

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-8749

(P2020-8749A)

(43) 公開日 令和2年1月16日(2020.1.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 27/02 (2006.01)	G02B 27/02 Z	2H199
H04N 5/64 (2006.01)	H04N 5/64 511A	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2018-130463 (P2018-130463)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成30年7月10日 (2018.7.10)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区新宿四丁目1番6号
		(74) 代理人	100116665
			弁理士 渡辺 和昭
		(74) 代理人	100194102
			弁理士 磯部 光宏
		(74) 代理人	100179475
			弁理士 仲井 智至
		(74) 代理人	100216253
			弁理士 松岡 宏紀
		(72) 発明者	小松 朗
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

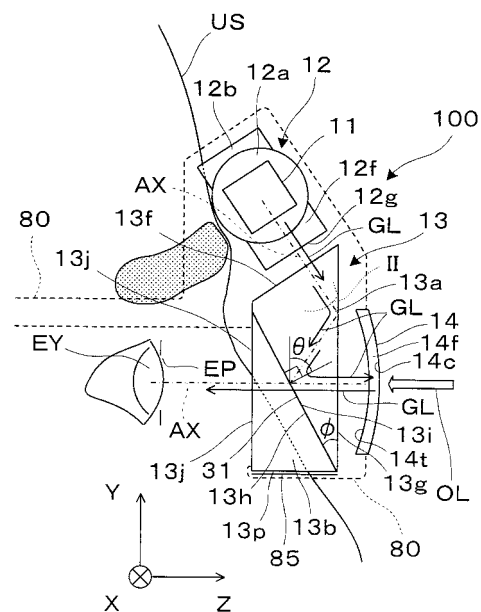
(54) 【発明の名称】 ヘッドマウントディスプレイ

(57) 【要約】

【課題】画角を確保しつつ、光学系を小型化すること。

【解決手段】ヘッドマウントディスプレイ100は、表示デバイス11と、投射光学部材12と、プリズム部材13と、集光反射面14cとを備える。プリズム部材13は、投射光学部材12からの画像光が入射する第1プリズム13aと、第1プリズム13aよりも射出瞳側に配置される第2プリズム13bとを有し、第1プリズム13aは、画像光が入射する入射面13fと、画像光を全反射する反射面13gと、画像光を反射面13gに向けて反射する半透過反射面31を介して第2プリズム13bと接合される第1接合面13hとを有する。第2プリズム13bは、半透過反射面31を介して第1接合面13hと接合される第2接合面13iと、反射面13gと対向して平行に配置されて半透過反射面31で反射され集光反射面14cを経て半透過反射面31を透過した画像光を通過させる対向平面13jとを有する。

【選択図】図1B



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表示素子と、

前記表示素子から射出された画像光を入射させて投射する投射光学部材と、

前記投射光学部材から射出された画像光を入射させ、射出瞳の位置に射出するプリズム部材と、

前記プリズム部材を挟んで前記射出瞳の反対側である前記プリズム部材の外界側に配置されて、前記プリズム部材から一旦射出された画像光の少なくとも一部を前記プリズム部材に戻す集光反射面とを備え、

前記プリズム部材は、前記投射光学部材からの画像光が入射する第 1 プリズムと、前記第 1 プリズムよりも前記射出瞳側に配置される第 2 プリズムとを有し、

前記第 1 プリズムは、画像光が入射する入射面と、前記入射面から入射した画像光を全反射する反射面と、前記反射面で全反射された画像光を前記反射面に向けて反射する半透過反射面を介して第 2 プリズムと接合される第 1 接合面とを有し、

前記第 2 プリズムは、前記半透過反射面を介して前記第 1 接合面と接合される第 2 接合面と、前記反射面と対向して平行に配置されて前記半透過反射面で反射され前記集光反射面を経て前記半透過反射面を透過した画像光を通過させる対向平面とを有する、ヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 2】

前記投射光学部材は、前記プリズム部材中に中間像を形成する、請求項 1 に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 3】

前記中間像は、前記第 1 接合面から離れた位置に形成される、請求項 2 に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 4】

前記集光反射面の曲率半径は、前記集光反射面から前記中間像までの光学的距離の略 2 倍となっている、請求項 2 及び 3 のいずれか一項に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 5】

前記集光反射面から前記射出瞳までの光学的距離は、前記集光反射面の曲率半径に略等しい、請求項 4 に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 6】

前記投射光学部材は、前記プリズム部材側に折曲げミラーを有する、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 7】

前記折曲げミラーは、非軸対称面を含むプリズムミラーの一部である、請求項 6 に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 8】

集光反射面は、光透性を有する、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 9】

前記半透過反射面の反射率と前記半透過反射面の透過率とが略等しい、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 10】

前記第 1 プリズムの前記反射面と、前記第 1 及び第 2 プリズム間の前記半透過反射面とのなす角度は 45° 未満である、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 11】

前記第 2 プリズムは、前記第 2 接合面の一端と前記対向平面の一端との間に配置される連結面を有し、

前記連結面の外側に配置された光吸収部材をさらに備える、請求項 1 ~ 10 のいずれか

10

20

30

40

50

一項に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 1 2】

前記集光反射面は、基材にミラー面を形成した内面反射型のミラーであり、前記基材の前記集光反射面と対向する面の曲率は、前記ミラー面の曲率と略等しい、請求項 1 ~ 1 1 のいずれか一項に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 1 3】

前記半透過反射面は、偏光分離膜によって形成され、前記プリズム部材と前記集光反射面との間に波長板が配置されている、請求項 1 ~ 1 2 のいずれか一項に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、頭部に装着することで虚像の観察を可能にするヘッドマウントディスプレイに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

特許文献 1 には、像形成素子からの光を集光光学系で収束させつつハーフミラーの透過によって直進させて反射鏡に入射させ、反射鏡からの光をハーフミラーで折り返して光学的パワーを持った反射面に入射させ、再度ハーフミラーを直進させて接眼光学系を介して観察者の眼に導く光学系が開示されている。

20

【0 0 0 3】

しかしながら、特許文献 1 の光学系は、眼の正面に延びる光軸に対するハーフミラーの傾斜角を 4 5 ° 程度に設定することが前提であり、画角を確保しようとするハーフミラー及びその周辺の光軸方向に関する占有幅が増大し、光学系の小型化が容易でない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 4】

【特許文献 1】特開 2 0 0 8 - 4 6 2 5 3 号公報

【発明の概要】

【0 0 0 5】

30

本発明の一側面におけるヘッドマウントディスプレイは、表示素子と、表示素子から射出された画像光をプリズム部材に射出する投射光学部材と、投射光学部材から射出された画像光を入射させ、射出瞳の位置に射出するプリズム部材と、プリズム部材を挟んで射出瞳の反対側であるプリズム部材の外界側に配置されて、プリズム部材から一旦射出された画像光の少なくとも一部をプリズム部材に戻す集光反射面とを備え、プリズム部材は、投射光学部材からの画像光が入射する第 1 プリズムと、第 1 プリズムよりも射出瞳側に配置される第 2 プリズムとを有し、第 1 プリズムは、画像光が入射する入射面と、入射面から入射した画像光を全反射する反射面と、反射面で全反射された画像光を反射面に向けて反射する半透過反射面を介して第 2 プリズムと接合される第 1 接合面とを有し、第 2 プリズムは、半透過反射面を介して第 1 接合面と接合される第 2 接合面と、反射面と対向して平行に配置されて半透過反射面で反射され集光反射面を経て半透過反射面を透過した画像光を通過させる対向平面とを有する。

40

【図面の簡単な説明】

【0 0 0 6】

【図 1 A】実施形態に係るヘッドマウントディスプレイを説明する平面図である。

【図 1 B】実施形態に係るヘッドマウントディスプレイを説明する側断面図である。

【図 1 C】実施形態に係るヘッドマウントディスプレイを説明する正面図である。

【図 2】実施例 1 のヘッドマウントディスプレイを説明する側方断面図である。

【図 3 A】実施例 2 のヘッドマウントディスプレイを説明する側方断面図である。

【図 3 B】実施例 2 のヘッドマウントディスプレイを説明する斜め方向からの断面図であ

50

る。

【図４Ａ】実施例３のヘッドマウントディスプレイを説明する側方断面図である。

【図４Ｂ】実施例３のヘッドマウントディスプレイを説明する斜め方向からの断面図である。

【図５】第２実施形態に係るヘッドマウントディスプレイを説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【０００７】

〔第１実施形態〕

以下、図面を参照して本発明に係る第１実施形態のヘッドマウントディスプレイについて説明する。

【０００８】

図１Ａ～１Ｃにおいて、 X 、 Y 、及び Z は、直交座標系であり、 X 方向は、ヘッドマウントディスプレイ１００を装着した観察者 $U S$ の両眼の並ぶ横方向に対応し、 Y 方向は、観察者 $U S$ にとっての両眼の並ぶ横方向に直交する上方向に相当し、 Z 方向は、観察者 $U S$ にとっての前方向又は正面方向に相当する。なお、 Y 方向は、後述するプリズム部材１３が延びる方向に相当し、 Z 方向は、プリズム部材１３の厚さ方向に相当し、 X 方向は、これらに対して直交する方向となっている。

【０００９】

図示のヘッドマウントディスプレイ１００は、観察者 $U S$ に虚像としての映像を認識させる。ヘッドマウントディスプレイ１００は、表示デバイス１１と、投射光学部材１２と、プリズム部材１３と、集光反射部材１４とを備える。表示デバイス１１及び投射光学部材１２は、フレーム８０のケース中に収納され、プリズム部材１３及び集光反射部材１４は、露出した状態でフレーム８０によって支持されている。なお、図面では、右眼用のヘッドマウントディスプレイ１００のみを示しているが、同様の構造又は左右反転させた同様の構造を有する左眼用の虚像表示装置を組み合わせることができ、この場合、全体として例えば眼鏡又は水中メガネのような外観を有するヘッドマウントディスプレイ１００とできる。右眼用又は左眼用の虚像表示装置については、一方を省略することができ、この場合、片眼型のヘッドマウントディスプレイとなる。

【００１０】

表示デバイス１１は、例えば有機 $E L$ 、 $L E D$ アレイ、有機 $L E D$ 、量子ドット発光型無機 $E L$ 等に代表される自発光型の表示素子であり、２次元の表示面１１ａにカラーの静止画又は動画を形成する。表示デバイス１１は、不図示の駆動制御回路に駆動されて表示動作を行う。表示デバイス１１は、自発光型の表示素子に限らず、 $L C D$ その他の光変調素子で構成され、当該光変調素子を光源によって照明することによって画像を形成するものであってもよい。

【００１１】

投射光学部材１２は、表示デバイス１１の表示面１１ａから射出された画像光 $G L$ を入射させて投射する投影レンズ１２ａと、光路折曲げ用のプリズムミラー１２ｂとを含む。投影レンズ１２ａは、横の X 軸に平行に延びる光軸 $A X$ に沿って配置される複数の球面又は非球面の要素レンズ（不図示）を含む。プリズムミラー１２ｂは、内面反射型の折曲げミラー１２ｃを含み、横の X 軸に略平行な光路を、 Y 軸と Z 軸とに対してともに傾いた、より具体的には前方に向けて斜め下方に傾いた光路に折り曲げる。プリズムミラー１２ｂは、板状部材の片面に形成した表面反射型の折曲げミラー１２ｃに置き換えることができる。プリズムミラー１２ｂは、入射側の第１面１２ｆと射出側の第２面１２ｇとを有し、両面１２ｆ，１２ｇは、全体として光軸 $A X$ に対して略直交する方向に延びるとともに互いに略直交する方向に延びる。両面１２ｆ，１２ｇは、平面に限らず、光学的パワーを有する球面、非球面等とでき、自由曲面その他の非軸対称面としてもよい。プリズムミラー１２ｂ又は表面反射型の折曲げミラー１２ｃは、必須の要素ではなく省略することもできるが、投射光学部材１２の光軸 $A X$ を屈曲させることによって投射光学部材１２をフレーム８０中に省スペースで配置することを容易にする。

10

20

30

40

50

【0012】

投射光学部材12は、表示デバイス11の表示面11aに形成された画像を適宜拡大した中間像IIを後段のプリズム部材13中に形成する。中間像IIをプリズム部材13中に形成することで、プリズム部材13等を含めた光学系のサイズを小型化することが容易になる。また、中間像IIを後述する入射面13fにかからないように形成することにより、入射面13fの表面のゴミが結像に影響することを回避して像ムラが形成されることを防止できる。さらに、中間像IIを後述する第1接合面13h又は半透過反射面31にかからないように、第1接合面13hから離れた位置に形成することによっても、ゴミや気泡が結像に影響することを回避して像ムラが形成されることを抑制できる。中間像IIの像面は、後に詳述するように湾曲している。

10

【0013】

プリズム部材13は、投射光学部材12の直下に配置されて、XY方向に延びZ方向に垂直な四角平板状の外観を有する。プリズム部材13は、投射光学部材12からの画像光GLが入射する第1プリズム13aと、第1プリズム13aよりも全体として射出瞳EP側又は瞳EY側に配置される第2プリズム13bとを有する。第1及び第2プリズム13a, 13bは、いずれもX軸方向に延びる三角プリズムである。

【0014】

第1プリズム13aは、画像光GLが入射する入射面13fと、入射面13fから入射した画像光GLを全反射する反射面13gと、半透過反射面31を介して第2プリズム13bと接合される第1接合面13hとを有する。ここで、入射面13fは、光軸AXに対して直交し、プリズムミラー12bの傾斜した第2面12gに対向して第2面12gに略平行に延びる。入射面13fは、図示の例では平面であるが、光学的パワーを持たせることもできる。入射面13fは、+Y方向と-Z方向との中間方向に傾斜している。一方、反射面13gは、鉛直のXY面に沿って傾きなく延びる平面である。反射面13gは、光路に沿って最初に入射する相対的に大きい入射角の画像光GLに対しては、内面での全反射を用いることで、高い反射率のミラーつまり全反射面として機能するが、光路に沿って次に入射する相対的に小さい入射角の画像光GLに対しては、通過面又は屈折面として機能する。第1接合面13hは、光軸AXに対して傾斜した平面であり、Y方向やZ方向に対しても傾斜した平面である。第1接合面13hに沿って形成された半透過反射面31は、反射面13gで全反射された画像光GLを反射面13gに向けて反射する。つまり、半透過反射面31は、反射面13gからの画像光GLを全体として外界側である+Z方向に反射する。

20

30

【0015】

第2プリズム13bは、半透過反射面31を介して第1プリズム13aの第1接合面13hと接合される第2接合面13iと、第1プリズム13aの反射面13gと対向して平行に配置される対向平面13jとを有する。第2接合面13iは、第1接合面13hに合わせて平面である。対向平面13jは、半透過反射面31で反射され後に詳述する集光反射部材14を経て半透過反射面31を透過した画像光GLを通過させ、射出瞳EPの位置に射出させる。反射面13gと対向平面13jとが平行であるため、プリズム部材13は、半透過反射面31を無視すれば、平行平板として機能する側面を有する。半透過反射面31は、例えば10%~50%程度の透過率に設定される。特に、半透過反射面31の透過率を50%程度とした場合、半透過反射面31の反射率と半透過反射面31の透過率とを略等しくできる。この場合、光利用効率を最大にすることができる。

40

【0016】

半透過反射面31は、プリズム部材13の第1プリズム13a内に導いた画像光GLをプリズム部材13又は反射面13gの法線方向である+Z方向に送り出して集光反射部材14に入射させる役割を有する。半透過反射面31は、上下方向又は鉛直方向に相当するY軸に対して45°以上、より好ましくは45°より大きな角度θをなしている。つまり、半透過反射面31の法線は、Y軸に対して45°以上、より好ましくは45°より大きな角度θをなし、具体的には60°程度の角度を成している。一方、半透過反射面31は

50

、第1プリズム13aの反射面13gに対して 45° 以下、より好ましくは 45° 未満の角度 ϕ をなし、これに合わせて、投射光学部材12からプリズム部材13に入射させた画像光GLを半透過反射面31に直接入射させるのではなく、全反射面として機能する反射面13gを介して半透過反射面31に入射させている。このように、反射面13gを介在させて半透過反射面31を鉛直方向に対して 45° より大きく傾けること、つまり半透過反射面31を反射面13gに対して 45° 未満とすることで、射出瞳EP側又は瞳EYの前方のZ方向に延びる光軸AXに対して交差する方向からプリズム部材13中に画像光GLを導くにも関わらず、プリズム部材13のZ方向の厚みを低減できる。

【0017】

第2プリズム13bにおいて、第2接合面13iの一端と対向平面13jの一端との間に連結面13pが配置されている。この連結面13pに対向して外側には、光吸収部材85が設けられている。光吸収部材85により、半透過反射面31で反射されないで部分的に透過した画像光GLが連結面13pに入射して迷光となることを抑制できる。

【0018】

集光反射部材14は、プリズム部材13を挟んで射出瞳EPの反対側であるプリズム部材13の外界側に配置される。集光反射部材14は、湾曲した板状の部材であり、正面から見て矩形の輪郭を有する。集光反射部材14は、内面反射型のミラーである集光反射面14cを有し、プリズム部材13の反射面13gから一旦射出された画像光GLの一部を反射面13gを介してプリズム部材13に戻す。集光反射部材14は、光透過性を有する薄板状部材である基材14fの外側に集光反射面14cを形成したものであり、内面反射によって画像光GLを反射する。集光反射部材14の集光反射面14cは、非偏芯型の反射面であり、全体として球面状である。具体的には、集光反射面14cは、光学的パワーを有する球面、非球面等とでき、集光反射面14cの対称軸は、光軸AX方向又はZ方向沿って延びる。集光反射面14cは、球面等に限らず、自由曲面その他の非軸対称面としてもよい。集光反射部材14において、基材14fの集光反射面14cと対向する透過面14tの曲率は、集光反射面14cの曲率と略等しい。透過面14tの曲率を上記のように集光反射面14cの曲率に近づけることで、シースルー視の歪みを低減できる。薄板状部材である基材14fには、収差補正の機能を持たせることもできる。集光反射面14cは、内面反射を用いるものに限らず、基材14fの射出瞳EP又は瞳EY側に形成することもできる。

【0019】

上記のように、集光反射部材14の集光反射面14cは、球面又は球面に近い形状を有する。集光反射面14cの曲率半径（近似的曲率半径である場合を含む） R_m は、集光反射面14cから中間像IIまでの光路長としての空気換算距離 D_a の2倍である $2 \times D_a$ に近い値となっている。これにより、中間像IIからの画像光GLをコリメートすることができ、射出瞳EP側又は瞳EYに遠方の虚像に対応する画像光GLを入射させることができる。この際、集光反射面14cに関して絞りに対応する位置に配置される射出瞳EPが、実質的な主光線を考えて集光反射面14cから曲率半径 R_m 程度の光学的距離だけ離れた位置に配置されることが望ましい。つまり、射出瞳EPから集光反射面13kまでの空気換算長Lは、収差を抑制して性能を出しやすくする観点で、 $L = R_m$ とすることが望ましい。これにより、集光反射面14cから略垂直に射出された画像光GLが射出瞳EPに入射するので、コマ収差、非点収差等を略ゼロに低減することができる。ここで、空気換算長Lは、上記空気換算値 R_m に対して具体的には誤差15%以下とされる。集光反射面14cの曲率半径 R_m は、集光反射面14cが球面である場合、その球面の曲率半径となるが、集光反射面14cが非球面又は自由曲面である場合、これに球面をフィッティングさせた場合の近似的な曲率半径となる。また、中間像IIを集光反射部材14側に凸とするとともに、中間像IIを全体として球面に近い形状とし、集光反射面14cの曲率半径 R_m/n の半分の $(1/2) \times R_m/n$ 程度の近似的曲率半径を有するものとする。ここで、 $(1/2) \times R_m/n$ は、第1プリズム13aの屈折率を加味して修正したものとなっている。なお、集光反射面14cから射出瞳EPまで

10

20

30

40

50

の光学的距離又は光路長、つまり射出瞳 E P に対する集光反射面 1 4 c の空気換算長での位置については、ヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 の画角に応じて変わる。ここで、集光反射面 1 4 c から射出瞳 E P までの光学的距離は、射出瞳 E P からプリズム部材 1 3 までの距離であるアイレーフと、プリズム部材 1 3 の厚みと、プリズム部材 1 3 から集光反射面 1 4 c までの反射面距離とを、屈折率を考慮して加算したものとなる。ヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 の画角は、例えば 4 5 ° に設定される。このような画角に応じた集光反射面 1 4 c から射出瞳 E P までの光学的距離を実現できるように、例えばプリズム部材 1 3 の厚みが調整される。

【 0 0 2 0 】

中間像 I I の位置等に関する以上の説明では、集光反射面 1 4 c が基材 1 4 f の外側に形成される場合と、集光反射面 1 4 c が基材 1 4 f の射出瞳 E P 側に形成される場合とを想定しているが、集光反射面 1 4 c が基材 1 4 f の外側に形成される内面反射型の場合、集光反射部材 1 4 の集光反射面 1 4 c と透過面 1 4 t との曲率が略等しいことが前提となっている。これらの曲率が異なる場合、曲率の差を加味して集光反射面 1 4 c の曲率半径 R_m を換算した値を基準とすることが望ましい。

【 0 0 2 1 】

集光反射部材 1 4 の集光反射面 1 4 c は、半透過性を有する。これにより、外界光 O L が集光反射部材 1 4 及びプリズム部材 1 3 を通過するので、外界のシースルー視が可能になる。この際、集光反射部材 1 4 が数 mm 程度以下に薄ければ、外界像の倍率変化を小さく抑えることができる。集光反射面 1 4 c の画像光 G L や外界光 O L に対する反射率は、画像光 G L の輝度確保や、シースルーによる外界光の観察を容易にする観点で、想定される画像光 G L の入射角範囲において 1 0 % 以上 5 0 % 以下とする。

【 0 0 2 2 】

以上で説明したヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 によれば、第 1 プリズム 1 3 a が入射面 1 3 f からの画像光 G L を全反射する反射面 1 3 g を有し、半透過反射面 3 1 が反射面 1 3 g で全反射された画像光 G L を反射面 1 3 g に向けて反射してプリズム部材 1 3 から一旦射出させ、プリズム部材 1 3 から射出させた画像光 G L の少なくとも一部を集光反射面 1 4 c によってプリズム部材 1 3 に戻すので、半透過反射面 3 1 の傾斜角を大きくしてプリズム部材 1 3 の厚みを薄くできる。これにより、ヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 による表示の画角を従来に比較して同等又は広くしつつ光学系を小型化することができる。

【 0 0 2 3 】

図 2 は、具体的な実施例 1 のヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 A の光学的構成を説明する断面図である。このヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 A は、図 1 示すヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 と同じ基本構造を有しており、表示デバイス 1 1 と、投射光学部材 1 2 と、プリズム部材 1 3 と、集光反射部材 1 4 とを備える。ただし、図 2 のヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 A の場合、投射光学部材 1 2 は、投影レンズ 1 2 a のみを有し、光路折曲げ用のプリズムミラーを省略したものとなっている。投影レンズ 1 2 a は、第 1 ~ 第 4 レンズ 1 2 h , 1 2 i , 1 2 j , 1 2 k を含んでいる。これらの第 1 ~ 第 4 レンズ 1 2 h , 1 2 i , 1 2 j , 1 2 k は、球面又は非球面で構成される。図示の場合、集光反射部材 1 4 において、集光反射面 1 4 c を基材 1 4 f に対して内側又は射出瞳 E P 側に配置しているが、集光反射面 1 4 c を基材 1 4 f に対して外界側に配置することもできる。

【 0 0 2 4 】

図 3 A 及び 3 B は、実施例 2 のヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 B の光学的構成を説明する断面図である。このヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 B は、図 1 示すヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 と同じ基本構造を有しており、表示デバイス 1 1 と、投射光学部材 1 2 と、プリズム部材 1 3 と、集光反射部材 1 4 とを備える。図 3 A 等示すヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 B の場合、投影レンズ 1 2 a は、第 1 ~ 第 3 レンズ 1 2 h , 1 2 i , 1 2 j を含んでいる。これらの第 1 ~ 第 3 レンズ 1 2 h , 1 2 i , 1 2 j は、球面又は非球面で構成される。図示の場合、集光反射部材 1 4 において、集光反射面 1 4 c を

基材 1 4 f に対して内側又は射出瞳 E P 側に配置しているが、集光反射面 1 4 c を基材 1 4 f に対して外界側に配置することもできる。

【 0 0 2 5 】

図 4 A 及び 4 B は、実施例 3 のヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 C の光学的構成説明する断面図である。このヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 C は、図 1 示すヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 と同じ基本構造を有しており、表示デバイス 1 1 と、投射光学部材 1 2 と、プリズム部材 1 3 と、集光反射部材 1 4 とを備える。図 4 A 等 to 示すヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 C の場合、投影レンズ 1 2 a は、第 1 ~ 第 3 レンズ 1 2 h , 1 2 i , 1 2 j を含んでいる。これらの第 1 ~ 第 3 レンズ 1 2 h , 1 2 i , 1 2 j は、球面又は非球面で構成される。図示の場合、集光反射部材 1 4 において、集光反射面 1 4 c を基

10

【 0 0 2 6 】

〔 第 2 実施形態 〕

以下、本発明の第 2 実施形態に係るヘッドマウントディスプレイについて説明する。なお、第 2 実施形態のヘッドマウントディスプレイは、第 1 実施形態のヘッドマウントディスプレイを部分的に変更したものであり、共通部分については説明を省略する。

【 0 0 2 7 】

図 5 に示すように、第 2 実施形態のヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 は、表示デバイス 1 1 と、投射光学部材 1 2 と、プリズム部材 1 3 と、集光反射部材 1 4 とを備える。プリズム部材 1 3 において、半透過反射面 2 3 1 は、偏光分離膜であり、例えば S 偏光を反射し P 偏光を透過させる。プリズム部材 1 3 と集光反射部材 1 4 との間には、波長板 2 3 2 が配置されている。波長板 2 3 2 は、具体的には 1 / 4 波長板であり、第 1 プリズム 1 3 a の反射面 1 3 g に対して適宜離間して平行に配置されている。この場合、表示デバイス 1 1 から射出される画像光 G L は、例えば S 偏光のみとされている。表示デバイス 1 1 自体が偏光を発生するものとしてよいが、表示デバイス 1 1 によって形成された画像光から所定方向の偏光を選択して使用することもできる。表示デバイス 1 1 からの画像光 G L は、プリズム部材 1 3 に入射して中間像 I I を形成した後、半透過反射面 2 3 1 で殆どロス無く反射される。半透過反射面 2 3 1 で反射された S 偏光の画像光 G L は、反射面 1 3 g 及び波長板 2 3 2 を通過して集光反射部材 1 4 に入射して集光反射部材 1 4 で反射され、半透過反射面 2 3 1 に再度入射する。半透過反射面 2 3 1 に再度入射する画像光 G L は、波長板 2 3 2 によって偏光方向が 9 0 ° 回転して P 偏光となっている。これにより、画像光 G L は、半透過反射面 2 3 1 を殆どロス無く透過し、射出瞳 E P には明るい画像光 G L が入射する。

20

30

【 0 0 2 8 】

〔 変形例その他 〕

以上実施形態に即して本発明を説明したが、本発明は、上記の実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【 0 0 2 9 】

上記実施形態のヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 では、表示デバイス 1 1 として有機 E L 素子等の自発光型の表示素子を用いているが、これに代えて、レーザー光源とポリゴンミラー等であるスキャナーとを組み合わせたレーザスキャナーを用いた構成も可能である。

40

【 0 0 3 0 】

プリズム部材 1 3 の第 1 プリズム 1 3 a を投射光学部材 1 2 のプリズムミラー 1 2 b に接合することもできる。

【 0 0 3 1 】

集光反射部材 1 4 については、光透過性を有しないミラーとすることもできる。この場合、外界光 O L 又は外界像を観察しないタイプのヘッドマウントディスプレイになる。

50

【 0 0 3 2 】

第1プリズム13aの反射面13gや第2プリズム13bの対向平面13jは、ハードコート層や反射防止膜を形成したものとできる。

【 0 0 3 3 】

第2実施形態において、波長板232は、図示の位置に限らず、例えば半透過反射面231に隣接して集光反射部材14側に組み込むこともできる。この場合、画像光GLが一度波長板を通過して半透過反射面231に入射するので、これに適合するように、表示デバイス11又は投射光学部材12から射出させる画像光GLの偏光状態を適宜調整する。

【 0 0 3 4 】

表示デバイス11、投射光学部材12、及びプリズム部材13を一組とする片眼の光学系は、図示の状態からZ軸に平行な光軸のまわりに例えば90°外転させた配置とすることもできる。

10

【 0 0 3 5 】

以上では、ヘッドマウントディスプレイ100が頭部に装着されて使用されることを前提としたが、上記ヘッドマウントディスプレイ100は、頭部に装着せず双眼鏡のようにのぞき込むハンドヘルドディスプレイとしても用いることができる。

【 符号の説明 】

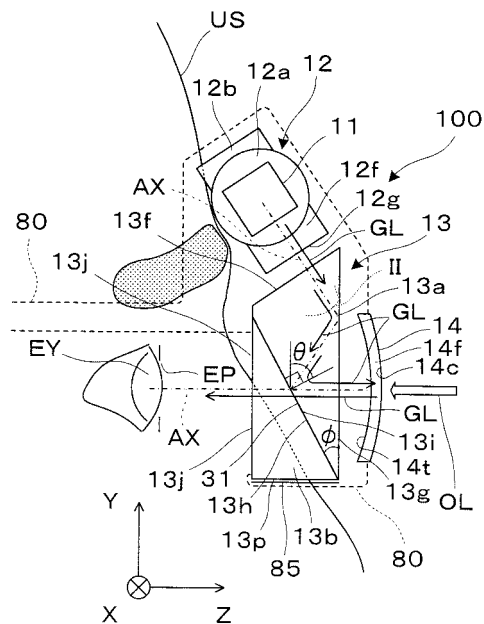
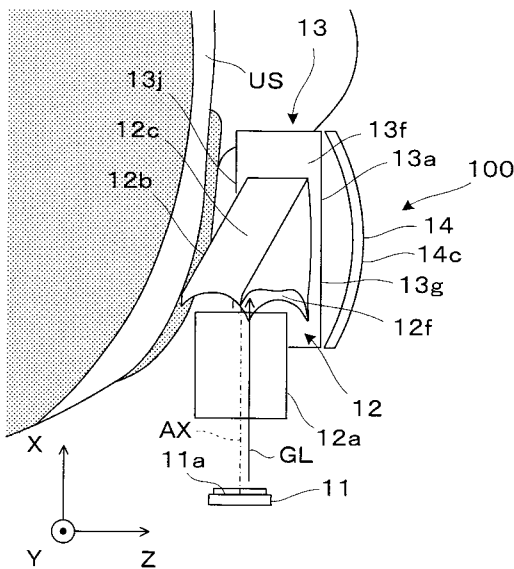
【 0 0 3 6 】

11...表示デバイス、12...投射光学部材、12a...投影レンズ、12b...プリズムミラー、12c...折曲げミラー、13...プリズム部材、13a...第1プリズム、13b...第2プリズム、13f...入射面、13f...入射面、13g...反射面、13h...第1接合面、13i...第2接合面、13j...対向平面、14...集光反射部材、14c...集光反射面、31...半透過反射面、232...波長板、80...フレーム、100...ヘッドマウントディスプレイ、100A、100B、100C...ヘッドマウントディスプレイ、AX...光軸、EP...射出瞳、EY...瞳、GL...画像光、II...中間像、OL...外界光

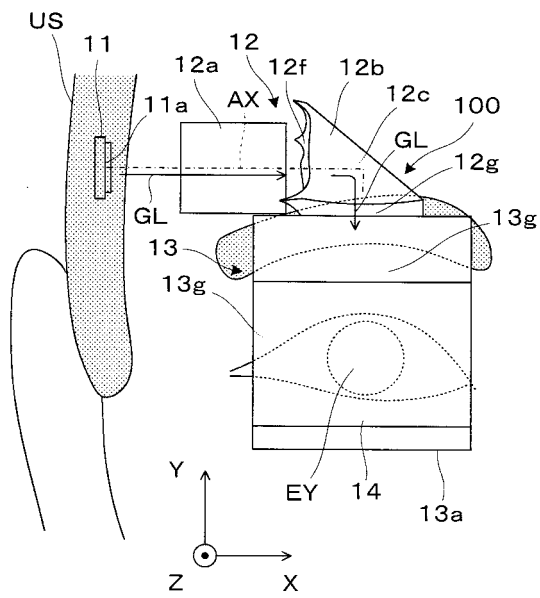
20

【 図 1 A 】

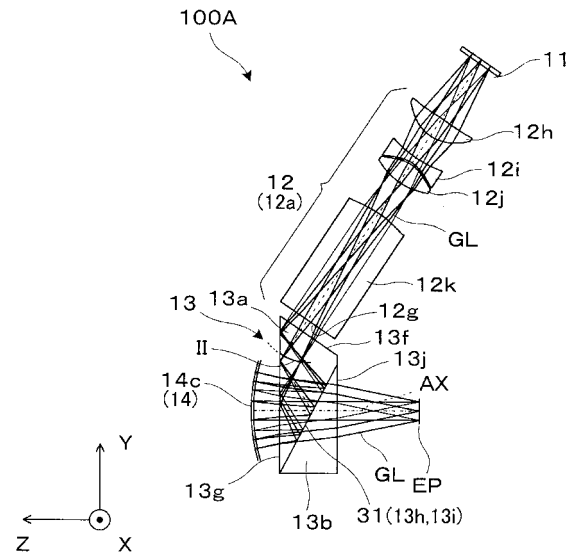
【 図 1 B 】



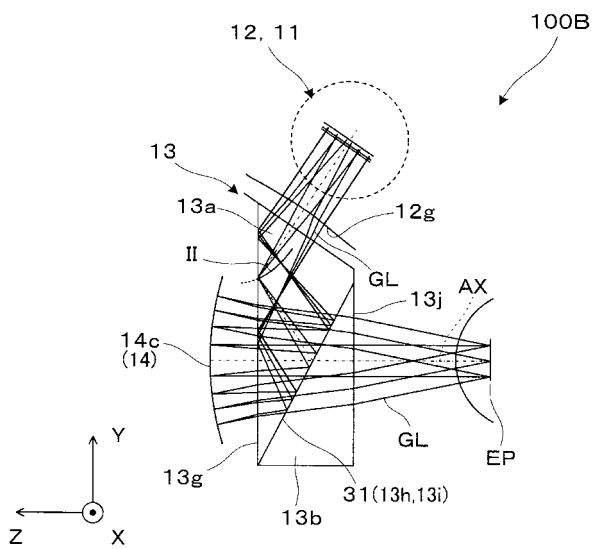
【図 1 C】



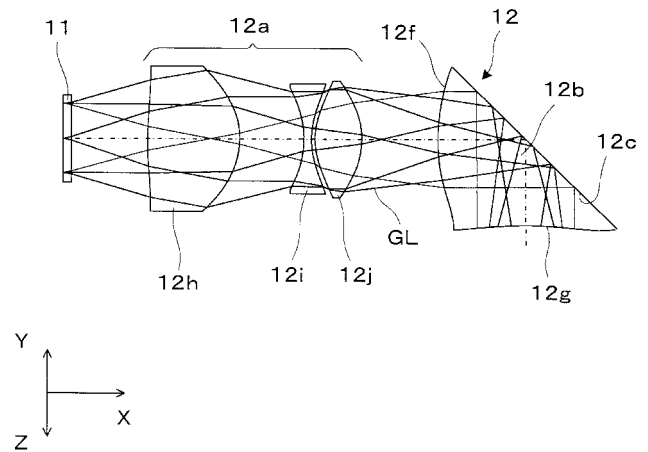
【図 2】



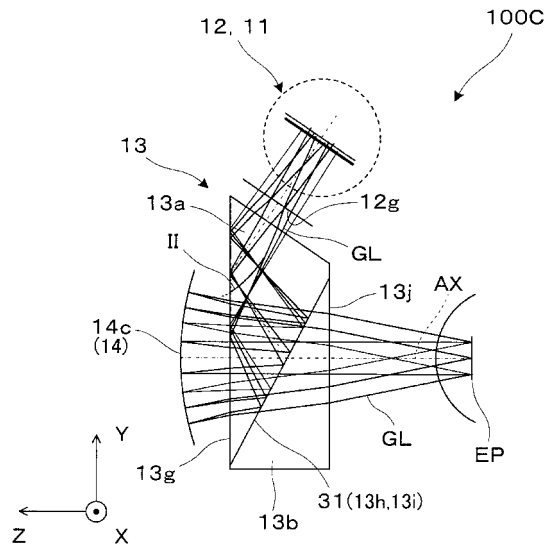
【図 3 A】



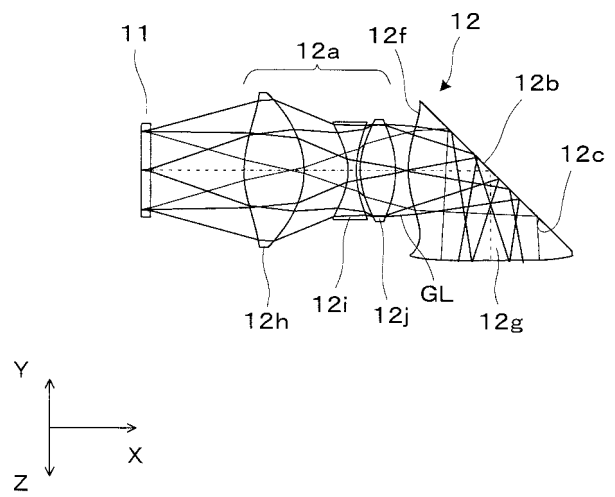
【図 3 B】



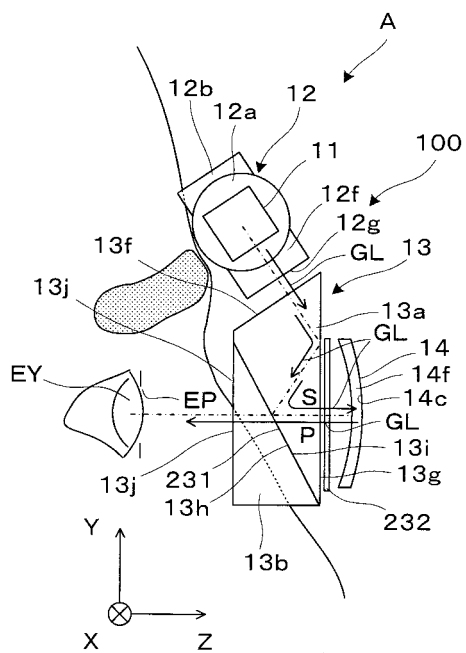
【図 4 A】



【図 4 B】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 ▲高▼木 将行
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 宮尾 敏明
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 武田 高司
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 山口 論人
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- Fターム(参考) 2H199 CA02 CA03 CA12 CA23 CA25 CA29 CA32 CA44 CA46 CA48
CA53 CA58 CA59 CA62 CA65