

(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
2023年7月6日(06.07.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/127908 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 27/02 (2006.01) G02B 5/30 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/048334

(22) 国際出願日: 2022年12月27日(27.12.2022)

(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 2021-212967 2021年12月27日(27.12.2021) JP
特願 2022-205609 2022年12月22日(22.12.2022) 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: 山田 直良 (YAMADA Naoyoshi); 〒2500193 神奈川県南足柄市中沼210番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 伊東 秀明, 外 (ITOHI Hideaki et al.); 〒1010032 東京都千代田区岩本町2丁目3番3号 ザイマックス岩本町ビル6階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, 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, 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, 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).

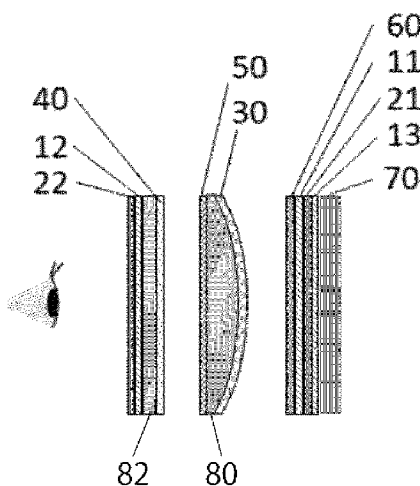
添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: VIRTUAL REALITY DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 仮想現実表示装置

100



(57) Abstract: Provided is a thin virtual reality display device having a pancake lens capable of reducing leakage light. The virtual reality display device comprises at least an image display panel, a first absorptive-type linear polarizer, a first phase difference layer, a reflective-type circular polarizer, a half mirror, a second phase difference layer, and a second absorptive-type linear polarizer in the stated order and the reflective-type circular polarizer has an action of a concave mirror for rays entering from the half mirror side.

(57) 要約: 漏れ光を低減することが可能なパンケーキレンズを有する、薄型の仮想現実表示装置を提供する。少なくとも画像表示パネルと、第1の吸収型直線偏光子と、第1の位相差層と、反射型円偏光子と、ハーフミラーと、第2の位相差層と、第2の吸収型直線偏光子とをこの順で含み、前記反射型円偏光子が、前記ハーフミラーの側から入射する光線に対し、凹面鏡の作用を有する、仮想現実表示装置。

WO 2023/127908 A1

明 細 書

発明の名称： 仮想現実表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、仮想現実表示装置に関する。

背景技術

[0002] 仮想現実表示装置は、専用のヘッドセットを頭部に装着し、レンズを通して表示される映像を視認することによって、仮想世界に入り込んだような臨場感を得ることができる表示装置である。

仮想現実表示装置は、一般に画像表示パネルとフレネルレンズを有するが、画像表示パネルからフレネルレンズまでの距離が大きく、そのためヘッドセットが厚くなり、装着性が悪いことが課題であった。

そこで、特許文献1に記載されるように、画像表示パネルと、反射型偏光子と、ハーフミラーとを有し、画像表示パネルから出射された光線を反射型偏光子とハーフミラーの間で往復させることによってヘッドセット全体の厚みを薄くする、パンケーキレンズと呼ばれるレンズ構成が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表2020-519964号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載のパンケーキレンズは、画像表示パネルから出射した光線の一部が、偏光の乱れ、および、好ましくない反射等によって、反射型偏光子とハーフミラーの間で往復せず、漏れ光となり、二重像の発生、および、コントラストの低下等に繋がる課題があった。

特許文献1には、反射型偏光子として、反射型直線偏光子を用い、画像表示パネルと、反射型直線偏光子と、ハーフミラーとをこの順で含むパンケーキレンズの構成が開示されている。

しかしながら、画像表示パネルと、反射型偏光子と、ハーフミラーとをこの順で含む場合、反射型偏光子は、ハーフミラーの側から入射する光線に対して凹面鏡の作用を有する必要がある。さらに、反射型直線偏光子に凹面鏡の機能をもたせるためには、反射型直線偏光子を曲面形状に成形する必要がある。

本発明者の検討によれば、反射型直線偏光子を曲面形状に成形した場合、反射型直線偏光子の光学軸が歪み、入射光を適切に反射、透過させることができなくなり、かえって漏れ光を増加させてしまうことがわかった。

これに対して、本発明者の検討によれば、画像表示パネルと、反射型偏光子と、ハーフミラーとをこの順で含む場合、パンケーキレンズの漏れ光を抑制することが可能であることがわかった。

[0005] 本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、本発明が解決しようとする課題は、漏れ光を低減することが可能なパンケーキレンズを有する、薄型の仮想現実表示装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明者らは、上述の課題に関し鋭意検討を重ね、以下の構成により上記課題を達成することができることを見出した。

[0007] [1]

少なくとも画像表示パネルと、第1の吸収型直線偏光子と、第1の位相差層と、反射型円偏光子と、ハーフミラーと、第2の位相差層と、第2の吸収型直線偏光子とをこの順で含み、上述の反射型円偏光子が、上述のハーフミラーの側から入射する光線に対し、凹面鏡の作用を有する、仮想現実表示装置。

[2]

上述の第1の位相差層、および、上述の第2の位相差層が、いずれも $\lambda/4$ 位相差層である、[1]に記載の仮想現実表示装置。

[3]

少なくとも上述の画像表示パネルと、上述の第1の吸収型直線偏光子と、

上述の第1の位相差層とが接着されてなる、[1]または[2]に記載の仮想現実表示装置。

[4]

上述の画像表示パネルと、上述の第1の吸収型直線偏光子との間に、少なくとも第3の位相差層を含む、[1]または[2]に記載の仮想現実表示装置。

[5]

上述の第3の位相差層が、 $\lambda/4$ 位相差層である、[4]に記載の仮想現実表示装置。

[6]

少なくとも上述の画像表示パネルと、上述の第3の位相差層と、上述の第1の吸収型直線偏光子と、上述の第1の位相差層とが接着されてなる、[4]または[5]に記載の仮想現実表示装置。

[7]

少なくとも上述の第3の位相差層と、上述の第1の吸収型直線偏光子と、上述の第1の位相差層と、上述の反射型円偏光子とが接着されてなる、[4]または[5]に記載の仮想現実表示装置。

[8]

反射型円偏光子による凹面鏡の作用の焦点距離が50mm以下である、[1]～[7]のいずれかに記載の仮想現実表示装置。

[9]

上述の反射型円偏光子が、曲面をなすコレステリック液晶層を含む、[1]～[8]のいずれかに記載の仮想現実表示装置。

[10]

上述の反射型円偏光子が、液晶化合物に由来する光学軸の向きが、いずれかの表面において面内の一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放射状に有するコレステリック液晶層を含む液晶回折素子である、[1]～[8]のいずれかに記載の仮想現実表示装置。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、漏れ光を低減することが可能なパンケーキレンズを有する、薄型の仮想現実表示装置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、本発明の仮想現実表示装置の一例である。

[図2]図2は、図1に示す仮想現実表示装置の作用を説明するための図である。

[図3]図3は、実施例2の仮想現実表示装置の構成を概念的に示す図である。

[図4]図4は、実施例3の仮想現実表示装置の構成を概念的に示す図である。

[図5]図5は、比較例1の仮想現実表示装置の構成を概念的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明を詳細に説明する。以下に記載する構成要件の説明は、代表的な実施形態および具体例に基づいてなされることがあるが、本発明はそのような実施形態に限定されるものではない。なお、本明細書において「～」を用いて表される数値範囲は「～」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。

[0011] 本明細書において、「直交」とは、2つの軸等が成す角度が厳密に 90° であること表すのではなく、 $90^\circ \pm 10^\circ$ 、好ましくは、 $90^\circ \pm 5^\circ$ を表すものとする。また、「平行」とは、2つの軸等が成す角度が厳密に 0° であることを表すのではなく、 $0^\circ \pm 10^\circ$ 、好ましくは、 $0^\circ \pm 5^\circ$ を表すものとする。さらに、「 45° 」とは、2つの軸等が成す角度が厳密に 45° であることを表すのではなく、 $45^\circ \pm 10^\circ$ 、好ましくは、 $45^\circ \pm 5^\circ$ を表すものとする。

但し、偏光に関する表現において、『互いに直交する偏光状態』とは、ポアンカレ球上において互いに対蹠点に位置する偏光状態の事であり、例えば、互いに直交する直線偏光、および、右回り円偏光（右円偏光）と左回り円偏光（左円偏光）などが、これに該当する。

[0012] 本明細書において「吸収軸」とは、直線偏光を入射したとき、面内におい

て吸光度が最大となる偏光方向を意味する。また、「反射軸」とは、直線偏光を入射したとき、面内において反射率が最大となる偏光方向を意味する。また、「透過軸」とは、面内において吸収軸または反射軸と直交する方向を意味する。さらに、「遅相軸」とは、面内において屈折率が最大となる方向を意味する。

[0013] 本明細書において、位相差とは、特にことわらない場合、面内レターデーションを意味し、 $R_e(\lambda)$ と記載する。ここで、 $R_e(\lambda)$ は波長 λ における面内のレターデーションを表し、特に記載がないとき、波長 λ は550nmとする。

また、波長 λ における厚さ方向のレターデーションは、本明細書において $R_{th}(\lambda)$ と記載する。

$R_e(\lambda)$ および $R_{th}(\lambda)$ は、AxoScan OPMF-1（オプトサイエンス社製）を用い、波長 λ で測定した値を用いることができる。AxoScanにて平均屈折率 $((n_x + n_y + n_z) / 3)$ と膜厚 $(d(\mu m))$ を入力することにより、

遅相軸方向 $(^\circ)$

$$R_e(\lambda) = R_0(\lambda)$$

$$R_{th}(\lambda) = ((n_x + n_y) / 2 - n_z) \times d \text{ が算出される。}$$

[0014] <仮想現実表示装置>

本発明の仮想現実表示装置は、少なくとも画像表示パネルと、第1の吸収型直線偏光子と、第1の位相差層と、反射型円偏光子と、ハーフミラーと、第2の位相差層と、第2の吸収型直線偏光子とをこの順で含み、上述の反射型円偏光子が、上述のハーフミラーの側から入射する光線に対し、凹面鏡の作用を有する。また、画像表示パネルと第1の吸収型直線偏光子との間に、少なくとも第3の位相差層を含むことも好ましい。

[0015] 図1に、本発明の仮想現実表示装置の一例を概念的に表す図を示す。

図1に示す仮想現実表示装置100は、画像表示パネル70と、 $\lambda/4$ 位相差層13と、吸収型直線偏光子21と、 $\lambda/4$ 位相差層11と、ポジティブ

Cプレート60と、反射型円偏光子30と、反射防止層50と、ーフミラー40と、 $\lambda/4$ 位相差層12と、吸収型直線偏光子22と、をこの順に有する。

[0016] 図1に示す例では、画像表示パネル70の表示面側に、 $\lambda/4$ 位相差層13と、吸収型直線偏光子21と、 $\lambda/4$ 位相差層11と、ポジティブCプレート60と、が積層されており、好ましくは、各層は接着されている。 $\lambda/4$ 位相差層13は、本発明における第3の位相差層であり、吸収型直線偏光子21は、本発明における第1の吸収型直線偏光子であり、 $\lambda/4$ 位相差層11は、本発明における第1の位相差層である。

[0017] 反射型円偏光子30は、ポジティブCプレート60に対面して配置されている。また、図1に示す例では、反射型円偏光子30は、画像表示パネル70側と反対側の面側を、凸面を有する支持体80に積層されており、画像表示パネル70に向かって凸状に形成されている。そのため、反射型円偏光子30は、ーフミラー40に向かって凹状に形成されている。すなわち、反射型円偏光子30は、ーフミラー40側から入射する構成に対して凹面鏡の作用を有する。

支持体80は、画像表示パネル70側の面が凸面で、他方の面が平面の光透過性を有する支持体である。すなわち、支持体80として、平凸レンズ、あるいは、メニスカスレンズ等を用いることができる。

支持体80の、反射型円偏光子30が積層される面とは反対側の面には反射防止層50が積層されている。

[0018] ーフミラー40は、反射防止層50に対面して配置されている。また、図1に示す例では、ーフミラー40は、反射型円偏光子30側と反対側の面側を、支持体82に積層されている。

支持体82は、両面が平面の光透過性を有する支持体である。

支持体82の、ーフミラー40が積層される面とは反対側の面には $\lambda/4$ 位相差層12と、吸収型直線偏光子22と、が積層されており、好ましくは、各層は接着されている。 $\lambda/4$ 位相差層12は、本発明における第2の

位相差層であり、吸収型直線偏光子 2 2 は、本発明における第 2 の吸収型直線偏光子である。

[0019] このような仮想現実表示装置 1 0 0 の作用を図 2 を用いて説明する。図 2 において、矢印は光を表し、R は右円偏光、L は左円偏光であることを表す。

画像表示パネル 7 0 から無偏光の光（映像光）が照射されると、 $\lambda/4$ 位相差層 1 3 を無偏光のまま通過して吸収型直線偏光子 2 1 である直線偏光に変換され、 $\lambda/4$ 位相差層 1 1 で円偏光に変換される。すなわち、吸収型直線偏光子 2 1 の透過軸と $\lambda/4$ 位相差層 1 1 の遅相軸は約 45° になるように配置されている。

一例として、 $\lambda/4$ 位相差層 1 1 で左円偏光に変換されるものとして説明すると、左円偏光は反射型円偏光子 3 0 に入射する。この場合、反射型円偏光子 3 0 は、右円偏光を反射し、左円偏光を透過するため、入射した左円偏光は、反射型円偏光子 3 0、支持体 8 0 および反射防止層 5 0 を透過して、ハーフミラー 4 0 に入射する。

[0020] ハーフミラー 4 0 に入射した左円偏光のうち、約半分は、ハーフミラー 4 0 を透過して、支持体 8 2 を透過して、 $\lambda/4$ 位相差層 1 2、および、吸収型直線偏光子 2 2 に入射する。 $\lambda/4$ 位相差層 1 2 は、左円偏光を直線偏光に変換し、吸収型直線偏光子 2 2 は、 $\lambda/4$ 位相差層 1 2 により左円偏光から変換された方向の直線偏光を吸収する向きに吸収軸を配置されており、この直線偏光を吸収する。すなわち、 $\lambda/4$ 位相差層 1 2、および、吸収型直線偏光子 2 2 は、左円偏光を吸収し、右円偏光を透過する円偏光板として作用する。

[0021] 一方、ハーフミラー 4 0 に入射した左円偏光のうち、残りの約半分は、ハーフミラー 4 0 によって反射される。その際、左円偏光は右円偏光に変換される。この右円偏光は、反射防止層 5 0 および支持体 8 0 を通過して反射型円偏光子 3 0 に入射する。反射型円偏光子 3 0 は、右円偏光を反射するものであるため、入射した右円偏光はハーフミラー 4 0 に向かって反射される。

その際、反射型円偏光子30は、ハーフミラー40側から入射する光線に対して凹面鏡の作用を有するため、反射型円偏光子30は集光される。

[0022] 反射型円偏光子30で反射されハーフミラー40に入射した右円偏光のうち、約半分は、ハーフミラー40を透過して、 $\lambda/4$ 位相差層12、および、吸収型直線偏光子22に入射する。 $\lambda/4$ 位相差層12、および、吸収型直線偏光子22は、右円偏光を透過するので光は使用者Uに照射され、使用者Uは、画像を視認することができる。このとき、反射型円偏光子30の凹面鏡の作用によって、光は、画像表示パネル30から照射された直後よりも集光されて視認側に出射する。これにより、光は画像表示パネルよりも遠い位置から発するように見える。そのため、この光を見た使用者Uには、画像表示パネル30の奥側（使用者U側とは反対側）から光が照射されているように見える。これにより、画像表示パネル30が表示した映像（画像）は、画像表示パネル30の奥側に虚像として使用者Uに視認される。

[0023] 反射型円偏光子30で反射されハーフミラー40に入射した右円偏光のうち、残りの約半分は、ハーフミラー40によって反射される。その際、右円偏光は左円偏光に変換される。この左円偏光は、反射防止層50および支持体80を通過して反射型円偏光子30に入射する。反射型円偏光子30は、左円偏光を透過するものであるため、入射した左円偏光は反射型円偏光子30を透過してポジティブCプレート60に入射する。

[0024] ポジティブCプレート60は、光線が斜めに入射した場合においても、光線が楕円偏光にならず、高い円偏光度を維持するように補正する。ポジティブCプレート60を通過し左円偏光は、 $\lambda/4$ 位相差層11に入射し、直線偏光に変換される。この直線偏光は吸収型直線偏光子21を透過し、 $\lambda/4$ 位相差層13に入射して例えば、左円偏光に変換される。この左円偏光は、画像表示パネル30の表面等で反射される。反射の際、左円偏光は右円偏光に変換されるため、画像表示パネル30の表面等で反射された右円偏光が $\lambda/4$ 位相差層13に入射すると、直線偏光に変換されて吸収型直線偏光子21に入射するが、吸収型直線偏光子21の透過軸と直交する直線偏光である

ため、吸収型直線偏光子 21 によって吸収される。

[0025] 前述のとおり、従来の仮想現実表示装置として、画像表示パネルと、反射型偏光子と、ハーフミラーとを有する構成が知られているが、画像表示パネルから出射した光線の一部が、偏光の乱れ、および、好ましくない反射等によって、反射型偏光子とハーフミラーとの間で往復せず、漏れ光となり、二重像の発生、および、コントラストの低下等に繋がる課題があった。

これに対して、画像表示パネルと、反射型直線偏光子と、ハーフミラーとをこの順で含む構成とすることで、偏光の乱れ、および、好ましくない反射等を抑制して、漏れ光を低減して、二重像の発生、および、コントラストの低下を抑制することが提案されている。

[0026] しかしながら、画像表示パネルと、反射型直線偏光子と、ハーフミラーとをこの順で含む構成の場合、反射型直線偏光子は、ハーフミラーの側から入射する光線に対して凹面鏡の作用を有する必要があった。さらに、反射型直線偏光子に凹面鏡の機能をもたせるためには、反射型直線偏光子を曲面形状に成形する必要があった。

本発明者の検討によれば、反射型直線偏光子を曲面形状に成形した場合、反射型直線偏光子の光学軸が歪み、入射光を適切に反射、透過させることができなくなり、かえって漏れ光を増加させてしまうことがわかった。

[0027] これに対して、本発明の仮想現実表示装置は、画像表示パネルと、第1の吸収型直線偏光子と、第1の位相差層と、反射型円偏光子と、ハーフミラーと、第2の位相差層と、第2の吸収型直線偏光子とをこの順で含み、反射型円偏光子が、ハーフミラーの側から入射する光線に対し、凹面鏡の作用を有する構成である。本発明の仮想現実表示装置は、反射型円偏光子を曲面形状に成形して凹面鏡として作用させるため、光学軸が歪むといった問題が生じることがないため、入射光を適切に反射、透過させることができ、漏れ光を低減することができる。

[0028] また、図1に示す例では、好ましい態様として、画像表示パネル70と、吸収型直線偏光子21との間に、 $\lambda/4$ 位相差層13を有する。 $\lambda/4$ 位相

差層 13 を有することにより、ハーフミラー 40 で反射され反射型円偏光子 30 を透過して画像表示パネル 70 の表面で反射される光を吸収型直線偏光子 21 で吸収して漏れ光が生じることを抑制できる。

[0029] また、図 1 に示す例では、好ましい態様として、反射型円偏光子 30 を湾曲させて支持する支持体 80 を有しており、支持体 80 の、反射型円偏光子 30 とは反対側の面に反射防止層 50 を有している。これにより、支持体 80 の空気界面で不要な反射が生じることを抑制して漏れ光が生じることを抑制できる。

[0030] なお、本発明の仮想現実表示装置では、支持体 80 を有さない構成であってもよい。

[0031] また、図 1 に示す例では、ハーフミラー 40、 $\lambda/4$ 位相差層 12 および吸収型直線偏光子 22 は、支持体 82 に支持される構成としたがこれに限定はされない。例えば、ハーフミラー 40、 $\lambda/4$ 位相差層 12 および吸収型直線偏光子 22 は直接、積層されていてもよい。

[0032] また、図 1 に示す例では、好ましい態様として、画像表示パネル 70 と、 $\lambda/4$ 位相差層 13 と、吸収型直線偏光子 21 と、 $\lambda/4$ 位相差層 11 と、ポジティブ C プレート 60 と、が接着されている。これにより、層間に空気層が存在せず、空気界面で不要な反射が生じることを抑制して漏れ光が生じることを抑制できる。

[0033] また、図 1 に示す例では、 $\lambda/4$ 位相差層 11 (ポジティブ C プレート 60) と反射型円偏光子 30 とは離間しているが、これに限定はされず、 $\lambda/4$ 位相差層 11 (ポジティブ C プレート 60) と反射型円偏光子 30 とが接していてもよく、反射型円偏光子 30、(ポジティブ C プレート 60)、 $\lambda/4$ 位相差層 11、吸収型直線偏光子 21、および、 $\lambda/4$ 位相差層 13 が接着されていてもよい。これにより、層間に空気層が存在せず、空気界面で不要な反射が生じることを抑制して漏れ光が生じることを抑制できる。反射型円偏光子 30、(ポジティブ C プレート 60)、 $\lambda/4$ 位相差層 11、吸収型直線偏光子 21、および、 $\lambda/4$ 位相差層 13 が接着される構成は、各

層を接着した後、全体を真空成形等で曲面に成形すればよい。あるいは、各層を曲面に成形した後、接着してもよい。

[0034] また、図3に示す例のように、 $\lambda/4$ 位相差層11（ポジティブCプレート60）と反射型円偏光子30とが離間している場合には、 $\lambda/4$ 位相差層11（ポジティブCプレート60）の表面に反射防止層52を有していてもよい。これにより、 $\lambda/4$ 位相差層11（ポジティブCプレート60）の空気界面で不要な反射が生じることを抑制して漏れ光が生じることを抑制できる。

[0035] また、図4に示す例のように、 $\lambda/4$ 位相差層11（ポジティブCプレート60）と反射型円偏光子30とが離間している場合には、反射型円偏光子30の表面に、 $\lambda/4$ 位相差層14、吸収型直線偏光子23、および、 $\lambda/4$ 位相差層15を有していてもよい。これにより、反射型円偏光子30の空気界面で不要な反射が生じることを抑制して漏れ光が生じることを抑制できる。

[0036] また、図1に示す例では、支持体80とハーフミラー40とは離間しているが、これに限定はされず、支持体80とハーフミラー40と接していてもよく、接着されていてもよい。この場合は反射防止層50は不要である。これにより、層間に空気層が存在せず、空気界面で不要な反射が生じることを抑制して漏れ光が生じることを抑制できる。

[0037] また、反射型円偏光子30における凹面鏡の焦点距離は、仮想現実表示装置に求められる性能に応じて適宜設定すればよいが、凹面鏡とハーフミラーとの距離を小さくして、仮想現実表示装置を薄型化する観点から、凹面鏡の焦点距離は50mm以下が好ましく、30mm以下がより好ましく、15mm以下がさらに好ましい。

[0038] なお、凹面鏡の焦点距離は、凹面鏡の反射面に対して平行光を入射したとき、反射面で反射された光線が集光する焦点と、凹面鏡における凹面の底部との距離である。また、凹面鏡が後述する液晶回折素子で形成されている場合は、焦点距離は、反射光が集光する焦点と、液晶回折素子の反射面との距

離である。

凹面鏡が、前述のような凸面を有する支持体に反射型円偏光子 30 が形成されて生じるものである場合、反射面での反射光はレンズによって屈折作用を受けるが、反射光はいずれかの位置に集光するため、その位置を焦点と見なすことができる。なお、反射光は必ずしも全ての光線が 1 点に集光するとは限らないが、反射光がおおよそ集光する位置を焦点と見なすことができる。また、焦点は光の波長によって異なる値であり得るため、可視光のうち、任意の波長で焦点を調べることができる。

[0039] また、図 1 に示す例では、ハーフミラー 40 は平坦な形状としたが、これに限定はされず、ハーフミラー 40 が曲面状であってもよい。その場合、ハーフミラー 40 は反射型円偏光子 30 側から入射する光に対して凸面鏡として作用するものであるのが好ましい。

[0040] <画像表示パネル>

本発明に用いる画像表示パネルとしては、公知の画像表示パネルを用いることができる。たとえば、有機エレクトロルミネッセンス表示パネル、LED (Light Emitting Diode) 表示パネル、マイクロLED表示パネル等の自発光型の微細な発光体を透明基板上に配列した表示パネルが例示される。あるいは、液晶表示パネルが例示される。以下の説明では、有機エレクトロルミネッセンス表示装置をOLEDともいう。OLEDとは『Organic Light Emitting Diode』の略である。

[0041] <位相差層>

本発明に用いる位相差層は、円偏光を入射したとき、出射光をおおよそ直線偏光に変換する機能を有する。例えば、可視域の波長のいずれかにおいて R_e がおおよそ $1/4$ 波長となる $\lambda/4$ 位相差層を用いることができ、このとき、波長 550 nm において面内レターション $R_e(550)$ が $120\text{ nm} \sim 150\text{ nm}$ であることが好ましく、 $125\text{ nm} \sim 145\text{ nm}$ であることがより好ましく、 $135\text{ nm} \sim 140\text{ nm}$ であることがさらに好ましい。

また、 R_e がおおよそ $3/4$ 波長や、おおよそ $5/4$ 波長となる位相差層も、

直線偏光を円偏光に変換することができるため、好ましい。

[0042] また、本発明に用いる位相差層は、波長に対して逆分散性を有していることが好ましい。逆分散性を有していると、可視域の広い波長範囲に亘って円偏光を直線偏光に変換することが可能になるため、好ましい。ここで、波長に対して逆分散性を有するとは、波長が大きくなるに伴い、該波長における位相差の値が大きくなることをいう。

逆分散性を有する位相差層は、例えば、特開2017-049574号公報等を参照して、逆分散性を有する変性ポリカーボネート樹脂フィルム等のポリマーフィルムを一軸延伸することによって作製することができる。

また、逆分散性を有する位相差層は、実質的に逆分散性を有していればよく、例えば、特許第06259925号公報に開示されているように、 R_e がおよそ $1/4$ 波長となる位相差層と、 R_e がおよそ $1/2$ 波長となる位相差層を、互いの遅相軸がおよそ 60° の角をなすように積層することによっても作製することができる。このとき、 $1/4$ 波長位相差層と $1/2$ 波長位相差層がそれぞれ順分散性（波長が大きくなるに伴い、該波長における位相差の値が小さくなる）であっても、可視域の広い波長範囲に亘って円偏光を直線偏光に変換でき、実質的に逆分散性を有するとみなせることが知られている。

[0043] また、本発明に用いる位相差層は、一様配向した液晶化合物を固定化してなる層を有することも好ましい。例えば、棒状液晶化合物を面内方向に対し水平に一様配向させた層、および、円盤状液晶化合物を面内方向に対し垂直に一様配向させた層等を用いることができる。さらに、例えば、特開2020-084070号公報等を参照して、逆分散性を有する棒状液晶化合物を一様配向させ、固定化することによって、逆分散性を有する位相差層を作製することもできる。

[0044] また、本発明に用いる位相差層は、厚み方向を螺旋軸として捩れ配向した液晶化合物を固定化してなる層を有することも好ましい。例えば、特許第05753922号公報、および、特許第05960743号公報等を開示さ

れているように、厚み方向を螺旋軸として捩れ配向した棒状液晶化合物あるいは円盤状液晶化合物を固定化してなる層を有する位相差層を用いることもでき、この場合、位相差層は実質的に逆分散性を有するとみなすことができるため、好ましい。

[0045] 位相差層の厚さは、特に限定されないが、薄型化する観点から、0.1～8 μm であることが好ましく、0.3～5 μm であることがより好ましい。

[0046] 本発明の位相差層は、支持体、配向層、および位相差層等を含んでいてもよいが、支持体および配向層は、位相差層を他の部材に貼合した後に剥離され、取り除かれる仮支持体であってもよい。仮支持体を用いる場合は、位相差層を別の部材に転写した後、仮支持体を剥離して取り除くことによって、積層体を薄型化することができ、さらに、仮支持体が有する位相差が、透過光および反射光の偏光度に与える悪影響を除くことができるため、好ましい。

支持体の種類は特に制限されないが、透明であることが好ましく、例えば、セルロースアシレート、ポリカーボネート、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリアクリレートおよびポリメタクリレート、環状ポリオレフィン、ポリオレフィン、ポリアミド、ポリスチレン、ポリエステル等のフィルムを用いることができる。なかでも、セルロースアシレートフィルム、環状ポリオレフィン、ポリアクリレート、ポリメタクリレートが好ましい。また市販品のセルロースアセテートフィルム（例えば、富士フィルム株式会社製の「TD80U」および「Z-TAC」等）を利用することもできる。

支持体が仮支持体である場合は、剥離時の破断を防止する観点から、引き裂き強度の高い支持体が好ましい。例えば、ポリカーボネート、および、ポリエステル系のフィルムが好ましい。

また、支持体は、透過光および反射光の偏光度に与える悪影響を抑制する観点から、位相差が小さいことが好ましい。具体的には、 R_e の大きさが10 nm以下であることが好ましく、 R_{th} の大きさの絶対値が50 nm以下であることが好ましい。また、支持体が上述の仮支持体として使用されるも

のであっても、位相差層およびその他の積層体の品質検査を行う上で、仮支持体の位相差は小さいことが好ましい。

[0047] <吸収型直線偏光子>

本発明に用いる吸収型直線偏光子は、吸収型の偏光子であり、入射光のうち吸収軸方向の直線偏光を吸収し、透過軸方向の直線偏光を透過する。吸収型直線偏光子としては一般的な偏光子を用いることができ、例えば、ポリビニルアルコール、および、その他の高分子樹脂に二色性物質を染着し、延伸することで配向させた偏光子でも良いし、液晶化合物の配向を利用して二色性物質を配向させた偏光子でも良い。入手性の観点、および、偏光度を高める観点では、ポリビニルアルコールをヨウ素で染色し、延伸した偏光子が好ましい。

吸収型直線偏光子の厚みは、 $10\ \mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $7\ \mu\text{m}$ 以下がより好ましく、 $5\ \mu\text{m}$ 以下がさらに好ましい。吸収型直線偏光子が薄いと、積層光学フィルムを延伸したり、成形したりした場合に、フィルムのクラックおよび破断等を防止することができる。

また、吸収型直線偏光子の単板透過率は、 40% 以上が好ましく、 42% 以上がより好ましい。また、偏光度は、 90% 以上が好ましく、 95% 以上がより好ましく、 99% 以上がさらに好ましい。尚、本明細書において、吸収型直線偏光子の単板透過率および偏光度は、自動偏光フィルム測定装置：VAP-7070（日本分光社製）を用いて測定する。

また、吸収型直線偏光子の透過軸の方向は、位相差層によって直線偏光に変換された光の偏光軸の方向に一致していることが好ましい。例えば、吸収型位相差層が $\lambda/4$ 位相差である場合、吸収型直線偏光子の透過軸と $\lambda/4$ 位相差層の遅相軸とのなす角は、およそ 45° であることが好ましい。

[0048] 本発明に用いる吸収型直線偏光子は、液晶化合物と二色性物質とを含有する光学吸収異方性層であることも好ましい。液晶化合物と二色性物質を含有してなる吸収型直線偏光子は、厚みを薄くすることができ、かつ、延伸および成形等を行ってもクラックや破断を生じにくいいため、好ましい。光吸収異

方性層の厚さは、特に限定されないが、薄型化する観点から、 $0.1 \sim 8 \mu\text{m}$ であることが好ましく、 $0.3 \sim 5 \mu\text{m}$ であることがより好ましい。

液晶化合物と二色性物質を含有してなる吸収型直線偏光子は、例えば、特開2020-023153号公報等を参照して作製することができる。吸収型直線偏光子の偏光度を向上する観点からは、光学吸収異方性層は、二色性物質の配向度が 0.95 以上であることが好ましく、 0.97 以上であることがより好ましい。

[0049] 本発明の吸収型直線偏光子が、液晶化合物と二色性物質とを含有する光学吸収異方性層からなる場合、吸収型直線偏光子は、支持体、配向層、および光学吸収異方性層等を含んでいてもよいが、支持体および配向層は、吸収型直線偏光子を他の部材に貼合した後に剥離され、取り除かれる仮支持体であってもよい。仮支持体を用いる場合は、光学吸収異方性層を別の部材に転写した後、仮支持体を剥離して取り除くことによって、積層体を薄型化することができ、さらに、仮支持体が有する位相差が、透過光および反射光の偏光度に与える悪影響を除くことができるため、好ましい。

支持体の種類は特に制限されないが、透明であることが好ましく、例えば、セルロースアシレート、ポリカーボネート、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリアクリレートおよびポリメタクリレート、環状ポリオレフィン、ポリオレフィン、ポリアミド、ポリスチレン、ポリエステル等のフィルムを用いることができる。なかでも、セルロースアシレートフィルム、環状ポリオレフィン、ポリアクリレート、ポリメタクリレートが好ましい。また市販品のセルロースアセテートフィルム（例えば、富士フィルム株式会社製の「TD80U」および「Z-TAC」等）を利用することもできる。

支持体が仮支持体である場合は、剥離時の破断を防止する観点から、引き裂き強度の高い支持体が好ましい。例えば、ポリカーボネート、および、ポリエステル系のフィルムが好ましい。

また、支持体は、透過光および反射光の偏光度に与える悪影響を抑制する観点から、位相差が小さいことが好ましい。具体的には、 R_e の大きさが1

0 nm以下であることが好ましく、R t hの大きさの絶対値が5 0 nm以下であることが好ましい。また、支持体が上述の仮支持体として使用されるものであっても、光学吸収異方性層、および、その他の積層体の品質検査を行う上で、仮支持体の位相差は小さいことが好ましい。

[0050] <ハーフミラー>

本発明に用いるハーフミラーは、入射する光の約半分を透過し、残りの約半分を反射する従来公知のハーフミラーである。ハーフミラーの透過率は、 $50 \pm 30\%$ が好ましく、 $50 \pm 10\%$ がより好ましく、 50% が最も好ましい。ハーフミラーは例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、シクロオレフィンポリマー（COP）、ポリメタクリル酸メチル（PMMA）等の透明性を有する樹脂、あるいは、ガラス等からなる基材上に、銀、アルミニウム等の金属等からなる反射層を有する構成である。銀、アルミニウム等の金属からなる反射層は蒸着等によって基材の表面に形成される。反射層の厚さは1～20 nmが好ましく、2～10 nmがより好ましく、3～6 nmがさらに好ましい。また、基材は、位相差を有さないことが好ましい。その観点で、ハーフミラーの基材は、シクロオレフィンポリマー（COP）、ポリメタクリル酸メチル（PMMA）、またはガラスが好ましい。

[0051] <反射型円偏光子>

反射型円偏光子とは、右円偏光または左円偏光を透過して、透過する円偏光とは旋回方向が逆の円偏光を反射する偏光子である。

反射型円偏光子としては、一例として、コレステリック液晶層を有する反射型円偏光子が例示される。コレステリック液晶層とは、コレステリック配向された液晶相（コレステリック液晶相）を固定してなる液晶相である。

[0052] 周知のように、コレステリック液晶層は、液晶化合物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周期（螺旋周期）として、螺旋状に旋回する液晶化合物が、複数周期、積層された構成を有する。

コレステリック液晶層は、螺旋周期の長さ、および、液晶化合物による螺

旋の旋回方向（センス）に応じて、特定の波長域の右円偏光または左円偏光を反射して、それ以外の光を透過する。

従って、仮想現実表示装置がカラー画像を表示する場合には、反射型円偏光子は、例えば、赤色光に選択的な反射の中心波長を有するコレステリック液晶層、緑色光に選択的な反射の中心波長を有するコレステリック液晶層、および、青色光に選択的な反射の中心波長を有するコレステリック液晶層など、複数層のコレステリック液晶層を有するものであってもよい。

[0053] また、反射型円偏光子がコレステリック液晶層を有する場合は、支持体と、コレステリック液晶層中の液晶化合物を配向させるための配向膜を有していてもよい。

[0054] 反射型円偏光子の厚さは、反射型円偏光子の種類等に応じて、反射すべき偏光を十分に反射することができ、かつ、透過すべき偏光を十分に透過することができる厚さに適宜調整すればよい。

[0055] 本発明において、反射型円偏光子は、ハーフミラーの側から入射する光線に対して凹面鏡の作用を有する。反射型円偏光子に凹面鏡の作用をもたせるためには、反射型円偏光子自体を凹状の形状にすればよい。あるいは、反射型円偏光子は、液晶化合物に由来する光学軸の向きが、いずれかの表面において面内の一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放射状に有するコレステリック液晶層を含む液晶回折素子であってもよい。この場合、反射型円偏光子は、平板上でありながら、凹面鏡として作用させることができる。従って、反射型円偏光子として、液晶配向パターンを放射状に有するコレステリック液晶層を含む液晶回折素子を用いることで仮想現実表示装置をより薄型化することができる。液晶配向パターンを放射状に有するコレステリック液晶層については、国際公開第2019/131950号等に記載されている構成が利用可能である。

[0056] （コレステリック液晶層の形成方法）

コレステリック液晶層は、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、コレステリック液晶相となっている液晶化合物の配向が保持され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コレステリック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、コレステリック液晶相を固定した構造においては、コレステリック液晶相の光学的性質が保持されていれば十分であり、コレステリック液晶層において、液晶化合物は液晶性を示さなくてもよい。例えば、重合性液晶化合物は、硬化反応により高分子量化して、液晶性を失っていてもよい。

[0057] 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、コレステリック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。

[0058] ー重合性液晶化合物ー

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。

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

[0059] 重合性液晶化合物は、重合性基を液晶化合物に導入することで得られる。

重合性基の例には、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6-016616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。

[0060] 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。

[0061] 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。

[0062] 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。

[0063] ——界面活性剤——

コレステリック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。

[0064] 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。

[0065] 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。

[0066] ——キラル剤（光学活性化合物）——

キララル剤（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周期が異なるため、目的に応じて選択すればよい。

キララル剤としては、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。キララル剤は、重合性基を有していてもよい。キラ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、キララル剤は、液晶化合物であってもよい。

[0067] 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、シン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。

[0068] 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。

[0069] 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。

[0070] 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る、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、コレステリック液晶相の安定性がより向上する。

[0071] ーその他の添加剤ー

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。

[0072] 液晶組成物は、コレステリック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。

[0073] コレステリック液晶層を形成する際には、コレステリック液晶層の形成面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層とするのが好ましい。

すなわち、配向膜上にコレステリック液晶層を形成する場合には、配向膜に液晶組成物を塗布して、液晶化合物を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コレステリック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。

[0074] 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、コレステリック液晶層を形成する。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℃以下が好ましく、130℃以下がより好ましい。

[0075] 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 mJ/cm²～50 J/cm²が好ましく、50～1500 mJ/cm²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250～430 nmが好ましい。

[0076] また、コレステリック液晶層の形成方法としては、円盤状液晶化合物を含む組成物を用いて、上記円盤状液晶化合物の分子軸が表面に対して傾斜して

いる傾斜液晶層を形成し、傾斜液晶層上に、液晶化合物を含む組成物を用いて、コレステリック液晶層を形成する方法も好適に用いられる。

このような傾斜液晶層を用いたコレステリック液晶層の形成方法は、国際公開2019/181247の段落[0049]～[0194]に記載されている。

[0077] コレステリック液晶層の厚さには、制限はなく、コレステリック液晶層に要求される光の反射率、および、コレステリック液晶層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。

[0078] <反射防止層>

反射防止層としては、誘電体膜、高屈折率材料および低屈折率材料を交互に積層した干渉反射膜、表面に形状を形成したモスアイ構造等の公知の反射防止膜が適宜利用可能である。

[0079] <ポジティブCプレート>

ポジティブCプレートは以下のように定義する。ポジティブCプレート（正のCプレート）は、フィルム面内の一方向の屈折率を n_x 、 n_x の方向と直交する方向に屈折率を n_y 、厚さ方向の屈折率を n_z としたとき、式（C1）の関係を満たすものである。なお、ポジティブCプレートは R_{th} が負の値を示す。

$$\text{式 (C1)} \quad n_x \doteq n_y < n_z$$

なお、上記「 \doteq 」とは、両者が完全に同一である場合だけでなく、両者が実質的に同一である場合も包含する。「実質的に同一」とは、例えば、 $(n_x - n_y) \times d$ （ただし、 d はフィルムの厚みである）が、 $-10 \text{ nm} \sim 10 \text{ nm}$ 、好ましくは $-5 \text{ nm} \sim 5 \text{ nm}$ の場合も「 $n_x \doteq n_y$ 」に含まれる。

[0080] ポジティブCプレートは、棒状の重合性液晶化合物を用いてこれを垂直配向（ホメオトロピック配向）させることにより得ることができる。ポジティブCプレートの製造方法の詳細は、例えば、特開2017-187732号公報、特開2016-53709号公報、および、特開2015-200861号公報の記載を参酌できる。

実施例

[0081] 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。なお、以下に示す材料、使用量、割合、処理内容、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。また、本発明の趣旨を逸脱しない限り、以下に示す構成以外の構成とすることもできる。

[0082] [反射層用塗布液 R-1~2、D-1~2の作製]

[0083] 下記に示す組成物を、70℃に保温された容器中にて、攪拌、溶解させ、反射層用塗布液 R-1、および R-2 をそれぞれ調製した。ここで R は棒状液晶を用いた塗布液を表す。

[0084] -----

反射層用塗布液 R-1

・メチルエチルケトン	120.9質量部
・シクロヘキサノン	21.3質量部
・下記の棒状液晶の混合物	100.0質量部
・光重合開始剤 B	1.00質量部
・下記のカイラル剤 A	3.00質量部
・下記の界面活性剤 F1	0.027質量部
・下記の界面活性剤 F2	0.067質量部

[0085] (反射層用塗布液 R-2)

カイラル剤 A の添加量を下記表のように変更した以外は、反射層用塗布液 R-1 と同様に調製した。

[0086] 表 1. 棒状液晶を含有する塗布液のカイラル剤量

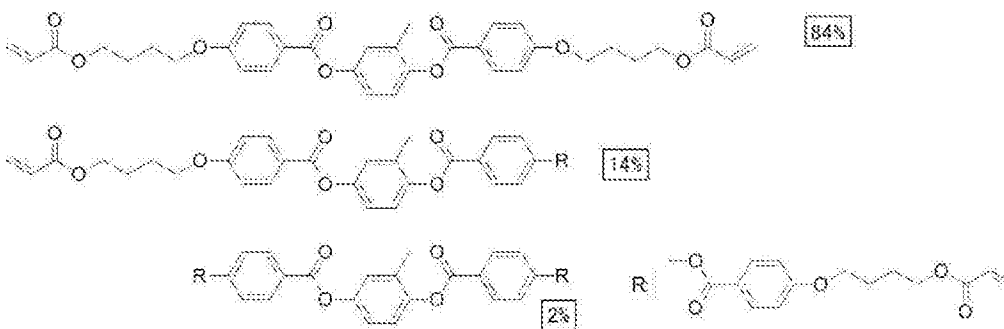
[0087]

[表1]

塗布液名	カイラル剂量 (質量部)
液R-1	3.00
液R-2	3.62

[0088] 棒状液晶の混合物

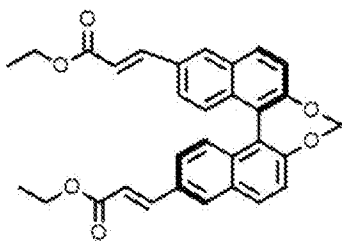
[0089] [化1]



上記混合物において、数値は質量%である。また、Rは酸素原子で結合する基である。さらに、上記の棒状液晶の波長300~400nmにおける平均モル吸光係数は、140/mol・cmであった。

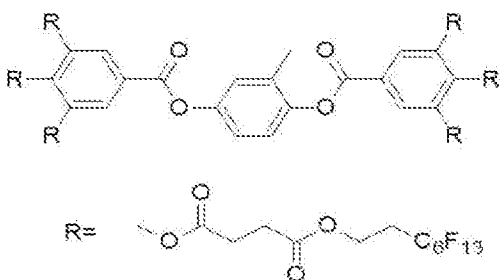
[0090] カイラル剤A

[0091] [化2]



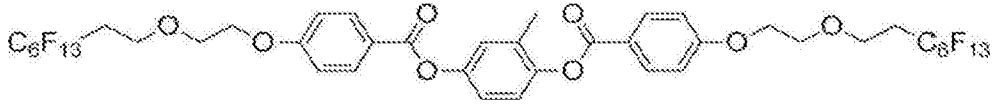
[0092] 界面活性剤F1

[0093] [化3]



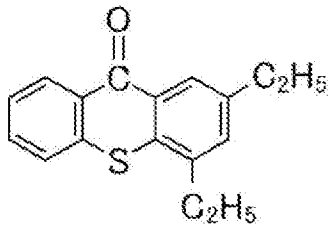
[0094] 界面活性剤 F 2

[0095] [化4]



[0096] 光重合開始剤 B

[0097] [化5]



[0098] カイラル剤 A は、光によって螺旋誘起力 (HTP : Helical Twisting Power) が減少するカイラル剤である。

[0099] (反射層用塗布液 D - 1)

下記に示す組成物を、50℃に保温された容器中にて、攪拌、溶解させ、反射層用塗布液 D - 1、および D - 2 をそれぞれ調製した。ここで D は円盤状液晶を用いた塗布液を表す。

[0100] -----

反射層用塗布液 D - 1

・ 下記の円盤状液晶 (A)	80 質量部
・ 下記の円盤状液晶 (B)	20 質量部
・ 重合性モノマー E 1	10 質量部
・ 界面活性剤 F 4	0.3 質量部
・ 光重合開始剤 (BASF 社製、イルガキュア-907)	3 質量部
・ カイラル剤 A	4.00 質量部
・ メチルエチルケトン	290 質量部
・ シクロヘキサノン	50 質量部

[0101] (反射層用塗布液D-2)

カイラル剤Aの添加量を下記表2のように変更した以外は、反射層用塗布液D-1と同様に調製した。

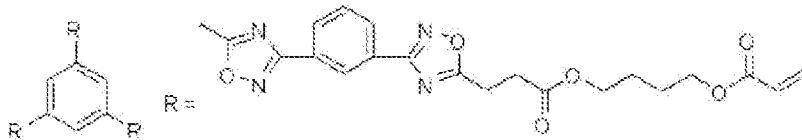
[0102] 表2. 円盤状液晶を含有する塗布液のカイラル剤量

[0103] [表2]

塗布液名	カイラル剤量 (質量部)
液D-1	4.00
液D-2	5.30

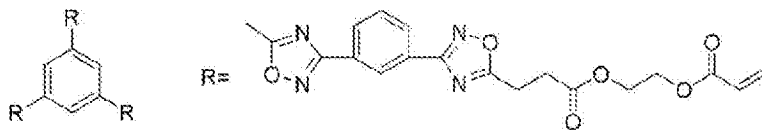
[0104] 円盤状液晶 (A)

[0105] [化6]



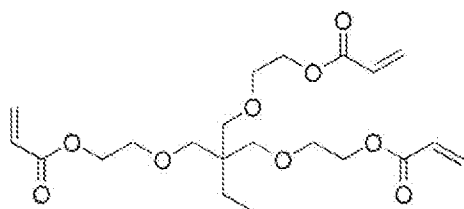
[0106] 円盤状液晶 (B)

[0107] [化7]



[0108] 重合性モノマーE1

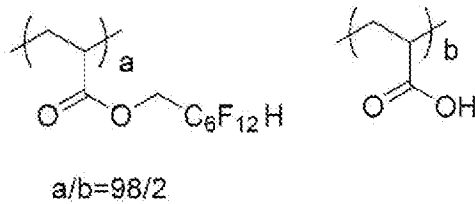
[0109] [化8]



[0110] 界面活性剤F4

[0111]

[化9]



[0112] [反射型円偏光子1の作製]

仮支持体として、厚さ50 μ mのPET（ポリエチレンテレフタレート）フィルム（東洋紡（株）製、A4100）を用意した。このPETフィルムは、一方の面に易接着層を有する。

[0113] 先に示したPETフィルムの易接着層が無い面をラビング処理し、上記で調製した反射層用塗布液R-1をワイヤーバーコーターで塗布した後、110 $^{\circ}$ Cで120秒乾燥した。その後、低酸素雰囲気下（100ppm以下）にて、100 $^{\circ}$ Cで、照度80mW/cm²、照射量500mJ/cm²のメタルハライドランプの光を照射して硬化することで、コレステリック液晶層からなる赤色光反射層を形成した。光の照射は、いずれも、コレステリック液晶層側から行った。この時、硬化後の赤色光反射層の膜厚が4.5 μ mとなるように塗布厚みを調整した。

[0114] 次に、赤色光反射層面を、放電量150W \cdot min/m²でコロナ処理を行った後、コロナ処理を行った面上に反射層用塗布液D-1をワイヤーバーコーターで塗布した。続いて、塗布膜を70 $^{\circ}$ C、2分間乾燥し、溶媒を気化させた後に115 $^{\circ}$ Cで3分間加熱熟成を行って、均一な配向状態を得た。その後、この塗布膜を45 $^{\circ}$ Cに保持し、これに窒素雰囲気下でメタルハライドランプを用いて紫外線照射（300mJ/cm²）して硬化することで、赤色光反射層上に黄色光反射層を形成した。光の照射は、いずれも、コレステリック液晶層側から行った。この時、硬化後の黄色光反射層の膜厚が3.3 μ mとなるように塗布厚みを調整した。

[0115] 次に、黄色光反射層上に、反射層用塗布液R-2をワイヤーバーコーターで塗布した後、110 $^{\circ}$ Cで120秒乾燥した。その後、低酸素雰囲気下（1

00 ppm以下)にて、100℃で、照度80mW、照射量500mJ/cm²のメタルハライドランプの光を照射して硬化することで、黄色光反射層上に緑色光反射層を形成した。光の照射は、いずれも、コレステリック液晶層側から行った。この時、硬化後の緑色光反射層の膜厚が2.7μmとなるように塗布厚みを調整した。

[0116] 次に、緑色光反射層面を、放電量150W・min/m²でコロナ処理を行った後、コロナ処理を行った面上に反射層用塗布液D-2をワイヤーバーコーターで塗布した。続いて、塗布膜を70℃、2分間乾燥し、溶媒を気化させた後に115℃で3分間加熱熟成を行って、均一な配向状態を得た。その後、この塗布膜を45℃に保持し、これに窒素雰囲気下でメタルハライドランプを用いて紫外線照射(300mJ/cm²)して硬化することで、緑色光反射層上に青色光反射層を形成した。光の照射は、いずれも、コレステリック液晶層側から行った。この時、硬化後の青色光反射層の膜厚が2.5μmとなるように塗布厚みを調整した。

[0117] [ポジティブCプレート1の作製]

特開2016-053709号公報の段落0132~0134に記載の方法を参照し、膜厚を調整して、ポジティブCプレート1を作製した。ポジティブCプレート1は、Re=0.2nm、Rth=-70nmであった。

[0118] [位相差層1の作製]

特開2020-084070号公報の段落0151~0163に記載の方法を参照して、逆分散性の位相差層1を作製した。位相差層1は、Re=146nm、Rth=73nmであった。

[0119] [吸収型直線偏光子の作製]

[0120] [セルロースアシレートフィルム1の作製]

(コア層セルロースアシレートドープの作製)

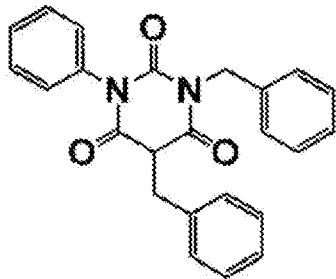
下記の組成物をミキシングタンクに投入し、攪拌して、各成分を溶解し、コア層セルロースアシレートドープとして用いるセルロースアセテート溶液を調製した。

 コア層セルロースアシレートドープ

・アセチル置換度 2.88 のセルロースアセテート	100 質量部
・特開 2015-227955 号公報の実施例に記載されたポリエステル化合物 B	12 質量部
・下記化合物 F	2 質量部
・メチレンクロライド (第 1 溶媒)	430 質量部
・メタノール (第 2 溶剤)	64 質量部

[0121] 化合物 F

[0122] [化10]



[0123] (外層セルロースアシレートドープの作製)

上記のコア層セルロースアシレートドープ 90 質量部に下記のマット剤溶液を 10 質量部加え、外層セルロースアシレートドープとして用いるセルロースアセテート溶液を調製した。

[0124] -----

マット剤溶液

・平均粒子サイズ 20 nm のシリカ粒子 (AEROSIL R972、日本アエロジル (株) 製)	2 質量部
・メチレンクロライド (第 1 溶媒)	76 質量部
・メタノール (第 2 溶剤)	11 質量部

・ 上記のコア層セルロースアシレートドープ 1 質量部

[0125] (セルロースアシレートフィルム 1 の作製)

上記コア層セルロースアシレートドープと上記外層セルロースアシレートドープを平均孔径 34 μm のろ紙および平均孔径 10 μm の焼結金属フィルターでろ過した後、上記コア層セルロースアシレートドープとその両側に外層セルロースアシレートドープとを 3 層同時に流延口から 20℃ のドラム上に流延した (バンド流延機)。

次いで、溶剤含有率略 20 質量% の状態で剥ぎ取り、フィルムの幅方向の両端をテンタークリップで固定し、横方向に延伸倍率 1.1 倍で延伸しつつ乾燥した。

その後、熱処理装置のロール間を搬送することにより、更に乾燥し、厚み 40 μm の光学フィルムを作製し、これをセルロースアシレートフィルム 1 とした。得られたセルロースアシレートフィルム 1 の面内レターデーションは 0 nm であった。

[0126] <光配向層 PA 1 の形成>

[0127] 後述する配向層形成用塗布液 S-PA-1 を、ワイヤーバーで連続的に上記セルロースアシレートフィルム 1 上に塗布した。塗膜が形成された支持体を 140℃ の温風で 120 秒間乾燥し、続いて、塗膜に対して偏光紫外線照射 (10 mJ / cm²、超高压水銀ランプ使用) することで、光配向層 PA 1 を形成した。膜厚は 0.3 μm であった。

[0128] -----
(配向層形成用塗布液 S-PA-1)

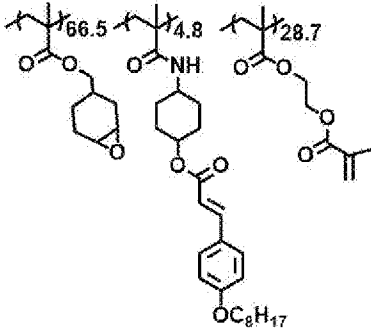
下記重合体 M-PA-1	100.00 質量部
下記酸発生剤 PAG-1	5.00 質量部
下記酸発生剤 CPI-110TF	0.005 質量部
キシレン	1220.00 質量部

メチルイソブチルケトン

122.00質量部

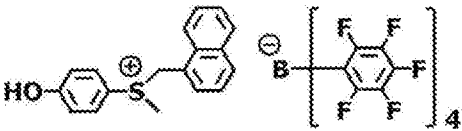
[0129] 重合体M-P A - 1

[0130] [化11]



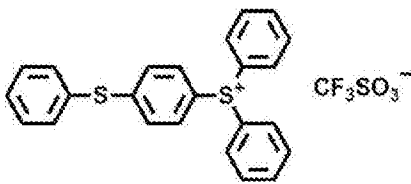
[0131] 酸発生剤P A G - 1

[0132] [化12]



[0133] 酸発生剤C P I - 1 1 0 F

[0134] [化13]



[0135] <光吸収異方性層P 1の形成>

得られた配向層P A 1上に、下記の光吸収異方性層形成用塗布液S - P - 1をワイヤーバーで連続的に塗布した。次いで、塗布層P 1を140℃で30秒間加熱し、塗布層P 1を室温(23℃)になるまで冷却した。次いで、90℃で60秒間加熱し、再び室温になるまで冷却した。その後、LED灯(中心波長365nm)を用いて照度200mW/cm²の照射条件で2秒間照射することにより、配向層P A 1上に光吸収異方性層P 1を形成した。膜厚は1.6μmであった。

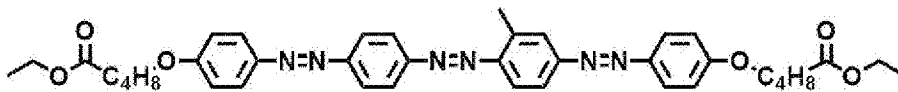
[0136] -----

光吸収異方性層形成用塗布液 S-P-1 の組成

・ 下記二色性物質 D-1	0.25 質量部
・ 下記二色性物質 D-2	0.36 質量部
・ 下記二色性物質 D-3	0.59 質量部
・ 下記高分子液晶性化合物 M-P-1	2.21 質量部
・ 下記低分子液晶性化合物 M-1	1.36 質量部
・ 重合開始剤	
IRGACURE OXE-02 (BASF社製)	0.200 質量部
・ 下記界面活性剤 F3	0.026 質量部
・ シクロペンタノン	46.00 質量部
・ テトラヒドロフラン	46.00 質量部
・ ベンジルアルコール	3.00 質量部

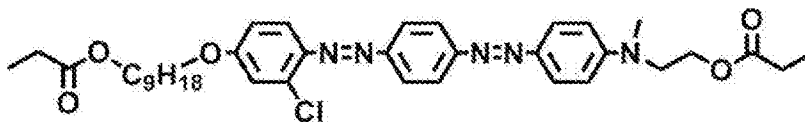
[0137] 二色性物質 D-1

[0138] [化14]



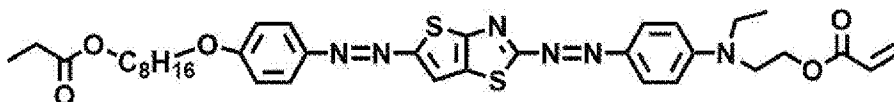
[0139] 二色性物質 D-2

[0140] [化15]



[0141] 二色性物質 D-3

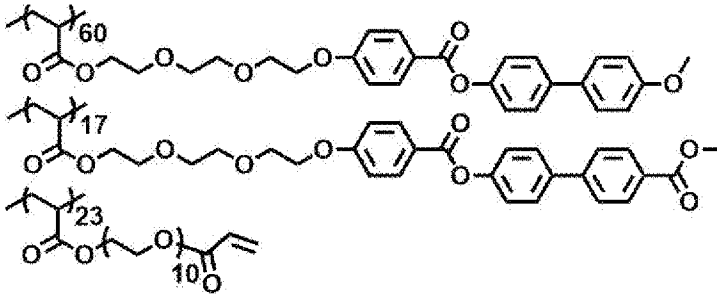
[0142] [化16]



[0143] 高分子液晶性化合物 M-P-1

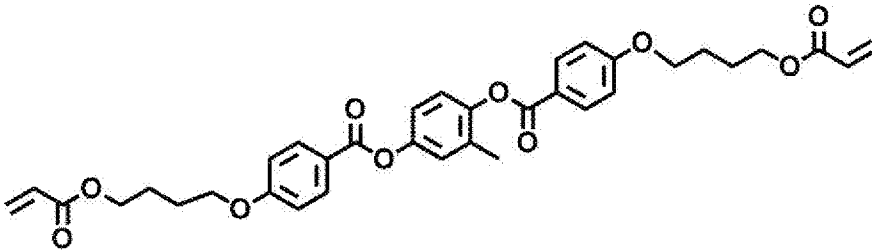
[0144]

[化17]



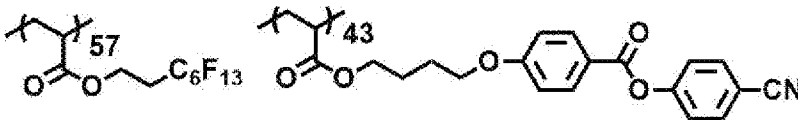
[0145] 低分子液晶性化合物M-1

[0146] [化18]



[0147] 界面活性剤F3

[0148] [化19]



[0149] [実施例1]

Facebook社製の仮想現実表示装置「Oculus Quest」を分解し、画像表示パネルを取り出した。この画像表示パネルは、有機EL表示パネルであり、表面に貼合されていた $\lambda/4$ 位相差層および吸収型直線偏光子を剥離した。

次に、上述の画像表示パネルの表面に、作製した位相差層1、吸収型直線偏光子、位相差層1、およびポジティブCプレート1を、リンテック社製粘着シート「NCF-D692(5)」を用いて、この順に貼合した。尚、位相差1、吸収型直線偏光子、およびポジティブCプレート1を貼合する際、それぞれの仮支持体は剥離して排除した。このようにして得た画像表示パネル1は、右円偏光を出射するものであった。

次に、直径50mm、曲面部の曲率半径50mmである、ガラス製の平凸レンズを準備し、平凸レンズの曲面部に、作製した反射型円偏光子1を成形した。反射型円偏光子1の曲面への成形は、反射型円偏光子1の貼合面に、リンテック社製粘着シート「NCF-D692(5)」を貼り付け、粘着シートのセパレータフィルムを剥離した状態で特開2012-116094号公報に記載の方法にて真空成形を行った。成形温度は110℃とした。このようにして、平凸レンズ1を作製した。なお、反射型円偏光子1の凹面鏡としての焦点距離は、波長588nmにおいて19mmであった。

次に、PMMA製のハーフミラーを準備し、ハーフミラーの反射面とは反対の面に、位相差層1、および吸収型直線偏光子を、リンテック社製粘着シート「NCF-D692(5)」を用いて貼合した。このようにして、ハーフミラー1を作製した。

作製した画像表示パネル1に、平凸レンズ1、およびハーフミラー1をこの順に重ね、実施例1の仮想現実表示装置を作製した。なお、作製した仮想現実表示装置は、画像表示パネル1からハーフミラー1までの距離が、約10mmであった。

[0150] [実施例2]

ポジティブCプレート1の表面、および平凸レンズ1の平面部に、デクセリアルズ社製反射防止フィルム「AR100」を、リンテック社製粘着シート「NCF-D692(5)」を用いて貼合し、それぞれ、画像表示パネル2、平凸レンズ2とした以外は、実施例1と同様にして、実施例2の仮想現実表示装置を作製した。

[0151] [実施例3]

実施例1で用いたものと同様の平凸レンズの曲面部に、反射型円偏光子、位相差層1、吸収型偏光子、および位相差層1をこの順で成形し、さらに、平面部に、デクセリアルズ社製反射防止フィルム「AR100」を貼合し、平凸レンズ3を作製した。反射型円偏光子、位相差層1、および吸収型偏光子の成形は、実施例1と同様の真空成形法を用いた。

平凸レンズ1を平凸レンズ3に替えた以外は、実施例1と同様にして、実施例3の仮想現実表示装置を作製した。

[0152] [比較例1]

実施例1で用いたものと同様の平凸レンズの曲面部に、位相差層1、3M社製反射型直線偏光子「APF」、および位相差層1を、この順で成形した。位相差層1およびAPFの成形は、反射型円偏光子の成形と同様の真空成形法を用いたが、APFの成形時は、成形温度を150℃まで高める必要があった。また、平凸レンズの平面部に、デクセリアルズ社製反射防止フィルム「AR100」を、リンテック社製粘着シート「NCF-D692(5)」を用いて貼合した。このようにして、円偏光を反射する平凸レンズ4を作製した。

平凸レンズ2を平凸レンズ4に替えた以外は、実施例2と同様にして、比較例1の仮想現実表示装置を作製した(図5参照)。

[0153] [実施例4]

平凸レンズの曲率半径を80mmのものに変更した以外は、実施例1と同様にして、平凸レンズ5を作製した。平凸レンズ1を平凸レンズ5に替えた以外は、実施例1と同様にして実施例4の仮想現実表示装置を作製した。なお、反射型円偏光子1の凹面鏡としての焦点距離は、波長588nmにおいて39mmであった。また、作製した仮想現実表示装置は、画像表示パネル1からーフミラー1までの距離が、約18mmであった。

[0154] [比較例2]

平凸レンズの曲率半径を80mmのものに変更した以外は、比較例1と同様にして、平凸レンズ6を作製した。平凸レンズ4を平凸レンズ6に替えた以外は、比較例1と同様にして比較例4の仮想現実表示装置を作製した。なお、反射型円偏光子1の凹面鏡としての焦点距離は、波長588nmにおいて39mmであった。また、作製した仮想現実表示装置は、画像表示パネル2からーフミラー1までの距離が、約18mmであった。

[0155] <漏れ光の評価>

作製した仮想現実表示装置において、画像表示パネルに白黒のチェッカーパターンを表示させ、目視にて、漏れ光の程度を下記四段階で評価した。尚、漏れ光があると、二重像が視認され、該当部分のコントラストが低下する。

- A ; 二重像が全く見えない
- B ; 二重像が僅かに見えるが気にならない
- C ; 二重像がはっきり見える
- D ; 二重像が強く見える

結果を、表3に示す。

[0156] 表. 3 実施例、比較例の仮想現実表示装置における漏れ光の評価結果

[0157] [表3]

	画像表示パネル	凹面鏡	ハーフミラー	パネルからハーフミラーまでの距離	漏れ光
実施例1	画像表示パネル1	平凸レンズ1	ハーフミラー1	10mm	B
実施例2	画像表示パネル2	平凸レンズ2	ハーフミラー1	10mm	A
実施例3	画像表示パネル1	平凸レンズ3	ハーフミラー1	10mm	A
比較例1	画像表示パネル2	平凸レンズ4	ハーフミラー1	10mm	D
実施例4	画像表示パネル1	平凸レンズ5	ハーフミラー1	18mm	A
比較例2	画像表示パネル2	平凸レンズ6	ハーフミラー1	18mm	C

[0158] 表3からわかるように、本発明の仮想現実表示装置は、比較例に比べて、漏れ光が効果的に低減され、二重像の発生やコントラストの低下が抑制されていた。

[0159] また、比較例においては、画像表示パネルからハーフミラーまでの距離を短くすると漏れ光がより多くなった。これは、画像表示パネルからハーフミラーまでの距離を短くした場合に同じ光路を稼ぐために、反射型直線偏光子の凹面鏡としての焦点距離を短くする必要があるが、反射型直線偏光子を曲面形状に成形した際の、光学軸の歪みがより大きくなるため、入射した光を適切に反射、透過させることができず漏れ光が増加するためである。

これに対して、本発明においては、画像表示パネルからハーフミラーまでの距離を短くして反射型円偏光子の凹面鏡としての焦点距離を短くした場合

でも入射した光を適切に反射、透過させることができるため、漏れ光を抑制することができるがわかる。

[0160] 以上、本発明の仮想現実表示装置について詳細に説明したが、本発明は、上述の例に制限はされず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良および変更を行ってもよいのは、もちろんである。

符号の説明

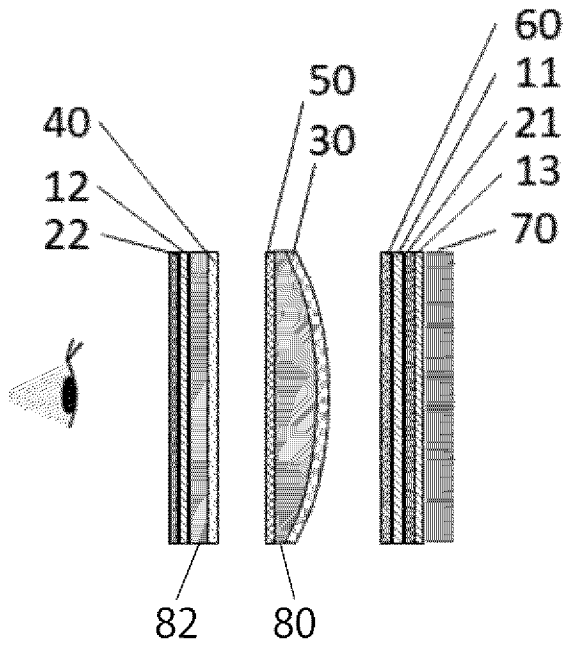
- [0161] 100 仮想現実表示装置
- 11、12、13、14、15、16、17 $\lambda/4$ 位相差層
- 21、22、23 吸収型直線偏光子
- 30 反射型円偏光子
- 35 反射型直線偏光子
- 40 ハーフミラー
- 50、52 反射防止層
- 60 ポジティブCプレート
- 70 画像表示パネル
- 80、82 支持体

請求の範囲

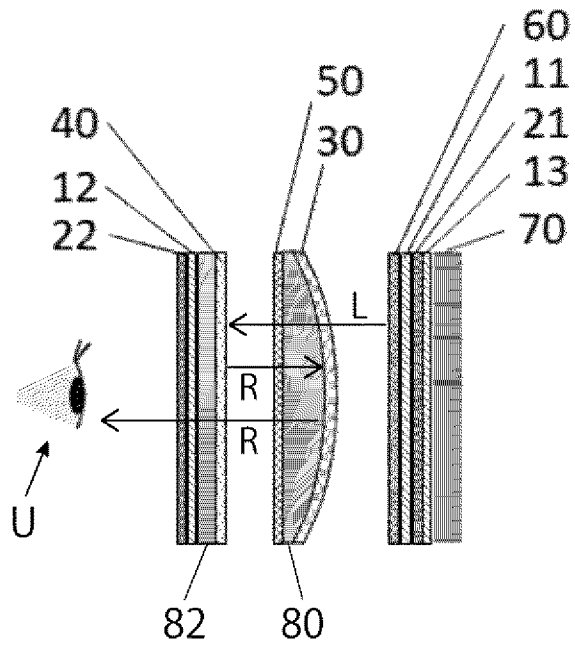
- [請求項1] 少なくとも画像表示パネルと、第1の吸収型直線偏光子と、第1の位相差層と、反射型円偏光子と、ハーフミラーと、第2の位相差層と、第2の吸収型直線偏光子とをこの順で含み、前記反射型円偏光子が、前記ハーフミラーの側から入射する光線に対し、凹面鏡の作用を有する、仮想現実表示装置。
- [請求項2] 前記第1の位相差層、および、前記第2の位相差層が、いずれも $\lambda/4$ 位相差層である、請求項1に記載の仮想現実表示装置。
- [請求項3] 少なくとも前記画像表示パネルと、前記第1の吸収型直線偏光子と、前記第1の位相差層とが接着されてなる、請求項1に記載の仮想現実表示装置。
- [請求項4] 前記画像表示パネルと、前記第1の吸収型直線偏光子との間に、少なくとも第3の位相差層を含む、請求項1に記載の仮想現実表示装置。
- [請求項5] 前記第3の位相差層が、 $\lambda/4$ 位相差層である、請求項4に記載の仮想現実表示装置。
- [請求項6] 少なくとも前記画像表示パネルと、前記第3の位相差層と、前記第1の吸収型直線偏光子と、前記第1の位相差層とが接着されてなる、請求項4に記載の仮想現実表示装置。
- [請求項7] 少なくとも前記第3の位相差層と、前記第1の吸収型直線偏光子と、前記第1の位相差層と、前記反射型円偏光子とが接着されてなる、請求項4に記載の仮想現実表示装置。
- [請求項8] 前記反射型円偏光子による凹面鏡の作用の焦点距離が50mm以下である、請求項1に記載の仮想現実表示装置。
- [請求項9] 前記反射型円偏光子が、曲面をなすコレステリック液晶層を含む、請求項1～8のいずれか一項に記載の仮想現実表示装置。
- [請求項10] 前記反射型円偏光子が、液晶化合物に由来する光学軸の向きが、いずれかの表面において面内の一方向に沿って連続的に回転している液

晶配向パターンを放射状に有するコレステリック液晶層を含む液晶回折素子である、請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の仮想現実表示装置。

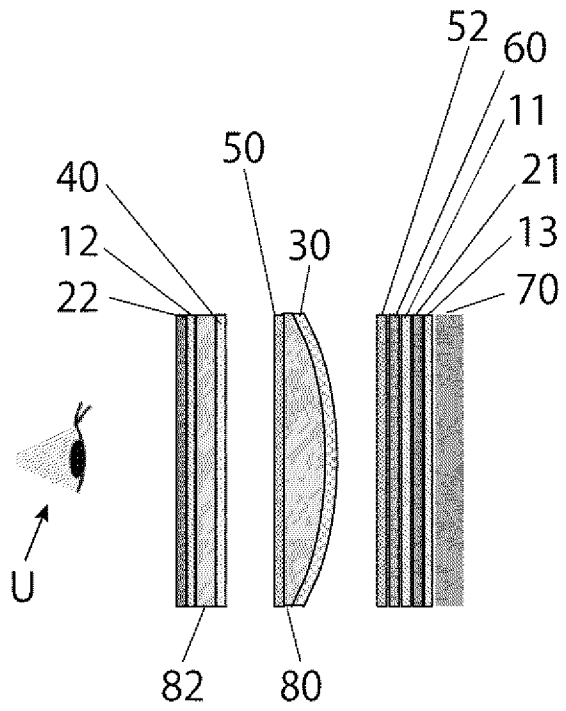
[図1]

100

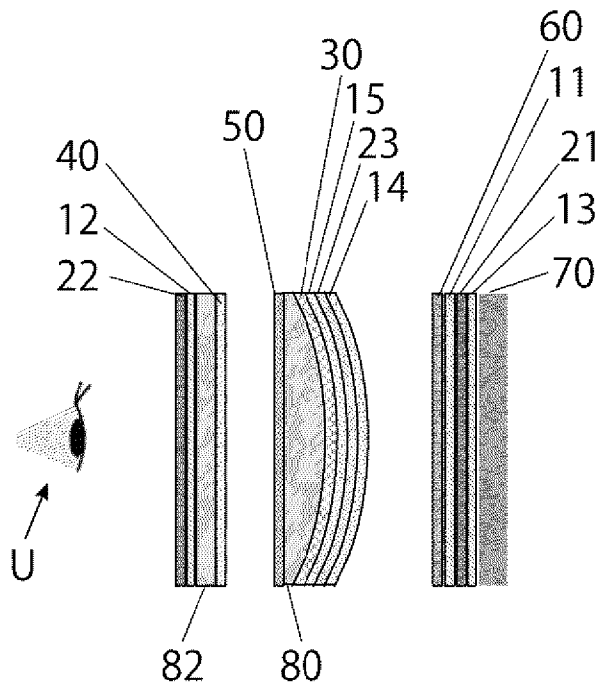
[図2]

100

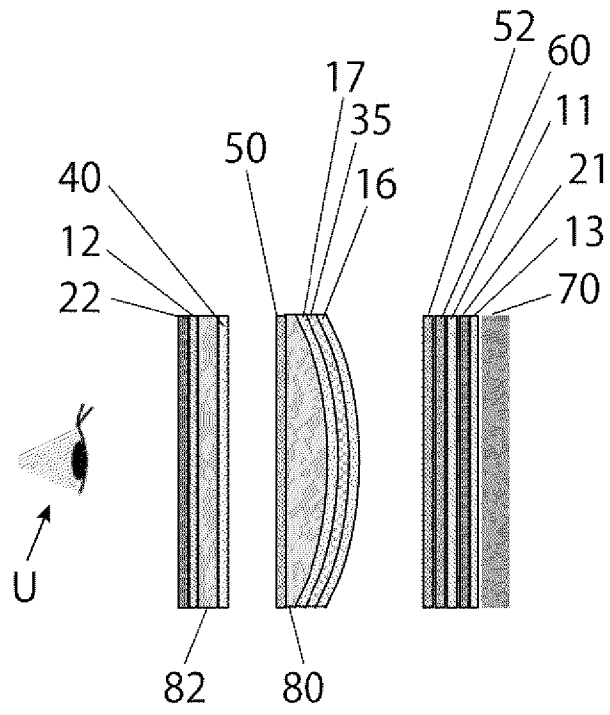
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/048334

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G02B 27/02</i> (2006.01)i; <i>G02B 5/30</i> (2006.01)i FI: G02B27/02 Z; G02B5/30 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) G02B27/00-30/60,G02B5/30,G09G3/20,H04N5/64-5/655		
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 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
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	WO 2021/200428 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 07 October 2021 (2021-10-07) paragraphs [0039], [0040], [0048]-[0064], [0082]-[0086], [0160], [0183], fig. 1, 6	1-3, 8, 9
Y	paragraphs [0039], [0040], [0048]-[0064], [0082]-[0086], [0160], [0183], fig. 1, 6	10
Y	WO 2019/131950 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 04 July 2019 (2019-07-04) paragraphs [0038]-[0043], [0086]-[0090], fig. 1-6, 9	10
A	JP 11-237584 A (SHARP CORP) 31 August 1999 (1999-08-31) paragraphs [0031]-[0034], fig. 2	4-7
A	US 2021/0036264 A1 (BEIJING BOE DISPLAY TECHNOLOGY CO., LTD.) 04 February 2021 (2021-02-04) paragraphs [0046], [0047], fig. 2	4-7
A	US 10890776 B1 (FACEBOOK TECHNOLOGIES, LLC) 12 January 2021 (2021-01-12) entire text, fig. 1	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "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 24 February 2023		Date of mailing of the international search report 07 March 2023
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 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/JP2022/048334

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2021/200428	A1	07 October 2021	CN	115461670	A	

WO	2019/131950	A1	04 July 2019	US	2020/0326462	A1	
				paragraphs [0103]-[0117], [0223]-[0236], fig. 1-6, 9			

JP	11-237584	A	31 August 1999	(Family: none)			

US	2021/0036264	A1	04 February 2021	CN	110426859	A	

US	10890776	B1	12 January 2021	(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 5/30(2006.01)i FI: G02B27/02 Z; G02B5/30		
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）） G02B27/00-30/60, G02B5/30, G09G3/20, H04N5/64-5/655 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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	WO 2021/200428 A1 (富士フイルム株式会社) 07.10.2021 (2021-10-07) 段落番号[0039], [0040], [0048]-[0064], [0082]-[0086], [0160], [0183], 図1, 6	1-3, 8, 9
Y	段落番号[0039], [0040], [0048]-[0064], [0082]-[0086], [0160], [0183], 図1, 6	10
Y	WO 2019/131950 A1 (富士フイルム株式会社) 04.07.2019 (2019-07-04) 段落番号[0038]-[0043], [0086]-[0090], 図1-6, 9	10
A	JP 11-237584 A (シャープ株式会社) 31.08.1999 (1999-08-31) 段落番号[0031]-[0034], 図2	4-7
A	US 2021/0036264 A1 (BEIJING BOE DISPLAY TECHNOLOGY CO., LTD.) 04.02.2021 (2021-02-04) 段落番号[0046], [0047], 図2	4-7
A	US 10890776 B1 (FACEBOOK TECHNOLOGIES, LLC) 12.01.2021 (2021-01-12) 全文, 図1	1-10
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 24.02.2023	国際調査報告の発送日 07.03.2023	
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） 横井 亜矢子 2L 9706 電話番号 03-3581-1101 内線 3295	

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/JP2022/048334

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2021/200428	A1	07.10.2021	CN	115461670	A	
WO	2019/131950	A1	04.07.2019	US	2020/0326462	A1	
					段落番号[0103]-[0117], [0223]-[0236], 図1-6, 9		
JP	11-237584	A	31.08.1999	(ファミリーなし)			
US	2021/0036264	A1	04.02.2021	CN	110426859	A	
US	10890776	B1	12.01.2021	(ファミリーなし)			