

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4994912号
(P4994912)

(45) 発行日 平成24年8月8日 (2012.8.8)

(24) 登録日 平成24年5月18日 (2012.5.18)

(51) Int.Cl.

F I

GO2B 27/02 (2006.01)

GO2F 1/13 (2006.01)

HO4N 5/64 (2006.01)

GO2B 27/02 Z

GO2F 1/13 505

HO4N 5/64 511A

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-89043 (P2007-89043)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成19年3月29日 (2007.3.29)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2008-249869 (P2008-249869A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成20年10月16日 (2008.10.16)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成22年3月29日 (2010.3.29)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(72) 発明者	石野 俊樹
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
			ヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 頭部装着型の映像表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

観察者の頭部に装着される頭部装着型の映像表示装置であって、
映像表示素子と、
前記映像表示素子に表示された映像を拡大して前記観察者に提示する接眼光学系と、
前記映像表示素子の映像表示部分に対応する開口を有し、前記映像表示素子の周辺が観察者によって観察されないように、前記映像表示素子と前記接眼光学系の間に設けられた遮光部材とを備え、
前記映像表示素子は、その表示面に映像信号に応じた画像を表示する映像表示部分と、該映像表示部分を囲む表示状態の変化しない枠部分とを有し、
前記遮光部材の前記開口の端部が、前記映像表示素子の前記枠部分の幅内に配置され、前記遮光部材が前記枠部分を前記幅の方向へ覆う長さであって該遮光部材の量産において許容されているばらつきから決定される前記長さの最大値をA、前記映像表示素子の前記枠部分の幅をB、前記接眼光学系の焦点距離をf、瞳径をDとした場合、前記遮光部材と前記映像表示素子との距離が、
$$2 \times (B - A) \times f / D$$

により算出される値よりも小さい値になるように、前記遮光部材と前記映像表示素子が配置されていることを特徴とする頭部装着型の映像表示装置。

【請求項 2】

前記映像表示素子は液晶表示素子であり、前記枠部分は常に黒表示の状態となっており

、
前記遮光部材の少なくとも前記接眼光学系の側の面は、黒色であることを特徴とする請求項 1 に記載の頭部装着型の映像表示装置。

【請求項 3】

前記映像表示素子と前記遮光部材とを保持する保持部材を更に備え、

前記保持部材は、前記遮光部材を位置決め固定した状態で前記映像表示素子の位置を調整して固定することができる構造を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の頭部装着型の映像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、観察者の頭部に装着し、観察者の眼前に映像を表示する頭部装着型の映像表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、観察者の頭部に装着し、液晶等の映像表示素子に表示された映像を拡大し、観察者の眼前に表示することで、大画面映像の観察を可能とした頭部装着型の映像表示装置が開発されている。

【0003】

特許文献 1 に開示されている映像表示装置においては、図 7 に示すように、装置本体 1 の外装フレーム 2 の内側に、観察者の左右それぞれの眼に対応した映像を表示する二次元映像表示素子である LCD 3 が左右一対配置されている。また、それぞれの LCD 3 の背後には LCD 3 を照明する一対のバックライト 4 が配置され、LCD 3 の下方には LCD 3 からの映像を両眼 E にそれぞれ拡大して導く一対のプリズム 5 が配置されている。そして、LCD 3 に表示された映像は、観察者 M の両眼 E の前にそれぞれの観察光軸 L を介して導かれ、両プリズム 5 を通る間に拡大されて両眼 E の前に浮かぶようにそれぞれ投影される。

20

【0004】

このような構成において、LCD 3 に表示された映像は、観察者 M の両眼 E の前にそれぞれの観察光軸 L を介して導かれ、両プリズム 5 を通る間に拡大されて両眼 E の前に浮かぶようにそれぞれ投影される。このとき、観察者に観察される映像以外の視野を暗闇の状態にすると、観察者は黒い枠で覆われた視野内に映像が浮かび上がっているような、映画館の中の状態のような映像を観察することが可能となり、観察される映像の品位を高めることが可能となる。

30

【0005】

上述のような映像を提供するため、特許文献 2 においては、映像表示素子の前面に視野枠を配置することで、観察者に対して黒枠が全面を覆った状態の中に映像が映画館の中のように浮かんで観察される方法を開示している。

【特許文献 1】特開平 11 - 174988 号公報

【特許文献 2】特許第 3485689 号公報

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献 2 においては、視野枠の開口径が液晶表示素子の有効表示領域よりも小さく設定されており、液晶表示素子に表示される映像の一部が視野枠によってけられてしまう。このように表示される映像の一部を視野枠がけってしまう構成では、観察者に対して全ての映像を表示していないことになる。例えば PC のモニター画面等を考えてみると、映像の一部を表示しないことには、課題が生じてくる。また、該特許文献 2 では、左右それぞれの表示素子に対する視野枠を位置決め配置することは何等記載されておらず、左右で表示される映像の領域が違ってしまうという課題も有している。

50

【 0 0 0 7 】

本発明は、観察者の視野内に表示映像以外の余計な像が観察されることを防ぎ、表示映像の品位を高めることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記の目的を達成するための本発明による頭部装着型の映像表示装置は以下の構成を備える。すなわち、

観察者の頭部に装着される頭部装着型の映像表示装置であって、

映像表示素子と、

前記映像表示素子に表示された映像を拡大して前記観察者に提示する接眼光学系と、

前記映像表示素子の映像表示部分に対応する開口を有し、前記映像表示素子の周辺が観察者によって観察されないように、前記映像表示素子と前記接眼光学系の間に設けられた遮光部材とを備え、

前記映像表示素子は、その表示面に映像信号に応じた画像を表示する映像表示部分と、該映像表示部分を囲む表示状態の変化しない枠部分とを有し、

前記遮光部材の前記開口の端部が、前記映像表示素子の前記枠部分の幅内に配置され、前記遮光部材が前記枠部分を前記幅の方向へ覆う長さであって該遮光部材の量産において許容されているばらつきから決定される前記長さの最大値を A、前記映像表示素子の前記枠部分の幅を B、前記接眼光学系の焦点距離を f、瞳径を D とした場合、前記遮光部材と前記映像表示素子との距離が、

$$\frac{2 \times (B - A) \times f}{D}$$

により算出される値よりも小さい値になるように、前記遮光部材と前記映像表示素子が配置されている。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、観察者の視野内に表示映像以外の余計な像が観察されることを防ぎ、表示映像の品位を高めることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 0 】

以下、添付の図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

【 0 0 1 1 】

< 第 1 実施形態 >

図 1 は、第 1 実施形態による映像表示装置の構成例を示すブロック図である。表示信号生成部 101 は、映像表示部（本実施形態ではヘッドマウントディスプレイ（HMD）106）に表示させるための CG 等の映像信号を生成する。表示信号生成部 101 は、通常は PC などのコンピュータで構成されている。表示信号生成部 101 にて生成された表示信号は、表示信号処理部 102 に送られ、HMD 106 本体に伝送可能な信号形態に処理される。

【 0 0 1 2 】

撮像カメラ 103 は、CCD 等の撮像素子と撮像レンズとにより構成され、外界映像を撮影する。なお、撮像カメラ 103 の撮像方向は、観察者の視線方向と略一致になるように構成されており、観察者と同じ視線の映像が得られるようになっている。撮像カメラ 103 によって撮影された映像は、撮像信号処理部 104 に送られ、HMD 106 内の映像表示部に表示可能な形に信号処理される。

【 0 0 1 3 】

表示信号生成部 101 にて生成された画像と、撮像カメラ 103 にて撮影された画像は、画像重畳部 105 にて重畳され、HMD 106 本体内の映像表示部に表示される。

【 0 0 1 4 】

図 2 は、第 1 実施形態における HMD 106 の映像表示部を光軸に平行な面で切断した断面図である。図 2 において、液晶表示素子 202 は、入射された直線偏光光線の偏光方

10

20

30

40

50

向を変えて反射させることで２次元の映像を表示する反射型の映像表示素子である。光源ユニット２２０は、上記反射型の液晶表示素子２０２を照明する光源として機能する。光源ユニット２２０から射出された光線は、ハーフミラー２１３で反射され、液晶表示素子２０２に入射する。反射型の液晶表示素子２０２では、表示された映像情報に応じて入射光の偏光方向を変化させ、入射光を反射させる。液晶表示素子２０２で反射された光線は、再びハーフミラー２１３を透過し、偏光板２０５を透過することで、観察可能な映像となる。偏光板２０５を透過した光線は、レンズ２１２、接眼プリズム２１１によって拡大され、観察者の眼球ＥＰに射出される。即ち、偏光板２０５、レンズ２１２、接眼プリズム２１１は、液晶表示素子２０２に表示された映像を拡大して観察者に提示する接眼光学系を構成する。

10

【００１５】

図３は、本実施形態による液晶表示素子２０２の構成を示した図である。液晶表示素子２０２の表示面には、入力された映像信号に対応した映像（画像）を表示する映像表示部分３０２ａが存在する。また、表示面の映像表示部分３０２ａの外側には、映像表示部分３０２ａを囲む、表示状態の変化しない枠部分３０２ｂが存在する。本実施形態では、枠部分３０２ｂは、常時黒表示状態になっている。即ち、枠部分３０２ｂは、映像表示部分３０２ａと同じ製造工程で形成されるが、液晶の偏光軸が常に黒表示になるように固定されており、電圧を印加しても偏光方向が変化しない。

【００１６】

また、この枠部分３０２ｂの外側には、トランジスタ等の電子回路があり、信号伝達のケーブルがワイヤボンディングされている。液晶表示素子２０２の周辺のこれら電子回路やワイヤボンディングが観察者によって観察されないようにするため、液晶表示素子２０２上にマスク３０３が配置される。マスク３０３は、液晶表示素子の映像表示部分に対応した開口を有し、液晶表示素子２０２の周辺が観察者によって観察されないように接眼光学系の間に設けられた遮光部材として機能する。なお、本実施形態では枠部分３０２ｂが黒色で表示されるので、マスク３０３の少なくとも接眼光学系側の面は黒色に塗装されている。なお、枠の色及びマスク３０３の色はほぼ同一であれば良く、その色も黒に限られるものではない。

20

【００１７】

上述したように、特許文献２に開示されている従来例では、図３に示されるマスク３０３が映像表示部分３０２ａより若干小さく形成されている。そのため、表示されている映像の端部が若干切れて観察されることになる。映画等の映像を観察している場合は、表示映像の端部が若干切れていても問題にはならない。しかしながら、ＰＣのモニタ等としての使用を考えた場合、表示映像の端部にアイコンやツールバーが配置される場合もあるので、表示の端部の映像が切られてしまうことは問題である。

30

【００１８】

そこで、本実施形態では、液晶表示素子２０２上に配置されるマスク３０３の端部を、液晶表示素子２０２の枠部分３０２ｂの幅内に配置することで、映像の端部を切ることなく良好な映像を観察することを可能にする。しかしながら、液晶表示素子２０２上の枠部分３０２ｂは、表示上では無駄な領域である。また、液晶表示素子２０２の製造コストは、そのサイズに大きく左右されるため、できるだけ液晶表示素子２０２を小さく作ることが望ましい。そのため、上記のような枠部分３０２ｂの幅は、非常に狭く設定されている。

40

【００１９】

図４は、本実施形態の液晶表示素子２０２及びマスク３０３の断面図である。観察者が観察する映像は、接眼光学系で拡大された映像であり、液晶表示素子２０２上から射出される光線は、接眼光学系の拡大倍率に応じた角度の射出角を有している。

【００２０】

そのため、マスク３０３と液晶表示素子２０２との位置関係によっては、液晶表示素子２０２の表示端部からの射出光線が、マスク３０３のエッジ部にかかってしまい、映像の

50

端部がけられてしまう可能性がある。また、逆に射出光軸をけらないように枠部分 302b の開口部を大きく取ると、液晶表示素子 202 の外側の電子回路やワイヤボンディングが見えてしまう可能性もある。

【0021】

上述した、液晶表示素子 202 からの射出角 θ と、接眼光学系の焦点距離 f 、瞳径 D には、(1) 式で表される関係式が成り立つ。

【0022】

$$D/2 = f \times \tan \theta \quad \dots (1)$$

そのため、上記射出角 θ の射出光線がけられないようにマスク 303 を液晶表示素子 202 上に配置すべきであるが、マスク 303 は量産工程で製作されるため、マスク 303 の開口部のエッジ位置にはばらつきが生じる。したがって、マスク 303 におけるこのばらつき量も考慮して、マスク 303 の配置位置を決定する必要がある。

【0023】

例えば、液晶表示素子 202 の映像表示面上からマスク 303 までの距離 L が離れると、射出角 θ の射出された光束が広がっていき、マスク 303 の開口径を大きくする必要が生じてくる。すると、枠部分 302b よりマスク 303 の開口部の径が大きくなってしまい、液晶表示素子 202 の外側に存在する電子回路部やワイヤボンディング部が見えてしまう。そのため、マスク 303 は、液晶表示素子 202 の映像表示面上からある一定距離以下に配置する必要がある。

【0024】

今、マスク 303 の開口部のばらつき量を A とする。この値は、歩留まりとコストとの兼ね合いより、最適値に設定される。液晶表示素子 202 上にある、映像を表示しない枠部分 302b の幅を B とする。枠部分 302b の幅 B は、半導体露光装置で形成される範囲であり、この B 値のばらつきは、ほとんどない。マスク 303 と液晶表示素子 202 の映像表示面との間隔を L とすると、

$$L \times \tan \theta < B - A \quad \dots (2)$$

であれば、液晶表示素子 202 の映像表示部分 302a の端部から射出された光束が、マスク 303 の開口部のエッジにかかることなく、良好な映像が観察可能となる。上記(1)、(2) 式を整理すると、以下の(3) 式が得られる。

【0025】

$$L < 2 \times (B - A) \times f / D \quad \dots (3)$$

上記(3) 式で算出される距離 $(2 \times (B - A) \times f / D)$ 以下にマスク 303 を配置すれば、量産時のばらつきを見込んでもマスク 303 の開口部のエッジ端面が表示領域内に入ってくる恐れがなくなる。このため、量産時の不良率を低減させることが可能となり、コスト削減に寄与できる。

【0026】

以上のように、第 1 実施形態によれば、頭部装着型の映像表示装置において、映像表示素子の、有効表示部分の外周の枠部分の幅内に、マスクの端部が配置されるので、有効な表示映像を切ることなく、全画面が正しく観察できるようになる。

【0027】

< 第 2 実施形態 >

次に、図 5、図 6 を参照して、第 2 実施形態を説明する。なお第 1 実施形態と同じ部品には同一の番号を付し、説明は省略する。

【0028】

頭部装着型の映像表示装置では、観察される左右の光軸が高い精度で一致していないと、観察者は、見ている映像を不快に感じてしまう。そのため、頭部装着型映像表示装置を組み立てる際には、左右の光軸を一致させる調整工程が必要になっている。この調整工程では、左右の液晶表示素子 202 をそれぞれ調整し、観察される映像を調整指標に対して一致させる方法が一般的である。このため、接眼光学系の有効径は、液晶表示素子 202 の調整代を見込んだ余裕が設定されている。

【 0 0 2 9 】

しかしながら、このような調整代を持つということは、接眼光学系を大きくさせる要因であり、映像表示装置全体を大きくさせてしまう。一般に、頭部装着型の映像表示装置において、小型軽量化は最優先課題であり、従って上述のような調整代は少ない方が映像表示装置本体を設計する上で好ましいことは言うまでもない。

【 0 0 3 0 】

図 5 は、第 2 実施形態における映像表示装置の光学系ユニット部の分解斜視図である。図 5 において、液晶表示素子 2 0 2 は、保持部材 5 0 2 に固定される。そして、液晶表示素子 2 0 2 が固定された保持部材 5 0 2 は、接眼光学系を収容している光学ユニット 5 0 1 に取り付けられる。第 2 実施形態では、保持部材 5 0 2 に液晶表示素子 2 0 2 を装着する際に、図 5 中に示される X、Y、 θ 軸周りに相当する位置調整が行われている。従って、液晶表示素子 2 0 2 が固定された保持部材 5 0 2 を装着することにより、図 5 中に示される X、Y、 θ 軸周りの調整固定が実現され、液晶表示素子 2 0 2 の光軸の調整は不要、或いはその調整量が低減される。

10

【 0 0 3 1 】

図 6 は、保持部材 5 0 2 に、液晶表示素子 2 0 2 を調整固定する方法を示した模式図である。なお、保持部材 5 0 2 には、マスク 3 0 3 が、その開口部が保持部材 5 0 2 に対して所定の位置に来るように、専用のジグ等を用いて固定される。マスク 3 0 3 が固定された保持部材 5 0 2 は、調整台 5 0 3 に載置、固定される。

20

【 0 0 3 2 】

調整台 5 0 3 は、X 軸座標方向に 3 本の調整ピン 5 0 4 a、5 0 4 b、5 0 4 c を、Y 軸座標方向に 2 本の調整ピン 5 0 4 d、5 0 4 e を有しており、これらのピンで液晶表示素子 2 0 2 を固定している。

【 0 0 3 3 】

X 軸座標方向の 3 本のピンのうち、右側の調整ピン 5 0 4 a にはバネが仕込まれており、残り 2 本のピンの方向に対して押圧している。左側の 2 本の調整ピン 5 0 4 b、5 0 4 c にはマイクロメータ 5 0 5 が接続されており、マイクロメータ 5 0 5 を駆動させることで、液晶表示素子 2 0 2 の X 軸方向の位置調整、液晶表示素子 2 0 2 の回転調整が行われる。

【 0 0 3 4 】

また、Y 軸座標方向の 2 本の調整ピン 5 0 4 d、5 0 4 e は、液晶表示素子 2 0 2 の上下方向（Y 軸方向）の位置調整を行う。即ち、これらの調整ピン 5 0 4 d、5 0 4 e にもマイクロメータ 5 0 5 が接続されており、マイクロメータ 5 0 5 の駆動により液晶表示素子 2 0 2 の上下方向の調整を行う。

30

【 0 0 3 5 】

これらの調整ピン 5 0 4 a ~ e を用いて、液晶表示素子 2 0 2 を X、Y 軸方向のシフト調整、及び θ 軸周りの回転調整を行った後、液晶表示素子 2 0 2 を保持部材 5 0 2 に固定する。この調整により、液晶表示素子 2 0 2 の光軸の調整及びマスク 3 0 3 の開口部と液晶表示素子 2 0 2 の枠部分 3 0 2 b との位置関係の調整（枠部分 3 0 2 b の幅内にマスク 3 0 3 の開口部の端部を位置させること）が達成される。なお、第 1 実施形態の（3）式に示される位置関係、即ち、液晶表示素子 2 0 2 の表示面とマスク 3 0 3 の開口部の端部との高さ関係は、保持部材 5 0 2 にマスク 3 0 3 と液晶表示素子 2 0 2 を固定することで達成されるようになっている。即ち、保持部材 5 0 2 は、そのような位置関係を実現可能な精度で加工されている。

40

【 0 0 3 6 】

以上のように第 2 実施形態では、保持部材 5 0 2 に、液晶表示素子 2 0 2 を調整して固定する構成としている。このため、保持部材 5 0 2 を光学ユニット 5 0 1 に取り付けた際に、液晶表示素子 2 0 2 はすでに設計位置に配置されており、液晶表示素子 2 0 2 が持っている中心位置バラツキを考慮する必要がなく、調整代を少なくすることが可能となる。そして、このように調整代を少なくすることで、接眼光学系の有効径を小さくすることが

50

でき、光学ユニット５０１の小型化が可能になる。光学ユニット５０１を小型化することで、最終的には、頭部装着型の映像表示装置全体を小型化を実現することが可能となる。

【００３７】

さらには、保持部材５０２を光学ユニット５０１へ取り付け部分の公差を抑えることで、光学ユニット５０１への装着後の液晶表示装置の位置調整を廃止することも可能となり、調整工程の削減、コスト削減の効果も見込まれる。また、第２実施形態によれば、マスク３０３を液晶表示素子２０２が固定される保持部材５０２に位置決め固定した後、液晶表示素子が前記遮光部材に対して調整固定される。このため、第１実施形態の式（３）で示したマスク３０３の開口部と液晶表示素子２０２の枠部分３０２ｂとの位置関係を容易且つ確実に実現することができる。

10

【００３８】

なお、第２実施形態において、液晶表示素子２０２を調整する方法として、調整ピン５０４ａ～ｅを用いて調整する方法を示したが、本方法に限定されるものではなく、他の方法を用いて液晶表示素子２０２の位置調整を行っても良いことは言うまでもない。

【００３９】

以上のように、上記各実施形態によれば、液晶表示素子２０２は、その表示面に映像信号に応じた画像を表示する映像表示部分と、該映像表示部分を囲む表示状態の変化しない枠部分とを有する。そして、マスク３０３の開口の端部が、液晶表示素子２０２の表示面の上記枠部分の幅内に配置される。このため、液晶表示素子２０２の表示面の外側部分に存在する回路部やワイヤボンディング部がマスク３０３によって隠され、観察者に良好な映像を提供することが可能となる。

20

【００４０】

また、第２実施形態では、マスク３０３を、液晶表示素子２０２を保持する保持部材５０２に位置決め固定した後、液晶表示素子２０２をマスク３０３に対して調整固定する。このため、接眼光学系の余裕代（調整代）を少なくすることが可能となり、当該映像表示装置の全体を小型化、軽量化することが可能となる。

【００４１】

さらには、第１実施形態では、マスク３０３の開口の端部のばらつき量をＡ、液晶表示素子２０２の上記枠部分の幅をＢとし、光学系の焦点距離をｆ、瞳径をＤとしたときに、マスク３０３の端部の位置と液晶表示素子２０２の表示面の位置との間隔を、

30

$$2 \times (B - A) \times f / D$$

で計算される値よりも、小さい値になる位置に配置している。この結果、量産時のばらつきを見込んでマスク３０３の端部が、液晶表示素子２０２の映像表示部分３０２ａ内に入ってくる恐れがなくなるため、量産の不良率を低減させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００４２】

【図１】第１実施形態による映像表示装置の構成例を示すブロック図である。

【図２】第１実施形態におけるＨＭＤ１０６の映像表示部を光軸に平行な面で切断した断面図である。

【図３】本実施形態による液晶表示素子２０２の構成を示した図である。

40

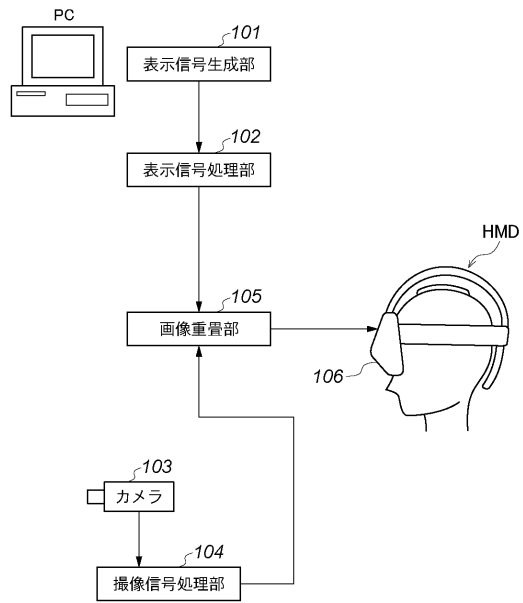
【図４】本実施形態の液晶表示素子２０２及びマスク３０３の断面図である。

【図５】第２実施形態における映像表示装置の光学系ユニット部の分解斜視図である。

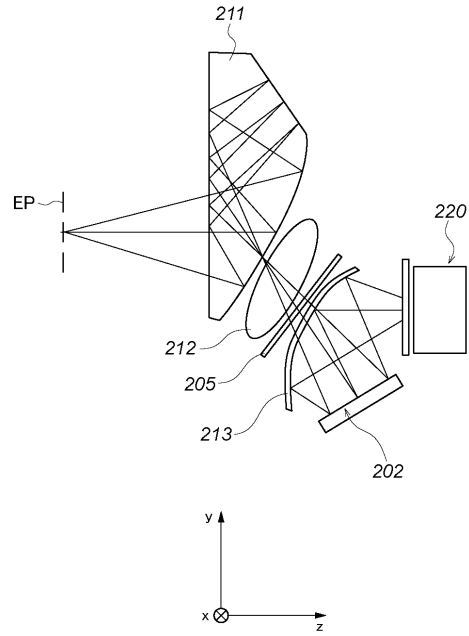
【図６】保持部材５０２に、液晶表示素子２０２を調整固定する方法を示した模式図である。

【図７】一般的な、頭部装着型の映像表示装置における光学系を説明する図である。

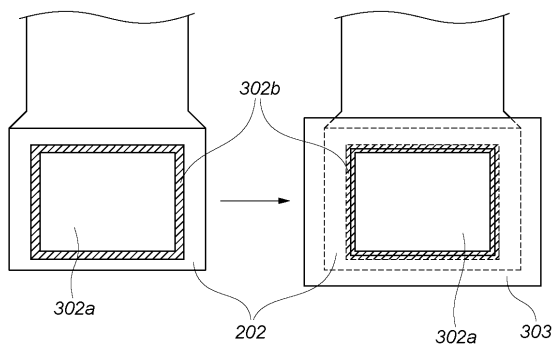
【図 1】



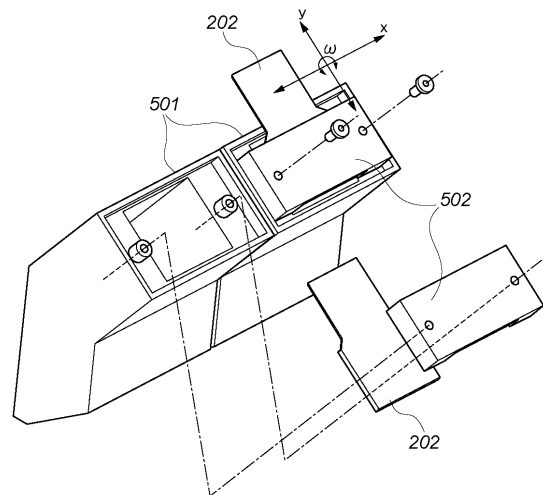
【図 2】



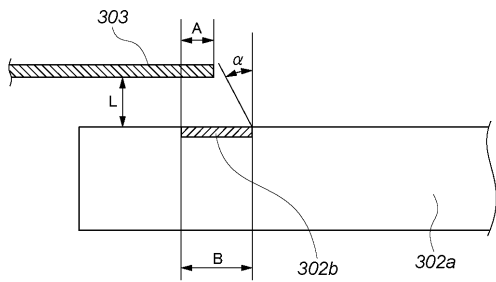
【図 3】



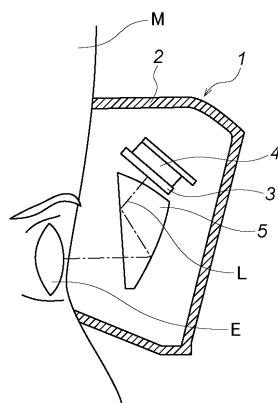
【図 5】



【図 4】



【圖 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 斉藤 義広
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 中林 貴暁
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 大熊 利幸
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 川口 聖司

- (56)参考文献 特開2004-236191(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 B 2 7 / 0 2
H 0 4 N 5 / 6 4
G 0 2 F 1 / 1 3