(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6440450号
(P6440450)
(45)発行日　平成30年12月19日(2018.12.19)　(24)登録日　平成30年11月30日(2018.11.30)

(51)Int.Cl.　F I
G02B 13/02 (2006.01)　G02B 13/02

請求項の数 21 (全 42 頁)

(21)出願番号　特願2014-214230(P2014-214230)
(22)出願日　平成26年10月21日(2014.10.21)
(65)公開番号　特開2015-111254(P2015-111254A)
(43)公開日　平成27年6月18日(2015.6.18)
審査請求日　平成29年10月6日(2017.10.6)
(31)優先権主張番号　特願2013-232088(P2013-232088)
(32)優先日　平成25年11月8日(2013.11.8)
(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
東京都八王子市石川町２９５１番地
(74)代理人　100123962
弁理士　斎藤　圭介
(74)代理人　100120204
弁理士　平山　巌
(72)発明者　河村　一輝
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号　オリンパス株式会社内
(72)発明者　藤倉　崇
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号　オリンパスイメージング株式会社内

審査官　殿岡　雅仁

最終頁に続く

(54)【発明の名称】結像レンズ系及びそれを備えた撮像装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
開口絞りと、前記開口絞りの物体側に配置された物体側レンズ群グループと、前記開口絞りよりも像側に配置された像側レンズ群グループと、からなり、
前記物体側レンズ群グループは、複数のレンズを含み、正屈折力を有し、且つ位置が固定され、
前記像側レンズ群グループは、光軸に沿って前記開口絞りから像側に向かって順に、
負屈折力を有する第１像側レンズ群と、正屈折力を有する第２像側レンズ群と、負屈折力を有する第３像側レンズ群と、正屈折力を有し、位置が固定の第４像側レンズ群と、からなるか、又は、
正屈折力を有し、位置が固定のレンズ群と、負屈折力を有する第１像側レンズ群と、正屈折力を有する第２像側レンズ群と、負屈折力を有する第３像側レンズ群と、正屈折力を有し、位置が固定の第４像側レンズ群と、からなり、
前記第１像側レンズ群は、無限遠物体から近距離物体への合焦の際に光軸に沿って移動する合焦レンズ群であり、前記第３像側レンズ群はブレ補正レンズ群で、前記第２像側レンズ群は位置が固定のレンズ群であり、
前記ブレ補正レンズ群は、結像レンズ系のブレによる像のブレを軽減させるように光軸の方向とは異なる方向に移動し、
以下の条件式（１）を満足することを特徴とする結像レンズ系。

$$0.06 < | f_{fo} / f | < 0.4 \qquad (1)$$

ただし、
$f$は、無限遠物体合焦時における前記結像レンズ系の焦点距離、
$f_{fo}$は、前記合焦レンズ群の焦点距離、
である。
【請求項２】
開口絞りと、前記開口絞りの物体側に配置された物体側レンズ群グループと、前記開口絞りよりも像側に配置された像側レンズ群グループと、からなり、
前記物体側レンズ群グループは、複数のレンズを含み、正屈折力を有し、且つ位置が固定され、
前記像側レンズ群グループは、光軸に沿って前記開口絞りから像側に向かって順に、
負屈折力を有する第１像側レンズ群と、正屈折力を有する第２像側レンズ群と、負屈折力を有する第３像側レンズ群と、正屈折力を有し、位置が固定の第４像側レンズ群と、からなるか、又は、
正屈折力を有し、位置が固定のレンズ群と、負屈折力を有する第１像側レンズ群と、正屈折力を有する第２像側レンズ群と、負屈折力を有する第３像側レンズ群と、正屈折力を有し、位置が固定の第４像側レンズ群と、からなり、
前記第１像側レンズ群は、無限遠物体から近距離物体への合焦の際に光軸に沿って移動する合焦レンズ群であり、前記第３像側レンズ群はブレ補正レンズ群で、前記第２像側レンズ群は位置が固定のレンズ群であり、
前記ブレ補正レンズ群は、結像レンズ系のブレによる像のブレを軽減させるように光軸の方向とは異なる方向に移動し、
以下の条件式（２）を満足することを特徴とする結像レンズ系。
$0.2 < f_{R1} / f_{R3} < 3.6$　　（２）
ただし、
$f_{R1}$は、前記第１像側レンズ群の焦点距離、
$f_{R3}$は、前記第３像側レンズ群の焦点距離、
である。
【請求項３】
開口絞りと、前記開口絞りの物体側に配置された物体側レンズ群グループと、前記開口絞りよりも像側に配置された像側レンズ群グループと、からなり、
前記物体側レンズ群グループは、複数のレンズを含み、正屈折力を有し、且つ位置が固定され、
前記像側レンズ群グループは、光軸に沿って前記開口絞りから像側に向かって順に、
負屈折力を有する第１像側レンズ群と、正屈折力を有する第２像側レンズ群と、負屈折力を有する第３像側レンズ群と、正屈折力を有し、位置が固定の第４像側レンズ群と、からなるか、又は、
正屈折力を有し、位置が固定のレンズ群と、負屈折力を有する第１像側レンズ群と、正屈折力を有する第２像側レンズ群と、負屈折力を有する第３像側レンズ群と、正屈折力を有し、位置が固定の第４像側レンズ群と、からなり、
前記第１像側レンズ群及び前記第３像側レンズ群のうち一方は、無限遠物体から近距離物体への合焦の際に光軸に沿って移動する合焦レンズ群であり、他方はブレ補正レンズ群で、前記第２像側レンズ群は位置が固定のレンズ群であり、
前記合焦レンズ群は、２枚以下のレンズからなり、
前記ブレ補正レンズ群は、結像レンズ系のブレによる像のブレを軽減させるように光軸の方向とは異なる方向に移動し、
以下の条件式（３）を満足することを特徴とする結像レンズ系。
$0.08 < f_{R2} / f < 0.33$　　（３）
ただし、
$f_{R2}$は、前記第２像側レンズ群の焦点距離、
$f$は、無限遠物体合焦時における前記結像レンズ系の焦点距離、

である。

【請求項４】

以下の条件式（１）を満足することを特徴とする請求項１～３の何れか一項に記載の結像レンズ系。

０．０６＜｜$f_{fo}$／ｆ｜＜０．４　　　（１）

ただし、

ｆは、無限遠物体合焦時における前記結像レンズ系の焦点距離、

$f_{fo}$は、前記合焦レンズ群の焦点距離、

である。

【請求項５】

以下の条件式（２）を満足することを特徴とする請求項１～４の何れか一項に記載の結像レンズ系。

０．２＜$f_{R1}$／$f_{R3}$＜３．６　　　（２）

ただし、

$f_{R1}$は、前記第１像側レンズ群の焦点距離、

$f_{R3}$は、前記第３像側レンズ群の焦点距離、

である。

【請求項６】

以下の条件式（３）を満足することを特徴とする請求項１～５の何れか一項に記載の結像レンズ系。

０．０８＜$f_{R2}$／ｆ＜０．３３　　　（３）

ただし、

$f_{R2}$は、前記第２像側レンズ群の焦点距離、

ｆは、無限遠物体合焦時における前記結像レンズ系の焦点距離、

である。

【請求項７】

前記合焦レンズ群は、前記第１像側レンズ群であることを特徴とする請求項３～６の何れか一項に記載の結像レンズ系。

【請求項８】

前記合焦レンズ群は２枚以下のレンズからなることを特徴とする請求項１、２、４～７の何れか一項に記載の結像レンズ系。

【請求項９】

前記合焦レンズ群は、１枚の正レンズと１枚の負レンズとからなることを特徴とする請求項１～８の何れか一項に記載の結像レンズ系。

【請求項１０】

前記ブレ補正レンズ群は、複数のレンズと、所定のレンズと、を有し、

前記複数のレンズは、前記ブレ補正レンズ群と符号が同じ屈折力を有し、

前記所定のレンズは、前記ブレ補正レンズ群と符号が異なる屈折力を有することを特徴とする請求項１～９の何れか一項に記載の結像レンズ系。

【請求項１１】

前記第１像側レンズ群は前記合焦レンズ群であり、

前記第３像側レンズ群は、前記ブレ補正レンズ群であることを特徴とする請求項３～１０の何れか一項に記載の結像レンズ系。

【請求項１２】

以下の条件式（４）を満足するブレ補正レンズ群を有することを特徴とする請求項１～１０の何れか一項に記載の結像レンズ系。

０．８＜｜$MG_{ISback}$×（$MG_{IS}$－１）｜＜５．０　　　（４）

ただし、

$MG_{IS}$は、任意の合焦状態での前記ブレ補正レンズ群の横倍率、

$MG_{ISback}$は、前記任意の合焦状態での、前記ブレ補正レンズ群と像面との間の光学系

全体の横倍率、
である。
【請求項１３】
前記合焦レンズ群が以下の条件式（５）を満足することを特徴とする請求項１～１２の何れか一項に記載の結像レンズ系。
$1.5 < |(MG_{foback})^2 \times \{(MG_{fo})^2 - 1\}| < 8.0$ （５）
ただし、
$MG_{fo}$ は、任意の合焦状態での前記合焦レンズ群の横倍率、
$MG_{foback}$は、前記任意の合焦状態での、前記合焦レンズ群と像面との間の光学系全体の横倍率、
である。
【請求項１４】
前記合焦レンズ群よりも物体側の全てのレンズで構成される光学系が以下の条件式（６）を満足する正屈折力を有することを特徴とする請求項１～１３の何れか一項に記載の結像レンズ系。
$-4.5 < f_{FA} / f_{fo} < -1.5$ （６）
ただし、
$f_{FA}$は、前記合焦レンズ群よりも物体側の全てのレンズで構成される光学系の焦点距離、
$f_{fo}$は、前記合焦レンズ群の焦点距離、
である。
【請求項１５】
前記第１像側レンズ群が前記ブレ補正レンズ群であり、前記第１像側レンズ群よりも物体側で、且つ、前記開口絞りと隣り合う位置に正屈折力を有するレンズ群が配置され、
前記第１像側レンズ群と前記正屈折力を有するレンズ群との間に他のレンズが無いことを特徴とする請求項３に記載の結像レンズ系。
【請求項１６】
以下の条件式（７）が満足されていることを特徴とする請求項１～１５の何れか一項に記載の結像レンズ系。
$0 \leqq |f / r_{G2b}| < 7.0$ （７）
ただし、
ｆは、無限遠物体合焦時における前記結像レンズ系の焦点距離、
$r_{G2b}$は、前記合焦レンズ群の物体側直前のレンズ面の近軸曲率半径、
である。
【請求項１７】
以下の条件式（８）が満足されていることを特徴とする請求項１～１６の何れか一項に記載の結像レンズ系。
$0.5 \leqq \Phi_{fo} / \Phi_{La} \leqq 0.92$ （８）
ただし、
$\Phi_{fo}$は、前記合焦レンズ群を構成するレンズの有効口径のうち、最大となる有効口径、
$\Phi_{La}$は、前記結像レンズ系の中で最も像側に位置するレンズにおける最大有効口径、
である。
【請求項１８】
以下の条件式（９）が満足されていることを特徴とする請求項１～１７の何れか一項に記載の結像レンズ系。
$0.023 \leqq D_{sfo} / D_{LTL} \leqq 0.110$ （９）
ただし、
$D_{sfo}$は、前記開口絞りから前記合焦レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離、
$D_{LTL}$は、前記結像レンズ系の最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離であ

って、
　いずれの距離も無限遠物体合焦時の距離、
である。
【請求項１９】
　以下の条件式（１０）が満足されていることを特徴とする請求項１～１８の何れか一項に記載の結像レンズ系。
　$０．２\leqq D_{sfo}／\phi_{s}\leqq ０．８$　　　（１０）
　ただし、
　$D_{sfo}$は、前記開口絞りから前記合焦レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離であって、無限遠物体合焦時の距離、
　$\phi_{s}$は、前記開口絞りの最大直径、
である。
【請求項２０】
　前記合焦レンズ群より像側に位置する光学系は、少なくとも正レンズ２枚と負レンズ１枚を有することを特徴とする請求項１～１９の何れか一項に記載の結像レンズ系。
【請求項２１】
　光学系と、
　撮像面を持ち、且つ、前記光学系により前記撮像面上に形成された像を電気信号に変換する撮像素子と、を有し、
　前記光学系が請求項１～２０の何れか一項に記載の結像レンズ系であることを特徴とする撮像装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
　本発明は、結像レンズ系及びそれを備えた撮像装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
　望遠レンズや超望遠レンズ（以下、適宜、望遠レンズとする）を用いた撮影では、遠くの被写体や小さな被写体を撮影者の眼前に引き寄せる効果を得られる。そのため、望遠レンズは、スポーツシーンの撮影、野鳥などの野生動物の撮影、天体の撮影など、様々なシーンで幅広く用いられている。
【０００３】
　このようなシーンの撮影に用いられる望遠レンズとして、特許文献１、２に開示された望遠レンズがある。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開平９－２３６７４３号公報
【特許文献２】特開平１１－１６０６１７号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
　上述のシーンの撮影では、撮像装置の機動性の優劣が重要になる。ここで、機動性とは、例えば、持ち運びの容易性、手持ち撮影時の安定性、フォーカススピードの高速性などである。装置の機動性を優れたものにするためには、光学系は小型で軽量なものが望ましい。また、光学系がより早く被写体にフォーカスできるものであることも、機動性の優劣を左右する重要な要素である。
【０００６】
　特許文献１に開示された望遠レンズ、例えば第１実施例の望遠レンズでは、焦点距離に対して全長が長いため、光学系の小型化が達成できていない。また、絞りよりも像側に位

置するレンズ群全体でフォーカスを行っている。そのため、フォーカス群を軽量化することが困難である。また、焦点距離に対して全長が長いため、機動性が劣る。

【０００７】

また、特許文献２に開示された望遠レンズ、例えば第１実施例の望遠レンズは、焦点距離に対して全長が長いため機動性が劣る。また、フォーカス群が絞りよりも物体側に位置しているので、フォーカス群の軽量化が困難である。そのため、光学系全体の重量の軽量化とフォーカススピードの高速化が難しい。また、第１実施例の望遠レンズは、焦点距離に対して全長が長いため、機動性が劣る。

【０００８】

本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであって、光学系全長の短縮化と小径化を容易にし、機動性に優れると共に、収差が良好に補正された結像レンズ系及びそれを備えた撮像装置を提供することを目的とするものである。また、望遠域や超望遠域の画角を有する結像レンズ系及びそれを備えた撮像装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の結像レンズ系は、

開口絞りと、開口絞りの物体側に配置された物体側レンズ群グループと、開口絞りよりも像側に配置された像側レンズ群グループと、からなり、

物体側レンズ群グループは、複数のレンズを含み、正屈折力を有し、且つ位置が固定され、

像側レンズ群グループは、光軸に沿って開口絞りから像側に向かって順に、

負屈折力を有する第１像側レンズ群と、正屈折力を有する第２像側レンズ群と、負屈折力を有する第３像側レンズ群と、正屈折力を有し、位置が固定の第４像側レンズ群と、からなるか、又は、

正屈折力を有し、位置が固定のレンズ群と、負屈折力を有する第１像側レンズ群と、正屈折力を有する第２像側レンズ群と、負屈折力を有する第３像側レンズ群と、正屈折力を有し、位置が固定の第４像側レンズ群と、からなり、

第１像側レンズ群は、無限遠物体から近距離物体への合焦の際に光軸に沿って移動する合焦レンズ群であり、第３像側レンズ群はブレ補正レンズ群で、第２像側レンズ群は位置が固定のレンズ群であり、

ブレ補正レンズ群は、結像レンズ系のブレによる像のブレを軽減させるように光軸の方向とは異なる方向に移動し、

以下の条件式（１）を満足することを特徴とする。

$0.06 < |f_{fo}/f| < 0.4$　　　（１）

ただし、

ｆは、無限遠物体合焦時における結像レンズ系の焦点距離、

$f_{fo}$は、合焦レンズ群の焦点距離、

である。

【００１０】

また、本発明の結像レンズ系は、

開口絞りと、開口絞りの物体側に配置された物体側レンズ群グループと、開口絞りよりも像側に配置された像側レンズ群グループと、からなり、

物体側レンズ群グループは、複数のレンズを含み、正屈折力を有し、且つ位置が固定され、

像側レンズ群グループは、光軸に沿って開口絞りから像側に向かって順に、

負屈折力を有する第１像側レンズ群と、正屈折力を有する第２像側レンズ群と、負屈折力を有する第３像側レンズ群と、正屈折力を有し、位置が固定の第４像側レンズ群と、からなるか、又は、

正屈折力を有し、位置が固定のレンズ群と、負屈折力を有する第１像側レンズ群と、正

屈折力を有する第２像側レンズ群と、負屈折力を有する第３像側レンズ群と、正屈折力を有し、位置が固定の第４像側レンズ群と、からなり、

第１像側レンズ群は、無限遠物体から近距離物体への合焦の際に光軸に沿って移動する合焦レンズ群であり、第３像側レンズ群はブレ補正レンズ群で、第２像側レンズ群は位置が固定のレンズ群であり、

ブレ補正レンズ群は、結像レンズ系のブレによる像のブレを軽減させるように光軸の方向とは異なる方向に移動し、

以下の条件式（２）を満足することを特徴とする。

$0.2 < f_{R1} / f_{R3} < 3.6$ （２）

ただし、

$f_{R1}$は、第１像側レンズ群の焦点距離、

$f_{R3}$は、第３像側レンズ群の焦点距離、

である。

【００１１】

また、本発明の結像レンズ系は、

開口絞りと、開口絞りの物体側に配置された物体側レンズ群グループと、開口絞りよりも像側に配置された像側レンズ群グループと、からなり、

物体側レンズ群グループは、複数のレンズを含み、正屈折力を有し、且つ位置が固定され、

像側レンズ群グループは、光軸に沿って開口絞りから像側に向かって順に、

負屈折力を有する第１像側レンズ群と、正屈折力を有する第２像側レンズ群と、負屈折力を有する第３像側レンズ群と、正屈折力を有し、位置が固定の第４像側レンズ群と、からなるか、又は、

正屈折力を有し、位置が固定のレンズ群と、負屈折力を有する第１像側レンズ群と、正屈折力を有する第２像側レンズ群と、負屈折力を有する第３像側レンズ群と、正屈折力を有し、位置が固定の第４像側レンズ群と、からなり、

第１像側レンズ群及び第３像側レンズ群のうち一方は、無限遠物体から近距離物体への合焦の際に光軸に沿って移動する合焦レンズ群であり、他方はブレ補正レンズ群で、第２像側レンズ群は位置が固定のレンズ群であり、

合焦レンズ群は、２枚以下のレンズからなり、

ブレ補正レンズ群は、結像レンズ系のブレによる像のブレを軽減させるように光軸の方向とは異なる方向に移動し、

以下の条件式（３）を満足することを特徴とする。

$0.08 < f_{R2} / f < 0.33$ （３）

ただし、

$f_{R2}$は、第２像側レンズ群の焦点距離、

ｆは、無限遠物体合焦時における結像レンズ系の焦点距離、

である。

【００１２】

また、本発明の撮像装置は、

光学系と、

撮像面を持ち、且つ、光学系により撮像面上に形成された像を電気信号に変換する撮像素子と、を有し、

光学系が上述の結像レンズ系のいずれかであることを特徴とする。

【発明の効果】

【００１３】

本発明によれば、光学系全長の短縮化と小径化を容易にし、機動性に優れると共に、収差が良好に補正された結像レンズ系及びそれを備えた撮像装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】本発明の結像レンズ系の無限遠物体合焦時のレンズ断面図であって、（ａ）は実施例１の結像レンズ系のレンズ断面図、（ｂ）は実施例２の結像レンズ系のレンズ断面図である。
【図２】本発明の結像レンズ系の無限遠物体合焦時のレンズ断面図であって、（ａ）は実施例３の結像レンズ系のレンズ断面図、（ｂ）は実施例４の結像レンズ系のレンズ断面図である。
【図３】本発明の結像レンズ系の無限遠物体合焦時のレンズ断面図であって、（ａ）は実施例５の結像レンズ系のレンズ断面図、（ｂ）は実施例６の結像レンズ系のレンズ断面図である。
【図４】本発明の結像レンズ系の無限遠物体合焦時のレンズ断面図であって、（ａ）は実施例７の結像レンズ系のレンズ断面図、（ｂ）は実施例８の結像レンズ系のレンズ断面図である。
【図５】（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は実施例１の結像レンズ系の無限遠物体合焦時の収差図、（ｅ）、（ｆ）、（ｇ）、（ｈ）は至近距離物体合焦時の収差図である。
【図６】（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は実施例２の結像レンズ系の無限遠物体合焦時の収差図、（ｅ）、（ｆ）、（ｇ）、（ｈ）は至近距離物体合焦時の収差図である。
【図７】（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は実施例３の結像レンズ系の無限遠物体合焦時の収差図、（ｅ）、（ｆ）、（ｇ）、（ｈ）は至近距離物体合焦時の収差図である。
【図８】（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は実施例４の結像レンズ系の無限遠物体合焦時の収差図、（ｅ）、（ｆ）、（ｇ）、（ｈ）は至近距離物体合焦時の収差図である。
【図９】（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は実施例５の結像レンズ系の無限遠物体合焦時の収差図、（ｅ）、（ｆ）、（ｇ）、（ｈ）は至近距離物体合焦時の収差図である。
【図１０】（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は実施例６の結像レンズ系の無限遠物体合焦時の収差図、（ｅ）、（ｆ）、（ｇ）、（ｈ）は至近距離物体合焦時の収差図である。
【図１１】（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は実施例７の結像レンズ系の無限遠物体合焦時の収差図、（ｅ）、（ｆ）、（ｇ）、（ｈ）は至近距離物体合焦時の収差図である。
【図１２】（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は実施例８の結像レンズ系の無限遠物体合焦時の収差図、（ｅ）、（ｆ）、（ｇ）、（ｈ）は至近距離物体合焦時の収差図である。
【図１３】実施例１の結像レンズ系を組み込んだデジタルカメラの断面図である。
【図１４】上記デジタルカメラの前方斜視図である。
【図１５】上記デジタルカメラの後方斜視図である。
【図１６】デジタルカメラの主要部の内部回路の構成ブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【００１５】
以下に、本発明に係る結像レンズ系及びそれを備えた撮像装置の実施形態及び実施例を、図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態及び実施例によりこの発明が限定されるものではない。
【００１６】
本実施形態の結像レンズ系の説明に先立って、本実施形態の結像レンズ系が有する基本構成について説明する。なお、以下、適宜、「結像レンズ系」を「レンズ系」とする。
【００１７】
基本構成では、レンズ系は、開口絞りと、開口絞りよりも像側に配置された像側レンズ群グループと、を有し、
像側レンズ群グループは、光軸に沿って開口絞りから像側に向かって順に、負屈折力を有する第１像側レンズ群と、正屈折力を有する第２像側レンズ群と、負屈折力を有する第３像側レンズ群と、を有し、
第１像側レンズ群、第２像側レンズ群及び第３像側レンズ群の何れかのレンズ群は、無限遠物体から近距離物体への合焦の際に光軸に沿って移動する合焦レンズ群であることを特徴とする。
【００１８】

光学系全体を見た場合、開口絞り付近のレンズでは、最もレンズ径を小さくできる。ここで、開口絞りよりも像側に、負屈折力を有する第１像側レンズ群と、正屈折力を有する第２像側レンズ群と、負屈折力を有する第３像側レンズ群とを配置し、これらのレンズ群で像側レンズ群グループを構成する。そして、開口絞りを通過した光束を、像側レンズ群グループでリレーする。これにより、中心光束と周辺光束とが共に広がることを抑えて、開口絞りを通過した光束の径の増加を少なくできるので、効率的に小径の像側レンズ群グループを構成できる。その結果、レンズ系全体として小径化が容易となる。

【００１９】

また、像側レンズ群グループを小径化できるので、第１像側レンズ群、第２像側レンズ群及び第３像側レンズ群は、何れも小型なレンズ群になる。そこで、これらのレンズ群の何れかのレンズ群を合焦レンズ群にしてフォーカスを行うことで、小径のレンズ群によるフォーカスを行うことができる。その結果、合焦レンズ群を軽量化できる。

【００２０】

また、第１像側レンズ群、第２像側レンズ群及び第３像側レンズ群の何れのレンズ群を合焦レンズ群にしても、合焦レンズ群とは符号が異なる屈折力を有するレンズ群が、合焦レンズ群に近接して配置されることになる。これにより、合焦レンズ群の倍率を高めることができるので、フォーカス感度を容易に高める構成を達成できる。例えば、第１像側レンズ群を合焦レンズ群にした場合、合焦レンズ群に近接して配置されているレンズ群は第２像側レンズ群になる。ここで、屈折力は、合焦レンズ群では負屈折力、合焦レンズ群に近接して配置されるレンズ群では正屈折力であるので、合焦レンズ群の倍率を高めることができる。

【００２１】

第１実施形態の結像レンズ系は、上述の基本構成を備えると共に、以下の条件式（１）を満足することを特徴とする。

$0.06 < |f_{fo}/f| < 0.4$　　　（１）

ただし、

ｆは、無限遠物体合焦時における結像レンズ系の焦点距離、

$f_{fo}$は、合焦レンズ群の焦点距離、

である。

【００２２】

条件式（１）の下限値を下回ると、合焦レンズ群の屈折力が大きくなりすぎるので、主に球面収差の発生量が大きくなる。このため、フォーカス時に良好な結像性能が得られない。また、増大した球面収差を良好に補正することは、レンズ枚数の増加につながるので、合焦レンズユニットの軽量化が難しくなる。

【００２３】

条件式（１）の上限値を上回ると、合焦レンズ群の移動量が増加する。この場合、フォーカス時の合焦レンズ群の移動に必要なスペースが大きくなるが、このスペースを十分に確保しようとすると、像側レンズ群グループの全長が長くなる。この結果、レンズ系全系での全長短縮が難しくなる。

【００２４】

第２実施形態の結像レンズ系は、上述の基本構成を備えると共に、以下の条件式（２）を満足することを特徴とする。

$0.2 < f_{R1}/f_{R3} < 3.6$　　　（２）

ただし、

$f_{R1}$は、第１像側レンズ群の焦点距離、

$f_{R3}$は、第３像側レンズ群の焦点距離、

である。

【００２５】

条件式（２）の下限値を下回ると、第１像側レンズ群を通過後の光束の広がりが大きくなる。これにより、第１像側レンズ群に続いて配置された第２像側レンズ群と、第３像側

レンズ群との細径化が難しくなる。
【００２６】
条件式（２）の上限値を上回ると、第１像側レンズ群自体の屈折力が小さくなる。これにより、第１像側レンズ群でフォーカスする場合、第１レンズ群の移動量が増加する。この場合、フォーカス時の第１レンズ群の移動に必要なスペースが大きくなるが、このスペースを十分に確保しようとすると、像側レンズ群グループの全長が長くなる。この結果、レンズ系全系での全長短縮が困難になる。
【００２７】
また、第１像側レンズ群自体の屈折力が小さくなることで、第１像側レンズ群に続いて配置された第２像側レンズ群と第３像側レンズ群とにおいて、屈折力の負担割合が増加する。この場合、第１像側レンズ群で主に球面収差の補正作用が小さくなる一方で、第２像側レンズ群と第３像側レンズ群での補正作用が大きくなりすぎる。そのため、第２像側レンズ群又は第３像側レンズ群でフォーカスする場合は、フォーカスによる球面収差の劣化が大きくなってしまう。
【００２８】
第３実施形態の結像レンズ系は、上述の基本構成を備えると共に、以下の条件式（３）を満足することを特徴とする。

$０．０８＜ｆ_{R2}／ｆ＜０．３３$　　　（３）

ただし、
$ｆ_{R2}$は、第２像側レンズ群の焦点距離、
ｆは、無限遠物体合焦時における結像レンズ系の焦点距離、
である。
【００２９】
条件式（３）の下限値を下回ると、結像レンズ全系の焦点距離に対する第２像側レンズ群の屈折力が大きくなりすぎる。これにより、適切なバックフォーカスの確保が難しくなる。
【００３０】
条件式（３）の上限値を上回ると、第２像側レンズ群を通過後の光束の収束効果が減少する。これにより、第２像側レンズ群に続いて配置された第３像側レンズ群以降のレンズ群の細径化が難しくなる。
【００３１】
また、第１実施形態から第３実施形態までの結像レンズ系（以下、本発明の好ましい態様、とする）では、以下の条件式（１）を満足することが望ましい。

$０．０６＜｜ｆ_{fo}／ｆ｜＜０．４$　　　（１）

ただし、
ｆは、無限遠物体合焦時における結像レンズ系の焦点距離、
$ｆ_{fo}$は、合焦レンズ群の焦点距離、
である。
【００３２】
条件式（１）の技術的意義については既に説明しているので、説明は省略する。
【００３３】
また、本発明の好ましい態様によればでは、以下の条件式（２）を満足することが望ましい。

$０．２＜ｆ_{R1}／ｆ_{R3}＜３．６$　　　（２）

ただし、
$ｆ_{R1}$は、第１像側レンズ群の焦点距離、
$ｆ_{R3}$は、第３像側レンズ群の焦点距離、
である。
【００３４】
条件式（２）の技術的意義については既に説明しているので、説明は省略する。

【００３５】
　また、本発明の好ましい態様によればでは、以下の条件式（３）を満足することが望ましい。
　$０．０８＜f_{R2}／f＜０．３３$　　　（３）
　ただし、
　$f_{R2}$は、第２像側レンズ群の焦点距離、
　ｆは、無限遠物体合焦時における結像レンズ系の焦点距離、
である。
【００３６】
　条件式（３）の技術的意義については既に説明しているので、説明は省略する。
【００３７】
　また、本発明の好ましい態様によれば、第１像側レンズ群、第２像側レンズ群及び第３像側レンズ群の何れかのレンズ群はブレ補正レンズ群であって、ブレ補正レンズ群は、結像レンズ系のブレによる像のブレを軽減させるように光軸の方向とは異なる方向に移動することが望ましい。
【００３８】
　上述した基本構成により、第１像側レンズ群、第２像側レンズ群及び第３像側レンズ群の何れにおいても、光軸とは異なる方向へのレンズ群のシフトによる像面のシフト感度（以下、適宜、ブレ補正感度とする）を高めることができる。そこで、第１像側レンズ群、第２像側レンズ群及び第３像側レンズ群の何れかのレンズ群をブレ補正レンズ群とし、このブレ補正レンズ群を光軸とは異なる方向へシフトさせることで、高いブレ補正感度を得ることができる。
【００３９】
　また、本発明の好ましい態様によれば、像側レンズ群グループは、第３像側レンズ群の像側の直後に配置された正屈折力を有する第４像側レンズ群を有することが望ましい。
【００４０】
　これにより、第３像側レンズ群の倍率を高めることができる。この結果、第３像側レンズ群を合焦レンズ群あるいはブレ補正レンズ群とした場合に、合焦レンズ群でのフォーカス感度、あるいはブレ補正レンズ群でのブレ補正感度を効率的に高めることができる。
【００４１】
　また、本発明の好ましい態様によれば、第１像側レンズ群、第２像側レンズ群及び第３像側レンズ群のうち何れか一つのレンズ群は合焦レンズ群であり、他の何れか一つのレンズ群はブレ補正レンズ群であることが望ましい。
【００４２】
　上述した第１実施形態、第２実施形態、第３実施形態の構成により、第１像側レンズ群、第２像側レンズ群及び第３像側レンズ群では、フォーカス感度とブレ補正感度（レンズ群のシフトによる像面のシフト感度）とを高めることができる。
【００４３】
　そこで、第１像側レンズ群、第２像側レンズ群及び第３像側レンズ群の何れかのレンズ群でフォーカスを行った場合、高いフォーカス感度が得られる。この結果、細いレンズ径であり、且つレンズの移動量が少ない合焦レンズ群を構成できる。また、第１像側レンズ群、第２像側レンズ群及び第３像側レンズ群の何れかのレンズ群でシフトを行った場合、高いブレ補正感度が得られる。この結果、細いレンズ径であり、且つレンズの移動量が少ないブレ補正レンズ群を構成できる。
【００４４】
　このようなことから、第１像側レンズ群、第２像側レンズ群及び第３像側レンズ群のうち何れか１つのレンズ群を合焦レンズ群とし、残りのレンズ群の何れかをブレ補正レンズ群にすることが好ましい。これにより、細いレンズ径である像側レンズ群グループ内に合焦レンズ群とブレ補正レンズ群を配置できる。この結果、フォーカスユニットやブレ補正ユニットの小型化が達成できる。なお、フォーカスユニットとは、例えば、合焦レンズ群

や移動機構を含む構成である。また、ブレ補正ユニットとは、例えば、ブレ補正レンズ群や移動機構を含む構成である。

【００４５】

また、本発明の好ましい態様によれば、結像レンズ系は、開口絞りの物体側に配置された物体側レンズ群グループを有し、物体側レンズ群グループは、複数のレンズを含み、且つ正屈折力を有し、開口絞りの物体側に配置されるレンズは、全て物体側レンズ群グループに含まれ、第１像側レンズ群よりも物体側の全てのレンズで構成される物体側部分レンズ系は正屈折力を有することが望ましい。

【００４６】

これにより、正屈折力を有するレンズ群（物体側レンズ群グループあるいは物体側部分レンズ系）が、第１像側レンズ群に隣接して配置されることになる。そのため、第１像側レンズ群を合焦レンズ群あるいはブレ補正レンズ群にした場合、合焦レンズ群のフォーカス感度、あるいはブレ補正レンズ群のブレ補正感度を高めることが更に容易になる。

【００４７】

また、本発明の好ましい態様によれば、合焦レンズ群は、第１像側レンズ群であることが望ましい。

【００４８】

上述のように、像側レンズ群グループよりも物体側に位置するレンズ群、例えば、物体側レンズ群グループについては、正屈折力を持たせることが望ましい。このようにすることで、正屈折力を有する物体側レンズ群グループと像側レンズ群グループに配置した負屈折力を有するレンズ群とによって、主点をより物体側に位置させることができる。その結果、レンズ系の全長短縮がより容易になる。

【００４９】

また、このようにすることで、テレフォト構成によってもたらされる作用（以下、適宜、「テレフォト構成による作用」とする）を強めることができる。その結果、レンズ系の全長短縮がより容易になる。

【００５０】

また、本発明の好ましい態様によれば、第１像側レンズ群と第３像側レンズ群の何れかのレンズ群は、合焦レンズ群又はブレ補正レンズ群であることが望ましい。

【００５１】

像側レンズ群グループ内の負屈折力を有するレンズ群、すなわち、第１像側レンズ群と第３像側レンズ群は、光束が収束する傾向にある位置に配置される。このため、第１像側レンズ群と第３像側レンズ群は、像側レンズ群グループ内の中でも径が小さい。そこで、第１像側レンズ群と第３像側レンズ群の何れかのレンズ群でフォーカス又はブレ補正（例えば、手ブレ補正）をすることで、レンズ重量のより少ないレンズ群を動かせる。この結果、より軽量のレンズ群の駆動が可能になるので、レンズ群やレンズ群を駆動する機構の軽量化が図れる。

【００５２】

また、軸上マージナル光線のレンズ系全系の屈折力への関与は、軸上マージナル光線の高さに比例して強まる。すなわち、軸上マージナル光線高が高いほど、屈折力への関与は大きくなる。ここで、合焦レンズ群のフォーカス感度をより高めるには、合焦レンズ群の屈折力を大きくする必要がある。そこで、軸上マージナル光線高が高い位置を通過するレンズ群を合焦レンズ群として使うことが好ましい。このようにすることで、合焦レンズ群の屈折力を無理に大きくする必要がなくなるので、より効率的に合焦レンズ群に必要な屈折力の確保を行うことができる。絞り直後では、軸上マージナル光線高が高い。このため、絞り直後のレンズ群である第１像側レンズ群でフォーカスを行うことが好ましい。

【００５３】

また、本発明の好ましい態様によれば、第１像側レンズ群は、合焦レンズ群であることが望ましい。

【００５４】

レンズ系の全長の短縮を考えると、合焦レンズ群よりも物体側に位置するレンズ群の屈折力は正屈折力とし、合焦レンズ群の屈折力を負屈折力とすることが好ましい。このようにすることは、テレフォト構成による作用をより強めることになるので、レンズ系の全長の短縮に有効である。

【００５５】

第１像側レンズ群を合焦レンズ群にすることで、合焦レンズ群の屈折力が負屈折力になる。よって、テレフォト構成による作用をより強めることができるので、レンズ系の全長短縮ができる。また、この構成により、光線が徐々に収束している位置に合焦レンズ群を配置できるため、合焦レンズ群においてレンズ径を小径化できる。その結果、フォーカスユニットの小型化と軽量化が可能になる。

【００５６】

また、この構成により、合焦レンズ群の屈折力を大きくしても、合焦レンズ群の像側に第２像側レンズ群が配置されているので、第２像側レンズ群の正屈折力によって合焦レンズ群を通過した後の光線の発散を少なくできる。その結果、フォーカス感度を高めつつ、像側レンズ群グループ全体を小径化できる。また、これにより、合焦時のレンズ群の移動量をより少なくできることや、レンズ系の小径化ができることで、フォーカスユニットの小型化と軽量化が更に可能となる。

【００５７】

上述のように、合焦レンズ群よりも像側に正屈折力を有するレンズ群が配置されているので、フォーカス感度をより容易に高めることができる。また、合焦レンズ群を、絞りユニットのすぐ像側に配置された第１像側レンズ群としたことで、合焦レンズ群の倍率を高めることが容易となる。これにより、フォーカス感度をより高めると共に、合焦レンズ群の小型化と軽量化が更に可能になる。

【００５８】

なお、開口絞りは、像側レンズ群グループを構成する要素の一つとみなすことや、物体側レンズ群グループや像側レンズ群グループとは独立した要素とみなすことができる。後者の場合、開口絞りは絞りユニットを構成する要素になる。絞りユニットは、開口絞りのみで構成される場合や、開口絞りと他の光学素子、例えば、レンズとで構成される場合がある。

【００５９】

また、本発明の好ましい態様によれば、合焦レンズ群は２枚以下のレンズからなることが望ましい。

【００６０】

上述のように、第１像側レンズ群では、軸上マージナル光線高が高い。そのため、第１像側レンズ群を合焦レンズ群にすることで、合焦レンズ群の屈折力を無理に大きくする必要がなくなる。この結果、合焦レンズ群では、主に、球面収差とコマ収差とを良好に補正できれば良いことになる。このように、合焦レンズ群では補正する収差の種類が少ないため、合焦レンズ群を２枚以下のレンズで構成することが可能となる。

【００６１】

また、合焦レンズ群を２枚以下の少ないレンズ枚数にすることで、合焦レンズ群を軽量化できる。よって、フォーカススピードの高速化が可能になる。

【００６２】

また、本発明の好ましい態様によれば、合焦レンズ群は、１枚の正レンズと１枚の負レンズとからなることが望ましい。

【００６３】

合焦レンズ群を１枚の正レンズと１枚の負レンズとで構成することで、合焦レンズ群での色収差の発生を減らすことができる。その結果、合焦時に安定した合焦性能を確保できる。また、色収差の補正を最小枚数の２枚のレンズで行うことで、高い合焦性能の確保と合焦レンズ群の軽量化の両立ができる。

【００６４】

また、本発明の好ましい態様によれば、ブレ補正レンズ群は、複数のレンズと、所定のレンズと、を有し、複数のレンズは、ブレ補正レンズ群と符号が同じ屈折力を有し、所定のレンズは、ブレ補正レンズ群と符号が異なる屈折力を有することが望ましい。

【００６５】

ブレが生じた時に発生する収差は、主に、球面収差・像面湾曲及び倍率色収差である。ブレに対する補正性能の劣化を軽減するには、これらの収差の発生量を軽減することが必要である。ここで、ブレ補正レンズ群では、屈折力の負担割合が大きくなっている（屈折力が大きい）ので、収差が発生し易い。

【００６６】

そこで、ブレ補正レンズ群を、複数のレンズと所定のレンズとで構成する。そして、複数のレンズがブレ補正レンズ群の屈折力と符号が同じ屈折力を有することで、球面収差や像面湾曲の発生を軽減することができる。さらに、所定のレンズがブレ補正レンズ群とは符号が異なる屈折力を有することで、色収差を良好に補正することができる。

【００６７】

なお、複数のレンズの枚数を２枚とし、所定のレンズの枚数を１枚とし、合計３枚のレンズでブレ補正レンズ群を構成することが望ましい。

【００６８】

また、本発明の好ましい態様によれば、像側レンズ群グループは、開口絞りから像側に向かって順に、第１像側レンズ群と、第２像側レンズ群と、第３像側レンズ群と、正屈折力を有する第４像側レンズ群と、を有し、第１像側レンズ群は合焦レンズ群であり、第３像側レンズ群は、結像レンズ系のブレによる像のブレを軽減させるように光軸の方向とは異なる方向に移動するブレ補正レンズ群であることが望ましい。

【００６９】

レンズ系の全長短縮を考えると、像側レンズ群グループ内においても、テレフォト構成による作用を強めることが必要である。テレフォト構成による作用を強めるには、合焦レンズ群より物体側のレンズ系の屈折力は正の屈折力を有し、合焦レンズ群を負屈折力とすることが好ましい。ここで、第２像側レンズ群は正屈折力を有しているので、第１像側レンズ群を合焦レンズ群にすることは、テレフォト構成による作用をより強めることができるので有効である。

【００７０】

また、開口絞りの近くに第１像側レンズ群、すなわち、合焦レンズ群が配置されているので、光線が徐々に収束している位置に合焦レンズ群を配置できる。そのため、合焦レンズ群においてレンズ径を小径化できる。その結果、フォーカスユニットの小型化と軽量化が可能になる。

【００７１】

また、第２像側レンズ群が正屈折力を有しているので、合焦レンズ群（第１像側レンズ群）の負屈折力を大きくしても、合焦レンズ群を通過した後の光線の発散を少なくできる。その結果、フォーカス感度を高めつつ、像側レンズ群グループ全体を小径化できる。また、これにより、レンズ系の小径化ができることと、フォーカス時のレンズ群の移動量をより少なくできることや、レンズ系の小径化ができることで、フォーカスユニットの小型化と軽量化が更に可能となる。

【００７２】

また、合焦レンズ群より像側に第２像側レンズ群を配置することで、合焦レンズ群と符号が異なる屈折力を有するレンズ群が、合焦レンズ群に近接して配置されることになる。よって、合焦レンズ群のフォーカス感度をより容易に高めることができる。

【００７３】

また、ブレ補正では、ブレ補正レンズ群をシフトさせている。このブレ補正にあたっては、ブレ補正レンズ群の移動量を小さくする（移動範囲を狭くする）ことが好ましい。移動量を小さくするためには、レンズ径がより小さいレンズ群（レンズ）をブレ補正レンズ群とすることが望ましい。ブレ補正レンズ群の屈折力を負屈折力とすることで、ブレ補正

レンズ群のレンズ径を小さくしやすい光学的なレイアウトを採用でき好ましい。

【００７４】

また、ブレ補正レンズ群の物体側に第２像側レンズ群を配置すると共に、ブレ補正レンズ群の像側に第４像側レンズ群を配置する。これにより、ブレ補正レンズ群の両側に正屈折力のレンズ群が位置するので、ブレ補正レンズ群の屈折力を大きくできる。その結果、ブレ補正レンズ群のシフト量に対する結像位置のシフト量を大きくすることができる。これにより、少ないシフト量でより高い精度のブレ補正を行うことができる。

【００７５】

なお、ブレ補正レンズ群のシフトによって、コマ収差が発生する。そのため、合焦レンズ群をブレ補正レンズ群よりも像側に配置すると、このコマ収差に対する補正効果がフォーカスにより大きく変動することになる。よって、合焦レンズ群をブレ補正レンズ群よりも像側に配置することは好ましくない。

【００７６】

また、ブレ補正レンズ群よりも物体側に配置された正屈折力を有するレンズ群は、合焦レンズ群よりも像側に配置された第２像側レンズ群でもある。このように、ブレ補正レンズ群よりも物体側に配置されたレンズ群と合焦レンズ群よりも像側に配置されたレンズ群とを共通化すると、後側レンズ群の光学的なレイアウトをシンプルにできる。

【００７７】

更に、像側レンズ群グループを全て開口絞りより像側に配置することで、像側レンズ群グループをより小径化ができる。

【００７８】

また、合焦時に発生する収差は、主に球面収差と軸上色収差である。合焦性能の劣化を軽減するには、これらの収差の発生量を軽減することが必要である。そこで、合焦レンズ群は、少なくとも正レンズと負レンズとを有することが望ましい。更に、合焦レンズ群で発生した収差は、第２像側レンズ群によってリレーされる。よって、この第２像側レンズ群も正レンズと負レンズを有することが望ましい。

【００７９】

また、ブレが生じた時に発生する収差は、主に、球面収差、像面湾曲及び倍率色収差である。ブレに対する補正性能の劣化を軽減するには、これらの収差の発生量を軽減することが必要である。ここで、ブレ補正レンズ群では、屈折力の負担割合が大きくなっている（屈折力が大きい）ので、収差が発生し易い。

【００８０】

そこで、ブレ補正レンズ群に複数の負レンズを用い、これらの負レンズでブレ補正レンズ群の負屈折力を分割する。このようにすることで、球面収差や像面湾曲の発生を軽減することができる。さらに、ブレ補正レンズ群に正レンズを用い、この正レンズと負レンズとで、色収差を良好に補正することができる。なお、これらの収差補正のために、ブレ補正レンズ群は、少なくとも正レンズ１枚と負レンズ２枚を有することが望ましい。

【００８１】

また、合焦レンズ群を２枚のレンズで構成し、第２像側レンズ群を２枚以下のレンズで構成し、ブレ補正レンズ群を３枚のレンズで構成することが望ましい。これにより、レンズ枚数が少なく、合焦性能やブレに対する補正性能が良好なレンズ系を得ることができる。

【００８２】

また、本発明の好ましい態様によれば、以下の条件式（４）を満足するブレ補正レンズ群を有することが望ましい。

$0.8 < |MG_{ISback} \times (MG_{IS} - 1)| < 5.0$ （４）

ただし、

$MG_{IS}$は、任意の合焦状態でのブレ補正レンズ群の横倍率、

$MG_{ISback}$は、任意の合焦状態での、ブレ補正レンズ群と像面との間の光学系全体の横倍率、

である。

【００８３】

条件式（４）の下限値を下回ると、ブレ補正レンズ群のシフトによるブレ補正の効果が十分得られなくなる。条件式（４）の上限値を上回ると、ブレ補正レンズ群における屈折力の負担割合が大きくなるので、ブレに対する補正性能の劣化が大きくなる。

【００８４】

また、本発明の好ましい態様によれば、合焦レンズ群が以下の条件式（５）を満足することが望ましい。

$1.5 < |(MG_{foback})^2 \times \{(MG_{fo})^2 - 1\}| < 8.0$　　（５）

ただし、

$MG_{fo}$は、任意の合焦状態での合焦レンズ群の横倍率、

$MG_{foback}$は、任意の合焦状態での、合焦レンズ群と像面との間の光学系全体の横倍率、

である。

【００８５】

条件式（５）の下限値を下回ると、合焦レンズ群の移動量が大きくなりすぎるので、レンズ系の全長の短縮が困難になる。条件式（５）の上限値を上回ると、合焦レンズ群の位置制御が困難になるので、正確なフォーカスができなくなる。

【００８６】

また、本発明の好ましい態様によれば、合焦レンズ群よりも物体側の全てのレンズで構成される光学系が以下の条件式（６）を満足する正屈折力を有することが望ましい。

$-4.5 < f_{FA} / f_{fo} < -1.5$　　（６）

ただし、

$f_{FA}$は、合焦レンズ群よりも物体側の全てのレンズで構成される光学系の焦点距離、

$f_{fo}$は、合焦レンズ群の焦点距離、

である。

【００８７】

合焦レンズ群よりも物体側の全レンズで構成される光学系の屈折力を正屈折力とし、合焦レンズ群の屈折力を負屈折力とすることで、レンズ系全体でテレフォト構成による作用を強めることができるので、レンズ系の全長の短縮が可能になる。

【００８８】

条件式（６）の下限値を下回ると、合焦レンズ群の屈折力が大きくなりすぎる。この場合、合焦レンズ群内で発生する球面収差が増加するので、フォーカス域の全域で良好な性能が得られない。

【００８９】

条件式（６）の上限値を上回ると、合焦レンズ群の屈折力が小さくなりすぎる。この場合、フォーカス感度が低下するので、合焦時の合焦レンズ群の移動量が増加する。その結果、レンズ系の全長の短縮が困難になる。

【００９０】

また、本発明の好ましい態様によれば、像側レンズ群グループ中の合焦レンズ群以外のレンズ群は、光軸方向に移動しないことが望ましい。

【００９１】

本実施形態のレンズ系における像側レンズ群グループの構成は、合焦レンズ群又はブレ補正レンズ群を小径化し、これらのレンズ群を効率的に配置する上で最適な構成である。ところで、ズーム光学系ではレンズ群が移動して変倍が行われるため、レンズ群の移動によって収差が変動しやすい。そこで、結像レンズ系を、レンズ群が変倍のためには移動しない光学系にする。このようにすることで、ズーム時のレンズ群の移動によって生じる諸収差の変動、例えば、球面収差の変動や非点収差の変動に対する補正を、像側レンズ群グループ内で考慮する必要がなくなる。これにより、像側レンズ群グループにおけるレンズ枚数の増加や移動スペースの増加を防ぐことができるので、より小型の像側レンズ群グル

ープを構成できる。また、これにより、フォーカス感度又はブレ補正感度をより高めることも可能になる。

【００９２】

　また、本発明の好ましい態様によれば、像側レンズ群グループよりも物体側に複数のレンズが配置され、且つ、像側レンズ群グループよりも物体側に配置された複数のレンズは全て位置が固定されていることが望ましい。

【００９３】

　このようにすることで、像側レンズ群グループよりも物体側に位置するレンズ群、例えば、物体側レンズ群グループは移動するレンズを有さないことになる。このようにすることで、物体側レンズ群グループにおいてフォーカスやズーム、ブレ補正に伴う結像性能の変動を無くすことができる。特に、物体側レンズ群グループでは光線高が高いため、レンズを移動させると、結像性能が劣化する。そこで、像側レンズ群グループ内においてフォーカス又はブレ補正を行うようにすることで、より良好な結像性能を維持することができる。

【００９４】

　また、本発明の好ましい態様によれば、結像レンズ系は、無限遠物体合焦の状態にて、焦点距離が一定の単焦点距離レンズ系であることが望ましい。

　これにより、レンズ系の更なる小型化と軽量化を図ることができる。

【００９５】

　また、本発明の好ましい態様によれば、第１像側レンズ群が合焦レンズ群であり、第１像側レンズ群よりも物体側で、且つ、開口絞りと隣り合う位置に正屈折力を有するレンズ群が配置され、第１像側レンズ群と正屈折力を有するレンズ群との間に他のレンズが無いことが望ましい。

【００９６】

　これにより、像側レンズ群グループよりも物体側に位置するレンズ群、例えば、物体側レンズ群グループが正屈折力を有する場合は、絞りユニットにレンズを配置しなくても、上述した基本構成により第１像側レンズ群のフォーカス感度を容易に高めることができる。更に、物体側レンズ群グループと第１像側レンズ群とでテレフォト構成を強めることができるので、レンズ系の全長短縮が容易となる。

【００９７】

　また、上述した基本構成により、第１像側レンズ群のフォーカス感度を容易に高めることができるが、第１像側レンズ群よりも物体側に配置した絞りユニットに正屈折力を有するレンズ群を配置することにより、第１像側レンズ群のフォーカス感度をより高めることができる。

【００９８】

　また、本発明の好ましい態様によれば、第１像側レンズ群がブレ補正レンズ群であり、第１像側レンズ群よりも物体側で、且つ、開口絞りと隣り合う位置に正屈折力を有するレンズ群が配置され、第１像側レンズ群と正屈折力を有するレンズ群との間に他のレンズが無いことが望ましい。

【００９９】

　これにより、像側レンズ群グループよりも物体側に位置するレンズ群、例えば、物体側レンズ群グループが正屈折力を有する場合は、絞りユニットにレンズを配置しなくても、上述した基本構成により第１像側レンズ群のブレ補正感度を容易に高めることができる。更に、物体側レンズ群グループと第１像側レンズ群とでテレフォト構成を強めることができるので、レンズ系の全長短縮が容易となる。

【０１００】

　また、上述した基本構成により、第１像側レンズ群のブレ補正感度を容易に高めることができるが、第１像側レンズ群よりも物体側に配置した絞りユニットに正屈折力を有するレンズ群を配置することにより、第１像側レンズ群のブレ補正感度をより高めることができる。

【０１０１】
　また、本発明の好ましい態様では以下の条件式（７）が満足されていることが望ましい。
　$0 \leqq |f / r_{G2b}| < 7.0$　（７）
　ただし、
　ｆは、無限遠物体合焦時における結像レンズ系の焦点距離、
　$r_{G2b}$は、合焦レンズ群の物体側直前のレンズ面の近軸曲率半径、
である。
【０１０２】
　条件式（７）の上限値を上回ると、合焦レンズ群の物体側直前のレンズ面において、球面収差やコマ収差の発生量が増える。これらの収差に対する補正の影響が合焦レンズ群に及ぶので、合焦時に安定した結像性能が確保できなくなる。なお、合焦レンズ群の物体側直前のレンズ面は、合焦レンズ群よりも物体側に位置するレンズ面で、且つ、合焦レンズ群に対して最も近くに位置するレンズ面である。
【０１０３】
　また、本発明の好ましい態様では、以下の条件式（８）が満足されていることが好ましい。
　$0.5 \leqq \Phi_{fo} / \Phi_{La} \leqq 0.92$　（８）
　ただし、
　$\Phi_{fo}$は、合焦レンズ群を構成するレンズの有効口径のうち、最大となる有効口径、
　$\Phi_{La}$は、結像レンズ系の中で最も像側に位置するレンズにおける最大有効口径、
である。
【０１０４】
　条件式（８）の下限値を上回ると、合焦レンズ群の屈折力が大きくなることを抑制し、合焦レンズ群を構成するレンズの枚数を少なくすることができる。その結果、合焦レンズ群を軽量化することができる。条件式（８）の上限値を下回ると、合焦レンズ群の屈折力が小さくなり過ぎることを抑制し、合焦レンズ群の径を小さくできる。また、合焦時の合焦レンズ群の移動量を小さくできる。この結果、フォーカスユニットを小型化し、光学系の全長を短くすると共に、鏡枠の径を小さくすることができる。
【０１０５】
　なお、合焦レンズ群が複数のレンズから構成される場合、$\Phi_{fo}$は、各レンズの面の有効径のうちで、最大の有効口径である。また、最も像側に位置するレンズは、物体側面と像側面を有する。よって、$\Phi_{La}$は、物体側面の有効口径と像側面の有効口径のうち、最大の有効口径である。
【０１０６】
　また、本発明の好ましい態様では、以下の条件式（９）が満足されていることが好ましい。
　$0.023 \leqq D_{sfo} / D_{LTL} \leqq 0.110$　（９）
　ただし、
　$D_{sfo}$は、開口絞りから合焦レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離、
　$D_{LTL}$は、結像レンズ系の最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離であって、
　いずれの距離も無限遠物体合焦時の距離、
である。
【０１０７】
　本実施形態のレンズ系では、開口絞りの前に位置するレンズ群の正屈折力を使って、光束を収束させている。条件式（９）の下限値を上回ると、この光束を収束させる効果を十分得ることができる。そのため、合焦レンズ群の径が大きくなることを抑制できる。条件式（９）の上限値を下回ると、光学系の全長を短縮することができる。
【０１０８】

また、本発明の好ましい態様では、以下の条件式（１０）が満足されていることが好ましい。

$0.2 \leqq D_{sfo} / \phi_s \leqq 0.8$ （１０）

ただし、

$D_{sfo}$は、開口絞りから合焦レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離であって、無限遠物体合焦時の距離、

$\phi_s$は、開口絞りの最大直径、

である。

【０１０９】

本実施形態のレンズ系では、開口絞りの前に位置するレンズ群の正屈折力を使って、光束を収束させている。条件式（１０）の下限値を上回ると、この光束を収束させる効果を十分得ることができる。そのため、合焦レンズ群の径を小さくすることができる。条件式（１０）の上限値を下回ると、光学系の全長を短縮することができる。

【０１１０】

また、本発明の好ましい態様では、合焦レンズ群より像側に位置する光学系は、少なくとも正レンズ２枚と負レンズ１枚を有することが好ましい。

【０１１１】

合焦レンズ群の小径化を行うと、合焦レンズ群の屈折力が大きくなる。そのため、合焦レンズ群では、主に球面収差、軸上色収差及び非点収差の発生量が増加する傾向となる。ここで、合焦レンズ群より像側に位置する光学系は、正屈折力を有している。フォーカス時におけるこれらの収差変動を抑えるには、合焦レンズ群より像側の光学系でこれらの収差の発生量を小さくしておくことが好ましい。

【０１１２】

合焦レンズ群より像側に位置する光学系を、１枚の正レンズと１枚の負レンズで構成する。この時、共に、負レンズのアッベ数を正レンズのアッベ数よりも小さくすることで、色収差と球面収差の発生を抑えることが可能になる。そして、更に正レンズを一枚使うことで、非点収差の発生を容易に抑えることが可能になる。なお、これらの収差の発生をより小さくするには、合焦レンズ群より像側に位置する光学系は、少なくとも２枚の正レンズを有することが好ましい。

【０１１３】

本発明の撮像装置は、光学系と、撮像面を持ち、且つ、光学系により撮像面上に形成された像を電気信号に変換する撮像素子と、を有し、光学系が上述の結像レンズ系であることを特徴とする。

【０１１４】

これにより、機動性に優れると共に、収差が良好に補正された結像レンズ系を備えた撮像装置を提供することができる。

【０１１５】

各条件式については、上限値や下限値を以下のようにすることは、効果をより確実に発揮できるので好ましい。

条件式（１）について

下限値を０．０８、更には０．１とすることが好ましい。

上限値を０.３５、更には０．２５とすることが好ましい。

条件式（２）について

下限値を０．６とすることが好ましい。

上限値を３．３とすることが好ましい。

条件式（３）について

下限値を０．１３とすることが好ましい。

上限値を０．３とすることが好ましい。

条件式（４）について

下限値を１．３とすることが好ましい。

上限値を３．５とすることが好ましい。
条件式（５）について
下限値を２．５とすることが好ましい。
上限値を６．５とすることが好ましい。
条件式（６）について
下限値を－４．０、更には－３．５とすることが好ましい。
上限値を－１．７、更には－１．８とすることが好ましい。
条件式（７）について
上限値を６．５、更には４．０、更には２．０とすることがより好ましい。
条件式（８）について、
下限値を０．６とすることがより好ましい。
上限値を０．８８、更には０．８５とすることがより好ましい。
条件式（９）について、
下限値を０．０２５、更には０．０４とすることがより好ましい。
上限値を０．１、更には０．０９０とすることがより好ましい。
条件式（１０）について、
下限値を０．３、更には０．４５とすることがより好ましい。
上限値を０．７５、０．７とすることがより好ましい。

【０１１６】
なお、上述の結像レンズ系や撮像装置は、複数の構成を同時に満足してもよい。このようにすることが、良好な結像レンズ系、撮像装置を得る上で好ましい。また、好ましい構成の組み合わせは任意である。また、各条件式について、より限定した条件式の数値範囲の上限値あるいは下限値のみを限定しても構わない。

【０１１７】
以下、本発明の結像レンズ系の実施例１～８について説明する。実施例１～８の無限遠物体合焦時のレンズ断面図をそれぞれ図１（ａ）～図４（ｂ）に示す。実施例５、６は参考例である。
図１（ａ）～図４（ｂ）中、第１レンズ群はＧ１、第２レンズ群はＧ２、第３レンズ群はＧ３、第４レンズ群はＧ４、第５レンズ群はＧ５、第６レンズ群はＧ６、第７レンズ群はＧ７、開口絞りはＳ、像面はＩで示してある。

【０１１８】
また、図示しないが、フィルター、電子撮像素子（ＣＣＤ、Ｃ－ＭＯＳセンサー）のカバーガラスの平行平板を配置しても良い。なお、カバーガラスの表面に波長域制限用の多層膜を施してもよい。また、そのカバーガラスに赤外光を制限する波長域制限コートを施したローパスフィルタ作用を持たせるようにしてもよい。平行平板は、ローパスフィルターの機能を持たないようにしてもよい。

【０１１９】
各実施例では、結像レンズ系は、物体側から像側に順に、物体側レンズ群グループＧＯと、開口絞りＳと、物体側レンズ群グループＧＩと、で構成されている。

【０１２０】
また、数値データはいずれも無限遠の被写体に合焦した状態でのデータである。各数値の長さの単位はｍｍ、角度の単位は°（度）である。

【０１２１】
実施例１の結像レンズ系は、図１（ａ）に示すように、物体側から像側に順に、正屈折力を有する物体側レンズ群グループＧＯと、開口絞りＳと、負屈折力を有する像側レンズ群グループＧＩと、で構成されている。なお、ｒ１５は開口絞り、ｒ２３は仮想面である。

【０１２２】
物体側レンズ群グループＧＯは、物体側から像側に順に、正屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、負屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、で構成されている。像側レンズ群グル

ープＧＩは、負屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３と、正屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、負屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５と、正屈折力を有する第６レンズ群Ｇ６と、で構成されている。

【０１２３】

第１レンズ群Ｇ１は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ１と、両凸正レンズＬ２と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ３と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ４と、両凸正レンズＬ５と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズＬ４と両凸正レンズＬ５とが接合されている。

【０１２４】

第２レンズ群Ｇ２は、両凸正レンズＬ６と、両凹負レンズＬ７と、両凹負レンズＬ８と、で構成されている。ここで、両凸正レンズＬ６と両凹負レンズＬ７とが接合されている。

【０１２５】

第３レンズ群Ｇ３は、両凸正レンズＬ９と、両凹負レンズＬ１０と、で構成されている。第３レンズ群Ｇ３は合焦レンズ群であって、無限遠物体から近距離物体への合焦時に、光軸に沿って像側へ移動する。

【０１２６】

第４レンズ群Ｇ４は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ１１と、両凸正レンズＬ１２と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズＬ１１と両凸正レンズＬ１２とが接合されている。

【０１２７】

第５レンズ群Ｇ５は、両凸正レンズＬ１３と、両凹負レンズＬ１４と、両凹負レンズＬ１５と、で構成されている。第５レンズ群Ｇ５はブレ補正レンズ群であって、ブレ補正時、光軸方向とは異なる方向、例えば、光軸と直交する方向に移動する。

【０１２８】

第６レンズ群Ｇ６は、両凸正レンズＬ１６と、両凸正レンズＬ１７と、で構成されている。

【０１２９】

実施例２の結像レンズ系は、図１（ｂ）に示すように、物体側から像側に順に、正屈折力を有する物体側レンズ群グループＧＯと、開口絞りＳと、正屈折力を有する像側レンズ群グループＧＩと、で構成されている。なお、ｒ１４は開口絞りで、仮想面はない。

【０１３０】

物体側レンズ群グループＧＯは、物体側から像側に順に、正屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、負屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、で構成されている。像側レンズ群グループＧＩは、負屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３と、正屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、負屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５と、正屈折力を有する第６レンズ群Ｇ６と、で構成されている。

【０１３１】

第１レンズ群Ｇ１は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ１と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ２と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ３と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ４と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ５と、で構成されている。ここで、正メニスカスレンズＬ２と負メニスカスレンズＬ３とが接合されている。また、負メニスカスレンズＬ４と正メニスカスレンズＬ５とが接合されている。

【０１３２】

第２レンズ群Ｇ２は、両凸正レンズＬ６と、両凹負レンズＬ７と、両凹負レンズＬ８と、で構成されている。ここで、両凸正レンズＬ６と両凹負レンズＬ７とが接合されている。

【０１３３】

第３レンズ群Ｇ３は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ９と、両凹負レンズＬ

１０と、で構成されている。第３レンズ群Ｇ３は合焦レンズ群であって、無限遠物体から近距離物体への合焦時に、光軸に沿って像側へ移動する。

【０１３４】

第４レンズ群Ｇ４は、両凸正レンズＬ１１と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ１２と、両凸正レンズＬ１３と、で構成されている。第４レンズ群Ｇ４はブレ補正レンズ群であって、ブレ補正時、光軸方向とは異なる方向、例えば、光軸と直交する方向に移動する。

【０１３５】

第５レンズ群Ｇ５は、両凸正レンズＬ１４と、両凹負レンズＬ１５と、で構成されている。

【０１３６】

第６レンズ群Ｇ６は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ１６で構成されている。

【０１３７】

実施例３の結像レンズ系は、図２（ａ）に示すように、物体側から像側に順に、正屈折力を有する物体側レンズ群グループＧＯと、開口絞りＳと、負屈折力を有する像側レンズ群グループＧＩと、で構成されている。なお、ｒ１６は開口絞り、ｒ９、１３及びｒ２４は仮想面である。

【０１３８】

物体側レンズ群グループＧＯは、物体側から像側に順に、正屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、負屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、で構成されている。像側レンズ群グループＧＩは、正屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３と、負屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、正屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５と、負屈折力を有する第６レンズ群Ｇ６と、正屈折力を有する第７レンズ群Ｇ７と、で構成されている。

【０１３９】

第１レンズ群Ｇ１は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ１と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ２と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ３と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ４と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ５と、で構成されている。ここで、正メニスカスレンズＬ２と負メニスカスレンズＬ３とが接合されている。また、負メニスカスレンズＬ４と正メニスカスレンズＬ５とが接合されている。

【０１４０】

第２レンズ群Ｇ２は、両凸正レンズＬ６と、両凹負レンズＬ７と、で構成されている。ここで、両凸正レンズＬ６と両凹負レンズＬ７とが接合されている。

【０１４１】

第３レンズ群Ｇ３は、両凸正レンズＬ８で構成されている。

【０１４２】

第４レンズ群Ｇ４は、両凸正レンズＬ９と、両凹負レンズＬ１０と、で構成されている。第４レンズ群Ｇ４は合焦レンズ群であって、無限遠物体から近距離物体への合焦時に、光軸に沿って像側へ移動する。

【０１４３】

第５レンズ群Ｇ５は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ１１と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ１２と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズＬ１１と正メニスカスレンズＬ１２とが接合されている。

【０１４４】

第６レンズ群Ｇ６は、両凸正レンズＬ１３と、両凹負レンズＬ１４と、両凸正レンズＬ１５と、で構成されている。第６レンズ群Ｇ６はブレ補正レンズ群であって、ブレ補正時、光軸方向とは異なる方向、例えば、光軸と直交する方向に移動する。

【０１４５】

第７レンズ群Ｇ７は、両凸正レンズＬ１６と、両凸正レンズＬ１７と、像側に凸面を向

けた負メニスカスレンズＬ１８と、で構成されている。ここで、両凸正レンズＬ１７と負メニスカスレンズＬ１８とが接合されている。
【０１４６】
実施例４の結像レンズ系は、図２（ｂ）に示すように、物体側から像側に順に、正屈折力を有する物体側レンズ群グループＧＯと、正屈折力を有する像側レンズ群グループＧＩと、で構成されている。なお、ｒ１５は開口絞り、ｒ２３は仮想面である。
【０１４７】
物体側レンズ群グループＧＯは、物体側から像側に順に、正屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、負屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、で構成されている。像側レンズ群グループＧＩは、負屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３と、正屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、負屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５と、正屈折力を有する第６レンズ群Ｇ６と、で構成されている。
【０１４８】
第１レンズ群Ｇ１は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ１と、両凸正レンズＬ２と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ３と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ４と、両凸正レンズＬ５と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズＬ４と両凸正レンズＬ５とが接合されている。
【０１４９】
第２レンズ群Ｇ２は、両凸正レンズＬ６と、両凹負レンズＬ７と、両凹負レンズＬ８と、で構成されている。ここで、両凸正レンズＬ６と両凹負レンズＬ７とが接合されている。
【０１５０】
第３レンズ群Ｇ３は、両凸正レンズＬ９と、両凹負レンズＬ１０と、で構成されている。第３レンズ群Ｇ３は合焦レンズ群であって、無限遠物体から近距離物体への合焦時に、光軸に沿って像側へ移動する。
【０１５１】
第４レンズ群Ｇ４は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ１１と、両凸正レンズＬ１２と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズＬ１１と両凸正レンズＬ１２とが接合されている。
【０１５２】
第５レンズ群Ｇ５は、両凸正レンズＬ１３と、両凹負レンズＬ１４と、両凹負レンズＬ１５と、で構成されている。第５レンズ群Ｇ５はブレ補正レンズ群であって、ブレ補正時、光軸方向とは異なる方向、例えば、光軸と直交する方向に移動する。
【０１５３】
第６レンズ群Ｇ６は、両凸正レンズＬ１６と、両凸正レンズＬ１７と、で構成されている。
【０１５４】
実施例５の結像レンズ系は、図３（ａ）に示すように、物体側から像側に順に、正屈折力を有する物体側レンズ群グループＧＯと、開口絞りＳと、正屈折力を有する像側レンズ群グループＧＩと、で構成されている。なお、ｒ１７は開口絞り、ｒ１０、ｒ１４は仮想面である。
【０１５５】
物体側レンズ群グループＧＯは、物体側から像側に順に、正屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、負屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、負屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３と、で構成されている。像側レンズ群グループＧＩは、負屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、正屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５と、負屈折力を有する第６レンズ群Ｇ６と、正屈折力を有する第７レンズ群Ｇ７と、で構成されている。
【０１５６】
第１レンズ群Ｇ１は、両凸正レンズＬ１と、両凸正レンズＬ２と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ３と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ４と、物体側に

凸面を向けた正メニスカスレンズＬ５と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズＬ４と正メニスカスレンズＬ５とが接合されている。

【０１５７】

第２レンズ群Ｇ２は、両凸正レンズＬ６と、両凹負レンズＬ７と、で構成されている。ここで、両凸正レンズＬ６と両凹負レンズＬ７とが接合されている。

【０１５８】

第３レンズ群Ｇ３は、両凹負レンズＬ８で構成されている。

【０１５９】

第４レンズ群Ｇ４は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ９と、両凹負レンズＬ１０と、で構成されている。

【０１６０】

第５レンズ群Ｇ５は、両凸正レンズＬ１１と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ１２と、両凸正レンズＬ１３と、で構成されている。第５レンズ群Ｇ５はブレ補正レンズ群であって、ブレ補正時、光軸方向とは異なる方向、例えば、光軸と直交する方向に移動する。

【０１６１】

第６レンズ群Ｇ６は、両凸正レンズＬ１４と、両凹負レンズＬ１５と、で構成されている。第６レンズ群Ｇ６は合焦レンズ群であって、無限遠物体から近距離物体への合焦時に、光軸に沿って像側へ移動する。

【０１６２】

第７レンズ群Ｇ７は、両凸正レンズＬ１６と、両凹負レンズＬ１７と、で構成されている。

【０１６３】

実施例６の結像レンズ系は、図３（ｂ）に示すように、物体側から像側に順に、正屈折力を有する物体側レンズ群グループＧＯと、開口絞りＳと、正屈折力を有する像側レンズ群グループＧＩと、で構成されている。なお、ｒ１４は開口絞りである。

【０１６４】

物体側レンズ群グループＧＯは、物体側から像側に順に、正屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、負屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、で構成されている。像側レンズ群グループＧＩは、負屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３と、正屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、負屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５と、正屈折力を有する第６レンズ群Ｇ６と、で構成されている。

【０１６５】

第１レンズ群Ｇ１は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ１と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ２と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ３と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ４と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ５と、で構成されている。ここで、正メニスカスレンズＬ２と負メニスカスレンズＬ３とが接合されている。負メニスカスレンズＬ４と正メニスカスレンズＬ５とが接合されている。

【０１６６】

第２レンズ群Ｇ２は、両凸正レンズＬ６と、両凹負レンズＬ７と、両凹負レンズＬ８と、で構成されている。ここで、両凸正レンズＬ６と両凹負レンズＬ７とが接合されている。

【０１６７】

第３レンズ群Ｇ３は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ９と、両凹負レンズＬ１０と、で構成されている。第３レンズ群Ｇ３はブレ補正レンズ群であって、ブレ補正時、光軸方向とは異なる方向、例えば、光軸と直交する方向に移動する。

【０１６８】

第４レンズ群Ｇ４は、両凸正レンズＬ１１と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ１２と、両凸正レンズＬ１３と、で構成されている。第４レンズ群Ｇ４は合焦レンズ群

であって、無限遠物体から近距離物体への合焦時に、光軸に沿って物体側へ移動する。
【０１６９】
第５レンズ群Ｇ５は、両凸正レンズＬ１４と、両凸正レンズＬ１５と、で構成されている。
【０１７０】
第６レンズ群Ｇ６は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ１６とで構成されている。
【０１７１】
実施例７の結像レンズ系は、図４（ａ）に示すように、物体側から像側に順に、正屈折力を有する物体側レンズ群グループＧＯと、開口絞りＳと、正屈折力を有する像側レンズ群グループＧＩと、で構成されている。なお、ｒ７は開口絞り、ｒ１１は仮想面である。
【０１７２】
物体側レンズ群グループＧＯは、物体側から像側に順に、正屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１で構成されている。像側レンズ群グループＧＩは、正屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、負屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３と、正屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、負屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５と、正屈折力を有する第６レンズ群Ｇ６と、で構成されている。
【０１７３】
第１レンズ群Ｇ１は、両凸正レンズＬ１と、両凸正レンズＬ２と、両凹負レンズＬ３と、で構成されている。
【０１７４】
第２レンズ群Ｇ２は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ４と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ５と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズＬ４と、正メニスカスレンズＬ５とが接合されている。
【０１７５】
第３レンズ群Ｇ３は、両凸正レンズＬ６と、両凹負レンズＬ７と、で構成されている。ここで、両凸正レンズＬ６と、両凹負レンズＬ７とが接合されている。第３レンズ群Ｇ３はブレ補正レンズ群であって、ブレ補正時、光軸方向とは異なる方向、例えば、光軸と直交する方向に移動する。
【０１７６】
第４レンズ群Ｇ４は、両凸正レンズＬ８で構成されている。
【０１７７】
第５レンズ群Ｇ５は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ９と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ１０と、両凹負レンズＬ１１と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズＬ９と、正メニスカスレンズＬ１０とが接合されている。第５レンズ群Ｇ５は合焦レンズ群であって、無限遠物体から近距離物体への合焦時に、光軸に沿って像側へ移動する。
【０１７８】
第６レンズ群Ｇ６は、両凸正レンズＬ１２で構成されている。
【０１７９】
実施例８の結像レンズ系は、図４（ｂ）に示すように、物体側から像側に順に、正屈折力を有する物体側レンズ群グループＧＯと、開口絞りＳと、正屈折力を有する像側レンズ群グループＧＩと、で構成されている。なお、ｒ７は開口絞り、ｒ１１は仮想面である。
【０１８０】
物体側レンズ群グループＧＯは、物体側から像側に順に、正屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１で構成されている。像側レンズ群グループＧＩは、正屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、負屈折力を有する第３レンズ群Ｇ３と、正屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、負屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５と、正屈折力を有する第６レンズ群Ｇ６と、で構成されている。
【０１８１】

第１レンズ群Ｇ１は、両凸正レンズＬ１と、両凸正レンズＬ２と、両凹負レンズＬ３と、で構成されている。
【０１８２】
第２レンズ群Ｇ２は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ４と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ５と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズＬ４と、正メニスカスレンズＬ５とが接合されている。
【０１８３】
第３レンズ群Ｇ３は、両凸正レンズＬ６と、両凹負レンズＬ７と、で構成されている。ここで、両凸正レンズＬ６と、両凹負レンズＬ７とが接合されている。第３レンズ群Ｇ３は合焦レンズ群であって、無限遠物体から近距離物体への合焦時に、光軸に沿って像側へ移動する。
【０１８４】
第４レンズ群Ｇ４は、両凸正レンズＬ８で構成されている。
【０１８５】
第５レンズ群Ｇ５は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズＬ９と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズＬ１０と、両凹負レンズＬ１１と、で構成されている。ここで、負メニスカスレンズＬ９と、正メニスカスレンズＬ１０とが接合されている。第５レンズ群Ｇ５はブレ補正レンズ群であって、ブレ補正時、光軸方向とは異なる方向、例えば、光軸と直交する方向に移動する。
【０１８６】
第６レンズ群Ｇ６は、両凸正レンズＬ１２で構成されている。
【０１８７】
以下に、上記各実施例の数値データを示す。記号は上記の外、ｒは各レンズ面の曲率半径、ｄは各レンズ面間の間隔、ｎｄは各レンズのｄ線の屈折率、νｄは各レンズのアッベ数である。また、ｆは全系の焦点距離、ＦＮＯ．はＦナンバー、ωは半画角、ＩＨは像高、ＦＢはバックフォーカス、全長は、結像レンズ系の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの距離である。なお、ＦＢ（バックフォーカス）は、レンズ最終面から近軸像面までの距離を空気換算して表したものである。
【０１８８】
また、無限遠は無限遠物体合焦時、近距離は近距離物体合焦時を表している。ここで、近距離の欄における数値は、至近距離物体合焦状態での値である。至近距離物体合焦状態での具体的な物像間距離は、実施例１、２、３、４、５、７では１．４ｍ、実施例６では３ｍ、実施例８では２ｍである。
【０１８９】
数値実施例１
単位　ｍｍ

面データ

| 面番号 | r | d | nd | νd |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 132.985 | 6.746 | 1.48749 | 70.23 |
| 2 | 833.805 | 6.500 | | |
| 3 | 56.824 | 13.500 | 1.49700 | 81.54 |
| 4 | -18692.587 | 0.100 | | |
| 5 | 2292.831 | 2.000 | 1.83481 | 42.71 |
| 6 | 194.055 | 22.000 | | |
| 7 | 58.436 | 2.000 | 1.79952 | 42.22 |
| 8 | 31.339 | 11.474 | 1.43875 | 94.93 |
| 9 | -283.074 | 1.600 | | |
| 10 | 114.275 | 6.289 | 1.75520 | 27.51 |
| 11 | -67.671 | 2.000 | 1.91082 | 35.25 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 12 | 130.501 | 2.322 | | |
| 13 | -202.441 | 1.500 | 1.78590 | 44.20 |
| 14 | 1233.704 | 16.000 | | |
| 15（絞り） | ∞ | 可変 | | |
| 16 | 282.863 | 2.200 | 1.84666 | 23.78 |
| 17 | -124.870 | 0.100 | | |
| 18 | -110.471 | 0.900 | 1.80139 | 45.45 |
| 19 | 38.312 | 可変 | | |
| 20 | 39.801 | 1.000 | 1.92286 | 18.90 |
| 21 | 22.065 | 4.963 | 1.58267 | 46.42 |
| 22 | -136.632 | 0.100 | | |
| 23 | ∞ | 3.000 | | |
| 24 | 112.013 | 3.000 | 1.84666 | 23.78 |
| 25 | -47.684 | 0.100 | | |
| 26 | -51.871 | 0.900 | 1.80400 | 46.57 |
| 27 | 24.988 | 5.044 | | |
| 28 | -37.965 | 0.800 | 1.69680 | 55.53 |
| 29 | 77.357 | 3.300 | | |
| 30 | 95.000 | 3.393 | 1.72342 | 37.95 |
| 31 | -82.082 | 0.100 | | |
| 32 | 55.512 | 5.500 | 1.51633 | 64.14 |
| 33 | -51.010 | | | |
| 像面 | ∞ | | | |

各種データ

| | 無限遠 | 近距離 |
|---|---|---|
| f | 293.568 | 211.066 |
| ＦＮＯ． | 4.059 | 2.907 |
| ２ω（画角） | 4.3 | |
| ＩＨ | 11.15 | 11.15 |
| ＦＢ | 39.180 | 39.180 |
| 全長 | 198.678 | 198.678 |
| d15 | 6.000 | 24.855 |
| d19 | 25.067 | 6.212 |

【０１９０】
数値実施例２
単位　ｍｍ

面データ

| 面番号 | r | d | nd | νd |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 129.053 | 6.500 | 1.48749 | 70.23 |
| 2 | 524.363 | 9.000 | | |
| 3 | 54.665 | 11.500 | 1.49700 | 81.54 |
| 4 | 227.526 | 2.000 | 1.83481 | 42.71 |
| 5 | 127.067 | 22.000 | | |
| 6 | 65.938 | 2.000 | 1.80100 | 34.97 |
| 7 | 30.235 | 11.510 | 1.49700 | 81.54 |
| 8 | 333.862 | 13.109 | | |
| 9 | 101.957 | 6.630 | 1.84666 | 23.78 |
| 10 | -55.370 | 2.000 | 1.80100 | 34.97 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11 | 150.959 | 1.850 | | |
| 12 | -226.650 | 1.500 | 1.80000 | 29.84 |
| 13 | 137.511 | 18.804 | | |
| 14（絞り） | ∞ | 可変 | | |
| 15 | -172.777 | 2.409 | 1.84666 | 23.78 |
| 16 | -40.436 | 0.100 | | |
| 17 | -42.309 | 0.900 | 1.77250 | 49.60 |
| 18 | 40.347 | 可変 | | |
| 19 | 68.843 | 3.787 | 1.88300 | 40.76 |
| 20 | -129.270 | 0.954 | | |
| 21 | -70.637 | 1.000 | 1.92286 | 18.90 |
| 22 | -1887.125 | 0.100 | | |
| 23 | 65.708 | 4.000 | 1.60311 | 60.64 |
| 24 | -108.573 | 2.500 | | |
| 25 | 123.098 | 3.866 | 1.71736 | 29.52 |
| 26 | -41.995 | 0.100 | | |
| 27 | -41.898 | 1.000 | 1.88300 | 40.76 |
| 28 | 43.554 | 16.332 | | |
| 29 | -94.313 | 2.610 | 1.60342 | 38.03 |
| 30 | -44.999 | | | |
| 像面 | ∞ | | | |

各種データ

| | 無限遠 | 近距離 |
|---|---|---|
| ｆ | 293.991 | 214.486 |
| ＦＮＯ. | 3.794 | 2.747 |
| ２ω（画角） | 4.3 | |
| ＩＨ | 11.15 | 11.15 |
| ＦＢ | 38.733 | 38.733 |
| 全長 | 228.578 | 228.578 |
| d14 | 6.000 | 33.785 |
| d18 | 35.785 | 8.000 |

【０１９１】

数値実施例３

単位　ｍｍ

面データ

| 面番号 | r | d | nd | νd |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 211.537 | 5.200 | 1.48749 | 70.23 |
| 2 | 2910.618 | 18.098 | | |
| 3 | 65.000 | 11.000 | 1.48749 | 70.23 |
| 4 | 588.917 | 2.000 | 1.77250 | 49.60 |
| 5 | 212.141 | 31.500 | | |
| 6 | 69.815 | 2.000 | 1.80440 | 39.59 |
| 7 | 37.924 | 9.200 | 1.43875 | 94.93 |
| 8 | 434.246 | 1.711 | | |
| 9 | ∞ | 0.100 | | |
| 10 | 43.603 | 8.500 | 1.43875 | 94.93 |
| 11 | -161.049 | 2.000 | 1.77250 | 49.60 |
| 12 | 55.257 | 2.000 | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 13 | ∞ | 9.352 | | |
| 14 | 307.448 | 3.000 | 1.80810 | 22.76 |
| 15 | -274.895 | 10.557 | | |
| 16（絞り） | ∞ | 可変 | | |
| 17 | 280.313 | 2.600 | 1.83400 | 37.16 |
| 18 | -65.868 | 0.100 | | |
| 19 | -65.868 | 0.900 | 1.75500 | 52.32 |
| 20 | 30.383 | 可変 | | |
| 21 | 26.080 | 1.000 | 1.84666 | 23.78 |
| 22 | 19.668 | 4.900 | 1.53996 | 59.46 |
| 23 | 168.839 | 0.100 | | |
| 24 | ∞ | 4.218 | | |
| 25 | 97.746 | 3.300 | 1.84666 | 23.78 |
| 26 | -40.187 | 0.100 | | |
| 27 | -40.187 | 0.900 | 1.77250 | 49.60 |
| 28 | 22.475 | 3.722 | | |
| 29 | -33.295 | 0.800 | 1.72916 | 54.68 |
| 30 | 241.876 | 5.718 | | |
| 31 | 52.470 | 5.500 | 1.63980 | 34.46 |
| 32 | -54.148 | 3.779 | | |
| 33 | 57.978 | 7.000 | 1.53172 | 48.84 |
| 34 | -31.015 | 1.500 | 1.92286 | 18.90 |
| 35 | -71.450 | | | |
| 像面 | ∞ | | | |

各種データ

| | 無限遠 | 近距離 |
|---|---|---|
| ｆ | 294.032 | 229.457 |
| ＦＮＯ． | 4.086 | 3.160 |
| ２ω（画角） | 4.4 | |
| ＩＨ | 11.45 | 11.45 |
| ＦＢ | 36.300 | 36.300 |
| 全長 | 228.469 | 228.469 |
| d16 | 8.545 | 26.113 |
| d20 | 21.268 | 3.700 |

【０１９２】
数値実施例４
単位　ｍｍ

面データ

| 面番号 | r | d | nd | νd |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 226.165 | 11.472 | 1.48749 | 70.23 |
| 2 | 1418.036 | 11.054 | | |
| 3 | 96.639 | 22.959 | 1.49700 | 81.54 |
| 4 | -31790.114 | 0.170 | | |
| 5 | 3899.372 | 3.401 | 1.83481 | 42.71 |
| 6 | 330.026 | 37.415 | | |
| 7 | 99.381 | 3.401 | 1.79952 | 42.22 |
| 8 | 53.297 | 19.514 | 1.43875 | 94.93 |
| 9 | -481.418 | 2.721 | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 10 | 194.345 | 10.696 | 1.75520 | 27.51 |
| 11 | -115.087 | 3.402 | 1.91082 | 35.25 |
| 12 | 221.940 | 3.949 | | |
| 13 | -344.287 | 2.551 | 1.78590 | 44.20 |
| 14 | 2098.137 | 27.211 | | |
| 15（絞り） | ∞ | 可変 | | |
| 16 | 481.059 | 3.741 | 1.84666 | 23.78 |
| 17 | -212.365 | 0.170 | | |
| 18 | -187.876 | 1.531 | 1.80139 | 45.45 |
| 19 | 65.157 | 可変 | | |
| 20 | 67.689 | 1.701 | 1.92286 | 18.90 |
| 21 | 37.526 | 8.440 | 1.58267 | 46.42 |
| 22 | -232.367 | 0.170 | | |
| 23 | ∞ | 5.102 | | |
| 24 | 190.499 | 5.102 | 1.84666 | 23.78 |
| 25 | -81.096 | 0.170 | | |
| 26 | -88.216 | 1.531 | 1.80400 | 46.57 |
| 27 | 42.496 | 8.578 | | |
| 28 | -64.567 | 1.361 | 1.69680 | 55.53 |
| 29 | 131.560 | 5.612 | | |
| 30 | 161.565 | 5.770 | 1.72342 | 37.95 |
| 31 | -139.595 | 0.170 | | |
| 32 | 94.408 | 9.354 | 1.51633 | 64.14 |
| 33 | -86.751 | | | |
| 像面 | ∞ | | | |

各種データ

| | 無限遠 | 近距離 |
|---|---|---|
| f | 499.265 | 325.022 |
| ＦＮＯ. | 4.059 | 2.630 |
| ２ω（画角） | 2.6 | |
| ＩＨ | 11.15 | 11.15 |
| ＦＢ | 66.633 | 66.633 |
| 全長 | 337.887 | 337.887 |
| d15 | 10.204 | 51.386 |
| d19 | 42.631 | 1.449 |

【０１９３】
数値実施例５
単位　ｍｍ

面データ

| 面番号 | r | d | nd | νd |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 5625.628 | 6.500 | 1.48749 | 70.23 |
| 2 | -170.513 | 10.239 | | |
| 3 | 112.896 | 11.500 | 1.49700 | 81.54 |
| 4 | -142.063 | 0.000 | | |
| 5 | -142.063 | 2.000 | 1.83481 | 42.71 |
| 6 | -4106.011 | 30.703 | | |
| 7 | 39.797 | 2.000 | 1.80000 | 29.84 |
| 8 | 30.739 | 13.000 | 1.43875 | 94.93 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 9 | 3647.532 | 10.762 | | |
| 10 | ∞ | 3.500 | | |
| 11 | 223.808 | 4.035 | 1.84666 | 23.78 |
| 12 | -90.924 | 2.000 | 1.74100 | 52.64 |
| 13 | 54.535 | 4.000 | | |
| 14 | ∞ | 2.000 | | |
| 15 | -207.922 | 1.500 | 1.77250 | 49.60 |
| 16 | 93.506 | 3.260 | | |
| 17（絞り） | ∞ | 2.000 | | |
| 18 | -89.208 | 2.272 | 1.84666 | 23.78 |
| 19 | -44.367 | 0.100 | | |
| 20 | -60.388 | 0.900 | 1.60300 | 65.44 |
| 21 | 45.487 | 5.000 | | |
| 22 | 95.019 | 5.514 | 1.59551 | 39.24 |
| 23 | -28.041 | 0.271 | | |
| 24 | -27.918 | 1.000 | 1.84666 | 23.78 |
| 25 | -78.889 | 4.503 | | |
| 26 | 64.045 | 4.000 | 1.49700 | 81.54 |
| 27 | -94.092 | 可変 | | |
| 28 | 200.994 | 2.300 | 1.84666 | 23.78 |
| 29 | -82.706 | 0.100 | | |
| 30 | -82.956 | 0.900 | 1.77250 | 49.60 |
| 31 | 34.659 | 可変 | | |
| 32 | 61.636 | 4.276 | 1.58267 | 46.42 |
| 33 | -76.839 | 0.100 | | |
| 34 | -157.236 | 0.800 | 1.84666 | 23.78 |
| 35 | 187.822 | | | |
| 像面 | ∞ | | | |

各種データ

| | 無限遠 | 近距離 |
|---|---|---|
| ｆ | 294.001 | 184.596 |
| ＦＮＯ． | 4.133 | 2.580 |
| ２ω（画角） | 4.3 | |
| ＩＨ | 11.45 | 11.45 |
| ＦＢ | 48.975 | 48.975 |
| 全長 | 228.593 | 228.593 |
| d27 | 6.000 | 33.538 |
| d31 | 32.582 | 5.044 |

【０１９４】
数値実施例６
単位　ｍｍ

面データ

| 面番号 | r | d | nd | νd |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 129.053 | 6.500 | 1.48749 | 70.23 |
| 2 | 524.363 | 9.000 | | |
| 3 | 54.665 | 11.500 | 1.49700 | 81.54 |
| 4 | 227.526 | 2.000 | 1.83481 | 42.71 |
| 5 | 127.067 | 22.000 | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 6 | 65.938 | 2.000 | 1.80100 | 34.97 |
| 7 | 30.235 | 11.510 | 1.49700 | 81.54 |
| 8 | 333.862 | 13.109 | | |
| 9 | 101.957 | 6.630 | 1.84666 | 23.78 |
| 10 | -55.370 | 2.000 | 1.80100 | 34.97 |
| 11 | 150.959 | 1.850 | | |
| 12 | -226.650 | 1.500 | 1.80000 | 29.84 |
| 13 | 137.511 | 18.804 | | |
| 14（絞り） | ∞ | 6.000 | | |
| 15 | -172.777 | 2.409 | 1.84666 | 23.78 |
| 16 | -40.436 | 0.100 | | |
| 17 | -42.309 | 0.900 | 1.77250 | 49.60 |
| 18 | 40.347 | 可変 | | |
| 19 | 68.843 | 3.787 | 1.88300 | 40.76 |
| 20 | -129.270 | 0.954 | | |
| 21 | -70.637 | 1.000 | 1.92286 | 18.90 |
| 22 | -1887.125 | 0.100 | | |
| 23 | 65.708 | 4.000 | 1.60311 | 60.64 |
| 24 | -108.573 | 可変 | | |
| 25 | 123.098 | 3.866 | 1.71736 | 29.52 |
| 26 | -41.995 | 0.100 | | |
| 27 | -41.898 | 1.000 | 1.88300 | 40.76 |
| 28 | 43.554 | 16.332 | | |
| 29 | -94.313 | 2.610 | 1.60342 | 38.03 |
| 30 | -44.999 | | | |
| 像面 | ∞ | | | |

各種データ

| | 無限遠 | 近距離 |
|---|---|---|
| ｆ | 293.991 | 249.891 |
| ＦＮＯ． | 3.794 | 3.213 |
| ２ω（画角） | 4.3 | |
| ＩＨ | 11.15 | 11.15 |
| ＦＢ | 38.733 | 38.733 |
| 全長 | 228.578 | 228.578 |
| d18 | 35.785 | 25.223 |
| d24 | 2.500 | 13.062 |

【０１９５】

数値実施例７

単位　ｍｍ

面データ

| 面番号 | r | d | nd | νd |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 210.940 | 7.500 | 1.49700 | 81.54 |
| 2 | -594.912 | 0.300 | | |
| 3 | 84.134 | 12.000 | 1.49700 | 81.54 |
| 4 | -376.138 | 0.500 | | |
| 5 | -435.916 | 3.500 | 1.88300 | 40.76 |
| 6 | 571.205 | 43.110 | | |
| 7（絞り） | ∞ | 0.000 | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 8 | 54.718 | 2.500 | 1.84020 | 33.38 |
| 9 | 35.511 | 9.240 | 1.49700 | 81.54 |
| 10 | 113.892 | 7.000 | | |
| 11 | ∞ | 3.500 | | |
| 12 | 204.348 | 5.980 | 1.80810 | 22.76 |
| 13 | -112.102 | 2.570 | 1.88300 | 40.76 |
| 14 | 50.433 | 15.000 | | |
| 15 | 55.276 | 5.390 | 1.49700 | 81.54 |
| 16 | -447.250 | 可変 | | |
| 17 | 80.000 | 2.000 | 1.54711 | 53.00 |
| 18 | 32.225 | 4.000 | 1.85818 | 27.52 |
| 19 | 36.616 | 5.209 | | |
| 20 | -570.008 | 1.000 | 1.49700 | 81.55 |
| 21 | 34.412 | 可変 | | |
| 22 | 77.042 | 4.500 | 1.49700 | 81.55 |
| 23 | -77.403 | | | |
| 像面 | ∞ | | | |

各種データ

| | 無限遠 | 近距離 |
|---|---|---|
| ｆ | 293.998 | 295.666 |
| ＦＮＯ． | 4.058 | 4.078 |
| ２ω（画角） | 4.3 | |
| ＩＨ | 11.15 | 11.15 |
| ＦＢ | 34.733 | 34.733 |
| 全長 | 223.578 | 223.578 |
| d16 | 2.000 | 9.109 |
| d21 | 52.046 | 44.937 |

【０１９６】

数値実施例８

単位　ｍｍ

面データ

| 面番号 | r | d | nd | νd |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 210.940 | 7.500 | 1.49700 | 81.54 |
| 2 | -594.912 | 0.300 | | |
| 3 | 84.134 | 12.000 | 1.49700 | 81.54 |
| 4 | -376.138 | 0.500 | | |
| 5 | -435.916 | 3.500 | 1.88300 | 40.76 |
| 6 | 571.205 | 43.110 | | |
| 7（絞り） | ∞ | 0.000 | | |
| 8 | 54.718 | 2.500 | 1.84020 | 33.38 |
| 9 | 35.511 | 9.240 | 1.49700 | 81.54 |
| 10 | 113.892 | 7.000 | | |
| 11 | ∞ | 可変 | | |
| 12 | 204.348 | 5.980 | 1.80810 | 22.76 |
| 13 | -112.102 | 2.570 | 1.88300 | 40.76 |
| 14 | 50.433 | 可変 | | |
| 15 | 55.276 | 5.390 | 1.49700 | 81.54 |
| 16 | -447.250 | 2.000 | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 17 | 80.000 | 2.000 | 1.54711 | 53.00 |
| 18 | 32.225 | 4.000 | 1.85818 | 27.52 |
| 19 | 36.616 | 5.209 | | |
| 20 | -570.008 | 1.000 | 1.49700 | 81.55 |
| 21 | 34.412 | 52.046 | | |
| 22 | 77.042 | 4.500 | 1.49700 | 81.55 |
| 23 | -77.403 | | | |
| 像面 | ∞ | | | |

各種データ

| | 無限遠 | 近距離 |
|---|---|---|
| f | 293.998 | 311.728 |
| ＦＮＯ. | 4.058 | 4.296 |
| ２ω（画角） | 4.3 | |
| ＩＨ | 11.15 | 11.15 |
| ＦＢ | 34.733 | 34.733 |
| 全長 | 223.578 | 223.578 |
| d11 | 3.500 | 13.720 |
| d14 | 15.000 | 4.780 |

【０１９７】

以上の実施例１～８の収差図をそれぞれ図５～図１２に示す。

これらの収差図において、（ａ）～（ｄ）は、無限遠物体合焦時、（ｅ）～（ｈ）は至近合焦時における、球面収差（ＳＡ）、非点収差（ＡＳ）、歪曲収差（ＤＴ）、倍率色収差（ＣＣ）を示す。

各図中、“ ＦＩＹ ”は像高を示す。

【０１９８】

次に、各実施例における条件式（１）～（６）（１０）の値を掲げる。

| 条件式 | 実施例１ | 実施例２ | 実施例３ | 実施例４ |
|---|---|---|---|---|
| (1) $\lvert f_{fo}/f \rvert$ | 0.19 | 0.16 | 0.16 | 0.19 |
| (2) $f_{R1}/f_{R3}$ | 2.83 | 0.84 | 2.42 | 2.83 |
| (3) $f_{R2}/f$ | 0.28 | 0.16 | 0.24 | 0.28 |
| (4) $\lvert MG_{ISback} \times (MG_{IS}-1) \rvert$ | 2 | 1.449 | 2.01 | 1.996 |
| (5) $\lvert (MG_{foback})^2 \times [(MG_{fo})^2-1] \rvert$ | 4.49 | 3.284 | 4.603 | 4.49 |
| (6) $f_{FA}/f_{fo}$ | -2.35 | -3.46 | -4.02 | -2.35 |
| (7) $\lvert f/r_{G2b} \rvert$ | 0.24 | 2.14 | 1.07 | 0.24 |
| (8) $\Phi_{fo}/\Phi_{La}$ | 0.82 | 0.83 | 0.90 | 1.10 |
| (9) $D_{sfo}/D_{LTL}$ | 0.030 | 0.026 | 0.037 | 0.030 |
| (10) $D_{sfo}/\phi_s$ | 0.25 | 0.25 | 0.34 | 0.25 |

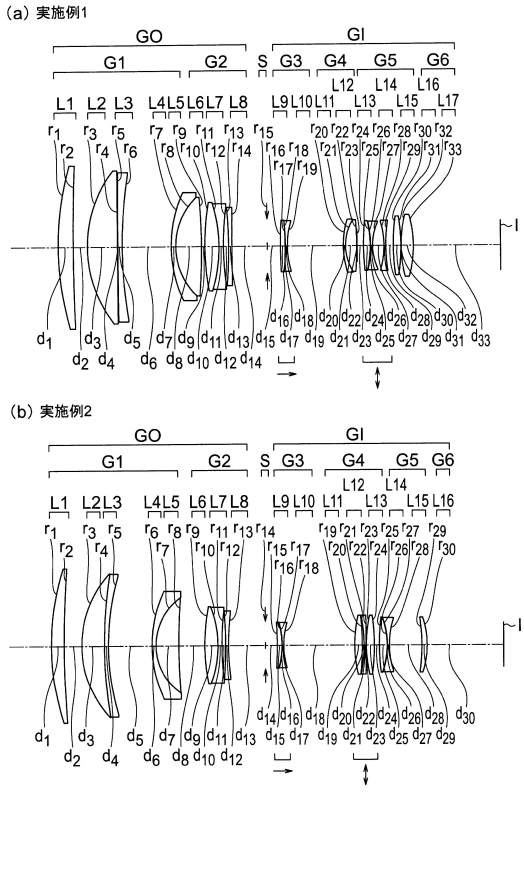
| 条件式 | 実施例５ | 実施例６ | 実施例７ | 実施例８ |
|---|---|---|---|---|
| (1) $\lvert f_{fo}/f \rvert$ | 0.20 | 0.16 | 0.16 | 0.24 |
| (2) $f_{R1}/f_{R3}$ | 1.24 | 0.84 | 1.52 | 1.52 |
| (3) $f_{R2}/f$ | 0.17 | 0.16 | 0.34 | 0.34 |
| (4) $\lvert MG_{ISback} \times (MG_{IS}-1) \rvert$ | 1.95 | 1.449 | 1.499 | 1.37 |
| (5) $\lvert (MG_{foback})^2 \times [(MG_{fo})^2-1] \rvert$ | 3 | 3.284 | 3.363 | 5.14 |
| (6) $f_{FA}/f_{fo}$ | -2.71 | -3.46 | -3.26 | -2.14 |
| (7) $\lvert f/r_{G2b} \rvert$ | 3.12 | 7.29 | 0.66 | 2.58 |
| (8) $\Phi_{fo}/\Phi_{La}$ | 0.90 | 1.08 | 0.85 | 1.04 |
| (9) $D_{sfo}/D_{LTL}$ | 0.138 | 0.198 | 0.238 | 0.099 |
| (10) $D_{sfo}/\phi_s$ | 1.27 | 1.88 | 1.21 | 0.51 |

【０１９９】
図１３は、電子撮像装置としての一眼ミラーレスカメラの断面図である。図１３において、一眼ミラーレスカメラ１の鏡筒内には撮影レンズ系２が配置される。マウント部３は、撮影レンズ系２を一眼ミラーレスカメラ１のボディに着脱可能とする。マウント部３としては、スクリュータイプのマウントやバヨネットタイプのマウント等が用いられる。この例では、バヨネットタイプのマウントを用いている。また、一眼ミラーレスカメラ１のボディには、撮像素子面４、バックモニタ５が配置されている。なお、撮像素子としては、小型のＣＣＤ又はＣＭＯＳ等が用いられている。
【０２００】
そして、一眼ミラーレスカメラ１の撮影レンズ系２として、例えば上記実施例１～８に示した本発明の結像レンズ系が用いられる。
【０２０１】
図１４、図１５は、本発明に係る撮像装置の構成の概念図を示す。図１４は撮像装置としてのデジタルカメラ４０の外観を示す前方斜視図、図１５は同後方斜視図である。このデジタルカメラ４０の撮影光学系４１に、本発明の結像レンズ系が用いられている。
【０２０２】
この実施形態のデジタルカメラ４０は、撮影用光路４２上に位置する撮影光学系４１、シャッターボタン４５、液晶表示モニター４７等を含み、デジタルカメラ４０の上部に配置されたシャッターボタン４５を押圧すると、それに連動して撮影光学系４１、例えば実施例１の結像レンズ系を通して撮影が行われる。撮影光学系４１によって形成された物体像が、結像面近傍に設けられた撮像素子（光電変換面）上に形成される。この撮像素子で受光された物体像は、処理手段によって電子画像としてカメラ背面に設けられた液晶表示モニター４７に表示される。また、撮影された電子画像は記録手段に記録することができる。
【０２０３】
図１６は、デジタルカメラ４０の主要部の内部回路を示すブロック図である。なお、以下の説明では、前述した処理手段は、例えばＣＤＳ／ＡＤＣ部２４、一時記憶メモリ１７、画像処理部１８等で構成され、記憶手段は、記憶媒体部１９等で構成される。
【０２０４】
図１６に示すように、デジタルカメラ４０は、操作部１２と、この操作部１２に接続された制御部１３と、この制御部１３の制御信号出力ポートにバス１４及び１５を介して接続された撮像駆動回路１６並びに一時記憶メモリ１７、画像処理部１８、記憶媒体部１９、表示部２０、及び設定情報記憶メモリ部２１を備えている。
【０２０５】
上記の一時記憶メモリ１７、画像処理部１８、記憶媒体部１９、表示部２０、及び設定情報記憶メモリ部２１は、バス２２を介して相互にデータの入力、出力が可能とされている。また、撮像駆動回路１６には、ＣＣＤ４９とＣＤＳ／ＡＤＣ部２４が接続されている。
【０２０６】
操作部１２は、各種の入力ボタンやスイッチを備え、これらを介して外部（カメラ使用者）から入力されるイベント情報を制御部１３に通知する。制御部１３は、例えばＣＰＵなどからなる中央演算処理装置であって、不図示のプログラムメモリを内蔵し、プログラムメモリに格納されているプログラムにしたがって、デジタルカメラ４０全体を制御する。
【０２０７】
ＣＣＤ４９は、撮像駆動回路１６により駆動制御され、撮像光学系４１を介して形成された物体像の画素ごとの光量を電気信号に変換し、ＣＤＳ／ＡＤＣ部２４に出力する撮像素子である。
【０２０８】
ＣＤＳ／ＡＤＣ部２４は、ＣＣＤ４９から入力する電気信号を増幅し、かつ、アナログ

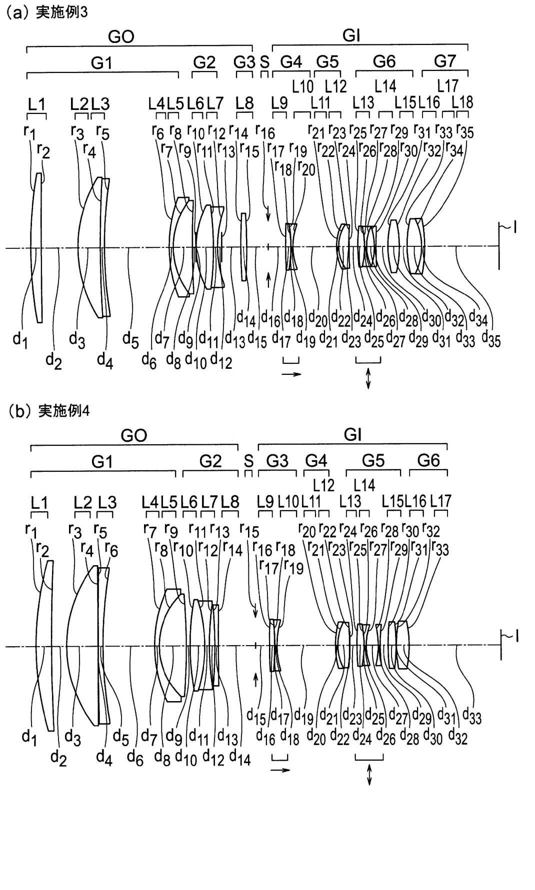
／デジタル変換を行って、この増幅とデジタル変換を行っただけの映像生データ（ベイヤーデータ、以下ＲＡＷデータという。）を一時記憶メモリ１７に出力する回路である。
【０２０９】
　一時記憶メモリ１７は、例えばＳＤＲＡＭ等からなるバッファであり、ＣＤＳ／ＡＤＣ部２４から出力されるＲＡＷデータを一時的に記憶するメモリ装置である。画像処理部１８は、一時記憶メモリ１７に記憶されたＲＡＷデータ又は記憶媒体部１９に記憶されているＲＡＷデータを読み出して、制御部１３にて指定された画質パラメータに基づいて歪曲収差補正を含む各種画像処理を電気的に行う回路である。
【０２１０】
　記憶媒体部１９は、例えばフラッシュメモリ等からなるカード型又はスティック型の記録媒体を着脱自在に装着して、これらのフラッシュメモリに、一時記憶メモリ１７から転送されるＲＡＷデータや画像処理部１８で画像処理された画像データを記録して保持する。
【０２１１】
　表示部２０は、液晶表示モニター４７などにて構成され、撮影したＲＡＷデータ、画像データや操作メニューなどを表示する。設定情報記憶メモリ部２１には、予め各種の画質パラメータが格納されているＲＯＭ部と、操作部１２の入力操作によってＲＯＭ部から読み出された画質パラメータを記憶するＲＡＭ部が備えられている。
【０２１２】
　このように構成されたデジタルカメラ４０は、撮影光学系４１として本発明の結像レンズ系を採用することで、高い結像性能を維持したままで、光学系全長の短縮化と小径化を容易にし、光学系全体の重量の軽量化とフォーカススピードの高速化が可能になるため、機動性に優れると共に、解像度の高い撮影が行える。なお、本発明の結像レンズ系は、クイックリターンミラーを持つタイプの撮像装置にも用いることができる。
【産業上の利用可能性】
【０２１３】
　以上のように、本発明は、光学系全長の短縮化と小径化を容易にし、機動性に優れると共に、収差が良好に補正された結像レンズ系及びそれを備えた撮像装置を提供することを目的とするものである。また、望遠域や超望遠域の画角を有する結像レンズ系及びそれを備えた撮像装置に適している。特に、本発明は、望遠レンズ・超望遠レンズに有用である。また、合焦レンズ群の軽量化によりフォーカスユニットの小型化と軽量化を可能にし、結像レンズ系全体の重量の軽量化とフォーカススピードを上げることを容易としていることから、機動性の優れた結像レンズ系に適している。
【符号の説明】
【０２１４】
Ｇ１…第１レンズ群
Ｇ２…第２レンズ群
Ｇ３…第３レンズ群
Ｇ４…第４レンズ群
Ｇ５…第５レンズ群
Ｇ６…第６レンズ群
Ｇ７…第７レンズ群
Ｓ…明るさ（開口）絞り
Ｉ…像面
１…一眼ミラーレスカメラ
２…撮影レンズ系
３…鏡筒のマウント部
４…撮像素子面
５…バックモニタ
１２…操作部

１３…制御部
１４、１５…バス
１６…撮像駆動回路
１７…一時記憶メモリ
１８…画像処理部
１９…記憶媒体部
２０…表示部
２１…設定情報記憶メモリ部
２２…バス
２４…ＣＤＳ／ＡＤＣ部
４０…デジタルカメラ
４１…撮影光学系
４２…撮影用光路
４５…シャッターボタン
４７…液晶表示モニター
４９…ＣＣＤ

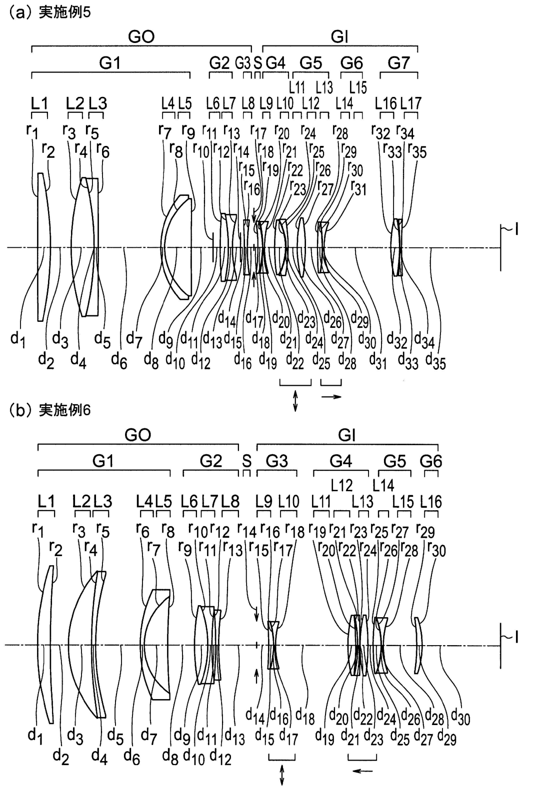
【図１】



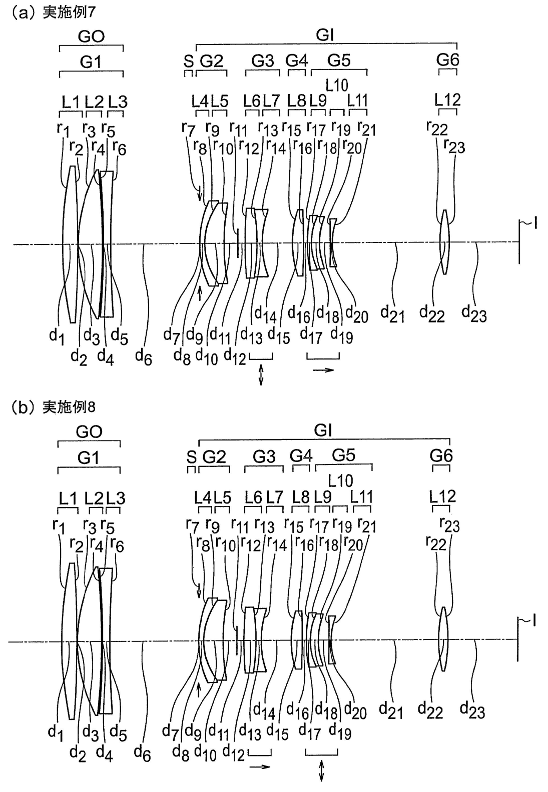

【図２】



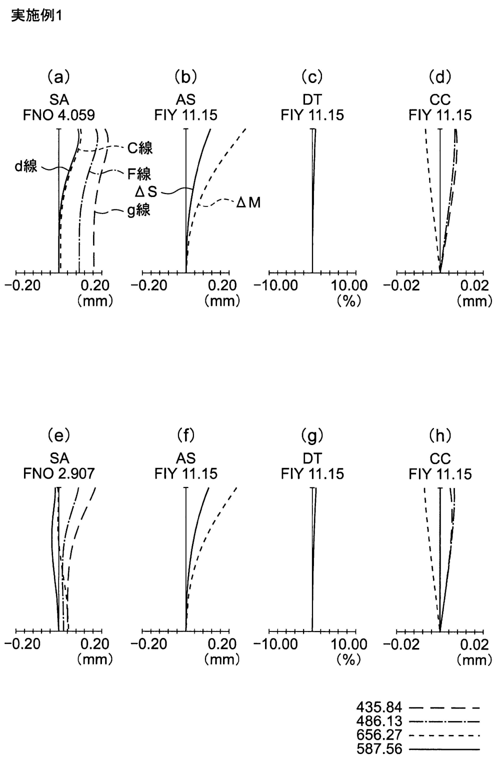
【図３】


(a) 実施例5
GO
GI
G1
G2 G3 S G4 G5 G6 G7
L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 L11 L12 L13 L14 L15 L16 L17
I
(b) 実施例6
GO
GI
G1
G2 S G3 G4 G5 G6
L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 L11 L12 L13 L14 L15 L16
I

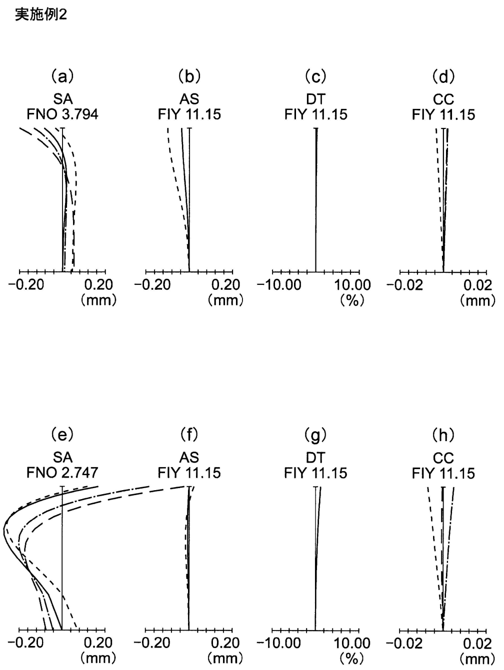
【図４】


(a) 実施例7
GO
GI
G1
S G2 G3 G4 G5 G6
L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 L11 L12
I
(b) 実施例8
GO
GI
G1
S G2 G3 G4 G5 G6
L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9 L10 L11 L12
I

【図５】

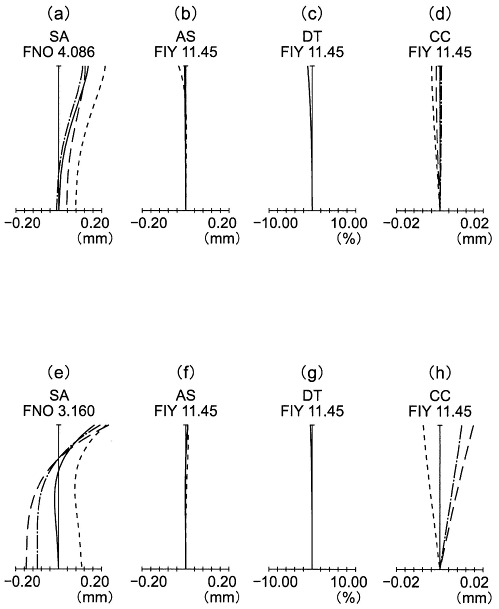

実施例1
(a) SA FNO 4.059
(b) AS FIY 11.15
(c) DT FIY 11.15
(d) CC FIY 11.15
d線
C線
F線
g線
ΔS
ΔM
(e) SA FNO 2.907
(f) AS FIY 11.15
(g) DT FIY 11.15
(h) CC FIY 11.15
−0.20 0.20 (mm)
−10.00 10.00 (%)
−0.02 0.02 (mm)
435.84
486.13
656.27
587.56

【図６】


実施例2
(a) SA FNO 3.794
(b) AS FIY 11.15
(c) DT FIY 11.15
(d) CC FIY 11.15
(e) SA FNO 2.747
(f) AS FIY 11.15
(g) DT FIY 11.15
(h) CC FIY 11.15
−0.20 0.20 (mm)
−10.00 10.00 (%)
−0.02 0.02 (mm)

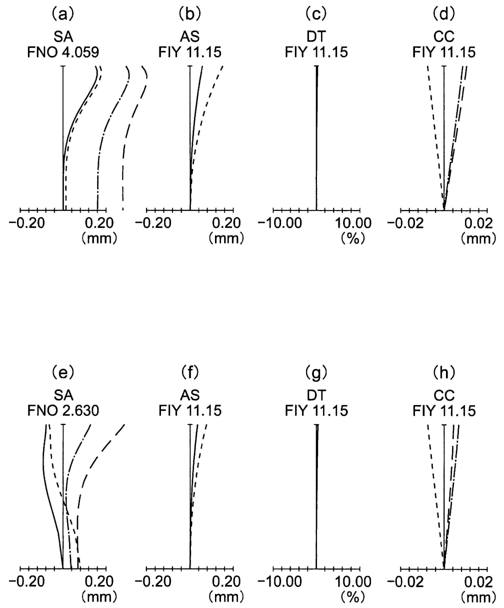
【図７】

実施例3



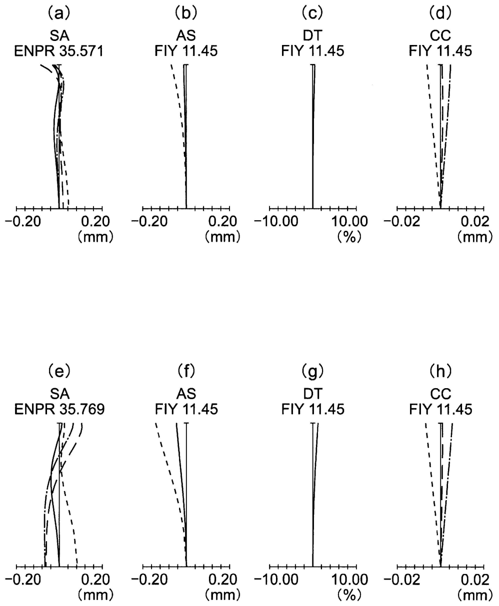

【図８】

実施例4



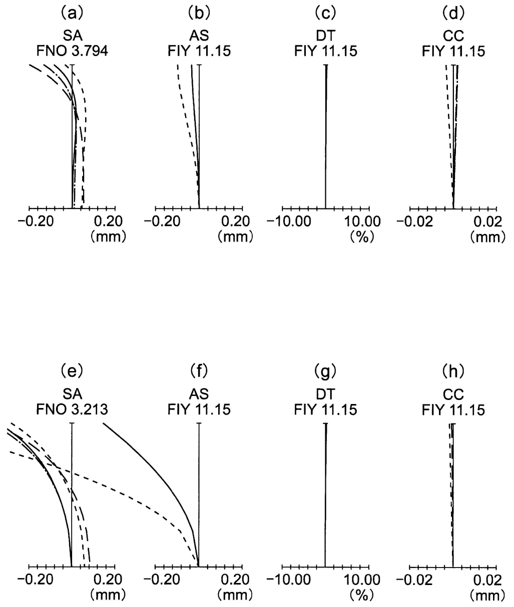

【図９】

実施例5

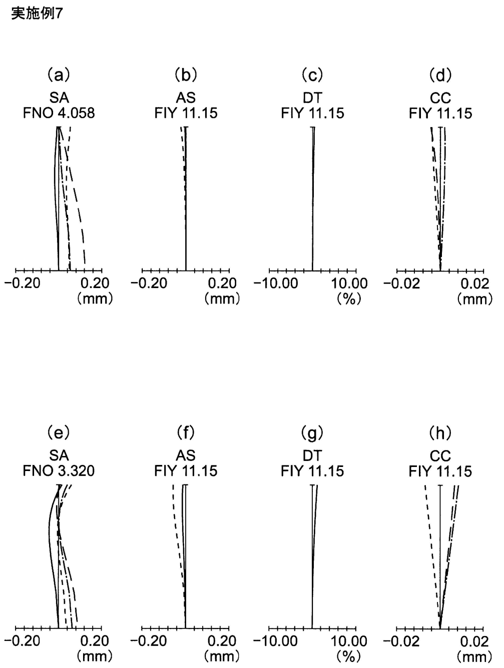



【図１０】

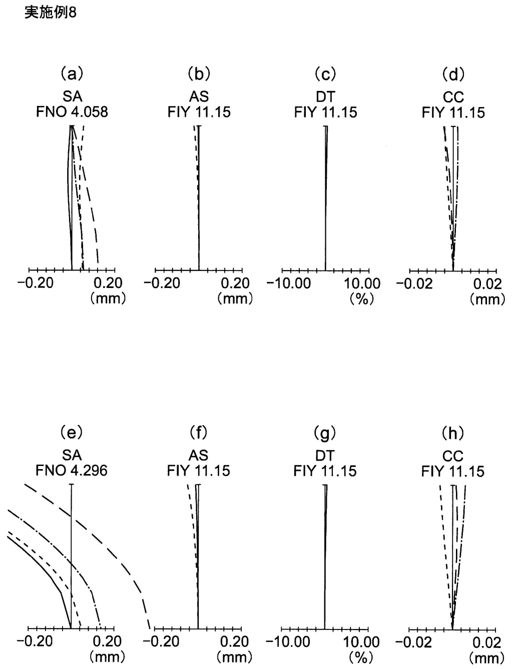
実施例6



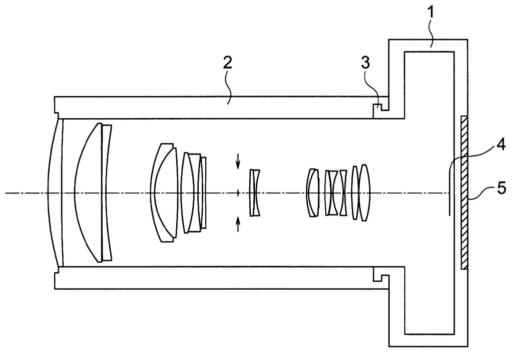
【図１１】



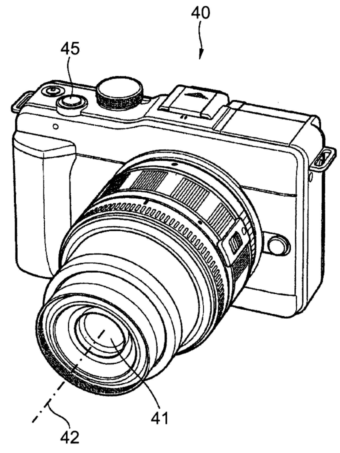

【図１２】



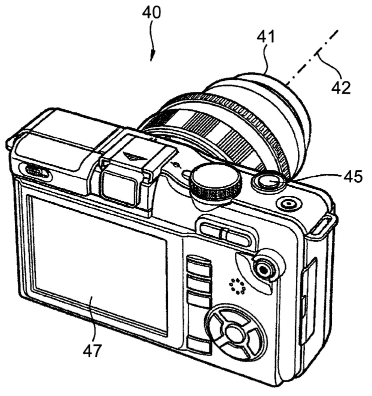

【図１３】



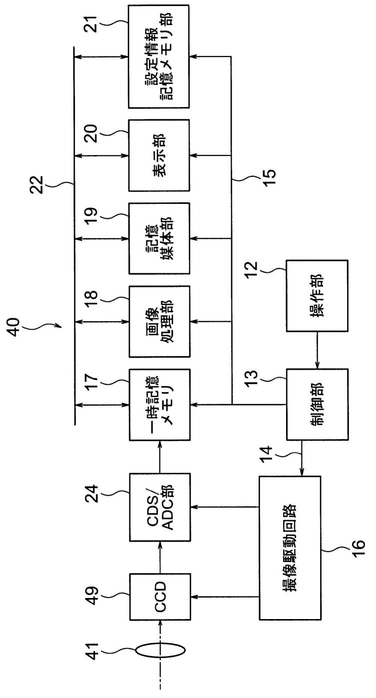

【図１４】



【図１５】


40
41
42
45
47

【図１６】


40
22
21
設定情報記憶メモリ部
20
表示部
19
記憶媒体部
18
画像処理部
17
一時記憶メモリ
24
CDS/ADC部
49
CCD
41
15
12
操作部
13
制御部
14
撮像駆動回路
16

フロントページの続き

(56)参考文献　特開２０１２－０５３４４４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－２４２５０５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－２１８２６７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－１８９６３７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－２３５２３８（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－０８９３５２（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－１６０６１７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－２１８０８８（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１１／０２４２５８（WO，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０２Ｂ　　９／００　－　１７／０８
Ｇ０２Ｂ　２１／０２　－　２１／０４
Ｇ０２Ｂ　２５／００　－　２５／０４