

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6647038号  
(P6647038)

(45) 発行日 令和2年2月14日(2020.2.14)

(24) 登録日 令和2年1月16日(2020.1.16)

(51) Int.Cl.

F 1

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

請求項の数 17 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2015-251330 (P2015-251330)  
 (22) 出願日 平成27年12月24日 (2015.12.24)  
 (65) 公開番号 特開2017-116703 (P2017-116703A)  
 (43) 公開日 平成29年6月29日 (2017.6.29)  
 審査請求日 平成30年12月25日 (2018.12.25)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100126240  
 弁理士 阿部 琢磨  
 (74) 代理人 100124442  
 弁理士 黒岩 創吾  
 (72) 発明者 横山 貴嘉  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ  
 ャノン株式会社内  
 (72) 発明者 田代 欣久  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ  
 ャノン株式会社内

審査官 堀井 康司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、1つ以上のレンズ群を有する後群より構成され、ズーミングに際して前記第1レンズ群は不動であり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群の光路中に光路を折り曲げる反射面を含む反射部材が配置されており、

像ぶれ補正に際して、前記第2レンズ群は、光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動し、

望遠端で無限遠に合焦しているときの前記第2レンズ群の横倍率を  $2 t$ 、広角端における前記第2レンズ群の最も像側のレンズ面から前記第3レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D 2 3 w$ 、広角端における前記ズームレンズの焦点距離を  $f w$ 、前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第1レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D 1$ 、望遠端における前記ズームレンズの焦点距離を  $f t$  とするとき、

$$\begin{aligned} -2.50 < 2t < -0.98 \\ 0.50 < D 2 3 w / f w < 1.50 \\ 0.20 < D 1 / f t < 0.47 \end{aligned}$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

10

20

## 【請求項 2】

前記第1レンズ群の焦点距離を  $f_1$  とするとき、

$$2.00 < f_1 / f_w < 3.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

## 【請求項 3】

前記第2レンズ群の焦点距離を  $f_2$  とするとき、

$$-1.30 < f_2 / f_w < -0.60$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1または2に記載のズームレンズ。

## 【請求項 4】

広角端で無限遠に合焦しているときの前記第2レンズ群の横倍率を  $z_2$  とし、

$$z_2 = f_t / f_w$$

$$z = f_t / f_w$$

としたとき、

$$0.46 < z_2 / z < 0.72$$

なる条件式を満足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1レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力のレンズ成分、反射部材、正の屈折力のレンズ成分より構成され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。

## 【請求項 6】

前記反射部材はプリズムにより構成されることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載のズームレンズ。

## 【請求項 7】

前記負の屈折力のレンズ成分の焦点距離を  $f_{Gn}$ 、前記プリズムの光軸上の長さを  $D_{pr}$  とするとき、

$$-3.50 < f_{Gn} / D_{pr} < -1.20$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項6に記載のズームレンズ。

## 【請求項 8】

前記プリズムの材料の  $d$  線における屈折率を  $N_{dpr}$  とするとき、

$$1.80 < N_{dpr} < 2.50$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項6または7に記載のズームレンズ。

## 【請求項 9】

前記後群は、負の屈折力のレンズ群を有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。

## 【請求項 10】

前記後群に含まれる負の屈折力のレンズ群の焦点距離を  $f_n$  とするとき、

$$-0.53 < f_n / f_t < -0.17$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項9に記載のズームレンズ。

## 【請求項 11】

前記後群は正の屈折力の第4レンズ群より構成され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。

## 【請求項 12】

物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群より構成され、ズーミングに際して前記第1レンズ群は不動であり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群の光路中に光路を折り曲げる反射面を含む反射部材が配置されており、

像ぶれ補正に際して、前記第2レンズ群は、光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移

10

20

30

40

50

動し、

望遠端で無限遠に合焦しているときの前記第2レンズ群の横倍率を 2t とするとき、  

$$-2.50 < 2t < -0.98$$
  
なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

**【請求項13】**

前記後群は物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群より構成されることを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項に記載のズームレンズ。

**【請求項14】**

物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群より構成され、ズーミングに際して前記第1レンズ群は不動であり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群の光路中に光路を折り曲げる反射面を含む反射部材が配置されており、  
像ぶれ補正に際して、前記第2レンズ群は、光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動し、

望遠端で無限遠に合焦しているときの前記第2レンズ群の横倍率を 2t とするとき、  

$$-2.50 < 2t < -0.98$$
  
なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

**【請求項15】**

前記後群は物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群、正の屈折力の第6レンズ群より構成されることを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項に記載のズームレンズ。

**【請求項16】**

物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群、正の屈折力の第6レンズ群より構成され、ズーミングに際して前記第1レンズ群は不動であり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群の光路中に光路を折り曲げる反射面を含む反射部材が配置されており、  
像ぶれ補正に際して、前記第2レンズ群は、光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動し、

望遠端で無限遠に合焦しているときの前記第2レンズ群の横倍率を 2t とするとき、  

$$-2.50 < 2t < -0.98$$
  
なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

**【請求項17】**

請求項1乃至16のいずれか1項のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する固体撮像素子とを有す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及びそれを有する撮像装置に関し、例えばビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、監視用カメラ、銀塩写真用のカメラ、放送用カメラ、スマートフォン、タブレット、ウェアラブル機器等に好適なものである。

**【背景技術】**

**【0002】**

近年、撮像装置に用いられる撮像光学系には、高ズーム比で全体が小型であり、撮像装置（カメラ）に用いたとき、その厚み（前後方向の厚み）を薄くできるズームレンズであ

10

20

30

40

50

ることが求められている。

【0003】

撮像装置の厚みを薄くするために、撮影光学系の光軸（光路）を90°折り曲げる反射部材、例えば内面反射を利用したプリズム部材（反射部材）を光路中に配置した所謂屈曲式のズームレンズが知られている。また、移動中の乗物からの撮像や、手振れ等に起因した画像の劣化を防止する目的で露光中に光学系の中の一部のレンズ群を防振レンズ群として変移させて画像のブレ（像ぶれ）を補正する機能、所謂、防振機能を有したズームレンズが知られている。

【0004】

従来、光路中に光路折り曲げ用の反射部材を配置し、しかも像ぶれ補正機能を有し、高ズーム比で全系が小型のズームレンズが知られている（特許文献1、2）。特許文献1、2では物体側より像側へ順に、正、負、正、正、負の屈折力の第1乃至第5レンズ群より構成される5群ズームレンズにおいて、第1レンズ群中に光路折り曲げ用の反射部材を配置したズームレンズを開示している。また、特許文献1、2ではズーミングに際して第1レンズ群を不動とし、像ぶれ補正に際して第2レンズ群を光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させたズームレンズを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-42699号公報

【特許文献2】特開2010-91835号公報

10

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

反射部材を用いてカメラに適用したときカメラの厚みを薄くし、全系の小型化を図りつつ、高い光学性能のズームレンズを得るためにズームレンズのレンズ構成を適切に設定することが重要になってくる。また像ぶれ補正用の防振レンズ群が小型、軽量であり防振時においても光学性能の低下が少なく、良好な光学性能を維持するためには光学系中の防振レンズ群の選定及び防振レンズ群のレンズ構成を適切に設定することが重要になってくる。

30

【0007】

例えば、第1レンズ群内に光路折り曲げ用の反射部材を配置し、全系の小型化を図りつつ、カメラの厚み方向を薄くするには、前玉有効径が小型となり、反射部材の反射面寸法が小さく、かつレンズ全長を短くすることが容易なレンズ構成をとるのが良い。また、迅速なる防振を行いつつ、全系の小型化を図るには防振レンズ群を駆動させるためのメカ駆動部を小さくすることができるレンズ構成とするのが良い。この他、防振レンズ群の変移量に対する像位置の補正量（防振敏感度）が大きくて、像ぶれ補正に必要な移動量を低減することができるレンズ構成とするのが良い。

【0008】

本発明は、撮像装置に適用したとき、撮像装置の厚みを薄くすることができ、しかも防振時にも光学性能を良好に維持することができるズームレンズ及びそれを有する撮像装置の提供を目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、1つ以上のレンズ群を有する後群より構成され、ズーミングに際して前記第1レンズ群は不動であり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群の光路中に光路を折り曲げる反射面を含む反射部材が配置されており、

50

像ぶれ補正に際して、前記第2レンズ群は、光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動し、

望遠端で無限遠に合焦しているときの前記第2レンズ群の横倍率を  $2t$ 、広角端における前記第2レンズ群の最も像側のレンズ面から前記第3レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D_{23w}$ 、広角端における前記ズームレンズの焦点距離を  $f_w$ 、前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第1レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D_1$ 、望遠端における前記ズームレンズの焦点距離を  $f_t$  とするとき

$$\begin{aligned} -2.50 < 2t < -0.98 \\ 0.50 < D_{23w} / f_w < 1.50 \\ 0.20 < D_1 / f_t < 0.47 \end{aligned}$$

10

なる条件式を満足することを特徴としている。

この他本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群より構成され、ズーミングに際して前記第1レンズ群は不動であり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群の光路中に光路を折り曲げる反射面を含む反射部材が配置されており、像ぶれ補正に際して、前記第2レンズ群は、光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動し、

20

望遠端で無限遠に合焦しているときの前記第2レンズ群の横倍率を  $2t$  とするとき、  
 $-2.50 < 2t < -0.98$

なる条件式を満足することを特徴としている。

この他本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群より構成され、ズーミングに際して前記第1レンズ群は不動であり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群の光路中に光路を折り曲げる反射面を含む反射部材が配置されており、像ぶれ補正に際して、前記第2レンズ群は、光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動し、

30

望遠端で無限遠に合焦しているときの前記第2レンズ群の横倍率を  $2t$  とするとき、  
 $-2.50 < 2t < -0.98$

なる条件式を満足することを特徴としている。

この他本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群、正の屈折力の第6レンズ群より構成され、ズーミングに際して前記第1レンズ群は不動であり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

40

前記第1レンズ群の光路中に光路を折り曲げる反射面を含む反射部材が配置されており、像ぶれ補正に際して、前記第2レンズ群は、光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動し、

望遠端で無限遠に合焦しているときの前記第2レンズ群の横倍率を  $2t$  とするとき、  
 $-2.50 < 2t < -0.98$

なる条件式を満足することを特徴としている。

#### 【発明の効果】

#### 【0010】

本発明によれば、撮像装置に適用したとき、撮像装置の厚みを薄くすることができ、し

50

かも防振時にも光学性能を良好に維持することが容易なズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施例1の広角端におけるレンズ断面図

【図2】(A)、(B)、(C) 実施例1の無限遠物体に合焦しているときの広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図

【図3】(A)、(B)、(C) 実施例1の無限遠物体に合焦しているときの広角端、中間のズーム位置、望遠端における0.5°防振補正時の横収差図

【図4】実施例2の広角端におけるレンズ断面図

【図5】(A)、(B)、(C) 実施例2の無限遠物体に合焦しているときの広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図

10

【図6】(A)、(B)、(C) 実施例2の無限遠物体に合焦しているときの広角端、中間のズーム位置、望遠端における0.5°防振補正時の横収差図

【図7】実施例3の広角端におけるレンズ断面図

【図8】(A)、(B)、(C) 実施例3の無限遠物体に合焦しているときの広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図

【図9】(A)、(B)、(C) 実施例3の無限遠物体に合焦しているときの広角端、中間のズーム位置、望遠端における0.5°防振補正時の横収差図

【図10】実施例4の広角端におけるレンズ断面図

【図11】(A)、(B)、(C) 実施例4の無限遠物体に合焦しているときの広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図

20

【図12】(A)、(B)、(C) 実施例4の無限遠物体に合焦しているときの広角端、中間のズーム位置、望遠端における0.5°防振補正時の横収差図

【図13】本発明の実施例1の広角端におけるレンズ断面図

【図14】本発明の撮像装置の要部概略図

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置について説明する。本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、1つ以上のレンズ群を有する後群より構成されている。ズーミングに際して第1レンズ群は不動であり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化する。第1レンズ群の光路中に光路を折り曲げる反射面を含む反射部材が配置されており、像ぶれ補正に際して、第2レンズ群は、光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動する。

30

【0013】

図1は本発明の実施例1のズームレンズの広角端(短焦点距離端)におけるレンズ断面図である。図2(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例1のズームレンズの無限遠に合焦時の広角端、中間のズーム位置、望遠端(長焦点距離端)における収差図である。図3(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例1のズームレンズの無限遠に合焦時の広角端、中間のズーム位置、望遠端において0.5度の防振を補正したときの横収差図である。実施例1はズーム比4.73、Fナンバー3.60～5.73のズームレンズである。

40

【0014】

図4は本発明の実施例2のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図5(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例2のズームレンズの無限遠に合焦時の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図6(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例2のズームレンズの無限遠に合焦時の広角端、中間のズーム位置、望遠端において0.5度の防振を補正したときの横収差図である。実施例2はズーム比4.73、Fナンバー3.60～5.73のズームレンズである。

【0015】

図7は本発明の実施例3のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図8(

50

A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例3のズームレンズの無限遠に合焦時の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図9(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例3のズームレンズの無限遠に合焦時の広角端、中間のズーム位置、望遠端において0.5度の防振を補正したときの横収差図である。実施例3はズーム比4.73、Fナンバー3.38~5.96のズームレンズである。

#### 【0016】

図10は本発明の実施例4のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図11(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例4のズームレンズの無限遠に合焦時の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図12(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例4のズームレンズの無限遠に合焦時の広角端、中間のズーム位置、望遠端において0.5度の防振を補正したときの横収差図である。実施例4はズーム比4.73、Fナンバー3.60~6.37のズームレンズである。

10

#### 【0017】

図1、図4、図7、図10のレンズ断面図ではプリズム内に設けた反射面を有する反射部材(プリズム)で光路を折り曲げているが各レンズ断面図では便宜上光路を展開した状態で示している。図13は実施例1のズームレンズの広角端において反射部材で光路を折り曲げた状態のレンズ断面図である。図14は本発明のズームレンズを備えるカメラ(撮像装置)の要部概略図である。

#### 【0018】

各実施例のズームレンズはビデオカメラやデジタルカメラそして銀塩フィルムカメラ等の撮像装置に用いられる撮像光学系である。レンズ断面図において、左方が被写体側(物体側)(前方)で、右方が像側(後方)である。レンズ断面図において、iは物体側からのレンズ群の順番を示し、Liは第iレンズ群である。

20

#### 【0019】

LRは1つ以上のレンズ群を有する後群である。Lnは後群LRに含まれる負の屈折力のレンズ群である。PRは光路折り曲げ用の反射部材であり、各実施例では反射面を有し、光路上の光路を90度又は90度前後(90°±10°)折り曲げるプリズム(ガラス材又はプラスチック材)よりなっている。GBは光学フィルター、フェースプレート、水晶ローパスフィルター、赤外カットフィルター等に相当する光学プロックである。

#### 【0020】

30

IPは像面であり、ビデオカメラやデジタルスチルカメラの撮影光学系として使用する際にはCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子(光電変換素子)の撮像面に、銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面に相当する感光面が置かれる。

#### 【0021】

開口絞りは第3レンズ群L3の最も物体側の鏡筒枠が兼ねている。尚、第3レンズ群L3の物体側に開口絞りを配置しても良い。レンズ断面図において、矢印は広角端から望遠端へのズーミングにおける各レンズ群と開口絞りSPの移動軌跡を示している。レンズ断面図においてyは撮像素子の短辺方向である。xは撮像素子の長辺方向である。zは光軸に相当している。

#### 【0022】

40

収差図のうち、球面収差において、実線のdはd線(波長587.6nm)、点線のgはg線(波長435.8nm)である。非点収差において実線のMはd線のメリディオナル像面、破線のSはd線のサジタル像面である。色収差において一点鎖線のgはg線である。は半画角(撮影画角の半分の値)(度)、FnoはFナンバーである。横収差図において実線のMはメリディオナル像面、破線のSはサジタル像面である。尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用レンズ群が機構上光軸上を移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。

#### 【0023】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3、1つ以上のレ

50

ンズ群を含む後群 L R より構成されている。本発明のズームレンズは、所謂ポジティブリード型の屈折力配置を採用し、高ズーム比化と前玉有効径（第1レンズ群 L 1 の有効径）の小型化を図っている。

【0024】

また、ズーミングに際して、第1レンズ群 L 1 を不動とし、可動レンズ群を少なくし、鏡筒構造を簡略化し、撮像装置のレンズユニットの小型化を図っている。また、第1レンズ群 L 1 を不動とし、レンズユニットを密閉構造とすることにより、外乱に対して強固な撮像装置を実現している。また、最も物体側に配置された第1レンズ群 L 1 の光路中に反射面を有する反射部材 P R を配置し、光軸を 90 度（90 度 ± 10 度以内）屈曲することで撮像装置全体の薄型化を実現している。

10

【0025】

また、ポジティブリード型のズームレンズの主変倍レンズ群である第2レンズ群 L 2 で像ぶれ補正（防振）を行っている。第2レンズ群 L 2 の望遠端で、無限遠に合焦（フォーカス）しているときの横倍率を等倍以上になるように各レンズ群の屈折力配置を行うことにより、高ズーム比化と防振敏感度を大きくすることを容易にしている。

【0026】

これにより、像ぶれ補正時の第2レンズ群 L 2 の移動量を小さくし、かつ防振機能を有しつつズームレンズを薄型化している。また、正の屈折力の第1レンズ群 L 1 により収斂された光束を第2レンズ群 L 2 に入射するようにして、第2レンズ群 L 2 のレンズ有効径を小型化し、防振機構の小型化を図り、ズームレンズの薄型化を容易にしている。

20

【0027】

各実施例において、望遠端で無限遠に合焦しているときの第2レンズ群 L 2 の横倍率を 2 t とする。このとき、

$$-2.50 < 2t < -0.98 \quad \dots (1)$$

なる条件式を満足する。

【0028】

条件式 (1) は、高ズーム比化を図りつつ、全系の小型化を図るためのものである。条件式 (1) の下限値を下回ると、防振敏感度が強くなりすぎる。このため、像ぶれ補正時の駆動制御が困難となる。また、第2レンズ群 L 2 の発散作用が強くなりすぎるため、後群 L R のレンズ有効径が増大し、ズームレンズの薄型化が困難となる。

30

【0029】

条件式 (1) の上限値を上回ると、主変倍レンズ群である第2レンズ群 L 2 の変倍分担が少なくなり、高ズーム比化のためには、後群 L R の変倍作用を強くする必要がある。そうするとズーミングに際して後群 L R を構成するレンズ群の移動量が大きくなり、第1レンズ群 L 1 の反射面による光路折り曲げ以降の長手方向の長さが長くなり全系が大型化してくる。また、第2レンズ群 L 2 の防振敏感度が小さくなり、像ぶれ補正時の第2レンズ群 L 2 の移動量が増加し、全系の薄型化が困難となる。

【0030】

より好ましくは条件式 (1) の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$-2.00 < 2t < -1.02 \quad \dots (1a)$$

40

さらに好ましくは条件式 (1a) の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$-1.80 < 2t < -1.05 \quad \dots (1b)$$

【0031】

本発明のズームレンズは上述の構成により、光学性能が良好であるとともに、撮像装置全体の小型化が容易な防振機能を有するズームレンズを得ることができる。各実施例において更に好ましくは次の条件式のうち 1 つ以上を満足するのが良い。

【0032】

広角端における第2レンズ群 L 2 の最も像側のレンズ面から第3レンズ群 L 3 の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離を D 2 3 w とする。広角端における全系（ズームレンズ）の焦点距離を f w とする。第1レンズ群 L 1 の最も物体側のレンズ面から第1レンズ

50

群 L 1 の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を D 1 とする。望遠端における全系の焦点距離を f t とする。第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離を f 1 とする。第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離を f 2 とする。広角端で無限遠に合焦しているときの第 2 レンズ群 L 2 の横倍率を 2 w とする。そして、

【0033】

$$Z_2 = 2t / 2w$$

$$Z = f_t / f_w$$

とする。

【0034】

第 1 レンズ群 L 1 は、物体側から像側へ順に配置された負の屈折力のレンズ成分、反射部材、正の屈折力のレンズ成分より構成される。ここでレンズ成分とは単レンズ又は複数のレンズ又は複数のレンズを接合した接合レンズを含む。反射部材 P R は全反射を利用したプリズムより構成される。負の屈折力のレンズ成分の焦点距離を f Gn とする。プリズムの光軸上の長さを D pr とする。プリズムの材料の d 線における屈折率を N d pr とする。後群 L R に含まれる負の屈折力のレンズ群 L n の焦点距離を f n とする。このとき次の条件式のうち 1 つ以上を満足するのが良い。

【0035】

$$0.50 < D_{23w} / f_w < 1.50 \quad \dots (2)$$

$$0.20 < D_1 / f_t < 0.50 \quad \dots (3)$$

$$2.00 < f_1 / f_w < 3.00 \quad \dots (4)$$

$$-1.30 < f_2 / f_w < -0.60 \quad \dots (5)$$

$$0.46 < Z_2 / Z < 0.72 \quad \dots (6)$$

$$-3.50 < f_{Gn} / D_{pr} < -1.20 \quad \dots (7)$$

$$1.80 < N_{dpr} < 2.50 \quad \dots (8)$$

$$-0.53 < f_n / f_t < -0.17 \quad \dots (9)$$

【0036】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。条件式 (2) は、ズームレンズの薄型化に関するものである。第 1 レンズ群 L 1 の光路中に反射部材を配置し、光路を折り曲げ、ズームレンズを薄型化する際には、反射部材と第 1 レンズ群 L 1 を構成する各レンズの干渉を避けるため、第 1 レンズ群 L 1 のレンズ群厚が厚くなる。また、ズーミングに際して第 1 レンズ群 L 1 が不動でポジティブリード型のズームレンズでは、主変倍レンズ群である第 2 レンズ群 L 2 のズーミングに際しての移動量が大きくなる。

【0037】

この結果、後群 L R の物体側近傍に配置される開口絞りと第 1 レンズ群 L 1 の間隔が長くなる。そうすると、第 1 レンズ群 L 1 の有効径が反射部材のないズームレンズと比較した場合、大型化しやすくなる。このため、第 1 レンズ群 L 1 、第 2 レンズ群 L 2 、第 3 レンズ群 L 3 、後群 L R の配置を適切にする必要がある。条件式 (2) の下限値を下回り、第 2 レンズ群 L 2 の変倍分担が小さくなりすぎると、高ズーム比化のためには後群 L R を構成するレンズ群の移動量が増加し、撮像素子の長手方向が長くなる。

【0038】

さらに、第 1 レンズ群 L 1 の小型化は容易となるが、後群 L R のレンズ有効径が大きくなり、ズームレンズの薄型化が困難となる。また、条件式 (2) の上限を上回り、第 1 レンズ群 L 1 の有効径が大きくなりすぎると、ズームレンズの薄型化が困難となる。

【0039】

より好ましくは条件式 (2) の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$0.60 < D_{23w} / f_w < 1.40 \quad \dots (2a)$$

さらに好ましくは条件式 (2a) の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$0.65 < D_{23w} / f_w < 1.23 \quad \dots (2b)$$

【0040】

条件式 (3) は第 1 レンズ群 L 1 の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面まで

10

20

30

40

50

の光軸上の距離（レンズ群厚）を規定するものである。条件式（3）の下限値を下回り、第1レンズ群L1のレンズ群厚が短くなりすぎると、第1レンズ群L1内に光路折り曲げのための反射部材を配置することが困難となる。条件式（3）の上限値を上回り、第1レンズ群L1のレンズ群厚が長くなりすぎると、撮像装置に適用したとき撮像装置の厚みが増大してくる。

#### 【0041】

より好ましくは条件式（3）の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$0.25 < D1 / f_t < 0.47 \quad \dots \quad (3a)$$

さらに好ましくは条件式（3a）の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$0.30 < D1 / f_t < 0.47 \quad \dots \quad (3b)$$

この他条件式（3）の数値範囲を以下の範囲とするのが良い。

$$0.20 < D1 / f_t < 0.47 \quad \dots \quad (3b)$$

10

#### 【0042】

条件式（4）は第1レンズ群L1の焦点距離を規定するものである。条件式（4）の下限を下回り、第1レンズ群L1の焦点距離が短くなりすぎると、望遠端において軸上色収差と、倍率色収差が増加し、これらの諸収差の補正が困難となる。条件式（4）の上限値を上回り、第1レンズ群L1の焦点距離が長くなりすぎると、ズーミングに際して第1レンズ群L1を不動としたとき第1レンズ群L1の有効径が増大してくる。

#### 【0043】

より好ましくは条件式（4）の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$2.05 < f1 / fw < 2.80 \quad \dots \quad (4a)$$

さらに好ましくは条件式（4a）の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$2.10 < f1 / fw < 2.60 \quad \dots \quad (4b)$$

20

#### 【0044】

条件式（5）は第2レンズ群L2の焦点距離を規定するものである。条件式（5）の下限値を下回り、第2レンズ群L2の負の焦点距離が長く（負の焦点距離の絶対値が大きく）なりすぎるとズーミングに際して第2レンズ群L2の移動量が増大し、レンズ全長が増大してくる。条件式（5）の上限値を上回り、第2レンズ群L2の負の焦点距離が短く（負の焦点距離の絶対値が小さく）なりすぎると、像面湾曲の変動が増大し、これを補正することが困難となる。

30

#### 【0045】

より好ましくは条件式（5）の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$-1.20 < f2 / fw < -0.70 \quad \dots \quad (5a)$$

さらに好ましくは条件式（5a）の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$-1.10 < f2 / fw < -0.80 \quad \dots \quad (5b)$$

#### 【0046】

条件式（6）は、第2レンズ群L2の変倍分担に関するものである。条件式（6）の下限値を下回り、第2レンズ群L2の変倍分担が小さくなりすぎると、高ズーム比化のためには後群LRを構成するレンズ群のズーミングに際しての移動量が増大し、カメラの長手方向が長くなってくる。条件式（6）の上限値を上回り、第2レンズ群L2の負の屈折力が強く（負の屈折力の絶対値が大きく）なりすぎると、全ズーム範囲において像面湾曲の変動を補正することが困難となる。または、第2レンズ群L2のズーミングに際しての移動量が増大し、ズームレンズの薄型化が困難となる。

40

#### 【0047】

より好ましくは条件式（6）の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$0.48 < Z2 / Z < 0.70 \quad \dots \quad (6a)$$

さらに好ましくは条件式（6a）の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$0.50 < Z2 / Z < 0.67 \quad \dots \quad (6b)$$

#### 【0048】

各実施例において第1レンズ群L1は、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力

50

のレンズ成分  $L_n$ 、反射部材  $P_R$ 、正の屈折力のレンズ成分  $L_1p$  より構成するのが良い。反射部材  $P_R$  の物体側に負の屈折力のレンズ成分  $L_n$  を配置することにより、高ズーム比化のため、広角端における撮像画角を広げる際、第1レンズ群  $L_1$  のレンズ有効径を小さくすることが容易となる。

#### 【0049】

なお、反射部材  $P_R$  が全反射を利用したプリズムよりなる場合は、プリズムの物体側のレンズ面を凹面として、負の屈折力のレンズ成分としても良い。プリズムの物体側に負の屈折力のレンズ成分を配置した構成とすることで、さらにズームレンズの薄型化が容易になる。

#### 【0050】

条件式(7)は、第1レンズ群  $L_1$  の小型化に関するものである。条件式(7)の下限値を下回り、負の屈折力のレンズ成分  $L_1n$  の負の屈折力が小さくなりすぎると、第1レンズ群  $L_1$  が大型化し、ズームレンズの薄型化が困難となる。条件式(7)の上限値を上回り、負の屈折力のレンズ成分  $L_1n$  の負の屈折力が大きくなりすぎると、望遠端において球面収差、軸上色収差が増加してくる。

#### 【0051】

より好ましくは条件式(7)の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$-3.30 < f_{Gn} / D_{pr} < -1.35 \quad \dots \quad (7a)$$

さらに好ましくは条件式(7a)の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$-3.10 < f_{Gn} / D_{pr} < -1.50 \quad \dots \quad (7b)$$

#### 【0052】

条件式(8)は第1レンズ群  $L_1$  の光路中に配置される反射部材  $P_R$  の材料の屈折率を規定するものである。条件式(8)の下限値を下回り、反射部材  $P_R$  の材料の屈折率が小さくなりすぎると、空気換算長を一定とすると反射部材  $P_R$  が大型化し、撮像装置に適用したとき、撮像装置の厚みが増大してしまう。条件式(8)の上限値を上回り、反射部材  $P_R$  の材料の屈折率が大きくなりすぎると、上限値を超える屈折率を有する光学材料は一般に短波長側の透過率が極端に低い傾向にある。このため撮像装置としてのカラーバランスを良好に維持するのが困難になる。

#### 【0053】

より好ましくは条件式(8)の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$1.90 < N_{dpr} < 2.50 \quad \dots \quad (8a)$$

さらに好ましくは条件式(8a)の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$2.00 < N_{dpr} < 2.50 \quad \dots \quad (8b)$$

#### 【0054】

また、撮像装置の小型化のため、特に撮像素子の長手方向を短くするためには、後群  $L_R$  に負の屈折力のレンズ群  $L_n$  を有するのが良い。撮像面に近い位置に負の屈折力のレンズ群  $L_n$  を配置することにより、レンズ全系を望遠型配置とすることができる、全系のレンズ全長を短縮することが容易となる。

#### 【0055】

条件式(9)は、ズームレンズのレンズ全長を短縮するためのものである。条件式(9)の下限値を下回り、負の屈折力のレンズ群  $L_n$  の負の屈折力が小さくなりすぎると、レンズ全長の短縮化が困難になる。条件式(9)の上限値を上回り、負の屈折力のレンズ群  $L_n$  の負の屈折力が大きくなりすぎると望遠端において像面湾曲が増大してくる。

#### 【0056】

より好ましくは条件式(9)の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$-0.50 < f_n / f_t < -0.19 \quad \dots \quad (9a)$$

さらに好ましくは条件式(9a)の数値範囲を以下の範囲とするのがよい。

$$-0.47 < f_n / f_t < -0.21 \quad \dots \quad (9b)$$

#### 【0057】

以上、本発明の好ましい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に限

定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

**【0058】**

以下に各実施例の形態を、添付の図面に基づいて説明する。

**[実施例1]**

以下、図1を参照して、本発明の実施例1のズームレンズのレンズ構成について説明する。実施例1は、物体側より像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4、負の屈折力の第5レンズ群L5より構成されている。後群LRは正の屈折力の第4レンズ群L4と負の屈折力の第5レンズ群L5より構成されている。ズーミングに際して第1レンズ群L1は不動である。

10

**【0059】**

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3は各々像側へ移動している。また、第4レンズ群L4と第5レンズ群L5は各々物体側へ移動している。これにより、各レンズ群間で変倍を分担しつつ、全ズーム範囲において収差変動を軽減し、全ズーム範囲にわたり良好な光学性能を得ている。

**【0060】**

特に、第3レンズ群L3の光学配置を広角端において望遠端よりも物体側に配置し、前玉有効径の小型化を図っている。また、第5レンズ群L5を広角端から望遠端へのズーミングに際して、物体側へ移動するようにして増倍作用を得て全系での高ズーム比化とレンズ全長を短縮化している。第1レンズ群L1をズーミングに際して像面に対し不動とすることによりレンズ群の駆動機構の簡略化を図るとともに、ズームレンズユニットが密閉構造をとれるようにして、外乱に対して強固な撮像装置を実現している。

20

**【0061】**

また、第2レンズ群L2を用いて像ぶれ補正を行っている。主変倍レンズ群である第2レンズ群L2で像ぶれ補正を行うことにより、防振敏感度が大きくすることが容易となる。また、正の屈折力の第1レンズ群L1の後方に配置されるためレンズ有効径を小さくすることができ、ズームレンズの薄型化が容易となる。また、第5レンズ群L5はレンズ群(Ln)でありフォーカシングを行っている。

**【0062】**

第1レンズ群L1は、像側が凹面形状の負レンズ、全反射プリズムよりなる反射部材、両凸形状で非球面を有する正レンズにて構成している。また、第2レンズ群L2は、両凹形状で非球面を有する負レンズ、両凹形状の負レンズと両凸形状の正レンズを接合した接合レンズにて構成している。第3レンズ群L3は、両凸形状で非球面を有する正レンズと物体側が凹面形状でメニスカス形状の負レンズを接合した接合レンズで構成している。

30

**【0063】**

また、第4レンズ群L4は、両凸形状で非球面を有する正レンズ、両凸形状の正レンズと物体側が凹面形状でメニスカス形状の負レンズを接合した接合レンズで構成している。また、第5レンズ群L5は、両凸形状の正レンズと両凹形状で非球面を有する負レンズを接合した接合レンズで構成している。各レンズ群の屈折力配置と各レンズ群内のレンズ構成、ズーミングに伴う移動軌跡等を最適化することにより、高ズーム比化を図りつつ、全系の小型化を図っている。

40

**【0064】**

**[実施例2]**

以下、図4を参照して、本発明の実施例2のズームレンズのレンズ構成について説明する。実施例2は、物体側より像側へ順に配置された次のレンズ群より構成されている。正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4、負の屈折力の第5レンズ群L5、正の屈折力の第6レンズ群L6より構成されている。後群LRは正の屈折力の第4レンズ群L4、負の屈折力の第5レンズ群L5、正の屈折力の第6レンズ群L6より構成されている。ズーミングに際して第1レンズ群L1と第6レンズ群L6は不動である。

50

## 【0065】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第2レンズ群L2は像側へ移動している。第3レンズ群L3は物体側に凸状の軌跡で移動している。また、第4レンズ群L4と第5レンズ群L5は各々物体側へ移動している。また、第2レンズ群L2を用いて像ぶれ補正を行っている。また、第5レンズ群L5はレンズ群Lnであり、フォーカシングを行っている。第1レンズ群L1乃至第4レンズ群L4のレンズ構成は実施例1と同じである。

## 【0066】

また、第5レンズ群L5は、像側が凸でメニスカス形状の正レンズと両凹形状の負レンズを接合した接合レンズで構成している。また、第6レンズ群L6は、両凸形状で非球面を有する正レンズで構成している。

10

## 【0067】

## [実施例3]

以下、図7を参照して、本発明の実施例3のズームレンズのレンズ構成について説明する。実施例3は、レンズ群の数、各レンズ群の屈折力の符号、ズーミングに伴う各レンズ群の移動等に関しては実施例1と同じである。実施例3は像ぶれ補正、フォーカシングに関しても実施例1と同じである。第1レンズ群L1は、物体側が凹面形状で全反射プリズムよりなる反射部材、両凸形状で非球面を有する正レンズで構成している。反射部材の物体側の面を負の屈折力（負の屈折力のレンズ成分）とすることにより、反射部材より前方に負レンズを配置するのを省略し、レンズ系の薄型化を図っている。

## 【0068】

20

ここで反射部材の物体側の凹形状の面よりなる負の屈折力のレンズ成分の焦点距離fGnは反射部材のd線に対する屈折率をNd n、凹面形状の面の曲率半径をrnとするととき、

$$f_{Gn} = 1 / ((Nd n - 1) \times (1/r n))$$

より求められる。

## 【0069】

また、第2レンズ群L2は、像側が凹面で非球面を有するメニスカス形状の負レンズ、両凹形状の負レンズと両凸形状の正レンズを接合した接合レンズで構成している。また、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4のレンズ構成は、実施例1と同じである。第5レンズ群L5は、物体側が凸面でメニスカス形状の正レンズと像側が凹面でメニスカス形状の負レンズを接合した接合レンズで構成している。

30

## 【0070】

## [実施例4]

以下、図10を参照して、本発明の実施例4のズームレンズのレンズ構成について説明する。実施例4は、物体側より像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4より構成されている。後群LRは正の屈折力の第4レンズ群L4より構成される。ズーミングに際して第1レンズ群L1は不動である。

## 【0071】

広角端から望遠端へのズーミングに際して第2レンズ群L2と第3レンズ群L3は各々像側へ移動している。また、第4レンズ群L4は物体側へ移動している。また、第2レンズ群L2を用いて像ぶれ補正を行っている。また、第4レンズ群L4中の一部の負の屈折力の部分群Lfでフォーカシングを行っている。第1レンズ群L1のレンズ構成は、実施例1と同じである。第2レンズ群L2は、両凹形状で非球面を有する負レンズ、両凹形状の負レンズと物体側が凸でメニスカス形状の正レンズを接合した接合レンズで構成している。また、第3レンズ群L3は、両凸形状で非球面を有する正レンズで構成している。

40

## 【0072】

第4レンズ群L4は両凸形状で非球面を有する正レンズ、両凸形状の正レンズと物体側が凹面でメニスカス形状の負レンズを接合した接合レンズ、像側が凸面でメニスカス形状の正レンズと両凹形状で非球面を有する負レンズを接合した接合レンズで構成している。

50

また、以上の各実施例において、歪曲収差については、各種公知の手法を適用し電子的に補正しても良い。

【0073】

以上、本発明の好ましい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に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【0074】

図13は図1の実施例1のズームレンズの広角端と望遠端において光路を反射部材PRで90度折り曲げた状態を示し、各部材に付した符番やズーミングに際しての移動等は図1と同じである。

【0075】

次に各実施例に示したようなズームレンズを撮影光学系として用いたデジタルスチルカメラの実施形態を図14を用いて説明する。図14において、20はカメラ本体、21は実施例1乃至4で説明したいずれかのズームレンズによって構成された撮像光学系である。

【0076】

PRは光路折り曲げ用の反射部材である。22はカメラ本体に内蔵され、撮像光学系21によって形成された被写体像を受光するCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）である。23は固体撮像素子22によって光電変換された被写体像に対応する情報を記録するメモリである。24は液晶ディスプレイパネル等によって構成され、固体撮像素子22上に形成された被写体像を観察するためのファインダである。このように本発明のズームレンズをデジタルスチルカメラ等の撮像装置に適用することにより、小型で高い光学性能を有する撮像装置を実現している。

【0077】

次に、本発明の実施例1乃至4に各々対応する数値データ1乃至4を示す。各数値データにおいてiは物体側からの光学面の順序を示す。riは第i番目の光学面（第i面）の曲率半径、diは第i面と第i+1面との間の間隔、ndiとdiはそれぞれd線に対する第i番目の光学部材の材料の屈折率、アッペ数を示す。

【0078】

また、kを離心率、A4、A6、A8を非球面係数、光軸からの高さhの位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にしてxとするとき、非球面形状は、

$$x = (h^2 / R) / [1 + [1 - (1 + k) (h / R)^2]^{1/2}] + A4 h^4 + A6 h^6 + A8 h^8$$

で表示される。但しRは近軸曲率半径である。また、例えば「E-Z」の表示は「10^-2」を意味する。

【0079】

数値データ1乃至4において最後の2つの面は、フィルター、フェースプレート等の光学ブロックの面である。各数値データにおいて、バックフォーカス（BF）はレンズ最終面から近軸像面までの距離を空気換算長により表したものである。レンズ全長は最も物体側のレンズ面から最終レンズ面までの距離に空気換算長のバックフォーカスを加えたものである。また、各数値データにおける上述した各条件式との対応を表1に示す。

【0080】

（数値データ1）

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	15.075	0.30	2.00272	19.3	7.30
2	6.637	1.00			6.60
3		5.00	2.10205	16.8	6.50
4		0.10			5.55

5*	8.027	1.52	1.80400	46.6	5.65	
6*	-17.264	(可变)			5.47	
7*	-6.787	0.30	1.85135	40.1	3.25	
8*	5.218	0.35			2.90	
9	-21.265	0.30	1.83481	42.7	2.86	
10	5.268	0.88	1.92286	18.9	2.77	
11	-23.349	(可变)			2.64	
12*	6.845	1.10	1.49710	81.6	2.63	
13	-5.080	0.30	1.91082	35.3	2.75	
14	-11.554	(可变)			2.92	10
15*	15.525	1.95	1.55332	71.7	6.21	
16	-9.064	0.10			6.51	
17	16.444	2.35	1.53775	74.7	6.51	
18	-6.913	0.29	2.00069	25.5	6.34	
19	-10.927	(可变)			6.41	
20	58.443	1.24	1.69895	30.1	4.97	
21	-7.437	0.30	1.90270	31.0	4.78	
22*	9.142	(可变)			4.63	
23		0.25	1.55671	58.6	8.00	
24		0.50			8.00	20

像面

【0081】

非球面データ

第5面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.88037e-004 A 6=-1.73403e-007 A 8=-1.05807e-007

第6面

K = 0.00000e+000 A 4= 9.29714e-005

30

第7面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.44483e-003

第8面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.09850e-003 A 6= 2.74774e-004 A 8=-2.71004e-005

第12面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.00335e-003 A 6= 4.77786e-005

第15面

K = 0.00000e+000 A 4=-6.49254e-004 A 6= 5.34648e-006 A 8=-1.70166e-007

40

第22面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.18814e-004 A 6= 4.71103e-005 A 8=-4.48221e-006

各種データ

ズーム比	4.73		
広角	中間	望遠	
焦点距離	4.08	9.24	19.30
Fナンバー	3.60	4.78	5.73

50

半画角 (度)	33.50	17.99	8.84
像高	2.70	3.00	3.00
レンズ全長	33.01	33.01	33.01
BF	3.27	5.77	8.27

d 6	0.30	2.99	5.67
d11	3.74	1.58	0.30
d14	5.19	2.49	0.10
d19	3.06	2.73	1.21
d22	2.61	5.11	7.61

10

入射瞳位置	5.38	8.18	13.26
射出瞳位置	-12.39	-11.41	-11.82
前側主点位置	8.17	10.25	2.32
後側主点位置	-3.58	-8.74	-18.80

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	9.72	7.92	5.32	2.34
2	7	-3.79	1.83	-0.04	-1.22
3	12	14.24	1.40	0.16	-0.75
4	15	7.02	4.68	1.41	-1.79
5	20	-8.82	1.54	0.95	0.06
GB	23		0.25	0.08	-0.08

20

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-12.04
2	3	0.00
3	5	7.00
4	7	-3.43
5	9	-5.03
6	10	4.73
7	12	6.05
8	13	-10.18
9	15	10.64
10	17	9.38
11	18	-19.50
12	20	9.51
13	21	-4.50
14	23	0.00

30

【 0 0 8 2 】

( 数値データ 2 )

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	17.150	0.30	2.00272	19.3	7.31
2	6.441	1.00			6.57

50

3		5.00	2.10205	16.8	6.50	
4		0.10			5.35	
5*	7.612	1.49	1.80400	46.6	5.47	
6*	-15.434	(可変)			5.31	
7*	-6.937	0.30	1.85135	40.1	3.66	
8*	5.321	0.43			3.28	
9	-16.646	0.30	1.83481	42.7	3.24	
10	7.189	0.93	1.92286	18.9	3.18	
11	-14.752	(可変)			3.10	
12*	5.509	1.14	1.49710	81.6	2.93	10
13	-10.034	0.30	1.91082	35.3	2.91	
14	-365.274	(可変)			3.03	
15*	11.097	1.87	1.55332	71.7	5.00	
16	-8.397	0.10			5.25	
17	16.766	1.95	1.53775	74.7	5.22	
18	-6.737	0.29	2.00069	25.5	5.06	
19	-11.605	(可変)			5.10	
20	-5.519	0.89	1.58144	40.8	4.00	
21	-3.696	0.30	1.91082	35.3	4.07	
22	50.295	(可変)			4.37	20
23*	9.399	1.28	1.58313	59.4	5.90	
24	-29.052	0.50			5.96	
25		0.25	1.55671	58.6	8.00	
26		0.50			8.00	

像面

【 0 0 8 3 】

非球面データ

第5面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.95274e-004 A 6=-2.30722e-007 A 8=-1.63628e-007

30

第6面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.00869e-004

第7面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.17837e-003

第8面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.41815e-003 A 6= 2.74392e-004 A 8=-2.93736e-005

40

第12面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.65560e-003 A 6= 5.17822e-006

第15面

K = 0.00000e+000 A 4=-6.92983e-004 A 6= 2.31615e-005 A 8=-1.30973e-006

第23面

K = 0.00000e+000 A 4=-9.57010e-006 A 6= 4.25617e-005 A 8=-3.61557e-006

各種データ

50

ズーム比	4.73			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	4.08	9.41	19.30	
Fナンバー	3.60	4.83	5.73	
半画角(度)	33.50	17.68	8.84	
像高	2.70	3.00	3.00	
レンズ全長	32.10	32.10	32.10	
BF	1.16	1.16	1.16	

d 6	0.30	2.72	5.14	10
d11	4.94	2.01	0.30	
d14	3.18	1.66	0.10	
d19	3.74	4.01	3.10	
d22	0.70	2.46	4.23	
入射瞳位置	5.37	7.67	11.42	
射出瞳位置	-10.61	-15.26	-22.38	
前側主点位置	7.95	11.46	14.45	
後側主点位置	-3.58	-8.91	-18.80	

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	9.00	7.89	5.30	2.59
2	7	-4.11	1.97	-0.14	-1.47
3	12	18.47	1.44	-0.54	-1.42
4	15	6.51	4.21	1.15	-1.72
5	20	-4.56	1.19	0.29	-0.41
6	23	12.33	1.28	0.20	-0.62
GB	25		0.25	0.08	-0.08

30

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-10.43
2	3	0.00
3	5	6.53
4	7	-3.50
5	9	-5.98
6	10	5.35
7	12	7.33
8	13	-11.33
9	15	8.95
10	17	9.20
11	18	-16.54
12	20	16.31
13	21	-3.77
14	23	12.33
15	25	0.00

40

(数値データ3)

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	
1	-19.877	6.00	2.10205	16.8	7.50	
2		0.10			5.57	
3*	9.698	1.37	1.80400	46.6	5.58	
4*	-16.433	(可変)			5.39	
5*	177.699	0.30	1.85135	40.1	3.43	10
6*	4.110	0.66			2.93	
7	-5.367	0.30	1.83481	42.7	2.76	
8	5.001	0.94	1.92286	18.9	2.63	
9	-16.137	(可変)			2.49	
10*	5.600	0.99	1.49710	81.6	2.44	
11	-4.898	0.30	1.91082	35.3	2.71	
12	-16.778	(可変)			2.89	
13*	11.381	2.23	1.55332	71.7	7.00	
14	-6.781	0.10			7.31	
15	19.500	2.74	1.53775	74.7	7.15	20
16	-6.889	0.29	2.00069	25.5	6.85	
17	-10.215	(可変)			6.92	
18	7.139	0.89	1.69895	30.1	5.53	
19	14.551	0.30	1.90270	31.0	5.16	
20*	3.617	(可変)			4.60	
21		0.25	1.55671	58.6	8.00	
22		0.50			8.00	

像面

【0085】

30

非球面データ

第3面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.03137e-004 A 6= 1.42851e-006 A 8= 1.22359e-008

第4面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.14783e-004

第5面

K = 0.00000e+000 A 4= 5.04769e-003

40

第6面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.91166e-003 A 6= 1.13540e-004 A 8= 2.64983e-004

第10面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.28945e-003 A 6= 5.22529e-005

第13面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.72826e-003 A 6= 1.95311e-005 A 8=-3.66710e-007

第20面

50

K = 0.00000e+000 A 4= 3.33549e-004 A 6= 3.08899e-005 A 8=-8.97295e-006

## 各種データ

ズーム比	4.73				
	広角	中間	望遠		
焦点距離	4.08	8.79	19.30		
Fナンバー	3.38	4.55	5.96		
半画角(度)	33.50	18.85	8.84		
像高	2.70	3.00	3.00		
レンズ全長	32.32	32.32	32.32		10
BF	4.53	6.83	9.14		
d 4	0.30	2.69	5.08		
d 9	3.08	1.47	0.30		
d12	5.60	2.83	0.10		
d17	1.21	0.90	0.10		
d20	3.87	6.17	8.48		
入射瞳位置	5.56	8.72	14.08		
射出瞳位置	-18.48	-12.82	-12.11		20
前側主点位置	8.76	11.71	3.85		
後側主点位置	-3.58	-8.29	-18.80		

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置	
1	1	10.37	7.47	4.33	1.38	
2	5	-3.58	2.21	0.20	-1.33	
3	10	16.59	1.29	-0.18	-1.00	
4	13	5.94	5.35	1.58	-2.16	
5	18	-8.25	1.19	1.34	0.57	
GB	21		0.25	0.08	-0.08	30

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離			
1	1	-18.04			
2	3	7.77			
3	5	-4.95			
4	7	-3.06			
5	8	4.23			
6	10	5.43			
7	11	-7.69			
8	13	8.03			
9	15	9.82			
10	16	-22.10			
11	18	19.11			
12	19	-5.40			
13	21	0.00			

【0086】

(数値データ4)

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	
1	17.764	0.30	2.00069	25.5	6.93	
2	5.538	0.97			6.13	
3		5.00	2.00100	29.1	6.10	
4		0.10			5.46	
5*	7.438	1.70	1.62263	58.2	5.48	
6*	-8.681	(可変)			5.27	10
7*	-9.896	0.30	1.85135	40.1	3.35	
8*	7.489	0.28			3.07	
9	-30.503	0.30	1.88300	40.8	3.02	
10	4.447	0.93	1.89286	20.4	2.89	
11	141.032	(可変)			2.73	
12*	9.553	0.80	1.49710	81.6	3.03	
13	-52.462	(可変)			3.07	
14*	9.398	2.21	1.55332	71.7	6.00	
15	-14.050	2.27			6.15	
16	13.199	2.23	1.49700	81.5	5.89	20
17	-5.201	0.29	2.00272	19.3	5.67	
18	-9.783	3.51			5.79	
19	-10.738	1.43	1.76182	26.5	4.65	
20	-3.774	0.30	1.85135	40.1	4.68	
21*	38.557	(可変)			4.81	
22		0.25	1.55671	58.6	10.00	
23		0.50			10.00	

像面

## 【0087】

30

非球面データ

第5面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.90817e-004 A 6= 1.28446e-007 A 8=-2.81520e-007

第6面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.83334e-004

第7面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.61005e-004

40

第8面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.19863e-003 A 6= 3.78336e-004 A 8=-7.75181e-005

第12面

K = 0.00000e+000 A 4=-5.53989e-004 A 6=-6.66087e-005 A 8= 1.83006e-005

第14面

K = 0.00000e+000 A 4=-3.13885e-004 A 6= 1.92713e-005 A 8=-6.32517e-007

第21面

50

K = 0.00000e+000 A 4= 5.36044e-004 A 6= 3.93258e-005 A 8=-3.67612e-006

## 各種データ

ズーム比 4.73

焦点距離 4.08 8.06 19.30

Fナンバー 3.60 4.58 6.37

半画角(度) 33.50 20.41 8.84

像高 2.70 3.00 3.00

レンズ全長 35.00 35.00 35.00

BF 2.00 3.58 5.50

10

d6 0.30 3.19 6.09

d11 4.50 2.72 0.30

d13 5.19 2.50 0.10

d21 1.34 2.92 4.84

入射瞳位置 4.89 7.27 10.18

射出瞳位置 -9.97 -9.62 -10.46

前側主点位置 7.38 8.91 -4.51

後側主点位置 -3.58 -7.56 -18.80

20

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
---	----	------	--------	--------	--------

1	1	10.03	8.07	6.21	4.35
---	---	-------	------	------	------

2	7	-4.21	1.81	0.16	-0.92
---	---	-------	------	------	-------

3	12	16.33	0.80	0.08	-0.45
---	----	-------	------	------	-------

4	14	8.42	12.24	-6.00	-8.73
---	----	------	-------	-------	-------

GB	22		0.25	0.08	-0.08
----	----	--	------	------	-------

30

## 単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-8.14
---	---	-------

2	3	0.00
---	---	------

3	5	6.71
---	---	------

4	7	-4.97
---	---	-------

5	9	-4.38
---	---	-------

6	10	5.13
---	----	------

7	12	16.33
---	----	-------

8	14	10.53
---	----	-------

9	16	7.82
---	----	------

10	17	-11.43
----	----	--------

11	19	7.01
----	----	------

12	20	-4.02
----	----	-------

13	22	0.00
----	----	------

40

【 0 0 8 8 】

【表1】

表 1

		数值实施例 1	数值实施例 2	数值实施例 3	数值实施例 4
条件式(1)	$\beta_2 t$	-1.43	-1.65	-1.24	-1.07
条件式(2)	D23w/fw	0.92	1.21	0.76	1.10
条件式(3)	D1/ft	0.41	0.41	0.39	0.42
条件式(4)	f1/fw	2.38	2.20	2.54	2.46
条件式(5)	f2/fw	-0.93	-1.01	-0.88	-1.03
条件式(6)	Z2/Z	0.64	0.62	0.56	0.52
条件式(7)	fGn/Dpr	-2.41	-2.09	-3.01	-1.63
条件式(8)	Ndpr	2.102	2.102	2.102	2.001
条件式(9)	fn/ft	-0.46	-0.24	-0.43	-

10

## 【符号の説明】

〔 0 0 8 9 〕

## L 1 第1レンズ群

## L 2 第 2 レンズ群

### L 3 第3レンズ群

## L 4 第4レンズ群

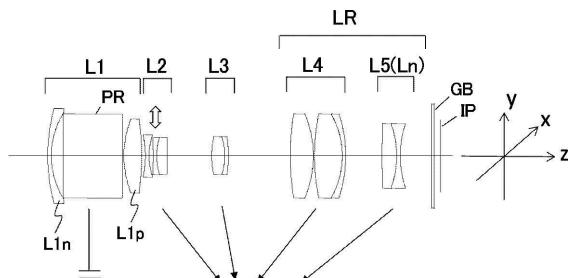
## L 5 第5レンズ群

## L 6 第 6 レンズ群

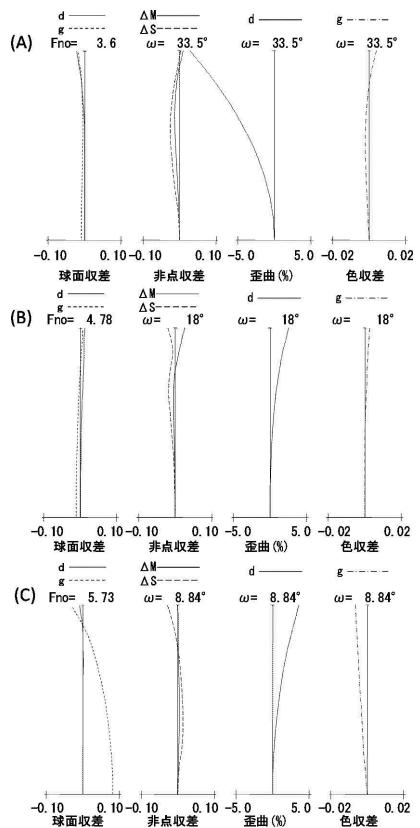
L R 後群

## PR 反射部材

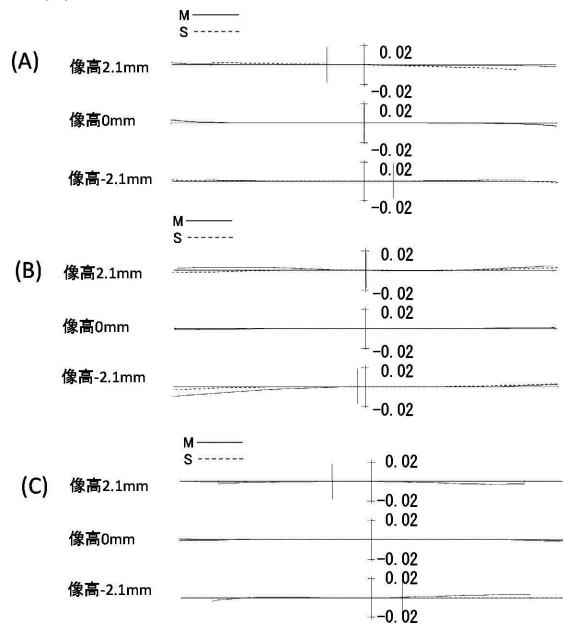
【 図 1 】



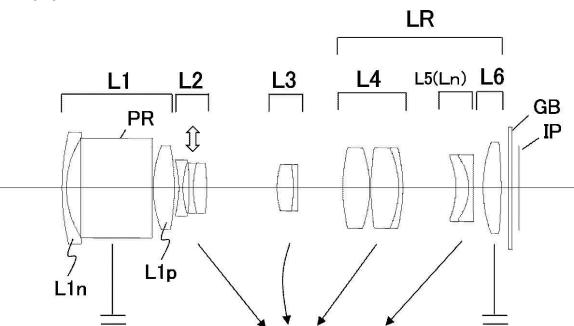
【 図 2 】



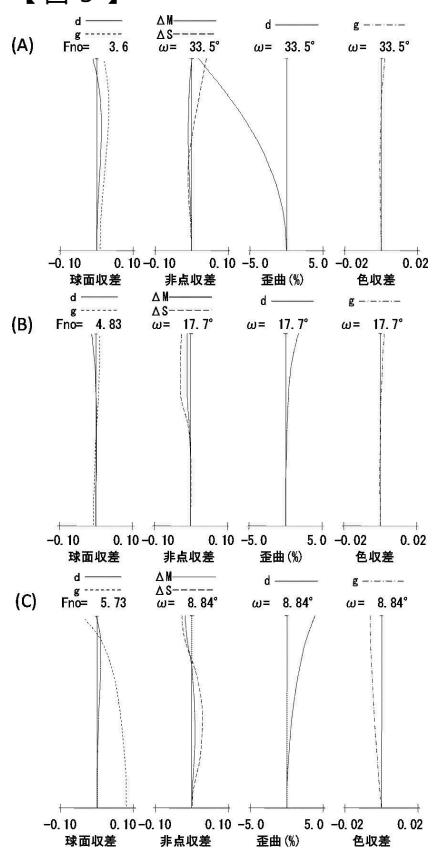
【図3】



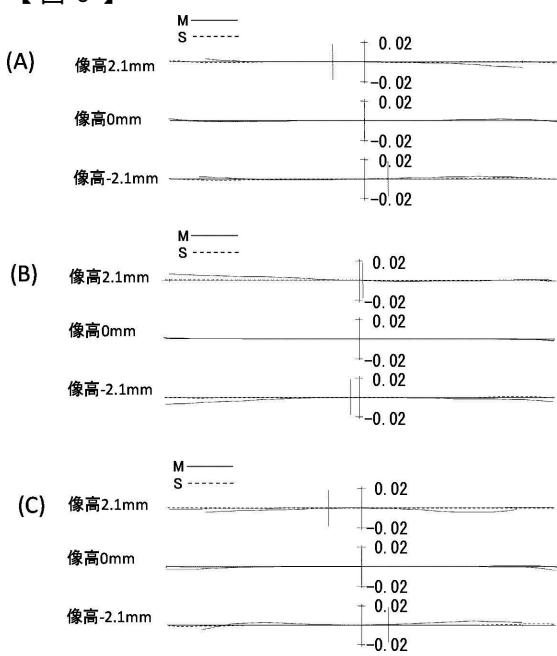
【図4】



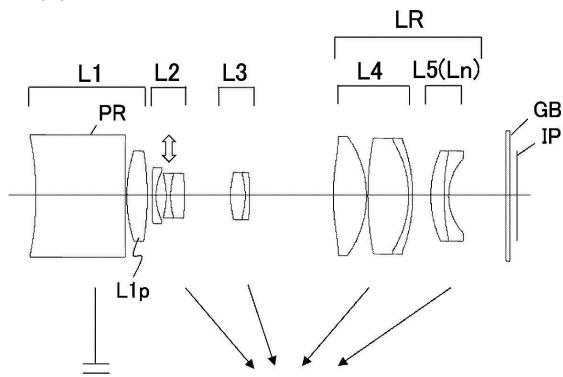
【図5】



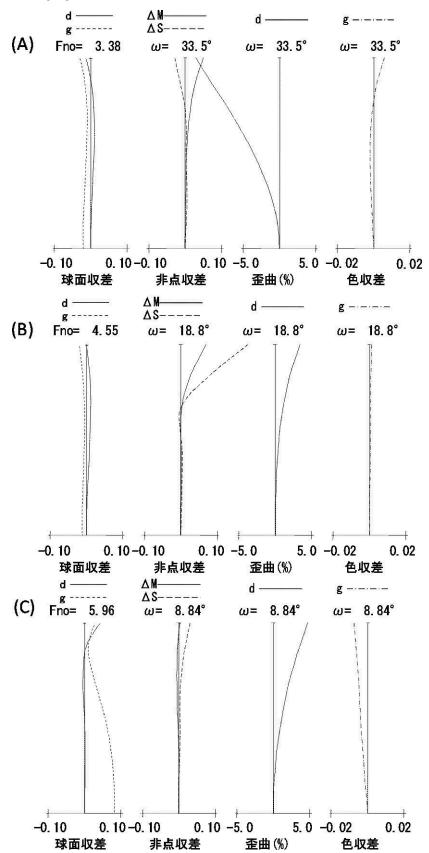
【図6】



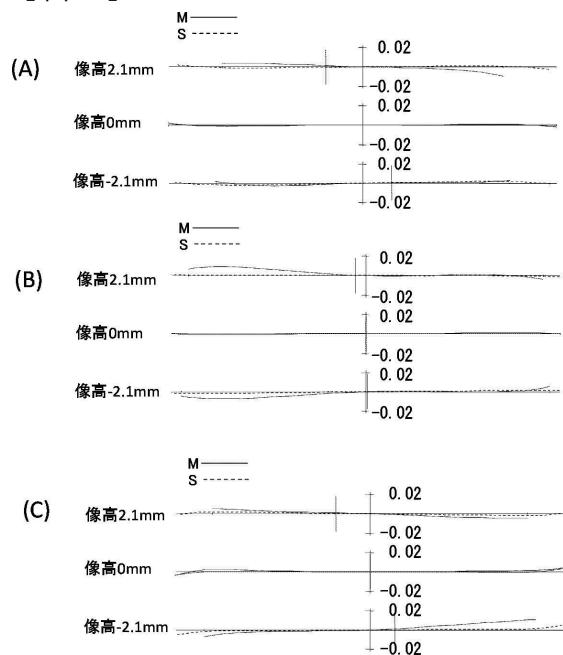
【図7】



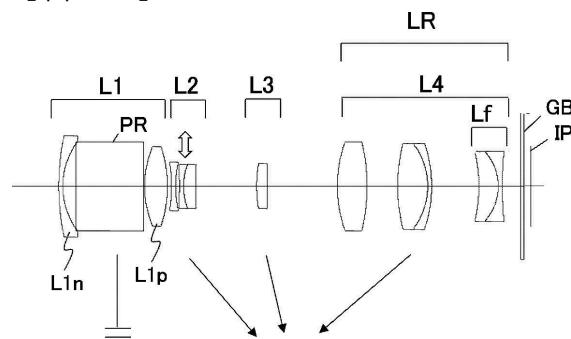
【図8】



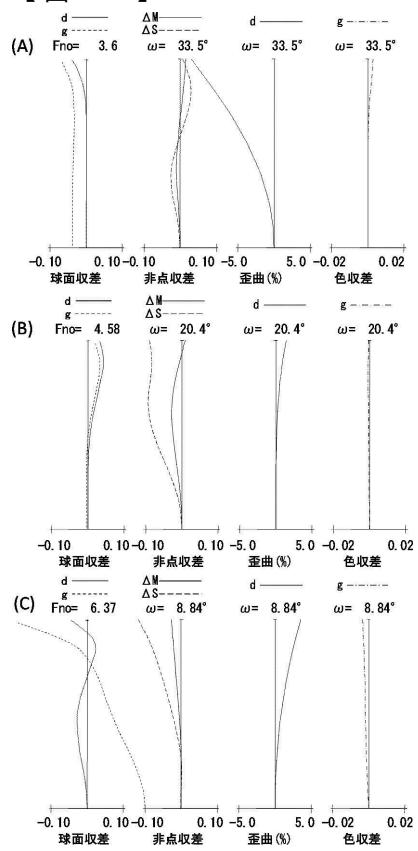
【図9】



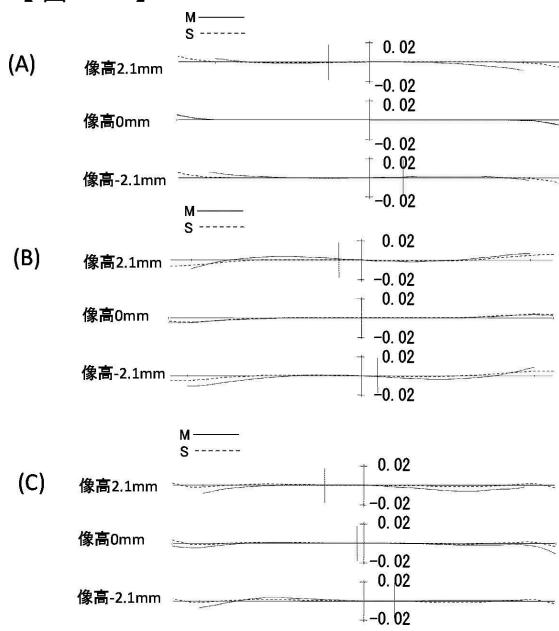
【図10】



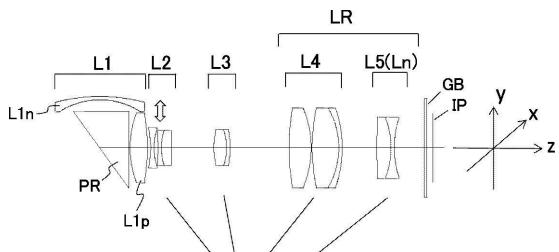
【図11】



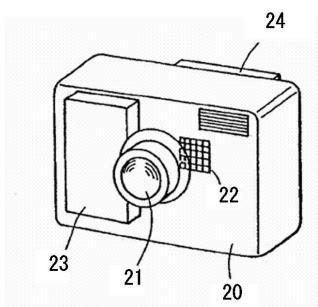
【図12】



【図13】



【図14】



24

22

21

20

---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-203471(JP,A)  
特開2011-095504(JP,A)  
特開2013-050650(JP,A)  
特開2006-195068(JP,A)  
特開2007-148056(JP,A)  
特開2009-192771(JP,A)  
特開2013-037326(JP,A)  
特開2008-224908(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