(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5031452号
(P5031452)
(45)発行日　平成24年9月19日(2012.9.19)　(24)登録日　平成24年7月6日(2012.7.6)

(51)Int.Cl.　F I
G02B 27/02 (2006.01)　G02B 27/02 Z

請求項の数 6　(全 39 頁)

(21)出願番号　特願2007-163070(P2007-163070)
(22)出願日　平成19年6月20日(2007.6.20)
(65)公開番号　特開2009-3128(P2009-3128A)
(43)公開日　平成21年1月8日(2009.1.8)
審査請求日　平成22年6月21日(2010.6.21)

(73)特許権者　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100110412
弁理士　藤元　亮輔
(74)代理人　100104628
弁理士　水本　敦也
(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
(72)発明者　山崎　章市
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】画像観察装置及び画像観察システム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
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、
該第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し、
前記光学系は、前記第１の画像形成素子からの光束を反射し、前記第２の画像形成素子からの光束を透過する継ぎ目のない連続した一つの光学面を有し、
前記第１及び第２の画像形成素子はそれぞれ、前記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の原画を形成し、
前記光学面は、反射膜が形成された領域と、前記反射膜が形成されていない領域とを有し、前記反射膜が形成された領域は前記第１の画像形成素子からの光束を反射し、前記反射膜が形成されていない領域は前記第２の画像形成素子からの光束を透過することを特徴とする画像観察装置。
【請求項２】
前記光学面における前記第１の画像形成素子からの光束の光路と前記第２の画像形成素子からの光束の光路とが互いに隣接又は一部で重複していることを特徴とする請求項１に記載の画像観察装置。
【請求項３】
前記光学面は、前記反射膜が形成された領域と前記反射膜が形成されていない領域との間に、半透過反射膜が形成された領域を有することを特徴とする請求項１または２に記載

の画像観察装置。
【請求項４】
前記光学系は、
前記光学面を有し、前記第１の画像形成素子からの光束を前記光学面で反射させる第１の光学素子と、
前記第２の画像形成素子からの光束を反射して前記光学面に向かわせる第２の光学素子とを有することを特徴とする請求項１から３のいずれか１つに記載の画像観察装置。
【請求項５】
前記光学系は、
前記光学面を有し、前記第１の画像形成素子からの光束を前記光学面で反射させる第１の光学素子と、
前記第２の画像形成素子からの光束であって前記光学面に向かう光束を透過する第２の光学素子とを有することを特徴とする請求項１から３のいずれか１つに記載の画像観察装置。
【請求項６】
請求項１から５のいずれか１つに記載の画像観察装置と、
前記第１及び第２の画像形成素子に前記原画を形成させる駆動装置とを有することを特徴とする画像観察システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、複数の画像形成素子からの光束を観察者の眼に導いて画像を観察させる、ヘッドマウントディスプレイ（ＨＭＤ）等の画像観察装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
ＨＭＤ等に用いられる観察光学系としては、小型であることが望まれている。また、臨場感を増すために、広画角の画像提示が可能であることが望まれている。
【０００３】
観察光学系を広画角な画像の提示が可能なものとするためには、表示素子が大きい方が好ましい。ただし、表示画角のスペックに対して適切な表示エリアサイズを有する表示素子を常に作製又は入手することは困難である。
【０００４】
所望の表示画角に対して小さい表示エリアサイズを有する表示素子を用いて、所望の広い表示画角を達成する技術として、互いに異なる視野に対応する複数の原画を１つの画像に合成して観察させる観察光学系が、特許文献１～３にて開示されている。
【０００５】
特許文献１にて開示された光学系では、観察光学系中にＶ字型のミラーを設け、１枚の表示素子に表示された原画からの光をＶ字の一方の反射面で反射して瞳に向かわせ、もう１枚の表示素子に表示された原画からの光をＶ字の他方の反射面で瞳に向かわせている。
【０００６】
特許文献２にて開示された光学系では、２つの原画から合成された１つの画像の視野中心を含む断面に対して対称な形状のプリズムを配置している。一方の表示素子に表示された原画からの光は、該表示素子に対向配置された入射面からプリズムに導かれ、透過全反射面で反射され、反射面で反射され、上記透過全反射面を透過して瞳に向かう。他方の表示素子に表示された原画からの光も同様に、該他方の表示素子に対向配置された入射面からプリズムに導かれ、透過全反射面で反射され、反射面で反射され、上記透過全反射面を透過して瞳に向かう。１つの原画からの光ともう１つの原画からの光が同じ瞳に向かうように合成させる２つの反射面は、互いに近接配置されている。
【０００７】
特許文献３にて開示された光学系でも、２つの原画から合成された１つの画像の視野中

心を含む断面に対して対称な形状のプリズムを配置している。該光学系では、それぞれの表示素子に対向配置された入射面が、他方の表示素子からの光を反射して瞳に向かわせる２つの反射面としても用いられている。

【０００８】

以上述べた３つの特許文献にて開示された光学系では、近接配置された２つの反射面で２枚の表示素子からの光を合成している。すなわち、１枚の表示素子に表示された原画からの光を１つの反射面で反射して瞳に導き、もう１枚の表示素子に表示された原画からの光を上記反射面に接したもう１つの反射面で瞳に導く。

【０００９】

言い換えると、瞳からの逆光線追跡で２枚の表示素子に向かう光路を考えた場合に、それぞれの表示素子に向かう光路への分岐を近接配置された２つの反射面で行っている。

【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

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１１】

しかしながら、上記特許文献１～３にて開示された光学系では、瞳からの逆光線追跡において表示素子に向かう光路を分岐させる２枚の反射面の間には継ぎ目が存在する。この継ぎ目部分では光散乱が発生し、フレア等を引き起こすおそれがある。

【００１２】

本発明は、複数の原画を１つの画像に合成して観察させる観察光学系において、不要な光散乱やフレア等の発生を抑制できるようにした画像観察装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【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継ぎ目のない連続した一つの光学面を有する。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。上記光学面は、反射膜が形成された領域と、反射膜が形成されていない領域とを有し、反射膜が形成された領域は第１の画像形成素子からの光束を反射し、反射膜が形成されていない領域は第２の画像形成素子からの光束を透過する。

【００１４】

なお、上記画像観察装置と、第１及び第２の画像形成素子に原画を形成させる駆動装置とを有する画像観察システムも本発明の他の側面を構成する。

【発明の効果】

【００１５】

本発明によれば、互いに異なる視野に対応する原画を形成した第１及び第２の画像形成素子からの光束をそれぞれ、継ぎ目のない同一面（単一の光学面）での反射と透過を介して射出瞳位置に導く。このため、不要な光散乱やフレア等の発生が少なく、広い表示画角を有した画像観察装置を小型に実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１６】

以下、本発明の好ましい実施例について図面を参照しながら説明する。

【実施例１】

【００１７】

図１は、本発明の実施例１である画像観察装置としてのＨＭＤに用いられる表示ユニットの水平断面での構成を示す。

【００１８】

図１８に模式的に示すように、本実施例のＨＭＤ１００は、観察者の頭部Ｈに装着されて、観察者の両眼のそれぞれに画像光を導くものである。ただし、図１には、一方の眼に画像光を導くための表示ユニット（１～４）を示している。つまり、図１に示す表示ユニットを、図１８に示すように左右の眼のそれぞれに対して設けることで、両眼観察用のＨＭＤが実現される。このことは、後述する他の実施例でも同じである。勿論、一方の眼に画像光を導くための表示ユニットのみを観察者の頭部に装着させる単眼観察用のＨＭＤとしてもよい。

【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。

【００２０】

３は第１の表示素子、４は第２の表示素子である。これら第１及び第２の表示素子３，４は、液晶パネルや有機ＥＬパネル等により構成される画像形成素子である。第１及び第２の光学素子１，２と第１及び第２の表示素子３，４により片眼用の表示ユニットが構成される。

【００２１】

図１に示すように、第１及び第２の表示素子３，４には、駆動ユニット（駆動装置）１０が接続されている。駆動ユニット１０には、パーソナルコンピュータ、ＤＶＤプレーヤ、テレビチューナ等の画像供給装置２０が接続されている。駆動ユニット１０は、画像供給装置２０から入力される画像信号に基づいて、該画像信号に対応する原画が各表示素子に表示（形成）されるように各表示素子を駆動する。本実施例のＨＭＤと駆動ユニット１０により画像観察システムが構成される。

【００２２】

第１の表示素子３には、画像供給装置２０からの画像信号により構成される１画面（単一画像）のうち左半分に相当する第１の原画ＩＡが表示される。また、第２の表示素子４には、上記１画面（単一画像）のうち右半分に相当する第２の原画ＩＢが表示される。

【００２３】

そして、第１及び第２の光学素子１，２は、第１及び第２の表示素子３，４のそれぞれからの光束（画像光）を、観察光学系の射出瞳Ｓが形成される位置又は領域（以下、射出瞳位置という）に導く。射出瞳位置には、観察者の一方の眼Ｅが配置される。これにより、第１の原画ＩＡに対応する拡大虚像としての第１の画像ＩＡ′と第２の原画ＩＢに対応する拡大虚像としての第２の画像ＩＢ′とが合成された単一の拡大虚像としての合成画像ＩＣが観察者によって観察される。

【００２４】

なお、射出瞳位置は、観察者が一方の眼Ｅを置いて全視野の画像観察を可能とする観察位置（観察領域）ということもできる。

【００２５】

第１の光学素子１において、Ｓ２は単一の光学面としての光路合成面Ａであり、偏心面として構成されている。また、光路合成面Ｓ２は、ハーフミラー面（半透過反射面）として構成されている。単一の光学面とは、継ぎ目のない連続した１つの光学面を意味する。

【００２６】

光路合成面Ｓ２は、第１の表示素子３からの光束を反射して射出瞳Ｓに向かわせ、第２

の表示素子４からの光束であって射出瞳Ｓに向かう光束を透過させる。

【００２７】

ここで、射出瞳Ｓを該観察光学系の入射瞳とし、該入射瞳から第１及び第２の表示素子３，４のそれぞれに向かう光線を追跡（逆光線追跡）した場合の光路で考える。この場合、光路合成面Ｓ２は、入射瞳の有効光束の一部を第１の表示素子３に向かわせ、残りを第２の表示素子４に向かわせる分岐面になる。

【００２８】

第１の光学素子１の面Ｓ２と第２の光学素子２の面Ｓ２′は曲率が互いに同一であり、第１及び第２の光学素子１，２はこれらの面Ｓ２，Ｓ２′を同一面とみなせる程度に近接させて接着剤を用いて接合されている。接着剤は、第１及び第２の光学素子１，２を構成する材料の屈折率と同一又は近い屈折率を持つ。ここでは、Ｓ２，Ｓ２′を分けて説明するが、以降の説明ではこれを一つの接合面として説明する。

【００２９】

なお、本実施例において、同一とは、完全な同一だけでなく、光学的に同一とみなせる場合も含む意味である。

【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。

【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。

【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。

【００３３】

以下の説明において、第１の表示素子３から第１の光学系部分である面Ｓ３を通り、面Ｓ２に至るまでの光束の光路を第１の光路という。また、第２の表示素子４から第２の光学系部分である面Ｓ５，Ｓ４を通り、面Ｓ２に至る光束の光路を第２の光路とする。これら第１及び第２の光路は、面Ｓ２での反射と透過によって１つの第３の光路に統合され、第１及び第２の光路からの光束に共通な第３の光学系部分である面Ｓ１を通って射出瞳Ｓに導かれる。

【００３４】

射出瞳Ｓから合成画像ＩＣを観察する視野の中心に向かう軸を視軸ＣＬとするとき、視軸ＣＬをＺ軸とする図のようなＹＺ断面を定義する。図の紙面に垂直な軸をＸ軸とする。Ｘ，Ｙ，Ｚ軸は、射出瞳Ｓの中心にて互いに直交する。本実施例では、Ｙ軸方向が水平方向（合成画像の長辺方向）に相当し、Ｘ軸方向が垂直方向（合成画像の短辺方向）に相当する。

【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。

【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。
【００３７】
図１で説明すると、ＹＺ断面で＋Ｙ方向の視野と－Ｙ方向の視野とが、２つの表示素子３，４に表示された第１及び第２の原画ＩＡ，ＩＢに基づく第１及び第２の画像ＩＡ′，ＩＢ′の合成画像ＩＣを観察可能な合成視野を形成している。合成画像ＩＣは、ハーフミラー面Ｓ２における反射と透過の境界領域において第１及び第２の画像ＩＡ′，ＩＢ′が繋ぎ合わされるように合成されて表示される。
【００３８】
このように、本実施例では、ＹＺ断面上でＹ方向にずれた２つの視野を形成し、両視野の合成視野により第１及び第２の画像ＩＡ′，ＩＢ′の合成画像ＩＣを観察できるようにしている。これにより、第１及び第２の表示素子３，４を小型化し、かつ第１及び第２の光学素子１，２の各光学面の有効サイズを削減しながらも、広画角表示が可能な観察光学系を実現できる。つまり、広画角表示が可能な小型のＨＭＤを実現することができる。
【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。
【００４０】
図３Ａ～図３Ｃには、原画が重複する場合における射出瞳Ｓの分割例を示す。図３Ａは、中心画角から少しずれた画角を構成する光束を示す。図３Ｂは、中心画角を構成する光束を示す。さらに、図３Ｃは、中心画角から、図３Ａとは逆方向に少しずれた画角を構成する光束を示す。
【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。
【００４２】
図３Ａに示す画角では、射出瞳Ｓ内においてその中心（以下、瞳中心という）よりも下側の領域まで第１の表示素子３からの光束が到達し、該第１の表示素子３からの光束が到達しない領域には第２の表示素子４からの光束が到達する。
【００４３】
図３Ｂに示した合成画像の画角中心付近では、第１の表示素子３からの光束は瞳中心とそれよりも上側の領域に到達する。また、第２の表示素子４からの光束は、瞳中心とそれよりも下側の領域に到達する。
【００４４】
図３Ｃに示す画角では、瞳中心よりも上側まで第２の表示素子４からの光束が到達し、該第２の表示素子４からの光束が到達しない領域には、第１の表示素子３からの光束が到達する。
【００４５】

この観察光学系では、第１及び第２の表示素子３，４により表示される原画ＩＡ，ＩＢは重複するが、両原画からの光束が射出瞳Ｓ上で欠けたり重複したりしないように、画角に応じて両光束の瞳形成領域の比率を変えて相補的に射出瞳Ｓを形成する。つまり、このような射出瞳Ｓの形成が可能となるように、面Ｓ３と面Ｓ５のそれぞれの有効領域を設定する。

【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。

【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。

【００４８】

以上の説明では、水平方向において合成された合成画像を表示する場合について説明したが、図４に示すように、垂直方向において合成された合成画像を表示するようにしてもよい。

【００４９】

図４は、観察光学系の垂直断面を示し、Ｙ軸方向が垂直方向に対応する。第１及び第２の表示素子３，４は、観察光学系（第１及び第２の光学素子１，２）に対して垂直方向に配置されている。この構成では、垂直方向にて互いに異なる視野に対応する第１及び第２の原画ＩＡ，ＩＢ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ＩＣを提示している。この構成では、面Ｓ２において、上記第１及び第２の光路が隣接しているが、一部を重複させてもよい。

【００５０】

このように、本発明の実施例としては、視野の分割方向（画像の合成方向）は、水平方向でも垂直方向でもかまわない。

【００５１】

本実施例によれば、光路合成面Ａ（Ｓ２）である偏心面の全面をハーフミラー面としたので、光路合成、つまりは画像合成における繋ぎ目がなく、不要光な散乱光やフレア等の発生を抑制できる。

【実施例２】

【００５２】

図５には、本発明の実施例２であるＨＭＤに用いられる表示ユニットの水平断面での構成を示す。

【００５３】

本実施例において、実施例１と同一又は同一の機能を有する構成要素には、実施例１と同符号を付す。これについては、後述する他の実施例でも同じである。

【００５４】

本実施例では、第１の光学素子１の単一の光学面としての光路合成面Ａ（Ｓ２）を、偏光分離面（偏光機能面）としている。この偏光分離面Ｓ２は、第１の偏光方向を有する光束（本実施例ではＳ偏光光）を反射し、該第１の偏光方向とは異なる第２の偏光方向を有する光束（Ｐ偏光光）を透過する機能を有する。偏光分離面Ｓ２は、例えば、第１の光学素子１の外面に多層膜を蒸着することで構成される。なお、本実施例では、面Ｓ２において前述した第１の光路と第２の光路とが互いに隣接している。

【００５５】

また、本実施例では、第２の表示素子４と第２の光学素子２の面Ｓ５との間に、λ／２板（位相板）５を配置している。これにより、第１及び第２の表示素子３，４の双方から

Ｓ偏光光が射出される場合に、第２の表示素子４からのＳ偏光光はλ／２板５によってＰ偏光光に変換される。

【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。

【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。

【００５８】

本実施例は、液晶パネル等の偏光を用いる表示素子を使用する場合に、光の利用効率を高めて明るい画像を提示できる。

【００５９】

なお、第１及び第２の表示素子３，４が互いに直交した偏光光を射出するようにしてもよい。この場合、λ／２板５は不要である。

【実施例３】

【００６０】

図６Ａには、本発明の実施例３であるＨＭＤに用いられる表示ユニットの水平断面での構成を示す。

【００６１】

本実施例では、光路合成面Ｓ２の一部に反射膜を形成し、この反射膜形成領域で第１の表示素子３からの光束を反射して射出瞳Ｓに導く。また、光路合成面Ｓ２の一部に反射膜が形成されない領域（反射膜非形成領域）を設け、ここを第２の表示素子４からの光束を透過させて射出瞳Ｓに導く。第１及び第２の表示素子３，４からの光束が辿る光路は、実施例１，２と同様である。本実施例では、面Ｓ２において前述した第１の光路と第２の光路とが互いに隣接している。

【００６２】

本実施例でも、実施例１で説明したように、第１及び第２の表示素子３，４に一部が重複する原画を表示させ、光路合成面Ｓ２で反射された第１の表示素子３からの光束と光路合成面Ａ（Ｓ２）を透過した第２の表示素子４からの光束とで、相補的に射出瞳Ｓを形成してもよい。

【００６３】

この際、反射膜形成領域と反射膜非形成領域とは、同一面上に形成されることが好ましい。すなわち、面Ｓ２が曲面や回折光学面等である場合のように光学的パワーを有している場合、両領域の境界付近ではなだらかにパワーが変化することが好ましい。例えば、両領域が互いに異なるパワーを有した不連続面上に形成されていると、上述した相補的な射出瞳の形成が困難となり、表示素子からの光束が到達しない領域が生ずる等の問題が生じやすくなる。

【００６４】

また、図６Ｂに示すように、反射膜形成領域と反射膜非形成領域との間に半透過反射領域を設け、反射膜形成領域と反射膜非形成領域との間で徐々に反射率が変化する構成としてもよい。これにより、従来構成に比べて少ないものの、反射膜形成領域と反射膜非形成領域との境界でわずかに生じる可能性がある光の散乱をさらに効果的に抑制することができる。

【００６５】

本実施例によれば、実施例２に比べてより安価な観察光学系を構成することができ、しかも実施例１に比べてより明るい画像を提示できる。

【実施例４】

【００６６】

次に、本発明の実施例４であるＨＭＤ（表示ユニット）の構成について説明する。本実施例は、後述する光路合成面において一方の表示素子からの光を内部全反射させ、他方の表示素子からの光を透過させる。このことは、後述する実施例５でも同じである。

【００６７】

まず、本実施例（及び実施例５）の基本的原理を説明するために、同じ原画を用いて射出瞳を分割形成する例を図７及び図８Ａ～８Ｅに示す。

【００６８】

図７には、本実施例のＨＭＤの構成を示す。また、図８Ａ～８Ｅには、本実施例における各表示素子からの光路を分けて示している。

【００６９】

６は第１の光学素子１の射出面Ｓ３と射出瞳Ｓとの間に配置されたレンズであり、射出瞳Ｓからの逆光線追跡において、像面となる表示素子側にテレセントリックな光学系を構成するために設けられている。逆光線追跡における光学系の入射瞳（射出瞳Ｓ）の中心を通り、第１及び第２の表示素子３，４の異なる像高位置に結像する各画角の主光線が、レンズ６の面Ｓ２から平行（光学的に平行とみなせる場合を含む）に射出する。

【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。

【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。

【００７２】

一方、図８Ａに示すように、入射瞳の下側領域（実際には、水平方向右側の領域）からの光線は、主光線よりも大きい入射角で面Ｓ４に入射し、臨界角を超えることで該面Ｓ４で内部全反射して第１の光学素子１の面Ｓ５を通って第１の表示素子３に到達する。

【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。

【００７４】

このため、射出瞳位置に眼Ｅを置いた観察者は、常に第１及び第２の原画の拡大像を見ることができる。すなわち、図８Ｃに示すように眼Ｅの瞳Ｅａが観察光学系の射出瞳Ｓの中心付近に位置する場合だけでなく、図８Ｄ及び図８Ｅに示すように瞳Ｅａが射出瞳Ｓの上側及び下側領域に位置する場合も、両表示素子３，４からの光束によって画像を観察することができる。

【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Ｓ

６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。

【００７６】

この場合、入射瞳からの逆追跡光線であって第１及び第２の表示素子３，４の両方に到達しない光線（非到達光線）が存在する領域は、入射瞳上で０．５ｍｍより小さい幅の領域となる。この領域がこの程度に微小な場合には、観察者に対して光量変化が気にならないため、ほとんど問題とならない。

【００７７】

このため、面Ｓ４と面Ｓ６との空気間隔は狭いほうが望ましく、また各光学素子を形成する媒質の屈折率は高い方がよい。実際には、数十ｃｄ／ｍ^{2}レベルの画像を観察する場合の観察者の瞳径は３～４ｍｍ程度と言われるので、前述した非到達光線の存在領域が瞳上で１ｍｍ程度ならば問題ない。このため、面Ｓ４と面Ｓ６との空気間隔を０．２ｍｍ以下に設定し、各光学素子を形成する媒質の屈折率を１．５以上にすることが好ましい。

【００７８】

また、例えば第２の表示素子４に対して、そこからの出射角度を制限する機能（例えば、光束の広がりを制限する遮光部材や、出射角度が制限された光源を用いる等）を設けることが好ましい。

【００７９】

このように、一部光線を利用しないように光学系を構成した場合でも、第２の表示素子４からの光線のみが到達する射出瞳Ｓの上側領域と、第１の表示素子３からの光線のみが到達する射出瞳Ｓの下側領域との間にわずかな幅の光非到達領域が生じるだけである。したがって、特に問題なく画像観察を行うことができる。

【００８０】

一方の表示素子からの光束を内部全反射させる本実施例によれば、実施例１～３のように反射膜を形成する必要がなく、観察光学系を安価に構成することができる。また、反射膜での光吸収がないので、表示素子からの光量が同じでもより明るい画像を提示できる。

【実施例５】

【００８１】

図９には、本発明の実施例５であるＨＭＤに用いられる表示ユニットの構成を示している。本実施例では、実施例１における図２でも説明したように、第１及び第２の原画の一部が重複する。

【００８２】

図１０Ａ～図１０Ｃには、本実施例において原画における重複領域の像高からの光束が射出瞳を相補的に形成する様子を示している。本実施例は、実施例４にて説明した原理を用いて、第１及び第２の表示素子３，４にＹＺ断面方向で異なる画角の画像を表示させて観察光学系を薄型化した実施例である。

【００８３】

本実施例は、実施例４のように１つの光路合成面において内部全反射と透過とを使い分けることで、一方の表示素子からの光束と他方の表示素子からの光束とを合成する際に、光路合成面への主光線の入射角度が異なるようにしている。

【００８４】

本実施例では、第１の光学素子１の光路合成面Ａは面Ｓ２である。そして、本実施例でも、実施例４と同様に、第１の光学素子１の光路合成面Ｓ２と第２の光学素子２の対向面Ｓ４とはわずかな空気間隔を介して平行に配置されている。

【００８５】

逆光線追跡において、面Ｓ２で入射瞳（射出瞳Ｓ）からの光束が全て全反射する画角では、第１の表示素子３のみに表示された原画に対応する画像が表示される。一方、面Ｓ２

で入射瞳からの光束が全て透過する画角では、第２の表示素子４のみに表示された原画に対応する画像が表示される。さらに、面Ｓ２で入射瞳からの光束の一部が全反射し、残りが透過する画角では、第１及び第２の表示素子３，４に重複して表示された同じ原画に対応する画像が表示される。

【００８６】

このように、図に示す断面方向において互いに異なる画角に対して、２つの表示素子に表示された２つの原画を用いることで、１つの表示素子に表示された１つの原画を用いる場合に比べて、広画角表示を薄型の光学系で実現できる。

【００８７】

また、第２の光学素子２では、第２の表示素子４からの光束を面Ｓ６から第２の光学素子２に入射させ、面Ｓ４で内部全反射させ、反射面Ｓ５で反射させた後に面Ｓ４から射出させて第１の光学素子１に導く光路を形成している。このように複数の反射面を用いて光路を折り畳む構成を採ったため、光学系をさらに薄型化することができる。また、第２の表示素子４からの光路を折り畳む際に面Ｓ４を内部全反射と透過の兼用面として使ったため、光量損失の少ない光学系としている。

【００８８】

本実施例では、主光線自体の面Ｓ２への入射角度が異なるため、画角によって射出瞳Ｓに到達する光束の幅が異なる。しかし、第２の表示素子４からの光束のみが到達する領域と、第１の表示素子３からの光束のみが到達する領域とで相補的に瞳を形成し、全領域では問題なく画像を観察することができる。

【００８９】

なお、実施例４と同様に、第２の表示素子４に対してそこからの出射角度を制限する機能を設け、各光学素子の媒質の屈折率をある程度高く保ち、面Ｓ２と面Ｓ４間の空気間隔を小さくしておくとよい。これにより、両表示素子３，４からの光束が到達する射出瞳Ｓ内にわずかな幅の光非到達領域が生ずるだけで、問題なく画像を観察することができる。

【００９０】

本実施例においても、実施例４と同様に、一方の表示素子からの光束を内部全反射させるので、反射膜を形成する必要がなく、観察光学系を安価に構成することができるとともに、明るい画像を提示できる。

【実施例６】

【００９１】

図１１には、本発明の実施例６であるＨＭＤに用いられる表示ユニットの構成を示す。本実施例でも、第１及び第２の原画の一部（つまりは、後述する光路合成面Ａ（面Ｓ２）での第１及び第２の光路）が重複している。

【００９２】

図１２には、本実施例において原画における重複領域の像高からの光束が射出瞳を相補的に形成する様子を示している。

【００９３】

本実施例は、実施例５の変形例である。本実施例では、逆光線追跡において、単一の光学面である光束分岐面（光束合成面）Ｓ２には、入射瞳（射出瞳Ｓ）からの光束であって、光束分岐面Ｓ２で内部全反射する光束部分とそこを透過する光束部分とを含む光束が入射する領域が存在する。そして、第１及び第２の光学素子１，２は、該光束が入射する領域のうち光束分岐面Ｓ２を透過する光束部分が入射する範囲において接合されている。つまり、本実施例では、光路分岐面Ｓ２のうち第１及び第２の光学素子１，２の非接合領域に入射した光束は全て第１の表示素子３に到達し、第１及び第２の光学素子１，２の接合領域に入射した光束は全て第２の表示素子４に到達する。

【００９４】

図１２に示すように、逆光線追跡における入射瞳からの有効光束が面Ｓ２において内部全反射する光束と透過する光束とを含む画角では、第１及び第２の表示素子３，４に表示される原画が同じとなる重複表示領域とすることが好ましい。そして、これにより、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が形成されるようにすることが可能となる。

【００９５】

本実施例でも、実施例１～３のような反射膜を形成することなく明るい画像を提示できる。また、実施例４，５で述べたような光学素子の媒質の屈折率条件や対向面の配置条件を緩和することができる。

【００９６】

なお、両光学素子１，２の接合面である面Ｓ２のうち第２の光学素子２との非接合領域ではエッジ部の散乱による不要光は生じないが、第２の光学素子２との接合領域では接合エッジ部で不要光が発生する可能性がある。このため、該接合エッジ部に遮光を施すことで、不要光の発生を抑制できる。

【実施例７】

【００９７】

図１３には、本発明の実施例７であるＨＭＤに用いられる表示ユニットの構成を示す。本実施例の第１の光学素子１は、複数の偏心反射曲面を用いて光路を折り畳んでいる。

【００９８】

本実施例では、第１の光学素子１を構成する光学面は、単一の光学面としての光路合成面である面Ａ（Ｓ１）を含めて全て曲面である。これにより、結像及び収差補正に使用しない面を削減し、少ない面数で光学性能の高い光学系を構成できる。

【００９９】

第１の光学素子１を厚くせずに広画角表示を行うためには、射出瞳（入射瞳）Ｓからの逆光線追跡において、結像作用を主に担う凹反射面Ｓ２のパワーを強くする必要がある。しかし、この場合、透過反射兼用面である面Ｓ１の一部で、第１の表示素子３からの光束を内部全反射させることが困難になる。特に、図１３における上側の画角でこのことが生じやすい。

【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。

【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。

【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。

【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。

【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。
【０１０５】
また、本実施例では、射出瞳Ｓからの逆光線追跡において、光路分岐面Ｓ１を反射面Ｓ２の後（表示素子側）に配置している。このように配置したことにより、第１の表示素子３からの光路と第２の表示素子４からの光路との両方が第１の光学素子１内で面Ｓ１→面Ｓ２→面Ｓ１と折り畳まれ、その結果、薄型の光学系が構成されている。
【０１０６】
本実施例において、図４に示したような垂直方向の画像合成を行う際には、光路の折り畳み方向の断面（ＹＺ断面）での焦点距離に対して、それに垂直な断面（ＸＺ断面）での焦点距離が小さい（パワーが強い）ように構成することが好ましい。光学系の構成上、ＸＺ断面に比べて光路の折り畳みを行うＹＺ断面には制約が多いため、このように構成する方がより広画角化を図ることができるためである。
【０１０７】
本実施例では、第１及び第２の光学素子１，２を接合して実施例６に近い構成としている。ただし、図１４に示すように、第１及び第２の光学素子１，２を近接配置することで、実施例５と同様の作用を持たせてもよい。また、本実施例の光束合成面Ｓ１をハーフミラー面又は偏光分離面として、実施例１，２と同様の作用を持たせてもよい。但し、本実施例で述べたように内部全反射を利用すると、安価で光利用効率が高くできる。
【０１０８】
また、本実施例のように、偏心した曲面においては、非回転対称な偏心収差が発生するので、これを補正するために非回転対称な形状の面を用いて偏心収差補正を行うことが好ましい。
【実施例８】
【０１０９】
以上の実施例では、いずれも原画の中間像を形成せずに射出瞳Ｓに光束を導き、観察者に拡大虚像を提示するものであった。これらに対して、図１５に示す本発明の実施例８であるＨＭＤ（表示ユニット）は、原画の中間像を形成して射出瞳Ｓに光束を導くようにしている。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。
第１の表示素子３に表示された原画から光束は、レンズ７を介して面Ｓ１より第１の光学素子１に導かれる。第１の光学素子１における単一の光学面としての光束合成面Ｓ２で内部全反射した光束は、第１の光学素子１から面Ｓ３を通って射出し、中間像ＩＭを形成した後、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。
【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。

【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。

【０１１２】

本実施例では、凹面鏡９を接眼光学系とし、光路合成面Ｓ２（Ａ）を有する、第１及び第２の表示素子３，４からの光束により共用される第１の光学素子１を、原画とその中間像ＩＭとの間のリレー光学系中に配置した。しかし、本発明の実施例はこれに限定されるものではない。例えば、接眼光学系中に光路合成面を有する共用光学素子を配置し、複数の原画からの光束を複数のリレー光学系よって接眼光学系中の光路合成面に導くことで、合成画像を提示してもよい。

【実施例９】

【０１１３】

以上の実施例では、光束合成面での反射が第１の光学素子１の内部で行われる場合について説明した。また、表示素子（原画）を２つ用いる場合について説明した。しかし、本発明の実施例はこれに限定されない。

【０１１４】

図１６には、本発明の実施例９であるＨＭＤに用いられる表示ユニットの構成を示す。

【０１１５】

第１の光学素子１１と第２の光学素子１２はそれぞれ、薄い透光性基板の射出瞳側の面（単一の光学面）に半透過反射膜が形成されたハーフミラー板として構成されている。第１の光学素子１１は、第１～第３の表示素子１３～１５からの光束が反射又は透過によって通る共用光学素子である。また、第２の光学素子１２は、第２及び第３の表示素子１４，１５からの光束が反射又は透過によって通る共用光学素子である。光学素子１１のハーフミラー面を光路合成面Ａとし、光学素子１２のハーフミラー面を光路合成面Ｂとする。

【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。

【０１１７】

本実施例における第１及び第２の表示素子１３，１４は、第１の光学素子１１に対して本発明における第１及び第２の画像形成素子に相当する。また、本実施例における第２及び第３の表示素子１４，１５は、第２の光学素子１２に対して本発明における第１及び第２の画像形成素子に相当する。

【０１１８】

第１の表示素子１３からの光束に対して、第２及び第３の表示素子１４，１５からの光束は、ハーフミラー板（１１，１２）を通る回数が１回多い。このため、第２及び第３の表示素子１４，１５は、第１の表示素子１３における表示輝度の倍の表示輝度で原画を表示することが好ましい。

【０１１９】

ただし、上記のようなハーフミラー板に代えて、以下のような光学素子を用いてもよい。第１の光学素子１１を構成する透光性基板のうち第１の表示素子１３からの光束を反射する領域だけに反射膜を形成する。また、第２の光学素子１２を構成する透光性基板のうち第２の表示素子１４からの光束が反射する領域だけに反射膜を形成する。これらのよう

な光学素子を用いる場合には、第２及び第３の表示素子１４，１５の表示輝度は、第１の表示素子１３の表示輝度と同じでよい。

【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。

【０１２１】

以上説明した各実施例は代表的な例にすぎず、本発明の実施に際しては、各実施例に対して種々の変形や変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【０１２２】

【図１】本発明の実施例１であるＨＭＤの表示ユニットの構成を示す水平断面図。

【図２】実施例１において原画の重複表示を行う場合を説明する水平断面図。

【図３Ａ】実施例１において原画の重複表示を行う場合の射出瞳の形成状態を説明する水平断面図。

【図３Ｂ】実施例１において原画の重複表示を行う場合の射出瞳の形成状態を説明する水平断面図。

【図３Ｃ】実施例１において原画の重複表示を行う場合の射出瞳の形成状態を説明する水平断面図。

【図４】実施例１において画像の合成方向が垂直方向である場合の垂直断面図。

【図５】本発明の実施例２であるＨＭＤの表示ユニットの構成を示す水平断面図。

【図６Ａ】本発明の実施例３であるＨＭＤの表示ユニットの構成を示す水平断面図。

【図６Ｂ】実施例３の変形例を示す水平断面図。

【図７】本発明の実施例４であるＨＭＤの構成表示ユニットを示す水平断面図。

【図８Ａ】実施例４における各表示素子からの光路を示す図。

【図８Ｂ】実施例４における各表示素子からの光路を示す図。

【図８Ｃ】実施例４における各表示素子からの光路を示す図。

【図８Ｄ】実施例４における各表示素子からの光路を示す図。

【図８Ｅ】実施例４における各表示素子からの光路を示す図。

【図９】本発明の実施例５であるＨＭＤの表示ユニットの構成を示す水平断面図。

【図１０Ａ】実施例５において原画重複領域の像高からの光束による射出瞳の相補的形成の様子を示す水平断面図。

【図１０Ｂ】実施例５において原画重複領域の像高からの光束による射出瞳の相補的形成の様子を示す水平断面図。

【図１０Ｃ】実施例５において原画重複領域の像高からの光束による射出瞳の相補的形成の様子を示す水平断面図。

【図１１】本発明の実施例６であるＨＭＤの表示ユニットの構成を示す水平断面図。

【図１２】実施例６において原画重複領域の像高からの光束による射出瞳の相補的形成の様子を示す水平断面図。

【図１３】本発明の実施例７であるＨＭＤの表示ユニットの構成を示す水平断面図。

【図１４】実施例７の変形例を示す水平断面図。

【図１５】本発明の実施例８であるＨＭＤの表示ユニットの構成を示す水平断面図。

【図１６】本発明の実施例５であるＨＭＤの表示ユニットの構成を示す水平断面図。

【図１７】実施例１の変形例を示す水平断面図。

【図１８】各実施例のＨＭＤを模式的に示す図。

【符号の説明】

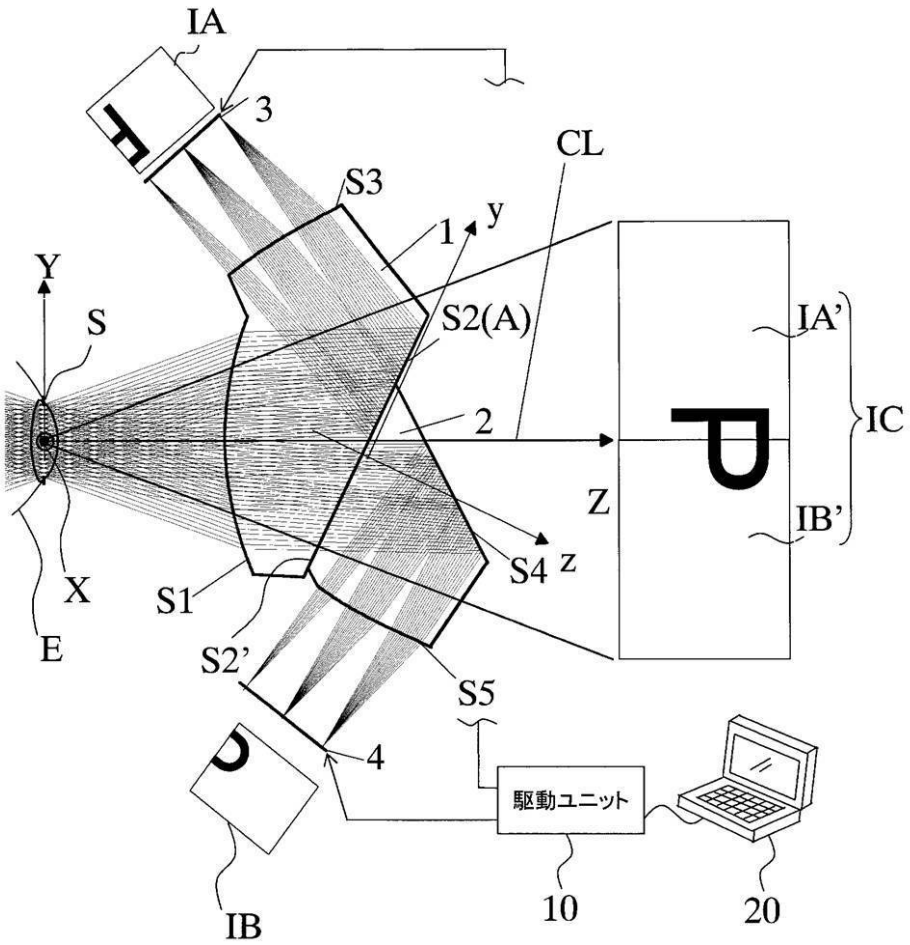
【０１２３】

１，１１　第１の光学素子

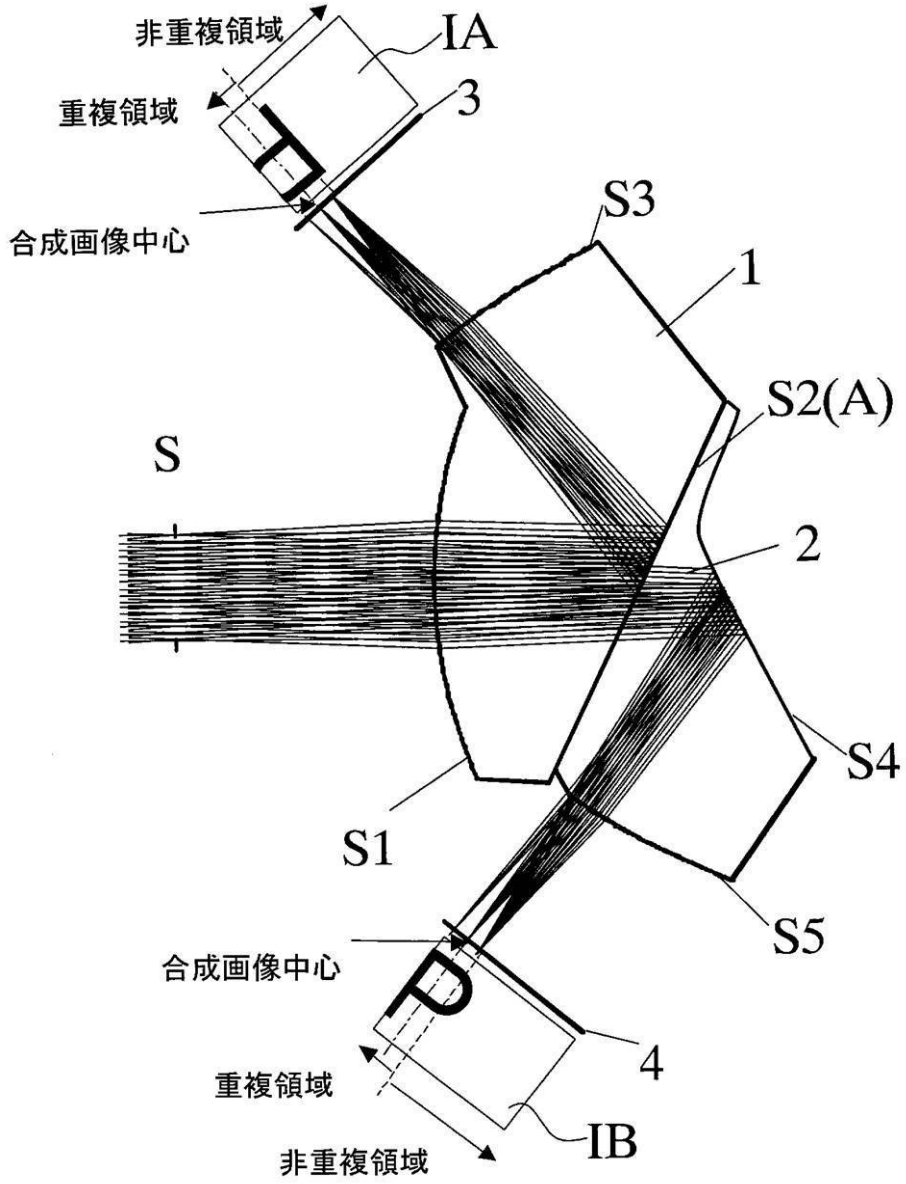
２，１２　第２の光学素子

３，１３　第１の表示素子
４，１４　第２の表示素子
１５　第３の表示素子
１００　ＨＭＤ
Ａ，Ｂ　光路合成面（ハーフミラー面、偏光分離面）
Ｅ　眼

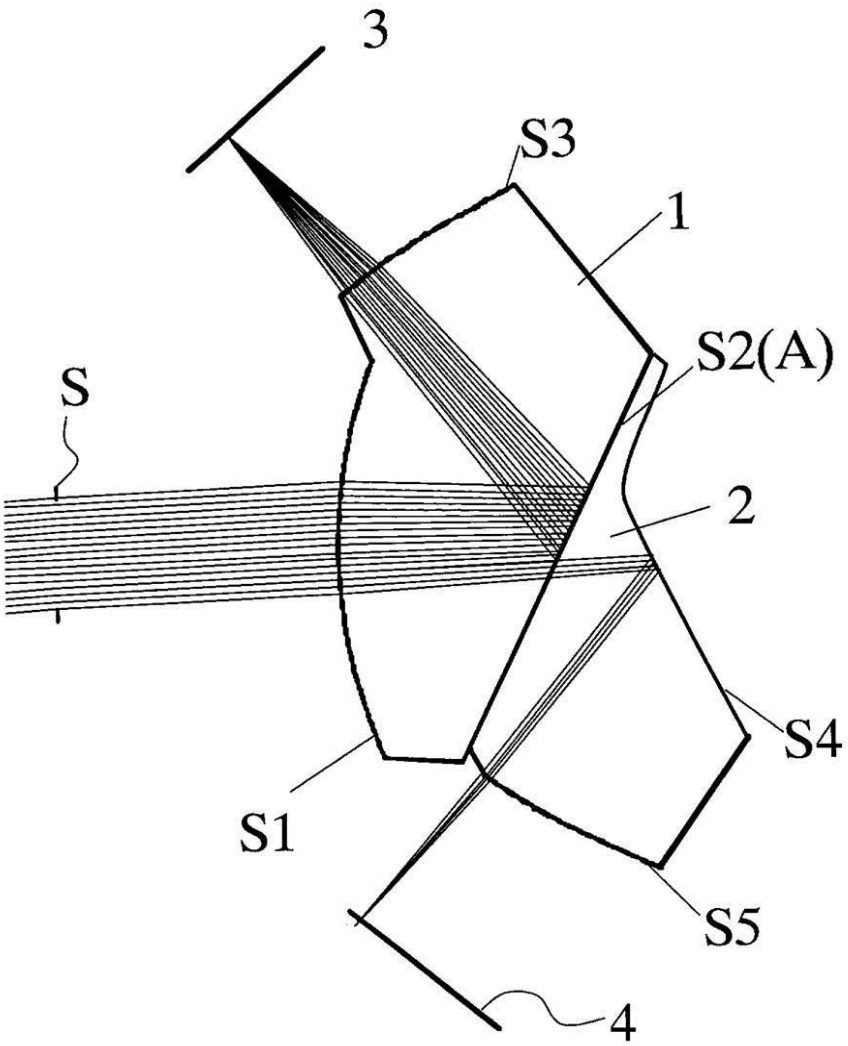
【図１】



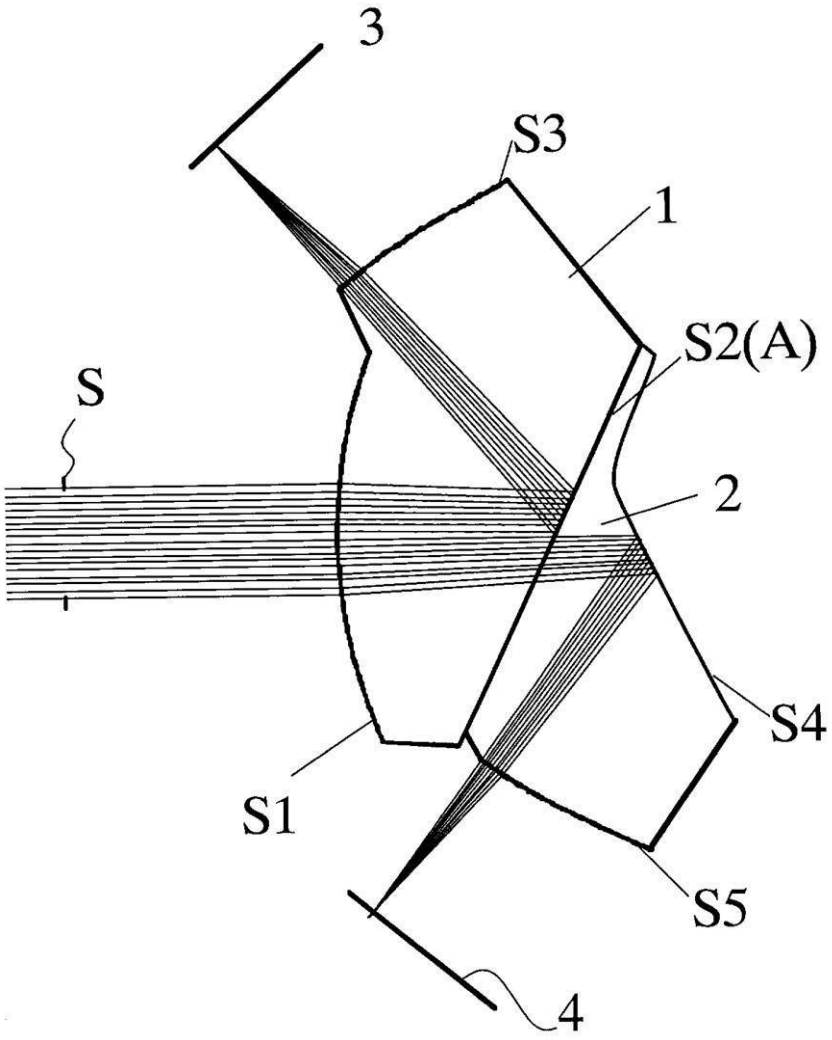
【図２】


非重複領域
IA
重複領域
3
合成画像中心
S3
1
S2(A)
S
2
S4
S1
S5
合成画像中心
4
重複領域
IB
非重複領域

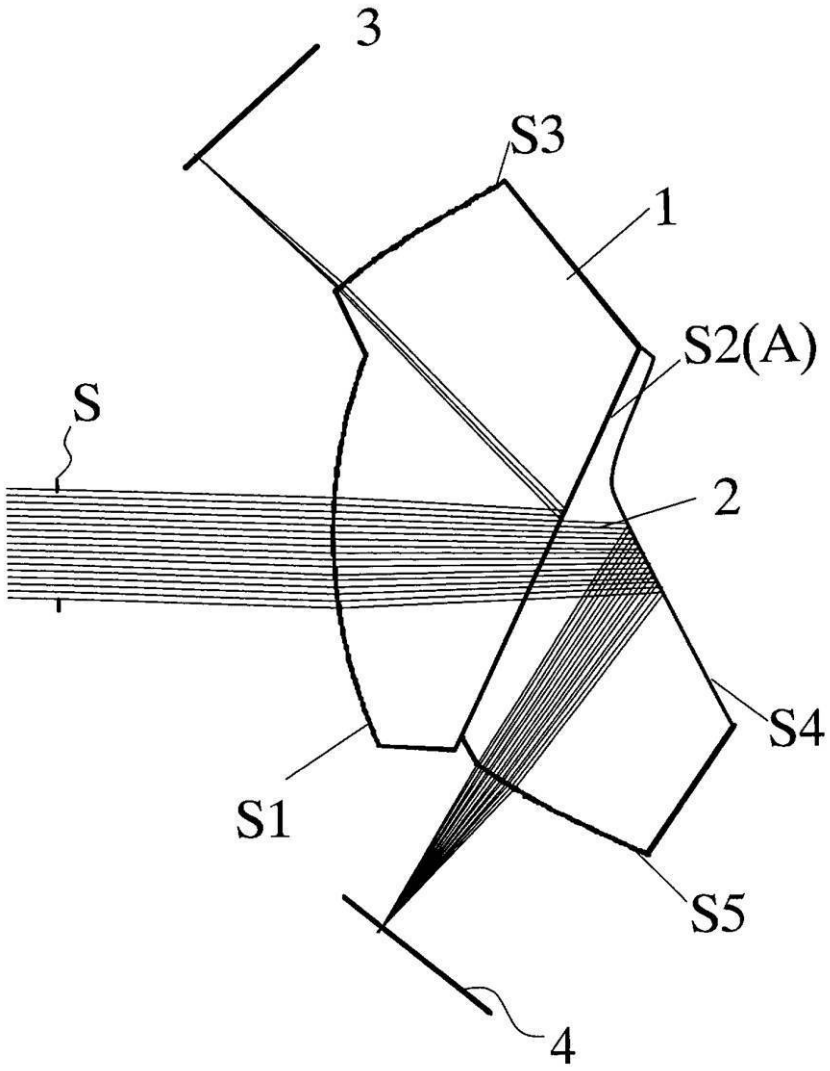
【図３Ａ】



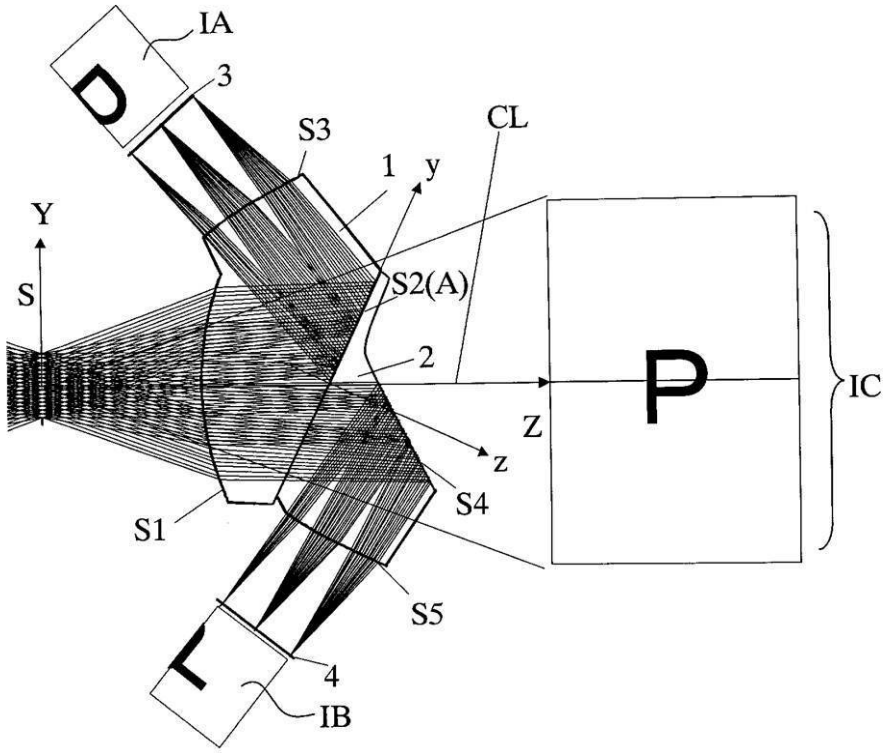
【図３Ｂ】



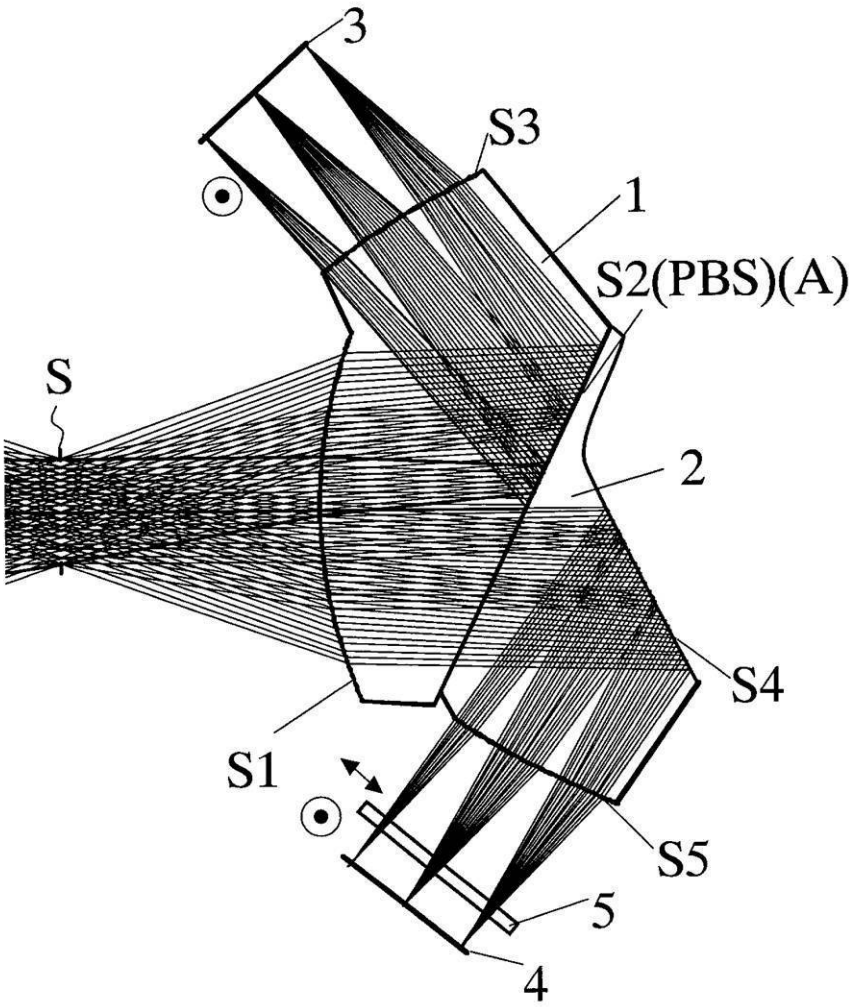
【図３Ｃ】



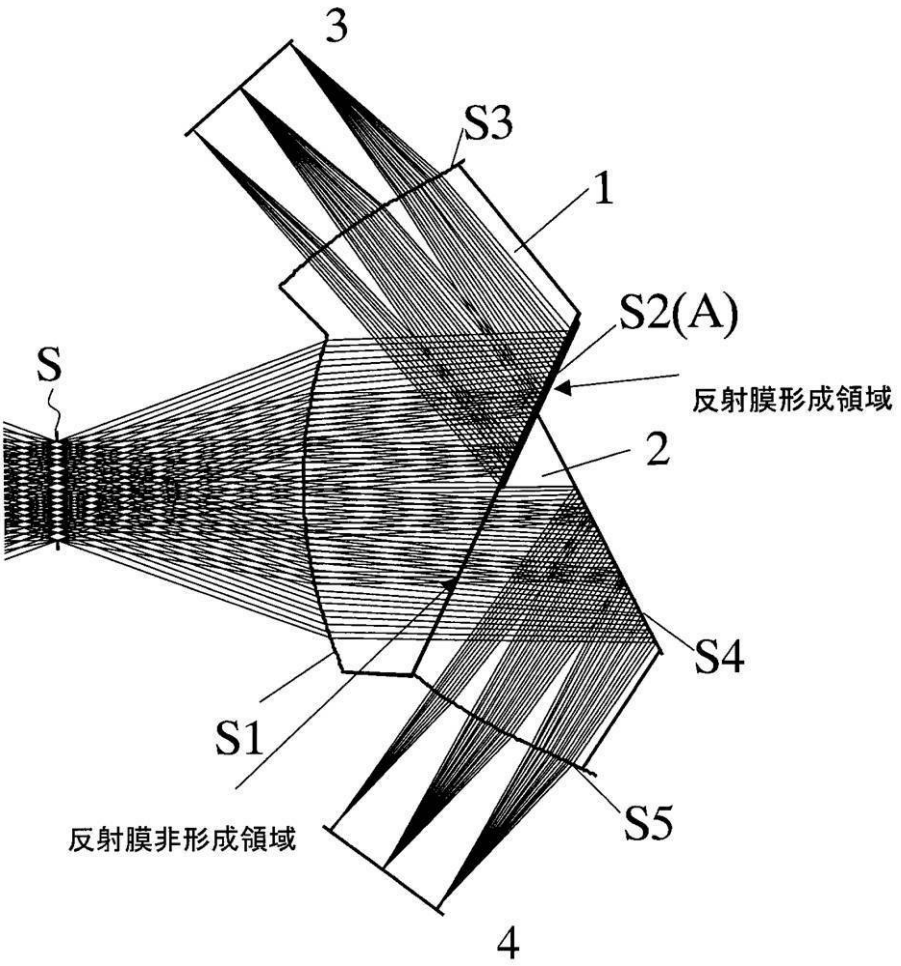
【図４】



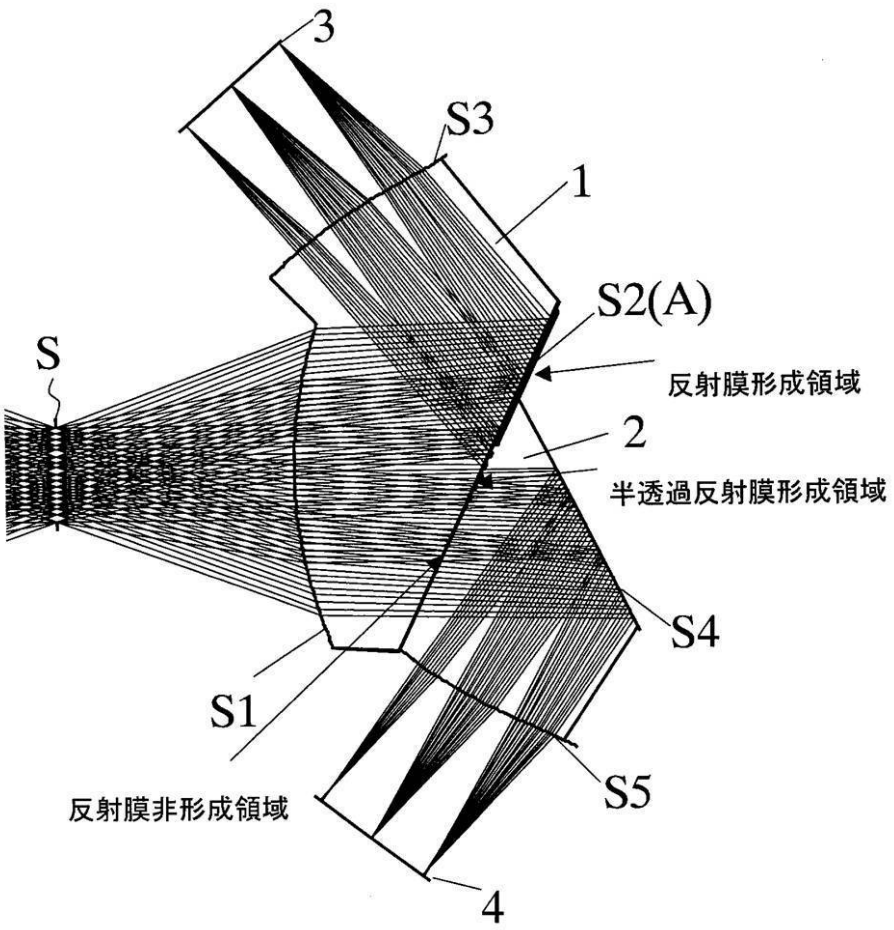
【図５】



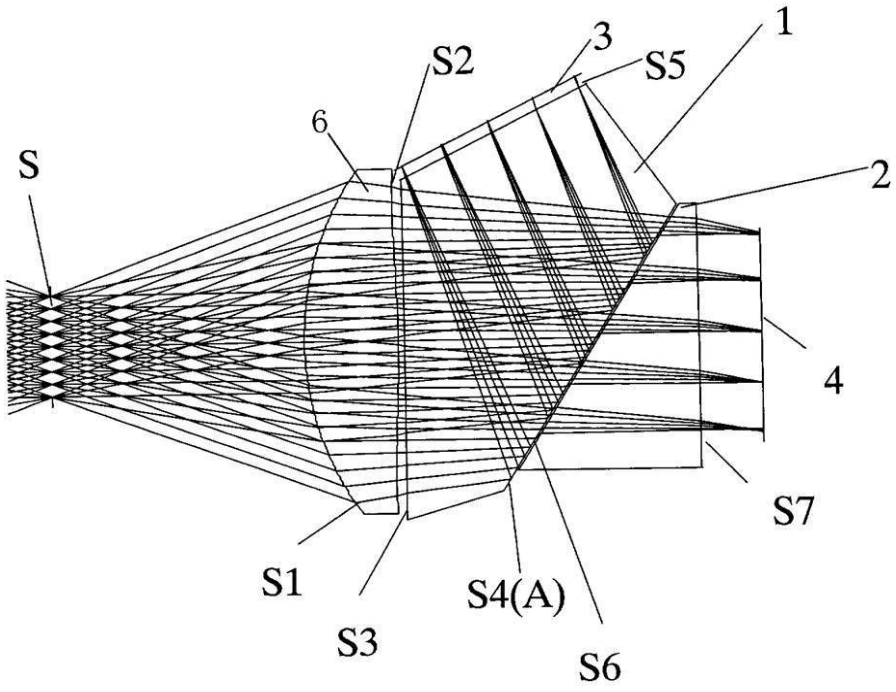
【図６Ａ】



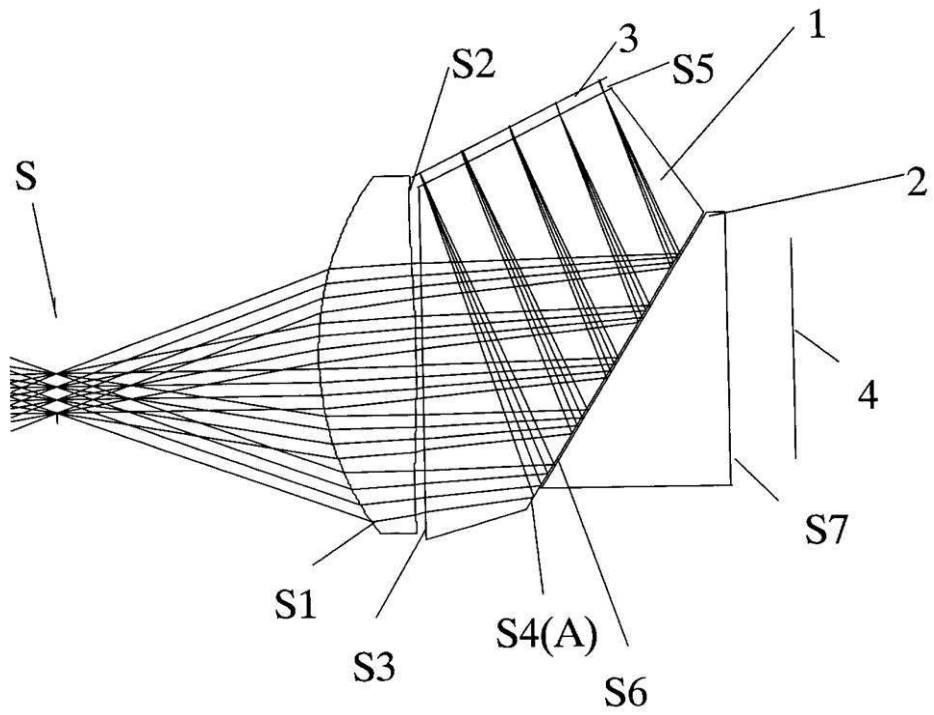
【図６Ｂ】


3
S3
1
S2(A)
S
反射膜形成領域
2
半透過反射膜形成領域
S4
S1
S5
反射膜非形成領域
4

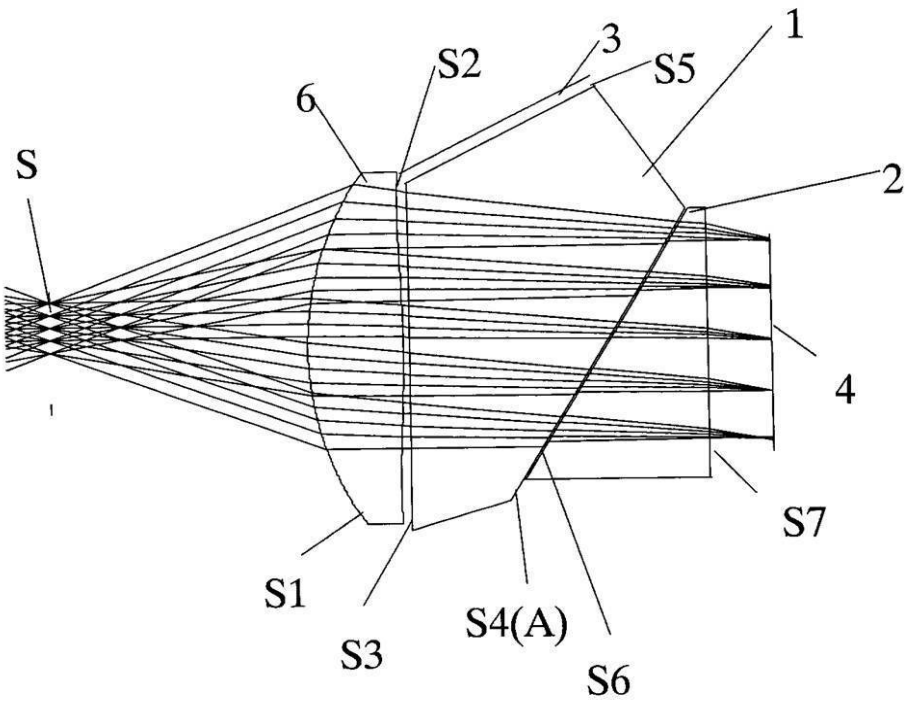
【図７】


1
S2
3
S5
6
S
2
4
S7
S1
S4(A)
S3
S6

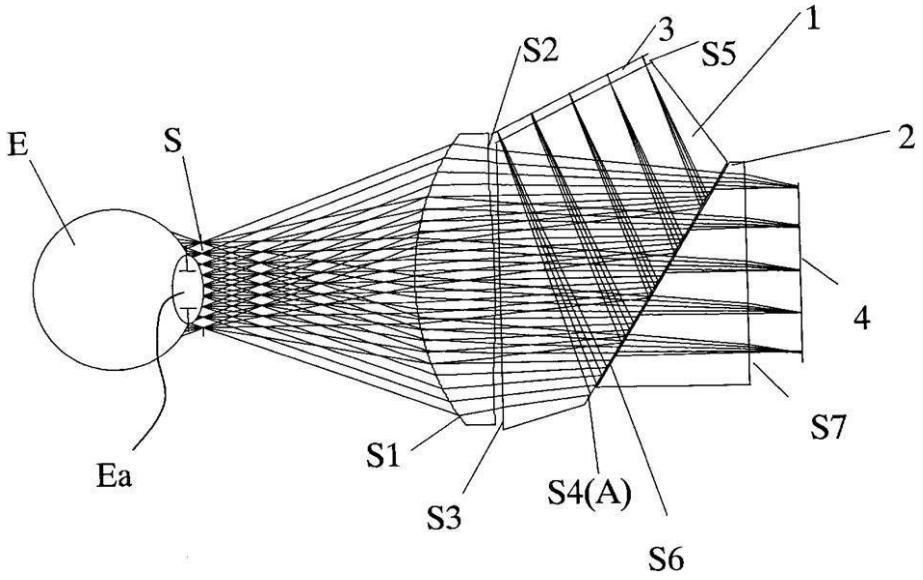
【図８Ａ】



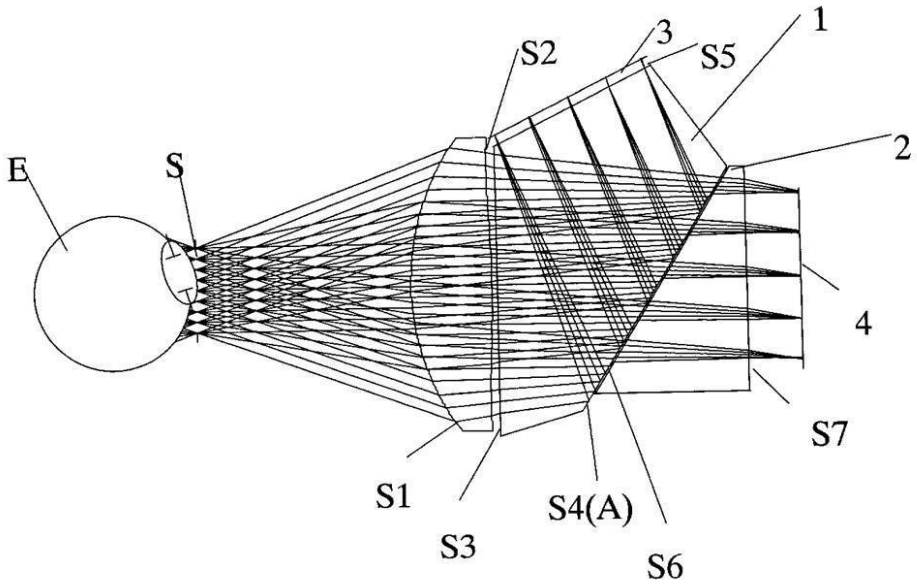
【図８Ｂ】



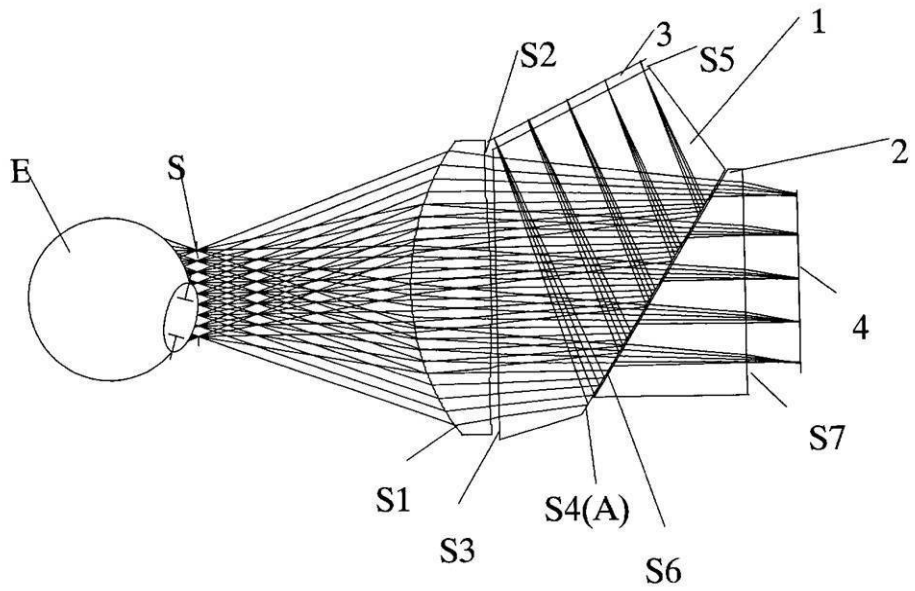
【図８Ｃ】



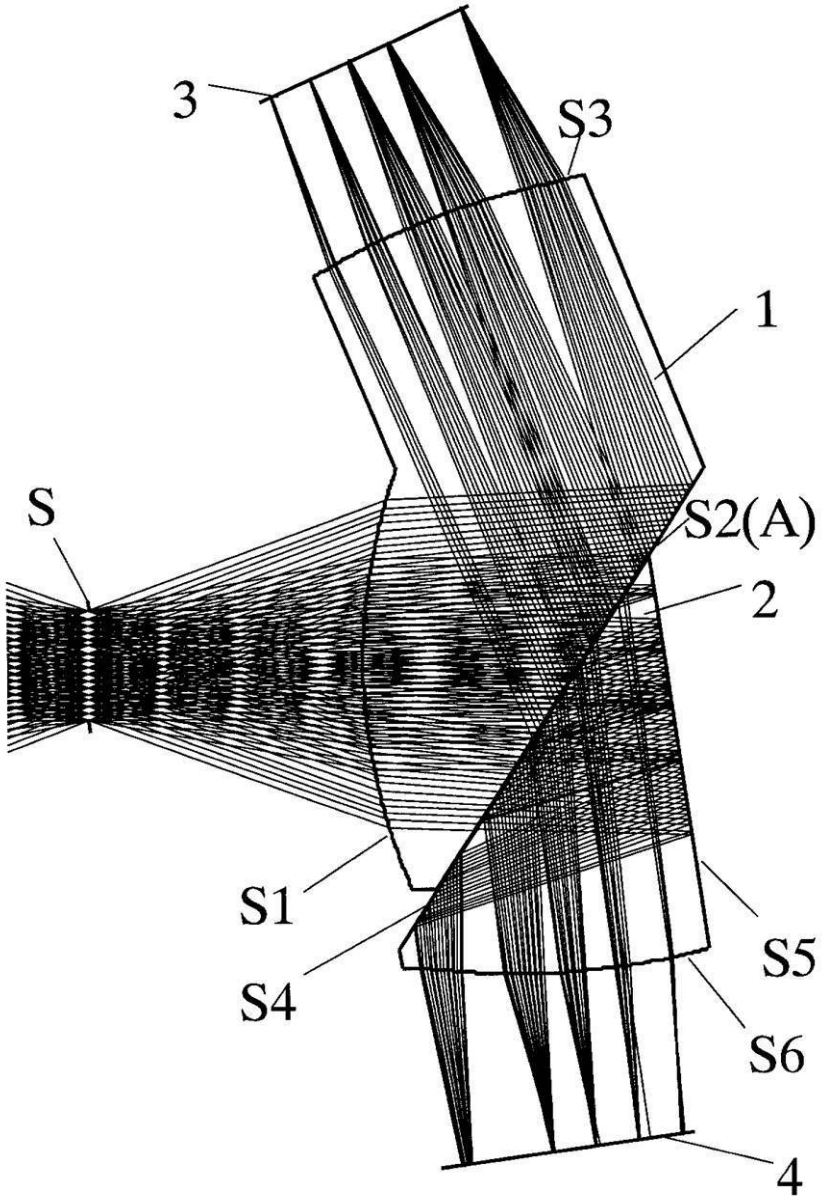
【図８Ｄ】



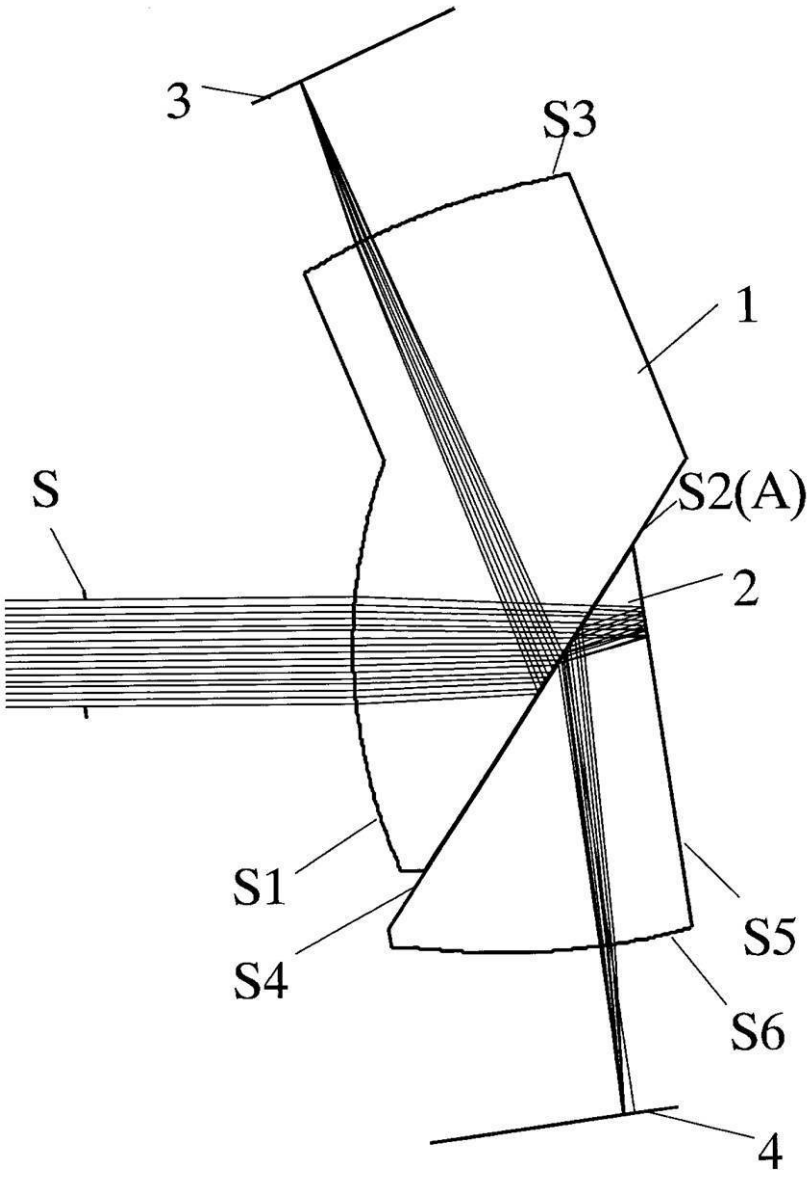
【図８Ｅ】



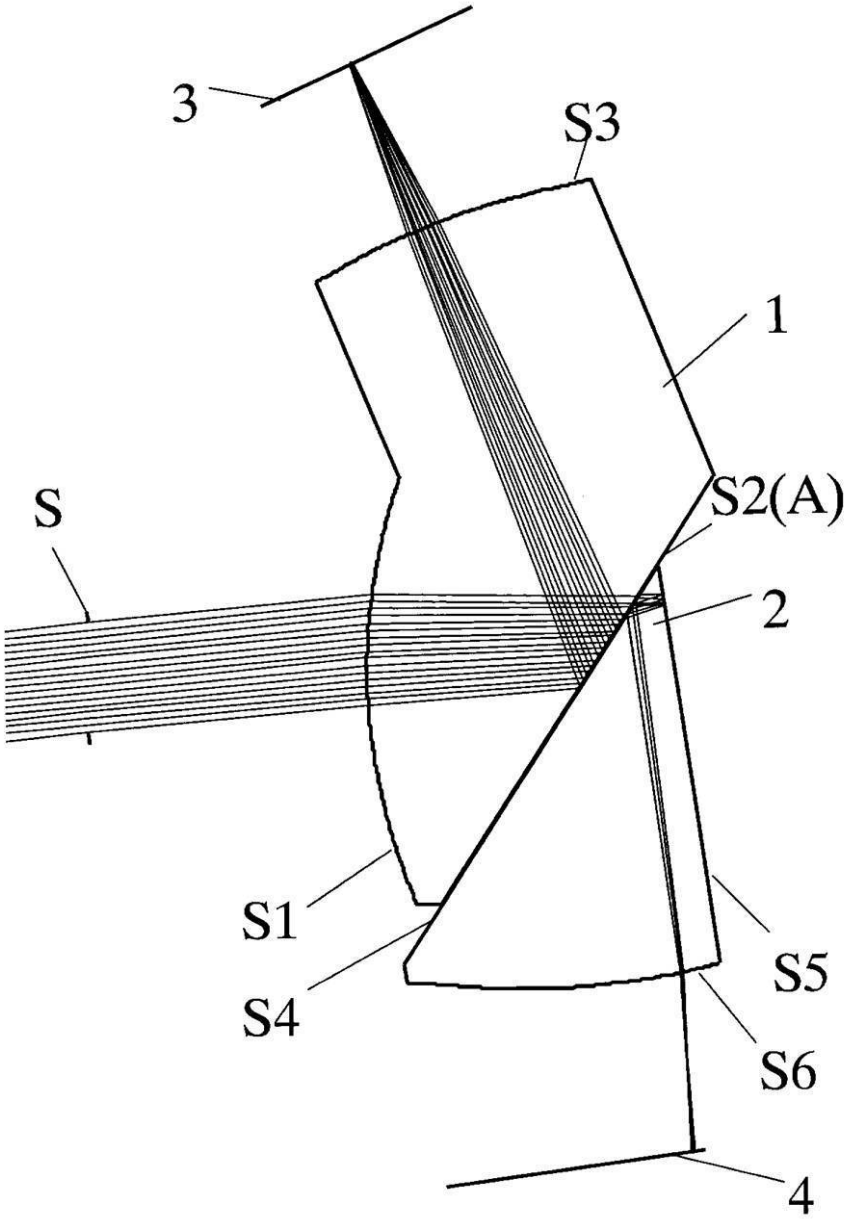
【図９】



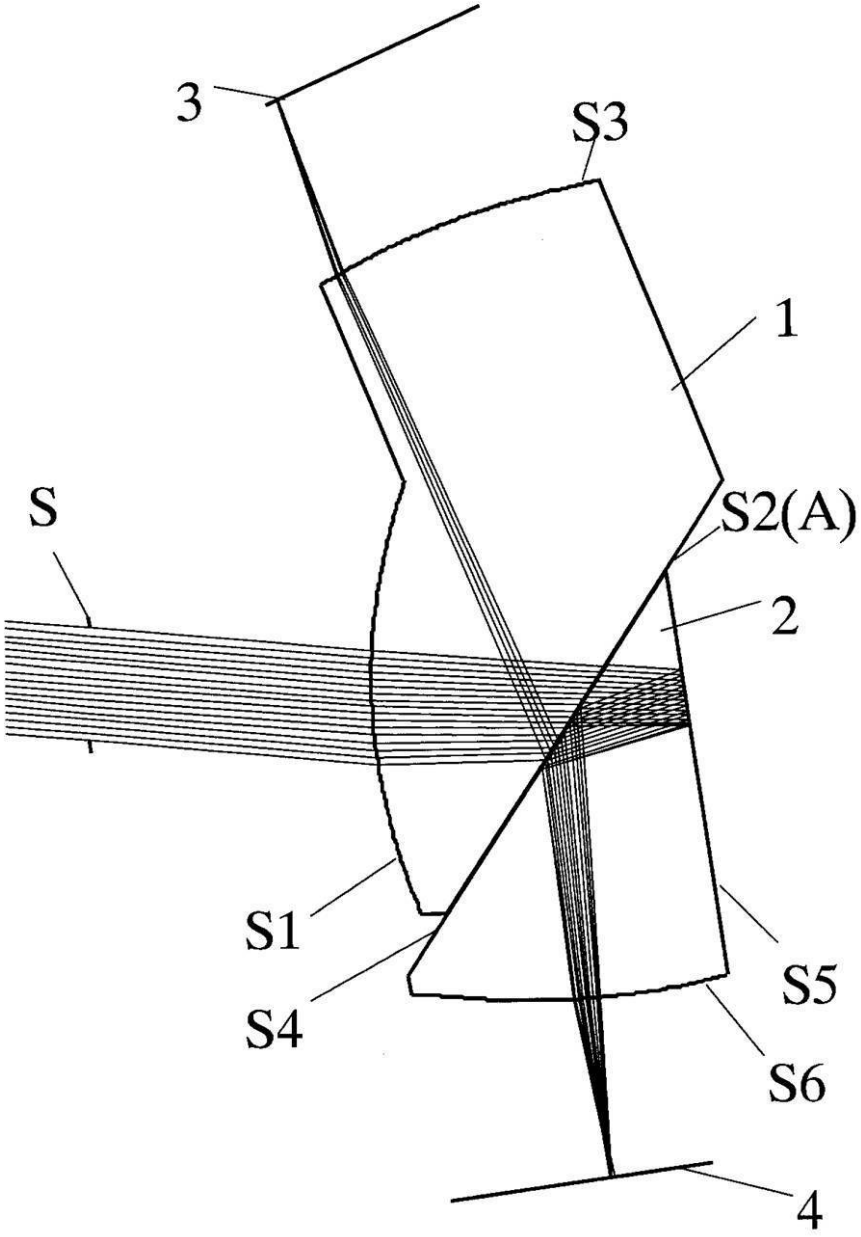
【図１０Ａ】



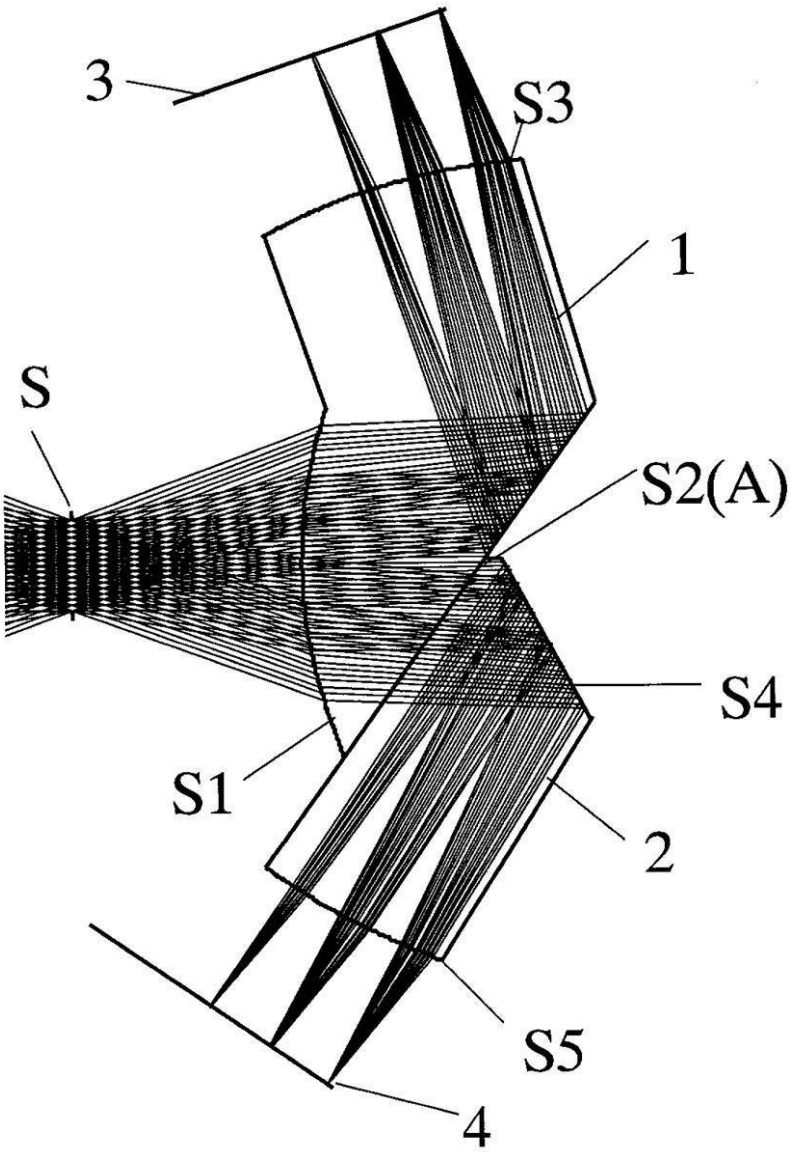
【図１０Ｂ】



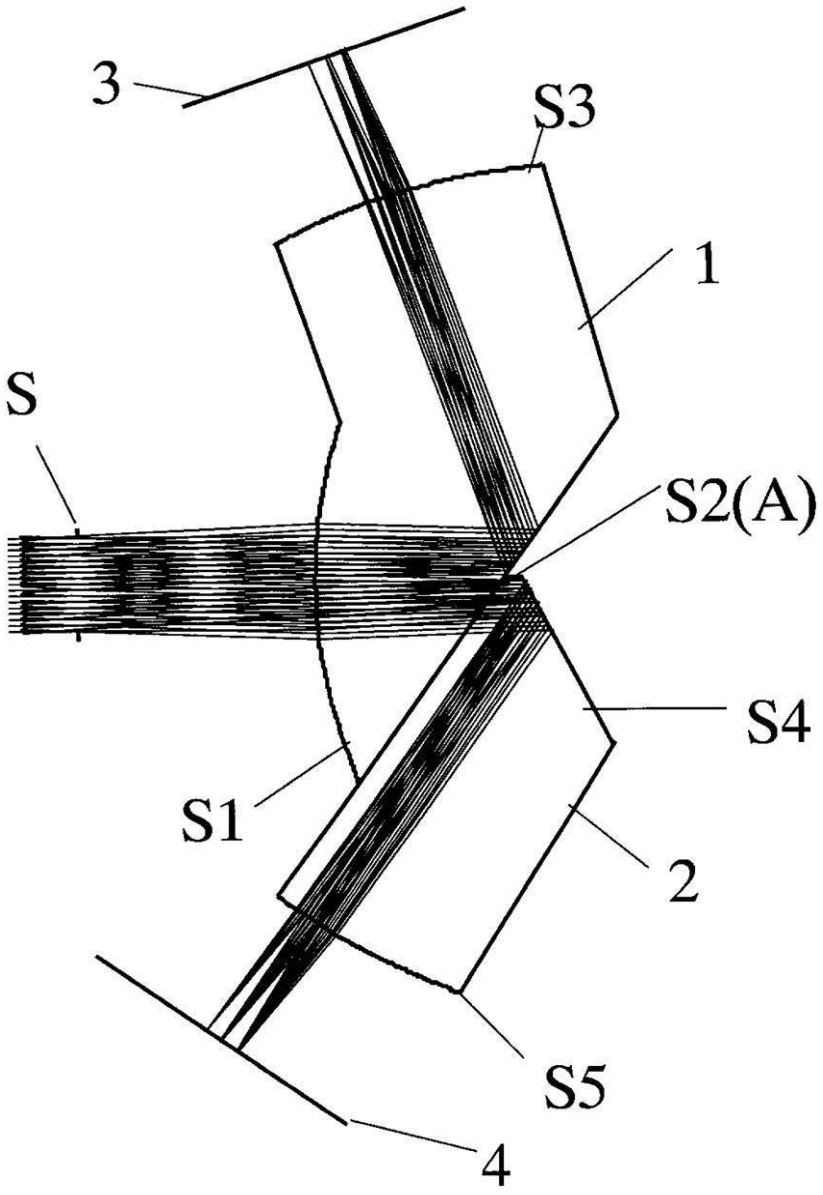
【図１０Ｃ】



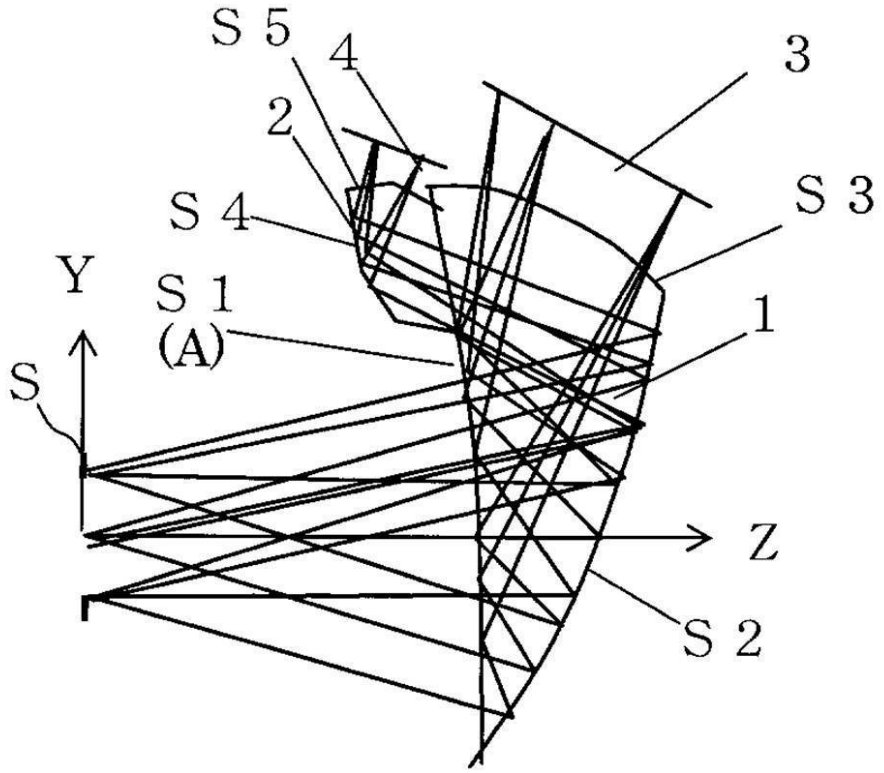
【図１１】



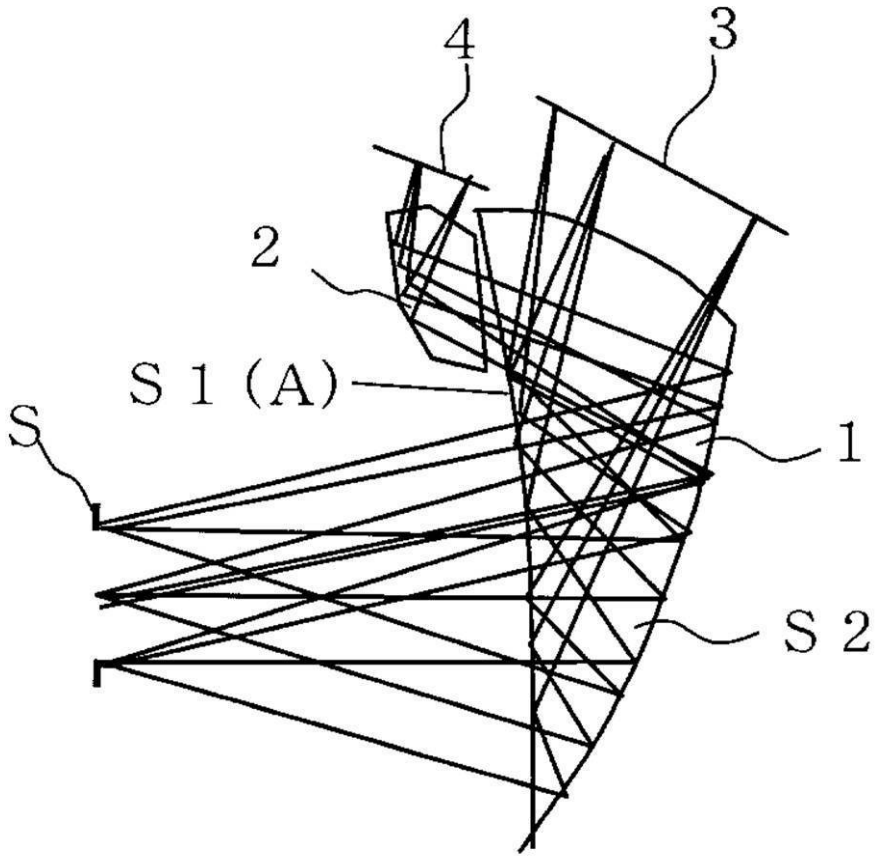
【図１２】



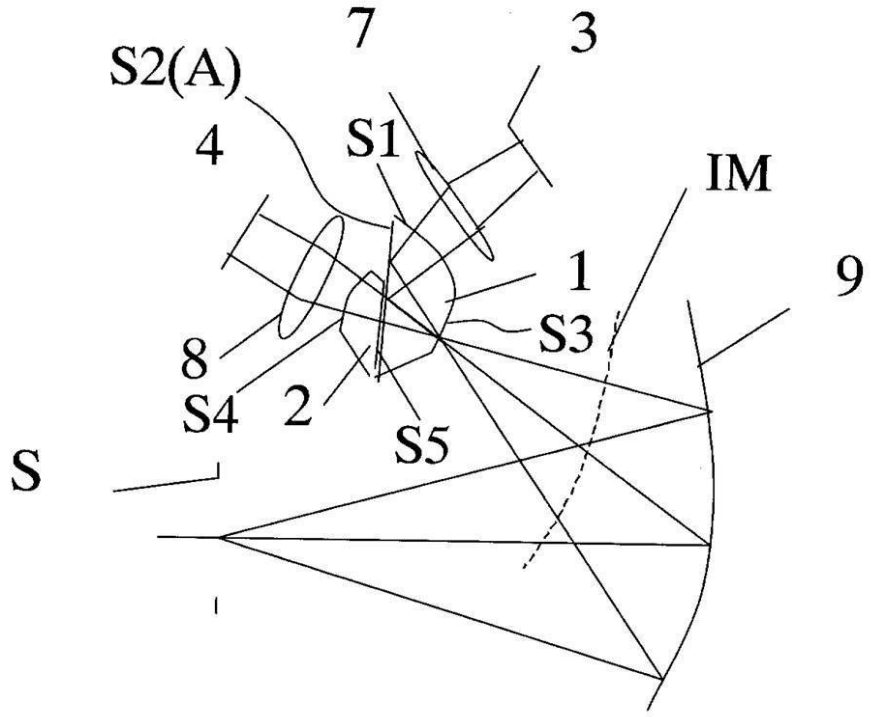
【図１３】



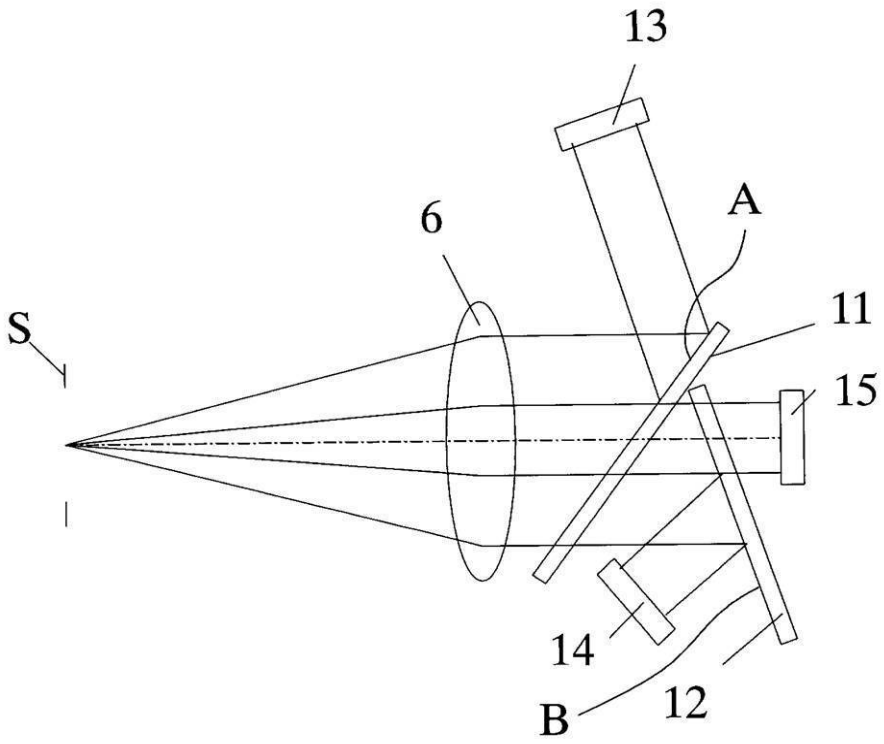
【図１４】



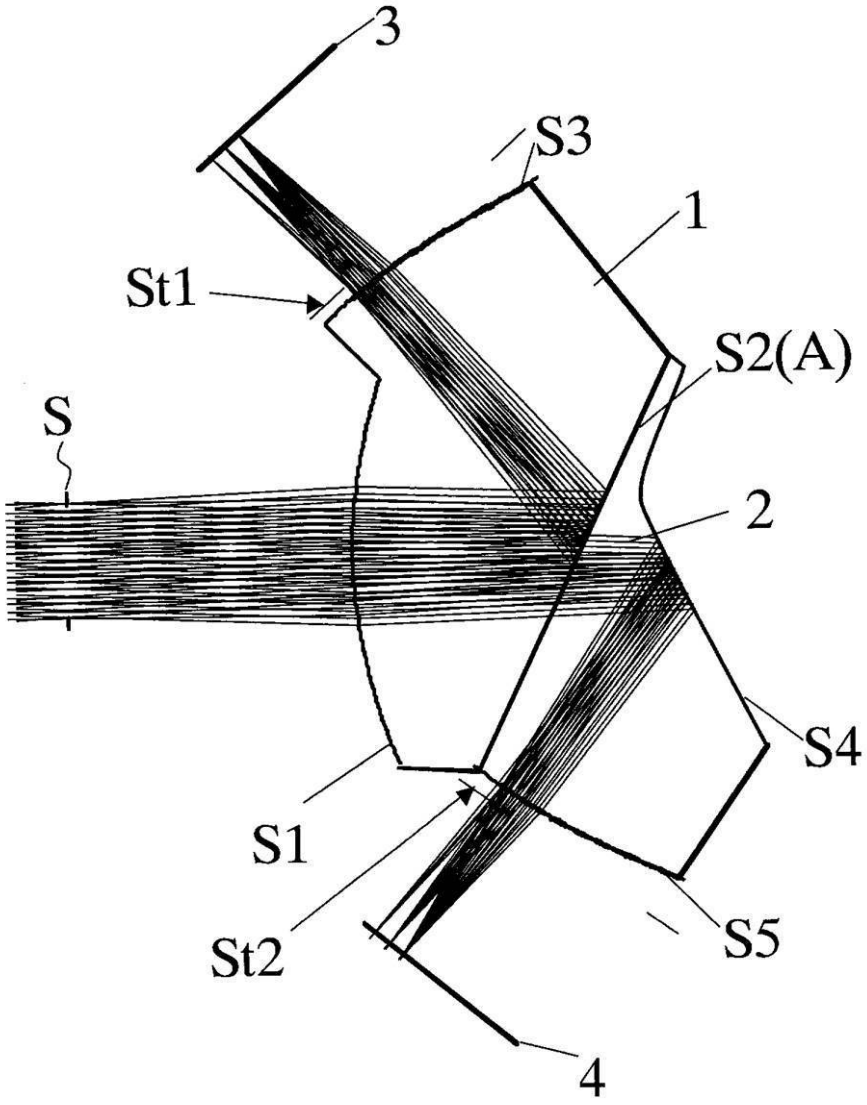
【図１５】



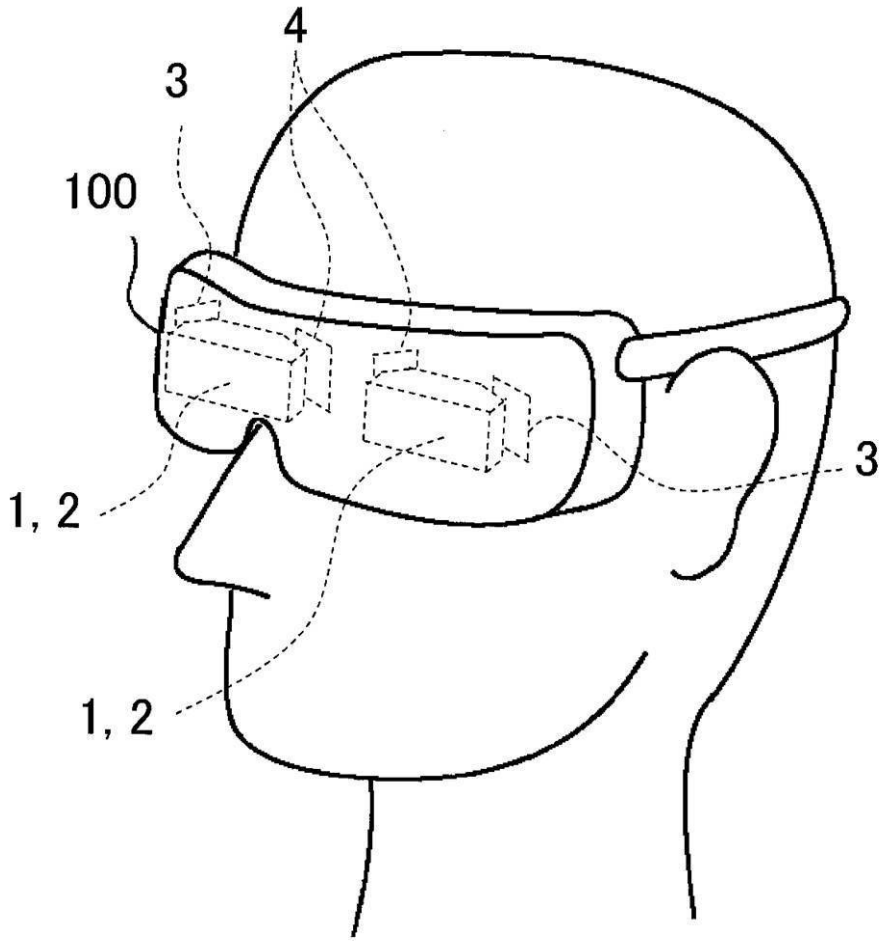
【図１６】



【図１７】



【図１８】



フロントページの続き

(72)発明者　斉藤　賢一
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　松永　智美
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　東原　正和
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　吉田　英一

(56)参考文献　特開平０９－１６６７５９（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２６８２２８（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－２３６７７５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０２Ｂ　２７／００－２７／６４