

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4592884号
(P4592884)

(45) 発行日 平成22年12月8日(2010.12.8)

(24) 登録日 平成22年9月24日(2010.9.24)

(51) Int.Cl.

F 1

| | | | |
|------------|-----------|------------|---|
| GO2B 27/02 | (2006.01) | GO2B 27/02 | Z |
| GO2B 5/04 | (2006.01) | GO2B 5/04 | A |
| GO2B 17/04 | (2006.01) | GO2B 5/04 | F |
| GO2B 17/08 | (2006.01) | GO2B 17/04 | |
| HO4N 5/64 | (2006.01) | GO2B 17/08 | A |

請求項の数 5 (全 32 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2000-228737 (P2000-228737)

(22) 出願日

平成12年7月28日(2000.7.28)

(65) 公開番号

特開2002-40361 (P2002-40361A)

(43) 公開日

平成14年2月6日(2002.2.6)

審査請求日

平成19年6月28日(2007.6.28)

(73) 特許権者 000000376

オリンパス株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(74) 代理人 100097777

弁理士 垣澤 弘

(74) 代理人 100088041

弁理士 阿部 龍吉

(74) 代理人 100092495

弁理士 蝶川 昌信

(74) 代理人 100095120

弁理士 内田 亘彦

(74) 代理人 100095980

弁理士 菅井 英雄

(74) 代理人 100094787

弁理士 青木 健二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元偏心光路を備えた画像表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

観察画像を画像表示部に形成する画像表示素子と、前記画像表示素子が形成した画像を観察者眼球位置に相当する瞳に導く観察光学系とを含み、

前記画像表示素子が、複数の画素を単板上に並設させた1枚の画像表示素子を有して構成され、

前記1枚の画像表示素子の少なくとも中央部分に位置する各画素が、観察者の左右の眼球に光束を導けるような射出角度で画像光束を放射するように構成され、

前記観察光学系が、少なくとも、観察者の左眼に光束を導く左接眼部と、観察者の右眼に光束を導く右接眼部と、前記画像表示素子から前記射出角度を持って放射された画像光束を前記左右の接眼部に導く光路振り分け部とを含んだ画像表示装置において、

前記左接眼部が、少なくとも2面以上の反射面を有し、その中の少なくとも1つの反射面が偏心収差補正機能を有した回転非対称な曲面反射面にて構成され、

前記右接眼部が、少なくとも2面以上の反射面を有し、その中の少なくとも1つの反射面が偏心収差補正機能を有した回転非対称な曲面反射面にて構成され、

逆光線追跡で、軸上主光線を、前記瞳の中心を垂直に通り前記画像表示素子中心に至る光線とし、

前記左接眼部における前記軸上主光線を含む仮想面を左偏心光路面とし、前記右接眼部における前記軸上主光線を含む仮想面を右偏心光路面としたとき、前記左偏心光路面と前記右偏心光路面の各々が、第1平面と一致するように、前記左右接眼部が構成され、

10

20

前記光路振り分け部は、左右対称な光路を形成できるように、左右対称に光学面が配置され、かつ、前記光学面の中、少なくとも前記左右接眼部を通る光路各々に対応する1組の第1反射面が、前記左右の偏心光路面に対して垂直な方向の成分をも含めた3次元偏心方向に左右各々の前記軸上主光線を反射させるように構成されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【請求項2】

請求項1において、

前記光路振り分け部は、前記画像表示素子と対向する位置に設けられた透過面と、前記左右1組の第1反射面とは別の前記左右接眼部を通る光路各々に対応する1組の第2反射面を有し、

10

前記透過面と前記左側第2反射面で形成される光路における前記軸上主光線を含む仮想面を左側第2平面、前記透過面と前記右側第2反射面で形成される光路における前記軸上主光線を含む仮想面を右側第2平面とし、前記左側第2平面と前記右側第2平面とが第2平面で一致し、

該第2平面が前記第1平面と平行、かつ、所定の間隔を有して位置するように、前記透過面及び前記左右1組の第2反射面が配置されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【請求項3】

請求項2において、

前記左右1組の第1反射面で反射される前記軸上主光線は、前記第1平面と前記第2平面の間に空間に配置されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

20

【請求項4】

請求項2又は3において、

前記左右の接眼部における回転非対称な曲面反射面は対称面を1つのみ有すると共に、該対称面は前記第1平面と平行であり、

前記1組の第2反射面は、対称面を1つのみ有する回転非対称な曲面反射面であって、該対称面は前記第2平面と平行であり、

前記左右1組の第1反射面は、対称面を持たない回転非対称な曲面反射面であることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【請求項5】

30

請求項1～3の何れか1項において、

前記画像表示素子と前記光路振り分け部との間に、前記画像表示素子の少なくとも中央部分に位置する各画素から前記射出角度をもって放射される光束について垂直方向から左右の光路方向に射出角度を増やすような振り分け光増強部材を配置したことを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、3次元偏心光路を備えた画像表示装置に関し、特に、観察者の頭部又は顔面に保持することを可能にする頭部又は顔面装着式画像表示装置に関する。

40

【0002】

【従来の技術】

従来、左右眼共通の单一の画像表示素子を用いた頭部装着式画像表示装置として、特開平6-110013号においては、画像表示素子からの表示光を観察者の左右の眼へ導くために、二等辺三角柱のプリズムとミラーで分割し、折り曲げている。この配置においては、諸収差の補正は、観察者の眼の瞳の前に配置するレンズで行うことになり、補正が難しくなると同時に、装置の大型化を招く。

【0003】

また、特開平7-287185号においては、ミラーを複数枚使用し、凸レンズ1枚で結像作用を行っている。そのため、組み立て調整が非常に難しく、また適切な性能を達成で

50

きない。また、画像表示素子が3次元的に配置してあるが、左右の映像が逆に回転してしまう。

【0004】

また、特開平9-61748号のものにおいては、画像表示素子からの表示光をハーフミラーを利用して分割して両眼で観察している。そのために左右それぞれの眼球へ表示光が分かれるので、観察像強度が弱く暗くなる。

【0005】

また、特開平9-181998号、特開平9-181999号のものは、左右別々あるいは共通の反射プリズム光学系を用いるものであるが、画角が狭いと言う問題がある。

【0006】

さらに、特表平10-504115号のものは、ハーフミラーを利用して表示光を分割するものであるが、部品点数が非常に多く、組み立てが非常に複雑である。

【0007】

なお、本出願人は、特願2000-48750号等において、中央に光路振り分け光学系を配置し、その左右に接眼プリズムを配置した頭部装着式等の画像表示装置を提案している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は従来技術のこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、1つの画像表示素子からの映像を、ハーフミラーを利用してせずに両眼に導き、明るく観察でき、さらに、中央に配置する光路振り分け光学系にパワーを持たせることで、諸収差の補正を容易にした頭部装着式画像表示装置等の画像表示装置を提供することである。

【0009】

さらには、本出願人による特願2000-48750号等のような画像表示装置をさらに広画角化することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明の3次元偏心光路を備えた画像表示装置は、観察画像を画像表示部に形成する画像表示素子と、前記画像表示素子が形成した画像を観察者眼球位置に相当する瞳に導く観察光学系とを含んだ画像表示装置において、

前記画像表示素子が、複数の画素を单板上に並設させた1枚の画像表示素子を有して構成され、

前記1枚の画像表示素子の少なくとも中央部分に位置する各画素が、観察者の左右の眼球に光束を導けるような射出角度で画像光束を放射するように構成され、

前記観察光学系が、少なくとも、観察者の左眼に光束を導く左接眼部と、観察者の右眼に光束を導く右接眼部と、前記画像表示素子から前記射出角度を持って放射された画像光束を前記左右の接眼部に導く3次元光路振り分け部とを含み、

前記左接眼部が、少なくとも2面以上の反射面を有し、その中の少なくとも1つの反射面が偏心収差補正機能を有した回転非対称な曲面反射面にて構成され、

前記右接眼部が、少なくとも2面以上の反射面を有し、その中の少なくとも1つの反射面が偏心収差補正機能を有した回転非対称な曲面反射面にて構成され、

前記左接眼部の有する前記2面以上の反射面にて形成される軸上主光線の偏心光路面(Y-Z面)と、前記右接眼部の有する前記2面以上の反射面にて形成される軸上主光線の偏心光路面(Y-Z面)とが、略同一平面(Y-Z面)に形成されるように、前記左右接眼部が構成され、

前記3次元光路振り分け部は、左右対称な光路を形成できるように、左右対称に光学面が配置され、かつ、前記光学面の中、少なくとも左右2組の反射面が、前記左右の接眼部によって形成される偏心光路面(Y-Z面)に対して垂直な方向(X方向)の成分をも含めた3次元偏心方向に左右各々の光束の軸上主光線を反射させるように構成されていることを特徴とするものである。

10

20

30

40

50

【0011】

以下、本発明において、上記構成をとる理由と作用を説明する。

【0012】

通常、人間の瞳の間隔は平均約 64 mm 程度と言われ、個人差がある。そのため、両眼観察用の観察光学系において、眼幅の個人差を観察光学系で吸収するためには、予め光学系の瞳を横長に設定することが好ましい。つまり、観察光学系の瞳は観察者の水平方向に長い橢円（あるいは長方形等）を用いることが好ましい。

【0013】

そのとき、瞳の長手方向と接眼部の偏心方向を同一方向にすると、各反射面の有効面は必然的に横に長い有効径を確保する必要がある。しかし、特願 2000-48750 号のように、観察者の水平方向にのみ偏心させた光学系の場合、人間の眼幅による制約があるため、光学系を横方向に大きくすることはできない。したがって、観察画角を広くすると、光路振り分け部の反射面を両眼の接眼部の間に配置することが困難になってくる。10

【0014】

そこで、本発明の画像表示装置の観察光学系では、光路振り分け部内全体の光路を 3 次元的な構成にすることで、光路振り分け部内の反射面を垂直方向に配置するようにして、画角を広くした場合でも、両眼の反射面の有効径を確保できるようにしたものである。

【0015】

なお、観察光学系を構成する左右の接眼部、3 次元光路振り分け部それぞれを反射鏡のみで構成しても、左右の接眼部、3 次元光路振り分け部それぞれを偏心プリズムで構成しても、また、左右の接眼部と 3 次元光路振り分け部を一体の偏心プリズムで構成してもよい。20

【0016】

そして、3 次元光路振り分け部は、偏心収差補正機能を有した回転非対称な曲面形状の反射面を少なくとも 1 組備えていることが望ましい。

【0017】

その場合、その少なくとも 1 組の偏心収差補正機能を有した回転非対称な曲面形状の反射面は、3 次元偏心方向に左右各々の光束の軸上主光線を反射させる少なくとも左右 2 組の反射面の中の 1 組に配置されていることが望ましい。

【0018】

また、その少なくとも 1 組の偏心収差補正機能を有した回転非対称な曲面形状の反射面は、対称面を 1 面のみ有する自由曲面にて形成され、その少なくとも 1 組の自由曲面の各々の唯一の対称面が同一平面内に一致するように構成されていることが望ましい。30

【0019】

ここで、回転非対称な曲面形状の面として、本発明では代表的に自由曲面を使用するが、自由曲面とは以下の式で定義されるものである。この定義式の Z 軸が自由曲面の軸となる。

【0020】

$$Z = c r^2 / [1 + \sqrt{1 - (1+k) c^2 r^2}] + \sum_{j=2}^{66} C_j X^j Y^j$$

(a)

ここで、(a) 式の第 1 項は球面項、第 2 項は自由曲面項である。

【0021】

球面項中、

c : 頂点の曲率

k : コーニック定数（円錐定数）

r = (X^2 + Y^2)

40

50

である。

【0022】

自由曲面項は、

66

$$\sum_{j=2}^{66} C_j X^{\frac{j}{2}} Y^{\frac{j}{2}}$$

$$= C_2 X + C_3 Y$$

$$+ C_4 X^2 + C_5 XY + C_6 Y^2$$

$$+ C_7 X^3 + C_8 X^2 Y + C_9 XY^2 + C_{10} Y^3$$

$$+ C_{11} X^4 + C_{12} X^3 Y + C_{13} X^2 Y^2 + C_{14} XY^3 + C_{15} Y^4$$

$$+ C_{16} X^5 + C_{17} X^4 Y + C_{18} X^3 Y^2 + C_{19} X^2 Y^3 + C_{20} XY^4$$

$$+ C_{21} Y^5$$

$$+ C_{22} X^6 + C_{23} X^5 Y + C_{24} X^4 Y^2 + C_{25} X^3 Y^3 + C_{26} X^2 Y^4$$

$$+ C_{27} XY^5 + C_{28} Y^6$$

$$+ C_{29} X^7 + C_{30} X^6 Y + C_{31} X^5 Y^2 + C_{32} X^4 Y^3 + C_{33} X^3 Y^4$$

$$+ C_{34} X^2 Y^5 + C_{35} XY^6 + C_{36} Y^7$$

• • • • •

ただし、 C_j (j は 2 以上の整数) は係数である。

【0023】

上記自由曲面は、一般的には、X - Z 面、Y - Z 面共に対称面を持つことはないが、X の奇数次項を全て 0 にすることによって、Y - Z 面と平行な対称面が 1 つだけ存在する自由曲面となる。また、Y の奇数次項を全て 0 にすることによって、X - Z 面と平行な対称面が 1 つだけ存在する自由曲面となる。

【0024】

また、上記の回転非対称な曲面形状の面である自由曲面の他の定義式として、Zernike 多項式により定義できる。この面の形状は以下の式 (b) により定義する。その定義式 (b) の Z 軸が Zernike 多項式の軸となる。回転非対称面の定義は、X - Y 面に対する Z の軸の高さの極座標で定義され、R は X - Y 面内の Z 軸からの距離、A は Z 軸回りの方位角で、X 軸から測った回転角で表せられる。

【0025】

10

20

30

$$x = R \times \cos(A)$$

$$y = R \times \sin(A)$$

$$Z = D_2$$

$$\begin{aligned}
& + D_3 R \cos(A) + D_4 R \sin(A) \\
& + D_5 R^2 \cos(2A) + D_6 (R^2 - 1) + D_7 R^2 \sin(2A) \\
& + D_8 R^3 \cos(3A) + D_9 (3R^3 - 2R) \cos(A) \\
& \quad + D_{10} (3R^3 - 2R) \sin(A) + D_{11} R^3 \sin(3A) & 10 \\
& + D_{12} R^4 \cos(4A) + D_{13} (4R^4 - 3R^2) \cos(2A) \\
& \quad + D_{14} (6R^4 - 6R^2 + 1) + D_{15} (4R^4 - 3R^2) \sin(2A) \\
& \quad + D_{16} R^4 \sin(4A) \\
& + D_{17} R^5 \cos(5A) + D_{18} (5R^5 - 4R^3) \cos(3A) \\
& \quad + D_{19} (10R^5 - 12R^3 + 3R) \cos(A) \\
& \quad + D_{20} (10R^5 - 12R^3 + 3R) \sin(A) \\
& \quad + D_{21} (5R^5 - 4R^3) \sin(3A) + D_{22} R^5 \sin(5A) & 20 \\
& + D_{23} R^6 \cos(6A) + D_{24} (6R^6 - 5R^4) \cos(4A) \\
& \quad + D_{25} (15R^6 - 20R^4 + 6R^2) \cos(2A) \\
& \quad + D_{26} (20R^6 - 30R^4 + 12R^2 - 1) \\
& \quad + D_{27} (15R^6 - 20R^4 + 6R^2) \sin(2A) \\
& \quad + D_{28} (6R^6 - 5R^4) \sin(4A) + D_{29} R^6 \sin(6A) \dots \dots \dots \\
& \quad \dots \dots \dots (b)
\end{aligned}$$

ただし、 D_m (m は 2 以上の整数) は係数である。なお、X 軸方向に対称な光学系として 30 設計するには、 $D_4, D_5, D_6, D_{10}, D_{11}, D_{12}, D_{13}, D_{14}, D_{20}, D_{21}, D_{22} \dots$ を利用する。

【0026】

上記定義式は、回転非対称な曲面形状の面の例示のために示したものであり、他のいかなる定義式に対しても同じ効果が得られることは言うまでもない。

【0027】

なお、自由曲面の他の定義式の例として、次の定義式 (c) があげられる。

【0028】

$$Z = C_{nm} X Y$$

例として、 $k = 7$ (7 次項) を考えると、展開したとき、以下の式で表せる。 40

【0029】

$$\begin{aligned}
 Z = & C_2 \\
 & + C_3 Y + C_4 | X | \\
 & + C_5 Y^2 + C_6 Y | X | + C_7 X^2 \\
 & + C_8 Y^3 + C_9 Y^2 | X | + C_{10} YX^2 + C_{11} | X^3 | \\
 & + C_{12} Y^4 + C_{13} Y^3 | X | + C_{14} Y^2 X^2 + C_{15} Y | X^3 | + C_{16} X^4 \\
 & + C_{17} Y^5 + C_{18} Y^4 | X | + C_{19} Y^3 X^2 + C_{20} Y^2 | X^3 | \\
 & \quad + C_{21} YX^4 + C_{22} | X^5 | \quad 10 \\
 & + C_{23} Y^6 + C_{24} Y^5 | X | + C_{25} Y^4 X^2 + C_{26} Y^3 | X^3 | \\
 & \quad + C_{27} Y^2 X^4 + C_{28} Y | X^5 | + C_{29} X^6 \\
 & + C_{30} Y^7 + C_{31} Y^6 | X | + C_{32} Y^5 X^2 + C_{33} Y^4 | X^3 | \\
 & \quad + C_{34} Y^3 X^4 + C_{35} Y^2 | X^5 | + C_{36} YX^6 + C_{37} | X^7 | \\
 & \quad \cdots (c)
 \end{aligned}$$

なお、回転非対称な曲面形状の面としては、アナモフィック面、トーリック面を用いることもできる。

20

【0030】

また、本発明においては、前記のように、観察光学系をプリズム部材にて形成し、反射面の何れもがプリズム部材の表面に形成された裏面反射面にて構成するようにしてもよい。

【0031】

この場合、観察光学系は、3次元光路振り分け部を構成する3次元光路振り分けプリズムと、3次元光路振り分けプリズムと空気間隔を挟んで分離され、左接眼部を構成する左接眼プリズムと右接眼部を構成する右接眼プリズムとを含んで構成されているようにすることができる。

【0032】

そして、光路振り分けプリズムが、少なくとも画像表示素子に対向し左眼用光路を形成する画像光束と右眼用光路を形成する画像光束の両方の光束をプリズム内に入射させる入射面と、左眼用光路の光束をプリズム外に射出する左側射出面と、入射面と左側射出面との間の光路上に配置されかつ左眼用光路の光束をプリズム内で反射する少なくとも3面以上の左側反射面と、右眼用光路の光束をプリズム外に射出する右側射出面と、入射面と右側射出面との間の光路上に配置されかつ右眼用光路の光束をプリズム内で反射する少なくとも3面以上の右側反射面とを含んで構成され、

30

その少なくとも3面以上の左側反射面の中の入射面に対して左眼用光路上最も近い位置に配置された反射面に入射する軸上主光線とそこから反射する軸上主光線とを含む左第1平面と、その少なくとも3面以上の右側反射面の中の入射面に対して右眼用光路上最も近い位置に配置された反射面に入射する軸上主光線とそこから反射する軸上主光線とを含む右第1平面とが、同一の第1平面内に一致するように構成されていることが望ましい。

40

【0033】

この場合、その第1平面が、左接眼部の偏心光路面と右接眼部の偏心光路面とを含む略同一平面である第2平面に対して、異なる平面からなり、かつ、第1平面と第2平面とが平行な位置関係を形成するように、観察光学系が構成されていることが望ましい。

【0034】

なお、ここで、左右の接眼部の偏心光路面が略同一平面にあるとは、製作誤差等による微小角度のずれを包含する意味であり、±1°とする。

【0035】

また、少なくとも3面以上の左側反射面の中、2つの左側反射面が、第1平面に対して垂

50

直方向に隣接配置され、かつ、少なくとも3面以上の右側反射面の中、2つの右側反射面が、第1平面に対して垂直方向に隣接配置されるように光路振り分けプリズムが構成されていることが望ましい。

【0036】

また、第2平面に対して垂直な方向の成分をも含めた3次元偏心方向に左右各々の光束の軸上主光線を反射させる少なくとも左右2組の反射面の中、1組の左側反射面と右側反射面について、左側反射面と左側射出面とが第1平面に対して垂直方向に隣接配置され、かつ、右側反射面と右側射出面とが第1平面に対して垂直方向に隣接配置されているようになることができる。

【0037】

また、入射面に対して左眼用光路上最も近い位置に配置された反射面と、入射面に対して右眼用光路上最も近い位置に配置された反射面とが共に、画像表示素子と入射面の双方に対して対向するように隣接配置されていることが望ましい。

【0038】

この場合に、光路振り分けプリズムが、入射面に対して光路上最も近い位置に配置された左右の反射面の境界部分を含む領域に対して、画像表示素子の中心領域から垂直に放射された光線がゴースト光として反射しないように反射防止部材を設けることが望ましい。

【0039】

また、画像表示素子と3次元光路振り分け部との間に、その1枚の画像表示素子の少なくとも中央部分に位置する各画素から放射される所定の射出角度を持った画像光束の光強度を各画素面の垂直方向に放射される光束強度より強くするような振り分け光増強部材を配置することが望ましい。

【0040】

また、光路振り分けプリズムは、少なくとも3面以上の左側反射面によって画像表示素子から放射された左眼用光路の軸上主光線をプリズム内で回転交差させると共に、少なくとも3面以上の右側反射面によって前記画像表示素子から放射された右眼用光路の軸上主光線を前記プリズム内で回転交差させ、かつ、左側反射面による回転方向と右側反射面による回転方向とが逆回転となるように構成されていることが望ましい。

【0041】

この場合に、光路振り分けプリズムが、左側反射面によって形成された左眼用光路の軸上主光線の回転交差平面が左第1平面と同一平面内に形成され、かつ、右側反射面によって形成された右眼用光路の軸上主光線の回転交差平面が右第1平面内に形成されるように構成されていることが望ましい。

【0042】

また、3次元光路振り分け部に含まれる左右対称な複数組の反射面が、画像表示素子側から順に、左右1組の第1反射面と、左右1組の第2反射面と、左右1組の第3反射面と、左右1組の第4反射面とから構成され、

少なくとも第1反射面が、光束にパワーを与える曲面反射面形状にて構成され、かつ、偏心収差補正機能を有した回転非対称形状にて構成されていることが望ましい。

【0043】

また、3次元光路振り分け部に含まれる左右対称な複数組の反射面が、画像表示素子側から順に、左右1組の第1反射面と、左右1組の第2反射面と、左右1組の第3反射面と、左右1組の第4反射面とから構成され、

少なくとも第2反射面が、光束にパワーを与える曲面反射面形状にて構成され、かつ、偏心収差補正機能を有した回転非対称形状にて構成されていることが望ましい。

【0044】

また、3次元光路振り分け部に含まれる左右対称な複数組の反射面が、画像表示素子側から順に、左右1組の第1反射面と、左右1組の第2反射面と、左右1組の第3反射面と、左右1組の第4反射面とから構成され、

少なくとも第3反射面が、光束にパワーを与える曲面反射面形状にて構成され、かつ、偏

10

20

30

40

50

心収差補正機能を有した回転非対称形状にて構成されていることが望ましい。

【0045】

また、3次元光路振り分け部に含まれる左右対称な複数組の反射面が、画像表示素子側から順に、左右1組の第1反射面と、左右1組の第2反射面と、左右1組の第3反射面と、左右1組の第4反射面とから構成され、

少なくとも第4反射面が、光束にパワーを与える曲面反射面形状にて構成され、かつ、偏心収差補正機能を有した回転非対称形状にて構成されていることが望ましい。

【0046】

これらの場合、3次元光路振り分け部の左眼用光路の第3反射面に入射する軸上主光線とそこから反射する軸上主光線と左眼用光路の第4反射面で反射する軸上主光線とが同一の左第2平面内に含まれ、右眼用光路の第3反射面に入射する軸上主光線とそこから反射する軸上主光線と右眼用光路の第4反射面で反射する軸上主光線とが同一の右第2平面内に含まれ、左第2平面と右第2平面は、第1平面に垂直に設定されていることが望ましい。
10

【0047】

また、3次元光路振り分け部に含まれる回転非対称形状の曲面反射面が、対称面を1面のみ備えた自由曲面形状にて構成されていることが望ましい。

【0048】

また、左接眼プリズムと右接眼プリズムが共に、3次元光路振り分けプリズム側から順に、入射面と第1反射面と第2反射面と射出面とからなり、第1反射面と射出面は同一面からなり、第1反射面はその面での全反射による反射面であるようなものとすることができます。
20

【0049】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の3次元偏心光路を備えた画像表示装置を実施例に基づいて説明する。

【0050】

以下の実施例の座標の取り方は、観察者の視軸方向（正面方向）をZ軸、水平方向をY軸、垂直方向をX軸としている。

【0051】

後記する各実施例の数値データにおいては、右眼用の観察光学系について示してあり、右眼用の瞳1からの画像表示素子（像面）3に至る逆光線追跡のデータで示してある。左眼用の観察光学系については、数値データは省いてあるが、両眼を結ぶ直線の中心を通る対称面に対して面对称の関係である。なお、以下の構成の説明もその逆光線追跡の順で説明する。
30

【0052】

以下に示す実施例1～2において、接眼プリズム10はY-Z面内における2次元元偏心の偏心プリズムからなり、画像表示素子3側に配置される光路振り分けプリズム20は3次元元偏心の偏心プリズムであり、光路振り分けプリズム20内の軸上主光線は同一平面内に存在せずY-Z面とそれに平行な2つの平面とそれに直交する1つの平面内に存在する。以下、図面を参照にして説明する。

【0053】

実施例1

図1に実施例1の画像表示装置の光学系の主として右眼用部分の斜視図、図2に実施例1の光学系の軸上主光線2を示す透視斜視図、図3に異なる角度から見た実施例1の光学系の軸上主光線2を示す透視斜視図をそれぞれ示す。ただし、図1～図3において面はメッシュで表現してある。また、図4に実施例1の画像表示装置の光学系の主として右眼用部分の光学面と光路を示す図を示す。ただし、(a)はZ軸正方向から見た右眼用光路の正面図、(b)はX軸負方向から見た右眼用光路の平面図、(c)はX軸負方向から見た第1の水平面内での両眼の光路を示す図、(d)はX軸負方向から見た第1の水平面と平行で第1の水平面より上(X軸の負側)の第2の水平面内での両眼の光路を示す図である。
40

【0054】

10

20

30

40

50

この光学系は、両眼装着型の頭部装着式画像表示装置として構成する場合の右眼用の光学系であり、左眼用の光学系は、X - Z面に平行で、両眼を結ぶ直線の中心を通る面に対して面对称に構成される。以下の実施例2も同様。なお、図1～図4には、左眼用の接眼プリズム10'も図示してある。

【0055】

この実施例の観察光学系は、頭部装着式画像表示装置として構成する場合に観察者の右眼の瞳が位置すべき瞳1から出た逆光線追跡の軸上主光線(光軸)2は、保護ガラス4(図1～図3においては図示略)を経て、接眼プリズム10の第11面11で屈折されて接眼プリズム10内に入り、第12面12で内部反射され、第11面11が兼ねる第13面13に臨界角を越える角度で入射して全反射され、第14面14で屈折されて接眼プリズム10から出て、光路振り分けプリズム20の第21面21で屈折されて光路振り分けプリズム20内に入り、第22面22で内部反射され、第23面23で内部反射され、第24面24で内部反射され、第25面25で内部反射され、第26面26で屈折されて光路振り分けプリズム20から出て、画像表示素子3に至る。

10

【0056】

ここで、接眼プリズム10の第11面11～第14面14はY-Z面に対して面对称に構成されており、各面はこのY-Z面内で2次元的に偏心して構成されている。

【0057】

接眼プリズム10から出た軸上主光線は、第21面21から光路振り分けプリズム20内に入射し、接眼プリズム10の偏心面(Y-Z面：第1の水平面H1(図4(c)の面))内を進み、その第22面22の反射面で接眼プリズム10の偏心面(Y-Z面)と垂直な面H3(X軸と平行な面)内に反射され、その反射光は第23面23の反射面で反射され、その反射光は第1の水平面H1と平行でそれより上(X軸の負側)の第2の水平面H2(図4(d)の面)内を進み、第24面24の反射面で反射されて第2の水平面H2内を進み、第25面25の反射面で反射されてその第2の水平面H2内で第24面24に入射する軸上主光線と交差した後、第26面26で屈折されて画像表示素子3の中心に、画像表示素子3の中心を通る法線に対して-19.57°(図6(b))の角度をなして入射する。光路振り分けプリズム20の第21面21の上方(X軸の負側)に第23面23が、第22面22の上方(X軸の負側)に第24面24が配置されており、画像表示素子3の表示面はX-Y面に平行で、左右の瞳の間の中心を通る対称面にその中心が一致するように配置されている。

20

【0058】

そして接眼プリズム10、光路振り分けプリズム20共に正のパワーを有するように、それぞれの少なくとも1つの反射面は正パワーを有するように構成され、画像表示素子3の中間像を光路振り分けプリズム20の第21面21と第22面22の間に結像する。

30

【0059】

このように、観察光学系を3次元的に偏心させることで、光学系を自由な方向に折り畳むことができ、画像表示装置全体を小型化することができ、他の部材を考慮してデットスペースの少ない画像表示装置を提供することができる。さらには、デザインの自由度が大きくなる。また、光路振り分けプリズム20内の反射面を垂直方向に2段に配置するようにして、画角を広くした場合でも、両眼の反射面の有効径を確保できるようにしている。

40

【0060】

この実施例においては、光路振り分けプリズム20の第22面22の反射面を、接眼プリズム10の偏心面と垂直方向(本実施例ではX方向)に偏心させることで、第22面22で反射した像はX軸方向に傾く。その後、第23面23の反射面でX軸方向の像の傾きを0にするように反射面を構成することで、像の傾きが発生しないようにしている。このような構成にすることで、両眼の画像がY軸方向の傾きのみとなり、融像して観察することが可能となる。像面3上にてX方向とY方向の両方に対して像の傾きが発生した場合、画像表示素子3上に射影される像是軸上主光線を軸として左右逆方向に回転した像となり、両眼の画像を融像することができなくなる。また、第23面23から第25面25までの

50

反射面は、第21面21及び第22面22の上下方向(X 軸方向)に配置することができるため、光路振り分けプリズム20内の各反射面の干渉を防ぐことができる。さらに、上記X軸方向は、瞳の長手方向とは垂直方向になるため、大きく偏心させずに各面を構成することができ、X軸に非対称な偏心収差の発生量を小さく抑えることができる。

【 0 0 6 1 】

実施例1の構成における瞳座標に対する像の傾きを図示したものが図5、図6(a)～(b)である(図5は図4(c)に対応、図6(a)は図4(a)に対応、図6(b)は図4(d)に対応)。これらの図中、X、Yは像の方向、Zは光の進行方向を示す。図5は、瞳1から第22面22までの両眼の光路図で、Y-Z平面内で偏心させている。図6(a)は、第24面24までの右眼用光路を示した図で、第21面21から第24面24までは、Y-Z面に垂直なX方向に偏心させている。図6(b)は、第23面23から像面(画像表示素子)3までの両眼の光路図で、Y-Z平面内で偏心させている。ただし、これらの図は、簡単のため、各面を平面の反射鏡としたときの像の方向を図示したものであり、結像作用は考慮していない。実際には、この実施例では中間像を形成しているため、途中の中間像の位置でX方向、Y方向が逆向きの像が形成されることとなる。

10

【 0 0 6 2 】

本実施例においては、接眼プリズム10の偏心面を水平方向になるようにしているので、接眼プリズム10の縦方向の寸法が非常に小さくでき、小型軽量化が達成できる。また、光路振り分けプリズム20を3次元的に偏心させているため、より広い画角が達成できる。また、中間像を1回結像しているため、光路振り分けプリズム20の高さは、接眼プリズム10の高さよりも小さく、光路振り分けプリズム20を3次元的に偏心させても、装置の小型化が達成できる。また、中間像から画像表示素子3までの物像間距離が長くとれ、光路振り分けプリズム20の各面のパワーを弱く設定することができる。そのため、画像表示素子3の表示面上で良好な性能を確保することができる。また、この実施例においては、画像表示素子3を光路振り分けプリズム20に対して観察者と反対側に配置できるため、画像表示素子3及びそのためのバックライトを配置するスペース上の問題は発生し難い。

20

【 0 0 6 3 】

さらに、この実施例においては、光路振り分けプリズム20に4つの反射面22～25があり、その中の2つの反射面22、23はX軸方向に偏心させ、2つの反射面24、25はY軸方向に偏心させているため、3次元的に光路をとっても良好な偏心収差補正が可能となる。

30

【 0 0 6 4 】

なお、接眼プリズム10と瞳1の間にある平行平板4は保護ガラス用として挿入したものである。この保護ガラス4に正のパワーを付けることで、より広い画角がとれることは言うまでもない。

【 0 0 6 5 】

実施例2

図7に実施例2の図4と同様の図を示す。この実施例の観察光学系は、頭部装着式画像表示装置として構成する場合に観察者の右眼の瞳が位置すべき瞳1から出た逆光線追跡の軸上主光線(光軸)2は、保護ガラス4を経て、接眼プリズム10の第11面11で屈折されて接眼プリズム10内に入り、第12面12で内部反射され、第11面11が兼ねる第13面13に臨界角を越える角度で入射して全反射され、第14面14で屈折されて接眼プリズム10から出て、光路振り分けプリズム20の第21面21で屈折されて光路振り分けプリズム20内に入り、第22面22で内部反射され、第23面23で内部反射され、第24面24で内部反射され、第25面25で屈折されて光路振り分けプリズム20から出て、画像表示素子3に至る。

40

【 0 0 6 6 】

ここで、接眼プリズム10の第11面11～第14面14はY-Z面に対して面对称に構成されており、各面はこのY-Z面内で2次元的に偏心して構成されている。

50

【0067】

接眼プリズム10から出た軸上主光線は、第21面21から光路振り分けプリズム20内に入射し、接眼プリズム10の偏心面(Y-Z面：第1の水平面H1(図4(c)の面))内を進み、その第22面22の反射面で接眼プリズム10の偏心面(Y-Z面)と垂直な面H3(X軸と平行な面)内に反射され、その反射光は第23面23の反射面で反射され、その反射光は第1の水平面H1と平行でそれより上(X軸の負側)の第2の水平面H2(図4(d)の面)内を進み、第24面24の反射面で反射されて第2の水平面H2内を進み、第25面25で屈折されて画像表示素子3の中心に、画像表示素子3の中心を通る法線に対して-31.32°の角度をなして入射する。光路振り分けプリズム20の第21面21の上方(X軸の負側)に第23面23が、第22面22の上方(X軸の負側)に第24面24が配置されており、画像表示素子3の表示面はX-Y面に平行で、左右の瞳の間の中心を通る対称面にその中心が一致するように配置されている。10

【0068】

そして接眼プリズム10、光路振り分けプリズム20共に正のパワーを有するように、それぞれの少なくとも1つの反射面は正パワーを有するように構成され、画像表示素子3の中間像を光路振り分けプリズム20の第21面21と第22面22の間に結像する。

【0069】

このように、観察光学系を3次元的に偏心させることで、光学系を自由な方向に折り畳むことができ、画像表示装置全体を小型化することができ、他の部材を考慮してデットスペースの少ない画像表示装置を提供することができる。さらには、デザインの自由度が大きくなる。また、光路振り分けプリズム20内の反射面を垂直方向に2段に配置するようにして、画角を広くした場合でも、両眼の反射面の有効径を確保できるようにしている。20

【0070】

実施例2においても、実施例1と同様、光路振り分けプリズム20の第22面22の反射面を、接眼プリズム10の偏心面と垂直方向(本実施例ではX方向)に偏心させることで、第22面22で反射した像はX軸方向に傾く。その後、第23面23の反射面でX軸方向の像の傾きを0にするように反射面を構成することで、像の傾きが発生しないようにしている。このような構成にすることで、両眼の画像がY軸方向の傾きのみとなり、融像して観察することが可能となる。像面3上にてX方向とY方向の両方に対して像の傾きが発生した場合、画像表示素子3上に射影される像は軸上主光線を軸として左右逆方向に回転した像となり、両眼の画像を融像することができなくなる。また、第23面23から第24面24までの反射面は、第21面21及び第22面22の上下方向(X軸方向)に配置することができるため、光路振り分けプリズム20内の各反射面の干渉を防ぐことができる。さらに、上記X軸方向は、瞳の長手方向とは垂直方向になるため、大きく偏心させずに各面を構成することができ、X軸に非対称な偏心収差の発生量を小さく抑えることができる。30

【0071】

本実施例においては、接眼プリズム10の偏心面を水平方向になるようにしているので、接眼プリズム10の縦方向の寸法が非常に小さくでき、小型軽量化が達成できる。また、光路振り分けプリズム20を3次元的に偏心させているため、より広い画角が達成できる。また、中間像を1回結像しているため、光路振り分けプリズム20の高さは、接眼プリズム10の高さよりも小さく、光路振り分けプリズム20を3次元的に偏心させても、装置の小型化が達成できる。また、中間像から画像表示素子3までの物像間距離が長くとれ、光路振り分けプリズム20の各面のパワーを弱く設定することができる。そのため、画像表示素子3の表示面上で良好な性能を確保することができる。また、この実施例においては、画像表示素子3を光路振り分けプリズム20の観察者側に配置しているが、画像表示素子3が眼の位置に対して少し上側に存在するため(光路振り分けプリズム20が2段構成の3次元構成にしてあるため)、画像表示素子3と観察者の鼻との干渉は起こり難い。40

【0072】

10

20

30

40

50

さらに、この実施例においては、光路振り分けプリズム20に3つの反射面22～24があり、その中の2つの反射面22、23はX軸方向に偏心させ、1つの反射面24はY軸方向に偏心させているため、3次元的に光路をとっても良好な偏心収差補正が可能となる。

【0073】

なお、接眼プリズム10と瞳1の間にある平行平板4は保護ガラス用として挿入したものである。この保護ガラス4に正のパワーを付けることで、より広い画角がとれることは言うまでもない。

【0074】

次に、上記実施例1～2の構成パラメータを示す。各実施例の構成パラメータにおいては
10、逆光線追跡で、軸上主光線2を、光学系の射出瞳1の中心を垂直に通り、画像表示素子3中心に至る光線で定義する。そして、逆光線追跡において、瞳1の中心を偏心光学系の偏心光学面の原点として、軸上主光線2に沿う方向をZ軸方向とし、瞳1から第11面11に向かう方向をZ軸正方向とし、接眼プリズム10内で光軸が折り曲げられる平面をY-Z平面とし、原点を通りY-Z平面に直交し、垂直方向の上から下へ向かう方向をX軸正方向とし、X軸、Z軸と右手直交座標系を構成する軸をY軸とする。この座標系は、図4、図7に図示してある座標系と同じである。

【0075】

偏心面については、光学系の原点の中心からその面の面頂位置の偏心量（X軸方向、Y軸方向、Z軸方向をそれぞれX、Y、Z）と、その面の中心軸（自由曲面については、前記(a)式のZ軸、非球面については、後記の(d)式のZ軸）のX軸、Y軸、Z軸それぞれを中心とする傾き角（それぞれ α 、 β 、 γ （°））とが与えられている。その場合、
20と α の正はそれぞれの軸の正方向に対して反時計回りを、 β の正はZ軸の正方向に対して時計回りを意味する。なお、面の中心軸の α 、 β 、 γ の回転のさせ方は、面の中心軸とそのXYZ直交座標系を、まずX軸の回りで反時計回りに回転させ、次に、その回転した面の中心軸を新たな座標系のY軸の回りで反時計回りに回転させると共に1度回転した座標系もY軸の回りで反時計回りに回転させ、次いで、その2度回転した面の中心軸を新たな座標系の新たな座標系のZ軸の回りで時計回りに回転させるものである。

【0076】

また、各実施例の光学系を構成する光学作用面の中、特定の面とそれに続く面が共軸光学系を構成する場合には面間隔が与えられており、その他、媒質の屈折率、アッベ数が慣用法に従って与えられている。
30

【0077】

また、本発明で用いられる自由曲面の面の形状は前記(a)式により定義し、その定義式のZ軸が自由曲面の軸となる。

【0078】

また、非球面は、以下の定義式で与えられる回転対称非球面である。

【0079】

$$Z = \left(\frac{y^2}{R} \right) / [1 + \{1 - (1+K) \frac{y^2}{R^2}\}^{1/2}] + A y^4 + B y^6 + C y^8 + D y^{10} + \dots$$

… (d)

ただし、Zを光の進行方向を正とした光軸（軸上主光線）とし、yを光軸と垂直な方向にとる。ここで、Rは近軸曲率半径、Kは円錐定数、A、B、C、D、…はそれぞれ4次、6次、8次、10次の非球面係数である。この定義式のZ軸が回転対称非球面の軸となる。

【0080】

なお、データの記載されていない自由曲面、非球面に関する項は0である。屈折率については、d線（波長587.56nm）に対するものを表記してある。
50

長さの単位はmmである。

【0081】

なお、実施例1～2は、観察光学系とした場合に、観察画角は、水平半画角12.5°、垂直半画角9.4°、画像表示素子3の大きさは10.2×7.6mmであり、瞳径4mmある。

【0082】

なお、以下の構成パラメータの表中の“FFS”は自由曲面、“ASS”は非球面、“RE”は反射面をそれぞれ示す。

【0083】

(実施例1)

| 面番号 | 曲率半径 | 面間隔 | 偏心 | 屈折率 | アッペ数 |
|-----------------|--------------------------|--|--|--------|------|
| 物体面 | ∞ | -1000.00 | | | |
| 1 | ∞ (瞳) | | | | |
| 2 | ∞ | | 偏心(1) | 1.4924 | 57.6 |
| 3 | ∞ | | 偏心(2) | | |
| 4 | A S S ① | | 偏心(3) | 1.5254 | 55.8 |
| 5 | F F S ① (R E) | | 偏心(4) | 1.5254 | 55.8 |
| 6 | A S S ① (R E) | | 偏心(3) | 1.5254 | 55.8 |
| 7 | F F S ② | | 偏心(5) | | |
| 8 | F F S ③ | | 偏心(6) | 1.5254 | 55.8 |
| 9 | F F S ④ (R E) | | 偏心(7) | 1.5254 | 55.8 |
| 10 | F F S ⑤ (R E) | | 偏心(8) | 1.5254 | 55.8 |
| 11 | F F S ⑥ (R E) | | 偏心(9) | 1.5254 | 55.8 |
| 12 | F F S ⑦ (R E) | | 偏心(10) | 1.5254 | 55.8 |
| 13 | F F S ⑧ | | 偏心(11) | | |
| 像面 | ∞ | | 偏心(12) | | |
| | | A S S ① | | | |
| R | -175.34 | | | | |
| K | 0.0000 | | | | |
| A | 1.2782×10^{-6} | | | | 30 |
| B | -1.0745×10^{-9} | | | | |
| | F F S ① | | | | |
| C ₄ | -9.1024×10^{-3} | C ₆ -7.7054×10^{-3} | C ₈ -4.3739×10^{-5} | | |
| C ₁₀ | 8.3556×10^{-6} | C ₁₁ -3.1136×10^{-7} | C ₁₃ -9.0607×10^{-7} | | |
| C ₁₅ | 1.7824×10^{-7} | C ₁₇ -7.8723×10^{-8} | C ₁₉ 7.7039×10^{-8} | | |
| C ₂₁ | -2.3121×10^{-9} | | | | |
| | F F S ② | | | | |
| C ₄ | -7.2478×10^{-4} | C ₆ 1.0946×10^{-2} | C ₈ -1.4606×10^{-4} | | 40 |

$C_{10} -1.5927 \times 10^{-3}$ $C_{11} 3.2161 \times 10^{-4}$ $C_{13} -2.6540 \times 10^{-5}$
 $C_{15} -7.5441 \times 10^{-6}$

F F S ③

$C_4 -2.6705 \times 10^{-2}$ $C_6 -3.8137 \times 10^{-2}$ $C_8 -1.2016 \times 10^{-3}$
 $C_{10} -1.6980 \times 10^{-3}$ $C_{11} 1.5405 \times 10^{-4}$ $C_{13} -7.3754 \times 10^{-5}$
 $C_{15} 2.9448 \times 10^{-5}$

F F S ④

$C_4 5.1911 \times 10^{-4}$ $C_5 -6.2704 \times 10^{-5}$ $C_6 -4.7068 \times 10^{-3}$
 $C_7 3.7273 \times 10^{-5}$ $C_8 1.3793 \times 10^{-4}$ $C_9 6.1344 \times 10^{-5}$
 $C_{10} -1.6973 \times 10^{-5}$ $C_{11} 2.0685 \times 10^{-5}$ $C_{12} -3.0364 \times 10^{-7}$
 $C_{13} -1.7957 \times 10^{-5}$ $C_{14} -6.4229 \times 10^{-8}$ $C_{15} 3.8407 \times 10^{-5}$

F F S ⑤

$C_4 -6.3964 \times 10^{-3}$ $C_5 2.0279 \times 10^{-5}$ $C_6 -7.4094 \times 10^{-3}$
 $C_7 2.0840 \times 10^{-5}$ $C_8 7.8860 \times 10^{-5}$ $C_9 -4.0051 \times 10^{-6}$
 $C_{10} 3.4124 \times 10^{-5}$ $C_{11} 1.9198 \times 10^{-6}$ $C_{12} 2.3303 \times 10^{-7}$
 $C_{13} -2.5858 \times 10^{-6}$ $C_{14} -1.2331 \times 10^{-6}$ $C_{15} 3.1897 \times 10^{-6}$

F F S ⑥

$C_4 -5.2999 \times 10^{-3}$ $C_6 -3.9460 \times 10^{-3}$ $C_8 1.5598 \times 10^{-4}$
 $C_{10} 8.4044 \times 10^{-5}$ $C_{11} -6.4114 \times 10^{-7}$ $C_{13} 7.3927 \times 10^{-6}$
 $C_{15} -1.0228 \times 10^{-7}$

F F S ⑦

$C_4 5.2019 \times 10^{-4}$ $C_6 2.6437 \times 10^{-3}$ $C_8 3.3995 \times 10^{-4}$
 $C_{10} 1.6728 \times 10^{-4}$ $C_{11} 6.3971 \times 10^{-6}$ $C_{13} 6.6480 \times 10^{-6}$
 $C_{15} 5.1821 \times 10^{-6}$

F F S ⑧

$C_4 -2.0759 \times 10^{-2}$ $C_6 9.7977 \times 10^{-3}$ $C_{11} -6.9752 \times 10^{-4}$
 $C_{13} 4.3320 \times 10^{-4}$ $C_{15} -4.6065 \times 10^{-4}$

偏心(1)

X 0.00 Y 0.00 Z 25.00

10

20

30

40

$$\alpha = 0.00 \quad \beta = 0.00 \quad \gamma = 0.00$$

偏心(2)

X 0.00 Y 0.00 Z 26.00

$$\alpha = 0.00 \quad \beta = 0.00 \quad \gamma = 0.00$$

偏心(3)

X 0.00 Y 10.84 Z 27.47

$$\alpha = 2.36 \quad \beta = 0.00 \quad x = 0.00$$

偏心(4)

X = 0.00 Y = -0.04 Z = 35.63

$$\alpha = -26.71 \quad \beta = 0.00 \quad x = 0.00$$

偏心(5)

X 0.00 Y 20.69 Z 33.66

$$\alpha = 41.68, \beta = 0.00, x = 0.00$$

偏心(6)

X 0.00 Y 21.32 Z 33.93

$$\alpha = 132.78, \beta = 0.00, \gamma = 0.00$$

偏心(7)

X = 0.00 Y = 41.14 Z = 45.41

$$\alpha = 119.83 \quad \beta = 12.25 \quad x = 1.23$$

偏心(8)

$$X = 10.77 \quad Y = 20.58 \quad Z = 33.76$$

$$\alpha = 120.08 \quad \beta = 12.25 \quad x = 2.32$$

偏心(9)

$X_1 = 10.77$ $X_2 = 42.22$ $Z_1 = 46.54$

$$\alpha = 37.14^\circ, \beta = 0.00^\circ, x = 0.00^\circ$$

偏心(10)

$\bar{X} = 10.77$ $\bar{Y} = 37.50$ $\bar{Z} = 28.76$

$$\alpha = 0.95, \beta = 0.00, \gamma = 0.00$$

偏心(11)

X -10.77 Y 32.00 Z 49.77

α 0.00 β 0.00 γ 0.00

偏心(12)

X -10.77 Y 32.00 Z 51.66

α 0.00 β 0.00 γ 0.00

【 0 0 8 4 】

(実施例2)

| 面番号 | 曲率半径 | 面間隔 | 偏心 | 屈折率 | アッペ数 |
|-----------------|--------------------------|--|--|--------|------|
| 反射 | | | | | |
| 物体面 | ∞ | -1000.00 | | | |
| 1 | ∞ (瞳) | | | | |
| 2 | ∞ | | 偏心(1) | 1.4924 | 57.6 |
| 3 | ∞ | | 偏心(2) | | 10 |
| 4 | A S S ① | | 偏心(3) | 1.5254 | 55.8 |
| 5 | F F S ① (R E) | | 偏心(4) | 1.5254 | 55.8 |
| 6 | A S S ① (R E) | | 偏心(3) | 1.5254 | 55.8 |
| 7 | F F S ② | | 偏心(5) | | |
| 8 | F F S ③ | | 偏心(6) | 1.5254 | 55.8 |
| 9 | F F S ④ (R E) | | 偏心(7) | 1.5254 | 55.8 |
| 10 | F F S ⑤ (R E) | | 偏心(8) | 1.5254 | 55.8 |
| 11 | F F S ⑥ (R E) | | 偏心(9) | 1.5254 | 55.8 |
| 12 | F F S ⑦ | | 偏心(10) | | |
| 像面 | ∞ | | 偏心(11) | | |
| | | A S S ① | | | |
| R | -743.58 | | | | |
| K | 0.0000 | | | | |
| A | -4.1966×10^{-6} | | | | 30 |
| B | 1.7396×10^{-9} | | | | |
| | F F S ① | | | | |
| C ₄ | -7.1997×10^{-3} | C ₆ -5.3864×10^{-3} | C ₈ -3.5074×10^{-5} | | |
| C ₁₀ | 6.5245×10^{-5} | C ₁₁ -1.3895×10^{-6} | C ₁₃ -5.2325×10^{-7} | | |
| C ₁₅ | -2.0609×10^{-6} | C ₁₇ 1.9423×10^{-8} | C ₁₉ 8.9757×10^{-8} | | |
| C ₂₁ | -2.0734×10^{-8} | | | | |
| | F F S ② | | | | |
| C ₄ | 8.9619×10^{-3} | C ₆ 1.2428×10^{-2} | C ₈ 4.0085×10^{-3} | | 40 |

$C_{10} -1.6247 \times 10^{-3}$ $C_{11} 5.1076 \times 10^{-4}$ $C_{13} -5.0849 \times 10^{-4}$
 $C_{15} 4.6244 \times 10^{-5}$

F F S ③

$C_4 -1.0463 \times 10^{-2}$ $C_6 -3.0238 \times 10^{-2}$ $C_8 3.8094 \times 10^{-3}$
 $C_{10} -4.6408 \times 10^{-4}$ $C_{11} -7.3612 \times 10^{-5}$ $C_{13} 4.4369 \times 10^{-4}$
 $C_{15} -5.5346 \times 10^{-5}$

F F S ④

$C_4 5.8594 \times 10^{-3}$ $C_5 9.1218 \times 10^{-4}$ $C_6 1.4932 \times 10^{-3}$
 $C_7 3.5275 \times 10^{-5}$ $C_8 3.0130 \times 10^{-5}$ $C_9 1.9048 \times 10^{-4}$
 $C_{10} -2.3669 \times 10^{-4}$ $C_{11} 2.1462 \times 10^{-5}$ $C_{12} 1.6116 \times 10^{-6}$
 $C_{13} -6.5538 \times 10^{-6}$ $C_{14} -1.8462 \times 10^{-5}$ $C_{15} 1.7230 \times 10^{-5}$

F F S ⑤

$C_4 -5.1075 \times 10^{-3}$ $C_5 4.0507 \times 10^{-4}$ $C_6 -6.6289 \times 10^{-3}$
 $C_7 5.3717 \times 10^{-5}$ $C_8 -7.1498 \times 10^{-5}$ $C_9 8.4857 \times 10^{-5}$
 $C_{10} 3.1054 \times 10^{-5}$ $C_{11} 2.1361 \times 10^{-6}$ $C_{12} -5.3017 \times 10^{-6}$
 $C_{13} 7.3392 \times 10^{-6}$ $C_{14} -1.0383 \times 10^{-5}$ $C_{15} 7.2057 \times 10^{-6}$

F F S ⑥

$C_4 -1.1049 \times 10^{-2}$ $C_6 -1.1112 \times 10^{-2}$ $C_8 -1.1890 \times 10^{-4}$
 $C_{10} 1.5310 \times 10^{-4}$ $C_{11} 2.9269 \times 10^{-7}$ $C_{13} -7.1921 \times 10^{-6}$
 $C_{15} 6.3064 \times 10^{-6}$

F F S ⑦

$C_4 2.9884 \times 10^{-2}$ $C_6 1.6090 \times 10^{-2}$ $C_{11} 6.7235 \times 10^{-4}$
 $C_{13} -3.7221 \times 10^{-5}$ $C_{15} -2.5370 \times 10^{-4}$

偏心(1)

X 0.00 Y 0.00 Z 25.00
 α 0.00 β 0.00 γ 0.00

偏心(2)

X 0.00 Y 0.00 Z 26.00
 α 0.00 β 0.00 γ 0.00

10

20

30

40

| | | | | | |
|----------|---------|---------|-------|----------|-------|
| 偏心(3) | | | | | |
| X | 0.00 | Y | 14.22 | Z | 28.14 |
| α | 0.13 | β | 0.00 | γ | 0.00 |
| 偏心(4) | | | | | |
| X | 0.00 | Y | -0.26 | Z | 41.08 |
| α | -24.68 | β | 0.00 | γ | 0.00 |
| 偏心(5) | | | | | |
| X | 0.00 | Y | 22.60 | Z | 35.56 |
| α | 39.58 | β | 0.00 | γ | 0.00 |
| 偏心(6) | | | | | |
| X | 0.00 | Y | 23.57 | Z | 36.29 |
| α | -132.02 | β | 0.00 | γ | 0.00 |
| 偏心(7) | | | | | |
| X | 0.00 | Y | 40.06 | Z | 49.45 |
| α | -128.58 | β | 13.44 | γ | 0.00 |
| 偏心(8) | | | | | |
| X | -10.69 | Y | 23.57 | Z | 36.29 |
| α | -128.58 | β | 13.44 | γ | 0.00 |
| 偏心(9) | | | | | |
| X | -10.69 | Y | 40.06 | Z | 49.45 |
| α | 35.28 | β | 0.00 | γ | 0.00 |
| 偏心(10) | | | | | |
| X | -10.69 | Y | 32.00 | Z | 29.39 |
| α | 0.00 | β | 0.00 | γ | 0.00 |
| 偏心(11) | | | | | |
| X | -10.69 | Y | 32.00 | Z | 27.65 |
| α | 0.00 | β | 0.00 | γ | 0.00 |

10

20

30

40

【 0 0 8 5 】

ところで、本発明の画像表示装置においては、単一の画像表示素子3から射出されたある程度広がりのある射出角度の表示光束を左右の光路に分離して光路振り分けプリズム20の入射面26（実施例1）又は25（実施例2）に入射させ、左右の接眼光学系10、10'を通して両眼で観察可能にするものであるが、図8（a）に示すように、そのための左右共通の画像表示素子3としては、白色バックライト32で均一に照明され、左右の光路の光軸間のなす角度より大きな射出角度で表示光束を射出させる液晶表示素子31からなる画像表示素子3が用いられる。また、表示の射出角度が大きなEL素子のような自己発光型素子を画像表示素子3として用いることもできる。

【 0 0 8 6 】

50

また、表示の射出角度が小さな画像表示素子33を画像表示素子3として用いる場合には、図8(b)に示すように、各画素34から放射される表示の射出角度を垂直方向でなく左右の光路方向に射出角度を増やす振り分け光増強部材として、例えば図示のような断面の光束振り分けマイクロプリズム35を各画素34に対応して配置することが望ましい。その代わりに、0次透過光の強度を弱め、±1次回折光を強める構成の透過型回折格子を画像表示素子3の表示面に近接して配置してもよい。

【0087】

ところで、光路振り分けプリズム20の入射面26(実施例1)又は25(実施例1)に對して光路上最も近い位置に配置された左右の反射面25(実施例1)又は24(実施例2)の境界部分29に画像表示素子3から射出された表示光束が当たると、そこで反射されてゴースト光となる恐れがある。そこで、図8(c)に示すように、その境界部分29近傍にこのような反射を防止する反射防止部材36として黒色塗料を塗布するか拡散処理等をして、画像表示素子3から射出された表示光束37中の境界部分29に入射する破線で示した光束部分を吸收等させることが望ましい。なお、表示光束37中の実線で示した光束部分が左右の光路に導かれ、有効に表示に使用される光束を表す。

【0088】

さて、以上に説明したような観察光学系を支持することにより、両眼装着用の画像表示装置に構成することができ、両眼で観察できる据え付け型又はポータブル型の画像表示装置として構成することができる。

【0089】

その様子を図9に示す。図中、131は表示装置本体部を示し、観察者の顔面の両眼の前方に保持されるよう支持部材が頭部を介して固定している。その支持部材としては、一端を表示装置本体部131に接合し、観察者のこめかみから耳の上部にかけて延在する左右の前フレーム132と、前フレーム132の他端に接合され、観察者の側頭部を渡るように延在する左右の後フレーム133と、左右の後フレーム133の他端に挟まれるように自らの両端を一方づつ接合し、観察者の頭頂部を支持する頭頂フレーム134とから構成されている。

【0090】

また、前フレーム132における上記の後フレーム133との接合近傍には、弾性体からなり例えば金属板バネ等で構成されたリヤプレート135が接合されている。このリヤプレート135は、上記支持部材の一翼を担うリヤカバー136が観察者の後頭部から首のつけねにかかる部分で耳の後方に位置して支持可能となるように接合されている。リヤプレート135又はリヤカバー136内にの観察者の耳に対応する位置にスピーカー139が取り付けられている。

【0091】

映像・音声信号等を外部から送信するためのケーブル141が表示装置本体部131から、頭頂フレーム134、後フレーム133、前フレーム132、リヤプレート135の内部を介してリヤプレート135あるいはリヤカバー136の後端部より外部に突出している。そして、このケーブル141はビデオ再生装置140に接続されている。なお、図中、140aはビデオ再生装置140のスイッチやボリュウム調整部である。

【0092】

なお、ケーブル141は先端をジャックして、既存のビデオデッキ等に取り付け可能としてもよい。さらに、TV電波受信用チューナーに接続してTV鑑賞用としてもよいし、コンピュータに接続してコンピュータグラフィックスの映像や、コンピュータからのメッセージ映像等を受信するようにしてもよい。また、邪魔なコードを排斥するために、アンテナを接続して外部からの信号を電波によって受信するようにしても構わない。

【0093】

また、本発明の画像表示装置の観察光学系は、瞳1側から被写体からの光を導入し、画像表示素子3の位置に撮像素子を配することにより結像光学系として用いることも可能である。図10に本発明の観察光学系の左右の片側のみの光学系を電子カメラ40の撮影部の

10

20

30

40

50

撮影用対物光学系 4 2 に組み込んだ構成の概念図を示す。もちろん、本発明の観察光学系の左右の両方の光学系を用いてもよい（入射瞳が 2 個の光学系になる。）。この例の場合は、撮影用光路 4 1 上に配置された撮影用対物光学系 4 2 は、実施例 1 と同様の光学系を光路を逆にして用いており、瞳 1 の位置に絞り 1' を配置している。この撮影用対物光学系 4 2 により形成された物体像は、ローパスフィルター、赤外カットフィルター等のフィルター 4 4 を介して CCD 4 5 の撮像面 4 6 上に形成される。この CCD 4 5 で受光された物体像は、処理手段 5 1 を介し、液晶表示素子（LCD）5 2 上に電子像として表示される。また、この処理手段 5 1 は、CCD 4 5 で撮影された物体像を電子情報として記録する記録手段 5 4 の制御も行う。LCD 5 2 に表示された画像は、接眼プリズム 1 0 と同様な偏心プリズムからなる接眼光学系 5 3 を介して観察者眼球 E に導かれる。この接眼光学系 5 3 としては、本発明による片側の接眼プリズム 1 0 と光路振り分けプリズム 2 0 からなる 3 次元偏心光学系を用いてもよい。なお、この撮影用対物光学系 4 2 は他のレンズ（正レンズ、負レンズ）をプリズム 1 0 の物体側あるいはプリズム 2 0 の像側にその構成要素として含んでいてもよい。10

【0094】

このように構成されたカメラ 4 0 は、撮影用対物光学系 4 2 を少ない光学部材で構成でき、装置全体を小型化することができ、低価格で、他の部材を考慮してデットスペースの少ないカメラとすることができると共に、デザインの自由度が大きなものとなる。

【0095】

なお、本例では、撮影用対物光学系 4 2 のカバー部材 4 3 はとして、平行平面板を配置しているが、パワーを持ったレンズを用いてもよい。20

【0096】

また、本発明の観察光学系の左右の片側のみの光学系は、画像表示素子 3 の位置に投影用の像面を配置し、瞳 1 の前方にスクリーンを配置することにより投影光学系としても用いることができる。もちろん、この場合も、本発明の観察光学系の左右の両方の光学系を用いてもよい（射出瞳が 2 個の光学系になる。）。図 11 に、パソコン 9 0 と液晶プロジェクタ 9 1 とを組み合わせたプレゼンテーションシステムの投影光学系 9 6 に本発明による偏心プリズム光学系を用いた構成の概念図を示す。この例の場合は、投影光学系 9 6 に実施例 1 と同様の光学系を用いている。同図において、パソコン 9 0 上で作成された画像・原稿データは、モニタ出力から分岐して液晶プロジェクタ 9 1 の処理制御部 9 8 に出力される。液晶プロジェクタ 9 1 の処理制御部 9 8 では、この入力されたデータが処理され、液晶パネル（LCD）9 3 に出力される。液晶パネル 9 3 では、この入力画像データに応じた画像が表示される。そして、光源 9 2 からの光は、液晶パネル 9 3 に表示した画像の階調によってその透過量が決定された後、液晶パネル 9 3 直前に配置したフィールドレンズ 9 5 と本発明の光学系を構成するプリズム 2 0、1 0 と正レンズのカバーレンズ 9 4 とからなる投影光学系 9 6 を介してスクリーン 9 7 に投影される。30

【0097】

このように構成されたプロジェクタは、少ない光学部材で構成でき、低コスト化が実現できると共に、小型化が可能である。

【0098】

以上の本発明の 3 次元偏心光路を備えた画像表示装置は、例えば次のように構成することができる。40

【0099】

〔1〕 観察画像を画像表示部に形成する画像表示素子と、前記画像表示素子が形成した画像を観察者眼球位置に相当する瞳に導く観察光学系とを含んだ画像表示装置において、前記画像表示素子が、複数の画素を単板上に並設させた 1 枚の画像表示素子を有して構成され、

前記 1 枚の画像表示素子の少なくとも中央部分に位置する各画素が、観察者の左右の眼球に光束を導けるような射出角度で画像光束を放射するように構成され、

前記観察光学系が、少なくとも、観察者の左眼に光束を導く左接眼部と、観察者の右眼に50

光束を導く右接眼部と、前記画像表示素子から前記射出角度を持って放射された画像光束を前記左右の接眼部に導く3次元光路振り分け部とを含み、

前記左接眼部が、少なくとも2面以上の反射面を有し、その中の少なくとも1つの反射面が偏心収差補正機能を有した回転非対称な曲面反射面にて構成され、

前記右接眼部が、少なくとも2面以上の反射面を有し、その中の少なくとも1つの反射面が偏心収差補正機能を有した回転非対称な曲面反射面にて構成され、

前記左接眼部の有する前記2面以上の反射面にて形成される軸上主光線の偏心光路面(Y-Z面)と、前記右接眼部の有する前記2面以上の反射面にて形成される軸上主光線の偏心光路面(Y-Z面)とが、同一平面(Y-Z面)に形成されるように、前記左右接眼部が構成され、

前記3次元光路振り分け部は、左右対称な光路を形成できるように、左右対称に光学面が配置され、かつ、前記光学面の中、少なくとも左右2組の反射面が、前記左右の接眼部によって形成される偏心光路面(Y-Z面)に対して垂直な方向(X方向)の成分をも含めた3次元偏心方向に左右各々の光束の軸上主光線を反射させるように構成されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【0100】

(2) 上記1において、

前記3次元光路振り分け部が、偏心収差補正機能を有した回転非対称な曲面形状の反射面を少なくとも1組備えていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【0101】

(3) 上記2において、

前記の少なくとも1組の偏心収差補正機能を有した回転非対称な曲面形状の反射面は、前記の3次元偏心方向に左右各々の光束の軸上主光線を反射させる少なくとも左右2組の反射面の中の1組に配置されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【0102】

(4) 上記2において、

前記の少なくとも1組の偏心収差補正機能を有した回転非対称な曲面形状の反射面は、対称面を1面のみ有する自由曲面にて形成され、

前記の少なくとも1組の自由曲面の各々の唯一の対称面が同一平面内に一致するように構成されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【0103】

(5) 上記1~4の何れか1項において、

前記観察光学系が、プリズム部材にて形成され、前記反射面の何れもが前記プリズム部材の表面に形成された裏面反射面にて構成されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【0104】

(6) 上記5において、

前記観察光学系は、前記3次元光路振り分け部を構成する3次元光路振り分けプリズムと、前記3次元光路振り分けプリズムと空気間隔を挟んで分離され、前記左接眼部を構成する左接眼プリズムと前記右接眼部を構成する右接眼プリズムとを含んで構成されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【0105】

(7) 上記6において、

前記光路振り分けプリズムが、少なくとも前記画像表示素子に対向し左眼用光路を形成する画像光束と右眼用光路を形成する画像光束の両方の光束をプリズム内に入射させる入射面と、前記左眼用光路の光束を前記プリズム外に射出する左側射出面と、前記入射面と前記左側射出面との間に配置されかつ前記左眼用光路の光束を前記プリズム内で反射する少なくとも3面以上の左側反射面と、前記右眼用光路の光束を前記プリズム外に射出する右側射出面と、前記入射面と前記右側射出面との間に配置されかつ前記右

10

20

30

40

50

眼用光路の光束を前記プリズム内で反射する少なくとも3面以上の右側反射面とを含んで構成され、

前記少なくとも3面以上の左側反射面の中の前記入射面に対して前記左眼用光路上最も近い位置に配置された反射面に入射する軸上主光線とそこから反射する軸上主光線とを含む左第1平面と、前記少なくとも3面以上の右側反射面の中の前記入射面に対して前記右眼用光路上最も近い位置に配置された反射面に入射する軸上主光線とそこから反射する軸上主光線とを含む右第1平面とが、同一の第1平面内に一致するように構成されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【0106】

〔8〕 上記7において、

前記第1平面が、前記左接眼部の前記偏心光路面と前記右接眼部の前記偏心光路面とを含む同一平面である第2平面に対して、異なる平面からなり、かつ、前記第1平面と前記第2平面とが平行な位置関係を形成するように、前記観察光学系が構成されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

10

【0107】

〔9〕 上記8において、

前記少なくとも3面以上の左側反射面の中、2つの左側反射面が、前記第1平面に対して垂直方向に隣接配置され、かつ、前記少なくとも3面以上の右側反射面の中、2つの右側反射面が、前記第1平面に対して垂直方向に隣接配置されるように前記光路振り分けプリズムが構成されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

20

【0108】

〔10〕 上記9において、

前記第2平面に対して垂直な方向の成分をも含めた3次元偏心方向に左右各々の光束の軸上主光線を反射させる少なくとも左右2組の反射面の中、1組の左側反射面と右側反射面について、前記左側反射面と前記左側射出面とが第1平面に対して垂直方向に隣接配置され、かつ、前記右側反射面と前記右側射出面とが前記第1平面に対して垂直方向に隣接配置されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【0109】

〔11〕 上記7～10の何れか1項において、

前記入射面に対して前記左眼用光路上最も近い位置に配置された反射面と、前記入射面に対して前記右眼用光路上最も近い位置に配置された反射面とが共に、前記画像表示素子と前記入射面の双方に対して対向するように隣接配置されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

30

【0110】

〔12〕 上記11において、

前記光路振り分けプリズムが、前記入射面に対して光路上最も近い位置に配置された左右の反射面の境界部分を含む領域に対して、前記画像表示素子の中心領域から垂直に放射された光線がゴースト光として反射しないように反射防止部材を設けたことを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

40

【0111】

〔13〕 上記1～12の何れか1項において、

前記画像表示素子と前記3次元光路振り分け部との間に、前記1枚の画像表示素子の少なくとも中央部分に位置する各画素から放射される所定の射出角度を持った画像光束の光強度を前記各画素面の垂直方向に放射される光束強度より強くするような振り分け光増強部材を配置したことを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【0112】

〔14〕 上記7～13の何れか1項において、

前記光路振り分けプリズムは、前記少なくとも3面以上の左側反射面によって前記画像表示素子から放射された前記左眼用光路の軸上主光線を前記プリズム内で回転交差させると共に、前記少なくとも3面以上の右側反射面によって前記画像表示素子から放射された前

50

記右眼用光路の軸上主光線を前記プリズム内で回転交差させ、かつ、前記左側反射面による回転方向と前記右側反射面による回転方向とが逆回転となるように構成されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【0113】

〔15〕 上記14において、

前記光路振り分けプリズムが、前記左側反射面によって形成された前記左眼用光路の軸上主光線の回転交差平面が前記左第1平面と同一平面内に形成され、かつ、前記右側反射面によって形成された前記右眼用光路の軸上主光線の回転交差平面が前記右第1平面内に形成されるように構成されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【0114】

〔16〕 上記1～15の何れか1項において、

前記3次元光路振り分け部に含まれる左右対称な複数組の反射面が、前記画像表示素子側から順に、左右1組の第1反射面と、左右1組の第2反射面と、左右1組の第3反射面と、左右1組の第4反射面とから構成され、

少なくとも前記第1反射面が、光束にパワーを与える曲面反射面形状にて構成され、かつ、偏心収差補正機能を有した回転非対称形状にて構成されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【0115】

〔17〕 上記1～16の何れか1項において、

前記3次元光路振り分け部に含まれる左右対称な複数組の反射面が、前記画像表示素子側から順に、左右1組の第1反射面と、左右1組の第2反射面と、左右1組の第3反射面と、左右1組の第4反射面とから構成され、

少なくとも前記第2反射面が、光束にパワーを与える曲面反射面形状にて構成され、かつ、偏心収差補正機能を有した回転非対称形状にて構成されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【0116】

〔18〕 上記1～17の何れか1項において、

前記3次元光路振り分け部に含まれる左右対称な複数組の反射面が、前記画像表示素子側から順に、左右1組の第1反射面と、左右1組の第2反射面と、左右1組の第3反射面と、左右1組の第4反射面とから構成され、

少なくとも前記第3反射面が、光束にパワーを与える曲面反射面形状にて構成され、かつ、偏心収差補正機能を有した回転非対称形状にて構成されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【0117】

〔19〕 上記1～18の何れか1項において、

前記3次元光路振り分け部に含まれる左右対称な複数組の反射面が、前記画像表示素子側から順に、左右1組の第1反射面と、左右1組の第2反射面と、左右1組の第3反射面と、左右1組の第4反射面とから構成され、

少なくとも前記第4反射面が、光束にパワーを与える曲面反射面形状にて構成され、かつ、偏心収差補正機能を有した回転非対称形状にて構成されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【0118】

〔20〕 上記16～19の何れか1項において、

前記3次元光路振り分け部の左眼用光路の第3反射面に入射する軸上主光線とそこから反射する軸上主光線と左眼用光路の第4反射面で反射する軸上主光線とが同一の左第2平面内に含まれ、右眼用光路の第3反射面に入射する軸上主光線とそこから反射する軸上主光線と右眼用光路の第4反射面で反射する軸上主光線とが同一の右第2平面内に含まれ、前記左第2平面と前記右第2平面は、前記第1平面に垂直に設定されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【0119】

10

20

30

40

50

〔21〕 上記1～20の何れか1項において、

前記3次元光路振り分け部に含まれる回転非対称形状の曲面反射面が、対称面を1面のみ備えた自由曲面形状にて構成されていることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

【0120】

〔22〕 上記6～21の何れか1項において、

前記左接眼プリズムと前記右接眼プリズムが共に、前記3次元光路振り分けプリズム側から順に、入射面と第1反射面と第2反射面と射出面とからなり、前記第1反射面と前記射出面は同一面からなり、前記第1反射面はその面での全反射による反射面であることを特徴とする3次元偏心光路を備えた画像表示装置。

10

【0121】

【発明の効果】

以上の説明から明らかに、本発明によると、画像表示素子が1枚で両眼視できるため、コストが非常に安くなる。また、両眼に画像を振り分ける光路振り分けプリズムに自由曲面を用いているため、良好に収差補正ができる。また、ハーフミラーを使用していないため、明るい画像が観察できる。さらに、光路振り分けプリズムを3次元的に偏心させているため、画像表示素子が1枚で両眼視できる非常に広い画角の表示装置を提供することができる。さらに、接眼プリズムの偏心面を水平にしているため、幅の非常に小さい画像表示装置が提供でき、広いシーアラウンドが可能となる。

【図面の簡単な説明】

20

【図1】本発明の実施例1の画像表示装置の光学系の主として右眼用部分の斜視図である。

【図2】実施例1の光学系の軸上主光線を示す透視斜視図である。

【図3】異なる角度から見た実施例1の光学系の軸上主光線を示す透視斜視図である。

【図4】実施例1の画像表示装置の光学系の主として右眼用部分の光学面と光路を示す図である。

【図5】実施例1の構成における瞳座標に対する像の傾きを示した図である。

【図6】実施例1の構成における瞳座標に対する像の傾きを示した図である。

【図7】実施例2の画像表示装置の光学系の主として右眼用部分の光学面と光路を示す図である。

30

【図8】本発明において使用可能な画像表示素子、そのための振り分け光増強部材、反射防止部材を説明するための図である。

【図9】本発明の画像表示装置を両眼に装着する構成にした場合の様子を示す図である。

【図10】本発明の光学系を電子カメラの撮影部の撮影用対物光学系に組み込んだ構成の概念図である。

【図11】本発明による光学系をプレゼンテーションシステムの投影光学系に用いた構成の概念図である。

【符号の説明】

E … 観察者の眼

1 … 瞳

40

1' … 絞り

2 … 軸上主光線（光軸）

3 … 画像表示素子

4 … 保護ガラス

10、10' … 接眼プリズム

11 … 第11面

12 … 第12面

13 … 第13面

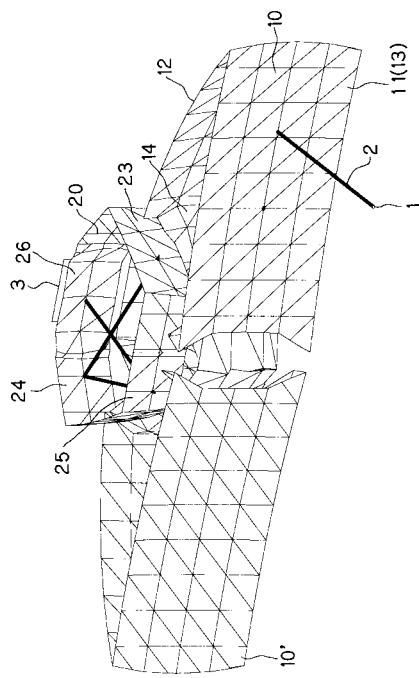
14 … 第14面

20 … 光路振り分けプリズム

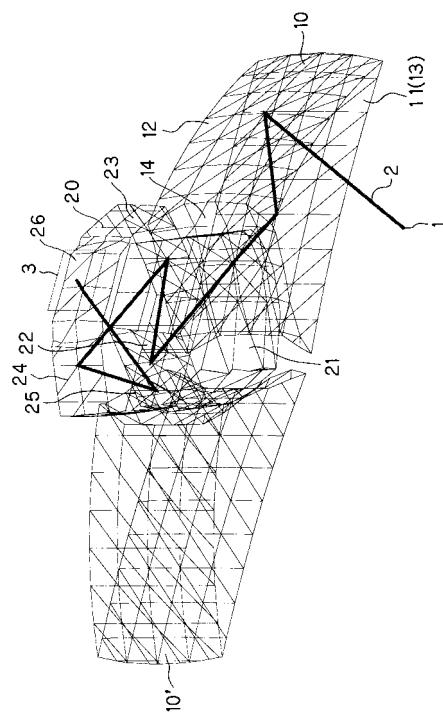
50

| | |
|------------------------|----|
| 2 1 ... 第 2 1 面 | |
| 2 2 ... 第 2 2 面 | |
| 2 3 ... 第 2 3 面 | |
| 2 4 ... 第 2 4 面 | |
| 2 5 ... 第 2 5 面 | |
| 2 6 ... 第 2 6 面 | |
| 2 9 ... 境界部分 | |
| 3 1 ... 液晶表示素子 | |
| 3 2 ... 白色バックライト | |
| 3 3 ... 画像表示素子 | 10 |
| 3 4 ... 画素 | |
| 3 5 ... 光束振り分けマイクロプリズム | |
| 3 6 ... 反射防止部材 | |
| 3 7 ... 表示光束 | |
| 4 0 ... 電子カメラ | |
| 4 1 ... 撮影用光路 | |
| 4 2 ... 撮影用対物光学系 | |
| 4 3 ... カバー部材 | |
| 4 4 ... フィルター | |
| 4 5 ... C C D | 20 |
| 4 6 ... 摄像面 | |
| 5 1 ... 処理手段 | |
| 5 2 ... 液晶表示素子 (LCD) | |
| 5 3 ... 接眼光学系 | |
| 5 4 ... 記録手段 | |
| 9 0 ... パソコン | |
| 9 1 ... 液晶プロジェクタ | |
| 9 2 ... 光源 | |
| 9 3 ... 液晶パネル (LCP) | |
| 9 4 ... カバーレンズ | 30 |
| 9 5 ... フィールドレンズ | |
| 9 6 ... 投影光学系 | |
| 9 7 ... スクリーン | |
| 9 8 ... 処理制御部 | |
| 1 3 1 ... 表示装置本体部 | |
| 1 3 2 ... 前フレーム | |
| 1 3 3 ... 後フレーム | |
| 1 3 4 ... 頭頂フレーム | |
| 1 3 5 ... リヤプレート | |
| 1 3 6 ... リヤカバー | 40 |
| 1 3 9 ... スピーカー | |
| 1 4 0 ... ビデオ再生装置 | |
| 1 4 0 a ... ポリュウム調整部 | |
| 1 4 1 ... ケーブル | |

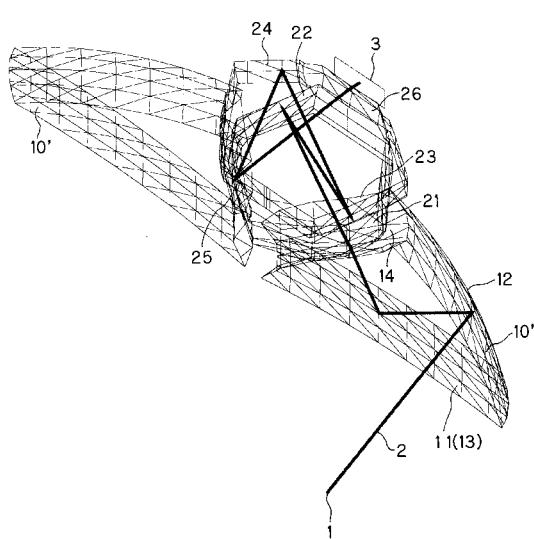
【図1】



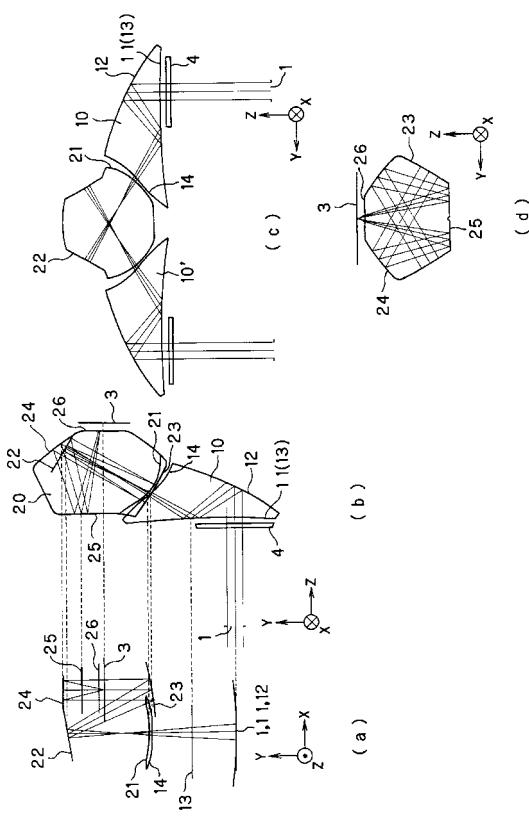
【 四 2 】



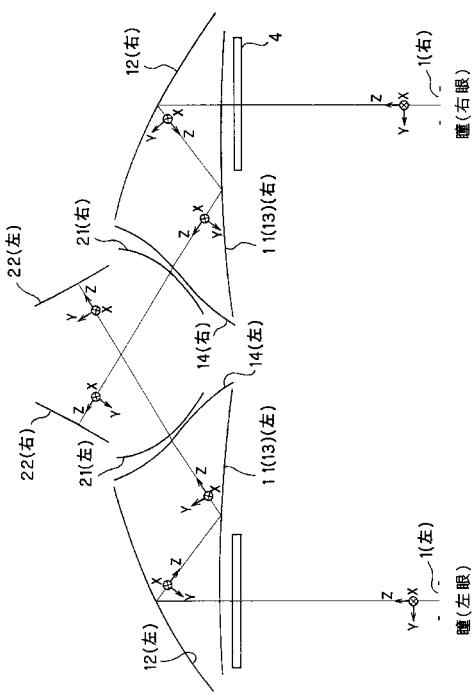
【図3】



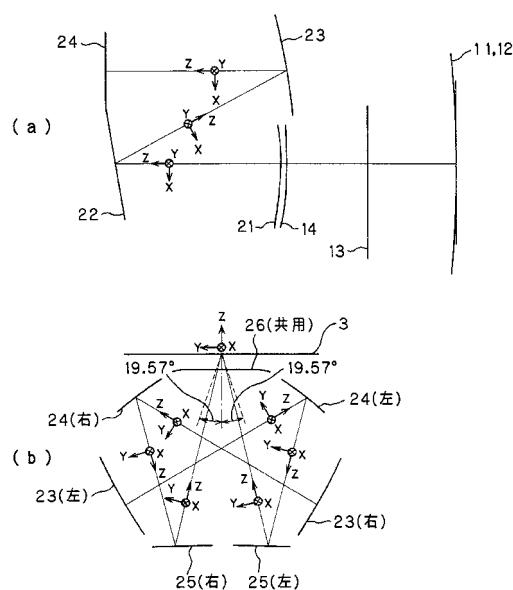
【 四 4 】



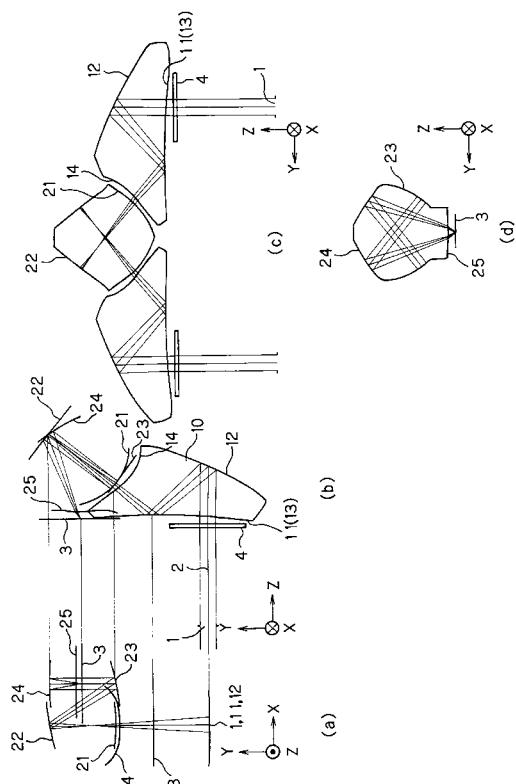
【図5】



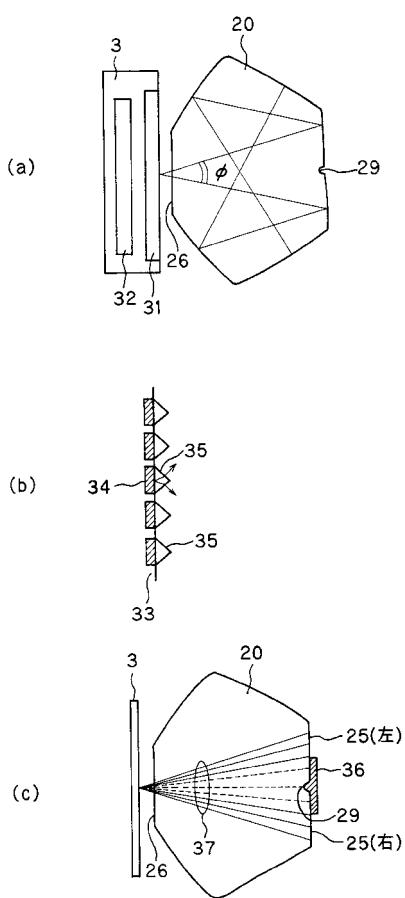
【図6】



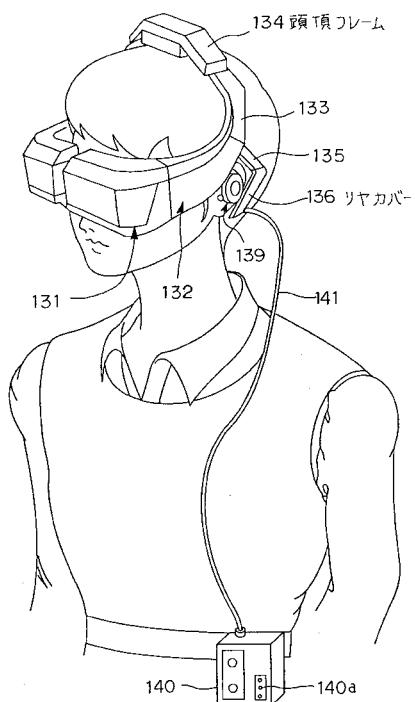
【図7】



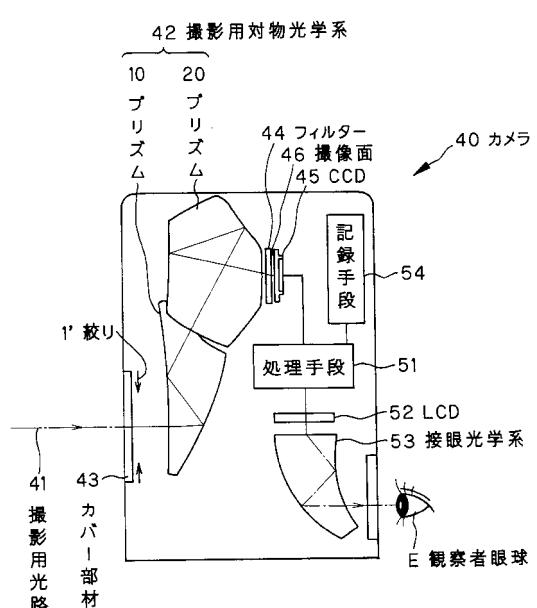
【図8】



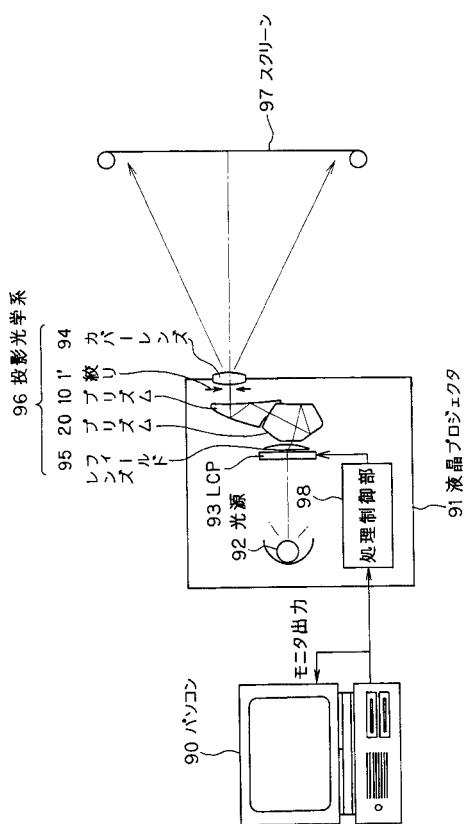
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 4 N 5/64 5 1 1 A

(74)代理人 100091971

弁理士 米澤 明

(72)発明者 永田 哲生

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

オリンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 研野 孝吉

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

オリンパス光学工業株式会社内

審査官 河原 正

(56)参考文献 特開平07-287185 (JP, A)

特開2000-199853 (JP, A)

特開平09-061748 (JP, A)

特開平09-244010 (JP, A)

特開平09-181998 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 27/02

G02B 5/04

G02B 17/04

G02B 17/08

H04N 5/64