

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6287647号
(P6287647)

(45) 発行日 平成30年3月7日(2018.3.7)

(24) 登録日 平成30年2月16日(2018.2.16)

(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 15 (全 33 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2014-138059 (P2014-138059) (22) 出願日 平成26年7月3日(2014.7.3) (65) 公開番号 特開2016-14841 (P2016-14841A) (43) 公開日 平成28年1月28日(2016.1.28) 審査請求日 平成29年1月12日(2017.1.12)</p>	<p>(73) 特許権者 000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号 (74) 代理人 110001357 特許業務法人つばさ国際特許事務所 (72) 発明者 上原 祐美子 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社社内 審査官 瀬戸 息吹</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】

物体側から順に、
 正の屈折力を有する第1レンズ群と、
 負の屈折力を有する第2レンズ群と、
 正の屈折力を有する第3レンズ群と、
 正の屈折力を有する第4レンズ群と、
負の屈折力を有し、少なくとも1枚の正レンズと少なくとも1枚の負レンズとで構成された第5レンズ群とからなり、

変倍に際して、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、および前記第4レンズ群の各レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第5レンズ群が固定とされ、

被写体距離が無限遠から近接に変化する際に、前記第4レンズ群が光軸に沿って物体側に移動し、

かつ、以下の条件式を満足するズームレンズ。

$$-0.97 < f w / f 1 2 w < -0.3 \dots\dots (1)$$

$$0.1 < 4 w < 0.4 \dots\dots (2)$$

ただし、

f w : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離、

f 1 2 w : 広角端における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との合成焦点距離

4 w : 広角端における前記第4レンズ群の横倍率

5 : 前記第 5 レンズ群の横倍率

とする。

【請求項 2】

前記第 4 レンズ群のレンズ構成枚数は 2 枚以下である
請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 3】

開口絞りが前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間、または前記第 3 レンズ群の内部に配置され、変倍に際し前記第 3 レンズ群と前記開口絞りとが一体的に移動する
請求項 1 または 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、
前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔が増大し、
前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔が減少し、
前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群との間隔が変化し、
前記第 4 レンズ群と前記第 5 レンズ群との間隔が増大する
請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載のズームレンズ。

10

【請求項 5】

実質的に屈折力を有さないレンズをさらに備えた
請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つに記載のズームレンズ。

【請求項 6】

物体側から順に、
正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、
負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、
正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、
正の屈折力を有する第 4 レンズ群と、
負の屈折力を有する第 5 レンズ群とからなり、
変倍に際して、前記第 1 レンズ群、前記第 2 レンズ群、前記第 3 レンズ群、および前記第 4 レンズ群の各レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第 5 レンズ群が固定とされ、
被写体距離が無限遠から近接に変化する際に、前記第 4 レンズ群が光軸に沿って物体側に移動し、

20

30

かつ、以下の条件式を満足するズームレンズ。

$$-0.97 < f_{12w} / f_{12w} < -0.3 \quad \dots\dots (1)$$

$$0.1 < 4w < 0.4 \quad \dots\dots (2)$$

$$0.52 < 1/5 < 0.8 \quad \dots\dots (3)$$

ただし、

f_{12w} : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離、

f_{12w} : 広角端における前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との合成焦点距離、

$4w$: 広角端における前記第 4 レンズ群の横倍率

5 : 前記第 5 レンズ群の横倍率

とする。

40

【請求項 7】

前記第 4 レンズ群のレンズ構成枚数は 2 枚以下である
請求項 6 に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記第 5 レンズ群は、少なくとも 1 枚の正レンズと少なくとも 1 枚の負レンズとで構成される

請求項 6 または 7 に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

開口絞りが前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間、または前記第 3 レンズ群の内部に配置され、変倍に際し前記第 3 レンズ群と前記開口絞りとが一体的に移動する

50

請求項6ないし8のいずれか1つに記載のズームレンズ。

【請求項10】

広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、
前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、
前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、
前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、
前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が増大する
請求項6ないし9のいずれか1つに記載のズームレンズ。

【請求項11】

実質的に屈折力を有さないレンズをさらに備えた

10

請求項6ないし10のいずれか1つに記載のズームレンズ。

【請求項12】

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含み、

前記ズームレンズは、

物体側から順に、

正の屈折力を有する第1レンズ群と、

負の屈折力を有する第2レンズ群と、

正の屈折力を有する第3レンズ群と、

正の屈折力を有する第4レンズ群と、

20

負の屈折力を有し、少なくとも1枚の正レンズと少なくとも1枚の負レンズとで構成された第5レンズ群とからなり、

変倍に際して、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、および前記第4レンズ群の各レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第5レンズ群が固定とされ、

被写体距離が無限遠から近接に変化する際に、前記第4レンズ群が光軸に沿って物体側に移動し、

かつ、以下の条件式を満足する撮像装置。

$$-0.97 < f_{12w} / f_{12w} < -0.3 \dots\dots (1)$$

$$0.1 < 4w < 0.4 \dots\dots (2)$$

ただし、

30

f_w : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離、

f_{12w} : 広角端における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との合成焦点距離

$4w$: 広角端における前記第4レンズ群の横倍率

5 : 前記第5レンズ群の横倍率

とする。

【請求項13】

前記ズームレンズは、実質的に屈折力を有さないレンズをさらに備える

請求項12に記載の撮像装置。

【請求項14】

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含み、

40

前記ズームレンズは、

物体側から順に、

正の屈折力を有する第1レンズ群と、

負の屈折力を有する第2レンズ群と、

正の屈折力を有する第3レンズ群と、

正の屈折力を有する第4レンズ群と、

負の屈折力を有する第5レンズ群とからなり、

変倍に際して、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、および前記第4レンズ群の各レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第5レンズ群が固定とされ、

50

被写体距離が無遠慮から近接に変化する際に、前記第4レンズ群が光軸に沿って物体側に移動し、

かつ、以下の条件式を満足する撮像装置。

$$-0.97 < f_{12w} / f_{12} < -0.3 \quad \dots\dots (1)$$

$$0.1 < 4w < 0.4 \quad \dots\dots (2)$$

$$0.52 < 1/5 < 0.8 \quad \dots\dots (3)$$

ただし、

f_{12w} : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離、

f_{12} : 広角端における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との合成焦点距離、

$4w$: 広角端における前記第4レンズ群の横倍率

5 : 前記第5レンズ群の横倍率

10

とする。

【請求項15】

前記ズームレンズは、実質的に屈折力を有さないレンズをさらに備える

請求項14に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ズームレンズ、およびズームレンズを備えた撮像装置に関する。詳しくは、一眼レフレックスカメラ、ミラーレスカメラ、およびデジタルスチルカメラ等に好適に用いられ、標準ズーム領域をカバーするズームレンズ、およびそのようなズームレンズを備えた撮像装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、一眼レフレックスカメラやミラーレスカメラの普及により、35mm版のイメージセンサに対応したレンズを提供することへの要求が高くなっている。さらに、標準ズーム領域で、開放F値が明るいレンズを提供することがユーザーから期待されている。なお、一般に、焦点距離が最も短くなる広角端状態における画角が35mm換算で24mmから35mm程度の範囲を包括し、焦点距離が最も長くなる望遠端状態での35mm換算の画角が50mmを超えるズームレンズが標準ズームレンズと呼ばれる。

30

【0003】

例えば特許文献1, 2には、一眼レフレックスカメラ等に適した大口径標準ズームレンズが提案されている。また、特許文献3には、物体側より順に正、負、正、正、負の屈折力よりなる5群構成のズームレンズが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2007-93976号公報

【特許文献2】特開2012-123156号公報

【特許文献3】特開2012-78788号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1の開示例では、35mm版対応の標準ズームレンズであるものの、F値が2.8程度しかない。また、フォーカシングに際して移動するレンズ群が3枚のレンズで構成されており、軽量化が難しかった。特許文献2の開示例においても、F値が2.8程度しかない。特許文献2の開示例ではまた、ズームレンズを構成する5つのレンズ群全てがズーミング時に動くため、可動群の重量が重くなり、また、第1レンズ群における最も物体側の面から撮像面までの距離(光学全長)の変化が大きくなる。特許文献3の開示例においては、F値が3.5程度しかなく、また、像高は35mm版よりはる

50

かに小さい設計となっている。

【0006】

そこで、35mm版のイメージセンサに対応した標準ズーム領域を有し、開放F値がF2.0程度の大口径化の図られたズームレンズの開発が望まれている。

【0007】

本開示の目的は、大口径化および高性能化が図られ、標準ズーム領域で良好な光学性能を有しながらも、フォーカス群の小型化が可能となるズームレンズ、およびそのようなズームレンズを搭載した撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本開示の第1の観点に係るズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、負の屈折力を有し、少なくとも1枚の正レンズと少なくとも1枚の負レンズとで構成された第5レンズ群とからなり、変倍に際して、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、および前記第4レンズ群の各レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第5レンズ群が固定とされ、被写体距離が無限遠から近接に変化する際に、前記第4レンズ群が光軸に沿って物体側に移動し、かつ、以下の条件式を満足するものである。

$$-0.97 < f_{12w} / f_{12w} < -0.3 \dots\dots (1)$$

$$0.1 < 4w < 0.4 \dots\dots (2)$$

ただし、

f_w : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離、

f_{12w} : 広角端における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との合成焦点距離

$4w$: 広角端における前記第4レンズ群の横倍率

5 : 前記第5レンズ群の横倍率

とする。

【0009】

本開示の第2の観点に係るズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、負の屈折力を有する第5レンズ群とからなり、変倍に際して、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、および前記第4レンズ群の各レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第5レンズ群が固定とされ、被写体距離が無限遠から近接に変化する際に、前記第4レンズ群が光軸に沿って物体側に移動し、かつ、以下の条件式を満足するものである。

$$-0.97 < f_w / f_{12w} < -0.3 \dots\dots (1)$$

$$0.1 < 4w < 0.4 \dots\dots (2)$$

$$0.52 < 1/5 < 0.8 \dots\dots (3)$$

ただし、

f_w : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離、

f_{12w} : 広角端における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との合成焦点距離、

$4w$: 広角端における前記第4レンズ群の横倍率

5 : 前記第5レンズ群の横倍率

とする。

【0010】

本開示の第1の観点に係る撮像装置は、上記本開示の第1の観点に係るズームレンズを含むものである。

【0011】

本開示の第2の観点に係る撮像装置は、上記本開示の第2の観点に係るズームレンズを含むものである。

【0012】

10

20

30

40

50

本開示によるズームレンズまたは撮像装置では、標準ズーム領域で良好な光学性能を有しながらも、フォーカス群の小型化が可能となるように、第1ないし第5の各レンズ群の構成の最適化が図られている。

【発明の効果】

【0013】

本開示のズームレンズまたは撮像装置によれば、標準ズーム領域で良好な光学性能を有しながらも、フォーカス群の小型化が可能となるように第1ないし第5の各レンズ群の構成の最適化を図るようにしたので、大口径化および高性能化が図られ、標準ズーム領域で良好な光学性能を有しながらも、フォーカス群の小型化が可能となる。

なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本開示の一実施の形態に係るズームレンズの第1の構成例を示すレンズ断面図である。

【図2】図1に示したズームレンズに具体的な数値を適用した数値実施例1における広角端での諸収差を示す収差図である。

【図3】図1に示したズームレンズに具体的な数値を適用した数値実施例1における中間焦点距離での諸収差を示す収差図である。

【図4】図1に示したズームレンズに具体的な数値を適用した数値実施例1における望遠端での諸収差を示す収差図である。

20

【図5】ズームレンズの第2の構成例を示すレンズ断面図である。

【図6】図5に示したズームレンズに具体的な数値を適用した数値実施例2における広角端での諸収差を示す収差図である。

【図7】図5に示したズームレンズに具体的な数値を適用した数値実施例2における中間焦点距離での諸収差を示す収差図である。

【図8】図5に示したズームレンズに具体的な数値を適用した数値実施例2における望遠端での諸収差を示す収差図である。

【図9】ズームレンズの第3の構成例を示すレンズ断面図である。

【図10】図9に示したズームレンズに具体的な数値を適用した数値実施例3における広角端での諸収差を示す収差図である。

30

【図11】図9に示したズームレンズに具体的な数値を適用した数値実施例3における中間焦点距離での諸収差を示す収差図である。

【図12】図9に示したズームレンズに具体的な数値を適用した数値実施例3における望遠端での諸収差を示す収差図である。

【図13】ズームレンズの第4の構成例を示すレンズ断面図である。

【図14】図13に示したズームレンズに具体的な数値を適用した数値実施例4における広角端での諸収差を示す収差図である。

【図15】図13に示したズームレンズに具体的な数値を適用した数値実施例4における中間焦点距離での諸収差を示す収差図である。

40

【図16】図13に示したズームレンズに具体的な数値を適用した数値実施例4における望遠端での諸収差を示す収差図である。

【図17】撮像装置の一構成例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本開示の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. レンズの基本構成
2. 作用・効果
3. 撮像装置への適用例

50

4. レンズの数値実施例

5. その他の実施の形態

【0016】

[1. レンズの基本構成]

図1は、本開示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。図5は、ズームレンズの第2の構成例を示している。図9は、ズームレンズの第3の構成例を示している。図13は、ズームレンズの第4の構成例を示している。これらの構成例に具体的な数値を適用した数値実施例は後述する。図1等において、Z1は光軸を示す。ズームレンズと像面IMGとの間には、撮像素子保護用のシールガラスや各種の光学フィルタFL等の光学部材が配置されていてもよい。

10

以下、本実施の形態に係るズームレンズの構成を、適宜図1等に示した構成例に対応付けて説明するが、本開示による技術は、図示した構成例に限定されるものではない。

【0017】

本実施の形態に係るズームレンズは、図1等に示したように、光軸Z1に沿って物体側より順に、第1レンズ群GR1と、第2レンズ群GR2と、第3レンズ群GR3と、第4レンズ群GR4と、第5レンズ群GR5とが配置された、実質的に5つのレンズ群で構成されている。第1レンズ群GR1は正の屈折力を有している。第2レンズ群GR2は負の屈折力を有している。第3レンズ群GR3は正の屈折力を有している。第4レンズ群GR4は正の屈折力を有している。第5レンズ群GR5は負の屈折力を有している。

【0018】

20

図1等において、上段は広角端、中段は中間焦点距離、下段は望遠端におけるレンズ群の位置を示している。実線の矢印は変倍の際の移動方向を示しており、広角端から望遠端へとズームングするに従って矢印で示す方向にレンズ群が移動する。図1等に示したように、本実施の形態に係るズームレンズは、広角端から望遠端への変倍に際して、第1レンズ群GR1、第2レンズ群GR2、第3レンズ群GR3、および第4レンズ群GR4の各レンズ群が光軸Z1に沿って移動し、第5レンズ群GR5が固定とされている。

【0019】

より詳しくは、広角端から望遠端への変倍に際して、第1レンズ群GR1と第2レンズ群GR2との間隔が増大し、第2レンズ群GR2と第3レンズ群GR3との間隔が減少し、第3レンズ群GR3と第4レンズ群GR4との間隔が変化し、第4レンズ群GR4と第5レンズ群GR5との間隔が増大するように第5レンズ群GR5以外のレンズ群が移動することが好ましい。第3レンズ群GR3と第4レンズ群GR4との間隔は、広角端から望遠端への変倍に際して増大することが好ましい。

30

【0020】

本実施の形態に係るズームレンズは、被写体距離が無限遠から近接に変化するフォーカシングの際に、第4レンズ群GR4がフォーカス群として光軸Z1に沿って物体側に移動する。

【0021】

その他、本実施の形態に係るズームレンズは、後述する所定の条件式等を満足することが望ましい。

40

【0022】

[2. 作用・効果]

次に、本実施の形態に係るズームレンズの作用および効果を説明する。併せて、本実施の形態に係るズームレンズにおける望ましい構成を説明する。

なお、本明細書に記載された効果はあくまでも例示であって限定されるものではなく、また他の効果があってもよい。

【0023】

本実施の形態に係るズームレンズによれば、35mm版のイメージセンサに対応した標準ズーム領域を有し、開放F値がF2.0程度の大口径化、および高性能化が図られ、良好な光学性能を有しながらも、フォーカス群の小型化が可能となる。

50

【 0 0 2 4 】

本実施の形態に係るズームレンズでは、上記基本構成のように、第1レンズ群GR1ないし第4レンズ群GR4の各レンズ群で分担して変倍を行うことで、所望のズーム比を小さい移動量で達成することが可能となり、光学全長の短縮に有利となる。

【 0 0 2 5 】

また、アイリスから離れた位置にある第4レンズ群GR4でフォーカシングを行うことにより、軸上と周辺の光束とが互いに離れた状態でフォーカス群を通るため、両方の収差を各々補正することができる。さらに、第3レンズ群GR3の屈折力を正とすることで、発散する光束を第3レンズ群GR3で収斂しながらフォーカス群に導くため、光束の高さを下げることができ、フォーカス群の小径化に有利となる。その上、F値がおよそ2.0となる軸上光束はほぼ平行光となってフォーカス群に入射するため、フォーカシングによる光学性能の変動を抑えることができる。

10

【 0 0 2 6 】

また、第5レンズ群GR5を固定にすることにより、少なくとも4つの点で有利となる。1つめに、第5レンズ群GR5が広角端から望遠端にいくにつれて光軸上を物体側に移動した場合（第5レンズ群GR5が可動の場合）、望遠端で第5レンズ群GR5の横倍率が大きくなり、光学全長の変化が大きくなってしまふ。これに対し、第5レンズ群GR5を固定にした場合、光学全長の変化を抑えることができる。2つめに、第5レンズ群GR5が可動の場合、第1レンズ群GR1から第4レンズ群GR4までの合成の正の屈折力が大きくなるため、第1レンズ群GR1ないし第4レンズ群GR4においてはレンズ系全体のF値よりも明るい光束となり、球面収差の補正に不利である。これに対し、第5レンズ群GR5を固定にした場合、軸上の高い光学性能を確保することができる。3つめに、第5レンズ群GR5を固定にすることで、可動群を軽量化することができる。4つめに、第5レンズ群GR5を固定にすることで、広角端と望遠端とで光束の通り方が変化しないため、収差変動を抑えることができる。

20

【 0 0 2 7 】

本実施の形態に係るズームレンズは、以下の条件式(1)を満足することが望ましい。

$$-0.97 < f_{w} / f_{12w} < -0.3 \quad \dots \dots (1)$$

ただし、

f_w : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離、

30

f_{12w} : 広角端における第1レンズ群GR1と第2レンズ群GR2との合成焦点距離、

$4w$: 広角端における第4レンズ群GR1の横倍率

とする。

【 0 0 2 8 】

条件式(1)は、広角端での軸上性能を良好にするために好ましい第1レンズ群GR1と第2レンズ群GR2との合成焦点距離を規定する式である。条件式(1)の下限値を下回った場合には、第1レンズ群GR1と第2レンズ群GR2との合成の負の屈折力が強くなり、球面収差が大きくなりすぎてしまふ。また、必要なF値を確保するための絞り径が大きくなる上、フォーカス群の軽量化も難しくなり、AF速度の高速化に不利となる。さらに、バックフォーカスが長くなりすぎるため、光学全長も大きくなり、望ましくない。条件式(1)の上限値を上回った場合には、第1レンズ群GR1と第2レンズ群GR2との合成の負の屈折力が弱くなり、バックフォーカスの確保が難しくなる。

40

【 0 0 2 9 】

一眼レフレックスカメラにおいては、バックフォーカスを確保するために、第1レンズ群GR1と第2レンズ群GR2との合成の屈折力は強い負である必要があるが、本実施の形態のズームレンズは、ミラーレスカメラへ対応させることで、確保すべきバックフォーカスをより短くすることができる。これは、第1レンズ群GR1と第2レンズ群GR2との合成の負の屈折力が強くなりすぎるのを抑制することになるため、球面収差の補正に有利となる上、絞り径および鏡筒外径の小径化や、フォーカス群の軽量化、すなわちAF(

50

オートフォーカス)速度の高速化にも効果的である。

【0030】

なお、条件式(1)は後述の条件式(2)と共に満足することが望ましい。

【0031】

また、上記効果をさらに得るためには、条件式(1)の数値範囲を以下の条件式(1)'の範囲に設定することが望ましい。

$$-0.97 < f_w / f_{12w} < -0.6 \dots\dots (1)'$$

【0032】

さらに上記効果を高めるために、数値範囲を以下の条件式(1)''の範囲に設定することが、より望ましい。

$$-0.97 < f_w / f_{12w} < -0.63 \dots\dots (1)''$$

【0033】

また、本実施の形態に係るズームレンズでは、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

$$0.1 < 4w < 0.4 \dots\dots (2)$$

ただし、

4w：広角端における第4レンズ群GR4の横倍率

とする。

【0034】

条件式(2)は、フォーカシング時の第4レンズ群GR4の移動量を小さくするために望ましい第4レンズ群GR4の横倍率を規定する式である。条件式(2)の下限値を下回った場合には、第4レンズ群GR4の正の屈折力が強くなるため、フォーカス敏感度が高くなりすぎ、製造誤差や制御誤差が厳しくなる。条件式(2)の上限値を上回った場合には、第4レンズ群GR4の正の屈折力が弱くなるため、フォーカシング時の第4レンズ群GR4の移動量が大きくなりすぎ、光学全長が大きくなるため、鏡筒の小型化に不利である。

【0035】

なお、上記効果をさらに得るためには、条件式(2)の数値範囲を以下の条件式(2)'の範囲に設定することが望ましい。

$$0.1 < 4w < 0.3 \dots\dots (2)'$$

【0036】

さらに上記効果を高めるために、数値範囲を以下の条件式(2)''の範囲に設定することが、より望ましい。

$$0.13 < 4w < 0.23 \dots\dots (2)''$$

【0037】

また、本実施の形態に係るズームレンズでは、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

$$0.52 < 1 / 5 < 0.8 \dots\dots (3)$$

ただし、

5：第5レンズ群GR5の横倍率

とする。

【0038】

条件式(3)は、鏡筒の小型化のために望ましい第5レンズ群GR5の横倍率を規定する式である。条件式(3)の下限値を下回った場合には、第5レンズ群GR5の負の屈折力が強くなるため、第1レンズ群GR1ないし第4レンズ群GR4で生じた収差を拡大しすぎてしまい、光学性能に不利である。条件式(3)の上限値を上回った場合には、第5レンズ群GR5の負の屈折力が弱くなるため、第1レンズ群GR1から第4レンズ群GR4までの合成の正の屈折力も弱くなりすぎ、光学全長が大きくなるため、小型化に不利である。また、軸上と周辺光束の収差を各々補正することも難しくなる。

【0039】

10

20

30

40

50

なお、上記効果をさらに得るためには、条件式(3)の数値範囲を以下の条件式(3)'の範囲に設定することが望ましい。

$$0.55 < 1 / 5 < 0.75 \dots\dots (3)'$$

【0040】

ここで、本実施の形態に係るズームレンズにおいて、第4レンズ群GR4は2枚以下のレンズで構成されることが望ましい。第4レンズ群GR4が2枚以下のレンズで構成されることにより、フォーカス群の軽量化に有利となり、AF速度の高速化に効果的である。また、フォーカス群となる第4レンズ群GR4が少ない枚数となっても光学性能を確保するために、第4レンズ群GR4は1枚の正レンズと1枚の負レンズとからなることが望ましい。これにより、色収差を効果的に補正することができ、距離による倍率色収差の変動も抑えることができる。また、第4レンズ群GR4を構成する複数のレンズ面のうち、少なくとも1つのレンズ面は非球面形状であることが望ましい。これにより、距離による像面湾曲等の収差変動を抑えることができる。

10

【0041】

さらに、本実施の形態に係るズームレンズにあっては、第5レンズ群GR5は少なくとも1枚の正レンズと少なくとも1枚の負レンズとで構成されることが望ましい。正レンズは周辺光束のコマ収差の補正を行い、負レンズは像面湾曲の補正に有利となる。この効果をさらに得るためには、第5レンズ群GR5は物体側から順に、負、正、負のレンズを含むことが望ましい。これにより、第5レンズ群GR5内において、軸上と周辺光束は互いに離れた状態で正レンズを通るため、コマ収差を効果的に補正することができる。

20

【0042】

さらに、本実施の形態に係るズームレンズにあっては、開口絞りSが第2レンズ群GR2と第3レンズ群GR3との間、または第3レンズ群GR3の内部に配置され、変倍に際し第3レンズ群GR3と開口絞りSとが一体的に移動することが望ましい。広角端から望遠端に行くにつれて開口絞りSが光軸上を物体側に移動することで、第2レンズ群GR2から出た光束は発散しすぎずに開口絞りSを通過するため、開口絞りSの径を小さく抑えることができ、鏡筒の小径化に有利となる。

【0043】

[3. 撮像装置への適用例]

図17は、本実施の形態に係るズームレンズを適用した撮像装置100の一構成例を示している。この撮像装置100は、例えばデジタルスチルカメラであり、カメラブロック10と、カメラ信号処理部20と、画像処理部30と、LCD(Liquid Crystal Display)40と、R/W(リーダー/ライター)50と、CPU(Central Processing Unit)60と、入力部70と、レンズ駆動制御部80とを備えている。

30

【0044】

カメラブロック10は、撮像機能を担うものであり、ズームレンズ11を含む光学系と、CCD(Charge Coupled Devices)やCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)等の撮像素子12とを有している。撮像素子12は、ズームレンズ11によって形成された光学像を電気信号へ変換することで、光学像に応じた撮像信号(画像信号)を出力するようになっている。ズームレンズ11として、図1、図5、図9および図13に示した各構成例のズームレンズ1~4を適用可能である。

40

【0045】

カメラ信号処理部20は、撮像素子12から出力された画像信号に対してアナログ-デジタル変換、ノイズ除去、画質補正、輝度・色差信号への変換等の各種の信号処理を行うものである。

【0046】

画像処理部30は、画像信号の記録再生処理を行うものであり、所定の画像データフォーマットに基づく画像信号の圧縮符号化・伸張復号化処理や解像度等のデータ仕様の変換処理等を行うようになっている。

【0047】

50

L C D 4 0 は、ユーザの入力部 7 0 に対する操作状態や撮影した画像等の各種のデータを表示する機能を有している。R / W 5 0 は、画像処理部 3 0 によって符号化された画像データのメモリカード 1 0 0 0 への書込、およびメモリカード 1 0 0 0 に記録された画像データの読み出しを行うものである。メモリカード 1 0 0 0 は、例えば、R / W 5 0 に接続されたスロットに対して着脱可能な半導体メモリーである。

【 0 0 4 8 】

C P U 6 0 は、撮像装置 1 0 0 に設けられた各回路ブロックを制御する制御処理部として機能するものであり、入力部 7 0 からの指示入力信号等に基づいて各回路ブロックを制御するようになっている。入力部 7 0 は、ユーザによって所要の操作が行われる各種のスイッチ等からなる。入力部 7 0 は例えば、シャッター操作を行うためのシャッターリリースボタンや、動作モードを選択するための選択スイッチ等によって構成され、ユーザによる操作に応じた指示入力信号を C P U 6 0 に対して出力するようになっている。レンズ駆動制御部 8 0 は、カメラブロック 1 0 に配置されたレンズの駆動を制御するものであり、C P U 6 0 からの制御信号に基づいてズームレンズ 1 1 の各レンズを駆動する図示しないモータ等を制御するようになっている。

【 0 0 4 9 】

以下に、撮像装置 1 0 0 における動作を説明する。

撮影の待機状態では、C P U 6 0 による制御の下で、カメラブロック 1 0 において撮影された画像信号が、カメラ信号処理部 2 0 を介して L C D 4 0 に出力され、カメラスルー画像として表示される。また、例えば入力部 7 0 からのズームリングやフォーカシングのための指示入力信号が入力されると、C P U 6 0 がレンズ駆動制御部 8 0 に制御信号を出力し、レンズ駆動制御部 8 0 の制御に基づいてズームレンズ 1 1 の所定のレンズが移動する。

【 0 0 5 0 】

入力部 7 0 からの指示入力信号によりカメラブロック 1 0 の図示しないシャッターが動作されると、撮影された画像信号がカメラ信号処理部 2 0 から画像処理部 3 0 に出力されて圧縮符号化処理され、所定のデータフォーマットのデジタルデータに変換される。変換されたデータは R / W 5 0 に出力され、メモリカード 1 0 0 0 に書き込まれる。

【 0 0 5 1 】

なお、フォーカシングは、例えば、入力部 7 0 のシャッターリリースボタンが半押しされた場合や記録（撮影）のために全押しされた場合等に、C P U 6 0 からの制御信号に基づいてレンズ駆動制御部 8 0 がズームレンズ 1 1 の所定のレンズを移動させることにより行われる。

【 0 0 5 2 】

メモリカード 1 0 0 0 に記録された画像データを再生する場合には、入力部 7 0 に対する操作に応じて、R / W 5 0 によってメモリカード 1 0 0 0 から所定の画像データが読み出され、画像処理部 3 0 によって伸張復号化処理が行われた後、再生画像信号が L C D 4 0 に出力されて再生画像が表示される。

【 0 0 5 3 】

なお、上記した実施の形態においては、撮像装置をデジタルスチルカメラに適用した例を示したが、撮像装置の適用範囲はデジタルスチルカメラに限られることはなく、他の種々の撮像装置に適用可能である。例えば、デジタル一眼レフカメラ、デジタルノンフレックスカメラ、デジタルビデオカメラに適用することができる。また、カメラが組み込まれた携帯電話や、カメラが組み込まれた情報端末等のデジタル入出力機器のカメラ部等として広く適用することができる。また、レンズ交換式のカメラにも適用することができる。

【実施例】

【 0 0 5 4 】

< 4 . レンズの数値実施例 >

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。ここ

では、図1、図5、図9および図13に示した各構成例のズームレンズ1～4に、具体的な数値を適用した数値実施例を説明する。

【0055】

なお、以下の各表や説明において示した記号の意味等については、下記に示す通りである。「 S_i 」は、最も物体側から順次増加するようにして符号を付した*i*番目の面の番号を示している。「 r_i 」は、*i*番目の面の近軸の曲率半径の値(mm)を示す。「 d_i 」は*i*番目の面と*i*+1番目の面との間の光軸上の間隔の値(mm)を示す。「 N_i 」は*i*番目の面を有する光学要素の材質の*d*線(波長587.6nm)における屈折率の値を示す。「 i 」は*i*番目の面を有する光学要素の材質の*d*線におけるアッペ数の値を示す。「 r_i 」の値が「 ∞ 」となっている部分は平面、または絞り面(開口絞りS)を示す。「 S_i 」において「STO」と記した面は開口絞りSであることを示す。「 f 」はレンズ系全体の焦点距離、「 Fno 」はFナンバー、「 ω 」は半画角を示す。

10

【0056】

各数値実施例において用いられたレンズには、レンズ面が非球面に形成されたものがある。「 S_i 」において「ASP」と記した面は非球面であることを示す。非球面形状は以下の非球面の式によって定義される。なお、後述する非球面係数を示す各表において、「 $E-i$ 」は10を底とする指数表現、すなわち、「 10^{-i} 」を表しており、例えば、「0.12345E-05」は「 0.12345×10^{-5} 」を表している。

【0057】

(非球面の式)

$$x = cy^2 / [1 + \{1 - (1 + K)c^2y^2\}^{1/2}] + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10}$$

20

【0058】

ここで、

- x : サグ量(レンズ面頂点からの光軸方向の距離)
- y : 光軸と垂直な方向の高さ
- c : レンズ頂点での近軸曲率(近軸曲率半径の逆数)
- K : 円錐定数
- A : 4次の非球面係数
- B : 6次の非球面係数
- C : 8次の非球面係数
- D : 10次の非球面係数

30

である。

【0059】

(各数値実施例に共通の構成)

以下の各数値実施例が適用されるズームレンズ1～4はいずれも、上記したレンズの基本構成および、望ましい条件を満足した構成となっている。すなわち、ズームレンズ1～4はいずれも、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群GR1と、負の屈折力を有する第2レンズ群GR2と、正の屈折力を有する第3レンズ群GR3と、正の屈折力を有する第4レンズ群GR4と、負の屈折力を有する第5レンズ群GR5とが配置された、実質的に5つのレンズ群で構成されている。

40

【0060】

ズームレンズ1～4はいずれも、広角端から望遠端への変倍に際して、第1レンズ群GR1と第2レンズ群GR2との間隔が増大し、第2レンズ群GR2と第3レンズ群GR3との間隔が減少し、第3レンズ群GR3と第4レンズ群GR4との間隔が変化し、第4レンズ群GR4と第5レンズ群GR5との間隔が増大するように第5レンズ群GR5以外のレンズ群が移動する。第3レンズ群GR3と第4レンズ群GR4との間隔は、広角端から望遠端への変倍に際して増大する。

【0061】

ズームレンズ1～4はいずれも、被写体距離が無限遠から近接に変化するフォーカシングの際に、第4レンズ群GR4がフォーカス群として光軸Z1に沿って物体側に移動する

50

。

【 0 0 6 2 】

[数値実施例 1]

[表 1] に、図 1 に示したズームレンズ 1 に具体的な数値を適用した数値実施例 1 のレンズデータを示す。ズームレンズ 1 において、第 6 面、第 9 面、第 16 面、第 21 面、第 23 面、第 25 面、第 32 面には非球面が形成されている。それらの非球面における 4 次、6 次、8 次、10 次の非球面係数 A、B、C、D の値を円錐定数 の値と共に [表 2] に示す。

【 0 0 6 3 】

[表 3] には、広角端と、中間焦点距離と、望遠端とにおけるそれぞれのレンズ系全体の焦点距離 f 、F ナンバー Fno 、および半画角 の値を示す。ズームレンズ 1 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 GR 1 と第 2 レンズ群 GR 2 との間の間隔 d_5 が変化する。また、第 2 レンズ群 GR 2 と第 3 レンズ群 GR 3 との間の間隔 d_{14} が変化する。また、第 3 レンズ群 GR 3 と第 4 レンズ群 GR 4 との間の間隔 d_{20} が変化する。また、第 4 レンズ群 GR 4 と第 5 レンズ群 GR 5 との間の間隔 d_{23} が変化する。これらの広角端、中間焦点距離、および望遠端における可変間隔の値を、[表 4] に示す。

【 0 0 6 4 】

【表 1】

実施例 1					
レンズ群	Si	ri	di	Ni	νi
GR1	1	90.0494	3.040	1.9229	20.8804
	2	57.0611	12.000	1.7725	49.6243
	3	219.0594	0.240		
	4	80.8084	6.506	1.7130	53.9389
	5	251.2588	(d5)		
GR2	6(ASP)	201.3158	0.080	1.5164	0.0522
	7	134.4662	1.500	1.7570	47.8232
	8	19.0158	8.022		
	9(ASP)	-49.6650	1.200	1.7725	49.4646
	10	56.0815	0.240		
	11	43.9697	5.113	1.8052	25.4564
	12	-60.8724	2.059		
	13	-28.2594	1.200	1.8830	40.8054
	14	-55.1381	(d14)		
	15(STO)	∞	1.500		
GR3	16(ASP)	125.1769	3.443	1.8208	42.7064
	17	-85.6283	18.924		
	18	-1747.8290	1.500	1.7847	25.7208
	19	56.0364	9.000	1.4970	81.6084
	20	-50.9269	(d20)		
GR4	21(ASP)	38.1179	9.597	1.5533	71.6846
	22	-53.8530	2.368	1.8211	24.0583
	23(ASP)	-53.2647	(d23)		
GR5	24	73.7055	1.200	1.7725	49.4646
	25(ASP)	26.7355	11.514		
	26	-43.3416	1.500	1.7725	49.6243
	27	-110.7747	1.513		
	28	71.5979	9.000	1.6177	49.8151
	29	-48.0827	1.000		
	30	180.5565	1.983	1.8052	25.4564
	31	66.3499	0.080	1.5164	0.0522
	32(ASP)	88.7018	29.257		
	33	∞	2.000	1.5168	64.1983
	34	∞	1.000		

【 0 0 6 5 】

【表 2】

実施例 1					
Si	κ	A	B	C	D
6	0.00000E+00	5.91579E-06	-1.25309E-08	1.94334E-11	-1.06928E-14
9	0.00000E+00	9.99102E-07	1.13716E-08	-1.17086E-11	7.84671E-15
16	0.00000E+00	-2.93858E-06	-4.99298E-10	0.00000E+00	0.00000E+00
21	0.00000E+00	-3.37180E-06	-1.21270E-09	0.00000E+00	0.00000E+00
23	0.00000E+00	1.55061E-06	-1.77309E-10	-1.30718E-13	4.52141E-16
25	0.00000E+00	3.87113E-07	2.48038E-09	-1.56584E-12	1.56889E-14
32	0.00000E+00	6.38403E-06	-2.54341E-09	1.39074E-11	-2.11192E-14

10

【0066】

【表 3】

実施例 1			
	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	28.84	45.32	66.50
Fno	2.06	2.06	2.06
ω	36.87	25.52	18.02

20

【0067】

【表 4】

実施例 1			
	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	28.84	45.32	66.50
d5	1.50	11.83	25.91
d14	23.70	8.02	2.00
d20	3.67	4.55	6.05
d23	1.58	7.62	9.74

30

【0068】

図 1 に示したズームレンズ 1 において、第 1 レンズ群 GR 1 は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ G 1 および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ G 2 からなる接合レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ G 3 とが、物体側より像側へ順に配置されて構成されている。

40

【0069】

第 2 レンズ群 GR 2 は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ G 4 と、両凹形状の負レンズ G 5 と、両凸形状の正レンズ G 6 と、像側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ G 7 とが、物体側より像側へ順に配置されて構成されている。

【0070】

第 3 レンズ群 GR 3 は、両凸形状の正レンズ G 8 と、両凹形状の負レンズ G 9 および両

50

凸形状の正レンズG 1 0 からなる接合レンズとが、物体側より像側へ順に配置されて構成されている。

【 0 0 7 1 】

第4レンズ群GR 4 は、両凸形状の正レンズG 1 1 および像側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG 1 2 からなる接合レンズによって構成されている。

【 0 0 7 2 】

第5レンズ群GR 5 は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG 1 3 と、像側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG 1 4 と、両凸形状の正レンズG 1 5 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG 1 6 とが、物体側より像側へ順に配置されて構成されている。

10

【 0 0 7 3 】

第5レンズ群GR 5 と像面IMGの間には光学フィルタFLが配置されている。開口絞りSは、第3レンズ群GR 3 の物体側（第2レンズ群GR 2 と第3レンズ群GR 3 との間）に配置され、第3レンズ群GR 3 と一体に移動する。

【 0 0 7 4 】

図2～図4に、数値実施例1における諸収差を示す。図2には広角端、図3には中間焦点距離、図4には望遠端における諸収差を示す。図2～図4には諸収差として、球面収差、非点収差（像面湾曲）、およびディストーション（歪曲収差）を示す。像面湾曲の収差図において実線（S）はサジタル像面、破線（M）はメリディオナル像面における値を示す。

20

【 0 0 7 5 】

各収差図から分かるように、数値実施例1に係るズームレンズ1は、広角端、中間焦点距離、および望遠端において、各収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

【 0 0 7 6 】

[数値実施例 2]

[表 5] に、図 5 に示したズームレンズ 2 に具体的な数値を適用した数値実施例 2 のレンズデータを示す。ズームレンズ 2 において、第 6 面、第 1 6 面、第 2 1 面、第 2 3 面、第 2 5 面、第 3 2 面には非球面が形成されている。それらの非球面における 4 次、6 次、8 次、1 0 次の非球面係数 A、B、C、D の値を円錐定数 の値と共に [表 6] に示す。

30

【 0 0 7 7 】

[表 7] には、広角端と、中間焦点距離と、望遠端とにおけるそれぞれのレンズ系全体の焦点距離 f 、F ナンバー Fno 、および半画角 の値を示す。ズームレンズ 2 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 GR 1 と第 2 レンズ群 GR 2 との間の間隔 $d 5$ が変化する。また、第 2 レンズ群 GR 2 と第 3 レンズ群 GR 3 との間の間隔 $d 1 4$ が変化する。また、第 3 レンズ群 GR 3 と第 4 レンズ群 GR 4 との間の間隔 $d 2 0$ が変化する。また、第 4 レンズ群 GR 4 と第 5 レンズ群 GR 5 との間の間隔 $d 2 3$ が変化する。これらの広角端、中間焦点距離、および望遠端における可変間隔の値を、[表 8] に示す。

【 0 0 7 8 】

40

【表 5】

実施例 2					
レンズ群	Si	ri	di	Ni	vi
GR1	1	111.4472	3.040	1.9229	20.8804
	2	72.9655	12.000	1.7725	49.6243
	3	394.1209	0.240		
	4	124.0913	4.689	1.7130	53.9389
	5	283.9158	(d5)		
GR2	6(ASP)	797.3454	0.080	1.5164	52.2000
	7	140.1704	1.500	1.7570	47.8232
	8	23.9763	9.243		
	9	-54.5860	1.200	1.7725	49.4646
	10	69.8787	0.240		
	11	53.1375	6.703	1.8052	25.4564
	12	-65.0454	4.142		
	13	-29.8259	1.203	1.8830	40.8054
	14	-53.8260	(d14)		
	15(STO)	∞	1.500		
GR3	16(ASP)	86.5161	4.323	1.8208	42.7064
	17	-104.8693	20.112		
	18	-535.3601	1.500	1.7847	25.7208
	19	49.7041	9.000	1.4970	81.6084
	20	-58.0219	(d20)		
GR4	21(ASP)	36.1918	9.418	1.5533	71.6846
	22	-62.5605	5.000	1.8211	24.0583
	23(ASP)	-57.5040	(d23)		
GR5	24	85.4550	1.200	1.7725	49.4646
	25(ASP)	26.6112	9.181		
	26	-74.3622	1.500	1.7725	49.6243
	27	106.8128	1.682		
	28	51.1422	8.784	1.6177	49.8151
	29	-59.1396	1.000		
	30	86.3930	7.640	1.8052	25.4564
	31	68.8001	0.080	1.5164	52.2000
	32(ASP)	75.6441	24.944		
	33	∞	2.000	1.5168	64.1983
	34	∞	1.000		

【 0 0 7 9 】

【表 6】

実施例 2					
Si	κ	A	B	C	D
6	0.00000E+00	4.43558E-06	-1.50231E-09	-1.35202E-12	5.28155E-15
16	0.00000E+00	-1.93189E-06	-3.46372E-10	0.00000E+00	0.00000E+00
21	0.00000E+00	-3.49645E-06	-1.66478E-09	0.00000E+00	0.00000E+00
23	0.00000E+00	2.15098E-06	-1.97876E-09	2.66725E-12	-1.37983E-15
25	0.00000E+00	2.28631E-07	6.40680E-09	-1.77095E-11	3.12369E-14
32	0.00000E+00	5.07842E-06	1.95770E-09	-1.42628E-12	9.64691E-15

10

【0080】

【表 7】

実施例 2			
	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	28.84	45.32	66.50
Fno	2.05	2.04	2.05
ω	36.87	25.52	18.02

20

【0081】

【表 8】

実施例 2			
	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	28.84	45.32	66.50
d5	1.50	13.59	34.53
d14	30.09	9.63	2.68
d20	2.75	5.77	7.72
d23	1.50	8.11	10.49

30

【0082】

図 5 に示したズームレンズ 2 において、第 1 レンズ群 GR 1 は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ G 1 および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ G 2 からなる接合レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ G 3 とが、物体側より像側へ順に配置されて構成されている。

40

【0083】

第 2 レンズ群 GR 2 は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ G 4 と、両凹形状の負レンズ G 5 と、両凸形状の正レンズ G 6 と、像側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ G 7 とが、物体側より像側へ順に配置されて構成されている。

【0084】

第 3 レンズ群 GR 3 は、両凸形状の正レンズ G 8 と、両凹形状の負レンズ G 9 および両凸形状の正レンズ G 10 からなる接合レンズとが、物体側より像側へ順に配置されて構成されている。

50

【 0 0 8 5 】

第4レンズ群GR4は、両凸形状の正レンズG11および像側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG12からなる接合レンズによって構成されている。

【 0 0 8 6 】

第5レンズ群GR5は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG13と、両凹形状の負レンズG14と、両凸形状の正レンズG15と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG16とが、物体側より像側へ順に配置されて構成されている。

【 0 0 8 7 】

第5レンズ群GR5と像面IMGの間には光学フィルタFLが配置されている。開口絞りSは、第3レンズ群GR3の物体側（第2レンズ群GR2と第3レンズ群GR3との間）に配置され、第3レンズ群GR3と一体に移動する。

10

【 0 0 8 8 】

図6～図8に、数値実施例2における諸収差を示す。図6には広角端、図7には中間焦点距離、図8には望遠端における諸収差を示す。図6～図8には諸収差として、球面収差、非点収差（像面湾曲）、およびディストーション（歪曲収差）を示す。像面湾曲の収差図において実線（S）はサジタル像面、破線（M）はメリディオナル像面における値を示す。

【 0 0 8 9 】

各収差図から分かるように、数値実施例2に係るズームレンズ2は、広角端、中間焦点距離、および望遠端において、各収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

20

【 0 0 9 0 】

[数値実施例 3]

[表9]に、図9に示したズームレンズ3に具体的な数値を適用した数値実施例3のレンズデータを示す。ズームレンズ3において、第6面、第9面、第14面、第20面、第22面、第24面、第31面には非球面が形成されている。それらの非球面における4次、6次、8次、10次の非球面係数A、B、C、Dの値を円錐定数の値と共に[表10]に示す。

【 0 0 9 1 】

[表11]には、広角端と、中間焦点距離と、望遠端とにおけるそれぞれのレンズ系全体の焦点距離 f 、Fナンバー Fno 、および半画角の値を示す。ズームレンズ3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GR1と第2レンズ群GR2との間の間隔 $d5$ が変化する。また、第2レンズ群GR2と第3レンズ群GR3との間の間隔 $d13$ が変化する。また、第3レンズ群GR3と第4レンズ群GR4との間の間隔 $d19$ が変化する。また、第4レンズ群GR4と第5レンズ群GR5との間の間隔 $d22$ が変化する。これらの広角端、中間焦点距離、および望遠端における可変間隔の値を、[表12]に示す。

30

【 0 0 9 2 】

【表 9】

実施例 3					
レス群	Si	ri	di	Ni	vi
GR1	1	151.3123	3.040	1.9229	20.8804
	2	100.1830	12.000	1.7725	49.6243
	3	327.9194	0.240		
	4	140.1424	7.756	1.7130	53.9389
	5	473.5945	(d5)		
GR2	6(ASP)	108.2609	0.080	1.5164	0.0522
	7	83.3941	1.500	1.7570	47.8232
	8	26.8810	12.548		
	9(ASP)	-53.6217	1.200	1.7725	49.4646
	10	34.3345	10.089	1.8052	25.4564
	11	-113.4752	5.550		
	12	-29.2130	1.203	1.8830	40.8054
GR3	13	-40.9841	(d13)		
	14(ASP)	85.5029	8.626	1.8061	40.7306
	15	-100.6471	15.123		
	16(STO)	∞	3.992		
	17	-322.7039	1.500	1.8052	25.4564
	18	51.8388	9.000	1.4970	81.6084
GR4	19	-59.2107	(d19)		
	20(ASP)	38.9241	10.396	1.5533	71.6846
	21	-54.6961	5.000	1.8211	24.0583
GR5	22(ASP)	-57.9663	(d22)		
	23	67.0933	1.538	1.7725	49.4646
	24(ASP)	26.2646	10.759		
	25	-52.3767	1.500	1.7725	49.6243
	26	165.4576	5.338		
	27	75.5887	8.281	1.6177	49.8151
	28	-51.0984	1.000		
	29	45.6981	12.000	1.8052	25.4564
	30	45.1379	0.080	1.5164	52.2000
	31(ASP)	48.1094	21.200		
	32	∞	2.000	1.5168	64.1983
	33	∞	1.000		

10

20

30

40

【 0 0 9 3 】

【表 1 0】

実施例 3					
Si	κ	A	B	C	D
6	0.00000. E+00	1.63522. E-06	-1.92757. E-09	1.99910. E-12	-7.64982. E-16
9	0.00000. E+00	1.31812. E-06	5.33195. E-09	-1.00732. E-11	1.50413. E-14
14	0.00000. E+00	-1.80392. E-06	-3.38838. E-10	0.00000. E+00	0.00000. E+00
20	0.00000. E+00	-3.41585. E-06	-1.66025. E-09	0.00000. E+00	0.00000. E+00
22	0.00000. E+00	1.29086. E-06	-2.06465. E-09	3.35869. E-12	-2.58127. E-15
24	0.00000. E+00	-5.22447. E-07	5.09641. E-09	-1.41772. E-11	3.08293. E-14
31	0.00000. E+00	5.45956. E-06	2.38978. E-09	-6.20874. E-12	1.65685. E-14

10

【0094】

【表 1 1】

実施例 3			
	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	28.84	45.32	66.50
Fno	2.05	2.05	2.05
ω	36.87	25.52	18.02

20

【0095】

【表 1 2】

実施例 3			
	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	28.84	45.32	66.50
d5	1.50	16.30	44.76
d13	30.88	9.19	2.40
d19	2.93	6.01	9.07
d22	1.50	9.12	11.75

30

【0096】

図9に示したズームレンズ3において、第1レンズ群GR1は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG1および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズG2からなる接合レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズG3とが、物体側より像側へ順に配置されて構成されている。

40

【0097】

第2レンズ群GR2は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG4と、両凹形状の負レンズG5および両凸形状の正レンズG6からなる接合レンズと、像側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG7とが、物体側より像側へ順に配置されて構成されている。

【0098】

50

第3レンズ群GR3は、両凸形状の正レンズG8と、両凹形状の負レンズG9および両凸形状の正レンズG10からなる接合レンズとが、物体側より像側へ順に配置されて構成されている。

【0099】

第4レンズ群GR4は、両凸形状の正レンズG11および像側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG12からなる接合レンズによって構成されている。

【0100】

第5レンズ群GR5は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG13と、両凹形状の負レンズG14と、両凸形状の正レンズG15と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG16とが、物体側より像側へ順に配置されて構成されている。

10

【0101】

第5レンズ群GR5と像面IMGの間には光学フィルタFLが配置されている。開口絞りSは、第3レンズ群GR3の内部に配置され、第3レンズ群GR3と一体に移動する。

【0102】

図10～図12に、数値実施例3における諸収差を示す。図10には広角端、図11には中間焦点距離、図12には望遠端における諸収差を示す。図10～図12には諸収差として、球面収差、非点収差（像面湾曲）、およびディストーション（歪曲収差）を示す。像面湾曲の収差図において実線（S）はサジタル像面、破線（M）はメリディオナル像面における値を示す。

【0103】

20

各収差図から分かるように、数値実施例3に係るズームレンズ3は、広角端、中間焦点距離、および望遠端において、各収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

【0104】

[数値実施例4]

[表13]に、図13に示したズームレンズ4に具体的な数値を適用した数値実施例3のレンズデータを示す。ズームレンズ4において、第6面、第9面、第16面、第21面、第23面、第25面、第32面には非球面が形成されている。それらの非球面における4次、6次、8次、10次の非球面係数A、B、C、Dの値を円錐定数の値と共に[表14]に示す。

30

【0105】

[表15]には、広角端と、中間焦点距離と、望遠端とにおけるそれぞれのレンズ系全体の焦点距離 f 、Fナンバー Fno 、および半画角の値を示す。ズームレンズ4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GR1と第2レンズ群GR2との間の間隔 $d5$ が変化する。また、第2レンズ群GR2と第3レンズ群GR3との間の間隔 $d14$ が変化する。また、第3レンズ群GR3と第4レンズ群GR4との間の間隔 $d20$ が変化する。また、第4レンズ群GR4と第5レンズ群GR5との間の間隔 $d23$ が変化する。これらの広角端、中間焦点距離、および望遠端における可変間隔の値を、[表16]に示す。

【0106】

40

【表 1 3】

実施例 4					
レンズ群	Si	ri	di	Ni	νi
GR1	1	127.5936	3.040	1.9229	20.8804
	2	79.9162	12.000	1.8830	40.8054
	3	227.3051	0.240		
	4	100.7862	8.389	1.5928	68.6244
	5	313.5772	(d5)		
GR2	6 (ASP)	116.9209	0.080	1.5164	52.2000
	7	100.0000	1.500	1.7440	44.7200
	8	23.8726	15.988		
	9 (ASP)	-52.0908	1.200	1.6935	53.2008
	10	85.1863	0.240		
	11	62.5926	6.448	1.9229	20.8804
	12	-123.3170	5.873		
	13	-33.8300	1.600	1.8830	40.8054
	14	-48.8987	(d14)		
	15 (STO)	∞	1.500		
GR3	16 (ASP)	37.7616	10.000	1.8208	42.7064
	17	-332.8614	3.133		
	18	48.7768	1.500	1.7847	25.7208
	19	20.7884	5.549	1.4970	81.6084
	20	31.6060	(d20)		
GR4	21 (ASP)	40.7541	12.000	1.5533	71.6846
	22	-22.4023	5.000	1.8211	24.0583
	23 (ASP)	-37.6571	(d23)		
GR5	24	-74.6246	1.200	1.7725	49.4646
	25 (ASP)	49.4407	4.942		
	26	71.8397	3.027	1.7725	49.6243
	27	420.1569	1.000		
	28	112.0967	5.521	1.9229	20.8804
	29	-65.3253	1.000		
	30	339.5118	6.341	1.9212	23.9561
	31	42.2918	0.080	1.5164	52.2000
	32 (ASP)	52.2207	25.351		
	33	∞	2.000	1.5168	64.1983
	34	∞	1.000		

【 0 1 0 7 】

【表 1 4】

実施例 4					
Si	κ	A	B	C	D
6	0.00000E+00	1.27253E-06	-4.16916E-10	-1.56544E-13	1.88094E-16
9	0.00000E+00	7.34632E-07	1.92400E-09	-1.24742E-12	3.65631E-15
16	0.00000E+00	-1.70625E-06	-1.38485E-09	0.00000E+00	0.00000E+00
21	0.00000E+00	-5.49393E-06	-2.25388E-09	0.00000E+00	0.00000E+00
23	0.00000E+00	5.45069E-07	-4.44352E-09	5.40461E-12	-6.97006E-15
25	0.00000E+00	-1.06375E-06	1.32379E-09	-8.28202E-13	-1.53978E-15
32	0.00000E+00	6.91915E-06	1.54371E-08	-3.49556E-11	5.46015E-14

10

【 0 1 0 8 】

【表 1 5】

実施例 4			
	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	28.84	42.68	66.50
Fno	2.05	2.06	2.05
ω	36.87	26.88	18.02

20

【 0 1 0 9 】

【表 1 6】

実施例 4			
	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	28.84	42.68	66.50
d5	1.50	15.15	38.05
d14	40.83	23.01	12.40
d20	2.99	4.04	7.47
d23	1.50	5.95	8.45

30

【 0 1 1 0 】

図 1 3 に示したズームレンズ 4 において、第 1 レンズ群 G R 1 は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ G 1 および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ G 2 からなる接合レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ G 3 とが、物体側より像側へ順に配置されて構成されている。

40

【 0 1 1 1 】

第 2 レンズ群 G R 2 は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ G 4 と、両凹形状の負レンズ G 5 と、両凸形状の正レンズ G 6 と、像側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ G 7 とが、物体側より像側へ順に配置されて構成されている。

【 0 1 1 2 】

第 3 レンズ群 G R 3 は、両凸形状の正レンズ G 8 と、物体側に凸面を向けたメニスカス

50

形状の負レンズG 9および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズG 10からなる接合レンズとが、物体側より像側へ順に配置されて構成されている。

【0113】

第4レンズ群GR 4は、両凸形状の正レンズG 11および像側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG 12からなる接合レンズによって構成されている。

【0114】

第5レンズ群GR 5は、両凹形状の負レンズG 13と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG 14と、両凸形状の正レンズG 15と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG 16とが、物体側より像側へ順に配置されて構成されている。

【0115】

第5レンズ群GR 5と像面IMGの間には光学フィルタFLが配置されている。開口絞りSは、第3レンズ群GR 3の物体側（第2レンズ群GR 2と第3レンズ群GR 3との間）に配置され、第3レンズ群GR 3と一体に移動する。

【0116】

図14～図16に、数値実施例4における諸収差を示す。図14には広角端、図15には中間焦点距離、図16には望遠端における諸収差を示す。図14～図16には諸収差として、球面収差、非点収差（像面湾曲）、およびディストーション（歪曲収差）を示す。像面湾曲の収差図において実線（S）はサジタル像面、破線（M）はメリディオナル像面における値を示す。

【0117】

各収差図から分かるように、数値実施例4に係るズームレンズ4は、広角端、中間焦点距離、および望遠端において、各収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

【0118】

[各実施例のその他の数値データ]

[表17]には、上述の各条件式に関する値を、各数値実施例についてまとめたものを示す。[表17]から分かるように、各条件式について、各数値実施例の値がその数値範囲内となっている。

【0119】

【表17】

	条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
	fw	28.84	28.84	28.84	28.84
	f12w	-30.00	-32.92	-34.51	-45.03
(1)	fw/f12w	-0.96	-0.88	-0.84	-0.64
(2)	β_{4w}	0.16	0.20	0.20	0.19
	β_5	1.71	1.76	1.63	1.37
(3)	$1/\beta_5$	0.59	0.57	0.61	0.73

【0120】

< 5 . その他の実施の形態 >

本開示による技術は、上記実施の形態および実施例の説明に限定されず種々の変形実施が可能である。

例えば、上記各数値実施例において示した各部の形状および数値は、いずれも本技術を実施するための具体化のほんの一例に過ぎず、これらによって本技術の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならないものである。

【0121】

また、上記実施の形態および実施例では、実質的に5つのレンズ群からなる構成について説明したが、実質的に屈折力を有さないレンズをさらに備えた構成であっても良い。

【0122】

また例えば、本技術は以下のような構成を取ることができる。

[1]

物体側から順に、

正の屈折力を有する第1レンズ群と、

負の屈折力を有する第2レンズ群と、

正の屈折力を有する第3レンズ群と、

正の屈折力を有する第4レンズ群と、

負の屈折力を有する第5レンズ群とからなり、

変倍に際して、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、および前記第4レンズ群の各レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第5レンズ群が固定とされ、

被写体距離が無限遠から近接に変化する際に、前記第4レンズ群が光軸に沿って物体側に移動し、

かつ、以下の条件式を満足するズームレンズ。

$$-0.97 < f_w / f_{12w} < -0.6 \quad \dots\dots (1)'$$

ただし、

f_w : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離、

f_{12w} : 広角端における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との合成焦点距離

とする。

[2]

さらに以下の条件式を満足する

上記[1]に記載のズームレンズ。

$$0.1 < 4w < 0.4 \quad \dots\dots (2)$$

ただし、

$4w$: 広角端における前記第4レンズ群の横倍率

とする。

[3]

さらに以下の条件式を満足する

上記[1]または[2]に記載のズームレンズ。

$$0.52 < 1/\gamma_5 < 0.8 \quad \dots\dots (3)$$

ただし、

γ_5 : 前記第5レンズ群の横倍率

とする。

[4]

前記第4レンズ群のレンズ構成枚数は2枚以下である

上記[1]ないし[3]のいずれか1つに記載のズームレンズ。

[5]

前記第5レンズ群は、少なくとも1枚の正レンズと少なくとも1枚の負レンズとで構成される

上記[1]ないし[4]のいずれか1つに記載のズームレンズ。

[6]

開口絞りが前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間、または前記第3レンズ群の内部に配置され、変倍に際し前記第3レンズ群と前記開口絞りとが一体的に移動する

上記[1]ないし[5]のいずれか1つに記載のズームレンズ。

[7]

広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、

前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、

10

20

30

40

50

前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群との間隔が変化し、
前記第 4 レンズ群と前記第 5 レンズ群との間隔が増大する
上記 [1] ないし [5] のいずれか 1 つに記載のズームレンズ。

[8]

実質的に屈折力を有さないレンズをさらに備えた
上記 [1] ないし [7] のいずれか 1 つに記載のズームレンズ。

[9]

物体側から順に、
正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、
負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、
正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、
正の屈折力を有する第 4 レンズ群と、
負の屈折力を有する第 5 レンズ群とからなり、

変倍に際して、前記第 1 レンズ群、前記第 2 レンズ群、前記第 3 レンズ群、および前記
第 4 レンズ群の各レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第 5 レンズ群が固定とされ、
被写体距離が無限遠から近接に変化する際に、前記第 4 レンズ群が光軸に沿って物体側
に移動し、

かつ、以下の条件式を満足するズームレンズ。

$$-0.97 < f_w / f_{12w} < -0.3 \quad \dots\dots (1)$$

$$0.1 < 4w < 0.4 \quad \dots\dots (2)$$

ただし、

f_w : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離、

f_{12w} : 広角端における前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との合成焦点距離、

$4w$: 広角端における前記第 4 レンズ群の横倍率

とする。

[10]

さらに以下の条件式を満足する

上記 [9] に記載のズームレンズ。

$$0.52 < 1/\beta < 0.8 \quad \dots\dots (3)$$

ただし、

β : 前記第 5 レンズ群の横倍率

とする。

[11]

前記第 4 レンズ群のレンズ構成枚数は 2 枚以下である

上記 [9] または [10] に記載のズームレンズ。

[12]

前記第 5 レンズ群は、少なくとも 1 枚の正レンズと少なくとも 1 枚の負レンズとで構成
される

上記 [9] ないし [11] のいずれか 1 つに記載のズームレンズ。

[13]

開口絞りが前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間、または前記第 3 レンズ群の内
部に配置され、変倍に際し前記第 3 レンズ群と前記開口絞りとが一体的に移動する

上記 [9] ないし [12] のいずれか 1 つに記載のズームレンズ。

[14]

広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、

前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔が増大し、

前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔が減少し、

前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群との間隔が変化し、

前記第 4 レンズ群と前記第 5 レンズ群との間隔が増大する

上記 [9] ないし [13] のいずれか 1 つに記載のズームレンズ。

10

20

30

40

50

[1 5]

実質的に屈折力を有さないレンズをさらに備えた
上記 [9] ないし [1 4] のいずれか 1 つに記載のズームレンズ。

[1 6]

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含み、

前記ズームレンズは、

物体側から順に、

正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、

負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、

正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、

正の屈折力を有する第 4 レンズ群と、

負の屈折力を有する第 5 レンズ群とからなり、

変倍に際して、前記第 1 レンズ群、前記第 2 レンズ群、前記第 3 レンズ群、および前記第 4 レンズ群の各レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第 5 レンズ群が固定とされ、

被写体距離が無限遠から近接に変化する際に、前記第 4 レンズ群が光軸に沿って物体側に移動し、

かつ、以下の条件式を満足する撮像装置。

$$-0.97 < f_w / f_{12w} < -0.6 \dots\dots (1)'$$

ただし、

f_w : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離、

f_{12w} : 広角端における前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との合成焦点距離

とする。

[1 7]

前記ズームレンズは、実質的に屈折力を有さないレンズをさらに備える

上記 [1 6] に記載の撮像装置。

[1 8]

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含み、

前記ズームレンズは、

物体側から順に、

正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、

負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、

正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、

正の屈折力を有する第 4 レンズ群と、

負の屈折力を有する第 5 レンズ群とからなり、

変倍に際して、前記第 1 レンズ群、前記第 2 レンズ群、前記第 3 レンズ群、および前記第 4 レンズ群の各レンズ群が光軸に沿って移動し、前記第 5 レンズ群が固定とされ、

被写体距離が無限遠から近接に変化する際に、前記第 4 レンズ群が光軸に沿って物体側に移動し、

かつ、以下の条件式を満足する撮像装置。

$$-0.97 < f_w / f_{12w} < -0.3 \dots\dots (1)$$

$$0.1 < 4w < 0.4 \dots\dots (2)$$

ただし、

f_w : 広角端におけるレンズ全系の焦点距離、

f_{12w} : 広角端における前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との合成焦点距離、

$4w$: 広角端における前記第 4 レンズ群の横倍率

とする。

[1 9]

前記ズームレンズは、実質的に屈折力を有さないレンズをさらに備える

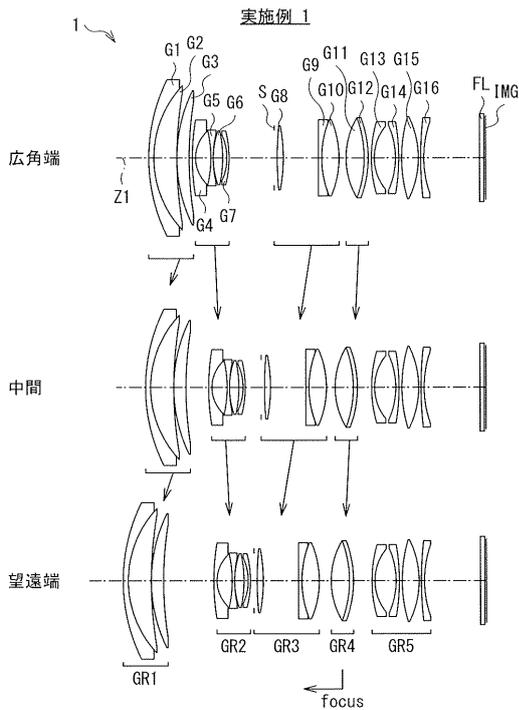
上記 [1 8] に記載の撮像装置。

【符号の説明】

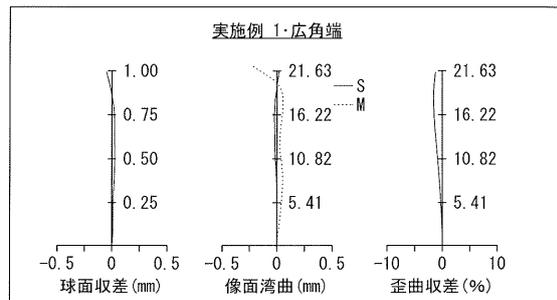
【 0 1 2 3 】

GR 1 ... 第 1 レンズ群、GR 2 ... 第 2 レンズ群、GR 3 ... 第 3 レンズ群、GR 4 ... 第 4 レンズ群、GR 5 ... 第 5 レンズ群、S ... 開口絞り、Z 1 ... 光軸、1 ~ 4 ... ズームレンズ、1 0 ... カメラブロック、1 1 ... ズームレンズ、1 2 ... 撮像素子、2 0 ... カメラ信号処理部、3 0 ... 画像処理部、4 0 ... LCD、5 0 ... R / W (リーダ/ライタ)、6 0 ... CPU、7 0 ... 入力部、8 0 ... レンズ駆動制御部、1 0 0 ... 撮像装置、1 0 0 0 ... メモリカード I M G ... 像面、F L ... 光学フィルタ。

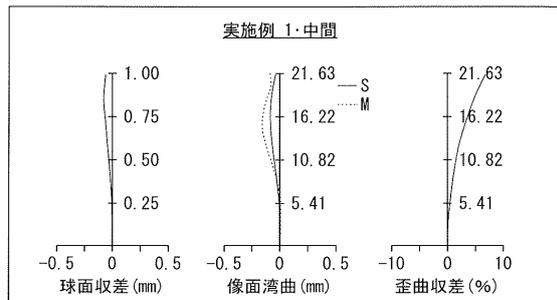
【 図 1 】



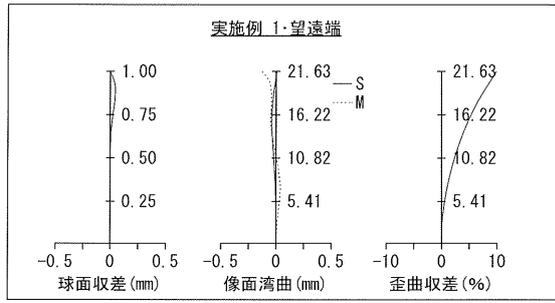
【 図 2 】



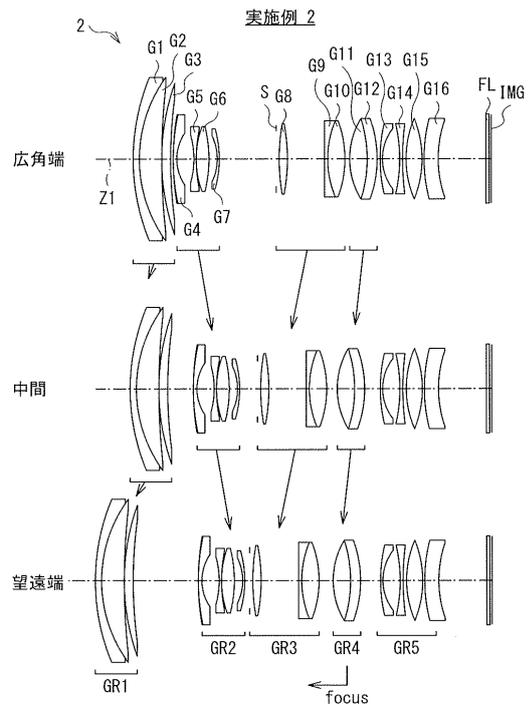
【 図 3 】



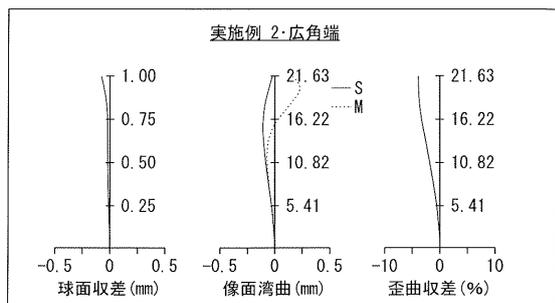
【 図 4 】



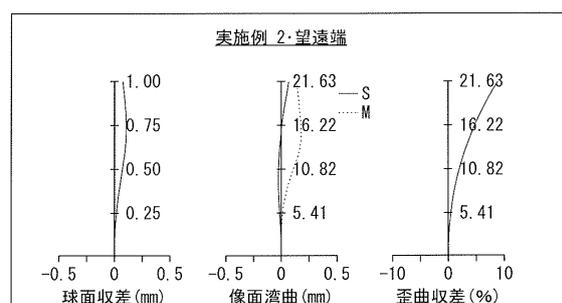
【 図 5 】



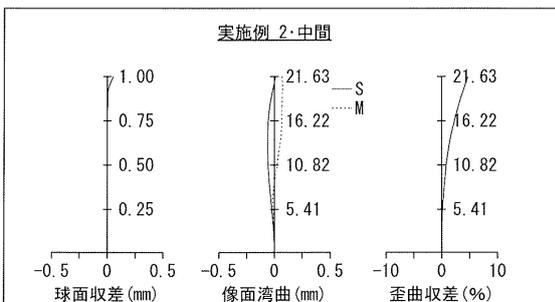
【 図 6 】



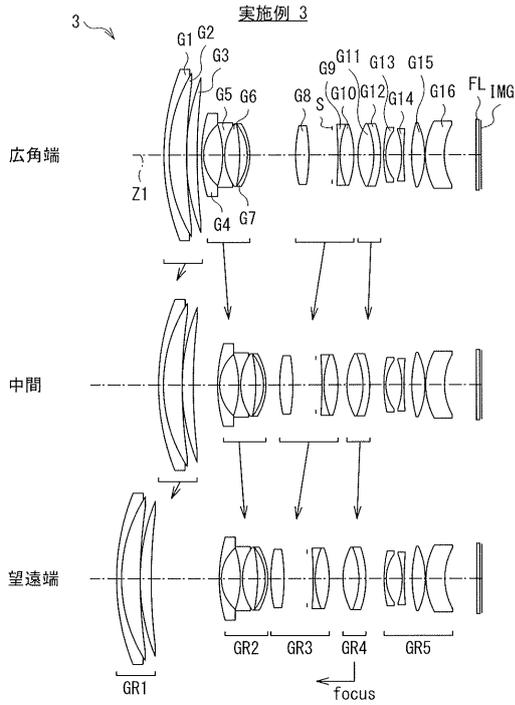
【 図 8 】



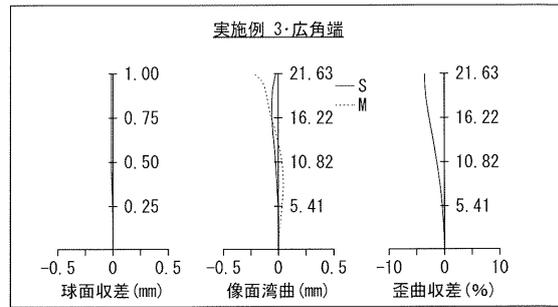
【 図 7 】



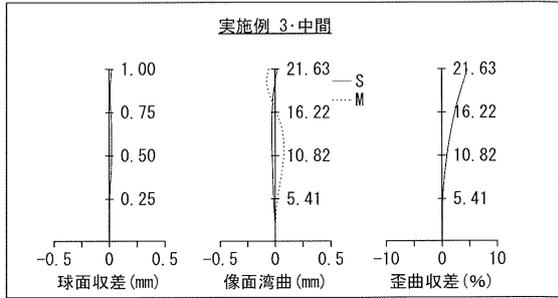
【図 9】



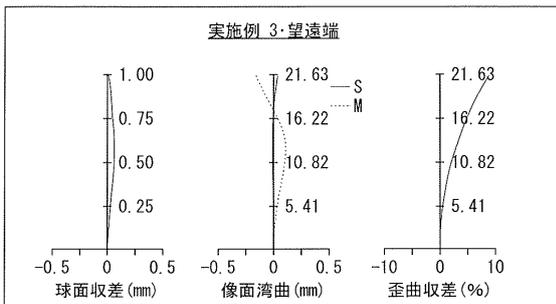
【図 10】



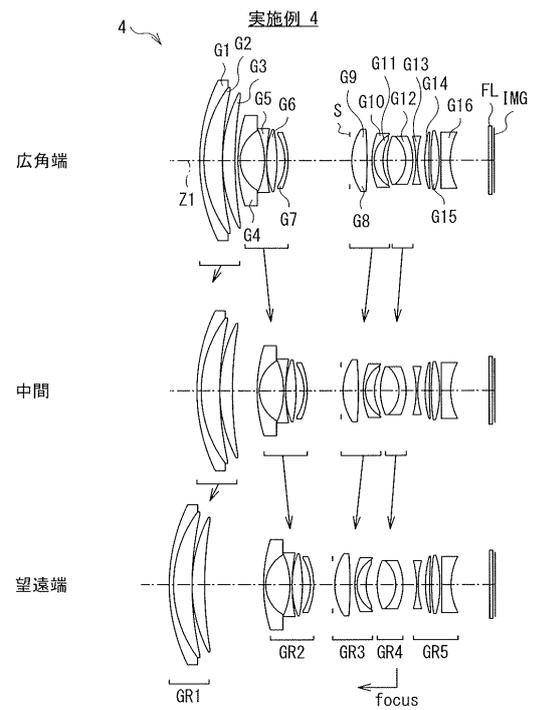
【図 11】



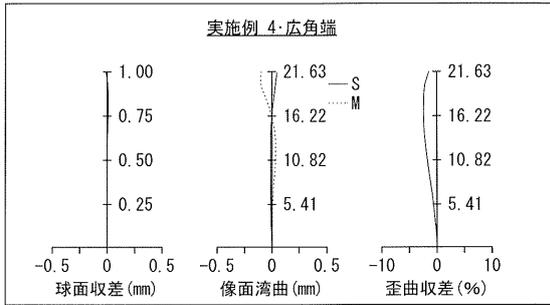
【図 12】



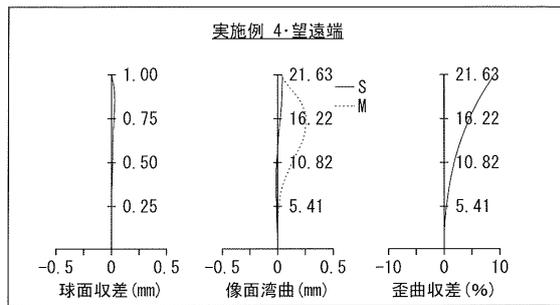
【図 13】



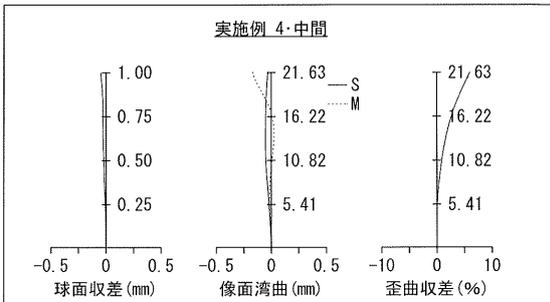
【 図 1 4 】



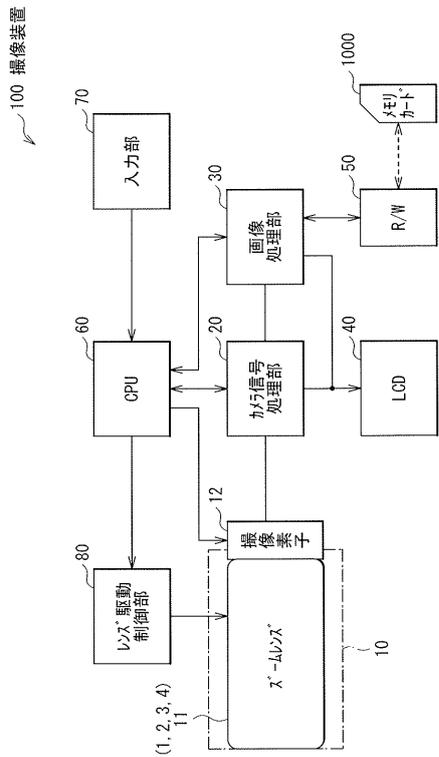
【 図 1 6 】



【 図 1 5 】



【 図 1 7 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2014-238549(JP,A)
特開2009-150970(JP,A)
特開2014-026074(JP,A)
特開2008-096924(JP,A)
特開2012-078788(JP,A)
特開2007-264173(JP,A)
国際公開第2014/017025(WO,A1)
米国特許出願公開第2009/0091841(US,A1)
米国特許出願公開第2007/0229985(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