

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5185037号
(P5185037)

(45) 発行日 平成25年4月17日(2013.4.17)

(24) 登録日 平成25年1月25日(2013.1.25)

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

請求項の数 10 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-241398 (P2008-241398) (22) 出願日 平成20年9月19日 (2008.9.19) (65) 公開番号 特開2010-72467 (P2010-72467A) (43) 公開日 平成22年4月2日 (2010.4.2) 審査請求日 平成23年1月28日 (2011.1.28)</p>	<p>(73) 特許権者 306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号 (74) 代理人 100073184 弁理士 柳田 征史 (74) 代理人 100090468 弁理士 佐久間 剛 (72) 発明者 鈴木 隆 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324 番地 フジノン株式会社内 審査官 堀井 康司</p>
--	--

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) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する1枚のレンズから構成された第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、絞りと、正の屈折力を有する第4レンズ群とからなり、

広角端から望遠端へと変倍する際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群とが光軸上で像面方向に移動した後、物体方向に移動すると共に、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群とが光軸上で物体方向に単調に移動するようになされ、

前記第1レンズ群は、少なくとも1枚の非球面レンズを有し、前記非球面レンズは、近軸の屈折力が正の場合には周辺に行くに従って正の屈折力が強くなるような非球面形状を有し、近軸の屈折力が負の場合には周辺に行くに従って負の屈折力が弱くなるような非球面形状を有し、かつ

前記第1レンズ群は、以下の条件式を満足する少なくとも1枚の正レンズを有することを特徴とするズームレンズ。

$$N1 > 1.75 \dots\dots (2)$$

$$1 > 3.3 \dots\dots (3A)$$

ただし、

N1：第1レンズ群内の最も高い屈折率を持つ正レンズのd線に対する屈折率

1：第1レンズ群内の最も高い屈折率を持つ正レンズのd線におけるアッベ数とする。

【請求項 2】

前記屈折率 N_1 が以下の範囲にある
 ことを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。
 $N_1 > 1.8 \dots\dots (2A)$

【請求項 3】

近距離物点への合焦を、前記第 2 レンズ群を物体側に移動させることにより行うようになされている
 ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 2 レンズ群は、物体側に凹面を向けた 1 枚の負レンズであり、前記負レンズは、
 物体側の面が、像側の面に比べて曲率半径の絶対値が小さい形状を有している
 ことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

10

【請求項 5】

前記第 3 レンズ群は、複数の正レンズと 1 枚以上の負レンズとからなり、
 前記第 4 レンズ群は、複数の正レンズと 1 枚以上の負レンズとからなり、
 さらに以下の条件式を満足する
 ことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。
 $0.7 < Z_3 / Z_4 < 1.1 \dots\dots (1)$

ただし、

Z_3 : 広角端から望遠端へと変倍する際の第 3 レンズ群の移動量
 Z_4 : 広角端から望遠端へと変倍する際の第 4 レンズ群の移動量

20

とする。

【請求項 6】

前記第 4 レンズ群は、以下の条件式を満足する少なくとも 1 枚の正レンズを有する
 ことを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。
 $2 > 75 \dots\dots (4)$

ただし、

2 : 第 4 レンズ群内の正レンズの d 線におけるアッペ数

とする。

【請求項 7】

前記第 1 レンズ群は、複数の負レンズと 1 枚のみの正レンズとからなる
 ことを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

30

【請求項 8】

前記第 1 レンズ群内の最も高い屈折率を持つ正レンズが、両凸レンズである
 ことを特徴とする請求項 1 ないし 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 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群は、変倍時に一体となって移動するようになされている
 ことを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、
 前記ズームレンズによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力する撮像素子と
 を備えたことを特徴とする撮像装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば銀塩 1 眼レフカメラやデジタル 1 眼レフカメラに好適に用いられる広角のズームレンズに関し、例えば広角端の画角が $2\theta = 70^\circ$ を超え、F 値が F 4 から F 5.6 程度の明るさを有し、2.4 倍程度の変倍比を有するズームレンズおよびそのズームレンズを備えた撮像装置に関する。

50

【背景技術】

【0002】

一般に、一眼レフ用の広角ズームレンズは、大きなバックフォーカスを必要とするため、光学系の構成としては光軸方向に非対称性の強いものとなる。そのような構成では、倍率色収差と歪曲収差の悪化をもたらすが、従来、一般的には非球面を用いることで性能を維持している。そのような構成のズームレンズとして、特許文献1ないし3には、物体側から順に、屈折力が負、正、正の3つのレンズ群が配設された3群方式のズームレンズが開示されている。また、特許文献4には、物体側から順に、屈折力が負、負、正、正の4つのレンズ群が配設された4群方式のズームレンズが開示されている。特許文献4に記載のズームレンズは、手振れ補正のために第2レンズ群を光軸に直交する方向に移動させるようになっている。

10

【0003】

【特許文献1】特許第3590807号公報

【特許文献2】特許第3081698号公報

【特許文献3】特開2004-85600号公報

【特許文献4】特開2007-156239号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一般に、ズームレンズでは変倍時の性能変化が少ないことが望まれている。また、フォーカス群が軽量で操作性が良いことが望まれている。上記した3群方式のズームレンズでは、フォーカシングの際に第1レンズ群全体を繰り出す方式が知られているが、3群方式のズームレンズの場合、第1レンズ群の外径が大きく重量も重くなるので、フォーカシングの際の操作性が悪いという問題がある。そこで、例えば特許文献1に記載のズームレンズのように、近距離物点への合焦を行う際に、正の第2レンズ群を像面方向に移動させるインナーフォーカス方式が提案されている。ここで、さらなる変倍性能の向上とフォーカス性能の向上を図るためには、レンズ群の分割数を増やすことが考えられる。特許文献4には、手振れ補正のためにレンズ群の分割数を4群としたものが開示されているが、変倍性能の向上とフォーカス性能の向上を図る目的でなされたものではない。

20

【0005】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、コンパクト性を維持しつつ、広角で2倍以上の変倍比を有し、変倍時の性能変化が少ない光学系を実現することができるズームレンズおよび撮像装置を提供することにある。また、本発明の他の目的は、変倍時の性能に加え、フォーカス群が軽量でフォーカス時の性能変化が少ないフォーカス性能に優れたズームレンズおよび撮像装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明によるズームレンズは、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する1枚のレンズから構成された第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、絞りと、正の屈折力を有する第4レンズ群とからなり、広角端から望遠端へと変倍する際に、第1レンズ群と第2レンズ群とが光軸上で像面方向に移動した後、物体方向に移動すると共に、第3レンズ群と第4レンズ群とが光軸上で物体方向に単調に移動するようになされ、第1レンズ群は、少なくとも1枚の非球面レンズを有し、その非球面レンズは、近軸の屈折力が正の場合には周辺に行くに従って正の屈折力が強くなるような非球面形状を有し、近軸の屈折力が負の場合には周辺に行くに従って負の屈折力が弱くなるような非球面形状を有するものとされ、かつこの第1レンズ群は、以下の条件式

40

$$N1 > 1.75 \dots \dots (2)$$

$$1 > 3.3 \dots \dots (3A)$$

(ただし、N1は第1レンズ群内の最も高い屈折率を持つ正レンズのd線に対する屈折率、1は第1レンズ群内の最も高い屈折率を持つ正レンズのd線におけるアッペ数)

50

を満足する少なくとも1枚の正レンズを有するものとされたことを特徴とするものである。

【0007】

本発明によるズームレンズでは、物体側から順に、屈折力が負、負、正、正の4つのレンズ群が配設された4群ズーム方式の構成において、移動方式を最適化し、広角端から望遠端へと変倍する際に、第1レンズ群と第2レンズ群とを光軸上で像面方向に移動させた後、物体方向に移動させると共に、第3レンズ群と第4レンズ群とを光軸上で物体方向に単調に移動させる。また、第1レンズ群に少なくとも1枚の非球面レンズを用い、その非球面形状の最適化を行う。これにより、コンパクト性を維持しつつ、広角で2倍以上の変倍比を有し、変倍時の性能変化が少ない光学系を実現する。

10

そして、さらに、次の好ましい構成を適宜採用して満足することで、変倍時の性能やフォーカス性能を有利なものとする。

【0008】

本発明によるズームレンズにおいて、近距離物点への合焦は、第2レンズ群を物体側に移動させることにより行うことが好ましい。また、その第2レンズ群は、物体側に凹面を向けた1枚の負レンズであることが好ましい。また、その第2レンズ群の負レンズは、物体側の面が、像側の面に比べて曲率半径の絶対値が小さい形状を有していることが好ましい。

これにより、フォーカス群を軽量化できると共に、フォーカス時の性能変化を少なくできる。

20

【0009】

また、本発明によるズームレンズにおいて、第3レンズ群は、複数の正レンズと1枚以上の負レンズとからなり、第4レンズ群は、複数の正レンズと1枚以上の負レンズとからなることが好ましい。

さらに、以下の条件式を満足することが好ましい。ただし、 Z_3 は広角端から望遠端へと変倍する際の第3レンズ群の移動量、 Z_4 は広角端から望遠端へと変倍する際の第4レンズ群の移動量とする。

$$0.7 < Z_3 / Z_4 < 1.1 \dots\dots (1)$$

【0010】

また、前記屈折率 N_1 については、下記の条件式

$$N_1 > 1.8 \dots\dots (2A)$$

が満足されていることが望ましい。

30

【0011】

また、第1レンズ群を、複数の負レンズと1枚のみの正レンズとで構成しても良い。また、第1レンズ群内の最も高い屈折率を持つ正レンズが、両凸レンズであることが好ましい。

【0012】

また、第4レンズ群は、以下の条件式を満足する少なくとも1枚の正レンズを有することが好ましい。ただし、 2 は第4レンズ群内の正レンズのd線におけるアッペ数とする。

$$2 > 7.5 \dots\dots (4)$$

40

【0013】

また、本発明によるズームレンズにおいて、第1レンズ群と第2レンズ群は、変倍時に一体となって移動するようになされていても良い。

【0014】

本発明による撮像装置は、本発明によるズームレンズと、このズームレンズによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力する撮像素子とを備えたものである。

本発明による撮像装置では、本発明の変倍性能またはフォーカス性能の優れた高性能のズームレンズを撮像レンズとして用いて、変倍性能またはフォーカス性能の優れた撮影が行われる。

50

【発明の効果】

【0015】

本発明のズームレンズによれば、物体側から順に、屈折力が負、負、正、正の4つのレンズ群を配設した4群ズーム方式の構成とし、第1レンズ群に適切な非球面を用いつつ、変倍時の移動方式の最適化を行うようにしたので、コンパクト性を維持しつつ、広角で2倍以上の変倍比を有し、変倍時の性能変化が少ない光学系を実現することができる。

【0016】

さらに、近距離物点への合焦を、第2レンズ群を物体側に移動させることにより行うようにし、その第2レンズ群を、物体側に凹面を向けた1枚の負レンズで構成するようにした場合には、変倍時の性能に加え、フォーカス群が軽量でフォーカス時の性能変化が少ないフォーカス性能に優れた光学系を実現することができる。

10

【0017】

また、本発明の撮像装置によれば、上記本発明の変倍性能またはフォーカス性能の優れた高性能のズームレンズを撮像レンズとして用いるようにしたので、変倍性能またはフォーカス性能の優れた撮影を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

図1は、本発明の一実施の形態に係るズームレンズの第1の構成例を示している。この構成例は、後述の第1の数値実施例(図3および図4(A)、(B))のレンズ構成に対応している。なお、図1は広角端(最短焦点距離状態)で無限遠合焦時の光学系配置に対応している。同様にして、後述の第2の数値実施例のレンズ構成に対応する第2の構成例の断面構成を、図2に示す。図1~図2において、符号 R_i は、最も物体側の構成要素の面を1番目として、像側(結像側)に向かうに従い順次増加するようにして符号を付した i 番目の面の曲率半径を示す。符号 D_i は、 i 番目の面と $i+1$ 番目の面との光軸 Z_1 上の面間隔を示す。なお符号 D_i については、変倍または合焦に伴って変化する部分の面間隔 D_6 、 D_8 、 D_{13} のみ符号を付す。なお、各構成例共に基本的な構成は同じなので、以下では図1に示した第1の構成例を基本にして説明する。

20

【0019】

このズームレンズは、光軸 Z_1 に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群 G_1 と、負の屈折力を有する第2レンズ群 G_2 と、正の屈折力を有する第3レンズ群 G_3 と、正の屈折力を有する第4レンズ群 G_4 とを備えている。光学的な開口絞り S_t は、第3レンズ群 G_3 と第4レンズ群 G_4 との間に配置されている。

30

【0020】

このズームレンズは、例えばデジタル1眼レフカメラ等に搭載可能である。このズームレンズの像側には、搭載されるカメラの撮影部の構成に応じた部材が配置される。例えば、このズームレンズの結像面(撮像面) S_{img} には、CCD(Charge Coupled Device)やCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)等の撮像素子が配置される。撮像素子は、このズームレンズによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力するものである。少なくとも、このズームレンズと撮像素子とで、本実施の形態における撮像装置が構成される。図示しないが、最終レンズ群(第4レンズ群 G_4)と撮像素子との間には、レンズを装着するカメラ側の構成に応じて、種々の光学部材が配置されていても良い。例えば撮像面保護用のカバーガラスや赤外線カットフィルタなどの平板状の光学部材が配置されていても良い。

40

【0021】

図14は、このズームレンズが適用される撮像装置の一例として、デジタル1眼レフカメラの一例を示している。このデジタル1眼レフカメラは、カメラ本体1と、カメラ本体1の前側に取り付けられた撮影レンズ2とを備えている。カメラ本体1内には、撮影レンズ2によって形成された被写体像に応じた電気信号(撮像信号)を出力するCCD等の撮像素子、その撮像素子から出力された撮像信号を処理して画像を生成する信号処理回路、

50

およびその生成された画像を記録するための記録媒体等が設けられている。また、カメラ本体 1 の裏面側には、撮影した画像を表示するための表示部 3 が設けられている。このようなデジタル 1 眼レフカメラにおける撮影レンズ 2 として、本実施の形態におけるズームレンズが適用される。

【 0 0 2 2 】

なお、本実施の形態に係るズームレンズは、その他にも、ビデオカメラ等の撮影装置にも搭載可能である。また、銀塩 1 眼レフカメラ等のフィルムカメラにも搭載可能である。

【 0 0 2 3 】

このズームレンズは、広角端から中間へ、さらに望遠端へと変倍させるに従い、各レンズ群および開口絞り S t が、図に実線で示した軌跡を描くように移動する。すなわち、広角端から望遠端へと変倍する際に、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 は、光軸上で像面方向に移動した後、物体方向に移動するようになされている。また、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 は、光軸上で物体方向に単調に移動するようになされている。このズームレンズでは、主に第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔が変わることで変倍が行われ、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間隔が変わることで変倍に伴う像面変動の補正が行われるようになっている。

【 0 0 2 4 】

また、このズームレンズにおいて、近距離物点への合焦は、第 2 レンズ群 G 2 を物体側に移動させることにより行うようになっている。

【 0 0 2 5 】

なお、図 1 の第 1 の構成例では、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 は変倍時には互いに独立して移動するようになっている。すなわち、変倍時には第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔 D 6 が変動する。一方、図 2 の第 2 の構成例では、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 は変倍時には一体的に移動するようになっている。すなわち、変倍時には第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔 D 6 は一定に保たれる。

また、いずれの構成例も、開口絞り S t は第 3 レンズ群 G 3 と一体的に移動するようになっている。

【 0 0 2 6 】

このズームレンズにおいて、第 1 レンズ群 G 1 は、複数の負レンズと 1 枚以上の正レンズとからなることが好ましい。また、第 1 レンズ群 G 1 は、少なくとも 1 枚の非球面レンズを有していることが好ましい。そして、その非球面レンズは、近軸の屈折力が正の場合には周辺に行くに従って正の屈折力が強くなるような非球面形状を有していることが好ましい。近軸の屈折力が負の場合には周辺に行くに従って負の屈折力が弱くなるような非球面形状を有していることが好ましい。また、第 1 レンズ群 G 1 内の最も高い屈折率を持つ正レンズが、両凸レンズであることが好ましい。また、第 1 レンズ群 G 1 は、以下の条件式を満足する少なくとも 1 枚の正レンズを有することが好ましい。ただし、N 1 は第 1 レンズ群 G 1 内の最も高い屈折率を持つ正レンズの d 線に対する屈折率、 n_1 は第 1 レンズ群 G 1 内の最も高い屈折率を持つ正レンズの d 線におけるアッペ数とする。

$$N 1 > 1 . 7 5 \quad \dots \dots (2)$$

$$1 > 2 8 \quad \dots \dots (3)$$

【 0 0 2 7 】

図 1 に示した構成例では、第 1 レンズ群 G 1 は、像側に凹面を向けた 2 枚の負レンズ L 1 1 , L 1 2 と、1 枚の両凸レンズ L 1 3 とからなる。両凸レンズ L 1 3 が、上記条件式 (1) , (2) を満足している。

【 0 0 2 8 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側に凹面を向けた 1 枚の負レンズ L 2 1 であることが好ましい。また、その第 2 レンズ群 G 2 の負レンズ L 2 1 は、物体側の面が、強い凹面を物体側に向けた形状 (物体側の面が、像側の面に比べて曲率半径の絶対値が小さい形状) を有していることが好ましい。

【 0 0 2 9 】

10

20

30

40

50

本発明によるズームレンズにおいて、第3レンズ群G3は、複数の正レンズと1枚以上の負レンズとからなり、第4レンズ群G4は、複数の正レンズと1枚以上の負レンズとからなることが好ましい。さらに、以下の条件式を満足することが好ましい。ただし、Z3は広角端から望遠端へと変倍する際の第3レンズ群G3の移動量、Z4は広角端から望遠端へと変倍する際の第4レンズ群G4の移動量とする。

$$0.7 < Z3 / Z4 < 1.1 \dots\dots (1)$$

【0030】

また、第4レンズ群G4は、以下の条件式を満足する少なくとも1枚の正レンズを有することが好ましい。ただし、2は第4レンズ群G4内の正レンズのd線におけるアッペ数とする。

$$2 > 75 \dots\dots (4)$$

【0031】

図1に示した構成例では、第3レンズ群G3は、物体側から順に、正レンズL31と、負レンズL32と、正レンズL33との接合レンズの構成とされている。第4レンズ群G4は、物体側から順に、正レンズL41と、負レンズL42と、正レンズL43および負レンズL44からなる接合レンズと、正レンズL45とで構成されている。

【0032】

次に、以上のように構成されたズームレンズの作用および効果を説明する。

このズームレンズでは、物体側から順に、屈折力が負、負、正、正の4つのレンズ群が配設された4群ズーム方式の構成において、移動方式を最適化し、広角端から望遠端へと変倍する際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2とを光軸上で像面方向に移動させた後、物体方向に移動させると共に、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4とを光軸上で物体方向に単調に移動させる。また、第1レンズ群G1に少なくとも1枚の非球面レンズを用い、その非球面形状の最適化を行う。このように、第1レンズ群G1に適切な非球面を用いつつ、変倍時の移動方式の最適化を行うことで、コンパクト性を維持しつつ、広角で2倍以上の変倍比を有し、変倍時の性能変化が少ない光学系を実現している。

【0033】

また、近距離物点への合焦を、第2レンズ群G2を物体側に移動させることにより行うようにし、その第2レンズ群G2を、物体側に凹面を向けた1枚の負レンズで構成するようにしたことで、フォーカス群を軽量化できると共に、フォーカス時の性能変化が少ないフォーカス性能に優れた光学系を実現している。

【0034】

このズームレンズでは、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が変わることで変倍に伴う像面変動の補正が行われる。上記条件式(1)は、それら第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との変倍時の移動量に関する。条件式(1)の下限を下回ると、広角端でのレンズ全長が大きくなるので好ましくない。上限を上回ると、広角端と望遠端での像面変動の補正が十分でなくなるので好ましくない。

ここで、より小型化と像面変動の補正を良好に行うためには、上記条件式(1)の数値範囲は、以下の条件式(1A)で示す範囲であることが望ましい。

$$0.8 < Z3 / Z4 < 0.9 \dots\dots (1A)$$

【0035】

上記条件式(2)、(3)は、第1レンズ群G1内の正レンズの適切な屈折率およびアッペ数の条件に関する。上記条件式(2)の下限を下回ると、像面湾曲の補正が困難となるので好ましくない。上記条件式(3)の下限を下回ると、倍率色収差の補正が困難となるので好ましくない。

ここで、より良好な光学性能を得るために、上記条件式(2)、(3)の条件は、以下の条件式(2A)、(3A)を満たすことが望ましい。

$$N1 > 1.8 \dots\dots (2A)$$

$$1 > 33 \dots\dots (3A)$$

【0036】

10

20

30

40

50

上記条件式(4)は、第4レンズ群G4内の正レンズの適切な屈折率の条件に関する。上記条件式(4)の下限を下回ると、倍率色収差の補正が困難となるので好ましくない。

【0037】

以上説明したように、本実施の形態に係るズームレンズによれば、第1レンズ群G1に適切な非球面を用いつつ、変倍時の移動方式の最適化を行うようにしたので、コンパクト性を維持しつつ、広角で2倍以上の変倍比を有し、変倍時の性能変化が少ない光学系を実現することができる。さらに、近距離物点への合焦を、物体側に凹面を向けた1枚の負レンズL21からなる第2レンズ群G2を物体側に移動させることにより行うようにしたので、変倍時の性能に加え、フォーカス群が軽量でフォーカス時の性能変化が少ないフォーカス性能に優れた光学系を実現することができる。また、本実施の形態に係るズームレンズを搭載した撮像装置によれば、変倍性能またはフォーカス性能の優れた撮影を行うことができる。

10

【実施例】

【0038】

次に、本実施の形態に係るズームレンズの具体的な数値実施例について説明する。以下では、複数の数値実施例をまとめて説明する。

【0039】

図3および図4(A)、(B)は、図1に示したズームレンズの構成に対応する具体的なレンズデータを示している。特に図3にはその基本的なレンズデータを示し、図4(A)、(B)にはその他の諸データを示す。図3に示したレンズデータにおける面番号 S_i の欄には、実施例1に係るズームレンズについて、最も物体側の構成要素の面を1番目として、像側に向かうに従い順次増加するようにして符号を付した i 番目($i = 1 \sim 22$)の面の番号を示している。曲率半径 R_i の欄には、図1において付した符号 R_i に対応させて、物体側から i 番目の面の曲率半径の値(mm)を示す。面間隔 D_i の欄についても、同様に物体側から i 番目の面 S_i と $i+1$ 番目の面 S_{i+1} との光軸上の間隔(mm)を示す。 N_{dj} の欄には、物体側から j 番目の光学要素の d 線(587.6nm)に対する屈折率の値を示す。 d_j の欄には、物体側から j 番目の光学要素の d 線に対するアッベ数の値を示す。

20

【0040】

実施例1に係るズームレンズは、変倍に伴って各レンズ群が光軸上を移動する。また、合焦のために、第2レンズ群G2が光軸上を移動する。そのため、各レンズ群の前後の面間隔 D_6 、 D_8 、 D_{13} の値は可変となっている。図4(A)には、これらの面間隔 D_6 、 D_8 、 D_{13} の変倍時のデータとして、広角端、中間および望遠端における値を示す。なお、これらの値は、無限遠合焦時の値である。

30

【0041】

図4(A)にはまた、諸データとして、広角端、中間および望遠端における全系の近軸焦点距離 f (mm)、バックフォーカス B_f (mm)、画角(2°)およびFナンバー($FNO.$)の値についても示す。

【0042】

図3のレンズデータにおいて、面番号の左側に付された記号「*」は、そのレンズ面が非球面形状であることを示す。実施例1に係るズームレンズは、第1レンズ群G1内の負レンズL12の像側の面 S_4 が非球面形状となっている。図3の基本レンズデータには、非球面の曲率半径として、光軸近傍の曲率半径の数値を示している。

40

【0043】

図4(B)には実施例1に係るズームレンズにおける非球面データを示す。非球面データとして示した数値において、記号“E”は、その次に続く数値が10を底とした“べき指数”であることを示し、その10を底とした指数関数で表される数値が“E”の前の数値に乗算されることを示す。例えば、「 $1.0E-02$ 」であれば、「 1.0×10^{-2} 」であることを示す。

【0044】

50

実施例 1 に係るズームレンズの非球面データとしては、以下の式 (A) によって表される非球面形状の式における各係数 A_n 、 K の値を記す。Z は、より詳しくは、光軸から高さ h の位置にある非球面上の点から、非球面の頂点の接平面 (光軸に垂直な平面) に下ろした垂線の長さ (mm) を示す。

$$Z = C \cdot h^2 / \{ 1 + (1 - K \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2} \} + A_n \cdot h^n \dots\dots (A)$$

($n = 3$ 以上の整数)

ただし、

Z : 非球面の深さ (mm)

h : 光軸からレンズ面までの距離 (高さ) (mm)

K : 離心率

C : 近軸曲率 = $1 / R$

(R : 近軸曲率半径)

A_n : 第 n 次の非球面係数

【0045】

実施例 1 に係るズームレンズは、非球面係数 A_n として $A_3 \sim A_{20}$ までの次数を有効に用いて表されている。

【0046】

以上の実施例 1 に係るズームレンズと同様にして、図 2 に示したズームレンズの構成に対応する具体的なレンズデータを実施例 2 として、図 5 および図 6 (A)、(B) に示す。

【0047】

実施例 2 に係るズームレンズも、実施例 1 に係るズームレンズと同様、変倍に伴って各レンズ群が光軸上を移動する。また、合焦のために、第 2 レンズ群 G2 が光軸上を移動する。そのため、各レンズ群の前後の面間隔 D_6 、 D_8 、 D_{13} の値は可変となっている。図 6 (A) には、これらの面間隔 D_6 、 D_8 、 D_{13} の変倍時のデータとして、広角端、中間および望遠端における値を示す。なお、これらの値は、無限遠合焦時の値である。

なお、実施例 2 に係るズームレンズでは、第 1 レンズ群 G1 と第 2 レンズ群 G2 は変倍時には一体的に移動する。このため、変倍時における第 1 レンズ群 G1 と第 2 レンズ群 G2 との間隔 D_6 の値は一定となっている。

【0048】

図 6 (A) にはまた、諸データとして、広角端、中間および望遠端における全系の近軸焦点距離 f (mm)、バックフォーカス Bf (mm)、画角 (2°) および F ナンバー (FNO) の値についても示す。

【0049】

図 6 (B) には実施例 2 に係るズームレンズにおける非球面データを示す。なお、実施例 2 に係るズームレンズについても、実施例 1 に係るズームレンズと同様の面が非球面形状となっている。

【0050】

図 7 には、上述の各条件式に関する値を、各実施例についてまとめたものを示す。図 7 から分かるように、各条件式について、各実施例の値がその数値範囲内となっている。

【0051】

図 8 (A) ~ (D) はそれぞれ、実施例 1 に係るズームレンズにおける広角端での球面収差、非点収差、ディストーション (歪曲収差) および倍率色収差を示している。図 9 (A) ~ (D) は中間域における同様の各収差を示し、図 10 (A) ~ (D) は、望遠端における同様の各収差を示している。各収差図には、 d 線 (波長 587.6 nm) を基準波長とした収差を示す。球面収差図には、 g 線 (波長 435.8 nm)、 C 線 (波長 656.3 nm) についての収差も示す。非点収差図において、実線はサジタル方向、破線はタンジェンシャル方向の収差を示す。FNO は F 値、 θ は半画角を示す。

【0052】

同様に、実施例 2 に係るズームレンズについての諸収差を図 11 (A) ~ (D) (広角

10

20

30

40

50

端)、図12(A)~(D)(中間域)および図13(A)~(D)(望遠端)に示す。

【0053】

以上の各数値データおよび各収差図から分かるように、各実施例について、広角端の画角が $2\theta = 70^\circ$ を超え、かつF値がF4程度の明るさを有している。また、2.4倍程度の変倍比を有し、各変倍域で諸収差が良好に補正され、全体的に小型化の図られたズームレンズが実現できている。

【0054】

なお、本発明は、上記実施の形態および各実施例に限定されず種々の変形実施が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔および屈折率の値などは、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得る。

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1】本発明の一実施の形態に係るズームレンズの第1の構成例を示すものであり、実施例1に対応するレンズ断面図である。

【図2】本発明の一実施の形態に係るズームレンズの第2の構成例を示すものであり、実施例2に対応するレンズ断面図である。

【図3】実施例1に係るズームレンズの基本的なレンズデータを示す図である。

【図4】(A)は実施例1に係るズームレンズにおける、変倍に伴って移動する部分の面間隔等の諸データを示す図であり、(B)は非球面に関するデータを示す図である。

【図5】実施例2に係るズームレンズの基本的なレンズデータを示す図である。

【図6】(A)は実施例2に係るズームレンズにおける、変倍に伴って移動する部分の面間隔等の諸データを示す図であり、(B)は非球面に関するデータを示す図である。

【図7】条件式に関する値を各実施例についてまとめて示した図である。

【図8】実施例1に係るズームレンズの広角端における諸収差を示す収差図であり、(A)は球面収差、(B)は非点収差、(C)はディストーション、(D)は倍率色収差を示す。

【図9】実施例1に係るズームレンズの中間域における諸収差を示す収差図であり、(A)は球面収差、(B)は非点収差、(C)はディストーション、(D)は倍率色収差を示す。

【図10】実施例1に係るズームレンズの望遠端における諸収差を示す収差図であり、(A)は球面収差、(B)は非点収差、(C)はディストーション、(D)は倍率色収差を示す。

【図11】実施例2に係るズームレンズの広角端における諸収差を示す収差図であり、(A)は球面収差、(B)は非点収差、(C)はディストーション、(D)は倍率色収差を示す。

【図12】実施例2に係るズームレンズの中間域における諸収差を示す収差図であり、(A)は球面収差、(B)は非点収差、(C)はディストーション、(D)は倍率色収差を示す。

【図13】実施例2に係るズームレンズの望遠端における諸収差を示す収差図であり、(A)は球面収差、(B)は非点収差、(C)はディストーション、(D)は倍率色収差を示す。

【図14】本発明の一実施の形態に係る撮像装置としてのカメラの一構成例を示す外観図である。

【符号の説明】

【0056】

G1...第1レンズ群、G2...第2レンズ群、G3...第3レンズ群、G4...第4レンズ群、St...開口絞り、Ri...物体側から第i番目のレンズ面の曲率半径、Di...物体側から第i番目と第i+1番目のレンズ面との面間隔、Z1...光軸、Simg...像面。

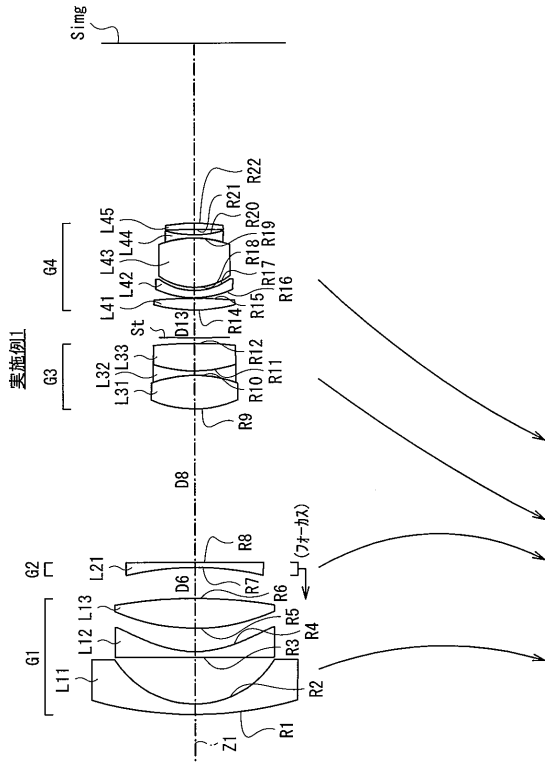
10

20

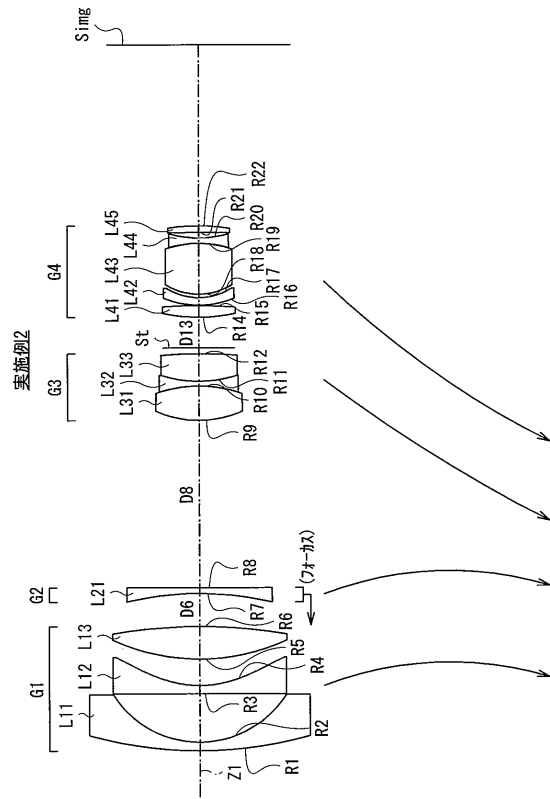
30

40

【図1】



【図2】



【図3】

実施例1・基本レンズデータ					
	Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	νdj (ν の数)
G1	1	127.609	3.50	1.72916	54.7
	2	31.787	15.45		
	3	∞	2.04	1.51760	63.5
	*4	35.019	7.68		
	5	67.431	9.90	1.88300	40.8
	6	-163.829	D6(可変)		
G2	7	-100.05	1.66	1.69680	55.5
	8	∞	D8(可変)		
G3	9	36.035	11.30	1.48749	70.2
	10	-41.022	1.39	1.83400	37.3
	11	44.105	9.13	1.71736	29.5
	12	-149.464	1.98		
	13(絞り)	—	D13(可変)		
G4	14	53.604	3.95	1.48749	70.2
	15	-144.409	0.16		
	16	30.802	2.39	1.88300	40.8
	17	20.34	1.12		
	18	20.444	16.42	1.49700	81.6
	19	-34.548	1.00	1.78800	47.4
	20	34.548	1.88		
	21	-311.842	2.00	1.90366	31.3
	22	-60.125			

(*:非球面)

【図4】

実施例1・諸データ				
	広角端	中間	望遠端	
(A)	D6	10.38	14.49	10.13
	D8	51.04	12.12	1.60
	D13	9.19	3.72	2.63
	f	36.25	65.26	87.01
	Bf	60.20	91.71	113.70
	FNO.	4.1	5.0	6.2
	2 ω	82.6	50.4	38.8

実施例1・非球面データ		
非球面係数	第4面	
(B)	K	-2.0237667E-04
	A3	-7.8941048E-06
	A4	3.4238341E-06
	A5	-1.0680428E-06
	A6	7.9338412E-08
	A7	-2.3939406E-09
	A8	2.4379184E-12
	A9	-2.6013593E-13
	A10	2.8743648E-14
	A11	2.1053910E-15
	A12	6.5510324E-17
	A13	-3.5588453E-21
	A14	-6.8550615E-19
	A15	4.5405327E-21
	A16	9.8592767E-22
	A17	2.5138858E-23
	A18	-3.2548866E-24
	A19	7.8715345E-26
	A20	-6.0628925E-28

【図5】

実施例2・基本レンズデータ					
	Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	νdj (ν 値数)
G1	1	138.506	2.90	1.72916	54.7
	2	34.59	16.11		
	3	∞	2.80	1.51760	63.5
	*4	35.232	8.80		
	5	70.531	10.80	1.88300	40.8
G2	6	-176.168	D6(可変)		
	7	-105.501	1.90	1.69680	55.5
G3	8	∞	D8(可変)		
	9	36.241	11.47	1.48749	70.2
	10	-43.016	1.51	1.83400	37.3
	11	42.431	9.19	1.71736	29.5
	12	-169.492	1.96		
G4	13(絞り)	—	D13(可変)		
	14	56.744	3.88	1.48749	70.2
	15	-155.32	0.16		
	16	31.449	2.49	1.88300	40.8
	17	20.639	1.10		
	18	20.774	17.02	1.49700	81.6
	19	-35.87	1.78	1.78800	47.4
	20	35.87	1.92		
	21	-423.023	2.19	1.90366	31.3
	22	-63.75			

(*:非球面)

【図6】

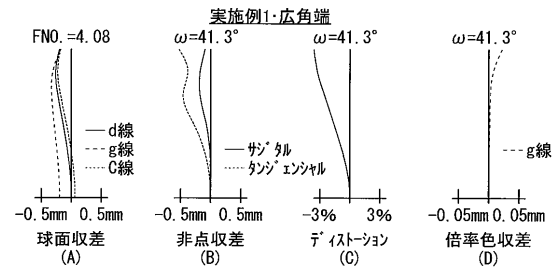
実施例2・諸 τ - τ				
	広角端	中間	望遠端	
(A)	D6	11.11	11.11	11.11
	D8	55.81	14.17	1.63
	D13	10.27	5.14	2.85
	f	36.25	65.25	86.99
	Bf	60.57	91.39	113.93
(B)	FNO.	4.08	5.00	5.80
	2ω	82.4	50.5	38.8

実施例2・非球面 τ - τ	
非球面係数	第4面
K	-1.2171998E-04
A3	-8.4568644E-06
A4	4.0407837E-06
A5	-1.0860657E-06
A6	7.9652712E-08
A7	-2.3598157E-09
A8	4.4926036E-12
A9	-2.7114102E-13
A10	2.4328472E-14
A11	1.7711939E-15
A12	6.9787860E-17
A13	1.7681123E-19
A14	-6.5651020E-19
A15	5.7379172E-21
A16	9.5280571E-22
A17	2.0624758E-23
A18	-3.2901684E-24
A19	8.8678210E-26
A20	-7.7366341E-28

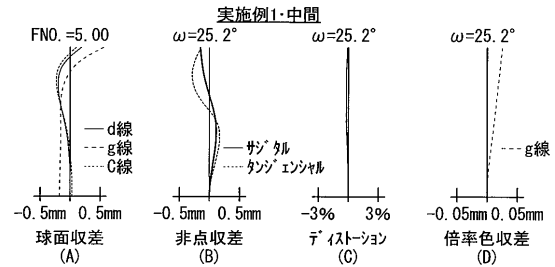
【図7】

条件式に関する値			
条件式	式の番号	実施例	
		1	2
$\Delta Z3$		46.94	45.94
$\Delta Z4$		53.50	53.36
$0.7 < \Delta Z3 / \Delta Z4 < 1.1$	(1)	0.88	0.86
$N1 > 1.75$	(2)	1.88300	1.88300
$\nu 1 > 28$	(3)	40.8	40.8
$\nu 2 > 75$	(4)	81.6	81.6

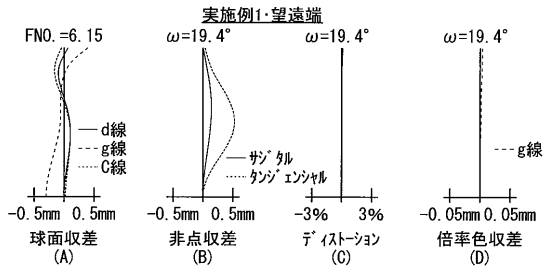
【図8】



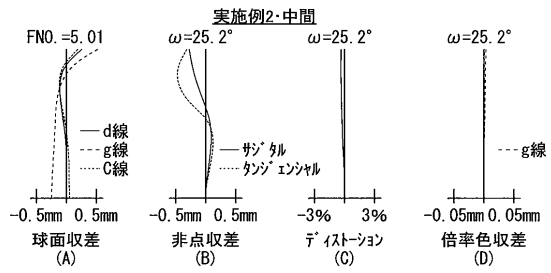
【図9】



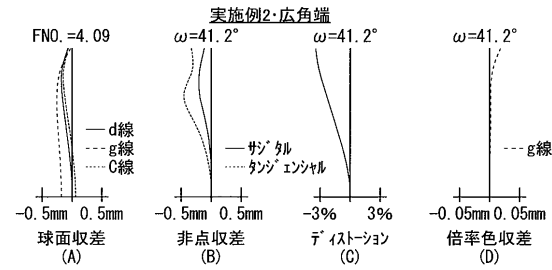
【図10】



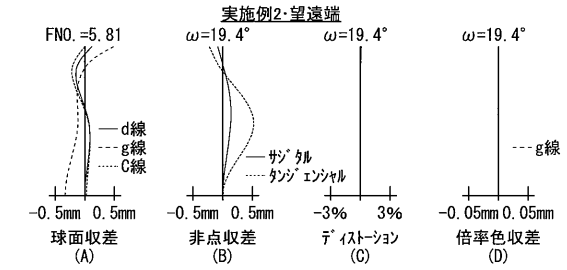
【図12】



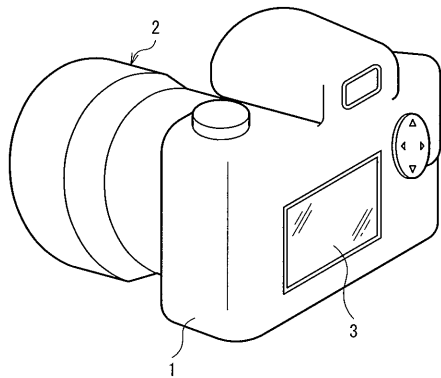
【図11】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-317644(JP,A)
特開2002-196236(JP,A)
特開2004-021223(JP,A)
特開2008-158320(JP,A)
特開2006-301393(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 15/20

G02B 13/18