(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
2024年8月29日(29.08.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/176863 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 5/30 (2006.01) *G02B 1/11* (2015.01)
C09K 19/38 (2006.01) *G02B 5/18* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/004355

(22) 国際出願日： 2024年2月8日(08.02.2024)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2023-027569 2023年2月24日(24.02.2023) JP

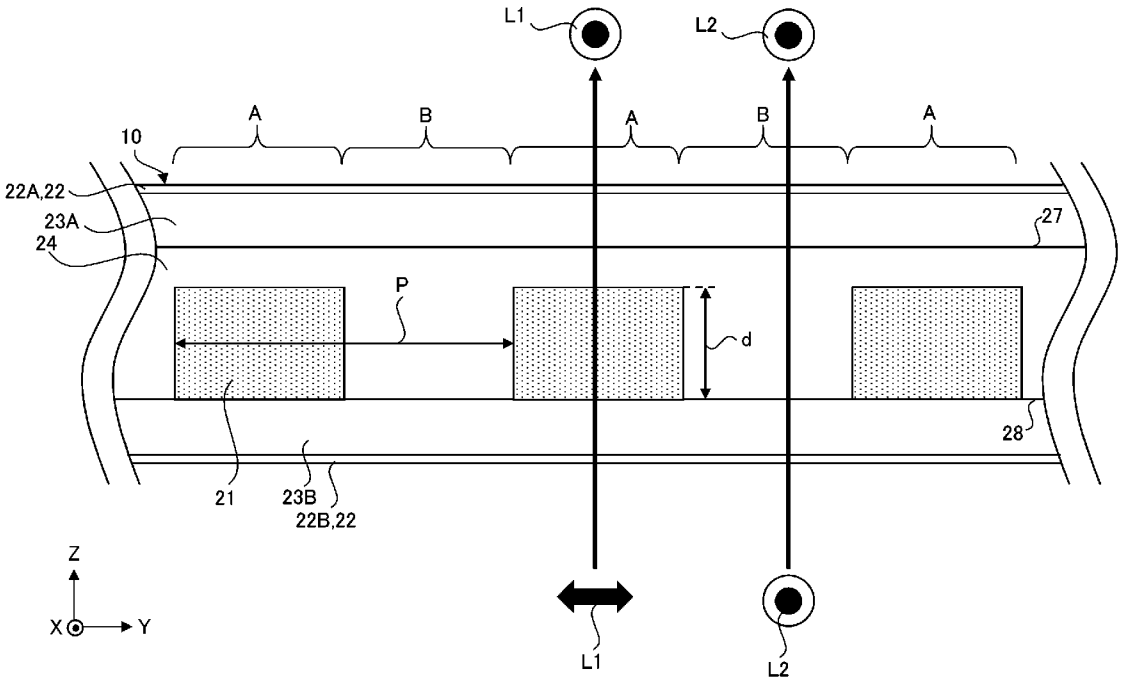
(71) 出願人: ＡＧＣ株式会社 (**AGC INC.**) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: ▲高▼橋 淳 (**TAKAHASHI Atsushi**); 〒9630215 福島県郡山市待池台一丁目８番地 ＡＧＣエレクトロニクス株式会社内 Fukushima (JP). 田島 宏一 (**TASHIMA Koichi**); 〒9630215 福島県郡山市待池台一丁目８番地 ＡＧＣエレクトロニクス株式会社内 Fukushima (JP). 龍岡 直人 (**TATSUOKA Naoto**); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 ＡＧＣ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人栄光事務所 (**EIKOH, P.C.**); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目７番１３号 虎ノ門イーストビルディング１０階 Tokyo (JP).

(54) **Title:** POLARIZING ELEMENT

(54) 発明の名称： 偏光素子



(57) **Abstract:** This polarizing element comprises: a first flat surface member that is transparent to light; a plurality of high molecular liquid crystal members disposed on a surface of the first flat member so as to extend in one direction along the surface of the first flat member, with a prescribed gap between the plurality of members; and an isotropic member that is disposed on the surface of the first flat member so as to include the plurality of high molecular liquid crystal members. The aspect ratio, which is the ratio between the thickness of the isotropic member and 1/2 of the gap between two adjacent

WO 2024/176863 A1

［続葉有］

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

high molecular liquid crystal members, is smaller than 1.

(57) 要約:偏光素子は、光に対して透明な第１の平面部材と、第１の平面部材の面に、第１の平面部材の面に沿って一定の間隔で一方向に延びるように設けられた複数の高分子液晶部材と、第１の平面部材の面に、複数の高分子液晶部材を含むように設けられた等方性部材と、を備え、等方性部材の厚みと互いに隣接する２つの高分子液晶部材の間隔の１／２倍との比であるアスペクト比は、１よりも小さい。

明　細　書

発明の名称 ： 偏光素子

技術分野

[0001] 本発明は、偏光素子に関する。

背景技術

[0002] 光源から出射された光の偏光を制御するために波長板というデバイスが従来用いられる。波長分割多重方式と呼ばれる大容量の信号を伝送するための光通信技術の分野において、波長選択スイッチ（ＷＳＳ（Ｗａｖｅｌｅｎｇｔｈ　Ｓｅｌｅｃｔｉｖｅ　Ｓｗｉｔｃｈ））の光スイッチは、並列に並んだ複数の光信号が動作する必要がある。波長選択スイッチでは、並列に並んだ複数の光信号の偏光を制御する波長板が必要である。

[0003] 特許文献１には、入射光の偏光が回転する複屈折ゾーンと入射光の偏光が回転しない非複屈折ゾーンを交互に積層した波長板が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許第１０４３６９４７号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献１の波長板は、微細な凹凸の加工を要するという課題がある。

[0006] 本発明は、上述した従来の状況に鑑みて案出され、微細な凹凸の加工が不要な偏光素子を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、光に対して透明な第１の平面部材と、前記第１の平面部材の面に、前記第１の平面部材の面に沿って一定の間隔で一方向に延びるように設けられた複数の高分子液晶部材と、前記第１の平面部材の面に、前記複数の高分子液晶部材を含むように設けられた等方性部材と、を備え、前記等方性

部材の厚みと互いに隣接する２つの前記高分子液晶部材の前記間隔の１／２倍との比であるアスペクト比は、１よりも小さい、偏光素子を提供する。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、微細な凹凸の加工が不要な偏光素子を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図１は、一実施形態の偏光素子の一例を概略的に示す図である。

[図2]図２は、偏光素子のＡ－Ａ断面図である。

[図3]図３は、比較用の第１の偏光素子の例を示す図である。

[図4]図４は、比較用の第２の偏光素子の例を示す図である。

[図5]図５は、例１～３の偏光素子の透過率、位相段差およびアスペクト比を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を適宜参照して、本発明に係る偏光素子を具体的に開示した実施の形態について、詳細に説明する。ただし、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、すでによく知られた事項の詳細説明および実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。なお、添付図面および以下の説明は、当業者が本発明を十分に理解するために提供されるのであって、これらにより特許請求の記載の主題を限定することは意図されていない。

[0011] 本明細書において、特定の波長領域について、透過率が例えば９０％以上とは、その特定の波長領域の全体において透過率が９０％を下回らない、すなわちその波長領域において最小透過率が９０％以上であることをいう。なお、特に断らない限り、屈折率は、２５℃における波長１５５０ｎｍの光に対する屈折率をいう。

[0012] 透過率は、入射光の強度と透過光の強度との比から算出することができる。本明細書において、数値範囲を表す「～」では、上下限を含む。

[0013] 図１を参照して、一実施形態の偏光素子１０の一例を概略的に示す正面図を説明する。図１は、一実施形態の偏光素子１０の一例を概略的に示す図である。図面を用いて本発明の一実施形態の偏光素子１０の構成例について説明する。

[0014] 本発明の一実施形態の偏光素子１０は、透過型の偏光素子である。偏光素子１０の形状は、例えば、平板形状である。偏光素子１０の表面の形状は、四角形、円形、楕円形等の任意の形状でよい。偏光素子１０の表面とは、光が入射もしくは透過する面である。以下では、一実施形態の偏光素子１０の表面の形状が四角形である例について説明するが、本発明の偏光素子は、かかる例に限定されず、その用途および機能等に応じて、任意の形状を有することができる。

[0015] 本発明の一実施形態の偏光素子１０は、例えば、入射光の偏光を回転させる偏光回転素子として用いられる。偏光素子１０は、例えば、入射光の偏光の方向を９０°回転させる。入射光の偏光は、例えば、Ｓ偏光またはＰ偏光である。なお、偏光素子１０の偏光を回転させる角度は、９０°に限られず用途に応じて任意な角度に設定可能である。

[0016] 本発明の一実施形態の偏光素子１０は、例えば、波長選択スイッチで用いられる。波長選択スイッチでは、例えばＬＣＯＳ（Ｌｉｑｕｉｄ Ｃｒｙｓｔａｌ Ｏｎ Ｓｉｌｌｉｃｏｎ）を用いて光スイッチを行うが、ＬＣＯＳは強い偏光依存性を有するためＬＣＯＳに入射する光の偏光を揃える必要がある。

[0017] 偏光素子１０は、例えば、数ミリ～数十センチ四方の大きさの素子である。なお、偏光素子１０の大きさは、用途に応じて変更可能である。偏光素子１０は、透明な反射防止膜２２Ａが表面を覆う。

[0018] 本明細書において「透明」とは、使用帯域に属する波長λの光の透過率が高いことを意味し、例えば、当該光の透過率が７０％以上であることを意味する。一実施形態に係る偏光素子１０における使用帯域の波長λは、例えば、１５２５ｎｍ～１６３０ｎｍであることが好ましい。以下、１５２５ｎｍ

～１５７０ｎｍの帯域を本使用帯域と称する。

[0019] 反射防止膜２２は、偏光素子１０への入射光が反射するのを防ぐための薄膜である。反射防止膜２２は、つまり、入射光の反射損失を抑える。反射防止膜２２は、偏光素子１０の使用帯域である１５２５ｎｍ～１６３０ｎｍの波長の光の反射を防止する。反射防止膜２２は、例えば、ガラス基板よりも屈折率の低い材料を単層で成膜したものを適用できる。また、反射防止膜２２は、高屈折率膜と低屈折率膜とを交互に積層した構成とすることで、より低反射性を実現できる。ここでいう高屈折率膜とは、波長５５０ｎｍでの屈折率が１．９以上の膜であり、低屈折率層膜とは、波長５５０ｎｍでの屈折率が１．６以下の膜である。高屈折率膜の材料としては、酸化チタン、酸化ニオブ、酸化タンタル等が例示され、低屈折率材料としては、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム等が例示される。

[0020] 偏光素子１０は、内部に複数の高分子液晶部材２１を含む。図１に示す高分子液晶部材２１の形状は、直方体である。なお、説明の便宜上、図１に示すように偏光素子１０の辺において高分子液晶部材２１の長手方向に延びる軸をＸ軸とする。Ｘ軸に対して垂直かつ複数の高分子液晶部材２１が並ぶ方向に平行な軸をＹ軸とする。Ｘ軸およびＹ軸に対して垂直な軸をＺ軸とする。これらの方向に関する表現は、説明の便宜上用いられるものであって、当該構造の実使用時における姿勢を限定する意図ではない。また、他の図面についても同様である。

[0021] 複数の高分子液晶部材２１は、それぞれ、長手方向がＸ軸に平行となるように配置される。加えて、複数の高分子液晶部材２１は、Ｙ軸方向に所定の間隔で配置される。図１に示す高分子液晶部材２１の形状は、Ｘ軸方向に長い直方体であるが直方体に限られず、Ｚ軸方向に所定の厚みを有する任意の形状でよい。図１に示す高分子液晶部材２１の数は６個であるが、６個に限られず用途に応じて任意な数であってよい。

[0022] 次に、図２を参照して、偏光素子１０のＡ－Ａ断面図を説明する。図２は、偏光素子１０のＡ－Ａ断面図である。

[0023] 図２は、図１に示す偏光素子１０のＡ－Ａ断面を示す。偏光素子１０は、高分子液晶部材２１、反射防止膜２２Ａ，２２Ｂ、劣化防止材２３Ａ，２３Ｂおよび等方性材料２４を含む。

[0024] 反射防止膜２２Ａ，２２Ｂは、偏光素子１０の光の入射面および透過面に設けられる薄膜である。図２に示す例では、反射防止膜２２Ａは、劣化防止材２３Ａの外面に形成される。なお、反射防止膜２２Ａは、第２の反射防止膜と読み替えられてもよい。反射防止膜２２Ｂは、劣化防止材２３Ｂの外面に形成される。なお、反射防止膜２２Ｂは、第１の反射防止膜と読み替えられてもよい。反射防止膜２２Ａ，２２Ｂは、真空蒸着法またはスパッタリング法等で形成される。反射防止膜２２Ａ，２２Ｂの膜厚は、例えば、０．５μｍ程度である。なお、反射防止膜２２Ａ，２２Ｂの厚みは０．５μｍに限られない。反射防止膜２２は、等方性の材料である。反射防止膜２２Ａ，２２Ｂは、偏光素子１０の光の入射面もしくは透過面のどちらか一方に設けられてもよいし、偏光素子１０から省略されてもよいが、対象とする光に対して高透過率にするという理由から両面に設けることが好ましい。

[0025] 劣化防止材２３Ａ，２３Ｂは、例えば、石英等の透明な等方性材料で形成される。劣化防止材２３Ａ，２３Ｂは、高温または高湿環境に対する耐久性を確保するために用いられる。劣化防止材２３Ａは、等方性材料２４の第１面２７に当接して設けられる。第１面２７は、等方性材料２４の透過面に近い方の側の面である。なお、劣化防止材２３Ａは、第２の平面部材と読み替えられてもよい。劣化防止材２３Ｂは、高分子液晶部材２１と等方性材料２４とを含む第２面２８に当接して設けられる。第２面２８は、高分子液晶部材２１および等方性材料２４の入射面に近い方の側の面である。なお、劣化防止材２３Ｂは、第１の平面部材と読み替えられてもよい。劣化防止材２３Ａ，２３Ｂは、例えば、高分子液晶部材２１を構成する高分子液晶にレジスト塗布し、焼結および紫外線照射し形成される。劣化防止材２３Ａ，２３Ｂの厚さは、生産性の観点から好ましくは数百μｍ～数ｍｍ程度である。なお、劣化防止材２３Ａ，２３Ｂの厚さは、生産性または用途等に応じて適宜設

定されてよい。

[0026] 高分子液晶部材２１は、例えば、基板上に製膜したのち、フォトリソグラフィ法、ドライエッチング法またはダブルスピン法を用いて形成される。基板とは、例えば、劣化防止材２３である。

[0027] 高分子液晶部材２１を構成する高分子液晶は、光学異方性を有し入射光は複屈折を生じる。高分子液晶部材２１を構成する高分子液晶は、入射光の光学軸に対する偏光方向に対して２つの異なる屈折率を有する。高分子液晶部材２１を構成する高分子液晶の遅相軸に対する屈折率をn_eおよび進相軸に対する屈折率をn_oとする。例えば、１５２５ｎｍにおいて、n_oが１．５２５８、n_eが１．６２５１となる。このn_eとn_oとの差Δｎによって、高分子液晶部材２１を透過した光の偏光方向が回転する。高分子液晶部材２１は、透過した光の偏光方向が９０°回転する（１／２）λ板として機能する。高分子液晶部材２１は、透過した光の偏光方向が９０°回転するように、遅相軸および進相軸の入射光の光軸に対する角度と高さｄとが設定される。高分子液晶部材２１を構成する高分子液晶は、１５５０ｎｍにおけるΔｎの値が０．０３～０．１２の光学異方性材料であり、０．０５～０．１１であれば位相段差をより小さくすることができ好ましい。高分子液晶部材２１の高さｄは、Δｎの値に応じて２μｍ～１０μｍである。

[0028] 高分子液晶部材２１は、劣化防止材２３Ｂの面上に所定のピッチＰで等間隔に配列される。なお、ピッチＰは、偏光素子１０のＹ方向に配列される複数の高分子液晶部材２１の形成間隔である。ピッチＰは、微細加工による生産性悪化防止の観点から好ましくは１００μｍ～１０００μｍである。

[0029] 高分子液晶部材２１のアスペクト比は、高さｄを、ピッチＰを２で割った値で割ることで求められる。例えば、高分子液晶部材２１の高さｄが８．９μｍでピッチＰが４００μｍである場合は、アスペクト比は、０．０４４５となる。アスペクト比が大きくなるほど高さｄは大きく、ピッチＰは小さくなる。つまり、アスペクト比が大きくなるほど各高分子液晶部材２１がＺ軸方向に細長くなり、偏光素子１０の高分子液晶部材２１部分は微細な構造と

なる。一方、アスペクト比が小さくなるほど高さｄは小さく、ピッチＰは大きくなる。つまり、アスペクト比が小さくなるほど各高分子液晶部材２１がＹ軸方向に長くなり、偏光素子１０の高分子液晶部材２１部分は微細加工が不要な構造となる。アスペクト比は、高さｄおよびピッチＰの値の取りうる範囲に応じて、０．０１～０．２である。

[0030] 高分子液晶部材２１は、本使用帯域で高い透過率を有する高分子液晶である。高い透過率とは、例えば、本使用帯域の波長の光の透過率が９０％以上であることを示す。高分子液晶部材２１を構成する高分子液晶は、例えば、高温または／および高湿環境下での耐久性を確保するための架橋剤が添加された複合型高分子液晶でもよい。高分子液晶部材２１を構成する高分子液晶に、架橋剤が添加された複合型高分子液晶を用いることで、生産過程での劣化または偏光素子１０の使用環境下での高分子液晶部材２１の劣化を防ぎ、高い信頼性の偏光素子１０を提供することができる。ここで、高い信頼性とは、高精度に偏光が回転し、かつ高い透過率を有することを示す。

[0031] 高分子液晶部材２１を構成する高分子液晶は、例えば、重合性液晶を含有する液晶組成物を重合することにより得られる。ここで、液晶組成物中における重合性液晶の含有率は、例えば、７５質量％以上である。また、重合性液晶とは、重合性と液晶性とを併せ持つ化合物であり、例えば、液晶機能を発現する構造（メソゲン基またはメソゲン骨格ともいう）を有する化合物である。高分子液晶部材２１を構成する高分子液晶は、好ましくは、下式（１）で表される化合物（日本国特許第４９９８２６９号参照）であり、該式（１）で表される化合物において液晶機能を発現する構造は、下記のＥ１～Ｅ４の４つの環基を直接結合した構造である。

$$CH_2=CR1-COO-(L)_k-E1-E2-E3-E4-R2 \cdots (1)$$

ただし、式中の記号は以下の意味を示す。

Ｒ１：水素原子またはメチル基。

Ｒ２：炭素数１～８のアルキル基またはフッ素原子。

ｋ：０または１。

Ｌ：－（ＣＨ$_2$）$_p$Ｏ－または－（ＣＨ$_2$）$_q$－（ただし、ｐおよびｑはそれぞれ独立に２～８の整数。）。

Ｅ１：１，４－フェニレン基。

Ｅ２、Ｅ３、Ｅ４：それぞれ独立に１，４－フェニレン基またはトランス－１，４－シクロヘキシレン基であり、かつＥ２およびＥ３の少なくとも一方はトランス－１，４－シクロヘキシレン基である。

ただし、Ｅ１～Ｅ４における１，４－フェニレン基およびトランス－１，４－シクロヘキシレン基は、該基中の炭素原子に結合した水素原子がフッ素原子、塩素原子またはメチル基に置換されていてもよい。

[0032] 等方性材料２４は、等間隔に並んだ高分子液晶部材２１の間を充填して設けられる。等方性材料２４は、透明な等方性材料である。等方性材料２４は、例えば、紫外線硬化型接着剤、多機能反応型接着剤、加熱硬化型接着剤等である。等方性材料２４の厚みは、生産性の観点から好ましくは高分子液晶部材２１の高さｄ以上の厚み（例えば２０μｍ等）である。なお、等方性材料２４は、等方性部材と読み替えられてもよい。

[0033] 等方性材料２４の屈折率は、高分子液晶部材２１を透過した光と等方性材料２４を透過した光との光学距離の差である位相段差を抑えるために好ましくは１５５０ｎｍにおいて１．４５～１．７３である。ここで、位相段差は等方性材料２４の屈折率をｎとすると、｜ｎ－（ｎ$_e$＋ｎ$_o$）／２｜×ｄという式により求めることができる。光学距離は、光が進む媒質の屈折率と距離とを乗じた値である。位相段差が大きいと、高分子液晶部材２１を透過した光と等方性材料２４を透過した光とのファイバへの結合効率が異なり信号のレベル低下を招く可能性がある。本発明の一実施の形態である偏光素子１０の高分子液晶部材２１と等方性材料２４との位相段差は高さｄが８．９μｍにおいて０．７１０～０．７１６μｍであり、波長依存性も小さい。

[0034] 偏光素子１０は、一例として、反射防止膜２２Ｂに対して光軸が垂直な光をＺ軸負の方向から正の方向に透過させて使用される。なお、偏光素子１０

は、Ｚ軸正の方向から負の方向に透過させてもよい。ここで、偏光素子１０を透過する光に対して高分子液晶部材２１の存在する領域を領域Ａ、高分子液晶部材２１が存在しない領域を領域Ｂとする。領域Ａは、偏光を制御する領域である。以下、偏光を制御する領域を偏光制御領域と称する。領域Ｂは、偏光を制御しない領域である。以下、偏光を制御しない領域を偏光未制御領域と称する。偏光素子１０の領域Ａを透過する光は、図２に示す例では、反射防止膜２２Ｂ、劣化防止材２３Ｂ、高分子液晶部材２１、等方性材料２４、劣化防止材２３Ａおよび反射防止膜２２Ａを順番に透過する。偏光素子１０の領域Ｂを通過する光は、図２に示す例では、反射防止膜２２Ｂ、劣化防止材２３Ｂ、等方性材料２４、劣化防止材２３Ａおよび反射防止膜２２Ａを順番に透過する。

[0035] 偏光素子１０において、透過光の偏光を回転させるのは高分子液晶部材２１である。つまり、高分子液晶部材２１を含む領域Ａを透過した光は偏光が９０°回転する。高分子液晶部材２１を含まない領域Ｂを透過した光は偏光が回転しない。つまり、領域Ｂを透過した光は、入射光と同じ偏光方向の光が透過する。

[0036] 図２の例において、領域Ａを透過する光Ｌ１は、Ｙ軸方向に偏光している。光Ｌ１は、領域Ａを透過すると偏光が９０°回転してＸ軸方向に偏光した光になる。

[0037] 図２の例において、領域Ｂを透過する光Ｌ２は、Ｘ軸方向に偏光している。光Ｌ２は、領域Ｂを透過しても偏光方向は変わらない。つまり、領域Ｂを透過した光Ｌ２はＸ軸方向に偏光している。

[0038] また、領域ＡにＰ偏光が、領域ＢにＳ偏光が入射するように、Ｐ偏光とＳ偏光とが交互に並んだ光を偏光素子１０に入射させると、透過後の光は、偏光状態がＳ偏光に揃っている。領域ＡにＳ偏光が、領域ＢにＰ偏光が入射するように、Ｐ偏光とＳ偏光とが交互に並んだ光を偏光素子１０に入射さえると、透過後の光は、偏光状態がＰ偏光に揃っている。このように、偏光素子１０は、９０°異なる２種類の偏光方向を１方向に揃えることができる。

偏光素子１０は、例えば偏光分離素子等で直交する２つの直線偏光に光を分離した後に用いられ、２つの直交する直線偏光を１方向に偏光した光に揃える。ここで、直線偏光とは、例えば、Ｐ偏光およびＳ偏光である。

[0039] また、領域Ａを透過する光と領域Ｂを透過する光との光学距離の差は、１μｍ以下である。

[0040] 以上説明したように、本明細書には以下の事項が記載されている。

〔１〕 光に対して透明な第１の平面部材と、

前記第１の平面部材の面に、前記第１の平面部材の面に沿って一定の間隔で一方向に延びるように設けられた複数の高分子液晶部材と、

前記第１の平面部材の面に、前記複数の高分子液晶部材を含むように設けられた等方性部材と、を備え、

前記等方性部材の厚みと互いに隣接する２つの前記高分子液晶部材の前記間隔の１／２倍との比であるアスペクト比は、１よりも小さい、

偏光素子。

〔２〕 前記アスペクト比は、０．２以下である、

〔１〕に記載の偏光素子。

〔３〕 前記高分子液晶部材および前記等方性部材は、前記高分子液晶部材を通過する光の偏光が９０度回転し、前記高分子液晶部材を通過せずに前記等方性部材を通過する光の偏光が回転しない構成である、

〔１〕または〔２〕に記載の偏光素子。

〔４〕 前記高分子液晶部材の厚みは、２μｍ～１０μｍであり、前記高分子液晶部材の前記間隔は、１００μｍ～１０００μｍである、

〔１〕～〔３〕のいずれかに記載の偏光素子。

〔５〕 前記高分子液晶部材の遅相軸に対する屈折率と進相軸に対する屈折率との差Δｎの値は１５５０ｎｍにおいて０．０３～０．１２である、

〔１〕～〔４〕のいずれかに記載の偏光素子。

〔６〕 前記高分子液晶部材の遅相軸に対する屈折率と進相軸に対する屈折率との差Δｎの値は１５５０ｎｍにおいて０．０５～０．１１である、

〔１〕～〔５〕のいずれかに記載の偏光素子。

〔７〕　前記高分子液晶部材を通過する光と、前記高分子液晶部材を通過せずに前記等方性部材を通過する光との光学距離の差が１μｍ以下である、

〔１〕～〔６〕のいずれかに記載の偏光素子。

〔８〕　前記等方性部材の前記第１の平面部材から遠い方の面に設けられた、光に対して透明な第２の平面部材と、

前記第１の平面部材の前記等方性部材から遠い方の面に設けられた、光の反射を防止する第１の反射防止膜と、

前記第２の平面部材の前記等方性部材から遠い方の面に設けられた、光の反射を防止する第２の反射防止膜と、をさらに備える、

〔１〕～〔７〕のいずれかに記載の偏光素子。

〔９〕

前記光の波長は、１５２５ｎｍ～１６３０ｎｍである、

〔１〕～〔８〕のいずれかに記載の偏光素子。

〔１０〕　前記高分子液晶部材は、下式（１）で表される化合物を含む液晶組成物の重合体からなる〔１〕～〔９〕のいずれかに記載の偏光素子。

$$CH_2=CR1-COO-(L)_k-E1-E2-E3-E4-R2 \cdots (1)$$

ただし、式中の記号は以下の意味を示す。

Ｒ１：水素原子またはメチル基。

Ｒ２：炭素数１～８のアルキル基またはフッ素原子。

ｋ：０または１。

Ｌ：－（CH_2）$_p$Ｏ－または－（CH_2）$_q$－

ここで、ｐおよびｑはそれぞれ独立に２～８の整数である。

Ｅ１：１，４－フェニレン基。

Ｅ２、Ｅ３、Ｅ４：それぞれ独立に１，４－フェニレン基またはトランス－１，４－シクロヘキシレン基であり、かつＥ２およびＥ３の少なくとも一方はトランス－１，４－シクロヘキシレン基である。

ただし、Ｅ１～Ｅ４における１，４－フェニレン基およびトランス－１，４－シクロヘキシレン基は、該基中の炭素原子に結合した水素原子がフッ素原子、塩素原子またはメチル基に置換されていてもよい。

〔１１〕　前記第１の平面部材および前記第２の平面部材は、石英によって構成される、

〔１〕～〔１０〕のいずれかに記載の偏光素子。

〔１２〕

〔１〕～〔１１〕のいずれかに記載の偏光素子を用いた波長選択スイッチ。

実施例

[0041]　次に、本発明の実施例について、図２～図５を用いて説明する。なお、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。以下に示す例１は実施例であり、例２および例３は比較例である。

[0042]　透過率は、入射光強度と透過光強度との比を用いて算出した。位相段差は、偏光制御領域を透過する光と偏光未制御領域を透過する光との光学距離の差である。光学距離は、光が進む媒質の屈折率と距離とを乗じた値である。アスペクト比は、偏光制御領域の構造のアスペクト比である。屈折率は、１５５０ｎｍの波長の屈折率である。

[0043]（例１）

図１に示す偏光素子１０と同様な構造の例１の偏光素子を形成した。劣化防止材２３Ｂの表面に配向膜をラビング法で成膜し、劣化防止材２３Ｂの上に液晶を注入し高分子液晶膜を形成した。形成した高分子液晶膜をフォトリソグラフィ法でパターニングし、図１に示す偏光素子１０の構造と同様にピッチＰで等間隔に配列する高さｄの高分子液晶部材２１を形成した。高分子液晶部材２１を形成したのち等方性材料２４を充填した。当該等方性材料２４の表面に劣化防止材２３Ａを形成し、表面を反射防止膜２２Ａ，２２Ｂでコーティングした。１５５０ｎｍにおける高分子液晶部材２１のピッチＰは４００μｍ、高さｄは８．９μｍである。高分子液晶部材２１の進相軸に対

する屈折率は１．５２５７、遅相軸に対する屈折率は１．６２４９である。等方性材料２４の屈折率は１．４９５１である。

以上により、例１の偏光素子を得た。

[0044] （例２）

図３は、比較用の第１の偏光素子の例を示す図である。図３に示す偏光素子３０と同様な構造の例２の偏光素子を形成した。SiO_2の基板３３の面上にTa_2O_5のスペース層３２を形成した。スペース層３２の面上にSiO_2のインデックス整合層３１を形成した。領域Ａのインデックス整合層３１およびスペース層３２に図３に示すグレーティング加工を施した。基板３３のスペース層３２と当接する面と反対側の面に反射防止膜３４を蒸着しコーティングした。図３に示す偏光素子３０において、領域Ａが偏光制御領域であり、領域Ｂが偏光未制御領域である。

[0045] 図３に示すグレーティング加工されたスペース層３２の格子Ｇ１は、Ｙ軸方向にピッチＰ１で等間隔に整列する。ピッチＰ１は０．７μｍである。格子Ｇ１の高さｄ１は１．５４μｍである。スペース層３２の屈折率は２．０８９である。インデックス整合層３１の屈折率は１．４５１である。

以上により、例２の偏光素子を得た。

[0046] （例３）

図４は、比較用の第２の偏光素子の例を示す図である。図４に示す偏光素子４０と同様な構造の例３の偏光素子を形成した。SiO_2の基板４４の面上にAl_2O_3のエッチング停止層４３を形成した。エッチング停止層４３の面上にＳｉのスペース層４２を形成した。スペース層４２の面上にTa_2O_5のインデックス整合層４１を形成した。領域Ａのスペース層４２およびインデックス整合層４１に図４に示すグレーティング加工を施した。基板４４のエッチング停止層４３と当接する面と反対側の面に反射防止膜４５を蒸着しコーティングした。図４に示す偏光素子４０において、領域Ａが偏光制御領域であり、領域Ｂが偏光未制御領域である。

[0047] 図４に示すグレーティング加工されたスペース層４２の格子Ｇ２は、Ｙ軸

方向にピッチＰ２で等間隔に整列する。ピッチＰ２は０．７μｍである。格子Ｇ２の高さｄ２は０．４９μｍである。インデックス整合層４１の屈折率は２．０８９である。スペース層４２の屈折率は３．４７である。エッチング停止層４３の屈折率は１．７５０である。

以上により、例３の偏光素子を得た。

[0048] 上記各偏光素子の透過率、位相段差およびアスペクト比を図５に示す。図５は、例１～３の偏光素子の透過率、位相段差およびアスペクト比を示す図である。例１の偏光素子は、透過率が９８．６％と例２の偏光素子および例３の偏光素子よりも高く、高い透過率を有する。例１の偏光素子は、偏光制御領域の高分子液晶部材２１がベタ構造であるため、例１の偏光素子の表面に空気界面のない多層のＡＲ成膜できる。これにより、例１の偏光素子は、高い透過性を有する。これにより、例１の偏光素子は、入射光の劣化を防ぎ伝送性能の高い、高信頼性の偏光素子である。

[0049] 例１の偏光素子の位相段差は、０．７１３８である。例２の偏光素子の位相段差は、１．５０３８であり、例３の偏光素子の位相段差は１．１５８０である。つまり、例１の偏光素子の位相段差は例２の偏光素子および例３の偏光素子と比較して小さい。位相段差が大きいと、偏光制御領域を透過した光と偏光未制御領域を透過した光とのファイバへの結合効率が異なり信号のレベル低下を招く可能性がある。そのため、例１の偏光素子は、偏光制御領域を透過した光と偏光未制御領域を透過した光とのファイバへの結合効率を等しくすることができる。また、例１の偏光素子が波長選択スイッチで用いられる場合、光の経路において例１の偏光素子の後に配置された素子への挿入損失を抑えることができる。例１の偏光素子の後に配置された素子は、例えば、ＬＣＯＳである。

[0050] 例１の偏光素子のアスペクト比は、０．０４４５である。例２の偏光素子のアスペクト比は４．４であり、例３の偏光素子のアスペクト比は１．４である。アスペクト比は、値が大きくなるほど微細な構造となり加工が難しくなる。例１の偏光素子のアスペクト比は、例２の偏光素子のアスペクト比お

よび例３の偏光素子のアスペクト比と比較して小さい。例１の偏光素子は、小さなアスペクト比を実現することができたため、微細加工が不要な偏光素子である。

[0051] 以上により、例１の偏光素子は、高透過性と、偏光制御領域を透過した光と偏光未制御領域を透過した光とのファイバへの結合効率を等しくすることが出来、加工の容易性と、を両立できた。

[0052] 以上、添付図面を参照しながら実施の形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例、修正例、置換例、付加例、削除例、均等例に想到し得ることは明らかであり、それらについても本発明の技術的範囲に属すると了解される。また、発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上述した実施の形態における各構成要素を任意に組み合わせてもよい。

[0053] なお、本出願は、２０２３年２月２４日出願の日本特許出願（特願２０２３－０２７５６９）に基づくものであり、その内容は本出願の中に参照として援用される。

産業上の利用可能性

[0054] 本発明の技術は、微細な凹凸の加工が不要な偏光素子として有用である。

符号の説明

[0055] １０，３０，４０　偏光素子

２１　高分子液晶部材

２２，２２Ａ，２２Ｂ，３４，４５　反射防止膜

２３Ａ，２３Ｂ　劣化防止材

２４　等方性材料

２７　第１面

２８　第２面

３１，４１　インデックス整合層

３２，４２　スペース層

３３，４４　基板

４３　エッチング停止層

Ｇ１，Ｇ２　格子

Ｌ１，Ｌ２　光

Ｐ，Ｐ１，Ｐ２　ピッチ

ｄ，ｄ１，ｄ２　高さ

請求の範囲

[請求項1] 光に対して透明な第１の平面部材と、

前記第１の平面部材の面に、前記第１の平面部材の面に沿って一定の間隔で一方向に延びるように設けられた複数の高分子液晶部材と、

前記第１の平面部材の面に、前記複数の高分子液晶部材を含むように設けられた等方性部材と、を備え、

前記等方性部材の厚みと互いに隣接する２つの前記高分子液晶部材の前記間隔の１／２倍との比であるアスペクト比は、１よりも小さい、

偏光素子。

[請求項2] 前記アスペクト比は、０．２以下である、

請求項１に記載の偏光素子。

[請求項3] 前記高分子液晶部材および前記等方性部材は、前記高分子液晶部材を通過する光の偏光が９０度回転し、前記高分子液晶部材を通過せずに前記等方性部材を通過する光の偏光が回転しない構成である、

請求項１に記載の偏光素子。

[請求項4] 前記高分子液晶部材の厚みは、２μｍ～１０μｍであり、前記高分子液晶部材の前記間隔は、１００μｍ～１０００μｍである、

請求項１に記載の偏光素子。

[請求項5] 前記高分子液晶部材の遅相軸に対する屈折率と進相軸に対する屈折率との差Δｎの値は１５５０ｎｍにおいて０．０３～０．１２である、

請求項１に記載の偏光素子。

[請求項6] 前記高分子液晶部材の遅相軸に対する屈折率と進相軸に対する屈折率との差Δｎの値は１５５０ｎｍにおいて０．０５～０．１１である、

請求項５に記載の偏光素子。

[請求項7] 前記高分子液晶部材を通過する光と、前記高分子液晶部材を通過せ

ずに前記等方性部材を通過する光との光学距離の差が１μｍ以下である、

請求項１に記載の偏光素子。

[請求項8] 前記等方性部材の前記第１の平面部材から遠い方の面に設けられた、光に対して透明な第２の平面部材と、

前記第１の平面部材の前記等方性部材から遠い方の面に設けられた、光の反射を防止する第１の反射防止膜と、

前記第２の平面部材の前記等方性部材から遠い方の面に設けられた、光の反射を防止する第２の反射防止膜と、をさらに備える、

請求項１に記載の偏光素子。

[請求項9] 前記光の波長は、１５２５ｎｍ～１６３０ｎｍである、

請求項１に記載の偏光素子。

[請求項10] 前記高分子液晶部材は、下式（１）で表される化合物を含む液晶組成物の重合体からなる請求項１に記載の偏光素子。

$$CH_2=CR1-COO-(L)_k-E1-E2-E3-E4-R2 \cdots (1)$$

ただし、式中の記号は以下の意味を示す。

Ｒ１：水素原子またはメチル基。

Ｒ２：炭素数１～８のアルキル基またはフッ素原子。

ｋ：０または１。

Ｌ：－（CH_2）$_p$Ｏ－または－（CH_2）$_q$－

ここで、ｐおよびｑはそれぞれ独立に２～８の整数である。

Ｅ１：１，４－フェニレン基。

Ｅ２、Ｅ３、Ｅ４：それぞれ独立に１，４－フェニレン基またはトランス－１，４－シクロヘキシレン基であり、かつＥ２およびＥ３の少なくとも一方はトランス－１，４－シクロヘキシレン基である。

ただし、Ｅ１～Ｅ４における１，４－フェニレン基およびトランス－１，４－シクロヘキシレン基は、該基中の炭素原子に結合した水素

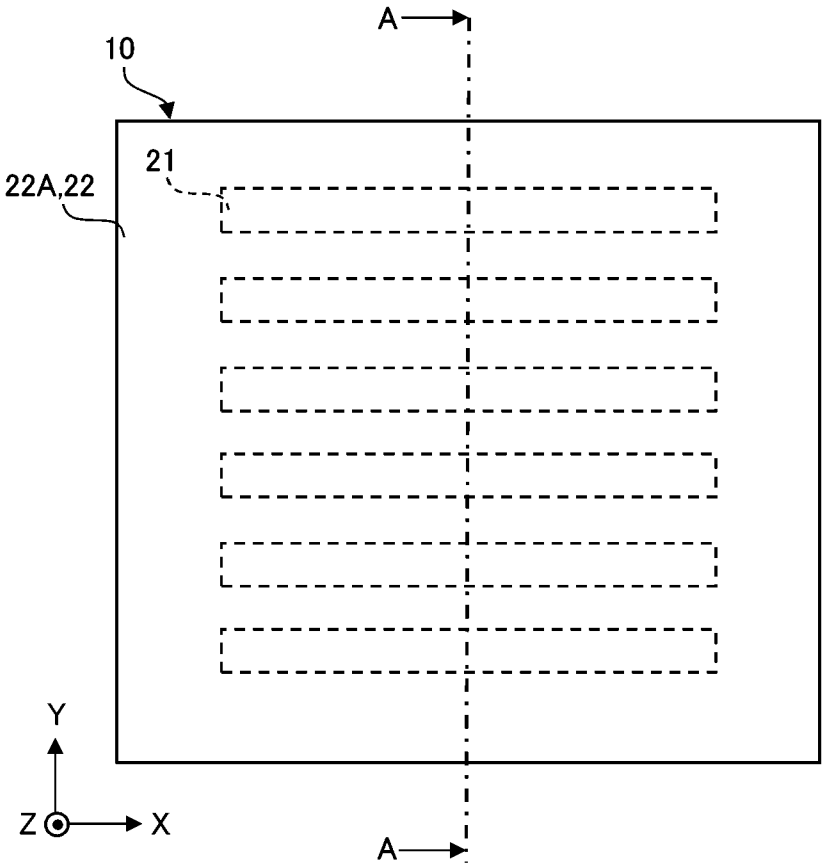
原子がフッ素原子、塩素原子またはメチル基に置換されていてもよい。

[請求項11] 前記第１の平面部材および前記第２の平面部材は、石英によって構成される、

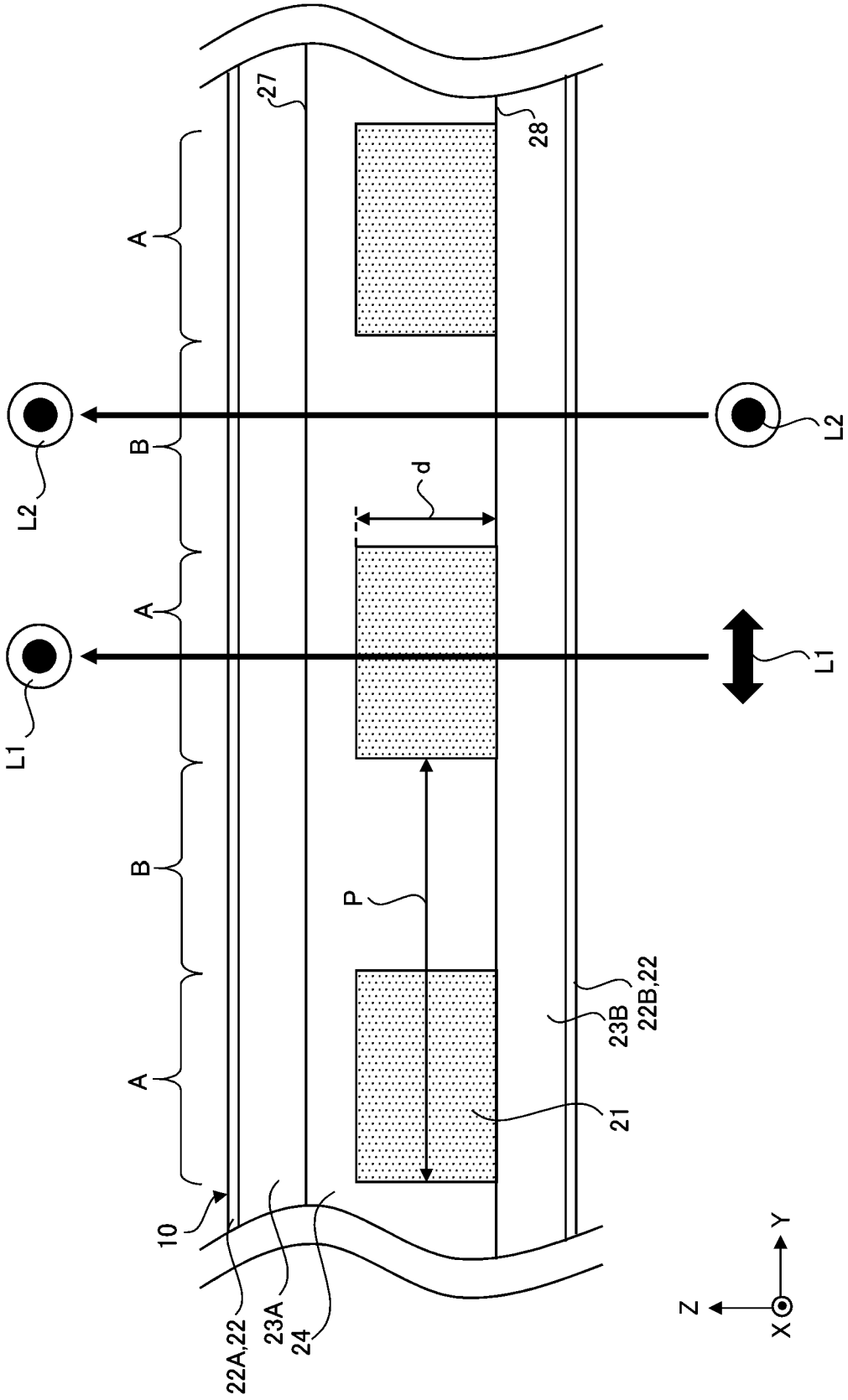
請求項８に記載の偏光素子。

[請求項12] 請求項１～１１のいずれか１項に記載の偏光素子を用いた波長選択スイッチ。

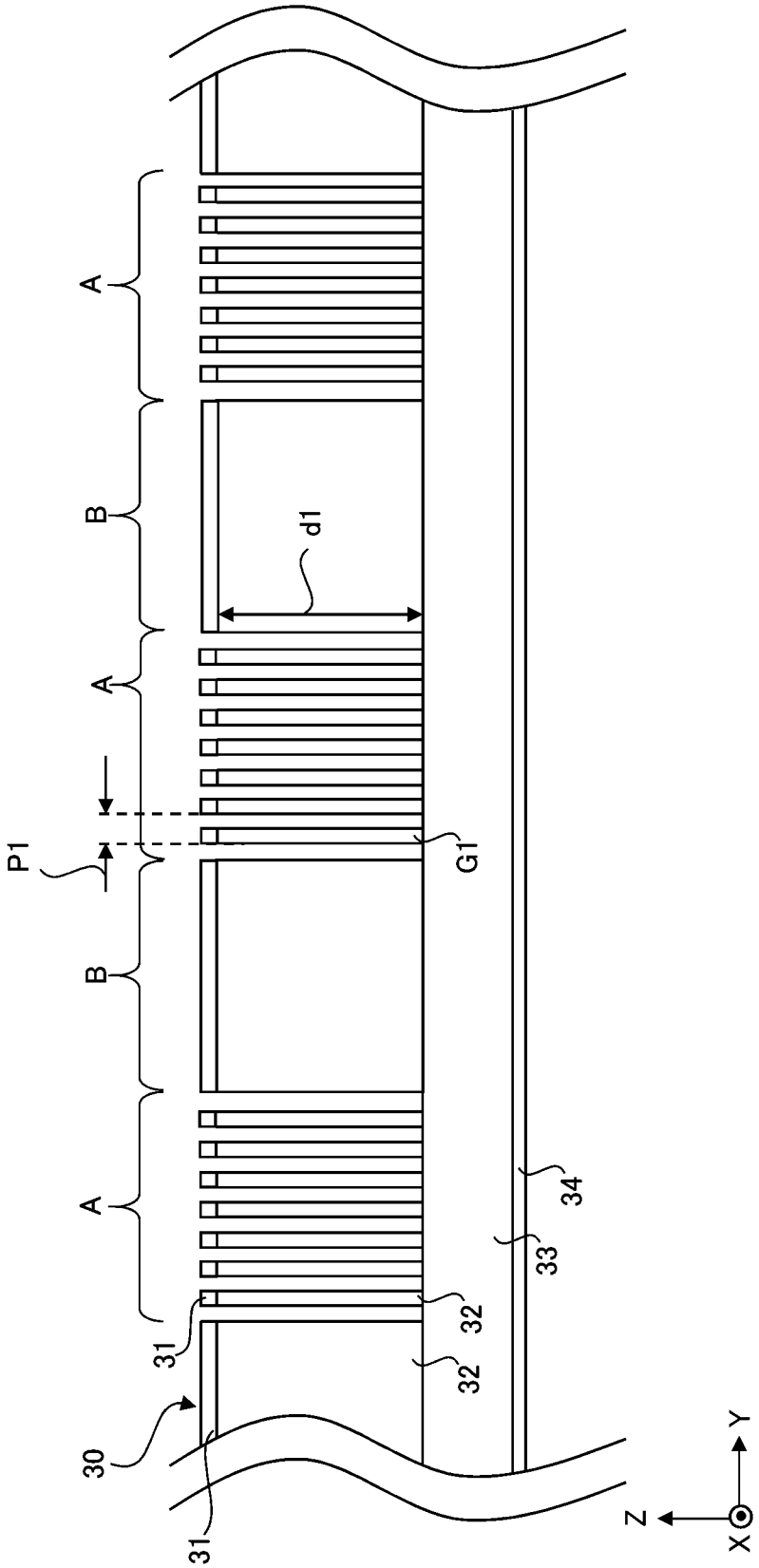
[図1]



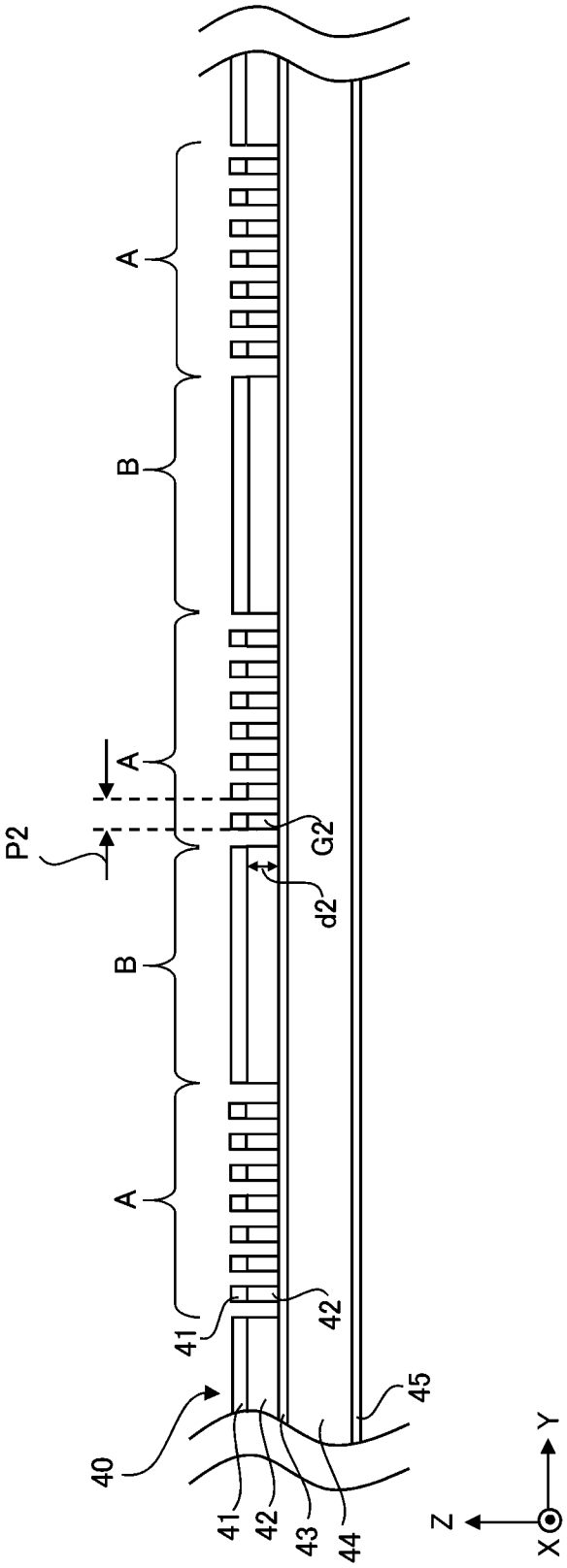
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]

	例1	例2	例3
透過率	0.06dB(98.6%)	0.1dB(98%)	0.5dB(89%)
位相段差	0.7138	1.5038	1.1580
アスペクト比	0.0445	4.4	1.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/004355

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 5/30(2006.01)i; ***C09K 19/38***(2006.01)i; ***G02B 1/11***(2015.01)i; ***G02B 5/18***(2006.01)i
FI: G02B5/30; G02B1/11; C09K19/38; 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; C09K19/38; G02B1/11; 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 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2011-054273 A (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) 17 March 2011 (2011-03-17) paragraphs [0014], [0019], [0036]-[0041], fig. 2-5	1-2, 7-8
Y	paragraphs [0014], [0019], [0036]-[0041], fig. 2-5	3-6, 9-12
Y	JP 2001-344800 A (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) 14 December 2001 (2001-12-14) paragraphs [0021]-[0028], fig. 4	3, 11
Y	JP 2015-011295 A (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) 19 January 2015 (2015-01-19) paragraph [0183]	4
Y	JP 2003-279717 A (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) 02 October 2003 (2003-10-02) table 1	5-6, 9-10
Y	WO 2005/064368 A1 (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) 14 July 2005 (2005-07-14) paragraph [0117]	10
Y	JP 2003-066232 A (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) 05 March 2003 (2003-03-05) paragraph [0040]	12

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
29 March 2024	**09 April 2024**

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/004355

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-014916 A (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) 15 January 2003 (2003-01-15) paragraph [0009]	12
A	US 10436947 B2 (LUMENTUM OPERATIONS LLC) 08 October 2019 (2019-10-08) the whole document, fig. 1-12	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/004355

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2011-054273 A	17 March 2011	(Family: none)	
JP 2001-344800 A	14 December 2001	(Family: none)	
JP 2015-011295 A	19 January 2015	(Family: none)	
JP 2003-279717 A	02 October 2003	(Family: none)	
WO 2005/064368 A1	14 July 2005	US 2006/0239171 A1 paragraph [0235] EP 1698917 A1 KR 10-2006-0115733 A CN 1898584 A CN 101614837 A JP 2005-209327 A	
JP 2003-066232 A	05 March 2003	US 2004/0165126 A1 paragraph [0098] US 2006/0103778 A1 WO 2003/019247 A1 EP 1420275 A1	
JP 2003-014916 A	15 January 2003	(Family: none)	
US 10436947 B2	08 October 2019	US 2018/0252845 A1 US 2017/0307785 A1 US 2017/0017028 A1 US 2020/0033509 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/004355

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; C09K 19/38(2006.01)i; G02B 1/11(2015.01)i; G02B 5/18(2006.01)i
FI: G02B5/30; G02B1/11; C09K19/38; 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; C09K19/38; G02B1/11; 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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2011-054273 A (旭硝子株式会社) 17.03.2011 (2011-03-17) [0014],[0019],[0036]-[0041],図2-5	1-2,7-8
Y	[0014],[0019],[0036]-[0041],図2-5	3-6,9-12
Y	JP 2001-344800 A (旭硝子株式会社) 14.12.2001 (2001-12-14) [0021]-[0028],図4	3,11
Y	JP 2015-011295 A (旭硝子株式会社) 19.01.2015 (2015-01-19) [0183]	4
Y	JP 2003-279717 A (旭硝子株式会社) 02.10.2003 (2003-10-02) [表1]	5-6,9-10
Y	WO 2005/064368 A1 (旭硝子株式会社) 14.07.2005 (2005-07-14) [0117]	10
Y	JP 2003-066232 A (旭硝子株式会社) 05.03.2003 (2003-03-05) [0040]	12

☑ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
"D" 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
"&" 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
29.03.2024	09.04.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）

小西　隆 20 4081

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
Y	JP 2003-014916 A (旭硝子株式会社) 15.01.2003 (2003-01-15) [0009]	12
A	US 10436947 B2 (LUMENTUM OPERATIONS LLC) 08.10.2019 (2019-10-08) the whole document, FIGs. 1-12	1-12

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/004355

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2011-054273 A	17.03.2011	（ファミリーなし）	
JP 2001-344800 A	14.12.2001	（ファミリーなし）	
JP 2015-011295 A	19.01.2015	（ファミリーなし）	
JP 2003-279717 A	02.10.2003	（ファミリーなし）	
WO 2005/064368 A1	14.07.2005	US 2006/0239171 A1 [0235] EP 1698917 A1 KR 10-2006-0115733 A CN 1898584 A CN 101614837 A JP 2005-209327 A	
JP 2003-066232 A	05.03.2003	US 2004/0165126 A1 [0098] US 2006/0103778 A1 WO 2003/019247 A1 EP 1420275 A1	
JP 2003-014916 A	15.01.2003	（ファミリーなし）	
US 10436947 B2	08.10.2019	US 2018/0252845 A1 US 2017/0307785 A1 US 2017/0017028 A1 US 2020/0033509 A1	