

(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
2021年9月16日(16.09.2021)



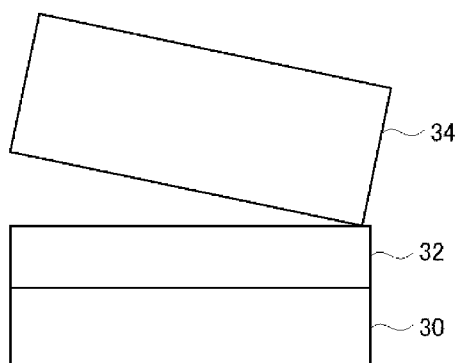
(10) 国際公開番号

WO 2021/182626 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 5/30 (2006.01) *G02B 5/18* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/010163
- (22) 国際出願日: 2021年3月12日(12.03.2021)
- (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 2020-043850 2020年3月13日(13.03.2020) 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: 西川 秀幸 (**NISHIKAWA Hideyuki**); 〒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, 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, IT, 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, 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,

(54) **Title:** METHOD OF PRODUCING LIQUID CRYSTAL LAYER

(54) 発明の名称: 液晶層の製造方法



(57) **Abstract:** The present invention addresses the problem of providing a method of producing a liquid crystal layer in which a photo-alignment film is repeatedly used, wherein degradation of the photo-alignment film is suppressed and a greater amount of liquid crystal layer in which a liquid crystal is properly aligned can be produced. The invention comprises: a photo-alignment film formation step for forming a photo-alignment film by photo-alignment on a support body; a liquid crystal layer alignment step for layering a liquid crystal composition containing a polymerizable liquid crystal compound on the photo-alignment film and causing same to become aligned; a liquid crystal layer formation step for polymerizing the aligned liquid crystal composition to form a liquid crystal layer; and a liquid crystal layer separation step for separating the formed liquid crystal layer away from the photo-alignment film. The photo-alignment film formed in the photo-alignment film formation step is formed from a photo-alignment film-forming composition that contains an azobenzene-based compound having a molecular weight of 5000 or less. Steps from the liquid crystal layer alignment step to the liquid crystal layer separation step are repeated to repeatedly manufacture the liquid crystal layer.

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)）

(57) 要約：光配向膜を繰り返し利用する液晶層の製造方法において、光配向膜の劣化を抑制し、液晶化合物が適正に配向された液晶層をより多く作製できる液晶層の製造方法の提供を課題とする。支持体の上に光配向膜を光配向法によって形成する光配向膜形成工程、光配向膜の上に、重合性液晶化合物を含む液晶組成物を積層し、配向させる液晶層配向工程、配向した液晶組成物を重合させ、液晶層を形成する液晶層形成工程、および、形成した液晶層を、光配向膜から分離する液晶層分離工程、を有し、光配向膜形成工程で形成される光配向膜は、分子量5000以下のアゾベンゼン系化合物を含む光配向膜形成用組成物から形成されており、液晶層配向工程から液晶層分離工程を繰り返して、液晶層を繰り返し作製する。

明 細 書

発明の名称：液晶層の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、液晶層の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 液晶化合物を含む液晶組成物を用いて形成された液晶層が、回折素子、光学異方性層、波長選択反射層等の各種の液晶層として利用されている。液晶層は、含有する液晶化合物を所定の配向状態に配向されることで、回折、位相差の付与、選択波長の反射等の各種の作用を発現する。

[0003] このように液晶層中の液晶化合物を配向するために、配向膜が用いられている。例えば、支持体上に形成された配向膜上に液晶層となる液晶組成物を塗布し、配向処理を行うことで、液晶組成物中の液晶化合物を所定の配向状態とし、配向した液晶組成物を硬化させることで液晶層が形成される。

[0004] ところで、液晶層の作製をより高い生産性で行うために、液晶層を作製した後に、液晶層を配向膜から分離して、配向膜を再利用することが考えられている。

[0005] 例えば、特許文献1には、液晶ポリマー層をパターン化するためのプロセスであって、液晶ポリマー層の液晶分子が、主に、化学、立体、または他の分子間相互作用を介して、再使用可能整合テンプレートの表面整合パターンに整合されるように、液晶ポリマー層と表面整合パターンを備える再使用可能整合テンプレートとを接触させることと、液晶ポリマー層を重合化することと、パターン化された重合化液晶ポリマー層および再使用可能整合テンプレートを分離することとを含み、再使用可能整合テンプレートは、表面整合パターンを備える光整合層を備えるプロセスが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特表2020-502565号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献 1 には、配向膜上で液晶層の形成と分離を繰り返して、1つの配向膜を用いて複数の液晶層を作製する構成が記載されている。しかしながら、液晶層の形成と分離を繰り返すと、配向膜の配向性能が低下するという問題があった。すなわち、液晶層の作製を繰り返すと、液晶層中の液晶化合物を十分に配向できなくなるという問題があった。

[0008] 本発明の課題は、このような従来技術の問題点を解決することにより、配向膜を繰り返し利用する液晶層の製造方法において、配向膜の劣化を抑制し、液晶化合物が適正に配向された液晶層をより多く作製できる液晶層の製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] この課題を解決するために、本発明は、以下の構成を有する。

[1] 支持体の上に光配向膜を光配向法によって形成する光配向膜形成工程、

光配向膜の上に、重合性液晶化合物を含む液晶組成物を積層し、配向させる液晶層配向工程、

配向した液晶組成物を重合させ、液晶層を形成する液晶層形成工程、および、

形成した液晶層を、光配向膜から分離する液晶層分離工程、を有し、

光配向膜形成工程で形成される光配向膜は、分子量 5000 以下のアゾベンゼン骨格を含む化合物を含む光配向膜形成用組成物から形成されており、

液晶層配向工程から液晶層分離工程を繰り返して、液晶層を繰り返し作製する液晶層の製造方法。

[2] アゾベンゼン骨格を含む化合物が水溶性である [1] に記載の液晶層の製造方法。

[3] 光配向膜形成用組成物が架橋剤を含む [1] または [2] に記載

の液晶層の製造方法。

〔４〕 液晶層配向工程において、光配向膜によって、液晶層中の液晶化合物由来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配向状態とする〔１〕～〔３〕のいずれかに記載の液晶層の製造方法。

〔５〕 配向膜形成工程において、光配向膜はレーザー干渉露光される〔１〕～〔４〕のいずれかに記載の液晶層の製造方法。

〔６〕 液晶層形成工程において形成される液晶層が回折機能を有する〔１〕～〔５〕のいずれかに記載の液晶層の製造方法。

発明の効果

〔００１０〕 本発明によれば、配向膜を繰り返し利用する液晶層の製造方法において、配向膜の劣化を抑制し、液晶化合物が適正に配向された液晶層をより多く作製できる液晶層の製造方法を提供できる。

図面の簡単な説明

〔００１１〕 〔図１〕本発明の液晶層の製造方法の一例を説明するための概念図である。

〔図２〕配向膜を露光する露光装置の一例の概念図である。

〔図３〕本発明の液晶層の製造方法の一例を説明するための概念図である。

〔図４〕本発明の液晶層の製造方法の一例を説明するための概念図である。

〔図５〕液晶層の一例を概念的に示す図である。

〔図６〕図５に示す液晶層を概念的に示す平面図である。

〔図７〕図５に示す液晶層の断面ＳＥＭ（走査型電子顕微鏡）画像を概念的に示す図である。

〔図８〕図５に示す液晶層の作用を説明するための概念図である。

〔図９〕液晶層の他の例を概念的に示す図である。

〔図１０〕液晶層の他の例を概念的に示す図である。

〔図１１〕液晶層の他の例を概念的に示す図である。

〔図１２〕図１１に示す液晶層の平面図を概念的に示す図である。

〔図１３〕図１１に示す液晶層の作用を説明するための図である。

[図14]図 1 1 に示す液晶層の作用を説明するための図である。

[図15]液晶層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

[0012] 以下、本発明の液晶層の製造方法について、添付の図面に示される好適実施例を基に詳細に説明する。

[0013] 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、「(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いずれか一方または双方」の意味で使用される。

本明細書において、「同じ」、「同一」などというときは、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。

[0014] [液晶層の製造方法]

本発明の液晶層の製造方法は、

支持体の上に光配向膜を光配向法によって形成する光配向膜形成工程、

光配向膜の上に、重合性液晶化合物を含む液晶組成物を積層し、配向させる液晶層配向工程、

配向した液晶組成物を重合させ、液晶層を形成する液晶層形成工程、および、

形成した液晶層を、光配向膜から分離する液晶層分離工程、を有し、

配向膜形成工程で形成される光配向膜は、分子量5000以下のアゾベンゼン系化合物を含む光配向膜形成用組成物から形成されており、

液晶層配向工程から液晶層分離工程を繰り返して、液晶層を繰り返し作製する液晶層の製造方法である。

[0015] 図1～図4を用いて、本発明の液晶層の製造方法の一例を説明する。

[0016] [光配向膜形成工程]

図1に示すように、光配向膜形成工程は、支持体30の上に光配向膜32を形成する工程である。光配向膜形成工程は、光配向法によって光配向膜を

形成する。

[0017] 本発明において、光配向膜32は、光配向性の素材に偏光または非偏光を照射して光配向膜32とした、いわゆる光配向膜である。すなわち、本発明においては、光配向膜32として、支持体30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。

[0018] 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、ならびに、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。

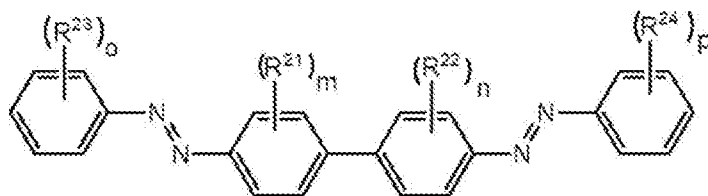
[0019] 本発明においては、さらに、光配向膜形成工程で形成する光配向膜は、分子量5000以下のアゾベンゼン骨格を含む化合物（以下、アゾベンゼン化合物ともいう）を含む光配向膜形成用組成物から形成されている。

アゾベンゼン系化合物とは、光反応性基であるアゾベンゼン基を有する化合物である。

アゾベンゼン系化合物としては分子量5000以下であれば特に制限されないが、一般式（1）で表される化合物が好ましい。

[0020] 一般式（1）

[0021] [化1]



[0022] $R^{21} \sim R^{24}$ はそれぞれ独立に、水素原子又は置換基を表すが、但し、 $R^{21} \sim R^{24}$ で表される基の少なくとも一つは、カルボキシル基もしくはその塩、または、スルホ基またはその塩を表し、 m は1～4の整数を表し、 n は1～4の整数を表し、 o は1～5の整数を表し、 p は1～5の整数を表す。 m 、 n 、 o 、及び p が2以上の整数を表すとき、複数個ある、 $R^{21} \sim R^{24}$ は、同一でも異なってもよい。

[0023] 一般式（1）中、 $R^{21} \sim R^{24}$ でそれぞれ表される置換基としては、カルボキシル基またはその塩（なお、カルボキシル基の塩としては、アルカリ金属との塩が挙げられ、ナトリウム塩が好ましい。）、スルホ基またはその塩（なお、スルホ基の塩としては、アルカリ金属との塩が挙げられ、ナトリウム塩が好ましい。）、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アリール基、置換または無置換のアミノ基、アルコキシ基、アルコキシカルボニル基、アシルオキシ基、アシルアミノ基、アルコキシカルボニルアミノ基、アリー

ルオキシカルボニルアミノ基、スルホニルアミノ基、スルファモイル基、カルバモイル基、アルキルチオ基、アリールチオ基、スルホニル基、スルフィニル基、ウレイド基、リン酸アミド基、ヒドロキシ基、メルカプト基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキサム酸基、スルフィノ基、ヒドラジノ基、イミノ基、ヘテロ環基、および、シリル基が挙げられる。

これらの置換基はさらにこれらの置換基によって置換されていてもよい。また、置換基が二つ以上有する場合は、同じでも異なってもよい。また、可能な場合には互いに結合して環を形成していてもよい。

[0024] 一般式 (1) 中、 $R^{21} \sim R^{24}$ で表される基としては、水素原子、カルボキシル基もしくはその塩、スルホ基もしくはその塩、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基、シアノ基、ニトロ基、アルコキシカルボニル基、または、カルバモイル基が好ましく、水素原子、カルボキシル基もしくはその塩、スルホ基もしくはその塩、ハロゲン原子、ハロゲン化メチル基、ハロゲン化メトキシ基、シアノ基、ニトロ基、または、メトキシカルボニル基がより好ましく、水素原子、カルボキシル基もしくはその塩、スルホ基もしくはその塩、ハロゲン原子、シアノ基、または、ニトロ基がさらに好ましい。

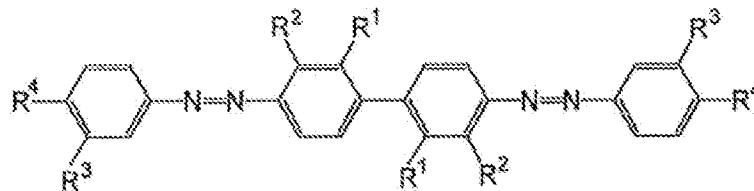
[0025] $R^{21} \sim R^{24}$ で表される基の少なくとも一つは、カルボキシル基もしくはその塩、または、スルホ基もしくはその塩である。カルボキシル基もしくはその塩、または、スルホ基もしくはその塩の置換位置については特に制限はないが、光活性作用の点では、少なくとも1つの R^{21} および／または少なくとも1つの R^{22} がスルホ基またはその塩であるのが好ましく、少なくとも1つの R^{21} 及び少なくとも1つの R^{22} がスルホ基もしくはその塩であるのがより好ましい。また、同観点から、少なくとも1つの R^{23} および／または少なくとも1つの R^{24} がカルボキシル基またはその塩であるのが好ましく、少なくとも1つの R^{23} 及び少なくとも1つの R^{24} がカルボキシル基またはその塩であるのがより好ましい。カルボキシル基またはその塩は、アゾ基に対してメタ位に置換した R^{23} 及び R^{24} であるのがさらに好ましい。

[0026] 一般式 (1) において、 m は 1～4 の整数を表し、 n は 1～4 の整数を表

し、 α は1～5の整数を表し、 β は1～5の整数を表す。好ましくは、 m は1～2の整数、 n は1～2の整数、 α は1～2の整数、 β は1～2の整数である。

[0027] 以下に、一般式(1)で表される化合物の具体例を挙げるが、以下の具体例に制限されるものではない。

[0028] [化2]



No.	R ¹	R ²	R ³	R ⁴
E-1	-SO ₃ Na	-H	-COOH	-OH
E-2	-H	-SO ₃ Na	-COOH	-OH
E-3	-SO ₃ Na	-H	-COONa	-OH
E-4	-H	-SO ₃ Na	-COONa	-OH
E-5	-CH ₃	-H	-COONa	-OH
E-6	-H	-CH ₃	-COONa	-OH
E-7	-H	-OCH ₃	-COONa	-OH
E-8	-H	-OCF ₃	-COONa	-OH
E-9	-H	-Cl	-COONa	-OH
E-10	-H	-CN	-COONa	-OH
E-11	-H	-NO ₂	-COONa	-OH
E-12	-COOCH ₃	-H	-COONa	-OH
E-13	-CONH ₂	-H	-COONa	-OH
E-14	-SO ₂ NH ₂	-H	-COONa	-OH
E-15	-SO ₃ Na	-H	-COONa	-OH
E-16	-SO ₃ Na	-H	-CH ₂ OH	-OH
E-17	-H	-SO ₃ Na	-CH ₂ OH	-OH

[0029] 光配向膜32の厚さには、制限はなく、光配向膜32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。

光配向膜32の厚さは、0.01～5μmが好ましく、0.05～2μmがより好ましい。

[0030] 光配向膜の形成方法には、制限はなく、光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、光配向膜32を支持体30

の表面に塗布して乾燥させた後、光配向膜 3 2 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。

[0031] 図 2 に、光配向膜 3 2 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 2 に示す露光装置 6 0 は、レーザ 6 2 を備えた光源 6 4 と、レーザ 6 2 が出射したレーザ光 M の偏光方向を変える $\lambda/2$ 板 6 5 と、レーザ 6 2 が出射したレーザ光 M を光線 MA および MB の 2 つに分離する偏光ビームスプリッター 6 8 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 7 0 A および 7 0 B と、 $\lambda/4$ 板 7 2 A および 7 2 B と、を備える。

なお、光源 6 4 は直線偏光 P_0 を出射する。 $\lambda/4$ 板 7 2 A は、直線偏光 P_0 (光線 MA) を右円偏光 P_R に、 $\lambda/4$ 板 7 2 B 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。

[0032] 配向パターンを形成される前の光配向膜 3 2 を有する支持体 3 0 が露光部に配置され、2 つの光線 MA と光線 MB とを光配向膜 3 2 上において交差させて干渉させ、その干渉光を光配向膜 3 2 に照射して露光する。

この際の干渉により、光配向膜 3 2 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光配向膜 (以下、パターン光配向膜ともいう) が得られる。

[0033] 露光装置 6 0 においては、2 つの光線 MA および MB の交差角 α を変化させることにより、配向パターンの周期を調節できる。すなわち、露光装置 6 0 においては、交差角 α を調節することにより、後述する、液晶層 3 4 中の液晶化合物 4 0 に由来する光学軸 4 0 A が一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 4 0 A が回転する 1 方向における、光学軸 4 0 A が 180° 回転する 1 周期の長さを調節できる。

[0034] 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光配向膜 3 2 上に、液晶層を形成することにより、後述するように、液晶化合物 4 0 に

由来する光学軸40Aが一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液晶層34を形成できる。

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、光学軸40Aの回転方向を逆にすることができる。

[0035] 上述のとおり、パターン光配向膜は、パターン光配向膜の上に形成される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。パターン光配向膜が、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、パターン光配向膜は、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。パターン光配向膜の配向軸は、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、パターン光配向膜に直線偏光を回転させながら照射して、パターン光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。

[0036] <支持体>

支持体30は、光配向膜32、および、液晶層34を支持するものである。

支持体30は、光配向膜32、液晶層34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30は、対応する光に対する透過率が50%以上であるのが好ましく、70%以上であるのがより好ましく、85%以上であるのがさらに好ましい。

[0037] 支持体30の厚さには、制限はなく、支持体30の形成材料等に応じて、光配向膜32、液晶層34を保持できる厚さを、適宜、設定すればよい。

支持体30の厚さは、1～2000 μm が好ましく、3～500 μm がより好ましく、5～250 μm がさらに好ましい。

[0038] 支持体30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 30 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 30 が例示される。多層である場合の支持体 30 の例としては、前述の単層の支持体のいずれかなどを基板として含み、この基板の表面に他の層を設けたものの等が例示される。

[0039] 〔液晶層配向工程〕

液晶層配向工程は、光配向膜の表面に、重合性液晶化合物を含む液晶組成物を積層し、配向させる工程である。液晶層配向工程では、光配向膜 32 上に液晶組成物を塗布して、液晶化合物を所望の液晶相の状態に配向する。

[0040] 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、ならびに、スピコート、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。

[0041] 塗布された液晶組成物は、必要に応じて乾燥および／または加熱されることで、液晶組成物中の液晶化合物が、光配向膜の表面に形成されている配向パターンに応じて、所定の配向状態に配向される。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。

[0042] <液晶組成物>

液晶組成物は、重合性液晶化合物を含み、さらに、界面活性剤、キラル剤、重合開始剤、架橋剤、その他の添加剤、および、溶媒を含んでいてもよい。

[0043] ー ー 重合性液晶化合物 ー ー

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。

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。低分子液晶化合物だけではなく、高分子液晶化合物も用いることができる。

[0044] 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。重合性基の例には、不飽和重合性基、エポキシ基、およびアジリジニル基が含まれ、不飽和重合性基が好ましく、エチレン性不飽和重合性基がより好ましい。重合性基は種々の方法で、液晶化合物の分子中に導入できる。重合性液晶化合物が有する重合性基の個数は、好ましくは1～6個、より好ましくは1～3個である。

重合性液晶化合物の例は、Makromol. Chem., 190巻、2255頁（1989年）、Advanced Materials 5巻、107頁（1993年）、米国特許第4683327号明細書、米国特許第5622648号明細書、米国特許第5770107号明細書、国際公開第95/22586号、国際公開第95/24455号、国際公開第97/00600号、国際公開第98/23580号、国際公開第98/52905号、特開平1-272551号公報、特開平6-16616号公報、特開平7-110469号公報、特開平11-80081号公報、および、特開2001-328973号公報等に記載の化合物が含まれる。2種類以上の重合性液晶化合物を併用してもよい。2種類以上の重合性液晶化合物を併用すると、配向温度を低下させることができる。

[0045] また、上記以外の重合性液晶化合物としては、特開昭57-165480号公報に開示されているようなコレステリック相を有する環式オルガノポリシロキサン化合物等を用いることができる。さらに、前述の高分子液晶化合物としては、液晶を呈するメソゲン基を主鎖、側鎖、あるいは主鎖および側鎖の両方の位置に導入した高分子、コレステリル基を側鎖に導入した高分子コレステリック液晶、特開平9-133810号公報に開示されているような液晶性高分子、および、特開平11-293252号公報に開示されてい

るような液晶性高分子等を用いることができる。

[0046] ――円盤状液晶化合物――

円盤状液晶化合物としては、例えば、特開２００７－１０８７３２号公報や特開２０１０－２４４０３８号公報に記載のものを好ましく用いることができる。

[0047] また、液晶組成物中の重合性液晶化合物の添加量は、液晶組成物の固形分質量（溶媒を除いた質量）に対して、７５～９９．９質量％であるのが好ましく、８０～９９質量％であるのがより好ましく、８５～９０質量％であるのがさらに好ましい。

[0048] ――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、液晶相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く例示される。

[0049] 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、ならびに、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、などが挙げられる。

なお、界面活性剤は、１種を単独で用いてもよいし、２種以上を併用してもよい。

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。

[0050] 液晶組成物中における、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。

[0051] キラル剤（光学活性化合物）

キラル剤（カイラル剤）はコレステリック液晶相の螺旋構造を誘起する機能を有する。キラル剤は、化合物によって誘起する螺旋の捩れ方向または螺旋ピッチが異なるため、目的に応じて選択すればよい。

キラル剤としては、特に制限はなく、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）用キラル剤、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。

キラル剤は、一般に不斉炭素原子を含むが、不斉炭素原子を含まない軸性不斉化合物または面性不斉化合物もキラル剤として用いることができる。軸性不斉化合物また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、および、これらの誘導体が含まれる。キラル剤は、重合性基を有していてもよい。キラル剤と液晶化合物とがいずれも重合性基を有する場合は、重合性キラル剤と重合性液晶化合物との重合反応により、重合性液晶化合物から誘導される繰り返し単位と、キラル剤から誘導される繰り返し単位とを有するポリマーを形成することができる。この態様では、重合性キラル剤が有する重合性基は、重合性液晶化合物が有する重合性基と、同種の基であるのが好ましい。従って、キラル剤の重合性基も、不飽和重合性基、エポキシ基またはアジリジニル基であるのが好ましく、不飽和重合性基であるのがより好ましく、エチレン性不飽和重合性基であるのがさらに好ましい。

また、キラル剤は、液晶化合物であってもよい。

[0052] キラル剤は光異性化基を有していてもよい。光異性化基としては、フォトリソミック性を示す化合物の異性化部位、アゾ基、アゾキシ基、または、

シンナモイル基が好ましい。具体的な化合物として、特開2002-80478号公報、特開2002-80851号公報、特開2002-179668号公報、特開2002-179669号公報、特開2002-179670号公報、特開2002-179681号公報、特開2002-179682号公報、特開2002-338575号公報、特開2002-338668号公報、特開2003-313189号公報、および、特開2003-313292号公報等に記載の化合物を用いることができる。

[0053] 液晶組成物における、キラル剤の含有量は、液晶化合物の含有モル量に対して0.01～200モル%が好ましく、1～30モル%がより好ましい。

[0054] ー重合開始剤ー

液晶組成物が重合性化合物を含む場合は、重合開始剤を含有しているのが好ましい。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であるのが好ましい。

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）、ならびに、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、液晶化合物の含有量に対して0.1～20質量%であるのが好ましく、0.5～12質量%であるのがさらに好ましい。

[0055] ー架橋剤ー

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；ならびに、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などが挙げられる。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、液晶相の安定性がより向上する。

[0056] ――その他の添加剤――

液晶組成物中には、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することができる。

[0057] ――溶媒――

液晶組成物は、液晶層を形成する際には、液体として用いられるのが好ましい。

液晶組成物は溶媒を含んでいてもよい。溶媒には、制限はなく、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。

有機溶媒には、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、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、エーテル類などが挙げられる。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。

[0058] 〔液晶層形成工程〕

液晶層形成工程は、配向した液晶組成物を重合させ、液晶層を形成する工程である。

[0059] 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、紫外線を用いるのが好ましい。照射エネルギーは、 $20\text{ mJ}/\text{cm}^2 \sim 50\text{ J}/\text{cm}^2$ が好ましく、 $50\text{ mJ}/\text{cm}^2 \sim 1500\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 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 $250 \sim 430\text{ nm}$ が好ましい。

液晶層配向工程および液晶層形成工程により、図3に示すように、液晶層34が形成される。

[0060] 〔液晶層分離工程〕

液晶層分離工程は、図4に示すように、形成した液晶層34を、光配向膜32から分離する工程である。光配向膜32から液晶層34を分離する方法には、制限はなく、公知の方法が、各種、利用可能である。

[0061] 一例として、転写用フィルム等を液晶層34に貼着して、転写用フィルムとともに液晶層34を光配向膜32から分離すればよい。その際、光配向膜32と支持体30との粘着力、および、液晶層34と転写用フィルムとの粘着力が、光配向膜32と液晶層34との接着力よりも大きいものとするのが好ましい。

[0062] 以上の工程により、液晶層34を作製することができる。本発明の液晶層

の製造方法においては、液晶層配向工程から液晶層分離工程を繰り返すことで、液晶層34を繰り返し作製することができる。

[0063] ここで、本発明の液晶層の製造方法においては、配向膜形成工程で形成される光配向膜は、分子量5000以下のアゾベンゼン骨格を含む化合物（以下、アゾベンゼン系化合物ともいう）を含む光配向膜形成用組成物から形成されている。

[0064] 前述のとおり、光配向膜を再利用して、1つの光配向膜で複数回、液晶層を形成する場合に、液晶層の形成と分離を繰り返すと、配向膜の配向性能が低下するという問題があった。すなわち、液晶層の作製を繰り返すと、液晶層中の液晶化合物を十分に配向できなくなるという問題があった。特に、液晶層中の液晶化合物をより小さい周期パターンで配向する場合に、配向膜の劣化の影響を受けやすい。

[0065] これに対して、配向膜形成工程で形成される光配向膜が、分子量5000以下のアゾベンゼン骨格を含む化合物を含む光配向膜形成用組成物から形成されていることにより、液晶層の形成と分離を繰り返しても、光配向膜の配向性能が低下することを抑制できる。そのため、一定以上の配向性を有する液晶層をより多く作製することができる。特に、光配向膜にレーザー干渉露光を行って配向パターンを形成する場合には、5cm角程度の大きさの領域に5分程度の露光時間が必要であり、非常に生産性が低い。しかしながら、本発明のように、液晶配向層を用いて液晶層を形成することで、1回の液晶層の作製ごとに光配向膜を露光する必要がないため、生産性を高くすることができる。

[0066] アゾベンゼン系化合物を用いた光配向膜は配向性をより高くすることができる。そのため、液晶配向層の配向性もより高くすることができ、作製される液晶層の配向性を高くすることができる、また、複数回繰り返し液晶層を作製した場合に、液晶配向層の配向性が徐々に劣化するが、元の液晶配向層の配向性が高いため、一定以上の配向性を有する液晶層をより多く作製することができる。

[0067] また、配向膜の劣化の一因として、液晶層となる液晶組成物を光配向膜上に塗布した際に、液晶組成物中の溶媒によって光配向膜が膨潤して光配向膜の配向性が劣化することが挙げられる。これに対して、光配向膜の材料としてアゾベンゼン系化合物を用いる本発明においては、アゾベンゼン系化合物は溶媒に溶けにくいため、液晶層となる液晶組成物を光配向膜上に塗布した際に、液晶組成物中の溶媒によって光配向膜が劣化することを抑制できるため、光配向膜の配向性能が低下することを抑制できる。

[0068] 光配向膜の劣化をより好適に抑制できる観点から、アゾベンゼン骨格を含む化合物が水溶性であることが好ましい。

[0069] また、光配向材料としてアゾベンゼン系の光配向材料を用いた光配向膜は、液晶化合物を主成分とする液晶層との密着性が低く容易に分離することができる。そのため、光配向膜から液晶層を分離する際に光配向膜を損傷することを抑制できる。

[0070] また、光配向膜を形成するための光配向膜形成用組成物は架橋剤を含むことが好ましい。

光配向膜形成用組成物は架橋剤を含むことで、光配向膜の膜強度および耐久性を向上することができる。そのため、光配向膜から液晶層を分離する際に光配向膜を損傷することを抑制できる。

[0071] 光配向膜形成用組成物に含まれる架橋剤としては、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る。例えば、上述した液晶組成物用の架橋剤が適宜利用できる。また、アゾベンゼン骨格を含む光配向膜素材が水溶性である場合は、親水的な（メタ）アクリレートモノマー（例えば、富士フイルム（株）製；FAM-401、FAM-301、FAM-201、FAM-402、東亜合成株（株）製；アロニックスM-933）、または、親水的なエポキシおよびオキセタンモノマー（例えば、ナガセケムテックス（株）製；EX-810、EX-811、EX-850、EX-851、EX-821、EX-830、EX-8

32、EX-841、EX-861、EX-920、EX-931、EX-313、EX314、EX-321、EX-421、EX-512、EX-521、EX-612、EX-614、EX-614B))を利用できる。

[0072] 以下、本発明の製造方法で製造される、本発明の液晶層について説明する。

[0073] <液晶層>

液晶層の一例について図5～図7を用いて説明する。

図5は、コレステリック液晶層34の概念図である。図6は、図5に示すコレステリック液晶層34の主面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。

以下の説明では、コレステリック液晶層34の主面を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5は、コレステリック液晶層34のX-Z面の模式図に相当し、図6は、コレステリック液晶層34のX-Y面の模式図に相当する。

[0074] 図5および図6に示すように、コレステリック液晶層34は、液晶化合物がコレステリック配向された層である。また、図5および図6は、コレステリック液晶層を構成する液晶化合物が、棒状液晶化合物の場合の例である。

以下の説明では、コレステリック液晶層を、単に液晶層ともいう。

[0075] 液晶層34は、コレステリック液晶相を固定してなる、コレステリック液晶層であり、液晶化合物由来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を有するコレステリック液晶層である。

[0076] 液晶層34は、図5に概念的に示すように、通常のコレステリック液晶相を固定してなるコレステリック液晶層と同様に、液晶化合物40が螺旋状に旋回して積み重ねられた螺旋構造を有し、液晶化合物40が螺旋状に1回転(360°回転)して積み重ねられた構成を螺旋1ピッチ(ピッチP)として、螺旋状に旋回する液晶化合物40が、複数ピッチ、積層された構造を有する。

[0077] 周知のように、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の方法は、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／または添加されるキラル剤の種類によって調節できる。

[0078] 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。

従って、液晶層が反射（回折）する光の波長は、例えば液晶層の螺旋のピッチ P を調整して、液晶層の選択的な反射波長域を適宜設定すればよい。

反射波長域の半値幅は、液晶層の用途に応じて調節され、例えば10～500 nmであればよく、好ましくは20～300 nmであり、より好ましくは30～100 nmである。

[0079] 図6に示すように、液晶層34のX-Y面において、液晶化合物40は、X-Y面内の互いに平行な複数の配列軸Dに沿って配列しており、それぞれの配列軸D上において、液晶化合物40の光学軸40Aの向きは、配列軸D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。ここで、説明のため、配列軸DがX方向に向いているとする。また、Y方向においては、光学軸40Aの向きが等しい液晶化合物40が等間隔で配向している。

なお、「液晶化合物40の光学軸40Aの向きが配列軸D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40の光学

軸 40A と配列軸 D とのなす角度が、配列軸 D 方向の位置により異なり、配列軸 D に沿って光学軸 40A と配列軸 D とのなす角度が θ から $\theta + 180^\circ$ あるいは $\theta - 180^\circ$ 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 に沿って配列する複数の液晶化合物 40 は、図 6 に示すように、光学軸 40A が配列軸 D に沿って一定の角度ずつ回転しながら変化する。

なお、配列軸 D 方向に互いに隣接する液晶化合物 40 の光学軸 40A の角度の差は、 45° 以下であるのが好ましく、 15° 以下であるのがより好ましく、より小さい角度であるのがさらに好ましい。

また、本明細書において、液晶化合物 40 が棒状液晶化合物である場合、液晶化合物 40 の光学軸 40A 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 40 が円盤状液晶化合物である場合、液晶化合物 40 の光学軸 40A 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。

[0080] 液晶層 34 においては、このような液晶化合物 40 の液晶配向パターンにおいて、面内で光学軸 40A が連続的に回転して変化する配列軸 D 方向において、液晶化合物 40 の光学軸 40A 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。

すなわち、配列軸 D 方向に対する角度が等しい 2 つの液晶化合物 40 の、配列軸 D 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 6 に示すように、配列軸 D 方向と光学軸 40A の方向とが一致する 2 つの液晶化合物 40 の、配列軸 D 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 』とも言う。

液晶層 34 の液晶配向パターンは、この 1 周期 Λ を、配列軸 D 方向すなわち光学軸 40A の向きが連続的に回転して変化する一方向に繰り返す。液晶回折素子においては、この 1 周期 Λ が、回折構造の周期となる。

[0081] 一方、液晶層 34 を形成する液晶化合物 40 は、配列軸 D 方向と直交する方向（図 6 においては Y 方向）、すなわち、光学軸 40A が連続的に回転する一方向と直交する Y 方向では、光学軸 40A の向きが等しい。

言い換えれば、液晶層 34 を形成する液晶化合物 40 は、Y 方向では、液晶化合物 40 の光学軸 40A と配列軸 D 方向とが成す角度が等しい。

[0082] 図 5 に示す液晶層 34 の X-Z 面を SEM（走査型電子顕微鏡）にて観察すると、図 7 に示すような明部 42 と暗部 44 とが交互に配列された配列方向が、主面（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。このような SEM 断面において、隣接する明部 42 から明部 42、または、暗部 44 から暗部 44 の、明部 42 または暗部 44 が成す線の法線方向における間隔は、 $1/2$ ピッチに略一致する。すなわち、図 7 中に P で示すように、明部 42 が 2 つと暗部 44 が 2 つで螺旋 1 ピッチ分（螺旋の巻き数 1 回分）すなわちピッチ P と略一致する。図 9 のように液晶化合物の傾斜が、明部および暗部の傾斜と一致する場合には、螺旋ピッチは、図 7 に示す明暗線のピッチ P と略一致する。また、図 5 のように液晶化合物の傾斜が、明部および暗部の傾斜と一致しない場合には、螺旋ピッチは、図 7 に示す明暗線のピッチ P から若干ズレるが、以下の説明では、螺旋ピッチと明暗線のピッチとを区別せずに説明を行う。

[0083] 以下、液晶層による回折の作用について説明する。

従来のコレステリック液晶層において、コレステリック液晶相由来の螺旋軸は、主面（X-Y 面）に対して垂直であり、その反射面は主面（X-Y 面）と平行な面である。また、液晶化合物の光学軸は、主面（X-Y 面）に対して傾斜していない。言い換えると、光学軸は主面（X-Y 面）に対して平行である。したがって、従来のコレステリック液晶層の 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は主面（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に法線方向から光が入射される場合、法線方向に光が反射される。

[0084] これに対して、液晶層 34 は、入射した光を、鏡面反射に対して配列軸 D 方向に傾けて反射する。液晶層 34 は、面内において、配列軸 D 方向（所定の一方方向）に沿って光学軸 40A が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ものである。以下、図8を参照して説明する。

[0085] 一例として、液晶層34は、赤色光の右円偏光 R_R を選択的に反射するコレステリック液晶層であるとする。従って、液晶層34に光が入射すると、液晶層34は、赤色光の右円偏光 R_R のみを反射し、それ以外の光を透過する。

[0086] 液晶層34では、液晶化合物40の光学軸40Aが配列軸D方向（一方向）に沿って回転しながら変化している。

液晶層34に形成された液晶配向パターンは、配列軸D方向に周期的なパターンである。そのため、液晶層34に入射した赤色光の右円偏光 R_R は、図8に概念的に示すように、液晶配向パターンの周期に応じた方向に反射（回折）され、反射された赤色光の右円偏光 R_R は、XY面（コレステリック液晶層の主面）に対して配列軸D方向に傾いた方向に反射（回折）される。

[0087] すなわち、液晶層34は、入射した光を鏡面反射とは異なる方向に反射（回折）する回折素子として用いることができる。

[0088] 液晶層34において、光学軸40Aが回転する一方向である配列軸Dの方向を、適宜、設定することで、光の反射方向（回折角度）を調節できる。

[0089] また、同じ波長で、同じ旋回方向の円偏光を反射する場合に、配列軸D方向に向かう液晶化合物40の光学軸40Aの回転方向を逆にすることで、円偏光の反射方向を逆にできる。

例えば、図5および図6においては、配列軸D方向に向かう光学軸40Aの回転方向は時計回りで、ある円偏光が配列軸D方向に傾けて反射されるが、これを反時計回りとするすることで、ある円偏光が配列軸D方向とは逆方向に傾けて反射される。

[0090] さらに、同じ液晶配向パターンを有する液晶層では、液晶化合物40の螺旋の旋回方向すなわち反射する円偏光の旋回方向によって、反射方向が逆になる。

例えば、螺旋の旋回方向が右捩じれの場合、右円偏光を選択的に反射するものであり、配列軸D方向に沿って光学軸40Aが時計回りに回転する液晶配向パターンを有することにより、右円偏光を配列軸D方向に傾けて反射す

る。

また、例えば、螺旋の旋回方向が左捻じれの場合、左円偏光を選択的に反射するものであり、配列軸D方向に沿って光学軸40Aが時計回りに回転する液晶配向パターンを有する液晶層は、左円偏光を配列軸D方向と逆方向に傾けて反射する。

[0091] 液晶層における液晶化合物の液晶配向パターンにおいて、液晶化合物の光学軸が 180° 回転する長さである1周期 Λ が、回折構造の周期（1周期）である。また、液晶層において、液晶化合物の光学軸が回転しながら変化している一方向（配列軸D方向）が回折構造の周期方向である。

本発明において、回折素子の1周期 Λ の長さには、制限はなく、所望の回折角度等に応じて、適宜、設定すればよい。

1周期 Λ の長さは、 $0.1 \sim 10 \mu\text{m}$ が好ましく、 $0.15 \sim 2 \mu\text{m}$ がより好ましく、 $0.2 \sim 1 \mu\text{m}$ がさらに好ましい。

[0092] 液晶配向パターンを有する液晶層では、1周期 Λ が短いほど、入射光に対する反射光の角度が大きくなる。すなわち、1周期 Λ が短いほど、入射光に対して、反射光を大きく傾けて反射できる。

また、この液晶配向パターンを有する液晶層では、光の反射角度（回折角）は、反射する光の波長によって、角度が異なる。具体的には、長波長の光ほど、入射光に対する反射光の角度が大きくなる。

[0093] 図5に示す例は、液晶層34のX-Z面において、液晶化合物40が、主面（X-Y面）に対して、その光学軸40Aが平行に配向している構成である。

しかしながら、本発明は、これに制限はされない。例えば、図9に概念的に示すように、液晶層34のX-Z面において、液晶化合物40が、主面（X-Y面）に対して、その光学軸40Aが傾斜して配向している構成であってもよい。

[0094] また、図9に示す例では、液晶層34のX-Z面において、液晶化合物40の主面（X-Y面）に対する傾斜角度（チルト角）は厚さ方向（Z方向）

に一樣としたが、本発明は、これに限定はされない。液晶層 34 において、液晶化合物 40 のチルト角が厚さ方向で異なっている領域を有していてもよい。

例えば、図 10 に示す例は、液晶層の、光配向膜 32 側の界面において液晶化合物 40 の光学軸 40A が主面に平行であり（プレチルト角が 0 であり）、光配向膜 32 側の界面から厚さ方向に離間するにしたがって、液晶化合物 40 のチルト角が大きくなって、その後、他方の界面（空気界面）側まで一定のチルト角で液晶化合物が配向されている構成である。

[0095] このように、液晶層 34 においては、上下界面の一方の界面において、液晶化合物の光学軸がプレチルト角を有している構成であってもよく、両方の界面でプレチルト角を有する構成であってもよい。また、両界面でプレチルト角が異なってもよい。

このように液晶化合物がチルト角を有して（傾斜して）いることにより、光が回折する際に実効的な液晶化合物の複屈折率が高くなり、回折効率を高めることができる。

[0096] 液晶化合物 40 の光学軸 40A と主面（X-Y 面）とのなす平均角度（平均チルト角）は、 $5 \sim 45^\circ$ が好ましく、 $12 \sim 22^\circ$ がより好ましい。なお、平均チルト角は、液晶層 34 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、液晶層 34 の X-Z 面において、液晶化合物 40 は、主面（X-Y 面）に対して、その光学軸 40A が同一の方向に傾斜配向することが好ましい。

なお、上記チルト角は、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 40 の光学軸 40A と主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。

[0097] 液晶層 34 に垂直に入射した光は、液晶層内において斜め方向に、屈曲力が加わり斜めに進む。液晶層内において光が進むと、本来は垂直入射に対して所望の回折角が得られるように設定されている回折周期等の条件とのずれが生じるために、回折ロスが生じる。

液晶化合物をチルトさせた場合、チルトさせない場合と比較して、光が回折する方位に対してより高い複屈折率が生じる方位が存在する。この方向では実効的な異常光屈折率が大きくなるため、異常光屈折率と常光屈折率の差である複屈折率が高くなる。

狙った回折する方位に合わせて、チルト角の方位を設定することによって、その方位での本来の回折条件とのずれを抑制することができ、結果としてチルト角を持たせた液晶化合物を用いた場合の方が、より高い回折効率を得ることができると考えられる。

[0098] また、チルト角は液晶層 3 4 の界面の処理によって制御されるのが好ましい。

支持体側の界面においては、光配向膜にプレチルト処理をおこなうことにより液晶化合物のチルト角を制御することが出来る。例えば、光配向膜の形成の際に光配向膜に紫外線を正面から露光した後に斜めから露光することにより、光配向膜上に形成する液晶層中の液晶化合物にプレチルト角を生じさせることが出来る。この場合には、2 回目の照射方向に対して液晶化合物の単軸側が見える方向にプレチルトする。ただし、2 回目の照射方向に対して垂直方向の方位の液晶化合物はプレチルトしないため、面内でプレチルトする領域とプレチルトしない領域が存在する。このことは、狙った方位に光を回折させるときにその方向に最も複屈折を高めることに寄与するので回折効率を高めるのに適している。

さらに、液晶層中または光配向膜中にプレチルト角を助長する添加剤を加えることも出来る。この場合、回折効率を更に高める因子として添加剤を利用できる。

この添加剤は空気側の界面のプレチルト角の制御にも利用できる。

[0099] ここで、液晶層 3 4 は、SEM で観察した断面において、コレステリック液晶相に由来する明部および暗部が、主面に対して傾斜している。液晶層は、法線方向および法線に対して傾斜した方向から面内レタレーション R_e を測定した際に、遅相軸面内および進相軸面内のいずれかにおいて、面内レタ

レーション R_e が最小となる方向が法線方向から傾斜しているのが好ましい。具体的には、面内レタレーション R_e が最小となる方向が法線と成す測定角の絶対値が 5° 以上であることが好ましい。言い換えると、液晶層の液晶化合物が主面に対して傾斜し、かつ、傾斜方向が液晶層の明部および暗部に略一致していることが好ましい。なお、法線方向とは、主面に対して直交する方向である。

液晶層がこのような構成を有することにより、液晶化合物が主面に平行である液晶層に比して、高い回折効率で円偏光を回折できる。

[0100] 液晶層の液晶化合物が主面に対して傾斜し、かつ、傾斜方向が明部および暗部に略一致している構成では、反射面に相当する明部および暗部と、液晶化合物の光学軸とが一致している。そのため、光の反射（回折）に対する液晶化合物の作用が大きくなり、回折効率を向上できる。その結果、入射光に対する反射光の光量をより向上できる。

[0101] 液晶層の進相軸面または遅相軸面において、液晶層の光学軸傾斜角の絶対値は 5° 以上が好ましく、 15° 以上がより好ましく、 20° 以上がさらに好ましい。

光学軸傾斜角の絶対値を 15° 以上とすることにより、より好適に、液晶化合物の方向を明部および暗部に一致させ、回折効率を向上できる点で好ましい。

[0102] 図5に示す液晶層は、コレステリック液晶層としたが、本発明の製造方法で作製される液晶層は、これに制限はされない。

[0103] 図11および図12に、本発明の製造方法で作製される液晶層の他の一例を示す。

図12に示すように、液晶層36は、コレステリック液晶層34と同様、液晶化合物40の光学軸40Aが、配列軸D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。なお、図12も、上述した図6と同様、光配向膜32の表面の液晶化合物のみを示している。

図11に示すように、液晶層36を形成する液晶化合物40が厚さ方向に

螺旋状に捩じれ回転しておらず、光学軸40Aは、面方向の同じ場所に位置する。このような液晶層は、上述したコレステリック液晶層の形成において、液晶組成物にキラル剤を添加しないことで形成できる。なお、このような液晶層は、液晶化合物がコレステリック液晶相とはならない程度に厚さ方向に捩じれ回転した構成を有していてもよい。

[0104] 上述したように、液晶層36は、面内において、液晶化合物40に由来する光学軸40Aの向きが、配列軸D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。

一方、液晶層36を形成する液晶化合物40は、配列軸D方向と直交するY方向、すなわち光学軸40Aが連続的に回転する一方向と直交するY方向では、光学軸40Aの向きが等しい液晶化合物40が等間隔で配列されている。

言い換えれば、液晶層36を形成する液晶化合物40において、Y方向に配列される液晶化合物40同士では、光学軸40Aの向きと配列軸D方向とが成す角度が等しい。

[0105] 液晶層36において、Y方向に配列される液晶化合物は、光学軸40Aと配列軸D方向（液晶化合物40の光学軸の向きが回転する一方向）とが成す角度が等しい。この光学軸40Aと配列軸D方向とが成す角度が等しい液晶化合物40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（ R_e ）の値は、半波長すなわち $\lambda/2$ であるのが好ましい。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40Aの方向の液晶化合物40の屈折率と、領域Rの面内において光学軸40Aに垂直な方向の液晶化合物40の屈折率との差に等しい。つまり、屈折率差 Δn は

、液晶化合物40の屈折率差に等しい。

[0106] このような液晶層36に円偏光が入射すると、光は、屈折され、かつ、円偏光の方向が変換される。

この作用を、図13および図14に概念的に示す。なお、液晶層36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 $\lambda/2$ であるとする。

図13に示すように、液晶層36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 $\lambda/2$ の場合に、液晶層36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、液晶層36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、液晶層36に形成された液晶配向パターンは、配列軸D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、入射方向に対して配列軸D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。

[0107] 一方、図14に示すように、液晶層36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 $\lambda/2$ のとき、液晶層36に右円偏光の入射光 L_4 が入射すると、入射光 L_4 は、液晶層36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、液晶層36に形成された液晶配向パターンは、配列軸D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、入射方向に対して矢印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、入射方向に対して配列軸D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。

[0108] コレステリック液晶層34と同様、液晶層36も、形成された液晶配向パターンの1周期 Λ を変化させることにより、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、液晶層36も、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40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。

また、配列軸D方向に沿って回転する、液晶化合物40の光学軸40A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、逆方向にできる。すなわち、図11～図12に示す例では、配列軸D方向に向かう光学軸40Aの回転方向は時計回りであるが、この回転方向を反時計回りにすることで、透過光の屈折の方向を、逆方向にできる。

[0109] なお、回折効率の観点から、このような、入射光を透過回折する液晶層は、液晶化合物が振れて回転（振れ角が 360° 未満）している領域を有することが好ましい。

[0110] また、このような、液晶化合物がコレステリック配向されておらず、振れて回転（振れ角が 360° 未満）している領域を有する液晶層を反射型の回折素子として用いることもできる。このような回折素子では、回折された光が回折素子の界面で反射して光の入射側から出射されて、光を反射しつつ回折するため反射型の回折素子として機能させることもできる。

[0111] また、図11に示す液晶層36は、液晶化合物の光学軸が液晶層の主面に平行な構成を示したがこれに限定はされない。

例えば、図15に示す液晶層36bのように、前述の液晶層36において、液晶化合物の光学軸が液晶層の主面に傾斜していてもよい。なお、液晶層36bは、液晶化合物に由来する光学軸の向きが、面内の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する点は前述の液晶層36と同様である。すなわち、液晶層36bの平面図は、図12と同様である。

[0112] 以上、本発明の液晶層の製造方法について詳細に説明したが、本発明は上述の例に限定はされず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変更を行ってもよいのは、もちろんである。

実施例

[0113] 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。

[0114] [実施例 1]

(光配向膜の形成)

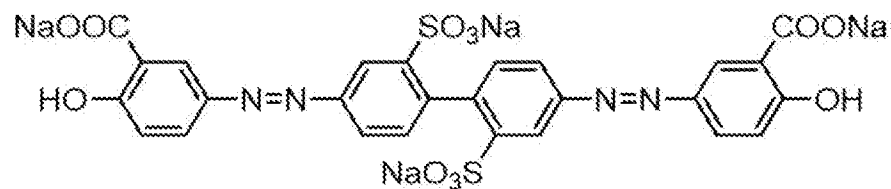
支持体としてガラス基板を用意した。支持体上に、下記の光配向膜形成用塗布液 P-1 をスピコートを用いて、2500 rpm にて 30 秒間塗布した。この光配向膜形成用塗布液 P-1 の塗膜が形成された支持体を 60℃ のホットプレート上で 60 秒間乾燥し、光配向膜を形成した。光配向膜形成用塗布液 P-1 が含有する光配向用素材 A は、アゾベンゼン骨格を有する化合物である。分子量は 730 である。

[0115] 光配向膜形成用塗布液 P-1

下記光配向用素材 A	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

[0116] ー光配向用素材 A ー

[化3]



[0117] (光配向膜の露光)

温度 25℃、相対湿度 10% の環境下で、図 2 に示す露光装置を用いて光配向膜を露光して、配向パターンを有する光配向膜 MP-1 を形成した。

露光装置において、レーザとして波長 (325 nm) のレーザ光を出射するものを用いた。干渉光による露光量を 3000 mJ/cm² とした。なお、

2つのレーザ光の交差角（交差角 α ）は、 61.0° とした。

[0118] （液晶層の形成）

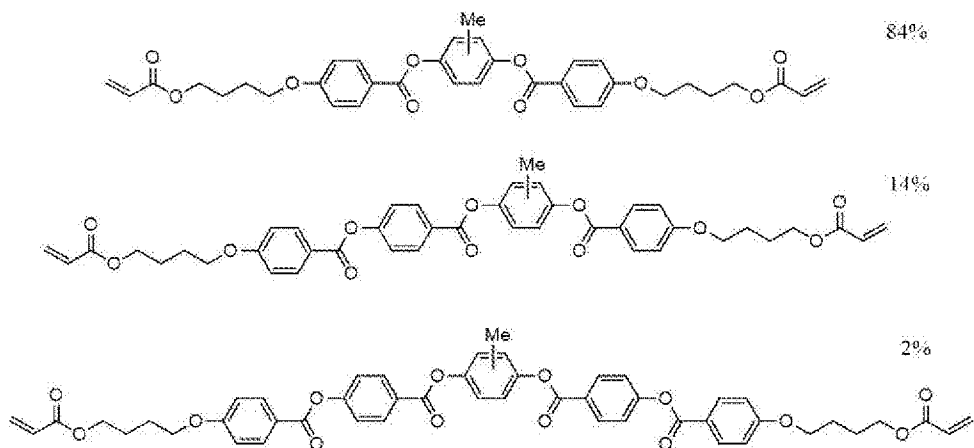
液晶層を形成する液晶組成物として、下記の液晶組成物LC-1を調製した。この液晶組成物LC-1の固形分濃度は35wt%である。

[0119] 液晶組成物LC-1

下記液晶化合物L-1	100.00質量部
下記重合開始剤I-1	3.00質量部
下記キラル剤Ch-1	6.20質量部
メチルエチルケトン	202.99質量部

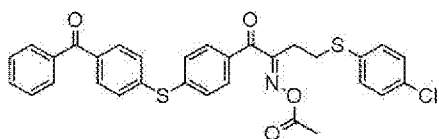
[0120] 液晶化合物L-1

[化4]



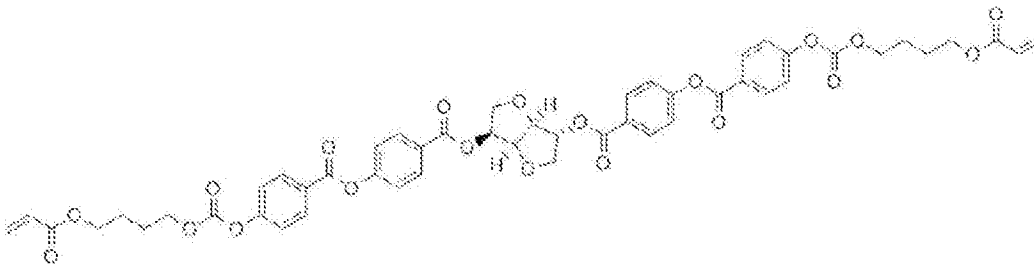
[0121] 重合開始剤I-1

[化5]



[0122] キラル剤Ch-1

[化6]



- [0123] 配向膜の露光工程後から液晶層形成工程までの間の環境の温度を 25℃、相対湿度を 10%として、以下のようにして液晶層を形成した。
- [0124] 光配向膜MP-1上に、上記の液晶組成物LC-1を塗布し、スピンコータを用いて、1000rpmで10秒間回転させた。液晶組成物LC-1の塗膜をホットプレート上で80℃にて3分間（180sec）加熱した。その後、80℃にて、窒素雰囲気下で高圧水銀灯を用いて波長365nmの紫外線を500mJ/cm²の照射量で塗膜に照射することにより、液晶組成物LC-1を硬化して液晶化合物の配向を固定化し、液晶層を形成した。
- [0125] 得られたコレステリック液晶層を別のガラス基板に転写し、光配向膜MP-1との界面で分離した。同時に、光配向膜MP-1が再生された。
- [0126] 作製したコレステリック液晶層を光学軸の回転方向に沿う方向に切削し、断面をSEMで観察した。SEM画像を解析することで、液晶配向パターンにおける1周期Λを測定した。1周期Λは0.32μmであった。
- [0127] 1つの光配向膜から、コレステリック液晶層が作製できる回数を評価したところ、10回であった。
- [0128] [実施例2]

（光配向膜の形成）

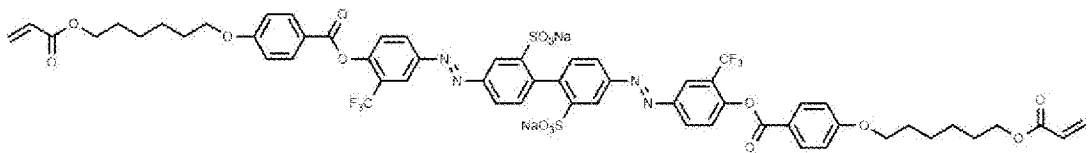
支持体としてガラス基材を用意した。支持体上に、下記の光配向膜形成用塗布液P-2を、スピンコータを用いて、2500rpmにて30秒間塗布した。この光配向膜形成用塗布液P-2の塗膜が形成された支持体を60℃のホットプレート上で60秒間乾燥し、光配向膜を形成した。光配向膜形成用塗布液P-2が含有する光配向用素材Bは、アゾベンゼン骨格を有する化合物である。分子量は1283である。

[0129] 光配向膜形成用塗布液 P-2

下記光配向用素材 B	1.00 質量部
重合開始剤 (Irgacure 2959 ; BASF 社製)	0.05 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

[0130] ー光配向用素材 B ー

[化7]



[0131] (光配向膜の露光)

温度 25℃、相対湿度 10% の環境下で、図 2 に示す露光装置を用いて光配向膜を露光した。露光装置において、レーザーとして波長 (355 nm) のレーザー光を出射するものを用いた。干渉光による露光量を 3000 mJ / cm² とした。2 つのレーザー光の交差角 (交差角 α) は 9.3° とした。その後、温度 25℃、相対湿度 10% の環境下で、300 nm 以上の光をカットするフィルターを介して、超高圧水銀ランプで 300 mJ / cm² の UV 光を露光し、配向パターンを有する光配向膜 MP-2 を形成した。

[0132] 光配向膜 MA-2 を用いて、実施例 1 と同様の方法で、コレステリック液晶層の作製と、分離を繰り返した。得られた光学素子の液晶配向パターンにおける 1 周期 Λ は、2.0 μ m であった。

[0133] 1 つの光配向膜から、コレステリック液晶層が作製できる回数を評価したところ、30 回であった。

[0134] [比較例 1]

(光配向膜の形成)

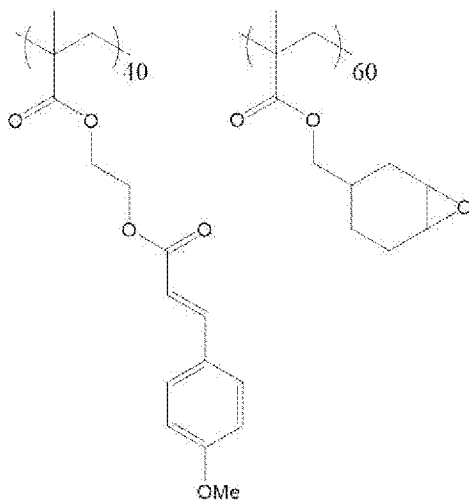
支持体としてガラス基材を用意した。支持体上に、下記の光配向膜形成用塗布液P-3を、スピスコータを用いて、2500rpmにて30秒間塗布した。この光配向膜形成用塗布液P-3の塗膜が形成された支持体を60℃のホットプレート上で60秒間乾燥後に、120℃で5分間加熱することで、光配向膜を形成した。

[0135] 光配向膜形成用塗布液P-3

下記光配向用素材PAS-1	1.00質量部
熱酸発生剤TAG-1	0.05質量部
テトラヒドロフラン	100.00質量部

[0136] ー光配向用素材PAS-1ー

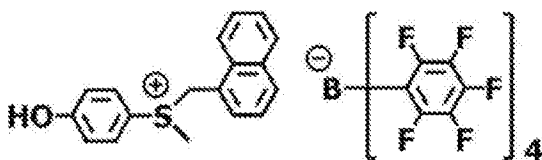
[化8]



分子量は4万である。

[0137] ー熱酸発生剤TAG-1ー

[化9]



[0138] (光配向膜の露光)

温度 25℃環境下で、図 2 に示す露光装置を用いて光配向膜を露光して、配向パターンを有する光配向膜 MP-3 を形成した。露光装置において、レーザーとして波長 (325 nm) のレーザー光を出射するものを用いた。干渉光による露光量を $3000 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ とした。2つのレーザー光の交差角 (交差角 α) は 61.0° とした。

[0139] (コレステリック液晶層の形成)

光配向膜 MA-3 を用いて、実施例 1 と同様の方法で、コレステリック液晶層の作製と、分離を繰り返した。その結果、作製したコレステリック液晶層は、配向欠陥が存在しており、適正なコレステリック液晶層は作製できなかった。従って、1つの光配向膜から、コレステリック液晶層が作製できる回数は 0 回であった。

[0140] [比較例 2]

[0141] (光配向膜の形成)

レーザー光の交差角 (交差角 α) を 9.3° とした以外は、比較例 1 と同様の方法で、光配向膜 MP-4 を形成した。

[0142] (コレステリック液晶層の形成)

光配向膜 MA-4 を用いて、実施例 1 と同様の方法で、コレステリック液晶層の作製と分離を繰り返した。その結果、作製したコレステリック液晶層は、配向欠陥存在しており、コレステリック液晶層は作製できなかった。従って、1つの光配向膜から、コレステリック液晶層が作製できる回数は 2 回であった。

以上の結果より、本発明の効果は明らかである。

産業上の利用可能性

[0143] AR グラスの導光板に光を入射および出射させる回折素子など、光学装置において光を屈折させる各種の用途に用いられる液晶層の作製に好適に利用可能である。

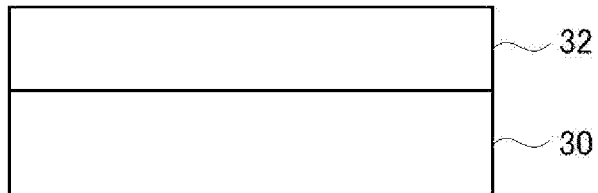
符号の説明

- [0144] 3 0 支持体
3 2 光配向膜
3 4、3 6、3 6 b 液晶層
4 0 液晶化合物
4 0 A 光学軸
4 2 明部
4 4 暗部
6 0 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
 R_R 赤色の右円偏光
M レーザ光
M A, M B 光線
 P_0 直線偏光
 P_R 右円偏光
 P_L 左円偏光
 L_1, L_4 入射光
 L_2, L_5 透過光
D 配列軸
 Λ 1 周期
P ピッチ

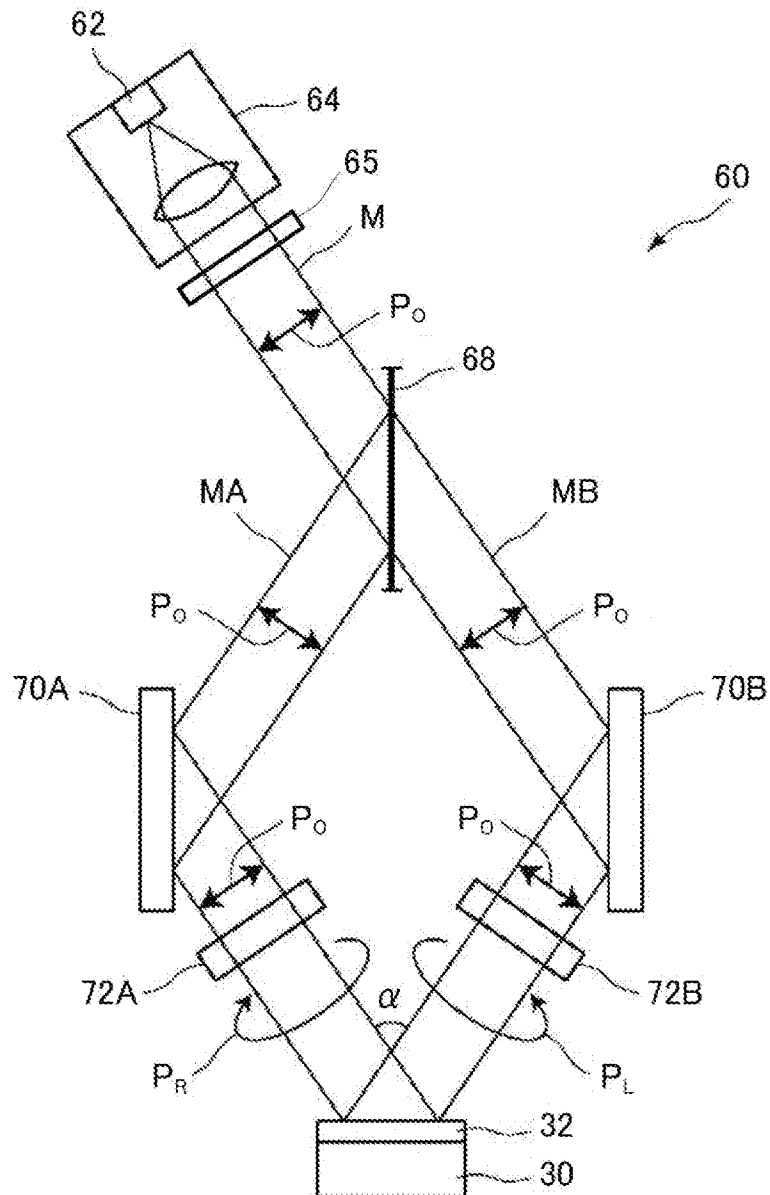
請求の範囲

- [請求項1] 支持体の上に光配向膜を光配向法によって形成する光配向膜形成工程、
前記光配向膜の上に、重合性液晶化合物を含む液晶組成物を積層し、配向させる液晶層配向工程、
配向した前記液晶組成物を重合させ、液晶層を形成する液晶層形成工程、および、
形成した前記液晶層を、前記光配向膜から分離する液晶層分離工程、
を有し、
前記光配向膜形成工程で形成される前記光配向膜は、分子量5000以下のアゾベンゼン骨格を含む化合物を含む光配向膜形成用組成物から形成されており、
前記液晶層配向工程から前記液晶層分離工程を繰り返して、前記液晶層を繰り返し作製する液晶層の製造方法。
- [請求項2] 前記アゾベンゼン骨格を含む化合物が水溶性である請求項1に記載の液晶層の製造方法。
- [請求項3] 前記光配向膜形成用組成物が架橋剤を含む請求項1または2に記載の液晶層の製造方法。
- [請求項4] 前記液晶層配向工程において、前記光配向膜によって、前記液晶層中の液晶化合物由来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配向状態とする請求項1～3のいずれか一項に記載の液晶層の製造方法。
- [請求項5] 前記配向膜形成工程において、前記光配向膜はレーザー干渉露光される請求項1～4のいずれか一項に記載の液晶層の製造方法。
- [請求項6] 前記液晶層形成工程において形成される前記液晶層が回折機能を有する請求項1～5のいずれか一項に記載の液晶層の製造方法。

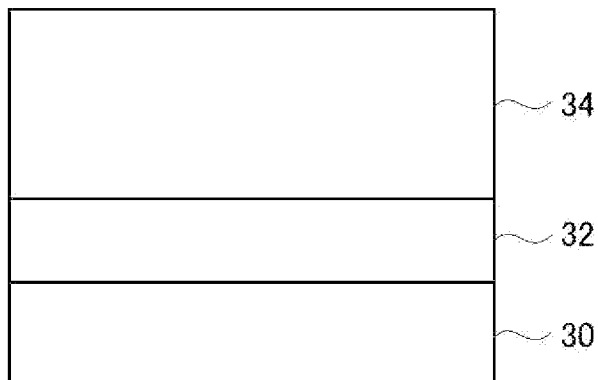
[図1]



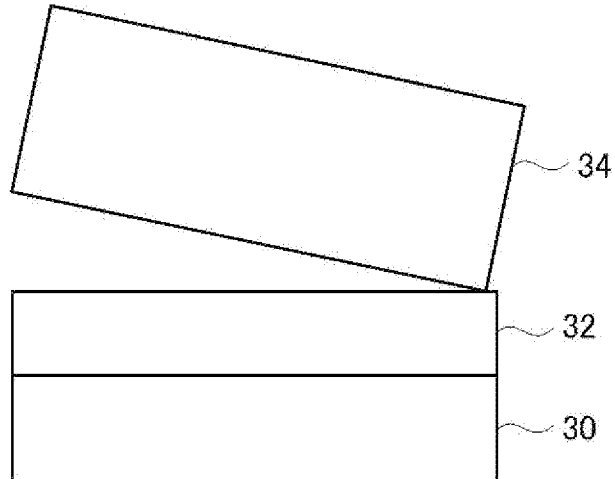
[図2]



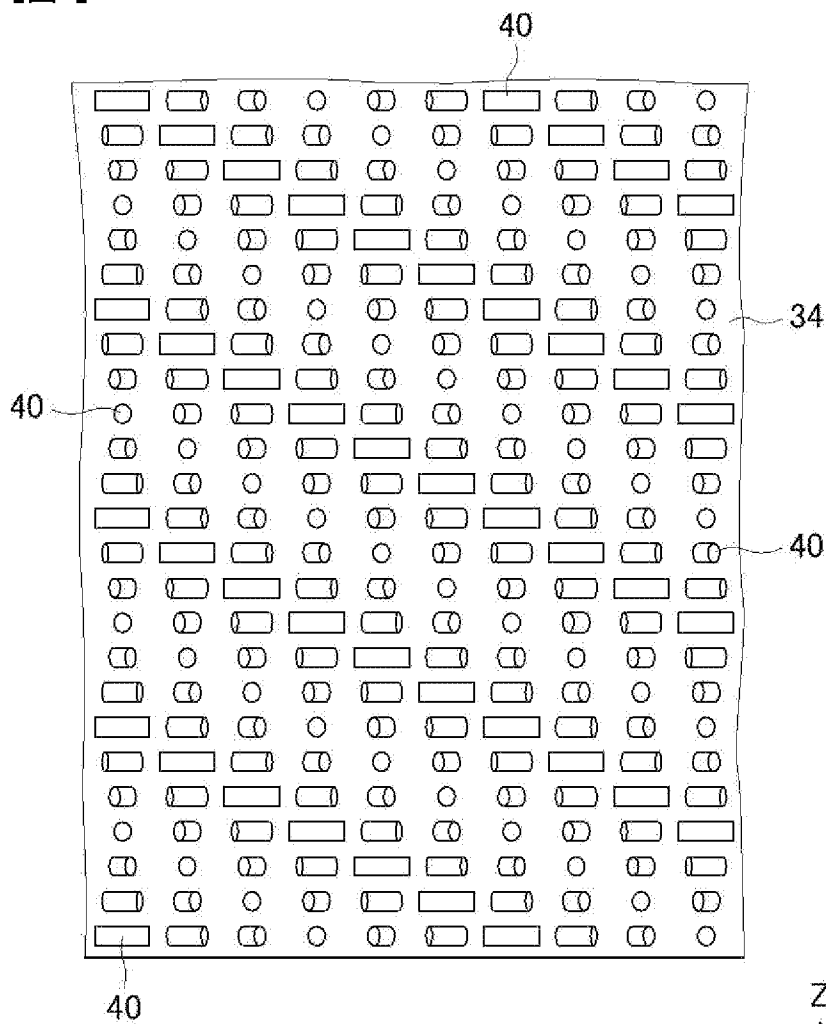
[図3]



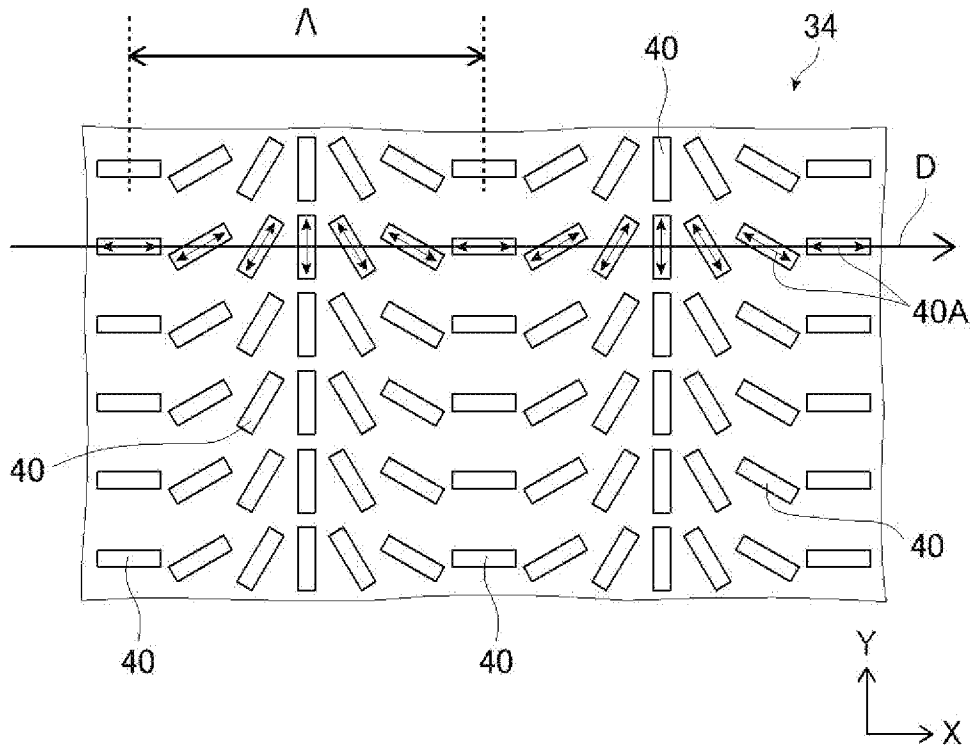
[図4]



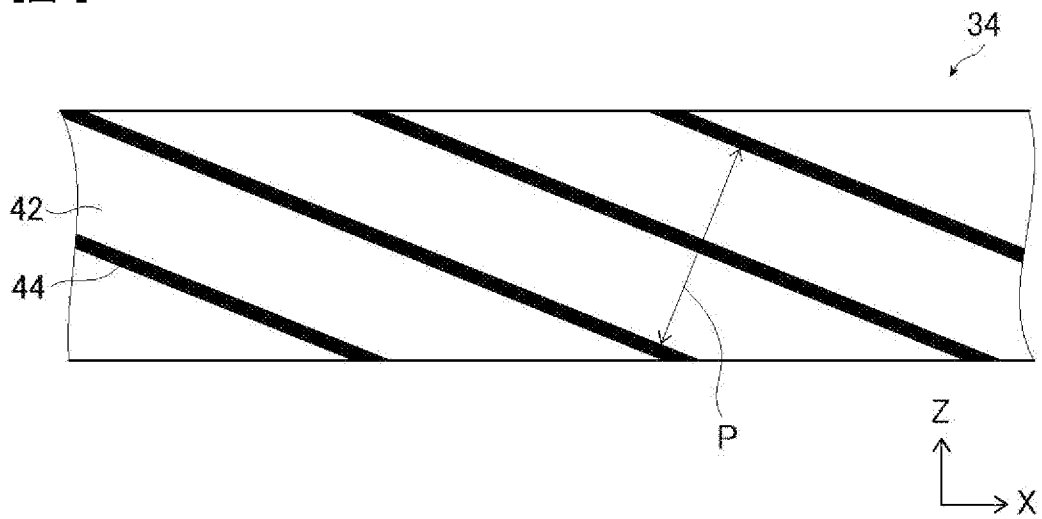
[図5]



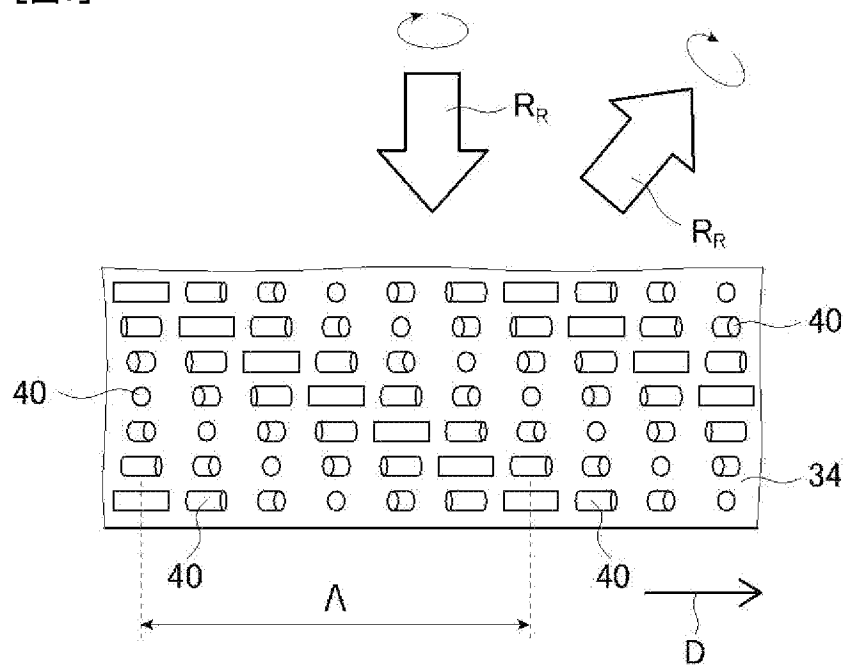
[図6]



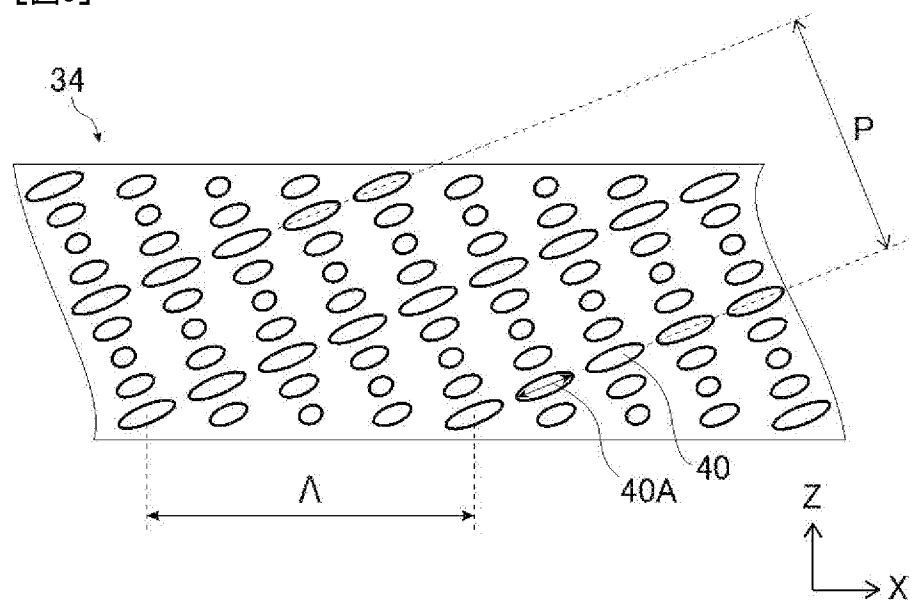
[図7]



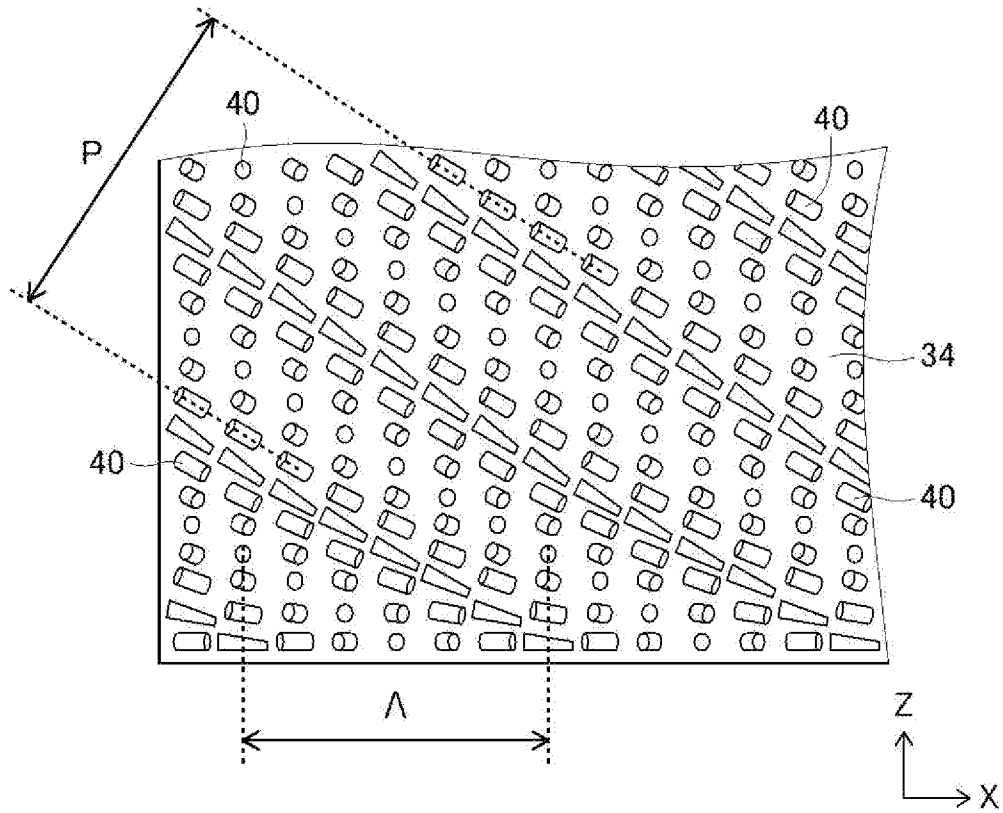
[図8]



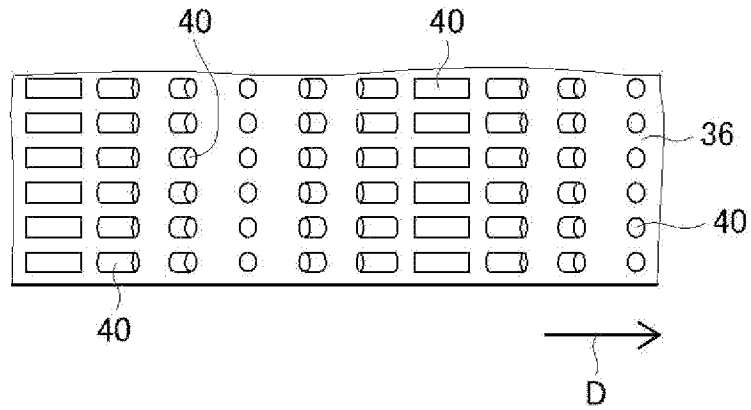
[図9]



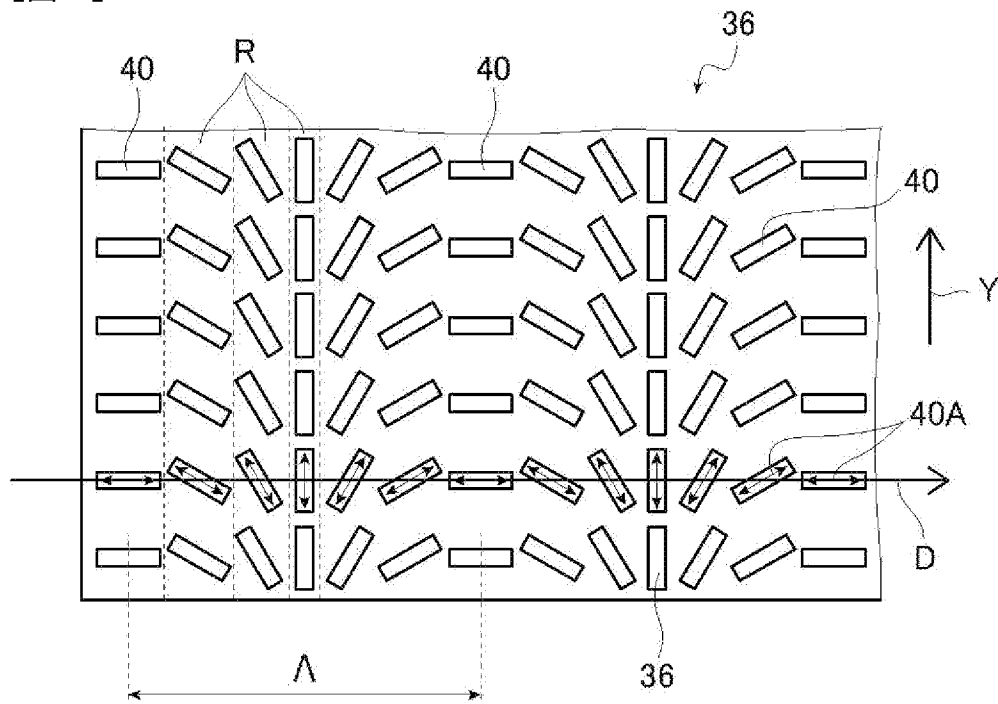
[図10]



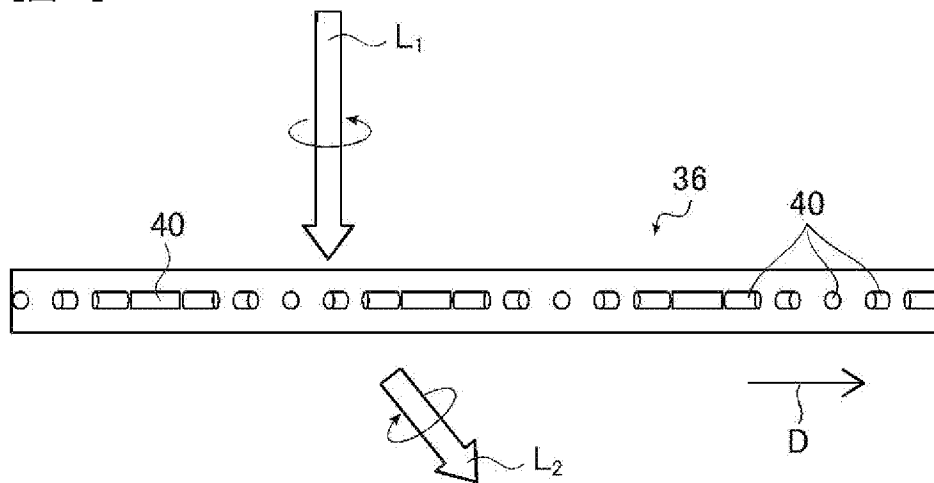
[図11]



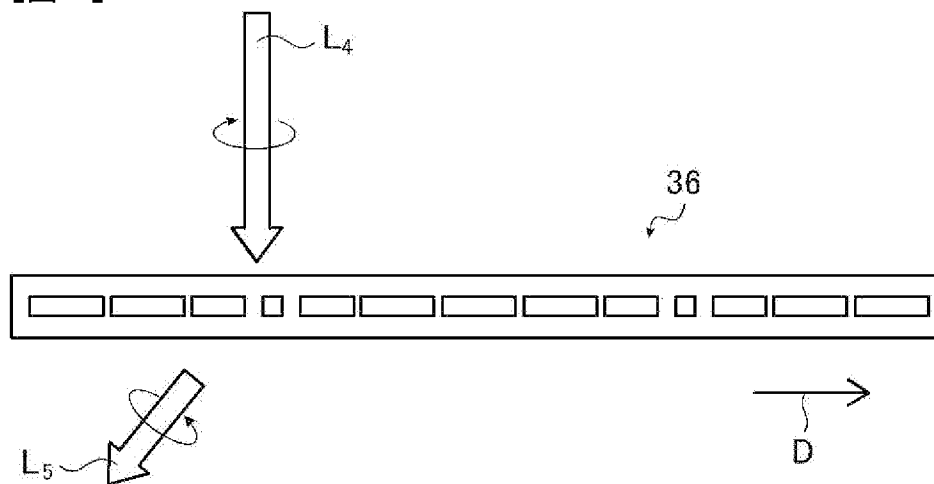
[図12]



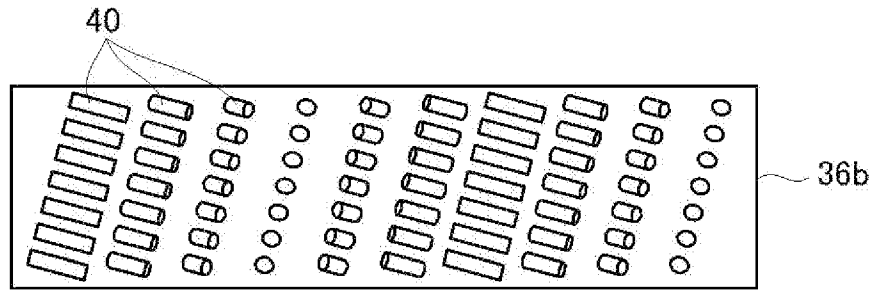
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/010163

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 5/30 (2006.01) i; G02B 5/18 (2006.01) i
FI: G02B5/30; G02B5/18

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

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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 2020-502565 A (MAGIC LEAP, INC.) 23 January 2020 (2020-01-23) paragraphs [0037]-[0040], [0094], [0098], [0099], [0102], [0103], fig. 12	1-6
Y	WO 2019/131943 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 04 July 2019 (2019-07-04) paragraphs [0021]-[0036]	1-6
Y	JP 2015-089638 A (TOPPAN PRINTING CO., LTD.) 11 May 2015 (2015-05-11) paragraph [0042]	1-6
Y	JP 2013-246302 A (DAINIPPON PRINTING CO., LTD.) 09 December 2013 (2013-12-09) paragraph [0042]	1-6
Y	WO 2020/022513 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 30 January 2020 (2020-01-30) paragraphs [0085], [0086], [0095], fig. 2	4, 5



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
18 May 2021 (18.05.2021)Date of mailing of the international search report
01 June 2021 (01.06.2021)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

International application No.

PCT/JP2021/010163

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-101262 A (SONY CORP.) 23 May 2013 (2013-05-23) paragraphs [0069], [0073]-[0076]	1-6
A	JP 2010-020331 A (ROCKWELL SCIENTIFIC CO., LLC) 28 January 2010 (2010-01-28) paragraphs [0016]-[0020], [0038]	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/010163

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2020-502565 A	23 Jan. 2020	US 2018/0164645 A1 paragraphs [0105]- [0108], [0162], [0166], [0167], [0170], [0171], fig. 12 WO 2018/112101 A1 AU 2017376453 A CA 3046328 A KR 10-2019-0091532 A IL 267141 I1 CN 110291453 A	
WO 2019/131943 A1	04 Jul. 2019	(Family: none)	
JP 2015-089638 A	11 May 2015	(Family: none)	
JP 2013-246302 A	09 Dec. 2013	(Family: none)	
WO 2020/022513 A1	30 Jan. 2020	(Family: none)	
JP 2013-101262 A	23 May 2013	(Family: none)	
JP 2010-020331 A	28 Jan. 2010	US 5995184 A column 4, lines 5-58, column 7, lines 45-52 EP 989442 A2 KR 10-2000-0022649 A	

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 FI: G02B5/30; G02B5/18		
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		
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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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 2020-502565 A（マジック リープ、 インコーポレテッド）23.01.2020（2020-01-23） [0037]～[0040]、[0094]、[0098]、[0099]、 [0102]、[0103]、図12	1-6
Y	WO 2019/131943 A1（富士フイルム株式会社）04.07.2019（2019-07-04） [0021]～[0036]	1-6
Y	JP 2015-089638 A（凸版印刷株式会社）11.05.2015（2015-05-11） [0042]	1-6
Y	JP 2013-246302 A（大日本印刷株式会社）09.12.2013（2013-12-09） [0042]	1-6
Y	WO 2020/022513 A1（富士フイルム株式会社）30.01.2020（2020-01-30） [0085]、[0086]、[0095]、図2	4, 5
A	JP 2013-101262 A（ソニー株式会社）23.05.2013（2013-05-23） [0069]、[0073]～[0076]	1-6
☒ 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、一般的な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 18.05.2021		国際調査報告の発送日 01.06.2021
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） 吉川 陽吾 20 9811 電話番号 03-3581-1101 内線 3271

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
A	JP 2010-020331 A (ロックウェル サイエンティフィック カンパニー リミテッド ライアビリティー カンパニー) 28.01.2010 (2010 - 01 - 28) [0 0 1 6] ~ [0 0 2 0] 、 [0 0 3 8]	1-6

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/JP2021/010163

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2020-502565	A	23.01.2020	US 2018/0164645 A1 [0105]-[0108], [0162], [0166], [0167], [0170], [0171], figure 12 WO 2018/112101 A1 AU 2017376453 A CA 3046328 A KR 10-2019-0091532 A IL 267141 D CN 110291453 A	
WO	2019/131943	A1	04.07.2019	(ファミリーなし)	
JP	2015-089638	A	11.05.2015	(ファミリーなし)	
JP	2013-246302	A	09.12.2013	(ファミリーなし)	
WO	2020/022513	A1	30.01.2020	(ファミリーなし)	
JP	2013-101262	A	23.05.2013	(ファミリーなし)	
JP	2010-020331	A	28.01.2010	US 5995184 A column 4 line 5-line 58, column 7 line 45-line 52 EP 989442 A2 KR 10-2000-0022649 A	