

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第6991814号
(P6991814)

(45)発行日 令和4年1月13日(2022.1.13)

(24)登録日 令和3年12月10日(2021.12.10)

(51)国際特許分類

G 0 2 B	15/20 (2006.01)	F I	G 0 2 B	15/20
G 0 2 B	13/18 (2006.01)		G 0 2 B	13/18

請求項の数 13 (全26頁)

(21)出願番号 特願2017-191751(P2017-191751)
 (22)出願日 平成29年9月29日(2017.9.29)
 (65)公開番号 特開2019-66654(P2019-66654A)
 (43)公開日 平成31年4月25日(2019.4.25)
 審査請求日 令和2年9月16日(2020.9.16)

(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 100126240
 弁理士 阿部 琢磨
 100124442
 弁理士 黒岩 創吾
 (72)発明者 行田 裕一
 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 殿岡 雅仁

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ズームレンズ及び撮像装置

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

最も物体側に配置された負の屈折力の第1レンズ群、前記第1レンズ群の像側に隣接して配置された正の屈折力の第2レンズ群、前記第2レンズ群の像側に隣接して配置された負の屈折力の第3レンズ群、前記第3レンズ群の像側に隣接して配置された負の屈折力の第4レンズ群を有し、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、前記第3レンズ群の焦点距離をf₃、前記第4レンズ群の焦点距離をf₄とするとき、

$$0.80 < f_3 / f_4 \leq 2.15$$

$$0.30 < f_2 / |f_4| \leq 0.50$$

$$0.50 < |f_1| / f_2 \leq 1.14$$

の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】

広角端における前記ズームレンズの焦点距離をf_w、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第2レンズ群の移動量をm₂、レンズ群の移動量の符号は、広角端に比べて望遠端において像側に位置するときを正、広角端に比べて望遠端において物体側に位置するときを負とするとき、

$$0.50 < |m_2| / f_w \leq 1.40$$

の条件式を満たす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】

広角端における前記ズームレンズの焦点距離を f_w 、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、

$$f_t / f_w > 1.80$$

の条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

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、

$$1.00 < |f_4| / f_w < 4.50$$

の条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第 4 レンズ群は、物体側に凹面を向けた負レンズを有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

10

【請求項 6】

前記負レンズは、中心から周辺にかけて負の屈折力が強くなる非球面形状を有することを特徴とする請求項 5 に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

前記第 3 レンズ群は、正レンズと負レンズを少なくとも 1 枚ずつ有することを特徴とする、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

20

【請求項 8】

無限遠から至近距離へのフォーカシングに際し、前記第 3 レンズ群が像側へ移動することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

無限遠から至近距離へのフォーカシングに際し、前記第 4 レンズ群が像側へ移動することを特徴とする請求項 8 に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

前記ズームレンズは、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、負の屈折力の第 3 レンズ群、負の屈折力の第 4 レンズ群からなることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

30

【請求項 11】

前記ズームレンズは、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、負の屈折力の第 3 レンズ群、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群からなることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

30

【請求項 12】

前記ズームレンズは、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、負の屈折力の第 3 レンズ群、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群、正の屈折力の第 6 レンズ群からなることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 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。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ズームレンズ及び撮像装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、レンズ全長が短く、小型なズームレンズが要求されている。

【0003】

特許文献 1 には、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈

50

折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群からなり、第3レンズ群でフォーカシングを行う広角ズームレンズが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2016-133764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に記載のレンズ構成のズームレンズをさらに小型化する場合、ズーミングに際しての歪曲収差の変動が大きくなる場合がある。そこで、小型で、収差変動も少ないズームレンズを実現するためには、各レンズ群、特に第4レンズ群のパワー配置をより適切に設定することが望まれる。10

【0006】

そこで本発明は、小型で、全ズーム域において高い光学性能を有するズームレンズ及び撮像装置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】

本発明のズームレンズは、最も物体側に配置された負の屈折力の第1レンズ群、前記第1レンズ群の像側に隣接して配置された正の屈折力の第2レンズ群、前記第2レンズ群の像側に隣接して配置された負の屈折力の第3レンズ群、前記第3レンズ群の像側に隣接して配置された負の屈折力の第4レンズ群を有し、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、前記第3レンズ群の焦点距離をf3、前記第4レンズ群の焦点距離をf4とするとき、20

$$0.80 < f_3 / f_4 \leq 2.15$$

$$0.30 < f_2 / |f_4| \leq 0.50$$

$$0.50 < |f_1| / f_2 \leq 1.14$$

の条件式を満たすことを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、小型で、全ズーム域において高い光学性能を有するズームレンズ及び撮像装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施例1のズームレンズの断面図である。

【図2】実施例1のズームレンズの収差図である。

【図3】実施例2のズームレンズの断面図である。

【図4】実施例2のズームレンズの収差図である。

【図5】実施例3のズームレンズの断面図である。

【図6】実施例3のズームレンズの収差図である。

【図7】実施例4のズームレンズの断面図である。

【図8】実施例4のズームレンズの収差図である。

【図9】実施例5のズームレンズの断面図である。

【図10】実施例5のズームレンズの収差図である。

【図11】実施例6のズームレンズの断面図である。

【図12】実施例6のズームレンズの収差図である。

【図13】撮像装置の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

10

20

30

40

50

以下、本発明の実施例に係るズームレンズ及び撮像装置について、添付の図面に基づいて詳細に説明する。

【0011】

[ズームレンズの実施例]

各実施例のズームレンズは、ビデオカメラやデジタルカメラ、銀塩フィルムカメラ、テレビカメラ等の撮像装置に用いられる撮影光学系である。図1、3、5、7、9、11に示すズームレンズの断面図において、左方が物体側（前方）であり、右方が像側（後方）である。また各断面図において、 i を物体側から像側へのレンズ群の順番とすると、 L_i は第*i*レンズ群を示す。また、開口絞りSPは、開放Fナンバー（Fno）の光束を決定（制限）し、可変絞りSSPは、ズーミングに際して口径が変化する。

10

【0012】

ビデオカメラやデジタルカメラなどの撮像装置に各実施例のズームレンズを使用する場合は、像面IPは、CCDセンサまたはCMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）に相当する。銀塩フィルムカメラの撮像装置に各実施例のズームレンズを使用する場合は、像面IPはフィルム面に相当する。

【0013】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、各レンズ群は、図中の実線矢印に示すように移動する。無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して、フォーカスレンズ群は、図中の破線矢印に示すように移動する。

【0014】

球面収差図においてFnoはFナンバーであり、実線はd線（波長587.6nm）、二点鎖線はg線（波長435.8nm）に対する球面収差を示している。非点収差図において実線Sはサジタル像面、破線Mはメリディオナル像面である。歪曲収差はd線について示している。色収差図はg線における色収差を示している。は半画角（角度）である。

20

【0015】

「広角端」と「望遠端」は、それぞれ、各レンズ群が機構的に移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。

【0016】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群を有する。そして、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。各レンズ群は、1枚以上のレンズを有していればよく、複数枚のレンズを有してもよい。

30

【0017】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が狭まり、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔が広がることにより、変倍作用が生じる。また、ズーミングに際して第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が変化することにより、広角端から望遠端にかけて非点収差が補正される。

【0018】

各実施例のズームレンズは条件式（1）を満たす。

$$0.80 < f_3 / f_4 < 5.00 \quad \dots \quad (1)$$

40

【0019】

ただし、第3レンズ群の焦点距離をf3、第4レンズ群の焦点距離をf4とする。

【0020】

条件式（1）は、第3レンズ群の焦点距離と第4レンズ群の焦点距離の比に関する。一般に、広角ズームレンズや、バックフォーカスの短いズームレンズでは、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第4レンズ群に入射する軸外光線の入射高さの変動が大きくなる。また、第4レンズ群の屈折力が大きくなるほど入射高さの変動に応じた像面湾曲や非点収差の変動が大きくなる。したがって、条件式（1）の上限値を上回って第4レンズ群の焦点距離が短くなると、すなわち第4レンズ群の屈折力が大きくなると、像面湾曲および非点収差の変動が大きくなり、ズーム全域で高い光学性能を有することが困難になるた

50

め好ましくない。また、条件式(1)の下限値を下回って第4レンズ群の焦点距離が長くなると、ズームレンズの全長が長くなってしまうため、ズームレンズの小型化が困難になるため好ましくない。

【0021】

したがって、小型で、全ズーム域において高い光学性能を得られる、ズームレンズを実現できる。

【0022】

さらに、ズームレンズは条件式(2)～(6)のうち少なくとも1つを満足することが好ましい。

$$0.30 < f_2 / |f_4| < 3.00 \quad \dots \quad (2)$$

$$0.50 < |m_2| / f_w < 1.40 \quad \dots \quad (3)$$

$$0.50 < |f_1| / f_2 < 2.00 \quad \dots \quad (4)$$

$$f_t / f_w > 1.80 \quad \dots \quad (5)$$

$$1.00 < |f_4| / f_w < 4.50 \quad \dots \quad (6)$$

【0023】

ただし、第1レンズ群の焦点距離を f_1 、第2レンズ群の焦点距離を f_2 、広角端から望遠端へのズーミングにおける第2レンズ群の移動量を m_2 、ズームレンズの広角端における焦点距離を f_w 、ズームレンズの望遠端における焦点距離を f_t とする。なお、レンズ群の移動量とは、広角端におけるレンズ群の光軸上の位置と望遠端におけるレンズ群の光軸上の位置との差をいう。レンズ群の移動量の符号は、広角端に比べて望遠端において像側に位置するときを正、広角端に比べて望遠端において物体側に位置するときを負とする。

【0024】

次に、条件式(2)～(6)の技術的意味について説明する。

【0025】

条件式(2)は、第2レンズ群の焦点距離と第4レンズ群の焦点距離との比に関する。条件式(2)の下限値を下回って第2レンズ群の焦点距離が第4レンズ群の焦点距離に対して短くなると、ズーム全域での球面収差およびコマ収差の変動が大きくなるため好ましくない。また、条件式(2)の上限値を下回って、第2レンズ群の焦点距離が第4レンズ群の焦点距離に対して長くなると、所定の変倍をするために必要な第2レンズ群の移動量が大きくなる。これにより光学系の小型化が困難になるため好ましくない。

【0026】

条件式(3)は、広角端から望遠端へのズーミングにおける第2レンズ群の移動量に関する。条件式(3)の下限値を下回って第2レンズ群の移動量が小さくなると、軸外光線が低い位置を通過する第2レンズ群の変倍分担が小さくなる。これにより、第2レンズ群よりも像側に配置されたレンズ群の変倍分担が大きくなると、当該レンズ群の変倍負担が小さい場合に比べて、ズーミングに際しての歪曲収差や像面湾曲の変動が大きくなり好ましくない。条件式(3)の上限値を上回って第2レンズ群の移動量が大きくなると、広角端において第1レンズ群と第2レンズ群の間隔を大きく確保する必要がある。これにより、光学系の小型化が困難になるため好ましくない。

【0027】

条件式(4)は、第1レンズ群の焦点距離と第2レンズ群の焦点距離との比に関する。条件式(4)の下限値を下回って、第1レンズ群の焦点距離が第2レンズ群の焦点距離に対して短くなると、ズームレンズが小型になるものの、広角端における歪曲収差および非点収差が大きくなり好ましくない。条件式(4)の上限値を上回って第1レンズ群の焦点距離が第2レンズ群の焦点距離に対して長くなると、レンズ全長（最も物体側のレンズの物体側の面から像面までの距離）の短縮および第1レンズ群の小径化が困難になるため好ましくない。

【0028】

条件式(5)は、各実施例のズームレンズの変倍比に関する。条件式(5)の下限を下回ると、ズーム比が小さくなりすぎて、ズームレンズとしての機能を発揮できず好ましくな

10

20

30

40

50

い。

【0029】

条件式(6)は、第4レンズ群の焦点距離とズームレンズの広角端における焦点距離との比に関する。条件式(6)の下限値を下回って第4レンズ群の焦点距離がズームレンズの広角端における焦点距離に対して短くなると、ズーミングに際して軸外収差の変動の抑制が大きくなり好ましくない。条件式(6)の上限値を上回って第4レンズ群の焦点距離がズームレンズの広角端における焦点距離よりも長くなると、光学系の小型化が困難になるため好ましくない。

【0030】

また、第4レンズ群は、物体側に凹面を向けた負レンズを有することが好ましい。物体側に凹面があることにより、広角端において生じる像面湾曲と、望遠端において第2レンズ群より生じる球面収差とを補正をすることができる。

10

【0031】

また、第4レンズ群の、物体側に凹面を向けた負レンズは、中心から周辺にかけて負の屈折力が強くなるような非球面形状を有することが好ましい。非球面形状を有することにより、球面形状を有する場合に比べて、広角端において生じる像面湾曲および非点収差を補正しやすくなる。

【0032】

また、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して移動するフォーカスレンズ群は、比較的レンズの径が小さく且つレンズ枚数が少ない、第3レンズ群であることが好ましい。第3レンズ群でフォーカシングを行う場合は、他のレンズ群でフォーカシングを行う場合に比べて、フォーカスレンズ群を保持する鏡筒およびフォーカスレンズを駆動するための機構を小型化でき、ズームレンズの全系を小型化できる。さらに、フォーカスレンズ群は、正レンズおよび負レンズを少なくとも1枚ずつ有することが好ましい。正レンズおよび負レンズのいずれかのみで構成してしまうと、フォーカシング時の色収差変動を抑えることが困難になるため好ましくない。

20

【0033】

さらに、条件式(1)～(6)の数値範囲を次のように設定することが好ましい。

$$0.85 < f_3 / f_4 < 4.50 \quad \dots (1a)$$

$$0.33 < f_2 / |f_4| < 2.00 \quad \dots (2a)$$

30

$$0.60 < |m_2| / f_w < 1.36 \quad \dots (3a)$$

$$0.60 < |f_1| / f_2 < 1.80 \quad \dots (4a)$$

$$f_t / f_w > 1.90 \quad \dots (5a)$$

$$1.50 < |f_4| / f_w < 4.20 \quad \dots (6a)$$

【0034】

さらに、条件式(1a)～(6a)の数値範囲を次のように設定することが好ましい。

$$0.90 < f_3 / f_4 < 4.00 \quad \dots (1b)$$

$$0.35 < f_2 / |f_4| < 1.00 \quad \dots (2b)$$

40

$$0.70 < |m_2| / f_w < 1.32 \quad \dots (3b)$$

$$0.70 < |f_1| / f_2 < 1.60 \quad \dots (4b)$$

$$f_t / f_w > 2.00 \quad \dots (5b)$$

$$2.00 < |f_4| / f_w < 4.00 \quad \dots (6b)$$

【0035】

[実施例1]

図1(a)と図1(b)は、それぞれ、実施例1のズームレンズの広角端と望遠端における断面図である。図2(a)と図2(b)は、それぞれ、実施例1のズームレンズの広角端と望遠端における収差図である。

【0036】

実施例1のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、負の屈折力の

50

第4レンズ群L4からなる。

【0037】

第2レンズ群L2は、絞りSPおよび可変絞りSSPを含む。第3レンズ群L3は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して像側へ移動するフォーカスレンズ群である。第3レンズ群L3は、正レンズと、該正レンズの像側に配置された負レンズとの接合レンズからなる。第4レンズ群L4は、最も物体側に配置された、物体側に凹面を向け且つ像側に凸面を向けた負レンズNLを有する。負レンズNLは、中心から周辺にかけて負の屈折力が強くなるような非球面形状を有する。

【0038】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群L1は像側へ移動し、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、および第4レンズ群L4は物体側へ移動する。また、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間隔は狭まり、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔は広がり、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の間隔は狭まる。

10

【0039】

[実施例2]

図3(a)と図3(b)は、それぞれ、実施例2のズームレンズの広角端と望遠端における断面図である。図4(a)と図4(b)は、それぞれ、実施例2のズームレンズの広角端と望遠端における収差図である。

【0040】

実施例2のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、負の屈折力の第4レンズ群L4からなる。

20

【0041】

第2レンズ群L2は、絞りSPおよび可変絞りSSPを含む。第3レンズ群L3は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して像側へ移動するフォーカスレンズ群である。第3レンズ群L3は、正レンズと、該正レンズの像側に配置された負レンズとの接合レンズからなる。第4レンズ群L4は、最も物体側に配置された、物体側に凹面を向け且つ像側に凸面を向けた負レンズNLを有する。負レンズNLは、中心から周辺にかけて負の屈折力が強くなるような非球面形状を有する。

30

【0042】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群L1は像側へ移動し、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、および第4レンズ群L4は物体側へ移動する。また、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間隔は狭まり、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔は広がり、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の間隔は狭まる。

【0043】

[実施例3]

図5(a)と図5(b)は、それぞれ、実施例3のズームレンズの広角端と望遠端における断面図である。図6(a)と図6(b)は、それぞれ、実施例3のズームレンズの広角端と望遠端における収差図である。

40

【0044】

実施例3のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、負の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5からなる。

【0045】

第2レンズ群L2は、絞りSPおよび可変絞りSSPを含む。第3レンズ群L3は、正レンズと、該正レンズの像側に配置された負レンズとの接合レンズからなる。第3レンズ群L3は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して像側へ移動するフォーカスレンズ群である。第4レンズ群L4は、最も物体側に配置された、物体側に凹面を向け且つ像

50

側に凹面を向けた負レンズN Lを有する。負レンズN Lは、中心から周辺にかけて負の屈折力が強くなるような非球面形状を有する。

【 0 0 4 6 】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群L 1は像側へ移動し、第2レンズ群L 2、第3レンズ群L 3、第4レンズ群L 4、および第5レンズ群L 5は物体側へ移動する。また、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群L 1と第2レンズ群L 2の間隔は狭まり、第2レンズ群L 2と第3レンズ群L 3の間隔は広がり、第3レンズ群L 3と第4レンズ群L 4の間隔は狭まり、第4レンズ群L 4と第5レンズ群L 5の間隔は広がる。

【 0 0 4 7 】

10

[実施例 4]

図7(a)と図7(b)は、それぞれ、実施例4のズームレンズの広角端と望遠端における断面図である。図8(a)と図8(b)は、それぞれ、実施例4のズームレンズの広角端と望遠端における収差図である。

【 0 0 4 8 】

実施例4のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群L 1、正の屈折力の第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からなる。

【 0 0 4 9 】

第2レンズ群L 2は、絞りS Pおよび可変絞りS S Pを含む。第3レンズ群L 3は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して像側へ移動するフォーカスレンズ群である。第3レンズ群L 3は、正レンズと、該正レンズの像側に配置された負レンズとの接合レンズからなる。第4レンズ群L 4は、最も物体側に配置された、物体側に凹面を向け且つ像側に凸面を向けた負レンズN Lを有する。負レンズN Lは、中心から周辺にかけて負の屈折力が強くなるような非球面形状を有する。

20

【 0 0 5 0 】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群L 1は像側へ移動した後に物体側へ移動し、第2レンズ群L 2、第3レンズ群L 3、および第4レンズ群L 4は物体側へ移動する。また、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群L 1と第2レンズ群L 2の間隔は狭まり、第2レンズ群L 2と第3レンズ群L 3の間隔は広がり、第3レンズ群L 3と第4レンズ群L 4の間隔は狭まる。

30

【 0 0 5 1 】

[実施例 5]

図9(a)と図9(b)は、それぞれ、実施例5のズームレンズの広角端と望遠端における断面図である。図10(a)と図10(b)は、それぞれ、実施例5のズームレンズの広角端と望遠端における収差図である。

30

【 0 0 5 2 】

実施例5のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群L 1、正の屈折力の第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、正の屈折力の第6レンズ群L 6からなる。

40

【 0 0 5 3 】

第2レンズ群L 2は、絞りS Pおよび可変絞りS S Pを含む。第3レンズ群L 3は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して像側へ移動するフォーカスレンズ群である。第3レンズ群L 3は、正レンズと、該正レンズの像側に配置された負レンズとの接合レンズからなる。第4レンズ群L 4は、最も物体側に配置された、物体側に凹面を向け且つ像側に凸面を向けた負レンズN Lを有する。負レンズN Lは、中心から周辺にかけて負の屈折力が強くなるような非球面形状を有する。

【 0 0 5 4 】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群L 1は像側へ移動し、第2レン

50

ズ群 L 2、第 3 レンズ群 L 3、第 4 レンズ群 L 4、および第 5 レンズ群 L 5 は物体側へ移動する。ズーミングに際して、第 6 レンズ群 L 6 は不動である。また、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第 1 レンズ群 L 1 と第 2 レンズ群 L 2 の間隔は狭まり、第 2 レンズ群 L 2 と第 3 レンズ群 L 3 の間隔は広がり、第 3 レンズ群 L 3 と第 4 レンズ群 L 4 の間隔は狭まり、第 4 レンズ群 L 4 と第 5 レンズ群 L 5 の間隔は広がり、第 5 レンズ群 L 5 と第 6 レンズ群 L 6 の間隔は広がる。

【 0 0 5 5 】

[実施例 6]

図 1 1 (a) と図 1 1 (b) は、それぞれ、実施例 6 のズームレンズの広角端と望遠端における断面図である。図 1 2 (a) と図 1 2 (b) は、それぞれ、実施例 6 のズームレンズの広角端と望遠端における収差図である。

10

【 0 0 5 6 】

実施例 6 のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、正の屈折力の第 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 からなる。

【 0 0 5 7 】

第 2 レンズ群 L 2 は、絞り S P および可変絞り S S P を含む。第 3 レンズ群 L 3 と第 4 レンズ群 L 4 は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して、互いに異なる軌跡で像側へ移動するフォーカスレンズ群である。第 3 レンズ群 L 3 の移動により合焦し、第 4 レンズ群の移動により像面湾曲の変化を補償する。

20

【 0 0 5 8 】

第 3 レンズ群 L 3 は、正レンズと、該正レンズの像側に配置された負レンズとの接合レンズからなる。第 4 レンズ群 L 4 は、最も物体側に配置された、物体側に凹面を向け且つ像側に凸面を向けた負レンズ N L を有する。負レンズ N L は、中心から周辺にかけて負の屈折力が強くなるような非球面形状を有する。

【 0 0 5 9 】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第 1 レンズ群 L 1 は像側へ移動し、第 2 レンズ群 L 2、第 3 レンズ群 L 3、および第 4 レンズ群 L 4 は物体側へ移動する。また、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第 1 レンズ群 L 1 と第 2 レンズ群 L 2 の間隔は狭まり、第 2 レンズ群 L 2 と第 3 レンズ群 L 3 の間隔は広がり、第 3 レンズ群 L 3 と第 4 レンズ群 L 4 の間隔は狭まる。

30

【 0 0 6 0 】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明のズームレンズはこれらの実施例に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。例えば、ズームレンズのあるレンズ群の全部又は一部を防振レンズ群とし、防振目的で光軸に垂直な方向成分を有する方向に移動させてもよい。例えば、第 2 レンズ群の全部又は一部を防振レンズ群としてもよい。

【 0 0 6 1 】

本発明のズームレンズが、回折光学素子や反射光学部材を含んでいてもよい。

【 0 0 6 2 】

40

[数値実施例]

以下に、実施例 1 ~ 6 のそれぞれに対応する数値実施例 1 ~ 6 を示す。数値実施例 1 ~ 6 に関する、条件式 (1) ~ (6) に対応する数値を表 1 に示す。また、数値実施例 1 ~ 6 において、 i は物体側からの光学面の順序を示す。 r は光学面の曲率半径、 d は光学面の間隔、 n_d と n_f はそれぞれ d 線に対する光学部材の材料の屈折率、アッペ数を示す。フランホーファー線の g 線 (波長 435.8 nm)、 F 線 (486.1 nm)、 d 線 (587.6 nm)、 C 線 (656.3 nm) に対する材料の屈折率をそれぞれ N_g 、 N_F 、 N_d 、 N_C とする。そして、アッペ数 d を、

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

として表す。 B_F はバックフォーカスを示す。

50

【0063】

非球面は各数値実施例中の面番号の右側に*印を付している。非球面形状は光軸方向にX軸、光軸と垂直方向にH軸、光の進行方向を正としRを近軸曲率半径、Kを円錐定数、A4、A6、A8、A10、A12、A14、A16をそれぞれ非球面係数としたとき、

【0064】

【数1】

$$X = \frac{H^2 / R}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(H / R)^2}} + A4 \cdot H^4 + A6 \cdot H^6 + A8 \cdot H^8 + A10 \cdot H^{10} + A12 \cdot H^{12} + A14 \cdot H^{14} + A16 \cdot H^{16}$$

10

【0065】

で表している。非球面係数の「e - x」は10 - xを意味する。

【0066】

また、前述の各条件式と実施例1～6の関係をそれぞれ[表1]に示す。

【0067】

[数値実施例1]

面データ

面番号	r	d	nd	vd	
1*	443.075	2.40	1.76450	49.1	20
2*	19.075	8.91			
3	213.097	1.90	1.88300	40.8	
4*	58.580	3.00			
5	-309.039	1.50	1.59522	67.7	
6	27.634	4.71	1.85478	24.8	
7	229.654	(可変)			
8(絞り)		1.50			
9	32.245	0.80	2.00069	25.5	
10	15.508	5.62	1.80100	35.0	
11	-33.684	1.94			30
12	-24.367	0.80	2.00100	29.1	
13	16.760	5.09	1.80810	22.8	
14	-190.175	0.15			
15	31.476	8.00	1.53775	74.7	
16	-30.820	2.11			
17		1.00			
18	24.403	0.90	2.00069	25.5	
19	15.500	8.12	1.49700	81.5	
20	-34.361	(可変)			
21	-128.102	4.55	1.95906	17.5	40
22	-18.863	0.90	1.85478	24.8	
23	131.391	(可変)			
24	-18.030	1.10	1.85400	40.4	
25*	-96.237	2.47			
26	46.162	7.92	1.51633	64.1	
27	-71.414	(可変)			

像面

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4= 7.47034e-005 A 6=-5.04678e-007 A 8= 2.47036e-

50

009 A10=-7.40076e-012 A12= 1.31232e-014 A14=-1.28205e-017 A16= 5.
38775e-021

第2面

K = 3.20613e-001 A 4= 5.78546e-005 A 6=-3.10160e-007 A 8=-1.05900e-0
09 A10= 2.00844e-011 A12=-6.89000e-014 A14= 4.01049e-017

第4面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.43656e-005 A 6=-5.64042e-008 A 8= 7.58587e-
010 A10=-7.88670e-012 A12= 4.07898e-014 A14=-6.60212e-017

第25面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.65124e-005 A 6=-6.61865e-008 A 8= 1.11825e-
009 A10=-7.36819e-012 A12= 1.65712e-014

10

各種データ

ズーム比 2.20

広角 中間 望遠

焦点距離	15.45	24.00	34.00	
F ナンバー	4.12	4.12	4.12	
半画角	54.47	42.03	32.47	
像高	21.64	21.64	21.64	
レンズ全長	125.38	119.21	116.89	
BF	12.00	19.66	24.40	
d 7	27.80	11.92	1.50	
d20	1.00	1.89	5.83	
d23	9.20	10.35	9.78	
d27	12.00	19.66	24.40	

20

レンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	-20.95	22.42	2.80	-14.45
2	8	23.98	36.04	17.89	-12.25
3	21	-117.83	5.45	0.63	-2.16
4	24	-60.24	11.48	-5.88	-15.46

30

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-26.14	
2	3	-92.02	
3	5	-42.55	
4	6	36.36	
5	9	-30.59	
6	10	13.97	
7	12	-9.82	
8	13	19.27	
9	15	30.32	
10	18	-44.71	
11	19	22.72	
12	21	22.60	
13	22	-19.24	
14	24	-26.15	
15	26	55.58	

40

【 0 0 6 8 】

[数値実施例 2]

面データ

50

面番号	r	d	nd	vd
1*	247.015	2.40	1.58313	59.4
2*	13.050	13.07		
3*	-6276.827	1.60	1.85400	40.4
4*	27.567	0.15		
5	30.635	5.97	1.85025	30.1
6	-122.609	(可変)		
7(絞り)		1.00		
8	26.596	0.80	2.00069	25.5
9	15.122	5.41	1.57099	50.8
10	-23.330	1.86		
11	-19.051	0.80	1.81600	46.6
12	18.177	5.02	1.69895	30.1
13	-37.957	0.15		
14	27.397	8.01	1.49700	81.5
15	-36.437	0.50		
16		2.52		
17	42.574	0.90	2.00069	25.5
18	16.711	7.29	1.49700	81.5
19	-26.555	(可変)		
20	-222.963	4.21	1.95906	17.5
21	-19.664	0.90	1.85478	24.8
22	81.900	(可変)		
23*	-14.343	1.40	1.85400	40.4
24*	-36.105	1.98		
25	45.074	6.05	1.59522	67.7
26	-374.024	(可変)		

像面

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.09710e-005 A 6=-1.18306e-007 A 8= 2.22994e-010 A10=-2.29635e-013 A12= 1.08049e-016

第2面

K = -3.49339e-001 A 4= 2.71331e-005 A 6=-9.25199e-009 A 8= 3.95060e-010 A10=-2.47967e-012 A12=-1.44412e-014

第3面

K = 0.00000e+000 A 4=-6.67663e-005 A 6= 8.24005e-007 A 8=-5.80766e-009 A10= 1.78105e-011 A12=-1.96528e-014

第4面

K = 0.00000e+000 A 4=-7.15502e-005 A 6= 8.47009e-007 A 8=-6.89293e-009 A10= 2.63995e-011 A12=-3.62274e-014

第23面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.56019e-004 A 6=-7.83135e-007 A 8= 2.50495e-009

第24面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.58125e-004 A 6=-1.01327e-006 A 8= 5.44478e-009 A10=-1.87942e-011 A12= 3.00531e-014

各種データ

ズーム比 2.06

広角 中間 望遠

焦点距離 16.48 24.00 34.00

10

20

30

40

50

F ナンバー	4.12	4.12	4.12
半画角	52.70	42.03	32.47
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	127.27	116.39	111.30
BF	10.95	16.82	23.58
d 6	32.68	14.85	1.98
d19	1.00	1.45	3.97
d22	10.67	11.31	9.80
d26	10.95	16.82	23.58

レンズ群データ

10

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	-28.60	23.18	-0.69	-21.43
2	7	25.14	34.25	16.53	-11.75
3	20	-105.52	5.11	1.69	-0.92
4	23	-54.88	9.42	-3.48	-10.43

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-23.72
2	3	-32.14
3	5	29.35
4	8	-36.29
5	9	16.93
6	11	-11.29
7	12	18.26
8	14	32.83
9	17	-27.98
10	18	21.86
11	20	22.26
12	21	-18.48
13	23	-28.72
14	25	67.95

20

【 0 0 6 9 】

[数値実施例 3]

面データ

面番号	r	d	nd	vd
1*		2.60	1.58313	59.4
2*	14.780	16.89		
3*	-97.231	2.20	1.85400	40.4
4*	51.561	0.15		
5	41.160	7.43	1.85025	30.1
6	-120.385	(可変)		
7*	36.166	2.80	1.90366	31.3
8	80.180	2.44		
9(絞り)		1.50		
10	44.417	1.20	2.00100	29.1
11	23.126	7.18	1.58144	40.8
12	-56.396	1.00		
13	-172.570	1.10	1.90366	31.3
14	20.049	7.15	1.62588	35.7
15	-144.852	0.50		

40

50

16 0.50
 17 20.888 1.20 2.00069 25.5
 18 15.743 9.60 1.53775 74.7
 19 -35.984 (可変)
 20 -181.965 5.19 1.92286 18.9
 21 -16.735 1.10 1.85478 24.8
 22 49.274 (可変)
 23 * -910.168 1.40 1.85400 40.4
 24 * 49.564 (可変)
 25 67.715 5.32 1.59522 67.7

10

像面

非球面データ

第1面

$K = 0.00000e+000$ A 4= 5.59540e-006 A 6=-7.47862e-009 A 8= 6.45924e-012
 A10= 4.98794e-017 A12=-4.60087e-018 A14= 2.61073e-021

第2面

$K = -9.91179e-001$ A 4= 7.84626e-006 A 6= 2.78798e-008 A 8=-3.97631e-011
 A10=-2.66363e-013 A12= 2.01313e-015 A14=-4.48748e-018

20

第3面

$K = 0.00000e+000$ A 4=-3.18404e-005 A 6= 1.99834e-007 A 8=-7.67005e-010
 A10= 1.36846e-012 A12=-8.85293e-016 A14=-4.82404e-020

第4面

$K = 0.00000e+000$ A 4=-2.65798e-005 A 6= 2.31313e-007 A 8=-1.04271e-009
 A10= 2.65040e-012 A12=-3.32254e-015 A14= 1.81391e-018

第7面

$K = 0.00000e+000$ A 4=-4.57237e-006 A 6= 4.70972e-009 A 8=-7.59429e-011
 A10= 3.10858e-013 A12=-5.87762e-016

第23面

$K = 0.00000e+000$ A 4=-2.28188e-004 A 6= 1.15319e-006 A 8=-4.31694e-009
 A10= 5.16688e-012

30

第24面

$K = 0.00000e+000$ A 4=-1.97807e-004 A 6= 1.42978e-006 A 8=-6.32435e-009
 A10= 1.83189e-011 A12=-2.48009e-014

各種データ

ズーム比 2.20

広角 中間 望遠

焦点距離	15.45	24.00	34.00
F ナンバー	2.91	2.91	2.91
半画角	54.47	42.03	32.47
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	145.57	128.97	124.36
BF	13.00	18.88	27.25
d 6	41.03	15.48	0.78
d19	1.00	2.63	4.43
d22	11.29	9.66	7.85
d24	0.80	3.86	5.59
d26	13.00	18.88	27.25

40

レンズ群データ

群 始面 焦点距離 レンズ構成長 前側主点位置 後側主点位置

50

1	1	-30.20	29.27	-1.13	-28.11
2	7	27.66	36.17	17.15	-14.25
3	20	-53.93	6.29	2.48	-0.77
4	23	-55.00	1.40	0.72	-0.04
5	25	66.20	5.32	1.44	-1.94

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-25.35
2	3	-39.19
3	5	36.85
4	7	70.77
5	10	-49.60
6	11	29.18
7	13	-19.82
8	14	28.62
9	17	-72.31
10	18	21.78
11	20	19.67
12	21	-14.50
13	23	-55.00
14	25	66.20

【0070】

[数値実施例 4]

面データ

面番号	r	d	nd	vd
1*	143.340	2.40	1.58313	59.4
2*	11.994	12.00		
3*	-124.735	1.60	1.85400	40.4
4*	39.214	0.15		
5	25.213	4.46	1.85478	24.8
6	178.652	(可変)		
7(絞り)		1.00		
8	26.889	0.80	2.00100	29.1
9	14.354	5.05	1.68893	31.1
10	-51.305	1.96		
11	-35.445	0.80	1.95375	32.3
12	17.480	5.13	1.64769	33.8
13	-48.014	0.15		
14	28.487	6.86	1.49700	81.5
15	-44.330	0.50		
16		1.00		
17	28.013	0.90	2.00069	25.5
18	16.714	9.07	1.49700	81.5
19	-25.294	(可変)		
20	-133.728	5.51	1.95906	17.5
21	-16.217	0.90	1.85478	24.8
22	77.056	(可変)		
23*	-18.950	1.40	1.85400	40.4
24*	-70.869	3.27		
25	44.895	5.45	1.61700	62.8

10

20

30

40

50

26 485.511 (可変)

像面

非球面データ

第1面

$K = 0.00000e+000 A_4 = 3.58873e-005 A_6 = -1.23495e-007 A_8 = 2.24426e-010 A_{10} = -2.26306e-013 A_{12} = 1.16852e-016$

第2面

$K = -5.82737e-001 A_4 = 3.41563e-005 A_6 = 1.71808e-007 A_8 = -8.64499e-010 A_{10} = 6.66511e-012 A_{12} = -4.24157e-014$

第3面

$K = 0.00000e+000 A_4 = -2.40460e-005 A_6 = 4.91830e-007 A_8 = -4.67545e-009 A_{10} = 1.73591e-011 A_{12} = -2.26114e-014$

10

第4面

$K = 0.00000e+000 A_4 = -9.73262e-006 A_6 = 4.69843e-007 A_8 = -5.25301e-009 A_{10} = 2.45506e-011 A_{12} = -3.40969e-014$

第23面

$K = 0.00000e+000 A_4 = -3.48655e-005 A_6 = 3.83694e-007 A_8 = -2.51596e-009$

第24面

$K = 0.00000e+000 A_4 = 3.74319e-006 A_6 = 3.92193e-007 A_8 = -2.27991e-009 A_{10} = 4.62071e-012 A_{12} = -1.31306e-015$

20

各種データ

ズーム比 2.06

広角 中間 望遠

焦点距離 16.48 24.00 34.00

F ナンバー 4.12 4.12 4.12

半画角 52.70 42.03 32.47

像高 21.64 21.64 21.64

レンズ全長 121.42 114.74 116.30

BF 12.00 19.01 28.83

d 6 27.27 13.10 4.39

30

d19 1.00 2.48 3.49

d22 10.81 9.80 9.23

d26 12.00 19.01 28.83

レンズ群データ

群 始面 焦点距離 レンズ構成長 前側主点位置 後側主点位置

1 1 -23.16 20.61 1.48 -15.52

2 7 23.09 33.22 17.22 -9.83

3 20 -83.81 6.41 1.54 -1.71

4 23 -54.19 10.12 -2.98 -10.71

単レンズデータ

40

レンズ 始面 焦点距離

1 1 -22.60

2 3 -34.78

3 5 33.89

4 8 -31.78

5 9 16.81

6 11 -12.18

7 12 20.41

8 14 36.02

9 17 -43.13

50

10 18 21.81
 11 20 18.81
 12 21 -15.60
 13 23 -30.67
 14 25 79.80

【0071】

[数値実施例 5]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径	
1*		2.60	1.69350	53.2	57.27	10
2*	18.329	12.12			42.02	
3*		2.20	1.85400	40.4	40.00	
4*	280.051	3.00			35.66	
5	-78.143	1.40	1.61800	63.3	35.58	
6	78.202	0.15			35.21	
7	42.294	5.57	1.85478	24.8	35.57	
8	451.582	(可変)			34.92	
9*	68.407	3.01	1.80400	46.6	22.37	
10	-140.601	8.97			22.58	20
11(絞り)		1.20			23.49	
12	131.635	1.20	2.00100	29.1	23.66	
13	26.824	5.85	1.80518	25.4	23.52	
14	-117.449	1.00			23.67	
15	-320.954	1.10	2.00069	25.5	23.59	
16	27.085	6.17	1.51905	54.6	23.63	
17	-50.121	0.50			24.29	
18		2.63			24.80	
19	26.036	1.20	2.00100	29.1	26.32	
20	18.097	9.41	1.65160	58.5	25.11	30
21	-45.022	(可変)			24.67	
22	225.603	4.67	1.95906	17.5	21.81	
23	-25.972	1.00	1.85478	24.8	21.61	
24	30.023	(可変)			20.79	
25*	-229.622	1.40	1.85400	40.4	24.03	
26	66.941	(可変)			26.10	
27	48.941	4.94	1.59522	67.7	33.66	
28	731.974	(可変)			34.54	
29	-636.057	4.57	1.69680	55.5	39.26	
30	-70.822	11.00			40.01	40

像面

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4= 6.87072e-006 A 6=-1.53892e-008 A 8= 3.02887e-011 A10=-2.50051e-014 A12= 7.56634e-018

第2面

K = -2.78028e+000 A 4= 3.07724e-005 A 6=-8.97150e-008 A 8= 8.71627e-011 A10=-7.10698e-014

第3面

K = 0.00000e+000 A 4=-5.74635e-005 A 6= 9.59268e-008 A 8= 2.36672e-008

50

010 A10=-8.05912e-013 A12= 6.16498e-016

第4面

K = 0.00000e+000 A 4=-4.50428e-005 A 6= 1.55564e-007 A 8=-8.76130e-012
A10=-1.15575e-013 A12= 1.92346e-016

第9面

K = 0.00000e+000 A 4=-4.99220e-006 A 6= 4.65954e-009 A 8=-1.91748e-011

第25面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.71326e-005 A 6=-7.49757e-009 A 8=-4.82275e-010

各種データ

ズーム比 2.20

10

広角 中間 望遠

焦点距離	15.45	23.29	33.95
F ナンバー	2.92	2.92	2.92
半画角	54.47	42.89	32.51
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	152.24	136.06	133.89
BF	11.00	11.00	11.00
d 8	39.15	14.97	0.78
d21	1.00	5.25	8.38
d24	12.17	7.92	4.78
d26	1.50	5.82	6.86
d28	1.56	5.25	16.22

20

レンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	-26.42	27.05	1.29	-20.94
2	9	29.72	42.24	26.07	-16.65
3	22	-50.43	5.67	3.70	0.73
4	25	-60.56	1.40	0.58	-0.17
5	27	87.88	4.94	-0.22	-3.31
6	29	114.00	4.57	3.02	0.34

30

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-26.43
2	3	-327.06
3	5	-63.03
4	7	54.25
5	9	57.61
6	12	-33.85
7	13	27.62
8	15	-24.92
9	16	34.83
10	19	-64.14
11	20	21.05
12	22	24.51
13	23	-16.16
14	25	-60.56
15	27	87.88
16	29	114.00

40

【 0 0 7 2 】

[数値実施例 6]

50

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径	
1*	19994.471	2.40	1.76450	49.1	45.63	
2*	20.266	8.04			32.13	
3	80.884	1.90	1.88300	40.8	31.95	
4*	34.611	3.00			28.57	
5	94.878	1.50	1.59522	67.7	28.33	
6	21.816	5.50	1.85478	24.8	26.27	
7	78.445 (可変)				25.09	10
8(絞り)		1.50			14.37	
9	29.888	0.80	2.00069	25.5	15.41	
10	13.906	5.81	1.79682	32.7	15.27	
11	-31.465	1.94			15.46	
12	-21.965	0.80	2.00100	29.1	15.02	
13	16.986	4.81	1.80810	22.8	15.95	
14	-1178.944	0.15			17.01	
15	33.664	6.93	1.53775	74.7	18.05	
16	-24.820	2.42			19.90	
17		1.00			21.37	20
18	22.904	0.90	2.00069	25.5	22.68	
19	14.976	8.88	1.49700	81.5	21.66	
20	-34.875 (可変)				21.98	
21	-283.637	5.00	1.95906	17.5	21.62	
22	-18.411	0.90	1.85478	24.8	21.56	
23	85.683 (可変)				20.96	
24	-18.235	1.10	1.85400	40.4	20.92	
25*	-95.271	4.05			23.55	
26	49.527	7.06	1.59522	67.7	35.86	
27	-111.896 (可変)				36.78	30

像面

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.28189e-005 A 6=-5.68498e-007 A 8= 2.66614e-009 A10=-7.68410e-012 A12= 1.31490e-014 A14=-1.23709e-017 A16= 4.96477e-021

第2面

K = 3.74402e-001 A 4= 6.29521e-005 A 6=-2.43558e-007 A 8=-2.44403e-009 A10= 2.92659e-011 A12=-1.03941e-013 A14= 1.08083e-016

第4面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.50294e-005 A 6=-1.52662e-007 A 8= 2.29319e-009 A10=-1.99314e-011 A12= 8.51505e-014 A14=-1.29267e-016

第25面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.92199e-005 A 6=-1.14262e-007 A 8= 1.64076e-009 A10=-1.05360e-011 A12= 2.34446e-014

各種データ

ズーム比 2.20

広角 中間 望遠

焦点距離 15.45 23.25 34.00

F ナンバー 4.12 4.12 4.12

40

50

半画角	54.47	42.94	32.47
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	125.79	119.96	117.30
BF	12.00	19.22	24.17
d7	28.35	13.49	2.01
d20	1.00	1.44	5.30
d23	8.04	9.42	9.43
d27	12.00	19.22	24.17

レンズ群データ

10

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	-21.14	22.34	3.03	-13.34
2	8	23.98	35.94	18.13	-12.11
3	21	-129.54	5.90	2.04	-0.97
4	24	-60.21	12.21	-6.47	-17.09

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-26.54
2	3	-69.86
3	5	-47.96
4	6	33.84
5	9	-26.66
6	10	12.83
7	12	-9.47
8	13	20.76
9	15	27.72
10	18	-45.84
11	19	22.41
12	21	20.34
13	22	-17.66
14	24	-26.58
15	26	58.64

【0073】

【表1】

表 1

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
条件式(1)	f3/f4	1.96	1.92	0.98	1.55	0.83	2.15
条件式(2)	f2/ f4	0.40	0.46	0.50	0.43	0.49	0.40
条件式(3)	m2 /fw	1.15	0.89	1.23	1.08	1.30	1.16
条件式(4)	f1 /f2	0.87	1.14	1.09	1.00	0.89	0.88
条件式(5)	ft/fw	2.20	2.06	2.20	2.06	2.20	2.20
条件式(6)	f4 /fw	3.90	3.33	3.56	3.29	3.92	3.90

【0074】

[撮像装置の実施例]

次に、本発明の光学系を撮像光学系として用いた撮像装置の実施例について図13を用いて説明する。撮像装置100は、例えば、デジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、監視カメラ、放送用カメラ等の撮像素子を用いた撮像装置、または銀塩写真フィルムを用いた力

40

50

メラ等の撮像装置である。

【0075】

図13において、カメラ本体20は、実施例1～6で説明したいずれかの光学系である撮影光学系21と、カメラ本体20に内蔵され且つ撮影光学系21によって形成された被写体像を受光する固体撮像素子（光電変換素子）22とを有する。固体撮像素子22は、例えばCCDセンサやCMOSセンサ等である。メモリ23は撮像素子22が受光した被写体像を記録する記録手段である。ファインダー24は、撮像素子22上に形成された被写体像であって、表示素子（不図示）に表示された被写体像を観察するためのファインダーである。

【0076】

このように本発明の光学系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、小型で、無限遠から至近距離まで高い光学性能を有する撮像装置を得ることができる。

【符号の説明】

【0077】

- L1 第1レンズ群
- L2 第2レンズ群
- L3 第3レンズ群
- L4 第4レンズ群

10

20

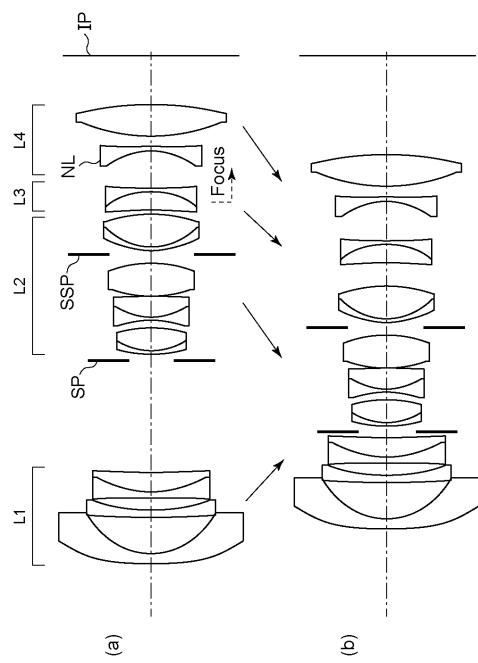
30

40

50

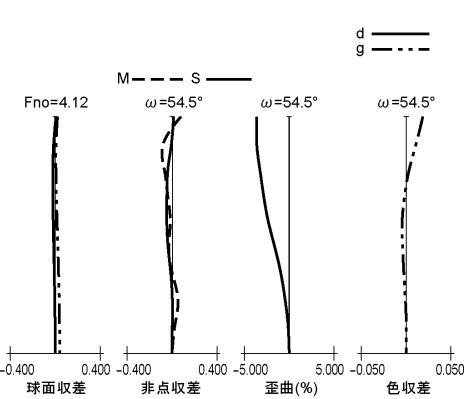
【図面】

【図 1】

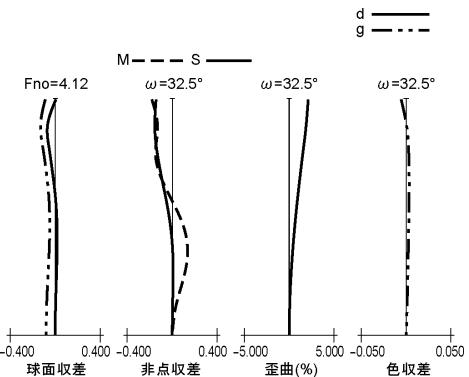


【図 2】

(a)



(b)



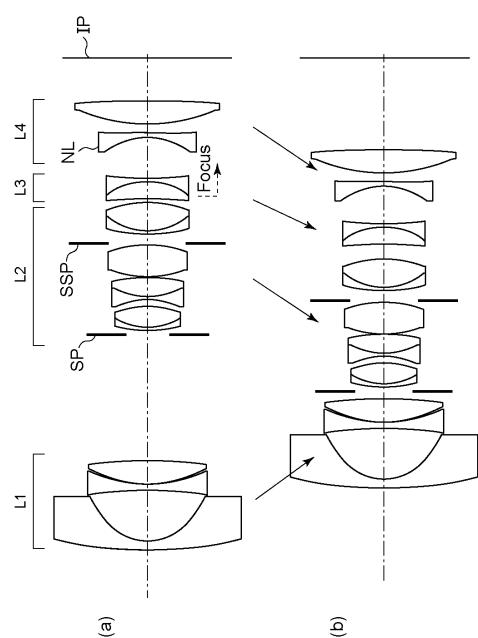
10

20

30

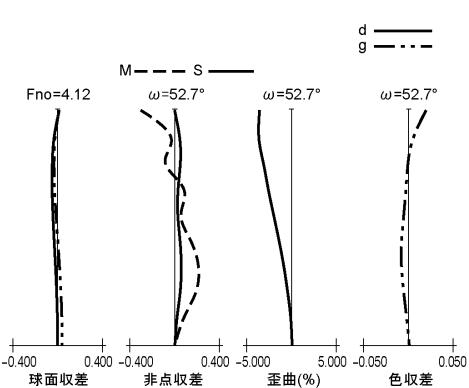
40

【図 3】

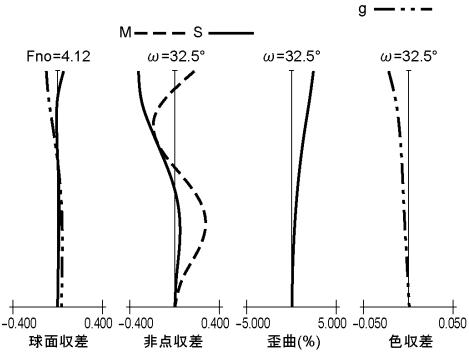


【図 4】

(a)

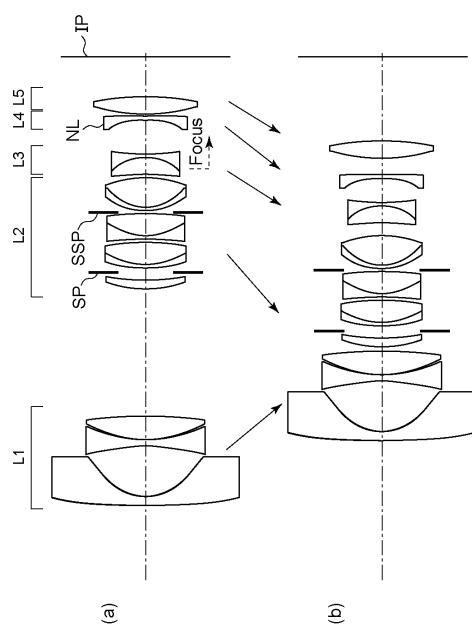


(b)

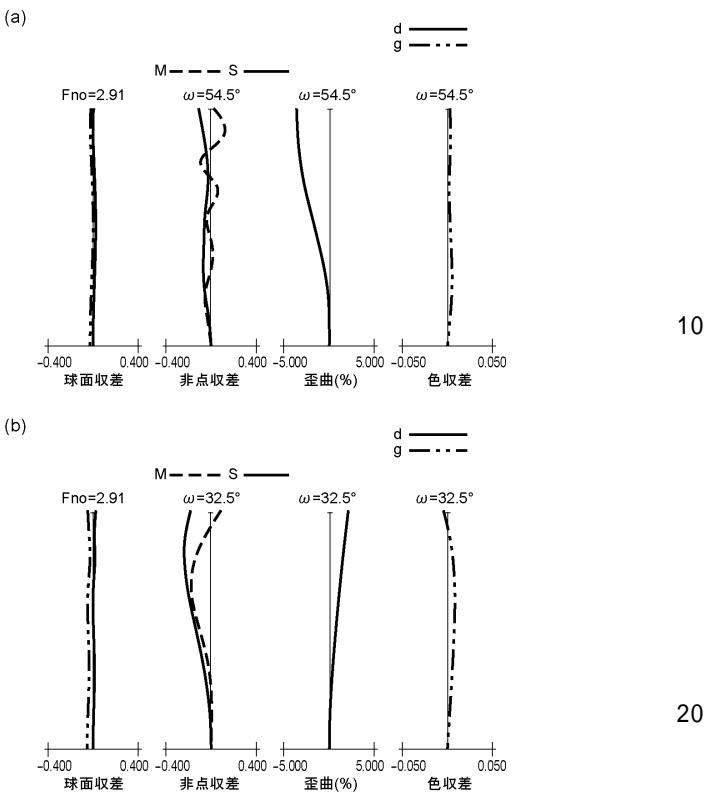


50

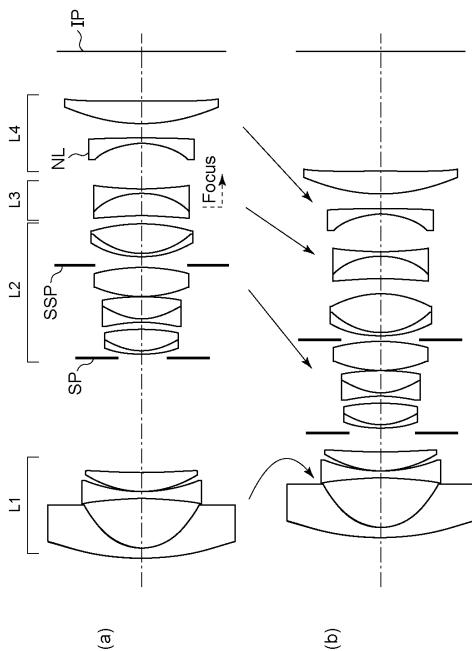
【図 5】



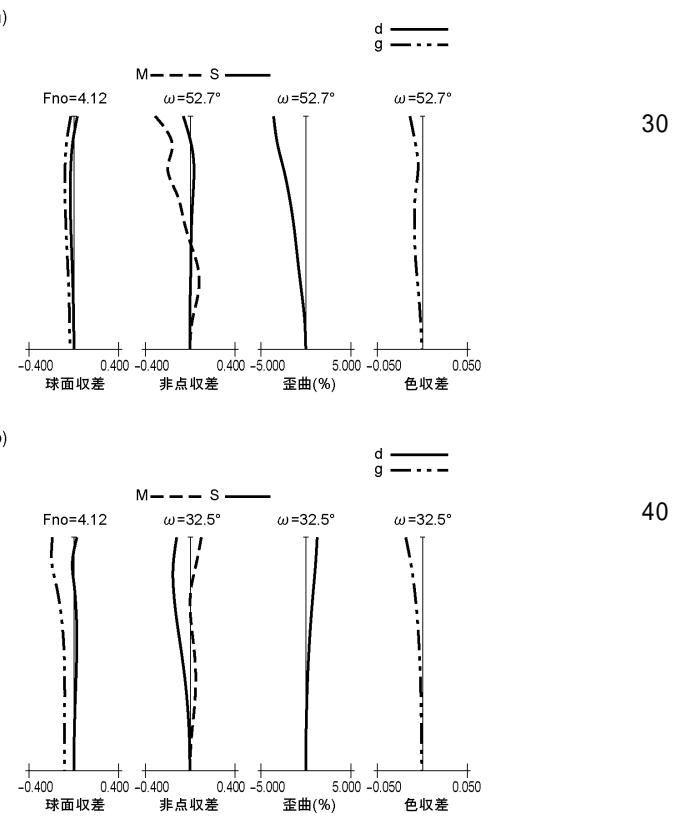
【図 6】



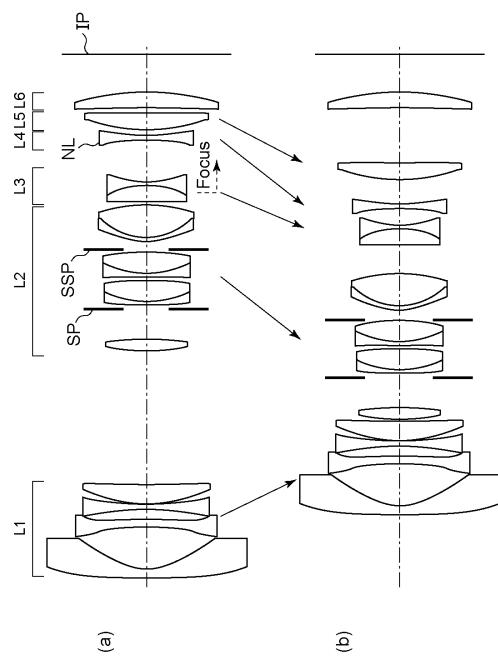
【図 7】



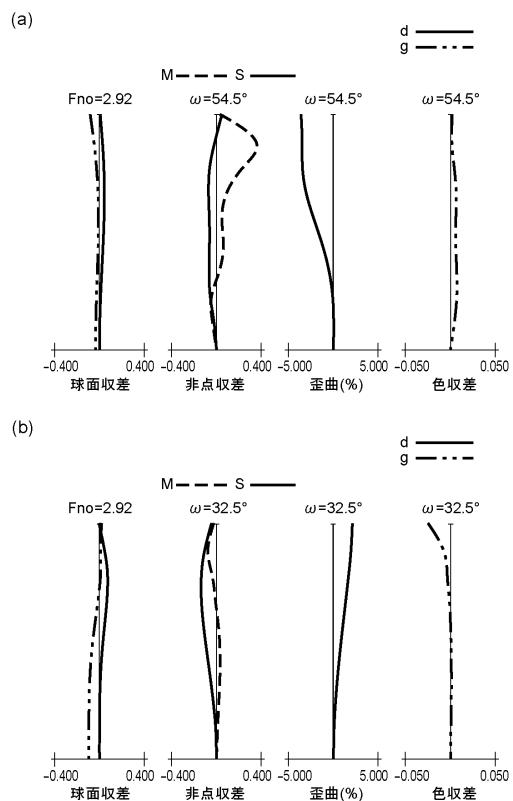
【図 8】



【図 9】



【図 10】



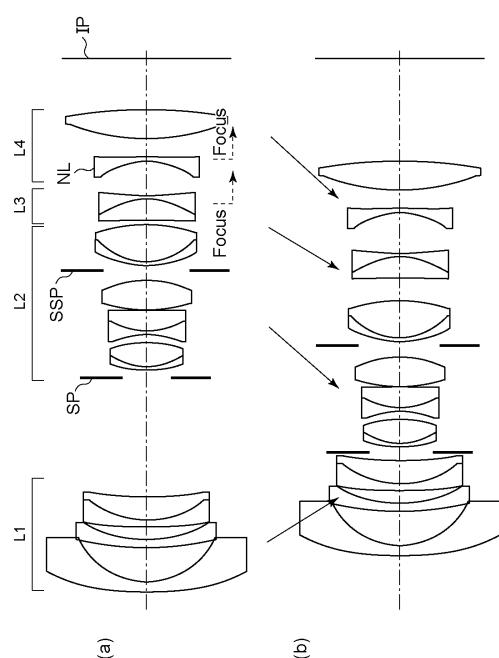
10

20

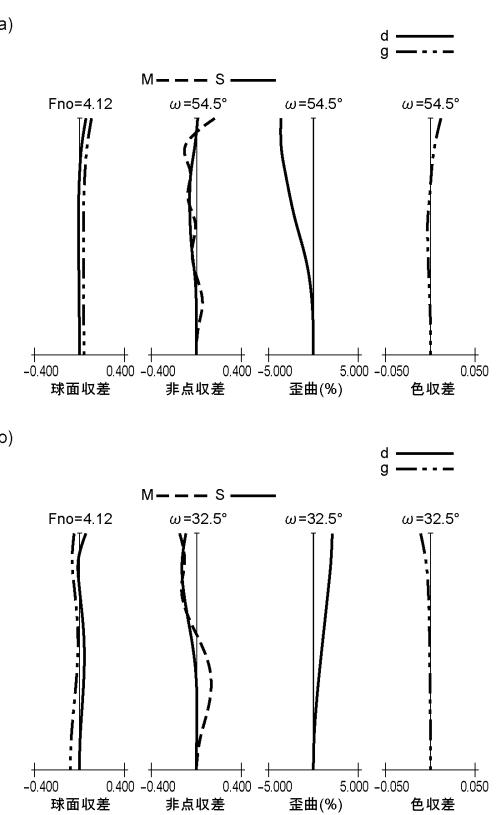
30

40

【図 11】

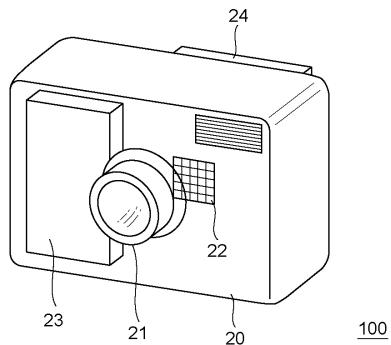


【図 12】



50

【図 1 3】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献

特開2014-178388 (JP, A)
特開2016-090746 (JP, A)
特開2015-114553 (JP, A)
特開2013-182054 (JP, A)
特開2012-226307 (JP, A)
特開2015-145914 (JP, A)
特開平07-261085 (JP, A)
特開平06-175025 (JP, A)
国際公開第2016/121966 (WO, A1)
特開平11-231220 (JP, A)
特開2014-160229 (JP, A)
特開2005-106948 (JP, A)
特開2008-052174 (JP, A)
特開2018-180348 (JP, A)

(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