

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6664341号  
(P6664341)

(45) 発行日 令和2年3月13日(2020.3.13)

(24) 登録日 令和2年2月20日(2020.2.20)

(51) Int.Cl. F 1  
**G 0 2 B 15/20 (2006.01)** G O 2 B 15/20  
**G 0 2 B 13/18 (2006.01)** G O 2 B 13/18

請求項の数 17 (全 25 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2017-14077 (P2017-14077)                  (22) 出願日 平成29年1月30日 (2017.1.30)                  (65) 公開番号 特開2018-124324 (P2018-124324A)                  (43) 公開日 平成30年8月9日 (2018.8.9)                  審査請求日 令和1年7月16日 (2019.7.16)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(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 片寄 慎斗                  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 殿岡 雅仁</p>
---	---

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】

複数のレンズ群を有するズームレンズであって、  
 前記複数のレンズ群は、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、2つ以上のレンズ群を含む後群から成り、

ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化し、  
前記第1レンズ群は、広角端から望遠端へのズームングに際して、像側へ移動した後に物体側へ移動し、

前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、負レンズ、正レンズ、正レン 10  
ズ、正レンズからなり、

前記第1レンズ群の焦点距離を  $f_1$ 、前記第3レンズ群の焦点距離を  $f_3$ 、前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第1レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D_1$ 、前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第2レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D_2$ 、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距離を  $T_w$ 、望遠端における前記ズームレンズの焦点距離を  $f_t$  とするとき、

$$6.5 < f_1 / f_3 < 15.0$$

$$2.8 < f_t / T_w < 6.0$$

$$1.2 < D_1 / D_2 < 5.0$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

広角端における前記ズームレンズの焦点距離を  $f_w$  とするとき、

$$60.0 < f_t / f_w < 200.0$$

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】

広角端における前記ズームレンズの焦点距離を  $f_w$  とするとき、

$$3.5 < D_1 / f_w < 12.0$$

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】

広角端における前記ズームレンズの焦点距離を  $f_w$ 、広角端から望遠端へのズームリングにおける前記第 1 レンズ群の移動量を  $M_1$  とするとき、

$$15.0 < |M_1| / f_w < 40.0$$

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 1 レンズ群に含まれる前記負レンズの材料の  $d$  線におけるアッベ数を  $d_{1n}$  とするとき、

$$30.0 < d_{1n} < 50.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

広角端における前記第 2 レンズ群の最も像側のレンズ面から前記第 3 レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D_{23w}$ 、広角端における前記ズームレンズの焦点距離を  $f_w$  とするとき、

$$10.0 < D_{23w} / f_w < 20.0$$

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 2 レンズ群の焦点距離を  $f_2$  とするとき、

$$-70.0 < f_t / f_2 < -30.0$$

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】

広角端における前記ズームレンズの焦点距離を  $f_w$  とするとき、

$$20.0 < f_1 / f_w < 50.0$$

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

【請求項 9】

前記第 2 レンズ群の焦点距離を  $f_2$  とするとき、

$$-30.0 < f_1 / f_2 < -8.0$$

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】

前記第 2 レンズ群は、前記第 2 レンズ群の最も物体側に配置された負レンズ  $G_{21}$  と、前記負レンズ  $G_{21}$  の像側に隣接して配置された負レンズ  $G_{22}$  を有し、前記負レンズ  $G_{21}$  の像側のレンズ面と前記負レンズ  $G_{22}$  の物体側のレンズ面で形成される空気レンズの屈折力を  $\Gamma_2$  とするとき、

$$-0.2 < \Gamma_2 < -0.1$$

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

10

20

30

40

50

ンズ。

【請求項 1 1】

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群からなることを特徴とする請求項 1 乃至 1 0 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 2】

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、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 レンズ群からなることを特徴とする請求項 1 乃至 1 0 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 3】

像ぶれ補正に際して、前記第 2 レンズ群は、光軸と垂直方向の成分を含むように移動することを特徴とする請求項 1 乃至 1 2 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 4】

$$7.0 < f_1 / f_3 < 10.0$$

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

【請求項 1 5】

$$2.9 < f_t / T_w < 4.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 1 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 6】

$$1.3 < D_1 / D_2 < 3.00$$

なる条件式を満足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と、該ズームレンズによって形成される像を受光する撮像素子とを有してい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撮像素子を用いた撮像装置、或い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、撮像素子や銀塩フィルムを用いた撮像装置は高機能化され、又装置全体が小型化されている。そしてそれに用いる撮像光学系としてはレンズ全長が短く、コンパクト（小型）で、広画角、高ズーム比（高変倍比）のズームレンズであること等が要求されている。

【0003】

これらの要求に応えるズームレンズとして最も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として、物体側より像側へ順に、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、それに続く 1 つ以上のレンズ群を含む後群より構成されるズームレンズが知られている（特許文献 1、2）。

【0004】

特許文献 1 では後群を正の屈折力の第 4 レンズ群より構成している。又は後群を物体側から像側に順に配置した負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群より構成している。又は後群を物体側から像側へ順に配置した正の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群より構成している。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 5 】

特許文献 2 では後群を正の屈折力の第 4 レンズ群より構成している。又は後群を物体側から像側へ順に配置した正の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群より構成している。又は後群を物体側から像側に順に配置した負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群より構成している。又は後群を物体側から像側へ順に配置した正の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群より構成している。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 5 - 9 9 2 1 3 号公報

10

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 5 - 1 0 2 8 0 3 号公報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 7 】

ポジティブリード型のズームレンズは全系の小型化を図りつつ、広画角化及び高ズーム比化を図ることが比較的容易である。ポジティブリードのズームレンズは、第 1 レンズ群にて発生した収差が後群によって拡大されるため、正の屈折力の第 1 レンズ群のレンズ構成及び第 1 レンズ群よる収差補正が重要となってくる。第 1 レンズ群で発生する収差を補正するには、第 1 レンズ群に含まれる正レンズのレンズ枚数とその屈折力等を最適化することが重要になってくる。

20

## 【 0 0 0 8 】

一方、前述したポジティブリード型のズームレンズでは第 1 レンズ群の大きさがズームレンズ全体の大きさに大きく影響する。このため、ポジティブリード型のズームレンズにおいて、全系の小型化を図りつつ、高ズーム比で全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るには、第 1 レンズ群の屈折力やレンズ構成等を適切に設定することが重要になってくる。また全系の小型化を図りつつ、高ズーム比化を達成するには第 2 レンズ群の屈折力や第 3 レンズ群の屈折力、そして広角端における焦点距離と望遠端における焦点距離等を適切に設定することが重要になってくる。

## 【 0 0 0 9 】

例えばズームレンズを小型化するためには、ズームレンズを構成する各レンズ群の屈折力を強めつつ、レンズ枚数を削減すればよい。しかしながら、レンズ枚数を少なくしつつ、レンズ群の屈折力を強めると、諸収差が大きく発生し、諸収差の良好なる補正が困難となる。

30

## 【 0 0 1 0 】

特に望遠端の焦点距離の長焦点距離化においては、諸収差、例えば球面収差、コマ収差、軸上色収差、倍率色収差等が多く発生しやすい。ポジティブリードのズームレンズにおいてはこれらの諸収差は主に正の屈折力の第 1 レンズ群から発生している。

## 【 0 0 1 1 】

このため、球面収差、コマ収差、軸上色収差、倍率色収差等の諸収差を良好に補正するためには、ポジティブリードのズームレンズにおいては第 1 レンズ群の正の屈折力を弱くする必要はある。

40

## 【 0 0 1 2 】

また、広角端の焦点距離をより短焦点距離化する場合、第 1 レンズ群の正の屈折力が強いと、それに伴い、第 2 レンズ群の負の屈折力も強く（負の屈折力の絶対値を大きく）する必要はある。第 2 レンズ群の負の屈折力が過度に強くなってしまうと、広角端において像面湾曲を良好に補正することが困難となる。そのため、広角端の焦点距離の短焦点距離化においても、第 1 レンズ群の正の屈折力のある程度、弱くする必要はある。

## 【 0 0 1 3 】

しかしながら、第 1 レンズ群の正の屈折力を弱くしすぎると、望遠端の焦点距離の長焦点距離化に対応して、変倍時の第 1 レンズ群の移動量が大きくなり、レンズ全長が増大し

50

、全系が大型化してしまう。そのため、良好な収差補正と全系の小型化を図るためには、第1レンズ群の正の屈折力を適正に設定する必要がある。

【0014】

以上の理由により、高ズーム比化と全体の小型化を図るには、ズームタイプ、各レンズ群の屈折力、各レンズ群を構成するレンズ群内レンズの屈折力、レンズ構成、変倍時のレンズ群の移動軌跡などを適切に設定する必要がある。

【0015】

本発明は、高ズーム比でズーム全域で良好な光学特性が得られるズームレンズ及びそれを有する撮像装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明のズームレンズは、複数のレンズ群を有するズームレンズであって、前記複数のレンズ群は、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、2つ以上のレンズ群を含む後群から成り、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化し、前記第1レンズ群は、広角端から望遠端へのズーミングに際して、像側へ移動した後に物体側へ移動し、前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、負レンズ、正レンズ、正レンズ、正レンズからなり、前記第1レンズ群の焦点距離を $f_1$ 、前記第3レンズ群の焦点距離を $f_3$ 、前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第1レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を $D_1$ 、前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第2レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を $D_2$ 、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距離を $T_w$ 、望遠端における前記ズームレンズの焦点距離を $f_t$ とすると、

$$6.5 < f_1 / f_3 < 15.0$$

$$2.8 < f_t / T_w < 6.0$$

$$1.2 < D_1 / D_2 < 5.0$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、高ズーム比でズーム全域で良好な光学特性が得られるズームレンズ及びそれを有する撮像装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の実施例1の広角端におけるレンズ断面図

【図2】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例1のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図3】本発明の実施例2の広角端におけるレンズ断面図

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

【図5】本発明の実施例3の広角端におけるレンズ断面図

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

【図7】本発明の実施例4の広角端におけるレンズ断面図

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

【図9】本発明の実施例5の広角端におけるレンズ断面図

【図10】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例5のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図11】本発明の撮像装置の要部概略図

【発明を実施するための形態】

## 【0019】

本発明のズームレンズは、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、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、1つ以上のレンズ群を含む後群より構成されている。ズーミングに際して第1レンズ群が移動し、隣り合うレンズ群の間隔が変化する。

## 【0020】

図1は本発明の実施例1のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図2(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例1のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例1はズーム比9.5、Fナンバー2.88~6.70程度のズームレンズである。

10

## 【0021】

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)、(C)はそれぞれ実施例2のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例2はズーム比8.6、Fナンバー2.88~6.70程度のズームレンズである。

## 【0022】

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)、(C)はそれぞれ実施例3のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例3はズーム比15.0、Fナンバー3.40~7.50程度のズームレンズである。

20

## 【0023】

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)、(C)はそれぞれ実施例4のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例4はズーム比9.5、Fナンバー2.88~6.70程度のズームレンズである。

## 【0024】

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)、(C)はそれぞれ実施例5のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例5はズーム比9.5、Fナンバー2.88~6.70程度のズームレンズである。図11は本発明の撮像装置の要部概略図である。

30

## 【0025】

各実施例のズームレンズはビデオカメラ、デジタルカメラ、TVカメラ、監視用カメラ、そして銀塩フィルムカメラ等の撮像装置に用いられる撮像光学系である。レンズ断面図において、左方が被写体側(物体側)(前方)で、右方が像側(後方)である。レンズ断面図において、L<sub>i</sub>はズームレンズである。iは物体側からのレンズ群の順番を示し、L<sub>i</sub>は第iレンズ群である。LRは1つ以上のレンズ群を含む後群である。

## 【0026】

実施例1乃至4に相当する図1、図3、図5、図7のレンズ断面図において、L<sub>1</sub>は正の屈折力の第1レンズ群、L<sub>2</sub>は負の屈折力の第2レンズ群、L<sub>3</sub>は正の屈折力の第3レンズ群、L<sub>4</sub>は負の屈折力の第4レンズ群、L<sub>5</sub>は正の屈折力の第5レンズ群である。実施例1乃至4は5群ズームレンズである。

40

## 【0027】

実施例5に相当する図9のレンズ断面図においてL<sub>1</sub>は正の屈折力の第1レンズ群、L<sub>2</sub>は負の屈折力の第2レンズ群、L<sub>3</sub>は正の屈折力の第3レンズ群である。L<sub>4</sub>は負の屈折力の第4レンズ群、L<sub>5</sub>は正の屈折力の第5レンズ群、L<sub>6</sub>は負の屈折力の第6レンズ群である。実施例5は6群ズームレンズである。レンズ断面図において、SPは開口絞りであり、第2レンズ群L<sub>2</sub>と第3レンズ群L<sub>3</sub>の間に配置している。

## 【0028】

レンズ断面図において、Gは光学フィルター、フェースプレート、水晶ローパスフィルター、赤外カットフィルター等に相当する光学素子である。IPは像面であり、ビデオカ

50

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)が像面に、銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面に相当する感光面が置かれる。矢印は広角端から望遠端へのズームに際しての各レンズ群の移動軌跡と無限遠から近距離へのフォーカシングに際してのレンズ群の移動方向を示している。

【0029】

収差図のうち球面収差において、実線のdはd線(波長587.6nm)、2点鎖線のgはg線(波長435.8nm)である。非点収差図において点線のMはd線のメリディオナル像面、実線のSはd線の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(撮影画角の半分の値)(度)、FnoはFナンバーである。

10

【0030】

実施例1乃至4のズームレンズでは、広角端から望遠端へのズームに際して矢印のように各レンズ群を移動させている。具体的には、広角端から望遠端へのズームに際して矢印のように第1レンズ群L1を像側へ凸状の軌跡を描いて移動させている。即ち、第1レンズ群L1は広角端から望遠端へのズームに際して、像側へ移動した後に物体側へ移動する。第2レンズ群L2を像側へ移動させている。第3レンズ群L3を物体側へ移動させている。第4レンズ群L4を物体側へ移動させている。第5レンズ群L5を像側へ移動させている。

【0031】

実施例5のズームレンズでは広角端から望遠端への変倍に際して矢印のように第1レンズ群L1を像側へ凸状の軌跡を描いて移動させている。第2レンズ群L2を像側へ移動させている。第3レンズ群L3を物体側へ移動させている。第4レンズ群L4を物体側へ移動させている。また第5レンズ群L5を物体側へ移動させている。第6レンズ群L6は像面に対して固定されている。

20

【0032】

各実施例において、第1レンズ群L1は広角端に比べて望遠端において、物体側に位置するように移動させることで、広角端におけるレンズ全長を短縮しつつ、大きなズーム比が得られるようにしている。

【0033】

第1レンズ群L1の有効径(前玉径)を小さくするために、第1レンズ群L1は広角端から望遠端へのズームに際し、像側に凸状の軌跡を描くように、一旦像側に移動し、その後物体側に移動する。このように移動することで、広角端からズーム中間領域の軸外光線の光量を十分に確保した上で、第1レンズ群L1の有効径を小さくしている。

30

【0034】

第1レンズ群L1に3枚の正レンズを使用することで、第1レンズ群L1の正の屈折力を適正に保ったまま、第1レンズ群L1内の各レンズの屈折力を軽減している。これにより、望遠端において球面収差やコマ収差、軸上色収差、倍率色収差等を良好に補正している。歪曲収差をある程度許容した電子収差補正を前提としても良く、これによれば第1レンズ群L1の有効径を小さくして、全系の小型化を図ることが容易となる。

【0035】

ズームに際し、広角端に比べ望遠端において第2レンズ群L2が像側に位置するように移動させることにより、第2レンズ群L2に大きな変倍効果を持たせている。ズームに際し、広角端に比べ望遠端において第3レンズ群L3が物体側に位置するように移動させることにより、第3レンズ群L3に大きな変倍効果を持たせている。

40

【0036】

第4レンズ群L4は、ズームに際し、広角端に比べ望遠端において物体側に位置するように移動する。この時、広角端に比べ望遠端において、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の間隔が広がるように移動することで、第4レンズ群L4より像側のレンズ群全体がもつ変倍効果を大きくしている。

【0037】

50

実施例 1、2、4 においては第 4 レンズ群 L 4 を移動させて変倍に伴う像面変動を補正すると共に、フォーカシングを行っている。第 4 レンズ群 L 4 に関する実線の曲線 4 a と点線の曲線 4 b は、各々無限遠と近距離にフォーカスしているときの变倍に伴う像面変動を補正するための移動軌跡である。また、望遠端において無限遠から近距離へのフォーカシングは、矢印 4 C に示す如く第 4 レンズ群 L 4 を像側に繰り込むことで行っている。

【0038】

実施例 1、2、4 においてはズームングに際し、広角端に比べ望遠端において第 5 レンズ群 L 5 が像側に位置するように移動させることにより、第 5 レンズ群 L 5 に変倍作用を持たせている。実施例 3、5 においては第 5 レンズ群 L 5 を移動させて変倍に伴う像面変動を補正すると共に、フォーカシングを行っている。

10

【0039】

第 5 レンズ群 L 5 に関する実線の曲線 5 a と点線の曲線 5 b は、各々無限遠と近距離にフォーカスしているときの变倍に伴う像面変動を補正するための移動軌跡である。また、望遠端において無限遠から近距離へのフォーカシングは、矢印 5 C に示す如く第 5 レンズ群 L 5 を物体側に繰出すことで行っている。実施例 5 では第 6 レンズ群 L 6 の負の屈折力を適正に設定することで、ズーム全域において像面湾曲を良好に補正している。

【0040】

各実施例においてフォーカシングは第 4 レンズ群 L 4、第 5 レンズ群 L 5 に限らず、その他のレンズ群を単独、もしくは複数移動させても良い。各実施例のズームレンズは、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 L 1、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、1 つ以上のレンズ群を含む後群 L R より構成されている。ズームングに際して第 1 レンズ群 L 1 は移動し、隣り合うレンズ群の間隔が変化する。

20

【0041】

第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離を  $f_1$ 、第 3 レンズ群 L 3 の焦点距離を  $f_3$  とする。第 1 レンズ群 L 1 の最も物体側のレンズ面から第 1 レンズ群 L 1 の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D_1$ 、第 2 レンズ群 L 2 の最も物体側のレンズ面から第 2 レンズ群 L 2 の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D_2$  である。広角端における最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離を  $T_w$ 、望遠端における全系の焦点距離を  $f_t$  とする。

【0042】

このとき、

$$6.0 < f_1 / f_3 < 15.0 \quad \dots (1)$$

$$2.8 < f_t / T_w < 6.0 \quad \dots (2)$$

$$1.2 < D_1 / D_2 < 5.0 \quad \dots (3)$$

なる条件式を満足する。

【0043】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。条件式 (1) は望遠端の焦点距離の長焦点距離化および全系の小型化を図るために、第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離と、第 3 レンズ群 L 3 の焦点距離の比を適切に定めている。条件式 (1) の上限を超えて第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離が長くなると、望遠端でのレンズ全長が長くなり、全系の小型化が困難となる。条件式 (1) の下限を超えて第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離が短くなると、望遠端において軸上色収差や倍率色収差を良好に補正することが困難となる。

40

【0044】

条件式 (2) は高ズーム比化と全系の小型化を図るためのものである。条件式 (2) は望遠端における全系の焦点距離と、広角端における最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離 (レンズ全長) を適切に定めている。条件式 (2) の上限を超えて、広角端における最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離が短くなると、広角端における諸収差を良好に補正することが困難となる。条件式 (2) の下限を超えて、広角端における最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離が長くなると、前玉有効径が大きくなり、全系の小型化が困難となる。

50

## 【0045】

条件式(3)は高ズーム比化と全系の小型化を図るためのものである。条件式(3)は第1レンズ群L1の光軸上の厚さ(レンズ群厚)と、第2レンズ群L2の光軸上の厚さの比を適切に定めている。条件式(3)の上限を超えて、第1レンズ群L1の光軸上の厚さが厚くなると、前玉有効径が大きくなり、全系の小型化が困難となる。条件式(3)の下限を超えて、第2レンズ群L2の光軸上の厚さが厚くなると、前玉有効径および第2レンズ群L2内のレンズ有効径が大きくなり、全系の小型化が困難となる。

## 【0046】

尚、更に好ましくは条件式(1)乃至(3)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$6.5 < f_1 / f_3 < 13.0 \quad \dots (1a) \quad 10$$

$$2.9 < f_t / T_w < 5.0 \quad \dots (2a)$$

$$1.3 < D_1 / D_2 < 4.0 \quad \dots (3a)$$

## 【0047】

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

$$7.0 < f_1 / f_3 < 10.0 \quad \dots (1b)$$

$$3.0 < f_t / T_w < 4.5 \quad \dots (2b)$$

$$1.4 < D_1 / D_2 < 3.00 \quad \dots (3b)$$

この他、好ましくは条件式(1)乃至(3)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$\underline{6.5 < f_1 / f_3 < 10.0 \dots (1c)}$$

$$\underline{2.9 < f_t / T_w < 4.5 \dots (2c)} \quad 20$$

$$\underline{1.3 < D_1 / D_2 < 3.00 \dots (3c)}$$

## 【0048】

以上の如く構成することにより、広画角かつ高ズーム比で全ズーム領域にわたり高い光学性能を有した小型のズームレンズが容易に得られる。

## 【0049】

各実施例において更に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より好ましい。広角端における全系の焦点距離を $f_w$ とする。広角端から望遠端へのズームングにおける第1レンズ群L1の移動量を $M_1$ とする。ここでレンズ群の移動量とは広角端におけるレンズ群の光軸上の位置と望遠端におけるレンズ群の光軸上の位置の差をいう。移動量の符号は広角端に比べて望遠端において像側に位置するときを正、物体側に位置するときを負とする。

## 【0050】

第1レンズ群L1は負レンズを有し、負レンズの材料のd線におけるアッペ数を $d_{1n}$ とする。第2レンズ群L2の最も像側のレンズ面から第3レンズ群L3の最も物体側のレンズ面までの広角端における光軸上の距離を $D_{23w}$ とする。第2レンズ群L2の焦点距離を $f_2$ とする。第2レンズ群L2は物体側から像側へ順に配置された負レンズG21と負レンズG22を有し、負レンズG21の像側のレンズ面と負レンズG22の物体側のレンズ面から形成される空気レンズの屈折力を $\phi_{12}$ とする。

## 【0051】

ここで屈折力 $\phi_{12}$ は下記計算式で導出されるものとする。

$$\phi_{12} = (1 - n_{12}) / r_{12} - (1 - n_{21}) / r_{21} + (1 - n_{12}) \times (1 - n_{21}) \times d_{12} / (r_{12} \times r_{21}) \quad 40$$

$n_{12}$ は負レンズG21の材料の屈折率、 $n_{21}$ は負レンズG22の材料の屈折率、 $r_{12}$ は負レンズG21の像側のレンズ面の曲率半径、 $r_{21}$ は負レンズG22の物体側のレンズ面の曲率半径である。 $d_{12}$ は負レンズG21の像側のレンズ面から負レンズG22の物体側のレンズ面までの光軸上の距離である。

## 【0052】

このとき、以下の条件式のうち1つ以上を満足することが好ましい。

$$60.0 < f_t / f_w < 200.0 \quad \dots (4)$$

$$3.5 < D_1 / f_w < 12.0 \quad \dots (5) \quad 50$$

$$15.0 < |M1| / fw < 40.0 \quad \dots (6)$$

$$30.0 < d1n < 50.0 \quad \dots (7)$$

$$10.0 < D23w / fw < 20.0 \quad \dots (8)$$

$$-70.0 < ft / f2 < -30.0 \quad \dots (9)$$

$$20.0 < f1 / fw < 50.0 \quad \dots (10)$$

$$-30.0 < f1 / f2 < -8.0 \quad \dots (11)$$

$$-0.2 < 12 < -0.1 \quad \dots (12)$$

#### 【0053】

条件式(4)は高ズーム比化を図るためのものである。条件式(4)の上限値を超えると、全ズーム領域に渡り高い光学性能を有しつつ、全系の小型化を図ることが困難となる。条件式(4)の下限値を超えると、様々な撮影場面において適切な撮影画角を得ることが困難となる。

10

#### 【0054】

条件式(5)は広角端における焦点距離の短焦点距離化と高ズーム比化を図りつつ全系の小型化を図るためのものである。条件式(5)は、第1レンズ群L1の光軸上の厚さ(レンズ群厚)と、広角端における全系の焦点距離の比を適切に定めている。条件式(5)の上限を超えて、第1レンズ群L1の光軸上の厚さが厚くなると、レンズ全長が長くなり、又、前玉有効径も大きくなるため、全系の小型化が困難となる。条件式(5)の下限を超えて、広角端における焦点距離が長くなると、高ズーム比化が困難となる。

#### 【0055】

20

条件式(6)は広画角化および高ズーム比化を図るためのものである。条件式(6)は広角端から望遠端へのズームングの際の第1レンズ群L1の移動量と広角端における全系の焦点距離の比を適切に定めている。

#### 【0056】

条件式(6)の上限を超えて第1レンズ群L1の移動量が増大すると高ズーム比化を図る際に、望遠端でのレンズ全長が長くなり、全系の小型化が困難となる。また、第1レンズ群L1の移動量が増大すると、周辺光量を十分に確保するために前玉有効径が大きくなり全系の小型化が困難となる。条件式(6)の下限を超えて第1レンズ群L1の移動量が少なくなると高ズーム比化を図る際に、第1レンズ群L1の正の屈折力を強くする必要がある。第1レンズ群L1の正の屈折力を強くすると、望遠端において軸上色収差や倍率色収差が増加し、これらの諸収差の補正が困難となる。

30

#### 【0057】

条件式(7)は第1レンズ群L1内に含まれる、負レンズの材料のd線におけるアッペ数に関する。条件式(7)の上限を超えて負レンズの材料のd線におけるアッペ数が大きくなると、材料のd線における屈折率が小さくなり、前玉有効径の小型化が困難となる。条件式(7)の下限を超えて負レンズのd線におけるアッペ数が小さくなると、望遠端において軸上色収差を良好に補正することが困難となる。

#### 【0058】

条件式(8)は広角端における全系の焦点距離と、広角端における第2レンズ群L2の最も像側のレンズ面から第3レンズ群L3の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離の比を適切に定めたものである。条件式(8)の上限値を超えて広角端における全系の焦点距離に対して、広角端における第2レンズ群L2の最も像側のレンズ面から第3レンズ群L3の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離が長くなると、広角端におけるレンズ全長が増大する。そして全系の小型化が困難となる。

40

#### 【0059】

また、広角端におけるコマ収差の補正が困難となる。条件式(8)の下限値を超えると広角端における全系の焦点距離に対して、広角端における第2レンズ群L2の最も像側のレンズ面から第3レンズ群L3の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離が短くなる。そうすると、第2レンズ群L2の負の屈折力および第3レンズ群L3の正の屈折力が強くなりすぎるため、広角端において諸収差の補正が困難となる。

50

## 【 0 0 6 0 】

条件式(9)は望遠端における全系の焦点距離と第2レンズ群L2の負の焦点距離の比を適切に定めたものである。条件式(9)の上限値を超えて望遠端における全系の焦点距離に対して、第2レンズ群L2の負の焦点距離が長くなると、高ズーム比化を図る際に望遠端におけるレンズ全長が増大し、全系の小型化が困難となる。条件式(9)の下限値を超えて望遠端における全系の焦点距離に対して、第2レンズ群L2の負の焦点距離が短くなると、望遠端において球面収差や軸上色収差の良好なる補正が困難となる。

## 【 0 0 6 1 】

条件式(10)は第1レンズ群L1の焦点距離と広角端における全系の焦点距離の比を適切に定めたものである。条件式(10)の上限値を超えて広角端における全系の焦点距離に対して、第1レンズ群L1の焦点距離が長くなると、前玉有効径が大きくなり、全系の小型化が困難となる。条件式(10)の下限値を超えて広角端における焦点距離に対して、第1レンズ群L1の焦点距離が短くなると、広角端においてコマ収差や像面湾曲の良好なる補正が困難となる。

10

## 【 0 0 6 2 】

条件式(11)は第1レンズ群L1の正の焦点距離と第2レンズ群L2の負の焦点距離の比を適切に定めたものである。条件式(11)の下限値を超えて、第2レンズ群L2の負の焦点距離に対して、第1レンズ群L1の焦点距離が長くなると、前玉有効径が大きくなり、全系の小型化が困難となる。条件式(11)の上限値を超えて、第2レンズ群L2の焦点距離に対して、第1レンズ群L1の焦点距離が短くなると、望遠端において球面収差や軸上色収差の補正が困難となる。

20

## 【 0 0 6 3 】

条件式(12)は第2レンズ群L2に含まれる負レンズG21の像側のレンズ面と負レンズG22の物体側のレンズ面からなる空気レンズの屈折力を適切に定めたものである。条件式(12)の上限値を超えて、空気レンズの負の屈折力が弱くなると(負の屈折力の絶対値が小さくなると)、広角端の焦点距離の短焦点距離化が困難となる。

## 【 0 0 6 4 】

条件式(12)の下限値を超えて、空気レンズの負の屈折力が強くなると(負の屈折力の絶対値が大きくなると)、第2レンズ群L2の小型化が困難となる。また、広角端でのコマ収差や像面湾曲の良好なる補正が困難となる。

30

## 【 0 0 6 5 】

なお、各実施例において好ましくは、条件式(4)乃至(11)の数値範囲を次の如くするのが良い。

$$70.0 < f_t / f_w < 180.0 \quad \dots (4a)$$

$$3.8 < D1 / f_w < 10.0 \quad \dots (5a)$$

$$18.0 < |M1| / f_w < 35.0 \quad \dots (6a)$$

$$33.0 < d1n < 47.0 \quad \dots (7a)$$

$$11.0 < D23w / f_w < 18.0 \quad \dots (8a)$$

$$-67.0 < f_t / f_2 < -33.0 \quad \dots (9a)$$

$$25.0 < f_1 / f_w < 45.0 \quad \dots (10a)$$

$$-25.0 < f_1 / f_2 < -10.0 \quad \dots (11a)$$

$$-0.18 < 12 < -0.11 \quad \dots (12a)$$

40

## 【 0 0 6 6 】

また、さらに好ましくは条件式(4a)乃至(11a)の数値範囲を次の如く設定すると、先に述べた各条件式が意味する効果が容易に得られる。

$$85.0 < f_t / f_w < 160.0 \quad \dots (4b)$$

$$4.2 < D1 / f_w < 9.0 \quad \dots (5b)$$

$$20.0 < |M1| / f_w < 30.0 \quad \dots (6b)$$

$$37.0 < d1n < 44.0 \quad \dots (7b)$$

$$11.5 < D23w / f_w < 17.0 \quad \dots (8b)$$

50

- $65.0 < f_t / f_2 < -37.0 \quad \dots (9b)$
- $30.0 < f_1 / f_w < 40.0 \quad \dots (10b)$
- $20.0 < f_1 / f_2 < -12.0 \quad \dots (11b)$
- $0.16 < 12 < -0.12 \quad \dots (12b)$

## 【0067】

各実施例では以上のように各要素を構成することにより、広画角かつ高ズーム比であり、しかも高い光学性能を有する小型のズームレンズを得ることができる。

## 【0068】

各実施例において、負の屈折力の第2レンズ群L2を光軸に対し垂直方向の成分を持つように移動させて像ぶれ補正を行っても良い。これによればズームレンズが振動（傾動）したときの像ぶれを容易に補正することができる。なお、各実施例では第2レンズ群L2を光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動させて像ぶれを補正する際、移動方式はどのような方式であっても第2レンズ群L2を光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させれば良い。

10

## 【0069】

例えば、光軸上に回転中心を持つように第2レンズ群L2を回動させて防振を行っても良い。また、像ぶれ補正を第2レンズ群L2の一部のレンズで行ってもよい。また、第3レンズ群L3もしくは第3レンズ群L3の一部で像ぶれ補正を行ってもよい。さらには複数のレンズ群、もしくはレンズ群の一部を同時に移動することで像ぶれ補正を行ってもよい。

20

## 【0070】

各実施例では、ズーム比が80を超えるズームレンズにおいて、全系の小型化を図る場合、第1レンズ群L1は広角端から望遠端において物体側に移動する構成とし、第1レンズ群L1は4枚以上のレンズで構成されることが好ましい。具体的には第1レンズ群L1は物体側より像側へ順に配置された、負レンズG11、正レンズG12、正レンズG13、正レンズG14の4枚のレンズから構成することが好ましい。第1レンズ群L1をこのように構成すると、望遠端付近における軸上色収差および倍率色収差を良好に補正するのが容易となる。

## 【0071】

第2レンズ群L2は物体側より像側へ順に配置された、負レンズG21、負レンズG22、正レンズG23、負レンズG24の4枚のレンズから構成することが好ましい。第2レンズ群L2をこのように構成すると、広角端付近における像面湾曲および倍率色収差を良好に補正するのが容易となる。

30

## 【0072】

第3レンズ群L3は物体側より像側へ順に配置された正レンズG31、負レンズG32、負レンズG33と正レンズG34を接合した接合レンズを有することが好ましい。第3レンズ群L3をこのように構成すると、全ズーム領域において像面湾曲を良好に補正するのが容易となる。

## 【0073】

第4レンズ群L4は実施例1、2、4、5のように物体側より像側へ順に配置された、正レンズG41と負レンズG42を接合した接合レンズで構成するのが良い。あるいは実施例3のように物体側より像側へ順に配置された、負レンズG41と正レンズG42を接合した接合レンズで構成するのが良い。このような構成をとると、少ないレンズ枚数で、第4レンズ群L4で発生する色収差を良好に補正し、全系の小型化を図るのが容易となる。

40

## 【0074】

第5レンズ群L5は実施例1乃至4のように物体側より像側へ順に配置された、正レンズG51と負レンズG52を接合した接合レンズで構成するのが良い。あるいは実施例5のように物体側より像側へ順に配置された、正レンズG51、負レンズG52と正レンズG53を接合した接合レンズで構成するのが良い。このような構成をとると、第5レンズ

50

群L5で発生する色収差を良好に補正し、全ズーム範囲において像面湾曲を良好に補正することが容易となる。

【0075】

実施例5において第6レンズ群L6は、1枚の負レンズG61で構成するのが良い。このようなこのような構成をとると、少ないレンズ枚数で、全ズーム領域において像面湾曲を良好に補正するのが容易となる。

【0076】

各実施例によれば、以上の如く構成することにより、全系が小型で、沈胴した際にカメラが薄型化し、広画角かつ高ズーム比で、しかも全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有したズームレンズが容易に得られる。

10

【0077】

次に本発明のズームレンズを撮像光学系として用いたデジタルカメラ（撮像装置）の実施形態を図11を用いて説明する。図11において、20はデジタルカメラ本体、21は上述の実施例のズームレンズによって構成された撮像光学系である。22は撮像光学系21によって被写体像（像）を受光するCCD等の撮像素子（光電変換素子）、23は撮像素子22が受光した被写体像を記録する記録手段である。24は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察するためのファインダーである。

【0078】

上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子22上に形成された被写体像が表示される。このように本発明のズームレンズをデジタルカメラ等の撮像装置に適用することにより、小型で高い光学性能を有する撮像装置を実現している。

20

次に、実施例1乃至5に対応する数値データ1乃至5を示す。数値データにおいて、iは物体側から数えた面の順序を示す。riはレンズ面の曲率半径、diは第i面と第i+1面との間のレンズ肉厚および空気間隔、ndi、diはそれぞれd線に対する第i番目のレンズの材料の屈折率、アッペ数を示す。数値データにおいて最後の2つの面は、フィルター、フェースプレート等の光学ブロックの面である。

【0079】

また非球面形状はRを近軸曲率半径、kを離心率、A4、A6、A8を非球面係数、光軸からの高さhの位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にしてxとするとき、

$$x = (h^2 / R) / [ 1 + [ 1 - (1 + k) (h / R)^2 ]^{1/2} ] + A4 h^4 + A6 h^6 + A8 h^8$$

で表示される。

30

【0080】

各実施例において、バックフォーカス（BF）はレンズ最終面から近軸像面までの距離を空気換算長により表したものである。レンズ全長は最も物体側のレンズ面から最終レンズ面までの距離にバックフォーカスを加えた値である。また、各実施例における上述した各条件式との対応を表1に示す。

【0081】

（数値データ1）

40

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	1063.378	2.06	1.83481	42.7
2	100.572	5.70	1.49700	81.5
3	-790.442	0.05		
4	139.028	4.70	1.49700	81.5
5	-517.364	0.05		
6	80.469	4.70	1.49700	81.5

50

7	327.604	(可変)			
8	28.395	0.80	1.88300	40.8	
9	10.199	6.30			
10	-22.119	0.60	1.83481	42.7	
11	57.907	0.05			
12	22.594	2.50	1.95906	17.5	
13	-61.761	1.25			
14	-18.680	0.60	1.83481	42.7	
15	277.784	(可変)			
16(絞リ)		0.30			10
17*	14.076	4.05	1.55332	71.7	
18*	-52.148	2.35			
19	19.239	0.60	2.00100	29.1	
20	13.738	0.95			
21	27.345	0.65	1.84666	23.9	
22	16.974	4.55	1.49700	81.5	
23	-17.453	(可変)			
24	-59.681	1.10	1.71736	29.5	
25	-30.557	0.60	1.49700	81.5	
26	10.600	(可変)			20
27	19.823	3.50	1.51742	52.4	
28	-13.442	0.60	1.95906	17.5	
29	-17.345	(可変)			
30		1.00	1.51633	64.1	
31		0.5			

像面

## 【 0 0 8 2 】

非球面データ

第17面

K = 0.00000e+000 A 4=-4.82129e-005 A 6=-3.63062e-008

30

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 6.77797e-005 A 6=-1.03403e-007

各種データ

ズーム比	95.15			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	3.91	38.17	372.40	
Fナンバー	2.88	5.30	6.70	40
半画角(度)	39.07	5.80	0.60	
像高	3.18	3.88	3.89	
レンズ全長	112.73	162.91	208.65	
BF	11.93	7.30	7.25	
d 7	0.75	69.82	112.47	
d15	47.32	10.87	0.70	
d23	2.06	20.94	23.25	
d26	2.06	5.37	16.37	
d29	10.77	6.14	6.09	50

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	136.00
2	8	-8.66
3	16	17.02
4	24	-19.20
5	27	21.16
6	30	

10

## 【 0 0 8 3 】

( 数値データ 2 )

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d
1	-10500.448	2.06	1.83481	42.7
2	105.564	6.50	1.49700	81.5
3	-351.379	0.05		
4	129.660	5.30	1.49700	81.5
5	-411.852	0.05		
6	75.572	5.20	1.49700	81.5
7	228.506	(可変)		
8	26.661	0.80	1.88300	40.8
9	9.956	5.90		
10	-23.153	0.60	1.83481	42.7
11	49.357	0.05		
12	22.524	2.40	1.95906	17.5
13	-68.606	1.40		
14	-16.404	0.60	1.83481	42.7
15	-118.229	(可変)		
16(絞り)		0.30		
17*	13.492	4.00	1.55332	71.7
18*	-37.130	2.27		
19	34.379	0.60	2.00100	29.1
20	15.810	0.75		
21	32.427	0.65	1.84666	23.9
22	24.603	4.60	1.49700	81.5
23	-15.888	(可変)		
24	-46.659	1.10	1.72825	28.5
25	-19.493	0.60	1.49700	81.5
26	11.796	(可変)		
27	16.651	3.50	1.51633	64.1
28	-14.880	0.60	1.95906	17.5
29	-21.272	(可変)		
30		1.00	1.51633	64.1
31		0.5		

20

30

40

像面

## 【 0 0 8 4 】

50

## 非球面データ

## 第17面

K = 0.00000e+000 A 4=-5.88180e-005 A 6= 1.29696e-007

## 第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.01509e-005 A 6= 8.04124e-008

## 各種データ

ズーム比	86.06				
	広角	中間	望遠		10
焦点距離	4.09	37.94	351.99		
Fナンバー	2.88	5.30	6.70		
半画角(度)	37.84	5.20	0.63		
像高	3.18	3.45	3.88		
レンズ全長	114.64	160.67	205.39		
BF	12.26	4.94	7.16		
d 7	0.75	65.54	104.43		
d15	47.02	12.08	0.69		
d23	1.88	22.26	25.90		20
d26	2.85	5.97	17.33		
d29	11.10	3.78	6.00		

## ズームレンズ群データ

## 群 始面 焦点距離

1	1	128.77			
2	8	-8.93			
3	16	17.61			
4	24	-21.63			
5	27	22.12			30
6	30				

【 0 0 8 5 】

( 数値データ 3 )

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	220.241	2.06	1.88300	40.8	
2	87.771	9.40	1.43875	94.9	40
3	-18004.664	0.05			
4	96.079	8.60	1.43387	95.1	
5	-6357.554	0.05			
6	83.318	6.90	1.49700	81.5	
7	317.145	(可変)			
8	199.989	0.80	1.83481	42.7	
9	9.510	5.50			
10	-31.830	0.60	1.91082	35.3	
11	50.126	0.05			
12	20.538	2.75	1.92286	18.9	50

13	-53.127	0.75			
14	-26.921	0.60	1.83481	42.7	
15	163.723	(可変)			
16(絞り)		(可変)			
17*	8.970	3.80	1.55332	71.7	
18*	-47.503	0.50			
19	-79.948	0.60	1.77250	49.6	
20	9.788	0.70			
21	14.118	0.60	1.84666	23.9	
22	13.894	3.82	1.49700	81.5	10
23	-12.791	(可変)			
24	-50.749	0.60	1.83481	42.7	
25	11.144	1.90	1.57501	41.5	
26	397.094	(可変)			
27	37.032	2.40	1.69680	55.5	
28	-22.638	0.50	1.95906	17.5	
29	-31.709	(可変)			
30		1.00	1.51633	64.1	
31		0.5			
像面					20

## 【 0 0 8 6 】

## 非球面データ

## 第17面

K = 0.00000e+000 A 4=-7.12947e-005 A 6= 5.70501e-007 A 8=-1.54506e-008

## 第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.54232e-004 A 6= 7.67083e-007 A 8=-2.24511e-008

## 各種データ

ズーム比	150.00				30
	広角	中間	望遠		
焦点距離	3.58	43.85	537.00		
Fナンバー	3.40	5.60	7.50		
半画角(度)	41.59	5.05	0.41		
像高	3.18	3.88	3.88		
レンズ全長	128.78	198.25	222.83		
BF	12.62	21.71	9.64		

d 7	0.58	77.57	102.17	40
d15	32.73	2.82	0.50	
d16	23.53	13.47	0.30	
d23	4.33	8.32	16.04	
d26	1.46	20.84	40.66	
d29	11.46	20.55	8.48	

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	
1	1	125.45	
2	8	-8.55	50

3	16	
4	17	17.74
5	24	-24.15
6	27	27.08
7	30	

## 【 0 0 8 7 】

( 数 値 デ ー タ 4 )

単 位 mm

10

## 面 デ ー タ

面 番 号	r	d	nd	d
1	770.153	2.06	1.83481	42.7
2	102.620	5.50	1.49700	81.5
3	-1132.492	0.05		
4	133.191	4.70	1.49700	81.5
5	-786.851	0.05		
6	90.004	4.50	1.49700	81.5
7	401.512	( 可 変 )		
8	30.266	0.80	1.88300	40.8
9	10.681	7.00		
10	-22.671	0.60	1.83481	42.7
11	47.866	0.05		
12	22.864	2.50	1.95906	17.5
13	-57.985	1.25		
14	-19.147	0.60	1.83481	42.7
15	236.210	( 可 変 )		
16( 絞 り )		0.30		
17*	13.917	3.90	1.55332	71.7
18*	-55.787	2.29		
19	19.569	0.60	2.00100	29.1
20	14.270	0.95		
21	28.589	0.65	1.84666	23.9
22	16.464	4.55	1.49700	81.5
23	-16.708	( 可 変 )		
24	-43.254	1.10	1.71736	29.5
25	-21.011	0.60	1.49700	81.5
26	10.589	( 可 変 )		
27	20.847	3.50	1.51742	52.4
28	-12.571	0.60	1.95906	17.5
29	-16.297	( 可 変 )		
30		1.00	1.51633	64.1
31		0.5		

20

30

40

像 面

## 【 0 0 8 8 】

非 球 面 デ ー タ

第 17 面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.94167e-005 A 6= 2.32457e-007

50

## 第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 9.59965e-005 A 6= 2.68857e-007

## 各種データ

ズーム比	95.24		
	広角	中間	望遠
焦点距離	3.91	38.16	372.40
Fナンバー	2.88	5.30	6.70
半画角(度)	39.10	5.80	0.60
像高	3.18	3.88	3.89
レンズ全長	112.73	165.70	217.76
BF	12.45	7.53	6.91
d 7	0.75	72.17	118.27
d15	46.93	10.32	0.76
d23	1.89	21.02	27.02
d26	2.00	5.96	16.11
d29	11.30	6.37	5.75

10

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	144.00
2	8	-8.61
3	16	16.85
4	24	-18.68
5	27	21.13
6	30	

20

## 【 0 0 8 9 】

(数値データ5)

単位 mm

30

## 面データ

面番号	r	d	nd	d
1	284.751	2.00	1.88300	40.8
2	89.871	6.40	1.49700	81.5
3	-1555.819	0.05		
4	96.360	5.80	1.43387	95.1
5	-2083.179	0.05		
6	75.815	4.65	1.49700	81.5
7	209.277	(可変)		
8	92.792	0.80	1.83481	42.7
9	9.197	5.30		
10	-37.605	0.60	1.91082	35.3
11	45.724	0.05		
12	18.554	2.75	1.92286	18.9
13	-85.632	0.80		
14	-29.738	0.60	1.83481	42.7
15	116.127	(可変)		
16(絞リ)		0.00		

40

50

17		(可変)			
18*	8.887	3.50	1.55332	71.7	
19*	-49.806	1.10			
20	199.809	0.60	1.77250	49.6	
21	8.827	0.73			
22	12.764	0.60	1.91082	35.3	
23	11.323	3.40	1.49700	81.5	
24	-18.774	(可変)			
25	164.580	1.60	1.57501	41.5	
26	-15.985	0.60	1.83481	42.7	10
27	45.902	(可変)			
28	38.750	1.70	1.51633	64.1	
29	-84.480	0.05			
30	72.780	0.50	1.95906	17.5	
31	42.017	1.80	1.65160	58.5	
32	-45.688	(可変)			
33	-27.274	0.50	1.51633	64.1	
34	-68.323	(可変)			
35		1.00	1.51633	64.1	
36		0.5			20
像面					

## 【 0 0 9 0 】

非球面データ

第18面

K = 0.00000e+000 A 4=-9.10243e-005 A 6= 6.19297e-007 A 8=-1.31409e-008

第19面

K = 0.00000e+000 A 4= 7.10399e-005 A 6= 1.62467e-006 A 8=-2.00278e-008

30

各種データ

ズーム比	95.10		
	広角	中間	望遠
焦点距離	4.06	39.58	386.00
Fナンバー	2.88	5.30	6.70
半画角(度)	38.05	5.59	0.58
像高	3.18	3.88	3.88
レンズ全長	118.96	179.61	208.62
BF	2.64	2.64	2.64

40

d 7	0.82	71.64	102.98
d15	35.37	9.32	0.56
d17	17.30	3.15	0.52
d24	1.76	7.58	12.63
d27	5.72	15.85	30.76
d32	8.82	22.89	12.00
d34	1.48	1.48	1.48

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

50

1	1	124.10
2	8	-8.90
3	16	
4	18	18.98
5	25	-32.36
6	28	25.84
7	33	-88.29
8	35	

10

【0091】

【表1】

表1

条件式	実施例				
	1	2	3	4	5
(1) $6.0 < f1 / f3 < 15.0$	7.99	7.31	7.07	8.55	6.54
(2) $2.8 < ft / Tw < 6.0$	3.29	3.06	4.16	3.29	3.24
(3) $1.2 < D1 / D2 < 5.0$	1.43	1.63	2.45	1.32	1.74
(4) $60.0 < ft / fw < 200.0$	95.15	86.06	150.00	95.24	95.10
(5) $3.5 < D1 / fw < 12.0$	4.41	4.68	7.56	4.31	4.67
(6) $15.0 <  M1  / fw < 40.0$	24.51	22.19	26.27	26.86	22.09
(7) $30.0 < \nu d1n < 50.0$	42.73	42.73	40.80	42.73	40.80
(8) $10.0 < D23w / fw < 20.0$	12.17	11.57	15.72	12.08	12.98
(9) $-70.0 < ft / f2 < -30.0$	-43.00	-39.42	-62.79	-43.23	-43.35
(10) $20.0 < f1 / fw < 50.0$	34.75	31.48	35.04	36.83	30.57
(11) $-30.0 < f1 / f2 < -8.0$	-15.71	-14.42	-14.67	-16.72	-13.94
(12) $-0.2 < \Phi 12 < -0.1$	-0.145	-0.144	-0.130	-0.141	-0.127

20

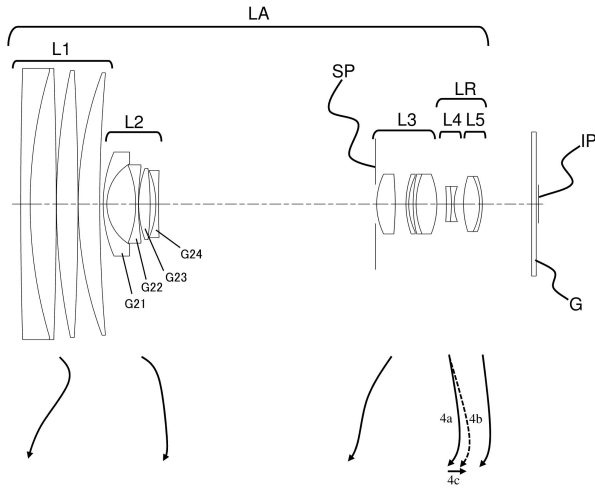
【符号の説明】

【0092】

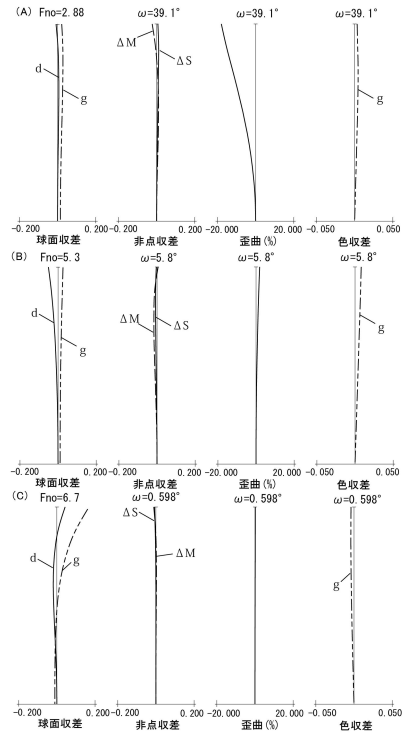
L A	ズームレンズ	L 1	第1レンズ群	L 2	第2レンズ群
L 3	第3レンズ群	L 4	第4レンズ群	L 5	第5レンズ群
L 6	第6レンズ群				

30

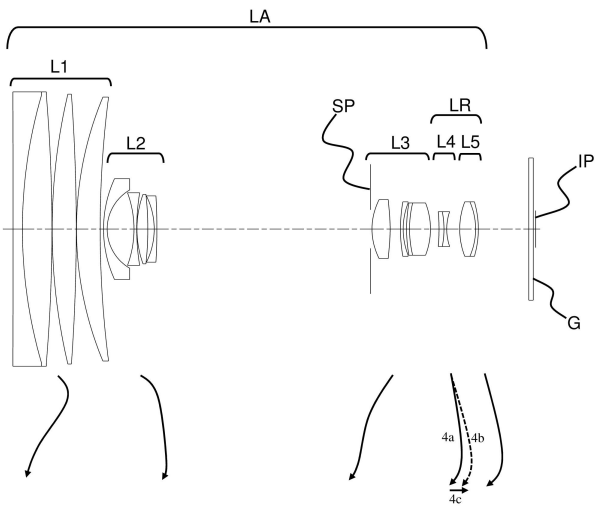
【図1】



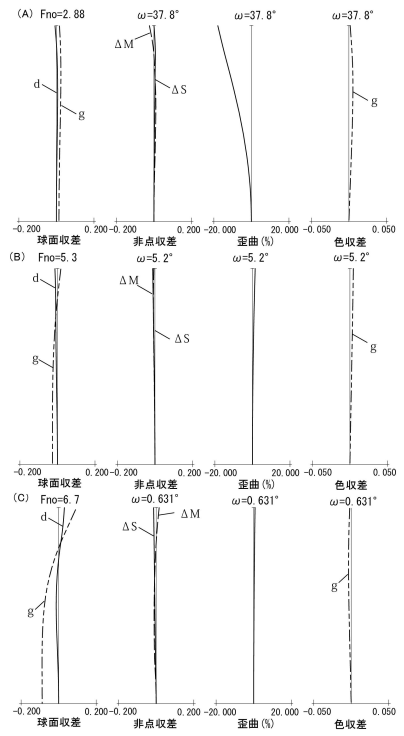
【図2】



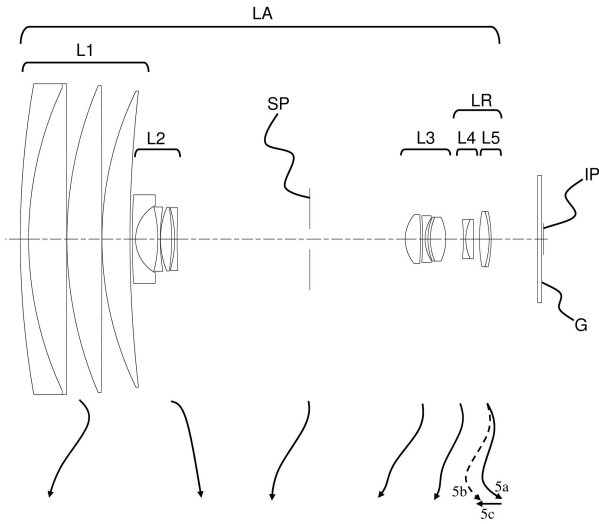
【図3】



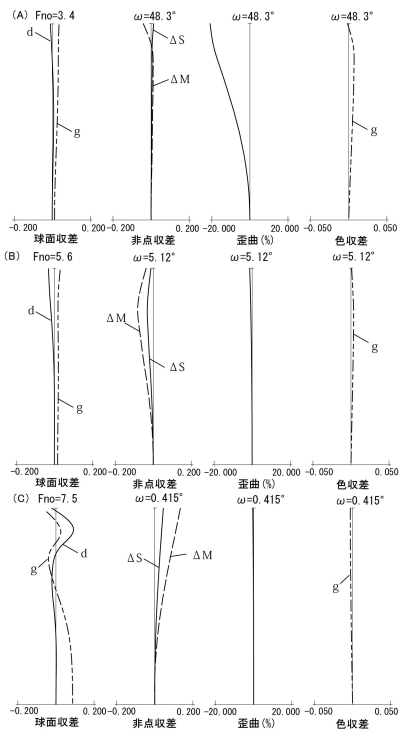
【図4】



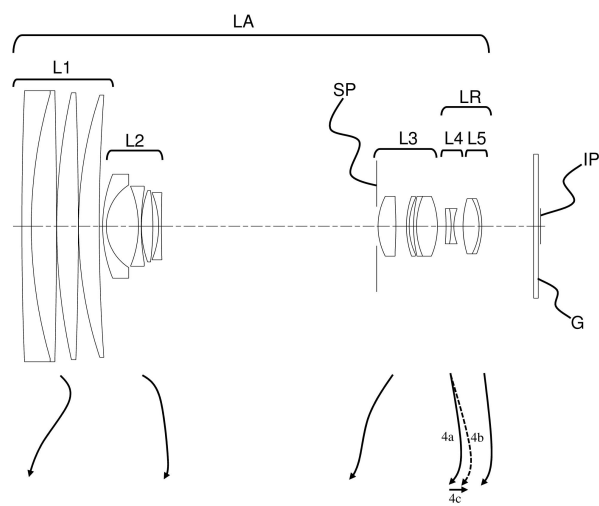
【図5】



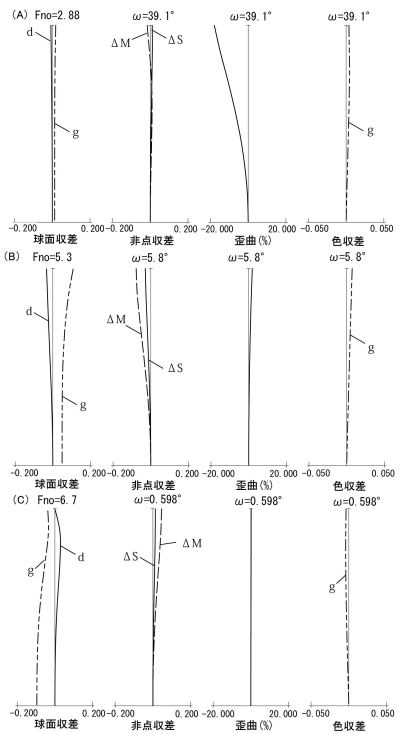
【図6】



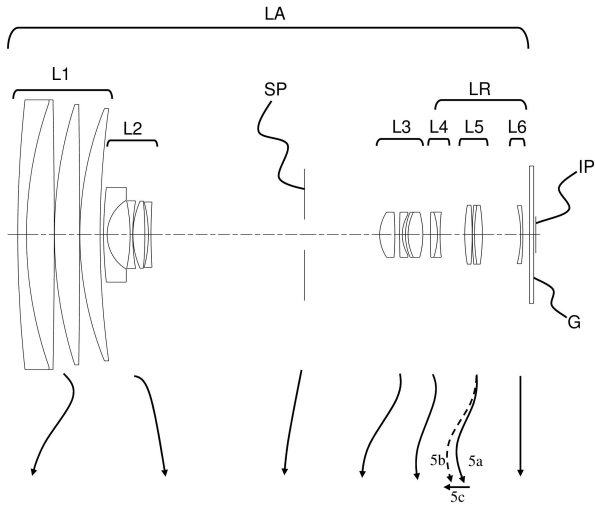
【図7】



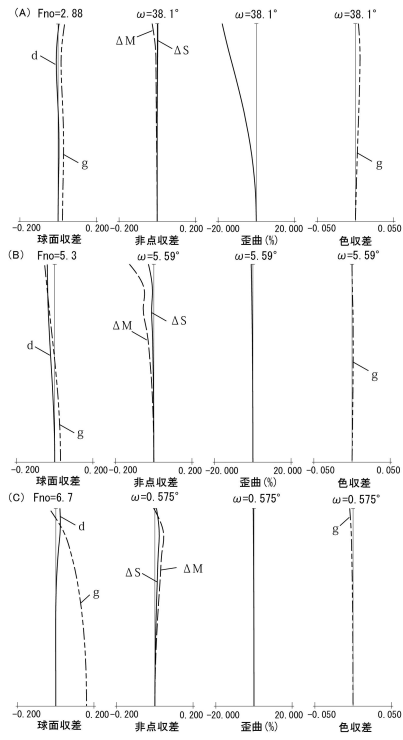
【図8】



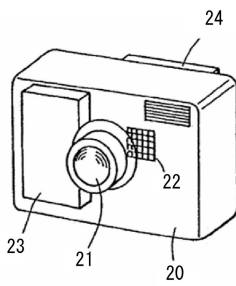
【図9】



【図10】



【図11】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2016-065912(JP,A)  
特開2016-035538(JP,A)  
特開2016-136187(JP,A)  
特開平11-295595(JP,A)  
特開平07-077656(JP,A)  
米国特許出願公開第2015/0160433(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08  
G02B 21/02 - 21/04  
G02B 25/00 - 25/04