

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-161889

(P2016-161889A)

(43) 公開日 平成28年9月5日(2016.9.5)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
GO2B 15/16 (2006.01)	GO2B 15/16	2H087
GO2B 15/20 (2006.01)	GO2B 15/20	
GO2B 13/18 (2006.01)	GO2B 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2015-43165 (P2015-43165)
 (22) 出願日 平成27年3月5日 (2015.3.5)

(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 100086818
 弁理士 高梨 幸雄
 (72) 発明者 結城 明彦
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

最終頁に続く

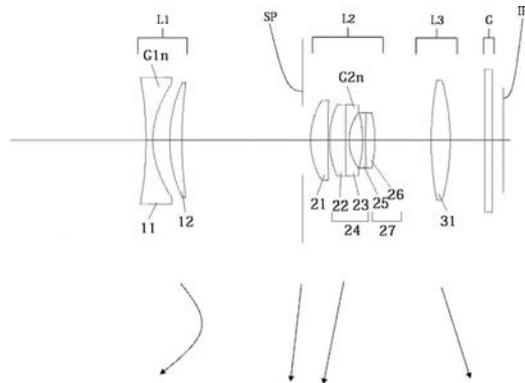
(54) 【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】大口径化を図りつつ、1次の軸上色収差と2次スペクトルを良好に補正し、全ズーム範囲において高い光学性能を有するズームレンズを提供する。

【解決手段】物体側より像側へ順に、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を有し、ズームングに際し、隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、第2レンズ群L2に含まれる負レンズの材料のアッベ数を $d2n$ 、部分分散比を $gF2n$ とするとき、 $gF2n < 3.13 \times 10^{-4} \times d2n^2 - 1.86 \times 10^{-2} \times d2n + 0.878$ 、 $5.0 < d2n < 25.0$ なる条件式を満足する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群を有し、ズームングに際し、隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、前記第 2 レンズ群に含まれる負レンズの材料のアッペ数を d_{2n} 、部分分散比を g_{F2n} とするとき、前記第 2 レンズ群は、

$$g_{F2n} < 3.13 \times 10^{-4} \times d_{2n}^2 - 1.86 \times 10^{-2} \times d_{2n} + 0.878$$

$$5.0 < d_{2n} < 25.0$$

なる条件式を満足する負レンズ G_{2n} を有することを特徴とするズームレンズ。

10

【請求項 2】

前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 、望遠端における全系の焦点距離を f_t とするとき、

$$0.3 < f_2 / f_t < 1.0$$

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 3】

前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 、前記負レンズ G_{2n} の焦点距離を f_{2n} とするとき、

$$0.4 < |f_{2n} / f_2| < 1.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のズームレンズ。

20

【請求項 4】

前記負レンズ G_{2n} の材料の屈折率を N_{d2n} とするとき、

$$1.750 < N_{d2n} < 2.000$$

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

【請求項 5】

前記負レンズ G_{2n} の光軸上の厚みを D_{2n} 、前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズ面頂点から最も像側までのレンズ面頂点までの光軸上の間隔を D_2 とするとき、

$$0.04 < D_{2n} / D_2 < 0.50$$

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

30

【請求項 6】

前記第 2 レンズ群は正レンズを有し、前記第 2 レンズ群に含まれる正レンズの材料のアッペ数の平均値を d_{2p} 、前記第 2 レンズ群に含まれる正レンズの材料の部分分散比の平均値を g_{F2p} とするとき、

$$-2.45 \times 10^{-3} \times d_{2p} + 0.590 < g_{F2p}$$

$$35.0 < d_{2p} < 50.0$$

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

40

【請求項 7】

前記第 2 レンズ群は正レンズを有し、前記第 2 レンズ群に含まれる正レンズの材料の屈折率の平均値を N_{d2p} とするとき、

$$1.800 < N_{d2p} < 2.000$$

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

【請求項 8】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき、

$$0.8 < |f_1 / f_2| < 1.8$$

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

50

【請求項 9】

前記第 1 レンズ群に含まれる負レンズの材料の部分分散比を g_{F1n} 、アッベ数を d_{1n} とするとき、前記第 1 レンズ群は、

$$-2.40 \times 10^{-3} \times d_{1n} + 0.600 < g_{F1n}$$

なる条件式を満足する負レンズを有す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。

【請求項 10】

前記ズームレンズは、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群から構成され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。

10

【請求項 11】

前記ズームレンズは、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群から構成され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。

【請求項 12】

前記ズームレンズは、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群から構成され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。

【請求項 13】

前記ズームレンズは、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、負の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群から構成され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。

20

【請求項 14】

請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する固体撮像素子を有することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はズームレンズに関し、例えばデジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、TVカメラ、監視用カメラ等の撮像装置の撮像光学系として好適なものである。

30

【背景技術】

【0002】

最近、撮像装置の小型化及び高機能化にともない、それに用いる撮像光学系には広い画角（撮影画角）を包含し、大口径比で高い光学性能を有した小型のズームレンズであることが求められている。全系が小型で広画角、大口径比のズームレンズとして、負の屈折力のレンズ群が先行する（最も物体側に位置する）ネガティブリード型のズームレンズが知られている（特許文献 1, 2）。

【0003】

特許文献 1 では、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、1 つ以上のレンズ群を有し、各レンズ群の間隔を変えてズームを行う 3 群ズームレンズや 4 群ズームレンズを開示している。特許文献 1 は比較的コンパクトでありながら、ズーム比 2.8、F ナンバー 2.4 ~ 5.1 程度のズームレンズを開示している。

40

【0004】

特許文献 2 では、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群よりなり、双方のレンズ群間隔を変えてズームを行う 2 群ズームレンズを開示している。この他、特許文献 2 では物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、負の屈折力の第 3 レンズ群よりなり、各レンズ群間隔を変えてズームを行う 3 群ズームレンズを開示している。特許文献 2 ではズーム比 2.6、F ナンバー 3.7 ~ 6.9 程度のズームレンズを開示している。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-072263号公報

【特許文献2】特開2014-006275号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

前述したネガティブリード型のズームレンズは広画角化及び全系の小型化が比較的、容易である。しかしながらネガティブリード型のズームレンズは、全ズーム領域において、軸上光線の入射高が第2レンズ群で最も高くなる。このため、第2レンズ群から1次の軸上色収差と2次スペクトルが多く発生する。そのため、ネガティブリード型のズームレンズで、大口径化と高画質化を実現するには、第2レンズ群のレンズ構成を適切に設定する必要がある。

10

【0007】

第2レンズ群のレンズ構成が不適切であると全系の小型化及び大口径比化を図りつつ、高い光学性能を得るのが大変困難になってくる。特許文献1、2に開示されているズームレンズは、全系が小型化されている。しかしながら第2レンズ群のレンズ構成が必ずしも適切でない。このため、大口径化を図ろうとすると、1次の軸上色収差と2次スペクトルが多く発生し、全ズーム領域にわたり高い光学性能を得ることが困難であった。

20

【0008】

本発明は、大口径化を図りつつ、1次の軸上色収差と2次スペクトルを良好に補正し、全ズーム範囲において高い光学性能を有するズームレンズおよびそれを有する撮像装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群を有し、ズーミングに際し、隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第2レンズ群に含まれる負レンズの材料のアップ数を d_{2n} 、部分分散比を g_{F2n} とするとき、前記第2レンズ群は、

$$g_{F2n} < 3.13 \times 10^{-4} \times d_{2n}^2 - 1.86 \times 10^{-2} \times d_{2n} + 0.878$$

30

$$5.0 < d_{2n} < 25.0$$

なる条件式を満足する負レンズ G_{2n} を有することを特徴としている。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、大口径化を図りつつ、1次の軸上色収差と2次スペクトルを良好に補正し、全ズーム範囲において高い光学性能を有するズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

40

【0011】

【図1】本発明の実施例1のレンズ断面図

【図2】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例1の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図3】本発明の実施例2のレンズ断面図

【図4】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例2の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図5】本発明の実施例3のレンズ断面図

【図6】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例3の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

50

【図 7】本発明の実施例 4 のレンズ断面図

【図 8】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例 4 の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図 9】本発明の実施例 5 のレンズ断面図

【図 10】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例 5 の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図 11】アッペ数 d と部分分散比 g F の関係の説明図

【図 12】本発明の撮像装置の要部概略図

【発明を実施するための形態】

【0012】

10

以下に本発明の好ましい実施形態を添付の図面に基づいて詳細に説明する。本発明のズームレンズは物体側より像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群を有し、ズミングに際し、隣り合うレンズ群の間隔が変化する。第 2 レンズ群の像側にズミングに際して移動する 1 つ以上のレンズ群を有する場合もある。

【0013】

図 1 は本発明の実施例 1 のズームレンズの広角端（短焦点距離端）におけるレンズ断面図である。図 2 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 1 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端（長焦点距離端）における収差図である。実施例 1 はズーム比 2.85、F ナンバー（開口比）2.06 ~ 5.01 程度のズームレンズである。

【0014】

20

図 3 は本発明の実施例 2 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 4 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 2 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例 2 はズーム比 2.76、F ナンバー 1.84 ~ 4.12 程度のズームレンズである。

【0015】

図 5 は本発明の実施例 3 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 6 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 3 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例 3 はズーム比 2.76、F ナンバー 1.84 ~ 4.12 程度のズームレンズである。

【0016】

30

図 7 は本発明の実施例 4 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 8 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 4 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例 4 はズーム比 2.99、F ナンバー 2.06 ~ 4.90 程度のズームレンズである。

【0017】

図 9 は本発明の実施例 5 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 10 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 5 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例 5 はズーム比 1.90、F ナンバー 2.40 ~ 5.02 程度のズームレンズである。

【0018】

40

図 11 は材料のアッペ数 d と部分分散比との関係を示す説明図である。図 12 は本発明の撮像装置の要部概略図である。各実施例のズームレンズはビデオカメラやデジタルカメラ等の撮像装置に用いられる撮像光学系である。レンズ断面図において、左方が被写体側（物体側）（前方）で、右方が像側（後方）である。

【0019】

レンズ断面図において、 L_i は第 i レンズ群を示し、 i は物体側から像側へ数えた各レンズ群の順序を示している。SP は開放 F ナンバー（Fno）光束を決定（制限）する開口絞りの作用をする F ナンバー決定部材（以下「開口絞り」と呼ぶ）である。G は光学フィルタ、フェースプレート、水晶ローパスフィルタ、赤外カットフィルタ等に相当する光学ブロックである。IP は像面であり、ビデオカメラやデジタルスチルカメラの撮像光学

50

系として使用する際にはCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面が置かれる。

【0020】

又、銀塩フィルム用カメラの撮像光学系として使用する際にはフィルム面に相当する感光面が置かれている。球面収差図において、 d は d 線（波長587.6nm）、 g は g 線（波長435.8nm）を表している。非点収差図において M は d 線のメリディオナル像面、 S は d 線のサジタル像面を表している。歪曲収差は d 線によってあらわしている。また、倍率色収差は、 g 線によって表している。 ω は半画角（度）、 Fno はFナンバーである。尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用レンズ群が機構上光軸上を移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。

10

【0021】

各実施例のズームレンズは、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群 $L1$ と、正の屈折力の第2レンズ群 $L2$ 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。

【0022】

第2レンズ群 $L2$ に含まれる負レンズの材料のアップ数を $d2n$ 、部分分散比を $gF2n$ とする。このとき第2レンズ群 $L2$ は、

$$gF2n < 3.13 \times 10^{-4} \times d2n^2 - 1.86 \times 10^{-2} \times d2n + 0.878 \dots (1)$$

$$5.0 < d2n < 25.0 \dots (2)$$

20

なる条件式を満足する負レンズ $G2n$ を有する。

【0023】

なお、材料のアップ数 d と部分分散比 gF はフラウンホーファ線の d 線、 F 線、 C 線、 g 線における屈折率を各々 Nd 、 NF 、 NC 、 Ng とする。このとき、

$$d = (Nd - 1) / (NF - NC)$$

$$gF = (Ng - NF) / (NF - NC)$$

で定義される。

【0024】

一般に、ネガティブリード型のズームレンズにおいて、全系の小型化を図りつつ、大口径化を図ろうとすると、全ズーム領域で軸上光線が最も高い位置を通る第2レンズ群において、1次の軸上色収差と2次スペクトルが多く発生してくる。そのため、この第2レンズ群 $L2$ において、1次の軸上色収差と2次スペクトルを軽減するには、第2レンズ群 $L2$ を構成する各レンズについて、材料のアップ数と部分分散比を考慮し、適切なる材料を選択することが重要となる。

30

【0025】

具体的には図11に示した「 $gF - d$ 図」（縦軸に部分分散比 gF 、横軸にアップ数をとったグラフ）において、正レンズと負レンズの材料を結んだ直線の傾きが緩くなるように、第2レンズ群 $L2$ を構成する各レンズの材料を選択することが重要となる。

【0026】

本発明では、図11の「 $gF - d$ 図」において、条件式(1)、(2)で規定される実線で示した領域の材料を、第2レンズ群 $L2$ を構成する1枚以上の負レンズのうちの1枚の負レンズ $G2n$ に用いる。これにより正レンズとの傾きを緩くし、1次の軸上色収差と2次スペクトルを軽減している。条件式(1)の上限値を超えて、第2レンズ群 $L2$ の負レンズ $G2$ の材料の部分分散比が大きくなると、望遠側において2次スペクトルを補正する能力が低下してしまい、可視域の短波長側での色収差の補正が不十分となり、色にじみが発生してくる。

40

【0027】

条件式(2)の上限値を超えて、第2レンズ群 $L2$ の負レンズ $G2n$ の材料のアップ数が大きくなると、分散が小さくなりすぎてしまい、第2レンズ群 $L2$ 中で発生する1次の軸上色収差と球面収差をバランス良く補正することが困難となる。条件式(2)の下限値

50

を超えて負レンズG 2 nの材料のアップベ数が小さくなると、実在する材料では、負レンズG 2 nの材料の部分分散比が大きくなりすぎてしまい、2次スペクトルを軽減することが困難となる。

【0028】

上記の条件式(1)、(2)を満たすことによって全ズーム領域に渡り、1次の軸上色収差と2次スペクトルが良好に補正され、全系が小型のズームレンズを得ている。なお更に好ましくは、条件式(1)、(2)の数値範囲を以下の如く設定することが好ましい。

【0029】

$$g F 2 n < 3.25 \times 10^{-4} \times d 2 n^2 - 1.87 \times 10^{-2} \times d 2 n + 0.872 \quad \dots (1a) \quad 10$$

$$10.0 < d 2 n < 24.0 \quad \dots (2a)$$

更に好ましくは、条件式(1a)、(2a)の数値範囲を以下の如く設定することが好ましい。

$$g F 2 n < 3.30 \times 10^{-4} \times d 2 n^2 - 1.88 \times 10^{-2} \times d 2 n + 0.870 \quad \dots (1b)$$

$$15.0 < d 2 n < 24.0 \quad \dots (2b)$$

【0030】

以上のような構成をとることにより、ネガティブリード型のズームレンズにおいて、全ズーム領域に渡り、1次の軸上色収差と2次スペクトルが良好に補正された高解像力、かつ、小型で大口径比のズームレンズを得ている。

20

【0031】

各実施例において更に好ましくは次の条件式のうち1つ以上を満足するのが良い。第2レンズ群L 2の焦点距離をf 2、望遠端における全系の焦点距離をf tとする。負レンズG 2 nの焦点距離をf 2 nとする。負レンズG 2 nの材料の屈折率をNd 2 nとする。負レンズG 2 nの光軸上の厚みをD 2 n、第2レンズ群L 2の最も物体側のレンズ面頂点から最も像側までのレンズ面頂点までの光軸上の間隔をD 2とする。第2レンズ群L 2に含まれる正レンズの材料のアップベ数の平均値をd 2 p、第2レンズ群L 2に含まれる正レンズの材料の部分分散比の平均値をg F 2 pとする。

【0032】

第2レンズ群L 2は、1枚以上の正レンズを有し、第2レンズ群L 2に含まれる正レンズの材料の屈折率の平均値をNd 2 pとする。第1レンズ群L 1の焦点距離をf 1とする。第1レンズ群L 1に含まれる負レンズG 1 nの材料の部分分散比をg F 1 n、負レンズG 1 nの材料のアップベ数をd 1 nとする。このとき次の条件式のうち1つ以上を満足するのが良い。

30

【0033】

$$0.3 < f 2 / f t < 1.0 \quad \dots (3)$$

$$0.4 < | f 2 n / f 2 | < 1.0 \quad \dots (4)$$

$$1.750 < Nd 2 n < 2.000 \quad \dots (5)$$

$$0.04 < D 2 n / D 2 < 0.50 \quad \dots (6)$$

$$-2.45 \times 10^{-3} \times d 2 p + 0.590 < g F 2 p \quad \dots (7) \quad 40$$

$$35.0 < d 2 p < 50.0 \quad \dots (8)$$

$$1.800 < d 2 p < 2.000 \quad \dots (9)$$

$$0.8 < | f 1 / f 2 | < 1.8 \quad \dots (10)$$

$$-2.40 \times 10^{-3} \times d 1 n + 0.600 < g F 1 n \quad \dots (11)$$

【0034】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。条件式(3)の上限を超えて、第2レンズ群L 2の正の屈折力が弱まりすぎると、所望の望遠端の焦点距離まで変倍を行うとすると、第2レンズ群L 2の移動量が大きくなり、レンズ全長が増大してくる。下限を超えて、第2レンズ群L 2の正の屈折力が強まり過ぎると、望遠側において1次の軸上色収差と2次スペクトルが増大し、これらを良好に補正することが困難となる。

50

【 0 0 3 5 】

条件式(4)の上限を超えて、負レンズG2nの負の屈折力が弱まりすぎると(負の屈折力の絶対値が小さくなると)、1次の軸上色収差が補正不足になる。条件式(4)の下限を超えて、負レンズG2nの負の屈折力が強まり過ぎると(負の屈折力の絶対値が大きくなると)、全ズーム領域において球面収差とコマ収差の発生が増大してくる。

【 0 0 3 6 】

条件式(5)の上限を超えて、負レンズG2nの材料が高屈折率となると、負レンズG2nのレンズ面の曲率が緩くなりすぎてしまい、特に、広角側において、球面収差の補正が不足する。条件式(5)の下限を超えて負レンズG2nの材料が低屈折率となると、1次の軸上色収差を補正するために必要な負レンズの屈折力を分担しようとする、負レンズのレンズ面の曲率がきつくなり過ぎてしまう。この結果、全ズーム領域において非点収差が多く発生してくる。

10

【 0 0 3 7 】

条件式(6)の上限を超えて、負レンズG2nの肉厚(中心厚)が厚くなりすぎると、レンズ全長を短くするのが困難になる。条件式(6)の下限を超えて負レンズG2nの肉厚が薄くなりすぎると、1次の軸上色収差を補正するために必要な負レンズG2nの屈折力を分担しようとする、負レンズG2nの像側のレンズ面の曲率がきつくなり過ぎてしまう。この結果、全ズーム領域において非点収差が多く発生してくる。

【 0 0 3 8 】

条件式(7)の下限値を超えて、第2レンズ群L2を構成する正レンズの材料の部分分差比の平均値が小さくなると、望遠側において、2次スペクトルが大きく発生してしまい、可視域の短波長側での補正が不十分となり、色にじみが大きく発生してくる。

20

【 0 0 3 9 】

条件式(8)の上限値を超えてアッペ数の平均値が大きくなると、実在する材料では、正レンズの材料の部分分差比の平均値が小さくなりすぎてしまい、2次スペクトルを補正することが困難となる。条件式(8)の下限値を超えて、アッペ数の平均値が小さくなると、第2レンズ群L2に含まれる正レンズの材料の分散が大きくなりすぎてしまい、第2レンズ群L2中で発生する1次の軸上色収差を補正することが困難となる。

【 0 0 4 0 】

条件式(9)が上限を超えて、正レンズの材料の屈折率の平均値が大きくなり高屈折率となると、実在する材料では、分散が大きくなりすぎてしまい、1次の軸上色収差を補正することが困難となる。条件式(9)の下限を超えて正レンズの材料の屈折率の平均値が小さくなり、低屈折率となると、正レンズのレンズ面の曲率がきつくなり過ぎてしまい、全ズーム領域において球面収差が多く発生してくる。一般に、ネガティブリード型のズームレンズにおいて、第1レンズ群L1は、第2レンズ群L2に対して、軸上色収差の2次スペクトルを補正するように構成している。

30

【 0 0 4 1 】

条件式(10)の上限を超えると、第1レンズ群L1の負の屈折力が弱まりすぎてしまい、第2レンズ群L2で発生した2次スペクトルを補正する効果が不足してくる。条件式(10)の下限を超えると、第1レンズ群L1の負の屈折力が強まり過ぎてしまい、特に広角側において、像面湾曲を補正することが困難となる。条件式(11)の下限値を超えて、第1レンズ群L1を構成する負レンズG1nの材料の部分分差比が小さくなると、望遠側において2次スペクトルを補正するのが困難となり、可視域の短波長側での色収差の補正が不十分となり色にじみが多く発生してくる。

40

【 0 0 4 2 】

更に好ましくは、実施の形態の効果を大きくするために、条件式(3)乃至(11)の数値範囲を以下の如く設定することが好ましい。

【 0 0 4 3 】

$$0.4 < f_2 / f_t < 0.8 \quad \dots (3a)$$

$$0.45 < |f_{2n} / f_2| < 0.96 \quad \dots (4a)$$

50

$$\begin{aligned}
 &1.780 < Nd2n < 1.950 && \dots (5a) \\
 &0.04 < D2n / D2 < 0.20 && \dots (6a) \\
 &-2.60 \times 10^{-3} \times d2p + 0.640 < gF2p && \dots (7a) \\
 &35.0 < d2p < 45.0 && \dots (8a) \\
 &1.840 < d2p < 1.900 && \dots (9a) \\
 &0.9 < |f1 / f2| < 1.6 && \dots (10a) \\
 &-2.80 \times 10^{-3} \times d1n + 0.660 < gF1n && \dots (11a)
 \end{aligned}$$

【0044】

本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、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を有し、ズームングに際して第1レンズ群L1と第2レンズ群L2は互いに異なった軌跡で移動する。各実施例のズームレンズの各レンズ群のズーム軌跡は、ズームングに際して広角端に対して望遠端にて、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との間隔が狭まるよう、レンズ群が移動している。更に、広角端と比べて望遠端にて、第2レンズ群L2は物体側に位置している。各実施例ではこれらの構成を基本構成としている。そして基本構成の下で次の実施形態をとっている。

10

【0045】

第2レンズ群L2の像側に正の屈折力の第3レンズ群L3を有し、ズームングに際して第3レンズ群L3は他のレンズ群と異なった軌跡で移動する。第2レンズ群L2の像側であって、物体側から像側へ順に正の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4を有し、ズームングに際して第3レンズ群L3と第4レンズ群L4はいずれも他のレンズ群と異なった軌跡で移動する。

20

【0046】

第2レンズ群L2の像側であって、物体側から像側へ順に負の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4を有し、ズームングに際して第3レンズ群L3と第4レンズ群L4はいずれも他のレンズ群と異なった軌跡で移動する。

【0047】

次に各実施例の具体的なレンズ構成について説明する。実施例1のズームレンズは、物体側より像側へ順に、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、正の屈折力の第3レンズ群L3の3つのレンズ群から構成される3群ズームレンズである。そして、広角端から望遠端へのズームングに際してはレンズ断面図の矢印で示す如く、第1レンズ群L1が像側に凸状の軌跡で移動、第2レンズ群L2が物体側に移動し、第3レンズ群L3が像側へ移動している。

30

【0048】

開口絞りSPは他のレンズ群とは異なった軌跡で物体側へ移動する。実施例1のズームレンズは、第2レンズ群L2の移動により主な変倍を行い、第1レンズ群L1の像側に凸状の軌跡の移動によって変倍に伴う像面の移動を補正している。また、特に固体撮像素子等を用いた撮影装置に必要な像側のテレセントリックな結像を第3レンズ群L3にフィールドレンズの役割を持たせる事で達成している。

【0049】

実施例1においては、負の屈折力の第1レンズ群L1を物体側から像側へ順に、像側に凹面を向けた負レンズ11(G1n)と物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ12の2枚のレンズで構成している。また、第1レンズ群L1の負レンズ11は物体側のレンズ面と、像側のレンズ面をともに非球面形状としている。

40

【0050】

このように構成した第1レンズ群L1において、負レンズ11と正レンズ12の材料のアップ数差を十分に取ることで、望遠端において1次の軸上色収差と広角端において倍率色収差を良好に補正している。更に、負レンズ11に使用する材料の部分分散比を大きくすることで、全ズーム領域において軸上色収差の2次スペクトルを良好に補正している。第2レンズ群L2は物体側から像側へ順に、次の如く構成している。

【0051】

50

物体側に凸面を向けた正レンズ 2 1、物体側に凸面を向けた正レンズ 2 2 と像面側に凹面を向けた負レンズ 2 3 (G 2 n) とを接合した接合レンズ 2 4、負レンズ 2 5 と正レンズ 2 6 とを接合した接合レンズ 2 7 とで構成している。最も物体側に配置された正レンズ 2 1 に、非球面形状のレンズ面を用いることにより球面収差とコマ収差を良好に補正している。このように構成した第 2 レンズ群 L 2 において、負レンズ 2 3 (G 2 n) に条件式 (1)、(2) を満足するような、高分散かつ部分分散比が小さい材料を適用することで、全ズーム領域において 1 次の軸上色収差と 2 次スペクトルを軽減している。

【0052】

上記の特徴を満たす負レンズ 2 3 (G 2 n) の材料としては、例えば、特開 2012-193065 号公報に公開されている、SnO を多く含有するガラス材料がある。ただし、本実施例で使用できる材料は、前記文献に公開されている実施例に限定されず、条件式 (1)、(2) を満足するものであればどのような材料でも良い。

10

【0053】

更に、第 2 レンズ群 L 2 の正の屈折力を正レンズ 2 1 と正レンズ 2 2 の 2 枚で分担することにより、全ズーム領域において 1 次の軸上色収差と球面収差を軽減している。また、2 つの接合レンズ 2 4 と接合レンズ 2 7 を有するように構成することで、望遠端において 1 次の軸上色収差と 2 次スペクトルを良好に補正している。第 3 レンズ群 L 3 は、1 枚の正レンズ 3 1 で構成している。これによりレンズ全系の薄型化を実現すると共に、小型で軽量の第 3 レンズ群 L 3 を光軸方向に移動して迅速なるフォーカシングを容易にしている。

20

【0054】

実施例 2 のズームレンズはレンズ群の数、各レンズ群の屈折力の符号、ズーミングに際しての各レンズ群の移動軌跡等のズームタイプは実施例 1 と同じである。実施例 2 においては負の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 を物体側から順に、像側に凹面を向けた負レンズ 1 1 (G 1 n)、負レンズ 1 2、物体側に凸面を向けた正レンズ 1 3 で構成している。負レンズ 1 1 の物体側のレンズ面と像側のレンズ面は非球面形状である。

【0055】

実施例 2 は、第 1 レンズ群 L 1 の負の屈折力を 2 つの負レンズ 1 1 と負レンズ 1 2 で分担することにより、望遠端において 1 次の軸上色収差と広角端の倍率色収差を軽減している。第 2 レンズ群 L 2 のレンズ構成は実施例 1 と同じである。第 3 レンズ群 L 3 のレンズ構成は実施例 1 と同じである。

30

【0056】

実施例 3 のズームレンズは物体側より像側へ順に、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、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 より構成される 4 群構成のズームレンズである。広角端から望遠端へのズーミングに際しては各レンズ群が矢印の如く移動する。具体的には広角端から望遠端へのズーミングに際して第 1 レンズ群 L 1 は像側に凸状の軌跡で移動し、第 2 レンズ群 L 2 は物体側に移動し、第 3 レンズ群 L 3 は物体側に移動する。第 4 レンズ群 L 4 は像側へ移動する。

【0057】

実施例 3 において負の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 を物体側から順に、像側に凹面を向けた負レンズ 1 1 (G 1 n)、負レンズ 1 2、物体側に凸面を向けた正レンズ 1 3 で構成している。負レンズ 1 1 の物体側のレンズ面と像側のレンズ面は非球面形状である。実施例 3 は第 1 レンズ群 L 1 の負の屈折力を 2 つの負レンズ 1 1 と負レンズ 1 2 で分担することにより、望遠端において 1 次の軸上色収差と広角端の倍率色収差を軽減している。

40

【0058】

実施例 3 は第 2 レンズ群 L 2 を物体側から順に、物体側に凸面を向けた正レンズ 2 1、正レンズ 2 2 と負レンズ 2 3 (G 2 n) を接合した接合レンズ 2 4 で構成している。このように構成した第 2 レンズ群 L 2 において、負レンズ 2 3 (G 2 n) に条件式 (1)、(2) を満足するような、高分散かつ部分分散比が小さい材料を適用することで、全ズーム領域において 1 次の軸上色収差と 2 次スペクトルを軽減している。上記の特徴を満たす負

50

レンズ 2 3 の材料としては、例えば、特開 2 0 1 2 - 1 9 3 0 6 5 号公報に公開されている、SnO を多く含有するガラス材料がある。

【 0 0 5 9 】

ただし、本実施例で使用できる材料は、前記文献に公開されている実施例に限定されず、条件式 (1)、(2) を満足するものであればどのような材料でも良い。更に、第 2 レンズ群 L 2 の正の屈折力を正レンズ 2 1 と正レンズ 2 2 の 2 枚で分担することにより、全ズーム領域において 1 次の軸上色収差と球面収差を軽減している。

【 0 0 6 0 】

実施例 3 において第 3 レンズ群 L 3 を物体側から像側へ順に、負レンズ 3 1 と正レンズ 3 2 を接合した接合レンズ 3 3 で構成している。第 3 レンズ群 L 3 を接合レンズ 3 3 で構成することで、第 3 レンズ群 L 3 で、変倍を分担した際に発生する 1 次の軸上色収差と 2 次スペクトルを軽減している。実施例 3 において第 4 レンズ群 L 4 は 1 つの正レンズ 4 1 で構成している。このように構成することで、フォーカシングを第 4 レンズ群 L 4 で行う場合に、駆動するレンズ群を軽量化することができるため迅速なフォーカスが容易になる。

10

【 0 0 6 1 】

実施例 4 のズームレンズは物体側より像側へ順に、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、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 より構成される 4 群構成のズームレンズである。広角端から望遠端へのズーミングに際しては各レンズ群が矢印の如く移動する。具体的には広角端から望遠端へのズーミングに際して、第 1 レンズ群 L 1 は像側に凸状の軌跡で移動し、第 2 レンズ群 L 2 は物体側に移動し、第 3 レンズ群 L 3 は物体側に移動する。第 4 レンズ群 L 4 は像側へ移動する。

20

【 0 0 6 2 】

実施例 4 において負の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 のレンズ構成は実施例 1 と同じである。実施例 4 では第 2 レンズ群 L 2 を物体側から順に、物体側に凸面を向けた正レンズ 2 1、正レンズ 2 2 と負レンズ 2 3 (G 2 n) を接合した接合レンズ 2 4、正レンズ 2 5 で構成している。このように構成した第 2 レンズ群 L 2 において、負レンズ 2 3 (G 2 n) に条件式 (1)、(2) を満足するような、高分散かつ部分分散比が小さい材料を適用することで、全ズーム領域において 1 次の軸上色収差と 2 次スペクトルを軽減している。

【 0 0 6 3 】

上記の特徴を満たす負レンズ 2 3 (G 2 n) の材料としては、例えば、特開 2 0 1 2 - 1 9 3 0 6 5 号公報に公開されている、SnO を多く含有するガラス材料がある。ただし、本実施例で使用できる材料は、前記文献に公開されている実施例に限定されず、条件式 (1)、(2) を満足するものであればどのような材料でも良い。更に、第 2 レンズ群 L 2 の正の屈折力を正レンズ 2 1 と正レンズ 2 2 の 2 枚で分担することにより、全ズーム領域において 1 次の軸上色収差と球面収差を軽減している。

30

【 0 0 6 4 】

実施例 4 では第 3 レンズ群 L 3 を 1 枚の負レンズ 3 1 で構成している。1 枚のレンズで構成することで、フォーカシングを第 3 レンズ群 L 3 で行う場合に、駆動するレンズ群を軽量化することができるため、迅速なフォーカスが容易になる。実施例 4 では第 4 レンズ群 L 4 を 1 枚の正レンズ 4 1 で構成している。このように構成することで、フォーカシングを第 4 レンズ群 L 4 で行う場合に、駆動するレンズ群を軽量化することができるため迅速なフォーカスが容易になる。

40

【 0 0 6 5 】

実施例 5 のズームレンズは、物体側より像側へ順に、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 の 2 つのレンズ群から構成される 2 群ズームレンズである。そして広角端から望遠端へのズーミングに際してはレンズ断面図の矢印で示す如く、第 1 レンズ群 L 1 が像側に移動、第 2 レンズ群 L 2 が物体側に移動する。開口絞り S P は第 2 レンズ群 L 2 と一体的に (同じ軌跡) で移動する。

【 0 0 6 6 】

50

実施例 5 のズームレンズは、第 2 レンズ群 L 2 の移動により主な変倍を行い、第 1 レンズ群 L 1 の像側への移動によって変倍に伴う像面の移動を補正している。実施例 5 において負の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 のレンズ構成は実施例 1 と同じである。実施例 5 において第 2 レンズ群 L 2 のレンズ構成は実施例 1 と同じである。

【 0 0 6 7 】

なお各実施例では任意のレンズ群を光軸に対して垂直な方向に移動させて像ぶれ補正を行っても良い。更に、各実施例のズームレンズは、歪曲収差と倍率色収差を含んだ電気信号を画像処理によって補正する補正手段を有するシステムと合わせて使用しても良い。これによれば、全ズーム領域でさらに高い性能を得るのが容易となる。

【 0 0 6 8 】

次に本発明のズームレンズを撮像光学系として用いたデジタルカメラ（光学機器）の実施形態を、図 1 2 を用いて説明する。図 1 2 において、2 0 はデジタルカメラ本体、2 1 は上述の実施例のズームレンズによって構成された撮像光学系、2 2 は撮像光学系 2 1 によって形成した被写体像を受光する CCD 等の撮像素子である。2 3 は撮像素子 2 2 が受光した被写体像を記録する記録手段である。2 4 はファインダーと同等の機能を有する液晶表示パネルである。

【 0 0 6 9 】

このように本発明のズームレンズをデジタルカメラ等の撮像装置に適用することにより、小型で高い光学性能を有する撮像装置を実現している。

【 0 0 7 0 】

次に本発明の各実施例の数値データを示す。各実施例の数値データにおいて、i は物体側からの面の順序を示す。r i はレンズ面の曲率半径、d i は第 i 面と第 i + 1 面との間のレンズ肉厚および空気間隔である。n d i、 d i はそれぞれ d 線に対する第 i 番目の光学部材の材料の屈折率、アッペ数を示す。また、もっとも像側の 2 面は水晶ローパスフィルタ、赤外カットフィルタ等のフィルタ部材である。

【 0 0 7 1 】

間隔 d が可変となっている部分はズームングに際して変化するものであり、各ズーム位置に応じた面間隔を記している。非球面形状は光軸方向に X 軸、光軸に対して垂直方向に 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、A 4、A 6、A 8、A 1 0、A 1 2 を各々非球面係数としたとき、

【 0 0 7 2 】

【 数 1 】

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

【 0 0 7 3 】

なる式で表している。また、[e + X] は [x 1 0 + x] を意味し、[e - X] は [x 1 0 - x] を意味している。非球面は面番号の後に * を付加して示す。BF はバックフォーカスであり、最終レンズ面から近軸像面までの、空気換算長を示す。レンズ全長は第 1 レンズ面から最終レンズ面までの距離にバックフォーカス BF を加えた値である。又、前述の各条件式と各実施例との関係を表 1 に示す。

【 0 0 7 4 】

[実施例 1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	gF
1*	-74.810	1.00	1.88202	37.2	0.5769
2*	12.304	2.50			
3	21.016	1.80	2.00272	19.3	

10

20

30

40

50

4	68.940	(可変)			
5(絞り)		(可変)			
6*	11.417	2.58	1.85135	40.1	0.5694
7*	566.870	0.20			
8	13.104	2.44	1.91082	35.3	0.5820
9	665.118	0.45	1.84660	20.6	0.6176
10	6.820	1.98			
11	-18.234	0.45	1.69895	30.1	
12	83.932	1.39	1.91082	35.3	0.5820
13	-18.038	(可変)			
14	48.372	2.80	1.62263	58.2	
15*	-32.158	(可変)			
16		1.09	1.51633	64.1	
17		1.62			

像面

【 0 0 7 5 】

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.31035e-004 A 6= 3.17018e-006
 A 8=-3.99693e-008 A10= 2.43555e-010 A12=-5.38672e-013

20

第2面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.84487e-004 A 6= 2.04387e-006
 A 8= 1.98076e-009 A10=-5.23095e-010 A12= 4.11098e-012

第6面

K = 5.07382e-001 A 4=-9.78557e-005 A 6=-1.79538e-007
 A 8= 4.09380e-010

30

第7面

K = -1.00000e+001 A 4= 3.05647e-005 A 6= 9.16099e-007

第15面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.12200e-005 A 6=-7.26104e-007
 A 8= 8.64422e-009 A10=-4.49816e-011

各種データ

ズーム比 2.85

	広角	中間	望遠
--	----	----	----

40

焦点距離	10.50	19.76	29.90
Fナンバー	2.06	4.30	5.01
半画角(度)	31.44	21.76	14.78
像高	6.42	7.89	7.89
レンズ全長	52.34	49.73	53.96
BF	7.48	5.72	5.08
d 4	17.80	6.88	1.47
d 5	1.17	0.10	0.37
d13	8.30	19.42	29.44
d15	5.14	3.38	2.74

50

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-22.76
2	6	17.42
3	14	31.44

【 0 0 7 6 】

[実施例 2]

単位 mm

10

面データ

面番号	r	d	nd	d	gF
1*	-1299.825	1.00	1.88202	37.2	0.5769
2*	10.675	3.00			
3	-58.255	0.70	1.74950	35.3	
4	80.517	0.10			
5	22.989	1.80	2.00272	19.3	
6	703.838	(可変)			
7(絞り)		(可変)			
8*	11.235	2.58	1.85135	40.1	0.5694
9*	9212.623	0.20			
10	14.374	2.61	1.88300	40.8	0.5667
11	191.876	0.45	1.84660	20.6	0.6176
12	7.327	2.00			
13	-20.321	0.45	1.69895	30.1	
14	146.668	1.30	1.88300	40.8	0.5667
15	-15.452	(可変)			
16	70.335	2.80	1.61881	63.9	
17*	-25.129	(可変)			
18		1.09	1.51633	64.1	
19		1.61			

20

30

像面

【 0 0 7 7 】

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.88697e-004 A 6= 5.38456e-006
 A 8=-8.70216e-008 A10= 6.97310e-010 A12=-2.15175e-012

40

第2面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.58335e-004 A 6= 4.13420e-006
 A 8=-2.33276e-008 A10=-9.66651e-010 A12= 1.08137e-011

第8面

K = 4.53532e-001 A 4=-8.78812e-005 A 6= 5.53448e-008
 A 8=-1.97789e-009

第9面

K = -1.00000e+001 A 4= 7.44979e-005 A 6= 8.48773e-007

50

第17面

K = 0.00000e+000 A 4= 9.51153e-005 A 6=-1.13219e-006
 A 8= 1.51831e-008 A10=-9.00104e-011

各種データ

ズーム比	2.76		
	広角	中間	望遠
焦点距離	9.00	16.39	24.80
Fナンバー	1.84	3.60	4.12
半画角(度)	47.84	47.76	52.59
像高	6.42	7.89	7.89
レンズ全長	48.21	48.13	52.96
BF	7.94	6.15	5.07
d 6	12.54	4.80	1.50
d 7	2.00	0.77	0.00
d15	6.35	17.04	27.01
d17	5.61	3.82	2.74

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-17.67
2	8	15.60
3	16	30.26

20

【 0 0 7 8 】

[実施例 3]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	gF
1*	-921.116	1.00	1.88202	37.2	0.5769
2*	10.772	2.94			
3	-73.904	0.70	1.74950	35.3	
4	62.293	0.10			
5	21.516	1.80	2.00272	19.3	
6	273.146	(可変)			
7(絞り)		(可変)			
8*	11.312	2.58	1.85135	40.1	0.5694
9*	-437.778	0.20			
10	14.296	2.61	1.88300	40.8	0.5667
11	165.512	0.45	1.84660	20.6	0.6176
12	7.168	(可変)			
13	-20.700	0.45	1.69895	30.1	
14	72.796	1.30	1.88300	40.8	
15	-15.960	(可変)			
16	70.431	2.80	1.62263	58.2	
17*	-25.396	(可変)			
18		1.09	1.51633	64.1	
19		1.62			

30

40

50

像面

【 0 0 7 9 】

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.26843e-004 A 6= 3.75715e-006
A 8=-6.69432e-008 A10= 5.82497e-010 A12=-1.95114e-012

第2面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.88440e-004 A 6= 2.95368e-006
A 8=-3.61203e-008 A10=-3.76447e-010 A12= 5.95576e-012

10

第8面

K = 4.97319e-001 A 4=-1.00049e-004 A 6=-4.88905e-007
A 8=-7.25249e-009

第9面

K = 7.35455e+000 A 4= 6.02975e-005 A 6= 8.03110e-008

第17面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.86513e-005 A 6=-1.03267e-006
A 8= 1.44677e-008 A10=-8.76642e-011

20

各種データ

ズーム比 2.76

広角 中間 望遠

焦点距離	9.00	16.34	24.80
Fナンバー	1.84	3.60	4.12
半画角(度)	35.50	25.78	17.65
像高	6.42	7.89	7.89
レンズ全長	48.32	47.98	52.56
BF	8.10	6.19	5.08
d 6	12.90	4.93	1.50
d 7	2.00	0.80	-0.00
d12	3.00	2.87	2.74
d15	5.38	16.24	26.29
d17	5.76	3.85	2.74

30

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	-18.00
2	8	19.01
3	13	38.76
4	16	30.32

40

【 0 0 8 0 】

[実施例 4]

単位 mm

面データ

50

面番号	r	d	nd	d	gF
1*	-93.593	1.10	1.85135	40.1	0.5694
2*	10.922	2.61			
3	17.313	2.04	2.00272	19.3	
4	37.765	(可変)			
5(絞り)		(可変)			
6*	12.096	2.54	1.85135	40.1	0.5694
7*	432.172	0.20			
8	10.936	2.76	1.83481	42.7	0.5416
9	-31.934	0.50	1.78490	23.5	0.6090
10	6.544	1.91			
11	-300.000	1.10	1.61881	63.9	
12*	-35.000	(可変)			
13	-16.295	0.50	1.64769	33.8	
14	-35.487	(可変)			
15	36.376	3.45	1.85135	40.1	
16*	-29.937	(可変)			
17		1.09	1.51633	64.1	
18		1.63			
像面					

10

20

【 0 0 8 1 】

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4=-7.00362e-005 A 6= 2.26682e-006
 A 8=-3.40144e-008 A10= 2.41101e-010 A12=-6.47175e-013

第2面

K = 6.92278e-002 A 4=-1.22860e-004 A 6= 1.20708e-006
 A 8= 3.45833e-009 A10=-5.82879e-010 A12= 2.52066e-012
 A14= 6.28919e-014 A16=-5.17193e-016

30

第6面

K =-3.19318e-001 A 4=-3.14813e-005 A 6= 6.54280e-007
 A 8=-1.82134e-008

第7面

K = 8.74893e-001 A 4= 7.22497e-006 A 6= 8.31295e-007
 A 8=-2.62312e-008

40

第12面

K =-1.48440e+001 A 4= 3.32874e-005 A 6= 3.82315e-006
 A 8= 2.55770e-008

第16面

K =-9.41891e-001 A 4= 3.20807e-005 A 6=-1.49417e-007
 A 8= 3.33298e-010

各種データ

ズーム比 2.99

50

	広角	中間	望遠
焦点距離	10.00	19.35	29.90
Fナンバー	2.06	3.65	4.90
半画角(度)	33.53	22.20	14.80
像高	6.63	7.90	7.90
レンズ全長	49.85	47.36	51.84
BF	6.31	6.12	5.92
d 4	17.41	5.24	1.47
d 5	0.10	0.86	0.18
d12	4.12	8.87	14.16
d14	3.20	7.58	11.41
d16	3.96	3.77	3.57

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-20.32
2	6	14.84
3	13	-47.00
4	15	19.76

20

【 0 0 8 2 】

[実施例 5]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	gF
1*	-89.470	1.00	1.88202	37.2	0.5769
2*	12.781	2.80			
3	18.156	1.80	2.00272	19.3	
4	40.000	(可変)			
5(絞リ)		1.00			
6*	10.506	2.80	1.80139	45.5	0.5581
7*	1000.000	0.20			
8	15.264	1.61	1.88300	40.8	0.5667
9	22.413	0.45	1.86900	19.4	0.6222
10	7.913	2.05			
11	-18.305	0.45	1.76182	26.5	
12	4995.127	1.39	1.88300	40.8	0.5667
13	-11.393	(可変)			
14		1.09	1.51633	64.1	
15		1.62			

30

40

像面

【 0 0 8 3 】

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4= 6.15911e-005 A 6=-1.30659e-006
A 8= 1.24530e-008 A10=-2.78819e-011 A12=-1.87484e-013

第2面

50

K = 0.00000e+000 A 4= 5.82623e-005 A 6=-1.44726e-006
 A 8=-2.54963e-009 A10= 3.73271e-010 A12=-3.50005e-012

第6面

K =-3.84548e-001 A 4=-2.73378e-006 A 6=-1.06742e-006
 A 8=-4.91674e-009

第7面

K = 1.00000e+001 A 4= 1.48050e-004 A 6=-1.91894e-006

各種データ

	ズーム比	1.90		
		広角	中間	望遠
焦点距離		10.30	14.95	19.60
Fナンバー		2.40	4.30	5.02
半画角(度)		31.93	27.82	21.93
像高		6.42	7.89	7.89
レンズ全長		49.20	41.49	38.84
BF		15.83	18.80	21.77
d 4		17.80	7.12	1.51
d13		13.49	16.46	19.43

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-23.55
2	6	15.02

【 0 0 8 4 】

【 表 1 】

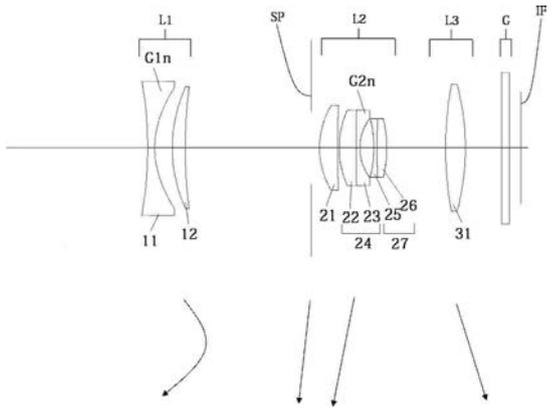
	下限値	上限値	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
条件式(1)左辺	-	-	0.618	0.618	0.618	0.609	0.622
条件式(1)右辺	-	-	0.628	0.628	0.628	0.614	0.635
条件式(2)	5.0	25.0	20.6	20.6	20.6	23.5	19.4
条件式(3)	0.3	1	0.583	0.629	0.766	0.496	0.766
条件式(4)	0.4	1	0.467	0.577	0.466	0.462	0.951
条件式(5)	1.750	2.000	1.847	1.847	1.847	1.785	1.869
条件式(6)	0.04	0.5	0.047	0.047	0.077	0.056	0.050
条件式(7)左辺	-	-	0.500	0.491	0.491	0.489	0.486
条件式(7)右辺	-	-	0.578	0.568	0.568	0.556	0.564
条件式(8)	35.0	50.0	36.9	40.5	40.4	41.4	42.3
条件式(9)	1.800	2.000	1.891	1.872	1.867	1.843	1.856
条件式(10)	0.8	1.8	1.307	1.133	0.947	1.370	1.568
条件式(11)左辺	-	-	0.511	0.511	0.511	0.504	0.511
条件式(11)右辺	-	-	0.577	0.577	0.577	0.569	0.577

【 符号の説明 】

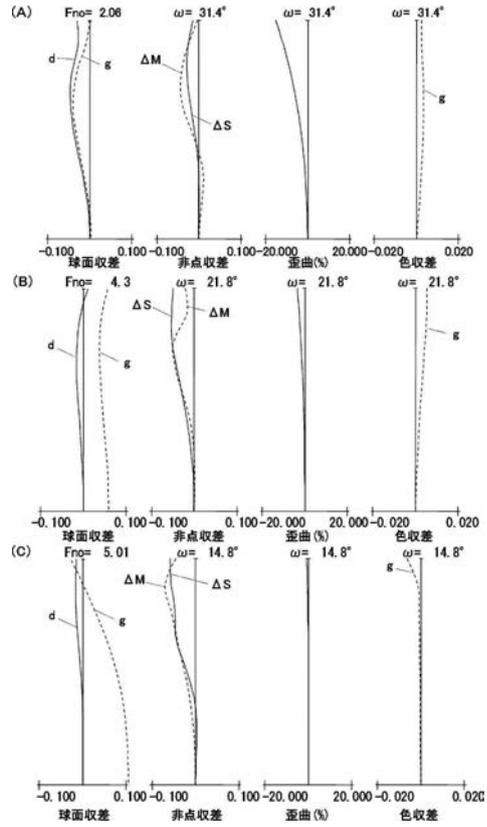
【 0 0 8 5 】

L 1 第 1 レンズ群 L 2 第 2 レンズ群 L 3 第 3 レンズ群
 L 4 第 4 レンズ群

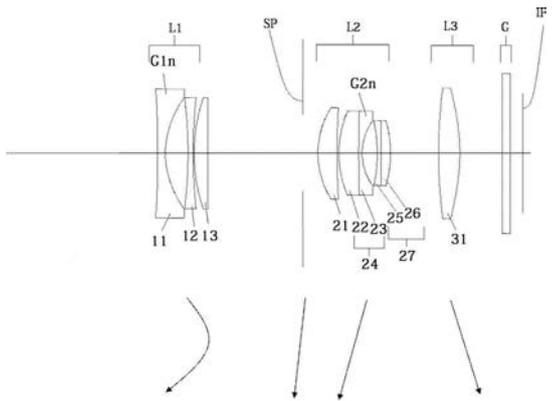
【 図 1 】



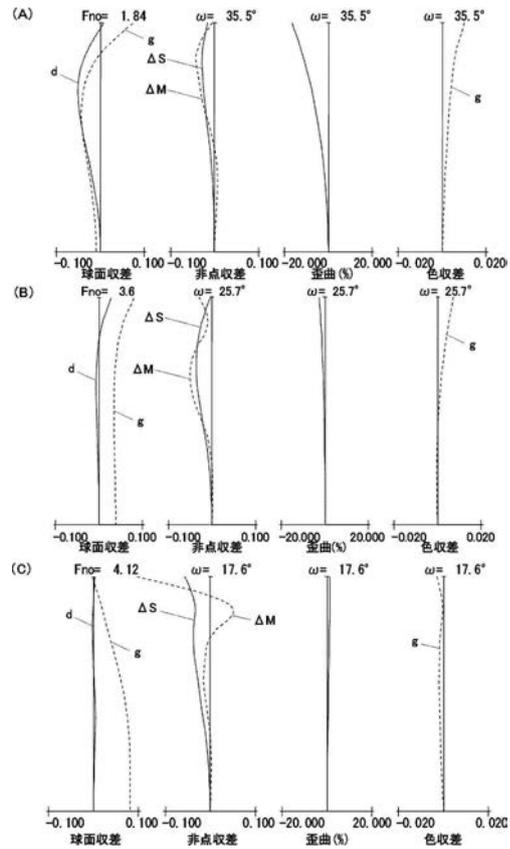
【 図 2 】



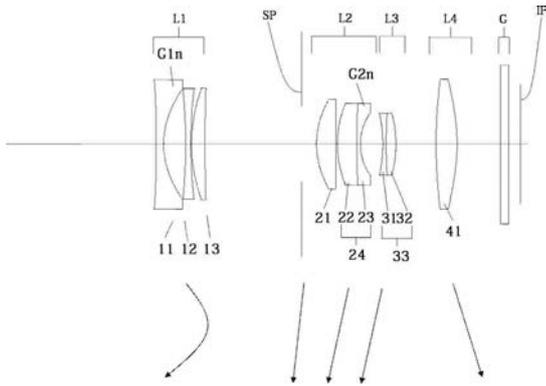
【 図 3 】



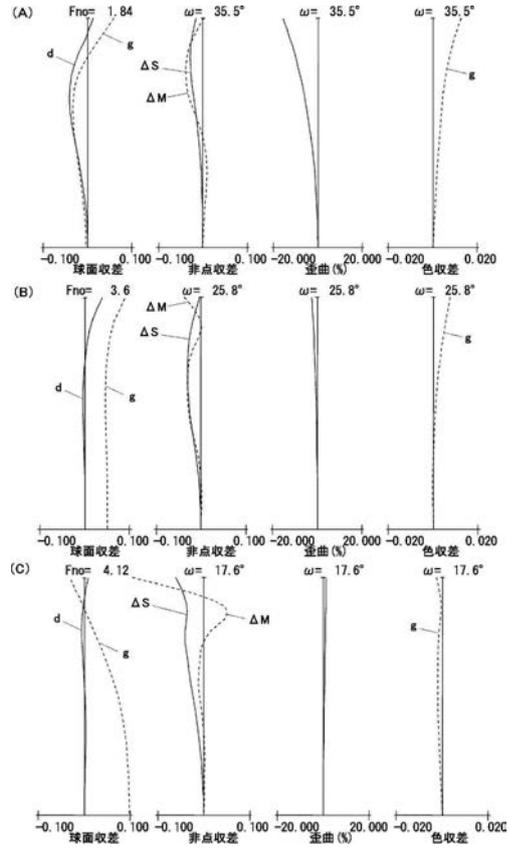
【 図 4 】



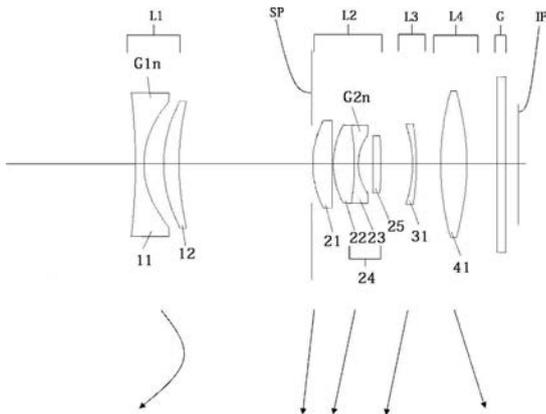
【 図 5 】



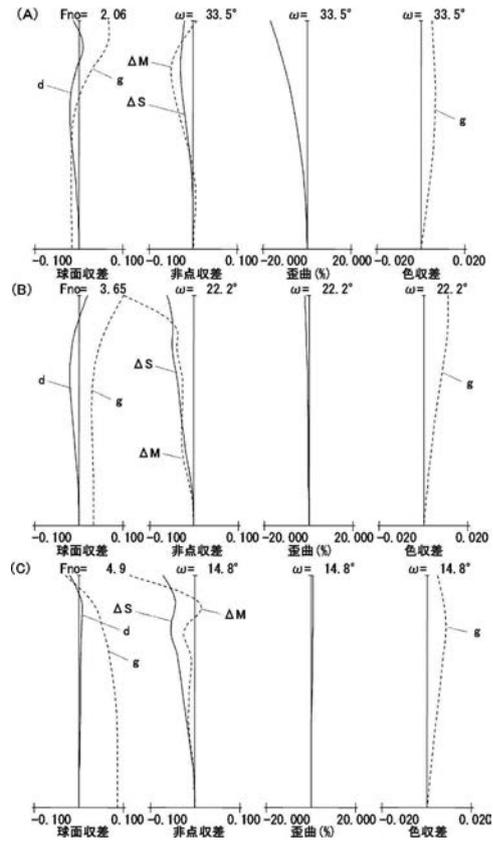
【 図 6 】



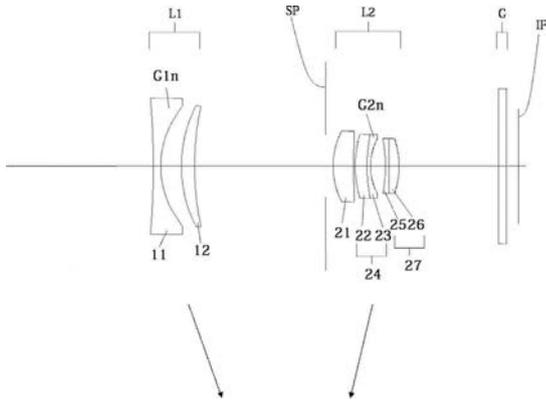
【 図 7 】



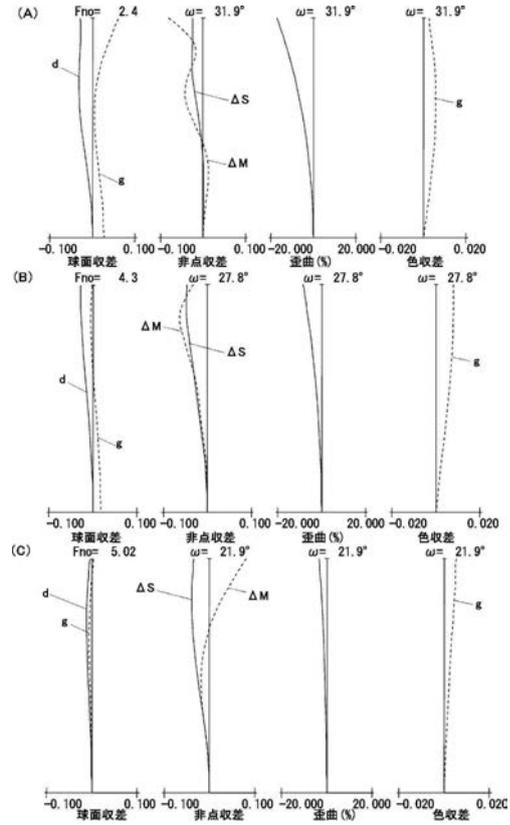
【 図 8 】



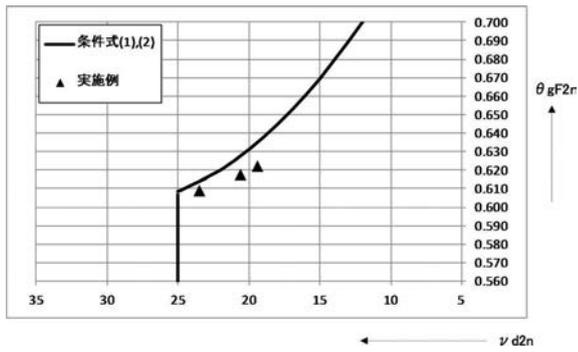
【 図 9 】



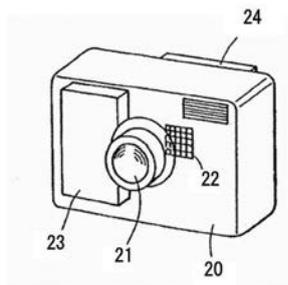
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA01 MA14 MA15 PA05 PA06 PA07 PA18 PA19 PB07 PB08
PB09 QA03 QA07 QA19 QA21 QA22 QA25 QA34 QA41 QA42
QA46 RA04 RA05 RA12 RA13 RA36 RA42 RA43 RA44 SA07
SA09 SA14 SA16 SA19 SA24 SA26 SA30 SA32 SA62 SA63
SA64 SA65 SB03 SB04 SB15 SB16 SB22 SB32 UA06