官能重合性液晶化合物の具体例としては、以下の化合物が挙げられる。

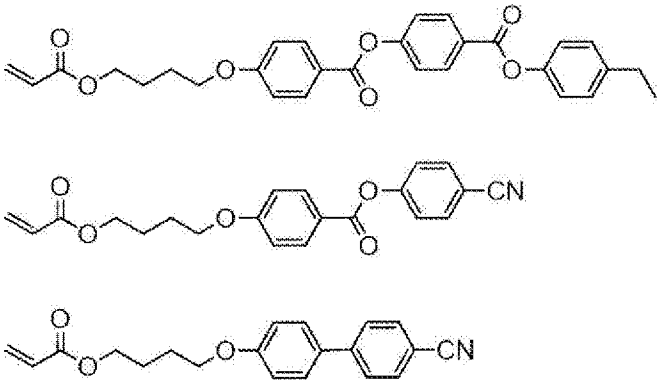
[化9]



[化10]



[化11]



[0076] 液晶組成物は、液晶化合物として、多官能重合性液晶化合物および単官能重合性液晶化合物の両者を含むことが好ましい。

この場合、多官能重合性液晶化合物の含有量は、単官能重合性液晶化合物および多官能重合性液晶化合物の合計質量に対して、５０質量％以上が好ましく、６０～９０質量％がより好ましく、７０～９０質量％がさらに好ましい。

[0077] 液晶組成物に含まれる重合性液晶化合物の含有量（単官能重合性液晶化合物および多官能重合性液晶化合物の合計含有量）は、液晶組成物の固形分の総質量に対して６０質量％以上が好ましく、７０～９９質量％がより好まし

く、８０～９５質量％がさらに好ましい。

[0078] －－チオール化合物－－

液晶組成物は、分子内に少なくとも１つのチオール基（－ＳＨ）を有するチオール化合物を含んでもよく、重合単位を低分子化し硬化収縮を抑制できる点で、チオール化合物を含むことが好ましい。

チオール化合物が有するチオール基の個数は、特に制限されず、例えば１～４であり、１～３が好ましい。

[0079] チオール化合物としては、例えば、脂肪族チオール（１－ヘキサンチオール、１－ヘプタンチオール、１－オクタンチオール、ヘキサン－１，６－ジチオール等）、芳香族チオール（１，４－ベンゼンジチオール等）、および、多価アルコールのモノまたはポリ（メルカプトアシレート）（エチレングリコールビス（メルカプトアセテート）、プロピレングリコールビス（メルカプトアセテート）、エチレングリコールビス（３－メルカプトプロピオネート）、１，４－ビス（３－メルカプトブチリルオキシ）ブタン等）が挙げられる。

チオール化合物の市販品としては、ＰＥＭＰ（ＳＣ有機化学株式会社製）、サンセラーＭ（三新化学工業株式会社製）、カレンズＭＴ－ＢＤ１（昭和電工株式会社製）等が挙げられる。

[0080] また、チオール化合物としては、液晶性化合物との相溶性がより優れる点で、液晶性を示すチオール化合物も好ましい。液晶性を示すチオール化合物としては、米国特許第６０９６２４１号に記載の化合物が挙げられる。

[0081] 液晶組成物に含まれるチオール化合物の含有量は、液晶化合物の含有量に対して、例えば０．０１～１０質量％であり、０．０５～５質量％が好ましい。

[0082] －－フェノール化合物－－

液晶組成物は、分子内に少なくとも１つのフェノール性水酸基を有するフェノールル化合物を含んでもよく、重合単位を低分子化し硬化収縮を抑制できる点で、フェノール化合物を含むことが好ましい。

フェノール化合物が有するフェノール性水酸基の個数は、特に制限されず、例えば１～４であり、１～３が好ましい。

[0083] フェノール化合物としては、例えば、２，６－ジ－ｔ－ブチルフェノール、２，６－ジ－ｔ－ブチル－４－エチルフェノール、２，６－ジ－ｔ－ブチル－４－メチルフェノール、２，２’－メチレンビス（４－メチル－６－ｔ－ブチルフェノール）、２，２’－メチレンビス（４－エチル－６－ｔ－ブチルフェノール）、４，４’－チオビス（３－メチル－６－ｔ－ブチルフェノール）、および、４，４’－ブチリデンビス（３－メチル－６－ｔ－ブチルフェノール）が挙げられる。

フェノール化合物の市販品としては、例えば、スミライザーＧＭ（住友化学工業株式会社製）、スミライザーＧＳ（住友化学工業株式会社製）等が挙げられる。

[0084] 液晶組成物に含まれるフェノール化合物の含有量は、液晶化合物の含有量に対して、例えば０．０１～１０質量％であり、０．０５～５質量％が好ましい。

[0085] 液晶組成物は、チオール化合物およびフェノール化合物からなる群より選択される少なくとも１つを含むことが好ましい。

液晶組成物が、チオール化合物およびフェノール化合物からなる群より選択される少なくとも１つを含む場合、チオール化合物およびフェノール化合物の合計含有量は、液晶組成物の固形分の総質量に対して、例えば０．０１～１０質量％であり、０．０５～５質量％が好ましい。

[0086] －－界面活性剤－－

液晶組成物は、界面活性剤を含有してもよい。

界面活性剤は、安定的にまたは迅速に、液晶化合物の配向に寄与する配向制御剤として機能できる化合物が好ましい。界面活性剤としては、例えば、シリコーン系界面活性剤およびフッ素系界面活性剤が挙げられ、フッ素系界面活性剤が好ましい。

[0087] 界面活性剤の具体例としては、特開２０１４－１１９６０５号公報の段落

［００８２］～［００９０］に記載の化合物、特開２０１２－２０３２３７号公報の段落［００３１］～［００３４］に記載の化合物、特開２００５－９９２４８号公報の段落［００９２］および［００９３］中に例示されている化合物、特開２００２－１２９１６２号公報の段落［００７６］～［００７８］および段落［００８２］～［００８５］中に例示されている化合物、並びに、特開２００７－２７２１８５号公報の段落［００１８］～［００４３］等に記載のフッ素（メタ）アクリレート系ポリマーが挙げられる。

フッ素系界面活性剤として、特開２０１４－１１９６０５号公報の段落［００８２］～［００９０］に記載の化合物が好ましい。

[0088] 液晶組成物における界面活性剤の添加量は、液晶化合物の全質量に対して０．０１～１０質量％が好ましく、０．０１～５質量％がより好ましく、０．０２～１質量％がさらに好ましい。

[0089] －－重合開始剤－－

液晶組成物が重合性液晶化合物を含む場合は、重合開始剤を含むことが好ましい。紫外線照射により重合反応を進行させる態様では、使用する重合開始剤は、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が好ましい。

光重合開始剤の例には、α－カルボニル化合物（米国特許第２３６７６６１号、米国特許第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、米国特許第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）、アクリジンおよ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）、並びに、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。

液晶組成物中の光重合開始剤の含有量は、重合性液晶化合物の含有量に対

して０．１～２０質量％が好ましく、０．５～１２質量％がより好ましい。

[0090] －－架橋剤－－

液晶組成物は、硬化後の膜強度向上、耐久性向上のため、任意に架橋剤を含有していてもよい。架橋剤としては、紫外線、熱、および、湿気等で硬化するものが好適に使用できる。

架橋剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えばトリメチロールプロパントリ（メタ）アクリレートおよびペンタエリスリトールトリ（メタ）アクリレート等の多官能アクリレート化合物；グリシジル（メタ）アクリレートおよびエチレングリコールジグリシジルエーテル等のエポキシ化合物；２，２－ビスヒドロキシメチルブタノール－トリス［３－（１－アジリジニル）プロピオネート］および４，４－ビス（エチレンイミノカルボニルアミノ）ジフェニルメタン等のアジリジン化合物；ヘキサメチレンジイソシアネートおよびビウレット型イソシアネート等のイソシアネート化合物；オキサゾリン基を側鎖に有するポリオキサゾリン化合物；並びに、ビニルトリメトキシシラン、Ｎ－（２－アミノエチル）３－アミノプロピルトリメトキシシラン等のアルコキシシラン化合物等が挙げられる。また、架橋剤の反応性に応じて公知の触媒を用いることができ、膜強度および耐久性向上に加えて生産性を向上させることができる。これらは、１種単独で使用してもよいし、２種以上を併用してもよい。

架橋剤の含有量は、液晶組成物の固形分の総質量に対して、３～２０質量％が好ましく、５～１５質量％がより好ましい。架橋剤の含有量が上記範囲内であれば、架橋密度向上の効果が得られやすく、液晶配向パターンの安定性がより向上する。

[0091] －－その他の添加剤－－

液晶組成物には、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できる。

[0092] 液晶組成物は、光学異方性層を形成する際（配向膜上に塗布される際）に

は、液体として用いられることが好ましい。

液晶組成物は溶媒を含んでいてもよい。溶媒は特に制限されず、目的に応じて適宜選択することができるが、有機溶媒が好ましい。

有機溶媒は特に制限されず、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、ケトン類、アルキルハライド類、アミド類、スルホキシド類、ヘテロ環化合物、炭化水素類、エステル類、および、エーテル類等が挙げられる。これらは、１種単独で使用してもよいし、２種以上を併用してもよい。これらの中でも、環境への負荷を考慮した場合にはケトン類が好ましい。

[0093] 光学異方性層を形成する際には、光学異方性層の形成面に液晶組成物を塗布して、液晶化合物を所定の液晶配向パターンに配向した後、液晶化合物を硬化して、光学異方性層とすることが好ましい。

すなわち、配向膜上に光学異方性層を形成する場合には、配向膜に液晶組成物を塗布して、液晶化合物を所定の液晶配向パターンに配向した後、液晶化合物を硬化して、光学異方性層を形成することが好ましい。

液晶組成物の塗布は、インクジェットおよびスクロール印刷等の印刷法、並びに、スピンコート、バーコートおよびスプレー塗布等のシート状物に液体を一様に塗布できる公知の方法が全て利用可能である。

[0094] 塗布された液晶組成物は、必要に応じて乾燥および／または加熱され、その後、硬化されることにより、光学異方性層を形成する。この乾燥および／または加熱の工程で、液晶組成物中の液晶化合物が所定の液晶配向パターンに配向してもよい。加熱を行う場合、加熱温度は、２００℃以下が好ましく、１３０℃以下がより好ましい。

[0095] 配向された液晶化合物は、必要に応じて、さらに重合される。重合は、熱重合、および、光照射による光重合のいずれでもよいが、光重合が好ましい。光照射は、紫外線を用いることが好ましい。照射エネルギーは、２０ｍＪ／ｃｍ^2～５０Ｊ／ｃｍ^{2}が好ましく、５０～１５００ｍＪ／ｃｍ^{2}がより好ましい。光重合反応を促進するため、加熱条件下または窒素雰囲気下で光照射を実施してもよい。照射する紫外線の波長は２５０～４３０ｎｍが好ましい

。

[0096] また、配向状態の液晶化合物を光重合して固定化する場合、凹凸構造の最大高さｄが小さい光学異方性層の形成がより容易になる点で、より少ない照度で、より長い時間をかけて光照射することが好ましい。

上記の点で、光照射の照度は、１～２００ｍＷ／ｃｍ^{2}が好ましく、１０～１００ｍＷ／ｃｍ^{2}がより好ましい。また、照射量は、固定化する層の厚みによって異なるが、例えば５０～５００ｍＪ／ｃｍ^{2}であり、１００～３００ｍＪ／ｃｍ^{2}が好ましい。

[0097] 光学異方性層は、このような塗布から重合までを繰り返す多重塗布により所望の厚みになるように形成してもよい。

[0098] なお、光学異方性層は、支持体および配向膜の上に積層された状態で使用してもよい。あるいは、光学異方性層は、例えば、支持体を剥離した、配向膜および光学異方性層のみが積層された状態で使用してもよい。または、光学異方性層は、例えば、支持体および配向膜を剥離した、光学異方性層のみの状態で使用してもよい。

[0099] ＜光学異方性層の他の態様＞

図１および図２に示す光学異方性層１０では、液晶配向パターンにおける液晶化合物３０の光学軸３０Ａの向きは、Ｘ方向のみに沿って、連続して回転している。

しかしながら、本発明はこれに制限されず、液晶化合物３０の光学軸３０Ａの向きが１方向に沿って連続して回転しており、且つ、１周期Λが所定の範囲にある領域Ａを有する光学異方性層であれば、各種の構成が利用可能である。

[0100] 図６に、本発明の光学異方性層の他の例を概念的に表す平面図を示す。

図示されるように、光学異方性層は、中心から放射状に設けられた液晶配向パターンを有していてもよい。図６に示す光学異方性層３４では、光学軸（図示省略）の向きは、光学異方性層３４の中心から外側に向かう多数の方向、例えば、矢印Ａ$_1$で示す方向、矢印Ａ$_2$で示す方向、矢印Ａ$_3$で示す方向…

に沿って、連続的に回転しながら変化している。すなわち、矢印A_1、A_2およびA_3は、配列軸である。

[0101] また、図６に示すように、液晶化合物３０の光学軸は、光学異方性層３４の中心から外側に向かって同じ方向に回転しながら変化している。図中の矢印A_1、A_2およびA_3の各矢印に沿って回転変化する光学軸の回転方向は、中心から外側に向かうにつれて反時計回りとなっている。

このように液晶配向パターンが放射状のパターンでは、光学軸が同じ方向を向いた液晶化合物を結んだ線が円形であり、円形の線分が同心円状のパターンとなる。

[0102] このように放射状の液晶配向パターンを有する光学異方性層３４は、各方向（A_1～A_3等）に沿って、入射した光を方位方向が中心側に向かうように回折させた場合には、透過光を集光できる。あるいは、各方向（A_1～A_3）に沿って、入射した光を方位方向が外側に向かうように回折させた場合には、透過光を拡散できる。透過光を中心側に向かって回折するか、外側に向かって回折するかは、入射する光の偏光状態と、液晶配向パターンにおける光学軸の回転方向とに依存する。

[0103] 本発明においては、光学異方性層の液晶配向パターンをこのような放射状のパターンとすることにより、光を集光、あるいは、発散するレンズとすることができる。

光学異方性層を有する光学素子をレンズとして用いる場合には、光学素子の中心から外側に向かって回折角度が漸次大きくなる構成とすることが好ましい。これにより、光学素子は、より好適に集光あるいは発散させることができる。

[0104] 図６に示すような放射状の液晶配向パターンを有する光学異方性層は、例えば、液晶化合物を放射状の液晶配向パターンに配向する配向パターンを有する配向膜を用いて、形成できる。

図７に、配向膜を露光して配向パターンを形成する露光装置の他の例を概念的に示す。

図７に示す露光装置８０は、レーザ８２を備えた光源８４と、レーザ８２からのレーザ光ＭをＳ偏光ＭＳとＰ偏光ＭＰとに分割する偏光ビームスプリッター８６と、Ｐ偏光ＭＰの光路に配置されたミラー９０ＡおよびＳ偏光ＭＳの光路に配置されたミラー９０Ｂと、Ｓ偏光ＭＳの光路に配置されたレンズ９２と、偏光ビームスプリッター９４と、λ／４板９６とを有する。

[0105] 偏光ビームスプリッター８６で分割されたＰ偏光ＭＰは、ミラー９０Ａによって反射されて、偏光ビームスプリッター９４に入射する。他方、偏光ビームスプリッター８６で分割されたＳ偏光ＭＳは、ミラー９０Ｂによって反射され、レンズ９２によって集光されて偏光ビームスプリッター９４に入射する。

Ｐ偏光ＭＰおよびＳ偏光ＭＳは、偏光ビームスプリッター９４で合波されて、λ／４板９６によって偏光方向に応じた右円偏光および左円偏光となって、支持体１２の上の配向膜１８に入射する。

ここで、右円偏光と左円偏光の干渉により、配向膜１８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。同心円の内側から外側に向かうにしたがい、左円偏光と右円偏光の交差角が変化するため、内側から外側に向かって周期が変化する露光パターンが得られる。これにより、配向膜１８において、配向状態が周期的に変化する放射状の配向パターンが得られる。

[0106] この露光装置８０において、液晶化合物３０の光学軸が連続的に１８０°回転する液晶配向パターンの１周期の長さΛは、レンズ９２の屈折力（レンズ９２のＦナンバー）、レンズ９２の焦点距離、および、レンズ９２と配向膜１８との距離等を変化させることで、制御できる。

また、レンズ９２の屈折力（レンズ９２のＦナンバー）を調節することによって、光学軸が連続的に回転する１方向において、液晶配向パターンの１周期の長さΛを変更できる。具体的には、平行光と干渉させる、レンズ９２で広げる光の広がり角によって、光学軸が連続的に回転する１方向において、液晶配向パターンの１周期の長さΛを変えることができる。より具体的に

は、レンズ９２の屈折力を弱くすると、平行光に近づくため、液晶配向パターンの１周期の長さΛは、内側から外側に向かって緩やかに短くなり、Ｆナンバーは大きくなる。逆に、レンズ９２の屈折力を強めると、液晶配向パターンの１周期の長さΛは、内側から外側に向かって急に短くなり、Ｆナンバーは小さくなる。

[0107] ［光学素子］

本発明の光学素子は、上述した光学異方性層を備える。

光学素子の構成例としては、支持体と、配向膜と、本発明の光学異方性層とをこの順に一体的に備えてなる積層体が挙げられる。支持体、配向膜および光学異方性層については、それぞれ説明したとおりである。

また、光学素子の他の構成例としては、支持体を備えず、配向膜および本発明の光学異方性層を備える積層体の態様、配向膜を備えず、支持体および本発明の光学異方性層を備える積層体の態様、並びに、支持体および配向膜を備えず、本発明の光学異方性層のみを備える態様が挙げられる。

[0108] 光学素子は、可視光を透過して屈折する光学素子として利用可能な光学素子であってよい。また、光学素子は上記の態様に制限されず、例えば、赤外線または／および紫外線を屈折して透過する構成を有していてもよい。

[0109] 本発明の光学素子は、光学装置における偏光回折素子、光路変更部材、光集光素子、および所定方向への光拡散素子等、入射方向とは異なる方向に光を透過する、各種の用途に利用可能である。

[0110] ［画像表示装置］

本発明の画像表示装置は、上述した光学素子を備える画像表示装置である。

画像表示装置としては、例えば、ＡＲ（Augmented Reality（拡張現実））グラス、および、ＶＲ（Virtual Reality（仮想現実））等のヘッドマウントディスプレイ、液晶表示装置、並びに、プロジェクター等が挙げられる。

[0111] 例えば、画像表示装置がＡＲグラスの場合には、上述した光学素子を有する以外は、公知のＡＲグラスと同様の構成を有していればよく、例えば、映

像を投射する表示素子、投映レンズ、λ／４板、直線偏光板等を有することができる。

投映レンズとしては、ＡＲグラス等に用いられる公知の投映レンズ（集光レンズ）が挙げられる。

[0112] 表示素子としては、例えば、液晶ディスプレイ（ＬＣＯＳ：Liquid Crystal On Silicon等を含む）、有機エレクトロルミネッセンスディスプレイ、ＤＬＰ（Digital Light Processing）、および、ＭＥＭＳ（Micro Electro Mechanical Systems）ミラーを用いたスキャニング方式ディスプレイ等が挙げられる。

なお、表示素子は、モノクロ画像（単色画像）を表示するものでも、二色画像を表示するものでも、カラー画像を表示するものでもよい。

[0113] 表示素子が出射する光は、無偏光であっても偏光であってもよいが、円偏光が好ましい。

また、表示素子が無偏光の画像を照射する場合には、画像表示装置は、直線偏光板とλ／４板とからなる円偏光板をさらに備えることが好ましい。また、表示素子が直線偏光の画像を照射する場合には、画像表示装置は、例えばλ／４板をさらに備えることが好ましい。

表示素子が出射する光は、直線偏光等の円偏光以外の偏光であってもよい。

[0114] 以上、本発明の光学異方性層、光学素子および画像表示装置について詳細に説明した。本発明は上述の例に制限されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良および変更を行ってもよい。

実施例

[0115] 以下に実施例を挙げて本発明の特徴をさらに具体的に説明する。以下の実施例に示す材料、試薬、使用量、物質量、割合、処理内容、および、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具体例により限定的に解釈されるべきものではない。

[0116] ［実施例１］

＜液晶回折素子の作製＞

（支持体）

支持体として、ガラス基板を用意した。

[0117] （配向膜の形成）

支持体上に、下記の配向膜形成用塗布液をスピンコートで塗布した。この配向膜形成用塗布液の塗膜が形成された支持体を６０℃のホットプレート上で６０秒間乾燥し、配向膜を形成した。

[0118] 配向膜形成用塗布液

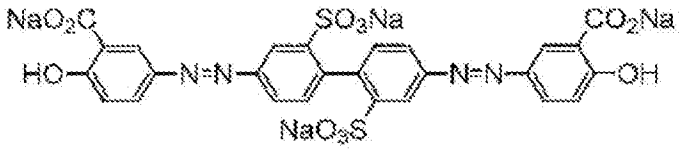
―――――――――――――――――――――――――――――――――

光配向用素材Ａ	４．００質量部
水	４８．００質量部
ブトキシエタノール	２４．００質量部
プロピレングリコールモノメチルエーテル	２４．００質量部

―――――――――――――――――――――――――――――――――

[0119] －光配向用素材Ａ－

[化12]



[0120] （配向膜の露光）

図５に示す露光装置を用いて配向膜を露光して、配向パターンを有する配向膜Ｐ－１を形成した。

より具体的には、上記の方法で形成された配向膜付き支持体を露光装置の露光部に配置し、２つの光線ＭＡおよび光線ＭＢの干渉光を配向膜に照射して、露光した。これにより、配向状態が周期的に変化する配向パターンを有するパターン配向膜を形成した。

露光装置において、レーザとして波長（３５５ｎｍ）のレーザ光を出射す

るものを用いた。干渉光による配向膜に対する露光量を１０００ｍＪ／ｃｍ^{2}とした。

[0121]（光学異方性層の形成）

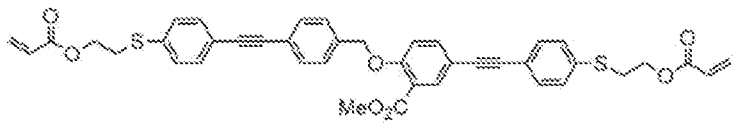
光学異方性層を形成するための液晶組成物として、下記の組成物Ａ－１を調製した。

組成物Ａ－１

液晶化合物Ｌ－１	８０．００質量部
液晶化合物Ｌ－２	２０．００質量部
重合開始剤Ｐ－１	３．００質量部
レベリング剤Ｔ－１	０．４０質量部
メチルエチルケトン	５２２．００質量部
シクロペンタノン	５２２．００質量部

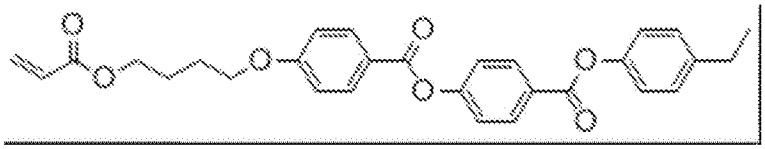
[0122] 液晶化合物Ｌ－１

[化13]



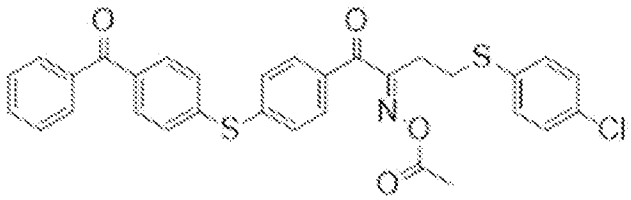
[0123] 液晶化合物Ｌ－２

[化14]



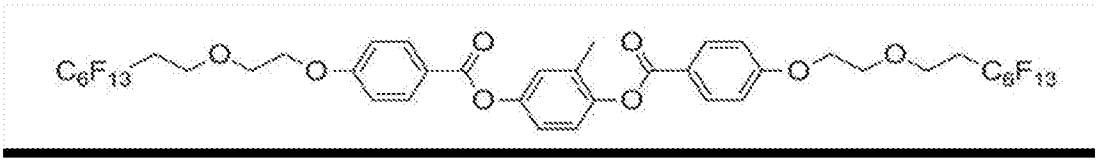
[0124] 光重合開始剤Ｐ－１

[化15]



[0125] レベリング剤Ｔ－１

[化16]



[0126] 組成物Ａ－１を配向膜Ｐ－１上に多層塗布することにより、光学異方性層を形成した。多層塗布とは、先ず配向膜の上に１層目の組成物Ａ－１を塗布、加熱後に紫外線硬化を行って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、同様に加熱後に紫外線硬化を行うことを繰り返すことを指す。

[0127] 先ず、１層目は、配向膜Ｐ－１上に下記の組成物Ａ－１を塗布して、塗膜をホットプレート上で８０℃に加熱し、その後、窒素雰囲気下で高圧水銀灯を用いて波長３６５ｎｍの紫外線を照度１０ｍＷ／ｃｍ^2、照射量２００ｍＪ／ｃｍ^{2}の条件で塗膜に照射することにより、液晶化合物の配向を固定化した。

[0128] ２層目以降は、この液晶固定化層に組成物Ａ－１を重ね塗りして、上と同じ条件で塗膜を加熱した後、紫外線硬化を行って、液晶固定化層の多層体を作製した。このようにして、総厚が所望の膜厚になるまで、重ね塗り、加熱及び紫外線硬化を含む一連の処理を繰り返して、光学異方性層を形成し、支持体、配向膜および光学異方性層を有する液晶回折素子１を作製した。

[0129] なお、組成物Ａ－１の硬化層の屈折率差Δｎは、組成物Ａ－１を別途に用意したリターデーション測定用の配向膜付き支持体上に塗布し、液晶化合物のダイレクタが基材に水平となるよう配向させた後に紫外線照射して固定化して得た液晶固定化層（硬化層）のリターデーション値および膜厚を測定して求めた。リターデーション値を膜厚で除算することによりΔｎを算出できる。リターデーション値はＡｘｏｍｅｔｒｉｘ社製のＡｘｏｓｃａｎを用いて目的の波長で測定し、膜厚はＳＥＭを用いて測定した。

[0130] 液晶回折素子１の光学異方性層においては、最終的に液晶のΔｎ$_{550}$×厚さ

（＝Ｒｅ（５５０））が２６６ｎｍであり、かつ、図２に示すような平面視においてストライプ状の液晶配向パターンが形成されていることを偏光顕微鏡で確認した。

偏光顕微鏡を用いた測定の結果、液晶回折素子１の光学異方性層が有する液晶配向パターンの全面にわたって、液晶化合物由来の光学軸の向きが連続的に回転しながら変化するＸ方向に沿って液晶化合物由来の光学軸が１８０°回転する１周期の長さΛは、４．０μｍであった。

[0131] ［実施例２～６、１１～１２］

光学異方性層を形成するための液晶組成物として、組成物Ａ－１に代えて、後述する表１に示す組成を有する組成物Ａ－２～Ａ－８を用いたこと以外は、実施例１と同様にして光学異方性層を形成し、支持体、配向膜および光学異方性層を有する液晶回折素子２～６および１１～１２をそれぞれ作製した。

[0132] ［実施例７～９］

配向膜を形成する工程において、配向パターンが形成される前の配向膜に対して照射される２つの光線ＭＡおよびＭＢの交差角θを調節して、液晶化合物由来の光学軸の向きが回転しながら変化するＸ方向における、光学軸が１８０°回転する１周期の長さΛが異なる配向パターンを有する配向膜Ｐ－２～Ｐ－４をそれぞれ形成したこと以外は、実施例６と同様にして光学異方性層を形成し、支持体、配向膜および光学異方性層を有する液晶回折素子７～９をそれぞれ作製した。

[0133] ［実施例１０］

光学異方性層を形成する際、組成物Ａ－６を用いて配向膜Ｐ－４上または直前に形成された液晶固定化層上に形成され、その後加熱された塗膜に対して、波長３６５ｎｍの紫外線を照度２００ｍＷ／ｃｍ^2、照射量２００ｍＪ／ｃｍ^{2}の条件で照射したこと以外は、実施例９と同様にして光学異方性層を形成し、支持体、配向膜および光学異方性層を有する液晶回折素子１０を作製した。

[0134] ［比較例１］

光学異方性層を形成するための液晶組成物として、組成物Ａ－１に代えて、後述する表１に示す組成を有する組成物Ａ－９を用いたこと、並びに、光学異方性層を形成する際、組成物Ａ－１を用いて配向膜Ｐ－１上または直前に形成された液晶固定化層上に形成され、その後加熱された塗膜に対して、波長３６５ｎｍの紫外線を照度２００ｍＷ／ｃｍ^2、照射量２００ｍＪ／ｃｍ^{2}の条件で照射したこと以外は、実施例１と同様にして光学異方性層を形成し、支持体、配向膜および光学異方性層を有する液晶回折素子Ｃ１を作製した。

[0135] 表１に、各実施例および比較例１で用いた光学異方性層を形成するための液晶組成物の処方を示す。

[0136]

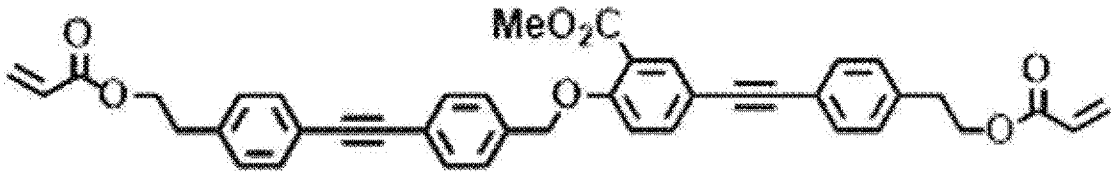
[表1]

組成物番号		A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9
液晶化合物	L-1	80.00	-	-	-	-	-	-	-	-
	L-2	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	-	-	-
	L-3	-	80.00	80.00	80.00	-	80.00	80.00	80.00	80.00
	L-4	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-
	L-5	-	-	-	-	80.00	-	-	-	-
	L-6	-	-	-	-	-	-	20.00	-	-
	L-7	-	-	-	-	-	-	-	20.00	-
	L-8	-	-	-	-	-	-	-	-	20.00
添加剤	A-1	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-
	A-2	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-
重合開始剤	P-1	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
レベリング剤	T-1	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
溶媒	MEK	522.00	522.00	522.00	522.00	522.00	522.00	522.00	522.00	522.00
	CPN	522.00	522.00	522.00	522.00	522.00	522.00	522.00	522.00	522.00

[0137] 以下、液晶組成物の調製に用いた各化合物を示す。

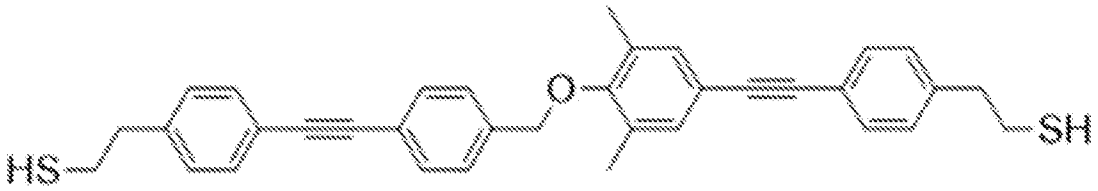
[0138] 液晶化合物Ｌ－３

[化17]



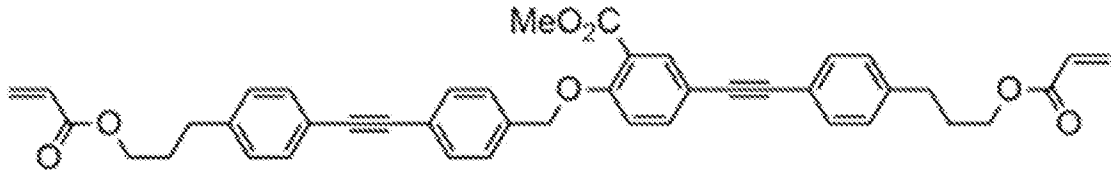
[0139] 液晶化合物Ｌ－４

[化18]



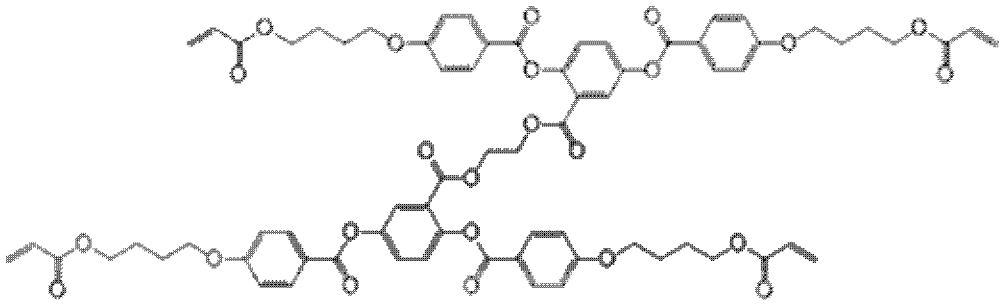
[0140] 液晶化合物Ｌ－５

[化19]



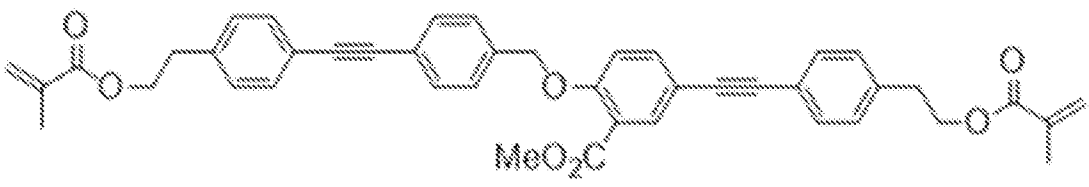
[0141] 液晶化合物Ｌ－６

[化20]



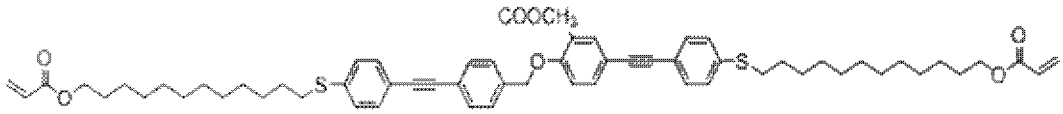
[0142] 液晶化合物Ｌ－７

[化21]



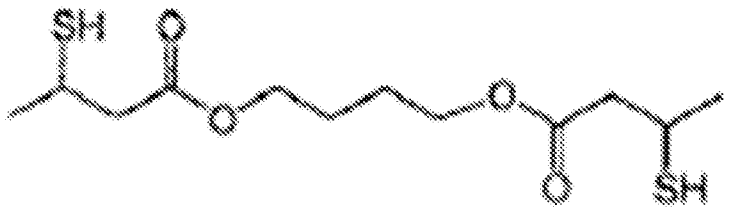
[0143] 液晶化合物Ｌ－８

[化22]



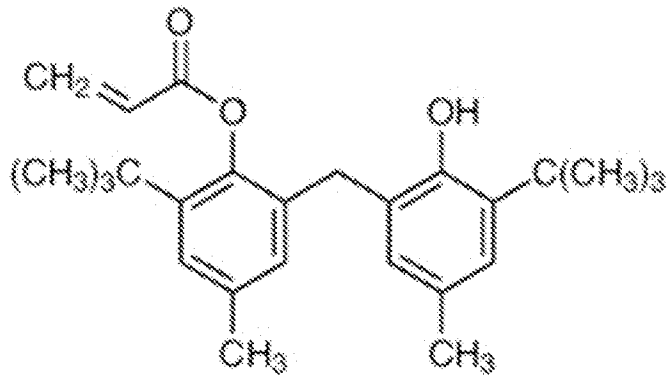
[0144] 添加剤Ａ－１：昭和電工株式会社製「カレンズＭＴ（登録商標）ＢＤ１」（１，４－ビス（３－メルカプトブチリルオキシ）ブタン）

[化23]



[0145] 添加剤Ａ－２：住友化学株式会社製「スミライザー（登録商標）ＧＭ」

[化24]



[0146] ［測定］

＜凹凸構造の最大高さｄ＞

液晶配向パターンを有する光学異方性層の表面に形成された凹凸構造の形状を、非接触表面・層断面形状計測システムＶｅｒｔＳｃａｎ（株式会社日立ハイテク製）を用いて下記の条件で測定し、その後、内蔵されているデータ解析ソフト（ＶＳ－Ｍｅａｓｕｒｅ）にて解析した。

解析ソフトでは、上記凹凸構造において、液晶化合物に由来する光学軸の向きが連続的に回転しながら変化するＸ方向に沿って凹凸の繰り返しが５周

期以上入る区間を、解析の対象に設定した。次いで、対象区間の表面の形状を表す粗さ曲線、および、上記粗さ曲線の平均線を作成し、粗さ曲線における最も高い位置と低い位置との差を計算した。

上記の測定および計算を、形成された光学異方性層の表面において任意に選択した１０か所について行い、最も高い値と最も低い値を除いた８点の算術平均値を、光学異方性層の表面に形成された凹凸構造の最大高さｄとした。凹凸構造の最大高さｄの単位は「ｎｍ」である。

[0147] （測定条件）

・測定モード：ＷＡＶＥモード

・対物レンズ：５０倍

・測定面積：１２４μｍ×９３μｍ

[0148] ＜凹凸構造の１周期の平均長さＰ＞

上記ＶｅｒｔＳｃａｎを用いて上記の方法で作成された、光学異方性層の表面の形状を表す粗さ曲線に基づき、Ｘ方向において隣接する２つの凸部の極大値を示す位置間の距離を計算した。上記の計算を、光学異方性層の表面において任意に選択した１０か所について行い、最も高い値と最も低い値を除いた８点の算術平均値を、光学異方性層の表面に形成された凹凸構造の１周期の平均長さＰとした。凹凸構造の１周期の平均長さＰの単位は「μｍ」である。

[0149] なお、測定および計算の結果、各実施例で形成された光学異方性層のいずれにおいても、液晶化合物由来の光学軸が連続的に回転しながら変化するＸ方向における、液晶化合物由来の光学軸が１８０°回転する１周期の長さΛと、光学異方性層の表面に形成された凹凸構造の１周期の平均長さＰとは、等しかった。

[0150] ［評価］

＜０次光の抑制性能＞

液晶回折素子の下流側（出射側）に、円偏光板（λ／４板：Ｔｈｏｒｌａｂｓ社製「ＷＰＱＳＭ０５－５３２」、直線偏光板：シグマ光機株式会社製

「ＳＰＦ－５０Ｃ－３２」）を０次光の正面（法線に対する角度０°の方向）に配置した。このとき、円偏光板におけるλ／４板および直線偏光板の配置は、左円偏光を透過し、右円偏光を吸収する配置とした。

液晶回折素子の中心に向かって、液晶回折素子の正面（法線に対する角度０°の方向）から、波長５３２ｎｍ、楕円率εｉｎが０．９５以上（０．９９）の右回りの円偏光を入射した。液晶回折素子に入射した入射光の光強度、および、液晶回折素子を透過して円偏光板から出射した出射光のうち０次光の光強度を光検出器で測定し、０次光の光量（入射光の光量を１とした時の０次光の光量）を下記式で算出した。

０次光の光量（％）＝０次光の光強度／入射光の光強度×１００

[0151] 算出された０次光の光量から、下記評価基準に基づいて０次光の抑制性能を評価した。０次光の光量が低いほど、光学異方性層の０次光の透過を抑制し、円偏光板を透過する迷光を抑制できる。

[0152]（評価基準）

Ａ：１．０％以下

Ｂ：１．０％超２．０％以下

Ｃ：２．０超５．０％以下

Ｄ：５．０％超

[0153] 表２に、光学異方性層の形成に用いた組成物の番号、光学異方性層を形成する際の硬化条件、形成された光学異方性層の物性、並びに、上記評価結果を示す。

表中、「Λ（μｍ）」欄は、偏光顕微鏡を用いて測定された、各光学異方性層が有する液晶配向パターンにおける１周期の長さΛ（単位：μｍ）を示す。なお、各実施例では、１周期の長さΛが、形成された光学異方性層の液晶配向パターンの全面にわたって、表中の「Λ（μｍ）」欄に示す数値であった。

「Ｐ（μｍ）」欄は、上記の方法により測定された凹凸構造の１周期の平均長さＰの測定値（単位：μｍ）を示し、「ｄ（μｍ）」欄は、上記の方法

により測定された凹凸構造の最大高さｄの測定値（単位：ｎｍ）を示す。

「α」欄は、１周期の長さΛ（μｍ）および凹凸構造の最大高さｄ（ｎｍ）から上記式（１）を用いて算出される値αを示す。

[0154]

[表2]

表 2		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12	比較例1
配向膜		P-1	P-1	P-1	P-1	P-1	P-1	P-2	P-3	P-4	P-4	P-1	P-1	P-1
光学異方性層形成用組成物		**A-1**	**A-2**	**A-3**	**A-4**	**A-5**	**A-6**	**A-6**	**A-6**	**A-6**	**A-6**	**A-7**	**A-8**	**A-9**
硬化条件	照度 (mW/cm^2)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	200	10	10	200
	照射量 (mJ/cm^2)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
光学異方性層	Λ (um)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	0.5	10.0	20.0	20.0	4.0	4.0	4.0
	P (um)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	0.5	10.0	20.0	20.0	4.0	4.0	4.0
	d (nm)	13	16	16	15	18	23	58	15	10	16	31	26	65
	α	26	32	32	30	36	46	41	47	45	72	62	52	130
評価結果		A	A	A	A	A	B	B	B	B	C	C	C	D

[0155] 上記表に示す結果から、各実施例で作製された本発明の光学異方性層を備

える偏光回折素子は、領域Ａに対応する表面に形成されている凹凸構造の最大高さｄが６０ｎｍを超える比較例１の光学異方性層を備える偏光回折素子に比較して、０次光の抑制性能に優れることが確認された。

符号の説明

[0156] １０，３４　光学異方性層

１０Ａ　表面

１２　支持体

１８　配向膜

２０　凹凸構造

３０　液晶化合物

３０Ａ　光学軸

６０，８０　露光装置

６２，８２　レーザ

６４，８４　光源

６５　λ／２板

６８　ビームスプリッター

７０Ａ，７０Ｂ，９０Ａ，９０Ｂ　ミラー

７２Ａ，７２Ｂ，９６　λ／４板

８６，９４　偏光ビームスプリッター

９２　レンズ

L_1，L_4　入射光

L_2，L_5　透過光

Ｍ　レーザ光

ＭＡ，ＭＢ　光線

ＭＰ　Ｐ偏光

ＭＳ　Ｓ偏光

P_O　直線偏光

P_L　左円偏光

P_R　右円偏光

R　領域

請求の範囲

[請求項1] 液晶化合物を含む組成物を用いて形成される光学異方性層であって、

前記光学異方性層が、前記液晶化合物に由来する光学軸の向きが面内の少なくとも１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１方向において前記光学軸の向きが面内で１８０°回転する長さを１周期とした際に、前記１周期の長さが０．２～２０．０μｍである領域Ａを有し、

前記光学異方性層の前記領域Ａに対応する表面が、凹凸構造を有し、

前記１方向における前記凹凸構造の最大高さが６０ｎｍ以下である、光学異方性層。

[請求項2] 前記液晶化合物がトラン構造を有する、請求項１に記載の光学異方性層。

[請求項3] 前記トラン構造を有する液晶化合物がスルフィド結合をさらに有する、請求項２に記載の光学異方性層。

[請求項4] 前記液晶化合物が、重合性基を２個以上有する多官能重合性液晶化合物、および、重合性基を１個有する単官能重合性液晶化合物を含む、請求項１に記載の光学異方性層。

[請求項5] 前記組成物がチオール化合物およびフェノール化合物からなる群より選択される少なくとも１つを含む、請求項１に記載の光学異方性層。

[請求項6] 前記１周期の長さをΛ（μｍ）、前記凹凸構造の最大高さをｄ（ｎｍ）とした際、Λおよびｄから下記式（１）を用いて算出される値αが、５０以下である、請求項１に記載の光学異方性層。

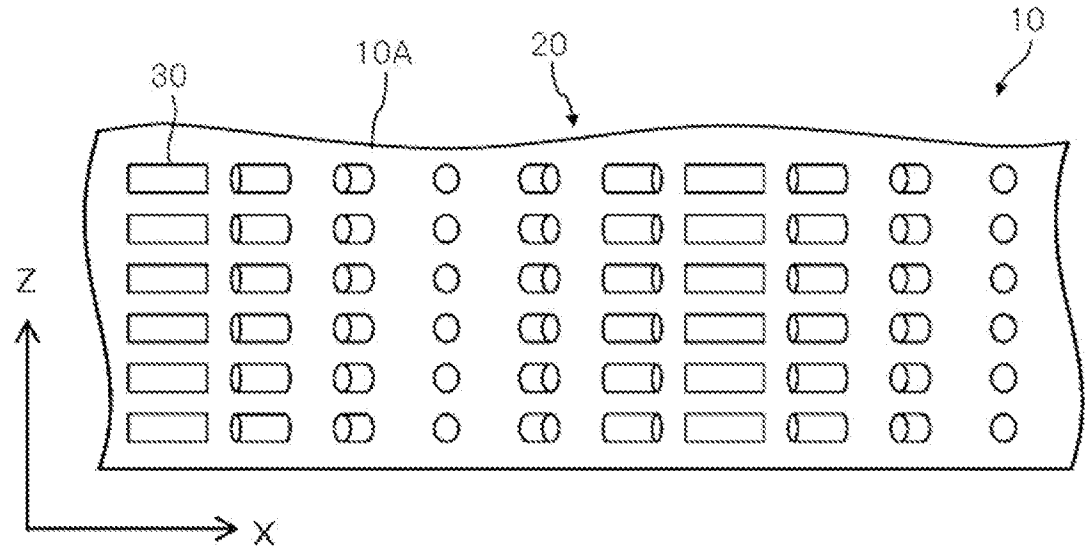
$$\alpha = (\Lambda)^{1/2} \times d \qquad (1)$$

[請求項7] 前記αが４０以下である、請求項６に記載の光学異方性層。

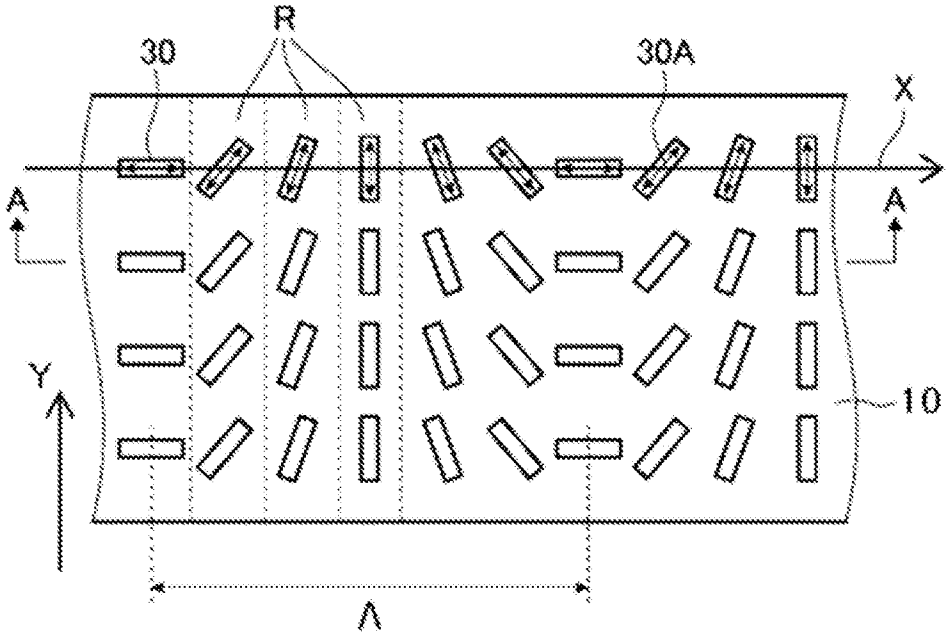
[請求項8] 請求項１～７のいずれか１項に記載の光学異方性層を備える、光学素子。

[請求項9] 請求項８に記載の光学素子と、前記光学素子に画像を照射する表示素子と、を備える画像表示装置。

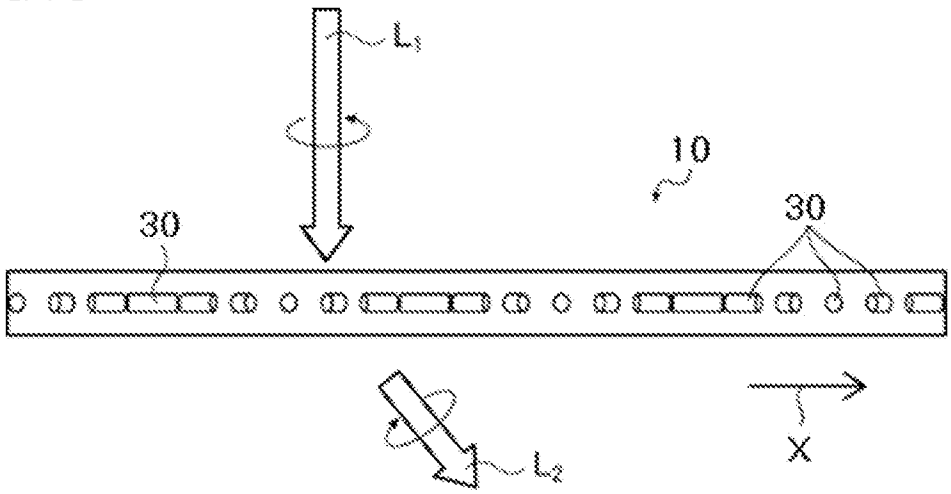
[図1]



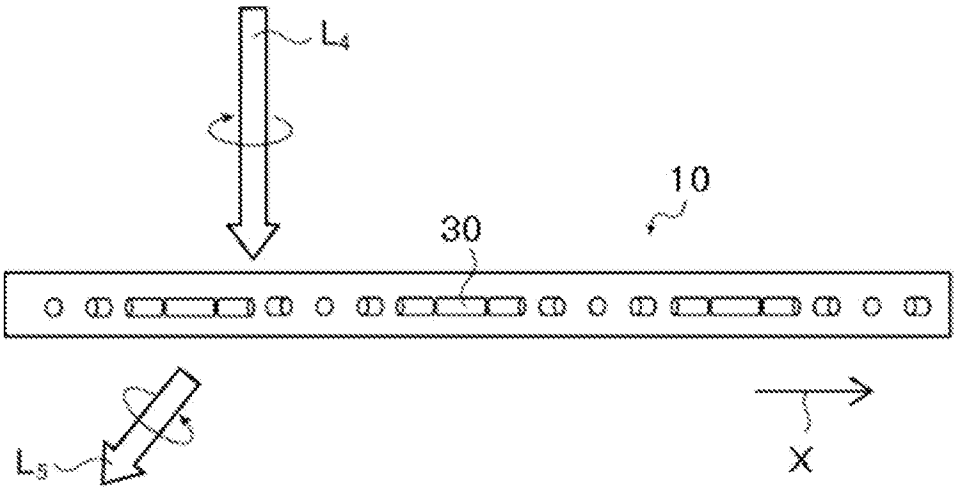
[図2]



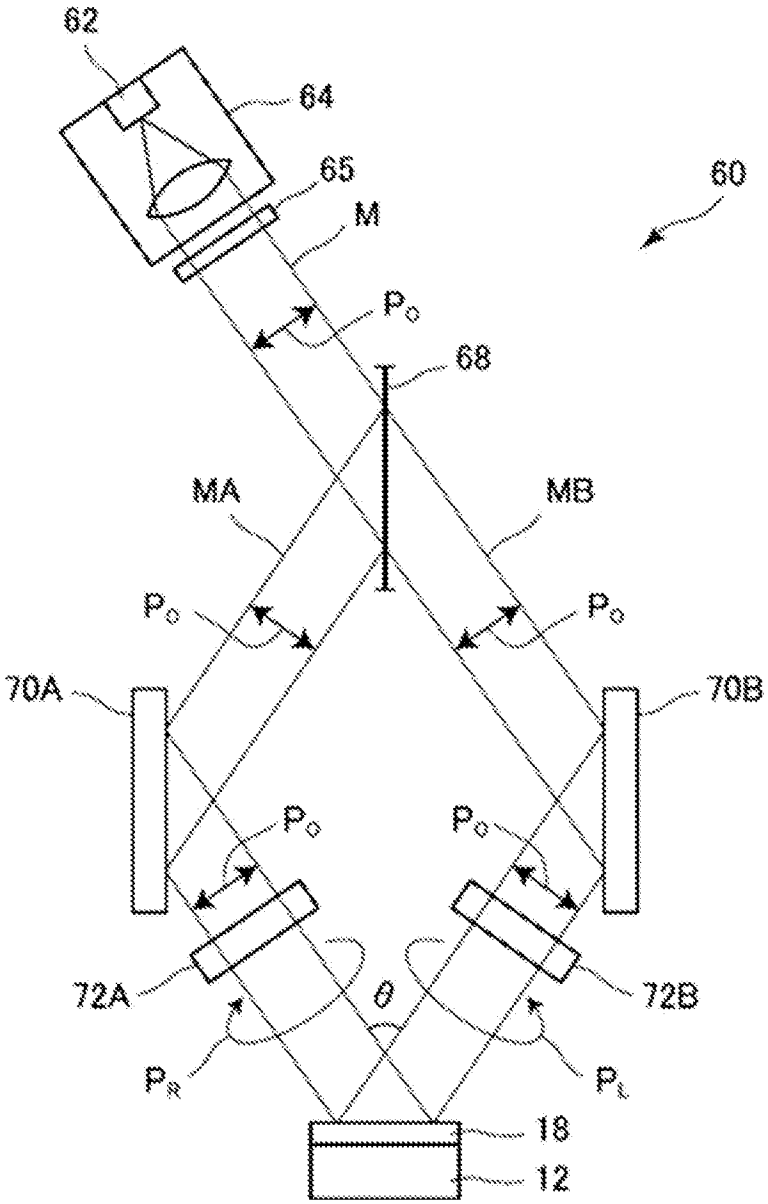
[図3]



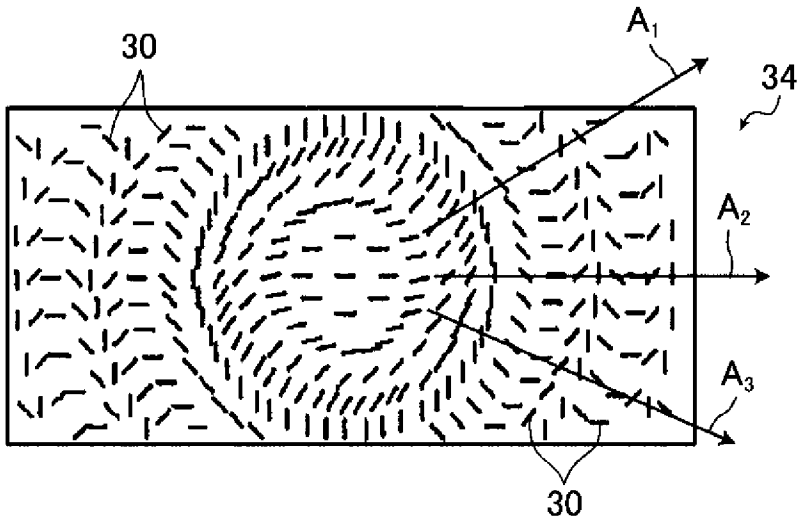
[図4]


L4
10
30
L3
X

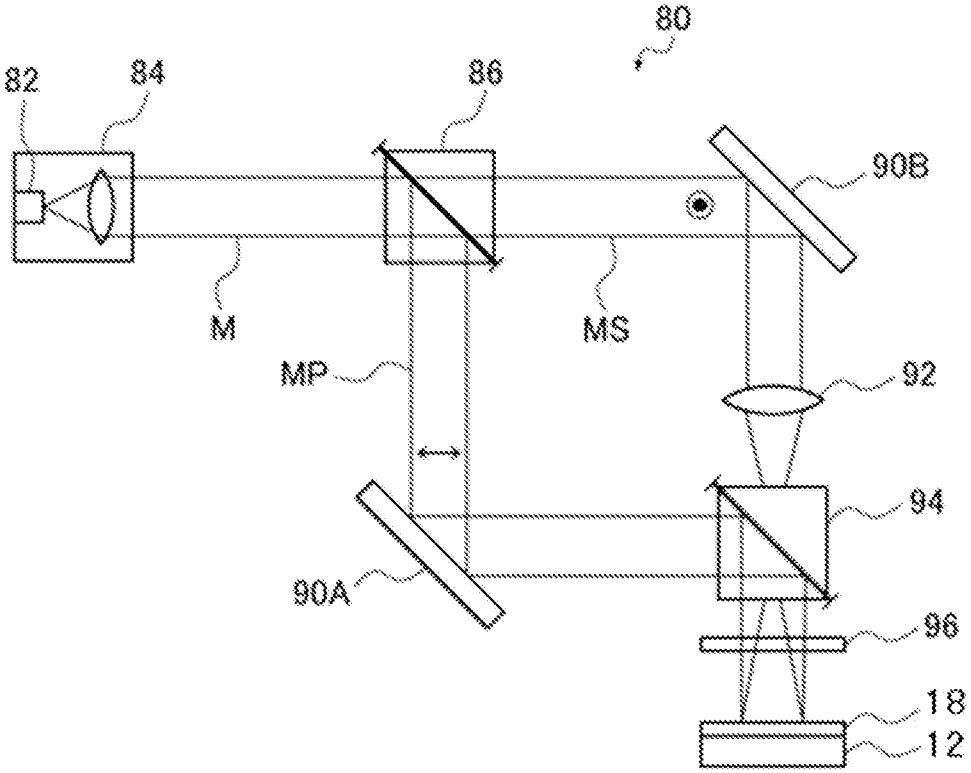
[図5]


62
64
65
60
M
P0
68
MA
MB
P0
P0
70A
70B
P0
P0
72A
θ
72B
PR
PL
18
12

[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/029937

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 5/30(2006.01)i; ***G02B 5/18***(2006.01)i; ***G09F 9/00***(2006.01)i
FI: G02B5/30; G02B5/18; G09F9/00 313

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)

G02B5/30; G02B5/18; G09F9/00

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 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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

CAplus/REGISTRY (STN)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2023/127538 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 06 July 2023 (2023-07-06) paragraphs [0053]-[0054], [0056]-[0061], [0140], [0148]-[0178], example 9, fig. 2-3	1-9
A	JP 2023-003351 A (FUJIFILM CORPORATION) 11 January 2023 (2023-01-11) entire text	1-9
A	WO 2022/270564 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 29 December 2022 (2022-12-29) entire text	1-9
A	WO 2022/270563 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 29 December 2022 (2022-12-29) entire text	1-9
A	WO 2022/050321 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 10 March 2022 (2022-03-10) entire text, all drawings	1-9
A	WO 2022/050319 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 10 March 2022 (2022-03-10) entire text, all drawings	1-9

☑ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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
"T" 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	Date of mailing of the international search report
17 September 2024	**01 October 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/029937

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	WO 2024/143339 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 04 July 2024 (2024-07-04) paragraphs [0241]-[0297], fig. 1-2, 7-8	1-4, 6-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/029937

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2023/127538 A1	06 July 2023	(Family: none)	
JP 2023-003351 A	11 January 2023	US 2023/0042009 A1 entire text CN 115504917 A	
WO 2022/270564 A1	29 December 2022	US 2024/0166949 A1 entire text CN 117580818 A	
WO 2022/270563 A1	29 December 2022	US 2024/0182785 A1 entire text CN 117545735 A	
WO 2022/050321 A1	10 March 2022	US 2023/0205044 A1 entire text, all drawings CN 116235085 A	
WO 2022/050319 A1	10 March 2022	US 2023/0229038 A1 entire text, all drawings CN 116157711 A	
WO 2024/143339 A1	04 July 2024	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/029937

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G02B 5/30(2006.01)i; G02B 5/18(2006.01)i; G09F 9/00(2006.01)i
FI: G02B5/30; G02B5/18; G09F9/00 313

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））

G02B5/30; G02B5/18; G09F9/00

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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）

CAplus/REGISTRY (STN)

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
X	WO 2023/127538 A1 (富士フイルム株式会社) 06.07.2023 (2023-07-06) 段落[0053]-[0054], [0056]-[0061], [0140], [0148]-[0178], 実施例9, 図2-3	1-9
A	JP 2023-003351 A (富士フイルム株式会社) 11.01.2023 (2023-01-11) 全文	1-9
A	WO 2022/270564 A1 (富士フイルム株式会社) 29.12.2022 (2022-12-29) 全文	1-9
A	WO 2022/270563 A1 (富士フイルム株式会社) 29.12.2022 (2022-12-29) 全文	1-9
A	WO 2022/050321 A1 (富士フイルム株式会社) 10.03.2022 (2022-03-10) 全文, 全図	1-9
A	WO 2022/050319 A1 (富士フイルム株式会社) 10.03.2022 (2022-03-10) 全文, 全図	1-9
P, X	WO 2024/143339 A1 (富士フイルム株式会社) 04.07.2024 (2024-07-04) 段落[0241]-[0297], 図1-2, 7-8	1-4, 6-9

☐ 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
"D" 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
"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	国際調査報告の発送日
17.09.2024	01.10.2024

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）

酒井　康博 20 1761

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

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/JP2024/029937

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2023/127538 A1	06.07.2023	（ファミリーなし）	
JP 2023-003351 A	11.01.2023	US 2023/0042009 A1 全文 CN 115504917 A	
WO 2022/270564 A1	29.12.2022	US 2024/0166949 A1 全文 CN 117580818 A	
WO 2022/270563 A1	29.12.2022	US 2024/0182785 A1 全文 CN 117545735 A	
WO 2022/050321 A1	10.03.2022	US 2023/0205044 A1 全文，全図 CN 116235085 A	
WO 2022/050319 A1	10.03.2022	US 2023/0229038 A1 全文，全図 CN 116157711 A	
WO 2024/143339 A1	04.07.2024	（ファミリーなし）	