

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-164629  
(P2016-164629A)

(43) 公開日 平成28年9月8日(2016.9.8)

(51) Int.Cl.

G02B 15/20 (2006.01)  
G02B 13/18 (2006.01)

F 1

G02B 15/20  
G02B 13/18

テーマコード(参考)

2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号

特願2015-45034 (P2015-45034)

(22) 出願日

平成27年3月6日(2015.3.6)

(71) 出願人 306037311

富士フィルム株式会社

東京都港区西麻布2丁目26番30号

(74) 代理人 100073184

弁理士 柳田 征史

(74) 代理人 100090468

弁理士 佐久間 剛

(72) 発明者 島田 泰孝

埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324

番地 富士フィルム株式会社内

(72) 発明者 長 偏生

埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324

番地 富士フィルム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズおよび撮像装置

## (57) 【要約】

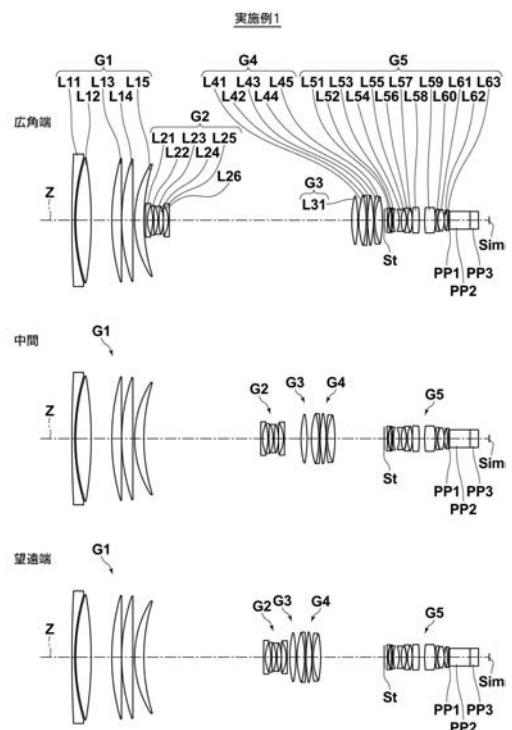
**【課題】**高倍率化を達成しつつ、変倍時の1次、2次の軸上色収差、1次、2次の倍率色収差の変動を抑えた高性能なズームレンズおよびこのズームレンズを備えた撮像装置を提供する。

**【解決手段】**物体側から順に、正、負、正、正の5つのレンズ群からなり、変倍の際に、第1，第5レンズ群G1，G5が像面に対し固定され、第2～第4レンズ群G2～G4が互いに間隔を変化させるように移動し、広角端から望遠端への変倍の際に、第2レンズ群G2は物体側から像面側へ移動し、第2レンズ群G2は、最も物体側から連続して配置された3枚の負レンズを含む、少なくとも4枚の負レンズと、少なくとも1枚の正レンズを備え、下記条件式(1)，(2)を満足するものとする。

$$2.5 < d_{21} < 4.5 \dots (1)$$

$$0.31 < f_2 / f_{21} < 0.7 \dots (2)$$

【選択図】図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群、正の屈折力を有する第5レンズ群から実質的になり、

変倍の際に、前記第1レンズ群および前記第5レンズ群が像面に対し固定され、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群、および前記第4レンズ群が互いに間隔を変化させるように移動し、

広角端から望遠端への変倍の際に、前記第2レンズ群は物体側から像面側へ移動し、

前記第2レンズ群は、最も物体側から連続して配置された3枚の負レンズを含む、少なくとも4枚の負レンズと、少なくとも1枚の正レンズを備え、

前記負レンズのうちで最も物体側のレンズをL21負レンズとしたとき、

下記条件式(1)、(2)を満足する

ことを特徴とするズームレンズ。

$$2.5 < d_{21} < 4.5 \dots (1)$$

$$0.31 < f_2 / f_{21} < 0.7 \dots (2)$$

ただし、

$d_{21}$ ：前記L21負レンズのd線に対するアッベ数

$f_2$ ：前記第2レンズ群のd線に対する焦点距離

$f_{21}$ ：前記L21負レンズのd線に対する焦点距離

## 【請求項 2】

下記条件式(3)を満足する

請求項1記載のズームレンズ。

$$-0.3 < f_w / f_{21} < -0.105 \dots (3)$$

ただし、

$f_w$ ：広角端における全系のd線に対する焦点距離

## 【請求項 3】

前記第2レンズ群は、物体側から順に、前記L21負レンズ、L22負レンズ、両凹形状のL23負レンズとL24正レンズとを物体側からこの順番で接合した接合レンズ、像面側に凸面を向けたL25正レンズとL26負レンズを物体側からこの順番で接合した接合レンズから実質的になる

請求項1または2記載のズームレンズ。

## 【請求項 4】

下記条件式(4)を満足する

請求項3記載のズームレンズ。

$$L_{23} d - L_{24} d < L_{26} d - L_{25} d \dots (4)$$

ただし、

$L_{23} d$ ：前記L23負レンズのd線に対するアッベ数

$L_{24} d$ ：前記L24正レンズのd線に対するアッベ数

$L_{26} d$ ：前記L26負レンズのd線に対するアッベ数

$L_{25} d$ ：前記L25正レンズのd線に対するアッベ数

## 【請求項 5】

前記第1レンズ群は、物体側から順に、L11負レンズ、L12正レンズ、L13正レンズ、L14正レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状のL15正レンズから実質的になり、

下記条件式(5)、(6)を満足する

請求項1から4のいずれか1項記載のズームレンズ。

$$1.75 < n_d L_{11} \dots (5)$$

$$d_{L11} < 4.5 \dots (6)$$

ただし、

10

20

30

40

50

$n_d L_{11}$  : 前記  $L_{11}$  負レンズの  $d$  線に対する屈折率  
 $d L_{11}$  : 前記  $L_{11}$  負レンズの  $d$  線に対するアッベ数

【請求項 6】

広角端よりも望遠端の方が、前記第4レンズ群が物体側に位置する  
 請求項1から5のいずれか1項記載のズームレンズ。

【請求項 7】

広角端よりも望遠端の方が、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が狭くなる  
 請求項1から6のいずれか1項記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記第5レンズ群は、少なくとも2枚の負レンズを備え、  
 下記条件式(7)を満足する  
 請求項1から7のいずれか1項記載のズームレンズ。

$$1.90 < L_A B n_d \dots (7)$$

ただし、

$L_A B n_d$  : 前記第5レンズ群の像面側から数えて最初の負レンズである  $L_A$  負レンズの  $d$  線に対する屈折率  $L_A n_d$  と像面側から数えて2枚目の負レンズである  $L_B$  負レンズの  $d$  線に対する屈折率  $L_B n_d$  との平均値

【請求項 9】

下記条件式(8)を満足する  
 請求項8記載のズームレンズ。

$$0.42 < L_A n_d - L_C n_d \dots (8)$$

ただし、

$L_A n_d$  : 前記第5レンズ群の像面側から数えて最初の負レンズである  $L_A$  負レンズの  $d$  線に対する屈折率

$L_C n_d$  : 前記第5レンズ群の像面側から数えて最初の正レンズである  $L_C$  正レンズの  $d$  線に対する屈折率

【請求項 10】

前記第5レンズ群は、少なくとも2枚の負レンズを備え、  
 記条件式(9)を満足する  
 請求項1から9のいずれか1項記載のズームレンズ。

$$2.5 < L_A B d < 4.0 \dots (9)$$

ただし、

$L_A B d$  : 前記第5レンズ群の像面側から数えて最初の負レンズである  $L_A$  負レンズの  $d$  線に対するアッベ数  $L_A d$  と像面側から数えて2枚目の負レンズである  $L_B$  負レンズの  $d$  線に対するアッベ数  $L_B d$  との平均値

【請求項 11】

広角端から望遠端への変倍の際に、前記第3レンズ群および前記第4レンズ群を合成してなる第34合成レンズ群と、前記第2レンズ群とはそれぞれの結像倍率が-1倍の点を同時に通る

請求項1から10のいずれか1項記載のズームレンズ。

【請求項 12】

前記第3レンズ群および前記第4レンズ群を合成してなる第34合成レンズ群の結像倍率が-1倍となる点よりも広角側において、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間隔が最大となる

請求項1から11のいずれか1項記載のズームレンズ。

【請求項 13】

前記第3レンズ群および前記第4レンズ群を合成してなる第34合成レンズ群は、少なくとも1枚の負レンズを備え、

下記条件式(10)を満足する

請求項1から12のいずれか1項記載のズームレンズ。

10

20

30

40

50

2 9 < d G 3 4 n < 3 7 ... ( 1 0 )

ただし、

d G 3 4 n : 前記第 3 4 合成レンズ群の全ての負レンズの d 線に対するアッベ数の平均値

#### 【請求項 1 4】

下記条件式(1-1)および／または(2-1)を満足する

請求項 1 記載のズームレンズ。

2 8 < d 2 1 < 4 0 ... ( 1 - 1 )

0 . 3 6 < f 2 / f 2 1 < 0 . 5 5 ... ( 2 - 1 )

#### 【請求項 1 5】

10

下記条件式(3-1)を満足する

請求項 2 記載のズームレンズ。

- 0 . 2 < f w / f 2 1 < - 0 . 1 1 ... ( 3 - 1 )

#### 【請求項 1 6】

下記条件式(5-1)および／または(6-1)を満足する

請求項 5 記載のズームレンズ。

1 . 8 0 < n d L 1 1 ... ( 5 - 1 )

d L 1 1 < 4 0 ... ( 6 - 1 )

#### 【請求項 1 7】

20

下記条件式(7-1)を満足する

請求項 8 記載のズームレンズ。

1 . 9 4 < L A B n d ... ( 7 - 1 )

#### 【請求項 1 8】

下記条件式(8-1)を満足する

請求項 9 記載のズームレンズ。

0 . 4 5 < L A n d - L C n d ... ( 8 - 1 )

#### 【請求項 1 9】

30

下記条件式(9-1)を満足する

請求項 1 0 記載のズームレンズ。

3 0 < L A B d < 3 6 ... ( 9 - 1 )

#### 【請求項 2 0】

請求項 1 から 1 9 のいずれか 1 項記載のズームレンズを備えた撮像装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0 0 0 1】

本発明は、デジタルカメラ、ビデオカメラや放送用カメラ、監視用カメラ等の電子カメラに用いられるズームレンズおよびこの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】

#### 【0 0 0 2】

40

テレビカメラ用の高倍率ズームレンズとして、高性能化のために全体が 5 群構成となっており、そのうち変倍の際に移動する群が 3 群で構成されているものとして、特許文献 1 ~ 4 のズームレンズが提案されている。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0 0 0 3】

【特許文献 1】特開 2 0 0 9 - 1 2 8 4 9 1 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 3 - 9 2 5 5 7 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 1 4 - 3 8 2 3 8 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 1 4 - 8 1 4 6 4 号公報

50

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、特許文献1のズームレンズは、倍率があまり高くない。また、特許文献1～4のズームレンズは、変倍時の2次軸上色収差、2次倍率色収差の変動が少なからずあるため、これらが良好に抑えられたズームレンズが望まれている。

**【0005】**

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、高倍率化を達成しつつ、変倍時の1次、2次の軸上色収差、1次、2次の倍率色収差の変動を抑えた高性能なズームレンズおよびこのズームレンズを備えた撮像装置を提供することを目的とするものである。

10

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

本発明のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群、正の屈折力を有する第5レンズ群から実質的になり、変倍の際に、第1レンズ群および第5レンズ群が像面に対し固定され、第2レンズ群、第3レンズ群、および第4レンズ群が互いに間隔を変化させるように移動し、広角端から望遠端への変倍の際に、第2レンズ群は物体側から像面側へ移動し、第2レンズ群は、最も物体側から連続して配置された3枚の負レンズを含む、少なくとも4枚の負レンズと、少なくとも1枚の正レンズを備え、これらの負レンズのうちで最も物体側のレンズをL21負レンズとしたとき、下記条件式(1)、(2)を満足することを特徴とする。

$$2.5 < d_{21} < 4.5 \dots (1)$$

$$0.31 < f_2 / f_{21} < 0.7 \dots (2)$$

20

ただし、

$d_{21}$  : L21負レンズのd線に対するアッベ数

$f_2$  : 第2レンズ群のd線に対する焦点距離

$f_{21}$  : L21負レンズのd線に対する焦点距離

**【0007】**

なお、下記条件式(1-1)および/または(2-1)を満足することが好ましい。

$$2.8 < d_{21} < 4.0 \dots (1-1)$$

$$0.36 < f_2 / f_{21} < 0.55 \dots (2-1)$$

30

**【0008】**

本発明のズームレンズにおいては、下記条件式(3)を満足することが好ましい。なお、下記条件式(3-1)を満足することがより好ましい。

$$-0.3 < f_w / f_{21} < -0.105 \dots (3)$$

$$-0.2 < f_w / f_{21} < -0.11 \dots (3-1)$$

ただし、

$f_w$  : 広角端における全系のd線に対する焦点距離

$f_{21}$  : L21負レンズのd線に対する焦点距離

**【0009】**

また、第2レンズ群は、物体側から順に、L21負レンズ、L22負レンズ、両凹形状のL23負レンズとL24正レンズとを物体側からこの順番で接合した接合レンズ、像面側に凸面を向けたL25正レンズとL26負レンズを物体側からこの順番で接合した接合レンズから実質的になることが好ましい。

40

**【0010】**

この場合、下記条件式(4)を満足することが好ましい。

$$L_{23} - L_{24} < L_{26} - L_{25} \dots (4)$$

ただし、

$L_{23}$  : L23負レンズのd線に対するアッベ数

$L_{24}$  : L24正レンズのd線に対するアッベ数

50

L 2 6 d : L 2 6 負レンズの d 線に対するアッベ数

L 2 5 d : L 2 5 正レンズの d 線に対するアッベ数

#### 【0 0 1 1】

また、第1レンズ群は、物体側から順に、L 1 1 負レンズ、L 1 2 正レンズ、L 1 3 正レンズ、L 1 4 正レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状のL 1 5 正レンズから実質的になり、下記条件式(5)、(6)を満足することが好ましい。なお、下記条件式(5-1)および/または(6-1)を満足することがより好ましい。

$$1.75 < n_d L_{11} \dots (5)$$

$$1.80 < n_d L_{11} \dots (5-1)$$

$$d L_{11} < 45 \dots (6)$$

$$d L_{11} < 40 \dots (6-1)$$

10

ただし、

$n_d L_{11}$  : L 1 1 負レンズの d 線に対する屈折率

$d L_{11}$  : L 1 1 負レンズの d 線に対するアッベ数

#### 【0 0 1 2】

また、広角端よりも望遠端の方が、第4レンズ群が物体側に位置することが好ましい。

#### 【0 0 1 3】

また、広角端よりも望遠端の方が、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔が狭くなることが好ましい。

#### 【0 0 1 4】

また、第5レンズ群は、少なくとも2枚の負レンズを備え、下記条件式(7)を満足することが好ましい。なお、下記条件式(7-1)を満足することがより好ましい。

$$1.90 < L_A B n_d \dots (7)$$

$$1.94 < L_A B n_d \dots (7-1)$$

20

ただし、

$L_A B n_d$  : 第5レンズ群の像面側から数えて最初の負レンズである L\_A 負レンズの d 線に対する屈折率  $L_A n_d$  と像面側から数えて2枚目の負レンズである L\_B 負レンズの d 線に対する屈折率  $L_B n_d$  との平均値

#### 【0 0 1 5】

この場合、下記条件式(8)を満足することが好ましい。なお、下記条件式(8-1)を満足することがより好ましい。

$$0.42 < L_A n_d - L_C n_d \dots (8)$$

$$0.45 < L_A n_d - L_C n_d \dots (8-1)$$

30

ただし、

$L_A n_d$  : 第5レンズ群の像面側から数えて最初の負レンズである L\_A 負レンズの d 線に対する屈折率

$L_C n_d$  : 第5レンズ群の像面側から数えて最初の正レンズである L\_C 正レンズの d 線に対する屈折率

#### 【0 0 1 6】

また、第5レンズ群は、少なくとも2枚の負レンズを備え、下記条件式(9)を満足することが好ましい。なお、下記条件式(9-1)を満足することがより好ましい。

$$25 < L_A B d < 40 \dots (9)$$

$$30 < L_A B d < 36 \dots (9-1)$$

40

ただし、

$L_A B d$  : 第5レンズ群の像面側から数えて最初の負レンズである L\_A 負レンズの d 線に対するアッベ数  $L_A d$  と像面側から数えて2枚目の負レンズである L\_B 負レンズの d 線に対するアッベ数  $L_B d$  との平均値

#### 【0 0 1 7】

また、広角端から望遠端への変倍の際に、第3レンズ群および第4レンズ群を合成してなる第3・4合成レンズ群と、第2レンズ群とはそれぞれの結像倍率が -1 倍の点を同時に

50

通ることが好ましい。

**【0018】**

また、第3レンズ群および第4レンズ群を合成してなる第34合成レンズ群の結像倍率が-1倍となる点よりも広角側において、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が最大となることが好ましい。

**【0019】**

また、第3レンズ群および第4レンズ群を合成してなる第34合成レンズ群は、少なくとも1枚の負レンズを備え、下記条件式(10)を満足することが好ましい。なお、下記条件式(10-1)を満足することがより好ましい。

$$2.9 < d_{G34n} < 3.7 \dots (10)$$

$$2.9 . 5 < d_{G34n} < 3.6 \dots (10-1)$$

ただし、

$d_{G34n}$ ：第34合成レンズ群の全ての負レンズのd線に対するアッベ数の平均値

**【0020】**

本発明の撮像装置は、上記記載の本発明のズームレンズを備えたものである。

**【0021】**

なお、上記「～から実質的になる」とは、構成要素として挙げたもの以外に、実質的にパワーを有さないレンズ、絞りやマスクやカバーガラスやフィルタ等のレンズ以外の光学要素、レンズフランジ、レンズバレル、撮像素子、手ぶれ補正機構等の機構部分、等を含んでもよいことを意図するものである。

20

**【0022】**

また、上記のレンズの面形状や屈折力の符号は、非球面が含まれている場合は近軸領域で考えるものとする。

**【発明の効果】**

**【0023】**

本発明のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群、正の屈折力を有する第5レンズ群から実質的になり、変倍の際に、第1レンズ群および第5レンズ群が像面に対し固定され、第2レンズ群、第3レンズ群、および第4レンズ群が互いに間隔を変化させるように移動し、広角端から望遠端への変倍の際に、第2レンズ群は物体側から像面側へ移動し、第2レンズ群は、最も物体側から連続して配置された3枚の負レンズを含む、少なくとも4枚の負レンズと、少なくとも1枚の正レンズを備え、これらの負レンズのうちで最も物体側のレンズをL21負レンズとしたとき、下記条件式(1)，(2)を満足するものとしたので、高倍率化を達成しつつ、変倍時の1次、2次の軸上色収差、1次、2次の倍率色収差の変動を抑えた高性能なズームレンズとすることができる。

30

$$2.5 < d_{21} < 4.5 \dots (1)$$

$$0.31 < f_2 / f_{21} < 0.7 \dots (2)$$

**【0024】**

また、本発明の撮像装置は、本発明のズームレンズを備えているため、高倍率で高画質の画像を取得することができる。

40

**【図面の簡単な説明】**

**【0025】**

**【図1】**本発明の一実施形態にかかるズームレンズ(実施例1と共に)のレンズ構成を示す断面図

**【図2】**本発明の一実施形態にかかるズームレンズ(実施例1と共に)の光路図

**【図3】**本発明の実施例2のズームレンズのレンズ構成を示す断面図

**【図4】**本発明の実施例2のズームレンズの光路図

**【図5】**本発明の実施例3のズームレンズのレンズ構成を示す断面図

**【図6】**本発明の実施例3のズームレンズの光路図

50

【図 7】本発明の実施例 4 のズームレンズのレンズ構成を示す断面図

【図 8】本発明の実施例 4 のズームレンズの光路図

【図 9】本発明の実施例 1 のズームレンズの各収差図

【図 10】本発明の実施例 2 のズームレンズの各収差図

【図 11】本発明の実施例 3 のズームレンズの各収差図

【図 12】本発明の実施例 4 のズームレンズの各収差図

【図 13】本発明の実施形態にかかる撮像装置の概略構成図

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図 1 は本発明の一実施形態にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図、図 2 は上記ズームレンズの光路図である。図 1 および図 2 に示す構成例は、後述の実施例 1 のズームレンズの構成と共通である。図 1 および図 2 においては、左側が物体側、右側が像面側であり、図示されている開口絞り S t は必ずしも大きさや形状を表すものではなく、光軸 Z 上の位置を示すものである。また、図 2 の光路図では、軸上光束 w a および最大画角の光束 w b 、変倍の際の各レンズ群の移動軌跡（図中の矢印線）、結像倍率が -1 倍の点（図中の水平の点線）を合わせて示している。

【0027】

図 1 に示すように、このズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 、開口絞り S t 、正の屈折力を有する第 5 レンズ群 G 5 から構成されている。

【0028】

このズームレンズを撮像装置に適用する際には、レンズを装着するカメラ側の構成に応じて、光学系と像面 S im の間にカバーガラス、プリズム、赤外線カットフィルタやローパスフィルタなどの各種フィルタを配置することが好ましいため、図 1 および図 2 では、これらを想定した平行平面板状の光学部材 P P 1 ~ P P 3 をレンズ系と像面 S im との間に配置した例を示している。

【0029】

また、変倍の際に、第 1 レンズ群 G 1 および第 5 レンズ群 G 5 が像面 S im に対し固定され、第 2 レンズ群 G 2 、第 3 レンズ群 G 3 、および第 4 レンズ群 G 4 が互いに間隔を変化させるように移動し、広角端から望遠端への変倍の際に、第 2 レンズ群 G 2 は物体側から像面側へ移動するよう構成されている。

【0030】

第 2 レンズ群 G 2 は、最も物体側から連続して配置された 3 枚の負レンズを含む、少なくとも 4 枚の負レンズと、少なくとも 1 枚の正レンズを備えるように構成されている。このように、第 2 レンズ群 G 2 の負の屈折力を 4 枚以上の負レンズで分担することにより、変倍時の球面収差、歪曲収差の変動を抑えることができるため、高倍率化に有利となる。また、第 2 レンズ群 G 2 の屈折力を保ちながら、負レンズ、正レンズそれぞれの屈折力を強めることができるために、2 次色収差補正を考慮して正レンズと負レンズのアッベ数差を大きく取らないようにした場合でも、変倍時の軸上色収差、倍率色収差の変動を抑えることができる。また、第 2 レンズ群 G 2 の物体側から順に 3 枚の負レンズを連続させ、負の屈折力を第 2 レンズ群 G 2 の物体側に集中させることにより、広角端において以降のレンズに入射する周辺画角の主光線と光軸とのなす角を小さくできるため広角化に有利となり、また、高倍率化した際の歪曲収差、非点収差の悪化を防ぐことができるとともに、広角端で第 1 レンズ群 G 1 により発生しやすい非点収差を補正することができる。

【0031】

また、これらの負レンズのうちで最も物体側のレンズを L 2 1 負レンズとしたとき、下記条件式(1)、(2)を満足するように構成されている。条件式(1)の下限以下とならないようにすることで、変倍時の 1 次倍率色収差、1 次軸上色収差の変動を抑えること

10

20

30

40

50

ができる。条件式(1)の上限以上とならないようにすることで、望遠端での2次軸上色収差を補正した際に第1レンズ群G1で発生する広角端での2次倍率色収差を補正でき、望遠端の2次軸上色収差、望遠端の倍率色収差、広角端の2次倍率色収差をバランス良く補正することができる。

#### 【0032】

また、条件式(1)の下限以下とならないようにしつつ、条件式(2)の下限以下とならないようにすることで、条件式(1)の下限の効果を更に顕著にすることができる。条件式(2)の上限以上とならないようにすることで、広角端での歪曲収差の悪化を防ぐことができる。

#### 【0033】

なお、下記条件式(1-1)および/または(2-1)を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができます。

$$2.5 < d_{21} < 4.5 \dots (1)$$

$$2.8 < d_{21} < 4.0 \dots (1-1)$$

$$0.31 < f_2 / f_{21} < 0.7 \dots (2)$$

$$0.36 < f_2 / f_{21} < 0.55 \dots (2-1)$$

ただし、

$d_{21}$  : L21負レンズのd線に対するアッペ数

$f_2$  : 第2レンズ群のd線に対する焦点距離

$f_{21}$  : L21負レンズのd線に対する焦点距離

10

20

#### 【0034】

本発明のズームレンズにおいては、下記条件式(3)を満足することが好ましい。条件式(1)の下限以下とならないようにしつつ、条件式(3)の下限以下とならないようにすることで、条件式(1)の下限の効果を更に顕著にすることができる。条件式(1)の下限以下とならないようにしつつ、条件式(3)の上限以上とならないようにすることで、望遠端での2次軸上色収差を補正した際に第1レンズ群G1で発生する広角端での2次倍率色収差を補正でき、望遠端の2次軸上色収差、望遠端の倍率色収差、広角端の2次倍率色収差をバランス良く補正することができる。なお、下記条件式(3-1)を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができます。

$$-0.3 < f_w / f_{21} < -0.105 \dots (3)$$

$$-0.2 < f_w / f_{21} < -0.11 \dots (3-1)$$

30

40

ただし、

$f_w$  : 広角端における全系のd線に対する焦点距離

$f_{21}$  : L21負レンズのd線に対する焦点距離

#### 【0035】

また、第2レンズ群G2は、物体側から順に、L21負レンズL21、L22負レンズL22、両凹形状のL23負レンズL23とL24正レンズL24とを物体側からこの順番で接合した接合レンズ、像面側に凸面を向けたL25正レンズL25とL26負レンズL26を物体側からこの順番で接合した接合レンズから実質的になることが好ましい。

#### 【0036】

このような構成とすることで、高倍率化した際に発生する色収差の変動を抑えながら、広角化を実現することができる。特に、第2レンズ群G2の負の屈折力を4枚の負レンズL21、L22、L23、L26に分散させ、正の屈折力を2枚の正レンズL24、L25に分散させることにより、高倍率化に必要な第2レンズ群G2の負の屈折力を維持しつつ、諸収差、特に、歪曲収差、球面収差の変動を抑えることができる。また、物体側から順に3枚の負レンズL21、L22、L23を連続させることにより、広角端において以降のレンズに入射する周辺画角の主光線と光軸とのなす角を小さくできるため広角化に有利となり、また、高倍率化した際の歪曲収差、非点収差の悪化を防ぐことができるとともに、広角端で第1レンズ群G1により発生しやすい非点収差を補正することができる。また、L25正レンズL25とL26負レンズL26の接合面について、像面側に凸面を向

50

けることにより、望遠端において、軸上色収差を補正しながら、球面収差の波長による差を抑えることができる。

#### 【0037】

この場合、下記条件式(4)を満足することが好ましい。第2レンズ群G2中の2つの接合面のうち、接合面が像面に凸面を向けたL25正レンズL25とL26負レンズL26の接合面の方が、望遠端での軸上マージナル光線の接合面への入射角が小さいため、この接合面でのアッベ数の差を大きく、すなわち色収差補正量を大きくすることにより、望遠端での球面収差の波長による差を抑えることができる。

$$L_{23} d - L_{24} d < L_{26} d - L_{25} d \dots (4)$$

ただし、

$L_{23} d$  :  $L_{23}$  負レンズの  $d$  線に対するアッベ数

$L_{24} d$  :  $L_{24}$  正レンズの  $d$  線に対するアッベ数

$L_{26} d$  :  $L_{26}$  負レンズの  $d$  線に対するアッベ数

$L_{25} d$  :  $L_{25}$  正レンズの  $d$  線に対するアッベ数

#### 【0038】

また、第1レンズ群G1は、物体側から順に、 $L_{11}$  負レンズ $L_{11}$ 、 $L_{12}$  正レンズ $L_{12}$ 、 $L_{13}$  正レンズ $L_{13}$ 、 $L_{14}$  正レンズ $L_{14}$ 、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の $L_{15}$  正レンズ $L_{15}$ から実質的になり、下記条件式(5)、(6)を満足することが好ましい。第1レンズ群G1を上記のような構成とすることで、重量の増加を抑えることができる。また、条件式(5)、(6)をともに満足させることで、ズーム全域で色収差を抑えつつ球面収差およびコマ収差を良好に補正することができる。なお、下記条件式(5-1)および/または(6-1)を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

$$1.75 < n_d L_{11} \dots (5)$$

$$1.80 < n_d L_{11} \dots (5-1)$$

$$d L_{11} < 45 \dots (6)$$

$$d L_{11} < 40 \dots (6-1)$$

ただし、

$n_d L_{11}$  :  $L_{11}$  負レンズの  $d$  線に対する屈折率

$d L_{11}$  :  $L_{11}$  負レンズの  $d$  線に対するアッベ数

#### 【0039】

また、広角端よりも望遠端の方が、第4レンズ群G4が物体側に位置することが好ましい。このような構成とすることで、第4レンズ群G4も変倍作用を第2レンズ群G2と分担でき、変倍時の諸収差の変動を抑えられるため、高倍率化に有利となる。

#### 【0040】

また、広角端よりも望遠端の方が、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間隔が狭くなることが好ましい。このような構成とすることで、高倍率化に有利となる。

#### 【0041】

また、第5レンズ群G5は、少なくとも2枚の負レンズを備え、下記条件式(7)を満足することが好ましい。条件式(7)の下限以下とならないようにすることで、高倍率化した際に発生しやすい補正過剰なペックバール和を抑制できるため、非点収差の補正と像面湾曲の補正を両立しやすく、広角化に有利となる。なお、下記条件式(7-1)を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができます。

$$1.90 < L_A B n_d \dots (7)$$

$$1.94 < L_A B n_d \dots (7-1)$$

ただし、

$L_A B n_d$  : 第5レンズ群の像面側から数えて最初の負レンズである $L_A$  負レンズの  $d$  線に対する屈折率 $L_A n_d$  と像面側から数えて2枚目の負レンズである $L_B$  負レンズの  $d$  線に対する屈折率 $L_B n_d$ との平均値

#### 【0042】

10

20

30

40

50

この場合、下記条件式(8)を満足することが好ましい。条件式(8)の下限以下とならないようにすることで、条件式(7)の効果をより顕著にすることができるため、ペツツバール和を良好に抑制でき、広角化に有利となる。なお、下記条件式(8-1)を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができます。

$$0.42 < L_{A\text{nd}} - L_{C\text{nd}} \dots (8)$$

$$0.45 < L_{A\text{nd}} - L_{C\text{nd}} \dots (8-1)$$

ただし、

$L_{A\text{nd}}$ ：第5レンズ群の像面側から数えて最初の負レンズであるLA負レンズのd線に対する屈折率

$L_{C\text{nd}}$ ：第5レンズ群の像面側から数えて最初の正レンズであるLC正レンズのd線に対する屈折率

#### 【0043】

また、第5レンズ群G5は、少なくとも2枚の負レンズを備え、下記条件式(9)を満足することが好ましい。条件式(9)の下限以下とならないようにすることで、倍率色収差の補正に有利となる。条件式(9)の上限以上とならないようにすることで、軸上色収差の補正に有利となる。なお、下記条件式(9-1)を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができます。

$$2.5 < L_{AB} - d < 4.0 \dots (9)$$

$$3.0 < L_{AB} - d < 3.6 \dots (9-1)$$

ただし、

$L_{AB} - d$ ：第5レンズ群の像面側から数えて最初の負レンズであるLA負レンズのd線に対するアッベ数 $L_A - d$ と像面側から数えて2枚目の負レンズであるLB負レンズのd線に対するアッベ数 $L_B - d$ との平均値

#### 【0044】

また、広角端から望遠端への変倍の際に、第3レンズ群G3および第4レンズ群G4を合成してなる第34合成レンズ群と、第2レンズ群G2とはそれぞれの結像倍率が-1倍の点を同時に通ることが好ましい。このような構成とすることで、コンパクトでありながらも、収差の変動を良好に抑えた、高倍率のズームレンズを実現することができます。

#### 【0045】

また、第3レンズ群G3および第4レンズ群G4を合成してなる第34合成レンズ群の結像倍率が-1倍となる点よりも広角側において、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間隔が最大となることが好ましい。第34合成レンズ群の結像倍率が-1倍となる点よりも広角側で、最も物体側のL11レンズL11における光線高が高くなるため、この範囲で第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間隔が最大となるように構成することで、広角化に有利となる。

#### 【0046】

また、第3レンズ群G3および第4レンズ群G4を合成してなる第34合成レンズ群は、少なくとも1枚の負レンズを備え、下記条件式(10)を満足することが好ましい。条件式(10)の下限以下とならないようにすることで、第4レンズ群G4での色収差を良好に補正することができる。条件式(10)の上限以上とならないようにすることで、球面収差およびコマ収差を良好に補正することができる。すなわち、条件式(10)を満足することで、変倍の際に望遠側で発生する軸上色収差を良好に補正しつつ、変倍の際の球面収差およびコマ収差を良好に補正することができるので、ズーム全域で収差の変動を良好に抑えた、高倍率のズームレンズを実現することができます。なお、下記条件式(10-1)を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができます。

$$2.9 < d_{G34n} < 3.7 \dots (10)$$

$$2.9 . 5 < d_{G34n} < 3.6 \dots (10-1)$$

ただし、

$d_{G34n}$ ：第34合成レンズ群の全ての負レンズのd線に対するアッベ数の平均値

#### 【0047】

10

20

30

40

50

また、図1および図2に示す例では、レンズ系と像面S imとの間に光学部材PP1～PP3を配置した例を示したが、ローパスフィルタや特定の波長域をカットするような各種フィルタ等をレンズ系と像面S imとの間に配置する代わりに、各レンズの間にこれらの各種フィルタを配置してもよく、あるいは、いずれかのレンズのレンズ面に、各種フィルタと同様の作用を有するコートを施してもよい。

#### 【0048】

次に、本発明のズームレンズの数値実施例について説明する。

まず、実施例1のズームレンズについて説明する。実施例1のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図1に示す。また、実施例1のズームレンズの光路図を図2に示す。なお、図1、2および後述の実施例2～4に対応した図3～8においては、左側が物体側、右側が像面側であり、図示されている開口絞りStは必ずしも大きさや形状を表すものではなく、光軸Z上の位置を示すものである。また、光路図においては、軸上光束waおよび最大画角の光束wb、変倍の際の各レンズ群の移動軌跡(図中の矢印線)、結像倍率が-1倍の点(図中の水平の点線)を合わせて示している。

10

#### 【0049】

実施例1のズームレンズは、第1レンズ群G1についてレンズL11～L15の5枚のレンズから構成し、第2レンズ群G2についてレンズL21～L26の6枚のレンズから構成し、第3レンズ群G3について1枚のレンズL31から構成し、第4レンズ群G4についてレンズL41～L45の5枚のレンズから構成し、第5レンズ群G5についてレンズL51～L63の13枚のレンズから構成したものである。

20

#### 【0050】

実施例1のズームレンズの基本レンズデータを表1に、諸元に関するデータを表2に、変化する面間隔に関するデータを表3に、非球面係数に関するデータを表4に示す。以下では、表中の記号の意味について、実施例1のものを例にとり説明するが、実施例2～4についても基本的に同様である。

20

#### 【0051】

表1のレンズデータにおいて、面番号の欄には最も物体側の構成要素の面を1番目として像面側に向かうに従い順次増加する面番号を示し、曲率半径の欄には各面の曲率半径を示し、面間隔の欄には各面とその次の面との光軸Z上の間隔を示す。また、ndの欄には各光学要素のd線(波長587.6nm)に対する屈折率を示し、dの欄には各光学要素のd線(波長587.6nm)に対するアッペ数を示し、g, fの欄には各光学要素の部分分散比を示す。

30

#### 【0052】

なお、部分分散比g, fは下記式で表される。

$$g, f = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$$

ただし、Ng: g線に対する屈折率、NF: F線に対する屈折率、NC: C線に対する屈折率とする。

#### 【0053】

ここで、曲率半径の符号は、面形状が物体側に凸の場合を正、像面側に凸の場合を負としている。基本レンズデータには、開口絞りSt、光学部材PP1～PP3も含めて示している。絞りStに相当する面の面番号の欄には面番号とともに(絞り)という語句を記載している。また、表1のレンズデータにおいて、変倍の際に間隔が変化する面間隔の欄にはそれぞれDD[面番号]と記載している。このDD[面番号]に対応する数値は表3に示している。

40

#### 【0054】

表2の諸元に関するデータに、ズーム倍率、焦点距離f'、バックフォーカスBf'、F値FNo.、全画角2の値を示す。

#### 【0055】

基本レンズデータ、諸元に関するデータ、および変化する面間隔に関するデータにおいて、角度の単位としては度を用い、長さの単位としてはmmを用いているが、光学系は比

50

例拡大又は比例縮小しても使用可能なため他の適当な単位を用いることもできる。

【0056】

表1のレンズデータでは、非球面の面番号に\*印を付しており、非球面の曲率半径として近軸の曲率半径の数値を示している。表4の非球面係数に関するデータには、非球面の面番号と、これら非球面に関する非球面係数を示す。非球面係数は、下記式で表される非球面式における各係数KA、Am(m=3...20)の値である。

$$Zd = C \cdot h^2 / \{ 1 + (1 - KA \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2} \} + Am \cdot h^m$$

ただし、

Zd：非球面深さ（高さhの非球面上の点から、非球面頂点が接する光軸に垂直な平面に

【0057】

10

下ろした垂線の長さ）

h：高さ（光軸からの距離）

C：近軸曲率半径の逆数

KA、Am：非球面係数（m=3...20）

【0058】

【表1】

実施例1・レンズデータ

面番号	曲率半径	面間隔	nd	νd	θg,f
1	2149.2163	4.4000	1.83400	37.16	0.57759
2	364.4008	1.8100			
3	357.1559	24.5800	1.43387	95.18	0.53733
4	-629.0299	32.8500			
5	363.8700	15.6200	1.43387	95.18	0.53733
6	∞	0.1200			
7	310.1672	17.8400	1.43387	95.18	0.53733
8	∞	2.9000			
9	173.0993	14.6700	1.43875	94.94	0.53433
10	310.0848	DD[10]			
*11	109963.7968	2.8000	1.90366	31.31	0.59481
12	56.5266	8.6300			
13	-84.6070	1.6000	2.00100	29.13	0.59952
14	321.4052	6.6700			
15	-62.2824	1.6000	1.95375	32.32	0.59015
16	115.4560	6.9400	1.89286	20.36	0.63944
17	-73.9497	0.1200			
18	962.3821	7.7100	1.80518	25.43	0.61027
19	-51.3780	1.6200	1.80400	46.58	0.55730
20	2303.8825	DD[20]			
21	170.3657	9.7800	1.49700	81.54	0.53748
*22	-209.1383	DD[22]			
23	137.4359	11.9100	1.43700	95.10	0.53364
24	-175.8090	2.0000	1.59270	35.31	0.59336
25	-597.2019	0.2500			
*26	188.3526	9.3100	1.43700	95.10	0.53364
27	-195.4929	0.1200			
28	247.3158	2.0000	1.80000	29.84	0.60178
29	94.0850	12.0500	1.43700	95.10	0.53364
30	-217.6314	DD[30]			
31(絞り)	∞	5.0700			
32	-188.3440	1.4000	1.77250	49.60	0.55212
33	62.0923	0.1200			
34	43.4903	4.5500	1.80518	25.42	0.61616
35	151.4362	2.0300			
36	-188.3403	1.4000	1.48749	70.24	0.53007
37	72.1812	9.2600			
38	-50.3918	3.2500	1.80440	39.59	0.57297
39	63.9801	8.1300	1.80518	25.43	0.61027
40	-46.8126	0.3400			
41	-50.8827	1.6600	1.95375	32.32	0.59015
42	56.9580	7.3800	1.72916	54.68	0.54451
43	-73.6910	0.1200			
44	215.7126	10.9800	1.73800	32.26	0.58995
45	-215.7126	8.8100			
46	182.7540	17.0600	1.67003	47.23	0.56276
47	-103.9363	0.1200			
48	148.7010	2.9000	1.95375	32.32	0.59015
49	44.8210	0.8500			
50	44.9406	10.1300	1.51633	64.14	0.53531
51	-64.7286	0.1200			
52	65.6410	5.1900	1.48749	70.24	0.53007
53	-65.6410	1.8500	1.95375	32.32	0.59015
54	∞	0.2500			
55	∞	1.0000	1.51633	64.14	0.53531
56	∞	0.0000			
57	∞	33.0000	1.60863	46.60	0.56787
58	∞	13.2000	1.51633	64.14	0.53531
59	∞	17.3299			

10

20

30

40

【0059】

【表2】

実施例1・諸元(d線)

	広角端	中間	望遠端
ズーム倍率	1.0	48.0	77.0
f'	9.30	446.26	715.88
Bf'	47.46	47.46	47.46
FNo.	1.76	2.27	3.64
2ω[°]	65.0	1.4	0.8

【0060】

10

【表3】

実施例1・ズーム間隔

	広角端	中間	望遠端
DD[10]	2.8554	186.6407	191.1526
DD[20]	291.2076	26.4986	3.9764
DD[22]	1.4039	6.7033	1.9940
DD[30]	3.1233	78.7475	101.4671

【0061】

20

【表4】

実施例1・非球面係数

面番号	11	22	26
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	-1.8505954E-21	-7.1721817E-22	6.6507804E-22
A4	4.0660287E-07	1.6421968E-07	-2.8081272E-07
A5	-6.4796240E-09	-5.6511999E-09	-8.0962001E-09
A6	8.4021729E-10	1.7414539E-10	2.8172499E-10
A7	-4.5016908E-11	7.4176985E-13	-1.6052722E-12
A8	4.3463314E-13	-9.7299399E-14	-1.0541094E-13
A9	3.5919548E-14	1.1281878E-15	2.1399424E-15
A10	-8.9257498E-16	-4.4848875E-19	-1.0917621E-17

【0062】

30

実施例1のズームレンズの各収差図を図9に示す。なお、図9中の上段左側から順に広角端での球面収差、正弦条件違反量、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示し、図9中の中段左側から順に中間位置での球面収差、正弦条件違反量、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示し、図9中の下段左側から順に望遠端での球面収差、正弦条件違反量、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す。これらの収差図は、物体距離を無限遠としたときの状態を示す。球面収差、正弦条件違反量、非点収差、歪曲収差を表す各収差図には、d線(波長587.6nm)を基準波長とした収差を示す。球面収差図にはd線(波長587.6nm), C線(波長656.3nm), F線(波長486.1nm), g線(波長435.8nm)についての収差をそれぞれ実線、長破線、短破線、灰色の実線で示す。非点収差図にはサジタル方向、タンジェンシャル方向の収差をそれぞれ実線と短破線で示す。倍率色収差図にはC線(波長656.3nm), F線(波長486.1nm), g線(波長435.8nm)についての収差をそれぞれ長破線、短破線、灰色の実線で示す。なお、球面収差および正弦条件違反量を表す収差図のFNo.はF値、その他の収差図のは半画角を意味する。

40

【0063】

次に、実施例2のズームレンズについて説明する。実施例2のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図3に、光路図を図4に示す。実施例2のズームレンズは、実施例1のズームレンズと同じレンズ枚数の構成である。また、実施例2のズームレンズの基本レン

50

ズデータを表 5 に、諸元に関するデータを表 6 に、変化する面間隔に関するデータを表 7 に、非球面係数に関するデータを表 8 に、各収差図を図 10 に示す。

【0 0 6 4】

【表 5】

実施例2・レンズデータ

面番号	曲率半径	面間隔	nd	$\nu d$	$\theta_{g,f}$
1	3475.3702	4.4000	1.83400	37.16	0.57759
2	372.4955	5.0357			
3	366.9209	23.9056	1.43387	95.18	0.53733
4	-682.9236	32.9837			
5	454.1605	18.2207	1.43387	95.18	0.53733
6	-986.9790	0.1100			
7	253.2817	19.6205	1.43387	95.18	0.53733
8	1947.2332	2.0966			
9	173.1049	13.3055	1.43875	94.94	0.53433
10	292.3182	DD[10]			
*11	841.9448	2.8000	1.95375	32.32	0.59015
12	64.1193	5.9910			
13	-139.9177	1.7000	2.00100	29.13	0.59952
14	103.9852	6.2479			
15	-79.6795	1.7000	1.95375	32.32	0.59015
16	86.5057	6.0539	1.84666	23.83	0.61603
17	-153.6438	0.1200			
18	487.2966	11.2129	1.80809	22.76	0.63073
19	-38.0425	1.7000	1.81600	46.62	0.55682
20	-403.3473	DD[20]			
21	152.9719	9.0813	1.59282	68.62	0.54414
*22	-317.0888	DD[22]			
23	126.9262	12.2707	1.43700	95.10	0.53364
24	-172.5904	2.0000	1.59270	35.31	0.59336
25	-585.3741	0.1200			
*26	225.1390	9.6209	1.43700	95.10	0.53364
27	-151.7222	0.1200			
28	263.3903	2.0000	1.80000	29.84	0.60178
29	88.7553	11.7320	1.43700	95.10	0.53364
30	-232.3846	DD[30]			
31(絞り)	$\infty$	4.1987			
32	-163.6964	1.5000	1.78800	47.37	0.55598
33	66.6579	0.1200			
34	46.2167	4.0850	1.76182	26.52	0.61361
35	152.4046	2.8557			
36	-98.8029	1.5000	1.48749	70.24	0.53007
37	67.8883	8.2120			
38	-103.2169	1.8000	1.83481	42.72	0.56486
39	62.9851	10.1794	1.84666	23.83	0.61603
40	-74.4274	0.8479			
41	-63.4207	3.4958	1.95375	32.32	0.59015
42	101.4326	7.1124	1.60311	60.64	0.54148
43	-57.8040	0.1200			
44	127.8051	19.0888	1.61772	49.81	0.56035
45	-5769.3694	7.1792			
46	244.7704	5.7290	1.58913	61.13	0.54067
47	-108.1583	0.1200			
48	234.3868	7.4062	1.95375	32.32	0.59015
49	50.8661	0.7019			
50	51.8722	7.3813	1.58913	61.13	0.54067
51	-74.1423	0.1500			
52	64.9784	5.7488	1.48749	70.24	0.53007
53	-92.6312	3.8115	1.95375	32.32	0.59015
54	-6201.4507	0.2500			
55	$\infty$	1.0000	1.51633	64.14	0.53531
56	$\infty$	0.0000			
57	$\infty$	33.0000	1.60863	46.60	0.56787
58	$\infty$	13.2000	1.51633	64.14	0.53531
59	$\infty$	17.5370			

10

20

30

40

50

【0065】

【表6】

実施例2・諸元(d線)

	広角端	中間	望遠端
ズーム倍率	1.0	48.0	77.0
f'	9.27	444.91	713.71
Bf'	47.67	47.67	47.67
FNo.	1.76	2.30	3.70
$2\omega[^{\circ}]$	65.4	1.4	0.8

10

【0066】

【表7】

実施例2・ズーム間隔

	広角端	中間	望遠端
DD[10]	2.5512	185.1434	189.5366
DD[20]	280.2287	26.2040	3.9658
DD[22]	8.3473	5.5415	1.2476
DD[30]	2.3437	76.5819	98.7208

20

【0067】

【表8】

実施例2・非球面係数

面番号	11	22	26
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	2.7395225E-07	1.1987876E-07	-4.8883780E-07
A6	-4.8949478E-11	2.4237606E-11	2.3182674E-11
A8	1.8491556E-13	-2.9894229E-15	-3.2052197E-15
A10	-1.9679971E-16	-3.3833557E-19	9.7256769E-20

30

【0068】

次に、実施例3のズームレンズについて説明する。実施例3のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図5に、光路図を図6に示す。実施例3のズームレンズは、実施例1のズームレンズと同じレンズ枚数の構成である。また、実施例3のズームレンズの基本レンズデータを表9に、諸元に関するデータを表10に、変化する面間隔に関するデータを表11に、非球面係数に関するデータを表12に、各収差図を図11に示す。

【0069】

【表9】

実施例3・レンズデータ

面番号	曲率半径	面間隔	nd	$\nu d$	$\theta_{g,f}$
1	3055.3747	4.4000	1.83400	37.16	0.57759
2	372.1635	1.9397			
3	366.5958	22.9318	1.43387	95.18	0.53733
4	-745.5153	30.9741			
5	447.2910	17.8731	1.43387	95.18	0.53733
6	-1022.1176	0.1202			
7	250.7002	20.0594	1.43387	95.18	0.53733
8	2497.1844	2.0893			
9	173.5560	13.5554	1.43875	94.94	0.53433
10	296.5606	DD[10]			
*11	-536.2036	2.8000	1.90366	31.31	0.59481
12	59.0403	11.2534			
13	-94.9158	1.7000	2.00100	29.13	0.59952
14	266.5653	4.8654			
15	-73.3496	1.7000	1.95375	32.32	0.59015
16	114.5658	6.3833	1.89286	20.36	0.63944
17	-87.7169	0.1202			
18	660.4559	10.0644	1.80518	25.43	0.61027
19	-42.5900	1.7000	1.81600	46.62	0.55682
20	2697.8154	DD[20]			
21	163.2078	9.6780	1.53775	74.70	0.53936
*22	-262.8890	DD[22]			
23	161.2674	13.7150	1.43700	95.10	0.53364
24	-135.7995	2.0000	1.59270	35.31	0.59336
25	-425.7431	0.2500			
*26	165.9002	10.7003	1.43700	95.10	0.53364
27	-172.4386	0.1734			
28	209.1264	2.0000	1.80000	29.84	0.60178
29	88.7369	11.9532	1.43700	95.10	0.53364
30	-285.7611	DD[30]			
31(絞り)	$\infty$	4.8788			
32	-183.6883	1.5000	1.72916	54.68	0.54451
33	65.0566	0.1200			
34	46.1588	3.1785	1.89286	20.36	0.63944
35	74.9110	3.4315			
36	-155.5064	1.5000	1.48749	70.24	0.53007
37	286.4381	10.8498			
38	-46.9919	1.8000	1.95375	32.32	0.59015
39	54.2501	7.9488	1.84666	23.83	0.61603
40	-45.8449	0.2577			
41	-49.2346	1.8305	1.80100	34.97	0.58642
42	45.4781	8.0001	1.80400	46.58	0.55730
43	-89.8875	0.1849			
44	377.4389	4.9915	1.57135	52.95	0.55544
45	-154.4243	14.2327			
46	186.3239	4.9508	1.58267	46.42	0.56716
47	-95.3723	5.4549			
48	144.8648	1.8002	1.95375	32.32	0.59015
49	45.1508	0.3951			
50	44.2996	8.0066	1.51633	64.14	0.53531
51	-70.4722	0.1425			
52	65.0540	6.2761	1.48749	70.24	0.53007
53	-59.8318	1.8002	1.95375	32.32	0.59015
54	-463.5944	0.2500			
55	$\infty$	1.0000	1.51633	64.14	0.53531
56	$\infty$	0.0000			
57	$\infty$	33.0000	1.60863	46.60	0.56787
58	$\infty$	13.2000	1.51633	64.14	0.53531
59	$\infty$	17.3431			

10

20

30

40

【0070】

【表10】

実施例3・諸元(d線)

	広角端	中間	望遠端
ズーム倍率	1.0	48.0	77.0
f'	9.23	443.00	710.64
Bf'	47.47	47.47	47.47
FNo.	1.76	2.28	3.66
2ω[°]	65.6	1.4	0.8

【0071】

10

【表11】

実施例3・ズーム間隔

	広角端	中間	望遠端
DD[10]	3.4238	181.0344	185.5983
DD[20]	284.5381	25.8471	3.9765
DD[22]	1.2485	5.8275	1.4969
DD[30]	2.6912	79.1928	100.8300

【0072】

20

【表12】

実施例3・非球面係数

面番号	11	22	26
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	-1.8734223E-21	-9.4994419E-23	-1.9744504E-22
A4	4.0377651E-07	2.5885178E-08	-3.7276810E-07
A5	2.8838804E-08	8.1208148E-09	-7.1416960E-09
A6	-2.3778998E-09	-4.4404402E-10	6.1323910E-10
A7	-1.3752036E-10	-1.1642324E-11	-4.5003167E-12
A8	3.3235604E-11	2.2808889E-12	-1.8306327E-12
A9	-1.1806499E-12	-3.8082037E-14	7.2409382E-14
A10	-1.1119723E-13	-4.3094590E-15	1.7877810E-15
A11	8.8174734E-15	1.5931457E-16	-1.4970490E-16
A12	9.1414991E-17	3.2617744E-18	4.0269046E-19
A13	-2.4438511E-17	-2.2129774E-19	1.3563698E-19
A14	2.8333842E-19	-9.8414232E-23	-1.9299794E-21
A15	3.4151692E-20	1.4709791E-22	-5.7156780E-23
A16	-7.6652516E-22	-1.2247393E-24	1.3194211E-24
A17	-2.3926906E-23	-4.6409036E-26	8.4439905E-27
A18	7.0330122E-25	6.1748066E-28	-3.3787964E-28
A19	6.6810099E-27	5.3374486E-30	3.6923088E-31
A20	-2.3184109E-28	-8.8908536E-32	2.2335912E-32

【0073】

30

40

次に、実施例4のズームレンズについて説明する。実施例4のズームレンズのレンズ構成を示す断面図を図7に、光路図を図8に示す。実施例4のズームレンズは、実施例1のズームレンズと同じレンズ枚数の構成である。また、実施例4のズームレンズの基本レンズデータを表13に、諸元に関するデータを表14に、変化する面間隔に関するデータを表15に、非球面係数に関するデータを表16に、各収差図を図12に示す。

【0074】

【表13】

実施例4・レンズデータ

面番号	曲率半径	面間隔	nd	$\nu d$	$\theta g.f$
1	1404.7647	4.4000	1.83400	37.16	0.57759
2	331.7428	2.0290			
3	330.6824	25.1725	1.43387	95.18	0.53733
4	-684.6165	32.8963			
5	332.8725	15.4555	1.43387	95.18	0.53733
6	3192.0621	0.1200			
7	330.0570	18.0043	1.43387	95.18	0.53733
8	-4225.7159	2.9113			
9	173.7787	13.4351	1.43875	94.66	0.53402
10	294.8116	DD[10]			
*11	3646.4256	2.8000	1.91082	35.25	0.58224
12	54.3093	7.3207			
13	-83.4371	1.6000	2.00100	29.13	0.59952
14	337.9217	4.5408			
15	-62.1882	1.6000	1.95375	32.32	0.59015
16	128.3598	6.5865	1.89286	20.36	0.63944
17	-75.9599	0.1200			
18	629.8856	9.4791	1.79504	28.69	0.60656
19	-42.5230	1.6200	1.77250	49.60	0.55212
20	2233.5230	DD[20]			
21	185.1580	9.3099	1.49700	81.54	0.53748
*22	-216.7260	DD[22]			
23	135.0164	14.0074	1.43875	94.66	0.53402
24	-170.1053	2.0000	1.59270	35.31	0.59336
25	-547.0734	0.2500			
*26	212.2662	8.7456	1.43875	94.66	0.53402
27	-201.9044	0.1200			
28	255.6587	2.0000	1.80000	29.84	0.60178
29	100.2233	14.6056	1.43875	94.66	0.53402
30	-192.7222	DD[30]			
31(絞り)	$\infty$	4.4530			
32	-327.4803	1.5000	1.72916	54.68	0.54451
33	69.9336	0.1200			
34	45.9379	5.2438	1.84661	23.88	0.62072
35	80.2736	3.2540			
36	-136.5718	1.5000	1.48749	70.24	0.53007
37	172.9017	9.6930			
38	-48.1573	1.5996	1.95375	32.32	0.59015
39	64.0378	7.9580	1.84661	23.88	0.62072
40	-45.9067	0.2385			
41	-49.7226	1.8719	1.80100	34.97	0.58642
42	50.1721	8.9651	1.80400	46.58	0.55730
43	-90.0272	0.1198			
44	379.5125	11.4833	1.51742	52.43	0.55649
45	-145.3944	6.4985			
46	185.6172	4.7307	1.54814	45.78	0.56859
47	-90.8051	5.4933			
48	144.8094	1.4061	1.95375	32.32	0.59015
49	44.8523	2.4761			
50	45.7750	6.4411	1.51633	64.14	0.53531
51	-73.1882	0.1199			
52	61.3330	5.4690	1.48749	70.24	0.53007
53	-58.5284	1.3999	1.95375	32.32	0.59015
54	-429.0874	0.2500			
55	$\infty$	1.0000	1.51633	64.14	0.53531
56	$\infty$	0.0000			
57	$\infty$	33.0000	1.60863	46.60	0.56787
58	$\infty$	13.2000	1.51633	64.14	0.53531
59	$\infty$	13.9324			

10

20

30

40

【0075】

【表14】

実施例4・諸元(d線)

	広角端	中間	望遠端
ズーム倍率	1.0	48.0	77.0
f'	9.30	446.43	716.14
Bf'	44.06	44.06	44.06
FNo.	1.76	2.27	3.63
2ω[°]	65.0	1.4	0.8

【0076】

10

【表15】

実施例4・ズーム間隔

	広角端	中間	望遠端
DD[10]	4.1494	191.9872	196.6227
DD[20]	296.5791	26.5197	3.9711
DD[22]	1.5430	6.4538	1.2477
DD[30]	2.3959	79.7067	102.8260

【0077】

20

【表16】

実施例4・非球面係数

面番号	11	22	26
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	2.7541588E-22	-8.9652271E-22	6.6507804E-22
A4	2.2200270E-07	1.5442509E-07	-2.6398668E-07
A5	3.6655960E-09	-5.7414857E-09	-1.0060099E-08
A6	3.5909489E-11	1.4641121E-10	3.5807861E-10
A7	-1.9924682E-11	1.9156089E-12	-2.2883080E-12
A8	7.9185956E-13	-9.8085610E-14	-1.3269105E-13
A9	-5.7638394E-15	5.8482396E-16	2.9778250E-15
A10	-1.5115490E-16	5.8511099E-18	-1.8171297E-17

【0078】

30

実施例1～4のズームレンズの条件式(1)～(10)に対応する値を表17に示す。なお、全実施例ともd線を基準波長としており、下記の表17に示す値はこの基準波長におけるものである。

【0079】

【表17】

式の番号	条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
(1)	$\nu d_{21}$	31.31	32.32	31.31	35.25
(2)	$f_2/f_{21}$	0.463	0.390	0.478	0.490
(3)	$f_w/f_{21}$	-0.149	-0.127	-0.157	-0.154
(4)	$L_{23}\nu d - L_{24}\nu d$	11.96	8.49	11.96	11.96
	$L_{26}\nu d - L_{25}\nu d$	21.15	23.86	21.19	20.91
(5)	$n_d L_{11}$	1.83400	1.83400	1.83400	1.83400
(6)	$\nu d L_{11}$	37.16	37.16	37.16	37.16
(7)	$L_{AB}n_d$	1.95375	1.95375	1.95375	1.95375
(8)	$L_{A\bar{B}}n_d - L_{C\bar{D}}n_d$	0.46626	0.46626	0.46626	0.46626
(9)	$L_{AB}\nu d$	32.32	32.32	32.32	32.32
(10)	$\nu d G_{34}n$	32.58	32.58	32.58	32.58

40

50

## 【0080】

以上のデータから、実施例1～4のズームレンズは全て、条件式(1)～(10)を満たしており、70倍以上の高倍率化を達成しつつ、変倍時の1次、2次の軸上色収差、1次、2次の倍率色収差の変動を抑えた高性能なズームレンズであることが分かる。

## 【0081】

次に、本発明の実施形態にかかる撮像装置について説明する。図13に、本発明の実施形態の撮像装置の一例として、本発明の実施形態のズームレンズを用いた撮像装置の概略構成図を示す。なお、図13では各レンズ群を概略的に示している。この撮像装置としては、例えば、CCD(Charge Coupled Device)やCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)等の固体撮像素子を記録媒体とするビデオカメラや電子スチルカメラ等を挙げることができる。10

## 【0082】

図13に示す撮像装置10は、ズームレンズ1と、ズームレンズ1の像面側に配置されたローパスフィルタ等の機能を有するフィルタ6と、フィルタ6の像面側に配置された撮像素子7と、信号処理回路8とを備えている。撮像素子7はズームレンズ1により形成される光学像を電気信号に変換するものであり、例えば、撮像素子7としては、CCDやCMOS等を用いることができる。撮像素子7は、その撮像面がズームレンズ1の像面に一致するように配置される。

## 【0083】

ズームレンズ1により撮像された像は撮像素子7の撮像面上に結像し、その像に関する撮像素子7からの出力信号が信号処理回路8にて演算処理され、表示装置9に像が表示される。20

## 【0084】

本実施形態の撮像装置10は、本発明のズームレンズ1を備えたものであるから、高倍率で高画質の画像を取得することができる。

## 【0085】

以上、実施形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施形態および実施例に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔、屈折率、アッベ数等の値は、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得るものである。30

## 【符号の説明】

## 【0086】

1	ズームレンズ
6	フィルタ
7	撮像素子
8	信号処理回路
9	表示装置
10	撮像装置
G 1	第1レンズ群
G 2	第2レンズ群
G 3	第3レンズ群
G 4	第4レンズ群
G 5	第5レンズ群
P P 1～P P 3	光学部材
L 1 1～L 6 3	レンズ
S i m	像面
S t	絞り
w a	軸上光束
w b	最大画角の光束
Z	光軸

10

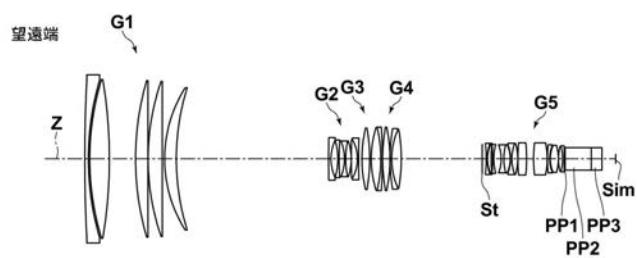
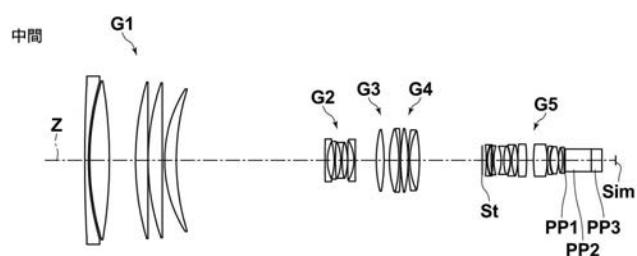
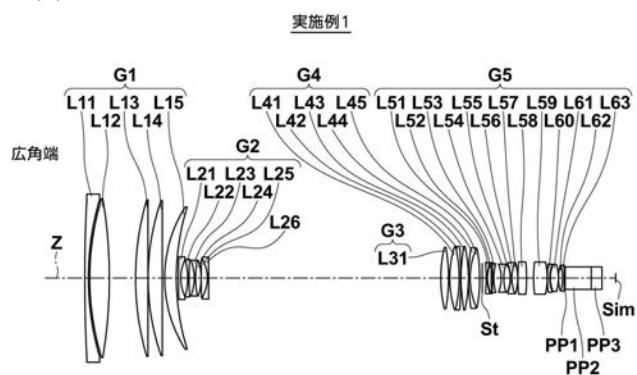
20

30

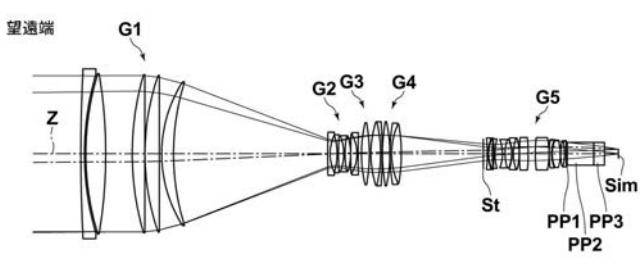
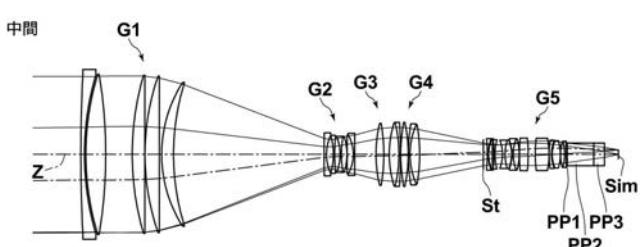
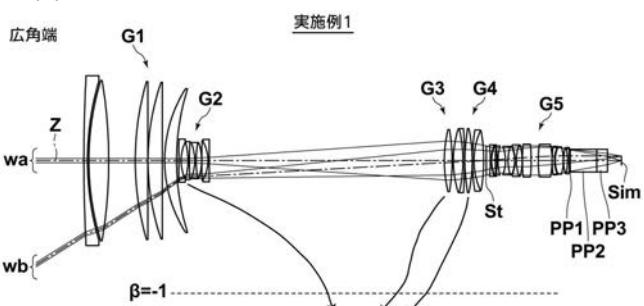
40

50

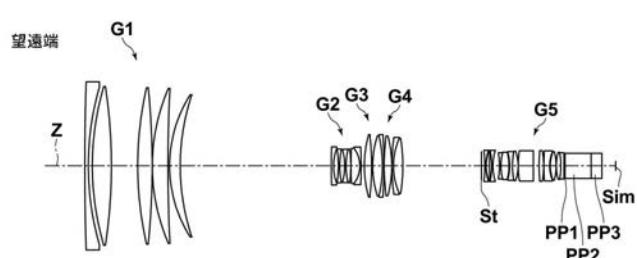
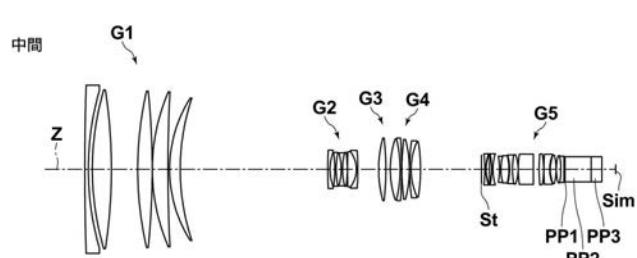
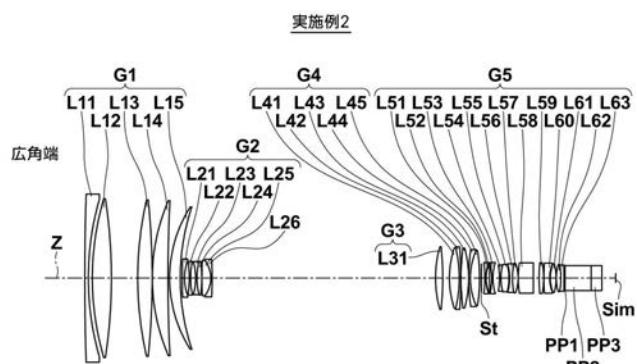
【図1】



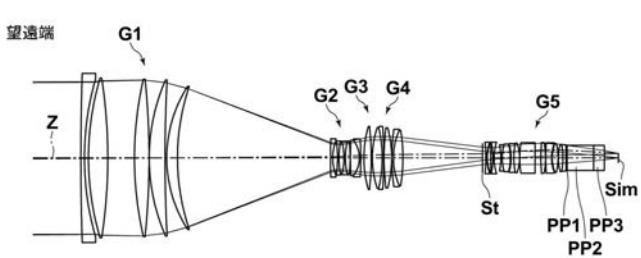
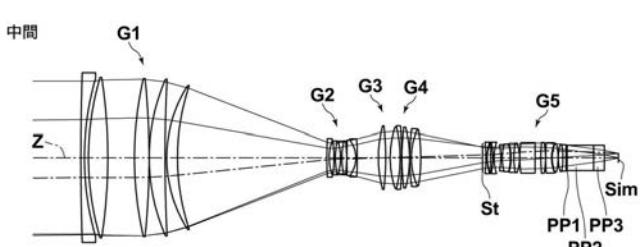
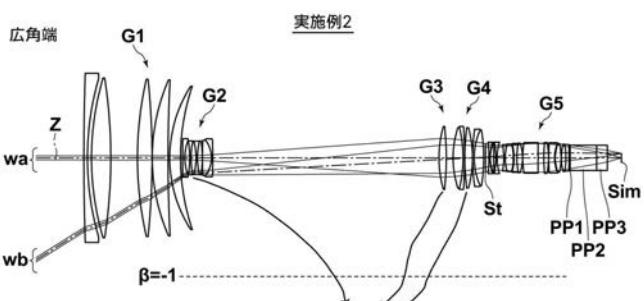
【図2】



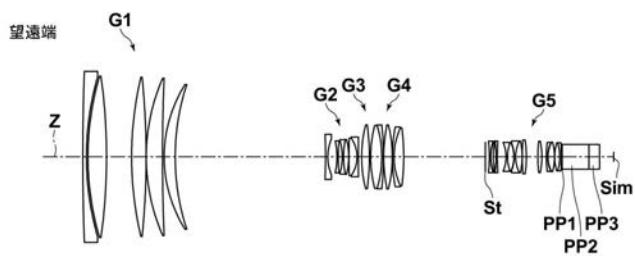
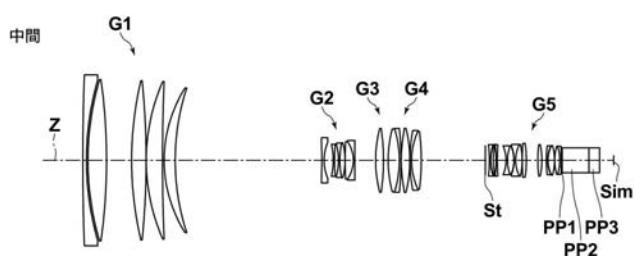
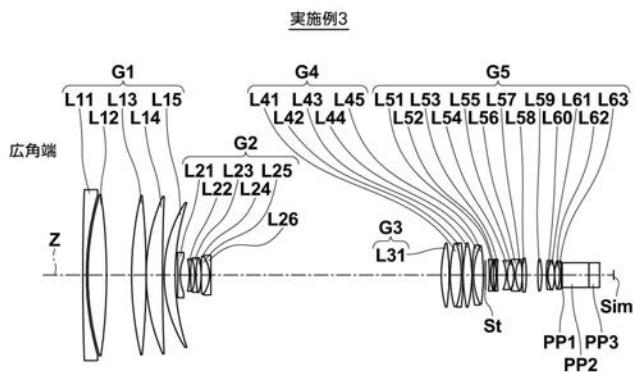
【図3】



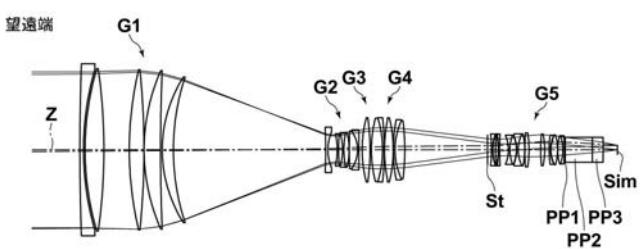
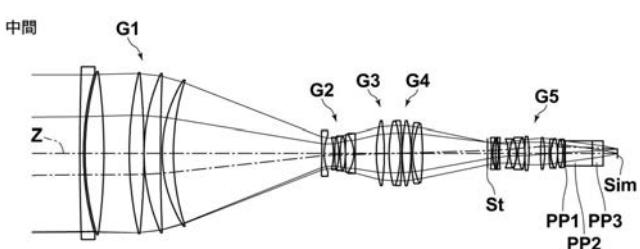
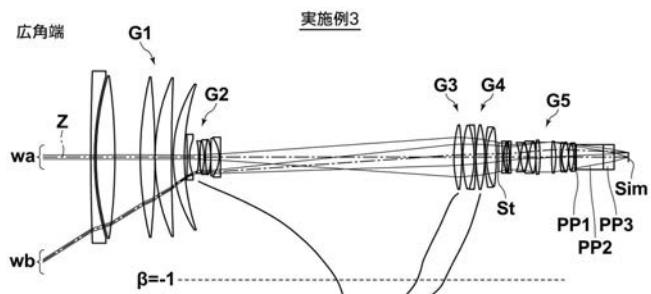
【図4】



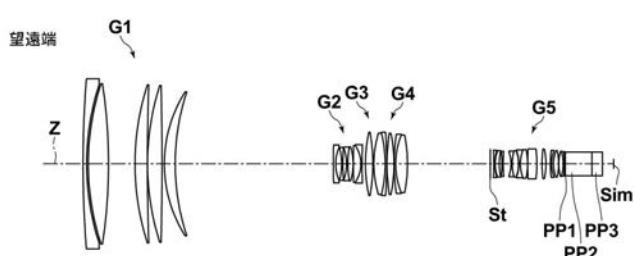
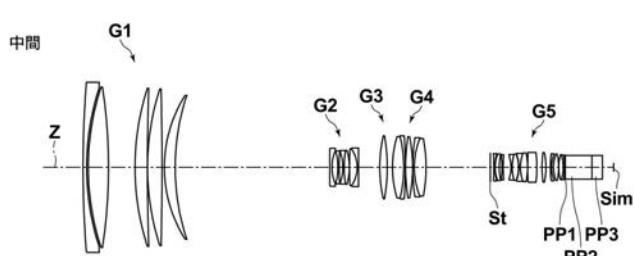
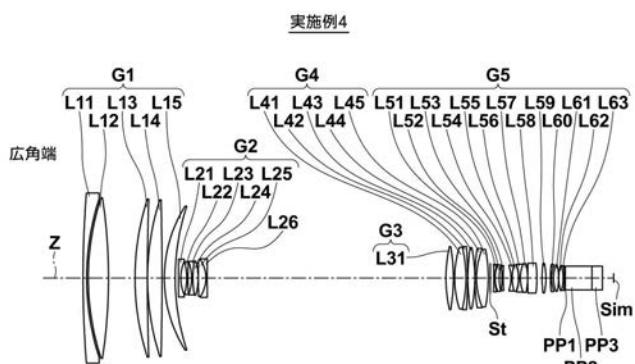
【図5】



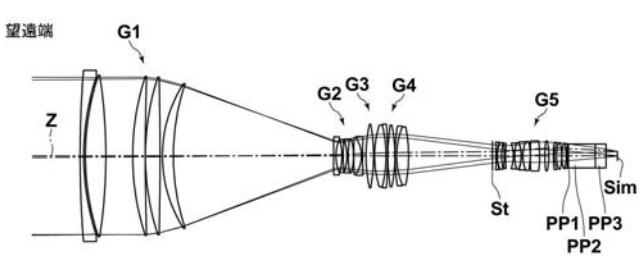
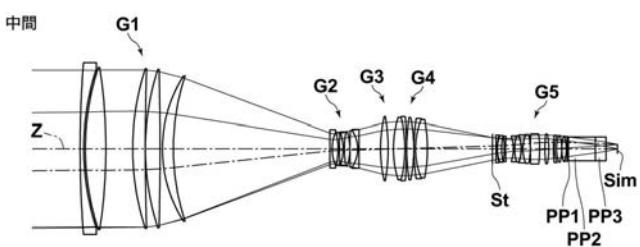
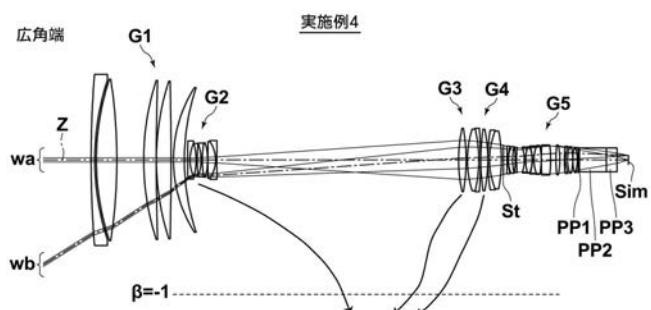
【図6】



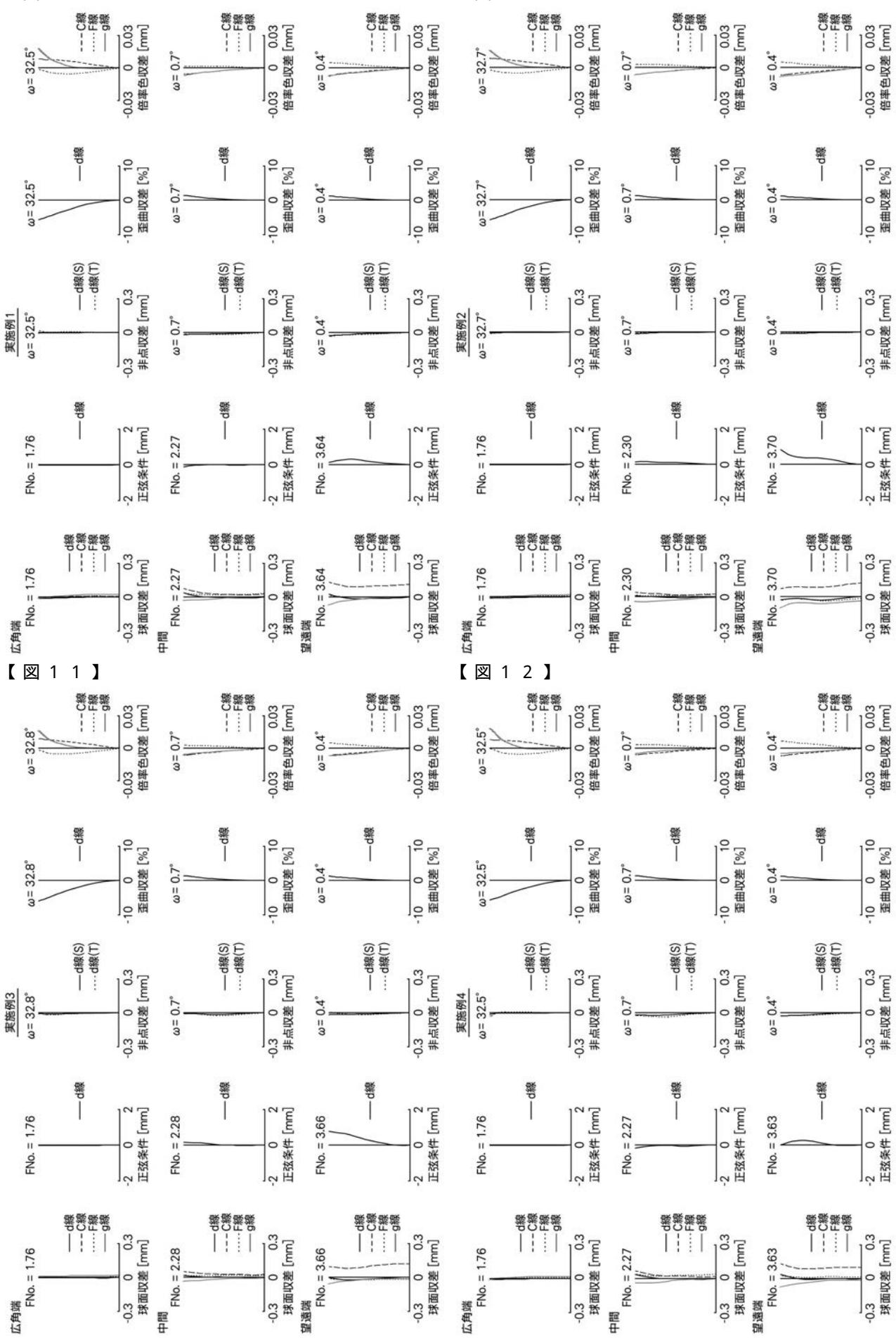
【図7】



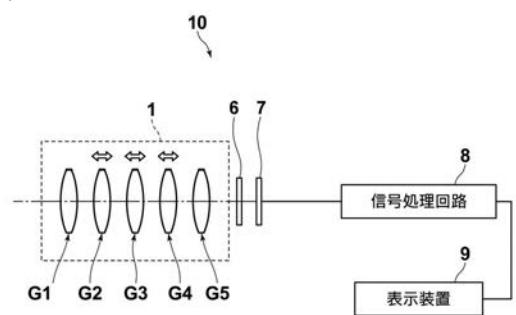
【図8】



【図 9】



【図 1 3】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA01 PA15 PA16 PB20 QA02 QA05 QA07 QA17 QA21 QA25  
QA37 QA38 QA41 QA45 RA04 RA05 RA12 RA13 RA32 RA41  
RA42 RA43 RA44 SA43 SA47 SA49 SA52 SA55 SA63 SA64  
SA65 SA72 SA76 SB06 SB17 SB22 SB36 SB41 UA06