

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7094731号

(P7094731)

(45)発行日 令和4年7月4日(2022.7.4)

(24)登録日 令和4年6月24日(2022.6.24)

(51)国際特許分類

F I

G 0 2 B 15/20 (2006.01)

G 0 2 B 15/20

G 0 2 B 13/18 (2006.01)

G 0 2 B 13/18

請求項の数 13 (全21頁)

(21)出願番号	特願2018-44159(P2018-44159)	(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
(22)出願日	平成30年3月12日(2018.3.12)	(74)代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65)公開番号	特開2019-159046(P2019-159046 A)	(74)代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43)公開日	令和1年9月19日(2019.9.19)	(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
審査請求日	令和3年3月1日(2021.3.1)	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、撮像システム

(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、負の屈折力の第3レンズ群、2つ以上のレンズ群を含む後群より構成され、ズーミングに際し、前記第1レンズ群は不動で、前記第2レンズ群が移動し、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、

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 、広角端における前記ズームレンズの焦点距離を f_w 、広角端から望遠端へのズーミングに伴う前記第2レンズ群の移動量を M_2 とすると、

$$-0.74 < f_1 / f_2 < -0.05$$

$$3.0 < |M_2| / f_w \leq 5.55$$

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レンズ群の像側に開口絞りが配置されており、広角端から望遠端へのズーミングに際し、前記第2レンズ群は物体側に移動し、前記第3レンズ群は像側に凸状の軌跡で移動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】

物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、2つ以上のレンズ群を含む後群より構成され、ズーミングに際し、前記第1レンズ群は不動で、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、

前記第3レンズ群の像側に開口絞りが配置されており、広角端から望遠端へのズームに際し、前記第2レンズ群は物体側に移動し、前記第3レンズ群は像側に凸状の軌跡で移動し、

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 、広角端における前記ズームレンズの焦点距離を f_w 、広角端から望遠端へのズームに伴う前記第2レンズ群の移動量を M_2 とするとき、

$$-0.74 < f_1 / f_2 < -0.05$$

$$3.0 < |M_2| / f_w < 10.0$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

10

【請求項4】

物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、2つ以上のレンズ群を含む後群より構成され、ズームに際し、前記第1レンズ群は不動で、前記第2レンズ群が移動し、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、

前記第3レンズ群の像側に開口絞りが配置されており、該開口絞りより像側に正の屈折力のレンズ群 L_p を有し、

前記レンズ群 L_p は広角端から望遠端へのズームに際して物体側へ単調に移動し、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 、広角端における前記ズームレンズの焦点距離を f_w 、広角端から望遠端へのズームに伴う前記第2レンズ群の移動量を M_2 、前記レンズ群 L_p の焦点距離を f_p 、広角端から望遠端へのズームにおける前記レンズ群 L_p の移動量を M_p とするとき、

20

$$-0.74 < f_1 / f_2 < -0.05$$

$$3.0 < |M_2| / f_w < 10.0$$

$$1.4 < |M_p| / f_p < 4.5$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項5】

物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、2つ以上のレンズ群を含む後群より構成され、ズームに際し、前記第1レンズ群は不動で、前記第2レンズ群が移動し、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、

30

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 、広角端における前記ズームレンズの焦点距離を f_w 、広角端から望遠端へのズームに伴う前記第2レンズ群の移動量を M_2 、広角端における前記ズームレンズの全長を TTL 、前記第2レンズ群の光軸上における厚さを $2Gt$ 、前記第3レンズ群の光軸上における厚さを $3Gt$ とするとき、

$$-0.74 < f_1 / f_2 < -0.05$$

$$3.0 < |M_2| / f_w < 10.0$$

$$0.020 < (2Gt + 3Gt) / TTL < 0.100$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

40

【請求項6】

前記第1レンズ群の光軸上における厚さを $1Gt$ とするとき、

$$-2.5 < 1Gt / f_1 < -0.50$$

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】

物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、2つ以上のレンズ群を含む後群より構成され、ズームに際し、前記第1レンズ群は不動で、前記第2レンズ群が移動し、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、

50

前記第 3 レンズ群は、負レンズと正レンズとを接合してなる接合レンズを有し、前記正レンズの材料のアッベ数は前記負レンズの材料のアッベ数よりも小さく、

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 、広角端における前記ズームレンズの焦点距離を f_w 、広角端から望遠端へのズーミングに伴う前記第 2 レンズ群の移動量を M_2 、前記正レンズの材料のアッベ数と前記負レンズの材料のアッベ数の差を d_3 とするとき、

$$-0.74 < f_1 / f_2 < -0.05$$

$$3.0 < |M_2| / f_w < 10.0$$

$$1.0 < d_3 < 5.0$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

10

とするとき、

【請求項 8】

前記第 1 レンズ群は、最も物体側から像側へ順に連続して配置された 2 枚以上の負レンズと、1 枚以上の正レンズを有し、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} とするとき、

$$1.0 < d_{1p} < 3.5$$

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】

請求項 1 乃至 8 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た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。

20

【請求項 10】

請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、ズーミングに際して前記ズームレンズを制御する制御部を有することを特徴とする撮像システム。

【請求項 11】

前記制御部は、前記ズームレンズとは別体として構成されており、前記ズームレンズを制御するための制御信号を送信する送信部を有することを特徴とする請求項 10 に記載の撮像システム。

【請求項 12】

前記制御部は、前記ズームレンズとは別体として構成されており、前記ズームレンズを操作するための操作部を有することを特徴とする請求項 10 または 11 に記載の撮像システム。

30

【請求項 13】

前記ズームレンズのズームに関する情報を表示する表示部を有することを特徴とする請求項 10 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の撮像システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

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。

40

【背景技術】

【0002】

撮像装置に用いられる撮像光学系は、高い光学性能を有し、広画角かつ高ズーム比のズームレンズであることが要望されている。また、場所を選ばず設置しやすくするために、全系が小型であること等も要望されている。

【0003】

例えば、監視市場においては、監視カメラ用の撮像光学系に対する要望が種々挙げられている。特に、1 台の監視カメラで広域な範囲の撮影（広画角化）を容易としつつも高ズーム比化させて監視の自由度を向上させることや、設置性や目立ちにくさの観点から小型化であること等が強く要望されている。さらには、タイムラグなく監視対象物へ照準を合わ

50

せるために、迅速なズーミングおよびフォーカス制御が迅速であることが要望されている。

【 0 0 0 4 】

従来、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（特許文献 1、2）。

【 0 0 0 5 】

特許文献 1、2 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、複数のレンズ群を含む後群よりなり、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔を変化させてズーミングを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 6 】

【文献】特開 2 0 1 1 - 5 3 4 9 8 号公報

特開 2 0 1 5 - 4 9 4 8 5 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 】

ネガティブリード型のズームレンズにおいて、全系の更なる小型化を図りつつ、高ズーム比化、広画角化を図るには、レンズ群の数や各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。

【 0 0 0 8 】

例えば負の屈折力の第 1 レンズ群の屈折力や正の屈折力の第 2 レンズ群の屈折力、そしてズーミングに際しての第 1 レンズ群と第 2 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。

【 0 0 0 9 】

本発明は、例えば、小型、広画角、高ズーム比、全ズーム範囲にわたる高い光学性能の点で有利なズームレンズの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明の一側面は、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、負の屈折力の第 3 レンズ群、2 つ以上のレンズ群を含む後群より構成され、ズーミングに際し、前記第 1 レンズ群は不動で、前記第 2 レンズ群が移動し、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、

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 、広角端における前記ズームレンズの焦点距離を f_w 、広角端から望遠端へのズーミングに伴う前記第 2 レンズ群の移動量を M_2 とするとき、

$-0.74 < f_1 / f_2 < -0.05$

$3.0 < |M_2| / f_w \leq 5.55$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズである。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、例えば、小型、広画角、高ズーム比、全ズーム範囲にわたる高い光学性能の点で有利なズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【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

10

20

30

40

50

【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】本発明の撮像装置（監視カメラ）の要部概略図

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下に本発明の好ましい実施の形態を添付の図面に基づいて説明する。

10

【0014】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、負の屈折力の第 3 レンズ群、1 つ以上のレンズ群を含む後群より構成されている。そしてズミングに際し、第 1 レンズ群は不動で、第 2 レンズ群が移動し、隣り合うレンズ群の間隔が変化する。

【0015】

図 1 は本発明の実施例 1 のズームレンズの広角端（最短焦点距離）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（最長焦点距離）における収差図である。実施例 1 はズーム比 9.57、F ナンバー 1.63 ~ 5.93 のズームレンズである。

20

【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 8.18、F ナンバー 1.75 ~ 5.90 のズームレンズである。

【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 7.19、F ナンバー 1.76 ~ 5.24 のズームレンズである。

30

【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 5.90、F ナンバー 1.68 ~ 4.95 のズームレンズである。

【0019】

図 9 は本発明のズームレンズを用いた監視カメラ（撮像装置）の要部概略図である。

【0020】

各実施例のズームレンズは監視カメラに用いられる撮像光学系である。各実施例のズームレンズはビデオカメラやデジタルカメラ、TV カメラなどの撮像装置に用いても良い。

40

【0021】

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、L0 はズームレンズである。i を物体側からのレンズ群の順番とすると、Li は第 i レンズ群を示す。LR は 1 つ以上のレンズ群を含む後群である。SP は開口絞りである。

【0022】

G はフィルター等の光学ブロックである。IP は像面である。像面 IP は、デジタルカメラやビデオカメラ、監視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、CCD センサや CMOS センサなどの撮像素子（光電変換素子）の撮像面に相当する。

【0023】

50

各実施例のズームレンズは、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。矢印は広角端から望遠端へのズーミングに際して、各レンズ群の移動軌跡を示している。またフォーカスに関する矢印は無限遠から近距離へフォーカシングするときのレンズ群の移動方向を示している。

【0024】

球面収差図において、実線のdはd線（波長587.6nm）、点線のgはg線（波長435.8nm）を示している。非点収差図において点線のMはd線のメリディオナル像面、実線のSはd線のサジタル像面である。歪曲収差はd線での値を示している。倍率色収差はg線によって表している。は撮像半画角（度）、FnoはFナンバーである。なお、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。

10

【0025】

レンズ断面図において曲線3a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伴う像面変動を補正するための移動軌跡を示す。曲線3b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伴う像面の変動を補正するための移動軌跡を示す。

【0026】

望遠端において無限遠から近距離へフォーカスを行う場合には、レンズ断面図中の矢印3cに示すように、第3レンズ群L3を物体側へ繰り出すことによって行っている。フォーカシングは第3レンズ群L3ではなく、第2レンズ群L2の全てのレンズ、もしくは一部のレンズ、または第4レンズ群L4の全てのレンズ、もしくは一部のレンズを光軸上に移動させて行ってもよい。また第2レンズ群L2と第3レンズ群L3を同時に移動させて行っても良い。

20

【0027】

開口絞りSPは第3レンズ群L3の像側に配置している。開口絞りSPは開口径を変化させることで、望遠端において大きく発生する軸外光束による下線コマフレアをカットすることができ、より良好な光学性能を得ることができる。開口絞りSPはズーミングに際して第3レンズ群L3と一体的に（同じ軌跡で）移動している。尚、開口絞りSPはズーミングに際して第3レンズ群L3と独立に（異なった軌跡で）移動させる構成としても良く、これによればズーミングに際して各ズーム位置で適正にフレア光線をカットしやすくなる。

30

【0028】

各実施例のズームレンズは、最も物体側から像側へ順に配置された負、正、負の屈折力の3つのレンズ群と、複数のレンズ群を含む後群を有している。

【0029】

図1、図5、図7（それぞれ実施例1、3、4）は、物体側より像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、後群LRを有する。後群LRは正の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5、を有する。実施例1、3、4は5群構成のズームレンズである。

【0030】

図3（実施例2）は、物体側より像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、後群LRを有する。後群LRは正の屈折力の第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を有する。実施例2は6群構成のズームレンズである。ズーミングに際してはいずれも4つのレンズ群が矢印の方向に移動する。

40

【0031】

各実施例のズームレンズのズームタイプは負、正、負の屈折力の第1レンズ群L1乃至第3レンズ群L3に加え後群LRを有する構成である。これは、広画角化と高ズーム比化を実現しつつも広角端から望遠端までのズーム全域において高い光学性能を得るために、各レンズ群の間隔を変化させてズーミングを行うための好適なレンズ構成としている。

50

【 0 0 3 2 】

各レンズ群のレンズ構成やズームング及びフォーカシングに関する移動方法について、図 1 を用いて説明する。

【 0 0 3 3 】

ズームングやフォーカシングに際しては、第 1 レンズ群 L 1 は不動としている。これは広画角化を図る際にレンズ群の有効径が最も大きくなる物体側のレンズ群を駆動させず、それより像側の（有効径が小さくなる）複数のレンズ群を駆動させる構成としている。

【 0 0 3 4 】

具体的には、広角端から望遠端へのズームングに際して第 2 レンズ群 L 2 を像側から物体側へ単調移動し変倍させることにより変倍効果を持たせている。また第 4 レンズ群 L 4 と第 5 レンズ群 L 5 を像側から物体側へ移動させることにより変倍効果を持たせながらもズーム全域において高い光学性能を確保している。変倍に伴う像面変動の補正（コンペンセーター）は第 3 レンズ群 L 3で行っており、像側に凸状となる軌跡で移動している。

【 0 0 3 5 】

第 2 レンズ群 L 2 は、変倍用のレンズ群としての役割を担っており広角端から望遠端へのズームングにおいて物体側へ移動させることにより変倍効果を持たせている。後群 L R は 2 つ以上のレンズ群を含み、これらはズームングに際して独立に（異なった軌跡で）移動している。

【 0 0 3 6 】

以上により各実施例では、全系が小型で広画角、かつ高ズーム比を実現しつつも、迅速なズームングやフォーカスが容易で高い光学性能を有するズームレンズを得ている。

【 0 0 3 7 】

各実施例において、第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離を f_1 とする。第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離を f_2 、広角端におけるズームレンズの焦点距離を f_w 、広角端から望遠端へのズームングに伴う第 2 レンズ群 L 2 の移動量を M_2 とする。このとき、

$$-0.74 < f_1 / f_2 < -0.05 \quad \cdots (1)$$

$$3.0 < |M_2| / f_w < 10.0 \quad \cdots (2)$$

なる条件式を満足する。

【 0 0 3 8 】

ここで、広角端から望遠端へのズームングにおけるレンズ群の移動量とは、広角端におけるレンズ群の光軸上の位置と望遠端におけるレンズ群の光軸上の位置の差をいう。移動量の符号は広角端に比べて望遠端においてレンズ群が像側に位置するときを正、物体側に位置するときを負とする。

【 0 0 3 9 】

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) は全系の小型化、かつ広画角化を図りつつ、高ズーム比を達成するためのものである。小型化及び広画角化を図るために第 1 レンズ群 L 1 の負の屈折力を強くしている（負の焦点距離 f_1 の絶対値を小さくしている）。第 2 レンズ群 L 2 は高ズーム比化を図るために変倍作用を持たせている。

【 0 0 4 0 】

条件式 (1) の上限を超えると、第 2 レンズ群 L 2 の正の屈折力が弱くなりすぎてしまい、ズーム全域において球面収差や倍率色収差などの緒収差が増加してしまうので好ましくない。条件式 (1) の下限を超えると、第 1 レンズ群 L 1 の屈折力が弱くなりすぎて（負の屈折力の絶対値が小さくなりすぎて）しまい広画角化が困難となり好ましくない。

【 0 0 4 1 】

条件式 (2) は、ズームングに伴う第 2 レンズ群 L 2 の移動量を適切に設定している。条件式 (2) の上限を超えて、移動量が過剰に大きくなると全系の小型化が困難になる。条件式 (2) の下限を超えて、移動量が小さくなると高ズーム比化が困難になる。

【 0 0 4 2 】

条件式 (1)、(2) の数値範囲に関しては、それぞれ以下の如く限定するとより好まし

10

20

30

40

50

い。

【 0 0 4 3 】

$-0.65 < f_1 / f_2 < -0.10 \quad \dots (1a)$

$3.4 < |M_2| / f_w < 8.0 \quad \dots (2a)$

【 0 0 4 4 】

各実施例において更に好ましくは次の条件式のうち1つ以上を満足するのが良い。第3レンズ群L3の像側に開口絞りSPが配置されており、開口絞りSPより像側に正の屈折力のレンズ群を有する。開口絞りSPより像側の正の屈折力のレンズ群Lpは広角端から望遠端へのズーミングに際して物体側へ単調に移動する。そしてレンズ群Lpの焦点距離をfp、広角端から望遠端へのズーミングにおけるレンズ群Lpの移動量をMpとする。

10

【 0 0 4 5 】

広角端におけるレンズ全長をTTLとする。ここでレンズ全長とは第1レンズ面から最終レンズ面までの距離に空気換算でのバックフォーカスBFを加えた値である。

【 0 0 4 6 】

第2レンズ群L2の光軸上における厚さを2Gt、第3レンズ群L3の光軸上における厚さを3Gtとする。第1レンズ群L1の光軸上における厚さを1Gtとする。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を有し、正レンズの材料のアッペ数は負レンズの材料のアッペ数よりも小さく、正レンズの材料のアッペ数と負レンズの材料のアッペ数の差をd3とする。第1レンズ群L1は、最も物体側から像側へ順に連続して配置された2枚以上の負レンズと、1枚以上の正レンズを有し、第1レンズ群L1に含まれる正レンズの材料のアッペ数をd1pとする。

20

【 0 0 4 7 】

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。

$1.4 < |M_p| / f_p < 4.5 \quad \dots (3)$

$0.020 < (2Gt + 3Gt) / TTL < 0.100 \quad \dots (4)$

$-2.5 < 1Gt / f_1 < -0.50 \quad \dots (5)$

$1.0 < d_3 < 5.0 \quad \dots (6)$

$1.0 < d_{1p} < 3.5 \quad \dots (7)$

【 0 0 4 8 】

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(3)は、開口絞りSPより像側の変倍用のレンズ群としての役割を担う正の屈折力のレンズ群Lpの移動量とそのレンズ群Lpの屈折力に関する。条件式(3)の上限を超えると、ズーミングに際して第2レンズ群L2の移動量が大きくなりすぎてしまい全系の小型化が困難になる。条件式(3)の下限を超えると、変倍用のレンズ群である第2レンズ群L2のズーミングに伴う移動量が小さくなりすぎてしまい高ズーム比化が困難になる。

30

【 0 0 4 9 】

条件式(4)は、ズーミングやフォーカスを高速に行うために第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の小型化を図るためのものである。

【 0 0 5 0 】

各実施例においては、ズーミングに際して第2レンズ群L2および第3レンズ群L3をいずれも移動させている。そのためこれら2つのレンズ群はなるべく小型とするほうが良い。ここでレンズ群の光軸方向における厚さとは、レンズ群の最も物体側のレンズ面からレンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸方向の距離のことである。

40

【 0 0 5 1 】

条件式(4)の上限を超えると、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3が大型化してしまい、ズーミングやフォーカスを高速に行うのが困難になる。条件式(4)の下限を超えると、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の屈折力を強くしすぎることになるためズーム全域において良好なる収差補正が困難になる。

【 0 0 5 2 】

条件式(5)は、第1レンズ群L1の光軸上の厚さ(レンズ群厚)と第1レンズ群L1の

50

負の屈折力との関係について規定している。第1レンズ群L1は、広画角化のために比較的強い負の屈折力を持たせつつ収差補正も考慮し複数のレンズより構成している。これに加えて、全系の小型化を考慮して第1レンズ群L1の大きさを適切に設定している。

【0053】

条件式(5)の上限を超えて、第1レンズ群L1の厚さが小さくなりすぎると非点収差をはじめとする諸収差が増加してしまい好ましくない。条件式(5)の下限を超えると、第1レンズ群L1の負の屈折力が強くなりすぎて(負の屈折力の絶対値が大きくなりすぎて)しまい良好なる収差補正が困難になる。

【0054】

条件式(6)は、第3レンズ群L3を構成する接合レンズの材料に関し、ズーム全域およびフォーカス全域において倍率色収差や軸上色収差の変動量を軽減するためのものである。条件式(6)の上限を超えると、ズーム全域及びフォーカス全域で色収差の補正が過剰となってくる。条件式(6)の下限を超えると、ズーム全域及びフォーカス全域で色収差の補正が不足となってくる。

【0055】

条件式(7)は、色収差を良好に補正するための第1レンズ群L1に含まれる正レンズの材料の特性を規定し、特に第1レンズ群L1の負レンズで発生する色収差を補正するためのものである。条件式(7)の上限を超えると、倍率色収差の補正が不足してくる。条件式(7)の下限を超えると、倍率色収差の補正が過剰となるので良くない。

【0056】

更に好ましくは条件式(3)乃至(7)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$1.6 < |M_p| / f_p < 3.5 \quad \dots (3a)$$

$$0.025 < (2G_t + 3G_t) / TTL < 0.070 \quad \dots (4a)$$

$$-2.2 < 1G_t / f_1 < -0.70 \quad \dots (5a)$$

$$1.5 < d_3 < 4.0 \quad \dots (6a)$$

$$1.5 < d_{1p} < 3.0 \quad \dots (7a)$$

【0057】

以上、各実施例によれば撮像半画角が60度以上、ズーム比5以上を有し、フルHDや4Kの画素数の撮像素子にも十分対応できるズームレンズが得られる。

【0058】

以下、各実施例の各レンズ群のレンズ構成について説明する。

【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、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG12、両凹形状の負レンズG13、および両凸形状の正レンズG14により成っている。負レンズG13と正レンズG14は接合した接合レンズよりなり、双方のレンズの材料のアッベ数の差を持たせることにより色収差を良好に補正している。ズーミングに際して第1レンズ群L1は不動である。

【0060】

第2レンズ群L2は、両凸形状の正レンズG21により成っている。第3レンズ群L3は、両凹形状の負レンズG31、および両凸形状の正レンズG32により成っている。負レンズG31と正レンズG32は接合した接合レンズよりなっている。

【0061】

第4レンズ群L4(レンズ群Lp)は、両凸形状の正レンズG41、両凸形状の正レンズG42、両凹形状の負レンズG43、および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG44より成っている。正レンズG41と負レンズG44は非球面を有しており、球面収差や非点収差などの諸収差を良好に補正している。また、正レンズG42と負レンズG43は接合した接合レンズよりなっている。さらに、正レンズG42はアッベ数が90を超える超低分散性を有するガラスを使用しており、倍率色収差や軸上色収差をズーム全域にわたり良好に補正している。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 2 】

第 5 レンズ群 L 5 は、両凸形状の正レンズ G 5 1、および両凹形状の負レンズ G 5 2 によりなっている。

【 0 0 6 3 】

(実施例 2)

第 1 レンズ群 L 1 のレンズ構成は実施例 1 と同じである。第 2 レンズ群 L 2 は、両凸形状の正レンズ G 2 1、像側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ G 2 2 により成っている。正レンズ G 2 1 と負レンズ G 2 2 は接合した接合レンズよりなっている。第 2 レンズ群 L 2 は変倍用のレンズ群として効果を持たせている。そして第 2 レンズ群 L 2 の移動による倍率色収差の変動を抑えやすくしている。

10

【 0 0 6 4 】

第 3 レンズ群 L 3、第 4 レンズ群 L 4、第 5 レンズ群 L 5 のレンズ構成は、実施例 1 と同じである。第 6 レンズ群 L 6 は、両凸形状の正レンズ G 6 1 により成っている。

【 0 0 6 5 】

(実施例 3)

第 1 レンズ群 L 1 は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ G 1 1、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ G 1 2、両凹形状の負レンズ G 1 3、および物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ G 1 4 により成っている。負レンズ G 1 3 と正レンズ G 1 4 は接合した接合レンズよりなっている。ズーミングに際して第 1 レンズ群 L 1 は不動である。

20

【 0 0 6 6 】

第 2 レンズ群 L 2、第 3 レンズ群 L 3、第 4 レンズ群 L 4、第 5 レンズ群 L 5 のレンズ構成は、実施例 1 と同じである。

【 0 0 6 7 】

(実施例 4)

第 1 レンズ群 L 1、第 2 レンズ群 L 2、第 3 レンズ群 L 3、第 4 レンズ群 L 4、第 5 レンズ群 L 5 のレンズ構成は、実施例 1 と同じである。

【 0 0 6 8 】

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いた撮像装置（監視カメラ）の実施例を、図 9 を用いて説明する。

30

【 0 0 6 9 】

図 9 において、11 は、監視カメラ本体である。12 は、カメラ本体に内蔵され、レンズ部（ズームレンズ）15 によって形成された被写体像を受光する CCD センサや CMOS センサ等の撮像素子（光電変換素子）である。13 は、撮像素子 12 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部である。14 は、撮像素子 12 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 0 】

撮像装置としては監視カメラに限定されることなく、ビデオカメラやデジタルカメラ等においても用いることができる。

【 0 0 7 1 】

以上のように、各実施例によれば、小型、広角かつ高倍化を実現しつつも、迅速なズーミングやフォーカスが可能となり高い光学性能を有するズームレンズ、およびそれを有する撮像装置を得ることができる。

40

【 0 0 7 2 】

なお各実施例においては以下のような手段構成をとっても良い。

- ・実施例に示したガラスの形状、枚数に限定されず、適宜変更すること。
- ・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。
- ・電氣的な補正手段により、歪曲収差や色収差などを補正すること。

【 0 0 7 3 】

50

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Fno）に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形が可能である。

【0074】

例えば、各実施例のズームレンズと、ズームレンズを制御する制御部とを含めた撮像システム（監視カメラシステム）を構成してもよい。この場合、制御部は、ズーミングに際して各レンズ群が上述したように移動するようズームレンズを制御すればよい。このとき、制御部がズームレンズと一体的に構成されている必要はなく、制御部をズームレンズとは別体として構成してもよい。

【0075】

例えば、ズームレンズの各レンズを駆動する駆動部に対して遠方に配置された制御部（制御装置）が、ズームレンズを制御するための制御信号（命令）を送る送信部を備える構成を採用してもよい。このような制御部によれば、ズームレンズを遠隔操作することができる。

10

【0076】

また、ズームレンズを遠隔操作するためのコントローラーやボタンなどの操作部を制御部に設けることで、ユーザーの操作部への入力に応じてズームレンズを制御する構成を採ってもよい。例えば、操作部として拡大ボタン及び縮小ボタンを設け、ユーザーが拡大ボタンを押したらズームレンズの倍率が大きくなる。ユーザーが縮小ボタンを押したらズームレンズの倍率が小さくなるように、制御部からズームレンズの駆動部に信号が送られるように構成すればよい。

20

【0077】

また、撮像システムは、ズームレンズのズームに関する情報（移動状態）を表示する液晶パネルなどの表示部を有していてもよい。ズームレンズのズームに関する情報とは、例えばズーム倍率（ズーム状態）や各レンズ群の移動量（移動状態）である。この場合、表示部に示されるズームレンズのズームに関する情報を見ながら、操作部を介してユーザーがズームレンズを遠隔操作することができる。このとき、例えばタッチパネルなどを採用することで表示部と操作部とを一体化してもよい。

【0078】

次に本発明の実施例1乃至4にそれぞれ対応する数値データ1乃至4を示す。各数値データにおいて、 i は物体側からの光学面の順序を示す。

30

【0079】

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、 nd_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、アッベ数を示す。また最も像側の2つの光学面はフェースプレート等のガラス材である。BF（バックフォーカス）はレンズ最終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。光学全長はレンズ最前面からレンズ最終面までの距離である。

【0080】

面番号に付した*は非球面を意味する。また k を離心率、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} を非球面係数、面頂点を基準にして光軸からの高さ h の位置における光軸方向の変位を x とすると、非球面形状は、

40

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

で表される。また「 $e-z$ 」の表示は「 10^{-z} 」を意味する。但し R は近軸曲率半径である。各数値データにおける上述した条件式との対応を表1に示す。

【0081】

数値データ1

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	66.825	2.00	1.90043	37.4
2	39.528	6.72		

50

3	49.005	1.40	1.90043	37.4
4	21.424	8.58		
5	-71.579	0.85	1.90043	37.4
6	67.326	2.52	1.80518	25.4
7		(可変)		
8	45.818	1.56	1.80810	22.8
9	-755.587	(可変)		
10	-25.164	0.45	1.80400	46.6
11	26.407	1.71	1.89286	20.4
12	955.173	(可変)		
13(絞り)		0.40		
14*	13.975	5.00	1.55332	71.7
15*	-73.465	1.88		
16	12.094	5.90	1.43700	95.1
17	-26.374	0.45	1.94595	18.0
18	24.066	1.04		
19*	16.18	1.69	1.55332	71.7
20*	15.416	(可変)		
21	17.884	4.22	1.80810	22.8
22	-30.292	1.81		
23	-20.788	0.60	1.74400	44.8
24	28.256	(可変)		
25		2.00	1.51633	64.1
像面		2.67		

10

【 0 0 8 2 】

非球面データ

第14面

K = 0.00000e+000 A 4=-3.86217e-006 A 6= 2.16281e-009
A 8=-8.43859e-011 A10=-4.41945e-012

第15面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.43169e-005 A 6=-1.15716e-008
A 8=-7.42582e-010 A10= 1.82622e-012

30

第19面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.89345e-006 A 6=-3.85922e-006
A 8=-6.17969e-008 A10= 7.59740e-010

第20面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.14021e-004 A 6=-3.38746e-006
A 8=-7.50906e-008 A10= 1.21517e-009

各種データ

ズーム比 9.57

40

広角 中間 望遠

焦点距離	5.31	23.15	50.77
Fナンバー	1.63	3.65	5.93
半画角(度)	63.6	13.6	6.19
像高	5.5	5.5	5.5
光学全長	103.31	79.04	54.25
BF(in air)	5.99	30.26	55.05
d 7	30.24	3.23	1.44
d 9	1.68	22.52	1.85
d12	19.30	2.12	1.23

50

d20 3.30 2.38 0.94
 d24 2.00 26.27 51.06

各群焦点距離

群 焦点距離

1 -19.23
 2 53.5
 3 -33.87
 4 20.52
 5 46.28

【 0 0 8 3 】

10

数値データ2

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	137.332	1.60	1.69680	55.5
2	34.358	7.13		
3	74.269	1.20	1.80400	46.6
4	23.895	6.18		
5	-82.312	1.10	1.88300	40.8
6	76.216	1.99	1.92286	18.9
7	(可変)			
8	46.093	1.53	1.80000	29.8
9	-66.857	0.47	1.89286	20.4
10	-655.254	(可変)		
11	-24.207	0.45	1.74400	44.8
12	33.741	1.51	1.92286	18.9
13	-434.562	(可変)		
14(絞り)		0.70		
15*	13.296	4.60	1.55332	71.7
16*	-82.338	1.39		
17	12.636	5.36	1.49700	81.5
18	-33.563	0.45	1.94595	18.0
19	15.779	1.30		
20*	16.069	1.77	1.49700	81.5
21*	20.861	(可変)		
22	17.788	2.39	1.92286	18.9
23	-29.656	1.17		
24	-22.525	0.45	1.90366	31.3
25	24.083	(可変)		
26	86.602	1.00	1.49700	81.5
27	-262.887	2.00		
28		2.00	1.51633	64.1

20

30

40

像面 3.53

【 0 0 8 4 】

非球面データ

第15面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.03456e-006 A 6= 3.31434e-009
 A 8=-5.75957e-010 A10= 1.74025e-012

第16面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.24096e-005 A 6=-8.28494e-008
 A 8=-2.67886e-010 A10= 3.06557e-012

50

第20面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.57765e-005 A 6=-4.69387e-006

A 8=-8.39165e-008 A10= 8.32234e-010

第21面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.08957e-004 A 6=-3.28864e-006

A 8=-1.01504e-007 A10= 1.65840e-009

各種データ

ズーム比 8.18

広角 中間 望遠

焦点距離 5.62 21.68 45.98

Fナンバー 1.75 3.84 5.90

半画角(度) 61.3 14.5 6.83

像高 5.5 5.5 5.5

光学全長 97.46 97.46 97.46

BF (in air) 6.85 6.85 6.85

d 7 32.72 2.68 1.51

d10 1.43 23.14 1.89

d13 15.86 1.47 1.17

d21 2.29 1.40 1.04

d25 1.42 25.03 48.11

各群焦点距離

群 焦点距離

1 -18.47

2 57.72

3 -43.09

4 21.45

5 62.04

6 131.2

【 0 0 8 5 】

数値データ3

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	83.662	1.70	1.90043	37.4
2	37.762	6.23		
3	54.753	1.40	1.69680	55.5
4	19.993	6.99		
5	-72.18	1.10	1.88300	40.8
6	44.863	2.61	1.72825	28.5
7		(可変)		
8	40.986	1.52	1.69895	30.1
9	-257.866	(可変)		
10	-21.786	0.45	1.80400	46.6
11	26.263	1.98	1.89286	20.4
12	-293.918	(可変)		
13(絞り)		0.40		
14*	13.79	4.74	1.55332	71.7
15*	-62.531	2.18		
16	12.494	5.37	1.49700	81.5
17	-25.633	0.45	1.94595	18.0
18	22.172	1.22		

10

20

30

40

50

19* 15.533 1.81 1.55332 71.7
20* 14.75 (可变)
21 16.687 2.77 1.80810 22.8
22 -23.998 0.97
23 -19.3 0.60 1.76200 40.1
24 25.011 (可变)
25 2.00 1.51633 64.1
像面 2.53

【0086】

非球面データ

10

第14面

K = 0.00000e+000 A 4=-3.91832e-006 A 6=-1.65012e-008
A 8=-5.00952e-010 A10=-7.46778e-013

第15面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.67689e-005 A 6=-5.95777e-008
A 8=-4.69798e-010 A10= 3.21980e-012

第19面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.39823e-005 A 6=-4.09890e-006
A 8=-6.75551e-008 A10= 8.41646e-010

第20面

20

K = 0.00000e+000 A 4= 2.07046e-004 A 6=-3.47397e-006
A 8=-8.95656e-008 A10= 1.47188e-009

各種データ

ズーム比 7.19

広角 中間 望遠

焦点距離 5.68 19.55 40.86

Fナンバー 1.76 3.37 5.24

半画角(度) 60.1 16.1 7.69

像高 5.5 5.5 5.5

30

光学全長 91.04 71.25 49.94

BF (in air) 8.26 28.06 49.36

d 7 26.53 3.45 1.45

d 9 1.83 18.13 1.88

d12 15.31 2.48 1.11

d20 2.90 2.71 1.02

d24 4.41 24.21 45.52

各群焦点距離

群 焦点距離

1 -17.42

40

2 50.7

3 -32.98

4 19.29

5 48.29

【0087】

数値データ4

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	39.666	1.70	1.83481	42.7
2	19.729	11.79		

50

3	78.83	1.80	1.69680	55.5
4	20.427	4.96		
5	-82.469	1.10	1.90043	37.4
6	28.485	2.85	1.76182	26.5
7		(可変)		
8	35.987	1.20	1.69895	30.1
9		(可変)		
10	-20.979	0.45	1.83481	42.7
11	24.155	1.70	1.89286	20.4
12	-178.435	(可変)		
13(絞り)		0.40		
14*	14.247	4.62	1.55332	71.7
15*	-49.684	2.18		
16	12.332	5.03	1.49700	81.5
17	-30.453	0.45	1.94595	18
18	36.813	1.37		
19*	22.587	1.44	1.55332	71.7
20*	13.479	(可変)		
21	17.004	3.80	1.80518	25.4
22	-16.934	0.60	1.74000	28.3
23	24.936	(可変)		
24		2.00	1.51633	64.1
像面		0.60		

【 0 0 8 8 】

非球面データ

第14面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.01004e-006 A 6= 3.79789e-008
A 8= 1.93922e-010 A10=-1.05508e-011

第15面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.77630e-005 A 6= 5.40944e-008
A 8=-9.30084e-010 A10=-3.37551e-012

第19面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.25298e-005 A 6=-4.15420e-006
A 8=-5.36996e-008 A10= 8.91455e-010

第20面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.13107e-004 A 6=-3.13818e-006
A 8=-7.83720e-008 A10= 1.47411e-009

各種データ

ズーム比 5.90

広角 中間 望遠

焦点距離	4.80	14.65	28.31
Fナンバー	1.68	3.41	4.95
半画角(度)	65.9	21.3	11.1
像高	5.5	5.5	5.5
光学全長	90.33	69.62	53.42
BF (in air)	7.85	28.56	44.77
d 7	21.39	1.17	1.53
d 9	1.40	17.55	1.62
d12	14.88	2.24	1.11
d20	5.22	1.21	1.70

10

20

30

40

50

d23 5.93 26.64 42.84
各群焦点距離
群 焦点距離
1 -13.27
2 51.49
3 -31.11
4 17.94
5 40.62

【 0 0 8 9 】

【表 1】

前述の各条件式と各数値実施例との関係を示す。

条件式		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
(1)	$f\ 1 / f\ 2$	-0.36	-0.32	-0.34	-0.26
(2)	$ M\ 2 / f\ w$	5.43	5.55	4.41	4.14
(3)	$ M\ p / f\ p$	2.28	2.12	2.03	1.86
(4)	$(2\ G\ t + 3\ G\ t) / T\ T\ L$	0.034	0.038	0.040	0.034
(5)	$1\ G\ t / f\ 1$	-1.15	-1.04	-1.15	-1.82
(6)	$v\ d\ 3$	26.2	25.9	26.2	22.4
(7)	$v\ d\ 1\ p$	25.4	18.9	28.5	26.5

【符号の説明】

【 0 0 9 0 】

L 0 ズームレンズ L R 後群 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

10

20

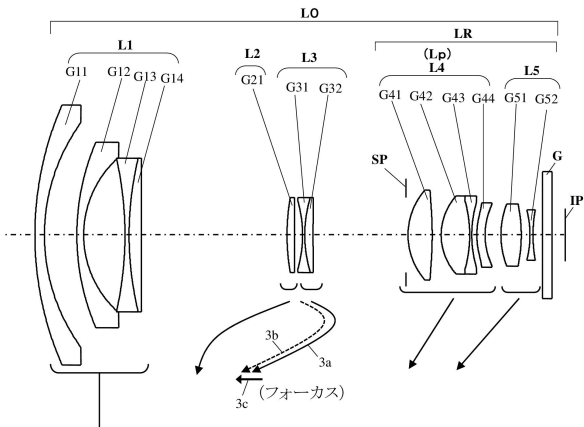
30

40

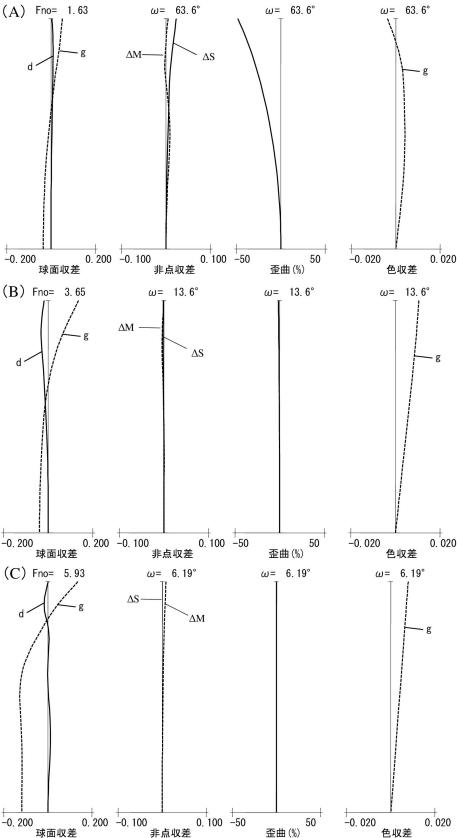
50

【図面】

【図 1】



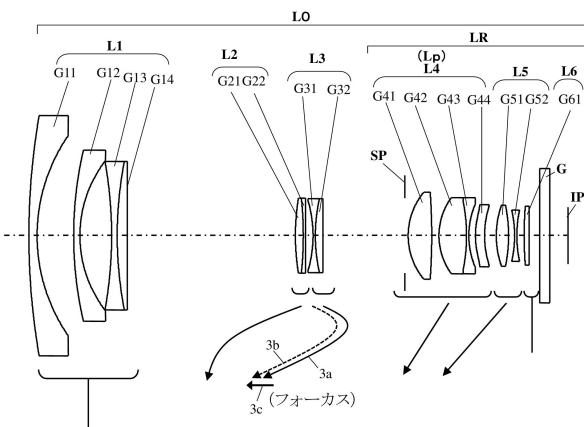
【図 2】



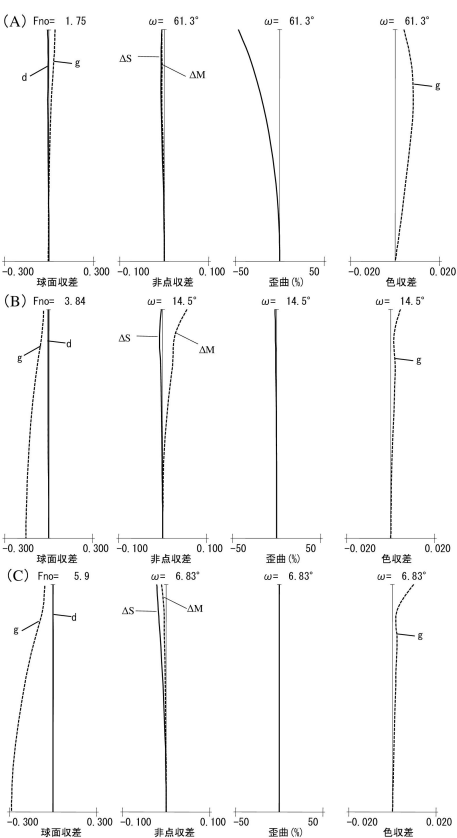
10

20

【図 3】



【図 4】

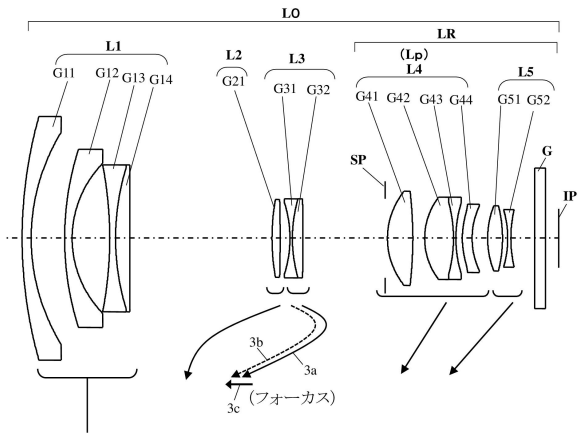


30

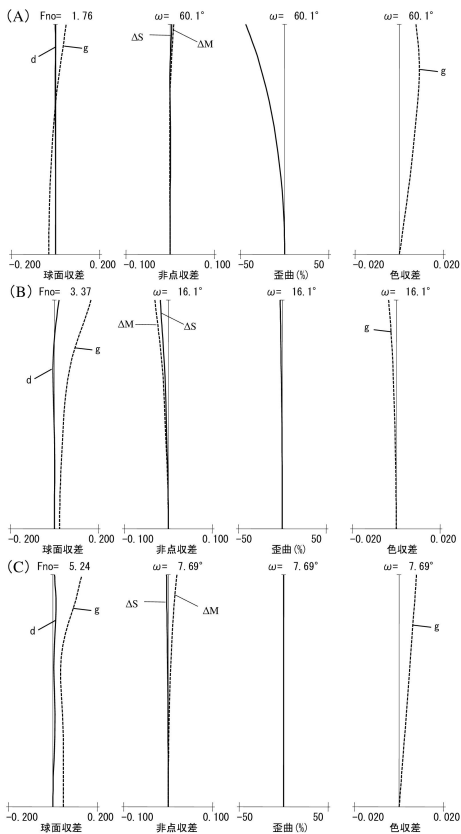
40

50

【図 5】



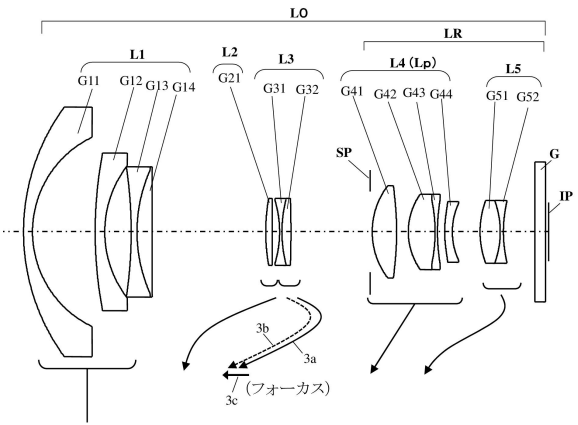
【図 6】



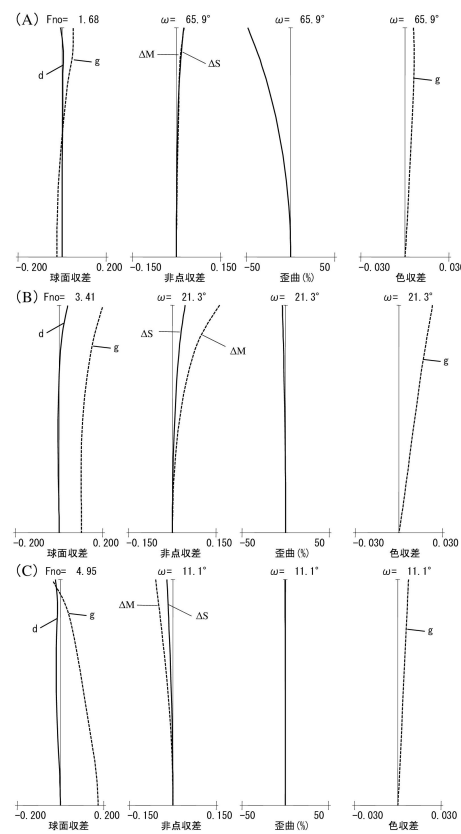
10

20

【図 7】



【図 8】

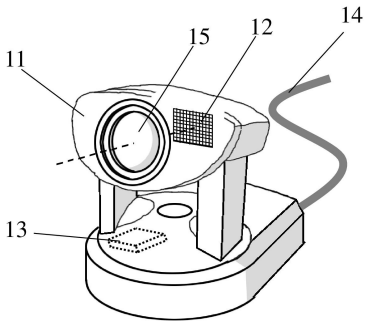


30

40

50

【図 9】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第 2 0 1 6 / 2 0 3 8 1 9 (W O , A 1)
特開 2 0 1 3 - 0 6 4 9 1 2 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 1 0 5 1 2 8 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 1 1 8 3 0 4 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 1 5 0 3 6 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 0 7 7 2 6 7 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 2 B 9 / 0 0 - 1 7 / 0 8
G 0 2 B 2 1 / 0 2 - 2 1 / 0 4
G 0 2 B 2 5 / 0 0 - 2 5 / 0 4