

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4865284号
(P4865284)

(45) 発行日 平成24年2月1日(2012.2.1)

(24) 登録日 平成23年11月18日(2011.11.18)

(51) Int. Cl.

F I

G02B	7/28	(2006.01)	G02B	7/11	N
G02B	7/34	(2006.01)	G02B	7/11	C
G03B	13/36	(2006.01)	G03B	3/00	A
G02B	7/08	(2006.01)	G02B	7/08	Z
G03B	17/14	(2006.01)	G03B	17/14	

請求項の数 5 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2005-266060 (P2005-266060)
 (22) 出願日 平成17年9月13日(2005.9.13)
 (65) 公開番号 特開2007-79057 (P2007-79057A)
 (43) 公開日 平成19年3月29日(2007.3.29)
 審査請求日 平成20年9月16日(2008.9.16)

(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 100126240
 弁理士 阿部 琢磨
 (74) 代理人 100124442
 弁理士 黒岩 創吾
 (72) 発明者 塗師 隆治
 東京都大田区下丸子三丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内
 審査官 登丸 久寿

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 合焦結像光学系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

フォーカス移動群と、

フォーカス移動群の像側の光路中に設けた少なくとも1つの分岐光学系と、

該分岐光学系からの光束を用いて合焦状態を検出する合焦検出手段と、

前記フォーカス移動群を駆動する駆動手段と、

前記合焦検出手段の出力を基に前記駆動手段に駆動信号を出力する演算手段と、を有し

、
 該演算手段からの信号に基づいて前記フォーカス移動群を駆動制御することにより合焦を行う合焦結像光学系であって、

前記分岐光学系よりも像側で前記フォーカス移動群の光路中に挿脱可能な焦点距離変換光学系を有しており、

前記合焦検出手段における測距枠の取り得る範囲の大きさを可変又は切換え可能とすることを特徴とする合焦結像光学系。

【請求項2】

変倍移動群と、絞りとを備えており、

物体側から順に、前記フォーカス移動群、前記変倍移動群、前記絞り、前記分岐光学系の順に配置されていることを特徴とする請求項1記載の合焦結像光学系。

【請求項3】

該焦点距離変換光学系の挿脱に伴って前記測距枠の取り得る範囲の大きさを切換えるこ

とを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の合焦結像光学系。

【請求項 4】

前記分岐光学系の後方に設けた撮像手段の撮像範囲に応じて、前記測距枠の取り得る範囲の大きさを切換えることを特徴とする請求項 1 乃至 3 いずれか 1 項に記載の合焦結像光学系。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 いずれか 1 項に記載の合焦結像光学系と、前記合焦結像光学系の像側に配置した撮像手段とを有することを特徴とする撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、光路中に分岐光学系を設け、分岐光束を用いて合焦を行う合焦結像光学系に関するものである。

【背景技術】

【0002】

スチルカメラやビデオカメラ等の撮影装置における自動合焦（AF：オートフォーカス）技術は、従来から種々提案され、特に光路中に分岐光学系を設け、分岐光路中に合焦検出手段を設けたレンズ・撮像装置が、特許文献 1～11 で知られている。また、合焦に際して測距を行う領域である測距枠を可変とする撮像装置が特許文献 12、13 で提案されている。

20

【0003】

特許文献 1～11 のように、結像光学系内の光路中に分岐光学系を有し分岐光束により合焦状態を検出し合焦を行う撮像システムでは、原則として分岐光学系以降の合焦検出側の光学系と撮像側の光学系との関係を一定とすることが必要である。これにより、合焦検出手段からの検出値と撮像面での合焦状態の関係が一定に保たれ、更には画面周辺部の被写体に対する合焦を考えた場合に、撮像面上の所定位置に対応する測距枠の位置関係が一定に保たれる。

【0004】

この場合に、フォーカス移動群の単位操作量とピント変化量の関係を所定の関係とすることが望ましい。それにより、フォーカス移動群の単位操作量とピント変化量の関係を所定の関係とし、その関係に基づいてフォーカス移動群の操作速度や位置制御精度を規定でき、より高速で高精度の合焦が実現できる。

30

【0005】

【特許文献 1】特開昭 55 - 76312 号公報

【特許文献 2】特開昭 59 - 128506 号公報

【特許文献 3】特開平 8 - 50227 号公報

【特許文献 4】特開平 9 - 274130 号公報

【特許文献 5】特開 2002 - 365517 号公報

【特許文献 6】特開 2002 - 365518 号公報

【特許文献 7】特開 2002 - 372661 号公報

40

【特許文献 8】特開 2003 - 279842 号公報

【特許文献 9】特開 2003 - 279846 号公報

【特許文献 10】特開 2003 - 279847 号公報

【特許文献 11】特開 2003 - 287673 号公報

【特許文献 12】特開平 7 - 46455 号公報

【特許文献 13】特開平 7 - 191256 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

合焦動作において、コンバータレンズ類の装着等による撮像側の結像倍率の変化や、レ

50

ズ交換式撮像装置に適用することによる撮像素子のイメージサイズや、アスペクト比の違いによる撮像範囲の変化等が生ずる。このため、撮像側と合焦検出側との関係が変化してしまい、合焦が適切にできなくなることがある。

【0007】

また、変倍に伴うフォーカス移動群の単位操作量とピント変化量の関係の変化等の要因で、フォーカス移動群の操作速度や位置制御精度を適切に規定することが困難となり、高速・高精度な合焦ができなくなる問題がある。

【0008】

更に、暗い被写体の撮影など、合焦精度よりも撮像側のTナンバを優先させたい場合や、移動体の撮影などで合焦の高速追従を優先させたい場合や、静止物の撮影などで合焦速度よりも合焦精度を優先させたい場合がある。これらの場合において、撮影状況によって撮像側のTナンバ、合焦速度、合焦精度の優先度が変わるケースが頻繁にあり、それぞれの状況に対し適切な合焦特性が得られない問題がある。

【0009】

本発明の目的は、上述の課題を解消し、フィルムカメラ用、ビデオ用・放送用として最適で、高精度かつ高速で様々な結像光学系の使用状況に対応可能な合焦結像光学系を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するための本発明に係る合焦結像光学系は、フォーカス移動群と、フォーカス移動群の像側の光路中に設けた少なくとも1つの分岐光学系と、該分岐光学系からの光束を用いて合焦状態を検出する合焦検出手段と、前記フォーカス移動群を駆動する駆動手段と、前記合焦検出手段の出力を基に前記駆動手段に駆動信号を出力する演算手段とを有し、該演算手段からの信号に基づいて前記フォーカス移動群を駆動制御することにより合焦を行う合焦結像光学系であって、前記分岐光学系よりも像側で前記フォーカス移動群の光路中に挿脱可能な焦点距離変換光学系を有しており、前記合焦検出手段における測距枠の取り得る範囲の大きさを可変又は切換え可能とすることを特徴としている。

【0011】

上記目的を達成するための本発明に係る合焦結像光学系は、変倍移動群と、絞りとを備えており、物体側から順に、フォーカス移動群、変倍移動群、絞り、分岐光学系の順に配置されていることを特徴としている。

【0012】

上記目的を達成するための本発明に係る撮像装置は、上記の合焦結像光学系と、前記合焦結像光学系の像側に配置した撮像手段とを有することを特徴としている。

【発明の効果】

【0013】

本発明に係る合焦結像光学系によれば、合焦のための測距枠の取り得る範囲、合焦状態検出値に対するフォーカス移動群の駆動量、合焦検出手段の合焦検出精度の設定が可能となり、様々な撮影状況において適切な合焦を行うことが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

図1は実施例の説明に先立つ合焦結像光学系の説明図であり、フォーカス移動群1の後方に分岐光学系2、撮像側部分光学系3、撮像手段4が順次に配列され、分岐光学系2の分岐方向には合焦検出側部分光学系5、合焦検出素子6が配列されている。なお、a~dは変倍光学系が挿入され得る位置を示している。フォーカス移動群1の結像倍率を F、撮像側部分光学系3の結像倍率を L、合焦検出側部分光学系5の結像倍率を 5、撮像側の結像倍率 P及び検出側の結像倍率 Dの間には、次の(1)、(2)式の関係がある。

$$P = F \cdot L \quad (1)$$

$$D = F \cdot 5 \quad (2)$$

10

20

30

40

50

【0015】

従って、撮像側に対する検出側の結像倍率割合 R は次式となり、結像倍率割合 R は分岐光学系 2 以降の部分系によって定まる。

$$R = D / P = 5 / L \quad (3)$$

【0016】

また、撮像側でピントずれ量 s_P がある場合に、検出側のピントずれ量 s_D は、結像倍率割合 R の二乗に比例し次式で表される。

$$s_D = s_P \cdot R^2 \quad (4)$$

【0017】

従って、結像倍率割合 R が分かっているならば、検出側でピントずれ量 s_D を測定することにより、ピントずれ量 s_P を求めることができる。

10

【0018】

更に、フォーカス移動群 1 の単位移動量に対する撮像側のピント変化量を F_P 、検出側のピント変化量を F_D としたとき、ピント変化量 F_D は (5) 式で表され、合焦のために必要なフォーカス移動群 1 の駆動量 X_{De} は、(6) 式により得られる。

$$F_D = F_P \cdot R^2 \quad (5)$$

$$X_{De} = -s_D / F_D \quad (6)$$

【0019】

このように、検出側でピントずれ量 s_D を測定することにより、(6) 式に基づいたフォーカス制御によって高速かつ高精度な合焦が達成できる。

20

【0020】

次に、撮像手段 4 の対角方向の撮像範囲 (イメージサイズ) を S_0 、合焦検出素子 6 の対角方向の測距枠の取り得る範囲を A_0 とすると、イメージサイズ S_0 に対する合焦検出可能範囲の割合 R_D は次式で表される。

$$R_D = (A_0 / S_0) \cdot R \quad (7)$$

【0021】

ここで、割合 R_D の条件としては、次式を満足することが望ましい。

$$3 < R_D < 1.1 \quad (8)$$

【0022】

この (8) 式の上限を越えると、測距枠の取り得る範囲が画面外にはみ出てしまい適切に合焦できなくなり、下限を越えると画面上で測距枠が取り得る範囲が限られ、適切なフレミングに支障を生ずる。

30

【0023】

図 1 において、 $a \sim d$ の位置における変倍機構がコンバータレンズ等により光学的な倍率変換がなされる場合に、位置 $a \sim d$ における変換倍率をそれぞれ a 、 b 、 c 、 d とすると、(1)、(2)、(3) 式はそれぞれ (9)、(10)、(11) 式となる。

$$P' = a \cdot F \cdot b \cdot c \cdot L \cdot d \quad (9)$$

$$D' = a \cdot F \cdot b \cdot 5 \quad (10)$$

$$R' = D' / P' = R / (c \cdot d) \quad (11)$$

40

【0024】

即ち、分岐光学系よりも像側の位置 c 、 d で光学的な倍率変換を行うと、変換前に対し (7) 式の割合 R_D が変化してしまい、画面上で測距枠の取り得る範囲 A の大きさが変わってしまうことになる。

【0025】

検出側のピント変化量 F_D は、フォーカス移動群 1 よりも合焦検出素子 6 側の部分系の結像倍率により変化し、次式となる。

$$F_D' = C F \cdot b^2 \cdot 5^2 = F_D \cdot b^2 \quad (28)$$

【0026】

従って、駆動量 $X_{Dr'}$ は次式のように表される。

50

$$X D r' = 1 / F D' = X D r / b^2 \quad (29)$$

【0027】

駆動量 $X D r'$ は位置 b で光学的な倍率変換を行うと、変換前に対し(6)式の駆動量 $X D r$ が変化してしまう。

【0028】

測距枠は図2に示すように合焦検出素子6の範囲全体を使用する方式、図3に示すように任意の範囲を連続的に移動・選択する方式、図4に示すように離散的な領域の全体又は一部を選択する方式等の何れでもよい。図5～図10に示すように測距枠の取り得る範囲Aを規定すると、何れの方式においても測距枠の移動・選択は範囲Aに限られる。

【0029】

なお、測距枠の取り得る範囲Aは合焦検出側の像面における長さ寸法で規定し、特に指示しない場合は画面の水平・垂直・対角の何れ寸法を含み、指示のある場合は水平・垂直方向をそれぞれ別に取り扱う。この測距枠の取り得る範囲Aは使用者が任意に設定可能としてもよいし、変倍や倍率変換手段を装着・挿脱を検知する手段を用いて自動的に切換えることもできる。

【実施例1】

【0030】

図11は実施例1の構成図を示し、フォーカス移動群1の後方にハーフミラー等から成る分岐光学系2、及び撮像手段4が配列され、分岐光学系2の分岐方向には合焦検出素子6を内蔵した合焦検出手段7が配置されている。合焦検出手段7の出力は演算手段8に接続され、演算手段8の出力である駆動信号は駆動手段9に接続され、フォーカス移動群1を駆動制御するようにされている。また、実施例1における合焦検出手段7の測距枠の取り得る範囲A、及び合焦検出手段7からの検出値に対する駆動手段9によるフォーカス移動群1の駆動量 $X D r$ は可変としている。

【0031】

実際のカメラシステムとしては、図12に示すようにフォーカス移動群1、分岐光学系2、合焦検出手段7、演算手段8、駆動手段9を備えたレンズ部11に対し、撮像素子4を備えた撮像部12が接続されている。

【実施例2】

【0032】

図13は実施例2の構成図を示し、実施例1に対して、フォーカス移動群1の物体側に焦点距離変換光学系13が装着されている。この焦点距離変換光学系13は図1における位置aでの倍率変換に相当し、フォーカス移動群1のFNo、結像倍率割合Rは変化しない。従って、合焦検出精度PDeは変わらない。

【0033】

(11)式から焦点距離変換光学系13の装着の前後では、割合RD'は変化せず、範囲Aは変わらない。また、(28)式からピント変化量FD'は変化せず、フォーカス移動群1の駆動量XD rは変わらない。

【実施例3】

【0034】

図14は実施例3の構成図を示し、実施例1に対して、分岐光学系2と撮像手段4の間の光路に焦点距離変換光学系14が装着されている。焦点距離変換光学系14は図1における位置dでの倍率変換に相当する。焦点距離変換光学系14の焦点距離変換倍率を14とすると、焦点距離変換光学系14の装着時の割合RDは次式となり、装着前に対し画面上での測距可能範囲が変化してしまうことになる。

$$\begin{aligned} R D_{14} &= (A0 / S0) \cdot R / 14 \\ &= R D / 14 \end{aligned} \quad (12)$$

【0035】

この場合の焦点距離変換倍率14は例えば1.4としている。測距枠の取り得る範囲をA1に切換えることにより、RD₁₄ RDとして、焦点距離変換光学系14の装着の前

10

20

30

40

50

後で画面上での測距枠の取り得る範囲 A_1 をほぼ同等に維持するために、次式を満足することが望ましい。

$$0.9 < 1.4 \cdot A_1 / A_0 < 1.1 \quad (13)$$

【0036】

また、(28)式からピント変化量 FD' は変化せず、フォーカス移動群1の駆動量 XDr は変わらない。

【0037】

焦点距離変換光学系14を装着すると、撮像範囲Sに対する合焦検出可能範囲の割合 RD_{14} は(12)式から(42)式となり、装着前に対し画面上での測距可能範囲が変化してしまうので、本実施例では(43)式とする。

$$RD_{14} = RD / 1.4 = 0.71 \cdot RD \quad (42)$$

$$A_1 = 0.7 \cdot A_0 \quad (43)$$

【0038】

これにより、(13)式の値を次式として合焦検出範囲を A_1 に切換えることにより、焦点距離変換光学系14の装着の前後で測距可能範囲をほぼ同等に維持できる。

$$1.4 \cdot A_1 / A_0 = 0.98 \quad (44)$$

【実施例4】

【0039】

図15は実施例4の構成図を示し、実施例1に対して分岐光学系2と撮像手段4の間の光路に、挿脱可能な焦点距離変換光学系15、リレーレンズ群16が挿入されている。焦点距離変換光学系15は図1における位置cでの倍率変換に相当し、焦点距離変換光学系15の焦点距離変換倍率を 15 とすると、焦点距離変換光学系15の挿入時の割合 RD は次式となり、装着前に対し画面上での測距枠の取り得る範囲が変化してしまう。

$$\begin{aligned} RD_{15} &= (A_0 / S_0) \cdot R / 15 \\ &= RD / 15 \end{aligned} \quad (14)$$

【0040】

そこで、測距枠の取り得る範囲を A_2 に切換えることにより、 RD_{15} RD として焦点距離変換光学系15の挿脱前後で、画面上での測距枠の取り得る範囲をほぼ同等に維持するためには、次式を満足することが望ましい。

$$0.9 < 1.5 \cdot A_2 / A_0 < 1.1 \quad (15)$$

【0041】

本実施例において、焦点距離変換光学系15の焦点距離変換倍率 15 は2.0である。焦点距離変換光学系15を挿入すると、撮像範囲に対する合焦検出可能範囲の割合 RD_{15} は、(14)式から(45)式となり、装着前に対し画面上での測距可能範囲が変化してしまうので、本実施例では(46)式とする。

$$RD_{15} = RD / 1.5 = 0.5 \cdot RD \quad (45)$$

$$A_2 = 0.5 \cdot A_0 \quad (46)$$

【0042】

これにより、(15)式の値を、次式として合焦検出範囲を A_2 に切換えることにより、焦点距離変換光学系15の挿脱の前後で測距可能範囲をほぼ同等に維持している。

$$1.5 \cdot A_2 / A_0 = 1.0 \quad (47)$$

【0043】

また、焦点距離変換光学系15の挿脱の前後で駆動量 XDr は変化しない。

【実施例5】

【0044】

図16は実施例5の構成図を示し、実施例1に対して、フォーカス移動群1と分岐光学系2との間に、変倍移動群17が挿入されている。この変倍移動群17は図1における位置bでの倍率変換に相当し、(11)式から割合 RD' は変化せず、範囲 A は変わらない。

【0045】

10

20

30

40

50

変倍移動群 17 による変倍比を 17 とすると、駆動量 XDr は次式となり、変倍前に対し検出値当りのフォーカス駆動量が変化してしまう。

$$XDr_{17} = XDr / 17^2 \quad (30)$$

【0046】

そこで、 XDr_{17} を $XDr_{17}(17)$ に可変とすることにより、合焦制御をほぼ同等に維持するためには、次式を満足することが望ましい。

$$0.8 < 17^2 \cdot XDr_{17}(17) / XDr < 1.2 \quad (31)$$

【0047】

本実施例において、変倍移動群 17 の変倍可能範囲は次式となる。

$$1.0 < 17 < 2.0 \quad (48)$$

10

【0048】

変倍移動群 17 により変倍を行うと、ピント変化量 FD は (28) 式に伴って変化し、フォーカス移動群 1 の駆動量 XDr_{17} は次式となる。

$$XDr_{17} = 1.0 \cdot XDr \sim 0.25 \cdot XDr \quad (49)$$

【0049】

これにより、(31) 式の値を、次式として駆動量 XDr_{17} を可変とすることにより、変倍移動群 17 による変倍前後で同等の合焦制御を達成する。

$$17^2 \cdot XDr_{17}(17) = 1.0 \quad (50)$$

【実施例 6】

【0050】

20

図 17 は実施例 6 の構成図を示し、図 11 に対して分岐光学系 2 と撮像手段 4 間に、変倍移動群 18 が挿入されている。この変倍移動群 18 は図 1 における位置 c での倍率変換に相当し、変倍移動群 18 による変倍比を 18 とすると、割合 RD は次式となり、変倍前に対し画面上での測距枠の取り得る範囲が変化する。

$$\begin{aligned} RD_{18} &= (A0 / S0) \cdot R / 18 \\ &= RD / 18 \end{aligned} \quad (16)$$

【0051】

そこで、測距枠の取り得る範囲を $A3(18)$ に可変とすることにより、 RD_{18} 、 RD として、変倍移動群 18 による変倍によらずに、画面上での測距枠の取り得る範囲をほぼ同等に維持するためには、次式を満足することが望ましい。

$$0.9 < 18 \cdot A3(18) / A0 < 1.1 \quad (17)$$

30

【0052】

また、(28) 式からピント変化量 FD' は変化せず、フォーカス移動群 1 の駆動量 XDr は変わらない。

【0053】

変倍移動群 18 の変倍可能範囲は次式となる。

$$1.0 < 18 < 2.0 \quad (51)$$

【0054】

この変倍比 18 によって割合 RD が変化するため、範囲 A を変化させる。変倍移動群 18 による変倍比 18 に伴い、撮像範囲 S に対する合焦検出可能範囲の割合 RD_{18} は (16) 式から (52) 式となり、変倍移動群 18 の装着前に対し画面上での測距可能範囲が変化してしまうので、本実施例では (53) 式を満足するようにする。

$$RD_{18} = RD / 18 = 1.0 \cdot RD \sim 0.5 \cdot RD \quad (52)$$

$$A3(18) = 1.0 \cdot A0 \sim 0.5 \cdot A0 \quad (53)$$

40

【0055】

(17) 式の値を、次式として合焦検出範囲を $A3(18)$ に従って可変として、変倍移動群 18 による変倍によらずに、測距可能範囲をほぼ同等に維持する。

$$18 \cdot A2 / A0 = 1.0 \quad (54)$$

【実施例 7】

【0056】

50

図18は実施例7の構成図を示し、図15に示す実施例4に対して、フォーカス移動群1と分岐光学系2との間の光路に、実施例5と同様に変倍移動群17が挿入されている。変倍移動群17の変倍可能範囲は、次式を満足するようにする。

$$1.0 < 17 < 10.0 \quad (55)$$

【0057】

変倍移動群17による変倍に拘らず、撮像範囲Sに対する合焦検出可能範囲の関係は変化しないため、範囲Aは変化しない。

【0058】

変倍移動群17により変倍を行うと、ピント変化量FDは(28)式に伴って変化するので、本実施例ではフォーカス移動群1の駆動量XDr'を次式とする。

【0059】

$$XDr_{17} = 1.0 \cdot XDr \sim 0.01 \cdot XDr \quad (70)$$

これにより、(31)式の値を次式として、駆動量XDr₁₇を可変とすることにより、変倍移動群17による変倍の前後で同等の合焦制御を達成している。

$$17^2 \cdot XDr_{17} (17) = 1.0 \quad (71)$$

【0060】

また、本実施例7における焦点距離変換光学系15の焦点距離変換倍率15は2.0である。焦点距離変換光学系15を挿入すると、撮像範囲に対する合焦検出可能範囲の割合RD₁₅は、(14)式から(45)式と同じ(56)式となり、装着前に対し画面上での測距可能範囲が変化してしまうので、(46)式と同じ(57)式とする。

$$RD_{15} = RD / 15 = 0.5 \cdot RD \quad (56)$$

$$A2 = 0.5 \cdot A0 \quad (57)$$

【0061】

これにより、(15)式の値を(47)式と同じ次式として、合焦検出範囲をA2に切換えることにより、焦点距離変換光学系15の挿脱の前後で測距可能範囲をほぼ同等に維持している。

$$15 \cdot A2 / A0 = 1.0 \quad (58)$$

【0062】

また、焦点距離変換光学系15の装着の前後でフォーカス移動群1の駆動量XDrは変化しない。

【実施例8】

【0063】

図19は実施例8の構成図を示し、図18に示す実施例7に対して、フォーカス移動群1の物体側に焦点距離変換光学系13が装着されている。なお、焦点距離変換光学系13の焦点距離変換倍率13は0.8である。

【0064】

焦点距離変換光学系13の装着の前後で、撮像範囲に対する合焦検出可能範囲の関係は変化しないため、範囲Aは変化せず、また駆動量XDrは変化しない。

【実施例9】

【0065】

図20は実施例9の構成図を示し、図19に示す実施例8に対して、リレーレンズ群16の代りに焦点距離変換光学系14が装着されている。焦点距離変換光学系14の焦点距離変換倍率14は1.4である。焦点距離変換光学系14を装着すると、撮像範囲Sに対する合焦検出可能範囲の割合RD₁₄は、(12)式から(59)式となり、装着前に対し画面上での測距可能範囲が変化してしまうので、実施例9では(60)式とする。

$$RD_{14} = RD / 14 = 0.71 \cdot RD \quad (59)$$

$$A1 = 0.7 \cdot A0 \quad (60)$$

【0066】

これにより、(13)式の値を、次式として合焦検出範囲をA1に切換えることにより、焦点距離変換光学系14の装着の前後で測距可能範囲をほぼ同等に維持している。

10

20

30

40

50

$$14 \cdot A1 / A0 = 0.98$$

(61)

【0067】

また、本実施例9では焦点距離変換光学系14の装着の前後で駆動量 XDr は変化しない。

【実施例10】

【0068】

図21は実施例10の構成図を示している。実施例1に対して、フォーカス移動群1と分岐光学系2との間に絞り19が配置され、この絞り19の位置を検出するFナンバ検出手段20が設けられ、Fナンバ検出手段20の出力は、合焦検出手段7の出力と共に演算手段8に接続されている。また、本実施例10における測距枠の取り得る範囲A、及び合焦検出手段7からの検出値に対するフォーカス移動群1の駆動量 XDr は可変である。

10

【0069】

合焦で合焦精度を高めるためには、一般に検出精度確保のために合焦検出手段7からの検出信号の S/N を良好とする必要がある。そのため、検出により多くの露光量が必要となって、合焦速度が低下したり、検出側に高い分岐光量比率が必要で、撮像側の光量が減少 (T ナンバが増大) してしまう。

【0070】

フォーカス制御精度の確保のために、フォーカス移動群1の駆動速度を低下させる必要が生じ、合焦速度が低下してしまうという問題点が発生する。撮像手段4に対する最小錯乱円径を、結像光学系の絞り値 (Fナンバ) を FN_o とすると、撮像側における焦点深度 d は次式で表される。

20

$$d = 2 \cdot FN_o \cdot \quad (32)$$

【0071】

撮像側に必要な合焦精度 P と、検出側の合焦検出精度 PDe の関係は、次式で表される。

$$PDe = P \cdot R^2 \quad (33)$$

【0072】

また、合焦精度 P が焦点深度 d に比例した値とすると、合焦検出精度 PDe は次式により合焦精度と合焦速度の両立を図ることができる。

$$\begin{aligned} PDe &= CP \cdot d \cdot R^2 \\ &= CP \cdot 2 \cdot FN_o \cdot \quad \cdot R^2 \end{aligned} \quad (34)$$

30

ただし、 CP は定数であり、 CP の値は次式の範囲にあることが望ましい。

$$0.1 < CP < 1.0 \quad (35)$$

【0073】

本実施例では、Fナンバ検出手段20により結像光学系の FN_o を検出し、その検出値に応じて、合焦検出精度 PDe を可変又は切換える。合焦検出精度 PDe の変化は (34) 式に基づくのが理想的であるが、テーブルを用意しておき、 FN_o の範囲に応じて切換えてもよい。

【0074】

本実施例では、 $\quad = 0.01 \text{ mm}$ 、 $R = 1.0$ であり、定数 $CP = 0.25$ として、(35) 式の条件を満たして適切な合焦制御を可能としている。なお、本実施例では Fナンバ検出手段20 による検出値 FN_o に応じて、合焦検出手段7の合焦検出精度 PDe を、次式によって変化させるようにする。

40

$$PDe = 0.005 \cdot FN_o \quad (62)$$

【0075】

これにより、 FN_o に応じて適切な合焦精度と合焦速度のバランスを達成している。

【実施例11】

【0076】

図22は実施例11の構成図を示し、実施例10に対して、フォーカス移動群1と絞り19との間に ズームレンズから成る 変倍移動群17が挿入され、分岐光学系2と撮像手段

50

4 との間の光路に、挿脱可能な焦点距離変換光学系 15、焦点距離変換光学系 14 が挿入されている。また、変倍移動群 17 のズーム検出手段 21 の 検出信号 が演算手段 8 に接続されている。

【0077】

ズーム検出手段 21 により変倍状態を検出し、その検出値に対応する開放 F N o をテーブルとして用意しておき、合焦検出精度 P D e を可変又は切換える。合焦検出精度 P D e の変化のさせ方は実施例 10 と同様である。

【0078】

焦点距離変換光学系 15 の挿脱に伴って合焦検出精度 P D e を切換える。焦点距離変換光学系 15 を挿入した状態における結像光学系の F ナンバ F N o₁₅ は、挿入前の F N o に 10 対して変化し次式で表される。

$$F N o_{15} = F N o \cdot 15 \quad (36)$$

【0079】

また、焦点距離変換光学系 15 は図 1 における位置 c での倍率変換に相当し、焦点距離変換光学系 15 の挿入時の結像倍率割合 R は、次式で表される。

$$R_{15} = R / 15 \quad (37)$$

【0080】

従って、合焦検出精度 P D e は F N o₁₅ · R₁₅² に比例して変化させることが好ましく、次式を満足することが望ましい。

$$0.9 < P D e_{15} \cdot 15 / P D e < 1.1 \quad (38)$$

【0081】

焦点距離変換光学系 14 の着脱に伴って合焦検出精度 P D e を切換えると、焦点距離変換光学系 14 を装着した状態における結像光学系の F ナンバ F N o₁₄ は、装着前の F N o に対して変化し次式で表される。

$$F N o_{14} = F N o \cdot 14 \quad (39)$$

【0082】

また、焦点距離変換光学系 14 は図 1 における位置 d での倍率変換に相当し、焦点距離変換光学系 14 の装着時の結像倍率割合 R は、次式で表される。

$$R_{15} = R / 14 \quad (40)$$

【0083】

従って、合焦検出精度 P D e は、F N o₁₄ · R₁₄² に比例して変化させることが好ましく、次式を満足することが望ましい。

$$0.9 < (P D e_{14} \cdot 15) / P D e < 1.1 \quad (41)$$

【0084】

本実施例 11 において、変倍移動群 17 の変倍比 17 は、(55) 式と同様に次式となる。

$$1.0 < 17 < 10.0 \quad (63)$$

【0085】

変倍移動群 17 による変倍によらず、撮像範囲 S に対する合焦検出可能範囲の関係は変化しないため、範囲 A は変化しない。

【0086】

変倍移動群 17 により変倍を行うと、ピント変化量 F D は (28) 式に伴って変化する。そこで、本実施例では駆動量 X D r₁₇ 次式とする。

$$X D r_{17} = 1.0 \cdot X D r \sim 0.01 \cdot X D r \quad (64)$$

【0087】

これにより、(31) 式の値を次式として駆動量 X D r₁₇ を可変とすることにより、変倍移動群 17 による変倍前後で同等の合焦制御を達成している。

$$17^2 \cdot X D r_{17} (17) = 1.0 \quad (65)$$

【0088】

また、本実施例 11 における焦点距離変換光学系 15 の焦点距離変換倍率 15 は 2 . 50

0である。焦点距離変換光学系15を挿入すると、撮像範囲Sに対する合焦検出可能範囲の割合RD₁₅は(14)式から(66)式となり、装着前に対し画面上での測距可能範囲が変化してしまうので、本実施例では(67)式とする。

$$RD_{15} = RD / 15 = 0.5 \cdot RD \quad (66)$$

$$A2 = 0.5 \cdot A0 \quad (67)$$

【0089】

これにより、(15)式の値を、次式により合焦検出範囲をA2に切換えることにより、焦点距離変換光学系15の挿脱前後で測距可能範囲をほぼ同等に維持している。

$$15 \cdot A2 / A0 = 1.0 \quad (68)$$

【0090】

10

また、焦点距離変換光学系15の装着の前後で駆動量 XDrは変化しない。

【0091】

本実施例11では、 = 0.01mm、R = 0.5であり、CP = 0.5として、(35)式の条件を満たして適切な合焦制御を可能としている。なお本実施例では、Fナンバ検出手段20からの検出値に応じて、合焦検出手段7の合焦検出精度PDeを次式によって変化させる。

$$PDe = 0.005 \cdot FNo \quad (69)$$

【0092】

また、本実施例は変倍に伴い開放Fナンバが変化し、広角端でFNoは1.4、望遠端で2.8となる。表1は本実施例11における各ズーム位置に対応する開放FNoを示している。Fナンバ検出手段20の検出値が1.4~2.8の範囲の場合に、表1に基づいてズーム検出手段21からの検出値をFナンバに変換し、(69)式に基づいて合焦検出精度PDeを変化させている。これにより、FNoに応じて適切な合焦精度と合焦速度のバランスを達成している。

20

【0093】

表1

変倍比	開放Fナンバ
1.7	1.4
1	1.4
5	1.96
7	2.8
10	

30

【0094】

合焦検出手段7を切換えることにより、撮影状況に応じ範囲A、駆動量 XDr、合焦検出精度PDeを容易に切換えることが可能となる。

【0095】

撮像手段I0とは異なるイメージサイズS1を有する撮像手段4'を使用する場合には、倍率 S1は次式とする。

$$S1 = S1 / S0 \quad (18)$$

【0096】

割合RDは次式となり、画面上での測距枠の取り得る範囲が変化してしまう。

40

$$RD_{S1} = (A0 / S1) \cdot R \\ = RD / S1 \quad (19)$$

【0097】

そこで、測距枠の取り得る範囲をA4に切換えることにより、RD_{S1} RDとして、撮像手段4'を使用した場合でも、撮像手段4を使用した場合と画面上での測距枠の取り得る範囲をほぼ同等に維持するためには、次式とすることが望ましい。

$$0.9 < S1 \cdot A4 / A0 < 1.1 \quad (20)$$

【0098】

撮像範囲又は測距枠の取り得る範囲に関し水平方向の長さをH、垂直方向の長さをVとしたとき、アスペクト比ARは次式で表される。

50

$$AR = H / V \quad (21)$$

【0099】

撮像手段I0のアスペクト比をAR0とし、撮像手段I0とは異なるアスペクト比AR2を有する撮像手段42を使用すると、次の(22)、(23)式となる。

$$H2 = H2 / H0 \quad (22)$$

$$V2 = V2 / V0 \quad (23)$$

【0100】

ただし、AR0 = H0 / V0、AR2 = H2 / V2とすると、割合RDは画面水平方向と画面垂直方向で、それぞれ次の(24)、(25)式となり、画面上での測距枠の取り得る範囲が変化してしまう。

【0101】

$$\begin{aligned} \text{水平方向：} RD_{H2} &= (A0 / S0) \cdot R / H2 \\ &= RD / H2 \end{aligned} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} \text{垂直方向：} RD_{V2} &= (A0 / S0) \cdot R / V2 \\ &= RD / V2 \end{aligned} \quad (25)$$

【0102】

そこで、測距枠の取り得る範囲をA5に切換えることにより、RD_{H2}、RD、RD_{V2}、RDとして、撮像手段42を使用した場合でも、撮像手段I0を使用した場合と画面上での測距枠の取り得る範囲をほぼ同等に維持する。このため範囲A5の水平方向の範囲をA5H、垂直方向の範囲をA5Vとすると、次の(26)、(27)式を満足することが望ましい。

$$0.9 < H2 \cdot A5H / H0 < 1.1 \quad (26)$$

$$0.9 < V2 \cdot A5V / V0 < 1.1 \quad (27)$$

【0103】

本発明における合焦検出精度PDeは使用者が任意に切換え可能とすることにより、撮影状況に応じて合焦速度より合焦精度を優先したり、逆に合焦精度を落として合焦速度を上げたりすることが可能となる。また、合焦検出精度PDeを意図的に大きめに設定すれば、暗い被写体の場合など、検出値のS/Nが悪い場合など、検出値のノイズに伴うフォーカスのハンチングを軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0104】

【図1】合焦結像光学系の説明図である。

【図2】合焦検出素子の測距枠配置例の説明図である。

【図3】合焦検出素子の測距枠配置例の説明図である。

【図4】合焦検出素子の測距枠配置例の説明図である。

【図5】合焦検出素子の測距枠配置例の説明図である。

【図6】合焦検出素子の測距枠配置例の説明図である。

【図7】合焦検出素子の測距枠配置例の説明図である。

【図8】合焦検出素子の測距枠配置例の説明図である。

【図9】合焦検出素子の測距枠配置例の説明図である。

【図10】合焦検出素子の測距枠配置例の説明図である。

【図11】実施例1の構成図である。

【図12】実施例1を有するカメラシステムの構成図である。

【図13】実施例2の構成図である。

【図14】実施例3の構成図である。

【図15】実施例4の構成図である。

【図16】実施例5の構成図である。

【図17】実施例6の構成図である。

【図18】実施例7の構成図である。

【図19】実施例8の構成図である。

10

20

30

40

50

【図20】実施例9の構成図である。
 【図21】実施例10の構成図である。
 【図22】実施例11の構成図である。

【符号の説明】

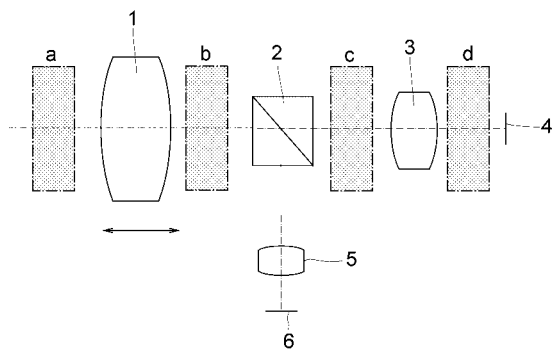
【0105】

- 1 フォーカス移動群
- 2 分岐光学系
- 3 撮像側部分光学系
- 4 撮像手段
- 5 合焦検出側部分光学系
- 6 合焦検出素子
- 7 合焦検出手段
- 8 演算手段
- 9 駆動手段
- 11 レンズ部
- 12 撮像部
- 13、14、15 焦点距離変換光学系
- 17、18 変倍移動群
- 19 絞り
- 20 Fナンバ検出手段
- 21 ズーム検出手段

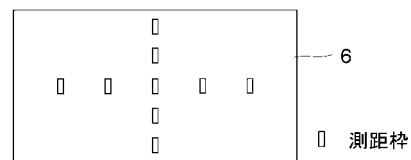
10

20

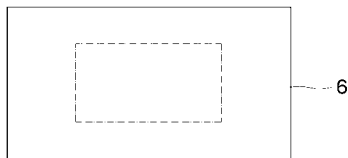
【図1】



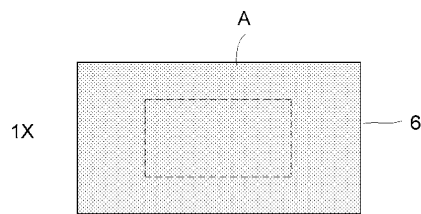
【図4】



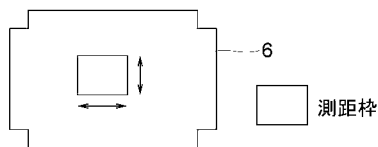
【図2】



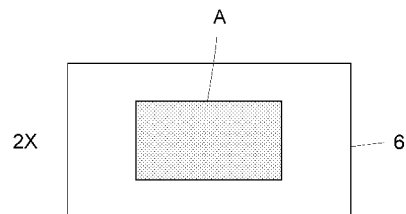
【図5】



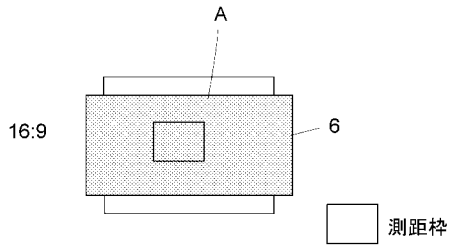
【図3】



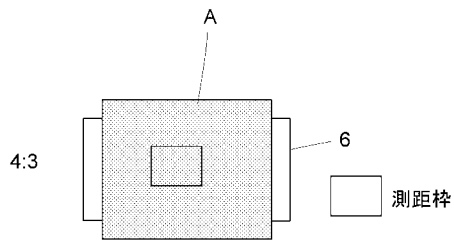
【図6】



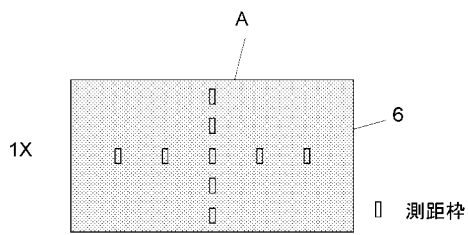
【図7】



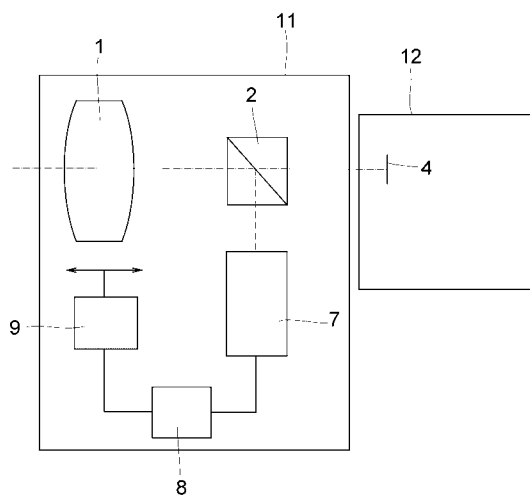
【図8】



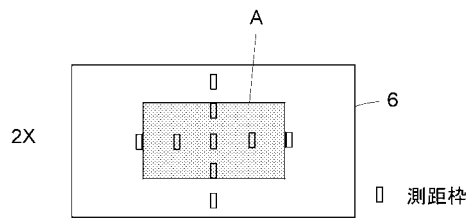
【図9】



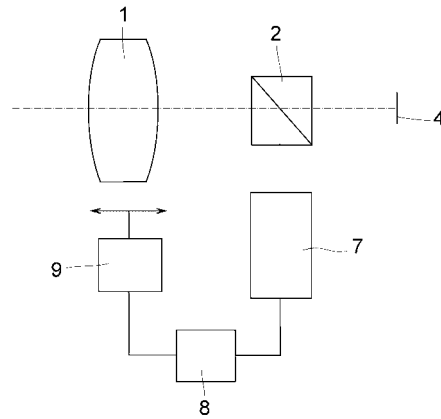
【図12】



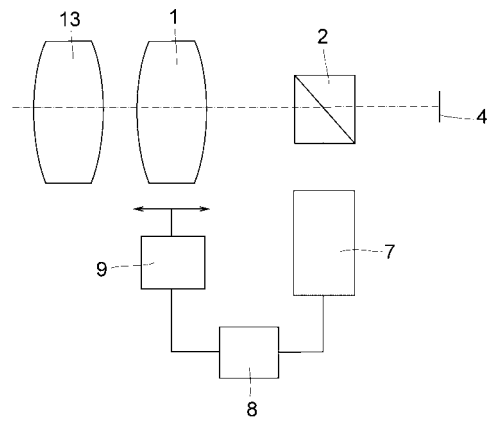
【図10】



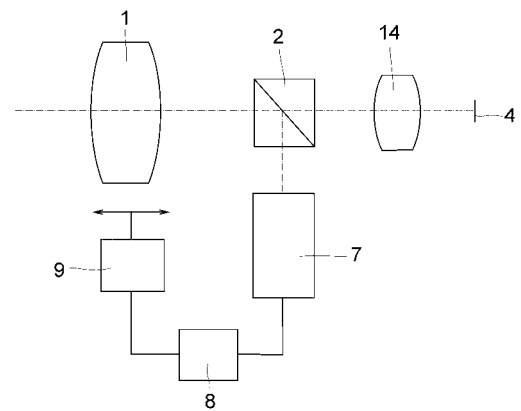
【図11】



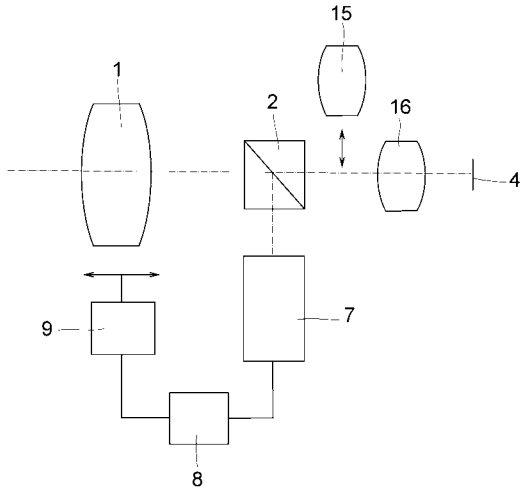
【図13】



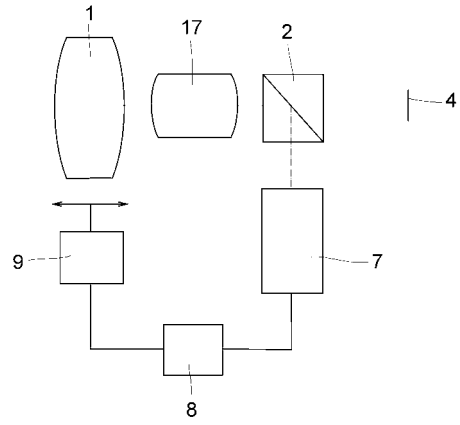
【図14】



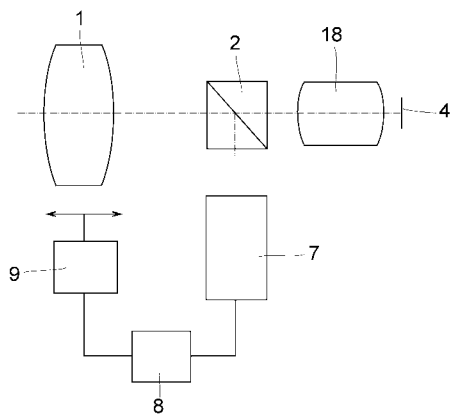
【図15】



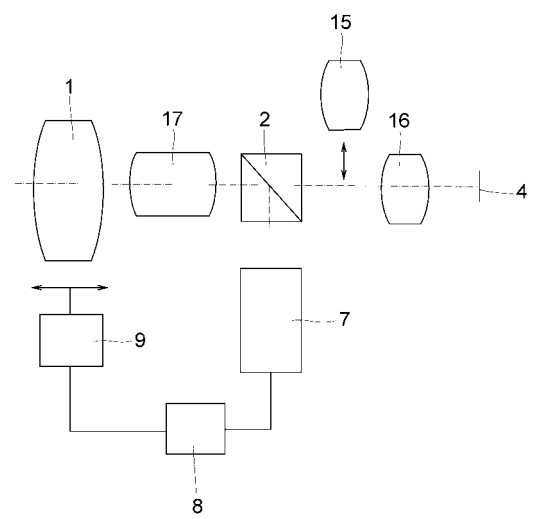
【図16】



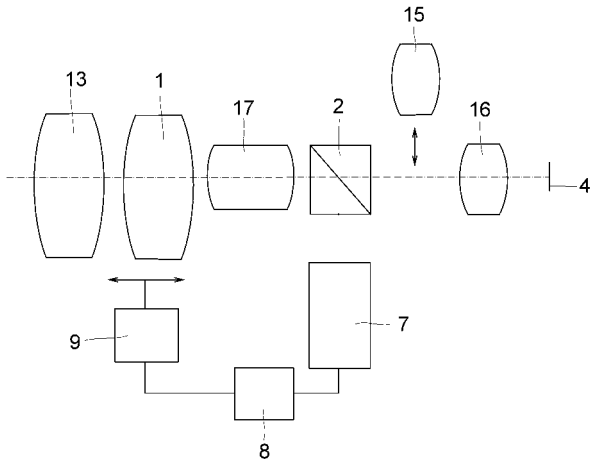
【図17】



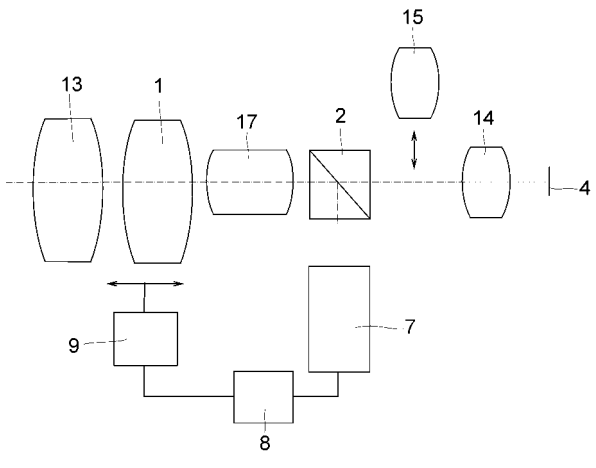
【図18】



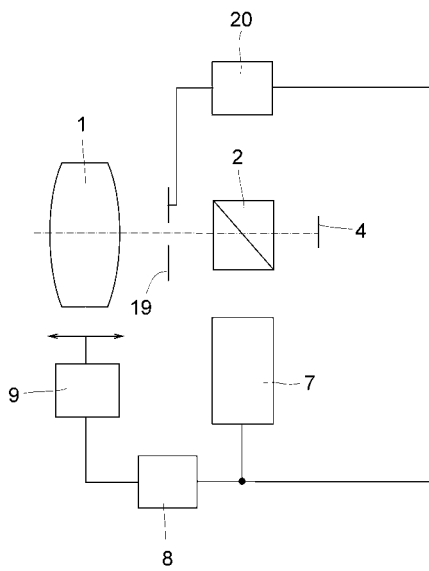
【図 19】



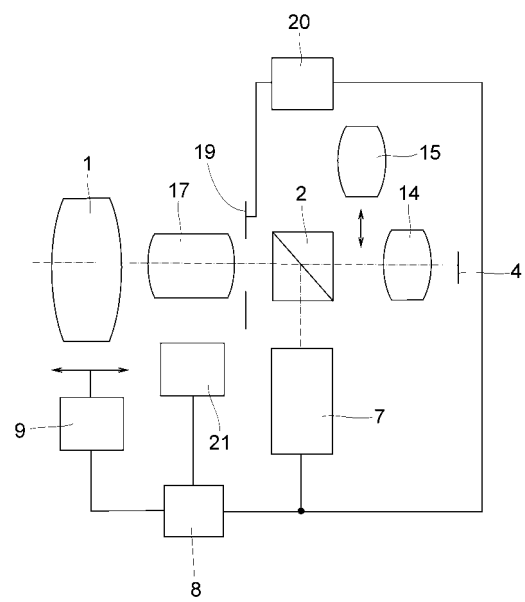
【図 20】



【図 21】



【図 22】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-156995(JP,A)
特開平07-281080(JP,A)
特開平05-060967(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B	7/28
G02B	7/08
G02B	7/34
G03B	13/36
G03B	17/14