

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7551384号
(P7551384)

(45)発行日 令和6年9月17日(2024.9.17)

(24)登録日 令和6年9月6日(2024.9.6)

(51)国際特許分類
G 0 2 B 15/20 (2006.01)F I
G 0 2 B 15/20

請求項の数 14 (全27頁)

(21)出願番号 特願2020-129834(P2020-129834)
 (22)出願日 令和2年7月31日(2020.7.31)
 (65)公開番号 特開2022-26392(P2022-26392A)
 (43)公開日 令和4年2月10日(2022.2.10)
 審査請求日 令和5年7月25日(2023.7.25)

(73)特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74)代理人 100110412
 弁理士 藤元 亮輔
 100104628
 弁理士 水本 敦也
 100121614
 弁理士 平山 優也
 (72)発明者 岩本 俊二
 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 濑戸 息吹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ズームレンズ

(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、正の屈折力の第1レンズ群、2つのレンズ群からなる中間群、1以上のレンズ群を含み全体で正の屈折力の後群からなり、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ズームレンズであって、
前記中間群は、中間レンズ群と負の屈折力の第2レンズ群とからなり、

前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1部分群、第2部分群からなり、

前記第1部分群と前記第2部分群との光軸上の空気間隔は、前記第1レンズ群における光軸上の空気間隔のうち最大であり、

前記第1部分群は、第1正レンズからなり、

前記第2部分群は、第2正レンズと第1負レンズとを有し、

前記第1正レンズは、前記第1部分群を構成するレンズのうち焦点距離の絶対値が最も小さいレンズであり、

フォーカシングに際して、前記第1レンズ群は不動であり、

前記第1負レンズは、前記第2部分群を構成する負レンズのうち焦点距離の絶対値が最も小さいレンズであり、

前記第1部分群から前記第2部分群までの光軸上の距離をd11、前記第1部分群の焦点距離をf11、前記第1レンズ群の焦点距離をf1、前記第2レンズ群の焦点距離をf2とするとき、

0 . 0 8 < d 1 1 / f 1 1 < 0 . 5 0
 0 . 6 < f 1 1 / f 1 < 2 . 0
 - 8 < f 1 / f 2 < - 2

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

前記第1部分群の物体側から数えて i 番目のレンズの焦点距離を f_{11i} とするとき、
 $0 . 9 < f_{11i} / |f_{11i}| < 1 . 2$

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正レンズの物体側面の曲率半径を r_1 、前記第1正レンズの像側面の曲率半径
 を r_2 とするとき、

$0 . 1 < (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) < 2 . 0$

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】

望遠端における前記第1レンズ群から前記第2レンズ群までの光軸上の距離を D_{1t} 、
 広角端における前記第1レンズ群から前記第2レンズ群までの光軸上の距離を D_{1w} とする
 とき、

$0 . 3 < (D_{1t} - D_{1w}) / |f_2| < 2 . 0$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至3の何れか一項に記載のズームレン
 ズ。

【請求項 5】

望遠端における前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離
 を L_t 、望遠端における前記ズームレンズの焦点距離を f_t とするとき、

$0 . 3 9 < L_t / f_t < 1 . 2 0$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至4の何れか一項に記載のズームレン
 ズ。

【請求項 6】

前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第1レンズ群の最も像側のレンズ面
 までの光軸上の距離を T_1 、望遠端における前記第1レンズ群から前記第2レンズ群まで
 の光軸上の距離を D_{1t} 、望遠端における前記ズームレンズの焦点距離を f_t とするとき、

$0 . 2 < (T_1 + D_{1t}) / f_t < 0 . 9$

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の何れか一項に記載のズームレン
 ズ。

【請求項 7】

前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第1レンズ群の最も像側のレンズ面
 までの光軸上の距離を T_1 、広角端における前記第1レンズ群から前記第2レンズ群まで
 の光軸上の距離を D_{1w} 、広角端における前記ズームレンズの焦点距離を f_w とするとき、

$0 . 1 0 < (T_1 + D_{1w}) / f_w < 0 . 9 5$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至6の何れか一項に記載のズームレン
 ズ。

【請求項 8】

望遠端における前記ズームレンズの焦点距離を f_t とするとき、

$0 . 2 5 < f_1 / f_t < 1 . 2 0$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至7の何れか一項に記載のズームレン
 ズ。

【請求項 9】

広角端における前記第2レンズ群の結像横倍率を $2w$ とするとき、

$- 5 . 0 < 2w < - 0 . 1$

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の何れか一項に記載のズームレン
 ズ。

10

20

30

40

50

【請求項 1 0】

前記第1正レンズのd線に対するアッベ数をL11P1とするとき、

$$60 < L11P1 < 100$$

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の何れか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 1】

前記第1負レンズのd線に対するアッベ数をL12N1とするとき、

$$30 < L12N1 < 60$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至1_0の何れか一項に記載のズームレンズ。

10

【請求項 1 2】

前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第1レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をT1とするとき、

$$0.3 < d11 / T1 < 0.95$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至1_1の何れか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 3】

前記第2部分群は、3枚以下のレンズから構成されることを特徴とする請求項1乃至1_2の何れか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 4】

請求項1乃至1_3の何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。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は、ズームレンズに関し、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、監視用カメラ等に好適なものである。

【背景技術】**【0 0 0 2】**

従来、最も物体側に正の屈折力を有するレンズ群を配置して、長焦点距離と大口径比を実現したズームレンズが提案されている（特許文献1乃至3参照）。

30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0 0 0 3】**

【文献】特開2013-167749号公報

【文献】特開2019-120773号公報

【文献】特開1994-289296号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】**

40

【0 0 0 4】

しかしながら、望遠端の焦点距離が長く、Fナンバーの小さいズームレンズは前玉径が大きく、重量が増加してしまう。特許文献1乃至3のズームレンズでは、軽量化が不十分である。軽量化を実現するためにはレンズ構成枚数を減らすことが有効であるが、レンズ構成枚数を減らすと高画質化を実現することが困難となる。

【0 0 0 5】

本発明は、長焦点距離かつ大口径比でありながら小型軽量化と高画質化を両立したズームレンズを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0 0 0 6】**

50

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、正の屈折力の第1レンズ群、2つのレンズ群からなる中間群、1以上のレンズ群を含み全体で正の屈折力の後群からなり、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ズームレンズであって、中間群は、中間レンズ群と負の屈折力の第2レンズ群とからなり、第1レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1部分群、第2部分群からなり、前記第1部分群と前記第2部分群との光軸上の空気間隔は、前記第1レンズ群における光軸上の空気間隔のうち最大であり、第1部分群は、第1正レンズからなり、第2部分群は、第2正レンズと第1負レンズとを有し、第1正レンズは、第1部分群を構成するレンズのうち焦点距離の絶対値が最も小さいレンズであり、第1負レンズは、第2部分群を構成する負レンズのうち焦点距離の絶対値が最も小さいレンズであり、フォーカシングに際して、前記第1レンズ群は不動であり、第1部分群から第2部分群までの光軸上の距離をd11、第1部分群の焦点距離をf11、第1レンズ群の焦点距離をf1、第2レンズ群の焦点距離をf2とするとき、

$$\begin{aligned} 0.08 < d11 / f11 < 0.50 \\ 0.6 < f11 / f1 < 2.0 \\ -8 < f1 / f2 < -2 \end{aligned}$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、長焦点距離かつ大口径比でありながら小型軽量化と高画質化を両立したズームレンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施例1のズームレンズの無限遠合焦時の断面図である。

【図2】実施例1のズームレンズの無限遠合焦時の収差図である。

【図3】実施例2のズームレンズの無限遠合焦時の断面図である。

【図4】実施例2のズームレンズの無限遠合焦時の収差図である。

【図5】実施例3のズームレンズの無限遠合焦時の断面図である。

【図6】実施例3のズームレンズの無限遠合焦時の収差図である。

【図7】実施例4のズームレンズの無限遠合焦時の断面図である。

【図8】実施例4のズームレンズの無限遠合焦時の収差図である。

【図9】実施例5のズームレンズの無限遠合焦時の断面図である。

【図10】実施例5のズームレンズの無限遠合焦時の収差図である。

【図11】実施例6のズームレンズの無限遠合焦時の断面図である。

【図12】実施例6のズームレンズの無限遠合焦時の収差図である。

【図13】実施例7のズームレンズの無限遠合焦時の断面図である。

【図14】実施例7のズームレンズの無限遠合焦時の収差図である。

【図15】撮像装置の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。各図において、同一の部材については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。

【0010】

図1, 3, 5, 7, 9, 11, 13はそれぞれ、実施例1乃至7のズームレンズの無限遠合焦時の断面図である。各実施例のズームレンズは、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に用いられる。

【0011】

各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。本願明細書においてレンズ群とは、ズーミングに際

10

20

30

40

50

して一体的に移動又は静止するレンズのまとまりである。すなわち、各実施例のズームレンズでは、ズーミングに際して隣接するレンズ群同士の間隔が変化する。各断面図に示した矢印は、広角端から望遠端へのズーミング及び無限遠物体から最至近距離物体へのフォーカシングに際してのレンズ群の移動方向を表している。なお、レンズ群は1枚のレンズから構成されていてもよいし、複数のレンズから構成されていてもよい。また、レンズ群は、開口絞りを含んでいてもよい。

【0012】

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、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、1以上のレンズ群を含み全体で正の屈折力の後群LRを有する。各実施例のズームレンズL0では、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。最も物体側に正の屈折力のレンズ群を配置することで、いわゆるテレフォト型のパワー配置とすることが容易となり、長焦点距離化に有利な構成としている。

10

【0013】

SPは、開放Fナンバー(Fno)の光束を決定(制限)する開口絞りである。IPは像面であり、各実施例のズームレンズ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。

20

【0014】

図2, 4, 6, 8, 10, 12, 14は、それぞれ実施例1乃至7のズームレンズL0の無限遠合焦時の収差図である。球面収差図においてFnoはFナンバーであり、d線(波長587.6nm)、g線(波長435.8nm)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線に対する色収差量を示している。は、近軸計算による撮像半画角(°)である。

【0015】

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。

【0016】

30

長焦点距離かつ大口径比でありながら小型軽量化と高画質化を両立したズームレンズL0を得るために、径が大きくなりやすい物体側に配置されるレンズについて、その配置や形状を適切に定めることが重要となる。特に、最も物体側に配置された第1レンズ群L1の構成が非常に重要である。

【0017】

各実施例のズームレンズL0では、第1レンズ群L1は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1部分群L11、第2部分群L12からなる。第1部分群L11は、第1正レンズL11P1を有する。第2部分群L12は、第2正レンズL12P1と第1負レンズL12N1とを有する。第1正レンズL11P1は、第1部分群L11を構成するレンズのうち焦点距離の絶対値が最も小さいレンズである。第1負レンズL12N1は、第2部分群L12を構成する負レンズのうち焦点距離の絶対値が最も小さいレンズである。最も物体側に配置された第1レンズ群L1を正の屈折力の第1部分群L11と正又は負の屈折力の第2部分群L12に分割し、第1レンズ群L1をテレフォト型の構成とすることで、長焦点距離化に有利な構成としている。また、第2部分群L12に正レンズと負レンズを少なくとも1枚ずつ配置することで、諸収差の補正を容易としている。

40

【0018】

各実施例のズームレンズL0は、以下の条件式(1)乃至(3)を満足する。

【0019】

$$0.08 < d_{11} / f_{11} < 0.50 \quad (1)$$

$$0.6 < f_{11} / f_1 < 2.0 \quad (2)$$

50

$$-8 < f_1 / f_2 < -2 \quad (3)$$

ここで、 d_{11} は第1部分群 L_{11} の最も像側のレンズ面から第2部分群 L_{12} の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離（第1部分群 L_{11} から第2部分群 L_{12} までの光軸上の距離）である。 f_{11} は、第1部分群 L_{11} の焦点距離である。 f_1 は、第1レンズ群 L_1 の焦点距離である。 f_2 は、第2レンズ群 L_2 の焦点距離である。

【0020】

条件式(1)は、第1部分群 L_{11} の焦点距離に対する第1部分群 L_{11} と第2部分群 L_{12} との間隔の比を規定している。正の屈折力の第1部分群 L_{11} で軸上光束を収斂させ、適切な空気間隔を隔てて第2部分群 L_{12} を配置することで、第2部分群 L_{12} の径を小径化することができるため、軽量化が容易となる。条件式(1)の上限値を上回って第1部分群 L_{11} と第2部分群 L_{12} との間隔が長くなると、レンズ全長が長くなり、小型化が困難となるため好ましくない。条件式(1)の下限値を下回って第1部分群 L_{11} と第2部分群 L_{12} との間隔が短くなると、小径化が不十分となり、軽量化が困難となるため好ましくない。

【0021】

条件式(2)は、第1レンズ群 L_1 の焦点距離に対する第1部分群 L_{11} の焦点距離の比を規定している。条件式(2)の上限値を上回って第1部分群 L_{11} の焦点距離 f_{11} が長くなると、全体としてテレフォトのパワー配置をとることが困難となり、レンズ全長短縮が困難となるため好ましくない。条件式(2)の下限値を下回って第1部分群 L_{11} の焦点距離 f_{11} が短くなると、第1部分群 L_{11} で発生する収差、特に倍率色収差と軸上色収差の補正が困難となるため好ましくない。

【0022】

条件式(3)は、第2レンズ群 L_2 の焦点距離に対する第1レンズ群 L_1 の焦点距離の比を規定している。条件式(3)の上限値を上回って第1レンズ群 L_1 の焦点距離 f_1 が短くなると、第1レンズ群 L_1 で発生する収差、特に倍率色収差と軸上色収差の補正が困難となるため好ましくない。条件式(3)の下限値を下回って第2レンズ群 L_2 の焦点距離 f_2 の絶対値が小さくなると、第2レンズ群 L_2 で発生する収差、特に球面収差のズーム変動と非点収差のズーム変動の補正が困難となるため好ましくない。

【0023】

なお、条件式(1)乃至(3)の数値範囲を以下の条件式(1a)乃至(3a)の数値範囲とすることが好ましい。

【0024】

$$0.10 < d_{11} / f_{11} < 0.35 \quad (1a)$$

$$0.7 < f_{11} / f_1 < 1.5 \quad (2a)$$

$$-5.5 < f_1 / f_2 < -2.5 \quad (3a)$$

また、条件式(1)乃至(3)の数値範囲を以下の条件式(1b)乃至(3b)の数値範囲とすることが更に好ましい。

【0025】

$$0.11 < d_{11} / f_{11} < 0.26 \quad (1b)$$

$$0.74 < f_{11} / f_1 < 1.30 \quad (2b)$$

$$-5 < f_1 / f_2 < -3 \quad (3b)$$

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構成について述べる。

【0026】

各実施例のズームレンズ L_0 において、フォーカシングに際して、第1レンズ群 L_1 は像面に対して不動である（固定されている）ことが好ましい。フォーカシングに際して、径が大きくなりやすい物体側に配置された第1レンズ群 L_1 を像面に対して不動とし、径の小さくなる後続群の一部でフォーカスを行う構成をとることで、フォーカスレンズ群の軽量化が容易となる。

【0027】

10

20

30

40

50

各実施例のズームレンズ L 0において、第1部分群 L 1 1は、第1正レンズ L 1 1 P 1からなる、又は物体側から像側へ順に配置された、第1正レンズ L 1 1 P 1、又は負の屈折力のレンズからなることが好ましい。第1部分群 L 1 1は、最も物体側に配置されるレンズ群であるため、レンズ径が大きくなりやすく、重量が大きくなる傾向がある。そのため、第1部分群 L 1 1をできるだけ少ない枚数で構成することが重要である。上述した構成により、第1部分群 L 1 1の軽量化を達成することが容易となる。なお、第1正レンズ L 1 1 P 1の物体側に実質的にパワーを有しない保護ガラス等を配置してもよい。

【0028】

各実施例のズームレンズ L 0において、第2部分群 L 2は、正レンズと負レンズを含む3枚以下のレンズから構成されることが好ましい。第1部分群 L 1 1と比較して径の小さくなる第2部分群 L 1 2に正レンズと負レンズを配置し、収差補正を行うことで高画質化と軽量化を両立することが容易となる。

【0029】

次に、各実施例のズームレンズ L 0が満足することが好ましい条件について述べる。各実施例のズームレンズ L 0は、以下の条件式(4)乃至(14)のうち1つ以上を満足することが好ましい。

【0030】

$$\begin{aligned}
 0.9 < f_{11} / |f_{11i}| < 1.2 & \quad (4) \\
 0.1 < (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) < 2.0 & \quad (5) \\
 0.3 < (D_{1t} - D_{1w}) / |f_2| < 2.0 & \quad (6) \\
 0.39 < L_t / f_t < 1.20 & \quad (7) \\
 0.2 < (T_1 + D_{1t}) / f_t < 0.9 & \quad (8) \\
 0.10 < (T_1 + D_{1w}) / f_w < 0.95 & \quad (9) \\
 0.25 < f_1 / f_t < 1.20 & \quad (10) \\
 -5.0 < 2w < -0.1 & \quad (11) \\
 60 < L_{11P1} < 100 & \quad (12) \\
 30 < L_{12N1} < 60 & \quad (13) \\
 0.3 < d_{11} / T_1 < 1.2 & \quad (14)
 \end{aligned}$$

ここで、 f_{11i} は、第1部分群 L 1 1の物体側から数えて i 番目のレンズの焦点距離である。なお、 i は自然数である。 r_1 は、第1正レンズ L 1 1 P 1の物体側面の曲率半径である。 r_2 は、第1正レンズ L 1 1 P 1の像側面の曲率半径である。 D_{1t} は、望遠端における第1レンズ群 L 1の最も像側のレンズ面から第2レンズ群 L 2の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離（望遠端における第1レンズ群 L 1から第2レンズ群 L 2までの光軸上の距離）である。 D_{1w} は、広角端における第1レンズ群 L 1の最も像側のレンズ面から第2レンズ群 L 2の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離（広角端における第1レンズ群 L 1から第2レンズ群 L 2までの光軸上の距離）である。 L_t は、望遠端における第1レンズ群 L 1の最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離である。 f_t は、望遠端におけるズームレンズ L 0の焦点距離である。 T_1 は、第1レンズ群 L 1の最も物体側のレンズ面から第1レンズ群 L 1の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離である。 f_w は、広角端におけるズームレンズ L 0の焦点距離である。 $2w$ は、広角端における第2レンズ群 L 2の結像横倍率である。 L_{11P1} は、第1正レンズ L 1 1 P 1の d 線に対するアッペ数である。 L_{12N1} は、第1負レンズ L 1 2 N 1の d 線に対するアッペ数である。

【0031】

条件式(4)は、第1部分群 L 1 1を構成するレンズの焦点距離に対する第1部分群 L 1 1の焦点距離の比を規定している。条件式(4)の上限値を上回って第1部分群 L 1 1を構成するレンズの焦点距離 f_{11i} の絶対値が小さくなると、各レンズのパワーが強くなりすぎて第1部分群 L 1 1の重量が増加するため好ましくない。条件式(4)の下限値を下回って第1部分群 L 1 1の焦点距離 f_{11} に対して第1部分群 L 1 1を構成するレンズの焦点距離 f_{11i} の絶対値が大きくなると、主点位置の関係に無理が生じてしまい、

10

20

30

40

50

適切な収差補正を行うことが困難となるため好ましくない。

【0032】

条件式(5)は、第1正レンズL11P1の形状を規定している。条件式(5)の上限値を上回って第1正レンズL11P1の物体側面の曲率半径r1の絶対値が小さくなると、球面収差の補正が困難となるため好ましくない。条件式(5)の下限値を下回って第1正レンズL11P1の像側の曲率半径r2の絶対値が小さくなると、レンズ全長短縮が困難となるため好ましくない。

【0033】

条件式(6)は、第2レンズ群L2の焦点距離f2の絶対値に対する第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との間の距離の変化量の比を規定している。条件式(6)の上限値を上回って超えて第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との間の距離の変化量が大きくなると、ズーム機構が複雑になり軽量化が困難となるため好ましくない。条件式(6)の下限値を下回って第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との間の距離の変化量が小さくなると、高変倍化が困難となるため好ましくない。

10

【0034】

条件式(7)は、望遠端におけるズームレンズL0の焦点距離に対するレンズ全長の比を規定している。条件式(7)の上限値を上回ってレンズ全長が長くなると、小型化が困難となるため好ましくない。条件式(7)の下限値を下回ってレンズ全長が短くなると、緒収差、特に軸上色収差、倍率色収差、及び像面湾曲の補正が困難となるため好ましくない。

20

【0035】

条件式(8)は、望遠端におけるズームレンズL0の焦点距離に対する望遠端における第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との間の距離と第1レンズ群L1の厚さとの和の比を規定している。条件式(8)の上限値を上回って第1及び第2レンズ群L1, L2の間の距離が長くなる、又は第1レンズ群L1の厚さが増加すると、望遠端において第1レンズ群L1を通過する軸外光線高さが高くなるため好ましくない。条件式(8)の下限値を下回って第1及び第2レンズ群L1, L2の間の距離が短くなる、又は第1レンズ群L1の厚さが減少すると、第2レンズ群L2に入射する軸上光束光線高さが高くなり、第2レンズ群L2を小径化することが難しくなるため好ましくない。

30

【0036】

条件式(9)は、広角端におけるズームレンズL0の焦点距離に対する広角端における第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との間の距離と第1レンズ群L1の厚さとの和の比を規定している。条件式(9)の上限値を上回って第1及び第2レンズ群L1, L2の間の距離が長くなる、又は第1レンズ群L1の厚さが増加すると、広角端において第1レンズ群L1を通過する軸外光線高さが高くなり、前玉径が増大するため好ましくない。条件式(9)の下限値を下回って第1及び第2レンズ群L1, L2の間の距離が短くなる、又は第1レンズ群L1の厚さが減少すると、広角端において第2レンズ群L2を通過する軸外光線高さが高くなり、第2レンズ群L2の径が増大するため好ましくない。

【0037】

条件式(10)は、望遠端におけるズームレンズL0の焦点距離に対する第1レンズ群L1の焦点距離の比を規定している。条件式(10)の上限値を上回って第1レンズ群L1の焦点距離f1が長くなると、レンズ全長が長くなるため好ましくない。条件式(10)の下限値を下回って第1レンズ群L1の焦点距離f1が短くなると、第1レンズ群L1で発生する緒収差、特に望遠端における球面収差、軸上色収差、及び倍率色収差の補正が困難となるため好ましくない。

40

【0038】

条件式(11)は、広角端における第2レンズ群L2の結像横倍率を規定している。条件式(11)の上限値を上回って広角端における第2レンズ群L2の結像横倍率 $2w$ の絶対値が小さくなると、広角端における後群LRに入射する軸上光線の角度が大きくなり、広角端における球面収差の補正が困難となるため好ましくない。条件式(11)の下限

50

値を下回って広角端における第2レンズ群L2の結像横倍率 $2w$ の絶対値が大きくなると、広角端におけるズームレンズL0の焦点距離が大きくなり、高変倍化が困難となるため好ましくない。

【0039】

条件式(12)は、第1正レンズL11P1のd線に対するアッペ数を規定している。第1レンズ群L11で発生する収差は後群LRで拡大され、更に拡大率は変倍に伴い変化する。したがって、色収差を良好に補正するためには第1正レンズL11P1のd線に対するアッペ数L11P1を適切な値に設定することが重要である。条件式(12)の上限値を上回って第1正レンズL11P1のd線に対するアッペ数L11P1が大きくなると、加工が困難となるため好ましくない。条件式(12)の下限値を下回って第1正レンズL11P1のd線に対するアッペ数L11P1が小さくなると、変倍に伴う軸上色収差及び倍率色収差の変倍に伴う変動を抑制することが困難となるため好ましくない。

10

【0040】

条件式(13)は、第1負レンズL12N1のd線に対するアッペ数を規定している。条件式(13)の上限値を上回って第1負レンズL12N1のd線に対するアッペ数L12N1が大きくなると、色収差補正が不足するため好ましくない。条件式(13)の下限値を下回って第1負レンズL12N1のd線に対するアッペ数L12N1が小さくなると、色収差補正が過剰となるため好ましくない。

20

【0041】

条件式(14)は、第1レンズ群L1の厚みに対する第1レンズ群L11と第2レンズ群L12との間隔の比を規定している。条件式(14)の上限値を上回って第1及び第2レンズ群L11, L12の間隔が大きくなると、広角端における第1及び第2レンズ群L11, L12で軸外光線光の光線高さの差が大きくなる。これにより、緒収差、特に広角端における歪曲収差と非点収差の補正が困難となるため好ましくない。条件式(14)の下限値を下回って第1及び第2レンズ群L11, L12の間隔が小さくなると、広角端における第1及び第2レンズ群L11, L12で軸外光線光の光線高さの差が小さくなる。これにより、緒収差、特に広角端における歪曲収差と非点収差の補正が過剰となるため好ましくない。

【0042】

なお、条件式(4)乃至(14)の数値範囲を以下の条件式(4a)乃至(14a)の範囲とすることが好ましい。

30

【0043】

$$\begin{aligned}
 0.95 < f_{11} / |f_{11i}| < 1.15 & (4a) \\
 0.3 < (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) < 1.5 & (5a) \\
 0.5 < (D_{1t} - D_{1w}) / |f_2| < 1.8 & (6a) \\
 0.49 < L_t / f_t < 1.10 & (7a) \\
 0.25 < (T_1 + D_{1t}) / f_t < 0.70 & (8a) \\
 0.22 < (T_1 + D_{1w}) / f_w < 0.80 & (9a) \\
 0.35 < f_1 / f_t < 1.00 & (10a) \\
 -3.5 < 2w < -0.3 & (11a) \\
 6.4 < L_{11P1} < 9.7 & (12a) \\
 3.5 < L_{12N1} < 5.0 & (13a) \\
 0.40 < d_{11} / T_1 < 0.95 & (14a)
 \end{aligned}$$

40

また、条件式(4)乃至(14)の数値範囲を以下の条件式(4b)乃至(14b)の数値範囲とすることが更に好ましい。

【0044】

$$\begin{aligned}
 0.99 < f_{11} / |f_{11i}| < 1.10 & (4b) \\
 0.4 < (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) < 1.0 & (5b) \\
 0.63 < (D_{1t} - D_{1w}) / |f_2| < 1.60 & (6b) \\
 0.59 < L_t / f_t < 1.05 & (7b)
 \end{aligned}$$

50

0 . 2 6 < (T 1 + D 1 t) / f t < 0 . 5 0 (8 b)
 0 . 2 5 < (T 1 + D 1 w) / f w < 0 . 6 8 (9 b)
 0 . 4 1 < f 1 / f t < 0 . 8 9 (1 0 b)
 - 2 . 0 < 2 w < - 0 . 4 (1 1 b)
 6 6 < L 1 1 P 1 < 9 6 (1 2 b)
 3 8 < L 1 2 N 1 < 4 8 (1 3 b)
 0 . 5 0 < d 1 1 / T 1 < 0 . 8 5 (1 4 b)

次に、各実施例のズームレンズ L 0 について詳細に述べる。

【 0 0 4 5 】

実施例 1 のズームレンズ L 0 は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 、正の屈折力の中間レンズ群 L M 2 、正の屈折力の後群 L R からなる。第 1 レンズ群 L 1 は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 部分群 L 1 1 、第 2 部分群 L 1 2 からなる。後群 L R は、物体側から像側へ順に配置された、レンズ群 L R 1 , L R 2 , L R 3 からなる。ズーミングに際して、第 1 レンズ群 L 1 、レンズ群 L R 1 , L R 3 は像面に対して不動である。フォーカシングに際して、レンズ群 L R 2 が移動する。レンズ群 L R 1 は、開口絞り S P を含んでいる。ズーミングに際して、中間レンズ群 L M 2 は第 2 レンズ群 L 2 とは異なる軌跡で移動する。

【 0 0 4 6 】

実施例 2 のズームレンズ L 0 は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 、負の屈折力の中間レンズ群 L M 2 、正の屈折力の後群 L R からなる。第 1 レンズ群 L 1 は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 部分群 L 1 1 、第 2 部分群 L 1 2 からなる。後群 L R は、物体側から像側へ順に配置された、レンズ群 L R 1 , L R 2 , L R 3 からなる。ズーミングに際して、第 1 レンズ群 L 1 、レンズ群 L R 1 , L R 3 は像面に対して不動である。フォーカシングに際して、レンズ群 L R 2 が移動する。レンズ群 L R 1 は、開口絞り S P を含んでいる。ズーミングに際して、中間レンズ群 L M 2 は第 2 レンズ群 L 2 とは異なる軌跡で移動する。

【 0 0 4 7 】

実施例 3 のズームレンズ L 0 は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 、正の屈折力の中間レンズ群 L M 1 、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 、正の屈折力の後群 L R からなる。第 1 レンズ群 L 1 は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 部分群 L 1 1 、第 2 部分群 L 1 2 からなる。後群 L R は、物体側から像側へ順に配置された、レンズ群 L R 1 , L R 2 , L R 3 , L R 4 からなる。ズーミングに際して、第 2 レンズ群 L 2 は像面に対して不動である。フォーカシングに際して、レンズ群 L R 2 が移動する。レンズ群 L R 1 は、開口絞り S P を含んでいる。ズーミングに際して、第 1 レンズ群 L 1 、中間レンズ群 L M 2 、レンズ群 L R 1 , L R 2 , L R 3 , L R 4 は異なる軌跡で移動する。

【 0 0 4 8 】

実施例 4 のズームレンズ L 0 は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 、正の屈折力の中間レンズ群 L M 2 、正の屈折力の後群 L R からなる。第 1 レンズ群 L 1 は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 部分群 L 1 1 、第 2 部分群 L 1 2 からなる。後群 L R は、物体側から像側へ順に配置された、レンズ群 L R 1 , L R 2 , L R 3 からなる。ズーミングに際して、第 1 レンズ群 L 1 , レンズ群 L R 1 , L R 3 は像面に対して不動である。フォーカシングに際して、レンズ群 L R 2 が移動する。レンズ群 L R 1 は、開口絞り S P を含んでいる。ズーミングに際して、中間レンズ群 L M 2 は第 2 レンズ群 L 2 とは異なる軌跡で移動する。

【 0 0 4 9 】

実施例 5 のズームレンズ L 0 は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 、正の屈折力の中間レンズ群 L M 2 、正の屈折力の後群 L R からなる。第 1 レンズ群 L 1 は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 部分群 L 1 1 、第 2 部分群 L 1 2 からなる。ズーミングに際して、第 1 レ

10

20

30

40

50

ンズ群 L 1、後群 L R は像面に対して不動である。フォーカシングに際して、中間レンズ群 L M 2 が移動する。後群 L R 1 は、開口絞り S P を含んでいる。ズーミングに際して、中間レンズ群 L M 2 は第 2 レンズ群 L 2 とは異なる軌跡で移動する。

【 0 0 5 0 】

実施例 6 のズームレンズ L 0 は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、正の屈折力の中間レンズ群 L M 2、正の屈折力の後群 L R からなる。第 1 レンズ群 L 1 は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 部分群 L 1 1、第 2 部分群 L 1 2 からなる。後群 L R は、物体側から像側へ順に配置された、レンズ群 L R 1, L R 2, L R 3 からなる。ズーミングに際して、第 1 レンズ群 L 1、レンズ群 L R 1, L R 3 は像面に対して不動である。フォーカシングに際して、レンズ群 L R 2 が移動する。レンズ群 L R 1 は、開口絞り S P を含んでいる。ズーミングに際して、中間レンズ群 L M 2 は第 2 レンズ群 L 2 とは異なる軌跡で移動する。

【 0 0 5 1 】

実施例 7 のズームレンズ L 0 は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、正の屈折力の中間レンズ群 L M 2、正の屈折力の後続レンズ群 L R からなる。第 1 レンズ群 L 1 は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 部分群 L 1 1、第 2 部分群 L 1 2 からなる。後群 L R は、物体側から像側へ順に配置された、レンズ群 L R 1, L R 2, L R 3 からなる。ズーミングに際して、第 1 レンズ群 L 1、レンズ群 L R 1, L R 3 は像面に対して不動である。フォーカシングに際して、レンズ群 L R 2 が移動する。レンズ群 L R 1 は、開口絞り S P を含んでいる。ズーミングに際して、中間レンズ群 L M 2 はレンズ群 L 2 とは異なる軌跡で移動する。

【 0 0 5 2 】

各実施例のズームレンズ L 0 において、屈折力を有する面は全て屈折面で構成している。回折光学素子や反射面で構成した場合と比べて、低い製造難易度で、回折光学素子や反射面で構成した場合と同等以上の光学性能を容易に得ることができる。

【 0 0 5 3 】

各実施例のズームレンズ L 0 において、ズームレンズ L 0 の一部を光軸と垂直方向の成分を含む方向に移動させることによって像振れ補正を低減してもよい。特に、像振れ補正に際して移動させる部分を、比較的径の小さい第 1 レンズ群 L 1 よりも像側に配置されたレンズ群とすることで、駆動のためのアクチュエータを小型に構成し、ズームレンズ L 0 を含むレンズ装置を小型化することができる。

【 0 0 5 4 】

以下に、実施例 1 乃至 7 にそれぞれ対応する数値実施例 1 乃至 7 を示す。

【 0 0 5 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 d 線を基準としたアッベ数を表わしている。なお、ある材料の d 線を基準としたアッベ数 d は、フランホーファ線の d 線 (587.6 nm)、F 線 (486.1 nm)、C 線 (656.3 nm) 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 5 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

10

20

30

40

50

ら構成される場合も含むものとする。

【 0 0 5 7 】

[数値実施例 1]

単位mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	248.192	10.81	1.49700	81.5	
2	-1007.866	93.92			
3	222.406	10.34	1.43387	95.1	
4	-252.824	0.20			10
5	-251.973	2.40	1.61340	44.3	
6	420.422	(可変)			
7	321.884	2.40	1.59175	43.6	
8	82.316	7.02			
9	-135.931	2.00	1.49700	81.5	
10	529.745	(可変)			
11	126.315	4.22	1.80518	25.4	
12	3742.503	1.97			
13	-203.607	2.00	1.49700	81.5	
14	221.186	(可変)			20
15	80.565	7.57	1.43875	94.7	
16	-400.051	0.20			
17	81.828	4.73	1.43875	94.7	
18	287.027	25.54			
19(絞り)		5.18			
20	64.019	3.48	1.49700	81.5	
21	134.232	3.04			
22	-119.502	2.00	1.72916	54.7	
23	47.661	3.68			
24	116.667	1.80	1.72047	34.7	30
25	60.414	6.63	1.49700	81.5	
26	-95.360	0.15			
27	87.909	3.18	1.91082	35.3	
28	775.767	3.27			
29	-108.619	1.80	1.91082	35.3	
30	5245.315	0.93			
31	69.836	7.58	1.48749	70.2	
32	-64.861	(可変)			
33	66.524	1.80	1.92286	20.9	
34	44.442	11.14			40
35	-125.659	1.30	1.59282	68.6	
36	89.736	(可変)			
37	121.240	6.76	1.61340	44.3	
38	-97.863	0.15			
39	82.871	5.36	1.69925	30.3	
40	-360.199	2.06			
41	28868.349	2.00	1.53775	74.7	
42	84.290	4.87			
43	-89.575	2.00	1.76385	48.5	
44	180.746	(可変)			50

像面

各種データ

ズーム比 2.35

	広角	中間	望遠	
焦点距離	206.00	316.02	485.01	
F ナンバー	4.09	4.10	4.10	
半画角(°)	6.00	3.92	2.55	
像高	21.64	21.64	21.64	
レンズ全長	486.99	486.99	486.99	
BF	53.96	53.96	53.96	10
d 6	10.70	62.95	110.60	
d10	24.66	11.58	1.71	
d14	77.95	38.78	1.00	
d32	1.27	3.30	1.00	
d36	62.96	60.94	63.24	
d44	53.96	53.96	53.96	

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	418.09	
2	7	-99.05	
3	11	620.05	
4	15	81.22	
5	33	-53.48	
6	37	163.86	

[数値実施例 2]

単位mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	1600.000	3.00	1.51742	52.4	
2	1200.000	0.30			30
3	210.695	12.26	1.43387	95.1	
4	-1018.987	100.00			
5	-244.133	2.40	1.65412	39.7	
6	-1066.668	0.30			
7	154.528	9.69	1.43387	95.1	
8	-873.781	1.00			
9	96.903	3.60	1.61340	44.3	
10	80.471	(可変)			
11	230.656	2.40	1.49700	81.5	
12	83.484	5.89			40
13	-245.992	2.00	1.49700	81.5	
14	163.836	(可変)			
15	100.550	3.76	1.80518	25.4	
16	291.045	3.44			
17	-172.487	2.00	1.59282	68.6	
18	257.501	(可変)			
19	86.441	8.52	1.43875	94.7	
20	-171.141	0.20			
21	73.650	4.27	1.43875	94.7	
22	171.134	26.19			50

23(絞り)	5.65			
24	65.272	4.03	1.49700	81.5
25	231.958	2.67		
26	-98.100	2.00	1.80400	46.5
27	51.202	3.37		
28	121.168	1.80	1.71617	45.5
29	59.531	6.63	1.49700	81.5
30	-90.820	0.15		
31	93.749	3.41	1.80400	46.5
32	-969.687	3.04		10
33	-96.382	1.80	1.83481	42.7
34	-3738.973	1.89		
35	85.232	9.32	1.51633	64.1
36	-60.343	(可変)		
37	83.224	1.80	1.92286	20.9
38	57.953	4.95		
39	-266.633	1.30	1.48749	70.2
40	55.760	(可変)		
41	-903.238	2.00	1.49700	81.5
42	289.600	10.33		20
43	133.666	6.41	1.56732	42.8
44	-74.873	0.15		
45	127.191	3.91	1.62004	36.3
46	-252.092	5.19		
47	-140.515	2.00	1.49700	81.5
48	110.305	4.40		
49	-66.763	2.00	1.49700	81.5
50	-2087.402	(可変)		

像面

各種データ

ズーム比	2.35		
	広角	中間	望遠
焦点距離	206.00	316.09	485.00
F ナンバー	4.10	4.10	4.10
半画角(°)	6.00	3.92	2.55
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	487.46	487.46	487.46
BF	57.50	57.50	57.50
d10	5.04	54.32	99.04
d14	34.12	15.61	3.02
d18	63.89	33.13	1.00
d36	1.21	3.60	1.25
d40	44.26	41.87	44.22
d50	57.50	57.50	57.50

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	403.25
2	11	-111.72
3	15	-4063.64
4	19	82.71

10

20

30

40

50

5 37 -64.83

6 41 244.21

[数値実施例 3]

単位mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd
1	137.343	10.40	1.49700	81.5
2	-1178.632	60.88		
3	134.515	8.51	1.49700	81.5
4	-193.641	2.00	1.80400	46.5
5	211.141	(可変)		
6	133.079	2.94	1.68893	31.1
7	497.101	(可変)		
8	184.983	1.00	1.90043	37.4
9	72.740	2.80		
10	-99.328	1.00	1.78590	44.2
11	74.759	3.23	1.85478	24.8
12	-703.689	(可変)		
13	886.009	4.10	1.51742	52.4
14	-45.297	0.15		
15	112.007	5.59	1.48749	70.2
16	-31.443	1.60	1.90043	37.4
17	-166.051	2.00		
18	-41.628	1.80	1.90043	37.4
19	-153.362	2.05		
20(絞り)		5.08		
21	-1339.263	4.46	1.51742	52.4
22	-38.669	7.86		
23	-617.496	2.79	1.51742	52.4
24	-75.090	(可変)		
25	110.379	1.40	1.59282	68.6
26	44.592	(可変)		
27	81.873	4.83	1.51742	52.4
28	-93.550	(可変)		
29	179.629	1.60	1.49700	81.5
30	48.683	5.64		
31	-49.626	1.80	1.49700	81.5
32	79.591	2.79	1.85478	24.8
33	167.470	(可変)		

像面

40

各種データ

ズーム比 3.79

広角 中間 望遠

焦点距離	154.50	312.26	585.00
F ナンバー	5.10	5.81	6.51
半画角(°)	7.97	3.96	2.12
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	288.00	338.00	388.00
BF	15.00	57.16	95.75
d 5	3.19	59.57	109.32

50

d 7	8.68	2.30	2.56
d12	38.93	23.60	3.38
d24	25.30	19.17	1.46
d26	18.09	11.14	18.91
d28	30.52	16.75	8.33
d33	15.00	57.16	95.75

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	331.05
2	6	262.92
3	8	-75.12
4	13	77.25
5	25	-127.22
6	27	85.18
7	29	-53.88

[数値実施例 4]

単位mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	192.768	10.01	1.59349	67.0
2	-565.950	29.08		
3	130.790	11.87	1.43387	95.1
4	-249.363	0.61		
5	-240.070	2.40	1.61340	44.3
6	161.424	(可変)		
7	102.744	2.40	1.75500	52.3
8	62.690	8.30		
9	-137.352	2.00	1.59282	68.6
10	356.484	(可変)		
11	103.405	3.92	1.85478	24.8
12	374.851	2.78		
13	-205.180	2.00	1.59282	68.6
14	289.058	(可変)		
15	134.709	5.51	1.43875	94.7
16	-294.584	0.20		
17	65.635	6.62	1.49700	81.5
18	444.827	29.83		
19(絞り)		0.01		
20	68.881	3.53	1.49700	81.5
21	167.836	2.46		
22	-145.136	2.00	1.72916	54.1
23	44.979	3.63		
24	101.451	1.80	1.83481	42.7
25	62.708	5.73	1.49700	81.5
26	-124.805	0.15		
27	99.323	2.91	1.80400	46.5
28	920.217	3.78		
29	-77.925	1.80	1.72047	34.7
30	-291.757	0.14		
31	72.543	7.03	1.49700	81.5

10

20

30

40

50

32 -63.811 (可变)
 33 67.818 1.80 1.92286 20.9
 34 49.926 2.84
 35 -418.819 1.30 1.49700 81.5
 36 60.744 (可变)
 37 169.755 2.00 1.49700 81.5
 38 54.274 1.79
 39 87.282 3.82 1.73800 32.3
 40 -2061.573 0.15
 41 70.343 7.19 1.61340 44.3
 42 -88.421 0.20
 43 -172.560 2.00 1.49700 81.5
 44 84.236 4.18
 45 -98.387 2.00 1.59282 68.6
 46 311.306 (可变)

像面

各種データ

ズーム比 1.90
 広角 中間 望遠
 焦点距離 205.00 282.75 390.00
 F ナンバー 4.10 4.10 4.10
 半画角(°) 6.02 4.38 3.18
 像高 21.64 21.64 21.64
 レンズ全長 367.09 367.09 367.09
 BF 46.68 46.68 46.68
 d 6 1.00 34.37 66.02
 d 10 11.89 6.28 1.67
 d 14 55.80 28.04 1.00
 d 32 3.72 4.30 1.00
 d 36 66.27 65.69 68.99
 d 46 46.68 46.68 46.68

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離
 1 1 300.89
 2 7 -93.12
 3 11 791.74
 4 15 79.43
 5 33 -71.15
 6 37 356.92

[数値実施例 5]

単位mm

面データ

面番号 r d nd d
 1 181.344 10.48 1.49700 81.5
 2 -496.472 33.41
 3 181.330 9.62 1.43875 94.7
 4 -240.523 1.50 1.83481 42.7
 5 298.470 0.20
 6 158.254 7.26 1.43387 95.1
 7 -1257.157 (可变)

10

20

30

40

50

8	455.708	5.46	1.90366	31.3
9	-81.648	1.50	1.59282	68.6
10	70.480	2.87		
11	1543.213	1.50	1.59282	68.6
12	102.636	3.67	1.90366	31.3
13	860.825	1.08		
14	-244.951	1.50	1.59282	68.6
15	262.498	3.66		
16	-63.775	1.50	1.83481	42.7
17	258.606	(可变)		10
18	107.388	4.93	1.49700	81.5
19	-184.438	0.20		
20	95.447	1.50	1.83400	37.2
21	45.866	6.76	1.49700	81.5
22	-681.970	(可变)		
23	-63.568	1.50	1.76182	26.5
24	-94.759	0.20		
25	56.749	6.84	1.53775	74.7
26	-208.996	2.00		
27(絞り)	29.61			20
28	123.622	3.99	1.80610	33.3
29	-113.323	1.50	1.51633	64.1
30	58.693	2.90		
31	-120.944	1.50	1.65160	58.5
32	56.031	2.49		
33	78.530	3.67	1.62299	58.2
34	-875.305	0.20		
35	89.890	3.99	1.62299	58.2
36	-206.504	3.05		
37	-36.547	1.50	1.80610	33.3
38	-58.039	40.00		
39	140.268	3.13	1.51742	52.4
40	672.633	(可变)		

像面

各種データ

ズーム比 1.90

	広角	中間	望遠
焦点距離	205.00	301.98	389.00
F ナンバー	4.12	4.12	4.12
半画角(°)	6.02	4.10	3.18
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	370.15	370.15	370.15
BF	61.37	61.37	61.37
d 7	35.10	58.63	69.70
d 17	28.64	14.57	2.00
d 22	38.40	28.94	30.44
d 40	61.37	61.37	61.37

[数値実施例 6]

単位mm

面データ

10

20

30

40

50

面番号	r	d	nd	d	
1	600.000	3.20	1.48749	70.2	
2	800.000	0.30			
3	179.672	10.90	1.43387	95.1	
4	-495.656	53.46			
5	182.557	6.46	1.43387	95.1	
6	-829.929	1.62			
7	-348.214	2.00	1.61340	44.3	
8	297.573	(可変)			
9	763.380	2.00	1.49700	81.5	10
10	68.234	4.36			
11	-103.778	2.00	1.59282	68.6	
12	401.764	(可変)			
13	120.486	2.90	1.80518	25.4	
14	-2121.523	0.48			
15	-351.633	2.00	1.59282	68.6	
16	218.545	(可変)			
17	100.125	3.78	1.43875	94.7	
18	-414.245	0.33			
19	67.984	3.87	1.43875	94.7	20
20	498.481	21.57			
21(絞り)		0.22			
22	68.761	3.34	1.49700	81.5	
23	352.445	1.06			
24	-199.283	2.00	1.80400	46.5	
25	49.295	5.69			
26	93.500	2.00	1.72916	54.7	
27	53.934	4.71	1.49700	81.5	
28	-119.758	0.25			
29	118.985	2.11	1.80400	46.5	30
30	461.369	3.04			
31	-84.524	2.00	1.96300	24.1	
32	-584.778	0.15			
33	100.248	4.51	1.59551	39.2	
34	-70.014	(可変)			
35	250.325	2.00	1.83481	42.7	
36	98.568	1.17			
37	1834.762	2.00	1.76385	48.5	
38	213.695	(可変)			
39	-94.335	1.40	1.80400	46.5	40
40	79.557	0.99			
41	67.956	3.69	1.61340	44.3	
42	-67.668	55.54			
43	767.812	1.80	1.43875	94.7	
44	43.459	5.35	1.61340	44.3	
45	-83.139	0.56			
46	-62.127	2.00	1.43875	94.7	
47	456.486	2.01			
48	-59.541	2.00	1.49700	81.5	
49	-307.180	(可変)			50

像面

各種データ

ズーム比 2.54

	広角	中間	望遠	
焦点距離	305.00	485.95	774.99	
F ナンバー	8.09	8.10	8.10	
半画角(°)	4.06	2.55	1.60	
像高	21.64	21.64	21.64	
レンズ全長	489.78	489.78	489.78	
BF	100.04	100.04	100.04	10
d 8	45.70	88.03	126.95	
d 12	28.93	13.60	1.45	
d 16	54.77	27.77	1.00	
d 34	1.14	6.17	1.00	
d 38	26.39	21.36	26.53	
d 49	100.04	100.04	100.04	

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	348.98	
2	9	-71.23	
3	13	364.94	
4	17	81.36	
5	35	-120.65	
6	39	-397.62	

[数値実施例 7]

単位mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	400.000	5.60	1.59349	67.0	
2		0.30			30
3	154.576	9.97	1.43387	95.1	
4	-1622.495	43.14			
5	122.825	9.47	1.43875	94.7	
6	-328.709	2.40	1.61340	44.3	
7	126.402	(可変)			
8	129.510	3.49	1.48749	70.2	
9	209.619	6.88			
10	147.953	1.80	1.54072	47.2	
11	48.454	7.56			
12	-127.286	1.70	1.53775	74.7	40
13	218.082	(可変)			
14	70.892	3.96	1.85478	24.8	
15	213.260	3.27			
16	-134.064	1.80	1.59282	68.6	
17	155.534	(可変)			
18	115.739	4.42	1.49700	81.5	
19	-428.709	0.14			
20	58.479	5.23	1.49700	81.5	
21	233.567	19.97			
22(絞り)		0.01			50

23	90.337	2.91	1.49700	81.5
24	205.595	1.25		
25	-978.689	2.00	1.87070	40.7
26	56.242	2.53		
27	92.105	1.80	1.92286	20.9
28	64.222	5.60	1.49700	81.5
29	-136.344	0.15		
30	96.638	2.69	1.90366	31.3
31	330.341	0.96		
32	53.900	3.96	1.48749	70.2
33	162.524	(可変)		
34	-674.987	3.17	1.85478	24.8
35	-68.844	1.30	1.74950	35.3
36	60.778	(可変)		
37	123.600	1.98	1.49700	81.5
38	66.985	9.94		
39	77.720	7.14	1.61340	44.3
40	-111.444	15.91		
41	-89.491	1.98	1.49700	81.5
42	156.732	(可変)		

像面

各種データ

ズーム比	1.90
	広角 中間 望遠
焦点距離	205.01 281.28 389.96
F ナンバー	4.10 4.10 4.10
半画角(°)	6.02 4.40 3.18
像高	21.64 21.64 21.64
レンズ全長	367.02 367.02 367.02
BF	39.99 39.99 39.99
d 7	2.25 27.33 52.64
d13	7.20 3.69 1.00
d17	45.56 23.99 1.37
d33	3.09 4.83 3.08
d36	72.56 70.82 72.57
d42	39.99 39.99 39.99

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	290.10
2	8	-78.83
3	14	2720.21
4	18	64.32
5	34	-82.71
6	37	337.28

各数値実施例における条件式(1)~(14)に対応する値を、以下の表1にまとめて示す。

[表1]

10

20

30

40

50

		数值实施例1	数值实施例2	数值实施例3	数值实施例4	数值实施例5	数值实施例6	数值实施例7
条件式(1)	$d11/f11$	0.234	0.248	0.245	0.119	0.124	0.175	0.196
条件式(2)	$f11/f1$	0.961	1.047	0.750	0.809	1.256	0.826	0.760
条件式(3)	$f1/f2$	-4.221	-3.609	-4.407	-3.231	-4.599	-4.899	-3.680
条件式(4)	$\sum (f11 / f1i)$	1.000	1.091	1.000	1.000	1.000	1.002	1.004
条件式(5)	$(r2+r1)/(r2-r1)$	0.605	0.657	0.791	0.492	0.465	0.468	0.826
条件式(6)	$(D1t-D1w)/ f2 $	1.009	0.841	1.494	0.698	0.744	1.141	0.639
条件式(7)	L_t/ft	1.004	1.005	0.663	0.941	0.952	0.632	0.941
条件式(8)	$(T1+D1t)/ft$	0.471	0.478	0.336	0.308	0.340	0.264	0.317
条件式(9)	$(T1+D1w)/fw$	0.623	0.668	0.625	0.268	0.476	0.405	0.357
条件式(10)	$f1/ft$	0.862	0.831	0.566	0.772	0.550	0.450	0.744
条件式(11)	$\beta 2w$	-0.536	-0.692	-1.870	-0.599	-0.442	-0.447	-0.457
条件式(12)	$\beta L11P1$	81.540	95.100	81.540	67.000	81.540	95.100	95.100
条件式(13)	$\beta L12N1$	44.270	39.680	46.530	44.270	42.740	44.270	44.270
条件式(14)	$d11/T1$	0.798	0.754	0.744	0.539	0.535	0.686	0.609

【0058】

[撮像装置]

次に、本発明の光学系を撮像光学系として用いたデジタルスチルカメラ（撮像装置）10の実施例について、図15を用いて説明する。図15において、11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。12はカメラ本体13に内蔵され、撮像光学系11によって形成された光学像を受光して光電変換するCCDセンサやCMOSセンサ等の撮像素子（光電変換素子）である。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よいし、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よい。

【0059】

このように本発明のズームレンズをデジタルスチルカメラ等の撮像装置に適用することにより、レンズが小型である撮像装置を得ることができる。

【0060】

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】

【0061】

- L 0 ズームレンズ
- L 1 第1レンズ群
- L 1 1 第1部分群
- L 1 1 P 1 第1正レンズ
- L 1 2 第2部分群
- L 1 2 P 1 第2正レンズ
- L 1 2 N 1 第1負レンズ
- L 2 第2レンズ群

10

20

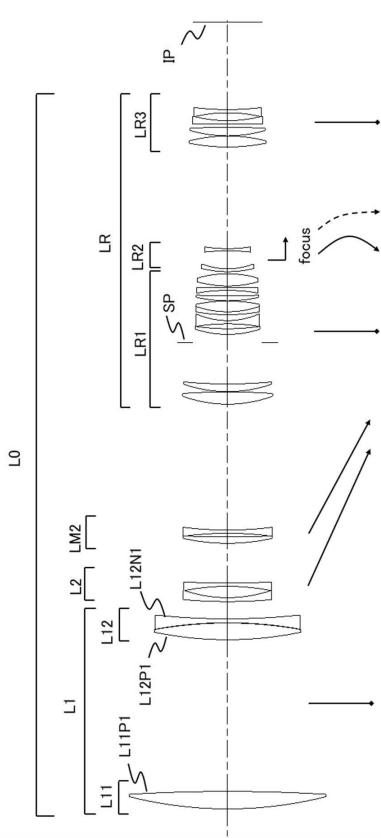
30

40

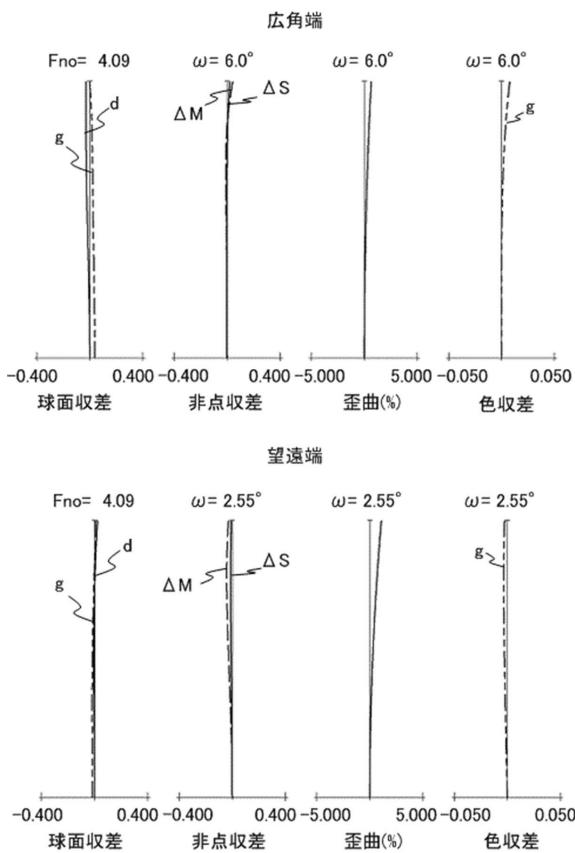
50

【図面】

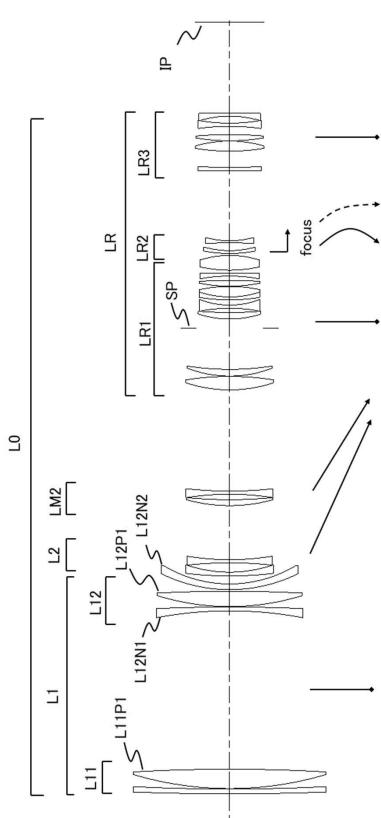
【図 1】



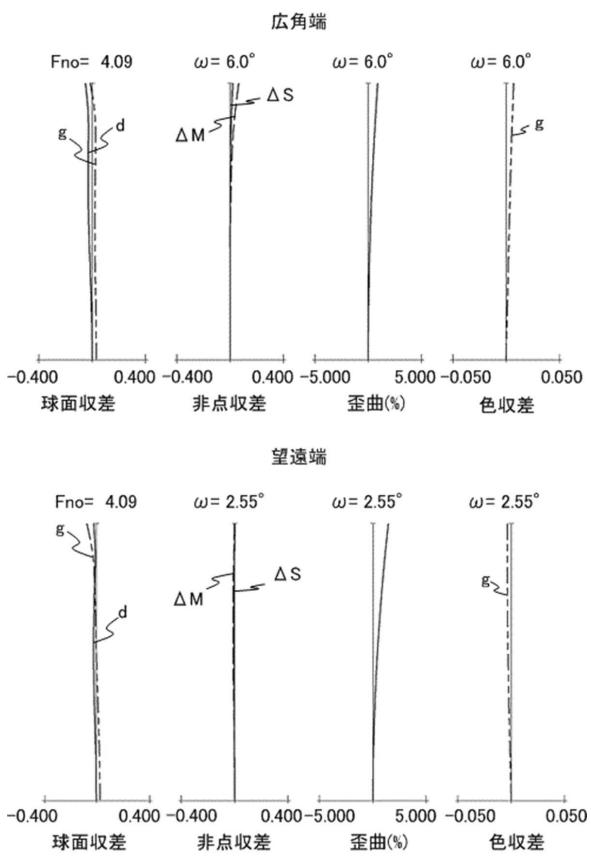
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

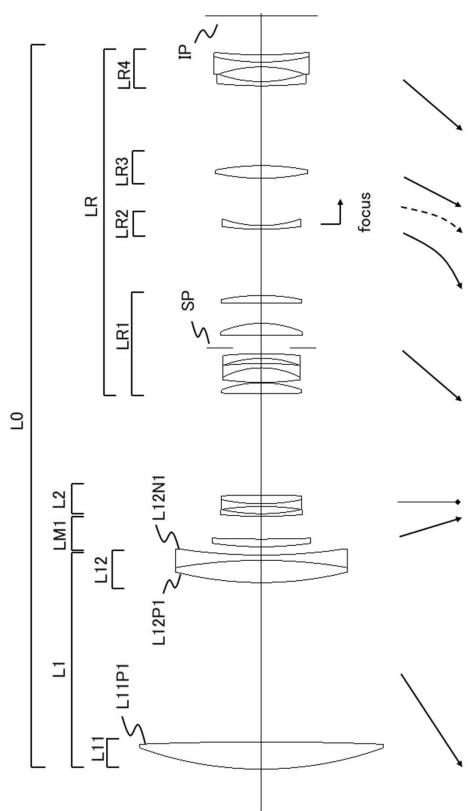
20

30

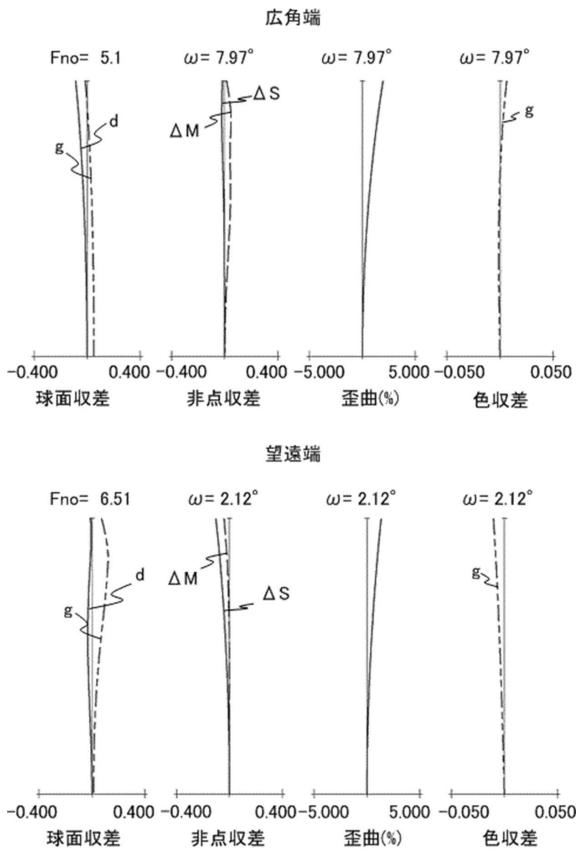
40

50

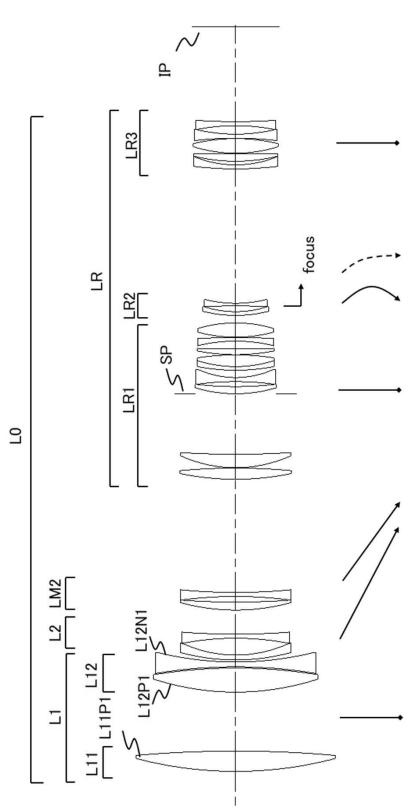
【図 5】



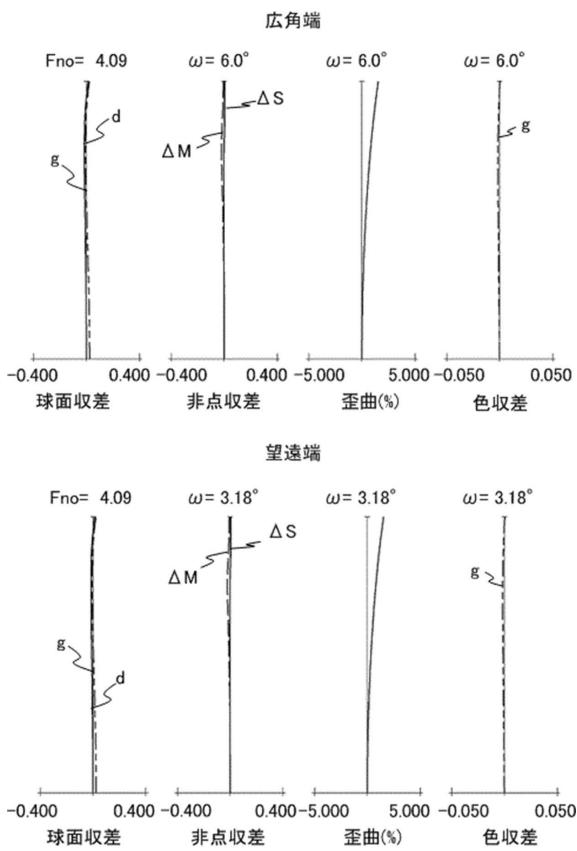
【図 6】



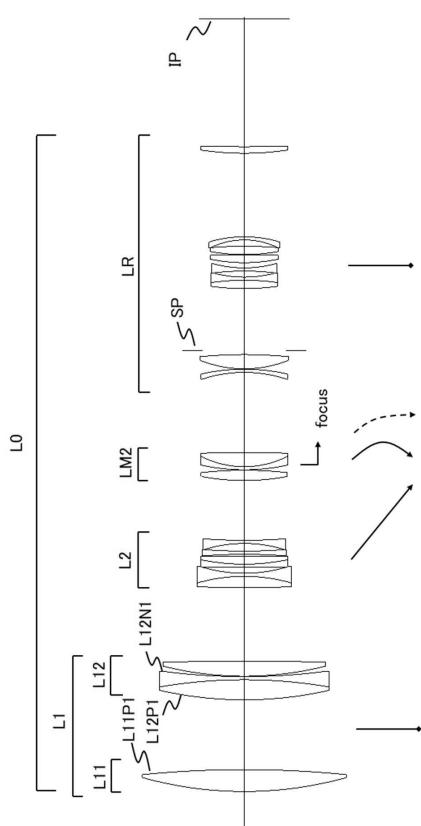
【図 7】



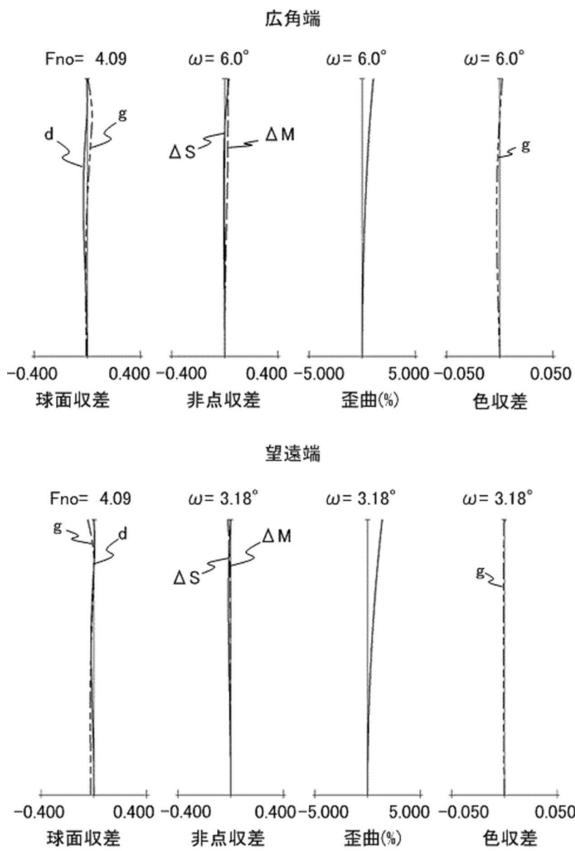
【図 8】



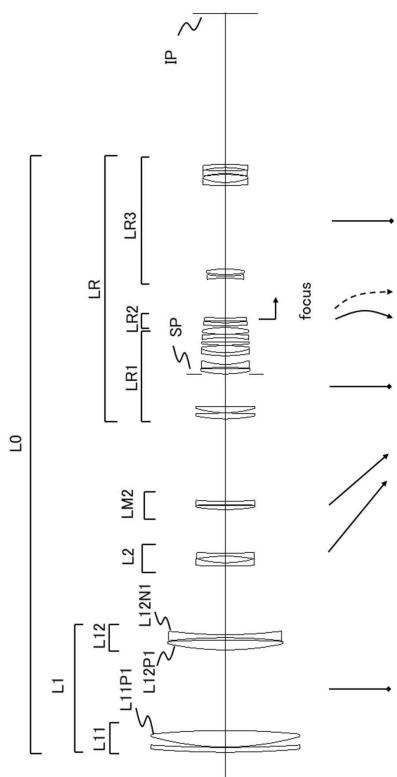
【図9】



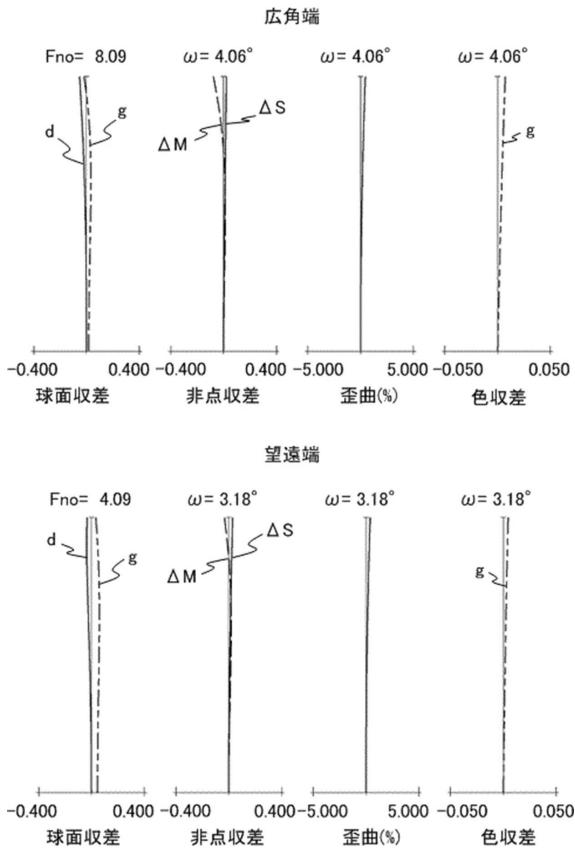
【 図 1 0 】



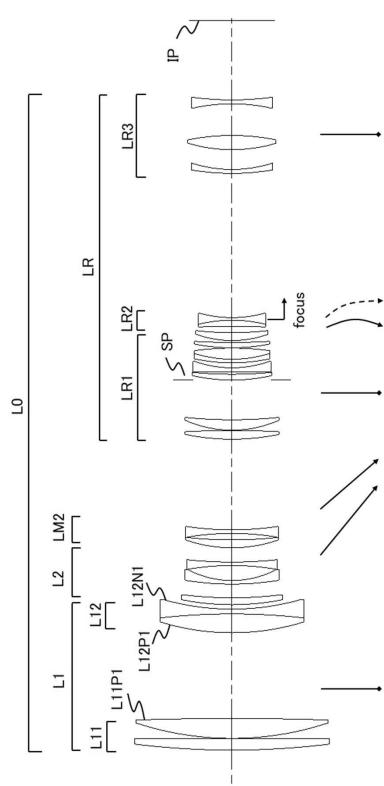
【図11】



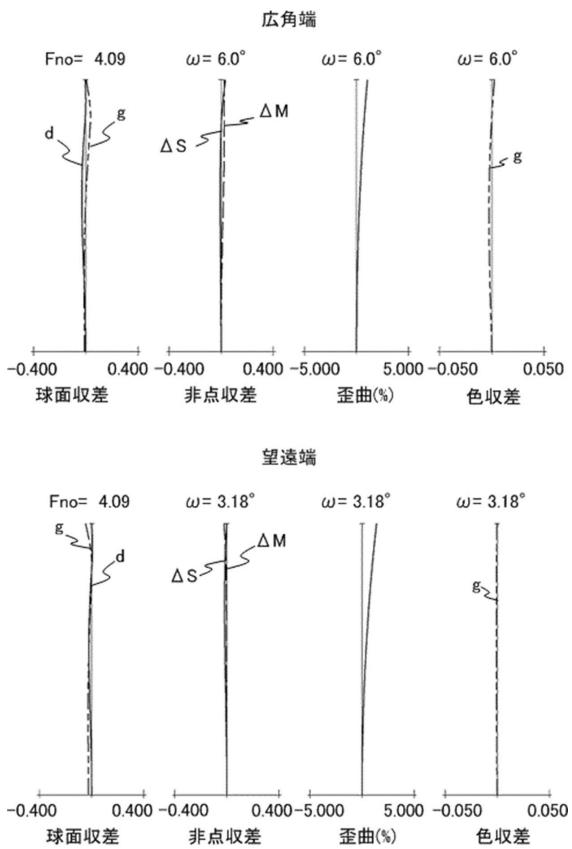
【図12】



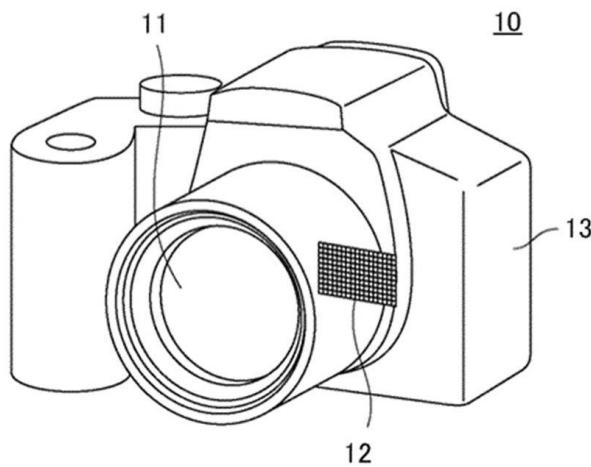
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2021-096331 (JP, A)

特開平04-191811 (JP, A)

特開2019-120773 (JP, A)

特開2012-093548 (JP, A)

特開2016-118737 (JP, A)

特開2007-212830 (JP, A)

特開平09-325274 (JP, A)

米国特許出願公開第2009/0303596 (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