

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6004789号
(P6004789)

(45) 発行日 平成28年10月12日(2016.10.12)

(24) 登録日 平成28年9月16日(2016.9.16)

(51) Int.Cl. F 1
G O 2 B 15/20 (2006.01)
G O 2 B 13/18 (2006.01)

G O 2 B 15/20
 G O 2 B 13/18

請求項の数 10 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2012-149260 (P2012-149260)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成24年7月3日(2012.7.3)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2014-10425 (P2014-10425A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成26年1月20日(2014.1.20)	(74) 代理人	100086818
審査請求日	平成27年6月26日(2015.6.26)		弁理士 高梨 幸雄
		(72) 発明者	杉田 茂宣
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		審査官	堀井 康司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

Nを5以上の整数として、物体側から像側へ順に、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(N-2)レンズ群、負の屈折力の第(N-1)レンズ群、正の屈折力の第Nレンズ群から構成され、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第(N-1)レンズ群は、光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動して結像位置を光軸に対して垂直方向に移動させる防振群を有し、

前記第(N-2)レンズ群と前記第Nレンズ群は、広角端から望遠端へのズーミングに際して同一の軌跡で物体側に移動し、

前記第Nレンズ群のレンズ構成をB1dN、広角端における、前記ズームレンズの最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の長さをTDw、広角端における全系の焦点距離をfw、前記第Nレンズ群の焦点距離をf_Nとすると、

$$0.01 < B1dN / TDw < 0.09$$

$$3.008 \cdot f_N / fw < 8.0$$

なる条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

広角端に比べて望遠端において、前記第(N-2)レンズ群と前記第(N-1)レンズ群の間隔は広がり、前記第(N-1)レンズ群と前記第Nレンズ群の間隔は狭くなることを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項 3】

前記第 (N - 2) レンズ群の焦点距離を f_{N-2} 、前記第 (N - 1) レンズ群の焦点距離を f_{N-1} とするとき、

$$0.20 < |f_{N-2} / f_{N-1}| < 0.70$$

なる条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 (N - 1) レンズ群の全体が防振群であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第 N レンズ群は、非球面形状のレンズ面を有する 1 枚のレンズより構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

10

【請求項 6】

前記第 (N - 2) レンズ群の広角端における後側主点位置から像面までの距離を H_d とするとき、

$$0.30 < H_d / TDW < 0.70$$

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 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

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、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群、負の屈折力の第 6 レンズ群、正の屈折力の第 7 レンズ群よりなり、ズーミングに際して各レンズ群が移動することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

20

【請求項 8】

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、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群よりなり、ズーミングに際して各レンズ群が移動することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

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、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群、負の屈折力の第 6 レンズ群、正の屈折力の第 7 レンズ群よりなり、ズーミングに際して各レンズ群が移動することにより隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

30

前記第 6 レンズ群は、光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動して結像位置を光軸に対して垂直方向に移動させる防振群を有し、

前記第 7 レンズ群のレンズ構成を B_{1dN} 、広角端における、前記ズームレンズの最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の長さを TDW 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第 7 レンズ群の焦点距離を f_N とするとき、

$$0.01 < B_{1dN} / TDW < 0.09$$

40

$$2.0 < f_N / f_w < 8.0$$

なる条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する固体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】

本発明はズームレンズ及びそれを有する撮像装置に関し、例えばビデオカメラ、電子スチルカメラ、放送用カメラ、監視カメラ等のように固体撮像素子を用いた撮像装置、或い

50

は銀塩フィルムを用いたカメラ等の撮像装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年、固体撮像素子を用いた撮像装置に用いられる撮影光学系には、全系が小型で高ズーム比（高変倍比）のズームレンズであることが要望されている。更に、ズームレンズに手ぶれ等の偶発的な振動が伝わったときに生ずる画像のぶれ（像ぶれ）を補償する機構（防振機構）を具備していること等が要望されている。

【0003】

これらの要求に応えるズームレンズとして、物体側に正の屈折力のレンズ群を配置したポジティブリード型のズームレンズが知られている。ポジティブリード型のズームレンズで偶発的に振動が伝わったときに生ずる画像のぶれ（像ぶれ）を一部のレンズ群を光軸に対し垂直方向の成分を持つように移動させて補償する防振機能を有したズームレンズが知られている（特許文献1、2）。

10

【0004】

特許文献1では、物体側より像側へ順に、正、負、正、正の屈折力の第1～第4レンズ群よりなる4群ズームレンズが開示されている。そして第3レンズ群を正と負の屈折力の2つのレンズ群に分割し、負の屈折力のレンズ群を光軸に対して垂直にシフト（移動）することで防振を行うズームレンズが開示されている。

【0005】

特許文献2では、物体側より像側へ順に、正、負、正、負、正の屈折力の第1～第5レンズ群よりなる5群ズームレンズが開示されている。そして第4レンズ群、または第4レンズ群の一部のレンズ群を光軸に対して垂直にシフトすることで防振を行うズームレンズが開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2010-019945号公報

【特許文献2】特開2010-271362号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0007】

近年、撮像装置に用いるズームレンズには、高ズーム比で、かつ防振機能を有していること等が強く要望されている。特に、像ぶれ補正のための防振レンズ群を光軸に対して垂直方向に移動させて補正する場合には、像ぶれ補正時の収差変動が少なく、防振時にも良好なる光学性能が維持されることが求められている。

【0008】

ズームレンズの一部のレンズ群を防振レンズ群とし、光軸に対して垂直方向に平行偏心させて像ぶれの補正を行うズームレンズにおいては、比較的容易に像ぶれを補正することができる。しかしながらズームレンズのレンズ構成及び防振のために移動させる防振レンズ群の像側に配置されているレンズ群のレンズ構成が適切でないと、防振時において偏心収差の発生量が多くなり、光学性能が大きく低下してくる。

40

【0009】

このため、高ズーム比で、かつ防振機能を有するズームレンズでは、全体のレンズ構成や防振レンズ群よりも像側のレンズ群の構成等を適切に設定することが重要になってくる。これらの構成を適切に設定しないと全系の小型化を図り、かつ高ズーム比を確保しつつ、防振時に高い光学性能を維持するのが大変困難になってくる。

【0010】

前述した特許文献1のズームレンズでは、正の屈折力の第1レンズ群が負の屈折力の第2レンズ群に対して物体側に移動することで、変倍効果の大半を得ている。ズーミングに際して第1レンズ群の繰り出し量が大きい程、レンズ全長（第1レンズ面から最終レンズ

50

面までの長さ)を決定する広角端におけるレンズ全長の短縮を図ること、及び高性能化を図るのに有利である。

【0011】

しかしながら、第1レンズ群の繰り出し量が多いと、その繰り出し量相当の長さを持つ鏡筒を、本体に収納する必要がある。このため、仕様によっては第1レンズ群の繰り出し量がレンズ全長により制限され、高ズーム比が難しくなり、または段階的に繰り出す等のメカ構成による工夫を要する。

【0012】

また、特許文献1では、正の屈折力の第3レンズ群を物体側より順に正と負の屈折力の部分レンズ群に分割している。そして負の屈折力の部分レンズ群を光軸に対して直行方向に移動することで防振を行っているが、望遠端において防振性能が低下する傾向があった。

10

【0013】

特許文献2のズームレンズはズーミングに際し、第4レンズ群が、第3レンズ群及び第5レンズ群に対して相対的に像側に移動することで、補助的に変倍効果を得ており、第1レンズ群の物体側への繰り出し量を比較的抑えられる利点を有している。

【0014】

特許文献2では、第4レンズ群を2つの負の屈折力の部分レンズ群に分割し、物体側の負の屈折力の部分レンズ群で防振を行っている。特許文献2では4群ズームレンズに比べると望遠端における防振性能が良好ではあるが、必ずしも十分ではなかった。

20

【0015】

また、特許文献1と2のポジティブリード型のズームレンズは、高ズーム比化し易いという利点を有する反面、全系の小型化と広画角化を図ることが困難だった。

【0016】

本発明は、全体が小型で、かつ広画角でありながら、像ぶれ補正時の収差変動を良好に補正し、防振時にも高い光学性能が得られるズームレンズの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明のズームレンズは、Nを5以上の整数として、物体側から像側へ順に、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(N-2)レンズ群、負の屈折力の第(N-1)レンズ群、正の屈折力の第Nレンズ群から構成され、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

30

前記第(N-1)レンズ群は、光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動して結像位置を光軸に対して垂直方向に移動させる防振群を有し、

前記第(N-2)レンズ群と前記第Nレンズ群は、広角端から望遠端へのズーミングに際して同一の軌跡で物体側に移動し、

前記第Nレンズ群のレンズ構成長を $B1dN$ 、広角端における、前記ズームレンズの最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の長さを TDw 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第Nレンズ群の焦点距離を f_N とするとき、

$$0.01 < B1dN / TDw < 0.09$$

40

$$3.008 \leq f_N / f_w < 8.0$$

なる条件式を満たすことを特徴としている。

この他、本発明のズームレンズは、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、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群、負の屈折力の第6レンズ群、正の屈折力の第7レンズ群よりなり、ズーミングに際して各レンズ群が移動することにより隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第6レンズ群は、光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動して結像位置を光軸に対して垂直方向に移動させる防振群を有し、

前記第7レンズ群のレンズ構成長を $B1dN$ 、広角端における、前記ズームレンズの最

50

も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の長さを $T D w$ 、広角端における全系の焦点距離を $f w$ 、前記第7レンズ群の焦点距離を f_N とすると、

$$0.01 < B1dN / T D w < 0.09$$

$$2.0 < f_N / f w < 8.0$$

なる条件式を満たすことを特徴としている。

【発明の効果】

【0018】

本発明は、全体が小型で、かつ広画角でありながら、像ぶれ補正時の収差変動を良好に補正し、防振時にも高い光学性能が得られるズームレンズの提供を目的とする。

【図面の簡単な説明】

10

【0019】

【図1】本発明の実施例1のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図2】(A)、(B) 本発明における数値実施例1の広角端と、望遠端における縦収差図

【図3】(A)、(B) 本発明における数値実施例1の広角端と、望遠端における横収差図

【図4】(A)、(B) 本発明における数値実施例1の広角端と、望遠端において0.5度の防振を行ったときの横収差図

【図5】本発明の実施例2のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図6】(A)、(B) 本発明における数値実施例2の広角端と、望遠端における縦収差図

20

【図7】(A)、(B) 本発明における数値実施例2の広角端と、望遠端における横収差図

【図8】(A)、(B) 本発明における数値実施例2の広角端と、望遠端において0.5度の防振を行ったときの横収差図

【図9】本発明の実施例3のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図10】(A)、(B) 本発明における数値実施例3の広角端と、望遠端における縦収差図

【図11】(A)、(B) 本発明における数値実施例3の広角端と、望遠端における横収差図

30

【図12】(A)、(B) 本発明における数値実施例3の広角端と、望遠端において0.5度の防振を行ったときの横収差図

【図13】本発明の実施例4のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図14】(A)、(B) 本発明における数値実施例4の広角端と、望遠端における縦収差図

【図15】(A)、(B) 本発明における数値実施例4の広角端と、望遠端における横収差図

【図16】(A)、(B) 本発明における数値実施例4の広角端と、望遠端において0.5度の防振を行ったときの横収差図

【図17】本発明の撮像装置の要部概略図

40

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置の実施例について説明する。本発明のズームレンズは、 N を5以上の整数とすると物体側から像側へ順に配置された次のレンズ群から成っている。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 $(N-2)$ レンズ群、負の屈折力の第 $(N-1)$ レンズ群、正の屈折力の第 N レンズ群から構成され、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化する。そして第 $(N-1)$ レンズ群は光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動して結像位置を光軸に対して垂直方向に移動させる防振群を有している。

【0021】

50

図 1 は、本発明の実施例 1 のズームレンズの広角端（短焦点距離端）におけるレンズ断面図である。図 2（A）、（B）はそれぞれ実施例 1 のズームレンズの広角端、望遠端（長焦点距離端）における縦収差図である。図 3（A）、（B）はそれぞれ実施例 1 のズームレンズの広角端と望遠端における横収差図である。図 4（A）、（B）はそれぞれ実施例 1 のズームレンズの広角端、望遠端における 0.5 度の像位置変化後の横収差図である。実施例 1 はズーム比 2.84、開口比（F ナンバー）4.10 のズームレンズである。

【0022】

図 5 は、本発明の実施例 2 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 6（A）、（B）はそれぞれ実施例 2 のズームレンズの広角端、望遠端における縦収差図である。図 7（A）、（B）はそれぞれ実施例 2 のズームレンズの広角端と望遠端における横収差図である。図 8（A）、（B）はそれぞれ実施例 2 のズームレンズの広角端、望遠端における 0.5 度の像位置変化後の横収差図である。実施例 2 はズーム比 2.84、開口比 4.12 ~ 4.10 のズームレンズである。

【0023】

図 9 は、本発明の実施例 3 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 10（A）、（B）はそれぞれ実施例 3 のズームレンズの広角端、望遠端における縦収差図である。図 11（A）、（B）はそれぞれ実施例 3 のズームレンズの広角端と望遠端における横収差図である。図 12（A）、（B）はそれぞれ実施例 3 のズームレンズの広角端、望遠端における 0.5 度の像位置変化後の横収差図である。実施例 3 はズーム比 2.84、開口比 4.10 のズームレンズである。

【0024】

図 13 は、本発明の実施例 4 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 14（A）、（B）はそれぞれ実施例 4 のズームレンズの広角端、望遠端における縦収差図である。図 15（A）、（B）はそれぞれ実施例 4 のズームレンズの広角端と望遠端における横収差図である。図 16（A）、（B）はそれぞれ実施例 4 のズームレンズの広角端、望遠端における 0.5 度の像位置変化後の横収差図である。実施例 4 はズーム比 2.84、開口比 4.10 のズームレンズである。図 17 は本発明の撮像装置の要部概略図である。

【0025】

本発明のズームレンズは、デジタルカメラ、ビデオカメラ、銀塩フィルムカメラ等の撮像装置に用いられるものである。レンズ断面図において左方が前方（物体側、拡大側）で右方が後方（像側、縮小側）である。レンズ断面図において、 i は物体側から像側への各レンズ群の順序を示し、 L_i は第 i レンズ群である。 S_P は開放 F ナンバー（ F_{no} ）光束を決定（制限）する開口絞りの作用をする F ナンバー決定部材（以下「開口絞り」ともいう。）である。

【0026】

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影光学系として使用する際には CCD センサや CMOS センサ等の撮像素子（光電変換素子）の撮像面が置かれる。又、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。矢印は広角端から望遠端へのズーミングに際しての各レンズ群の移動軌跡を示している。フォーカスに関する矢印は無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングにおけるレンズ群の移動方向を示している。

【0027】

それぞれの縦収差図は、左から順に、球面収差（軸上色収差）、非点収差、歪曲、倍率色収差を表している。球面収差と倍率色収差を示す図において、実線は d 線（587.6 nm）、破線は g 線（435.8 nm）を表している。また、非点収差を示す図において、実線は d 線のサジタル方向、破線は d 線のメリディオナル方向を表している。また、歪曲を示す図は、 d 線における歪曲を表している。 F_{no} は F ナンバー、 θ は半画角（度）である。

【0028】

10

20

30

40

50

ここで、防振シフトは光軸に対して直交方向への微量の偏芯であり、縦収差には影響しないため、防振時の縦収差図は省略した。また、それぞれの横収差図において、 hgt は像高である。また実線は d 線のサジタル方向、破線は d 線のメリディオナル方向を表している。

【0029】

ここで、特許文献 1 に示すような、正、負、正、正の屈折力の第 1 レンズ群乃至第 4 レンズ群よりなる、一般的な 4 群ズームレンズの特徴について説明する。4 群ズームレンズでは、広角端から望遠端のズーミングに際し、第 1 レンズ群、第 3 レンズ群、第 4 レンズ群が物体側に大きく移動することで変倍効果を得ている。

【0030】

この 4 群ズームレンズの広角端において、像面側から物体側に向かい、軸上光束を追跡しながらその光学的特徴を説明する。広角端では、全系の主点位置を像面寄りに配置する必要があるため、第 4 レンズ群は、レンズ本体の最も像側に近接した状態となる。そのため、第 4 レンズ群では軸上光線の入射高 h が小さくなり、像面からの発散光束に対する正の屈折力の寄与が小さく、物体側ではやや発散性が緩まった光束となる。

【0031】

次に、第 3 レンズ群の像側の負の屈折力の部分レンズ群において発散性が強められ、隣接する第 3 レンズ群の物体側の正の屈折力の部分レンズ群で最も軸上光線の入射高 h が大きくなり、強い正の屈折力で収束光束になって、第 4 レンズ群へと向かう。よって、防振レンズ群である第 3 レンズ群の一部分の像側の負の屈折力のレンズ群は、軸上光束の発散中に配置されており、軸上光線の入射高 h が比較的小さい状態と言える。そのため、防振シフト時のコマ収差の変動を比較的小さくすることができる。

【0032】

次に、望遠端において、同じように像面側から物体側に向かい、軸上光束を追跡しながら、その特徴を説明する。望遠端では、全系の主点位置を効果的に物体側に移動させるべく、第 3 レンズ群と第 4 レンズ群が大きく物体側に移動している。このため、第 4 レンズ群での軸上光線の入射高 h が大きくなり、物体側が収束光となる。

【0033】

次に、第 4 レンズ群の物体側に近接した状態の第 3 レンズ群の一部の像側の負の屈折力のレンズ群で、収束光束をアフォーカル（平行光束）に近い状態にし、第 3 レンズ群の一部の物体側の正の屈折力のレンズ群で再び収束光束とし、第 2 レンズ群へと向かう。そのため、第 4 レンズ群から、防振群である第 3 レンズ群の一部の像側の負の屈折力のレンズ群、第 3 レンズ群の一部の物体側の正の屈折力のレンズ群まで、軸上光線の入射高 h が常に大きい状態にある。そのため、防振シフト時のコマ収差の変動が大きくなっている。

【0034】

特許文献 1 では、防振シフト時のコマ収差の変動を、非球面レンズを使用することで補正しているが、それでもサジタル像面の変動が残っている。

【0035】

次に、特許文献 2 に示すような、正、負、正、負、正の屈折力の第 1 レンズ群乃至第 5 レンズ群よりなる一般的な 5 群ズームレンズが、前述した 4 群ズームレンズに比べ、防振性能が比較的補正しやすい理由について説明する。

【0036】

5 群ズームレンズは、望遠端において、全系の主点位置を物体側に移動させるべく、第 3 レンズ群と第 5 レンズ群を、物体側に移動させる。この時、第 4 レンズ群を第 3 レンズ群と第 5 レンズ群に対して相対的に像側に移動していることが特徴である。そのため、5 群ズームレンズの最終レンズ群のズーミングに際しての移動量は、負の屈折力のレンズ群が相対的に像側に移動する分だけ、4 群ズームレンズに比べて小さくなる。5 群ズームレンズの望遠端において、同じように像面側から物体側に向かい、軸上光束を追跡しながら説明する。

【0037】

10

20

30

40

50

第5レンズ群での軸上光線の入射高 h が大きくなり、その物体側が緩い収束光束となる。

次に、第5レンズ群の物体側に近接した状態の負の屈折力の第4レンズ群で、発散光束となり、第4レンズ群の第3レンズ群に対する相対移動分だけ離れた位置にある第3レンズ群へと向かい、第3レンズ群で収束光とし、第2レンズ群へと向かっている。

【0038】

そのため、防振群である第4レンズ群は、軸上光束の発散中に配置されており、軸上光線の入射高 h が比較的小さい状態となる。そのため、5群ズームレンズでは、防振群に非球面レンズを用いることなく、防振シフト時のコマ収差の変動を4群ズームレンズよりは良好に補正できる。

【0039】

本発明のズームレンズでは、5群ズームレンズにおける、望遠端での防振性能を更に良好にすることができることを特徴としている。

【0040】

前述した5群ズームレンズの説明から、望遠端での防振レンズ群の軸上光線の入射高 h をより小さくすることで、防振性能を向上することができる。そのため本発明では、第5レンズ群のレンズ構成を短くしている。これにより、広角端から望遠端へのズーミングで第4レンズ群が第5レンズ群側に移動した際、像面から第4レンズ群までの距離が短くなり、それにより第4レンズ群での軸上光線の入射高 h を小さくして、防振性能を向上している。

【0041】

次に、本発明では全系の小型化と広画角化をバランス良く達成している。通常、ポジティブリード型のズームレンズは高ズーム比化には有利である。しかしながら第1レンズ群の正の屈折力で軸外主光線の角度 α を緩めてしまうため、広画角化を図るには、第2レンズ群の屈折力を強く、第1レンズ群の屈折力を緩くする必要がある。

【0042】

この時、強い負の屈折力の第2レンズ群で発生する歪曲や倍率色収差、像面湾曲などの軸外収差を弱い正の屈折力の第1レンズ群で補正するには、第1レンズ群を大型化して軸外主光線の入射高 h を上げる必要がある。そのため全系が大型化する傾向があった。

【0043】

そこで本発明者は、第3レンズ群以降の屈折力配置を最適化し、第2レンズ群の屈折力を緩めることが出来れば、第1レンズ群も小型化出来、それにより全系の小型化が達成され则认为した。

【0044】

従来の5群ズームレンズでは、像面から射出瞳までの距離が遠く、画面周辺光束がテレセントリックに近くなっていた。そのため、物体側で広画角化を図るためには、開口絞りより像側の正の屈折力と、開口絞りより物体側の負の屈折力を共に強くする必要があり、その結果第1レンズ群が大型化していた。

【0045】

そこで本発明では、第5レンズ群の正の屈折力を緩く、第3レンズ群の正の屈折力を強くすることで、全系の射出瞳を像面側に寄せた。言い換えると、テレセントリックに近かった像側での軸外主光線に、予めある程度の角度を持たせた。それにより、第3レンズ群以降の正の屈折力の合成レンズ群で、軸外主光線の角度 α をある程度得ることができたため、第2レンズ群の屈折力を緩めても広画角化できることを見出した。それにより、第1レンズ群への軸外主光線の入射高 h も小さく出来、広画角化と全系の小型化を図っている。

【0046】

尚、本発明で言う5群ズームレンズとは、第1レンズ群と第2レンズ群がそれぞれ正と負の屈折力のレンズ群であり、かつ像側から3つのレンズ群が正、負、正の屈折力のレンズ群の順に配置されるものを総称している。本発明のズームレンズにおいては第2レンズ

10

20

30

40

50

群と第3レンズ群の間に複数のレンズ群があっても良い。

【0047】

次に、本発明のズームレンズの具体的な構成について説明する。本発明のズームレンズは、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(N-2)レンズ群、負の屈折力の第(N-1)レンズ群、正の屈折力の第Nレンズ群から成るN群構成である。Nは5以上の整数である。そして第(N-1)レンズ群の全体または一部で防振を行っている。

【0048】

そして第Nレンズ群のレンズ構成長(ブロック長)を $BldN$ とする。広角端における、第1レンズ面から像面までの光軸上の長さを TDw とする。広角端における全系の焦点距離を fw 、第Nレンズ群の焦点距離を f_N とする。

【0049】

このとき、

$$0.01 < BldN / TDw < 0.09 \quad \dots (1)$$

$$2.0 < f_N / fw < 8.0 \quad \dots (2)$$

なる条件式を満たしている。

【0050】

各実施例のズームレンズは、ポジティブリード型を採用するとともに、高ズーム比化を図っている。Nレンズ群構成で、正の屈折力の第(N-2)レンズ群、負の屈折力の第(N-1)レンズ群、正の屈折力の第Nレンズ群であり、第(N-1)レンズ群の全体または一部で防振を行うことで、望遠端において防振性能を良好に維持している。そして、条件式(1)を満たすことで、望遠端での防振性能をより良好にしている。

【0051】

条件式(1)は、第Nレンズ群のブロック長(レンズ構成長)を短くすることで、望遠端において第(N-1)レンズ群を極力像側に近くし、軸上光線高 h が低くなる位置に防振レンズ群を配置し、防振時の中心コマを補正しやすくするための条件式である。条件式(1)の上限値を逸脱すると、第Nレンズ群のブロック長が長くなってしまい、望遠端において防振レンズ群に入射する軸上光線の入射高 h が大きくなり、防振時のコマ収差の変動が大きくなってしまう。

【0052】

条件式(1)の下限値を逸脱すると、第Nレンズ群のブロック長が短過ぎ、正の屈折力のレンズ群としての働きを効果的に得るのが難しくなる。条件式(1)は、より好ましくは次の数値範囲とするのが良い。

【0053】

$$0.015 < BldN / TDw < 0.060 \quad \dots (1a)$$

条件式(2)は全系の小型化と広画角化を容易にするためのものである。条件式(2)は、第Nレンズ群のパワー(屈折力)をある程度緩くし、全系の射出瞳位置を像側に近くし、広角化を効果的に達成するための条件式である。条件式(2)の上限値を逸脱すると、第Nレンズ群のパワーが緩過ぎて、変倍の効果が弱くなり、これに対して第1レンズ群L1の変倍負担が大きくなり、全系が大型化してくる。

【0054】

条件式(2)の下限値を逸脱すると、第Nレンズ群のパワーが強くなり、全系の射出瞳位置が像側から遠くなり、広画角化が困難になる。より好ましくは条件式(2)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0055】

$$2.50 < f_N / fw < 7.50 \quad \dots (2a)$$

この他、後述する数値実施例1の値を用いて、

$$3.008 < f_N / fw < 8.0 \quad \dots (2b)$$

とするのが良い。

10

20

30

40

50

以上により、本発明では、防振機能を有し小型で広画角でありながら、高い光学性能を有し、かつ防振時においても良好な光学性能を有するズームレンズを得ている。

【0056】

次に、本発明のより好ましい条件について説明する。広角端に比べて望遠端において、第(N-2)レンズ群と第(N-1)レンズ群の間隔は広がり、第(N-1)レンズ群と第Nレンズ群の間隔は狭くなるようにするのが良い。それによれば、第(N-2)レンズ群から第Nレンズ群までの正の屈折力の合成レンズ群の主点位置をズーミングにより像側から物体側に寄せることができ、変倍効果が容易に得られる。

【0057】

第(N-2)レンズ群の焦点距離を f_{N-2} 、第(N-1)レンズ群の焦点距離を f_{N-1} とすると、

$$0.20 < |f_{N-2} / f_{N-1}| < 0.70 \quad \dots (3)$$

なる条件式を満たすのが良い。

【0058】

条件式(3)は、第(N-2)レンズ群から第Nレンズ群までの変倍補助効果を効果的に得るための条件式である。条件式(3)は、条件式(2)で第Nレンズ群の正の屈折力がある程度弱くしている分、正の屈折力の第(N-2)レンズ群に正の屈折力を配分するためのものである。負の屈折力の第(N-1)レンズ群に対してある程度強い屈折力を持たせることで、通常の5群ズームタイプと同等の変倍効果を得ている。条件式(3)の上限値を逸脱すると、第(N-2)レンズ群の屈折力が弱くなり、第(N-2)レンズ群から第Nレンズ群までの変倍を効果的に得るのが難しくなる。

【0059】

また、条件式(3)の下限値を逸脱すると、第(N-2)レンズ群の屈折力が強くなり、球面収差が大きく発生して高い光学性能を得ることが困難になってしまう。より好ましくは条件式(3)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0060】

$$0.30 < |f_{N-2} / f_{N-1}| < 0.50 \quad \dots (3a)$$

第(N-1)レンズ群の全体が防振群であることが良い。各実施例のズームレンズは、第(N-1)レンズ群全体で防振を行うと、構成を簡略化できるため、好ましい。第Nレンズ群は、非球面を有する1つのレンズより構成されることが良い。第Nレンズ群を1枚のレンズで構成すると、ブロック長を短くでき、条件式(1)を満たし易くなるため好ましい。第Nレンズ群が1枚でも十分な収差補正の効果を持たせるために、非球面形状のレンズ面を有する1枚のレンズであると良い。

【0061】

第(N-2)レンズ群の広角端における後側主点位置から、像面までの距離をHdとすると、

$$0.30 < Hd / TDW < 0.70 \quad \dots (4)$$

なる条件式を満たすことが良い。条件式(4)は、広角端における第(N-2)レンズ群の後側主点位置を像面に近い位置にするための条件式である。

【0062】

条件式(2)で、第Nレンズ群の屈折力を弱くした際、第(N-2)レンズ群から第Nレンズ群までの合成レンズ群の後側主点位置が物体側にシフトし、レトロフォーカスの屈折力配置が弱くなり、広画角化が困難になる。

【0063】

そこで、条件式(4)を満たし、第(N-2)レンズ群の後側主点位置を像面に近い位置とすることで、第Nレンズ群の屈折力を弱くしても、第(N-2)レンズ群から第Nレンズ群までの合成レンズ群の後側主点位置を通常の5群ズームタイプと同等にしている。

【0064】

条件式(4)の上限値を逸脱すると、第(N-2)レンズ群から第Nレンズ群までの合成レンズ群の後側主点位置が物体側にシフトしてしまい、レトロフォーカスの屈折力配置

が弱くなるため、好ましくない。

【 0 0 6 5 】

条件式 (4) の下限値を逸脱すると、第 (N - 2) レンズ群の後側主点位置が像側になり過ぎ、第 (N - 1) レンズ群と第 N レンズ群のスペースが少なくなり、十分な変倍を行うのが困難になる。より好ましくは、条件式 (4) の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【 0 0 6 6 】

$$0.35 < Hd / TDw < 0.60 \quad \dots (4a)$$

第 (N - 2) レンズ群と第 N レンズ群が、ズーミングに際して一体で駆動するのが良く、これによれば構成を簡略化できて好ましい。

10

【 0 0 6 7 】

正の屈折力の第 (N - 2) レンズ群、負の屈折力の第 (N - 1) レンズ群、正の屈折力の第 N レンズ群で変倍を行う。この場合、広角端から望遠端へのズーミングに際し、第 (N - 2) レンズ群と負の第 (N - 1) レンズ群の間隔を広げ、第 (N - 1) レンズ群と第 N レンズ群の間隔を狭めることが重要である。よって、第 (N - 2) レンズ群と第 N レンズ群が、ズーミングに際して一体で駆動しても、第 (N - 1) レンズ群をそれらに対して相対的に像側に移動させることで、間隔の関係を満たすことが出来る。

【 0 0 6 8 】

それにより、レンズ群を移動する機構を 1 つ減らすことが出来、例えば 5 群ズームタイプであっても、実質 4 群ズームタイプと同等の構成に簡略化することが容易になる。

20

【 0 0 6 9 】

物体側から像側へ順に、正、負、正、負、正、負、正の屈折力の第 1 レンズ群乃至第 7 レンズ群よりなることが良い。物体側から像側へ順に、正、負、正、負、正の屈折力の第 1 レンズ群乃至第 5 レンズ群よりなることが良い。

【 0 0 7 0 】

各実施例のズームレンズは、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間に複数のレンズ群が配置される 5 群以上のズームレンズであっても良い。

【 0 0 7 1 】

以下、各実施例における詳細なレンズ構成について説明する。実施例 1 は、物体側より像側へ順に配置された次のレンズ群よりなる。正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、正の屈折力第 3 レンズ群 L 3、負の屈折力第 4 レンズ群 L 4、正の屈折力第 5 レンズ群 L 5、負の屈折力第 6 レンズ群 L 6、正の屈折力第 7 レンズ群 L 7 より構成される。実施例 1 はズーム比 2.9 倍の 7 群ズームレンズである。

30

【 0 0 7 2 】

広角端から望遠端へのズーミングに際し、第 1 レンズ群 L 1 と第 2 レンズ群 L 2 の間隔を広げ、レンズ群 L 2 とレンズ群 L 3 の間隔を狭め、レンズ群 L 3 とレンズ群 L 4 の間隔を広げる。更にレンズ群 L 4 とレンズ群 L 5 の間隔を狭め、レンズ群 L 5 とレンズ群 L 6 の間隔を広げ、レンズ群 L 6 とレンズ群 L 7 の間隔を狭めるように各レンズ群が移動している。また、第 2 レンズ群 L 2 を物体側に移動することで無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行っている。

40

【 0 0 7 3 】

第 3 レンズ群 L 3 と第 5 レンズ群 L 5 と第 7 レンズ群 L 7 はズーミングに際して同一の軌跡で移動しており、それによりレンズ構成を簡略化している。第 6 レンズ群 L 6 全体を光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動して、結像位置を光軸に対して垂直方向へ移動させている。即ち防振を行っている。第 7 レンズ群 L 7 は、1 枚の非球面レンズで構成され、かつ条件式 (1) を満たしている。それにより広角端から望遠端へのズーミングに際して第 6 レンズ群 L 6 と第 7 レンズ群 L 7 との間隔を詰めた際に、第 6 レンズ群 L 6 を極力像側に配置することが出来、防振時の中心コマの変動を小さくしている。

【 0 0 7 4 】

次に、第 7 レンズ群 L 7 は条件式 (2) を満たしており、それにより全系の射出瞳位置

50

を像側寄りとし、全系の小型化及び広画角化を容易にしている。次に、第5レンズ群L5が条件式(3)、(4)を満たしており、それにより第7レンズ群L7のパワーが弱くなった分、第5レンズ群L5のパワーを強く、また第5レンズ群L5の後側主点位置を像側に配置している。これにより、第5レンズ群L5乃至第7レンズ群L7のパワー配置や変倍を効果的に行っている。

【0075】

実施例2は、物体側より像側へ順に配置された次のレンズ群よりなる。正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3、負の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5で構成される。実施例2はズーム比2.9の5群ズームレンズである。

10

【0076】

広角端から望遠端へのズーミングに際し、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間隔を広げ、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔を狭め、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の間隔を広げる。更に第4レンズ群L4と第5レンズ群L5の間隔を狭めるように各レンズ群が移動している。また、第2レンズ群L2を物体側に移動することで無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行っている。

【0077】

尚、第3レンズ群L3と第5レンズ群L5がズーミング時に際して同一の軌跡で移動しており、それにより構成を簡略化している。第4レンズ群L4全体を光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動して防振を行っている。第5レンズ群L5は、1枚の非球面レンズで構成され、かつ条件式(1)を満たしている。それにより広角端から望遠端へのズーミングに際して第4レンズ群L4と第5レンズ群L5との間隔を詰めた際に、第4レンズ群L4を極力像側に配置することが出来、防振時の中心コマの変動を小さくしている。

20

【0078】

次に、第5レンズ群L5は条件式(2)を満たしており、それにより全系の射出瞳位置を像側寄りとし、全系の小型と広画角化を容易にしている。次に、第3レンズ群L3が条件式(3)、(4)を満たしている。それにより第5レンズ群L5のパワーが弱くなった分、第3レンズ群L3のパワーを強く、また第3レンズ群L3の後側主点位置を像側に配置することで、第3レンズ群L3から第5レンズ群L5のパワー配置や変倍を効果的に行っている。

30

【0079】

実施例3は、物体側より像側へ順に配置された次のレンズ群よりなる。正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3、負の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5、負の屈折力の第6レンズ群L6、正の屈折力の第7レンズ群L7よりなる。実施例3はズーム比2.9の7群ズームレンズである。

【0080】

広角端から望遠端へのズーミングに際し、各レンズ群の間隔変化は実施例1と同じである。フォーカシングや防振に関しても実施例1と同じである。

【0081】

この他各レンズ群の光学作用も実施例1と同様である。実施例4は、物体側より像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3、負の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5で構成される。実施例4はズーム比2.9の5群ズームレンズである。

40

【0082】

広角端から望遠端へのズーミングに際し、各レンズ群の間隔変化は実施例2と同じである。またフォーカシングや防振に関しても実施例2と同じである。

【0083】

実施例4では、第5レンズ群L5が2枚のレンズ構成となっている。第5レンズ群L5を1つの非球面レンズで構成するのに対し、第5レンズ群L5のレンズ構成が厚くなっ

50

ている。しかし、レンズ構成は条件式(1)を満たす範囲であり、本発明の効果を十分に得ることができる。その他の構成や各レンズ群の光学作用については、実施例2と同様である。

【0084】

以上、本発明の好ましい光学系の実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されないことは言うまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【0085】

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたデジタルスチルカメラの実施例を図17を用いて説明する。図17において、20はカメラ本体、21は実施例1乃至4に説明したいずれか1つのズームレンズによって構成された撮影光学系である。22はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系21によって形成された被写体像を受光するCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子(光電変換素子)である。

【0086】

実施例1～4にて説明した利益は本実施例に開示したような撮像装置において効果的に享受される。本発明のズームレンズは、上述のような光学系を有する光学機器(例えば撮像装置、画像投影装置やその他の光学機器)に、種々適用可能である。またクイックリターンミラーのないミラーレスの一眼レフカメラにも同様に適用できる。

【0087】

以下に実施例1乃至4に対応する数値実施例1乃至4を示す。各数値実施例においてiは物体側からの面の順番を示す。数値実施例において 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 は物体側より順に第i番目のレンズ厚及び空気間隔、 n_{di} と d_i は各々物体側より順に第i番目のレンズの材料の屈折率とアッペ数である。BFはバックフォーカスである。非球面形状は光軸方向にX軸、光軸と垂直方向にH軸、光の進行方向を正とし、 r を近軸曲率半径、各非球面係数を K 、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} としたとき

【0088】

【数1】

$$X = \frac{(1/r) \times H^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K) \times (H/r)^2}} + A_4 \times H^4 + A_6 \times H^6 + A_8 \times H^8 + A_{10} \times H^{10} + A_{12} \times H^{12}$$

で与えるものとする。各非球面係数において「e-x」は「 10^{-x} 」を意味する。また、焦点距離、Fナンバー等のスペックに加え、画角は全系の半画角、像高は半画角を決定する最大像高、レンズ全長は第1レンズ面から像面までの距離である。バックフォーカスBFは最終面から像面までの長さを示している。

【0089】

また、ズーム群データは、各レンズ群の焦点距離、光軸上の長さ、前側主点位置、後側主点位置を表している。また、各光学面の間隔dが(可変)となっている部分は、ズーミングに際して変化するものであり、別表に焦点距離に応じた面間隔を記している。また、有効径が(可変)となっている部分は、ズーミングに際して口径が変化する可変絞りを表しており、別表に e_a として焦点距離に応じた有効径を記している。

【0090】

また、防振時の性能は、0.5度防振シフト時の性能であり、無限遠物点の光軸上から逆トレースした光線が、像面上で光軸から $Y = f \cdot \tan 0.5^\circ$ だけシフトするまで防振レンズ群をシフトさせた状態における性能を表している。また、以下に記載する数値実施例1から4のレンズデータに基づく、各条件式の計算結果を表1に示す。

【0091】

(数値実施例1)

単位 mm

面データ

10

20

30

40

50

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	244.112	2.00	1.84666	23.8	62.18
2	70.196	6.23	1.77250	49.6	56.48
3	335.290	0.15			55.34
4	54.589	5.57	1.77250	49.6	51.93
5	129.741	(可変)			50.79
6*	88.687	1.80	1.77250	49.6	33.01
7	14.403	8.45			23.35
8	-33.568	1.30	1.77250	49.6	22.82
9	37.697	0.62			22.06
10	35.988	5.57	1.80518	25.4	22.21
11	-71.710	(可変)			21.68
12	32.225	3.78	1.71736	29.5	19.17
13	-82.351	(可変)			19.17
14	-37.863	1.00	1.90366	31.3	18.75
15	97.924	(可変)			19.16
16		2.00			(可変)
17(絞り)		0.00			20.87
18	34.648	6.25	1.59282	68.6	21.73
19	-31.951	0.15			21.84
20	36.323	6.48	1.49700	81.5	20.48
21	-20.515	1.00	1.90366	31.3	19.31
22	-264.091	(可変)			18.99
23	187.038	0.90	1.80000	29.8	17.36
24	16.784	2.98	1.84666	23.8	16.82
25	44.446	(可変)			16.51
26	80.344	3.33	1.58313	59.4	21.88
27*	-89.432				22.60

10

20

【 0 0 9 2 】

30

非球面データ

第6面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.98821e-006 A 6=-1.42285e-008 A 8= 3.04974e-011 A10=-6.43979e-014 A12= 7.13375e-017

第27面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.79006e-005 A 6= 3.09106e-009 A 8= 2.10449e-010 A10=-6.98537e-013

各種データ

40

ズーム比 2.84

	広角	中間	望遠
焦点距離	24.30	35.10	68.99
Fナンバー	4.10	4.10	4.10
半画角(度)	41.68	31.65	17.41
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	134.63	141.64	168.69
BF	39.12	46.74	62.83

50

d 5	2.98	10.63	30.15
d11	17.91	9.66	1.10
d13	1.52	2.06	3.12
d15	3.56	3.03	1.97
d22	1.21	4.37	8.47
d25	8.76	5.60	1.50
ea16	13.57	15.52	19.89

10

【 0 0 9 3 】

(数 値 実 施 例 2)

単位 mm

面 デ ー タ

面 番 号	r	d	nd	d	有効径
1	244.062	2.00	1.84666	23.8	64.64
2	83.927	6.00	1.77250	49.6	62.03
3	350.238	0.15			61.42
4	55.880	6.03	1.77250	49.6	57.19
5	122.534	(可 変)			55.99
6*	98.398	1.80	1.77250	49.6	34.14
7	14.795	8.25			24.22
8	-46.504	1.30	1.77250	49.6	23.85
9	24.603	0.24			22.69
10	24.192	5.19	1.80518	25.4	22.85
11	-159.562	(可 変)			22.41
12	40.237	8.90	1.69895	30.1	17.28
13	-49.463	0.83			17.86
14	-35.012	1.00	1.80518	25.4	17.81
15	92.952	1.95			18.27
16(絞 り)		2.00			19.01
17		0.00			(可 変)
18	29.397	6.29	1.59282	68.6	20.95
19	-44.553	0.15			20.96
20	42.750	6.14	1.49700	81.5	20.20
21	-21.086	1.00	1.90366	31.3	19.28
22	-61.117	(可 変)			19.17
23	444.046	0.90	1.80100	35.0	16.43
24	20.297	2.48	1.84666	23.8	15.89
25	44.951	(可 変)			15.53
26	-940.184	2.57	1.85400	40.4	19.64
27*	-82.910				20.38

20

30

40

【 0 0 9 4 】

非 球 面 デ ー タ

第6面

K = 0.00000e+000 A 4= 6.96342e-006 A 6=-1.16139e-008 A 8= 1.81152e-011 A10=
-2.30739e-014 A12= 1.21944e-017

第27面

50

K = 0.00000e+000 A 4= 1.58011e-005 A 6= 1.25331e-008 A 8= 2.62340e-010 A10=
-7.51678e-013

各種データ

ズーム比 2.84

	広角	中間	望遠
焦点距離	24.30	35.10	68.97
Fナンバー	4.12	4.24	4.10
半画角(度)	41.68	31.65	17.42
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	134.70	138.57	169.18
BF	39.08	48.50	60.06

d 5	2.77	6.78	33.95
d11	18.78	9.21	1.10
d22	1.20	3.92	7.41
d25	7.71	4.99	1.50

ea17	13.84	15.95	21.17
------	-------	-------	-------

10

20

【 0 0 9 5 】

(数値実施例 3)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	231.709	2.10	1.84666	23.8	61.88
2	74.605	5.52	1.77250	49.6	56.41
3	265.186	0.15			55.01
4	52.560	5.34	1.77250	49.6	49.66
5	134.582	(可変)			48.61
6*	88.149	1.90	1.77250	49.6	38.10
7	15.331	9.99			26.39
8	-42.994	1.30	1.72000	50.2	25.98
9	30.100	0.15			24.92
10	28.459	5.48	1.80518	25.4	25.05
11	-128.056	(可変)			24.58
12	45.165	2.38	1.69895	30.1	18.55
13	812.728	(可変)			18.62
14	-38.378	1.00	1.84666	23.8	19.30
15	-129.346	(可変)			19.87
16		2.00			(可変)
17(絞り)		0.00			21.60
18	29.842	5.64	1.59282	68.6	22.59
19	-45.232	0.15			22.50
20	36.171	6.22	1.49700	81.5	21.27

30

40

50

21	-24.891	1.00	1.90366	31.3	20.11
22	-126.271	(可変)			19.69
23	275.852	0.90	1.80100	35.0	17.34
24	20.702	2.26	1.84666	23.8	16.69
25	44.008	(可変)			16.34
26	122.598	2.35	1.85400	40.4	18.77
27*	4930.262				19.27

【 0 0 9 6 】

非球面データ

10

第6面

K = 0.00000e+000 A 4= 5.43827e-006 A 6=-7.32059e-009 A 8= 1.15564e-011 A10=-1.09310e-014

第27面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.07361e-005 A 6=-3.08819e-009 A 8= 4.68412e-010 A10=-1.71513e-012

各種データ

ズーム比 2.84

20

	広角	中間	望遠
焦点距離	24.30	35.10	69.00
Fナンバー	4.10	4.10	4.10
半画角(度)	41.68	31.65	17.41
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	133.57	135.98	161.10
BF	39.71	48.99	63.18

d 5	0.90	4.51	25.87
d11	22.01	11.53	1.10
d13	4.76	5.93	6.74
d15	3.48	2.31	1.50
d22	1.20	2.75	5.10
d25	5.68	4.12	1.77

30

ea16	14.08	16.60	20.71
------	-------	-------	-------

【 0 0 9 7 】

40

(数値実施例4)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	244.225	2.00	1.84666	23.8	63.07
2	83.751	5.56	1.77250	49.6	58.74
3	320.295	0.15			58.01
4	52.387	5.85	1.77250	49.6	53.82

50

5	117.578	(可変)			52.66	
6*	84.539	1.50	1.88300	40.8	33.21	
7	14.835	8.37			24.18	
8	-42.802	1.10	1.77250	49.6	23.79	
9	33.406	0.15			22.97	
10	28.090	7.38	1.74000	28.3	23.14	
11	-27.688	0.57			22.56	
12	-23.904	1.10	1.72000	43.7	22.16	
13	-61.111	(可変)			21.74	
14		2.00			(可変)	10
15(絞リ)		0.00			19.60	
16	23.085	4.27	1.84666	23.8	20.79	
17	1337.697	1.63			20.39	
18	-150.192	1.00	1.84666	23.8	19.89	
19	15.019	7.31	1.49700	81.5	19.18	
20	-52.397	0.15			19.78	
21	24.566	4.10	1.59282	68.6	20.18	
22	-253.590	(可変)			19.73	
23	-52.684	2.48	1.84666	23.8	17.08	
24	-22.073	0.90	1.61340	44.3	16.95	20
25	45.671	(可変)			16.20	
26	76.888	5.18	1.49700	81.5	18.60	
27	-18.918	0.15			19.21	
28	-21.455	1.40	1.85400	40.4	19.14	
29*	-54.615				20.27	

【 0 0 9 8 】

非球面データ

第6面

K = 0.00000e+000 A 4= 7.12321e-006 A 6=-7.50723e-009 A 8= 5.47249e-012 A10= 30
1.03630e-014

第29面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.88052e-005 A 6= 1.51555e-008 A 8= 2.92228e-010 A10=
-6.98610e-013

各種データ

ズーム比 2.84

	広角	中間	望遠	40
焦点距離	24.30	35.00	69.01	
Fナンバー	4.10	4.10	4.10	
半画角(度)	41.68	31.72	17.41	
像高	21.64	21.64	21.64	
レンズ全長	133.59	138.76	164.80	
BF	39.00	46.89	60.00	
d 5	3.02	9.58	32.00	
d13	19.47	10.20	0.71	
d22	1.88	3.50	5.76	50

d25 5.90 4.28 2.02

ea14 13.70 15.46 18.60

【 0 0 9 9 】

【 表 1 】

	数値実施例1	数値実施例2	数値実施例3	数値実施例4
レンズ群タイプ	正負正負正負正	正負正負正	正負正負正負正	正負正負正
fw	24.303	24.300	24.3	24.2992
ft	68.991	68.968	28.999	69.007
f _N	73.107	106.326	147.185	114.754
f _{N-1}	-85.177	-68.194	71.508	-52.535
f _{N-2}	28.421	27.427	26.420	25.289
BldN	3.330	2.572	2.351	6.731
TDw	134.630	134.700	133.570	133.590
Hd	64.521	64.423	59.382	64.851
(1) BldN / TDw	0.025	0.019	0.018	0.050
(2) f _N /fw	3.008	4.376	6.057	4.723
(3) f _{N-2} /f _{N-1}	0.334	0.402	0.369	0.481
(4) Hd / TDw	0.479	0.478	0.445	0.485

10

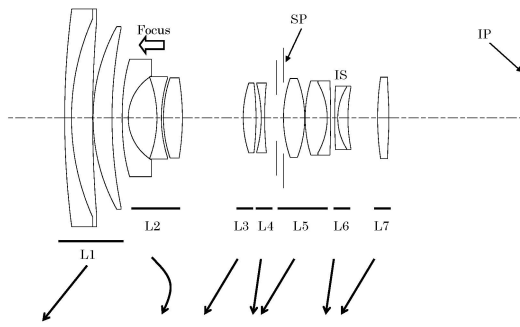
20

【 符号の説明 】

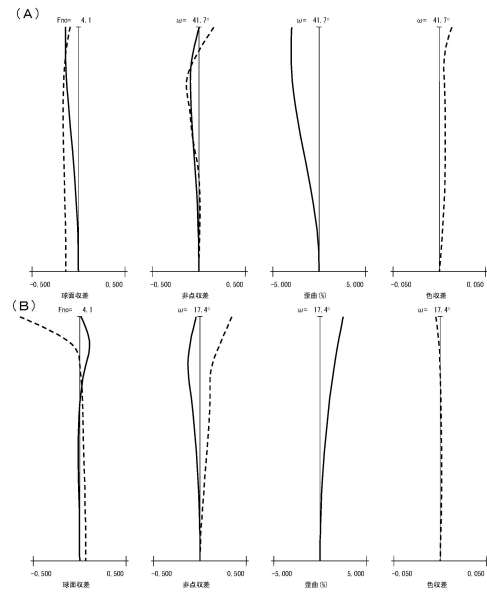
【 0 1 0 0 】

L 1 第 1 レンズ群 L 2 第 2 レンズ群 L 3 第 3 レンズ群
 L 4 第 4 レンズ群 L 5 第 5 レンズ群 L 6 第 6 レンズ群
 L 7 第 7 レンズ群 S P 絞り
 F o c u s フォーカシングで移動する群とその方向
 I S 防振でシフトするレンズ群

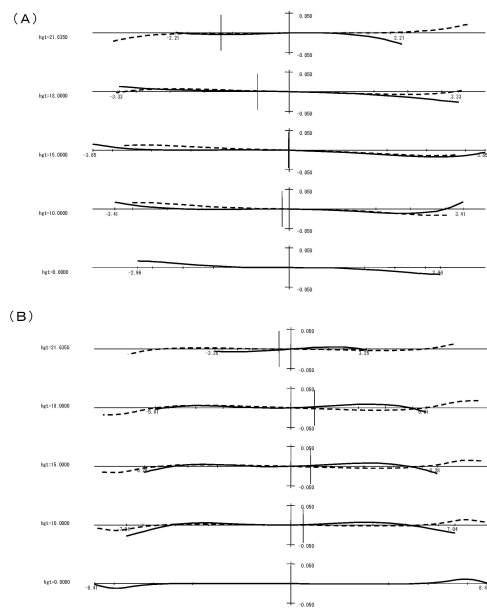
【図 1】



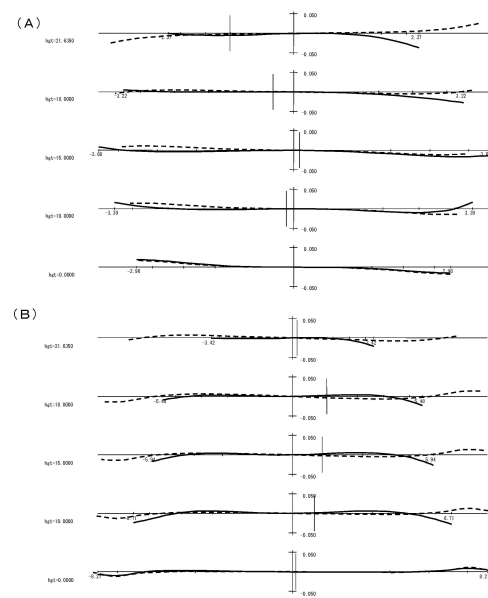
【図 2】



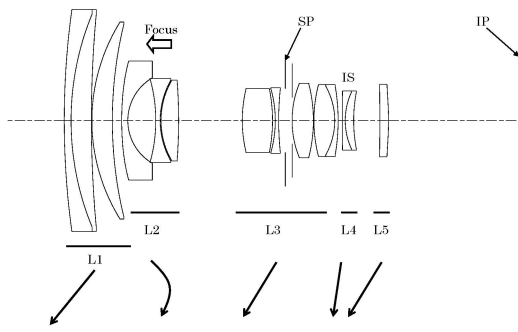
【図 3】



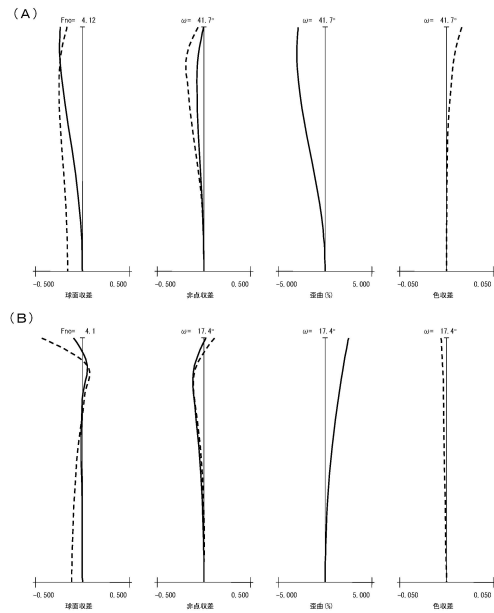
【図 4】



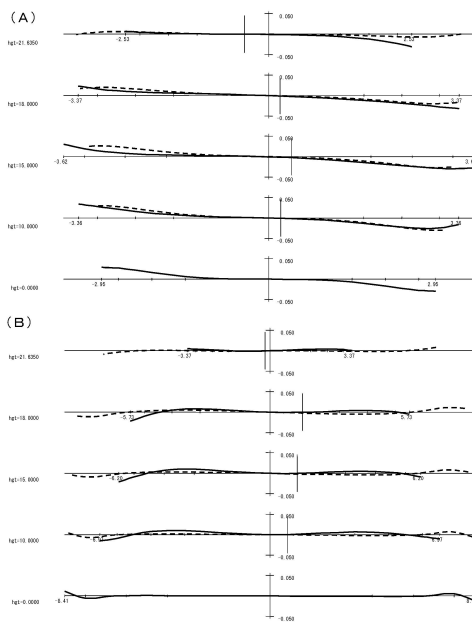
【図 5】



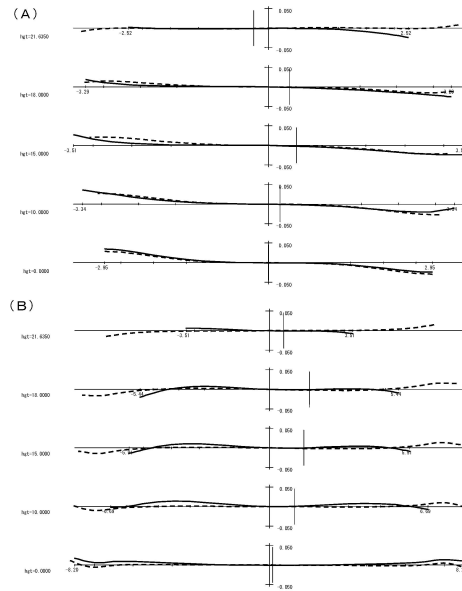
【図 6】



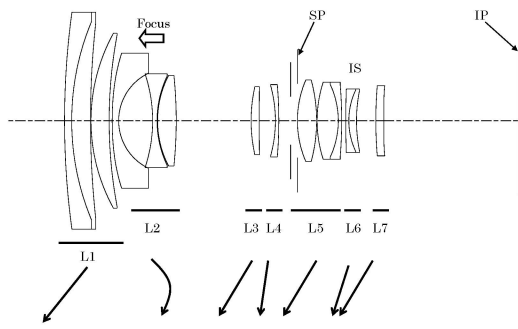
【図 7】



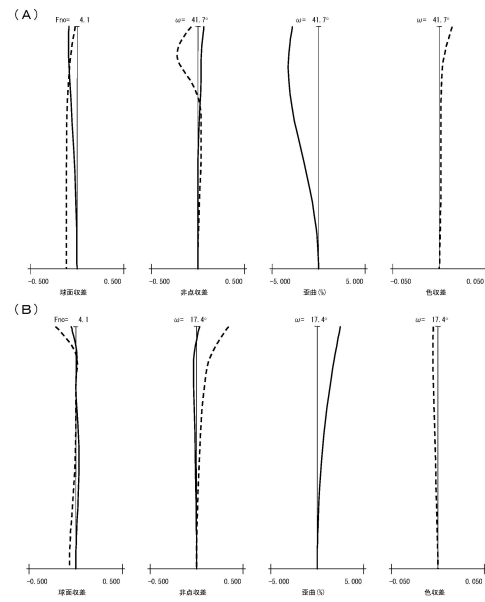
【図 8】



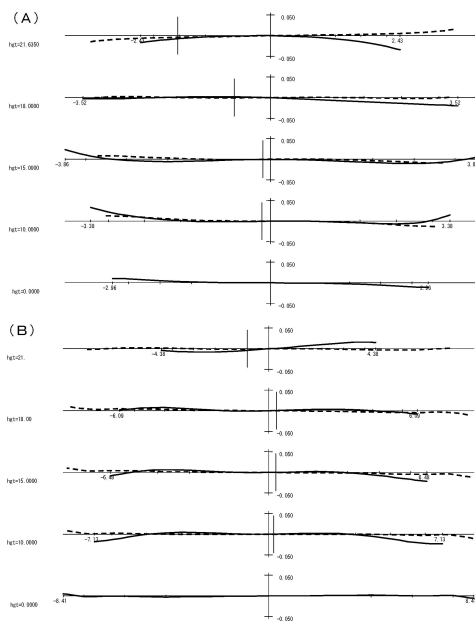
【図 9】



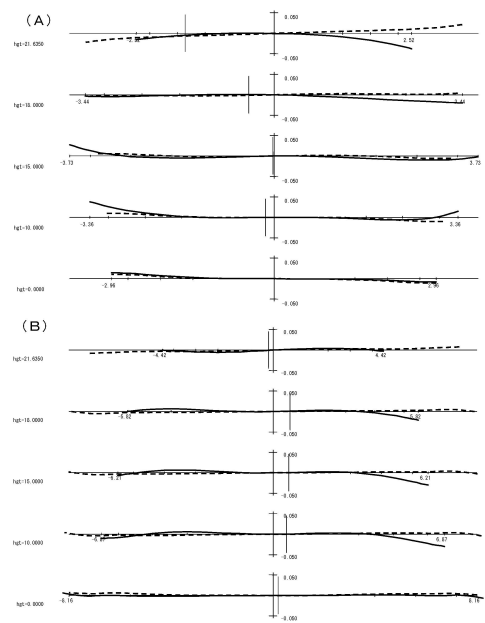
【図 10】



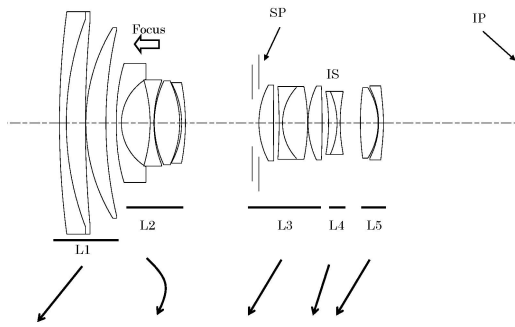
【図 11】



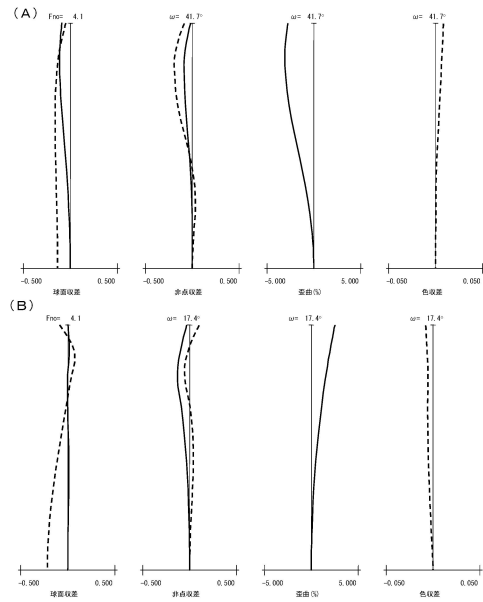
【図 12】



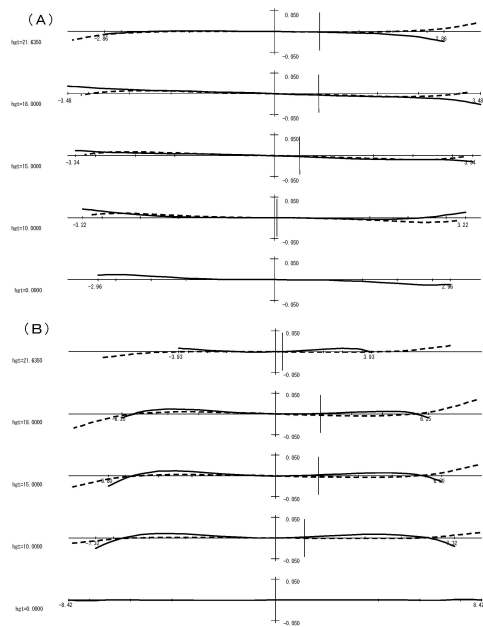
【図 13】



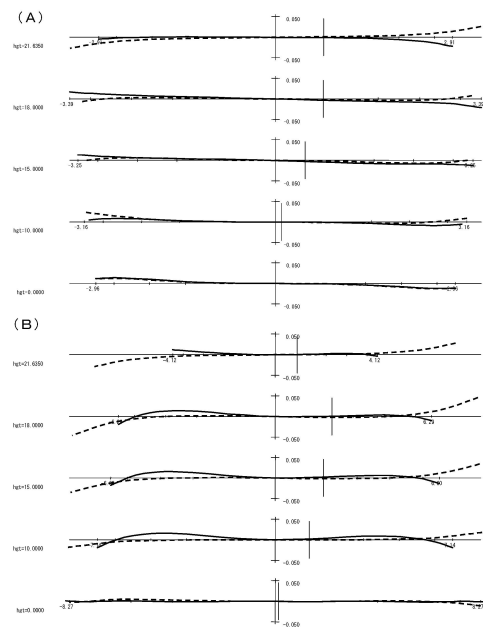
【図 14】



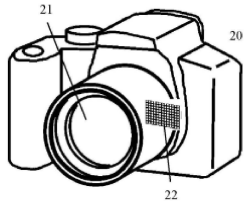
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-264174(JP,A)
特開2009-047785(JP,A)
特開2011-133738(JP,A)
特開2011-123337(JP,A)
特開2011-081113(JP,A)
特開2009-156890(JP,A)
特開2005-284097(JP,A)
特開2012-098592(JP,A)
特開2011-095505(JP,A)

(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