

(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
2014 年 10 月 2 日(02.10.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/156602 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 27/02 (2006.01) **H04N 5/64** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/056259
- (22) 国際出願日: 2014 年 3 月 11 日(11.03.2014)
- (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 2013-064580 2013 年 3 月 26 日(26.03.2013) JP
- (71) 出願人: コニカミノルタ株式会社(KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内 2 丁目 7 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 稲垣 義弘 (INAGAKI Yoshihiro); 〒1007015 東京都千代田区丸の内 2 丁目 7 番 2 号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 佐野 静夫(SANO Shizuo); 〒5400032 大阪府大阪市中央区天満橋京町 2 - 6 天満橋八千代ビル別館 Osaka (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

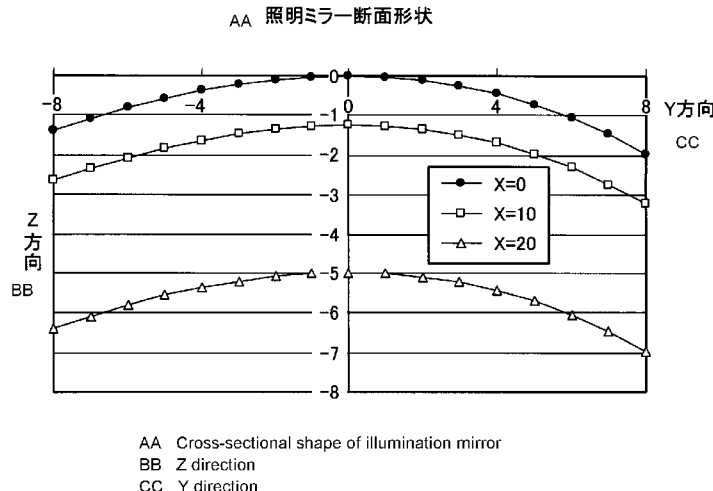
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: VIDEO DISPLAY DEVICE AND HEAD-MOUNTED DISPLAY

(54) 発明の名称: 映像表示装置およびヘッドマウントディスプレイ



(57) Abstract: This video display device is provided with: a display element which modulates light from an illumination optical system, and displays video; and an ocular optical system which guides video light from the display element into an optical pupil. The illumination optical system is provided with: a light source provided with a plurality of light emission points which are substantially arranged in a straight line; a diffusion panel which diffuses illumination light from the light source in a first direction, i.e. the direction in which the plurality of light emission points are arranged, and which does not diffuse said illumination light in a second direction orthogonal to the first direction; and an optical element which bends, in a second direction, the illumination light in the optical system from the optical pupil to the light source such that the optical pupil and the light source are substantially conjugate. The optical element comprises one illumination mirror. A reflective surface of the illumination mirror has a curvature which is not 0 at optical-axis intersection points in all cross sections including a normal line. The curvature in a cross section orthogonal to the first direction is different to the curvature in a cross section orthogonal to the second direction.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/156602 A1



映像表示装置は、照明光学系からの光を変調して映像を表示する表示素子と、表示素子からの映像光を光学瞳に導く接眼光学系とを有する。照明光学系は、略直線状に並んだ複数の発光点を有する光源と、光源からの照明光を、複数の発光点が並んだ第1の方向に拡散し、それに垂直な第2の方向には拡散しない拡散板と、光学瞳から光源までの光学系において、第2の方向に関して、光学瞳と光源とが略共役となるように、照明光を曲げる光学素子とを有している。光学素子は1枚の照明ミラーからなり、その反射面が、光軸との交点における法線を含む全ての断面内で0でない曲率を有しており、その曲率が、第1の方向と垂直な断面内と、第2の方向と垂直な断面内とで異なる。

明 細 書

発明の名称：映像表示装置およびヘッドマウントディスプレイ

技術分野

[0001] 本発明は、表示素子にて表示された映像を虚像として観察者に観察させる映像表示装置と、その映像表示装置を備えたヘッドマウントディスプレイ（以下、HMDと略称する）とに関するものである。

背景技術

[0002] 従来、照明光学系によって表示素子を照明し、表示素子からの映像光を接眼光学系を介して観察者の瞳に導くことで、観察者に映像（虚像）を観察させる映像表示装置では、上記の照明光学系に、軸対称（回転対称）なレンズや、非軸対称（非回転対称）なシリンドリカルミラーが用いられている。なお、軸対称なレンズを用いる構成は、例えば特許文献１に開示されており、シリンドリカルミラーを用いる構成は、例えば特許文献２に開示されている。

[0003] また、光源として、複数の発光点（例えば赤（R）、緑（G）、青（B）の各色光を出射するLED）を直線状に並べたものを用いる場合、各発光点が並んだ方向に光を拡散させる拡散板（一方向拡散板）を配置することで色ムラを低減する技術もある。その場合に、照明光学系に軸対称なレンズを用いると、拡散板にて照明光を拡散しない方向については、光利用効率を高めるべく、接眼光学系によって形成される光学瞳と光源とを略共役な関係にすることが望ましいため、まずその方向についてレンズの曲率が決定され、照明光を拡散する方向については、それに従属してレンズの曲率（軸対称であるため拡散しない方向の曲率と同じ）が決まることになる。また、照明光学系にシリンドリカルミラーを用いる場合、光学瞳と光源とを略共役な関係にするために、拡散板にて拡散しない方向に曲率を持ち、拡散方向に曲率を持たないように、ミラーを設置することになる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2001-264682号公報（段落〔0059〕、図15等参照）

特許文献2：特開2007-11279号公報（図1、図3、図4等参照）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 照明光学系に、軸対称な光学系を用いる場合でも、非軸対称な光学系を用いる場合でも、光学瞳と光源とが共役でない方向（拡散方向）の曲率は従属的に決定されるため、必ずしも望ましい状態にはなっているとは言えない。特に、照明光学系にシリンドリカルミラーを用いた場合、共役でない方向において、反射面に斜めに照明光が入射することにより、反射光が表示素子を照明する光路から外れる場合がある。したがって、照明光学系にミラーを用いる構成においては、照明光の利用効率を向上させるべく、共役でない方向の曲率を独立して設定できるようにするのが望ましい。

[0006] 本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、複数の発光点を持つ光源からの光（照明光）を照明ミラーで反射させ、複数の発光点が並ぶ方向に照明光を拡散板によって拡散させる構成において、拡散方向および拡散方向とは垂直な方向の両方向において、照明ミラーの反射面の曲率を各々独立して設定することにより、両方向とも光利用効率を向上させることができる映像表示装置と、その映像表示装置を備えたHMDとを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一側面に係る映像表示装置は、照明光学系と、前記照明光学系からの光を変調して映像を表示する表示素子と、前記表示素子からの映像光を光学瞳に導く接眼光学系とを有する映像表示装置であって、前記照明光学系は、略直線状に並んだ複数の発光点を有する光源と、前記光源からの照明光を、前記複数の発光点が並んだ第1の方向に拡散し、それに垂直な第2の方

向には拡散しない拡散板と、前記接眼光学系を含めた光学瞳から光源までの光学系において、前記第2の方向に関して、光学瞳と光源とが略共役となるように、前記照明光を曲げる光学素子とを有しており、光学瞳の中心と前記表示素子の表示面の中心とを光学的に結ぶ軸およびその軸の延長線を光軸とすると、前記光学素子は1枚の照明ミラーからなり、その反射面が、前記光軸との交点における法線を含む全ての断面内で0でない曲率を有しており、その曲率が、前記第1の方向と垂直な断面内と、前記第2の方向と垂直な断面内とで異なっている。

[0008] 前記照明ミラーの前記反射面の曲率は、前記第1の方向と垂直な断面内で最大であり、前記第2の方向と垂直な断面内で最小であることが望ましい。

[0009] 前記照明ミラーの前記反射面は、前記第1の方向と垂直な全ての断面内で同じ曲率を有する形状であり、かつ、その断面形状が、前記第1の方向における断面の位置に応じて前記法線の方にシフトする形状であり、前記第1の方向のそれぞれの画角の主光線を前記拡散板による拡散を無視して光学瞳の中心から光源に向かって逆トレースしたときに、前記それぞれの画角の主光線が前記光源と略1点で交わるように、前記断面形状の前記法線方向のシフト量が設定されていることが望ましい。

[0010] 本発明の他の側面に係るHMDは、上述した映像表示装置と、前記映像表示装置を観察者の眼前で支持する支持部材とを有している。

発明の効果

[0011] 複数の発光点を持つ光源からの光を照明ミラーで反射させ、拡散板によって各発光点が並ぶ第1の方向に拡散させる構成において、照明ミラーの反射面の形状を上記のように設定し、第1の方向についての反射面の曲率を、拡散方向と垂直な方向である第2の方向と独立して設定することにより、第2の方向について、光源と光学瞳とを略共役な関係にして光利用効率を向上させつつ、共役でない第1の方向についても、独立した曲率設定によって照明光を表示素子に効率よく導くことが可能となり、光利用効率を向上させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の実施の形態に係る映像表示装置の概略の構成を示す断面図である。

[図2]上記映像表示装置の光源の平面図である。

[図3]上記映像表示装置において、X方向における画角中央および画角端部のそれぞれについて、光学瞳側から逆トレースした光線を示す説明図である。

[図4]上記映像表示装置を備えたHMDの概略の構成を示す斜視図である。

[図5]上記映像表示装置の照明ミラーの断面形状を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0013] 本発明の実施の一形態について、図面に基づいて説明すれば、以下の通りである。

[0014] (映像表示装置について)

図1は、本実施形態の映像表示装置1の概略の構成を示す断面図である。

映像表示装置1は、照明光学系2と、偏光板3と、偏光ビームスプリッタ(PBS)4と、表示素子5と、接眼光学系6とを有している。

[0015] なお、説明の便宜上、方向を以下のように定義しておく。接眼光学系6によって形成される光学瞳Pの中心と表示素子5の表示面の中心とを光学的に結ぶ軸およびその軸の延長線を光軸とする。そして、接眼光学系6のHOE23の光軸入射面に垂直な方向をX方向(第1の方向)とする。なお、HOE23の光軸入射面とは、HOE23における入射光の光軸と反射光の光軸とを含む平面を指す。また、各光学部材の光軸との交点における、面法線と垂直な面内で、X方向に垂直な方向をY方向(第2の方向)とする。

[0016] 照明光学系2は、表示素子5を照明するものであり、光源11と、照明ミラー12と、拡散板13とを有している。

[0017] 光源11は、R(赤)、G(緑)、B(青)の各色に対応する光を出射するRGB一体型のLEDで構成されている。複数の発光点(RGBの各発光点)は、水平方向(X方向)に略直線状に並んでいる。光源11から出射される光の波長は、例えば、光強度のピーク波長および光強度半値の波長幅で

、 $462 \pm 12 \text{ nm}$ （B光）、 $525 \pm 17 \text{ nm}$ （G光）、 $635 \pm 11 \text{ nm}$ （R光）である。

[0018] 図2は、光源11の平面図である。本実施形態では、光源11は、RGB一体型のLEDを2対備えている。そして、RGBのそれぞれについて、H O E 23の光軸入射面に対して各発光点が対称に位置するように、各発光点がX方向に略直線状に並んでいる。より具体的には、光源11がLED11P・11Qで構成され、LED11Pが、RGBの各色光を出射するLED11R₁・11G₁・11B₁を含んで構成され、LED11Qが、RGBの各色光を出射するLED11R₂・11G₂・11B₂を含んで構成されているとすると、X方向において、LED11B₁、LED11G₁、LED11R₁、LED11R₂、LED11G₂、LED11B₂、の順に並ぶように、LED11P・11QがX方向に並んで配置されている。これにより、RGBの光強度の分布をX方向で対称にすることができる。

[0019] 照明ミラー12は、光源11から出射された光（照明光）を拡散板13に向けて反射させるとともに、Y方向に関して、光学瞳Pと光源11とが略共役となるように、照明光を曲げる光学素子である。なお、照明ミラー12の反射面の形状の詳細については後述する。

[0020] 拡散板13は、光源11の複数の発光点が並ぶX方向に入射光を例えば40°拡散し、Y方向には入射光を拡散しない一方向拡散板である。拡散板13は、偏光板3の表面に保持されている。

[0021] 偏光板3は、拡散板13を介して入射する光のうち、所定の偏光方向の光を透過させてPBS4に導く。

[0022] PBS4は、偏光板3を透過した光を反射型の表示素子5の方向に反射させる一方、表示素子5にて反射された光のうち、画像信号オンに対応する光（偏光板3を透過した光とは偏光方向が直交する光）を透過させる平板状の偏光分離素子であり、接眼光学系6の後述する接眼プリズム21の光入射面21aに貼り付けられている。

[0023] PBS4を光入射面21aに貼り付けることにより、PBS4の光入射側

および光出射側に各光学部材をバランスよく配置することができる。これにより、各光学部材の保持姿勢が安定する。また、接眼光学系 6 の上方の空いたスペースに表示素子 5 を配置した設計が可能となり、空間を有効利用することができる、小型化にも有利となる。また、P B S 4 の接眼プリズム 2 1 への貼り付けにより、接眼プリズム 2 1 における空気との界面（空気と直接接する面）が減るため、上記界面における表面反射を低減して光利用効率を向上させるとともに、表面反射によるゴーストの発生を低減できる。

[0024] 表示素子 5 は、照明光学系 2 からの光を変調して映像を表示する表示素子であり、本実施形態では、反射型の液晶表示素子で構成されている。表示素子 5 はカラーフィルタを有する構成であってもよいし、R G B ごとに時分割で駆動される構成であってもよい。

[0025] 表示素子 5 は、P B S 4 からほぼ垂直に入射する光がほぼ垂直に反射されて P B S 4 に向かうように配置されている。これにより、反射型の表示素子に対して大きな入射角で光を入射させる構成に比べて、解像度を増大させるような光学設計が容易となる。表示素子 5 の表示面は長方形となっており、表示面の長手方向が X 方向となり、短手方向が Y 方向となるように配置されている。

[0026] また、表示素子 5 は、照明ミラー 1 2 から P B S 4 に向かう光路に対して光源 1 1 と同じ側に配置されている。これにより、照明光学系 2 から表示素子 5 までの光学系全体をコンパクトに構成することができる。表示素子 5 は、光源 1 1 と同一の基板で支持されていてもよいし、別々の基板で支持されていてもよい（図 1 では、光源 1 1 および表示素子 5 の支持基板は省略している）。

[0027] 接眼光学系 6 は、表示素子 5 からの映像光を観察者の瞳（光学瞳 P）に導くための光学系であり、非軸対称（非回転対称）な正の光学パワーを有している。この接眼光学系 6 は、接眼プリズム 2 1 と、偏向プリズム 2 2 と、H O E 2 3 とを有している。

[0028] 接眼プリズム 2 1 は、表示素子 5 から P B S 4 を介して入射する映像光を

内部で導光する一方、外界像の光（外光）を透過させるものであり、平行平板の上端部を上端に向かうほど厚くし、下端部を下端に向かうほど薄くした形状で構成されている。

[0029] 接眼プリズム 21 において P B S 4 が貼り付けられる面は、表示素子 5 からの映像光が入射する光入射面 21 a であり、光学瞳 P とほぼ平行に位置して互いに対向する 2 つの面 21 b ・ 21 c は、映像光を全反射によって導光する全反射面となっている。そのうち、光学瞳 P 側の面 21 b は、H O E 23 で回折反射される映像光の出射面を兼ねている。

[0030] 接眼プリズム 21 は、その下端部に配置される H O E 23 を挟むように偏向プリズム 22 と接着剤で接合されている。本実施形態では、接眼プリズム 21 を構成する面のうち、H O E 23 が接する面 21 d 以外で映像光が透過する面（光入射面 21 a、面 21 b）は、平面となっている。H O E 23 が接する面 21 d は、本実施形態では一方向（例えば X 方向）にのみ曲率を有する面で構成されているが、平面で構成されてもよい。

[0031] 偏向プリズム 22 は、接眼プリズム 21 と H O E 23 を介して貼り合わされて略平行平板を形成している。偏向プリズム 22 を接眼プリズム 21 と貼り合わせることで、外光が接眼プリズム 21 の楔状の下端部を透過するときの屈折を偏向プリズム 22 でキャンセルすることができ、観察される外界像に歪みが生じるのを防止することができる。

[0032] H O E 23 は、接眼プリズム 21 に接して設けられ、接眼プリズム 21 内部で導光された映像光を回折反射する体積位相型で反射型のホログラム光学素子である。H O E 23 は、回折効率のピーク波長および回折効率半値の波長幅で、例えば $465 \pm 5 \text{ nm}$ （B 光）、 $521 \pm 5 \text{ nm}$ （G 光）、 $634 \pm 5 \text{ nm}$ （R 光）の 3 つの波長域の光を回折（反射）させる。すなわち、H O E 23 の R G B の回折波長は、R G B の映像光の波長（光源 11 の発光波長）とほぼ対応している。

[0033] 上記の構成において、照明光学系 2 の光源 11 から出射された光は、照明ミラー 12 で反射され、拡散板 13 にて X 方向にのみ拡散された後、所定の

偏光方向の光のみが偏光板 3 を透過する。そして、偏光板 3 を透過した光は、P B S 4 で反射され、表示素子 5 に入射する。

[0034] 表示素子 5 では、入射光が画像信号に応じて変調される。このとき、画像信号オンに対応する映像光は、表示素子 5 にて入射光とは偏光方向が直交する光に変換されて出射されるため、P B S 4 を透過して接眼プリズム 2 1 の内部に光入射面 2 1 a から入射する。一方、画像信号オフに対応する映像光は、表示素子 5 にて偏光方向が変換されずに出射されるため、P B S 4 で遮断され、接眼プリズム 2 1 の内部に入射しない。

[0035] 接眼プリズム 2 1 では、入射した映像光が接眼プリズム 2 1 の対向する 2 つの面 2 1 c ・ 2 1 b でそれぞれ 1 回ずつ全反射された後、H O E 2 3 に入射し、そこで回折反射されて面 2 1 b から出射され、光学瞳 P に達する。したがって、この光学瞳 P の位置では、観察者は、表示素子 5 に表示された映像を虚像として観察することができる。

[0036] 一方、接眼プリズム 2 1、偏向プリズム 2 2 および H O E 2 3 は、外光をほとんど全て透過させるので、観察者は外界像をシースルーで観察することができる。したがって、表示素子 5 に表示された映像の虚像は、外界像の一部に重なって観察されることになる。

[0037] (照明ミラーの反射面の形状について)

本実施形態では、照明光学系 2 の照明ミラー 1 2 の反射面は、光軸との交点における法線を含む全ての断面内で 0 でない曲率を有しており、その曲率が、X 方向と垂直な断面内と、Y 方向と垂直な断面内とで異なるような形状となっている。つまり、上記反射面は、上記法線を含むどの断面内でも曲率を有しており、上記法線を中心軸とする回転対称ではない点で、シリンダリカルミラーとは異なっている。

[0038] このように照明ミラー 1 2 の反射面を構成することにより、拡散板 1 3 によって照明光を拡散しない Y 方向については、光源 1 1 と光学瞳 P とが共役となるように照明ミラー 1 2 の反射面の曲率を設定して、Y 方向についての光利用効率を向上させることができる。また、共役でない X 方向については

、Y方向とは独立した曲率設定により、X方向において斜めに入射する照明光を照明ミラー12にて反射させて表示素子5に効率よく導くことができる（照明ミラー12での反射光が表示素子5を照明する光路から外れるのを低減できる）。したがって、X方向についても照明光の光利用効率を向上させることができる。

[0039] つまり、照明ミラー12の反射面の曲率をX方向およびY方向のそれぞれについて独立して設定することにより、X方向およびY方向の両方向において、照明光の利用効率を向上させることができる。

[0040] 照明ミラー12の反射面の曲率は、X方向と垂直な断面内で最大であり、Y方向と垂直な断面内で最小であることが望ましい。

[0041] 上記曲率がX方向と垂直な断面内で最大であることにより、Y方向において、光源11と光学瞳Pとを確実に共役にして光利用効率を確実に向上させることができる。また、上記曲率がY方向と垂直な断面内で最小であることにより、X方向における、照明光の光利用効率を向上させる効果を、必要最小限の曲率によって得ることができる。

[0042] 照明ミラー12の反射面は、X方向と垂直な全ての断面内で同じ曲率を有する形状であり、かつ、その断面形状が、X方向における断面の位置に応じて上記法線方向にシフトする形状であり、X方向のそれぞれの画角の主光線を拡散板13による拡散を無視して光学瞳Pの中心から光源11に向かって逆トレースしたときに、X方向の各画角の主光線が光源11と略1点で交わるように、上記断面形状の法線方向のシフト量が設定されていることが望ましい。

[0043] 図3は、X方向における画角中央および画角端部のそれぞれについての光線であって、光学瞳P側から拡散板13での拡散を無視して逆トレースした光線（それぞれの画角の主光線）を示したものである。なお、図3では、便宜上、画角端部の光線を、実際のX方向の画角を2倍にしたときの光線で示している。本実施形態では、HOE面（HOE23が接する面21d）および照明ミラー12の反射面がX方向に曲率を持っているため、画角端部の光

線は、H O E面および照明ミラー 1 2の反射面のないところで反射しているように描かれているが、実際はH O E面および照明ミラー 1 2で反射している。

[0044] 図3では、画角中央および画角端部に対応する各光線が、光学瞳P側で重なっており、光源11のところで1点に交わっていることがわかる。本実施形態では、H O E 2 3が平面でなく、接眼光学系6の面21d以外の面は全て平面であるので、光学瞳P側から逆トレースした画角端部の光線は、H O E面が曲がっていることの影響によって、H O E面以降で画角中央の光線とはずれている。その後、H O E面以外は平面であるので、画角中央と画角端部とで光線はずれたままだが、X方向において照明ミラー 1 2の反射面を適切に曲げることで、これらの光線を光源11のところで一致させることができる。

[0045] つまり、照明ミラー 1 2の反射面の形状を上記のように設定することにより、照明ミラー 1 2の反射面を傾ける（ねじる）ことなく、X方向のそれぞれの画角において、Y方向における光学瞳Pと光源11との位置関係を維持することができる。反射面をねじる場合、ミラーの設置誤差が光学系の性能に大きく影響するため、本実施形態では、そのようなミラーの設置誤差による光学性能の低下を抑えることができる。

[0046] （HMDについて）

図4は、本実施形態の映像表示装置1を備えたHMD30の概略の構成を示す斜視図である。HMD30は、上述した映像表示装置1と、支持部材31とで構成されている。

[0047] 映像表示装置1の照明光学系2や表示素子5等は、筐体32内に收容されており、接眼光学系6の上端部も筐体32内に位置している。接眼光学系6は、上述したように接眼プリズム21および偏向プリズム22の貼り合わせによって構成されており、全体として眼鏡の一方のレンズ（図2では右眼用レンズ）のような形状をしている。また、筐体32内の光源11および表示素子5は、筐体32を貫通して設けられるケーブル33を介して、図示しな

い回路基板と接続されており、回路基板から光源 11 および表示素子 5 に駆動電力や映像信号が供給される。

[0048] なお、映像表示装置 1 は、静止画や動画を撮影する撮像装置、マイク、スピーカー、イヤホンなどをさらに備え、外部のサーバーや端末とインターネット等の通信回線を介して、撮像画像および表示画像の情報や音声情報をやりとり（送受信）する構成であってもよい。

[0049] 支持部材 31 は、眼鏡のフレームに相当する支持機構であり、映像表示装置 1 を観察者の眼前（図 2 では右眼の前）で支持している。この支持部材 31 は、観察者の左右の側頭部に当接するテンプル 34（右テンプル 34 R、左テンプル 34 L）と、観察者の鼻と当接する鼻当て 35（右鼻当て 35 R・左鼻当て 35 L）とを含んでいる。なお、支持部材 31 は、観察者の左眼の前でレンズ 36 も支持しているが、このレンズ 36 はダミーレンズである。

[0050] HMD 30 を観察者の頭部に装着し、表示素子 5 に映像を表示すると、その映像光が接眼光学系 6 を介して光学瞳に導かれる。したがって、光学瞳の位置に観察者の瞳を合わせることで、観察者は、映像表示装置 1 の表示映像の拡大虚像を観察することができる。また、これと同時に、観察者は接眼光学系 6 を介して、外界像をシースルーで観察することができる。

[0051] このように、映像表示装置 1 が支持部材 31 で支持されることにより、観察者は映像表示装置 1 から提供される映像をハンズフリーで長時間安定して観察することができる。なお、映像表示装置 1 を 2 つ用いて両眼で映像を観察できるようにしてもよい。

[0052] （実施例について）

以下、図 1 で示した映像表示装置 1 の数値実施例について、コンストラクションデータ等を挙げてさらに具体的に説明する。

[0053] なお、以下に示すコンストラクションデータにおいて、 S_i （ $i = 1, 2, 3, \dots$ ）は、光源 11 から光学瞳 P に至る光路中で、光学瞳 P 側から数えて i 番目の面（接眼プリズム 21 の映像光出射面を 1 番目の面とする）

を示している。したがって、 S_2 は接眼プリズム21の面21d（H O E貼り付け面）、 S_3 は面21b（全反射面（ S_1 と同一平面））、 S_4 は面21c（全反射面）、 S_5 は面21a（P B S貼り付け面）、 S_6 はP B S 4の透過面、 S_7 は表示素子5のカバーガラス表面、 S_8 は表示素子5の液晶面、 S_9 は表示素子5のカバーガラス表面、 S_{10} はP B S 4の反射面、 S_{11} は偏光板3の出射面、 S_{12} は偏光板3と拡散板13との境界面、 S_{13} は拡散板13の入射面、 S_{14} は照明ミラー12の反射面、 S_{15} は光源11のL E D発光面、である。

[0054] 各面 S_i の配置は、面頂点座標（ x, y, z ）と回転角度（A D E）の各面データでそれぞれ特定される。面 S_i の面頂点座標は、その面頂点をローカルな直交座標系（ X, Y, Z ）の原点として、グローバルな直交座標系（ x, y, z ）におけるローカルな直交座標系（ X, Y, Z ）の原点の座標（ x, y, z ）で表されている（単位はmm）。また、面 S_i の傾きは、その面頂点を中心とする x 軸回りの回転角度（ x 回転）で表されている。なお、回転角度の単位は $^{\circ}$ であり、 x 軸の正方向から見て（図1の紙面手前から奥に向かって見て）反時計回りの方向が x 回転の回転角度の正方向とする。

[0055] また、グローバルな直交座標系（ x, y, z ）は、出射面（ S_1 ）のローカルな直交座標系（ X, Y, Z ）と一致した絶対座標系になっている。なお、出射面（ S_1 ）では、出射面（ S_1 ）からH O E 23に向かう方向が $+Z$ 方向であり、出射面（ S_1 ）に対して上方向が $+Y$ 方向であり、 YZ 平面に垂直な方向であって、図1の紙面奥から手前に向かう方向（HMDを装着したときに左から右に向かう方向）が $+X$ 方向である。

[0056] また、本実施例で用いたH O Eを作製する際の製造波長（H W L；規格化波長）および再生波長はともに532nmであり、回折光の使用次数は1次である。

[0057] また、本実施例では、H O Eによる複雑な波面再生を行うので、位相関数 ϕ によってH O Eを定義する。位相関数 ϕ は、以下の数1式に示すように、H O Eの位置（ X, Y ）による生成多項式（二元多項式）である。なお、数

1 式において、 $A(i, j)$ は、 $X^i Y^j$ の係数（H O E 係数）を示す。

[0058] [数1]

$$\phi = \sum \sum A(i, j) X^i Y^j$$

[0059] また、コンストラクションデータにおいて、多項式自由曲面の面形状は、次の数2式によって表現される。ただし、 Z は座標（ X , Y ）の位置での Z 軸方向（光軸方向）のサグ量（mm）を示し、 $A(i, j)$ は、 $X^i Y^j$ の係数（自由曲面係数）を示す。なお、数2式では、球面項を示す部分は存在していない。

[0060] [数2]

$$Z = \sum \sum A(i, j) X^i Y^j$$

[0061] 表1は、本実施例の映像表示装置1の各面の座標を示し、表2～表4は、本実施例の映像表示装置1におけるH O Eの位相関数 ϕ の係数（H O E 係数） $A(i, j)$ 、H O E 面（H O E 貼り付け面）の形状式係数、照明ミラーの形状式係数を、 X の次数と Y の次数とに対応させて示している。H O E 面および照明ミラーの形状式係数は、数2式の自由曲面係数で示している。なお、表2～表4において、1行目は X の次数を示し、1列目は Y の次数を示している。また、全ての表において、表記の無い次数の係数は全て0であり、 $E - n = \times 10^{-n}$ とする。

[0062]

[表1]

面		x	y	z	ADE(°)
S15	LED発光面	0.00	28.19	-1.68	150.32
S14	照明ミラー	0.00	24.04	6.41	2.93
S13	拡散板	0.00	22.13	3.16	53.78
S12	偏光板拡散板境界面	0.00	21.93	3.02	53.78
S11	偏光板	0.00	21.36	2.60	53.78
S10	PBS反射面	0.00	19.29	0.44	-91.22
S9	液晶上ガラス入射面	0.00	22.45	-4.81	-34.68
S8	液晶面	0.00	22.85	-5.38	145.32
S7	液晶上ガラス入射面	0.00	22.45	-4.81	145.32
S6	PBS	0.00	19.29	0.44	88.78
S5	PBS貼り付け面	0.00	18.59	0.42	88.78
S4	全反射面	0.00	11.50	5.00	0.00
S3	全反射面(出射面と同一平面)	0.00	4.00	0.00	180.00
S2	HOE面	0.00	-0.50	2.50	-31.00
S1	出射面	0.00	0.00	0.00	0.00

[0063] [表2]

<HOE係数>

Y\X	0	2	4	6	8
1	0.0000E+00	1.0929E-04	-2.0337E-08	2.9047E-10	-1.2125E-12
2	-1.3770E-02	-2.8925E-06	3.9495E-08	-4.4937E-10	1.6690E-12
3	2.2715E-04	3.2085E-08	7.1422E-10	-2.0575E-12	0.0000E+00
4	-9.6669E-06	2.3061E-08	-2.0714E-10	2.0210E-12	0.0000E+00
5	-2.5603E-07	-4.4426E-09	-1.1721E-11	0.0000E+00	0.0000E+00
6	8.9449E-08	-1.7840E-10	4.5787E-13	0.0000E+00	0.0000E+00
7	1.5597E-08	6.4702E-11	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8	-2.2360E-09	-1.3842E-12	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
9	-1.8977E-10	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
10	2.4227E-11	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

[0064] [表3]

<HOE面の形状式係数>

Y\X	2	4	6	8	10
0	-8.5942E-03	-1.0800E-06	-6.0420E-10	2.1902E-11	-1.3449E-13

[0065]

[表4]

<照明ミラーの形状式係数>

Y\X	0	2
0	0.0000E+00	-1.2477E-02
2	-2.5786E-02	0.0000E+00
3	-5.5959E-04	0.0000E+00
4	-8.5243E-06	0.0000E+00

[0066] 図5は、照明ミラーの反射面の形状を、 $X=0$ 、 $X=10$ 、 $X=20$ のそれぞれの断面（YZ断面）で示したものである。本実施例では、照明ミラーの反射面の形状式は二元多項式で示され、表4に示すように、 X 2次の項と、 Y 2～4次の項のみが0で無い値となっている。 YZ 平面に平行な平面内で断面形状を見ると、面形状式に X と Y がかかった項が存在しないために、 X の値に関わらず、断面形状が同じになっている。また、 X 2次の項があるために、 X の値を変えると、断面形状が Z 軸方向（光軸との交点における法線方向）にシフトする。

[0067] このような照明ミラーの反射面形状により、 Y 方向については、光源と光学瞳とが共役となるように照明光を曲げて光利用効率を向上させることができる。また、 X 方向についても、 Y 方向とは独立した曲率設定により、斜め入射の照明光を反射面で曲げて表示素子5に効率よく導き、光利用効率を向上させることができる。

[0068] また、照明ミラー（反射面）において共役でない方向（ X 方向）の曲率を設定できない場合、光学瞳側から逆トレースした、 X 方向に異なる画角の光線が光源のところで交わるためには、反射面を傾ける（ねじる）必要がある。面形状式に X と Y がかかった項を導入すれば、反射面の傾きを変えることは可能ではあるが、ミラーの設置誤差に関して性能への影響が大きくなる。したがって、本実施例のように、面形状式に X と Y がかかった項を導入せずに反射面の形状を規定するほうが、光学性能に関して有利となる。

[0069] なお、本実施例では、表3に示すように、HOE面の形状式係数が、 $Y0$ 次 X 偶数次（範囲は2～10）の項で0でなく、 $Y0$ 次で無い項で全て0で

あることにより、H O E面はX方向に曲率を有しており、Y方向には曲率を有していない形状である。本実施形態で示したような照明ミラーの反射面形状は、H O E面が一方向にのみ曲率を有する形状である場合のみならず、H O E面が平面である場合にも勿論適用することができ、これによって本実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0070] (補足)

本実施形態で示した映像表示装置は、以下の構成であってもよい。

[0071] (1) 映像表示装置は、

照明光学系からの光のうち、所定の偏光方向の光を透過する偏光板と、

上記偏光板を透過した光を表示素子としての反射型液晶表示素子の方向に反射させる一方、反射型液晶表示素子にて反射される光のうち、入射光と偏光方向が直交する光（画像信号オンに対応する光）を透過させる偏光分離素子とを備え、

上記偏光分離素子は、接眼プリズムにおける映像光の入射面に貼り付けられている。

[0072] (2) 接眼光学系は、

映像光を内部で導光する接眼プリズムと、

上記接眼プリズムに接して設けられ、上記接眼プリズム内部で導光された映像光を回折反射するH O Eとを有しており、

H O E面は、X方向にのみ曲率を有している。

[0073] また、本実施形態で示したHMDは、上記の映像表示装置を支持部材で支持してなる構成であってもよい。

産業上の利用可能性

[0074] 本発明の映像表示装置は、HMDに利用可能である。

符号の説明

[0075]	1	映像表示装置
	2	照明光学系
	5	表示素子

- 6 接眼光学系
 - 1 1 光源
 - 1 1 P、1 1 R₁、1 1 G₁、1 1 B₁ LED (光源、発光点)
 - 1 1 Q、1 1 R₂、1 1 G₂、1 1 B₂ LED (光源、発光点)
 - 1 2 照明ミラー (光学素子)
 - 1 3 拡散板
 - 3 0 HMD (ヘッドマウントディスプレイ)
 - 3 1 支持部材
 - P 光学瞳

請求の範囲

[請求項1]

照明光学系と、
前記照明光学系からの光を変調して映像を表示する表示素子と、
前記表示素子からの映像光を光学瞳に導く接眼光学系とを有する映像表示装置であって、
前記照明光学系は、
略直線状に並んだ複数の発光点を有する光源と、
前記光源からの照明光を、前記複数の発光点が並んだ第1の方向に拡散し、それに垂直な第2の方向には拡散しない拡散板と、
前記接眼光学系を含めた光学瞳から光源までの光学系において、前記第2の方向に関して、光学瞳と光源とが略共役となるように、前記照明光を曲げる光学素子とを有しており、
光学瞳の中心と前記表示素子の表示面の中心とを光学的に結ぶ軸およびその軸の延長線を光軸とすると、
前記光学素子は1枚の照明ミラーからなり、その反射面が、前記光軸との交点における法線を含む全ての断面内で0でない曲率を有しており、その曲率が、前記第1の方向と垂直な断面内と、前記第2の方向と垂直な断面内とで異なっている映像表示装置。

[請求項2]

前記照明ミラーの前記反射面の曲率は、前記第1の方向と垂直な断面内で最大であり、前記第2の方向と垂直な断面内で最小である請求項1に記載の映像表示装置。

[請求項3]

前記照明ミラーの前記反射面は、前記第1の方向と垂直な全ての断面内で同じ曲率を有する形状であり、かつ、その断面形状が、前記第1の方向における断面の位置に応じて前記法線の方向にシフトする形状であり、
前記第1の方向のそれぞれの画角の主光線を前記拡散板による拡散を無視して光学瞳の中心から光源に向かって逆トレースしたときに、前記それぞれの画角の主光線が前記光源と略1点で交わるように、前

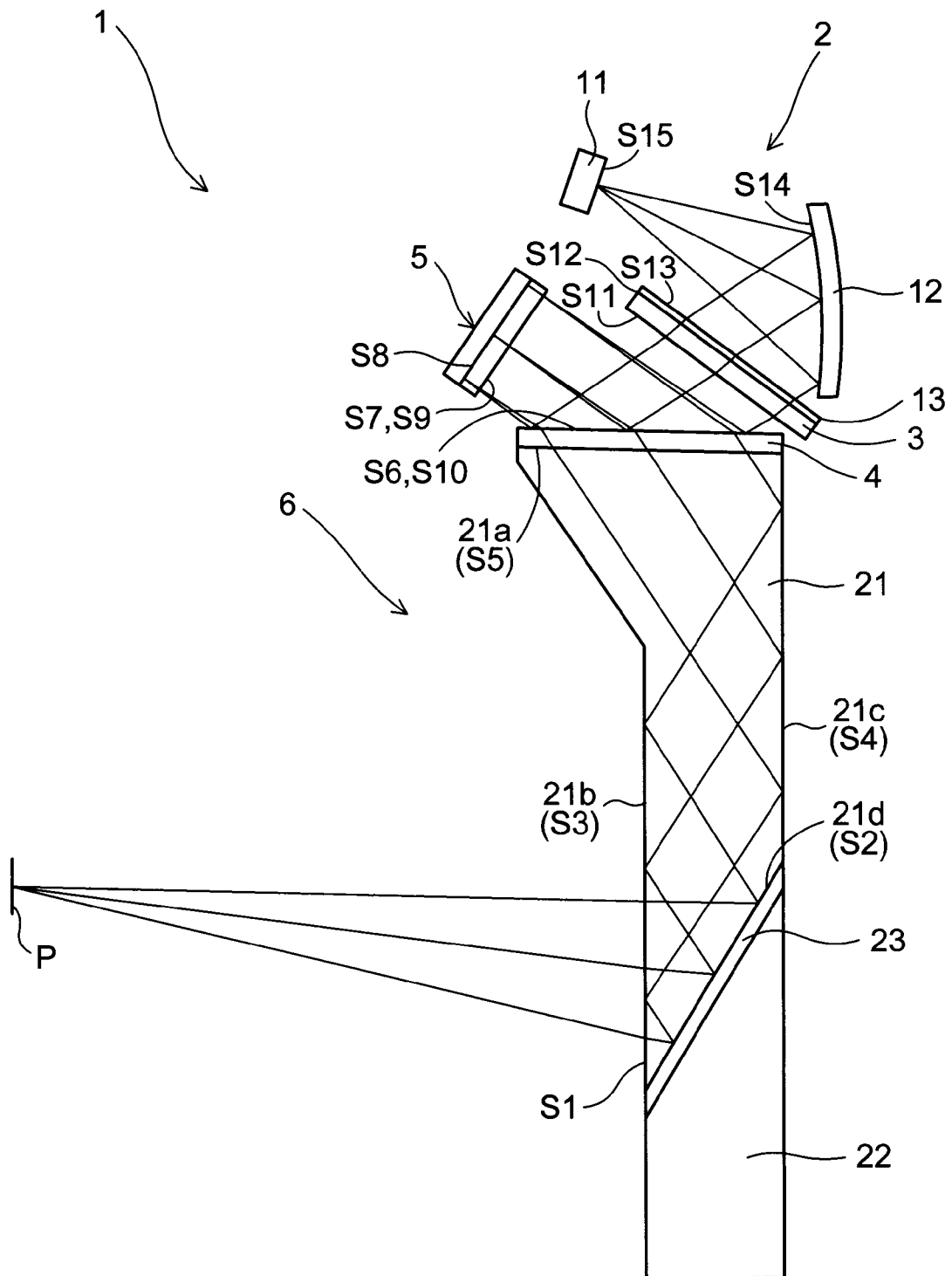
記断面形状の前記法線方向のシフト量が設定されている請求項 1 または 2 に記載の映像表示装置。

[請求項4]

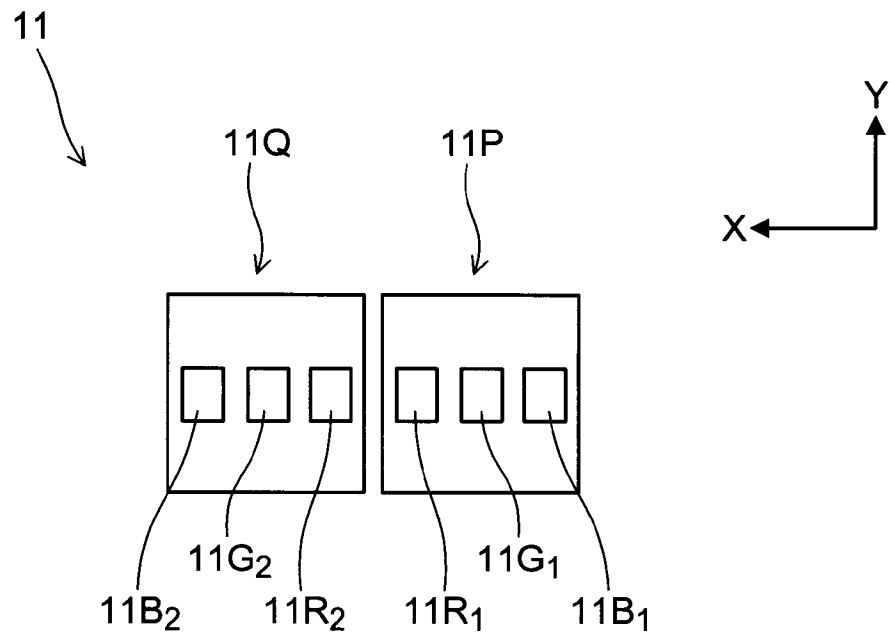
請求項 1 から 3 のいずれかに記載の映像表示装置と、

前記映像表示装置を観察者の眼前で支持する支持部材とを有しているヘッドマウントディスプレイ。

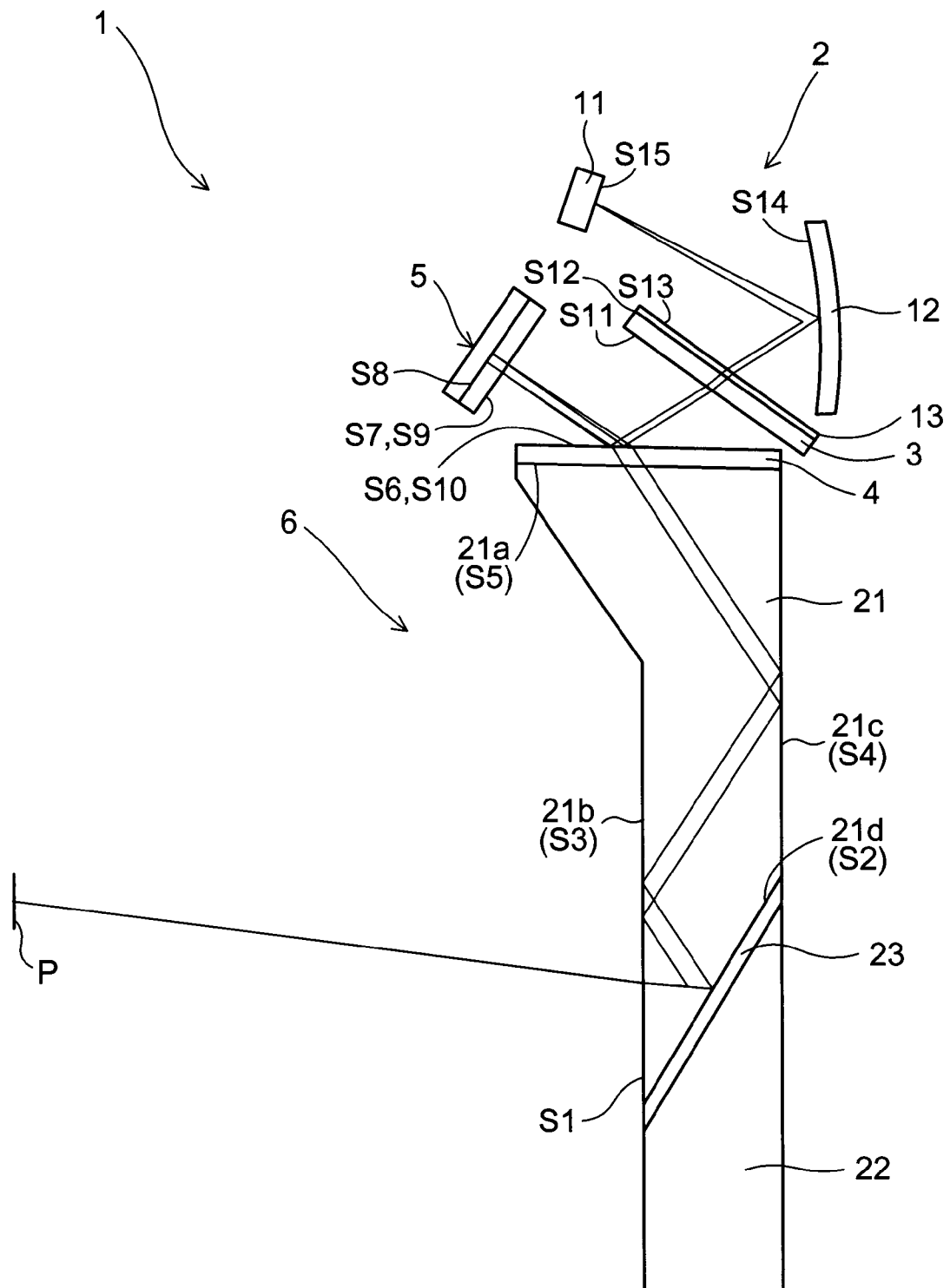
[図1]



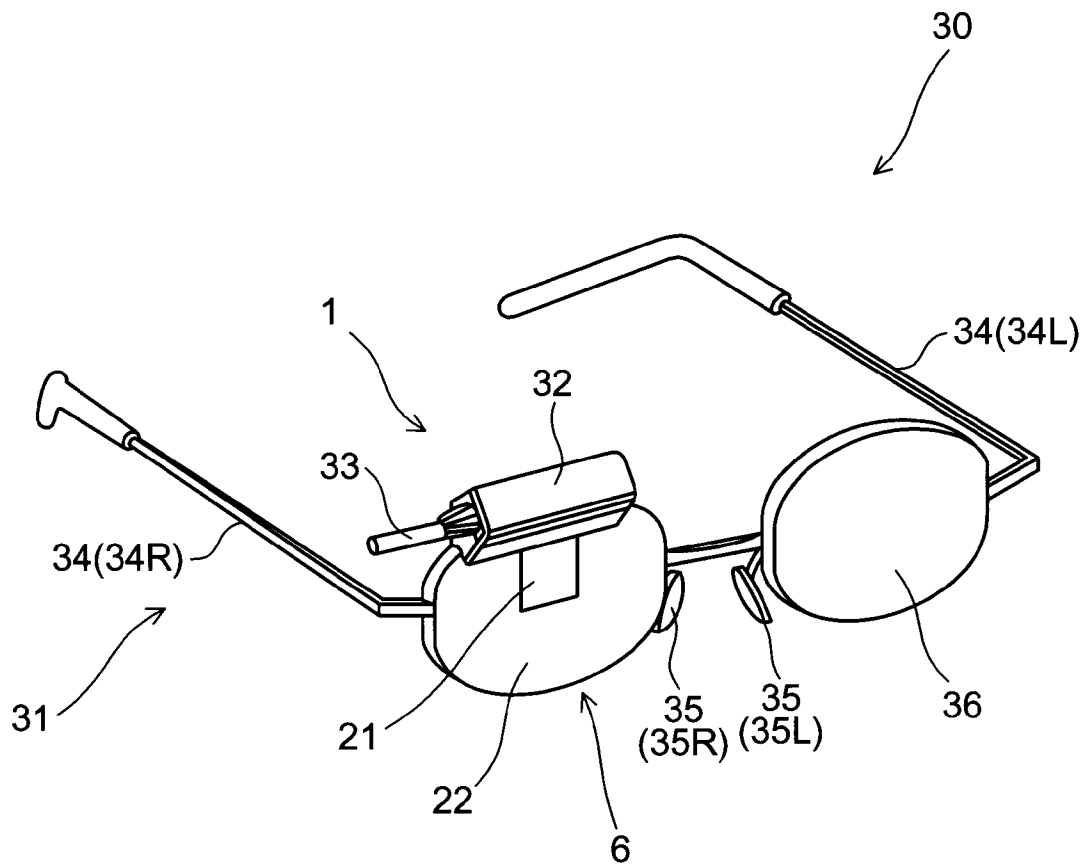
[図2]



[図3]

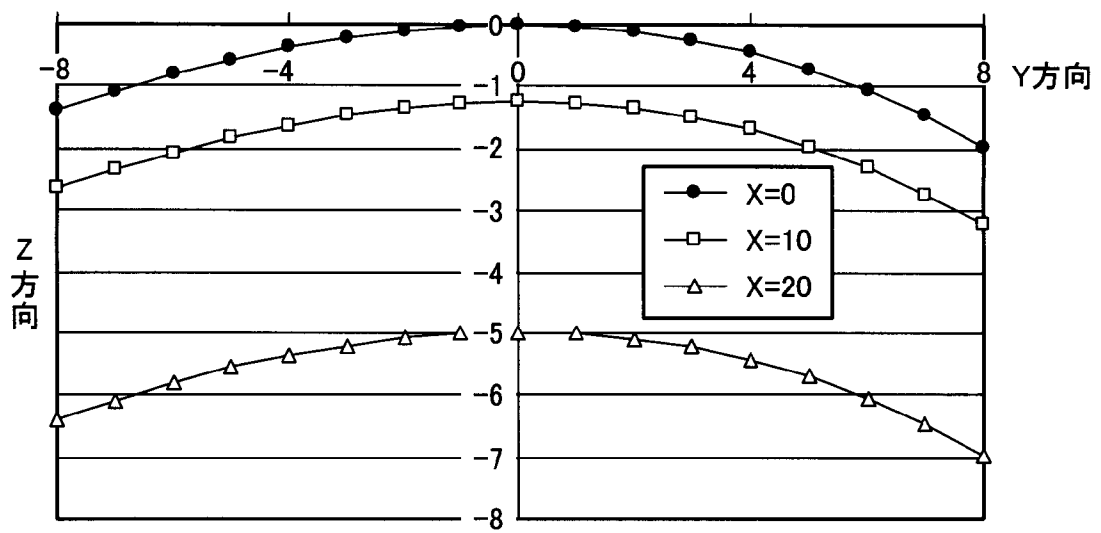


[図4]



[図5]

照明ミラー断面形状



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/056259

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B27/02(2006.01)i, H04N5/64(2006.01)i

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)

G02B27/02, H04N5/64

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 A	JP 2007-079298 A (Konica Minolta Photo Imaging, Inc.), 29 March 2007 (29.03.2007), paragraphs [0075], [0083] to [0086]; fig. 12 to 13, 22 to 23 (Family: none)	1-2, 4 3
A	JP 2007-011279 A (Konica Minolta Photo Imaging, Inc.), 18 January 2007 (18.01.2007), paragraphs [0178] to [0189]; fig. 13 to 15 & US 2006/0268421 A1 & US 2010/0284070 A1	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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
03 April, 2014 (03.04.14)

Date of mailing of the international search report
15 April, 2014 (15.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/056259

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010/044356 A1 (Konica Minolta Holdings, Inc.), 22 April 2010 (22.04.2010), paragraphs [0032] to [0065]; fig. 3 to 6 (Family: none)	1-4
A	WO 2010/061835 A1 (Konica Minolta Opto, Inc.), 03 June 2010 (03.06.2010), paragraphs [0023] to [0031]; fig. 2 & US 2011/0194163 A1	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B27/02(2006.01)i, H04N5/64(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. G02B27/02, H04N5/64

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 A	JP 2007-079298 A（コニカミノルタフォトイメージング株式会社） 2007.03.29, 段落【0075】，【0083】－【0086】，第12-13, 22-23 図 （ファミリーなし）	1-2, 4 3
A	JP 2007-011279 A（コニカミノルタフォトイメージング株式会社） 2007.01.18, 段落【0178】－【0189】，第13-15 図 & US 2006/0268421 A1 & US 2010/0284070 A1	1-4

☒ 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矛盾するものではなく、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

0 3 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

山本 貴一

2 L

4 0 8 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 5

C (続き) . 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 2010/044356 A1 (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2010.04.22, 段落【0032】 - 【0065】, 第3-6図 (ファミリーなし)	1-4
A	WO 2010/061835 A1 (コニカミノルタオプト株式会社) 2010.06.03, 段落【0023】 - 【0031】, 第2図 & US 2011/0194163 A1	1-4