

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6628240号
(P6628240)

(45) 発行日 令和2年1月8日 (2020. 1. 8)

(24) 登録日 令和1年12月13日 (2019. 12. 13)

(51) Int. Cl. F 1
G O 2 B 15/16 (2006. 01) G O 2 B 15/16
G O 2 B 15/20 (2006. 01) G O 2 B 15/20
G O 2 B 13/18 (2006. 01) G O 2 B 13/18

請求項の数 15 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2015-158016 (P2015-158016)
 (22) 出願日 平成27年8月10日 (2015. 8. 10)
 (65) 公開番号 特開2017-37164 (P2017-37164A)
 (43) 公開日 平成29年2月16日 (2017. 2. 16)
 審査請求日 平成30年7月18日 (2018. 7. 18)

(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 奥村 哲一朗
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

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、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群を有し、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レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、ガラス材料よりなるメニスカス形状の負レンズG 1と、樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する負レンズG 1 nと、樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する正レンズG 1 pから構成され、

前記第1レンズ群の焦点距離をf 1、広角端における前記ズームレンズのバックフォーカスをS k、前記正レンズG 1 pの焦点距離をf p、前記負レンズG 1 nの焦点距離をf nとすると、

$$0.55 < |f 1 / S k| < 2.20$$

$$1.85 < |f p / f 1| < 2.30$$

$$1.8 < f n / f 1 < 2.5$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

前記正レンズG 1 pの材料の比重をS G p、前記負レンズG 1 nの材料の比重をS G nとすると、

$$0.5 < S G p < 2.0$$

$$0.5 < S G n < 2.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 3】

前記正レンズ G 1 p の材料のアッベ数を p 、前記負レンズ G 1 n の材料のアッベ数を n とするとき、

$$15.0 < p < 40.0$$

$$50.0 < n < 75.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

$$0.8 < |f_p / f_n| < 1.2$$

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。

10

【請求項 5】

前記第 1 レンズ群を構成するレンズの材料の屈折率の平均値を N_{ave} とするとき、

$$1.45 < N_{ave} < 1.65$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

前記第 1 レンズ群は、前記第 1 レンズ群の最も物体側に配置されたメニスカス形状の負レンズ G 1 を有し、該負レンズ G 1 の材料の屈折率を N_{G1} とするとき、

$$1.45 < N_{G1} < 1.70$$

20

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

前記ズームレンズは、物体側より像側へ順に配置された、前記第 1 レンズ群、前記第 2 レンズ群から構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記ズームレンズは、物体側より像側へ順に配置された、前記第 1 レンズ群、前記第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群から構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

30

【請求項 9】

前記ズームレンズは、物体側より像側へ順に配置された、前記第 1 レンズ群、前記第 2 レンズ群、負の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群から構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

前記ズームレンズは、物体側より像側へ順に配置された、前記第 1 レンズ群、前記第 2 レンズ群、負の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群、正の屈折力の第 6 レンズ群から構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 11】

40

物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、負の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群、正の屈折力の第 6 レンズ群から構成され、ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第 1 レンズ群は、樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する負レンズ G 1 n と樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する正レンズ G 1 p とを含む、3 枚以上のレンズから構成され、

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、広角端における前記ズームレンズのバックフォーカスを S_k とするとき、

$$0.55 < |f_1 / S_k| < 2.20$$

50

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 1 2】

物体側より像側へ順に配置された、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群から構成され、ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第 1 レンズ群は、最も物体側に配置されたガラス材料よりなるレンズと、樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する負レンズ G 1 n と、樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する正レンズ G 1 p とを含む、3 枚以上のレンズから構成され、

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、広角端における前記ズームレンズのバックフォーカスを S_k 、前記正レンズ G 1 p の焦点距離を f_p 、前記負レンズ G 1 n の焦点距離を f_n とするとき、

$$0.55 < |f_1 / S_k| < 2.20$$

$$1.85 < |f_p / f_1| < 2.30$$

$$1.8 < f_n / f_1 < 2.5$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 1 3】

物体側より像側へ順に配置された、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、負の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群から構成され、ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第 1 レンズ群は、最も物体側に配置されたガラス材料よりなるレンズと、樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する負レンズ G 1 n と、樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する正レンズ G 1 p とを含む、3 枚以上のレンズから構成され、

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、広角端における前記ズームレンズのバックフォーカスを S_k 、前記正レンズ G 1 p の焦点距離を f_p 、前記負レンズ G 1 n の焦点距離を f_n とするとき、

$$0.55 < |f_1 / S_k| < 2.20$$

$$1.85 < |f_p / f_1| < 2.30$$

$$1.8 < f_n / f_1 < 2.5$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 1 4】

物体側より像側へ順に配置された、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、負の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群、正の屈折力の第 6 レンズ群から構成され、ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第 1 レンズ群は、最も物体側に配置されたガラス材料よりなるレンズと、樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する負レンズ G 1 n と、樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する正レンズ G 1 p とを含む、3 枚以上のレンズから構成され、

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、広角端における前記ズームレンズのバックフォーカスを S_k 、前記正レンズ G 1 p の焦点距離を f_p 、前記負レンズ G 1 n の焦点距離を f_n とするとき、

$$0.55 < |f_1 / S_k| < 2.20$$

$$1.85 < |f_p / f_1| < 2.30$$

$$1.8 < f_n / f_1 < 2.5$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 1 5】

請求項 1 乃至 1 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する固体撮像素子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】

10

20

30

40

50

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、デジタルカメラ、ビデオカメラ、TVカメラ、監視用カメラ、銀塩フィルム用カメラ等の撮像装置に用いられる撮像光学系に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

撮像装置（カメラ）に用いる撮像光学系には広い撮影画角を包含し、レンズ全長（第1レンズ面から像面までの長さ）が短く、全体が小型で軽量のズームレンズであることが要望されている。従来、全系が小型で広画角のズームレンズとして、負の屈折力のレンズ群が先行する（最も物体側に位置する）ネガティブリード型のズームレンズが知られている（特許文献1乃至3）。特許文献1では、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群よりなり、双方のレンズ群間隔を変えてズーミングを行う2群ズームレンズを開示している。

10

【0003】

特許文献2では、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、1つ以上のレンズ群を有し、隣り合うレンズ群の間隔を変えてズーミングを行う3群ズームレンズや4群ズームレンズを開示している。特許文献3では物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群からなり、隣り合うレンズ群の間隔を変えてズーミングを行う4群ズームレンズを開示している。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2014-006275号公報

【特許文献2】特開2007-78834号公報

【特許文献3】特開2009-031358号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

近年、撮像装置に用いるズームレンズには、広画角でかつレンズ系全体が小型で軽量であることが強く要望されている。ネガティブリード型のズームレンズにおいて、広画角化、全系の小型化及び軽量化を図りつつ、諸収差を良好に補正し、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るには全体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

【0006】

特に最も物体側の第1レンズ群は広角端の軸外光束で決まる外径となるため第1レンズ群が大型化し、かつ重量が重くなる傾向にある。また、第1レンズ群では広角端での軸外光線の入射高が高いため、像面湾曲収差・非点収差・歪曲収差等の諸収差の発生が多くなってくる。このためネガティブリード型のズームレンズにおいて、全系の小型化及び軽量化を図りつつ、高い光学性能を得るには第1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。

【0007】

40

本発明は、全体が小型・軽量でかつ広画角でありながら高い光学性能を有するズームレンズの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

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、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群を有し、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レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、ガラス材料よりなるメニスカス形状の負レンズG1と、樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する負レンズG1nと、樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する正レンズG1pから構成され、

50

前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、広角端における前記ズームレンズのバックフォーカスを S_k 、前記正レンズ G_{1p} の焦点距離を f_p 、前記負レンズ G_{1n} の焦点距離を f_n とするとき、

$$0.55 < |f_1 / S_k| < 2.20$$

$$1.85 < |f_p / f_1| < 2.30$$

$$1.8 < f_n / f_1 < 2.5$$

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、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群、正の屈折力の第6レンズ群から構成され、ズーム

10

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レンズ群は、樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する負レンズ G_{1n} と樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する正レンズ G_{1p} とを含む、3枚以上のレンズから構成され、

前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、広角端における前記ズームレンズのバックフォーカスを S_k とするとき、

$$0.55 < |f_1 / S_k| < 2.20$$

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、物体側より像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群から構成され、ズーム

20

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レンズ群は、最も物体側に配置されたガラス材料よりなるレンズと、樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する負レンズ G_{1n} と、樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する正レンズ G_{1p} とを含む、3枚以上のレンズから構成され、

前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、広角端における前記ズームレンズのバックフォーカスを S_k 、前記正レンズ G_{1p} の焦点距離を f_p 、前記負レンズ G_{1n} の焦点距離を f_n とするとき、

$$0.55 < |f_1 / S_k| < 2.20$$

$$1.85 < |f_p / f_1| < 2.30$$

$$1.8 < f_n / f_1 < 2.5$$

30

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、物体側より像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群から構成され、ズーム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レンズ群は、最も物体側に配置されたガラス材料よりなるレンズと、樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する負レンズ G_{1n} と、樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する正レンズ G_{1p} とを含む、3枚以上のレンズから構成され、

前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、広角端における前記ズームレンズのバックフォーカスを S_k 、前記正レンズ G_{1p} の焦点距離を f_p 、前記負レンズ G_{1n} の焦点距離を f_n とするとき、

40

$$0.55 < |f_1 / S_k| < 2.20$$

$$1.85 < |f_p / f_1| < 2.30$$

$$1.8 < f_n / f_1 < 2.5$$

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、物体側より像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群、正の屈折力の第6レンズ群から構成され、ズーム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レンズ群は、最も物体側に配置されたガラス材料よりなるレンズと、樹脂材料

50

よりなり非球面形状のレンズ面を有する負レンズG 1 nと、樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する正レンズG 1 pとを含む、3枚以上のレンズから構成され、

前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、広角端における前記ズームレンズのバックフォーカスを S_k 、前記正レンズG 1 pの焦点距離を f_p 、前記負レンズG 1 nの焦点距離を f_n とすると、

$$0.55 < |f_1 / S_k| < 2.20$$

$$1.85 < |f_p / f_1| < 2.30$$

$$1.8 < f_n / f_1 < 2.5$$

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】

10

【0009】

本発明によれば、全体が小型軽量でかつ広画角でありながら、高い光学性能を有するズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】(A)、(B) 本発明の実施例1の広角端と望遠端におけるレンズ断面図

【図2】(A)、(B) 本発明の実施例1の広角端と望遠端における縦収差図

【図3】(A)、(B) 本発明の実施例2の広角端と望遠端におけるレンズ断面図

【図4】(A)、(B) 本発明の実施例2の広角端と望遠端における縦収差図

【図5】(A)、(B) 本発明の実施例3の広角端と望遠端におけるレンズ断面図

20

【図6】(A)、(B) 本発明の実施例3の広角端と望遠端における縦収差図

【図7】(A)、(B) 本発明の実施例4の広角端と望遠端におけるレンズ断面図

【図8】(A)、(B) 本発明の実施例4の広角端と望遠端における縦収差図

【図9】第1レンズ群L 1のガラスとPmoを使用方法による重量と性能を比較した図

【図10】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】

【0011】

以下に本発明の好ましい実施の形態を添付の図面に基づいて詳細に説明する。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、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群を有し、ズ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レンズ群は樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する負レンズG 1 nと樹脂材料よりなり非球面形状のレンズ面を有する正レンズG 1 pを含む3枚以上のレンズから構成されている。

30

【0012】

図1(A)、(B)は本発明のズームレンズの実施例1の広角端(短焦点距離端)と望遠端(長焦点距離端)におけるレンズ断面図である。図2(A)、(B)は実施例1のズームレンズの無限遠物体にフォーカスを合わせたとき(合焦したとき)の広角端と望遠端における縦収差図である。実施例1はズーム比2.87、Fナンバー3.63~6.48のズームレンズである。

【0013】

40

図3(A)、(B)は本発明のズームレンズの実施例2の広角端と望遠端におけるレンズ断面図である。図4(A)、(B)は実施例2のズームレンズにおいて無限遠物体にフォーカスを合わせたときの広角端と望遠端における縦収差図である。実施例2はズーム比2.87、Fナンバー3.63~6.48のズームレンズである。

【0014】

図5(A)、(B)は本発明のズームレンズの実施例3の広角端と望遠端におけるレンズ断面図である。図6(A)、(B)は実施例3のズームレンズにおいて無限遠物体にフォーカスを合わせたときの広角端と望遠端における縦収差図である。実施例3はズーム比2.87、Fナンバー3.56~5.87のズームレンズである。

【0015】

50

図7(A)、(B)は本発明のズームレンズの実施例4の広角端と望遠端におけるレンズ断面図である。図8(A)、(B)は実施例4のズームレンズにおいて無限遠物体にフォーカスを合わせたときの広角端と望遠端における縦収差図である。実施例4はズーム比2.87、Fナンバー3.54~5.87のズームレンズである。図9はネガティブリード型のズームレンズにおける第1レンズ群のレンズ構成の説明図である。図10は本発明の撮像装置の要部概略図である。

【0016】

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(光学系)である。レンズ断面図において、左方が物体側(前方)で、右方が像側(後方)である。尚、各実施例のズームレンズをプロジェクターに用いても良く、このときは左方がスクリーン側、右方が被投射画像側となる。レンズ断面図において、L0はズームレンズである。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。

【0017】

SPは開口絞り(開放Fナンバー絞り)である。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。矢印は広角端から望遠端へのズーミングに際しての移動方向を示している。フォーカスに関する矢印は無限遠から近距離へのフォーカシングの際の移動方向を示している。

【0018】

まず本発明のズームレンズの第1レンズ群L1のレンズ構成の特徴について、図9を用いて説明する。図9はネガティブリードタイプ(以下「Nタイプ」と称する)のズームレンズで多く用いられている第1レンズ群のレンズ構成の説明図である。図9(A)~図9(D)では物体側より像側へ順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG1、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG2、正レンズG3より構成されている。

【0019】

次にこれらのレンズ構成を収差論的に説明する。プラスチックモールドガラス(以下「Pmo」と略す)の屈折率は、通常のガラスの屈折率より低いものが多く(屈折率Nd = 1.5~1.6程度)、低比重であるという特徴を持っている。図9(A)乃至(D)は、一般的なNタイプのズームレンズの第1レンズ群のレンズ構成である。

【0020】

負レンズG1、負レンズG2は一般的に色収差と像面湾曲・歪曲収差の補正のため低分散高屈折率ガラスを使用し、正レンズG3は高分散高屈折率ガラスを使用することが多い。この構成であると最も比重の重い部類の硝材使用となってしまう、第1レンズ群の重量が重くなってしまう。また、像面湾曲に影響するペッツバル和(以下「Psum」と略す)は、薄肉状態の第iレンズのパワーを ϕ_i 、材料の屈折率を N_i とすると、 $Psum = \sum \phi_i / N_i$ とかけ、 $Psum = 0$ となるときが、薄肉状態での像面に湾曲がない状態となるが、実際は収差を考慮してバランスをとる必要がある。

【0021】

図9(A)に採用している光学系では $Psum = 0.035$ でバランスがとれた状態になっている。図9(B)のように、正レンズG3の材料をガラスからPmoに変更すると、第1レンズ群の重量は正レンズG3がPmoになる分だけ軽量化されるが、Psumが大きく変化してしまい像面湾曲が大きく発生する。そこで、図9(C)のように、負レンズG2の材料もガラスからPmoに変更する。すると、第1レンズ群の重量は大幅に軽量化ができるが、像面湾曲を十分に補正することは困難である。

【0022】

図9(D)では負レンズG2と正レンズG3の材料にPmoを用い、かつ非球面を導入し、これによって像面湾曲と歪曲収差を補正している。すると、第1レンズの像面湾曲と

10

20

30

40

50

歪曲収差の補正寄与が下がり、屈折率を下げるのが容易になり P s u m を図 9 (A) と同等まで戻すことが出来る。また第 1 レンズ群の重量も負レンズ G 1 が低屈折材になったこともあり、図 9 (A) から大幅な軽量化が達成できる (本検証では略半分となる。)。

【 0 0 2 3 】

上記の理由より、本発明の N タイプのズームレンズでは図 9 (D) を採用している。即ち、第 1 レンズ群を物体側より像側へ順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ G 1 1、樹脂材料よりなり物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ G 2、樹脂材料よりなる正レンズ G 3 より構成している。

【 0 0 2 4 】

これにより、諸収差 (特に像面湾曲・歪曲収差) を補正しつつ、大幅な軽量化を図っている。また、一般的に樹脂材料よりなるレンズを使用すると温度変化時にピント・収差がずれやすくなる。

10

【 0 0 2 5 】

そこで本発明では光線経路がほぼ同じ同一レンズ群内に正レンズと負レンズの材料に P m o を用いることで環境変化の影響が少なくなるような構成としている。更に第 1 レンズ群のレンズに用いる材料を物体側より像側へ順に、ガラス、P m o、P m o とすることで樹脂材料を直接触ることがないようにして、レンズ面にキズ等がついてしまうことを回避している。

【 0 0 2 6 】

尚、第 1 レンズ群 L 1 は負レンズ G 1、負レンズ G 2、正レンズ G 3 の他に、より良好なる光学性能を得るために正レンズ G 3 の像側に 1 枚以上のレンズを有し、第 1 レンズ群 L 1 を 3 枚以上のレンズより構成しても良い。

20

【 0 0 2 7 】

本発明のズームレンズでは、第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離を f_1 、広角端におけるバックフォーカスを S_k とする。このとき、

$$0.55 < |f_1 / S_k| < 2.20 \quad \dots (1)$$

なる条件式を満足する。次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。

【 0 0 2 8 】

条件式 (1) は、第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離と広角端におけるバックフォーカスの比を規定する。条件式 (1) の上限を超えてバックフォーカスが短くなりすぎると、例えば一眼レフカメラ等のクイックリターンミラーがある撮像装置での使用が難しくなる。また、条件式 (1) の下限を超えて第 1 レンズ群 L 1 の負の屈折力が強くなりすぎると (負の屈折力の絶対値が大きくなりすぎると)、像面湾曲・非点収差・歪曲等の諸収差の補正が困難になってくる。更に好ましくは、条件式 (1) の数値範囲を次の如く設定することが好ましい。

30

【 0 0 2 9 】

$$0.70 < |f_1 / S_k| < 1.20 \quad \dots (1a)$$

本発明のズームレンズ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。

【 0 0 3 0 】

40

正レンズ G 1 p の材料の比重を S_{Gp} 、負レンズ G 1 n の材料の比重を S_{Gn} とする。ここで材料の比重は材料の常温 (15 ~ 25) での質量とそれと同体積の圧力 101.325 k P a (標準気圧) のもとにおける 4 の純水の質量との比である。さらに、正レンズ G 1 p の材料のアッベ数を p 、負レンズ G 1 n の材料のアッベ数を n 、正レンズ G 1 p の焦点距離を f_p 、負レンズ G 1 n の焦点距離を f_n 、第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離を f_1 とする。

【 0 0 3 1 】

また、第 1 レンズ群 L 1 を構成するレンズの材料の屈折率の平均値を N_{ave} 、第 1 レンズ群 L 1 の最も物体側に配置されるメニスカス形状の負レンズ G 1 の材料の屈折率を N_{G1} 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。

50

【 0 0 3 2 】

- $0.5 < S G p < 2.0 \quad \dots (2)$
 $0.5 < S G n < 2.0 \quad \dots (3)$
 $15.0 < p < 40.0 \quad \dots (4)$
 $50.0 < n < 75.0 \quad \dots (5)$
 $0.8 < |f p / f n| / < 1.2 \quad \dots (6)$
 $1.85 < |f p / f 1| < 2.3 \quad \dots (7)$
 $1.8 < f n / f 1 < 2.5 \quad \dots (8)$
 $1.45 < N a v e < 1.65 \quad \dots (9)$
 $1.45 < N G 1 < 1.70 \quad \dots (10)$

10

【 0 0 3 3 】

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)、(3)は、第1レンズ群L1内の樹脂材料よりなる正レンズG1pと負レンズG1nのそれぞれの樹脂材料の比重を規定する。条件式(2)、(3)の上限を超えると樹脂材料の比重が大きくなり第1レンズ群L1が重くなってしまう。条件式(2)、(3)の下限を超えて比重が小さくなると、屈折率が低くなりすぎて第1レンズ群L1が大型化してくるので良くない。

【 0 0 3 4 】

条件式(4)、(5)は、第1レンズ群L1内の樹脂材料よりなる正レンズG1pと樹脂材料よりなる負レンズG1nのそれぞれの材料のアップ数を規定する。条件式(4)、(5)の上限、又は下限を超えると第1レンズ群L1内での色収差の補正が不十分となり、ズーミングやフォーカシングに際して色収差の変動が大きくなってくる。

20

【 0 0 3 5 】

条件式(6)は、第1レンズ群L1内の樹脂材料よりなる正レンズG1pと樹脂材料よりなる負レンズG1nのそれぞれの焦点距離の比を規定する。条件式(6)の上限又は下限を超えると樹脂材料よりなる正レンズG1pと負レンズG1nの屈折力の差が大きくなってしまい、温度変化に対してピントや収差の変動が大きくなってくる。

【 0 0 3 6 】

条件式(7)は、第1レンズ群L1内の樹脂材料よりなる正レンズG1pと第1レンズ群L1の焦点距離の比を規定する。条件式(7)の上限を超えて正レンズG1pの屈折力が弱くなると、第1レンズ群L1内での色収差の補正が困難になる。また、条件式(7)の下限を超えて正レンズG1pの屈折力が強くなると、色収差や像面湾曲等の諸収差を補正することが困難になる。

30

【 0 0 3 7 】

条件式(8)は、第1レンズ群L1内の樹脂材料よりなる負レンズG1nと第1レンズ群L1の焦点距離の比を規定する。条件式(8)の上限を超えて負レンズG1nの負の屈折力が弱くなると(負の屈折力の絶対値が小さくなると)、第1レンズ群L1内での像面湾曲や歪曲収差の補正が困難になる。また、条件式(8)の下限を超えて負レンズG1nの負の屈折力が強くなると、色収差の補正や温度変化時の収差変動を補正することが困難になる。

【 0 0 3 8 】

条件式(9)は、第1レンズ群L1を構成する各レンズの材料の屈折率の平均値を規定する。一般的に低比重の硝材は屈折率が低い傾向にあり、条件式(9)は軽量化を図るためのものである。条件式(9)の上限を超えると第1レンズ群L1を構成する各レンズの比重が重くなり第1レンズ群L1の軽量化が難しくなる。また、条件式(9)の下限を超えて低屈折率になると像面湾曲や歪曲収差を補正することが困難になる。

40

【 0 0 3 9 】

条件式(10)は、第1レンズ群L1内の最も物体側に位置するメニスカス形状の負レンズG1の材料の屈折率を規定する。一般的に低比重硝材は屈折率が低い傾向にあり、また第1レンズ群L1内の最も物体側に位置する負レンズG1は最も単品重量が重くなるため軽量化への影響度が大きい。条件式(10)の上限を超えると第1レンズ群L1を構成

50

するレンズの比重が重くなり軽量化が難しくなる。また、条件式(10)の下限を超えると低屈折率であるため像面湾曲や歪曲収差等を補正することが困難になる。

【0040】

各実施例において更に好ましくは条件式(2)乃至(6)、(8)乃至(10)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0041】

$$\begin{aligned} 0.7 < S G p < 1.3 & \dots (2a) \\ 0.7 < S G n < 1.2 & \dots (3a) \\ 20.0 < p < 35.0 & \dots (4a) \\ 53.0 < n < 60.0 & \dots (5a) \\ 0.95 < |f p / f n| < 1.20 & \dots (6a) \\ 1.8 < f n / f 1 < 2.2 & \dots (8a) \\ 1.50 < N a v e < 1.60 & \dots (9a) \\ 1.55 < N G 1 < 1.65 & \dots (10a) \end{aligned}$$

10

【0042】

以下に、本発明の各実施例のレンズ構成について説明する。実施例1のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2からなる。第1レンズ群L1は、物体側から像側へ順に配置された、ガラス材料よりなり、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG1、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG2、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズG3から構成されている。負レンズG2と正レンズG3は物体側のレンズ面と像側のレンズ面が共に非球面形状となっている。

20

【0043】

また負レンズG2は負レンズG1nに相当し、正レンズG3は正レンズG1pに相当し、いずれも樹脂材料で構成されている。第2レンズ群L2は、物体側から像側へ順に、両凸形状の正レンズ、開口絞りSP、両凸形状の正レンズ、負レンズ、像側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズから構成されている。また、無限から至近へのフォーカシングに際して第1レンズ群L1が光軸上を物体側へ動く。また、広角端から望遠端へのズームングに際して、第1レンズ群L1は像側に凸形状で略往復するように動き、第2レンズ群L2は物体側へ動く。

30

【0044】

実施例2のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3からなる。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、物体側から像側へ順に、両凸形状の正レンズ、開口絞りSP、両凸形状の正レンズ、負レンズで構成される。

【0045】

第3レンズ群L3は、像側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズから構成されている。フォーカシングは実施例1と同じである。広角端から望遠端へのズームングに際して、第1レンズ群L1は像側に凸形状で略往復するように動き、第2レンズ群L2は物体側へ動き第3レンズ群L3は物体側へ動く。実施例3のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群からなる。第1レンズ群L1のレンズ構成は実施例1と同じである。

40

【0046】

第2レンズ群L2は、物体側から像側へ順に、両凸形状の正レンズ、物体側に凹面を向けた負レンズ、両凸形状の正レンズ、両凸形状の正レンズとメニスカス形状の負レンズを接合した接合レンズ、開口絞りSPで構成される。第3レンズ群L3は、物体側の面が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から構成されている。第4レンズ群L4は、樹脂材料からなり、物体側に凸面を向けた非球面を有する負レンズ、両凸

50

形状の正レンズから構成されている。また、無限から至近へのフォーカシングに際して第2レンズ群L2内の負レンズが光軸上を物体側へ動く。

【0047】

また、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群L1は像側に凸形状で略往復するように動く。また第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔は広がり、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4間は狭まるように各レンズ群はいずれも物体側へ動く。

【0048】

実施例4のズームレンズは、物体側から像側へ順に、次のとおりである。負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第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、正の第6レンズ群L6からなる。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、両凸形状の正レンズから構成されている。第3レンズ群L3は、物体側の面が凹形状の負レンズから構成されている。

【0049】

第4レンズ群L4は、物体側から像側へ順に両凸形状の正レンズ、両凸形状の正レンズとメニスカス形状の負レンズを接合した接合レンズ、開口絞りSPで構成される。第5レンズ群L5は、物体側に凹面を向けた負レンズとメニスカス形状の正レンズを接合した接合レンズから構成されている。第6レンズ群L6は樹脂材料からなり、物体側に凸面を向けた非球面を有するメニスカス形状の負レンズ、両凸形状の正レンズから構成されている。また、無限から至近への合焦のフォーカシングに際して第3レンズ群L3が光軸上を物体側へ動く。

【0050】

また、広角端から望遠端へのズーミングに際し、第1レンズ群L1は像側に凸形状で略往復するように移動する。第2レンズ群L2と第3レンズ群L3のレンズ群間は広がり、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4間は狭まり、第4レンズ群L4と第5レンズ群L5のレンズ間は広がる。そして第5レンズ群L5と第6レンズ群L6のレンズ間は狭まるように各レンズ群はいずれも物体側へ動く。

【0051】

図10は一眼レフカメラの要部概略図である。図10において、10は実施例1乃至4のいずれかの実施例のズームレンズ1を有する撮像光学系である。ズームレンズ1は保持部材である鏡筒2に保持されている。20はカメラ本体である。カメラ本体20はクイックリターンミラー3、焦点板4、ペンタダハプリズム5、接眼レンズ6等によって構成されている。

【0052】

クイックリターンミラー3は、撮像光学系10からの光束を上方に反射する。焦点板4は撮像光学系10の像形成位置に配置されている。ペンタダハプリズム5は焦点板4に形成された逆像を正立像に変換する。観察者は、その正立像を接眼レンズ6を介して観察する。7は感光面であり、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）や銀塩フィルムが配置される。撮影時にはクイックリターンミラー3が光路から退避して、感光面7上に撮像光学系10によって像側形成される。

【0053】

このように本発明のズームレンズを一眼レフカメラ交換レンズ等の撮像装置に適用することにより、高い光学性能を有する撮像装置を実現している。この他本発明のズームレンズはクイックリターンミラーのないミラーレスの一眼レフカメラにも同様に適用することができる。この他、本発明のズームレンズは、デジタルカメラ・ビデオカメラ・銀塩フィルム用カメラ等の他に望遠鏡、双眼鏡、複写機、プロジェクター等の光学機器にも適用できる。

【0054】

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。

以下、実施例 1 乃至 4 に対応する具体的な数値データを示す。i は物体から数えた順序を示す。面番号 i は物体側から順に数えている。r_i は曲率半径、d_i は第 i 番目と第 i + 1 番目の面間隔である。n_{d i} と d_i はそれぞれ d 線に対する第 i 面と第 (i + 1) 面との間の媒質の屈折率、アッペ数を表す。また B F はバックフォーカスである。レンズ全長は第 1 レンズ面から像面までの距離を表す。

【 0 0 5 5 】

また、非球面は面番号の後に、* の符号を付加して表している。非球面形状は、X を光軸方向の面頂点からの変位量、h を光軸と垂直な方向の光軸からの高さ、R を近軸曲率半径、k を円錐定数、A₄、A₆、A₈、A₁₀、A₁₂・・・を各次数の非球面係数とするとき、

$$x = (h^2 / R) / [1 + \{1 - (1 + k)(h / R)^2\}^{1/2}] + A_4 \times h^4 + A_6 \times h^6 + A_8 \times h^8 + A_{10} \times h^{10} + A_{12} \times h^{12} \dots$$

で表す。なお、各非球面係数における「e ± X X」は「× 10 ± X X」を意味している。前述の各条件式に関係した数値を表 1 に示す。

【 0 0 5 6 】

(実施例 1)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	42.000	1.30	1.62299	58.2	32.98
2	13.475	6.80			24.86
3*	31.714	2.00	1.52996	55.8	24.74
4*	15.099	4.23			23.38
5*	15.704	2.70	1.60700	27.0	22.45
6*	24.593	(可変)			21.77
7*	14.322	3.42	1.52996	55.8	13.36
8*	-48.566	1.00			13.05
9(絞り)		1.00			12.48
10	35.544	2.15	1.62299	58.2	12.00
11	-51.641	0.15			11.57
12	-828.623	1.00	1.90366	31.3	11.25
13	13.977	4.03			10.53
14	-25.058	1.28	1.62299	58.2	10.66
15	-15.040	(可変)			10.83

像面

【 0 0 5 7 】

非球面データ

第3面

K = 0.00000e+000 A₄= 5.23950e-006 A₆= 6.32236e-007
A₈=-5.71710e-009 A₁₀= 2.51753e-011 A₁₂=-4.89546e-014

第4面

K = 3.20136e-001 A₄=-1.21364e-004 A₆= 2.00900e-006
A₈=-2.69475e-008 A₁₀= 1.63123e-010 A₁₂=-4.99117e-013

第5面

K = 0.00000e+000 A₄=-1.56604e-004 A₆= 2.36856e-006
A₈=-3.17930e-008 A₁₀= 2.19801e-010 A₁₂=-6.01293e-013

第6面

K = 0.00000e+000 A₄=-1.10814e-004 A₆= 1.91068e-006
A₈=-2.65460e-008 A₁₀= 1.92591e-010 A₁₂=-5.25703e-013

第7面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.76786e-005 A 6=-5.41984e-007
A 8= 8.50727e-009 A10=-1.98067e-011 A12=-1.61398e-012

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 6.95307e-005 A 6=-1.01381e-006
A 8= 3.09429e-008 A10=-4.95095e-010 A12= 2.02946e-012

【 0 0 5 8 】

各種データ

ズーム比	2.87				
	広角	中間	望遠		10
焦点距離	18.61	36.00	53.35		
Fナンバー	3.63	5.05	6.48		
半画角(度)	36.28	20.78	14.36		
像高	13.66	13.66	13.66		
レンズ全長	99.60	93.62	102.51		
BF	35.24	52.12	68.96		
正レンズG1p(G3) : 比重	1.22				
負レンズG1n(G2) : 比重	1.02				
d 6	33.31	10.45	2.50		
d15	35.24	52.12	68.96		20

レンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	-30.12	17.03	1.58	-13.07
2	7	29.23	14.03	0.05	-12.05

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離			
1	1	-32.41			
2	3	-56.75			
3	5	64.20			
4	7	21.27			30
5	10	34.12			
6	12	-15.20			
7	14	57.55			

【 0 0 5 9 】

(実施例2)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	
1	42.000	1.30	1.62299	58.2	33.10	40
2	13.543	7.40			24.97	
3*	43.153	2.00	1.52996	55.8	24.82	
4*	17.497	4.40			23.54	
5*	16.618	2.71	1.60700	27.0	22.46	
6*	26.497	(可変)			21.78	
7*	14.279	3.70	1.52996	55.8	13.60	
8*	-42.584	1.00			13.25	
9(絞り)		1.00			12.66	
10	31.287	2.03	1.62299	58.2	12.09	
11	-68.393	0.15			11.65	50

12	-837.180	1.00	1.90366	31.3	11.37
13	13.649	(可変)			10.60
14	-22.830	1.24	1.62299	58.2	10.69
15	-14.610	(可変)			10.87

像面

【 0 0 6 0 】

非球面データ

第3面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.53242e-006 A 6= 7.70068e-007
 A 8=-7.52597e-009 A10= 3.65060e-011 A12=-7.33920e-014

10

第4面

K = 7.51956e-001 A 4=-1.23018e-004 A 6= 2.24191e-006
 A 8=-2.91487e-008 A10= 1.73129e-010 A12=-4.92234e-013

第5面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.52118e-004 A 6= 2.48449e-006
 A 8=-3.12095e-008 A10= 2.01923e-010 A12=-5.36324e-013

第6面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.04903e-004 A 6= 1.97658e-006
 A 8=-2.58047e-008 A10= 1.74650e-010 A12=-4.69457e-013

第7面

K = 0.00000e+000 A 4=-3.24284e-005 A 6=-5.17394e-007
 A 8= 1.09583e-008 A10=-1.18572e-010 A12=-4.60043e-013

20

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 6.16518e-005 A 6=-8.87476e-007
 A 8= 2.78250e-008 A10=-4.68957e-010 A12= 2.19213e-012

【 0 0 6 1 】

各種データ

ズーム比 2.87

	広角	中間	望遠
焦点距離	18.61	36.00	53.35
Fナンバー	3.63	5.04	6.48
半画角(度)	36.28	20.78	14.36
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	100.98	94.76	103.50
BF	35.20	52.22	69.18

30

正レンズG1p(G3) : 比重1.22

負レンズG1n(G2) : 比重1.02

d 6	33.76	10.56	2.50
d13	4.09	4.05	3.89
d15	35.20	52.22	69.18

40

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	-30.22	17.81	1.42	-14.13
2	7	39.69	8.88	-9.47	-12.51
3	14	61.57	1.24	2.01	1.29

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-32.66
2	3	-57.07
3	5	66.54

50

4	7	20.64
5	10	34.73
6	12	-14.85
7	14	61.57

【 0 0 6 2 】

(実施例 3)

単位 mm

面 データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	77.227	1.20	1.60311	60.6	34.71
2	14.538	7.67			26.23
3*	57.781	1.80	1.52996	55.8	26.32
4*	19.165	1.23			25.65
5*	24.881	3.54	1.60700	27.0	25.59
6*	79.949	(可変)			25.07
7	37.457	2.40	1.48749	70.2	14.33
8	-58.433	4.39			14.33
9	-31.212	0.60	1.65844	50.9	13.80
10	82.442	2.59			13.97
11	39.725	3.09	1.62523	36.6	15.26
12	-32.748	0.15			15.42
13	33.079	3.52	1.48749	70.2	15.18
14	-25.332	0.60	1.84666	23.8	14.82
15	-139.681	1.00			14.72
16(絞り)		(可変)			14.46
17	-95.354	0.60	1.63980	34.5	12.43
18	11.175	3.12	1.68498	31.4	12.15
19	49.778	(可変)			11.97
20	211.111	1.70	1.52996	55.8	15.25
21*	202.405	0.52			15.77
22	-350.662	2.11	1.51633	64.1	15.86
23	-32.135	(可変)			16.29

像面

【 0 0 6 3 】

非球面データ

第3面

K = 3.13499e+000 A 4=-1.47012e-005 A 6= 5.83858e-007
A 8=-6.31280e-009 A10= 2.60524e-011 A12=-3.23730e-014

第4面

K = 3.20136e-001 A 4=-9.21092e-005 A 6= 2.17424e-006
A 8=-3.05025e-008 A10= 1.73686e-010 A12=-3.75407e-013

第5面

K = 0.00000e+000 A 4=-6.33227e-005 A 6= 1.80297e-006
A 8=-2.55764e-008 A10= 1.59451e-010 A12=-3.46621e-013

第6面

10

20

30

40

50

K = 0.00000e+000 A 4=-3.23085e-005 A 6= 6.31488e-007
A 8=-1.01132e-008 A10= 7.11828e-011 A12=-1.57187e-013

第21面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.78895e-005 A 6= 6.71425e-008
A 8=-8.06438e-010 A10= 1.19632e-011 A12=-4.70458e-014

【 0 0 6 4 】

各種データ

ズーム比	2.87				
	広角	中間	望遠		10
焦点距離	18.61	34.00	53.35		
Fナンバー	3.56	4.54	5.87		
半画角(度)	36.28	21.89	14.36		
像高	13.66	13.66	13.66		
レンズ全長	125.65	114.98	123.54		
BF	35.08	50.06	69.16		
正レンズG1p(G3) : 比重	1.22				
負レンズG1n(G2) : 比重	1.02				
d 6	37.19	11.56	1.00		
d16	2.60	6.71	10.08		20
d19	8.93	4.82	1.45		
d23	35.08	50.06	69.16		

レンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	-28.55	15.45	1.38	-11.45
2	7	30.48	18.35	8.09	-7.92
3	17	-60.54	3.72	1.76	-0.45
4	20	69.02	4.33	2.99	-0.04

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-29.91
2	3	-55.00
3	5	58.10
4	7	47.21
5	9	-34.31
6	11	29.19
7	13	30.02
8	14	-36.64
9	17	-15.60
10	18	20.37
11	20	-9933.43
12	22	68.36

【 0 0 6 5 】

(実施例 4)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	50
-----	---	---	----	---	-----	----

1	78.630	1.20	1.60311	60.6	33.54
2	14.211	7.85			25.46
3*	67.441	1.80	1.52996	55.8	25.54
4*	20.164	1.47			25.31
5*	31.961	3.56	1.60700	27.0	25.24
6*	554.791	(可変)			24.77
7	39.378	2.17	1.48749	70.2	13.80
8	-68.407	(可変)			13.91
9	-27.462	0.60	1.65844	50.9	14.14
10	192.247	(可変)			14.53
11	39.474	3.05	1.54115	48.3	14.98
12	-34.003	0.52			15.18
13	32.852	3.40	1.48749	70.2	15.12
14	-27.367	0.60	1.84666	23.8	14.86
15	-71.484	1.00			14.82
16(絞リ)		(可変)			14.50
17	-144.634	0.60	1.63980	34.5	12.57
18	13.080	2.42	1.73249	29.3	12.33
19	38.276	(可変)			12.12
20	237.247	1.70	1.52996	55.8	14.19
21*	165.297	0.30			14.74
22	230.092	1.96	1.51633	64.1	14.82
23	-41.805	(可変)			15.22

像面

【 0 0 6 6 】

非球面データ

第3面

K = 3.62521e-001 A 4=-1.47093e-005 A 6= 5.69429e-007
A 8=-6.52440e-009 A10= 2.63608e-011 A12=-3.21282e-014

第4面

K = 3.20136e-001 A 4=-9.49699e-005 A 6= 2.15185e-006
A 8=-3.05065e-008 A10= 1.73315e-010 A12=-3.77321e-013

第5面

K = 0.00000e+000 A 4=-6.25809e-005 A 6= 1.83044e-006
A 8=-2.54929e-008 A10= 1.59705e-010 A12=-3.50033e-013

第6面

K = 0.00000e+000 A 4=-3.42857e-005 A 6= 6.55764e-007
A 8=-1.01352e-008 A10= 7.10426e-011 A12=-1.53571e-013

第21面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.18801e-005 A 6= 1.14735e-007
A 8=-2.21204e-009 A10= 3.68005e-011 A12=-1.99680e-013

各種データ

ズーム比 2.87

広角 中間 望遠

焦点距離 18.61 34.00 53.35

10

20

30

40

50

Fナンバー	3.54	4.56	5.87
半画角(度)	36.28	21.89	14.36
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	120.14	112.50	122.18
BF	35.08	50.24	69.67
正レンズG1p(G3)：比重	1.22		
負レンズG1n(G2)：比重	1.02		
d 6	33.54	10.75	1.00
d 8	4.71	6.18	6.87
d10	2.59	1.12	0.43
d16	2.60	5.71	8.45
d19	7.41	4.30	1.56
d23	35.08	50.24	69.67

10

レンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	-29.44	15.88	0.47	-13.31
2	7	51.61	2.17	0.54	-0.93
3	9	-36.45	0.60	0.05	-0.32
4	11	23.71	8.57	1.57	-4.60
5	17	-60.89	3.02	1.89	0.13
6	20	73.65	3.96	2.43	-0.28

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-28.96
2	3	-55.00
3	5	55.73
4	7	51.61
5	9	-36.45
6	11	34.26
7	13	31.20
8	14	-52.70
9	17	-18.72
10	18	26.07
11	20	-1036.95
12	22	68.68

30

【 0 0 6 7 】

【 表 1 】

条件式		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
(1)	$ f1/Sk $	0.855	0.859	0.787	0.839
(2)	SGp	1.22	1.22	1.22	1.22
(3)	SGn	1.02	1.02	1.02	1.02
(4)	vp	27.0	27.0	27.0	27.0
(5)	vn	55.8	55.8	55.8	55.8
(6)	$ fp/fn $	1.13	1.17	1.06	1.01
(7)	$ fp/f1 $	2.13	2.20	2.04	1.89
(8)	$fn/f1$	1.88	1.89	1.93	1.87
(9)	Nave	1.587	1.587	1.580	1.580
(10)	NG1	1.623	1.623	1.603	1.603

40

50

【符号の説明】

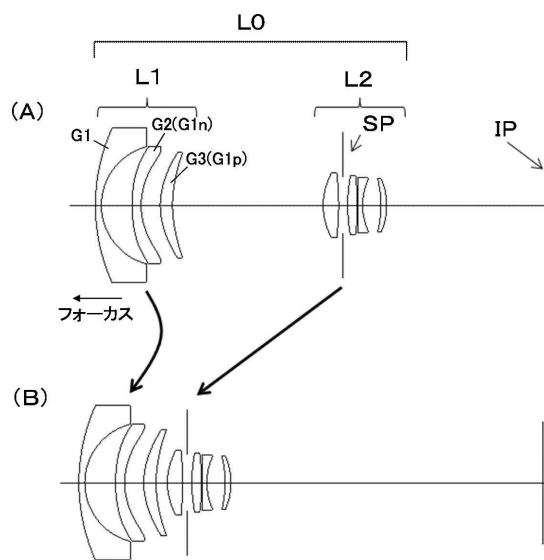
【 0 0 6 8 】

L 1 第 1 レンズ群
L 4 第 4 レンズ群
L 0 ズームレンズ

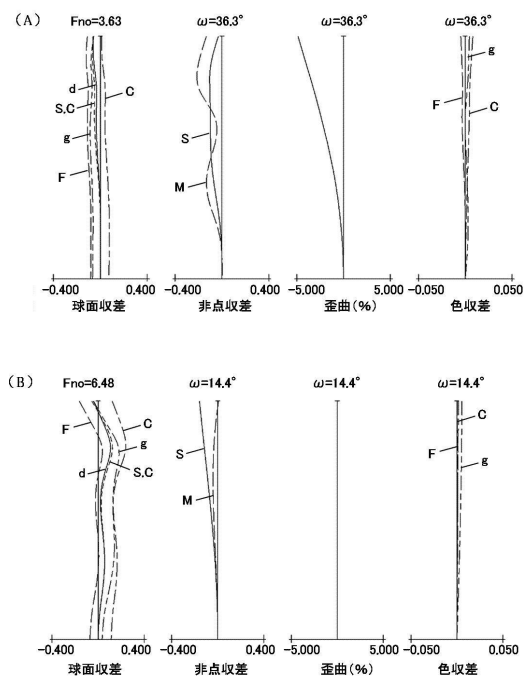
L 2 第 2 レンズ群
L 5 第 5 レンズ群

L 3 第 3 レンズ群
L 6 第 6 レンズ群

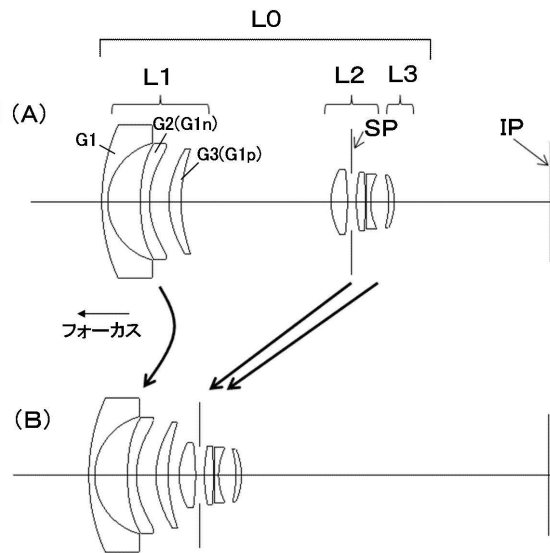
【図 1】



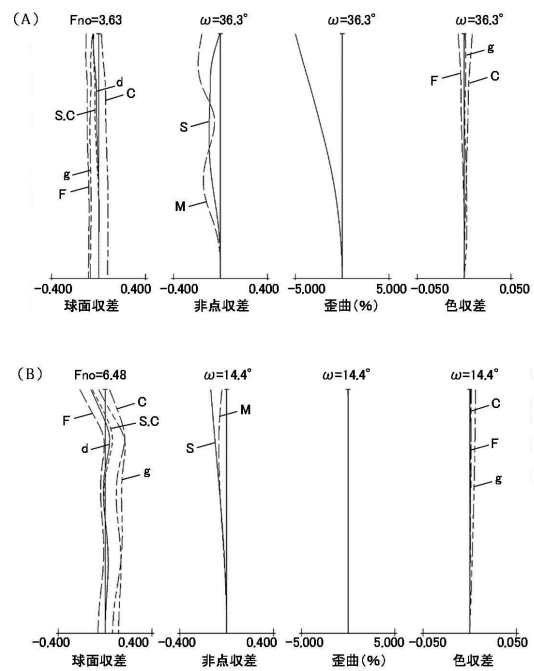
【図 2】



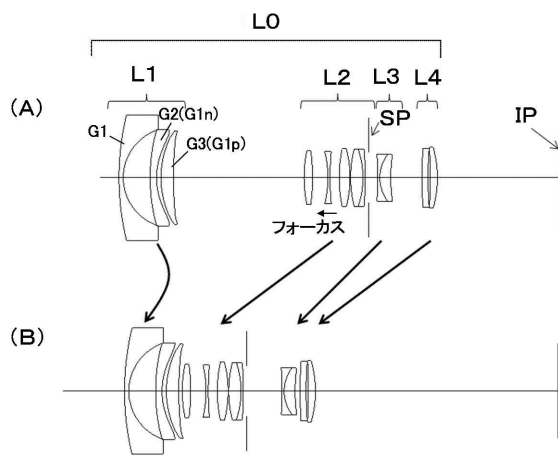
【図 3】



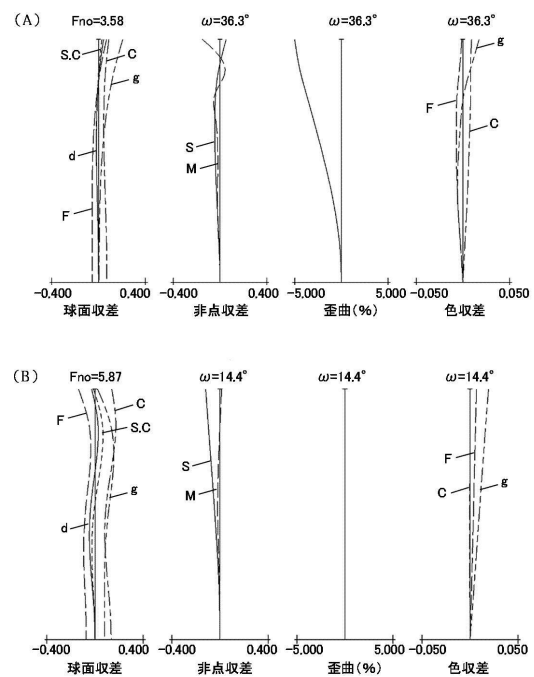
【図 4】



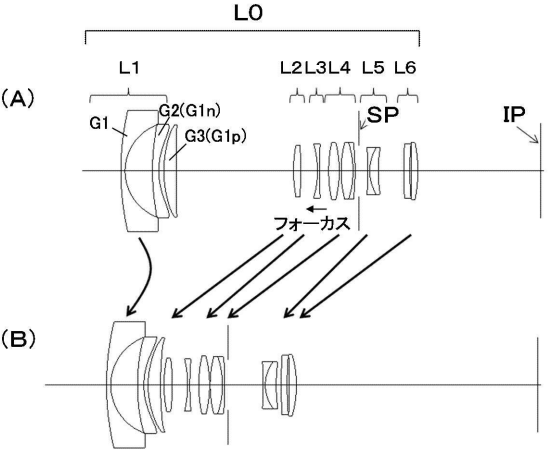
【図 5】



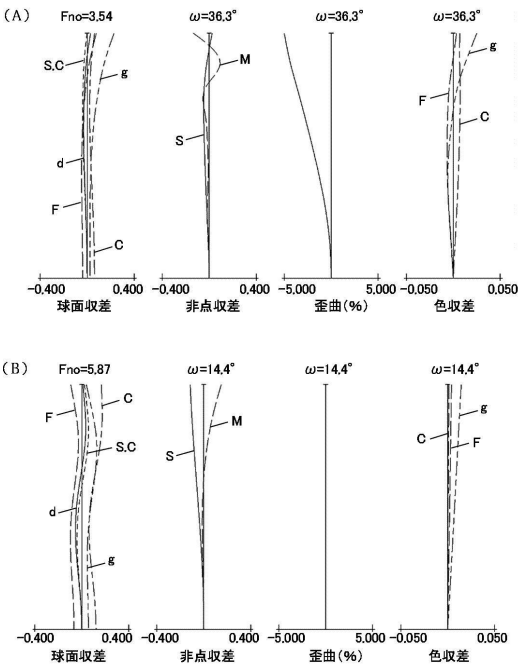
【図 6】



【図 7】



【図 8】

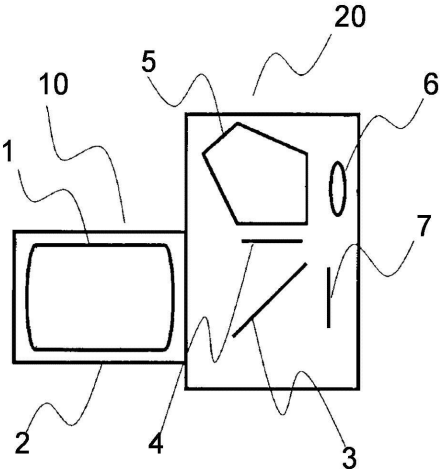


【図 9】

	(A)ガラス構成	(B)Pmo1枚構成	(C)Pmo2枚構成	(D)G1低index化
レンズ構成				
G1	S-LAH66	S-LAH66	S-LAH66	S-BSM25
G2	S-LAL12	S-LAL12	Pmo	Pmo (非球面)
G3	S-TIH53	Pmo	Pmo	Pmo (非球面)
重量				
Psum	0.035	-0.01	0.015	0.032

材料名 S-LAH66,S-BSM25,S-LAL12,
S-TIH53 は(株)オハラの商品名である。

【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-344764(JP,A)
特開2001-021806(JP,A)
特開2014-235190(JP,A)
特開2002-072093(JP,A)
特開平03-155513(JP,A)
特開平09-021950(JP,A)
米国特許第05900987(US,A)
特開平01-303409(JP,A)
特表2001-512844(JP,A)
特開2010-170114(JP,A)
特開2000-187157(JP,A)
特開2011-053663(JP,A)
特開2011-013469(JP,A)
特開2010-266577(JP,A)
特開2013-156477(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