

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4040730号
(P4040730)

(45) 発行日 平成20年1月30日(2008.1.30)

(24) 登録日 平成19年11月16日(2007.11.16)

(51) Int.Cl.

F 1

G 0 9 F 9/00 (2006.01)

G 0 9 F 9/00 3 5 9 Z

H 0 4 N 5/64 (2006.01)

H 0 4 N 5/64 5 1 1 A

G 0 2 F 1/13 (2006.01)

G 0 2 F 1/13 5 0 5

請求項の数 4 (全 54 頁)

(21) 出願番号 特願平9-334101

(22) 出願日 平成9年12月4日(1997.12.4)

(65) 公開番号 特開平11-161191

(43) 公開日 平成11年6月18日(1999.6.18)

審査請求日 平成16年11月2日(2004.11.2)

(31) 優先権主張番号 特願平9-261954

(32) 優先日 平成9年9月26日(1997.9.26)

(33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000000376

オリンパス株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 久芳 圭一

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ

リンパス光学工業株式会社内

審査官 後藤 亮治

(56) 参考文献 特開平08-050256(JP,A)

特開平08-286141(JP,A)

特開平05-154106(JP,A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 映像表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

映像を表示する画像表示素子と、前記画像表示素子に表示された映像を観察者眼球に導く反射作用を持つ面を少なくとも1面有する接眼光学系と、観察者眼球の反射光を撮像素子に結像する視線検出光学系とからなる映像表示装置において、

前記視線検出光学系は、少なくとも前記接眼光学系と観察者眼球から出る視線検出光に対して反射作用を持つ前記接眼光学系に接着されたシースルー用光学部材である視線検出用光学部材とから構成され、

前記視線検出光は、前記接眼光学系の反射作用を持つ面を透過後、前記接眼光学系の一部と前記シースルー用光学部材の一部を介して、前記シースルー用光学部材の観察者眼球とは反対側の面で反射した後に、

前記シースルー用光学部材により中間像を形成せずに観察者眼球の像を前記撮像素子上に結像することを特徴とする映像表示装置。

【請求項2】

前記視線検出光の光路が、観察者眼球から前記接眼光学系の一部を透過し、前記シースルー用光学部材の一部を透過し、前記シースルー用光学部材の観察者眼球とは反対側の面で反射し、前記接眼光学系と前記シースルー用光学部材との接合面で反射し、前記結像光学系から前記撮像素子に達することを特徴とする請求項1記載の映像表示装置。

【請求項3】

前記視線検出光の光路が、観察者眼球から前記接眼光学系の一部を透過し、前記シースル

10

20

一用光学部材の一部を透過し、前記シースルー用光学部材の観察者眼球とは反対側の面で反射し、前記接眼光学系と前記シースルー用光学部材との接合面で反射し、前記シースルー用光学部材の観察者眼球とは反対側の面で反射し、前記結像光学系から前記撮像素子に達することを特徴とする請求項1記載の映像表示装置。

【請求項4】

前記視線検出光学系が、前記シースルー用光学部材とそれに接合しているプリズムで構成されていることを特徴とする請求項1記載の映像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

10

本発明は、映像表示装置に関し、特に、観察者の頭部又は顔面に保持することを可能にする頭部又は顔面装着式映像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、頭部又は顔面装着式映像表示装置（以下、HMDと言う。）の接眼光学系として、3つの光学面からなり、その中の第1面は画像表示素子からの表示光を入射させる屈折面、もう1つの第2面は残りの第3面で反射した光を反射させて第3面へ入射させる反射面、第3面が第1面を透過して入射した光を第2面側へ反射させる反射面と第2面で反射した光を屈折して観察者の眼へ導く屈折面とを兼ねた面であり、その3面により断面が三角形の変形プリズムを構成しているものを用いることが、特開平3-101709号、特開平8-50256号、特開平8-179223号、特開平8-234136号等において提案されている。これらのものは何れも観察者の視線を検出する視線検出機能を備えている。

20

【0003】

図20は特開平3-101709号による光学系の断面図であり、画像表示素子11から出た表示光はダイクロイックミラー12で反射され、リレーレンズ系13を通り、ビームスプリッター14で反射されて中間像が形成され、その後、第1面16、第2面17、第3面18の3面からなる変形プリズムの接眼光学系15に入射し、観察者眼球Eに画像表示素子11の拡大像を投影するものである。観察者眼球Eの視線を検出するために、赤外光源19が配置され、その照明光は、ダイクロイックミラー12を透過し、リレーレンズ系13を通り、ビームスプリッター14で反射されて中間像が形成され、その後、接眼光学系15の第1面16から入射し、第3面18で全反射され、その後第2面17を透過し、第4面20で反射され、今度は第3面18を通して接眼光学系15から出て観察者眼球Eを照明し、その反射光は上記と逆の順で接眼光学系15を通り、接眼光学系15から出た光は、ビームスプリッター14を透過し、センサー21で検出され、そのセンサー21の反射光の検出位置により視線が検出される。

30

【0004】

図21は特開平8-50256号による光学系の断面図であり、画像表示素子11から出た表示光は、ダイクロイックミラー面24を有する光学部材23を透過して、第1面16、第2面17、第3面18の3面からなる変形プリズムの接眼光学系15の第1面16から接眼光学系15内に入射し、第3面18で全反射され、その後第2面17で反射され、今度は第3面18を通して接眼光学系15から出て観察者眼球Eに画像表示素子11の拡大像を投影するものである。観察者眼球Eの視線を検出するために、観察者眼球Eを直接照明する赤外光源19が配置され、眼球Eで反射された光は、接眼光学系15の第3面18から接眼光学系15内に入射し、第2面17で反射され、今度は第3面18に入射して全反射され、第1面16を通して接眼光学系15から出て、光学部材23のダイクロイックミラー面24で反射され、光学部材23の接眼光学系15側の面で内部全反射され、結像レンズ25により撮像素子26上に結像し、その撮像素子26上の像から視線が検出される。なお、第2面17は半透過面とし、変形プリズム15の前方に補正プリズム22を配置して、外界を直接観察するシースルーができるようになっている。

40

50

【 0 0 0 5 】

図 2 2 は特開平 8 - 1 7 9 2 2 3 号による光学系の断面図 (a) と正面図 (b) であり、画像表示素子 1 1 から出た表示光は、第 1 面 1 6、第 2 面 1 7、第 3 面 1 8 の 3 面からなる変形プリズムの接眼光学系 1 5 の第 1 面 1 6 から接眼光学系 1 5 内に入射し、第 3 面 1 8 で全反射され、その後第 2 面 1 7 で反射され、今度は第 3 面 1 8 を通って接眼光学系 1 5 から出て、斜めに傾いたダイクロイックミラー 2 7 を透過して観察者眼球 E に画像表示素子 1 1 の拡大像を投影するものである。第 3 面 1 8 の法線の中心軸 (観察方向) O - O に対する傾き角 θ は、 $20^{\circ} < \theta < 40^{\circ}$ に設定されている。観察者眼球 E の視線を検出するために、観察者眼球 E を直接照明する赤外光源 1 9 (1 9 a、1 9 b) が配置され、眼球 E で反射された光は、ダイクロイックミラー 2 7 で反射され、結像レンズ 2 5 により受光素子 2 6 上に結像し、その受光素子 2 6 上の像から視線が検出される。

10

【 0 0 0 6 】

図 2 3 は特開平 8 - 2 3 4 1 3 6 号による光学系の断面図 (a) と正面図 (b) であり、画像表示素子 1 1 から出た表示光は、第 1 面 1 6、第 2 面 1 7、第 3 面 1 8 の 3 面からなる変形プリズムの接眼光学系 1 5 の第 1 面 1 6 から接眼光学系 1 5 内に入射し、第 3 面 1 8 で全反射され、その後第 2 面 1 7 で反射され、今度は第 3 面 1 8 を通って接眼光学系 1 5 から出て観察者眼球 E に画像表示素子 1 1 の拡大像を投影するものである。観察者眼球 E の視線を検出するために、観察者眼球 E を直接照明する赤外光源 1 9 が配置され、眼球 E で反射された光は、変形プリズムの接眼光学系 1 5 の第 3 面 1 8 を透過し、第 2 面 1 7 に設けられた反射膜 M の開口 A を透過し、非点収差を補正するくさびプリズム 2 8 を透過して、結像レンズ 2 5 により受光素子 2 6 上に結像し、その受光素子 2 6 上の像から視線が検出される。

20

【 0 0 0 7 】

【 発明が解決しようとする課題 】

上記の特開平 3 - 1 0 1 7 0 9 号のものは、視線検出用光学系と接眼光学系は大部分を共有しているが、接眼光学系全体としてリレー式の光学系であり、光学系が大型化している。また、赤外線では照明された眼の像をセンサー上に結像する場合、光学的パワーを有するのは第 4 面 2 0 のみであるので、センサー 2 1 の接眼光学系 1 5 からの突出量も大きくなってしまいう問題がある。

【 0 0 0 8 】

また、特開平 8 - 5 0 2 5 6 号の実施例 1 (図 2 1) の場合、画像表示素子と接眼光学系の間隔 (working distance) は、収差補正上は狭い方が好ましい。また、接眼光学系の画像表示素子側入射面 (第 1 面) に対して画像表示素子が傾斜しているのが収差補正上好ましい。しかしながら、視線検出のための光学部材 2 3 を配置するために、その間隔を大きくする必要が生じ、接眼光学系の収差補正上好ましくない。特に、画像表示素子と接眼光学系の間に光学部材 2 3 を挿入すると球面収差が発生するので、これを接眼光学系で補正する必要がある。その結果、視線検出機能のない HMD 用の接眼光学系の構成と、視線検出機能付きの HMD 用の接眼光学系の構成とが異なるものとなり、2 種類の接眼光学系を用意する必要が生じ、コストアップに繋がり好ましくない。なお、実施例 5 においては、ダイクロイックミラー面を有する光学部材の代わりに、ダイクロイックミラー単体を用いており、接眼光学系の画像表示素子側の間隔拡大、球面収差発生という実施例 1 の 2 つの問題点の中、球面収差発生の問題点は関係ない。なお、ダイクロイックミラーを挿入するために、接眼光学系の画像表示素子側の間隔を広げる設計をする必要があるが、広い間隔中にダイクロイックミラーを出し入れすることで、接眼光学系を共有することができる。

30

40

【 0 0 0 9 】

特開平 8 - 5 0 2 5 6 号の実施例 2 のものでは、変形プリズムの接眼光学系の第 3 面と観察者眼球との間にダイクロイックミラーを配置してその反射光により視線を検出しているが、ある程度の視線検出範囲を確保しようとする、そのダイクロイックミラーの有効径が大きくなり、その結果、視線検出光学系の顔面側への突出量が増加し、アイリリーフの

50

大きな接眼光学系に変更する必要が生じるという問題がある。

【 0 0 1 0 】

特開平 8 - 5 0 2 5 6 号の実施例 3 のものでは、接眼光学系の変形プリズム 1 5 と補正プリズム 2 2 の接合体を平面で 2 分割し、その間にダイクロイックミラー面を設けてその反射光により視線を検出しているが、接眼光学系を分割すると 2 分割したプリズムを接着する工程が必要となり、コストアップとなる。また、シースルー機能がない場合には分割しない接眼光学系を使用し、シースルー機能がある場合には分割・接着した接眼光学系を使用することになり、2 種類の接眼光学系を用意する必要があり、コストアップに繋がりが好ましくない。

【 0 0 1 1 】

特開平 8 - 5 0 2 5 6 号の実施例 4 のものでは、変形プリズムの接眼光学系の第 2 面の外側にダイクロイックミラーを配置してその反射光により視線を検出しているが、接眼光学系全体の前方向への突出量が大きく増加してしまう。

【 0 0 1 2 】

なお、特開平 8 - 5 0 2 5 6 号の実施例 1 ~ 4 においては、シースルーを可能にするための補正プリズムに加えて、視線検出を可能にするために光学部材とレンズを付加する必要があり、付加する光学部材の点数が多い問題もある。

【 0 0 1 3 】

また、特開平 8 - 1 7 9 2 2 3 号においては、変形プリズム 1 5 の第 3 面 1 8 の傾き角 θ を 20° ~ 40° に設定している。しかし、この条件は好ましくない。その理由を説明する。

【 0 0 1 4 】

接眼光学系 1 5 の眼球直前の面 1 8 の傾斜角 θ は、視軸 O - O を水平方向に設定した場合、接眼光学系 1 5 の収差補正上、及び、接眼光学系 1 5 の下部の肉厚を確保しつつ第 3 面 1 8 の全反射条件を満足するためには、 $5 \sim 25^\circ$ 程度傾斜するのが好ましい。特に 15° 程度傾斜するのが最も好ましい。

【 0 0 1 5 】

すなわち、全反射条件を満足するためには、第 3 面 1 8 は正方向に傾斜し、第 2 面 1 7 はマイナス方向に傾斜するのが好ましい。一方、接眼光学系 1 5 の下部の肉厚を確保するためには、第 3 面 1 8 が正方向に傾斜し、第 2 面 1 7 がマイナス方向に傾斜するのは好ましくない。接眼光学系 1 5 の下部の肉厚を確保しつつ第 3 面 1 8 の全反射条件を満足するためには、第 3 面 1 8 は垂直方向から $5 \sim 25^\circ$ 程度（最も好ましくは、 15° 程度）傾斜し、第 2 面 1 7 は $-2 \sim -25^\circ$ 程度（最も好ましくは、 -12° 程度）傾斜するのが好ましい。

【 0 0 1 6 】

このようにすると、結果として、接眼光学系 1 5 の顔面方向への突出量が少なく好ましい。

ところで、視軸 O - O は下向きにする方が映像を観察しやすいので好ましく、水平方向から $0 \sim -20^\circ$ 程度下向きにするのが好ましい。特に -10° 程度が最も好ましい。

【 0 0 1 7 】

したがって、HMD 装着時には、眼球 E の直前の面 1 8 は垂直方向に対して $25 \sim -15^\circ$ 程度傾斜しているのが好ましい。特に 10° 程度傾斜しているのが最も好ましい。

【 0 0 1 8 】

さらに、顔面側への突出量を減少させることを考えると、HMD 装着時の眼球 E の直前の面 1 8 の傾斜角を $20 \sim -15^\circ$ 程度に限定するのが好ましい。この場合、 10° 程度傾斜しているのが最も好ましい。

【 0 0 1 9 】

したがって、眼球 E の直前の面 1 8 が、 20° ~ 視軸に対する角度 θ 40° という条件は好ましくない。

さらに、特開平 8 - 1 7 9 2 2 3 号においては、ダイクロイックミラー 2 7 で反射後は単

10

20

30

40

50

レンズ 25 で受光素子 26 に結像することしか開示されておらず、これでは顔面側への突出量が大きくなってしまう。その結果、アイリリーフをより大きくする必要が生じ、接眼光学系 15 を設計する際の制約条件となると共に、接眼光学系 15 の前方への突出量をより大きくしてしまう問題がある。

【0020】

また、特開平 8 - 234136 号のものにおいては、視線検出光学系が妨げとなり、シースルー用の光学部材を追加してもシースルー機能を持たせることができない。

【0021】

本発明は従来技術のこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、接眼光学系に負担をかけることなしに視線検出光学系を一体に構成した頭部装着式映像表示装置に特に適した映像表示装置を提供することである。

【0022】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明の映像表示装置は、映像を表示する画像表示素子と、前記画像表示素子に表示された映像を観察者眼球に導く反射作用を持つ面を少なくとも 1 面有する接眼光学系と、観察者眼球の反射光を撮像素子に結像する視線検出光学系とからなる映像表示装置において、

前記視線検出光学系は、少なくとも前記接眼光学系と観察者眼球から出る視線検出光に対して反射作用を持つ前記接眼光学系に接着されたシースルー用光学部材である視線検出用光学部材とから構成され、

前記視線検出光は、前記接眼光学系の反射作用を持つ面を透過後、前記接眼光学系の一部と前記シースルー用光学部材の一部を介して、前記シースルー用光学部材の観察者眼球とは反対側の面で反射した後に、

前記シースルー用光学部材により中間像を形成せずに観察者眼球の像を前記撮像素子上に結像することを特徴とするものである。

【0023】

この映像表示装置は後記の実施例 5、6、8 ~ 13 が対応する。なお、実施例 1 ~ 4、7 は本発明の参考例である。このように構成すると、映像表示光を結像する接眼光学系を変更する必要がなく、それに視線検出機能を付加することができる。

【0024】

図 1 は、本発明に基づく映像表示装置の光学系を模式的に示したものである。

まず、本発明において用いる座標系について説明する。観察者の眼球 E の瞳孔 10 中心を原点とし、観察者眼球 E が画像表示素子 1 中心を観察しているときの軸上主光線のある視軸方向であって、瞳孔 10 から接眼光学系（変形プリズム）2 に向かう方向を正とする Z 軸、この視軸に直交し、観察者眼球 E から見て上下方向の下から上を正とする Y 軸、視軸に直交し、観察者眼球 E から見て左右方向の右から左を正とする X 軸を定義する。Y 軸を水平方向、X 軸を垂直方向に配置してももちろんよい。

【0025】

本発明に基づく映像表示装置は、代表的には、3つの光学面 3、4、5 からなり、その中の第 1 面 3 は画像表示素子 1 からの表示光を入射させる屈折面、もう 1 つの第 2 面 4 は残りの第 3 面 5 で全反射した光を反射させて第 3 面 5 へ入射させる反射面、第 3 面 5 が第 1 面 3 を透過して入射した光を第 2 面 4 側へ全反射させる反射面と第 2 面 4 で反射した光を屈折して観察者の眼 E へ導く屈折面とを兼ねた面であり、その 3 面 3 ~ 5 により断面が三角形の変形プリズムを構成しており、全体として正パワーを有する接眼光学系 2 を含み、この接眼光学系 2 により画像表示素子 1 の表示映像を中間像を形成することなく観察者眼球 E に虚像として拡大投影するものである。

【0026】

面の配置としては、上記以外に 2 面あるいは 4 面以上からなるものも含まれるが、基本的に 1 面以上の反射面（図 1 の場合は、第 2 面 4）を含むものである。そして、視線検出のために、この反射面 4 を少なくとも視線検出のための光（通常、赤外光を用いる。）を透

10

20

30

40

50

過する半透過鏡あるいはダイクロイックミラー面とする。そして、図示は省いてあるが、観察者眼球 E を照明する照明光源を配置する。

【 0 0 2 7 】

また、本発明に基づき、変形プリズム 2 の反射面 4 に視線検出用光学部材 6 を接着してある。この視線検出用光学部材 6 は視線検出のための光を反射する作用を有し、図 1 の場合は、少なくとも視線検出のための赤外光を反射する反射面 7 が視線検出用光学部材であるプリズム 6 の一端に設けられている。

【 0 0 2 8 】

この視線検出用光学部材 6 の反射作用により反射された光は、結像光学系 8 により撮像素子 9 上に結像され、その撮像素子 9 上の像から視線が検出される。

10

このような構成であるので、視線検出用光学部材 6 の反射による偏向作用により、視線検出光学系の突出量を少なくすることができる。さらに、シースルー用補正プリズム 30 を接眼光学系 2 の反射面 4 側に追加してシースルー機能を持たせる場合に、視線検出用光学部材 6 の反射による偏向作用により結像光学系 8 や撮像素子 9 が接眼光学系 2 の下方に配置できるので、これらの結像光学系 8 や撮像素子 9 が外界観察を妨げないようにできる。また、視線検出用光学部材 6 を接眼光学系 2 に接着するので組立が容易である。

【 0 0 2 9 】

また、上記の場合、視線検出用光学部材が反射作用と光学パワーを持つことが望ましい。この映像表示装置は後記の実施例 1 ~ 13 が対応する。

【 0 0 3 0 】

20

このように構成すると、図 1 に示したように、視線検出用光学部材 6 の下面（射出面）に結像光学系 8 の機能の全てやその機能の一部を持たせれば、新たな光学素子を追加する必要がなくなったり追加する光学素子を少なくでき組立が容易となる。その結果、光学系全体を単純化できるので、顔面に装着する HMD の光学系として好ましく、コストも削減できる。

【 0 0 3 1 】

また、視線検出用光学部材による反射作用により、画像表示素子方向とは略反対方向に視線検出光を偏向するようにすることが望ましい。

この映像表示装置は後記の実施例 1 ~ 13 が対応する。

【 0 0 3 2 】

30

このように構成すると、図 1 に示したように、接眼光学系 2 が、偏心 (t i l t) した面 4 で画像表示素子 1 に対する反射作用を持つ場合、接眼光学系 2 は逆向きの三角形状となる。視線検出光を視線検出光学部材 6 の反射面による偏向作用により図 1 の下方方向に偏向するようにすれば、視線検出光学部材 6 は概ね上向きの三角形状になるので、視線検出光学部材 6 の前方への突出量を少なくすることができる。

【 0 0 3 3 】

また、視線検出用光学部材の反射作用を持つ面は、可視光を透過し赤外光を反射するダイクロイック膜によりなることが望ましい。

この映像表示装置は後記の実施例 1 ~ 13 が対応する。

【 0 0 3 4 】

40

このように構成すると、画像表示素子に表示された映像や外界光の光量低下を招かずに、赤外光による視線検出を行うことができる。

また、視線検出用光学部材がシースルー用光学部材であり、視線検出光学系が、映像観察用の接眼光学系の一部とシースルー用光学部材の一部を介して、シースルー用光学部材の観察者眼球とは反対側の面で反射した後に、撮像素子 9 上に結像することができる。

【 0 0 3 5 】

この映像表示装置は後記の実施例 5、6、8 ~ 13 が対応する。

図 2 に示すように、変形プリズム 2 からなる接眼光学系を使用した場合、観察者が外界を観察しようとする、接眼光学系 2 のプリズム作用により外界光は偏向されてしまう。そこで、シースルー用光学部材（シースルー用補正プリズム）30 により外界光の偏向を補

50

正する必要がある。

【0036】

そして、例えば、シースルー用光学部材30の観察者眼球とは反対側の面31の可視光の透過率を100%、映像観察用の接眼光学系2のシースルー用光学部材30との接合面4の可視光の透過率を50%とすると、画像表示素子1の映像も外界の観察も可能となる。

【0037】

そして、前記の発明が解決しようとする課題の項中で述べたように、接眼光学系2の観察者眼球側の面5は、垂直方向に対して25°～15°程度傾斜しているのが好ましい(10°程度傾斜しているのが最適)。したがって、シースルー用光学部材30の観察者眼球とは反対側の面31も、接眼光学系2の観察者眼球側の面5と同程度傾斜することになる。

10

【0038】

このシースルー用光学部材30の観察者眼球とは反対側の面31で反射することで、視線検出光を偏向し、映像観察画角やシースルー画角の外に視線検出光学系を配置することができる。

【0039】

このように、画像表示素子1の映像を観察する光学系に影響を及ぼすことなく、視線検出光学系を構成することができ、視線検出光学系を付加することによる接眼光学系2の仕様低下、収差悪化等がない。また、シースルー機能を損なうことなく、視線検出光学系を構成することができる。

20

【0040】

図1の場合は、視線検出用光学部材6で視線検出機能を付加し、シースルー用補正プリズム30によりシースルー機能を付加している。接眼光学系2に視線検出機能とシースルー機能の両方を付加する場合、視線検出用光学部材6とシースルー用補正プリズム30を一体化できれば、光学素子の部品点数を削減できるので、コストが削減でき、組立も容易になる。

【0041】

上記の視線検出用光学部材がシースルー用光学部材である場合に、視線検出光の光路が、観察者眼球から接眼光学系の一部を透過し、シースルー用光学部材の一部を透過し、シースルー用光学部材の観察者眼球とは反対側の面で反射し、接眼光学系とシースルー用光学部材との接合面で反射し、結像光学系から撮像素子に達するものとすることができる。

30

【0042】

この映像表示装置は後記の実施例5、6、8～12が対応する。

このように視線検出光の光路が2回の反射をすることで、視線検出光学系を顔面側とは反対側に配置できる。そのため、視線検出光学系が顔面側へ突出することで接眼光学系のアイリリーフを必要以上に確保する必要が生じる等の接眼光学系への負担が増加することなく、視線検出光学系を構成することができる。また、2回の反射をすることで、光路を折り畳む効果が得られ、視線検出光学系の突出量が減る。

【0043】

また、視線検出光の光路が、観察者眼球から接眼光学系の一部を透過し、シースルー用光学部材の一部を透過し、シースルー用光学部材の観察者眼球とは反対側の面で反射し、接眼光学系とシースルー用光学部材との接合面で反射し、シースルー用光学部材の観察者眼球とは反対側の面で反射し、結像光学系から撮像素子に達するものとすることができる。

40

【0044】

この映像表示装置は後記の実施例8、10～12が対応する。

このように視線検出光の光路が3回の反射をすることで、光路を折り畳む効果がより大きくなり、視線検出光学系の突出量が減る。

【0045】

また、視線検出光学系が、シースルー用光学部材とそれに接合しているプリズムで構成されているものとすることができる。

50

この映像表示装置は後記の実施例 9、11 が対応する。

【0046】

視線検出光学系の各面を反射面とレンズからなるように独立した光学素子で構成すると、各光学素子を配置する際に角度や距離の設定を厳密に行う必要がある。しかし、視線検出光学系を 1 個のプリズムとして一体的に形成し、接眼光学系とシースルー用光学部材とからなる光学部材に接合すれば、組立が容易となり、生産性が向上する。

【0047】

また、本発明の映像表示装置において、視線検出光学系を構成する面の中、少なくとも 1 面が直交する X 方向と Y 方向で異なる光学作用を有することが望ましい。

【0048】

この映像表示装置は後記の実施例 1 ~ 13 が対応する。

図 1 において、接眼光学系 2 の顔面の直前の面 5 と反射面 4 は偏心した光学パワーを持つ面である。また、図 2 において、シースルー用光学部材 30 の観察者眼球とは反対側の面 31 も偏心した光学パワーを持つ面である。視線検出光学系の少なくとも 1 面が直交する X 方向と Y 方向で異なる光学作用を持つことで、視線検出光が傾斜した光学パワーを持つ面に対して斜めに入射することで発生する偏心収差を補正することができる。

【0049】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の映像表示装置の実施例 5、6、8 ~ 13 について図 7 ~ 図 9、図 11 ~ 図 16 を参照して説明する。なお、実施例 1 ~ 4、7 は本発明の参考例である。

【0050】

ここでは、簡単のために、接眼光学系 2 や視線検出光学系の光軸は紙面（図 3 には座標を書き込んであるが、図 4 ~ 図 16 においては省いてある。）の Y - Z 面内で折り曲げられるものとしているが、X - Z 面内で折り曲げてよい。すなわち、画像表示素子 1 や視線検出光学系を観察者の上下方向に配置してもよいし、左右方向に配置してもよい。

【0051】

また、前記の発明が解決しようとする課題の項中で述べたように、視軸は水平方向から下向きに設定するのが好ましいが、以下の各実施例では視軸を水平方向に向くものとして設計してある。

〔実施例 1〕

図 3 は、本発明に基づく映像表示装置の実施例 1 の光学系の Y - Z 断面であり、接眼光学系を構成する断面が三角形の変形プリズム 2 は、3 つの光学面 3、4、5 からなり、その間が屈折率 1 より大きい媒質によって埋められてなり、接眼光学系 2 の第 1 面 3 に面して画像表示素子 1 が配置され、第 3 面に面して観察者の眼球の瞳孔 10 が位置している。画像表示素子 1 の表示映像を観察するときの光路は、画像表示素子 1 からの表示光は第 1 面 3 で屈折して接眼光学系 2 内部に入り、第 3 面で全反射して第 2 面 4 に入射し、通常は最も大きな正パワーを有する半透過反射面（シースルー機能を持たない場合は、可視光を反射し、赤外光を透過するダイクロイックミラー面でよい。）の第 2 面 4 で反射し、今度は第 3 面 5 を透過して接眼光学系 2 から出て中間像を結像することなく、観察者眼球の瞳孔 10 に入射して拡大像を網膜上に投影するものである。ここまでの配置は、実施例 2 ~ 13 も同じであるので、以下の説明においては省く。

【0052】

観察者眼球の視線を検出するには、赤外光を観察者眼球に照射する不図示の赤外光源が観察者眼球の斜め前方等に配置されており（図 21 ~ 図 23 参照）、この照明によって得られる観察者眼球の角膜反射像あるいは瞳孔 10 の像を撮像素子 9 によって撮像することにより、視線検出が行われる。以下の実施例 1 ~ 13 においては、瞳孔 10 の像を撮像素子 9 上に結像して視線検出を行うものとするが、角膜反射像あるいはその他の眼球に関する像を撮像素子 9 によって撮像して視線検出を行うようにすることは容易にできる。

【0053】

実施例 1 においては、図 3 に示すように、接眼光学系 2 の半透過反射面の第 2 面 4 に、視

10

20

30

40

50

線検出のための赤外光を反射する反射面 7 を設けた視線検出用光学部材 6 が接着されており、接眼光学系 2 の第 3 面 5 から入射し、第 2 面 4 を通過した視線検出光の光路を、その反射面 7 により左下方向に偏向させるようにしている。また、視線検出用光学部材 6 の反射光の出射面 3 2 は結像作用を持つ屈折面となっているので、視線検出光はその結像面に配置された撮像素子 9 上に結像する。このような構成であるので、視線検出用光学部材 6 の突出量は少なくなっている。

【 0 0 5 4 】

ここでは、反射面 7 を平面としているが、曲率を持たせるとなおよい。さらに、シースルー機能を付加したい場合には、破線で示すシースルー用プリズム 3 0 を付加すればよい。この場合も、視線検出用光学部材 6 や撮像素子 9 がシースルーを妨げることはない。この場合、視線検出用光学部材 6 の反射面 7 は、視線検出光（赤外光）に対して反射作用を持ち、可視光に対しては透過作用を持つ面とする。

10

〔 実施例 2 〕

図 4 は、本発明に基づく映像表示装置の実施例 2 の光学系の Y - Z 断面であり、実施例 1 の構成に正レンズ 3 3 を追加し、視線検出用光学部材 6 の出射面 3 2 と正レンズ 3 3 により、視線検出光を撮像素子 9 上に結像している。

〔 実施例 3 〕

図 5 は、本発明に基づく映像表示装置の実施例 3 の光学系の Y - Z 断面であり、実施例 2 の正レンズ 3 3 の代わりに正パワーを持った反射プリズム 3 4 を使用して、視線検出光学系の方へ突出量を減らしている。

20

〔 実施例 4 〕

図 6 は、本発明に基づく映像表示装置の実施例 4 の光学系の Y - Z 断面であり、この実施例においては、接眼光学系 2 の半透過反射面の第 2 面 4 に、視線検出のための赤外光を反射する反射面 7 を設けた視線検出用光学部材 6 が接着されており、接眼光学系 2 の第 3 面 5 から入射し、第 2 面 4 を通過した視線検出光の光路を、その反射面 7 により左下方向に反射させ、その反射光を視線検出用光学部材 6 内の第 2 面 4 との接着面で再度反射させ視線検出光の光路を右下方向に偏向している例であり、視線検出用光学部材 6 の反射光の出射面 3 2 は結像作用を持つ屈折面となっており、視線検出光はその結像面に配置された撮像素子 9 上に結像する。このような構成であるので、視線検出用光学部材 6 の突出量は少なくなっている。

30

【 0 0 5 5 】

さらに、シースルー機能を付加したい場合には、破線で示すシースルー用プリズム 3 0 を付加すればよい。この場合も、視線検出用光学部材 6 や撮像素子 9 がシースルーを妨げることはない。この場合、視線検出用光学部材 6 の反射面 7 は、視線検出光（赤外光）に対して反射作用を持ち、可視光に対しては透過作用を持つ面とする。

〔 実施例 5 〕

図 7 は、本発明に基づく映像表示装置の実施例 5 の光学系の Y - Z 断面であり、この実施例においては、接眼光学系 2 の半透過反射面の第 2 面 4 に、外界光の偏向を補正するシースルー用光学部材 3 0 が接着されており、このシースルー用光学部材 3 0 が視線検出用光学部材を兼ねている。接眼光学系 2 の第 3 面 5 から入射し、第 2 面 4 を通過した視線検出光の光路は、シースルー用光学部材 3 0 の観察者眼球とは反対側の面 3 1 により左下方向に反射され、その反射光をシースルー用光学部材 3 0 内の第 2 面 4 との接着面で再度反射させ、シースルー用光学部材 3 0 の右下方向に設けた結像作用を持つ屈折面の出射面 3 5 から出射させ、撮像素子 9 上に結像するようになっている。このような構成であるので、シースルー用光学部材 3 0 の突出量は少なくなっている。

40

【 0 0 5 6 】

ここで、シースルー用光学部材 3 0 の観察者眼球とは反対側の面 3 1 は赤外光を反射するダイクロイックミラー面となっている。この場合、シースルー用光学部材 3 0 の下部に視線検出光結像用の面 3 5 を加工するだけですむので、光学素子を追加する必要がなく、簡便で小型な視線検出光学系を構成することができる。そして、視線検出光結像用の面 3 5

50

がシースルー用光学部材 30 の下部にあるので、シースルーを妨げることはない。

【0057】

図 7 の変形例として、図 8 に示すように、シースルー用光学部材 30 の出射面 35 と撮像素子 9 の間にミラー 36 を配置して光路を折り曲げるようにしてもよい。

〔実施例 6〕

図 9 は、本発明に基づく映像表示装置の実施例 6 の光学系の Y - Z 断面であり、実施例 5 の構成に正レンズ（偏心正レンズ）33 を追加し、シースルー用光学部材 30 の出射面 35 と正レンズ 33 により、視線検出光を撮像素子 9 上に結像している。

〔実施例 7〕

図 10 は、本発明に基づく映像表示装置の実施例 7 の光学系の Y - Z 断面であり、この実施例においては、接眼光学系 2 の半透過反射面の第 2 面 4 に、視線検出のための赤外光を反射する反射面 7、7' を設けた視線検出用光学部材 6 が接着されており、接眼光学系 2 の第 3 面 5 から入射し、第 2 面 4 を通過した視線検出光の光路を、視線検出用光学部材 6 の第 1 の反射面 7 により左方向に反射させ、その反射光を視線検出用光学部材 6 内の第 2 面 4 との接着面で再度右方向へ反射させ、その後視線検出用光学部材 6 の第 2 の反射面 7' により今度は左下方向に反射させて、視線検出光の光路を左下方向に偏向している例であり、視線検出用光学部材 6 の反射光の出射面 32 は結像作用を持つ屈折面となっており、視線検出光はその結像面に配置された撮像素子 9 上に結像する。この例では、視線検出用光学部材 6 による 3 回の反射により光路を折り畳む効果がより大きくなっていると共に、視線検出光の光路を左下方向に偏向しているので、視線検出用光学部材 6 や撮像素子 9 の突出量は少なくなっている。

【0058】

さらに、シースルー機能を付加したい場合には、破線で示すシースルー用プリズム 30 を付加すればよい。この場合も、視線検出用光学部材 6 や撮像素子 9 がシースルーを妨げることはない。この場合、視線検出用光学部材 6 の反射面 7、7' は、視線検出光（赤外光）に対して反射作用を持ち、可視光に対しては透過作用を持つ面とする。

〔実施例 8〕

図 11 は、本発明に基づく映像表示装置の実施例 8 の光学系の Y - Z 断面であり、この実施例においては、接眼光学系 2 の半透過反射面の第 2 面 4 に、外界光の偏向を補正するシースルー用光学部材 30 が接着されており、このシースルー用光学部材 30 が視線検出用光学部材を兼ねている。接眼光学系 2 の第 3 面 5 から入射し、第 2 面 4 を通過した視線検出光の光路は、シースルー用光学部材 30 の観察者眼球とは反対側の面 31 により左下方向に反射され、その反射光をシースルー用光学部材 30 内の第 2 面 4 との接着面で再度反射され、その後シースルー用光学部材 30 の観察者眼球とは反対側の面 31 により今度は下方向に反射されて、シースルー用光学部材 30 の下部に設けた結像作用を持つ屈折面の出射面 35 から出射され、シースルー用光学部材 30 の出射面 35 とその出射面 35 と撮像素子 9 の間に配置された正レンズ 33 とにより、視線検出光を撮像素子 9 上に結像している。

【0059】

この場合も、シースルー用光学部材 30 の出射面 35 がシースルー用光学部材 30 の下部にあるので、シースルーを妨げることはない。

なお、この例では、絞り位置がシースルー用光学部材 30 の観察者眼球とは反対側の面 31 での 2 回目の反射位置と略一致しており、眼球と絞り間距離が確保できているので、視線検出光学系の像側テレセントリック性が良好であり、撮像素子 9 として CCD 等を使用する際に好適である。

〔実施例 9〕

図 12 は、本発明に基づく映像表示装置の実施例 9 の光学系の Y - Z 断面であり、この実施例においては、接眼光学系 2 の半透過反射面の第 2 面 4 に、外界光の偏向を補正するシースルー用光学部材 30 が接着されており、このシースルー用光学部材 30 が視線検出用光学部材を兼ねている。接眼光学系 2 の第 3 面 5 から入射し、第 2 面 4 を通過した視線検

出光の光路は、シースルー用光学部材 30 の観察者眼球とは反対側の面 31 により左下方向に反射され、その反射光をシースルー用光学部材 30 内の第 2 面 4 との接着面で再度反射され、シースルー用光学部材 30 の右下方向に接合した正パワーを持った反射プリズム 34 の出射面から出射され、撮像素子 9 上に結像するようになっている。反射プリズム 34 がシースルー用光学部材 30 の下部にあるので、シースルーを妨げることはない。また、反射プリズム 34 は反射面と透過面で構成されており、反射面を使用することで視線検出光の光路を折り曲げ、視線検出光学系の突出量を少なくしている。

〔実施例 10〕

図 13 は、本発明に基づく映像表示装置の実施例 10 の光学系の Y - Z 断面であり、実施例 8 の正レンズ 33 の代わりに正パワーを持った反射プリズム 34 を使用して、視線検出光学系の下方への突出量を減らしている。反射プリズム 34 がシースルー用光学部材 30 の下部にあるので、シースルーを妨げることはない。また、反射プリズム 34 は反射面と透過面で構成されており、反射面を使用することで視線検出光の光路を折り曲げ、視線検出光学系の突出量を少なくしている。

〔実施例 11〕

図 14 は、本発明に基づく映像表示装置の実施例 11 の光学系の Y - Z 断面であり、この実施例においては、接眼光学系 2 の半透過反射面の第 2 面 4 に、外界光の偏向を補正するシースルー用光学部材 30 が接着されており、このシースルー用光学部材 30 が視線検出用光学部材を兼ねている。接眼光学系 2 の第 3 面 5 から入射し、第 2 面 4 を通過した視線検出光の光路は、シースルー用光学部材 30 の観察者眼球とは反対側の面 31 により左下方向に反射され、その反射光をシースルー用光学部材 30 内の第 2 面 4 との接着面で再度反射され、その後シースルー用光学部材 30 の観察者眼球とは反対側の面 31 により今度は下方向に反射されて、シースルー用光学部材 30 の右下方向に接合した正パワーを持った反射プリズム 34 の出射面から左上方向へ出射され、その出射光はシースルー用光学部材 30 の下側の面に設けた反射面 37 で反射され、撮像素子 9 上に結像するようになっている。反射プリズム 34 がシースルー用光学部材 30 の下部にあるので、シースルーを妨げることはない。また、反射プリズム 34 は反射面と透過面で構成されており、反射面を使用することで視線検出光の光路を折り曲げ、また、シースルー用光学部材 30 の下側の面に設けた反射面 37 を介しているので、視線検出光学系の突出量を少なくしている。

〔実施例 12〕

図 15 は、本発明に基づく映像表示装置の実施例 12 の光学系の Y - Z 断面であり、実施例 11 の反射プリズム 34 を接合せずにシースルー用光学部材 30 から離して独立させた例である。なお、この例においては、シースルー用光学部材 30 の下側の射出面は平面で絞り位置と一致している。

【0060】

〔実施例 13〕

図 15 は、本発明に基づく映像表示装置の実施例 12 の光学系の Y - Z 断面であり、実施例 11 の反射プリズム 34 を接合せずにシースルー用光学部材 30 から離して独立させた例である。なお、この例においては、シースルー用光学部材 30 の下側の射出面は平面で絞り位置と一致している。

【0061】

図 16 は、本発明に基づく映像表示装置の実施例 13 の光学系の Y - Z 断面であり、この実施例においては、接眼光学系 2 の第 3 面 5 の観察者眼球側にダイクロイックミラー 38 が配置され、また、接眼光学系 2 の半透過反射面の第 2 面 4 に、外界光の偏向を補正するシースルー用光学部材 30 が接着されており、このシースルー用光学部材 30 が視線検出用光学部材を兼ねている。ダイクロイックミラー 38 を透過して接眼光学系 2 の第 3 面 5 から入射し、第 2 面 4 を通過した視線検出光の光路は、シースルー用光学部材 30 の観察者眼球とは反対側の面 31 により左方向に反射され、その反射光は接眼光学系 2 の第 2 面 4、第 3 面 5 を通過してダイクロイックミラー 38 で反射され、その反射光は今度は接眼

光学系 2 の第 3 面 5 で反射され、ダイクロイックミラー 3 8 で再度反射され、接眼光学系 2 の第 3 面 5 でもう 1 度反射されて、正レンズ 3 3 により視線検出光を撮像素子 9 上に結像している。このような構成であるので、視線検出光学系の顔面側への突出量を抑えることができる。

【 0 0 6 2 】

次に、上記実施例 1 ~ 1 3 の視線検出光学系の構成パラメータを示すが、後記する構成パラメータは観察者眼球の瞳孔 1 0 (物体) から視線検出光学系を経て撮像素子 9 へ向かう方向のレンズデータとして示してある。

【 0 0 6 3 】

そして、座標の取り方は、観察者の瞳孔 1 0 中心を原点とし、観察者眼球から撮像素子 9 10 に向かう方向 (視軸) を正とする Z 軸、その観察者視軸に直交し、観察者眼球から見て上下方向の下から上を正とする Y 軸、観察者視軸に直交し、観察者眼球から見て左右方向の右から左を正とする X 軸を定義する。

【 0 0 6 4 】

つまり、図 3 ~ 図 1 6 の紙面内を Y - Z 面とし、紙面と垂直方向の面を X - Z 面とする。そして、下記に示す構成パラメータ中において、偏心 Y , Z と傾き角 θ が記載されている面においては、基準面である瞳孔 1 0 の面 (1 面 : 物体面) からのその面の面頂の Y 軸方向、Z 軸方向の偏心量及びその面の中心軸の Z 軸からの傾き角を意味し、その場合、 θ が正は反時計回りを意味する。なお、面間隔に意味はない。

【 0 0 6 5 】

また、ここでは、簡単のために、接眼光学系 2 や視線検出光学系の光軸は紙面の Y - Z 面内て折り曲げられるものとするが、Y - Z 面と X - Z 面の両方の面内で折り曲げるようにしてもよい。

【 0 0 6 6 】

また、下記に示す構成パラメータ中の各面において、非回転対称な非球面形状は、その面を規定する座標上で、 R_y 、 R_x はそれぞれ Y - Z 面 (紙面) 内の近軸曲率半径、X - Z 面内での近軸曲率半径、 K_x 、 K_y はそれぞれ X - Z 面内、X - Z 面内の円錐係数、 A_R 、 B_R 、 C_R 、 D_R はそれぞれ Z 軸に対して回転対称な 4 次、6 次、8 次、10 次の非球面係数、 A_P 、 B_P 、 C_P 、 D_P はそれぞれ Z 軸に対して回転非対称な 4 次、6 次、8 次、10 次の非球面係数とすると、非球面式は以下に示す通りである。

【 0 0 6 7 】

$$Z = \left[(X^2/R_x) + (Y^2/R_y) \right] / \left[1 + \{ 1 - (1 + K_x) (X^2/R_x^2) - (1 + K_y) (Y^2/R_y^2) \}^{1/2} \right] \\ + A_R [(1 - A_P) X^2 + (1 + A_P) Y^2]^2 \\ + B_R [(1 - B_P) X^2 + (1 + B_P) Y^2]^3 \\ + C_R [(1 - C_P) X^2 + (1 + C_P) Y^2]^4 \\ + D_R [(1 - D_P) X^2 + (1 + D_P) Y^2]^5$$

なお、面形状を表す上記各式の座標系は、各面の面頂を原点とし、各面の中心軸を Z 軸とした座標系である。

【 0 0 6 8 】

また、後記する構成パラメータ中において値の記載されていないパラメータの値はゼロである。面と面の間の媒質の屈折率は d 線 (波長 5 8 7 . 5 6 nm) の屈折率で表す。なお、長さの単位は mm である。

【 0 0 6 9 】

以下に、実施例 1 ~ 1 3 の視線検出光学系の構成パラメータを示す。また、実施例 1 ~ 1 3 に共通に用いられている接眼光学系 2 の構成パラメータも示す。但し、各実施例とも、視線検出光の波長は 9 4 0 nm で設計している。(なお、接眼光学系 2 の面番号は、瞳 1 50

0 から画像表示素子 1 に向かう逆光線追跡の面番号で示してある。)

【 0 0 7 0 】

実施例 1

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心量)	(傾き角)	
1	∞ (物体:瞳)				
2	R _y -87.053		1.5254		
	R _x -97.358		Y 54.717	θ 24.73°	10
	K _y 0		Z 24.836		
	K _x 0				
	AR 0.82174×10^{-6}				
	BR -0.27923×10^{-12}				
	CR -0.22104×10^{-12}				
	DR -0.11398×10^{-14}				
	AP -0.44027×10^{-1}				20
	BP -0.32374×10^1				
	CP -0.76128				
	DP -0.10714×10^1				
3	R _y -97.122		1.5254		
	R _x -73.102		Y 11.361	θ -12.91°	
	K _y 0		Z 51.765		
	K _x 0				30
	AR -0.74758×10^{-13}				
	BR 0.33683×10^{-9}				
	CR -0.68310×10^{-12}				
	DR -0.27689×10^{-16}				
	AP -0.34470×10^3				
	BP 0.35035				
	CP -0.20138				40
	DP 0.63885				
4	∞ (反射面)		1.5254		
			Y 0.000	θ 34.43°	

5	∞ (絞り)	Z	52.128		
			1.5254		
		Y	-6.499	θ	-90.26°
6		Z	48.438		
		Y	-13.710	θ	-114.04°
		Z	45.227		
		R _y	-3.157		
		R _x	-3.232		
		K _y	-1.05930		
7	∞ (像面)	K _x	-0.89814		
		AR	-0.25752×10^{-3}		
		AP	-0.22824×10^{-1}		
		Y	-20.000	θ	-113.89°
		Z	42.500		

10

【 0 0 7 1 】

実施例 2

20

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	(傾き角)
1	∞ (物体 : 瞳)			
2	R y -87.053		1.5254	
	R x -97.358	Y	54.717 θ	24.73°
	K y 0	Z	24.836	
	K x 0			10
	A R 0.82174×10^{-6}			
	B R -0.27923×10^{-12}			
	C R -0.22104×10^{-12}			
	D R -0.11398×10^{-14}			
	A P -0.44027×10^{-1}			
	B P -0.32374×10^1			
	C P -0.76128			20
	D P -0.10714×10^1			
3	R y -97.122		1.5254	
	R x -73.102	Y	11.361 θ	-12.91°
	K y 0	Z	51.765	
	K x 0			
	A R -0.74758×10^{-13}			
	B R 0.33683×10^{-9}			30
	C R -0.68310×10^{-12}			
	D R -0.27689×10^{-16}			
	A P -0.34470×10^3			
	B P 0.35035			
	C P -0.20138			
	D P 0.63885			
4	∞ (反射面)		1.5254	40
		Y	0.000 θ	39.98°

5	∞ (絞り)		Z	50.788	
				1.5254	
			Y	0.623	$\theta -140.02^\circ$
6	Ry -6.657 Rx -5.469 Ky 0.20036 Kx -0.12141 AR -0.28674×10^{-3} AP 0.34088		Z	50.266	
			Y	-11.160	$\theta -135.77^\circ$
			Z	44.179	
					10
7	Ry 3.476 Rx 3.238 Ky 0 Kx 0 AR 0.26560×10^{-2} AP -0.29124			1.5254	
			Y	-13.843	$\theta -103.38^\circ$
			Z	46.983	
					20
8	Ry 5.457 Rx 4.535 Ky 0 Kx 0 AR 0.74601×10^{-2} AP -0.29609		Y	-15.126	$\theta -103.38^\circ$
			Z	46.678	
					30
9	∞ (像面)		Y	-20.000	$\theta -103.51^\circ$
			Z	45.563	

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	(傾き角)
1	∞ (物体 : 瞳)			
2	R y -87.053		1.5254	
	R x -97.358	Y	54.717 θ	24.73°
	K y 0	Z	24.836	
	K x 0			10
	A R 0.82174×10^{-6}			
	B R -0.27923×10^{-12}			
	C R -0.22104×10^{-12}			
	D R -0.11398×10^{-14}			
	A P -0.44027×10^{-1}			
	B P -0.32374×10^1			
	C P -0.76128			20
	D P -0.10714×10^1			
3	R y -97.122		1.5254	
	R x -73.102	Y	11.361 θ	-12.91°
	K y 0	Z	51.765	
	K x 0			
	A R -0.74758×10^{-13}			
	B R 0.33683×10^{-9}			30
	C R -0.68310×10^{-12}			
	D R -0.27689×10^{-16}			
	A P -0.34470×10^3			
	B P 0.35035			
	C P -0.20138			
	D P 0.63885			
4	∞ (反射面)		1.5254	40
		Y	0.000 θ	38.99°

5	∞ (絞り)		Z	50.963		
				1.5254		
			Y	0.789	θ	-141.01°
6	R y	-53.775	Z	50.324		
			Y	-8.244	θ	-136.06°
			Z	42.092		
7	R x	-6.350				
8	∞	(反射面)				
9	R y	-4.025				
10	∞ (像面)					

【 0 0 7 3 】

実施例 4

10

20

30

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	(傾き角)
1	∞ (物体 : 瞳)			
2	R y -87.053		1.5254	
	R x -97.358	Y	54.717 θ	24.73°
	K y 0	Z	24.836	
	K x 0			10
	AR 0.82174×10^{-6}			
	BR -0.27923×10^{-12}			
	CR -0.22104×10^{-12}			
	DR -0.11398×10^{-14}			
	AP -0.44027×10^{-1}			
	BP -0.32374×10^1			
	CP -0.76128			20
	DP -0.10714×10^1			
3	R y -52.422 (反射面)		1.5254	
	R x -54.200	Y	1.004 θ	17.45°
	K y 0	Z	51.614	
	K x 0			
	AR 0.13435×10^{-3}			
	AP 0.25889			30
4	∞ (絞り)		1.5254	
		Y	-1.718 θ	-20.86°
		Z	47.785	
5	R y -97.122 (反射面)		1.5254	
	R x -73.102	Y	11.361 θ	-12.91°
	K y 0	Z	51.765	
	K x 0			40
	AR -0.74758×10^{-13}			

	B R	0.33683×10^{-9}			
	C R	-0.68310×10^{-12}			
	D R	-0.27689×10^{-16}			
	A P	-0.34470×10^3			
	B P	0.35035			
	C P	-0.20138			
	D P	0.63885			10
6	R y	-1.645	Y	-15.610	θ -73.61°
	R x	-1.729	Z	51.919	
	K y	-2.89044			
	K x	-2.95127			
	A R	-0.76166×10^{-2}			
	B R	0.27932×10^{-3}			
	A P	-0.30974×10^{-1}			20
	B P	-0.83177×10^{-1}			
7		∞ (像面)	Y	-18.852	θ -73.17°
			Z	52.885	

【 0 0 7 4 】
 实施例 5

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	(傾き角)
1	∞ (物体 : 瞳)			
2	R y -87.053		1.5254	
	R x -97.358	Y	54.717 θ	24.73°
	K y 0	Z	24.836	
	K x 0			10
	A R 0.82174×10^{-6}			
	B R -0.27923×10^{-12}			
	C R -0.22104×10^{-12}			
	D R -0.11398×10^{-14}			
	A P -0.44027×10^{-1}			
	B P -0.32374×10^1			
	C P -0.76128			20
	D P -0.10714×10^1			
3	R y -520.729 (反射面)		1.5254	
	R x -175.424	Y	35.391 θ	7.59°
	K y 0	Z	55.000	
	K x 0			
	A R 0.42249×10^{-6}			
	B R -0.10326×10^{-9}			30
	C R -0.90959×10^{-13}			
	D R -0.45603×10^{-17}			
	A P 0.92224×10^{-1}			
	B P -0.86702×10^{-1}			
	C P -0.88369			
	D P -0.12753×10^1			
4	∞ (絞り)		1.5254	40
		Y	0.389 θ	-19.61°

			Z	48.560		
5	R y	-97.122 (反射面)		1.5254		
	R x	-73.102	Y	11.361	θ	-12.91°
	K y	0	Z	51.765		
	K x	0				
	A R	-0.74758×10^{-13}				
	B R	0.33683×10^{-9}				10
	C R	-0.68310×10^{-12}				
	D R	-0.27689×10^{-16}				
	A P	-0.34470×10^3				
	B P	0.35035				
	C P	-0.20138				
	D P	0.63885				
6	R y	-3.359	Y	-9.807	θ	-46.32°
	R x	-3.637	Z	59.146		20
	K y	-0.76940				
	K x	-1.09235				
	A R	0.10734×10^{-2}				
	B R	-0.31810×10^{-4}				
	C R	0.44605×10^{-6}				30
	A P	0.72707				
	B P	0.57504				
	C P	0.58990				
7		∞ (像面)	Y	-16.429	θ	-38.85°
			Z	64.678		

【 0 0 7 5 】

实施例 6

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	(傾き角)
1	∞ (物体 : 瞳)			
2	R y -87.053		1.5254	
	R x -97.358	Y	54.717 θ	24.73°
	K y 0	Z	24.836	
	K x 0			10
	A R 0.82174×10^{-6}			
	B R -0.27923×10^{-12}			
	C R -0.22104×10^{-12}			
	D R -0.11398×10^{-14}			
	A P -0.44027×10^{-1}			
	B P -0.32374×10^1			
	C P -0.76128			20
	D P -0.10714×10^1			
3	R y -686.760 (反射面)		1.5254	
	R x -173.534	Y	32.077 θ	7.16°
	K y 0	Z	52.500	
	K x 0			
	A R 0.52800×10^{-6}			
	B R -0.20395×10^{-9}			30
	C R -0.95944×10^{-13}			
	D R 0.78992×10^{-21}			
	A P -0.21185×10^{-1}			
	B P -0.25205			
	C P -0.98552			
	D P -0.12753×10^1			
4	R y -97.122 (反射面)		1.5254	
	R x -73.102	Y	11.361 θ	-12.91°
				40

	K y	0	Z	51.765	
	K x	0			
	A R	-0.74758×10^{-13}			
	B R	0.33683×10^{-9}			
	C R	-0.68310×10^{-12}			
	D R	-0.27689×10^{-16}			
	A P	-0.34470×10^3			10
	B P	0.35035			
	C P	-0.20138			
	D P	0.63885			
5		∞ (絞り)		1.5254	
			Y	-0.843 θ -20.36°	
			Z	48.112	
6	R y	-6.273	Y	-5.270 θ -6.36°	20
	R x	-6.274	Z	58.370	
	K y	0			
	K x	0			
	A R	0.17360×10^{-5}			
	B R	-0.46779×10^{-5}			
	A P	-0.12166×10^2			
	B P	0.37355			30
7	R y	9.396		1.5254	
	R x	15.105	Y	-15.459 θ -23.88°	
	K y	0	Z	51.634	
	K x	0			
	A R	-0.88547×10^{-4}			
	B R	-0.52104×10^{-9}			
	A P	0.45456			40
	B P	-0.99133×10^1			

8	R _y	5236.925	Y	-17.513	θ	-23.88°
	R _x	-72.318	Z	56.274		
	K _y	445502.054				
	K _x	158.32247				

AR 0.61014×10⁻⁴

BR -0.73717×10⁻⁷

AP 0.80772

BP -0.26563×10¹

9	∞ (像面)	Y	-20.343	θ	-64.26°
		Z	61.350		

【 0 0 7 6 】

実施例 7

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	(傾き角)
1	∞ (物体 : 瞳)			
2	R y -87.053		1.5254	
	R x -97.358	Y	54.717 θ	24.73°
	K y 0	Z	24.836	
	K x 0			10
	AR 0.82174×10^{-6}			
	BR -0.27923×10^{-12}			
	CR -0.22104×10^{-12}			
	DR -0.11398×10^{-14}			
	AP -0.44027×10^{-1}			
	BP -0.32374×10^1			
	CP -0.76128			20
	DP -0.10714×10^1			
3	R y -8.115 (反射面)		1.5254	
	R x 2311.366	Y	-5.438 θ	-5.87°
	K y 0	Z	50.316	
	K x 0			
	AR 0.12487×10^{-3}			
	AP 0.17684×10^1			30
4	∞ (絞り)		1.5254	
		Y	-1.360 θ	-20.65°
		Z	47.921	
5	R y -97.122 (反射面)		1.5254	
	R x -73.102	Y	11.361 θ	-12.91°
	K y 0	Z	51.765	
	K x 0			40
	AR -0.74758×10^{-13}			

	BR	0.33683×10^{-9}					
	CR	-0.68310×10^{-12}					
	DR	-0.27689×10^{-16}					
	AP	-0.34470×10^3					
	BP	0.35035					
	CP	-0.20138					
	DP	0.63885					10
6	Ry	-45.690 (反射面)	1.5254				
	Rx	-85.356	Y	-32.598	θ	-35.98°	
			Z	41.383			
7	Ry	13.930	Y	-17.691	θ	113.72°	
	Rx	8.763	Z	59.980			
	Ky	0					
	Kx	0					20
	AR	-0.12050×10^{-2}					
	AP	-0.12666×10^1					
8		∞ (像面)	Y	-20.000	θ	74.65°	
			Z	43.500			

【 0 0 7 7 】

実施例 8

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	(傾き角)
1	∞ (物体 : 瞳)			
2	R y -87.053		1.5254	
	R x -97.358	Y	54.717 θ	24.73°
	K y 0	Z	24.836	
	K x 0			10
	A R 0.82174×10^{-6}			
	B R -0.27923×10^{-12}			
	C R -0.22104×10^{-12}			
	D R -0.11398×10^{-14}			
	A P -0.44027×10^{-1}			
	B P -0.32374×10^1			
	C P -0.76128			20
	D P -0.10714×10^1			
3	R y -686.760 (反射面)		1.5254	
	R x -173.534	Y	32.077 θ	7.16°
	K y 0	Z	52.500	
	K x 0			
	A R 0.52800×10^{-6}			
	B R -0.20395×10^{-9}			30
	C R -0.95944×10^{-13}			
	D R 0.78992×10^{-21}			
	A P -0.21185×10^{-1}			
	B P -0.25205			
	C P -0.98552			
	D P -0.12753×10^1			
4	R y -97.122 (反射面)		1.5254	
	R x -73.102	Y	11.361 θ	-12.91°
				40

	K y	0		Z	51.765	
	K x	0				
	A R	-0.74758×10^{-13}				
	B R	0.33683×10^{-9}				
	C R	-0.68310×10^{-12}				
	D R	-0.27689×10^{-16}				
	A P	-0.34470×10^3				10
	B P	0.35035				
	C P	-0.20138				
	D P	0.63885				
5		∞ (絞り)			1.5254	
				Y	-14.121 θ	8.52°
				Z	58.229	
6	R y	-686.760 (反射面)			1.5254	20
	R x	-173.534		Y	32.077 θ	7.16°
	K y	0		Z	52.500	
	K x	0				
	A R	0.52800×10^{-6}				
	B R	-0.20395×10^{-9}				
	C R	-0.95944×10^{-13}				
	D R	0.78992×10^{-21}				30
	A P	-0.21185×10^{-1}				
	B P	-0.25205				
	C P	-0.98552				
	D P	-0.12753×10^1				
7	R y	8.124		Y	-18.094 θ	64.65°
	R x	31.550		Z	56.784	
	K y	0				40
	K x	0				

	AR	-0.74730×10^{-3}				
	BR	-0.43370×10^{-4}				
	AP	-0.60896				
	BP	0.44264				
8	Ry	-56.862		1.5254		
	Rx	46.897	Y	-20.543	θ	82.82°
	Ky	0	Z	57.008		10
	Kx	0				
	AR	0.73835×10^{-8}				
	BR	0.29022×10^{-5}				
	AP	-0.67915×10^2				
	BP	-0.39076				
9	Ry	12.872	Y	-22.556	θ	82.82°
	Rx	4.785	Z	56.754		20
	Ky	0				
	Kx	-0.33382				
	AR	0.98181×10^{-4}				
	BR	0.20213×10^{-6}				
	AP	0.50115				
	BP	0.21735×10^1				
11	∞ (像面)		Y	-32.577	θ	75.90°
			Z	53.000		30

【 0 0 7 8 】
 実施例 9

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	(傾き角)
1	∞ (物体 : 瞳)			
2	R y -87.053		1.5254	
	R x -97.358	Y	54.717 θ	24.73°
	K y 0	Z	24.836	
	K x 0			10
	A R 0.82174×10^{-6}			
	B R -0.27923×10^{-12}			
	C R -0.22104×10^{-12}			
	D R -0.11398×10^{-14}			
	A P -0.44027×10^{-1}			
	B P -0.32374×10^1			
	C P -0.76128			20
	D P -0.10714×10^1			
3	R y -686.760 (反射面)		1.5254	
	R x -173.534	Y	32.077 θ	7.16°
	K y 0	Z	52.500	
	K x 0			
	A R 0.52800×10^{-6}			
	B R -0.20395×10^{-9}			30
	C R -0.95944×10^{-13}			
	D R 0.78992×10^{-21}			
	A P -0.21185×10^{-1}			
	B P -0.25205			
	C P -0.98552			
	D P -0.12753×10^1			
4	R y -97.122 (反射面)		1.5254	
	R x -73.102	Y	11.361 θ	-12.91°
				40

	K y	0		Z	51.765	
	K x	0				
	A R	-0.74758×10^{-13}				
	B R	0.33683×10^{-9}				
	C R	-0.68310×10^{-12}				
	D R	-0.27689×10^{-16}				
	A P	-0.34470×10^3				10
	B P	0.35035				
	C P	-0.20138				
	D P	0.63885				
5		∞ (絞り)			1.5254	
				Y	-12.893 θ -24.74°	
				Z	57.294	
6	R y	-42.047 (反射面)			1.5254	20
	R x	-77.210		Y	-14.927 θ -27.00°	
	K y	0		Z	56.330	
	K x	0				
	A R	0.32672×10^{-3}				
	B R	0.11477×10^{-4}				
	A P	-0.36830				
	B P	-0.13371				30
7	R y	16.691		Y	-27.617 θ 18.28°	
	R x	8.763		Z	53.352	
	K y	0				
	K x	0.03005				
	A R	-0.10727×10^{-7}				
	B R	-0.15971×10^{-6}				
	A P	-0.10185×10^3				40
	B P	-0.19513×10^1				
8		∞ (像面)		Y	-15.888 θ 16.37°	
				Z	43.878	

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	(傾き角)
1	∞ (物体 : 瞳)			
2	R y -87.053		1.5254	
	R x -97.358	Y	54.717 θ	24.73°
	K y 0	Z	24.836	
	K x 0			10
	A R 0.82174×10^{-6}			
	B R -0.27923×10^{-12}			
	C R -0.22104×10^{-12}			
	D R -0.11398×10^{-14}			
	A P -0.44027×10^{-1}			
	B P -0.32374×10^1			
	C P -0.76128			20
	D P -0.10714×10^1			
3	R y -686.760 (反射面)		1.5254	
	R x -173.534	Y	32.077 θ	7.16°
	K y 0	Z	52.500	
	K x 0			
	A R 0.52800×10^{-6}			
	B R -0.20395×10^{-9}			30
	C R -0.95944×10^{-13}			
	D R 0.78992×10^{-21}			
	A P -0.21185×10^{-1}			
	B P -0.25205			
	C P -0.98552			
	D P -0.12753×10^1			
4	R y -97.122 (反射面)		1.5254	
	R x -73.102	Y	11.361 θ	-12.91°
				40

	K y	0		Z	51.765	
	K x	0				
	A R	-0.74758×10^{-13}				
	B R	0.33683×10^{-9}				
	C R	-0.68310×10^{-12}				
	D R	-0.27689×10^{-16}				
	A P	-0.34470×10^3				10
	B P	0.35035				
	C P	-0.20138				
	D P	0.63885				
5		∞ (絞り)			1.5254	
				Y	-14.104 θ	8.52°
				Z	58.227	
6	R y	-686.760 (反射面)			1.5254	20
	R x	-173.534		Y	32.077 θ	7.16°
	K y	0		Z	52.500	
	K x	0				
	A R	0.52800×10^{-6}				
	B R	-0.20395×10^{-9}				
	C R	-0.95944×10^{-13}				
	D R	0.78992×10^{-21}				30
	A P	-0.21185×10^{-1}				
	B P	-0.25205				
	C P	-0.98552				
	D P	-0.12753×10^1				
7	R y	19.751		Y	-21.825 θ	59.17°
	R x	32.182		Z	58.824	
	K y	0				40
	K x	0				

	AR	-0.25277×10^{-3}					
	AP	-0.70726					
8	Ry	-11.307	1.5254				
	Rx	-10.889	Y	-22.705	θ	74.88°	
	Ky	0	Z	55.187			
	Kx	0					
	AR	-0.20648×10^{-6}					10
	AP	-0.40180×10^2					
9	Ry	-415.801 (反射面)	1.5254				
	Rx	-311.025	Y	-26.921	θ	-57.54°	
	Ky	0	Z	54.498			
	Kx	0					
	AR	0.20770×10^{-5}					
	AP	0.47320×10^1					20
10	Ry	14.523	Y	-25.388	θ	-2.94°	
	Rx	8.307	Z	50.354			
	Ky	0					
	Kx	-5.34337					
	AR	0.21904×10^{-7}					
	AP	0.10310×10^3					
11	∞ (像面)		Y	-23.142	θ	-19.14°	30
			Z	43.095			

【 0 0 8 0 】
 实施例 1 1

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	(傾き角)
1	∞ (物体 : 瞳)			
2	R y -87.053		1.5254	
	R x -97.358	Y	54.717 θ	24.73°
	K y 0	Z	24.836	
	K x 0			10
	AR 0.82174×10^{-6}			
	BR -0.27923×10^{-12}			
	CR -0.22104×10^{-12}			
	DR -0.11398×10^{-14}			
	AP -0.44027×10^{-1}			
	BP -0.32374×10^1			
	CP -0.76128			20
	DP -0.10714×10^1			
3	R y -686.760 (反射面)		1.5254	
	R x -173.534	Y	32.077 θ	7.16°
	K y 0	Z	52.500	
	K x 0			
	AR 0.52800×10^{-6}			
	BR -0.20395×10^{-9}			30
	CR -0.95944×10^{-13}			
	DR 0.78992×10^{-21}			
	AP -0.21185×10^{-1}			
	BP -0.25205			
	CP -0.98552			
	DP -0.12753×10^1			
4	R y -97.122 (反射面)		1.5254	
	R x -73.102	Y	11.361 θ	-12.91°
				40

	K y	0		Z	51.765			
	K x	0						
	A R	-0.74758×10^{-13}						
	B R	0.33683×10^{-9}						
	C R	-0.68310×10^{-12}						
	D R	-0.27689×10^{-16}						
	A P	-0.34470×10^3						10
	B P	0.35035						
	C P	-0.20138						
	D P	0.63885						
5	R y	-686.760 (反射面)			1.5254			
	R x	-173.534		Y	32.077	θ	7.16°	
	K y	0		Z	52.500			
	K x	0						20
	A R	0.52800×10^{-6}						
	B R	-0.20395×10^{-9}						
	C R	-0.95944×10^{-13}						
	D R	0.78992×10^{-21}						
	A P	-0.21185×10^{-1}						
	B P	-0.25205						
	C P	-0.98552						30
	D P	-0.12753×10^1						
6		∞ (絞り)			1.5254			
				Y	-18.000	θ	90.00°	
				Z	56.800			
7	R y	-349.138 (反射面)			1.5254			
	R x	3.803		Y	-14.428	θ	-116.74°	
	K y	0		Z	11.420			40
	K x	0						

	AR	-0.71959×10^{-4}			
	AP	-0.80074			
8	Ry	13.772	Y	-14.300	θ -29.75°
	Rx	11.224	Z	54.457	
	Ky	0			
	Kx	3.25462			
	AR	-0.57873×10^{-5}			10
	AP	0.45653×10^1			
9	∞	(反射面)	Y	-18.000	θ 90.00°
			Z	50.000	
10	∞	(像面)	Y	-22.000	θ -44.89°
			Z	45.000	

【 0 0 8 1 】
 实施例 1 2

20

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	(傾き角)
1	∞ (物体 : 瞳)			
2	R y -87.053		1.5254	
	R x -97.358	Y	54.717 θ	24.73°
	K y 0	Z	24.836	
	K x 0			10
	A R 0.82174×10^{-6}			
	B R -0.27923×10^{-12}			
	C R -0.22104×10^{-12}			
	D R -0.11398×10^{-14}			
	A P -0.44027×10^{-1}			
	B P -0.32374×10^1			
	C P -0.76128			20
	D P -0.10714×10^1			
3	R y -686.760 (反射面)		1.5254	
	R x -173.534	Y	32.077 θ	7.16°
	K y 0	Z	52.500	
	K x 0			
	A R 0.52800×10^{-6}			
	B R -0.20395×10^{-9}			30
	C R -0.95944×10^{-13}			
	D R 0.78992×10^{-21}			
	A P -0.21185×10^{-1}			
	B P -0.25205			
	C P -0.98552			
	D P -0.12753×10^1			
4	R y -97.122 (反射面)		1.5254	
	R x -73.102	Y	11.361 θ	-12.91°
				40

	K _y	0		Z	51.765			
	K _x	0						
	A _R	-0.74758×10^{-13}						
	B _R	0.33683×10^{-9}						
	C _R	-0.68310×10^{-12}						
	D _R	-0.27689×10^{-16}						
	A _P	-0.34470×10^3						10
	B _P	0.35035						
	C _P	-0.20138						
	D _P	0.63885						
5	R _y	-686.760 (反射面)			1.5254			
	R _x	-173.534		Y	32.077	θ	7.16°	
	K _y	0		Z	52.500			
	K _x	0						20
	A _R	0.52800×10^{-6}						
	B _R	-0.20395×10^{-9}						
	C _R	-0.95944×10^{-13}						
	D _R	0.78992×10^{-21}						
	A _P	-0.21185×10^{-1}						
	B _P	-0.25205						
	C _P	-0.98552						30
	D _P	-0.12753×10^1						
6		∞ (絞り)		Y	-18.000	θ	90.00°	
				Z	56.800			
7	R _y	-477.952			1.5254			
	R _x	3.242		Y	-19.000	θ	98.17°	
	K _y	0		Z	5.083			
	K _x	0						40
	A _R	-0.23186×10^{-3}						

	AP	-0.93983							
8	Ry	-58.063	(反射面)		1.5254				
	Rx	-60.595		Y	-16.952	θ	-56.43°		
	Ky	0		Z	68.219				
	Kx	0							
	AR	-0.64748×10^{-9}							
	AP	0.56513×10^2							10
9	Ry	-65.852		Y	13.911	θ	33.90°		
	Rx	124.089		Z	40.393				
	Ky	0							
	Kx	-199.16508							
	AR	-0.23882×10^{-8}							
	AP	-0.16588×10^2							
10	∞	(反射面)		Y	-18.000	θ	90.00°		20
				Z	50.000				
11	∞	(像面)		Y	-20.393	θ	48.26°		
				Z	45.000				

【 0 0 8 2 】
 实施例 1 3

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	(傾き角)	
1	∞ (物体 : 瞳)				
2	R y -87.053		1.5254		
	R x -97.358		Y 54.717	θ 24.73°	
	K y 0		Z 24.836		
	K x 0				10
	AR 0.82174×10^{-6}				
	BR -0.27923×10^{-12}				
	CR -0.22104×10^{-12}				
	DR -0.11398×10^{-14}				
	AP -0.44027×10^{-1}				
	BP -0.32374×10^1				
	CP -0.76128				20
	DP -0.10714×10^1				
3	R y -686.760 (反射面)		1.5254		
	R x -173.534		Y 32.077	θ 7.16°	
	K y 0		Z 52.500		
	K x 0				
	AR 0.52800×10^{-6}				
	BR -0.20395×10^{-9}				30
	CR -0.95944×10^{-13}				
	DR 0.78992×10^{-21}				
	AP -0.21185×10^{-1}				
	BP -0.25205				
	CP -0.98552				
	DP -0.12753×10^1				
4	R y -87.053		Y 54.717	θ 24.73°	40
	R x -97.358		Z 24.836		

	K _y	0							
	K _x	0							
	A _R	0.82174×10^{-6}							
	B _R	-0.27923×10^{-12}							
	C _R	-0.22104×10^{-12}							
	D _R	-0.11398×10^{-14}							
	A _P	-0.44027×10^{-1}							10
	B _P	-0.32374×10^1							
	C _P	-0.76128							
	D _P	-0.10714×10^1							
5		∞	(反射面)	Y	-4.000	θ	0.00°		
				Z	33.500				
6	R _y	-87.053	(反射面)	Y	54.717	θ	24.73°		
	R _x	-97.358		Z	24.836				20
	K _y	0							
	K _x	0							
	A _R	0.82174×10^{-6}							
	B _R	-0.27923×10^{-12}							
	C _R	-0.22104×10^{-12}							
	D _R	-0.11398×10^{-14}							
	A _P	-0.44027×10^{-1}							30
	B _P	-0.32374×10^1							
	C _P	-0.76128							
	D _P	-0.10714×10^1							
7		∞	(反射面)	Y	0.000	θ	0.00°		
				Z	33.500				
8	R _y	-87.053	(反射面)	Y	54.717	θ	24.73°		
	R _x	-97.358		Z	24.836				40
	K _y	0							

	Kx	0					
	AR	0.82174×10^{-6}					
	BR	-0.27923×10^{-12}					
	CR	-0.22104×10^{-12}					
	DR	-0.11398×10^{-14}					
	AP	-0.44027×10^{-1}					
	BP	-0.32374×10^1					10
	CP	-0.76128					
	DP	-0.10714×10^1					
9		∞ (絞り)	Y	-13.418	θ	40.00°	
			Z	37.308			
10	Ry	-1.633		1.5254			
	Rx	-3.370	Y	-12.664	θ	79.74°	
	Ky	0	Z	36.347			20
	Kx	0					
	AR	0.30233×10^{-2}					
	BR	-0.24238×10^{-14}					
	CR	0.46157×10^{-8}					
	AP	-0.28647×10^1					
	BP	0.15489×10^5					
	CP	-0.27157×10^2					30
11	Ry	1.700	Y	-14.336	θ	54.53°	
	Rx	4.991	Z	34.723			
	Ky	0					
	Kx	0					
	AR	-0.67466×10^{-1}					
	BR	0.13363×10^{-1}					
	CR	-0.22162×10^{-2}					40
	AP	0.10831×10^1					
	BP	0.97580					
	CP	0.76504					
12		∞ (像面)	Y	-16.570	θ	39.35°	
			Z	33.682			

面番号	曲率半径	間隔	屈折率 (偏心率)	(傾き角)
1	∞ (瞳)			
2	R y -87.053		1.5254	
	R x -97.358	Y	54.717	θ 24.73°
	K y 0	Z	24.836	
	K x 0			10
	AR 0.82174×10^{-6}			
	BR -0.27923×10^{-12}			
	CR -0.22104×10^{-12}			
	DR -0.11398×10^{-14}			
	AP -0.44027×10^{-1}			
	BP -0.32374×10^1			
	CP -0.76128			20
	DP -0.10714×10^1			
3	R y -97.122 (反射面)		1.5254	
	R x -73.102	Y	11.361	θ -12.91°
	K y 0	Z	51.765	
	K x 0			
	AR -0.74758×10^{-13}			
	BR 0.33683×10^{-9}			30
	CR -0.68310×10^{-12}			
	DR -0.27689×10^{-16}			
	AP -0.34470×10^3			
	BP 0.35035			
	CP -0.20138			
	DP 0.63885			
4	R y -87.053 (反射面)		1.5254	
	R x -97.358	Y	54.717	θ 24.73°
				40

	Ky	0	Z	24.836	
	Kx	0			
	AR	0.82174×10^{-6}			
	BR	-0.27923×10^{-12}			
	CR	-0.22104×10^{-12}			
	DR	-0.11398×10^{-14}			
	AP	-0.44027×10^{-1}			10
	BP	-0.32374×10^1			
	CP	-0.76128			
	DP	-0.10714×10^1			
5	Ry	310.253	Y	34.538	θ 75.96°
	Rx	-32.915	Z	12.443	
	Ky	0			
	Kx	0			20
	AR	0.30004×10^{-4}			
	BR	-0.58397×10^{-7}			
	CR	0.52845×10^{-10}			
	DR	-0.18561×10^{-13}			
	AP	-0.69826			
	BP	-0.48671			
	CP	-0.48098			30
	DP	-0.50529			
6	∞ (画像表示素子)		Y	31.041	θ 40.97°
			Z	47.991	

【 0 0 8 3 】

図 17 に上記の共通に用いる接眼光学系 2 の Y - Z 断面図を示す。

なお、前記したように、本発明の映像表示装置の接眼光学系、画像表示素子、照明系を含む全ての光学系は、観察者の上下方向に配置してもよいし、左右方向に配置してもよい。

【 0 0 8 4 】

ところで、以上の実施例においては、視線検出用光学部材 6 あるいは視線検出用光学部材の作用を兼ねたシースルー用補正プリズム 30 を接着して視線検出光学系を組み込む接眼光学系 2 として、図 1 等の示したような 3 つの面 3、4、5 からなる断面が三角形の変形プリズムを前提にしていたが、本発明の対象とする接眼光学系 2 はこれに限らず、反射作用を持つ面を少なくとも 1 面有する接眼光学系全てが含まれる。その例を図 18 に示す。図 18 (a) の場合は、接眼光学系 2 を 4 つの面 3、4、5、4' で囲まれた変形プリズムで構成し、画像表示素子 1 からの表示光は第 1 面 3 から接眼光学系 2 内に入射し、反射面 4' で反射し、第 3 面 5 で全反射し、その後第 2 面 4 で反射し、今度は第 3 面 5 を通って接眼光学系 2 から出て観察者瞳 10 に入射し、中間像を形成することなく画像表示素子 11 の拡大像を観察可能にするものである。また、図 18 (b) の場合は、図 1 等の接眼

10

20

30

40

50

光学系 2 の第 1 面 3 と第 3 面 5 を同じ 1 面で構成し、しかも第 2 面 4 で 2 回反射させるようにしたものである。この場合は、接眼光学系 2 を 2 つの面で囲まれた変形プリズムで構成し、画像表示素子 1 からの表示光は第 1 面 3 から接眼光学系 2 内に入射し、第 2 面 4 でまず 1 回目の反射をし、第 3 面 5 で全反射し、第 2 面 4 で 2 回目の反射し、今度は第 3 面 5 を通って接眼光学系 2 から出て観察者瞳 10 に入射し、中間像を形成することなく画像表示素子 11 の拡大像を観察可能にするものである。

【0085】

以上、本発明の映像表示装置を実施例に基づいて説明してきたが、本発明はこれらの実施例に限定されず種々の変形が可能である。また、本発明の映像表示装置を頭部装着式映像表示装置（HMD）40 として構成するには、図 19（a）に断面図、同図（b）に斜視図を示すように、例えばヘッドバンド 41 を取り付け、観察者の頭部に装着して使用する。この使用例の場合に、図 2 に示した形態の接眼光学系を使用し、この接眼光学系の前方に液晶シャッター 42 を配備し、外界像を選択的に又は画像表示素子 1 の映像と重畳して観察できるようにしている。

【0086】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、映像表示装置の接眼光学系の構成を複雑で設計し難くする等、接眼光学系に負担をかけることなく視線検出光学系を一体に構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に基づく映像表示装置の光学系を模式的に示した図である。

【図 2】本発明に基づく映像表示装置の別の光学系を模式的に示した図である。

【図 3】本発明の映像表示装置の実施例 1 の光学系の断面図である。

【図 4】本発明の映像表示装置の実施例 2 の光学系の断面図である。

【図 5】本発明の映像表示装置の実施例 3 の光学系の断面図である。

【図 6】本発明の映像表示装置の実施例 4 の光学系の断面図である。

【図 7】本発明の映像表示装置の実施例 5 の光学系の断面図である。

【図 8】本発明の映像表示装置の実施例 5 の変形例の光学系の断面図である。

【図 9】本発明の映像表示装置の実施例 6 の光学系の断面図である。

【図 10】本発明の映像表示装置の実施例 7 の光学系の断面図である。

【図 11】本発明の映像表示装置の実施例 8 の光学系の断面図である。

【図 12】本発明の映像表示装置の実施例 9 の光学系の断面図である。

【図 13】本発明の映像表示装置の実施例 10 の光学系の断面図である。

【図 14】本発明の映像表示装置の実施例 11 の光学系の断面図である。

【図 15】本発明の映像表示装置の実施例 12 の光学系の断面図である。

【図 16】本発明の映像表示装置の実施例 13 の光学系の断面図である。

【図 17】各実施例で共通に用いる接眼光学系の断面図である。

【図 18】本発明が適用できる他の接眼光学系の例を示す断面図である。

【図 19】本発明の映像表示装置を頭部装着式映像表示装置として構成した場合の例を示す断面図と斜視図である。

【図 20】従来の映像表示装置の光学系の 1 例の断面図である。

【図 21】従来の映像表示装置の光学系の別の例の断面図である。

【図 22】従来の映像表示装置の光学系のもう 1 つの例の断面図である。

【図 23】従来の映像表示装置の光学系のさらにもう 1 つの例の断面図である。

【符号の説明】

E 観察者眼球

1 画像表示素子

2 接眼光学系（変形プリズム）

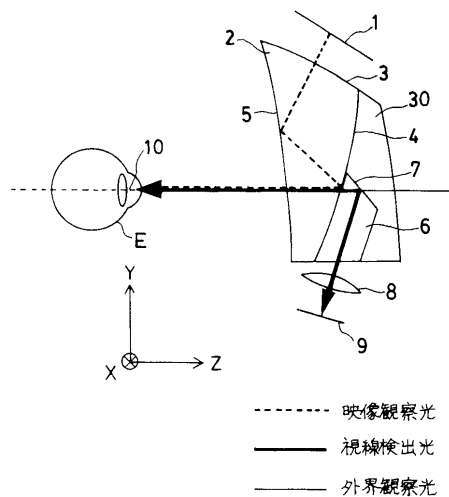
3 第 1 面

4 第 2 面

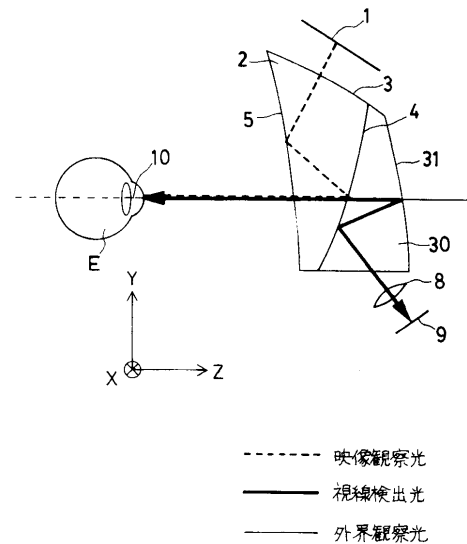
- 5 第3面
- 4' 第4面
- 6 視線検出用光学部材
- 7、7' 反射面
- 8 結像光学系
- 9 撮像素子
- 10 瞳孔
- 30 シースルー用補正プリズム
- 31 シースルー用光学部材の観察者眼球とは反対側の面
- 32 視線検出用光学部材の反射光の出射面
- 33 正レンズ
- 34 反射プリズム
- 35 視線検出光結像用の面
- 36 ミラー
- 37 シースルー用光学部材の下側の面に設けられた反射面
- 38 ダイクロイックミラー
- 40 頭部装着式映像表示装置
- 41 ヘッドバンド
- 42 液晶シャッター

10

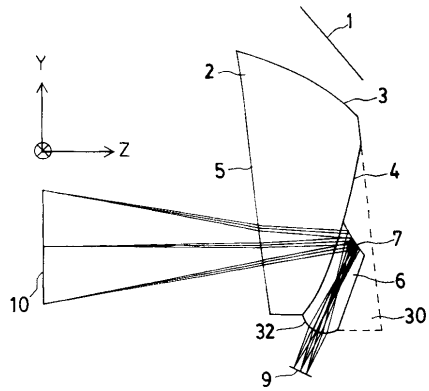
【図1】



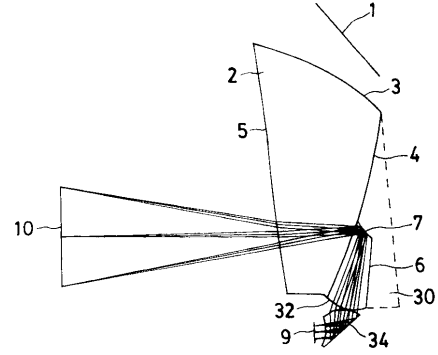
【図2】



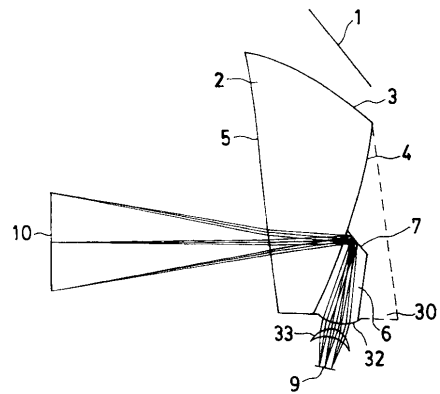
【図 3】



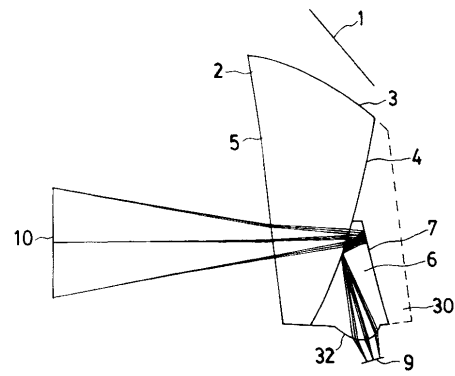
【図 5】



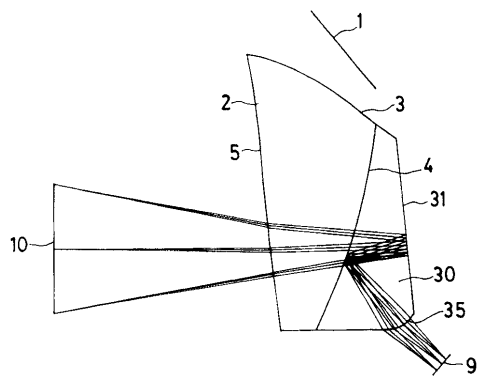
【図 4】



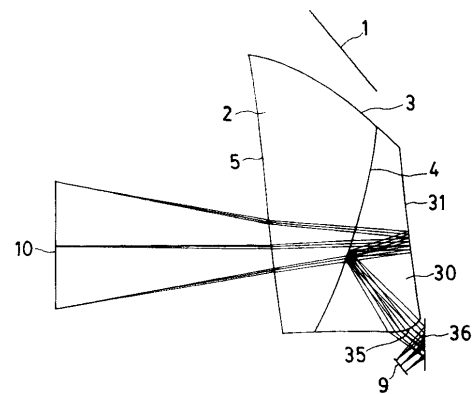
【図 6】



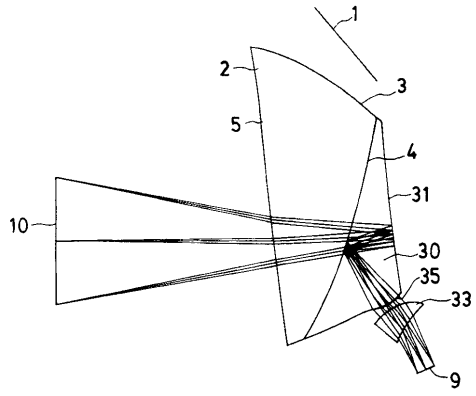
【図 7】



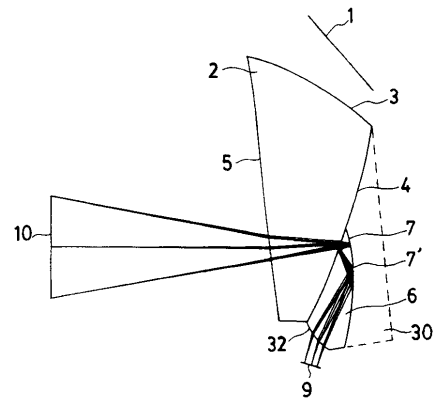
【図 8】



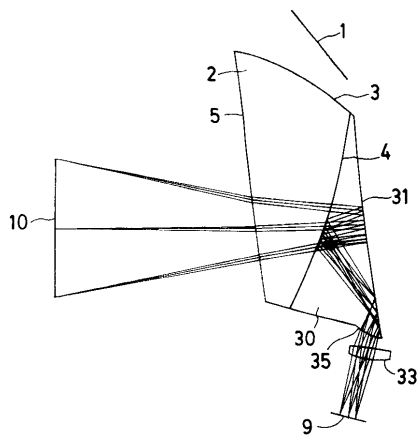
【図 9】



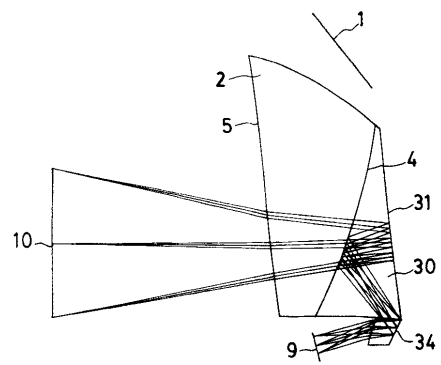
【図 10】



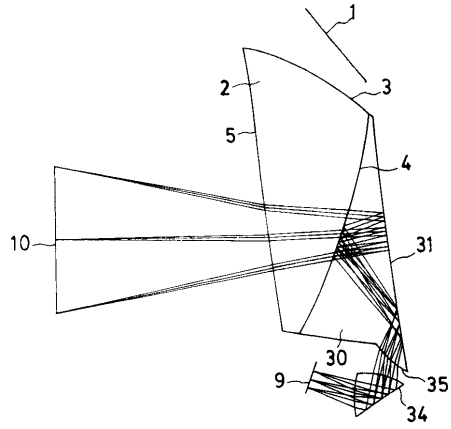
【図 11】



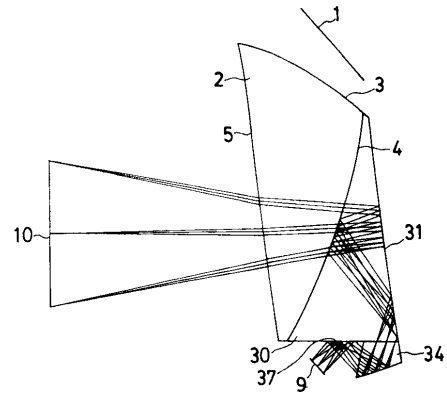
【図 12】



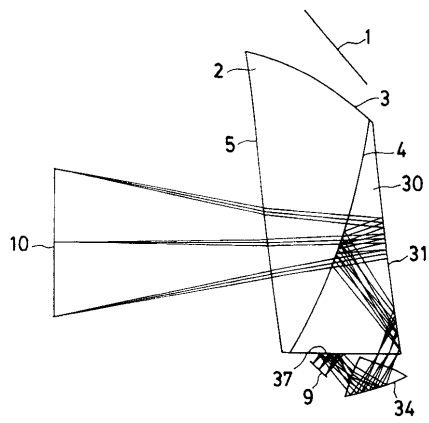
【図 13】



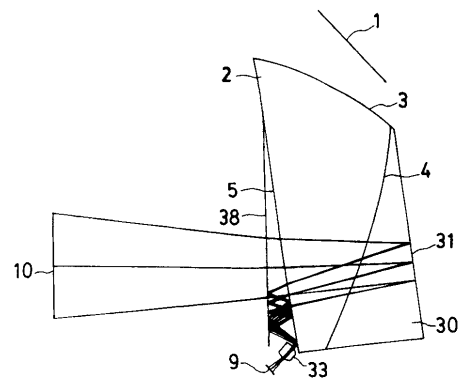
【図 14】



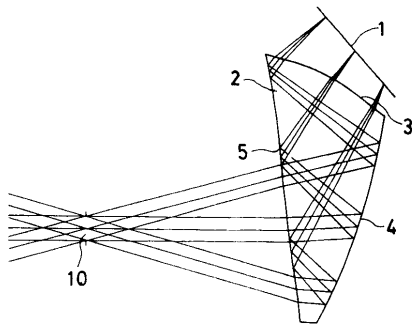
【図 15】



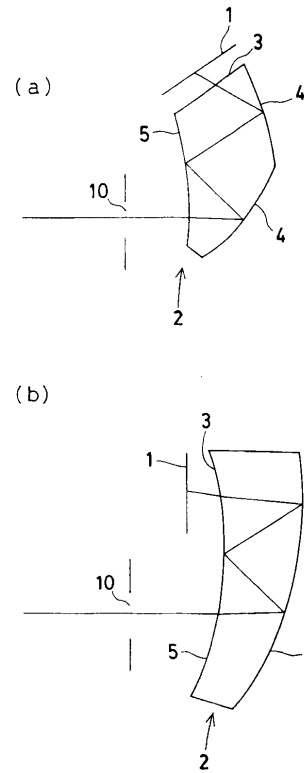
【図 16】



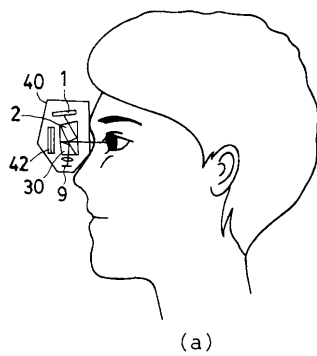
【図 17】



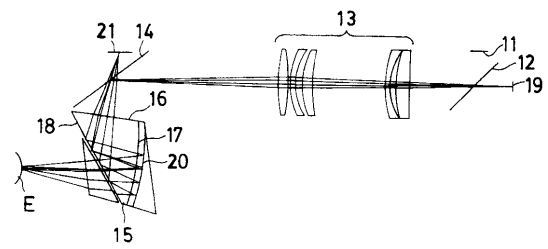
【図 18】



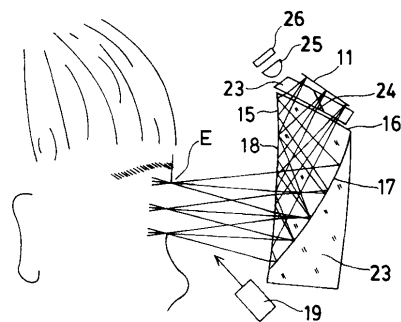
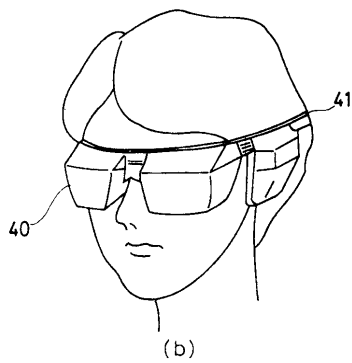
【図 19】



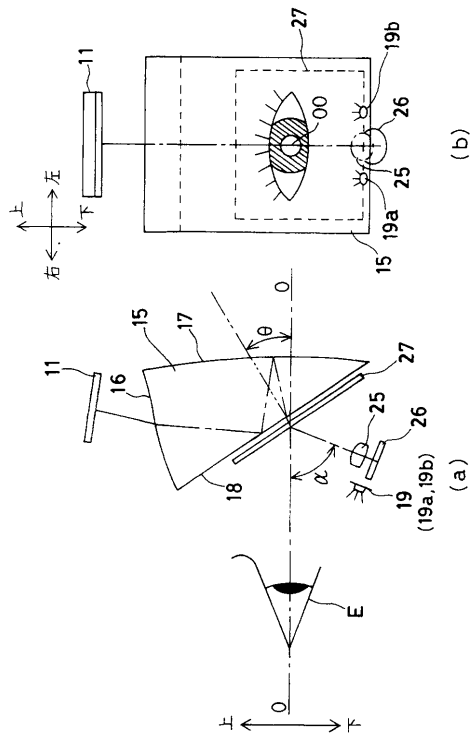
【図 20】



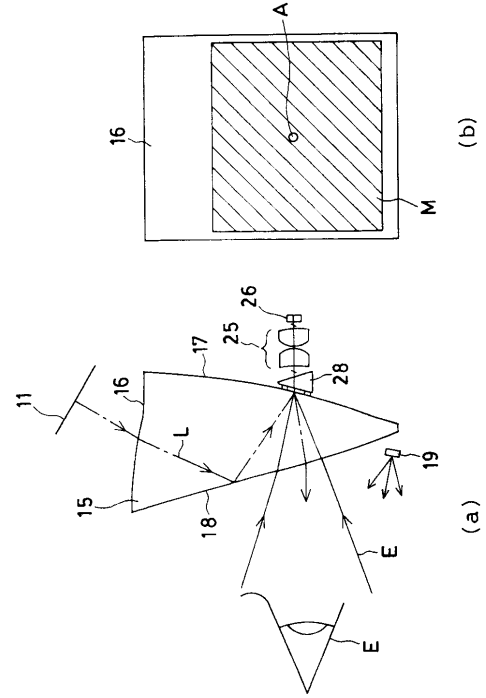
【図 21】



【図 2 2】



【図 2 3】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G09F 9/00

G02B 27/02

H04N 5/64