

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6253363号
(P6253363)

(45) 発行日 平成29年12月27日(2017.12.27)

(24) 登録日 平成29年12月8日(2017.12.8)

(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 10 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2013-240991 (P2013-240991)
(22) 出願日	平成25年11月21日 (2013.11.21)
(65) 公開番号	特開2015-102591 (P2015-102591A)
(43) 公開日	平成27年6月4日 (2015.6.4)
審査請求日	平成28年11月17日 (2016.11.17)

(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	藤崎 豊克 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】

物体側より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、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5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、

広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第1レンズ群及び前記第3レンズ群は物体側に移動し、

前記第3レンズ群に含まれる正レンズの材料の部分分散比を $g F 3 P$ 、アッペ数を $d 3 P$ として、前記第3レンズ群は、

$$g F 3 P - (-1.665 \times 10^{-7} \cdot d 3 P^3 + 5.213 \times 10^{-5} \cdot d 3 P^2 - 5.656 \times 10^{-3} \cdot d 3 P + 0.737) > 0 \\ 50.0 < d 3 P < 100.0$$

なる条件式を満足する材料を用いた正レンズを少なくとも2枚有し、

広角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第3レンズ群の移動量を M_3 、前記第3レンズ群に含まれる正レンズのアッペ数の平均値を $d 3 P_{ave}$ としたとき、

$$0.01 < f_3 / f_t < 0.15$$

$$0.5 < |f_4 / f_3| < 2.5$$

10

20

$$\begin{aligned} 3.00 < M_3 / f_w < 30.00 \\ 2.0 < f_3 / f_w < 8.0 \\ \underline{75.0 < d_3 Pave < 100.0} \end{aligned}$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のズームレンズにおいて、

$$0.01 < |f_4 / f_t| < 0.25$$

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 3】

前記 2 レンズ群の焦点距離を f_2 としたとき、

$$0.01 < |f_2 / f_t| < 0.10$$

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】

広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第 1 レンズ群の移動量を M_1 としたとき

$$0.8 < M_1 / M_3 < 5.0$$

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 5 レンズ群の像側に正の屈折力の第 6 レンズ群を有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 5 レンズ群を物体側に移動させることにより、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う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】

ズーミングに際して各レンズ群とは異なる軌跡で移動する開口絞りを有す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】

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、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群、正の屈折力の第 6 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、

広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第 1 レンズ群及び前記第 3 レンズ群は物体側に移動し、

前記第 3 レンズ群に含まれる正レンズの材料の部分分散比を $g F_3 P$ 、アッベ数を $d_3 P$ として、前記第 3 レンズ群は、

$$\frac{g F_3 P - (-1.665 \times 10^{-7} \cdot d_3 P^3 + 5.213 \times 10^{-5} \cdot d_3 P^2 - 5.656 \times 10^{-3} \cdot d_3 P + 0.737)}{50.0 < d_3 P < 100.0} > 0$$

なる条件式を満足する材料を用いた正レンズを少なくとも 2 枚有し、

広角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 、前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第 3 レンズ群の移動量を M_3 としたとき、

$$0.01 < f_3 / f_t < 0.15$$

$$0.5 < |f_4 / f_3| < 2.5$$

$$3.00 < M_3 / f_w < 30.00$$

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 9】

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、負の屈折力の第 2 レン

10

20

30

40

50

ズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5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

ズーミングに際して各レンズ群とは異なる軌跡で移動する開口絞りを有し、
広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第1レンズ群及び前記第3レンズ群は
物体側に移動し、

前記第3レンズ群に含まれる正レンズの材料の部分分散比を $g F 3 P$ 、アッペ数を
 $d 3 P$ として、前記第3レンズ群は、

$$\frac{g F 3 P - (-1.665 \times 10^{-7} \cdot d 3 P^3 + 5.213 \times 10^{-5} \cdot d 3 P^2 - 5.656 \times 10^{-3} \cdot d 3 P + 0.737) > 0}{50.0 < d 3 P < 100.0}$$

10

なる条件式を満足する材料を用いた正レンズを少なくとも2枚有し、

広角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第3レンズ群の移動量を M_3 としたとき、

$$\begin{aligned} 0.01 &< f_3 / f_t < 0.15 \\ 0.5 &< |f_4 / f_3| < 2.5 \\ 3.00 &< M_3 / f_w < 30.00 \end{aligned}$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項10】

20

請求項1乃至9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、例えばデジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、監視カメラ、放送用カメラ等の撮像素子を用いた撮像装置、或いは銀塩写真フィルムを用いたカメラ等の撮像装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

30

近年、固体撮像素子を用いたデジタルスチルカメラ、ビデオカメラ等の撮像装置は高機能化され、かつ装置全体が小型化されている。これらの装置に用いられるズームレンズは、高倍率、広画角かつ小型で、全てのズーム領域において良好な光学性能を有することが求められている。こうした要求に応えるべく、物体側より像側へ順に正、負、正、負、正の屈折力を有するレンズ群から成る5群ズームレンズが知られている。

【0003】

例えば、ズームレンズの高倍化を図ると、望遠端における焦点距離が長くなり、軸上色収差が多く発生する。こうした軸上色収差を低減するために、第3レンズ群に含まれる正レンズの材料に異常分散ガラスを用いたズームレンズが知られている（特許文献1）。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-220920号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般に、小型かつ高倍率の撮影光学系を得るために、撮影光学系を構成する各レンズ群の屈折力を強めつつ、各レンズ群を構成するレンズの枚数を削減すればよい。しかし、レンズ群の屈折力を強めると、レンズ群を構成するレンズのレンズ面の屈折力を強めることになり、レンズのコバ厚を確保するためにレンズの肉厚が増大する。その結果、前玉径

50

(前玉有効径)が大きくなり、光学系の小型化を実現することが困難になる。また、望遠端における焦点距離が長くなることにより、色収差が多く発生し、これらを補正することが困難になる。

【0006】

本発明は、高倍率、広画角かつ小型で、色収差が良好に補正されたズームレンズ及びそれを有する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】

【0007】

本発明の実施例にかかるズームレンズは、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、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5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、広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第1レンズ群及び前記第3レンズ群は物体側に移動し、前記第3レンズ群に含まれる正レンズの材料の部分分散比を g_{F3P} 、アッベ数を d_{3P} として、前記第3レンズ群は、

$$\begin{aligned} g_{F3P} - (-1.665 \times 10^{-7} \cdot d_{3P}^3 + 5.213 \times 10^{-5} \cdot d_{3P}^2 - 5.656 \times 10^{-3} \cdot d_{3P} + 0.737) > 0 \\ 50.0 < d_{3P} < 100.0 \end{aligned}$$

なる条件式を満足する材料を用いた正レンズを少なくとも2枚有し、広角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第3レンズ群の移動量を M_3 、前記第3レンズ群に含まれる正レンズのアッベ数の平均値を d_{3Pave} としたとき、

$$\begin{aligned} 0.01 < f_3 / f_t < 0.15 \\ 0.5 < |f_4 / f_3| < 2.5 \\ 3.00 < M_3 / f_w < 30.00 \\ 2.0 < f_3 / f_w < 8.0 \\ 75.0 < d_{3Pave} < 100.0 \end{aligned}$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

本発明の実施例にかかるズームレンズは、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、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群、正の屈折力の第6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、広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第1レンズ群及び前記第3レンズ群は物体側に移動し、前記第3レンズ群に含まれる正レンズの材料の部分分散比を g_{F3P} 、アッベ数を d_{3P} として、前記第3レンズ群は、

$$\begin{aligned} g_{F3P} - (-1.665 \times 10^{-7} \cdot d_{3P}^3 + 5.213 \times 10^{-5} \cdot d_{3P}^2 - 5.656 \times 10^{-3} \cdot d_{3P} + 0.737) > 0 \\ 50.0 < d_{3P} < 100.0 \end{aligned}$$

なる条件式を満足する材料を用いた正レンズを少なくとも2枚有し、広角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第3レンズ群の移動量を M_3 としたとき、

$$\begin{aligned} 0.01 < f_3 / f_t < 0.15 \\ 0.5 < |f_4 / f_3| < 2.5 \\ 3.00 < M_3 / f_w < 30.00 \end{aligned}$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

本発明の実施例にかかるズームレンズは、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、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群を有し、ズーミングに際して隣り合うレンズ

10

20

30

40

50

群の間隔が変化するズームレンズにおいて、ズーミングに際して各レンズ群とは異なる軌跡で移動する開口絞りを有し、広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第1レンズ群及び前記第3レンズ群は物体側に移動し、前記第3レンズ群に含まれる正レンズの材料の部分分散比を $g F 3 P$ 、アッベ数を $d 3 P$ として、前記第3レンズ群は、

$$\frac{g F 3 P - (-1.665 \times 10^{-7} \cdot d 3 P^3 + 5.213 \times 10^{-5} \cdot d 3 P^2 - 5.656 \times 10^{-3} \cdot d 3 P + 0.737)}{50.0 < d 3 P < 100.0) > 0$$

なる条件式を満足する材料を用いた正レンズを少なくとも2枚有し、広角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第3レンズ群の移動量を M_3 としたとき、

$$\begin{aligned} 0.01 &< f_3 / f_t < 0.15 \\ 0.5 &< |f_4 / f_3| < 2.5 \\ 3.00 &< M_3 / f_w < 30.00 \end{aligned}$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、高倍率、広画角かつ小型で、色収差が良好に補正されたズームレンズ及びそれを有する撮像装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施例1のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図2】(A)、(B)、(C)実施例1のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図3】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

【図4】(A)、(B)、(C)実施例2のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図5】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

【図6】(A)、(B)、(C)実施例3のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図7】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

【図8】(A)、(B)、(C)実施例4のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図9】実施例5のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図10】(A)、(B)、(C)実施例5のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図11】本発明の撮像装置の要部概略図

【図12】「 $g F - d$ 図」の説明図

【発明を実施するための形態】

【0010】

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、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、物体側より像側へ順に、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、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群を有する。ここで、レンズ群とは、1枚以上のレンズを有していれば良く、必ずしも複数枚のレンズを有していないなくても構わない。

【0011】

図1は実施例1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2(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例1のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例1はズーム比3.9~5.7、開口比3.50~6.08程度のズームレンズである。図3は実施例2のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図であ

10

20

30

40

50

る。図4(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例2のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例2はズーム比32.71、開口比3.50~6.08程度のズームレンズである。

【0012】

図5は実施例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6(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例3のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例3はズーム比38.66、開口比3.50~6.08程度のズームレンズである。図7は実施例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8(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例4のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例4はズーム比61.29、開口比3.50~6.69程度のズームレンズである。

10

【0013】

図9は実施例5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10(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例5のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例5はズーム比32.15、開口比3.18~7.10程度のズームレンズである。

【0014】

図11は本発明のズームレンズを備えるデジタルスチルカメラ(撮像装置)の要部概略図である。各実施例のズームレンズはビデオカメラやデジタルスチルカメラ、銀塩フィルムカメラ、テレビカメラ等の撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。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。またレンズ断面図において、*i*を物体側から像側へのレンズ群の順番とするとL*i*は第*i*レンズ群を示す。図12は、gF-d図の説明図である。

20

【0015】

実施例1乃至4のズームレンズは、物体側より像側へ順に、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、負の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5から成る。実施例1乃至4は5つのレンズ群から成るポジティブリード型の5群ズームレンズである。

【0016】

実施例5のズームレンズは、物体側より像側へ順に、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、負の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5、正の屈折力の第6レンズ群L6から成る。実施例5は6つのレンズ群から成るポジティブリード型の6群ズームレンズである。

30

【0017】

各実施例において、SPは開口絞りであり、実施例1乃至4では、開口絞りSPは、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間に配置され、実施例5では、第3レンズ群L3中に配置される。広角端から望遠端へのズーミングに際して、開口絞りSPは、広角端に比べて望遠端において物体側に位置するように、各レンズ群とは異なる軌跡で移動する。これにより、入射瞳位置を物体側に移動させることができるために、前玉有効径の小型化を図ることができる。FPはフレアカット絞りであり、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間、または、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の間に配置され、不要光を遮光している。

40

【0018】

Gは光学フィルター、フェースプレート、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ブロックである。IPは像面である。ビデオカメラやデジタルカメラの撮像光学系としてズームレンズを使用する際には、像面IPはCCDセンサやCMOSセンサといった固体撮像素子(光電変換素子)に相当する。銀塩フィルムカメラの撮像光学系としてズームレンズを使用する際には、像面IPはフィルム面に相当する。

【0019】

球面収差図においてFn_oはFナンバーであり、d線(波長587.6nm)、g線(

50

波長 435.8 nm)に対する球面収差を示している。非点収差図において S はサジタル像面、M はメリディオナル像面である。歪曲収差は d 線について示している。倍率色収差図では g 線における倍率色収差を示している。θ は撮像半画角である。なお以下の各実施例において広角端と望遠端はそれぞれ、機構上の制約の下、変倍用のレンズ群が光軸上を移動可能な範囲の両端に位置したときの各ズーム位置をいう。

【0020】

各実施例では、レンズ断面図中の矢印で示すように、広角端から望遠端へのズーミングに際してレンズ群が移動し、隣り合うレンズ群の間隔が変化する。

【0021】

具体的には、各実施例において、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 は像側へ凸状の軌跡を描くように移動する。第 2 レンズ群 L2 は、広角端に比べて望遠端において、像側に位置するように移動する。第 3 レンズ群 L3 は、広角端に比べて望遠端において、物体側に位置するように移動する。第 4 レンズ群 L4 は、広角端に比べて望遠端において、物体側に位置するように移動する。第 5 レンズ群 L5 は、広角端から望遠端へのズーミングに際して、物体側へ凸状の軌跡を描くように移動する。実施例 5 のズームレンズでは、第 6 レンズ群 L6 は、広角端から望遠端へのズーミングに際して不動である。

10

【0022】

また、各実施例において、第 5 レンズ群 L5 をフォーカスレンズ群としている。各実施例では、望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカシングを行う場合には、レンズ断面の矢印 5c に示すように、第 5 レンズ群 L5 を物体側に繰り出している。レンズ断面図中の実線 5a と点線 5b は各々、無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの、広角端から望遠端へのズーミングに伴う像面変動を補正するための移動軌跡を示している。

20

【0023】

各実施例では、ズーミングに際して開口絞り SP を各レンズ群とは異なる軌跡で移動させることにより、望遠端における第 2 レンズ群 L2 と第 3 レンズ群 L3 の間隔を短くすることができる。これにより、望遠端におけるレンズ全長を短縮することができる。

【0024】

また、各実施例では、広角端に比べて望遠端において、第 1 レンズ群 L1 及び第 3 レンズ群 L3 が物体側に位置している。これにより、広角端におけるレンズ全長を短縮しつつ、ズームレンズの高倍化を実現することができる。

30

【0025】

各実施例では、異常分散性を有する材料を用いたレンズを用いて、色収差の低減を図っている。以下、異常分散性を有する材料を用いて色収差を低減させる方法について説明する。

【0026】

図 12 は、一般的光学ガラスにおいて縦軸に部分分散比 gF が上方向に大きな値となるように、横軸にアッベ数が左方向に大きな値となるようにとったグラフ(以下「gF - d 図」と呼ぶ)である。この gF - d 図上に材料をマッピングさせると、ノーマルラインと呼ばれる直線に沿って分布することが知られている。本発明において、ノーマルラインは、

$$gF = -0.001682 \times d + 0.6438$$

なる式で表される。

40

【0027】

ここで、アッベ数 d、部分分散比 gF は、g 線(波長 435.8 nm)、F 線(486.1 nm)、C 線(656.3 nm)、d 線(587.6 nm)に対する材料の屈折率をそれぞれ Ng、NF、NC、Nd とするとき、

$$d = (Nd - 1) / (NF - NC)$$

$$gF = (Ng - NF) / (NF - NC)$$

50

で表される数値である。

【0028】

焦点距離の長いポジティブリード型のズームレンズでは、軸上光線は第3レンズ群L3において比較的高い位置を通る。そのため、第3レンズ群L3で軸上色収差や、球面収差が発生しやすい。望遠端において複数の周波数における球面収差の補正を図ると、軸上色収差が大きくなるため、軸上色収差の2次スペクトルは可能な限り小さいことが好ましい。

【0029】

第3レンズ群L3において、軸上色収差の2次スペクトルを低減するためには、 $g_F - d$ 図において、第3レンズ群を構成する正レンズと負レンズの硝材を結んだ直線の傾きを緩くすること必要である。

【0030】

例えば、萤石のようにアッペ数 d が大きく、 $g_F - d$ 図においてノーマルラインから部分分散比 g_F が大きくなる方向に離れた領域に存在する材料を、第3レンズ群L3に含まれる正レンズに用いるのが良い。また、ランタン系の硝材のように、 $g_F - d$ 図においてノーマルラインから部分分散比 g_F が小さくなる方向に離れた領域に存在する材料を、第3レンズ群L3に含まれる負レンズに用いるのが良い。

【0031】

これらの組み合わせにより、第3レンズ群L3に含まれる正レンズと負レンズを構成する硝材を結ぶ直線の傾きがノーマルラインよりも小さくなり、軸上色収差の二次スペクトルを良好に補正することができる。このように第3レンズ群L3に含まれるレンズの材料を最適化することにより、軸上色収差の二次スペクトルを良好に補正することができる。

【0032】

各実施例では、第3レンズ群L3に、以下の条件式を満足する材料を用いた正レンズを少なくとも2枚有することで、以下の条件式を満足する材料を用いた正レンズを1枚のみ配置させる場合に比べて、より効果的に色収差の補正を行うことができる。

$$\begin{aligned} g_F 3P - (-1.665 \times 10^{-7} \cdot d 3P^3 + 5.213 \times 10^{-5} \cdot d 3P \\ ^2 - 5.656 \times 10^{-3} \cdot d 3P + 0.737) > 0 \dots (1) \\ 50.0 < d 3P < 100.0 \quad \dots (2) \end{aligned}$$

【0033】

ここで、第3レンズ群L3に含まれる正レンズの材料の部分分散比を $g_F 3P$ 、アッペ数を $d 3P$ とする。

【0034】

条件式(1)の左辺が0より小さくなると、望遠端における軸上色収差の2次スペクトルが増大するため、好ましくない。

【0035】

条件式(2)の上限値を超えて、第3レンズ群L3に含まれる正レンズのアッペ数 $d 3P$ が大きくなると、条件式(1)の数値範囲を満足する範囲で実在する硝材が限定されるため、好ましくない。

【0036】

条件式(2)の下限値を超えて、第3レンズ群L3に含まれる正レンズのアッペ数 $d 3P$ が小さくなると、色収差を補正するために、第3レンズ群L3に含まれる正レンズの曲率が小さくなる。その結果、コバ厚を確保するために、レンズの厚さが増し、レンズ全長の増大を招くため好ましくない。

【0037】

また、各実施例では、以下の条件式(3)乃至(5)を満足する。ここで、広角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、第3レンズ群L3の焦点距離を f_3 、第4レンズ群L4の焦点距離を f_4 とする。さらに、広角端から望遠端へのズーミングにおける第3レンズ群L3の光軸方向の移動量を M_3 としたとき、条件式(3)乃至(5)は、

10

20

30

40

50

0 . 0 1 < f 3 / f t < 0 . 1 5 ... (3)
 0 . 5 < | f 4 / f 3 | < 2 . 5 ... (4)
 3 . 0 0 < M 3 / f w < 3 0 . 0 0 ... (5)

と表される。

【 0 0 3 8 】

ここで移動量とは、広角端と望遠端における各レンズ群の光軸上での位置の差であり、移動量の符号は広角端に比べて望遠端で物体側に位置するときを正、像側に位置するときを負とする。

【 0 0 3 9 】

条件式(3)の上限値を超えて第3レンズ群L3の焦点距離f3が長くなると、第3レンズ群L3の屈折力が弱くなりすぎる。その結果、ズームレンズを高倍化するためには、第3レンズ群L3の移動量を大きくする必要が生じ、レンズ全長の増大を招くため好ましくない。10

【 0 0 4 0 】

条件式(3)の下限値を超えて第3レンズ群L3の焦点距離f3が短くなると、第3レンズ群L3の屈折力が強くなりすぎる。その結果、主に望遠端における球面収差やコマ収差、軸上色収差が多く発生するため好ましくない。

【 0 0 4 1 】

条件式(4)の上限値を超えて、第4レンズ群L4の焦点距離f4が、第3レンズ群L3の焦点距離f3に比べて長くなると、第4レンズ群L4の屈折力が弱くなる。その結果、第3レンズ群L3で発生する、望遠端における球面収差やコマ収差、軸上色収差を第4レンズ群L4で補正することが困難になるため、好ましくない。20

【 0 0 4 2 】

条件式(4)の下限値を超えて、第3レンズ群L3の焦点距離f3が、第4レンズ群L4の焦点距離f4に比べて長くなると、第3レンズ群L3の屈折力が弱くなる。その結果、第3レンズ群L3の変倍分担が小さくなり、ズームレンズを高倍化するためには、第3レンズ群L3の移動量を大きくする必要が生じ、レンズ全長の増大を招くため好ましくない。

【 0 0 4 3 】

条件式(5)の上限値を超えて、第3レンズ群L3の移動量M3が大きくなると、レンズ全長が増大するため、好ましくない。30

【 0 0 4 4 】

条件式(5)の下限値を超えて、第3レンズ群L3の移動量M3が小さくなると、高倍化を実現するために、第3レンズ群L3の屈折力を強くする必要が生じる。その結果、主に望遠端における球面収差やコマ収差、軸上色収差が多く発生するため好ましくない。

【 0 0 4 5 】

各実施例では上記の如く、条件式(1)乃至(5)を満足するように各要素を適切に設定している。これにより、高倍率、広画角かつ小型で、色収差が良好に補正されたズームレンズを得ることができる。

【 0 0 4 6 】

なお、各実施例において、好ましくは条件式(2)乃至(5)の数値範囲を次のようにするのがよい。

6 0 . 0 < d 3 P < 9 8 . 0 ... (2 a)
 0 . 0 3 < f 3 / f t < 0 . 1 4 ... (3 a)
 0 . 7 < | f 4 / f 3 | < 2 . 3 ... (4 a)
 3 . 0 3 < M 3 / f w < 2 5 . 0 0 ... (5 a)

【 0 0 4 7 】

また、更に好ましくは条件式(2)乃至(5)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。40

7 0 . 0 < d 3 P < 9 7 . 0 ... (2 b)

10

20

30

40

50

0 . 0 5 < f 3 / f t < 0 . 1 3 ... (3 b)
 1 . 2 < | f 4 / f 3 | < 2 . 2 ... (4 b)
 3 . 0 5 < M 3 / f w < 1 5 . 0 0 ... (5 b)

【 0 0 4 8 】

さらに、各実施例において、次の条件式のうち 1 つ以上を満足することがより好ましい。ここで、第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離を f 2 、広角端から望遠端へのズーミングにおける第 1 レンズ群 L 1 の光軸方向の移動量を M 1 とする。また、第 3 レンズ群 L 3 に含まれる正レンズのアッペ数の平均値を d 3 P a v e とする。

【 0 0 4 9 】

このとき、

0 . 0 1 < | f 4 / f t | < 0 . 2 5 ... (6)
 0 . 0 1 < | f 2 / f t | < 0 . 1 0 ... (7)
 2 . 0 < f 3 / f w < 8 . 0 ... (8)
 0 . 8 < M 1 / M 3 < 5 . 0 ... (9)
7 5 . 0 < d 3 P a v e < 1 0 0 . 0 ... (1 0)

なる条件式のうち 1 つ以上を満足するのがよい。

【 0 0 5 0 】

条件式 (6) の上限値を超えて第 4 レンズ群 L 4 の焦点距離 f 4 が長くなると、第 4 レンズ群 L 4 の屈折力が弱くなる。その結果、第 3 レンズ群 L 3 で発生する、望遠端における球面収差やコマ収差、軸上色収差を第 4 レンズ群 L 4 で補正することが困難になるため、好ましくない。

【 0 0 5 1 】

条件式 (6) の下限値を超えて第 4 レンズ群 L 4 の焦点距離 f 4 が短くなると、第 4 レンズ群 L 4 の屈折力が強くなり、全ズーム領域において色収差やコマ収差を十分に補正することが困難になるため好ましくない。

【 0 0 5 2 】

条件式 (7) の上限値を超えて第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離 f 2 が長くなると、第 2 レンズ群 L 2 の屈折力が弱くなり、高倍化を実現するためには、ズーミングにおける第 2 レンズ群 L 2 の移動量を大きくする必要が生じる。その結果、レンズ全長が増大するため好ましくない。

【 0 0 5 3 】

条件式 (7) の下限値を超えて第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離 f 2 が短くなると、第 2 レンズ群 L 2 の屈折力が強くなり、広角端から中間のズーム領域におけるコマ収差や像面の変動を補正することが困難になるため、好ましくない。

【 0 0 5 4 】

条件式 (8) の上限値を超えて、第 3 レンズ群 L 3 の焦点距離 f 3 が長くなると、第 3 レンズ群 L 3 の屈折力が弱くなり、高倍化を実現するためには、ズーミングにおける第 2 レンズ群 L 2 の移動量を大きくする必要が生じる。その結果、レンズ全長が増大するため好ましくない。

【 0 0 5 5 】

条件式 (8) の下限値を超えて、第 3 レンズ群 L 3 の焦点距離 f 3 が短くなると、第 3 レンズ群 L 3 の屈折力が強くなり、全ズーム領域において、球面収差やコマ収差、軸上色収差を補正することが困難になるため、好ましくない。

【 0 0 5 6 】

条件式 (9) の上限値を超えて、第 1 レンズ群 L 1 の移動量 M 1 が第 3 レンズ群 L 3 の移動量 M 3 に比べて大きくなると、望遠端におけるレンズ全長が増大するため好ましくない。

【 0 0 5 7 】

条件式 (9) の下限値を超えて、第 1 レンズ群 L 1 の移動量 M 1 が第 3 レンズ群 L 3 の移動量 M 3 に比べて小さくなると、高倍化を実現するために、第 1 レンズ群 L 1 の屈折力

10

20

30

40

50

を強くする必要が生じる。その結果、主に望遠端における球面収差や色収差を補正することが困難になるため、好ましくない。

【0058】

条件式(10)の上限値を超えて、第3レンズ群L3に含まれる正レンズのアッベ数の平均値d_{3Pave}が大きくなりすぎると、条件式(1)の数値範囲を満足する領域の材料では、色収差を十分に補正することができなくなるため、好ましくない。

【0059】

条件式(10)の下限値を超えて、第3レンズ群L3に含まれる正レンズのアッベ数の平均値d_{3Pave}が小さくなりすぎると、主に望遠端における軸上色収差を十分に補正することが困難となるため、好ましくない。

【0060】

また、好ましくは条件式(6)乃至(9)の数値範囲を次の如く設定すると、各条件式がもたらす効果を最大限に得られる。

$$0.05 < |f_4/f_t| < 0.24 \dots (6a)$$

$$0.02 < |f_2/f_t| < 0.09 \dots (7a)$$

$$2.2 < f_3/f_w < 5.0 \dots (8a)$$

$$1.0 < M_1/M_3 < 4.0 \dots (9a)$$

【0061】

また、更に好ましくは条件式(6)乃至(10)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$0.08 < |f_4/f_t| < 0.24 \dots (6b)$$

$$0.03 < |f_2/f_t| < 0.08 \dots (7b)$$

$$2.4 < f_3/f_w < 4.5 \dots (8b)$$

$$1.2 < M_1/M_3 < 3.0 \dots (9b)$$

$$75.0 < d_{3Pave} < 95.0 \dots (10b)$$

【0062】

次に、各レンズ群の構成に関して説明する。各実施例において、第1レンズ群L1は、物体側より像側へ順に、負レンズと正レンズの接合レンズ、正レンズから構成される。第1レンズ群L1をこのように構成することにより、球面収差や軸上色収差の発生を抑制しつつ、第1レンズ群L1の有効径の小型化を実現することができる。

【0063】

第2レンズ群L2に関しては、実施例1乃至3、5では、物体側より像側へ順に、負レンズ、負レンズ、正レンズから構成される。実施例4では、物体側より像側へ順に、負レンズ、負レンズ、負レンズ、正レンズから構成される。

【0064】

第3レンズ群L3に関しては、各実施例において少なくとも2枚の正レンズを有する。実施例1及び4では、物体側より像側へ順に、正レンズ、負レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズから成る。ここで2枚の正レンズの材料は異常分散性を有する。実施例2及び5では、物体側より像側へ順に、正レンズ、負レンズ、正レンズから成る。ここで2枚の正レンズの材料は異常分散性を有する。実施例3では、物体側より像側へ順に、正レンズ、正レンズ、負レンズ、正レンズから成る。ここで3枚の正レンズの材料は異常分散性を有する。異常分散性を有する材料を用いた正レンズを複数枚配置することにより、主に望遠端における軸上色収差の2次スペクトルを良好に補正することができる。

【0065】

第4レンズ群L4に関しては、実施例1乃至3では、1枚の負レンズから構成される。実施例4及び5では、物体側より像側へ順に負レンズと正レンズの接合レンズから構成される。

【0066】

第5レンズ群L5に関しては、実施例1、3乃至5では、物体側より像側へ順に正レンズと負レンズの接合レンズから構成される。実施例2では、物体側より像側へ順に正レン

10

20

30

40

50

ズ、負レンズから構成される。

【0067】

次に、本発明の実施例1～5にそれぞれ対応する数値実施例1～5を示す。各数値実施例において、 i は物体側からの光学面の順序を示す。 r_i は第*i*番目の光学面(第*i*面)の曲率半径、 d_i は第*i*面と第*i*+1面との間の間隔、 $n_{d,i}$ と d_i 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、アッベ数を示す。

【0068】

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、

$$x = (h^2 / R) / [1 + [1 - (1 + k)(h/R)^2]^{1/2}] + A4h^4 + A6h^6 + A8h^8 \quad 10$$

で表示される。但し*R*は近軸曲率半径である。また「e-Z」の表示は「10-Z」を意味する。数値実施例において最も像側の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。

【0069】

各実施例において、バックフォーカス(BF)は、レンズ系の最も像側の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。また、各数値実施例における上述した条件式との対応を表1に示す。ここで、第3レンズ群L3に含まれる正レンズのうち、最も物体側に配置された正レンズの部分分散比をgF3P1、アッベ数をd3P1とする。同様に、第3レンズ群L3に含まれる正レンズのうち、物体側から数えて2番目に配置された正レンズの部分分散比をgF3P2、アッベ数をd3P2とする。また、実施例3に関しては、第3レンズ群L3に含まれる正レンズのうち、物体側から数えて3番目に配置された正レンズの部分分散比をgF3P3、アッベ数をd3P3として表記している。 20

【0070】

なお、広角端における有効像円径(イメージサークルの直径)を、望遠端における有効像円径に比べて小さくすることができる。これは、画像処理において画像を引き伸ばすことで、広角側において発生しやすい樽型の歪曲収差を補正することができるためである。

【0071】

[数値実施例1]

30

単位 mm

面データ

面番号	<i>r</i>	<i>d</i>	<i>nd</i>	<i>d</i>
1	97.243	1.40	1.83400	37.2
2	42.106	5.21	1.49700	81.5
3	-165.923	0.05		
4	35.705	3.26	1.48749	70.2
5	132.862	(可変)		
6	655.836	0.70	1.83481	42.7
7	7.967	4.58		
8	-24.015	0.55	1.77250	49.6
9	29.301	0.15		
10	17.311	1.88	1.92286	18.9
11	203.966	(可変)		
12(絞り)		(可変)		
13*	7.438	2.75	1.55332	71.7
14*	-32.468	1.53		
15	80.047	0.45	1.83481	42.7
16	7.505	0.50		
17	12.182	0.45	1.84666	23.9

40

50

18	10.848	2.35	1.49700	81.5
19	-21.768	1.07		
20		(可变)		
21	-16.900	0.40	1.48749	70.2
22	-357.959	(可变)		
23	26.764	2.78	1.80100	35.0
24	-15.262	0.50	1.95906	17.5
25	-35.122	(可变)		
26		1.00	1.51633	64.1
27		1.00		

10

像面

非球面データ

第13面

K = -2.78153e-001 A 4=-1.03957e-004 A 6=-9.82869e-007 A 8=-6.50373e-009

第14面

K = 0.00000e+000 A 4= 9.60543e-005 A 6=-6.09405e-007

各種データ

ズーム比	39.57
焦点距離	4.39
Fナンバー	3.50
半画角	37.20
像高	3.33
レンズ全長	87.35
BF	6.75
d 5	0.75
d11	29.76
d12	10.61
d20	5.56
d22	3.37
d25	5.09

20

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	73.38
2	6	-8.63
3	13	17.06
4	21	-36.40
5	23	21.76

30

【0072】

[数値実施例 2]

単位 mm

40

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	100.839	1.20	1.83400	37.2
2	44.344	4.50	1.49700	81.5
3	-155.565	0.05		
4	35.815	2.60	1.48749	70.2
5	111.040	(可变)		
6	711.806	0.60	1.83481	42.7
7	8.551	4.40		
8	-23.679	0.50	1.83481	42.7

50

9	43.203	0.05			
10	19.665	1.95	1.92286	18.9	
11	-393.403	(可変)			
12(絞り)		(可変)			
13*	9.878	2.75	1.49710	81.6	
14*	-50.669	1.82			
15	22.009	0.40	1.80610	33.3	
16	8.971	0.80			
17*	19.682	2.80	1.49710	81.6	
18*	-19.400	0.00			10
19		(可変)			
20	27.418	0.40	1.53160	55.8	
21	10.560	(可変)			
22	12.206	2.70	1.53160	55.8	
23	-27.140	0.30			
24	-48.878	0.50	1.63550	23.9	
25	127.959	(可変)			
26		1.00	1.51633	64.1	
27		1.00			
像面					20
非球面データ					
第13面					
K = -2.78153e-001	A 4=-2.36033e-004	A 6=-9.48302e-007	A 8= 6.13322e-008		
第14面					
K = 0.00000e+000	A 4=-1.87163e-004	A 6= 6.39206e-006			
第17面					
K = 0.00000e+000	A 4=-1.79997e-004	A 6= 1.53375e-005			
第18面					
K = 0.00000e+000	A 4=-1.66398e-004	A 6= 5.30211e-006			
各種データ					30
ズーム比	32.71				
焦点距離	4.43	12.79	144.89		
Fナンバー	3.50	4.20	6.08		
半画角	36.64	16.86	1.53		
像高	3.29	3.88	3.88		
レンズ全長	86.73	85.72	125.37		
BF	9.29	11.56	6.48		
d 5	0.65	14.08	55.37		
d11	29.76	6.03	1.05		
d12	11.21	10.44	0.35		40
d19	4.94	12.11	21.10		
d21	2.56	3.18	12.70		
d25	7.63	9.90	4.82		
ズームレンズ群データ					
群 始面 焦点距離					
1 1 75.95					
2 6 -9.80					
3 15 18.00					
4 20 -32.58					
5 22 22.00					50

【 0 0 7 3 】

[数値実施例 3]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	98.491	1.20	1.83400	37.2	
2	43.434	4.70	1.49700	81.5	
3	-159.616	0.05			
4	36.222	3.05	1.48749	70.2	
5	111.336	(可変)			10
6	514.419	0.60	1.83481	42.7	
7	8.133	4.40			
8	-23.660	0.50	1.83481	42.7	
9	34.646	0.05			
10	18.453	1.95	1.92286	18.9	
11	-315.599	(可変)			
12(絞り)		(可変)			
13*	9.563	2.75	1.55332	71.7	
14*	115.399	1.10			
15	36.917	1.50	1.43875	94.9	20
16	-25.291	0.20			
17	21.942	0.40	1.80610	33.3	
18	8.574	0.80			
19*	16.404	2.80	1.49710	81.6	
20*	-42.196	0.00			
21		(可変)			
22	-29.866	0.40	1.60311	60.6	
23	35.519	(可変)			
24	19.192	2.70	1.63854	55.4	
25	-27.370	0.50	1.95906	17.5	30
26	-37.948	(可変)			
27		1.00	1.51633	64.1	
28		1.00			

像面

非球面データ

第13面

K = -2.78153e-001 A 4=-1.46256e-004 A 6=-4.80002e-006 A 8=-2.42095e-009

第14面

K = 0.00000e+000 A 4=-4.98028e-005 A 6=-3.92710e-006

第19面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.63441e-005 A 6= 7.07622e-006

第20面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.98964e-005 A 6= 6.81927e-006

各種データ

ズーム比	38.66		
焦点距離	4.43	11.95	171.24
Fナンバー	3.50	4.20	6.08
半画角	36.64	17.96	1.30
像高	3.29	3.88	3.88
レンズ全長	83.17	80.69	118.83

10

20

30

40

50

BF	6.87	14.34	3.69
d 5	0.65	14.16	59.47
d11	29.76	6.96	1.05
d12	8.40	7.55	0.35
d21	4.94	5.18	7.99
d23	2.90	2.87	16.63
d26	5.21	12.68	2.03

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	76.91	10
2	6	-9.24	
3	13	15.58	
4	22	-26.84	
5	24	21.76	

【0074】

[数値実施例 4]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	89.926	1.50	1.91082	35.3	20
2	51.205	5.36	1.49700	81.5	
3	-433.668	0.05			
4	47.318	4.00	1.49700	81.5	
5	222.579	(可変)			
6	154.918	0.70	1.83481	42.7	
7	8.049	4.10			
8	-68.966	0.55	1.80400	46.6	
9	68.966	1.38			
10	-27.779	0.55	1.83481	42.7	
11	94.099	0.05			30
12	24.075	1.71	1.95906	17.5	
13	-209.155	(可変)			
14(絞り)		(可変)			
15*	10.379	2.46	1.55332	71.7	
16*	-82.275	2.29			
17	21.254	0.50	1.77250	49.6	
18	9.932	0.28			
19	13.292	0.50	1.80518	25.4	
20	8.473	2.90	1.49700	81.5	
21	-20.584	0.70			40
22		(可変)			
23	-88.202	0.40	1.77250	49.6	
24	8.312	1.40	1.68893	31.1	
25	27.151	(可変)			
26	21.594	2.84	1.65844	50.9	
27	-20.234	0.50	1.95906	17.5	
28	-36.497	(可変)			
29		1.00	1.51633	64.1	
30		1.00			
像面					50

非球面データ

第15面

K = 8.82448e-001 A 4=-1.80175e-004 A 6=-4.70203e-006 A 8=-5.13570e-008

第16面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.83284e-005 A 6=-4.27636e-006

各種データ

ズーム比	61.29			
焦点距離	3.87	117.22	237.15	
Fナンバー	3.50	5.70	6.69	
半画角	39.39	1.89	0.94	10
像高	3.18	3.88	3.88	
レンズ全長	97.23	145.12	148.22	
BF	9.76	21.16	9.35	
d5	0.75	63.36	67.76	
d13	33.68	0.66	0.62	
d14	12.33	2.63	0.46	
d22	1.98	10.85	11.98	
d25	4.02	11.74	23.33	
d28	8.10	19.50	7.69	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離		
1	1	87.25		
2	6	-8.37		
3	15	15.82		
4	23	-22.40		
5	26	24.27		

【0075】

[数値実施例 5]

単位 mm

面番号	r	d	nd	d	
1	37.451	0.90	1.84666	23.9	
2	25.778	3.80	1.49700	81.5	
3	-1013.903	0.05			
4	27.958	2.20	1.60311	60.6	
5	82.604	(可変)			
6	88.536	0.45	1.83481	42.7	
7	5.709	3.80			
8	-19.785	0.35	1.83481	42.7	
9	19.785	0.05			40
10	12.271	1.70	1.95906	17.5	
11	100.103	(可変)			
12		-0.50			
13*	7.216	2.10	1.49710	81.6	
14*	-38.908	1.34			
15(絞り)		0.76			
16	7.942	0.40	1.84666	23.9	
17	5.056	0.42			
18*	8.016	2.20	1.49710	81.6	
19*	-62.823	0.00			50

20	(可変)			
21	-27.161	0.40	1.77250	49.6
22	6.182	1.35	1.69895	30.1
23	30.566	(可変)		
24	18.968	2.90	1.83481	42.7
25	-13.831	0.40	1.92286	18.9
26	-45.451	(可変)		
27	-12.725	1.00	1.51633	64.1
28	-11.480	0.46		
29		1.00	1.51633	64.1
30		1.00		

像面

非球面データ

第13面

K = -3.23201e-001 A 4= 5.01652e-005 A 6=-7.97668e-006 A 8=-7.26346e-007

第14面

K = 3.80739e+001 A 4= 7.07513e-004 A 6=-3.71831e-005

第18面

K = -1.61230e-002 A 4= 1.37402e-003 A 6=-5.25649e-005 A 8=-3.59959e-007

第19面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.61308e-004 A 6=-4.12336e-005 A 8=-1.17425e-006

各種データ

ズーム比	32.15		
焦点距離	4.35	15.96	140.00
Fナンバー	3.18	4.60	7.10
半画角	37.43	13.65	1.59
像高	3.33	3.88	3.88
レンズ全長	62.63	67.62	85.92
BF	2.12	2.12	2.12
d 5	0.41	11.86	28.65
d11	24.90	8.97	0.90
d20	1.75	2.03	6.00
d23	2.35	2.50	19.86
d26	5.03	14.06	2.31

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	42.11
2	6	-6.26
3	13	11.33
4	21	-15.59
5	24	17.60
6	27	178.38

【 0 0 7 6 】

10

20

30

40

【表1】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
θ_{gF3P1}	0.5402	0.5377	0.5402	0.5402	0.5377
条件式(1)式値	0.0020	0.0055	0.0020	0.0020	0.0055
ν_{d3P1}	71.7	81.5	71.7	71.7	81.5
θ_{gF3P2}	0.5386	0.5377	0.5346	0.5386	0.5377
条件式(1)式値	0.0065	0.0055	0.0072	0.0065	0.0055
ν_{d3P2}	81.6	81.5	94.9	81.6	81.5
θ_{gF3P3}	-	-	0.5377	-	-
条件式(1)式値	-	-	0.0055	-	-
ν_{d3P3}	-	-	81.5	-	-
f_3/f_t	0.098	0.124	0.091	0.067	0.081
$ f_4/f_3 $	2.13	1.81	1.72	1.42	1.38
M_3/f_w	4.83	5.30	3.07	7.47	4.37
$ f_4/f_t $	0.21	0.23	0.16	0.094	0.11
$ f_2/f_t $	0.050	0.068	0.054	0.035	0.045
f_3/f_w	3.89	4.06	3.52	4.09	2.60
M_1/M_3	1.76	1.65	2.62	1.76	1.22
ν_{d3Pave}	76.6	81.6	82.7	76.6	81.6

【0077】

次に、本発明の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例について図11を用いて説明する。図11において、20はカメラ本体、21は実施例1～5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影光学系である。22はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系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画像の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、高倍率、広画角かつ小型で、色収差が良好に補正された撮像装置が得られる。

【符号の説明】

【0078】

- 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
- S P 開口絞り
- F P フレアカット絞り
- G 光学フィルター
- I P 像面
- d d線
- g g線
- S サジタル像面
- M メリディオナル像面

10

20

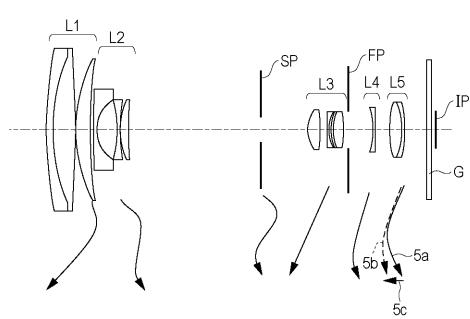
30

40

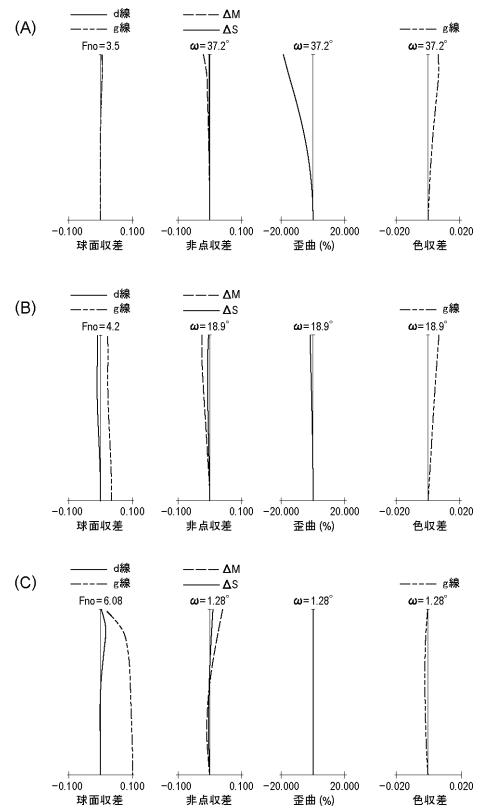
50

半画角
Fno F ナンバー

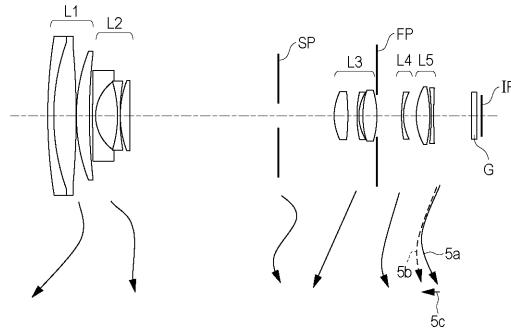
【図 1】



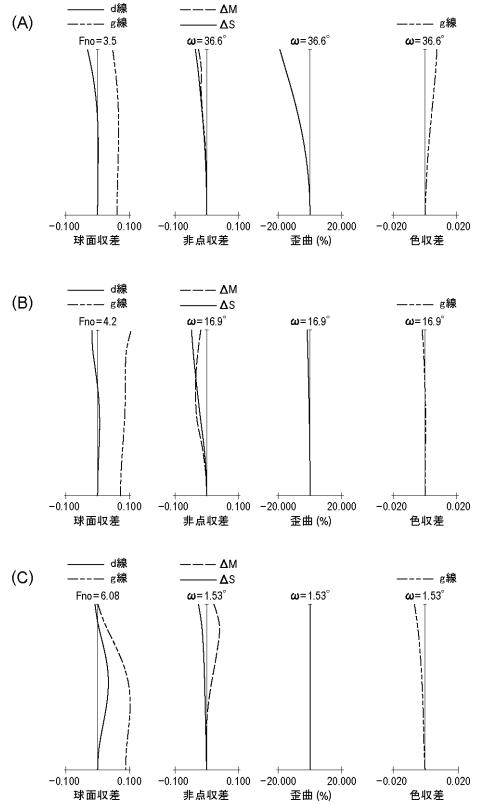
【図 2】



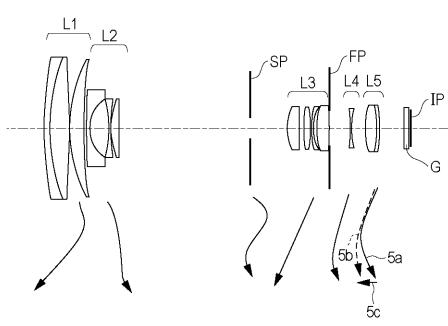
【図3】



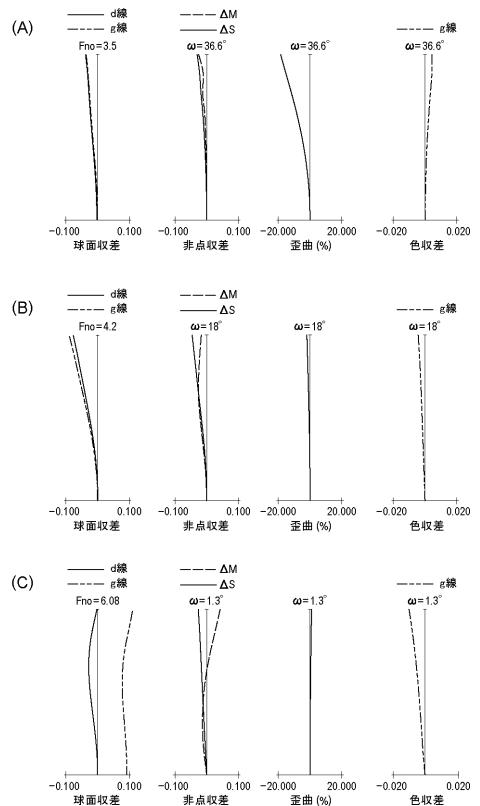
【図4】



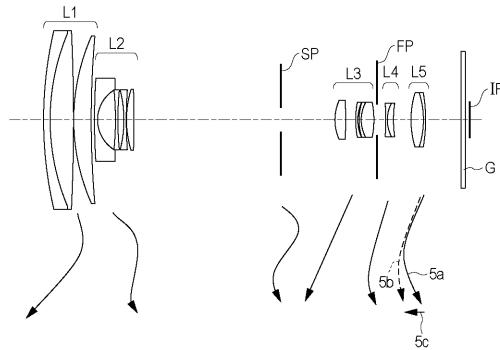
【図5】



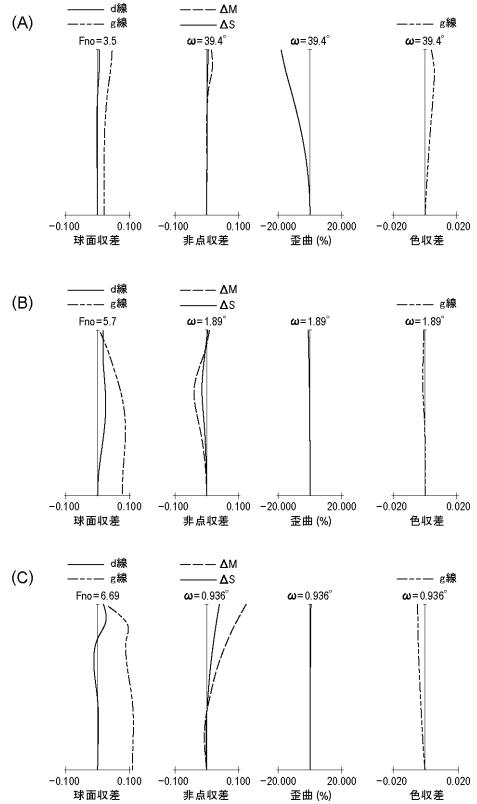
【図6】



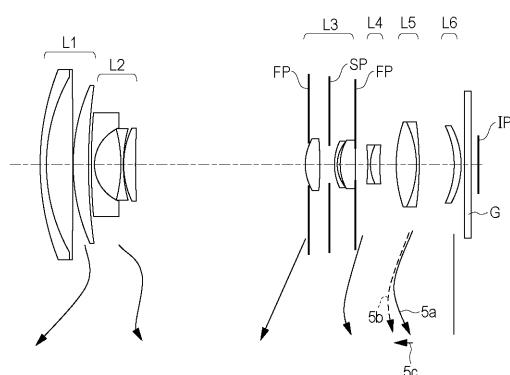
【図7】



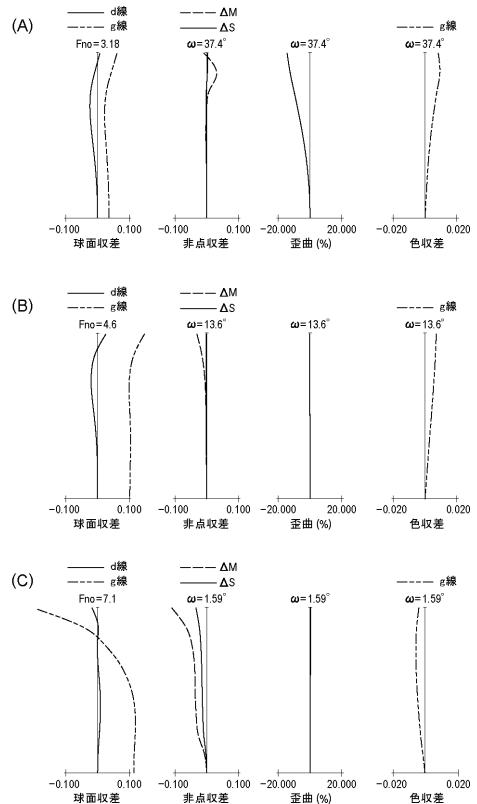
【図8】



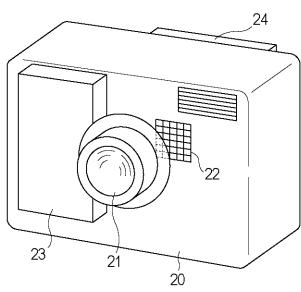
【図9】



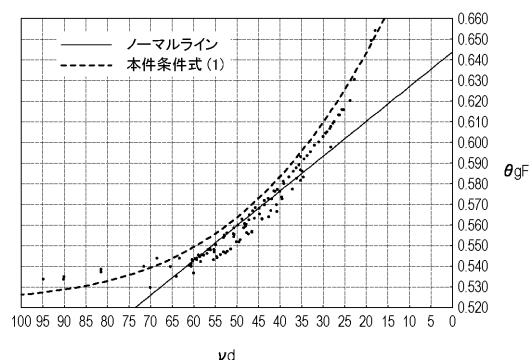
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2014-153436(JP,A)
国際公開第2015/004703(WO,A1)
特開2014-219480(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