

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6206366号  
(P6206366)

(45) 発行日 平成29年10月4日(2017.10.4)

(24) 登録日 平成29年9月15日(2017.9.15)

(51) Int.Cl. F 1  
**HO4N 5/64 (2006.01)** HO4N 5/64 511A  
**F16C 11/10 (2006.01)** F16C 11/10 F

請求項の数 5 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2014-187103 (P2014-187103)	(73) 特許権者	000005267 ブラザー工業株式会社
(22) 出願日	平成26年9月12日(2014.9.12)		愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号
(65) 公開番号	特開2016-63270 (P2016-63270A)	(74) 代理人	100104178 弁理士 山本 尚
(43) 公開日	平成28年4月25日(2016.4.25)	(74) 代理人	100152515 弁理士 稲山 朋宏
審査請求日	平成28年3月14日(2016.3.14)	(72) 発明者	石▲崎▼ 裕稔 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー工業株式会社内
		審査官	西谷 憲人

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】

画像光を射出可能な画像光ユニットと、前記画像光ユニットから射出された前記画像光を偏向させる偏向部材とを少なくとも有する画像表示装置と、

使用者の頭部に装着される装着具に対して前記画像表示装置を取り付ける接続具と、前記装着具に前記接続具を連結する部材であって、第1球体部、及び、前記第1球体部の一部に接触して摺動可能に支持する第1接触部を有する第1ボールジョイントと、

前記画像表示装置と前記接続具とを連結する部材であって、第2球体部、及び、前記第2球体部の一部に接触して摺動可能に支持する第2接触部を有する第2ボールジョイントと

を備え、

第1ボールジョイント及び前記第2ボールジョイントは、前記第1球体部と前記第1接触部との間の静トルクをF1、及び、前記第2球体部と前記第2接触部との間の静トルクをF2とし、前記画像表示装置に作用する所定の外力によって前記第1球体部及び前記第2球体部に働くトルクをそれぞれT1及びT2とした場合、

F1 < T1の場合はF2 < T2を満たし、

F1 ≧ T1の場合はF2 ≧ T2を満たす、

ように構成されることを特徴とするヘッドマウントディスプレイ。

【請求項2】

前記接続具と前記第1ボールジョイントとの接続部分と、前記接続具と前記第2ボール

ジョイントとの接続部分との間の長さを $L_1$ 、前記画像表示装置の中心と前記第2球体部の中心までの長さを $L_2$ 、とした場合、

$L_1 : L_2 = F_1 : F_2$ 、且つ、 $F_1 > F_2$

の関係を満たすことを特徴とする請求項1に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項3】

前記第2球体部の直径は、前記第1球体部の直径よりも小さいことを特徴とする請求項1又は2に記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項4】

前記第1ボールジョイントは、前記第1接触部に前記第1球体部を接触させるための2つの部材であって、第1受け部と、前記第1受け部に螺合する部材であって内径が第1直径のねじ穴を有する第1蓋部とを備え、

前記第2ボールジョイントは、前記第2接触部に前記第2球体部を接触させるための2つの部材であって、第2受け部と、前記第2受け部に螺合する部材であって内径が前記第1直径よりも小さい第2直径のねじ穴を有する第2蓋部とを備えたことを特徴とする請求項1から3の何れかに記載のヘッドマウントディスプレイ。

【請求項5】

前記第1ボールジョイントは、

前記第1球体部と、前記第1球体部が一端部に設けられた第1棒部とを有する第1ボールスタッドとを有し、

前記第2ボールジョイントは、

前記第2球体部と、前記第2球体部が一端部に設けられた第2棒部とを有する第2ボールスタッドとを有し、

前記第1受け部は、前記装着具に設けられ、

前記第2受け部は、前記画像表示装置に設けられ、

前記第1ボールスタッド及び前記第2ボールスタッドは、前記接続具に設けられることを特徴とする請求項4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】

使用者の片側の眼に画像を提示する単眼型のヘッドマウントディスプレイ（以下、「HMD」という。）が知られている。特許文献1は、光学系筐体、及び、頭部装着部を有するHMDを開示する。光学系筐体は、液晶表示パネル、レンズ、及び、ミラーを内部に備える。液晶表示パネルは、画像を表示させることで画像光を形成させる。レンズは、画像光をミラーに導く。ミラーは、レンズによって導かれた画像光を使用者側に反射させる。頭部装着部は、使用者の頭部に装着される。頭部装着部はボールジョイントを介して光学系筐体と接続し、使用者の片側の眼の前に光学系筐体を保持する。この状態で、光学系筐体のミラーによって反射された画像光は、光学系筐体から射出され、使用者の片側の眼に入射する。

【0003】

ボールジョイントの棒状本体部の一端側に設けられたボール部は、頭部装着部に設けられた収容部に嵌り、他端側に設けられたボール部は、光学系筐体に設けられた収容部に嵌る。ボールジョイントは、2つの収容部のそれぞれから棒状本体部が延びる方向を変化させることによって、光学系筐体の状態を変化させることができる。以下、収容部から棒状本体部が延びる方向を変化させることを、「ボールジョイントの端部の角度を変化させる」という。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第4363929号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

使用者が、光学系筐体を持って移動させ、光学系筐体の状態を調整する場合がある。この場合、ボールジョイントの両端部の角度が変化することが好ましい。理由は、両端部の角度が変化する場合、一方の端部の角度が変化する場合と比べて、ボールジョイントがより多くの可動支点を有することになるためである。この場合、使用者は、所望する位置に光学系筐体を移動させ易くなる場合がある。

10

【0006】

しかしながら、ボールジョイントの両端部のそれぞれのトルクの大きさの関係によっては、光学系筐体を移動させたときに、ボールジョイントの一方の端部の角度のみが変化する場合がある。この場合、使用者は、ボールジョイントの両端部の角度が変化する場合と比べて、所望する位置に光学系筐体を移動させる操作が煩わしいという問題点がある。

【0007】

本発明の目的は、使用者の所望する位置に光学系筐体を容易に移動させることが可能なヘッドマウントディスプレイを提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のヘッドマウントディスプレイは、画像光を射出可能な画像光ユニットと、前記画像光ユニットから射出された前記画像光を偏向させる偏向部材とを少なくとも有する画像表示装置と、使用者の頭部に装着される装着具に対して前記画像表示装置を取り付ける接続具と、前記装着具に前記接続具を連結する部材であって、第1球体部、及び、前記第1球体部の一部に接触して摺動可能に支持する第1接触部を有する第1ボールジョイントと、前記画像表示装置と前記接続具とを連結する部材であって、第2球体部、及び、前記第2球体部の一部に接触して摺動可能に支持する第2接触部を有する第2ボールジョイントとを備え、前記第1球体部と前記第1接触部との間の静トルクを $F_1$ 、及び、前記第2球体部と前記第2接触部との間の静トルクを $F_2$ とし、前記画像表示装置に作用する所定の外力によって前記第1球体部及び前記第2球体部に働くトルクをそれぞれ $T_1$ 及び $T_2$ とした場合、 $F_1 < T_1$ の場合は $F_2 < T_2$ を満たし、 $F_1 \geq T_1$ の場合は $F_2 \geq T_2$ を満たすことを特徴とする。

30

【0009】

ヘッドマウントディスプレイにおいて、画像表示装置は、接続具によって装着具に保持され、使用者の眼前に配置される。画像光ユニットから射出された画像光は、偏向部材によって反射され、使用者の眼に入射する。画像表示装置は、第1ボールジョイント及び第2ボールジョイントによって、装着具に対して移動可能に支持される。使用者が画像表示装置を持って移動させた場合、 $F_1 < T_1$ の場合は $F_2 < T_2$ の関係を満たし、 $F_1 \geq T_1$ の場合は $F_2 \geq T_2$ の関係を満たす。この場合、外力によって第1球体部に働くトルク $T_1$ が、第1球体部と第1接触部との間の静トルク $F_1$ よりも大きい場合に、外力によって第2球体部に働くトルク $T_2$ も、第2球体部と第2接触部との間の静トルク $F_2$ より大きくなる。このため使用者は、画像表示装置に外力を加えることによって、第1ボールジョイント及び第2ボールジョイントを同時に回転させることができる。この場合、使用者は、第1ボールジョイント及び第2ボールジョイントのそれぞれの状態を同時に変化させることができるので、所望する位置に画像表示装置を容易に移動させることができる。

40

【0010】

本発明において、前記接続具と前記第1ボールジョイントとの接続部分と、前記接続具と前記第2ボールジョイントとの接続部分との間の長さを $L_1$ 、前記画像表示装置の中心

50

と前記第2球体部の中心までの長さを $L_2$ 、とした場合、 $L_1 : L_2 = F_1 : F_2$ 、且つ、 $F_1 > F_2$ の関係を満たしてもよい。使用者が画像表示装置を持って移動させた場合、力点から第1ボールジョイントまでの間の長さは、接続具の長さ分、力点から第2ボールジョイントまでの長さよりも長くなる。この場合、第1球体部に働くトルク $T_1$ が相対的に大きくなり、第2球体部に働くトルク $T_2$ は相対的に小さくなる。これに対し、 $L_1 : L_2 = F_1 : F_2$ 、且つ、 $F_1 > F_2$ の関係を満たす場合、使用者が画像表示装置を持って移動させたときに、 $L_1$ と $L_2$ との関係に関わらず、第1接触部に対して第1球体部が摺動し、第2接触部に対して第2球体部が摺動する。従って、ヘッドマウントディスプレイは、2つのボールジョイントのそれぞれの状態を適切に変化させることによって、画像表示装置の位置を変化させることが可能となる。このため、ヘッドマウントディスプレイは、使用者の所望する位置に画像表示装置を適切に移動させることができる。

10

## 【0011】

本発明において、前記第2球体部の直径は、前記第1球体部の直径よりも小さくてもよい。この場合、 $F_1 > F_2$ の関係を満たすように第1ボールジョイント及び第2ボールジョイントを容易に構成できる。

## 【0012】

本発明において、前記第1ボールジョイントは、前記第1接触部に前記第1球体部を接触させるための2つの部材であって、第1受け部と、前記第1受け部に螺合する部材であって内径が第1直径のねじ穴を有する第1蓋部とを備え、前記第2ボールジョイントは、前記第2接触部に前記第2球体部を接触させるための2つの部材であって、第2受け部と、前記第2受け部に螺合する部材であって内径が前記第1直径よりも小さい第2直径のねじ穴を有する第2蓋部とを備えてもよい。この場合、使用者が第1受け部に第1蓋部を螺合するときの力と、第2受け部に第2蓋部を螺合するときの力とを同程度とした場合でも、 $F_1 > F_2$ の関係を満たすように第1ボールジョイント及び第2ボールジョイントを容易に構成できる。

20

## 【0013】

本発明において、前記第1ボールジョイントは、前記第1球体部と、前記第1球体部が一端部に設けられた第1棒部とを有する第1ボールスタッドとを有し、前記第2ボールジョイントは、前記第2球体部と、前記第2球体部が一端部に設けられた第2棒部とを有する第2ボールスタッドとを有し、前記第1受け部は、前記装着具に設けられ、前記第2受け部は、前記画像表示装置に設けられ、前記第1ボールスタッド及び前記第2ボールスタッドは、前記接続具に設けられてもよい。この場合、接続具の実効長を、第1ボールジョイントの第1棒部、及び第2ボールジョイントの第2棒部の夫々の長さ分、長くできる。従って、ヘッドマウントディスプレイは、画像表示装置の移動可能な範囲をより大きくできる。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0014】

【図1】HMD1の正面図である。

【図2】HMD1の右側面図である。

【図3】HMD1の平面図である。

40

【図4】接続具9の正面図である。

【図5】図2のV-V線矢視方向断面図である。

【図6】画像表示装置11の平面図である。

【図7】画像表示装置11の斜視図である。

【図8】図1のVIII-VIII線矢視方向断面図である。

【図9】接続部材6の斜視図である。

【図10】図6のX-X線矢視方向断面図である。

【図11】接続部材6、7、画像表示装置11、及び、接続具9の正面図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0015】

50

以下、本発明の一実施形態について、図面を参照して説明する。図1に示すように、ヘッドマウントディスプレイ（Head Mounted Display、以下、「HMD」という。）1は、光学透過型のシースルーHMDである。使用者の眼前の景色の光は、ハーフミラー51を透過することによって使用者の眼に直接導かれる。HMD1の投影形式は、虚像投影型である。ハーフミラー51は、液晶パネル562（図8参照、後述）に表示された画像の光を、使用者の片側の眼に向けて反射させる。HMD1は、使用者に対して、眼前の景色に画像を重ねて認識させることができる。HMD1は、装着具8、接続具9、及び、画像表示装置11を備える。以下、図の説明の理解を助けるため、画像表示装置11の上側、下側、左側、右側、前側、及び、後側を定義する。画像表示装置11の上側、下側、左側、及び、右側は、例えば、図1の上側、下側、左側、及び、右側にそれぞれ対応する。画像表示装置11の前側、及び、後側は、例えば、図3の上側、及び、下側にそれぞれ対応する。画像表示装置11の上側、下側、左側、右側、前側、及び、後側は、それぞれ、装着具8が着用された使用者にとって、上側、下側、右側、左側、前側、及び、後側に対応する。

10

## 【0016】

&lt;装着具8&gt;

図1、図2、図3に示すように、装着具8は、樹脂や金属（例えば、ステンレス）などの、可撓性を有する材質で構成される。装着具8は、第1部分81及び第2部分82、83を有する。なお、以下では、理解を容易とするために、装着具8を第1部分81及び第2部分82、83に区分して説明するが、装着具8は、第1部分81及び第2部分82、83のそれぞれの部材に分かれておらず、全体として一体の部材である。

20

## 【0017】

第1部分81及び第2部分82、83は、それぞれ、湾曲した細長い板状部材である。第1部分81は、装着具8のうち、位置8Aと位置8Bとの間で左右方向に伸びる部分である。第1部分81は、前側に凸状に湾曲する。位置8Aは、装着具8の左右方向中心84よりも左側、且つ、前後方向中心85（図2参照）よりも前側に位置する。位置8Bは、装着具8の左右方向中心84よりも右側、且つ、前後方向中心85（図2参照）よりも前側に位置する。第2部分82は、装着具8のうち、位置8Aから後側に伸びる部分である。第2部分83は、装着具8のうち、位置8Bから後側に伸びる部分である。第2部分82、83は、それぞれ、後端部が互いに近づく方向に伸びる。装着具8は、使用者の前頭部、右側頭部、及び、左側頭部のそれぞれに、第1部分81、第2部分82、83を接触させた状態で、使用者の頭部に着用される。この状態で、第1部分81は使用者の額に沿って左右方向に伸びる。以下、装着具8のうち第1部分81及び第2部分82、83で囲まれた側を、「装着具8の内側」といい、装着具8の内側と反対側を、「装着具8の外側」という。

30

## 【0018】

図1に示すように、第1部分81は、外側と内側との間を貫通する2つの穴部81Aを、位置8Aの前側に有する。第1部分81は、外側と内側との間を貫通する2つの穴部81B（図5参照）を、位置8Bの前側に有する。後述する接続部材7は、2つの穴部81Bを覆う位置に接続される。なお、接続部材7は、2つの穴部81Aを覆う位置に接続することも可能である。

40

## 【0019】

&lt;接続具9&gt;

図4に示すように、接続具9は略棒状である。接続具9は、樹脂や金属などで構成される。接続具9は、正面から見た状態で上下方向に伸びる。より詳細には、図2に示すように、接続具9は上下方向に対して下端部が前方に傾斜する向きに伸びる。図3、図4に示すように、接続具9は、板状の第1壁部9A及び第2壁部9Bを有する。第1壁部9Aの面積の最も大きい一対の平面のそれぞれは、左右方向を向く。図2に示すように、第1壁部9Aは、左右方向に貫通する穴9Cを有する。穴9Cは、上下方向に長い長穴である。図3に示すように、第2壁部9Bは、第1壁部9Aの前端部、後端部、上端部、及び、下

50

端部のそれぞれから左方向に向けて、湾曲しながら延びる。

【 0 0 2 0 】

接続具 9 の上端部は、後述する第 1 ボールジョイント 2 及び接続部材 7 を介して装着具 8 に接続される。接続具 9 の下端部は、後述する第 2 ボールジョイント 3 及び接続部材 6 を介して画像表示装置 1 1 に接続される。画像表示装置 1 1 は、接続具 9 によって装着具 8 に取り付けられる。接続具 9 は、装着具 8 から離隔した位置に画像表示装置 1 1 を保持する。接続具 9 は、装着具 8 が使用者の頭部に着用された状態で、画像表示装置 1 1 のハーフミラー 5 1 を、使用者の左眼の前方に配置させることができる。

【 0 0 2 1 】

< 接続部材 7 >

図 1、図 3 に示すように、接続部材 7 は、連結部 7 1 及び円柱部 7 2 を有する。連結部 7 1 は、装着具 8 の内側、外側、及び、上側のそれぞれに接触する（図 5 参照）。連結部 7 1 は、装着具 8 に対して接続部材 7 を着脱可能に連結する。図 5 に示すように、連結部 7 1 は、2 つの穴部 8 1 B に内側から挿通する 2 つのねじ 7 1 A によって、装着具 8 に固定される。図 1、図 3 に示すように、円柱部 7 2 は円柱状の部材である。円柱部 7 2 は、連結部 7 1 のうち装着具 8 の外側に接触する部分から、右側に突出する。図 3 に示すように、円柱部 7 2 の中心軸は、左右方向と平行に延びる。円柱部 7 2 の直径は、装着具 8 のうち 2 つの穴部 8 1 B が設けられた部分の上下方向の幅と略同一である。円柱部 7 2 の右端に、後述する第 1 ボールジョイント 2 の第 1 ソケット 2 2 が接続する。

【 0 0 2 2 】

< 第 1 ボールジョイント 2 >

図 5 に示すように、第 1 ボールジョイント 2 は、第 1 ボールスタッド 2 1、及び、第 1 ソケット 2 2 を備えている。第 1 ボールスタッド 2 1 は、第 1 棒部 2 1 A 及び第 1 球体部 2 1 B を有する。第 1 棒部 2 1 A は棒状の部位である。第 1 棒部 2 1 A は、左右方向に直線状に延びる。図 4 に示すように、円筒状の嵌合部 9 1 が、接続具 9 の第 1 壁部 9 A の上端部の左側面に設けられる。第 1 棒部 2 1 A の右端部は、嵌合部 9 1 の内側に嵌る。嵌合部 9 1 の円筒中心を通る軸は、第 1 壁部 9 A に対して直交する。嵌合部 9 1 は、第 1 壁部 9 A から左方向に延びる。第 1 棒部 2 1 A は、接続具 9 の第 1 壁部 9 A から左方向に延びた状態で、接続具 9 に固定される。第 1 棒部 2 1 A は、第 1 壁部 9 A に対して略直交する。第 1 球体部 2 1 B は、第 1 棒部 2 1 A の左端部に設けられた球状の部位である。以下、第 1 球体部 2 1 B の直径を  $r_1$  と表記する。 $r_1$  は、第 1 棒部 2 1 A の左右方向と直交する断面の径よりも大きい。

【 0 0 2 3 】

図 5 に示すように、第 1 ソケット 2 2 は、第 1 蓋部 2 2 1 及び第 1 受け部 2 2 2 を有する。第 1 受け部 2 2 2 は、底部 2 2 2 A、側部 2 2 2 B、及び、第 1 接触部 2 2 2 C を有する。底部 2 2 2 A は、接続部材 7 の円柱部 7 2 の右端に接触する円形板状の部位である。底部 2 2 2 A の面積の最も大きい一対の平面のそれぞれは、左右方向を向く。底部 2 2 2 A の直径は、円柱部 7 2 の直径と略同一である。底部 2 2 2 A の左側面に、左方向に突出する突出部 2 2 2 D が設けられる。突出部 2 2 2 D の左側面に、右方向に延びるねじ穴が設けられる。底部 2 2 2 A は、ねじ穴に螺入するねじ 7 1 B によって、円柱部 7 2 に固定される。

【 0 0 2 4 】

側部 2 2 2 B は、底部 2 2 2 A の左右方向と直交する方向の端部から右方向に延びる、筒状の部位である。側部 2 2 2 B の外側の面にはねじ山が形成されている。側部 2 2 2 B で囲まれた部分に、第 1 接触部 2 2 2 C が配置されている。第 1 接触部 2 2 2 C は、緩衝材として機能する弾性変形可能なゴムである。第 1 接触部 2 2 2 C は、第 1 ボールスタッド 2 1 の第 1 球体部 2 1 B の左側の部分に接触する。

【 0 0 2 5 】

第 1 蓋部 2 2 1 は、底部 2 2 1 A、側部 2 2 1 B、及び、第 1 接触部 2 2 1 C を有する。底部 2 2 1 A は、円形板状の部位である。底部 2 2 1 A の面積の最も大きい一対の平面

10

20

30

40

50

のそれぞれは、左右方向を向く。底部 2 2 1 A の直径は、第 1 受け部 2 2 2 の側部 2 2 2 B の外径よりも僅かに大きい。底部 2 2 1 A は、左右方向に貫通する円形の第 1 穴部 2 2 1 D を中心に有する。第 1 穴部 2 2 1 D の直径は、第 1 棒部 2 1 A の左右方向と直交する断面の径よりも大きく、第 1 ボールスタッド 2 1 の第 1 球体部 2 1 B の直径である  $r_1$  よりも小さい。第 1 ボールスタッド 2 1 の第 1 棒部 2 1 A は、第 1 穴部 2 2 1 D を左右方向に貫通する。第 1 球体部 2 1 B は、第 1 穴部 2 2 1 D の左側に配置される。以下、第 1 ボールジョイント 2 において、第 1 ボールスタッド 2 1 の第 1 棒部 2 1 A が、第 1 穴部 2 2 1 D の円周の中心を貫通した状態を、「第 1 中立状態」という。

【 0 0 2 6 】

第 1 棒部 2 1 A 及び第 1 球体部 2 1 B と第 1 穴部 2 2 1 D との間の隙間に、第 1 接触部 2 2 1 C が配置されている。第 1 接触部 2 2 1 C は、緩衝材として機能する弾性変形可能なゴムである。第 1 接触部 2 2 1 C は、第 1 球体部 2 1 B の右側の部分に接触する。

10

【 0 0 2 7 】

側部 2 2 1 B は、底部 2 2 1 A の左右方向と直交する方向の端部から左方向に延びる、筒状の部位である。側部 2 2 1 B の内側の面にねじ山が形成されている。側部 2 2 1 B のねじ山は、第 1 受け部 2 2 2 の側部 2 2 2 B のねじ山に嵌る。これによって、第 1 蓋部 2 2 1 は第 1 受け部 2 2 2 に螺合する。以下、側部 2 2 1 B の内径を第 1 直径といい、 $R_1$  と表記する。第 1 蓋部 2 2 1 が第 1 受け部 2 2 2 に螺合する過程で、第 1 蓋部 2 2 1 は接続具 9 側から装着具 8 側に向けて、矢印 2 4 の方向に移動する。第 1 球体部 2 1 B は、第 1 蓋部 2 2 1 と第 1 受け部 2 2 2 とで囲まれた空間内に配置される。第 1 接触部 2 2 1 C

20

【 0 0 2 8 】

第 1 球体部 2 1 B は、第 1 接触部 2 2 1 C、2 2 2 C に対して摺動することによって、任意の方向に回転可能である。このため、第 1 ボールジョイント 2 は、装着具 8 に対して接続具 9 を、任意の方向に回転させることができる。なお、第 1 球体部 2 1 B から第 1 棒部 2 1 A が延びる方向は、第 1 棒部 2 1 A を支点として第 1 球体部 2 1 B が回転する場合を除いて、第 1 球体部 2 1 B の回転に応じて変化する。第 1 棒部 2 1 A の延びる方向の変化可能な範囲は、第 1 接触部 2 2 1 C に第 1 棒部 2 1 A が接触することによって制限される。これによって、第 1 球体部 2 1 B が回転するときの回転可能な範囲は規制される。

【 0 0 2 9 】

30

以下、第 1 ボールジョイント 2 が第 1 中立状態のときに、第 1 棒部 2 1 A に沿って延びる回転軸 8 6 A を定義する。回転軸 8 6 A は、第 1 球体部 2 1 B の中心 2 1 C と、第 1 穴部 2 2 1 D の円周の中心 2 1 1 E とを結ぶ方向に沿って延びる線分に対応する。装着具 8 の外側の面のうち、第 1 中立状態における回転軸 8 6 A との交点を、連結部 8 6 と定義する。装着具 8 の連結部 8 6 における法線 8 6 C を定義する。この場合、第 1 中立状態における回転軸 8 6 A は、前後方向、上下方向、及び、法線 8 6 C のいずれとも交差する。

【 0 0 3 0 】

第 1 受け部 2 2 2 に対する第 1 蓋部 2 2 1 の螺合の程度、言い換えれば、第 1 受け部 2 2 2 の底部 2 2 2 A と、第 1 蓋部 2 2 1 の底部 2 2 1 A との距離に応じて、第 1 接触部 2 2 1 C、2 2 2 C が第 1 球体部 2 1 B に押し付けられる力は変化する。底部 2 2 2 A に対して底部 2 2 1 A が近接する程、第 1 球体部 2 1 B に第 1 接触部 2 2 1 C、2 2 2 C が押し付けられる力も大きくなる。この場合、第 1 球体部 2 1 B と第 1 接触部 2 2 1 C、2 2 2 C との間の静トルクは大きくなる。なお、第 1 球体部 2 1 B と第 1 接触部 2 2 1 C、2 2 2 C との間の静トルクは、装着具 8 に対して接続具 9 の延びる方向を変化させる場合に第 1 ボールジョイント 2 によって接続具 9 を保持可能なトルクに対応する。このため使用者は、第 1 受け部 2 2 2 に対する第 1 蓋部 2 2 1 の螺合の程度を調整することによって、第 1 球体部 2 1 B と第 1 接触部 2 2 1 C、2 2 2 C との間の静トルクを調整できる。以下、第 1 球体部 2 1 B と第 1 接触部 2 2 1 C、2 2 2 C との間の静トルクを、 $F_1$  (単位:  $N \cdot m$ ) と表記する。

40

【 0 0 3 1 】

50

## &lt; 画像表示装置 1 1 &gt;

図 6、図 7、図 8 に示すように、画像表示装置 1 1 は筐体 1 2 を備えている。筐体 1 2 は、本体部 1 2 A と突出部 1 2 B とを有する。本体部 1 2 A は、角が湾曲した略直方体状の形状を有する。突出部 1 2 B は、本体部 1 2 A の右後側から後方に突出する。筐体 1 2 は中空箱状である。本体部 1 2 A の左側は開放し、筐体 1 2 内部のレンズユニット 5 3 (図 8 参照) の左側は露出する。図 1 に示すように、左端部 1 2 1 は、本体部 1 2 A の前面における左端部分に設けられる。左端部 1 2 1 は、上下方向両端部から上下方向中心に向けて、右方に凹む。左端部 1 2 1 は略円弧を形成する。図 7 に示すように、左端部 1 2 2 は、本体部 1 2 A の後面における左端部分に設けられる。左端部 1 2 2 は右方に凹む。図 6、図 7 に示すように、本体部 1 2 A の後面、且つ、左右方向中心よりも右側に、接続部材 6 が接続されている。接続部材 6 の詳細は後述する。突出部 1 2 B の後端から後方に向けて延びる通信線 5 7 は、信号線、電力線、及び、被覆を有する。信号線は、制御用のデータを伝達可能な導線である。電力線は、電力を伝達可能な導線である。被覆は、信号線及び電力線の絶縁及び保護のために、信号線及び電力線の周囲を覆っている。突出部 1 2 B には、通信線 5 7 が挿入されている。HMD 1 は、外部機器 (図示略) と通信線 5 7 を介して接続される。外部機器は、通信線 5 7 の信号線を介して、HMD 1 に画像データを出力する。

10

## 【 0 0 3 2 】

図 8 に示すように、筐体 1 2 内に、レンズユニット 5 3、調節機構 5 5、及び、画像光ユニット 5 6 が配置される。ホルダ 5 2 は、筐体 1 2 の本体部 1 2 A の左端部に保持される。ホルダ 5 2 はハーフミラー 5 1 を支持する。ハーフミラー 5 1、ホルダ 5 2、レンズユニット 5 3、及び、画像光ユニット 5 6 は、左側から右側に向けて順番に並ぶ。調節機構 5 5 は、レンズユニット 5 3 の前側に配置される。図 1 に示すように、操作部材 5 4 は、本体部 1 2 A の前面、且つ、左右方向中心よりも左側に設けられる。操作部材 5 4 は、本体部 1 2 A の前面を挟んで調節機構 5 5 の前側に配置される。

20

## 【 0 0 3 3 】

画像光ユニット 5 6 は、通信線 5 7 の信号線を介して外部機器から受信する。画像光ユニット 5 6 は、受信した画像データに応じた画像の画像光を生成し、射出する。画像光ユニット 5 6 は、第 1 保持部材 5 6 A、液晶表示装置 5 6 B、及び、第 2 保持部材 5 6 C を有する。第 1 保持部材 5 6 A は、左右方向に延びる円筒状の部材である。第 1 保持部材 5 6 A は、筐体 1 2 に対する固定的な位置に保持される。液晶表示装置 5 6 B は、ガラス基板 5 6 1 及び液晶パネル 5 6 2 を有する。ガラス基板 5 6 1 及び液晶パネル 5 6 2 は、第 1 保持部材 5 6 A の右側に設けられる。液晶パネル 5 6 2 は矩形の周知の液晶パネルである。液晶パネル 5 6 2 は、左側面に画像を表示させることによって、画像光を生成する。ガラス基板 5 6 1 は、液晶パネル 5 6 2 の左側面に設けられ、液晶パネル 5 6 2 の表示面を保護する。例えば、液晶パネル 5 6 2 が反射型液晶の場合、ガラス基板 5 6 1 によって導かれた光源 (非図示) からの光が、液晶パネル 5 6 2 に入射する。液晶パネル 5 6 2 は、入射した光を反射することで、画像光を生成する。液晶パネル 5 6 2 によって生成された画像光は、ガラス基板 5 6 1 を左側に透過する。第 2 保持部材 5 6 C は、基板保持部分 5 6 3 及び制御基板 5 6 4 を有する。基板保持部分 5 6 3 は、液晶表示装置 5 6 B の液晶パネル 5 6 2 の右側に配置される。制御基板 5 6 4 は、基板保持部分 5 6 3 の右側に保持される。制御基板 5 6 4 は、フレキシブルプリント基板 (図示略) を介して液晶パネル 5 6 2 に接続される。制御基板 5 6 4 に通信線 5 7 の信号線が接続される。制御基板 5 6 4 は、外部機器から送信された画像データを、通信線 5 7 の信号線を介して受信する。制御基板 5 6 4 は、フレキシブルプリント基板を介して液晶パネル 5 6 2 に制御信号を出力することによって、画像データに応じた画像を液晶パネル 5 6 2 に表示させる。

30

40

## 【 0 0 3 4 】

なお、本発明において、液晶パネル 5 6 2 の代わりに、Digital Mirror Device (DMD)、有機 EL 等の二次元表示装置が用いられてもよい。更に、2 次元的に走査された光を使用者の網膜上に投影する網膜走査型の投影装置 (Retinal Scanning Display) が用い

50

られてもよい。

【0035】

レンズユニット53は、画像光ユニット56の左側に配置される。レンズユニット53は、画像光ユニット56から射出された画像光を、レンズユニット53の左側に配置されたハーフミラー51に導く。レンズユニット53は、略四角筒状の保持部材531を有する。保持部材531は、筐体12の内壁に対して左右方向に摺動可能に保持される。保持部材531の内側に、複数のレンズ532が固定されている。複数のレンズ532のそれぞれの光軸は、保持部材531の中心を左右方向に延びる軸線上に配置されている。画像光ユニット56によって生成された画像光は、保持部材531の内部に右側から入射し、保持部材531の左端から左側に向けて射出する。複数のレンズ532は、右側から入射する画像光を屈折させ、左側に出射させる。保持部材531の前側の面に、前方に向けて突出する図示外の凸部が設けられる。凸部は、後述する調節機構55の図示外のカム溝に嵌る。レンズユニット53は、左右方向に移動可能である。

10

【0036】

操作部材54は円錐台状の部材である。操作部材54の中心軸は、前後方向に延びる。操作部材54は、中心軸を中心として回転可能である。調節機構55は円形板状の部材である。調節機構55の最も大きい一対の平面のそれぞれは、前後方向を向く。調節機構55は、前方に配置された操作部材54に接続する。調節機構55の後側面に図示外のカム溝が設けられる。カム溝には、レンズユニット53の保持部材531の図示外の凸部が、後方から嵌る。調節機構55は、円形中心を通して前後方向に延びる軸を中心として、操作部材54と一体となって回転可能である。操作部材54が回転した場合、調節機構55のカム溝は、レンズユニットの保持部材531の凸部を左右方向に移動させる。レンズユニット53は、操作部材54の回転に応じて左右方向に移動する。使用者は、操作部材54を回転させることによって、HMD1のピント調節を行うことができる。

20

【0037】

ホルダ52は、レンズユニット53の左側に配置される。ホルダ52は、筐体12に対して着脱可能である。ホルダ52はハーフミラー51を支持する。ハーフミラー51は、レンズユニット53の左側に配置される。ハーフミラー51は矩形板状である。ハーフミラー51の両面のうち一方の面51Aは、右斜め後方を向く。ハーフミラー51の両面のうち他方の面51Bは、左斜め前方を向く。ハーフミラー51は、面51A側、及び、面51B側から入射した光の一部(例えば50%)を反射させ、他部を透過させることができる。ハーフミラー51は、レンズユニット53を通過して右側から入射する画像光を後側に反射させることができる。使用者の眼は、ハーフミラー51によって後側に反射された画像光に基づいて、虚像を視認できる。又、ハーフミラー51は、面51B側から入射した外界の光を、後側に透過させることができる。ハーフミラー51は、例えば、透明な樹脂やガラスの基板上に、アルミや銀などの金属を所定の反射率(例えば50%)となるように蒸着することで構成される。

30

【0038】

なお、本発明において、上記のハーフミラー51の代わりに、面51A側から入射した画像光を左側に反射させない反射部材が用いられてもよい。この場合、面51B側から入射した光は、反射部材を透過しない。又、ハーフミラー51の代わりに、プリズムや回折格子のような光路偏向部材が用いられてもよい。

40

【0039】

<接続部材6>

図6、図7に示すように、接続部材6は、画像表示装置11と、後述する第2ボールジョイント3とを接続する。図8では、第2ボールジョイント3は省略されている。図6、図7、図9に示すように、接続部材6は、支持部61、62、63を有する。支持部61は円形板状である。支持部61のもっとも面積の大きい一対の平面のそれぞれは、前後方向を向く。支持部61の直径は、画像表示装置11の筐体12の後面の上下方向の長さよりも短い(図7参照)。支持部61は、左右方向に並んだ複数の穴部611を有する(図

50

7、図9参照)。接続部材6は、複数の穴部611に後側から挿通する図示外のねじによって、筐体12の後面に固定される。

【0040】

図7、図9に示すように、支持部62は、第1支持部62A及び第2支持部62Bを有する。第1支持部62Aは、支持部61の右端部から後方に延びる。図7に示すように、第1支持部62Aの前後方向の長さは、画像表示装置11の筐体12の突出部12Bの前後方向の長さよりも僅かに長い。第2支持部62Bは、第1支持部62Aの後端から右方に延びる。第2支持部62Bは、突出部12Bの後方を通過する。第2支持部62Bは、前後方向に貫通する穴部621を有する。通信線57は、突出部12Bの後端に挿入する。通信線57は、穴部621を前後方向に貫通する。穴部621の径は、通信線57のうち突出部12Bに接続する部分の径よりも僅かに大きい。支持部62の第2支持部62Bは、通信線57の上端部よりも上側に配置される第1接続部分622Aと、通信線57の下端部よりも下側に配置される第2接続部分622Bとを少なくとも有する。本実施形態では、第2支持部62Bは、通信線57の左端部よりも左側に配置される第3接続部分622Cと、通信線57の右端部よりも右側に配置される第4接続部分622Dとをさらに有する。

10

【0041】

支持部63は、支持部62の右端から後方に延びる。図8に示すように、支持部63の右側面の左右方向の位置は、画像表示装置11の筐体12の右面の左右方向の位置と略等しい。図9に示すように、支持部63は、左右方向に貫通する穴部631を有する。図6、図7に示すように、支持部63の右側面に、第2ボールジョイント3の第2ソケット32が接続する。第2ソケット32は、穴部631に左側から挿通するねじ69(図10参照)によって、接続部材6に固定される。

20

【0042】

<第2ボールジョイント3>

図10に示すように、第2ボールジョイント3は、第2ボールスタッド31、及び、第2ソケット32を備えている。第2ボールスタッド31は、第2棒部31A及び第2球体部31Bを有する。第2棒部31Aは棒状の部位である。第2棒部31Aは、左右方向に直線状に延びる。図4に示すように、円筒状の嵌合部92が、接続具9の第1壁部9Aの下端部の左側面に設けられる。第2棒部31Aの右端部は、嵌合部92の内側に嵌る。嵌合部92の円筒中心を通る軸は、第1壁部9Aに対して直交する。嵌合部92は、第1壁部9Aから左方向に延びる。第2棒部31Aは、接続具9の第1壁部9Aから左方向に延びた状態で、接続具9に固定される。第2棒部31Aは、第1壁部9Aに対して略直交する。第2球体部31Bは、第2棒部31Aの左端部に設けられた球状の部位である。以下、第2球体部31Bの直径を $r_2$ と表記する。 $r_2$ は、第2棒部31Aの左右方向と直交する断面の径よりも大きい。又、 $r_2$ は、第1球体部21Bの直径である $r_1$ よりも小さい。

30

【0043】

図10に示すように、第2ソケット32は、第2蓋部321及び第2受け部322を有する。第2受け部322は、底部322A、側部322B、及び、第2接触部322Cを有する。底部322Aは、接続部材6の支持部63の右側面に接触する円形板状の部位である。底部322Aの面積の最も大きい一対の平面のそれぞれは、左右方向を向く。底部322Aの左側面に、左方向に突出する突出部322Dが設けられる。突出部322Dの左側面に、右方向に延びるねじ穴が設けられる。底部322Aは、ねじ穴に螺入するねじ69によって、接続部材6に固定される。

40

【0044】

側部322Bは、底部322Aの左右方向と直交する方向の端部から右方向に延びる、筒状の部位である。側部322Bの外側の面にはねじ山が形成されている。側部322Bで囲まれた部分に、第2接触部322Cが配置されている。第2接触部322Cは、緩衝材として機能する弾性変形可能なゴムである。第2接触部322Cは、第2ボールスタッ

50

ド 3 1 の第 2 球体部 3 1 B の左側の部分に接触する。

【 0 0 4 5 】

第 2 蓋部 3 2 1 は、底部 3 2 1 A、側部 3 2 1 B、及び、第 2 接触部 3 2 1 C を有する。底部 3 2 1 A は、円形板状の部位である。底部 3 2 1 A の面積の最も大きい一対の平面のそれぞれは、左右方向を向く。底部 3 2 1 A の直径は、第 2 受け部 3 2 2 の側部 2 2 2 B の外径よりも僅かに大きい。底部 3 2 1 A は、左右方向に貫通する円形の第 2 穴部 3 2 1 D を中心に有する。第 2 穴部 3 2 1 D の直径は、第 2 棒部 3 1 A の左右方向と直交する断面の径よりも大きく、第 2 ボールスタッド 3 1 の第 2 球体部 3 1 B の直径である  $r_2$  よりも小さい。第 2 ボールスタッド 3 1 の第 2 棒部 3 1 A は、第 2 穴部 3 2 1 D を左右方向に貫通する。第 2 球体部 3 1 B は、第 2 穴部 3 2 1 D の左側に配置される。以下、第 2 ボールジョイント 3 において、第 2 ボールスタッド 3 1 の第 2 棒部 3 1 A が、第 2 穴部 3 2 1 D の円周の中心を貫通した状態を、「第 2 中立状態」という。

10

【 0 0 4 6 】

第 2 棒部 3 1 A 及び第 2 球体部 3 1 B と第 2 穴部 3 2 1 D との間の隙間に、第 2 接触部 3 2 1 C が配置されている。第 2 接触部 3 2 1 C は、緩衝材として機能する弾性変形可能なゴムである。第 2 接触部 3 2 1 C は、第 2 球体部 3 1 B の右側の部分に接触する。

【 0 0 4 7 】

側部 3 2 1 B は、底部 3 2 1 A の左右方向と直交する方向の端部から左方向に延びる、筒状の部位である。側部 3 2 1 B の内側の面にねじ山が形成されている。側部 3 2 1 B のねじ山は、第 2 受け部 3 2 2 の側部 3 2 2 B のねじ山に嵌る。これによって、第 2 蓋部 3 2 1 は第 2 受け部 3 2 2 に螺合する。以下、側部 3 2 1 B の内径を第 2 直径といい、 $R_2$  と表記する。 $R_2$  は、第 1 受け部 2 2 2 の側部 2 2 2 B の第 1 直径である  $R_1$  ( 図 5 参照 ) よりも小さい。

20

【 0 0 4 8 】

第 2 蓋部 3 2 1 が第 2 受け部 3 2 2 に螺合する過程で、第 2 蓋部 3 2 1 は接続具 9 側から画像表示装置 1 1 側に向けて、矢印 2 5 の方向に移動する。第 2 球体部 3 1 B は、第 2 蓋部 3 2 1 と第 2 受け部 3 2 2 とで囲まれた空間内に配置される。第 2 接触部 3 2 1 C、3 2 2 C は、第 2 球体部 3 1 B を左右方向両側から挟む。

【 0 0 4 9 】

第 2 球体部 3 1 B は、第 2 接触部 3 2 1 C、3 2 2 C に対して摺動することによって、任意の方向に回転可能である。このため、第 2 ボールジョイント 3 は、接続具 9 に対して接続部材 6 及び画像表示装置 1 1 を、任意の方向に回転させることができる。なお、第 2 球体部 3 1 B から第 2 棒部 3 1 A が延びる方向は、第 2 棒部 3 1 A を支点として第 2 球体部 3 1 B が回転する場合を除いて、第 2 球体部 3 1 B の回転に応じて変化する。第 2 棒部 3 1 A の延びる方向の変化可能な範囲は、第 2 接触部 3 2 1 C に第 2 棒部 3 1 A が接触することによって制限される。これによって、第 2 球体部 3 1 B が回転するときの回転可能な範囲は、規制される。

30

【 0 0 5 0 】

以下、第 1 ボールジョイント 2 が第 1 中立状態である場合であり、且つ、第 2 ボールジョイント 3 が第 2 中立状態である場合に、第 2 棒部 3 1 A に沿って延びる回転軸 3 A を定義する。回転軸 3 A は、第 1 ボールジョイント 2 が第 1 中立状態である場合において、第 2 球体部 3 1 B の中心 3 1 C と、第 2 穴部 3 2 1 D の円周の中心 3 2 1 E とを結ぶ方向に沿って延びる線分に対応する。なお、回転軸 3 A は左右方向と平行に延びる。言い換えれば、回転軸 3 A は、前後方向及び上下方向のいずれとも交差する。

40

【 0 0 5 1 】

図 7 に示すように、接続部材 6 の第 1 支持部 6 2 A 及び支持部 6 3 のそれぞれが後方に向けて延びるため、回転軸 3 A は、画像表示装置 1 1 の筐体 1 2 の後面よりも後側を左右方向と平行に延びる。言い換えると、回転軸 3 A は、画像表示装置 1 1 の筐体 1 2 の後端部よりも後側に配置される。第 2 ボールジョイント 3 は、回転軸 3 A を支点として、接続具 9 に対して画像表示装置 1 1 を回転させることができる。

50

## 【 0 0 5 2 】

第2受け部322に対する第2蓋部321の螺合の程度、言い換えれば、第2受け部322の底部322Aと、第2蓋部321の底部321Aとの距離に応じて、第2接触部321C、322Cが第2球体部31Bに押し付けられる力は変化する。底部322Aに対して底部321Aが近接する程、第2球体部31Bに第2接触部321C、322Cが押し付けられる力も大きくなる。この場合、第2球体部31Bと第2接触部321C、322Cとの間の静トルクは大きくなる。なお、第2球体部31Bと第2接触部321C、322Cとの間の静トルクは、接続具9に対する画像表示装置11の方向を変化させる場合に第2ボールジョイント3によって画像表示装置11を保持可能なトルクに対応する。このため使用者は、第2受け部322に対する第2蓋部321の螺合の程度を調整することによって、第2球体部31Bと第2接触部321C、322Cとの間の静トルクを調整できる。以下、第2球体部31Bと第2接触部321C、322Cとの間の静トルクを、 $F_2$ （単位： $N \cdot m$ ）と表記する。なお、上記で説明したように、第2球体部31Bの直径である $r_2$ （図4参照）と、第1球体部21Bの直径である $r_1$ （図4参照）とは、 $r_1 > r_2$ の関係を満たす。又、第2蓋部321の側部321Bの内径である $R_2$ （図5参照）と、第1蓋部221の側部221Bの内径である $R_1$ （図5参照）とは、 $R_1 > R_2$ の関係を満たす。この場合、 $F_2$ は、第1球体部21Bと第1接触部221C、222Cとの間の静トルクである $F_1$ よりも小さくなる。理由は次の通りである。

10

## 【 0 0 5 3 】

通常、ボールジョイントにおいて、球体部と接触部との間の摩擦力によって生じる静トルクの大きさは、球体部の直径に略比例する。理由は、静トルクを発生させる摩擦力は、球体部の表面で働くためである。このため、 $r_1 > r_2$ の関係である場合、第1ボールジョイント2及び第2ボールジョイント3は、 $F_1 > F_2$ の関係を満たすように容易に構成される。又、ボールジョイントの接触受け部に対して接触蓋部を螺合させる場合、接触蓋部の側部の内径が大きい程、接触蓋部を回転させるためのトルクは大きくなる。従って、加えられる力が一定であっても、接触蓋部の側部の内径が大きい程、接触受け部に対して接触蓋部は強く螺合され、球体部と接触部との間の静トルクも強くなる。このため、 $R_1 > R_2$ の関係である場合、第1ボールジョイント2及び第2ボールジョイント3は、 $F_1 > F_2$ の関係を満たすように容易に構成される。

20

## 【 0 0 5 4 】

< H M D 1 の動作概要（ $F_1$ 、 $F_2$ 、 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $L_1$ 、及び、 $L_2$ の関係）>

H M D 1 の動作概要について、図11を参照して説明する。以下、接続具9と第1ボールジョイント2との接続位置、より詳細には、第1ボールジョイント2の第1棒部21Aが嵌合する嵌合部91の左右方向中心の位置を、 $P_1$ と表記する。接続具9と第2ボールジョイント3との接続位置、より詳細には、第2ボールジョイント3の第2棒部31Aが嵌合する嵌合部92の左右方向中心の位置を、 $P_2$ と表記する。画像表示装置11の中心の位置を、 $P_3$ と表記する。画像表示装置11の中心の位置は、例えば、画像表示装置11の重心の位置である。第2球体部31Bの中心の位置を、 $P_4$ と表記する。 $P_1$ と $P_2$ との間の直線距離を、 $L_1$ （単位： $mm$ ）と表記する。 $P_3$ と $P_4$ との間の直線距離を、 $L_2$ （単位： $mm$ ）と表記する。距離 $L_1$ の値は、例えば、約60mmである。距離 $L_2$ の値は、例えば、約50mmである。

30

40

## 【 0 0 5 5 】

初めに使用者は、H M D 1 の装着具8を頭部に着用する。使用者は、画像表示装置11を左手で持ち、ハーフミラー51が左眼の前方に配置されるように位置を調節する。使用者が画像表示装置11の位置を調節するときに、画像表示装置11には所定の外力が作用する。以下、この外力によって発生する、第1球体部21Bの中心を通る軸を中心としたトルクを、 $T_1$ （単位： $N \cdot m$ ）と表記する。又、使用者が画像表示装置11の位置を調節するときに画像表示装置11に作用する外力によって発生する、第2球体部31Bの中心を通る軸を中心としたトルクを、 $T_2$ （単位： $N \cdot m$ ）と表記する。

## 【 0 0 5 6 】

50

HMD 1では、以下の(1)(2)の条件を満たすように、第1ボールジョイント2における第1受け部222に対する第1蓋部221の螺合の程度が予め調整され、第2ボールジョイント3における第2受け部322に対する第2蓋部321の螺合の程度が予め調整される。

$F2 < T2$  ( $F1 < T1$ の場合)、又は、 $F2 \geq T2$  ( $F1 \geq T1$ の場合)・・・(1)  
 $L1 : L2 = F1 : F2$ 、且つ、 $F1 > F2$ ・・・(2)

【0057】

図示外の外部機器から、画像データの出力が開始される。図8に示すように、制御基板564は、通信線57の信号線を介して、画像データを受信する。制御基板564は、受信した画像データに応じた画像を、液晶パネル562に表示させる。液晶パネル562に表示された画像の画像光は、ガラス基板561を左側に通過し、画像光ユニット56から左側に射出する。画像光ユニット56から射出した画像光は、レンズユニット53の複数のレンズ532を左側に通過し、保持部材531から左側に射出する。ハーフミラー51は、レンズユニット53から射出された画像光を後側に反射させる。画像光は使用者の左眼に入射する。又、ハーフミラー51は、前側から入射した外界の光を後側に透過させる。これによって使用者は、HMD1の画像表示装置11に対して前側の景色に虚像を重ねて認識する。

【0058】

ピント調節を行なうために使用者が操作部材54を回転させた場合、操作部材54の回転に応じて調節機構55は回転する。調節機構55の回転に伴い、レンズユニット53は左右方向に移動する。なお、レンズユニット53が左右方向に移動したとき、複数のレンズ532によって、使用者によって視認される虚像となる画像光の広がり角が変化する。従って使用者は、操作部材54を回動させることによってピント調節を行うことができる。

【0059】

HMD1の工場出荷時における組み付け工程について、具体的に説明する。初めに、第2ボールジョイント3の第2ソケット32について、次の作業が実行される。はじめに、第2蓋部321を第2受け部322に対して所定の締結トルクで締め付けた状態で、筐体12を持って力を加え、動き出しのトルクを測定する。次に、第2蓋部321の締結トルクを変化させながら、それぞれの場合の動き出しのトルクを測定する。そして、動き出しのトルクが所望の $F2$ となったときの締結トルクの値を決定する。以後、第2受け部322に対する第2蓋部321の螺合の程度は、決定した締結トルクの値を用いて調整される。以上によって、組み付け工程における複数のHMD1のそれぞれは、第2ボールジョイント3の静トルクが $F2$ となるように構成される。

【0060】

次に、第1ボールジョイント2の第1ソケット22について、次の作業が実行される。はじめに、第1蓋部221を第1受け部222に対して所定の締結トルクで締め付けた状態で、接続具9を持って力を加え、動き出しのトルクを測定する。次に、第1蓋部221の締結トルクを変化させながら、それぞれの場合の動き出しのトルクを測定する。そして、動き出しのトルクが、 $F2$ よりも大きい所望の $F1$ となったときの締結トルクの値を決定する。以後、第1受け部222に対する第1蓋部221の螺合の程度は、決定した締結トルクの値を用いて調整される。以上によって、組み付け工程における複数のHMD1のそれぞれは、第1ボールジョイント2の静トルクが、(1)(2)の条件を満たす $F1$ となるように、構成される。

【0061】

なお、上記における締結トルクは、第1蓋部221又は第2蓋部321の回転回数であってもよい。又、上記において、第2蓋部321を所定回数回転させることによって所定の締結トルクが与えられたときに、側部322Bのフランジ部分の右端と、第2蓋部321の左端とが突き当たるように、両者の間隔が設定されてもよい。同様に、第1蓋部221を所定回数回転させることによって所定の締結トルクが与えられたときに、側部222

10

20

30

40

50

Bのフランジ部分の右端と、第1蓋部221の左端とが突き当たるように、両者の間隔が設定されてもよい。

【0062】

<効果>

以上説明したように、HMD1の画像表示装置11は、接続具9によって装着具8に保持され、使用者の左眼の前側に配置される。画像光ユニット56から射出された画像光は、ハーフミラー51の面51Aによって反射され、使用者の左眼に入射する。画像表示装置11は、第1ボールジョイント2及び第2ボールジョイント3によって、装着具8に対して移動可能に支持される。使用者が画像表示装置11を持って移動させた場合、 $F1 < T1$ の場合は $F2 < T2$ を満たし、 $F1 = T1$ の場合は $F2 = T2$ の関係を満たす。

10

【0063】

この場合、外力によって第1球体部21Bに働くトルク $T1$ が、第1球体部21Bと第1接触部221C、222Cとの間の静トルク $F1$ よりも大きい場合に、外力によって第2球体部31Bに働くトルク $T2$ も、第2球体部31Bと第2接触部321C、322Cとの間の静トルク $F2$ より大きくなる。このため使用者は、画像表示装置11を移動させるために、画像表示装置11に対して外力を加えることによって、第1ボールジョイント2及び第2ボールジョイント3を同時に回転させることができる。この場合、使用者は、第1ボールジョイント2及び第2ボールジョイント3のそれぞれの状態を同時に変化させることができるので、所望する位置に画像表示装置11を容易に移動させることができる。

20

【0064】

使用者が画像表示装置11を持って移動させた場合、力点から第1ボールジョイント2までの間の長さは、接続具9の長さ分、力点から第2ボールジョイント3までの長さよりも長くなる。この場合、第1球体部21Bに働くトルク $T1$ が相対的に大きくなり、第2球体部31Bに働くトルク $T2$ は相対的に小さくなる。これに対し、 $L1 : L2 = F1 : F2$ 、且つ、 $F1 > F2$ の関係を満たす場合、使用者が画像表示装置11を持って移動させたときに、 $L1$ と $L2$ との関係に関わらず、第1接触部221C、222Cに対して第1球体部21Bが摺動し、第2接触部321C、322Cに対して第2球体部31Bが摺動する。従って、HMD1は、 $L1$ 及び $L2$ の値に関わらず、第1ボールジョイント2及び第2ボールジョイント3のそれぞれの状態を適切に変化させることによって画像表示装置11の位置を変化させることが可能となる。このため、HMD1は、接続具9の長さ、及び、画像表示装置11の重心の位置に関わらず、使用者の所望する位置に画像表示装置11を適切に移動させることができる。

30

【0065】

HMD1において、第2ボールジョイント3の第2球体部31Bの直径である $r2$ は、第1ボールジョイント2の第1球体部21Bの直径である $r1$ よりも小さい。なお、通常、ボールジョイントにおいて、球体部と接触部との間の摩擦力によって生じる静トルクの大きさは、球体部の直径に略比例する。理由は、静トルクを発生させる摩擦力は、球体部の表面で働くためである。このため、 $r1 > r2$ の関係を満たすことによって、 $F1 > F2$ の関係を満たすように第1ボールジョイント2及び第2ボールジョイント3を容易に構成できる。

40

【0066】

HMD1において、第2ボールジョイント3の第2蓋部321の側部321Bの内径である $R2$ は、第1ボールジョイント2の第1蓋部221の側部221Bの内径である $R1$ よりも小さい。なお、ボールジョイントの受け部に対して蓋部を螺合させる場合、指によって蓋部が締め付けられる。指を介して蓋部に所定の力が加えられた場合、蓋部の側部の内径が大きい程、蓋部を回転させるためのトルクは大きくなる。従って、加えられる力が一定であっても場合、蓋部の側部の内径が大きい程、受け部に対して蓋部は強く螺合され、球体部と接触部との間の静トルクも強くなる。このため、使用者が第1受け部222に第1蓋部221を螺合するときの力と、第2受け部322に第2蓋部321を螺合すると

50

きの力とを同程度とした場合でも、 $F_1 > F_2$  の関係を満たすように第 1 ボールジョイント 2 及び第 2 ボールジョイント 3 を容易に構成できる。

【 0 0 6 7 】

HMD 1 において、第 1 ボールジョイント 2 の第 1 棒部 2 1 A、及び、第 2 ボールジョイント 3 の第 2 棒部 3 1 A は、それぞれ、接続具 9 の嵌合部 9 1、9 2 に嵌合する。この場合、接続具 9 の実効長を、第 1 棒部 2 1 A 及び第 2 棒部 3 1 A のそれぞれの長さ分、長くできる。なお、接続具 9 の実行長が長い程、画像表示装置 1 1 を広範囲に移動させることができる。従って、HMD 1 は、画像表示装置 1 1 の移動可能な範囲をより大きくできる。

【 0 0 6 8 】

上記実施形態において、ハーフミラー 5 1 は本発明の「偏向部材」の一例である。

【 0 0 6 9 】

<変形例>

なお、本発明は上記実施形態に限定されず、種々の変更が可能である。上記実施形態において、HMD 1 は、装着具 8 を備えない構成であってもよい。接続部材 7 の連結部 7 1 は、頭部に着用される装着具 8 以外の部材に直接取り付けられてもよい。又、HMD 1 は、装着具 8 及び接続部材 7 を備えない構成であってもよい。第 1 ボールジョイント 2 の第 1 ソケット 2 2 の第 1 受け部 2 2 2 は、頭部に着用される装着具 8 以外の部材に直接取り付けられてもよい。頭部に着用される装着具 8 以外の部材の具体例として、ヘアバンド、帽子、眼鏡等が挙げられる。上記実施形態では、使用者の左眼の前側に画像表示装置 1 1 が保持されていたが、画像表示装置 1 1 は、使用者の右眼の前側に保持されてもよい。

【 0 0 7 0 】

上記実施形態において、第 1 ボールジョイント 2 の第 1 棒部 2 1 A が嵌合する嵌合部 9 1 の左右方向中心の位置を、P 1 とした。これに対し、第 1 ボールジョイント 2 の第 1 ソケット 2 2 と接続部材 7 の円柱部 7 2 との接続部分の位置を、P 1 としてもよい。第 2 ボールジョイント 3 の第 2 棒部 3 1 A が嵌合する嵌合部 9 2 の左右方向中心の位置を、P 2 とした。これに対し、第 2 ボールジョイント 3 の第 2 ソケット 3 2 と接続部材 6 の支持部 6 3 との接続部分の位置を、P 2 としてもよい。画像表示装置 1 1 の重心の位置を、画像表示装置 1 1 の中心の位置である P 3 とした。これに対し、画像表示装置 1 1 の幾何中心の位置を、P 3 としてもよい。又は、画像表示装置 1 1 を移動させるときの力点の位置を、P 3 としてもよい。

【 0 0 7 1 】

上記実施形態には、( 1 ) ( 2 ) の条件を満たすように、第 1 ボールジョイント 2 における第 1 受け部 2 2 2 に対する第 1 蓋部 2 2 1 の螺合の程度が予め調整され、第 2 ボールジョイント 3 における第 2 受け部 3 2 2 に対する第 2 蓋部 3 2 1 の螺合の程度が予め調整されていた。これに対し、( 1 ) の条件のみを満たすように螺合の程度が調整されていてもよい。この場合、( 2 ) の条件は満たされていなくてもよい。

【 0 0 7 2 】

上記実施形態において、第 2 ボールジョイント 3 の第 2 球体部 3 1 B の直径である  $r_2$  を、第 1 ボールジョイント 2 の第 1 球体部 2 1 B の直径である  $r_1$  よりも小さくした。これに対し、 $r_1$  と  $r_2$  とを同一としてもよいし、 $r_2$  を  $r_1$  よりも大きくしてもよい。

【 0 0 7 3 】

上記実施形態において、第 2 ボールジョイント 3 の第 2 蓋部 3 2 1 の側部 3 2 1 B の第 2 直径である  $R_2$  を、第 1 ボールジョイント 2 の第 1 蓋部 2 2 1 の側部 2 2 1 B の第 1 直径である  $R_1$  よりも小さくした。これに対し、 $R_1$  と  $R_2$  とを同一としてもよいし、 $R_2$  を  $R_1$  よりも大きくしてもよい。

【 0 0 7 4 】

上記実施形態において、接続具 9 の上端部の嵌合部 9 1 に、第 1 ボールジョイント 2 の第 1 ボールスタッド 2 1 の第 1 棒部 2 1 A が嵌合し、接続具 9 の下端部の嵌合部 9 2 に、第 2 ボールジョイント 3 の第 2 ボールスタッド 3 1 の第 2 棒部 3 1 A が嵌合した。第 1 ボ

10

20

30

40

50

ールスタッド 2 1 及び第 2 ボールスタッド 3 1 は、接続具 9 に設けられていた。一方、接続部材 7 の円柱部 7 2 に第 1 ソケット 2 2 の第 1 受け部 2 2 2 が接続され、接続部材 6 の支持部 6 3 に第 2 ソケット 3 2 の第 2 受け部 3 2 2 が接続された。これに対し、接続部材 7 の円柱部 7 2 に第 1 ボールスタッド 2 1 が設けられていてもよい。具体的には、円柱部 7 2 の右端部から右方に向けて、第 1 ボールスタッド 2 1 の第 1 棒部 2 1 A が延びていてもよい。接続具 9 の上端部に、第 1 ソケット 2 2 の第 1 受け部 2 2 2 が接続されていてもよい。又、接続部材 6 の支持部 6 3 に第 2 ボールスタッド 3 1 が設けられていてもよい。具体的には、支持部 6 3 の右端面から右方に向けて、第 2 ボールスタッド 3 1 の第 2 棒部 3 1 A が延びていてもよい。接続具 9 の下端部に、第 2 ソケット 3 2 の第 2 受け部 3 2 2 が接続されていてもよい。

10

## 【符号の説明】

## 【 0 0 7 5 】

- 1 : H M D
- 2 : 第 1 ボールジョイント
- 3 : 第 2 ボールジョイント
- 8 : 装着具
- 9 : 接続具
- 1 1 : 画像表示装置
- 2 1 : 第 1 ボールスタッド
- 2 1 A : 第 1 棒部
- 2 1 B : 第 1 球体部
- 3 1 : 第 2 ボールスタッド
- 3 1 A : 第 2 棒部
- 3 1 B : 第 2 球体部
- 5 1 : ハーフミラー
- 8 1 : 第 1 部分
- 8 2 : 第 2 部分
- 8 3 : 第 2 部分
- 2 2 1 : 第 1 蓋部
- 2 2 1 C : 第 1 接触部
- 2 2 2 : 第 1 受け部
- 2 2 2 C : 第 1 接触部
- 3 2 1 : 第 2 蓋部
- 3 2 1 C : 第 2 接触部
- 3 2 2 : 第 2 受け部
- 3 2 2 C : 第 2 接触部
- 5 3 2 : レンズ

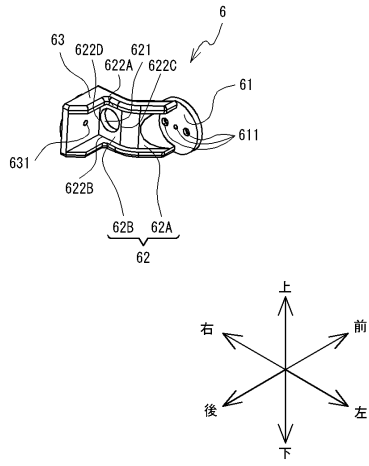
20

30

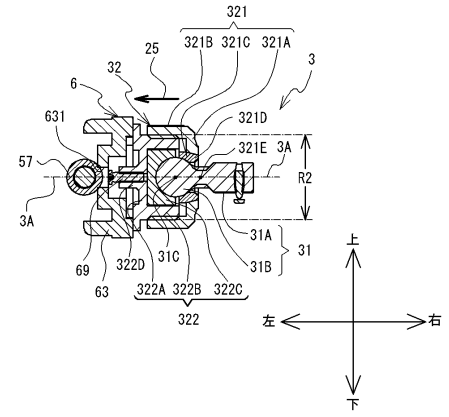




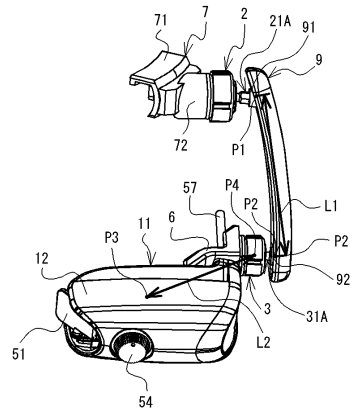
【図9】



【図10】



【図11】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2012-105117(JP,A)  
特開2007-251593(JP,A)  
特開2006-319440(JP,A)  
特開2004-078057(JP,A)  
特開2004-236102(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/64  
G02B 27/02  
F16C 11/10