

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6261299号
(P6261299)

(45) 発行日 平成30年1月17日(2018.1.17)

(24) 登録日 平成29年12月22日(2017.12.22)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/20 (2006.01)

G02B 15/20

G02B 13/18 (2006.01)

G02B 13/18

請求項の数 19 (全 26 頁)

(21) 出願番号

特願2013-245002 (P2013-245002)

(22) 出願日

平成25年11月27日 (2013.11.27)

(65) 公開番号

特開2015-102803 (P2015-102803A)

(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25日 (2016.11.25)

(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 伊藤 大介

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 殿岡 雅仁

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、1以上のレンズ群を含む後群により構成され、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、

広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群は物体側に位置し、

前記第1レンズ群は、少なくとも4枚のレンズを有し、

前記第1レンズ群に含まれる正レンズの材料のアッペ数を $d_1 P$ として、前記第1レンズ群は、

$$85.0 < d_1 P < 100.0$$

10

なる条件式を満足する材料を用いた正レンズを1枚以上有し、

広角端における全系の焦点距離を f_W 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第1レンズ群の光軸上の移動量を M_1 、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 としたとき、

$$5.0 < M_1 / f_W < 40.0$$

$$20.0 < f_1 / f_W < 40.0$$

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】

前記第1レンズ群に配置された正レンズの中で、

$$85.0 < d_1 P < 100.0$$

なる条件式を満足する材料を用いた正レンズの材料の部分分散比を $g F_1 P$ としたとき

20

$$0.520 < g F 1 P < 0.580$$

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 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間に、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、

広角端における前記開口絞りと前記第 3 レンズ群の光軸上の間隔を D W、望遠端における前記開口絞りと前記第 3 レンズ群の光軸上の間隔を D Tとしたとき、

$$10.0 < D W / D T < 100.0$$

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。 10

【請求項 4】

望遠端における全系の焦点距離を f Tとしたとき、

$$2.0 < f T / f 1 < 6.0$$

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 2 レンズ群の焦点距離を f 2としたとき、

$$7.0 < f 1 / | f 2 | < 20.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至4のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。 20

【請求項 6】

前記第 3 レンズ群の焦点距離を f 3としたとき、

$$3.0 < f 1 / f 3 < 10.0$$

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

【請求項 7】

前記第 2 レンズ群の焦点距離を f 2、望遠端における全系の焦点距離を f Tとしたとき

$$0.010 < | f 2 | / f T < 0.030$$

なる条件式を満足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。 30

【請求項 8】

前記第 1 レンズ群は、物体側より像側へ順に配置された、負レンズ、正レンズ、正レンズ、正レンズを有することを特徴とする請求項 1 乃至7のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

前記第 1 レンズ群に配置された正レンズの中で、

$$85.0 < d 1 P < 100.0$$

なる条件式を満足する材料を用いた正レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を R 1、像側のレンズ面の曲率半径を R 2としたとき、 40

$$-1.00 < (R 1 - R 2) / (R 1 + R 2) < 0.00$$

なる条件式を満足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】

前記第 1 レンズ群に配置された負レンズの材料の部分分散比を g F 1 N、アッベ数を d 1 Nとしたとき、

$$35.0 < d 1 N < 50.0$$

$$0.520 < g F 1 N < 0.750$$

$$g F 1 N < -0.00203 \times d 1 N + 0.656$$

なる条件式を満足す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 50

ンズ。

【請求項 1 1】

前記第1レンズ群に配置された負レンズの材料の屈折率を n_{d1N} としたとき、

$$1.75 < n_{d1N} < 2.10$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 1 0 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 2】

前記第2レンズ群は、負レンズを 3 枚以上有することを特徴とする請求項 1 乃至 1 1 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 3】

前記後群は、正の屈折力の第4レンズ群から成ることを特徴とする請求項 1 乃至 1 2 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

10

【請求項 1 4】

前記後群は、正の屈折力の第4レンズ群と正の屈折力の第5レンズ群から成ることを特徴とする請求項 1 乃至 1 2 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 5】

前記後群は、正の屈折力の第4レンズ群と負の屈折力の第5レンズ群から成ることを特徴とする請求項 1 乃至 1 2 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 6】

前記後群は、負の屈折力の第4レンズ群と正の屈折力の第5レンズ群から成ることを特徴とする請求項 1 乃至 1 2 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

20

【請求項 1 7】

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、正の屈折力の第4レンズ群から成り、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、

広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群は物体側に位置し、

前記第1レンズ群は、少なくとも 4 枚のレンズを有し、

前記第1レンズ群に含まれる正レンズの材料のアッベ数を d_1P として、前記第1レンズ群は、

$$85.0 < d_1P < 100.0$$

30

なる条件式を満足する材料を用いた正レンズを 1 枚以上有し、

広角端における全系の焦点距離を f_W 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第1レンズ群の光軸上の移動量を M_1 としたとき、

$$5.0 < M_1 / f_W < 40.0$$

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 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、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群から成り、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

広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群は物体側に位置し、

前記第1レンズ群は、少なくとも 4 枚のレンズを有し、

前記第1レンズ群に含まれる正レンズの材料のアッベ数を d_1P として、前記第1レンズ群は、

$$85.0 < d_1P < 100.0$$

なる条件式を満足する材料を用いた正レンズを 1 枚以上有し、

広角端における全系の焦点距離を f_W 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第1レンズ群の光軸上の移動量を M_1 としたとき、

$$5.0 < M_1 / f_W < 40.0$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

50

【請求項 19】

請求項 1 乃至 18 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】

10

【0002】

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、正の屈折力を有するレンズ群を含むズームレンズが知られている。

【0003】

しかし、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 1 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）。

20

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】****【特許文献 1】特開 2011 - 53297 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（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。

30

【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】**

本発明の一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、1 以上のレンズ群を含む後群により構成され、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であって、広角端に比べて望遠端において、前記第 1 レンズ群は物体側に位置しており、前記第 1 レンズ群は、少なくとも 4 枚のレンズを有し、前記第 1 レンズ群に含まれる正レンズの材料のアッペ数を d_{1P} として、前記第 1 レンズ群は、

$$85.0 < d_{1P} < 100.0$$

なる条件式を満足する材料を用いた正レンズを 1 枚以上有し、広角端における全系の焦点距離を f_W 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第 1 レンズ群の光軸上の移動量を M_1 、前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 としたとき、

$$5.0 < M_1 / f_W < 40.0$$

40

50

$$20.0 < f_1 / f_W < 40.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

本発明の一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、正の屈折力の第4レンズ群から成り、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であって、広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群は物体側に位置し、前記第1レンズ群は、少なくとも4枚のレンズを有し、前記第1レンズ群に含まれる正レンズの材料のアッペ数を $d_1 P$ として、前記第1レンズ群は、

$$85.0 < d_1 P < 100.0$$

なる条件式を満足する材料を用いた正レンズを1枚以上有し、広角端における全系の焦点距離を f_W 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第1レンズ群の光軸上の移動量を M_1 としたとき、

$$5.0 < M_1 / f_W < 40.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

本発明の一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、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群から成り、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であって、広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群は物体側に位置し、前記第1レンズ群は、少なくとも4枚のレンズを有し、前記第1レンズ群に含まれる正レンズの材料のアッペ数を $d_1 P$ として、前記第1レンズ群は、

$$85.0 < d_1 P < 100.0$$

なる条件式を満足する材料を用いた正レンズを1枚以上有し、広角端における全系の焦点距離を f_W 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第1レンズ群の光軸上の移動量を M_1 としたとき、

$$5.0 < M_1 / f_W < 40.0$$

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】実施例6のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図12】(A)、(B)、(C)実施例6のズームレンズの広角端、中間のズーム位置

10

20

30

40

50

、望遠端における収差図

【図13】本発明の撮像装置の要部概略図

【図14】g F - d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、1以上のレンズ群を含む後群から構成される。ここで、レンズ群は、1枚以上のレンズを有していればよく、必ずしも複数枚のレンズを有していなくてもよい。

10

【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84.94、開口比3.30~7.50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82.93、開口比3.30~7.50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84.99、開口比3.30~8.00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84.95、開口比3.30~7.50程度のズームレンズである。

20

【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84.94、開口比3.30~7.50程度のズームレンズである。図11は実施例6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12(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例6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6はズーム比85.05、開口比3.30~7.50程度のズームレンズである。

30

【0014】

図13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14は、g F - d図である。

40

【0015】

実施例1乃至3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3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り、後群は、負の屈折力の第4レンズ群L4と正の屈折力の第5レンズ群L5から成る。

【0016】

実施例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、正の屈折力の第4レン

50

ズ群 L 4 から成る。実施例 4 は 4 つのレンズ群から成るポジティブリード型の 4 群ズームレンズであり、後群は、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 から成る。

【 0 0 1 7 】

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 L 1 、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 、負の屈折力の第 5 レンズ群 L 5 から成る。実施例 5 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り、後群は、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 と負の屈折力の第 5 レンズ群 L 5 から成る。

【 0 0 1 8 】

実施例 6 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 L 1 、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 、正の屈折力の第 5 レンズ群 L 5 から成る。実施例 6 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り、後群は、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 と正の屈折力の第 5 レンズ群 L 5 から成る。

10

【 0 0 1 9 】

各実施例において、S P は開口絞りであり、開口絞り S P は、第 2 レンズ群 L 2 と第 3 レンズ群 L 3 の間に配置される。広角端から望遠端へのズーミングに際して、開口絞り S P 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たため、前玉有効径の小型化を図ることができる。

20

【 0 0 2 0 】

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。I P 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 I P 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 I P はフィルム面に相当する。

【 0 0 2 1 】

球面収差図において F n o は F ナンバーであり、d 線（波長 587.6 nm ）、g 線（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。 は撮像半画角である。

30

【 0 0 2 2 】

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。

【 0 0 2 3 】

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 L 1 は像側へ凸状の軌跡を描くように移動し、広角端に比べて望遠端において物体側に位置する。これにより、広角端におけるレンズ全長を短縮しながら、高倍化を実現することができる。

【 0 0 2 4 】

40

実施例 1 、 2 、 4 乃至 6 では、第 2 レンズ群 L 2 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。実施例 3 では、第 2 レンズ群 L 2 は、広角端から望遠端へのズーミングに際して像側へ凸状の軌跡を描くように移動する。各実施例で、第 3 レンズ群 L 3 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。

【 0 0 2 5 】

実施例 1 乃至 3 では、第 4 レンズ群 L 4 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。実施例 4 乃至 6 では、第 4 レンズ群 L 4 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 1 乃至 3 では、第 5 レンズ群 L 5 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 及び 6 では、第 5 レンズ群 L 5 は、ズーミングに際して不

50

動である。

【0026】

また、実施例1乃至3では、第5レンズ群L5をフォーカスレンズ群としている。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。

【0027】

実施例4乃至6では、第4レンズ群L4をフォーカスレンズ群としている。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4cに示すように、第4レンズ群L4を物体側に繰り出している。レンズ断面図中の実線4aと点線4b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。

【0028】

各実施例では、開口絞りSPを各レンズ群とは異なる軌跡を描きながら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。

【0029】

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。

【0030】

図14は、一般の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。

【0031】

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

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

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

で表される数値である。

【0032】

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、軸上光束におけるマージナル光線は第1レンズ群L1において最も高い位置を通る。そのため、第1レンズ群L1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。

【0033】

第1レンズ群L1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、gF-d図において、第1レンズ群L1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小さくすること必要である。

【0034】

例えば、萤石のようにアッベ数dが大きく、gF-d図においてノーマルラインから部分分散比gFが大きくなる方向に離れた領域に存在する材料を、第1レンズ群L1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、gF-d

10

20

30

40

50

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 1 レンズ群 L 1 に含まれる負レンズに用いるのが良い。

【 0 0 3 5 】

これらの組み合わせにより、第 1 レンズ群 L 1 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 1 レンズ群 L 1 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。

【 0 0 3 6 】

各実施例では、第 1 レンズ群 L 1 に、以下の条件式を満足する材料を用いた正レンズを 1 枚以上有する。

$$85.0 < d_1 P < 100.0 \dots (1)$$

【 0 0 3 7 】

ここで、第 1 レンズ群 L 1 に含まれる正レンズの材料のアッペ数を $d_1 P$ とする。

【 0 0 3 8 】

さらに、第 1 レンズ群 L 1 に含まれる正レンズの材料の部分分散比を $g F_1 P$ として、条件式(1)を満足する材料を用いた正レンズは、

$$0.520 < g F_1 P < 0.580 \dots (2)$$

なる条件式を満足することが好ましい。

【 0 0 3 9 】

実施例 1 及び 3 では、第 1 レンズ群 L 1 に含まれる正レンズの中で、物体側から数えて 1 番目、2 番目、3 番目の正レンズの材料が、条件式(1)、(2)を満足する材料である。実施例 2 では、第 1 レンズ群 L 1 に含まれる正レンズの中で、物体側から数えて 1 番目、2 番目、3 番目、4 番目の正レンズの材料が、条件式(1)、(2)を満足する材料である。実施例 4 乃至 6 では、第 1 レンズ群 L 1 に含まれる正レンズの中で、物体側から数えて 2 番目の正レンズの材料が、条件式(1)、(2)を満足する材料である。

【 0 0 4 0 】

条件式(1)の上限値を超えて、第 1 レンズ群 L 1 に含まれる正レンズの材料のアッペ数 $d_1 P$ が大きくなると、実在する材料が限定されるため、好ましくない。

【 0 0 4 1 】

条件式(1)の下限値を超えて、第 1 レンズ群 L 1 に含まれる正レンズの材料のアッペ数 $d_1 P$ が小さくなると、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できなくなるため、好ましくない。

【 0 0 4 2 】

条件式(2)の下限値を超えて、第 1 レンズ群 L 1 に含まれる正レンズの材料の部分分散比 $g F_1 P$ が小さくなると、望遠端における軸上色収差の二次スペクトルが増大するため好ましくない。

【 0 0 4 3 】

条件式(2)の上限値を超えて、第 1 レンズ群 L 1 に含まれる正レンズの材料の部分分散比 $g F_1 P$ が大きくなると、条件式(1)を満足する領域において実在する材料が限定されるため、好ましくない。

【 0 0 4 4 】

また、各実施例では、広角端における全系の焦点距離を $f W$ 、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 の光軸上の移動量を M_1 として

$$5.0 < M_1 / f W < 40.0 \dots (3)$$

なる条件式を満足している。

【 0 0 4 5 】

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 4 6 】

10

20

30

40

50

条件式(3)の上限値を超えて、第1レンズ群L1の移動量M1が大きくなると、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。

【0047】

条件式(3)の下限値を超えて、第1レンズ群L1の移動量M1が小さくなると、高倍化を実現するために、第1レンズ群L1の屈折力を強くする必要が生じる。その結果、球面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。

【0048】

各実施例では上記の如く、条件式(1)及び(3)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。また、各実施例では、条件式(2)を満足するように各要素を適切に設定することが好ましい。10

【0049】

なお、各実施例において、好ましくは条件式(1)乃至(3)の数値範囲を次のようにするのがよい。

$$85.0 < d1P < 97.0 \quad \dots (1a)$$

$$0.525 < gF1P < 0.560 \quad \dots (2a)$$

$$6.0 < M1 / fW < 35.0 \quad \dots (3a)$$

【0050】

また、更に好ましくは条件式(1)乃至(3)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。20

$$85.1 < d1P < 96.0 \quad \dots (1b)$$

$$0.530 < gF1P < 0.540 \quad \dots (2b)$$

$$8.0 < M1 / fW < 30.0 \quad \dots (3b)$$

【0051】

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1レンズ群L1の焦点距離をf1、第2レンズ群L2の焦点距離をf2、第3レンズ群L3の焦点距離をf3、望遠端における全系の焦点距離をfT、広角端における開口絞りSPと第3レンズ群L3の光軸上の間隔をDWとする。さらに、望遠端における開口絞りSPと第3レンズ群L3の光軸上の間隔をDT、第1レンズ群L1に配置された正レンズの物体側のレンズ面の曲率半径をR1、像側のレンズ面の曲率半径をR2とする。また、第1レンズ群L1に配置された負レンズの材料の部分分散比をgF1N、アーベ数をd1N、屈折率をnd1Nとしたとき、30

$$10.0 < DW / DT < 100.0 \quad \dots (4)$$

$$\underline{20.0} < f1 / fW < 40.0 \quad \dots (5)$$

$$2.0 < fT / f1 < 6.0 \quad \dots (6)$$

$$7.0 < f1 / f2 < 20.0 \quad \dots (7)$$

$$3.0 < f1 / f3 < 10.0 \quad \dots (8)$$

$$0.010 < f2 / fT < 0.0390 \quad \dots (9)$$

$$-1.00 < (R1 - R2) / (R1 + R2) < 0.00 \quad \dots (10)$$

$$0.520 < gF1N < 0.750 \quad \dots (11)$$

$$35.0 < d1N < 50.0 \quad \dots (12)$$

$$gF1N < -0.00203 \times d1N + 0.656 \quad \dots (13)$$

$$1.75 < nd1N < 2.10 \quad \dots (14)$$

なる条件式のうち1つ以上を満足するのがよい。

【0052】

条件式(4)の上限値を超えて、広角端における開口絞りSPと第3レンズ群L3の光軸上の間隔DWが大きくなると、第3レンズ群L3の有効径が増大するため、好ましくない。条件式(4)の下限値を超えて、広角端における開口絞りSPと第3レンズ群L3の光軸上の間隔DWが小さくなると、第1レンズ群L1の有効径が増大するため、好ましくない。50

【0053】

条件式(5)の上限値を超えて、第1レンズ群L1の焦点距離が長くなると、第1レンズ群L1の屈折力が弱くなる。その結果、高倍化を実現するために、ズーミングにおける第1レンズ群L1の移動量を大きくする必要が生じ、望遠端におけるレンズ全長の増大を招くため、好ましくない。

【0054】

条件式(5)の下限値を超えて、第1レンズ群L1の焦点距離が短くなると、第1レンズ群L1の屈折力が強くなる。その結果、球面収差やコマ収差が多く発生し、これらを十分に補正することが困難になるため、好ましくない。

【0055】

条件式(6)の上限値を超えて、第1レンズ群L1の焦点距離が短くなると、第1レンズ群L1の屈折力が強くなる。その結果、球面収差やコマ収差が多く発生し、これらを十分に補正することが困難になるため、好ましくない。

【0056】

条件式(6)の下限値を超えて、第1レンズ群L1の焦点距離が長くなると、第1レンズ群L1の屈折力が弱くなる。その結果、高倍化を実現するために、ズーミングにおける第1レンズ群L1の移動量を大きくする必要が生じ、望遠端におけるレンズ全長の増大を招くため、好ましくない。

【0057】

条件式(7)の上限値を超えて、第2レンズ群L2の焦点距離が短くなると、第2レンズ群L2の屈折力が強くなる。その結果、像面湾曲を十分に補正することが困難になるため、好ましくない。

【0058】

条件式(7)の下限値を超えて、第2レンズ群L2の焦点距離が長くなると、第2レンズ群L2の屈折力が弱くなる。その結果、高倍化を実現することが困難になるため、好ましくない。

【0059】

条件式(8)の上限値を超えて、第3レンズ群L3の焦点距離が短くなると、第3レンズ群L3の屈折力が強くなる。その結果、球面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。

【0060】

条件式(8)の下限値を超えて、第3レンズ群L3の焦点距離が長くなると、第3レンズ群L3の屈折力が弱くなる。その結果、高倍化を実現することが困難になるため、好ましくない。

【0061】

条件式(9)の上限値を超えて、第2レンズ群L2の焦点距離が長くなると、第2レンズ群L2の屈折力が弱くなる。その結果、高倍化を実現することが困難になるため、好ましくない。

【0062】

条件式(9)の下限値を超えて、第2レンズ群L2の焦点距離が短くなると、第2レンズ群L2の屈折力が強くなる。その結果、像面湾曲を十分に補正することが困難になるため、好ましくない。

【0063】

条件式(10)の上限値を超えると、望遠側において軸外光束に対する収差を十分に補正することが困難になり、像面湾曲が増大するため好ましくない。

【0064】

条件式(10)の下限値を超えると、広角側における像面湾曲の補正と望遠側における球面収差の補正をバランス良く行うことが困難になるため、好ましくない。

【0065】

条件式(11)から(13)は、第1レンズ群L1に配置された負レンズの材料の部分

10

20

30

40

50

分散比 g_{F1N} とアッペ数 g_{F1N} を規定したものである。条件式(11)から(13)を満足することにより、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。

【0066】

条件式(14)の上限値を超えて、第1レンズ群L1に配置された負レンズの材料の屈折率 n_{d1N} が大きくなると、条件式(11)から(13)を満足する領域において、材料が限定されるため、好ましくない。

【0067】

条件式(14)の下限値を超えて、第1レンズ群L1に配置された負レンズの材料の屈折率 n_{d1N} が小さくなると、第1レンズ群L1の有効径が増大するため、好ましくない。

10

【0068】

また、好ましくは条件式(4)乃至(12)、(14)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。

$$15.0 < DW / DT < 80.0 \dots (4a)$$

$$\underline{20.0} < f_1 / f_W < 37.0 \dots (5a)$$

$$2.3 < f_T / f_1 < 5.0 \dots (6a)$$

$$8.0 < f_1 / f_2 < 17.0 \dots (7a)$$

$$3.5 < f_1 / f_3 < 9.0 \dots (8a)$$

$$0.015 < f_2 / f_T < 0.029 \dots (9a)$$

20

$$-0.98 < (R_1 - R_2) / (R_1 + R_2) < -0.30 \dots (10a)$$

$$0.540 < g_{F1N} < 0.700 \dots (11a)$$

$$35.0 < d_{1N} < 45.0 \dots (12a)$$

$$1.80 < n_{d1N} < 2.00 \dots (14a)$$

【0069】

また、更に好ましくは条件式(4)乃至(12)、(14)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$16.0 < DW / DT < 60.0 \dots (4b)$$

$$20.0 < f_1 / f_W < 35.0 \dots (5b)$$

$$2.4 < f_T / f_1 < 4.5 \dots (6b)$$

30

$$9.0 < f_1 / |f_2| < 15.5 \dots (7b)$$

$$3.9 < f_1 / f_3 < 8.2 \dots (8b)$$

$$0.020 < |f_2| / f_T < 0.028 \dots (9b)$$

$$-0.95 < (R_1 - R_2) / (R_1 + R_2) < -0.40 \dots (10b)$$

$$0.560 < g_{F1N} < 0.680 \dots (11b)$$

$$35.0 < d_{1N} < 42.0 \dots (12b)$$

$$1.87 < n_{d1N} < 1.95 \dots (14b)$$

【0070】

次に、各レンズ群の構成に関して説明する。第1レンズ群L1に関しては、実施例1、3乃至6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、正レンズ、正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、負レンズと正レンズの接合レンズ、正レンズ、正レンズ、正レンズから構成される。本発明では、球面収差やコマ収差、軸上色収差を良好に補正するために、第1レンズ群L1に4枚以上のレンズを用いている。

40

【0071】

第2レンズ群L2に関しては、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。物体側から3枚の負レンズを連続して配置することにより、軸外光線を緩やかに屈折させることができ、前玉有効径の小型化を実現することができる。

【0072】

50

第3レンズ群L3に関しては、実施例1乃至3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構成される。実施例4乃至6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、負レンズと正レンズの接合レンズから構成される。物体側から像側へ、正レンズ、負レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズと配置する構成は、トリプレット型のレンズ系にレンズを1枚追加したものであり、テッサーライプと呼ばれる。各実施例では、第3レンズ群L3にテッサーライプのレンズ構成を含ませることで、ペツツバール和を容易に調整することができる。

【0073】

第4レンズ群L4に関しては、実施例1乃至3では、物体側より像側へ順に、負レンズと正レンズが接合された接合レンズから構成される。実施例4乃至6では、物体側より像側へ順に正レンズと負レンズが接合された接合レンズから構成される。

【0074】

第5レンズ群L5に関しては、実施例1乃至3では、物体側より像側へ順に、正レンズと負レンズが接合された接合レンズから構成される。実施例5では、負レンズから構成される。実施例6では、正レンズから構成される。

【0075】

次に、本発明の実施例1～6にそれぞれ対応する数値実施例1～6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。

【0076】

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、

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

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。

【0077】

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。

【0078】

ここで、実施例1及び3では、第1レンズ群L1に含まれる正レンズの中で、物体側から数えて1番目、2番目、3番目の正レンズの材料が、条件式(1)、(2)を満足する材料であり、この3枚の正レンズは同一の材料を用いている。実施例2では、第1レンズ群L1に含まれる正レンズの中で、物体側から数えて1番目、2番目、3番目、4番目の正レンズの材料が、条件式(1)、(2)を満足する材料であり、この4枚の正レンズは同一の材料を用いている。実施例4乃至6では、第1レンズ群L1に含まれる正レンズの中で、物体側から数えて2番目の正レンズの材料が、条件式(1)、(2)を満足する材料である。

【0079】

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。

【0080】

[数値実施例1]

単位 mm

面データ

10

20

30

40

50

面番号	r	d	nd	d	gF	
1	97.047	1.45	1.88300	40.8	0.567	
2	53.453	5.75	1.43875	94.9	0.534	
3	1706.344	0.05				
4	55.398	4.25	1.43875	94.9	0.534	
5	285.779	0.05				
6	70.212	3.05	1.43875	94.9	0.534	
7	257.657	(可変)				
8	297.982	0.75	1.88300	40.8		
9	8.039	3.68				10
10	77.382	0.60	1.80400	46.6		
11	19.994	1.79				
12	-32.164	0.60	1.91082	35.3		
13	53.155	0.10				
14	20.194	1.95	1.95906	17.5		
15	-168.028	(可変)				
16(絞り)		(可変)				
17*	11.773	2.60	1.55332	71.7		
18*	229.074	2.14				
19	14.958	0.60	1.80400	46.6		20
20	10.906	0.42				
21	16.740	0.60	2.00330	28.3		
22	10.647	2.55	1.49700	81.5		
23	-16.450	(可変)				
24	-142.611	0.50	1.78590	44.2		
25	11.000	1.10	1.69895	30.1		
26	28.141	(可変)				
27	21.379	3.25	1.51823	58.9		
28	-13.751	0.50	2.00069	25.5		
29	-21.144	(可変)				30
30		0.80	1.51633	64.1		
31		0.50				

像面

非球面データ

第17面

K = -3.07501e+000 A 4= 1.80616e-004 A 6=-1.99657e-006

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 6.32826e-005 A 6=-1.53078e-006

各種データ

ズーム比	84.94		40
	広角	中間	望遠
焦点距離	3.71	35.49	315.00
Fナンバー	3.30	4.98	7.50
半画角	40.59	6.23	0.70
レンズ全長	102.75	135.79	157.98
BF	10.71	26.23	8.03
d7	0.75	44.03	70.55
d15	32.61	6.77	0.42
d16	12.23	1.42	0.72
d23	2.56	8.63	7.66

d26	5.29	10.12	32.00
d29	9.69	25.20	7.00

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	87.88
2	8	-7.57
3	17	16.10
4	24	-25.96
5	27	27.81

【0081】

10

[数値実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	gF
1	101.242	1.45	1.88300	40.8	0.567
2	52.632	5.67	1.43875	94.9	0.534
3	374.978	0.05			
4	60.709	3.50	1.43875	94.9	0.534
5	188.403	0.05			
6	70.616	3.25	1.43875	94.9	0.534
7	292.126	0.00			
8	66.665	2.95	1.43875	94.9	0.534
9	194.810	(可変)			
10	121.114	0.75	1.88300	40.8	
11	8.146	3.86			
12	70.807	0.60	1.80400	46.6	
13	18.799	1.91			
14	-34.232	0.60	1.91082	35.3	
15	62.307	0.10			
16	20.409	1.95	1.95906	17.5	
17	-211.617	(可変)			
18(絞り)		(可変)			
19*	11.062	2.10	1.55332	71.7	
20*	-221.352	1.86			
21	14.687	0.60	1.80400	46.6	
22	10.710	0.51			
23	20.607	0.60	2.00330	28.3	
24	12.223	2.25	1.49700	81.5	
25	-18.378	(可変)			
26	95.421	0.50	1.78590	44.2	
27	11.000	1.15	1.69895	30.1	
28	16.611	(可変)			
29	20.587	2.15	1.51823	58.9	
30	-17.475	0.50	2.00069	25.5	
31	-25.570	(可変)			
32		0.80	1.51633	64.1	
33		0.50			

像面

非球面データ

第19面

50

K = -2.96314e+000 A 4= 2.23947e-004 A 6= 3.38003e-006

第20面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.01382e-004 A 6= 4.61135e-006

各種データ

ズーム比	82.93					
	広角	中間	望遠			
焦点距離	3.81	34.27	315.64			
Fナンバー	3.30	4.99	7.50			
半画角	39.86	6.45	0.70			
レンズ全長	104.42	124.31	135.53	10		
BF	10.50	27.91	3.13			
d9	0.75	38.90	61.24			
d17	31.12	8.27	-0.00			
d18	15.93	1.78	0.28			
d25	2.96	3.01	0.94			
d28	3.96	5.24	30.74			
d31	9.47	26.88	2.11			

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離				
1	1	77.50				20
2	10	-8.05				
3	19	15.82				
4	26	-24.03				
5	29	27.55				

【0082】

[数値実施例3]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	gF	
1	123.261	1.45	1.88300	40.8	0.567	30
2	70.266	4.45	1.43875	94.9	0.534	
3	323.503	0.05				
4	85.000	3.30	1.43875	94.9	0.534	
5	451.917	0.05				
6	77.578	3.25	1.43875	94.9	0.534	
7	322.152	(可変)				
8	33.039	0.75	1.88300	40.8		
9	7.648	4.96				
10	104.620	0.60	1.80400	46.6		
11	24.478	1.66				40
12	-32.563	0.60	1.91082	35.3		
13	39.969	0.10				
14	20.348	1.95	1.95906	17.5		
15	-219.764	(可変)				
16(絞り)		(可変)				
17*	11.694	2.90	1.55332	71.7		
18*	99.313	1.02				
19	14.578	0.60	1.80400	46.6		
20	11.235	0.53				
21	16.800	0.60	2.00330	28.3		50

22	10.614	3.45	1.49700	81.5
23	-15.621	(可变)		
24	779.306	0.50	1.78590	44.2
25	11.000	1.25	1.69895	30.1
26	21.325	(可变)		
27	26.198	3.50	1.51823	58.9
28	-16.763	0.50	2.00069	25.5
29	-25.878	(可变)		
30		0.80	1.51633	64.1
31		0.50		

10

像面

非球面データ

第17面

K = -2.39707e+000 A 4= 1.46877e-004 A 6=-1.24058e-006

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 9.15367e-005 A 6=-1.07874e-006

各種データ

ズーム比	84.99			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	3.71	19.60	315.00	20
Fナンバー	3.30	4.99	8.00	
半画角	40.61	11.19	0.70	
レンズ全長	104.94	131.89	210.06	
BF	10.01	18.80	18.31	
d 7	0.75	41.97	103.24	
d15	36.90	3.95	1.00	
d16	11.58	10.25	0.29	
d23	3.00	6.36	10.86	
d26	4.41	12.27	38.08	
d29	8.99	17.78	17.29	30

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	125.97
2	8	-8.35
3	17	15.74
4	24	-25.11
5	27	34.14

【0083】

[数值実施例4]

単位 mm 40

面データ

面番号	r	d	nd	d	gF
1	100.073	1.45	1.91082	35.3	0.582
2	56.672	5.50	1.49700	81.5	
3	1441.561	0.05			
4	57.631	3.90	1.43875	94.9	0.539
5	236.500	0.05			
6	71.936	3.00	1.49700	81.5	
7	194.066	(可变)			
8	187.880	0.75	1.88300	40.8	50

9	8.024	3.96		
10	106.399	0.60	1.80400	46.6
11	20.589	1.82		
12	-37.450	0.60	1.91082	35.3
13	52.631	0.10		
14	20.058	2.00	1.95906	17.5
15	-186.477	(可変)		
16(絞り)		(可変)		
17*	10.985	2.75	1.55332	71.7
18*	-288.356	1.74		10
19	17.201	0.60	1.80400	46.6
20	10.727	0.33		
21	15.506	0.60	2.00330	28.3
22	10.364	2.40	1.49700	81.5
23	-16.071	2.40		
24	169.261	0.50	1.78590	44.2
25	11.000	1.05	1.69895	30.1
26	19.568	(可変)		
27	20.884	3.00	1.51823	58.9
28	-15.203	0.50	2.00069	25.5
29	-24.317	(可変)		20
30		0.80	1.51633	64.1
31		0.50		

像面

非球面データ

第17面

K = -3.72856e+000 A 4= 2.42049e-004 A 6=-3.92848e-006

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.47054e-005 A 6=-2.32073e-006

各種データ

30

ズーム比	84.95		
		広角	中間
焦点距離	3.71	15.15	315.00
Fナンバー	3.30	4.99	7.50
半画角	40.59	14.35	0.70
レンズ全長	98.01	103.76	156.05
BF	9.56	24.21	7.53
d7	0.75	16.91	69.67
d15	31.13	10.06	0.30
d16	12.18	1.50	0.30
d26	4.47	11.16	38.33
d29	8.53	23.18	6.50

40

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	87.07
2	8	-7.85
3	17	20.96
4	27	29.56

【0084】

[数値実施例 5]

50

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	gF	
1	132.837	1.45	1.88300	40.8	0.567	
2	51.407	5.20	1.49700	81.5		
3	675.039	0.05				
4	56.369	4.55	1.48563	85.2	0.539	
5	350.249	0.05				
6	71.536	2.95	1.59282	68.6		
7	227.523	(可変)				10
8	154.193	0.75	1.88300	40.8		
9	8.101	3.70				
10	71.490	0.60	1.80400	46.6		
11	20.523	1.72				
12	-34.213	0.60	1.91082	35.3		
13	55.649	0.10				
14	20.373	2.00	1.95906	17.5		
15	-177.406	(可変)				
16(絞り)		(可変)				
17*	10.761	2.90	1.55332	71.7		20
18*	1343.314	0.94				
19	15.160	0.60	1.80400	46.6		
20	10.507	0.52				
21	16.852	0.60	2.00330	28.3		
22	10.656	2.95	1.49700	81.5		
23	-16.918	2.69				
24	228.680	0.50	1.78590	44.2		
25	11.000	1.20	1.69895	30.1		
26	21.159	(可変)				
27	24.600	3.20	1.51823	58.9		30
28	-13.067	0.50	2.00069	25.5		
29	-19.215	(可変)				
30	-35.000	1.00	1.51633	64.1		
31		0.49				
32		0.50	1.51633	64.1		
33		0.50				

像面

非球面データ

第17面

K = -1.07569e+000 A 4= 2.92492e-005 A 6=-2.00935e-007

40

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 6.74353e-005 A 6=-5.86495e-007

各種データ

ズーム比	84.94		
	広角	中間	望遠
焦点距離	3.71	36.83	315.00
Fナンバー	3.30	4.99	7.50
半画角	40.59	6.01	0.70
レンズ全長	100.35	135.60	159.10
BF	1.32	1.32	1.32

50

d 7	0.75	45.29	72.12
d15	32.25	1.05	0.28
d16	12.89	5.37	0.28
d26	4.22	12.07	37.62
d29	7.43	29.03	5.99

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	88.52	10
2	8	-8.13	
3	17	21.12	
4	27	27.98	
5	30	-67.79	

【 0 0 8 5 】

[数値実施例 6]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	gF
1	124.862	1.45	1.88300	40.8	0.567
2	51.095	5.40	1.49700	81.5	
3	870.523	0.05			20
4	54.702	5.00	1.45600	90.3	0.534
5	752.199	0.05			
6	73.662	2.70	1.59282	68.6	
7	191.888	(可変)			
8	282.966	0.75	1.88300	40.8	
9	8.030	3.78			
10	74.646	0.60	1.80400	46.6	
11	20.244	1.78			
12	-33.432	0.60	1.91082	35.3	
13	55.047	0.10			30
14	20.037	2.00	1.95906	17.5	
15	-165.507	(可変)			
16(絞り)		(可変)			
17*	11.583	2.60	1.55332	71.7	
18*	-4502.227	1.99			
19	15.088	0.60	1.80400	46.6	
20	10.931	0.34			
21	17.086	0.60	2.00330	28.3	
22	10.789	2.30	1.49700	81.5	
23	-16.030	2.68			40
24	249.758	0.50	1.78590	44.2	
25	11.000	0.95	1.69895	30.1	
26	20.015	(可変)			
27	22.084	2.70	1.51823	58.9	
28	-17.862	0.50	2.00069	25.5	
29	-28.637	(可変)			
30	50.000	1.50	1.51633	64.1	
31		0.48			
32		0.50	1.51633	64.1	
33		0.50			50

像面

非球面データ

第17面

K = -3.88321e+000 A 4= 2.42441e-004 A 6=-2.97008e-006

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 6.64524e-005 A 6=-1.47813e-006

各種データ

ズーム比 85.05

広角 中間 望遠

焦点距離	3.70	36.65	315.00
Fナンバー	3.30	5.49	7.50
半画角	40.63	6.04	0.70
レンズ全長	101.97	138.03	160.71
BF	1.31	1.31	1.31
d7	0.75	44.52	70.01
d15	32.79	6.20	1.09
d16	12.41	2.04	0.32
d26	5.78	11.87	40.31
d29	7.23	30.40	5.98

10

ズームレンズ群データ

20

群	始面	焦点距離
1	1	86.24
2	8	-7.85
3	17	21.40
4	27	32.16
5	30	96.84

【0086】

【表1】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
$\nu d1P$	94.9	94.9	94.9	94.9	85.2	90.3
$\theta gF1P$	0.534	0.534	0.534	0.534	0.539	0.534
M1/fW	14.89	8.18	28.36	15.72	15.82	15.86
DW/DT	16.92	56.17	40.26	40.62	45.45	38.95
f1/fW	23.7	20.36	33.99	23.48	23.87	23.29
fT/f1	3.58	4.07	2.50	3.62	3.56	3.65
f1/f2	11.61	9.63	15.08	11.09	10.89	10.99
f1/f3	5.46	4.90	8.01	4.15	4.19	4.03
f2/fT	0.024	0.026	0.027	0.025	0.026	0.025
1枚目(R1-R2)/(R1+R2)	-0.939	-0.754	-0.643	-	-	-
2枚目(R1-R2)/(R1+R2)	-0.675	-0.513	-0.683	-0.608	-0.723	-0.864
3枚目(R1-R2)/(R1+R2)	-0.572	-0.611	-0.612	-	-	-
4枚目(R1-R2)/(R1+R2)	-	-0.490	-	-	-	-
$\theta gF1N$	0.567	0.567	0.567	0.582	0.567	0.567
$\nu d1N$	40.76	40.76	40.76	35.25	40.76	40.76
条件式(13)左辺	0.567	0.567	0.567	0.582	0.567	0.567
条件式(13)右辺	0.573	0.573	0.573	0.584	0.573	0.573
nd1N	1.883	1.883	1.883	1.911	1.883	1.883

30

【0087】

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13を用いて説明する。図13において、20はカメラ本体、21は実施例1～6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

40

50

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】

【0088】

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

S P 開口絞り

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

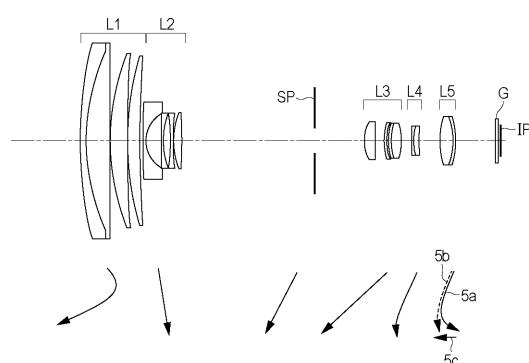
半画角

F n o F ナンバー

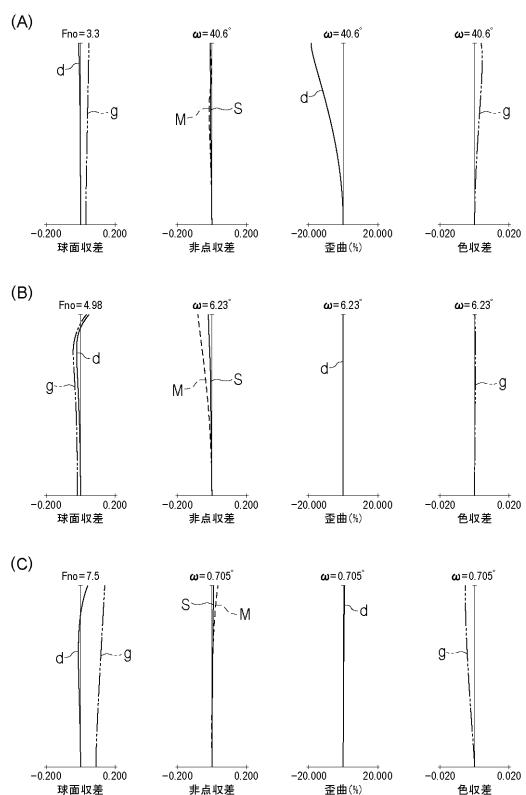
10

20

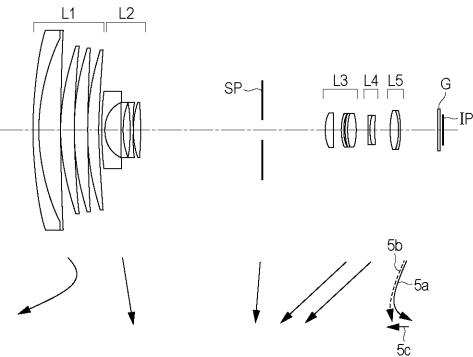
【図1】



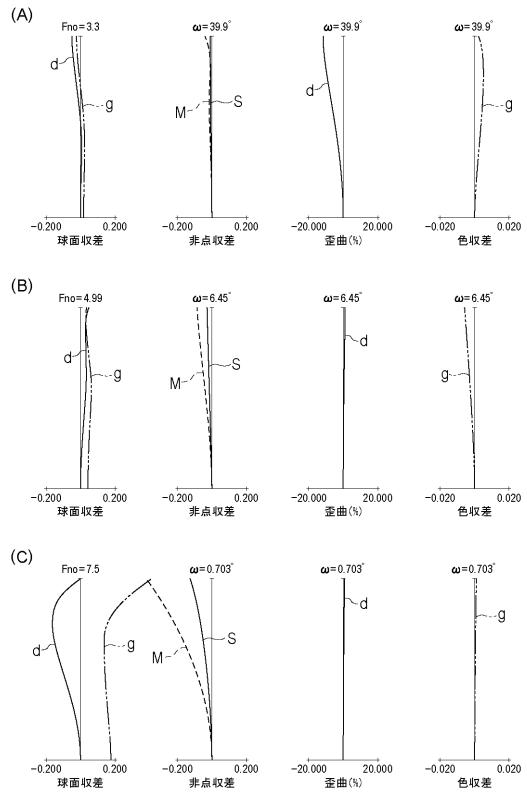
【図2】



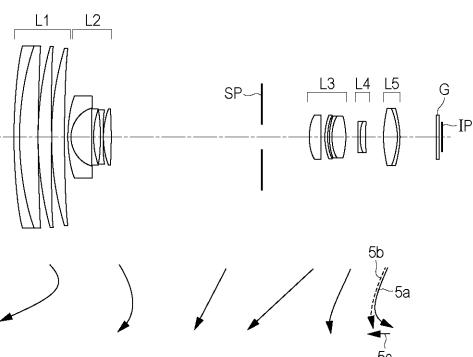
【図3】



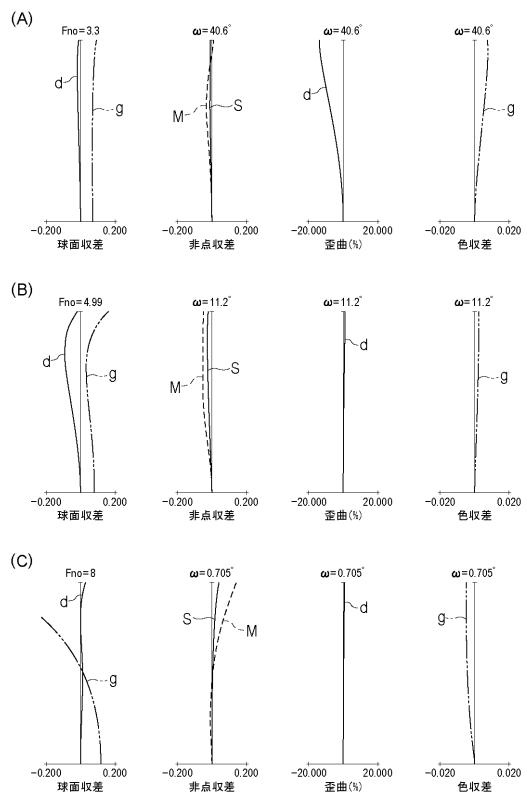
【図4】



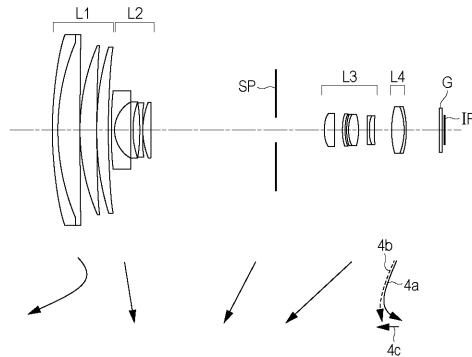
【図5】



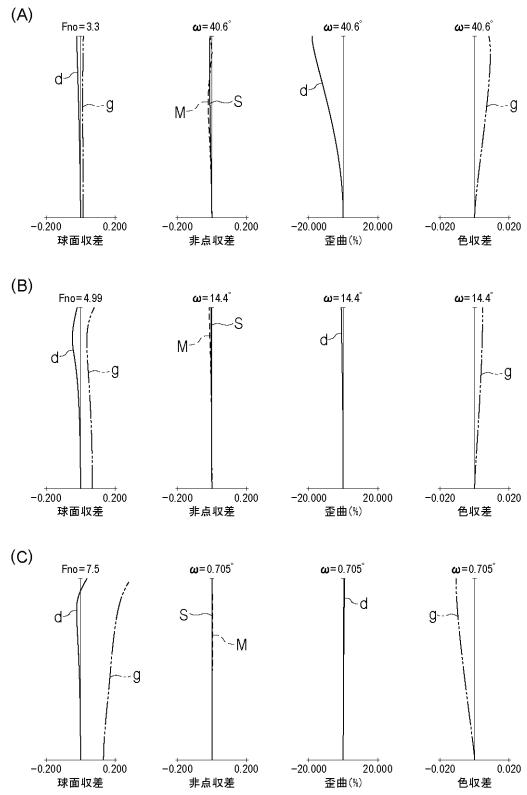
【図6】



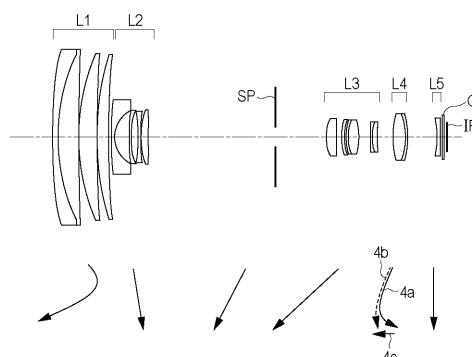
【図7】



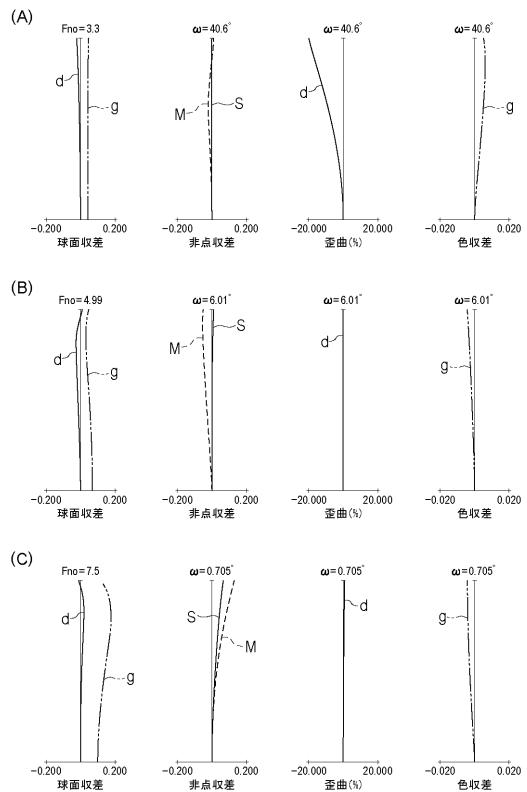
【図8】



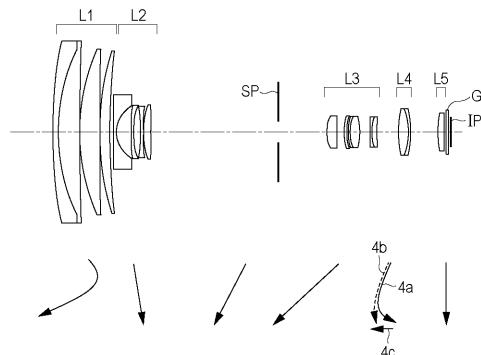
【図9】



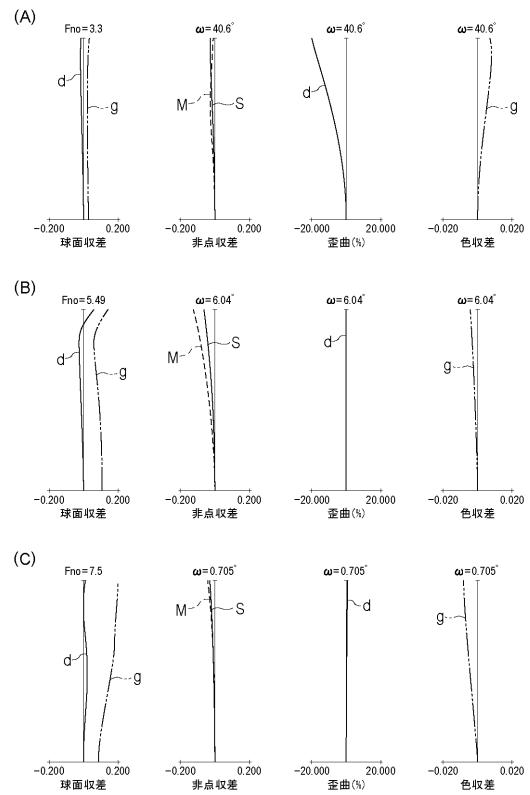
【図10】



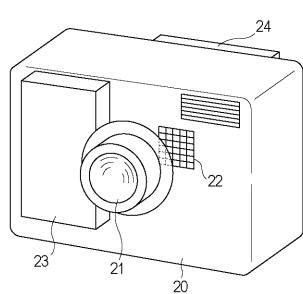
【図 1 1】



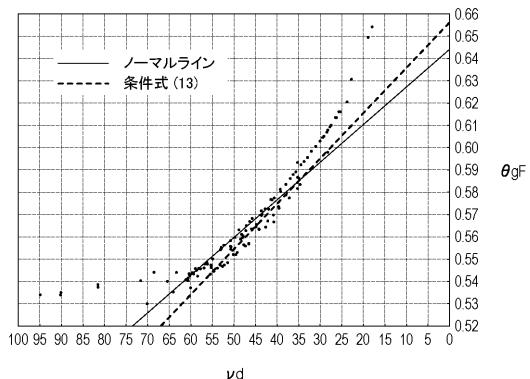
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-266791(JP,A)
特開2015-102690(JP,A)
特開2014-021367(JP,A)
国際公開第2015/075943(WO,A1)
特開2011-053297(JP,A)
特開2013-152371(JP,A)
特開2011-085909(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B	9 / 0 0	-	1 7 / 0 8
G 02 B	2 1 / 0 2	-	2 1 / 0 4
G 02 B	2 5 / 0 0	-	2 5 / 0 4