

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7625559号  
(P7625559)

(45)発行日 令和7年2月3日(2025.2.3)

(24)登録日 令和7年1月24日(2025.1.24)

(51)国際特許分類 F I  
G 0 2 B 15/20 (2006.01) G 0 2 B 15/20  
G 0 2 B 13/18 (2006.01) G 0 2 B 13/18

請求項の数 34 (全33頁)

|          |                             |          |  |
|----------|-----------------------------|----------|--|
| (21)出願番号 | 特願2022-126694(P2022-126694) | (73)特許権者 | 000001007<br>キヤノン株式会社<br>東京都大田区下丸子3丁目30番2号 |
| (22)出願日  | 令和4年8月8日(2022.8.8)          | (74)代理人  | 100110412<br>弁理士 藤元 亮輔                     |
| (65)公開番号 | 特開2024-23099(P2024-23099A)  | (74)代理人  | 100104628<br>弁理士 水本 敦也                     |
| (43)公開日  | 令和6年2月21日(2024.2.21)        | (74)代理人  | 100121614<br>弁理士 平山 倫也                     |
| 審査請求日    | 令和5年5月22日(2023.5.22)        | (72)発明者  | 中原 誠<br>東京都大田区下丸子3丁目30番2号<br>キヤノン株式会社内     |
|          |                             | 審査官      | 瀬戸 息吹                                      |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ズームレンズおよびそれを有する撮像装置、撮像システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群と、正の屈折力の第2レンズ群と、2つ以上のレンズ群を含み全体として正の屈折力を有する後群と、からなり、  
ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、  
前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、3枚以上の負レンズを含み、  
前記第2レンズ群は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して物体側から像側へ移動する1枚の正レンズからなり、

広角端における前記ズームレンズの光学全長をTLw、広角端における前記ズームレンズの最も物体側のレンズ面から前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離をD2w、前記正レンズのd線に対するアッベ数を dGPとするとき、

$$0.48 < D2w / TLw < 0.65$$

$$2.5 < dGP < 3.8, 2.6$$

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】

前記第2レンズ群の物体側に配置された開口絞りを更に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3】

物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力の第2レンズ群と、2つ以上のレンズ群を含み全体として正の屈折力を有する後群と、

からなり、

ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、3枚以上の負レンズを含み、

前記第2レンズ群は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して物体側から像側へ移動する1枚の正レンズからなり、

広角端における前記ズームレンズの光学全長を  $T L w$ 、広角端における前記ズームレンズの最も物体側のレンズ面から前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D 2 w$ 、前記正レンズの  $d$  線に対するアッペ数を  $d G P$  とするとき、

$$0.48 < D 2 w / T L w < 0.65$$

$$2.5 < d G P < 4.5$$

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4】

広角端における開口絞りから像面までの光軸上の距離を  $D S P w$ 、広角端における前記開口絞りから防振群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D I S w$  とするとき、

$$0.35 < D I S w / D S P w < 0.80$$

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】

広角端における前記ズームレンズのバックフォーカスを  $S k w$ 、広角端における前記ズームレンズの光学全長  $T L w$  とするとき、

$$0.04 < S k w / T L w < 0.25$$

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  $f L 1$ 、前記第2レンズ群の焦点距離を  $f L 2$  とするとき、

$$-0.45 < f L 1 / f L 2 < -0.15$$

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レンズ群の焦点距離を  $f L 1$ 、前記ズームレンズにおいて最も像側に配置されたレンズ群の焦点距離を  $f L N$  とするとき、

$$0.00 < | f L 1 / f L N | < 0.40$$

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8】

物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群と、正の屈折力の第2レンズ群と、2つ以上のレンズ群を含み全体として正の屈折力を有する後群と、からなり、

ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、3枚以上の負レンズを含み、

前記第2レンズ群は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して物体側から像側へ移動する1枚の正レンズからなり、

広角端における前記ズームレンズの光学全長を  $T L w$ 、広角端における前記ズームレンズの最も物体側のレンズ面から前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D 2 w$ 、前記正レンズの  $d$  線に対するアッペ数を  $d G P$ 、前記第1レンズ群の焦点距離を  $f L 1$ 、前記ズームレンズにおいて最も像側に配置されたレンズ群の焦点距離  $f L N$  とするとき、

$$0.48 < D 2 w / T L w < 0.65$$

$$2.5 < d G P < 4.5$$

$$0.00 < | f L 1 / f L N | < 0.40$$

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9】

前記ズームレンズにおいて最も像側に配置されたレンズ群の焦点距離を  $f L N$ 、防振群の焦点距離を  $f L I S$  とするとき、

10

20

30

40

50

$$0.50 < |f_{LN} / f_{LIS}| < 1.60$$

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 10】

フォーカスレンズ群である前記正レンズの d 線に対する屈折率を  $n_{dGP}$  とするとき、  
 $1.60 < n_{dGP} < 1.91$

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】

防振群を構成する負レンズの d 線に対するアッペ数を  $dGIS$  とするとき、  
 $3.5 < dGIS < 6.0$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

10

【請求項 12】

前記第 1 レンズ群に含まれる正レンズのうち、最も屈折力の強い正レンズの d 線に対するアッペ数を  $dG1P$  とするとき、

$$2.2 < dG1P < 5.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 13】

防振群を構成する負レンズは、物体側に凸面を向けたメニスカス形状を有し、  
 前記負レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を  $R1$ 、前記負レンズの像側のレンズ面の曲率半径を  $R2$  とするとき、

$$3.5 < (R1 + R2) / (R1 - R2) < 13.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

20

【請求項 14】

広角端における無限遠合焦時の最大像高を  $Y_{max\_w}$ 、前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_{L1}$  とするとき、

$$-1.60 < Y_{max\_w} / f_{L1} < -0.40$$

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 15】

広角端における無限遠合焦時の最大像高  $Y_{max\_w}$  の歪曲量を  $Dist\_w$  とするとき、

$$-2.0 < Dist\_w < -8.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

30

【請求項 16】

歪曲収差を補正するための歪曲補正データを保持する記憶部を更に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 1 レンズ群は、4 枚以上の負レンズと、少なくとも 1 枚の正レンズを含む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 1 レンズ群は、ズーミングに際して可動であることを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

40

【請求項 19】

前記ズームレンズにおいて最も像側に配置されたレンズ群は、3 枚以下のレンズからな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 20】

前記ズームレンズにおいて隣り合うレンズ群の間隔のうち、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の間隔は、広角端において最大であ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】

前記ズームレンズにおいて最も像側に配置されたレンズ群は、ズーミングに際して固定であることを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

50

## 【請求項 2 2】

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群からな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 2 3】

物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 1 レンズ群と、正の屈折力の第 2 レンズ群と、2 つ以上のレンズ群を含み全体として正の屈折力を有する後群と、からなり、ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、3 枚以上の負レンズを含み、前記第 2 レンズ群は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して物体側から像側へ移動する 1 枚の正レンズからなり、

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群からなり、

広角端における前記ズームレンズの光学全長を  $T L w$ 、広角端における前記ズームレンズの最も物体側のレンズ面から前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D 2 w$ 、前記正レンズの  $d$  線に対するアッベ数を  $d G P$  とするとき、

$$0.48 < D 2 w / T L w < 0.65$$

$$2.5 < d G P < 4.5$$

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 4】

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 3 レンズ群、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群からな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 2 5】

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群からな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 2 6】

物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 1 レンズ群と、正の屈折力の第 2 レンズ群と、2 つ以上のレンズ群を含み全体として正の屈折力を有する後群と、からなり、ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、3 枚以上の負レンズを含み、前記第 2 レンズ群は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して物体側から像側へ移動する 1 枚の正レンズからなり、

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群からなり、

広角端における前記ズームレンズの光学全長を  $T L w$ 、広角端における前記ズームレンズの最も物体側のレンズ面から前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D 2 w$ 、前記正レンズの  $d$  線に対するアッベ数を  $d G P$  とするとき、

$$0.48 < D 2 w / T L w < 0.65$$

$$2.5 < d G P < 4.5$$

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 7】

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群、正の屈折力の第 6 レンズ群からな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 2 8】

物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 1 レンズ群と、正の屈折力の第 2 レンズ群と、2 つ以上のレンズ群を含み全体として正の屈折力を有する後群と、からなり、ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、3 枚以上の負レンズを含み、

10

20

30

40

50

前記第2レンズ群は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して物体側から像側へ移動する1枚の正レンズからなり、

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群、正の屈折力の第6レンズ群からなり、

広角端における前記ズームレンズの光学全長を $TLW$ 、広角端における前記ズームレンズの最も物体側のレンズ面から前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離を $D2w$ 、前記正レンズの $d$ 線に対するアッペ数を $dGP$ とすると、

$$0.48 < D2w / TLW < 0.65$$

$$2.5 < dGP < 4.5$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

10

【請求項29】

請求項1から28のいずれか一項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する撮像素子と、を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項30】

広角端における有効像円径が、望遠端における有効像円径よりも小さいことを特徴とする請求項29に記載の撮像装置。

【請求項31】

請求項1から28のいずれか一項に記載のズームレンズと、ズーミングに際して前記ズームレンズを制御する制御部とを有することを特徴とする撮像システム。

【請求項32】

前記制御部は、前記ズームレンズとは別体として構成されており、前記ズームレンズを制御するための制御信号を送信する送信部を有することを特徴とする請求項31に記載の撮像システム。

20

【請求項33】

前記制御部は、前記ズームレンズとは別体として構成されており、前記ズームレンズを操作するための操作部を有することを特徴とする請求項31に記載の撮像システム。

【請求項34】

前記ズームレンズのズームに関する情報を表示する表示部を有することを特徴とする請求項31に記載の撮像システム。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズに関し、デジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、放送用カメラ、監視カメラ等のような固体撮像素子を用いた撮像装置、或いは銀塩写真フィルムを用いたカメラ等の撮像装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

撮像装置に用いるズームレンズは、広画角であり、小型かつ良好な光学特性であることが要望されている。広画角のズームレンズとして、最も物体側に負の屈折力のレンズ群を配置した所謂ネガティブリード型のズームレンズが知られている。

40

【0003】

特許文献1は、物体側より像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群からなるズームレンズを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2020-134806号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

## 【0005】

ネガティブリード型のズームレンズは、広画角化が比較的容易であり、長いバックフォーカスが容易に得られるという特徴がある。しかしながら、ネガティブリード型のズームレンズは、開口絞りに対しレンズ構成が非対称となる傾向がある。このため、諸収差の補正が難しく、例えばフォーカシングの際の収差変動の抑制が困難となり、高い光学性能を得ることが大変難しい。

## 【0006】

特に高速なフォーカシングを行うため、第1レンズ群よりも像側の小型軽量のレンズ群でフォーカシングを行うインナーフォーカス式ではフォーカシングの際の収差変動が増大する傾向がある。

## 【0007】

特許文献1に記載のズームレンズでは、フォーカシングの際の収差変動を抑制しているが、フォーカスレンズ群の小型化は不十分であった。

## 【0008】

フォーカスレンズ群を小径化しつつ良好な光学性能を実現するためには、フォーカスレンズ群の位置と各レンズ群のパワー配置を適切に設定することが重要となる。

## 【0009】

本発明は、小型かつ良好な光学特性を有するズームレンズ及びそれを有する撮像装置、撮像システムを提供する。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

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配置された、負の屈折力の第1レンズ群と、正の屈折力の第2レンズ群と、2つ以上のレンズ群を含み全体として正の屈折力を有する後群と、からなり、ズミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、3枚以上の負レンズを含み、前記第2レンズ群は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して物体側から像側へ移動する1枚の正レンズからなり、広角端における前記ズームレンズの光学全長をTLw、広角端における前記ズームレンズの最も物体側のレンズ面から前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離をD2w、前記正レンズのd線に対するアップ数をdGPとするとき、

$$0.48 < D2w / TLw < 0.65$$

$$2.5 < dGP < 3.826$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

## 【0011】

本発明の他の目的及び特徴は、以下の実施形態において説明される。

## 【発明の効果】

## 【0012】

本発明によれば、小型かつ良好な光学特性を有するズームレンズ及びそれを有する撮像装置、撮像システムを提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0013】

【図1】実施例1のズームレンズの断面図である。

【図2】実施例1のズームレンズの収差図である。

【図3】実施例2のズームレンズの断面図である。

【図4】実施例2のズームレンズの収差図である。

【図5】実施例3のズームレンズの断面図である。

【図6】実施例3のズームレンズの収差図である。

【図7】実施例4のズームレンズの断面図である。

【図8】実施例4のズームレンズの収差図である。

【図9】実施例5のズームレンズの断面図である。

10

20

30

40

50

【図10】実施例5のズームレンズの収差図である。

【図11】実施例6のズームレンズの断面図である。

【図12】実施例6のズームレンズの収差図である。

【図13】撮像装置の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置の実施例について、添付の図面に基づいて説明する。

【0015】

図1、図3、図5、図7、図9、図11は、それぞれ実施例1乃至6のズームレンズL0の広角端での無限遠に合焦した状態（無限遠合焦状態）での断面図である。各実施例のズームレンズL0は、デジタルビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、放送用カメラ、銀塩フィルム用カメラ、監視用カメラ等の撮像装置や交換レンズを含む光学機器に用いられる。

10

【0016】

各断面図において左方が物体側で、右方が像側である。各実施例のズームレンズL0は、複数のレンズ群を有して構成されている。本願明細書におけるレンズ群とは、1または複数のレンズから構成されるズームレンズL0の構成要素である。各実施例のズームレンズL0において、広角端から望遠端のズーミングに際して、隣り合うレンズ群の間隔は変化する。また、レンズ群は開口絞りを含んでも良い。

20

【0017】

各断面図において、LiはズームレンズL0に含まれるレンズ群のうち物体側から数えてi番目（iは自然数）のレンズ群を表している。LRは第2レンズ群L2よりも像側に配置された全てのレンズ群を含む後群である。LISは光軸と垂直方向の成分を含む方向に移動して像振れを補正する機能（防振機能）を有する部分群（防振群）を指す。本願明細書における部分群とは、ズーミングに際して構成長（部分群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの距離）が不変の1または複数のレンズのまとまりを指す。すなわち、部分群とは1つのレンズ群または1つのレンズ群の一部であり得る。LNは最も像側に配置されたレンズ群である。

【0018】

また、SPは開口絞りである。IPは像面であり、各実施例のズームレンズL0をデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラの撮影光学系として使用する際にはCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面が配置される。各実施例のズームレンズL0を銀塩フィルム用カメラの撮影光学系として使用する際には、像面IPにはフィルム面に相当する感光面が置かれる。

30

【0019】

各レンズ断面図に示した実線の矢印は、広角端から望遠端へのズーミングに際しての各レンズ群の移動軌跡を簡略化して表したものである。なお、本願明細書において広角端および望遠端は各レンズ群が、機構上、光軸上を移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。また、各レンズ断面図に示した破線の矢印は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際してのレンズ群の移動軌跡を簡略化して表したものである。

40

【0020】

各実施例のズームレンズL0は、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、1つ以上のレンズ群を含む後群LRからなる。後群LRは、第2レンズ群L2より像側に配置された全てのレンズ群を含む。

【0021】

第1レンズ群L1は、物体側から像側へ順に配置された3枚以上の負レンズを含む。第2レンズ群L2は、1枚の正レンズGPからなり、正レンズGPは無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して物体側から像側へ移動する。

【0022】

50

実施例 1 と実施例 2 のズームレンズ L 0 は、物体側から順に配置された、第 1 レンズ群 L 1、第 2 レンズ群 L 2、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 からなる。実施例 1 と実施例 2 のズームレンズ L 0 において、第 3 レンズ群 L 3 および第 4 レンズ群 L 4 は後群 L R に相当する。広角端から望遠端へのズームングに際して、第 1 レンズ群 L 1 は像側に凸の軌跡で移動し、第 2 レンズ群 L 2、第 3 レンズ群 L 3 は物体側に単調移動し、第 4 レンズ群 L 4 は固定である。ここで、レンズ群 A が像側に凸の軌跡とは、レンズ群 A の無限遠合焦時の広角端からの移動量に関して、像側に移動する場合を正の値として、ズームングの際の中間領域において移動量が最大値をとることを意味する。

【 0 0 2 3 】

実施例 3 のズームレンズ L 0 は、物体側から順に配置された、第 1 レンズ群 L 1、第 2 レンズ群 L 2、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 からなる。実施例 3 のズームレンズ L 0 において、第 3 レンズ群 L 3 および第 4 レンズ群 L 4 は後群 L R に相当する。広角端から望遠端へのズームングに際して、第 1 レンズ群 L 1 は像側に凸の軌跡で移動し、第 2 レンズ群 L 2、第 3 レンズ群 L 3 は物体側に単調移動し、第 4 レンズ群 L 4 は像側に単調移動する。

【 0 0 2 4 】

実施例 4 のズームレンズ L 0 は、物体側から順に配置された、第 1 レンズ群 L 1、第 2 レンズ群 L 2、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、負の屈折力の第 4 レンズ群 L 4、正の屈折力の第 5 レンズ群 L 5 からなる。実施例 4 のズームレンズ L 0 において、第 3 レンズ群 L 3、第 4 レンズ群 L 4、第 5 レンズ群 L 5 は後群 L R に相当する。広角端から望遠端へのズームングに際して、第 1 レンズ群 L 1 は像側に凸の軌跡で移動し、第 2 レンズ群 L 2、第 3 レンズ群 L 3、第 4 レンズ群 L 4 は物体側に単調移動し、第 5 レンズ群 L 5 は像側に単調移動する。

【 0 0 2 5 】

実施例 5 のズームレンズ L 0 は、物体側から順に配置された、第 1 レンズ群 L 1、第 2 レンズ群 L 2、負の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4、負の屈折力の第 5 レンズ群 L 5 からなる。実施例 5 のズームレンズ L 0 において、第 3 レンズ群 L 3、第 4 レンズ群 L 4、第 5 レンズ群 L 5 は後群 L R に相当する。広角端から望遠端へのズームングに際して、第 1 レンズ群 L 1 は像側に凸の軌跡で移動し、第 2 レンズ群 L 2、第 3 レンズ群 L 3、第 4 レンズ群 L 4、第 5 レンズ群 L 5 は物体側に単調移動する。

【 0 0 2 6 】

実施例 6 のズームレンズ L 0 は、物体側から順に配置された、第 1 レンズ群 L 1、第 2 レンズ群 L 2、負の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4、負の屈折力の第 5 レンズ群 L 5、正の屈折力の第 6 レンズ群 L 6 からなる。実施例 6 のズームレンズ L 0 において、第 3 レンズ群 L 3、第 4 レンズ群 L 4、第 5 レンズ群 L 5、第 6 レンズ群 L 6 は後群 L R に相当する。広角端から望遠端へのズームングに際して、第 1 レンズ群 L 1 は像側に凸の軌跡で移動し、第 2 レンズ群 L 2、第 3 レンズ群 L 3、第 4 レンズ群 L 4、第 5 レンズ群 L 5 は物体側に単調移動し、第 6 レンズ群 L 6 は固定である。

【 0 0 2 7 】

ここで、実施例 1 乃至 6 のズームレンズ L 0 は、歪曲収差の発生を許容した設計になっている。近年の技術発展による電子収差補正技術の利用を前提として考えた場合に、この画像処理技術によって歪曲収差起因の画像の歪みを補正することができる。そのため、これらのズームレンズ L 0 を有する撮像光学系は、当該ズームレンズ L 0 が有する歪曲収差量の設計値（歪曲補正データ）をその記憶部に保持している。当該撮像光学系を用いて撮影された電子画像は、当該歪曲収差量の設計値を用いて任意の画像処理部（例えばカメラボディ等の撮像装置に付属する CPU）における画像処理により補正される。

【 0 0 2 8 】

歪曲収差の発生を許容したズームレンズにおいては、歪曲収差を補正するためのレンズが不要となるため、ズームレンズの小型化や軽量化が容易となる。

【 0 0 2 9 】

10

20

30

40

50

特に、広角端での撮像素子の有効撮像範囲（有効像円径）を望遠端での有効撮像範囲（有効像円径）より小さくし、上記歪曲収差の補正を行うことによって、前玉径の小型化に寄与する。

【0030】

各実施例のズームレンズL0においては、一部のレンズ又は一部のレンズ群を像ぶれ補正に際して光軸に対して垂直方向に平行偏心させることにより、防振光学系としての機能を有するようによっても良い。また、最も像側に配置されたレンズと像面IPとの間に、ローパスフィルターや赤外カットフィルター等の実質的に屈折力を持たない平行平板を配置しても良い。つまり、後群LRは最も像側に配置されたレンズの像側に平行平板を含んでいても良い。

10

【0031】

図2、図4、図6、図8、図10、図12は、それぞれ実施例1乃至6のズームレンズL0の収差図である。各収差図はそれぞれ無限遠合焦時の収差図であり、(A)は広角端における収差図、(B)は中間ズーム位置における収差図、(C)は望遠端における収差図である。

【0032】

球面収差図においてFnoはFナンバーであり、d線（波長587.6nm）、g線（波長435.8nm）に対する球面収差量を示している。非点収差図においてSはサジタル像面における非点収差量、M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。色収差図ではg線における色収差量を示している。は撮像半画角（°）であり、近軸計算による画角である。

20

【0033】

次に、各実施例のズームレンズL0における特徴的な構成について述べる。

【0034】

各実施例のズームレンズL0は、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、1つ以上のレンズ群を含む後群LRからなる。各実施例のズームレンズL0は、第1レンズ群L1の屈折力を負とした所謂ネガティブリードタイプのズームレンズである。ネガティブリードタイプのズームレンズは、特にズームレンズを広角化するのに有効な構成として知られている。また、第1レンズ群L1は、物体側から像側へ順に配置された3枚以上の負レンズを含むこれにより、各実施例において十分な広角化（例えば広角端において画角が100°以上）を確保することが可能となる。

30

【0035】

また、第2レンズ群L2は、1枚の正レンズGPからなり、正レンズGPは無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して物体側から像側へ移動する。ズームレンズにおいて、レンズ群に入射する軸外光線の高さが高くと、レンズ径が大きくなる。そのため、フォーカスレンズ群の小型、軽量化を実現するためには、軸外光線の高さが低い位置にフォーカスレンズ群を配置することが重要となる。開口絞りSPの近傍にフォーカスレンズ群である第2レンズ群L2を配置することにより、フォーカスレンズ群に入射する軸外光線の高さを低くすることができる。また、フォーカスレンズ群を正レンズGP1枚で構成することにより、フォーカスレンズ群の軽量化が可能となる。フォーカシングの際の色収差変動を抑制するためには正レンズGPの硝材を適切に設定することが重要となる。

40

【0036】

そこで、各実施例のズームレンズL0では、フォーカスレンズ群の配置とフォーカスレンズ群の硝材を適切に設定している。具体的には、各実施例のズームレンズL0は、以下の条件式(1)と条件式(2)を満足している。

【0037】

$$0.48 < D2w / TLw < 0.65 \quad \dots (1)$$

$$2.5 < dGP < 4.5 \quad \dots (2)$$

ここで、TLwは広角端におけるズームレンズL0の光学全長である。光学全長とはズ

50

ームレンズL0において最も物体側のレンズ面から像面IPまでの光軸上の距離である。D2wは広角端におけるズームレンズL0の最も物体側のレンズ面から第2レンズ群L2の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離である。dGPは正レンズGPのd線に対するアッペ数である。

【0038】

条件式(1)は、広角端における光学全長TLwと広角端における最も物体側のレンズ面から第2レンズ群L2の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離D2wの比を規定している。条件式(1)の下限値を下回って、第2レンズ群L2が物体側に近くなりすぎると、第2レンズ群L2に入射する軸外光線の高さが高くなるため、フォーカスレンズ群の小型化が困難となる。一方、条件式(1)の上限値を上回って、第2レンズ群L2が像側に近くなりすぎると、第2レンズ群L2に入射する軸外光線の高さが高くなるため、フォーカスレンズ群の小型化が困難となる。

10

【0039】

条件式(2)は、正レンズGPのd線に対するアッペ数dGPを規定している。条件式(2)の下限値を下回って、アッペ数が小さくなりすぎると、フォーカシングの際の色収差変動を抑制することが困難となる。一方、条件式(2)の上限値を上回って、アッペ数が大きくなりすぎると、フォーカシングの際の色収差変動を抑制することが困難となる。

【0040】

以上の構成により、小型かつ良好な光学特性を有するズームレンズL0が得られる。

【0041】

また、各実施例のズームレンズL0は、以下の条件式(3)乃至(13)のうち1つ以上満足することが好ましい。

20

【0042】

$$0.35 < DISw / DSPw < 0.80 \quad \dots (3)$$

$$0.04 < Skw / TLw < 0.25 \quad \dots (4)$$

$$-0.45 < fL1 / fL2 < -0.15 \quad \dots (5)$$

$$0.00 < |fL1 / fLN| < 0.40 \quad \dots (6)$$

$$0.50 < |fLN / fLIS| < 1.60 \quad \dots (7)$$

$$1.60 < ndGP < 1.91 \quad \dots (8)$$

$$35 < dGIS < 60 \quad \dots (9)$$

$$22 < dG1P < 50 \quad \dots (10)$$

$$3.5 < (R1 + R2) / (R1 - R2) < 13.0 \quad \dots (11)$$

$$-1.60 < Ymax_w / fL1 < -0.40 \quad \dots (12)$$

$$-20.0 < Dist_w < -8.0 \quad \dots (13)$$

30

ここで、DSPwは広角端における開口絞りSPから像面IPまでの光軸上の距離である。DISwは広角端における開口絞りSPから防振群LISの最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離である。Skwは広角端におけるズームレンズL0のバックフォーカスである。fL1は第1レンズ群L1の焦点距離である。fL2は第2レンズ群L2の焦点距離である。fLNはズームレンズL0において最も像側に配置されたレンズ群の焦点距離である。fLISは防振群LISの焦点距離である。ndGPはフォーカスレンズ群である正レンズGPのd線に対する屈折率である。dGISは防振群LISを構成する負レンズGISのd線に対するアッペ数である。dG1Pは第1レンズ群L1に含まれる正レンズのうち、最も屈折力の強い正レンズG1Pのd線に対するアッペ数である。R1は負レンズGISの物体側のレンズ面の曲率半径である。R2は負レンズGISの像側のレンズ面の曲率半径である。Ymax\_wは広角端における無限遠合焦時の最大像高である。Dist\_wは広角端における無限遠合焦時の最大像高Ymax\_wの歪曲量である。

40

【0043】

条件式(3)は、広角端における開口絞りSPから像面IPまでの光軸上の距離DSPwと広角端における開口絞りSPから防振群LISの最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離DISwの比を規定している。防振群LISを適切な位置に配置することで、防振

50

群 L I S を小径化しつつ、防振群 L I S やフォーカスレンズ群を駆動するための駆動ユニットの配置が容易となる。条件式 ( 3 ) の下限値を下回って、開口絞り S P から防振群 L I S までの距離が短くなりすぎると、開口絞り S P の近傍に配置されるフォーカスレンズ群と防振群 L I S の距離が短くなりすぎる。そのため、フォーカスレンズ群を駆動するための駆動ユニットと防振群 L I S やフォーカスレンズ群を駆動するための駆動ユニットを配置するのが困難となる。一方、条件式 ( 3 ) の上限値を上回って、開口絞り S P から防振群 L I S までの距離が長くなりすぎると、防振群 L I S に入射する軸外光線の高さが高くなる。そのため、防振群 L I S を小径化することが困難となり、ズームレンズ L 0 の小型化が困難となる。

#### 【 0 0 4 4 】

条件式 ( 4 ) は、広角端におけるバックフォーカス  $S_{kw}$  と広角端における光学全長  $T_{Lw}$  の比を規定している。条件式 ( 4 ) の下限値を下回って、バックフォーカス  $S_{kw}$  が短くなりすぎると、このズームレンズ L 0 により形成される光学像を光電変換する撮像素子の近傍にローパスフィルター等の光学素子を配置することが困難となる。一方、条件式 ( 4 ) の上限値を上回って、バックフォーカス  $S_{kw}$  が長くなりすぎると、広角端でのズームレンズ L 0 の光学全長が長くなり、小型化が困難となる。

#### 【 0 0 4 5 】

条件式 ( 5 ) は、第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離  $f_{L1}$  と第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離  $f_{L2}$  の比を規定している。条件式 ( 5 ) の下限値を下回って、第 1 レンズ群 L 1 の屈折力が弱くなりすぎると、広角端で  $100^\circ$  を超える広画角を達成することが困難となる。また、前玉径が大きくなり、レンズ外径が大型化してしまう。一方、条件式 ( 5 ) の上限値を上回って、第 1 レンズ群 L 1 の屈折力が強くなりすぎると、ズームレンズ L 0 の屈折力配置の非対称性が強まり、広角端での歪曲収差の補正が困難となる。

#### 【 0 0 4 6 】

条件式 ( 6 ) は、第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離  $f_{L1}$  と最も像側に配置されたレンズ群 L N の焦点距離  $f_{LN}$  の比を規定している。条件式 ( 6 ) を満足することで、ズームレンズ L 0 の小型化と高画質化の両立が可能となる。条件式 ( 6 ) の下限値を下回ってレンズ群 L N の正の屈折力が強くなりすぎると、レトロフォーカスの屈折力配置が強くなる。このため、ズームレンズ L 0 の屈折力配置の非対称性が強まり、広角端での歪曲収差の補正が困難となる。また、広角端におけるレンズ全長の短縮が困難となる。一方、条件式 ( 6 ) の上限値を上回ってレンズ群 L N の負の屈折力が強くなりすぎると、レトロフォーカスの屈折力配置とするのが難しくなる。このため、広角端でバックフォーカスを確保しながら、撮像画角を広くすることが困難となる。

#### 【 0 0 4 7 】

条件式 ( 7 ) は、最も像側に配置されたレンズ群 L N の焦点距離  $f_{LN}$  と防振群 L I S の焦点距離  $f_{LIS}$  の比を規定している。条件式 ( 7 ) の下限値を下回って、防振群 L I S の屈折力が弱くなりすぎると、防振時の防振群 L I S の移動量が大きくなりすぎ、レンズ外径の小型化が困難となる。一方、条件式 ( 7 ) の上限値を上回って、防振群 L I S の屈折力が強くなりすぎると、防振時のコマ収差、像面湾曲の変動を抑制することが困難となる。

#### 【 0 0 4 8 】

条件式 ( 8 ) は、フォーカスレンズ群である正レンズ G P の d 線に対する屈折率  $n_{dGP}$  を規定している。条件式 ( 8 ) の下限値を下回って、正レンズ G P の屈折率が低くなりすぎると、正レンズ G P に必要な屈折力を持たせるために、正レンズ G P の曲率がきつくなる。このため、フォーカシングの際の非点収差はじめとする諸収差の変動を抑制することが困難となる。一方、条件式 ( 8 ) の上限値を上回って、正レンズ G P の屈折率が高くなりすぎると、正レンズ G P の曲率がゆるくなり、フォーカシングの際の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑制することが困難となる。

#### 【 0 0 4 9 】

条件式 ( 9 ) は、防振群 L I S を構成する負レンズ G I S の d 線に対するアッペ数  $d$

10

20

30

40

50

G I Sを規定している。条件式(9)の下限値を下回って、負レンズG I Sのアッベ数が小さくなりすぎると、防振時の倍率色収差の補正が困難となる。一方、条件式(9)の上限値を上回って、負レンズG I Sのアッベ数が大きくなりすぎると、負レンズG I Sの屈折率が低くなり、防振時の防振群L I Sの移動量が大きくなりすぎ、レンズ外径の小型化が困難となる。

【0050】

条件式(10)は、第1レンズ群L1に含まれる正レンズのうち、最も屈折力の強い正レンズG1Pのd線に対するアッベ数  $d_{G1P}$ を規定している。ここで、屈折力とは焦点距離の逆数で表されるものであり、屈折力が強いというのは焦点距離の逆数の値が大きいことをいう。条件式(10)の下限値を下回って、正レンズG1Pのアッベ数が小さくなりすぎると、ズームングに際して倍率色収差の補正が困難となる。一方、条件式(10)の上限値を上回って、正レンズG1Pのアッベ数が大きくなりすぎると、ズームングに際して軸上色収差の補正が困難となる。

10

【0051】

条件式(11)は、防振レンズ群を構成する負レンズG I Sの形状を規定している。負レンズG I Sは、物体側に凸面を向けたメニスカス形状を有し、防振時のコマ収差変動を抑制している。条件式(11)の下限値を下回ると、防振時のコマ収差の変動を抑制することが困難となる。一方、条件式(11)の上限値を上回ると、防振時のコマ収差の変動を抑制することが困難となる。

【0052】

条件式(12)は、広角端での撮影可能な最大像高  $Y_{max\_w}$ と第1レンズ群L1の焦点距離  $f_{L1}$ の比を規定するものである。最大像高  $Y_{max\_w}$ とは撮影可能な像点のうち、最も光軸から離れた像点の光軸からの距離のことであり、歪曲量による倍率変化を考慮した最大像高としている。この最大像高に合わせたメカ機構や光学系とすることで光学系やレンズ装置の小型軽量化に効果がある。条件式(12)の下限値を下回って、最大像高が小さくなりすぎると、所望の撮影画角よりも狭い画角となってしまう。一方、条件式(12)の上限値を上回って最大像高が大きくなりすぎると、所望の撮影画角よりも広い範囲の光線を撮像面に結像させることとなるため、メカ機構や光学系が過剰に大型化し、小型軽量化が困難になる。

20

【0053】

条件式(13)は、広角端における無限遠合焦時の最大像高  $Y_{max\_w}$ の歪曲量  $D_{ist\_w}$ を規定している。条件式(13)の下限値を下回って、歪曲量  $D_{ist\_w}$ が大きくなりすぎると、電子歪曲補正時に周辺画質劣化の抑制が困難になる。一方、条件式(13)の上限値を上回って、歪曲量  $D_{ist\_w}$ が小さくなりすぎると、等距離射影方式での歪曲量が大きすぎるために、像ぶれ補正時の周辺画質劣化が大きくなってしまふ。また、レンズシフト防振時においても、周辺部の像ぶれの補正量が不十分となってしまう。

30

【0054】

ここで、歪曲量の定義を示す。光学系において、中心射影方式における理想像高を  $y$ 、実像高を  $y_p$ とすると、広角端における任意像高の歪曲量  $D_{ist\_w}[\%]$ は以下のように表せる。

40

【0055】

$$D_{ist\_w}[\%] = ((y_p - y) / y) \times 100$$

ここで中心射影方式における理想像高  $y$ とは、光学系の全系焦点距離  $f$ 、任意像高における実光線の半画角  $i$ を用いて以下のように定義される値である。

【0056】

$$y = f \tan i$$

また、最大像高において、光学系の全系焦点距離  $f$ 、最大像高における実光線の半画角を用いて、理想像高  $y$ は以下のように表せる。

【0057】

$$y_1 = f \tan$$

50

なお、条件式(1)乃至(13)の数値範囲を以下の条件式(3a)乃至(13a)の数値範囲とすることがより好ましい。

【0058】

$$\begin{aligned}
 0.49 < D2w / TLw < 0.60 & \dots (1a) \\
 27 < dGP < 43 & \dots (2a) \\
 0.38 < DISw / DSPw < 0.70 & \dots (3a) \\
 0.05 < Skw / TLw < 0.20 & \dots (4a) \\
 -0.40 < fL1 / fL2 < -0.17 & \dots (5a) \\
 0.00 < |fL1 / fLN| < 0.35 & \dots (6a) \\
 0.60 < |fLN / fLIS| < 1.50 & \dots (7a) \\
 1.63 < ndGP < 1.89 & \dots (8a) \\
 37 < dGIS < 55 & \dots (9a) \\
 25 < dG1P < 45 & \dots (10a) \\
 4.0 < (R1 + R2) / (R1 - R2) < 11.0 & \dots (11a) \\
 -1.40 < Ymax_w / fL1 < -0.60 & \dots (12a) \\
 -16.0 < Dist_w < -9.0 & \dots (13a)
 \end{aligned}$$

10

また、条件式(1)乃至(13)の数値範囲は、以下の条件式(1b)乃至(13b)の数値範囲とすることがさらに好ましい。

【0059】

$$\begin{aligned}
 0.50 < D2w / TLw < 0.55 & \dots (1b) \\
 28 < dGP < 40 & \dots (2b) \\
 0.41 < DISw / DSPw < 0.60 & \dots (3b) \\
 0.06 < Skw / TLw < 0.15 & \dots (4b) \\
 -0.38 < fL1 / fL2 < -0.20 & \dots (5b) \\
 0.00 < |fL1 / fLN| < 0.30 & \dots (6b) \\
 0.70 < |fLN / fLIS| < 1.40 & \dots (7b) \\
 1.65 < ndGP < 1.87 & \dots (8b) \\
 39 < dGIS < 50 & \dots (9b) \\
 28 < dG1P < 42 & \dots (10b) \\
 4.5 < (R1 + R2) / (R1 - R2) < 9.0 & \dots (11b) \\
 -1.20 < Ymax_w / fL1 < -0.80 & \dots (12b) \\
 -14.0 < Dist_w < -10.0 & \dots (13b)
 \end{aligned}$$

20

30

次に、各実施例のズームレンズL0において、満足することが好ましい構成について述べる。

【0060】

第1レンズ群L1は、4枚以上の負レンズと、少なくとも1枚の正レンズを含みことが好ましい。また、第1レンズ群L1は、ズーミングに際して可動であることが好ましい。ズームレンズL0において隣り合うレンズ群の間隔のうち、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間隔は、広角端において最大であることが好ましい。これにより、十分な広角化(例えば広角端において画角が100°以上)を達成しつつ、十分な変倍比(例えば2倍程度)を実現することが可能となる。

40

【0061】

また、開口絞りSPは、第2レンズ群L2の物体側に配置され、開口絞りSPは、広角端から望遠端へのズーミングに際して、物体側に単調移動することが好ましい。これにより、開口絞りSPの小型化が容易となる。

【0062】

また、後群LRは、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化する2以上のレンズ群を含むことが好ましい。これにより、十分な変倍比(例えば2倍程度)を実現することも可能となる。

【0063】

50

また、最も像側に配置されたレンズ群 L N は、3 枚以下のレンズからなることが好ましい。これにより、ズームレンズ L 0 の小型化が可能となる。

【 0 0 6 4 】

また、ズームレンズ L 0 において最も像側に配置されたレンズ群 L N は、ズーミングに際して固定であることが好ましい。

【 0 0 6 5 】

以下に、実施例 1 乃至 6 にそれぞれ対応する数値実施例 1 乃至 6 を示す。

【 0 0 6 6 】

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) を表わしている。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、d は光学部材のアッベ数を表わしている。なお、ある材料のアッベ数 d は、フラウンホーファ線の d 線 (587.6nm)、F 線 (486.1nm)、C 線 (656.3nm) における屈折率を Nd, NF, NC とするとき、

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

で表される。

【 0 0 6 7 】

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 L 0 が無限遠物体に焦点を合わせたときの値である。「バックフォーカス BF」は、レンズ最終面 (最も像側のレンズ面) から近軸像面までの光軸上の距離を空気換算長により表記したものである。「レンズ全長」は、ズームレンズ L 0 の最前面 (最も物体側のレンズ面) から最終面までの光軸上の距離にバックフォーカスを加えた長さである。「レンズ群」は、複数のレンズから構成される場合に限らず、1 枚のレンズから構成される場合も含むものとする。

【 0 0 6 8 】

また、光学面が非球面の場合は、面番号の右側に、\* の符号を付している。非球面形状は、X を光軸方向の面頂点からの変位量、h を光軸と垂直な方向の光軸からの高さ、R を近軸曲率半径、K を円錐定数、A4, A6, A8, A10, A12 を各次数の非球面係数とすると、

$$X = (h^2 / R) / [ 1 + [ 1 - (1 + K) (h / R)^2 ]^{1/2} ] + A4 \times h^4 + A6 \times h^6 + A8 \times h^8 + A10 \times h^{10} + A12 \times h^{12}$$

で表している。なお、各非球面係数における「e ± X X」は「× 10 ± X X」を意味している。

【 0 0 6 9 】

[ 数値実施例 1 ]

単位 mm

面データ

| 面番号    | r       | d     | nd      | d    |
|--------|---------|-------|---------|------|
| 1*     | 37.000  | 3.00  | 1.58313 | 59.4 |
| 2*     | 17.814  | 12.20 |         |      |
| 3      | 52.582  | 1.23  | 1.91082 | 35.2 |
| 4      | 17.849  | 5.54  |         |      |
| 5      | 30.037  | 1.15  | 1.59282 | 68.6 |
| 6      | 18.728  | 9.86  |         |      |
| 7      | -28.561 | 1.10  | 1.43875 | 94.7 |
| 8      | 33.065  | 4.99  | 1.88300 | 40.8 |
| 9      | -88.917 | (可変)  |         |      |
| 10(絞り) |         | (可変)  |         |      |
| 11     | 76.538  | 1.86  | 1.72047 | 34.7 |

10

20

30

40

50

|     |          |      |         |      |
|-----|----------|------|---------|------|
| 12  | -170.686 | (可変) |         |      |
| 13  | 21.263   | 0.69 | 1.80810 | 22.8 |
| 14  | 10.223   | 4.67 | 1.67300 | 38.3 |
| 15  | 101.506  | 0.80 |         |      |
| 16  | -48.763  | 0.55 | 1.88300 | 40.8 |
| 17  | 13.497   | 2.73 | 1.92286 | 20.9 |
| 18  | 39.963   | 0.35 |         |      |
| 19  | 19.540   | 5.55 | 1.49700 | 81.5 |
| 20* | -31.043  | 0.15 |         |      |
| 21  | 18.566   | 0.64 | 2.05090 | 26.9 |
| 22  | 11.089   | 7.99 | 1.49700 | 81.5 |
| 23  | -43.632  | 0.35 |         |      |
| 24  | 22.204   | 0.90 | 1.88300 | 40.8 |
| 25  | 16.576   | 5.56 |         |      |
| 26* | -26.667  | 1.90 | 1.85400 | 40.4 |
| 27* | -55.445  | (可変) |         |      |
| 28  | -497.495 | 7.36 | 1.49700 | 81.5 |
| 29  | -33.423  | (可変) |         |      |

## 像面

## 非球面データ

## 第1面

K = 0.00000e+00 A 4= 2.59429e-06 A 6=-2.61399e-08 A 8= 5.21697e-11  
A 10=-5.59197e-14 A 12= 3.27515e-17 A 14=-8.57311e-21

## 第2面

K =-8.76022e-01 A 4= 9.21103e-06 A 6=-3.58438e-08 A 8=-4.52147e-11  
A 10= 2.92832e-13 A 12=-4.25258e-16 A 14= 2.03592e-19

## 第20面

K = 0.00000e+00 A 4= 2.45229e-05 A 6=-3.72036e-08 A 8=-1.08800e-09  
A 10= 1.03970e-11 A 12=-1.91023e-14

## 第26面

K = 0.00000e+00 A 4= 1.66615e-04 A 6=-1.90317e-06 A 8= 1.23230e-08  
A 10=-9.41453e-11 A 12= 4.39584e-13

## 第27面

K = 0.00000e+00 A 4= 1.69532e-04 A 6=-1.38711e-06 A 8= 4.53596e-09  
A 10=-6.87436e-12 A 12= 2.41668e-14

## 各種データ

ズーム比 1.88

|        | 広角     | 中間     | 望遠     |
|--------|--------|--------|--------|
| 焦点距離   | 10.33  | 15.00  | 19.39  |
| Fナンバー  | 4.08   | 4.08   | 4.12   |
| 半画角(°) | 61.36  | 55.26  | 48.13  |
| 像高     | 18.92  | 21.64  | 21.64  |
| レンズ全長  | 128.82 | 122.35 | 123.27 |
| BF     | 12.13  | 12.13  | 12.13  |
| d9     | 24.06  | 9.31   | 2.42   |
| d10    | 3.18   | 3.92   | 3.78   |
| d12    | 4.97   | 4.23   | 4.37   |
| d27    | 3.36   | 11.64  | 19.44  |
| d29    | 12.13  | 12.13  | 12.13  |

## ズームレンズ群データ

10

20

30

40

50

群 始面 焦点距離

1 1 -19.37  
 2 11 73.58  
 3 13 49.46  
 4 28 71.72

[ 数值实施例 2 ]

单位 mm

面データ

| 面番号    | r        | d     | nd      | d    |    |
|--------|----------|-------|---------|------|----|
| 1*     | 36.964   | 2.00  | 1.76450 | 49.1 | 10 |
| 2*     | 17.381   | 12.97 |         |      |    |
| 3      | 38.540   | 1.00  | 1.83400 | 37.2 |    |
| 4      | 17.838   | 8.18  |         |      |    |
| 5      | 35.542   | 1.00  | 1.49700 | 81.5 |    |
| 6      | 17.493   | 9.44  |         |      |    |
| 7      | -32.408  | 0.80  | 1.43875 | 94.7 |    |
| 8      | 29.388   | 4.33  | 1.88300 | 40.8 |    |
| 9      | -153.902 | (可変)  |         |      |    |
| 10(絞り) |          | (可変)  |         |      | 20 |
| 11     | 60.063   | 1.50  | 1.77047 | 29.7 |    |
| 12     | 4073.289 | (可変)  |         |      |    |
| 13     | 24.469   | 0.50  | 1.80810 | 22.8 |    |
| 14     | 10.086   | 6.29  | 1.80610 | 33.3 |    |
| 15     | 65.185   | 0.67  |         |      |    |
| 16     | -92.079  | 0.50  | 2.00100 | 29.1 |    |
| 17     | 10.799   | 3.89  | 1.86966 | 20.0 |    |
| 18     | 60.938   | 0.10  |         |      |    |
| 19     | 18.584   | 4.65  | 1.43875 | 94.7 |    |
| 20*    | -29.965  | 0.10  |         |      |    |
| 21     | 16.998   | 0.50  | 2.05090 | 26.9 | 30 |
| 22     | 11.071   | 6.27  | 1.43875 | 94.7 |    |
| 23     | -72.227  | 4.03  |         |      |    |
| 24     | 21.999   | 0.90  | 1.88300 | 40.8 |    |
| 25     | 16.878   | 5.45  |         |      |    |
| 26*    | -21.844  | 1.20  | 1.85400 | 40.4 |    |
| 27*    | -29.304  | (可変)  |         |      |    |
| 28     | -242.542 | 7.32  | 1.49700 | 81.5 |    |
| 29     | -31.336  | (可変)  |         |      |    |

像面

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+00 A 4=-5.05120e-07 A 6=-2.59180e-08 A 8= 5.64585e-11  
 A10=-6.28825e-14 A12= 3.59492e-17 A14=-8.73398e-21

第2面

K =-8.50179e-01 A 4= 6.50619e-06 A 6=-3.67327e-08 A 8=-4.18782e-11  
 A10= 3.45919e-13 A12=-5.82222e-16 A14= 3.42039e-19

第20面

K = 0.00000e+00 A 4= 1.88217e-05 A 6=-1.07644e-07 A 8=-8.81979e-10  
 A10= 3.51547e-12 A12= 2.13797e-14

第26面

K = 0.00000e+00 A 4= 1.99287e-04 A 6=-1.86752e-06 A 8= 9.76715e-09  
A10=-7.11283e-11 A12= 4.03250e-13

第27面

K = 0.00000e+00 A 4= 2.02967e-04 A 6=-1.31168e-06 A 8= 1.15301e-09  
A10= 2.03422e-11 A12=-3.00629e-14

各種データ

|        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| ズーム比   | 1.94   |        |        |
|        | 広角     | 中間     | 望遠     |
| 焦点距離   | 9.20   | 16.04  | 17.90  |
| Fナンバー  | 4.08   | 4.08   | 4.12   |
| 半画角(°) | 64.04  | 53.45  | 50.40  |
| 像高     | 18.90  | 21.64  | 21.64  |
| レンズ全長  | 125.26 | 118.57 | 119.35 |
| BF     | 10.50  | 10.50  | 10.50  |
| d9     | 24.00  | 4.83   | 2.21   |
| d10    | 2.10   | 3.01   | 3.07   |
| d12    | 4.14   | 3.23   | 3.17   |
| d27    | 0.93   | 13.41  | 16.81  |
| d29    | 10.50  | 10.50  | 10.50  |

10

ズームレンズ群データ

|   |    |        |
|---|----|--------|
| 群 | 始面 | 焦点距離   |
| 1 | 1  | -17.03 |
| 2 | 11 | 79.11  |
| 3 | 13 | 42.64  |
| 4 | 28 | 71.58  |

20

[ 数値実施例 3 ]

単位 mm

面データ

|        |          |       |         |      |
|--------|----------|-------|---------|------|
| 面番号    | r        | d     | nd      | d    |
| 1*     | 34.540   | 2.00  | 1.76450 | 49.1 |
| 2*     | 17.538   | 12.00 |         |      |
| 3      | 27.845   | 1.00  | 2.05090 | 26.9 |
| 4      | 17.335   | 12.15 |         |      |
| 5      | -102.534 | 1.00  | 1.49700 | 81.5 |
| 6      | 24.557   | 4.63  |         |      |
| 7      | -163.874 | 1.40  | 1.83400 | 37.2 |
| 8      | -79.091  | 0.80  | 1.43875 | 94.7 |
| 9      | 23.675   | 5.93  | 1.88300 | 40.8 |
| 10     | 685.207  | (可変)  |         |      |
| 11(絞り) |          | (可変)  |         |      |
| 12     | 73.782   | 1.50  | 1.85025 | 30.1 |
| 13     | -353.985 | (可変)  |         |      |
| 14     | 22.242   | 0.50  | 1.96300 | 24.1 |
| 15     | 10.175   | 6.30  | 1.88300 | 40.8 |
| 16     | 40.767   | 0.92  |         |      |
| 17     | -465.076 | 0.50  | 1.91082 | 35.2 |
| 18     | 10.734   | 4.46  | 1.86966 | 20.0 |
| 19     | 30.913   | 0.10  |         |      |
| 20     | 17.320   | 4.70  | 1.43875 | 94.7 |
| 21*    | -61.628  | 0.10  |         |      |

30

40

50

|     |          |      |         |      |
|-----|----------|------|---------|------|
| 22  | 17.378   | 0.50 | 2.05090 | 26.9 |
| 23  | 11.257   | 7.57 | 1.43875 | 94.7 |
| 24  | -32.482  | 1.49 |         |      |
| 25  | 27.690   | 0.90 | 1.88300 | 40.8 |
| 26  | 20.124   | 5.98 |         |      |
| 27* | -29.240  | 1.20 | 1.85400 | 40.4 |
| 28* | -43.741  | (可変) |         |      |
| 29  | -130.532 | 6.39 | 1.49700 | 81.5 |
| 30  | -34.115  | (可変) |         |      |

像面

10

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+00 A 4=-5.58771e-07 A 6=-1.77995e-08 A 8= 4.41109e-11  
A 10=-6.23317e-14 A 12= 4.47696e-17 A 14=-1.40227e-20

第2面

K =-8.15972e-01 A 4= 8.81718e-06 A 6=-1.49702e-08 A 8=-1.54936e-11  
A 10= 2.29531e-13 A 12=-5.29361e-16 A 14= 3.75849e-19

第21面

K = 0.00000e+00 A 4= 1.85120e-05 A 6=-1.09055e-07 A 8= 4.00606e-10  
A 10=-1.62869e-11 A 12= 9.72903e-14

20

第27面

K = 0.00000e+00 A 4= 3.73139e-05 A 6=-5.43373e-07 A 8= 2.13025e-09  
A 10=-2.57230e-11 A 12= 1.92965e-13

第28面

K = 0.00000e+00 A 4= 5.07750e-05 A 6=-4.00620e-07 A 8= 1.66532e-10  
A 10= 4.59683e-12 A 12= 8.96637e-15

各種データ

|        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| ズーム比   | 2.12   |        |        |
|        | 広角     | 中間     | 望遠     |
| 焦点距離   | 11.30  | 16.61  | 23.90  |
| Fナンバー  | 4.08   | 4.08   | 4.12   |
| 半画角(°) | 59.29  | 52.49  | 42.15  |
| 像高     | 19.02  | 21.64  | 21.64  |
| レンズ全長  | 129.79 | 125.70 | 129.33 |
| BF     | 14.54  | 12.80  | 10.54  |
| d10    | 24.00  | 10.61  | 2.20   |
| d11    | 2.10   | 2.30   | 2.09   |
| d13    | 3.77   | 3.57   | 3.78   |
| d28    | 1.36   | 12.39  | 26.70  |
| d30    | 14.54  | 12.80  | 10.54  |

30

ズームレンズ群データ

|   |    |        |
|---|----|--------|
| 群 | 始面 | 焦点距離   |
| 1 | 1  | -19.47 |
| 2 | 12 | 71.93  |
| 3 | 14 | 53.25  |
| 4 | 29 | 90.93  |

[ 数値実施例 4 ]

単位 mm

面データ

|     |   |   |    |   |
|-----|---|---|----|---|
| 面番号 | r | d | nd | d |
|-----|---|---|----|---|

40

50

|        |          |       |         |      |    |
|--------|----------|-------|---------|------|----|
| 1*     | 35.655   | 2.00  | 1.55332 | 71.7 |    |
| 2*     | 18.553   | 10.14 |         |      |    |
| 3      | 43.354   | 1.00  | 1.96300 | 24.1 |    |
| 4      | 18.994   | 9.15  |         |      |    |
| 5      | 54.034   | 1.00  | 1.59270 | 35.3 |    |
| 6      | 26.677   | 8.97  |         |      |    |
| 7      | -33.675  | 0.80  | 1.49700 | 81.5 |    |
| 8      | 35.482   | 6.14  | 1.85883 | 30.0 |    |
| 9      | -84.554  | (可変)  |         |      |    |
| 10(絞り) |          | (可変)  |         |      | 10 |
| 11     | 123.998  | 1.70  | 1.85025 | 30.1 |    |
| 12     | -234.488 | (可変)  |         |      |    |
| 13*    | 26.749   | 1.00  | 1.80810 | 22.8 |    |
| 14     | 13.432   | 7.73  | 1.80610 | 40.7 |    |
| 15     | 83.403   | 0.67  |         |      |    |
| 16     | 495.726  | 0.50  | 2.00100 | 29.1 |    |
| 17     | 13.374   | 4.37  | 1.94594 | 18.0 |    |
| 18     | 28.803   | 0.10  |         |      |    |
| 19     | 18.829   | 6.49  | 1.43875 | 94.7 |    |
| 20*    | -34.371  | 0.10  |         |      | 20 |
| 21     | 16.112   | 0.50  | 2.05090 | 26.9 |    |
| 22     | 11.216   | 8.27  | 1.43875 | 94.7 |    |
| 23     | 373.115  | (可変)  |         |      |    |
| 24     | 31.589   | 0.90  | 1.88300 | 40.8 |    |
| 25     | 20.666   | 4.64  |         |      |    |
| 26*    | -27.639  | 1.20  | 1.80400 | 46.5 |    |
| 27*    | -31.668  | (可変)  |         |      |    |
| 28     | -110.630 | 1.00  | 1.80610 | 33.3 |    |
| 29     | -432.539 | 6.50  | 1.59282 | 68.6 |    |
| 30     | -34.154  | (可変)  |         |      | 30 |

像面

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+00 A 4= 8.84489e-07 A 6=-1.74958e-08 A 8= 4.77183e-11  
A10=-6.77556e-14 A12= 5.30183e-17 A14=-1.85401e-20

第2面

K =-9.16996e-01 A 4= 9.24051e-06 A 6=-2.08874e-08 A 8= 6.43752e-11  
A10=-1.33742e-13 A12= 3.26127e-16 A14=-3.48263e-19

第13面

K = 0.00000e+00 A 4=-3.08173e-06 A 6=-9.07213e-09 A 8= 3.76703e-11  
A10=-9.38527e-14

40

第20面

K = 0.00000e+00 A 4= 1.39904e-05 A 6= 6.25811e-09 A 8=-8.77158e-10  
A10= 1.49936e-11 A12=-6.74357e-14

第26面

K = 0.00000e+00 A 4= 1.02392e-04 A 6=-1.86870e-07 A 8=-5.03914e-09  
A10= 3.67314e-11 A12=-3.01596e-14

第27面

K = 0.00000e+00 A 4= 1.16632e-04 A 6=-1.10396e-08 A 8=-7.02472e-09  
A10= 5.73923e-11 A12=-1.51353e-13

50

## 各種データ

|        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| ズーム比   | 1.95   |        |        |
|        | 広角     | 中間     | 望遠     |
| 焦点距離   | 11.30  | 14.97  | 22.00  |
| Fナンバー  | 2.89   | 2.89   | 2.89   |
| 半画角(°) | 59.44  | 55.32  | 44.52  |
| 像高     | 19.14  | 21.64  | 21.64  |
| レンズ全長  | 137.35 | 129.65 | 125.58 |
| BF     | 13.50  | 12.41  | 10.50  |
| d9     | 29.39  | 16.54  | 3.44   |
| d10    | 2.10   | 2.10   | 2.53   |
| d12    | 4.88   | 4.88   | 4.45   |
| d23    | 1.00   | 2.19   | 4.27   |
| d27    | 1.61   | 6.66   | 15.52  |
| d30    | 13.50  | 12.41  | 10.50  |

10

## ズームレンズ群データ

|   |    |        |
|---|----|--------|
| 群 | 始面 | 焦点距離   |
| 1 | 1  | -20.99 |
| 2 | 11 | 95.60  |
| 3 | 13 | 33.35  |
| 4 | 24 | -57.66 |
| 5 | 28 | 89.95  |

20

## [ 数値実施例 5 ]

単位 mm

## 面データ

| 面番号    | r        | d     | nd      | d    |
|--------|----------|-------|---------|------|
| 1*     | 36.363   | 1.60  | 1.76450 | 49.1 |
| 2*     | 15.487   | 6.54  |         |      |
| 3      | 27.280   | 1.00  | 2.05090 | 26.9 |
| 4      | 18.536   | 6.70  |         |      |
| 5      | 32.793   | 1.00  | 1.49700 | 81.5 |
| 6      | 17.362   | 10.47 |         |      |
| 7      | -34.260  | 0.80  | 1.43875 | 94.7 |
| 8      | 34.586   | 3.94  | 1.90525 | 35.0 |
| 9      | -201.854 | (可変)  |         |      |
| 10(絞り) |          | (可変)  |         |      |
| 11     | 51.209   | 1.50  | 1.67300 | 38.3 |
| 12     | -111.251 | (可変)  |         |      |
| 13     | -61.646  | 0.80  | 2.00100 | 29.1 |
| 14     | -204.214 | (可変)  |         |      |
| 15     | 19.146   | 0.50  | 2.05090 | 26.9 |
| 16     | 10.112   | 4.75  | 1.80610 | 40.7 |
| 17     | 152.402  | 0.35  |         |      |
| 18     | -367.791 | 0.50  | 1.91082 | 35.2 |
| 19     | 11.324   | 2.84  | 1.89286 | 20.4 |
| 20     | 31.987   | 0.10  |         |      |
| 21     | 17.704   | 4.27  | 1.43875 | 94.7 |
| 22*    | -54.171  | 0.10  |         |      |
| 23     | 18.960   | 0.50  | 2.05090 | 26.9 |
| 24     | 11.500   | 8.01  | 1.43875 | 94.7 |

30

40

50

25 -21.312 0.49  
 26 21.333 1.00 1.83481 42.7  
 27 16.304 (可変)  
 28\* -24.186 1.20 1.85400 40.4  
 29\* -41.948 (可変)

## 像面

## 非球面データ

## 第1面

K = 0.00000e+00 A 4=-7.44158e-06 A 6= 2.17599e-08 A 8=-4.81867e-11  
 A10= 6.22617e-14 A12=-4.40517e-17 A14= 1.19690e-20

10

## 第2面

K =-8.72295e-01 A 4= 5.42531e-07 A 6= 9.78315e-09 A 8= 1.72802e-10  
 A10=-9.18661e-13 A12= 2.12915e-15 A14=-1.99953e-18

## 第22面

K = 0.00000e+00 A 4= 3.62847e-05 A 6=-2.63477e-07 A 8= 1.92638e-09  
 A10=-6.70834e-11 A12= 4.52971e-13

## 第28面

K = 0.00000e+00 A 4= 1.17855e-04 A 6=-1.63605e-06 A 8= 9.00680e-09  
 A10=-6.51152e-11 A12= 3.38027e-13

## 第29面

K = 0.00000e+00 A 4= 1.30738e-04 A 6=-1.32589e-06 A 8= 4.36587e-09  
 A10=-2.34452e-12 A12= 1.29797e-14

20

## 各種データ

|        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| ズーム比   | 1.90   |        |        |
|        | 広角     | 中間     | 望遠     |
| 焦点距離   | 10.30  | 16.00  | 19.60  |
| Fナンバー  | 4.08   | 4.08   | 4.12   |
| 半画角(°) | 61.86  | 53.52  | 47.83  |
| 像高     | 19.26  | 21.64  | 21.64  |
| レンズ全長  | 114.35 | 105.41 | 104.44 |
| BF     | 14.75  | 21.84  | 26.22  |
| d9     | 24.50  | 7.84   | 2.10   |
| d10    | 2.10   | 2.82   | 3.40   |
| d12    | 3.35   | 3.32   | 3.17   |
| d14    | 2.03   | 1.34   | 0.91   |
| d27    | 8.66   | 9.29   | 9.68   |
| d29    | 14.75  | 21.84  | 26.22  |

30

## ズームレンズ群データ

## 群 始面 焦点距離

|   |    |        |
|---|----|--------|
| 1 | 1  | -18.06 |
| 2 | 11 | 52.30  |
| 3 | 13 | -88.46 |
| 4 | 15 | 27.53  |
| 5 | 28 | -69.03 |

40

## [ 数値実施例 6 ]

単位 mm

## 面データ

|     |        |       |         |      |
|-----|--------|-------|---------|------|
| 面番号 | r      | d     | nd      | d    |
| 1*  | 36.245 | 2.00  | 1.76450 | 49.1 |
| 2*  | 18.260 | 13.76 |         |      |

50

|        |          |       |         |      |
|--------|----------|-------|---------|------|
| 3      | 36.879   | 1.00  | 1.95375 | 32.3 |
| 4      | 18.000   | 10.79 |         |      |
| 5      | 53.599   | 1.00  | 1.49700 | 81.5 |
| 6      | 21.569   | 8.03  |         |      |
| 7      | -31.559  | 0.80  | 1.43875 | 94.7 |
| 8      | 31.309   | 4.96  | 1.88300 | 40.8 |
| 9      | -94.449  | (可変)  |         |      |
| 10(絞り) |          | (可変)  |         |      |
| 11     | 53.950   | 1.50  | 1.66565 | 35.6 |
| 12     | -175.277 | (可変)  |         |      |
| 13     | 268.814  | 0.80  | 1.61772 | 49.8 |
| 14     | 56.472   | (可変)  |         |      |
| 15     | 22.881   | 0.50  | 1.96300 | 24.1 |
| 16     | 10.376   | 5.45  | 1.90043 | 37.4 |
| 17     | 94.514   | 0.58  |         |      |
| 18     | -137.963 | 0.50  | 1.95375 | 32.3 |
| 19     | 10.860   | 3.42  | 1.86966 | 20.0 |
| 20     | 34.673   | 0.10  |         |      |
| 21     | 17.287   | 5.79  | 1.43875 | 94.7 |
| 22*    | -61.411  | 0.10  |         |      |
| 23     | 16.219   | 0.50  | 2.05090 | 26.9 |
| 24     | 11.080   | 8.94  | 1.43875 | 94.7 |
| 25     | -31.009  | 0.50  |         |      |
| 26     | 20.448   | 1.00  | 1.83481 | 42.7 |
| 27     | 15.800   | (可変)  |         |      |
| 28*    | -15.305  | 1.20  | 1.85400 | 40.4 |
| 29*    | -22.734  | (可変)  |         |      |
| 30     | -116.151 | 6.84  | 1.49700 | 81.5 |
| 31     | -29.679  | (可変)  |         |      |

10

20

像面

30

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+00 A 4= 3.92202e-08 A 6=-2.69648e-08 A 8= 6.09684e-11  
A 10=-7.05373e-14 A 12= 4.15238e-17 A 14=-1.05285e-20

第2面

K =-8.62038e-01 A 4= 8.10669e-06 A 6=-3.15674e-08 A 8=-3.37489e-11  
A 10= 3.31967e-13 A 12=-5.81678e-16 A 14= 3.32304e-19

第22面

K = 0.00000e+00 A 4= 2.23580e-05 A 6=-1.43420e-07 A 8= 1.13126e-09  
A 10=-2.96786e-11 A 12= 1.87767e-13

40

第28面

K = 0.00000e+00 A 4= 1.89068e-04 A 6=-1.82499e-06 A 8= 8.70129e-09  
A 10=-5.29084e-11 A 12= 3.77732e-13

第29面

K = 0.00000e+00 A 4= 1.81235e-04 A 6=-1.41031e-06 A 8= 3.38789e-09  
A 10= 1.58728e-11 A 12=-5.28155e-14

各種データ

ズーム比 1.92

|    |    |    |
|----|----|----|
| 広角 | 中間 | 望遠 |
|----|----|----|

|      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 焦点距離 | 10.30 | 15.22 | 19.80 |
|------|-------|-------|-------|

50

|           |        |        |        |
|-----------|--------|--------|--------|
| F ナンバー    | 2.89   | 3.50   | 4.12   |
| 半画角 ( ° ) | 61.76  | 54.87  | 47.54  |
| 像高        | 19.18  | 21.64  | 21.64  |
| レンズ全長     | 132.94 | 126.11 | 127.01 |
| BF        | 11.35  | 11.35  | 11.35  |
| d 9       | 24.44  | 9.22   | 2.28   |
| d10       | 2.17   | 2.34   | 2.10   |
| d12       | 3.85   | 4.20   | 4.93   |
| d14       | 2.01   | 1.49   | 1.00   |
| d27       | 7.87   | 7.76   | 7.66   |
| d29       | 1.19   | 9.69   | 17.64  |
| d31       | 11.35  | 11.35  | 11.35  |

## ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

|   |    |         |
|---|----|---------|
| 1 | 1  | -19.36  |
| 2 | 11 | 62.14   |
| 3 | 13 | -115.90 |
| 4 | 15 | 30.94   |
| 5 | 28 | -59.25  |
| 6 | 30 | 78.16   |

各数値実施例における種々の値を、以下の表 1 にまとめて示す。

【 0 0 7 0 】

10

20

30

40

50

【表 1】

|        | 実施例1   | 実施例2   | 実施例3   | 実施例4   | 実施例5   | 実施例6   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TLw    | 128.82 | 125.26 | 129.79 | 137.35 | 114.35 | 132.94 |
| Skw    | 12.13  | 10.50  | 14.54  | 13.50  | 14.75  | 11.35  |
| D2w    | 66.31  | 65.82  | 67.01  | 70.69  | 58.65  | 68.95  |
| DSPw   | 65.69  | 61.54  | 64.88  | 68.76  | 57.80  | 66.16  |
| DISw   | 34.48  | 35.24  | 34.51  | 39.41  | 32.19  | 36.71  |
| fL1    | -19.37 | -17.03 | -19.47 | -20.99 | -18.06 | -19.36 |
| fL2    | 73.58  | 79.11  | 71.93  | 95.60  | 52.30  | 62.14  |
| fLIS   | -80.07 | -89.49 | -88.34 | -70.40 | -91.09 | -92.30 |
| fLN    | 71.72  | 71.58  | 90.93  | 89.95  | -69.03 | 78.16  |
| ndGP   | 1.72   | 1.77   | 1.85   | 1.85   | 1.67   | 1.67   |
| vdGP   | 34.71  | 29.74  | 30.05  | 30.05  | 38.26  | 35.64  |
| vdGIS  | 40.81  | 40.81  | 40.81  | 46.53  | 42.74  | 42.74  |
| vdG1P  | 40.81  | 40.81  | 40.81  | 30.00  | 35.04  | 40.81  |
| R1     | 22.20  | 22.00  | 27.69  | 31.59  | 21.33  | 20.45  |
| R2     | 16.58  | 16.88  | 20.12  | 20.67  | 16.30  | 15.80  |
| Ymax_w | 18.92  | 18.90  | 19.02  | 19.14  | 19.26  | 19.18  |
| Dist_w | -12.56 | -12.53 | -11.98 | -11.45 | -10.68 | -11.25 |

|         |        |        |        |        |        |        |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 条件式(1)  | 0.51   | 0.53   | 0.52   | 0.51   | 0.51   | 0.52   |
| 条件式(2)  | 34.71  | 29.74  | 30.05  | 30.05  | 38.26  | 35.64  |
| 条件式(3)  | 0.52   | 0.57   | 0.53   | 0.57   | 0.56   | 0.55   |
| 条件式(4)  | 0.09   | 0.08   | 0.11   | 0.10   | 0.13   | 0.09   |
| 条件式(5)  | -0.26  | -0.22  | -0.27  | -0.22  | -0.35  | -0.31  |
| 条件式(6)  | 0.27   | 0.24   | 0.21   | 0.23   | 0.26   | 0.25   |
| 条件式(7)  | 0.90   | 0.80   | 1.03   | 1.28   | 0.76   | 0.85   |
| 条件式(8)  | 1.72   | 1.77   | 1.85   | 1.85   | 1.67   | 1.67   |
| 条件式(9)  | 40.81  | 40.81  | 40.81  | 46.53  | 42.74  | 42.74  |
| 条件式(10) | 40.81  | 40.81  | 40.81  | 30.00  | 35.04  | 40.81  |
| 条件式(11) | 6.89   | 7.59   | 6.32   | 4.78   | 7.48   | 7.80   |
| 条件式(12) | -0.98  | -1.11  | -0.98  | -0.91  | -1.07  | -0.99  |
| 条件式(13) | -12.56 | -12.53 | -11.98 | -11.45 | -10.68 | -11.25 |

## 【0071】

## 〔撮像装置〕

次に、本発明のズームレンズL0を撮像光学系として用いたデジタルカメラ（撮像装置）の実施例について、図13を用いて説明する。図13は、本実施例の撮像装置（デジタルカメラ）10の概略図である。撮像装置10は、カメラ本体13と、上述した実施例1乃至6のいずれかと同様であるズームレンズ11と、ズームレンズ11によって形成される光学像を光電変換する受光素子（撮像素子）12を備える。

## 【0072】

本実施例の撮像装置10は、小型かつ良好な光学特性を有するズームレンズ11を有す

るため、高品位な画像を得ることができる。

【0073】

なお、受光素子12としては、CCDやCMOSセンサ等の撮像素子を用いることができる。このとき、受光素子12により取得された画像の歪曲収差や色収差等の諸収差を電氣的に補正することにより、出力画像を高画質化することもできる。カメラ本体13はクイックターンミラーを有する所謂一眼レフカメラでも良いし、クイックターンミラーを有さない所謂ミラーレスカメラでも良い。

【0074】

なお、上述した各実施例のズームレンズL0は、図13に示したデジタルスチルカメラに限らず、銀塩フィルム用カメラやビデオカメラ、望遠鏡等の種々の光学機器に適用することができる。

10

[撮像システム]

なお、各実施例のズームレンズL0と、ズームレンズL0を制御する制御部とを含めた撮像システム(監視カメラシステム)を構成してもよい。この場合、制御部は、ズームングやフォーカシング、像ぶれ補正に際して各レンズ群が上述したように移動するようズームレンズL0を制御することができる。このとき、制御部がズームレンズL0と一体的に構成されている必要はなく、制御部をズームレンズL0とは別体として構成してもよい。例えば、ズームレンズL0の各レンズを駆動する駆動部に対して遠方に配置された制御部(制御装置)が、ズームレンズL0を制御するための制御信号(命令)を送る送信部を備える構成を採用してもよい。このような制御部によれば、ズームレンズL0を遠隔操作することができる。

20

【0075】

また、ズームレンズL0を遠隔操作するためのコントローラーやボタンなどの操作部を制御部に設けることで、ユーザーの操作部への入力に応じてズームレンズL0を制御する構成を採ってもよい。例えば、操作部として拡大ボタン及び縮小ボタンを設ける。そして、ユーザーが拡大ボタンを押したらズームレンズL0の倍率が大きくなり、ユーザーが縮小ボタンを押したらズームレンズL0の倍率が小さくなるように、制御部からズームレンズL0の駆動部に信号が送られるように構成すればよい。

【0076】

また、撮像システムは、ズームレンズL0のズームに関する情報(移動状態)を表示する液晶パネルなどの表示部を有していてもよい。ズームレンズL0のズームに関する情報とは、例えばズーム倍率(ズーム状態)や各レンズ群の移動量(移動状態)である。この場合、表示部に示されるズームレンズL0のズームに関する情報を見ながら、操作部を介してユーザーがズームレンズL0を遠隔操作することができる。このとき、例えばタッチパネルなどを採用することで表示部と操作部とを一体化してもよい。

30

【0077】

上記各実施例の開示は、以下の構成を含む。

【0078】

(構成1)

物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群と、正の屈折力の第2レンズ群と、1つ以上のレンズ群を含む後群からなり、

40

ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、3枚以上の負レンズを含み、

前記第2レンズ群は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して物体側から像側へ移動する1枚の正レンズからなり、

広角端における前記ズームレンズの光学全長をTLw、広角端における前記ズームレンズの最も物体側のレンズ面から前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離をD2w、前記正レンズのd線に対するアップ数をdGPとすると、

$$0.25 < D2w / TLw < 0.53$$

$$2.5 < dGP < 4.5$$

50

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)

前記第 2 レンズ群の物体側に配置された開口絞りを更に有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)

広角端における開口絞りから像面までの光軸上の距離を  $DSP_w$ 、広角端における前記開口絞りから防振群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離を  $DIS_w$  とするとき、

$$0.35 < DIS_w / DSP_w < 0.80$$

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)

広角端における前記ズームレンズのバックフォーカスを  $Sk_w$ 、広角端における前記ズームレンズの光学全長  $TL_w$  とするとき、

$$0.04 < Sk_w / TL_w < 0.25$$

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

(構成 5)

前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $fL_1$ 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を  $fL_2$  とするとき、

$$-0.45 < fL_1 / fL_2 < -0.15$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 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  $fL_1$ 、前記ズームレンズにおいて最も像側に配置されたレンズ群の焦点距離を  $fLN$  とするとき、

$$0.00 < |fL_1 / fLN| < 0.40$$

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

(構成 7)

前記ズームレンズにおいて最も像側に配置されたレンズ群の焦点距離を  $fLN$ 、防振群の焦点距離を  $fLIS$  とするとき、

$$0.50 < |fLN / fLIS| < 1.60$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 6 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 8)

フォーカスレンズ群である前記正レンズの  $d$  線に対する屈折率を  $ndGP$  とするとき、

$$1.60 < ndGP < 1.91$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 7 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 9)

防振群を構成する負レンズの  $d$  線に対するアッペ数を  $dGIS$  とするとき、

$$35 < dGIS < 60$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 8 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 10)

前記第 1 レンズ群に含まれる正レンズのうち、最も屈折力の強い正レンズの  $d$  線に対するアッペ数を  $dG1P$  とするとき、

$$22 < dG1P < 50$$

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

(構成 11)

防振群を構成する負レンズは、物体側に凸面を向けたメニスカス形状を有し、

前記負レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を  $R_1$ 、前記負レンズの像側のレンズ面の曲率半径を  $R_2$  とするとき、

$$3.5 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < 13.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 10 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 12)

広角端における無限遠合焦時の最大像高を  $Ymax_w$ 、前記第 1 レンズ群の焦点距離

10

20

30

40

50

を  $fL1$  とするとき、

$$-1.60 < Y_{max\_w} / fL1 < -0.40$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 11 のいずれかに記載のズームレンズ。  
(構成 13)

広角端における無限遠合焦時の最大像高  $Y_{max\_w}$  の歪曲量を  $Dist\_w$  とするとき、

$$-20 < Dist\_w < -8.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 12 のいずれかに記載のズームレンズ。  
(構成 14)

歪曲収差を補正するための歪曲補正データを保持する記憶部を更に有することを特徴とする構成 1 から 13 のいずれかに記載のズームレンズ。

10

(構成 15)

前記第 1 レンズ群は、4 枚以上の負レンズと、少なくとも 1 枚の正レンズを含むことを特徴とする構成 1 から 14 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 16)

前記第 1 レンズ群は、ズーミングに際して可動であることを特徴とする構成 1 から 15 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 17)

前記ズームレンズにおいて最も像側に配置されたレンズ群は、3 枚以下のレンズからなることを特徴とする構成 1 から 16 のいずれかに記載のズームレンズ。

20

(構成 18)

前記ズームレンズにおいて隣り合うレンズ群の間隔のうち、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の間隔は、広角端において最大であることを特徴とする構成 1 から 17 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 19)

前記後群は、2 以上のレンズ群を含むことを特徴とする構成 1 から 18 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 20)

前記ズームレンズにおいて最も像側に配置されたレンズ群は、ズーミングに際して固定であることを特徴とする構成 1 から 19 のいずれかに記載のズームレンズ。

30

(構成 21)

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群からなることを特徴とする構成 1 から 19 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 22)

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 3 レンズ群、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群からなることを特徴とする構成 1 から 19 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 23)

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群からなることを特徴とする構成 1 から 19 のいずれかに記載のズームレンズ。

40

(構成 24)

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群、正の屈折力の第 6 レンズ群からなることを特徴とする構成 1 から 19 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 25)

構成 1 から 24 のいずれかに記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する撮像素子と、を有することを特徴とする撮像装置。

(構成 26)

50

広角端における有効像円径が、望遠端における有効像円径よりも小さいことを特徴とする構成 25 に記載の撮像装置。

(構成 27)

構成 1 から 24 のいずれかに記載のズームレンズと、ズーミングに際して前記ズームレンズを制御する制御部とを有することを特徴とする撮像システム。

(構成 28)

前記制御部は、前記ズームレンズとは別体として構成されており、前記ズームレンズを制御するための制御信号を送信する送信部を有することを特徴とする構成 27 に記載の撮像システム。

(構成 29)

前記制御部は、前記ズームレンズとは別体として構成されており、前記ズームレンズを操作するための操作部を有することを特徴とする構成 27 または 28 に記載の撮像システム。

(構成 30)

前記ズームレンズのズームに関する情報を表示する表示部を有することを特徴とする構成 27 から 29 のいずれかに記載の撮像システム。

【0079】

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

【符号の説明】

【0080】

L0 ズームレンズ  
L1 第1レンズ群  
L2 第2レンズ群  
LR 後群

10

20

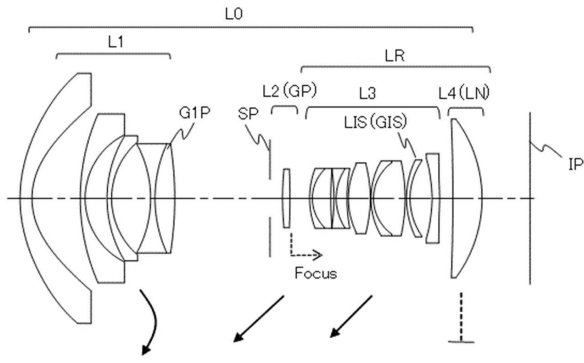
30

40

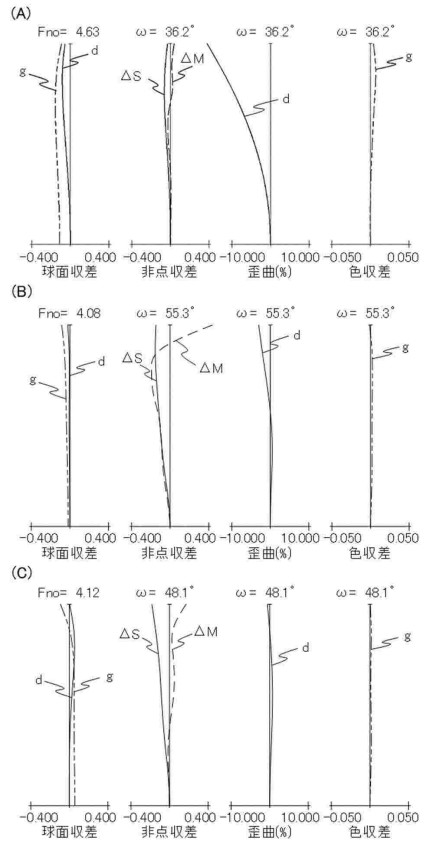
50

【図面】

【図 1】



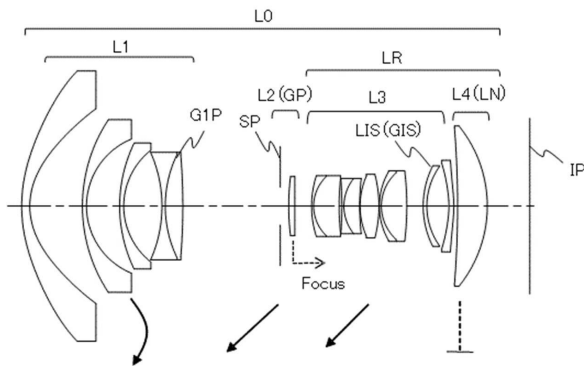
【図 2】



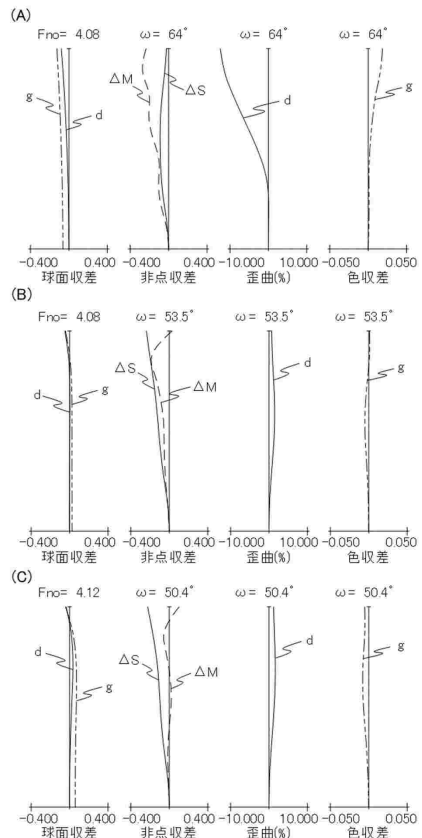
10

20

【図 3】



【図 4】

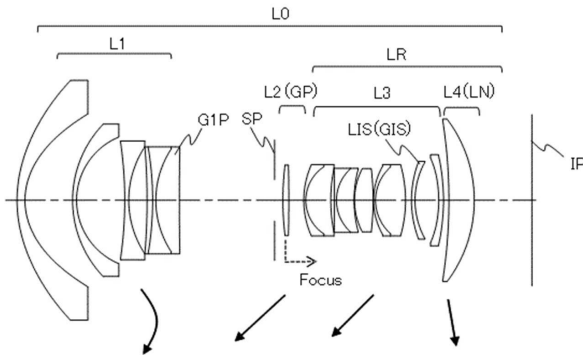


30

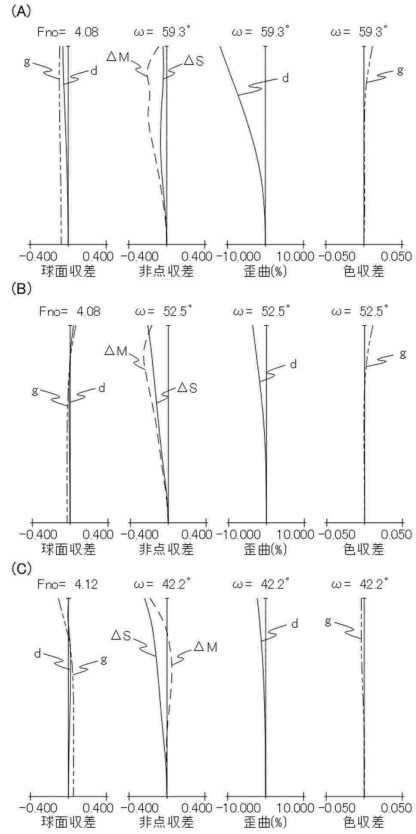
40

50

【 図 5 】



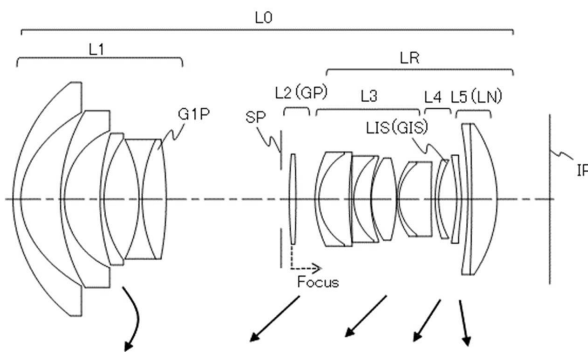
【 図 6 】



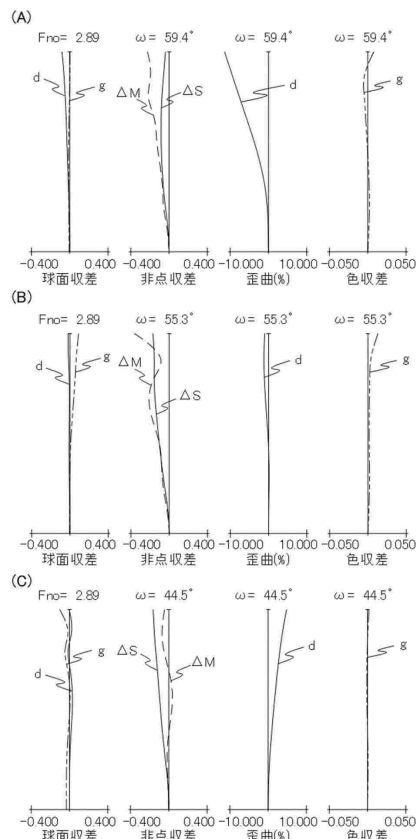
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

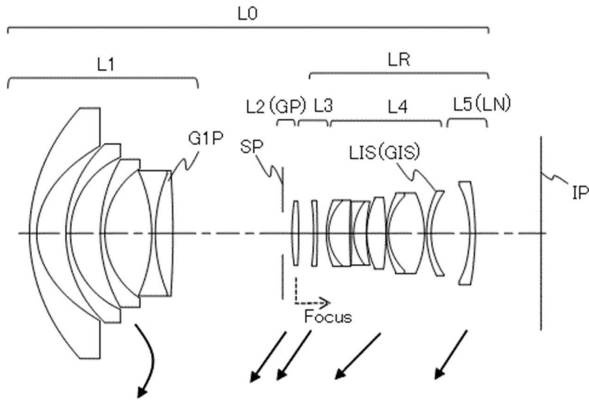


30

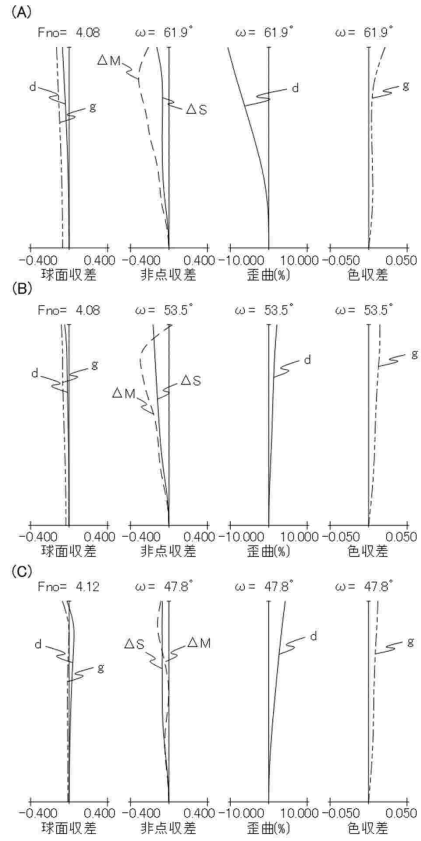
40

50

【 9 】



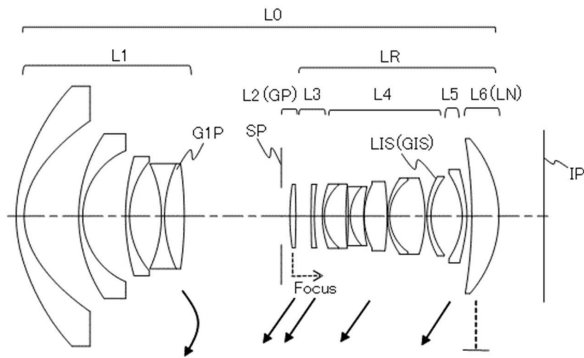
【 10 】



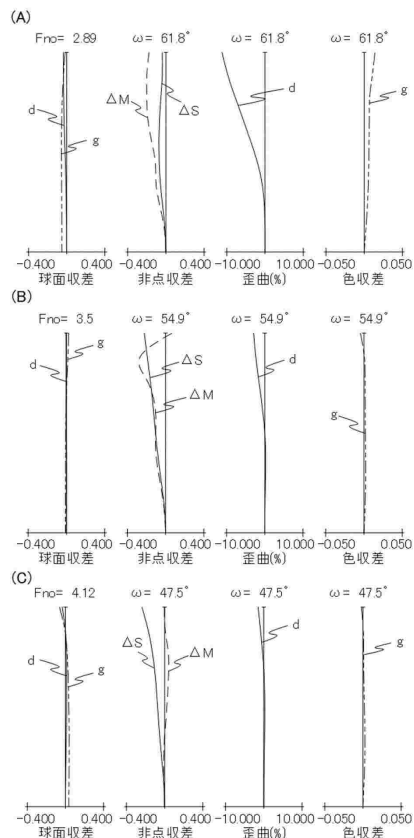
10

20

【 11 】




【 12 】

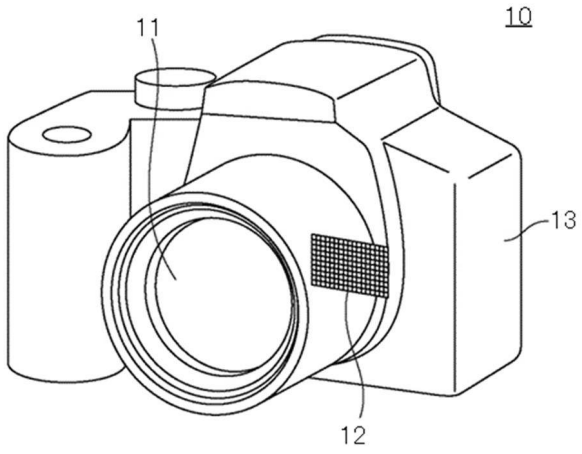


30

40

50

【 1 3】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2017-122746(JP,A)  
特開2019-191307(JP,A)  
特開2019-159046(JP,A)  
特開2020-042221(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- G02B 9/00 - 17/08  
G02B 21/02 - 21/04  
G02B 25/00 - 25/04