

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5907800号  
(P5907800)

(45) 発行日 平成28年4月26日 (2016. 4. 26)

(24) 登録日 平成28年4月1日 (2016. 4. 1)

(51) Int. Cl. F 1  
**GO 2 B 15/20 (2006. 01)** GO 2 B 15/20  
**GO 2 B 13/18 (2006. 01)** GO 2 B 13/18

請求項の数 23 (全 48 頁)

|           |                               |           |                  |
|-----------|-------------------------------|-----------|------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2012-109240 (P2012-109240)  | (73) 特許権者 | 000000376        |
| (22) 出願日  | 平成24年5月11日 (2012. 5. 11)      |           | オリンパス株式会社        |
| (65) 公開番号 | 特開2013-235218 (P2013-235218A) |           | 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 |
| (43) 公開日  | 平成25年11月21日 (2013. 11. 21)    | (74) 代理人  | 100139103        |
| 審査請求日     | 平成27年4月24日 (2015. 4. 24)      |           | 弁理士 小山 卓志        |
|           |                               | (74) 代理人  | 100097777        |
|           |                               |           | 弁理士 荏澤 弘         |
|           |                               | (74) 代理人  | 100157118        |
|           |                               |           | 弁理士 南 義明         |
|           |                               | (74) 代理人  | 100139114        |
|           |                               |           | 弁理士 田中 貞嗣        |
|           |                               | (74) 代理人  | 100091971        |
|           |                               |           | 弁理士 米澤 明         |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを備えた撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像側へ順に、実質的に、  
 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、  
 負の屈折力を有する第4レンズ群と、  
正の屈折力を有する第5レンズ群と、

からなり、

広角端から望遠端への変倍時に、

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔は増加し、

前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔は減少し、

前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間隔は変化し、

無限遠物体から近距離物体への合焦に際し、

前記第4レンズ群が光軸方向に移動し、

光路中にて空気と接する面が物体側面と像側面の2面のみのレンズブロックをレンズ成分とするとき、

前記第3レンズ群は、それに含まれる複数のレンズ成分の中で最も物体側に配置された第1正レンズ成分を有し、

且つ、

10

20

前記第 3 レンズ群は、前記第 1 正レンズ成分の像側に配置され、それぞれが離れて配置された第 2 正レンズ成分、第 3 正レンズ成分、第 1 負レンズ成分を含み、

前記第 1 負レンズ成分は、前記第 2 正レンズ成分の像側に配置され、

前記第 3 正レンズ成分は、前記第 1 負レンズ成分の像側に配置され、

以下の条件式 (1) 及び (2) を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$-1.85 < f_3 / f_4 < -0.85 \quad \dots (1)$$

$$-0.6 < f_4 / f_5 < -0.2 \quad \dots (2)$$

ただし、

$f_3$  は、前記第 3 レンズ群の焦点距離、

$f_4$  は、前記第 4 レンズ群の焦点距離、

$f_5$  は、前記第 5 レンズ群の焦点距離、

である。

#### 【請求項 2】

物体側から像側へ順に、実質的に、

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、

負の屈折力を有する第 4 レンズ群と、

正の屈折力を有する第 5 レンズ群と、

からなり、

広角端から望遠端への変倍時に、

前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の間隔は増加し、

前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間隔は減少し、

前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群の間隔は変化し、

無限遠物体から近距離物体への合焦に際し、

前記第 4 レンズ群が光軸方向に移動し、

光路中にて空気と接する面が物体側面と像側面の 2 面のみのレンズブロックをレンズ成分とするとき、

前記第 3 レンズ群は、それに含まれる複数のレンズ成分の中で最も物体側に配置された第 1 正レンズ成分を有し、

且つ、

前記第 3 レンズ群は、前記第 1 正レンズ成分の像側に配置され、それぞれが離れて配置された第 2 正レンズ成分、第 3 正レンズ成分、第 1 負レンズ成分を含み、

前記第 1 負レンズ成分は、前記第 2 正レンズ成分の像側に配置され、

前記第 3 正レンズ成分は、前記第 1 負レンズ成分の像側に配置され、

前記第 3 レンズ群は、物体側から像側へ順に、前記第 2 正レンズ成分、前記第 1 負レンズ成分、及び前記第 3 正レンズ成分を有し、

以下の条件式 (2) 及び (4) を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$-0.6 < f_4 / f_5 < -0.2 \quad \dots (2)$$

$$0.11 < d_B / f_3 < 0.31 \quad \dots (4)$$

ただし、

$f_3$  は、前記第 3 レンズ群の焦点距離、

$f_4$  は、前記第 4 レンズ群の焦点距離、

$d_B$  は、前記第 1 負レンズ成分と前記第 3 正レンズ成分の光軸上の間隔、

$f_5$  は、前記第 5 レンズ群の焦点距離、

である。

#### 【請求項 3】

物体側から像側へ順に、実質的に、

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、  
負の屈折力を有する第 4 レンズ群と、  
正の屈折力を有する第 5 レンズ群と、  
からなり、

広角端から望遠端への変倍時に、

前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の間隔は増加し、

前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間隔は減少し、

前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群の間隔は変化し、

無限遠物体から近距離物体への合焦に際し、

前記第 4 レンズ群が光軸方向に移動し、

光路中にて空気と接する面が物体側面と像側面の 2 面のみのレンズブロックをレンズ成分とすると、

前記第 3 レンズ群は、それに含まれる複数のレンズ成分の中で最も物体側に配置された第 1 正レンズ成分を有し、

且つ、

前記第 3 レンズ群は、前記第 1 正レンズ成分の像側に配置され、それぞれが離れて配置された第 2 正レンズ成分、第 3 正レンズ成分、第 1 負レンズ成分を含み、

前記第 1 負レンズ成分は、前記第 2 正レンズ成分の像側に配置され、

前記第 3 正レンズ成分は、前記第 1 負レンズ成分の像側に配置され、

以下の条件式 (2) 及び (14) を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$\begin{array}{l} -0.6 < f_4 / f_5 < -0.2 \quad \dots (2) \\ 2.8 < f_t / f_w < 4.5 \quad \dots (14) \end{array}$$

ただし、

$f_4$  は、前記第 4 レンズ群の焦点距離、

$f_5$  は、前記第 5 レンズ群の焦点距離、

$f_w$  は、広角端且つ無限遠物体合焦時における前記ズームレンズの全系の焦点距離、

$f_t$  は、望遠端且つ無限遠物体合焦時における前記ズームレンズの全系の焦点距離、

である。

#### 【請求項 4】

広角端から望遠端へのズーミングに際し、

前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群の間隔は、広角端より望遠端で大きくなるように変化し、

前記第 4 レンズ群と前記第 5 レンズ群の間隔は、増加し、

前記第 5 レンズ群は、負レンズと正レンズを有する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

#### 【請求項 5】

前記第 3 レンズ群及び前記第 4 レンズ群は、以下の条件式 (1) を満足することを特徴とする

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$-1.85 < f_3 / f_4 < -0.85 \quad \dots (1)$$

ただし、

$f_3$  は、前記第 3 レンズ群の焦点距離、

$f_4$  は、前記第 4 レンズ群の焦点距離、

である。

#### 【請求項 6】

前記第 4 レンズ群及び前記第 5 レンズ群は、以下の条件式 (2) を満足することを特徴とする

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項のズームレンズ。

$$-0.6 < f_4 / f_5 < -0.2 \quad \dots (2)$$

ただし、

f 4 は、前記第 4 レンズ群の焦点距離、  
f 5 は、前記第 5 レンズ群の焦点距離、  
である。

【請求項 7】

前記第 3 レンズ群中の前記第 1 正レンズ成分は、正屈折力の単レンズであり、  
前記正屈折力の単レンズは、以下の条件式 (3) を満足する  
ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項のズームレンズ。

$$1.65 < n d (A) < 1.95 \quad \dots (3)$$

ただし、n d (A) は、前記正屈折力の単レンズの d 線における屈折率である。

【請求項 8】

前記第 3 レンズ群は、物体側から像側へ順に、前記第 2 正レンズ成分、前記第 1 負レンズ成分、及び前記第 3 正レンズ成分を有し、

以下の条件式 (4) を満足する  
ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$0.11 < d B / f 3 < 0.31 \quad \dots (4)$$

ただし、

d B は、前記第 1 負レンズ成分と前記第 3 正レンズ成分の光軸上の間隔、

f 3 は、前記第 3 レンズ群の焦点距離、  
である。

【請求項 9】

前記第 3 レンズ群は、物体側から像側へ順に、前記第 2 正レンズ成分、前記第 1 負レンズ成分、前記第 3 正レンズ成分を有し、

以下の条件式 (5) を満足する  
ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$1.65 < n d (B) < 1.95 \quad \dots (5)$$

ただし、n d (B) は、前記第 1 負レンズ成分と前記第 3 正レンズ成分に含まれるレンズの屈折率の平均値である。

【請求項 10】

前記第 3 レンズ群は、以下の条件式 (6) を満足する正レンズを有する  
ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 つに記載のズームレンズ。

$$70 < v d (C) < 100 \quad \dots (6)$$

ただし、v d (C) は、前記第 3 レンズ群中の少なくとも 1 枚の正レンズの d 線におけるアッペ数である。

【請求項 11】

前記第 1 レンズ群及び前記第 2 レンズ群は、以下の条件式 (7) 及び条件式 (8) を満足する

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$1.5 < f 1 / f w < 4.5 \quad \dots (7)$$

$$-1.0 < f 2 / f w < -0.4 \quad \dots (8)$$

ただし、

f 1 は、前記第 1 レンズ群の焦点距離、

f 2 は、前記第 2 レンズ群の焦点距離、

f w は、広角端且つ無限遠物体合焦時における前記ズームレンズの全系の焦点距離、  
である。

【請求項 12】

前記第 3 レンズ群及び前記第 4 レンズ群は、以下の条件式 (9) 及び条件式 (10) を満足する

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 11 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$0.4 < f 3 / f w < 1.0 \quad \dots (9)$$

$$-0.9 < f 4 / f w < -0.3 \quad \dots (10)$$

ただし、

$f_3$  は、前記第 3 レンズ群の焦点距離、

$f_4$  は、前記第 4 レンズ群の焦点距離、

である。

【請求項 13】

前記第 5 レンズ群は、以下の条件式 (11) を満足することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 12 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$0.5 < f_5 / f_w < 2.5 \quad \dots (11)$$

ただし、

$f_5$  は、前記第 5 レンズ群の焦点距離、

$f_w$  は、広角端且つ無限遠物体合焦時における前記ズームレンズの全系の焦点距離、である。

【請求項 14】

前記第 3 レンズ群は、前記第 1 正レンズ成分と前記第 2 正レンズ成分との間に第 4 正レンズ成分を有する

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 13 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 15】

前記第 3 レンズ群中の最も像側のレンズは、前記第 3 正レンズ成分であり、

前記第 3 レンズ群は、像側から、前記第 3 正レンズ成分、前記第 1 負レンズ成分、前記第 2 正レンズ成分がこの順に並んで配置される

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 14 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 16】

前記第 4 レンズ群は、1 つの負レンズ成分からなる

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 15 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 17】

前記第 5 レンズ群は、1 枚の負レンズと、1 枚又は 2 枚の正レンズからなる

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 16 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 18】

前記第 1 レンズ群は、1 枚の負レンズと 2 枚の正レンズからなる

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 17 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 19】

前記 2 レンズ群は、複数の負レンズと前記複数の負レンズの何れか 2 つの負レンズの間に配置された正レンズを有する

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 18 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 20】

前記第 2 レンズ群中の前記複数の負レンズのうち、前記第 2 レンズ群中の前記正レンズよりも物体側のいずれかの負レンズは、両凹負レンズである

ことを特徴とする請求項 19 に記載のズームレンズ。

【請求項 21】

以下の条件式 (12)、条件式 (13)、及び条件式 (14) を満足することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 20 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$22^\circ < 2 \times \omega_w < 46^\circ \quad \dots (12)$$

$$6^\circ < 2 \times \omega_t < 14^\circ \quad \dots (13)$$

$$2.8 < f_t / f_w < 4.5 \quad \dots (14)$$

ただし、

$\omega_w$  は広角端且つ無限遠物体合焦時における半画角、

$\omega_t$  は望遠端且つ無限遠物体合焦時における半画角、

$f_w$  は、広角端且つ無限遠物体合焦時における前記ズームレンズの全系の焦点距離、

$f_t$  は、望遠端且つ無限遠物体合焦時における前記ズームレンズの全系の焦点距離、

である。

## 【請求項 2 2】

以下の条件式 (14)、条件式 (15)、及び条件式 (16) を満足することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 2 1 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$2.8 < f_t / f_w < 4.5 \quad \dots (14)$$

$$2.0 < F_w < 3.5 \quad \dots (15)$$

$$2.0 < F_t < 4.0 \quad \dots (16)$$

ただし、

$f_w$  は、広角端且つ無限遠物体合焦時における前記ズームレンズの全系の焦点距離、

$f_t$  は、望遠端且つ無限遠物体合焦時における前記ズームレンズの全系の焦点距離、

$F_w$  は、広角端且つ無限遠物体合焦時における最小 F ナンバー、

$F_t$  は、望遠端且つ無限遠物体合焦時における最小 F ナンバー、

である。

## 【請求項 2 3】

請求項 1 乃至請求項 2 2 のいずれか 1 つに記載のズームレンズと、

前記ズームレンズの像側に配置され、前記ズームレンズによる像を受光する撮像面をもつ撮像素子を有する撮像装置本体と、

を備える

ことを特徴とする撮像装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ズームレンズに関し、特に、動画撮影にも有利なズームレンズに関するものである。更に、該ズームレンズを備えた撮像装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来から、F2.8 クラスの大口径ズームレンズとしては、例えば、特許文献 1 にて示されるようなズームレンズが知られている。このズームレンズでは、ズーミング時に、重量バランスが崩れないように、第 1 レンズ群を固定としており、また近距離への合焦は、第 1 レンズ群内のインナーフォーカスにて行われる。

## 【0003】

また、他のインナーフォーカス方式のズームレンズが、特許文献 2、特許文献 3、特許文献 4 等にて知られている。

## 【0004】

特許文献 2 は、コンパクトカメラ用の高倍率ズームレンズであり、各レンズ群の屈折力が物体側から正・負・正・負・正の 5 群ズームレンズであり、第 4 レンズ群もしくは第 5 レンズ群を移動する事により、軽量のレンズ群による合焦方式を実現している。

## 【0005】

特許文献 3 は、各レンズ群の屈折力が物体側から正・負・正・負の 4 群ズームレンズであり、第 4 レンズ群にて合焦動作を行う事で合焦レンズ群の軽量化を達成している。

## 【0006】

特許文献 4 は、交換レンズ用途の高倍率ズームレンズであるが、各レンズ群の屈折力が物体側から正・負・正・負・正の 5 群ズームレンズであり、第 4 レンズ群を移動する事により、軽量のレンズ群による合焦方式を実現している。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0007】

【特許文献 1】特開 2001-356381 号公報

【特許文献 2】特開 2009-282398 号公報

【特許文献 3】特開 2011-232624 号公報

【特許文献 4】特開 2011-247962 号公報

10

20

30

40

50

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

近年の潮流として、静止画だけでなく動画撮影へのニーズが高まっている。また、レンズ交換式のデジタルカメラにおいても動画撮影機能に最適化された交換レンズが求められている。

## 【0009】

一般に、動画撮影において、カメラは、オートフォーカス機能（AF）を常時、働かせて合焦状態を維持しておく必要がある。そのための方法として、合焦レンズを合焦位置の前後に、常に微小量動かすことによってコントラストの変化を測定し、合焦状態が変化し

10

## 【0010】

このようなウォブリング機能によって、被写体との距離が変化しても、常に合焦状態を維持し続けている。だが、ウォブリング機能は、カメラボディ側の撮像系のフレームレートに応じて、非常に高速な動作が必要とされる。また、適切な駆動制御を行うためには、合焦レンズ群には軽量化や移動量の少なさ等が求められている。さらに、ウォブリングに伴う音の発生を低減させることが好ましい。ウォブリング動作の雑音が動画撮影時では音声として記録されてしまうためである。なお、通常は合焦レンズ群とウォブリングレンズ群とは同一である事が多いが、両者を別々のレンズ群として構成させることもある。

20

## 【0011】

特許文献1のズームレンズでは重量の大きな第1レンズ群内のレンズを合焦のために動かす事になり、動画対応としては非常に困難である。特許文献2のズームレンズは、第3レンズ群のレンズ構成として、トリプレットタイプを使用し、収差補正をおこなっているが、望遠側のFナンバー（Fno）が5.6程度と大きい。特許文献3のズームレンズは、望遠側のFナンバー（Fno）が5.6程度と大きく、また、製造的に難易度の高い材料を使用している。特許文献4のズームレンズは、高倍率の標準ズームレンズであるが、Fナンバー（Fno）も広角端3.5から望遠端6.4程度となっている。

## 【0012】

本願発明は、上述の課題に鑑みてなされたものであり、明るさや光学性能を確保でき、合焦動作時の雑音が少なくできる動画撮影にも有利なズームレンズを提供する。また、そのようなズームレンズを備えた撮像装置を提供する。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【0013】

本発明にかかるズームレンズの一実施形態は、  
物体側から像側へ順に、  
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、  
負の屈折力を有する第4レンズ群と、  
を有し、

40

広角端から望遠端への変倍時に、

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔は増加し、

前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔は減少し、

前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間隔は変化し、

無限遠物体から近距離物体への合焦に際し、

前記第4レンズ群が光軸方向に移動し、

光路中にて空気と接する面が物体側面と像側面の2面のみのレンズブロックをレンズ成分とするとき、

前記第3レンズ群は、それに含まれる複数のレンズ成分の中で最も物体側に配置された

50

第1正レンズ成分を有し、  
且つ、

前記第3レンズ群は、前記第1正レンズ成分の像側に配置され、それぞれが離れて配置された第2正レンズ成分、第3正レンズ成分、第1負レンズ成分を含み、

前記第1負レンズ成分は、前記第2正レンズ成分の像側に配置され、

前記第3正レンズ成分は、前記前記第1負レンズ成分の像側に配置される。

【0014】

このような構成をとる理由と作用について説明する。

【0015】

ズームレンズは、全ズーム域にて十分な明るさを確保しようとする、特に、望遠側での収差補正に重点を置くことが好ましい。また、合焦動作の際に移動するレンズ群の軽量化により、駆動機構の負担を軽減することが省電力、高速化、雑音低減の点で好ましい。つまり、合焦レンズ（群）の軽量化を図るべくインナーフォーカス方式を用いた上で、合焦動作に伴う収差変動も補正しやすくする構成とすることが好ましい。

10

【0016】

そこで、本実施形態のズームレンズは、物体側から像側へ順に、正屈折力の第1レンズ群、負屈折力の第2レンズ群、正屈折力の第3レンズ群、負屈折力の第4レンズ群を有する構成としている。この構成のズームレンズは、十分な明るさの確保を行った上、第4レンズ群での有効径を他のレンズ群の有効径に対して小さくできる。そのため、第4レンズ群は、軽量化が可能となる。よって、第4レンズ群を合焦動作のために移動するレンズ群とすることが好ましい。

20

【0017】

一方、望遠側で発生する球面収差を適切に補正するためには、軸上光束径が大きくなりやすい正屈折力の第3レンズ群におけるレンズ構成が重要となってくる。負屈折力の第2レンズ群から発散する軸上光束を第3レンズ群内にて徐々に収斂しながら後続するレンズ群に導いて有効径を小さくするために、第3レンズ群の最も物体側に第1正レンズ成分を配置しその機能を発揮しやすくすることが好ましい。そして、第1正レンズ成分を通過した光束は、それぞれが離れて配置された第2正レンズ成分、第1負レンズ成分、第3正レンズ成分によって、球面収差、コマ収差、非点収差等の補正を行いやすく構成することで、望遠側で十分な明るさを確保しても収差を抑えやすくなり好ましい。

30

【0018】

また、以下の構成の何れか1つの構成を満足することがより好ましい。さらには、以下の構成の何れか複数を同時に満足することがより好ましい。

【0019】

本発明にかかるズームレンズの一実施形態は、

前記負屈折力の第4レンズ群の像側に正屈折力の第5レンズ群を有し、

広角端から望遠端へのズームングに際し、

前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間隔は、広角端より望遠端で大きくなるように変化し、

前記第4レンズ群と前記第5レンズ群の間隔は、増加し、

40

前記第5レンズ群は、負レンズと正レンズを有することが好ましい。

【0020】

第5レンズ群の収斂作用により射出瞳を撮像面から遠ざける機能、第4レンズ群を小径化する機能、ズームレンズ全体の屈折力の対称性の向上により諸収差を補正する機能、合焦動作時に本体のマイク部への第4レンズ群の動作音の漏れを抑える機能等を持たせることができる。

【0021】

本発明にかかるズームレンズの一実施形態は、

前記第3レンズ群及び前記第4レンズ群は、以下の条件式（1）を満足することが好ま

50

しい。

$$-1.85 < f_3 / f_4 < -0.85 \quad \dots (1)$$

ただし、

$f_3$  は、前記第3レンズ群の焦点距離、

$f_4$  は、前記第4レンズ群の焦点距離、

である。

#### 【0022】

合焦レンズ群である第4レンズ群は、これの軽量化や合焦動作に必要な移動量を小さくする事が好ましい。そのため、適切な屈折力配置とすることで、レンズ枚数の低減、合焦動作時の移動量の低減に有利となる。

10

#### 【0023】

条件式(1)の上限を上回らないように、第3レンズ群の屈折力が強くなりすぎないようにすることで、第3レンズ群を構成するレンズ枚数の増加を抑えつつ収差補正が容易となり高性能化に好ましい。もしくは第4レンズ群の屈折力を確保でき、第4レンズ群の合焦動作時の移動量を小さくでき、小型化および動画対応への最適化において好ましい。

#### 【0024】

条件式(1)の下限を下回らないように、第3レンズ群の屈折力を確保して、第3レンズ群のズーム移動量を抑えることが全長の小型化にとって好ましい。もしくは第4レンズ群の屈折力を抑えて第4レンズ群での収差発生を抑制することで、第4レンズ群を構成するレンズ枚数の増加を抑えつつ高性能化でき合焦レンズ群の軽量化にとって好ましい。

20

#### 【0025】

ズームレンズが正屈折力の第5レンズ群を有する場合は、以下のようにすることがより好ましい。

#### 【0026】

ズームレンズの前記第4レンズ群及び前記第5レンズ群は、以下の条件式(2)を満足することが好ましい。

$$-0.6 < f_4 / f_5 < -0.2 \quad \dots (2)$$

ただし、

$f_4$  は、前記第4レンズ群の焦点距離、

$f_5$  は、前記第5レンズ群の焦点距離、

である。

30

#### 【0027】

条件式(2)の上限を上回らないように、第4レンズ群の屈折力を抑えて第4レンズ群での収差発生を抑制することで、第4レンズ群を構成するレンズ枚数の増加を抑えつつ高性能化でき合焦レンズ群の軽量化にとって好ましい。もしくは第5レンズ群の屈折力を確保することで、第5レンズ群による射出瞳を撮像面から遠ざける機能等を十分に確保でき好ましい。

#### 【0028】

条件式(2)の下限を下回らないようにして、第4レンズ群の屈折力を確保することで、第4レンズ群の合焦動作時の移動量を小さくでき、小型化および動画対応への最適化において好ましい。もしくは、第5レンズ群の屈折力を適度に抑えることで、第5レンズ群の有効径を小さくしやすくなる。

40

#### 【0029】

また、ズームレンズの前記第3レンズ群中の前記第1正レンズ成分は、正屈折力の単レンズであり、

前記正屈折力の単レンズは、以下の条件式(3)を満足することが好ましい。

$$1.65 < n_d(A) < 1.95 \quad \dots (3)$$

ただし、 $n_d(A)$  は、前記正屈折力の単レンズのd線における屈折率である。

#### 【0030】

第3レンズ群の好ましいレンズ構成であるが、前述したように、特に、望遠側での収差

50

補正を十分になすため、物体側に第 1 正レンズ成分を有し、像側に第 2 正レンズ成分と第 1 負レンズ成分と第 3 正レンズ成分を有するように構成される。このとき、第 1 正レンズ成分は、条件式 (3) を満足する単レンズとすることが好ましい。

#### 【0031】

条件式 (3) の上限を上回らないように屈折率が高くなりすぎないようにして、アッペ数を確保しやすくすることでレンズ枚数の増加を抑えつつ色収差の低減に有利となる。

#### 【0032】

条件式 (3) の下限を下回らないように屈折率を確保することで、レンズ枚数の増加を抑えつつ球面収差の発生を低減しやすくなる。また、ペッツパールの悪化を抑えやすくなり像面湾曲の低減にも好ましい。

#### 【0033】

また、ズームレンズの前記第 3 レンズ群は、物体側から像側へ順に、前記第 2 正レンズ成分、前記第 1 負レンズ成分、及び前記第 3 正レンズ成分を有し、

以下の条件式 (4) を満足することが好ましい。

$$0.11 < dB/f3 < 0.31 \quad \dots (4)$$

ただし、

$dB$  は、前記第 1 負レンズ成分と前記第 3 正レンズ成分の光軸上の間隔、

$f3$  は、前記第 3 レンズ群の焦点距離、

である。

#### 【0034】

条件式 (4) の上限を上回らないようにして間隔を抑えることで、小型化に有利となる。

#### 【0035】

条件式 (4) の下限を下回らないようにして間隔を適度に確保することで、球面収差とコマ収差の補正の両立に有利となる。

#### 【0036】

また、ズームレンズの前記第 3 レンズ群は、物体側から像側へ順に、前記第 2 正レンズ成分、前記第 1 負レンズ成分、前記第 3 正レンズ成分を有し、

以下の条件式 (5) を満足することが好ましい。

$$1.65 < nd(B) < 1.95 \quad \dots (5)$$

ただし、 $nd(B)$  は、前記第 1 負レンズ成分と前記第 3 正レンズ成分に含まれるレンズの屈折率の平均値である。

#### 【0037】

条件式 (5) の上限を上回らないようにして屈折率の高いレンズを使わないようにすることで、材料コストの低減に有利となる。

#### 【0038】

条件式 (5) の下限を下回らないようにして各レンズの屈折率を確保することで、球面収差やコマ収差の補正に有利となる。

#### 【0039】

また、ズームレンズの前記第 3 レンズ群は、以下の条件式 (6) を満足する正レンズを有することが好ましい。

$$70 < vd(C) < 100 \quad \dots (6)$$

ただし、 $vd(C)$  は、前記第 3 レンズ群中の少なくとも 1 枚の正レンズの  $d$  線におけるアッペ数である。

#### 【0040】

条件式 (6) の上限を上回らないようにすることで結像光学系に適した材料となる。

#### 【0041】

条件式 (6) の下限を下回らないようにアッペ数を大きくすることで、軸上色収差の補正を行いやすくなり、性能確保に有利となる。

#### 【0042】

10

20

30

40

50

なお、第3レンズ群中の第1正レンズ成分、第2正レンズ成分、第1負レンズ成分と第3正レンズ成分は、各々が接合レンズとしてもよい。接合レンズとすることで、色収差の低減等に有利となる。また、各々を単レンズ成分とすれば、製造コスト低減や軽量化等に有利となる。

#### 【0043】

また、ズームレンズの前記第1レンズ群及び前記第2レンズ群は、以下の条件式(7)及び条件式(8)を満足することが好ましい。

$$1.5 < f_1 / f_w < 4.5 \quad \dots (7)$$

$$-1.0 < f_2 / f_w < -0.4 \quad \dots (8)$$

ただし、

$f_1$ は、前記第1レンズ群の焦点距離、

$f_2$ は、前記第2レンズ群の焦点距離、

$f_w$ は、広角端且つ無限遠物体合焦時における前記ズームレンズの全系の焦点距離、である。

#### 【0044】

条件式(7)の上限を上回らないように第1レンズ群の正屈折力を確保することで、ズームリングにともなう第1レンズ群の移動量を小さくでき、ズームレンズ全長の小型化に有利となる。移動量を小さくすることで、第1レンズ群を移動するために鏡筒を複数重ねる構成としなくてもよくなり鏡筒の小型化につながる。

#### 【0045】

条件式(7)の下限を下回らないように第1レンズ群の正屈折力を適度に抑えることで、第1レンズ群のレンズ枚数の増加を抑えつつ収差補正を行いやすくなり、軽量化やコスト低減に有利となる。

#### 【0046】

条件式(8)の上限を上回らないようにして第2レンズ群の負屈折力の過剰に抑えることで、収差補正のための第2レンズ群のレンズ枚数の増加を抑えやすくなりコスト低減に有利となる。

#### 【0047】

条件式(8)の下限を下回らないようにして第2レンズ群の負屈折力を十分に確保することで、第2レンズ群による変倍比の確保に有利となり、第2レンズ群前後の可変間隔の変化量を低減でき全長の短縮化に有利となる。

#### 【0048】

また、第1レンズ群と第2レンズ群を通過した光束が、第3レンズ群へ入射する際の光束径は、第1レンズ群と第2レンズ群の屈折力配置に関係する。条件式(7)と条件式(8)を満足させることで、第3レンズ群へ入射する光束径を最適化することに有利となり好ましい。

#### 【0049】

また、ズームレンズの前記第3レンズ群及び前記第4レンズ群は、以下の条件式(9)及び条件式(10)を満足することが好ましい。

$$0.4 < f_3 / f_w < 1.0 \quad \dots (9)$$

$$-0.9 < f_4 / f_w < -0.3 \quad \dots (10)$$

ただし、

$f_3$ は、前記第3レンズ群の焦点距離、

$f_4$ は、前記第4レンズ群の焦点距離、

である。

#### 【0050】

条件式(9)の上限を上回らないように第3レンズ群の正屈折力を十分に確保することで、ズームリングにともなう移動量を低減でき、小型化につながる。

#### 【0051】

条件式(9)の下限を下回らないように第3レンズ群の正屈折力を適度に抑えることで

、レンズ枚数の増加を抑えつつ収差補正を行いやすくなりコスト面で有利となる。

【0052】

条件式(10)の上限を上回らないように第4レンズ群の負屈折力を適度に抑えることで、レンズ枚数を少なくしつつ収差補正を行いやすくなり、合焦レンズ群の軽量化にとって好ましい。

【0053】

条件式(10)の下限を下回らないようにして第4レンズ群の負屈折力を確保することで、合焦レンズ群の合焦動作時の移動量の低減に有利となる。

【0054】

また、正屈折力の第5レンズ群を有する場合は以下の構成とすることがより好ましい。

10

【0055】

ズームレンズの前記第5レンズ群は、以下の条件式(11)を満足することが好ましい。

$$0.5 < f_5 / f_w < 2.5 \quad \dots (11)$$

ただし、

$f_5$ は、前記第5レンズ群の焦点距離、

$f_w$ は、広角端且つ無限遠物体合焦時における前記ズームレンズの全系の焦点距離、である。

【0056】

条件式(11)の上限を上回らないようにして、第5レンズ群の正屈折力を確保することで、射出瞳を撮像面から遠くしやすくなり、シェーディングの低減のために好ましい。

20

【0057】

条件式(11)の下限を下回らないように第5レンズ群の正屈折力を適度に抑えることで、第5レンズ群の有効径を小さくでき好ましい。

【0058】

さらに、ズームレンズの前記第3レンズ群は、前記第1正レンズ成分と前記第2正レンズ成分との間に第4正レンズ成分を有することが好ましい。

【0059】

第3レンズ群中の物体側に複数の正レンズ成分である第1正レンズ成分と第4正レンズ成分が配置される構成となり、第2レンズ群から発散される軸上光束を収斂する作用をこれら複数の正レンズ成分に分担できる。球面収差の低減と、第3レンズ群の径方向の小型化等に有利となる。

30

【0060】

さらに、前記第3レンズ群中の最も像側のレンズは、前記第3正レンズ成分であり、前記第3レンズ群は、像側から、前記第3正レンズ成分、前記第1負レンズ成分、前記第2正レンズ成分がこの順に並んで配置されることが好ましい。

【0061】

第3レンズ群中の像側端では軸上光束の主光線と軸外光束の主光線が適度に離れているため、この位置付近に前述の第2正レンズ成分、第1負レンズ成分、第3正レンズ成分を並んで配置することで、レンズ枚数の増加を抑えつつ軸上及び軸外収差補正効果の確保に有利となる。

40

【0062】

さらに、ズームレンズの前記第4レンズ群は、1つの負レンズ成分からなることが好ましい。

【0063】

このような構成とすることにより、合焦動作のために移動させる必要のあるレンズ群を軽量化でき好ましい。

【0064】

さらに、ズームレンズの前記第5レンズ群は、1枚の負レンズと、1枚又は2枚の正レンズからなることが好ましい。

50

## 【0065】

このような構成とすることにより、第5レンズ群の諸収差の低減とレンズ群の薄型化との両立に有利となる。

## 【0066】

さらに、ズームレンズの前記第1レンズ群は、1枚の負レンズと2枚の正レンズからなることが好ましい。

## 【0067】

このような構成とすることにより、第1レンズ群の諸収差の低減とレンズ群の薄型化との両立に有利となる。

## 【0068】

さらに、ズームレンズの前記2レンズ群は、複数の負レンズと前記複数の負レンズの何れか2つの負レンズの間に配置された正レンズを有することが好ましい。

## 【0069】

このような構成とすることにより、第2レンズ群における諸収差の低減に有利となる。

## 【0070】

さらに、ズームレンズの前記第2レンズ群中の前記複数の負レンズのうち、前記第2レンズ群中の前記正レンズよりも物体側のいずれかの負レンズは、両凹負レンズであることが好ましい。

## 【0071】

このような構成とすることにより、第2レンズ群の負屈折力の十分な確保と軸上収差の低減に有利となる。

## 【0072】

さらに、ズームレンズは、以下の条件式(12)、条件式(13)、及び条件式(14)を満足することが好ましい。

$$22^\circ < 2 \times \omega_w < 46^\circ \quad \dots (12)$$

$$6^\circ < 2 \times \omega_t < 14^\circ \quad \dots (13)$$

$$2.8 < f_t / f_w < 4.5 \quad \dots (14)$$

ただし、

$\omega_w$ は広角端且つ無限遠物体合焦時における半画角、

$\omega_t$ は望遠端且つ無限遠物体合焦時における半画角、

$f_w$ は、広角端且つ無限遠物体合焦時における前記ズームレンズの全系の焦点距離、

$f_t$ は、望遠端且つ無限遠物体合焦時における前記ズームレンズの全系の焦点距離、である。

## 【0073】

条件式(12)の上限を上回らないように広角端画角を適度に抑えることで、第1レンズ群の移動量と有効径を小さくできる。

## 【0074】

条件式(12)の下限を下回らないようにすることで、広角端側での画角を確保し、ズーミングによる画角変化を行えるようにすることが好ましい。

## 【0075】

条件式(13)の上限を上回らないようにしてズーミングによる画角変化を行えるようにすることが好ましい。

## 【0076】

条件式(13)の下限を下回らないようにすることで、望遠端での明るさ確保とズームレンズの小型化を両立しやすくなる。

## 【0077】

条件式(14)の上限を上回らないようにすることで、望遠端での明るさ確保とズームレンズの小型化を両立しやすくなる。

## 【0078】

条件式(14)の下限を下回らないようにして、ズーミングによる画角変化を行えるよ

10

20

30

40

50

うにすることが好ましい。

【0079】

さらに、ズームレンズは、以下の条件式（14）、条件式（15）、及び条件式（16）を満足することが好ましい。

$$2.8 < f_t / f_w < 4.5 \quad \dots (14)$$

$$2.0 < F_w < 3.5 \quad \dots (15)$$

$$2.0 < F_t < 4.0 \quad \dots (16)$$

ただし、

$f_w$ は、広角端且つ無限遠物体合焦時における前記ズームレンズの全系の焦点距離、

$f_t$ は、望遠端且つ無限遠物体合焦時における前記ズームレンズの全系の焦点距離、

$F_w$ は、広角端且つ無限遠物体合焦時における最小Fナンバー、

$F_t$ は、望遠端且つ無限遠物体合焦時における最小Fナンバー、

である。

【0080】

条件式（14）については上述した通りである。

【0081】

条件式（15）及び条件式（16）の上限値を上回らないようにして明るさを確保することで、ノイズの低減や被写体ぶれ量の低減等に有利となる。

【0082】

条件式（15）及び条件式（16）の下限値を下回らないようにすることで、ズームレンズの大型化や収差補正のためのレンズ枚数の増加の抑制に有利となる。

【0083】

上述の各構成は、複数を同時に満足することが好ましい。また、各条件式は、個別に満足するように構成してもその効果を発揮でき好ましい。

【0084】

なお、各条件式について以下のようにすることが、それぞれの効果をより確実にでき好ましい。

【0085】

条件式（1）について

上限を $-0.90$ 、更には $-0.95$ とすることがより好ましい。

下限を $-1.65$ 、更には $-1.45$ とすることがより好ましい。

【0086】

条件式（2）について

上限を $-0.3$ 、更には $-0.35$ とすることがより好ましい。

下限を $-0.5$ 、更には $-0.45$ とすることがより好ましい。

【0087】

条件式（3）について

上限を $1.9$ 、更には $1.85$ とすることがより好ましい。

下限を $1.69$ 、更には $1.72$ とすることがより好ましい。

【0088】

条件式（4）について

上限を $0.29$ 、更には $0.27$ とすることがより好ましい。

下限を $0.15$ 、更には $0.18$ とすることがより好ましい。

【0089】

条件式（5）について

上限を $1.90$ 、更には $1.85$ とすることがより好ましい。

下限を $1.75$ 、更には $1.80$ とすることがより好ましい。

【0090】

条件式（6）について

上限を $95$ とすることがより好ましい。

下限を7.5、更には8.0とすることがより好ましい。

【0091】

条件式(7)について

上限を4.0、更には3.7とすることがより好ましい。

下限を2.0、更には2.5とすることがより好ましい。

【0092】

条件式(8)について

上限を-0.5、更には-0.6とすることがより好ましい。

下限を-0.85、更には-0.80とすることがより好ましい。

【0093】

条件式(9)について

上限を0.9、更には0.8とすることがより好ましい。

下限を0.5、更には0.6とすることがより好ましい。

【0094】

条件式(10)について

上限を-0.4、更には-0.5とすることがより好ましい。

下限を-0.8、更には-0.7とすることがより好ましい。

【0095】

条件式(11)について

上限を2.2、更には2.0とすることがより好ましい。

下限を0.8、更には1.1とすることがより好ましい。

【0096】

条件式(12)について

上限を40°、更には35°とすることがより好ましい。

下限を25°、更には27°とすることがより好ましい。

【0097】

条件式(13)について

上限を12°、更には10°とすることがより好ましい。

下限を7°、更には8°とすることがより好ましい。

【0098】

条件式(14)について

上限を4.2、更には3.9とすることがより好ましい。

下限を3.1、更には3.4とすることがより好ましい。

【0099】

条件式(15)について

上限を3.3、更には3.1とすることがより好ましい。

下限を2.4、更には2.7とすることがより好ましい。

【0100】

条件式(16)について

上限を3.5、3.3、更には3.1とすることがより好ましい。

下限を2.4、更には2.7とすることがより好ましい。

【発明の効果】

【0101】

上述の説明から明らかなように、本発明によれば、明るさや光学性能を確保でき、合焦動作時の雑音が少なくできる動画撮影にも有利なズームレンズの提供が可能となる。更に、そのようなズームレンズを備えた撮像装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0102】

【図1】実施例1のズームレンズを展開して光軸に沿ってとった断面図である。

【図2】実施例2のズームレンズを展開して光軸に沿ってとった断面図である。

10

20

30

40

50

- 【図 3】実施例 3 のズームレンズを展開して光軸に沿ってとった断面図である。
- 【図 4】実施例 4 のズームレンズを展開して光軸に沿ってとった断面図である。
- 【図 5】実施例 5 のズームレンズを展開して光軸に沿ってとった断面図である。
- 【図 6】実施例 6 のズームレンズを展開して光軸に沿ってとった断面図である。
- 【図 7】実施例 7 のズームレンズを展開して光軸に沿ってとった断面図である。
- 【図 8】実施例 1 のズームレンズの無限物点における収差図である。
- 【図 9】実施例 1 のズームレンズの物像間距離 1. 2 m における収差図である。
- 【図 10】実施例 2 のズームレンズの無限物点における収差図である。
- 【図 11】実施例 2 のズームレンズの物像間距離 1. 2 m における収差図である。
- 【図 12】実施例 3 のズームレンズの無限物点における収差図である。 10
- 【図 13】実施例 3 のズームレンズの物像間距離 1. 2 m における収差図である。
- 【図 14】実施例 4 のズームレンズの無限物点における収差図である。
- 【図 15】実施例 4 のズームレンズの物像間距離 1. 2 m における収差図である。
- 【図 16】実施例 5 のズームレンズの無限物点における収差図である。
- 【図 17】実施例 5 のズームレンズの物像間距離 1. 2 m における収差図である。
- 【図 18】実施例 6 のズームレンズの無限物点における収差図である。
- 【図 19】実施例 6 のズームレンズの物像間距離 1. 2 m における収差図である。
- 【図 20】実施例 7 のズームレンズの無限物点における収差図である。
- 【図 21】実施例 7 のズームレンズの物像間距離 1. 2 m における収差図である。
- 【図 22】一実施形態のズームレンズを交換レンズとして用いた撮像装置の断面図である 20

- 。
- 【図 23】一実施形態のデジタルカメラの外観を示す前方斜視図である。
- 【図 24】一実施形態のデジタルカメラの外観を示す後方斜視図である。
- 【図 25】他の実施形態のデジタルカメラの外観を示す前方斜視図である。
- 【図 26】他の実施形態のデジタルカメラの外観を示す背面図である。
- 【図 27】他の実施形態のデジタルカメラの構成を示す模式的な横断面図である。
- 【図 28】本実施形態のデジタルカメラの制御構成を示すブロック図である。
- 【発明を実施するための形態】

#### 【0103】

本発明の実施例 1 ～実施例 7 のズームレンズについて図を用いて説明する。 30

#### 【0104】

図 1 ～図 7 は、本発明の実施例 1 ～実施例 7 のズームレンズを展開して光軸に沿ってとった断面図である。各図において (a) は広角端 (WE)、(b) は中間状態 (ST)、(c) は望遠端 (TE) を示している。

#### 【0105】

以下、いずれの実施例も交換レンズシステム用途として最適な、大口径で高性能な望遠ズームレンズとなっている。

#### 【0106】

実施例 1 乃至実施例 7 のズームレンズは、物体側より順に、正パワーの第 1 レンズ群  $G_1$ 、負パワーの第 2 レンズ群  $G_2$ 、正パワーの第 3 レンズ群  $G_3$ 、負パワーの第 4 レンズ群  $G_4$ 、正パワーの第 5 レンズ群  $G_5$  から構成され、広角端から望遠端への変倍に際し、第 1 レンズ群  $G_1$  は単調に物体側へ移動する。第 2 レンズ群  $G_2$  の移動に関し、実施例 2 と実施例 6 の第 2 レンズ群  $G_2$  は単調に像側へ移動するが、その他の実施例において、第 2 レンズ群  $G_2$  は像側へ移動した後、物体側へ移動する。第 3 レンズ群  $G_3$  は単調に物体側へ移動し、第 4 レンズ群  $G_4$  は単調に物体側へ移動する。第 5 レンズ群  $G_5$  の移動に関し、第 1 実施例から第 5 実施例および第 7 実施例の第 5 レンズ群  $G_5$  は単調に像側へ移動するが、第 6 実施例の第 5 レンズ群  $G_5$  は像面に対し固定となしている。いずれの実施例も第 4 レンズ群  $G_4$  を像側へ移動する事で、無限から近距離への合焦を行う。 40

#### 【0107】

各実施例において、第 3 レンズ群  $G_3$  の最も物体側のレンズが第 1 正レンズ成分、第 3 レ 50

レンズ群  $G_3$  の物体側から 2 枚目の正レンズが第 4 正レンズ成分、第 3 レンズ群  $G_3$  の像側から 3 枚目のレンズが第 2 正レンズ成分、第 3 レンズ群  $G_3$  の像側から 2 枚目のレンズが第 1 負レンズ成分、第 3 レンズ群  $G_3$  の最も像側のレンズが第 3 正レンズ成分、である。

【0108】

図 1 は、実施例 1 のズームレンズの断面図である。

【0109】

実施例 1 のズームレンズは、図 1 に示すように物体側から像側へ順に、正屈折力の第 1 レンズ群  $G_1$ 、負屈折力の第 2 レンズ群  $G_2$ 、正屈折力の第 3 レンズ群  $G_3$ 、負屈折力の第 4 レンズ群  $G_4$ 、正屈折力の第 5 レンズ群  $G_5$  にて構成されている。図中、S は明るさ絞り、C はカバーガラス、I は像面を示している。

10

【0110】

第 1 レンズ群  $G_1$  は、物体側から像側へ順に、両凸正レンズ  $L_{11}$  と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ  $L_{12}$  と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ  $L_{13}$  と、からなる。

【0111】

第 2 レンズ群  $G_2$  は、物体側から像側へ順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ  $L_{21}$  と両凹負レンズ  $L_{22}$  と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ  $L_{23}$  の接合レンズ S  $U_{21}$  と、両凹負レンズ  $L_{24}$  と、からなる。

【0112】

第 3 レンズ群  $G_3$  は、物体側から像側へ順に、第 1 正レンズ成分としての両凸正レンズ  $L_{31}$  と、第 4 正レンズ成分としての両凸正レンズ  $L_{32}$  と、両凹負レンズ  $L_{33}$  と、両凸正レンズ  $L_{34}$  と、第 2 正レンズ成分としての物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ  $L_{35}$  と、第 1 負レンズ成分としての物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ  $L_{36}$  と、第 3 正レンズ成分としての両凸正レンズ  $L_{37}$  と、からなる。

20

【0113】

第 3 レンズ群  $G_3$  の両凹負レンズ  $L_{33}$  と両凸正レンズ  $L_{34}$  の間には、明るさ絞り S が配置される。

【0114】

第 4 レンズ群  $G_4$  は、1 枚の両凹負レンズ  $L_{41}$  からなる。

【0115】

第 5 レンズ群  $G_5$  は、両凹負レンズ  $L_{51}$  と、両凸正レンズ  $L_{52}$  と、からなる。

30

【0116】

次に、実施例 1 のズームレンズの広角端から望遠端へと変倍する際の各レンズ群それぞれの動きについて説明する。

【0117】

ズーム動作において、第 1 レンズ群  $G_1$ 、第 2 レンズ群  $G_2$ 、第 3 レンズ群  $G_3$ 、第 4 レンズ群  $G_4$ 、及び第 5 レンズ群  $G_5$  は、それぞれ独立して移動する。

【0118】

第 1 レンズ群  $G_1$  は、広角端から望遠端まで、第 2 レンズ群  $G_2$  との間隔を広げ、物体側にのみ移動する。第 1 レンズ群  $G_1$  は、望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

40

【0119】

第 2 レンズ群  $G_2$  は、広角端から中間状態まで、第 1 レンズ群  $G_1$  との間隔を広げ、第 3 レンズ群  $G_3$  との間隔を狭めながら像側へ移動し、中間状態から望遠端まで、第 1 レンズ群  $G_1$  との間隔を広げ、第 3 レンズ群  $G_3$  との間隔を狭めながら物体側へ移動する。第 2 レンズ群  $G_2$  は、望遠端では広角端よりも像側に位置する。

【0120】

第 3 レンズ群  $G_3$  は、明るさ絞り S と共に、広角端から中間状態まで、第 2 レンズ群  $G_2$  との間隔を狭め、第 4 レンズ群  $G_4$  との間隔を広げながら物体側へ移動し、中間状態から望遠端まで、第 2 レンズ群  $G_2$  との間隔を狭め、第 4 レンズ群  $G_4$  との間隔を広げながら物体側へ移動する。第 3 レンズ群  $G_3$  は、望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

50

## 【0121】

第4レンズ群 $G_4$ は、広角端から中間状態まで、第3レンズ群 $G_3$ との間隔を広げ、第5レンズ群 $G_5$ との間隔を広げながら物体側へ移動し、中間状態から望遠端まで、第3レンズ群 $G_3$ との間隔を狭め、第5レンズ群 $G_5$ との間隔を広げながら物体側へ移動する。望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

## 【0122】

第5レンズ群 $G_5$ は、広角端から望遠端まで、第4レンズ群 $G_4$ との間隔を広げ、像側にのみ移動する。第5レンズ群 $G_5$ は、望遠端では広角端よりも像側に位置する。

## 【0123】

非球面は、第3レンズ群 $G_3$ の明るさ絞り $S$ の像側に隣接して配置された両凸正レンズ $L_{34}$ の両面 $r_{20}$ 、 $r_{21}$ 及び第4レンズ群 $G_4$ の両凹負レンズ $L_{41}$ の両面 $r_{28}$ 、 $r_{29}$ の4面である。

10

## 【0124】

図2は、実施例2のズームレンズの断面図である。

## 【0125】

実施例2のズームレンズは、図2に示すように、物体側から像側へ順に、正屈折力の第1レンズ群 $G_1$ 、負屈折力の第2レンズ群 $G_2$ 、正屈折力の第3レンズ群 $G_3$ 、負屈折力の第4レンズ群 $G_4$ 、正屈折力の第5レンズ群 $G_5$ にて構成されている。図中、 $S$ は明るさ絞り、 $C$ はカバーガラス、 $I$ は像面を示している。

## 【0126】

20

第1レンズ群 $G_1$ は、物体側から像側へ順に、両凸正レンズ $L_{11}$ と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L_{12}$ と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{13}$ と、からなる。

## 【0127】

第2レンズ群 $G_2$ は、物体側から像側へ順に、両凸正レンズ $L_{21}$ と両凹負レンズ $L_{22}$ と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{23}$ の接合レンズ $SU_{21}$ と、両凹負レンズ $L_{24}$ と、からなる。

## 【0128】

第3レンズ群 $G_3$ は、物体側から像側へ順に、第1正レンズ成分としての両凸正レンズ $L_{31}$ と、第4正レンズ成分としての両凸正レンズ $L_{32}$ と、両凹負レンズ $L_{33}$ と、第2正レンズ成分としての両凸正レンズ $L_{34}$ と、第1負レンズ成分としての物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L_{35}$ と、第3正レンズ成分としての両凸正レンズ $L_{36}$ と、からなる。

30

## 【0129】

第3レンズ群 $G_3$ の最も物体側には、明るさ絞り $S$ が配置される。

## 【0130】

第4レンズ群 $G_4$ は、1枚の両凹負レンズ $L_{41}$ からなる。

## 【0131】

第5レンズ群 $G_5$ は、両凹負レンズ $L_{51}$ と、両凸正レンズ $L_{52}$ と、からなる。

## 【0132】

次に、実施例2のズームレンズの広角端から望遠端へと変倍する際の各レンズ群それぞれの動きについて説明する。

40

## 【0133】

ズーム動作において、第1レンズ群 $G_1$ 、第2レンズ群 $G_2$ 、第3レンズ群 $G_3$ 、第4レンズ群 $G_4$ 、及び第5レンズ群 $G_5$ は、それぞれ独立して移動する。

## 【0134】

第1レンズ群 $G_1$ は、広角端から望遠端まで、第2レンズ群 $G_2$ との間隔を広げ、物体側にのみ移動する。第1レンズ群 $G_1$ は、望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

## 【0135】

第2レンズ群 $G_2$ は、広角端から望遠端まで、第1レンズ群 $G_1$ との間隔を広げ、第3レンズ群 $G_3$ との間隔を狭めながら像側へ移動する。第2レンズ群 $G_2$ は、望遠端では広角端

50

よりも像側に位置する。

【0136】

第3レンズ群 $G_3$ は、明るさ絞り $S$ と共に、広角端から望遠端まで、第2レンズ群 $G_2$ との間隔を狭め、第4レンズ群 $G_4$ との間隔を広げながら物体側へ移動する。第3レンズ群 $G_3$ は、望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

【0137】

第4レンズ群 $G_4$ は、広角端から望遠端まで、第3レンズ群 $G_3$ との間隔を広げ、第5レンズ群 $G_5$ との間隔を広げながら物体側へ移動する。望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

【0138】

第5レンズ群 $G_5$ は、広角端から望遠端まで、第4レンズ群 $G_4$ との間隔を広げ、像側のみ移動する。第5レンズ群 $G_5$ は、望遠端では広角端よりも像側に位置する。

【0139】

非球面は、第3レンズ群 $G_3$ の明るさ絞り $S$ の像側に隣接して配置された両凸正レンズ $L_{31}$ の両面 $r_{14}$ 、 $r_{15}$ 、両凹負レンズ $L_{33}$ と負メニスカスレンズ $L_{35}$ の間に配置された両凸正レンズ $L_{34}$ の両面 $r_{20}$ 、 $r_{21}$ 、及び第4レンズ群 $G_4$ の両凹負レンズ $L_{41}$ の両面 $r_{28}$ 、 $r_{29}$ の6面である。

【0140】

図3は、実施例3のズームレンズの断面図である。

【0141】

実施例3のズームレンズは、図3に示すように物体側から像側へ順に、正屈折力の第1レンズ群 $G_1$ 、負屈折力の第2レンズ群 $G_2$ 、正屈折力の第3レンズ群 $G_3$ 、負屈折力の第4レンズ群 $G_4$ 、正屈折力の第5レンズ群 $G_5$ にて構成されている。図中、 $S$ は明るさ絞り、 $C$ はカバーガラス、 $I$ は像面を示している。

【0142】

第1レンズ群 $G_1$ は、物体側から像側へ順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L_{11}$ と両凸正レンズ $L_{12}$ の接合レンズ $SU_{11}$ と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{13}$ と、からなる。

【0143】

第2レンズ群 $G_2$ は、物体側から像側へ順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L_{21}$ と、両凹負レンズ $L_{22}$ と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{23}$ の接合レンズ $SU_{21}$ と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L_{24}$ と、からなる。

【0144】

第3レンズ群 $G_3$ は、物体側から像側へ順に、第1正レンズ成分としての両凸正レンズ $L_{31}$ と、第4正レンズ成分としての両凸正レンズ $L_{32}$ と、両凹負レンズ $L_{33}$ と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{34}$ と、第2正レンズ成分としての物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{35}$ と、第1負レンズ成分としての物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L_{36}$ と、第3正レンズ成分としての両凸正レンズ $L_{37}$ と、からなる。

【0145】

第3レンズ群 $G_3$ の両凹負レンズ $L_{33}$ と正メニスカスレンズ $L_{34}$ の間には、明るさ絞り $S$ が配置される。

【0146】

第4レンズ群 $G_4$ は、1枚の両凹負レンズ $L_{41}$ からなる。

【0147】

第5レンズ群 $G_5$ は、両凹負レンズ $L_{51}$ と、両凸正レンズ $L_{52}$ と、からなる。

【0148】

次に、実施例3のズームレンズの広角端から望遠端へと変倍する際の各レンズ群それぞれの動きについて説明する。

【0149】

ズーム動作において、第1レンズ群 $G_1$ 、第2レンズ群 $G_2$ 、第3レンズ群 $G_3$ 、第4レ

10

20

30

40

50

レンズ群  $G_4$ 、及び第 5 レンズ群  $G_5$  は、それぞれ独立して移動する。

【0150】

第 1 レンズ群  $G_1$  は、広角端から望遠端まで、第 2 レンズ群  $G_2$  との間隔を広げ、物体側にのみ移動する。第 1 レンズ群  $G_1$  は、望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

【0151】

第 2 レンズ群  $G_2$  は、広角端から中間状態まで、第 1 レンズ群  $G_1$  との間隔を広げ、第 3 レンズ群  $G_3$  との間隔を狭めながら像側へ移動し、中間状態から望遠端まで、第 1 レンズ群  $G_1$  との間隔を広げ、第 3 レンズ群  $G_3$  との間隔を狭めながら物体側へ移動する。第 2 レンズ群  $G_2$  は、望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

【0152】

第 3 レンズ群  $G_3$  は、明るさ絞り  $S$  と共に、広角端から中間状態まで、第 2 レンズ群  $G_2$  との間隔を狭め、第 4 レンズ群  $G_4$  との間隔を広げながら物体側へ移動し、中間状態から望遠端まで、第 2 レンズ群  $G_2$  との間隔を狭め、第 4 レンズ群  $G_4$  との間隔を狭めながら物体側へ移動する。第 3 レンズ群  $G_3$  は、望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

【0153】

第 4 レンズ群  $G_4$  は、広角端から中間状態まで、第 3 レンズ群  $G_3$  との間隔を広げ、第 5 レンズ群  $G_5$  との間隔を広げながら物体側へ移動し、中間状態から望遠端まで、第 3 レンズ群  $G_3$  との間隔を狭め、第 5 レンズ群  $G_5$  との間隔を広げながら物体側へ移動する。望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

【0154】

第 5 レンズ群  $G_5$  は、広角端から望遠端まで、第 4 レンズ群  $G_4$  との間隔を広げ、像側にのみ移動する。第 5 レンズ群  $G_5$  は、望遠端では広角端よりも像側に位置する。

【0155】

非球面は、第 3 レンズ群  $G_3$  の明るさ絞り  $S$  の像側に隣接して配置された正メニスカスレンズ  $L_{34}$  の両面  $r_{20}$ 、 $r_{21}$  及び第 4 レンズ群  $G_4$  の両凹負レンズ  $L_{41}$  の両面  $r_{28}$ 、 $r_{29}$  の 4 面である。

【0156】

図 4 は、実施例 4 のズームレンズの断面図である。

【0157】

実施例 4 のズームレンズは、図 4 に示すように物体側から像側へ順に、正屈折力の第 1 レンズ群  $G_1$ 、負屈折力の第 2 レンズ群  $G_2$ 、正屈折力の第 3 レンズ群  $G_3$ 、負屈折力の第 4 レンズ群  $G_4$ 、正屈折力の第 5 レンズ群  $G_5$  にて構成されている。図中、 $S$  は明るさ絞り、 $C$  はカバーガラス、 $I$  は像面を示している。

【0158】

第 1 レンズ群  $G_1$  は、物体側から像側へ順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ  $L_{11}$  と、両凸正レンズ  $L_{12}$  と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ  $L_{13}$  と、からなる。

【0159】

第 2 レンズ群  $G_2$  は、物体側から像側へ順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ  $L_{21}$  と、両凹負レンズ  $L_{22}$  と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ  $L_{23}$  の接合レンズ  $S U_{21}$  と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ  $L_{24}$  と、からなる。

【0160】

第 3 レンズ群  $G_3$  は、物体側から像側へ順に、第 1 正レンズ成分としての両凸正レンズ  $L_{31}$  と、第 4 正レンズ成分としての両凸正レンズ  $L_{32}$  と、像側に平面を向けた平凹負レンズ  $L_{33}$  と、第 2 正レンズ成分としての両凸正レンズ  $L_{34}$  と、両凸正レンズ  $L_{35}$  と、第 1 負レンズ成分としての物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ  $L_{36}$  と、第 3 正レンズ成分としての両凸正レンズ  $L_{37}$  と、からなる。

【0161】

第 3 レンズ群  $G_3$  の平凹負レンズ  $L_{33}$  と両凸正レンズ  $L_{34}$  の間には、明るさ絞り  $S$  が配置される。

## 【0162】

第4レンズ群 $G_4$ は、1枚の物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L_{41}$ からなる。

## 【0163】

第5レンズ群 $G_5$ は、両凸正レンズ $L_{51}$ と、両凹負レンズ $L_{52}$ と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{53}$ と、からなる。

## 【0164】

次に、実施例4のズームレンズの広角端から望遠端へと変倍する際の各レンズ群それぞれの動きについて説明する。

## 【0165】

ズーム動作において、第1レンズ群 $G_1$ 、第2レンズ群 $G_2$ 、第3レンズ群 $G_3$ 、第4レンズ群 $G_4$ 、及び第5レンズ群 $G_5$ は、それぞれ独立して移動する。

10

## 【0166】

第1レンズ群 $G_1$ は、広角端から望遠端まで、第2レンズ群 $G_2$ との間隔を広げ、物体側にのみ移動する。第1レンズ群 $G_1$ は、望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

## 【0167】

第2レンズ群 $G_2$ は、広角端から中間状態まで、第1レンズ群 $G_1$ との間隔を広げ、第3レンズ群 $G_3$ との間隔を狭めながら像側へ移動し、中間状態から望遠端まで、第1レンズ群 $G_1$ との間隔を広げ、第3レンズ群 $G_3$ との間隔を狭めながら物体側へ移動する。第2レンズ群 $G_2$ は、望遠端では広角端よりも像側に位置する。

20

## 【0168】

第3レンズ群 $G_3$ は、明るさ絞り $S$ と共に、広角端から望遠端まで、第2レンズ群 $G_2$ との間隔を狭め、第4レンズ群 $G_4$ との間隔を広げながら物体側へ移動する。第3レンズ群 $G_3$ は、望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

## 【0169】

第4レンズ群 $G_4$ は、広角端から望遠端まで、第3レンズ群 $G_3$ との間隔を広げ、第5レンズ群 $G_5$ との間隔を広げながら物体側へ移動する。望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

## 【0170】

第5レンズ群 $G_5$ は、広角端から望遠端まで、第4レンズ群 $G_4$ との間隔を広げ、像側にのみ移動する。第5レンズ群 $G_5$ は、望遠端では広角端よりも像側に位置する。

30

## 【0171】

非球面は、第3レンズ群 $G_3$ の平凹負レンズ $L_{33}$ の物体側に隣接して配置された両凸正レンズ $L_{32}$ の両面 $r_{16}$ 、 $r_{17}$ 及び第4レンズ群 $G_4$ の負メニスカスレンズ $L_{41}$ の両面 $r_{29}$ 、 $r_{30}$ の4面である。

## 【0172】

図5は、実施例5のズームレンズの断面図である。

## 【0173】

実施例5のズームレンズは、図5に示すように、物体側から像側へ順に、正屈折力の第1レンズ群 $G_1$ 、負屈折力の第2レンズ群 $G_2$ 、正屈折力の第3レンズ群 $G_3$ 、負屈折力の第4レンズ群 $G_4$ 、正屈折力の第5レンズ群 $G_5$ にて構成されている。図中、 $S$ は明るさ絞り、 $C$ はカバーガラス、 $I$ は像面を示している。

40

## 【0174】

第1レンズ群 $G_1$ は、物体側から像側へ順に、両凸正レンズ $L_{11}$ と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L_{12}$ と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{13}$ と、からなる。

## 【0175】

第2レンズ群 $G_2$ は、物体側から像側へ順に、両凸正レンズ $L_{21}$ と両凹負レンズ $L_{22}$ と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{23}$ の接合レンズ $S U_{21}$ と、両凹負レンズ $L_{24}$ と、からなる。

## 【0176】

50

第3レンズ群 $G_3$ は、物体側から像側へ順に、第1正レンズ成分としての物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{31}$ と、第4正レンズ成分としての両凸正レンズ $L_{32}$ と、第2正レンズ成分としての両凸正レンズ $L_{33}$ と、第1負レンズ成分としての物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L_{34}$ と、第3正レンズ成分としての両凸正レンズ $L_{35}$ と、からなる。

【0177】

第3レンズ群 $G_3$ の最も物体側には、明るさ絞り $S$ が配置される。

【0178】

第4レンズ群 $G_4$ は、1枚の両凹負レンズ $L_{41}$ からなる。

【0179】

第5レンズ群 $G_5$ は、両凸正レンズ $L_{51}$ と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L_{52}$ と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{53}$ と、からなる。

【0180】

次に、実施例5のズームレンズの広角端から望遠端へと変倍する際の各レンズ群それぞれの動きについて説明する。

【0181】

ズーム動作において、第1レンズ群 $G_1$ 、第2レンズ群 $G_2$ 、第3レンズ群 $G_3$ 、第4レンズ群 $G_4$ 、及び第5レンズ群 $G_5$ は、それぞれ独立して移動する。

【0182】

第1レンズ群 $G_1$ は、広角端から望遠端まで、第2レンズ群 $G_2$ との間隔を広げ、物体側にのみ移動する。第1レンズ群 $G_1$ は、望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

【0183】

第2レンズ群 $G_2$ は、広角端から中間状態まで、第1レンズ群 $G_1$ との間隔を広げ、第3レンズ群 $G_3$ との間隔を狭めながら像側へ移動し、中間状態から望遠端まで、第1レンズ群 $G_1$ との間隔を広げ、第3レンズ群 $G_3$ との間隔を狭めながら物体側へ移動する。第2レンズ群 $G_2$ は、望遠端では広角端よりも像側に位置する。

【0184】

第3レンズ群 $G_3$ は、明るさ絞り $S$ と共に、広角端から望遠端まで、第2レンズ群 $G_2$ との間隔を狭め、第4レンズ群 $G_4$ との間隔を広げながら物体側へ移動する。第3レンズ群 $G_3$ は、望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

【0185】

第4レンズ群 $G_4$ は、広角端から望遠端まで、第3レンズ群 $G_3$ との間隔を広げ、第5レンズ群 $G_5$ との間隔を広げながら物体側へ移動する。望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

【0186】

第5レンズ群 $G_5$ は、広角端から望遠端まで、第4レンズ群 $G_4$ との間隔を広げ、像側にのみ移動する。第5レンズ群 $G_5$ は、望遠端では広角端よりも像側に位置する。

【0187】

非球面は、第3レンズ群 $G_3$ の明るさ絞り $S$ の像側に隣接して配置された正メニスカスレンズ $L_{31}$ の両面 $r_{14}$ 、 $r_{15}$ 、両凸正レンズ $L_{32}$ と負メニスカスレンズ $L_{34}$ の間に配置された両凸正レンズ $L_{33}$ の両面 $r_{18}$ 、 $r_{19}$ 、及び第4レンズ群 $G_4$ の両凹負レンズ $L_{41}$ の両面 $r_{24}$ 、 $r_{25}$ の6面である。

【0188】

図6は、実施例6のズームレンズの断面図である。

【0189】

実施例6のズームレンズは、図6に示すように、物体側から像側へ順に、正屈折力の第1レンズ群 $G_1$ 、負屈折力の第2レンズ群 $G_2$ 、正屈折力の第3レンズ群 $G_3$ 、負屈折力の第4レンズ群 $G_4$ 、正屈折力の第5レンズ群 $G_5$ にて構成されている。図中、 $S$ は明るさ絞り、 $C$ はカバーガラス、 $I$ は像面を示している。

【0190】

10

20

30

40

50

第1レンズ群 $G_1$ は、物体側から像側へ順に、両凸正レンズ $L_{11}$ と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L_{12}$ と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{13}$ と、からなる。

【0191】

第2レンズ群 $G_2$ は、物体側から像側へ順に、両凸正レンズ $L_{21}$ と両凹負レンズ $L_{22}$ と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{23}$ の接合レンズ $S U_{21}$ と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L_{24}$ と、からなる。

【0192】

第3レンズ群 $G_3$ は、物体側から像側へ順に、第1正レンズ成分としての物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{31}$ と、第4正レンズ成分としての両凸正レンズ $L_{32}$ と、第2正レンズ成分としての両凸正レンズ $L_{33}$ と、第1負レンズ成分としての物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L_{34}$ と、第3正レンズ成分としての両凸正レンズ $L_{35}$ と、からなる。

【0193】

第3レンズ群 $G_3$ の最も物体側には、明るさ絞り $S$ が配置される。

【0194】

第4レンズ群 $G_4$ は、1枚の物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L_{41}$ からなる。

【0195】

第5レンズ群 $G_5$ は、両凸正レンズ $L_{51}$ と、両凹負レンズ $L_{52}$ と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{53}$ と、からなる。

【0196】

次に、実施例6のズームレンズの広角端から望遠端へと変倍する際の各レンズ群それぞれの動きについて説明する。

【0197】

ズーム動作において、第1レンズ群 $G_1$ 、第2レンズ群 $G_2$ 、第3レンズ群 $G_3$ 、第4レンズ群 $G_4$ 、及び第5レンズ群 $G_5$ は、それぞれ独立して移動する。

【0198】

第1レンズ群 $G_1$ は、広角端から望遠端まで、第2レンズ群 $G_2$ との間隔を広げ、物体側にのみ移動する。第1レンズ群 $G_1$ は、望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

【0199】

第2レンズ群 $G_2$ は、広角端から望遠端まで、第1レンズ群 $G_1$ との間隔を広げ、第3レンズ群 $G_3$ との間隔を狭めながら像側へ移動する。第2レンズ群 $G_2$ は、望遠端では広角端よりも像側に位置する。

【0200】

第3レンズ群 $G_3$ は、明るさ絞り $S$ と共に、広角端から望遠端まで、第2レンズ群 $G_2$ との間隔を狭め、第4レンズ群 $G_4$ との間隔を広げながら物体側へ移動する。第3レンズ群 $G_3$ は、望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

【0201】

第4レンズ群 $G_4$ は、広角端から望遠端まで、第3レンズ群 $G_3$ との間隔を広げ、第5レンズ群 $G_5$ との間隔を広げながら物体側へ移動する。望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

【0202】

第5レンズ群 $G_5$ は、広角端から望遠端まで、移動しない。

【0203】

非球面は、第3レンズ群 $G_3$ の明るさ絞り $S$ の像側に隣接して配置された正メニスカスレンズ $L_{31}$ の両面 $r_{14}$ 、 $r_{15}$ 、第3レンズ群 $G_3$ の負メニスカスレンズ $L_{34}$ の物体側に隣接して配置された両凸正レンズ $L_{33}$ の両面 $r_{18}$ 、 $r_{19}$ 、及び第4レンズ群 $G_4$ の負メニスカスレンズ $L_{41}$ の両面 $r_{24}$ 、 $r_{25}$ の6面である。

【0204】

図7は、実施例7のズームレンズの断面図である。

10

20

30

40

50

## 【0205】

実施例7のズームレンズは、図7に示すように、物体側から像側へ順に、正屈折力の第1レンズ群 $G_1$ 、負屈折力の第2レンズ群 $G_2$ 、正屈折力の第3レンズ群 $G_3$ 、負屈折力の第4レンズ群 $G_4$ 、正屈折力の第5レンズ群 $G_5$ にて構成されている。図中、Sは明るさ絞り、Cはカバーガラス、Iは像面を示している。

## 【0206】

第1レンズ群 $G_1$ は、物体側から像側へ順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{11}$ と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L_{12}$ と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{13}$ と、からなる。

## 【0207】

第2レンズ群 $G_2$ は、物体側から像側へ順に、両凸正レンズ $L_{21}$ と両凹負レンズ $L_{22}$ と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{23}$ の接合レンズ $S U_{21}$ と、両凹負レンズ $L_{24}$ と、からなる。

## 【0208】

第3レンズ群 $G_3$ は、物体側から像側へ順に、第1正レンズ成分としての両凸正レンズ $L_{31}$ と、第2正レンズ成分としての両凸正レンズ $L_{32}$ と、第1負レンズ成分としての物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L_{33}$ と、第3正レンズ成分としての両凸正レンズ $L_{34}$ と、からなる。

## 【0209】

第3レンズ群 $G_3$ の最も物体側には、明るさ絞りSが配置される。

## 【0210】

第4レンズ群 $G_4$ は、1枚の両凹負レンズ $L_{41}$ からなる。

## 【0211】

第5レンズ群 $G_5$ は、両凸正レンズ $L_{51}$ と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{52}$ と、からなる。

## 【0212】

次に、実施例7のズームレンズの広角端から望遠端へと変倍する際の各レンズ群それぞれの動きについて説明する。

## 【0213】

ズーム動作において、第1レンズ群 $G_1$ 、第2レンズ群 $G_2$ 、第3レンズ群 $G_3$ 、第4レンズ群 $G_4$ 、及び第5レンズ群 $G_5$ は、それぞれ独立して移動する。

## 【0214】

第1レンズ群 $G_1$ は、広角端から望遠端まで、第2レンズ群 $G_2$ との間隔を広げ、物体側にのみ移動する。第1レンズ群 $G_1$ は、望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

## 【0215】

第2レンズ群 $G_2$ は、広角端から中間状態まで、第1レンズ群 $G_1$ との間隔を広げ、第3レンズ群 $G_3$ との間隔を狭めながら像側へ移動し、中間状態から望遠端まで、第1レンズ群 $G_1$ との間隔を広げ、第3レンズ群 $G_3$ との間隔を狭めながら物体側へ移動する。第2レンズ群 $G_2$ は、望遠端では広角端よりも像側に位置する。

## 【0216】

第3レンズ群 $G_3$ は、明るさ絞りSと共に、広角端から望遠端まで、第2レンズ群 $G_2$ との間隔を狭め、第4レンズ群 $G_4$ との間隔を広げながら物体側へ移動する。第3レンズ群 $G_3$ は、望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

## 【0217】

第4レンズ群 $G_4$ は、広角端から望遠端まで、第3レンズ群 $G_3$ との間隔を広げ、第5レンズ群 $G_5$ との間隔を広げながら物体側へ移動する。望遠端では広角端よりも物体側に位置する。

## 【0218】

第5レンズ群 $G_5$ は、広角端から望遠端まで、第4レンズ群 $G_4$ との間隔を広げ、像側にのみ移動する。第5レンズ群 $G_5$ は、望遠端では広角端よりも像側に位置する。

## 【0219】

非球面は、第3レンズ群 $G_3$ の明るさ絞り $S$ の像側に隣接して配置された正メニスカスレンズ $L_{31}$ の両面 $r_{14}$ ,  $r_{15}$ 及び第4レンズ群 $G_4$ の両凹負レンズ $L_{41}$ の両面 $r_{22}$ ,  $r_{23}$ の4面である。

## 【0220】

以下に上記実施例1～実施例7の各種数値データを示す。

## 【0221】

面データには、面番号毎に各レンズ面（光学面）の曲率半径 $r$ 、面間隔 $d$ 、各レンズ（光学媒質）の $d$ 線（587.6nm）に対する屈折率 $nd$ 、各レンズ（光学媒質）の $d$ 線のアッペ数 $v_d$ が示されている。曲率半径 $r$ 、面間隔 $d$ の単位はいずれもミリメートル（mm）である。面データ中、曲率半径に記載する“ $\infty$ ”は、無限大であることを示している。

10

## 【0222】

非球面データには、面データ中、非球面形状としたレンズ面に関するデータが示されている。非球面形状は、 $x$ を光の進行方向を正とした光軸とし、 $y$ を光軸と直交する方向にとると下記の式にて表される。

$$z = (y^2/r) / [1 + \{1 - (1 + K) \cdot (y/r)^2\}^{1/2}] + A4y^4 + A6y^6 + A8y^8 + A10y^{10} \dots$$

## 【0223】

ただし、 $r$ は近軸曲率半径、 $K$ は円錐係数、 $A4$ 、 $A6$ 、 $A8$ はそれぞれ4次、6次、8次の非球面係数である。なお、記号“ $E$ ”は、それに続く数値が10を底にもつ、べき指数であることを示している。例えば「 $1.0E-5$ 」は「 $1.0 \times 10^{-5}$ 」であることを意味している。

20

## 【0224】

ズームデータには、焦点距離、Fナンバー（FNO）、画角 $2\omega$ （°）、可変する面間隔 $d$ 、バックフォーカス（in air）、全長（in air）、及び像高が示されている。単位は、Fナンバー及び画角を除き、いずれもミリメートル（mm）である。

## 【0225】

また、WEは広角端、STは中間状態、TEは望遠端を示している。

## 【0226】

各群焦点距離データには、各レンズ群における焦点距離 $f_1 \sim f_5$ が示されている。単位はいずれもミリメートル（mm）である。

30

## 【0227】

数値実施例1

面データ

| 面番号 | $r$       | $d$     | $nd$    | $v_d$ |
|-----|-----------|---------|---------|-------|
| 1   | 185.2459  | 4.873   | 1.48749 | 70.23 |
| 2   | -432.6137 | 0.150   |         |       |
| 3   | 65.7587   | 2.700   | 1.83400 | 37.16 |
| 4   | 47.9546   | 0.520   |         |       |
| 5   | 47.9718   | 9.639   | 1.43875 | 94.93 |
| 6   | 2703.2270 | D6（可変）  |         |       |
| 7   | -439.5146 | 3.765   | 1.90366 | 31.32 |
| 8   | -41.9847  | 1.700   | 1.67790 | 50.72 |
| 9   | 20.4881   | 3.827   | 1.84666 | 23.78 |
| 10  | 36.4930   | 5.011   |         |       |
| 11  | -39.5036  | 1.600   | 1.80100 | 34.97 |
| 12  | 132.2476  | D12（可変） |         |       |
| 13  | 53.4578   | 3.855   | 1.80400 | 46.57 |
| 14  | -159.2464 | 0.150   |         |       |

40

50

|          |           |          |         |       |    |
|----------|-----------|----------|---------|-------|----|
| 15       | 39.1142   | 6.597    | 1.43875 | 94.93 |    |
| 16       | -41.8790  | 0.743    |         |       |    |
| 17       | -39.6475  | 1.600    | 1.90366 | 31.32 |    |
| 18       | 239.7660  | 1.853    |         |       |    |
| 19 (絞り)  | $\infty$  | 5.171    |         |       |    |
| 20 (非球面) | 56.8029   | 3.493    | 1.80610 | 40.88 |    |
| 21 (非球面) | -218.3144 | 0.150    |         |       |    |
| 22       | 62.4698   | 2.270    | 1.49700 | 81.54 |    |
| 23       | 139.8641  | 0.150    |         |       |    |
| 24       | 56.5175   | 1.600    | 1.90366 | 31.32 | 10 |
| 25       | 22.8592   | 3.066    |         |       |    |
| 26       | 26.4353   | 6.307    | 1.72916 | 54.68 |    |
| 27       | -68.6234  | D27 (可変) |         |       |    |
| 28 (非球面) | -766.4986 | 1.200    | 1.80610 | 40.88 |    |
| 29 (非球面) | 20.2248   | D29 (可変) |         |       |    |
| 30       | -153.7015 | 1.600    | 1.51742 | 52.43 |    |
| 31       | 49.2863   | 0.393    |         |       |    |
| 32       | 49.8893   | 4.295    | 1.90366 | 31.32 |    |
| 33       | -70.5817  | D33 (可変) |         |       |    |
| 34       | $\infty$  | 4.000    | 1.51633 | 64.14 | 20 |
| 35       | $\infty$  | 0.800    |         |       |    |

像面

非球面係数

第20面

K=0.000, A4=-8.2910E-06, A6=-1.2986E-08, A8=6.2114E-11

第21面

K=0.000, A4=-7.9979E-07, A6=-1.3175E-08, A8=5.6142E-11

第28面

K=0.000, A4=2.7750E-06, A6=-6.5372E-09

第29面

K=0.000, A4=-2.8820E-06, A6=-2.5408E-08

ズームデータ

|                   | W E     | S T     | T E     |    |
|-------------------|---------|---------|---------|----|
| 焦点距離              | 40.80   | 77.45   | 147.00  |    |
| F n o             | 2.88    | 2.88    | 2.88    |    |
| 画角 2 $\omega$ (°) | 29.85   | 15.62   | 8.29    |    |
| BF (in air)       | 35.428  | 30.500  | 26.172  |    |
| 全長 (in air)       | 148.885 | 160.357 | 183.624 | 40 |
| 像高                | 10.820  | 10.820  | 10.820  |    |
|                   |         |         |         |    |
| D6                | 1.7790  | 22.5718 | 42.6712 |    |
| D12               | 27.7675 | 10.3948 | 1.5000  |    |
| D27               | 1.5000  | 6.6215  | 7.1400  |    |
| D29               | 4.1328  | 11.9908 | 27.8629 |    |
| D33               | 31.9900 | 27.0620 | 22.7342 |    |

フォーカス移動量 (像側へ (I0=1.2m))      0.408      1.383      3.753

各群焦点距離

|     |         |
|-----|---------|
| f 1 | 121.984 |
| f 2 | -26.024 |
| f 3 | 27.328  |
| f 4 | -24.428 |
| f 5 | 58.252  |

【0 2 2 8】

数值実施例 2

面データ

| 面番号      | r          | d        | n d     | v d   |    |
|----------|------------|----------|---------|-------|----|
| 1        | 626.3555   | 3.744    | 1.48749 | 70.23 | 10 |
| 2        | -241.4315  | 0.150    |         |       |    |
| 3        | 70.1324    | 2.700    | 1.83400 | 37.16 |    |
| 4        | 50.5414    | 1.165    |         |       |    |
| 5        | 49.8660    | 8.103    | 1.43875 | 94.93 |    |
| 6        | 452.4803   | D6 (可変)  |         |       |    |
| 7        | 212.4890   | 4.602    | 1.90366 | 31.32 |    |
| 8        | -43.2361   | 1.700    | 1.67790 | 50.72 |    |
| 9        | 23.2403    | 3.245    | 1.84666 | 23.78 |    |
| 10       | 36.3363    | 6.008    |         |       | 20 |
| 11       | -34.1227   | 1.600    | 1.80100 | 34.97 |    |
| 12       | 268.3083   | D12 (可変) |         |       |    |
| 13 (絞り)  | $\infty$   | 1.250    |         |       |    |
| 14 (非球面) | 48.0412    | 3.492    | 1.74320 | 49.34 |    |
| 15 (非球面) | -2380.0542 | 0.150    |         |       |    |
| 16       | 28.9200    | 7.237    | 1.43875 | 94.93 |    |
| 17       | -84.3431   | 0.150    |         |       |    |
| 18       | -374.3427  | 1.600    | 1.90366 | 31.32 |    |
| 19       | 166.3439   | 0.742    |         |       |    |
| 20 (非球面) | 43.0061    | 3.883    | 1.49700 | 81.54 | 30 |
| 21 (非球面) | -178.2481  | 0.150    |         |       |    |
| 22       | 56.9879    | 1.600    | 1.90366 | 31.32 |    |
| 23       | 20.1920    | 4.662    |         |       |    |
| 24       | 27.3383    | 5.870    | 1.72916 | 54.68 |    |
| 25       | -83.7312   | D25 (可変) |         |       |    |
| 26 (非球面) | -696.9308  | 1.200    | 1.80610 | 40.88 |    |
| 27 (非球面) | 19.2564    | D27 (可変) |         |       |    |
| 28       | -466.6500  | 1.600    | 1.49700 | 81.54 |    |
| 29       | 47.5044    | 1.043    |         |       |    |
| 30       | 45.1501    | 4.078    | 1.90366 | 31.32 | 40 |
| 31       | -97.7158   | D31 (可変) |         |       |    |
| 32       | $\infty$   | 4.000    | 1.51633 | 64.14 |    |
| 33       | $\infty$   | 0.800    |         |       |    |
| 像面       | $\infty$   |          |         |       |    |

非球面係数

第14面

K=0.000, A4=-7.8400E-07, A6=1.8854E-09, A8=7.6119E-12

第15面

K=0.000, A4=5.0188E-06, A6=5.4991E-09, A8=2.1445E-12

第20面

K=0.000, A4=-3.9986E-06, A6=1.6571E-08, A8=1.4742E-11

第21面

K=0.000, A4=4.5203E-06, A6=1.5368E-08, A8=9.7404E-12

第26面

K=0.000, A4=4.6506E-06, A6=-2.4186E-08, A8=6.8291E-11

第27面

K=0.000, A4=-2.5798E-06, A6=-4.6211E-08, A8=5.4027E-11

ズームデータ

10

|                  | W E     | S T     | T E     |
|------------------|---------|---------|---------|
| 焦点距離             | 40.80   | 77.35   | 147.00  |
| F n o            | 2.88    | 2.88    | 2.88    |
| 画角 $2\omega$ (°) | 29.90   | 15.68   | 8.26    |
| BF (in air)      | 32.524  | 28.781  | 23.577  |
| 全長 (in air)      | 148.881 | 160.467 | 185.551 |
| 像高               | 10.820  | 10.820  | 10.820  |

|     |         |         |         |
|-----|---------|---------|---------|
| D6  | 1.5000  | 27.1205 | 56.4207 |
| D12 | 33.5791 | 13.0470 | 1.8235  |
| D27 | 1.5000  | 6.3608  | 8.2962  |
| D29 | 8.0537  | 13.4331 | 23.7095 |
| D33 | 29.0865 | 25.3432 | 20.1393 |

20

フォーカス移動量 (像側へ (I0=1.2m))      0.381      1.305      3.996

各群焦点距離

f 1      160.137  
 f 2      -31.487  
 f 3      25.591  
 f 4      -23.229  
 f 5      55.755

30

【0 2 2 9】

数値実施例 3

面データ

| 面番号 | r         | d        | n d     | v d   |
|-----|-----------|----------|---------|-------|
| 1   | 105.4432  | 2.400    | 1.85026 | 32.27 |
| 2   | 73.5728   | 8.379    | 1.49700 | 81.54 |
| 3   | -383.7411 | 0.150    |         |       |
| 4   | 94.5553   | 4.286    | 1.60300 | 65.44 |
| 5   | 289.6284  | D5 (可変)  |         |       |
| 6   | 93.6811   | 2.000    | 1.83481 | 42.71 |
| 7   | 27.3524   | 5.724    |         |       |
| 8   | -61.7968  | 1.800    | 1.48749 | 70.23 |
| 9   | 30.7192   | 5.169    | 1.84666 | 23.78 |
| 10  | 738.2770  | 3.915    |         |       |
| 11  | -38.1621  | 2.000    | 1.76200 | 40.10 |
| 12  | -154.2096 | D12 (可変) |         |       |
| 13  | 40.1727   | 6.046    | 1.80400 | 46.57 |
| 14  | -257.1582 | 0.150    |         |       |

40

50

|          |            |          |         |       |    |
|----------|------------|----------|---------|-------|----|
| 15       | 26.7593    | 8.420    | 1.43875 | 94.93 |    |
| 16       | -113.3976  | 0.569    |         |       |    |
| 17       | -102.0000  | 1.800    | 1.90366 | 31.32 |    |
| 18       | 33.8270    | 4.447    |         |       |    |
| 19 (絞り)  | $\infty$   | 1.500    |         |       |    |
| 20 (非球面) | 53.0521    | 2.282    | 1.74320 | 49.34 |    |
| 21 (非球面) | 113.0112   | 0.150    |         |       |    |
| 22       | 28.9682    | 4.305    | 1.64000 | 60.08 |    |
| 23       | 149.0277   | 0.150    |         |       |    |
| 24       | 44.8443    | 1.600    | 1.90366 | 31.32 | 10 |
| 25       | 20.3711    | 5.252    |         |       |    |
| 26       | 27.3174    | 6.191    | 1.72916 | 54.68 |    |
| 27       | -76.1282   | D27 (可変) |         |       |    |
| 28 (非球面) | -2331.1195 | 1.200    | 1.80610 | 40.88 |    |
| 29 (非球面) | 22.9849    | D29 (可変) |         |       |    |
| 30       | -139.5760  | 1.600    | 1.51633 | 64.14 |    |
| 31       | 45.7459    | 2.294    |         |       |    |
| 32       | 56.5885    | 4.072    | 1.90366 | 31.32 |    |
| 33       | -75.5666   | D33 (可変) |         |       |    |
| 34       | $\infty$   | 4.000    | 1.51633 | 64.14 | 20 |
| 35       | $\infty$   | 0.800    |         |       |    |

像面

非球面係数

第20面

K=0.000, A4=-1.1681E-05, A6=-6.9531E-09, A8=7.8500E-12

第21面

K=0.000, A4=5.8382E-08, A6=-1.6466E-10, A8=-7.4745E-13

第26面

K=0.000, A4=1.7112E-06, A6=-5.3162E-09

第27面

K=0.000, A4=-1.6310E-06, A6=-1.7956E-08

ズームデータ

|                   | W E     | S T     | T E     |    |
|-------------------|---------|---------|---------|----|
| 焦点距離              | 40.80   | 77.42   | 147.00  |    |
| F n o             | 2.88    | 2.88    | 2.88    |    |
| 画角 2 $\omega$ (°) | 29.79   | 15.62   | 8.28    |    |
| BF (in air)       | 32.137  | 30.551  | 28.750  |    |
| 全長 (in air)       | 151.882 | 168.628 | 195.839 | 40 |
| 像高                | 10.820  | 10.820  | 10.820  |    |
|                   |         |         |         |    |
| D5                | 1.5000  | 23.6015 | 41.2615 |    |
| D12               | 25.4170 | 9.9180  | 1.5000  |    |
| D27               | 1.5000  | 4.5908  | 3.5170  |    |
| D29               | 3.4776  | 12.1159 | 32.9593 |    |
| D33               | 28.6987 | 27.1133 | 25.3120 |    |

フォーカス移動量 (像側へ (I0=1.2m))      0.487      1.451      3.391

各群焦点距離

|     |         |
|-----|---------|
| f 1 | 113.667 |
| f 2 | -27.169 |
| f 3 | 32.042  |
| f 4 | -28.229 |
| f 5 | 71.790  |

【0 2 3 0】

数値実施例 4

面データ

| 面番号      | r         | d        | n d     | v d   |    |
|----------|-----------|----------|---------|-------|----|
| 1        | 109.0312  | 2.400    | 1.85026 | 32.27 | 10 |
| 2        | 78.5122   | 0.488    |         |       |    |
| 3        | 81.8374   | 8.374    | 1.49700 | 81.54 |    |
| 4        | -256.4088 | 0.150    |         |       |    |
| 5        | 67.0861   | 4.985    | 1.49700 | 81.54 |    |
| 6        | 162.6535  | D6 (可変)  |         |       |    |
| 7        | 95.6129   | 2.000    | 1.83481 | 42.71 |    |
| 8        | 29.1083   | 4.434    |         |       |    |
| 9        | -109.0868 | 1.800    | 1.48749 | 70.23 |    |
| 10       | 31.3728   | 3.632    | 1.84666 | 23.78 | 20 |
| 11       | 96.3295   | 4.153    |         |       |    |
| 12       | -38.6476  | 2.000    | 1.60300 | 65.44 |    |
| 13       | -205.9986 | D13 (可変) |         |       |    |
| 14       | 43.7803   | 4.779    | 1.80400 | 46.57 |    |
| 15       | -228.2843 | 1.674    |         |       |    |
| 16 (非球面) | 52.1839   | 6.869    | 1.49700 | 81.54 |    |
| 17 (非球面) | -34.9776  | 0.837    |         |       |    |
| 18       | -31.5684  | 1.800    | 1.90366 | 31.32 |    |
| 19       | $\infty$  | 1.500    |         |       | 30 |
| 20 (絞り)  | $\infty$  | 1.500    |         |       |    |
| 21       | 169.2146  | 2.290    | 1.92286 | 20.88 |    |
| 22       | -474.4300 | 0.150    |         |       |    |
| 23       | 42.7812   | 5.488    | 1.49700 | 81.54 |    |
| 24       | -61.5341  | 0.150    |         |       |    |
| 25       | 55.8448   | 1.600    | 1.90366 | 31.32 |    |
| 26       | 17.8406   | 4.999    |         |       |    |
| 27       | 23.4201   | 5.021    | 1.72916 | 54.68 |    |
| 28       | -113.6904 | D28 (可変) |         |       | 40 |
| 29 (非球面) | 2407.6881 | 1.200    | 1.80610 | 40.88 |    |
| 30 (非球面) | 18.3561   | D30 (可変) |         |       |    |
| 31       | 243.8717  | 3.961    | 1.80100 | 34.97 |    |
| 32       | -44.1149  | 0.150    |         |       |    |
| 33       | -82.2199  | 1.600    | 1.48749 | 70.23 |    |
| 34       | 101.9418  | 0.150    |         |       |    |
| 35       | 28.5010   | 2.229    | 1.84666 | 23.78 |    |
| 33       | 35.2103   | D33 (可変) |         |       |    |
| 34       | $\infty$  | 4.000    | 1.51633 | 64.14 | 50 |
| 35       | $\infty$  | 0.800    |         |       |    |
| 像面       |           |          |         |       |    |

非球面係数

第16面

K=0.000, A4=-4.6240E-06, A6=8.9418E-10, A8=-2.1692E-12

第17面

K=0.000, A4=3.7015E-06, A6=-4.5478E-09, A8=-6.0767E-12

第29面

K=0.000, A4=-7.2492E-06, A6=2.7902E-08

第30面

K=0.000, A4=-1.5939E-05, A6=-1.4069E-08

10

ズームデータ

|                  | W E     | S T     | T E     |
|------------------|---------|---------|---------|
| 焦点距離             | 40.80   | 77.46   | 147.00  |
| F n o            | 2.88    | 2.88    | 2.88    |
| 画角 $2\omega$ (°) | 29.55   | 15.61   | 8.36    |
| BF (in air)      | 33.258  | 28.740  | 22.423  |
| 全長 (in air)      | 151.882 | 162.007 | 182.626 |
| 像高               | 10.820  | 10.820  | 10.820  |

|     |         |         |         |
|-----|---------|---------|---------|
| D6  | 1.5000  | 23.2122 | 40.7477 |
| D13 | 29.9906 | 11.4635 | 1.5000  |
| D28 | 1.5000  | 5.6825  | 5.7056  |
| D30 | 3.2709  | 10.5449 | 29.8869 |
| D36 | 29.8196 | 25.3026 | 18.9853 |

20

フォーカス移動量 (像側へ (I0=1.2m))      0.380      1.324      3.530

各群焦点距離

f 1      106.990  
f 2      -26.970  
f 3      29.413  
f 4      -22.952  
f 5      57.341

30

【0 2 3 1】

数値実施例 5

面データ

| 面番号     | r         | d        | n d     | v d   |
|---------|-----------|----------|---------|-------|
| 1       | 626.3555  | 4.214    | 1.48749 | 70.23 |
| 2       | -189.3386 | 0.100    |         |       |
| 3       | 57.0095   | 2.700    | 1.83400 | 37.16 |
| 4       | 43.3489   | 3.068    |         |       |
| 5       | 43.5973   | 8.103    | 1.43875 | 94.93 |
| 6       | 240.1287  | D6 (可変)  |         |       |
| 7       | 257.0090  | 3.937    | 1.90366 | 31.32 |
| 8       | -50.9423  | 1.700    | 1.67790 | 50.72 |
| 9       | 21.5456   | 3.283    | 1.84666 | 23.78 |
| 10      | 33.3263   | 6.511    |         |       |
| 11      | -37.9537  | 1.600    | 1.80100 | 34.97 |
| 12      | 173.2080  | D12 (可変) |         |       |
| 13 (絞り) | $\infty$  | 1.250    |         |       |

40

50

|          |           |          |         |       |    |
|----------|-----------|----------|---------|-------|----|
| 14 (非球面) | 52.8546   | 3.013    | 1.74320 | 49.34 |    |
| 15 (非球面) | 256.9560  | 0.687    |         |       |    |
| 16       | 25.0257   | 7.152    | 1.43875 | 94.93 |    |
| 17       | -111.4708 | 0.150    |         |       |    |
| 18 (非球面) | 45.3774   | 3.938    | 1.49700 | 81.54 |    |
| 19 (非球面) | -264.5456 | 0.150    |         |       |    |
| 20       | 56.5797   | 1.600    | 1.90366 | 31.32 |    |
| 21       | 18.0334   | 6.548    |         |       |    |
| 22       | 28.3016   | 6.089    | 1.72916 | 54.68 |    |
| 23       | -66.2117  | D23 (可変) |         |       | 10 |
| 24 (非球面) | -859.1799 | 1.200    | 1.80610 | 40.88 |    |
| 25 (非球面) | 20.0631   | D25 (可変) |         |       |    |
| 26       | 88.0027   | 3.767    | 1.80100 | 34.97 |    |
| 27       | -69.6074  | 0.150    |         |       |    |
| 28       | 95.6811   | 1.600    | 1.48749 | 70.23 |    |
| 29       | 32.1466   | 0.150    |         |       |    |
| 30       | 27.9922   | 2.222    | 1.84666 | 23.78 |    |
| 31       | 34.2651   | D31 (可変) |         |       |    |
| 32       | $\infty$  | 4.000    | 1.51633 | 64.14 |    |
| 33       | $\infty$  | 0.800    |         |       | 20 |
| 像面       |           |          |         |       |    |

非球面係数

第14面

K=0.000, A4=-4.0706E-06, A6=3.6547E-09, A8=1.2578E-11

第15面

K=0.000, A4=6.6685E-06, A6=1.2127E-08, A8=5.1044E-12

第18面

K=0.000, A4=1.3388E-06, A6=1.5132E-08, A8=2.1221E-12

第19面

K=0.000, A4=2.3047E-06, A6=1.3083E-08, A8=2.9735E-11

第24面

K=0.000, A4=8.9873E-07, A6=2.5383E-09, A8=7.8996E-12

第25面

K=0.000, A4=-4.8434E-06, A6=-2.0441E-08, A8=8.6381E-12

ズームデータ

|                  | W E     | S T     | T E     |    |
|------------------|---------|---------|---------|----|
| 焦点距離             | 40.80   | 77.25   | 147.00  |    |
| F n o            | 2.88    | 2.88    | 2.88    | 40 |
| 画角 $2\omega$ (°) | 29.59   | 15.66   | 8.31    |    |
| BF (in air)      | 32.991  | 28.902  | 22.505  |    |
| 全長 (in air)      | 148.882 | 159.127 | 185.041 |    |
| 像高               | 10.820  | 10.820  | 10.820  |    |
| D6               | 1.5700  | 23.6482 | 48.6061 |    |
| D12              | 31.5870 | 11.9386 | 2.3673  |    |
| D23              | 1.5000  | 6.5912  | 7.4315  |    |
| D25              | 6.3519  | 13.1658 | 29.2492 |    |
| D31              | 29.5534 | 25.4636 | 19.0670 | 50 |

フォーカス移動量（像側へ（I0=1.2m）） 0.394 1.372 4.002

各群焦点距離

f 1 135.739  
f 2 -28.669  
f 3 26.164  
f 4 -24.306  
f 5 57.502

【0 2 3 2】

10

数値実施例 6

面データ

面番号

|         | r         | d       | n d     | v d   |
|---------|-----------|---------|---------|-------|
| 1       | 1028.2236 | 4.463   | 1.48749 | 70.23 |
| 2       | -193.6622 | 0.100   |         |       |
| 3       | 60.6883   | 2.700   | 1.83400 | 37.16 |
| 4       | 44.8191   | 0.087   |         |       |
| 5       | 44.0993   | 9.797   | 1.43875 | 94.93 |
| 6       | 286.5561  | D6（可変）  |         |       |
| 7       | 575.8091  | 4.518   | 1.90366 | 31.32 |
| 8       | -44.0949  | 1.700   | 1.67790 | 50.72 |
| 9       | 23.5670   | 3.056   | 1.84666 | 23.78 |
| 10      | 36.5602   | 8.728   |         |       |
| 11      | -30.1481  | 1.600   | 1.80100 | 34.97 |
| 12      | -243.3873 | D12（可変） |         |       |
| 13（絞り）  | ∞         | 1.250   |         |       |
| 14（非球面） | 53.9856   | 2.380   | 1.74320 | 49.34 |
| 15（非球面） | 288.3691  | 0.199   |         |       |
| 16      | 25.7877   | 8.169   | 1.43875 | 94.93 |
| 17      | -95.2556  | 0.530   |         |       |
| 18（非球面） | 47.1752   | 4.223   | 1.49700 | 81.54 |
| 19（非球面） | -178.2739 | 0.199   |         |       |
| 20      | 55.8603   | 1.600   | 1.90366 | 31.32 |
| 21      | 17.4987   | 5.381   |         |       |
| 22      | 25.2549   | 5.586   | 1.72916 | 54.68 |
| 23      | -101.9256 | D23（可変） |         |       |
| 24（非球面） | 234.0325  | 1.200   | 1.80610 | 40.88 |
| 25（非球面） | 19.6715   | D25（可変） |         |       |
| 26      | 3365.1993 | 3.232   | 1.80100 | 34.97 |
| 27      | -41.4624  | 0.200   |         |       |
| 28      | -47.5414  | 1.600   | 1.48749 | 70.23 |
| 29      | 80.8882   | 0.200   |         |       |
| 30      | 30.6298   | 2.310   | 1.84666 | 23.78 |
| 31      | 46.4686   | D31（可変） |         |       |
| 32      | ∞         | 4.000   | 1.51633 | 64.14 |
| 33      | ∞         | 0.800   |         |       |

20

30

40

像面

非球面係数

第14面

50

K=0.000,A4=-3.5317E-06,A6=4.0891E-09,A8=1.2032E-11

第15面

K=0.000,A4=6.2480E-06,A6=1.1770E-08,A8=3.1858E-12

第18面

K=0.000,A4=1.4468E-06,A6=1.6715E-08,A8=-1.8997E-11

第19面

K=0.000,A4=2.6833E-06,A6=1.1609E-08,A8=1.8680E-11

第24面

K=0.000,A4=-2.0016E-07,A6=5.9056E-09,A8=-8.5914E-11

第25面

K=0.000,A4=-4.3001E-06,A6=-1.8073E-09,A8=-3.0000E-10

10

ズームデータ

|              | W E     | S T     | T E     |    |
|--------------|---------|---------|---------|----|
| 焦点距離         | 40.60   | 77.46   | 147.74  |    |
| F n o        | 2.88    | 2.88    | 2.88    |    |
| 画角 2 ω ( ° ) | 30.25   | 15.71   | 8.29    |    |
| BF (in air)  | 27.270  | 27.258  | 27.235  |    |
| 全長 (in air)  | 148.236 | 161.796 | 181.802 |    |
| 像高           | 10.820  | 10.820  | 10.820  | 20 |

|     |         |         |         |
|-----|---------|---------|---------|
| D6  | 1.6137  | 27.5157 | 50.9131 |
| D12 | 33.2898 | 14.4947 | 1.5941  |
| D23 | 2.1335  | 5.1032  | 5.7846  |
| D25 | 8.9204  | 12.4163 | 21.2663 |
| D31 | 23.8166 | 23.8166 | 23.8166 |

フォーカス移動量 (像側へ (I0=1.2m))      0.429      1.412      4.246

各群焦点距離 30

|     |         |
|-----|---------|
| f 1 | 145.522 |
| f 2 | -30.503 |
| f 3 | 26.031  |
| f 4 | -26.710 |
| f 5 | 74.757  |

【0 2 3 3】

数値実施例 7

面データ

| 面番号 | r          | d       | n d     | v d   |    |
|-----|------------|---------|---------|-------|----|
| 1   | -2011.4774 | 3.489   | 1.48749 | 70.23 | 40 |
| 2   | -172.7889  | 0.100   |         |       |    |
| 3   | 65.5696    | 2.700   | 1.83400 | 37.16 |    |
| 4   | 48.1976    | 0.514   |         |       |    |
| 5   | 48.3127    | 8.076   | 1.49700 | 81.54 |    |
| 6   | 300.4413   | D6 (可変) |         |       |    |
| 7   | 316.3788   | 4.278   | 1.90366 | 31.32 |    |
| 8   | -42.8374   | 1.700   | 1.67790 | 50.72 |    |
| 9   | 23.9461    | 3.158   | 1.84666 | 23.78 |    |
| 10  | 38.7197    | 5.433   |         |       |    |
| 11  | -36.0858   | 1.600   | 1.80100 | 34.97 | 50 |

|                                                                    |            |          |         |       |    |
|--------------------------------------------------------------------|------------|----------|---------|-------|----|
| 12                                                                 | 179.7401   | D12 (可変) |         |       |    |
| 13 (絞り)                                                            | $\infty$   | 1.250    |         |       |    |
| 14 (非球面)                                                           | 42.2988    | 6.816    | 1.49700 | 81.54 |    |
| 15 (非球面)                                                           | -67.3085   | 2.617    |         |       |    |
| 16                                                                 | 24.7818    | 8.849    | 1.49700 | 81.54 |    |
| 17                                                                 | -119.2637  | 0.175    |         |       |    |
| 18                                                                 | 64.0210    | 1.638    | 1.90366 | 31.32 |    |
| 19                                                                 | 18.4366    | 5.622    |         |       |    |
| 20                                                                 | 27.9202    | 6.241    | 1.72916 | 54.68 |    |
| 21                                                                 | -62.4634   | D21 (可変) |         |       | 10 |
| 22 (非球面)                                                           | -1212.6435 | 1.256    | 1.80610 | 40.88 |    |
| 23 (非球面)                                                           | 21.4068    | D23 (可変) |         |       |    |
| 24                                                                 | 70.6925    | 4.462    | 2.00069 | 25.46 |    |
| 25                                                                 | -125.2701  | 0.150    |         |       |    |
| 26                                                                 | 357.6866   | 1.600    | 1.48749 | 70.23 |    |
| 27                                                                 | 58.0197    | D27 (可変) |         |       |    |
| 28                                                                 | $\infty$   | 4.000    | 1.51633 | 64.14 |    |
| 29                                                                 | $\infty$   | 0.800    |         |       |    |
| 像面                                                                 |            |          |         |       | 20 |
| 非球面係数                                                              |            |          |         |       |    |
| 第14面                                                               |            |          |         |       |    |
| K=0.000,A4=-6.1775E-06,A6=3.5327E-09,A8=1.3493E-11,A10=5.3463E-14  |            |          |         |       |    |
| 第15面                                                               |            |          |         |       |    |
| K=0.000,A4=7.1790E-06,A6=8.1066E-09,A8=-7.1190E-12,A10=1.3793E-13  |            |          |         |       |    |
| 第22面                                                               |            |          |         |       |    |
| K=0.000,A4=4.1540E-06,A6=5.3058E-08,A8=-1.1580E-09,A10=6.0322E-12  |            |          |         |       |    |
| 第23面                                                               |            |          |         |       |    |
| K=0.000,A4=-4.7105E-07,A6=6.9279E-08,A8=-1.7656E-09,A10=9.6510E-12 |            |          |         |       |    |
| ズームデータ                                                             |            |          |         |       |    |
|                                                                    | W E        | S T      | T E     |       |    |
| 焦点距離                                                               | 40.60      | 78.02    | 147.00  |       |    |
| F n o                                                              | 2.88       | 2.88     | 2.88    |       |    |
| 画角 2 $\omega$ (°)                                                  | 29.93      | 15.54    | 8.28    |       |    |
| BF (in air)                                                        | 34.391     | 29.595   | 24.367  |       |    |
| 全長 (in air)                                                        | 148.884    | 160.214  | 185.998 |       |    |
| 像高                                                                 | 10.820     | 10.820   | 10.820  |       |    |
| D6                                                                 | 1.5511     | 26.4204  | 51.2601 |       | 40 |
| D12                                                                | 33.4659    | 12.4926  | 1.9924  |       |    |
| D23                                                                | 1.5000     | 6.5644   | 7.4850  |       |    |
| D25                                                                | 6.2514     | 13.4178  | 29.1700 |       |    |
| D31                                                                | 30.9535    | 26.1568  | 20.9290 |       |    |
| フォーカス移動量 (像側へ (I0=1.2m) )                                          | 0.408      | 1.435    | 4.002   |       |    |
| 各群焦点距離                                                             |            |          |         |       |    |
| f 1                                                                | 144.755    |          |         |       |    |
| f 2                                                                | -30.771    |          |         |       | 50 |

f 3 27.180  
f 4 -26.084  
f 5 65.328

### 【0234】

図8～図21は、実施例1～実施例7における（a）広角端（WE）、（b）中間状態（ST）、（c）望遠端（TE）での諸収差図である。図8、図10、図12、図14、図16、図18及び図20は、各実施例のズームレンズの無限物点における収差図である。また、図9、図11、図13、図15、図17、図19及び図21は、各実施例のズームレンズの物像間距離1.2mにおける収差図である。

### 【0235】

これら諸収差図において、SAは球面収差、ASは非点収差、DTは歪曲収差、CCは倍率色収差を示す。球面収差SAは、587.6nm（d線：実線）、435.8nm（g線：長破線）、656.3nm（C線：短破線）の各波長について示されている。また、倍率色収差CCは、d線を基準としたときの435.8nm（g線：長破線）、656.3nm（C線：短破線）の各波長について示されている。また、非点収差DTは、実線がサジタル像面、破線がメリジオナル像面のものを示している。なお、FNOはFナンバーを示す。

### 【0236】

上記実施例1～7について、各構成要素の値及び各条件式（1）～（16）の値を下記に示しておく。

### 【0237】

|                 | 実施例 1   | 実施例 2   | 実施例 3   | 実施例 4   |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| 条件式（1）          | -1.119  | -1.102  | -1.135  | -1.281  |
| 条件式（2）          | -0.419  | -0.417  | -0.393  | -0.400  |
| 条件式（3）          | 1.804   | 1.743   | 1.804   | 1.804   |
| 条件式（4）          | 0.112   | 0.182   | 0.164   | 0.170   |
| 条件式（5）          | 1.81641 | 1.81641 | 1.81641 | 1.81641 |
| 条件式（6）          |         |         |         |         |
| L <sub>31</sub> | 46.57   | 49.34   | 46.57   | 46.57   |
| L <sub>32</sub> | 94.93   | 94.93   | 94.93   | 81.54   |
| L <sub>34</sub> | 40.88   | 81.54   | 49.34   | 20.88   |
| L <sub>35</sub> | 81.54   |         | 60.08   | 81.54   |
| L <sub>36</sub> |         | 54.68   |         |         |
| L <sub>37</sub> | 54.68   |         | 54.68   | 54.68   |
| 条件式（7）          | 2.990   | 3.925   | 2.786   | 2.622   |
| 条件式（8）          | -0.638  | -0.772  | -0.666  | -0.661  |
| 条件式（9）          | 0.670   | 0.627   | 0.785   | 0.721   |
| 条件式（10）         | -0.599  | -0.569  | -0.692  | -0.563  |
| 条件式（11）         | 1.428   | 1.367   | 1.760   | 1.405   |
| 条件式（12）         | 29.85   | 29.90   | 29.79   | 29.55   |
| 条件式（13）         | 8.29    | 8.26    | 8.28    | 8.36    |
| 条件式（14）         | 3.603   | 3.603   | 3.603   | 3.603   |
| 条件式（15）         | 2.88    | 2.88    | 2.88    | 2.88    |
| 条件式（16）         | 2.88    | 2.88    | 2.88    | 2.88    |

### 【0238】

|        | 実施例 5  | 実施例 6  | 実施例 7  |
|--------|--------|--------|--------|
| 条件式（1） | -1.076 | -0.975 | -1.042 |
| 条件式（2） | -0.423 | -0.357 | -0.399 |
| 条件式（3） | 1.743  | 1.743  | 1.497  |
| 条件式（4） | 0.250  | 0.207  | 0.207  |

|          |         |         |         |
|----------|---------|---------|---------|
| 条件式 (5)  | 1.81641 | 1.81641 | 1.81641 |
| 条件式 (6)  |         |         |         |
| $L_{31}$ | 49.34   | 49.34   | 81.54   |
| $L_{32}$ | 94.93   | 94.93   | 81.54   |
| $L_{33}$ | 81.54   | 81.54   |         |
| $L_{34}$ |         |         | 54.68   |
| $L_{35}$ | 54.68   | 54.68   |         |
| 条件式 (7)  | 3.327   | 3.584   | 3.548   |
| 条件式 (8)  | -0.703  | -0.751  | -0.754  |
| 条件式 (9)  | 0.641   | 0.641   | 0.666   |
| 条件式 (10) | -0.596  | -0.658  | -0.639  |
| 条件式 (11) | 1.409   | 1.841   | 1.601   |
| 条件式 (12) | 29.59   | 30.25   | 29.93   |
| 条件式 (13) | 8.31    | 8.29    | 8.28    |
| 条件式 (14) | 3.603   | 3.603   | 3.603   |
| 条件式 (15) | 2.88    | 2.88    | 2.88    |
| 条件式 (16) | 2.88    | 2.88    | 2.88    |

#### 【0239】

なお、条件式 (6) の条件式対応値は、第3レンズ群中の各々の正レンズのd線におけるアップ数を記載している。条件式を満たさない値となる場合も値を記載している。

#### 【0240】

本実施形態のズームレンズでは、ゴースト、フレア等の不要光をカットするために、明るさ絞り以外にフレア絞りを配置してもかまわない。第1レンズ群の物体側、第1レンズ群と第2レンズ群間、第2レンズ群と第3レンズ群間、第3レンズ群と第4レンズ群間、第4レンズ群と第5レンズ群間、第5レンズ群と像面間のいずれの場所に配置しても良い。

#### 【0241】

また、枠部材によりフレア光線をカットするように構成しても良いし、別の部材を構成しても良い。フレア絞りとして、光学系に直接印刷しても、塗装しても、シールなどを接着してもかまわない。フレア絞りの形状は円形、楕円形、矩形、多角形、関数曲線で囲まれる範囲等、いかなる形状でもかまわない。また有害光束をカットするだけでなく画面周辺のコマフレア等の光束をカットしても良い。

#### 【0242】

また各レンズには反射防止コートを行い、ゴースト、フレアを軽減してもかまわない。マルチコートであれば効果的にゴースト、フレアを軽減できるので望ましい。また赤外カットコートをレンズ面、カバーガラス等に使用してもかまわない。画像周辺部の明るさのかげり（シェーディング）をCCDのマイクロレンズをシフトすることにより軽減しても良い。また画像処理により画像周辺部の低下量を補正しても良い。

#### 【0243】

ゴースト・フレアの発生を防止するためにレンズの空気接触面に反射防止コートを施すことは一般的に行われている。一方、接合レンズの接合面では接着材の屈折率が空気の屈折率よりも十分高い。しかしながら、接合面にも積極的に反射防止コートを施せばさらにゴースト・フレアを軽減でき、なお良好な画像を得ることができるようになる。特に最近では高屈折率硝材が普及し収差補正効果が高いためカメラ光学系に多用されるようになってきているが、高屈折率硝材を接合レンズとして用いた場合、接合面での反射も無視できなくなってくる。そのような場合、接合面に反射防止コートを施しておくことは特に効果的である。

#### 【0244】

接合面コートの効果的な使用法に関しては、特開平2-27301号、特開2001-324676号、特開2005-92115号、USP7116482等に記載されている。これらの文献では特に正先行ズームレ

10

20

30

40

50

レンズの第1レンズ群内の接合レンズ面コートについて述べられており、本発明の第1レンズ群内の接合レンズ面についてもこれら文献に開示されているごとく実施すればよい。

【0245】

使用するコート材としては、基盤となるレンズの屈折率と接着材の屈折率に応じて、比較的高屈折率な $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ などのコート材、比較的低屈折率な $\text{MgF}_2$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ などのコート材、などを適宜選択し、位相条件を満たすような膜厚に設定すれば良い。

【0246】

当然のことながら、レンズの空気接触面へのコーティング同様、接合面コートをマルチコートとしても良い。2層あるいはそれ以上の膜数のコート材や膜厚を適宜組み合わせることで、更なる反射率の低減や、反射率の分光特性・角度特性等のコントロールなどを行うことが可能となる。また第1レンズ群以外のレンズ接合面についても、同様の思想に基づいて接合面コートを行うことが効果的なのは言うまでもない。

【0247】

各実施例は、交換レンズ用途として使用でき、動画撮影にも好適な、大口径で高性能な望遠ズームレンズを達成できる。

【0248】

図22は、本実施形態のズームレンズを用い、撮像素子として小型のCCD又はCMOSなどを用いた撮像装置としての一眼ミラーレスカメラの断面図である。図22において、1は一眼ミラーレスカメラ、2は鏡筒内に配置された撮像レンズ系、3は撮像レンズ系2を一眼ミラーレスカメラ1に着脱可能とする鏡筒のマウント部であり、スクリュタイプやバヨネットタイプ等のマウントが用いられる。この例では、バヨネットタイプのマウントを使用している。また、4は撮像素子面、5はバックモニターである。

【0249】

このような構成の一眼ミラーレスカメラ1の撮像レンズ系2として、例えば上記実施例1～7に示した本実施形態のズームレンズが用いられる。

【0250】

図23、図24は、ズームレンズを撮影光学系41に組み込んだ、本実施形態の撮像装置の構成の概念図を示す。図23は撮像装置としてのデジタルカメラ40の外観を示す前方斜視図、図24は同背面斜視図である。

【0251】

この実施形態のデジタルカメラ40は、撮影用光路42上に位置する撮影光学系41、シャッターボタン45、液晶表示モニター47等を含み、デジタルカメラ40の上部に配置されたシャッターボタン45を押圧すると、それに連動して撮影光学系41、例えば実施例1のレンズ系を通して撮影が行われる。撮影光学系41によって形成された物体像が結像面近傍に設けられた撮像素子（光電変換面）上に形成される。この撮像素子で受光された物体像は、処理手段によって電子画像としてカメラ背面に設けられた液晶表示モニター47に表示される。また、撮影された電子画像は記録手段に記録することができる。

【0252】

図25～図27は、ズームレンズを撮影光学系41に組み込んだ他の撮像装置の構成の概念図を示す。図25はデジタルカメラ40の外観を示す前方斜視図、図26は同背面図、図27はデジタルカメラ40の構成を示す模式的な横断面図である。

【0253】

デジタルカメラ40は、この例の場合、撮影用光路42上に位置する撮影光学系41、ファインダー用光路44上に位置するファインダー光学系43、シャッターボタン45、ポップアップストロボ46、液晶表示モニター47等を含み、カメラ40の上部に配置されたシャッターボタン45を押圧すると、それに連動して撮影光学系41、例えば実施例1のレンズを通して撮影が行われる。撮影光学系41によって形成された物体像が、結像面近傍に設けた撮像素子としてのCCD49の撮像面（光電変換面）上に形成される。こ

10

20

30

40

50

のCCD49で受光された物体像は、処理手段51を介し、電子画像としてカメラ背面に設けられた液晶表示モニター47や、ファインダー用画像表示素子54に表示される。また、この処理手段51には記録手段52が接続され、撮影された電子画像を記録することもできる。

#### 【0254】

なお、この記録手段52は処理手段51と別体に設けてもよいし、フレキシブルディスクやメモリーカード、MO等により電子的に記録書込を行うように構成してもよい。また、CCD49に代わって銀塩フィルムを配置した銀塩カメラとして構成してもよい。

#### 【0255】

さらに、ファインダー用光路44上にはファインダー用接眼レンズ59が配置してある。ファインダー用画像表示素子54に表示された物体像が、このファインダー用接眼レンズ59によって拡大および観察者が見やすい視度に調整され、観察者眼球Eに導かれている。なお、ファインダー用接眼レンズ59の射出側にカバー部材50が配置されている。

#### 【0256】

図28は、本実施形態のデジタルカメラ40の主要部の内部回路を示すブロック図である。なお、以下の説明では、前述した処理手段51は、例えば、CDS／ADC部24、一時記憶メモリ17、画像処理部18等で構成され、記憶手段52は、記憶媒体部等で構成される。

#### 【0257】

図28に示されるように、デジタルカメラ40は、操作部12と、この操作部12に接続された制御部13と、この制御部13の制御信号出力ポートにバス14及び15を介して接続された撮像駆動回路16並びに一時記憶メモリ17、画像処理部18、記憶媒体部19、表示部20、及び設定情報記憶メモリ部21を備えている。

#### 【0258】

上記の一時記憶メモリ17、画像処理部18、記憶媒体部19、表示部20、及び設定情報記憶メモリ部21は、バス22を介して相互にデータの入力、出力が可能とされている。また、撮像駆動回路16には、CCD49とCDS／ADC部24が接続されている。

#### 【0259】

操作部12は、各種の入力ボタンやスイッチを備え、これらを介して外部（カメラ使用者）から入力されるイベント情報を制御部に通知する。制御部13は、例えばCPUなどからなる中央演算処理装置であって、不図示のプログラムメモリを内蔵し、プログラムメモリに格納されているプログラムに従って、デジタルカメラ40全体を制御する。

#### 【0260】

CCD49は、撮像駆動回路16により駆動制御され、撮像光学系41を介して形成された物体像の画素ごとの光量を電気信号に変換し、CDS／ADC部24に出力する撮像素子である。

#### 【0261】

CDS／ADC部24は、CCD49から入力される電気信号を増幅し、かつ、アナログ／デジタル変換を行って、この増幅とデジタル変換を行っただけの映像生データ（バイヤーデータ、以下RAWデータという。）を一時メモリ17に出力する回路である。

一時記憶メモリ17は、例えばSDRAM等からなるバッファであり、CDS／ADC部24から出力されるRAWデータを一時的に記憶するメモリ装置である。画像処理部18は、一時記憶メモリ17に記憶されたRAWデータ又は記憶媒体部19に記憶されているRAWデータを読み出して、制御部13にて指定された画質パラメータに基づいて歪曲収差補正を含む各種画像処理を電氣的に行う回路である。

#### 【0262】

記憶媒体部19は、例えばフラッシュメモリ等からなるカード型又はスティック型の記憶媒体を着脱自在に装着して、これらのフラッシュメモリに、一時記憶メモリ17から転送されるRAWデータや画像処理部18で画像処理された画像データを記録して保持する

10

20

30

40

50

。

## 【0263】

表示部20は、液晶表示モニター47などにて構成され、撮影したRAWデータ、画像データや操作メニューなどを表示する。設定情報記憶メモリ部21には、予め各種の画質パラメータが格納されているROM部と、操作部12の入力操作によってROM部から読み出された画質パラメータを記憶するRAM部が備えられている。

## 【0264】

このように構成されたデジタルカメラ40は、撮像光学系41として本発明のズームレンズを採用することで、小型で動画撮像に適した撮像装置とすることが可能となる。

## 【0265】

以上、本発明の種々の実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態のみに限られるものではなく、それぞれの実施形態の構成を適宜組み合わせて構成した実施形態も本発明の範疇となるものである。

## 【符号の説明】

## 【0266】

- 1…レンズ交換式カメラ
- 2…撮像レンズ系
- 3…マウント部
- 4…撮像素子面
- 5…バックモニター
- 12…操作部
- 13…制御部
- 14、15…バス
- 16…撮像駆動回路
- 17…一時記憶メモリ
- 18…画像処理部
- 19…記憶媒体部
- 20…表示部
- 21…設定情報記憶メモリ部
- 22…バス
- 24…CDS／ADC部
- 40…デジタルカメラ
- 41…撮影光学系
- 42…撮影用光路
- 45…シャッターボタン
- 47…液晶表示モニター

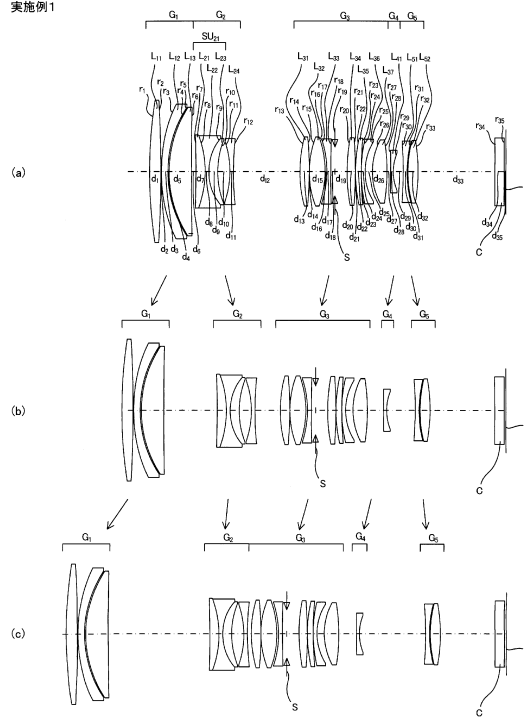
10

20

30

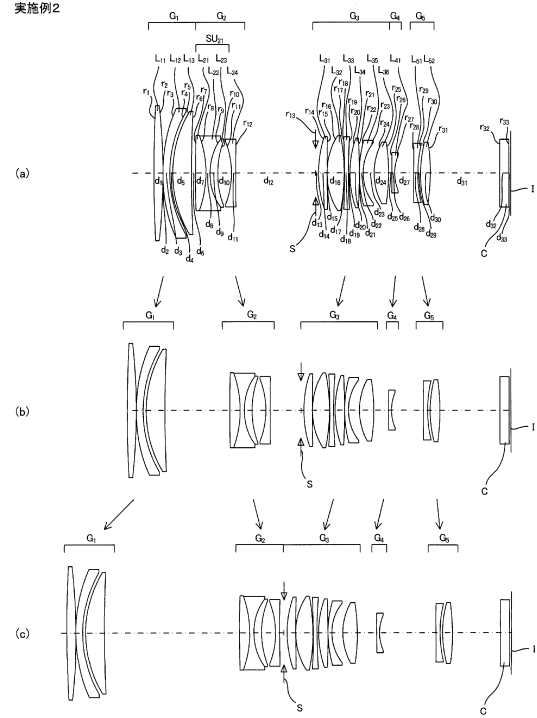
【図 1】

実施例1



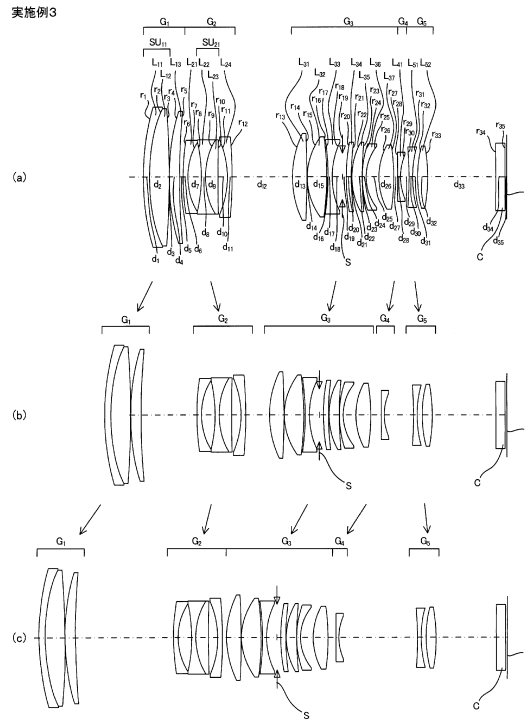
【図 2】

実施例2



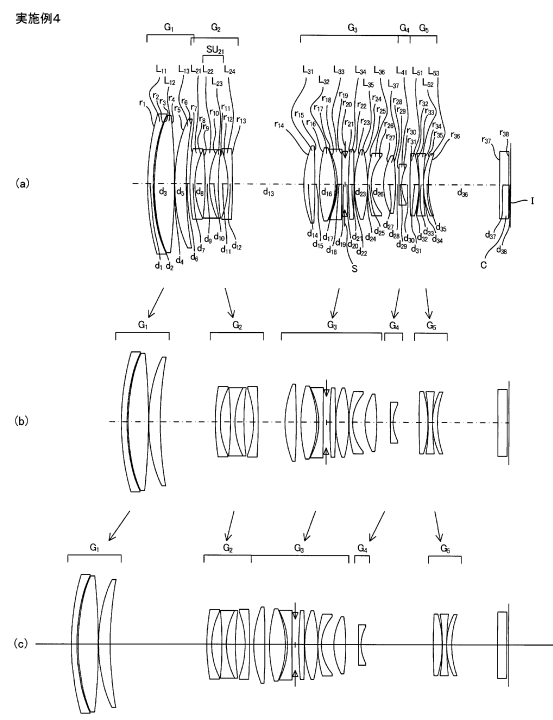
【図 3】

実施例3



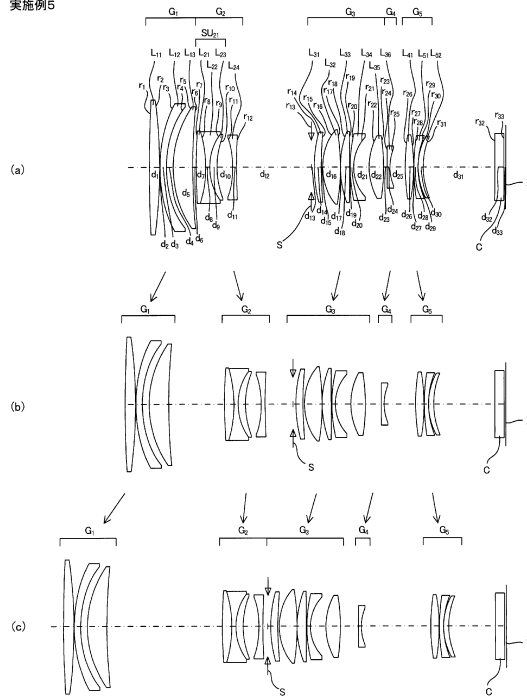
【図 4】

実施例4



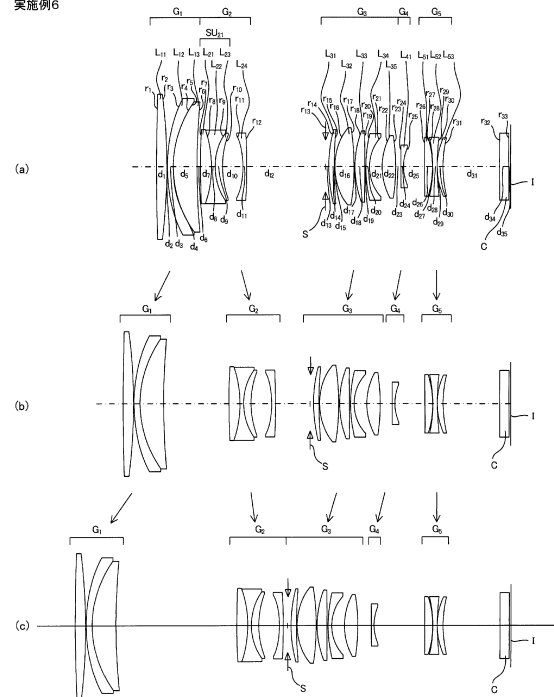
【図 5】

実施例5



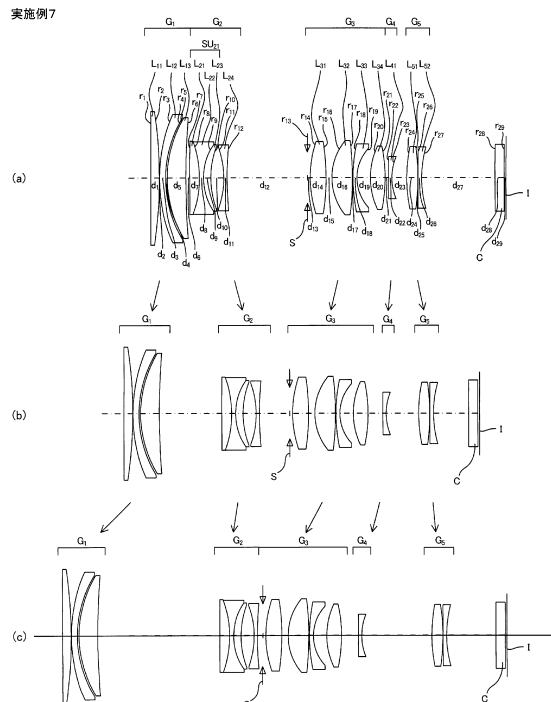
【図 6】

実施例6



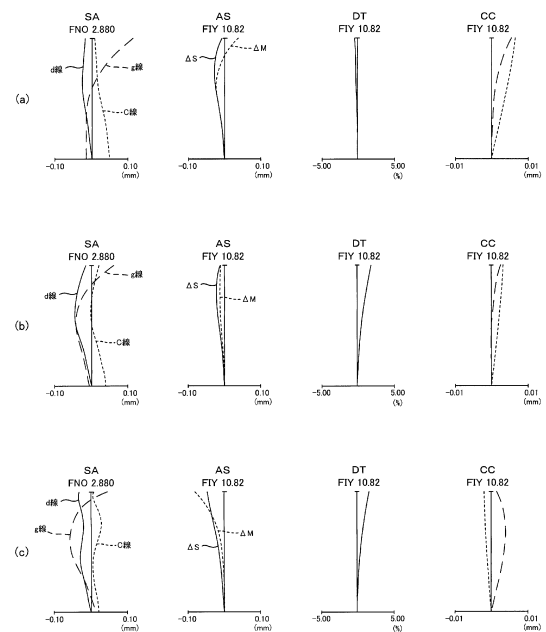
【図 7】

実施例7



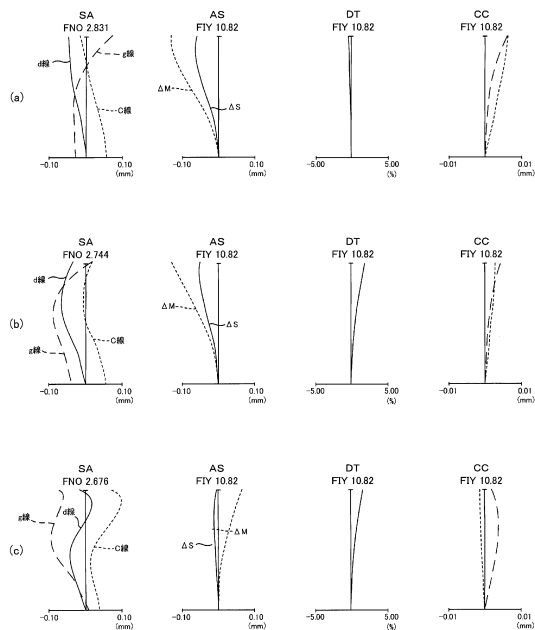
【図 8】

実施例1



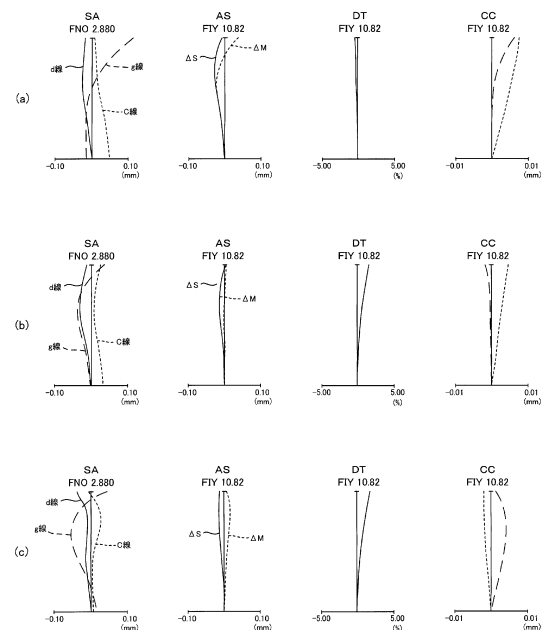
【図 9】

実施例1



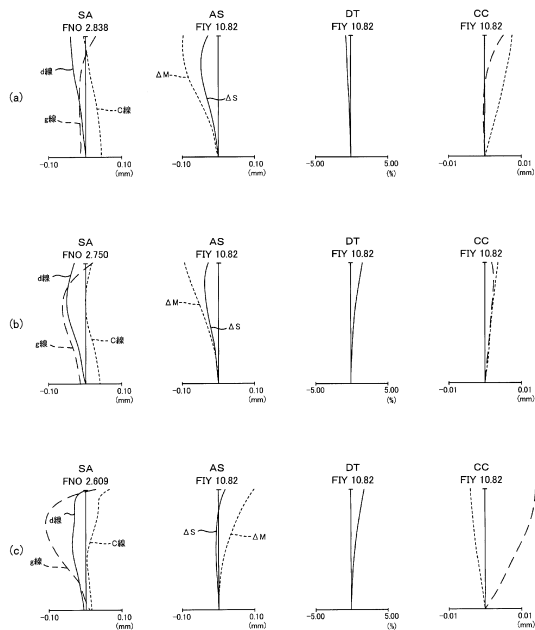
【図 10】

実施例2



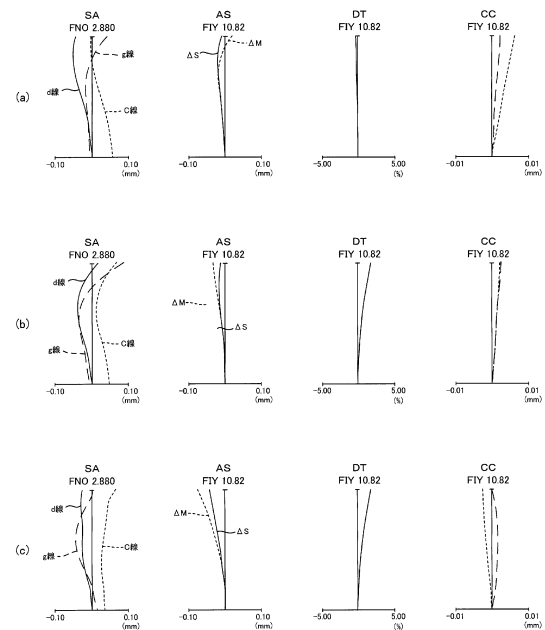
【図 11】

実施例2



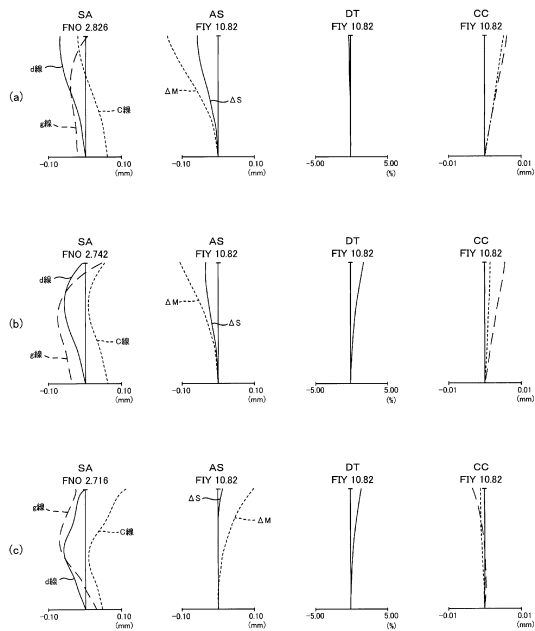
【図 12】

実施例3



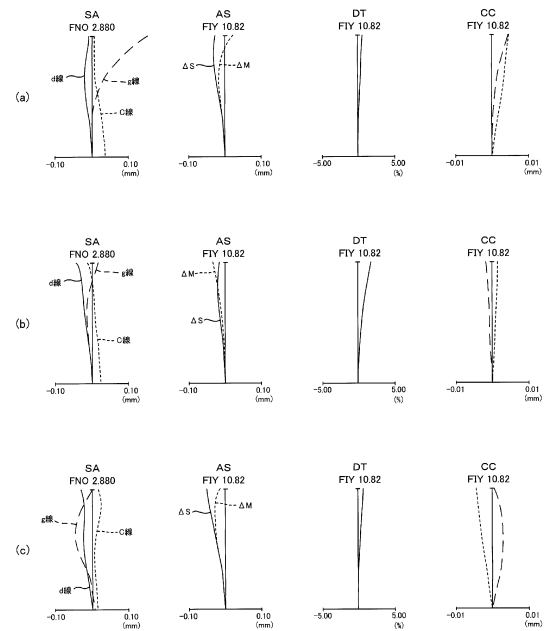
【図 13】

実施例3



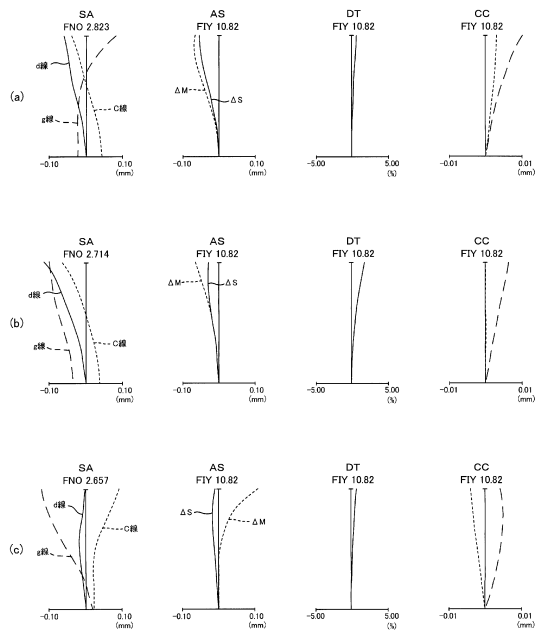
【図 14】

実施例4



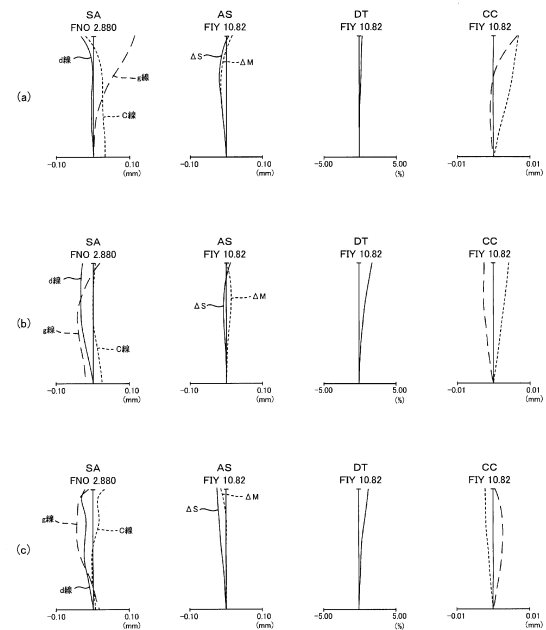
【図 15】

実施例4



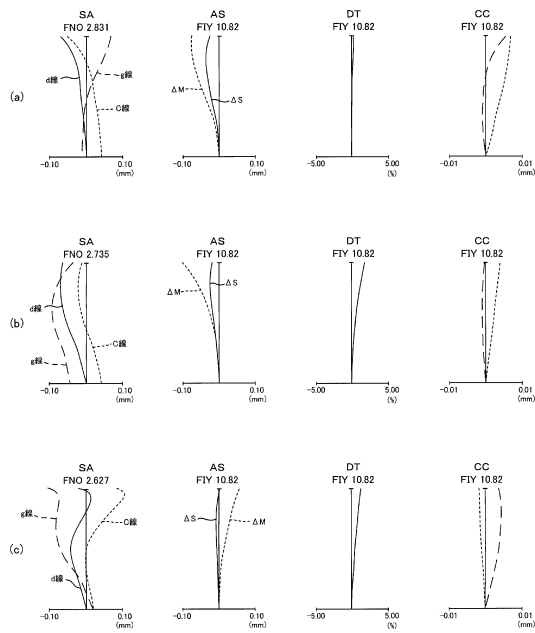
【図 16】

実施例5



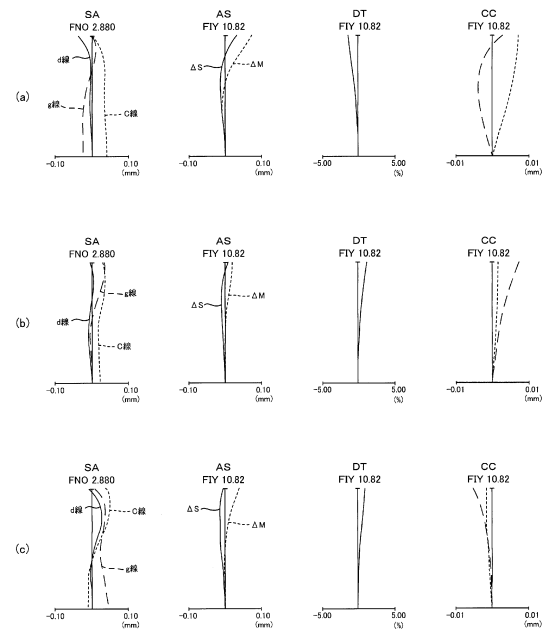
【図 17】

実施例5



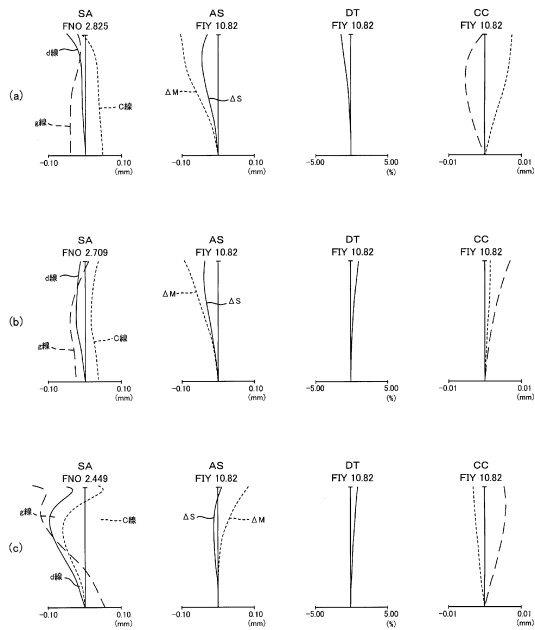
【図 18】

実施例6



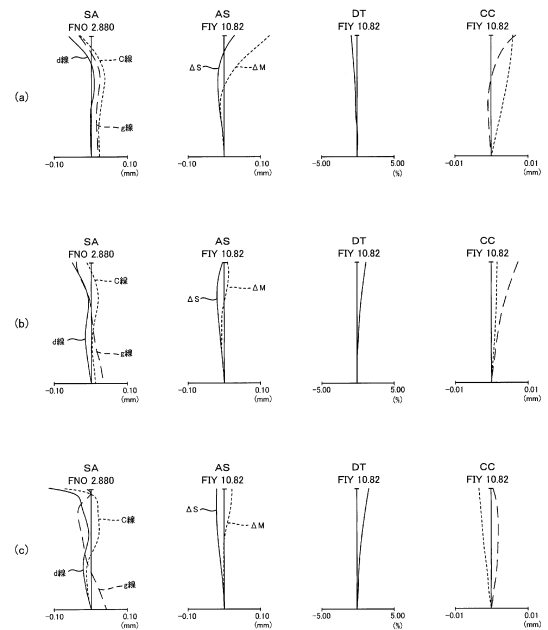
【図 19】

実施例6



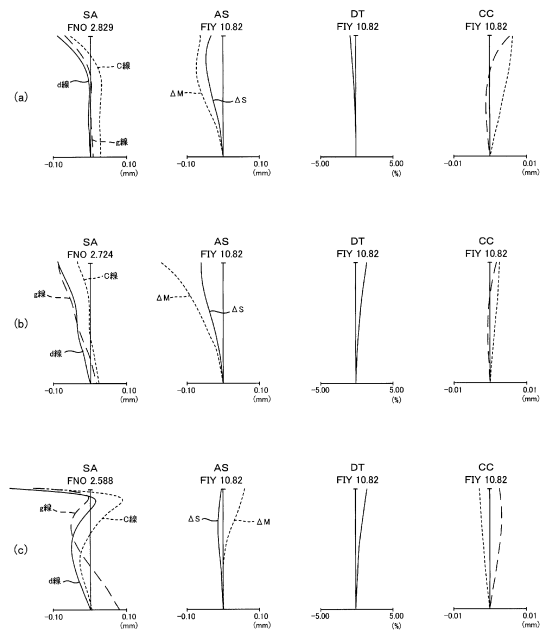
【図 20】

実施例7

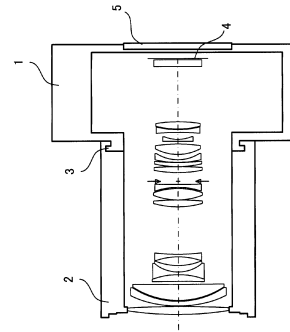


【図 2 1】

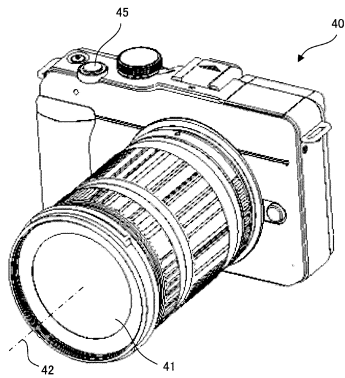
実施例7



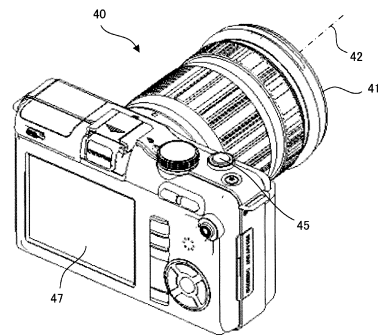
【図 2 2】



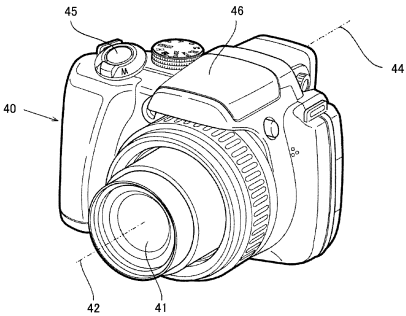
【図 2 3】



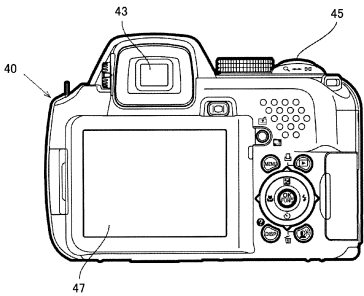
【図 2 4】



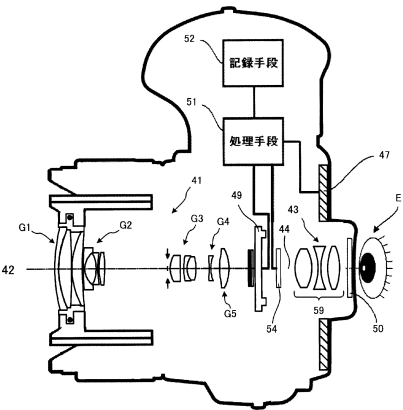
【図 2 5】



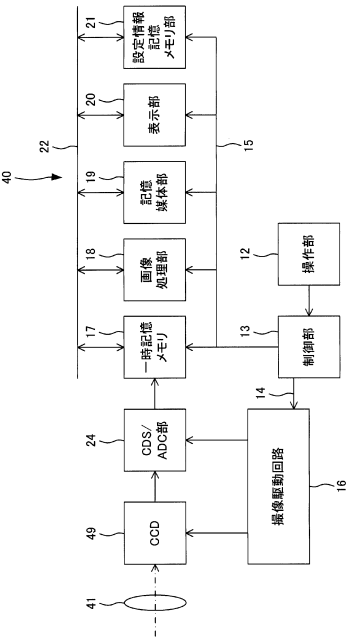
【図 2 6】



【図 2 7】



【図 2 8】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 小方 康司  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリnpasイメージング株式会社内
- (72)発明者 山田 康晴  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリnpasイメージング株式会社内
- (72)発明者 木股 宏彦  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリnpasイメージング株式会社内

審査官 堀井 康司

- (56)参考文献 特開2003-287681 (JP, A)  
特開昭61-286813 (JP, A)  
特開平08-005913 (JP, A)  
特開2012-048199 (JP, A)  
特開2013-140307 (JP, A)  
特開2011-232624 (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