

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7177356号

(P7177356)

(45)発行日 令和4年11月24日(2022.11.24)

(24)登録日 令和4年11月15日(2022.11.15)

(51)国際特許分類

F I

G 0 2 B 25/00 (2006.01)

G 0 2 B

25/00

A

G 0 2 B 27/02 (2006.01)

G 0 2 B

27/02

Z

請求項の数 10 (全13頁)

(21)出願番号	特願2019-566769(P2019-566769)	(73)特許権者	519425693
(86)(22)出願日	平成30年5月18日(2018.5.18)		ディスベリックス オーイー
(65)公表番号	特表2020-522022(P2020-522022 A)		フィンランド共和国 0 2 1 3 0 エスポー メザンネイドンクヤ 1 0
(43)公表日	令和2年7月27日(2020.7.27)	(74)代理人	100079049
(86)国際出願番号	PCT/FI2018/050372		弁理士 中島 淳
(87)国際公開番号	WO2018/220267	(74)代理人	100084995
(87)国際公開日	平成30年12月6日(2018.12.6)		弁理士 加藤 和詳
審査請求日	令和3年4月26日(2021.4.26)	(72)発明者	アイキオ、ミカ
(31)優先権主張番号	20175502		フィンランド共和国 0 2 1 3 0 エスポー メザンネイドンクヤ 1 0 ディスベ リックス オーイー内
(32)優先日	平成29年6月2日(2017.6.2)	審査官	森内 正明
(33)優先権主張国・地域又は機関	フィンランド(FI)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 パーソナルディスプレイ用の接眼レンズ及びこのような接眼レンズを含むパーソナルディスプレイ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

射出瞳(10)に位置する視聴者の目に対する接眼レンズの一方の側の画像平面(14)から前記接眼レンズの反対側に、画像を投影するための接眼レンズであって、

前記射出瞳(10)側から順に、

正の第1のレンズ群(11)と、

負の第2のレンズ群(12)と、

正の第3のレンズ群(13)と、

から構成され、

前記第1のレンズ群(11)は2つのレンズ素子(11A, 11B)からなり、最も前記射出瞳(10)側のレンズ素子(11A)は平坦面が前記射出瞳(10)側に面する凸レンズであり、

第1の視野を提供する第1の状態と、第1の視野よりも小さい第2の視野を画像平面(14)に提供する第2の状態との間で前記接眼レンズの状態を変更する際に、前記第3のレンズ群(13)は固定であり、前記第1のレンズ群(11)および前記第2のレンズ群(12)は、互いの間隔を変化させながら光軸に沿って移動するように配置され、

前記第1の状態と前記第2の状態との間の移動時に、前記接眼レンズの長さが変化し、前記第1の状態および前記第2の状態において、前記射出瞳(10)における前記画像平面(14)の実質的に等しいサイズの領域の画像を提供するように適合される、

接眼レンズ。

10

20

【請求項 2】

前記第 1 のレンズ群 (1 1) および前記第 2 のレンズ群 (1 2) は、前記第 1 の状態から前記第 2 の状態に移動するときに、前記第 3 のレンズ群 (1 3) からより遠く、互いにより近くに移動するように適合される、

請求項 1 に記載の接眼レンズ。

【請求項 3】

前記第 2 のレンズ群 (1 2) は、

前記第 1 の状態では前記第 3 のレンズ群 (1 3) の近傍にあり、

前記第 2 の状態では前記第 1 のレンズ群 (1 1) の近傍にある、

請求項 2 に記載の接眼レンズ。

10

【請求項 4】

前記第 1 の視野は 1 0 0 度以上であり、前記第 2 の視野は 6 5 度以下である、

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の接眼レンズ。

【請求項 5】

前記第 1 のレンズ群 (1 1)、前記第 2 のレンズ群 (1 2) および前記第 3 のレンズ群 (1 3) の各々は、最大で 2 つのレンズ要素 (1 1 A、1 1 B、1 2 A、1 3 A) を備える、

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の接眼レンズ。

【請求項 6】

ディスプレイ素子 (2 4)、または外部ディスプレイ素子を固定位置に取り付けるための

20

手段と、
前記ディスプレイ素子 (2 4) または前記外部ディスプレイ素子から観察者の眼に画像を投影するための接眼レンズ (2 6)、

を備え、

前記接眼レンズ (2 6) は請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の接眼レンズ (2 6) を備え、

前記ディスプレイ素子 (2 4) または前記外部ディスプレイ素子は前記画像平面 (1 4) に配置される、

パーソナルディスプレイ装置。

【請求項 7】

30

前記ディスプレイ素子 (2 4) または前記外部ディスプレイ素子上にコンテンツを表示するために、前記ディスプレイ素子 (2 4) または前記外部ディスプレイ素子に機能的に接続された処理ユニットを備える、

請求項 6 に記載のパーソナルディスプレイ装置。

【請求項 8】

前記接眼レンズ (2 6) の状態を第 1 の状態と第 2 の状態との間で変化させることを可能にするように適合された接眼レンズ調整手段を備える、

請求項 6 または 7 に記載のパーソナルディスプレイ装置。

【請求項 9】

双眼構成の 2 つの前記接眼レンズ (2 6 A、2 6 B) を含む、

40

請求項 6 ~ 8 のいずれか 1 項に記載のパーソナルディスプレイ装置。

【請求項 10】

装置がウェアラブル装置である、

請求項 6 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のパーソナルディスプレイ装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は例えば、バーチャルリアリティ (V R) および拡張リアリティ (A R) アプリケーションで使用される、パーソナルディスプレイシステムの光学系に関する。特に、本発明は、パーソナルディスプレイに使用するための可変焦点接眼レンズ、およびそのよう

50

な接眼レンズを含むパーソナルディスプレイに関する。

【背景技術】

【0002】

マイクロディスプレイおよびニア・ツー・アイ・ディスプレイ（NED）技術の最近の開発および進歩により、仮想および拡張現実ヘッドセットがより一般的になってきている。いくつかの製品は主にバーチャルリアリティアプリケーション、ゲームおよび他の娯楽のために、消費者市場に既に発売されている。これらのヘッドセットは典型的には投影のための広角接眼レンズを備え、接眼レンズは、非球面であり得るとともに重量を低減するためにフレネル溝を備え得る単一レンズを備える。これらのシステムは通常、ディスプレイが典型的にはランバートパターンで放射するので、射出瞳形成ではないが、この特性にかかわらず、投影光学系はそれにもかかわらず、快適な観察体験のために特定の射出瞳値のために設計される必要がある。

10

【0003】

人間の目との適合性のために、非瞳孔形成または瞳孔形成（pupil-forming）のいずれかである接眼レンズの設計射出瞳は、レンズアセンブリ自体の外側に配置されなければならない。アイレンズと射出瞳との間の最小推奨距離は、典型的には8～12ミリメートルの範囲である。この距離は、アイレリーフ（eye-relief）とも呼ばれる。アイレリーフが8ミリメートル未満である場合、使用者が接眼レンズに対して自分のまっげをつぶす可能性が非常に高く、これは身体的な不快感を引き起こす。

【0004】

20

これらのシステムでは没入（immersion）のために広い視野が非常に重要であり、典型的な視野は単一のレンズ素子に対して115度から95度の範囲である。ディスプレイパネルのような画像源は、典型的にはレンズ自体よりも大きい。 $f \cdot \tan(\quad)$ 射影法則から得られる典型的な歪みは、既存の広角接眼レンズにおいて50%を容易に超え得る。しかしながら、この歪みは、歪み効果をソフトウェアで補正することができ、その結果、ユーザは著しい歪みを知覚せず、通常、ディスプレイパネル上の画像周辺で解像度の変化を見ないので、ほとんど重要ではない。これは、このような歪みが容易に受け入れられない従来の接眼レンズ設計から逸脱する。

【0005】

広角投影用に設計された従来技術のVRおよびAR接眼レンズ光学系は、意図がゲームである場合には、仮想または拡張現実投影アプリケーションに対して通常十分に機能する。しかしながら、この構成は、広角投影における画像周辺が従来技術の視覚システムでは十分に解像されないため、ユーザが他の何かのためにヘッドセットを使用したい場合に問題となる。画像をより小さく切り取ることはより快適な視聴体験のための1つの解決策であるが、この動作は表示画素の50%以上を容易に失うことがあり、それによって、画質が損なわれる。

30

【0006】

従来技術のシステムは、視野が対角40度までに切り取られた場合に全画像情報の80%ほどが、そして対角60度までに切り取られた場合にはおよそ65%ほどが、失われ得ることを示唆している。対角線に沿った約2400ピクセルは、人間の視覚システムが知覚される解像度（1アーク分（arc min））を制限する40度の視覚体験のために必要とされる。これは、90～110度の仮想現実投影で使用されるディスプレイが対角線に沿って5400～6600ピクセルの間のどこかを必要とすることを意味する。これは手頃なバーチャルリアリティヘッドセットの現在の領域外であり、したがって、視聴体験は今後数年間、ディスプレイ解像度によって制限される。

40

【0007】

1つの既存の接眼レンズが、米国特許第3768890号に開示されている。接眼レンズはレンズの2つの群で実施される内部焦点合わせを有し、2つの群の間の空間の変化を採用する。しかしながら、このような接眼レンズは、没入型VR又はAR用途のために十分に広角の画像を投影することができない。一方、米国特許第7154683号は、全て

50

の正レンズが同様の平凸レンズである構成を有する接眼レンズを開示している。この接眼レンズは、連続的なズームのために設計されておらず、広角用途のために必要な視野を提供することもできない。

【 0 0 0 8 】

したがって、広角および狭角の両方の解決策において良好に機能する能力を有する、パーソナルディスプレイのための新規な接眼レンズ解決策が必要とされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 9 】

【文献】米国特許第 3 7 6 8 8 9 0 号

10

米国特許第 7 1 5 4 6 8 3 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

本発明の目的は、上述の問題の少なくともいくつかを解決し、パーソナルディスプレイに使用され、パーソナルディスプレイのユーザ体験を改善することができる接眼レンズを提供することである。1つの目的は、広範囲の用途（例えば、映画の視聴およびゲーム）に良好に適合し、特に、没入型用途のための広角画像および狭角画像用途における光学的により良好な画像を可能にする接眼レンズを提供することである。さらに、1つの目的は、ディスプレイのコーナーのような周辺領域においても良好な光学性能を必要とする用途において、ディスプレイ領域全体の利用を可能にすることである。さらなる目的は、広角および狭角の両方の用途において光学的により良好に機能する接眼レンズを提供することである。

20

【 0 0 1 1 】

特定の目的は、上述したような改善されたユーザ体験および/または光学性能を有する新しいパーソナルディスプレイ、特に、内蔵ディスプレイ素子、または外部ディスプレイ素子を取り付けるための手段と、ディスプレイから観察者の目にイメージを投影し、改善された映画観察体験を提供するための接眼レンズとを備える着用可能なパーソナルデバイス（ヘッドセット）を提供することである。

【 0 0 1 2 】

30

この目的は、本明細書に記載され、特許請求される本発明によって達成される。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

本発明は、反対側の射出瞳を通して接眼レンズの一方の側の画像平面上に像を投影するための接眼レンズを提供するという考えに基づいており、接眼レンズは、少なくとも1つの固定レンズ群と、画像平面と射出瞳との間の光軸に沿って固定レンズ群に対して移動可能な少なくとも2つの可動レンズ群とを備える。本発明によれば、レンズ群は正 負 正の構成で配置され、可動レンズ群は第1の視野を提供する第1の状態と、第1の視野よりも小さい第2の視野を画像平面に提供する第2の状態との間で光軸に沿って移動するように配置される。

40

【 0 0 1 4 】

本発明のパーソナルディスプレイ装置は、ディスプレイ素子、または外部ディスプレイ素子をその固定位置に収容し、固定するための専用空間および手段と、ディスプレイ素子から観察者の目に像を投影するための上述の種類の接眼レンズとを備える。ディスプレイ素子は接眼レンズの画像平面に固定され、これにより、ディスプレイ上に可変視野を提供する。

【 0 0 1 5 】

より具体的には、本発明は独立請求項に記載された内容を特徴とする。

【 0 0 1 6 】

本発明は、著しい利点を提供する。特に、本発明は、広角投影に使用されるのと同じデ

50

ディスプレイが狭い投影角度用途においてその画素数を保持することを可能にする。これは、本発明によって、所望の焦点距離、したがって視野にシステムを適応させるために、適切な光学構成で移動群を使用し、依然としてディスプレイ素子の全領域を利用することによって達成される。画像を切り取る必要はない。

【0017】

画像の中央部分内にユーザの注意を必要とし、周辺に重要な細部を依然として含む用途では、特定の利点が得られる。そのようなアプリケーションの例は、テレビまたは映画を見ることである。これは、従来技術のVR/AR装置における画像がクロッピングされるか、または非常に広い視野上に必然的に投影され、その結果、目は画像の周辺上の詳細を知覚するために、中心から比較的大きく回転する必要があるためである。その結果、観察体験が損なわれ、目がストレスを受ける。特に、映画を見ることは、アクションが非常に広い視野で起こるので、疲れてしまう。人間の目の解像度が悪く、そこで眼球を傾けると眼精疲労を引き起こす、重要な細部が周辺に生じることがあるので、映画に集中することは困難である。加えて、研究によれば、人々は比較的狭い視野、典型的には約20度に適合する顔を思い出すが、これは従って、顔にとって最も自然で最も便利な視野でもある。広角状態のみが利用可能である場合、例えば、映画上に現れる顔は、あまりにも侵襲的であるように見える。

【0018】

本発明はまた、パーソナルディスプレイの接眼レンズとして使用するのに適した投影光学アセンブリのための全く新規な光学構造を提供する。特に、光学構造は、画像平面の一方の側、すなわち射出瞳の一方の側でレンズ素子を動かすだけで、視野を変える、すなわちズームすることを提供する。さらに、それは、ユーザに十分なアイレリーフを提供し、歪みの制御を伴い、広角用途に十分な投影角度を提供し、一方、例えば、ズーム構成のテレビまたは映画用途に高画質を維持する。

【0019】

本発明により、表示対角線を市販の従来技術による表示対角線の約60%に縮小することができ、視野を110度から40度に変更することができる。これは、特に、本明細書に記載の本発明の3レンズ構成によって可能になる。達成可能な視野または画質を妥協することなく、ディスプレイデバイス全体をより小さく、より軽量にすることができるので、より小さいディスプレイは有益である。したがって、最大限のユーザ体験を、例えば、ゲームおよび映画を含む広範囲のアプリケーションにおいて提供することができる。ディスプレイ素子の全ての利用可能な画素を利用する一方で、画像は最適なユーザ体験のために、全ての場合において、良好な没入又は便利でストレスのない映画の視聴であるかに関わらず、拡大又は圧縮され得る。

【0020】

従属請求項は、本発明の選択された実施形態を対象とする。

【0021】

一実施形態によれば、接眼レンズは、第1および第2の状態において、前記射出瞳における画像平面の実質的に等しいサイズの領域の像を提供するように適合される。すなわち、画像平面のクロッピングは行われないが、画像平面に位置するディスプレイ素子の全ての画素は両方の状態によって利用され、最大の画像品質を提供する。これはまた、表示装置が、観察者がどの状態を使用しているかを「知る」必要がなく、単に利用可能な画像領域全体を使用することができるので、有益である。「本質的に等しいサイズの領域」という用語は、利用可能な表示領域を（非）クロッピングすることに関して使用されることに留意されたい。したがって、これは、潜在的な画像歪みが生じる場合をカバーする。

【0022】

一実施形態によれば、レンズ群は、射出瞳に最も近くに配置された第1の可動正レンズ群と、画像平面に最も近くに配置された第3の静止正レンズ群と、第1のレンズ群と第3のレンズ群との間の第2の可動負レンズ群とを含む。さらなる実施形態では、第1のレンズ群および第2のレンズ群が第1の状態から第2の状態に移動するときに、第3のレンズ

10

20

30

40

50

群から離れて、互いに近づくように適合される。この構成はいわゆるDonder'sズーム構成に似ているが、接眼レンズに適用されてもよい。これは、ディスプレイ上に可変視野を提供し、双眼収束較正を有効に保ち、又は少なくとも較正誤差の可能性を常に低減する。

【0023】

一実施形態によれば、第2のレンズ群は第1の状態では第3のレンズ群の近傍（例えば、本質的に接触している）にあり、第2の状態では第1のレンズ群の近傍（例えば、本質的に接触している）にあるように適合される。これは、接眼レンズの所与の全伸長で視野の最大変化を提供する。

【0024】

一実施形態によれば、第1の視野は100度以上、例えば110度以上、さらには115度以上であり、第2の視野は65度以下、典型的には60度以下、例えば50度以下、さらには40度以下である。第1の視野は例えば、100度と130度との間で、第2の視野は例えば、30度と65度との間で選択することができる。このようなズームファクタは一方では広角状態において接眼レンズに近い大きな表示領域を利用するのに十分な投影角度を可能にし、他方では、ズーム状態において高い画質を可能にするシステム長の合理的な増加を可能にする。

【0025】

一実施形態によれば、レンズ群の各々は多くても2つのレンズ素子を含み、特に、レンズ群のうちの少なくとも2つは、単一のレンズ素子のみを含む。

【0026】

一実施形態によれば、射出瞳はレンズ系の外側に、すなわちレンズ群から距離を置いて配置される。

【0027】

一実施形態によれば、接眼レンズは、第1の状態（第1の視野）と第2の状態（第2の視野）との間で継続的にズームするための手段を備える。すなわち、ユーザは、第1の状態と第2の状態との間およびそれらを含む任意の所望の位置にレンズ群を固定して、画像平面の鮮明な像が射出瞳に形成されるようにすることができる。

【0028】

パーソナルディスプレイ装置の一実施形態によれば、ディスプレイ素子および接眼レンズに加えて、装置は、ディスプレイ素子に内容を表示するためにディスプレイ素子に機能的に接続された処理ユニットと、第1の状態と第2の状態との間で接眼レンズの状態を変更するための、すなわち可動レンズ群を適切に移動させるための調整手段とを備える。

【0029】

さらなる実施形態によれば、接眼レンズおよび/または接眼レンズが使用されるパーソナルディスプレイデバイスは、ユーザが接眼レンズの第1の状態と第2の状態とを切り替えるための機械的および/または電氣的調節手段を備える。

【0030】

ディスプレイ素子は、装置の一体部分であってもよく、またはそれに取り付け可能な別個の要素であってもよい。特に、ディスプレイ素子は携帯電話のスクリーンを含むことができ、携帯電話のスクリーンは、そのスクリーンが接眼レンズの画像平面に来るようにパーソナルディスプレイ装置に取り付けることができる。

【0031】

一実施形態によれば、装置は、双眼構成で配置され、同じディスプレイ素子の異なる部分上、または別個のディスプレイ素子上のいずれかを目標とする2つの同様の接眼レンズを備える。

【0032】

次に、本発明の選択された実施形態およびその利点について、添付の図面を参照して説明する。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

【図 1 A】広角状態における一実施形態による接眼レンズの光学構成を示す。

【図 1 B】テレ状態における一実施形態による接眼レンズの光学構成を示す。

【図 2 A】本発明の接眼レンズを含むパーソナルディスプレイ装置を側面図で概略的に示す。

【図 2 B】本発明の接眼レンズを含むパーソナルディスプレイ装置を上面図で概略的に示す。

【図 3 A】テレ状態における例示的な接眼レンズの歪みグラフを示す。

【図 3 B】広角状態における例示的な接眼レンズの歪みグラフを示す。

【発明を実施するための形態】

10

【 0 0 3 4 】

「接眼レンズ」という用語は一般に、装置の一方の側の画像平面から、装置の反対側に位置する射出瞳を通して、そこからゼロでない距離で画像を投影するように設計された光学装置を指す。この種の接眼レンズは、裸眼で画像平面の鮮明で拡大された像を見ることを可能にする。

【 0 0 3 5 】

「レンズ素子」という用語は、所定の相互構成の単一レンズまたは 2 つ以上のレンズのいずれかを含むことができる「レンズ群」という用語とは対照的に、単一の光学レンズを指す。

【 0 0 3 6 】

20

ここで、用語「広角」状態（第 1 の状態）は 1 0 0 度以上の視野を指し、用語「テレ」または「ズーム」状態（第 2 の状態）は、6 5 度以下の視野を指す。

【 0 0 3 7 】

図 1 A および図 1 B では、接眼レンズの例示的なレンズ系の輪郭がそれぞれ広角および狭角視野構成で示されている。ディスプレイ表面のような画像平面は、ここでは参照番号 1 4 で示され、一方、射出瞳は参照番号 1 0 で示される。レンズ系の支持構造は図示されていないが、必要なレンズ群を保持し、可動レンズ群を移動させるための何らかの機械的構造を設けて、操作接眼レンズを形成しなければならないことは当業者には理解されよう。様々なこのような構造自体が知られている。

【 0 0 3 8 】

30

正レンズ群 1 1（第 1 レンズ群）、1 3（第 3 レンズ群）に囲まれた負中間レンズ群 1 2（第 2 レンズ群）が設けられている。第 2 レンズ群 1 2 はバリエータレンズ群として機能する。第 3 レンズ群 1 3 はディスプレイ 1 4 に最も近接して固定され、一方、第 1 レンズ群 1 1 及び第 2 レンズ群 1 2 は移動可能である。

【 0 0 3 9 】

一般に、各レンズ群 1 1、1 2、1 3 は 1 つ以上のレンズ素子を含むことができ、屈折力は、素子間で分割される。

【 0 0 4 0 】

一実施形態によれば、第 1 のレンズ群 1 1 は、2 つのレンズ素子 1 1 A、1 1 B を含み、好ましくはそれらからなる。一実施形態によれば、眼に最も近づく第 1 のレンズ素子 1 1 A は平坦面が眼に面する平凸レンズであり、隣接する第 2 のレンズ素子 1 1 B はメニスカスレンズなどである。一実施形態によれば、第 2 のレンズ要素 1 1 B は正メニスカスレンズであるが、いくつかの構成では負メニスカスレンズであってもよい。典型的には、第 2 のレンズ素子 1 1 B が図 1 A および 1 B に示すように非球面である。レンズは、必ずしも単一のカテゴリに直接分類可能である必要はなく、カスタム非球面特徴を有することに留意されたい。

40

【 0 0 4 1 】

別の実施例によれば、第 1 のレンズ群 1 1 は単一のフレネルレンズ素子を含む、特にそれらからなる。しかしながら、画質上の理由から、2 レンズの解決策が好ましい。

【 0 0 4 2 】

50

一実施形態によれば、第2のレンズ群12は、第3のレンズ群13およびディスプレイ14に面する平側面を有する平凹レンズ要素12Aを含む、特にそれからなることが好ましい。

【0043】

一実施形態によれば、第3のレンズ群13は、画像源に近い波面の形状を補正する働きをする波面補正レンズ素子13Aを含む、好ましくはそれからなる。典型的には、第3のレンズ素子13Aは非球面である。第3のレンズは、ディスプレイに対して静止している。

【0044】

一実施形態によれば、第1および第2のレンズ群11および12は第1の状態（広角状態）と第2の状態（テレ状態）との間で移動可能であり、第3のレンズ群からのそれらの距離は、第1の状態から第2の状態に向かって移動されるときに増加される。一実施形態では、第1のレンズ群は第1の距離を移動し、第2のレンズ群は、第3のレンズ群の近傍の第1の位置から第1のレンズ群の近傍の第2の位置まで第2のより長い距離を移動する。

【0045】

別の実施例によれば、第1のレンズ群11は静止しており、レンズ群12および13は可動である。しかしながら、これはまた、ディスプレイが移動することを必要とし、両眼収束校正を有効に保つために、群11および12が移動可能であるオプションほど好ましくない。

【0046】

ズームファクタは、主にシステム長の増加によって制限される。光学系の全長が変化しない内部ズーム原理の方法でシステムを設計することも可能である。しかしながら、拡張可能な構造を有する本実施形態は、広角状態における接眼レンズの可能な限り短い寸法が望まれる用途において好ましい。

【0047】

いくつかの実施形態では、射出瞳がレンズ群から少なくとも8mmの距離に位置する。これは、便利な観察を可能にし、まつげが接眼レンズに当たることを防止する。

【0048】

また、接眼レンズに機能的に接続された、それ自体公知の視度調整手段を設けてもよい。

【0049】

図2Aは、一実施形態によるパーソナルディスプレイ23を示す。ディスプレイ23は、ディスプレイ素子24と、ディスプレイ素子24が広角状態（したがってテレ状態）で接眼レンズ26の視野全体を覆うように配置された本発明の接眼レンズ26とを備える。したがって、視聴者の目20は、射出瞳に近づけられ、または射出瞳にもたらされ、ディスプレイ素子に提示される画像を捕捉する。

【0050】

図2Bはパーソナルディスプレイ装置23の実施形態を示しており、ここでは、本発明の2つの接眼レンズ26A、26Bが双眼構成で提供され、単一のディスプレイ素子24の異なる部分上に、かつユーザの両眼20A、20Bへ向けられる。もちろん、各接眼レンズに1つずつ、2つのディスプレイ素子があってもよい。このようにして、各目20A、20Bに対してディスプレイ素子24または適切に配置されたディスプレイ素子24の適切な位置に適切に異なる画像コンテンツを提示することによって、3次元体験をユーザに提供することができる。

【0051】

本明細書で使用される「パーソナルディスプレイシステム」という用語は、1人の人が見ることを意図したディスプレイシステムを指す。パーソナルディスプレイシステムの例には、仮想現実（VR）装置、拡張現実（AR）装置、およびいわゆるウェアラブルスマートディスプレイ装置などの様々なヘッドマウントディスプレイ（HMD）が含まれる。

【0052】

パーソナルディスプレイシステムは典型的にはディスプレイ素子及び接眼レンズを介してユーザのためのコンテンツを生成し、処理し、表示するための全ての必要な構成要素を

10

20

30

40

50

含むことができ、又は、外部ソースから表示されるべきデータのみを受信するディスプレイユニットとして機能するように適合されることができる。典型的には、最小限の構成ではディスプレイ素子に機能的に接続された処理ユニットが提供され、処理ユニットは外部または内部ソースから表示されるコンテンツを表すデータ信号を受信し、それに応じてディスプレイ素子を制御して、ディスプレイ素子上にコンテンツを表示することができる。

【 0 0 5 3 】

一実施形態によれば、処理ユニットは、接眼レンズの光学的歪み特性を考慮して、表示される画像にソフトウェアベースの幾何学的補正を適用するように適合される。代替実施形態では、処理ユニットがそのような補正を実行しない。これは、特にテレ状態で良好に機能する本発明の光学システムによっても可能である。したがって、ユーザによって見られる画像は、ディスプレイ素子に表示される画像に本質的に幾何学的に対応することができる。

10

【 0 0 5 4 】

ディスプレイ素子 2 4 は、不透明であっても、少なくとも部分的に透明であってもよい。後者の場合、表示装置が、ディスプレイ素子に表示された画像に加えて、同時に見るユーザにも周囲光を通すことができる、いわゆるシースルー表示装置を提供することができる。

【 0 0 5 5 】

[例]

図 1 A および図 1 B によって概略的に表される例示的なレンズ構成は、表面パラメータ化式によって表され、ここで、 r は半径によって制限される光軸からの距離であり、 c は表面曲率（表面曲率半径の逆数）であり、 k は円錐定数であり、 α は非球面係数である。

20

【 0 0 5 6 】

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}.$$

【 0 0 5 7 】

一例では、レンズの表面データは表 1 に列举されるように、射出瞳（STOP）から始まり、ディスプレイ（DISP）に向かう。「厚さ」という用語は、「屈折率」および「アッペ数列」（空気に対して空である）に示される特性を有する材料を含む連続する表面の中心点間の距離を指す。

30

【 0 0 5 8 】

【表 1】

表面#	曲率半径 [mm]	厚さ [mm]	屈折率 n_d	アッペ数 V_d	半口径 [mm]
停止	Plano	12,00			5,00
2	-289,18	5,87	1,720	34,7	20,50
3	-30,80	0,00			20,50
4	82,24	7,93	1,720	34,7	25,00
5	-267,21	可変			25,00
6	-158,14	1,00	1,847	23,8	25,50
7	98,86	可変			25,50
8	67,44	6,04	1,720	34,7	25,50
9	446,27	4.044			25,50
DISP	Plano				28,55

40

【 0 0 5 9 】

表面の非球面係数の例を表 2 に示す。

50

【 0 0 6 0 】

【表 2】

表面#	円錐定数 k	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\alpha 3$	$\alpha 4$	$\alpha 5$
2	0,00	0	2, 260 E-05	-3, 374 E-08	-7, 406 E-11	1, 709 E -13
3	0,00	0	2, 662 E-05	-1, 529 E-08	6, 230 E -11	-1, 472 E-13
4	0,00	0	4, 485 E-06	5, 025 E -10	-9, 258 E-13	-4, 686 E-15
5	0,00	0	-2, 43 8 E-07	-1, 355 E-09	2, 454 E -13	-2, 076 E-15
8	0,00	0	-7, 23 8 E-07	-1, 720 E-09	-2, 296 E-12	6, 074 E -17
9	0,00	0	-3, 28 3 E-06	-1, 413 E-09	-2, 313 E-13	-1, 070 E-15

10

【 0 0 6 1 】

例示的な設計厚さを表 3 に示す。

【 0 0 6 2 】

【表 3】

表面#	広角	テレ
5	18,354	0,381
7	0	31,82

20

【 0 0 6 3 】

例示的な接眼レンズの一般的な特性を表 4 に示す。

【 0 0 6 4 】

【表 4】

特性	広角	テレ
焦点距離	32,14	44,86
F/#	3,18	4,47
FFOV [d g r]	110	60,5
歪み%	41,9	4
全長	69,06	55,27

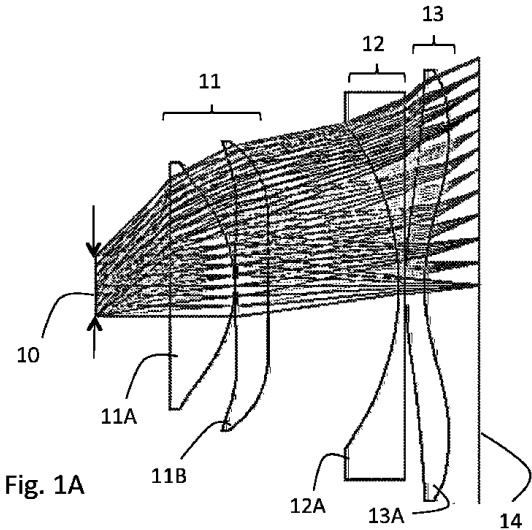
30

【 0 0 6 5 】

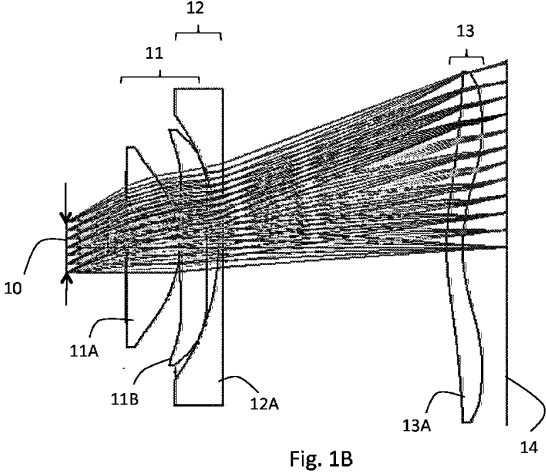
図 3 A および 3 B は、それぞれ、(図 1 B および 1 A の構成において光が左から入射するときに見られるように) テレ状態および広角状態における例示的な接眼レンズの歪みグラフを示す。

40

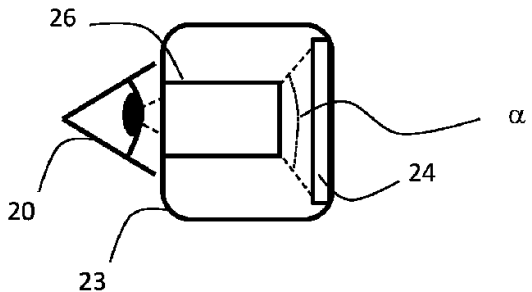
【図面】
【図 1 A】



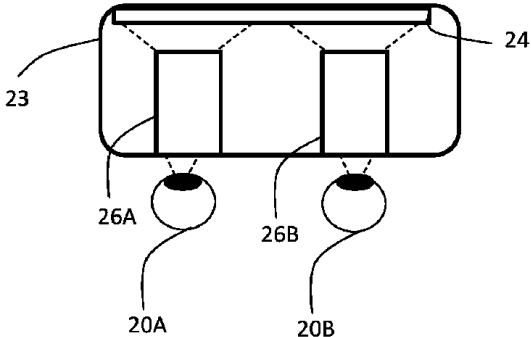
【図 1 B】



【図 2 A】



【図 2 B】



10

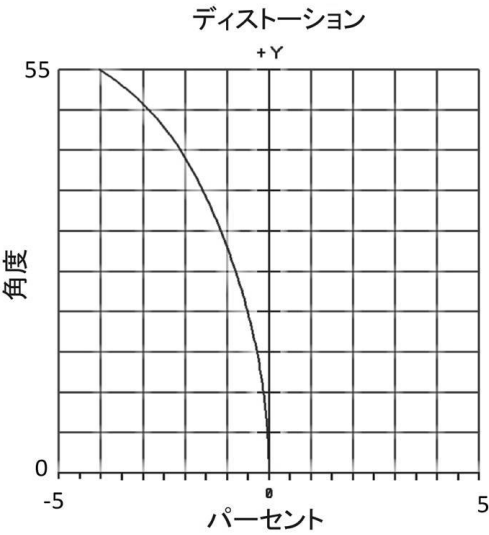
20

30

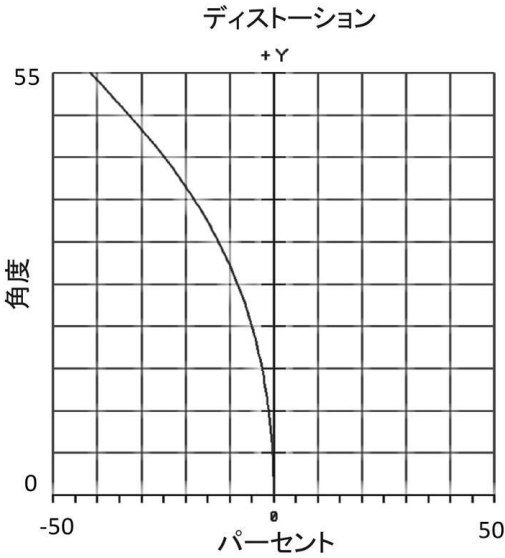
40

50

【図 3 A】



【図 3 B】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 6 0 0 4 1 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 B 9 / 0 0 - 1 7 / 0 8

G 0 2 B 2 1 / 0 2 - 2 1 / 0 4

G 0 2 B 2 5 / 0 0 - 2 5 / 0 4

G 0 2 B 2 7 / 0 2