(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3636524号

(P3636524)

(45)発行日　平成17年4月6日(2005.4.6)　(24)登録日　平成17年1月14日(2005.1.14)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G02B 7/28	G02B	7/11	N
G02B 7/34	G02B	7/11	C
G03B 13/36	G03B	3/00	A
// G03B 19/12	G03B	19/12	

請求項の数 15　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願平7-354106
(22)出願日　平成7年12月28日(1995.12.28)
(65)公開番号　特開平9-184968
(43)公開日　平成9年7月15日(1997.7.15)
審査請求日　平成14年12月3日(2002.12.3)

(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　100086818
弁理士　高梨　幸雄
(72)発明者　須田　康夫
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　大高　圭史
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　門原　輝岳
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】焦点検出装置及びそれを用いた光学機器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

対物レンズの像面側に設けた光学手段により該対物レンズの瞳の異なる領域を通過した光束を用いて被写体像に関する複数の光量分布を形成し、該複数の光量分布の相対的な位置関係を複数の素子より成る光電変換素子により求め、該光電変換素子からの信号を用いて該対物レンズの合焦状態を撮影視野内の１つ又は複数の領域において求める際、

該光学手段は該対物レンズからの半透過性の主ミラーを透過した光束を反射させて所定面上に被写体像を形成する集光性の凹状表面型の反射鏡Ｍと、該所定面上に形成された被写体像を該光電変換素子面上に再結像する２次結像系を有しており、該２次結像系は入射面が該所定面近傍に曲率中心を位置する凹状球面で、射出面が１対の凸状球面より成り、

前記集光性の凹状表面型の反射鏡Ｍによりほぼ主ミラーに沿った方向に反射させた光束を前記凹状球面に入射させていることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項２】

前記反射鏡Ｍは、２次曲線を軸回りに回転してできる曲面の一部から成ることを特徴とする請求項１の焦点検出装置。

【請求項３】

前記反射面Ｍは、前記２次曲線を軸回りに回転してできる曲面の当該回転軸および頂点を含まない領域から成ることを特徴とする請求項２の焦点検出装置。

【請求項４】

前記反射鏡Ｍは、楕円を軸回りに回転してできる回転楕円面であることを特徴とする請

求項２又は３の焦点検出装置。
【請求項５】
前記回転楕円面の２つの焦点のうちの一方は、前記対物レンズの光軸に沿って当該回転楕円面に入射する光線上またはその延長上の近傍に、他方は当該回転楕円面により反射された光線上またはその延長上の近傍にあることを特徴とする請求項４の焦点検出装置。
【請求項６】
前記反射鏡Ｍと前記光電変換素子の間には、少なくとも１つの反射鏡Ｍａが存在することを特徴とする請求項１の焦点検出装置。
【請求項７】
前記光電変換素子は２次元配列のエリアセンサであることを特徴とする請求項１の焦点検出装置。
【請求項８】
前記２次結像系は２つ１組のレンズを少なくとも１つ有し、前記対物レンズの異なる瞳の領域を透過する光束から被写体像に関する少なくとも２つの光量分布を前記光電変換素子上に形成し、これら２つの光量分布の相対的な位置の変化から前記対物レンズの焦点状態を検出することを特徴とする請求項１の焦点検出装置。
【請求項９】
前記反射鏡Ｍ及び／または前記反射鏡Ｍａは、その反射領域を規制する規制手段を有することを特徴とする請求項６の焦点検出装置。
【請求項１０】
前記光電変換素子は前記２次結像系の２つ１組のレンズにより形成される２つの被写体像の前記相対的な位置の変化を検出する方向と垂直方向のずれを補正するための遮光手段を有することを特徴とする請求項８の焦点検出装置。
【請求項１１】
前記光電変換素子の面に対する法線が光軸に対して傾いていることを特徴とする請求項８の焦点検出装置。
【請求項１２】
前記２次結像系の入射瞳と前記対物レンズの瞳とは略共役関係となっており、前記反射鏡Ｍは該入射瞳位置と該対物レンズの瞳位置を各々焦点とする回転楕円鏡より成っていることを特徴とする請求項１の焦点検出装置。
【請求項１３】
前記回転楕円鏡は前記対物レンズによって形成される被写体像を前記所定面上に縮小結像させていることを特徴とする請求項１２の焦点検出装置。
【請求項１４】
対物レンズの像面側に配置した光学手段により該対物レンズの瞳の異なる領域を通過した光束を用いて被写体像に関する複数の光量分布を形成し、該複数の光量分布の相対的な位置関係をエリアセンサーより成る受光手段により求め、該受光手段からの出力信号を用いて該対物レンズの合焦状態を撮影範囲中の複数の領域に対して求める際、該光学手段は該対物レンズの予定結像面よりも物体側に該対物レンズの光軸に対して偏心させた集光性の凹状表面型の楕円面鏡より成る反射鏡Ｍにより所定面上に該対物レンズからの半透過性の主ミラーを透過した光束により被写体像を形成し、該所定面上に形成した被写体像を反射鏡Ｍａで反射させて絞りを介して入射面が該所定面近傍に曲率中心を位置する凹状球面で、射出面が１対の凸状球面より成る２次結像系により該受光手段に再結像させると共に該楕円面鏡が該対物レンズの瞳位置と該２次結像系の入射瞳位置に各々焦点が位置するように構成し、前記集光性の凹状表面型の反射鏡Ｍによりほぼ主ミラーに沿った方向に反射させた光束を前記凹状球面に入射させていることを特徴とする焦点検出装置。
【請求項１５】
請求項１～１４の何れか１項記載の焦点検出装置からの信号を用いて対物レンズを構成する合焦レンズを駆動させて合焦を行い撮像手段面上に被写体像を形成していることを特徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は写真用カメラやビデオカメラ、そして観察装置等に好適な焦点検出装置及びそれを用いた光学機器に関し、特に対物レンズ（撮影レンズ）の瞳を複数の領域に分割し、各領域を通過する光束を用いて複数の被写体像（物体像）に関する光量分布を形成し、これら複数の光量分布の相対的な位置関係を求めることにより、対物レンズの合焦状態を撮影範囲中の広い領域にわたり２次元的又は連続的に複数の領域に対して検出する際に好適なものである。
【０００２】
【従来の技術】
従来より対物レンズを通過した光束を利用した受光型の焦点検出方式に所謂像ずれ方式（位相差検出方式）と呼ばれる方式がある。
【０００３】
図１２は従来の像ずれ方式を用いた焦点検出装置の光学系（光学機器）の概略図である。図中１０１は撮影を行うための対物レンズ（撮影レンズ）、１０２は半透過性の主ミラー、１０３は焦点板、１０４はペンタプリズム、１０５は接眼レンズ、１０６はサブミラー、１０７はフィルム（感光面）、１０８は焦点検出装置をそれぞれ示している。
【０００４】
同図において、不図示の被写体からの光束は対物レンズ１０１を透過後、主ミラー１０２により上方に反射され、焦点板１０３上に被写体像を形成する。焦点板１０３上に形成された被写体像はペンタプリズム１０４による複数回の反射を経て接眼レンズ１０５を介して撮影者又は観察者によって視認される。
【０００５】
一方、対物レンズ１０１から主ミラー１０２に到達した光束のうちの一部は主ミラー１０２の透過部を透過し、サブミラー１０６により下方に反射され焦点検出装置１０８に導かれる。
【０００６】
図１３は焦点検出の原理を説明するために図１２における対物レンズ１０１と焦点検出装置１０８のみを取り出し、展開して示した説明図である。
【０００７】
図１３の焦点検出装置１０８内において、１０９は対物レンズ１０１の予定焦点面即ちフィル面１０７と共役な面付近に配置された視野マスク、１１０は同じく予定焦点面の付近に配置されたフィールドレンズ、１１１は２つのレンズ１１１－１，１１１－２からなる２次結像系、１１２は２つのレンズ１１１－１，１１１－２に対応してその後方に配置された２つのセンサ列１１２－１，１１２－２を含む光電変換素子、１１３は２つのレンズ１１１－１，１１１－２に対応して配置された２つの開口部１１３－１，１１３－２を有する絞り、１１４は分割された２つの領域１１４－１，１１４－２を含む対物レンズ１０１の射出瞳をそれぞれ示している。
【０００８】
尚、フィールドレンズ１１０は、絞り１１３の開口部１１３－１，１１３－２を対物レンズ１０１の射出瞳１１４中の領域１１４－１，１１４－２の近傍に結像する作用を有しており、射出瞳１１４の各領域１１４－１，１１４－２を透過した光束１１５－１，１１５－２が２つのセンサ列１１２－１，１１２－２にそれぞれ被写体像に関する光量分布を形成するようになっている。
【０００９】
図１３に示す焦点検出装置は一般的に位相差検出方式（像ずれ方式）と呼ばれているもので、対物レンズ１０１の結像点が予定焦点面の前側、即ち対物レンズ１０１側にある場合には２つのセンサ列１１２－１，１１２－２上にそれぞれ形成される被写体像に関する光量分布が互いに近づいた状態となり、逆に対物レンズ１０１の結像点が予定焦点面の後側

、即ち対物レンズ１０１と反対側にある場合には２つのセンサ列１１２－１，１１２－２上にそれぞれ形成される被写体像に関する光量分布が互いに離れた状態となる。

【００１０】

しかも２つのセンサ列１１２－１，１１２－２上に形成される被写体像に関する光量分布のずれ量は対物レンズ１０１のディーフォーカス量即ち焦点はずれ量とある関数関係にあるのでそのずれ量を適当な演算手段で算出することにより、対物レンズ１０１の焦点はずれの方向と量を検出している。

【００１１】

従来よりこのような焦点検出装置において測距点の多点化あるいは広視野化を図ったものが、例えば特開平４－９８２３６号公報やＵＳＰ４１４７４１７等で提案されている。これらは一眼レフカメラの主ミラーの背後に対物レンズの透過光束を反射収斂する光学部材を配することにより広視野化を図っている。

【００１２】

特開平４－９８２３６号公報には一眼レフカメラの主ミラーの背後に反射鏡を配し、これをフィールドレンズとして対物レンズの瞳の異なる特定領域を通った２光束による二つの２次物体像を形成し、２次物体像の相対的位置関係から対物レンズの結像状態を検出している。しかしながら、特開平４－９８２３６号公報ではフィールドミラーで反射した光束を主ミラーで約９０度反射させてからミラーボックス底部に導いているために、ファインダー系を通って逆に進入した光がゴースト光となって焦点検出系に重畳するといった欠点があった。

【００１３】

又、ＵＳＰ４１４７４１７には、同じく一眼レフカメラの主ミラーの背後に収束性のパワーを有した裏面反射鏡を配置して、対物レンズの瞳の異なる特定部分を通った２光束による二つの２次物体像を形成している。

【００１４】

特開平４－９８２３６号公報と大きく異なる点はフィールドレンズで反射した光束を主ミラーを透過させて斜め前方に向けて反射させている点である。このような構成であれば、ファインダー系からの逆入光が焦点検出系に進入するといった不具合をなくすことができる。

【００１５】

一方、特開昭６３－２４３９０６号公報では被写体の色、即ち光の波長による焦点検出の誤差を抑えるための技術を開示している。

【００１６】

図１４は図１３に示した焦点検出装置にこれを適用した場合についての説明図である。図において２０１はフィールドレンズ、２０２は赤外線カットフィルター、２０３は一対の開口を有する絞り、２０４は光入射面を凹面、射出面を一対の凸面とした再結像系である。不図示の対物レンズを透過した被写体光は図の左方からフィールドレンズに入射した後、再結像系２０４から射出して、光電変換素子２０５上に一対の２次物体像を形成する。２０６は光電変換素子２０５を保持するセンサパッケージである。再結像系２０４の光入射面を緩やかな凹面としたことによって再結像レンズ２０４に入射する光線が無理に屈折することのないように構成し、色収差の影響を少なく抑えている。

【００１７】

【発明が解決しようとする課題】

図１２に示す従来の焦点検出装置を組み込んだ光学機器においては、焦点検出に必要な光束をサブミラー１０６を介して焦点検出装置１０８に導いている。このため、撮影範囲中の焦点検出が可能な領域の範囲はサブミラー１０６の大きさ（面積）によって規制されてしまう。サブミラー１０６は主ミラー１０２との配置関係から特に上方に拡張することが難しく、従ってフィルム１０７上の上方、即ち被写体側では下方方向に焦点検出可能な領域を拡大することができなかった。

【００１８】

図１２においてサブミラー１０６の面積を主ミラー１０２と干渉することなく大きくするためにはサブミラー１０６を後方に移動する方法が考えられる。しかしながらこの場合、サブミラー１０６を反射した後に形成される対物レンズ１０１の予定焦点面の位置が上方に移動するため、予定焦点面と焦点検出系１０８との距離が離れ、焦点検出装置１０８内のフィールドレンズ（図１２のフィールドレンズ１１０）をかなり大きくする必要がある。これはカメラ底部に焦点検出系を配置する上で大きな障害となる。

【００１９】

上方に移動した予定焦点面に対してフィールドレンズを大型化させないためには予定焦点面にあわせてフィールドレンズを上方に移動すればよいが、こうするとフィールドレンズが撮影光束を遮ってしまい、撮影の際にフィールドレンズを撮影光束外に退避する必要がある。これを実現するには機械的構造が非常に複雑になり、コストもかかる上、従来の焦点検出装置と同等の精度を維持することが困難となる。

【００２０】

一方、従来の焦点検出装置に用いられている光電変換素子としては主にラインセンサを用いており、実質的に焦点検出が可能な領域は撮影範囲中の点又は線状のごく限られた領域にすぎなかった。

【００２１】

従来の焦点検出装置においても複数の焦点検出系を持ち、複数の領域で焦点検出を可能としたものもあるが、各焦点検出領域はそれぞれ孤立しており、各焦点検出領域の中間部にある被写体に対しては焦点をあわせることができなかった。

【００２２】

従来よりこのような焦点検出装置において焦点検出視野を拡大する技術や、焦点検出視野の周辺での色収差の発生を抑える技術等は種々と提案されている。しかしながら特開昭６３－２４３９０６号公報に示される光学構成にあっては、一層の測距点の多点化や広視野化が困難という重大な問題があった。

【００２３】

先に説明したように、一眼レフカメラの主ミラーの背後に収束性のパワーを持ったミラーを斜設することが広視野化に有効であるものの、ＵＳＰ４１４７４１７に示される焦点検出光学系の再結像系部分にこの凹面と凸面で構成される再結像系を適用することは難しい。即ち、折角、再結像系に入射する光線が無理に屈折することのないように構成し、色収差の影響を少なく抑えているにもかかわらず、フィールドレンズが光軸に対して斜めに置かれているためにここで生じる色収差が極めて大きく無視できないためである。

【００２４】

本発明は、対物レンズ（撮影レンズ）の像面側に設ける焦点検出用の光学手段の各要素を適切に設定することにより撮影視野内の上下左右方向の任意の領域で又は／及び複数の領域で特に撮影範囲中の上方に焦点検出可能な領域を拡張すると共に、連続した２次元領域内の任意の点においても焦点検出を高精度に行うことができる焦点検出装置及びそれを用いた光学機器の提供を目的とする。

【００２５】

【課題を解決するための手段】

本発明の焦点検出装置は、

（１－１）対物レンズの像面側に設けた光学手段により該対物レンズの瞳の異なる領域を通過した光束を用いて被写体像に関する複数の光量分布を形成し、該複数の光量分布の相対的な位置関係を複数の素子より成る光電変換素子により求め、該光電変換素子からの信号を用いて該対物レンズの合焦状態を撮影視野内の１つ又は複数の領域において求める際、

該光学手段は該対物レンズからの半透過性の主ミラーを透過した光束を反射させて所定面上に被写体像を形成する集光性の凹状表面型の反射鏡Ｍと、該所定面上に形成された被写体像を該光電変換素子面上に再結像する２次結像系を有しており、該２次結像系は入射面が該所定面近傍に曲率中心を位置する凹状球面で、射出面が１対の凸状球面より成り、

前記集光性の凹状表面型の反射鏡Ｍによりほぼ主ミラーに沿った方向に反射させた光束を前記凹状球面に入射させていることを特徴としている。

【００２６】

特に、

（１－１－１）前記反射鏡Ｍは、２次曲線を軸回りに回転してできる曲面の一部から成ること。

【００２７】

（１－１－２）前記反射面Ｍは、前記２次曲線を軸回りに回転してできる曲面の当該回転軸および頂点を含まない領域から成ること。

【００２８】

（１－１－３）前記反射鏡Ｍは、楕円を軸回りに回転してできる回転楕円面であること。

【００２９】

（１－１－４）前記回転楕円面の２つの焦点のうちの一方は、前記対物レンズの光軸に沿って当該回転楕円面に入射する光線上またはその延長上の近傍に、他方は当該回転楕円面により反射された光線上またはその延長上の近傍にあること。

【００３０】

（１－１－５）前記反射鏡Ｍと前記光電変換素子の間には、少なくとも１つの反射鏡Ｍａが存在すること。

【００３１】

（１－１－６）前記光電変換素子は２次元配列のエリアセンサであること。

【００３２】

（１－１－７）前記２次結像系は２つ１組のレンズを少なくとも１つ有し、前記対物レンズの異なる瞳の領域を透過する光束から被写体像に関する少なくとも２つの光量分布を前記光電変換素子上に形成し、これら２つの光量分布の相対的な位置の変化から前記対物レンズの焦点状態を検出すること。

【００３３】

（１－１－８）前記反射鏡Ｍ及び／またはを記反射鏡Ｍａは、その反射領域を規制する規制手段を有すること。

【００３４】

（１－１－９）前記光電変換素子は前記２次結像系の２つ１組のレンズにより形成される２つの被写体像の前記相対的な位置の変化を検出する方向と垂直方向のずれを補正するための遮光手段を有すること。

【００３６】

（１－１－１０）前記光電変換素子の面に対する法線が光軸に対して傾いていること。

【００３７】

（１－１－１１）前記２次結像系の入射瞳と前記対物レンズの瞳とは略共役関係となっており、前記反射鏡Ｍは該入射瞳位置と該対物レンズの瞳位置を各々焦点とする回転楕円鏡より成っていること。

【００３８】

（１－１－１２）前記回転楕円鏡は前記対物レンズによって形成される被写体像を前記所定面上に縮小結像させていること。

等、を特徴としている。

【００３９】

（１－２）対物レンズの像面側に配置した光学手段により該対物レンズの瞳の異なる領域を通過した光束を用いて被写体像に関する複数の光量分布を形成し、該複数の光量分布の相対的な位置関係をエリアセンサーより成る受光手段により求め、該受光手段からの出力信号を用いて該対物レンズの合焦状態を撮影範囲中の複数の領域に対して求める際、該光学手段は該対物レンズの予定結像面よりも物体側に該対物レンズの光軸に対して偏心させた集光性の凹状表面型の楕円面鏡より成る反射鏡Ｍにより所定面上に該対物レンズからの半透過性の主ミラーを透過した光束により被写体像を形成し、該所定面上に形成した被

写体像を反射鏡Ｍａで反射させて絞りを介して入射面が該所定面近傍に曲率中心を位置する凹状球面で、射出面が１対の凸状球面より成る２次結像系により該受光手段に再結像させると共に該楕円面鏡が該対物レンズの瞳位置と該２次結像系の入射瞳位置に各々焦点が位置するように構成し、前記集光性の凹状表面型の反射鏡Ｍによりほぼ主ミラーに沿った方向に反射させた光束を前記凹状球面に入射させていることを特徴としている。

【００４０】

本発明の光学機器は、構成要件（１－１）又は（１－２）の焦点検出装置を用いて撮像手段面上に被写体像を形成していることを特徴としている。

【００４１】

【発明の実施の形態】

図１は本発明の焦点検出装置をカメラ等の光学機器に適用したときの実施形態１の要部概略図、図２は図１の焦点検出装置を構成する主要部分の要部概略図である。

【００４２】

図中１０１は対物レンズ、１は対物レンズ１０１の光軸、２はフィルム（撮像面）、３は対物レンズ１０１の光軸１上に配置された半透過性の主ミラー、１０３は焦点板であり、対物レンズ１０１による被写体像が主ミラー３を介して結像している。１０４はペンタプリズム、１０５は接眼レンズであり、焦点板１０３上の被写体像を観察している。

【００４３】

４は対物レンズ１０１の像面側に光軸１上に対して斜めに配置された入射面側に反射部材を装着した表面型の第１の反射鏡であり、集光性の凹面鏡や楕円面鏡等から成っている。５は第１の反射鏡４によるフィルム２に共役な近軸的結像面で被写体像が結像している。６は第２の反射鏡、７は赤外カットフィルター、８は２つの開口８－１，８－２を有する絞り、９は絞り８の２つの開口８－１，８－２に対応して配置された２つのレンズ９－１，９－２を有する２次結像系、１０は第３の反射鏡、１１は２つのエリアセンサ１１－１，１１－２を有する光電変換素子（受光手段）をそれぞれ示している。第１の反射鏡４，第２の反射鏡６，そして２次結像系９等は光学手段の一要素を構成している。

【００４４】

本実施形態における第１の反射鏡４は集光性の曲率を有し、絞り８の２つの開口８－１，８－２を対物レンズ１０１の射出瞳１０１ａ付近に投影するようにしている。

【００４５】

また第１の反射鏡４は必要な領域のみが光を反射するようにアルミや銀等の金属膜が蒸着されていて、焦点検出を行う範囲を制限する視野マスク（規制手段）の働きを兼ねている。他の反射鏡６，１０においても光電変換素子１１上に入射する迷光を減少させるため、必要最低限の領域のみが光反射用として蒸着されている。各反射鏡は反射面として機能しない領域に光吸収性の塗料等を塗布したり、遮光部材を近接して設ける等の規制手段を施すようにしている。

【００４６】

２次結像系９は入射面９ａが所定面５近傍に曲率中心を位置した凹状球面で射出面が１対の凸状球面９－１，９－２より成っている。

【００４７】

図３は図１の絞り８の平面図である。絞り８は横長の２つの開口８－１，８－２を開口幅の狭い方向（撮影範囲の上下方向）に並べた構成となっている。図中点線で示されているのは、絞り８の開口８－１，８－２に対応して、その後方に配置されている前記２次結像系９の各レンズ９－１，９－２である。

【００４８】

図４は光電変換素子１１の平面図であり、図１で示した２つのエリアセンサ１１－１，１１－２はこの図に示すように２次元的に複数の画素を配列した２つのエリアセンサ１１－１，１１－２を並べたものである。

【００４９】

以上の構成において、図１の撮影レンズ１０１からの２つの光束１２－１，１２－２は主

ミラー３を透過後、第１の反射鏡４により、ほぼ主ミラー３の傾きに沿った方向に反射され、近軸的結像面５に被写体像を形成している。このとき第１の反射鏡４は近軸的結像面５上に撮像面２に形成される被写体像を縮小結像するようにしている。近軸的結像面５に形成した被写体像からの光束は第２の反射鏡６により反射して再び方向を変えた後、赤外カットフィルター７、絞り８の２つの開口８－１，８－２を経て、２次結像系９の各レンズ９－１，９－２により集光され、第３の反射鏡１０を介して光電変換素子１１のエリアセンサ１１－１，１１－２上にそれぞれ到達する。

【００５０】

図中の光束１２－１，１２－２はフィルム２の中央に結像する光束を示したものであるが、他の位置に結像する光束についても同様の経路を経て、光電変換素子１１に達し、全体として、フィルム（撮影範囲中）２上の所定の２次元領域に対応する光電変換素子１１の各エリアセンサ１１－１，１１－２上に被写体像に関する２つの光量分布が形成される。

【００５１】

本実施形態において、第１の反射鏡４は、２次曲線を軸回りに回転してできる曲面の一部で構成されていて、特に回転楕円面が好適に用いられる。図２においては、第１の反射鏡４の表面形状は点２０を頂点とする楕円２１を軸２２の回りに回転してできる回転楕円面の一部からなり、その焦点は第２の反射鏡６による絞り８の中心の像位置２３付近と、主ミラー３透過後の光軸２４の延長上の点（付図示）の付近に設定されている。そして、光軸２４の延長上の点が対物レンズ１０１の射出瞳位置（種々の対物レンズが交換して用いられる場合にはそれらの平均的な射出瞳置）の付近にあるようにして対物レンズ１０１の射出瞳位置と２次結像系９の入射位置がほぼ結像されるようにしている。

【００５２】

これにより、第１の反射鏡４が理想的なフィールドレンズとしての機能を果たすようにしている。図２から明らかなように、第１の反射鏡４として光学的に使用しているのは回転楕円面の回転軸及び頂点を含まない領域である。

【００５３】

本実施形態の回転楕円面４の具体的な形状は図２の座標軸に対して、

【００５４】

【数１】

$$x=\frac{h^2/r}{1+\sqrt{1-(1+k)(h/r)^2}} \qquad (\text{但し} h^2=y^2+z^2)$$

ｒ＝－３８．５　　ｋ＝－０．３７

で表わせる。通常のカメラ（光学機器）と対物レンズ（撮影レンズ）を想定した場合、ｒとｋの範囲は

－２０≦ｒ≦－５０　　－１≦ｋ≦－０．２

程度が好ましい。

【００５５】

また本実施形態においては２次結像系９の入射側の面（第１面）９ａを凹面形状とすることで、２次結像系９に入射する光が無理に屈折されることがないようなレンズ構成とし、光電変換素子１１上の２次元領域の広い範囲にわたって良好で一様な結像性能を確保している。

【００５６】

このようにして得られた被写体像に関する２つの光量分布に対して、従来の像ずれ方式の焦点検出方法として説明したと同様の原理に基づき、分離方向即ち図４に示す２つのエリアセンサ１１－１，１１－２の上下方向の相対的位置関係をエリアセンサ１１－１，１１－２の任意の複数の素子より成る各位置で算出することで対物レンズ１０１の焦点状態を２次元的に撮影範囲中の任意の領域で検出している。尚、第１の反射鏡４は、撮影に際し

、主ミラー３と同様に撮影光路外に退避させている。

【００５７】

ここで注意すべきことは、第１の反射鏡４の結像に伴う近軸結像面５及び光電変換素子１１上における被写体像の歪みである。前述した通り、第１の反射鏡４は絞り８の２つの開口８－１，８－２を対物レンズ１０１の射出瞳１０１ａ付近に投影する収束性のパワーを有し、光軸１に対し傾いて設けられているため、その結像面５において非対称性の大きな歪曲収差が発生する。

【００５８】

図５は対物レンズ１０１によりフィルム２上に矩形の格子図形が結像された場合に、本実施形態の第１の反射鏡４により同格子図形が図２における結像面５上にどのように歪んで結像されるかを示した平面図であり、上方が図２の主ミラー３側である。

【００５９】

本実施形態においては、こうした像の歪みの発生を極力抑えるために、第１の反射鏡４の光軸２４との交点における法線と光軸２４のなす角をできるだけ小さくし、反射された光束がほぼ主ミラー３に沿う方向、即ちできるだけ前方に反射されるように構成されている。従って、光軸に沿って入射する光線とその反射光線の成す角は鋭角である。第２の反射鏡６は、前方に反射された光束を２次結像系９に導くために設けられたものである。

【００６０】

図５に示すように、フィルム２上で矩形状に形成される図形は第１の反射鏡４により、その結像面５上においては上方が狭く、下方が広い扇形状に結像される。この状態のまま２次結像系９により光電変換素子１１上に再結像すると、光電変換素子１１上においても歪んだ像が形成されることになる。

【００６１】

図６はその状態を示した光電変換素子１１の平面図であり、エリアセンサ１１－１，１１－２に対して矩形が像１３－１，１３－２に示すように歪んだ像として形成される。

【００６２】

エリアセンサは図６のエリアセンサ１１－１，１１－２として示すように、矩形の画素を縦横に規則正しく並べて構成するのが一般的であり、外形も通常矩形状となっている。これに対し、同図に示すような歪んだ像１３－１，１３－２が形成されるということは、矩形の２つのエリアセンサ１１－１，１１－２のフィルム２上への逆投影像が逆に歪んだ形状となり、焦点検出を行う視野が周辺部において傾くことを意味する。

【００６３】

しかし、２つのエリアセンサ１１－１，１１－２上に形成される２つの被写体像がエリアセンサ１１－１，１１－２に対して同じように歪んでいれば、２つの被写体像の相対的な位置を検出する上では、視野が傾いていること自体は何ら障害にはならない。相対的な位置を検出するエリアセンサ１１の列方向（相関方向）の２つの被写体像のずれに関しては、例えば特開昭６２－１７３４１２号公報に開示されているものと同様な方法により光電変換素子からの出力を演算処理し、補正することが可能であるので、エリアセンサ１１の列方向（相関方向）と垂直な方向の２つの被写体像のずれがなければ焦点検出は良好に行なえる。

【００６４】

本実施形態においても２つのエリアセンサ１１－１，１１－２上に形成される２つの被写体像の個々は大きな歪曲を示すが、その歪みのエリアセンサ１１の列方向（相関方向）と垂直方向の差は十分小さいものである。

【００６５】

同方向の差が残存し、焦点検出精度に影響する場合には、特開昭６１－１５１１２号公報に開示されているごとく、各センサ列に沿って歪みの差に相当する湾曲した遮光部材、例えばアルミ等のマスクをセンサ受光面に設けることにより、精度を向上させることができる。

【００６６】

また、２つの被写体像の歪みの差を補正する方法として各像の結像倍率を調整することも可能である。具体的には図２において２次結像レンズ９の２つのレンズ９－１，９－２の射出側面の光軸に沿った頂点位置（レンズ面頂点位置）を異なるように設定するか、２次結像レンズ９全体を光軸に対して傾けて設定し、２つのレンズ９－１，９－２の結像倍率を変化させればよい。また光電変換素子１１を光軸に対して垂直に設けず、傾けることによっても２つの被写体像の倍率及び歪みの調整が行なえる。

【００６７】

本実施形態による焦点検出装置では、対物レンズ１０１を通過した光束を一対の開口を有する絞り８に導くために対物レンズ１０１と絞り８との間に設ける反射鏡４を表面鏡とすることによって、ここでの色収差の発生を完全に無くし、再結像系９の色収差特性が焦点検出光学系の色収差特性として反映されるようにしている。

【００６８】

さらに、再結像系を光入射側には反射鏡によって偏向した対物レンズの光軸上に中心を持つ単一の凹状球面、射出側には互いに反対方向に偏芯した一対の凸状球面を配したレンズとして構成し、凹状球面の中心を表面鏡によって形成される対物レンズの一次像面（所定面５）近傍に、また一対の凸状球面の中心を絞りの開口の近傍にほぼ等しく設定している。

【００６９】

このレンズの作用は次のようなものである。反射鏡を介した物体の結像面がこの再結像系によってどのように再結像されるかを考えると、まず、光軸上の一点を発し絞りの開口の中心を通る光線はほとんど屈折することなく光電変換素子まで達する。勿論絞りの開口には有限の面積があるわけで、ここを通過した光束は絞りの開口中心を通った光線の回りにほぼ均等に広がり、光電変換素子上まで保たれた状態で点像を形成する。この挙動は屈折角が極めて小さいために光の波長によらずほぼ一定である。

【００７０】

一方、物体の結像面の周辺から発し絞りの開口に入射した光束は、今度は再結像系の凹面で大きく屈折して光電変換素子１１上に点像を形成する。この際、凸面の中心を絞りの開口の中心にほぼ揃えてあるため点像にコマを生じないが、凹面での屈折角が波長によって異なることから倍率の色収差を発生する。従って、光軸上の一点の点像の位置を同一として波長によって倍率の異なる像が形成されることになる。

【００７１】

図７はこの様子を表したもので、点６０４，６０５，６０６，６０７を中心に波長によって倍率の異なる２次像６０１ａ～６０１ｃ，６０２ａ～６０２ｃ，６０３ａ～６０３ｃ，６０４ａ～６０４ｃがそれぞれ形成されている。添字ａ，ｂ，ｃはそれぞれ５８７．６ｎｍ，６５６．３ｎｍ，４３５．８ｎｍの波長の像であることを意味し、図は倍率差を若干誇張して示した。

【００７２】

ここで、図に示した距離Ｄｂと距離Ｄｃの差がほぼゼロであることから判るように２つの物体像の相対位置を知る上での基準間隔が波長によらず一定であることから、このような収差が焦点検出精度に与える影響は無い。すなわち、倍率の色収差をこのような形で許し、一方、コマの発生を抑えることで焦点検出用として広い視野に渡っての理想的な結像が為されている。

【００７３】

以上の実施形態は図４に示すように光電変換素子１１上に被写体像に関する２つの光量分布を上下に形成しその上下方向のずれを検出するものであった。このような構成の焦点検出装置においては横線のような縦方向に濃淡のある被写体に対してのみ焦点検出が可能であり、縦線のような横方向に濃淡のある被写体に対しては焦点検出ができない。

【００７４】

図８はこの点を改善した本発明の実施形態２の要部概略図である。本実施形態は図２の実施形態１に比べて２つのレンズ９－１，９－２からなる２次結像系９にこれと直交する方

向に２つのレンズ９－３，９－４の２つのレンズを新たに配置し、それに対応した絞り８に、新たに開口８－３、８－４と光電変換素子１１上にも、それに対応したエリアセンサ１１－３，１１－４を設けたことが異なっており、その他の構成は同じである。

【００７５】

尚図８においては煩雑さをさけるため図２で示した絞り８の開口８－１，８－２と光電変換素子１１のエリアセンサ１１－１，１１－２及び光束１２－１，１２－２等は省略している。

【００７６】

図９は本実施形態２における絞り８の開口形状を示したものである。図中８－３，８－４が新たに付け加えられた開口であり、９－３，９－４はそれに対応してその後方に配置されてた２次結像系９を構成する２つのレンズである。

【００７７】

本実施形態では図９の絞り８の開口８－３，８－４は同開口８－１，８－２に比べ対物レンズ１０１の瞳の周辺の領域の光を取り入れるように、より外側に配置されている。このような構成とすることで焦点検出の際のいわゆる基線長を長くするようにしている。

【００７８】

本実施形態で新たに付け加えられた絞り８の開口８－３，８－４による焦点検出系は、明るいＦナンバーの対物レンズに対しては焦点検出精度を高めることが可能となる。勿論絞り８の開口８－３，８－４が配置される中心からの位置を同開口８－１，８－２と同一とし、焦点検出精度は同等であるが縦横のどちらか一方にのみ濃淡分布がある被写体に対して対物レンズの明るさに関係なく常に焦点検出を可能とする様に構成することも可能である。

【００７９】

図１０は２次結像レンズ９－３，９－４によって光量分布が形成される光電変換素子１１上のエリアセンサ１１－３，１１－４を示したものである。また、図１１は図６と同様の、光電変換素子１１上の格子図形の投影像を示したものである。

【００８０】

図１０や図１１からわかるように本実施形態では左右方向に被写体像の位相差を検出するエリアセンサ１１－３，１１－４に対応する視野領域は、上下方向に被写体像の位相差を検出するエリアセンサ１１－１，１１－２に対応する視野領域に対して小さく設定している。これは次のような理由による。

【００８１】

即ち、本実施形態においては図１１の矩形像２２－１，２２－２の歪みもしくはその差と矩形像２２－３，２２－４の歪みもしくはその差を同時に小さくすることが必要であるが、２つの被写体像の差が特に問題となる方向が直交しているために、これを両立されることは必ずしも容易ではない。両者の被写体像を形成する光束が第１の反射鏡、第２の反射鏡において共通した領域で反射しているため、これらの反射鏡の形状を工夫することで対応することも困難である。こうした情況において、２組の被写体像のうち一方の位相差を検出する方向を短く設定することは非常に有効である。

【００８２】

また、このような構成により、光電変換素子１１が極端に大きくなるのを避けることができ、限られたカメラ内の空間にも容易に焦点検出装置を配置することが可能となる。さらに焦点検出を２次元の任意の領域で行うためには従来の焦点検出装置に比べ膨大な演算処理が必要であり、センサの画素を必要最小限にすることは迅速な焦点検出を行う上でも有利である。

【００８３】

これまでは位相差検出方式の焦点検出装置について説明してきたが、本発明はこれに限定されるものではなく、２次結像を行なう他の方式の焦点検出装置、例えば被写体像の鮮鋭度から焦点状態を検出する装置に対しても有効である。一方、本発明は焦点検出可能な領域を２次元の連続した領域に拡張する際に好適に用いられるものであるが、１次元のライ

ンセンサを用いた従来の焦点検出装置を複数配置する様な場合に適用しても、焦点検出位置をより周辺に設定することができる。

【００８４】

【発明の効果】

本発明によれば以上のように、対物レンズ（撮影レンズ）の像面側に設ける焦点検出用の光学手段の各要素を適切に設定することにより撮影視野内の上下左右方向の任意の領域で又は／及び複数の領域で特に撮影範囲中の上方に焦点検出可能な領域を拡張すると共に、連続した２次元領域内の任意の点においても波長によらず焦点検出を高精度に行うことができる焦点検出装置及びそれを用いた光学機器を達成することができる。

【００８５】

この他、本発明によれば、焦点検出精度を維持しつつ、焦点検出が可能な領域を飛躍的に拡大することができる。また焦点検出が連続した２次元的領域に拡張され、所望とする任意の位置の被写体に焦点を合わせることが容易にでき、撮影又は観察をする際の構図の設定の自由度が増大する等の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施形態１の要部概略図

【図２】図１の焦点検出装置の一部分の拡大説明図

【図３】図１の絞り及び２次結像系を示す説明図

【図４】図１の光電変換素子を示す説明図

【図５】図１の結像面上での像の歪みを示す説明図

【図６】図１の光電変換素子上での像の歪みを示す説明図

【図７】光電変換素子上に形成される像を波長毎に示す図

【図８】本発明の実施形態２の焦点検出装置の一部分の拡大説明図

【図９】本発明の実施形態２の絞り及び２次結像系を示す説明図

【図１０】本発明の実施形態２の光電変換素子を示す説明図

【図１１】本発明の実施形態２の光電変換素子上の像を示す説明図

【図１２】従来の焦点検出装置を有するカメラを示す概略図

【図１３】従来の焦点検出装置を示す概略図

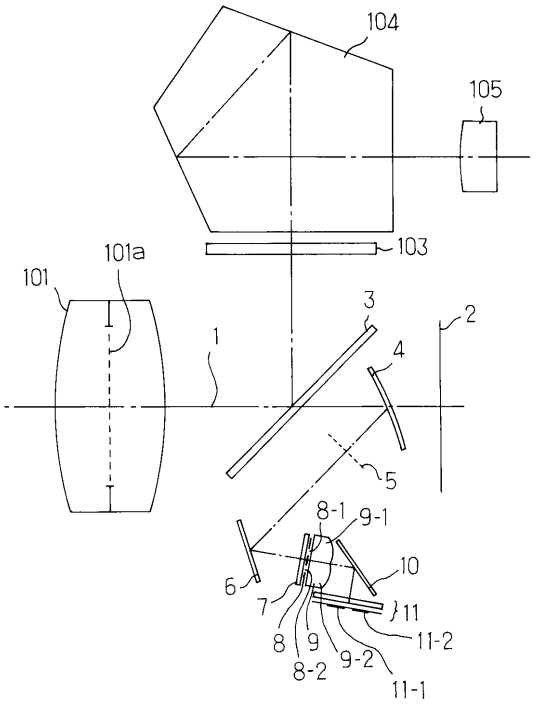
【図１４】従来の再結像系を示す図

【符号の説明】

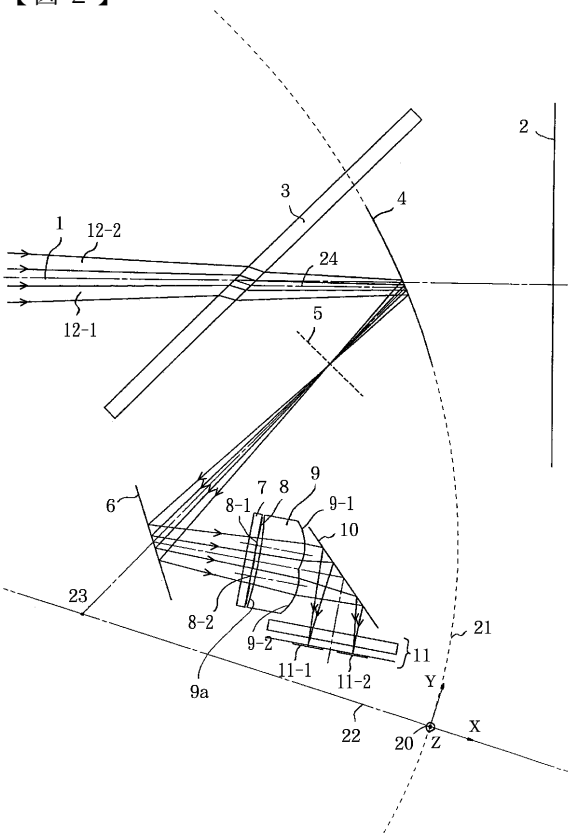
１　対物レンズの光軸
２　フィルム
３　主ミラー
４　第１の反射鏡
５　結像面
６　第２の反射鏡
７　赤外カットフィルター
８　絞り
９　２次結像系
１０　第３の反射鏡
１１　光電変換素子
１２　光束
１３　光電変換素子上の像
２２　光電変換素子上の像
２４　対物レンズの光軸
１０１　対物レンズ
１０２　主ミラー
１０３　焦点板
１０４　ペンタプリズム
１０５　接眼レンズ

１０６　　サブミラー
１０７　　フィルム
１０８　　焦点検出装置
１０９　　視野マスク
１１０　　フィールドレンズ
１１１　　２次結像系
１１２　　光電変換素子
１１３　　絞り
１１４　　対物レンズの射出瞳
１１５　　光束

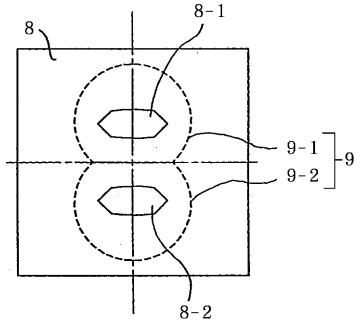
【図１】



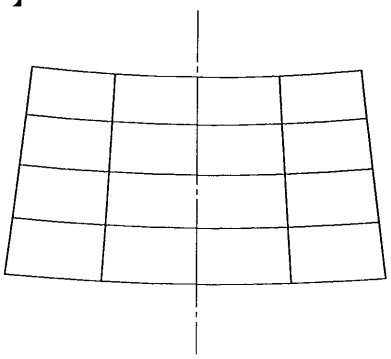
【図２】



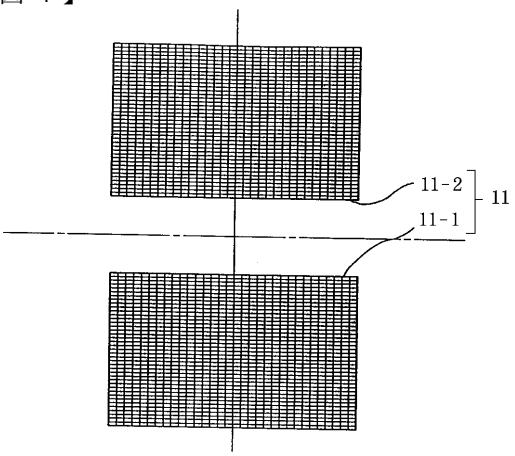
【図３】



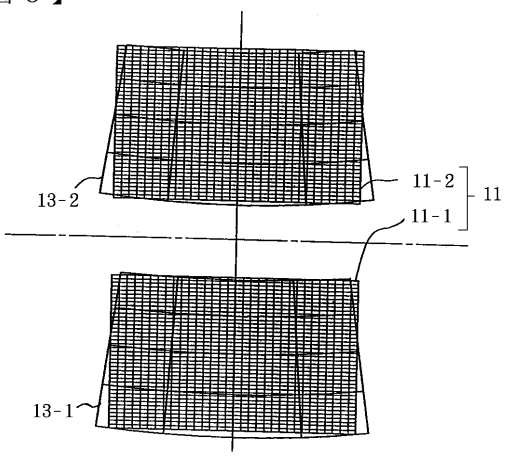
【図５】



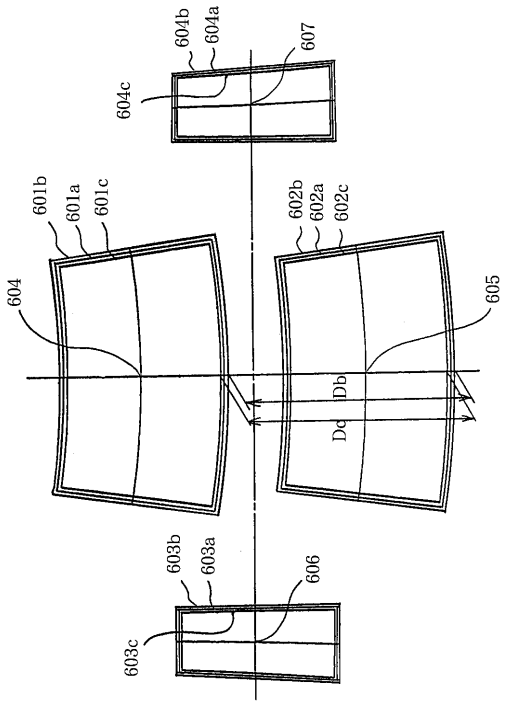
【図４】



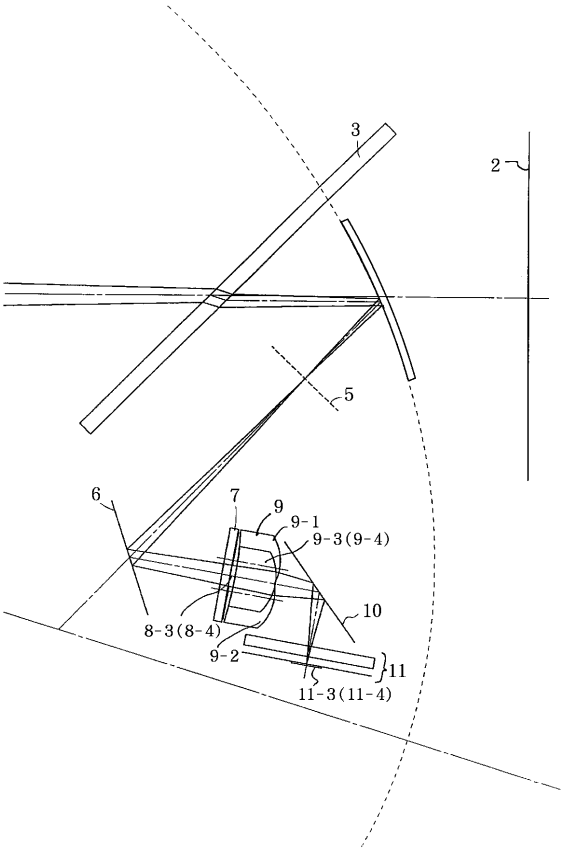
【図６】



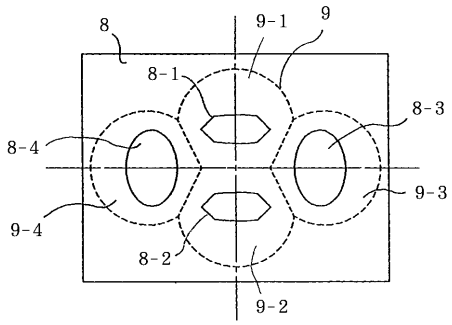
【図７】



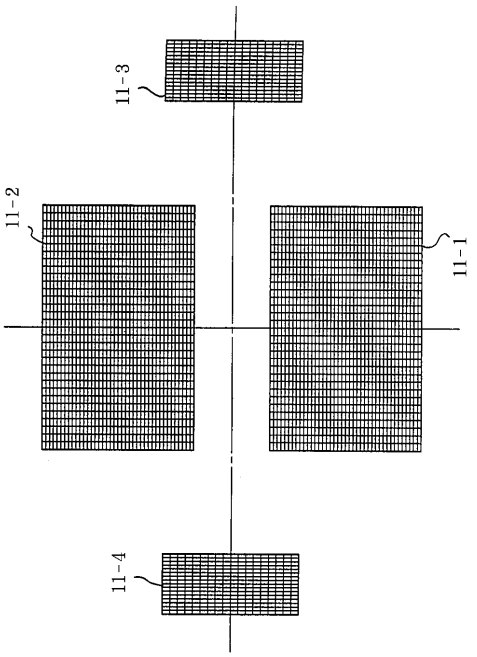
【図８】



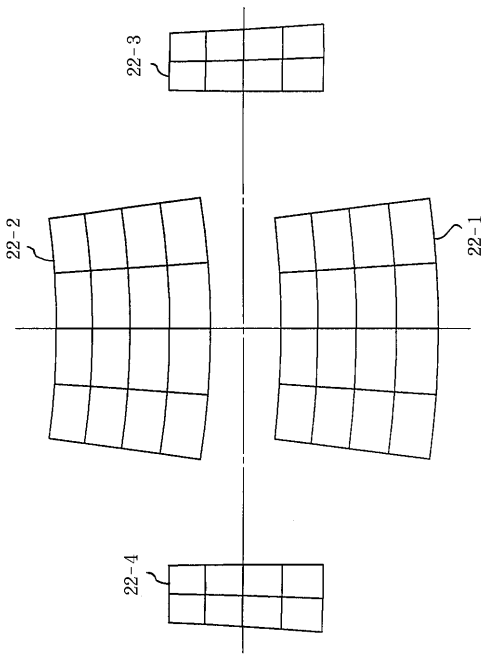
【図９】



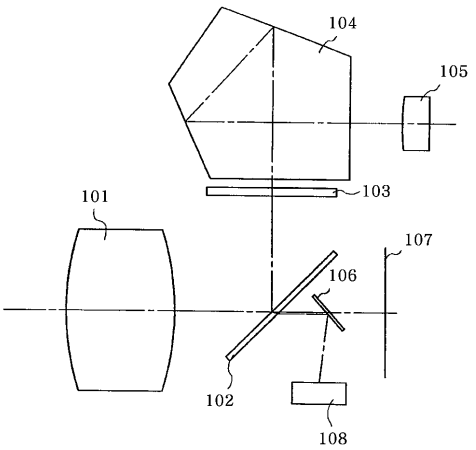
【図１０】



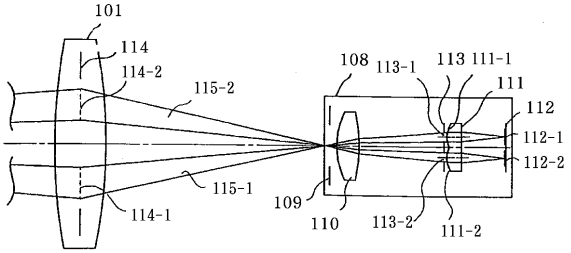
【図１１】



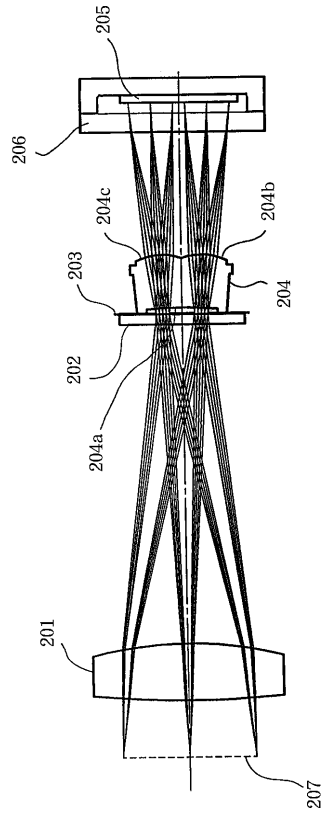
【図１２】



【図１３】



【図１４】



フロントページの続き

(72)発明者　大野田　仁
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　山下　健一郎
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　永田　桂次
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　渡邉　勇

(56)参考文献　実開昭５９－１１４５２６（ＪＰ，Ｕ）
特開昭６３－２４３９０６（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－１５６６０９（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２８１４１７（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－０１５１１２（ＪＰ，Ａ）
特開昭６４－０５６４０７（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１２０６６７（ＪＰ，Ａ）
実開昭５７－０６８２１８（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
G02B 7/28 - 7/40
G03B 13/32 -13/36