

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5988756号  
(P5988756)

(45) 発行日 平成28年9月7日(2016.9.7)

(24) 登録日 平成28年8月19日(2016.8.19)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/20 (2006.01)  
G02B 13/18 (2006.01)G02B 15/20  
G02B 13/18

請求項の数 15 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2012-174066 (P2012-174066)  
 (22) 出願日 平成24年8月6日 (2012.8.6)  
 (65) 公開番号 特開2014-32358 (P2014-32358A)  
 (43) 公開日 平成26年2月20日 (2014.2.20)  
 審査請求日 平成27年7月27日 (2015.7.27)

(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 井上 卓  
 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】ズームレンズおよびそれを有する撮像装置

## (57) 【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、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、複数のレンズ群を含み全体として正の屈折力の後群より構成され、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、

像ぶれ補正に際して前記第2レンズ群が光軸に対して垂直な成分を持つ方向に移動し、フォーカシングに際して前記第3レンズ群が光軸方向に移動し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群はそれぞれ1つのレンズ要素からなり、

広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第1レンズ群は像側に凸の軌跡で移動し、

広角端における全系の焦点距離を  $f_w$ 、前記第2レンズ群の焦点距離を  $f_2$ 、前記第3レンズ群の焦点距離を  $f_3$ 、前記第2レンズ群の光軸上の厚さを  $d_2$  としたとき、

$$2.8 < f_2 / f_w < 4.4$$

$$1.8 < |f_3| / f_w < 4.5$$

$$0.05 < d_2 / f_w < 0.20$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

## 【請求項 2】

物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、複数のレンズ群を含み全体として正の屈折力の後群よ

10

20

り構成され、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、

像ぶれ補正に際して前記第2レンズ群が光軸に対して垂直な成分を持つ方向に移動し、  
フォーカシングに際して前記第3レンズ群が光軸方向に移動し、前記第2レンズ群と前記  
第3レンズ群はそれぞれ1つのレンズ要素からなり、

広角端における全系の焦点距離を $f_w$ 、前記第2レンズ群の焦点距離を $f_2$ 、前記第3  
レンズ群の焦点距離を $f_3$ 、前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面の曲率半径を $R_{2o}$ 、  
前記第2レンズ群の最も像側のレンズ面の曲率半径を $R_{2i}$ としたとき、

$$2.8 < f_2 / f_w < 4.4$$

$$1.8 < |f_3| / f_w < 4.5$$

$$-2.3 < (R_{2i} - R_{2o}) / (R_{2i} + R_{2o}) < -0.5$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項3】

物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、  
負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群、  
正の屈折力の第6レンズ群より構成され、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、

像ぶれ補正に際して前記第2レンズ群が光軸に対して垂直な成分を持つ方向に移動し、  
フォーカシングに際して前記第3レンズ群が光軸方向に移動し、前記第2レンズ群と前記  
第3レンズ群はそれぞれ1つのレンズ要素からなり、

広角端における全系の焦点距離を $f_w$ 、前記第2レンズ群の焦点距離を $f_2$ 、前記第3  
レンズ群の焦点距離を $f_3$ としたとき、

$$2.8 < f_2 / f_w < 4.4$$

$$1.8 < |f_3| / f_w < 4.5$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項4】

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

像ぶれ補正に際して前記第2レンズ群が光軸に対して垂直な成分を持つ方向に移動し、  
フォーカシングに際して前記第3レンズ群が光軸方向に移動し、前記第2レンズ群と前記  
第3レンズ群はそれぞれ1つのレンズ要素からなり、

広角端における全系の焦点距離を $f_w$ 、前記第2レンズ群の焦点距離を $f_2$ 、前記第3  
レンズ群の焦点距離を $f_3$ としたとき、

$$2.8 < f_2 / f_w < 4.4$$

$$1.8 < |f_3| / f_w < 4.5$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項5】

物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、  
負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群、  
正の屈折力の第6レンズ群、負の屈折力の第7レンズ群より構成され、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、

像ぶれ補正に際して前記第2レンズ群が光軸に対して垂直な成分を持つ方向に移動し、  
フォーカシングに際して前記第3レンズ群が光軸方向に移動し、前記第2レンズ群と前記  
第3レンズ群はそれぞれ1つのレンズ要素からなり、

広角端における全系の焦点距離を $f_w$ 、前記第2レンズ群の焦点距離を $f_2$ 、前記第3  
レンズ群の焦点距離を $f_3$ としたとき、

$$2.8 < f_2 / f_w < 4.4$$

$$1.8 < |f_3| / f_w < 4.5$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 6】

前記第2レンズ群の光軸上の厚さを  $d_2$  としたとき、

$$0.05 < d_2 / f_w < 0.20$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 2 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2レンズ群の最も物体側のレンズ面の曲率半径を  $R_{2o}$ 、前記第2レンズ群の最も像側のレンズ面の曲率半径を  $R_{2i}$  としたとき、

$$-2.3 < (R_{2i} - R_{2o}) / (R_{2i} + R_{2o}) < -0.5$$

10

なる条件を満足することを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記第3レンズ群の光軸上の厚さを  $d_3$  としたとき、

$$0.02 < d_3 / f_w < 0.20$$

なる条件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】

望遠端における全系の焦点距離を  $f_t$ 、前記第3レンズ群において、物体側から数えて  $i$  番目のレンズの焦点距離とアッベ数をそれぞれ  $f_{3i}$ 、 $d_{3i}$  としたとき、

20

$$-0.025 < ((f_t / f_{3i}) / d_{3i}) < -0.010$$

なる条件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】

前記第3レンズ群の広角端における横倍率を  $3w$ 、前記第3レンズ群より像側に配置された光学系の広角端における横倍率を  $r_w$  としたとき、

$$0.17 < (1 - 3w^2) \times r_w^2 < 1.80$$

なる条件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】

30

前記第3レンズ群より像側に配置された光学系の広角端と望遠端における横倍率を各々  $r_w$ 、 $r_t$ 、望遠端における全系の焦点距離を  $f_t$  としたとき、

$$0.70 < (r_t \times f_w) / (r_w \times f_t) < 1.40$$

なる条件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 12】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群は物体側へ移動することを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 13】

40

広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第3レンズ群より像側に配置された全てのレンズ群が物体側へ移動することを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 14】

固体撮像素子に像を形成することを特徴とする請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 15】

請求項 1 乃至 14 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】

50

**【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、デジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、銀塩フィルム用カメラ等の撮像装置に好適なものである。

**【背景技術】****【0002】**

近年の一眼レフカメラには動画撮影機能が搭載されており、動画撮影中の動体に対するピント追従性を向上させること、レンズを駆動する際に生じるモーター音等のノイズを低減することが求められている。

**【0003】**

10

例えば、撮影画像のコントラストに基づいて合焦状態を判定するコントラスト方式のオートフォーカスでは、コントラストのピークを決定するために、撮影光学系のフォーカス群を前後に微小量移動させるウォブリング駆動が行われる。このような、フォーカス群のウォブリング駆動に要する時間を短縮すると共に、ウォブリング駆動に伴うモーター音を低減するためには、フォーカス群の小型化および軽量化が重要となる。

**【0004】**

また、像ぶれ補正機能を備える撮影光学系においては、像ぶれに対する応答性が高いこと、レンズを駆動する際に生じるモーター音等のノイズを低減することが求められている。したがって、撮影光学系の防振群についても、小型化および軽量化が重要である。

**【0005】**

20

特許文献1は、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群を有するズームレンズを開示している。特許文献1のズームレンズでは、第2レンズ群を構成する単レンズを防振群とすることで、防振群の小型化と軽量化を図っている。

**【0006】**

特許文献2は、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第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レンズ群を有するズームレンズを開示している。特許文献2のズームレンズでは、比較的レンズ径が小さく軽量な第2レンズ群と第4レンズ群をそれぞれフォーカス群、防振群とすることで、フォーカス群及び防振群の小型化と軽量化を図っている。

30

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0007】****【特許文献1】特開2007-78834号公報****【特許文献2】特開2009-251112号公報****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

通常、フォーカス群及び防振群の小型化と軽量化を行うためには、それぞれのレンズ群を少ない枚数のレンズで構成すればよい。しかしながら、単純にフォーカス群や防振群を構成するレンズの枚数を減少させると、フォーカス群や防振群に残存する収差が大きくなり、フォーカス及び防振による収差変動が大きくなってしまう。したがって、フォーカス群および防振群の小型化、軽量化と、高い光学性能を同時に実現するためには、フォーカス群や防振群の屈折力や全系における配置を適切に設定することが重要である。

40

**【0009】**

特許文献1では、レンズ径が大きい複数のレンズで構成される第1レンズ群をフォーカス群としているため、フォーカス群の小型化と軽量化が不十分である。

**【0010】**

特許文献2では、第4レンズ群を防振群とし、その物体側に開口絞りを配置している。駆動部によって大型化しやすい開口絞りと防振群がズームレンズの像側に並べて配置され

50

ており、これらを配置する空間を確保するためにズームレンズが大型化しやすい。特に、一眼レフカメラの交換レンズにおいては、着脱用のマウントやカメラ内のミラー等が像面側に存在するため、防振群や開口絞りを配置する空間を確保することが困難となる。

【0011】

本発明は、小型で軽量のフォーカス群及び防振群を有し、良好な光学性能を有する小型のズームレンズを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0012】

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、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、複数のレンズ群を含み全体として正の屈折力の後群より構成され、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、像ぶれ補正に際して前記第2レンズ群が光軸に対して垂直な成分を持つ方向に移動し、フォーカシングに際して前記第3レンズ群が光軸方向に移動し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群はそれぞれ1つのレンズ要素からなり、広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第1レンズ群は像側に凸の軌跡で移動し、広角端における全系の焦点距離をf\_w、前記第2レンズ群の焦点距離をf\_2、前記第3レンズ群の焦点距離をf\_3としたとき、

$$2.8 < f_2 / f_w < 4.4$$

$$1.8 < |f_3| / f_w < 4.5$$

$$0.05 < d_2 / f_w < 0.20$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、小型で軽量のフォーカス群及び防振群を有し、良好な光学性能を有する小型のズームレンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施例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)本発明の実施例1のズームレンズの広角端と望遠端における収差図

【図3】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4】(A)、(B)本発明の実施例2のズームレンズの広角端と望遠端における収差図

【図5】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6】(A)、(B)本発明の実施例3のズームレンズの広角端と望遠端における収差図

【図7】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8】(A)、(B)本発明の実施例4のズームレンズの広角端と望遠端における収差図

【図9】本発明の実施例5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)本発明の実施例5のズームレンズの広角端と望遠端における収差図

【図11】本発明の実施例6のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図12】(A)、(B)本発明の実施例6のズームレンズの広角端と望遠端における収差図

【図13】本発明の撮像装置の概略図

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の好ましい実施の形態を、添付の図面に基づいて説明する。

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

10

20

30

40

50

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と望遠端(長焦点距離端)における収差図である。

図3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4( 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収差図である。

図5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6( 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収差図である。

図7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8( 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収差図である。

図9は本発明の実施例5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5のズームレンズの広角端と望遠端における収差図である。

図11は本発明の実施例6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12( A )、( B )は、それぞれ実施例6のズームレンズの広角端と望遠端における収差図である。

図13は本発明のズームレンズを備えるデジタルカメラ(撮像装置)の概略図である。

#### 【0016】

図1, 3, 5, 7, 9, 11に示したレンズ断面図において、左方が物体側であり、右方が像側である。

#### 【0017】

実施例1から6の各ズームレンズにおいて、L1は負の屈折力(焦点距離の逆数)の第1レンズ群、L2は正の屈折力の第2レンズ群、L3は負の屈折力の第3レンズ群である。

#### 【0018】

実施例1から4のズームレンズにおいて、全体として正の屈折力を有する後群Lrは、正の屈折力の第4レンズ群L4、負の屈折力の第5レンズ群L5、正の屈折力の第6レンズ群L6より構成されている。

#### 【0019】

実施例5のズームレンズにおいて、全体として正の屈折力を有する後群Lrは、正の屈折力の第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より構成されている。

#### 【0020】

実施例6のズームレンズにおいて、全体として正の屈折力を有する後群Lrは、正の屈折力の第4レンズ群L4、負の屈折力の第5レンズ群L5、正の屈折力の第6レンズ群L6、負の屈折力の第7レンズ群より構成されている。

#### 【0021】

ただし、本発明の後群Lrは、複数のレンズ群を含み全体として正の屈折力を有していればよく、上記の構成に限られるものではない。

#### 【0022】

また、SPは光量調整用の開口絞りであり、実施例1乃至4、6の各ズームレンズにおいては、第4レンズ群L4と第5レンズ群L5の間に配置されており、実施例5のズームレンズにおいては、第5レンズ群L5と第6レンズ群L6の間に配置されている。FSは開口径が不变のフレアーカット絞りであり、実施例1乃至6の各ズームレンズの最も像側に配置されている。ただし、開口絞りSPとフレアーカット絞りFSの配置についてもこれらの配置に限られるものではない。

#### 【0023】

IP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

10

20

30

40

50

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の撮像面に相当し、銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面に相当する。

【 0 0 2 4 】

収差図において、d、g はフラウンホーファー線の d 線（波長 587.56 nm）、g 線（波長 435.8 nm）にそれぞれ対応している。S.C. は正弦条件を示している。

M、S は d 線のメリディオナル像面、d 線のサジタル像面にそれぞれ対応している。歪曲収差は d 線について示しており、倍率色収差は g 線について示している。 は半画角である。F n o は F ナンバーである。

【 0 0 2 5 】

各実施例において、広角端と望遠端は、変倍用のレンズ群である第 2 レンズ群 L 2 が光軸上の移動範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。 10

【 0 0 2 6 】

また、各レンズ群は、広角端から望遠端へのズーミングに際して、レンズ断面図において矢印で示されるように、隣り合うレンズ群の間隔を変化させながら光軸方向に移動する。

【 0 0 2 7 】

負の屈折力のレンズ群が最も物体側に配置されたズームレンズにおいて、フォーカス群及び防振群の小型化を図るために、第 1 レンズ群よりも像側に配置されたレンズ径の比較的小さいレンズ群をフォーカス群及び防振群として選ぶ必要がある。

【 0 0 2 8 】

また、フォーカス群及び防振群の軽量化を図るために、フォーカス群及び防振群を 1 つのレンズ要素で構成することが望ましい。ここで、レンズ要素とは、単レンズ、複数のレンズが接合された接合レンズ、球面レンズの表面に樹脂層を積層して形成されるレプリカ非球面レンズなど、一体的に形成されたレンズをいう。 20

【 0 0 2 9 】

フォーカス群を少ないレンズ枚数で構成した場合、フォーカシングに伴う収差変動を抑制するために、フォーカス群の屈折力（焦点距離の逆数）が小さくなりやすい。しかしながら、フォーカス群の屈折力が小さくなりすぎると、無限遠から至近距離へのフォーカスに際して、フォーカス群の繰出量（物体側への移動量）が増大し、レンズ全系が大型化してしまう。フォーカス群の小型化および軽量化と、レンズ全系の小型化と高い光学性能を同時に実現するためには、フォーカシングに伴う収差変動が比較的小さくなるようにレンズを構成しつつ、フォーカス群の屈折力を適切に設定することが重要となる。 30

【 0 0 3 0 】

本発明の各実施例のズームレンズでは、第 2 レンズ群 L 2 と第 3 レンズ群 L 3 が各々 1 つのレンズ要素からなり、像ぶれ補正に際して第 2 レンズ群 L 2 が光軸に対して垂直な成分を持つ方向に移動し、フォーカシングに際して第 3 レンズ群 L 3 が光軸方向に移動する。 40

【 0 0 3 1 】

負の屈折力のレンズ群が最も物体側に配置されたズームレンズにおいて、1 つのレンズ要素からなり、レンズ径が比較的小さい第 2 レンズ群 L 2 と第 3 レンズ群 L 3 をそれぞれ防振群とフォーカス群とすることで、レンズ径の小型化を達成している。これにより、防振群及びフォーカシング群を軽量化し、それぞれの駆動ユニットの大型化を抑制することができる。

【 0 0 3 2 】

また、大型化しやすい駆動ユニットを備えるフォーカス群と防振群を、空間を確保しやすいズームレンズの物体側に配置することによって、レンズ全系の小型化を実現することができる。

【 0 0 3 3 】

また、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 L 2 によって、第 1 レンズ群 L 1 で発散した軸上光束を収斂し、フォーカシングによる軸上光線高の変動を軽減できるため、フォーカシ 50

ングに伴う収差変動を低減することができる。これにより、フォーカス群を適切な屈折力に設定しつつ、1つのレンズ要素で構成することができ、フォーカス群の軽量化を達成することができる。

【0034】

また、本発明の各実施例のズームレンズでは、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$ 、第2レンズ群  $L_2$  の焦点距離を  $f_2$ 、第3レンズ群  $L_3$  の焦点距離を  $f_3$  としたとき、以下の条件式(1)、(2)を同時に満足している。

$$2.8 < f_2 / f_w < 4.4 \quad \dots \quad (1)$$

$$1.8 < |f_3| / f_w < 4.5 \quad \dots \quad (2)$$

【0035】

条件式(1)は、第2レンズ群  $L_2$  の屈折力を適切に設定することで、良好な防振性能を確保しつつ、フォーカス群である第3レンズ群  $L_3$  へ入射する光束を適度に収斂させるためのものである。条件式(1)の下限値を超えると、第2レンズ群  $L_2$  の屈折力が強くなりすぎて、防振時(像ぶれ補正時)の光学性能の変動を低減することが困難となるので良くない。条件式(1)の上限値を超えると、第2レンズ群  $L_2$  の屈折力が弱くなりすぎて、防振時の偏心敏感度が小さくなるため、防振群の移動量を増加させる必要があり、防振群と防振群の駆動機構により構成される防振ユニットが大型化するため良くない。また、第3レンズ群  $L_3$  へ入射する軸上光束の収斂が弱くなり、軸上光線高の変動が大きくなり、フォーカシングに伴う収差変動を低減することが困難となるので良くない。

【0036】

条件式(2)は、第3レンズ群  $L_3$  の屈折力を適切に設定することで、高い光学性能と小型化のバランスを図るためのものである。条件式(2)の下限値を超えると、第3レンズ群  $L_3$  の屈折力の絶対値が小さくなりすぎて、第3レンズ群  $L_3$  を少ない枚数のレンズで構成したまま、フォーカシングに伴う収差変動を抑制することが困難となるため良くない。条件式(2)の上限値を超えると、第3レンズ群  $L_3$  の屈折力の絶対値が大きくなりすぎて、無限遠から至近距離へのフォーカシングにおけるフォーカス群の繰出量(物体側への移動量)が大きくなり、フォーカス速度が遅くなるので良くない。更に、レンズ全系が大型化するので良くない。

【0037】

また、好ましくは、条件式(1)、(2)の数値範囲を以下のように設定するのがよい。

$$3.1 < f_2 / f_w < 4.3 \quad \dots \quad (1a)$$

$$2.0 < |f_3| / f_w < 4.3 \quad \dots \quad (2a)$$

【0038】

本発明のズームレンズは、以上の構成によって実現できるが、更なる小型化と高い光学性能を実現するためには次の条件のうち少なくとも1つを満足することが望ましい。

【0039】

本発明の各実施例は、第2レンズ群  $L_2$  の光軸上の厚さを  $d_2$  とし、第3レンズ群  $L_3$  の光軸上の厚さを  $d_3$  としたとき、

$$0.05 < d_2 / f_w < 0.20 \quad \dots \quad (3)$$

$$0.02 < d_3 / f_w < 0.20 \quad \dots \quad (4)$$

なる条件を満足している。

【0040】

条件式(3)、(4)は第2レンズ群  $L_2$  及び第3レンズ群  $L_3$  の光軸上の厚さに関する。レンズ群の光軸上の厚さ(レンズ構成長)は、レンズ群の最も物体側のレンズ面と最も像側のレンズ面の光軸上における間隔である。条件式(3)、(4)の下限値を超えると、各レンズ群の光軸上の厚さが薄くなりすぎて、各レンズの加工が困難となるため好ましくない。条件式(3)、(4)の上限値を超えると、レンズ群の光軸上の厚さが厚くなりすぎて、レンズ全系が大型化するので好ましくない。

【0041】

10

20

30

40

50

また、好ましくは、条件式(3)、(4)の数値範囲を以下のように設定するのがよい。

$$0.07 < d_2 / fw < 0.17 \quad \dots \quad (3a)$$

$$0.03 < d_3 / fw < 0.17 \quad \dots \quad (4a)$$

#### 【0042】

本発明の各実施例は、第2レンズ群L2の最も物体側のレンズ面の曲率半径をR2o、第2レンズ群L2の最も像側のレンズ面の曲率半径をR2iとしたとき、

$$-2.3 < (R2i - R2o) / (R2i + R2o) < -0.5 \quad \dots \quad (5)$$

なる条件を満足している。

#### 【0043】

条件式(5)は、ズームレンズの小型化と高性能化のバランスを図るためのものである。条件式(5)の下限値を超えると、第2レンズ群L2の屈折力が大きくなりすぎて、防振時における像面倒れやコマ収差変動を抑制することが困難となるため好ましくない。条件式(5)の上限値を超えると、第2レンズ群L2の屈折力が小さくなりすぎて、防振時における偏心敏感度が低くなるため、レンズ群の駆動量が大きくなり駆動ユニットが大型化するため好ましくない。

#### 【0044】

また、好ましくは、条件式(5)の数値範囲を以下のように設定するのがよい。

$$-2.2 < (R2i - R2o) / (R2i + R2o) < -0.7 \quad \dots \quad (5a)$$

#### 【0045】

本発明の各実施例は、望遠端における全系の焦点距離をft、第3レンズ群L3において物体側から数えてi番目のレンズの焦点距離をf3i、第3レンズ群において物体側から数えてi番目のレンズのアッペ数をd3iとしたとき、

$$-0.025 < ((ft / f3i) / d3i) < -0.010 \quad \dots \quad (6)$$

なる条件を満足している。

#### 【0046】

条件式(6)は第3レンズ群L3の焦点距離とアッペ数に関し、色消し条件を設定するためのものである。条件式(6)の下限値を超えると、第3レンズ群L3の残存色収差が大きすぎて、特にフォーカシング時の移動量が大きい望遠端において、フォーカシングに伴う色収差の変動を抑制することが困難となるため好ましくない。条件式(6)の上限値を超えると、第3レンズ群L3を構成するレンズの枚数が増加するか、第3レンズ群L3の屈折力が小さくなりすぎてフォーカシングの際の移動量が増加し、全系が大型化するため好ましくない。

#### 【0047】

また、好ましくは、条件式(6)の数値範囲を以下のように設定するのがよい。

$$-0.022 < ((ft / f3i) / d3i) < -0.012 \quad \dots \quad (6a)$$

#### 【0048】

本発明の各実施例は、第3レンズ群L3の広角端における横倍率を3w、後群Lrの広角端における横倍率をrwとしたとき、

$$0.17 < (1 - 3w^2) \times rw^2 < 1.80 \quad \dots \quad (7)$$

なる条件を満足している。

#### 【0049】

条件式(7)は、フォーカシングに伴う収差変動を抑制しつつ、フォーカス群を少ない枚数のレンズで構成するために、適切なフォーカス敏感度を設定したものである。条件式(7)の下限値を超えると、第3レンズ群L3のフォーカス敏感度が小さくなりすぎて、フォーカシング時の移動量が増大するため、全系の大型化を招くとともに、光線入射高の変動が大きくなり、フォーカシングに伴う収差変動を抑制することが困難となる。また、ウォブリング駆動に伴う像倍率の変動が大きくなるため好ましくない。条件式(7)の上限値を超えると、第3レンズ群L3のフォーカス敏感度が大きくなりすぎて、駆動系の制御が困難となるため好ましくない。また、第3レンズ群L3の屈折力が大きくなりすぎて

10

20

30

40

50

、フォーカシングに伴う収差変動を抑制することが困難となるので好ましくない。

【0050】

また、好ましくは、条件式(7)の数値範囲を以下のように設定するのがよい。

$$0.20 < (1 - 3w^2) \times rw^2 < 1.60 \quad \dots \dots \quad (7a)$$

【0051】

本発明の各実施例は、後群Lrの広角端と望遠端における横倍率を各々rw、rt、広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々fw、ftとしたとき、

$$0.70 < (rt \times fw) / (rw \times ft) < 1.40 \quad \dots \dots \quad (8)$$

なる条件を満足している。

【0052】

条件式(8)は、後群Lrの無限遠にフォーカスしているときの広角端と望遠端の各々の横倍率に関し、後群Lrの変倍分担を適切に設定するためのものである。

【0053】

条件式(8)の下限値を超えると、後群Lrの変倍分担が小さくなりすぎて、第2レンズ群L2及び第3レンズ群L3の変倍分担が大きくなり、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3を簡易なレンズ構成で性能を維持することが困難となるため好ましくない。条件式(8)の上限値を超えると後群Lrの変倍分担が大きくなりすぎて、後群Lrを構成するレンズ群の屈折力が強くなりすぎて、特にズーミングにおける像面変動や倍率色収差の変動を補正することが困難となるため好ましくない。

【0054】

また、好ましくは、条件式(8)の数値範囲を以下のように設定するのがよい。

$$0.80 < (rt \times fw) / (rw \times ft) < 1.25 \quad \dots \dots \quad (8a)$$

【0055】

本発明の各実施例では、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群L1が像側に凸の軌跡で移動する。広角端から望遠端へのズーミングに際して第1レンズ群L1を像側へ凸の軌跡で移動させることによって、レンズ全長を小型化することが容易になる。また、広角端におけるレンズ全長を短縮することにより、最もレンズ径が大きい第1レンズ群L1のレンズ径を短縮することもできる。

【0056】

本発明の各実施例では、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3が物体側へ移動する。これにより、広角端におけるレンズ全長の増大を抑制することが容易になる。また、広角端から望遠端へのズーミングに際して、後群を構成する全てのレンズ群が物体側へ移動する。

【0057】

本発明の各実施例では、防振群とフォーカス群がそれぞれ第2レンズ群L2と第3レンズ群L3に配置されている。このため、防振群とフォーカス群をそれぞれ駆動する駆動ユニットを配置するために、比較的広い間隔が生じる第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間の一部の空間を利用することができる。

【0058】

次に、本発明の各実施例の具体的なレンズ構成を説明する。

【0059】

[実施例1]

第1レンズ群L1は、物体側より像側へ順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズより構成されている。第2レンズ群L2は、1枚の両凸レンズにより構成されている。第3レンズ群L3は、1枚の両凹レンズにより構成されている。第4レンズ群L4は、物体側より像側へ順に、両凸レンズと、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズが接合された接合レンズより構成されている。第5レンズ群L5は、物体側より像側へ順に、像側へ凸面を向けたメニスカス形状の正レンズと両凹レンズが接合された接合レンズより構成されている。第

10

20

30

40

50

6レンズ群L6は、像側へ凸面を向けたメニスカス形状の2枚の正レンズにより構成されている。

【0060】

〔実施例2〕

第1レンズ群L1は、物体側より像側へ順に、像側に凹面を向けたメニスカス形状の3枚の負レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズにより構成されている。第6レンズ群L6は、像側へ凸面を向けたメニスカス形状の正レンズと、両凸レンズにより構成されている。他のレンズ群の構成は実施例1と同様である。

【0061】

〔実施例3〕

第1レンズ群L1は、物体側より像側へ順に、物体側に凸面を向けた平凸レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ、両凹レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズより構成されている。第3レンズ群L3は物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズにより構成されている。第4レンズ群L4は、物体側より像側へ順に、両凸レンズ、両凸レンズと物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズが接合された接合レンズより構成されている。第6レンズ群L6は、物体側より像側へ順に、両凸レンズ、像側へ凸面を向けた平凸レンズより構成されている。他のレンズ群の構成は実施例1と同様である。

【0062】

〔実施例4〕

第1レンズ群L1は、物体側より像側へ順に、物体側に凸面を向けた平凸レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ、両凹レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズより構成されている。第3レンズ群L3は、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズと両凸レンズが接合された接合レンズより構成されている。第4レンズ群L4は、物体側より像側へ順に、両凸レンズ、両凸レンズと物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズが接合された接合レンズより構成されている。第6レンズ群L6は、物体側より像側へ順に、両凸レンズ、像側へ凸面を向けた平凸レンズより構成されている。他のレンズ群の構成は実施例1と同様である。

【0063】

〔実施例5〕

第1レンズ群L1は、物体側より像側へ順に、物体側に凸面を向けた平凸レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ、両凹レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズにより構成されている。第2レンズ群L2は、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の1枚の正レンズにより構成されている。第3レンズ群L3は、両凹レンズと両凸レンズが接合された接合レンズより構成されている。第4レンズ群L4は、1枚の両凸レンズより構成されている。第5レンズ群L5は、物体側より像側へ順に、両凸レンズと物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズが接合された接合レンズより構成されている。第6レンズ群L6は、物体側より像側へ順に、像側へ凸面を向けたメニスカス形状の正レンズと両凹レンズが接合された接合レンズにより構成されている。第7レンズ群L7は、物体側より像側へ順に、像側へ凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ、像側へ凸面を向けた平凸レンズより構成されている。

【0064】

〔実施例6〕

第1レンズ群L1は、物体側より像側へ順に、物体側に凸面を向けた平凸レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ、両凹レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズより構成されている。第2レンズ群L2は、両凸レンズと物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズが接合された接合レンズより構成されている。第3レンズ群L3は物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズにより構成されている。第4レンズ群L4は、物体側より像側へ順に、両凸レンズ、両凸レンズと物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズが接合された接合レンズより構成されている。第5レンズ

10

20

30

40

50

群 L 5 は、物体側より像側へ順に、両凹レンズと像側へ凹面を向けたメニスカス形状の正レンズが接合された接合レンズにより構成されている。第 6 レンズ群 L 6 は、2 枚の両凸レンズにより構成されている。第 7 レンズ群 L 7 は物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズにより構成されている。

【 0 0 6 5 】

次に、本発明の各実施例のレンズデータを示す。面番号は、物体側からの光学面の順序を示している。また、各光学面の曲率半径  $r$ 、各光学面の間隔  $d$ 、各光学材料の  $d$  線における屈折率  $n_d$ 、アッベ数  $v_d$ 、有効径を示している。 $d_i$  は面番号を  $i$  としたときの第  $i$  面と第  $i + 1$  面の間隔である。各光学面の間隔  $d$  が(可変)と記載されている箇所は、ズーミングに際して間隔が変化することを表わしている。

10

【 0 0 6 6 】

また、焦点距離、F ナンバー、画角(全系の半画角)、像高(半画角を決定する最大像高)、レンズ全長(第 1 レンズ面から像面までの光軸上の長さ)、BF(最終レンズ面から像面までの長さ)を示している。

【 0 0 6 7 】

また、ズームレンズ群データは、各レンズ群の焦点距離、レンズ構成長(各レンズ群の光軸上の長さ)、前側主点位置、後側主点位置を表している。

【 0 0 6 8 】

非球面の形状は、面頂点を基準として、光軸に垂直な方向に長さ  $R$  だけ離れた位置での光軸方向の面位置を  $Sag(R)$  としたとき、

20

【 0 0 6 9 】

【 数 1 】

$$Sag(R) = \frac{(1/R) \times R^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K) \times (1/r)^2 \times R^2}} + A4 \times R^4 + A6 \times R^6 + A8 \times R^8 + A10 \times R^{10}$$

【 0 0 7 0 】

を満足する形状として表わされる。ただし、K は離心率であり、r は近軸曲率半径であり、A4, A6, A8, A10 は非球面係数である。また、「e - x」は「 $\times 10^{-x}$ 」を意味している。

【 0 0 7 1 】

30

(実施例 1 )

単位 mm

面データ

面番号	$r$	$d$	$n_d$	$v_d$	有効径	
1	83.518	3.76	1.51633	64.1	42.02	
2	1655.424	0.39			40.55	
3	113.863	1.75	1.62299	58.2	36.21	
4	18.722	6.52			27.65	
5	1142.677	1.30	1.62299	58.2	27.19	
6	15.703	0.50			23.61	
7	16.312	4.35	1.84666	23.9	23.76	
8	28.464	(可変)			22.72	
9	225.079	1.81	1.48749	70.2	12.43	
10	-32.685	(可変)			12.56	
11	-72.013	0.79	1.83481	42.7	13.27	
12	532.093	(可変)			13.47	
13	25.686	4.89	1.74400	44.8	14.16	
14	-14.103	0.87	1.84666	23.9	14.05	
15	-47.551	1.00			14.09	

40

50

16(絞り)	(可変)			13.74
17	-31.278	2.03	1.84666	23.9
18	-12.579	0.82	1.80100	35.0
19	138.052	(可変)		12.18
20	-522.742	1.16	1.52996	55.8
21*	-81.470	0.21		16.79
22	-121.153	2.87	1.48749	70.2
23	-20.978	(可変)		17.49
24		BF		20.11

像面

10

## 非球面データ

第21面

K = 0.00000e+000 A4= 2.91907e-005 A6= 9.31471e-009 A8= 1.99743e-010 A10=-9.44250e-013

## 各種データ

ズーム比	2.90			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	18.63	34.02	53.93	20
Fナンバー	3.56	4.46	5.87	
画角	36.26	21.88	14.21	
像高	13.66	13.66	13.66	
レンズ全長	123.91	117.56	127.08	
BF	37.51	37.51	37.51	
d 8	29.90	10.06	2.58	
d10	7.22	7.19	7.48	
d12	1.26	1.30	1.00	
d16	2.09	6.56	10.86	30
d19	10.08	5.61	1.31	
d23	0.83	14.32	31.33	
入射瞳位置	26.29	23.50	21.90	
射出瞳位置	-28.35	-39.23	-52.36	
前側主点位置	39.65	42.44	43.46	
後側主点位置	18.88	3.49	-16.42	

## 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	40
1	1	-25.16	18.56	9.27	-4.23	
2	9	58.68	1.81	1.07	-0.15	
3	11	-75.93	0.79	0.05	-0.38	
4	13	26.01	6.75	0.99	-3.38	
5	17	-34.05	2.85	0.17	-1.38	
6	20	40.59	4.25	2.78	-0.13	

## 単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1 1 170.21

50

2	3	-36.22				
3	5	-25.57				
4	7	38.76				
5	9	58.68				
6	11	-75.93				
7	13	12.91				
8	14	-23.96				
9	17	23.67				
10	18	-14.36				
11	20	181.94				10
12	22	51.56				

【 0 0 7 2 】

( 実施例 2 )

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径	
1	36.710	2.00	1.62299	58.2	37.44	
2	22.404	4.22			31.97	20
3	48.990	1.75	1.62299	58.2	31.76	
4	24.824	4.34			28.18	
5	182.976	1.30	1.62299	58.2	27.78	
6	16.902	0.34			24.47	
7	17.228	4.12	1.84666	23.9	24.56	
8	28.125	(可変)			23.50	
9	150.156	1.84	1.48749	70.2	12.54	
10	-36.084	(可変)			12.67	
11	-113.939	0.80	1.83481	42.7	13.25	
12	152.981	(可変)			13.42	30
13	24.265	4.73	1.72916	54.7	14.08	
14	-13.753	0.85	1.80610	33.3	13.97	
15	-54.738	1.00			13.95	
16(絞り)		(可変)			13.62	
17	-30.981	1.83	1.80100	35.0	11.68	
18	-15.560	0.85	1.70000	48.1	11.70	
19	83.083	(可変)			12.06	
20	-221.315	1.00	1.52996	55.8	16.49	
21*	-120.782	0.20			16.92	
22	12162.632	3.11	1.48749	70.2	17.15	40
23	-22.609	(可変)			17.72	
24		BF			20.02	

像面

## 非球面データ

第21面

K = 0.00000e+000 A4= 2.80775e-005 A6=-1.44904e-008 A8= 1.06224e-009 A10=-7.72128e-012

## 各種データ

ズーム比	2.92				
	広角	中間	望遠		
焦点距離	18.50	36.00	54.00		
Fナンバー	3.56	4.50	5.87		
画角	36.44	20.78	14.20		
像高	13.66	13.66	13.66		
レンズ全長	124.00	116.86	125.69		
BF	37.50	37.50	37.50		
d8	31.42	8.89	2.61		10
d10	7.54	6.83	7.54		
d12	1.00	1.71	1.00		
d16	1.76	6.67	10.62		
d19	10.43	5.51	1.56		
d23	0.05	15.44	30.55		
入射瞳位置	26.65	23.39	22.02		
射出瞳位置	-26.90	-39.71	-51.54		
前側主点位置	39.84	42.61	43.27		
後側主点位置	19.00	1.50	-16.50		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
1	1	-25.57	18.08	9.28	-4.19
2	9	59.87	1.84	1.00	-0.24
3	11	-78.12	0.80	0.19	-0.25
4	13	26.14	6.58	0.84	-3.46
5	17	-35.82	2.68	0.22	-1.29
6	20	42.49	4.31	2.82	-0.13
単レンズデータ					
レンズ	始面	焦点距離			
1	1	-97.51			
2	3	-83.08			
3	5	-29.98			
4	7	44.75			
5	9	59.87			
6	11	-78.12			
7	13	12.71			
8	14	-23.00			40
9	17	37.07			
10	18	-18.66			
11	20	499.99			
12	22	46.30			

【0073】

(実施例3)

単位 mm

面番号	r	d	nd	vd	有効径	
1	76.201	4.00	1.51633	64.1	40.50	
2		0.20			39.00	
3	87.093	1.60	1.62041	60.3	34.32	
4	17.794	6.69			26.42	
5	-275.114	1.20	1.69680	55.5	25.93	
6	17.652	0.85			23.11	
7	18.819	3.98	1.84666	23.9	23.33	
8	40.701	(可変)			22.55	
9	514.990	1.75	1.48749	70.2	13.00	10
10	-39.993	(可変)			13.00	
11	-23.240	0.80	1.62041	60.3	13.07	
12	-188.681	(可変)			13.63	
13	38.777	3.25	1.69680	55.5	14.72	
14	-29.086	0.20			14.93	
15	35.964	4.28	1.48749	70.2	14.67	
16	-18.478	1.00	1.84666	23.9	14.20	
17	-50.317	1.00			14.17	
18(絞り)		(可変)			13.76	
19	-33.107	2.40	1.84666	23.9	10.97	20
20	-11.931	1.20	1.80100	35.0	10.94	
21	59.634	(可変)			11.45	
22	180.914	1.70	1.52996	55.8	16.94	
23*	-255.105	0.20			17.54	
24		3.54	1.48749	70.2	17.68	
25	-22.981	(可変)			18.39	
26		BF			19.99	

像面

非球面データ

30

第23面

K = 0.00000e+000 A4= 2.36323e-005 A6= 7.10067e-008 A8=-1.09684e-009 A10= 6.27088e-012

各種データ

ズーム比	2.92			
焦点距離	18.50	34.52	54.00	
Fナンバー	3.54	4.50	5.87	
画角	36.44	21.59	14.20	40
像高	13.66	13.66	13.66	
レンズ全長	123.08	117.11	125.50	
BF	35.50	35.50	35.50	
d 8	29.35	9.51	2.00	
d10	3.87	4.73	4.96	
d12	2.29	1.43	1.20	
d18	3.42	7.23	10.77	
d21	8.75	4.94	1.41	
d25	0.05	13.92	29.82	50

入射瞳位置	25.70	22.82	21.13
射出瞳位置	-30.12	-40.45	-52.24
前側主点位置	38.98	41.65	41.90
後側主点位置	17.00	0.98	-18.50

## 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	
1	1	-25.60	18.52	8.63	-5.23	
2	9	76.20	1.75	1.09	-0.08	10
3	11	-42.80	0.80	-0.07	-0.56	
4	13	19.37	9.73	1.38	-5.25	
5	19	-28.02	3.60	0.60	-1.33	
6	22	38.65	5.44	3.11	-0.62	

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離			
1	1	147.58			
2	3	-36.37			
3	5	-23.77			20
4	7	38.16			
5	9	76.20			
6	11	-42.80			
7	13	24.33			
8	15	25.70			
9	16	-34.99			
10	19	20.94			
11	20	-12.32			
12	22	200.00			
13	24	47.14			30

## 【0074】

(実施例4)

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径	
1	70.840	4.00	1.51633	64.1	42.00	
2		0.20			41.00	
3	93.231	1.60	1.62041	60.3	35.98	40
4	18.408	7.26			27.52	
5	-162.697	1.20	1.69680	55.5	27.00	
6	18.567	0.96			24.13	
7	20.143	4.04	1.84666	23.9	24.37	
8	45.497 (可変)				23.66	
9	532.188	1.75	1.48749	70.2	13.00	
10	-40.137 (可変)				13.00	
11	-26.949	0.65	1.83400	37.2	13.62	
12	77.236	1.84	1.84666	23.9	14.20	
13	-86.242 (可変)				14.58	50

14	38.407	3.53	1.69680	55.5	15.68	
15	-29.312	0.20			15.80	
16	39.552	4.27	1.48749	70.2	15.24	
17	-19.247	1.00	1.84666	23.9	14.62	
18	-76.735	2.10			14.51	
19(絞り)		(可変)			13.88	
20	-29.086	2.57	1.84666	23.9	11.11	
21	-11.320	1.20	1.80100	35.0	11.25	
22	106.692	(可変)			11.93	
23	714.406	1.70	1.52996	55.8	17.50	10
24*	-240.625	0.20			18.17	
25		3.75	1.48749	70.2	18.31	
26	-22.369	(可変)			19.03	
27		BF			20.35	

像面

## 非球面データ

第24面

K = 0.00000e+000 A4= 2.31905e-005 A6= 6.17475e-008 A8=-8.84794e-010 A10= 4.  
54132e-012

20

## 各種データ

ズーム比	2.92					
		広角	中間	望遠		
焦点距離	18.50	36.00	54.00			
Fナンバー	3.53	4.50	5.87			
画角	36.44	20.78	14.20			
像高	13.66	13.66	13.66			
レンズ全長	131.53	124.02	132.30			
BF	35.50	35.50	35.50			30
d 8	31.73	9.19	2.00			
d10	4.36	5.46	5.67			
d13	2.52	1.41	1.20			
d19	3.54	8.54	12.04			
d22	9.81	4.81	1.31			
d26	0.05	15.08	30.55			
入射瞳位置	26.93	24.10	22.70			
射出瞳位置	-34.13	-44.30	-55.47			40
前側主点位置	40.52	43.86	44.65			
後側主点位置	17.00	-0.50	-18.50			

## 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	
1	1	-26.04	19.27	8.97	-5.62	
2	9	76.64	1.75	1.10	-0.08	
3	11	-48.65	2.49	-0.65	-2.03	
4	14	21.54	11.10	0.99	-6.80	
5	20	-30.44	3.77	0.30	-1.74	50

6	23	40.75	5.65	3.50	-0.36
---	----	-------	------	------	-------

## 単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	137.20			
2	3	-37.28			
3	5	-23.85			
4	7	39.78			
5	9	76.64			
6	11	-23.89			10
7	12	48.38			
8	14	24.38			
9	16	27.21			
10	17	-30.59			
11	20	20.53			
12	21	-12.72			
13	23	339.85			
14	25	45.89			

【0075】

20

(実施例5)

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1	81.435	4.00	1.51633	64.1	41.99
2		0.20			40.52
3	71.919	1.60	1.62041	60.3	34.88
4	17.644	7.33			26.85
5	-143.178	1.20	1.69680	55.5	26.33
6	19.270	1.13			23.69
7	21.264	3.83	1.84666	23.9	23.91
8	48.794	(可変)			23.22
9	-689.063	1.75	1.48749	70.2	13.00
10	-36.266	(可変)			13.00
11	-28.066	0.69	1.83400	37.2	13.50
12	52.493	1.98	1.84666	23.9	14.18
13	-110.834	(可変)			14.60
14	37.639	3.59	1.69680	55.5	15.77
15	-28.707	(可変)			15.94
16	35.581	4.52	1.48749	70.2	15.23
17	-18.320	1.00	1.84666	23.9	14.60
18	-88.297	1.00			14.48
19(絞り)		(可変)			14.16
20	-37.873	2.73	1.84666	23.9	11.64
21	-12.040	1.20	1.80100	35.0	11.53
22	96.455	(可変)			12.04
23	243.913	1.70	1.52996	55.8	17.20
24*	197.384	0.56			17.84
25		3.65	1.48749	70.2	17.98

26	-23.117 (可変)	18.71
27	BF	20.36
像面		

## 非球面データ

## 第24面

K = 0.00000e+000 A4= 2.30763e-005 A6= 5.59354e-008 A8=-9.41156e-010 A10= 5.14205e-012

## 各種データ

ズーム比 2.92 10

	広角	中間	望遠
焦点距離	18.50	35.00	53.98
Fナンバー	3.58	4.49	5.87
画角	36.44	21.32	14.20
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	133.99	125.41	134.99
BF	35.49	35.49	35.49

d 8	31.51	8.67	2.00	20
d10	5.00	4.98	5.37	
d13	2.63	2.26	1.20	
d15	0.20	0.59	1.26	
d19	3.37	8.17	12.52	
d22	10.39	5.58	1.23	
d26	0.05	14.30	30.55	

入射瞳位置 28.11 25.16 24.00

射出瞳位置 -32.97 -43.79 -55.79

前側主点位置 41.61 44.71 46.06

後側主点位置 16.99 0.49 -18.49

30

## 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
1	1	-25.65	19.29	10.38	-6.05
2	9	78.46	1.75	1.24	0.07
3	11	-46.50	2.67	-0.52	-1.99
4	14	23.90	3.59	1.23	-0.94
5	16	242.23	6.52	-6.04	-10.42
6	20	-36.88	3.93	0.45	-1.67
7	23	48.63	5.91	4.10	-0.04

40

## 単レンズデータ

## レンズ 始面 焦点距離

1	1	157.72
2	3	-38.11
3	5	-24.30
4	7	41.85
5	9	78.46
6	11	-21.84

50

7	12	42.31
8	14	23.90
9	16	25.51
10	17	-27.48
11	20	19.89
12	21	-13.30
13	23	-1977.47
14	25	47.42

【 0 0 7 6 】

10

( 実施例 6 )

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径	
1	85.023	4.00	1.51633	64.1	43.00	
2		0.20			41.54	
3	73.084	1.60	1.62041	60.3	35.72	
4	17.600	7.80			27.32	
5	-116.895	1.20	1.69680	55.5	26.81	20
6	18.780	0.47			24.19	
7	19.698	4.48	1.84666	23.9	24.31	
8	52.147	(可変)			23.57	
9	412.563	1.90	1.60311	60.6	13.00	
10	-32.853	0.60	1.69895	30.1	13.00	
11	-48.354	(可変)			13.00	
12	-30.623	0.70	1.62041	60.3	13.56	
13	-483.146	(可変)			13.92	
14	35.026	3.20	1.75700	47.8	14.87	
15	-32.812	0.81			14.97	30
16	40.649	3.76	1.48749	70.2	14.41	
17	-20.343	0.70	1.84666	23.8	13.87	
18	-201.076	1.00			13.73	
19(絞り)		(可変)			13.50	
20	-34.419	0.70	1.80440	39.6	11.20	
21	18.894	2.19	1.84666	23.8	11.74	
22	77.354	(可変)			12.10	
23	302.697	1.70	1.52996	55.8	18.15	
24*	-162.787	0.20			18.79	
25	187.560	4.54	1.51633	64.1	19.17	40
26	-21.357	(可変)			19.93	
27	-25.370	1.00	1.54072	47.2	20.03	
28	-30.489	(可変)			20.50	
29		BF			20.84	

像面

## 非球面データ

第24面

K = 0.00000e+000 A4= 2.22087e-005 A6= 6.78887e-008 A8=-7.97861e-010 A10= 3.  
73134e-012

50

## 各種データ

ズーム比	2.92				
	広角	中間	望遠		
焦点距離	18.50	35.00	54.00		
Fナンバー	3.45	4.50	5.87		
画角	36.44	21.32	14.20		
像高	13.66	13.66	13.66		
レンズ全長	131.53	125.83	134.00		
BF	35.50	35.50	35.50		10
d 8	30.03	9.66	2.00		
d11	4.68	6.04	5.99		
d13	2.51	1.16	1.20		
d19	3.37	8.50	12.42		
d22	10.45	5.32	1.40		
d26	0.50	1.32	5.69		
d28	0.05	13.90	25.36		
入射瞳位置	28.45	25.71	24.10		20
射出瞳位置	-40.83	-48.97	-58.17		
前側主点位置	42.46	46.21	46.97		
後側主点位置	17.00	0.50	-18.50		

## 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	
1	1	-26.25	19.75	10.71	-5.71	
2	9	77.00	2.50	1.45	-0.09	
3	12	-52.73	0.70	-0.03	-0.46	
4	14	22.61	9.46	0.19	-6.17	30
5	20	-30.83	2.89	0.50	-1.05	
6	23	31.96	6.44	3.54	-0.84	
7	27	-300.00	1.00	-3.45	-4.15	

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離		
1	1	164.67		
2	3	-37.78		
3	5	-23.14		
4	7	35.17		40
5	9	50.54		
6	10	-148.99		
7	12	-52.73		
8	14	22.84		
9	16	28.39		
10	17	-26.78		
11	20	-15.08		
12	21	29.03		
13	23	200.00		
14	25	37.41		50

15 27 -300.00

## 【0077】

【表1】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
条件式(1)	3.2	3.2	4.1	4.1	4.2	4.2
条件式(2)	4.1	4.2	2.3	2.6	2.5	2.9
条件式(3)	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.14
条件式(4)	0.04	0.04	0.04	0.13	0.14	0.04
条件式(5)	-1.3	-1.6	-1.2	-1.2	-0.9	-1.3
条件式(6)	-0.017	-0.016	-0.021	-0.014	-0.013	-0.017
条件式(7)	0.32	0.30	1.39	1.12	1.29	0.95
条件式(8)	1.20	1.21	0.86	0.88	0.86	0.91

## 【0078】

10

20

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カメラ（撮像装置）の実施例を説明する。図13において、10は一眼レフカメラ本体、11は本発明によるズームレンズを搭載した交換レンズである。12は交換レンズ11を通して得られる被写体像を記録する銀塩フィルムや被写体像を受光する固体撮像素子（光電変換素子）などの感光面である。13は交換レンズ11からの被写体像を観察するファインダー光学系、14は交換レンズ11からの被写体像を感光面12とファインダー光学系13に切り替えて伝送するための回動するクイックリターンミラーである。

## 【0079】

ファインダーで被写体像を観察する場合は、クイックリターンミラー14を介してピント板15に結像した被写体像をペントプリズム16で正立像としたのち、接眼光学系17で拡大して観察する。撮影時にはクイックリターンミラー14が矢印方向に回動して被写体像は感光面記録手段12に形成される結像して記録される。

30

## 【0080】

このように本発明のズームレンズを一眼レフカメラ等の撮像装置に適用することにより、高い光学性能を有した光学機器を実現することができる。なお、本発明はクイックリターンミラーのないSLR（Single Lens Reflex）カメラにも同様に適用することができる。尚、本発明のズームレンズはビデオカメラにも同様に適用することができる。

## 【0081】

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及び変更が可能である。

40

## 【符号の説明】

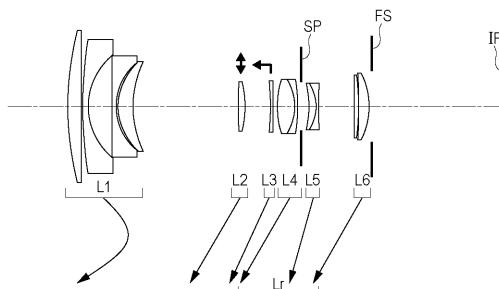
## 【0082】

- L1 第1レンズ群
- L2 第2レンズ群
- L3 第3レンズ群
- L4 第4レンズ群
- L5 第5レンズ群
- L6 第6レンズ群
- L7 第7レンズ群

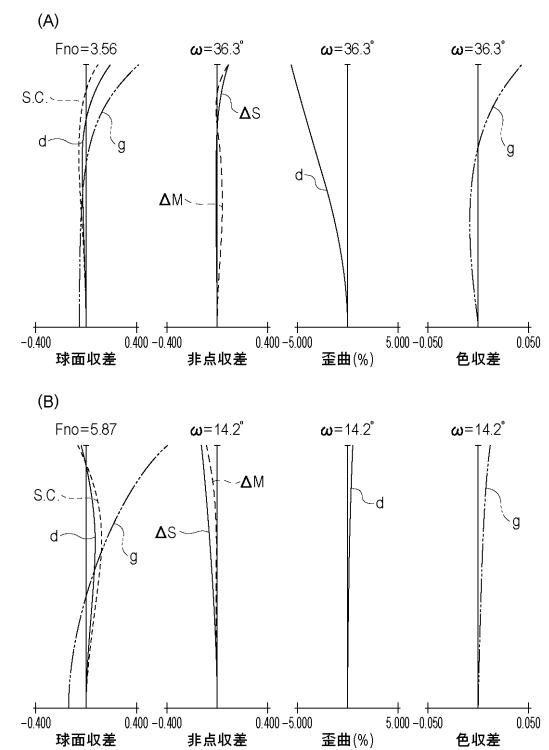
50

L r 後群  
 S P 絞り  
 F S フレアーカット絞り  
 I P 像面  
 d d 線  
 g g 線  
 S . C . 正弦条件  
 M d 線のメリディオナル像面  
 S d 線のサジタル像面

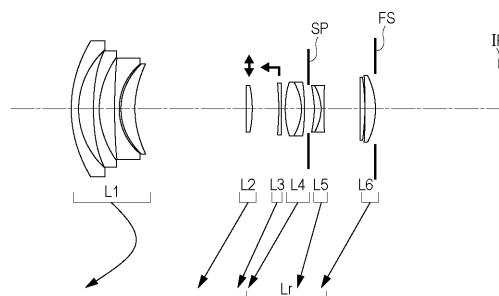
【図 1】



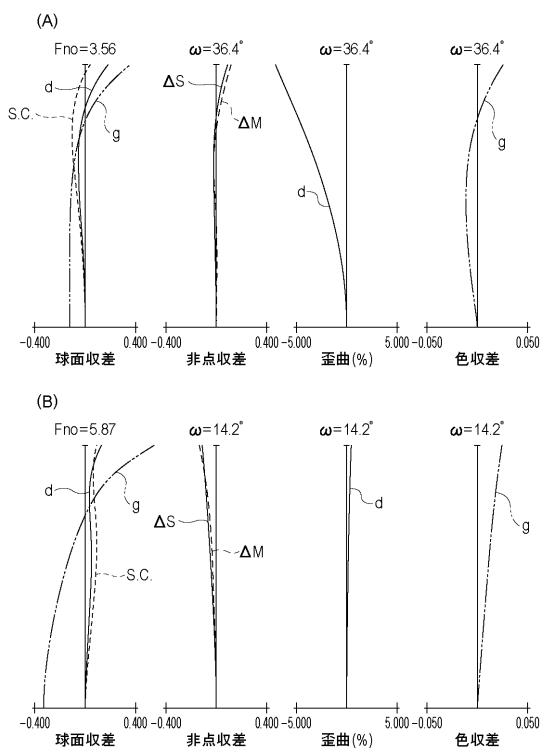
【図 2】



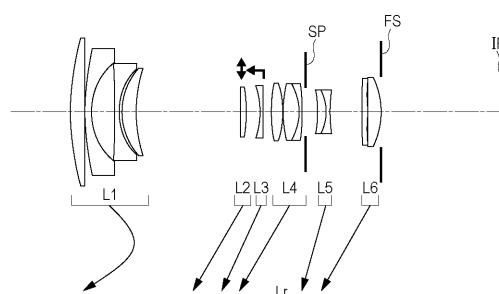
【図3】



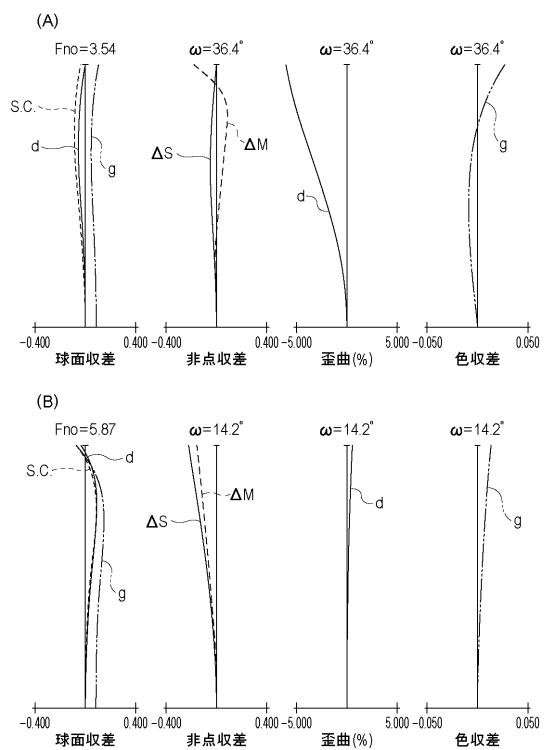
【図4】



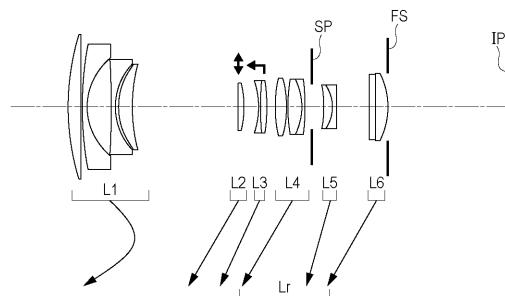
【図5】



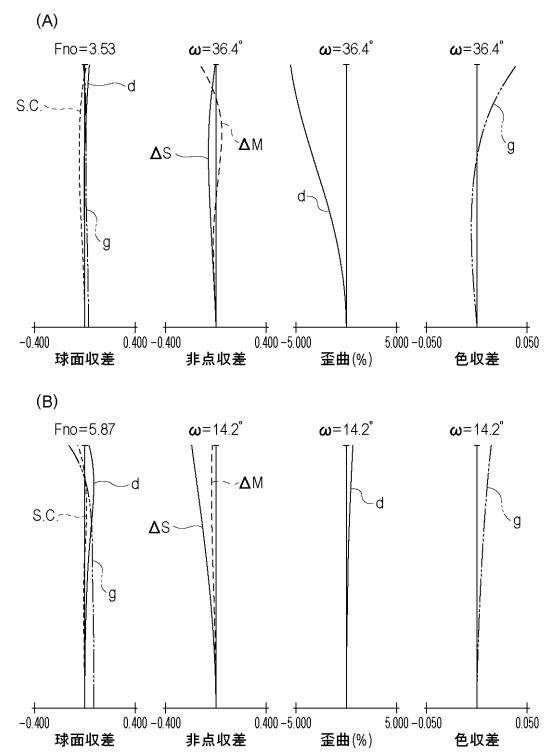
【図6】



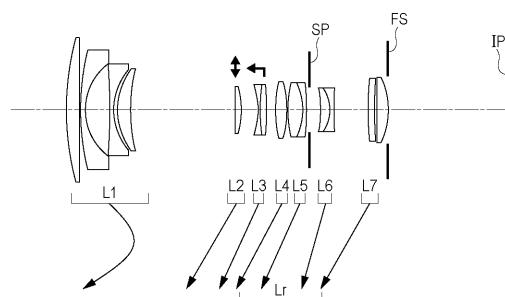
【図7】



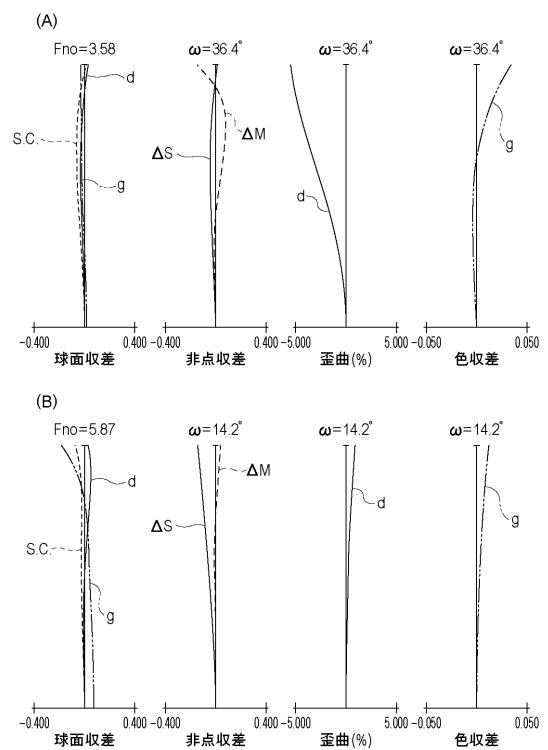
【図8】



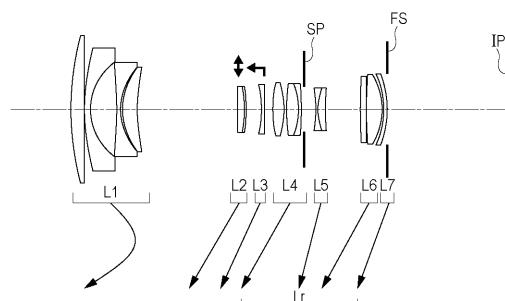
【図9】



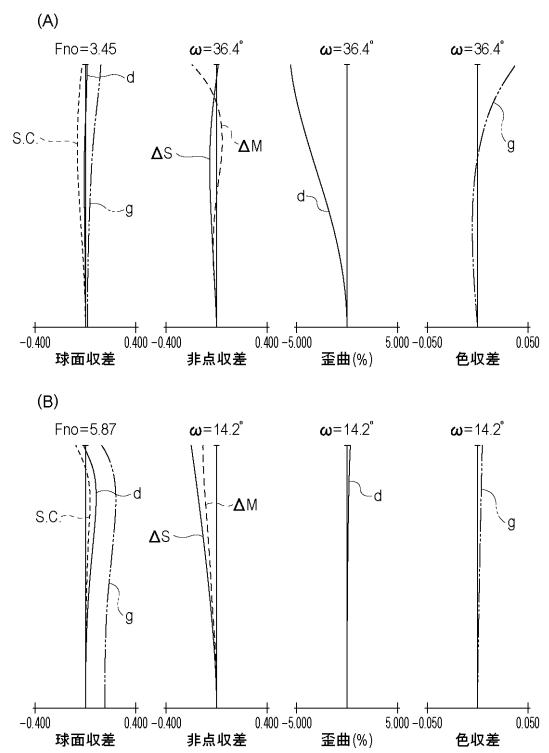
【図10】



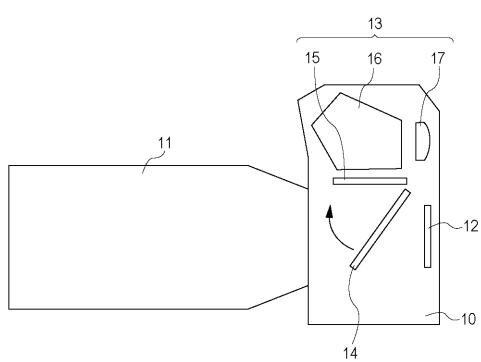
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2012-088518(JP,A)  
特開2011-069956(JP,A)  
特開2010-078696(JP,A)  
特開2009-069794(JP,A)  
特開2008-191301(JP,A)  
特開2008-191306(JP,A)  
特開2007-108708(JP,A)  
特開平10-020194(JP,A)  
特開平01-216310(JP,A)  
特開2011-053663(JP,A)  
特開2011-013469(JP,A)  
特開2010-266577(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