

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2023-99393
(P2023-99393A)

(43)公開日 令和5年7月13日(2023.7.13)

(51)国際特許分類

F I

テーマコード (参考)

G 0 2 B 15/20 (2006.01)

G 0 2 B 15/20

2 H 0 8 7

G 0 2 B 13/18 (2006.01)

G 0 2 B 13/18

審査請求 未請求 請求項の数 30 O L (全27頁)

(21)出願番号	特願2022-21(P2022-21)	(71)出願人	000001007
(22)出願日	令和4年1月1日(2022.1.1)		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	100110412
			弁理士 藤元 亮輔
		(74)代理人	100104628
			弁理士 水本 敦也
		(74)代理人	100121614
			弁理士 平山 倫也
		(72)発明者	中原 誠
			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
		(72)発明者	奥岡 真也
			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

最終頁に続く

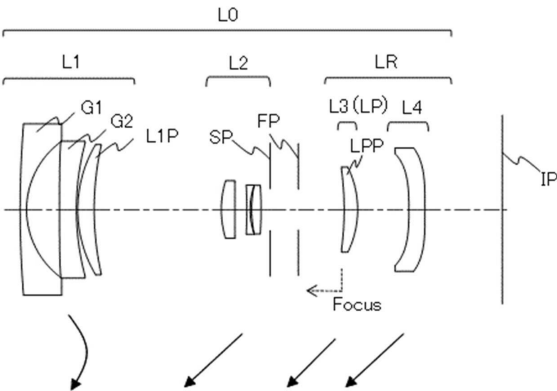
(54)【発明の名称】 ズームレンズおよびそれを有する撮像装置

(57)【要約】

【課題】小型かつ良好な光学特性を有するズームレンズ及びそれを有する撮像装置、撮像システムを提供する。

【解決手段】ズームレンズL0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L1と、正の屈折力の第2レンズ群L2と、1つ以上のレンズ群を含む後群LRからなる。後群は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して像側から物体側へ移動する正の屈折力のフォーカスレンズ群LPを含む。フォーカスレンズ群の焦点距離fLP、第1レンズ群の焦点距離fL1、第2レンズ群の焦点距離fL2は、所定の条件式を満足する。

【選択図】図1



【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 レンズ群と、正の屈折力の第 2 レンズ群と、1 つ以上のレンズ群を含む後群からなり、ズーミングに際して隣接するレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記後群は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して像側から物体側へ移動する正の屈折力のフォーカスレンズ群を含み、

前記フォーカスレンズ群の焦点距離を f_{LP} 、前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_{L1} 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_{L2} とするとき、

$$1.20 < f_{LP} / f_{L2} < 3.20$$

$$-3.00 < f_{L1} / f_{L2} < -0.85$$

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 2】

広角端における開口絞りから像面までの光軸上の距離を DSP_w 、広角端における前記ズームレンズのレンズ全長を TL_w とするとき、

$$0.25 < DSP_w / TL_w < 0.53$$

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、物体側から像側へ順に配置された、第 1 負レンズ、第 2 負レンズを含み、

前記第 1 負レンズの屈折率を nd_{G1} とするとき、

$$1.40 < nd_{G1} < 1.69$$

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。

20

【請求項 4】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、第 1 負レンズ、第 2 負レンズを含み、

前記第 1 負レンズのアップ数を d_{G1} とするとき、

$$4.5 < d_{G1} < 9.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

30

【請求項 5】

前記フォーカスレンズ群に含まれる正レンズのうち、屈折力の値が最も大きい正レンズの屈折率を nd_{LPP} とするとき、

$$1.40 < nd_{LPP} < 1.65$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

前記フォーカスレンズ群に含まれる正レンズのうち、屈折力の値が最も大きい正レンズのアップ数を d_{LPP} とするとき、

$$4.5 < d_{LPP} < 9.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

40

【請求項 7】

前記第 1 レンズ群に含まれる正レンズのうち、屈折力の値が最も大きい正レンズの屈折率を nd_{L1P} とするとき、

$$1.60 < nd_{L1P} < 2.10$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記第 1 レンズ群に含まれる正レンズのうち、屈折力の値が最も大きい正レンズのアップ

50

べ数を $dL1P$ とするとき、

$$1.5 < dL1P < 4.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、第 1 負レンズ、第 2 負レンズを含み、

前記第 1 負レンズと前記第 2 負レンズは、光軸上において空気間隔を有することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

無限遠に合焦した状態における、広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記フォーカスレンズ群の移動量を MLP 、広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記第 2 レンズ群の移動量を $ML2$ とするとき、

$$0.50 < MLP / ML2 < 1.50$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 11】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、第 1 負レンズ、第 2 負レンズを含み、

前記第 1 負レンズの焦点距離を $fG1$ 、前記第 2 負レンズの焦点距離を $fG2$ とするとき、

$$0 < fG1 / fG2 < 0.42$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 12】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、第 1 負レンズ、第 2 負レンズを含み、

前記第 1 負レンズの像側のレンズ面の曲率半径を $G1R2$ 、前記第 1 負レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を $G1R1$ とするとき、

$$-3.00 < (G1R2 + G1R1) / (G1R2 - G1R1) < -0.10$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 13】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、第 1 負レンズ、第 2 負レンズ、正レンズから成ることを特徴とする請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 14】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、第 1 負レンズ、第 2 負レンズを含み、

前記第 2 負レンズは、樹脂材料よりなることを特徴とする請求項 1 から 13 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 15】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、第 1 負レンズ、第 2 負レンズを含み、

前記第 2 負レンズの物体側および像側のレンズ面の少なくとも一方は、非球面形状を有することを特徴とする請求項 1 から 14 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 16】

前記第 2 レンズ群は、開口絞りを含み、

前記開口絞りは、前記第 2 レンズ群の最も像側に配置されていることを特徴とする請求項 1 から 15 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

10

20

30

40

50

【請求項 17】

前記第2レンズ群は、3枚以下のレンズで構成されることを特徴とする請求項1から16のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 18】

前記フォーカスレンズ群は、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の1つの正レンズ要素からなることを特徴とする請求項1から17のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 19】

前記第2レンズ群は、像ぶれ補正に際し、光軸に対して垂直な成分を含む方向に移動することを特徴とする請求項1から18のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 20】

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群からなることを特徴とする請求項1から19のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 21】

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群からなることを特徴とする請求項1から19のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 22】

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、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レンズ群からなることを特徴とする請求項1から19のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 23】

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第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レンズ群からなることを特徴とする請求項1から19のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 24】

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第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、正の屈折力の第6レンズ群からなることを特徴とする請求項1から19のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 25】

請求項1から24のいずれか一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と、を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 26】

広角端における前記撮像素子の有効像円径が、望遠端における有効像円径よりも小さいことを特徴とする請求項25に記載の撮像装置。

【請求項 27】

請求項1から24のいずれか一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とを有することを特徴とする撮像システム。

【請求項 28】

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27に記載の撮像システム。

【請求項 29】

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27または28に記載の撮像システム。

【請求項 30】

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27から29のいずれか一項に記載の撮像システム。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズに関し、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、放送用カメラ、監視カメラ等のような固体撮像素子を用いた撮像装置、或いは銀塩写真フィルムを用いたカメラ等の撮像装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

撮像装置に用いられるズームレンズは、広画角であり、小型かつ良好な光学特性であることが要望されている。広画角の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を配置した、所謂ネガティブリード型のズームレンズが知られている。

10

【0003】

負の屈折力のレンズ群が先行するネガティブリード型のズームレンズは、広画角化が比較的容易であり、又長いバックフォーカスが容易に得られるという特徴がある。しかしながら、ネガティブリード型のズームレンズは開口絞りに対し、レンズ構成が非対称となる傾向があるため、諸収差の補正が難しく、例えばフォーカシングの際の収差変動の抑制が困難となり、高い光学性能を得ることが大変難しい。特に第1レンズ群L1よりも像側に配置されるレンズ群でフォーカシングを行うインナーフォーカス方式では、フォーカスレンズ群を小型、軽量化しやすく、高速なフォーカシングを行うことが容易であるが、フォーカシングの際の収差変動が増大する傾向がある。フォーカスレンズ群を小型、軽量化しつつ良好な光学性能を実現するためには、フォーカスレンズ群を含めた、各レンズ群のパワー配置を適切に設定することが重要となる。

20

【0004】

特許文献1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、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群よりなるズームレンズを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2019-040029号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に記載のズームレンズでは、フォーカスレンズ群の小型化を達成しているが、光学性能は不十分であった。

【0007】

本発明は、小型かつ良好な光学特性を有するズームレンズ及びそれを有する撮像装置、撮像システムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一側面としてのズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群と、正の屈折力の第2レンズ群と、1つ以上のレンズ群を含む後群からなり、ズーミングに際して隣接するレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、前記後群は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して像側から物体側へ移動する正の屈折力のフォーカスレンズ群を含み、前記フォーカスレンズ群の焦点距離を f_{LP} 、前記第1レンズ群の焦点距離を f_{L1} 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_{L2} とすると、

40

$$1.20 < f_{LP} / f_{L2} < 3.20$$

$$-3.00 < f_{L1} / f_{L2} < -0.85$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

【0009】

本発明の他の目的及び特徴は、以下の実施形態において説明される。

50

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、小型かつ良好な光学特性を有するズームレンズ及びそれを有する撮像装置、撮像システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施例1のズームレンズのレンズ断面図である。

【図2】実施例1のズームレンズの収差図である。

【図3】実施例2のズームレンズのレンズ断面図である。

【図4】実施例2のズームレンズの収差図である。

10

【図5】実施例3のズームレンズのレンズ断面図である。

【図6】実施例3のズームレンズの収差図である。

【図7】実施例4のズームレンズのレンズ断面図である。

【図8】実施例4のズームレンズの収差図である。

【図9】実施例5のズームレンズのレンズ断面図である。

【図10】実施例5のズームレンズの収差図である。

【図11】実施例6のズームレンズのレンズ断面図である。

【図12】実施例6のズームレンズの収差図である。

【図13】撮像装置の概略図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0012】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置の実施例について、添付の図面に基づいて説明する。

【0013】

図1、図3、図5、図7、図9、図11は、それぞれ実施例1乃至6のズームレンズL0の広角端での無限遠に合焦した状態（無限遠合焦状態）でのレンズ断面図である。各実施例のズームレンズL0は、デジタルビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、放送用カメラ、銀塩フィルム用カメラ、監視用カメラ等の撮像装置や交換レンズを含む光学機器に用いられる。

【0014】

30

各レンズ断面図において左方が物体側で、右方が像側である。各実施例のズームレンズL0は、複数のレンズ群を有して構成されている。本願明細書におけるレンズ群とは1枚のレンズまたは複数のレンズから構成されるズームレンズL0の構成要素である。レンズ群は、開口絞りやフレアカット絞りを含んでも良い。各実施例のズームレンズL0において、広角端から望遠端のズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔は変化する。

【0015】

各レンズ断面図において、LiはズームレンズL0に含まれるレンズ群のうち物体側から数えてi番目（iは自然数）のレンズ群を表している。また、SPは開口絞りである。FPはフレアカット絞りであり、不要光をカットしている。IPは像面であり、各実施例のズームレンズL0をデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラの撮影光学系として使用する際にはCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面が配置される。各実施例のズームレンズL0を銀塩フィルム用カメラの撮影光学系として使用する際には、像面IPにはフィルム面に相当する感光面が置かれる。

40

【0016】

各レンズ断面図に示した実線の矢印は、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簡略化して表したものである。なお、本願明細書において広角端および望遠端は各レンズ群が、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。また、各レンズ断面図に示した破線の矢印は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際してのレンズ群の移動軌跡を簡略化して表したものである。

【0017】

50

図 2、図 4、図 6、図 8、図 10、図 12 は、それぞれ実施例 1 乃至 6 のズームレンズ L0 の収差図である。各収差図はそれぞれ無限遠合焦時について表しており、(A) は広角端における収差図、(B) は中間ズーム位置における収差図、(C) は望遠端における収差図である。

【0018】

球面収差図において Fno は F ナンバーであり、d 線 (波長 587.6 nm)、g 線 (波長 435.8 nm) に対する球面収差量を示している。非点収差図において S はサジタル像面における非点収差量、M はメリディオナル像面における非点収差量を示している。歪曲収差図において d 線に対する歪曲収差量を示している。色収差図では g 線における色収差量を示している。は撮像半画角 (°) であり、近軸計算による画角である。

10

【0019】

次に、各実施例のズームレンズ L0 における特徴的な構成について述べる。

【0020】

各実施例のズームレンズ L0 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 L1、正の屈折力の第 2 レンズ群 L2、1 つ以上のレンズ群を含む後群 LR からなる。後群 LR は、第 2 レンズ群 L2 より像側に配置された全てのレンズ群から成る。ズームレンズ L0 は、ズーミングに際して隣接するレンズ群の間隔が変化するズームレンズである。後群 LR は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して像側から物体側へ移動する正の屈折力のレンズ群 LP (フォーカスレンズ群) を含む。

【0021】

20

なお、各実施例のズームレンズ L0 において、第 1 レンズ群 L1 は、物体側から像側へ順に配置された、負レンズ G1 (第 1 負レンズ)、負レンズ G2 (第 2 負レンズ) を含むことが好ましい。

【0022】

第 1 レンズ群 L1 よりも像側に配置されるレンズ群でフォーカシングを行うインナーフォーカス方式では、フォーカスレンズ群を小型、軽量化しやすく、高速なフォーカシングを行うことが容易であるが、フォーカシングの際の収差変動が増大する傾向がある。フォーカスレンズ群を小型、軽量化しつつ良好な光学性能を実現するためには、フォーカスレンズ群を含めた、各レンズ群のパワー配置を適切に設定することが重要となる。

【0023】

30

そこで、各実施例のズームレンズ L0 では、各レンズ群の焦点距離を適切に設定している。具体的には、各実施例のズームレンズ L0 は、以下の条件式 (1) と条件式 (2) を満足している。

【0024】

$$1.20 < f_{LP} / f_{L2} < 3.20 \quad \dots (1)$$

$$-3.00 < f_{L1} / f_{L2} < -0.85 \quad \dots (2)$$

ここで、 f_{LP} はレンズ群 LP の焦点距離、 f_{L1} は第 1 レンズ群 L1 の焦点距離、 f_{L2} は第 2 レンズ群 L2 の焦点距離である。

【0025】

条件式 (1) は、レンズ群 LP の焦点距離 f_{LP} と第 2 レンズ群 L2 の焦点距離 f_{L2} の比に関するものである。条件式 (1) の下限値を下回ると、レンズ群 LP の屈折力が強くなり、フォーカシングに伴う球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑制することが困難となる。一方、条件式 (1) の上限値を上回ると、レンズ群 LP の屈折力が弱くなり、フォーカシングに伴う移動量が長くなる。

40

【0026】

条件式 (2) は、第 1 レンズ群 L1 の焦点距離 f_{L1} と第 2 レンズ群 L2 の焦点距離 f_{L2} の比に関するものである。条件式 (2) の下限値を下回ると、第 1 レンズ群 L1 の屈折力が弱くなりすぎて、ズームレンズの小型化が困難となる。一方、条件式 (2) の上限値を上回ると、第 1 レンズ群 L1 の負の屈折力が強くなりすぎて、第 1 レンズ群 L1 で発生するコマ収差や像面湾曲等の軸外収差が増加し十分に補正することが困難となる。

50

【 0 0 2 7 】

以上の構成により、小型かつ良好な光学特性を有するズームレンズが得られる。

【 0 0 2 8 】

なお、上述した条件式 (1)、(2) の数値範囲を以下の条件式 (1 a)、(2 a) の範囲とすることがより好ましい。

【 0 0 2 9 】

$$1.30 < f_{LP} / f_{L2} < 3.10 \quad \dots (1a)$$

$$-2.50 < f_{L1} / f_{L2} < -0.90 \quad \dots (2a)$$

また、条件式 (1 a)、(2 a) の数値範囲は、以下の条件式 (1 b)、(2 b) の範囲とすることがさらに好ましい。

【 0 0 3 0 】

$$1.40 < f_{LP} / f_{L2} < 3.05 \quad \dots (1b)$$

$$-2.00 < f_{L1} / f_{L2} < -0.95 \quad \dots (2b)$$

ここで、各実施例のズームレンズ L 0 は歪曲収差の発生を許容した設計になっている。近年の技術発展による電子収差補正技術の利用を前提として考えた場合に、この画像処理技術によって歪曲収差起因の画像の歪みを補正することができる。そのため、これらのズームレンズ L 0 を有する撮像光学系は当該ズームレンズ L 0 が有する歪曲収差量の設計値を有している。当該撮像光学系を用いて撮影された電子画像は、当該歪曲収差量の設計値を用いて任意の画像処理部（例えばカメラボディ等の撮像装置に付属する CPU）における画像処理により補正される。

【 0 0 3 1 】

歪曲収差の発生を許容したズームレンズにおいては、歪曲収差を補正するためのレンズが不要となるため、ズームレンズの小型化や軽量化が容易となる。特に、広角端における撮像素子の有効撮像範囲（有効像円径）を望遠端における有効撮像範囲（有効像円径）より小さくし、上記歪曲収差の補正を行うことによって、前玉径の小型化に寄与する。

【 0 0 3 2 】

各実施例のズームレンズ L 0 においては、一部のレンズ又は一部のレンズ群を像ぶれ補正に際して光軸に対して垂直な成分を含む方向（好ましくは、光軸に対して垂直方向）に平行偏心（移動）させることで、防振光学系としての機能を有するようにしても良い。また、最も像側に配置されたレンズと撮像面との間に、ローパスフィルターや赤外カットフ

【 0 0 3 3 】

次に、各実施例のズームレンズ L 0 において、満足することが好ましい条件について述べる。

【 0 0 3 4 】

各実施例のズームレンズ L 0 は、以下の条件式 (3) 乃至 (1 2) のうち 1 つ以上を満足することが好ましい。

【 0 0 3 5 】

$$0.25 < DSPW / TLW < 0.53 \quad \dots (3)$$

$$1.40 < nd_{G1} < 1.69 \quad \dots (4)$$

$$4.5 < d_{G1} < 9.5 \quad \dots (5)$$

$$1.40 < nd_{LPP} < 1.65 \quad \dots (6)$$

$$4.5 < d_{LPP} < 9.5 \quad \dots (7)$$

$$1.60 < nd_{L1P} < 2.10 \quad \dots (8)$$

$$1.5 < d_{L1P} < 4.5 \quad \dots (9)$$

$$0.50 < MLP / ML2 < 1.50 \quad \dots (10)$$

$$0 < f_{G1} / f_{G2} < 0.42 \quad \dots (11)$$

$$-3.00 < (G1R2 + G1R1) / (G1R2 - G1R1) < -0.10$$

・ ・ ・ (1 2)

ここで、DSPW は広角端における開口絞り SP から像面 IP までの光軸上の距離であ

る。 TLW は、広角端におけるズームレンズ $L0$ のレンズ全長である。 $ndG1$ は負レンズ $G1$ の d 線に対する屈折率、 $dG1$ は負レンズ $G1$ の d 線に対するアッペ数である。 $ndLPP$ はレンズ群 LP に含まれる正レンズのうち、最も屈折力の強い（屈折力の値が最も大きい）正レンズ LPP の d 線に対する屈折率である。ここで、屈折力とは焦点距離の逆数で表されるものであり、屈折力が強いというのは、焦点距離の逆数の値が大きい（焦点距離の値が小さい）ことをいう。 $dLPP$ は、レンズ群 LP に含まれる正レンズのうち、最も屈折力の強い（屈折力の値が最も大きい）正レンズ LPP の d 線に対するアッペ数である。 $ndL1P$ は、第1レンズ群 $L1$ に含まれる正レンズのうち、最も屈折力の強い（屈折力の値が最も大きい）正レンズ $L1P$ の d 線に対する屈折率である。 $dL1P$ は、第1レンズ群 $L1$ に含まれる正レンズのうち、最も屈折力の強い（屈折力の値が最も大きい）正レンズ $L1P$ の d 線に対するアッペ数である。 MLP は、無限遠に合焦した状態における、広角端から望遠端へのズーミングに際してのレンズ群 LP の移動量である。なお、移動量の符号は、レンズ群 LP 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に負、像側に位置するときに正とする。 $ML2$ は、広角端から望遠端へのズーミングに際しての第2レンズ群 $L2$ の移動量である。なお、移動量の符号は、第2レンズ群 $L2$ 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に負、像側に位置するときに正とする。 $fG1$ は負レンズ $G1$ の焦点距離、 $fG2$ は負レンズ $G2$ の焦点距離である。 $G1R2$ は負レンズ $G1$ の像側のレンズ面の曲率半径、 $G1R1$ は負レンズ $G1$ の物体側のレンズ面の曲率半径である。

【0036】

条件式(3)は、広角端における開口絞り SP から像面 IP までの光軸上の距離 DSW と広角端におけるレンズ全長 TLW の比に関するものである。開口絞り SP を適切な位置に配置することで、開口絞り SP を小径化しつつズームレンズ $L0$ を小型化することが容易となる。条件式(3)の下限値を下回り、開口絞り SP から像面 IP までの距離が短くなりすぎると、開口絞り SP よりも物体側に配置されるレンズの外径が大きくなりやすい。そのため、ズームレンズ $L0$ の小型化が困難となり好ましくない。一方、条件式(3)の上限値を上回り、開口絞り SP から像面 IP までの距離が長くなりすぎると、第1レンズ群 $L1$ で発散した光束が収束されないまま開口絞り SP へ入射する。そのため、開口絞り SP を小径化することが困難となり、ズームレンズ $L0$ の小型化が困難となり好ましくない。

【0037】

条件式(4)は、負レンズ $G1$ の屈折率 $ndG1$ に関する。条件式(4)の下限値を下回ると、屈折率が低くなるため、比重が小さい硝材が多い傾向にある。そのためズームレンズ $L0$ の軽量化には有効であるが、屈折力が弱くなるため小型化が困難になり好ましくない。条件式(4)の上限値を上回ると、レンズの比重が大きくなり、軽量化が困難となるため、好ましくない。

【0038】

条件式(5)は、負レンズ $G1$ の d 線に対するアッペ数 $dG1$ に関する。条件式(5)の下限値を下回ると、倍率色収差を補正することが困難となり好ましくない。また、条件式(5)の上限値を上回ると、倍率色収差の補正が過大となるため好ましくない。

【0039】

条件式(6)は、レンズ群 LP に含まれる正レンズのうち、最も屈折力の強い正レンズ LPP の d 線に対する屈折率 $ndLPP$ に関する。条件式(6)の下限値を下回ると、正レンズ LPP の屈折率が低くなりすぎて適切な屈折力を得るためにレンズ面の曲率半径が小さくなり。このため、球面収差をはじめとする諸収差の補正が困難となるため好ましくない。一方、条件式(6)の上限値を上回ると、正レンズ LPP の比重が大きくなる傾向にあり、軽量化が困難となるため、好ましくない。

【0040】

条件式(7)は、レンズ群 LP に含まれる正レンズのうち、最も屈折力の強い正レンズ LPP の d 線に対するアッペ数 $dLPP$ に関する。条件式(7)の下限値を下回ると、

倍率色収差と軸上色収差を補正することが困難となり好ましくない。条件式(7)の上限値を上回ると、倍率色収差と軸上色収差の補正が過大となるため好ましくない。

【0041】

条件式(8)は、第1レンズ群L1に含まれる正レンズのうち、最も屈折力の強い正レンズL1Pのd線に対する屈折率 n_{dL1P} に関する。条件式(8)の上限値を上回り、正レンズL1Pの屈折率が高くなると、レンズ全系でのベッツバール和が小さくなりすぎて像面湾曲の補正が困難となるため、好ましくない。一方、条件式(8)の下限値を下回り、正レンズL1Pの屈折率が低くなると、レンズ全系でのベッツバール和が大きくなるため像面湾曲の補正が困難となり好ましくない。また、適切な屈折力を得るためにレンズ面の曲率半径が小さくなり、コマ収差を始めとする軸外の収差の補正が困難となるため、好ましくない。

10

【0042】

条件式(9)は、第1レンズ群L1に含まれる正レンズのうち、最も屈折力の強い正レンズL1Pのd線に対するアッペ数 d_{L1P} に関する。条件式(9)の下限値を下回ると、倍率色収差の補正が困難となるため好ましくない。一方、条件式(9)の上限値を上回ると、倍率色収差と軸上色収差の補正が不足するため、好ましくない。

【0043】

条件式(10)は、無限遠に合焦した状態で広角端から望遠端へのズーミングに際してのレンズ群LPの移動量 M_{LP} と、広角端から望遠端へのズーミングに際しての第2レンズ群L2の移動量 M_{L2} の比に関するものである。条件式(10)の下限値を下回ると、第2レンズ群L2の移動量が大きくなり、広角端でのレンズ全長が増大するため、好ましくない。一方、条件式(10)の上限値を上回ると、第2レンズ群L2の移動量が小さくなり、所望の変倍比を得るために第2レンズ群L2の屈折力が強くなる。そのため、ズーミングに伴う球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑制することが困難となるため、好ましくない。

20

【0044】

条件式(11)は、負レンズG1の焦点距離 f_{G1} と負レンズG2の焦点距離 f_{G2} の比に関するものである。条件式(11)の下限値を下回ると、負レンズG1または負レンズG2の一方が正レンズとなることとなり、広角化が困難となるため、好ましくない。なお、負レンズG1の焦点距離が負レンズG2の焦点距離と比べて絶対値が過度に小さくなると広角化と高性能化を両立させにくくなる場合があるため、以下に述べるように、条件式(11)の下限値として0より大きな値を設定することも好ましい。条件式(11)の上限値を上回ると、負レンズG1の屈折力が弱くなり、ズームレンズL0の小型化が困難になるため、好ましくない。または負レンズG2の屈折力が強くなり、像面湾曲等の軸外収差の補正が困難になるため、好ましくない。

30

【0045】

条件式(12)は、負レンズG1の形状に関するものである。条件式(12)の下限値を下回ると、負レンズG1は負の屈折力を持つので、物体側に凸のメニスカス形状で、かつ屈折力の弱い形状となる。そうすると、負レンズG1で十分な屈折力が得られないため、負レンズG1より像側のレンズの屈折力が強くなり、像面湾曲等の軸外収差の補正が困難となるため好ましくない。一方、条件式(12)の上限値を上回ると、負レンズG1は両凹形状または像側に凸のメニスカス形状となり、かつ負レンズG1の物体側の面の曲率半径が小さくなる。そうすると、負レンズG1の物体側の面で発生する像面湾曲等の軸外収差の発生が増大し、補正が困難となるため、好ましくない。または、負レンズG1は屈折力の弱い形状となるため、像面湾曲等の軸外収差の補正が困難となり、好ましくない。

40

【0046】

なお、条件式(3)乃至(12)の数値範囲を以下の条件式(3a)乃至(12a)の数値範囲とすることがより好ましい。

【0047】

$$0.28 < DSPW / TLW < 0.51$$

$$\cdots (3a)$$

50

$1.50 < \text{nd G1} < 1.67$ ・・・ (4a)
 $50 < \text{d G1} < 85$ ・・・ (5a)
 $1.45 < \text{nd LPP} < 1.63$ ・・・ (6a)
 $55 < \text{d LPP} < 90$ ・・・ (7a)
 $1.65 < \text{nd L1P} < 2.05$ ・・・ (8a)
 $18 < \text{d L1P} < 40$ ・・・ (9a)
 $0.60 < \text{MLP} / \text{ML2} < 1.40$ ・・・ (10a)
 $0.05 < \text{f G1} / \text{f G2} < 0.41$ ・・・ (11a)
 $-2.50 < (\text{G1R2} + \text{G1R1}) / (\text{G1R2} - \text{G1R1}) < -0.30$
 ・・・ (12a)

10

また、条件式(3)乃至(12)の数値範囲は、以下の条件式(3b)乃至(12b)の数値範囲とすることがさらに好ましい。

【0048】
 $0.30 < \text{DSPw} / \text{TLw} < 0.50$ ・・・ (3b)
 $1.55 < \text{nd G1} < 1.65$ ・・・ (4b)
 $55 < \text{d G1} < 75$ ・・・ (5b)
 $1.48 < \text{nd LPP} < 1.61$ ・・・ (6b)
 $65 < \text{d LPP} < 85$ ・・・ (7b)
 $1.68 < \text{nd L1P} < 2.01$ ・・・ (8b)
 $20 < \text{d L1P} < 35$ ・・・ (9b)
 $0.70 < \text{MLP} / \text{ML2} < 1.30$ ・・・ (10b)
 $0.09 < \text{f G1} / \text{f G2} < 0.40$ ・・・ (11b)
 $-2.00 < (\text{G1R2} + \text{G1R1}) / (\text{G1R2} - \text{G1R1}) < -0.50$
 ・・・ (12b)

20

次に、各実施例のズームレンズL0において、満足することが好ましい構成について述べる。

【0049】

第1レンズ群L1は、物体側から像側へ順に配置された、負レンズG1、負レンズG2、正レンズL1Pから成ることが好ましい。これにより、広角端における像面湾曲等の軸外収差を補正が容易となる。

30

【0050】

負レンズG2の物体側および像側のレンズ面の少なくとも一方は、非球面形状を有することが好ましい。これにより、広角端におけるコマ収差や像面湾曲等の軸外収差の補正が容易となる。

【0051】

負レンズG2は、樹脂材料よりなることが好ましい。レンズの外径が大きくなりやすい負レンズG2に樹脂材料を使用することで、ズームレンズL0の軽量化が容易となる。

【0052】

負レンズG1と負レンズG2は、光軸上において空気間隔を有することが好ましい。これにより、コマ収差や像面湾曲等の軸外収差の補正が容易となる。

40

【0053】

像ぶれ補正に際し、第2レンズ群L2を光軸に対して垂直な成分を含む方向（好ましくは、光軸に対して垂直方向）に平行偏心（移動）させることが好ましい。像ぶれ補正のレンズ群を、光束が収斂している第2レンズ群L2とすることで、像ぶれ補正のレンズ群の小型化が容易となる。

【0054】

第2レンズ群L2は、3枚以下のレンズで構成されることが好ましい。これにより、ズームレンズL0の軽量化が容易となる。

【0055】

第2レンズ群L2が開口絞りSPを含み、開口絞りSPは、第2レンズ群L2の最も像

50

側に配置されることが好ましい。第2レンズL2の像側は光束が収斂しているため開口絞りSPの小型化が容易となる。

【0056】

後群LRに含まれる正の屈折力のレンズ群LPが像側から物体側へ移動することで、無限遠から至近距離へのフォーカシングを行うことが好ましい。第2レンズ群L2より像側では軸上光線が収斂している。これにより、フォーカシング時の球面収差をはじめとする諸収差の変動を抑えることが容易となる。

【0057】

レンズ群LPは、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の1つの正レンズ要素からなることが好ましい。ここで1つのレンズ要素とは、単レンズまたは接合レンズである。レンズ群LPの物体側のレンズ面を凹面とすることで、レンズ面に対する軸外光線の入射角度を緩めることができ、フォーカシング時の像面湾曲等の軸外収差の変動を抑えることが容易となる。

【0058】

次に、各実施例のズームレンズL0について詳細に述べる。

【0059】

実施例1と実施例2のズームレンズL0は、第1レンズ群L1、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から成る。実施例1と実施例2のズームレンズL0において、第3レンズ群L3および第4レンズ群L4が後群LRに相当する。広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群L1は像側に凸の軌跡で移動し、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4は物体側に単調移動する。なお、実施例1と実施例2のズームレンズL0において、第2レンズ群L2、第4レンズ群L4は、ズーミングの際に一体的に（同一の軌跡で）移動する。また、第3レンズ群L3が正の屈折力のレンズ群LPに相当し、第3レンズ群L3を光軸に沿って移動させることにより、無限遠物点から至近距離物点への合焦を行う。

【0060】

実施例3のズームレンズL0は、第1レンズ群L1、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レンズ群L4から成る。実施例3のズームレンズL0において、第3レンズ群L3および第4レンズ群L4が後群LRに相当する。広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群L1は像側に凸の軌跡で移動し、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4は物体側に単調移動する。なお、実施例3のズームレンズL0において、第2レンズ群L2、第4レンズ群L4は、ズーミングの際に一体的に（同一の軌跡で）移動する。また、第3レンズ群L3が正の屈折力のレンズ群LPに相当し、第3レンズ群L3を光軸に沿って移動させることにより、無限遠物点から至近距離物点への合焦を行う。

【0061】

実施例4のズームレンズL0は、第1レンズ群L1、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4のズームレンズL0において、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4、第5レンズ群L5が後群LRに相当する。広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群L1は像側に凸の軌跡で移動し、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4は物体側に単調移動し、第5レンズ群L5は像側に単調移動する。なお、実施例4のズームレンズL0において、第2レンズ群L2、第4レンズ群L4は、ズーミングの際に一体的に（同一の軌跡で）移動する。また、第3レンズ群L3が正の屈折力のレンズ群LPに相当し、第3レンズ群L3を光軸に沿って移動させることにより、無限遠物点から至近距離物点への合焦を行う。

【0062】

実施例5のズームレンズL0は、第1レンズ群L1、第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4、負の屈折力の第5レンズ群L5から成る。実施例5のズームレンズL0において、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4、第

5 レンズ群 L 5 が後群 L R に相当する。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 は像側に凸の軌跡で移動し、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 は物体側に単調移動する。なお、実施例 5 のズームレンズ L 0 において、第 2 レンズ群 L 2、第 5 レンズ群 L 5 は、ズーミングの際に一体的に（同一の軌跡で）移動する。また、第 4 レンズ群 L 4 が正の屈折力のレンズ群 L P に相当し、第 4 レンズ群 L 4 を光軸に沿って移動させることにより、無限遠物点から至近距離物点への合焦を行う。

【 0 0 6 3 】

実施例 6 のズームレンズ L 0 は、第 1 レンズ群 L 1、第 2 レンズ群 L 2、負の屈折力の第 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、正の屈折力の第 6 レンズ群 L 6 から成る。実施例 6 のズームレンズ L 0 において、第 3 レンズ群 L 3、第 4 レンズ群 L 4、第 5 レンズ群 L 5、第 6 レンズ群 L 6 が後群 L R に相当する。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 は像側に凸の軌跡で移動し、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、第 6 レンズ群 L 6 は物体側に単調移動する。なお、実施例 6 のズームレンズ L 0 において、第 2 レンズ群 L 2、第 5 レンズ群 L 5 は、ズーミングの際に一体的に（同一の軌跡で）移動する。また、第 4 レンズ群 L 4 が正の屈折力のレンズ群 L P に相当し、第 4 レンズ群 L 4 を光軸に沿って移動させることにより、無限遠物点から至近距離物点への合焦を行う。

【 0 0 6 4 】

以下に、実施例 1 乃至 6 にそれぞれ対応する数値実施例 1 乃至 6 を示す。

【 0 0 6 5 】

各数値実施例の面データにおいて、 r は各光学面の曲率半径、 d (mm) は第 m 面と第 $(m+1)$ 面との間の軸上間隔（光軸上の距離）を表わしている。ただし、 m は光入射側から数えた面の番号である。また、 n_d は各光学部材の d 線に対する屈折率、 d は光学部材のアッペ数を表わしている。なお、ある材料のアッペ数 d は、フラウンホーファ線の d 線 (587.6nm)、F 線 (486.1nm)、C 線 (656.3nm) における屈折率を N_d 、 N_F 、 N_C とするとき、

$$d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

で表される。

【 0 0 6 6 】

なお、各数値実施例において、 d 、焦点距離 (mm)、F ナンバー、半画角 (°) は全て各実施例のズームレンズ L 0 が無限遠物体に焦点を合わせたときの値である。「バックフォーカス」は、レンズ最終面（最も像側のレンズ面）から近軸像面までの光軸上の距離を空気換算長により表記したものである。「レンズ全長」は、ズームレンズ L 0 の最前面（最も物体側のレンズ面）から最終面までの光軸上の距離にバックフォーカスを加えた長さである。「レンズ群」は、複数のレンズから構成される場合に限らず、1 枚のレンズから構成される場合も含むものとする。

【 0 0 6 7 】

また、光学面が非球面の場合は、面番号の右側に、* の符号を付している。非球面形状は、 X を光軸方向の面頂点からの変位量、 h を光軸と垂直な方向の光軸からの高さ、 R を近軸曲率半径、 K を円錐定数、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} を各次数の非球面係数とするとき、

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

で表している。なお、各非球面係数における「 $e \pm X X$ 」は「 $\times 10 \pm X X$ 」を意味している。

[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
1	238.756	1.40	1.63854	55.4
2	18.479	7.21		
3*	994.673	3.70	1.53110	55.9
4	56.399	0.30		
5	28.004	3.60	1.69895	30.1
6	65.231	(可変)		
7	21.644	3.00	1.90366	31.3
8	-709.102	2.60		
9	-102.707	0.70	1.84666	23.9
10	16.164	0.37		
11	26.583	2.05	1.77250	49.6
12	-76.939	2.00		
13(絞り)		6.15		
14		(可変)		
15	-65.961	2.95	1.48749	70.2
16	-21.205	(可変)		
17*	-90.404	3.50	1.53110	55.9
18*	-1111.779	(可変)		

10

20

30

40

50

像面

非球面データ

第3面

K = 0.000000e+000 A 4= 2.06228e-006 A 6=-3.09541e-009 A 8= 7.24904e-011

A10=-3.07809e-013 A12= 9.19241e-016

第17面

K = 0.000000e+000 A 4=-1.01775e-004 A 6= 1.71677e-007 A 8= 1.83977e-010

A10=-1.16025e-011 A12= 2.80092e-014

第18面

K = 0.000000e+000 A 4=-9.00719e-005 A 6= 2.07355e-007 A 8=-1.21619e-010

A10=-4.95038e-012 A12= 1.35424e-014

各種データ

ズーム比 1.96

広角 中間 望遠

焦点距離 24.71 35.01 48.53

Fナンバー 4.63 5.66 6.48

半画角(°) 36.23 29.55 23.08

像高 18.10 19.85 20.68

レンズ全長 105.60 98.52 99.03

BF 16.94 25.84 37.19

d 6 27.85 11.87 1.02

d14 10.04 10.38 10.30

d16 11.24 10.91 10.98

d18 16.94 25.84 37.19

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1 1 -40.14

2 7 39.51

3 15 62.75
4 17 -185.51

[数値実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	194.836	1.40	1.63854	55.4
2	19.216	7.45		
3*	97.731	3.30	1.53110	55.9
4	50.481	0.15		
5	25.378	3.36	1.74077	27.8
6	40.484	(可変)		
7	28.994	1.78	1.95375	32.3
8	-2837.037	4.32		
9	-36.870	0.55	1.80810	22.8
10	26.363	0.35		
11	61.033	1.82	1.85150	40.8
12	-30.900	2.06		
13(絞り)		(可変)		
14		9.45		
15	-87.219	2.77	1.48749	70.2
16	-22.880	(可変)		
17*	-140.744	3.55	1.53110	55.9
18*	244.765	(可変)		

10

20

像面

非球面データ

第3面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.74257e-006 A 6=-2.46696e-009 A 8= 7.75729e-011

A10=-3.31377e-013 A12= 8.09051e-016

30

第17面

K = 0.00000e+000 A 4=-8.76708e-005 A 6= 1.10417e-007 A 8= 2.08926e-009

A10=-3.00779e-011 A12= 1.05365e-013

第18面

K = 0.00000e+000 A 4=-8.05410e-005 A 6= 2.07802e-007 A 8= 2.03128e-010

A10=-8.66422e-012 A12= 2.90115e-014

各種データ

ズーム比	1.96		
	広角	中間	望遠
焦点距離	24.72	36.55	48.52
Fナンバー	4.64	5.88	6.49
半画角(°)	36.09	28.56	23.01
像高	18.02	19.90	20.61
レンズ全長	108.53	98.64	98.06
BF	16.96	26.55	36.14
d 6	30.74	11.26	1.09
d 13	7.26	7.81	8.06
d 16	11.25	10.70	10.44

40

50

d18 16.96 26.55 36.14

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1 1 -44.09
2 7 41.43
3 14 62.74
4 17 -167.72

[数値実施例 3]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	232.845	1.40	1.62299	58.2
2	19.941	7.96		
3*	111.062	3.30	1.53110	55.9
4	51.120	0.15		
5	27.285	3.28	1.85026	32.3
6	42.225	(可変)		
7	21.725	3.96	1.95375	32.3
8	1131.357	2.85		
9	-46.823	0.55	1.80810	22.8
10	20.233	0.51		
11	60.580	1.70	1.80400	46.5
12	-36.758	1.68		
13(絞り)		(可変)		
14		5.20		
15	-49.571	2.22	1.49700	81.5
16	-27.201	(可変)		
17*	39.782	3.43	1.53110	55.9
18*	50.673	(可変)		

像面

非球面データ

第3面

K = 0.00000e+000 A 4 = 1.84216e-006 A 6 = 8.01311e-010 A 8 = 5.12
283e-011

A10 = -2.30863e-013 A12 = 5.59343e-016

第17面

K = 0.00000e+000 A 4 = -4.36850e-005 A 6 = -1.04709e-007 A 8 = 1.10
943e-009

A10 = -6.81115e-012 A12 = 1.19305e-014

第18面

K = 0.00000e+000 A 4 = -4.39901e-005 A 6 = -9.00326e-008 A 8 = 9.46
107e-010

A10 = -5.28840e-012 A12 = 9.00245e-015

各種データ

ズーム比	1.96		
	広角	中間	望遠
焦点距離	24.71	36.32	48.52
Fナンバー	4.64	5.88	6.49
半画角 (°)	36.10	28.72	23.02
像高	18.02	19.90	20.62

10

20

30

40

50

レンズ全長	111.00	99.87	98.01
BF	16.96	26.97	36.98
d 6	34.02	12.88	1.01
d13	14.34	17.31	17.82
d16	7.48	4.50	3.99
d18	16.96	26.97	36.98

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	-46.24
2	7	38.99
3	14	117.40
4	17	314.18

10

[数値実施例 4]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	-1120.940	1.40	1.63854	55.4
2	29.481	9.39		
3*	-105.871	3.30	1.53110	55.9
4*	-390.341	0.15		
5	37.169	5.61	2.00100	29.1
6	55.239	(可変)		
7	22.578	3.84	1.85150	40.8
8	-4398.814	3.78		
9	-49.047	3.04	1.76182	26.5
10	19.940	0.38		
11	38.988	1.70	1.77250	49.6
12	-50.780	1.49		
13(絞り)		(可変)		
14		8.31		
15	-60.430	2.44	1.53775	74.7
16	-28.373	(可変)		
17*	27.547	3.42	1.53110	55.9
18*	19.381	(可変)		
19	-476.759	2.53	1.98612	16.5
20	-139.384	(可変)		

20

30

像面

非球面データ

第3面

K = 0.00000e+000	A 4 = 1.73506e-005	A 6 = -5.81504e-008	A 8 = 2.33	40
------------------	--------------------	---------------------	------------	----

643e-010	A10 = -4.73065e-013	A12 = 3.72284e-016
----------	---------------------	--------------------

第4面

K = 2.78976e+002	A 4 = 1.77155e-005	A 6 = -5.73090e-008	A 8 = 2.47
------------------	--------------------	---------------------	------------

146e-010	A10 = -5.30598e-013	A12 = 4.44306e-016
----------	---------------------	--------------------

第17面

K = 0.00000e+000	A 4 = -1.15240e-004	A 6 = 1.08980e-007	A 8 = 1.09
------------------	---------------------	--------------------	------------

284e-009	A10 = -9.51817e-012	A12 = 2.49887e-014
----------	---------------------	--------------------

50

第18面

$K = 0.000000e+000$ $A_4 = -1.42130e-004$ $A_6 = 2.49994e-007$ $A_8 = 5.94173e-011$

$A_{10} = -4.17813e-012$ $A_{12} = 1.06545e-014$

各種データ

ズーム比 2.07

	広角	中間	望遠
焦点距離	26.52	40.09	55.00
Fナンバー	4.63	5.88	6.49
半画角 (°)	34.19	26.40	20.54
像高	18.02	19.90	20.61
レンズ全長	130.02	109.61	101.49
BF	11.57	11.28	11.00
d6	47.80	18.28	1.05
d13	12.86	15.19	14.62
d16	4.53	2.19	2.76
d18	2.50	11.89	21.29
d20	11.57	11.28	11.00

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	-66.85
2	7	42.89
3	14	96.88
4	17	-144.01
5	19	199.00

[数値実施例 5]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	80.208	1.40	1.63854	55.4
2	19.361	14.61		
3*	-164.348	2.80	1.53110	55.9
4*	253.136	0.15		
5	38.801	2.51	1.92286	20.9
6	55.307	(可変)		
7	21.105	4.44	1.91082	35.3
8	-157.113	0.10		
9	-95.832	4.01	1.85451	25.2
10	15.464	0.27		
11	20.249	2.55	1.63930	44.9
12	-54.619	1.98		
13(絞り)		(可変)		
14	-20.018	0.80	1.83481	42.7
15	-24.304	(可変)		
16		5.38		
17	-79.509	2.82	1.49700	81.5
18	-23.407	(可変)		
19*	106.844	3.57	1.53110	55.9
20*	35.485	(可変)		

像面

10

20

30

40

50

非球面データ

第3面

$K = 0.000000e+000$ $A_4 = 8.19088e-006$ $A_6 = -4.23962e-008$ $A_8 = 4.87158e-011$

$A_{10} = 2.63400e-013$ $A_{12} = -6.28278e-016$

第4面

$K = -1.79037e+002$ $A_4 = 6.17666e-006$ $A_6 = -5.09905e-008$ $A_8 = 3.25197e-011$

$A_{10} = 3.67841e-013$ $A_{12} = -9.82139e-016$

第19面

$K = 0.000000e+000$ $A_4 = -1.33629e-004$ $A_6 = 9.73781e-008$ $A_8 = 1.70352e-009$

$A_{10} = -1.81236e-011$ $A_{12} = 4.81540e-014$

第20面

$K = 0.000000e+000$ $A_4 = -1.31273e-004$ $A_6 = 3.10386e-007$ $A_8 = 7.12932e-012$

$A_{10} = -5.06314e-012$ $A_{12} = 1.39234e-014$

各種データ

ズーム比 2.35

広角 中間 望遠

焦点距離	20.61	33.70	48.50
Fナンバー	4.63	5.88	6.49
半画角(°)	41.17	30.56	23.03
像高	18.02	19.90	20.61
レンズ全長	120.00	104.38	100.66
BF	10.49	20.91	31.34
d6	41.21	15.16	1.01
d13	4.86	6.13	7.40
d15	6.56	8.20	6.82
d18	9.48	6.58	6.69
d20	10.49	20.91	31.34

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	-45.32
2	7	32.92
3	14	-148.57
4	16	65.65
5	19	-101.81

[数値実施例 6]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	91.050	1.40	1.63854	55.4
2	22.276	17.49		
3*	-59.262	2.80	1.53110	55.9
4*	-858.745	0.15		
5	46.234	3.30	1.92286	20.9
6	79.048	(可変)		
7	21.043	4.64	1.80400	46.5
8	172.624	2.15		

9	-5060.863	4.00	1.73037	32.2
10	13.782	0.37		
11	17.389	4.12	1.75500	52.3
12	-278.333	1.71		
13 (絞り)	(可変)			
14 *	-66.256	1.20	1.82165	24.0
15	-282.440	3.65		
16	(可変)			
17	-129.496	4.64	1.59522	67.7
18	-13.532	1.00	1.72916	54.7
19	-22.824	(可変)		
20 *	110.948	2.98	1.53110	55.9
21 *	29.174	(可変)		
22	154.476	2.41	1.98612	16.5
23	-14900.415	(可変)		

像面

非球面データ

第3面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.47198e-005 A 6=-8.08847e-008 A 8= 1.65476e-010

A10=-1.37297e-013 A12= 3.16753e-017

第4面

K = -8.61713e+003 A 4= 1.91654e-005 A 6=-6.74993e-008 A 8= 7.58767e-011

A10= 1.07307e-013 A12=-2.66741e-016

第14面

K = 0.00000e+000 A 4=-9.45333e-006 A 6= 1.17313e-007 A 8=-6.37183e-012

A10= 2.95045e-011 A12= 0.00000e+000

第20面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.23685e-004 A 6= 4.03138e-007 A 8= 6.98371e-010

A10=-1.74137e-011 A12= 5.43473e-014

第21面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.34776e-004 A 6= 5.78897e-007 A 8=-1.36238e-009

A10=-2.66916e-012 A12= 1.50537e-014

各種データ

ズーム比 2.84

	広角	中間	望遠
焦点距離	20.61	39.47	58.50
Fナンバー	4.64	5.88	6.49
半画角 (°)	41.17	26.75	19.41
像高	18.02	19.90	20.61
レンズ全長	135.00	120.11	125.50
BF	10.49	11.09	11.70
d 6	46.04	13.39	1.02
d13	2.30	4.06	5.83
d16	7.15	9.97	10.76
d19	9.71	5.12	2.57

10

20

30

40

50

d21 1.30 18.46 35.61
d23 10.49 11.09 11.70

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1 1 -47.50
2 7 34.88
3 14 -105.62
4 17 55.50
5 20 -75.48
6 22 155.06

10

各数値実施例における種々の値を、以下の表 1 にまとめて示す。

【 0 0 6 8 】

【 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
fG1	-31.445	-33.490	-35.095	-44.964	-40.330	-46.554
fG2	-112.730	-201.481	-181.813	-274.637	-187.194	-120.000
ndG1	1.639	1.639	1.623	1.639	1.639	1.639
fL1	-40.136	-44.094	-46.240	-66.855	-45.322	-47.499
fL2	39.511	41.433	38.995	42.893	32.920	34.883
fLP	62.750	62.737	117.402	96.881	65.648	55.498
ν dG1	55.38	55.38	58.16	55.38	55.38	55.38
ndLPP	1.487	1.487	1.497	1.538	1.497	1.595
ν dLPP	70.23	70.23	81.54	74.70	81.54	67.74
ndL1P	1.699	1.741	1.850	2.001	1.923	1.923
ν dL1P	30.130	27.790	32.270	29.134	20.881	20.881
MLP	-19.992	-18.374	-16.538	-16.456	-18.059	-28.381
ML2	-20.250	-19.181	-20.025	-18.218	-20.855	-35.521
DSPw	50.829	34.284	49.629	48.155	43.974	46.834
TLw	105.604	91.568	111.003	130.022	120.001	135.000
G1R2	18.479	19.216	19.941	22.250	19.361	22.272
G1R1	238.756	194.836	232.845	-128.744	80.208	85.085
(1) fLP/fL2	1.59	1.51	3.01	2.26	1.99	1.59
(2) fL1/fL2	-1.02	-1.06	-1.19	-1.56	-1.38	-1.36
(3) DSPw/TLw	0.48	0.37	0.45	0.37	0.37	0.35
(4) ndG1	1.64	1.64	1.62	1.64	1.64	1.64
(5) ν dG1	55.4	55.4	58.2	55.4	55.4	55.4
(6) ndLPP	1.487	1.487	1.497	1.538	1.497	1.595
(7) ν dLPP	70	70	82	75	82	68
(8) ndL1P	1.70	1.74	1.85	2.00	1.92	1.92
(9) ν dL1P	30	28	32	29	21	21
(10) MLP/ML2	0.99	0.96	0.83	0.90	0.87	0.80
(11) fG1/fG2	0.28	0.17	0.19	0.16	0.22	0.39
(12)(G1R2+G1R1) /(G1R2-G1R1)	-1.17	-1.22	-1.19	-0.71	-1.64	-1.71

20

30

40

【 0 0 6 9 】

[撮像装置]

次に、本発明のズームレンズ L 0 を撮像光学系として用いたデジタルカメラ（撮像装置

50

）の実施例について、図 13 を用いて説明する。図 13 は、本実施例の撮像装置（デジタルスチルカメラ）10 の概略図である。撮像装置 10 は、カメラ本体 13 と、上述した実施例 1 乃至 6 のいずれかと同様であるズームレンズ 11 と、カメラ本体 13 に内蔵され、ズームレンズ 11 によって形成される光学像を光電変換する受光素子（撮像素子）12 を備える。カメラ本体 13 はクイックターンミラーを有する所謂一眼レフカメラでも良いし、クイックターンミラーを有さない所謂ミラーレスカメラでも良い。

【0070】

本実施例の撮像装置 10 は、小型かつ良好な光学特性を有するズームレンズ 11 を有するため、高品位な画像を得ることができる。

【0071】

なお、受光素子 12 としては、CCD や CMOS センサ等の撮像素子を用いることができる。このとき、受光素子 12 により取得された画像の歪曲収差や色収差等の諸収差を電氣的に補正することにより、出力画像を高画質化することもできる。

【0072】

なお、上述した各実施例のズームレンズ L0 は、図 13 に示したデジタルスチルカメラに限らず、銀塩フィルム用カメラやビデオカメラ、望遠鏡等の種々の光学機器に適用することができる。

[撮像システム]

なお、各実施例のズームレンズ L0 と、ズームレンズ L0 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、ズームングやフォーカシング、像ぶれ補正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 L0 を制御することができる。このとき、制御部がズームレンズ L0 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 L0 とは別体として構成してもよい。例えば、ズームレンズ L0 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 L0 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 L0 を遠隔操作することができる。

【0073】

また、ズームレンズ L0 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 L0 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てもよい。この場合、ユーザーが拡大ボタンを押したらズームレンズ L0 の倍率が大きくなり、ユーザーが縮小ボタンを押したらズームレンズ L0 の倍率が小さくなるように、制御部からズームレンズ L0 の駆動部に信号が送られるように構成すればよい。

【0074】

また、撮像システムは、ズームレンズ L0 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 L0 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 L0 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 L0 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。

【0075】

以上、本発明の好ましい実施形態及び実施例について説明したが、本発明はこれらの実施形態及び実施例に限定されず、その要旨の範囲内で種々の組合せ、変形及び変更が可能である。

【符号の説明】

【0076】

L0 ズームレンズ
L1 第1レンズ群
L2 第2レンズ群

10

20

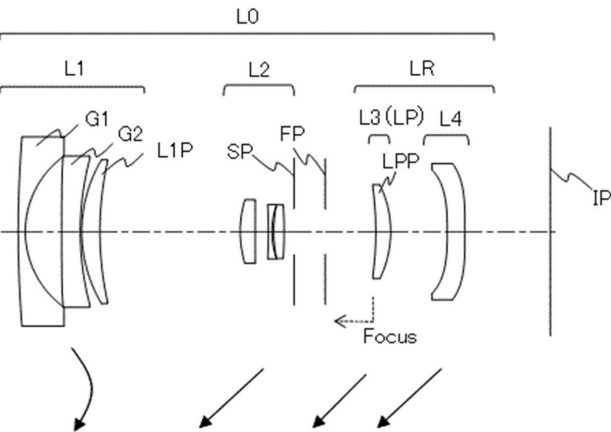
30

40

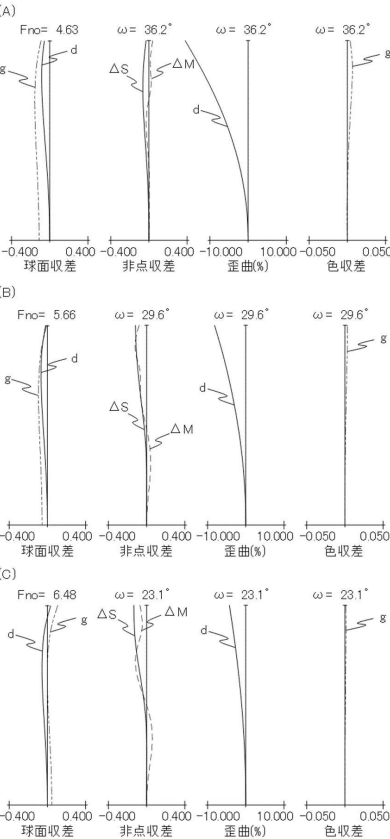
50

L R 後群
L P フォーカスレンズ群

【図面】
【図 1】



【図 2】



10

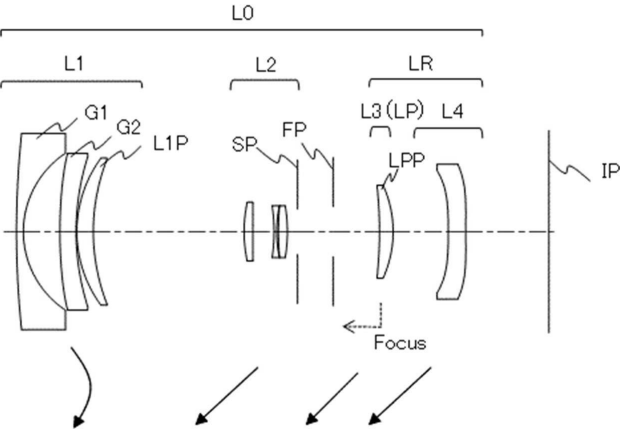
20

30

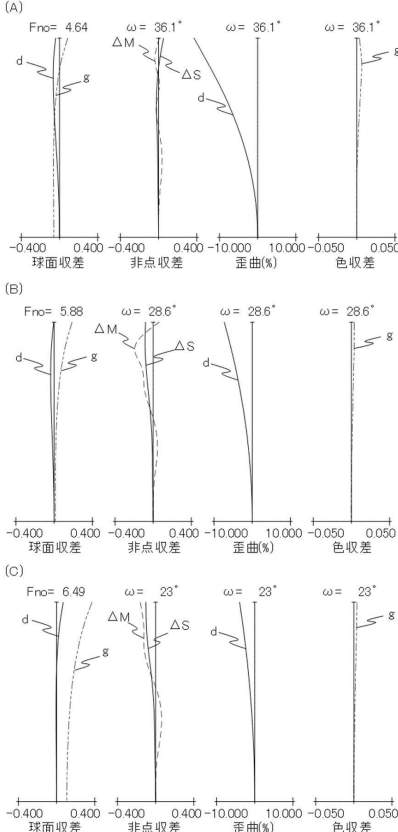
40

50

【 図 3 】



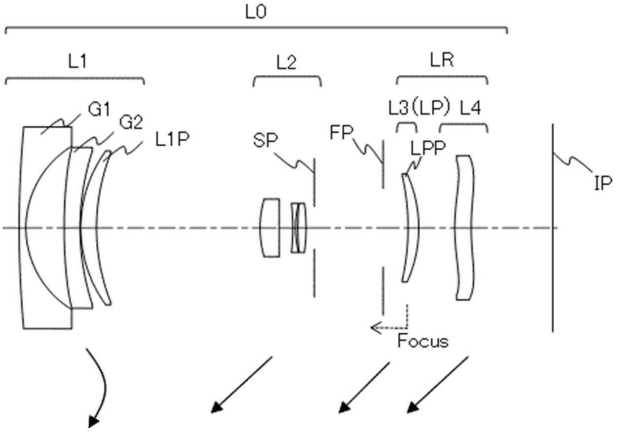
【 図 4 】



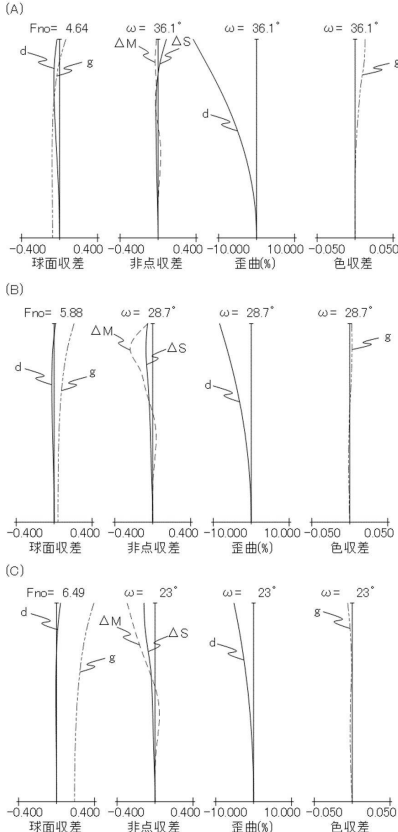
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

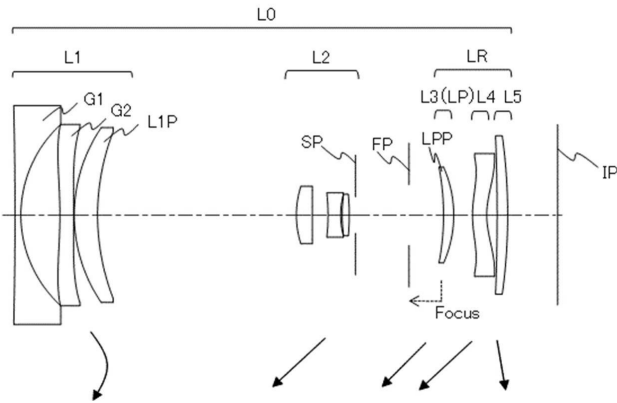


30

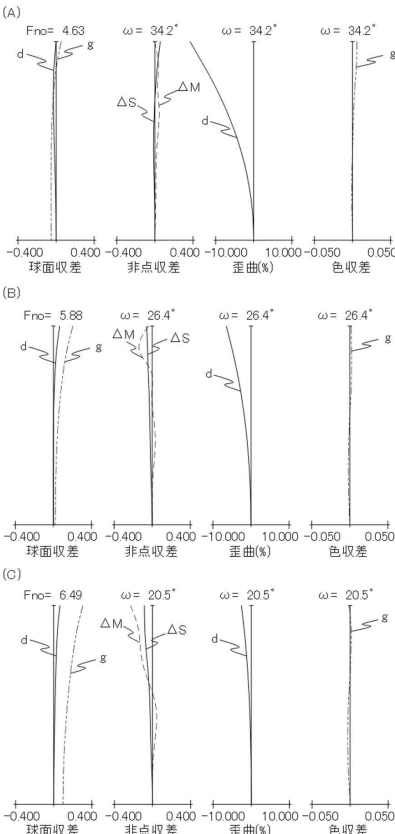
40

50

【 図 7 】



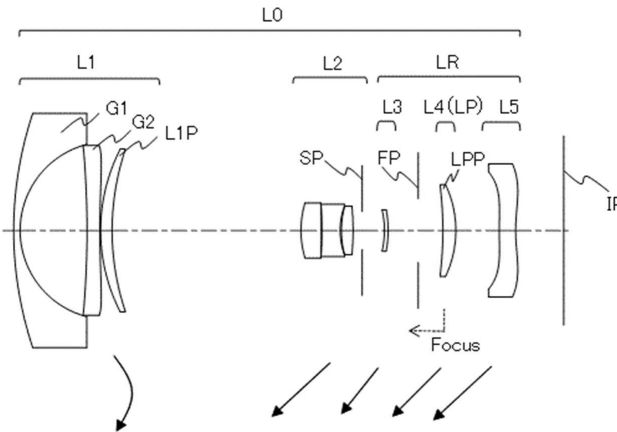
【 図 8 】



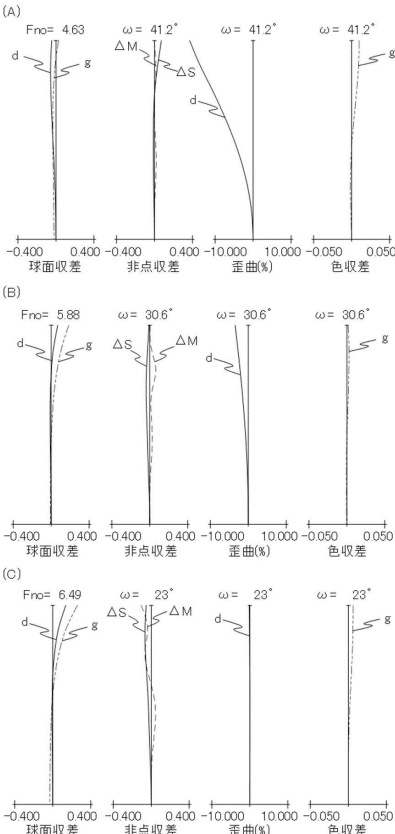
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

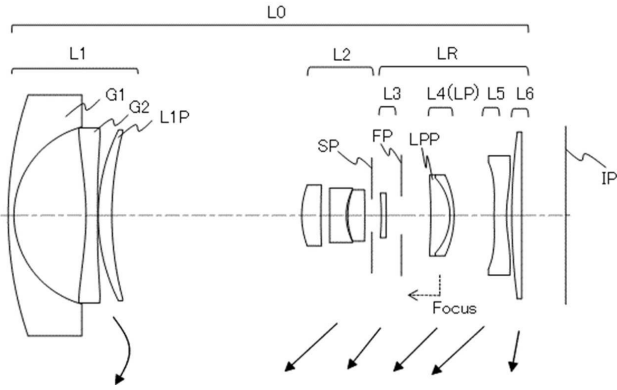


30

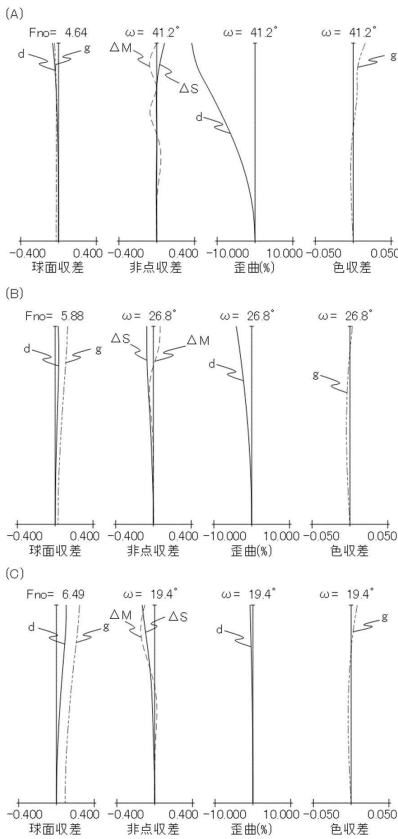
40

50

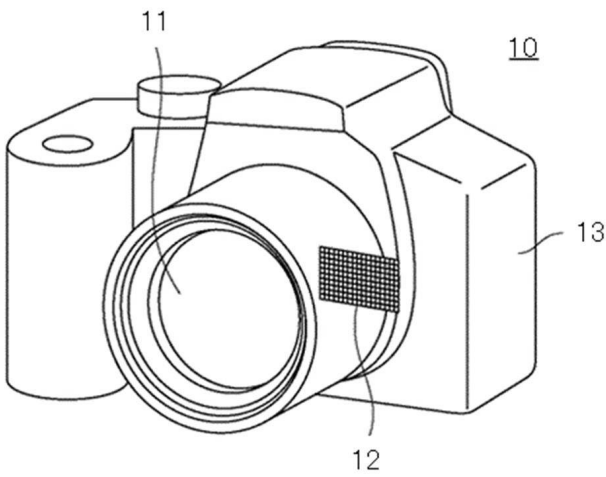
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

F ターム (参考) 2H087 NA07 QA03