

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-84522
(P2005-84522A)

(43) 公開日 平成17年3月31日(2005.3.31)

(51) Int.Cl.⁷**GO2B 27/02**
GO2B 5/04
GO2B 17/02
GO2B 27/28

F 1

GO2B 27/02
GO2B 5/04
GO2B 17/02
GO2B 27/28

テーマコード(参考)

Z 2H042
D 2H087
F 2H099

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号
(22) 出願日特願2003-318507 (P2003-318507)
平成15年9月10日 (2003.9.10)(71) 出願人 000004112
株式会社ニコン
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(74) 代理人 100072718
弁理士 古谷 史旺
(72) 発明者 堀 健治
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
F ターム(参考) 2H042 CA06 CA12 CA17 DA01 DA08
DB02
2H087 KA20 RA41 RA46 TA00 TA02
2H099 AA11 BA17 CA02 CA07

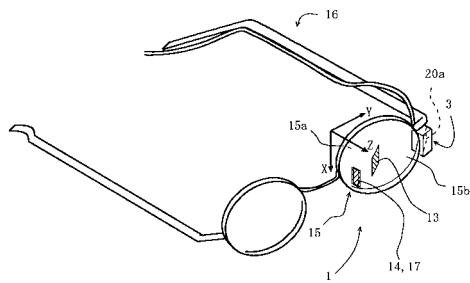
(54) 【発明の名称】コンバイナ光学系

(57) 【要約】

【課題】薄化可能な構成のコンバイナ光学系を提供する。

【解決手段】画像表示面(20a)から導入される表示光束の光路を内部に形成する透明基板(15)と、前記基板内に形成される前記光路中に挿入され、前記表示光束の少なくとも1部を透過するビームスプリッタ(13)と、前記ビームスプリッタを透過した前記表示光束に対し光学的パワーを付与すると共に、その表示光束が前記ビームスプリッタに再入射する方向にその表示光束を反射する主反射面(17)とを備える。前記ビームスプリッタが前記基板の表面と成す角度は、20°以上かつ40°以下に設定される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

画像表示面から導入される表示光束の光路を内部に形成する透明基板と、前記基板内に形成される前記光路中に挿入されたビームスプリッタと、前記ビームスプリッタを透過した前記表示光束に対し光学的パワーを付与すると共に、その表示光束が前記ビームスプリッタに再入射する方向にその表示光束を反射する主反射面とを備え、前記ビームスプリッタが前記基板の表面と成す角度は、20°以上かつ40°以下であることを特徴とするコンバイナ光学系。

10

【請求項 2】

請求項1に記載のコンバイナ光学系において、前記主反射面は、前記画像表示面の中心から射出した前記表示光束の主光線に対し垂直であることを特徴とするコンバイナ光学系。

【請求項 3】

請求項1又は請求項2に記載のコンバイナ光学系において、前記ビームスプリッタは、偏光ビームスプリッタであり、前記ビームスプリッタと前記主反射面との間の前記表示光束の光路には、1/4波長板が挿入される

20

ことを特徴とするコンバイナ光学系。

【請求項 4】

請求項3に記載のコンバイナ光学系において、前記偏光ビームスプリッタは、前記表示光束の波長を選択波長とした反射波長選択性を有していることを特徴とするコンバイナ光学系。

【請求項 5】

請求項4に記載のコンバイナ光学系において、前記偏光ビームスプリッタは、反射型ホログラムからなることを特徴とするコンバイナ光学系。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、アイグラスディスプレイなどの携帯機器に搭載され、携帯機器内の画像表示面から射出した表示光束を外光に重畳させて使用者の眼に呈示するコンバイナ光学系に関する。

【背景技術】**【0002】**

アイグラスディスプレイ、ウェアラブルパーソナルコンピュータ、カメラ、その他の携帯機器のビューアに、コンバイナ光学系が用いられることがある（特許文献1のコンバイナ光学系など）。

40

コンバイナ光学系は、外界から入射する外光を透過すると共に、携帯機器内の画像表示面の虚像を使用者の眼の前方に形成するものである。

【0003】

その虚像の位置を安定させるため、コンバイナ光学系は、使用者の頭部に対し固定される（特許文献1の図3B参照）。

また、その固定を容易にするため、コンバイナ光学系を構成する光学部材の材料や配置関係などに対し軽量化の工夫が施される。

しかも、特許文献1のコンバイナ光学系は、使用者の眼の近傍にビームスプリッタ（特許文献1の図8符号360）、主反射面（特許文献1の図8符号550）などが密集して

50

配置されているので、コンパクトでもある。

【特許文献 1】米国特許 6 2 2 2 6 7 7 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

しかしながら、コンバイナ光学系の姿勢（取り付け位置及び角度）を安定させるためには、軽量化するだけでなく、その形状を、使用者の眼に装着するのに適した形状にする必要もある。

このため、コンバイナ光学系の主要部を眼の大きさと同程度のサイズとし、しかも使用者の視軸の方向に薄化する（つまり、所謂眼鏡レンズの形状に近づける）ことが望ましい 10。実際、コンパクトさを犠牲にしてでも薄化した方が姿勢が安定し易いと考えられる。

【0 0 0 5】

そこで本発明は、薄化可能な構成のコンバイナ光学系を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 6】

請求項 1 に記載のコンバイナ光学系は、画像表示面から導入される表示光束の光路を内部に形成する透明基板と、前記基板内に形成される前記光路中に挿入されたビームスプリッタと、前記ビームスプリッタを透過した前記表示光束に対し光学的パワーを付与すると共に、その表示光束が前記ビームスプリッタに再入射する方向にその表示光束を反射する主反射面とを備え、前記ビームスプリッタが前記基板の表面と成す角度は、20°以上かつ40°以下であることを特徴とする。 20

【0 0 0 7】

請求項 2 に記載のコンバイナ光学系は、請求項 1 に記載のコンバイナ光学系において、前記主反射面は、前記画像表示面の中心から射出した前記表示光束の主光線に対し垂直であることを特徴とする。

請求項 3 に記載のコンバイナ光学系は、請求項 1 又は請求項 2 に記載のコンバイナ光学系において、前記ビームスプリッタは、偏光ビームスプリッタであり、前記ビームスプリッタと前記主反射面との間の前記表示光束の光路には、1/4 波長板が挿入されることを特徴とする。 30

【0 0 0 8】

請求項 4 に記載のコンバイナ光学系は、請求項 3 に記載のコンバイナ光学系において、前記偏光ビームスプリッタは、前記表示光束の波長を選択波長とした反射波長選択性を有していることを特徴とする。

請求項 5 に記載のコンバイナ光学系は、請求項 4 に記載のコンバイナ光学系において、前記偏光ビームスプリッタは、反射型ホログラムからなることを特徴とする。

【発明の効果】

【0 0 0 9】

このように、ビームスプリッタが基板の表面と成す角度が40°以下に抑えられれば、基板を薄化することができる。また、その角度が20°以上確保されれば、基板の内部に折線状の光路を適正に形成することができる。 40

すなわち、本発明によれば、薄化可能な構成のコンバイナ光学系が実現する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0 0 1 0】

以下、図 1, 図 2, 図 3 を参照して本発明の実施形態について説明する。

本実施形態では、アイグラスディスプレイに搭載されるコンバイナ光学系 1 について説明する。

先ず、コンバイナ光学系 1 の構成を説明する。

アイグラスディスプレイの外観は、図 1 に示すとおりである。図 1 において符号 1 で示すのがコンバイナ光学系である。コンバイナ光学系 1 の断面の概略は図 2 に示すとおりである。 50

【0011】

図1, 図2に示すように、コンバイナ光学系1は、アイグラスディスプレイにおいて光源ユニット3の画像表示面20aから射出した表示光束を使用者の眼の瞳の方向に導く。なお、図1中、符号16で示すのは、アイグラスディスプレイを使用者の頭部に装着するための装着具である。

図1, 図2中に示す右手系のXYZ座標の原点の位置が、使用者の瞳の中心の位置である。この瞳は、コンバイナ光学系1の射出瞳（アイポイントE.P.）でもある。なお、図1, 図2に示すようにXYZ座標系のZ軸は使用者の眼の視軸方向、Y軸は使用者の左右方向、X軸は使用者の上下方向とした。

【0012】

コンバイナ光学系1は、平行基板15を備える。また、その基板15内に、主反射面17、偏光ビームスプリッタ（PBS）13、及び1/4波長板14などを備える。

基板15は、その外縁が眼鏡レンズのようなサイズ及び形状に整えられており、使用者の眼に正対して配置される。

画像表示面20aは、使用者の眼から十分に離れた位置に配置される。画像表示面20aから射出する表示光束の波長は可視光の所定の波長に設定されており、表示光束の偏光方向は、予めp偏光に整えられている。

【0013】

基板15の材料は、少なくともこの所定波長の可視光に対し透明な材料からなる。軽量化のために、光学用樹脂の使用が望ましい。

画像表示面20aの各位置から発散する表示光束の角度範囲は、適度に制限されている。これは、例えば、画像表示面20aを照明する照明光として、予め十分にコリメート（平行光束化）されたものを使用することで実現できる。

【0014】

PBS13は、使用者の眼の前方に傾斜した姿勢で設けられる。PBS13が基板15の使用者側の面15a又は外界側の面15bと成す角度は、20°以上かつ40°以下である。

PBS13は、前記所定波長を選択波長として反射し、かつそれ以外の波長の可視光を反射しないような反射波長選択性を有している。

【0015】

画像表示面20aの配置位置及び配置角度は、画像表示面20aから射出した表示光束が基板15の使用者側の面15a及び外界側の面15bにて交互に内面反射して折線状の光路を基板15内に形成し、かつその光路とPBS13との成す角度が適正值になるよう選定される。

基板15において画像表示面20aから射出した表示光束が最初に入射する領域（境界面）15cは、光線の結像に対して非対称な要素が存在することを避けるため、画像表示面20aの中心から射出した表示光束の主光線に対し略垂直な平面となっている。

【0016】

主反射面17は、PBS13を透過した表示光束を反射できる位置に設けられる。

主反射面17は、その表示光束に対し光学的パワーを付与するための曲率又は回折パターンを有している。

主反射面17の姿勢は、画像表示面20aの中心から射出した表示光束の主光線がその主反射面17に対し垂直に入射するような姿勢に設定される。

【0017】

1/4波長板14は、PBS13と主反射面17との間の表示光束の光路（主反射面17のなるべく近く）に挿入される。

次に、このコンバイナ光学系1内の光の振る舞いについて説明する。

画像表示面20aから射出したp偏光の表示光束は、基板15内を内面反射してからPBS13に入射し、PBS13を透過し、1/4波長板14を通過し、主反射面17に入射する。主反射面17における反射により表示光束は平行光束に近づけられつつ、1/4

10

20

30

40

50

波長板 14 を再度通過し、PBS13 に再入射する。

【0018】

1/4 波長板 14 を往復した表示光束は s 偏光となるので、PBS13 に再入射した表示光束は、PBS13 で反射される。また、表示光束の光路が PBS13 と成す角度は適正値なので、PBS13 で反射された表示光束は、使用者の眼の方向に進行し、平行光束に近い状態で眼の瞳に入射する。

よって、画像表示面 20a の拡大虚像が PBS13 の外界側に形成される。この状態で、使用者には、画像表示面 20a が眼の前方にあるように見える。また、PBS13 は外界から入射する外光の殆どを透過するので、観察者には、虚像と共に外界を見ることもできる。

【0019】

次に、このコンバイナ光学系 1 の効果について説明する。

先ず、使用者の眼の視軸 (Z 軸) 上に配置される光学素子は、基板 15、基板 15 内の PBS のみであり、従来例よりも少ない。

しかも、その PBS13 が基板 15 の使用者側の面 15a 又は外界側の面 15b と成す角度は 40° 以下であり、従来例のそれ (45°) よりも 5° 小さい。5° 小さければ、基板 15 の使用者側の面 15a と外界側の面 15b との間隔は確実に狭められる。

【0020】

したがって、このコンバイナ光学系 1 の視軸方向 (Z 方向) の厚さは、従来例のそれよりも薄い。

また、PBS13 と基板 15 の使用者側の面 15a 又は外界側の面 15b との成す角度が 20° 以上であるので、基板 15 の内部に折線状の光路は適正に形成される。つまり、基板 15 の使用者側の面 15a 又は外界側の面 15b のうち、表示光束を n 回目に反射する領域と、n + 1 回目に反射する領域とを独立させる (重複させない) ことができる。

【0021】

因みに、PBS13 と基板 15 の使用者側の面 15a 又は外界側の面 15b との成す角度が 20° 未満であると、光路を適正に形成することが難しくなる。

また、画像表示面 20a の各位置から発散する光束の角度範囲が適度に制限されているので、迷光が抑えられ、虚像の近傍に迷光によるゴーストが生起する、といった事態を避けることができる。

【0022】

また、主反射面 17 の姿勢は、画像表示面 20a の中心から射出した表示光束の主光線がその主反射面 17 に対し垂直に入射するような姿勢に設定されるので、前記虚像の結像収差は最小に抑えられる。

また、PBS13 は、反射波長選択性を有し、表示光束と異なる波長の光については全て透過するので、コンバイナ光学系 1 のシースルーリー性 (外光の透過性) は高い。

(その他)

なお、画像表示面 20a の各位置から発散する光束の角度範囲を制限するために、照明光を使用するましたが、その代わりにフィールドレンズを画像表示面 20a の射出側に挿入してもよい。

【0023】

また、画像表示面 20a には、LCD などの透過又は反射式の二次元画像表示素子、EL などの自発光式の二次元画像表示素子などが配置される。

また、画像表示面 20a に直接二次元画像表示素子を配置せずに、二次元画像表示素子をリレー光学系により投影してできる中間像を配置してもよい。また、画像表示面 20a 上に、光走査による二次元画像を形成してもよい。

【0024】

また、画像表示面 20a の形状は、平面に限定されず、基板 15 の側に凸の球面であってもよい。

なお、基板 15 の境界面 15c は、平面に限らず、凹又は凸の曲面であってもよい。各

10

20

30

40

50

種収差が抑えやすくなるような形状に最適化されることが望ましい。

また、画像表示面 20a と基板 15 との間に、追加レンズを挿入してもよい。追加レンズを挿入することにより、像面湾曲の制御、色収差の補正が容易となる。追加レンズは、基板 15 に接合されていても、基板 15 と分離されていてもよい。

【0025】

また、光量損失を許容するのであれば、PBS13 に代えて BS (ビームスプリッタ) を備えると共に 1/4 波長板 14 を省略してもよい。このときには、表示光束を予め p 偏光に整える必要は無い。

また、上述した反射波長選択性を有した PBS13 は、GBO (Giant Birefringent Optics) 膜からなる偏光分離膜、反射型ホログラムからなる偏光分離膜、光学多層膜からなる偏光分離膜、ワイヤーグリッド構造の偏光分離膜などによって実現できる。

【0026】

因みに、ホログラムからなる偏光分離膜の製造時、反射波長帯域を制御するために、照射光波長又は照射光角度を僅かにずらした多重露光を適用してもよい。

また、コンバイナ光学系 1 のシースルー性を高める必要が無いときには、PBS13 に対し反射波長選択性を付与する必要は無い。反射波長選択性の無い PBS13 は、アルミニウムなどからなる偏光分離膜によって容易に実現できる。

【0027】

また、主反射面 17 は、金属膜、誘電体膜、反射型ホログラムなどによって実現できる。

また、PBS13 と主反射面 17 との位置関係については、図 2 に示すものの他、図 3 に示すようにしてもよい。

図 2 の主反射面 17 は、PBS13 を透過した後に基板 15 の使用者側の面 15a にて一回反射した表示光束を反射するのに対し、図 3 の主反射面 17 は、PBS13 を透過した表示光束を直接、反射する。

【0028】

また、主反射面 17 の形成位置は、基板 15 の内部に限らず、基板 15 の端面であってよい。

【実施例 1】

【0029】

以下、本発明の第 1 実施例を示す。

本実施例のコンバイナ光学系の光路図は、図 4 のとおりである。なお、図 4 では、光路に作用しない面については一部省略してある。また、図 4 の各要素には、実施形態においてそれに対応する要素と同じ符号を付した(図 6, 図 8, 図 10, 図 12 においても同様。)。

【0030】

このコンバイナ光学系のデータは、表 1、表 2 のとおりである。

【0031】

10

20

30

【表1】

| | | | | | |
|-------------------------|----------|---------|--------|----|--------|
| 仕様 | | | | | |
| 入射瞳径:3 | | | | | |
| 計算波長 [nm]:544, 514, 484 | | | | | |
| X方向画角 [deg]:6.66~-6.66 | | | | | |
| Y方向画角 [deg]:-5~5 | | | | | |
| 射出瞳基準の虚像形成位置:-600 | | | | | |
| 各面のデータ | | | | | |
| 面番号 | 曲率半径 | 屈折率[nd] | 分散[νd] | 作用 | |
| 1: | INFINITY | 1 | | 屈折 | ←瞳 |
| 2: | INFINITY | 1.59551 | 39.24 | 屈折 | |
| 3: | INFINITY | 1.59551 | 39.24 | 反射 | ←B S |
| 4: | INFINITY | 1.59551 | 39.24 | 反射 | |
| 5: | -67.1 | 1.59551 | 39.24 | 反射 | ←主反射面 |
| 6: | INFINITY | 1.59551 | 39.24 | 反射 | |
| 7: | INFINITY | 1.59551 | 39.24 | 反射 | |
| 8: | INFINITY | 1.59551 | 39.24 | 反射 | |
| 9: | INFINITY | 1.59551 | 39.24 | 反射 | |
| 10: | INFINITY | 1.59551 | 39.24 | 反射 | |
| 11: | INFINITY | 1.59551 | 39.24 | 屈折 | |
| 12: | INFINITY | 1 | | | ←画像表示面 |

【0032】

【表2】

| 各面の座標値と傾き角度[deg] | | | | | | |
|------------------|---|----------|----------|-----|---|---|
| 面番号 | X | Y | Z | A | B | C |
| 1: | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2: | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 3: | 0 | 0 | 14.7 | 25 | 0 | 0 |
| 4: | 0 | -2.02598 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 5: | 0 | -3.78788 | 14.47841 | -50 | 0 | 0 |
| 6: | 0 | -2.02598 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 7: | 0 | 1.61273 | 16.05324 | 0 | 0 | 0 |
| 8: | 0 | 5.25144 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 9: | 0 | 8.89015 | 16.05324 | 0 | 0 | 0 |
| 10: | 0 | 12.52886 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 11: | 0 | 14.44397 | 14.60697 | 50 | 0 | 0 |
| 12: | 0 | 18.55246 | 18.05439 | 50 | 0 | 0 |

なお、表1、表2に示すデータの光線追跡の方向は、射出瞳（アイポイントE.P.）から画像表示面20aへ向かう方向とした。また、座標系は、射出瞳の中心に原点を有した右手系のXYZ座標系のZ軸は使用者の眼の視軸方向、Y軸は使用者の左右方向、X軸は使用者の上下方向である。また、表1、表2中の数値の単位は、個別の指定のあるものを除き、長さは[m m]である。また、表1において、屈折率、分散はd線に対する値である。また、表2において「X」はX座標値、「Y」はY座標値、「Z」はZ座標値、「A」はX軸からの傾き角度、「B」はY軸からの傾き角度、「C」はZ軸からの傾き角度を示す（以上、他の各表においても同様）。

【0033】

このコンバイナ光学系の収差図は、図5のとおりである。

なお、図5に示す収差図は、横収差図である。図5において、「Y-FAN」はY方向の横収差図、「X-FAN」はX方向の横収差図である。また、中央の座標(X°, Y°)は、画角である（図7、図9、図11においても同様）。

【実施例2】

【0034】

以下、本発明の第2実施例を示す。

本実施例のコンバイナ光学系の光路図は、図6のとおりである。なお、図6では、光路に作用しない面については一部省略してある。

このコンバイナ光学系のデータは、表3、表4のとおりである。

【0035】

10

20

30

40

【表3】

仕様
 入射瞳径:3
 計算波長 [nm]:647, 521, 476
 X方向画角 [deg]:6~-6
 Y方向画角 [deg]:-4.5~4.5
 射出瞳基準の虚像形成位置:-600

各面のデータ

| 面番号 | 曲率半径 | 屈折率[nd] | 分散[νd] | 作用 | |
|-----|-----------|---------|--------|----|-------|
| 1: | INFINITY | 1 | | 屈折 | ←瞳 |
| 2: | INFINITY | 1.55389 | 38.09 | 屈折 | |
| 3: | INFINITY | 1.55389 | 38.09 | 反射 | ←B S |
| 4: | INFINITY | 1.55389 | 38.09 | 反射 | |
| 5: | -117.4695 | 1.55389 | 38.09 | 反射 | ←主反射面 |
| 6: | INFINITY | 1.55389 | 38.09 | 反射 | |
| 7: | INFINITY | 1.55389 | 38.09 | 反射 | |
| 8: | INFINITY | 1.55389 | 38.09 | 反射 | |
| 9: | INFINITY | 1.55389 | 38.09 | 反射 | |
| 10: | -6.13029 | 1.54250 | 62.9 | 屈折 | |
| 11: | 10.70334 | 1.00000 | | 屈折 | |

11面の非球面データ

$k: -0.119131, a: -2.10726 \times 10^{-4}, b: -1.39171 \times 10^{-6}$

| | | | | |
|-----|----------|---|--|--------|
| 12: | INFINITY | 1 | | ←画像表示面 |
|-----|----------|---|--|--------|

【表4】

| 各面の座標値と傾き角度[deg] | | | | | | |
|------------------|---|----------|---------|-----|---|---|
| 面番号 | X | Y | Z | A | B | C |
| 1: | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2: | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 3: | 0 | 0 | 14.8 | 30 | 0 | 0 |
| 4: | 0 | -3.11769 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 5: | 0 | -6.23538 | 14.8 | -60 | 0 | 0 |
| 6: | 0 | -3.11769 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 7: | 0 | 3.11769 | 16.6 | 0 | 0 | 0 |
| 8: | 0 | 9.35307 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 9: | 0 | 15.58846 | 16.6 | 0 | 0 | 0 |
| 10: | 0 | 19.74538 | 14.2 | -60 | 0 | 0 |
| 11: | 0 | 24.07551 | 11.7 | -60 | 0 | 0 |
| 12: | 0 | 31.00085 | 7.70165 | -60 | 0 | 0 |

10

20

30

なお、11面（非球面）の定義式は、式（1）のとおりである。

【0037】

【数1】

$$Z = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k)c^2h^2}} + ah^2 + bh^6$$

但し、cは、曲率（曲率半径rの逆数）、
kは、円錐定数（コニック定数）である。 · · · (1)

このコンバイナ光学系の収差図は、図7のとおりである。

【実施例3】

【0038】

以下、本発明の第3実施例を示す。

本実施例のコンバイナ光学系の光路図は、図8のとおりである。なお、図8では、光路に作用しない面については一部省略してある。 40

このコンバイナ光学系のデータは、表5、表6のとおりである。

【0039】

【表5】

| | | | | |
|---|-------|----|--------|----|
| 仕様 | | | | |
| 入射瞳径:3 | | | | |
| 計算波長 [nm]:528, 521, 514 | | | | |
| X方向画角 [deg]:6~-6 | | | | |
| Y方向画角 [deg]:-4.5~4.5 | | | | |
| 射出瞳基準の虚像形成位置:-600 | | | | |
| 各面のデータ | | | | |
| 面番号 曲率半径 屈折率[nd] 分散[νd] 作用 | | | | |
| 1: INFINITY 1 | 屈折 ←瞳 | | | |
| 2: INFINITY 1.583 | 29.9 | 屈折 | | |
| 3: INFINITY 1.583 | 29.9 | 反射 | ←B S | 20 |
| 4: INFINITY 1.583 | 29.9 | 反射 | | |
| 5: INFINITY 1.583 | 29.9 | 反射 | ←主反射面 | |
| 5面のホログラムデータ | | | | |
| 第1光源:実点光源, 第2光源:仮想点光源, 回折次数:1 | | | | |
| 感光層の厚さ [μm]:20, 感光層基準屈折率:1.493, 屈折率変調度:0.03 | | | | |
| 感光層の体積膨張率:-0.02, 感光層の体積屈折率変化:0 | | | | |
| 第1光源の座標値:X=0.00×10 ⁰⁰ , Y=0.00×10 ⁰⁰ , Z=-4.34×10 ⁰¹ | | | | |
| 第2光源の座標値:X=0.00×10 ⁰⁰ , Y=0.00×10 ⁰⁰ , Z=-2.13×10 ⁰⁶ | | | | |
| 6: INFINITY 1.583 | 29.9 | 反射 | | |
| 7: INFINITY 1.583 | 29.9 | 反射 | | |
| 8: INFINITY 1.583 | 29.9 | 反射 | | |
| 9: INFINITY 1.583 | 29.9 | 反射 | | |
| 10: -14.45471 1.9068 | 21.2 | 屈折 | | 40 |
| 11: 63.26252 1.00000 | | 屈折 | | |
| 12: INFINITY | | | ←画像表示面 | |

【0040】

【表6】

| 各面座標値と傾き角度[deg] | | | | | | |
|-----------------|---|----------|---------|-----|---|---|
| 面番号 | X | Y | Z | A | B | C |
| 1: | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2: | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 3: | 0 | 0 | 14.8 | 30 | 0 | 0 |
| 4: | 0 | -3.11769 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 5: | 0 | -6.23538 | 14.8 | -60 | 0 | 0 |
| 6: | 0 | -3.11769 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 7: | 0 | 3.11769 | 16.6 | 0 | 0 | 0 |
| 8: | 0 | 9.35307 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 9: | 0 | 15.58846 | 16.6 | 0 | 0 | 0 |
| 10: | 0 | 19.22576 | 14.5 | -60 | 0 | 0 |
| 11: | 0 | 21.65064 | 13.1 | -60 | 0 | 0 |
| 12: | 0 | 31.37409 | 7.48616 | -60 | 0 | 0 |

このコンバイナ光学系の収差図は、図9のとおりである。

【実施例4】

【0041】

以下、本発明の第4実施例を示す。

本実施例のコンバイナ光学系の光路図は、図10のとおりである。なお、図10では、30光路に作用しない面については一部省略してある。

このコンバイナ光学系のデータは、表7、表8のとおりである。

【0042】

10

20

30

【表7】

仕様

入射瞳径:3

計算波長[nm]:647, 532, 476

X方向画角[deg]:10~-10

Y方向画角[deg]:-6~6

射出瞳基準の虚像形成位置:-600

10

各面のデータ

面番号 曲率半径 屈折率[nd] 分散[νd] 作用

| | | | | | |
|----|-----------|--------|------|----|-------|
| 1: | INFINITY | 1 | | 屈折 | ←瞳 |
| 2: | INFINITY | 1.5067 | 70.5 | 屈折 | |
| 3: | INFINITY | 1.5067 | 70.5 | 反射 | ←BS |
| 4: | INFINITY | 1.5067 | 70.5 | 反射 | |
| 5: | -30 | 1.5067 | 70.5 | 反射 | ←主反射面 |
| 6: | INFINITY | 1.5067 | 70.5 | 反射 | |
| 7: | INFINITY | 1.5067 | 70.5 | 反射 | |
| 8: | -15.66254 | 1.5067 | 70.5 | | ←中間像 |

20

30

【0 0 4 3】

【表8】

各面の座標値と傾き角度[deg]

| 面番号 | X | Y | Z | A | B | C |
|-----|---|----------|----------|-----|---|---|
| 1: | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2: | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 3: | 0 | 0 | 14.7 | 30 | 0 | 0 |
| 4: | 0 | -2.94449 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 5: | 0 | -6.23538 | 14.9 | -60 | 0 | 0 |
| 6: | 0 | -2.94449 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 7: | 0 | 3.2909 | 16.6 | 0 | 0 | 0 |
| 8: | 0 | 6.53653 | 14.72613 | -60 | 0 | 0 |

40

このコンバイナ光学系の収差図は、図11のとおりである。

50

【実施例 5】

【0 0 4 4】

以下、本発明の第 5 実施例を示す。

本実施例のコンバイナ光学系の光路図は、図 12 のとおりである。なお、図 12 では、光路に作用しない面については一部省略してある。

このコンバイナ光学系のデータは、表 9、表 10 のとおりである。

【0 0 4 5】

【表 9】

仕様

X方向画角 [deg] : -6.66 ~ 6.66

Y方向画角 [deg] : -10.0 ~ 0.0

射出瞳基準の虚像形成位置 : -1000.00000

各面のデータ

面番号 曲率半径 屈折率 [nd] 分散 [νd] 作用

1: INFINITY ← 瞳

2: INFINITY 1.595505 39.02

3: INFINITY 1.595505 39.02 反射 ← P B S

4: INFINITY 1.595505 39.02 反射 ← 主反射面

5: INFINITY 1.595505 39.02 反射

6: INFINITY 1.595505 39.02 反射

7: INFINITY 1.595505 39.02 反射

8: INFINITY 1.595505 39.02

9: 35.57719 1.717362 29.52

10: -14.50837 1.681452 50.86

11: -41.85377

12: INFINITY ← 画像表示面

10

20

30

40

【0 0 4 6】

【表10】

| 各面の座標値と傾き角度[deg] | | | | |
|------------------|---|----------|----------|----------|
| 面番号 | X | Y | Z | A |
| 1: | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2: | 0 | 0 | 13 | 0 |
| 3: | 0 | 0 | 14.24500 | 35.0000 |
| 4: | 0 | -3.47896 | 14.44718 | 72.1229 |
| 5: | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6: | 0 | 4.40000 | 3.60000 | 0 |
| 7: | 0 | 14.40000 | 0.00000 | 0 |
| 8: | 0 | 18.00000 | 3.60000 | 0 |
| 9: | 0 | 34.07907 | 0.10000 | -71.1490 |
| 10: | 0 | 35.02544 | -0.22311 | -71.1490 |
| 11: | 0 | 39.04382 | -1.59507 | -71.1490 |
| 12: | 0 | 51.10871 | -5.71427 | -71.1490 |

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】アイグラスディスプレイの外観図である。

【図2】実施形態のコンバイナ光学系1の断面の概略図である。

【図3】実施形態の別のコンバイナ光学系1の断面の概略図である。

【図4】第1実施例のコンバイナ光学系の光路図である。

【図5】第1実施例のコンバイナ光学系の収差図(横収差図)である。

【図6】第2実施例のコンバイナ光学系の光路図である。

【図7】第2実施例のコンバイナ光学系の収差図(横収差図)である。

【図8】第3実施例のコンバイナ光学系の光路図である。

【図9】第3実施例のコンバイナ光学系の収差図(横収差図)である。

【図10】第4実施例のコンバイナ光学系の光路図である。

【図11】第4実施例のコンバイナ光学系の収差図(横収差図)である。

【図12】第5実施例のコンバイナ光学系の光路図である。

【符号の説明】

【0048】

1 コンバイナ光学系

2 0 a 画像表示面

1 3 ビームスプリッタ(BS)、偏光ビームスプリッタ(PBS)

1 4 1/4波長板

1 5 基板

1 5 a 使用者側の面

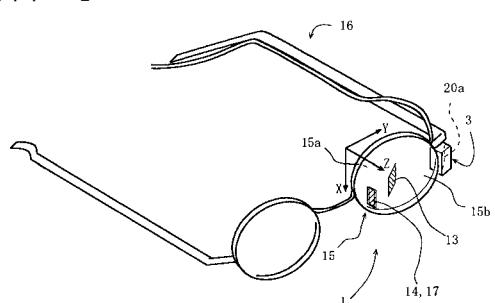
1 5 b 外界側の面

1 5 c 境界面

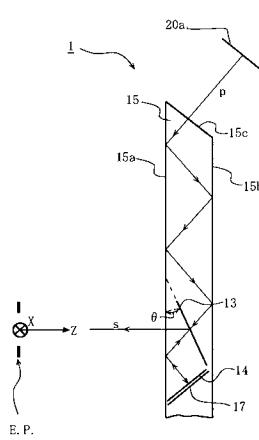
1 7 主反射面

E. P. 射出瞳(アイポイント)

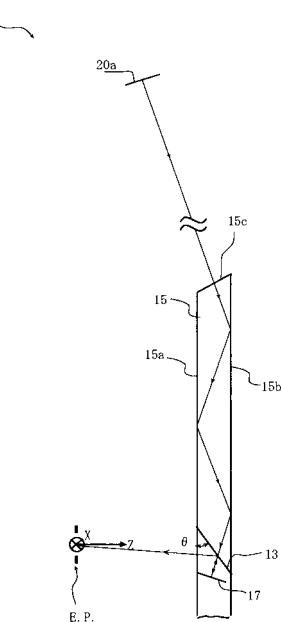
【図1】



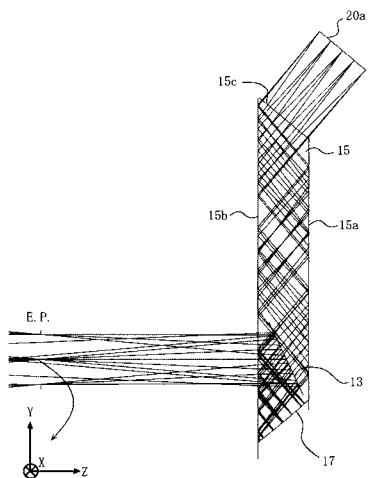
【図2】



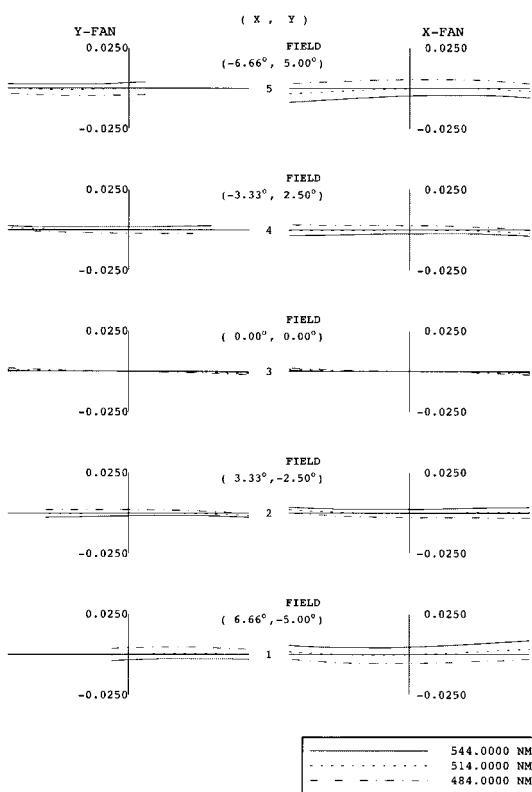
【図3】



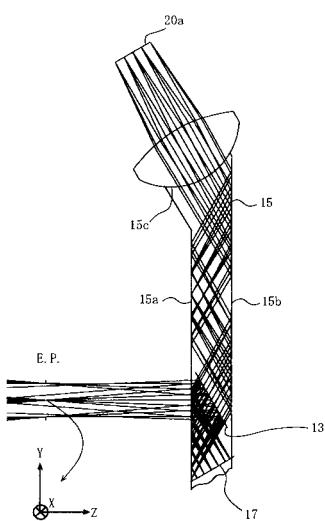
【図4】



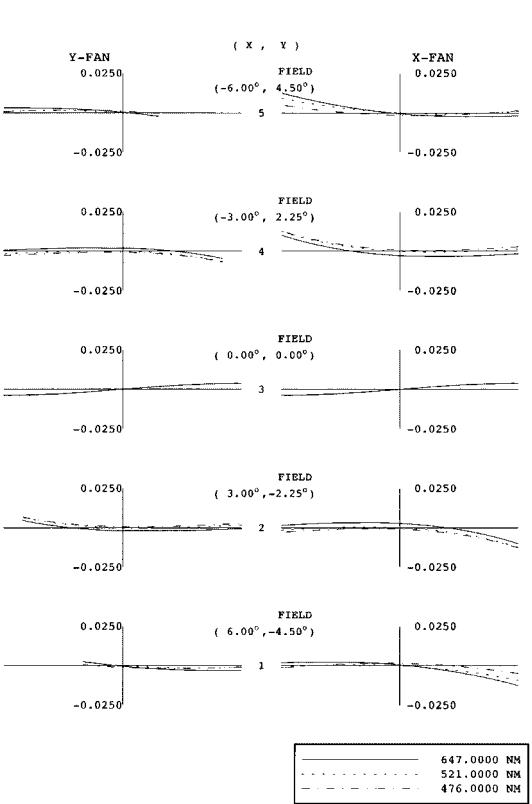
【図5】



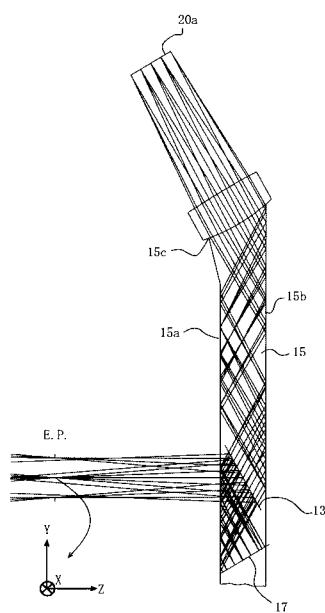
【図6】



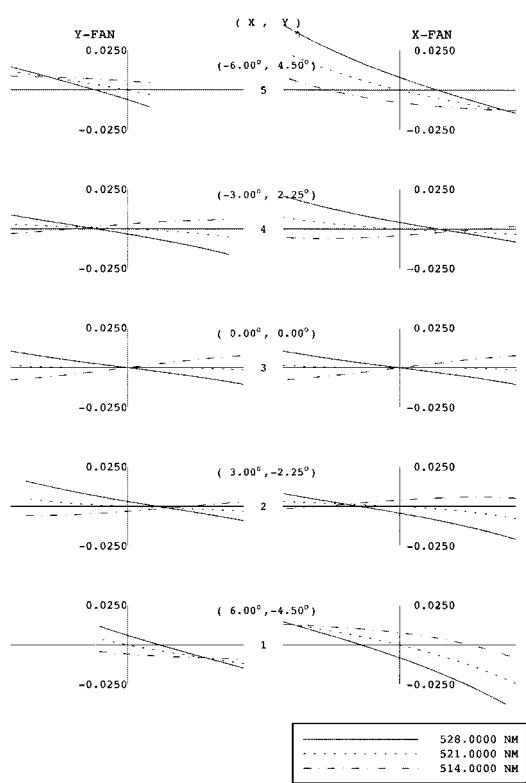
【図7】



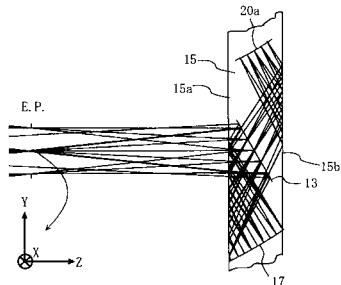
【図8】



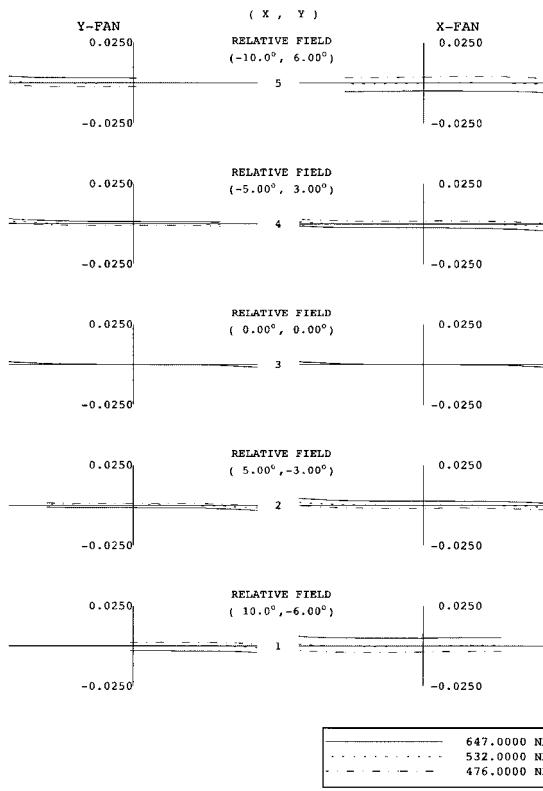
【図9】



【図10】



【図11】



【図 1 2】

