

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2024-25100
(P2024-25100A)

(43)公開日 令和6年2月26日(2024.2.26)

(51)国際特許分類

F I

テーマコード (参考)

G 0 2 B 15/20 (2006.01) G 0 2 B 15/20 2 H 0 8 7

G 0 2 B 13/18 (2006.01) G 0 2 B 13/18

審査請求 未請求 請求項の数 21 O L (全27頁)

(21)出願番号	特願2022-128262(P2022-128262)	(71)出願人	000001007
(22)出願日	令和4年8月10日(2022.8.10)		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	100110412
			弁理士 藤元 亮輔
		(74)代理人	100104628
			弁理士 水本 敦也
		(74)代理人	100121614
			弁理士 平山 倫也
		(72)発明者	岩本 俊二
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
			キヤノン株式会社内
		F ターム (参考)	2H087 KA01 MA16 MA17 MA19
			NA07 PA15 PA16 PB20
			QA03 QA07 QA19 QA21
			最終頁に続く

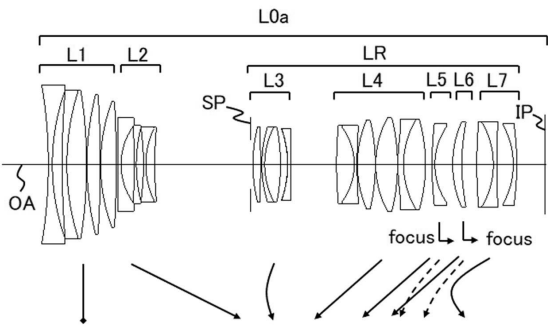
(54)【発明の名称】 ズームレンズおよび撮像装置

(57)【要約】

【課題】小型で高変倍比かつ大口径比でありながら、高画質化と高速なズーム操作とを実現させたズームレンズを提供する。

【解決手段】物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群（L1）と、負の屈折力の第2レンズ群（L2）と、ズームングに際して移動する少なくとも4つのレンズ群を有する後続群（LR）とからなるズームレンズ（L0a）であって、ズームングに際して、隣り合うレンズ群の間隔は変化し、ズームングおよびフォーカシングに際して、第1レンズ群は像面に対して移動せず、広角端でのズームレンズにおける最も物体側の面の面頂点位置から像面までの光軸上の距離Lw、広角端でのズームレンズの焦点距離fw、第2レンズ群における最も物体側の面の面頂点位置から最も像側の面の面頂点位置までの光軸上の距離T2、第2レンズ群の焦点距離f2は、所定の条件式を満足する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群と、負の屈折力の第 2 レンズ群と、ズームングに際して移動する少なくとも 4 つのレンズ群を有する後続群とからなるズームレンズであって、

ズームングに際して、隣り合うレンズ群の間隔は変化し、

ズームングおよびフォーカシングに際して、前記第 1 レンズ群は像面に対して移動せず、

広角端での前記ズームレンズにおける最も物体側の面の面頂点位置から前記像面までの光軸上の距離を L_w 、広角端での前記ズームレンズの焦点距離を f_w 、前記第 2 レンズ群における最も物体側の面の面頂点位置から最も像側の面の面頂点位置までの光軸上の距離を T_2 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき、

$$7.50 < L_w / f_w < 15.00$$

$$0.20 < T_2 / |f_2| < 0.85$$

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】

広角端での前記ズームレンズにおける最も像側の面の面頂点位置から前記像面までの光軸上の距離を s_{kw} とするとき、

$$0.20 < s_{kw} / f_w < 1.50$$

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 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき、

$$1.50 < |f_1 / f_2| < 7.70$$

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 4】

広角端から望遠端へのズームングに際しての前記第 2 レンズ群の移動量の絶対値を M_2 とするとき、

$$0.60 < M_2 / f_w < 3.20$$

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 5】

望遠端での前記第 2 レンズ群の横倍率を β_{2t} とするとき、

$$-2.00 < \beta_{2t} < -0.30$$

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 6】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第 1 レンズ群における最も物体側の面の面頂点位置から最も像側の面の面頂点位置までの光軸上の距離を T_1 とするとき、

$$0.10 < T_1 / f_1 < 0.70$$

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 7】

前記第 1 レンズ群は、最も物体側に負の屈折力の第 1 レンズを有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 8】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第 1 レンズの焦点距離を f_{11} とするとき、

$$0.40 < |f_{11} / f_1| < 2.20$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 7 に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

前記第 1 レンズにおける物体側の面の曲率半径を r_{111} 、前記第 1 レンズにおける像側の面の曲率半径を r_{112} とするとき、

$$-2.00 < (r_{112} + r_{111}) / (r_{112} - r_{111}) < -0.20$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 7 に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

広角端から望遠端へのズームングに際しての前記後続群を構成するレンズ群の移動量の絶対値のうち最大値を $M R$ 、望遠端での前記ズームレンズの焦点距離を f_t とするとき、
 $0.10 < M R / f_t < 0.50$

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 11】

前記後続群は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第 3 レンズ群と正の屈折力の第 4 レンズ群とを有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 12】

前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とするとき、

$$2.00 < f_3 / f_w < 11.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 11 に記載のズームレンズ。

【請求項 13】

前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 とするとき、

$$0.70 < f_4 / f_w < 6.70$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 11 に記載のズームレンズ。

【請求項 14】

広角端での前記第 3 レンズ群における最も像側の面の面頂点位置から前記第 4 レンズ群における最も物体側の面の面頂点位置までの光軸上の距離を D_{34w} 、望遠端での前記第 3 レンズ群における最も像側の面の面頂点位置から前記第 4 レンズ群における最も物体側の面の面頂点位置までの光軸上の距離を D_{34t} とするとき、

$$0.40 < (D_{34w} - D_{34t}) / f_w < 1.80$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 11 に記載のズームレンズ。

【請求項 15】

フォーカシングに際して、前記第 4 レンズ群の像側に配置されたレンズ群のみが移動することを特徴とする請求項 11 に記載のズームレンズ。

【請求項 16】

前記第 1 レンズ群は、少なくとも 3 枚の正の屈折力のレンズを有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 17】

前記第 2 レンズ群は、最も物体側に負の屈折力の第 2 レンズを有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 18】

前記第 2 レンズの焦点距離を f_{21} とするとき、

$$0.60 < |f_{21} / f_2| < 3.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 17 に記載のズームレンズ。

【請求項 19】

前記第 2 レンズにおける物体側の面の曲率半径を r_{211} 、前記第 2 レンズにおける像側の面の曲率半径を r_{212} とするとき、

$$-2.60 < (r_{212} + r_{211}) / (r_{212} - r_{211}) < -0.50$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 17 に記載のズームレンズ。

【請求項 20】

前記第 2 レンズ群は、物体側から像側へ順に、負の屈折力のレンズと、負の屈折力のレンズと、負の屈折力のレンズと、正の屈折力のレンズとを有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 21】

請求項 1 乃至 20 のいずれか一項に記載のズームレンズと、

前記ズームレンズにより形成された像を受光する撮像素子と、を有することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズおよび撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

撮像装置に用いられるズームレンズとして、小型かつ軽量であり、色収差等の諸収差を良好に補正する高い光学性能を有するズームレンズが要望されている。また、広角端での焦点距離が短く、変倍比が大きく、Fナンバーが小さく大口径比かつ製造が容易なズームレンズが要望されている。また、高速なズーム操作が可能なズームレンズが要望されている。特許文献1には、物体側から像側へ順に、正の屈折力のレンズ群と、負の屈折力のレンズ群と、複数のレンズ群を有する後群とからなるズームレンズが開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2020-134807号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に開示されたズームレンズでは、小型で高変倍比かつ大口径比でありながら、高画質化と高速なズーム操作とを実現させることが難しい。

20

【0005】

そこで本発明は、小型で高変倍比かつ大口径比でありながら、高画質化と高速なズーム操作とを実現させた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】

【0006】

本発明の一側面としてのズームレンズは、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、ズーミングに際して移動する少なくとも4つのレンズ群を有する後続群とからなるズームレンズであって、ズーミングに際して、隣り合うレンズ群の間隔は変化し、ズーミングおよびフォーカシングに際して、前記第1レンズ群は像面に対して移動せず、広角端での前記ズームレンズにおける最も物体側の面の面頂点位置から前記像面までの光軸上の距離を Lw 、広角端での前記ズームレンズの焦点距離を f_w 、前記第2レンズ群における最も物体側の面の面頂点位置から最も像側の面の面頂点位置までの光軸上の距離を $T2$ 、前記第2レンズ群の焦点距離を $f2$ とするととき、

30

$$7.5 < Lw / f_w < 15.0$$

$$0.20 < T2 / |f2| < 0.85$$

なる条件式を満足する。

【0007】

本発明の他の目的及び特徴は、以下の実施例において説明される。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、小型で高変倍比かつ大口径比でありながら、高画質化と高速なズーム操作とを実現させたズームレンズを提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施例1におけるズームレンズの断面図である。

【図2】実施例1におけるズームレンズの収差図である。

【図3】実施例2におけるズームレンズの断面図である。

【図4】実施例2におけるズームレンズの収差図である。

【図5】実施例3におけるズームレンズの断面図である。

【図6】実施例3におけるズームレンズの収差図である。

50

【図 7】実施例 4 におけるズームレンズの断面図である。

【図 8】実施例 4 におけるズームレンズの収差図である。

【図 9】実施例 5 におけるズームレンズの断面図である。

【図 10】実施例 5 におけるズームレンズの収差図である。

【図 11】各実施例におけるズームレンズを備えた撮像装置の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施例について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0011】

高速なズーム操作を実現するには、変倍時に（ズーミングに際して）移動するレンズ群の質量および移動量を小さくことが好ましい。移動するレンズ群の質量を抑制するには、移動するレンズ群の構成枚数を少なくすることが好ましい。しかしながら、移動するレンズ群の構成枚数を少なくすると、収差補正が困難となり、高画質化を実現することが難しくなる。また、移動するレンズ群の移動量を小さくすると、高変倍化を実現することが困難となる。また、移動するレンズ群の移動量を小さくするためにズームレンズを構成するレンズ群の屈折力を強くすると、収差補正が困難となり高画質化が難しくなる。したがって、小型で高変倍比かつ大口径比でありながら高画質化と高速なズーム操作とを実現するズームレンズを得るには、ズームレンズを構成するレンズおよびレンズ群の配置を適切に設定することが重要である。

【0012】

各実施例のズームレンズは、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 L1 と、負の屈折力の第 2 レンズ群 L2 と、ズーミングに際して移動する少なくとも 4 つのレンズ群を有する後続群 LR とからなる。ズーミングに際して、隣り合うレンズ群の間隔（光軸 OA に沿った方向の空気間隔）は変化する。また、ズーミングおよびフォーカシングに際して、第 1 レンズ群 L1 は像面に対して移動しない。高変倍比かつ大口径比のズームレンズは、前玉径が大きくなる傾向があり質量が大きくなるため、第 1 レンズ群 L1 を像面に対して固定することで、高速なズーム操作を容易とすることができる。また、複数のレンズ群が間隔を変化させながら移動することにより、ズーミングの際の諸収差、特に倍率色収差と非点収差のズーム変動の補正が良好となる。

【0013】

各実施例のズームレンズにおいて、以下の条件式（1）、（2）を満足する。

【0014】

$$7.50 < Lw / fw < 15.00 \quad \cdots (1)$$

$$0.20 < T2 / |f2| < 0.85 \quad \cdots (2)$$

ここで、Lw は広角端でのズームレンズにおける最も物体側の面の面頂点位置から像面までの光軸上の距離、fw は広角端でのズームレンズ（全系）の焦点距離である。T2 は第 2 レンズ群 L2 における最も物体側の面の面頂点位置から最も像側の面の面頂点位置までの光軸上の距離、f2 は第 2 レンズ群 L2 の焦点距離である。

【0015】

条件式（1）は、広角端での最も物体側の面の面頂点位置から像面までの光軸上の距離と広角端でのズームレンズ（全系）の焦点距離との関係を規定している。条件式（1）の上限を超えると、第 2 レンズ群 L2 のレンズ径および質量が大きくなり、高速なズーム操作を実現することが困難となるため、好ましくない。一方、条件式（1）の下限を超えると、各レンズ群の屈折力が強くなりすぎて諸収差の補正、特に球面収差および非点収差の補正が困難となるため、好ましくない。

【0016】

条件式（2）は、第 2 レンズ群 L2 の光軸上の厚さと第 2 レンズ群 L2 の焦点距離との関係を規定している。条件式（2）の上限を超えて第 2 レンズ群 L2 の厚さが大きくなると、第 2 レンズ群 L2 の質量が大きくなり、高速なズーム操作を実現することが困難となるため、好ましくない。一方、条件式（2）の下限を超えて第 2 レンズ群 L2 の厚さが小

10

20

30

40

50

さくなると、第2レンズ群L2で発生する収差を抑制することが困難となり、諸収差の補正、特に球面収差および非点収差のズーム変動が大きくなるため、好ましくない。

【0017】

各実施例において、好ましくは、条件式(1)、(2)の少なくとも1つの数値範囲は、以下の条件式(1a)、(2a)のようにそれぞれ設定される。

【0018】

$$8.02 < Lw / fw < 12.16 \quad \dots (1a)$$

$$0.38 < T2 / f2 < 0.84 \quad \dots (2a)$$

各実施例において、より好ましくは、条件式(1)、(2)の少なくとも1つの数値範囲は、以下の条件式(1b)、(2b)のようにそれぞれ設定される。

$$8.28 < Lw / fw < 10.74 \quad \dots (1b)$$

$$0.47 < T2 / f2 < 0.83 \quad \dots (2b)$$

次に、各実施例におけるズームレンズの好ましい構成について述べる。

【0019】

各実施例において、好ましくは、第1レンズ群L1は、最も物体側に負の屈折力のレンズ(第1レンズ)L11を有する。これにより、前玉径を抑制することが容易となり、小型化が容易となる。

【0020】

各実施例において、後続群LRは、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第3レンズ群L3と正の屈折力の第4レンズ群L4とを有する。正の屈折力のレンズ群の間隔を変化させることで、非点収差のズーム変動を抑制し、光画質化が容易となる。また、正の屈折力のレンズ群を複数配置することで、第4レンズ群L4よりも像側に配置されたレンズ群へ入射する光線の光線高さを低くすることができ、第4レンズ群L4よりも像側に配置されたレンズ群の小径化および小型化が容易となる。

【0021】

各実施例において、好ましくは、無限遠から近距離への合焦時に(フォーカシングに際して)、第4レンズ群L4よりも像側に配置されたレンズまたはレンズ群が移動する。物体側に配置された大きい径のレンズ群をフォーカス時に固定とし、第4レンズ群L4よりも像側に配置された小さい径のレンズまたはレンズ群でフォーカスを行うように構成することで、フォーカスレンズ群の軽量化が容易となり、駆動機構が簡素化される。これにより、小型化が容易となる。

【0022】

各実施例において、第1レンズ群L1は、少なくとも3枚の正の屈折力のレンズを有する。これにより、高変倍化と高性能化とを両立することが容易となる。

【0023】

各実施例において、第2レンズ群L2は、物体側から像側へ順に、負の屈折力のレンズ(第2レンズ)と、負の屈折力のレンズと、負の屈折力のレンズと、正の屈折力のレンズとを有する。第2レンズ群L2における物体側に負レンズを配置することで、広角化と前玉径の抑制とを両立することが容易となる。

【0024】

各実施例において、好ましくは、以下の条件式(3)~(15)の少なくとも1つを満足する。

【0025】

$$0.20 < skw / fw < 1.50 \quad \dots (3)$$

$$1.50 < |f1 / f2| < 7.70 \quad \dots (4)$$

$$0.60 < M2 / fw < 3.20 \quad \dots (5)$$

$$-2.00 < \beta 2t < -0.30 \quad \dots (6)$$

$$0.10 < T1 / f1 < 0.70 \quad \dots (7)$$

$$0.40 < |f11 / f1| < 2.20 \quad \dots (8)$$

$$-2.00 < (r112 + r111) / (r112 - r111) < -0.20 \quad \dots$$

10

20

30

40

50

(9)

$$\begin{aligned}
0.10 < MR / f_t < 0.50 & \dots (10) \\
2.00 < f_3 / f_w < 11.00 & \dots (11) \\
0.70 < f_4 / f_w < 6.70 & \dots (12) \\
0.40 < (D_{34w} - D_{34t}) / f_w < 1.80 & \dots (13) \\
0.60 < |f_{21} / f_2| < 3.00 & \dots (14) \\
-2.60 < (r_{212} + r_{211}) / (r_{212} - r_{211}) < -0.50 & \dots
\end{aligned}$$

(15)

ここで、 s_{kw} は、広角端での前記ズームレンズにおける最も像側の面の面頂点位置から前記像面までの光軸上の距離（バックフォーカス）である。 f_1 は、第1レンズ群L1の焦点距離である。 f_2 は、第2レンズ群L2の焦点距離である。 M_2 は、広角端から望遠端へのズーミングに際しての第2レンズ群L2の移動量の絶対値である。 β_{2T} は、望遠端での第2レンズ群L2の横倍率である。 T_1 は、第1レンズ群L1における最も物体側の面の面頂点位置から最も像側の面の面頂点位置までの光軸上の距離である。 f_{11} は、レンズ（第1レンズ）L11の焦点距離である。 r_{111} はレンズL11における物体側の面の曲率半径、 r_{112} はレンズL11における像側の面の曲率半径である。 MR は、広角端から望遠端へのズーミングに際しての後続群LRを構成するレンズ群の移動量の絶対値のうち最大値である。 f_t は、望遠端でのズームレンズ（全系）の焦点距離である。 f_3 は第3レンズ群L3の焦点距離、 f_4 は第4レンズ群L4の焦点距離である。 D_{34w} は、広角端での第3レンズ群L3における最も像側の面の面頂点位置から第4レンズ群L4における最も物体側の面の面頂点位置までの光軸上の距離である。 D_{34t} は、望遠端での第3レンズ群L3における最も像側の面の面頂点位置から第4レンズ群L4における最も物体側の面の面頂点位置までの光軸上の距離である。 f_{21} は、レンズ（第2レンズ）L21の焦点距離である。 r_{211} はレンズL21における物体側の面の曲率半径、 r_{212} はレンズL21における像側の面の曲率半径である。

【 0 0 2 6 】

条件式(3)は、広角端におけるバックフォーカスとズームレンズ（全系）の焦点距離との関係を規定している。条件式(3)の上限を超えてバックフォーカスが長くなると、前玉径が増大し、大型化するため好ましくない。一方、条件式(3)の下限を超えてバックフォーカスが短くなると、後続群LRを構成するレンズのレンズ径が大きくなり、後続群LRを構成するレンズの質量が大きくなることで高速なズーム操作を実現することが困難となるため、好ましくない。

【 0 0 2 7 】

条件式(4)は、第1レンズ群L1の焦点距離と第2レンズ群L2の焦点距離との関係を規定している。条件式(4)の上限を超えて第1レンズ群L1の焦点距離が大きくなると、大型化するため好ましくない。一方、条件式(4)の下限を超えて第1レンズ群L1の焦点距離が小さくなると、諸収差の補正、特に望遠端における球面収差および倍率色収差の補正が困難となるため、好ましくない。

【 0 0 2 8 】

条件式(5)は、第2レンズ群L2の移動量と広角端での焦点距離との関係を規定している。条件式(5)の上限を超えて第2レンズ群L2の移動量が大きくなると、高速なズーム操作を実現することが困難となるため、好ましくない。一方、条件式(5)の下限を超えて第2レンズ群L2の移動量が小さくなると、高変倍化を実現することが困難となるため、好ましくない。

【 0 0 2 9 】

条件式(6)は、望遠端での第2レンズ群L2の横倍率を規定している。条件式(6)の上限を超えて望遠端での第2レンズ群L2の横倍率の絶対値が小さくなると、高変倍化が困難となるため好ましくない。一方、条件式(6)の下限を超えて第2レンズ群L2の横倍率の絶対値が大きくなると、第2レンズ群L2の変倍分担が大となる。その結果、第2レンズ群L2で発生する収差の補正が困難となり、特に球面収差および非点収差のズー

ム変動を抑制することが困難となるため、好ましくない。

【0030】

条件式(7)は、第1レンズ群L1の厚さと焦点距離との関係を規定している。条件式(7)の上限を超えて第1レンズ群L1の厚さが大きくなると、前玉径が増大して大型化するため、好ましくない。一方、条件式(7)の下限を超えて第1レンズ群L1の厚さが小さくなると、第1レンズ群L1で発生する収差の補正が困難となり、特に望遠端での球面収差および倍率色収差の補正が困難となるため、好ましくない。

【0031】

条件式(8)はレンズL11の焦点距離と第1レンズ群L1の焦点距離との関係を規定している。条件式(8)の上限を超えてレンズL11の焦点距離の絶対値が大きくなると、前玉径が増大し好ましくない。一方、条件式(8)の下限を超えてレンズL11の焦点距離の絶対値が小さくなると、レンズL11で発生する収差の補正が困難となり、特に広角端での歪曲収差およびコマ収差の補正が困難となるため、好ましくない。

10

【0032】

条件式(9)は、レンズL11における物体側の面の曲率半径と像側の面の曲率半径との関係を規定している。条件式(9)の上限を超えると、歪曲収差の補正が困難となるため好ましくない。一方、条件式(9)の下限を超えると、前玉径が増大し大型化するため好ましくない。

【0033】

条件式(10)は、後続群LRを構成するレンズの移動量の絶対値の最大値と望遠端でのフォーカスレンズ(全系)の焦点距離との関係を規定している。条件式(10)の上限を超えて後続群LRを構成するレンズの移動量の絶対値の最大値が大きくなると、高速なズーム操作を実現することが困難となるため、好ましくない。一方、条件式(10)の下限を超えて後続群LRを構成するレンズの移動量の絶対値の最大値が小さくなると、高変倍化が困難となるため好ましくない。

20

【0034】

条件式(11)は、第3レンズ群L3の焦点距離と広角端でのズームレンズ(全系)の焦点距離との関係を規定している。条件式(11)の上限を超えて第3レンズ群L3の焦点距離が大きくなると、第3レンズ群L3よりも像側に配置されたレンズ群の径が大きくなり、大型化するため好ましくない。一方、条件式(11)の下限を超えて第3レンズ群L3の焦点距離が小さくなると、第3レンズ群L3で発生する収差の補正が困難となり、諸収差、特に望遠端における球面収差および軸上色収差の補正が困難となり、好ましくない。

30

【0035】

条件式(12)は、第4レンズ群L4の焦点距離と広角端でのズームレンズ(全系)の焦点距離との関係を規定している。条件式(12)の上限を超えて第4レンズ群L4の焦点距離が大きくなると、第4レンズ群L4よりも像側に配置されたレンズ群の径が大きくなり、大型化するため好ましくない。一方、条件式(12)の下限を超えて第4レンズ群L4の焦点距離が小さくなると、第4レンズ群L4で発生する収差の補正が困難となり、諸収差、特に望遠端での球面収差および非点収差、広角端でのコマ収差の補正が困難となり、好ましくない。

40

【0036】

条件式(13)は、広角端および望遠端での第3レンズ群L3と第4レンズ群L4との間隔(空気間隔)と広角端でのズームレンズ(全系)の焦点距離との関係を規定している。条件式(13)の上限を超えて間隔の変化が大きくなると、第4レンズ群L4の移動量が大きくなり、高速なズーム操作を実現することが困難となるため好ましくない。一方、条件式(13)の下限を超えて間隔の変化が小さくなると、非点収差のズーム変動が大きくなり、高画質化を実現することが困難となるため好ましくない。

【0037】

条件式(14)は、レンズL21の焦点距離と第2レンズ群L2の焦点距離との関係を

50

規定している。条件式(14)の上限を超えてレンズL21の焦点距離の絶対値が大きくなると、前玉径が増大し、大型化するため好ましくない。一方、条件式(14)の下限を超えてレンズL21の焦点距離の絶対値が小さくなると、諸収差の補正、特に広角端での歪曲収差および倍率色収差の補正が困難となるため、好ましくない。

【0038】

条件式(15)は、レンズL21における物体側の面の曲率半径と像側の面の曲率半径との関係を規定している。条件式(15)の上限を超えると、歪曲収差の補正が困難となるため好ましくない。一方、条件式(15)の下限を超えると、前玉径が増大し大型化するため好ましくない。

【0039】

各実施例において、より好ましくは、条件式(3)～(15)の少なくとも1つの数値範囲は、以下の条件式(1a)～(15a)のようにそれぞれ設定される。

【0040】

$0.33 < s_{kw} / f_w < 1.13 \quad \dots (3a)$
 $2.25 < |f_1 / f_2| < 5.79 \quad \dots (4a)$
 $0.90 < M_2 / f_w < 2.41 \quad \dots (5a)$
 $-1.05 < \beta_{2t} < -0.60 \quad \dots (6a)$
 $0.17 < T_1 / f_1 < 0.53 \quad \dots (7a)$
 $0.60 < |f_{11} / f_1| < 1.65 \quad \dots (8a)$
 $-1.50 < (r_{112} + r_{111}) / (r_{112} - r_{111}) < -0.21 \quad \dots (9a)$
 $0.17 < MR / f_t < 0.38 \quad \dots (10a)$
 $2.97 < f_3 / f_w < 8.26 \quad \dots (11a)$
 $1.04 < f_4 / f_w < 5.04 \quad \dots (12a)$
 $0.58 < (D_{34w} - D_{34t}) / f_w < 1.35 \quad \dots (13a)$
 $0.94 < |f_{21} / f_2| < 2.24 \quad \dots (14a)$
 $-1.49 < (r_{212} + r_{211}) / (r_{212} - r_{211}) < -0.94 \quad \dots (15a)$

各実施例において、更に好ましくは、条件式(3)～(15)の少なくとも1つの数値範囲は、以下の条件式(3b)～(15b)のようにそれぞれ設定される。

【0041】

$0.40 < s_{kw} / f_w < 0.95 \quad \dots (3b)$
 $2.62 < |f_1 / f_2| < 4.83 \quad \dots (4b)$
 $1.05 < M_2 / f_w < 2.01 \quad \dots (5b)$
 $-1.00 < \beta_{2t} < -0.68 \quad \dots (6b)$
 $0.21 < T_1 / f_1 < 0.44 \quad \dots (7b)$
 $0.70 < |f_{11} / f_1| < 1.37 \quad \dots (8b)$
 $-0.99 < (r_{112} + r_{111}) / (r_{112} - r_{111}) < -0.22 \quad \dots (9b)$
 $0.21 < MR / f_t < 0.32 \quad \dots (10b)$
 $3.46 < f_3 / f_w < 6.89 \quad \dots (11b)$
 $1.21 < f_4 / f_w < 4.21 \quad \dots (12b)$
 $0.67 < (D_{34w} - D_{34t}) / f_w < 1.10 \quad \dots (13b)$
 $1.11 < |f_{21} / f_2| < 1.86 \quad \dots (14b)$
 $-1.33 < (r_{212} + r_{211}) / (r_{212} - r_{211}) < -0.95 \quad \dots (15b)$

以下、各実施例のズームレンズの構成について詳述する。

【実施例1】

【0042】

まず、図1および図2(a)、(b)を参照して、実施例1におけるズームレンズL0

10

20

30

40

50

a について説明する。図 1 は、無限遠合焦時における広角端でのズームレンズ L 0 a の断面図である。図 1 において、左方が物体側（前方）で、右方が像側（後方）である。開口絞り S P は、開放 F ナンバー（F n o）の光束を決定（制限）する。無限遠物体から最近距離物体へのフォーカシングに際して、フォーカスレンズ群は、図 1 中の矢印 f o c u s に示されるように移動する。ズームレンズ L 0 a をデジタルスチルカメラまたはデジタルビデオカメラの撮像光学系として使用する際には、像面 I P は C C D センサまたは C M O S センサ等の撮像素子（光電変換素子）の撮像面となる。ズームレンズ L 0 a を銀塩フィルム用カメラの撮像光学系として使用する際には、像面 I P はフィルム面に相当する。なお、以上の説明は、他の断面図に関しても同様である。

【0043】

10

図 2（a）は無無限遠合焦時における広角端でのズームレンズ L 0 a の収差図、図 2（b）は無無限遠合焦時における望遠端でのズームレンズ L 0 a の収差図である。球面収差図において、F n o は F ナンバーであり、d 線（波長 587.56 nm）、g 線（波長 435.8 nm）に対する球面収差量を示している。非点収差図において、 ΔS はサジタル像面における非点収差量、 ΔM はメリディオナル像面における非点収差量を示している。歪曲収差図において、d 線に対する歪曲収差量を示している。色収差図において、g 線に対する色収差量を示している。 ω は近軸計算による撮像半画角（°）である。なお、以上の説明は、他の収差図に関しても同様である。

【0044】

本実施例のズームレンズ L 0 a は、物体側から像側へ順に、第 1 レンズ群 L 1 と、第 2 レンズ群 L 2 と、後続群 L R とから構成される。後続群 L R は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 と、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 と、負の屈折力の第 5 レンズ群 L 5 と、正の屈折力の第 6 レンズ群 L 6 と、負の屈折力の第 7 レンズ群 L 7 とから構成される。第 1 レンズ群 L 1 は、変倍に際して像面 I P に対して固定されている（ズーミングに際して移動しない）。各レンズ群は、変倍時に互いの間隔を変化させながら異なる軌跡（図 1 中の矢印で示される軌跡）で移動する。第 3 レンズ群 L 3 は、開口絞り S P を有する。無限遠から近距離へのフォーカシングに際して、第 5 レンズ群 L 5 は像側に移動し、第 6 レンズ群 L 6 は像側に移動する。

20

【実施例 2】

【0045】

30

次に、図 3 および図 4（a）、（b）を参照して、実施例 2 におけるズームレンズ L 0 b について説明する。図 3 は、無限遠合焦時における広角端でのズームレンズ L 0 b の断面図である。図 4（a）は無無限遠合焦時における広角端でのズームレンズ L 0 b の収差図、図 4（b）は無無限遠合焦時における望遠端でのズームレンズ L 0 b の収差図である。

【0046】

本実施例のズームレンズ L 0 b は、物体側から像側へ順に、第 1 レンズ群 L 1 と、第 2 レンズ群 L 2 と、後続群 L R とから構成される。後続群 L R は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 と、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 と、負の屈折力の第 5 レンズ群 L 5 と、負の屈折力の第 6 レンズ群 L 6 と、正の屈折力の第 7 レンズ群 L 7 と、正の屈折力の第 8 レンズ群 L 8 から構成される。第 1 レンズ群 L 1 は、変倍に際して像面 I P に対して固定されている（ズーミングに際して移動しない）。各レンズ群は、変倍時に互いの間隔を変化させながら異なる軌跡（図 3 中の矢印で示される軌跡）で移動する。第 3 レンズ群 L 3 は、開口絞り S P を有する。無限遠から近距離へのフォーカシングに際して、第 5 レンズ群 L 5 は物体側に移動し、第 6 レンズ群 L 6 は像側に移動する。

40

【実施例 3】

【0047】

次に、図 5 および図 6（a）、（b）を参照して、実施例 3 におけるズームレンズ L 0 c について説明する。図 5 は、無限遠合焦時における広角端でのズームレンズ L 0 c の断面図である。図 6（a）は無無限遠合焦時における広角端でのズームレンズ L 0 c の収差図、図 6（b）は無無限遠合焦時における望遠端でのズームレンズ L 0 c の収差図である。

50

【 0 0 4 8 】

本実施例のズームレンズ L 0 c は、物体側から像側へ順に、第 1 レンズ群 L 1 と、第 2 レンズ群 L 2 と、後続群 L R とから構成される。後続群 L R は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 と、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 と、正の屈折力の第 5 レンズ群 L 5 と、負の屈折力の第 6 レンズ群 L 6 と、負の屈折力の第 7 レンズ群 L 7 とから構成される。第 1 レンズ群 L 1 は、変倍に際して像面 I P に対して固定されている（ズームングに際して移動しない）。各レンズ群は、変倍時に互いの間隔を変化させながら異なる軌跡（図 5 中の矢印で示される軌跡）で移動する。第 3 レンズ群 L 3 は、開口絞り S P を有する。無限遠から近距離へのフォーカシングに際して、第 5 レンズ群 L 5 は物体側に移動し、第 6 レンズ群 L 6 は物体側に移動する。

10

【 実施例 4 】

【 0 0 4 9 】

次に、図 7 および図 8 (a)、(b) を参照して、実施例 4 におけるズームレンズ L 0 d について説明する。図 7 は、無限遠合焦時における広角端でのズームレンズ L 0 d の断面図である。図 8 (a) は無限遠合焦時における広角端でのズームレンズ L 0 d の収差図、図 8 (b) は無限遠合焦時における望遠端でのズームレンズ L 0 d の収差図である。

【 0 0 5 0 】

本実施例のズームレンズ L 0 d は、物体側から像側へ順に、第 1 レンズ群 L 1 と、第 2 レンズ群 L 2 と、後続群 L R とから構成される。後続群 L R は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 と、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 と、負の屈折力の第 5 レンズ群 L 5 と、正の屈折力の第 6 レンズ群 L 6 と、負の屈折力の第 7 レンズ群 L 7 とから構成される。第 1 レンズ群 L 1 は、変倍に際して像面 I P に対して固定されている（ズームングに際して移動しない）。各レンズ群は、変倍時に互いの間隔を変化させながら異なる軌跡（図 7 中の矢印で示される軌跡）で移動する。第 3 レンズ群 L 3 は、開口絞り S P を有する。無限遠から近距離へのフォーカシングに際して、第 5 レンズ群 L 5 は像側に移動し、第 6 レンズ群 L 6 は像側に移動する。

20

【 実施例 5 】

【 0 0 5 1 】

次に、図 9 および図 1 0 (a)、(b) を参照して、実施例 5 におけるズームレンズ L 0 e について説明する。図 9 は、無限遠合焦時における広角端でのズームレンズ L 0 e の断面図である。図 1 0 (a) は無限遠合焦時における広角端でのズームレンズ L 0 e の収差図、図 1 0 (b) は無限遠合焦時における望遠端でのズームレンズ L 0 e の収差図である。

30

【 0 0 5 2 】

本実施例のズームレンズ L 0 e は、物体側から像側へ順に、第 1 レンズ群 L 1 と、第 2 レンズ群 L 2 と、後続群 L R とから構成される。後続群 L R は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 と、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 と、負の屈折力の第 5 レンズ群 L 5 と、正の屈折力の第 6 レンズ群 L 6 とから構成される。第 1 レンズ群 L 1 と第 3 レンズ群 L 3 と第 6 レンズ群 L 6 は、変倍に際して像面 I P に対して固定されている（ズームングに際して移動しない）。各レンズ群は、変倍時に互いの間隔を変化させながら異なる軌跡（図 9 中の矢印で示される軌跡）で移動する。第 3 レンズ群 L 3 は、開口絞り S P を有する。無限遠から近距離へのフォーカシングに際して、第 5 レンズ群 L 5 は像側に移動する。

40

【 0 0 5 3 】

各実施例のズームレンズにおいて、屈折力を有する面は全て屈折面で構成されている。回折光学素子や反射面で構成した場合と比べて、低い製造難易度で、回折光学素子や反射面で構成した場合と同等以上の光学性能を容易に得ることができる。

【 0 0 5 4 】

各実施例のズームレンズにおいて、ズームレンズの一部を光軸 O A と垂直方向の成分を含む方向に移動させることによって像振れ補正を行ってもよい。像振れ補正に際して移動

50

させる部分を、比較的径の小さな像側に配置されたレンズ群とすることで、駆動のためのアクチュエータを小型に構成し、ズームレンズを含むレンズ装置を小型化することができる。例えば、第3レンズ群L3の全体または一部を光軸OAと垂直方向の成分を含む方向に移動させることにより像振れ補正を行っても良い。

【0055】

以下に、実施例1～5のそれぞれに対応する数値実施例1～5を示す。

【0056】

各数値実施例の面データにおいて、rは各光学面の曲率半径、d(mm)は第m面と第(m+1)面との間の軸上間隔(光軸上の距離)を表している。ただし、mは光入射側から数えた面の番号である。また、ndは各光学部材のd線に対する屈折率、vdは光学部材のd線を基準としたアッペ数を表している。なお、本明細書において、ある材料のd線を基準としたアッペ数vdは、フラウンホーファ線のd線(587.6nm)、F線(486.1nm)、C線(656.3nm)、g線(波長435.8nm)における屈折率をNd、NF、NCとすると、

$$vd = (Nd - 1) / (NF - NC)$$

で表される。

【0057】

なお、各数値実施例において、d、焦点距離(mm)、Fナンバー、半画角(°)は全て、各実施例のズームレンズが無限遠物体に合焦時の値である。バックフォーカスBFは、ズームレンズの最終レンズ面(最も像側の面)から像面までの距離の空気換算値である。ズームレンズのレンズ全長は、第1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。

【0058】

[数値実施例1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd
1	-207.425	1.70	1.83481	42.7
2	95.825	4.21		
3	393.916	2.00	1.72047	34.7
4	105.832	8.46	1.59522	67.7
5	-203.044	0.15		
6	124.562	5.68	1.72916	54.7
7	-487.042	0.15		
8	78.249	6.74	1.72916	54.7
9	-444.181	(可変)		
10	8601.520	1.20	1.80400	46.5
11	28.416	5.54		
12	-738.337	1.00	1.49700	81.5
13	63.533	3.06		
14	-115.610	1.00	1.49700	81.5
15	35.816	3.84	1.90366	31.3
16	169.674	(可変)		
17(絞り)	∞	1.00		
18	67.476	3.22	1.84666	23.8
19	-1153.421	0.60		
20	55.893	1.20	2.00100	29.1
21	34.548	6.77	1.51742	52.4
22	-82.213	3.04		
23*	-43.690	0.05	1.59022	30.1

24	-46.141	1.20	1.72916	54.7	
25	4358.607	(可変)			
26	172.999	7.58	1.49700	81.5	
27	-27.250	1.19	1.83400	37.2	
28	231.097	0.15			
29	48.103	7.69	1.48749	70.2	
30	-81.882	0.15			
31	42.435	9.37	1.43875	94.7	
32	-82.878	0.15			
33*	78.425	2.40	1.85400	40.4	10
34	37.200	9.41	1.61800	63.4	
35	-70.814	(可変)			
36	161.341	1.20	1.77250	49.6	
37	28.989	(可変)			
38*	48.348	3.91	1.58313	59.4	
39	95.150	(可変)			
40	224.141	7.07	1.80810	22.8	
41	-35.894	1.50	1.49700	81.5	
42	361.709	7.03			
43	-34.951	1.50	1.92286	20.9	20
44	-125.011	(可変)			

像面 ∞

非球面データ

第23面

K = 0.000000e+00 A 4= 3.79285e-06 A 6=-1.22591e-10 A 8= 5.46760e-13

第33面

K = 0.000000e+00 A 4=-7.34648e-06 A 6=-3.52185e-09 A 8= 3.20919e-13

第38面

K = 0.000000e+00 A 4= 1.44392e-06 A 6= 4.53989e-09 A 8=-1.13675e-13
A10=-4.07591e-15

各種データ

ズーム比 4.12

	広角	中間	望遠
焦点距離	24.72	50.19	101.86
Fナンバー	2.90	2.90	2.90
半画角	41.19	23.32	11.99
レンズ全長	212.40	212.40	212.40
BF	11.98	26.45	21.74
d 9	0.80	16.04	34.02
d16	41.01	21.11	2.98
d25	19.68	9.87	0.79
d35	2.80	1.19	1.18
d37	7.64	6.92	6.23
d39	6.39	8.72	23.36
d44	11.98	26.45	21.74

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	83.05
2	10	-27.72
3	17	106.51

4 26 34.04
5 36 -45.93
6 38 163.53
7 40 -161.55

[数値実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	v d	
1	-208.117	2.00	2.00100	29.1	
2	125.012	1.73			10
3	201.666	6.72	1.59522	67.7	
4	-188.208	0.13			
5	120.220	5.48	1.83481	42.7	
6	-1189.696	0.15			
7	69.551	5.71	1.83481	42.7	
8	436.182	(可変)			
9	214.024	1.20	1.90043	37.4	
10	26.866	6.02			
11	-282.246	1.20	1.59522	67.7	
12	48.782	4.24			20
13	-64.715	1.20	1.49700	81.5	
14	39.804	4.37	1.85025	30.1	
15	-376.767	(可変)			
16(絞り)	∞	1.00			
17	76.845	3.20	1.84666	23.8	
18	-332.575	0.50			
19	56.009	0.90	2.00100	29.1	
20	34.921	6.63	1.51742	52.4	
21	-82.324	3.17			
22*	-40.899	0.05	1.59022	30.1	30
23	-43.512	1.20	1.72916	54.7	
24	-438.046	(可変)			
25	107.656	9.03	1.49700	81.5	
26	-23.891	1.19	1.95375	32.3	
27	-1561.807	0.15			
28	57.153	9.76	1.43875	94.7	
29	-41.965	0.15			
30*	84.677	7.95	1.80400	46.5	
31*	-52.890	(可変)			
32	185.555	2.58	1.89286	20.4	40
33	-333.256	1.20	1.61800	63.4	
34	46.156	(可変)			
35	77.039	1.20	2.00100	29.1	
36	30.744	(可変)			
37*	37.408	4.07	1.58313	59.4	
38*	53.618	0.13			
39	47.870	1.39	2.00069	25.5	
40	25.731	9.31	1.61800	63.4	
41	176.934	(可変)			
42	54.577	7.41	1.84666	23.8	50

43	-80.249	1.50	1.48749	70.2	
44	42.160	7.49			
45	-49.214	1.50	1.92286	20.9	
46	-97.002	(可変)			
像面	∞				
非球面データ					
第22面					
K	= 0.000000e+00	A 4= 4.39269e-06	A 6= 1.10097e-09	A 8= 6.31456e-13	
第30面					
K	= 0.000000e+00	A 4=-5.80494e-06	A 6=-2.08319e-09	A 8=-2.99833e-12	10
第31面					
K	= 0.000000e+00	A 4= 1.13763e-06	A 6=-3.28114e-09		
第37面					
K	= 0.000000e+00	A 4= 2.38842e-06	A 6=-2.70374e-09	A 8=-1.84658e-11	
A10	= 2.89507e-14				
第38面					
K	= 0.000000e+00	A 4= 6.75134e-08	A 6=-3.59874e-09	A 8=-2.39776e-11	
A10	= 3.36099e-14				
各種データ					
ズーム比	4.13				20
	広角	中間	望遠		
焦点距離	24.73	50.23	102.12		
Fナンバー	2.90	2.90	2.90		
半画角	41.19	23.30	11.96		
レンズ全長	211.51	211.51	211.51		
BF	11.80	26.61	26.29		
d 8	0.80	15.28	30.36		
d15	39.32	19.23	2.99		
d24	19.57	9.93	0.78		
d31	4.00	1.22	2.88		30
d34	4.47	7.50	6.25		
d36	7.75	7.49	7.08		
d41	1.00	1.44	12.05		
d46	11.80	26.61	26.29		
ズームレンズ群データ					
群	始面	焦点距離			
1	1	79.54			
2	9	-24.54			
3	16	97.60			
4	25	34.35			40
5	32	-131.33			
6	35	-51.78			
7	37	123.01			
8	42	770.84			
[数値実施例 3]					
単位	mm				
面データ					
面番号	r	d	nd	v d	
1	-181.919	1.70	1.90043	37.4	
2	111.072	3.71			50

3	364.499	5.59	1.59522	67.7
4	-177.536	0.14		
5	154.743	4.78	1.75500	52.3
6	-870.763	0.15		
7	84.502	7.28	1.75500	52.3
8	-367.735	(可変)		
9	-2513.905	1.30	1.72916	54.7
10	27.941	6.20		
11	-452.183	1.20	1.59522	67.7
12	68.302	2.86		
13	-147.630	1.20	1.49700	81.5
14	37.027	4.02	1.90043	37.4
15	197.666	(可変)		
16(絞り)	∞	1.00		
17	70.360	3.19	1.84666	23.8
18	-1084.899	0.60		
19	62.970	1.20	2.05090	26.9
20	36.953	6.53	1.56732	42.8
21	-87.660	3.17		
22*	-43.587	0.05	1.59022	30.1
23	-46.864	1.40	1.77250	49.6
24	3434.700	(可変)		
25	68.421	7.75	1.49700	81.5
26	-34.337	1.19	1.83400	37.2
27	94.819	0.15		
28	45.071	5.49	1.49700	81.5
29	1775.190	0.15		
30	38.956	9.94	1.49700	81.5
31	-94.914	2.39		
32*	78.620	2.50	1.85400	40.4
33*	49.978	(可変)		
34*	37.006	8.81	1.58313	59.4
35*	-88.576	(可変)		
36	123.459	1.20	2.00100	29.1
37	40.182	(可変)		
38	73.297	8.72	1.84666	23.8
39	-41.340	1.40	1.60311	60.6
40	49.128	8.20		
41	-33.125	1.40	1.92286	20.9
42	-59.144	(可変)		

10

20

30

40

像面 ∞

非球面データ

第22面

K = 0.00000e+00 A 4 = 3.89058e-06 A 6 = 6.70856e-10 A 8 = -1.58188e-12

第32面

K = 0.00000e+00 A 4 = 4.26123e-06 A 6 = -9.76054e-09 A 8 = -4.97564e-12

第33面

K = 0.00000e+00 A 4 = 1.08509e-05 A 6 = -5.04108e-09 A 8 = -2.02185e-12

A10 = 5.27144e-15

第34面

50

K = 0.000000e+00 A 4=-1.80819e-06 A 6=-1.87700e-09 A 8= 3.87938e-13
第35面

K = 0.000000e+00 A 4= 4.45032e-06 A 6=-4.27576e-09 A 8= 3.65399e-12
各種データ

ズーム比	4.12		
	広角	中間	望遠
焦点距離	24.72	50.22	101.96
Fナンバー	2.90	2.90	2.90
半画角	41.19	23.31	11.98
レンズ全長	211.02	211.02	211.02
BF	11.85	26.68	22.74
d 8	0.80	16.99	35.41
d15	44.29	21.72	3.00
d24	20.71	11.73	0.78
d33	4.43	7.45	8.57
d35	2.11	1.69	3.52
d37	10.27	8.21	20.44
d42	11.85	26.68	22.74

ズームレンズ群データ			
群	始面	焦点距離	
1	1	94.31	
2	9	-29.02	
3	16	127.17	
4	25	83.32	
5	34	45.95	
6	36	-59.94	
7	38	-203.31	

[数値実施例 4]

単位 mm				
面データ				
面番号	r	d	nd	v d
1	-266.746	1.60	1.90043	37.4
2	98.340	2.81		
3	192.058	6.58	1.53775	74.7
4	-241.263	0.15		
5	119.575	5.31	1.72916	54.7
6	-1682.093	0.15		
7	76.157	6.72	1.72916	54.7
8	-880.300	(可変)		
9	915.083	1.20	1.88300	40.8
10	29.841	5.73		
11	-218.330	1.00	1.59522	67.7
12	63.389	3.69		
13	-74.215	1.10	1.49700	81.5
14	41.057	4.98	1.77047	29.7
15	-204.631	(可変)		
16(絞り)	∞	1.00		
17	78.578	3.15	1.84666	23.8
18	-594.031	0.60		
19	59.615	1.20	2.00100	29.1

20	36.734	7.47	1.51742	52.4	
21	-83.322	3.11			
22 *	-44.261	0.05	1.59022	30.1	
23	-47.091	1.20	1.77250	49.6	
24	-640.625	(可変)			
25	255.634	8.10	1.49700	81.5	
26	-27.474	1.30	1.90043	37.4	
27	-222.061	0.15			
28	41.537	8.18	1.49700	81.5	
29	-105.932	2.30			10
30	63.231	6.49	1.49700	81.5	
31	-97.379	0.15			
32 *	85.354	2.40	1.85400	40.4	
33	34.925	8.89	1.60311	60.6	
34	-78.017	(可変)			
35	157.315	1.20	1.72916	54.7	
36	28.256	(可変)			
37 *	47.159	4.54	1.58313	59.4	
38	160.935	(可変)			
39	210.344	5.69	1.80518	25.4	20
40	-46.896	1.50	1.48749	70.2	
41	59.110	9.57			
42	-33.883	1.20	2.00069	25.5	
43	-66.006	(可変)			

像面 ∞
非球面データ

第22面

K = 0.000000e+00 A 4= 3.72124e-06 A 6= 3.39835e-10 A 8= 6.96887e-13

第32面

K = 0.000000e+00 A 4=-7.10364e-06 A 6=-3.27713e-09 A 8=-1.38031e-12 30

第37面

K = 0.000000e+00 A 4= 1.68172e-06 A 6= 3.21879e-09 A 8= 5.86323e-12
A10=-1.26470e-14

各種データ

ズーム比	4.12			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	24.78	50.31	102.06	
Fナンバー	2.90	2.90	2.90	
半画角	41.12	23.27	11.97	
レンズ全長	211.98	211.98	211.98	40
BF	11.63	25.76	19.01	
d 8	0.80	16.58	34.70	
d15	42.76	21.90	2.98	
d24	19.63	10.61	0.79	
d34	2.50	1.78	1.10	
d36	8.07	7.90	7.19	
d38	6.12	7.00	25.75	
d43	11.63	25.76	19.01	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	
---	----	------	--

10

20

30

40

50

1	1	90.57
2	9	-27.00
3	16	119.23
4	25	35.02
5	35	-47.42
6	37	112.74
7	39	-90.78

[数値実施例 5]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	v d
1	-8741.959	1.40	2.00100	29.1
2	77.425	2.07		
3	132.828	5.55	1.48749	70.2
4	-278.544	0.15		
5	81.695	4.36	1.72916	54.7
6	698.842	0.15		
7	52.270	5.59	1.72916	54.7
8	496.392	(可変)		
9	231.928	0.90	1.80400	46.6
10	19.761	4.24		
11	-78.088	0.80	1.59282	68.6
12	53.314	3.20		
13	-27.410	0.80	1.49700	81.5
14	57.444	2.55		
15	69.921	2.53	1.85025	30.1
16	-72.259	(可変)		
17(絞り)	∞	1.00		
18	104.572	2.48	1.84666	23.8
19	-84.594	0.60		
20	55.992	1.00	1.90043	37.4
21	31.491	4.61	1.49700	81.5
22	-70.253	3.02		
23*	-28.727	0.05	1.59022	30.1
24	-29.778	0.80	1.80518	25.4
25	-100.170	(可変)		
26	18.384	6.47	1.49700	81.5
27	-138.084	2.89		
28*	35.239	2.00	1.85400	40.4
29	12.971	8.26	1.53775	74.7
30	-46.153	(可変)		
31	168.469	0.80	1.69680	55.5
32	16.983	3.73		
33*	31.760	0.05	1.59022	30.1
34	29.014	3.06	1.59551	39.2
35	123.379	(可変)		
36	-344.548	7.53	1.90366	31.3
37	-18.233	1.20	1.84666	23.8
38	-96.734	(可変)		

像面

∞

10

20

30

40

50

非球面データ

第23面

K = 0.000000e+00 A 4= 8.097779e-06 A 6=-1.18636e-08 A 8= 6.70206e-11

第28面

K = 0.000000e+00 A 4=-2.83986e-05 A 6=-4.36898e-08 A 8=-1.47706e-10

第33面

K = 0.000000e+00 A 4= 7.39408e-06 A 6= 5.64098e-08 A 8= 1.50619e-10
A10=-4.36865e-13

各種データ

ズーム比	3.77			10
	広角	中間	望遠	
焦点距離	15.45	30.00	58.20	
Fナンバー	2.90	2.90	2.90	
半画角	41.48	24.48	13.21	
レンズ全長	143.99	143.99	143.99	
BF	11.90	11.90	11.90	
d 8	0.80	12.86	25.80	
d16	27.48	15.42	2.48	
d25	14.75	4.45	0.78	
d30	2.62	1.54	5.64	20
d35	2.60	13.97	13.54	
d38	11.90	11.90	11.90	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	
1	1	70.23	
2	9	-18.13	
3	17	85.18	
4	26	26.26	
5	31	-47.32	
6	36	106.66	30

数値実施例1～5において条件式(1)～(15)に対応する値を表1に示す。

【0059】

【表 1】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
Lw/fw	8.590	8.554	8.536	8.553	9.318
T2/f2	0.564	0.743	0.578	0.656	0.829
skw/fw	0.485	0.477	0.479	0.469	0.770
f1/f2	2.996	3.241	3.249	3.355	3.874
M2/fw	1.344	1.195	1.400	1.368	1.618
β2t	-0.990	-0.996	-0.852	-0.853	-0.691
T1/f1	0.350	0.276	0.248	0.257	0.274
f11/f1	0.943	0.978	0.810	0.879	1.092
(r112+r111)/ (r112-r111)	-0.368	-0.249	-0.242	-0.461	-0.982
MR/ft	0.262	0.261	0.261	0.265	0.240
f3/fw	4.308	3.947	5.145	4.811	5.512
f4/fw	1.377	1.389	3.371	1.413	1.699
(D34w-D34t)/fw	0.764	0.760	0.806	0.760	0.904
f21/f2	1.279	1.395	1.305	1.295	1.485
(r212+r211)/ (r212-r211)	-1.007	-1.287	-0.978	-1.067	-1.186

10

20

【0060】

(撮像装置)

次に、図11を参照して、各実施例のズームレンズを備えた撮像装置(デジタルスチルカメラ)10について説明する。図11は、撮像装置10の概略図である。撮像装置10は、カメラ本体13と、実施例1乃至5のいずれかのズームレンズ(L0a~L0e)を含むレンズ装置11と、ズームレンズにより形成される像を光電変換する撮像素子(受光素子)12とを備える。撮像素子12は、CCDセンサまたはCMOSセンサ等の光電変換素子である。レンズ装置11とカメラ本体13は、一体に構成されていても良く、または着脱可能に構成されていても良い。撮像装置10によれば、小型かつ軽量であり高い光学性能を実現することができる。なお各実施例のズームレンズは、図11に示される撮像装置10に限定されるものではなく、放送用カメラ、銀塩フィルム用カメラ、監視用カメラ等の種々の撮像装置にも適用可能である。

30

【0061】

各実施例によれば、小型で高変倍比かつ大口径比でありながら、高画質化と高速なズーム操作とを実現させたズームレンズおよび撮像装置を提供することができる。

40

【0062】

各実施例の開示は、以下の構成を含む。

【0063】

(構成1)

物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、ズーミングに際して移動する少なくとも4つのレンズ群を有する後続群とからなるズームレンズであって、
ズーミングに際して、隣り合うレンズ群の間隔は変化し、
ズーミングおよびフォーカシングに際して、前記第1レンズ群は像面に対して移動せず、

50

広角端での前記ズームレンズにおける最も物体側の面の面頂点位置から前記像面までの光軸上の距離を L_w 、広角端での前記ズームレンズの焦点距離を f_w 、前記第 2 レンズ群における最も物体側の面の面頂点位置から最も像側の面の面頂点位置までの光軸上の距離を T_2 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき、

$$7.50 < L_w / f_w < 15.00$$

$$0.20 < T_2 / |f_2| < 0.85$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

(構成 2)

広角端での前記ズームレンズにおける最も像側の面の面頂点位置から前記像面までの光軸上の距離を s_{kw} とするとき、

$$0.20 < s_{kw} / f_w < 1.50$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 に記載のズームレンズ。

(構成 3)

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき、

$$1.50 < |f_1 / f_2| < 7.70$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 または 2 に記載のズームレンズ。

(構成 4)

広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記第 2 レンズ群の移動量の絶対値を M_2 とするとき、

$$0.60 < M_2 / f_w < 3.20$$

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

(構成 5)

望遠端での前記第 2 レンズ群の横倍率を β_{2t} とするとき、

$$-2.00 < \beta_{2t} < -0.30$$

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

(構成 6)

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第 1 レンズ群における最も物体側の面の面頂点位置から最も像側の面の面頂点位置までの光軸上の距離を T_1 とするとき、

$$0.10 < T_1 / f_1 < 0.70$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 乃至 5 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 7)

前記第 1 レンズ群は、最も物体側に負の屈折力の第 1 レンズを有することを特徴とする構成 1 乃至 6 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 8)

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第 1 レンズの焦点距離を f_{11} とするとき、

$$0.40 < |f_{11} / f_1| < 2.20$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 7 に記載のズームレンズ。

(構成 9)

前記第 1 レンズにおける物体側の面の曲率半径を r_{111} 、前記第 1 レンズにおける像側の面の曲率半径を r_{112} とするとき、

$-2.00 < (r_{112} + r_{111}) / (r_{112} - r_{111}) < -0.20$ なる条件式を満足することを特徴とする構成 7 または 8 に記載のズームレンズ。

(構成 10)

広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記後続群を構成するレンズ群の移動量の絶対値のうち最大値を M_R 、望遠端での前記ズームレンズの焦点距離を f_t とするとき、

$$0.10 < M_R / f_t < 0.50$$

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

(構成 11)

前記後続群は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第 3 レンズ群と正の屈折力の第 4 レンズ群とを有することを特徴とする構成 1 乃至 10 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 1 2)

前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とするとき、

$$2.00 < f_3 / f_w < 11.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 1 に記載のズームレンズ。

(構成 1 3)

前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 とするとき、

$$0.70 < f_4 / f_w < 6.70$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 1 または 1 2 に記載のズームレンズ。

(構成 1 4)

広角端での前記第 3 レンズ群における最も像側の面の面頂点位置から前記第 4 レンズ群における最も物体側の面の面頂点位置までの光軸上の距離を D_{34w} 、望遠端での前記第 3 レンズ群における最も像側の面の面頂点位置から前記第 4 レンズ群における最も物体側の面の面頂点位置までの光軸上の距離を D_{34t} とするとき、

$$0.40 < (D_{34w} - D_{34t}) / f_w < 1.80$$

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

(構成 1 5)

フォーカシングに際して、前記第 4 レンズ群の像側に配置されたレンズ群のみが移動することを特徴とする構成 1 1 乃至 1 4 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 1 6)

前記第 1 レンズ群は、少なくとも 3 枚の正の屈折力のレンズを有することを特徴とする構成 1 乃至 1 5 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 1 7)

前記第 2 レンズ群は、最も物体側に負の屈折力の第 2 レンズを有することを特徴とする構成 1 乃至 1 6 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 1 8)

前記第 2 レンズの焦点距離を f_{21} とするとき、

$$0.60 < |f_{21} / f_2| < 3.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 7 に記載のズームレンズ。

(構成 1 9)

前記第 2 レンズにおける物体側の面の曲率半径を r_{211} 、前記第 2 レンズにおける像側の面の曲率半径を r_{212} とするとき、

$$-2.60 < (r_{212} + r_{211}) / (r_{212} - r_{211}) < -0.50$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 7 または 1 8 に記載のズームレンズ。

(構成 2 0)

前記第 2 レンズ群は、物体側から像側へ順に、負の屈折力のレンズと、負の屈折力のレンズと、負の屈折力のレンズと、正の屈折力のレンズとを有することを特徴とする構成 1 乃至 1 9 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 2 1)

構成 1 乃至 2 0 のいずれかに記載のズームレンズと、

前記ズームレンズにより形成された像を受光する撮像素子と、を有することを特徴とする撮像装置。

【0064】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【符号の説明】

【0065】

L0a ~ L0e ズームレンズ

L1 第 1 レンズ群

L2 第 2 レンズ群

10

20

30

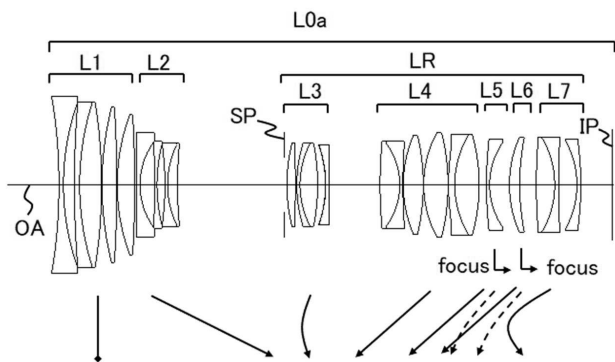
40

50

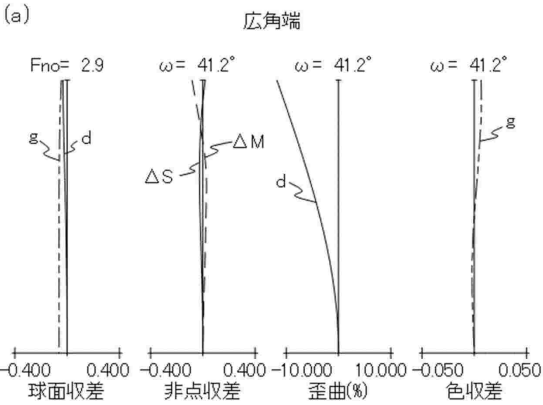
L R 後続群

【図面】

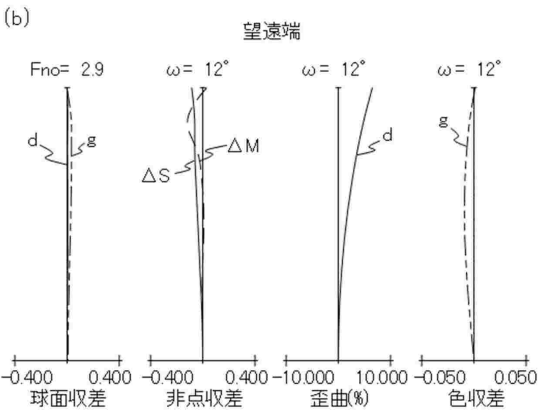
【図 1】



【図 2】

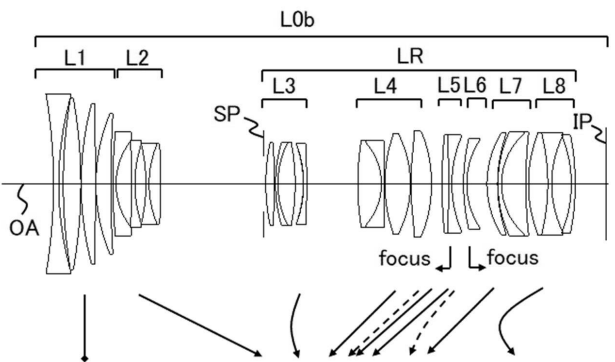


10

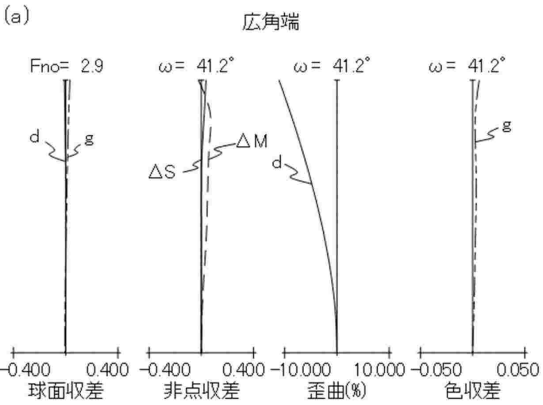


20

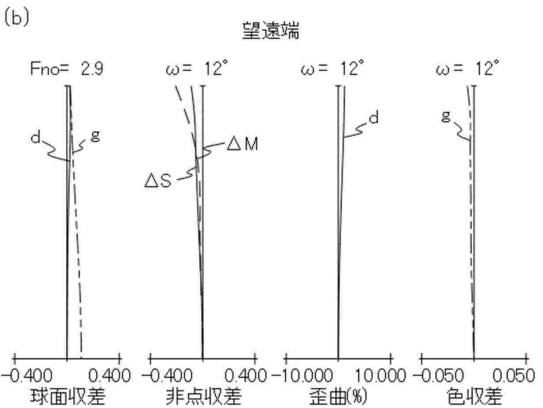
【図 3】



【図 4】



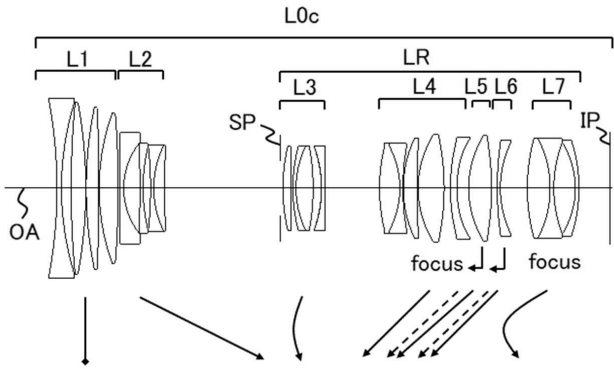
30



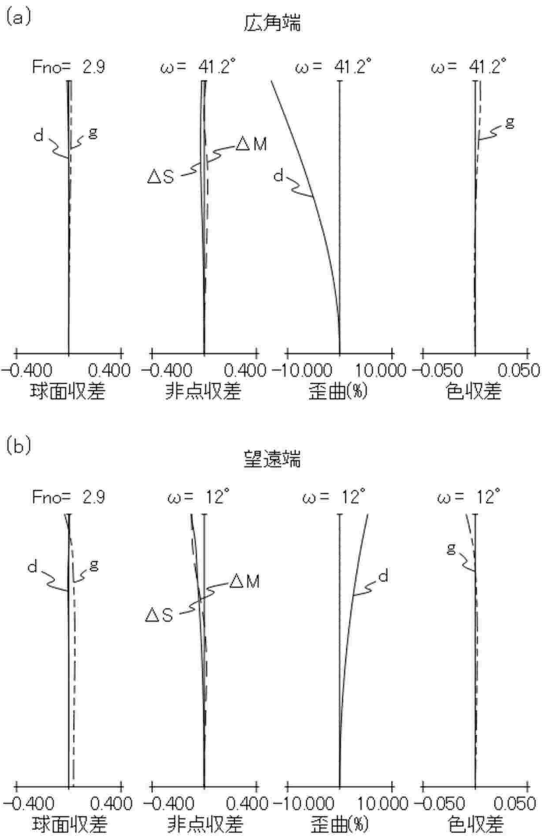
40

50

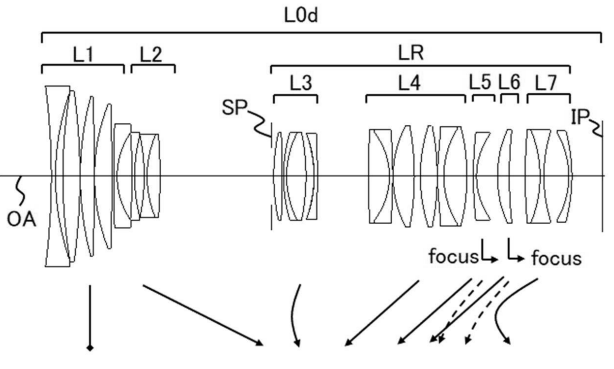
【 図 5 】



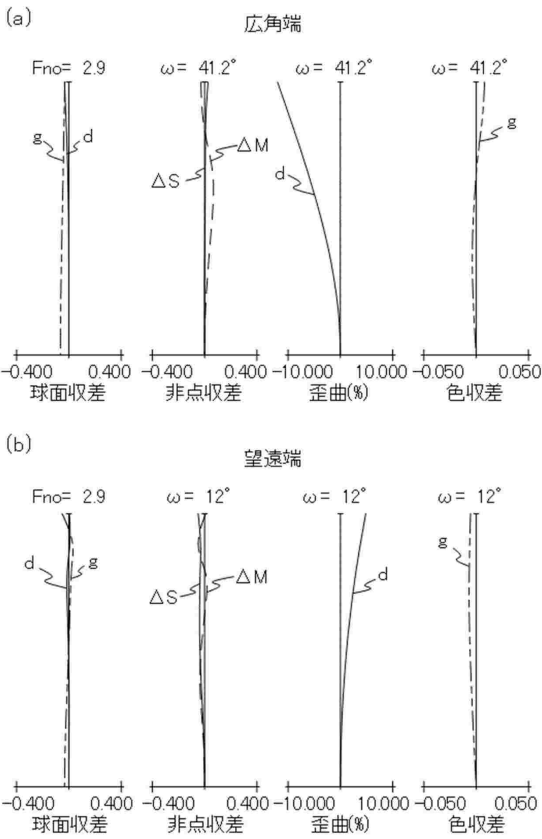
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



10

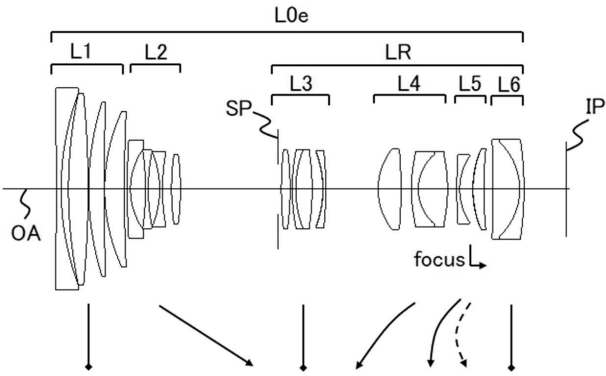
20

30

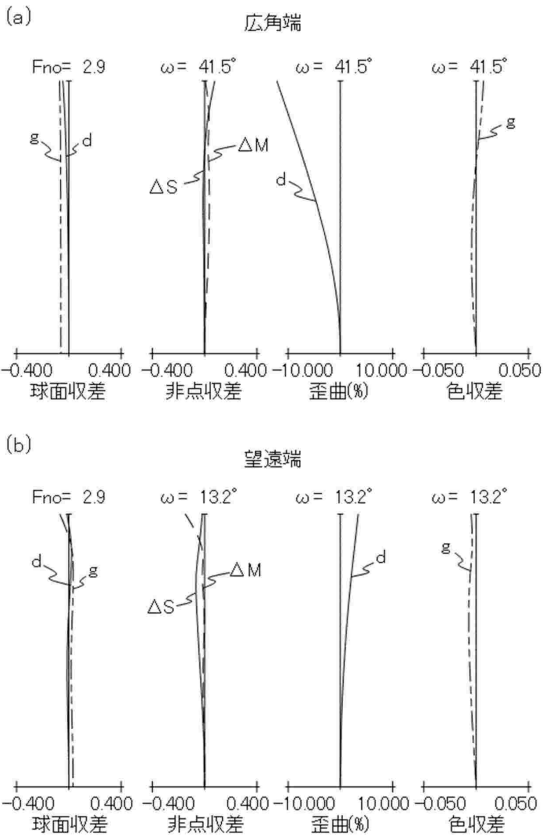
40

50

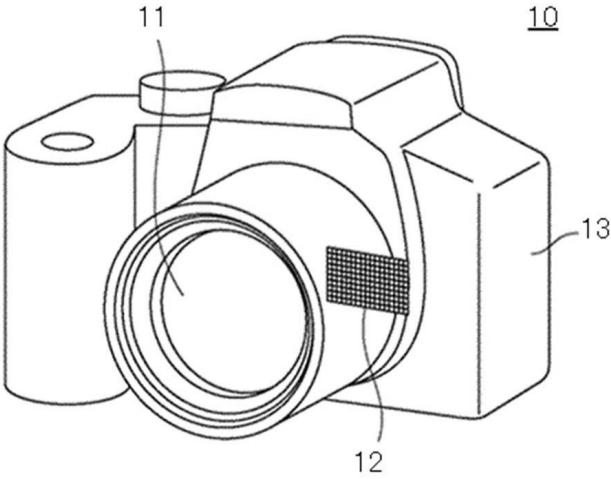
【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

F ターム (参考) QA22 QA25 QA37 QA41 QA42 QA45 RA04 RA05 RA12 RA13
RA36 RA44 SA57 SA63 SA64 SA65 SA66 SA72 SB05 SB06 SB15
SB25 SB26 SB34 SB35 SB36 SB37 SB42 SB43 SB44