

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-207647

(P2017-207647A)

(43) 公開日 平成29年11月24日(2017.11.24)

| | | |
|-----------------------------|------------|-------------|
| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
| G02B 13/00 (2006.01) | G02B 13/00 | 2H087 |
| G02B 13/18 (2006.01) | G02B 13/18 | |

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2016-100252 (P2016-100252)
 (22) 出願日 平成28年5月19日 (2016.5.19)

(71) 出願人 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 行田 裕一
 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
 Fターム(参考) 2H087 KA02 KA03 LA01 MA07 NA07
 NA18 PA06 PA07 PA16 PA20
 PB09 PB10 QA02 QA03 QA07
 QA12 QA19 QA21 QA22 QA25
 QA34 QA37 QA41 QA42 QA45
 QA46 RA05 RA12 RA13 RA32
 RA44

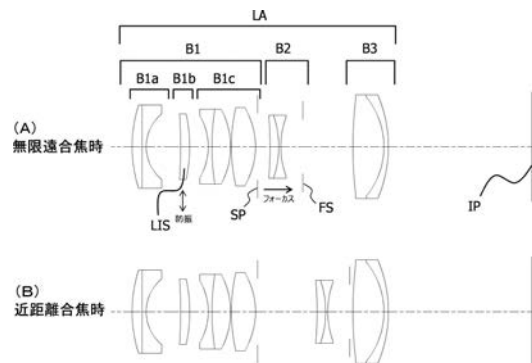
(54) 【発明の名称】 光学系およびそれを有する撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 迅速なフォーカスが容易で、全物体距離にわたり高い光学性能を有し、しかも像ぶれ補正に際しても高い光学性能を維持することが容易な光学系を得ること。

【解決手段】 物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群より構成され、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して、第2レンズ群が像側へ移動し、隣り合うレンズ群の間隔が変化する光学系であって、第1レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、像ぶれ補正に際して不動である負の屈折力の1A群と、像ぶれ補正に際して移動する正の屈折力の1B群と、像ぶれ補正に際して不動の1C群より構成され、無限遠に合焦しているときにおける第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から像面までの距離をDL、無限遠に合焦しているときにおける1B群の最も物体側のレンズ面から像面までの距離をDBを各々適切に設定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群より構成され、

無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して、前記第 2 レンズ群が像側へ移動し、隣り合うレンズ群の間隔が変化する光学系であって、

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、像ぶれ補正に際して不動である負の屈折力の 1 A 群と、像ぶれ補正に際して移動する正の屈折力の 1 B 群と、像ぶれ補正に際して不動の 1 C 群より構成され、

無限遠に合焦しているときにおける前記第 1 レンズ群の最も物体側のレンズ面から像面までの距離を D_L 、無限遠に合焦しているときにおける前記 1 B 群の最も物体側のレンズ面から像面までの距離を D_B とするとき、

$$0.78 < D_B / D_L < 0.95$$

なる条件式を満たすことを特徴とする光学系。

【請求項 2】

前記光学系の焦点距離を f 、前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とするとき、

$$0.2 < f_3 / f < 5.0$$

なる条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の光学系。

【請求項 3】

前記 1 C 群は、正の屈折力を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光学系。

【請求項 4】

前記光学系の焦点距離を f 、前記 1 C 群の焦点距離を f_{1C} とするとき、

$$0.1 < f_{1C} / f < 3.0$$

なる条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の光学系。

【請求項 5】

前記光学系の焦点距離を f 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき、

$$0.1 < |f_2| / f < 3.0$$

なる条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の光学系。

【請求項 6】

無限遠に合焦しているときにおける前記第 2 レンズ群の横倍率を β_2 、無限遠に合焦しているときにおける前記第 3 レンズ群の横倍率を β_3 とするとき、

$$|(1 - \beta_2^2) \times (\beta_3^2)| > 2.0$$

なる条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の光学系。

【請求項 7】

前記 1 B 群は、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ L I S を有することを特徴とする、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の光学系。

【請求項 8】

前記 1 B 群は、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズ L I S より構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の光学系。

【請求項 9】

前記正レンズ L I S の材料の屈折率を $N_{d_L I S}$ とするとき、

$$N_{d_L I S} > 1.70$$

なる条件式を満たすことを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の光学系。

【請求項 10】

最至近距離物体に合焦しているときにおける全系の横倍率を β とするとき、

$$-\beta > 0.49$$

なる条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の光学系。

【請求項 11】

フォーカシングに際して、前記第 1 レンズ群は不動であることを特徴とする請求項 1 乃至 10

10

20

30

40

50

至 10 のいずれか 1 項に記載の光学系。

【請求項 12】

フォーカシングに際して、前記第 3 レンズ群は不動であることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の光学系。

【請求項 13】

前記第 2 レンズ群は、正レンズと負レンズを接合した接合レンズより構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の光学系。

【請求項 14】

前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間に開口絞りを有することを特徴とする請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の光学系。

10

【請求項 15】

前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間に、開口径が一定又は可変のフレアカット絞りを有することを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の光学系。

【請求項 16】

請求項 1 乃至 15 のいずれか 1 項に記載の光学系と、前記光学系によって形成された像を受光する撮像素子を有す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、光学系及びそれを有する撮像装置に関し、特にスチルカメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラそして監視用カメラ等の撮像装置に用いる撮像光学系として好適なものである。

20

【背景技術】

【0002】

近年、撮像装置は装置全体が小型化されている。そしてそれに用いる撮像光学系としてレンズ全長が短く、全系が小型であることが要求されている。更に高速な自動焦点が行えるようなフォーカシング方式を用いた撮像光学系であることが要望されている。

【0003】

一般に撮像光学系におけるフォーカシング方式としては撮像光学系全体を移動させる方式や、撮像光学系の一部のレンズ系を移動させたりする方式がある。これらの方式のうち、撮像光学系の中間レンズ群でフォーカシングを行う所謂インナーフォーカス方式が知られている。このインナーフォーカス方式は、撮像光学系全系を移動させるフォーカシング方式に対して、フォーカシングレンズ群の移動量を少なくすることができ、また、フォーカシングレンズ群の小型化と軽量化が容易であるという特徴がある。

30

【0004】

従来、物体側より像側へ順に、正、負、正の屈折力の第 1 レンズ群乃至第 3 レンズ群よりなり、フォーカシングに際して第 2 レンズ群を移動させたインナーフォーカス式を用いた 3 群構成の撮像光学系（特許文献 1）が知られている。一方で、撮像倍率の高いレンズ（いわゆるマクロレンズ）においては、被写界深度が浅く（小さく）なる。このため、開口絞りの開口径を絞ることで実効的な F ナンバーを大きくして撮像を行うことが一般的である。

40

【0005】

そのため、マクロレンズではシャッタースピードを遅くする必要がある。このため、撮像時に手ブレ等があると像ブレが生じ、画質が劣化する。従来から、手ブレ等に起因した画像の劣化を防止する目的で、露光中に光学系の中の一部のレンズ群（像ぶれ補正レンズ群）（防振レンズ群）を光軸に対して垂直方向に偏芯させて、画像のブレ（像ぶれ）を補正する防振機能を有する撮像光学系が知られている。

【0006】

従来、前群、開口絞り、後群よりなり、前群を構成する一部の正の屈折力のレンズ群で像ぶれ補正を行い、後群を構成する一部の正の屈折力のレンズ群又は負の屈折力のレンズ

50

群でフォーカシングを行った撮影レンズが知られている（特許文献２）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【特許文献１】特開２０１２－２４２４７２号公報

【特許文献２】特開２０１３－８８７１８号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

インナーフォーカス方式では比較的、小型軽量のレンズ群でフォーカシングすることができ、迅速なるフォーカシングが容易である。また撮像可能な最短撮像距離が短い等の特徴がある。しかしながら一般に光学系全体を移動させるフォーカス方式に対し、インナーフォーカス方式では、フォーカスレンズ群を移動させたときの収差変動が大きくなり、物体距離全域にわたり良好に収差補正を行うことが困難になってくる。

10

【０００９】

一方、像ぶれ補正に際して、光学系の一部のレンズ群を像ぶれ補正レンズ群として光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させる方式は、像ぶれ補正の際に偏心収差が多く発生して、高い光学性能を維持するのが困難になってくる。

【００１０】

前述したインナーフォーカス式を用いた３群構成の撮像光学系においてフォーカシングに際しての収差変動が少なく、像ぶれ補正に際して高い光学性能を維持するには各レンズ群のレンズ構成や各レンズ群の屈折力等を適切に設定することが重要になってくる。例えば、第１レンズ群のレンズ構成や第２レンズ群や第３レンズ群の屈折力等を適切に設定することが重要になってくる。

20

【００１１】

本発明は、迅速なフォーカスが容易で、全物体距離にわたり高い光学性能を有し、しかも像ぶれ補正に際しても高い光学性能を維持することが容易な光学系及びそれを有する撮像装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１２】

本発明の光学系は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第１レンズ群、負の屈折力の第２レンズ群、正の屈折力の第３レンズ群より構成され、

30

無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して、前記第２レンズ群が像側へ移動し、隣り合うレンズ群の間隔が変化する光学系であって、

前記第１レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、像ぶれ補正に際して不動である負の屈折力の１Ａ群と、像ぶれ補正に際して移動する正の屈折力の１Ｂ群と、像ぶれ補正に際して不動の１Ｃ群より構成され、

無限遠に合焦しているときにおける前記第１レンズ群の最も物体側のレンズ面から像面までの距離をＤＬ、無限遠に合焦しているときにおける前記１Ｂ群の最も物体側のレンズ面から像面までの距離をＤＢとするとき、

40

$0.78 < DB / DL < 0.95$

なる条件式を満たすことを特徴としている。

【発明の効果】

【００１３】

本発明によれば、迅速なフォーカスが容易で、全物体距離にわたり高い光学性能を有し、しかも像ぶれ補正に際しても高い光学性能を維持することが容易な光学系が得られる。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】実施例１のレンズ断面図

【図２】（Ａ）、（Ｂ） 実施例１の無限遠合焦時および近距離合焦時の縦収差図

50

【図 3】(A)、(B) 実施例 1 の無限遠合焦時および近距離合焦時の横収差図

【図 4】(A)、(B) 実施例 1 の無限遠合焦時および近距離合焦時の防振時における横収差図

【図 5】実施例 2 のレンズ断面図

【図 6】(A)、(B) 実施例 2 の無限遠合焦時および近距離合焦時の縦収差図

【図 7】(A)、(B) 実施例 2 の無限遠合焦時および近距離合焦時の横収差図

【図 8】(A)、(B) 実施例 2 の無限遠合焦時および近距離合焦時の防振時における横収差図

【図 9】実施例 3 のレンズ断面図

【図 10】(A)、(B) 実施例 3 の無限遠合焦時および近距離合焦時の縦収差図 10

【図 11】(A)、(B) 実施例 3 の無限遠合焦時および近距離合焦時の横収差図

【図 12】(A)、(B) 実施例 3 の無限遠合焦時および近距離合焦時の防振時における横収差図

【図 13】実施例 4 のレンズ断面図

【図 14】(A)、(B) 実施例 4 の無限遠合焦時および近距離合焦時の縦収差図

【図 15】(A)、(B) 実施例 4 の無限遠合焦時および近距離合焦時の横収差図

【図 16】(A)、(B) 実施例 4 の無限遠合焦時および近距離合焦時の防振時における横収差図

【図 17】実施例 5 のレンズ断面図

【図 18】(A)、(B) 実施例 5 の無限遠合焦時および近距離合焦時の縦収差図 20

【図 19】(A)、(B) 実施例 5 の無限遠合焦時および近距離合焦時の横収差図

【図 20】(A)、(B) 実施例 5 の無限遠合焦時および近距離合焦時の防振時における横収差図

【図 21】本発明の撮像装置の要部概略図

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の光学系およびそれを有する撮像装置について説明する。本発明の光学系は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群より構成される。無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して、第 2 レンズ群が像側へ移動し、隣り合うレンズ群の間隔が変化する。ここでレンズ群とは、フォーカシングに際して一体的に移動するレンズ要素であって、1 枚以上のレンズを有していればよく、複数枚のレンズを有していなくてもよい。

【0016】

図 1 (A)、(B) は本発明の実施例 1 の光学系の無限遠に合焦時（無限遠フォーカス時）と近距離に合焦時（近距離フォーカス時）のレンズ断面図である。図 2 (A)、(B) は、実施例 1 の像ぶれ補正を行わない非防振時における無限遠に合焦時と、至近距離に合焦時における縦収差図である。図 3 (A)、(B) は、実施例 1 の非防振時における無限遠に合焦時と至近距離に合焦時における横収差図である。

【0017】

図 4 (A)、(B) は、実施例 1 の画面中心の入射光の角度が 0 . 4 度変化した際に、結像位置の変化を補正するように像ぶれ補正レンズ群を偏芯（即ち、像ぶれ補正）した際の、無限遠に合焦時と、至近距離に合焦時における横収差図である。実施例 1 は撮像画角 4 1 . 4 6 度、F ナンバー 2 . 9 2 の光学系である。尚、ここで至近距離とは撮像倍率 - 1 . 0 0 のときである。これは以下全て同じである。

【0018】

図 5 (A)、(B) は本発明の実施例 2 の光学系の無限遠に合焦時と近距離に合焦時のレンズ断面図である。図 6 (A)、(B) は、実施例 2 の像ぶれ補正を行わない非防振時における無限遠に合焦時と、至近距離に合焦時における縦収差図である。図 7 (A)、(B) は、実施例 2 の非防振時における無限遠に合焦時と至近距離に合焦時における横収差図である。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

図 8 (A)、(B) は、実施例 2 の画面中心の入射光の角度が 0 . 4 度変化した際に、結像位置の変化を補正するように像ぶれ補正レンズ群を偏芯した際の、無限遠に合焦時と、至近距離に合焦時における横収差図である。実施例 2 は撮像画角 3 8 . 6 度、F ナンバー 3 . 6 0 の光学系である。

【 0 0 2 0 】

図 9 (A)、(B) は本発明の実施例 3 の光学系の無限遠に合焦時と近距離に合焦時のレンズ断面図である。図 1 0 (A)、(B) は、実施例 3 の像ぶれ補正を行わない非防振時における無限遠に合焦時と、至近距離に合焦時における縦収差図である。図 1 1 (A)、(B) は、実施例 3 の非防振時における無限遠に合焦時と至近距離に合焦時における横収差図である。

10

【 0 0 2 1 】

図 1 2 (A)、(B) は、実施例 3 の画面中心の入射光の角度が 0 . 4 度変化した際に、結像位置の変化を補正するように像ぶれ補正レンズ群を偏芯した際の、無限遠に合焦時と、至近距離に合焦時における横収差図である。実施例 3 は撮像画角 3 1 . 7 8 度、F ナンバー 3 . 6 0 の光学系である。

【 0 0 2 2 】

図 1 3 (A)、(B) は本発明の実施例 4 の光学系の無限遠に合焦時と近距離に合焦時のレンズ断面図である。図 1 4 (A)、(B) は、実施例 4 の像ぶれ補正を行わない非防振時における無限遠に合焦時と、至近距離に合焦時における縦収差図である。図 1 5 (A)、(B) は、実施例 4 の非防振時における無限遠に合焦時と至近距離に合焦時における横収差図である。

20

【 0 0 2 3 】

図 1 6 (A)、(B) は、実施例 4 の画面中心の入射光の角度が 0 . 4 度変化した際に、結像位置の変化を補正するように像ぶれ補正レンズ群を偏芯した際の、無限遠に合焦時と、至近距離に合焦時における横収差図である。実施例 4 は撮像画角 4 2 . 4 8 度、F ナンバー 2 . 9 1 の光学系である。

【 0 0 2 4 】

図 1 7 (A)、(B) は本発明の実施例 5 の光学系の無限遠に合焦時と近距離に合焦時のレンズ断面図である。図 1 8 (A)、(B) は、実施例 5 の像ぶれ補正を行わない非防振時における無限遠に合焦時と、至近距離に合焦時における縦収差図である。図 1 9 (A)、(B) は、実施例 5 の非防振時における無限遠に合焦時と至近距離に合焦時における横収差図である。

30

【 0 0 2 5 】

図 2 0 (A)、(B) は、実施例 5 の画面中心の入射光の角度が 0 . 4 度変化した際に、結像位置の変化を補正するように像ぶれ補正レンズ群を偏芯した際の、無限遠に合焦時と、至近距離に合焦時における横収差図である。実施例 5 は撮像画角 4 9 . 7 度、F ナンバー 2 . 9 0 の光学系である。図 2 1 は本発明の撮像装置の要部概略図である。

【 0 0 2 6 】

各実施例の光学系は、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、監視カメラ、銀塩フィルムカメラなどの撮像装置に用いられる撮像レンズ系である。なお、各実施例の光学系は投射装置（プロジェクタ）用の投射光学系として用いることもできる。レンズ断面図において、左方が物体側（前方）で、右方が像側（後方）である。

40

【 0 0 2 7 】

L A は光学系であり、物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第 1 レンズ群 B 1、負の屈折力の第 2 レンズ群 B 2、正の屈折力の第 3 レンズ群 B 3 より成っている。第 1 レンズ群 B 1 は、物体側から像側へ順に配置された、像ぶれ補正（防振）に際して不動である負の屈折力の 1 A 群 B 1 a と、像ぶれ補正に際して移動する正の屈折力の 1 B 群 B 1 b と、像ぶれ補正に際して不動の 1 C 群 B 1 c より構成されている。

【 0 0 2 8 】

50

S Pは開放Fナンバー (F n o) の光束を決定 (制限) する開口絞りであり、第1レンズ群 B 1 と第2レンズ群 B 2 の間に配置されている。撮像時にFナンバーを調整 (変更) するため、開口絞り S P の径は電気的もしくはメカ的に可変である。F S はフレアカット絞りであり、第2レンズ群 B 2 と第3レンズ群 B 3 の間に配置されている。フレアカット絞り F S は、フレアおよびゴーストを防ぐための絞りであり、開口径は固定である。フレアカット絞り F S は第2レンズ群 B 2 と同一の軌跡で移動する。

【 0 0 2 9 】

I P は像面であり、ビデオカメラやデジタルスチルカメラの撮像光学系として使用する際には C C D センサや C M O S センサ等の固体撮像素子 (光電変換素子) の撮像面が置かれる。また、銀塩フィルム用カメラの撮影光学系として使用する際にはフィルム面に相当する感光面が置かれている。フォーカスに関する矢印は無遠から至近距離へのフォーカシングに際してのレンズ群の移動方向を示している。

10

【 0 0 3 0 】

各実施例の収差図において F n o は F ナンバー、 θ は半画角 (度) であり、近軸光線による撮像画角である。球面収差図において、d は d 線 (波長 5 8 7 . 6 n m) 、g は g 線 (波長 4 3 5 . 8 n m) である。非点収差図において S は d 線におけるサジタル像面、M は d 線におけるメリディオナル像面である。歪曲収差は d 線について示している。倍率色収差図において g は g 線である。

【 0 0 3 1 】

本発明の光学系 L A は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群 B 1 と、負の屈折力の第2レンズ群 B 2 と、正の屈折力の第3レンズ群 B 3 より構成される。第2レンズ群 B 2 でフォーカシングを行う。第2レンズ群 B 2 の物体側と像側へ、それぞれ正の屈折力のレンズ群を配置することで、第2レンズ群のレンズ有効径を小さくしている。また、こうした屈折力配置をとることで、無限遠に合焦時から近距離に合焦時の際に第2レンズ群 B 2 が移動する距離も小さくするようにしている。

20

【 0 0 3 2 】

さらに、第1レンズ群 B 1 は物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の 1 A 群 B 1 a と、正の屈折力の 1 B 群 B 1 b と、1 C 群 B 1 c とを有している。1 B 群 B 1 b は光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動して像ぶれ補正、即ち防振を行う像ぶれ補正レンズ群 (防振レンズ群) である。

30

【 0 0 3 3 】

1 A 群 B 1 a が負の屈折力を有することで、光学系の入射瞳を短くして、結果として 1 B 群 B 1 b のレンズ有効径、すなわち像ぶれ補正レンズ群のレンズ有効径を小さくしている。また、正の屈折力の 1 B 群 B 1 b で像ぶれ補正することで、像ぶれ補正時における画面周辺の光学性能を良好に維持している。

【 0 0 3 4 】

光学系 L A を、物体側から像側へ順に、正、負、正の屈折力のレンズ群配置であって、負の屈折力の第2レンズ群 B 2 でフォーカシングを行うことで、全系の小型化を図っている。更に、正の屈折力の第1レンズ群 B 1 が 1 A 群 B 1 a 、1 B 群 B 1 b 、1 C 群 B 1 c の部分群を有し、正の屈折力の 1 B 群 B 1 b で像ぶれ補正する。これにより、光学系の小型化を図りつつ、像ぶれ補正を行わないときと像ぶれ補正をするとき (非防振時・防振時) の光学性能を良好に補正している。

40

【 0 0 3 5 】

尚、フォーカシングに際して第1レンズ群 B 1 と第3レンズ群 B 3 は不動である。第2レンズ群 B 2 は正レンズと負レンズを接合した接合レンズよりなり、これによってフォーカシングに際しての色収差の変動を軽減している。無限遠に合焦しているときにおける第1レンズ群 B 1 の最も物体側のレンズ面から像面までの距離 (レンズ全長) を D L とする。無限遠に合焦しているときにおける 1 B 群 B 1 b の最も物体側のレンズ面から像面までの距離を D B とする。

【 0 0 3 6 】

50

このとき、

$$0.78 < DB / DL < 0.95 \quad \dots (1)$$

なる条件式を満たす。なお、最終レンズの像側に実質的に屈折力を有さない光学部材、たとえばカバーガラスやローパスフィルタ等が配置されているときは、それらの空気換算長を用いる。同様に、1B群B1bの物体側のレンズ面から像面までの距離についても、ローパスフィルタ等の屈折力を有さない部材が配置されているときは、それらの空気換算長を用いる。

【0037】

条件式(1)は、1B群B1b(像ぶれ補正レンズ群)の光軸上の位置を規定する式である。条件式(1)の下限値を下回ると、1B群B1bは、より像側に近い位置に配置される。こうした光学配置では、像ぶれ補正時の光学性能を良好に維持することは容易であるが、1B群B1bの有効径が大きくなってしまい、光学系の小型化が困難となる。

10

【0038】

また、条件式(1)の上限値を上回ると、1B群B1bが物体側に近づきすぎてしまい、1B群B1bの有効径が軸外光で決定されるため、有効径が大きくなってしまう。加えて、1B群B1bを通過する際の軸外光束の入射高の絶対値も大きくなるため、像ぶれ補正時(防振時)に軸外収差(特に像面湾曲や歪曲収差)が多く発生しやすく、像ぶれ補正時の光学性能を良好に維持することが困難になってしまう。条件式(1)を満たすことで、像ぶれ補正時の光学性能を良好に維持しつつ、全系の小型化を容易にしている。

【0039】

以上のように本発明によれば、各レンズ群の配置を適切にし、条件式(1)を満たすことにより、優れた画質を有しながらも全系が小型である光学系を得ることができる。

20

【0040】

本発明において、更に好ましくは次の条件式を1つ満足するのが良い。光学系LAの焦点距離をf、第3レンズ群B3の焦点距離をf3とする。1C群B1cは、正の屈折力を有する。1C群B1cの焦点距離をf1cとする。第2レンズ群B2の焦点距離をf2とする。無限遠に合焦しているときにおける第2レンズ群B2の横倍率を2、無限遠に合焦しているときにおける第3レンズ群B3の横倍率を3とする。1B群B1bは、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズLISを有する。

【0041】

好ましくは1B群B1bは、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズLISより構成されるのが良い。正レンズLISの材料の屈折率をNd_LISとする。最至近距離物体に合焦しているときにおける全系の横倍率をとする。但し、最至近距離物体とは撮像倍率-1aのときである。

30

【0042】

このとき次の条件式のうち1つ以上を満足するのが良い。

$$0.2 < f3 / f < 5.0 \quad \dots (2)$$

$$0.1 < f1c / f < 3.0 \quad \dots (3)$$

$$0.1 < |f2| / f < 3.0 \quad \dots (4)$$

$$|(1 - 2^2) \times (3^2)| > 2.0 \quad \dots (5)$$

$$Nd_LIS > 1.70 \quad \dots (6)$$

$$- > 0.49 \quad \dots (7)$$

40

【0043】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。条件式(2)は、第3レンズ群B3の正の屈折力を規定する。条件式(2)の上限値を上回ると、第3レンズ群B3の正の屈折力が弱すぎてフォーカスレンズ群である第2レンズ群B2の小型化が困難になる。また、条件式(2)の下限値を下回ると、第2レンズ群B2の小型化は容易になるが、第3レンズ群B3の正の屈折力が強くなりすぎてしまい、フォーカシングに際してコマ収差や非点隔差が増大する。そしてこれらの諸収差のフォーカシングに際しての変動を抑えるのが困難になる。

50

【0044】

条件式(2)を満たすことで、全系の光学系を図りつつ、高い光学性能の確保が容易になる。また、本発明の光学系において、第1レンズ群B1内の部分レンズ群である1C群B1cが正の屈折力を有することで、負の屈折力の1A群B1aで発生する球面収差やコマ収差を補正することが容易となり、優れた光学性能を得ることができる。

【0045】

条件式(3)は、1CレンズB1cの正の屈折力を規定する。条件式(3)の上限値を上回ると、1CレンズB1cの正の屈折力が弱すぎて、第1レンズ群B1全体での屈折力を維持するためには1B群B1bの正の屈折力を強くせざるをえない。1B群B1bの正の屈折力を強くすると、防振敏感度を大きくすることは容易になるが、像ぶれ補正時の光学性能を良好に維持することが困難になる。ここで、防振敏感度とは、像ぶれ補正用の1B群B1bの光軸と垂直方向の移動量に対する、像高0mm(画面中心)に結像する光線の入射側の主光線の角度変化を意味する。

10

【0046】

また、条件式(3)の下限値を下回ると、1C群B1cの正の屈折力が強くなりすぎる。本発明の光学系においては、軸上光束は1C群B1c内で最も高い位置を通過するため、1C群B1cで球面収差が多く発生するという特徴がある。そのため、1C群B1cの正の屈折力が強すぎると、球面収差が増加し、フォーカシングに際して球面収差の変動も大きくなってしまい、物体距離全域での高い光学性能を得るのが困難になる。従って、条件式(3)を満たすことで、像ぶれ補正時及び像ぶれ補正しないとき(非防振時および防振時)の光学性能を良好に維持するのが容易になる。

20

【0047】

条件式(4)は、第2レンズ群B2の負の屈折力を規定する。条件式(4)の上限値を上回ると、第2レンズ群B2の負の屈折力が弱すぎて無限遠から近距離へのフォーカシングに際して第2レンズ群B2の移動距離が大きくなってしまい、光学系の小型化が困難になる。

【0048】

また、条件式(4)の下限値を下回ると、第2レンズ群B2の負の屈折力が強くなりすぎ、倍率色収差や歪曲収差が増大し、これらの諸収差のフォーカシングに際しての変動が大きくなってしまい、物体距離全域での高い光学性能を得るのが困難になる。条件式(4)を満たすことで、光学系の小型化および全物体距離において高い光学性能を得るのが容易になる。

30

【0049】

条件式(5)は、第2レンズ群B2のフォーカス敏感度(フォーカスレンズ群が光軸方向に単位量移動した際の、像面位置の移動量の比)を規定する。第3レンズ群B3を有する光学系における第2レンズ群B2のフォーカス敏感度は、

$$|(1 - 2^2) \times (3^2)|$$

で表される。条件式(5)の下限値を下回ると、フォーカス敏感度が低くなる。そのため、近距離の撮像の際のフォーカスレンズ群の移動距離が大きくなってしまい、光学系の小型化が困難になる。従って、条件式(5)を満たすことで、光学系の小型化が容易になる

40

【0050】

条件式(6)は、1B群B1b(像ぶれ補正レンズ群)に含まれる正レンズLISの材料の屈折率を規定する。条件式(6)の下限値を下回ると、像ぶれ補正時に発生する(変化する)像面湾曲や非点隔差を小さくすることが困難になる。加えて、同じ屈折力を有するために必要なレンズの厚さ(中心肉厚)が厚くなってしまい、レンズの軽量化が困難になる。条件式(6)を満たすことで、レンズの小型化および像ぶれ補正時の光学性能を良好に維持するのが容易になる。

【0051】

条件式(7)は、近距離に合焦しているときの像倍率の絶対値(いわゆる最大撮影倍率

50

)を規定する。この条件式(7)の下限値を下回ると、マクロレンズとしての効果の発揮が困難となる。また、本発明においては、1B群B1b(即ち像ぶれ補正レンズ群)に含まれる正レンズLISは、物体側に凹面を向けたメニスカス形状であることが好ましい。

【0052】

正レンズLISが両凸形状であったり、物体側に凸面を向けたメニスカス形状であったりすると、像ぶれ補正時にコマ収差が多く発生し、コマ収差の発生を抑えることが困難と成ってしまうため好ましくない。従って、正レンズLISが物体側に凹面を向けたメニスカス形状であることで、像ぶれ補正時の光学性能を良好に維持するのが容易になる。

【0053】

更に、本発明においては、1B群B1bは1枚のレンズ(即ち、レンズLISのみ)で構成されることが好ましい。1B群B1bが2枚以上のレンズで構成されると、1B群B1bが重量化・大型化してしまい、光学系の小型化が困難になる。

【0054】

また、本発明においては、フォーカシングに際して、第1レンズ群B1が不動であることが好ましい。フォーカシング時に第2レンズ群B2だけでなく第1レンズ群B1も駆動させると、物体距離変動時の光学性能の確保の点では優位である。しかしながら、第2レンズ群B2に対して有効径が大型で重量も重い第1レンズ群B1を移動させるための駆動機構が新たに必要となり、光学系の小型化が困難になる。

【0055】

同様に、本発明においては、フォーカシングに際して、第3レンズ群B3が不動であることが好ましい。フォーカシング時に第2レンズ群B2だけでなく第3レンズ群B3も駆動させると、物体距離変動時の光学性能の確保の点では優位である。しかしながら、第2レンズ群B2に対して有効径が大型で重量も重い第3レンズ群B3を移動させるための駆動機構が新たに必要となり、光学系の小型化が困難になる。

【0056】

以上のように本発明によれば、優れた画質を有しながらも全系が小型である、防振機能付き光学系を得ることができる。

【0057】

更に好ましくは条件式(1)乃至(7)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

- 0.80 < DB / DL < 0.93 . . . (1a)
- 0.7 < f3 / f < 3.0 . . . (2a)
- 0.3 < f1C / f < 1.0 . . . (3a)
- 0.4 < f2 / f < 1.5 . . . (4a)
- | (1 - 2²) × (3²) | > 2.5 . . . (5a)
- Nd_{LIS} > 1.74 . . . (6a)
- > 0.69 . . . (7a)

【0058】

更に好ましくは条件式(1a)乃至(7a)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

- 0.84 < DB / DL < 0.92 . . . (1b)
- 1.0 < f3 / f < 1.8 . . . (2b)
- 0.5 < f1C / f < 0.7 . . . (3b)
- 0.6 < f2 / f < 1.0 . . . (4b)
- | (1 - 2²) × (3²) | > 2.7 . . . (5b)
- Nd_{LIS} > 1.76 . . . (6b)
- > 0.95 . . . (7b)

【0059】

各実施例において1AレンズB1a群は正レンズと負レンズを接合した接合レンズより構成されている。又は1A群B1aは負レンズと正レンズより構成されている。1C群B1cは負レンズと正レンズを接合した接合レンズ、正レンズより構成されている。第3レンズ群B3は正レンズと負レンズを接合した接合レンズより構成されている。又は第3レ

10

20

30

40

50

ンズ群 B 3 は 1 枚の正レンズより構成されている。又は第 3 レンズ群 B 3 は負レンズと正レンズを接合した接合レンズより構成されている。以上のように各レンズ群を構成することにより、高い光学性能を有した光学系を得ている。

【 0 0 6 0 】

本発明の光学系を有する撮像装置について図 2 1 を用いて説明する。図 2 1 において、1 0 は実施例 1 乃至 5 のいずれか 1 つの光学系 1 を有する撮像光学系である。

【 0 0 6 1 】

撮像光学系 1 0 は保持部材である鏡筒 2 に保持されている。2 0 はカメラ本体である。カメラ本体 2 0 はクイックリターンミラー 3、焦点板 4、ペンタダハプリズム 5、接眼レンズ 6、像を受光する撮像素子 7 等によって構成されている。クイックリターンミラー 3 は、撮像光学系 1 0 からの光束を上方に反射する。焦点板 4 は撮像光学系 1 0 の像形成位置に配置されている。ペンタダハプリズム 5 は焦点板 4 に形成された逆像を正立像に変換する。観察者は、その正立像を、接眼レンズ 6 を介して観察する。

10

【 0 0 6 2 】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。たとえば、本実施例は屈折光学素子（いわゆるレンズ）のみで構成されているが、回折光学素子を有した光学系であっても良い。また、各実施例では第 2 レンズ群内にフレアカット絞り F S を有しているが、別のレンズ群内にフレアカット絞り F S を有していても構わないし、フレアカット絞り F S を一切有していなくても構わない。また、フレアカット絞り F S の開口径が一定であっても構わない。

20

【 0 0 6 3 】

次に本発明の光学系の実施例 1 乃至 5 に対応する数値データ 1 乃至 5 を示す。数値データにおいて、i は物体側から数えた面番号を示す。r i は物体側より順に、第 i 番目のレンズ面の曲率半径、d i は第 i 番目のレンズ厚または空気間隔、n d i と d i は第 i 番目のレンズの材質の d 線の屈折率とアッペ数である。間隔が可変のところは物体距離が変化したときの値である。は横倍率、B F はバックフォーカスを示す。数値データにおいて面番号 r 4 は設計上用いたダミー面である。

【 0 0 6 4 】

また、非球面形状は、光の進行方向を正、x を光軸方向の面頂点からの変位置として、h を光軸と垂直な方向の光軸からの高さ、r を近軸曲率半径、K を円錐定数、A 4、A 6、A 8、A 1 0 を非球面係数とするとき、

30

$$x = (h^2 / r) / [1 + \{ 1 - (1 + K) \times (h / r)^2 \}^{1/2}] + A 4 \times h^4 + A 6 \times h^6 + A 8 \times h^8 + A 1 0 \times h^{10}$$

なる式で表している。なお、数値の「E ± X X」は「× 1 0 ± X X」を意味している。また、前述の各条件式と数値実施例との関係を（表 1）、（表 2）に示す。

【 0 0 6 5 】

[数値データ 1]

面データ

| 面番号 | r | d | nd | d |
|-----|----------|------|---------|------|
| 1 | 34.165 | 2.48 | 1.85478 | 24.8 |
| 2 | 3300.513 | 1.00 | 1.48749 | 70.2 |
| 3 | 10.582 | 5.90 | | |
| 4 | | 2.59 | | |
| 5 | -125.841 | 2.25 | 1.80400 | 46.6 |
| 6 | -37.952 | 4.58 | | |
| 7 | -15.269 | 0.90 | 1.85478 | 24.8 |
| 8 | 59.190 | 4.63 | 1.78590 | 44.2 |
| 9 | -19.645 | 0.18 | | |
| 10* | 40.662 | 5.98 | 1.58313 | 59.4 |

40

50

| | | | | |
|--------|---------|-------|------------|------|
| 11* | -17.849 | 0.50 | | |
| 12(絞リ) | | (可変) | | |
| 13 | -98.208 | 2.15 | 1.95906 | 17.5 |
| 14 | -23.966 | 0.50 | 1.80610 | 33.3 |
| 15 | 21.148 | 5.43 | | |
| 16 | | (可変) | (フレアカット絞リ) | |
| 17 | 99.857 | 7.67 | 1.62299 | 58.2 |
| 18 | -19.603 | 1.10 | 1.67270 | 32.1 |
| 19 | -33.023 | 35.46 | | |
| 像面 | | | | |

10

【 0 0 6 6 】

非球面データ

第10面

K = 0.00000e+000, A 4=-9.11209e-006, A 6=-7.29675e-008, A 8= 6.77260e-010

第11面

K = 0.00000e+000, A 4= 2.71641e-005, A 6=-5.37377e-008, A 8= 7.10081e-010

各種データ

焦点距離 36.1

Fナンバー 2.92

半画角(度) 20.73

像高 13.66

レンズ全長 98.76

BF 35.46

20

無限遠合焦時 近接合焦時

| | | |
|-----|-------|-------|
| | 0.00 | -1.00 |
| d12 | 3.08 | 14.68 |
| d16 | 12.37 | 0.77 |

30

【 0 0 6 7 】

[数値データ 2]

面データ

| 面番号 | r | d | nd | d |
|--------|----------|-------|------------|------|
| 1 | 22.682 | 2.75 | 1.85478 | 24.8 |
| 2 | 117.687 | 0.80 | 1.49700 | 81.5 |
| 3 | 8.410 | 6.29 | | |
| 4 | -72.828 | 1.85 | 1.77250 | 49.6 |
| 5 | -29.290 | 4.13 | | |
| 6 | -13.251 | 0.80 | 1.78472 | 25.7 |
| 7 | 202.287 | 4.04 | 1.59522 | 67.7 |
| 8 | -14.603 | 0.15 | | |
| 9* | 43.892 | 4.62 | 1.58313 | 59.4 |
| 10* | -15.067 | 0.50 | | |
| 11(絞リ) | | (可変) | | |
| 12 | -558.242 | 1.31 | 1.95906 | 17.5 |
| 13 | -47.028 | 0.55 | 1.80100 | 35.0 |
| 14 | 19.493 | 10.16 | | |
| 15 | | (可変) | (フレアカット絞リ) | |

40

50

16 674.652 4.90 1.62299 58.2
 17 -32.728 34.46
 像面

【 0 0 6 8 】

非球面データ

第9面

K = 0.00000e+000, A4=-2.74861e-005, A6=-8.78159e-008

第10面

K = 0.00000e+000, A4= 2.05951e-005, A6=-8.41224e-008, A8= 6.16965e-010, A10=-3.3 10
7403e-012

各種データ

焦点距離 39.00
 Fナンバー 3.60
 半画角（度） 19.30
 像高 13.66
 レンズ全長 94.52
 BF 34.46

20

無限遠合焦時 近接合焦時

 0.00 -1.00
 d11 2.03 12.29
 d15 15.17 4.91

【 0 0 6 9 】

[数値データ3]

面データ

| 面番号 | r | d | nd | d |
|--------|----------|-------|------------|------|
| 1 | 26.250 | 2.60 | 1.85478 | 24.8 |
| 2 | 50.631 | 0.20 | | |
| 3 | 43.293 | 0.80 | 1.53775 | 74.7 |
| 4 | 11.424 | 8.10 | | |
| 5 | -186.996 | 2.34 | 1.77250 | 49.6 |
| 6 | -38.655 | 5.77 | | |
| 7 | -14.980 | 0.80 | 1.78472 | 25.7 |
| 8 | 554.539 | 4.68 | 1.69680 | 55.5 |
| 9 | -19.196 | 0.15 | | |
| 10* | 55.068 | 5.00 | 1.58313 | 59.4 |
| 11* | -18.319 | 0.50 | | |
| 12(絞リ) | | (可変) | | |
| 13 | -161.193 | 1.63 | 1.95906 | 17.5 |
| 14 | -49.264 | 0.60 | 1.61340 | 44.3 |
| 15 | 19.274 | 12.00 | | |
| 16 | | (可変) | (フレアカット絞リ) | |
| 17 | -123.248 | 5.08 | 1.62299 | 58.2 |
| 18 | -23.813 | 1.30 | 1.85478 | 24.8 |
| 19 | -29.552 | 38.53 | | |

30

40

像面

50

【 0 0 7 0 】

非球面データ

第10面

K = 0.00000e+000, A 4=-9.97720e-006, A 6= 4.05621e-009

第11面

K = 0.00000e+000, A 4= 1.86618e-005, A 6= 1.60228e-008, A 8= 3.81452e-011, A10=
1.61469e-013

各種データ

| | |
|--------|--------|
| 焦点距離 | 48.00 |
| Fナンバー | 3.60 |
| 半画角(度) | 15.89 |
| 像高 | 13.66 |
| レンズ全長 | 109.40 |
| BF | 38.53 |

10

無限遠合焦時 近接合焦時

| | | |
|-----|-------|-------|
| | 0.00 | -1.00 |
| d12 | 1.84 | 14.32 |
| d16 | 17.48 | 5.00 |

20

【 0 0 7 1 】

[数値データ 4]

面データ

| 面番号 | r | d | nd | d |
|--------|----------|-------|------------|------|
| 1 | 25.024 | 3.34 | 1.85478 | 24.8 |
| 2 | 215.666 | 0.90 | 1.53775 | 74.7 |
| 3 | 9.448 | 8.38 | | |
| 4 | -93.499 | 1.81 | 1.77250 | 49.6 |
| 5 | -32.555 | 4.15 | | |
| 6 | -16.325 | 0.81 | 1.85478 | 24.8 |
| 7 | 44.167 | 4.59 | 1.62299 | 58.2 |
| 8 | -21.723 | 0.15 | | |
| 9* | 65.204 | 4.76 | 1.76802 | 49.2 |
| 10* | -17.392 | 0.50 | | |
| 11(絞リ) | | (可変) | | |
| 12 | -171.676 | 1.37 | 1.95906 | 17.5 |
| 13 | -45.565 | 0.50 | 1.74950 | 35.3 |
| 14 | 21.599 | 5.87 | | |
| 15 | | (可変) | (フレアカット絞リ) | |
| 16 | 68.834 | 1.00 | 1.72916 | 54.7 |
| 17 | 30.368 | 7.59 | 1.58913 | 61.1 |
| 18 | -35.497 | 34.20 | | |

30

40

像面

【 0 0 7 2 】

非球面データ

第9面

K = 0.00000e+000, A 4=-1.48394e-005, A 6=-2.45021e-008, A 8=-8.09030e-012

第10面

50

K = 0.00000e+000, A 4= 1.43684e-005, A 6=-1.01780e-008

各種データ

焦点距離 35.14
 Fナンバー 2.91
 半画角(度) 21.24
 像高 13.66
 レンズ全長 98.51
 BF 34.20

10

無限遠合焦時 近接合焦時

| | | |
|-----|-------|-------|
| | 0.00 | -1.00 |
| d11 | 2.85 | 16.19 |
| d15 | 15.75 | 2.41 |

【 0 0 7 3 】

[数値データ 5]

単位 mm

面データ

| 面番号 | r | d | nd | d |
|--------|-----------|-------|------------|------|
| 1 | -4194.588 | 0.90 | 1.58313 | 59.4 |
| 2* | 12.393 | 3.02 | | |
| 3 | 20.841 | 3.33 | 1.78472 | 25.7 |
| 4 | 66.642 | 6.65 | | |
| 5 | -171.874 | 1.85 | 1.77250 | 49.6 |
| 6 | -43.192 | 6.29 | | |
| 7 | -11.496 | 0.90 | 1.74000 | 28.3 |
| 8 | 24.373 | 5.33 | 1.78800 | 47.4 |
| 9 | -20.469 | 0.15 | | |
| 10* | 26.872 | 4.99 | 1.58313 | 59.4 |
| 11* | -17.651 | 1.00 | | |
| 12(絞り) | | (可変) | | |
| 13 | -213.174 | 1.89 | 1.95906 | 17.5 |
| 14 | -23.915 | 0.50 | 1.91082 | 35.3 |
| 15 | 21.448 | 4.70 | | |
| 16 | | (可変) | (フレアカット絞り) | |
| 17 | 91.698 | 1.00 | 1.85478 | 24.8 |
| 18 | 35.217 | 6.11 | 1.58913 | 61.1 |
| 19 | -27.016 | 34.99 | | |

20

30

像面

40

【 0 0 7 4 】

非球面データ

第2面

K = 0.00000e+000, A 4=-4.83953e-005, A 6=-2.97431e-007, A 8= 3.94296e-010, A10=-1.56387e-011

第10面

K = 0.00000e+000, A 4=-1.95347e-005, A 6=-1.31133e-008, A 8= 2.95818e-010

第11面

K = 0.00000e+000, A 4= 5.11340e-005, A 6=-3.74721e-008, A 8= 5.01974e-010

50

各種データ

| | |
|--------|-------|
| 焦点距離 | 29.50 |
| Fナンバー | 2.90 |
| 半画角(度) | 24.85 |
| 像高 | 13.66 |
| レンズ全長 | 94.63 |
| BF | 34.99 |

無限遠合焦時 近接合焦時

| | | |
|-----|------|-------|
| | 0.00 | -1.00 |
| d12 | 1.40 | 9.66 |
| d16 | 9.63 | 1.37 |

10

【 0 0 7 5 】

【 表 1 】

| | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4 | 実施例5 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| DL | 98.759 | 94.520 | 109.400 | 98.512 | 94.630 |
| DB | 86.785 | 84.672 | 98.307 | 85.895 | 80.732 |
| f | 36.100 | 39.000 | 48.000 | 36.137 | 29.498 |
| f1 | 20.029 | 19.270 | 22.972 | 20.818 | 15.402 |
| f2 | -23.880 | -25.335 | -32.395 | -27.921 | -22.147 |
| f3 | 42.560 | 50.237 | 67.832 | 45.395 | 42.806 |
| f1C | 22.549 | 20.463 | 25.468 | 22.727 | 19.887 |
| $\beta 2$ | 13.360 | 6.502 | 4.465 | 7.970 | 11.233 |
| $\beta 3$ | 0.135 | 0.311 | 0.449 | 0.212 | 0.170 |
| Nd_LIS | 1.804 | 1.773 | 1.773 | 1.773 | 1.773 |
| β | -1.000 | -1.000 | -1.000 | -1.000 | -1.000 |

20

【 0 0 7 6 】

【 表 2 】

| | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4 | 実施例5 | |
|--------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 条件式(1) | DB/DL | 0.879 | 0.896 | 0.899 | 0.872 | 0.853 |
| 条件式(2) | f3/f | 1.179 | 1.288 | 1.413 | 1.256 | 1.451 |
| 条件式(3) | f1C/f | 0.625 | 0.525 | 0.531 | 0.629 | 0.674 |
| 条件式(4) | f2 /f | 0.662 | 0.650 | 0.675 | 0.773 | 0.751 |
| 条件式(5) | $(1-\beta 2^2) \times (\beta 3^2)$ | 3.230 | 3.999 | 3.822 | 2.804 | 3.618 |
| 条件式(6) | Nd_LIS | 1.804 | 1.773 | 1.773 | 1.773 | 1.773 |
| 条件式(7) | $-\beta$ | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

30

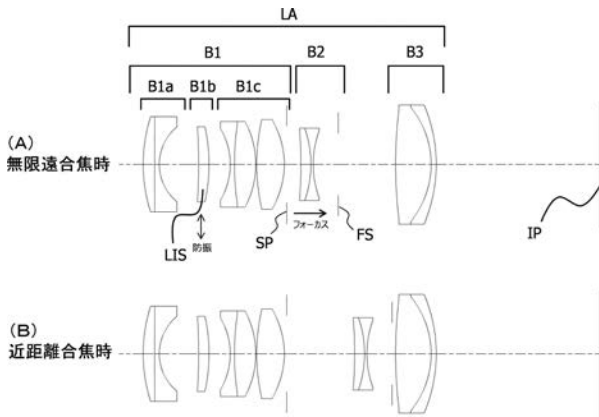
【 符号の説明 】

【 0 0 7 7 】

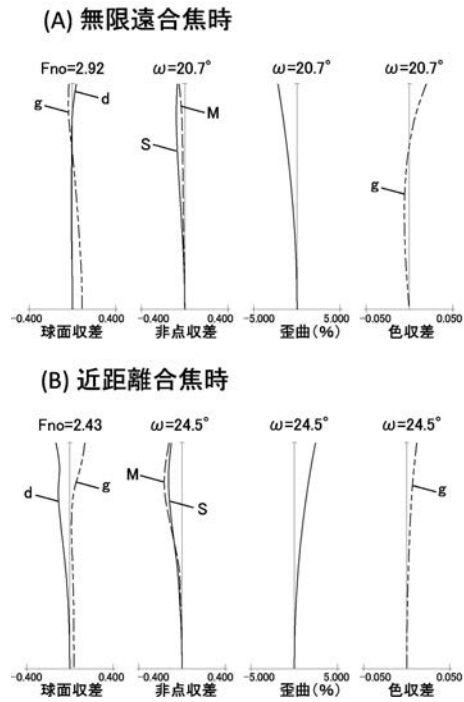
B 1 第1レンズ群 B 2 第2レンズ群 B 3 第3レンズ群
 B 1 a 1 A群 B 1 b 1 B群 B 1 c 1 C群
 S P 開口絞り L I S 像ぶれ補正レンズ(防振レンズ群)

40

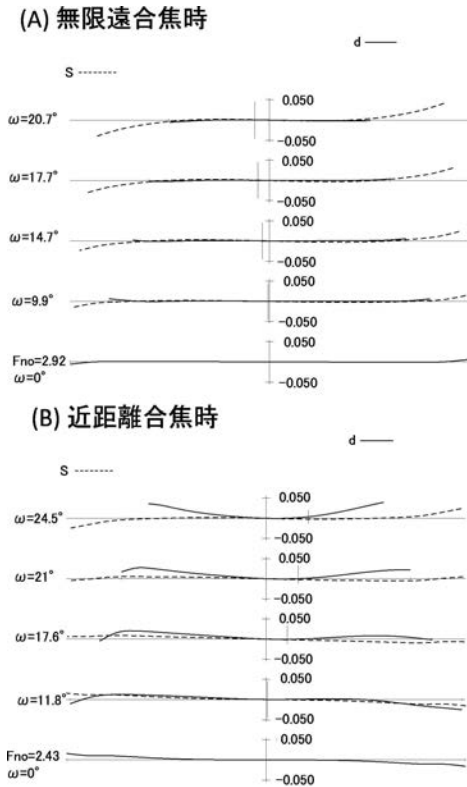
【 図 1 】



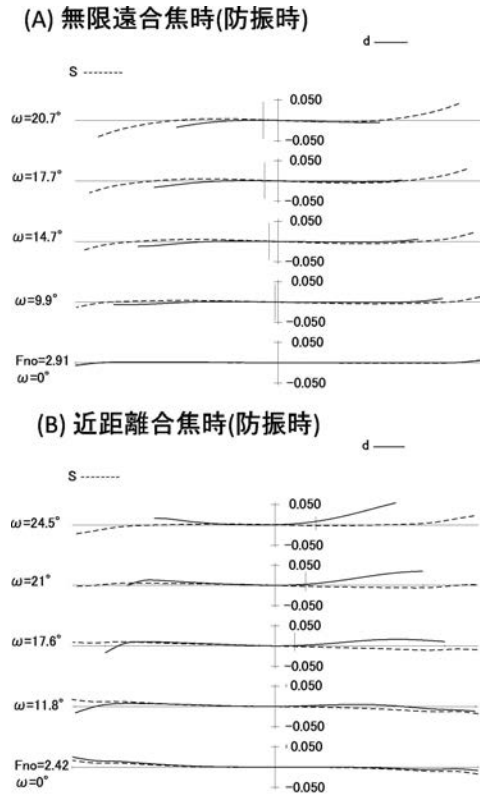
【 図 2 】



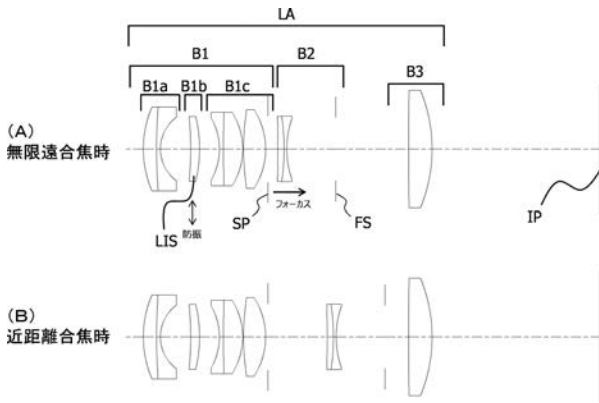
【 図 3 】



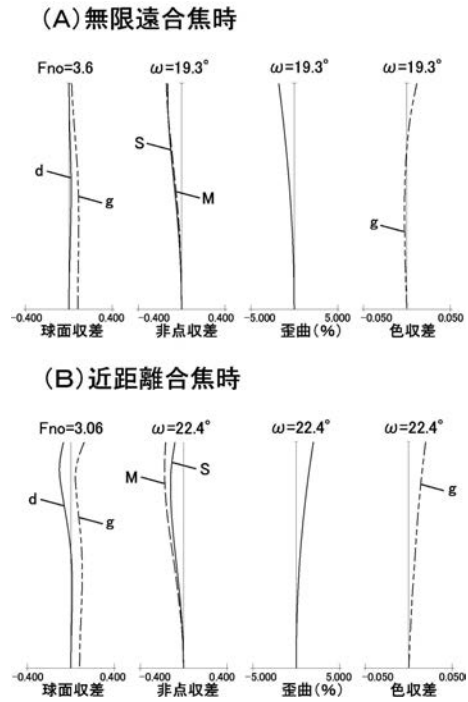
【 図 4 】



【 図 5 】

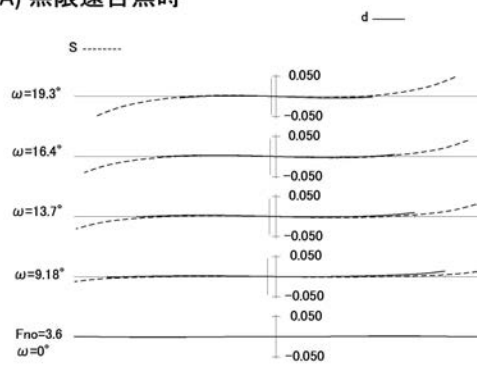


【 図 6 】

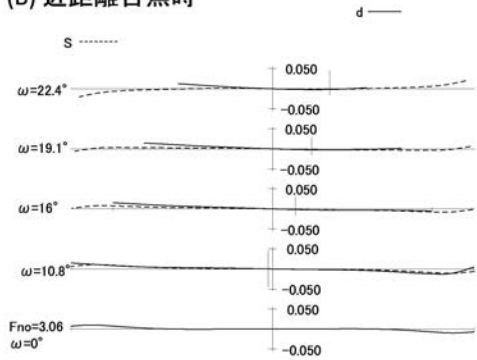


【 図 7 】

(A) 無限遠合焦時

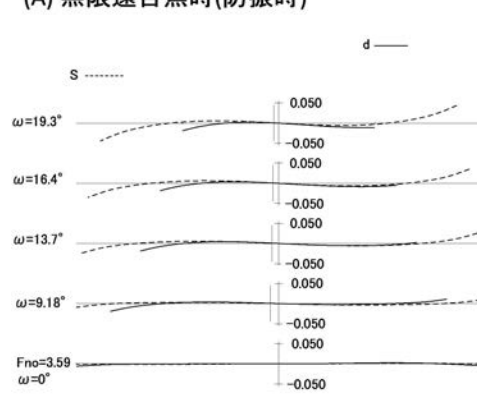


(B) 近距離合焦時

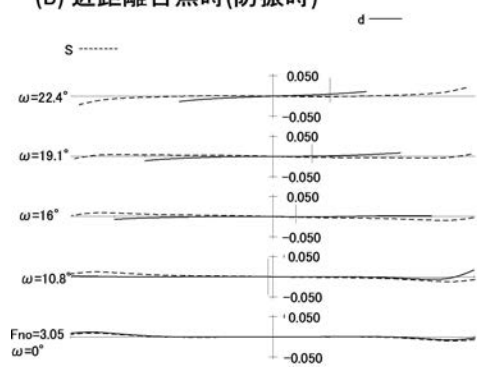


【 図 8 】

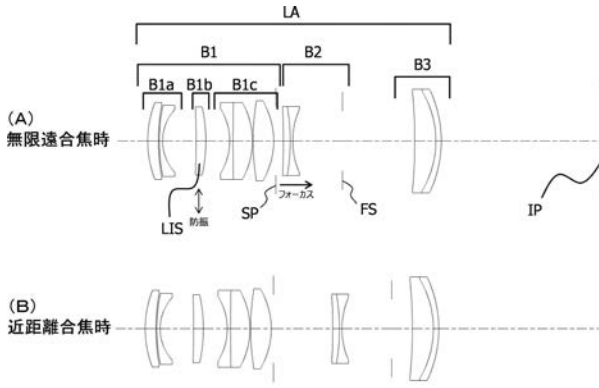
(A) 無限遠合焦時(防振時)



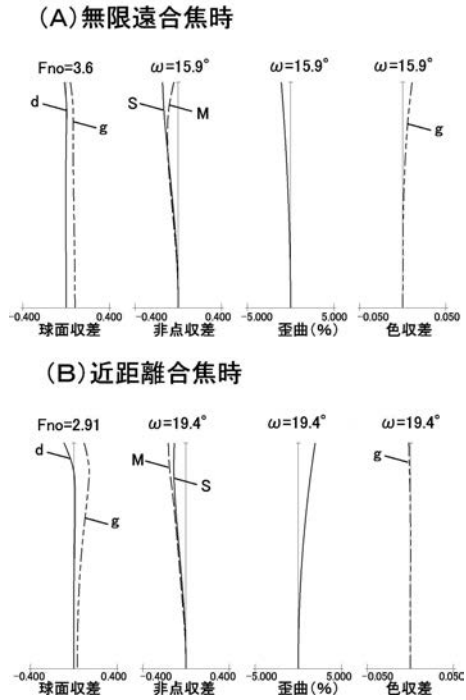
(B) 近距離合焦時(防振時)



【 図 9 】

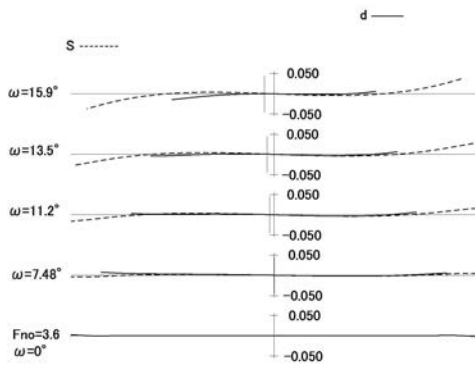


【 図 10 】

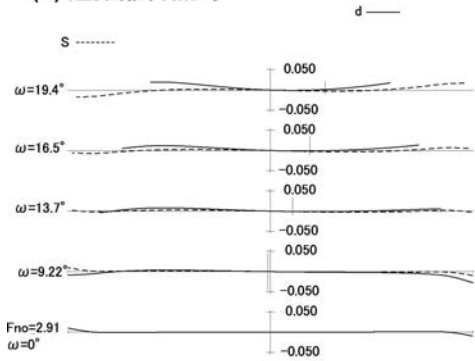


【 図 11 】

(A) 無限遠合焦時

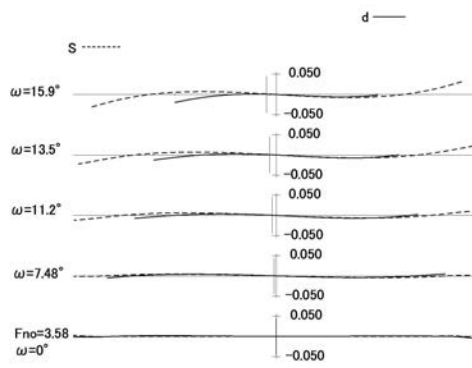


(B) 近距離合焦時

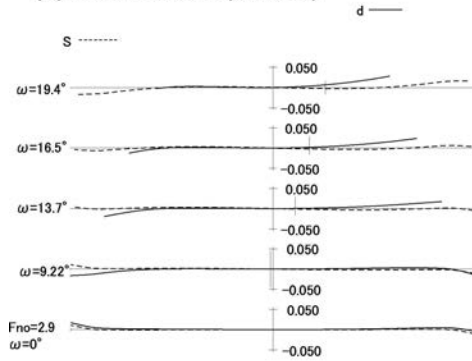


【 図 12 】

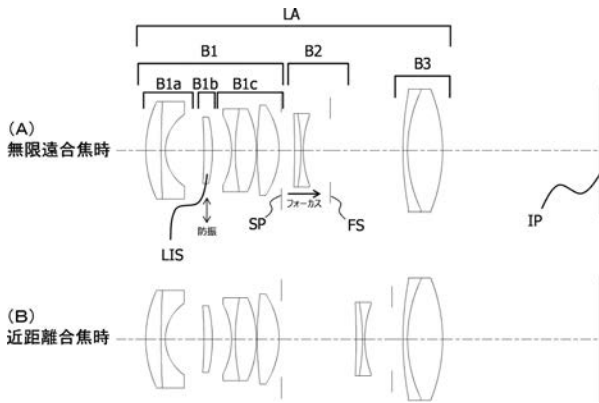
(A) 無限遠合焦時(防振時)



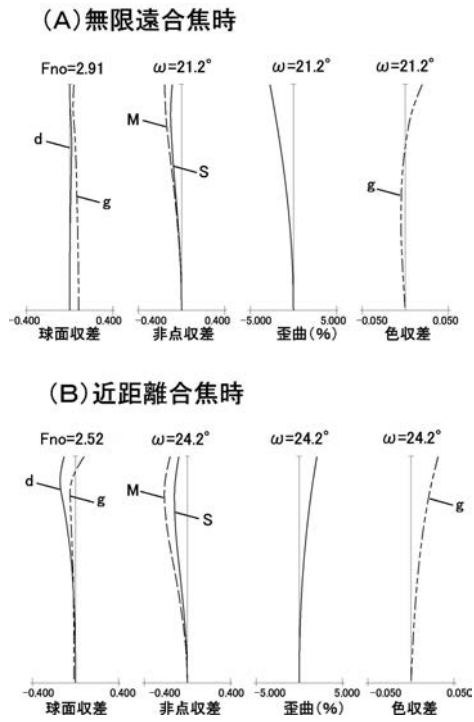
(B) 近距離合焦時(防振時)



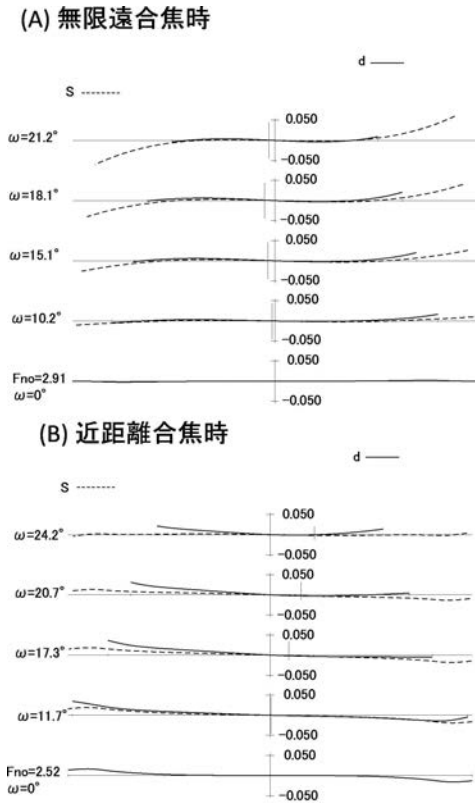
【 図 1 3 】



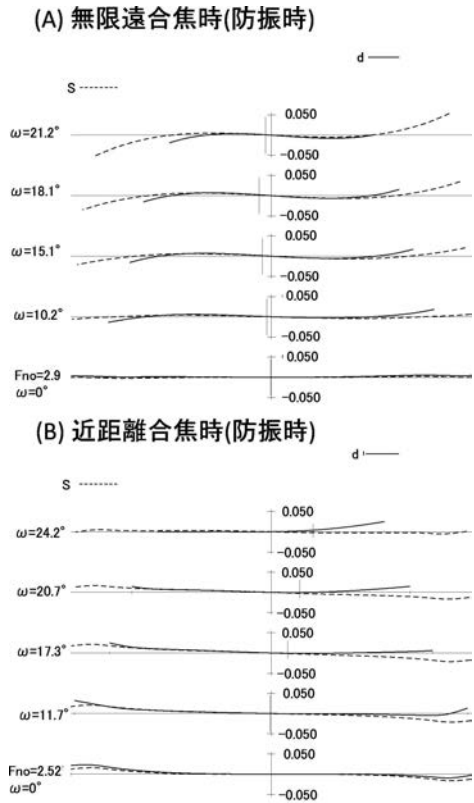
【 図 1 4 】



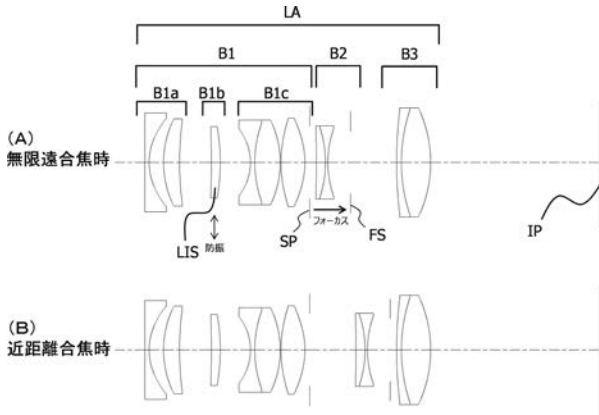
【 図 1 5 】



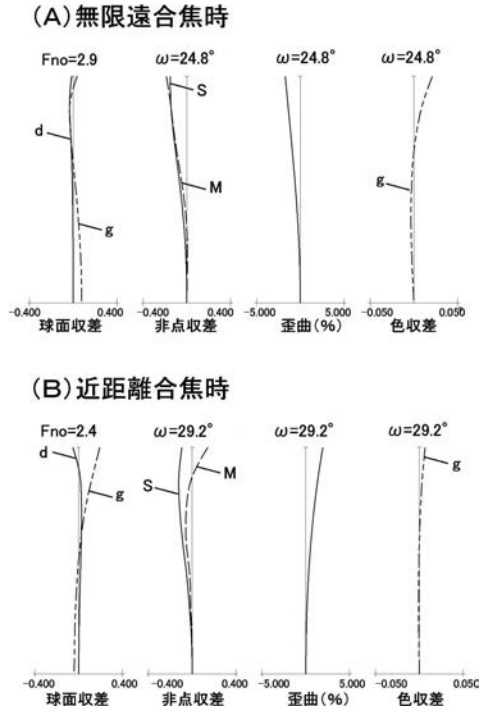
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】

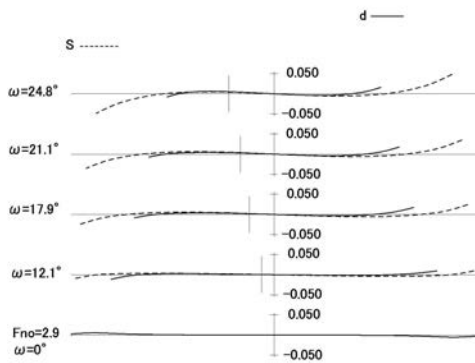


【 図 1 8 】

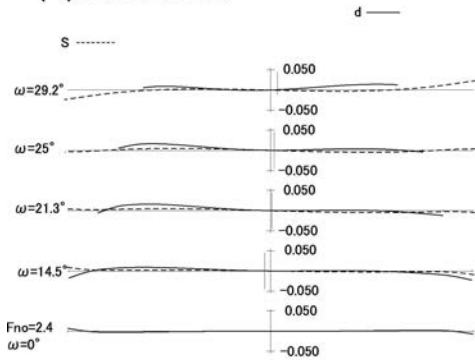


【 図 1 9 】

(A) 無限遠合焦時

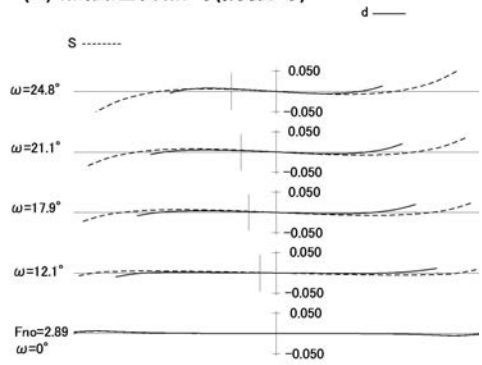


(B) 近距離合焦時

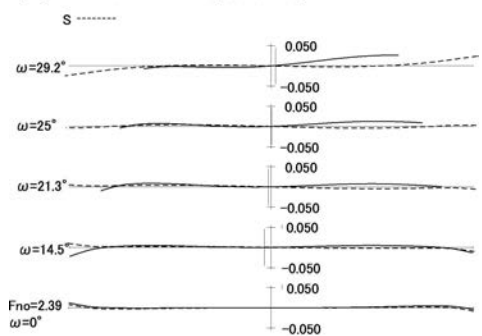


【 図 2 0 】

(A) 無限遠合焦時(防振時)



(B) 近距離合焦時(防振時)



【 図 2 1 】

