

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5968096号
(P5968096)

(45) 発行日 平成28年8月10日(2016.8.10)

(24) 登録日 平成28年7月15日(2016.7.15)

(51) Int.Cl.	F 1
GO2B 15/20 (2006.01)	GO2B 15/20
GO2B 13/18 (2006.01)	GO2B 13/18
GO3B 5/00 (2006.01)	GO3B 5/00 J

請求項の数 17 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2012-134846 (P2012-134846)
(22) 出願日	平成24年6月14日 (2012.6.14)
(65) 公開番号	特開2013-257507 (P2013-257507A)
(43) 公開日	平成25年12月26日 (2013.12.26)

審査請求日 平成27年6月11日 (2015.6.11)

(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(72) 発明者	田代 欣久 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
(72) 発明者	萩原 泰明 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 濱戸 息吹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びこれを有する光学機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

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3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、後続レンズ群より構成され、前記後続レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力の第1部分レンズ群、負の屈折力の第2部分レンズ群、正の屈折力の第3部分レンズ群より構成され、変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔、前記第4レンズ群と前記第1部分レンズ群との間隔がそれぞれ変化するズームレンズにおいて、

前記第2部分レンズ群は、ぶれ補正に際して、光軸に対して垂直方向の成分を有する方向に移動し、

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との広角端無限遠合焦時における合成焦点距離を f_{12w} 、前記第3レンズ群及びそれより像側のレンズ群の広角端無限遠合焦時における合成焦点距離を f_{3Rw} 、前記第2部分レンズ群の焦点距離を f_{is} 、前記後続レンズ群の望遠端無限遠合焦時における合成焦点距離を f_{Rt} 、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、ズームレンズ全系の広角端における焦点距離を f_w とするとき、

$$0.73 < |f_{12w}| / f_{3Rw} < 2.0$$

$$0.8 < |f_{is}| / f_{Rt} < 2.5$$

$$2.0 < f_1 / f_w < 8.0$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

10

20

【請求項 2】

前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき、
 $0.5 < |f_2| / f_w < 1.2$

なる条件式を満足す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2レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき、
 $3.0 < f_1 / |f_2| < 9.0$

なる条件式を満足する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2部分レンズ群の望遠端無限遠合焦時の横倍率を i_{st} 、前記第2部分レンズ群より像側に配置されるレンズ群の望遠端無限遠合焦時の合成横倍率を i_{sRt} とするとき、
 $-3.5 < (1 - i_{st}) * i_{sRt} < -1.0$

なる条件式を満足す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2レンズ群と第3部分レンズ群との間に開口絞りを有し、望遠端における前記開口絞りと前記第2部分レンズ群の物体側面との間隔を L_{ist} とするとき、
 $0.1 < L_{ist} / f_w < 1.4$

なる条件式を満足す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。

【請求項 6】

前記第2部分レンズ群の物体側面の曲率半径を R_{isf} 、前記第2部分レンズ群の像側面の曲率半径を R_{isr} とするとき、
 $1.0 < |R_{isf} / R_{isr}| < 10.0$

なる条件式を満足する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】

前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 とするとき、
 $0.6 < |f_4| / f_w < 5.0$

なる条件式を満足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 8】

$0.8 < |f_{12w}| / f_w < 1.8$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

$0.8 < f_{3Rw} / f_w < 2.0$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

前記ズームレンズ全系の望遠端における焦点距離を f_t とするとき、
 $0.01 < f_{Rt} / f_t < 1.0$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項 11】

像面側への移動を正とし、広角端から望遠端への変倍に際しての前記第1レンズ群の移動量を X_1 、広角端から望遠端への変倍に際しての前記第3レンズ群の移動量を X_3 とするとき、
 $0.8 < X_1 / X_3 < 5.0$

10

20

30

40

50

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 2】

変倍に際し、前記第 1、第 2、第 3 部分レンズ群は一体で移動することを特徴とする請求項 1 乃至 1 1 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 3】

変倍に際し、前記第 1 部分レンズ群と前記第 2 部分レンズ群との間隔が変化し、前記第 2 部分レンズ群と前記第 3 部分レンズ群との間隔が変化することを特徴とする請求項 1 乃至 1 1 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 4】

変倍に際し、前記第 1 部分レンズ群と前記第 2 部分レンズ群との間隔が変化し、前記第 2、第 3 部分レンズ群が一体で移動することを特徴とする請求項 1 乃至 1 1 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 5】

変倍に際し、前記第 1、第 2 部分レンズ群が一体で移動し、前記第 2 部分レンズ群と前記第 3 部分レンズ群との間隔が変化することを特徴とする請求項 1 乃至 1 1 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 6】

前記第 2 レンズ群と第 3 部分レンズ群との間に開口絞りを有し、フォーカシングに際して、前記第 2 レンズ群より像側で前記開口絞りより物体側に配置されたレンズ群のうち少なくとも 1 つが前記光軸上を移動することを特徴とする請求項 1 乃至 1 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 7】

請求項 1 乃至 1 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズを有する光学機器。

【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これを有する交換レンズやスチルカメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等の光学機器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、固体撮像素子を用いたデジタルスチルカメラ、ビデオカメラ等の光学機器において、良好な光学性能で十分な変倍比を持ち、手ぶれ補正可能で小型なズームレンズが要求されている。

【0003】

これらの要求を達成する一つの手段として、複数のレンズ群を変倍時に移動させるとともに、レンズ群の一部を防振群として構成する方式が提案されている。

【0004】

特許文献 1 では、ズームレンズを物体側から順に正、負、正、負、正の屈折力の 5 群にて構成し、第 5 レンズ群を正、負、正の部分レンズ群に分割し、第 5 レンズ群の負の部分レンズ群で防振を行う構成を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2010-044372 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ここで、特許文献 1 の各実施例は望遠ズームレンズであり、第 1 レンズ群を固定した配置をとっている。この構成を標準ズームレンズに適用しようとすると、広角端の広角化に

10

20

30

40

50

伴い前玉径が大型化してしまい、ズームレンズの小型化が困難になる。

【0007】

さらに、特許文献1のズームレンズは、フランジバックの長い一眼レフカメラに適用することを前提としており、バックフォーカスが長い構成になっている。そのため、この構成をそのまま標準ズームレンズとして、クイックリターンミラーを無くしてフランジバックを短縮したカメラに適用しても、光学全長が長いため交換レンズとしての小型化が困難である。

【0008】

そこで、本発明は、標準ズーム域を含む全ズーム範囲にわたり良好な光学性能を有し、バックフォーカスが短く小型で良好な手振れ補正が可能なズームレンズを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

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3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、後続レンズ群より構成され、前記後続レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力の第1部分レンズ群、負の屈折力の第2部分レンズ群、正の屈折力の第3部分レンズ群より構成され、変倍に際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔、前記第4レンズ群と前記第1部分レンズ群との間隔がそれぞれ変化するズームレンズにおいて、前記第2部分レンズ群は、ぶれ補正に際して、光軸に対して垂直方向の成分を有する方向に移動し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との広角端無限遠合焦時における合成焦点距離を f_{12w} 、前記第3レンズ群及びそれより像側のレンズ群の広角端無限遠合焦時における合成焦点距離を f_{3Rw} 、前記第2部分レンズ群の焦点距離を f_{is} 、前記後続レンズ群の望遠端無限遠合焦時における合成焦点距離を f_{Rt} 、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、ズームレンズ全系の広角端における焦点距離を f_w とするとき、

$$\begin{array}{rcl} 0.73 & < & |f_{12w}| / f_{3Rw} & < & 2.0 \\ 0.8 & < & |f_{is}| / f_{Rt} & < & 2.5 \\ \hline 2.0 & < & f_1 / f_w & < & 8.0 \end{array}$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、標準ズーム域を含む全ズーム範囲にわたり良好な光学性能を有し、バックフォーカスが短く小型で良好な手ぶれ補正が可能なズームレンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1実施形態のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図2】第1実施形態のズームレンズの(A)広角端、(B)中間のズーム位置、(C)望遠端における無限遠合焦時の縦収差図

【図3】第1実施形態のズームレンズの(A)望遠端基準状態(ぶれ補正なし)、(B)防振状態(0.3度回転ぶれ補正)における無限遠合焦時の横収差図

【図4】第2実施形態のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図5】第2実施形態のズームレンズの(A)広角端、(B)中間のズーム位置、(C)望遠端における無限遠合焦時の縦収差図

【図6】第2実施形態のズームレンズの(A)望遠端基準状態(ぶれ補正なし)、(B)防振状態(0.3度回転ぶれ補正)における無限遠合焦時の横収差図

【図7】第3実施形態のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図8】第3実施形態のズームレンズの(A)広角端、(B)中間のズーム位置、(C)望遠端における無限遠合焦時の縦収差図

10

20

30

40

50

【図9】第3実施形態のズームレンズの(A)望遠端基準状態(ぶれ補正なし)、(B)防振状態(0.3度回転ぶれ補正)における無限遠合焦時の横収差図

【図10】第4実施形態のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図11】第4実施形態のズームレンズの(A)広角端、(B)中間のズーム位置、(C)望遠端における無限遠合焦時の縦収差図

【図12】第4実施形態のズームレンズの(A)望遠端基準状態(ぶれ補正なし)、(B)防振状態(0.3度回転ぶれ補正)における無限遠合焦時の横収差図

【図13】第5実施形態のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図14】第5実施形態のズームレンズの(A)広角端、(B)中間のズーム位置、(C)望遠端における無限遠合焦時の縦収差図

【図15】第5実施形態のズームレンズの(A)望遠端基準状態(ぶれ補正なし)、(B)防振状態(0.3度回転ぶれ補正)における無限遠合焦時の横収差図

【図16】第6実施形態のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図17】第6実施形態のズームレンズの(A)広角端、(B)中間のズーム位置、(C)望遠端における無限遠合焦時の縦収差図

【図18】第6実施形態のズームレンズの(A)望遠端基準状態(ぶれ補正なし)、(B)防振状態(0.3度回転ぶれ補正)における無限遠合焦時の横収差図

【図19】第7実施形態のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図20】第7実施形態のズームレンズの(A)広角端、(B)中間のズーム位置、(C)望遠端における無限遠合焦時の縦収差図

【図21】第7実施形態のズームレンズの(A)望遠端基準状態(ぶれ補正なし)、(B)防振状態(0.3度回転ぶれ補正)における無限遠合焦時の横収差図

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明の実施形態を、図面を用いて説明する。図1、4、7、10、13、16、19はそれぞれ、第1～7実施形態のズームレンズの広角端(短焦点距離端)における断面図である。図2、5、8、11、14、17、20はそれぞれ、第1～7実施形態のズームレンズの縦収差図であり、各図において(A)、(B)、(C)はそれぞれ広角端、中間のズーム位置、望遠端(長焦点距離端)に対応する。図3、6、9、12、15、18、21はそれぞれ、第1～7実施形態のズームレンズの横収差図であり、各図において(A)、(B)はそれぞれ望遠端基準状態(ぶれ補正なし)、防振状態(0.3度回転ぶれ補正)に対応する。また、第1～7実施形態は、それぞれ後述する数値実施例1～7に対応する。

【0013】

各実施形態の断面図において、左方が物体側(前方)で、右方が像側(後方)であり、物体側から順に、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、後続レンズ群LRである。なお、後続レンズ群LRは、物体側から順に、正の屈折力の第1部分レンズ群LRa、負の屈折力の第2部分レンズ群LRb、正の屈折力の第3部分レンズ群LRcにて構成される。第2部分レンズ群LRbは、光軸に対して垂直方向の成分を有するように変位可能であり、これにより防振を行う。また、負の屈折力を有する第2レンズ群L2と第4レンズ群L4とで変倍作用を適切に分担することにより、レンズ全長を短くしつつ高変倍化を図っている。変倍に際し、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との間隔、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3との間隔、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4との間隔、第4レンズ群L4と第1部分レンズ群LRaとの間隔がそれぞれ変化する。

【0014】

第2レンズ群L2と第3部分レンズ群LRcとの間に開口絞りSSを配置しており、第2レンズ群L2より像側かつ、開口絞りSSより物体側に配置されたレンズ群のうち少なくとも1つを、光軸上を移動して合焦動作を行うフォーカスレンズ群としている。第2レンズ群L2と開口絞りSSの間は比較的軸外光線の高さが低くなる。このため、ここにフ

10

20

30

40

50

オーカスレンズ群を配置することで、フォーカスレンズ群の径を小型化できる。これにより、フォーカス駆動機構を含めた鏡筒全体の小型化を実現することができる。また、本ズームレンズを交換レンズに適用した場合、レンズマウント部から離れた位置にフォーカスレンズ群を配置することが可能となり、フォーカス駆動機構とレンズマウント部との干渉を回避できる。

【0015】

光学フィルタや撮像素子のフェースプレート等を想定して、光学ブロックGが設けられる。IPは、CCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面に相当する像面である。矢印は広角端から望遠端への変倍に際して、各レンズ群の移動軌跡を示している。

10

【0016】

図2、5、8、11、14、17、20に示した縦収差図において、d、gは各々d線及びg線、M、Sはメリディオナル像面、サジタル像面である。倍率色収差はg線によって表している。は半画角、FnoはFナンバーである。図3、6、9、12、15、18、21に示した横収差図において、d、gは各々d線及びg線、meri、sagiはメリディオナル方向、サジタル方向である。倍率色収差はg線によって表している。hgtは像高である。

【0017】

さらに、本発明のズームレンズは、以下の条件式を満足することを特徴としている。

$$0.73 < |f_{12w}| / f_{3Rw} < 2.0 \dots (1)$$

20

$$0.8 < |f_{is}| / f_{Rt} < 2.5 \dots (2)$$

$$2.0 \leq f_{1/fw} \leq 8.0 \dots (3)$$

【0018】

ここで、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との広角端無限遠合焦時における合成焦点距離をf_{12w}、第3レンズ群L3を含んでそれより像側のレンズ群の広角端無限遠合焦時における合成焦点距離をf_{3Rw}としている。また、第2部分レンズ群LRbの焦点距離をf_{is}、後続レンズ群LRの望遠端無限遠合焦時における合成焦点距離をf_{Rt}、第1レンズ群の焦点距離をf₁、ズームレンズ全系の広角端における焦点距離をf_wとしている。

【0019】

30

条件式(1)は、ズームレンズの広角端における屈折力配置を規定する条件式である。本発明のズームレンズでは、広角端において、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間を境に前群と後群に分割したとき、レトロフォーカスタイルの屈折力配置をとる構成としている。レトロフォーカス配置の場合、前述した前群と後群の屈折力のバランスを変更することで、バックフォーカスを制御することができる。ここで、レンズ全系の小型化のためにはバックフォーカスをより短くすることが有効であるが、バックフォーカスを極端に短くすると広角端での射出瞳距離が短くなりすぎる。特に、撮像素子にCCDセンサやCMOSセンサを利用した装置では、シェーディングの影響を考慮し、射出瞳距離を確保する必要がある。ここで、射出瞳距離を確保しつつ、バックフォーカスを極端に短くしようとすると、光学系の後玉径が大型化してしまう。特に交換レンズの光学系として上記構成を採用すると、カメラ本体と交換レンズのマウント部を大型化することとなり、レンズ鏡筒が大型化してしまう。ゆえに、前述した前群と後群のパワーバランスを適切な範囲に設定することにより、射出瞳距離を確保しつつ、ズームレンズ全系の小型化、特に広角端におけるレンズ全長を短縮することができる。

40

【0020】

条件式(1)の下限を超えると、広角端における第1、第2レンズ群の合成焦点距離と第3レンズ群以降の合成焦点距離の比が小さくなりすぎ、バックフォーカスが増大することでレンズ全長が長くなってしまう。一方、上限を超えると、バックフォーカスが短くなりすぎ、射出瞳距離の確保、各種フィルタ類を挿入するスペースの確保が困難になってしまう。

50

【0021】

条件式(2)は、後続レンズ群LRの中に配置され、防振レンズ群として作用する第2部分レンズ群LRbの屈折力配置を規定する条件式である。第2部分レンズ群LRbの屈折力を適切に規定することで、防振時の光学性能を確保しつつ防振時のレンズ移動量を低減し、鏡筒構造を含めたズームレンズ全系の小型化を図っている。

【0022】

条件式(2)の下限を超えると、第2部分レンズ群LRbの屈折力が望遠端における後続レンズ群LRの合成焦点距離に比して大きくなりすぎるため、防振時の光学性能、特に偏心コマ収差の補正が困難となる。一方、上限を超えると、第2部分レンズ群LRbの屈折力が小さくなりすぎ、防振のためのレンズ群の移動量が増大し、鏡筒構造を含めたズームレンズ全系が大型化してしまう。

10

【0023】

条件式(3)は、第1レンズ群L1の焦点距離f1とレンズ全系の広角端での焦点距離fwの比を規定した条件式である。

【0024】

条件式(3)の下限を超えると、第1レンズ群L1の焦点距離が短くなりすぎ、特に望遠端での球面収差、軸上色収差の補正が困難となる。若しくは、広角端の焦点距離が長くなりすぎ、広角端における撮影画角が狭まってしまう。一方、上限を超えると、第1レンズ群L1の焦点距離が長くなりすぎ、変倍のためのレンズ群の移動量が大きくなることでレンズ全系が大型化してしまう。

20

【0025】

以上の構成により、標準ズーム域を含む全ズーム範囲にわたり、良好な光学性能を有し、バックフォーカスが短く小型で良好な手振れ補正が可能なズームレンズを得ることができる。

【0026】

各実施形態において、より好ましくは、条件式(1)～(3)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$\begin{array}{llllll} 0.77 & < & |f_{12w}| / f_{3Rw} & < & 1.5 & \cdots (1a) \\ 0.9 & < & |f_{is}| / f_{Rt} & < & 2.3 & \cdots (2a) \\ 3.0 & \leq & f_{1/fw} & \leq & 7.0 & \cdots (3a) \end{array}$$

30

【0027】

さらに好ましくは、条件式(1a)～(3a)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$\begin{array}{llllll} 0.8 & < & |f_{12w}| / f_{3Rw} & < & 1.1 & \cdots (1b) \\ 1.0 & < & |f_{is}| / f_{Rt} & < & 2.0 & \cdots (2b) \\ 4.0 & \leq & f_{1/fw} & \leq & 6.0 & \cdots (3b) \end{array}$$

【0028】

次に、本発明におけるより好ましい構成について説明する。

【0029】

各実施形態では、第2部分レンズ群LRbを2枚以下のレンズで構成している。これにより軽量化を図ることで、鏡筒全体の小型化を図ることができる。

40

【0030】

また、各実施形態では、広角端から望遠端にかけての変倍に際し、第2部分レンズ群LRbを物体側に移動させている。これにより、第2部分レンズ群LRbの径が増大することを抑制し、駆動装置を含む鏡筒全体の小型化を図ることができる。

【0031】

また、第1～5、7実施形態では、変倍に際し第3レンズ群L3と第1部分レンズ群LRaを略一体で移動させている。これにより、これらのレンズ群の移動機構を一体化することが可能となり、駆動装置を含む鏡筒全体の小型化を図ることができる。

【0032】

50

また、第1～6実施形態では、変倍に際し第3レンズ群L3と第3部分レンズ群LRCを略一体で移動させている。これにより、これらのレンズ群の移動機構を一体化することが可能となり、駆動装置を含む鏡筒全体の小型化を図ることができる。

【0033】

また、第1～5実施形態では、変倍に際し後続レンズLRに含まれる第1部分レンズ群LRAと第3部分レンズ群LRCを略一体で移動させている。これにより、これらのレンズ群の移動機構を一体化することが可能となり、駆動装置を含む鏡筒全体の小型化を図ることができる。

【0034】

また、各実施形態では、第4レンズ群L4を物体側に移動することで無限遠物体から有限距離物体へのフォーカス動作を行っている。小型、軽量なレンズ群をフォーカス動作に用いることで、フォーカス機構の小型化とともに、合焦速度の向上を図ることができる。

10

【0035】

また、各実施形態では、変倍時に全てのレンズ群が移動する構成としている。各レンズ群が移動する構成とすることで、移動スペースを有効に活用し、ズームレンズの小型化を維持しつつ、十分な変倍量の確保と良好な光学性能を同時に図ることができる。

【0036】

さらに、各実施形態では、広角端から望遠端への変倍に際し、全てのレンズ群が物体側へ移動する構成としている。これにより、広角端の全長を短縮することができる。一般的に携帯時の変倍位置は広角端であることが速写性の観点から好まれるため、広角端における全長が短くなる構成が好ましい。

20

【0037】

また、本発明のズームレンズにおいて、好ましくは次の条件式のうち1つ以上を満足することが良い。

【0038】

ズームレンズ全系の望遠端における焦点距離を f_t とする。また、第2レンズ群L2の焦点距離を f_2 、第4レンズ群L4の焦点距離を f_4 とする。第2部分レンズ群LRCより像側に配置されるレンズ群の望遠端無限遠合焦時の合成横倍率を i_sR_t とする。

30

【0039】

望遠端における開口絞りと第2部分レンズ群LRCの物体側面との間隔を $L_i s t$ とする。第2部分レンズ群LRCの物体側面の曲率半径を $R_i s f$ 、像側面の曲率半径を $R_i s r$ とする。広角端から望遠端への変倍に際し、像面側への移動を正としたときの第1レンズ群L1の移動量を X_1 、第3レンズ群L3の移動量を X_3 とする。

【0040】

このとき、

0.5 < f_2 / f_w < 1.2	... (4)
3.0 < f_1 / f_2 < 9.0	... (5)
-3.5 < (1 - $i_s t$) * $i_s R_t$ < -1.0	... (6)
0.1 < $L_i s t$ / f_w < 1.4	... (7)
1.0 < $R_i s f$ / $R_i s r$ < 10.0	... (8)
0.6 < f_4 / f_w < 5.0	... (9)
0.8 < $f_1 2 w$ / f_w < 1.8	... (10)
0.8 < $f_3 R_w$ / f_w < 2.0	... (11)
0.01 < $f R_t$ / f_t < 1.0	... (12)
0.8 < X_1 / X_3 < 5.0	... (13)

40

なる条件式のうち、1つ以上を満足するのが良い。

【0041】

次に各条件式の技術的意味について説明する。

【0042】

50

条件式(4)は、第2レンズ群L2の焦点距離 f_2 とレンズ全系の広角端での焦点距離 f_w の比を規定した条件式である。

【0043】

条件式(4)の下限を超えると、第2レンズ群L2の焦点距離 f_2 が短くなりすぎ、特に広角端での像面弯曲、倍率色収差の補正が困難となる。一方、上限を超えると、第2レンズ群L2の焦点距離 f_2 が長くなりすぎ、変倍のためのレンズ群の移動量が大きくなり、レンズ全系が大型化してしまう。

【0044】

条件式(5)は第1レンズ群L1の焦点距離 f_1 と第2レンズ群L2の焦点距離 f_2 の比を規定する条件式である。

10

【0045】

条件式(5)の上限、下限いずれを超えて、変倍のための第1レンズ群L1または、第2レンズ群L2の移動量が大きくなり、レンズ全系が大型化してしまう。若しくは、第1レンズ群L1または、第2レンズ群L2の焦点距離が短くなりすぎると、変倍全域での収差補正が困難となってしまう。

【0046】

条件式(6)は第2部分レンズ群L_Rbの望遠端無限遠合焦時の横倍率 $i_{s,t}$ と、第2部分レンズ群L_Rbより像側に配置されるレンズ群の望遠端無限遠合焦時の合成横倍率 $i_{s,R,t}$ を規定した条件式である。つまり、望遠端無限遠合焦時における各群の横倍率より、防振群の偏心量と像の移動量の比(敏感度)を規定している。

20

【0047】

条件式(6)の下限を超えると、第2部分レンズ群L_Rbの防振に対する敏感度が高くなりすぎ、防振の制御が困難となる。一方、上限を超えると、第2部分レンズ群L_Rbの敏感度が低くなりすぎ、防振時のレンズ群の移動量が大きくなるため、駆動装置を含む鏡筒全体が大型化してしまう。

【0048】

条件式(7)は、望遠端における開口絞りと第2部分レンズ群L_Rbの物体側面との間隔 $L_{i,s,t}$ とレンズ全系の広角端での焦点距離 f_w の比を規定した条件式である。

【0049】

条件式(7)の下限を超えると、第2部分レンズ群L_Rbの像側面と開口絞りとの距離が小さくなりすぎ、駆動装置の配置が困難となる。一方、上限を超えると、第2部分レンズ群L_Rbの像側面と開口絞りとの距離が大きくなりすぎ、第2部分レンズ群L_Rbの径が大型化してしまう。

30

【0050】

条件式(8)は、後続レンズ群L_Rに含まれる第2部分レンズ群L_Rbの物体側面の曲率半径 $R_{i,s,f}$ と像側面の曲率半径 $R_{i,s,r}$ を規定した条件式である。

【0051】

条件式(8)の上下限いずれを超えて、防振時の収差変動、特に偏心コマ収差の補正が困難となる。

【0052】

条件式(9)は、第4レンズ群L4の焦点距離 f_4 とレンズ全系の広角端での焦点距離 f_w の比を規定した条件式である。

40

【0053】

条件式(9)の下限を超えると、第4レンズ群L4の焦点距離 f_4 が短くなりすぎ、特にフォーカス時の球面収差、コマ収差変動の補正が困難となる。一方、上限を超えると、第4レンズ群L4の焦点距離 f_4 が長くなりすぎ、フォーカスのための移動量が大きくなりすぎるため、駆動装置を含む鏡筒全体が大型化してしまう。

【0054】

条件式(10)は、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との広角端における合成焦点距離 $f_{1,2,w}$ とレンズ全系の広角端での焦点距離 f_w の比を規定した条件式である。

50

【0055】

条件式(10)の下限を超えると、合成焦点距離が短くなりすぎ、特に像面彎曲、非点収差の補正が困難となる。一方、上限を超えると、合成焦点距離が長くなりすぎ、広角端においてレンズ全系が大型化してしまう。

【0056】

条件式(11)は、第3レンズ群L3及びそれより像側のレンズ群の広角端無限遠合焦時における合成焦点距離 f_{3Rw} とレンズ全系の広角端での焦点距離 f_w の比を規定した条件式である。

【0057】

条件式(11)の下限を超えると、合成焦点距離が短くなりすぎ、特に球面収差、コマ収差の補正が困難となる。一方、上限を超えると、合成焦点距離が長くなりすぎ、広角端においてレンズ全系が大型化してしまう。 10

【0058】

条件式(12)は、後続レンズ群LRの望遠端無限遠合焦時における合成焦点距離 f_{Rt} とレンズ全系の望遠端での焦点距離 f_w の比を規定した条件式である。

【0059】

条件式(12)の下限を超えると、合成焦点距離が短くなりすぎ、特に球面収差、コマ収差の補正が困難となる。一方、上限を超えると、合成焦点距離が長くなりすぎ、望遠においてレンズ全系が大型化してしまう。 20

【0060】

条件式(13)は、広角端から望遠端への変倍に際しての、物体側への移動を正としたときの第1レンズ群L1の移動量 X_1 と、第3レンズ群L3の移動量 X_3 の比を規定した条件式である。

【0061】

条件式(13)の下限を超えると、第1レンズ群L1の移動量に比して、第3レンズ群L3の移動量が大きくなりすぎ、前玉径が増大してしまう。一方、上限を超えると、第1レンズ群L1の移動量に比して、第3レンズ群L3の移動量が小さくなりすぎ、相対的に第1レンズ群L1の移動量が大きくなる。そのため第1レンズ群L1の移動鏡筒が大型化し、鏡筒構造を含めたレンズ全系が大型化してしまう。 30

【0062】

各実施形態において、より好ましくは条件式(4)~(13)の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

0.65 < f2 / fw < 1.1	... (4a)
4.0 < f1 / f2 < 8.0	... (5a)
-3.0 < (1 - ist) * isRt < -1.2	... (6a)
0.2 < List / fw < 1.2	... (7a)
1.2 < Risf / Risr < 8.0	... (8a)
0.7 < f4 / fw < 4.0	... (9a)
0.9 < f12w / fw < 1.5	... (10a)
0.9 < f3Rw / fw < 1.8	... (11a)
0.05 < fRt / ft < 0.5	... (12a)
0.9 < X1 / X3 < 4.0	... (13a)

【0063】

各実施形態において、さらに好ましくは条件式(4a)~(13a)の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

0.8 < f2 / fw < 1.0	... (4b)
5.0 < f1 / f2 < 7.0	... (5b)
-2.5 < (1 - ist) * isRt < -1.4	... (6b)
0.3 < List / fw < 1.0	... (7b)
1.4 < Risf / Risr < 6.0	... (8b)

0 . 8 < f 4 / f w < 3 . 0	· · · (9 b)
1 . 0 < f 1 2 w / f w < 1 . 3	· · · (10 b)
1 . 0 < f 3 R w / f w < 1 . 5	· · · (11 b)
0 . 1 < f R t / f t < 0 . 4	· · · (12 b)
1 . 0 < X 1 / X 3 < 3 . 0	· · · (13 b)

【 0 0 6 4 】

次に、第1～7実施形態のズームレンズの構成について説明する。

【 0 0 6 5 】

(第1実施形態)

本実施形態のズームレンズは、広角端から望遠端への変倍に際し、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間隔、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の間隔がそれぞれ拡がるように移動する。また、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔、第4レンズ群L4と後続レンズ群LRの間隔が狭まるように移動する。ここで、各レンズ群はいずれも物体側に移動している。また、第3レンズ群L3と後続レンズ群LRは一体で移動する。開口絞りは、第1部分レンズ群LRa内に配置し、第1部分レンズ群LRaと一緒に移動する。

【 0 0 6 6 】

ここで、後続レンズ群LRに含まれる第2部分レンズ群LRbが光軸に対して垂直方向の成分を持つように変位することで防振を行う。このようにすることで、駆動機構を含めレンズ系全体の小型化を図っている。

【 0 0 6 7 】

また、有限物体距離物体への合焦は、第4レンズ群L4を光軸上で移動させるインナーフォーカス方式を採用している。小型軽量な第4レンズ群L4をフォーカス群として、駆動機構を含めレンズ光全体の小型化と高速な合焦を図っている。

【 0 0 6 8 】

(第2実施形態)

本実施形態は、ズームタイプ、防振方式、合焦方式は第1実施形態と同じである。第1実施形態と比較して、各レンズ群内のレンズ構成と形状が異なる。

【 0 0 6 9 】

(第3実施形態)

本実施形態は、物体側から順に、正、負、正、負、正の屈折力を有する7群ズームレンズである。ここで、後続レンズ群LRは、正の屈折力を有する第5レンズ群(第1部分レンズ群)LRa、負の屈折力を有する第6レンズ群(第2部分レンズ群)LRb、正の屈折力を有する第7レンズ群(第3部分レンズ群)LRcで構成されている。この構成により、ズームレンズの広角高倍化を図っている。

【 0 0 7 0 】

本実施形態では、広角端から望遠端への変倍に際し、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間隔、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の間隔、第5レンズ群LRaと第6レンズ群LRbの間隔がそれぞれ拡がるように移動する。また、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔、第4レンズ群L4と第5レンズ群LRaの間隔、第6レンズ群LRbと第7レンズ群LRcの間隔が狭まるように移動する。ここで、各レンズ群はいずれも物体側に移動する。また、第3レンズ群L3、第5レンズ群LRa、第7レンズ群LRcは一体で移動する。開口絞りは、第5レンズ群LRaの物体側に配置し、第5レンズ群LRaと一緒に移動する。防振方式、合焦方式は第1実施形態と同じである。

【 0 0 7 1 】

(第4実施形態)

本実施形態は、ズームタイプ、合焦方式は第3実施形態と同じである。第3実施形態とは、開口絞りを第5レンズ群LRa内に配置し、広角端を広角化し、変倍比を変更したことが異なる。

【 0 0 7 2 】

10

20

30

40

50

(第5実施形態)

本実施形態は、ズームタイプ、防振方式、合焦方式は第4実施形態と同じである。第4実施形態と比較して、各レンズ群内のレンズ構成と形状が異なる。

【0073】

(第6実施形態)

本実施形態は、物体側から順に、正、負、正、負、正、負の屈折力を有する6群ズームレンズである。ここで、後続レンズ群LRは、正の屈折力を有する第5レンズ群(第1部分レンズ群)LRaと、負の屈折力を有する第2部分レンズ群LRbと正の屈折力を有する第3部分レンズ群LRcとからなる第6レンズ群により構成される。この構成により、ズーム中間における収差補正の自由度を確保している。

10

【0074】

本実施形態では、広角端から望遠端への変倍に際し、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間隔、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の間隔がそれぞれ拡がるように移動する。また、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔、第4レンズ群L4と第5レンズ群LRaの間隔、第5レンズ群LRaと第6レンズ群の間隔が狭まるように移動する。ここで、各レンズ群はいずれも物体側に移動する。また、第3レンズ群L3、第6レンズ群は一体で移動する。開口絞りは、第5レンズ群LRa内に配置し、第5レンズ群LRaと一体で移動する。防振方式、合焦方式は第1実施形態と同じである。

【0075】

(第7実施形態)

20

本実施形態は、物体側から順に、正、負、正、負、正、正の屈折力を有する6群ズームレンズである。ここで、後続レンズ群LRは、正の屈折力を有する第1部分レンズ群LRaと負の屈折力を有する第2部分レンズ群LRbとからなる第5レンズ群と、正の屈折力を有する第6レンズ群(第3部分レンズ群)LRcにより構成される。この構成により、ズーム中間における収差補正の自由度を確保している。

【0076】

本実施形態では、広角端から望遠端への変倍に際し、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間隔、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の間隔、第5レンズ群と第6レンズ群LRcの間隔がそれぞれ拡がるように移動する。また、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔、第4レンズ群L4と第5レンズ群の間隔が狭まるように移動する。ここで、各レンズ群はいずれも物体側に移動する。また、第3レンズ群L3と第5レンズ群は一体で移動する。開口絞りは、第5レンズ群内に配置し、第5レンズ群と一体で移動する。防振方式、合焦方式は第1実施形態と同じである。

30

【0077】

以上、本発明の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及び変更が可能である。例えば、各実施形態のズームレンズにおいて、変倍時のFナンバーの変動を制御するため、ズーム位置に応じて絞り径の制御を行ってもよい。また、光学系に残存する歪曲収差を電気的に補正(画像処理での補正)してもよい。

【0078】

40

上記、第1～7実施形態のズームレンズは、交換レンズやスチルカメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等の光学機器に適用可能である。

【0079】

以下、第1～7実施形態に対応する数値実施例1～7の具体的数値データを示す。各数値実施例において、iは物体側から数えた面の番号を示す。riは第i番目の光学面(第i面)の曲率半径である。diは第i面と第(i+1)面との軸上間隔である。ndi、vd iはそれぞれd線に対する第i番目の光学部材の材料の屈折率、アッペ数である。fは焦点距離、FnoはFナンバー、θは半画角である。

【0080】

ここで、アッペ数vdは以下の式であらわされる。

50

$$v_d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

N_d : フラウンフォーファーの d 線 (波長 587.6 nm) に対する屈折率

N_F : フラウンフォーファーの F 線 (波長 486.1 nm) に対する屈折率

N_C : フラウンフォーファーの C 線 (波長 656.3 nm) に対する屈折率

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量として、 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_{10} を非球面係数とするとき、

$$x = (h^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + K) \times (h / r)^2\}^{1/2}] + A_4 \times h^4 + A_6 \times h^6 + A_8 \times h^8 + A_{10} \times h^{10}$$

なる式で表している。

なお、数値の「 $E \pm XX$ 」は「 $\times 10^{\pm XX}$ 」を意味している。 10

【0081】

また、前述の各条件式と数値実施例との関係を表 1 に示す。そして、各条件式で用いたパラメータを表 2 に示す。

【0082】

(数値実施例 1)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径	
1	46.669	1.70	1.84666	23.9	34.95	20
2	35.524	4.60	1.69680	55.5	32.80	
3	204.820	(可変)			32.07	
4	34.378	1.20	1.83481	42.7	24.23	
5	10.658	6.37			17.97	
6*	-54.819	1.00	1.85135	40.1	17.47	
7	40.459	0.15			16.98	
8	21.274	2.60	1.92286	18.9	17.00	
9	74.846	(可変)			16.48	
10	16.794	1.40	1.77250	49.6	9.65	
11	36.819	(可変)			9.47	30
12	-16.363	0.55	1.88300	40.8	9.40	
13	-55.623	(可変)			9.67	
14	14.081	3.80	1.69680	55.5	10.95	
15	-14.081	0.80	1.84666	23.9	10.70	
16	-24.638	0.80			10.61	
17(絞り)		2.00			9.86	
18*	23.987	2.00	1.58313	59.4	9.09	
19*	82.591	(可変)			9.36	
20	-42.910	0.60	1.90366	31.3	10.05	
21	26.991	(可変)			10.43	40
22	25.069	2.00	1.52996	55.8	17.50	
23*	25.588	1.99			18.05	
24	-201.896	2.00	1.84666	23.9	18.31	
25	-43.203	(可変)			18.90	
26		1.21	1.51633	64.1	30.00	
27		1.10			30.00	
28		0.50	1.51633	64.1	30.00	
29					30.00	
像面						

非球面データ

第6面

K= 2.03284e+001 A4= 1.34534e-005 A6= 9.74836e-008
 A8=-5.46269e-010 A10= 7.48620e-012

第18面

K=-4.02860e+000 A4=-1.06804e-004 A6=-4.99512e-006
 A8=-1.13675e-008 A10=-3.18466e-009 A12= 6.43346e-011

第19面

K= 0.00000e+000 A4= 1.40820e-004 A6=-3.17915e-006
 A8=-8.57069e-008 A10= 1.14883e-009 A12=-1.17453e-012

第23面

K=-9.67257e-001 A4=-2.37994e-005 A6= 1.12104e-007
 A8= 5.00265e-011

各種データ

ズーム比	2.87				20
焦点距離	18.58	27.82	53.36		
Fナンバー	3.60	4.27	5.69		
半画角	36.33	26.15	14.36		
像高	13.66	13.66	13.66		
レンズ全長	78.22	86.23	104.79		
BF	0.50	0.50	0.50		
d3	0.60	8.07	20.20		
d9	12.88	7.33	0.54		
d11	3.21	3.97	4.67		30
d13	2.48	1.71	1.02		
d19	2.80	2.80	2.80		
d21	6.00	6.00	6.00		
d25	11.38	17.48	30.69		
入射瞳位置	21.38	33.08	58.11		
射出瞳位置	-32.82	-38.91	-52.13		
前側主点位置	29.60	41.26	57.37		
後側主点位置	-18.08	-27.32	-52.86		

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置	
L1	1	92.79	6.30	-1.51	-5.07	
L2	4	-16.69	11.32	1.60	-7.22	
L3	10	38.79	1.40	-0.64	-1.41	
L4	12	-26.43	0.55	-0.12	-0.42	
LRa	14	12.13	9.40	1.85	-5.26	
LRb	20	-18.26	0.60	0.19	-0.12	
LRc	22	62.45	5.99	2.91	-1.64	
G	26		2.81	1.11	-1.11	40

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-188.91			
2	2	61.00			
3	4	-18.94			
4	6	-27.21			
5	8	31.47			
6	10	38.79			
7	12	-26.43			10
8	14	10.70			
9	15	-40.21			
10	18	57.25			
11	20	-18.26			
12	22	998.48			
13	24	64.55			
14	26	0.00			
15	28	0.00			

望遠端における光学系全系の0.3度回転ぶれを補正するためのL R b群の光軸からの偏心量0.13mm 20

【0083】

(数値実施例2)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径	
1	50.562	1.70	1.84666	23.9	33.22	
2	33.313	4.76	1.71300	53.9	31.48	30
3	247.631	(可変)			30.74	
4	44.999	1.20	1.88300	40.8	20.52	
5	11.109	5.16			16.25	
6	-38.138	1.00	1.83481	42.7	15.79	
7	49.133	0.10			15.55	
8	23.786	2.19	1.94595	18.0	15.62	
9	182.183	(可変)			15.33	
10	19.827	1.35	1.77250	49.6	10.33	
11	64.764	(可変)			9.90	
12	-15.116	0.55	1.83400	37.2	9.26	40
13	-39.003	(可変)			9.58	
14	13.334	4.28	1.69680	55.5	10.89	
15	-14.349	0.60	1.84666	23.9	10.49	
16	-27.315	0.80			10.37	
17(絞り)		2.00			9.64	
18*	42.954	1.38	1.58313	59.4	8.59	
19*	169.626	(可変)			8.44	
20	-55.761	0.60	1.90366	31.3	9.58	
21	25.575	(可変)			9.92	
22	41.137	2.00	1.52996	55.8	15.21	50

23*	53.391	0.94			15.99
24	-481.473	1.39	1.84666	23.9	16.33
25	-51.207	(可变)			16.67
26		1.21	1.51633	64.1	30.00
27		1.10			30.00
28		0.50	1.51633	64.1	30.00
29					30.00

像面

非球面データ

10

第18面

K= 1.17889e+001 A4=-1.33689e-004 A6=-2.50949e-006
 A8=-6.04062e-008 A10=-1.74258e-009 A12= 7.19571e-011

第19面

K= 0.00000e+000 A4= 1.99647e-004 A6=-2.33047e-006
 A8= 7.26332e-008 A10=-4.80612e-009 A12= 9.66776e-011

第23面

K=-1.30942e+001 A4=-2.56689e-005 A6=-6.31439e-009
 A8= 5.41738e-010 A10=-3.94493e-012

20

各種データ

ズーム比 2.88

	広角	中間	望遠
焦点距離	18.50	33.53	53.35
Fナンバー	3.60	4.72	5.88
半画角	36.44	22.16	14.36
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	74.10	89.70	107.21
BF	0.50	0.50	0.50
d 3	0.64	12.33	22.65
d 9	9.68	3.51	0.62
d11	3.31	4.90	6.07
d13	3.82	2.24	1.06
d19	3.60	3.60	3.60
d21	5.11	5.11	5.11
d25	12.62	22.70	32.77

30

入射瞳位置 19.47 38.24 61.11
 射出瞳位置 -31.37 -41.44 -51.52
 前側主点位置 27.23 44.97 59.74
 後側主点位置 -18.00 -33.03 -52.85

40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	99.38	6.46	-1.43	-5.07
L2	4	-15.74	9.65	1.05	-6.50
L3	10	36.51	1.35	-0.33	-1.08

50

L4	12	-29.91	0.55	-0.19	-0.49
LRa	14	13.06	9.06	1.50	-5.35
LRb	20	-19.34	0.60	0.22	-0.10
LRc	22	56.85	4.34	1.89	-1.19
G	26		2.81	1.11	-1.11

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-120.80	10
2	2	53.49	
3	4	-16.99	
4	6	-25.59	
5	8	28.73	
6	10	36.51	
7	12	-29.91	
8	14	10.59	
9	15	-36.48	
10	18	98.25	
11	20	-19.34	
12	22	320.12	20
13	24	67.58	
14	26	0.00	
15	28	0.00	

望遠端における光学系全系の0.3度回転ぶれを補正するためのLRb群の光軸からの偏心量0.14mm

【0084】

(数値実施例3)

単位 mm

30

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1	97.715	2.00	2.00069	25.5	53.09
2	66.894	6.47	1.55332	71.7	51.79
3	1868.666	0.15			51.45
4	55.219	5.23	1.49700	81.5	49.38
5	168.762	(可変)			48.72
6	110.207	1.20	1.83481	42.7	25.12
7	16.200	0.15	1.51640	52.2	20.29
8*	16.748	6.13			20.25
9	-28.249	0.90	1.80400	46.6	19.39
10	-321.109	0.15			19.24
11	61.575	2.71	1.95906	17.5	19.07
12	-57.032	0.28			18.80
13	-46.554	0.85	1.88300	40.8	18.70
14	586.779	(可変)			18.29
15	32.797	1.82	1.83481	42.7	13.27
16	-174.519	(可変)			13.27
17	-30.455	0.80	1.80000	29.8	12.77

40

50

18	86.564	(可变)		13.04	
19(絞り)		1.20		13.48	
20*	22.181	3.79	1.58313	59.4	14.44
21	-48.174	0.56			14.48
22	29.122	0.90	1.84666	23.8	14.18
23	16.099	4.22	1.48749	70.2	13.70
24	-76.048	(可变)			13.66
25	170.102	0.70	1.91082	35.3	13.90
26	12.475	2.72	1.84666	23.8	13.86
27	32.932	(可变)		13.89	10
28	33.868	1.68	1.60562	43.7	16.37
29	138.420	0.10			16.44
30	25.041	2.31	1.58144	40.8	16.68
31	149.368	2.24			16.52
32*	-23.824	1.20	1.85135	40.1	16.44
33	-106.850	(可变)			17.04
34		1.21	1.51633	64.1	30.00
35		1.10			30.00
36		0.50	1.51633	64.1	30.00
37				30.00	20

像面

非球面データ

第8面

$K = 0.00000e+000$ $A4 = 4.01170e-008$ $A6 = 3.71896e-008$
 $A8 = -3.23706e-010$ $A10 = 3.72882e-012$

第20面

$K = 0.00000e+000$ $A4 = -2.49915e-005$ $A6 = 9.28698e-009$
 $A8 = -5.98683e-011$

30

第32面

$K = 0.00000e+000$ $A4 = -9.78807e-006$ $A6 = 6.81962e-008$
 $A8 = -6.75998e-010$ $A10 = 5.63904e-012$

各種データ

ズーム比	10.39			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	18.60	60.12	193.23	
Fナンバー	3.55	5.59	6.60	40
半画角	36.29	12.80	4.04	
像高	13.66	13.66	13.66	
レンズ全長	118.58	151.48	184.39	
BF	0.50	0.50	0.50	
d5	1.20	28.26	59.61	
d14	25.55	9.14	0.70	
d16	4.42	6.21	8.49	
d18	5.39	3.59	1.31	
d24	5.55	6.69	8.07	50

d27	5.42	4.28	2.90
d33	17.27	39.53	49.52

入射瞳位置	30.91	91.09	304.85
射出瞳位置	-39.79	-61.44	-70.68
前側主点位置	40.92	92.86	-26.49
後側主点位置	-18.10	-59.62	-192.73

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置	10
L1	1	106.87	13.86	1.52	-7.28	
L2	6	-16.62	12.37	2.27	-6.97	
L3	15	33.20	1.82	0.16	-0.84	
L4	17	-28.08	0.80	0.12	-0.33	
LRa	19	20.25	10.68	2.79	-4.90	
LRb	25	-39.32	3.42	1.94	0.09	
LRc	28	110.90	7.53	-12.73	-16.39	
G	34		2.81	1.11	-1.11	

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	20
1	1	-219.05	
2	2	125.22	
3	4	162.65	
4	6	-22.88	
5	7	877.64	
6	9	-38.58	
7	11	31.22	
8	13	-48.82	
9	15	33.20	30
10	17	-28.08	
11	20	26.57	
12	22	-43.91	
13	23	27.67	
14	25	-14.81	
15	26	22.36	
16	28	73.59	
17	30	51.39	
18	32	-36.25	
19	34	0.00	40
20	36	0.00	

望遠端における光学系全系の0.3度回転ぶれを補正するためのLRb群の光軸からの偏心量0.61mm

【0085】

(数値実施例4)

単位 mm

面データ

50

面番号	r	d	nd	vd	有効径	
1	83.535	2.00	1.90366	31.3	51.03	
2	47.541	6.87	1.49700	81.5	46.78	
3	293.619	0.15			45.27	
4	50.546	5.91	1.60311	60.6	44.16	
5	367.087	(可変)			43.40	
6	196.599	1.20	1.83481	42.7	28.12	
7	14.115	7.00			21.25	
8	-41.713	0.90	1.80400	46.6	20.74	
9	49.783	0.18			20.49	10
10	31.814	4.08	1.92286	20.9	20.67	
11	-59.109	0.85	1.88300	40.8	20.34	
12	209.378	(可変)			19.88	
13	48.273	1.52	1.80400	46.6	13.03	
14	-189.903	(可変)			13.12	
15	-52.507	0.80	1.80000	29.8	13.92	
16	127.536	(可変)			14.19	
17*	18.314	4.00	1.58313	59.4	15.59	
18	-108.197	1.50			15.49	
19(絞り)		1.50			15.22	20
20	20.155	0.90	1.84666	23.8	14.77	
21	11.906	4.89	1.48749	70.2	13.99	
22	-55.753	(可変)			13.52	
23	95.754	0.70	1.88300	40.8	11.02	
24	12.537	2.13	1.80518	25.4	10.53	
25	26.077	(可変)			10.42	
26	20.826	2.90	1.57099	50.8	14.14	
27	-83.360	1.42			14.20	
28	-18.585	3.42	1.68893	31.1	14.20	
29	-12.126	0.73			14.91	30
30*	-10.882	1.40	1.85135	40.1	14.58	
31	-41.506	(可変)			16.18	
32		1.21	1.51633	64.1	30.00	
33		1.10			30.00	
34		0.50	1.51633	64.1	30.00	
35					30.00	

像面

非球面データ

第17面

K= 0.00000e+000 A4=-3.03167e-005 A6=-1.86815e-008
 A8=-3.15213e-011

40

第30面

K= 0.00000e+000 A4= 1.14172e-005 A6=-5.62724e-009
 A8= 5.10164e-009 A10=-2.89528e-011

各種データ

ズーム比 7.14

広角 中間 望遠

50

焦点距離	16.48	51.87	117.70
Fナンバー	3.60	5.30	5.88
半画角	39.65	14.75	6.62
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	114.75	138.55	162.35
BF	0.50	0.50	0.50

d5	1.20	23.53	42.90
d12	23.64	6.53	0.70
d14	4.83	5.51	6.88
d16	3.83	3.14	1.77
d22	1.80	3.70	4.96
d25	6.36	4.46	3.20
d31	12.83	31.41	41.68

入射瞳位置	29.69	79.45	179.53
射出瞳位置	-32.14	-50.10	-59.92
前側主点位置	37.85	78.14	67.96
後側主点位置	-15.98	-51.37	-117.20

10

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	92.25	14.93	3.29	-6.26
L2	6	-14.66	14.21	1.70	-8.80
L3	13	48.01	1.52	0.17	-0.67
L4	15	-46.40	0.80	0.13	-0.31
LRa	17	18.93	12.79	2.75	-7.21
LRb	23	-36.20	2.83	1.82	0.25
LRc	26	471.10	9.87	-59.65	-59.19
G	32		2.81	1.11	-1.11

30

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-125.41
2	2	113.09
3	4	96.51
4	6	-18.27
5	8	-28.11
6	10	22.90
7	11	-52.13
8	13	48.01
9	15	-46.40
10	17	27.18
11	20	-36.17
12	21	20.61
13	23	-16.40
14	24	28.02
15	26	29.48
16	28	41.65
17	30	-17.70

40

50

18	32	0.00
19	34	0.00

望遠端における光学系全系の0.3度回転ぶれを補正するためのL R b群の光軸からの偏心量0.38mm

【0086】

(数値実施例5)

単位 mm

10

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径	
1	83.261	2.00	1.80610	33.3	50.00	
2	45.157	7.22	1.49700	81.5	47.96	
3	209.461	0.15			47.55	
4	51.577	6.21	1.60311	60.6	46.47	
5	353.164	(可変)			45.72	
6	215.870	1.20	1.83481	42.7	26.96	
7	13.858	6.67			20.59	
8	-41.872	0.90	1.83481	42.7	20.14	20
9	47.845	0.32			19.99	
10	31.431	4.86	1.84666	23.8	20.26	
11	-33.545	0.15			19.98	
12	-41.185	0.85	1.88300	40.8	19.48	
13	226.151	(可変)			18.99	
14	49.049	1.49	1.83481	42.7	13.04	
15	-179.433	(可変)			13.13	
16	-57.490	0.80	1.80000	29.8	13.84	
17	110.958	(可変)			14.09	
18*	20.775	3.40	1.58313	59.4	14.72	30
19	-151.680	1.50			14.72	
20(絞り)		1.50			14.63	
21	19.671	0.90	1.84666	23.8	14.46	
22	12.986	4.35	1.48749	70.2	13.87	
23	-55.870	(可変)			13.51	
24	131.200	0.70	1.90366	31.3	10.51	
25	11.155	2.15	1.84666	23.8	10.62	
26	29.632	(可変)			10.74	
27	20.432	2.98	1.57099	50.8	14.61	
28	-106.631	1.44			14.64	40
29	-18.761	3.42	1.68893	31.1	14.63	
30	-12.469	0.93			15.34	
31*	-10.856	1.40	1.85135	40.1	14.95	
32	-34.555	(可変)			16.63	
33		1.21	1.51633	64.1	30.00	
34		1.10			30.00	
35		0.50	1.51633	64.1	30.00	
36					30.00	
像面						

50

非球面データ

第18面

K= 0.00000e+000 A4=-2.38371e-005 A6=-1.55058e-008
 A8=-8.26915e-012

第31面

K= 0.00000e+000 A4= 5.74384e-006 A6= 1.33560e-008
 A8= 4.21980e-009 A10=-5.89399e-012

各種データ

ズーム比	7.14	10		
	広角	中間	望遠	
焦点距離	16.48	52.20	117.70	
Fナンバー	3.60	5.30	5.88	
半画角	39.65	14.67	6.62	
像高	13.66	13.66	13.66	
レンズ全長	115.59	139.75	163.91	
BF	0.50	0.50	0.50	
d 5	1.20	23.82	45.95	20
d13	24.31	6.42	0.77	
d15	5.93	5.77	6.61	
d17	1.13	1.30	0.46	
d23	2.91	5.55	7.03	
d26	6.69	4.05	2.57	
d32	12.62	32.05	39.74	
入射瞳位置	29.62	78.11	191.74	
射出瞳位置	-33.37	-32.43	-31.84	
前側主点位置	38.08	78.28	76.46	30
後側主点位置	-15.98	-32.27	-90.08	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置	
L1	1	96.03	15.58	3.18	-6.85	
L2	6	-14.36	14.95	1.55	-9.52	
L3	14	46.28	1.49	0.17	-0.64	
L4	16	-47.24	0.80	0.15	-0.29	
LRa	18	19.41	11.66	2.88	-6.25	
LRb	24	-37.52	2.85	1.71	0.17	40
LRc	27	243.81	10.16	-29.09	-32.50	
G	33		2.81	1.11	-1.11	

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-125.35
2	2	114.17
3	4	99.37
4	6	-17.79
5	8	-26.63

6	10	19.85			
7	12	-39.40			
8	14	46.28			
9	16	-47.24			
10	18	31.56			
11	21	-48.10			
12	22	22.07			
13	24	-13.53			
14	25	20.06			
15	27	30.29			10
16	29	44.17			
17	31	-19.11			
18	33	0.00			
19	35	0.00			

望遠端における光学系全系の0.3度回転ぶれを補正するためのL R b群の光軸からの偏心量 0.41mm

【0087】

(数値実施例6)

単位 mm

20

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径	
1	56.190	1.70	1.92286	18.9	35.60	
2	40.237	4.75	1.77250	49.6	32.99	
3	573.674	(可変)			31.36	
4	45.473	1.20	1.85135	40.1	24.65	
5*	10.869	7.30			18.17	
6	-24.954	1.00	1.77250	49.6	17.54	30
7	-226.662	0.15			17.59	
8	32.276	2.20	1.92286	18.9	17.55	
9	305.369	(可変)			17.24	
10	20.159	1.90	1.77250	49.6	10.81	
11	-1578.072	(可変)			10.45	
12	-21.285	0.55	1.83481	42.7	9.48	
13	39.963	(可変)			9.69	
14	13.443	3.50	1.72916	54.7	10.16	
15	-14.797	0.80	1.80809	22.8	9.98	
16	-27.609	0.80			9.93	40
17(絞り)		2.00			9.45	
18*	21.400	1.85	1.58313	59.4	8.56	
19*	40.298	(可変)			8.93	
20	-154.216	0.60	1.90366	31.3	9.89	
21	25.487	(可変)			10.21	
22	26.255	2.00	1.52996	55.8	18.02	
23*	33.979	1.20			18.49	
24	137.466	1.40	1.80518	25.4	18.76	
25	-190.013	(可変)			19.05	
26		1.21	1.51633	64.1	30.00	50

27	1.10		30.00	
28	0.50	1.51633	64.1	30.00
29			30.00	

像面

非球面データ

第5面

$K = -4.24489e-005$ $A4 = -1.19387e-005$ $A6 = 1.29199e-008$
 $A8 = -3.04608e-010$ $A10 = -7.90463e-012$

10

第18面

$K = -3.61129e+000$ $A4 = -1.06487e-004$ $A6 = -6.11011e-006$
 $A8 = -8.02222e-008$ $A10 = -1.71559e-009$ $A12 = 6.43346e-011$

第19面

$K = -3.06807e+000$ $A4 = 1.39684e-004$ $A6 = -5.13683e-006$
 $A8 = -1.03318e-007$ $A10 = 2.01327e-009$ $A12 = -1.17453e-012$

第23面

$K = 2.66621e+000$ $A4 = -2.46434e-005$ $A6 = -7.14075e-008$
 $A8 = 1.40114e-009$ $A10 = -4.63147e-012$

20

各種データ

ズーム比	2.71		
	広角	中間	望遠
焦点距離	18.50	34.43	50.10
Fナンバー	3.60	4.77	5.88
半画角	36.44	21.64	15.25
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	78.50	89.36	100.73
BF	0.50	0.50	0.50

30

d 3	0.60	8.76	12.91
d 9	12.77	4.43	0.60
d11	4.75	5.72	6.30
d13	1.37	0.40	0.15
d19	2.50	2.50	2.17
d21	6.67	6.67	6.67
d25	11.63	22.68	33.72

40

入射瞳位置	20.85	33.70	41.61
射出瞳位置	-31.24	-42.29	-53.02
前側主点位置	28.56	40.42	44.81
後側主点位置	-18.00	-33.93	-49.60

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	87.26	6.45	-0.71	-4.25
L2	4	-16.78	11.85	0.75	-9.25
L3	10	25.78	1.90	0.01	-1.06

50

L4	12	-16.57	0.55	0.10	-0.19
LRa	14	11.78	8.95	1.33	-5.30
LRb	20	-24.17	0.60	0.27	-0.04
LRc	22	67.88	4.60	0.58	-2.76
G	26		2.81	1.11	-1.11

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-161.85	10
2	2	55.80	
3	4	-17.05	
4	6	-36.38	
5	8	38.96	
6	10	25.78	
7	12	-16.57	
8	14	10.19	
9	15	-40.59	
10	18	75.53	
11	20	-24.17	
12	22	200.00	20
13	24	99.25	
14	26	0.00	
15	28	0.00	

望遠端における光学系全系の0.3度回転ぶれを補正するためのLRb群の光軸からの偏心量0.15mm

【0088】

(数値実施例7)

単位 mm

30

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径	
1	52.377	1.70	1.84666	23.8	33.30	
2	34.328	4.80	1.72916	54.7	31.60	
3	291.565	(可変)			30.82	
4	45.828	1.20	1.88300	40.8	21.74	
5	12.265	5.23			17.39	
6	-43.981	1.00	1.83481	42.7	16.82	
7	34.823	0.16			16.33	40
8	24.376	2.30	1.95906	17.5	16.38	
9	286.705	(可変)			16.07	
10	20.886	1.25	1.77250	49.6	10.66	
11	54.345	(可変)			10.22	
12	-16.270	0.55	1.83400	37.2	9.18	
13	-50.412	(可変)			9.49	
14	13.537	4.25	1.72916	54.7	10.88	
15	-15.268	0.60	1.84666	23.8	10.48	
16	-33.337	0.80			10.34	
17(絞り)		2.00			9.72	50

18*	36.587	1.35	1.55332	71.7	8.71	
19*	95.950	(可变)			8.52	
20	-92.213	0.60	1.91082	35.3	9.45	
21	29.079	(可变)			9.71	
22	26.737	1.80	1.90270	31.0	18.01	
23*	47.758	(可变)			18.05	
24		1.21	1.51633	64.1	30.00	
25		1.10			30.00	
26		0.50	1.51633	64.1	30.00	
27					30.00	10

像面

非球面データ

第18面

$K = -3.33163e+001$ $A4 = -1.55986e-004$ $A6 = -4.62425e-007$
 $A8 = -3.50894e-007$ $A10 = 1.57963e-008$ $A12 = -2.45153e-010$

第19面

$K = 0.00000e+000$ $A4 = 2.00254e-005$ $A6 = 5.90578e-007$
 $A8 = -2.31240e-007$ $A10 = 1.26439e-008$ $A12 = -2.16377e-010$

20

第23面

$K = 4.59006e+000$ $A4 = 5.99849e-007$ $A6 = 8.01623e-009$
 $A8 = -3.63247e-010$ $A10 = 1.56772e-012$

各種データ

ズーム比	2.88					
	広角	中間	望遠			
焦点距離	18.50	33.80	53.35			
Fナンバー	3.60	4.73	5.88			30
半画角	36.44	22.01	10.20			
像高	13.66	13.66	9.60			
レンズ全長	76.00	91.63	109.71			
BF	0.50	0.50	0.50			
d3	0.60	11.65	21.47			
d9	9.14	3.03	0.60			
d11	3.19	5.47	7.09			
d13	4.94	2.67	1.05			
d19	2.88	2.88	2.88			40
d21	8.85	8.92	9.48			
d23	13.49	24.11	34.25			
入射瞳位置	20.34	38.43	60.78			
射出瞳位置	-33.39	-44.13	-55.14			
前側主点位置	28.74	46.63	62.97			
後側主点位置	-18.00	-33.30	-52.85			

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離 レンズ構成長 前側主点位置 後側主点位置

50

L1	1	95.99	6.50	-1.19	-4.84
L2	4	-16.75	9.89	1.29	-6.40
L3	10	43.21	1.25	-0.43	-1.13
L4	12	-29.02	0.55	-0.14	-0.45
LRa	14	13.26	9.00	1.31	-5.42
LRb	20	-24.21	0.60	0.24	-0.08
LRc	22	64.66	1.80	-1.16	-2.07
G	24		2.81	1.11	-1.11

単レンズデータ

10

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-122.97
2	2	52.94
3	4	-19.29
4	6	-23.15
5	8	27.66
6	10	43.21
7	12	-29.02
8	14	10.49
9	15	-33.78
10	18	106.02
11	20	-24.21
12	22	64.66
13	24	0.00
14	26	0.00

望遠端における光学系全系の0.3度回転ぶれを補正するためのL R b群の光軸からの偏心量0.16mm

【0089】

30

【表1】

条件式	下限	上限	第1実施形態	第2実施形態	第3実施形態	第4実施形態
(1)	0.73	2.00	1.064	1.023	0.860	0.852
(2)	0.80	2.50	1.107	1.136	1.922	1.871
(3)	2.00	8.00	4.995	5.372	5.746	5.598
(4)	0.50	1.20	0.898	0.851	0.894	0.890
(5)	3.00	9.00	5.561	6.315	6.429	6.293
(6)	-3.50	-1.00	-2.137	-2.028	-1.649	-1.640
(7)	0.10	1.40	0.366	0.377	0.873	0.552
(8)	1.00	10.00	1.590	2.180	5.165	3.672
(9)	0.60	5.00	1.423	1.617	1.509	2.816
(10)	0.80	1.80	1.211	1.100	1.201	1.199
(11)	0.80	2.00	1.139	1.075	1.397	1.407
(12)	0.01	1.00	0.309	0.319	0.106	0.164
(13)	0.80	5.00	1.376	1.643	2.041	1.650

条件式	下限	上限	第5実施形態	第6実施形態	第7実施形態
(1)	0.73	2.00	0.819	1.044	1.062
(2)	0.80	2.50	1.926	1.647	1.412
(3)	2.00	8.00	5.827	4.717	5.189
(4)	0.50	1.20	0.872	0.907	0.905
(5)	3.00	9.00	6.686	5.200	5.731
(6)	-3.50	-1.00	-1.505	-1.750	-1.750
(7)	0.10	1.40	0.587	0.325	0.337
(8)	1.00	10.00	4.428	6.051	3.171
(9)	0.60	5.00	2.866	0.896	1.569
(10)	0.80	1.80	1.161	1.220	1.199
(11)	0.80	2.00	1.418	1.168	1.128
(12)	0.01	1.00	0.165	0.293	0.321
(13)	0.80	5.00	1.782	1.006	1.576

【0090】

10

20

30

【表2】

	第1実施形態	第2実施形態	第3実施形態	第4実施形態
f12w	-22.492	-20.344	-22.347	-19.764
f3Rw	21.149	19.893	25.976	23.191
fis	-18.261	-19.335	-39.325	-36.200
fRt	16.497	17.018	20.463	19.351
f1	92.786	99.382	106.873	92.247
fw	18.576	18.500	18.600	16.480
f2	-16.686	-15.738	-16.623	-14.660
β_{ist}	5.873	6.716	5.327	3.102
β_{isRt}	0.439	0.355	0.381	0.780
List	6.800	6.976	16.229	9.089
Risf	-42.910	-55.761	170.102	95.754
Risr	26.991	25.575	32.932	26.077
f4	-26.429	-29.908	-28.076	-16.401
ft	53.355	53.353	193.230	117.700
X1	-26.564	-33.110	-65.805	-47.600
X3	-19.308	-20.152	-32.247	-28.840

	第5実施形態	第6実施形態	第7実施形態
f12w	-19.137	-22.566	-22.174
f3Rw	23.360	21.615	20.871
fis	-37.524	-24.165	-24.215
fRt	19.478	14.671	17.147
f1	96.034	87.258	95.989
fw	16.480	18.500	18.500
f2	-14.363	-16.780	-16.750
β_{ist}	3.174	5.144	5.416
β_{isRt}	0.693	0.422	0.396
List	9.666	6.019	6.229
Risf	131.200	-154.216	-92.213
Risr	29.632	25.487	29.079
f4	-47.237	-16.568	-29.018
ft	117.700	50.100	53.351
X1	-48.325	-22.232	-33.715
X3	-27.117	-22.094	-21.388

【符号の説明】

【0091】

- 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 R 後続レンズ群
- L R a 第1部分レンズ群
- L R b 第2部分レンズ群
- L R c 第3部分レンズ群

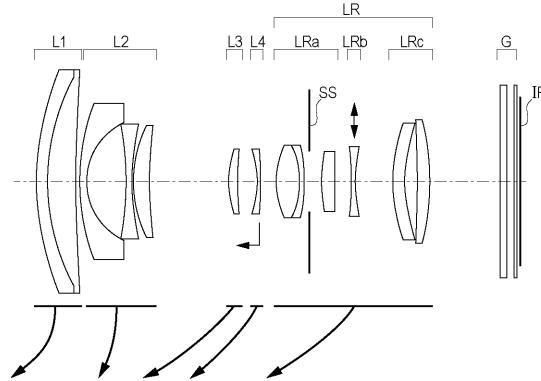
10

20

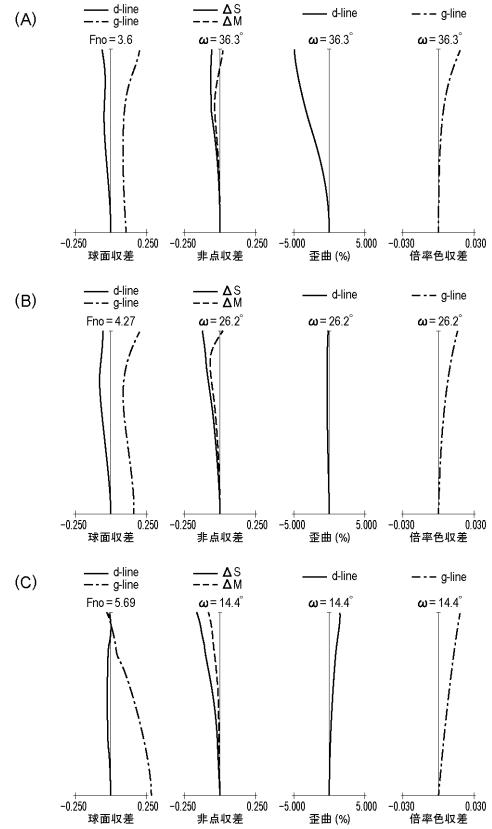
30

40

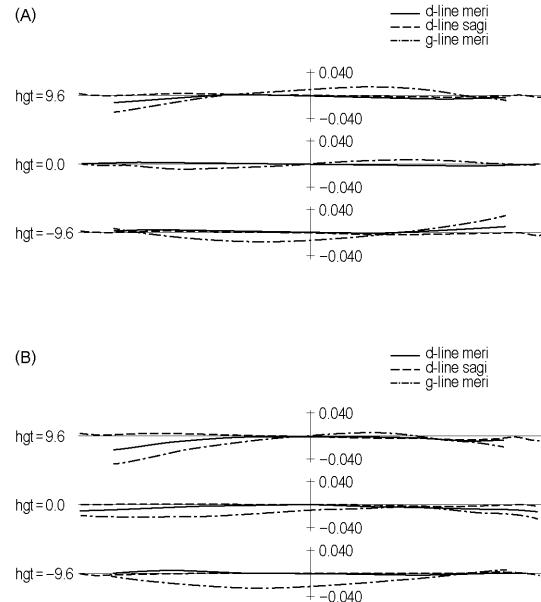
【図1】



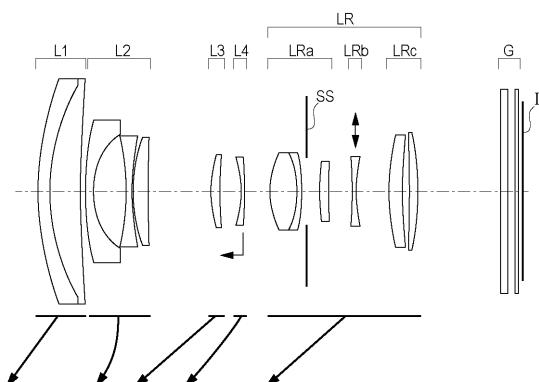
【図2】



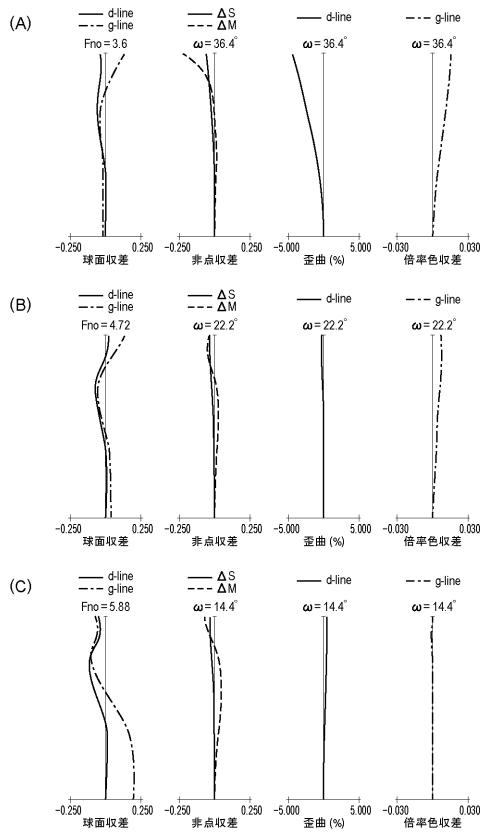
【図3】



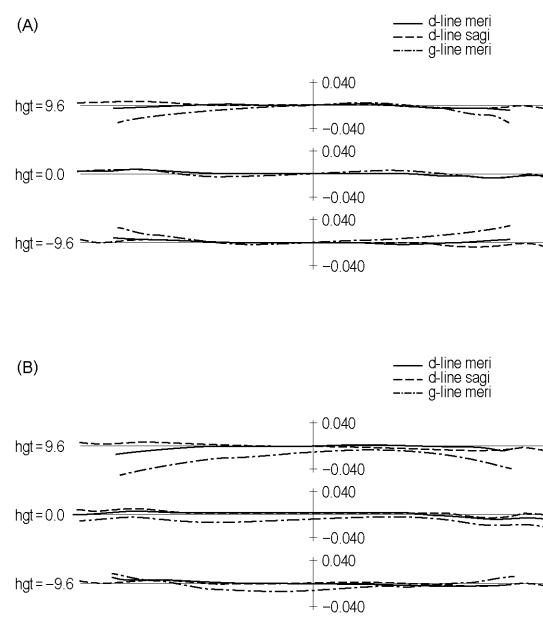
【図4】



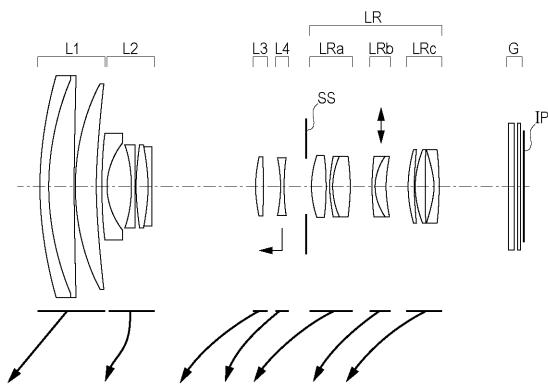
【図5】



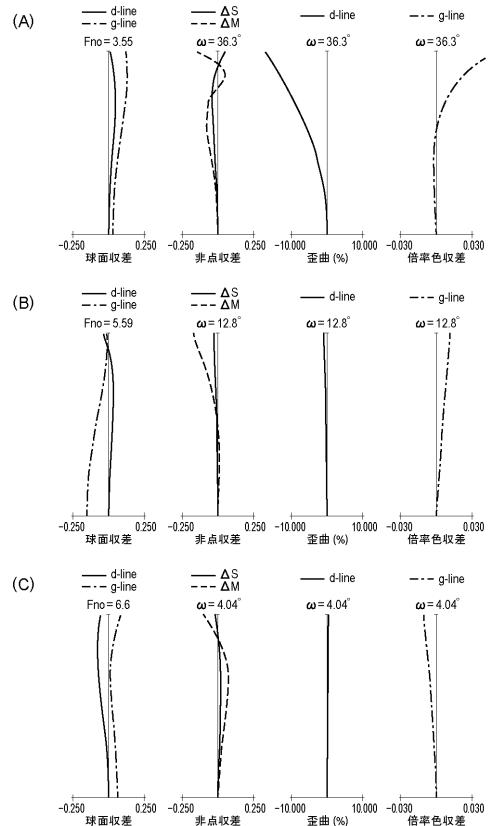
【図6】



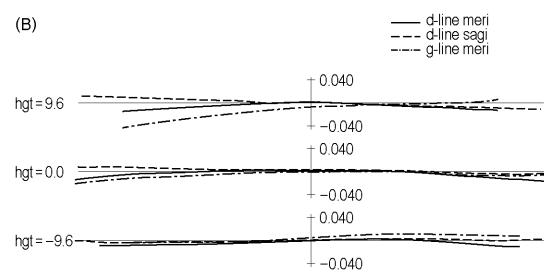
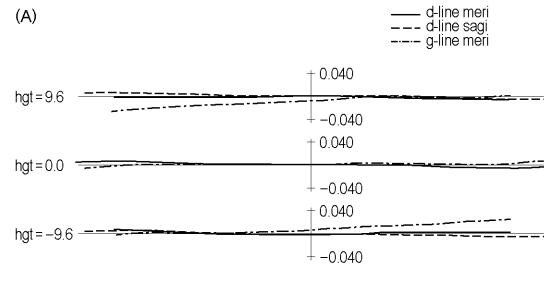
【図7】



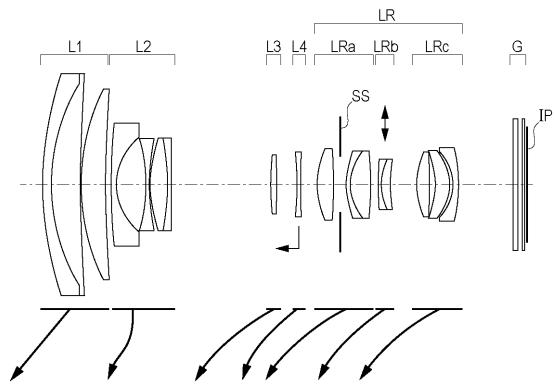
【図8】



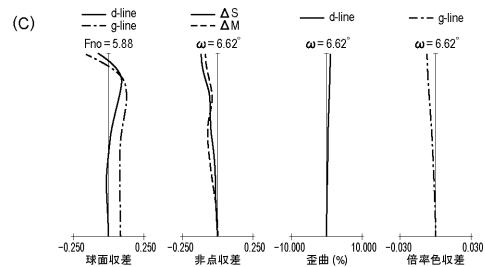
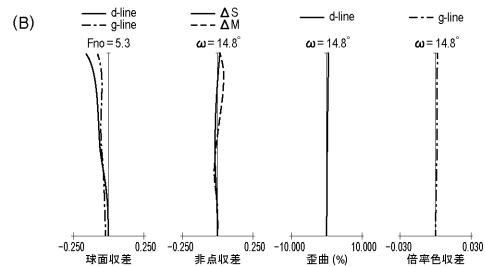
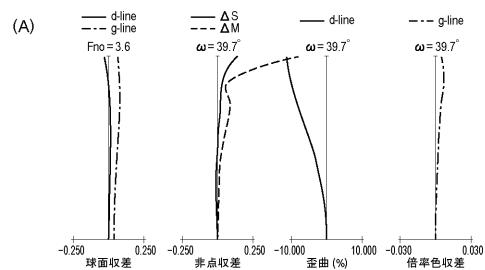
【図9】



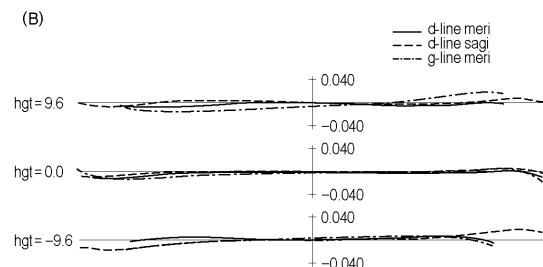
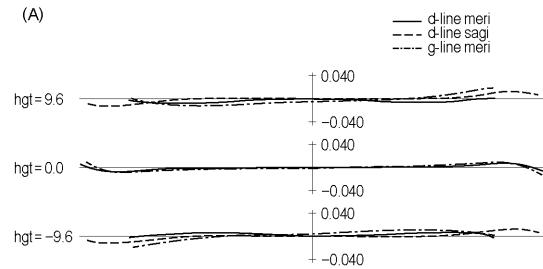
【図10】



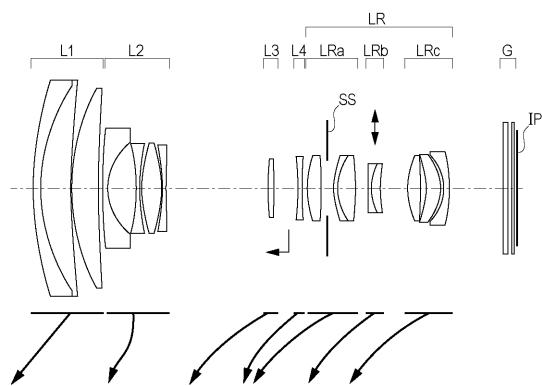
【図11】



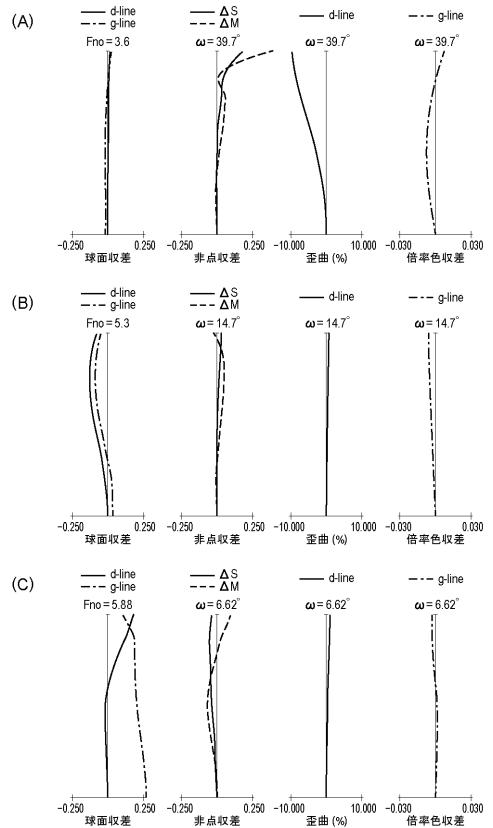
【図12】



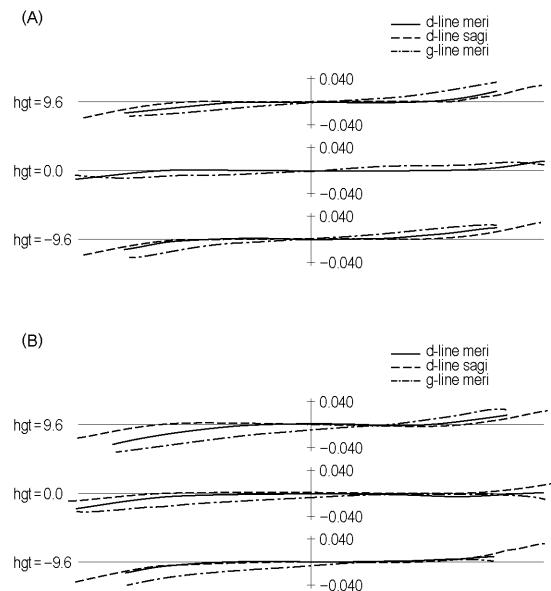
【図13】



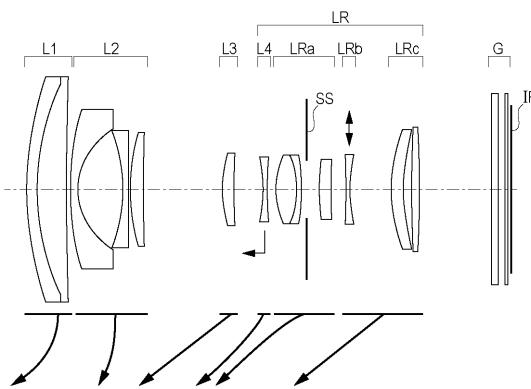
【図14】



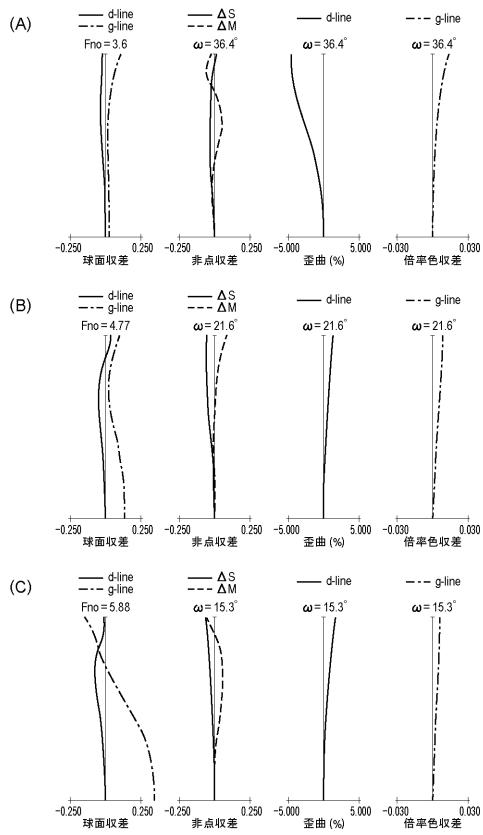
【図15】



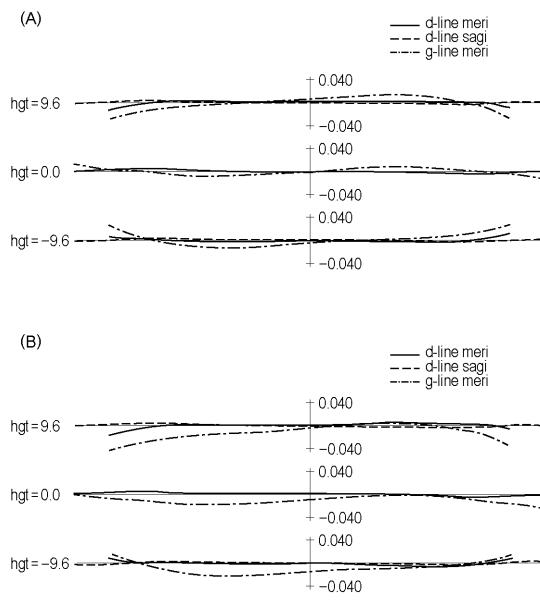
【図16】



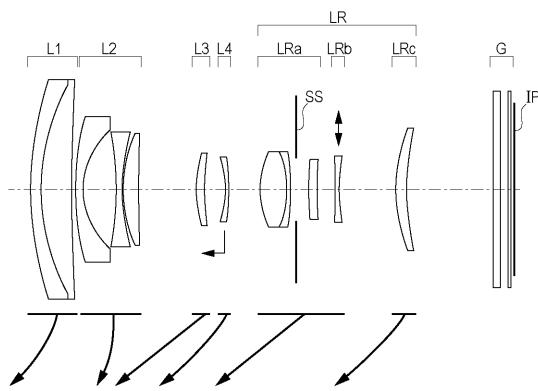
【図17】



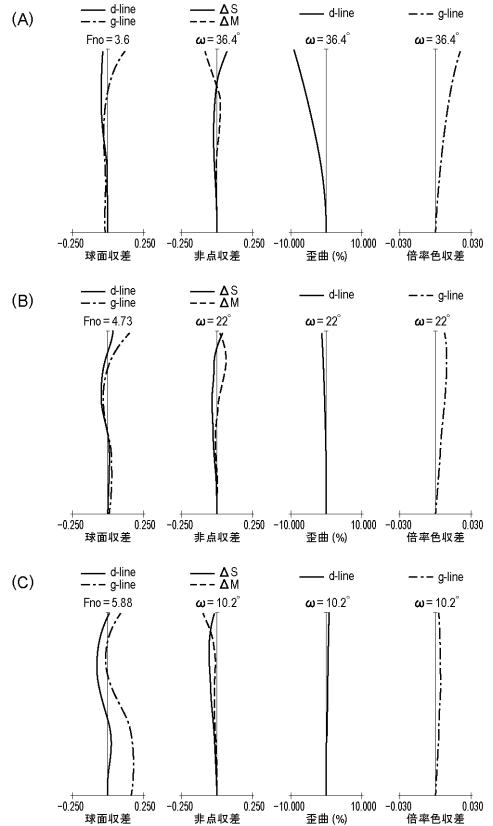
【図18】



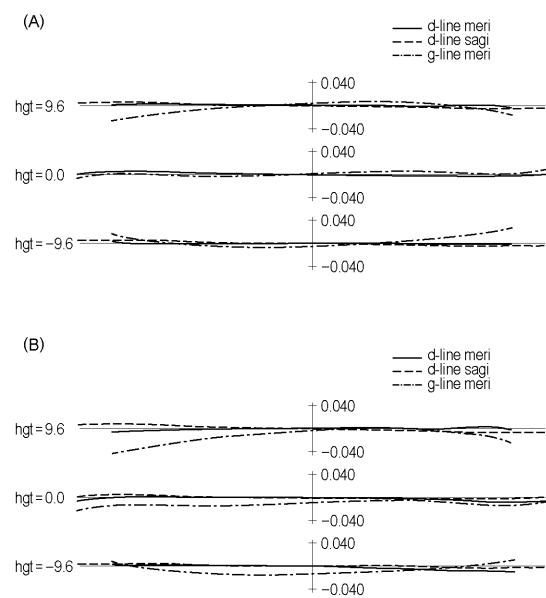
【図19】



【図20】



【図 2 1】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-003176(JP, A)
米国特許出願公開第2012/0314291(US, A1)
特開2010-191336(JP, A)
米国特許出願公開第2010/0214658(US, A1)
特開平11-174327(JP, A)
米国特許出願公開第2007/0091459(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B	9 / 00	-	17 / 08
G 02 B	21 / 02	-	21 / 04
G 02 B	25 / 00	-	25 / 04
G 03 B	5 / 00	-	5 / 08