

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3787399号
(P3787399)

(45) 発行日 平成18年6月21日(2006.6.21)

(24) 登録日 平成18年3月31日(2006.3.31)

(51) Int. Cl.

G 0 2 B 27/02 (2006.01)

F I

G 0 2 B 27/02

Z

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願平8-330312	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成8年11月25日(1996.11.25)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開平10-153748		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成10年6月9日(1998.6.9)	(74) 代理人	100086818
審査請求日	平成15年11月25日(2003.11.25)		弁理士 高梨 幸雄
		(72) 発明者	猪口 和隆
			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	三橋 健二
		(56) 参考文献	特開平08-292372(JP, A)
			特開平07-191274(JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 観察光学系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

表示手段に表示する原画像からの光束を、光学系を介して該光学系に対して予め決められた射出瞳に導光し、該射出瞳の位置に観察者の瞳を略位置させて該観察者に該原画像の拡大虚像を視認せしめる観察光学系において、

該観察光学系は、屈折面として作用する第1の面、反射面として作用する第2の面、全反射面及び屈折面として作用する第3の面の少なくとも3つの光学作用面を有する光学素子と、前記表示手段と前記光学素子の間に配置された集光レンズを有し、

前記原画像からの光束は、前記集光レンズを介して前記第1の面より前記光学素子に入射し、前記第2の面での反射と前記第3の面での全反射とを経た後、前記第3の面より前記光学素子を射出すると共に、前記光学素子内に前記原画像の中間像が実像として形成され、

前記表示手段の表示面の中心から射出して前記射出瞳の中心を通る光線を基準光線とした場合に、前記光学素子は、該基準光線が2回反射する面を有し、この面は、この面での1回目の前記原画像からの光束の反射部位と2回目の前記原画像からの光束の反射部位との少なくとも一部分が重なっており、且つ該基準光線に対して偏心した曲面であることを特徴とする観察光学系。

【請求項2】

前記集光レンズは、前記基準光線に対して偏心して配置される曲面を有していることを特徴とする請求項1の観察光学系。

10

20

【請求項 3】

前記集光レンズで前記基準光線に対して偏心して配置される曲面は透過面であることを特徴とする請求項 2 に記載の観察光学系。

【請求項 4】

前記集光レンズは、前記原画像からの光束を集光して前記光学素子に入射させることを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載の観察光学系。

【請求項 5】

前記中間像は、前記光学素子を構成する光学面間で反射される光束上に形成され、且つ該中間像を形成した光束が前記光学素子を構成する光学面間で再度反射された後に該中間像を横切ることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の観察光学系。

10

【請求項 6】

前記原画像からの光束は前記第 1 の面を透過して前記光学素子へ入射し、次いで前記第 2 の面により反射して前記第 3 の面へ向かい、該第 3 の面により全反射して該第 2 の面へ向かい、該第 2 の面により再度反射して該第 3 の面へ向かい、該第 3 の面を透過して該光学素子を出射して前記射出瞳に導光され、

を前記基準光線が前記第 3 の面で屈折する際の入射点における面法線に対する該基準光線の傾き角、を該基準光線が前記第 2 の面において 2 回目の反射をする際の入射点における面法線に対する該基準光線の傾き角とした場合、

以下の条件式：

$$\begin{aligned} 30^\circ & \leq \theta_2 + 90^\circ \\ & - 10^\circ \leq \theta_3 \leq 30^\circ \end{aligned}$$

20

を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項の観察光学系。

【請求項 7】

前記原画像からの光束は前記第 1 の面を透過して前記光学素子へ入射し、次いで前記第 2 の面により反射して前記第 3 の面へ向かい、該第 3 の面により全反射して該第 2 の面へ向かい、該第 2 の面により再度反射して該第 3 の面へ向かい、該第 3 の面を透過して該光学素子を出射して前記射出瞳に導光され、

r_c を前記基準光線が前記第 2 の面において 1 回目の反射をする際の入射点における前記第 2 の面の垂直断面の曲率半径、 r_a を前記基準光線が前記第 2 の面において 2 回目の反射をする際の入射点における前記第 2 の面の垂直断面の曲率半径として、以下の条件式

30

$$0 < |r_a / r_c| < 1.5$$

を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項の観察光学系。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 に記載の観察光学系と、該観察光学系を観察者の頭部に装着するための支持部を有する画像表示装置であって、該観察光学系のリレー光学系が該支持部の上方であって、該観察光学系の光学素子が該支持部の下方になるように観察者の頭部に装着されることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 7 に記載の観察光学系を観察者の左右の眼に対応して夫々一つずつ配置したことを特徴とする画像表示装置。

40

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は観察光学系に関し、特にメガネ型ディスプレイ、ヘッドマウントディスプレイ等の名称で呼ばれる頭部装着型の画像表示装置に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、CRT や液晶表示装置 (LCD) 等の表示手段を観察者の頭部近傍に配置し、CRT 及び LCD が表示する像を観察できるようにした画像表示装置が提案されている。

50

【 0 0 0 3 】

例えば米国特許4,081,209号明細書、米国特許4,969,724号明細書、特開昭58-78116号公報、特開平2-297516号公報、特開平3-101709号公報等にかかる表示装置が開示されている。

【 0 0 0 4 】

特開平3-101709号公報では、表示手段に表示した原画像を一旦中間像として再結像させ、観察者は光学系によってこの中間像を観察する所謂実像タイプの比較の見易い画像表示装置を開示している。

【 0 0 0 5 】

一方、米国特許4,081,209号明細書、米国特許4,969,724号明細書、特開昭58-78116号公報、特開平2-297516号公報では、見易さの点では若干劣るが、小型化を図る上では有利な、光学系の途中で中間像を形成しない虚像観察タイプの画像表示装置を開示している。

10

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

特開平3-101709号公報に開示されている画像表示装置では、再結像させるための光学レンズを用いているために装置が大型化する問題がある。

【 0 0 0 7 】

また、米国特許4,081,209号明細書、米国特許4,969,724号明細書、特開昭58-78116号公報、特開平2-297516号公報に開示されている画像表示装置では、確かに実像タイプに比べ小型化を図れるとはいえ、まだまだ十分小型とは言えなかった。

20

【 0 0 0 8 】

これらの中で、特開昭58-78116号公報に開示されているものは比較的小型であるが、観察者の眼の光軸方向の厚みはまだ厚い。又、観察される像に光学的歪み、非点収差、コマ収差等の発生することが記載されている。

【 0 0 0 9 】

本発明は、実像タイプでありながら、前後方向に極めて薄型で、小型・広視野角の観察光学系の提供を目的とする。

【 0 0 1 0 】

更に、表示手段及びリレー光学系を画像表示装置の支持部より上に配置し、光学素子を該支持部より下に配置することで重量バランスの良い画像表示装置を構成できる観察光学系の提供を目的とする。

30

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明の観察光学系は、表示手段に表示する原画像からの光束を、光学系を介して該光学系に対して予め決められた射出瞳に導光し、該射出瞳の位置に観察者の瞳を略位置させて該観察者に該原画像の拡大虚像を視認せしめる観察光学系において、該観察光学系は、屈折面として作用する第1の面、反射面として作用する第2の面、全反射面及び屈折面として作用する第3の面の少なくとも3つの光学作用面を有する光学素子と、前記表示手段と前記光学素子の間に配置された集光レンズを有し、前記原画像からの光束は、前記集光レンズを介して前記第1の面より前記光学素子に入射し、前記第2の面での反射と前記第3の面での全反射とを経た後、前記第3の面より前記光学素子を射出すると共に、前記光学素子内に前記原画像の中間像が実像として形成され、前記表示手段の表示面の中心から射出して前記射出瞳の中心を通る光線を基準光線とした場合に、前記光学素子は、該基準光線が2回反射する面を有し、この面は、この面での1回目の前記原画像からの光束の反射部位と2回目の前記原画像からの光束の反射部位との少なくとも一部分が重なっており、且つ該基準光線に対して偏心した曲面であることを特徴としている。

40

請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記集光レンズは、前記基準光線に対して偏心して配置される曲面を有していることを特徴としている。

請求項3の発明は、請求項2の発明において、前記集光レンズで前記基準光線に対して偏心して配置される曲面は透過面であることを特徴としている。

50

請求項 4 の発明は、請求項 1、2 又は 3 の発明において、前記集光レンズは、前記原画像からの光束を集光して前記光学素子に入射させることを特徴としている。

請求項 5 の発明は、請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項の発明において、前記中間像は、前記光学素子を構成する光学面間で反射される光束上に形成され、且つ該中間像を形成した光束が前記光学素子を構成する光学面間で再度反射された後に該中間像を横切ることを特徴としている。

請求項 6 の発明は、請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項の発明において、前記原画像からの光束は前記第 1 の面を透過して前記光学素子へ入射し、次いで前記第 2 の面により反射して前記第 3 の面へ向かい、該第 3 の面により全反射して該第 2 の面へ向かい、該第 2 の面により再度反射して該第 3 の面へ向かい、該第 3 の面を透過して該光学素子を出射して前記射出瞳に導光され、 θ_1 を前記基準光線が前記第 3 の面で屈折する際の入射点における面法線に対する該基準光線の傾き角、 θ_2 を該基準光線が前記第 2 の面において 2 回目の反射をする際の入射点における面法線に対する該基準光線の傾き角とした場合、

以下の条件式：

$$\begin{aligned} & 30^\circ < \theta_1 + \theta_2 < 90^\circ \\ & -10^\circ < \theta_1 - \theta_2 < 30^\circ \end{aligned}$$

を満足することを特徴としている。

請求項 7 の発明は、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項の発明において、前記原画像からの光束は前記第 1 の面を透過して前記光学素子へ入射し、次いで前記第 2 の面により反射して前記第 3 の面へ向かい、該第 3 の面により全反射して該第 2 の面へ向かい、該第 2 の面により再度反射して該第 3 の面へ向かい、該第 3 の面を透過して該光学素子を出射して前記射出瞳に導光され、 r_c を前記基準光線が前記第 2 の面において 1 回目の反射をする際の入射点における前記第 2 の面の垂直断面の曲率半径、 r_a を前記基準光線が前記第 2 の面において 2 回目の反射をする際の入射点における前記第 2 の面の垂直断面の曲率半径として、以下の条件式：

$$0 < |r_a / r_c| < 1.5$$

を満足することを特徴としている。

請求項 8 の発明の画像表示装置は、請求項 1 乃至 7 に記載の観察光学系と、該観察光学系を観察者の頭部に装着するための支持部を有する画像表示装置であって、該観察光学系のリレー光学系が該支持部の上方であって、該観察光学系の光学素子が該支持部の下方になるように観察者の頭部に装着されることを特徴としている。

請求項 9 の発明の画像表示装置は、請求項 1 乃至 7 に記載の観察光学系を観察者の左右の眼に対応して夫々一つずつ配置したことを特徴としている。

【0012】

【発明の実施の形態】

図 1 は本発明の実施形態 1 の基本構成図である。図は垂直断面図である。図中 1 は原画像を表示する表示手段で、例えば公知の液晶表示素子(LCD)やCRT等で構成する。2 は光学素子であり、第 1 の面 A、第 2 の面 B、第 3 の面 C の 3 つの光学作用面を有している。このうち、第 1 の面 A は屈折面である。第 2 の面 B は表面に反射膜を付けており、反射面として作用する。第 3 の面 C は全反射面及び屈折面として作用する。3 は集光レンズ(リレー光学系)である。4 は観察光学系の射出瞳である。9 は観察光学系を収納している筐体の壁であり、画像からの表示光束が射出する略長方形の覗窓 w を設けている。 w_0 は覗窓 w の中心である。観察者は射出瞳 4 の位置に瞳を位置させて覗窓 w を通して原画像の虚像を観察する。なお、光学素子 2、集光レンズ 3 及び覗窓 w 等は観察光学系の一要素を構成している。

【0013】

本実施形態の作用を説明する。表示手段 1 に表示する画像からの光束はまず集光レンズ 3 で屈折作用を受けて集光した後、光学素子 2 の第 1 の面 A に向かい、この面を屈折して光学素子 2 の中にはいり、第 2 の面 B へ向かう。光束は第 2 の面 B により反射されて第 3 の面 C に向かい、第 3 の面 C により全反射されて再び第 2 の面 B に向かう。光束は第 2 の面

10

20

30

40

50

Bにより再び反射されて再び第3の面Cに向かい、今度は第3の面Cを屈折・透過して視窓wを通過して射出瞳4に向かう。表示手段1の表示面上の各点からの光束は射出瞳4に集まる。そして、各光束はこの射出瞳4の位置にある観察者の瞳へ入射する。この時、射出光束は遠方に原画像の虚像を形成しているので観察者はこの射出瞳4の位置に瞳をおけばこの虚像を観察することができる。

【0014】

このとき、表示手段1からの光束が、光学素子2の第2の面Bによる1回目の反射から第3の面Cに向かう際に一旦中間像を結像しており、光束が第3の面Cで全反射して第2の面Bに向かう際に上記の中間結像面8を横切るよう構成している。

【0015】

本実施形態では、屈折面として作用する第1の面A、光束を2回反射する面として作用する第2の面B、全反射面及び屈折面として作用する第3の面Cの少なくとも3つの光学作用面を有する光学素子を観察光学系中に設けることにより、原画像上の各点からの光束が、第1の面Aから入射して、第2の面Bでの1回目の反射から第3の面Cへ向かう光束群を横切る様に実像を形成することにより、第3の面Cにおける全反射の条件を満足しつつ、第2の面Bのパワーを従来よりも強くすることが可能となるため、観察光学系の薄型化を可能にするものである。

【0016】

又、本実施形態は前記光学素子以外に集光レンズ(リレー光学系)を有し、原画像からの光束を該集光レンズにより集光させて該光学素子へ入射するよう構成することにより、該

【0017】

又、本実施形態は特に前記光学素子中の第2の面Bにおける1回目の反射部位と2回目の反射部位とを少なくとも一部分共通にすることにより即ち一部分が重なるようにして全長を制限し、更に軽量の観察光学系としている。

【0018】

以下、垂直断面方向における構成をもとに本実施形態をより詳しく説明する。本発明の観察光学系は通常の光学系にある光軸が無い。そこで本発明の観察光学系では“基準光線”を設定して構成を明確にする。本発明で言う基準光線とは、表示手段1の表示面の中心から射出して射出瞳4の中心を通る光線である。なお、本実施形態の場合この基準光線は視窓wの中心 w_0 も通っている。

【0019】

図2は本発明の観察光学系の基準光線と各面との関係の説明図である。この基準光線が光学素子2で反射・全反射・屈折を行う際の各面の入射点をそれぞれ図のようにa,b,c,dとし、基準光線が第3の面Cを屈折する際の入射点dにおける面法線 dd_1 に対する屈折基準光線の傾き角を θ_1 とする。又、基準光線が第2の面Bにおいて2回目の反射をする際の入射点aにおける面法線に対する反射基準光線の傾き角を θ_2 とする。又、基準光線が第2の面Bにおいて1回目の反射をする際の入射点cにおける面法線に対する反射基準光線の傾き角を θ_3 とする。

【0020】

本実施形態においては、上記 θ_1 と θ_2 が以下の条件式

$$30^\circ < \theta_2 + \theta_3 < 90^\circ \quad (\text{条件式1})$$

を満たすように設定している。(条件式1)の下限値は第3の面Cでの全反射の条件に関するものであり、下限を越えると第3の面Cで全反射させることが非常に困難となる。また、上限を越えると基準光線に対して下側の視野画角の光束で光量不足を生じ易くなり、性能が低下する。

【0021】

更に、このとき上記 θ_3 を

$$-10^\circ < \theta_3 < 30^\circ \quad (\text{条件式2})$$

と設定することが好ましい。(条件式2)の下限を越えると光学素子2の第3の面Cに垂直

10

20

30

40

50

な方向の厚みが増し重量が増加するので好ましくない。また、上限を越えると第3の面Cで全反射させることが難しくなる。

【0022】

また、基準光線が第2の面Bにおいて1回目の反射をする際の入射点cにおける垂直断面（紙面内）の曲率半径を r_c 、基準光線が第2の面Bにおいて2回目の反射をする際の入射点aにおける垂直断面（紙面内）の曲率半径を r_a とすると、これらを

$$0 < |r_a/r_c| < 1.5 \quad (\text{条件式3})$$

を満足するように設定することが望ましい。（条件式3）の条件を越えると光学素子2の第3の面Cに平行な方向の長さが増し、全体の重量増を招くため好ましくない。特に（条件式3）の下限を越えると光学素子2をコンパクトに保ちつつ、十分な瞳径を確保するのが困難になる。また、（条件式3）の上限を越えると光学素子2をコンパクトに保ちつつ、広画角を確保するのが困難になる。

10

【0023】

尚、本実施形態では上記の様に基準光線に対して光学素子2の第3の面C、第2の面Bを偏心配置させているため、これらにより生じる偏心収差を補正するために、光学素子2の第1の面A及び集光レンズ3を偏心配置させることが望ましい。

【0024】

図3は本発明の観察光学系を用いた画像表示装置の概略配置図である。図中31は本発明の観察光学系を観察者の頭部に装着するための支持部で、例えばベルトと光学系保持部を支持するための支持部材により構成されている。32は光学系2を保持する保持部（筐体）、34は表示手段1の表示部の駆動を行う回路部、33は集光レンズ3並びに表示手段1、回路部34を保持する保持部である。図3に示す様に、本発明の観察光学系を支持部31を介して観察者の頭部に装着する際、観察光学系の光学素子2の保持部32を支持部31より下方に、集光レンズ3及び表示手段等の保持部33を上方に配置することにより、重量バランスの良い画像表示装置を構成することが可能である。即ち、観察光学系が該光学素子2以外に集光レンズ（リレー光学系）3を有し、該集光レンズ3と該光学素子2とを支持部に対して上下に配置することにより重量バランスの良い観察光学系が得られる。

20

【0025】

以下に本発明にかかる3つの数値実施例の構成データを示す。

【0026】

尚、構成データ中、Rは面の曲率半径、Dは面間隔、Nは媒質の屈折率、 θ は媒質のアッベ数であり、 α は前面の光軸に対する面の光軸の傾き、YDは光軸に対する垂直方向の面の移動量、ZDは光軸方向の面の移動量を示す。

30

【0027】

また、ASPと示された面は以下の式で表される非球面であり、記載のない係数は0である。

【0028】

$$A = 0.5 \cdot (C_{71} + C_{72}) \cdot \{\cos(C_{73})^2 y^2 + x^2\}$$

$$B = \cos(C_{73}) [1 + 0.5(C_{71} - C_{72}) \cdot \sin(C_{73})y + \{1 + (C_{71} - C_{72}) \cdot \sin(C_{73})y - C_{71}C_{72}y^2 - \{C_{71}C_{72} + 0.25(C_{71} + C_{72})^2 \cdot \tan(C_{73})^2\}x^2\}^{1/2}]$$

40

$$C = C_{20}x^2 + C_{11}xy + C_{2y}^2 + C_{30}x^3 + C_{21}x^2y + C_{12}xy^2 + C_{3y}^3 + C_{40}x^4 + C_{31}x^3y + C_{22}x^2y^2 + C_{13}xy^3 + C_{4y}^4 + C_{50}x^5 + C_{41}x^4y + C_{32}x^3y^2 + C_{23}x^2y^3 + C_{14}xy^4 + C_{5y}^5$$

として：

【0029】

【数1】

$$z = \frac{A}{B} + C$$

なお、各数値実施例の厚さを示す為に、図2の点aにおいて法線 dd_1 に平行に測ったプリズムの厚みを Da 、点cにおいて法線 dd_1 に平行に測ったプリズムの厚みを Dc としてその数値を示す。

[数値実施例1]

図4は数値実施例1の垂直方向の断面図である。その構成データを以下に示す。

【0030】

	R	D	N	ν	
S1:	∞	11.711401			10
θ :	-1.927677				
S2:	81.23041	11.071629	1.583	30.23	
S3:	-32.02662	6.694080			
S4:	29.88043	10.674838	1.583	30.23	
S5:	-39.04404	5.000000			20
YD:	3.909487				
θ :	3.347305				
S6:	ASP	0.000000	1.583	30.23	
C_2 :	-6.6514E-03	C_3 : 6.6013E-06	C_4 : -9.8359E-10		
C_5 :	-7.7812E-11	C_{71} : 1.0081E-01			
YD:	52.933899	ZD: -30.997073			30
θ :	-43.034002				
S7:	ASP	-12.347377	1.583	30.23	
C_2 :	4.2043E-04	C_3 : 2.1184E-05	C_4 : 6.5545E-13		
C_5 :	-1.8682E-15	C_{71} : -2.4736E-02			
θ :	-25.461353				40
S8:	ASP	11.148143	1.583	30.23	
GL2:					
C_2 :	2.2667E-04	C_3 : 1.7493E-06	C_4 : 1.8175E-11		
C_5 :	4.8004E-13	C_{71} : 8.0982E-04			
YD:	-5.308164				
θ :	5.400591				50

垂直方向視野画角 $\pm 23.4^\circ$

: -5.40° 、 : 25.46°

$2 + = 45.52^\circ$

r_a 86.011mm

r_c 173.836mm

$|r_a/r_c| = 0.495$

$Da=11.77\text{mm}$ 、 $Dc=21.28\text{mm}$

[数値実施例 2]

図 5 は数値実施例 2 の垂直方向の断面図である。その構成データを以下に示す。

【 0 0 3 1 】

	R	D	N	ν
S1:	∞	5.146040		
YD:	0.000000	ZD: 0.000000		
θ :	-5.563477			
S2:	1049.14580	7.266592	1.583	30.23
S3:	-14.00196	0.100000		
S4:	31.85395	10.800601	1.583	30.23
S5:	-20.04263	5.000000		
YD:	-3.882250			
θ :	4.870778			
S6:	ASP	0.000000	1.583	30.23
C_2 :	-1.5243E-02	C_3 : -3.7039E-04	C_{71} :	1.3058E-01
YD:	61.623578	ZD:-32.030343		
θ :	-46.813281			
S7:	ASP	-13.205595	1.583	30.23
C_2 :	1.5153E-04	C_3 : 2.0378E-05	C_{71} :	-2.3266E-02
YD:	2.200000			
θ :	-20.838384			
S8:	ASP	11.559172	1.583	30.23
GL2:				
C_2 :	-3.4388E-04	C_3 : -1.2492E-05	C_{71} :	4.7642E-03
YD:	-6.753760			
θ :	-20.000000			

10

20

30

40

50

垂直方向視野画角 $\pm 23.4^\circ$

: 20.00° 、 : 20.84°

$$2 \quad + \quad = 61.68^\circ$$

$$r_a = 86.619\text{mm}$$

$$r_c = 166.355\text{mm}$$

$$|r_a / r_c| = 0.521$$

$$Da = 13.68\text{mm}、Dc = 19.84\text{mm}$$

[数値実施例 3]

図 6 は数値実施例 3 の垂直方向の断面図である。その構成データを以下に示す。

【 0 0 3 2 】

	R	D	N	ν	
S1:	∞	9.821393			
θ :	-10.277126				
S2:	44.15093	5.982094	1.583	30.23	
S3:	-17.88129	5.376661			
YD:	0.743224				10
θ :	9.350792				
S4:	12.20301	10.355331	1.583	30.23	
S5:	-18.97049	2.000000			
YD:	1.470082				
θ :	-3.720546				20
S6:	ASP	0.000000	1.583	30.23	
C ₇₁ :	-1.0000E-01				
YD:	46.094234	ZD:-23.527186			
θ :	-14.562164				
S7:	ASP	-10.000000	1.583	30.23	
C ₂ :	1.9892E-03	C ₁₂ : 3.5609E-16	C ₂₀ : 9.7931E-04		30
C ₂₁ :	-1.5228E-04	C ₃₀ : -1.0000E-02	C ₇₁ : -1.2141E-02		
C ₇₂ :	-2.1328E-02	C ₇₃ : 4.2066E-01			
YD:	0.000000	ZD: 0.000000			
θ :	-22.153996				
S8:	ASP	9.261737	1.583	30.23	
GL2:					40
C ₂ :	-9.9073E-06	C ₁₂ : 1.9252E-15	C ₂₀ : 6.4650E-04		
C ₂₁ :	-2.7748E-04	C ₃₀ : 1.4584E-15	C ₇₁ : 1.3352E-03		
C ₇₂ :	1.8195E-04	C ₇₃ : 1.1967E+00			
YD:	-3.770973	ZD: 0.000000			
θ :	-27.072006				

$$\begin{aligned} & :27.07^\circ, \quad :22.15^\circ \\ & 2 + = 71.37^\circ \end{aligned}$$

$$r_a = 90.584\text{mm}$$

$$r_c = 68.158\text{mm}$$

$$|r_a/r_c| = 1.329$$

$$Da=10.56\text{mm}, Dc=15.02\text{mm}$$

以上のように、本発明の各数値実施例は原画像からの光束を光学素子を介して観察者の眼球の位置する射出瞳に導く観察光学系において、屈折面として作用する第1の面A、光束を2回反射する面として作用する第2の面B、全反射面及び屈折面として作用する第3の面Cの少なくとも3つの光学作用面を有する光学素子を観察光学系中に設けることにより、原画像上の各点からの光束が、第1の面Aから入射して、第2の面Bでの1回目の反射から第3の面Cへ向かう光束群を横切る様に中間結像面を形成することにより、垂直方向画角 $\pm 20^\circ$ 程度の広視野画角で、薄型で軽量の観察光学系となっている。

10

【0033】

更に、該観察光学系は前記光学素子以外に集光レンズ（リレー光学系）を有し、該集光レンズと該光学素子とを支持部に対して上下に配置することにより重量バランスの良い画像表示装置を構成できる。

【0034】

更に、上記の各数値実施例のいずれか1つの観察光学系を観察者の左右の眼に対応して夫々一つずつ配置して画像表示装置を構成すれば、軽量で使用感の良い画像表示装置が得られ、更に左右の表示手段に表示する原画像を左右の視差画像とすれば軽量の立体画像表示装置が得られる。

20

【0035】

【発明の効果】

本発明は以上の構成により、実像タイプでありながら、前後方向に極めて薄型で、小型・広視野角の観察光学系を達成する。

【0036】

更に、表示手段及びリレー光学系を画像表示装置の支持部より上に配置し、光学素子を該支持部より下に配置することで重量バランスの良い画像表示装置を構成できる観察光学系を達成する。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の観察光学系の実施形態1の基本構成図

【図2】 本発明の観察光学系の基準光線と各面との関係の説明図

【図3】 本発明の観察光学系を用いた画像表示装置の概略配置図

【図4】 本発明の数値実施例1の垂直方向断面図

【図5】 本発明の数値実施例2の垂直方向断面図

【図6】 本発明の数値実施例3の垂直方向断面図

【符号の説明】

1・・・表示手段

2・・・光学素子

40

3・・・集光レンズ（リレー光学系）

4・・・射出瞳（観察者の瞳が位置する）

A・・・第1の面

B・・・第2の面

C・・・第3の面

8・・・中間結像面

9・・・筐体の壁

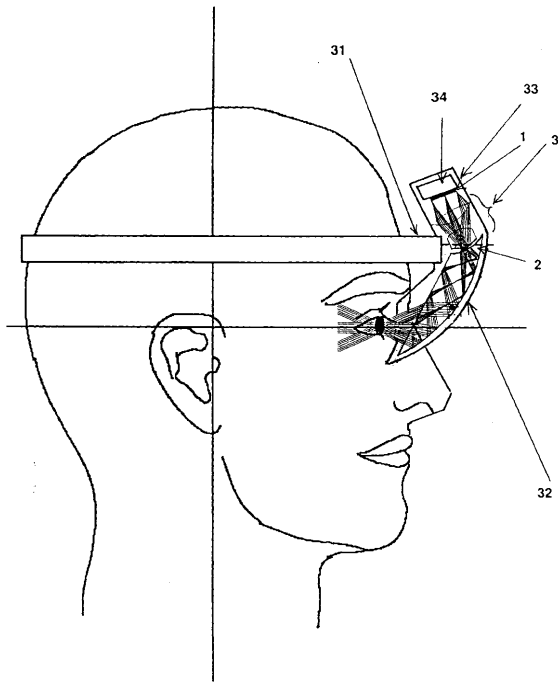
w・・・覗窓

w₀・・・覗窓の中心

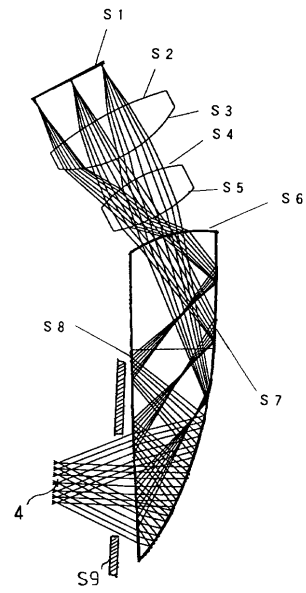
31・・・支持部

50

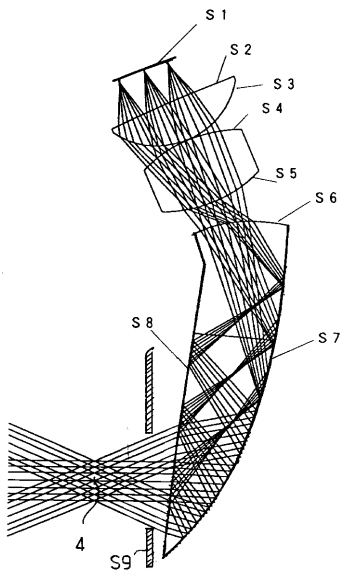
【図 3】



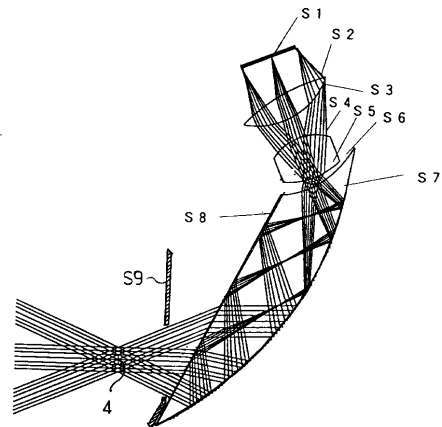
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G02B 27/02

G02B 17/08

JICSTファイル(JOIS)