

(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7月1日(01.07.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/132015 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 27/02 (2006.01) H04N 5/64 (2006.01)
G02B 5/18 (2006.01) H04N 13/344 (2018.01)
G02B 5/30 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/047143

(22) 国際出願日: 2020年12月17日(17.12.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

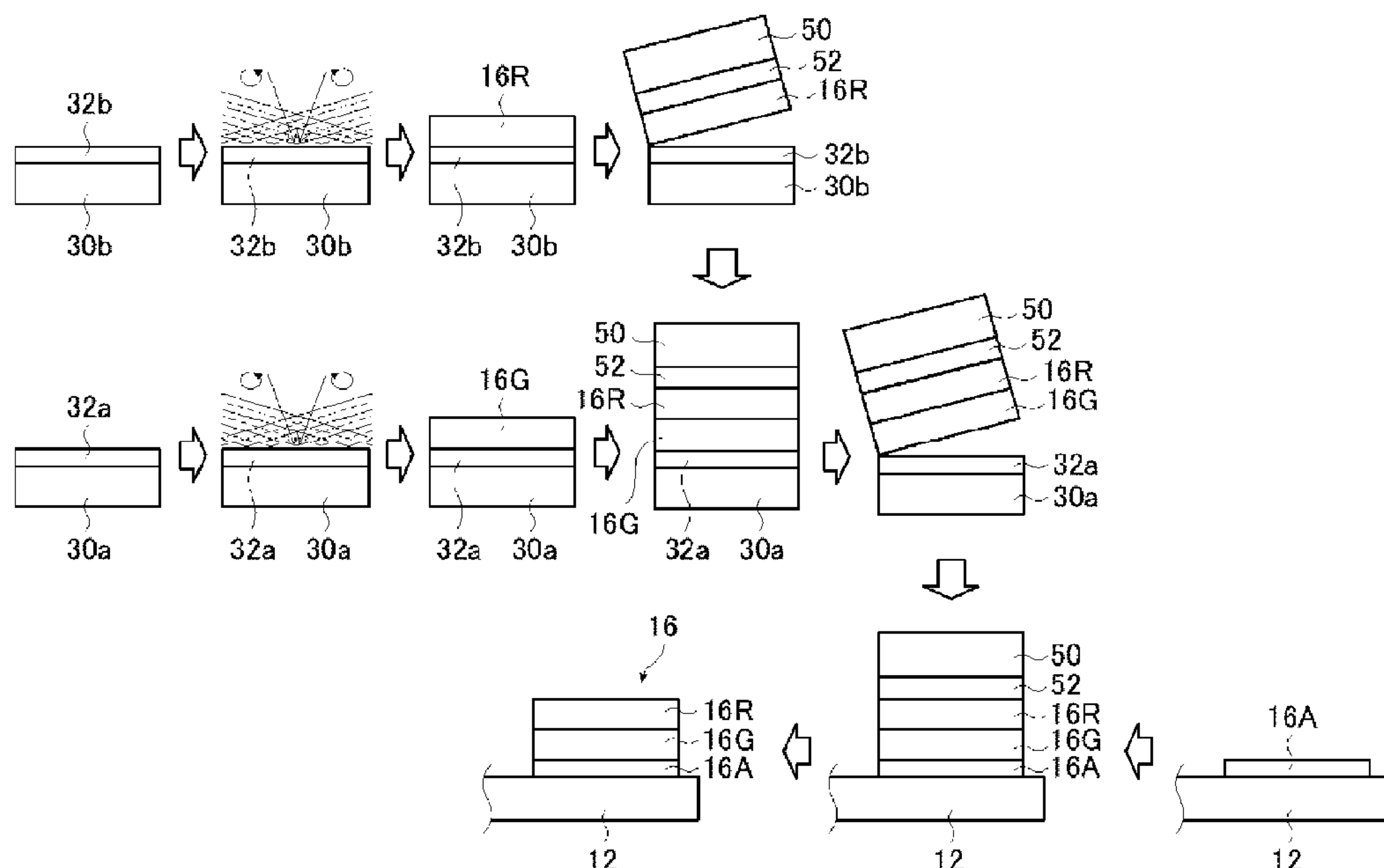
(30) 優先権データ:
特願 2019-238604 2019年12月27日(27.12.2019) JP

(71) 出願人: 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目26番30号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 渡野 亮子 (WATANO Akiko); 〒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). 篠田 克己 (SASATA Katsumi); 〒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). 齊藤 之人 (SAITOH Yukito); 〒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). 佐藤 寛 (SATO Hiroshi); 〒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).

(54) Title: MANUFACTURING METHOD OF OPTICAL ELEMENT AND OPTICAL ELEMENT

(54) 発明の名称: 光学素子の製造方法および光学素子



(57) Abstract: The present invention addresses the problem of providing: a manufacturing method of an optical element that enables display of a clear image without a blur in AR glasses and the like; and an optical element manufactured by this manufacturing method. The present invention solves the problem by: a step for forming a photo-alignment film, performing interference exposure to form an alignment pattern, and coating the photo-alignment film with a liquid-crystal composition to form a first liquid-crystal layer; a liquid-crystal layer lamination step for forming the photo-alignment film, performing interference exposure to form the alignment pattern, coating an upper part of the photo-alignment film

(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,
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))

with the liquid-crystal composition to form a lamination liquid-crystal layer, delaminating the lamination liquid-crystal layer from the photo-alignment film to laminate the lamination liquid-crystal layer on the first liquid-crystal layer or the lamination liquid-crystal layer, the liquid-crystal layer lamination step being performed more than once as required; a step for delaminating the first liquid-crystal layer from the photo-alignment film; a step for forming an adhesive layer having surface roughness Ra of 15 nm or less in a light-guiding plate and/or the first liquid-crystal layer; and a step for bonding the light-guiding plate and the first liquid-crystal layer by the adhesive layer.

(57) 要約: A R グラス等において、ボヤケの無い鮮明な画像の表示を可能にする光学素子の製造方法、および、この製造方法で製造した光学素子の提供を課題とする。光配向膜を形成し、干渉露光して配向パターンを形成し、光配向膜に液晶組成物を塗布して第 1 液晶層を形成する工程、光配向膜を形成し、干渉露光して配向パターンを形成し、光配向膜の上に液晶組成物を塗布して積層用液晶層を形成し、光配向膜から積層用液晶層を剥離し、第 1 液晶層または積層用液晶層に積層する、必要に応じて 1 回以上行われる液晶層積層工程、光配向膜から第 1 液晶層を剥離する工程、導光板および／または第 1 液晶層に表面粗さ R a が 1 5 n m 以下の貼着層を形成する工程、貼着層によって導光板と第 1 液晶層とを貼合する工程により、課題を解決する。

明 細 書

発明の名称：光学素子の製造方法および光学素子

技術分野

[0001] 本発明は、光学素子の製造方法、および、この光学素子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、非特許文献 1 に記載されるような、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、A R (Augmented Reality (拡張現実)) グラスが実用化されている。A R グラスは、スマートグラス、ヘッドマウントディスプレイ (HMD (Head Mounted Display))、および、A R メガネ等とも呼ばれている。

[0003] 非特許文献 1 に示されるように、A R グラスは、一例として、ディスプレイ (光学エンジン) が表示した映像を、導光板の一端に入射して伝播し、他端から出射することにより、使用者が実際に見ている光景に、仮想の映像を重ねて表示する。

A R グラスでは、回折素子を用いて、ディスプレイからの光 (投影光) を回折 (屈折) させて導光板の一方の端部に入射する。これにより、角度を付けて導光板に光を導入して、導光板内で光を伝播させる。導光板を伝播した光は、導光板の他方の端部において同じく回折素子によって回折されて、導光板から、使用者による観察位置に出射される。

[0004] 例えば、特許文献 1 には、A R グラス (HMD) において、画像をディスプレイ (画像形成装置) から照射して、回折素子によって回折させて 1 枚の導光板に入射させて、伝播させて、回折素子によって、導光板から使用者による観察位置に出射させて、画像を表示することが記載されている。

具体的には、特許文献 1 には、使用者の頭部に装着されるフレームおよびフレームに取り付けられた画像表示装置を有し、この画像表示装置が、画像形成装置および画像形成装置が出射した光が入射され出射される光学装置を

有し、この光学装置が、導光板、導光板に入射された光が導光板の内部で全反射されるように、導光板に入射された光を偏向させる第1偏向手段および導光板の内部を全反射により伝播した光の一部を導光板から出射させるために、導光板の内部を全反射により伝播した光を偏向させる第2偏向手段を有し、第1偏向手段は、第1および第2のホログラム回折格子から構成されており、第1のホログラム回折格子は、内部に第1の干渉縞が形成された第1の干渉縞形成領域を有し、第2のホログラム回折格子は、内部に第2の干渉縞が形成された第2の干渉縞形成領域を有する、表示装置が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2017-223986号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：Bernard C. Kress et al., Towards the Ultimate Mixed Reality Experience: HoloLens Display Architecture Choices, SID 2017 DIGEST, pp.127-131

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] このような導光板に回折素子を装着してなるARグラスでは、導光板への回折素子の貼着方法として、粘着剤などの貼着剤を用いた貼合が考えられる。

ところが、本発明者らの検討によれば、貼着剤を用いて導光板に回折素子を貼合したARグラス等では、表示画像がボヤけてしまう場合が、多々、生じる。

[0008] 本発明の目的は、このような従来技術の問題点を解決することにより、ARグラス等に利用した際に画像のボヤケ等を生じずに鮮明な画像の表示を可能にする光学素子を製造できる製造方法、および、この製造方法で製造した

光学素子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、本発明の光学素子の製造方法は、以下の構成を有する。

[1] 第1支持体の上に、光配向材料を含む第1光配向膜を形成するステップ、

第1光配向膜の表面を干渉露光して、第1光配向膜に、液晶化合物由来の光学軸の向きを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させる配向パターンを形成する、第1露光を行うステップ、および、

配向パターンを形成した第1光配向膜の上に、液晶化合物を含む液晶組成物を塗布して、第1液晶層を形成するステップ、を含む、第1液晶層形成工程と、

積層用支持体の上に、光配向材料を含む積層用光配向膜を形成するステップ、

積層用光配向膜の表面を干渉露光して、積層用光配向膜に、液晶化合物由来の光学軸の向きを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させる配向パターンを形成する、積層用の露光を行うステップ、

配向パターンを形成した積層用光配向膜の上に、液晶化合物を含む液晶組成物を塗布して、積層用液晶層を形成するステップ、

積層用光配向膜から、積層用液晶層を剥離するステップ、および、

剥離した積層用液晶層を、第1液晶層または別途形成した積層用液晶層に積層するステップ、を含む、必要に応じて1回以上行われる、液晶層積層工程と、

第1光配向膜から第1液晶層を剥離する、第1液晶層剥離工程と、

導光板および第1液晶層の少なくとも一方の表面に、表面粗さ R_a が15nm以下の貼着層を形成する、貼着層形成工程と、

貼着層を介して、導光板と第1液晶層とを貼合する、導光板貼合工程と、を含む光学素子の製造方法。

〔２〕 液晶層積層工程における、剥離した積層用液晶層を第１液晶層または別途形成した積層用液晶層に積層するステップでは、

第１液晶層および積層用液晶層の少なくとも一方に、表面粗さ R_a が 15 nm 以下の積層用貼着層を形成し、または、積層する積層用液晶層の少なくとも一方に、表面粗さ R_a が 15 nm 以下の積層用貼着層を形成する、〔１〕に記載の光学素子の製造方法。

〔３〕 液晶層積層工程における、剥離した積層用液晶層を第１液晶層または別途形成した積層用液晶層に積層するステップでは、

第１液晶層および積層用液晶層の少なくとも一方を半硬化状態とし、または、積層する積層用液晶層の少なくとも一方を半硬化状態とし、剥離した積層用液晶層を第１液晶層または積層用液晶層に積層した後、半硬化状態の液晶層を本硬化する、〔１〕に記載の光学素子の製造方法。

〔４〕 第１液晶層剥離工程において剥離した第１液晶層の、第１光配向膜側の表面の表面粗さ R_a が 15 nm 以下である、〔１〕～〔３〕のいずれかに記載の光学素子の製造方法。

〔５〕 液晶層積層工程における、積層用液晶層を剥離するステップで剥離した積層用液晶層の、積層用光配向膜側の表面の表面粗さ R_a が 15 nm 以下である、〔１〕～〔４〕のいずれかに記載の光学素子の製造方法。

〔６〕 第１液晶層剥離工程において、粘着層を有する第１仮支持体を第１液晶層に貼着した後、第１光配向膜から第１液晶層を剥離する、〔１〕～〔５〕のいずれかに記載の光学素子の製造方法。

〔７〕 第１仮支持体の粘着層の表面粗さ R_a が 20 nm 以下である、〔６〕に記載の光学素子の製造方法。

〔８〕 液晶層積層工程の積層用液晶層を剥離するステップにおいて、積層用液晶層に粘着層を有する積層用仮支持体を貼着した後、積層用液晶層の剥離を行う、〔１〕～〔７〕のいずれかに記載の光学素子の製造方法。

〔９〕 積層用仮支持体の粘着層の表面粗さ R_a が 20 nm 以下である、〔８〕に記載の光学素子の製造方法。

〔 1 0 〕 導光板と、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 1 層または複数層が積層される液晶層と、液晶層および導光板を貼着する貼着層と、を有し、

導光板側から測定光を入射して、液晶層によって回折された回折光を受光しつつ、測定光と導光板とを相対的に移動した際における、回折光の強度変動が $\pm 40\%$ 以内であることを特徴とする光学素子。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、例えば A R グラス等において、画像のボヤケの無い鮮明な画像の表示を可能にする光学素子を提供できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図 1 は、本発明の光学素子の一例を概念的に示す図である。

[図2]図 2 は、回折素子の一例を概念的に示す図である。

[図3]図 3 は、図 2 に示す回折素子の液晶層を概念的に示す平面図である。

[図4]図 4 は、図 3 に示す液晶層の断面 S E M（走査型電子顕微鏡）画像を概念的に示す図である。

[図5]図 5 は、図 3 に示す液晶層の作用を説明するための概念図である。

[図6]図 6 は、回折素子に用いられる液晶層の他の例を概念的に示す図である。

[図7]図 7 は、回折素子の別の例を概念的に示す図である。

[図8]図 8 は、光配向膜を露光する露光装置の一例の概念図である。

[図9]図 9 は、本発明の光学素子の製造方法の一例を説明するための概念図である。

[図10]図 1 0 は、光学素子による回折光の強度ばらつきの測定方法の一例を説明するための概念図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の光学素子の製造方法および光学素子について、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」などというとき、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。

[0014] 本発明の光学素子の製造方法は、第1光配向膜に第1液晶層を形成する第1液晶層形成工程と、必要に応じて1回以上行われる、第1液晶層の上に1層以上の積層用液晶層を形成する液晶層積層工程と、第1光配向膜から第1液晶層を剥離する第1液晶層剥離工程と、導光板および第1液晶層の少なくとも一方の表面に、表面粗さRaが15nm以下の貼着層を形成する貼着層形成工程と、貼着層を介して、導光板と第1液晶層とを貼合する導光板貼合工程と、を含む光学素子の製造方法である。

[0015] 本発明の光学素子の製造方法において、第1液晶層形成工程は、第1支持体の上に第1光配向膜を形成するステップ、第1光配向膜を干渉露光して、液晶化合物由来の光学軸の向きを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させる配向パターンを形成する第1露光を行うステップ、および、配向パターンを形成した第1光配向膜の上に、液晶化合物を含む液晶組成物を塗布して、第1液晶層を形成するステップ、を含む。

また、液晶層積層工程は、積層用支持体の上に、光配向材料を含む積層用光配向膜を形成するステップ、積層用光配向膜を干渉露光して、積層用光配向膜に、液晶化合物由来の光学軸の向きを、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させる配向パターンを形成する、積層用の露光を行うステップ、配向パターンを形成した積層用光配向膜の上に、液晶化合物を含む液晶組成物を塗布して、積層用液晶層を形成するステップ、積層用

光配向膜から積層用液晶層を剥離するステップ、および、剥離した積層用液晶層を、第1液晶層または積層用液晶層に積層するステップ、を含む。

[0016] 液晶層積層工程は、必要に応じて行われるものである。また、液晶層積層工程を行う場合には、液晶層積層工程の回数は1回でも複数回でもよい。

従って、本発明の製造方法によって製造される、本発明の光学素子は、導光板の上に貼合層を有し、この貼合層の上に第1有機層のみを有するものでもよい。あるいは、本発明の製造方法によって製造される、本発明の光学素子は、導光板の上に貼合層を有し、この貼合層の上に第1有機層を有し、第1有機層の上に1層の積層用液晶層を有するものでもよい。あるいは、本発明の製造方法によって製造される、本発明の光学素子は、導光板の上に貼合層を有し、この貼合層の上に第1有機層を有し、第1有機層の上に2層あるいは3層などの、複数層の積層用液晶層を有するものでもよい。

[0017] 図1に、本発明の光学素子の一例を概念的に示す。

図1に示すように、導光素子10は、導光板12と、入射回折部14と、出射回折部16とを有する。

入射回折部14は、導光板12の一方の主面の一方の端部近傍に設けられ、出射回折部16は、導光板12の同主面の他方の端部近傍に設けられる。

[0018] 図示例の導光素子10は、一例として、赤色画像と緑色画像の2色画像の表示に対応するものである。

入射回折部14は、R入射液晶層14RおよびG入射液晶層14Gと、貼着層14Aとを有する。R入射液晶層14RおよびG入射液晶層14Gは、共に、液晶回折素子であって、R入射液晶層14Rは赤色（R）光を選択的に回折し、G入射液晶層14Gは緑色（G）光を選択的に回折する。

他方、出射回折部16は、R出射液晶層16RおよびG出射液晶層16Gと、貼着層16Aとを有する。R出射液晶層16RおよびG出射液晶層16Gは、共に、液晶回折素子であって、R出射液晶層16Rは赤色光を選択的に回折し、G出射液晶層16Gは緑色光を選択的に回折する。

入射回折部14および出射回折部16、共に、本発明の光学素子の製造方

法で製造される、本発明の光学素子である。入射回折部 1 4 においては、G 入射液晶層 1 4 G が、本発明における第 1 液晶層に相当し、R 入射液晶層 1 4 R が、本発明における積層用液晶層に相当する。また、出射回折部 1 6 においては、G 出射液晶層 1 6 G が、本発明における第 1 液晶層に相当し、R 出射液晶層 1 6 R が、本発明における積層用液晶層に相当する。

[0019] なお、本発明は、これに制限はされない。

例えば、入射回折部 1 4 において、R 入射液晶層 1 4 R が、本発明における第 1 液晶層に相当し、G 入射液晶層 1 4 G が、本発明における積層用液晶層に相当してもよい。また、出射回折部 1 6 において、R 出射液晶層 1 6 R が、本発明における第 1 液晶層に相当し、G 出射液晶層 1 6 G が、本発明における積層用液晶層に相当してもよい。この点に関しては、青色（B）光を選択的に回折する液晶層を含む構成のように、3 層以上の液晶層を有する場合も同様である。

すなわち、本発明においては、2 層以上の液晶層を形成する場合には、いずれの液晶層が第 1 液晶層であってもよい。

[0020] R 入射液晶層 1 4 R および G 入射液晶層 1 4 G と、R 出射液晶層 1 6 R および G 出射液晶層 1 6 G は、いずれも、好ましい態様として、反射型の液晶回折素子である。

図示例の導光素子 1 0 において、図示しない表示素子が表示した 2 色画像の赤色画像 R および緑色画像 G は、導光板 1 2 を透過して、それぞれ、入射回折部 1 4 の R 入射液晶層 1 4 R および G 入射液晶層 1 4 G で回折されて反射され、導光板 1 2 に入射する。

導光板 1 2 に入射した赤色画像 R および緑色画像 G は、導光板 1 2 内で全反射を繰り返して伝播され、出射回折部 1 6 に入射する。

出射回折部 1 6 に入射した赤色画像 R および緑色画像 G は、それぞれ、R 出射液晶層 1 6 R および G 出射液晶層 1 6 G で回折して反射され、導光板 1 2 を透過して、使用者 U による観察位置に出射され、赤色および緑色の 2 色画像として観察される。

[0021] なお、本発明の製造方法によって製造される本発明の光学素子は、赤色および緑色の２色画像に対応するものに制限はされない。

例えば、本発明の光学素子が、赤色画像、緑色画像および青色画像のフルカラー画像に対応する場合には、入射回折部１４は、さらに、青色光を選択的に回折して反射するＢ入射液晶層を有し、出射回折部１６は、さらに、青色光を選択的に回折して反射するＢ出射液晶層を有する。あるいは、上述のように、入射回折部１４および出射回折部１６は、４層以上の液晶層を有してもよい。

また、本発明の光学素子が、単色画像に対応する場合には、例えば、入射回折部１４が、Ｒ入射液晶層１４ＲまたはＧ入射液晶層１４Ｇのみを有し、出射回折部１６が、Ｒ出射液晶層１６ＲまたはＧ出射液晶層１６Ｇのみを有するものでもよい。

[0022] 以下、本発明の製造方法で製造される、本発明の光学素子を構成する各構成要素について説明する。

[0023] [導光板]

導光板１２は、内部に入射した光を反射して伝播（導光）する、公知の導光板である。

導光板１２には、制限はなく、ＡＲガラスおよび液晶ディスプレイのバックライトユニット等で用いられている公知の導光板が、各種、利用可能である。

[0024] [入射回折部および出射回折部]

入射回折部１４は、Ｒ入射液晶層１４ＲおよびＧ入射液晶層１４Ｇと、貼着層１４Ａとを有する。

好ましい態様として、Ｒ入射液晶層１４ＲおよびＧ入射液晶層１４Ｇは、いずれも、反射型の偏光回折素子である。具体的には、Ｒ入射液晶層１４ＲおよびＧ入射液晶層１４Ｇ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、右円偏光または左円偏光を選択的に反射する。

Ｒ入射液晶層１４ＲおよびＧ入射液晶層１４Ｇが選択的に反射する円偏光

の旋回方向すなわちコレステリック液晶相における液晶化合物の螺旋の捩れ方向は、同じでも異なってもよい。本例においては、一例として、R入射液晶層14RおよびG入射液晶層14Gは、いずれも、右円偏光を選択的に反射するものとする。

[0025] 他方、出射回折部16は、R出射液晶層16RおよびG出射液晶層16Gと、貼着層16Aとを有する。

好ましい態様として、R出射液晶層16RおよびG出射液晶層16Gは、いずれも、反射型の偏光回折素子である。具体的には、R出射液晶層16RおよびG出射液晶層16G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、右円偏光または左円偏光を選択的に反射する。

R出射液晶層16RおよびG出射液晶層16Gが選択的に反射する円偏光の旋回方向すなわちコレステリック液晶相における液晶化合物の螺旋の捩れ方向は、同じでも異なってもよい。

本例においては、一例として、R出射液晶層16RおよびG出射液晶層16Gは、いずれも、右円偏光を選択的に反射するものとする。

[0026] なお、入射液晶層と、同じ色を選択的に反射する出射液晶層とで、選択的に反射する円偏光の旋回方向は、同じでも異なってもよい。

[0027] R入射液晶層14RおよびG入射液晶層14G、ならびに、R出射液晶層16RおよびG出射液晶層16Gは、選択的に反射する光の波長域が異なる以外は、基本的に、同じ構成を有する。

従って、以下の説明では、各液晶層を区別する必要が無い場合には、これらの液晶層をまとめて『液晶層』ともいう。

[0028] (液晶層)

液晶層について図2～図4を用いて説明する。

図2は、本発明の製造方法において、液晶層の形成工程における層構成を概念的に示す図である。液晶層の形成工程とは、具体的には、第1液晶層形成工程および液晶層積層工程である。

図2に概念的に示すように、液晶層の形成では、支持体30の上に光配向

膜 3 2 を形成し、この光配向膜 3 2 の上に、液晶回折素子として作用するコレステリック液晶層 3 4 を形成する。

後述するが、本発明の製造方法、および、本発明の製造方法、および、本発明の製造される本発明の光学素子では、後の操作において、コレステリック液晶層 3 4 は、光配向膜 3 2 から剥離される。なお、後の操作とは、具体的には、第 1 液晶層剥離工程および積層用液晶層を剥離するステップである。

[0029] 図 3 は、コレステリック液晶層 3 4 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 3 4 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 2 は、コレステリック液晶層 3 4 の X-Z 面の模式図に相当し、図 3 は、コレステリック液晶層 3 4 の X-Y 面の模式図に相当する。

図 2 ～図 4 に示すように、コレステリック液晶層 3 4 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 2 ～図 4 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。

[0030] <支持体>

支持体 3 0 は、光配向膜 3 2、および、液晶層 3 4 を支持するものである。

支持体 3 0 は、光配向膜 3 2、液晶層 3 4 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 3 0 は、対応する光に対する透過率が 5 0 % 以上であるのが好ましく、7 0 % 以上であるのがより好ましく、8 5 % 以上であるのがさらに好ましい。

[0031] 支持体 3 0 の厚さには、制限はなく、液晶回折素子の用途および支持体 3 0 の形成材料等に応じて、光配向膜 3 2、液晶層 3 4 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、 $1 \sim 2000 \mu\text{m}$ が好ましく、 $3 \sim 500 \mu\text{m}$ がより好ましく、 $5 \sim 250 \mu\text{m}$ がさらに好ましい。

[0032] 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。

中でも、表面の平滑性が高い光配向膜 32 を形成できる等の点で、ガラスは支持体 30 として好適に利用される。

[0033] <光配向膜>

液晶回折素子において、支持体 30 の表面には光配向膜 32 が形成される。

光配向膜 32 は、液晶層 34 を形成する際に、液晶化合物 40 を所定の液晶配向パターンに配向するための光配向膜である。

後述するが、本発明において、液晶層 34 は、液晶化合物 40 に由来する光学軸 40A (図 3 参照) 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。従って、光配向膜 32 は、液晶層 34 が、この液晶配向パターンを形成できるように、配向パターンを形成される。

以下の説明では、『光学軸 40A の向きが回転』を単に『光学軸 40A が回転』とも言う。

[0034] 本発明において、光配向膜 32 は、光配向材料を含むものである。すなわち、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とした、いわゆる光配向膜である。

光配向膜 32 は、支持体 30 上に、光配向材料を含む組成物を塗布して形成され、その後、干渉露光によって、液晶層 34 の液晶化合物 40 に由来す

る光学軸40A（図3参照）の向きを、面内の一方向に沿って連続的に回転しながら変化させる、配向パターンを形成される。

[0035] 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2007-076839号公報、特開2007-138138号公報、特開2007-094071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号公報および特許第4205198号公報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2014-012823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。

[0036] 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、0.01～5 μ mが好ましく、0.05～2 μ mがより好ましい。

[0037] 光配向膜 3 2 の形成方法には、制限はなく、光配向膜 3 2 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 3 2 を形成するための光配向材料を含有する組成物を調製して、この組成物を支持体 3 0 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干渉露光して、配向パターンを形成する方法が例示される。

[0038] 図 8 に、光配向膜 3 2 を干渉露光して、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 8 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 M A および M B 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 M A および M B 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 M A) を右円偏光 P_R に、 $\lambda/4$ 板 7 2 B は直線偏光 P_0 (光線 M B) を左円偏光 P_L に、それぞれ変換する。

[0039] 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 M A と光線 M B 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が得られる。以下の説明では、この配向パターンを有する光配向膜を『パターン光配向膜』ともいう。

露光装置 6 0 においては、2 つの光線 M A および M B 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、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 40A が回転する 1 方向における、光学軸 40A が 180° 回転する 1 周期の長さを調節できる。

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光配向膜 32 上に、コレステリック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 40 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。

[0040] 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。

[0041] <液晶層（コレステリック液晶層）>

液晶層 34 は、光配向膜 32 の表面に形成される。

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。

[0042] 液晶層 34 は、図 2 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。

[0043] 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。

従って、例えば出射回折部16において、右円偏光を選択的に反射するR出射液晶層16RおよびG出射液晶層16Gを構成する液晶層34は、コレステリック液晶相の螺旋の捩れ方向が右方向である。

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。

[0044] 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、回折素子が反射 (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、光学素子 (液晶回折素子) の用途に応じて調節され、例えば100~500nmであればよく、好ましくは200~300nmであり、より好ましくは300~1000nmである。

[0045] 図3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。ここでは、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3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。

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° 以下が好ましく、 15° 以下がより好ましく、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。

[0046] 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3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。

[0047] 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 3 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 と矢印 X 方向とが成す角度が等しい。

[0048] 図 2 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 4 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が $1/2$ ピッチに相当する。すなわち、図 4 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 に相当する。

[0049] 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。

[0050] 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5を参照して説明する。

[0051] 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。

[0052] 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5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面に対して配列軸D方向に傾いた方向に反射(回折)される。XY面とは、コレステリック液晶層の主面である。

[0053] この結果として、液晶層34を導光素子等に適用した場合、導光板の主面に垂直な方向から入射した光を導光板内を全反射する角度に反射(回折)することができ、また、導光板内を全反射して導光された光を、導光板の主面に垂直な方向に反射(回折)することができる回折素子として用いることができる。

[0054] 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。

[0055] 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2および図3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。これに対して、配列軸D方向に向かう光学軸40Aの回転方向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。

[0056] 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捻じれの場合、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。

[0057] 従って、入射回折部14を構成するR入射液晶層14RおよびG入射液晶層14Gは、選択的に反射する円偏光の旋回方向すなわち螺旋の旋回方向に応じて、入射した光が適正に出射回折部16に向かうように、配列軸Dの方向および液晶配向パターンにおける光学軸40Aの回転方向を設定する。

他方、出射回折部16を構成するR出射液晶層16RおよびG出射液晶層16Gは、選択的に反射する円偏光の旋回方向すなわち螺旋の旋回方向に応じて、入射した光が適正に使用者Uによる観察位置に出射されるように、配列軸Dの方向および液晶配向パターンにおける光学軸40Aの回転方向を設定する。

[0058] この液晶回折素子では、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。

本発明の導光素子10において、回折素子の1周期 Λ の長さには、制限はなく、導光板12への入射角度、導光板12から出射させるための光の回折の大きさ等に応じて、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。

[0059] 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。

[0060] 従って、本発明の導光素子10では、入射回折部14を構成するR入射液晶層14RおよびG入射液晶層14Gは、液晶層の選択反射中心波長の順列と、1周期 Λ の順列とが、一致しているのが好ましい。同様に、出射回折部16を構成するR出射液晶層16RおよびG出射液晶層16Gも、液晶層の選択反射中心波長の順列と、1周期 Λ の順列とが、一致しているのが好ましい。

この点に関しては、入射回折部14および出射回折部16が、液晶層を3層以上有する場合も同様である。

[0061] このような構成とすることにより、入射回折部14による導光板12への赤色画像Rおよび緑色画像Gの入射方向を一致させられる。さらに、この構成によれば、出射回折部16から出射する赤色画像Rおよび緑色画像Gの出射方向を同方向にできる。その結果、色ズレのないカラー画像を、導光板12からARグラスの使用者Uによる観察位置に出射できる。

[0062] 図2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6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。

[0063] また、図6に示す例では、液晶層34のX-Z面において、液晶化合物40

0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7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。

[0064] 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いるもよい。

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。

[0065] 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。

[0066] 回折素子（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る。その結果、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。

[0067] 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できる。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できる。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できる。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。

[0068] 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、面内レタデーション 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、面内レタデーション 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。

[0069] 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。

[0070] 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。

[0071] <<液晶層の形成方法>>

液晶層 34 は、液晶化合物が所定の配向状態に配向されてなる液晶相を層状に固定して形成できる。例えば、コレステリック液晶層の場合には、コレステリック液晶相を層状に固定して形成できる。

コレステリック液晶相を固定した構造は、液晶相となっている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所定の液晶相の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、液晶相を固定した構造においては、液晶相の光学的性質が保持されていれば十分であり、液晶層において、液晶化合物40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。

[0072] 液晶層の形成に用いる材料としては、一例として、液晶化合物を含む液晶組成物が挙げられる。液晶化合物は重合性液晶化合物であるのが好ましい。

また、液晶層の形成に用いる液晶組成物は、さらに界面活性剤およびキラル剤を含んでいてもよい。

[0073] — 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。

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。

[0074] 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、M a k r o m o l . C h e m . , 190巻、2255頁(1989年)、A d v a n c e d M a t e r i a l s 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95／022586号、国際公開第95／024455号、国際公開第97／000600号、国際公開第98／023580号、国際公開第98／052905号、特開平1－272551号公報、特開平6－016616号公報、特開平7－110469号公報、特開平11－080081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。

[0075] 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。

[0076] ー円盤状液晶化合物ー

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

[0077] 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％が好ましく、80～99質量％がより好ましく、85～90質量％がさらに好ましい。

[0078] ー界面活性剤ー

液晶層を形成する際に用いる液晶組成物は、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、コレステリック液晶相の配向に

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。

[0079] 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2005-099248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。

[0080] 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。

[0081] 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。

[0082] キラル剤が光異性化基を有する場合には、塗布、配向後に活性光線などのフォトマスク照射によって、発光波長に対応した所望の反射波長のパターンを形成することができるので好ましい。光異性化基としては、フォトクロ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、シナモイル基が好ましい。具体的な化合物として、特開2002-080478号公報、特開2002-080851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。

[0083] 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。

[0084] — 重合開始剤 —

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。

[0085] 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。

[0086] — — 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。

[0087] 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る。有機溶媒としては、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種を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。

[0088] 液晶層を形成する際には、液晶層の形成面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した後、液晶化合物を硬化して、液晶層とするのが好ましい。

すなわち、光配向膜 3 2 上にコレステリック液晶層を形成する場合には、光配向膜 3 2 に液晶組成物を塗布して、液晶化合物をコレステリック液晶相の状態に配向した後、液晶化合物を硬化して、コレステリック液晶相を固定してなる液晶層を形成するのが好ましい。

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、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。

[0089] 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、液晶層を形成する。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コレステリック液晶相に配向すればよい。加熱を行う場合、加熱温度は、 200°C 以下が好ましく、 130°C 以下がより好ましい。

[0090] 配向させた液晶化合物は、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、 $50 \sim 1500\text{ mJ} / \text{cm}^2$ 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。

[0091] 液晶層 3 4 の厚さには、制限はなく、回折素子の用途、液晶層に要求される光の反射率、および、液晶層 3 4 の形成材料等に応じて、必要な光の反射率が得られる厚さを、適宜、設定すればよい。

[0092] <その他の液晶層（光学異方性層）>

図示例の光学素子は、入射回折部 1 4 および出射回折部 1 6 に、コレステリック液晶層である液晶層 3 4 を用いた反射型の液晶回折素子を用いているが、本発明は、これに制限はされない。

一例として、面内の少なくとも 1 方向に沿って連続的に回転している液晶配向パターンを有し、かつ、厚さ方向には液晶化合物がコレステリック液晶相を形成していない、透過型の液晶回折素子として作用する液晶層も、利用

可能である。なお、液晶回折素子において、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。

また、本発明においては、入射回折部 1 4 および出射回折部 1 6 において、異なる液晶回折素子を用いてもよい。例えば、入射回折部 1 4 では、液晶層 3 6 を有する透過型の液晶回折素子を用い、出射回折部 1 6 では、液晶層 3 4 を有する反射型の液晶回折素子を用いてもよい。

[0093] (貼着層)

入射回折部 1 4 において、R 入射液晶層 1 4 R と G 入射液晶層 1 4 G との積層体は、貼着層 1 4 A によって導光板 1 2 に貼合される。

出射回折部 1 6 において、R 出射液晶層 1 6 R と G 出射液晶層 1 6 G との積層体は、貼着層 1 6 A によって導光板 1 2 に貼合される。

貼着層 1 4 A および貼着層 1 6 A については、後に詳述する。

[0094] [入射回折部および出射回折部の作製方法]

以下、図 9 の概念図を参照して出射回折部 1 6 の形成方法を説明することにより、本発明の光学素子の製造方法および本発明の光学素子について、より詳細に説明する。

なお、入射回折部 1 4 は、R 出射液晶層 1 6 R および G 出射液晶層 1 6 G を R 入射液晶層 1 4 R および G 入射液晶層 1 4 G に置き換え、さらに、貼着層 1 6 A を貼着層 1 4 A に置き換えることで、出射回折部 1 6 と同様に作製できる。

また、以下の説明において、第 1 支持体 3 0 a および積層用支持体 3 0 b は、上述した支持体 3 0 と同様のものである。また、第 1 光配向膜 3 2 a および積層用光配向膜 3 2 b は、上述した光配向膜 3 2 と同様のものである。

[0095] まず、G 出射液晶層 1 6 G を形成するための第 1 支持体 3 0 a を用意する。上述のように、本例においては、G 出射液晶層 1 6 G は、本発明における第 1 液晶層である。

また、上述のように、第 1 光配向膜 3 2 a を形成するための光配向材料を

含有する組成物を調製する。

その上で、図9の中段左側に示すように、この組成物を第1支持体30aの表面に塗布して乾燥させて、第1光配向膜32aを形成する。

[0096] 次いで、図9中段の左から2番目に示すように、例えば上述した露光装置60を用いて、第1光配向膜32aを干渉露光して、第1光配向膜32aに、G出射液晶層16Gの液晶化合物40に由来する光学軸40Aの向きを、面内の一方向に沿って連続的に回転しながら変化させる、配向パターンを形成する。

[0097] 一方で、上述したように、液晶化合物およびキラル剤等を含有する、G出射液晶層16Gを形成するための液晶組成物を調製する。

第1光配向膜32aに配向パターンを形成したら、G出射液晶層16Gを形成するための液晶組成物を第1光配向膜32aに塗布して、乾燥および／または加熱することで、液晶組成物中の液晶化合物をコレステリック液晶相に配向し、さらに、紫外線の照射等によって液晶組成物を硬化して、図9中段の左から3番目に示すように、G出射液晶層16Gを形成する。

[0098] 他方、R出射液晶層16Rを形成するための積層用支持体30bを用意する。上述のように、本例においては、R出射液晶層16Rは、本発明における積層用液晶層である。

また、上述のように、積層用光配向膜32bを形成するための光配向材料を含有する組成物を調製する。

その上で、図9の上段左側に示すように、この組成物を積層用支持体30bの表面に塗布して乾燥させて、積層用光配向膜32bを形成する。

[0099] 次いで、図9上段の左から2番目に示すように、例えば上述した露光装置60を用いて、積層用光配向膜32bを干渉露光して、積層用光配向膜32bに、R出射液晶層16Rの液晶化合物40に由来する光学軸40Aの向きを、面内の一方向に沿って連続的に回転しながら変化させる、配向パターンを形成する。

[0100] 一方で、上述したように、液晶化合物およびキラル剤等を含有する、R出

射液晶層 1 6 R を形成するための液晶組成物を調製する。

積層用光配向膜 3 2 b に配向パターンを形成したら、R 出射液晶層 1 6 R を形成するための液晶組成物を積層用光配向膜 3 2 b に塗布して、乾燥および／または加熱することで、液晶組成物中の液晶化合物をコレスティック液晶相に配向する。さらに、紫外線の照射等によって液晶組成物を硬化して、図 9 上段の左から 3 番目に示すように、R 出射液晶層 1 6 R を形成する。

[0101] 次いで、R 出射液晶層 1 6 R を積層用光配向膜 3 2 b から剥離する。

積層用光配向膜 3 2 b から R 出射液晶層 1 6 R を剥離する方法には、制限はなく、公知の方法が、各種、利用可能である。

好ましい一例として、図 9 上段の右側に示すように、粘着層 5 2 を有する仮支持体 5 0 を用いる方法が例示される。すなわち、粘着層 5 2 を R 出射液晶層 1 6 R に貼着して、仮支持体 5 0 と共に積層用光配向膜 3 2 b から剥離する。仮支持体 5 0 は、本発明における積層用仮支持体である。

光配向材料を用いる光配向膜、特に、光配向材料としてアゾ系の光配向材料を用いる光配向膜は、液晶化合物を主成分とする液晶層との密着性が低い。そのため、粘着層 5 2 を有する仮支持体 5 0 を貼着して、仮支持体 5 0 を剥離することで、容易に、積層用光配向膜 3 2 b から R 出射液晶層 1 6 R を剥離できる。

[0102] 粘着層 5 2 を有する仮支持体 5 0 としては、樹脂フィルムに粘着力の弱い粘着層を形成してなるフィルムなど、公知の各種の物が利用可能である。

一例として、表示装置の表示画面の保護、各種のフィルム製品の表面の保護および家電製品の表面の保護などの各種の物質および製品の保護に利用される、いわゆるラミネートフィルム（保護フィルム）、ならびに、貼着力の弱い支持体に形成されたフィルム（層）を貼着して支持体から剥離して、貼着力が強い別の支持体に貼着（剥離転写）するために用いられる転写用フィルム等が例示される。

可撓性を有するフィルム状の仮支持体 5 0 を用いることにより、積層用光配向膜 3 2 b からの R 出射液晶層 1 6 R の剥離の作業性、および、後述する

、G出射液晶層16GへのR出射液晶層16Rの貼合の作業性を向上できる。

[0103] ここで、仮支持体50において、R出射液晶層16Rと接触する粘着層52の表面に凹凸があると、粘着層52の凹凸がR出射液晶層16Rに転写されてしまい、R出射液晶層16Rの表面の平滑性が低くなってしまう。R出射液晶層16Rの表面の平滑性が低いと、R出射液晶層16Rによる赤色画像Rの反射が散乱されてしまい、その結果、使用者Uによって観察される画像に、いわゆるボヤケが生じて、鮮明な画像が表示できなくなってしまう。

この点を考慮すると、仮支持体50の粘着層52は表面平滑性が高いのが好ましい。具体的には、仮支持体50の粘着層52は、表面粗さ R_a が20nm以下であるのが好ましく、15nm以下であるのがより好ましい。

仮支持体50の粘着層52の表面粗さ R_a は、小さいほど好ましいが、仮支持体50のコスト等を考慮すると、1nm以上が好ましい。

粘着層52の表面の凹凸は、自身が有する塗膜厚ムラ等に加え、仮支持体50の表面の凹凸にも大きく影響される。従って、仮支持体50も、表面粗さ R_a は小さい方が好ましい。

[0104] また、積層用光配向膜32bから剥離したR出射液晶層16R（積層用液晶層）は、積層用光配向膜32b側の表面粗さ R_a が15nm以下であるのが好ましく、5nm以下であるのがより好ましい。

積層用光配向膜32bから剥離したR出射液晶層16Rの表面粗さ R_a を15nm以下とすることにより、R出射液晶層16Rで赤色画像Rが拡散反射されることを防止して、ボヤケの無い鮮明な画像を表示することが可能になる。

なお、積層用光配向膜32bから剥離したR出射液晶層16Rの表面粗さ R_a は、小さいほど好ましいが、R出射液晶層16Rの形成の容易性等を考慮すると、0.5nm以上であるのが好ましい。

[0105] 本発明において、表面粗さ R_a （算術平均粗さ R_a ）は、例えば、菱化システム社製の『非接触表面・層断面形状計測システム VertScan2

、 0』等の市販の装置を用いて、J I S B 0 6 0 1 (2 0 0 1) に準拠して測定すればよい。

[0106] R出射液晶層16Rを積層用光配向膜32bから剥離したら、図9中段の左から4番目に示すように、R出射液晶層16RをG出射液晶層16Gに積層し、貼合する。

なお、本発明において、3層以上の液晶層を積層する場合には、図9の上段に示す積層用液晶層の形成を行って、先に仮支持体50を用いて剥離した液晶層を積層し、剥離することを、積層する液晶層の数に応じて、繰り返し、行えばよい。

また、本発明において、予め形成しておいた液晶層など、別途形成した液晶層（積層用液晶層または第1液晶層）に積層する積層用液晶層は、別途形成した液晶層と同じ波長域の光を選択的に反射するものでも、異なる波長域の光を選択的に反射するものでもよい。本発明においては、別途形成した液晶層に積層する積層用液晶層は、別途形成した液晶層とは異なる波長域の光を選択的に反射するものであるのが好ましい。

[0107] R出射液晶層16R（第1液晶層）とG出射液晶層16G（積層用液晶層）との貼合方法には、制限はなく、公知の方法が利用可能である。

[0108] 一例として、積層用貼着層を用いて、R出射液晶層16RとG出射液晶層16Gとを貼合する方法が例示される。

積層用貼着層には制限はなく、液晶層の形成材料に応じて、液晶層同士を貼着可能な貼着剤が、各種、利用可能である。従って、積層用貼着層は、十分な光透過性を有するものであれば、接着剤からなる層でも、粘着剤からなる層でも、接着剤と粘着剤との両方の特徴を持った材料からなる層でもよい。なお、接着剤とは、貼り合わせる際には流動性を有し、その後、固体になるものである。また、粘着剤とは、貼り合わせる際にゲル状（ゴム状）の柔らかい固体で、その後もゲル状の状態が変化しないものである。

従って、積層用貼合層は、光学透明接着剤（OCA（Optical Clear Adhesive））、光学透明両面テープ、および、紫外線硬化型樹脂等の、光学装置お

よび光学部材等でシート状物の貼り合わせに用いられる公知の層を用いればよい。

[0109] ここで、G出射液晶層16GとR出射液晶層16Rとを積層用貼着層で貼合する場合には、積層用貼着層の表面が粗いと、この積層用貼着層の表面の凹凸がG出射液晶層16Gおよび／またはR出射液晶層16Rに転写されて液晶層の表面の平滑性が低くなってしまい、また、積層用貼着層によっても光が散乱されてしまう。

その結果、積層用貼着層の表面平滑性が低いと、G出射液晶層16Gによる緑色画像G、および／または、R出射液晶層16Rによる赤色画像Rの反射が散乱されてしまい、その結果、使用者Uによって観察される画像に、いわゆるボヤケが生じて、鮮明な画像が表示できなくなってしまう。

この点を考慮すると、積層用貼着層は表面平滑性が高いのが好ましい。具体的には、積層用貼着層は、表面粗さRaが15nm以下であるのが好ましく、5nm以下であるのがより好ましい。

積層用貼着層の表面粗さRaは、小さいほど好ましいが、貼着層のコスト等を考慮すると、0.1nm以上が好ましい。

[0110] 以上の点を考慮すると、G出射液晶層16GとR出射液晶層16Rとを貼着層する貼着層は、塗布法による形成が可能で、表面平滑性が高い積層用貼着層が形成可能である点で、接着剤からなる層であるのが好ましい。

[0111] R出射液晶層16RとG出射液晶層16Gとを貼合する別の方法として、R出射液晶層16Rおよび／またはG出射液晶層16Gの形成時に、重合性基が残っている半硬化状態として、R出射液晶層16RとG出射液晶層16Gとを積層した後に、R出射液晶層16Rおよび／またはG出射液晶層16Gを本硬化する方法が例示される。半硬化状態としては、例えば、重合性基が、20～90％程度、残っている状態が例示される。

この方法でも、半硬化状態の液晶組成物の硬化によって、R出射液晶層16RとG出射液晶層16Gとを貼合、好適に貼合できる。また、この貼合方法では、液晶層同士の貼合に積層用貼着層を用いないので、上述した積層用

貼着層の表面粗さに起因する不都合も回避できる。

なお、この方法では、R出射液晶層16RおよびG出射液晶層16Gを、両方とも半硬化状態としてもよいが、半硬化状態とするのは、いずれか一方で十分である。

[0112] R出射液晶層16Rおよび／またはG出射液晶層16Gを半硬化状態とする方法にも、制限はなく、各種の方法が利用可能である。

一例として、R出射液晶層16Rおよび／またはG出射液晶層16Gの形成において、紫外線照射等による液晶組成物の硬化を、空气中などの酸素濃度が高い雰囲気で行う方法が例示される。別の方法として、R出射液晶層16Rおよび／またはG出射液晶層16Gの形成時に、液晶組成物を硬化するための紫外線照射量を低減する方法も、利用可能である。

[0113] R出射液晶層16RとG出射液晶層16Gとを貼合したら、図9の中段の右側に示すように、G出射液晶層16Gと第1光配向膜32aとを剥離する。

ここで、第1光配向膜32aから剥離したG出射液晶層16Gは、第1光配向膜32a側の表面粗さRaが15nm以下であるのが好ましく、5nm以下であるのがより好ましい。

第1光配向膜32aから剥離したG出射液晶層16Gの表面粗さRaを15nm以下とすることにより、G出射液晶層16Gで緑色画像Gが拡散反射されることを防止して、ボヤケの無い鮮明な画像を表示することが可能になる。

なお、第1光配向膜32aから剥離したG出射液晶層16Gの表面粗さRaは、小さいほど好ましいが、G出射液晶層16Gの形成の容易性等を考慮すると、0.5nm以上であるのが好ましい。

[0114] さらに、導光板12の出射回折部16の形成位置、および／または、G出射液晶層16Gに、G出射液晶層16Gと導光板12とを貼合するための貼着層16Aを形成する。

図示例では、図9下段の右側に示すように、導光板12の出射回折部16

の形成位置に、貼着層 1 6 A を形成している。

なお、G 出射液晶層 1 6 G（第 1 液晶層）と導光板 1 2 とを貼合するための貼着層 1 6 A は、導光板 1 2 および G 出射液晶層 1 6 G の両方に形成してもよいが、後述する貼着層 1 6 A の表面粗さ R_a 等を考慮すれば、貼着層 1 6 A を形成するのは、導光板 1 2 および G 出射液晶層 1 6 G のいずれか一方のみに形成するのが好ましい。

[0115] ここで、本発明の製造方法においては、G 出射液晶層 1 6 G（第 1 液晶層）と導光板 1 2 とを貼合するために、G 出射液晶層 1 6 G および／または導光板 1 2 に形成される貼着層 1 6 A は、表面粗さ R_a が 15 nm 以下である。

本発明の製造方法は、このような構成を有することにより、AR グラス等において、ボヤケの無い、鮮明な画像を表示することが可能になる。

[0116] AR グラス等においては、ディスプレイが表示した映像を、導光板の一端に入射して伝播し、他端から出射することにより、使用者による観察位置に画像を表示する。

ここで、導光板への光の入射、および、導光板からの光の出射には、導光板に装填した回折素子が用いられる。導光板への回折素子の装填方法としては、粘着剤等からなる貼着層による貼合が考えられる。

しかしながら、本発明者らの検討によれば、回折素子の貼合に貼着層を用いた場合、貼着層の表面が荒れていると、貼着層の荒れによって、回折素子による回折光が、目的とする方向とは異なる、様々な方向に進行してしまう。

特に、回折素子として、液晶層からなる液晶回折素子を用いた場合には、貼着層の表面の荒れが液晶回折素子に転写されて、液晶回折素子による回折光が、目的とする方向とは異なる、様々な方向に回折されてしまう。

その結果、液晶回折素子による回折光が散乱光のようになって、AR グラス等による表示画像に、いわゆるボヤケが生じてしまい、鮮明な画像が表示できなくなってしまう。

[0117] これに対して、本発明の光学素子の製造方法では、液晶回折素子である G 出射液晶層 1 6 G（第 1 液晶層）を導光板 1 2 に貼合するための貼着層 1 6 A の表面粗さを、1 5 n m とする。

本発明の製造方法は、このような構成を有することによって、A R グラス等において、表示画像にボヤケが生じることを防止して、鮮明な画像の表示が可能な光学素子を製造することができる。

[0118] 貼着層 1 6 A の表面粗さ R a が 1 5 n m を超えると、A R グラス等において表示画像のボヤケを生じてしまう等の不都合を生じる。

貼着層 1 6 A の表面粗さは、1 5 n m 以下が好ましく、5 n m 以下がより好ましい。

貼着層 1 6 A の表面粗さ R a は、小さいほど好ましいが、貼着層 1 6 A の形成の容易性等を考慮すると、0. 1 n m 以上が好ましい。

[0119] 貼着層 1 6 A は、導光板 1 2 と G 出射液晶層 1 6 G との形成材料に応じて、両者を貼着可能なものであれば、公知の貼着層が、各種、利用可能である。

従って、貼着層 1 6 A は、上述した接着剤からなる層でも、粘着剤からなる層でも、接着剤と粘着剤との両方の特徴を持った材料からなる層でもよい。従って、貼合層は、光学透明接着剤（O C A）、光学透明両面テープ、および、紫外線硬化型樹脂等の、光学装置および光学部材等でシート状物の貼り合わせに用いられる公知の層を用いればよい。

中でも、導光板 1 2 と G 出射液晶層 1 6 G を貼合する貼着層 1 6 A は、塗布法による形成が可能で、表面平滑性が高い貼着層が形成可能である点で、接着剤からなる層であるのが好ましい。

[0120] 導光板 1 2 に貼着層 1 6 A を形成したら、図 9 下段の右から 2 番目に示すように、G 出射液晶層 1 6 G を貼着層 1 6 A に貼着する。

さらに、図 9 下段の右から 3 番目に示すように、仮支持体 5 0（粘着層 5 2）を R 出射液晶層 1 6 R（積層用液晶層）から剥離して、出射回折部 1 6 とする。

[0121] 上述したように、本発明の光学素子の製造方法は、導光板に、液晶層（第1液晶層）を1層のみ、形成するものでもよい。

この場合には、図9の上段と同様にG出射液晶層16Gを形成して、粘着層52を有する仮支持体50を用いて光配向膜からG出射液晶層16Gを剥離して、先と同様に、貼着層16Aを用いて導光板12にG出射液晶層16Gを貼着すればよい。

[0122] すなわち、図9の上段において、積層用支持体30bを第1支持体30aに置き換え、積層用光配向膜32bを第1光配向膜32aに置き換えて、第1支持体30aに、同様に第1光配向膜32aを形成して、露光装置60によって干渉露光して、配向パターンを形成する。次いで、同様に、G出射液晶層16G（第1液晶層）を形成する。

その後、G出射液晶層16Gに粘着層52を有する仮支持体50を貼着して、仮支持体50を用いて、第1光配向膜32aからG出射液晶層16Gを剥離する。この際においては、先と同様の理由で、仮支持体50は表面粗さRaが20nm以下であるのが好ましく、また、剥離したG出射液晶層16Gの第1光配向膜32a側の表面粗さRaは15nm以下であるのが好ましい。また、この場合における仮支持体50は、本発明における第1仮支持体となる。

これ以降は、先と同様にして、貼着層16Aを形成した導光板12に、G出射液晶層16Gを貼合して、貼着すればよい。

[0123] 本発明の光学素子は、導光板側から測定光を入射して、液晶層を液晶回折素子で回折された回折光を受光しつつ、測定光と導光板とを相対的に移動した際における、回折光の強度変動が±40%以内である。

[0124] 一例として、図10に出射回折部16を例示して概念的に示すように、導光板12にダブリズム80を装着する。その上で、光源82から測定光Laを出射回折部16に入射して、R出射液晶層16RおよびG出射液晶層16Gによって回折された回折光Lbを検出器84で受光して、光強度（例えば輝度）を測定する。

この測定を、図中矢印Wで示すように、光源82および検出器84を一体的に移動して測定光L_aで液晶層を走査しつつ行う。または、導光板（導光素子）を移動することにより、測定光L_aで液晶層を走査してもよい。

R出射液晶層16RおよびG出射液晶層16Gが測定光L_aを拡散反射する場合には、この測定において、光強度が大きく変動する。この場合には、ARガラス等において、出射回折部16による拡散光によって表示画像にボヤケが生じてしまい、鮮明な画像を表示できない。

[0125] これに対して、本発明の光学素子では、この回折光L_bの強度変動を±40%以下とすることにより、R出射液晶層16RおよびG出射液晶層16Gによる拡散反射を抑制できる。その結果、ARガラス等において、表示画像にボヤケが生じることを防止して、鮮明な画像を表示することができる。

また、上述した本発明の光学素子の製造方法によれば、このような本発明の光学素子を、好適に製造することができる。

[0126] 以上、本発明の光学素子の製造方法および光学素子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

[0127] 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。

[0128] [実施例1]

（光配向膜の形成）

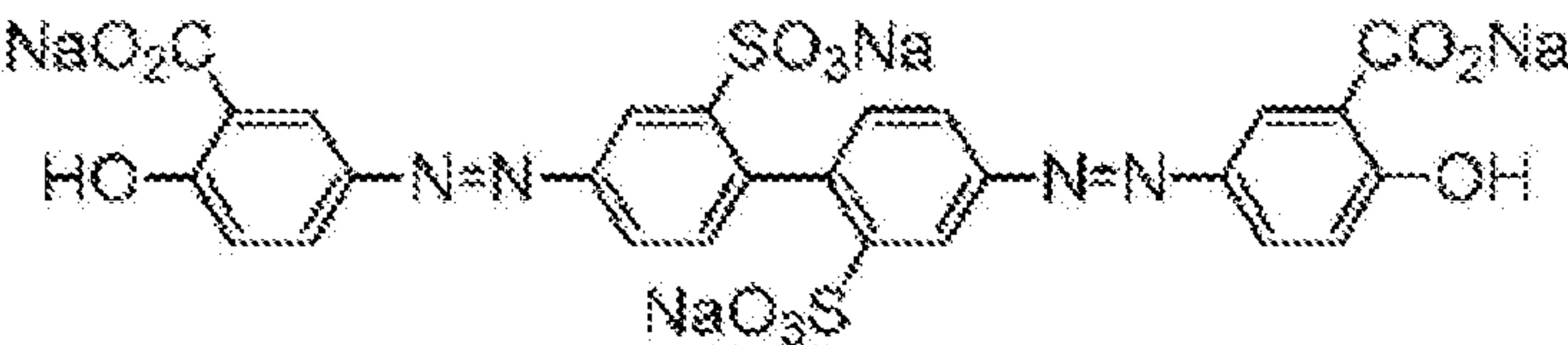
支持体（第1支持体）としてガラス基板を用意した。支持体上に、下記の光配向膜形成用塗布液をスピコートで塗布した。この光配向膜形成用塗布液の塗膜が形成された支持体を60℃のホットプレート上で60秒間乾燥して、光配向膜（第1光配向膜）を形成した。

[0129] 光配向膜形成用塗布液

下記光配向用素材	1. 0 0 質量部
水	1 6. 0 0 質量部
ブトキシエタノール	4 2. 0 0 質量部
プロピレングリコールモノメチルエーテル	4 2. 0 0 質量部

[0130] ー光配向用素材ー

[化1]



[0131] (光配向膜の露光)

図 8 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を形成した。

露光装置において、レーザとして波長（3 2 5 n m）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 3 0 0 0 m J ／ c m²とした。なお、2 つのレーザ光の交差角（交差角 α）は、4 2. 3 ° とした。

[0132] (R 液晶層の形成)

R 液晶層を形成する液晶組成物として、下記の組成物 A ー 1 を調製した。この組成物 A ー 1 は、コレステリック液晶相における螺旋 1 ピッチ（ピッチ P）の長さが 4 1 0 n m で、赤色（R）光の右円偏光を選択的に反射するコレステリック液晶層を形成する、液晶組成物である。組成物 A ー 1 中の固形分濃度は 3 5 w t % である。

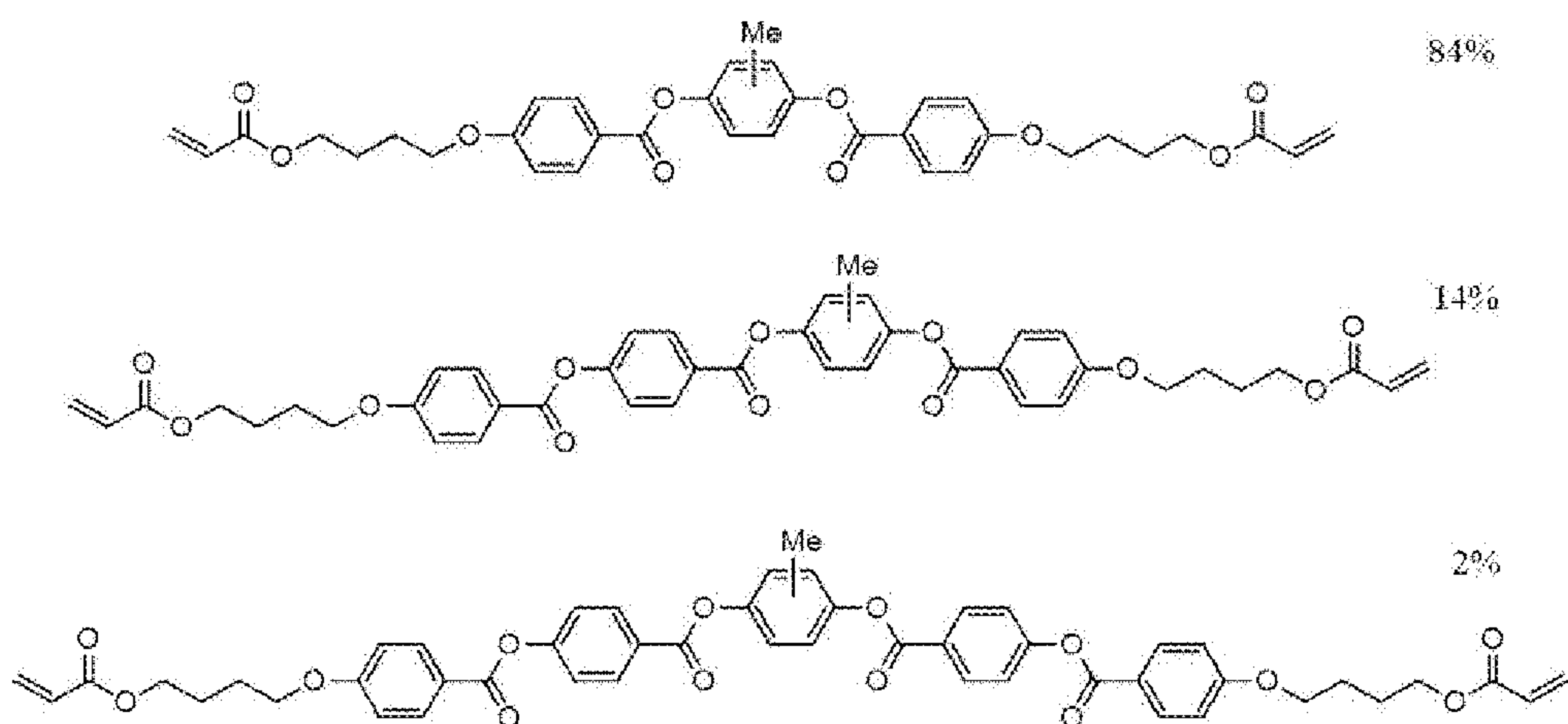
組成物 A ー 1

棒状液晶化合物 L ー 1	1 0 0. 0 0 質量部

重合開始剤 I - 1	3.00 質量部
キラル剤 Ch - 1	4.6 質量部
メチルエチルケトン	199.83 質量部

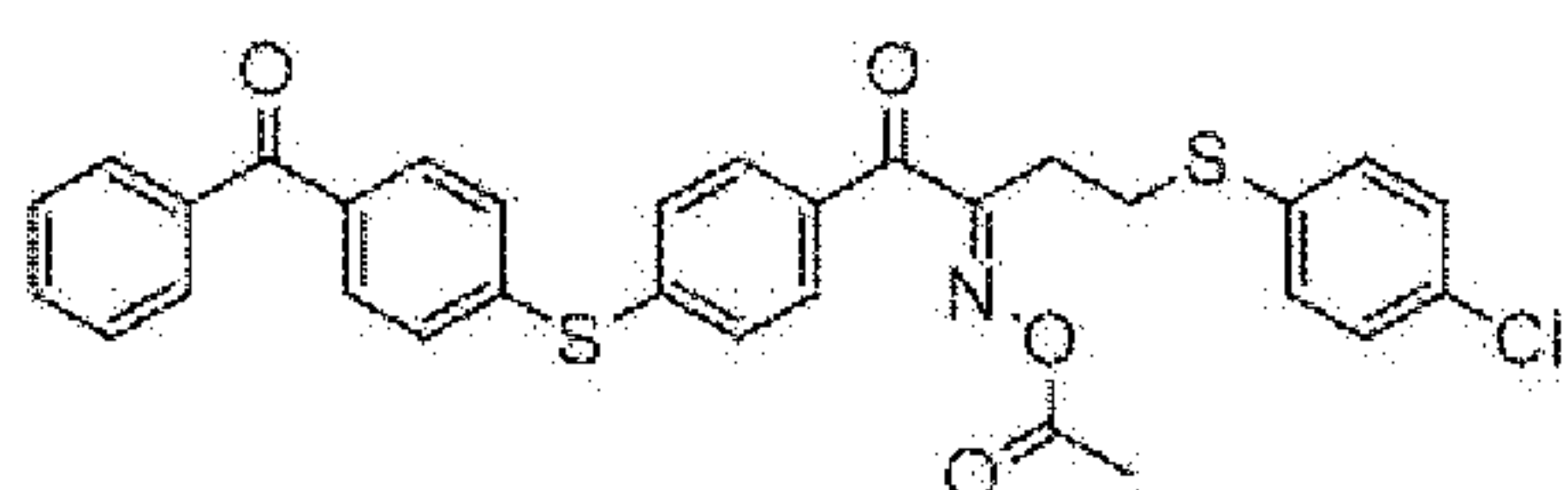
[0133] 棒状液晶化合物 L - 1

[化2]



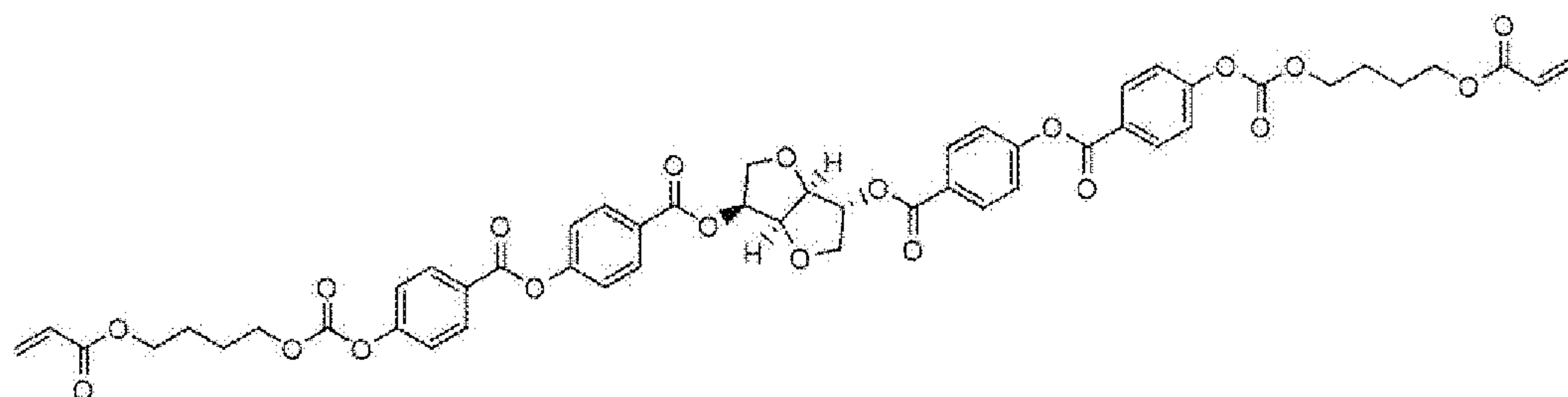
[0134] 重合開始剤 I - 1

[化3]



[0135] キラル剤 Ch - 1

[化4]



[0136] R液晶層は、組成物 A - 1 を光配向膜上に塗布することにより形成した。

具体的には、光配向膜 P - 1 上に組成物 A - 1 をスピンコートで塗布して、塗膜をホットプレート上で 80℃ に 120 秒間加熱した。その後、窒素雰囲気下で高圧水銀灯を用いて波長 365 nm の紫外線を 500 mJ / cm² の

照射量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することによって、R液晶層を形成した。得られたR液晶層の膜厚は3.5 μm であった。

[0137] R液晶層は、図3に示すような周期的な配向表面になっていることを偏光顕微鏡で確認した。なお、塗布層の断面をSEMで確認したところ、R液晶層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1周期 Λ は0.45 μm であった。

[0138] (R液晶層の剥離)

転写用弱粘着層付きの仮支持体（パナック社製、パナプロテクトST50）をR液晶層に貼合し、R液晶層と光配向膜との界面で剥離した。

仮支持体の転写用弱粘着層、および、剥離したR液晶層について、菱化システム社製の非接触表面・層断面形状計測システム VertScan 2.0を用いて、waveモードで表面形状計測を行い、表面粗さRa（算術平均粗さRa）を算出した。その結果、R液晶層の表面粗さRaは8 nm、仮支持体の転写用弱粘着層の表面粗さRaは13 nmであった。

以下の実施例において、表面粗さRaの測定は、全て、この測定と同様に行った。

[0139] (貼着層の形成)

光配向膜から剥離したR液晶層上に、下記の接着層形成用塗布液をスピンコートで塗布した。この接着層形成用塗布液の塗膜が形成された仮支持体を 60°C のホットプレート上で60秒間乾燥し、ウレタン系接着剤からなる貼着層を形成した。

貼着層の表面粗さRaを同様に測定した。その結果、貼着層の表面粗さRaは1 nmであった。

[0140] 接着層形成用塗布液

タケラックA-520（三井化学社製）	1.68質量部
タケネートA-50（三井化学社製）	0.28質量部
メチルエチルケトン	98.04質量部

[0141] (R液晶層の導光板への貼合)

貼着層を形成したR液晶層を入射回折部および出射回折部として2枚準備し、厚さ1mmのガラス製の導光板に、10mm離間して貼合した。なお、R液晶層は、入射回折部による回折光が出射回折部側に向かい、出射回折部による回折光が導光板の表面に対して直交する方向に向かうように、それぞれの配列軸Dの方向を調節して貼合した。

貼合後、80℃のホットプレート上で120秒間加熱した。その後、仮支持体を剥離した。これにより、入射回折部がR入射液晶層を有し、出射回折部がR出射回折部を有する、図1に示すような導光素子を作製した。

[0142] [実施例2]

(R液晶層の形成および剥離)

実施例1と同様にして、支持体の表面に光配向膜を形成し、光配向膜の表面にR液晶層を形成して、R液晶層に仮支持体を貼合し、光配向膜からR液晶層を剥離した。

光配向膜から剥離したR液晶層の表面粗さRaを同様に測定した。その結果、R液晶層貼着層の表面粗さRaは8nmであった。

[0143] (貼着層の形成)

光配向膜から剥離したR液晶層上に、厚さ5μmの光学粘着シート（リンテック社製、Opteria NCF-D692）を貼合して、貼着層とした。

貼着層の表面粗さRaを同様に測定した。その結果、貼着層の表面粗さRaは9nmであった。

[0144] (R液晶層の導光板への貼合)

貼着層を形成したR液晶層を入射回折部および出射回折部として2枚準備し、実施例1と同様に、厚さ1mmのガラス製の導光板に貼合した。

貼合後、仮支持体を剥離した。これにより、入射回折部がR入射液晶層を有し、出射回折部がR出射回折部を有する、図1に示すような導光素子を作

製した。

[0145] [比較例 1]

R 液晶層を導光板に貼合する貼着層として、総研化学社製の厚さ $23\ \mu\text{m}$ の光学粘着シート (SK2057) を用いた以外は、実施例 2 と同様に図 1 に示すような導光素子を作製した。

貼着層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、貼着層の表面粗さ R_a は $20\ \mu\text{m}$ であった。

[0146] [実施例 3]

(R 液晶層の形成)

実施例 1 と同様にして、支持体の表面に光配向膜を形成し、光配向膜の表面に R 液晶層 (積層用液晶層) を形成した。

[0147] (B 液晶層用の光配向膜の形成および露光)

実施例 1 と同様に、ガラス製の支持体 (第 1 支持体) の表面に光配向膜 (第 1 光配向膜) を形成した。

形成した光配向膜に対して、2 つのレーザ光の交差角 (交差角 α) を 61.0° とした以外は、同様に図 8 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を形成した。

[0148] (B 液晶層の形成)

キラル剤の添加量を 6.3 質量部に変更し、メチルエチルケトンの量を 202.99 質量部に変更した以外は、組成物 A-1 と同様に組成物 A-2 を調製した。この組成物 A-2 は、コレステリック液晶相における螺旋 1 ピッチ (ピッチ P) の長さが $300\ \text{nm}$ で、青色 (B) 光の右円偏光を選択的に反射するコレステリック液晶層を形成する、液晶組成物である。

この組成物 A-2 を用いる以外は、R 液晶層と同様にして、B 液晶層 (第 1 液晶層) を形成した。R 液晶層と同様に測定したところ、B 液晶層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 1 周期 Λ は $0.32\ \mu\text{m}$ であった。

[0149] (R 液晶層の剥離)

転写用弱粘着層付きの仮支持体（パナック社製、パナプロテクト S T 5 0）を R 液晶層に貼合し、光配向膜との界面で R 液晶層を剥離した。

光配向膜から剥離した R 液晶層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、R 液晶層の表面粗さ R_a は 8 nm であった。

[0150] （積層用貼着層の形成）

剥離した R 液晶層の表面に、実施例 1 の R 液晶層に形成した貼着層と同様に、ウレタン系接着剤からなる積層用貼着層を形成した。

貼着層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、積層用貼着層の表面粗さ R_a は 1 nm であった。

[0151] （液晶層積層体 3 の形成および剥離）

積層用貼着層を形成した R 液晶層（積層用液晶層）を、B 液晶層（第 1 液晶層）に積層して、貼合した。R 液晶層と B 液晶層とは、配列軸 D の方向を一致して、積層した。

液晶層積層体 3 を 80℃ のホットプレートで 120 秒、加熱して、液晶層積層体 3 を形成した。

次いで、光配向膜と B 液晶層との界面で、液晶層積層体 3 を剥離した。

光配向膜から剥離した B 液晶層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、B 液晶層の表面粗さ R_a は 5 nm であった。

[0152] （貼着層の形成）

光配向膜から剥離した液晶層積層体 3 の B 液晶層の表面に、実施例 1 と同様に貼着層を形成した。

貼着層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、貼着層の表面粗さ R_a は 1 nm であった。

[0153] （液晶層積層体 3 の積増体の導光板への貼合）

貼着層を形成した液晶層積層体 3 を入射回折部および出射回折部として 2 枚準備し、実施例 1 と同様に、厚さ 1 mm のガラス製の導光板に貼合した。

貼合後、R 液晶層と転写用弱粘着層との界面で仮支持体を R 液晶層から剥離した。これにより、入射回折部が R 入射液晶層および B 入射液晶層を有し

、出射回折部が R 出射回折部および B 出射液晶層を有する、図 1 に示すような導光素子を作製した。

[0154] [実施例 4]

(R 液晶層の形成)

実施例 1 と同様にして、支持体の表面に光配向膜を形成し、光配向膜の表面に R 液晶層（積層用液晶層）を形成した。

[0155] (B 液晶層の形成)

実施例 3 の B 液晶層の形成と同様に、支持体の表面に光配向膜を形成して露光することで、液晶配向パターンを有する光配向膜を形成した。

形成した光配向膜に、上述した組成物 A-2 をスピコートで塗布して、塗膜をホットプレート上で 80℃に 120 秒間加熱した。その後、空気雰囲気下で高圧水銀灯を用いて波長 365 nm の紫外線を 300 mJ / cm² の照射量で塗膜に照射することにより、液晶化合物を半硬化して、B 液晶層（第 1 液晶層）を形成した。

[0156] B 液晶層の赤外吸収スペクトルを測定して、810 cm⁻¹ のアクリレート基に由来する吸収を確認した。

その結果、810 cm⁻¹ にピークが認められ、重合性基が残っており、B 液晶層が半硬化状態であることが確認できた。

[0157] (R 液晶層の剥離)

実施例 3 と同様に、仮支持体を R 液晶層に貼合して、光配向膜との界面で R 液晶層を剥離した。

光配向膜から剥離した R 液晶層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、R 液晶層の表面粗さ R_a は 8 nm であった。

[0158] (液晶層積層体 4 の作製)

R 液晶層（積層用液晶層）を半硬化状態の B 液晶層（第 1 液晶層）に積層して、貼合した。貼合は、R 液晶層と B 液晶層とは、配列軸 D の方向を一致して、積層した。

次いで、ホットプレート上で 80℃に 120 秒間加熱し、窒素雰囲気下で

高圧水銀灯を用いて波長 365 nm の紫外線を 1000 mJ / cm² の照射量を仮支持体側から照射することにより、B 液晶層を本硬化して液晶層を密着させて、液晶層積層体 4 を作製した。

[0159] (液晶層積層体 4 の剥離)

光配向膜と B 液晶層との界面で、液晶層積層体 4 を剥離した。

B 液晶層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、B 液晶層貼着層の表面粗さ R_a は 4 nm であった。

[0160] (貼着層の形成)

光配向膜から剥離した液晶層積層体 4 の B 液晶層の表面に、実施例 1 と同様に貼着層を形成した。

貼着層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、貼着層の表面粗さ R_a は 1 nm であった。

[0161] (液晶層積層体 4 の積増体の導光板への貼合)

貼着層を形成した液晶層積層体 4 を入射回折部および出射回折部として 2 枚準備し、実施例 1 と同様に、厚さ 1 mm のガラス製の導光板に貼合した。

貼合後、R 液晶層と転写用弱粘着層との界面で仮支持体を R 液晶層から剥離した。これにより、入射回折部が R 入射液晶層および B 入射液晶層を有し、出射回折部が R 出射回折部および B 出射液晶層を有する、図 1 に示すような導光素子を作製した。

[0162] [実施例 5]

(R 液晶層の形成)

実施例 1 と同様にして、支持体の表面に光配向膜を形成し、光配向膜の表面に R 液晶層（積層用液晶層）を形成した。

[0163] (B 液晶層の形成)

実施例 3 と同等にして、支持体の表面に光配向膜を形成し、光配向膜の表面に R 液晶層（第 1 液晶層）を形成した。

[0164] (R 液晶層の剥離)

実施例 3 と同様に、仮支持体を R 液晶層に貼合して、光配向膜との界面で

R液晶層を剥離した。

R液晶層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、R液晶層の表面粗さ R_a は 8 nm であった。

[0165] (積層用貼着層の形成)

光配向膜から剥離したR液晶層上に、厚さ 5 μm の光学粘着シート（リンテック社製、Opteria NCF-D692）を貼合して、積層用貼着層とした。

積層用貼着層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、積層用貼着層の表面粗さ R_a は 9 nm であった。

[0166] (液晶層積層体5の形成)

積層用貼着層を形成したR液晶層（積層用液晶層）をB液晶層（第1液晶層）に積層して、貼合して、液晶層積層体5を形成した。貼合は、R液晶層とB液晶層とは、配列軸Dの方向を一致して、積層した。

[0167] (液晶層積層体5の剥離)

光配向膜とB液晶層との界面で、液晶層積層体5を剥離した。

B液晶層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、B液晶層貼着層の表面粗さ R_a は 8 nm であった。

[0168] (貼着層の形成)

光配向膜から剥離した液晶層積層体5のB液晶層の表面に、実施例1と同様に貼着層を形成した。

貼着層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、貼着層の表面粗さ R_a は 1 nm であった。

[0169] (液晶層積層体5の積増体の導光板への貼合)

貼着層を形成した液晶層積層体5を入射回折部および出射回折部として2枚準備し、実施例1と同様に、厚さ 1 mm のガラス製の導光板に貼合した。

貼合後、R液晶層と転写用弱粘着層との界面で仮支持体をR液晶層から剥離した。これにより、入射回折部がR入射液晶層およびB入射液晶層を有し、出射回折部がR出射回折部およびB出射液晶層を有する、図1に示すよう

な導光素子を作製した。

[0170] [実施例 6]

(R 液晶層の形成)

実施例 1 と同様にして、支持体の表面に光配向膜を形成し、光配向膜の表面に R 液晶層（1 層目の積層用液晶層）を形成した。

[0171] (G 液晶層用の光配向膜の形成および露光)

実施例 1 と同様に、ガラス製の支持体（積層用支持体）の表面に光配向膜（積層用光配向膜）を形成した。

形成した光配向膜に対して、2 つのレーザ光の交差角（交差角 α ）を 49.2° とした以外は、同様に図 8 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を形成した。

[0172] (G 液晶層の形成)

キラル剤の添加量を 5.3 質量部に変更し、メチルエチルケトンの量を 200.96 質量部に変更した以外は、組成物 A-1 と同様に組成物 A-3 を調製した。この組成物 A-3 は、コレステリック液晶相における螺旋 1 ピッチ（ピッチ P）の長さが 360 nm で、緑色（G）光の右円偏光を選択的に反射するコレステリック液晶層を形成する、液晶組成物である。

この組成物 A-3 を用いる以外は、R 液晶層と同様にして、G 液晶層（2 層目の積層用液晶層）を形成した。R 液晶層と同様に測定したところ、G 液晶層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 1 周期 Λ は $0.39 \mu\text{m}$ であった。

[0173] (B 液晶層の形成)

実施例 3 と同様にして、支持体の表面に光配向膜を形成し、光配向膜の表面に B 液晶層（第 1 液晶層）を形成した。

[0174] (R 液晶層の剥離)

転写用弱粘着層付きの仮支持体（パナック社製、パナプロテクト ST50）を R 液晶層に貼合し、光配向膜との界面で R 液晶層を剥離した。

光配向膜から剥離した R 液晶層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結

果、R液晶層の表面粗さR_aは8 nmであった。

[0175] (R液晶層への積層用貼着層の形成)

剥離したR液晶層の表面に、実施例1のR液晶層に形成した貼着層と同様に、ウレタン系接着剤からなる積層用貼着層を形成した。

貼着層の表面粗さR_aを同様に測定した。その結果、積層用貼着層の表面粗さR_aは1 nmであった。

[0176] (液晶層の積層および剥離)

積層用貼着層を形成したR液晶層（積層用液晶層）を、G液晶層（積層用液晶層）に積層して、貼合した。R液晶層とG液晶層とは、配列軸Dの方向を一致して、積層した。

この積層体を80℃のホットプレートで120秒、加熱して、第1の積層体を形成した。

次いで、光配向膜とG液晶層との界面で、第1の積層体を剥離した。

光配向膜から剥離したG液晶層の表面粗さR_aを同様に測定した。その結果、貼着層の表面粗さR_aは6 nmであった。

[0177] (G液晶層への積層用貼着層の形成)

剥離したG液晶層の表面に、実施例1のR液晶層に形成した貼着層と同様に、ウレタン系接着剤からなる積層用貼着層を形成した。

貼着層の表面粗さR_aを同様に測定した。その結果、積層用貼着層の表面粗さR_aは1 nmであった。

[0178] (液晶層積層体6の形成および剥離)

積層用貼着層を形成したG液晶層（積層用液晶層）を、B液晶層（第1液晶層）に積層して、貼合した。G液晶層とB液晶層とは、配列軸Dの方向を一致して、積層した。

液晶層積層体3を80℃のホットプレートで120秒、加熱して、液晶層積層体6を形成した。

次いで、光配向膜とB液晶層との界面で、液晶層積層体6を剥離した。

光配向膜から剥離したB液晶層の表面粗さR_aを同様に測定した。その結

果、貼着層の表面粗さ R_a は 4 nm であった。

[0179] (貼着層の形成)

光配向膜から剥離した液晶層積層体 6 の B 液晶層の表面に、実施例 1 と同様に貼着層を形成した。

貼着層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、貼着層の表面粗さ R_a は 1 nm であった。

[0180] (液晶層積層体 6 の積増体の導光板への貼合)

貼着層を形成した液晶層積層体 6 を入射回折部および出射回折部として 2 枚準備し、実施例 1 と同様に、厚さ 1 mm のガラス製の導光板に貼合した。

貼合後、R 液晶層と転写用弱粘着層との界面で仮支持体を R 液晶層から剥離した。これにより、入射回折部が R 入射液晶層、G 入射液晶層および B 入射液晶層を有し、出射回折部が R 出射液晶層、G 出射液晶層および B 出射液晶層を有する、図 1 に示すような導光素子を作製した。

[0181] [実施例 7]

(R 液晶層の形成)

実施例 1 と同様にして、支持体の表面に光配向膜を形成し、光配向膜の表面に R 液晶層 (1 層目の積層用液晶層) を形成した。

[0182] (G 液晶層の形成)

実施例 6 の G 液晶層の形成と同様に、支持体の表面に光配向膜を形成して露光することで、液晶配向パターンを有する光配向膜を形成した。

形成した光配向膜に、上述した組成物 A-3 をスピンコートで塗布して、塗膜をホットプレート上で 80°C に 120 秒間加熱した。その後、空気雰囲気下で高圧水銀灯を用いて波長 365 nm の紫外線を 300 mJ/cm^2 の照射量で塗膜に照射することにより、液晶化合物を半硬化することにより、G 液晶層 (2 層目の積層用液晶層) を形成した。

[0183] G 液晶層の赤外吸収スペクトルを測定して、 810 cm^{-1} のアクリレート基に由来する吸収を確認した。

その結果、 810 cm^{-1} にピークが認められ、重合性基が残っており、G 液

晶層が半硬化状態であることが確認できた。

[0184] (B液晶層の形成)

実施例4と同様にして、支持体の表面に光配向膜を形成し、光配向膜の表面に半硬化状態のB液晶層(第1液晶層)を形成した。

[0185] (R液晶層の剥離)

実施例6と同様に、仮支持体を貼着して、光配向膜との界面でR液晶層を剥離した。

光配向膜から剥離したR液晶層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、R液晶層の表面粗さ R_a は8nmであった。

[0186] (液晶層の積層)

R液晶層(1層目の積層用液晶層)を半硬化状態のG液晶層(2層目の積層用液晶層)に積層して、貼合した。貼合は、R液晶層とG液晶層とは、配列軸Dの方向を一致して、積層した。

次いで、ホットプレート上で80℃に120秒間加熱し、窒素雰囲気下で高圧水銀灯を用いて波長365nmの紫外線を1000mJ/cm²の照射量を仮支持体側から照射することにより、G液晶層を本硬化して液晶層を密着させて、第1の積層体を作製した。

[0187] (第1の積層体(G液晶層)の剥離)

光配向膜から第1の積層体を剥離した。

光配向膜から剥離したG液晶層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、R液晶層の表面粗さ R_a は5nmであった。

[0188] (液晶層積層体7の作製および剥離)

第1の積層体のG液晶層(2層目の積層用液晶層)を半硬化状態のB液晶層(第1液晶層)に積層して、貼合した。貼合は、G液晶層とB液晶層とは、配列軸Dの方向を一致して、積層した。

次いで、ホットプレート上で80℃に120秒間加熱し、窒素雰囲気下で高圧水銀灯を用いて波長365nmの紫外線を1000mJ/cm²の照射量を仮支持体側から照射することにより、B液晶層を本硬化して液晶層を密着

させて、液晶層積層体 7 を作製した。

次いで、光配向膜と B 液晶層との界面で、液晶層積層体 7 を剥離した。

光配向膜から剥離した B 液晶層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、B 液晶層の表面粗さ R_a は 2 nm であった。

[0189] (貼着層の形成)

光配向膜から剥離した液晶層積層体 7 の B 液晶層の表面に、実施例 1 と同様に貼着層を形成した。

貼着層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、貼着層の表面粗さ R_a は 1 nm であった。

[0190] (液晶層積層体 7 の積増体の導光板への貼合)

貼着層を形成した液晶層積層体 7 を入射回折部および出射回折部として 2 枚準備し、実施例 1 と同様に、厚さ 1 mm のガラス製の導光板に貼合した。

貼合後、R 液晶層と転写用弱粘着層との界面で仮支持体を R 液晶層から剥離した。これにより、入射回折部が R 入射液晶層、G 入射液晶層および B 入射液晶層を有し、出射回折部が R 出射液晶層、G 出射液晶層および B 出射液晶層を有する、図 1 に示すような導光素子を作製した。

[0191] [実施例 8]

(R 液晶層の形成)

実施例 1 と同様にして、支持体の表面に光配向膜を形成し、光配向膜の表面に R 液晶層 (1 層目の積層用液晶層) を形成した。

[0192] (G 液晶層の形成)

実施例 6 と同様にして、支持体の表面に光配向膜を形成し、光配向膜の表面に G 液晶層 (2 層目の積層用液晶層) を形成した。

[0193] (B 液晶層の形成)

実施例 3 と同様にして、支持体の表面に光配向膜を形成し、光配向膜の表面に B 液晶層 (第 1 液晶層) を形成した。

[0194] (R 液晶層の剥離)

実施例 6 と同様に、仮支持体を貼着して、光配向膜との界面で R 液晶層を

剥離した。

B液晶層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、R液晶層の表面粗さ R_a は 8 nm であった。

[0195] (積層用貼着層の形成)

光配向膜から剥離したR液晶層上に、厚さ 5 μm の光学粘着シート（リンテック社製、Opteria NCF-D692）を貼合して、積層用貼着層とした。

積層用貼着層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、積層用貼着層の表面粗さ R_a は 9 nm であった。

[0196] (液晶層の積層)

積層用貼着層を形成したR液晶層（第1の積層用液晶層）をG液晶層（第2の積層用液晶層）に積層して、貼合して、第1の積層体を形成した。貼合は、R液晶層とB液晶層とは、配列軸Dの方向を一致して、積層した。

[0197] (第1の積層体（G液晶層）の剥離)

光配向膜から第1の積層体を剥離した。

G液晶層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、G液晶層の表面粗さ R_a は 8 nm であった。

[0198] (積層用貼着層の形成)

光配向膜から剥離したR液晶層上に、厚さ 5 μm の光学粘着シート（リンテック社製、Opteria NCF-D692）を貼合して、積層用貼着層とした。

積層用貼着層の表面粗さ R_a を同様に測定した。その結果、積層用貼着層の表面粗さ R_a は 9 nm であった。

[0199] (液晶層積層体8の作製および剥離)

積層用貼着層を形成したG液晶層（第2の積層用液晶層）をB液晶層（第1液晶層）に積層して、貼合して、液晶層積層体8を形成した。貼合は、G液晶層とB液晶層とは、配列軸Dの方向を一致して、積層した。

[0200] (液晶層積層体8の剥離)

光配向膜とB液晶層との界面で、液晶層積層体8を剥離した。

B液晶層の表面粗さR_aを同様に測定した。その結果、B液晶層の表面粗さR_aは6nmであった。

[0201] (液晶層積層体8の積増体の導光板への貼合)

貼着層を形成した液晶層積層体8を入射回折部および出射回折部として2枚準備し、実施例1と同様に、厚さ1mmのガラス製の導光板に貼合した。

貼合後、R液晶層と転写用弱粘着層との界面で仮支持体をR液晶層から剥離した。これにより、入射回折部が、R入射液晶層、G入射液晶層およびB入射液晶層を有し、出射回折部が、R出射液晶層、G出射液晶層およびB出射液晶層を有する、図1に示すような導光素子を作製した。

[0202] [実施例9]

R液晶層を剥離するためにR液晶層に貼着する転写用弱粘着層付きの仮支持体を、パナック社製のパナプロテクトNT50に変更した以外は、実施例1と同様に図1に示すような導光素子を作製した。

この仮支持体の転写用弱粘着層の表面粗さR_aを同様に測定したところ、28nmであった。

また、光配向膜から剥離したR液晶層の表面粗さR_aを同様に測定したところ、16nmであった。

[0203] [評価]

作製した光学素子について、下記の方法で、回折角度の位置ばらつきと画像のボヤケの有無を評価した。

<回折光強度のばらつき>

作製した光学素子の出射回折部に対応する位置に、図10に示すようにダブリズム80を装着した。ダブリズム80は、屈折率が1.517、斜面角度が45°のものをを用いた。

ダブリズム80に、光源82から、下記の表に示す測定波長のレーザ光を測定光L_aとして、回折光が斜面から垂直に出射するように角度を設定して出射回折部に入射させた。なお、測定光L_aは、直線偏光子およびλ/4

板を介して、右円偏光として出射回折部に入射した。

出射回折部による回折光 L_b の強度を、検出器84（ニューポート社製、パワーメータ1918-C）を用いて、測定した。測定は、光源82および検出器84を一体的に移動して、測定光 L_a で出射回折部を走査するように行った。走査方向および距離は、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方向に5mmとした。

位置による回折角度のばらつきがあった場合、液晶回折素子内の測定位置によって、観測される回折光強度が変化する。測定位置に対する回折光の強度変化が大きいほど、回折角度のばらつきが大きい。

評価は、回折光の平均強度に対するばらつきの大きさで行った。

平均強度に対するばらつきが10%未満であるものを「A」、
平均強度に対するばらつきが10%以上20%未満であるものを「B」、
平均強度に対するばらつきが20%以上30%未満であるものを「C」、
平均強度に対するばらつきが30%以上40%未満であるものを「D」、
平均強度に対するばらつきが40%以上のものを「E」、と評価した。

[0204] <画像のボヤケ>

図1に示すように、入射回折部にLCOS方式のプロジェクターを用いて映像を投影し、観察位置で目視評価した。

画像が鮮明に見え、文字がはっきりと読み取れるものを「A」、
画像がややぼやけているが文字を容易に読み取れるものを「B」、
画像がぼやけているが文字を読み取るのにやや難があるものを「C」、
画像のぼやけが酷く、文字を読み取れないものを「D」、と評価した。
結果を下記の表に示す。

[0205]

[表1]

		実施例1	実施例2	比較例1	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
R液晶層	1周期Λ [μm]	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
	表面粗さRa [nm]	8	8	8	8	8	8	8	8	8	16
G液晶層	1周期Λ [μm]	－	－	－	－	－	－	0.39	0.39	0.39	－
	表面粗さRa [nm]	－	－	－	－	－	－	6	5	8	－
B液晶層	1周期Λ [μm]	－	－	－	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	－
	表面粗さRa [nm]	－	－	－	5	4	8	4	2	6	－
液晶層同士の 貼着層	種類	－	－	－	接着剤 塗布	なし	粘着 シート	接着剤 塗布	なし	粘着 シート	－
	表面粗さRa [nm]	－	－	－	1	－	9	1	－	9	－
液晶層と導光板と の 貼着層	種類	接着剤 塗布	粘着 シート	粘着 シート	接着剤 塗布	接着剤 塗布	接着剤 塗布	接着剤 塗布	接着剤 塗布	接着剤 塗布	接着剤 塗布
	表面粗さRa [nm]	1	9	20	1	1	1	1	1	1	1
仮支持体の表面粗さ		13	13	13	13	13	13	13	13	13	28
ぼやけ		A	B	D	B	A	B	B	A	C	B
回折角度の 強度ばらつき	測定波長 [nm]	632	632	632	632 450	632 450	632 450	632 532 450	632 532 450	632 532 450	632
	ばらつき	A	C	E	B	A	C	B	A	D	B

[0206] 表 1 に示すように、導光板と液晶層（第 1 液晶層）とを貼着する貼着層の表面粗さ R a が 1 5 n m 以下である本発明の光学素子は、回折角度の強度ばらつきが小さく、かつ、画像のボヤケも小さい。

特に、実施例 1 に示されるように、導光板と液晶層とを貼着する貼着層として塗布型の接着剤を用いることにより、貼着層の表面粗さ R a を小さくして、回折角度の強度ばらつき、および、画像のボヤケを、より小さくできる。同様に、実施例 1 に示されるように、液晶層を剥離するための仮支持体として、表面粗さ R a の小さい仮支持体を用いることにより、回折角度の強度ばらつき、および、画像のボヤケを、より小さくできる。

また、2 層以上の液晶層を有する場合には、実施例 3 および実施例 6 に示されるように、液晶層同士を貼合する積層用貼着層として塗布型の接着剤を用いることにより、回折角度の強度ばらつき、および、画像のボヤケを、より小さくできる。特に、実施例 4 および実施例 7 に示されるように、液晶層を半硬化状態として、積層後、全硬化して液晶層同士を貼合することにより、より好適に、回折角度の強度ばらつき、および、画像のボヤケを小さくで

きる。

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

[0207] A R 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好適に利用可能である。

符号の説明

[0208] 1 0 導光素子
1 2 導光板
1 4 入射回折部
1 4 A 貼着層
1 4 R R 入射液晶層
1 4 G G 入射液晶層
1 6 出射回折部
1 6 A 貼着層
1 6 R R 出射液晶層
1 6 G G 出射液晶層
3 0 支持体
3 0 a 第 1 支持体
3 0 b 積層用支持体
3 2 光配向膜
3 2 a 第 1 光配向膜
3 2 b 積層用光配向膜
3 4、3 6 液晶層
4 0 液晶化合物
4 0 A 光学軸
4 2 明部
4 4 暗部
5 0 仮支持体

5 2 粘着層
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
8 0 ダブルプリズム
8 2 光源
8 4 検出器
 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
Q 絶対位相
E, E 1, E 2 等位相面
 L_1 , L_4 入射光
 L_2 , L_5 透過光
U 使用者
D 配列軸
 Λ 1 周期（回折構造の周期）
P ピッチ

請求の範囲

[請求項1] 第1支持体の上に、光配向材料を含む第1光配向膜を形成するステップ、

前記第1光配向膜の表面を干渉露光して、前記第1光配向膜に、液晶化合物由来の光学軸の向きを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させる配向パターンを形成する、第1露光を行うステップ、および、

前記配向パターンを形成した前記第1光配向膜の上に、液晶化合物を含む液晶組成物を塗布して、第1液晶層を形成するステップ、を含む、第1液晶層形成工程と、

積層用支持体の上に、光配向材料を含む積層用光配向膜を形成するステップ、

前記積層用光配向膜の表面を干渉露光して、前記積層用光配向膜に、液晶化合物由来の光学軸の向きを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させる配向パターンを形成する、積層用の露光を行うステップ、

前記配向パターンを形成した前記積層用光配向膜の上に、液晶化合物を含む液晶組成物を塗布して、積層用液晶層を形成するステップ、

前記積層用光配向膜から、前記積層用液晶層を剥離するステップ、および、

前記剥離した積層用液晶層を、前記第1液晶層または別途形成した前記積層用液晶層に積層するステップ、を含む、必要に応じて1回以上行われる、液晶層積層工程と、

前記第1光配向膜から前記第1液晶層を剥離する、第1液晶層剥離工程と、

導光板および前記第1液晶層の少なくとも一方の表面に、表面粗さ R_a が15nm以下の貼着層を形成する、貼着層形成工程と、

前記貼着層を介して、前記導光板と前記第1液晶層とを貼合する、

導光板貼合工程と、を含む光学素子の製造方法。

[請求項2] 前記液晶層積層工程における、前記剥離した積層用液晶層を前記第1液晶層または別途形成した前記積層用液晶層に積層するステップでは、

前記第1液晶層および前記積層用液晶層の少なくとも一方に、表面粗さR_aが15nm以下の積層用貼着層を形成し、または、積層する積層用液晶層の少なくとも一方に、表面粗さR_aが15nm以下の積層用貼着層を形成する、請求項1に記載の光学素子の製造方法。

[請求項3] 前記液晶層積層工程における、前記剥離した積層用液晶層を前記第1液晶層または別途形成した前記積層用液晶層に積層するステップでは、

前記第1液晶層および前記積層用液晶層の少なくとも一方を半硬化状態とし、または、積層する積層用液晶層の少なくとも一方を半硬化状態とし、前記剥離した積層用液晶層を前記第1液晶層または前記積層用液晶層に積層した後、半硬化状態の前記液晶層を本硬化する、請求項1に記載の光学素子の製造方法。

[請求項4] 前記第1液晶層剥離工程において剥離した前記第1液晶層の、前記第1光配向膜側の表面の表面粗さR_aが15nm以下である、請求項1～3のいずれか1項に記載の光学素子の製造方法。

[請求項5] 前記液晶層積層工程における、前記積層用液晶層を剥離するステップで剥離した積層用液晶層の、前記積層用光配向膜側の表面の表面粗さR_aが15nm以下である、請求項1～4のいずれか1項に記載の光学素子の製造方法。

[請求項6] 前記第1液晶層剥離工程において、粘着層を有する第1仮支持体を前記第1液晶層に貼着した後、前記第1光配向膜から前記第1液晶層を剥離する、請求項1～5のいずれか1項に記載の光学素子の製造方法。

[請求項7] 前記第1仮支持体の前記粘着層の表面粗さR_aが20nm以下であ

る、請求項 6 に記載の光学素子の製造方法。

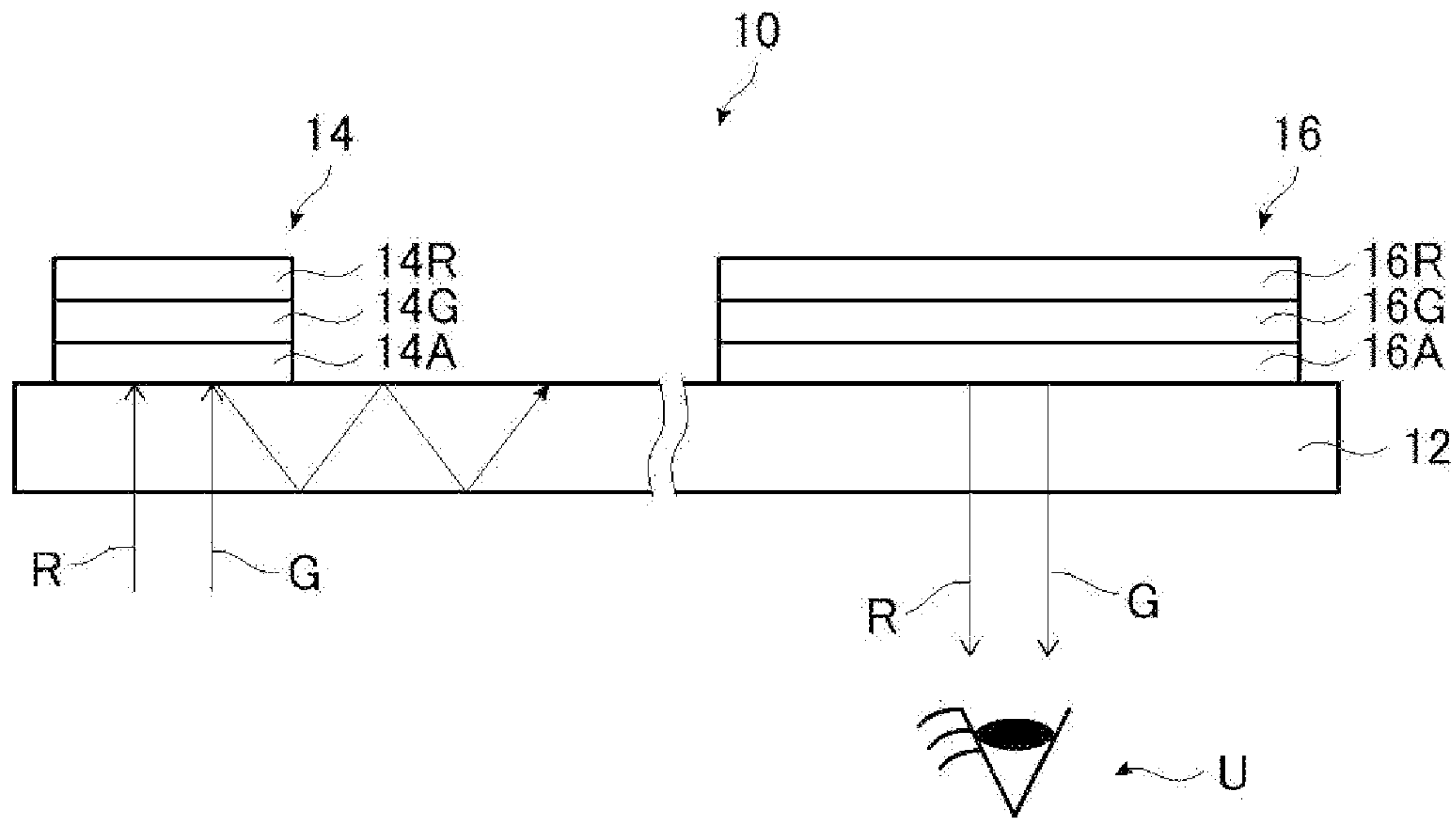
[請求項8] 前記液晶層積層工程の前記積層用液晶層を剥離するステップにおいて、前記積層用液晶層に粘着層を有する積層用仮支持体を貼着した後、前記積層用液晶層の剥離を行う、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の光学素子の製造方法。

[請求項9] 前記積層用仮支持体の前記粘着層の表面粗さ R_a が 20 nm 以下である、請求項 8 に記載の光学素子の製造方法。

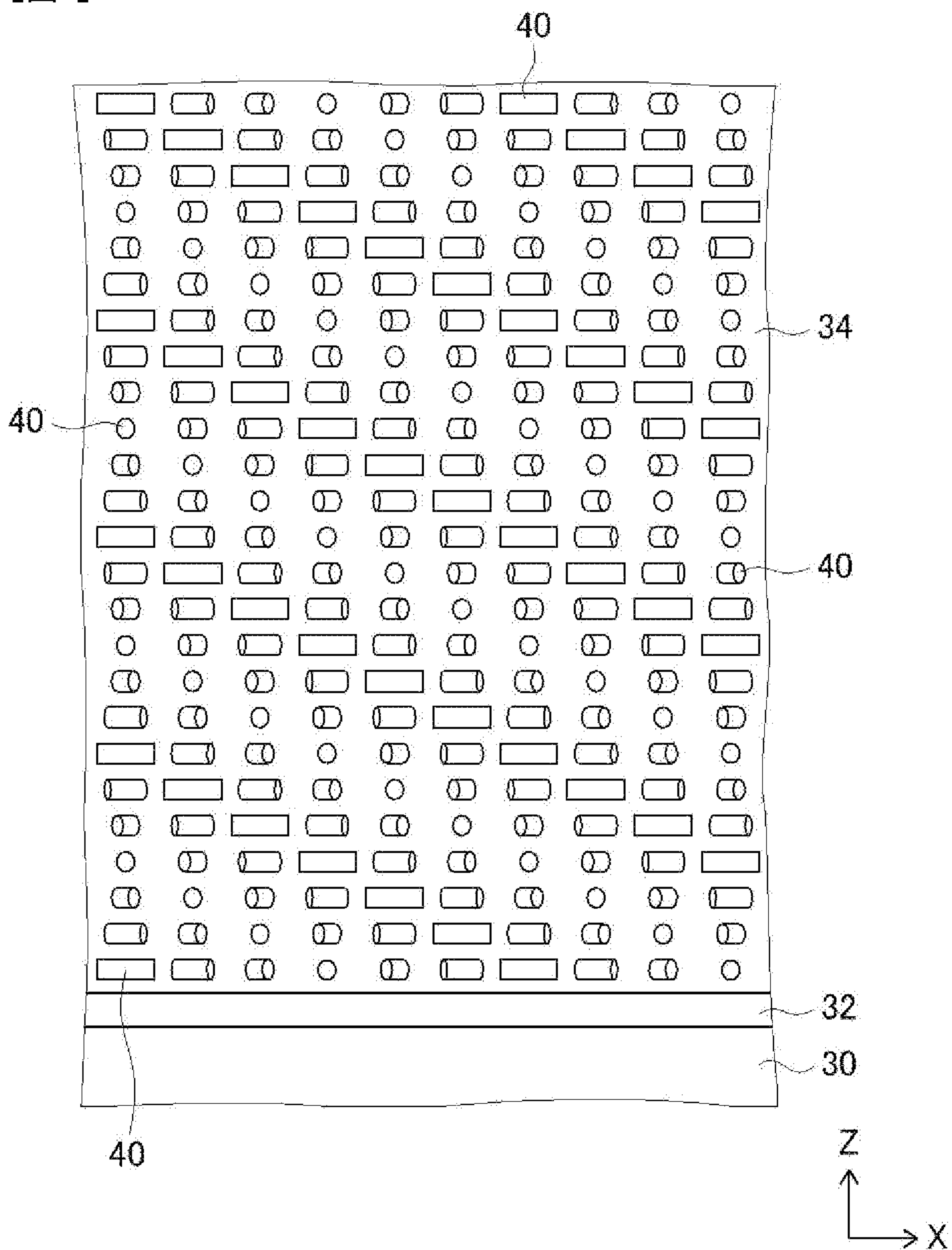
[請求項10] 導光板と、液晶化合物由来の光学軸の向きが面内の少なくとも一方向に沿って連続的に回転しながら変化している液晶配向パターンを有する 1 層または複数層が積層される液晶層と、前記液晶層および前記導光板を貼着する貼着層と、を有し、

前記導光板側から測定光を入射して、前記液晶層によって回折された回折光を受光しつつ、前記測定光と前記導光板とを相対的に移動した際における、前記回折光の強度変動が $\pm 40\%$ 以内であることを特徴とする光学素子。

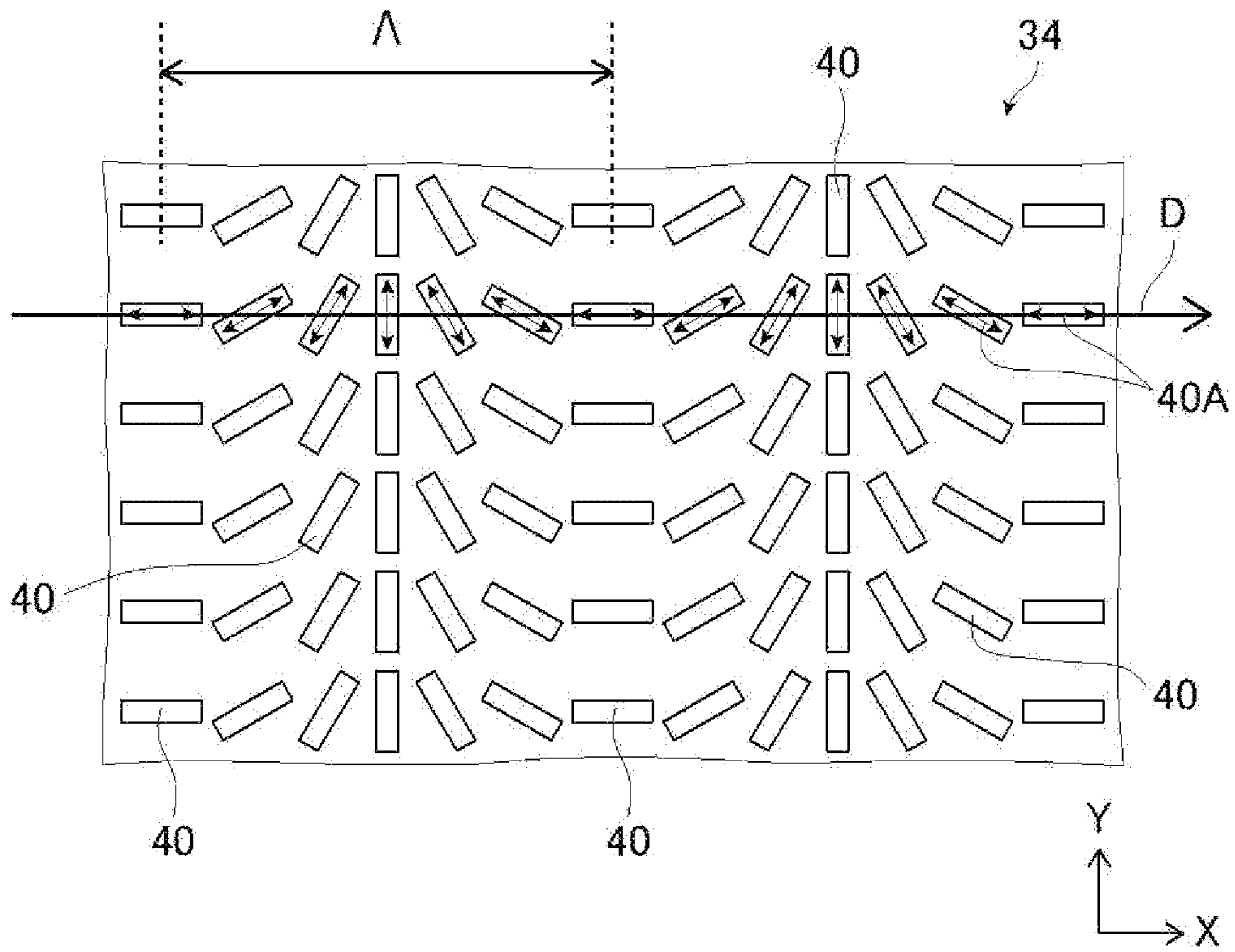
[図1]



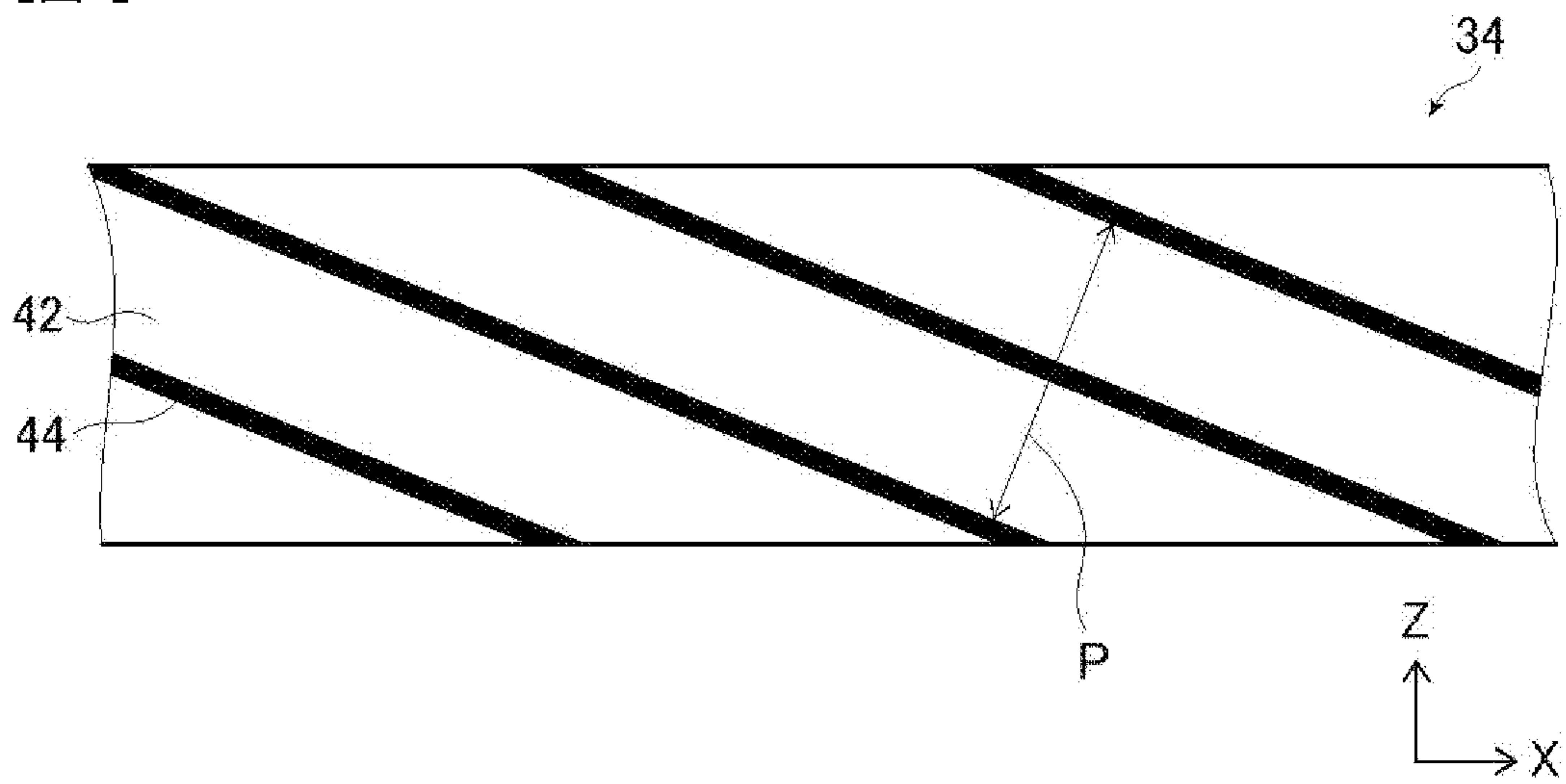
[図2]



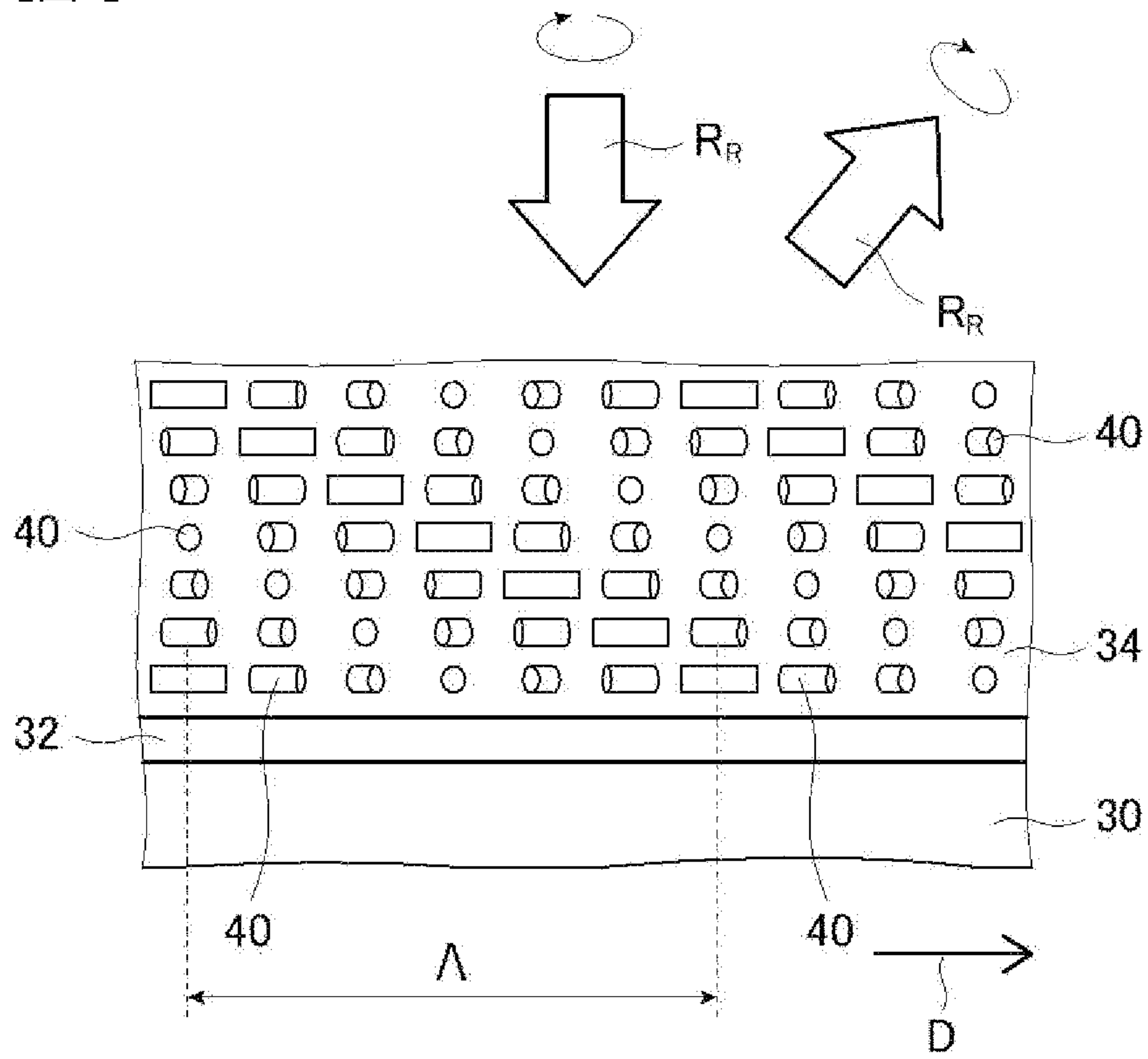
[図3]



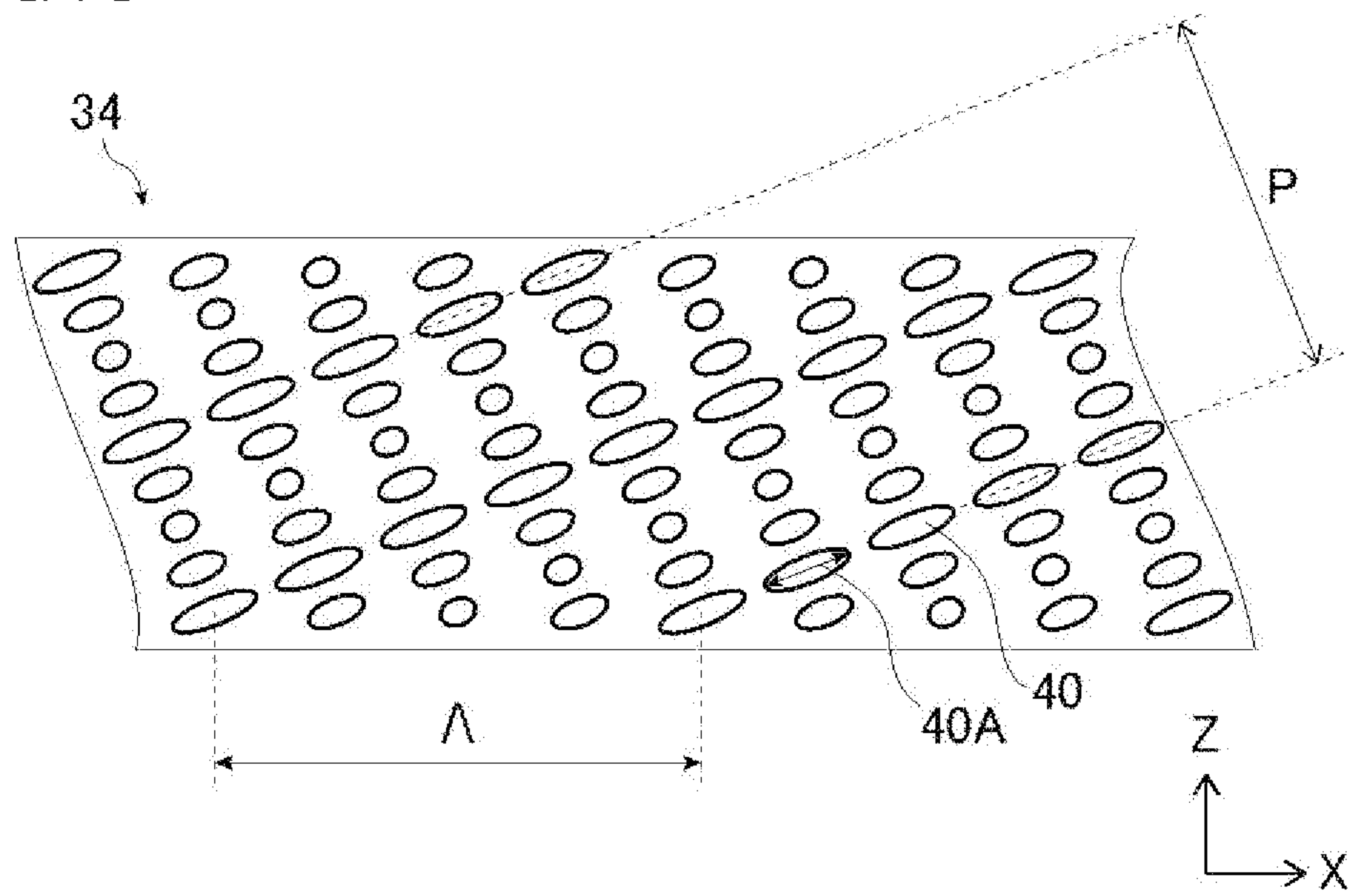
[図4]



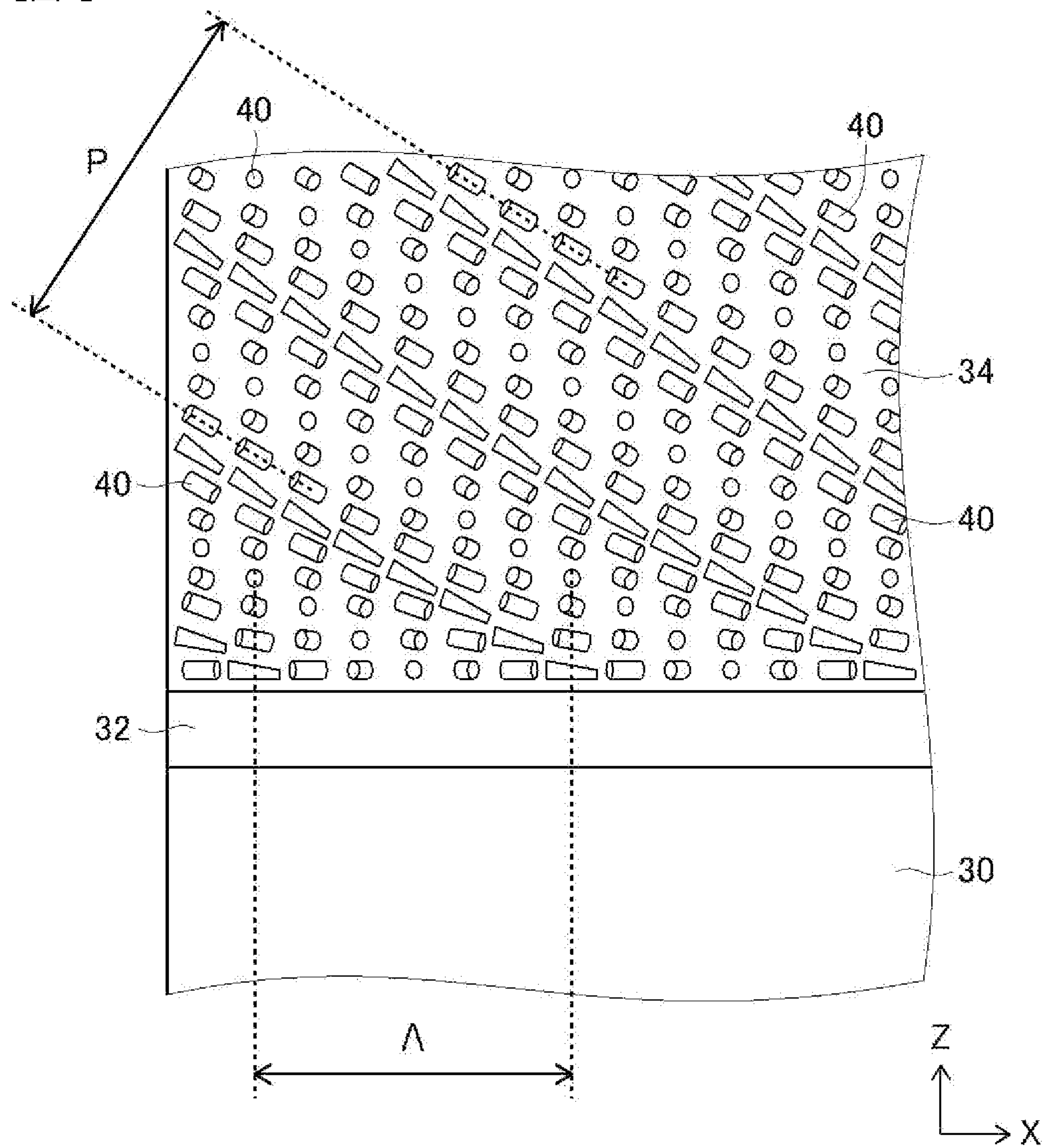
[図5]



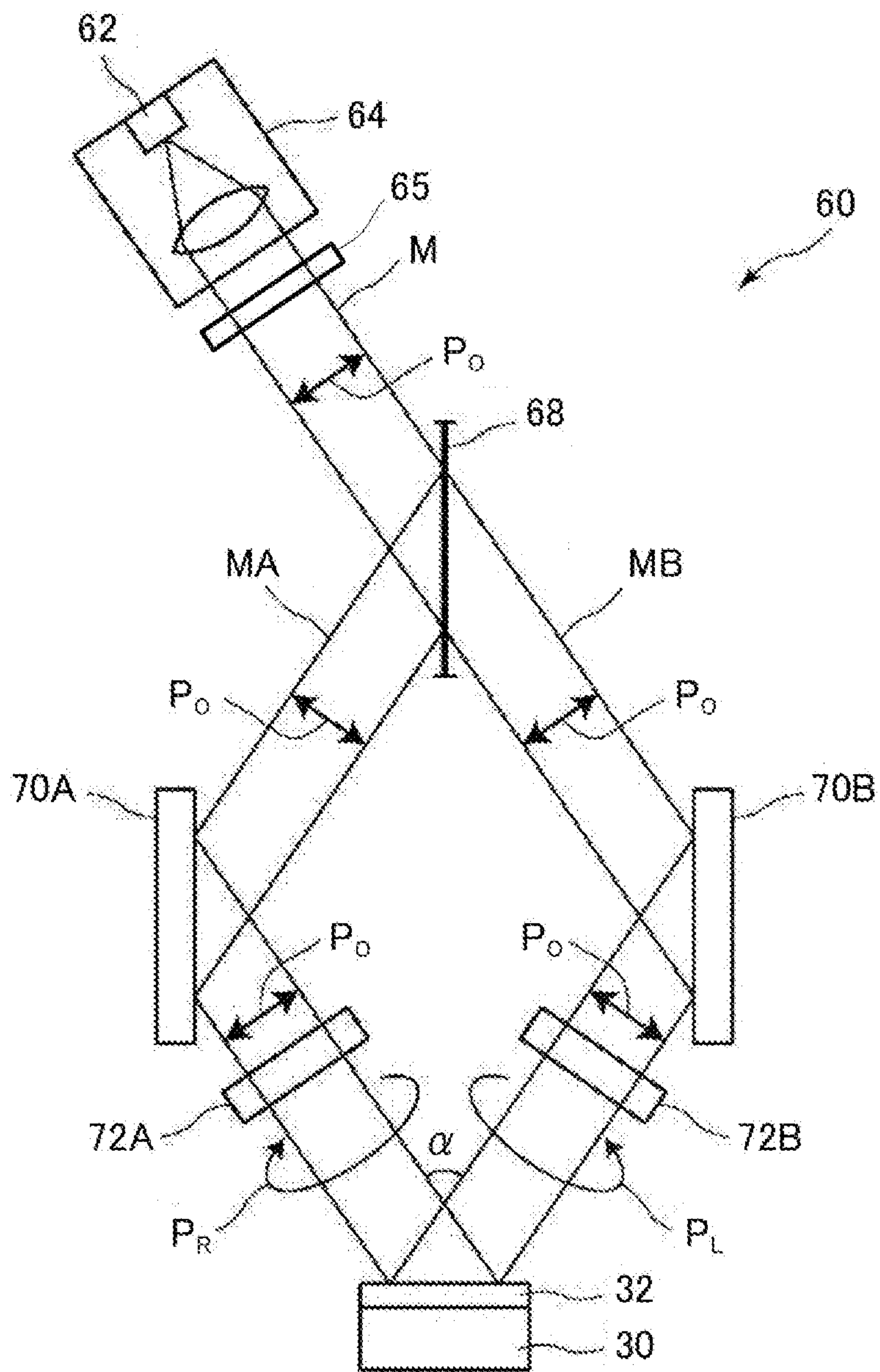
[図6]



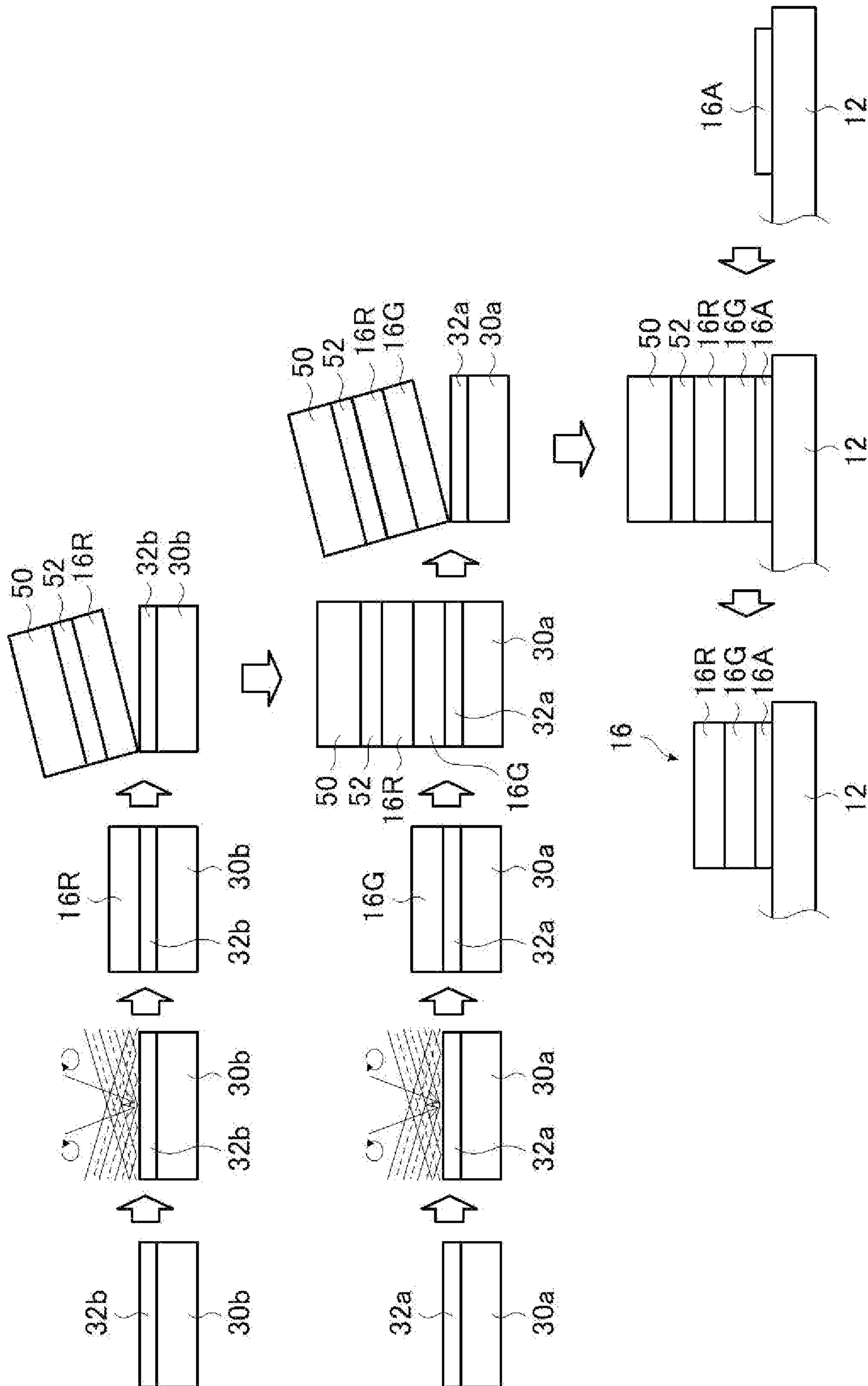
[図7]



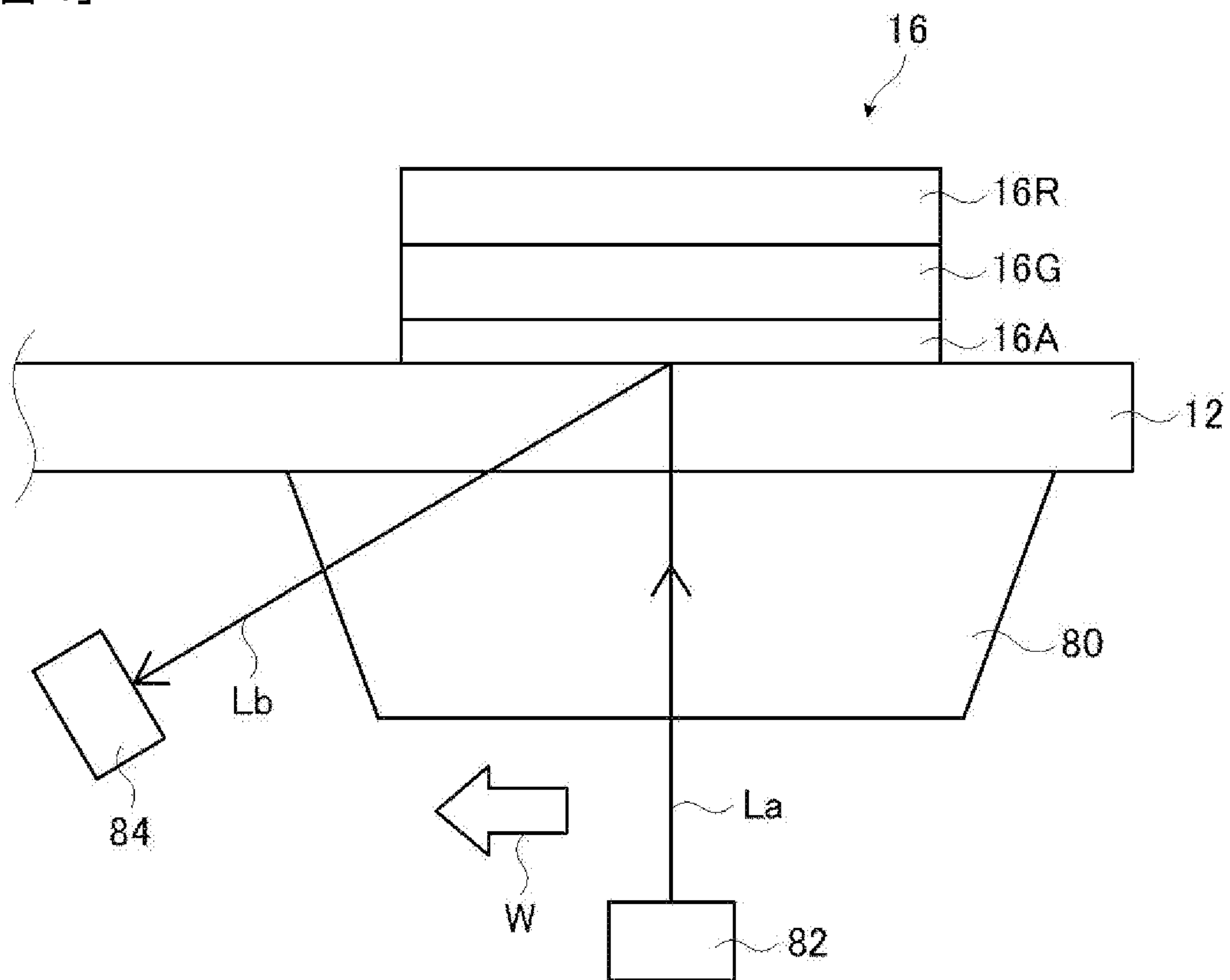
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/047143

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B 27/02(2006.01)i; G02B 5/18(2006.01)i; G02B 5/30(2006.01)i; H04N 5/64(2006.01)i; H04N 13/344(2018.01)i
FI: G02B27/02 Z; G02B5/30; G02B5/18; H04N5/64 511A; H04N13/344
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)
G02B27/01-27/02; G02B5/18; G02B5/30; H04N5/64; H04N13/344
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.
A	WO 2019/131966 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 04 July 2019 (2019-07-04) entire text, all drawings	1-10
A	WO 2019/131918 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 04 July 2019 (2019-07-04) entire text, all drawings	1-10
A	WO 2019/093228 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 16 May 2019 (2019-05-16) entire text, all drawings	1-10
A	WO 2019/189809 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 03 October 2019 (2019-10-03) entire text, all drawings	1-10

☐ 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	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“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
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 26 February 2021 (26.02.2021)	Date of mailing of the international search report 09 March 2021 (09.03.2021)
--	--

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/047143

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2019/131966 A1	04 Jul. 2019	(Family: none)	
WO 2019/131918 A1	04 Jul. 2019	(Family: none)	
WO 2019/093228 A1	16 May 2019	(Family: none)	
WO 2019/189809 A1	03 Oct. 2019	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G02B 27/02(2006.01)i; G02B 5/18(2006.01)i; G02B 5/30(2006.01)i; H04N 5/64(2006.01)i;
H04N 13/344(2018.01)i
FI: G02B27/02 Z; G02B5/30; G02B5/18; H04N5/64 511A; H04N13/344

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））
G02B27/01-27/02; G02B5/18; G02B5/30; H04N5/64; H04N13/344

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
A	WO 2019/131966 A1（富士フイルム株式会社）04.07.2019（2019 - 07 - 04） 全文，全図	1-10
A	WO 2019/131918 A1（富士フイルム株式会社）04.07.2019（2019 - 07 - 04） 全文，全図	1-10
A	WO 2019/093228 A1（富士フイルム株式会社）16.05.2019（2019 - 05 - 16） 全文，全図	1-10
A	WO 2019/189809 A1（富士フイルム株式会社）03.10.2019（2019 - 10 - 03） 全文，全図	1-10

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26.02.2021

国際調査報告の発送日

09.03.2021

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）

鈴木 俊光 2L 9115

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2015年1月）

国際出願番号
PCT/JP2020/047143

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2019/131966	A1	04.07.2019	(ファミリーなし)	
WO	2019/131918	A1	04.07.2019	(ファミリーなし)	
WO	2019/093228	A1	16.05.2019	(ファミリーなし)	
WO	2019/189809	A1	03.10.2019	(ファミリーなし)	