

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6438294号
(P6438294)

(45) 発行日 平成30年12月12日(2018.12.12)

(24) 登録日 平成30年11月22日(2018.11.22)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 2 B 15/167 (2006.01)

G O 2 B 15/167

G O 2 B 13/18 (2006.01)

G O 2 B 13/18

請求項の数 17 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2014-259747 (P2014-259747)
 (22) 出願日 平成26年12月24日(2014.12.24)
 (65) 公開番号 特開2016-118737 (P2016-118737A)
 (43) 公開日 平成28年6月30日(2016.6.30)
 審査請求日 平成29年12月21日(2017.12.21)

(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 100086818
 弁理士 高梨 幸雄
 (72) 発明者 安部 大史
 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レンズ群より構成され、

広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が広がり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が狭まり、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化するズームレンズであって、

前記第1レンズ群は、最も物体側に配置された、物体側の面が凸形状の第1正レンズを有し、

前記第1レンズ群の中で最も像側に配置されたレンズの像側の面は凹形状であり、

前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 、望遠端における前記第2レンズ群の横倍率を $2t$ とするとき、

$$-10.0 < f_1 / f_2 < -4.5$$

$$-10.0 < 2t < -2.0$$

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】

ズーミングに際して、前記第1レンズ群と前記第3レンズ群と前記第5レンズ群は不動であることを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

10

20

【請求項 3】

前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間、又は前記第 3 レンズ群内に開口絞りが配置されており、ズーミングに際して前記開口絞りは不動であ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】

前記第 1 レンズ群は、2 枚以上の正レンズと 1 枚以上の負レンズを有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 レンズ群は、1 枚以上の正レンズと 2 枚以上の負レンズ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。

10

【請求項 6】

前記第 3 レンズ群は、1 枚以上の正レンズと 1 枚以上の負レンズを有し、前記第 3 レンズ群に含まれる正レンズのうち少なくとも一つは、非球面を備え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 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とするとき、

$$3.0 < f_1 / f_3 < 10.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とするとき、

$$-2.0 < f_3 / f_2 < -0.3$$

なる条件式を満足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。

20

【請求項 9】

広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、

$$2.0 < f_1 / f_w < 6.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、

$$-0.80 < f_2 / f_w < -0.30$$

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ンズ。

30

【請求項 11】

前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、

$$0.2 < f_3 / f_w < 2.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

40

【請求項 12】

広角端における前記第 3 レンズ群の横倍率を β_w とするとき、

$$-1.00 < \beta_w < -0.30$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 13】

望遠端における前記第 3 レンズ群の横倍率を β_t とするとき、

$$-1.00 < \beta_t < -0.10$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

50

【請求項 1 4】

像ぶれ補正に際して、前記第 3 レンズ群の少なくとも一部は、光軸に対して垂直な方向の成分を持つ方向に移動することを特徴とする請求項 1 及至 1 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 5】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第 2 レンズ群は像側へ移動し、前記第 4 レンズ群は像側へ移動した後に物体側へ移動することを特徴とする請求項 1 乃至 1 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 6】

無限遠から近距離へのフォーカシングに際して、前記第 4 レンズ群は像側へ移動することを特徴とする請求項 1 乃至 1 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

10

【請求項 1 7】

請求項 1 乃至 1 6 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】

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、電子スチルカメラ、放送用カメラ、監視カメラ等のように固体撮像素子を用いた撮像装置、或いは銀塩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。

20

【背景技術】

【0002】

近年、固体撮像素子を用いた撮像装置は高機能化され、又装置全体が小型化されている。そしてそれに用いる撮像光学系としてはレンズ全長が短く、コンパクト（小型）で、望遠側の焦点距離が長く、かつ口径が大きく（大口径で）明るい高ズーム比のズームレンズであることが要求されている。

【0003】

これらの要求に応えるズームレンズとして、物体側より像側へ順に、正、負、正の屈折力を有する第 1、第 2、第 3 レンズ群と、それに続く 1 つ以上のレンズ群を含む後群を有するポジティブリード型のズームレンズが知られている。ポジティブリード型のズームレンズとして、物体側より像側へ順に正、負、正、負、正の屈折力のレンズ群より成る 5 群ズームレンズが知られている。

30

【0004】

この 5 群ズームレンズにおいてズーミングに際して第 2 レンズ群ないし第 5 レンズ群が移動するズームレンズが知られている（特許文献 1）。またこの 5 群ズームレンズにおいてズーミングに際して第 2 レンズ群ないし第 4 レンズ群が移動するズームレンズが知られている（特許文献 2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

40

【特許文献 1】特開平 0 9 - 3 2 5 2 7 4 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 2 - 4 7 8 1 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

撮像装置に使用されるズームレンズには、全系が小型で望遠側の焦点距離が長く、大口径比、高ズーム比であり、しかもズーム全域において高い光学性能を有していることが要望されている。前述したポジティブリード型の 5 群ズームレンズは全系の小型化を図りつつ、高ズーム比化を図ることが比較的容易である。

【0007】

50

しかしながら大口径比化及び高ズーム比化を図りつつ、高い光学性能を得るためには、ズームレンズを構成する各レンズ群の屈折力（光学的パワー＝焦点距離の逆数）やズーミングに際しての各レンズ群の移動条件等を適切に設定することが重要になってくる。この他、開口絞りの位置や開口絞りよりも物体側のレンズ群のレンズ構成等を適切に設定することが重要になってくる。

【0008】

例えば第1レンズ群の屈折力やレンズ構成、そして変倍用の第2レンズ群の屈折力や結像倍率等を適切に設定することが重要になってくる。これらの構成を適切に設定しないと大口径比で、望遠端の焦点距離が長く高ズーム比化を図りつつ、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るのが難しくなってくる。

【0009】

本発明は大口径比で望遠側の焦点距離が長く、高ズーム比で全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有す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。

【課題を解決するための手段】

【0010】

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、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レンズ群より構成され、

広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が広がり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が狭まり、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が変化するズームレンズであって、

前記第1レンズ群は、最も物体側に配置された、物体側の面が凸形状の第1正レンズを有し、

前記第1レンズ群の中で最も像側に配置されたレンズの像側の面は凹形状であり、

前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 、望遠端における前記第2レンズ群の横倍率を $2t$ とするとき、

$$-1.0 < f_1 / f_2 < -4.5$$

$$-1.0 < 2t < -2.0$$

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】

【0011】

本発明によれば、大口径比で望遠側の焦点距離が長く、高ズーム比で全ズーム範囲にわたり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】

【0012】

【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

置、望遠端における収差図

【図 1 1】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 1 2】(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、望遠端における収差図

【図 1 3】実施例 7 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図 1 4】(A)、(B)、(C) 実施例 7 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 1 5】本発明のズームレンズを搭載する撮像装置（監視カメラ）の装置図

【発明を実施するための形態】

【0013】

10

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置を図面に基づいて説明する。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 レンズ群より構成されている。

【0014】

広角端に比べて望遠端において、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔が広がり、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群との間隔が狭まり、第 3 レンズ群と第 4 レンズ群との間隔が変化し、第 4 レンズ群と第 5 レンズ群との間隔が変化する。第 1 レンズ群は、最も物体側に、物体側の面が凸形状の第 1 正レンズが配置され、第 1 レンズ群の中で最も像側に配置されたレンズの像側の面が凹形状である。

20

【0015】

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。実施例 1 はズーム比 4.81、開口比（F ナンバー）1.85 ~ 2.47 程度のズームレンズである。

【0016】

図 3 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 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 4.80、開口比 1.85 ~ 2.47 程度のズームレンズである。

30

【0017】

図 5 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 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 4.95、開口比 1.85 ~ 2.47 程度のズームレンズである。

【0018】

図 7 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 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 7.95、開口比 1.85 ~ 2.47 程度のズームレンズである。

40

【0019】

図 9 は、本発明の実施例 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 5.76、開口比 1.85 ~ 2.85 程度のズームレンズである。

【0020】

図 11 は、本発明の実施例 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 7.69、開口比 1.85 ~ 3.91 程度のズームレンズである。

50

【 0 0 2 1 】

図 1 3 は、本発明の実施例 7 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 1 4 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 7 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 7 はズーム比 7 . 6 9、開口比 1 . 8 5 ~ 3 . 9 1 程度のズームレンズである。図 1 5 は本発明のズームレンズを備える監視カメラ (撮像装置) の要部概略図である。

【 0 0 2 2 】

各実施例のズームレンズは監視カメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、銀塩フィルムカメラ、TVカメラなどの撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。尚、各実施例のズームレンズは投射装置 (プロジェクタ) 用の投射光学系として用いることもできる。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 を物体側からのレンズ群の順番とすると、 L_i は第 i レンズ群を示す。

【 0 0 2 3 】

SP は開口絞りである。GB 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などに相当する光学ブロックである。IP は像面である。像面 IP は、ビデオカメラやデジタルカメラの撮影光学系としてズームレンズを使用する際には、CCD センサや CMOS センサなどの固体撮像素子 (光電変換素子) の撮像面に相当する。銀塩フィルムカメラの撮影光学系としてズームレンズを使用する際には、フィルム面に相当する。

【 0 0 2 4 】

矢印は広角端から望遠端へのズーミング (変倍) に際して、各レンズ群の移動軌跡と、フォーカシングの際のレンズ群の移動方向を示している。球面収差図において、 d は d 線 (波長 5 8 7 . 6 n m)、 g は g 線 (波長 4 3 5 . 8 n m) である。非点収差図で S は d 線におけるサジタル像面、 M は d 線における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。倍率色収差図において g は g 線である。収差図において $F n o$ は F ナンバー、 ω は半画角 (度) 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のレンズ群が機構上、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。

【 0 0 2 5 】

各実施例において、 L_1 は正の屈折力の第 1 レンズ群、 L_2 は負の屈折力の第 2 レンズ群、 L_3 は正の屈折力の第 3 レンズ群である。 L_4 は負の屈折力の第 4 レンズ群、 L_5 は正の屈折力の第 5 レンズ群である。開口絞り SP は第 3 レンズ群 L_3 の物体側に位置している。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 L_2 は像側に移動する。第 4 レンズ群 L_4 は像側に凸状の軌跡で移動する。即ち像側へ移動した後に物体側へ移動する。このとき広角端に比べて望遠端において第 1 レンズ群 L_1 と第 2 レンズ群 L_2 の間隔が広がり、第 2 レンズ群 L_2 と第 3 レンズ群 L_3 の間隔が狭まる。

【 0 0 2 6 】

また、第 3 レンズ群 L_3 と第 4 レンズ群 L_4 の間隔と、第 4 レンズ群 L_4 と第 5 レンズ群 L_5 の間隔が変化する。第 4 レンズ群 L_4 は変倍に伴う像面変動を補正するように移動している。

【 0 0 2 7 】

各実施例では第 4 レンズ群 L_4 を光軸上を移動させてフォーカシングを行うリアフォーカス式を採用している。第 4 レンズ群 L_4 に関する実線の曲線 4 a と点線の曲線 4 b 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変倍に伴う像面変動を補正するための移動軌跡である。また望遠端において、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、矢印 4 c に示す如く第 4 レンズ群 L_4 を像側へ移動することで行っている。

【 0 0 2 8 】

ズーミングに際して第 4 レンズ群 L_4 を像側へ凸状の軌跡で移動することで、第 4 レン

10

20

30

40

50

ズ群 L 4 と第 5 レンズ群 L 5 間の空間の有効利用を図り、効果的にレンズ全長を短縮している。開口絞り S P はズームングに際して不動である。尚、各実施例において第 1 レンズ群 L 1 はフォーカスのためには光軸方向に不動であるが、収差補正上必要に応じて移動させても良い。また、第 3 レンズ群 L 3 の全体または一部を、光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動することで、撮影時にズームレンズが振動したときの撮影画像のブレ（像ぶれ）を補正しても良い。

【 0 0 2 9 】

各実施例のズームレンズは、望遠端の焦点距離が長く、かつ口径が大きく（大口径で）明るいズームレンズでありながら全系が小型になるように各要素を特定している。

【 0 0 3 0 】

一般にレンズ全長（第 1 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値）が所望の範囲内でありながら、望遠端の焦点距離を長くするためには、全系の主点の位置を物体側へ押し出すことが必要となってくる。そのため、全系で最も物体側に配置される第 1 レンズ群 L 1 のレンズ構成と、ズームングに際して主変倍レンズ群として光軸上を移動する、第 2 レンズ群 L 2 の屈折力を適切に設定することが重要となる。

【 0 0 3 1 】

一般に望遠端において口径を大きく明るくしようとする、ズームレンズの前玉（第 1 レンズ群）に入射する光束径が大きくなる。高い光学性能を得るためには、諸収差のうち特に球面収差と軸上色収差を好適に補正する必要がある。このため光束径が大きくなる第 1 レンズ群 L 1 のレンズ構成が重要な要素となる。そこで、各実施例では、第 1 レンズ群 L 1 の、最も物体側に、物体側の面が凸形状の第 1 正レンズを配置し、第 1 レンズ群 L 1 の中で最も像側に配置されたレンズの像側の面が凹形状のレンズを配置している。

【 0 0 3 2 】

このようなレンズ構成とすることで、合計では正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 の主点位置を物体側へ大きく押し出すことができるため、レンズ全長を短くしつつ、全系を小型化しながらも、全系の望遠側の焦点距離を長くすることができる。また、第 5 レンズ群 L 5 を、負の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 の像側に配置することで、全系のペッツパール和を小さくしつつ、画面周辺の像面への光線の入射角を小さくして、全系を小型化しながらもズーム全域で良好な光学性能を維持している。

【 0 0 3 3 】

さらに第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離を f_1 、第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離を f_2 、望遠端における第 2 レンズ群 L 2 の横倍率を $2t$ とする。このとき、

$$-10.0 < f_1 / f_2 < -4.5 \quad \cdots (1)$$

$$-10.0 < 2t < -2.0 \quad \cdots (2)$$

なる条件式を満足する。

【 0 0 3 4 】

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 (1) は、第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離と、第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離との比を適切に設定するものである。条件式 (1) の上限を超えて、第 1 レンズ群 L 1 のパワー（屈折力）が強くなりすぎると、望遠端において球面収差や像面湾曲が多く発生し、これらの諸収差の補正が困難となる。条件式 (1) の下限を超えて、第 2 レンズ群 L 2 の負のパワーが強くなりすぎると、変倍に際して像面湾曲の変動や色収差の変動が多くなり、これらの諸収差の補正が困難となる。

【 0 0 3 5 】

条件式 (2) は、望遠端における第 2 レンズ群 L 2 の横倍率を適切に設定するものである。条件式 (2) の上限を超えると、第 2 レンズ群 L 2 のパワーが弱くなってきて、広角端から望遠端への変倍に必要な第 2 レンズ群 L 2 の移動量が長くなり、レンズ全長が長くなってきて、全系の小型化が困難となる。条件式 (2) の下限を超えると、第 2 レンズ群 L 2 のパワーが強くなってきて、変倍に際して像面湾曲の変動や色収差の変動が多くなり、これらの諸収差の補正が困難となる。各実施例において、好ましくは条件式 (1)、(

10

20

30

40

50

2)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0036】

$$-9.0 < f_1 / f_2 < -5.5 \quad \dots (1a)$$

$$-6.0 < 2t < -2.2 \quad \dots (2a)$$

更に好ましくは、条件式(1a)、(2a)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$-8.5 < f_1 / f_2 < -5.8 \quad \dots (1b)$$

$$-4.5 < 2t < -2.5 \quad \dots (2b)$$

【0037】

各実施例では、以上の如く構成することにより、全系が小型で、望遠端の焦点距離が長く、かつ口径が大きく明るく、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有した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、次の構成のうち1以上を満足するのが良い。ズームングに際して第1レンズ群L1と、第3レンズ群L3と、第5レンズ群L5は、不動であることが良い。このような構成にすることで、撮像素子周辺の装置構造を簡素化することが出来、装置全体の小型化が容易になる。

10

【0038】

開口絞りSPは、第2レンズ群L2より像側で、第3レンズ群L3の最も像側のレンズ面よりも物体側に配置するのが良い。即ち第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間、又は第3レンズ群L3内に配置するのが良い。このような配置とすることで、レンズ前玉から開口絞りSPまでの距離を適切に設定し、前玉有効径が過剰に大きくなることを軽減するのが容易になる。ズームングに際し、開口絞りSPは不動とするのが良い。このような構成にすることで、全体の装置構造を簡素化することが出来、装置全体の小型化が容易になる。

20

【0039】

第1レンズ群L1は2枚以上の正レンズと1枚以上の負レンズを有し、第2レンズ群L2は1枚以上の正レンズと2枚以上の負レンズを有するのが良い。また、第3レンズ群L3は1枚以上の正レンズと1枚以上の負レンズを有し、第3レンズ群L3に含まれる正レンズのレンズ面のうち少なくとも1つのレンズ面は非球面形状とするのが良い。第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の各レンズ群に、上記のように、正レンズと負レンズを配置すると、各レンズ群内での色収差の補正が容易になる。

【0040】

各レンズ群内で軸上色収差や倍率色収差の補正を効果的におこなうことで、広角端から望遠端へのズームングに際して色収差の変動の抑制を好適に軽減することが出来るため、近年強く望まれている高画素化に対応した高い光学性能を得ることが容易になる。また、第3レンズ群L3では、上記のように正レンズと負レンズを配置すると、色収差の補正が容易になる。また第3レンズ群L3に含まれる正レンズのレンズ面のうち少なくとも1つのレンズ面を非球面形状を有すると、広角端において球面収差や像面湾曲の補正が容易になる。

30

【0041】

像ぶれ補正に際して、第3レンズ群L3の全体あるいは一部は、光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動するのが良い。これによれば像ぶれの補正前後において光学性能を良好に維持するのが容易になる。また、更に全系が小型でありながら、望遠端の焦点距離が長く、かつ口径が大きく明るく、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るためには、以下の条件式のうち1以上を満足することが望ましい。

40

【0042】

第3レンズ群L3の焦点距離を f_3 とする。広角端における、全系の焦点距離を f_w とする。広角端における第3レンズ群L3の横倍率を β_w とする。望遠端における第3レンズ群L3の横倍率を β_t 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。

【0043】

$$3.0 < f_1 / f_3 < 10.0 \quad \dots (3)$$

50

- $2.0 < f_3 / f_2 < -0.3 \quad \dots (4)$
- $2.0 < f_1 / f_w < 6.0 \quad \dots (5)$
- $0.80 < f_2 / f_w < -0.30 \quad \dots (6)$
- $0.2 < f_3 / f_w < 2.0 \quad \dots (7)$
- $1.00 < 3w < -0.30 \quad \dots (8)$
- $1.00 < 3t < -0.10 \quad \dots (9)$

【0044】

次に前述した各条件式の技術的意味について説明する。条件式(3)は、第1レンズ群L1の焦点距離と、第3レンズ群L3の焦点距離との比を適切に設定するものである。条件式(3)の上限を超えて、第3レンズ群L3のパワー(屈折力)が強くなりすぎると、広角端において球面収差や像面湾曲が多く発生し、これらの諸収差の補正が困難となる。条件式(3)の下限を超えて、第1レンズ群L1のパワーが強くなりすぎると、望遠端において球面収差やコマ収差が多く発生し、これらの諸収差の補正が困難となる。

10

【0045】

条件式(4)は、第2レンズ群L2の焦点距離と、第3レンズ群L3の焦点距離との比を適切に設定するものである。条件式(4)の上限を超えて、第3レンズ群L3のパワーが強くなりすぎると、広角端において球面収差や像面湾曲が多く発生し、これらの諸収差の補正が困難となる。条件式(4)の下限を超えて、第2レンズ群L2の負のパワーが強くなりすぎると、変倍に際して像面湾曲の変動や色収差の変動が多くなり、これらの諸収差の変動の補正が困難となる。

20

【0046】

条件式(5)は、広角端における全系の焦点距離と、第1レンズ群L1の焦点距離との比を適切に設定するものである。条件式(5)の上限を超えて、第1レンズ群L1の焦点距離が長くなりすぎると(屈折力が弱くなりすぎると)、レンズ全長が増大し、また前玉有効径が大型化してきて、全系の小型化が困難となる。条件式(5)の下限を超えて、第1レンズ群L1のパワーが強くなりすぎると、望遠端において球面収差やコマ収差が多く発生し、これらの諸収差の補正が困難となる。

【0047】

条件式(6)は、広角端における全系の焦点距離と、第2レンズ群L2の焦点距離との比を適切に設定するものである。条件式(6)の上限を超えて、第2レンズ群L2の負のパワーが強くなりすぎると、変倍に際して像面湾曲の変動や色収差の変動が多くなり、これらの諸収差の変動の補正が困難となる。条件式(6)の下限を超えて、第2レンズ群L2の負のパワーが弱くなりすぎると、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の移動量が長くなり、レンズ全長が長大化し、全系の小型化が困難となる。

30

【0048】

条件式(7)は、広角端における全系の焦点距離と、第3レンズ群L3の焦点距離との比を適切に設定するものである。条件式(7)の上限を超えて、第3レンズ群L3の焦点距離が長くなりすぎると、第3レンズ群L3から像面までの距離が長くなってしまい、レンズ全長が増大し、全系の小型化が困難となる。条件式(7)の下限を超えて、第3レンズ群L3の正の屈折力が強くなりすぎると、広角端において球面収差や像面湾曲が多く発生し、これらの諸収差の補正が困難となる。

40

【0049】

条件式(8)は、広角端における第3レンズ群L3の横倍率を適切に設定するものである。条件式(8)の上限を超えると、第3レンズ群L3の正の屈折力が弱くなってきて、第3レンズ群L3から像面までの距離が長くなってしまい、レンズ全長が増大し、全系の小型化が困難となる。条件式(8)の下限を超えると、第3レンズ群L3の正のパワーが強くなってきて、広角端において球面収差や像面湾曲が多く発生し、これらの諸収差の補正が困難となる。

【0050】

条件式(9)は、望遠端における第3レンズ群L3の横倍率を適切に設定するものであ

50

る。条件式(9)の上限を超えると、第3レンズ群L3の正のパワーが弱くなってきて、第3レンズ群L3から像面までの距離が長くなってしまい、レンズ全長が増大し、全系の、小型化が困難となる。条件式(9)の下限を超えると、第3レンズ群L3の正のパワーが強くなってきて、広角端において球面収差や像面湾曲が多く発生し、これらの諸収差の補正が困難となる。尚、各実施例において、収差補正上更に好ましくは、条件式(3)乃至(9)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0051】

$$\begin{aligned} 3.2 < f_1 / f_3 < 8.0 & \dots (3a) \\ -2.0 < f_3 / f_2 < -0.8 & \dots (4a) \\ 2.5 < f_1 / f_w < 5.0 & \dots (5a) \\ -0.75 < f_2 / f_w < -0.33 & \dots (6a) \\ 0.4 < f_3 / f_w < 1.5 & \dots (7a) \\ -0.90 < 3w < -0.33 & \dots (8a) \\ -0.70 < 3t < -0.20 & \dots (9a) \end{aligned}$$

10

【0052】

より更に好ましくは、条件式(3a)乃至(9a)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$\begin{aligned} 3.5 < f_1 / f_3 < 6.0 & \dots (3b) \\ -2.0 < f_3 / f_2 < -1.0 & \dots (4b) \\ 2.8 < f_1 / f_w < 4.5 & \dots (5b) \\ -0.70 < f_2 / f_w < -0.35 & \dots (6b) \\ 0.6 < f_3 / f_w < 1.2 & \dots (7b) \\ -0.80 < 3w < -0.35 & \dots (8b) \\ -0.65 < 3t < -0.25 & \dots (9b) \end{aligned}$$

20

【0053】

各数値実施例では、以上のように各レンズ群を構成することによって、全系が小型でありながら、望遠端の焦点距離が長く、かつ口径が大きく明るく、全ズーム範囲にわたり高い光学性能のズームレンズを得ている。

【0054】

次に各実施例の各レンズ群のレンズ構成について説明する。実施例1のズームレンズは第1レンズ群L1が2つの正レンズと、正レンズと負レンズとを接合した接合レンズより構成されている。第2レンズ群L2は物体側から像側へ順に、負レンズ、負レンズと正レンズとを接合した接合レンズより構成されている。第3レンズ群L3は物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズと正レンズとを接合した接合レンズより構成されている。第4レンズ群L4は物体側から像側へ順に、正レンズと負レンズとを接合した接合レンズより構成されている。第5レンズ群L5は単一の正レンズより構成されている。

30

【0055】

実施例2のズームレンズは実施例1に比べて第1レンズ群L1、第3レンズ群L3、第5レンズ群L5のレンズ構成が同じである。第2レンズ群L2は物体側から像側へ順に、負レンズ、負レンズ、正レンズより構成されている。第4レンズ群L4は単一の負レンズより構成されている。実施例3のズームレンズは実施例1に比べて第1レンズ群L1、第2レンズ群L2、第4レンズ群L4、第5レンズ群L5のレンズ構成が同じである。第3レンズ群L3は物体側から像側へ順に、正レンズ、正レンズと負レンズとを接合した接合レンズ、正レンズより構成されている。

40

【0056】

実施例4のズームレンズは実施例1に比べて第1レンズ群L1、第2レンズ群L2、第4レンズ群L4、第5レンズ群L5のレンズ構成が同じである。第3レンズ群L3は物体側から像側へ順に、正レンズ、正レンズと負レンズとを接合した接合レンズ、正レンズより構成されている。実施例5のズームレンズは実施例1に比べて第1レンズ群L1、第2レンズ群L2、第4レンズ群L4、第5レンズ群L5のレンズ構成が同じである。第3レ

50

ンズ群 L 3 は物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズ、正レンズより構成されている。

【 0 0 5 7 】

実施例 6 のズームレンズは実施例 1 に比べて第 1 レンズ群 L 1、第 2 レンズ群 L 2、第 4 レンズ群 L 4、第 5 レンズ群 L 5 のレンズ構成が同じである。第 3 レンズ群 L 3 は物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズと正レンズとを接合した接合レンズ、正レンズより構成されている。実施例 7 のズームレンズは実施例 1 に比べて、第 2 レンズ群 L 2、第 4 レンズ群 L 4、第 5 レンズ群 L 5 のレンズ構成が同じである。第 1 レンズ群 L 1 は 3 つの正レンズ、正レンズと負レンズを接合した接合レンズより構成されている。第 3 レンズ群 L 3 は物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズと正レンズとを接合した接合レンズ、正レンズより構成されている。

10

【 0 0 5 8 】

次に本発明のズームレンズを用いた撮像装置（監視カメラ）の実施例を図 1 5 を用いて説明する。図 1 5 において、1 0 は監視カメラ本体、1 1 は実施例 1 乃至 7 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。1 2 はカメラ本体に内蔵され、撮像光学系 1 1 によって形成された被写体像を受光する C C D センサや C M O S センサ等の固体撮像素子（光電変換素子）である。1 3 は固体撮像素子 1 2 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（記録手段）である。1 4 は固体撮像素子 1 2 によって光電変換された被写体像を転送するためのネットワークケーブルである。

20

【 0 0 5 9 】

この様に本発明のズームレンズを監視カメラ等の撮像装置に適用する事により、小型で高い光学性能を有する撮像装置が実現できる。なお、撮像素子に C C D 等の電子撮像素子を用いれば、電子的に収差補正をする事で出力画像を更に高画質化する事ができる。

【 0 0 6 0 】

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。

【 0 0 6 1 】

以下、実施例 1 ～ 7 に対応する数値実施例 1 乃至 7 の具体的数値データを示す。各数値実施例において、i は物体側から数えた面の番号を示す。r i は第 i 番目の光学面（第 i 面）の曲率半径である。d i は第 i 面と第 (i + 1) 面との軸上間隔である。n d i、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、アッペ数である。最も像側の 2 つの面は光学ブロック G B に相当している。非球面形状は光軸方向に X 軸、光軸と垂直方向に H 軸、光の進行方向を正とし R を近軸曲率半径、K を円錐定数、A 4、A 6、A 8 を各々非球面係数としたとき、

30

【 0 0 6 2 】

【 数 1 】

$$X = \frac{H^2 / R}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(H / R)^2}} + A4H^4 + A6H^6 + A8H^8$$

40

【 0 0 6 3 】

なる式で表している。* は非球面形状を有する面を意味している。「e - x」は 1 0 - x を意味している。B F はバックフォーカスであり、最終レンズ面からの空気換算での距離を示している。

【 0 0 6 4 】

[数値実施例 1]

単位 mm

面データ

50

面番号	r	d	nd	d
1	64.161	4.70	1.48749	70.2
2	-182.207	0.15		
3	26.543	4.90	1.49700	81.5
4	69.879	8.69		
5	17.054	5.00	1.48749	70.2
6	114.666	1.00	1.80610	33.3
7	14.915	(可変)		
8	51.297	0.60	1.83481	42.7
9	9.031	4.60		
10	-12.251	0.50	1.48749	70.2
11	14.567	1.30	1.85478	24.8
12	389.773	(可変)		
13(絞り)		1.50		
14*	13.353	3.50	1.69350	53.2
15*	-25.580	1.76		
16	109.640	0.60	1.85478	24.8
17	7.900	4.50	1.69680	55.5
18	-19.963	(可変)		
19	164.928	2.20	1.94595	18.0
20	-9.878	0.50	1.91082	35.3
21	8.406	(可変)		
22	12.810	2.60	1.48749	70.2
23	-16.683	2.00		
24		2.34	1.51633	64.1
25		3.29		

像面

【 0 0 6 5 】

非球面データ

第14面

K = -3.36653e-001 A 4 = -4.89021e-005 A 6 = 5.99943e-007 A 8 = -2.26933e-009 A10 = 2.62646e-011

第15面

K = 0.00000e+000 A 4 = 1.25621e-004 A 6 = 1.19175e-007

各種データ

ズーム比	4.81		
	広角	中間	望遠
焦点距離	17.86	45.54	85.85
Fナンバー	1.85	2.03	2.47
半画角(度)	9.54	3.77	2.00
像高	3.00	3.00	3.00
レンズ全長	82.90	82.90	82.90
BF	6.84	6.84	6.84

d 7	2.54	13.84	19.67
d12	18.63	7.33	1.51
d18	2.28	3.25	1.47

10

20

30

40

50

d21 4.01 3.04 4.82

【 0 0 6 6 】

[数値実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	46.569	5.20	1.48749	70.2	
2	-1625.085	0.15			10
3	30.944	4.80	1.49700	81.5	
4	93.502	9.97			
5	18.656	5.00	1.48749	70.2	
6	289.077	1.00	1.80610	33.3	
7	16.267	(可変)			
8	23.763	0.60	1.83481	42.7	
9	8.833	1.79			
10	-12.208	0.50	1.69680	55.5	
11	28.817	1.58			
12	28.802	1.30	1.85478	24.8	20
13	-54.459	(可変)			
14(絞り)		1.50			
15*	12.471	3.60	1.69350	53.2	
16*	-27.368	2.45			
17	74.065	0.60	1.85478	24.8	
18	9.026	3.60	1.48749	70.2	
19	-18.383	(可変)			
20	-64.502	0.55	1.63854	55.4	
21	10.376	(可変)			
22	21.255	1.80	2.00100	29.1	30
23	-35.167	2.00			
24		2.34	1.51633	64.1	
25		3.31			
像面					

【 0 0 6 7 】

非球面データ

第15面

K = -6.23510e-001 A 4 = -3.47317e-005 A 6 = 2.53574e-007 A 8 = 1.50103e-009

40

第16面

K = 0.00000e+000 A 4 = 9.05548e-005

各種データ

ズーム比	4.80		
	広角	中間	望遠
焦点距離	17.89	46.22	85.85
Fナンバー	1.85	2.10	2.47
半画角(度)	9.52	3.71	2.00
像高	3.00	3.00	3.00

50

レンズ全長	84.20	84.20	84.20
BF	6.85	6.85	6.85

d 7	2.11	14.67	21.14
d13	20.49	7.94	1.47
d19	4.13	5.18	1.68
d21	4.62	3.57	7.07

【 0 0 6 8 】

[数値実施例 3]

10

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	45.621	5.50	1.48749	70.2
2	-262.608	0.15		
3	26.993	5.00	1.49700	81.5
4	73.966	10.15		
5	25.972	4.00	1.48749	70.2
6	-237.764	1.20	1.85478	24.8
7	27.643	(可変)		
8	54.786	0.70	2.00100	29.1
9	9.218	3.05		
10	-9.185	0.70	1.77250	49.6
11	18.217	1.60	1.95906	17.5
12	-37.555	(可変)		
13(絞り)		1.50		
14*	12.404	3.40	1.69350	53.2
15*	-33.298	0.15		
16	10.310	2.80	1.48749	70.2
17	149.183	0.80	2.00069	25.5
18	8.616	1.65		
19	15.457	2.40	1.65160	58.5
20	-29.305	(可変)		
21	45.802	2.40	1.85478	24.8
22	-10.686	0.60	1.91082	35.3
23	12.831	(可変)		
24	11.784	2.00	1.80400	46.6
25	491.900	2.02		
26		2.34	1.51633	64.1
27		3.28		

20

30

40

像面

【 0 0 6 9 】

非球面データ

第14面

K = 6.48237e-002 A 4=-4.87956e-005 A 6= 4.98814e-008 A 8=-1.98583e-010

第15面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.28321e-005

50

各種データ

ズーム比	4.95		
	広角	中間	望遠
焦点距離	17.44	58.10	86.29
Fナンバー	1.85	2.22	2.47
半画角(度)	9.76	2.96	1.99
像高	3.00	3.00	3.00
レンズ全長	79.21	79.21	79.21
BF	6.84	6.84	6.84
d 7	2.19	11.77	14.16
d12	13.45	3.87	1.48
d20	2.74	5.48	0.99
d23	4.23	1.50	5.99

10

【 0 0 7 0 】

[数値実施例 4]

単位 mm

20

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	55.220	5.14	1.48749	70.2
2	-146.853	0.15		
3	27.350	5.05	1.49700	81.5
4	92.976	3.27		
5	36.906	3.42	1.48749	70.2
6	704.212	1.20	2.00069	25.5
7	48.594	(可変)		
8	42.924	0.70	1.91082	35.3
9	9.395	4.31		
10	-10.577	0.70	1.69680	55.5
11	15.311	1.49	1.95906	17.5
12	935.148	(可変)		
13(絞リ)		1.50		
14*	11.810	3.76	1.69350	53.2
15*	-41.581	1.15		
16	10.900	2.78	1.48749	70.2
17	312.999	0.80	2.00069	25.5
18	8.584	0.72		
19	14.327	2.20	1.65160	58.5
20	-30.277	(可変)		
21	24.627	1.45	1.94595	18.0
22	-43.875	0.60	2.00100	29.1
23	9.814	(可変)		
24	9.524	2.10	1.77250	49.6
25	45.611	2.30		
26		2.34	1.51633	64.1
27		3.23		

30

40

50

像面

【 0 0 7 1 】

非球面データ

第14面

K = -1.13361e+000 A 4= 2.98325e-005 A 6= 2.10785e-007 A 8= 1.95005e-009

第15面

K = 0.00000e+000 A 4= 7.27073e-005

10

各種データ

ズーム比	7.95		
	広角	中間	望遠
焦点距離	10.86	50.59	86.29
Fナンバー	1.85	2.16	2.47
半画角(度)	15.44	3.39	1.99
像高	3.00	3.00	3.00
レンズ全長	79.19	79.19	79.19
BF	7.07	7.07	7.07
d 7	2.00	16.13	19.67
d12	19.17	5.03	1.50
d20	0.97	6.59	0.99
d23	7.49	1.87	7.46

20

【 0 0 7 2 】

[数値実施例 5]

単位 mm

面データ

30

面番号	r	d	nd	d
1	62.266	4.87	1.48749	70.2
2	-158.537	0.15		
3	25.379	5.14	1.49700	81.5
4	69.178	6.67		
5	18.105	4.92	1.49700	81.5
6	134.757	1.00	1.83400	37.2
7	15.451	(可変)		
8	63.958	0.60	1.91082	35.3
9	10.018	3.14		
10	-10.137	0.50	1.60311	60.6
11	17.195	1.53	1.85478	24.8
12	-36.505	(可変)		
13(絞り)		1.50		
14*	11.002	4.11	1.69350	53.2
15*	-46.110	1.45		
16	24.771	0.60	1.85478	24.8
17	7.523	0.19		
18	7.884	4.49	1.48749	70.2
19	-22.795	(可変)		

40

50

20	74.207	1.42	1.94595	18.0
21	-28.010	0.50	1.91082	35.3
22	12.182	(可変)		
23	14.563	1.50	1.64769	33.8
24	-158.335	2.05		
25		2.34	1.51633	64.1
26		3.20		

像面

【 0 0 7 3 】

10

非球面データ

第14面

K = -4.00247e-001 A 4= -2.43161e-005 A 6= 4.87333e-007 A 8= -1.08928e-009 A10= 4.32493e-011

第15面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.06761e-004 A 6= 1.29298e-007

各種データ

ズーム比

5.76

20

	広角	中間	望遠
焦点距離	17.17	47.77	98.94
Fナンバー	1.85	1.99	2.85
半画角(度)	9.91	3.59	1.74
像高	3.00	3.00	3.00
レンズ全長	82.90	82.90	82.90
BF	6.79	6.79	6.79

d 7	2.50	15.33	21.94
d12	20.85	8.02	1.41
d19	2.93	5.44	1.44
d22	5.56	3.05	7.04

30

【 0 0 7 4 】

[数値実施例 6]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	39.003	5.25	1.49700	81.5
2	2003.993	0.15		
3	29.600	5.06	1.49700	81.5
4	133.970	7.32		
5	26.212	4.32	1.48749	70.2
6	-145.479	1.00	1.90366	31.3
7	29.218	(可変)		
8	25.860	0.60	2.00100	29.1
9	7.797	3.39		
10	-8.273	0.50	1.69680	55.5
11	14.965	1.17	1.95906	17.5

40

50

12	-74.060	(可変)		
13(絞り)		1.50		
14*	11.195	5.08	1.58313	59.4
15*	-26.126	1.26		
16	18.549	0.60	2.00069	25.5
17	8.162	4.20	1.48749	70.2
18	105.025	0.14		
19	29.533	2.19	1.48749	70.2
20	-22.733	(可変)		
21	97.689	1.60	1.95906	17.5
22	-13.404	0.50	2.00100	29.1
23	11.210	(可変)		
24	10.880	1.69	1.60342	38.0
25	304.611	2.02		
26		2.34	1.51633	64.1
27		3.31		

像面

【 0 0 7 5 】

非球面データ

第14面

K =-3.23085e-001 A 4=-7.60166e-005 A 6= 2.46678e-007 A 8=-4.90244e-010

第15面

K =-9.56626e-001 A 4= 9.23051e-005

各種データ

ズーム比	7.69		
	広角	中間	望遠
焦点距離	17.66	53.84	135.81
Fナンバー	1.85	2.85	3.91
半画角(度)	9.64	3.19	1.27
像高	3.00	3.00	3.00
レンズ全長	82.90	82.90	82.90
BF	6.87	6.87	6.87

d 7	3.91	13.52	18.47
d12	16.03	6.42	1.47
d20	3.79	7.18	0.98
d23	4.76	1.38	7.57

【 0 0 7 6 】

[数値実施例 7]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	251.230	2.30	1.48749	70.2
2	-174.561	0.15		
3	27.272	5.98	1.49700	81.5

10

20

30

40

50

4	112.640	0.15		
5	25.695	4.52	1.49700	81.5
6	71.700	4.44		
7	19.249	4.72	1.48749	70.2
8	-376.639	1.00	1.91082	35.3
9	14.245	(可変)		
10	28.804	0.60	2.00100	29.1
11	9.048	3.29		
12	-9.356	0.50	1.69680	55.5
13	16.344	1.19	1.95906	17.5
14	-96.366	(可変)		
15(絞リ)		1.50		
16*	11.416	4.61	1.58313	59.4
17*	-28.700	1.12		
18	18.972	0.60	2.00069	25.5
19	8.356	3.68	1.48749	70.2
20	74.522	0.69		
21	33.681	2.20	1.48749	70.2
22	-23.227	(可変)		
23	49.591	1.71	1.95906	17.5
24	-15.398	0.50	2.00100	29.1
25	11.205	(可変)		
26	12.011	1.76	1.60342	38.0
27	-169.396	2.00		
28		2.34	1.51633	64.1
29		3.30		

像面

【 0 0 7 7 】

非球面データ

第16面

K =-4.19849e-001 A 4=-5.61616e-005 A 6= 2.28336e-007 A 8= 7.25490e-011

第17面

K =-3.98168e+000 A 4= 6.97491e-005

各種データ

ズーム比

7.69

広角

中間

望遠

焦点距離	17.66	54.67	135.81
Fナンバー	1.85	2.83	3.91
半画角(度)	9.64	3.14	1.27
像高	3.00	3.00	3.00
レンズ全長	82.90	82.90	82.90
BF	6.84	6.84	6.84

d 9	1.40	12.83	18.72
d14	18.80	7.37	1.49
d22	3.28	7.03	1.00
d25	5.37	1.62	7.65

10

20

30

40

50

【 0 0 7 8 】

前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表 1 に示す。

【 0 0 7 9 】

【 表 1 】

条件式	数値実施例						
	1	2	3	4	5	6	7
(1)	-6.453	-6.003	-7.281	-6.393	-6.508	-7.938	-8.192
(2)	-2.794	-3.757	-2.657	-2.811	-3.046	-4.223	-3.849
(3)	5.749	5.140	3.998	3.591	4.978	4.165	4.762
(4)	-1.122	-1.168	-1.821	-1.780	-1.307	-1.906	-1.720
(5)	3.712	3.950	2.894	4.220	3.850	2.913	3.501
(6)	-0.575	-0.658	-0.397	-0.660	-0.592	-0.367	-0.427
(7)	0.646	0.768	0.724	1.175	0.773	0.699	0.735
(8)	-0.368	-0.418	-0.723	-0.591	-0.451	-0.592	-0.542
(9)	-0.305	-0.265	-0.612	-0.593	-0.365	-0.398	-0.396

10

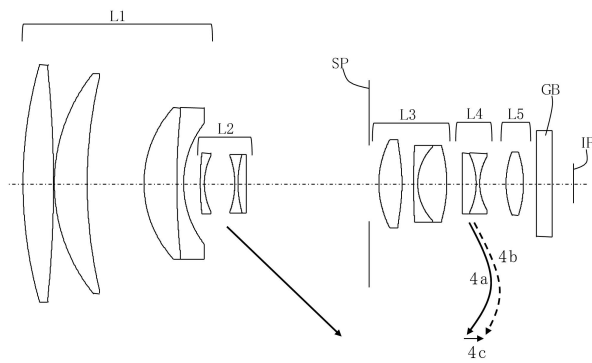
【 符号の説明 】

【 0 0 8 0 】

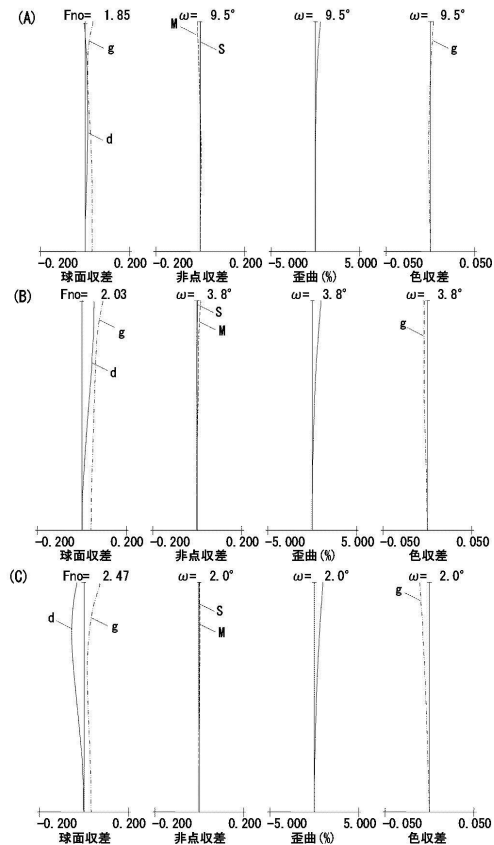
L 1 第 1 レンズ群 L 2 第 2 レンズ群 L 3 第 3 レンズ群
 L 4 第 4 レンズ群 L 5 第 5 レンズ群 S P 絞り I P 像面
 G B ガラスブロック

20

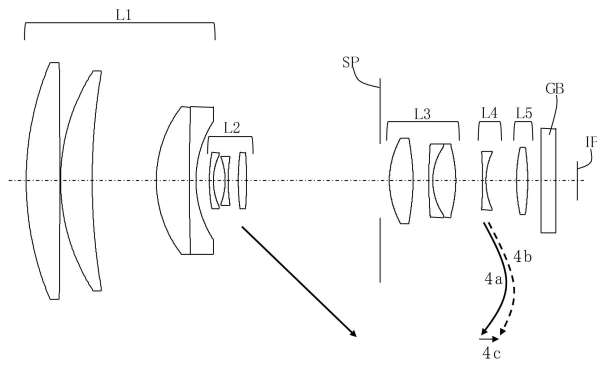
【 図 1 】



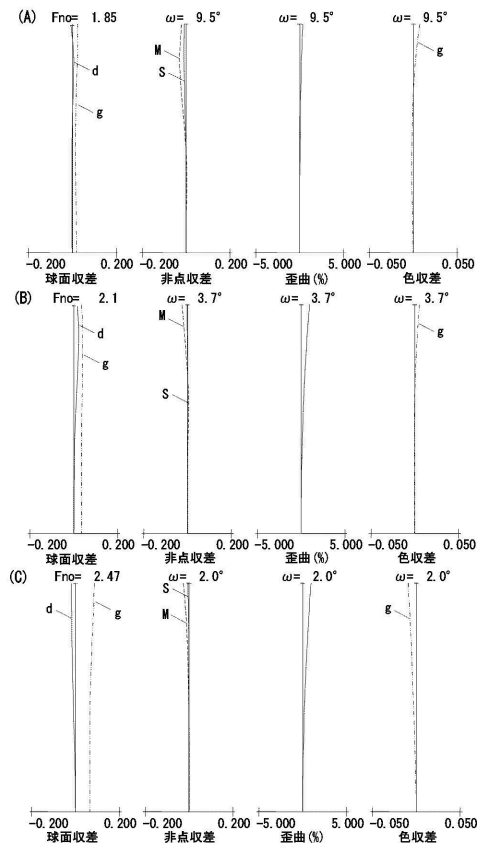
【 図 2 】



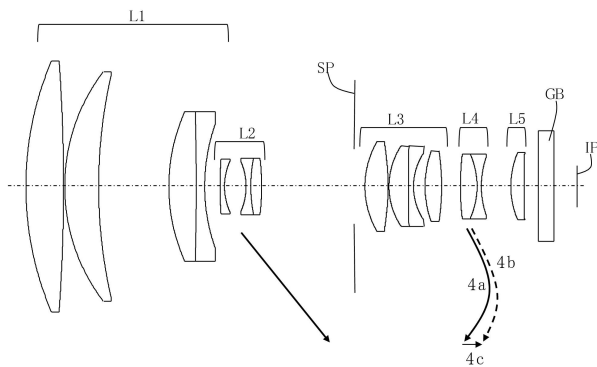
【図 3】



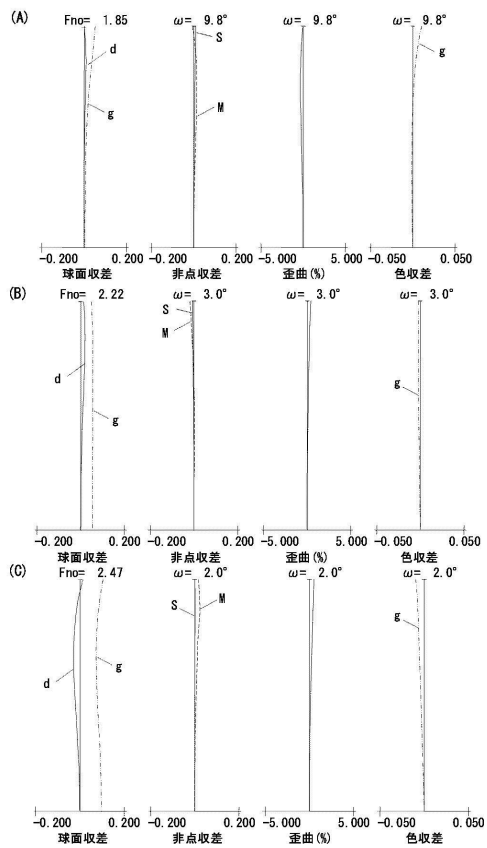
【図 4】



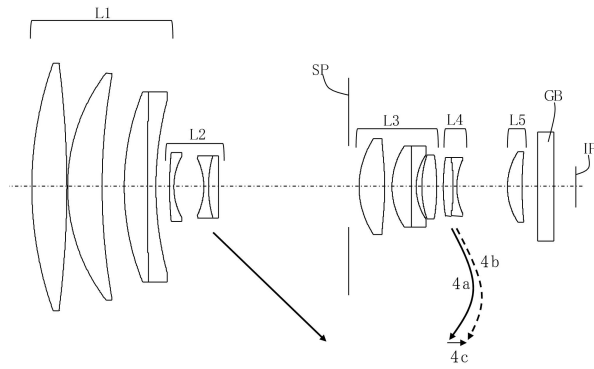
【図 5】



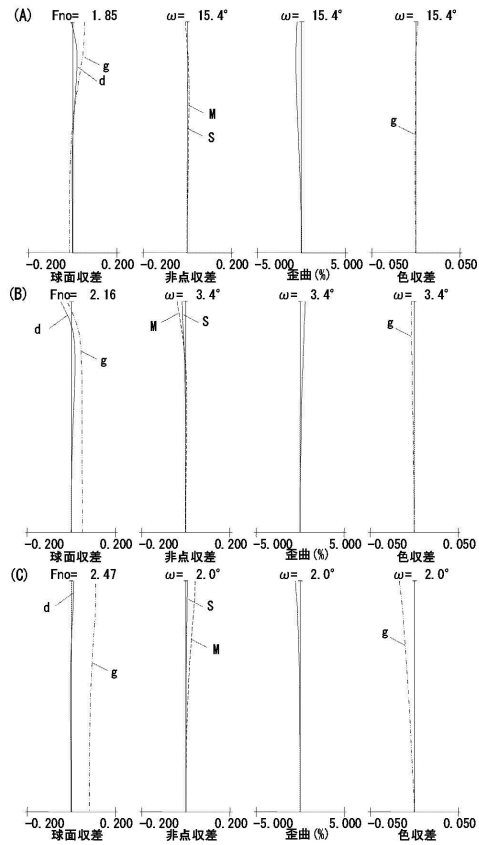
【図 6】



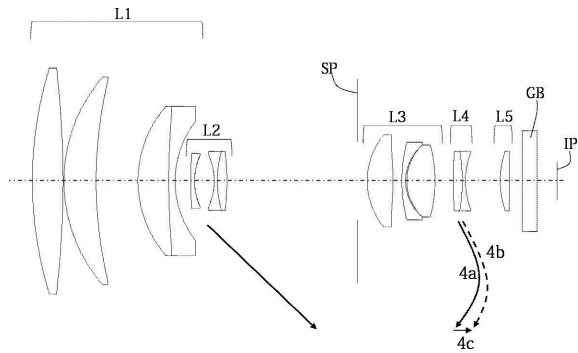
【図 7】



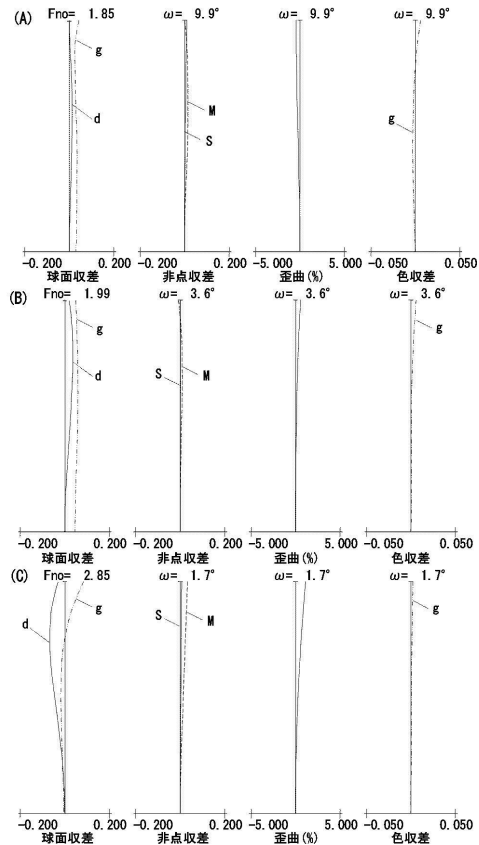
【図 8】



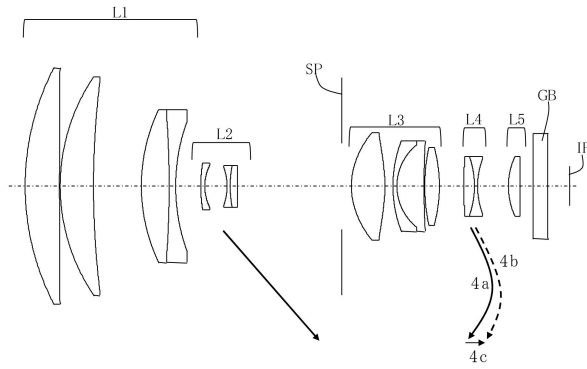
【図 9】



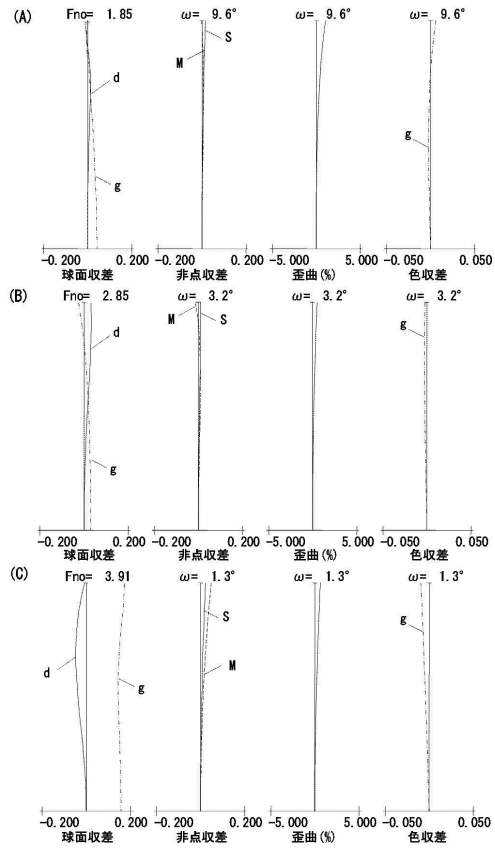
【図 10】



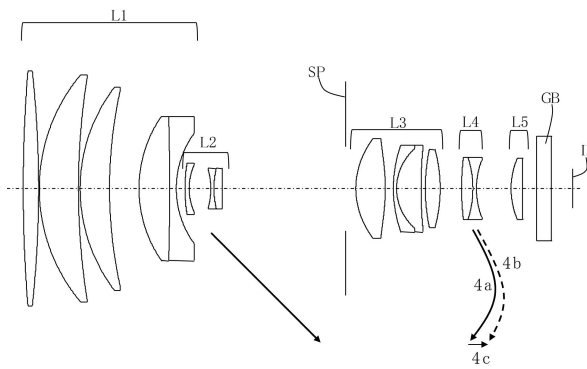
【図 1 1】



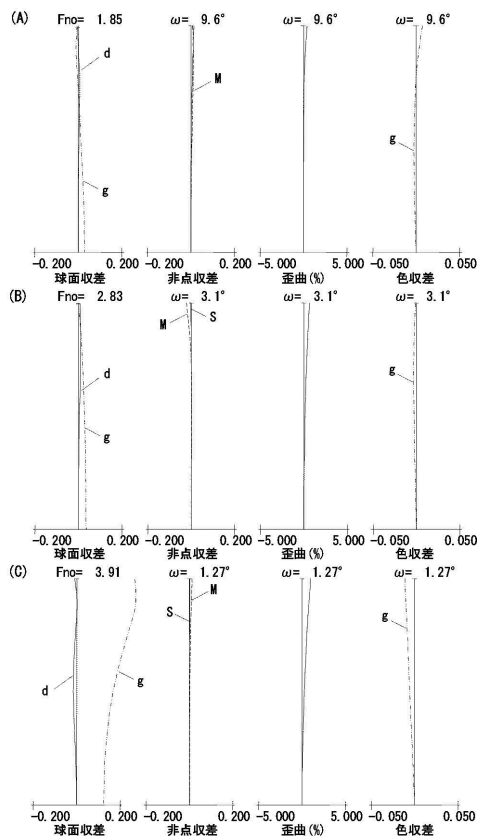
【図 1 2】



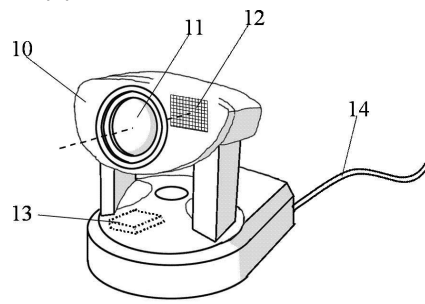
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 15】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-235218(JP,A)
特開2013-25086(JP,A)
特開2008-152190(JP,A)
米国特許出願公開第2007/0091459(US,A1)

(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