

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6545002号
(P6545002)

(45) 発行日 令和1年7月17日(2019.7.17)

(24) 登録日 令和1年6月28日(2019.6.28)

(51) Int.Cl. F 1
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 18 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2015-112968 (P2015-112968)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成27年6月3日(2015.6.3)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2016-224362 (P2016-224362A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成28年12月28日(2016.12.28)	(74) 代理人	100086818
審査請求日	平成30年5月30日(2018.5.30)		弁理士 高梨 幸雄
		(72) 発明者	山崎 真司
			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、正の屈折力の第3レンズ群からなり、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ように全てのレンズ群が移動するズームレンズであって、

前記第2レンズ群は正レンズAを含み、

波長486.13nmの光に対する材料の屈折率を n_F 、波長587.6nmの光に対する材料の屈折率を n_d 、波長656.27nmの光に対する材料の屈折率を n_C 、波長1013.98nmの光に対する材料の屈折率を n_t とし、材料のアッペ数 d と部分分散比 C_t をそれぞれ

$$d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$$

$$C_t = (n_C - n_t) / (n_F - n_C)$$

とし、

前記正レンズAの材料のアッペ数を d_A 、部分分散比を C_{tA} 、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 とすると、

$$85.0 < d_A$$

$$-0.25 < C_{tA} - (0.0047 \times d_A + 0.546) < -0.10$$

$$-0.85 < f_1 / f_2 < -0.35$$

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 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とするとき、

$$0.75 < f_2 / f_3 < 1.50$$

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 1 レンズ群は 2 枚以上の負レンズを含み、前記第 1 レンズ群の光軸上の厚さを $1GL$ とするとき、

$$1.3 < 1GL / |f_1| < 2.4$$

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】

前記第 2 レンズ群は 2 枚以上の正レンズを含み、前記第 2 レンズ群の光軸上の厚さを $2GL$ とするとき、

$$0.45 < 2GL / f_2 < 0.95$$

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】

フォーカシングに際して前記第 3 レンズ群が移動し、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、

$$3.2 < f_3 / f_w < 7.0$$

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。

【請求項 6】

前記第 2 レンズ群は、物体側から連続して配置された 2 枚の正レンズを含み、該 2 枚の正レンズのうち物体側に配置された正レンズは、非球面形状のレンズ面を有し、前記 2 枚の正レンズの材料の阿ッペ数の平均値を $d_{2p_{AVE}}$ とするとき、

$$70 < d_{2p_{AVE}}$$

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】

広角端における全系の焦点距離を f_w 、広角端におけるレンズ全長を OAL_w とするとき、

$$0.034 < f_w / OAL_w < 0.060$$

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】

広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第 2 レンズ群の移動量を M_2 、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 とするとき、

$$0.6 < |M_2| / (f_w \times f_t) < 1.3$$

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。

【請求項 9】

広角端から望遠端へのズーミングに際して前記第 3 レンズ群は物体側へ移動し、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 、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 とするとき、

$$0.8 < |M_3| / (f_w \times f_t) < 1.6$$

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 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、負レンズ、負レンズ、負レンズと正レンズが接合されて成る接合レンズより構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 1】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、負レンズ、負レンズ、両凸形状の正レンズ、負レンズと正レンズが接合されて成る接合レンズより構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 2】

前記第 2 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、正レンズ、正レンズと負レンズが接合されて成る接合レンズ、正レンズより構成され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】

前記第 2 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、正レンズ、正レンズと負レンズと正レンズが接合されて成る接合レンズより構成され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。

10

【請求項 1 4】

前記第 2 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、正レンズ、正レンズ、負レンズと正レンズが接合されて成る接合レンズより構成され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 5】

前記第 2 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、正レンズ、正レンズと負レンズが接合されて成る接合レンズより構成され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。

20

【請求項 1 6】

前記第 3 レンズ群は、正レンズより構成され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。

【請求項 1 7】

前記第 3 レンズ群は、負レンズと正レンズが接合されて成る接合レンズより構成され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。

【請求項 1 8】

請求項 1 乃至 1 7 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】

30

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明はズームレンズに関し、特に、監視カメラ、デジタルカメラ、ビデオカメラ、放送用カメラ等の撮像装置に用いる撮像光学系として好適なものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

固体撮像素子を用いた撮像装置に用いる撮像光学系には、固体撮像素子の高精細化に加え、これに対応できる高い光学性能を有し、かつ広域撮影が容易な広画角のズームレンズであることが要望されている。特に高画質化の観点においては、S D (Standard Definition) 画質からメガピクセル、フル H D (High Definition) 画質やそれ以上の画素数の撮像素子への対応が十分できる高い光学性能を有すること等が要望されている。

40

【0 0 0 3】

また近年、監視カメラ市場の急速な拡大に伴い監視カメラに用いられるズームレンズは、広画角であり、F n o が小さいことが求められている。一般的な監視カメラは、昼間の撮影には可視光を使用し、夜間の撮影には近赤外光を使用している。

【0 0 0 4】

例えば監視カメラにおいては、多くの場合、夜間の撮影では波長 8 0 0 n m ~ 波長 1 0 0 0 n m の近赤外光を利用して低照度下での撮影が容易となるようにしている。このため、監視カメラに用いられるズームレンズには、可視光 (波長 4 0 0 n m ~ 波長 7 0 0 n m 程度) から近赤外領域までの広い波長範囲で色収差が良好に補正され、ピントずれが少な

50

いこと等が要望されている。

【 0 0 0 5 】

更に、屋内および屋外において、場所を選ばず設置しやすくするために、特に全系が小型であることも要望されている。これらの要望を満足するズームレンズとして、最も物体側に負の屈折力のレンズ群が配置されたネガティブリード型のズームレンズが知られている。ネガ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、負、正、正の屈折力の第1レンズ群乃至第3レンズ群より構成され、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3群ズームレンズが知られている（特許文献1，2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【 0 0 0 6 】

【特許文献1】特開2012-22080号公報

【特許文献2】特開2011-257625号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

前述したネガティブリード型の3群ズームレンズにおいて、全系が小型で、かつ広画角でありながら全ズーム領域にわたり高い光学性能を得るには各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。特に監視カメラに用いられるズームレンズでは、可視域から近赤外域までの広い波長範囲にわたり、色収差が良好に補正されピントずれが少なくなるようにレンズ構成を設定することが重要になってくる。

20

【 0 0 0 8 】

例えば、広い波長範囲において色収差を良好に補正し、ピントずれが少なくなるようにするには、第2レンズ群のレンズ構成及び第2レンズ群に用いるレンズの材料等を適切に設定することが重要になってくる。これらの構成が不適切であると、全系の小型化を図りつつ、広画角で、広い波長範囲にわたり高い光学性能のズームレンズを得るのが大変困難になってくる。

【 0 0 0 9 】

本発明は、レンズ系全体が小型で、広画角で、しかも全ズーム範囲において高い光学性能が容易に得られ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。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

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、正の屈折力の第3レンズ群からなり、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ように全てのレンズ群が移動するズームレンズであって、

前記第2レンズ群は正レンズAを含み、

波長486.13nmの光に対する材料の屈折率を n_F 、波長587.6nmの光に対する材料の屈折率を n_d 、波長656.27nmの光に対する材料の屈折率を n_C 、波長1013.98nmの光に対する材料の屈折率を n_t とし、材料のアッペ数 d と部分分散比 C_t をそれぞれ

40

$$d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$$

$$C_t = (n_C - n_t) / (n_F - n_C)$$

とし、

前記正レンズAの材料のアッペ数を d_A 、部分分散比を C_{tA} 、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 とするとき、

$$85.0 < d_A$$

$$-0.25 < C_{tA} - (0.0047 \times d_A + 0.546) < -0.10$$

$$-0.85 < f_1 / f_2 < -0.35$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

50

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、レンズ系全体が小型で、広画角で、しかも全ズーム範囲において高い光学性能が容易に得られる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】

【0012】

【図1】実施例1の広角端におけるレンズ断面と移動軌跡の図

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

【図3】実施例2の広角端におけるレンズ断面と移動軌跡の図

10

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

【図5】実施例3の広角端におけるレンズ断面と移動軌跡の図

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

【図7】実施例4の広角端におけるレンズ断面と移動軌跡の図

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

【図9】実施例1における広角端、中間ズーム位置、望遠端での光路図

【図10】本発明の監視カメラ(撮像装置)の要部概略図

20

【発明を実施するための形態】

【0013】

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、正の屈折力の第3レンズ群より構成されている。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ように各レンズ群が移動する。

【0014】

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)は本発明の実施例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。

30

【0015】

実施例1はズーム比2.30、Fナンバー1.24~1.81のズームレンズである。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)は本発明の実施例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2.31、Fナンバー1.24~1.84のズームレンズである。

【0016】

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)は本発明の実施例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2.41、Fナンバー1.24~1.90のズームレンズである。

40

【0017】

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)は本発明の実施例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2.32、Fナンバー1.23~1.75のズームレンズである。

【0018】

図9(A)、(B)、(C)は実施例1のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における光路図である。図10は本発明のズームレンズを有する監視カメラ(撮像装置)の要部概略図である。

50

【 0 0 1 9 】

各実施例のズームレンズは撮像装置に用いられる撮像光学系であり、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等の光学機器に用いても良く、このときは、左方がスクリーン、右方が被投影画像となる。レンズ断面図において、L 0 はズームレンズである。L 1 は負の屈折力（光学的パワー＝焦点距離の逆数）の第 1 レンズ群、L 2 は正の屈折力の第 2 レンズ群、L 3 は正の屈折力の第 3 レンズ群である。

【 0 0 2 0 】

S P は開放 F ナンバー（F n o）光束を決定（制限）する開口絞りの作用をする F ナンバー決定部材（以下「開口絞り」ともいう。）である。G は光学フィルター、フェースプレート、水晶ローパスフィルター、赤外カットフィルター等に相当する光学ブロックである。I P 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 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）の撮像面が置かれる。

10

【 0 0 2 1 】

矢印は広角端から望遠端へのズーミングに際しての各レンズ群の移動軌跡を示している。第 3 レンズ群 L 3 に関する矢印 3 a は無限遠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際しての移動軌跡を示す。また矢印 3 b は近距離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際しての移動軌跡を示す。第 3 レンズ群 L 3 に関する矢印 3 c は無限遠から近距離へのフォーカシングに際しての移動方向を示している。

20

【 0 0 2 2 】

球面収差においては、d 線（波長 5 8 7 . 6 n m）、C 線（波長 6 5 6 . 3 n m）、F 線（波長 4 8 6 . 1 3 n m）、波長 8 5 0 n m、t 線（波長 1 0 1 3 . 9 8 n m）を表示している。非点収差において M はメリディオナル像面、S はサジタル像面を表している。歪曲収差においては d 線を表示している。倍率色収差においては d 線に対する C 線、F 線、波長 8 5 0 n m、t 線の収差を表示している。F n o は F ナンバー、 θ は半画角（度）である。

【 0 0 2 3 】

本発明は、全系が小型でありながら全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有し、特に可視光から近赤外光に至る広い波長範囲においてピンツずれの少ない、広画角で明るい小型のズームレンズである。本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、正の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、および正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 より構成される 3 群構成のズームレンズである。広角端から望遠端へのズーミングに際しては各レンズ群が矢印の方向に互いに異なった軌跡で移動する。

30

【 0 0 2 4 】

本発明のズームレンズのズームタイプは、ネガティブリード（負レンズ群先行）の 3 群構成である。第 1 レンズ群 L 1 を負の屈折力としつつ、各レンズ群の間隔を変化させることによりズーミングを行い、広画角化に好適な構成としている。第 2 レンズ群 L 2 と、第 3 レンズ群 L 3 が互いに異なった軌跡で移動して変倍を行い、それに伴う像面変動を最も物体側の第 1 レンズ群 L 1 が移動して補正している。フォーカシングは、第 3 レンズ群 L 3 で行う。

40

【 0 0 2 5 】

各実施例において、波長 4 8 6 . 1 3 n m の光に対する材料の屈折率を n_F 、波長 5 8 7 . 6 n m の光に対する材料の屈折率を n_d 、波長 6 5 6 . 2 7 n m の光に対する材料の屈折率を n_C 、波長 1 0 1 3 . 9 8 n m の光に対する材料の屈折率を n_t とする。材料のアップベ数 d と部分分散比 C_t をそれぞれ、

$$d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$$

$$C_t = (n_C - n_t) / (n_F - n_C)$$

とする。

50

【0026】

このとき、第2レンズ群L2は正レンズを含み、第2レンズ群L2に含まれる正レンズの材料のアッペ数を d_A 、部分分散比を Ct_A とする。このとき第2レンズ群L2は、

$$85.0 < d_A \cdots (1)$$

$$-0.25 < Ct_A - (0.0047 \times d_A + 0.546) < -0.10 \cdots (2)$$

なる条件式を満足する正レンズAを有する。

【0027】

そして、第1レンズ群L1の焦点距離を f_1 、第2レンズ群L2の焦点距離を f_2 とするとき、

$$-0.85 < f_1 / f_2 < -0.35 \cdots (3)$$

なる条件式を満足する。尚、各パラメータの値は、特に断りがない限り、d線（波長587.6nm）における値である。

【0028】

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)、(2)は、全ズーム範囲にわたり、可視光から近赤外光までの広い波長範囲においてピントずれを軽減し、高い光学性能を得るためのものである。広い波長範囲においてピントずれを補正するには、軸上光束のマージナル光線が高い正レンズの材料にアッペ数が高い、すなわち分散が小さい材料を用いて、軸上色収差を軽減するのが良い。

【0029】

各実施例の3群構成のズームレンズでは、図9(A)、(B)、(C)に示すように全ズーム範囲において軸上光束のマージナル光線は第2レンズ群L2で光線の入射高さ(h_w)が高くなる。条件式(1)、(2)は第2レンズ群L2が有する少なくとも1つの正レンズAの材料の光学特性を規定している。

【0030】

ところでアッペ数 d は可視光域のd線、F線、C線の屈折率 n_d 、 n_F 、 n_C を用い前述の如く定義される。そのためアッペ数 d を基準にレンズの材料を選択することで、可視光域で色収差の補正が容易となる。しかしながらアッペ数 d は、近赤外域の特性を規定するものではないので、アッペ数 d の値のみでレンズの材料を選定しても、波長が900nm以上の近赤外域に対しては必ずしも色収差を良好に補正することができない。

【0031】

そこでアッペ数 d に加えてt線における部分分散比 Ct に着目してレンズの材料を選択することで、可視光域と近赤外域との両方の波長範囲で軸上色収差の制御を行い、広い波長範囲でピントずれを軽減している。またこのような材料を選定することで、近赤外域の倍率色収差の補正も良好に行っている。

【0032】

条件式(1)と条件式(2)は第2レンズ群L2が有する少なくとも1枚の正レンズAの材料の特性を規定するものである。条件式(1)の下限を超えてアッペ数が小さい(すなわち分散が大きい)材料を適用すると、可視光域での軸上色収差を良好に補正することが困難となる。

【0033】

条件式(2)の下限を超えた部分分散比 Ct とアッペ数 d の関係を持つ材料は、近赤外域での軸上色収差を小さく抑制することが容易となるが、現状ではこのような特性を実現する光学材料を製造するのが困難である。逆に条件式(2)の上限を超えて部分分散

比 Ct_A が大きくなりすぎると、近赤外域での波長による屈折率の差が大きくなりすぎ、軸上色収差の補正が困難となる。

【0034】

条件式(3)は、変倍用のレンズ群の1つである第2レンズ群L2の焦点距離と、広画

10

20

30

40

50

角化のために比較的強い負の屈折力が必要とされる第1レンズ群L1の焦点距離の関係を設定したものである。

【0035】

また、第1レンズ群L1は広画角化しやすくするため、負レンズを少なくとも2枚以上有するレンズ構成とし、第2レンズ群L2は、正の屈折力のレンズ群として変倍作用を持たせやすくするために2枚以上の正レンズを有するレンズ構成としている。さらに第1レンズ群L1と第2レンズ群L2は、収差補正のバランスをとりやすくするために正レンズと、負レンズどちらも有するレンズ構成としている。

【0036】

条件式(3)の上限値を超えて、第1レンズ群L1の負の屈折力が強くなると(負の屈折力の絶対値が大きくなると)像面湾曲や色収差をバランス良く補正するのが困難になる。加えて、条件式(3)の上限を超えることは、第2レンズ群L2の正の屈折力が小さくなる傾向にもなり得る。これにより第2レンズ群L2の正の屈折力が小さくなりすぎ変倍のための第2レンズ群L2の移動量が増大し、レンズ全長が長くなり、また前玉有効径が大型化してくる。

【0037】

条件式(3)の下限値を超えて、第1レンズ群L1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)ズームングに際しての像面変動の補正として第1レンズ群L1の移動量が増大し、レンズ全長が長くなり、前玉有効径が大型化してくる。加えて、条件式(3)の下限値を超えることは、第2レンズ群L2の正の屈折力が強くなる傾向にもなり得る。それにより球面収差などの諸収差が増加してくる。

【0038】

更に好ましくは条件式(1)乃至(3)の数値範囲を以下の如く設定するのが好ましい。

$$\begin{aligned} 90.0 < dA \cdots (1a) \\ -0.22 < CtA - (0.0047 \times dA + 0.546) < -0.08 \cdots (2a) \\ -0.78 < f1/f2 < -0.42 \cdots (3a) \end{aligned}$$

【0039】

本発明の目的とするズームレンズは、以上のような構成を満足することにより実現される。さらには各実施例において、好ましくは次の諸条件のうちの1以上を満足するのが良い。

【0040】

第3レンズ群L3の焦点距離を f_3 とする。第1レンズ群L1は、2枚以上の負レンズを含み、第1レンズ群L1の光軸上の厚さを $1GL$ とする。第2レンズ群L2は2枚以上の正レンズを含み、第2レンズ群L2の光軸上の厚さを $2GL$ とする。フォーカシングに際して、第3レンズ群L3が移動し、広角端における全系の焦点距離を f_w とする。第2レンズ群L2は物体側から連続して配置された2枚の正レンズを有し、このうち物体側に配置された正レンズは、非球面形状のレンズ面を有し、2つの正レンズの材料の阿ッペ数の平均値を d_{2pAVE} とする。

【0041】

広角端におけるレンズ全長を OAL_w とする。広角端から望遠端へのズームングにおける第2レンズ群L2の移動量を M_2 とする。望遠端における全系の焦点距離を f_t とする。広角端から望遠端へのズームングに際して第3レンズ群L3は物体側へ移動し、広角端から望遠端へのズームングにおける第3レンズ群L3の移動量を M_3 とする。ここで移動量の符号は広角端から望遠端へのズームングによって移動した結果、その位置が広角端に比べて望遠端において物体側に位置するときを負、像側に位置する時を正とする。

【0042】

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。

$$0.75 < f2/f3 < 1.50 \cdots (4)$$

$$\begin{aligned}
 1.3 < 1GL / |f_1| < 2.4 & \dots (5) \\
 0.45 < 2GL / f_2 < 0.95 & \dots (6) \\
 3.2 < f_3 / f_w < 7.0 & \dots (7) \\
 70 < d_2 p_{AVE} & \dots (8) \\
 0.034 < f_w / OAL_w < 0.060 & \dots (9) \\
 0.6 < |M_2| / (f_w \times f_t) < 1.3 & \dots (10) \\
 0.8 < |M_3| / (f_w \times f_t) < 1.6 & \dots (11)
 \end{aligned}$$

【0043】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。各実施例において第2レンズ群L2および第3レンズ群L3は、ズーム全域において高い光学性能が得やすくするためにズームリングに際してそれぞれ独立に移動させている。条件式(4)は、そのための双方の屈折力の関係を適切に設定している。

10

【0044】

条件式(4)の下限値を超えて、第2レンズ群L2の正の屈折力が強くなりすぎると、特に球面収差やコマ収差などの諸収差が増加し、これらの諸収差を第3レンズ群L3で補正するのが困難になる。条件式(4)の上限値を超えて、第3レンズ群L3の正の屈折力が強くなりすぎると、第2レンズ群L2と諸収差の補正をバランス良く行うのが困難になる。

【0045】

条件式(5)は第1レンズ群L1が2枚以上の負レンズを含んでいるときの光軸上の厚さに関する。この他条件式(5)は、広画角化のために比較的強い負の屈折力が必要とされる第1レンズ群L1の屈折力に対する、全系の小型化のための第1レンズ群L1の光軸上の厚さの比に関する。条件式(5)の上限値を超えて、第1レンズ群L1の負の屈折力が強くなりすぎると、非点収差や像面湾曲などの諸収差が増加してくる。条件式(5)の下限値を超えて、第1レンズ群L1の負の屈折力が弱くなりすぎると、広画角化が困難となり好ましくない。

20

【0046】

条件式(6)は第2レンズ群L2が、2枚以上の正レンズを含み、そのときの光軸上の厚さに関する。特に条件式(6)は、変倍のために比較的強い正の屈折力が必要とされる第2レンズ群L2の焦点距離に対し、全系の小型化のための第2レンズ群L2の光軸上の厚さの比に関する。条件式(6)の上限値を超えて、第2レンズ群L2の正の屈折力が強くなりすぎると、球面収差などの諸収差が増加してくる。条件式(6)の下限値を超えて、第2レンズ群L2の正の屈折力が弱くなりすぎると、ズームリングに際して第2レンズ群L2の移動量が増大し、レンズ全長が増大し、全系の小型化が困難になる。

30

【0047】

条件式(7)は、ズームリングやフォーカシングに際して移動する第3レンズ群L3の屈折力を適切に設定するものである。条件式(7)の下限値を超えて、第3レンズ群L3の正の屈折力が強くなり過ぎると、非点収差などの軸外収差や像面湾曲が増加してくる。さらに第3レンズ群L3で無限遠から至近までのフォーカシングに際しての収差変動が増大してくるので好ましくない。条件式(7)の上限値を超えて、第3レンズ群L3の正の屈折力が弱くなり過ぎると、ズームリング及びフォーカシングに際して第3レンズ群L3の移動量が増大し、全系の小型化が困難になってくる。

40

【0048】

第2レンズ群L2は2枚の正レンズを有する。条件式(8)はこのときの2枚の正レンズの材料のアッペ数の平均値 $d_2 p_{AVE}$ に関し、可視光から近赤外光までの広い波長域においてピントずれを軽減するためのものである。波長の違いによるピントずれは、いわゆる軸上色収差の影響で発生する。ここで、各レンズ面への軸上光束の入射高は第2レンズ群L2の物体側のレンズ面が最も高くなる。条件式(8)はこの箇所において適切な材料のレンズを使用することにより軸上色収差を効果的に補正するためのものである。

【0049】

50

条件式(8)の下限值を超えると、色収差の補正が不足することになり可視光から近赤外光までの波長域においてピントずれが大きくなってしまい好ましくない。各実施例ではFナンバーFnoを小さく(明るく)した時に発生しやすい球面収差を補正するために第2レンズ群L2の最も物体側に非球面を有するレンズを配置している。

【0050】

条件式(9)は、全系の小型化を図りつつ、広画角化を達成するためのものである。条件式(9)の上限值を超えると、第1レンズ群L1の負の屈折力が弱くなりすぎてしまい、全系の小型化を図りつつ、広画角化を達成するのが困難となってくる。条件式(9)の下限值を超えると、第1レンズ群L1の負の屈折力が強くなりすぎてしまい、非点収差や像面湾曲等の諸収差が増大してくる。

10

【0051】

条件式(10)は、変倍用のレンズ群の一つである第2レンズ群L2のズーミングに際しての移動量に関する。条件式(10)の上限值を超えて、第2レンズ群L2の移動量が増大すると、レンズ全長が増大し、全系の小型化が困難になる。条件式(10)の下限值を超えて、第2レンズ群L2の移動量が少なくなると所定の変倍比を得るために第2レンズ群L2の正の屈折力を強める必要が生じ、球面収差などの諸収差が増大してくるので好ましくない。第3レンズ群L3は広角端から望遠端へのズーミングに際して物体側へ移動する。

【0052】

条件式(11)は、このときの変倍用のレンズ群の一つである第3レンズ群L3のズーミングに際しての移動量に関する。第3レンズ群L3は、第2レンズ群L2と合わせて物体側へ移動することにより変倍レンズ群としての役割を担っている。条件式(11)の上限值を超えて、第3レンズ群L3の移動量が増大すると、レンズ全長が長くなり、全系の小型化が困難になる。条件式(11)の下限值を超えて、第3レンズ群L3の移動量が短くなると、所定の変倍比を得るために第3レンズ群L3の正の屈折力を強める必要が生じ、コマ収差などの諸収差が増大してくるので好ましくない。

20

【0053】

更に好ましくは条件式(4)乃至(11)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$\begin{aligned} 0.90 < f_2 / f_3 < 1.40 & \dots (4a) \\ 1.5 < 1GL / |f_1| < 2.3 & \dots (5a) \\ 0.50 < 2GL / f_2 < 0.80 & \dots (6a) \\ 3.8 < f_3 / fw < 6.5 & \dots (7a) \\ 74.0 < d_2 p_{AVE} & \dots (8a) \\ 0.038 < fw / OALw < 0.055 & \dots (9a) \\ 0.8 < |M_2| / (fw \times ft) < 1.2 & \dots (10a) \\ 0.9 < |M_3| / (fw \times ft) < 1.4 & \dots (11a) \end{aligned}$$

30

【0054】

各実施例において、第1レンズ群L1は物体側から像側へ順に、負レンズ、負レンズ、負レンズと正レンズを接合した接合レンズより構成されている。または、第1レンズ群L1は物体側から像側へ順に、負レンズ、負レンズ、両凸形状の正レンズ、負レンズと正レンズを接合した接合レンズより構成されている。

40

【0055】

第2レンズ群L2は物体側から像側へ順に、正レンズ、正レンズと負レンズを接合した接合レンズ、正レンズより構成されている。または第2レンズ群L2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正レンズを接合した接合レンズより構成されている。または第2レンズ群L2は物体側から像側へ順に、正レンズ、正レンズ、負レンズと正レンズを接合した接合レンズより構成されている。または第2レンズ群L2は物体側から像側へ順に、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。

【0056】

50

第3レンズ群L3は正レンズより構成されている。または第3レンズ群L3は負レンズと正レンズを接合した接合レンズより構成されている。

【0057】

以上の如く構成することにより、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得ている。開口絞りSPは第2レンズ群L2の物体側に位置するが、ズームングに際して独立に可動な構成としている。これにより各ズームポジションにおいてそれぞれ適切に光線をカットし、コマ収差を良好に補正している。

【0058】

以下、各実施例の具体的なレンズ構成について説明する。以下、レンズ構成は特に断りがない限り、物体側から像側へ順に配置されているものとして説明する。

【0059】

(実施例1)

第1レンズ群L1は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG11、両凹形状の負レンズG12、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG13、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズG14より成っている。負レンズG13と正レンズG14は接合されている。負レンズG11には、屈折率が2.0を超える高屈折率の材料を使い、強い負の屈折力として広画角化を図っている。正レンズG14には高分散材料を使用することにより色収差を良好に補正している。

【0060】

第2レンズ群L2は、両凸形状の正レンズG21、両凸形状の正レンズG22、両凹形状の負レンズG23、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズG24により成っている。正レンズG22と負レンズG23は接合されており、双方のレンズの材料の、アッペ数の差を大きくとることにより色収差を良好に補正している。また、正レンズG21の両レンズ面は非球面形状である。正レンズG22にはアッペ数が90を超える超低分散材料を使用しており、これにより可視光域から近赤外域までの広い波長域にわたり軸上色収差を良好に補正している。

【0061】

第3レンズ群L3は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズG31により成っている。正レンズG31は、両レンズ面が非球面形状であり、これにより非点収差などの軸外収差を良好に補正している。

【0062】

(実施例2)

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G21、両凸形状の正レンズG22、両凹形状の負レンズG23、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズG24により成っている。正レンズG22、負レンズG23、および正レンズG24は接合されている。正レンズG21の両レンズ面は非球面形状である。第3レンズ群L3のレンズ構成は、実施例1と同じである。

【0063】

(実施例3)

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G21、両凸形状の正レンズG22、両凹形状の負レンズG23、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズG24により成っている。負レンズG23および正レンズG24は接合されている。正レンズG21の両レンズ面は非球面形状である。第3レンズ群L3のレンズ構成は、実施例1と同じである。

【0064】

(実施例4)

第1レンズ群L1は物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG11、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG12、両凸形状の正レンズG13より成っている。更に、両凹形状の負レンズG14、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズG15より成っている。負レンズG14と正レンズG15は接合されている。負レンズG

10

20

30

40

50

1 2 の両レンズ面は非球面形状であり、歪曲収差を良好に補正している。

【 0 0 6 5 】

第 2 レンズ群 L 2 は、両凸形状の正レンズ G 2 1、両凸形状の正レンズ G 2 2、両凹形状の負レンズ G 2 3 により成っている。負レンズ G 2 2 および正レンズ G 2 3 は接合されている。正レンズ G 2 1 の両レンズ面は非球面形状である。第 3 レンズ群 L 3 は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ G 3 1、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ G 3 2 により成っている。負レンズ G 3 1 および正レンズ G 3 2 は接合されている。正レンズ G 3 2 の像側のレンズ面は非球面形状である。

【 0 0 6 6 】

以上のように各実施例によれば、全系が小型でありながら全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有し、かつ可視光から近赤外光においてピントずれの少ない、広画角で明るいズームレンズおよびそれを有する撮像装置が得られる。例えば全画角が 1 2 0 ° 以上、広角端の F ナンバー F n o が 1 . 2 程度をカバーし、フルHDやそれ以上の画素数の撮像素子にも対応できる撮像装置が得られる。

【 0 0 6 7 】

なお各実施例においては以下のような手段をとっても良い。

- ・ 実施例に示したガラスの形状、枚数に限定されるものではなく適宜変更すること。
- ・ 変倍時において、開口絞り S P を固定もしくはズーミングに際して、他のレンズ群と独立に移動させること。
- ・ 非球面レンズの材料はガラスに限らず、球面レンズ面上に樹脂材料で非球面を形成した（非球面成分を乗せた）ハイブリッドタイプの非球面レンズや、プラスチック材料より成る非球面レンズを用いること。

【 0 0 6 8 】

- ・ 一部のレンズおよびレンズ群を光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させ、これにより手ぶれ等の振動に伴う像ブレを補正すること。
- ・ 撮像装置に用いるとき電氣的な補正手段により、ズームレンズの歪曲収差や色収差を補正すること。
- ・ 第 3 レンズ群以外のレンズ群を動かすことによりフォーカシングを行うこと。

【 0 0 6 9 】

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や光学仕様（画角や F n o ）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 7 0 】

本発明のズームレンズは、形成された像を受光する固体撮像素子を有した撮像装置に用いている。近年はデジタル的に像を処理するために CCD (Charge Coupled Device) や CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) などが主に使用されている。また本発明のズームレンズもこれに相当する固体撮像素子を有した撮像装置に用いられている。

【 0 0 7 1 】

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いた監視カメラ（撮像装置）の実施例を、図 1 0 を用いて説明する。図 1 0 において、3 0 は監視カメラ本体、3 1 は実施例 1 乃至 4 で説明したいずれかのズームレンズによって構成された撮像光学系である。3 2 は、カメラ本体に内蔵され、撮像光学系 3 1 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。高い解像力を得るためにフルHD（1 9 2 0 × 1 0 8 0 ）などの高精細な撮像素子を構成している。

【 0 0 7 2 】

3 3 は、固体撮像素子 3 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である。3 4 は、撮影した 3 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。

【 0 0 7 3 】

以上のように、各実施例によれば小型でありながら全ズーム範囲にわたり高い光学性能

10

20

30

40

50

であり、可視光から近赤外光においてピンツずれを抑制し、広画角で明るいズームレンズおよびそれを有する撮像装置を得ることができる。これら実施例は、最大画角 2θ が 120° 以上、Fno が 1.2 程度をカバーし、フルHD以上の高画素な撮像素子に対応可能な小型のズームレンズおよびそれを有する撮像装置である。

【0074】

次に、各実施例に対応する実施例の数値データを示す。各実施例の数値データにおいて面番号 i は物体側から数えた光学面の順序を示す。 r_i は第 i 番目の光学面の曲率半径である。 d_i は第 i 番目と第 $i+1$ 番目の面間隔である。 nd_i と d_i はそれぞれ d 線に対する光学部材の材料の屈折率、アッペ数を示す。部分分散比 C_t は $(n_C - n_t) / (n_F - n_C)$ で計算される数値である。 $*$ は非球面を意味する。

10

【0075】

バックフォーカス (BF) は、レンズ最終面から近軸像面までの空気換算距離である。レンズ全長は、レンズ最前面からレンズ最終面までの距離にバックフォーカス (BF) を加えた値と定義する。また K を離心率、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} 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、

【0076】

【数1】

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + A_4H^4 + A_6H^6 + A_8H^8 + A_{10}H^{10} + A_{12}H^{12}$$

20

【0077】

で表示される。但し R は曲率半径である。また例えば「 $e-Z$ 」の表示は「 10^{-Z} 」を意味する。また、各実施例における上述した条件式との対応を表1に示す。 f は焦点距離 (d 線)、Fno はFナンバー、半画角 (θ) に関しては、歪曲量を考慮した撮影可能画角に関する数値である。

【0078】

[実施例1]

単位 mm

面データ

30

面番号	r	d	nd	d	C_t
1	15.193	0.9	2.00100	29.1	0.6835
2	6.518	6.93			
3	-19.198	0.6	1.59282	68.6	0.796
4	22.592	0.73			
5	32.426	0.45	1.69895	30.1	0.6966
6	8.535	2.9	1.94595	18.0	0.6319
7	28.883	(可変)			
8(絞り)		(可変)			
9*	9.796	4.2	1.59201	67.0	0.8499
10*	-35.715	0.15			
11	8.797	3.14	1.43875	94.9	0.8373
12	-25.439	0.4	1.68893	31.1	0.6995
13	6.128	0.4			
14	6.08	2.13	1.59282	68.6	0.796
15	8.736	(可変)			
16*	6.193	3.4	1.55332	71.7	0.8164
17*	220.717	(可変)			
18		1.7	1.51633	64.1	-
19		0.67			

40

50

像面

【 0 0 7 9 】

非球面データ

第9面

K = -6.34322e-001 A 4= 3.01103e-005 A 6= 4.94887e-006
 A 8=-1.73940e-007 A10= 4.02943e-009

第10面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.38348e-004 A 6= 4.97780e-006
 A 8=-2.05255e-007 A10= 5.55060e-009

10

第16面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.80202e-005 A 6= 2.86108e-006
 A 8= 3.92446e-007 A10=-2.76685e-009 A12=-8.44640e-028

第17面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.23294e-003 A 6= 5.48588e-005
 A 8=-2.64115e-006 A10= 2.36700e-007

【 0 0 8 0 】

各種データ

ズーム比 2.30

20

	広角	中間	望遠
焦点距離	2.59	4.32	5.95
Fナンバー	1.24	1.52	1.81
半画角(度)	70.8	40.7	29.2
像高	3.04	3.04	3.04
レンズ全長	52.45	43.62	41.49
BF	4.55	7.21	9.56

間隔	広角	中間	望遠
d 7	15.55	6.72	4.60
d 8	4.41	2.28	0.15
d15	1.60	1.06	0.85
d17	2.76	5.43	7.77

30

各群焦点距離

1群 -6.83
 2群 13.71
 3群 11.45

【 0 0 8 1 】

40

[実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	C t
1	15.497	0.9	2.00100	29.1	0.6835
2	6.79	7.1			
3	-22.334	0.6	1.59282	68.6	0.796
4	17.343	1.02			
5	34.334	0.45	1.68893	31.1	0.6995
6	9.149	3.0	2.00272	19.3	0.6315

50

7	31.213	(可変)			
8(絞り)		(可変)			
9*	8.854	4.2	1.59201	67.0	0.8499
10*	-44.907	0.15			
11	10.209	2.74	1.43875	94.9	0.8373
12	-57.777	0.4	1.68893	31.1	0.6995
13	5.272	1.73	1.59282	68.6	0.796
14	9.443	(可変)			
15*	5.539	3.4	1.55332	71.7	0.8164
16*	29.154	(可変)			
17		1.7	1.51633	64.1	-
18		0.60			
像面					

10

【 0 0 8 2 】

非球面データ

第9面

K = -7.28563e-001 A 4= 1.60037e-005 A 6= 4.06409e-006
 A 8=-1.81753e-007 A10= 3.43748e-009

第10面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.11527e-004 A 6= 3.76311e-006
 A 8=-2.41163e-007 A10= 5.07980e-009

第15面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.32027e-004 A 6= 6.38206e-006
 A 8=-6.22902e-008 A10= 2.77300e-008 A12= 2.53514e-025

第16面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.76432e-003 A 6= 7.64146e-005
 A 8=-3.40910e-006 A10= 4.01662e-007

20

【 0 0 8 3 】

各種データ

ズーム比	2.31		
	広角	中間	望遠
焦点距離	2.56	4.21	5.92
Fナンバー	1.24	1.53	1.84
半画角(度)	69.8	40.9	28.7
像高	3.0	3.0	3.0
レンズ全長	52.44	43.34	40.42
BF	4.55	6.81	9.06

30

間隔	広角	中間	望遠
d7	16.7	7.6	4.68
d8	3.81	1.98	0.15
d14	1.70	1.26	0.85
d16	2.83	5.09	7.34

40

各群焦点距離

1群	-7.27
2群	14.18
3群	11.75

50

【 0 0 8 4 】

[実施例 3]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	C t
1	19.748	0.9	2.00100	29.1	0.6835
2	7.76	7.48			
3	-22.065	0.6	1.49700	81.5	0.8258
4	16.334	1.62			
5	21.817	0.45	1.69895	30.1	0.6966
6	10.511	2.9	1.94595	18.0	0.6319
7	27.733	(可変)			
8(絞り)		(可変)			
9*	10.366	3.73	1.59201	67.0	0.8499
10*	-73.645	0.15			
11	11.504	3.64	1.43875	94.9	0.8373
12	-11.103	0.32			
13	-19.425	0.4	1.69895	30.1	0.6966
14	4.972	1.37	1.88300	40.8	0.7381
15	7.837	(可変)			
16*	5.089	2.8	1.55332	71.7	0.8164
17*	17.126	(可変)			
18		1.7	1.51633	54.1	-
19		0.62			

像面

【 0 0 8 5 】

非球面データ

第9面

K = -6.04458e-001 A 4= -6.41371e-005 A 6= 7.18786e-007
A 8= -7.50103e-008 A10= -1.51296e-009

第10面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.05633e-005 A 6= 4.08556e-006
A 8= -2.18138e-007 A10= 2.79999e-009

第16面

K = 0.00000e+000 A 4= 5.09719e-005 A 6= 9.66019e-006
A 8= -8.37614e-008 A10= 2.37850e-008 A12= 4.43637e-021

第17面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.12830e-003 A 6= 6.49444e-005
A 8= 1.08492e-006 A10= 2.07340e-007

【 0 0 8 6 】

各種データ

ズーム比

2.41

広角

中間

望遠

焦点距離

2.59

4.42

6.24

Fナンバー

1.24

1.57

1.90

半画角(度)

70.3

39.1

27.4

像高

3.0

3.0

3.0

10

20

30

40

50

レンズ全長	55.95	44.71	41.38
BF	4.55	6.83	9.04

間隔	広角	中間	望遠
d 7	18.79	6.55	2.22
d 8	4.25	3.20	2.15
d15	1.99	1.76	1.6
d17	2.81	5.09	7.30

各群焦点距離

10

1群	-8.2
2群	14.56
3群	12.09

【 0 0 8 7 】

[実施例 4]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	C t
1	19.998	1.1	2.00100	29.1	0.6835
2	9.8	4.89			
3*	39.03	0.9	1.85135	40.1	0.7361
4*	8.488	3.49			
5	25.417	2.52	1.52249	59.8	0.8326
6	-30.904	1.3			
7	-13.249	0.6	1.48749	70.2	0.8924
8	16.581	2.2	1.94595	18.0	0.6319
9	67.783	(可変)			
10(絞リ)		(可変)			
11*	11.371	3.79	1.62299	58.1	0.8464
12*	-84.147	0.15			
13	8.351	4.4	1.43700	95.1	0.8427
14	-28.613	0.6	1.80518	25.4	0.6680
15	12.613	(可変)			
16	7.955	0.75	1.80518	25.4	0.6680
17	4.645	3.2	1.69350	53.2	0.8143
18*	194.725	(可変)			
19		1.2	1.51633	64.1	-
20		1.75			

像面

40

【 0 0 8 8 】

非球面データ

第3面

K = 5.19045e+000 A 4= 3.14005e-004 A 6=-5.92273e-006
A 8= 8.08528e-008 A10=-6.68118e-010 A12= 2.50048e-012

第4面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.31240e-004 A 6=-5.86228e-006
A 8= 4.44980e-008 A10=-6.72826e-010

第11面

50

K = -5.65257e-001 A 4= 7.78684e-005 A 6= 4.48090e-006
 A 8=-1.16430e-007 A10= 3.41115e-009 A12=-8.78512e-012

第12面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.40914e-004 A 6= 5.75346e-006
 A 8=-1.82577e-007 A10= 5.39920e-009 A12= 8.03250e-021

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 7.99389e-004 A 6= 1.73784e-006
 A 8= 4.40833e-007 A10=-1.00417e-008

【 0 0 8 9 】

10

各種データ

ズーム比	2.32		
	広角	中間	望遠
焦点距離	2.51	4.14	5.82
Fナンバー	1.23	1.48	1.75
半画角（度）	62.1	39.7	28.9
像高	3.05	3.05	3.05
レンズ全長	60.52	48.86	44.86
BF	4.54	6.79	9.03

20

間隔	広角	中間	望遠
d 9	19.45	7.78	3.79
d10	4.04	2.1	0.15
d15	2.6	2.3	2.0
d18	2.0	4.25	6.49

各群焦点距離

1群	-8.01
2群	14.86
3群	13.28

30

【 0 0 9 0 】

【表 1】

条件式		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
(1)	$v d A$	94.9	94.9	94.9	95.1
(2)	$\theta C t A - (0.0047 \times v d A + 0.546)$	-0.155	-0.155	-0.155	-0.150
(3)	$f 1 / f 2$	-0.50	-0.51	-0.56	-0.54
(4)	$f 2 / f 3$	1.20	1.21	1.20	1.12
(5)	$1 G L / f 1 $	1.83	1.80	1.70	2.12
(6)	$2 G L / f 2$	0.76	0.65	0.66	0.60
(7)	$f 3 / f w$	4.43	4.59	4.67	5.29
(8)	$v d 2 p_{AVE}$	80.95	80.95	80.95	76.60
(9)	$f w / O A L w$	0.05	0.05	0.05	0.04
(10)	$ M 2 / \sqrt{(f w \times f t)}$	1.09	0.94	1.02	1.02
(11)	$ M 3 / \sqrt{(f w \times f t)}$	1.28	1.16	1.12	1.18

40

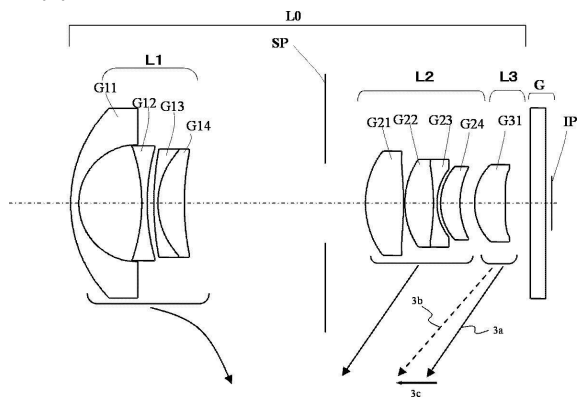
【符号の説明】

【 0 0 9 1 】

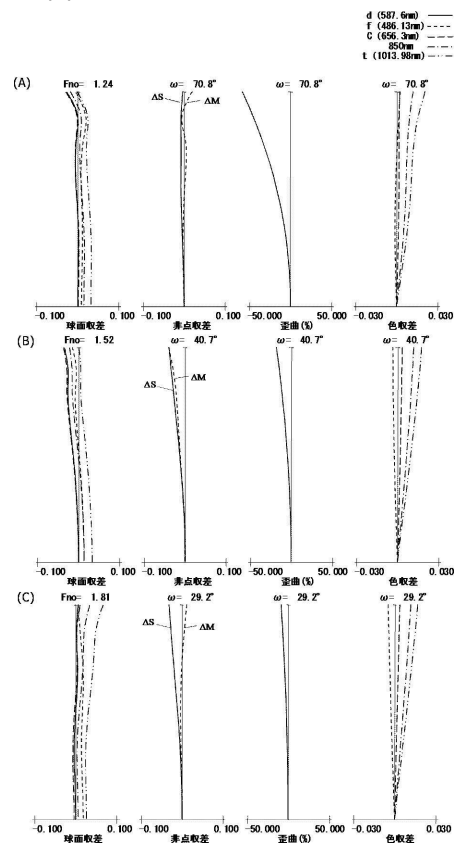
50

L 0	ズームレンズ	L 1	第 1 レンズ群
L 2	第 2 レンズ群	L 3	第 3 レンズ群

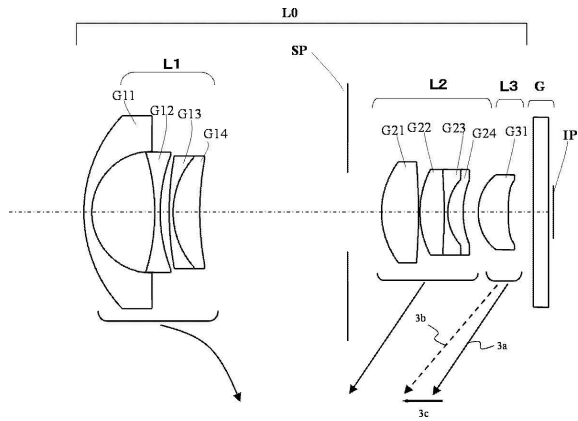
【図 1】



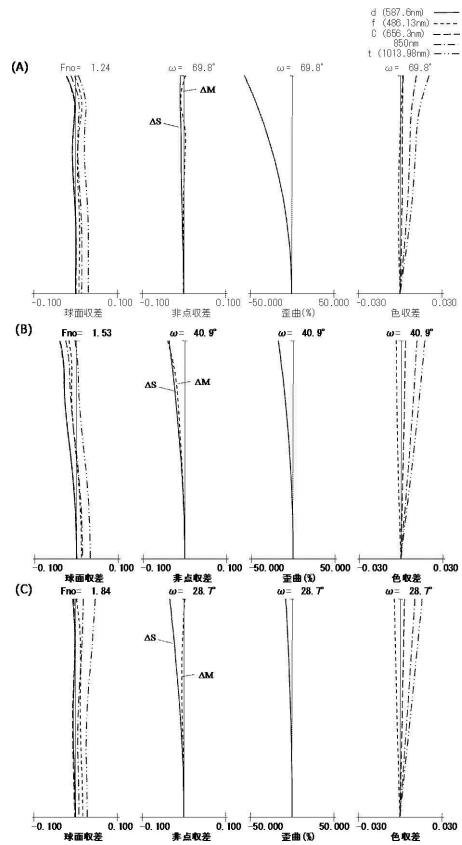
【図 2】



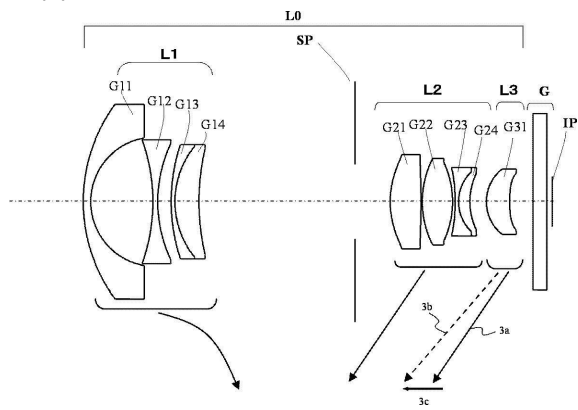
【図 3】



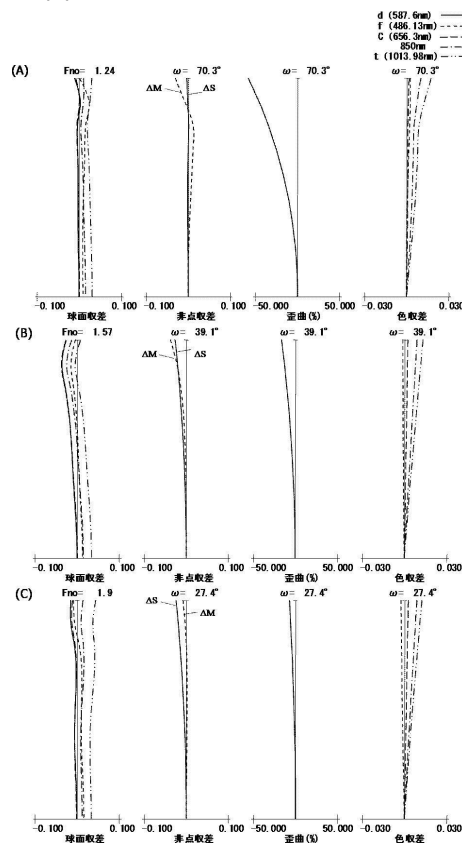
【図 4】



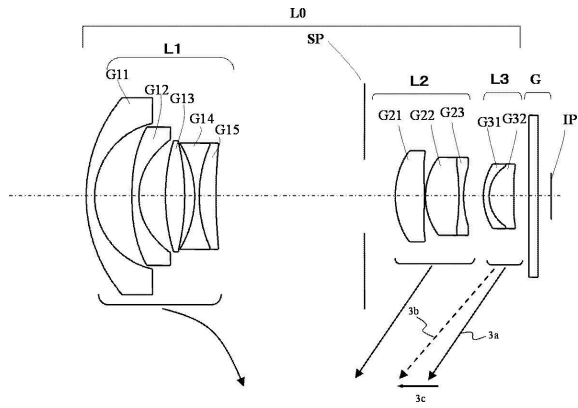
【図 5】



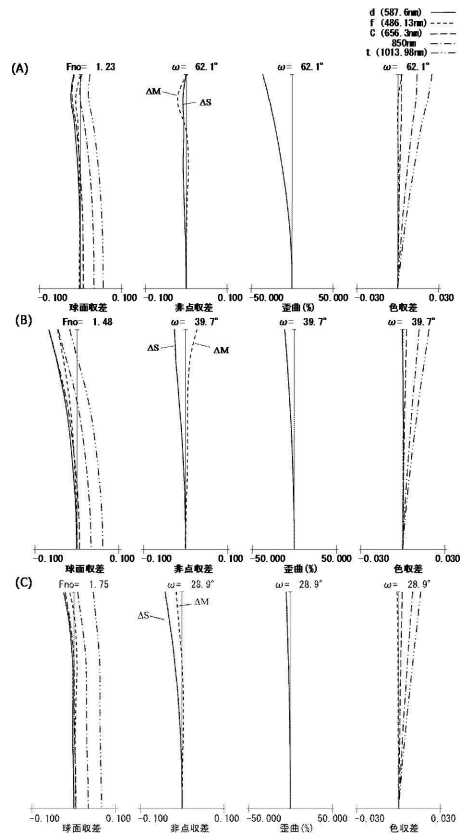
【図 6】



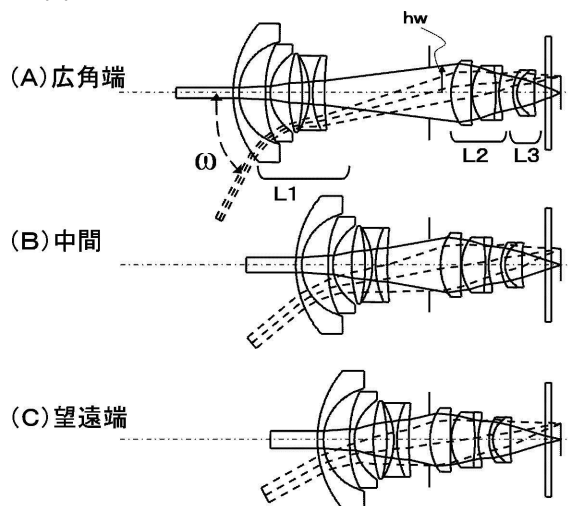
【図 7】



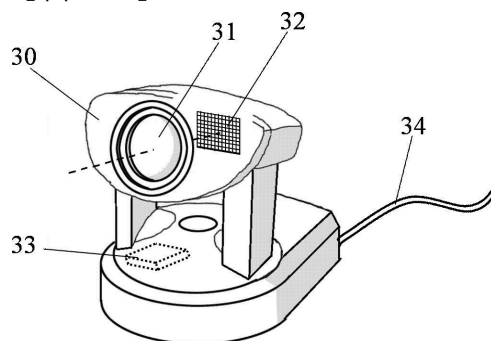
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2011-257625 (JP, A)
特開 2011-069888 (JP, A)
特開 2011-069889 (JP, A)
米国特許出願公開第 2003/0189761 (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