【公報種別】特許法第１７条の２の規定による補正の掲載
【部門区分】第６部門第２区分
【発行日】平成22年8月5日(2010.8.5)

【公開番号】特開2009-3128(P2009-3128A)
【公開日】平成21年1月8日(2009.1.8)
【年通号数】公開・登録公報2009-001
【出願番号】特願2007-163070(P2007-163070)
【国際特許分類】
Ｇ０２Ｂ　27/02　(2006.01)
Ｇ０２Ｂ　17/00　(2006.01)
Ｇ０２Ｂ　 5/04　(2006.01)
Ｈ０４Ｎ　 5/64　(2006.01)
【ＦＩ】
Ｇ０２Ｂ　27/02　Ｚ
Ｇ０２Ｂ　17/00　Ａ
Ｇ０２Ｂ　 5/04　Ｂ
Ｇ０２Ｂ　 5/04　Ａ
Ｈ０４Ｎ　 5/64　５１１Ａ

【手続補正書】
【提出日】平成22年6月21日(2010.6.21)
【手続補正１】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００１０
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００１０】
これらの光学系を用いることで、小さい表示エリアサイズを有する表示素子を用いて通常得られる画角よりも広い画角を達成することが可能となる。また、同程度の画角をより小型（観察視軸方向において薄型）の光学系で実現可能である。
【特許文献１】特開平０７－２７４０９７号公報
【特許文献２】特開平１１－３２６８２０号公報
【特許文献３】特開平１０－２４６８６５号公報
【手続補正２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００１３
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００１３】
本発明の一側面としての画像観察装置は、それぞれ原画を形成する第１及び第２の画像形成素子と、第１及び第２の画像形成素子からの光束を、観察者の一方の眼が配置される射出瞳位置に導く光学系とを有する。そして、光学系は、第１の画像形成素子からの光束を反射し、第２の画像形成素子からの光束を透過する単一の光学面を有する。第１及び第２の画像形成素子はそれぞれ、射出瞳からの互いに異なる視野に対応する第１及び第２の原画を形成することを特徴とする。
【手続補正３】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００１９
【補正方法】変更

【補正の内容】
【００１９】
図１及び図１８において、１は第１の光学素子、２は第２の光学素子である。第１及び第２の光学素子１，２は、観察光学系を構成する。第１及び第２の光学素子１，２は、その内部が光学ガラスや光学樹脂等の媒質により満たされた透光性部材として構成されている。
【手続補正４】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００３０
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００３０】
次に、観察光学系の光路及び光学作用について説明する。第１の表示素子３上に表示された第１の原画ＩＡからの光束は、第１の光学素子１に面Ｓ３から入射し、ハーフミラー面Ｓ２で反射された後、面Ｓ１を透過して第１の光学素子１から射出する。面Ｓ１は正の屈折力を有するため、ここを透過する光束は射出瞳Ｓに向かって集光するように屈折して射出瞳Ｓに至る。このとき、射出瞳位置に配置された眼Ｅには、面Ｓ３と面Ｓ１の屈折力によって拡大虚像として認識される。
【手続補正５】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００３１
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００３１】
一方、第２の表示素子４に表示された第２の原画ＩＢからの光束は、第２の光学素子２に面Ｓ５から入射し、面Ｓ４で反射されて面Ｓ２′と第１の光学素子１のハーフミラー面Ｓ２との接合面に向かう。そして、面Ｓ２′とハーフミラー面Ｓ２を透過して第１の光学素子１内に入射する。第１の光学素子１内に導かれた第２の表示素子４からの光束は、面Ｓ１で射出瞳Ｓに向かって集光するように屈折しながら第１の光学素子１から射出して射出瞳Ｓに至る。このとき、第２の表示素子４に表示された原画は、面Ｓ５と面Ｓ１の屈折力によって、拡大虚像として認識される。
【手続補正６】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００３２
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００３２】
また、このように光路合成面である面Ｓ２（Ｓ２′）の前後に屈折力を有する面Ｓ３，Ｓ５，Ｓ１を配置したことで、各面のパワー分担が可能となり、収差の発生を抑制することができる。
【手続補正７】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００３５
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００３５】
視軸ＣＬ（Ｚ軸）に一致する光線を中心画角主光線とし、該中心画角主光線のうちハーフミラー面Ｓ２で折り曲げられる前の部分と後の部分を含む断面をｙｚ断面とする。この場合に、面Ｓ２の回転偏心が、Ｘ軸回りでの回転のみで表される。すなわち、偏心面Ｓ２のローカルな座標系でのｙｚ断面と、観察光学系全体のグローバルな座標系でのＹＺ断面

とが同一断面で表される。この断面を、偏心面Ｓ２の偏心チルト断面とする。

【手続補正８】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００３６
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００３６】
本実施例では、偏心面Ｓ２の偏心チルト断面上で、上記第１及び第２の画像ＩＡ′，ＩＢ′が合成されて表示される。すなわち、観察光学系は、偏心チルト断面上で「互いに異なる視野に対応する複数（第１及び第２）の原画」からの光束を合成して１つの視野に対応する１つの合成画像を形成する。
【手続補正９】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００３９
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００３９】
図２には、図１に示した観察光学系と同様の構成によって、互いに一部が重複する第１及び第２の原画ＩＡ，ＩＢに基づく合成画像を表示する場合を示す。図１では、第１及び第２の原画ＩＡ，ＩＢを互いに重複させずに合成画像を表示する場合を示したが、図２のように、第１及び第２の原画ＩＡ，ＩＢの一部を重複させてもよい。前述した「互いに異なる視野に対応する複数（第１及び第２）の原画」とは、このように互いに一部が重複する複数の原画を含む意味である。
【手続補正１０】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００４１
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００４１】
これらの図において、射出瞳Ｓに対して左側（図では上側：以下、この側を上側という）の光束は第１の表示素子３からの光束であり、射出瞳Ｓに対して右側（図では下側：以下この側を下側という）の光束は第２の表示素子４からの光束である。
【手続補正１１】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００４６
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００４６】
なお、図１７には、面Ｓ３と第１の表示素子３との間に絞りＳｔ１を配置し、面Ｓ５と第２の表示素子４との間に絞りＳｔ２を配置した観察光学系を示している。これら絞り（光束制限部材）Ｓｔ１，Ｓｔ２によって両表示素子３，４からの光束が射出瞳Ｓ上で欠けや重複を生じずに画角に応じて上記瞳形成領域の比率が変わるようにすることで、相補的に射出瞳Ｓを形成するようにしてもよい。
【手続補正１２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００４７
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００４７】

このように相補的に瞳を形成することによって、観察者が眼を動かした場合に瞳孔に入る光量変化がほとんどなく、観察者がほぼ一定の明るさの合成画像を観察することができるようになる。
【手続補正１３】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００５６
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００５６】
第１の表示素子３からのＳ偏光光は、第１の光学素子１に面Ｓ３から入射し、偏光分離面Ｓ２で反射された後、面Ｓ１を透過して第１の光学素子１から射出し、射出瞳Ｓに導かれる。第２の表示素子４からＳ偏光光として射出された後、λ／２板５でＰ偏光光に変換された光は、第２の光学素子２に面Ｓ５から入射し、面Ｓ４で反射されて偏光分離面Ｓ２を透過し、第１の光学素子１内に入射する。第１の光学素子１内に導かれたＰ偏光光は、面Ｓ１から第１の光学素子１を射出して射出瞳Ｓに至る。
【手続補正１４】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００５７
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００５７】
このとき、実施例１と同様に、射出瞳位置に配置された眼Ｅには、面Ｓ３と面Ｓ１の屈折力によって第１の表示素子３上に表示された原画の拡大虚像が認識される。また、眼Ｅには、面Ｓ５と面Ｓ１の屈折力によって第２の表示素子４に表示された原画の拡大虚像が認識される。
【手続補正１５】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００７０
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００７０】
第１及び第２の光学素子１，２は、それぞれの光学面が平面で構成されている。第１の光学素子１における単一の光学面としての光路合成面（逆光線追跡での光路分岐面）Ａ（Ｓ４）は、逆光線追跡における各画角の主光線に対して臨界角にわずかに満たない角度で配置されている。第１の光学素子１の面Ｓ４と第２の光学素子２の面Ｓ６とは、微小な距離をおいて平行に対向配置されている。
【手続補正１６】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００７１
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００７１】
以下、逆光線追跡の光路を説明する。図８Ｂに示すように、入射瞳の上側領域（実際には、水平方向左側の領域）からの各画角の主光線は、第１の光学素子１に面Ｓ３から平行に入射して面Ｓ４に導かれ、面Ｓ４を透過して、面Ｓ６から第２の光学素子２に入射する。そして、面Ｓ７を通って第２の光学素子２から射出して第２の表示素子４に到達する。瞳中心以外の入射瞳内位置から各像高位置に結像する光線は、レンズ６の結像作用によって集光されて面Ｓ４に向かう。したがって、図８Ｂに示すように、入射瞳の上側領域からの光線は、主光線よりも小さい入射角で面Ｓ４に入射して全てここを透過する。
【手続補正１７】

【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００７３
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００７３】
これを本来の順方向の光線追跡で言えば、射出瞳Ｓの上側領域には、第２の表示素子４からの光束のみが到達し、射出瞳Ｓの下側領域には第１の表示素子３からの光束のみが到達することになる。
【手続補正１８】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００７５
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００７５】
逆光線追跡において面Ｓ４の臨界角にわずかに満たない光線は、面Ｓ４から面Ｓ６に入射するまでに位置ずれが生じる。ここで、レンズ６の焦点距離を２０ｍｍ、面Ｓ４と面Ｓ６との空気間隔を０．１ｍｍ、第１の光学素子１の屈折率を２と仮定する。そして、面Ｓ４の法線に対して８０°以内の角度で射出する光線のみを第２の表示素子４に導くことを考える。この光線は、面Ｓ４から面Ｓ６に至るまでにこれらの面と平行な方向に１ｍｍ程度ずれる光線に相当する。
【手続補正１９】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１００
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０１００】
したがって、逆光線追跡において、入射瞳から面Ｓ１を透過して面Ｓ２で反射され再度面Ｓ１に入射する上側画角の光束の一部が内部全反射しないように、面Ｓ２のパワーを強くして広画角に適した形にする。光束の一部が内部全反射しない上側の画角の光が存在する領域において、面Ｓ１で第１の光学素子１と第２の光学素子２とを接合し、上側の画角の光が面Ｓ１を透過して第２の表示素子４に導かれるようにする。
【手続補正２０】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１０１
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０１０１】
また、面Ｓ１のうち第２の光学素子２が接合されていない部分では、逆光線追跡において入射瞳から面Ｓ１を透過して面Ｓ２で反射された光束が面Ｓ１で内部全反射され、第１の表示素子３に導かれるようにする。このように構成することで、薄型・小型の光学系で広画角表示を可能とするとともに、光量損失の少ない明るい光学系とすることができる。
【手続補正２１】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１０２
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０１０２】
逆光線追跡において、入射瞳からの光束の全てが面Ｓ１で全反射する画角においては、該全ての光束が第１の表示素子３に到達する。逆光線追跡において、入射瞳からの光束の全てが面Ｓ１で接合された第２の光学素子２に導かれる画角においては、該全ての光束が

第２の表示素子４に到達する。
逆光線追跡において、入射瞳からの光束の一部が面Ｓ１で全反射し、他の一部が第２の光学素子２に導かれる画角においては、一部の光束が第１の表示素子３に、残りの光束が第２の表示素子４に到達する。逆光線追跡で、一部の光束が第１の表示素子３に、残りの光束が第２の表示素子４に導かれる画角においては、第１の表示素子３と第２の表示素子４とで重複した画像を表示し、それ以外は異なる画像が表示されるようにする。このように表示することで、射出瞳の設定領域をほぼ満たすように相補的に射出瞳Ｓが形成される。
【手続補正２２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１０３
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０１０３】
以下、表示素子から射出瞳Ｓに到達する順方向光線追跡で、光路と作用を説明する。
【手続補正２３】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１０４
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０１０４】
第１の表示素子３を出た光は、面Ｓ３より第１の光学素子１に入射し、面Ｓ１に臨界角以上の角度で入射して内部全反射し、面Ｓ２で反射し、面Ｓ１に臨界角未満の角度で入射して第１の光学素子１を射出し、射出瞳Ｓに至る到達する。第１の光学素子１の各面におけるパワーにより、観察者は第１の表示素子３に表示された原画の拡大虚像を認識する。
第２の表示素子４を出た光は、面Ｓ５より第２の光学素子２に入射し、面Ｓ４で反射され、接合面Ｓ１から第１の光学素子１に入射する。第１の光学素子１に入射した光は、面Ｓ２で反射され、面Ｓ１に臨界角未満の角度で入射して第１の光学素子１から射出し、射出瞳Ｓに到達する。この光路で受ける面Ｓ５，Ｓ４，Ｓ２，Ｓ１の各面のパワーにより、観察者は第２の表示素子４に表示された原画の拡大虚像を認識する。
以上の作用により、射出瞳Ｓの位置に眼をおいた観察者は、第１及び第２の表示素子３，４の少なくとも一方からの光によって、第１及び第２の表示素子３，４に表示された異なる画像の拡大された合成画像を見ることが出来る。
【手続補正２４】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１１０
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０１１０】
一方、第２の表示素子４に表示された原画からの光束は、レンズ８及び第２の光学素子２を介して光束合成面Ｓ２を透過して第１の光学素子１に入射する。第２の光学素子２の面Ｓ５は、第１の光学素子１の光束合成面Ｓ２に対してわずかな空気層を挟んで配置されている。第１の光学素子１に入射した光束は、第１の光学素子１から面Ｓ３を通って射出する。
【手続補正２５】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１１１
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０１１１】

第１の光学素子１から射出した光束は、中間像ＩＭを形成した後に凹面鏡９に導かれる。凹面鏡９で反射された光束は射出瞳Ｓに導かれる。凹面鏡９の正のパワーにより中間像ＩＭの拡大虚像が観察者に提示される。これにより、観察者に、両表示素子３，４に表示された原画に対応する拡大合成画像を観察させることができる。

【手続補正２６】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１１６
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０１１６】

第１の表示素子１３からの光束は、第１の光学素子１１の光路合成面Ａで反射され、レンズ６を介して射出瞳Ｓに導かれる。第２の表示素子１４からの光は、第２の光学素子１２の光路合成面Ｂで反射された後、第１の光学素子１１を透過し、レンズ６を介して射出瞳Ｓに導かれる。第３の表示素子１５からの光束は、第２の光学素子１２と第１の光学素子１１を透過して、レンズ６を介して射出瞳Ｓに導かれる。本実施例では、画像合成の説明を簡略化するために、射出瞳Ｓの中心に到達する主光線のみを図示している。

【手続補正２７】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１２０
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０１２０】

また、本実施例では、２つの光路合成面Ａ，Ｂを用いて３つの表示素子１３～１５に表示される原画に対応する３つの画像を１つに合成する。これにより、１つの表示素子（原画）のサイズに対してより広い画角を実現できる。このように、２つ以上の光路合成面を用いて広画角化を図ることは、先に説明した実施例１～８の光学系に適用してもよい。