

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5436091号
(P5436091)

(45) 発行日 平成26年3月5日(2014.3.5)

(24) 登録日 平成25年12月20日(2013.12.20)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/167 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)G02B 15/167
G02B 13/18

請求項の数 15 (全 50 頁)

(21) 出願番号

特願2009-188461 (P2009-188461)

(22) 出願日

平成21年8月17日 (2009.8.17)

(65) 公開番号

特開2011-39399 (P2011-39399A)

(43) 公開日

平成23年2月24日 (2011.2.24)

審査請求日

平成24年3月12日 (2012.3.12)

(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 100086818

弁理士 高梨 幸雄

(72) 発明者 塗師 隆治

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 堀井 康司

(56) 参考文献 特開2000-121939 (JP, A
)特開2004-110079 (JP, A
)

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) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像側へ順に、ズーミングに際して不動の正の屈折力の第1レンズ群と、ズーミングに際して、移動する負の屈折力の第2レンズ群と、該第2レンズ群の移動に連動して光軸上を移動し、変倍に伴う像面変動を補正する正の屈折力の第3レンズ群と、ズーミングに際して不動の結像作用をする正の屈折力の第4レンズ群からなるズームレンズであって、該第3レンズ群は正レンズと負レンズを有しており、該第3レンズ群を構成する負レンズの材料のアッペ数と部分分散比の平均値を各々 n_a 、 n_a 、該第3レンズ群を構成する正レンズの材料のアッペ数と部分分散比の平均値を各々 p_a 、 p_a 、該第3レンズ群を構成する各レンズの比重の平均値を $S G a 3$ とするとき、

$$-1.4 \times 10^{-3} > (p_a - n_a) / (p_a - n_a) > -2.0 \times 10^{-3}$$

$$4.1 < p_a - n_a < 5.3$$

$$2.9 < S G a 3 < 3.2$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

前記第3レンズ群は4枚の正レンズと1枚の負レンズより構成されることを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項 3】

前記第3レンズ群に含まれるレンズのうち、材料のアッペ数がもっとも小さい負レンズの焦点距離、材料のアッペ数、部分分散比を順に f_3 n 、 n とし、材料のアッペ数

10

20

がもっとも大きい正レンズの焦点距離、材料のアッベ数、部分分散比を順に $f_3 p$ 、 p 、 p 、該第3レンズ群の焦点距離を f_3 とするとき、

$$-1.2 \times 10^{-3} < (p - n) / (p - n) < -1.1 \times 10^{-3}$$

$$0.8 < (1/f_3) / (1/f_3 p - 1/f_3 n) < 1.1$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1又は2のズームレンズ。

【請求項4】

前記第3レンズ群に含まれる正レンズの屈折力の合計値を p 、該第3レンズ群に含まれる負レンズの屈折力の合計値を n 、該第3レンズ群の屈折力を 3 とするとき、

$$1.6 < p / 3 < 1.7$$

$$-0.6 \leq n / 3 \leq -0.4$$

10

なる条件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項のズームレンズ。

【請求項5】

前記第3レンズ群に含まれる正レンズのうち、少なくとも1枚の正レンズの材料のアッベ数、部分分散比、屈折率、比重を順に、 3_{p1} 、 3_{p1} 、 $N3_{p1}$ 、 $SG3_{p1}$ とするとき

$$6.0 < 3_{p1} < 7.5$$

$$0.53 < 3_{p1} < 0.54$$

$$1.55 < N3_{p1} < 1.65$$

$$3.0 < SG3_{p1} < 3.2$$

なる条件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項のズームレンズ。

20

【請求項6】

前記第3レンズ群に含まれる正レンズのうち、少なくとも1枚の正レンズの材料のアッベ数、部分分散比、屈折率、比重を順に、 3_{p2} 、 3_{p2} 、 $N3_{p2}$ 、 $SG3_{p2}$ とするとき

$$6.0 < 3_{p2} < 7.5$$

$$0.52 < 3_{p2} < 0.54$$

$$1.45 < N3_{p2} < 1.55$$

$$2.4 < SG3_{p2} < 2.6$$

なる条件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項のズームレンズ。

【請求項7】

30

前記第3レンズ群に含まれる1枚の負レンズの材料のアッベ数、部分分散比、屈折率、比重を順に、 3_{n1} 、 3_{n1} 、 $N3_{n1}$ 、 $SG3_{n1}$ とするとき

$$2.0 < 3_{n1} < 2.8$$

$$0.6 < 3_{n1} < 0.615$$

$$1.7 < N3_{n1} < 2.0$$

$$3.0 < SG3_{n1} < 3.7$$

なる条件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項のズームレンズ。

【請求項8】

前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、前記ズームレンズの望遠端における焦点距離を f_te1e とするとき、

40

$$14.5 < f_te1e / f_3 < 17.0$$

なる条件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項のズームレンズ。

【請求項9】

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、

$$2.7 < f_1 + f_3 / f_2^2 < 2.9$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項10】

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、

$$9.5 < |f_1 / f_2| < 11$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項のズームレンズ。

50

【請求項 1 1】

前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記ズームレンズの望遠端における焦点距離を f_{tele} とするとき、

$$3.9 < f_{tele} / f_1 < 6$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1乃至10のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項 1 2】

前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記ズームレンズの広角端における焦点距離を f_{wide} とするとき、

$$2.4 < f_1 / f_{wide} < 3.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1乃至11のいずれか1項のズームレンズ。 10

【請求項 1 3】

前記第3レンズ群は物体側から像側へ順に、両凸形状の正レンズ、両凸形状の正レンズ、物体側の面が凸でメニスカス形状の負レンズ、物体側の面が凸形状の正レンズ、物体側の面が凸形状の正レンズで構成されることを特徴とする請求項1乃至12のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項 1 4】

前記第3レンズ群は物体側から像側へ順に、両凸形状の正レンズ、両凸形状の正レンズ、両凸形状の正レンズ、物体側の面が凹形状の負レンズ、物体側の面が凸形状の正レンズで構成されることを特徴とする請求項1乃至12のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項 1 5】

請求項1乃至14のいずれか1項のズームレンズと、前記ズームレンズによって形成された像を受光する固体撮像素子を有することを特徴とする撮像装置。 20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明はズームレンズ及びそれを有する撮像装置に関し、放送用テレビカメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、銀塩写真用カメラ等に好適なものである。

【背景技術】**【0002】**

近年、テレビカメラ、銀塩フィルム用カメラ、デジタルカメラ、ビデオカメラ等の撮像装置には、大口径比、高ズーム比でしかも高い光学性能を有したズームレンズが要望されている。大口径比、高ズーム比のズームレンズとして、最も物体側に正の屈折力のレンズ群を配置し、全体として4つのレンズ群より成るポジティブリード型の4群ズームレンズが知られている。この4群ズームレンズとして、物体側から像側へ順に合焦用の第1レンズ群、変倍用の負の屈折力の第2レンズ群、変倍に伴う像面変動を補正するための正の屈折力の第3レンズ群、結像用の正の屈折力の第4レンズ群が知られている。このタイプの4群ズームレンズにおいて、高ズーム比化を図った4群ズームレンズが知られている（特許文献1～3）。特許文献1、2では、ズーム比9.6程度の高ズーム比のズームレンズを開示している。特許文献3では、ズーム比5.0程度の高ズーム比のズームレンズを開示している。 30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献1】特開2004-264458号公報

【特許文献2】特開2004-264459号公報

【特許文献3】特開2008-40395号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

前述したポジティブリード型の4群ズームレンズは大口径比、高ズーム比が比較的容易

50

である。しかしながらズーム比が100倍程度の高ズーム比になると、諸収差の変動が多くなり、全ズーム領域で高い光学性能を得るのが難しくなってくる。特に望遠側のズーム位置では倍率色収差及び軸上色収差が多く発生してくる。そのため色収差として一次スペクトルのみならず、二次スペクトルでの補正を良好に行うことが高画質な像性能を得るために重要になっている。ポジティブリード型の4群ズームレンズにおいて、高ズーム比化を図りつつ、色収差を良好に補正し、高い光学性能を得るには変倍に伴う像面変動を補正する第3レンズ群のレンズ構成を、適切に設定することが重要な要素になっている。この第3レンズ群のレンズ構成が適切でないと、ズーミングによる収差変動、例えば、色収差、球面収差、ハロコマ収差、球面収差の色差等の変動が多くなり、高ズーム比で高性能化を図るのが困難となる。特にズーム比100程度の高ズーム比化を図ったとき、望遠端において軸上色収差が増大し、更に2次スペクトルの残存収差等が多くなり、これらを良好に補正するのが困難となる。

【0005】

本発明は、高ズーム比で、広角端から望遠端における全ズーム範囲にわたり色収差を良好に補正し、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及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】

【0006】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングに際して不動の正の屈折力の第1レンズ群と、ズーミングに際して、移動する負の屈折力の第2レンズ群と、該第2レンズ群の移動に連動して光軸上を移動し、変倍に伴う像面変動を補正する正の屈折力の第3レンズ群と、ズーミングに際して不動の結像作用をする正の屈折力の第4レンズ群からなるズームレンズであって、該第3レンズ群は正レンズと負レンズを有しており、該第3レンズ群を構成する負レンズの材料のアッペ数と部分分散比の平均値を各々 n_a 、 n_a 、該第3レンズ群を構成する正レンズの材料のアッペ数と部分分散比の平均値を各々 p_a 、 p_a 、該第3レンズ群を構成する各レンズの比重の平均値を $S_G a_3$ とするとき、

$$-1.4 \times 10^{-3} > (p_a - n_a) / (p_a - n_a) > -2.0 \times 10^{-3}$$

$$4.1 < p_a - n_a < 5.3$$

$$2.9 < S_G a_3 < 3.2$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、高ズーム比で、広角端から望遠端における全ズーム範囲にわたり色収差を良好に補正し、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及びそれを有する撮像装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】数値実施例1の広角端における断面図

【図2】数値実施例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】数値実施例2の広角端における断面図

【図4】数値実施例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】数値実施例3の広角端における断面図

【図6】数値実施例3の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図7】数値実施例4の広角端における断面図

【図8】数値実施例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】数値実施例5の広角端における断面図

【図10】数値実施例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】数値実施例6の広角端における断面図

【図12】数値実施例6の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

10

20

30

40

50

【図13】数値実施例7の広角端における断面図

【図14】数値実施例7の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図15】2色の色消しと二次スペクトル残存に関する模式図

【図16】アッペ数と部分分散比との関係を示す模式図

【図17】本発明の撮像装置の要部概略図

【図18】(A)は本実施例の広角端の光路図、(B)は本実施例のズーム中間(351mm)の光路図、(C)は本実施例の望遠端の光路図

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下に、本発明の実施の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、物体側から像側へ順に、ズーミングに際して不動の正の屈折力の第1レンズ群(フォーカスレンズ群)と、ズーミングに際して、移動する負の屈折力の第2レンズ群(バリエータ)を有している。更に、第2レンズ群の移動に連動して光軸上を移動し、変倍に伴う像面変動を補正する正の屈折力の第3レンズ群(コンペンセーター)と、ズーミングに際して不動の結像作用をする正の屈折力の第4レンズ群(リレーレンズ群)からなっている。そして第3レンズ群は正レンズと負レンズを有している。

【0010】

図1は本発明の実施例1(数値実施例1)のズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図2(A)、(B)、(C)は、数値実施例1の広角端、中間のズーム位置(焦点距離351mm)、望遠端における縦収差図である。但し、焦点距離の値は、後述する数値実施例をmm単位で表したときの値である。これは以下の各実施例において、全て同じである。図3は本発明の実施例2(数値実施例2)のズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図4(A)、(B)、(C)は、数値実施例2の広角端、中間のズーム位置(焦点距離351mm)、望遠端における縦収差図である。図5は本発明の実施例3(数値実施例3)のズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図6(A)、(B)、(C)は、数値実施例3の広角端、中間のズーム位置(焦点距離357mm)、望遠端における縦収差図である。図7は本発明の実施例4(数値実施例4)のズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図8(A)、(B)、(C)は、数値実施例4の広角端、中間のズーム位置(焦点距離357mm)、望遠端における縦収差図である。図9は本発明の実施例5(数値実施例5)のズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図10(A)、(B)、(C)は、数値実施例5の広角端、中間のズーム位置(焦点距離351mm)、望遠端における縦収差図である。図11は本発明の実施例6(数値実施例6)のズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図12(A)、(B)、(C)は、数値実施例6の広角端、中間のズーム位置(焦点距離351mm)、望遠端における縦収差図である。図13は本発明の実施例7(数値実施例7)のズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図14(A)、(B)、(C)は、数値実施例7の広角端、中間のズーム位置(焦点距離351mm)、望遠端における縦収差図である。

【0011】

各実施例のズームレンズは、物体側から像側へ順に、合焦用の正の屈折力の第1レンズ群(フォーカスレンズ群)U1を有している。更に、広角端(短焦点距離端)から望遠端(長焦点距離端)へのズーミングに際して、像側へ移動する変倍用の負の屈折力の第2レンズ群(バリエータ)U2を有している。更に、第2群レンズ群U2の移動に連動して光軸上を非直線的に移動し、変倍に伴う像面位置の変動を補正する正の屈折力の第3レンズ群(コンペンセーター)U3を有している。更に、ズーミングに際して不動で結像作用をする正の屈折力の第4レンズ群(リレーレンズ群)U4を有している。第2レンズ群U2と第3レンズ群U3とで変倍系を構成している。レンズ断面図においてSPは開口絞りであり、第3レンズ群U3の像側に配置されている。Pは色分解プリズムや光学フィルター

10

20

30

40

50

等の光学部材であり、硝子ブロックとして示している。IPは像面であり、固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面に相当している。

【0012】

各実施例の収差図において、球面収差は、g線（二点鎖線）とe線（実線）とC線（一点鎖線）を示している。非点収差はe線のメリディオナル像面（meri）（点線）とe線のサジタル像面（sagi）（実線）を示している。倍率色収差はg線（二点鎖線）とC線（一点鎖線）によってあらわしている。FnoはFナンバー、は半画角である。すべての収差図において、球面収差は0.4mm、非点収差は0.4mm、歪曲は5%、倍率色収差は、0.05mmのスケールで描かれている。尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用の第2レンズ群U2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。

【0013】

次に各実施例の特徴について説明する。各実施例のズームレンズでは、第3レンズ群U3は少なくとも4枚の正レンズと少なくとも1枚の負レンズを有している。そして第3レンズ群U3を構成する負レンズの材料のアッベ数と部分分散比の平均値を各々na、naとする。また第3レンズ群U3を構成する正レンズの材料のアッベ数と部分分散比の平均値を各々pa、paとする。また第3レンズ群U3を構成する各レンズの比重の平均値をSGa3とする。このとき、

$$-1.4 \times 10^{-3} > (pa - na) / (pa - na) > -2.0 \times 10^{-3} \quad \dots (1)$$

$$4.1 < pa - na < 5.3 \quad \dots (2)$$

$$2.9 < SGa3 < 3.2 \quad \dots (3)$$

なる条件を満足している。各実施例のズームレンズは、第3レンズ群U3のレンズ構成、特に各レンズのレンズ材料の分散特性や比重等を適切に規定している。これにより、ズーム中間から望遠側における軸上色収差の二次スペクトルを良好に補正しながら、第3レンズ群U3を軽量化して変倍操作時の駆動トルクを低減し、ズーム操作性を良好にしている。

【0014】

条件式(1)は、第3レンズ群U3における軸上色収差の二次スペクトルの残存量を低減させ、ズーム中間から望遠端における軸上色収差の二次スペクトルの補正を適切にするための条件である。ここで、本実施例で用いている光学素子（レンズ）の材料の部分分散比とアッベ数は次のとおりである。フラウンフォーファ線のg線（435.8nm）、F線（486.1nm）、d線（587.6nm）、C線（656.3nm）に対する屈折率をそれぞれNg、NF、Nd、NCとする。アッベ数d、g線とF線に関する部分分散比gFは次のとおりである。

$$d = (Nd - 1) / (NF - NC) \quad \dots (25)$$

$$gF = (Ng - NF) / (NF - NC) \quad \dots (26)$$

各実施例では、第3レンズ群U3のレンズ構成を前述の如く特定し、かつ諸条件式を満足するようにして色消しを効果的に行っている。

【0015】

図16にアッベ数dと部分分数比gFとの関係を示すように、現存する光学材料はアッベ数dに対し部分分散比gFが狭い範囲に分布している。アッベ数dの値が小さいほど部分分散比gFが大きくなる傾向を持っている。いま、屈折力1、2、アッベ数1、2の2枚のレンズG1、G2で構成される薄肉密着系の色収差の補正条件は、

$$1/1 + 2/2 = E \quad \dots (27)$$

であらわされる。ここで、合成の屈折力Eは、

$$= 1 + 2 \quad \dots (28)$$

である。3枚以上で構成される場合も同様に考えることができる。（28）式において、E=0とすると色収差においてC線とF線の光の結像位置が合致する。特に高倍率のズーム

10

20

30

40

50

ムレンズでは、変倍に伴う色収差変動を抑制するために、各レンズ群の色収差、すなわちEが概ねゼロ近傍となるように補正される。

【0016】

図15(A)において、正の屈折力のレンズ群LPでの色消しでは正レンズG1としてアッペ数1の大きな材料、負レンズG2としてアッペ数2の小さな材料を用いる。したがって図16より正レンズG1は部分分散比1が小さく、負レンズは部分分散比2が大きくなっている。F線とC線で色収差を補正するとg線の結像点が像側にずれる。物体距離を無限遠として光束を入射した場合のずれ量を二次スペクトル量として定義すると、

$$= - (1/1) \cdot (1 - 2) / (1 - 2) \quad \dots (29)$$

であらわされる。図15(B)において、負の屈折力のレンズ群LNの色消しでは負レンズG1としてアッペ数1の大きな材料、正レンズG2としてアッペ数2の小さな材料を用いる。したがって図16に示すように、F線とC線で色収差を補正すると、g線の結像点が物体側にずれ、二次スペクトル量は負となる。この現象は本実施例の4群ズームレンズでは負の屈折力の第2レンズ群U2で発生する。

【0017】

ここで第2・第3・第4レンズ群U2・U3・U4の結像倍率を順に2、3、4とすると、

$$\begin{aligned} &= 1 \cdot 2^2 \cdot 3^2 \cdot 4^2 \\ &+ 2 \cdot (2 - 1)^2 \cdot 3^2 \cdot 4^2 \\ &+ 3 \cdot (3 - 1)^2 \cdot 4^2 \\ &+ 4 \cdot (4 - 1)^2 \quad \dots (31) \end{aligned}$$

10

20

となる。但し、 i は第*i*レンズ群の二次スペクトル量である。したがって、(31)式における第1項は負、第2項は正、第3項は負となる。

【0018】

図18(A)に本実施例の広角端の光路図を、図18(B)に本実施例のズーム中間(351mm)の光路図を、図18(C)に本実施例の望遠端の光路図を示す。本実施例におけるズーム中間の焦点距離fmidは、広角端における全系のFナンバーをFwide、望遠端における全系のFナンバーをFteleとしたとき、

$$f_{mid} = f_{tele} \cdot F_{wide} / F_{tele} \quad \dots (30)$$

で概略設定される。二次スペクトル量は、本実施例の4群ズームレンズでは屈折力が小さく、望遠側において軸上マージナル光線が高い位置を通る第1レンズ群U1で顕著に発生する。また、第3レンズ群U3は広角端および望遠端では軸上マージナル光線が低く、ズーム中間fmidにおいてもっとも高い位置を通るため、ズーム中間fmid付近での軸上色収差の変動に大きく影響する。第3レンズ群U3は変倍に伴って移動し、結像倍率

3の絶対値は望遠側で増大する。これから、2次スペクトル量3の絶対値を小さくすることにより、変倍に伴う2次スペクトル量の変動および、望遠端における2次スペクトル量を効果的に抑制することができる。さらに二次スペクトル量1の残存許容量が増大することにより、第1レンズ群U1の正レンズと負レンズの材料のアッペ数の差を大きくして各構成レンズの屈折力を小さくすることが可能となって、第1レンズ群U1の全厚をより小さくすることができる。

30

40

【0019】

条件式(1)は以上の点を考慮して、第3レンズ群U3を構成する正レンズと負レンズの材料のアッペ数と部分分散比を設定したものである。条件式(1)の上限を越えると、第3レンズ群U3による二次スペクトルの補正効果が不足してしまい、望遠端において軸上色収差を良好に補正することが困難となってくるので良くない。更に好ましくは条件式(1)の下限値の数値を次の如く設定するのが良い。

【0020】

$$(pa-na) / (pa-na) > -1.7 \times 10^{-3} \quad \dots (1a)$$

条件式(2)は、第3レンズ群U3を構成する正レンズと負レンズのアッペ数の差の平均値を適切に規定するものである。これによって、第3レンズ群U3内の色収差の補正を

50

適切に行うと共に、第3レンズ群U3を軽量化し変倍操作時の駆動力を低減して操作性を良好としている。変倍操作時の仕事量Tは、第2レンズ群U2、第3レンズ群U3の質量を各々W2、W3、変倍時の移動量を各々m2、m3としたとき、

$$T = m_2 \cdot W_2 + m_3 \cdot W_3 \quad \dots \quad (32)$$

であらわされる。ここで第*i*レンズ群の質量W*i*は、第*i*レンズ群の最大有効径をe*a*_i、レンズ構成長をb*d*_i、構成レンズの比重の平均値をS*G*_a_iとしたとき、概略以下の式で表される。

W*i* = 第*i*レンズ群内の各レンズの体積・各レンズの比重

$$\cdot (e_a i / 2)^2 \cdot b d i \cdot S G a i \cdot C \quad \dots \quad (33)$$

Cは係数であり、直径e*a*_i、長さb*d*_iの円筒に対する第*i*レンズ群の材料が占める体積比に相当する値であって、レンズ群の屈折力が正の場合は0.5~0.7、負の場合には0.6~0.8程度となる。

【0021】

本発明のズームレンズでは、第3レンズ群U3の最大有効径e*a*3が第2レンズ群U2の最大有効径e*a*2に対し2倍程度である。第3レンズ群U3のレンズ構成長b*d*3が第2レンズ群U2のレンズ構成長b*d*2に対し2倍以上と大きい。このため、第2レンズ群U2より第3レンズ群U3の質量が著しく大きくなる。したがって(32)式は第3レンズ群U3の寄与が支配的であり、仕事量Tの低減のためには第3レンズ群U3の軽量化が重要となってくる。特に高倍率化(高ズーム比化)や大口径化を図ると最大有効径e*a*3の増大が顕著となるため、第3レンズ群U3の質量増加を抑制するためには、(33)式からレンズ構成長b*d*3を低減するか、構成レンズの比重の平均値S*G*_a3を小さくする必要がある。ここでは最大有効径e*a*3とレンズ構成長b*d*3の比を以下の条件を満足するように設定するのが良い。

$$0.6 < b d 3 / e a 3 < 0.8 \quad \dots \quad (34)$$

条件式(34)の上限を超えると第3レンズ群U3の質量が増加してしまう。条件式(34)の下限を超えると第3レンズ群U3の質量は低減するが、条件式(1)、(2)を満足するための材料の選択が困難となってくる。更に好ましくは条件式(34)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0022】

$$0.63 < b d 3 / e a 3 < 0.75 \quad \dots \quad (34a)$$

また(27)式および(28)式から、正レンズの材料のアッペ数を大きくし、負レンズの材料のアッペ数を小さくするほど各々のレンズの屈折力が小さくなる。屈折力が小さくなると各レンズ面の曲率が小さくなり、同じ有効径であれば各レンズの最大厚が低減し、レンズ構成長b*d*3が小さくなつて、軽量化を図ることができる。条件式(2)の下限を超えると第3レンズ群U3内の各レンズの屈折力が大きくなつて、第3レンズ群U3の体積が増大して質量が増加し、変倍操作時の駆動トルクが増大してしまう。条件式(2)の上限を超えると各レンズの体積は低減するが、以下に説明する条件式(3)と両立する材料の選択が困難となってくる。条件式(3)は、第3レンズ群U3を構成するすべてのレンズの材料の比重S*G*の平均値を適切に規定して、第3レンズ群U3を軽量化するための条件である。

【0023】

図18に示すように、第3レンズ群U3はズーム中間で軸上マージナル光線が高い位置を通る。また、(30)式から、結像倍率3が比較的大きくなるズーム中間から望遠端にかけて軸上色収差への影響が大きくなる。この傾向はズーム比が大きくなるほど顕著になってくる。条件式(1)、(2)を満たすように第3レンズ群U3の各レンズの材料を選択すると、正レンズとしてはアッペ数60~100程度で部分分散比g*F*が大きく、異常分散性g*F*が正に大きい光学材料、いわゆる異常分散材料を多用する必要がある。異常分散材料とは、例えば商品名S-FPL51((株)オハラ製)、商品名S-FPL53((株)オハラ製)等の材料で、屈折率1.4~1.6、アッペ数60~96、比重3.5~4.6の範囲のものが多い。萤石等の結晶材料も異常分散材料であるが、線膨

10

20

30

40

50

張係数や屈折率の温度依存性が光学ガラスに対し大きく、環境温度に対する光学性能変化が大きいために第3レンズ群U3には通常使用しない。また、負レンズとしてはアッペ数28以下のガラス材料を用いる必要があるが、その比重は3.0以上の範囲に分布している。したがって、正レンズ4枚以上、負レンズ1枚の構成での平均比重は3.4以上となつてしまう。

【0024】

条件式(3)の上限値を超えると第3レンズ群U3の質量が増大して変倍操作時の駆動トルクが増え、操作性が悪化してしまう。条件式(3)の下限値を超えると第3レンズ群U3の質量は低減するが、正レンズとして異常分散性の材料を使用する割合を減らすこととなり、条件式(1)を満たすことが困難となってくる。更に好ましくは条件式(1a)、(2)、(3)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$-1.45 \times 10^{-3} > (p_a - n_a) / (p_a - n_a) > -1.67 \times 10^{-3}$$

••• (1b)

$$4.8 < p_a - n_a < 5.2 \quad \cdots \quad (2a)$$

$$3.00 < S_G a_3 < 3.15 \quad \cdots \quad (3a)$$

以上のように各実施例によれば第3レンズ群U3を軽量化しつつ軸上色収差及び倍率色収差等を適切に補正し、ズーム全域で良好なる光学性能を有するズームレンズが得られるが更に好ましくは、以下の条件のうち少なくとも1以上を満足するのが良い。

【0025】

第3レンズ群U3に含まれるレンズのうち、材料のアッペ数がもっとも小さい負レンズの焦点距離、材料のアッペ数、部分分散比を順にf_{3n}、n、nとする。また材料のアッペ数がもっとも大きい正レンズの焦点距離、材料のアッペ数、部分分散比を順にf_{3p}、p、pとする。第1レンズ群U1、第2レンズ群U2、第3レンズ群U3の焦点距離を順にf₁、f₂、f₃とする。第3レンズ群U3に含まれる正レンズの屈折力の合計値をp、第3レンズ群U3に含まれる負レンズの屈折力の合計値をnとする。第3レンズ群U3の屈折力を3とする。第3レンズ群U3に含まれる正レンズのうち、少なくとも1枚の正レンズG_{3p1}の材料のアッペ数、部分分散比、屈折率、比重を順に、3_{p1}、3_{p1}、N_{3p1}、S_{G3p1}とする。第3レンズ群U3に含まれる正レンズのうち、正レンズG_{3p1}以外の少なくとも1枚の正レンズG_{3p2}の材料のアッペ数、部分分散比、屈折率、比重を順に、3_{p2}、3_{p2}、N_{3p2}、S_{G3p2}とする。第3レンズ群U3に含まれる1枚の負レンズG_{3n1}の材料のアッペ数、部分分散比、屈折率、比重を順に、3_{n1}、3_{n1}、N_{3n1}、S_{G3n1}とする。ズームレンズの広角端と望遠端における焦点距離を各々f_{wide}、f_{tele}とする。このとき、以下の条件式のうち1以上を満足するのが良い。

【0026】

$$-1.2 \times 10^{-3} < (p - n) / (p - n) < -1.1 \times 10^{-3}$$

••• (4)

$$0.8 < (1/f_3) / (1/f_{3p} - 1/f_{3n}) < 1.1 \quad \cdots \quad (5)$$

$$1.6 < p / 3 < 1.7 \quad \cdots \quad (6)$$

$$-0.6 \leq n / 3 \leq -0.4 \quad \cdots \quad (7)$$

$$6.0 < 3_{p1} < 7.5 \quad \cdots \quad (8)$$

$$0.53 < 3_{p1} < 0.54 \quad \cdots \quad (9)$$

$$1.55 < N_{3p1} < 1.65 \quad \cdots \quad (10)$$

$$3.0 < S_{G3p1} < 3.2 \quad \cdots \quad (11)$$

$$6.0 < 3_{p2} < 7.5 \quad \cdots \quad (12)$$

$$0.52 < 3_{p2} < 0.54 \quad \cdots \quad (13)$$

$$1.45 < N_{3p2} < 1.55 \quad \cdots \quad (14)$$

$$2.4 < S_{G3p2} < 2.6 \quad \cdots \quad (15)$$

$$2.0 < 3_{n1} < 2.8 \quad \cdots \quad (16)$$

10

20

30

40

50

0 . 6 < 3_{n1} < 0 . 6 1 5 . . . (1 7)
 1 . 7 < N 3_{n1} < 2 . 0 . . . (1 8)
 3 . 0 < S G 3_{n1} < 3 . 7 . . . (1 9)
 1 4 . 5 < f t e l e / f 3 < 1 7 . 0 . . . (2 0)
 2 7 < f 1 · f 3 / f 2² < 2 9 . . . (2 1)
 9 . 5 < | f 1 / f 2 | < 1 1 . . . (2 2)
 3 . 9 < f t e l e / f 1 < 6 . . . (2 3)
 2 4 < f 1 / f w i d e < 3 0 . . . (2 4)

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。

【 0 0 2 7 】

条件式(4)、(5)は、第3レンズ群U3における二次スペクトルの補正に最も効果的な正レンズと負レンズの材料のアッベ数および部分分散比を適切に規定して、ズーム中間から望遠端において軸上色収差の変動を良好に補正するための条件である。条件式(4)は、第3レンズ群U3を構成するレンズのうち、特に第3レンズ群U3における二次スペクトルの補正に最も効果的な正レンズと負レンズの材料のアッベ数および部分分散比の条件を規定している。条件式(4)の下限を越えると、第3レンズ群U3における二次スペクトルの補正効果が不足してしまい、高倍率化(高ズーム比化)を達成しながらズーム中間から望遠端における軸上色収差の変動を良好に補正することが困難となってくる。条件式(4)の上限を越えると、第3レンズ群U3における二次スペクトルの補正効果は良好となるが、第3レンズ群U3の構成レンズの材料の選択が困難となって、条件式(1)、(2)、(3)を両立することが困難となってくる。

【 0 0 2 8 】

条件式(5)は、第3レンズ群U3全体の屈折力と、第3レンズ群U3における二次スペクトルの補正に最も効果的な正レンズと負レンズの屈折力との関係を規定している。条件式(5)の上限を越えると、第3レンズ群U3における二次スペクトルの補正が不足してしまい、高倍率化(高ズーム比化)を達成しながらズーム中間から望遠端における軸上色収差の変動を良好に補正することが困難となってくる。条件式(5)の下限を越えると、第3レンズ群U3における二次スペクトルの補正是良好となるが、焦点距離f_{3p}および焦点距離f_{3n}の絶対値が小さくなつて屈折力が大きくなり、レンズの体積および質量が増大してしまう。条件式(6)、(7)は、第3レンズ群U3全体に対する、第3レンズ群U3内の正レンズおよび負レンズの屈折力の比を規定して、ズーム中間から望遠端において軸上色収差の変動を良好に補正するための条件である。条件式(6)は、第3レンズ群U3全体の屈折力に対する、第3レンズ群U3内の正レンズの屈折力の比を規定している。条件式(7)は第3レンズ群U3全体の屈折力に対する第3レンズ群U3内の負レンズの屈折力の比を規定している。条件式(6)の下限および条件式(7)の上限を超えると、第3レンズ群U3における二次スペクトルの補正効果が不足してしまい、高倍率化(高ズーム比化)を達成しながらズーム中間から望遠端における軸上色収差の変動を良好に補正することが困難となってくる。

【 0 0 2 9 】

条件式(8)乃至(19)は第3レンズ群U3を構成する各レンズの材料に関する条件であつて、これらを満たす材料を使用することにより条件式(1)、(2)、(3)をバランス良く両立することが容易となる。また2次スペクトルを良好に補正することが容易になる。条件式(8)乃至(11)は第3レンズ群U3に使用する正レンズG_{3p1}の材料の光学特性を規定するものである。これらの条件式は正の異常分散性をもちかつ比較的低比重の材料を使用することを規定している。第3レンズ群U3中の正レンズのうち少なくとも1枚の正レンズG_{3p1}はこれらの条件式(8)乃至(11)を満たすことが望ましい。条件式(12)乃至(15)は第3レンズ群U3に使用する正レンズG_{3p2}の材料の光学特性を規定するものである。異常分散性が小さいが低比重の材料を使用することにより、比重の平均値SGaを低減して条件式(3)を満たすのに効果的である。第3レンズ群U3中の正レンズのうち少なくとも1枚の正レンズG_{3p2}はこれらの条件式(1)

10

20

30

40

50

2)乃至(15)を満たすことが望ましい。

【0030】

条件式(16)乃至(19)は第3レンズ群U3に使用する負レンズのうち少なくとも1つの負レンズG_{3n1}の材料の光学特性を規定するものである。これらの条件式を満足することによって第3レンズ群U3内における2次スペクトルを良好に補正している。条件式(20)乃至(24)は各レンズ群の屈折力の関係を規定して、100倍以上の高倍率化(高ズーム比化)と高い光学性能、全系の小型化を両立するための諸条件を規定している。条件式(20)は、望遠端の焦点距離と第3レンズ群U3の焦点距離の比を規定することにより、高倍率化(高ズーム比化)を達成しながら変倍(ズーミング)に伴う収差変動を良好に補正するためのものである。条件式(20)の下限を超えると第3レンズ群U3の屈折力は小さくなり、光学性能には有利となるが、変倍による移動レンズ群のストロークが増大して全系が大型化してしまう。条件式(20)の上限を超えると第3レンズ群U3の屈折力が大きくなりすぎ、変倍(ズーミング)に伴う収差変動が増大してくる。
10

【0031】

条件式(21)は、第1レンズ群U1・第2レンズ群U2・第3レンズ群U3の焦点距離の関係を規定することにより、高倍率化(高ズーム比化)を達成しながらズームストロークを低減して全系の小型化を図るための条件である。条件式(21)の下限を超えると第2レンズ群U2の焦点距離が小さくなりすぎ、小型化には有利となるが、変倍(ズーミング)に伴う収差変動が増大してくる。条件式(21)の上限を超えると光学性能は良好となるが、変倍による移動レンズ群のストロークが増大して全系が大型化してしまう。条件式(22)は、第1レンズ群U1の焦点距離と第2レンズ群U2の焦点距離の比を規定するものである。条件式(22)を満足することにより、軸上色収差を良好に補正しながら変倍に伴う移動レンズ群のストロークを低減し、100倍以上の高倍率化(高ズーム比化)を達成しながらレンズ全長を短縮している。条件式(22)の下限を超えると変倍による移動レンズ群のストロークが増大して全系が大型化してしまう。条件式(22)の上限を超えると全系の小型化には有利であるが、変倍(ズーミング)に伴う収差変動が増大する。
20

【0032】

条件式(23)は、望遠端の焦点距離と第1レンズ群U1の焦点距離の比を規定することにより、高倍率化(高ズーム比化)を達成しながら軸上色収差を良好に補正している。条件式(23)の下限を超えると第1レンズ群U1の焦点距離が増大して、100倍以上の高倍率化(高ズーム比化)と全系の小型化を図るのが困難となってくる。条件式(23)の上限を超えると全系の小型化には有利であるが、望遠端における光学性能、特に軸上色収差を良好に補正することが困難となってくる。条件式(24)は、第1レンズ群U1の焦点距離と広角端における焦点距離の比を規定している。条件式(24)の下限を超えると全系の小型化には有利であるが、広角端において広画角化が困難となってくる。条件式(24)の上限を超えると広角端における広画角化には有利であるが、第1レンズ群U1の有効径が増大し全系の小型化が困難となってくる。更に好ましくは条件式(4)乃至(7)、(20)乃至(24)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。
30

【0033】

$$\begin{aligned} -1.18 \times 10^{-3} < (p - n) / (p - n) < -1.1 \times 10^{-3} \\ &\quad \cdots \quad (4a) \\ 0.85 < (1/f_3) / (1/f_3 p - 1/f_3 n) < 1.08 \quad \cdots \quad (5a) \\ 1.603 < p / 3 < 1.690 \quad \cdots \quad (6a) \\ -0.56 \leq n / 3 \leq -0.44 \quad \cdots \quad (7a) \\ 14.51 < f_{tele} / f_3 < 16.90 \quad \cdots \quad (20a) \\ 27.02 < f_1 \cdot f_3 / f_2^2 < 28.80 \quad \cdots \quad (21a) \\ 9.7 < |f_1 / f_2| < 10.5 \quad \cdots \quad (22a) \\ 3.9 < f_{tele} / f_1 < 5.0 \quad \cdots \quad (23a) \\ 24.5 < f_1 / f_{wide} < 29.5 \quad \cdots \quad (24a) \end{aligned}$$

10

20

30

40

50

各実施例において第3レンズ群U3は物体側から像側へ順に、両凸形状の正レンズ、両凸形状の正レンズ、物体側の面が凸でメニスカス形状の負レンズ、物体側の面が凸形状の正レンズ、物体側の面が凸形状の正レンズで構成している。または第3レンズ群U3は物体側から像側へ順に、両凸形状の正レンズ、両凸形状の正レンズ、両凸形状の正レンズ、物体側の面が凹形状の負レンズ、物体側の面が凸形状の正レンズで構成している。これによって第3レンズ群U3より発生する2次スペクトルを軽減し、ズーミングに伴う色収差の変動を少なくし、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るのを容易にしている。

【0034】

次に各実施例のレンズ構成のうち前述した特徴以外の特徴について説明する。

[実施例1]

まず実施例1における第3レンズ群U3の構成について説明する。第3レンズ群U3は数値実施例1において第18面～第26面に対応する。第3レンズ群U3は物体側より順に、両凸形状の正レンズG1、両凸形状の正レンズG2、物体側に凸のメニスカス形状の負レンズG3、両凸形状の正レンズG4、両凸形状の正レンズG5で構成される。正レンズG1の像側の面は非球面形状である。正レンズG5の物体側の面は非球面形状である。負レンズG3と正レンズG4は接合されている。なお、正レンズG2は正レンズG3_{p1}に相当し、条件式(8)、(9)、(10)、(11)を満足している。正レンズG1および正レンズG5は正レンズG3_{p2}に相当し、条件式(12)、(13)、(14)、(15)を満足している。負レンズG3は条件式(16)、(17)、(18)、(19)を満足している。

【0035】

本実施例のズームレンズは、以下物体側から像側へ順に、第1レンズ群U1は像側が凹形状の負レンズ、物体側が凸形状の3つの正レンズ、物体側が凸でメニスカス形状の正レンズの5つのレンズより成っている。第2レンズ群U2は、像側が凹形状の負レンズ、両凹形状の負レンズと物体側が凸形状の正レンズとを接合した接合レンズ、物体側が凹形状の負レンズの4つのレンズより成っている。第4レンズ群U4は、正レンズと負レンズを含む全体として12枚のレンズより成っている。本実施例の各条件式の対応値を表1に示す。数値実施例1はいずれの条件式も満足している。本実施例は、100倍の高倍率化(高ズーム比化)を達成しながらレンズ全長が短く、高い光学性能を達成し、ズーム駆動トルクが小さく操作性が良好なズームレンズを達成している。

【0036】

本実施例の第2レンズ群U2、第3レンズ群U3の質量W2、W3は、各レンズの有効径最大値に基づいて計算した値で

$$W_2 = 142 \text{ (g)}$$

$$W_3 = 665 \text{ (g)}$$

である。

$$e_a2 = 43.858$$

$$e_a3 = 86.273$$

$$b_d2 = 25.392$$

$$b_d3 = 59.152$$

より、(33)式の係数Cは各々、

$$C(\text{第2レンズ群}) = 0.744$$

$$C(\text{第3レンズ群}) = 0.626$$

となる。また、広角端から望遠端までの変倍時の移動量m2、m3は、

$$m_2 = 174.59 \text{ (mm)}$$

$$m_3 = 83.76 \text{ (mm)}$$

であって、仕事量Tは、

$$T = 8.05 \times 10^4 \text{ (g} \cdot \text{mm)}$$

である。

【0037】

10

20

30

40

50

[実施例2]

実施例2において、第1レンズ群U1から第4レンズ群U4までのレンズ構成における各レンズの形状、非球面等は実施例1と同じである。そして実施例1と同様の効果を得ている。正レンズG2(正レンズG3_{p1}に相当)は、条件式(8)、(9)、(10)、(11)を満足している。正レンズG1、G5(正レンズG3_{p2}に相当)は、条件式(12)、(13)、(14)、(15)を満足している。負レンズG3は条件式(16)、(17)、(18)、(19)を満足している。

【0038】

本実施例の第2レンズ群U2、第3レンズ群U3の質量W2、W3は、各レンズの有効径最大値に基づいて計算した値で

10

$$W_2 = 133 \text{ (g)}$$

$$W_3 = 655 \text{ (g)}$$

である。

$$e_a_2 = 44.113$$

$$e_a_3 = 85.427$$

$$b_d_2 = 25.925$$

$$b_d_3 = 59.725$$

より、(33)式の係数Cは各々、

$$C(\text{第2レンズ群}) = 0.678$$

$$C(\text{第3レンズ群}) = 0.623$$

20

となる。また、広角端から望遠端までの変倍時の移動量m2、m3は、

$$m_2 = 167.45 \text{ (mm)}$$

$$m_3 = 81.55 \text{ (mm)}$$

であって、仕事量Tは、

$$T = 7.57 \times 10^4 \text{ (g} \cdot \text{mm)}$$

である。

【0039】

[実施例3]

実施例3において、第1レンズ群U1から第4レンズ群U4までのレンズ構成における各レンズの形状、非球面等は実施例1と同じである。そして実施例1と同様の効果を得ている。正レンズG2(正レンズG3_{p1}に相当)は、条件式(8)、(9)、(10)、(11)を満足している。正レンズG1、G5(正レンズG3_{p2}に相当)は、条件式(12)、(13)、(14)、(15)を満足している。負レンズG3は条件式(16)、(17)、(18)、(19)を満足している。

30

【0040】

本実施例の第2レンズ群U2、第3レンズ群U3の質量W2、W3は、各レンズの有効径最大値に基づいて計算した値で

$$W_2 = 136 \text{ (g)}$$

$$W_3 = 686 \text{ (g)}$$

である。

$$e_a_2 = 44.607$$

$$e_a_3 = 88.625$$

$$b_d_2 = 26.428$$

$$b_d_3 = 57.188$$

40

より、(33)式の係数Cは各々、

$$C(\text{第2レンズ群}) = 0.758$$

$$C(\text{第3レンズ群}) = 0.633$$

となる。また、広角端から望遠端までの変倍時の移動量m2、m3は、

$$m_2 = 198.14 \text{ (mm)}$$

$$m_3 = 101.94 \text{ (mm)}$$

50

であって、仕事量 T は、

$$T = 9.69 \times 10^4 \quad (\text{g} \cdot \text{mm})$$

である。

【0041】

[実施例4]

実施例4において、第1レンズ群U1から第4レンズ群U4までのレンズ構成における各レンズの形状、非球面等は実施例1と同じである。そして実施例1と同様の効果を得ている。正レンズG2(正レンズG3_{p1}に相当)は、条件式(8)、(9)、(10)、(11)を満足している。正レンズG1、G5(正レンズG3_{p2}に相当)は、条件式(12)、(13)、(14)、(15)を満足している。負レンズG3は条件式(16)、(17)、(18)、(19)を満足している。10

【0042】

本実施例の第2レンズ群U2、第3レンズ群U3の質量W2、W3は、各レンズの有効径最大値に基づいて計算した値で

$$W_2 = 142 \quad (\text{g})$$

$$W_3 = 665 \quad (\text{g})$$

である。

$$e_a_2 = 44.048$$

$$e_a_3 = 90.039$$

$$b_d_2 = 26.921$$

$$b_d_3 = 62.469$$

より、(33)式の係数Cは各々、20

$$C(\text{第2レンズ群}) = 0.741$$

$$C(\text{第3レンズ群}) = 0.609$$

となる。また、広角端から望遠端までの変倍時の移動量m2、m3は、

$$m_2 = 176.27 \quad (\text{mm})$$

$$m_3 = 89.14 \quad (\text{mm})$$

であって、仕事量Tは、

$$T = 8.43 \times 10^4 \quad (\text{g} \cdot \text{mm})$$

である。30

【0043】

[実施例5]

実施例5における第3レンズ群U3の構成について説明する。第3レンズ群U3は数値実施例5において第18面～第26面に対応する。第3レンズ群U3は物体側より順に、両凸形状の正レンズG1、両凸形状の正レンズG2、両凸形状の正レンズG3、物体側の面が凹形状の負レンズG4、両凸形状の正レンズG5で構成される。正レンズG1の像側の面は非球面形状である。正レンズG5の物体側の面は非球面形状である。正レンズG3と正レンズG4は接合されている。なお、正レンズG2は正レンズG3_{p1}に相当し、条件式(8)、(9)、(10)、(11)を満足している。正レンズG1および正レンズG5は正レンズG3_{p2}に相当し、条件式(12)、(13)、(14)、(15)を満足している。負レンズG4は条件式(16)、(17)、(18)、(19)を満足している。本実施例のズームレンズは、以下物体側から像側へ順に、第1レンズ群U1は像側が凹形状の負レンズ、物体側が凸形状の3つの正レンズ、物体側が凸でメニスカス形状の正レンズの5つのレンズより成っている。第2レンズ群U2は、像側が凹形状の負レンズ、両凹形状の負レンズと物体側が凸形状の正レンズとを接合した接合レンズ、物体側が凹形状の負レンズの4つのレンズより成っている。第4レンズ群U4は、正レンズと負レンズを含む全体として12枚のレンズより成っている。40

【0044】

本実施例の各条件式の対応値を表1に示す。数値実施例5はいずれの条件式も満足している。本実施例は、100倍の高倍率化を達成しながらレンズ全長が短く、高い光学性能50

を達成し、ズーム駆動トルクが小さく操作性が良好なズームレンズを達成している。本実施例の第2レンズ群U2、第3レンズ群U3の質量W2、W3は、各レンズの有効径最大値に基づいて計算した値で

$$W_2 = 138 \text{ (g)}$$

$$W_3 = 649 \text{ (g)}$$

である。

$$e_a 2 = 44.072$$

$$e_a 3 = 85.210$$

$$b_d 2 = 24.851$$

$$b_d 3 = 59.354$$

10

より、(33)式の係数Cは各々、

$$C(\text{第2レンズ群}) = 0.736$$

$$C(\text{第3レンズ群}) = 0.624$$

となる。また、広角端から望遠端までの変倍時の移動量m2、m3は、

$$m_2 = 174.59 \text{ (mm)}$$

$$m_3 = 83.76 \text{ (mm)}$$

であって、仕事量Tは、

$$T = 7.85 \times 10^4 \text{ (g · mm)}$$

である。

【0045】

20

[実施例6]

実施例6において、第1レンズ群U1から第4レンズ群U4までのレンズ構成における各レンズの形状、非球面等は実施例1と同じである。そして実施例1と同様の効果を得ている。正レンズG2(正レンズG3_{p1}に相当)は、条件式(8)、(9)、(10)、(11)を満足している。正レンズG1、G5(正レンズG3_{p2}に相当)は、条件式(12)、(13)、(14)、(15)を満足している。負レンズG3は条件式(16)、(17)、(18)、(19)を満足している。本実施例の第2レンズ群U2、第3レンズ群U3の質量W2、W3は、各レンズの有効径最大値に基づいて計算した値で

$$W_2 = 141 \text{ (g)}$$

$$W_3 = 673 \text{ (g)}$$

30

である。

$$e_a 2 = 43.858$$

$$e_a 3 = 85.734$$

$$b_d 2 = 25.245$$

$$b_d 3 = 60.238$$

より、(33)式の係数Cは各々、

$$C(\text{第2レンズ群}) = 0.743$$

$$C(\text{第3レンズ群}) = 0.649$$

となる。また、広角端から望遠端までの変倍時移動量m2、m3は、

$$m_2 = 174.59 \text{ (mm)}$$

40

$$m_3 = 83.76 \text{ (mm)}$$

であって、仕事量Tは、

$$T = 8.10 \times 10^4 \text{ (g · mm)}$$

である。

【0046】

[実施例7]

実施例7における第3レンズ群U3の構成について説明する。第3レンズ群U3は数値実施例7において第18面～第26面に対応する。第3レンズ群U3は物体側より順に、両凸形状の正レンズG1、両凸形状の正レンズG2、物体側に凸のメニスカス形状の負レンズG3、両凸形状の正レンズG4、両凸形状の正レンズG5で構成される。正レンズG

50

1の像側の面は非球面形状である。正レンズG5の物体側の面は非球面形状である。負レンズG3と正レンズG4は接合されている。なお、正レンズG1および正レンズG2は正レンズG3_{p1}に相当し、条件式(8)、(9)、(10)、(11)を満足している。正レンズG5は正レンズG3_{p2}に相当し、条件式(12)、(13)、(14)、(15)を満足している。負レンズG3は条件式(16)、(17)、(18)、(19)を満足している。本実施例において第1レンズ群U1、第2レンズ群U2、第4レンズ群U4のレンズ構成における各レンズの形状は実施例1と同じである。本実施例の各条件式の対応値を表1に示す。数値実施例7はいずれの条件式も満足している。本実施例は、100倍の高倍率化を達成しながらレンズ全長が短く、高い光学性能を達成し、ズーム駆動トルクが小さく操作性が良好なズームレンズを達成している。

10

【0047】

本実施例の第2レンズ群U2、第3レンズ群U3の質量W2、W3は、各レンズの有効径最大値に基づいて計算した値で

$$W_2 = 142 \text{ (g)}$$

$$W_3 = 692 \text{ (g)}$$

である。

$$e_a_2 = 43.871$$

$$e_a_3 = 85.894$$

$$b_d_2 = 25.430$$

$$b_d_3 = 58.807$$

20

より、(33)式の係数Cは各々、

$$C(\text{第2レンズ群}) = 0.743$$

$$C(\text{第3レンズ群}) = 0.652$$

となる。また、広角端から望遠端までの変倍時移動量m2、m3は、

$$m_2 = 174.59 \text{ (mm)}$$

$$m_3 = 83.76 \text{ (mm)}$$

であって、仕事量Tは、

$$T = 8.28 \times 10^4 \text{ (g} \cdot \text{mm)}$$

である。

【0048】

30

図17は各実施例のズームレンズを撮影光学系として用いた撮像装置(テレビカメラシステム)の要部概略図である。図17において101は実施例1~7のいずれか1つのズームレンズである。124はカメラである。ズームレンズ101はカメラ124に対して着脱可能になっている。125はカメラ124にズームレンズ101を装着することにより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、変倍部LZ、結像用の第4レンズ群Rを有している。第1レンズ群Fは合焦用レンズ群が含まれている。変倍部LZは変倍の為に光軸上を移動する第2レンズ群と、変倍に伴う像面変動を補正する為に光軸上を移動する第3レンズ群が含まれている。

【0049】

40

S Pは開口絞りである。第4レンズ群Rは光路中より挿抜可能なレンズユニットIEを有している。レンズユニットIEはズームレンズ101の全系の焦点距離範囲を変移している。尚、レンズユニットIEを有していないても良い。114、115は、各々第1レンズ群F、変倍部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及び開口絞りSPを電動駆動するモータ(駆動手段)である。119~121は、第1レンズ群Fの位置、変倍部LZの光軸上の位置、開口絞りSPの絞り径を検出する為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。カメラ124において、109はカメラ124内の光学フィルターや色分解プリズムに相当するガラスプロック、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センサ等の固体撮像素子(光電変換素子)である。また、111、122はカメラ124及びズームレンズ本体101の各種の駆

50

動を制御するCPUである。このように本発明のズームレンズをテレビカメラに適用することにより、高い光学性能を有する撮像装置を実現している。

【0050】

以下に本発明の実施例1に対応する数値実施例1を示す。各数値実施例においていざれも、 i は物体側からの面の順序を示し、 r_i は物体側より第*i*番目の面の曲率半径、 d_i は物体側より第*i*番目と第*i*+1番目の間隔、 $n_{d,i}$ 、 d_i は第*i*番目の光学部材の屈折率とアッベ数である。焦点距離、Fナンバー、画角はそれぞれ無限遠物体に焦点を合わせたときの値を表している。BFは空気換算のバックフォーカスである。最後の3つの面は、フィルター等のガラスブロックである。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を円錐常数、A4、A6、A8をそれぞれ非球面係数としたとき、次式で表している。例えば「e-Z」は「 $\times 10^{-Z}$ 」を意味する。また前述した各条件式(1)乃至(7)、(20)乃至(24)、(34)と各数値実施例との対応値を表-1に示す。

【0051】

【数1】

$$X = \frac{H^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(H/R)^2}} + A4H^4 + A6H^6 + A8H^8$$

10

20

【0052】

[数値実施例1]

面番号	r	d	nd	d	gF	有効径	焦点距離	比重
1	13126.78386	6.00000	1.834000	37.16	0.5775	194.297	-427.550	4.43
2	349.23049	2.00000	1.000000	0.00	0.0000	189.672	0.000	
3	349.23049	25.50282	1.433870	95.10	0.5373	190.730	493.998	3.18
4	-546.12372	21.13862	1.000000	0.00	0.0000	191.304	0.000	
5	332.97759	20.41429	1.433870	95.10	0.5373	194.094	642.135	3.18
6	-1700.49807	0.25000	1.000000	0.00	0.0000	193.647	0.000	
7	280.68012	18.30426	1.433870	95.10	0.5373	188.770	692.758	3.18
8	4016.26759	0.25000	1.000000	0.00	0.0000	187.583	0.000	
9	163.31805	16.20661	1.438750	94.99	0.5342	174.290	714.824	3.62
10	329.54028	(可変)	1.00000	0.00	0.0000	172.423	0.000	
11	2039.48287	2.00000	2.003300	28.30	0.5980	41.829	-43.963	5.23
12	43.50671	7.60062	1.000000	0.00	0.0000	37.318	0.000	
13	-63.56307	2.00000	1.882997	40.76	0.5667	37.391	-30.772	5.52
14	48.65332	10.39620	1.922860	18.90	0.6495	40.653	32.163	3.58
15	-70.47371	1.39481	1.000000	0.00	0.0000	41.549	0.000	
16	-56.93730	2.00000	1.882997	40.76	0.5667	41.577	-62.788	5.52
17*	2752.83143	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	43.858	0.000	
18	110.71865	12.04739	1.487490	70.23	0.5300	82.705	220.491	2.46
19*-4017.34203	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	83.412	0.000		
20	100.82507	14.56409	1.592010	67.02	0.5357	86.273	139.821	3.14
21	-446.35300	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	85.783	0.000	
22	126.36755	2.50000	1.902000	25.10	0.6117	82.108	-134.581	3.64
23	61.62355	20.34015	1.438750	94.99	0.5342	77.166	119.530	3.62
24	-321.98550	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	76.147	0.000	

30

40

50

25*	99.28922	9.10082	1.487490	70.23	0.5300	72.714	193.721	2.46
26	-2013.87176	(可变)	1.000000	0.00	0.0000	71.208	0.000	
27	0.00000	2.26339	1.000000	0.00	0.0000	33.102	0.000	
28	-267.02462	1.40000	1.816000	46.62	0.5568	31.872	-33.941	5.07
29	31.15050	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	30.117	0.000	
30	29.66362	5.93915	1.846660	23.78	0.6205	30.286	44.717	3.54
31	120.11267	6.93796	1.000000	0.00	0.0000	29.335	0.000	
32	-53.21720	1.40000	1.882997	40.76	0.5667	27.426	-86.207	5.52
33	-176.68051	3.39956	1.000000	0.00	0.0000	27.493	0.000	10
34	-50.37470	1.80000	1.754998	52.32	0.5476	27.306	-40.380	4.40
35	79.32177	3.13915	1.846660	23.78	0.6205	28.246	182.350	3.54
36	158.52232	3.03000	1.000000	0.00	0.0000	28.650	0.000	
37	0.00000	17.05480	1.620411	60.29	0.5426	29.764	113.609	3.59
38	-70.76337	5.67752	1.000000	0.00	0.0000	34.009	0.000	
39	1337.70451	6.61715	1.487490	70.23	0.5300	35.220	94.702	2.46
40	-47.90718	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	35.512	0.000	
41	319.44763	1.60000	1.882997	40.76	0.5667	34.464	-47.937	5.52
42	37.47929	10.11928	1.487490	70.23	0.5300	33.513	47.068	2.46
43	-54.39529	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	33.607	0.000	
44	373.09953	8.43170	1.567322	42.80	0.5730	32.682	47.242	2.57
45	-28.80948	1.60000	1.882997	40.76	0.5667	31.991	-32.378	5.52
46	16014.69149	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	32.335	0.000	
47	63.58274	8.00061	1.487490	70.23	0.5300	32.573	56.468	2.46
48	-46.81734	14.00000	1.000000	0.00	0.0000	32.256	0.000	
49	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	60.000	0.000	3.32
50	0.00000	13.20000	1.516330	64.15	0.5352	60.000	0.000	2.52
51	0.00000	0.00000	1.000000	0.00	0.0000	60.000	0.000	

像面

30

非球面データ

第17面

K = -2.53234e+004 A 4=-3.70721e-007 A 6=-2.42750e-010
A 8= 2.80767e-013

第19面

K = 5.22565e+003 A 4=-1.12605e-008 A 6= 8.18017e-011
A 8=-4.29759e-015

40

第25面

K = -5.12109e-001 A 4=-7.37630e-007 A 6=-6.26418e-011
A 8=-9.73848e-015

各種データ

ズーム比	100.00		
	広角	中間	望遠
焦点距離	9.30	351.12	930.00
Fナンバー	1.85	1.85	4.90
画角	30.60	0.90	0.34

50

像高	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	624.41	624.41	624.41
BF	12.00	12.00	12.00

d10	3.09	168.18	177.68
d17	262.30	44.50	3.95
d26	3.00	55.71	86.76
d51	12.00	12.00	12.00

入射瞳位置	123.74	2940.12	10364.59
射出瞳位置	448.99	448.99	448.99
前側主点位置	133.24	3573.36	13273.80
後側主点位置	2.70	-339.12	-918.00

10

ズームレンズ群データ

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	237.80	110.07	60.15	-20.18
2	11	-23.70	25.39	4.74	-11.59
3	18	64.00	59.15	16.96	-26.25
4	27	52.83	149.41	60.31	23.45

20

広角	中間	望遠	
2	-0.1274	-1.1278	-2.0589
3	-0.2524	-1.0760	-1.5611
4	1.2167	1.2167	1.2167

【0053】

[数値実施例2]

面番号	r	d	nd	d	gF	有効径	焦点距離	比重
1	-59209.87234	6.00000	1.834000	37.16	0.5775	190.520	-413.194	4.43
2	348.86239	2.00000	1.000000	0.00	0.0000	189.824	0.000	
3	348.78552	26.26582	1.433870	95.10	0.5373	190.927	479.337	3.18
4	-506.50514	19.75004	1.000000	0.00	0.0000	191.546	0.000	
5	345.41442	19.98864	1.433870	95.10	0.5373	194.392	658.985	3.18
6	-1654.74923	0.25000	1.000000	0.00	0.0000	193.975	0.000	
7	250.55070	20.31789	1.433870	95.10	0.5373	188.790	615.806	3.18
8	3783.83048	0.25000	1.000000	0.00	0.0000	187.557	0.000	
9	160.05543	16.24182	1.438750	94.99	0.5342	173.405	706.090	3.62
10	320.01220	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	171.516	0.000	

30

11	2200.92214	2.00000	2.003300	28.30	0.5980	41.207	-42.351	5.23
12	42.00926	7.68885	1.000000	0.00	0.0000	37.330	0.000	
13	-64.66888	2.00000	1.882997	40.76	0.5667	37.406	-30.041	5.52
14	46.08164	10.69387	1.922860	18.90	0.6495	40.778	31.347	3.58
15	-71.35208	1.54288	1.000000	0.00	0.0000	41.678	0.000	
16	-55.60701	2.00000	1.882997	40.76	0.5667	41.710	61.478	5.52
17*	3069.16685	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	44.113	0.000	

40

18	110.25935	11.88790	1.487490	70.23	0.5300	81.598	219.821	2.46
19*	-4181.77385	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	82.364	0.000	
20	99.22849	14.51011	1.592010	67.02	0.5357	85.427	137.778	3.14

50

21	-442.09371	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	84.963	0.000
22	111.45159	2.50000	1.902000	25.10	0.6117	81.126	-131.512 3.64
23	57.10610	20.81245	1.438750	94.99	0.5342	75.835	114.131 3.62
24	-368.94975	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	74.804	0.000
25*	92.42966	9.41442	1.487490	70.23	0.5300	71.485	180.933 2.46
26	-2013.64145	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	69.946	0.000
27	0.00000	2.56087	1.000000	0.00	0.0000	31.971	0.000
28	-157.95515	1.40000	1.816000	46.62	0.5568	30.694	-30.850 5.07
29	30.24880	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	29.078	0.000
30	29.05671	5.88736	1.846660	23.78	0.6205	29.256	41.528 3.54
31	144.99676	6.72196	1.000000	0.00	0.0000	28.412	0.000
32	-50.20387	1.40000	1.882997	40.76	0.5667	26.602	-64.455 5.52
33	-413.49656	3.11596	1.000000	0.00	0.0000	26.731	0.000
34	-65.21705	1.80000	1.754998	52.32	0.5476	26.777	-43.567 4.40
35	67.77384	3.34023	1.846660	23.78	0.6205	27.671	130.625 3.54
36	168.45074	3.03000	1.000000	0.00	0.0000	28.074	0.000
37	0.00000	17.58420	1.620411	60.29	0.5426	29.186	86.561 3.59
38	-53.91582	5.63638	1.000000	0.00	0.0000	33.313	0.000
39	1038.17812	5.88160	1.487490	70.23	0.5300	33.72	106.153 2.46
40	-54.55673	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	33.793	0.000
41	-274.77439	1.60000	1.882997	40.76	0.5667	33.088	-36.502 5.52
42	36.85598	10.61465	1.487490	70.23	0.5300	32.513	42.786 2.46
43	-43.84688	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	33.021	0.000
44	264.19125	8.15403	1.567322	42.80	0.5730	32.276	47.826 2.57
45	-30.08421	1.60000	1.882997	40.76	0.5667	31.759	-34.950 5.52
46	-1000.32815	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	32.208	0.000
47	57.42703	8.08317	1.487490	70.23	0.5300	32.509	55.335 2.46
48	-48.83156	14.00000	1.000000	0.00	0.0000	32.153	0.000
49	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	60.000	0.000 3.32
50	0.00000	13.20000	1.516330	64.15	0.5352	60.000	0.000 2.52
51	0.00000	0.00000	1.000000	0.00	0.0000	60.000	0.000

像面

非球面データ

第17面

K = -2.53234e+004 A 4=-4.62067e-007 A 6=-2.00582e-010
A 8= 2.43884e-013

第19面

K = 5.22565e+003 A 4=-4.02846e-008 A 6= 9.92927e-011
A 8=-6.38338e-015

第25面

K = 2.60804e-001 A 4=-9.02514e-007 A 6=-6.49789e-011
A 8=-1.22294e-014

各種データ

ズーム比 100.00

広角 中間 望遠

40

50

焦点距離	9.30	351.12	930.00
Fナンバー	1.85	1.85	4.90
画角	30.60	0.90	0.34
像高	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	614.76	614.76	614.76
BF	12.00	12.00	12.00

d10	2.59	160.94	170.04
d17	251.05	41.38	2.05
d26	3.00	54.32	84.55
d51	12.00	12.00	12.00

入射瞳位置	122.85	2912.07	10469.87
射出瞳位置	324.42	324.42	324.42
前側主点位置	132.43	3657.81	14168.28
後側主点位置	2.70	-339.12	-918.00

ズームレンズ群データ

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	229.37	111.06	59.82	-20.58
2	11	-22.90	25.93	4.83	-11.75
3	18	62.00	59.72	17.20	-26.57
4	27	48.37	149.41	57.65	23.74

広角	中間	望遠
2	-0.1283	-1.1384
3	-0.2542	-1.0820
4	1.2428	1.2428

【0054】

[数値実施例3]

面番号	r	d	nd	d	gF	有効径	焦点距離	比重
1	8580.34670	6.00000	1.834000	37.16	0.5775	217.612	-477.763	4.43
2	382.97159	2.00000	1.000000	0.00	0.0000	210.440	0.000	
3	382.97159	28.66209	1.433870	95.10	0.5373	210.296	521.870	3.18
4	-544.68674	25.54250	1.000000	0.00	0.0000	209.456	0.000	
5	364.55951	17.46964	1.433870	95.10	0.5373	197.157	797.717	3.18
6	-7088.91418	0.25000	1.000000	0.00	0.0000	195.795	0.000	
7	271.44130	18.85337	1.433870	95.10	0.5373	191.749	693.827	3.18
8	2642.65310	0.25000	1.000000	0.00	0.0000	190.588	0.000	
9	193.28776	14.65064	1.433870	95.10	0.5373	179.870	848.616	3.62
10	396.44818	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	178.134	0.000	

11	484.50183	2.00000	2.003300	28.30	0.5980	46.261	-43.419	5.23
12	40.19154	10.29951	1.000000	0.00	0.0000	40.308	0.000	
13	-47.28761	2.00000	1.654115	39.70	0.5737	40.050	-44.343	3.02
14	77.47528	8.85799	1.945950	17.98	0.6545	41.781	38.112	3.58
15	-65.22154	1.27003	1.000000	0.00	0.0000	42.506	0.000	
16	-55.49055	2.00000	1.882997	40.76	0.5667	42.465	-61.668	5.52
17*	4289.37254	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	44.607	0.000	

10

30

40

50

18	107.30400	12.85683	1.487490	70.23	0.5300	86.223	213.491	2.46
19*	-3743.62924	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	86.632	0.000	
20	96.90173	15.41719	1.592010	67.02	0.5357	88.625	140.483	3.14
21	-566.18035	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	87.838	0.000	
22	122.88192	2.50000	1.902000	25.10	0.6117	83.006	-137.995	3.64
23	61.52059	20.35818	1.438750	94.99	0.5342	77.447	121.724	3.62
24	-371.03769	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	75.887	0.000	
25*	209.60689	5.45536	1.487490	70.23	0.5300	73.614	402.027	2.46
26	-3154.16041	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	72.252	0.000	

10

27	0.00000	1.95542	1.000000	0.00	0.0000	34.366	0.000	
28	-718.56251	1.40000	1.816000	46.62	0.5568	33.308	-36.686	5.07
29	31.43087	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	31.569	0.000	
30	29.24862	6.25947	1.846660	23.78	0.6205	31.855	46.377	3.54
31	100.46675	7.16625	1.000000	0.00	0.0000	30.838	0.000	
32	-61.07095	1.40000	1.882997	40.76	0.5667	29.041	-724.860	5.52
33	-68.19904	2.95395	1.000000	0.00	0.0000	29.065	0.000	
34	-42.98928	1.80000	1.754998	52.32	0.5476	28.274	-70.790	4.40
35	-219.59227	2.10751	1.846660	23.78	0.6205	28.641	-315.949	3.54
36	-1178.57759	3.03000	1.000000	0.00	0.0000	28.890	0.000	
37	0.00000	14.35913	1.620411	60.29	0.5426	29.405	-193.162	3.59
38	120.31398	6.51006	1.000000	0.00	0.0000	30.966	0.000	
39	145.74489	7.98727	1.487490	70.23	0.5300	33.120	66.065	2.46
40	-40.77477	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	33.615	0.000	
41	-160.64933	1.60000	1.882997	40.76	0.5667	32.926	-50.544	5.52
42	62.58994	9.63935	1.487490	70.23	0.5300	32.814	53.614	2.46
43	-42.85503	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	33.288	0.000	
44	547.03292	8.55933	1.567322	42.80	0.5730	32.353	46.493	2.57
45	-27.71566	1.60000	1.882997	40.76	0.5667	31.764	-38.186	5.52
46	-155.75180	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	32.290	0.000	
47	52.60857	7.24608	1.487490	70.23	0.5300	32.245	64.799	2.46
48	-76.12896	14.00000	1.000000	0.00	0.0000	31.580	0.000	
49	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	60.000	0.000	3.32
50	0.00000	13.20000	1.516330	64.15	0.5352	60.000	0.000	2.52
51	0.00000	0.00000	1.000000	0.00	0.0000	60.000	0.000	

20

像面

非球面データ

第17面

K = -2.53234e+004 A 4=-4.02985e-007 A 6=-4.14640e-011
A 8= 1.18046e-013

40

第19面

K = 5.22565e+003 A 4= 1.22787e-007 A 6= 6.42331e-012
A 8= 4.26134e-015

第25面

K = -3.42181e+000 A 4=-6.47439e-007 A 6=-1.21058e-010
A 8= 4.63506e-015

50

各種データ

ズーム比	120.00		
	広角	中間	望遠
焦点距離	9.00	356.79	1080.00
Fナンバー	1.85	1.85	5.60
画角	31.43	0.88	0.29
像高	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	663.94	663.94	663.94
BF	12.00	12.00	12.00

10

d10	3.36	190.13	201.50
d17	301.71	54.46	1.63
d26	3.00	63.47	104.94
d51	12.00	12.00	12.00

入射瞳位置 130.16 3283.45 14387.39

射出瞳位置 530.76 530.76 530.7

前側主点位置 139.31 3885.62 17715.83

後側主点位置 3.00 -344.79 -1068.00

20

ズームレンズ群データ

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	263.71	113.68	64.95	-19.34
2	11	-26.50	26.43	4.80	-13.26
3	18	72.00	57.19	13.11	-27.56
4	27	56.43	146.57	63.38	16.09

広角	中間	望遠	
2	-0.1264	-1.1555	-2.2896
3	-0.2518	-1.0917	-1.6677
4	1.0726	1.0726	1.0726

30

[0 0 5 5]

「数值实施例 4」

面番号	r	d	nd	d	gF	有効径	焦点距離	比重
1	-11085.52629	6.00000	1.834000	37.16	0.5775	205.125	-422.466	4.43
2	366.39224	2.00000	1.000000	0.00	0.0000	197.981	0.000	
3	366.33521	27.00702	1.433870	95.10	0.5373	197.616	495.492	3.18
4	-511.80109	21.17174	1.000000	0.00	0.0000	196.448	0.000	
5	372.20232	19.83982	1.433870	95.10	0.5373	197.905	685.940	3.18
6	-1479.50066	0.25000	1.000000	0.00	0.0000	197.533	0.000	
7	245.68034	20.46217	1.433870	95.10	0.5373	192.222	630.509	3.18
8	2299.11088	0.25000	1.000000	0.00	0.0000	191.042	0.000	
9	168.82452	16.31057	1.433870	95.10	0.5373	177.785	727.609	3.62
10	351.25507	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	176.105	0.000	

40

11	601.98699	1.81818	2.003300	28.30	0.5980	43.832	-38.291	5.23
12	36.34175	8.31150	1.000000	0.00	0.0000	37.983	0.000	
13	-66.04016	1.81818	1.654115	39.70	0.5737	37.887	-37.497	3.02
14	39.82221	9.95263	1.945950	17.98	0.6545	41.447	32.763	3.58
15	-130.21287	3.20252	1.000000	0.00	0.0000	41.779	0.000	

16	-52.95646	1.81818	1.882997	40.76	0.5667	41.752	-58.376	5.52
17*	2514.09614	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	44.048	0.000	
18	110.19527	12.38646	1.487490	70.23	0.5300	86.358	218.931	2.46
19*	-3659.27977	0.18378	1.000000	0.00	0.0000	86.972	0.000	
20	101.36322	15.58187	1.592010	67.02	0.5357	90.039	138.934	3.14
21	-419.10578	0.18378	1.000000	0.00	0.0000	89.538	0.000	
22	72.55330	2.29730	1.902000	25.10	0.6117	82.665	-134.082	3.64
23	44.82067	25.61434	1.438750	94.99	0.5342	74.610	95.797	3.62
24	-580.79754	0.18378	1.000000	0.00	0.0000	73.026	0.000	10
25*	181.22978	6.03769	1.487490	70.23	0.5300	70.888	345.294	2.46
26	-2455.34903	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	69.375	0.000	
27	0.00000	2.23386	1.000000	0.00	0.0000	30.698	0.000	
28	-243.48684	1.40000	1.816000	46.62	0.5568	29.458	-29.216	5.07
29	26.64673	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	27.701	0.000	
30	25.99101	5.62244	1.846660	23.78	0.6205	27.873	40.300	3.54
31	95.22679	7.03139	1.000000	0.00	0.0000	26.997	0.000	
32	-44.06688	1.40000	1.882997	40.76	0.5667	25.323	-49.100	5.52
33	4251.06997	3.17771	1.000000	0.00	0.0000	25.589	0.000	20
34	-71.61515	1.80000	1.754998	52.32	0.5476	25.904	-70.470	4.40
35	212.95699	3.37045	1.846660	23.78	0.6205	26.750	120.407	3.54
36	-197.85090	3.03000	1.000000	0.00	0.0000	27.317	0.000	
37	0.00000	15.53311	1.620411	60.29	0.5426	28.392	351.927	3.59
38	-219.20299	5.66968	1.000000	0.00	0.0000	31.204	0.000	
39	174.52518	6.71463	1.487490	70.23	0.5300	32.714	78.283	2.46
40	-48.43461	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	32.964	0.000	
41	-387.96155	1.60000	1.882997	40.76	0.5667	32.308	-36.672	5.52
42	35.62364	10.67940	1.487490	70.23	0.5300	31.820	40.866	2.46
43	-41.06364	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	32.400	0.000	30
44	1254.75269	8.17618	1.567322	42.80	0.5730	31.744	46.655	2.57
45	-27.12766	1.60000	1.882997	40.76	0.5667	31.361	-35.540	5.52
46	-198.34409	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	32.161	0.000	
47	57.86726	8.08513	1.487490	70.23	0.5300	32.511	55.536	2.46
48	-48.85200	14.00000	1.000000	0.00	0.0000	32.152	0.000	
49	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	60.000	0.000	3.32
50	0.00000	13.20000	1.516330	64.15	0.5352	60.000	0.000	2.52
51	0.00000	0.00000	1.000000	0.00	0.0000	60.000	0.000	

像面

40

非球面データ

第17面

K = -2.53234e+004 A 4= 4.56143e-008 A 6=-4.01855e-010
A 8= 5.83466e-013

第19面

K = 5.22565e+003 A 4= 7.56908e-008 A 6= 4.43142e-011
A 8= 5.81615e-015

第25面

50

K = 7.06928e-001 A 4=-7.97058e-007 A 6=-3.06932e-011
A 8= 5.53078e-014

各種データ

ズーム比	120.00					
	広角	中間	望遠			
焦点距離	9.00	356.79	1080.00			
Fナンバー	1.85	1.85	5.60			
画角	31.43	0.88	0.29			
像高	5.50	5.50	5.50			10
レンズ全長	635.21	635.21	635.21			
BF	12.00	12.00	12.00			
d10	2.45	168.66	178.72			
d17	266.96	47.72	1.55			
d26	3.00	56.04	92.14			
d51	12.00	12.00	12.00			
入射瞳位置	125.04	3191.17	14549.27			
射出瞳位置	244.67	244.67	244.67			20
前側主点位置	134.39	4095.05	20642.20			
後側主点位置	3.00	-344.79	-1068.00			

ズームレンズ群データ

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	237.46	113.29	62.30	-19.91	
2	11	-23.00	26.92	5.64	-11.59	
3	18	64.00	62.47	14.86	-30.18	
4	27	44.10	148.12	54.98	21.94	
						30
広角		中間	望遠			
2	-0.1234	-1.1359	-2.2583			
3	-0.2507	-1.0794	-1.6435			
4	1.2254	1.2254	1.2254			

【0056】

[数値実施例5]

面番号	r	d	nd	d	gF	有効径	焦点距離	比重	
1	3465.41346	6.00000	1.834000	37.16	0.5775	191.463	-440.266	4.43	
2	333.65474	2.00000	1.000000	0.00	0.0000	189.336	0.000		
3	333.64931	25.72124	1.433870	95.10	0.5373	190.370	487.566	3.18	
4	-568.39576	21.03504	1.000000	0.00	0.0000	190.882	0.000		
5	313.19087	22.05808	1.433870	95.10	0.5373	192.939	580.108	3.18	
6	-1270.60981	0.25000	1.000000	0.00	0.0000	192.422	0.000		
7	317.23263	14.91691	1.433870	95.10	0.5373	186.975	864.116	3.18	
8	2004.90927	0.25000	1.000000	0.00	0.0000	185.793	0.000		
9	156.02327	16.48994	1.438750	94.99	0.5342	172.838	692.004	3.62	
10	309.77411	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	171.011	0.000		
11	2429.77564	2.00000	2.003300	28.30	0.5980	40.731	-41.759	5.23	
12	41.50811	8.06575	1.000000	0.00	0.0000	36.740	0.000		50

13	-53.36920	2.00000	1.882997	40.76	0.5667	36.824	-30.453	5.52
14	55.80477	10.16634	1.922860	18.90	0.6495	40.741	33.443	3.58
15	-64.74959	0.61902	1.000000	0.00	0.0000	41.866	0.000	
16	-64.41432	2.00000	1.882997	40.76	0.5667	41.946	-71.912	5.52
17*	7648.51096	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	44.072	0.000	
18	105.62312	14.06584	1.487490	70.23	0.5300	83.347	210.913	2.46
19*	-4243.61225	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	83.995	0.000	
20	125.34292	12.98092	1.592010	67.02	0.5357	85.210	158.026	3.14
21	-359.66842	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	84.659	0.000	10
22	117.63224	18.28870	1.438750	94.99	0.5342	80.313	142.362	3.62
23	-127.53362	2.50000	1.902000	25.10	0.6117	77.571	-130.083	3.64
24	1675.96176	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	75.623	0.000	
25*	117.20223	10.91838	1.487490	70.23	0.5300	74.512	141.758	2.46
26	-164.60190	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	73.523	0.000	
27	0.00000	2.47935	1.000000	0.00	0.0000	32.701	0.000	
28	-183.60166	1.40000	1.816000	46.62	0.5568	31.460	-39.490	5.07
29	39.46039	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	30.051	0.000	
30	30.56562	4.70083	1.846660	23.78	0.6205	30.249	70.691	3.54
31	57.45166	7.97979	1.000000	0.00	0.0000	29.155	0.000	20
32	-51.30465	1.40000	1.882997	40.76	0.5667	27.726	-285.248	5.52
33	-65.15852	2.75518	1.000000	0.00	0.0000	27.887	0.000	
34	-43.48347	1.80000	1.754998	52.32	0.5476	27.431	-35.911	4.40
35	74.19712	3.39801	1.846660	23.78	0.6205	28.300	129.821	3.54
36	219.05273	3.03000	1.000000	0.00	0.0000	28.631	0.000	
37	0.00000	15.61666	1.620411	60.29	0.5426	29.564	342.468	3.59
38	-213.31148	5.65252	1.000000	0.00	0.0000	32.892	0.000	
39	72.92018	8.29876	1.487490	70.23	0.5300	35.122	62.648	2.46
40	-50.88084	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	35.153	0.000	30
41	-347.91187	1.60000	1.882997	40.76	0.5667	34.096	-39.534	5.52
42	39.13784	9.49801	1.487490	70.23	0.5300	33.279	50.843	2.46
43	-62.78134	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	33.521	0.000	
44	120.88971	9.23913	1.567322	42.80	0.5730	32.907	41.636	2.57
45	-28.73870	1.60000	1.882997	40.76	0.5667	32.248	-37.920	5.52
46	-201.06047	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	32.609	0.000	
47	87.03337	6.96646	1.487490	70.23	0.5300	32.540	68.847	2.46
48	-53.48649	14.00000	1.000000	0.00	0.0000	32.113	0.000	
49	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	60.000	0.000	3.32
50	0.00000	13.20000	1.51633	64.15	0.5352	60.000	0.000	2.52
51	0.00000	0.00000	1.000000	0.00	0.0000	60.000	0.000	40

像面

非球面データ

第17面

K = -2.53234e+004 A 4=-4.72868e-007 A 6=-1.22499e-010
A 8= 1.62487e-013

第19面

K = 5.22565e+003 A 4=-4.30663e-007 A 6= 8.49630e-011

A 8=-7.32828e-015

第25面

K = -6.95782e+000 A 4=-1.05875e-006 A 6=-5.07729e-011
 A 8= 3.13718e-014

各種データ

ズーム比	100.00			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	9.30	351.12	930.00	10
Fナンバー	1.85	1.85	4.90	
画角	30.60	0.90	0.34	
像高	5.50	5.50	5.50	
レンズ全長	621.45	621.45	621.45	
BF	12.00	12.00	12.00	
d10	2.80	167.89	177.39	
d17	262.31	44.51	3.96	
d26	3.00	55.71	86.76	
d51	12.00	12.00	12.00	20
入射瞳位置	122.13	2957.50	10496.34	
射出瞳位置	413.05	413.05	413.05	
前側主点位置	131.65	3616.04	13582.93	
後側主点位置	2.70	-339.12	-918.00	

ズームレンズ群データ

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	237.80	108.72	58.53	-21.20	
2	11	-23.70	24.85	4.00	-12.37	
3	18	64.00	59.35	16.17	-26.83	
4	27	51.63	148.41	59.52	23.19	

広角 中間 望遠

2	-0.1274	-1.1278	-2.0589
3	-0.2524	-1.0760	-1.5611
4	1.2167	1.2167	1.2167

【0057】

[数値実施例6]

面番号	r	d	nd	d	gF	有効径	焦点距離	比重	
1	9111.42380	6.00000	1.834000	37.16	0.5775	193.818	-431.345	4.43	
2	348.09779	2.00000	1.000000	0.00	0.0000	189.618	0.000		
3	348.01257	25.95137	1.433870	95.10	0.5373	190.668	484.076	3.18	
4	-521.02193	21.05000	1.000000	0.00	0.0000	191.230	0.000		
5	325.33530	20.13574	1.433870	95.10	0.5373	193.504	649.256	3.18	
6	-2099.71067	0.25000	1.000000	0.00	0.0000	193.018	0.000		
7	288.02074	18.35726	1.433870	95.10	0.5373	188.260	685.195	3.18	
8	8408.28694	0.25000	1.000000	0.00	0.0000	187.072	0.000		
9	158.00071	15.58909	1.438750	94.99	0.5342	172.884	744.664	3.62	
10	296.04534	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	170.991	0.000		

11	2068.27102	2.00000	2.003300	28.30	0.5980	41.702	-44.567	5.23
12	44.10531	7.64468	1.000000	0.00	0.0000	37.292	0.000	
13	-60.92782	2.00000	1.882997	40.76	0.5667	37.355	-29.906	5.52
14	47.81627	10.28087	1.922860	18.90	0.6495	40.739	32.755	3.58
15	-76.17832	1.31939	1.000000	0.00	0.0000	41.648	0.000	
16	-61.72740	2.00000	1.882997	40.76	0.5667	41.706	-68.050	5.52
17*	2938.85616	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	43.858	0.000	
18	111.34327	11.91354	1.487490	70.23	0.5300	82.119	221.864	2.46
19*	-4135.98790	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	82.839	0.000	
20	99.67066	14.71693	1.592010	67.02	0.5357	85.734	135.729	3.14
21	-399.08964	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	85.251	0.000	
22	151.70802	2.50000	1.755199	27.51	0.6103	81.85	-118.248	3.15
23	56.11190	20.94759	1.438750	94.99	0.5342	76.192	114.919	3.62
24	-451.57607	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	75.251	0.000	
25*	93.90748	9.56015	1.516330	64.14	0.5352	72.338	173.775	2.52
26	-2121.24646	(可变)	1.000000	0.00	0.0000	70.876	0.000	
27	0.00000	2.45337	1.000000	0.00	0.0000	32.832	0.000	
28	-191.89609	1.40000	1.816000	46.62	0.5568	31.592	-32.451	5.07
29	31.00310	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	29.925	0.000	
30	29.43529	5.94177	1.846660	23.78	0.6205	30.126	43.271	3.54
31	130.59418	6.90636	1.000000	0.00	0.0000	29.247	0.000	
32	-51.76144	1.40000	1.882997	40.76	0.5667	27.414	-76.682	5.52
33	-218.43908	3.16316	1.000000	0.00	0.0000	27.529	0.000	
34	-56.30013	1.80000	1.754998	52.32	0.5476	27.463	-43.973	4.40
35	82.94718	3.13436	1.846660	23.78	0.6205	28.387	169.313	3.54
36	190.85497	3.03000	1.000000	0.00	0.0000	28.796	0.000	
37	0.00000	17.03343	1.620411	60.29	0.5426	29.919	110.855	3.59
38	-69.04745	5.58936	1.000000	0.00	0.0000	34.001	0.000	
39	692.82747	6.40706	1.487490	70.23	0.5300	35.039	96.466	2.46
40	-50.48092	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	35.252	0.000	
41	928.83015	1.60000	1.882997	40.76	0.5667	34.308	-44.047	5.52
42	37.50891	10.37853	1.487490	70.23	0.5300	33.457	45.068	2.46
43	-48.61244	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	33.676	0.000	
44	244.83783	8.50113	1.567322	42.80	0.5730	32.642	45.679	2.57
45	-28.79411	1.60000	1.882997	40.76	0.5667	31.945	-31.341	5.52
46	857.69336	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	32.248	0.000	
47	58.11531	8.07253	1.487490	70.23	0.5300	32.534	54.897	2.46
48	-47.63938	14.00000	1.000000	0.00	0.0000	32.208	0.000	
49	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	60.000	0.000	3.32
50	0.00000	13.20000	1.516330	64.15	0.5352	60.000	0.000	2.52
51	0.00000	0.00000	1.000000	0.00	0.0000	60.000	0.000	

像面

非球面データ

第17面

K = -2.53234e+004 A 4=-3.15006e-007 A 6=-2.29632e-010
A 8= 2.78968e-013

第19面

K = 5.22565e+003 A 4=-4.41285e-008 A 6= 8.96784e-011
A 8=-4.66673e-015

第25面

K = -4.22445e-001 A 4=-6.93881e-007 A 6=-4.61837e-011
A 8=-6.27941e-015

各種データ

ズーム比	100.00			10
	広角	中間	望遠	
焦点距離	9.30	351.12	930.00	
Fナンバー	0.00	0.00	0.00	
画角	0.00	0.00	0.00	
像高	5.50	5.50	5.50	
レンズ全長	623.83	623.83	623.83	
BF	12.00	12.00	12.00	
d10	2.63	167.72	177.23	
d17	261.72	43.92	3.37	20
d26	3.00	55.71	86.76	
d51	12.00	12.00	12.00	
入射瞳位置	123.02	2952.13	10453.26	
射出瞳位置	447.48	447.48	447.48	
前側主点位置	132.52	3586.35	13369.35	
後側主点位置	2.70	-339.12	-918.00	

ズームレンズ群データ

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	30
1	1	237.80	109.58	59.42	-20.64	
2	11	-23.70	25.24	4.72	-11.58	
3	18	64.00	60.24	17.56	-26.64	
4	27	52.45	149.41	59.85	23.37	

広角 中間 望遠

2	-0.1274	-1.1278	-2.0589
3	-0.2524	-1.0760	-1.5611
4	1.2167	1.2167	1.2167

【0058】

[数値実施例 7]

面番号	r	d	nd	d	gF	有効径	焦点距離	比重
1	11287.73845	6.00000	1.834000	37.16	0.5775	193.550	-428.230	4.43
2	348.24758	2.00000	1.000000	0.00	0.0000	189.652	0.000	
3	348.23496	25.99798	1.433870	95.10	0.5373	190.709	483.233	3.18
4	-518.21157	21.06680	1.000000	0.00	0.0000	191.279	0.000	
5	333.38357	19.40431	1.433870	95.10	0.5373	193.651	678.986	3.18
6	-2541.82955	0.25000	1.000000	0.00	0.0000	193.185	0.000	
7	269.37484	19.55626	1.433870	95.10	0.5373	188.528	639.784	3.18
8	8232.05331	0.25000	1.000000	0.00	0.0000	187.329	0.000	50

9	161.92458	15.33799	1.438750	94.99	0.5342	173.328	758.591	3.62	
10	305.48788	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	171.444	0.000		
11	2127.97889	2.00000	2.003300	28.30	0.5980	41.805	-43.758	5.23	
12	43.34753	7.61590	1.000000	0.00	0.0000	37.299	0.000		
13	-63.73063	2.00000	1.882997	40.76	0.5667	37.377	-30.585	5.52	
14	48.04261	10.43716	1.922860	18.90	0.6495	40.675	32.113	3.58	
15	-71.51616	1.37692	1.000000	0.00	0.0000	41.580	0.000		
16	-57.86016	2.00000	1.882997	40.76	0.5667	41.614	-63.746	5.52	
17*	2675.36457	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	43.871	0.000		10
18	115.68147	11.91456	1.592010	67.02	0.5357	83.327	189.743	3.14	
19*	-4249.04428	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	83.817	0.000		
20	102.45850	14.24317	1.592010	67.02	0.5357	85.894	142.298	3.14	
21	-458.42946	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	85.304	0.000		
22	169.80378	2.50000	1.761821	26.52	0.6135	82.001	-120.969	3.17	
23	59.69502	20.19620	1.438750	94.99	0.5342	76.595	119.963	3.62	
24	-407.62840	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	75.543	0.000		
25*	94.49510	9.35344	1.487490	70.23	0.5300	72.345	185.016	2.46	
26	-2071.02128	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	70.838	0.000		20
27	0.00000	2.46203	1.000000	0.00	0.0000	32.740	0.000		
28	-188.51040	1.40000	1.816000	46.62	0.5568	31.499	-32.512	5.07	
29	31.16209	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	29.849	0.000		
30	29.69750	5.89566	1.846660	23.78	0.6205	30.036	43.892	3.54	
31	129.28438	6.91960	1.000000	0.00	0.0000	29.161	0.000		
32	-51.29675	1.40000	1.882997	40.76	0.5667	27.374	-76.016	5.52	
33	-216.29874	3.13781	1.000000	0.00	0.0000	27.509	0.000		
34	-58.91682	1.80000	1.754998	52.32	0.5476	27.465	-44.502	4.40	
35	80.06292	3.22776	1.846660	23.78	0.6205	28.368	157.066	3.54	30
36	194.56995	3.03000	1.000000	0.00	0.0000	28.775	0.000		
37	0.00000	17.09586	1.620411	60.29	0.5426	29.877	109.258	3.59	
38	-68.05303	5.63349	1.000000	0.00	0.0000	33.884	0.000		
39	1002.92254	6.25988	1.487490	70.23	0.5300	34.815	100.334	2.46	
40	-51.49740	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	35.020	0.000		
41	3443.40036	1.60000	1.882997	40.76	0.5667	34.156	-43.964	5.52	
42	38.59979	10.23781	1.487490	70.23	0.5300	33.394	46.066	2.46	
43	-49.41848	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	33.656	0.000		
44	198.28332	8.63335	1.567322	42.80	0.5730	32.701	45.062	2.57	
45	-29.06828	1.60000	1.882997	40.76	0.5667	32.010	-31.868	5.52	40
46	1103.39953	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	32.318	0.000		
47	62.22814	8.07730	1.487490	70.23	0.5300	32.577	55.567	2.46	
48	-46.20228	14.00000	1.000000	0.00	0.0000	32.274	0.000		
49	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	60.000	0.000	3.32	
50	0.00000	13.20000	1.516330	64.15	0.5352	60.000	0.000	2.52	
51	0.00000	0.00000	1.000000	0.00	0.0000	60.000	0.000		

像面

K = -2.53234e+004 A 4=-3.52378e-007 A 6=-2.68145e-010
A 8= 2.98079e-013

第19面

K = 5.22565e+003 A 4=-4.50120e-008 A 6= 7.52470e-011
A 8=-5.67030e-015

第25面

K = -4.90696e-002 A 4=-8.51926e-007 A 6=-6.07487e-011
A 8=-6.47986e-015

10

各種データ

ズーム比	100.00				
	広角	中間	望遠		
焦点距離	9.30	351.12	930.00		
Fナンバー	1.85	1.85	4.90		
画角	30.60	0.90	0.34		
像高	5.50	5.50	5.50		
レンズ全長	624.67	624.67	624.67		
BF	12.00	12.00	12.00		20
d10	2.77	167.86	177.37		
d17	263.38	45.58	5.03		
d26	3.00	55.71	86.76		
d51	12.00	12.00	12.00		
入射瞳位置	123.30	2956.88	10484.94		
射出瞳位置	435.06	435.06	435.06		
前側主点位置	132.81	3599.42	13459.31		
後側主点位置	2.70	-339.12	-918.00		30

ズームレンズ群データ

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	237.80	109.86	59.70	-20.52
2	11	-23.70	25.43	4.71	-11.65
3	18	64.00	58.81	15.82	-26.78
4	27	52.11	149.41	59.66	23.29

広角	中間	望遠	
2	-0.1274	-1.1278	-2.0589
3	-0.2524	-1.0760	-1.5611
4	1.2167	1.2167	1.2167

【 0 0 5 9 】

40

【表1】

表1 数値実施例1～7における各条件式対応値

条件式番号	条件式	数値実施例		
		1	2	3
(1)	$(\theta_{pa} - \theta_{na}) / (\nu_{pa} - \nu_{na})$	-1.57×10^{-3}	-1.57×10^{-3}	-1.57×10^{-3}
(2)	$\nu_{pa} - \nu_{na}$	50.52	50.52	50.52
(3)	S G a 3	3.07	3.07	3.07
(4)	$(\theta_p - \theta_n) / (\nu_p - \nu_n)$	-1.11×10^{-3}	-1.11×10^{-3}	-1.11×10^{-3}
(5)	$(1/f_3) / (1/f_3 p - 1/f_3 n)$	0.989	0.986	0.898
(6)	ϕ_p / ϕ_3	1.614	1.618	1.620
(7)	ϕ_n / ϕ_3	-0.476	-0.471	-0.522
(20)	ftele/f3	14.53	15.00	15.00
(21)	$f_1 \cdot f_3 / f_2^2$	27.1	27.12	27.04
(22)	$ f_1/f_2 $	10.03	10.02	9.95
(23)	ftele/f1	3.91	4.05	4.10
(24)	f1/fwde	25.57	24.66	29.3
(34)	b d 3 / e a 3	0.686	0.699	0.645

条件式番号	条件式	数値実施例		
		4	5	6
(1)	$(\theta_{pa} - \theta_{na}) / (\nu_{pa} - \nu_{na})$	-1.57×10^{-3}	-1.57×10^{-3}	-1.64×10^{-3}
(2)	$\nu_{pa} - \nu_{na}$	50.52	50.52	46.59
(3)	S G a 3	3.07	3.07	2.98
(4)	$(\theta_p - \theta_n) / (\nu_p - \nu_n)$	-1.11×10^{-3}	-1.11×10^{-3}	-1.13×10^{-3}
(5)	$(1/f_3) / (1/f_3 p - 1/f_3 n)$	0.873	1.062	0.911
(6)	ϕ_p / ϕ_3	1.606	1.609	1.685
(7)	ϕ_n / ϕ_3	-0.477	-0.492	-0.541
(20)	ftele/f3	16.88	14.53	14.53
(21)	$f_1 \cdot f_3 / f_2^2$	28.73	27.1	27.1
(22)	$ f_1/f_2 $	10.32	10.03	10.03
(23)	ftele/f1	4.55	3.91	3.91
(24)	f1/fwde	26.38	25.57	25.57
(34)	b d 3 / e a 3	0.694	0.697	0.703

条件式番号	条件式	数値実施例	
		7	8
(1)	$(\theta_{pa} - \theta_{na}) / (\nu_{pa} - \nu_{na})$	-1.65×10^{-3}	
(2)	$\nu_{pa} - \nu_{na}$	48.30	
(3)	S G a 3	3.11	
(4)	$(\theta_p - \theta_n) / (\nu_p - \nu_n)$	-1.16×10^{-3}	
(5)	$(1/f_3) / (1/f_3 p - 1/f_3 n)$	0.941	
(6)	ϕ_p / ϕ_3	1.666	
(7)	ϕ_n / ϕ_3	-0.529	
(20)	ftele/f3	14.53	
(21)	$f_1 \cdot f_3 / f_2^2$	27.1	
(22)	$ f_1/f_2 $	10.03	
(23)	ftele/f1	3.91	
(24)	f1/fwde	25.57	
(34)	b d 3 / e a 3	0.685	

【符号の説明】

【0 0 6 0】

U 1 は第1レンズ群、 U 2 は第2レンズ群、 U 3 は第3レンズ群、 U 4 は第4レンズ群、 S P は絞り、 P は色分解プリズムや光学フィルターを示すガラスブロック、 I P は撮像面、 1 0 1 はズームレンズ、 F は第1レンズ群、 L Z は変倍部、 R は第4レンズ群、 1 0 9 はガラスブロック、 1 1 0 は撮像素子、 1 2 4 はカメラ、 1 2 5 は撮像装置

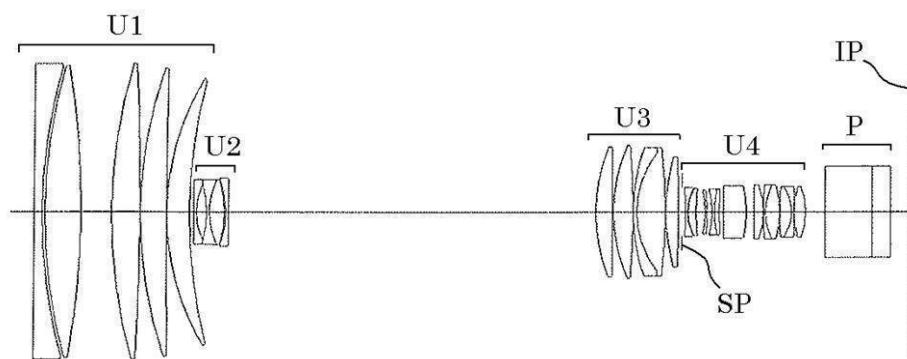
10

20

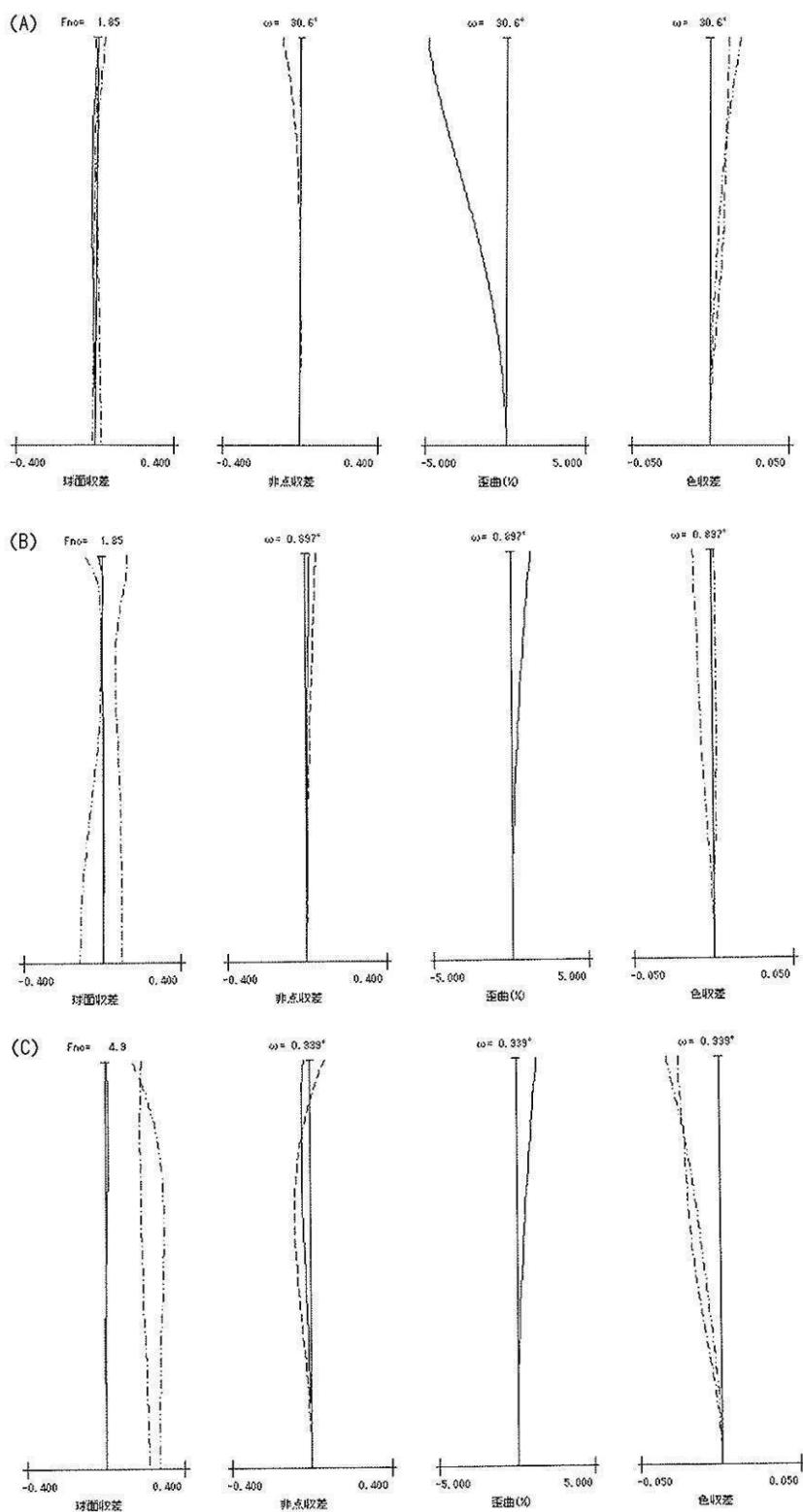
30

40

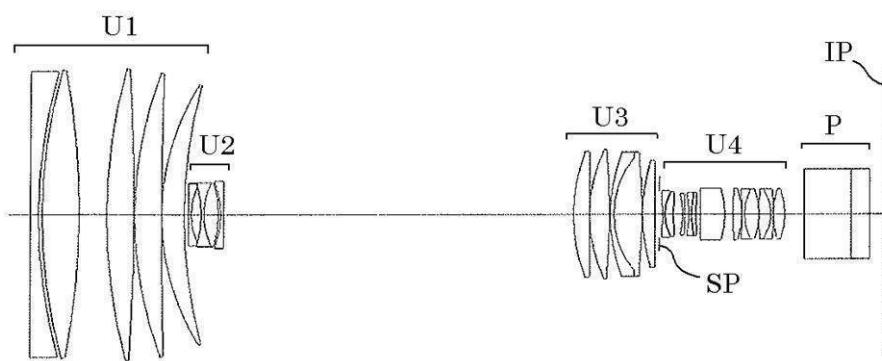
【図1】



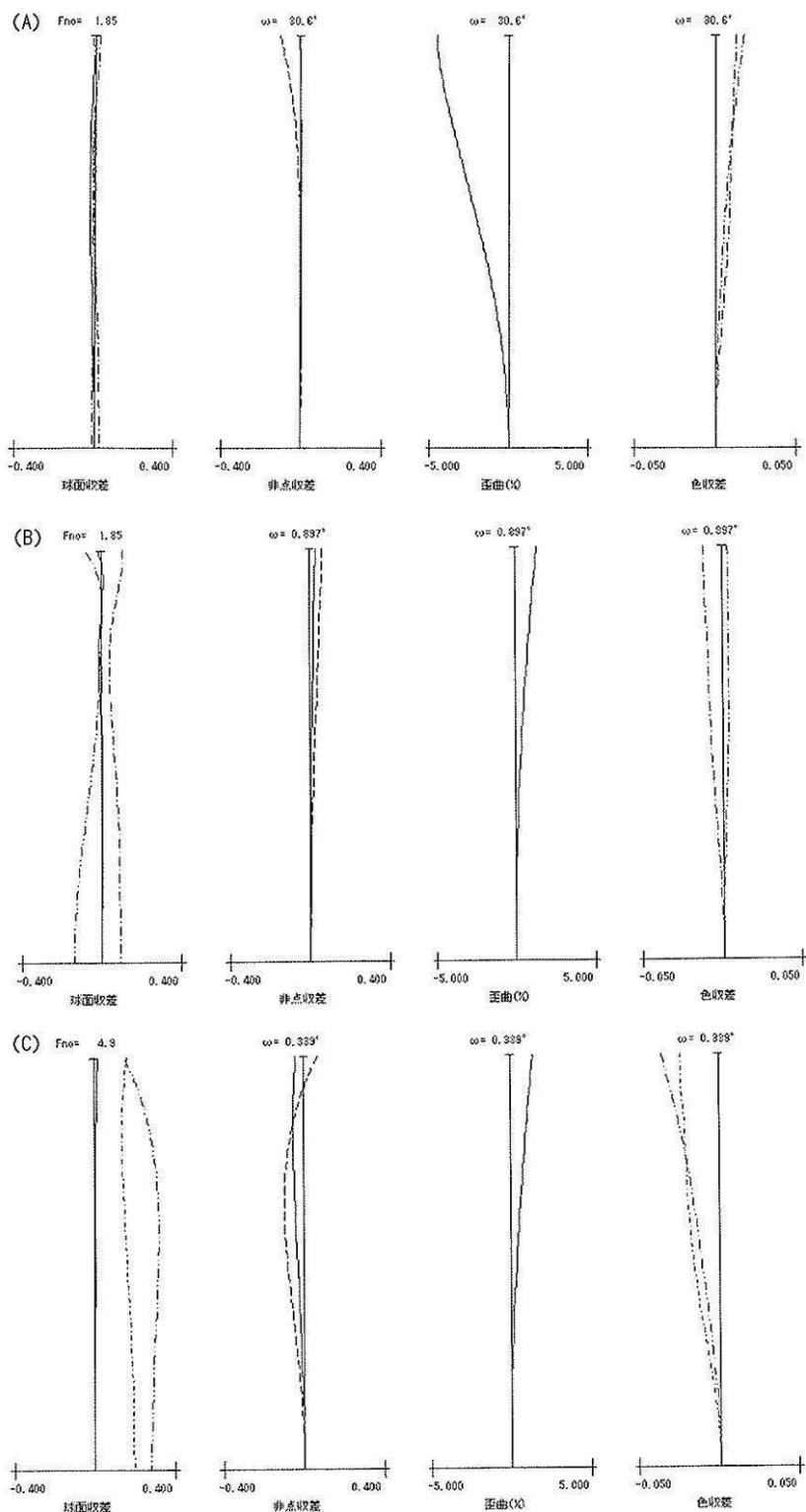
【図2】



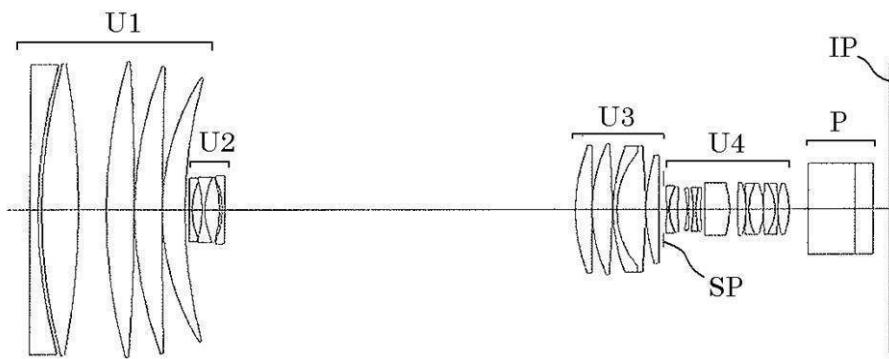
【図3】



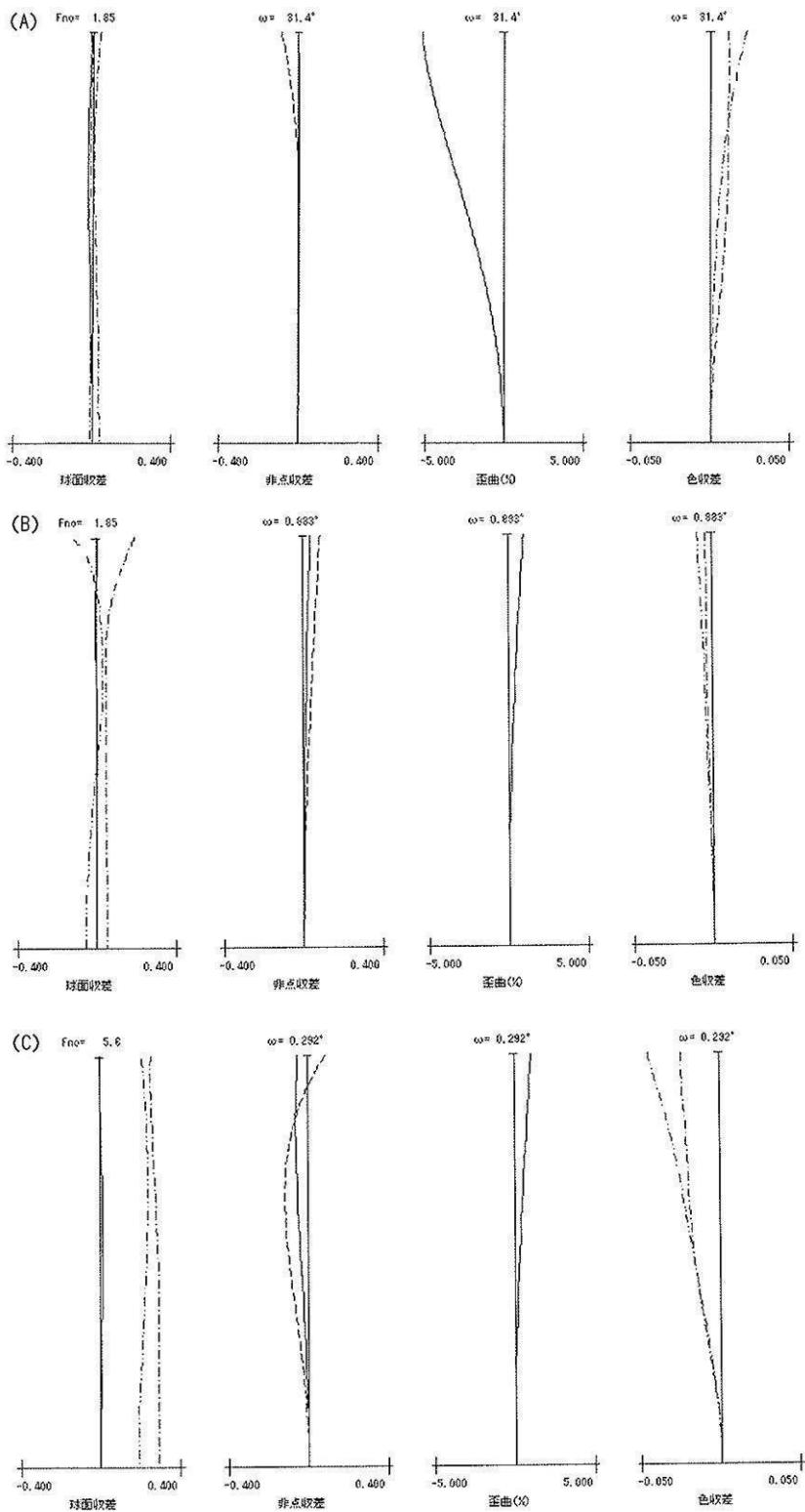
【図4】



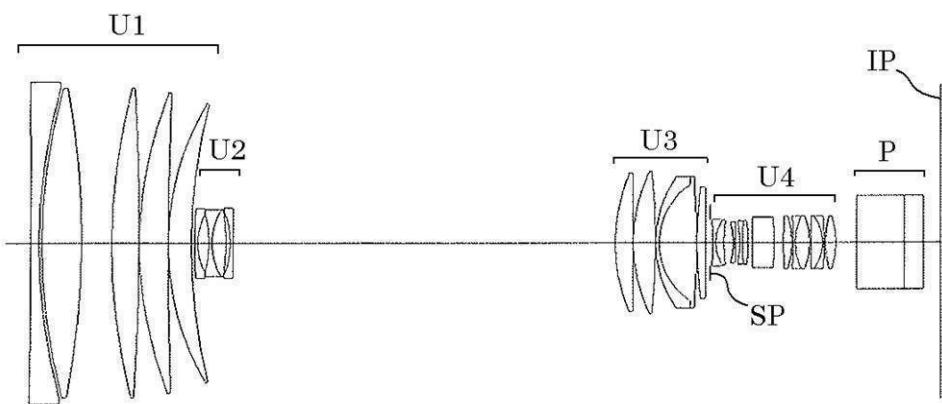
【図5】



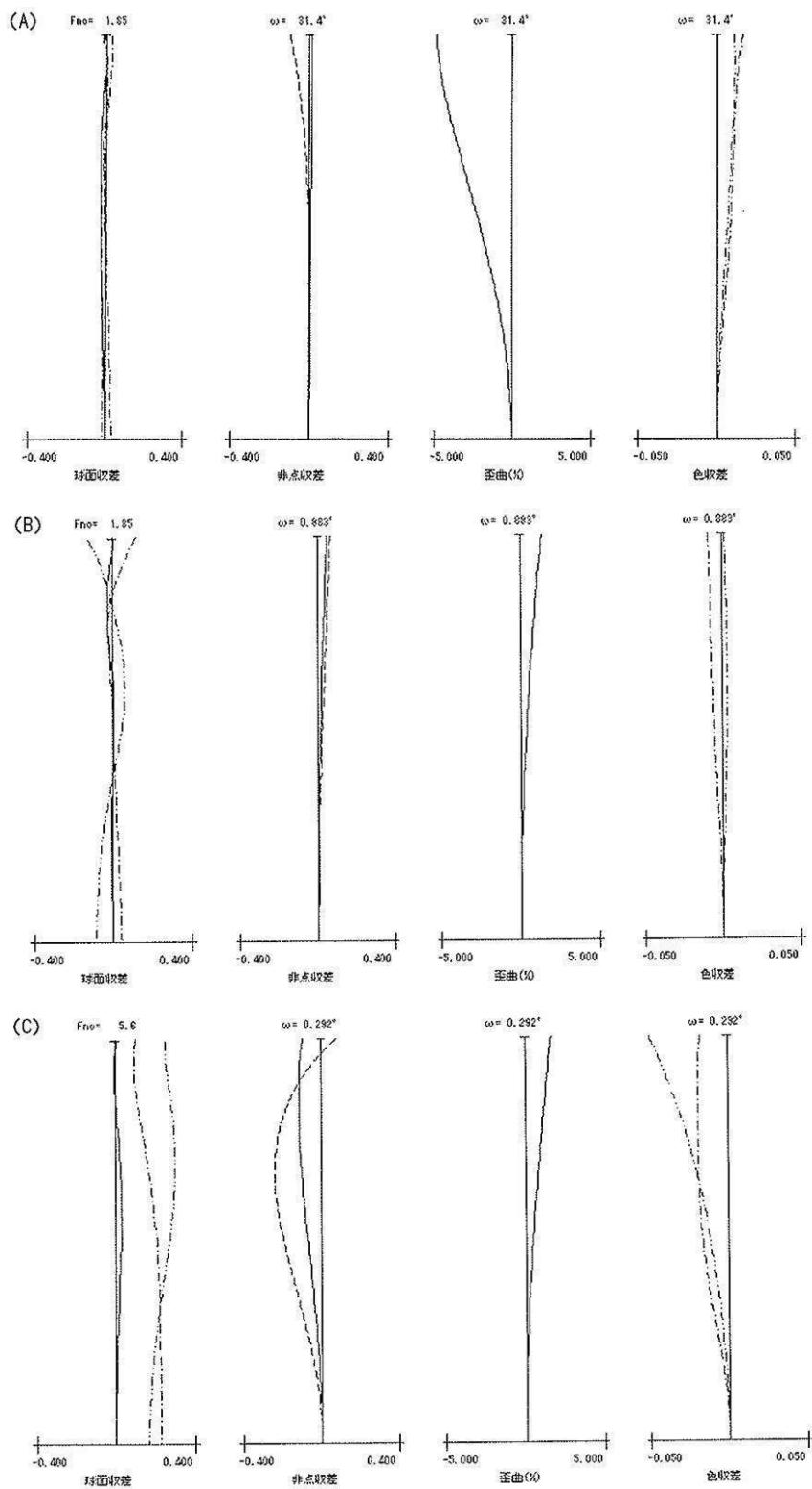
【図6】



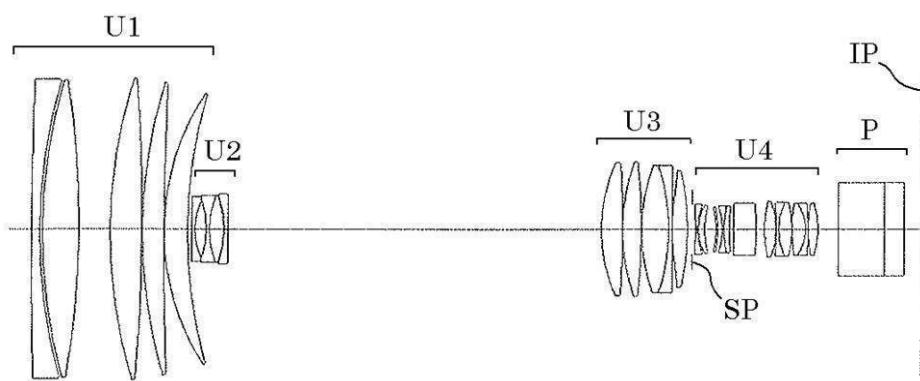
【図7】



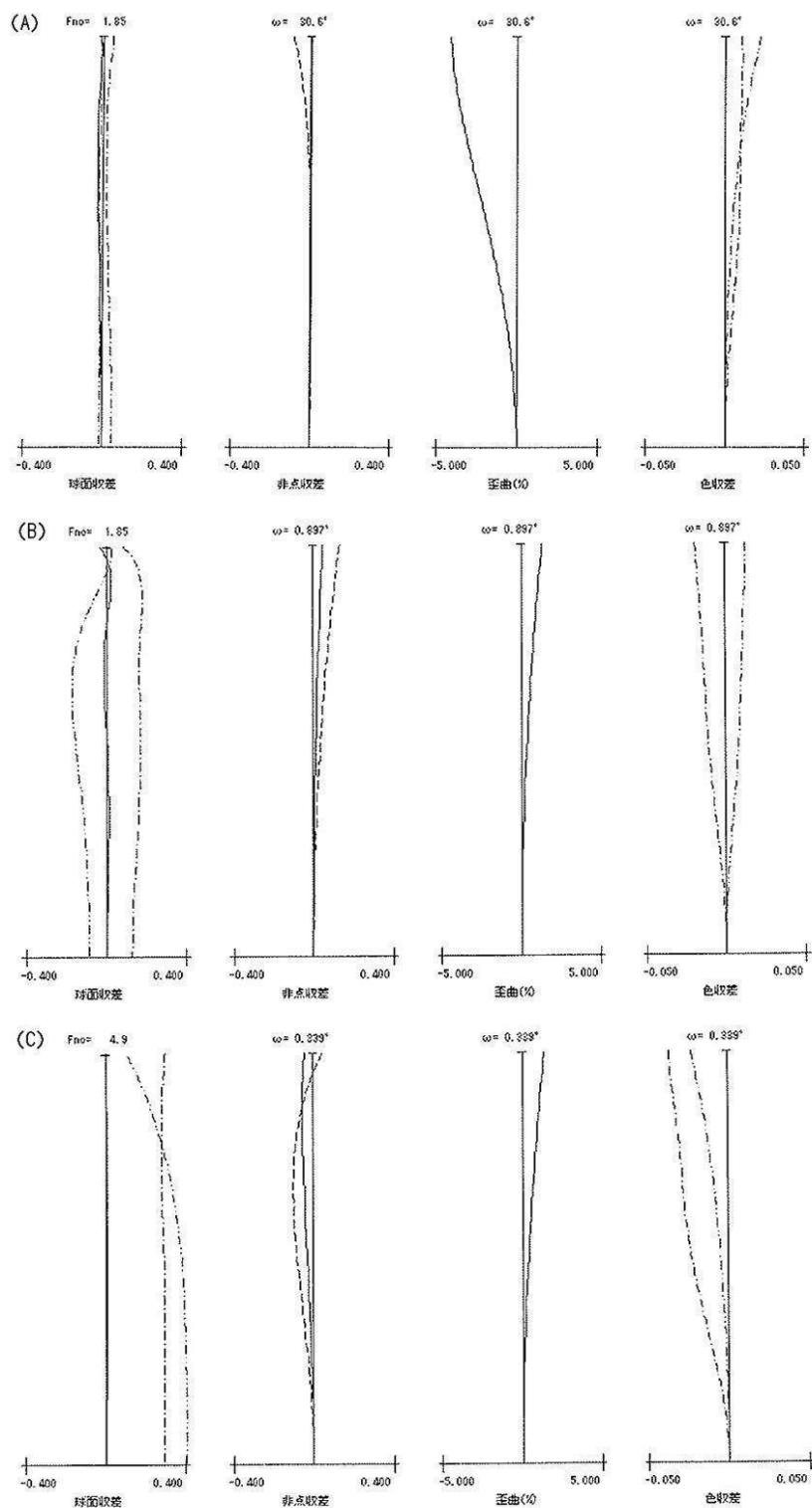
【図 8】



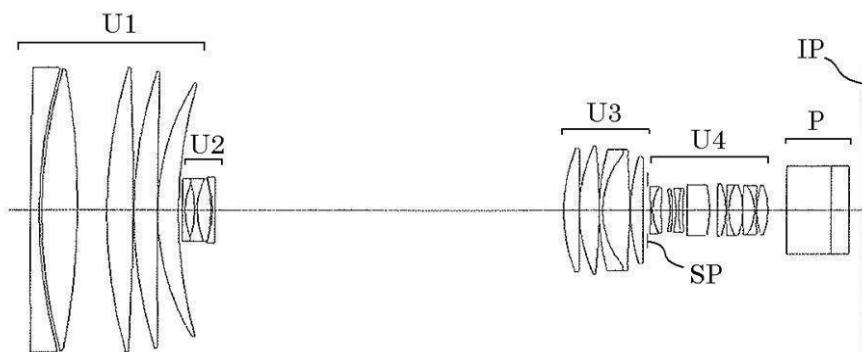
【図9】



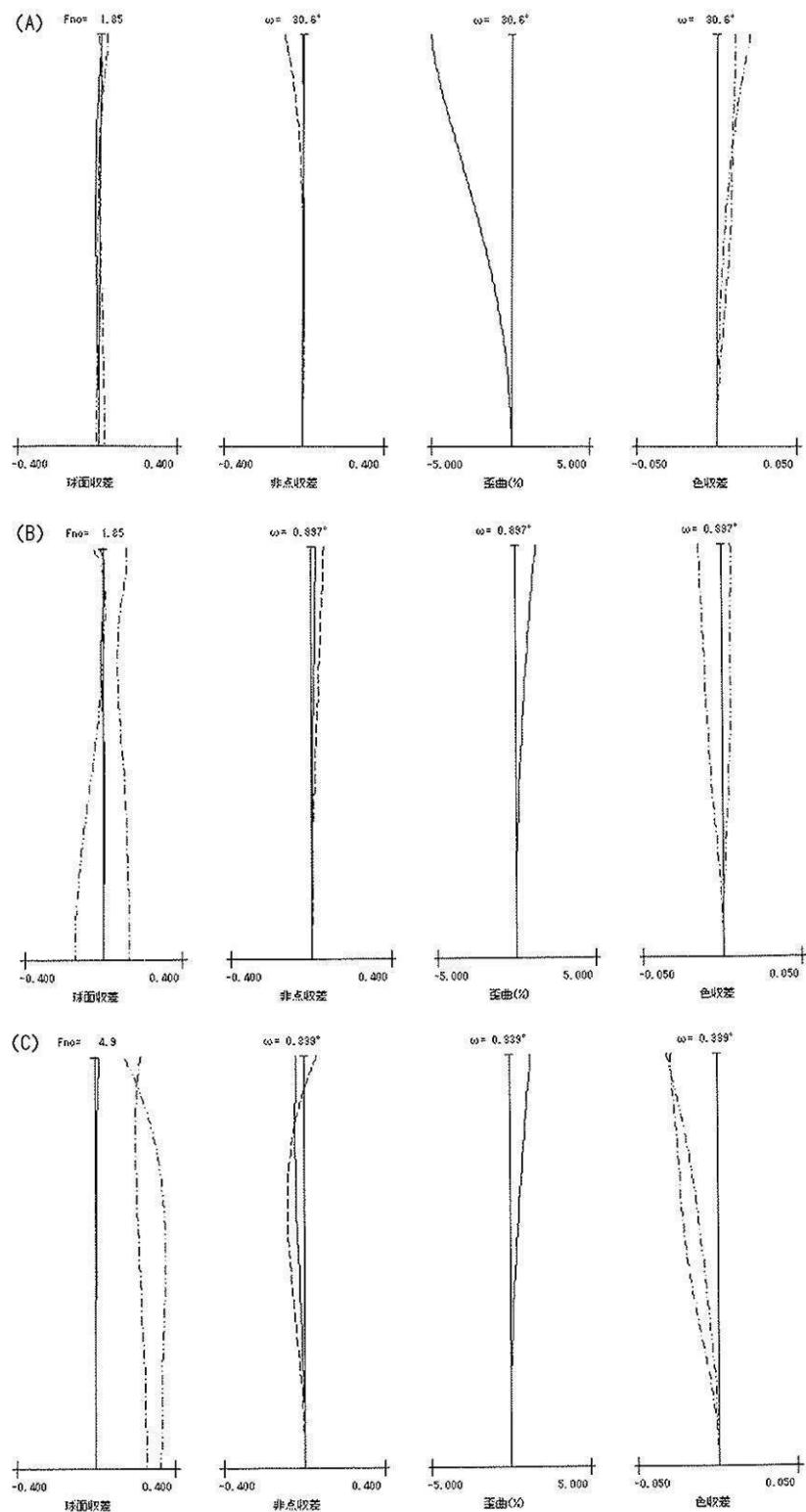
【図10】



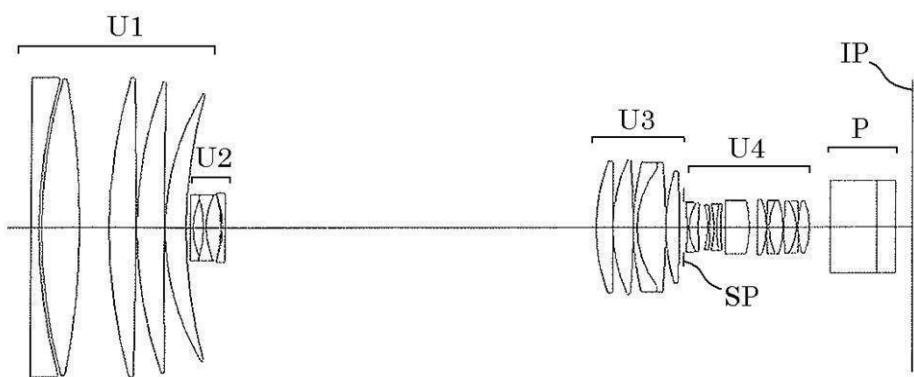
【図 1 1】



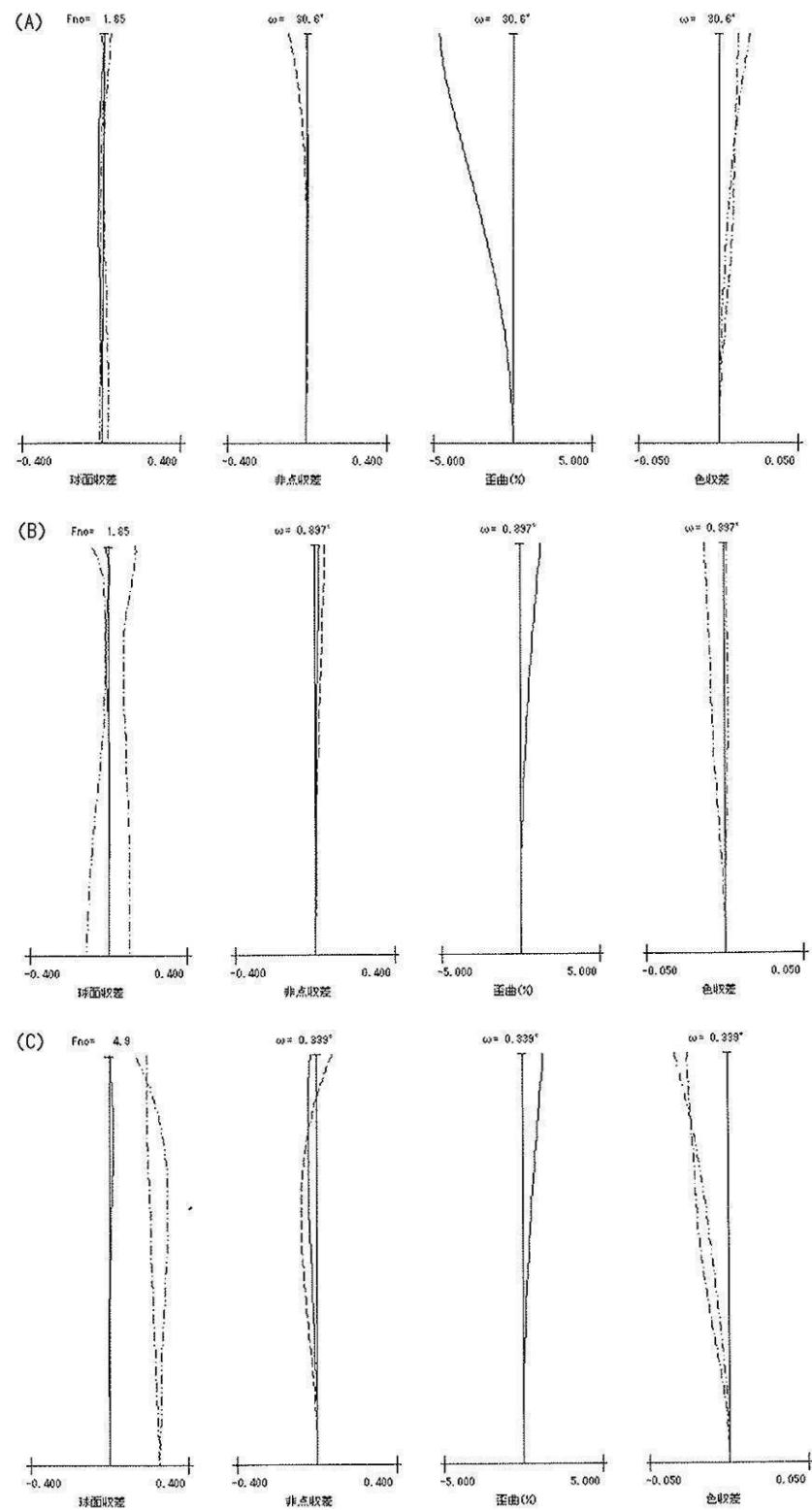
【図12】



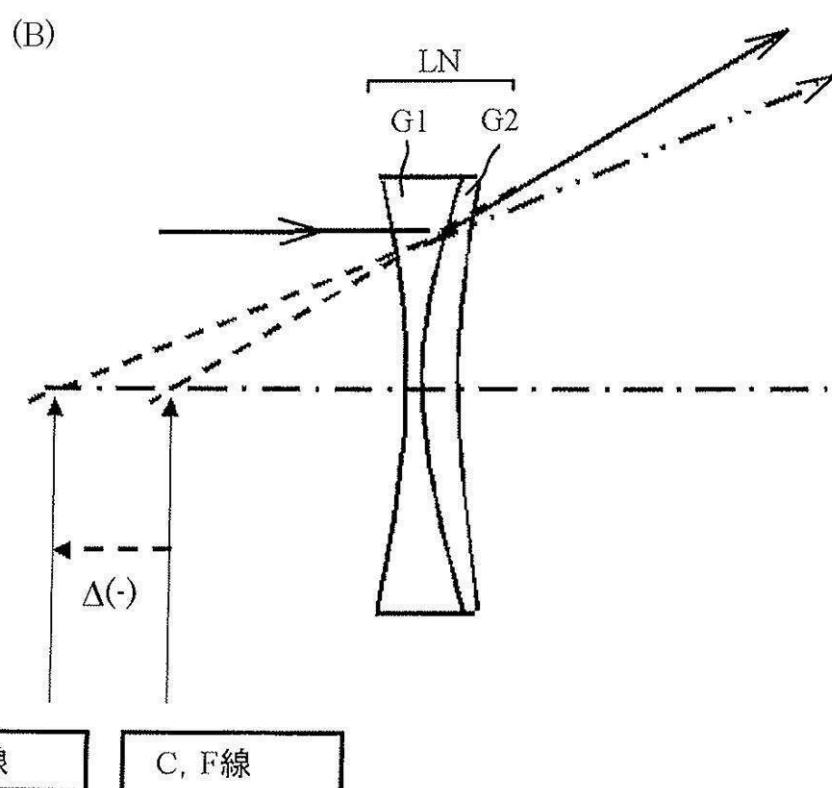
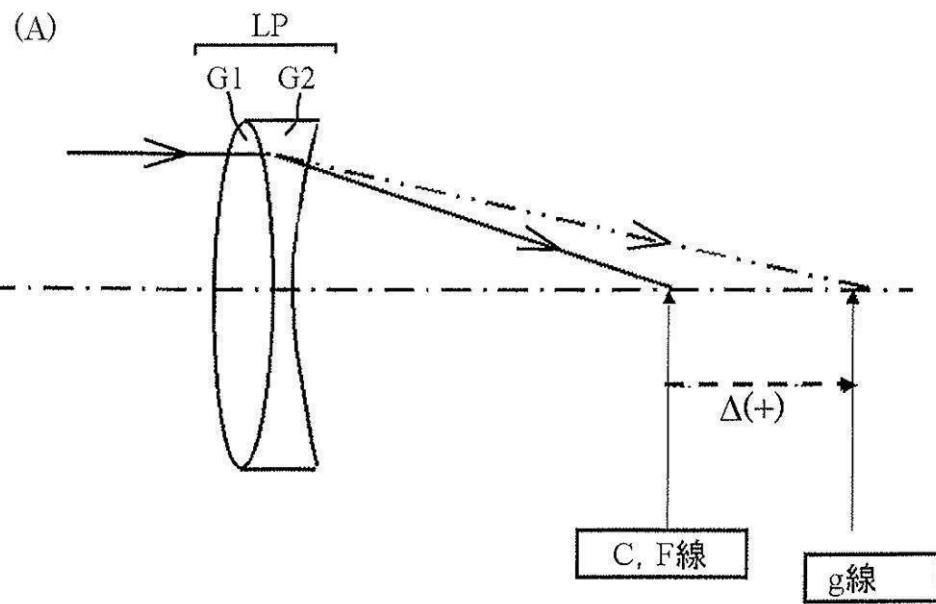
【図 1 3】



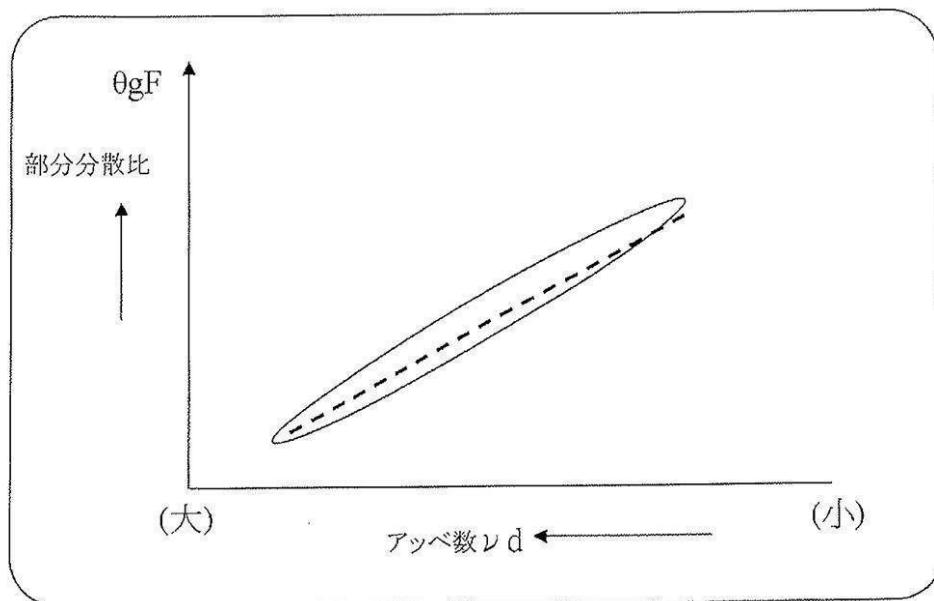
【図14】



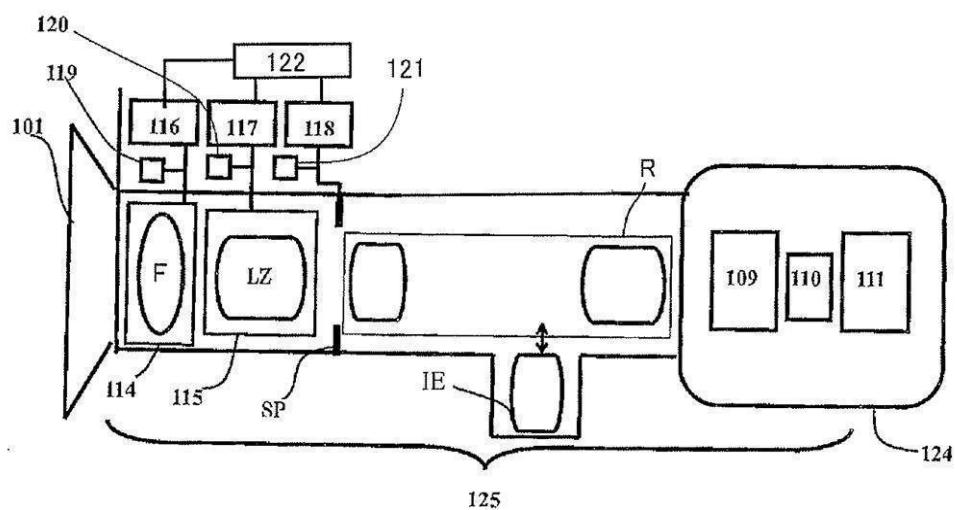
【図15】



【図16】

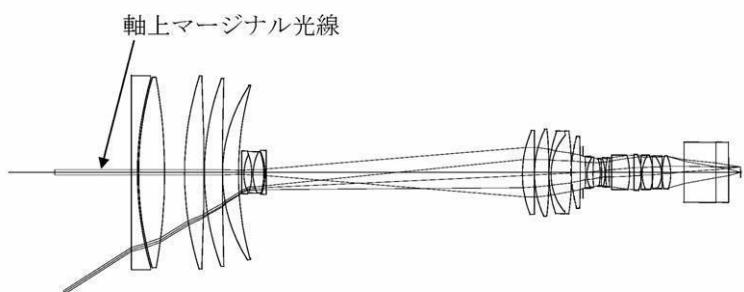


【図17】

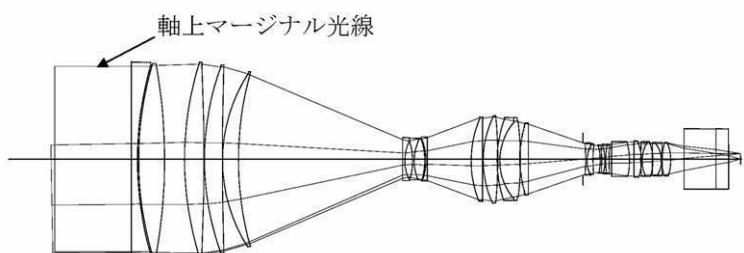


【図18】

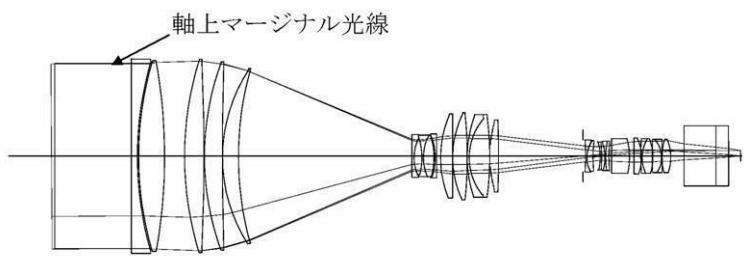
(A)



(B)



(C)



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 15 / 167

G 02 B 13 / 18