

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2023-165285
(P2023-165285A)

(43)公開日 令和5年11月15日(2023.11.15)

(51)国際特許分類

G 02 B 15/20 (2006.01)
 G 02 B 13/18 (2006.01)
 G 02 B 15/167 (2006.01)

F I

G 02 B 15/20
 G 02 B 13/18
 G 02 B 15/167

テーマコード(参考)
2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全46頁)

(21)出願番号 特願2022-76139(P2022-76139)
 (22)出願日 令和4年5月2日(2022.5.2)

(71)出願人 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 100094112
 弁理士 岡部 譲
 (74)代理人 100101498
 弁理士 越智 隆夫
 (74)代理人 100106183
 弁理士 吉澤 弘司
 (74)代理人 100136799
 弁理士 本田 亜希
 (72)発明者 山田 智也
 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
 (72)発明者 李 勇希

最終頁に続く

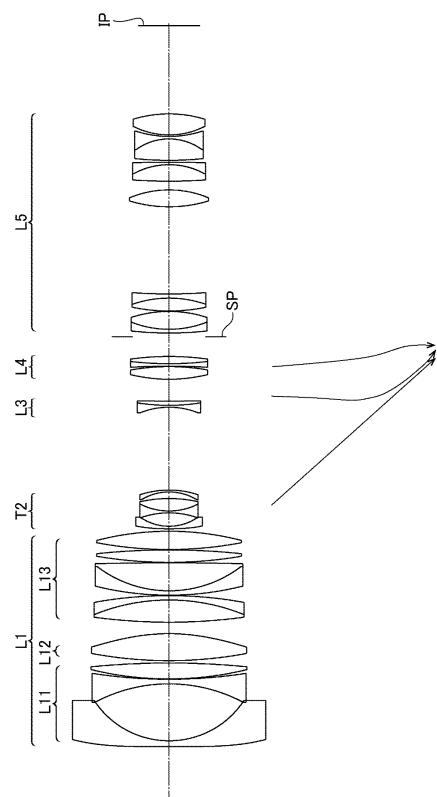
(54)【発明の名称】 ズームレンズおよび撮像装置

(57)【要約】

【課題】 広画角、高ズーム比、小型軽量、高い光学性能の点で有利なズームレンズを提供する。

【解決手段】ズームレンズは、物体側から順に、ズーミングのためには不動の正の第1レンズ群と、ズーミングにおいて移動する2つ以上の中間レンズ群と、正の後レンズ群とを有し、隣り合うレンズ群の互いの間隔はいずれもズーミングにおいて変化し、前記後レンズ群の内、前記後レンズ群と隣り合うレンズ群の内、または前記後レンズ群と隣り合うレンズ群と前記後レンズ群との間に配置された開口絞りを有し、前記第1レンズ群は、物体側から順に、合焦のためには不動の負の第1サブレンズ群と、合焦のために移動する正の第2サブレンズ群と、正の第3サブレンズ群とを有し、前記第1レンズ群の焦点距離、前記第1レンズ群の最も像側の面から前記第1レンズ群の後側主点までの光軸上の長さ、広角端及び望遠端での焦点距離を適切に設定することを特徴とする。

【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、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第1レンズ群と、ズーミングにおいて移動する2つ以上の中間レンズ群と、正の屈折力の後レンズ群とを有するズームレンズであって、

隣り合うレンズ群の互いの間隔は、いずれもズーミングにおいて変化し、

前記後レンズ群の内、前記後レンズ群と隣り合うレンズ群の内、または前記後レンズ群と隣り合うレンズ群と前記後レンズ群との間に配置された開口絞りを有し、

前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に、合焦のためには移動しない負の屈折力の第1サブレンズ群と、合焦のために移動する正の屈折力の第2サブレンズ群と、正の屈折力の第3サブレンズ群とを有し、

前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第1レンズ群の最も像側の面から前記第1レンズ群の後側主点までの光軸上の長さを $b_{o k 1}$ 、広角端での前記ズームレンズの焦点距離を f_w 、望遠端での前記ズームレンズの焦点距離を f_t として、

$$1.700 (f_1 + b_{o k 1}) / f_1 = 2.200$$

$$1.50 f_1 / f_w = 4.00$$

$$7.1 f_t / f_w = 10.0$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

$$2.10 f_t / f_1 = 8.00$$

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、最も物体側に負の屈折力のレンズ G_1 を有し、前記レンズ G_1 の焦点距離を f_{G_1} として、

$$-5.50 f_{G_1} / f_w = 1.60$$

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 4】

前記第1サブレンズ群は、焦点距離を f_{G_p} として、

$$5.80 f_{G_p} / f_w = 20.60$$

なる条件式を満足する焦点距離 f_{G_p} を有するレンズ G_p を有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 5】

前記第1レンズ群は、最も物体側に負の屈折力のレンズ G_1 を有し、前記レンズ G_1 の焦点距離を f_{G_1} として、

$$-2.10 f_{G_1} / f_1 = 0.80$$

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 6】

前記第1サブレンズ群の焦点距離を f_{11} として、

$$-1.50 f_{11} / f_1 = 0.75$$

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 7】

前記第2サブレンズ群の焦点距離を f_{12} として、

$$2.00 f_{12} / f_1 = 4.40$$

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 8】

前記第3サブレンズ群の焦点距離を f_{13} として、

$$1.30 f_{13} / f_1 = 1.80$$

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 9】

広角端での前記ズームレンズのFナンバーを $F_{n o w}$ として、

10

20

30

40

50

2 . 0 0 F n o w 3 . 5 0

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 1 0】

前記第 1 レンズ群に含まれるすべての負レンズの d 線に関する屈折率の平均値を n_d 1 n として、

1 . 7 5 n d 1 n 2 . 0 0

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 1 1】

前記第 1 サブレンズ群は、 d 線に関するアッベ数を d_{11p} として、

1 7 . 0 d 1 1 p 2 5 . 0

なる条件式を満足するアッベ数 d_{11p} を有する正レンズ L_{11p} を有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 1 2】

前記第 3 サブレンズ群は、 d 線に関するアッベ数を d_{13n} として、

2 0 . 0 d 1 3 n 5 0 . 0

なる条件式を満足するアッベ数 d_{13n} を有する負レンズ L_{13n} を有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 1 3】

前記第 1 サブレンズ群および前記第 3 サブレンズ群は、 d 線に関するアッベ数を d_{11p} 、 d 線に関する別のアッベ数を d_{13n} として、

3 . 0 d 1 3 n - d 1 1 p 2 5 . 0

なる条件式を満足するアッベ数 d_{11p} を有する正レンズ L_{11p} および該条件式を満足するアッベ数 d_{13n} を有する負レンズ L_{13n} をそれぞれ有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 1 4】

前記第 1 レンズ群の光軸上の厚みを L_D 1 として、

1 . 5 0 L D 1 / f 1 3 . 3 0

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 1 5】

前記第 3 サブレンズ群は、5 つ以下のレンズからな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 1 6】

前記ズームレンズにおける有限の焦点距離を有する最も像側のレンズの像側の面から像面までの光軸上の長さを B_F w として、

0 . 2 8 0 f w / B F w 0 . 4 3 0

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 1 7】

請求項 1 から 1 6 までのいずれか一項に記載のズームレンズと、

前記ズームレンズによって形成された像を撮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 1 8】

前記撮像素子の対角長を $2Y$ 、広角端での半画角を w として、前記半画角 w は、

$w = \arctan(Y / f_w)$

なる式で定義され、

4 1 . 2 ° w 5 0 . 0 °

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 7 に記載の撮像装置。

【請求項 1 9】

前記撮像素子の対角長を $2Y$ 、望遠端での半画角を t として、前記半画角 t は、

$t = \arctan(Y / f_t)$

なる式で定義され、

10

20

30

40

50

4 . 3 0 ° t 8 . 2 5 °

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 17 に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズおよび撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

テレビカメラや映画用カメラ、デジタルスチルカメラ、ビデオカメラ等の撮像装置に用いられるズームレンズは、高い運用性のため小型軽量であること、ならびに広画角、高ズーム比、および高い光学性能を有していることが要望されている。また、4K、8K等の高解像度に対応した撮像素子の使用に伴い、像の中心から周辺まで解像力が高く、色収差が少ないことが要求されている。

【0003】

特許文献 1 では、物体側から像順へ順に、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第 1 レンズ群、ズーミングにおいて移動する複数の移動レンズ群、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の後レンズ群からなるズームレンズが開示されている。第 1 レンズ群は、負の屈折力の第 1 サブレンズ群、正の屈折力の第 2 サブレンズ群、正の屈折力の第 3 サブレンズ群からなり、第 2 サブレンズ群は、合焦のために移動する。

【先行技術文献】

10

20

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2017-203912 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 は、広角端での半画角が 35° 程度、ズーム比 6 程度のズームレンズを開示している。ズームレンズの画角またはズーム比を増大させようとすると、第 1 レンズ群の径が増大し、ズームレンズが大型化しうる。

【0006】

30

本発明は、例えば、広画角、高ズーム比、小型軽量、高い光学性能の点で有利な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】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第 1 レンズ群と、ズーミングにおいて移動する 2 つ以上の中間レンズ群と、正の屈折力の後レンズ群とを有するズームレンズであって、隣り合うレンズ群の互いの間隔は、いずれもズーミングにおいて変化し、前記後レンズ群の内、前記後レンズ群と隣り合うレンズ群の内、または前記後レンズ群と隣り合うレンズ群と前記後レンズ群との間に配置された開口絞りを有し、前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に、合焦のためには移動しない負の屈折力の第 1 サブレンズ群と、合焦のために移動する正の屈折力の第 2 サブレンズ群と、正の屈折力の第 3 サブレンズ群とを有し、前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第 1 レンズ群の最も像側の面から前記第 1 レンズ群の後側主点までの光軸上の長さを $b_0 k_1$ 、広角端での前記ズームレンズの焦点距離を f_w 、望遠端での前記ズームレンズの焦点距離を f_t として、

$$1.700 \quad (f_1 + b_0 k_1) / f_1 \quad 2.200$$

$$1.50 \quad f_1 / f_w \quad 4.00$$

$$7.1 \quad f_t / f_w \quad 10.0$$

40

なる条件式を満足することを特徴とする。

【発明の効果】

50

【0008】

本発明によれば、例えば、広画角、高ズーム比、小型軽量、高い光学性能の点で有利な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】

【0009】

【図1】実施例1に係るズームレンズの広角端かつ無限遠物体に合焦している時の断面図である。

【図2】実施例1に係るズームレンズの無限遠物体に合焦している時、かつ(a)広角端、(b)望遠端での収差を示す図である。

【図3】実施例2に係るズームレンズの広角端かつ無限遠物体に合焦している時の断面図である。 10

【図4】実施例2に係るズームレンズの無限遠物体に合焦かつ(a)広角端、(b)望遠端での収差を示す図である。

【図5】実施例3に係るズームレンズの広角端かつ無限遠物体に合焦している時の断面図である。

【図6】実施例3に係るズームレンズの無限遠物体に合焦している時、かつ(a)広角端、(b)望遠端での収差を示す図である。

【図7】実施例4に係るズームレンズの広角端かつ無限遠物体に合焦している時の断面図である。

【図8】実施例4に係るズームレンズの無限遠物体に合焦している時、かつ(a)広角端、(b)望遠端での収差を示す図である。 20

【図9】実施例5に係るズームレンズの広角端かつ無限遠物体に合焦している時の断面図である。

【図10】実施例5に係るズームレンズの無限遠物体に合焦している時、かつ(a)広角端、(b)望遠端での収差を示す図である。

【図11】実施例6に係るズームレンズの広角端かつ無限遠物体に合焦している時の断面図である。

【図12】実施例6に係るズームレンズの無限遠物体に合焦している時、かつ(a)広角端、(b)望遠端での収差を示す図である。

【図13】実施例7に係るズームレンズの広角端かつ無限遠物体に合焦している時の断面図である。 30

【図14】実施例7に係るズームレンズの無限遠物体に合焦している時、かつ(a)広角端、(b)望遠端での収差を示す図である。

【図15】実施例8に係るズームレンズの広角端かつ無限遠物体に合焦している時の断面図である。

【図16】実施例8に係るズームレンズの無限遠物体に合焦している時、かつ(a)広角端、(b)望遠端での収差を示す図である。

【図17】撮像装置の構成例を示す図である。

【図18】光学材料におけるアッペ数と部分分散比との関係を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、添付図面を参照して本発明の実施形態を説明する。なお、実施形態を説明するための全図を通して、原則として(断りのない限り)、同一の部材等には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

【0011】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第1レンズ群L1と、ズーミングにおいて移動する2つ以上の中間レンズ群と、正の屈折力の後レンズ群とからなるものである。ズームレンズにおいて、隣り合うレンズ群の互いの間隔は、いずれもズーミングにおいて変化する。ズームレンズの開口絞りSPは、後レンズ群の内、後レンズ群と隣り合うレンズ群の内、または前記後レンズ群と隣

り合うレンズ群と前記後レンズ群との間に配置される。第1レンズ群L1は、物体側から像側へ順に、合焦のためには移動しない負の屈折力の第1サブレンズ群L11と、合焦のために移動する正の屈折力の第2サブレンズ群L12と、正の屈折力の第3サブレンズ群L13とを有する。

【0012】

第1レンズ群L1の焦点距離をf1、第1レンズ群L1の最終面から第1レンズ群L1の後側主点までの光軸上の長さをbok1、広角端での当該ズームレンズの焦点距離をfw、望遠端での当該ズームレンズの焦点距離をftとすると、

$$1.700 (f1 + bok1) / f1 \quad 2.200 \quad \dots \quad (1)$$

$$1.50 \quad f1 / fw \quad 4.00 \quad \dots \quad (2)$$

$$7.1 \quad ft / fw \quad 10.0 \quad \dots \quad (3)$$

なる条件式を満足する。

【0013】

ここで、上記の条件式の技術的意義について説明する。条件式(1)は、広画角かつ小型軽量のズームレンズを得るために条件を規定している。 $(f1 + bok1) / f1$ は、第1レンズ群L1のレトロ比であるところ、当該レトロ比を大きくすると、広画角に有利となる一方で、第3サブレンズ群L13の径や、第1レンズ群L1におけるレンズの数が増大する。条件式(1)の上限値を上回ると、第1レンズ群L1のレトロ比が過度に大きくなるため、第3サブレンズ群L13の径が増大し過ぎることで、小型軽量のズームレンズを得るのに不利となる。また、第1レンズ群L1におけるレンズの数が増大し過ぎることで、小型軽量のズームレンズを得るのに不利となる。条件式(1)の下限値を下回ると、第1レンズ群L1のレトロ比が過度に小さくなるため、広画角のズームレンズを得るのが困難となる。また、第1レンズ群L1において最も物体側のレンズの径が増大し、小型軽量のズームレンズを得るのに不利となる。

【0014】

条件式(2)は、広画角、小型軽量かつ高い光学性能のズームレンズを得るために条件を規定している。条件式(2)の上限値を上回ると、第1レンズ群L1の径が大きくなり、小型のズームレンズを得るのが困難となる。条件式(2)の下限値を下回ると、広画角のズームレンズを得るのが、または、広角端での収差(コマ収差や像面湾曲等)を許容範囲内にするのが困難となる。

【0015】

条件式(3)は、高ズーム比かつ高い光学性能のズームレンズを得るために条件を規定している。条件式(3)の上限値を上回ると、望遠端の焦点距離が過度に大きくなりすぎるため、小型軽量で高い光学性能のズームレンズを得るのが困難となる。条件式(3)の下限値を下回ると、高ズーム比のズームレンズを得るのが困難となる。本発明のズームレンズは、条件式(3)を満足するズームレンズにおいて、条件式(1)及び(2)を満足することで、特に高い効果を発揮する。

また、本発明の実施形態に係るズームレンズは、

$$2.10 \quad ft / f1 \quad 8.00 \quad \dots \quad (4)$$

なる条件式をさらに満足するのが好ましい。

【0016】

条件式(4)は、高ズーム比、小型軽量、高い光学性能のズームレンズを得るために条件を規定している。ft / f1を大きくすれば、望遠(高ズーム比)のズームレンズを得るのに有利となる一方、第1レンズ群L1により発生する収差が望遠端で拡大されるため、収差を許容範囲内にするのが困難となる。条件式(4)の上限値を上回ると、第1レンズ群L1の焦点距離が過度に短くなるため、望遠端での第1レンズ群L1による収差を許容範囲内にするのが困難となる。または、レンズの数が過度に多くなるため、小型軽量のズームレンズを得るのに不利となる。条件式(4)の下限値を下回ると、第1レンズ群L1の焦点距離が過度に長くなるため、望遠(高ズーム比)のズームレンズを得るのが困難となる。または、中間レンズ群の移動量が過度に大きくなるため、小型軽量のズームレン

10

20

30

40

50

ズを得るのに不利となる。

【0017】

また、本発明の実施形態に係るズームレンズにおいて、第1レンズ群L1は、最も物体側に負の屈折力のレンズG1を有するものとする。本発明の実施形態に係るズームレンズは、当該レンズG1の焦点距離をfG1として、

$$-5.50 \leq fG1 / fw \leq -1.60 \quad \dots \quad (5)$$

なる条件式をさらに満足するのが好ましい。条件式(5)は、小型の第1レンズ群L1を得るために条件を規定している。条件式(5)の上限値を上回ると、レンズG1の焦点距離が過度に短くなるため、望遠端での軸上光束の径が増大する。その結果、第3サブレンズ群L13の径が増大し、小型の第1レンズ群L1を得るのが困難となる。条件式(5)の下限値を下回ると、レンズG1の焦点距離が過度に長くなるため、ズームレンズの入射瞳が過度に物体側に配置され、第1サブレンズ群L11の径が増大し、小型の第1レンズ群L1を得るのが困難となる。

【0018】

また、本発明の実施形態に係るズームレンズにおいて、第1サブレンズ群L11は、焦点距離をfGpとして、

$$5.80 \leq fGp / fw \leq 20.60 \quad \dots \quad (6)$$

なる条件式を満足する焦点距離fGpを有するレンズGpを有することを特徴とする。

【0019】

条件式(6)は、色収差が良好に補正された第1レンズ群L1を得るために条件を規定している。条件式(6)の上限値を上回ると、レンズG1pの焦点距離が過度に長くなるため、第1サブレンズ群L11の色収差補正が満足にされないため、色収差が良好に補正された第1レンズ群L1を得るのが困難となる。条件式(6)の下限値を下回ると、レンズG1pの焦点距離が過度に短くなるため、望遠端での球面収差の補正が困難となる。その結果、良好に収差が補正された第1レンズ群L1を得るのが困難となる。

また、本発明の実施形態に係るズームレンズは、当該レンズG1の焦点距離をfG1として、

$$-2.10 \leq fG1 / f1 \leq -0.80 \quad \dots \quad (7)$$

なる条件式をさらに満足するのが好ましい。

条件式(7)は、小型の第1レンズ群L1を得るために条件を規定している。条件式(7)の上限値を上回ると、レンズG1の焦点距離が過度に短くなるため、望遠端での軸上光束の径が増大する。その結果、第3サブレンズ群L13の径が増大し、小型の第1レンズ群L1を得るのが困難となる。条件式(7)の下限値を下回ると、レンズG1の焦点距離が過度に長くなるため、ズームレンズの入射瞳が過度に物体側に配置され、第1サブレンズ群L11の径が増大し、小型の第1レンズ群L1を得るのが困難となる。

【0020】

また、本発明の実施形態に係るズームレンズにおいて、第1サブレンズ群L11の焦点距離をf11とし、第2サブレンズ群L12の焦点距離をf12とし、第3サブレンズ群L13の焦点距離をf13とすると、次の条件式(8)ないし条件式(10)をさらに満足するのが好ましい。

$$-1.50 \leq f11 / f1 \leq -0.75 \quad \dots \quad (8)$$

$$2.00 \leq f12 / f1 \leq 4.40 \quad \dots \quad (9)$$

$$1.30 \leq f13 / f1 \leq 1.80 \quad \dots \quad (10)$$

【0021】

条件式(8)ないし条件式(10)は、それぞれ、高い光学性能のズームレンズを得るために条件を規定している。

条件式(8)が満たされないと、第1レンズ群L1の焦点距離f1または第1サブレンズ群L11の焦点距離f11が過度に小さくなるため、第1レンズ群L1または第1サブレンズ群L11により発生する収差を許容範囲内にするのが困難となる。

【0022】

10

20

30

40

50

条件式(9)が満たされないと、第1レンズ群L1の焦点距離f1または第2サブレンズ群L12の焦点距離f12が過度に小さくなるため、第1レンズ群L1または第2サブレンズ群L12により発生する収差を許容範囲内にするのが困難となる。

【0023】

条件式(10)が満たされないと、第1レンズ群L1の焦点距離f1または第3サブレンズ群L13の焦点距離f13が過度に小さくなるため、第1レンズ群L1または第3サブレンズ群L13により発生する収差を許容範囲内にするのが困難となる。

【0024】

また、本発明の実施形態に係るズームレンズは、広角端での当該ズームレンズのFナンバーをFnowとして、

$$2.00 \leq F_{now} \leq 3.50 \quad \dots (11)$$

なる条件式をさらに満足するのが好ましい。条件式(11)は、明るいズームレンズを得るために条件を規定している。条件式(11)の下限値を下回ると、広角端での収差(球面収差や非点収差等)を許容範囲内にするのが困難となる。または、高い光学性能を得るために各レンズ群が過度に大きくなり、小型軽量のズームレンズを得るのが困難となる。

【0025】

また、本発明の実施形態に係るズームレンズは、第1レンズ群L1に含まれるすべての負レンズのd線(波長587.6nm)に関する屈折率の平均値をnd1nとして、

$$1.75 \leq n_{d1n} \leq 2.00 \quad \dots (12)$$

なる条件式をさらに満足するのが好ましい。条件式(12)は、小型軽量かつ高い光学性能のズームレンズを得るために条件を規定している。条件式(12)の上限値を上回ると、高屈折率の光学材料(硝材)は比重が大きい傾向があることから、軽量な第1レンズ群L1を得るのが困難となる。条件式(12)の下限値を下回ると、屈折率が過度に小さくなるため、収差を許容範囲内にするのが困難となる。

【0026】

また、本発明の実施形態に係るズームレンズにおいて、第1サブレンズ群L11は、d線に関するアッベ数をd11pとして、

$$17.0 \leq d_{11p} \leq 25.0 \quad \dots (13)$$

なる条件式を満足するアッベ数d11pを有する正レンズL11pを有することが好ましい。

また、本発明の実施形態に係るズームレンズにおいて、第3サブレンズ群L13は、d線に関するアッベ数をd13nとして、

$$20.0 \leq d_{13n} \leq 50.0 \quad \dots (14)$$

なる条件式を満足するアッベ数d13nを有する負レンズL13nを有することが好ましい。

また、本発明の実施形態に係るズームレンズにおいて、第1サブレンズ群L11および第3サブレンズ群L13は、d線に関するアッベ数をd11p、d線に関する別のアッベ数をd13nとして、

$$3.0 \leq d_{13n} - d_{11p} \leq 25.0 \quad \dots (15)$$

なる条件式を満足するアッベ数d11pを有する正レンズL11pおよび該条件式を満足するアッベ数d13nを有する負レンズL13nをそれぞれ有することが好ましい。

【0027】

条件式(13)ないし条件式(15)は、望遠端での軸上色収差と、合焦に伴う軸上色収差の変動とを許容範囲内にするための条件を規定している。

ここで、図18は、光学材料におけるアッベ数と部分分散比との関係を示す模式図である。同図からわかるように、光学材料は、部分分散比が大きくなるほど、その部分分散比が、破線で示される直線から乖離していくような異常分散性を示す傾向がある。

【0028】

条件式(13)の上限値を上回ると、合焦に伴う軸上色収差の二次スペクトルの変動を

10

20

30

40

50

許容範囲内にするのが困難となる。条件式(13)の下限値を下回ると、異常分散性が過度に高くなるため、望遠端での軸上色収差の二次スペクトルを許容範囲内にするのが困難となる。

【0029】

条件式(14)の上限値を上回ると、望遠端での軸上色収差を許容範囲内にするのが困難となる。条件式(14)の下限値を下回ると、望遠端での軸上色収差の二次スペクトルを許容範囲内にするのが困難となる。

【0030】

条件式(15)が満たされないと、望遠端での軸上色収差を許容範囲内にするのが困難となる。

また、本発明の実施形態に係るズームレンズは、第1レンズ群L1の光軸上の厚みをLD1として、

$$1.50 \quad LD1 / f1 \quad 3.30 \quad \dots \quad (16)$$

なる条件式をさらに満足するのが好ましい。

【0031】

条件式(16)は、小型軽量かつ高い光学性能のズームレンズを得るための条件を規定している。条件式(16)の上限値を上回ると、第1レンズ群L1の厚みが過度に長くなるため、小型軽量のズームレンズを得るのが困難となる。または、第1レンズ群L1の焦点距離が過度に短くなるため、望遠端での合焦に伴う収差の変動を許容範囲内にするのが困難となる。条件式(16)の下限値を下回ると、第1レンズ群L1の厚みが過度に短くなるため、合焦に伴う収差の変動を許容範囲内とするのに要する数のレンズを有するのが困難となる。または、第1レンズ群L1の焦点距離が過度に長くなるため、変倍のための中間レンズ群の移動量が過大となり、小型軽量のズームレンズを得るのが困難となる。

【0032】

ここで、本発明の実施形態に係るズームレンズは、2Yを対角イメージサイズ(対角長)とするカメラのためのものであり、広角端での半画角をwとして、

$$41.2^\circ \quad w \quad 50.0^\circ \quad \dots \quad (17)$$

なる条件式をさらに満足するのが好ましい。但し、当該半画角wは、広角端での当該ズームレンズの焦点距離をfwとして、

$$w = \arctan(Y/fw)$$

なる式で定義されるものとする。条件式(17)は、広画角かつ小型軽量のズームレンズを得るための条件を規定している。条件式(17)を満足することで、様々なフォーマットサイズにおいて広角化が可能となる。条件式(17)の上限値を上回ると、小型軽量のズームレンズを得るのが困難となる。

【0033】

また、本発明の実施形態に係るズームレンズは、2Yを対角イメージサイズとするカメラのためのものであり、望遠端での半画角をtとして、

$$4.30^\circ \quad t \quad 8.25^\circ \quad \dots \quad (18)$$

なる条件式をさらに満足するのが好ましい。但し、当該半画角tは、望遠端での当該ズームレンズの焦点距離をftとして、

$$t = \arctan(Y/f_t)$$

なる式で定義されるものとする。条件式(18)は、狭画角かつ小型軽量のズームレンズを得るための条件を規定している。条件式(18)を満足することで、様々なフォーマットサイズにおいて望遠化が可能となる。条件式(18)の下限値を下回ると、小型軽量のズームレンズを得るのが困難となる。

【0034】

また、本発明の実施形態に係るズームレンズは、当該ズームレンズにおける有限の焦点距離を有する最も像側のレンズの像側の面から像面までの光軸上の長さをBFwとして、

$$0.280 \quad fw / BFw \quad 0.430 \quad \dots \quad (19)$$

なる条件式をさらに満足するのが好ましい。

10

20

30

40

50

【0035】

条件式(19)は、広画角かつ小型軽量のズームレンズを得るための条件を規定している。条件式(19)の上限値を上回ると、バックフォーカスに対して広角端での焦点距離が過度に長くなるため、広画角のズームレンズを得るのが困難となる。条件式(19)の下限値を下回ると、広角端での焦点距離に対してバックフォーカスが過度に長くなるため、小型軽量のズームレンズを得るのが困難となる。

【0036】

また、本発明の実施形態に係るズームレンズにおいて、第1レンズ群L1は、合焦のために移動しない負の屈折力の第1サブレンズ群L11と、合焦のために移動する正の屈折力の第2サブレンズ群L12と、正の屈折力の第3サブレンズ群L13とを有している。
10 このような構成により、合焦に伴う収差の変動を許容範囲内にすることができる。なお、第1レンズ群L1の構成は、そのような3つのサブレンズ群L11、L12、L13からなるものに限定されるものではなく、例えば、合焦のために複数のサブレンズ群が移動するものであってもよく、また、別のサブレンズ群を有するものであってもよい。

【0037】

また、本発明の実施形態に係るズームレンズにおいて、第3サブレンズ群L13は、5つ以下のレンズからなるのが好ましい。第3サブレンズ群L13が6つ以上のレンズからなる場合には、第1レンズ群L1が大型となり、小型軽量のズームレンズを得るのが困難となる。

【0038】

また、本発明の実施形態に係るズームレンズは、第1レンズ群L1において、第3サブレンズ群L13と、それより像側(後側)のサブレンズ群とは、合わせて5つ以下のレンズからなるのが好ましい。第3サブレンズ群L13と、それより像側のサブレンズ群とが、合わせて6つ以上のレンズからなる場合は、第1レンズ群L1が大型となり、小型軽量のズームレンズを得るのが困難となる。

【0039】

また、本発明の実施形態に係るズームレンズにおいて、第3サブレンズ群L13は、2つ以上の負レンズを有するのが好ましい。第3サブレンズ群L13の負レンズが1つの場合には、第1レンズ群L1での色収差補正を行うために第3サブレンズ群L13の負レンズの屈折力が強くなりすぎるため、球面収差など色収差以外の諸収差の補正が困難となる。
30

【0040】

また、本発明の実施形態に係るズームレンズにおいて、第1レンズ群L1及び後レンズ群は変倍時に固定であることが好ましい。これにより変倍時にガラス全長(光学系の最前面から最後面までの長さ)が一定に保たれるため、重心位置の変化を小さくすることができる。

なお、以上に説明した条件式(1)ないし条件式(19)は、それぞれ以下の条件式(1a)ないし条件式(19a)とするのがさらに好ましい。

1 . 7 8 0	$(f_1 + b_{ok1}) / f_1$	2 . 1 0 0	· · · (1a)
2 . 3 0	f_1 / f_w	3 . 2 0	· · · (2a)
7 . 2	f_t / f_w	1 0 . 0	· · · (3a)
2 . 3 7 0	f_t / f_1	4 . 5 5 0	· · · (4a)
- 4 . 5 0	f_{G1} / f_w	- 2 . 0 0	· · · (5a)
6 . 0 0	f_{Gp} / f_w	1 5 . 0 0	· · · (6a)
- 1 . 8 0	f_{G1} / f_1	- 1 . 0 0	· · · (7a)
- 1 . 3 0	f_{11} / f_1	- 0 . 8 5	· · · (8a)
2 . 2 0	f_{12} / f_1	3 . 4 0	· · · (9a)
1 . 4 3 5	f_{13} / f_1	1 . 8 0 0	· · · (10a)
2 . 2 0	F_{now}	3 . 0 0	· · · (11a)
1 . 7 6	n_{dn}	1 . 9 5	· · · (12a)

1 7 . 0	d 1 1 p	2 2 . 0	· · · (1 3 a)	
2 3 . 0	d 1 3 n	4 1 . 0	· · · (1 4 a)	
3 . 0	d 1 3 n -	d 1 1 p	2 0 . 0	· · · (1 5 a)
1 . 7 0	L D 1 / f 1	3 . 1 0	· · · (1 6 a)	
4 2 . 9 0 °	w 5 0 . 0 0 °		· · · (1 7 a)	
4 . 5 0 °	t 8 . 0 0 °		· · · (1 8 a)	
0 . 3 0 0	f w / B F w	0 . 4 0 0	· · · (1 9 a)	

以下、本発明の実施形態に係るズームレンズの実施例 1 ないし実施例 8、および、それに対応する数値実施例 1 ないし数値実施例 8 を詳細に説明する。

【実施例 1】

【0041】

図 1 は、本発明の実施例 1 に係るズームレンズの広角端かつ無限遠物体に合焦している時の断面図である。図 2 は、実施例 1 に係るズームレンズの、無限遠物体に合焦している時、かつ (a) 広角端、(b) 望遠端での収差を示す図である（それぞれの焦点距離は、数値実施例 1 参照）。

【0042】

図 1 を参照しながら、実施例 1 に係るズームレンズの構成要素を説明する。

実施例 1 に係るズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 と、ズーミングに際して移動する 2 つ以上の中間レンズ群（負の屈折力の第 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）と、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の後レンズ群としての第 5 レンズ群 L 5 とを有する。ズームレンズにおいて、隣り合うレンズ群の互いの間隔は、いずれもズーミングのために変化する。ズーミングのためには移動しない開口絞り S P は、第 5 レンズ群 L 5 の物体側に隣接して配置される。

【0043】

第 1 レンズ群 L 1 は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 サブレンズ群 L 1 1 と、正の屈折力の第 2 サブレンズ群 L 1 2 と、正の屈折力の第 3 サブレンズ群 L 1 3 とを有する。

【0044】

第 1 サブレンズ群 L 1 1 は合焦のためには移動しない。第 2 サブレンズ群 L 1 2 は、無限遠物体から至近物体への合焦（フォーカシング）のために像側へ移動する。第 3 サブレンズ群 L 1 3 は合焦のためには移動しない。

【0045】

第 2 レンズ群 L 2 は、広角端から望遠端へのズーミングに際して像側へ単調に光軸上を移動する。第 3 レンズ群 L 3 は、広角端から望遠端へのズーミングのために物体側に凸の軌跡で光軸上を移動する。第 4 レンズ群 L 4 は、広角端から望遠端へのズーミングのために、例えば図 1 に示すように非単調に光軸上を移動する。第 5 レンズ群 L 5 は、ズーミングのためには移動しない。I P は、ズームレンズの像面（像が形成される面）であり、撮像素子は、像を撮る（撮像を行う）。

【0046】

第 1 レンズ群 L 1 は、第 1 面ないし第 18 面からなる。第 1 サブレンズ群 L 1 1 は、第 1 面ないし第 6 面からなり、2 つの負レンズと 1 つの正レンズとからなる。第 2 サブレンズ群 L 1 2 は、第 7 面ないし第 8 面からなり、像側の面が非球面をなす 1 つの正レンズからなる。第 3 サブレンズ群 L 1 3 は、第 9 面ないし第 18 面からなり、4 つの正レンズと 2 つの負レンズとからなる。

【0047】

2 つ以上の中間レンズ群としての第 2 レンズ群 L 2、第 3 レンズ群 L 3、第 4 レンズ群 L 4 は、第 19 面ないし第 33 面からなる。第 2 レンズ群 L 2 は、第 19 面ないし第 25 面からなり、3 つの負レンズと 1 つの正レンズとからなる。第 3 レンズ群 L 3 は、第 26 面ないし第 28 面からなり、1 つの負レンズと 1 つの正レンズとからなる。第 4 レンズ群

10

20

30

40

50

L 4 は、第 2 9 面ないし第 3 3 面からなり、1 つの負レンズと 2 つの正レンズとからなる。開口絞り S P は、第 3 4 面からなる。第 5 レンズ群 L 5 は、第 3 5 面ないし第 5 0 面からなり、4 つの負レンズと 6 つの正レンズとからなる。

【0048】

図 2 は、実施例 1 (数値実施例 1) における収差を示す図である。

図 2 の収差図において、球面収差における実線、二点鎖線、一点鎖線、破線は、それぞれ d 線 (波長 587.6 nm)、g 線 (波長 435.8 nm)、C 線 (波長 656.3 nm)、F 線 (波長 486.1 nm) に対応している。非点収差における破線、実線は、それぞれメリディオナル像面、サジタル像面に対応している。歪曲は、d 線に対応している。倍率色収差における実線、二点鎖線、一点鎖線、破線は、それぞれ d 線、g 線、C 線、F 線に対応している。F no は F ナンバーを、は半画角を表す。球面収差は、横軸のフルスケールを ±0.200 mm として描いている。非点収差は、横軸のフルスケールを ±0.200 mm として描いている。歪曲は、横軸のフルスケールを ±5.000 % として描いている。倍率色収差は、横軸のフルスケールを ±0.050 mm として描いている。後述する実施例 2 から 8 の収差図についても同様である。

10

20

30

40

50

【0049】

条件式 (1) ないし条件式 (19) に係る値および当該条件式に含まれる各変数の値を後述の表 1 に示す。なお、本実施例に係るズームレンズは、条件式を満たすことにより、広画角、高ズーム比、小型軽量、高い光学性能の点で有利なズームレンズを提供することができる。

20

【実施例 2】

【0050】

図 3 は、広角端かつ無限遠物体に合焦している時の実施例 2 に係るズームレンズの断面図である。図 3 を参照しながら、実施例 2 に係るズームレンズの構成要素を説明する。

実施例 2 に係るズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 と、ズーミングに際して移動する 2 つ以上の中间レンズ群 (負の屈折力の第 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) と、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の後レンズ群としての第 5 レンズ群 L 5 とを有する。ズームレンズにおいて、隣り合うレンズ群の互いの間隔は、いずれもズーミングのために変化する。ズーミングのためには移動しない開口絞り S P は、第 5 レンズ群の物体側に隣接して配置される。

30

【0051】

第 1 レンズ群 L 1 は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 サブレンズ群 L 1 1 と、正の屈折力の第 2 サブレンズ群 L 1 2 と、正の屈折力の第 3 サブレンズ群 L 1 3 とを有する。

【0052】

第 1 サブレンズ群 L 1 1 は、合焦のためには移動しない。第 2 サブレンズ群 L 1 2 は、無限遠物体から至近物体への合焦のために像側へ移動する。第 3 サブレンズ群 L 1 3 は、合焦のためには移動しない。

40

【0053】

第 2 レンズ群 L 2 は、広角端から望遠端へのズーミングのために、像側へ単調に光軸上を移動する。第 3 レンズ群 L 3 は、ズーミングのために、まず (第 1 に) 物体側へ続いて (第 2 に) 像側へ光軸上を移動する。第 4 レンズ群 L 4 は、ズーミングのために (例えば図示のように非単調に) 光軸上を移動する。

50

【0054】

第 1 レンズ群 L 1 は、第 1 面ないし第 18 面からなる。第 1 サブレンズ群 L 1 1 は、第 1 面ないし第 6 面からなり、2 つの負レンズと 1 つの正レンズとからなる。第 2 サブレンズ群 L 1 2 は、第 7 面ないし第 8 面からなり、像側の面が非球面をなす 1 つの正レンズからなる。第 3 サブレンズ群 L 1 3 は、第 9 面ないし第 18 面からなり、4 つの正レンズと 2 つの負レンズとからなる。

【0055】

2つ以上の中間レンズ群である第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4は、第19面ないし第33面からなる。第2レンズ群L2は、第19面ないし第25面からなり、3つの負レンズと1つの正レンズとからなる。第3レンズ群L3は、第26面ないし第28面からなり、1つの負レンズと1つの正レンズとからなる。第4レンズ群L4は、第29面ないし第33面からなり、1つの負レンズと2つの正レンズとからなる。開口絞りSPは、第34面からなる。第5レンズ群L5は、第35面ないし第50面からなり、4つの負レンズと6つの正レンズからなる。

図4は、実施例2に係るズームレンズの無限遠物体に合焦し、かつ(a)広角端、(b)望遠端での収差を示す図である(それぞれの焦点距離は、数値実施例2参照)。その凡例は、図2を参照して説明したものと同様である。

10

【0056】

条件式(1)ないし条件式(19)に係る値および当該条件式に含まれる各変数の値は、表1に示す。なお、本実施例に係るズームレンズは、条件式を満たすことにより、広画角、高ズーム比、小型軽量、高い光学性能の点で有利なズームレンズを提供することができる。

【実施例3】

【0057】

図5は、実施例3に係る広角端かつ無限遠物体に合焦している時の実施例3に係るズームレンズの断面図である。図5を参照しながら、実施例3に係るズームレンズの構成要素を説明する。

20

【0058】

実施例3に係るズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第1レンズ群L1と、ズーミングに際して移動する2つ以上の中間レンズ群(負の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4)と、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の後レンズ群としての第5レンズ群L5とを有する。ズームレンズにおいて、隣り合うレンズ群の互いの間隔は、いずれもズーミングのために変化する。開口絞りSPは、第4レンズ群L4の像側に隣接して配置され、ズーミングに際して第4レンズ群L4とともに移動する。

30

【0059】

第1レンズ群L1は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1サブレンズ群L11と、正の屈折力の第2サブレンズ群L12と、正の屈折力の第3サブレンズ群L13とを有する。

【0060】

第1サブレンズ群L11は、合焦のためには移動しない。第2サブレンズ群L12は、無限遠物体から至近物体への合焦のために像側へ移動する。第3サブレンズ群L13は、無限遠物体から至近物体への合焦のために物体側へ移動する。無限遠物体から至近物体への合焦のための第2サブレンズ群L12の移動量と無限遠物体から至近物体への合焦のための第3サブレンズ群L13の移動量との比は、ここでは、9対1としている。

40

【0061】

ズーミングに際して移動する2つ以上の中間レンズ群は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第2レンズ群L2と、負の屈折力の第3レンズ群L3と、正の屈折力の第4レンズ群L4とからなる。第2レンズ群L2は、広角端から望遠端へのズーミングのために、像側へ単調に光軸上を移動する。第3レンズ群L3は、広角端から望遠端へのズーミングのために、まず物体側へ続いて像側へ光軸上を移動する。第4レンズ群L4は、広角端から望遠端へのズーミングのために(例えば図示のように非単調に)光軸上を移動する。

【0062】

第1レンズ群L1は、第1面ないし第18面からなる。第1サブレンズ群L11は、第1面ないし第6面からなり、2つの負レンズと1つの正レンズとからなる。第2サブレンズ群L12は、第7面ないし第8面からなり、像側の面が非球面をなす1つの正レンズか

50

らなる。第3サブレンズ群L13は、第9面ないし第18面からなり、4つの正レンズと2つの負レンズとからなる。

【0063】

2つ以上の中間レンズ群である第2レンズ群L2と第3レンズ群L3と第4レンズ群L4とは、第19面ないし第33面からなる。第2レンズ群L2は、第19面ないし第25面からなり、3つの負レンズと1つの正レンズとからなる。第3レンズ群L3は、第26面ないし第28面からなり、1つの負レンズと1つの正レンズとからなる。第4レンズ群L4は、第29面ないし第33面からなり、1つの負レンズと2つの正レンズとからなる。開口絞りSPは、第34面に対応する。第5レンズ群L5は、第35面ないし第50面からなり、4つの負レンズと6つの正レンズとからなる。

10

【0064】

図6は、実施例3に係るズームレンズの無限遠物体に合焦し、かつ(a)広角端、(b)望遠端での収差を示す図である(それぞれの焦点距離は、数値実施例3参照)。その凡例は、図2を参照して説明したものと同様である。

条件式(1)ないし条件式(19)に係る値および当該条件式に含まれる各変数の値は、表1に示す。なお、本実施例に係るズームレンズは、条件式を満たすことにより、広画角、高ズーム比、小型軽量、高い光学性能の点で有利なズームレンズを提供することができる。

【実施例4】

【0065】

図7は、実施例4に係る広角端かつ無限遠物体に合焦している時の実施例4に係るズームレンズの断面図である。図7を参照しながら、実施例4に係るズームレンズの構成要素を説明する。

20

【0066】

実施例4に係るズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第1レンズ群L1と、ズーミングに際して移動する2つ以上の中間レンズ群(負の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、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)と、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の後レンズ群としての第6レンズ群L6とを有する。ズームレンズにおいて、隣り合うレンズ群の互いの間隔は、いずれもズーミングのために変化する。開口絞りSPは、第6レンズ群L6の物体側に隣接して配置され、ズーミングのためには移動しない。

30

【0067】

第1レンズ群L1は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1サブレンズ群L11と、正の屈折力の第2サブレンズ群L12と、正の屈折力の第3サブレンズ群L13とを有する。

【0068】

第1サブレンズ群L11は合焦のためには移動しない。第2サブレンズ群L12は、無限遠物体から至近物体への合焦のために像側へ移動する。第3サブレンズ群L13は、無限遠物体から至近物体への合焦のために物体側へ移動する。無限遠物体から至近物体への合焦のための第2サブレンズ群L12の移動量と、無限遠物体から至近物体への合焦のための第3サブレンズ群L13の移動量との比は、ここでは、9対1としている。

40

【0069】

ズーミングに際して移動する2つ以上の中間レンズ群は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第2レンズ群L2と、負の屈折力の第3レンズ群L3と、負の屈折力の第4レンズ群L4と、正の屈折力の第5レンズ群L5とからなる。

【0070】

第2レンズ群L2は、広角端から望遠端へのズーミングのために、像側へ単調に光軸上を移動する。第3レンズ群L3は、広角端から望遠端へのズーミングのために、像側へ単調に光軸上を移動する。第4レンズ群L4は、広角端から望遠端へのズーミングのために、まず物体側へ続いて像側へ光軸上を移動する。第5レンズ群L5は、広角端から望遠端へ

50

のズーミングのために（例えば図示のように非単調に）光軸上を移動する。

【0071】

第1レンズ群L1は、第1面ないし第18面からなる。第1サブレンズ群L11は、第1面ないし第6面からなり、2つの負レンズと1つの正レンズとからなる。第2サブレンズ群L12は、第7面ないし第8面からなり、像側の面が非球面をなす1つの正レンズからなる。第3サブレンズ群L13は、第9面ないし第18面からなり、4つの正レンズと2つの負レンズとからなる。

【0072】

2つ以上の中間レンズ群としての第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4、第5レンズ群L5は、第19面ないし第35面からなる。第2レンズ群L2は、第19面ないし第23面からなり、2つの負レンズと1つの正レンズとからなる。第3レンズ群L3は、第24面ないし第25面からなり、1つの負レンズからなる。第4レンズ群L4は、第26面ないし第30面からなり、2つの負レンズと1つの正レンズとからなる。第5レンズ群L5は、第31面ないし第35面からなり、1つの負レンズ2つの正レンズとからなる。開口絞りSPは、第36面に対応する。第6レンズ群L6は、第37面ないし第52面からなり、4つの負レンズと6つの正レンズとからなる。

10

【0073】

図8は、実施例4に係るズームレンズの無限遠物体に合焦し、かつ（a）広角端、（b）望遠端での収差を示す図である（それぞれの焦点距離は、数値実施例4参照）。その凡例は、図2を参照して説明したものと同様である。

20

【0074】

条件式（1）ないし条件式（19）に係る値および当該条件式に含まれる各変数の値は、表1に示す。なお、本実施例に係るズームレンズは、条件式を満たすことにより、広画角、高ズーム比、小型軽量、高い光学性能の点で有利なズームレンズを提供することができる。

【実施例5】

【0075】

図9は、実施例5に係る広角端かつ無限遠物体に合焦している時の実施例5に係るズームレンズの断面図である。図9を参照して、実施例5に係るズームレンズの構成要素を説明する。

30

【0076】

実施例5に係るズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第1レンズ群L1と、ズーミングに際して移動する2つ以上の中間レンズ群（負の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3）と、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の後レンズ群としての第4レンズ群L4とを有する。ズームレンズにおいて、隣り合うレンズ群の互いの間隔は、いずれもズーミングのために変化する。開口絞りSPは、第4レンズ群L4の物体側に隣接して配置され、ズーミングのためには移動しない。

【0077】

第1レンズ群L1は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1サブレンズ群L11と、正の屈折力の第2サブレンズ群L12と、正の屈折力の第3サブレンズ群L13とを有する。

40

【0078】

第1サブレンズ群L11は、合焦のためには移動しない。第2サブレンズ群L12は、無限遠物体から至近物体への合焦のために像側へ移動する。第3サブレンズ群L13は、合焦のためには移動しない。

【0079】

ズーミングに際して移動する2つ以上の中間レンズ群は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第2レンズ群L2と、負の屈折力の第3レンズ群L3とからなる。第2レンズ群L2は、広角端から望遠端へのズーミングのために、像側へ単調に光軸上を移動する。第

50

3レンズ群L3は、広角端から望遠端へのズーミングのために、まず物体側へ続いて像側へ光軸上を移動する。

【0080】

第1レンズ群L1は、第1面ないし第16面からなる。第1サブレンズ群L11は、第1面ないし第6面からなり、2つの負レンズと1つの正レンズとからなる。第2サブレンズ群L12は、第7面ないし第8面からなり、像側の面が非球面をなす1つの正レンズからなる。第3サブレンズ群L13は、第9面ないし第16面からなり、3つの正レンズと2つの負レンズとからなる。

【0081】

2つ以上の中間レンズとしての第2レンズ群L2と第3レンズ群L3は、第17面ないし第26面からなる。第2レンズ群L2は、第17面ないし第23面からなり、3つの負レンズと1つの正レンズとからなる。第3レンズ群L3は、第24面ないし第26面からなり、1つの負レンズと1つの正レンズとからなる。

【0082】

開口絞りSPは、第27面に対応する。第4レンズ群L4は、第28面ないし第48面からなり、5つの負レンズと8つの正レンズとからなる。

【0083】

図10は、実施例5に係るズームレンズの無限遠物体に合焦し、かつ(a)広角端、(b)望遠端での収差を示す図である(それぞれの焦点距離は、数値実施例5参照)。その凡例は、図2を参照して説明したものと同様である。

20

【0084】

条件式(1)ないし条件式(19)に係る値および当該条件式に含まれる各変数の値は、表1に示す。なお、本実施例に係るズームレンズは、条件式を満たすことにより、広画角、高ズーム比、小型軽量、高い光学性能の点で有利なズームレンズを提供することができる。

【実施例6】

【0085】

図11は、実施例6に係る広角端かつ無限遠物体に合焦している時の実施例6に係るズームレンズの断面図である。図11を参照しながら、実施例6に係るズームレンズの構成要素を説明する。

30

【0086】

実施例6に係るズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第1レンズ群L1と、ズーミングに際して移動する2つ以上の中間レンズ群(負の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4)と、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の後レンズ群としての第5レンズ群L5とを有する。ズームレンズにおいて、隣り合うレンズ群の互いの間隔は、いずれもズーミングのために変化する。開口絞りSPは、第4レンズ群L4の像側に隣接して配置され、ズーミングに際して第4レンズ群L4と一緒にして移動する。

【0087】

第1レンズ群L1は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1サブレンズ群L11と、正の屈折力の第2サブレンズ群L12と、正の屈折力の第3サブレンズ群L13とを有する。

40

【0088】

第1サブレンズ群L11は、合焦のためには移動しない。第2サブレンズ群L12は、無限遠物体から至近物体への合焦のために像側へ移動する。第3サブレンズ群L13は、合焦のためには移動しない。

【0089】

ズーミングに際して移動する2つ以上の中間レンズ群は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第2レンズ群L2と、負の屈折力の第3レンズ群L3と、正の屈折力の第4レンズ群L4とからなる。第2レンズ群L2は、広角端から望遠端へのズーミングのために、

50

像側へ単調に光軸上を移動する。第3レンズ群L3は、広角端から望遠端へのズーミングのために、まず物体側へ続いて像側へ光軸上を移動する。第4レンズ群L4は、広角端から望遠端へのズーミングのために（例えば図示のように非単調に）光軸上を移動する。

【0090】

第1レンズ群L1は、第1面ないし第18面からなる。第1サブレンズ群L11は、第1面ないし第6面からなり、2つの負レンズと1つの正レンズとからなる。第2サブレンズ群L12は、第7面ないし第8面からなり、像側の面が非球面をなす1つの正レンズからなる。第3サブレンズ群L13は、第9面ないし第18面からなり、4つの正レンズと2つの負レンズとからなる。

【0091】

2つ以上の中間レンズ群としての第2レンズ群、第3レンズ群、第4レンズ群は、第19面ないし第34面からなる。第2レンズ群L2は、第19面ないし第25面からなり、3つの負レンズと1つの正レンズとからなる。第3レンズ群L3は、第26面ないし第28面からなり、1つの負レンズと1つの正レンズとからなる。第4レンズ群L4は、第29面ないし第33面からなり、1つの負レンズと2つの正レンズとからなる。

【0092】

開口絞りSPは、第34面に対応する。第5レンズ群L5は、第35面ないし第50面からなり、4つの負レンズと6つの正レンズとからなる。

図12は、実施例6に係るズームレンズの無限遠物体に合焦し、かつ（a）広角端、（b）望遠端での収差を示す図である（それぞれの焦点距離は、数値実施例6参照）。その凡例は、図2を参照して説明したものと同様である。

【0093】

条件式（1）ないし条件式（19）に係る値および当該条件式に含まれる各変数の値は、表1に示す。なお、本実施例に係るズームレンズは、条件式を満たすことにより、広画角、高ズーム比、小型軽量、高い光学性能の点で有利なズームレンズを提供することができる。

【実施例7】

【0094】

図13は、実施例7に係る広角端かつ無限遠物体に合焦している時の実施例7に係るズームレンズの断面図である。同図を参照して、ズームレンズの構成要素を物体側から像側へ順に説明する。

【0095】

実施例7に係るズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第1レンズ群L1と、ズーミングに際して移動する2つ以上の中間レンズ群（負の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4）と、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の後レンズ群としての第5レンズ群L5とを有する。ズームレンズにおいて、隣り合うレンズ群の互いの間隔は、いずれもズーミングのために変化する。開口絞りSPは、第4レンズ群L4と第5レンズ群L5との間に配置される。

【0096】

第1レンズ群L1は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1サブレンズ群L11と、正の屈折力の第2サブレンズ群L12と、正の屈折力の第3サブレンズ群L13とを有する。

【0097】

第1サブレンズ群L11は、合焦のためには移動しない。第2サブレンズ群L12は、無限遠物体から至近物体への合焦のために像側へ移動する。第3サブレンズ群L13は、合焦のためには移動しない。

【0098】

ズーミングに際して移動する2つ以上の中間レンズ群は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第2レンズ群L2と、負の屈折力の第3レンズ群L3と、正の屈折力の第4レン

10

20

30

40

50

ズ群 L 4 とからなる。

【 0 0 9 9 】

第 2 レンズ群 L 2 は、広角端から望遠端へのズーミングのために、像側へ単調に光軸上を移動する。第 3 レンズ群 L 3 は、広角端から望遠端へのズーミングのために、まず物体側へ続いて像側へ光軸上を移動する。第 4 レンズ群 L 4 は、広角端から望遠端へのズーミングのために（例えは図示のように非単調に）光軸上を移動する。

【 0 1 0 0 】

S P は、開口絞りであり、広角端から望遠端へのズーミングに伴ってレンズ群の移動とは独立して光軸上を移動する。すなわち、ズーミングに際して、開口絞り S P と第 4 レンズ群 L 4 との間隔、開口絞り S P と第 5 レンズ群 L 5 との間隔は変化する。

10

【 0 1 0 1 】

第 1 レンズ群 L 1 は、第 1 面ないし第 18 面からなる。第 1 サブレンズ群 L 1 1 は、第 1 面ないし第 6 面からなり、2 つの負レンズと 1 つの正レンズとからなる。第 2 サブレンズ群 L 1 2 は、第 7 面ないし第 8 面からなり、像側の面が非球面をなす 1 つの正レンズからなる。第 3 サブレンズ群 L 1 3 は、第 9 面ないし第 18 面からなり、4 つの正レンズと 2 つの負レンズとからなる。

【 0 1 0 2 】

2 つ以上の中間レンズ群としての第 2 レンズ群 L 2 、第 3 レンズ群 L 3 、第 4 レンズ群 L 4 は、第 19 面ないし第 34 面からなる。第 2 レンズ群 L 2 は、第 19 面ないし第 25 面からなり、3 つの負レンズと 1 つの正レンズとからなる。第 3 レンズ群 L 3 は、第 26 面ないし第 28 面からなり、1 つの負レンズと 1 つの正レンズとからなる。第 4 レンズ群 L 4 は、第 29 面ないし第 33 面からなり、1 つの負レンズと 2 つの正レンズとからなる。

20

【 0 1 0 3 】

開口絞り S P は、第 34 面に対応する。第 5 レンズ群 L 5 は、第 35 面ないし第 50 面からなり、4 つの負レンズと 6 つの正レンズとからなる。

図 14 は、実施例 7 に係るズームレンズの無限遠物体に合焦し、かつ（ a ）広角端、（ b ）望遠端での収差を示す図である（それぞれの焦点距離は、数値実施例 7 参照）。その凡例は、図 2 を参照して説明したものと同様である。

30

【 0 1 0 4 】

条件式（ 1 ）ないし条件式（ 19 ）に係る値および当該条件式に含まれる各変数の値は、表 1 に示す。なお、本実施例に係るズームレンズは、条件式を満たすことにより、広画角、高ズーム比、小型軽量、高い光学性能の点で有利なズームレンズを提供することができる。

【 実施例 8 】

【 0 1 0 5 】

図 15 は、実施例 8 に係る広角端かつ無限遠物体に合焦している時の実施例 8 に係るズームレンズの断面図である。同図を参照して、ズームレンズの構成要素を物体側から像側へ順に説明する。

40

【 0 1 0 6 】

実施例 8 に係るズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 と、ズーミングに際して移動する 2 つ以上の中間レンズ群（負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 、負の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 、負の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 、正の屈折力の第 5 レンズ群 L 5 ）と、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の後レンズ群としての第 6 レンズ群 L 6 とを有する。ズームレンズにおいて、隣り合うレンズ群の互いの間隔は、いずれもズーミングのために変化する。開口絞り S P は、第 6 レンズ群 L 6 の物体側に配置され、ズーミングのためには移動しない。

【 0 1 0 7 】

第 1 レンズ群 L 1 は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 サブレンズ群 L 1 1 と、正の屈折力の第 2 サブレンズ群 L 1 2 と、正の屈折力の第 3 サブレンズ群 L 1 3 とを有

50

する。

【0108】

第1サブレンズ群L11は、合焦のためには移動しない。第2サブレンズ群L12は、無限遠物体から至近物体への合焦のために像側へ移動する。第3サブレンズ群L13は、合焦のためには移動しない。

【0109】

ズーミングに際して移動する2つ以上の中間レンズ群は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第2レンズ群L2と、負の屈折力の第3レンズ群L3と、負の屈折力の第4レンズ群L4と、正の屈折力の第5レンズ群L5とからなる。

【0110】

第2レンズ群L2は、広角端から望遠端へのズーミングに際して、像側へ単調に光軸上を移動する。第3レンズ群L3は、広角端から望遠端へのズーミングに際して、像側へ単調に光軸上を移動する。第4レンズ群L4は、広角端から望遠端へのズーミングに際して、まず物体側へ続いて像側へ光軸上を移動する。第5レンズ群L5は、広角端から望遠端へのズーミングに際して（例えば図示のように非単調に）光軸上を移動する。

【0111】

第1レンズ群L1は、第1面ないし第18面からなる。第1サブレンズ群L11は、第1面ないし第6面からなり、2つの負レンズと1つの正レンズとからなる。第2サブレンズ群L12は、第7面ないし第8面からなり、像側の面が非球面をなす1つの正レンズからなる。第3サブレンズ群L13は、第9面ないし第18面からなり、4つの正レンズと2つの負レンズとからなる。

【0112】

2つ以上の中間レンズ群としての第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4、第5レンズ群L5は、第19面ないし第34面からなる。第2レンズ群L2は、第19面ないし第23面からなり、2つの負レンズと1つの正レンズとからなる。第3レンズ群L3は、第24面ないし第25面からなり、1つの負レンズからなる。第4レンズ群L4は、第26面ないし第28面からなり、1つの負レンズと1つの正レンズとからなる。第5レンズ群L5は、第29面ないし第33面からなり、1つの負レンズと2つの正レンズとからなる。開口絞りSPは、第34面に対応する。第6レンズ群L6は、第35面ないし第50面からなり、4つの負レンズと6つの正レンズとからなる。

【0113】

図16は、実施例8に係るズームレンズの無限遠物体に合焦し、かつ（a）広角端、（b）望遠端での収差を示す図である（それぞれの焦点距離は、数値実施例6参照）。その凡例は、図2を参照して説明したものと同様である。

【0114】

条件式（1）ないし条件式（19）に係る値および当該条件式に含まれる各変数の値は、表1に示す。なお、本実施例に係るズームレンズは、条件式を満たすことにより、広画角、高ズーム比、小型軽量、高い光学性能の点で有利なズームレンズを提供することができる。

【0115】

なお、実施例1ないし実施例8において、後レンズ群は移動しないものとしたが、収差補正やピント調整等の目的で後レンズ群またはその一部（サブレンズ群）が移動するようにしてもよい。そのようにしても、以上に説明した効果を得ることができ、また、そのような変更は、当業者には容易である。例えば、実施例1（数値実施例1）において、後レンズ群L5における第41面ないし第50面の部分が移動するようにしてもよい。第41面へは物体側から概ねアフォーカルな光束が入射するため、当該部分が移動しても、バックフォーカス以外の光学特性は概ね不变となる。よって、ピントの変化を補償するために移動するサブレンズ群として当該部分を用いることができる。なお、後レンズ群またはそのうちのサブレンズ群が移動して補償するピントの変化の要因は、例えば、ズームレンズの製造誤差、温度変化、姿勢変化のうちの少なくとも1つを含みうる。

10

20

30

40

50

【0116】

(撮像装置)

次に、図17を参照して、各実施例のズームレンズを撮像光学系として用いた撮像装置(放送用カメラ)について説明する。

図17は、撮像装置の構成図である。図17において、101は、実施例1～8のいずれかのズームレンズである。124は、カメラ本体である。ズームレンズ101は、カメラ本体124に対して着脱可能となっている。125は、カメラ本体124にズームレンズ101を装着して構成される撮像装置である、ズームレンズ101は、第1レンズ群F、ズーム部LZ、結像用のレンズ群R1、R2を有している。第1レンズ群Fは、合焦に際して移動する第2サブレンズ群L12、合焦のためには移動しない第1サブレンズ群L11、及び第3サブレンズ群L13を含んでいる。

【0117】

ズーム部LZは、ズーミングに際して移動するレンズ群を含む。ズーム部LZより像側には開口絞りSP、レンズ群R1、レンズ群R2が配置されている。レンズ群R1とレンズ群R2との間の光路中に挿抜可能なレンズユニットIEを有している。レンズ群R1とレンズ群R2との間にレンズユニットIEが挿入されることで、ズームレンズ101の全系の焦点距離範囲を変位している。

【0118】

114、115はそれぞれ、第1レンズ群Fおよびズーム部LZを光軸方向に駆動するヘリコイドやカム等の駆動機構である。116～118は、駆動機構114、115および開口絞りSPを電動駆動するモータ(駆動手段)である。

【0119】

119～121は、第1レンズ群Fやズーム部LZの光軸上の位置や、開口絞りSPの絞り径を検出するためのエンコーダやポテンショメータ、あるいはフォトセンサ等の検出器である。

【0120】

カメラ本体124において、109はカメラ本体124内の光学フィルタや色分解光学系に相当するガラスブロック、110はズームレンズ101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。111、122は、カメラ本体124およびズームレンズ101の各種の駆動を制御するCPU等の制御部である。

【0121】

このように各実施例のズームレンズを用いることにより、高い光学性能を有する撮像装置を実現することができる。

【0122】

本実施形態の開示は、以下の構成を含む。

(構成1)

物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第1レンズ群と、ズーミングにおいて移動する2つ以上の中間レンズ群と、正の屈折力の後レンズ群とを有するズームレンズであって、

隣り合うレンズ群の互いの間隔は、いずれもズーミングにおいて変化し、

前記後レンズ群の内、前記後レンズ群と隣り合うレンズ群の内、または前記後レンズ群と隣り合うレンズ群と前記後レンズ群との間に配置された開口絞りを有し、

前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に、合焦のためには移動しない負の屈折力の第1サブレンズ群と、合焦のために移動する正の屈折力の第2サブレンズ群と、正の屈折力の第3サブレンズ群とを有し、

前記第1レンズ群の焦点距離をf1、前記第1レンズ群の最も像側の面から前記第1レンズ群の後側主点までの光軸上の長さをbook1、広角端での前記ズームレンズの焦点距離をfw、望遠端での前記ズームレンズの焦点距離をftとして、

$$1.700 \quad (f1 + book1) / f1 \quad 2.200$$

10

20

30

40

50

1 . 5 0 f 1 / f w 4 . 0 0
 7 . 1 f t / f w 1 0 . 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。

(構成 2)

2 . 1 0 f t / f 1 8 . 0 0

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 に記載のズームレンズ。

(構成 3)

前記第 1 レンズ群は、最も物体側に負の屈折力のレンズ G 1 を有し、前記レンズ G 1 の焦点距離を f_{G1} として、

- 5 . 5 0 f G 1 / f w - 1 . 6 0

10

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 又は 2 に記載のズームレンズ。

(構成 4)

前記第 1 サブレンズ群は、焦点距離を f_{Gp} として、

5 . 8 0 f G p / f w 2 0 . 6 0

なる条件式を満足する焦点距離 f_{Gp} を有するレンズ G p を有することを特徴とする構成 1 から 3 までのいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 5)

前記第 1 レンズ群は、最も物体側に負の屈折力のレンズ G 1 を有し、前記レンズ G 1 の焦点距離を f_{G1} として、

- 2 . 1 0 f G 1 / f 1 - 0 . 8 0

20

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 4 までのいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 6)

前記第 1 サブレンズ群の焦点距離を f_{11} として、

- 1 . 5 0 f 11 / f 1 - 0 . 7 5

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 5 までのいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 7)

前記第 2 サブレンズ群の焦点距離を f_{12} として、

2 . 0 0 f 12 / f 1 4 . 4 0

30

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 6 までのいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 8)

前記第 3 サブレンズ群の焦点距離を f_{13} として、

1 . 3 0 f 13 / f 1 1 . 8 0

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 7 までのいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 9)

広角端での前記ズームレンズの F ナンバーを F_{now} として、

2 . 0 0 F now 3 . 5 0

40

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 8 までのいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 10)

前記第 1 レンズ群に含まれるすべての負レンズの d 線に関する屈折率の平均値を n_{d1} として、

1 . 7 5 n d 1 n 2 . 0 0

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 9 までのいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 11)

前記第 1 サブレンズ群は、d 線に関するアッベ数を d_{11p} として、

50

17.0 d 11 p 25.0

なる条件式を満足するアッペ数 d 11 p を有する正レンズ L 11 p を有することを特徴とする構成 1 から 10 までのいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 12)

前記第3サブレンズ群は、d線に関するアッペ数を d 13 n として、

20.0 d 13 n 50.0

なる条件式を満足するアッペ数 d 13 n を有する負レンズ L 13 n を有することを特徴とする構成 1 から 11 までのいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 13)

前記第1サブレンズ群および前記第3サブレンズ群は、d線に関するアッペ数を d 1 10 p 、d線に関する別のアッペ数を d 13 n として、

3.0 d 13 n - d 11 p 25.0

なる条件式を満足するアッペ数 d 11 p を有する正レンズ L 11 p および該条件式を満足するアッペ数 d 13 n を有する負レンズ L 13 n をそれぞれ有することを特徴とする構成 1 から 12 までのいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 14)

前記第1レンズ群の光軸上の厚みを L D 1 として、

1.50 L D 1 / f 1 3.30

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 13 までのいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 15)

前記第3サブレンズ群は、5つ以下のレンズからなることを特徴とする構成 1 から 14 までのいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 16)

前記ズームレンズにおける有限の焦点距離を有する最も像側のレンズの像側の面から像面までの光軸上の長さを B F w として、

0.280 f w / B F w 0.430

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 15 までのいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 17)

構成 1 から 16 までのいずれかに記載のズームレンズと、

前記ズームレンズによって形成された像を撮る撮像素子と、
を有することを特徴とする撮像装置。

(構成 18)

前記撮像素子の対角長を 2Y 、広角端での半画角を w として、前記半画角 w は、

w = arctan (Y / f w)

なる式で定義され、

41.2° w 50.0°

なる条件式を満足することを特徴とする構成 17 に記載の撮像装置。

(構成 19)

前記撮像素子の、対角長を 2Y 、望遠端での半画角を t として、前記半画角 t は、

t = arctan (Y / f t)

なる式で定義され、

4.30° t 8.25°

なる条件式を満足することを特徴とする構成 17 に記載の撮像装置。

【0123】

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

以下に各数値実施例に係る数値の詳細を示す。

各数値実施例において、r は、各面の曲率半径とし、d は、各面間隔とし、n d または

20

30

40

50

N_d は、フラウンホーファー線の d 線に関する 1 気圧での絶対屈折率とし、 d は、 d 線を基準とするアッペ数とする。「半画角」 γ は、ズームレンズが使用されるカメラの対角イメージサイズを $2Y$ とし、広角端でのズームレンズの焦点距離を f_w として、 $\gamma = \arctan(Y/f_w)$ なる式で表されるものとする。「最大像高」 H は、対角イメージサイズ $2Y$ (例えは、 29.60 mm) の半分 Y (例えは、 14.80 mm) に相当する。BF は、バックフォーカス (空気換算長) である。最後の 3 つの面は、フィルタ等のガラスプロックの面である。フラウンホーファー線の F 線、 d 線および C 線に関する屈折率をそれぞれ N_F 、 N_d および N_C として、アッペ数 d は、

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

のようく表される。

10

非球面の形状は、光軸の方向に X 軸をとり、光軸の方向とは直交する方向に H 軸をとり、光の進行方向を正として表す。R を近軸曲率半径とし、k を円錐定数とし、A3、A4、A5、A6、A7、A8、A9、A10、A11、A12、A13、A14、A15、A16 をそれぞれ非球面係数とする。すると、非球面の形状 (参照球面からのずれ量) は、次式で表される。なお、「e-Z」は「 $\times 10^{-Z}$ 」を意味する。また、面番号の右に付した「*」は、その面が非球面であることを示す。

20

【数1】

$$X = \frac{H^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(H/R)^2}} + A4H^4 + A6H^6 + A8H^8 + A10H^{10} + A12H^{12} + A14H^{14} + A16H^{16} + A3H^3 + A5H^5 + A7H^7 + A9H^9 + A11H^{11} + A13H^{13} + A15H^{15}$$

20

【0124】

< 数値実施例 1 >

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	gf	
1*	4757.030	2.80	1.80100	35.0	0.5864	
2	43.063	27.48				
3	-75.597	2.20	1.63854	55.4	0.5484	
4	239.886	0.15				
5	157.499	7.69	1.95906	17.5	0.6598	
6	-383.207	1.13				
7	200.472	13.03	1.53775	74.7	0.5392	
8*	-92.576	5.51				
9	270.694	10.71	1.48749	70.2	0.5300	
10	-95.188	2.10	1.84666	23.8	0.6205	
11	-199.911	0.20				
12	145.369	2.10	1.80518	25.4	0.6161	
13	56.865	13.53	1.43875	94.7	0.5340	
14	-1365.080	0.20				
15	206.147	6.00	1.43387	95.1	0.5373	
16	-334.432	0.20				
17	186.419	8.81	1.76385	48.5	0.5589	
18	-138.559	(可変)				
19*	113.971	1.25	2.00100	29.1	0.5997	
20	24.186	6.46				
21	-41.222	0.90	1.59522	67.7	0.5442	
22	30.642	6.03	1.85478	24.8	0.6122	
23	-62.383	3.17				

40

50

24	- 25.353	0.90	1.83481	42.7	0.5648	
25	- 44.360	(可変)				
26	- 37.021	0.90	1.60300	65.4	0.5401	
27	98.137	2.03	1.85478	24.8	0.6122	
28	728.324	(可変)				
29*	70.998	6.13	1.90525	35.0	0.5848	
30	- 103.934	0.20				
31	- 315.843	1.20	1.95375	32.3	0.5905	
32	166.347	3.47	1.61800	63.3	0.5441	
33	- 137.368	(可変)				10
34(絞り)		1.80				
35	168.020	1.80	2.00100	29.1	0.5997	
36	49.624	8.61	1.49700	81.5	0.5375	
37	- 58.231	0.20				
38	88.195	6.21	1.51633	64.1	0.5353	
39	- 53.581	2.00	1.83481	42.7	0.5648	
40	243.630	41.99				
41	64.451	8.16	1.43875	94.7	0.5340	
42	- 49.102	4.20				
43	255.432	7.95	1.80810	22.8	0.6307	20
44	- 35.562	1.10	2.00100	29.1	0.5997	
45	- 1466.352	1.00				
46	161.235	10.33	1.51742	52.4	0.5564	
47	- 26.752	1.20	1.89190	37.1	0.5780	
48	51.269	0.72				
49	37.558	10.15	1.48749	70.2	0.5300	
50	- 58.875	42.54				
像面						
非球面データ						
第1面						
K = -2.000000e+00 A 4= 9.46087e-07 A 6= 1.98046e-09 A 8= 6.52397e-12 A 10= 8.28901e-15 A 12=-1.35643e-19 A 14=-1.86398e-21 A 16=-5.54763e-26						
A 3=-1.81264e-06 A 5=-2.33898e-08 A 7=-1.25328e-10 A 9=-2.69889e-13 A 11=-1.52146e-16 A 13= 8.26328e-20 A 15= 1.72135e-23						
第8面						
K = -1.02997e+00 A 4= 5.48630e-07 A 6= 2.34979e-10 A 8=-1.89359e-15 A 10=-6.91188e-16 A 12=-7.25113e-20						
A 3=-3.10939e-07 A 5=-1.89555e-09 A 7=-1.00407e-11 A 9= 1.71125e-14 A 11= 1.12862e-17						
第19面						
K = -2.00013e+00 A 4= 4.92053e-06 A 6=-5.35701e-08 A 8=-2.79944e-09 A 10=-1.33097e-11 A 12=-3.74615e-15						
A 3=-1.29064e-06 A 5=-9.34903e-08 A 7= 1.78894e-08 A 9= 2.53904e-10 A 11= 3.63938e-13						
第29面						
K = 8.99851e-01 A 4=-2.76907e-06 A 6=-1.06240e-07 A 8=-2.88426e-09 A 10=-1.28512e-11 A 12= 1.83249e-15 A 14= 1.77924e-17 A 16=3.66574e-21						
A 3=-3.97104e-07 A 5= 2.76818e-07 A 7= 2.21858e-08 A 9= 2.43469						

e-10 A11= 3.46270e-13 A13=-4.90518e-16 A15=-3.48843e-19

各種データ

ズーム比	7.79	
	広角	中間
焦点距離	15.40	45.00
Fナンバー	2.72	2.71
半画角	43.86	18.21
像高	14.80	14.80
レンズ全長	347.55	347.55
BF	42.54	42.54
d18	1.15	37.22
d25	39.95	4.59
d28	10.52	14.59
d33	9.50	4.72

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	46.81
2	19	-24.89
3	26	-67.11
4	29	49.01
5	34	96.11

20

【0 1 2 5】

<数値実施例2>

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	gf
1*	-97517.603	2.80	1.79360	37.1	0.5828
2	47.565	28.34			
3	-91.172	2.20	1.64000	60.1	0.5370
4	231.205	0.15			
5	159.057	8.00	1.95906	17.5	0.6598
6	-563.831	1.13			
7	193.066	13.74	1.49700	81.5	0.5375
8*	-99.305	7.09			
9	492.040	9.42	1.48749	70.2	0.5300
10	-138.765	2.10	1.84666	23.8	0.6205
11	-181.879	0.20			
12	311.431	2.10	1.84666	23.8	0.6205
13	61.101	16.86	1.49700	81.5	0.5375
14	-674.762	0.20			
15	179.867	8.46	1.43875	94.7	0.5340
16	-264.733	0.20			
17	140.768	12.00	1.76385	48.5	0.5589
18	-157.528	(可変)			
19*	149.683	1.25	2.00100	29.1	0.5997
20	25.187	8.26			
21	-35.252	0.90	1.59522	67.7	0.5442
22	36.531	5.98	1.85478	24.8	0.6122
23	-47.432	2.57			
24	-26.833	0.90	1.83481	42.7	0.5648

40

50

25	- 5 2 . 8 9 5	(可变)				
26	- 3 7 . 4 0 9	0 . 9 0	1 . 6 0 3 0 0	6 5 . 4	0 . 5 4 0 1	
27	8 4 . 8 4 4	2 . 1 5	1 . 8 5 4 7 8	2 4 . 8	0 . 6 1 2 2	
28	5 9 5 . 7 6 5	(可变)				
29*	5 6 . 8 9 3	7 . 0 6	1 . 9 0 5 2 5	3 5 . 0	0 . 5 8 4 8	
30	- 1 2 6 . 3 5 1	0 . 2 0				
31	2 6 8 . 0 7 6	1 . 2 0	1 . 9 5 3 7 5	3 2 . 3	0 . 5 9 0 5	
32	4 9 . 4 6 8	6 . 2 4	1 . 6 1 8 0 0	6 3 . 3	0 . 5 4 4 1	
33	5 5 8 . 7 4 9	(可变)				
34(絞り)		1 . 5 0				10
35	1 9 8 . 4 2 3	1 . 7 7	2 . 0 0 1 0 0	2 9 . 1	0 . 5 9 9 7	
36	6 0 . 4 7 1	7 . 3 4	1 . 4 9 7 0 0	8 1 . 5	0 . 5 3 7 5	
37	- 6 0 . 0 9 0	0 . 9 5				
38	9 8 . 7 9 0	1 1 . 4 2	1 . 5 1 6 3 3	6 4 . 1	0 . 5 3 5 3	
39	- 4 7 . 5 8 8	1 . 3 8	1 . 8 3 4 8 1	4 2 . 7	0 . 5 6 4 8	
40	3 9 5 . 2 2 1	3 9 . 5 7				
41	5 8 . 8 7 5	1 0 . 7 0	1 . 4 3 8 7 5	9 4 . 7	0 . 5 3 4 0	
42	- 4 8 . 4 4 7	4 . 2 0				
43	1 6 2 . 3 4 8	9 . 0 3	1 . 8 0 8 1 0	2 2 . 8	0 . 6 3 0 7	
44	- 3 1 . 3 8 9	1 . 1 0	2 . 0 0 1 0 0	2 9 . 1	0 . 5 9 9 7	
45	3 7 7 . 2 9 2	1 . 0 0				
46	2 2 7 . 0 7 4	8 . 0 2	1 . 5 1 7 4 2	5 2 . 4	0 . 5 5 6 4	
47	- 2 4 . 6 0 1	1 . 2 0	1 . 8 9 1 9 0	3 7 . 1	0 . 5 7 8 0	
48	6 4 . 3 7 3	0 . 1 9				
49	3 7 . 9 0 1	1 1 . 0 5	1 . 4 8 7 4 9	7 0 . 2	0 . 5 3 0 0	
50	- 5 8 . 8 7 5	4 0 . 0 0				

像面

非球面データ

第1面

K = 4.00308e+06 A 4= 7.13698e-07 A 6= 2.27291e-09 A 8= 6.70852 30
 e-12 A 10= 8.24557e-15 A 12=-1.34492e-19 A 14=-1.85709e-21 A 16=-
 5.75372e-26
 A 3=-1.64166e-06 A 5=-2.79170e-08 A 7=-1.34591e-10 A 9=-2.69292
 e-13 A 11=-1.52847e-16 A 13= 8.28073e-20 A 15= 1.72194e-23

第8面

K = 8.02218e-02 A 4= 7.23021e-07 A 6= 2.04129e-10 A 8=-2.81197
 e-13 A 10=-1.36597e-15 A 12=-1.36816e-19
 A 3=-2.46466e-07 A 5=-1.41861e-09 A 7=-7.93646e-12 A 9= 3.74398
 e-14 A 11= 2.19377e-17

第19面

K = -6.29688e+01 A 4= 6.50455e-06 A 6=-4.76913e-08 A 8=-2.45525
 e-09 A 10=-1.48055e-11 A 12=-4.95311e-15
 A 3= 3.12266e-07 A 5= 3.50879e-08 A 7= 1.35743e-08 A 9= 2.55951
 e-10 A 11= 4.36524e-13

第29面

K = 3.80324e-02 A 4=-2.71715e-06 A 6=-1.13699e-07 A 8=-2.91756
 e-09 A 10=-1.28417e-11 A 12= 1.78390e-15 A 14= 1.78561e-17 A 16= 2.71927e-21
 A 3=-4.69498e-07 A 5= 2.97582e-07 A 7= 2.30589e-08 A 9= 2.42840
 e-10 A 11= 3.51459e-13 A 13=-5.03975e-16 A 15=-3.14802e-19 50

各種データ

ズーム比	8.63	広角	中間	望遠	
焦点距離	15.65	46.99	135.01		
Fナンバー	2.72	2.71	3.65		
半画角	43.40	17.48	6.26		
像高	14.80	14.80	14.80		
レンズ全長	364.68	364.68	364.68		
BF	40.00	40.00	40.00		
d18	1.40	35.29	52.03		10
d25	35.74	1.30	3.63		
d28	15.18	18.87	0.80		
d33	9.36	6.21	5.20		
ズームレンズ群データ					
群	始面	焦点距離			
1	1	44.88			
2	19	-24.14			
3	26	-68.52			
4	29	53.18			
5	34	95.74			20
【0126】					
< 数値実施例 3 >					
単位 mm					
面データ					
面番号	r	d	nd	vd	gf
1*	4757.030	2.80	1.80100	35.0	0.5864
2	43.063	27.48			
3	-75.597	2.20	1.63854	55.4	0.5484
4	279.965	0.15			
5	163.987	7.69	1.95906	17.5	0.6598
6	-320.772	1.13			
7	190.118	13.03	1.53775	74.7	0.5392
8*	-98.840	5.51			
9	401.642	10.71	1.48749	70.2	0.5300
10	-90.800	2.10	1.84666	23.8	0.6205
11	-171.934	0.20			
12	182.750	2.10	1.80518	25.4	0.6161
13	57.726	13.53	1.43875	94.7	0.5340
14	-770.935	0.20			
15	159.541	6.00	1.43387	95.1	0.5373
16	-453.397	0.20			
17	185.323	8.81	1.76385	48.5	0.5589
18	-132.294	(可変)			
19*	113.971	1.25	2.00100	29.1	0.5997
20	24.186	6.46			
21	-41.222	0.90	1.59522	67.7	0.5442
22	30.642	6.03	1.85478	24.8	0.6122
23	-62.383	3.17			
24	-25.353	0.90	1.83481	42.7	0.5648
25	-44.360	(可変)			50

26	- 3 8 . 4 0 6	0 . 9 0	1 . 5 3 7 7 5	7 4 . 7	0 . 5 3 9 2	
27	1 2 7 . 2 3 7	2 . 6 8	1 . 8 5 4 7 8	2 4 . 8	0 . 6 1 2 2	
28	6 6 7 . 7 4 2	(可变)				
29*	6 6 . 5 9 3	6 . 1 3	1 . 9 0 5 2 5	3 5 . 0	0 . 5 8 4 8	
30	- 6 4 . 4 3 9	0 . 2 0				
31	- 7 8 . 1 0 4	1 . 2 0	1 . 9 5 3 7 5	3 2 . 3	0 . 5 9 0 5	
32	1 4 4 4 . 4 3 9	3 . 4 7	1 . 6 1 8 0 0	6 3 . 3	0 . 5 4 4 1	
33	- 1 5 4 . 0 7 6	1 . 0 0				
34(絞り)	(可变)					
35	1 6 8 . 0 2 0	1 . 8 0	2 . 0 0 1 0 0	2 9 . 1	0 . 5 9 9 7	10
36	4 9 . 6 2 4	8 . 6 1	1 . 4 9 7 0 0	8 1 . 5	0 . 5 3 7 5	
37	- 5 8 . 2 3 1	0 . 2 0				
38	8 8 . 1 9 5	6 . 2 1	1 . 5 1 6 3 3	6 4 . 1	0 . 5 3 5 3	
39	- 5 3 . 5 8 1	2 . 0 0	1 . 8 3 4 8 1	4 2 . 7	0 . 5 6 4 8	
40	2 4 3 . 6 3 0	4 1 . 9 9				
41	6 1 . 0 3 3	9 . 3 8	1 . 4 3 8 7 5	9 4 . 7	0 . 5 3 4 0	
42	- 5 0 . 1 2 6	4 . 2 0				
43	2 5 5 . 4 3 2	7 . 9 5	1 . 8 0 8 1 0	2 2 . 8	0 . 6 3 0 7	
44	- 3 5 . 5 6 2	1 . 1 0	2 . 0 0 1 0 0	2 9 . 1	0 . 5 9 9 7	
45	- 1 4 6 6 . 3 5 2	1 . 0 0				20
46	1 6 1 . 2 3 5	1 0 . 3 3	1 . 5 1 7 4 2	5 2 . 4	0 . 5 5 6 4	
47	- 2 6 . 7 5 2	1 . 2 0	1 . 8 9 1 9 0	3 7 . 1	0 . 5 7 8 0	
48	5 1 . 2 6 9	0 . 7 2				
49	3 7 . 5 5 8	1 0 . 1 5	1 . 4 8 7 4 9	7 0 . 2	0 . 5 3 0 0	
50	- 5 8 . 8 7 5	4 2 . 8 7				

像面

非球面データ

第1面

$K = -2.000000e+00$ $A_4 = 9.46087e-07$ $A_6 = 1.98046e-09$ $A_8 = 6.52397e-12$ $A_{10} = 8.28901e-15$ $A_{12} = -1.35643e-19$ $A_{14} = -1.86398e-21$ $A_{16} = -5.54763e-26$
 $A_3 = -1.81264e-06$ $A_5 = -2.33898e-08$ $A_7 = -1.25328e-10$ $A_9 = -2.69889e-13$ $A_{11} = -1.52146e-16$ $A_{13} = 8.26328e-20$ $A_{15} = 1.72135e-23$

第8面

$K = -1.73472e+00$ $A_4 = 1.56357e-07$ $A_6 = -4.81413e-09$ $A_8 = -4.53396e-12$ $A_{10} = 2.15972e-15$ $A_{12} = -1.64695e-18$ $A_{14} = 1.73307e-21$
 $A_3 = 7.34189e-07$ $A_5 = 5.71705e-08$ $A_7 = 2.24211e-10$ $A_9 = -3.49507e-14$ $A_{11} = 4.18420e-17$ $A_{13} = -3.72718e-20$ $A_{15} = -1.61616e-23$

第19面

$K = -2.00013e+00$ $A_4 = 4.92053e-06$ $A_6 = -5.35701e-08$ $A_8 = -2.79944e-09$ $A_{10} = -1.33097e-11$ $A_{12} = -3.74615e-15$
 $A_3 = -1.29064e-06$ $A_5 = -9.34903e-08$ $A_7 = 1.78894e-08$ $A_9 = 2.53904e-10$ $A_{11} = 3.63938e-13$

第29面

$K = 6.86656e+00$ $A_4 = -5.52331e-06$ $A_6 = -7.98772e-08$ $A_8 = -2.64295e-09$ $A_{10} = -1.35601e-11$ $A_{12} = 3.38220e-15$ $A_{14} = 1.09085e-17$ $A_{16} = 3.66574e-21$
 $A_3 = 3.56173e-07$ $A_5 = 2.12892e-07$ $A_7 = 1.78300e-08$ $A_9 = 2.46522e-10$ $A_{11} = 3.40292e-13$ $A_{13} = -4.30457e-16$ $A_{15} = -2.11316e-19$

各種データ

10

20

30

40

50

ズーム比	7.79	
広角	中間	望遠
焦点距離	15.40	44.77
Fナンバー	2.72	2.71
半画角	43.86	18.29
像高	14.80	14.80
レンズ全長	350.30	350.30
B.F.	42.87	42.87
d18	1.15	37.22
d25	39.95	3.54
d28	11.07	16.19
d34	10.30	5.52

10

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	46.70
2	19	-24.89
3	26	-78.12
4	29	53.07
5	35	94.48

20

< 数値実施例 4 >

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n d	v d	g f
1*	4757.030	2.80	1.80100	35.0	0.5864
2	43.063	27.48			
3	-75.597	2.20	1.63854	55.4	0.5484
4	207.466	0.15			
5	142.462	7.69	1.95906	17.5	0.6598
6	-383.425	1.13			
7	341.901	13.03	1.53775	74.7	0.5392
8*	-82.708	5.51			
9	838.984	10.71	1.48749	70.2	0.5300
10	-74.224	2.10	1.84666	23.8	0.6205
11	-179.753	0.20			
12	118.820	2.10	1.80518	25.4	0.6161
13	58.210	13.53	1.43875	94.7	0.5340
14	-1777.795	0.20			
15	522.808	6.00	1.43387	95.1	0.5373
16	-173.912	0.20			
17	176.805	8.81	1.76385	48.5	0.5589
18	-142.630	(可変)			
19*	113.971	1.25	2.00100	29.1	0.5997
20	24.186	6.46			
21	-41.222	0.90	1.59522	67.7	0.5442
22	30.642	6.03	1.85478	24.8	0.6122
23	-62.383	(可変)			
24	-25.353	0.90	1.83481	42.7	0.5648
25	-44.360	(可変)			
26	-38.404	0.90	1.49700	81.6	0.5320

30

40

50

27	-125.456	1.75	1.85478	24.8	0.6122	
28	-76.241	0.50				
29	-62.839	0.60	1.51633	64.1	0.5353	
30	-294.929	(可变)				
31*	63.384	6.13	1.90525	35.0	0.5848	
32	-120.998	0.20				
33	122.127	1.20	1.95375	32.3	0.5905	
34	55.181	3.47	1.61800	63.3	0.5441	
35	117.100	(可变)				
36(絞り)		1.80				10
37	168.020	1.80	2.00100	29.1	0.5997	
38	49.624	8.61	1.49700	81.5	0.5375	
39	-58.231	0.20				
40	88.195	6.21	1.51633	64.1	0.5353	
41	-53.581	2.00	1.83481	42.7	0.5648	
42	243.630	41.99				
43	64.654	12.08	1.43875	94.7	0.5340	
44	-49.392	4.20				
45	255.432	7.95	1.80810	22.8	0.6307	
46	-35.562	1.10	2.00100	29.1	0.5997	
47	-1466.352	1.00				20
48	161.235	10.33	1.51742	52.4	0.5564	
49	-26.752	1.20	1.89190	37.1	0.5780	
50	51.269	0.72				
51	37.558	10.15	1.48749	70.2	0.5300	
52	-58.875	42.76				

像面

非球面データ

第1面

K = -2.000000e+00 A 4 = 9.46087e-07 A 6 = 1.98046e-09 A 8 = 6.52397 30
e-12 A 10 = 8.28901e-15 A 12 = -1.35643e-19 A 14 = -1.86398e-21 A 16 = -5.54763e-26
A 3 = -1.81264e-06 A 5 = -2.33898e-08 A 7 = -1.25328e-10 A 9 = -2.69889
e-13 A 11 = -1.52146e-16 A 13 = 8.26328e-20 A 15 = 1.72135e-23

第8面

K = -9.93582e-01 A 4 = 5.18140e-07 A 6 = 2.32819e-09 A 8 = 3.16726 40
e-12 A 10 = -3.24978e-15 A 12 = 2.63264e-18 A 14 = 3.54338e-22
A 3 = -3.53879e-07 A 5 = -2.02687e-08 A 7 = -1.31804e-10 A 9 = 3.30800
e-14 A 11 = 1.39091e-17 A 13 = -6.56226e-20 A 15 = 2.92112e-24

第19面

K = -2.00013e+00 A 4 = 4.92053e-06 A 6 = -5.35701e-08 A 8 = -2.79944
e-09 A 10 = -1.33097e-11 A 12 = -3.74615e-15
A 3 = -1.29064e-06 A 5 = -9.34903e-08 A 7 = 1.78894e-08 A 9 = 2.53904
e-10 A 11 = 3.63938e-13

第31面

K = -3.33567e+00 A 4 = -4.51545e-06 A 6 = -2.93371e-07 A 8 = -3.45335
e-09 A 10 = -1.15898e-11 A 12 = -4.11734e-16 A 14 = 2.51975e-17 A 16 = 3.66574e-21
A 3 = 5.10612e-06 A 5 = 1.44917e-06 A 7 = 3.81614e-08 A 9 = 2.31795
e-10 A 11 = 3.62158e-13 A 13 = -5.59857e-16 A 15 = -4.87822e-19 50

各種データ

ズーム比	7.62					
広角	中間	望遠				
焦点距離	15.40	44.39	117.40			
Fナンバー	2.72	2.71	3.65			
半画角	43.86	18.44	7.19			
像高	14.80	14.80	14.80			
レンズ全長	357.38	357.38	357.38			
BF	42.76	42.76	42.76			
d18	1.15	38.69	57.23			10
d23	3.27	4.09	4.50			
d25	46.65	5.36	5.00			
d30	8.58	16.29	0.50			
d35	9.50	4.72	1.92			

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離				
1	1	47.41				
2	19	-48.32				
3	24	-72.44				
4	26	-91.18				20
5	31	54.03				
6	36	97.26				

【0128】

<数値実施例5>

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	gf	
1*	-92919.747	2.80	1.79360	37.1	0.5828	
2	46.213	31.28				
3	-80.185	2.20	1.64000	60.1	0.5370	30
4	405.904	0.15				
5	173.393	9.60	1.95906	17.5	0.6598	
6	-773.241	1.13				
7	172.093	19.91	1.49700	81.5	0.5375	
8*	-78.558	10.00				
9	123.276	14.37	1.48749	70.2	0.5300	
10	-95.930	2.10	1.84666	23.8	0.6205	
11	-619.664	0.20				
12	206.684	2.10	1.83400	37.2	0.5776	
13	60.426	19.56	1.49700	81.5	0.5375	40
14	-122.636	0.20				
15	104.587	9.94	1.76385	48.5	0.5589	
16	-280.164	(可変)				
17*	92.902	1.25	2.00100	29.1	0.5997	
18	24.609	9.48				
19	-31.994	0.90	1.59522	67.7	0.5442	
20	36.193	8.16	1.85478	24.8	0.6122	
21	-48.866	2.99				
22	-24.869	0.90	1.83481	42.7	0.5648	
23	-48.330	(可変)				50

24	- 4 0 . 4 1 4	0 . 9 0	1 . 6 0 3 0 0	6 5 . 4	0 . 5 4 0 1	
25	1 1 0 . 4 0 4	3 . 6 3	1 . 8 5 4 7 8	2 4 . 8	0 . 6 1 2 2	
26	- 1 4 1 2 8 . 8 3 3	(可变)				
27 (紋り)		0 . 5 0				
28 *	5 4 . 4 8 5	9 . 2 3	1 . 9 0 5 2 5	3 5 . 0	0 . 5 8 4 8	
29	- 1 5 4 . 5 8 9	0 . 2 0				
30	1 0 0 . 5 6 1	1 . 2 0	1 . 9 5 3 7 5	3 2 . 3	0 . 5 9 0 5	
31	5 2 . 0 2 0	5 . 4 2	1 . 6 1 8 0 0	6 3 . 3	0 . 5 4 4 1	
32	1 8 2 . 9 3 7	1 . 5 0				
33	1 8 7 . 1 6 1	1 . 2 0	2 . 0 0 1 0 0	2 9 . 1	0 . 5 9 9 7	10
34	4 3 . 5 7 5	8 . 1 4	1 . 4 9 7 0 0	8 1 . 5	0 . 5 3 7 5	
35	- 6 7 . 0 8 4	0 . 2 0				
36	4 8 1 . 3 0 9	5 . 4 0	1 . 5 1 6 3 3	6 4 . 1	0 . 5 3 5 3	
37	- 4 5 . 3 0 7	1 . 1 0	1 . 8 3 4 8 1	4 2 . 7	0 . 5 6 4 8	
38	- 4 9 3 . 9 0 1	4 1 . 5 1				
39	6 4 . 4 2 7	8 . 2 9	1 . 4 3 8 7 5	9 4 . 7	0 . 5 3 4 0	
40	- 4 8 . 1 9 2	4 . 2 0				
41	1 1 4 . 0 7 3	7 . 2 7	1 . 8 0 8 1 0	2 2 . 8	0 . 6 3 0 7	
42	- 3 5 . 2 7 3	1 . 1 0	2 . 0 0 1 0 0	2 9 . 1	0 . 5 9 9 7	
43	1 4 3 . 6 6 1	1 . 0 0				20
44	1 0 8 . 8 6 3	8 . 7 4	1 . 5 1 7 4 2	5 2 . 4	0 . 5 5 6 4	
45	- 2 4 . 6 5 9	1 . 2 0	1 . 8 9 1 9 0	3 7 . 1	0 . 5 7 8 0	
46	5 7 . 7 5 5	0 . 2 0				
47	3 7 . 4 0 5	1 1 . 1 1	1 . 4 8 7 4 9	7 0 . 2	0 . 5 3 0 0	
48	- 5 8 . 8 7 5	4 2 . 9 4				

像面

非球面データ

第1面

$K = 3.46751e+06$ $A_4 = 8.62280e-07$ $A_6 = 2.48788e-09$ $A_8 = 6.95151$
 $e-12$ $A_{10} = 8.28791e-15$ $A_{12} = -1.43312e-19$ $A_{14} = -1.84997e-21$ $A_{16} = -5.76677e-26$
 $A_3 = -1.85081e-06$ $A_5 = -3.36003e-08$ $A_7 = -1.43335e-10$ $A_9 = -2.72926$
 $e-13$ $A_{11} = -1.53480e-16$ $A_{13} = 8.29901e-20$ $A_{15} = 1.71165e-23$

第8面

$K = 6.25317e-02$ $A_4 = 6.87046e-07$ $A_6 = 1.43125e-10$ $A_8 = -5.94175$
 $e-13$ $A_{10} = -1.43053e-15$ $A_{12} = -1.27881e-19$
 $A_3 = -3.17271e-07$ $A_5 = -2.26600e-09$ $A_7 = -2.96547e-13$ $A_9 = 4.40694$
 $e-14$ $A_{11} = 2.17723e-17$

第17面

$K = -2.05119e+01$ $A_4 = 7.57415e-06$ $A_6 = -5.34569e-08$ $A_8 = -2.44195$
 $e-09$ $A_{10} = -1.54366e-11$ $A_{12} = -5.17011e-15$
 $A_3 = -3.02380e-07$ $A_5 = 1.19870e-07$ $A_7 = 1.34864e-08$ $A_9 = 2.61585$
 $e-10$ $A_{11} = 4.59275e-13$

第28面

$K = -5.48566e-01$ $A_4 = -2.15123e-06$ $A_6 = -1.22194e-07$ $A_8 = -2.95187$
 $e-09$ $A_{10} = -1.28067e-11$ $A_{12} = 1.70021e-15$ $A_{14} = 1.75859e-17$ $A_{16} = 2.66443e-21$
 $A_3 = -5.74786e-07$ $A_5 = 3.37741e-07$ $A_7 = 2.38781e-08$ $A_9 = 2.43059$
 $e-10$ $A_{11} = 3.50023e-13$ $A_{13} = -4.93893e-16$ $A_{15} = -3.12553e-19$

各種データ

ズーム比	8.06	広角	中間	望遠	
焦点距離	15.50	45.43	125.00		
Fナンバー	2.72	2.72	3.65		
半画角	43.68	18.04	6.75		
像高	14.80	14.80	14.80		
レンズ全長	368.92	368.92	368.92		
BF	42.94	42.94	42.94		
d16	1.15	32.05	47.32		10
d23	36.78	1.30	5.41		
d26	15.60	20.18	0.80		
ズームレンズ群データ					
群	始面	焦点距離			
1	1	41.79			
2	17	-23.55			
3	24	-79.63			
4	27	52.22			
【0129】					
< 数値実施例 6 >					
単位 mm					20
面データ					
面番号	r	d	nd	vd	gf
1*	-89413.671	2.80	1.79360	37.1	0.5828
2	43.169	29.32			
3	-85.464	2.20	1.64000	60.1	0.5370
4	207.517	0.15			
5	149.813	8.99	1.92286	18.9	0.6495
6	-350.031	1.13			
7	188.369	13.87	1.49700	81.5	0.5375
8*	-94.494	10.34			30
9	328.251	9.69	1.48749	70.2	0.5300
10	-147.291	2.10	1.84666	23.8	0.6205
11	-183.332	0.20			
12	359.780	2.10	1.84666	23.8	0.6205
13	59.688	13.61	1.49700	81.5	0.5375
14	-470.525	0.20			
15	187.907	9.01	1.43875	94.7	0.5340
16	-183.294	2.00			
17	137.951	10.99	1.76385	48.5	0.5589
18	-164.814	(可変)			40
19*	111.441	1.25	2.00100	29.1	0.5997
20	24.326	6.93			
21	-36.958	0.90	1.59522	67.7	0.5442
22	30.033	8.62	1.85478	24.8	0.6122
23	-52.167	3.60			
24	-26.178	0.90	1.83481	42.7	0.5648
25	-62.620	(可変)			
26	-37.952	0.90	1.60300	65.4	0.5401
27	102.754	2.05	1.85478	24.8	0.6122
28	3587.812	(可変)			50

29*	57.540	8.76	1.90525	35.0	0.5848
30	-123.886	0.20			
31	717.433	1.20	1.95375	32.3	0.5905
32	62.604	5.99	1.61800	63.3	0.5441
33	-441.313	3.00			
34(絞り)	(可変)				
35	165.568	1.80	2.00100	29.1	0.5997
36	54.607	7.28	1.49700	81.5	0.5375
37	-61.491	0.90			
38	102.223	9.26	1.51633	64.1	0.5353
39	-44.173	1.11	1.83481	42.7	0.5648
40	287.865	37.96			
41	57.232	10.58	1.43875	94.7	0.5340
42	-48.113	4.16			
43	157.256	8.88	1.80810	22.8	0.6307
44	-30.967	1.10	2.00100	29.1	0.5997
45	451.915	1.00			
46	176.815	8.41	1.51742	52.4	0.5564
47	-25.166	1.20	1.89190	37.1	0.5780
48	58.270	0.91			
49	37.662	11.12	1.48749	70.2	0.5300
50	-58.875	40.24			

像面

非球面データ

第1面

$K = 3.46351e+06$ $A_4 = 8.89298e-07$ $A_6 = 2.22014e-09$ $A_8 = 6.64596e-12$ $A_{10} = 8.25887e-15$ $A_{12} = -1.29611e-19$ $A_{14} = -1.86084e-21$ $A_{16} = -5.65689e-26$

$A_3 = -1.04177e-06$ $A_5 = -2.67053e-08$ $A_7 = -1.32296e-10$ $A_9 = -2.69735e-13$ $A_{11} = -1.52521e-16$ $A_{13} = 8.27153e-20$ $A_{15} = 1.72111e-23$

第8面

$K = -4.11347e-01$ $A_4 = 7.73068e-07$ $A_6 = 1.98062e-10$ $A_8 = -3.68208e-13$ $A_{10} = -1.32661e-15$ $A_{12} = -1.29935e-19$

$A_3 = 7.84263e-08$ $A_5 = -1.05783e-09$ $A_7 = -7.44048e-12$ $A_9 = 3.86879e-14$ $A_{11} = 2.08018e-17$

第19面

$K = -1.63671e+01$ $A_4 = 5.01302e-06$ $A_6 = -4.33711e-08$ $A_8 = -2.43207e-09$ $A_{10} = -1.48570e-11$ $A_{12} = -4.67044e-15$

$A_3 = 3.47434e-07$ $A_5 = 4.42491e-08$ $A_7 = 1.34016e-08$ $A_9 = 2.54880e-10$ $A_{11} = 4.35183e-13$

第29面

$K = -5.68897e-01$ $A_4 = -2.11632e-06$ $A_6 = -1.12321e-07$ $A_8 = -2.93486e-09$ $A_{10} = -1.28336e-11$ $A_{12} = 1.89637e-15$ $A_{14} = 1.73771e-17$ $A_{16} = 2.45582e-21$

$A_3 = -9.14979e-07$ $A_5 = 2.56470e-07$ $A_7 = 2.32919e-08$ $A_9 = 2.42773e-10$ $A_{11} = 3.52411e-13$ $A_{13} = -5.09488e-16$ $A_{15} = -2.88355e-19$

各種データ

ズーム比 7.38

焦点距離 15.83 43.95 116.78

Fナンバー 2.72 2.72 3.65

10

20

30

40

50

半画角	43.07	18.61	7.22
像高	14.80	14.80	14.80
レンズ全長	360.75	360.75	360.75
BF	40.24	40.24	40.24
d18	1.50	29.82	43.81
d25	32.90	4.07	3.25
d28	13.46	16.48	0.80
d34	4.00	1.49	4.00

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

10

1	1	39.01
2	19	-22.42
3	26	-73.20
4	29	49.90
5	35	99.64

【0 1 3 0】

< 数値実施例 7 >

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	gf
1*	802.648	2.80	1.80100	35.0	0.5864
2	42.334	28.82			
3	-70.803	2.20	1.63854	55.4	0.5484
4	253.576	0.15			
5	162.711	7.81	1.95906	17.5	0.6598
6	-378.441	1.38			
7	193.823	15.69	1.53775	74.7	0.5392
8*	-92.436	6.03			
9	331.302	11.96	1.48749	70.2	0.5300
10	-88.518	2.10	1.84666	23.8	0.6205
11	-167.390	0.20			
12	129.429	2.10	1.80518	25.4	0.6161
13	56.391	11.08	1.43875	94.7	0.5340
14	282.158	0.20			
15	164.743	7.14	1.43387	95.1	0.5373
16	-264.424	0.20			
17	216.988	8.39	1.76385	48.5	0.5589
18	-139.131	(可変)			
19*	67.940	1.25	2.00100	29.1	0.5997
20	23.570	7.12			
21	-41.938	0.90	1.59522	67.7	0.5442
22	29.876	5.75	1.85478	24.8	0.6122
23	-80.323	2.45			
24	-25.598	0.90	1.83481	42.7	0.5648
25	-44.148	(可変)			
26	-38.333	0.90	1.60300	65.4	0.5401
27	110.410	3.01	1.85478	24.8	0.6122
28	1191.968	(可変)			
29*	72.032	5.30	1.90525	35.0	0.5848
30	-145.830	0.20			

20

30

40

50

3 1	- 3 1 4 . 9 4 5	1 . 2 0	1 . 9 5 3 7 5	3 2 . 3	0 . 5 9 0 5	
3 2	4 4 7 . 8 1 1	3 . 5 6	1 . 6 1 8 0 0	6 3 . 3	0 . 5 4 4 1	
3 3	- 1 1 1 . 3 7 8	(可变)				
3 4 (絞り)	(可变)					
3 5	1 6 7 . 5 2 1	1 . 1 0	2 . 0 0 1 0 0	2 9 . 1	0 . 5 9 9 7	
3 6	4 7 . 9 8 4	8 . 3 1	1 . 4 9 7 0 0	8 1 . 5	0 . 5 3 7 5	
3 7	- 6 5 . 1 0 3	0 . 5 7				
3 8	9 7 . 8 3 8	6 . 5 6	1 . 5 1 6 3 3	6 4 . 1	0 . 5 3 5 3	
3 9	- 5 1 . 3 6 7	1 . 1 0	1 . 8 3 4 8 1	4 2 . 7	0 . 5 6 4 8	
4 0	5 2 0 . 5 5 2	4 6 . 2 9				10
4 1	7 1 . 8 8 1	8 . 0 0	1 . 4 3 8 7 5	9 4 . 7	0 . 5 3 4 0	
4 2	- 5 0 . 4 7 1	4 . 2 0				
4 3	1 0 9 . 5 0 2	9 . 4 5	1 . 8 0 8 1 0	2 2 . 8	0 . 6 3 0 7	
4 4	- 3 7 . 4 6 0	1 . 1 0	2 . 0 0 1 0 0	2 9 . 1	0 . 5 9 9 7	
4 5	1 1 6 . 9 2 2	0 . 9 9				
4 6	8 6 . 0 6 6	1 1 . 0 9	1 . 5 1 7 4 2	5 2 . 4	0 . 5 5 6 4	
4 7	- 2 5 . 4 3 5	1 . 2 0	1 . 8 9 1 9 0	3 7 . 1	0 . 5 7 8 0	
4 8	5 2 . 6 1 1	1 . 9 4				
4 9	3 9 . 9 4 6	8 . 8 0	1 . 4 8 7 4 9	7 0 . 2	0 . 5 3 0 0	
5 0	- 5 0 . 1 7 6	4 0 . 1 0				20

像面

非球面データ

第1面

$K = -1.07693e+03$ $A_4 = 1.12115e-06$ $A_6 = 1.91940e-09$ $A_8 = 6.59131e-12$ $A_{10} = 8.27377e-15$ $A_{12} = -1.35783e-19$ $A_{14} = -1.86448e-21$ $A_{16} = -5.53455e-26$

$A_3 = -1.50134e-06$ $A_5 = -2.59911e-08$ $A_7 = -1.25281e-10$ $A_9 = -2.69925e-13$ $A_{11} = -1.52237e-16$ $A_{13} = 8.26987e-20$ $A_{15} = 1.72102e-23$

第8面

$K = -5.61776e-01$ $A_4 = 6.01042e-07$ $A_6 = 4.01879e-10$ $A_8 = 2.18544e-13$ $A_{10} = -8.57671e-16$ $A_{12} = -1.01545e-19$
 $A_3 = -2.02504e-07$ $A_5 = -3.58450e-09$ $A_7 = -1.86015e-11$ $A_9 = 1.73697e-14$ $A_{11} = 1.51797e-17$

第19面

$K = -2.92314e+00$ $A_4 = 5.28329e-06$ $A_6 = -5.13287e-08$ $A_8 = -2.68675e-09$ $A_{10} = -1.33504e-11$ $A_{12} = -3.61948e-15$
 $A_3 = -2.04612e-06$ $A_5 = -8.07752e-08$ $A_7 = 1.71289e-08$ $A_9 = 2.48784e-10$ $A_{11} = 3.67585e-13$

第29面

$K = 1.85043e+00$ $A_4 = -2.62570e-06$ $A_6 = -1.00120e-07$ $A_8 = -2.83515e-09$ $A_{10} = -1.28862e-11$ $A_{12} = 1.83187e-15$ $A_{14} = 1.77472e-17$ $A_{16} = 3.41386e-21$
 $A_3 = 7.03908e-08$ $A_5 = 2.56255e-07$ $A_7 = 2.14014e-08$ $A_9 = 2.42290e-10$ $A_{11} = 3.48440e-13$ $A_{13} = -4.91305e-16$ $A_{15} = -3.42057e-19$

各種データ

ズーム比	7.47			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	15.91	45.76	118.84	
Fナンバー	2.72	2.72	3.65	
半画角	42.93	17.92	7.10	50

像高	14.80	14.80	14.80
レンズ全長	356.08	356.08	356.08
d18	1.50	38.75	57.16
d25	44.44	6.63	2.19
d28	11.81	16.16	2.81
d33	4.71	0.59	0.50
d34	2.00	2.34	1.81

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	48.43	10
2	19	-26.49	
3	26	-70.58	
4	29	49.92	
	34		
5	35	109.30	

【0 1 3 1】

< 数値実施例 8 >

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	gf	20
1*	31009.925	2.80	1.80100	35.0	0.5864	
2	43.248	28.09				
3	-75.259	2.20	1.65160	58.5	0.5390	
4	319.253	0.15				
5	168.188	8.84	1.89286	20.4	0.6393	
6	-235.321	1.13				
7	154.953	13.15	1.53775	74.7	0.5392	
8*	-104.494	6.03				
9	962.112	7.69	1.43875	94.7	0.5340	
10	-112.855	2.10	1.85478	24.8	0.6122	30
11	-195.432	0.20				
12	149.662	2.10	1.80518	25.4	0.6161	
13	56.047	15.24	1.43875	94.7	0.5340	
14	-595.811	0.52				
15	189.224	6.89	1.43387	95.1	0.5373	
16	-418.849	0.20				
17	177.934	8.70	1.76385	48.5	0.5589	
18	-146.341	(可変)				
19*	118.284	1.25	2.00100	29.1	0.5997	
20	24.302	6.57				40
21	-38.096	0.90	1.59522	67.7	0.5442	
22	32.271	5.94	1.85478	24.8	0.6122	
23	-59.594	(可変)				
24	-24.804	0.90	1.83481	42.7	0.5648	
25	-39.952	(可変)				
26	-36.316	0.90	1.60300	65.4	0.5401	
27	89.118	2.11	1.85478	24.8	0.6122	
28	547.801	(可変)				
29*	68.309	6.83	1.90525	35.0	0.5848	
30	-112.002	0.20				50

3 1	- 5 2 5 . 8 1 4	1 . 2 0	1 . 9 5 3 7 5	3 2 . 3	0 . 5 9 0 5	
3 2	1 3 0 . 2 5 1	3 . 6 6	1 . 6 1 8 0 0	6 3 . 3	0 . 5 4 4 1	
3 3	- 1 6 0 . 4 0 0	(可变)				
3 4 (絞り)		1 . 8 0				
3 5	1 7 7 . 6 5 8	1 . 8 0	2 . 0 0 1 0 0	2 9 . 1	0 . 5 9 9 7	
3 6	5 1 . 0 1 8	1 1 . 0 7	1 . 4 9 7 0 0	8 1 . 5	0 . 5 3 7 5	
3 7	- 5 9 . 4 6 0	0 . 2 0				
3 8	1 0 0 . 4 9 8	9 . 1 4	1 . 5 1 6 3 3	6 4 . 1	0 . 5 3 5 3	
3 9	- 5 0 . 0 1 9	1 . 1 0	1 . 8 3 4 8 1	4 2 . 7	0 . 5 6 4 8	
4 0	6 7 4 . 8 2 2	4 1 . 2 4				10
4 1	6 4 . 3 3 7	8 . 1 1	1 . 4 3 8 7 5	9 4 . 7	0 . 5 3 4 0	
4 2	- 4 8 . 0 2 2	2 . 7 3				
4 3	2 7 3 . 9 0 5	8 . 8 0	1 . 8 0 8 1 0	2 2 . 8	0 . 6 3 0 7	
4 4	- 3 5 . 2 4 3	1 . 1 0	2 . 0 0 1 0 0	2 9 . 1	0 . 5 9 9 7	
4 5	- 1 2 9 1 . 7 6 1	0 . 7 1				
4 6	2 1 1 . 0 4 7	8 . 9 8	1 . 5 1 7 4 2	5 2 . 4	0 . 5 5 6 4	
4 7	- 2 6 . 3 3 5	1 . 2 0	1 . 8 9 1 9 0	3 7 . 1	0 . 5 7 8 0	
4 8	5 2 . 5 6 7	0 . 4 1				
4 9	3 7 . 3 8 5	1 1 . 1 1	1 . 4 8 7 4 9	7 0 . 2	0 . 5 3 0 0	
5 0	- 5 8 . 8 7 5	4 2 . 9 9				20

像面

非球面データ

第1面

$K = 3.99787e+05$ $A_4 = 1.03414e-06$ $A_6 = 1.93082e-09$ $A_8 = 6.60034e-12$ $A_{10} = 8.26805e-15$ $A_{12} = -1.38059e-19$ $A_{14} = -1.86068e-21$ $A_{16} = -5.61800e-26$

$A_3 = -1.66838e-06$ $A_5 = -2.38278e-08$ $A_7 = -1.27098e-10$ $A_9 = -2.69268e-13$ $A_{11} = -1.52572e-16$ $A_{13} = 8.28003e-20$ $A_{15} = 1.71920e-23$

第8面

$K = -1.20590e+00$ $A_4 = 6.04613e-07$ $A_6 = 1.30338e-10$ $A_8 = -2.17710e-13$ $A_{10} = -6.40065e-16$ $A_{12} = -5.65209e-20$
 $A_3 = -2.75867e-07$ $A_5 = -1.66535e-09$ $A_7 = -4.31108e-12$ $A_9 = 1.98180e-14$ $A_{11} = 9.48792e-18$

第19面

$K = 7.21080e+00$ $A_4 = 4.55833e-06$ $A_6 = -5.10680e-08$ $A_8 = -2.79624e-09$ $A_{10} = -1.33211e-11$ $A_{12} = -3.83738e-15$
 $A_3 = -1.52940e-06$ $A_5 = -1.24957e-07$ $A_7 = 1.78561e-08$ $A_9 = 2.53114e-10$ $A_{11} = 3.67957e-13$

第29面

$K = -1.76940e-01$ $A_4 = -2.43116e-06$ $A_6 = -1.07245e-07$ $A_8 = -2.89273e-09$ $A_{10} = -1.28573e-11$ $A_{12} = 1.75278e-15$ $A_{14} = 1.80412e-17$ $A_{16} = 3.81973e-21$
 $A_3 = -3.61691e-07$ $A_5 = 2.85560e-07$ $A_7 = 2.23171e-08$ $A_9 = 2.43693e-10$ $A_{11} = 3.47248e-13$ $A_{13} = -4.89533e-16$ $A_{15} = -3.61594e-19$

各種データ

ズーム比	7.78			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	15.40	45.00	119.76	
Fナンバー	2.72	2.71	3.65	
画角	43.86	18.21	7.04	50

像高	14.80	14.80	14.80
レンズ全長	353.98	353.98	353.98
B.F.	42.99	42.99	42.99
d18	1.15	37.59	55.59
d23	3.28	3.09	3.53
d25	40.18	4.72	2.08
d28	10.59	14.36	1.23
d33	9.78	5.24	2.56

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

10

1	1	46.95
2	19	-45.90
3	24	-80.55
4	26	-65.14
5	29	49.31
6	34	96.37

【0 1 3 2】

上記の数値実施例 1 ~ 8 のレンズデータに基づく各条件式の計算結果を表 1 に示す。

20

30

40

50

【表1】

表1

条件式	クレーム範囲									
	下限	上限	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8
(1) $(f1+bok1)/f1$	1.700	2.200	1.865	1.824	1.875	1.927	1.871	1.891	1.911	1.875
(2) $f1/fw$	1.50	4.00	3.040	2.868	3.033	3.078	2.696	2.464	3.043	3.049
(3) ft/fw	7.1	10.0	7.79	8.63	7.79	7.62	8.06	7.38	7.47	7.78
(4) $ft/f1$	2.10	8.00	2.563	3.008	2.569	2.476	2.991	2.994	2.454	2.551
(5) $fG1/fw$	-5.50	-1.60	-3.524	-3.828	-3.524	-3.524	-3.755	-3.434	-3.512	-3.511
(6) fGp/fw	5.80	20.60	7.611	8.311	7.405	7.083	9.575	7.243	7.509	7.208
(7) $fG1/f1$	-2.10	-0.80	-1.16	-1.33	-1.16	-1.14	-1.39	-1.39	-1.15	-1.15
(8) $f11/f1$	-1.50	-0.75	-0.99	-1.15	-1.04	-0.99	-1.13	-1.25	-0.94	-1.06
(9) $f12/f1$	2.00	4.40	2.56	2.99	2.63	2.64	2.67	3.30	2.45	2.52
(10) $f13/f1$	1.30	1.80	1.54	1.54	1.55	1.54	1.78	1.69	1.57	1.62
(11) $Fnow$	2.00	3.50	2.720	2.720	2.720	2.720	2.720	2.720	2.720	2.720
(12) $nd1n$	1.75	2.00	1.773	1.782	1.773	1.773	1.779	1.782	1.773	1.778
(13) $v d11p$	17.0	25.0	17.47	17.47	17.47	17.47	17.47	18.90	17.47	20.36
(14) $v d13n$	20.0	50.0	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	24.80
			25.42	23.78	25.42	25.42	37.16	23.78	25.42	25.42
(15) $v d13n - v d11p$	3.0	25.0	6.31	6.31	6.31	6.31	6.31	4.88	6.31	4.44
(16) $LD1/f1$	1.50	3.30	2.22	2.56	2.22	2.19	3.00	3.04	2.24	2.26
(17) ω_w	41.20	50.00	43.862	43.401	43.862	43.862	43.676	43.071	42.926	43.861
(18) ω_t	4.30	8.25	7.03	6.26	7.03	7.19	6.75	7.22	7.10	7.04
(19) fw/BFw	0.280	0.430	0.362	0.391	0.359	0.360	0.361	0.393	0.397	0.358
$f1$			46.814	44.878	46.702	47.406	41.793	39.006	48.428	46.954
$bok1$			40.5091	36.9978	40.8422	43.9331	36.3975	34.7412	44.1023	41.0948
fw			15.400	15.650	15.400	15.400	15.500	15.832	15.912	15.401
ft			119.999	135.007	119.999	117.400	125.000	116.779	118.840	119.764
$fG1$			-54.267	-59.905	-54.267	-54.267	-58.202	-54.369	-55.886	-54.071
fGp			117.203	130.060	114.030	109.084	148.415	114.671	119.490	111.001
$f11$			-46.146	-51.670	-48.422	-46.903	-47.421	-48.679	-45.373	-49.739
$f12$			119.630	134.034	122.871	125.189	111.464	128.709	118.662	118.149
$f13$			72.032	69.229	72.475	73.115	74.366	65.953	75.974	76.053
Fno_w			2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72
$v d11p$			17.47	17.47	17.47	17.47	17.47	18.9	17.47	20.36
$v d13n$			23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	24.8
			25.42	23.78	25.42	25.42	37.16	23.78	25.42	25.42
$LD1$			103.832	114.981	103.832	103.832	125.539	118.699	108.266	106.027
ω_w			43.862	43.401	43.862	43.862	43.676	43.071	42.926	43.861
ω_t			7.031	6.256	7.031	7.185	6.752	7.223	7.099	7.045
BFw			42.5358	40.0045	42.8732	42.7593	42.9374	40.2440	40.1022	42.9906

【符号の説明】

【0 1 3 3】

L 1 第1レンズ群

L 1 1 第1サブレンズ群

L 1 2 第2サブレンズ群

L 1 3 第3サブレンズ群

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

S P 開口絞り

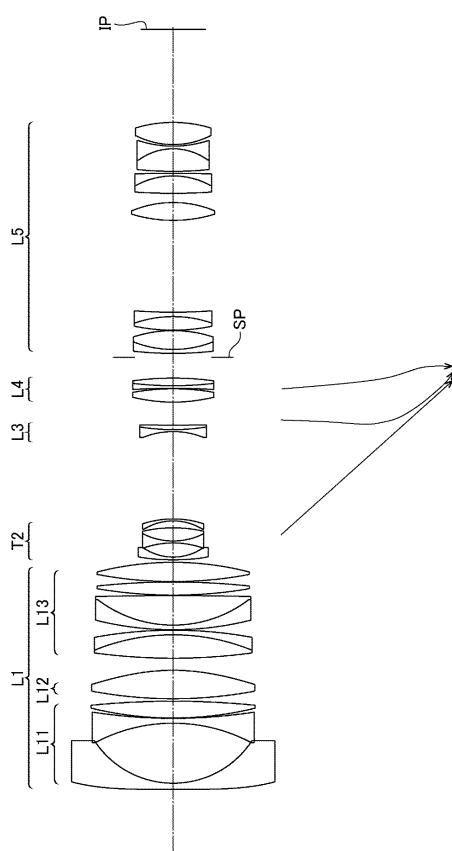
10

30

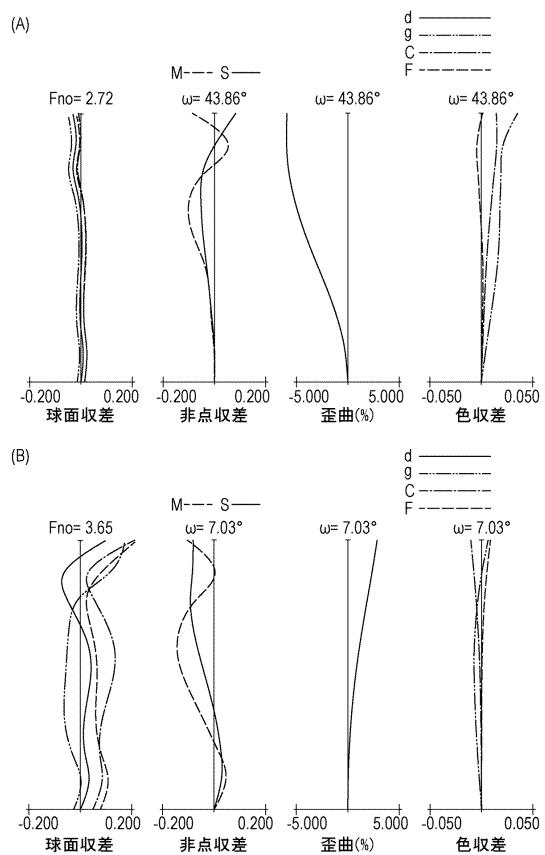
50

【図面】

【図1】



【図2】



10

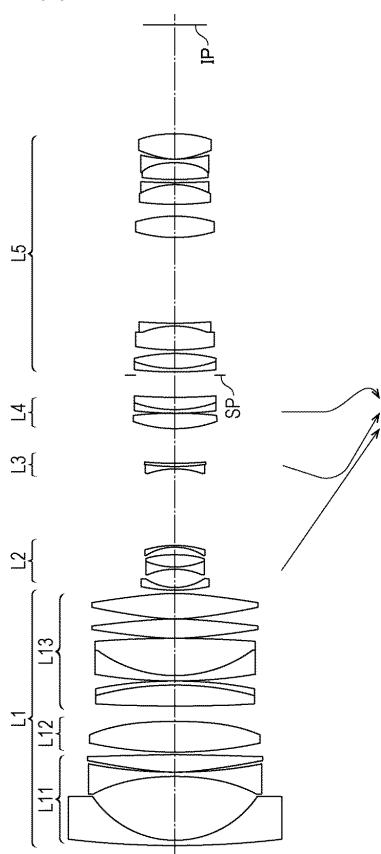
20

30

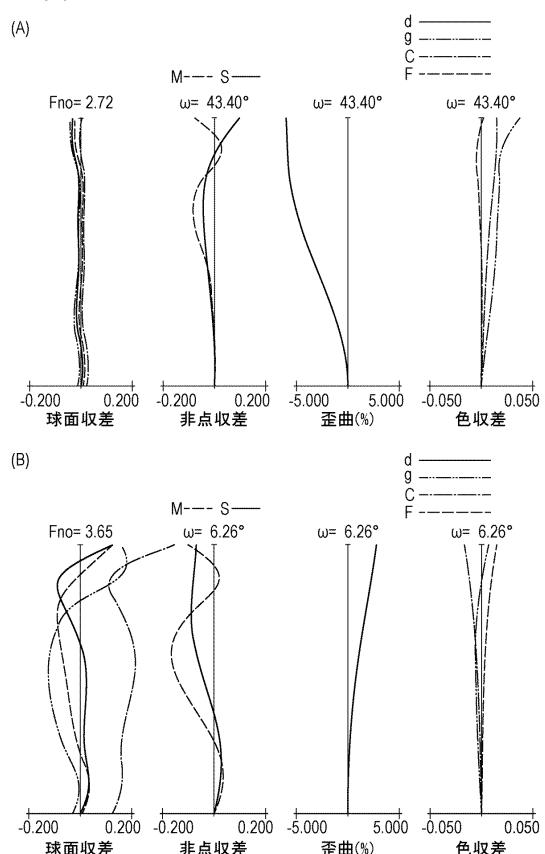
40

50

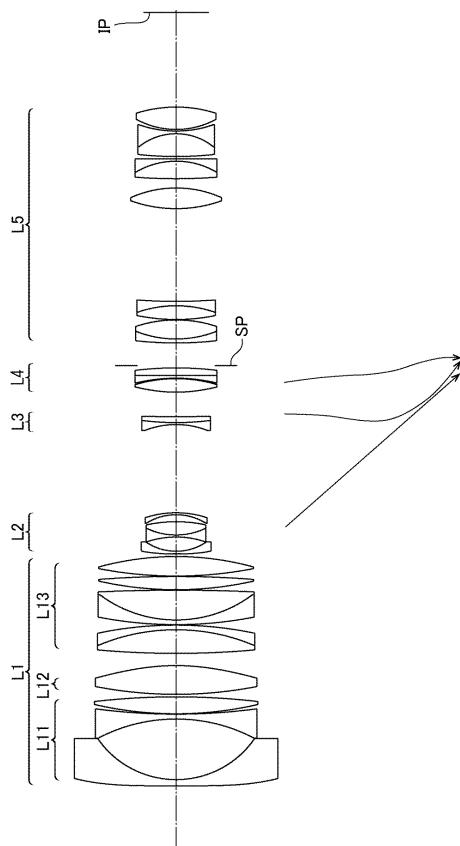
【図3】



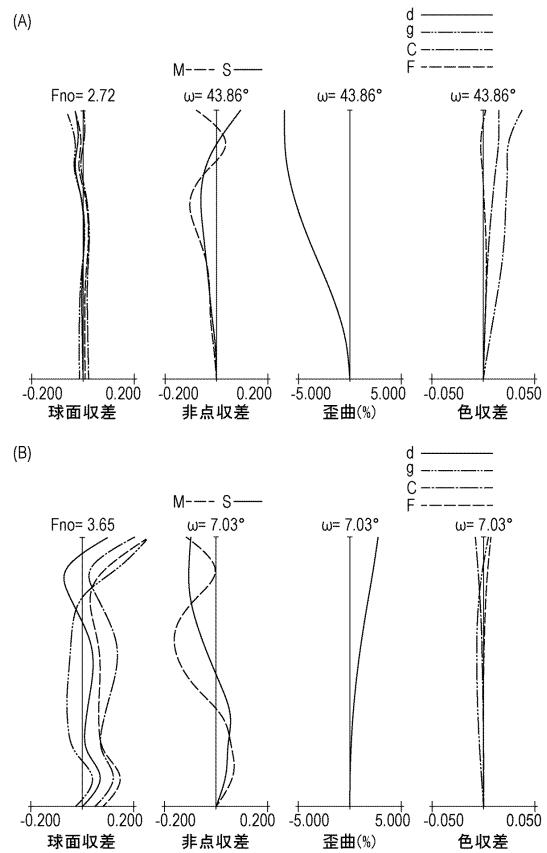
【図4】



【図5】



【図6】



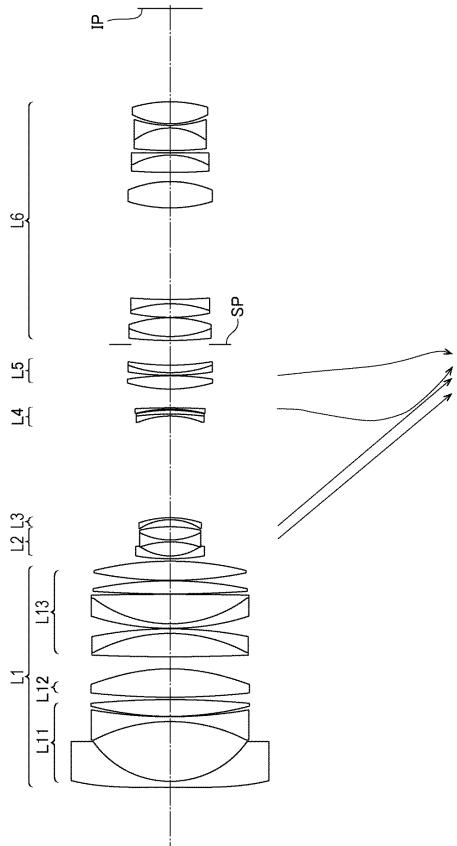
10

20

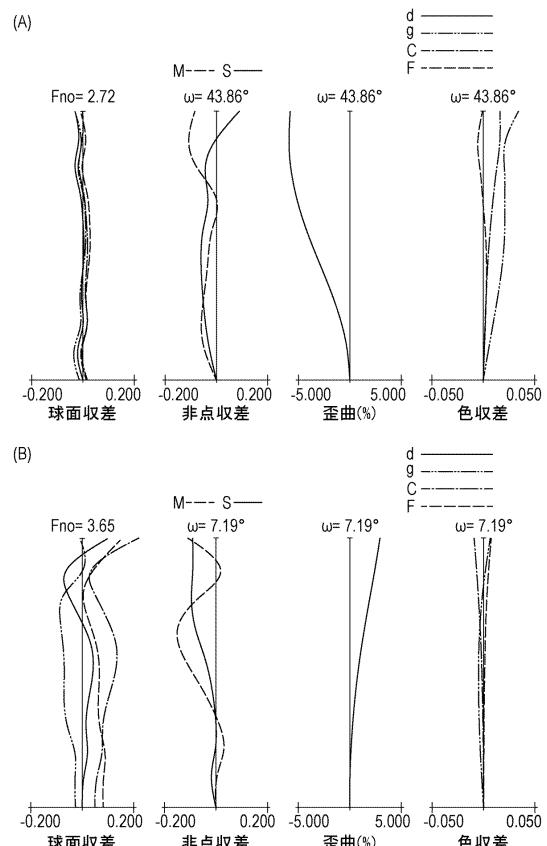
30

40

【図7】

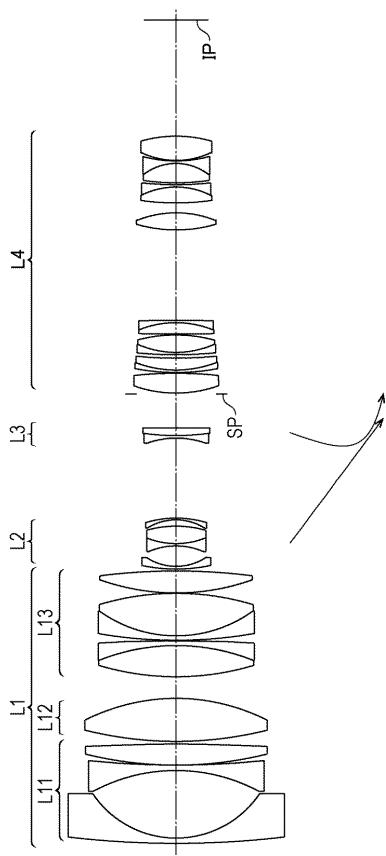


【図8】

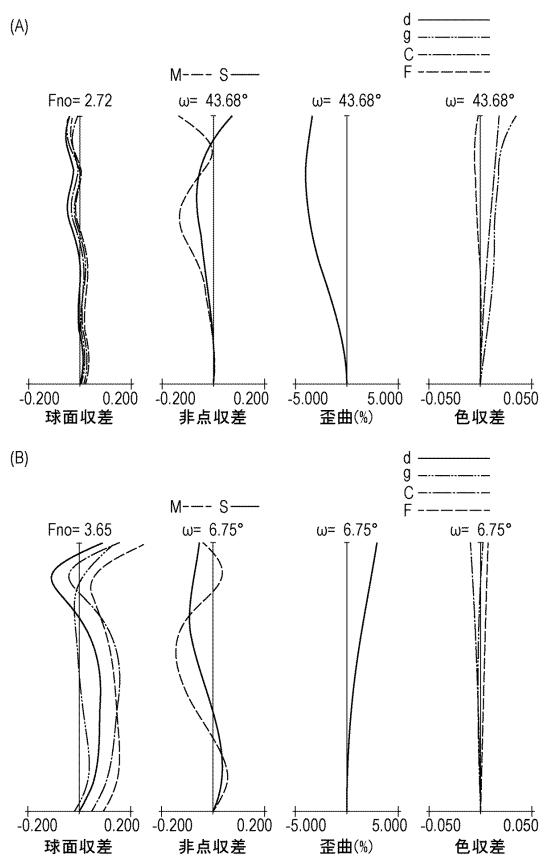


50

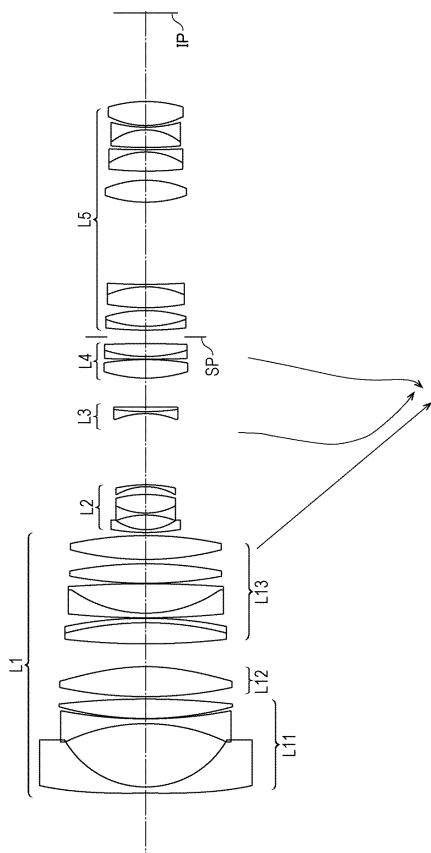
【図9】



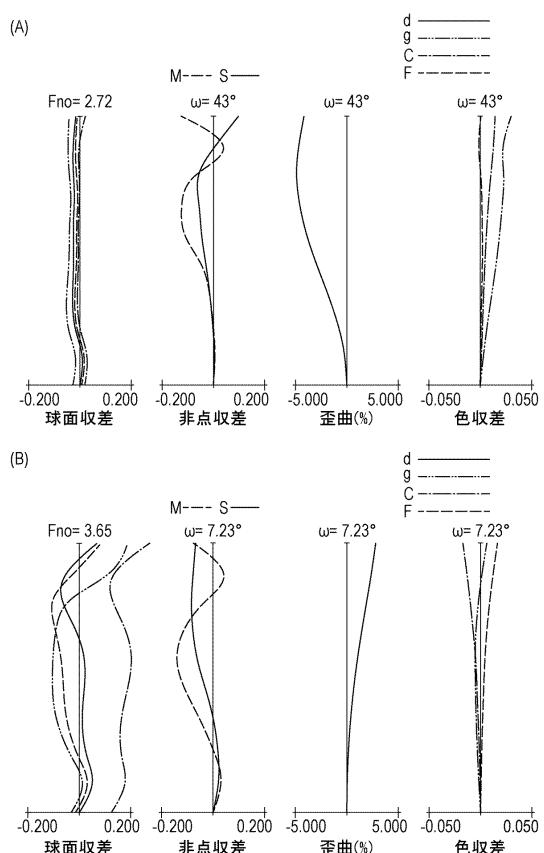
【図10】



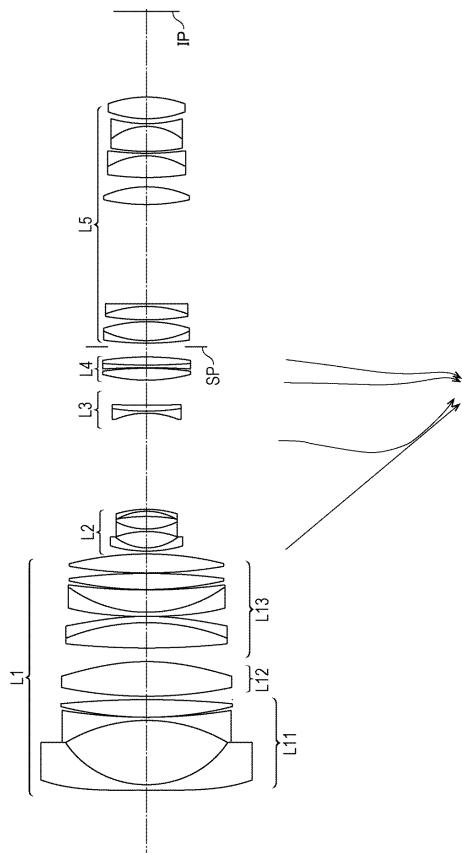
【図11】



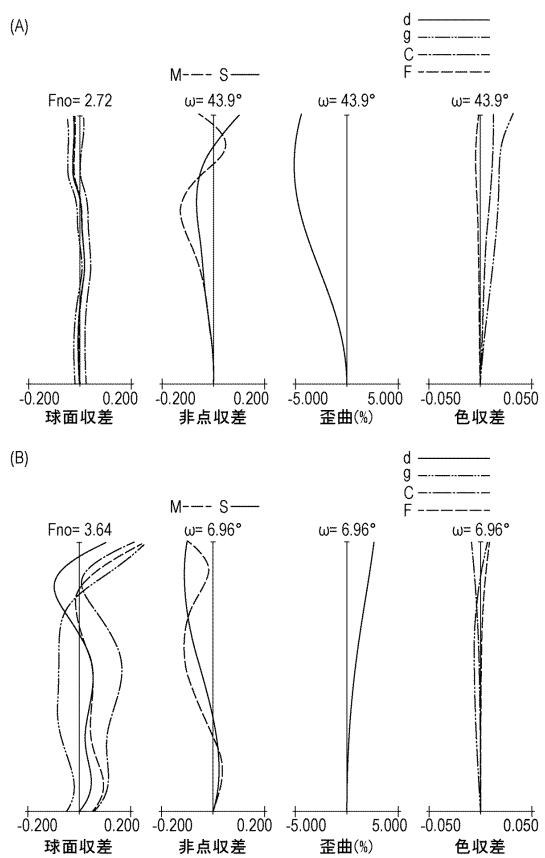
【図12】



【図 1 3】



【図 1 4】



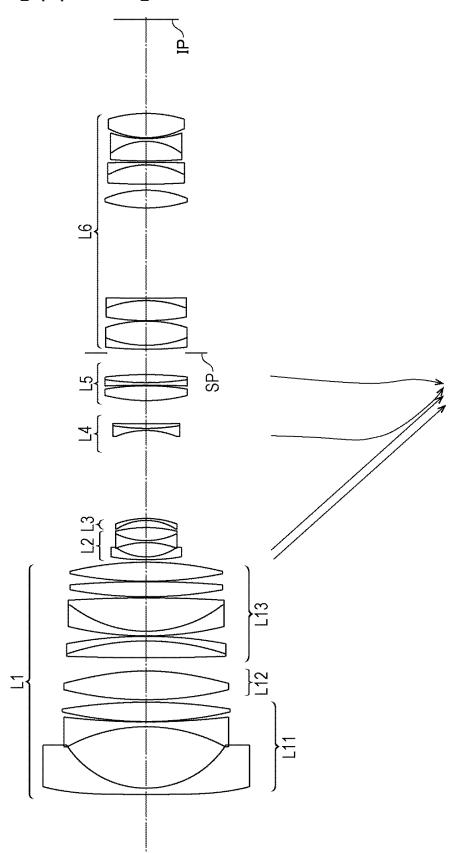
10

20

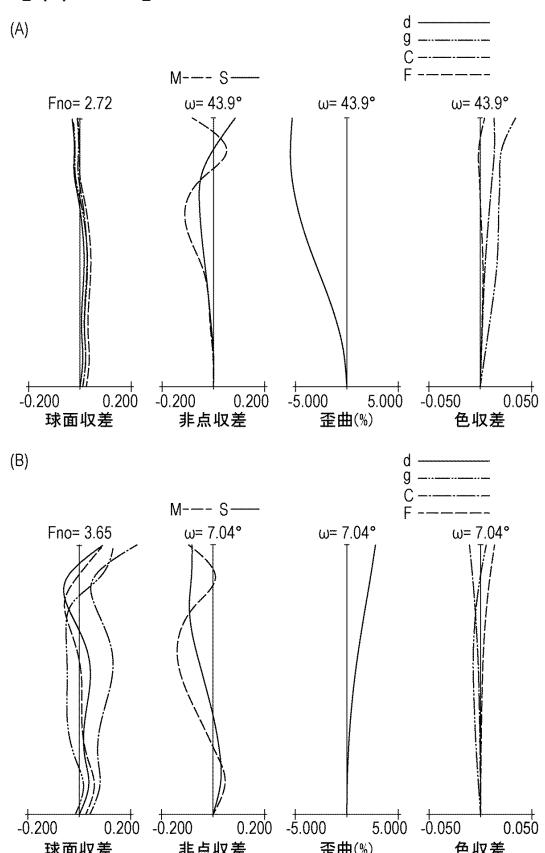
30

40

【図 1 5】

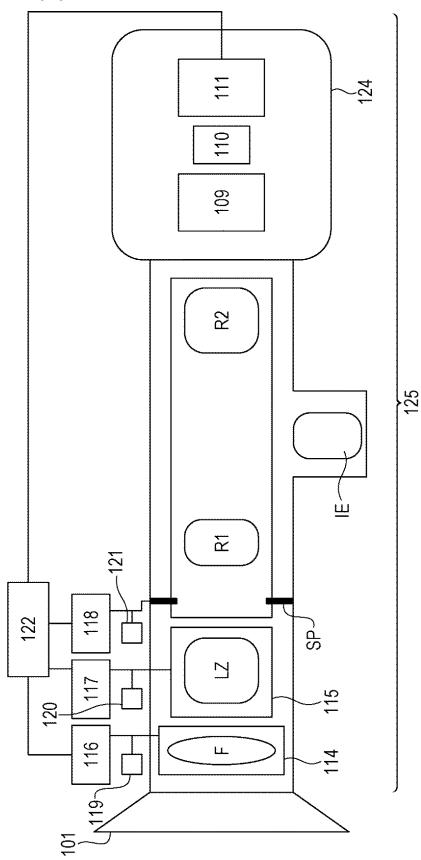


【図 1 6】

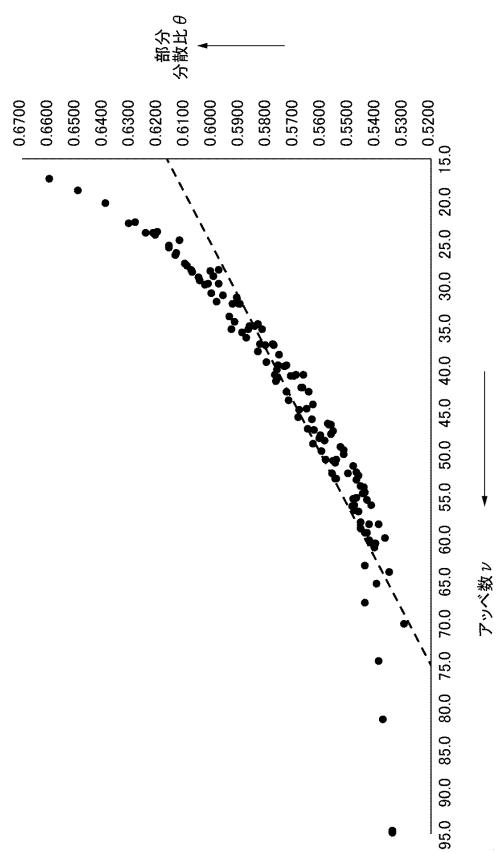


50

【図17】



【図18】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

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 井元 悠

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

F ターム (参考) 2H087 KA01 MA12 MA18 PA15 PA16 PB20 QA02 QA03 QA07 QA17
QA19 QA22 QA25 QA34 QA42 QA45 RA05 RA12 RA13 RA32 RA36
RA41 RA42 RA43 RA44 SA23 SA27 SA30 SA32 SA43 SA47 SA50
SA52 SA55 SA57 SA63 SA64 SA65 SA66 SA72 SA75 SA76 SB01
SB14 SB15 SB22 SB23 SB31 SB33 SB34 SB41 SB44 UA06