

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6797774号  
(P6797774)

(45) 発行日 令和2年12月9日(2020.12.9)

(24) 登録日 令和2年11月20日(2020.11.20)

(51) Int.Cl. F 1  
**G O 2 B 13/02 (2006.01)**  
**G O 2 B 13/18 (2006.01)**

G O 2 B 13/02  
G O 2 B 13/18

請求項の数 16 (全 26 頁)

|           |                              |           |                     |
|-----------|------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2017-183300 (P2017-183300) | (73) 特許権者 | 306037311           |
| (22) 出願日  | 平成29年9月25日 (2017. 9. 25)     |           | 富士フイルム株式会社          |
| (65) 公開番号 | 特開2019-60918 (P2019-60918A)  |           | 東京都港区西麻布2丁目26番30号   |
| (43) 公開日  | 平成31年4月18日 (2019. 4. 18)     | (74) 代理人  | 110001519           |
| 審査請求日     | 令和1年7月12日 (2019. 7. 12)      |           | 特許業務法人太陽国際特許事務所     |
|           |                              | (72) 発明者  | 宮城島 峻介              |
|           |                              |           | 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324 |
|           |                              |           | 番地 富士フイルム株式会社内      |
|           |                              | (72) 発明者  | 小里 哲也               |
|           |                              |           | 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324 |
|           |                              |           | 番地 富士フイルム株式会社内      |
|           |                              | 審査官       | 殿岡 雅仁               |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像レンズ及び撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、絞りと、負の屈折力を有する第3レンズ群と、屈折力を有する第4レンズ群とからなり、

前記第1レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する単レンズと、2組以上の接合レンズとを有し、全ての該接合レンズはそれぞれ正レンズと負レンズとを含み、

前記第2レンズ群は、負レンズと、正レンズとからなり、

像ぶれ補正時に、前記第3レンズ群全体が光軸に対し垂直方向の成分を持つ方向に移動し、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、及び前記第4レンズ群は像面に対して固定されており、

無限遠物体に合焦した状態において、空気換算距離での全系のバックフォーカスを  $Bf$  とし、最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離と前記  $Bf$  との和を  $TTL$  とし、前記第2レンズ群の前記正レンズの  $g$  線と  $F$  線間の部分分散比を  $gF_{22}$  とし、前記第2レンズ群の前記負レンズの  $g$  線と  $F$  線間の部分分散比を  $gF_{21}$  とした場合、

$$2 < TTL / Bf < 3.6 \quad (1)$$

$$0.03 < |gF_{22} - gF_{21}| < 0.045 \quad (3)$$

で表される条件式 (1) 及び (3) を満足する撮像レンズ。

10

20

## 【請求項 2】

物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、絞りと、負の屈折力を有する第 3 レンズ群と、屈折力を有する第 4 レンズ群とからなり、

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する単レンズと、2 組以上の接合レンズとを有し、全ての該接合レンズはそれぞれ正レンズと負レンズとを含み、

前記第 2 レンズ群は、負レンズと、正レンズとからなり、

像ぶれ補正時に、前記第 3 レンズ群全体が光軸に対し垂直方向の成分を持つ方向に移動し、前記第 1 レンズ群、前記第 2 レンズ群、及び前記第 4 レンズ群は像面に対して固定されてお

10

り、  
無限遠物体に合焦した状態において、空気換算距離での全系のバックフォーカスを  $Bf$  とし、最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離と前記  $Bf$  との和を  $TTL$  とし、前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$  とし、前記第 2 レンズ群の焦点距離を  $f_2$  とした場合、

$$2 < TTL / Bf < 3.6 \quad (1)$$

$$1 < f_1 / f_2 < 3 \quad (4)$$

で表される条件式 (1) 及び (4) を満足する撮像レンズ。

## 【請求項 3】

無限遠物体から近距離物体への合焦時に、前記第 2 レンズ群が光軸に沿って物体側へ移動し、前記第 1 レンズ群、前記第 3 レンズ群、及び前記第 4 レンズ群は像面に対して固定されている請求項 1 又は 2 記載の撮像レンズ。

20

## 【請求項 4】

無限遠物体に合焦した状態における全系の焦点距離を  $f$  とし、前記第 2 レンズ群の焦点距離を  $f_2$  とした場合、

$$1.8 < f / f_2 < 2.5 \quad (2)$$

で表される条件式 (2) を満足する請求項 3 記載の撮像レンズ。

## 【請求項 5】

前記第 2 レンズ群の前記正レンズの  $g$  線と  $F$  線間の部分分散比を  $g_{F22}$  とし、前記第 2 レンズ群の前記負レンズの  $g$  線と  $F$  線間の部分分散比を  $g_{F21}$  とした場合、

30

$$0.03 < |g_{F22} - g_{F21}| < 0.045 \quad (3)$$

で表される条件式 (3) を満足する請求項 2 記載の撮像レンズ。

## 【請求項 6】

前記第 2 レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズと、像側に凹面を向けた正メニスカスレンズとからなる請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

## 【請求項 7】

前記第 3 レンズ群は、2 枚以上のレンズを有する請求項 1 から 6 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

## 【請求項 8】

40

前記第 3 レンズ群は、像側に凹面を向けた負レンズと、両凹レンズとを有する請求項 1 から 7 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

## 【請求項 9】

前記第 4 レンズ群は、接合レンズを含む 3 枚以上のレンズを有する請求項 1 から 8 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

## 【請求項 10】

前記第 1 レンズ群の最も物体側に配置された第 1 の接合レンズの像側には第 2 の接合レンズが前記第 1 の接合レンズと隣接配置されており、

前記第 1 の接合レンズは像側に凸面を向けた接合面を有し、前記第 2 の接合レンズは物体側に凸面を向けた接合面を有する請求項 1 から 9 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

50

## 【請求項 1 1】

前記第 1 レンズ群が有する全ての前記接合レンズはそれぞれ、最も物体側の面が凸面であり最も像側の面が凹面である請求項 1 から 1 0 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

## 【請求項 1 2】

$$2.5 < T T L / B f < 3.5 \quad (1-1)$$

で表される条件式 (1-1) を満足する請求項 1 又は 2 記載の撮像レンズ。

## 【請求項 1 3】

$$2 < f / f_2 < 2.4 \quad (2-1)$$

で表される条件式 (2-1) を満足する請求項 4 記載の撮像レンズ。

## 【請求項 1 4】

$$0.032 < |g F_{22} - g F_{21}| < 0.042 \quad (3-1)$$

で表される条件式 (3-1) を満足する請求項 1 又は 5 記載の撮像レンズ。

## 【請求項 1 5】

$$1.5 < f_1 / f_2 < 2.8 \quad (4-1)$$

で表される条件式 (4-1) を満足する請求項 2 記載の撮像レンズ。

## 【請求項 1 6】

請求項 1 から 1 5 のいずれか 1 項記載の撮像レンズを備えた撮像装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、撮像レンズ及び撮像装置に関し、特に、デジタルカメラ、及びビデオカメラ等に好適な撮像レンズ、並びにこの撮像レンズを備えた撮像装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、デジタルカメラ等の撮像装置に使用するための撮像レンズとして、下記特許文献 1、及び特許文献 2 に記載のものが提案されている。特許文献 1、及び特許文献 2 には、撮像レンズの一部を光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動させて像ぶれ補正を行うレンズ系が記載されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特開 2 0 1 7 - 1 2 2 8 7 1 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 6 - 1 6 1 6 4 4 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

近年、いわゆるノンフレックスカメラの普及に伴い、高い光学性能を維持しながら小型に構成された撮像レンズが要望されている。特に、広角系や標準系に比べて元々のレンズ系全長が長い望遠系の撮像レンズでは、小型化に対する要望が強くなってきている。しかしながら、特許文献 1、及び特許文献 2 に記載のレンズ系は、焦点距離が長くなるのに伴いレンズ系全長も長くなっており、近年の小型化の要望を十分満たすものではなかった。

## 【0005】

本発明は、上記事情に鑑みなされたものであり、小型化を達成しつつ、諸収差が良好に補正された高い光学性能を有する撮像レンズ、及びこの撮像レンズを備えた撮像装置を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

上記課題を解決するために、本発明の第 1 の撮像レンズは、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、絞りと

10

20

30

40

50

、負の屈折力を有する第3レンズ群と、屈折力を有する第4レンズ群とからなり、第1レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する単レンズと、2組以上の接合レンズとを有し、全ての接合レンズはそれぞれ正レンズと負レンズとを含み、第2レンズ群は、負レンズと、正レンズとからなり、像ぶれ補正時に、第3レンズ群全体が光軸に対し垂直方向の成分を持つ方向に移動し、第1レンズ群、第2レンズ群、及び第4レンズ群は像面に対して固定されており、無限遠物体に合焦した状態において、空気換算距離での全系のバックフォーカスを  $Bf$  とし、最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離と  $Bf$  との和を  $TTL$  とし、第2レンズ群の正レンズの  $g$  線と  $F$  線間の部分分散比を  $gF22$  とし、第2レンズ群の負レンズの  $g$  線と  $F$  線間の部分分散比を  $gF21$  とした場合、

$$2 < TTL / Bf < 3.6 \quad (1)$$

$$0.03 < |gF22 - gF21| < 0.045 \quad (3)$$

で表される条件式 (1) 及び (3) を満足する。

また、本発明の第2の撮像レンズは、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、絞りと、負の屈折力を有する第3レンズ群と、屈折力を有する第4レンズ群とからなり、第1レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する単レンズと、2組以上の接合レンズとを有し、全ての接合レンズはそれぞれ正レンズと負レンズとを含み、第2レンズ群は、負レンズと、正レンズとからなり、像ぶれ補正時に、第3レンズ群全体が光軸に対し垂直方向の成分を持つ方向に移動し、第1レンズ群、第2レンズ群、及び第4レンズ群は像面に対して固定されており、無限遠物体に合焦した状態において、空気換算距離での全系のバックフォーカスを  $Bf$  とし、最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離と  $Bf$  との和を  $TTL$  とし、第1レンズ群の焦点距離を  $f1$  とし、第2レンズ群の焦点距離を  $f2$  とした場合、

$$2 < TTL / Bf < 3.6 \quad (1)$$

$$1 < f1 / f2 < 3 \quad (4)$$

で表される条件式 (1) 及び (4) を満足する。

#### 【0007】

本発明の撮像レンズにおいては、下記条件式 (1-1) を満足することが好ましい。

$$2.5 < TTL / Bf < 3.5 \quad (1-1)$$

#### 【0008】

本発明の撮像レンズにおいては、無限遠物体から近距離物体への合焦時に、第2レンズ群が光軸に沿って物体側へ移動し、第1レンズ群、第3レンズ群、及び第4レンズ群は像面に対して固定されていることが好ましい。

#### 【0009】

本発明の撮像レンズにおいては、無限遠物体に合焦した状態における全系の焦点距離を  $f$  とし、第2レンズ群の焦点距離を  $f2$  とした場合、下記条件式 (2) を満足することが好ましく、下記条件式 (2-1) を満足することがより好ましい。

$$1.8 < f / f2 < 2.5 \quad (2)$$

$$2 < f / f2 < 2.4 \quad (2-1)$$

#### 【0010】

本発明の撮像レンズにおいては、第2レンズ群の正レンズの  $g$  線と  $F$  線間の部分分散比を  $gF22$  とし、第2レンズ群の負レンズの  $g$  線と  $F$  線間の部分分散比を  $gF21$  とした場合、下記条件式 (3) を満足することが好ましく、下記条件式 (3-1) を満足することがより好ましい。

$$0.03 < |gF22 - gF21| < 0.045 \quad (3)$$

$$0.032 < |gF22 - gF21| < 0.042 \quad (3-1)$$

#### 【0011】

本発明の撮像レンズにおいては、第1レンズ群の焦点距離を  $f1$  とし、第2レンズ群の焦点距離を  $f2$  とした場合、下記条件式 (4) を満足することが好ましく、下記条件式 (

10

20

30

40

50

4 - 1) を満足することがより好ましい。

$$1 < f_1 / f_2 < 3 \quad (4)$$

$$1.5 < f_1 / f_2 < 2.8 \quad (4-1)$$

#### 【0012】

本発明の撮像レンズにおいては、第2レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズと、像側に凹面を向けた正メニスカスレンズとからなることが好ましい。

#### 【0013】

本発明の撮像レンズにおいては、第3レンズ群は、2枚以上のレンズを有することが好ましい。より詳しくは、第3レンズ群は、像側に凹面を向けた負レンズと、両凹レンズとを有することが好ましい。

10

#### 【0014】

本発明の撮像レンズにおいては、第4レンズ群は、接合レンズを含む3枚以上のレンズを有することが好ましい。

#### 【0015】

本発明の撮像レンズにおいては、第1レンズ群の最も物体側に配置された第1の接合レンズの像側には第2の接合レンズが第1の接合レンズと隣接配置されており、第1の接合レンズは像側に凸面を向けた接合面を有し、第2の接合レンズは物体側に凸面を向けた接合面を有することが好ましい。

#### 【0016】

20

本発明の撮像レンズにおいては、第1レンズ群が有する全ての接合レンズはそれぞれ、最も物体側の面が凸面であり最も像側の面が凹面であることが好ましい。

#### 【0017】

本発明の撮像装置は、本発明の撮像レンズを備えたものである。

#### 【0018】

なお、本明細書の「～からなり」は、実質的な意味で用いており、構成要素として挙げたもの以外に、実質的に屈折力を有さないレンズ、並びに、絞り、フィルタ、及びカバーガラス等のレンズ以外の光学要素、並びに、レンズフランジ、レンズバレル、撮像素子、及び手振れ補正機構等の機構部分、等が含まれていてもよいことを意図する。

#### 【0019】

30

なお、本明細書において、「正の屈折力を有する～群」は、群全体として正の屈折力を有することを意味する。同様に、「負の屈折力を有する～群」は、群全体として負の屈折力を有することを意味する。屈折力の符号は、非球面が含まれているものは近軸領域で考えることとする。「レンズ群」は、必ずしも複数のレンズから構成されるものだけでなく、1枚のレンズのみで構成されるものも含む。「単レンズ」は、接合されていない1枚のレンズを意味する。「全系」は、撮像レンズ全体を意味する。「バックフォーカス」は、最も像側のレンズ面から像側焦点までの光軸上の距離である。上記条件式は全て、無限遠物体に合焦した状態において、d線（波長587.6nm（ナノメートル））を基準としたものである。

#### 【0020】

40

なお、あるレンズのg線とF線間の部分分散比  $g_F$  とは、g線（波長435.8nm（ナノメートル））、F線（波長486.1nm（ナノメートル））、及びC線（波長656.3nm（ナノメートル））に対するそのレンズの屈折率をそれぞれ  $N_g$ 、 $N_F$ 、及び  $N_C$  とした場合に、 $g_F = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$  で定義されるものである。

#### 【発明の効果】

#### 【0021】

本発明によれば、物体側から順に、正の第1レンズ群と、正の第2レンズ群と、絞り、負の第3レンズ群と、第4レンズ群とからなるレンズ系において、第3レンズ群を像がれ補正に用い、各レンズ群の構成を好適に設定し、所定の条件式を満足することによって

50

、小型化を達成しつつ、諸収差が良好に補正された高い光学性能を有する撮像レンズ、及びこの撮像レンズを備えた撮像装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の一実施形態に係る撮像レンズ（本発明の実施例1の撮像レンズ）の構成を示す断面図である。

【図2】本発明の実施例2の撮像レンズの構成を示す断面図である。

【図3】本発明の実施例3の撮像レンズの構成を示す断面図である。

【図4】本発明の実施例4の撮像レンズの構成を示す断面図である。

【図5】本発明の実施例5の撮像レンズの構成を示す断面図である。

10

【図6】本発明の実施例6の撮像レンズの構成を示す断面図である。

【図7】図1に示す撮像レンズの光路を示す断面図である。

【図8】本発明の実施例1の撮像レンズの各収差図である。

【図9】本発明の実施例2の撮像レンズの各収差図である。

【図10】本発明の実施例3の撮像レンズの各収差図である。

【図11】本発明の実施例4の撮像レンズの各収差図である。

【図12】本発明の実施例5の撮像レンズの各収差図である。

【図13】本発明の実施例6の撮像レンズの各収差図である。

【図14】本発明の一実施形態に係る撮像装置の正面側の斜視図である。

【図15】本発明の一実施形態に係る撮像装置の背面側の斜視図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0023】

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に本発明の一実施形態に係る撮像レンズの構成の断面図を示す。図1に示す例は後述の実施例1の撮像レンズに対応している。また、図7に、図1の撮像レンズのレンズ構成とともに軸上光束2と最大画角の光束3を示す。図1及び図7では、無限遠物体に合焦している状態を示し、左側が物体側、右側が像側である。

【0024】

この撮像レンズは、光軸Zに沿って物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りStと、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、屈折力を有する第4レンズ群G4とからなる。なお、図1に示す開口絞り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。

30

【0025】

図1の例では、第1レンズ群G1は、物体側から像側へ向かって順に、レンズL11～L17の7枚のレンズからなり、第2レンズ群G2は、物体側から像側へ向かって順に、レンズL21～L22の2枚のレンズからなり、第3レンズ群G3は、物体側から像側へ向かって順に、レンズL31～L33の3枚のレンズからなり、第4レンズ群G4は、物体側から像側へ向かって順に、レンズL41～L44の4枚のレンズからなる。

【0026】

40

なお、図1では最も像側のレンズと像面Simとの間に平行平板状の光学部材PPを配置した例を示しているが、光学部材PPは図1の例とは異なる位置に配置してもよく、また光学部材PPを省略した構成も可能である。光学部材PPは、赤外線カットフィルタ、ローパスフィルタなどの各種フィルタ、及び/又はカバーガラス等を想定したものである。

【0027】

この撮像レンズは、像ぶれ補正機能を有している。像ぶれ補正時に、第3レンズ群G3全体が光軸Zに対し垂直方向の成分を持つ方向に移動し、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、及び第4レンズ群G4は像面Simに対して固定されている。すなわち、第3レンズ群G3は防振レンズ群として機能し、第3レンズ群G3全体を光軸Zに対し垂直方向

50

の成分を持つ方向に移動することにより防振が行われる。開口絞り  $S_t$  の像側直後の群で防振を行うことによって、防振レンズ群を小径化及び軽量化することができる。

【0028】

第1レンズ群  $G_1$  は、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する単レンズと、2組以上の接合レンズとを有する。第1レンズ群  $G_1$  が有する全ての接合レンズはそれぞれ1枚の正レンズと1枚の負レンズとを含む。したがって、第1レンズ群  $G_1$  が3枚以上の正レンズと2枚以上の負レンズとを有することになり、この構成によって、撮像レンズの小型化を図りつつ、球面収差と軸上色収差とを良好に補正することができる。

【0029】

第1レンズ群  $G_1$  の最も物体側に配置された第1の接合レンズの像側には第2の接合レンズが第1の接合レンズと隣接配置されており、第1の接合レンズは像側に凸面を向けた接合面を有し、第2の接合レンズは物体側に凸面を向けた接合面を有することが好ましい。このように、逆向きの屈折力を持つ接合面を並べて配置することによって、歪曲収差、及び非点収差を効果的に補正することができる。なお、図1の例では、レンズ  $L_{12}$  とレンズ  $L_{13}$  からなる接合レンズが第1の接合レンズに対応し、レンズ  $L_{14}$  とレンズ  $L_{15}$  からなる接合レンズが第2の接合レンズに対応する。

10

【0030】

第1レンズ群  $G_1$  が有する全ての接合レンズはそれぞれ、最も物体側の面が凸面であり最も像側の面が凹面であることが好ましい。このようにした場合は、第1レンズ群  $G_1$  の接合レンズはいずれも、メニスカス形状のレンズ成分となる。このような形状にすることによって、球面収差の発生を抑制しつつ、レンズ系全長の短縮、及びレンズの小径化の効果を得ることができる。

20

【0031】

例えば、第1レンズ群  $G_1$  は、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する単レンズと、3組の接合レンズとからなるように構成することができる。より詳しくは、例えば、第1レンズ群  $G_1$  は、物体側から像側へ向かって順に、両凸形状の単レンズ、両凸レンズと両凹レンズが物体側から順に接合された接合レンズ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズが物体側から順に接合された接合レンズ、及び、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズが物体側から順に接合された接合レンズからなるように構成することができる。

30

【0032】

第2レンズ群  $G_2$  は、負レンズと、正レンズとからなる。第2レンズ群  $G_2$  が負レンズと正レンズとを有することによって、群単体の色収差を好適に抑制することができ、また、合焦による色収差の変動を好適に抑制することができる。そして、第2レンズ群  $G_2$  が負正の2枚のレンズとからなることによって、合焦による色収差の変動を抑制しつつ、第2レンズ群  $G_2$  を小型化及び軽量化することができる。これによって、駆動系への負荷の低減、及び合焦の高速化に有利となる。なお、第2レンズ群  $G_2$  の負レンズと正レンズとは互いに接合されていてもよく、あるいは、接合されていなくてもよい。

【0033】

40

第2レンズ群  $G_2$  は、物体側から像側へ向かって順に、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズと、像側に凹面を向けた正メニスカスレンズとからなることが好ましい。このようにした場合は、球面収差を抑制することができ、波長による球面収差の差を抑制することができる。

【0034】

第2レンズ群  $G_2$  は、合焦時に光軸  $Z$  に沿って移動する合焦レンズ群としての機能を有してもよい。例えば、無限遠物体から近距離物体への合焦時に、第2レンズ群  $G_2$  が光軸  $Z$  に沿って物体側へ移動し、第1レンズ群  $G_1$ 、第3レンズ群  $G_3$ 、及び第4レンズ群  $G_4$  は像面  $S_{im}$  に対して固定されていてもよい。第2レンズ群  $G_2$  のみを合焦時に移動させることによって、合焦時に移動させるフォーカシングユニットを小型化及び軽量化する

50

ことができ、合焦の高速化に有利となる。

【0035】

開口絞り  $S_t$  は第2レンズ群  $G_2$  と第3レンズ群  $G_3$  の間に配置されている。防振レンズ群の物体側直前に開口絞り  $S_t$  を配置することによって、防振レンズ群に入射する光線高さを抑えることができ、防振レンズ群のレンズを小径化することができる。

【0036】

第3レンズ群  $G_3$  は、2枚以上のレンズを有することが好ましい。このようにした場合は、複数枚のレンズ構成とすることによって、像ぶれ補正時の収差変動を抑えることが容易となる。第3レンズ群  $G_3$  が正レンズと負レンズとを含む2枚以上のレンズを有する場合は、第3レンズ群  $G_3$  単体での色収差の発生を抑えることができる。

10

【0037】

第3レンズ群  $G_3$  は、像側に凹面を向けた負レンズと、両凹レンズとを有することが好ましい。像側に凹面を向けた負レンズの像側の面、両凹レンズの物体側の面及び像側の面の計3つの凹面を含む構成とすることによって、像ぶれ補正時の収差変動を抑えることができる。

【0038】

第3レンズ群  $G_3$  は、2枚又は3枚のレンズからなるように構成することができる。このようにした場合は、像ぶれ補正時の収差変動を抑えつつ、防振レンズ群を小型に構成することに有利となる。例えば、第3レンズ群  $G_3$  は、物体側から像側へ向かって順に、像側に凹面を向けた負レンズ、及び、両凹レンズと像側に凹面を向けた正メニスカスレンズが物体側から順に接合された接合レンズからなるように構成することができる。あるいは、第3レンズ群  $G_3$  は、物体側から像側へ向かって順に、像側に凹面を向けた負レンズ、及び、両凹レンズからなるように構成することができる。

20

【0039】

第4レンズ群  $G_4$  は接合レンズを含む3枚以上のレンズを有することが好ましい。第4レンズ群  $G_4$  が3枚以上のレンズからなり、接合レンズを含むことによって、第4レンズ群  $G_4$  単体での色収差の発生を抑えることができる。

【0040】

第4レンズ群  $G_4$  は、3枚又は4枚のレンズからなるように構成することができる。例えば、第4レンズ群  $G_4$  は、物体側から像側へ向かって順に、負メニスカスレンズと両凸レンズが物体側から順に接合された接合レンズ、両凸レンズ、及び、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズからなるように構成することができる。あるいは、第4レンズ群  $G_4$  は、物体側から像側へ向かって順に、負メニスカスレンズと両凸レンズが物体側から順に接合された接合レンズ、及び、両凸レンズからなるように構成することができる。

30

【0041】

上述のように第4レンズ群  $G_4$  は像ぶれ補正時に像面  $S_{im}$  に対して固定されている。これに加え、合焦時も第4レンズ群  $G_4$  は像面  $S_{im}$  に対して固定されていることが好ましい。このようにした場合は、像面  $S_{im}$  に対して固定されているレンズ群を最も像側に設けることができるので優れた防塵性を確保することができる。

【0042】

40

この撮像レンズは、無限遠物体に合焦した状態において、空気換算距離での全系のバックフォーカスを  $B_f$  とし、最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離と上記  $B_f$  との和を  $TTL$  とした場合、下記条件式(1)を満足するように構成されている。 $TTL$  はレンズ系全長である。条件式(1)の下限以下とならないようにすることによって、第4レンズ群  $G_4$  の屈折力を確保でき、非点収差の補正が容易になる。条件式(1)の上限以上とならないようにすることによって、レンズ系全長を抑制でき、 $B_f$  が短くなりすぎないため、コンバージョンレンズへの対応が容易となる。なお、下記条件式(1-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$2 < TTL / B_f < 3.6 \quad (1)$$

$$2.5 < TTL / B_f < 3.5 \quad (1-1)$$

50



## 【0043】

上述したように合焦レンズ群として第2レンズ群G2のみを用い、無限遠物体に合焦した状態における全系の焦点距離を $f$ とし、第2レンズ群G2の焦点距離を $f_2$ とした場合、下記条件式(2)を満足することが好ましい。条件式(2)の下限以下とならないようにすることによって、合焦レンズ群の屈折力が弱くなりすぎないため、合焦時の合焦レンズ群の移動量を抑制することができ、レンズ系の小型化に有利となる。条件式(2)の上限以上とならないようにすることによって、合焦レンズ群の屈折力が強くなりすぎないため、合焦レンズ群単体での色収差の抑制が容易になる。なお、下記条件式(2-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$1.8 < f / f_2 < 2.5 \quad (2)$$

$$2 < f / f_2 < 2.4 \quad (2-1)$$

10

## 【0044】

また、この撮像レンズは、第2レンズ群G2の正レンズの $g$ 線とF線間の部分分散比を $g_{F22}$ とし、第2レンズ群G2の負レンズの $g$ 線とF線間の部分分散比を $g_{F21}$ とした場合、下記条件式(3)を満足することが好ましい。条件式(3)の下限以下とならないようにすることによって、第2レンズ群G2を構成する正レンズと負レンズのアッベ数差が大きくなる組合せの材料を選択することが容易になり、効果的に色収差を補正することができる。条件式(3)の上限以上とならないようにすることによって、第2レンズ群G2内の色収差を抑えることができ、合焦に伴う撮影距離変動時における色収差の変化を小さくすることができる。なお、下記条件式(3-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$0.03 < |g_{F22} - g_{F21}| < 0.045 \quad (3)$$

$$0.032 < |g_{F22} - g_{F21}| < 0.042 \quad (3-1)$$

20

## 【0045】

また、この撮像レンズは、第1レンズ群G1の焦点距離を $f_1$ とし、第2レンズ群G2の焦点距離を $f_2$ とした場合、下記条件式(4)を満足することが好ましい。条件式(4)の下限以下とならないようにすることによって、第1レンズ群G1の屈折力が相対的に強くなりすぎないため、球面収差の発生量を抑制することができる。条件式(4)の上限以上とならないようにすることによって、第2レンズ群G2の屈折力が強くなりすぎないため、第2レンズ群G2単体での色収差の抑制が容易になる。特に、合焦レンズ群として第2レンズ群G2を用いた場合は、条件式(4)の上限以上とならないようにすることによって、合焦レンズ群の屈折力が強くなりすぎないため、合焦レンズ群単体での色収差の抑制が容易になる。なお、下記条件式(4-1)を満足する構成とすれば、より良好な特性とすることができる。

$$1 < f_1 / f_2 < 3 \quad (4)$$

$$1.5 < f_1 / f_2 < 2.8 \quad (4-1)$$

30

## 【0046】

上述した好ましい構成及び可能な構成は、任意の組合せが可能であり、要求される仕様に応じて適宜選択的に採用されることが好ましい。本実施形態によれば、小型化を達成しつつ、諸収差が良好に補正された高い光学性能を有する撮像レンズを実現することが可能である。

40

## 【0047】

次に、本発明の撮像レンズの数値実施例について説明する。

## [実施例1]

実施例1の撮像レンズの断面図は図1に示したものであり、その図示方法は上述したとおりであるので、ここでは重複説明を一部省略する。実施例1の撮像レンズは、物体側から像側へ向かって順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りStと、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、屈折力を有する第4レンズ群G4とからなる。像ぶれ補正時に、第3レンズ群G3全体が光軸Zに対し垂直方向の成分を持つ方向に移動し、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、及び第

50

4 レンズ群 G 4 は像面 S i m に対して固定されている。無限遠物体から近距離物体への合焦時に、第 2 レンズ群 G 2 が光軸 Z に沿って物体側へ移動し、第 1 レンズ群 G 1、第 3 レンズ群 G 3、及び第 4 レンズ群 G 4 は像面 S i m に対して固定されている。以上が実施例 1 の撮像レンズの概要である。なお、図 1 の第 3 レンズ群 G 3 の下の垂直方向の矢印は第 3 レンズ群 G 3 が防振レンズ群であることを意味し、第 2 レンズ群 G 2 の下の左方向へ向かう矢印は無限遠物体から近距離物体への合焦時に第 2 レンズ群 G 2 が物体側へ移動する合焦レンズ群であることを意味する。

#### 【 0 0 4 8 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ L 1 1 ~ L 1 7 の 7 枚のレンズからなり、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ L 2 1 ~ L 2 2 の 2 枚のレンズからなり、第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ L 3 1 ~ L 3 3 の 3 枚のレンズからなり、第 4 レンズ群 G 4 は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ L 4 1 ~ L 4 4 の 4 枚のレンズからなる。

10

#### 【 0 0 4 9 】

実施例 1 の撮像レンズの基本レンズデータを表 1 に、諸元を表 2 に示す。表 1 において、面番号の欄には最も物体側の面を第 1 面とし像側に向かうに従い 1 つずつ番号を増加させた場合の面番号を示し、R の欄には各面の曲率半径を示し、D の欄には各面とその像側に隣接する面との光軸上の面間隔を示す。また、N d の欄には各構成要素の d 線（波長 5 8 7 . 6 n m（ナノメートル））に対する屈折率を示し、d の欄には各構成要素の d 線基準のアップベ数を示し、g F の欄には各構成要素の g 線（波長 4 3 5 . 8 n m（ナノメートル））と F 線（波長 4 8 6 . 1 n m（ナノメートル））間の部分分散比を示す。

20

#### 【 0 0 5 0 】

表 1 では、曲率半径の符号は、物体側に凸面を向けた面形状のものを正、像側に凸面を向けた面形状のものを負としている。表 1 には開口絞り S t 及び光学部材 P P も合わせて示している。表 1 では、開口絞り S t に相当する面の面番号の欄には面番号と（S t）という語句を記載している。表 1 の D の最下欄の値は表中の最も像側の面と像面 S i m との間隔である。

#### 【 0 0 5 1 】

表 2 に、全系の焦点距離 f、空気換算距離での全系のバックフォーカス B f、F ナンバー F N o .、最大全画角 2 を示す。表 2 に示す値は、無限遠物体に合焦した状態における、d 線基準での値である。

30

#### 【 0 0 5 2 】

各表のデータにおいて、角度の単位としては度を用い、長さの単位としては m m（ミリメートル）を用いているが、光学系は比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。また、以下に示す各表では所定の桁でまるめた数値を記載している。

#### 【 0 0 5 3 】

【表 1】  
実施例1

| 面番号    | R           | D      | N d     | $\nu$ d | $\theta$ g F |
|--------|-------------|--------|---------|---------|--------------|
| 1      | 437.94809   | 4.340  | 1.48749 | 70.24   | 0.53007      |
| 2      | -437.94809  | 0.230  |         |         |              |
| 3      | 88.23561    | 9.230  | 1.49700 | 81.54   | 0.53748      |
| 4      | -318.68000  | 1.950  | 1.65160 | 58.62   | 0.54102      |
| 5      | 184.29057   | 1.050  |         |         |              |
| 6      | 52.21970    | 2.060  | 1.51742 | 52.43   | 0.55649      |
| 7      | 35.07000    | 10.600 | 1.49700 | 81.54   | 0.53748      |
| 8      | 99.36236    | 10.110 |         |         |              |
| 9      | 58.26089    | 4.380  | 1.90366 | 31.31   | 0.59481      |
| 10     | 128.22000   | 1.950  | 1.80610 | 40.93   | 0.57019      |
| 11     | 34.81582    | 16.620 |         |         |              |
| 12     | 41.42810    | 2.320  | 1.56732 | 42.82   | 0.57309      |
| 13     | 29.50300    | 7.110  | 1.43875 | 94.66   | 0.53402      |
| 14     | 439.02961   | 8.520  |         |         |              |
| 15(St) | $\infty$    | 3.710  |         |         |              |
| 16     | 356.62970   | 1.030  | 1.85150 | 40.78   | 0.56958      |
| 17     | 50.99860    | 2.890  |         |         |              |
| 18     | -79.33003   | 0.900  | 1.72916 | 54.09   | 0.54490      |
| 19     | 34.97100    | 3.280  | 1.84666 | 23.78   | 0.62054      |
| 20     | 109.90490   | 6.410  |         |         |              |
| 21     | 130.59000   | 2.630  | 1.89286 | 20.36   | 0.63944      |
| 22     | 45.98400    | 7.610  | 1.67003 | 47.20   | 0.56337      |
| 23     | -108.53459  | 20.150 |         |         |              |
| 24     | 129.07707   | 5.690  | 1.60342 | 38.03   | 0.58356      |
| 25     | -82.47672   | 16.420 |         |         |              |
| 26     | -104.71763  | 1.750  | 1.72916 | 54.68   | 0.54451      |
| 27     | -1000.23651 | 68.817 |         |         |              |
| 28     | $\infty$    | 3.200  | 1.51680 | 64.20   | 0.53430      |
| 29     | $\infty$    | 0.026  |         |         |              |

【 0 0 5 4 】

【表 2】

実施例1

|                     |         |
|---------------------|---------|
| f                   | 242.544 |
| Bf                  | 70.954  |
| FNo.                | 4.12    |
| $2\omega(^{\circ})$ | 13.4    |

【 0 0 5 5 】

図 8 に実施例 1 の撮像レンズの各収差図を示す。図 8 では左から順に、球面収差、非点収差、歪曲収差、及び倍率色収差を示す。球面収差図では、d 線（波長 587.6 nm（ナノメートル））、C 線（波長 656.3 nm（ナノメートル））、及び F 線（波長 486.1 nm（ナノメートル））における収差をそれぞれ黒の実線、長破線、及び短破線で示す。非点収差図では、サジタル方向の d 線における収差を実線で示し、タンジェンシャル方向の d 線における収差を短破線で示す。歪曲収差図では d 線における収差を実線で示す。倍率色収差図では、C 線、及び F 線における収差をそれぞれ長破線、及び短破線で示

10

20

30

40

50

す。球面収差図の F N o . は F ナンバーを意味し、その他の収差図の は半画角を意味する。図 8 に示す収差図はいずれも無限遠物体に合焦した状態におけるものである。

【 0 0 5 6 】

上述した実施例 1 の撮像レンズに関する各データの記号、意味、記載方法、及び図示方法は、特に断りがない限り以下の実施例のものについても同様であるので、以下では重複説明を省略する。

【 0 0 5 7 】

[ 実施例 2 ]

実施例 2 の撮像レンズの断面図を図 2 に示す。実施例 2 の撮像レンズは実施例 1 の撮像レンズの概要と同様の構成を有する。第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ L 1 1 ~ L 1 7 の 7 枚のレンズからなり、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ L 2 1 ~ L 2 2 の 2 枚のレンズからなり、第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ L 3 1 ~ L 3 3 の 3 枚のレンズからなり、第 4 レンズ群 G 4 は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ L 4 1 ~ L 4 4 の 4 枚のレンズからなる。実施例 2 の撮像レンズの基本レンズデータを表 3 に、諸元を表 4 に、各収差図を図 9 に示す。

【 0 0 5 8 】

【表 3】  
実施例2

| 面番号    | R           | D      | N d     | $\nu$ d | $\theta_g F$ |
|--------|-------------|--------|---------|---------|--------------|
| 1      | 438.63112   | 4.340  | 1.48749 | 70.24   | 0.53007      |
| 2      | -438.63112  | 0.244  |         |         |              |
| 3      | 89.95142    | 9.222  | 1.49700 | 81.54   | 0.53748      |
| 4      | -298.18291  | 1.922  | 1.65160 | 58.62   | 0.54102      |
| 5      | 189.06449   | 1.324  |         |         |              |
| 6      | 52.16875    | 2.092  | 1.51742 | 52.43   | 0.55649      |
| 7      | 35.05016    | 10.532 | 1.49700 | 81.54   | 0.53748      |
| 8      | 100.55785   | 9.937  |         |         |              |
| 9      | 58.28024    | 4.408  | 1.90366 | 31.31   | 0.59481      |
| 10     | 129.32334   | 1.964  | 1.80610 | 40.93   | 0.57019      |
| 11     | 34.97220    | 16.562 |         |         |              |
| 12     | 41.53249    | 2.370  | 1.56732 | 42.82   | 0.57309      |
| 13     | 29.46470    | 0.046  |         |         |              |
| 14     | 29.48842    | 7.089  | 1.43875 | 94.66   | 0.53402      |
| 15     | 438.63098   | 8.547  |         |         |              |
| 16(St) | $\infty$    | 3.627  |         |         |              |
| 17     | 357.14221   | 1.016  | 1.85150 | 40.78   | 0.56958      |
| 18     | 51.12345    | 3.011  |         |         |              |
| 19     | -79.73545   | 0.952  | 1.72916 | 54.09   | 0.54490      |
| 20     | 35.01621    | 3.270  | 1.84666 | 23.78   | 0.62054      |
| 21     | 109.09694   | 6.350  |         |         |              |
| 22     | 133.17181   | 2.622  | 1.89286 | 20.36   | 0.63944      |
| 23     | 46.22734    | 7.821  | 1.67003 | 47.20   | 0.56337      |
| 24     | -109.33289  | 19.772 |         |         |              |
| 25     | 126.83421   | 5.393  | 1.60342 | 38.03   | 0.58356      |
| 26     | -83.30638   | 16.677 |         |         |              |
| 27     | -105.35018  | 1.840  | 1.72916 | 54.68   | 0.54451      |
| 28     | -1000.19429 | 68.826 |         |         |              |
| 29     | $\infty$    | 3.200  | 1.51680 | 64.20   | 0.53430      |
| 30     | $\infty$    | 0.029  |         |         |              |

【 0 0 5 9 】

【表 4】  
実施例2

|                     |         |
|---------------------|---------|
| f                   | 242.544 |
| Bf                  | 70.966  |
| FNo.                | 4.12    |
| $2\omega(^{\circ})$ | 13.4    |

【 0 0 6 0 】

[ 実施例 3 ]

実施例 3 の撮像レンズの断面図を図 3 に示す。実施例 3 の撮像レンズは実施例 1 の撮像レンズの概要と同様の構成を有する。第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ L 1 1 ~ L 1 7 の 7 枚のレンズからなり、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ L 2 1 ~ L 2 2 の 2 枚のレンズからなり、第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ L 3 1 ~ L 3 3 の 3 枚のレンズからなり、第 4

10

20

30

40

50

レンズ群 G 4 は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ L 4 1 ~ L 4 3 の 3 枚のレンズからなる。実施例 3 の撮像レンズの基本レンズデータを表 5 に、諸元を表 6 に、各収差図を図 10 に示す。

【 0 0 6 1 】

【表 5】

実施例 3

| 面番号    | R           | D      | N d     | $\nu$ d | $\theta_g F$ |
|--------|-------------|--------|---------|---------|--------------|
| 1      | 240.83579   | 5.856  | 1.48749 | 70.24   | 0.53007      |
| 2      | -438.60260  | 0.240  |         |         |              |
| 3      | 72.43191    | 10.738 | 1.49700 | 81.54   | 0.53748      |
| 4      | -438.58802  | 2.172  | 1.66687 | 58.16   | 0.54268      |
| 5      | 104.01262   | 0.289  |         |         |              |
| 6      | 50.36970    | 4.283  | 1.51742 | 52.43   | 0.55649      |
| 7      | 34.88005    | 9.594  | 1.49700 | 81.54   | 0.53748      |
| 8      | 78.78298    | 6.939  |         |         |              |
| 9      | 53.17916    | 3.526  | 2.00069 | 25.46   | 0.61364      |
| 10     | 77.81585    | 2.050  | 1.83400 | 37.34   | 0.57908      |
| 11     | 35.11509    | 16.665 |         |         |              |
| 12     | 44.92113    | 1.144  | 1.58144 | 40.75   | 0.57757      |
| 13     | 28.72721    | 7.670  | 1.49700 | 81.54   | 0.53748      |
| 14     | 356.04089   | 10.167 |         |         |              |
| 15(St) | $\infty$    | 5.412  |         |         |              |
| 16     | -438.63193  | 1.089  | 1.91082 | 35.25   | 0.58224      |
| 17     | 41.77814    | 2.615  |         |         |              |
| 18     | -88.58014   | 1.793  | 1.64000 | 60.08   | 0.53704      |
| 19     | 30.42554    | 4.002  | 1.80518 | 25.42   | 0.61616      |
| 20     | 189.70353   | 1.253  |         |         |              |
| 21     | 83.37183    | 0.961  | 1.89286 | 20.36   | 0.63944      |
| 22     | 39.60945    | 9.682  | 1.67003 | 47.23   | 0.56276      |
| 23     | -94.19744   | 25.624 |         |         |              |
| 24     | 136.55297   | 3.580  | 1.65818 | 32.99   | 0.59664      |
| 25     | -1554.58690 | 83.028 |         |         |              |
| 26     | $\infty$    | 3.200  | 1.51680 | 64.20   | 0.53430      |
| 27     | $\infty$    | 0.004  |         |         |              |

【 0 0 6 2 】

【表 6】

実施例 3

|                     |         |
|---------------------|---------|
| f                   | 242.475 |
| Bf                  | 85.141  |
| FNo.                | 4.12    |
| $2\omega(^{\circ})$ | 13.6    |

【 0 0 6 3 】

[ 実施例 4 ]

実施例 4 の撮像レンズの断面図を図 4 に示す。実施例 4 の撮像レンズは実施例 1 の撮像レンズの概要と同様の構成を有する。第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ L 1 1 ~ L 1 7 の 7 枚のレンズからなり、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ L 2 1 ~ L 2 2 の 2 枚のレンズからなり、第 3 レンズ群 G 3 は

、物体側から像側へ向かって順に、レンズL 3 1 ~ L 3 3 の3枚のレンズからなり、第4レンズ群G 4は、物体側から像側へ向かって順に、レンズL 4 1 ~ L 4 4 の4枚のレンズからなる。実施例4の撮像レンズの基本レンズデータを表7に、諸元を表8に、各収差図を図11に示す。

【0064】

【表7】

実施例4

| 面番号    | R          | D      | N d     | $\nu$ d | $\theta_g F$ |
|--------|------------|--------|---------|---------|--------------|
| 1      | 438.62055  | 4.341  | 1.48749 | 70.24   | 0.53007      |
| 2      | -438.62055 | 0.304  |         |         |              |
| 3      | 89.79334   | 9.252  | 1.49700 | 81.54   | 0.53748      |
| 4      | -293.78721 | 1.868  | 1.65160 | 58.62   | 0.54102      |
| 5      | 178.26171  | 1.572  |         |         |              |
| 6      | 51.77411   | 2.111  | 1.51742 | 52.43   | 0.55649      |
| 7      | 35.69169   | 10.419 | 1.49700 | 81.54   | 0.53748      |
| 8      | 100.73818  | 10.783 |         |         |              |
| 9      | 60.82735   | 4.246  | 1.90366 | 31.31   | 0.59481      |
| 10     | 133.76910  | 1.965  | 1.80610 | 40.93   | 0.57019      |
| 11     | 35.49136   | 15.648 |         |         |              |
| 12     | 41.87137   | 1.270  | 1.60562 | 43.71   | 0.57214      |
| 13     | 27.99728   | 7.655  | 1.49700 | 81.54   | 0.53748      |
| 14     | 381.56007  | 9.769  |         |         |              |
| 15(St) | $\infty$   | 3.471  |         |         |              |
| 16     | 325.43949  | 1.012  | 1.85150 | 40.78   | 0.56958      |
| 17     | 50.38386   | 2.859  |         |         |              |
| 18     | -78.67246  | 0.884  | 1.72916 | 54.09   | 0.54490      |
| 19     | 33.78564   | 3.389  | 1.84666 | 23.78   | 0.62054      |
| 20     | 108.44583  | 7.422  |         |         |              |
| 21     | 126.22095  | 2.663  | 1.89286 | 20.36   | 0.63944      |
| 22     | 46.76052   | 7.711  | 1.67003 | 47.20   | 0.56337      |
| 23     | -114.04463 | 19.812 |         |         |              |
| 24     | 128.10953  | 5.096  | 1.60342 | 38.03   | 0.58356      |
| 25     | -93.31371  | 15.690 |         |         |              |
| 26     | -109.12859 | 1.720  | 1.72916 | 54.68   | 0.54451      |
| 27     | -794.71155 | 68.816 |         |         |              |
| 28     | $\infty$   | 3.200  | 1.51680 | 64.20   | 0.53430      |
| 29     | $\infty$   | 0.021  |         |         |              |

【0065】

【表8】

実施例4

|                     |         |
|---------------------|---------|
| f                   | 242.541 |
| Bf                  | 70.948  |
| FNo.                | 4.12    |
| $2\omega(^{\circ})$ | 13.4    |

【0066】

[ 実施例5 ]

実施例5の撮像レンズの断面図を図5に示す。実施例5の撮像レンズは実施例1の撮像

10

20

30

40

50

レンズの概要と同様の構成を有する。第１レンズ群Ｇ１は、物体側から像側へ向かって順に、レンズＬ１１～Ｌ１７の７枚のレンズからなり、第２レンズ群Ｇ２は、物体側から像側へ向かって順に、レンズＬ２１～Ｌ２２の２枚のレンズからなり、第３レンズ群Ｇ３は、物体側から像側へ向かって順に、レンズＬ３１～Ｌ３３の３枚のレンズからなり、第４レンズ群Ｇ４は、物体側から像側へ向かって順に、レンズＬ４１～Ｌ４４の４枚のレンズからなる。実施例５の撮像レンズの基本レンズデータを表９に、諸元を表１０に、各収差図を図１２に示す。

【 ０ ０ ６ ７ 】

【表 ９】

実施例５

| 面番号    | R           | D      | N d     | $\nu$ d | $\theta_g F$ |
|--------|-------------|--------|---------|---------|--------------|
| 1      | 438.63112   | 4.341  | 1.48749 | 70.24   | 0.53007      |
| 2      | -438.63112  | 0.247  |         |         |              |
| 3      | 92.49952    | 9.151  | 1.49700 | 81.54   | 0.53748      |
| 4      | -281.77308  | 1.944  | 1.65160 | 58.62   | 0.54102      |
| 5      | 199.52458   | 2.020  |         |         |              |
| 6      | 51.99674    | 2.104  | 1.51742 | 52.43   | 0.55649      |
| 7      | 35.05062    | 10.529 | 1.49700 | 81.54   | 0.53748      |
| 8      | 100.42818   | 9.278  |         |         |              |
| 9      | 58.28230    | 4.403  | 1.90366 | 31.31   | 0.59481      |
| 10     | 128.78569   | 2.008  | 1.80610 | 40.93   | 0.57019      |
| 11     | 35.51925    | 16.124 |         |         |              |
| 12     | 40.13445    | 2.005  | 1.60562 | 43.71   | 0.57214      |
| 13     | 28.70635    | 7.324  | 1.43387 | 95.18   | 0.53733      |
| 14     | 438.63092   | 8.543  |         |         |              |
| 15(St) | $\infty$    | 3.724  |         |         |              |
| 16     | 357.14738   | 1.020  | 1.85150 | 40.78   | 0.56958      |
| 17     | 50.57626    | 3.094  |         |         |              |
| 18     | -79.42340   | 0.977  | 1.72916 | 54.09   | 0.54490      |
| 19     | 35.36718    | 3.249  | 1.84666 | 23.78   | 0.62054      |
| 20     | 110.50728   | 6.394  |         |         |              |
| 21     | 152.50777   | 2.635  | 1.89286 | 20.36   | 0.63944      |
| 22     | 48.23139    | 7.735  | 1.67003 | 47.20   | 0.56337      |
| 23     | -107.66790  | 19.429 |         |         |              |
| 24     | 117.69688   | 6.666  | 1.60342 | 38.03   | 0.58356      |
| 25     | -85.77640   | 16.518 |         |         |              |
| 26     | -108.12557  | 1.484  | 1.72916 | 54.68   | 0.54451      |
| 27     | -1000.01947 | 68.820 |         |         |              |
| 28     | $\infty$    | 3.200  | 1.51680 | 64.20   | 0.53430      |
| 29     | $\infty$    | 0.032  |         |         |              |

【 ０ ０ ６ ８ 】

【表 １ ０】

実施例５

|                     |         |
|---------------------|---------|
| f                   | 242.543 |
| Bf                  | 70.964  |
| FNo.                | 4.12    |
| $2\omega(^{\circ})$ | 13.4    |

10

20

30

40

50



## 【 0 0 6 9 】

## [ 実施例 6 ]

実施例 6 の撮像レンズの断面図を図 6 に示す。実施例 6 の撮像レンズは実施例 1 の撮像レンズの概要と同様の構成を有する。第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ L 1 1 ~ L 1 7 の 7 枚のレンズからなり、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ L 2 1 ~ L 2 2 の 2 枚のレンズからなり、第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ L 3 1 ~ L 3 2 の 2 枚のレンズからなり、第 4 レンズ群 G 4 は、物体側から像側へ向かって順に、レンズ L 4 1 ~ L 4 4 の 4 枚のレンズからなる。実施例 5 の撮像レンズの基本レンズデータを表 1 1 に、諸元を表 1 2 に、各収差図を図 1 3 に示す。

10

## 【 0 0 7 0 】

なお、表 1 1 では、非球面の面番号には \* 印を付しており、非球面の曲率半径の欄には近軸の曲率半径の数値を記載している。表 1 3 に、非球面の面番号と各非球面に関する非球面係数を示す。表 1 3 の非球面係数の数値の「 $E \pm n$ 」（ $n$ ：整数）は「 $\times 10^{\pm n}$ 」を意味する。非球面係数は、下式で表される非球面式における各係数  $K A$ 、 $A m$ （ $m = 3$ 、4、5、...）の値である。

$$Z d = C \times h^2 / \{ 1 + ( 1 - K A \times C^2 \times h^2 )^{1/2} \} + A m \times h^m$$

ただし、

$Z d$ ：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下ろした垂線の長さ）

20

$h$ ：高さ（光軸からのレンズ面までの距離）

$C$ ：近軸曲率

$K A$ 、 $A m$ ：非球面係数

であり、非球面式の  $\sum$  は  $m$  に関する総和を意味する。

## 【 0 0 7 1 】

【表 1 1】  
実施例6

| 面番号    | R          | D      | N d     | $\nu$ d | $\theta_g F$ |
|--------|------------|--------|---------|---------|--------------|
| 1      | 438.58008  | 4.342  | 1.48749 | 70.24   | 0.53007      |
| 2      | -438.58008 | 0.250  |         |         |              |
| 3      | 107.32089  | 8.322  | 1.49700 | 81.54   | 0.53748      |
| 4      | -279.53618 | 1.950  | 1.65160 | 58.62   | 0.54102      |
| 5      | 275.04981  | 5.997  |         |         |              |
| 6      | 50.56998   | 2.204  | 1.51742 | 52.43   | 0.55649      |
| 7      | 35.05153   | 10.112 | 1.49700 | 81.54   | 0.53748      |
| 8      | 90.51726   | 8.827  |         |         |              |
| 9      | 58.28612   | 4.202  | 1.90366 | 31.31   | 0.59481      |
| 10     | 118.42000  | 2.970  | 1.80610 | 40.93   | 0.57019      |
| 11     | 35.26634   | 14.990 |         |         |              |
| 12     | 42.39364   | 2.310  | 1.56732 | 42.82   | 0.57309      |
| 13     | 29.63183   | 7.040  | 1.43875 | 94.66   | 0.53402      |
| 14     | 429.47610  | 8.568  |         |         |              |
| 15(St) | $\infty$   | 4.335  |         |         |              |
| *16    | 357.12638  | 1.025  | 1.76521 | 32.85   | 0.59401      |
| *17    | 55.83052   | 3.031  |         |         |              |
| 18     | -70.85488  | 2.878  | 1.70945 | 56.03   | 0.54363      |
| 19     | 104.88455  | 7.611  |         |         |              |
| 20     | 139.85427  | 2.666  | 1.95034 | 27.48   | 0.60591      |
| 21     | 75.47311   | 7.642  | 1.70975 | 29.51   | 0.60502      |
| 22     | -116.78453 | 21.988 |         |         |              |
| 23     | 109.49943  | 5.704  | 1.57996 | 40.35   | 0.57602      |
| 24     | -82.49903  | 11.530 |         |         |              |
| 25     | -65.44503  | 2.406  | 2.00001 | 27.82   | 0.60562      |
| 26     | -129.77188 | 68.816 |         |         |              |
| 27     | $\infty$   | 3.200  | 1.51680 | 64.20   | 0.53430      |
| 28     | $\infty$   | 0.023  |         |         |              |

【 0 0 7 2 】

【表 1 2】  
実施例6

|                     |         |
|---------------------|---------|
| f                   | 242.517 |
| Bf                  | 70.949  |
| FNo.                | 4.12    |
| $2\omega(^{\circ})$ | 13.4    |

【 0 0 7 3 】

10

20

30

40

【表 1 3】  
実施例6

| 面番号 | 16             | 17             |
|-----|----------------|----------------|
| KA  | 4.2641687E+00  | 9.8538306E-01  |
| A3  | -2.4157292E-07 | -3.4281116E-07 |
| A4  | -1.8845838E-07 | -8.5297902E-07 |
| A5  | 1.9756598E-09  | -1.0996087E-08 |
| A6  | 6.4542287E-11  | -1.2575554E-13 |
| A7  | 4.0955448E-14  | 4.6204547E-12  |
| A8  | -8.1675328E-14 | -5.7013968E-14 |
| A9  | -7.4024136E-15 | -2.6331635E-14 |
| A10 | -9.1764222E-16 | -2.8473312E-15 |
| A11 | -1.1834289E-16 | -1.8498833E-16 |
| A12 | -9.9057160E-18 | -1.0450240E-17 |
| A13 | -1.1112985E-18 | -2.4798929E-18 |
| A14 | -1.1228893E-20 | -4.3326607E-20 |
| A15 | 1.4664311E-21  | -5.1172447E-21 |
| A16 | 3.4413852E-23  | 3.4049552E-22  |
| A17 | -5.2515832E-24 | 2.3364426E-23  |

10

20

【 0 0 7 4 】

表 1 4 に実施例 1 ～ 6 の撮像レンズの条件式 ( 1 ) ～ ( 4 ) の対応値を示す。実施例 1 ～ 6 は d 線を基準波長としている。表 1 4 には d 線基準での値を示す。

【 0 0 7 5 】

【表 1 4】

| 式番号 |                                 | 実施例1  | 実施例2  | 実施例3  | 実施例4  | 実施例5  | 実施例6  |
|-----|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| (1) | TTL/Bf                          | 3.17  | 3.16  | 2.61  | 3.27  | 3.27  | 3.27  |
| (2) | f/f2                            | 2.06  | 2.05  | 2.12  | 2.28  | 2.01  | 1.98  |
| (3) | $ \theta_{gF22}-\theta_{gF21} $ | 0.039 | 0.039 | 0.040 | 0.035 | 0.035 | 0.039 |
| (4) | f1/f2                           | 2.10  | 2.06  | 2.25  | 2.55  | 1.92  | 1.94  |

10

20

30

## 【0076】

次に、本発明の実施形態に係る撮像装置について説明する。図14及び図15に本発明の一実施形態に係る撮像装置であるカメラ30の外観図を示す。図14はカメラ30を正面側から見た斜視図を示し、図15はカメラ30を背面側から見た斜視図を示す。カメラ30は、交換レンズ20が取り外し自在に装着される、レフレックスファインダーを持たない一眼形式のデジタルカメラである。交換レンズ20は、本発明の実施形態に係る撮像

40

## 【0077】

このカメラ30はカメラボディ31を備え、カメラボディ31の上面にはシャッターボタン32、及び電源ボタン33が設けられている。またカメラボディ31の背面には、操作部34、操作部35、及び表示部36が設けられている。表示部36は、撮像された画像及び撮像される前の画角内にある画像を表示する。

## 【0078】

カメラボディ31の前面中央部には、撮影対象からの光が入射する撮影開口が設けられ、その撮影開口に対応する位置にマウント37が設けられ、マウント37を介して交換レ

50

ンズ 20 がカメラボディ 31 に装着される。

【0079】

カメラボディ 31 内には、交換レンズ 20 によって形成された被写体像に応じた撮像信号を出力する CCD (Charge Coupled Device) または CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の撮像素子、その撮像素子から出力された撮像信号を処理して画像を生成する信号処理回路、及びその生成された画像を記録するための記録媒体等が設けられている。このカメラ 30 では、シャッターボタン 32 を押すことにより静止画又は動画の撮影が可能であり、この撮影で得られた画像データが上記記録媒体に記録される。

【0080】

以上、実施形態及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及び実施例に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、各レンズの曲率半径、面間隔、屈折率、及びアッペ数は、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。

【0081】

また、本発明の実施形態に係る撮像装置についても、上記例に限定されず、例えば、一眼レフ形式のカメラ、フィルムカメラ、及びビデオカメラ等、種々の態様とすることができる。

【符号の説明】

【0082】

- 1 撮像レンズ
- 2 軸上光束
- 3 最大画角の光束
- 20 交換レンズ
- 30 カメラ
- 31 カメラボディ
- 32 シャッターボタン
- 33 電源ボタン
- 34、35 操作部
- 36 表示部
- 37 マウント
- G1 第1レンズ群
- G2 第2レンズ群
- G3 第3レンズ群
- G4 第4レンズ群
- L11 ~ L17、L21 ~ L22、L31 ~ L33、L41 ~ L44 レンズ
- PP 光学部材
- Sim 像面
- St 開口絞り
- Z 光軸

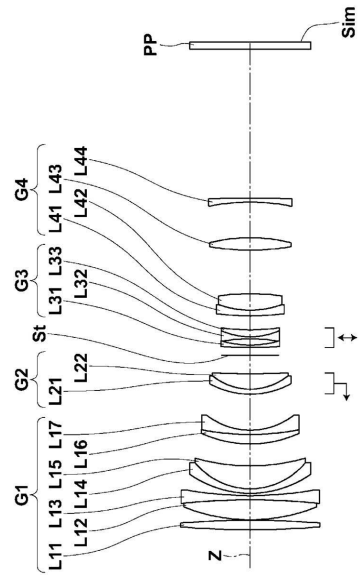
10

20

30

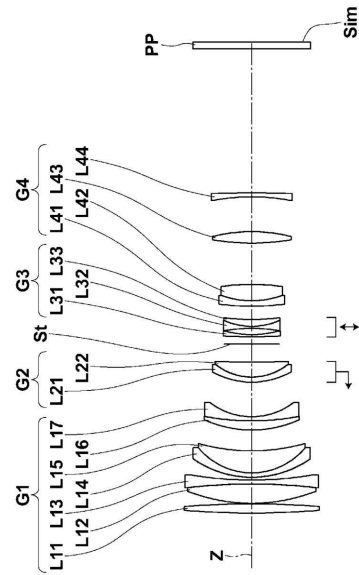
【図 1】

実施例1



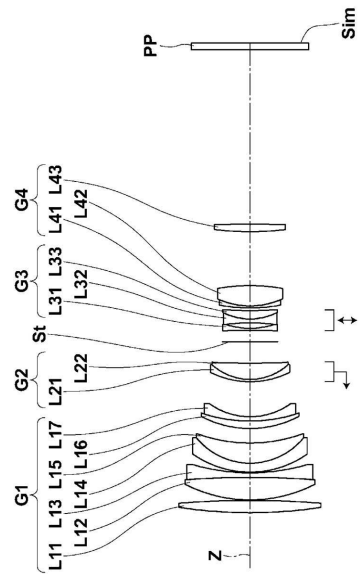
【図 2】

実施例2



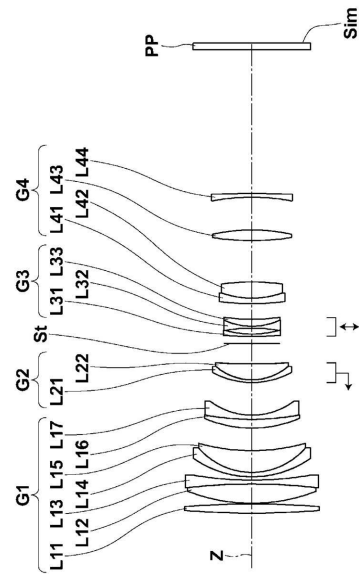
【図 3】

実施例3

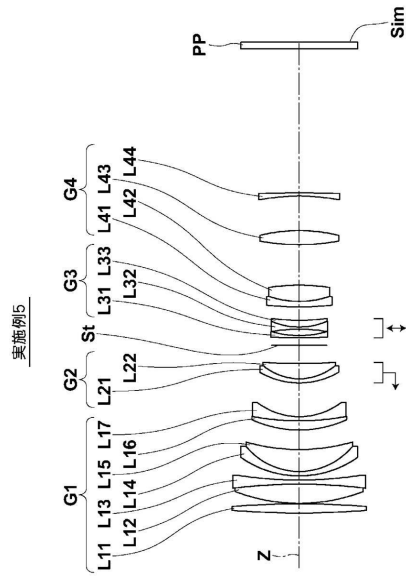


【図 4】

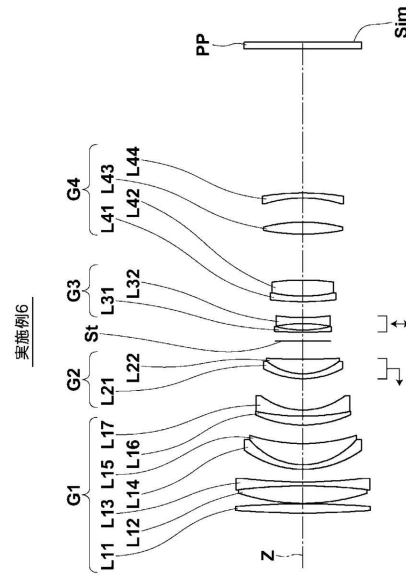
実施例4



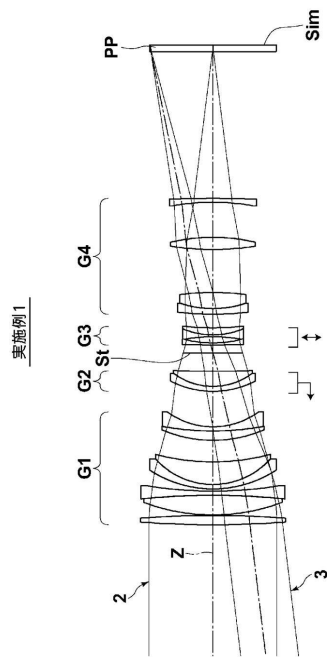
【図 5】



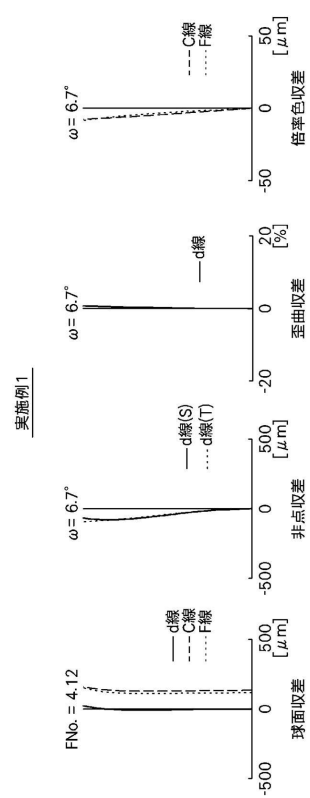
【図 6】



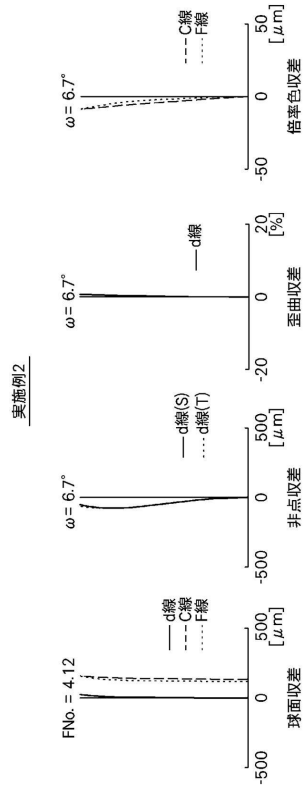
【図 7】



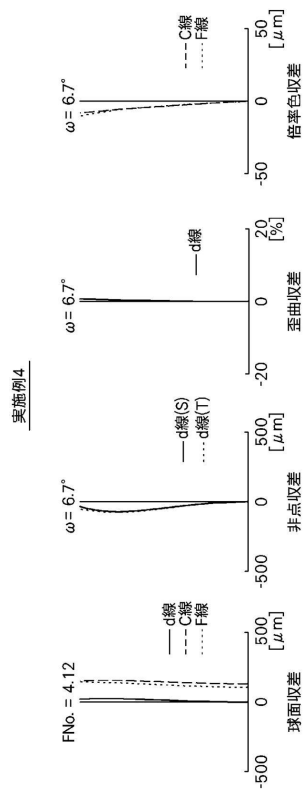
【図 8】



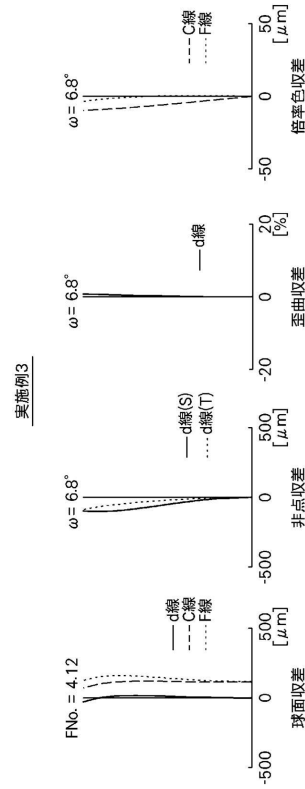
【図9】



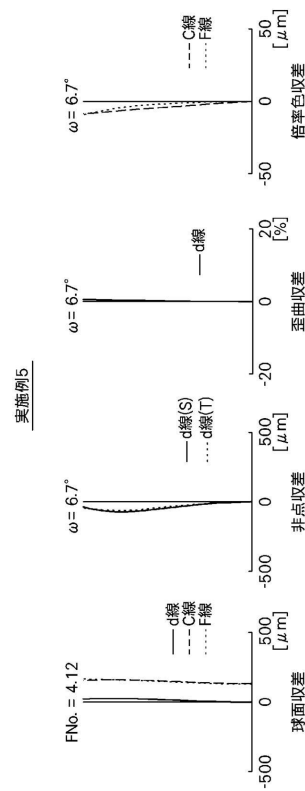
【図11】



【図10】

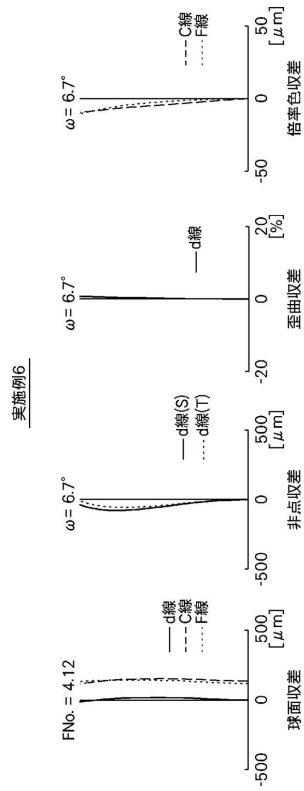


【図12】

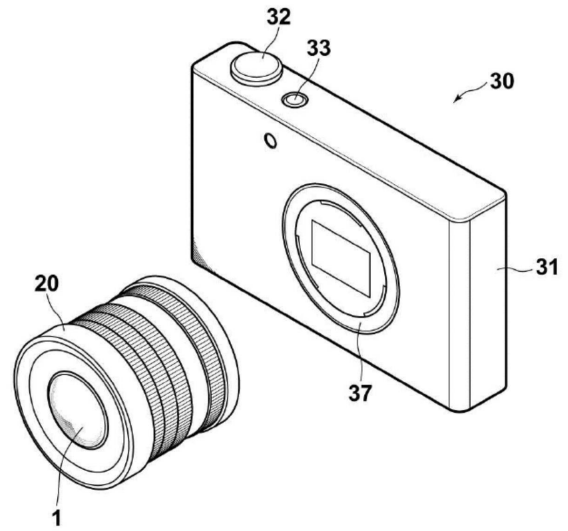




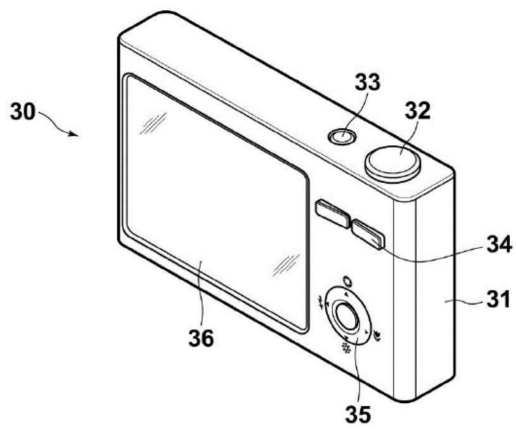
【図 13】



【図 14】



【図 15】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2017/047760(WO, A1)

特開平09-325269(JP, A)

特開2017-122871(JP, A)

特開2016-161644(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