

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7375615号

(P7375615)

(45)発行日 令和5年11月8日(2023.11.8)

(24)登録日 令和5年10月30日(2023.10.30)

(51)国際特許分類

F I

G 0 2 B 27/02 (2006.01)

G 0 2 B

27/02

Z

H 0 4 N 5/64 (2006.01)

H 0 4 N

5/64

5 1 1 A

請求項の数 13 (全29頁)

(21)出願番号	特願2020-38459(P2020-38459)	(73)特許権者	308036402
(22)出願日	令和2年3月6日(2020.3.6)		株式会社 J V C ケンウッド
(65)公開番号	特開2021-92746(P2021-92746A)		神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1
(43)公開日	令和3年6月17日(2021.6.17)		2 番地
審査請求日	令和4年12月28日(2022.12.28)	(74)代理人	100103894
(31)優先権主張番号	特願2019-151038(P2019-151038)		弁理士 家入 健
(32)優先日	令和1年8月21日(2019.8.21)	(72)発明者	鈴木 鉄二
(33)優先権主張国・地域又は機関			神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1
	日本国(JP)		2 番地
(31)優先権主張番号	特願2019-216541(P2019-216541)	(72)発明者	穴戸 智之
(32)優先日	令和1年11月29日(2019.11.29)		神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1
(33)優先権主張国・地域又は機関			2 番地
	日本国(JP)	(72)発明者	星 良二
			神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1
			2 番地

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)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ユーザの前方に配置され、表示画像を形成する表示光を前記ユーザの方向に反射する反射部材と、

前記反射部材とユーザとの間において、前記ユーザの左眼の前方の空間から右眼の前方の空間に渡って配置され、前記表示光を前記反射部材に反射するとともに、前記反射部材で反射した表示光を透過するビームスプリッタと、

前記ビームスプリッタよりも前方において、前記左眼の前方の空間と前記右眼の前方の空間との間に配置された第 1 の仕切り板と、

前記ビームスプリッタよりも後方において、前記左眼の前方の空間と前記右眼の前方の空間との間に配置された第 2 の仕切り板と、を備え、

前記第 1 の仕切り板の前記ビームスプリッタ側の端部が、前記ユーザから隠れているヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 2】

前記第 1 の仕切り板の全体が前記ユーザから隠れている請求項 1 に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 3】

前記第 2 の仕切り板は、前記第 2 の仕切り板の前記ビームスプリッタ側の端部の左右方向における厚さを、前記第 1 の仕切り板の前記ビームスプリッタ側の端部の厚さよりも厚くする請求項 1、又は 2 に記載のヘッドマウントディスプレイ。

10

20

【請求項 4】

前記第 2 の仕切り板が、前方に向かうにつれて徐々に厚くなっていくテーパ状になっている請求項 3 に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 5】

前記第 2 の仕切り板が、前方に向かうにつれて徐々に薄くなっていくテーパ状になっている請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 6】

前記第 2 の仕切り板が、一定の厚さとなっている請求項 3 に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 7】

前記左眼又は前記右眼から前記第 1 の仕切り板までの間に配置されたマスク部材をさらに備える請求項 1、又は 2 に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 8】

前記マスク部材が、前記ビームスプリッタの前記第 2 の仕切り板側の面に設けられている請求項 7 に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 9】

前記反射部材が、前記表示光と、前記ユーザの前方からの外光とを合成するコンバイナである請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 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 及び第 2 の仕切り板が、拡散反射板となっている請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 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 の仕切り板の拡散反射率が、前記第 1 の仕切り板の拡散反射率より高くなっている請求項 10 に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 12】

視線を検出するための光源及び光センサが設けられている請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項 13】

前記第 2 の仕切り板に前記光源が設けられている、請求項 12 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】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ヘッドマウントディスプレイに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、凹面スクリーンとハーフミラーとを備えたヘッドマウントディスプレイが開示されている。ハーフミラーは、凹面スクリーンとユーザとの間に配置されている。左右の液晶表示器からの光はハーフミラーで前方に反射される。ハーフミラーで反射された光は、凹面スクリーンで後方に反射される。そして、凹面スクリーンで反射された光は、ハーフミラー及び接眼レンズを通過してユーザの左右の眼に入射する。一体的に設けられたハーフミラーが左右の液晶表示器に対して共通に用いられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2000 - 249975 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記のように、ヘッドマウントディスプレイでは、表示素子からの表示光を左右それぞれ

10

20

30

40

50

れの眼に導くための光学系が設けられている。しかしながら、ヘッドマウントディスプレイでは、例えば右眼用表示素子からの表示光が左眼に入射するクロストーク光と呼ばれるノイズ成分が発生し、表示品質が低下するという問題点がある。特に、左右方向に視野角を広げるために光学系を大型化する場合、クロストークの影響が大きくなってしまう。クロストークとは、左右の表示素子からの表示光がそれぞれ意図した眼とは反対側の眼に入射することである。この点について、図25を用いて説明する。図25は、表示素子、及び光学系の構成を模式的に示す上面図である。

【0005】

左眼ELの前には、ビームスプリッタ122L、及びコンバイナ121Lが配置されている。同様に、右眼ERの前には、ビームスプリッタ122R、及びコンバイナ121Rが配置されている。ビームスプリッタ122Lの上方に配置された左眼用表示素子101Lからの表示光PL11は、ビームスプリッタ122Lで反射されて、コンバイナ121Lに入射する。コンバイナ121Lで反射された表示光PL11は、ビームスプリッタ122Lを介して、左眼ELに入射する。

10

【0006】

しかしながら、コンバイナ121Lで反射された表示光PL11の一部が、クロストーク光PCTとして右眼ERに入射してしまう。図25では図示を省略しているが、同様に、右眼用表示素子101Rからの表示光PR11の一部が、クロストーク光として左眼ELに入射してしまう。左右の表示素子からの表示光PL11、PR11の一部が反対側の眼にクロストーク光PCTとして入射すると、表示画像のノイズ成分となってしまう。よって、コントラストの低下や二重像などが発生し、表示品質が低下してしまうおそれがある。特許文献1では、クロストークを十分に抑制することができないため、高い表示品位を得ることができないという問題点がある。

20

【0007】

本開示は上記の点に鑑みなされたものであり、表示品質の高いヘッドマウントディスプレイを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本実施形態にかかるヘッドマウントディスプレイは、ユーザの前方に配置され、表示画像を形成する表示光をユーザの方向に反射する反射部材と、前記反射部材とユーザとの間において、前記ユーザの左眼の前方の空間から右眼の前方の空間に渡って配置され、前記表示光を前記反射部材に反射するとともに、前記反射部材で反射した表示光を透過するビームスプリッタと、前記ビームスプリッタよりも前方において、前記左眼の前方の空間と前記右眼の前方の空間との間に配置された第1の仕切り板と、前記ビームスプリッタよりも後方において、前記左眼の前方の空間と前記右眼の前方の空間との間に配置された第2の仕切り板と、を備え、前記第1の仕切り板の前記ビームスプリッタ側の端部がユーザから隠れている。

30

【発明の効果】

【0009】

本開示によれば、表示品質の高いヘッドマウントディスプレイを提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本実施の形態にかかるヘッドマウントディスプレイの一部の構成を示す図である。

【図2】本実施の形態にかかるヘッドマウントディスプレイの機能ブロックを示す図である。

【図3】ヘッドマウントディスプレイの光学系における表示光、及び外光を説明するための図である。

【図4】左右の光学系に対してビームスプリッタをそれぞれ設けた構成を説明するための側面図である。

【図5】実施の形態1にかかるヘッドマウントディスプレイの光学系の構成を模式的に示

50

す上面図である。

【図 6】実施の形態 1 にかかるヘッドマウントディスプレイの光学系の構成を模式的に示す側面図である。

【図 7】仕切り板 1 4 1 , 1 4 2 の一例を示す図である。

【図 8】仕切り板 1 4 1 , 1 4 2 の厚さが等しい場合の構成を示す図である。

【図 9】図 8 の構成で視認される像を模式的に示す図である。

【図 10】図 7 の構成で視認される像を模式的に示す図である。

【図 11】仕切り板 1 4 2 の変形例 1 を示す図である。

【図 12】仕切り板 1 4 2 の変形例 2 を示す図である。

【図 13】仕切り板 1 4 2 の変形例 3 を示す図である。

【図 14】目に入射する外光を説明するための図である。

【図 15】仕切り板の拡散反射率の空間分布を示す図である。

【図 16】仕切り板 1 4 2 の変形例 4 を示す図である。

【図 17】仕切り板 1 4 2 の変形例 5 を示す図である。

【図 18】実施の形態 2 の構成を模式的に示す上面図である。

【図 19】実施の形態 2 の構成を後方から見た模式図である。

【図 20】実施の形態 2 の構成を右眼側から見た模式図である。

【図 21】実施の形態 3 の構成を模式的に示す上面図である

【図 22】実施の形態 3 の構成を模式的に示す側面図である

【図 23】変形例 6 の構成を模式的に示す上面図である。

【図 24】視線検出用の光源と光センサの配置例を模式的に示す上面図である。

【図 25】表示光のクロストークを説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明を適用した具体的な実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。ただし、本開示が以下の実施形態に限定される訳ではない。また、説明を明確にするため、以下の記載および図面は、適宜、簡略化されている。

【0012】

実施の形態 1 .

本実施の形態にかかるヘッドマウントディスプレイ、及びその表示方法について、図を参照して説明する。図 1 はヘッドマウントディスプレイ 100 の一部の構成を模式的に示す斜視図である。図 2 はヘッドマウントディスプレイ 100 の一部の機能ブロックを示す図である。図 1、図 2 では、主として、ヘッドマウントディスプレイ 100 の画像表示に関する構成が示されている。図 1 では、ヘッドマウントディスプレイ 100 の内部構成が示されており、実際には、図 1 に示す各構成要素がカバーなどで覆われていてもよい。

【0013】

ヘッドマウントディスプレイ 100 は、ゲーム用、エンターテインメント用、産業用、医療用、フライトシミュレータ用などの様々な用途に適用可能である。ヘッドマウントディスプレイ 100 は、例えば、VR (Virtual Reality) ヘッドマウントディスプレイや AR (Augmented Reality) ヘッドマウントディスプレイや MR (Mixed Reality) ヘッドマウントディスプレイである。なお、本実施の形態では、ヘッドマウントディスプレイ 100 が、AR や MR に用いられるオプティカルシースルータイプのヘッドマウントディスプレイとなっているが、非透過型のヘッドマウントディスプレイであってもよい。

【0014】

以下、説明の明確化のため、XYZ 3 次元直交座標系を用いて説明を行う。ユーザを基準として、前後方向 (奥行方向) を Z 方向、左右方向 (水平方向) を X 方向、上下方向 (鉛直方向) を Y 方向とする。前方向が + Z 方向、後ろ方向が - Z 方向、右方向を + X 方向、左方向を - X 方向、上方向を + Y 方向、下方向を - Y 方向とする。

【0015】

10

20

30

40

50

図示しないユーザが、ヘッドマウントディスプレイ１００を装着している。ヘッドマウントディスプレイ１００は、表示素子部１０１と、フレーム１０２と、左眼用光学系１０３Ｌと、右眼用光学系１０３Ｒと、制御部１０５を備えている。制御部１０５は、制御部１０５Ｌと制御部１０５Ｒとを備えている。

【００１６】

フレーム１０２はゴーグル形状や眼鏡形状を有しており、図示しないヘッドバンドなどによりユーザの頭部に装着される。フレーム１０２には、表示素子部１０１、左眼用光学系１０３Ｌ、右眼用光学系１０３Ｒ、制御部１０５Ｌ、制御部１０５Ｒが取り付けられている。なお、図１では、両眼式のヘッドマウントディスプレイ１００が図示されているが、眼鏡形状を有する非没入型ヘッドマウントディスプレイであってもよい。

10

【００１７】

表示素子部１０１は、左眼用表示素子１０１Ｌと右眼用表示素子１０１Ｒを備えている。左眼用表示素子１０１Ｌは、左眼用の表示画像を生成する。右眼用表示素子１０１Ｒは、右眼用の表示画像を生成する。左眼用表示素子１０１Ｌ、及び右眼用表示素子１０１Ｒはそれぞれ液晶モニタや有機ＥＬ（Electro-Luminescence）モニタなどのフラットパネルディスプレイを備えている。左眼用表示素子１０１Ｌ、及び右眼用表示素子１０１Ｒは曲面形状を有するディスプレイでもよい。左眼用表示素子１０１Ｌと右眼用表示素子１０１Ｒは、それぞれアレイ状に配置された複数の画素を備えている。ここでアレイ状の配置とは、２次元状の配置だけでなく、ペンタイル配列などでもよい。左眼用表示素子１０１Ｌは右眼用表示素子１０１Ｒの左側（－Ｘ側）に配置されている。

20

【００１８】

表示素子部１０１の上方（＋Ｙ側）には、制御部１０５が設けられている。制御部１０５には、外部からの映像信号、制御信号、電源が供給されている。例えば、ＨＤＭＩ（登録商標）などの有線接続、又はＷｉＦｉ（登録商標）やＢｌｕｅＴｏｏｔｈ（登録商標）等の無線接続によって、映像信号等が制御部１０５に入力される。ヘッドマウントディスプレイ１００は、映像信号を生成する映像生成部（図示せず）を備えていてもよく、制御部１０５には、映像生成部が生成した映像信号等が入力されてもよい。

【００１９】

制御部１０５Ｌ、制御部１０５ＲはＣＰＵ（Central Processing Unit）、及びメモリなどのハードウェア資源を備えており、メモリに格納されたコンピュータプログラムにしたがって動作する。さらに、制御部１０５Ｌ、制御部１０５Ｒはそれぞれ、ディスプレイの駆動回路等を備えている。制御部１０５Ｌは、映像信号、制御信号等に基づいて、左眼用画像の表示信号を生成して、左眼用表示素子１０１Ｌに出力する。これにより、左眼用表示素子１０１Ｌは、左眼用画像を表示するための表示光を出力する。制御部１０５Ｒは、映像信号、制御信号等に基づいて、右眼用画像の表示信号を生成して、右眼用表示素子１０１Ｒに出力する。これにより、右眼用表示素子１０１Ｒは、右眼用の表示画像を表示するための表示光を出力する。つまり、制御部１０５は表示信号を表示素子部１０１に出力する。

30

【００２０】

なお、表示素子部１０１は、左眼用表示素子１０１Ｌと右眼用表示素子１０１Ｒを別々の表示素子とする構成に限らず、単一の表示素子とする構成としてもよい。単一の表示素子が、左眼用の表示画像と右眼用の表示画像とを生成してもよい。この場合、表示素子部１０１は、ディスプレイの表示領域の片側の一部を用いて、左眼用画像を生成し、反対側の一部を用いて、右眼用画像を生成する。

40

【００２１】

表示素子部１０１、制御部１０５等の一部又は全部は、フレーム１０２に固定されている構成に限らず、フレーム１０２に対して脱着可能に設けられていてもよい。例えば、スマートフォン又はタブレットコンピュータ等をフレーム１０２に対して取り付けることで、表示素子部１０１、制御部１０５等を実現してもよい。この場合、スマートフォン等にヘッドマウントディスプレイ用の表示画像を生成するアプリケーションプログラム（アプ

50

リ)を予めインストールしておけばよい。

【0022】

左眼用光学系103Lは、左眼用表示素子101Lが出力した表示光を、左眼用画像としてユーザの左眼ELに導く。右眼用光学系103Rは、右眼用表示素子101Rが出力した表示光を、右眼用画像としてユーザの右眼ERに導く。左眼用光学系103Lは右眼用光学系103Rの左側(-X側)に配置されている。左眼用光学系103Lは、ユーザの左眼ELの前方(+Z方向)に配置されている。右眼用光学系103Rは、ユーザの右眼ERの前方(+Z方向)に配置されている。ユーザは、表示素子部101が生成した表示画像の虚像を正面前方(+Z方向)に視認することができる。

【0023】

上記の通り、本実施の形態にかかるヘッドマウントディスプレイ100は、半透過型又は非透過型のヘッドマウントディスプレイのいずれにも可能である。なお、ここではヘッドマウントディスプレイ100が、半透過型のヘッドマウントディスプレイであるとして説明を行う。従って、左眼用光学系103L、及び右眼用光学系103Rは、後述するコンバイナを備えている。半透過型のヘッドマウントディスプレイ100では、表示素子部101からの表示光と、外光とが、左眼EL及び右眼ERに入射する。よって、ユーザは、前方(+Z方向)の景色に表示画像が重畳した重畳画像を視認することができる。

【0024】

以下、左眼用光学系103Lと右眼用光学系103R(以下、まとめて単に光学系と称する)の例について説明する。図3は、光学系を模式的に示す側面図である。なお、左眼用光学系103Lと右眼用光学系103Rとは同様の構成となっているため、主として左眼用光学系103Lに対して説明を行う。

【0025】

左眼用光学系103Lは、コンバイナ121Lと、ビームスプリッタ122と、遮光部150Lと、を備えている。右眼用光学系103Rは、コンバイナ121Rと、ビームスプリッタ122と、遮光部150Rと、を備えている。コンバイナ121L、121R、ビームスプリッタ122、及び遮光部150L、150Rは、図1で示したフレーム102に固定されている。

【0026】

ビームスプリッタ122は、左眼用光学系103Lと右眼用光学系103Rとで共通となっている。つまり、左眼用光学系103Lと右眼用光学系103Rとで、単一のビームスプリッタ122が共用されている。

【0027】

コンバイナ121Lは凹面鏡となっており、ビームスプリッタ122は平面鏡となっている。コンバイナ121L、及びビームスプリッタ122はハーフミラー等のビームスプリッタであり、入射光の一部を反射して、一部を透過する。コンバイナ121Lの反射の比率と透過の比率とが等しいとすると、コンバイナ121Lは、入射光のほぼ半分の光量を透過し、残りの半分の光量を反射する。同様に、ビームスプリッタ122の反射の比率と透過の比率とが等しいとすると、ビームスプリッタ122は、入射光のほぼ半分の光量を透過し、残りの半分の光量を反射する。コンバイナ121L及びビームスプリッタ122は、反射の比率を増やし透過の比率を減らしてもよいし、反射の比率を減らし透過の比率を増やしてもよい。

【0028】

コンバイナ121L、及びビームスプリッタ122はユーザの左眼ELの正面前方(+Z方向)に配置されている。また、コンバイナ121Lは、ビームスプリッタ122の前方(+Z方向)に配置されている。

【0029】

ビームスプリッタ122の上方(+Y方向)には、左眼用表示素子101Lが配置されている。左眼用表示素子101Lは表示画像を形成するための表示光PL11を出射する。つまり、左眼用表示素子101Lは、左眼ELの前方斜め上に配置されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

遮光部 1 5 0 L は、ビームスプリッタ 1 2 2 の下方 (- Y 方向) に配置されている。つまり、遮光部 1 5 0 L は、左眼 E L の前方斜め下に配置されている。遮光部 1 5 0 L は、前方斜め下の視界を遮るために設けられている。遮光部 1 5 0 L は光を吸収する黒色材料などで形成されている。遮光部 1 5 0 L の代わりに、前方斜め下を視認するための下部窓を設けてもよい。

【 0 0 3 1 】

左眼用表示素子 1 0 1 L からの表示光 P L 1 1 について説明する。左眼用表示素子 1 0 1 L の表示面は、下方 (- Y 方向) に面している。したがって、左眼用表示素子 1 0 1 L からの表示光 P L 1 1 は、下方 (- Y 方向) に出射される。左眼用表示素子 1 0 1 L の下方 (- Y 方向) には、ビームスプリッタ 1 2 2 が傾斜して配置されている。左眼用表示素子 1 0 1 L からの表示光 P L 1 1 は、ビームスプリッタ 1 2 2 に入射する。ビームスプリッタ 1 2 2 は、表示光 P L 1 1 の一部を反射する。また、ビームスプリッタ 1 2 2 を透過した残りの表示光 P L 1 1 は、遮光部 1 5 0 L で吸収される。

10

【 0 0 3 2 】

ビームスプリッタ 1 2 2 で反射した表示光 P L 1 1 は、前方 (+ Z 方向) に反射される。そして、表示光 P L 1 1 は、コンバイナ 1 2 1 L に入射する。コンバイナ 1 2 1 L は、後方 (- Z 方向) に表示光 P L 1 1 の一部を反射する。コンバイナ 1 2 1 L で反射された表示光 P L 1 1 を表示光 P L 1 2 とする。さらに、コンバイナ 1 2 1 L は凹面鏡であり、表示光 P L 1 2 を左眼 E L に向けて集光するように、表示光 P L 1 1 を反射する。コンバイナ 1 2 1 L で反射された表示光 P L 1 2 は、ビームスプリッタ 1 2 2 に入射する。ビームスプリッタ 1 2 2 は、表示光 P L 1 2 の一部を透過する。

20

【 0 0 3 3 】

ビームスプリッタ 1 2 2 を透過した表示光 P L 1 2 は、左眼 E L に入射する。このように、左眼用光学系 1 0 3 L が、左眼用表示素子 1 0 1 L からの表示光 P L 1 1 を、ユーザの左眼 E L に導く。光学系により、ユーザの前方 (+ Z 方向) に虚像を表示させることができる。また、コンバイナ 1 2 1 L として凹面鏡を用いているため、表示画像が拡大して表示される。

【 0 0 3 4 】

次に、ユーザの前方 (+ Z 方向) からの外光 P L 2 1 について説明する。外光 P L 2 1 の一部は、コンバイナ 1 2 1 L を透過する。コンバイナ 1 2 1 L を透過した外光 P L 2 1 は、ビームスプリッタ 1 2 2 に入射する。ビームスプリッタ 1 2 2 は、外光 P L 2 1 の一部を透過する。ビームスプリッタ 1 2 2 を透過した外光 P L 2 1 は、左眼 E L に入射する。

30

【 0 0 3 5 】

ヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 が半透過型であるため、コンバイナ 1 2 1 L は、前方 (+ Z 方向) からの外光 P L 2 1 と左眼用表示素子 1 0 1 L からの表示光 P L 1 1 を合成する。ユーザの前方 (+ Z 方向) にコンバイナ 1 2 1 L を設けることで、ヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 を光学シースルー方式とすることができる。ユーザの前方 (+ Z 方向) の景色に、表示画像が重畳される。つまり、ユーザは、表示画像が重畳された景色を視認することができる。

40

【 0 0 3 6 】

右眼用光学系 1 0 3 R については、左眼用光学系 1 0 3 L と同様になっている。さらに、左眼用光学系 1 0 3 L と右眼用光学系 1 0 3 R とでビームスプリッタ 1 2 2 が共通となっている。つまり、一体的に形成された一枚のビームスプリッタ 1 2 2 が、左眼用光学系 1 0 3 L の表示光 P L 1 1 、 P L 1 2 と右眼用光学系 1 0 3 R の表示光 P R 1 1 、 P R 1 2 との光路に配置されている。

【 0 0 3 7 】

左眼用光学系 1 0 3 L と右眼用光学系 1 0 3 R とがビームスプリッタ 1 2 2 を共用することで、アライメント調整を容易に行うことができる。換言すると、左眼用光学系 1 0 3 L と右眼用光学系 1 0 3 R とが別々のビームスプリッタを用いている場合、高精度のアラ

50

イメント調整が要求される。以下、左眼用光学系 1 0 3 L と右眼用光学系 1 0 3 R とでビームスプリッタ 1 2 2 が別々に設けられている構成について、図 4 を用いて説明する。

【 0 0 3 8 】

図 4 では、左眼用光学系 1 0 3 L と右眼用光学系 1 0 3 R とでビームスプリッタ 1 2 2 が別々に設けられている。左眼用光学系 1 0 3 L のビームスプリッタ 1 2 2 をビームスプリッタ 1 2 2 L とし、左眼用光学系 1 0 3 L のビームスプリッタ 1 2 2 をビームスプリッタ 1 2 2 R として示す。ビームスプリッタ 1 2 2 L とビームスプリッタ 1 2 2 R とは別個の光学部品となっている。ビームスプリッタ 1 2 2 L とビームスプリッタ 1 2 2 R とをそれぞれフレーム 1 0 2 などに取り付ける場合、取付誤差が生じることがある。

【 0 0 3 9 】

図 4 は、取付誤差等によって、ビームスプリッタ 1 2 2 L とビームスプリッタ 1 2 2 R の設置角度がずれた状態を示している。ビームスプリッタ 1 2 2 L とビームスプリッタ 1 2 2 R の設置角度が異なる場合、表示光 P L 1 1、表示光 P R 1 1 の反射方向にずれが生じる。ここで、ビームスプリッタ 1 2 2 L でコンバイナ 1 2 1 L の方向に反射した表示光 P L 1 1 を表示光 P L 1 3 とし、ビームスプリッタ 1 2 2 R でコンバイナ 1 2 1 R の方向に反射した表示光 P R 1 1 を表示光 P R 1 3 とする。取付誤差等によって、表示光 P L 1 3 の伝播方向が表示光 P R 1 3 の伝播方向と平行にならなくなってしまう。

【 0 0 4 0 】

この場合、ユーザが視認する左眼用表示画像と右眼用表示画像の間で位置ずれが生じてしまう。図 4 では、ビームスプリッタ 1 2 2 L とビームスプリッタ 1 2 2 R とで、X 軸周りの角度が異なっている。図 4 では、左眼 E L から見た左眼用表示画像の中心の方向を中心軸 O X L とし、右眼 E R から見た右眼用表示画像の中心の方向を中心軸 O X R として示している。取付誤差によって、中心軸 O X L と中心軸 O X R とが平行とならないと、左眼用表示画像と右眼用表示画像が上下方向（Z 方向）にずれて視認されてしまうという。ユーザが右眼用表示画像を左眼用表示画像よりも上方（+ Z 方向）に視認してしまう。

【 0 0 4 1 】

特に、オプティカルシースルーとするために、コンバイナ 1 2 1 L、1 2 1 R を用いた構成では、コンバイナ 1 2 1 L、1 2 1 R を通じて、ユーザが外界の景色や物体を見ることができる。この場合、ユーザが外界に焦点を合わせると左右の表示画像がずれた状態となり、ユーザが 2 重像のように視認してしまう。ヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 の軽量化や低コスト化のため、樹脂でフレーム 1 0 2 やビームスプリッタ 1 2 2 を作製する場合、2 つのビームスプリッタ 1 2 2 L、1 2 2 R を高精度にアライメント調整することが困難である。

【 0 0 4 2 】

これに対して、図 3 では、左眼用光学系 1 0 3 L と右眼用光学系 1 0 3 R とで共通のビームスプリッタ 1 2 2 が用いられている。よって、ビームスプリッタ 1 2 2 の取付誤差が生じない。ユーザに視認される表示画像の位置ずれを抑制することができ、高い表示品質を得ることができる。ビームスプリッタ 1 2 2 を樹脂製としても高精度にアライメント調整することができるため、ヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 の軽量化を図ることが可能となる。

【 0 0 4 3 】

次に、クロストークを抑制するための構成について、図 5、及び図 6 を用いて説明する。図 5 は、光学系を模式的に示す上面図であり、図 6 は側面断面図である。図 5、及び図 6 に示すように、左眼用光学系 1 0 3 L と右眼用光学系 1 0 3 R との間には、仕切り部 1 4 0 が設けられている。またビームスプリッタ 1 2 2 は、左前方空間 1 6 0 L から右前方空間 1 6 0 R に渡って配置されている。

【 0 0 4 4 】

仕切り部 1 4 0 は、左眼 E L の前方（+ Z 方向）の空間（以下、左前方空間 1 6 0 L とする）と右眼 E R の前方（+ Z 方向）の空間（以下、右前方空間 1 6 0 R とする）との間に配置されている。左前方空間 1 6 0 L と右前方空間 1 6 0 R は、仕切り部 1 4 0 によっ

10

20

30

40

50

て仕切られている。仕切り部 140 は、X 方向における左前方空間 160 L と右前方空間 160 R との境界を規定する。

【0045】

なお、左前方空間 160 L は、コンバイナ 121 L、左眼用表示素子 101 L、遮光部 150 L、仕切り部 140、フレーム 102（図 1 を合わせて参照）、及びユーザの顔によって規定される空間となる。つまり、左前方空間 160 L の前方（+Z 方向）は、コンバイナ 121 L に面しており、後方（-Z 方向）は、ユーザの顔に面している。左前方空間 160 L の上方（+Y 方向）は、左眼用表示素子 101 L に面しており、下方（-Y 方向）は遮光部 150 L に面している。左前方空間 160 L の右側（+X 方向）は、仕切り部 140 に面しており、左側（-X 方向）はフレーム 102 に面している。

10

【0046】

同様に、右前方空間 160 R は、コンバイナ 121 R、右眼用表示素子 101 R、遮光部 150 R、仕切り部 140、フレーム 102（図 1 を合わせて参照）、及びユーザの顔によって規定される空間となる。つまり、右前方空間 160 R の前方（+Z 方向）は、コンバイナ 121 R に面しており、後方（-Z 方向）は、ユーザの顔に面している。右前方空間 160 R の上方（+Y 方向）は、右眼用表示素子 101 R に面しており、下方（-Y 方向）は遮光部 150 R に面している。右前方空間 160 R の右側（+X 方向）は、フレーム 102 に面しており、左側（-X 方向）は仕切り部 140 に面している。

【0047】

図 6 に示すように、仕切り部 140 が仕切り板 141、及び仕切り板 142 を備えている。仕切り部 140 が 2 枚の仕切り板 141、142 で構成されている。仕切り板 141 は、ビームスプリッタ 122 よりも前方（+Z 方向）に配置されている。仕切り板 142 は、ビームスプリッタ 122 よりも後方（-Z 方向）に配置されている。仕切り板 141 は、ビームスプリッタ 122 と接触していてもよく、ビームスプリッタ 122 と接触しなくてもよい。仕切り板 142 は、ビームスプリッタ 122 と接触していてもよく、ビームスプリッタ 122 と接触しなくてもよい。仕切り板 141 と仕切り板 142 は、少なくともビームスプリッタ 122 の厚さ分だけ離れて配置されている。

20

【0048】

仕切り板 141、及び仕切り板 142 はそれぞれ可視光を拡散反射する拡散反射板である。拡散反射とは、光の反射のうち鏡面反射を除いた拡散的な反射成分を意味する。仕切り板 141、及び仕切り板 142 は入射した外光、及び表示光を様々な方向に拡散して反射する。なお、仕切り部 140 は、左前方空間 160 L と右前方空間 160 R とを完全に仕切っていないとしてもよい。つまり、左前方空間 160 L と右前方空間 160 R とは一部が繋がっていてもよい。

30

【0049】

仕切り部 140 は、左眼用表示素子 101 L からの表示光 PL11、PL12 が右眼 ER に入射するのを遮る。また、仕切り部 140 は、右眼用表示素子 101 R からの表示光 PR11、及びコンバイナ 121 R で反射された表示光 PR11 である表示光 PR12 が左眼 EL に入射するのを遮る。つまり、仕切り部 140 は、図 25 に示したクロストーク光 PCT を遮光する。これにより、クロストークを抑制することができ、表示品質を向上することができる。

40

【0050】

また、仕切り部 140 の仕切り板 141、及び仕切り板 142 は拡散反射板であるため、仕切り部 140 に入射した光の一部が左眼 EL 又は右眼 ER に到達する。例えば、コンバイナ 121 L を通過した外光 PL21 の一部は、仕切り部 140 で拡散反射して、左眼 EL に入射する。また、左眼用表示素子 101 L からの表示光 PL11、PL12 の一部は、仕切り部 140 で拡散反射して、左眼 EL に入射する。コンバイナ 121 R を通過した外光 PR21 の一部は、仕切り部 140 で拡散反射して、右眼 ER に入射する。また、右眼用表示素子 101 R からの表示光 PR11、PR12 の一部は、仕切り部 140 で拡散反射して、右眼 ER に入射する。

50

【 0 0 5 1 】

よって、本実施の形態では仕切り部 1 4 0 が、非拡散反射板であった場合と比較して、ユーザにより仕切り部 1 4 0 が黒い影のように視認されることを防ぐことができる。換言すると、仕切り部 1 4 0 が目立たなくなるように、仕切り部 1 4 0 が光の一部を拡散反射する。なお、非拡散反射板とは、例えば黒色に着色された樹脂板のことである。

【 0 0 5 2 】

仕切り部 1 4 0 が明るくなりすぎたり、暗くなりすぎたりして目立たないように、仕切り部 1 4 0 の拡散反射率を調整すればよい。拡散反射率とは、入射光量に対する拡散反射の光量の比率のことであり、色の明るさを表す。拡散反射率は、仕切り部 1 4 0 を着色する色、及び仕切り部 1 4 0 の表面の加工により調整することができる。仕切り部 1 4 0 の拡散反射率は、明るくなりすぎる 0 % 近傍でなく、かつ、暗くなりすぎる 1 0 0 % 近傍でない範囲であるとよい。これにより、ユーザが自然に表示画像を視認することができるため、表示品質を向上することができる。

10

【 0 0 5 3 】

仕切り部 1 4 0 を適切な拡散反射率にして目立たなくするために例えば、仕切り部 1 4 0 はグレーなどに着色された樹脂板を用いることができる。グレーとは白と黒との混合色である無彩色のうち、混合比が白 1 0 0 パーセントである白色と混合比が黒 1 0 0 パーセントである黒色を除いた色のことである。グレーとは混合比が白 1 パーセントかつ黒 9 9 パーセントの色も含み、また白 9 9 パーセントかつ黒 1 パーセントの色も含む。つまり仕切り部 1 4 0 は、白色でも、黒色でもない色に着色されている。

20

【 0 0 5 4 】

また、仕切り部 1 4 0 の表面に拡散反射加工を施して形成することにより、仕切り部 1 4 0 を適切な拡散反射率にして目立たなくすることができる。拡散反射加工とは、例えば樹脂表面をサンドペーパーなどで擦って微細な凸凹に荒らすことである。ここで仕切り部 1 4 0 の表面とは、左前方空間 1 6 0 L に臨む面、及び、右前方空間 1 6 0 R に臨む面のことである。つまり、仕切り板 1 4 1 及び仕切り板 1 4 2 の表面とは、左前方空間 1 6 0 L に臨む面と、右前方空間 1 6 0 R に臨む面のことである。仕切り板 1 4 1、及び仕切り板 1 4 2 の表面に拡散反射加工を施すことができる。

【 0 0 5 5 】

仕切り部 1 4 0 の明るさ暗さに関わらず、仕切り部 1 4 0 を肌色などのユーザの皮膚の色とほぼ同色にして目立たなくしてもよい。ユーザの皮膚の色とは一般に肌色と認識され得る色全般を指し、人種の肌の色により適宜変更することができる。ユーザの皮膚の色は例えば、CIE 色度図上で 0.375×0.400 かつ $0.340 \ y \ 0.360$ の範囲にある色としてもよい。ユーザがコーカソイド系の人種である場合の皮膚の色は、CIE 色度図上で 0.375×0.385 かつ $0.340 \ y \ 0.345$ の範囲にある色としてもよい。ユーザがモンゴロイド系又はネグロイド系の人種である場合の皮膚の色は、CIE 色度図上で 0.390×0.400 かつ $0.350 \ y \ 0.360$ の範囲にある色としてもよい。仕切り部 1 4 0 を皮膚の色と同系色にすることで、仕切り部 1 4 0 が鼻と融合され、鼻の一部のように視認されるため、表示品質を向上することができる。

30

40

【 0 0 5 6 】

仕切り部 1 4 0 が拡散反射板であることにより、仕切り部 1 4 0 が強調されることなく、ユーザが表示画像を視認することができる。これにより、表示品質を高くすることができる。また、仕切り部 1 4 0 に入射した表示光も拡散反射されるため、仕切り部 1 4 0 で反射した表示光により表示画像の一部が形成されることを防ぐことができる。これにより、表示品質を高くすることができる。

【 0 0 5 7 】

なお、左右方向 (X 方向) を厚さ方向とする薄板により仕切り板 1 4 1、及び仕切り板 1 4 2 を形成すればよい。YZ 平面における仕切り板 1 4 1、及び仕切り板 1 4 2 の形状は、左前方空間 1 6 0 L と右前方空間 1 6 0 R の形状に応じて決めればよい。なお、仕切

50

り板 1 4 1 となる拡散反射板の端辺は、表示素子部 1 0 1 と、コンバイナ 1 2 1 L、1 2 1 R と、ビームスプリッタ 1 2 2 に沿った形状とすればよい。仕切り板 1 4 2 となる拡散反射板の短辺は、ビームスプリッタ 1 2 2 と、遮光部 1 5 0 L、1 5 0 R とに沿った形状とすればよい。図 6 に示すように、仕切り板 1 4 1 の前方 (+ Z 方向) 側の端辺は、コンバイナ 1 2 1 L、1 2 1 R の湾曲に沿って形成されている。つまり、Y Z 平面において、仕切り板 1 4 1 の前方 (+ Z 方向) 側の端辺は、円弧状に形成されている。このようにすることで、左前方空間 1 6 0 L と右前方空間 1 6 0 R とを適切に仕切ることができるため、クロストークを効果的に抑制することが可能となる。

【 0 0 5 8 】

次に、仕切り板 1 4 1 と仕切り板 1 4 2 の形状について詳細に説明する。図 7 は、図 6 の V I I V I I 断面での構成を模式的に示す図である。以下、X 方向における仕切り板 1 4 1、1 4 2 の大きさを仕切り板 1 4 1、1 4 2 の厚さとして説明する。

【 0 0 5 9 】

仕切り板 1 4 1 は、一定の厚さとなっている。つまり、X 方向における仕切り板 1 4 1 の大きさは Z 方向の位置に関わらず一定になっている。なお、仕切り板 1 4 1 のビームスプリッタ 1 2 2 側の端部を端部 1 4 1 a とする。

【 0 0 6 0 】

仕切り板 1 4 2 は、テーパ形状となっており、- Z 側の端部から + Z 方向に向かうにつれて厚くなっていく。つまり、X 方向における仕切り板 1 4 2 の大きさが、Z 方向の位置に応じて変化している。仕切り板 1 4 2 のビームスプリッタ 1 2 2 側の端部を端部 1 4 2 a とすると、端部 1 4 2 a の厚さは、端部 1 4 1 a の厚さよりも大きくなっている。このような構成することで、仕切り板 1 4 1 の端部 1 4 1 a が明るく見えることを防止することができる。これにより、より高い表示品質を得ることができる。

【 0 0 6 1 】

この点について、図 8 ~ 図 1 0 を用いて説明する。図 8 は、仕切り板 1 4 1、及び仕切り板 1 4 2 の厚さが同じである比較例の構成を示している。図 9 は、図 8 の構成において、ユーザが視認する像を模式的に示す図である。図 1 0 は、図 7 の構成において、ユーザが視認する像を模式的に示す図である。図 9、図 1 0 では、左眼で視認される像を左眼像 I L、右眼で視認される像を右眼像 I R とし、両眼で視認される像を両眼像 I C としている。

【 0 0 6 2 】

図 8 では、仕切り板 1 4 1、及び仕切り板 1 4 2 の厚さが一定である。よって、仕切り板 1 4 2 は、仕切り板 1 4 1 の端部 1 4 1 a の厚さよりも厚く形成されていない。仕切り板 1 4 1 と仕切り板 1 4 2 は、少なくともビームスプリッタ 1 2 2 の厚さ分だけ離れて配置されている。

【 0 0 6 3 】

仕切り板 1 4 2 の厚さが、仕切り板 1 4 1 の端部 1 4 1 a の厚さと同じ場合、仕切り板 1 4 1 の端部 1 4 1 a が左眼 E L 及び右眼 E R によって視認されてしまう。また、端部 1 4 1 a のみではなく、左眼 E L から右斜め前に向かう光線の延びた先にあるコンバイナ 1 2 1 R や、外光、フレーム 1 0 2 の内側等が視認されてしまう可能性もある。また、右眼 E R から左斜め前に向かう光線の延びた先にあるコンバイナ 1 2 1 L や、外光、フレーム 1 0 2 の内側等が視認されてしまう可能性もある。仕切り板 1 4 1 の端部 1 4 1 a、コンバイナ 1 2 1 L、1 2 1 R や、外光、及びフレーム 1 0 2 の内側等に表示光 P L 1 1 等が入射すると、光が左眼 E L 又は右眼 E R の方向に反射してしまい、ビームスプリッタ 1 2 2 を透過して左眼 E L 又は右眼 E R に入射してしまう。よって、図 9 に示すように、ユーザが視認する左眼像 I L、右眼像 I R、及び両眼像 I C に明るい斜め線 1 7 0 が入ってしまう。端部 1 4 1 a 等での反射により、視認される像に、斜め線 1 7 0 が形成されてしまう。仕切り板 1 4 1 と仕切り板 1 4 2 の境界部分が明るく光ってしまうため、ユーザが斜め線 1 7 0 を視認してしまう。

【 0 0 6 4 】

これに対して、本実施の形態では、図 7 に示すように端部 142a が、端部 141a よりも厚くなっている。端部 141a、コンバイナ 121L、121R や、外光、及びフレーム 102 の内側等で反射して左眼 EL 又は右眼 ER の方向に向かう光が端部 142a で遮光される。よって、図 10 に示すように、ユーザが斜め線のない左眼像 IL、右眼像 IR、及び両眼像 IC を視認することができる。つまり、端部 141a 等で反射した光が左眼 EL 又は右眼 ER に到達するのを防ぐことができる。換言すると、端部 142a の厚さは、端部 141a が視認されないような厚さとすることが好ましい。また端部 142a の厚さは、端部 141a のみではなく、左眼 EL から右斜め前に向かう光線の延びた先にあるコンバイナ 121R や、外光、フレーム 102 の内側等が視認されないような厚さとすることが好ましい。また端部 142a の厚さは、右眼 ER から左斜め前に向かう光線の延びた先にあるコンバイナ 121L や、外光、フレーム 102 の内側等が視認されないような厚さとすることが好ましい。これにより、端部 141a での反射光で形成される斜め線 170 が視認されるのを防ぐことができるため、より高い表示品質を実現することが可能となる。

10

【0065】

例えば、仕切り板 141 の端部 141a の厚さを 1mm とし、仕切り板 142 の端部 142a の厚さを 2mm とすることができ。もちろん、端部 141a、端部 142a の厚さが特に限定されるものではない。例えば、端部 142a の厚さは、端部 141a の厚さの 2 倍以上となっても良い。仕切り板 141、及び仕切り板 142 は左右対称な形状として、左右方向（X 方向）の中心に配置することが好ましい。

20

【0066】

さらに、仕切り板 142 がテーパ状に形成されていて側面の角度が一定であるため、表示光 PL12 及び外光 PL21 などによって仕切り板 142 に影が生じるのを防ぐことができる。よって、仕切り板 142 において、局所的に暗く視認される部分が生じることを防ぐことができ、より高い表示品質を得ることができる。

【0067】

なお、仕切り板 142 は、のビームスプリッタ 122 側の端部 142a が仕切り板 141 の端部 141a よりも厚く形成されているが、端部 142a の近傍が仕切り板 141 の端部 141a よりも厚く形成されていてもよい。端部 142a の近傍とは、仕切り板 142 において端部 142a から -Z 方向の位置の厚さを仕切り板 141 の端部 141a よりも厚く形成した場合に、端部 141a 等が視認されない位置のことである。つまり、仕切り板 142 のビームスプリッタ 122 側の端部 142a 又は端部 142a の近傍の厚さが、仕切り板 141 のビームスプリッタ 122 側の端部 141a の厚さよりも厚くなっていればよい。

30

【0068】

仕切り板 142 の端部 142a の近傍が仕切り板 141 の端部 141a よりも厚く形成されている場合、仕切り板 142 は -Z 側の端部から +Z 方向に向かうにつれて端部 142a の近傍まで厚くなっていけばよく、端部 142a の近傍から端部 142a までの形状は問わない。仕切り板 142 の形状は、端部 142a の近傍から端部 142a まで一様な厚さでもよいし、端部 142a の近傍から端部 142a に向かうにつれて薄くなっていてもよい。

40

【0069】

変形例

図 7 では、仕切り板 142 の厚さがテーパ状に変化していたが、仕切り板 142 はテーパ形状に限られるものでない。以下、変形例にかかる仕切り板 142 の形状について説明する。

【0070】

図 11 は、仕切り板 142 の変形例 1 の形状を示す図である。図 11 では、仕切り板 142 の厚さが段階的に変化している。よって、仕切り板 142 の XZ 断面が T 字状となっている。具体的には、仕切り板 142 のビームスプリッタ 122 側の端部 142a のみが

50

厚くなっている。よって、仕切り板 1 4 2 は、ビームスプリッタ 1 2 2 側の端部 1 4 2 a に肉厚部 1 4 2 b を有している。

【 0 0 7 1 】

図 1 2 は、仕切り板 1 4 2 の変形例 2 の形状を示す図である。図 1 2 では、仕切り板 1 4 2 の厚さが段階的に変化している。具体的には、仕切り板 1 4 2 のビームスプリッタ 1 2 2 側の端部 1 4 2 a から離れた箇所が厚くなっている。図 1 2 のように、仕切り板 1 4 2 の X Z 断面が十字状となっている。よって、仕切り板 1 4 2 は、ビームスプリッタ 1 2 2 側の端部 1 4 2 a の近傍に肉厚部 1 4 2 b を有している。つまり仕切り板 1 4 2 は、端部 1 4 2 a から - Z 方向の位置に、端部 1 4 1 a 等が視認されないように肉厚部 1 4 2 b を配置すればよい。

10

【 0 0 7 2 】

図 1 3 は、仕切り板 1 4 2 の変形例 3 の形状を示す図である。図 1 3 では、仕切り板 1 4 2 の厚さが一定となっている。よって、仕切り板 1 4 2 の Z 方向の位置に関わらず全体が端部 1 4 1 a の厚さよりも厚くなっている。変形例 1 ~ 3 の構成であっても、端部 1 4 1 a 等で反射した反射光が仕切り板 1 4 2 で遮光される。よって、左眼 E L 又は右眼 E R から端部 1 4 1 a 等が視認されるのを防ぐことができる。

【 0 0 7 3 】

仕切り板 1 4 2 の形状は、図示する形状に限られるものではない。仕切り板 1 4 2 が、仕切り板 1 4 1 の端部 1 4 1 a の厚さよりも厚ければよい。図 7、図 1 1、図 1 2 のように仕切り板 1 4 2 の一部が端部 1 4 1 a の厚さよりも厚くてもよく、図 1 3 のように仕切り板 1 4 2 の全部が端部 1 4 1 a の厚さよりも厚くてもよい。つまり、仕切り板 1 4 2 の一部又は全部が端部 1 4 1 a の厚さよりも厚ければよい。少なくとも仕切り板 1 4 2 のビームスプリッタ 1 2 2 側の端部 1 4 2 a、又は端部 1 4 2 a の近傍が、端部 1 4 1 a よりも厚くなっていることが好ましい。これにより、仕切り板 1 4 1 の端部 1 4 1 a 等での反射光による斜め線 1 7 0 が視認されるのを防ぐことができる。よって、高い表示品質を得ることができる。

20

【 0 0 7 4 】

また、図 7、図 1 1、図 1 2、図 1 3 では、仕切り板 1 4 1 が一定の厚さの平行平板となっているが、仕切り板 1 4 1 の形状は特に限定される物ではない。例えば、図 7 の仕切り板 1 4 2 と同様に、仕切り板 1 4 1 がテーパ形状となってもよい。つまり、端部 1 4 1 a から + Z 方向に向かうにつれて、仕切り板 1 4 1 の厚さが厚くなっていてもよい。

30

【 0 0 7 5 】

さらに、本実施の形態では仕切り板 1 4 1 と仕切り板 1 4 2 の拡散反射率を異なる値としてもよい。この点について、図 1 4 を用いて説明する。図 1 4 は、仕切り板 1 4 1、1 4 2 で拡散反射する外光の光量を説明するための図である。なお、左眼用光学系 1 0 3 L と右眼用光学系 1 0 3 R では同じ構成となっているため、左眼用光学系 1 0 3 L のみを説明する。

【 0 0 7 6 】

図 1 4 では、仕切り板 1 4 1、1 4 2 で拡散反射した外光のうち、10%程度が左眼 E L に向かうものとして説明する。つまり、仕切り板 1 4 1 の箇所 C、及び仕切り板 1 4 2 の箇所 D のいずれにおいても、仕切り板 1 4 1、1 4 2 に入射した外光の 1 / 10 程度が、左眼 E L の方向に反射されるものと仮定する。また、コンバイナ 1 2 1 L 及びビームスプリッタ 1 2 2 の透過率が 50%、反射率が 50% であると仮定する。

40

【 0 0 7 7 】

まず、ビームスプリッタ 1 2 2 に入射する前に仕切り板 1 4 1 で拡散反射する外光 P L 2 1 1 について説明する。コンバイナ 1 2 1 L を透過した外光 P L 2 1 1 は、箇所 C において、仕切り板 1 4 1 に入射する。ここで、コンバイナ 1 2 1 L に入射する前の外光 P L 2 1 1 の光量を 100 とすると、コンバイナ 1 2 1 L を透過した外光 P L 2 1 1 の光量は $50 (= 100 \times 0.5)$ となる。

【 0 0 7 8 】

50

そして、箇所Cで拡散した外光 $PL211$ の一部は、ビームスプリッタ 122 を透過して、左眼 EL に入射する。箇所Cで拡散して左眼 EL に向かう外光 $PL211$ の光量は $5 (= 50 \times 0.1)$ となる。さらに、ビームスプリッタ 122 を透過して左眼 EL に到達する外光 $PL211$ の光量は、 $2.5 (= 5 \times 0.5)$ となる。

【0079】

次に、ビームスプリッタ 122 に入射した後に拡散反射する外光 $PL212$ について説明する。外光 $PL212$ は、コンバイナ $121L$ を透過した後、ビームスプリッタ 122 に入射する。従って、コンバイナ $121L$ を透過した外光 $PL212$ の半分がビームスプリッタ 122 を透過して、残りの半分がビームスプリッタ 122 で反射される。外光 $PL212$ のうち、ビームスプリッタ 122 で反射した光を外光 $PL213$ とする。外光 $PL212$ のうち、ビームスプリッタ 122 を透過した光を外光 $PL214$ とする。

10

【0080】

コンバイナ $121L$ に入射する前の外光 $PL212$ の光量を 100 とすると、コンバイナ $121L$ を透過した直後の外光 $PL212$ の光量は $50 (= 100 \times 0.5)$ となる。さらに、ビームスプリッタ 122 で反射した直後の外光 $PL213$ の光量は $25 (= 50 \times 0.5)$ となる。ビームスプリッタ 122 を透過した直後の外光 $PL214$ の光量は $25 (= 50 \times 0.5)$ となる。

【0081】

そして、外光 $PL213$ は、箇所Cにおいて仕切り板 141 で拡散反射される。仕切り板 141 で拡散反射した外光 $PL213$ の一部は、左眼 EL に向かう。仕切り板 141 で拡散反射されて左眼 EL に向かう外光 $PL213$ の光量は $2.5 (= 25 \times 0.1)$ となる。さらに、外光 $PL213$ は、ビームスプリッタ 122 を透過した後に、左眼 EL に入射する。よって、左眼 EL に到達する外光 $PL213$ の光量は $1.25 (= 2.5 \times 0.5)$ となる。

20

【0082】

外光 $PL214$ は、箇所Dにおいて、仕切り板 142 で拡散反射される。仕切り板 142 で拡散反射した外光 $PL214$ の一部は、左眼 EL に向かう。仕切り板 142 で拡散反射されて左眼 EL に向かう外光 $PL214$ の光量は $2.5 (= 25 \times 0.1)$ となる。よって、左眼 EL に到達する外光 $PL214$ の光量は 2.5 となる。

【0083】

30

したがって、箇所Cで拡散反射した外光 $PL211$ 、外光 $PL213$ の合計光量は、 $3.75 (= 2.5 + 1.25)$ となる。一方、箇所Dで拡散反射した外光 $PL214$ の光量は、 2.5 となる。箇所Cと箇所Dとでユーザに視認される明るさに違いが生じてしまう。ユーザにとって、箇所Cのほうが、箇所Dよりも明るく視認されることになる。換言すると、ユーザには、仕切り板 141 のほうが仕切り板 142 よりも明るく視認される。

【0084】

そこで、本実施の形態では、仕切り板 141 と仕切り板 142 との拡散反射率を異なる値としている。具体的には、仕切り板 142 の拡散反射率を仕切り板 141 の拡散反射率よりも高くしている。これにより、仕切り板 141 と仕切り板 142 との間の明るさの違いを低減することができるため、より高い表示品質を得ることができる。つまり、仕切り板 141 と仕切り板 142 の拡散反射率を調整することで仕切り部 140 の明るさの不均一性を補正することができる。よって、より高い表示品質を得ることが可能になる。

40

【0085】

なお、仕切り板 141 を仕切り板 142 よりもより濃い色で着色すればよい。このようにすると仕切り板 142 の光の拡散反射率が、仕切り板 141 の光の拡散反射率よりも高くなる。仕切り板 142 の拡散反射率を仕切り板 141 の拡散反射率の 1.5 倍程度とすることで、ユーザが仕切り板 141 を仕切り板 142 とを同程度の明るさで視認することができる。もちろん、仕切り板 142 の拡散反射率は仕切り板 141 の拡散反射率の 1.5 倍以上であってもよく、 1.5 倍以下であってもよい。

【0086】

50

仕切り板 1 4 1 と仕切り板 1 4 2 とは同系色で色の濃淡のみを変えることによって、拡散反射率を異ならせるようにすればよい。仕切り板 1 4 1 と仕切り板 1 4 2 をグレーとした場合は、白と黒との混合比を変えることで色の濃淡を変え、拡散反射率を異ならせればよい。拡散反射率の低い濃いグレーとしたい場合は黒の比率を増やした色とし、拡散反射率の高い淡いグレーとしたい場合は白の比率を増やした色とすればよい。

【 0 0 8 7 】

ビームスプリッタ 1 2 2 よりも前方（ + Z 方向 ）と後方（ - Z 方向 ）とで、仕切り板 1 4 1 と仕切り板 1 4 2 との表面の拡散反射加工を変えることによって、拡散反射率を異ならせてもよい。仕切り板 1 4 1 と仕切り板 1 4 2 との一方を拡散反射率の高い拡散反射加工として、他方を拡散反射率の低い拡散反射加工とすればよい。拡散反射率を高くしたい場合は凸凹のピッチを狭くすればよく、拡散反射率を低くしたい場合は凸凹のピッチを広くすればよい。

【 0 0 8 8 】

仕切り板 1 4 1 と仕切り板 1 4 2 を肌色とした場合は、人間が視覚で感じる反射率を数値化したものである視感反射率を変えることで肌色の濃淡を変え、拡散反射率を異ならせればよい。視感反射率は C I E 色度図で表されない明るさ（明度）を表すため、仕切り板 1 4 1 と仕切り板 1 4 2 の色の C I E 色度座標は変えずに、視感反射率のみを変えればよい。拡散反射率の低い濃い肌色としたい場合は視感反射率の低い肌色とし、拡散反射率の高い淡い肌色としたい場合は視感反射率の高い肌色とすればよい。

【 0 0 8 9 】

仕切り板 1 4 1、1 4 2 の色の濃淡、又は視感反射率を変えること、及び仕切り板 1 4 1、1 4 2 の表面の凸凹のピッチを変えることで、ビームスプリッタ 1 2 2 よりも前方（ + Z 方向 ）と後方（ - Z 方向 ）とで、仕切り部 1 4 0 の拡散反射率を異ならせることができる。これにより、仕切り板 1 4 1 と仕切り板 1 4 2 を自然に視認することができるため、表示品質を向上することができる。

【 0 0 9 0 】

さらには、仕切り板 1 4 1 において拡散反射率の空間分布を設けてもよい。例えば、図 1 5 のように、前方（ + Z 方向 ）ほど、仕切り板 1 4 1 の拡散反射率を低くしてもよい。図 1 5 は、色の濃い部分ほど拡散反射率が低いことを示し、色の薄い部分ほど拡散反射率が高いことを示している。あるいは、前方（ + Z 方向 ）ほど、仕切り板 1 4 1 の拡散反射率を高くしてもよい。また、上下方向（ Y 方向 ）に、仕切り板 1 4 1 において拡散反射率の空間分布を設けてもよい。同様に、仕切り板 1 4 2 において拡散反射率の空間分布を設けてもよい。つまり、仕切り部 1 4 0 が強調して表示されることがないように、仕切り板 1 4 1、1 4 2 の拡散反射率に空間分布を設ければよい。

【 0 0 9 1 】

変形例 4 .

図 1 6 は、仕切り板 1 4 2 の変形例 4 の形状を示す図である。図 1 6 では、仕切り板 1 4 2 の厚さがテーパ状に変化している。具体的には、図 7 と同様に、 - Z 側の端部から + Z 方向に向かうにつれて、仕切り板 1 4 2 の厚さが厚くなっていく。さらに、図 7 に比べて、仕切り板 1 4 2 のビームスプリッタ 1 2 2 側の端部 1 4 2 a の厚さが厚くなっている。具体的には、仕切り板 1 4 2 の端部 1 4 2 a が、ユーザから第 1 の仕切り板を視認できなくなるような厚さで形成されている。仕切り板 1 4 2 は、仕切り板 1 4 1 の端部 1 4 1 a を隠すだけでなく、仕切り板 1 4 1 の全体を隠すことができる。

【 0 0 9 2 】

このようにすることで、仕切り板 1 4 1 の全体が視認されるのを防ぐことができる。つまり、仕切り板 1 4 1 の前方側（ + Z 側 ）の端部が、仕切り板 1 4 2 で隠れるため、ユーザが仕切り板 1 4 1 を視認することができなくなる。仕切り板 1 4 1 で反射して左眼 E L 又は右眼 E R に向かう光が仕切り板 1 4 2 で遮光される。上記のように、仕切り板 1 4 1 と仕切り板 1 4 2 とは異なる光学条件でユーザに視認されてしまう。本変形例では、ユーザに対して仕切り板 1 4 1 を隠すように、仕切り板 1 4 2 の端部 1 4 2 a が厚くなってい

10

20

30

40

50

る。これにより、表示品質を向上することができる。よって、明るさの違いによる違和感を軽減することができるため、没入感を向上することができる。

【 0 0 9 3 】

なお、図 1 6 では、仕切り板 1 4 2 の端部 1 4 2 a が、仕切り板 1 4 1 を全体に隠す厚さとなっているが、一部のみを隠す厚さとなってもよい。つまり、仕切り板 1 4 2 の端部 1 4 2 a が、ユーザから前記第 1 の仕切り板の少なくとも一部を視認できなくなるような厚さで形成されていればよい。換言すると、仕切り板 1 4 1 の前方側（+ Z 側）の端部をユーザが視認できるような厚さで、仕切り板 1 4 2 を形成してもよい。この場合であっても、仕切り板 1 4 1 と仕切り板 1 4 2 の明るさの違いによる違和感を低減することが可能となる。

10

【 0 0 9 4 】

このように、ユーザから見ると、仕切り板 1 4 1 が仕切り板 1 4 2 で隠れる。すなわち、仕切り板 1 4 1 が仕切り板 1 4 2 でマスクされるため、ユーザから仕切り板 1 4 1 が視認されなくなる。これにより、表示品質を向上することができる。

【 0 0 9 5 】

なお、図 1 6 では、仕切り板 1 4 2 がテーパ形状、つまり、逆三角形形状に形成されているが、図 1 1 ~ 図 1 3 に示した変形例 1 ~ 3 の構成を採用してもよい。例えば、図 1 1 で示したような肉厚部 1 4 2 b を端部 1 4 2 a に設けてもよい。この場合、不透明な肉厚部 1 4 2 b が、左眼 E L 又は右眼 E R から仕切り板 1 4 1 までの間に介在する。これにより、ユーザから仕切り板 1 4 1 を隠すことができる。変形例 4 では、例えば、左眼 E L と仕切り板 1 4 1 の任意の点を結ぶ直線上に不透明な仕切り板 1 4 2 が介在していればよい。同様に、右眼 E R と仕切り板 1 4 1 の任意の点を結ぶ直線上に不透明な仕切り板 1 4 2 が介在していればよい。

20

【 0 0 9 6 】

変形例 5 .

図 1 7 は、仕切り板 1 4 2 の変形例 5 の形状を示す図である。図 1 7 では、図 7 又は図 1 6 と反対のテーパ形状となっている。具体的には、+ Z 側の端部から - Z 方向に向かうにつれて、仕切り板 1 4 2 の厚さが徐々に厚くなっていく。なお、仕切り板 1 4 2 の - Z 側（後方側）の面を底面 1 4 2 c とし、+ X 側（右側）及び - X 側（左側）の面を側面 1 4 2 d とする。底面 1 4 2 c はユーザの顔に対向する面である。側面 1 4 2 d は左前方空間 1 6 0 L 又は右前方空間 1 6 0 R に対向する面である。

30

【 0 0 9 7 】

仕切り板 1 4 2 は、前方に向かうにつれて徐々に薄くなっていくテーパ状になっている。よって、仕切り板 1 4 2 において、底面 1 4 2 c が最も厚くなり、端部 1 4 2 a が最も薄くなる。この構成とすれば、変形例 4 と同様に、仕切り板 1 4 2 によって、端部 1 4 1 a や、仕切り板 1 4 1 を隠すことができる。つまり、端部 1 4 1 a、及び仕切り板 1 4 1 が、底面 1 4 2 c で隠れて、ユーザから視認されなくなる。これにより、表示品質を向上することができる。さらに、仕切り板 1 4 2 の側面 1 4 2 d が底面 1 4 2 c に隠れて、ユーザから視認されなくなる。よって、側面 1 4 2 d に生じる影が視認されなくなり、表示品質を向上することができる。

40

【 0 0 9 8 】

なお、図 1 7 では、端部 1 4 2 a の厚さが端部 1 4 1 a の厚さよりも厚くなっているが、端部 1 4 2 a の厚さが端部 1 4 1 a の厚さ以下であってもよい。つまり、端部 1 4 1 a が底面 1 4 2 c で隠れていれば、仕切り板 1 4 2 の形状は特に限定されるものではない。仕切り板 1 4 2 は、コンバイナ 1 2 1 L、又は 1 2 1 R で左眼 E L 又は右眼 E R の方向に反射される表示光を遮らないような形状、サイズとすることが好ましい。具体的には、左眼 E L からコンバイナ 1 2 1 L までの視線と右眼 E R からコンバイナ 1 2 1 R までの視線を遮らないように仕切り板 1 4 2 を配置する。

【 0 0 9 9 】

また、仕切り板 1 4 2 がビームスプリッタ 1 2 2 の固定をサポートするようにしてもよ

50

い。例えば、端部 1 4 2 a がビームスプリッタ 1 2 2 と当接することで、ビームスプリッタ 1 2 2 の位置を規制することができる。

【 0 1 0 0 】

実施の形態 2 .

実施の形態 2 では、仕切り板 1 4 2 以外の部材を用いて、ユーザから仕切り板 1 4 1 を隠している。図 1 8 は、実施の形態 2 の構成を示す上面図である。図 1 9 は、実施の形態 2 の構成を後方から見た模式図である。図 2 0 は、実施の形態 2 の構成を右眼側から見た模式図である。具体的には、図 1 8 ~ 図 2 0 に示すように、マスク部材 1 4 3 が設けられている。なお、マスク部材 1 4 3 以外の構成は、実施の形態 1 と同様であるため、説明を省略する。また、図 1 9、図 2 0 において、コンバイナ 1 2 1 L、1 2 1 R 等の構成要素は適宜省略されている。

10

【 0 1 0 1 】

マスク部材 1 4 3 は、例えば、ビームスプリッタ 1 2 2 に取り付けられている。ここでは、ビームスプリッタ 1 2 2 の後方側（- Z 側）の面に取り付けられている。あるいは、仕切り板 1 4 2 又はフレーム 1 0 2 等にマスク部材 1 4 3 が取り付けられていてもよい。マスク部材 1 4 3 は、三角形形状のシートとなっている。もちろん、マスク部材 1 4 3 は、仕切り板 1 4 1 を隠すことができる形状であれば、三角形形状に限られるものではない。マスク部材 1 4 3 を粘着シートとして、ビームスプリッタ 1 2 2 に貼り付けてもよい。マスク部材 1 4 3 は、薄いシートのようなフレキシブルな部材であってもよく、ある程度の厚みを有する板状部材であってもよい。仕切り板 1 4 1 で反射して左眼 E L 又は右眼 E R に向かう光がマスク部材 1 4 3 で遮光される。よって、変形例 4 と同様に、表示品質を向上することができる。

20

【 0 1 0 2 】

マスク部材 1 4 3 は、仕切り板 1 4 2 と同等の光学特性を有することが好ましい。例えば、仕切り板 1 4 2 と同じ色、かつ、同じ拡散反射率を有する部材とすることが好ましい。このようにすることで、明るさの違いによる違和感を抑制することができ、没入感を向上することができる。

【 0 1 0 3 】

マスク部材 1 4 3 は、仕切り板 1 4 2 の左右両側に対称に配置されている。また、マスク部材 1 4 3 は、仕切り板 1 4 2 よりも左側（- X 側）の領域と右側（+ X 側）の領域とで別々の部材であってもよく、共通の部材であってもよい。

30

【 0 1 0 4 】

なお、マスク部材 1 4 3 は、仕切り板 1 4 1 の全体を隠すようなサイズとなっているが、仕切り板 1 4 1 の端部 1 4 1 a を隠すサイズであってもよい。例えば、マスク部材 1 4 3 は、図 1 1 の肉厚部 1 4 2 b 程度のサイズであってもよい。この場合であっても、仕切り板 1 4 1 の端部 1 4 1 a で反射して左眼 E L 又は右眼 E R に向かう光がマスク部材 1 4 3 で遮光される。よって、実施の形態 1 と同様に、表示品質を向上することができる。

【 0 1 0 5 】

このように、本実施の形態 1、2、及びその変形例では、ユーザから第 1 の仕切り板 1 4 1 のビームスプリッタ 1 2 2 側の端部 1 4 1 a を隠している。ユーザから端部 1 4 1 a を隠すとは、ユーザから端部 1 4 1 a が視認できなくなる状態を示す。例えば、ユーザの左眼 E L 又は右眼 E R から端部 1 4 1 a までの間に、不透明な部材（仕切り板 1 4 2、又はマスク部材 1 4 3）が介在することで、ユーザから端部 1 4 1 a を隠すことができる。このような不透明な部材は、仕切り板 1 4 2 自体でもよく、仕切り板 1 4 2 に取り付けられた部材でもよく、仕切り板 1 4 2 とは別個の部材でもよい。

40

【 0 1 0 6 】

例えば、図 7、図 1 1 ~ 図 1 3 等 に示すように、仕切り板 1 4 2 を厚くすることで、ユーザから仕切り板 1 4 1 の端部 1 4 1 a を隠すことができる。仕切り板 1 4 1 の端部 1 4 1 a が視認されないため、明るい斜め線 1 7 0（図 9 参照）が視認されるのを防ぐことができる。よって、ユーザが違和感なく画像を視認することができる。

50

【0107】

また、実施の形態2のように、仕切り板141とは別のマスク部材143を設けることで、仕切り板141の端部141aをマスクするようにしてもよい。マスク部材143を左眼EL又は右眼ERから仕切り板141までの間に配置すればよい。

【0108】

仕切り板142又はマスク部材143のような不透明な部材を用いて、端部141aをマスクするようにしてもよい。仕切り板141の端部141aが視認されないため、明るい斜め線170(図9参照)が視認されるのを防ぐことができる。よって、ユーザが違和感なく画像を視認することができる。また、仕切り板142、又はマスク部材143は、図16等のように仕切り板141の全体を隠すようにしてもよく、図7、図11等のように端部141a側の一部のみを隠すようにしてもよい。

10

【0109】

実施の形態3.

実施の形態3では、仕切り板142に、視線を検出するための光源及び光センサが設けられている。実施の形態3にかかるヘッドマウントディスプレイ100について、図21、図22を用いて説明する。図21、図22は、それぞれヘッドマウントディスプレイ100の構成を模式的に示す上面図及び側面図であり、適宜簡略がなされている。例えば、図22では、仕切り板141仕切り板142及び省略されている。

【0110】

実施の形態3では、図17の構成に対して、視線検出のための視線検出部190が追加されている。具体的には、視線検出部190は、光源191L、191Rと光センサ192L、192Rを備えている。視線検出部190は、仕切り板142内に配置されている。さらに、図3で示した遮光部150L、150Rの代わりに、下部窓180L、180Rが設けられている。なお、ヘッドマウントディスプレイ100の基本的な構成は、上述した実施の形態1、2と同様であるため、適宜説明を省略する。

20

【0111】

X方向において、光源191L、191Rと光センサ192L、192Rとは、左眼ELと右眼ERとの間に配置されている。Y方向において、光源191L、191Rと光センサ192L、192Rは、左眼EL、右眼ERとほぼ同じ位置に配置されている。具体的には、光源191L、191Rと光センサ192L、192Rは、仕切り板142に取り付けられている。光源191L、光センサ192Lがコンバイナ121Lを向くように配置されている。光源191R、光センサ192Rがコンバイナ121Rを向くように配置されている。

30

【0112】

光源191L、191Rは赤外LED(Light Emitting diode)であり、それぞれ赤外光PL91、PR91を出射する。光源191Lからの赤外光PL91はビームスプリッタ122を介して、コンバイナ121Lに入射する。コンバイナ121Lで反射した赤外光PL91は、左眼ELに入射する。つまり、光源191Lからの赤外光PL91は、左眼ELを照明する照明光となる。

【0113】

同様に、光源191Rからの赤外光PR91はビームスプリッタ122を介して、コンバイナ121Rに入射する。コンバイナ121Rで反射した赤外光PR91は、右眼ERに入射する。つまり、光源191Rからの赤外光PR91は、右眼ERを照明する照明光となる。赤外光を照明光として用いることで、表示画像に対する影響を抑制することができる。

40

【0114】

光センサ192L、192Rはそれぞれ赤外カメラであり、赤外光を検出する。具体的には、光センサ192Lは左眼EL及びその周辺を撮像し、光センサ192Rは右眼ER及びその周辺を撮像する。

【0115】

50

上記のように、左眼 E L は、赤外光 P L 9 1 で照明されている。左眼 E L の瞳孔で反射した反射光を反射光 P L 9 2 とする。左眼 E L の瞳孔からの反射光 P L 9 2 は、ビームスプリッタ 1 2 2 を介して、コンバイナ 1 2 1 L に入射する。コンバイナ 1 2 1 L で反射した反射光 P L 9 2 は、光センサ 1 9 2 L に入射する。したがって、光センサ 1 9 2 L は、左眼 E L を撮像することができる。これにより、左眼 E L の視線の挙動を検出することができる。

【 0 1 1 6 】

同様に、右眼 E R は、赤外光 P R 9 1 で照明されている。右眼 E R の瞳孔で反射した反射光を反射光 P R 9 2 とする。右眼 E R の瞳孔からの反射光 P R 9 2 は、ビームスプリッタ 1 2 2 を介して、コンバイナ 1 2 1 R に入射する。コンバイナ 1 2 1 R で反射した反射光 P R 9 2 は、光センサ 1 9 2 R に入射する。したがって、光センサ 1 9 2 R は、右眼 E R を撮像することができる。これにより、左眼 E L の視線の挙動を検出することができる。

【 0 1 1 7 】

光センサ 1 9 2 L、1 9 2 R の検出結果に応じて、左眼 E L、右眼 E R の視線の方向を推定することができる。例えば、基準点に対する瞳孔の位置変化を検出することで、視線を検出することができる。なお、視線検出のためのアルゴリズムは既存の処理を用いることができるため、説明を省略する。また、検出された視線に応じて、制御部 1 0 5 が表示画像を生成してもよい。つまり、視線の方向に応じて、制御部 1 0 5 が表示画像を変更してもよい。

【 0 1 1 8 】

本実施の形態では、仕切り板 1 4 2 の内部に、視線検出部 1 9 0 が配置されている。具体的には、仕切り板 1 4 2 の底面 1 4 2 c に光源 1 9 1 L、1 9 1 R と光センサ 1 9 2 L、1 9 2 R が固定されている。光源 1 9 1 L、1 9 1 R と、光センサ 1 9 2 L、1 9 2 R は前方（+ Z 方向）を向いて配置されている。この場合、仕切り板 1 4 2 の側面 1 4 2 d が赤外光を透過する材料により構成されていてもよい。あるいは、仕切り板 1 4 2 の側面 1 4 2 d の一部が赤外光を透過する窓となってもよい。

【 0 1 1 9 】

従って、光源 1 9 1 L、1 9 1 R の赤外光 P L 9 1、P R 9 1 が前方に出射する。赤外光 P L 9 1、P R 9 1 はコンバイナ 1 2 1 L、1 2 1 R に入射する。そして、コンバイナ 1 2 1 L、1 2 1 R は、赤外光 P L 9 1、P R 9 1 を反射する。したがって、赤外光 P L 9 1、P R 9 1 が、ビームスプリッタ 1 2 2 を介して、左眼 E L、右眼 E R に入射する。さらに、左眼 E L、右眼 E R で反射した反射光 P L 9 2、P R 9 2 がコンバイナ 1 2 1 L、1 2 1 R に入射する。コンバイナ 1 2 1 L、1 2 1 R は、反射光 P L 9 2、P R 9 2 を後方に反射する。そして、光センサ 1 9 2 L、1 9 2 R は、反射光 P L 9 2、P R 9 2 を、ビームスプリッタ 1 2 2 を介して検出する。

【 0 1 2 0 】

このようにすることで、視線検出部 1 9 0 が視界の妨げとなることを防ぐことができる。つまり、視線検出部 1 9 0 が仕切り板 1 4 2 内に配置されているため、ユーザから視認されなくなる。視線検出部 1 9 0 がユーザの視界の妨げとならないため、ユーザが前方（+ Z 方向）の景色及び表示画像を適切に視認することができる。例えば、仕切り板 1 4 2 の側面 1 4 2 d は、可視光を吸収し、赤外光を透過する光学特性を有していればよい。これにより、ユーザが、光源 1 9 1 L、1 9 1 R と光センサ 1 9 2 L、1 9 2 R を視認することを防ぐことができる。

【 0 1 2 1 】

なお、視線検出のための光は、可視光以外であればよく、例えば、紫外光を用いることも可能である。なお、瞳に対する影響を軽減するために、紫外光よりも、赤外光を用いることが好ましい。

【 0 1 2 2 】

なお、図 2 1、図 2 2 では、光源 1 9 1 L と光センサ 1 9 2 L とが別々の要素として図示されているが、光源 1 9 1 L と光センサ 1 9 2 L とが一体的なチップに搭載されていて

10

20

30

40

50

もよい。光源 191R と光センサ 192R とが一体的なチップに搭載されていてもよい。光源 191L と光源 191R は一体であってもよい。光センサ 192L と光センサ 192R は一体であってもよい。また、光源は 1 つでもよいし、光センサは 1 つでもよい。

【0123】

なお、図 22 に示すように、下部窓 180L, 180R は、例えば、ルーバ構造を有している。具体的には、下部窓 180L, 180R は、斜めに傾斜した複数の遮光板を有している。これにより、ユーザが前方斜め下の視界を確保することができる。なお、下部窓 180L, 180R の代わりに、図 3 の遮光部 150L、150R を用いてもよい。

【0124】

変形例 6 .

なお、図 21 では、仕切り板 141 の内部に視線検出部 190 が配置されていたが、視線検出部 190 の位置は、仕切り板 142 の内部に限定されるものではない。視線検出部 190 の配置の変形例 6 について、図 23 を用いて説明する。図 23 は、光源 191L、191R と光センサ 192L、192R の配置を模式的に示す上面図である。

【0125】

図 23 に示すように、XY 平面視において、仕切り板 142 が T 字状になっている。つまり、仕切り板 142 は、底部 142e を有している。仕切り板 142 において、底部 142e は -Z 側の端部に配置されている。底部 142e は、XY 平面と平行な平板となっている。そして、底部 142e は、ユーザから端部 141a を隠すように配置されている。

【0126】

仕切り板 142 の底部 142e に、光源 191L、191R と光センサ 192L、192R が取り付けられている。具体的には、底部 142e の +Z 側の面に光源 191L、191R と光センサ 192L、192R が固定されている。光源 191L、光センサ 192L がコンバイナ 121L を向くように配置される。光源 191R、光センサ 192R がコンバイナ 121R を向くように配置される。よって、図 21 の構成と同様に、視線を検出することができる。

【0127】

もちろん、光源 191L、191R と光センサ 192L、192R は、図 21 ~ 図 23 の配置に限られるものではない。光源 191L、光センサ 192L がコンバイナ 121L を向くように配置されていればよい。また、光源 191R、光センサ 192R がコンバイナ 121R を向くように配置されていればよい。

【0128】

例えば、図 21 ~ 図 23 では、視線検出部 190 が両眼の内側に配置されていたが、図 24 に示すように、視線検出部 190 が両眼の外側に配置されていてもよい。つまり、図 21 ~ 図 23 では、光源 191L 及び光センサ 192L が左眼 EL の +X 側に配置されているのに対し、図 24 では、光源 191L 及び光センサ 192L が左眼 EL の -X 側に配置されている。図 21 ~ 図 23 では、光源 191R 及び光センサ 192R が右眼 ER の -X 側に配置されているのに対して、図 24 では、光源 191R 及び光センサ 192R が右眼 ER の +X 側に配置されている。

【0129】

図 24 の構成では、仕切り板 142 以外の部分に視線検出部 190 が取り付けられていてもよい。図 24 では、フレーム 102 (図 24 では省略) などに光源 191L、191R と光センサ 192L、192R が固定されていてもよい。また、ビームスプリッタ 122 に光源 191L、191R と光センサ 192L、192R が取り付けられていてもよい。この場合、マスク部材 143 等により、光源 191L、191R と光センサ 192L、192R がユーザから隠されていればよい。なお、図 24 では、図 7 で示した形状の仕切り板 142 が設けられているが、仕切り板 142 の形状は特に限定されるものではない。

【0130】

実施の形態 3 にかかるヘッドマウントディスプレイ 100 は、コンバイナ 121L、121R と、光源 191L、191R と光センサ 192L、192R とを備えている。光源

10

20

30

40

50

１９１Ｌと光センサ１９２Ｌは、コンバイナ１２１Ｌを向いて配置されている。光源１９１Ｒと光センサ１９２Ｒは、コンバイナ１２１Ｒを向いて配置されている。

【０１３１】

また、図２１～図２３では、光センサ１９２Ｌ、１９２Ｒが仕切り板１４２に設けられていたが、仕切り板１４２以外に取り付けられていてもよい。光センサ１９２Ｌ、１９２Ｒは、左眼ＥＬ、右眼ＥＲからの反射光ＰＬ９２、ＰＲ９２をそれぞれ検出可能な位置に設けられていればよい。例えば、光センサ１９２Ｌ、１９２Ｒをフレーム１０２（図１６参照）などに取り付けることも可能である。

【０１３２】

なお、本実施の形態３とその変形例においても、仕切り板１４１、１４２が設けられていることが好ましい。仕切り板１４１、１４２によって、光源１９１Ｌ、１９１Ｒからの赤外光ＰＬ９１、ＰＲ９１が他方の眼に映りこむことを防ぐことができる。例えば、仕切り板１４１、１４２がない場合、光源１９１Ｌの赤外光ＰＬ９１が右眼ＥＲで反射してしまう。右眼ＥＲで反射した赤外光ＰＬ９１が、光センサ１９２Ｒで検出されてしまう。同様に、仕切り板１４１、１４２がない場合、光源１９１Ｒからの赤外光ＰＲ９１が左眼ＥＬで反射して、光センサ１９２Ｌで検出されてしまう。このような場合、視線検出の検出精度が低下したり、視線検出を行うことができなくなってしまう。したがって、仕切り板１４１、及び仕切り板１４２を設けることで、視線検出を適切に行うことができる。

【０１３３】

なお、ヘッドマウントディスプレイ１００がオプティカルシースルー方式のヘッドマウントディスプレイとして説明したが、ヘッドマウントディスプレイ１００は非透過型のヘッドマウントディスプレイであってもよい。非透過型のヘッドマウントディスプレイの場合、コンバイナ１２１Ｌ、１２１Ｒの代わりに、反射ミラーが設けられていればよい。つまり、ビームスプリッタ１２２の前方に配置される反射部材は、ハーフミラーなどのビームスプリッタであってもよく、反射ミラーであってもよい。反射部材が表示光をユーザの方向に反射する。また、実施の形態１～３の構成を適宜組み合わせ用いてもよい。

【０１３４】

以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

【符号の説明】

【０１３５】

ＥＬ 左眼

ＥＲ 右眼

１００ ヘッドマウントディスプレイ

１０１ 表示素子部

１０１Ｌ 左眼用表示素子

１０１Ｒ 右眼用表示素子

１０２ フレーム

１０３Ｌ 左眼用光学系

１０３Ｒ 右眼用光学系

１２１Ｌ、１２１Ｒ コンバイナ

１２２ ビームスプリッタ

１４０ 仕切り部

１４１ 仕切り板

１４１ａ 端部

１４２ 仕切り板

１４２ａ 端部

１４２ｂ 肉厚部

１４３ マスク部材

10

20

30

40

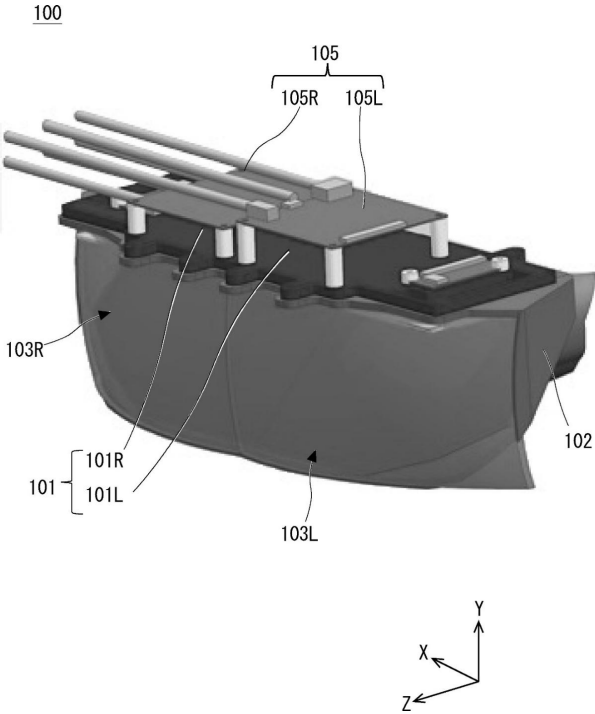
50

- 1 5 0 L、1 5 0 R 遮光部
- 1 6 0 L 左前方空間
- 1 6 0 R 右前方空間
- 1 9 0 視線検出部
- 1 9 1 L 光源
- 1 9 1 R 光源
- 1 9 2 L 光センサ
- 1 9 2 R 光センサ
- P L 1 1、P L 1 2、P R 1 1、P R 1 2 表示光
- P L 2 1、P R 2 1 外光

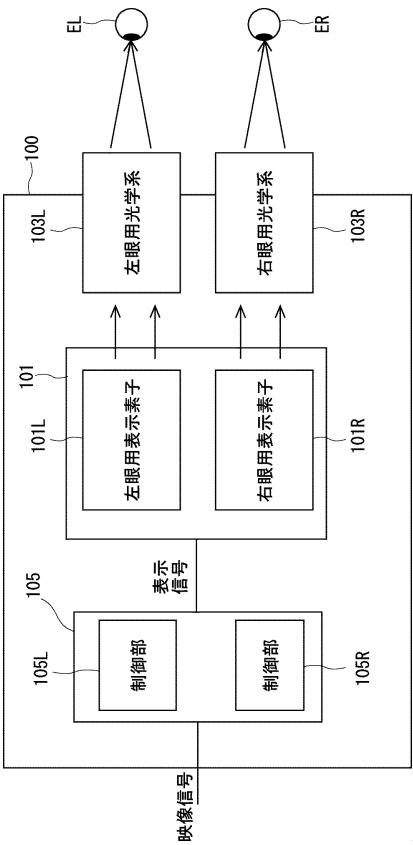
10

【図面】

【図 1】



【図 2】



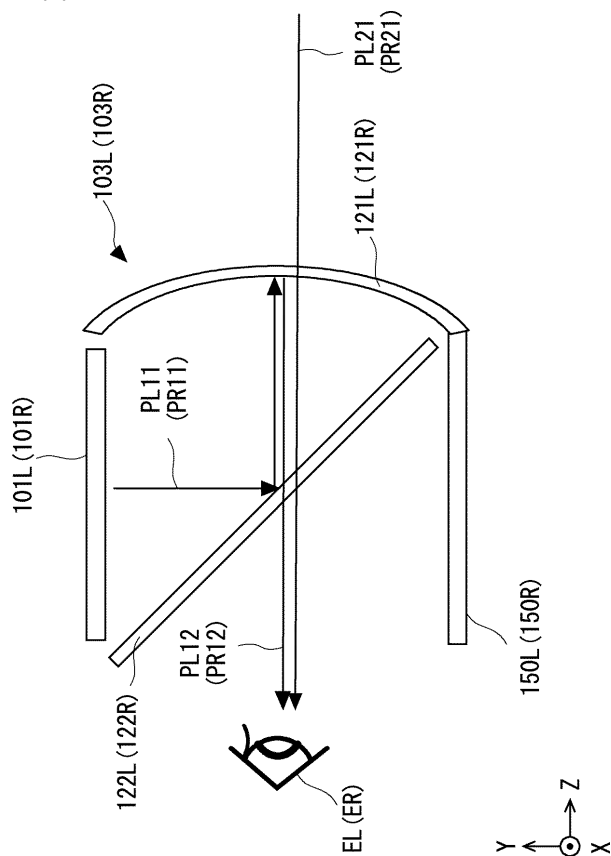
20

30

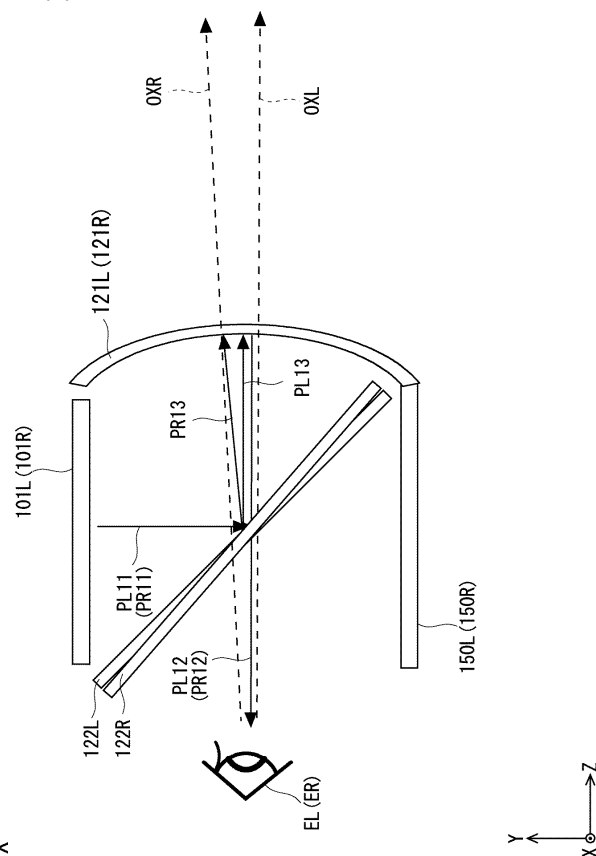
40

50

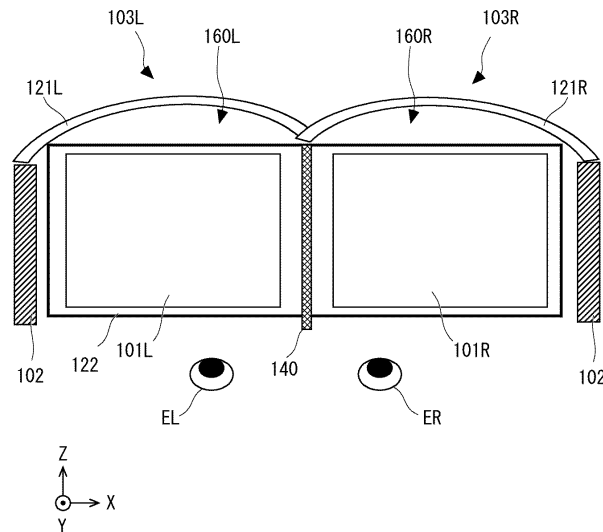
【 図 3 】



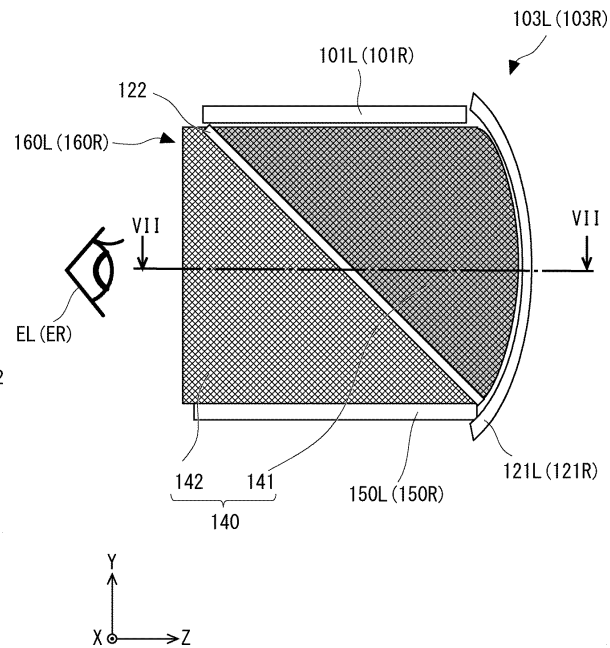
【 図 4 】



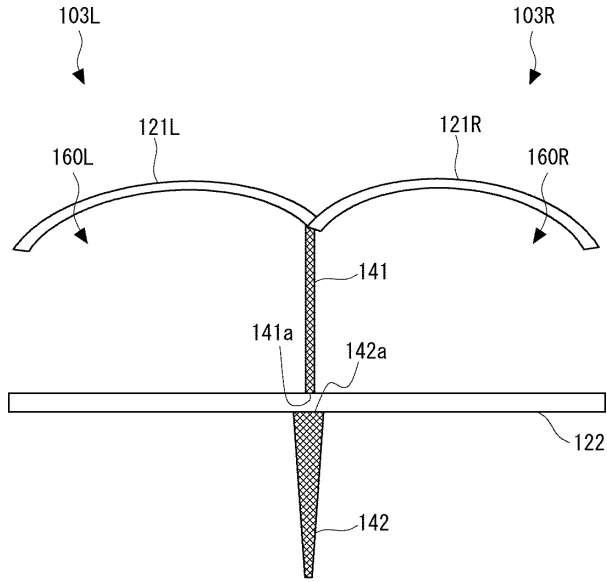
【圖 5】



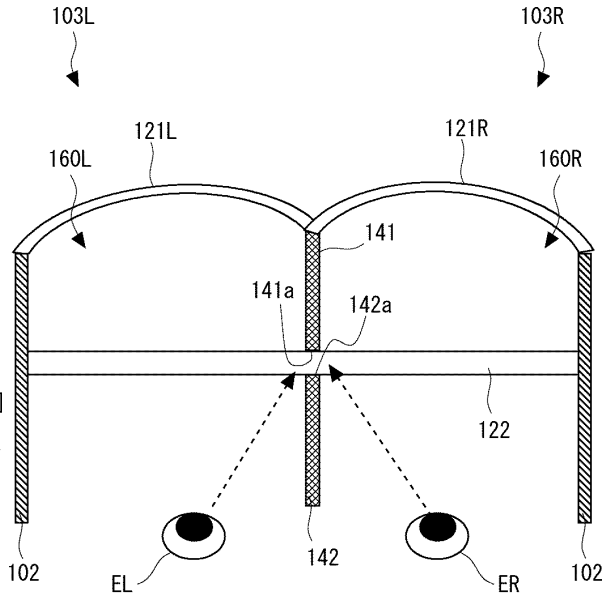
【 図 6 】



【図 7】



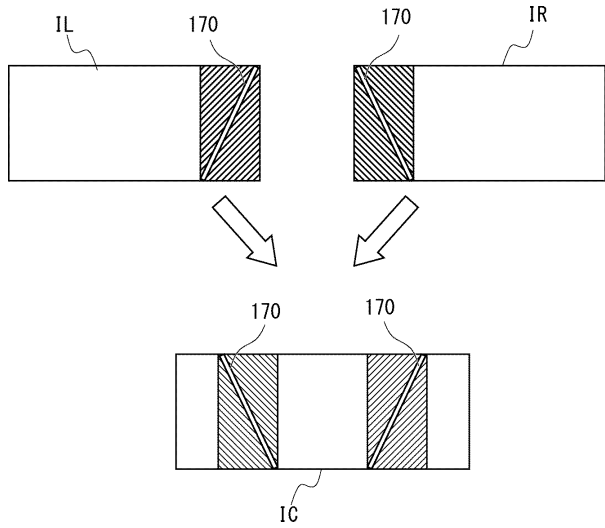
【図 8】



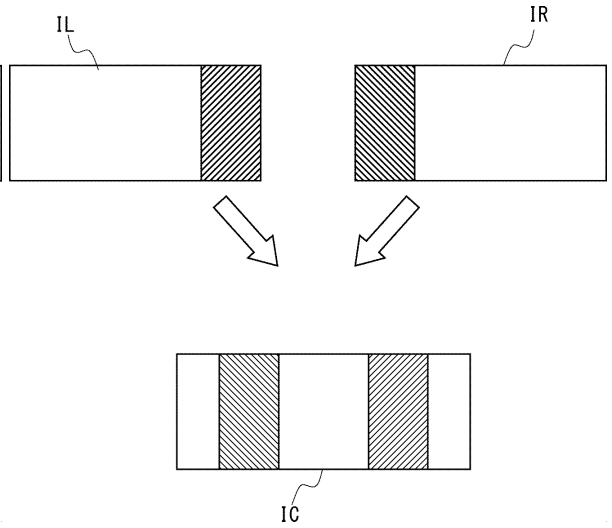
10

20

【図 9】



【図 10】

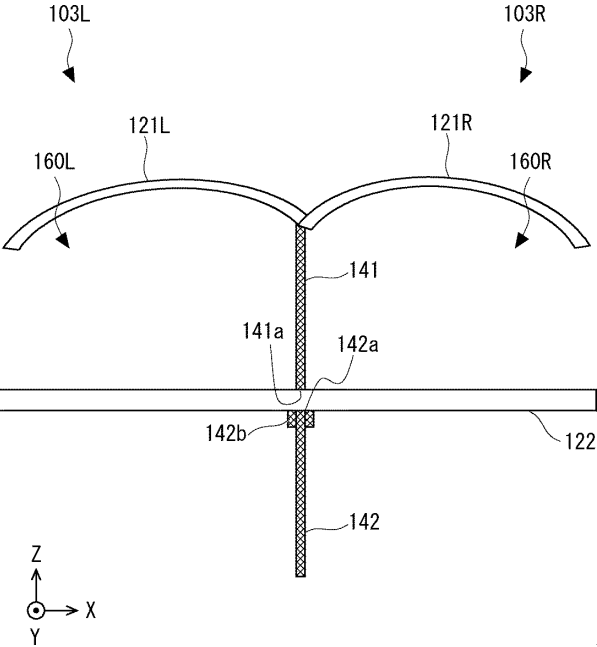


30

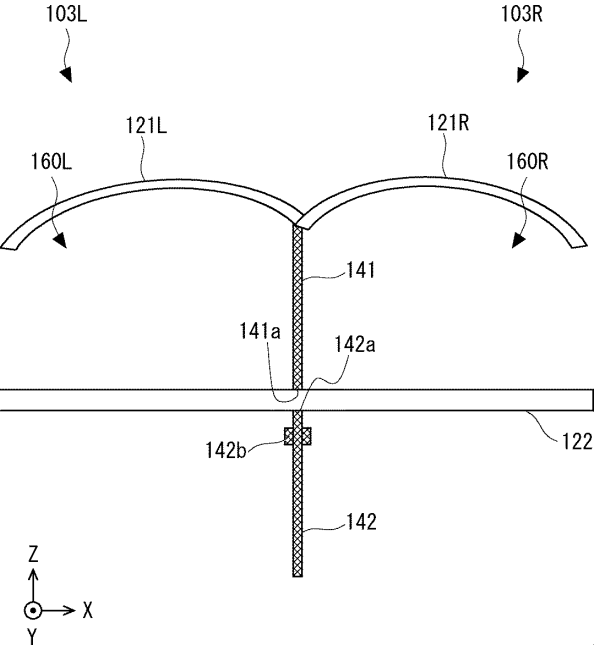
40

50

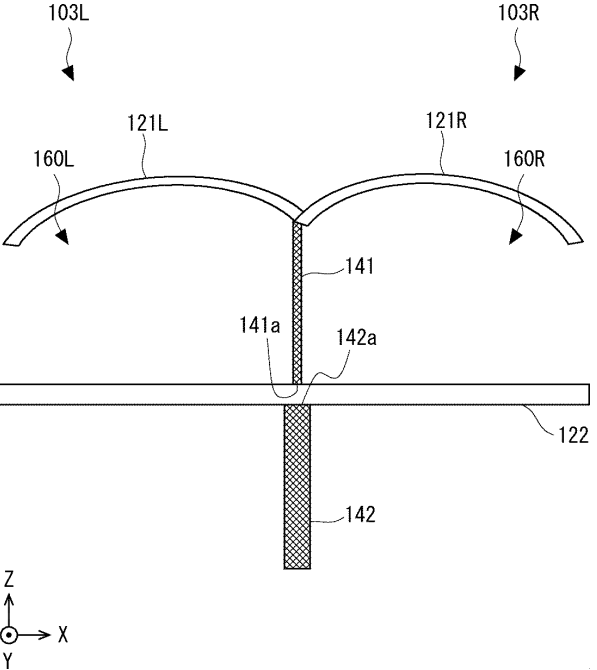
【図 1 1】



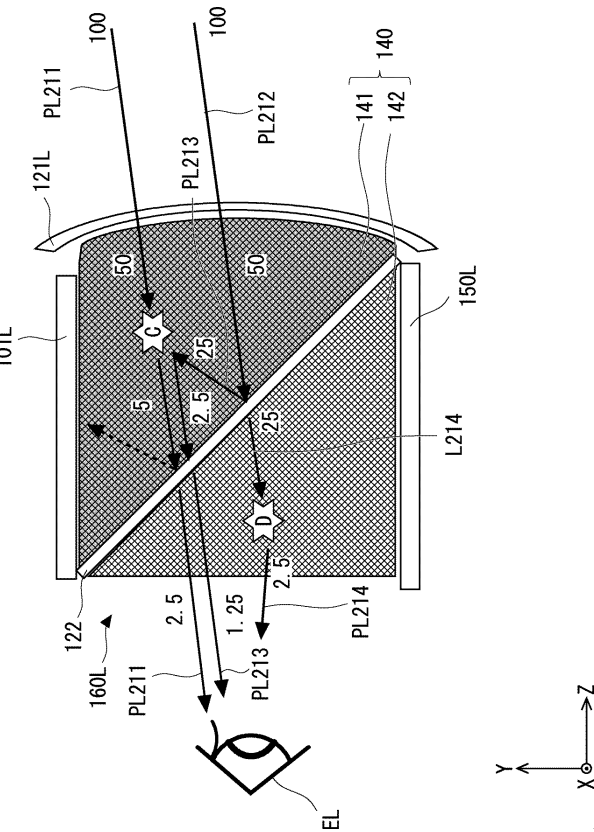
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



10

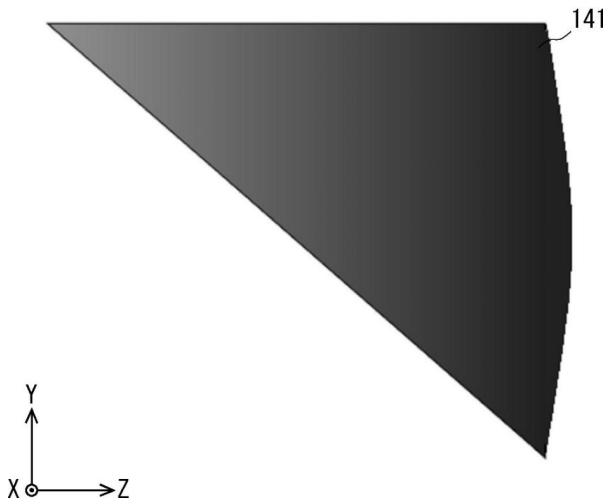
20

30

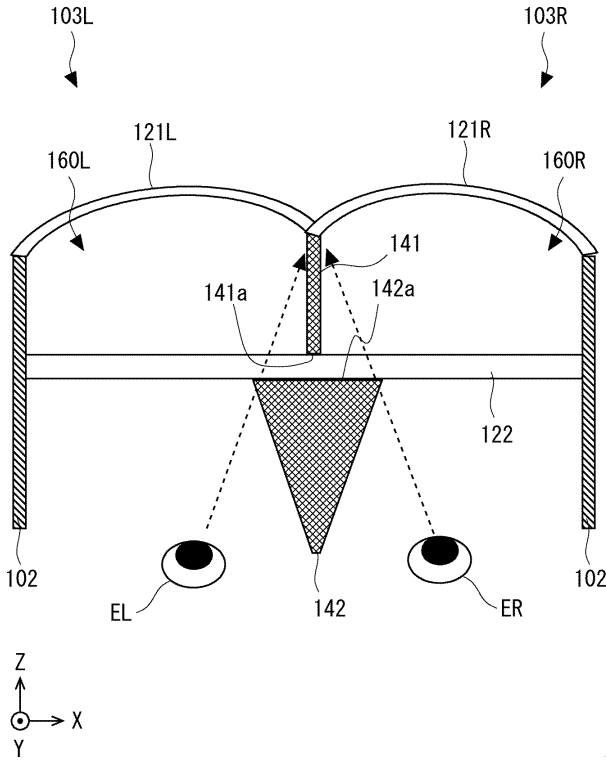
40

50

【図 15】



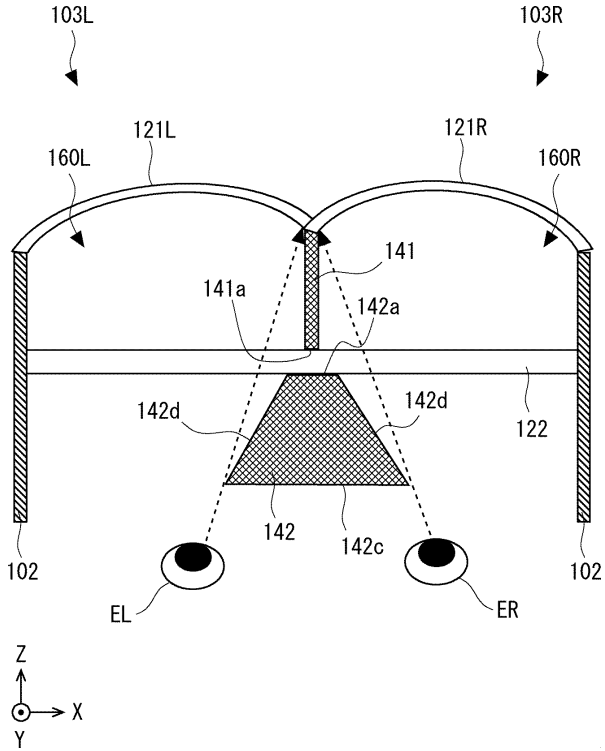
【図 16】



10

20

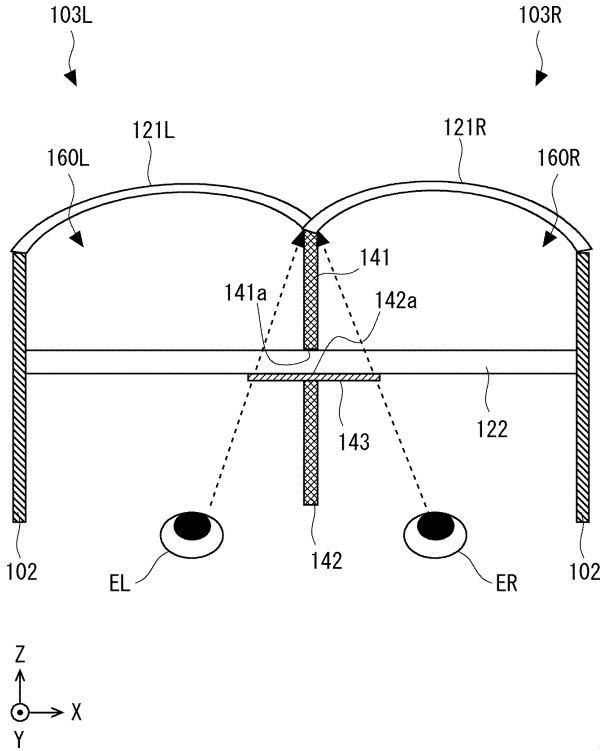
【図 17】



30

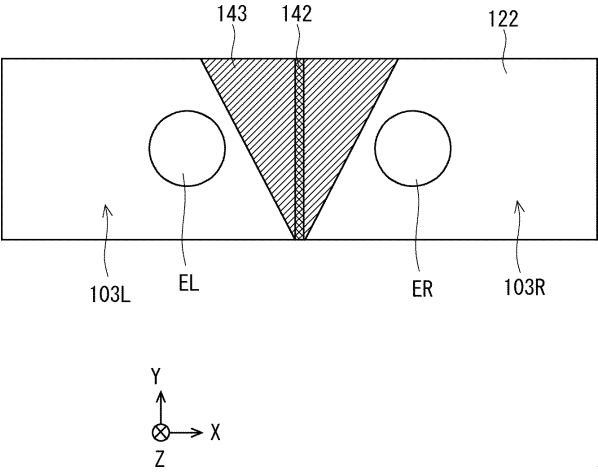
40

【図 18】

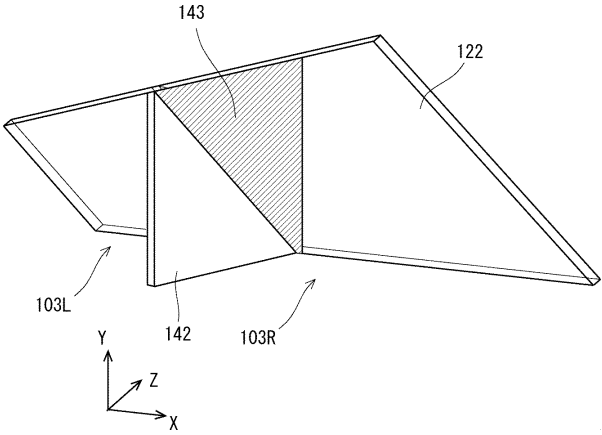


50

【図 19】

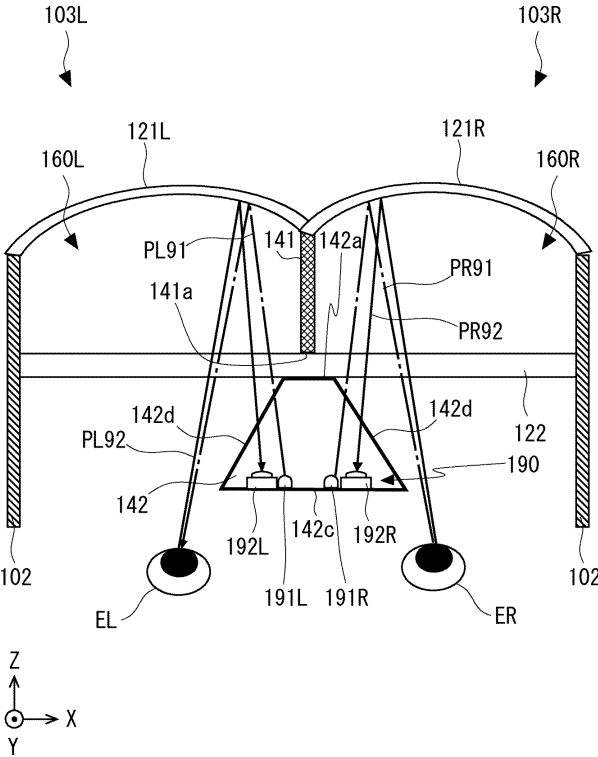


【図 20】

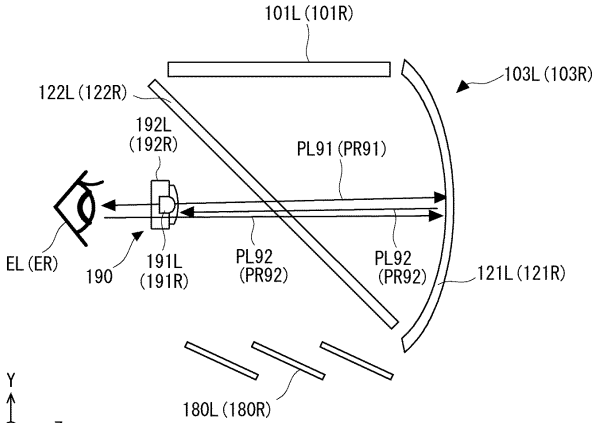


10

【図 21】



【図 22】



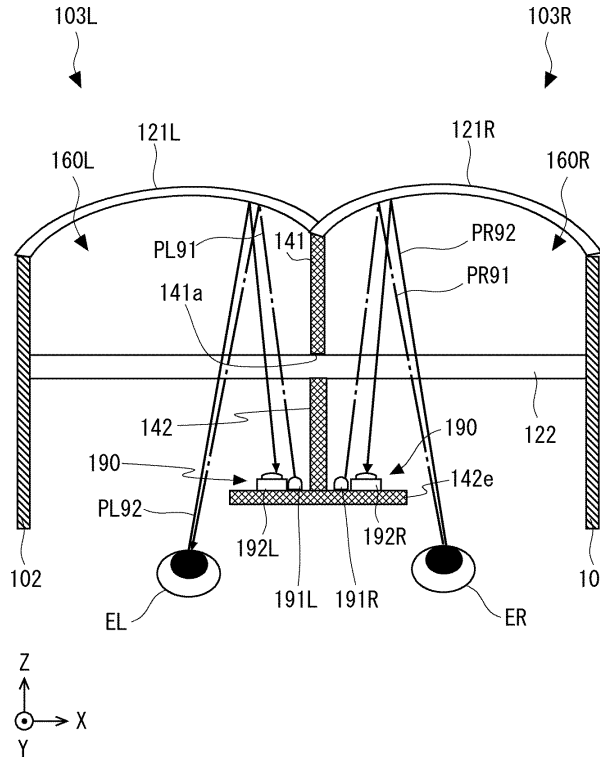
20

30

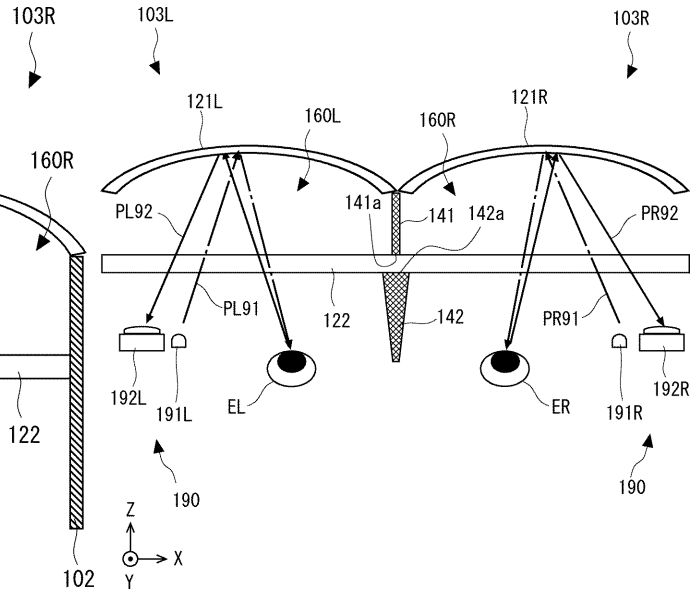
40

50

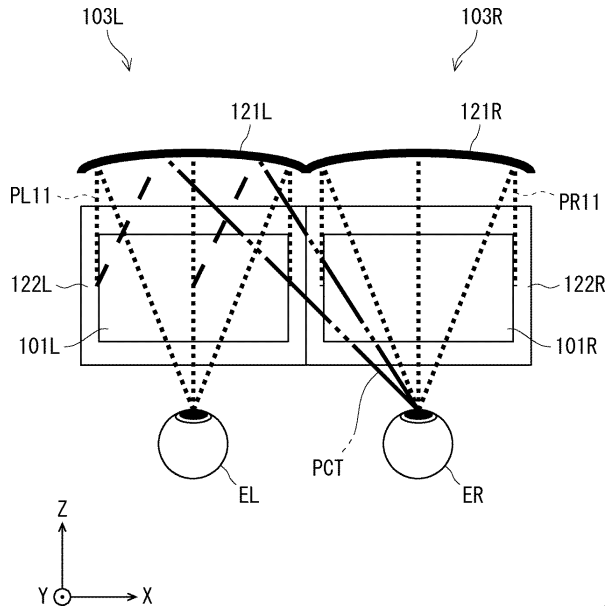
【 2 3 】



【 2 4 】



【 2 5 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 堀切 一輝
神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地
- (72)発明者 相羽 英樹
神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地
- 審査官 河村 麻梨子
- (56)参考文献 特開平 5 - 1 3 0 5 3 2 (J P , A)
特表 2 0 1 9 - 5 0 5 8 4 3 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 1 2 3 2 0 9 (U S , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 2 B 2 7 / 0 1 - 2 7 / 0 2
H 0 4 N 5 / 6 4