

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5328284号
(P5328284)

(45) 発行日 平成25年10月30日 (2013. 10. 30)

(24) 登録日 平成25年8月2日 (2013. 8. 2)

(51) Int. Cl.	F 1
G O 2 B 15/16 (2006. 01)	G O 2 B 15/16
G O 2 B 13/18 (2006. 01)	G O 2 B 13/18
H O 4 N 5/225 (2006. 01)	H O 4 N 5/225 D
H O 4 N 101/00 (2006. 01)	H O 4 N 101:00

請求項の数 8 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2008-261593 (P2008-261593)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成20年10月8日 (2008. 10. 8)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2010-91788 (P2010-91788A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成22年4月22日 (2010. 4. 22)	(74) 代理人	100086818
審査請求日	平成23年10月4日 (2011. 10. 4)		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	下村 一石

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正の屈折力の第4レンズ群と、を有するズームレンズであって、

前記第2レンズ群は少なくとも1つの正レンズと少なくとも1つの負レンズを有しており、前記第2レンズ群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 n_a 、 p_a 、前記第2レンズ群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 n_p 、 p_p

前記第2レンズ群に含まれる正レンズの屈折力の合計値を p 、前記第2レンズ群に含まれる負レンズの屈折力の合計値を n 、前記第2レンズ群の屈折力を 2 とするとき、

$$\frac{(p_a - n_a)}{(p_a - n_a)} < -3.7 \times 10^{-3}$$

$$\frac{p}{2} < -0.5$$

$$\frac{n}{2} > 1.5$$

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2レンズ群に含まれるレンズのうち、材料のアッベ数がもっとも小さい負レンズの焦点距離、材料のアッベ数と部分分散比を各々 f_{2n} 、 n 、 n とし、材料のアッベ数がもっとも大きい正レンズの焦点距離、材料のアッベ数と部分分散比を各々 f_{2p} 、

p、 p とするとき、

$$\begin{aligned} & (p - n) / (p - n) < -5.0 \times 10^{-3} \\ & -2.0 < (1/f_2) / (1/f_2 p - 1/f_2 n) < -0.2 \end{aligned}$$

なる条件を満足す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 2 レンズ群は物体側から像側へ順に、物体側の面が凸でメニスカス形状の負レンズ、両凹形状の負レンズ、両凸形状の正レンズ、物体側の面が凹形状の負レンズで構成されることを特徴とする請求項 1 又は 2 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 4】

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 3 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 5】

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全系の焦点距離を 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 4 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 6】

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全系の焦点距離を f_{wide} とするとき、

$$25 < f_1 / f_{wide} < 30$$

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】

前記第 2 レンズ群は物体側から像側へ順に、像側が凹形状の負レンズ、両凹形状の負レンズと両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より構成され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 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項のズームレンズと、該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。

【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。

【0003】

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。

【0004】

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。

【0005】

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）。

【 0 0 0 6 】

又、この4群ズームレンズにおいて、異常分散性の材料より成るレンズを用いて色収差を補正した4群ズームレンズが知られている（特許文献4、5）。

【 0 0 0 7 】

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。

【 0 0 0 8 】

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。

【 0 0 0 9 】

特許文献4、5では、高ズーム比で色収差を良好に補正した高解像力のズームレンズを開示している。

10

【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

【特許文献4】特開2001-194590号公報

【特許文献5】特開2002-62478号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

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である。

20

【 0 0 1 1 】

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。

【 0 0 1 2 】

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。

【 0 0 1 3 】

ポジティブリード型の4群ズームレンズにおいて、ズーム比100程度の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用の第2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。

30

【 0 0 1 4 】

この第2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。

【 0 0 1 5 】

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。

【 0 0 1 6 】

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。

40

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 7 】

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正の屈折力の第4レンズ群と、を有するズームレンズであって、

前記第2レンズ群は少なくとも1つの正レンズと少なくとも1つの負レンズを有してお

50

り、前記第2レンズ群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 n_a 、 n_a 、前記第2レンズ群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 p_a 、 p_a

前記第2レンズ群に含まれる正レンズの屈折力の合計値を p 、前記第2レンズ群に含まれる負レンズの屈折力の合計値を n 、前記第2レンズ群の屈折力を 2 とするとき、

$$\frac{(p_a - n_a)}{(p_a - n_a)} < -3.7 \times 10^{-3}$$

$$\frac{p}{2} < -0.5$$

$$\frac{n}{2} > 1.5$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

10

【0018】

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が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置の実施例について説明する。

【0020】

本発明のズームレンズは、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）へのズームングに際して、像側へ移動する変倍用の負の屈折力の第2レンズ群（パリエータ）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、ズーム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）U4を有している。

20

【0021】

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。

【0022】

図1は本発明の実施例1（数値実施例1）である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、図3、図4は、数値実施例1の広角端、焦点距離357mm、望遠端における縦収差図である。

30

【0023】

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。

【0024】

図5は本発明の実施例2（数値実施例2）である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、図7、図8は、数値実施例2の広角端、点距離357mm、望遠端における縦収差図である。

【0025】

図9は本発明の実施例3（数値実施例3）である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、図11、図12は、数値実施例3の広角端、焦点距離357mm、望遠端における縦収差図である。

40

【0026】

図13は本発明の実施例4（数値実施例4）である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、図15、図16は、数値実施例4の広角端、焦点距離357mm、望遠端における縦収差図である。

【0027】

実施例4はズーム比120のズームレンズである。

【0028】

図17は本発明の実施例5（数値実施例5）であるズームレンズの広角端で無限遠物体

50

に合焦しているときのレンズ断面図である。図 18、図 19、図 20 は、数値実施例 5 の広角端、焦点距離 357 mm、望遠端における縦収差図である。

【0029】

実施例 5 はズーム比 120 のズームレンズである。

【0030】

図 21 は、正の屈折力のレンズ群による 2 色の色消しと二次スペクトル残存に関する模式図である。図 22 は負の屈折力のレンズ群の 2 色の色消しと二次スペクトル残存に関する模式図である。

【0031】

図 23 は現存する光学材料のアッベ数と部分分散比の分布の模式図である。

10

【0032】

図 24 は本発明の撮像装置の概略図である。

【0034】

図 25 は本発明の実施例 1（数値実施例 1）である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光路図である。

【0035】

図 26 は本発明の実施例 1（数値実施例 1）であるズームレンズの望遠端で無限遠物体に合焦しているときの光路図である。

【0036】

各実施例のレンズ断面図において、U1 はズーミングに際して不動の正の屈折力の第 1 レンズ群である。第 1 レンズ群 U1 は、全体を移動することにより、フォーカスを行っている。

20

【0037】

U2 はズーミング時に可動の負の屈折力の第 2 レンズ群（バリエータレンズ群）である。U3 はズーミング時に可動であり、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（コンペンセーターレンズ群）である。

【0038】

第 3 レンズ群 U3 は、広角端から望遠端への変倍に際して、第 2 群レンズ群の移動に連動して光軸上を移動して、変倍に伴う像面変動を補正している。

【0039】

30

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。U4 は結像のための正の屈折力の第 4 レンズ群（リレーレンズ群）である。P は色分解プリズムや光学フィルターであり、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。

【0040】

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、 ω は半画角である。

【0041】

40

すべての収差図において、球面収差は 0.4 mm、非点収差は 0.4 mm、歪曲は 5%、倍率色収差は、0.05 mm のスケールで描かれている。

【0042】

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。

【0043】

次に各実施例の特徴について説明する。

【0044】

各実施例のズームレンズは、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 レンズ群を有し

50

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レンズ群と、ズームングに際して不動の結像作用をする正の屈折力の第4レンズ群と、を有している。

【0045】

第2レンズ群U2は少なくとも1つの正レンズと少なくとも1つの負レンズを有している。

【0046】

第2レンズ群U2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 とする。第2レンズ群U2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 とする。このとき、

$(p_a - n_a) / (p_a - n_a) < -3.7 \times 10^{-3} \dots (1)$
なる条件を満足している。

【0047】

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ペ数は次のとおりである。

【0048】

フラウンホーファ線の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。

【0049】

アッペ数 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。

【0050】

$$d = (Nd - 1) / (NF - NC) \dots (9)$$

$$gF = (Ng - NF) / (NF - NC) \dots (10)$$

各実施例では、第2レンズ群U2のレンズ構成を前述の如く特定し、かつ条件式(1)を満足するようにして色消しを効果的に行っている。

【0051】

図23にアッペ数 dと部分分散比 gFとの関係を示すように、現存する光学材料はアッペ数 dに対し部分分散比 gFが狭い範囲に分布している。アッペ数 d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。

【0052】

いま、屈折力 ϕ_1 、 ϕ_2 、アッペ数 d_1 、 d_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補正条件は、

$$\phi_1 / d_1 + \phi_2 / d_2 = E \dots (11)$$

であらわされる。ここで、合成の屈折力 ϕ は、

$$\phi = \phi_1 + \phi_2 \dots (12)$$

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。

【0053】

(11)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。

【0054】

図21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 d_1 の大きな材料、負レンズG2としてアッペ数 d_2 の小さな材料を用いる。したがって図23より正レンズG1は部分分散比 gF_1 が小さく、負レンズは部分分散比 gF_2 が大きくなって、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 S_2 として定義すると、

$$S_2 = -(\phi_1 / d_1) \cdot (1 - d_2) / (1 - d_2) \dots (13)$$

であらわされる。

【0055】

10

20

30

40

50

図 2 5 に本実施例の広角端の光路図を、図 2 6 に本実施例の望遠端の光路図を示す。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 レンズ群で顕著に発生する。

【 0 0 5 6 】

図 2 2 において、負の屈折力のレンズ群 L N の色消しでは負レンズ G 1 としてアッペ数 1 の大きな材料、正レンズ G 2 としてアッペ数 2 の小さな材料を用いる。

【 0 0 5 7 】

したがって図 2 3 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 レンズ群で発生する。ここで第 2 ・ 第 3 ・ 第 4 レンズ群の結像倍率を
順に 2、 3、 4 とすると、

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

となる。

【 0 0 5 8 】

したがって、(1 4) 式における第 1 項は負、第 2 項は正となって、第 2 レンズ群にお
いて二次スペクトル量 2 の絶対値を増大させることにより、第 1 レンズ群で発生した軸
上色収差の二次スペクトル量 1 を効果的に補正することができる。

【 0 0 5 9 】

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 レンズ群の全厚をより小さくすることができる。

【 0 0 6 0 】

条件式 (1) は以上の点を考慮して、第 2 レンズ群 U 2 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。

【 0 0 6 1 】

条件式 (1) の上限を越えると、第 2 レンズ群 U 2 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。

【 0 0 6 2 】

更に好ましくは条件式 (1) の上限値を次の如く設定するのが良い。

【 0 0 6 3 】

$$(p a - n a) / (p a - n a) < - 3 . 7 2 \times 1 0 ^ { - 3 } \quad \cdot \cdot \cdot (1 a)$$

また、この条件式 (1) は、以下の条件式 (1 b) を満足すると尚好ましい。

【 0 0 6 4 】

$$- 1 0 . 0 0 \times 1 0 ^ { - 3 } (\text{更に好ましくは} - 6 . 5 0 \times 1 0 ^ { - 3 }) < (p a - n a) / (p a - n a) \quad \cdot \cdot \cdot (1 b)$$

各実施例では、以上のように構成することによって、1 0 0 倍又はそれ以上の高倍率 (高ズーム比) を確保しながらレンズ全長 (第 1 レンズ面から像面までの距離、光学全長ともいう) を短縮している。そして望遠端において軸上色収差を良好に補正した高い光学性能を達成している。

【 0 0 6 5 】

各実施例において、更に好ましくは次の諸条件のうちの 1 以上を満足するのが良い。

【 0 0 6 6 】

第 2 レンズ群 U 2 に含まれるレンズのうち、材料のアッペ数をもっとも小さい負レンズの焦点距離、材料のアッペ数と部分分散比を各々 f 2 n、 n、 n とする。

【 0 0 6 7 】

また第 2 レンズ群 U 2 に含まれるレンズのうち材料のアッペ数をもっとも大きい正レン

10

20

30

40

50

ズの焦点距離、材料のアッベ数と部分分散比を各々 f_2 、 p 、 p とする。

【0068】

第2レンズ群U2に含まれる正レンズの屈折力の合計値を p とする。第2レンズ群U2に含まれる負レンズの屈折力の合計値を n とする。第2レンズ群U2の屈折力を 2 とする。

【0069】

第1レンズ群U1の焦点距離を f_1 、第2レンズ群U2の焦点距離を f_2 とする。

【0070】

ズームレンズの望遠端における全系の焦点距離を f_{tele} とする。ズームレンズの広角端における全系の焦点距離を f_{wide} とする。

10

【0071】

このとき

$$(p - n) / (p - n) < -5.0 \times 10^{-3} \quad \dots (2)$$

$$-2.0 < (1/f_2) / (1/f_2 p - 1/f_2 n) < -0.2 \quad \dots (3)$$

$$p/2 < -0.5 \quad \dots (4)$$

$$n/2 > 1.5 \quad \dots (5)$$

$$9.5 < |f_1/f_2| < 11 \quad \dots (6)$$

$$3.9 < f_{tele}/f_1 < 6 \quad \dots (7)$$

$$2.5 < f_1/f_{wide} < 3.0 \quad \dots (8)$$

なる条件のうち1以上を満足するのが良い。

20

【0072】

条件式(2)は、第2レンズ群U2を構成するレンズのうち、特に第2レンズ群U2における二次スペクトル発生に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(2)を満足することにより、望遠端における軸上色収差を効果的に補正している。

【0073】

条件式(2)の上限を越えると、第2レンズ群U2によ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。

【0074】

条件式(3)は、第2レンズ群U2全体の屈折力と、第2レンズ群U2に含まれる正レンズと負レンズの屈折力との比を規定している。

30

【0075】

条件式(3)の下限を越えると、第2レンズ群U2における正レンズと負レンズによ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。

【0076】

条件式(4)は、第2レンズ群U2全体の屈折力に対する、第2レンズ群U2内の正レンズの屈折力の比を規定している。

【0077】

条件式(5)は第2レンズ群U2全体の屈折力に対する第2レンズ群U2内の負レンズの屈折力の比を規定している。

40

【0078】

条件式(4)の上限および条件式(5)の下限を超えると、第2レンズ群U2における正レンズと負レンズによる二次スペクトルの補正効果が不足してしまう。この結果、高倍率化(高ズーム比化)を達成しながら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。

【0079】

条件式(6)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(6)を満足することにより、軸上色収差を良好に補正しなが

50

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。

【0080】

条件式（6）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。

【0081】

条件式（6）の上限を超えると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。

【0082】

条件式（7）は、望遠端における全系の焦点距離と第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。

【0083】

条件式（7）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。

【0084】

条件式（7）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。

【0085】

条件式（8）は、第1レンズ群U1の焦点距離と広角端における全系の焦点距離の比を規定している。

【0086】

条件式（8）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。

【0087】

条件式（8）の上限を超えると広角端において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。

【0088】

更に好ましくは条件式（2）～条件式（8）の数値を次の如く設定するのが良い。

【0089】

$$\begin{aligned} & (p - n) / (p - n) < -5.1 \times 10^{-3} \quad \dots (2a) \\ & -1.5 < (1/f_2) / (1/f_2p - 1/f_2n) < -0.5 \quad \dots (3a) \\ & p/2 < -0.6 \quad \dots (4a) \\ & n/2 > 1.55 \quad \dots (5a) \\ & 9.51 < |f_1/f_2| < 10.90 \quad \dots (6a) \\ & 3.9 < f_{tele}/f_1 < 5.5 \quad \dots (7a) \\ & 2.5 < f_1/f_{wide} < 2.9 \quad \dots (8a) \end{aligned}$$

また、更に好ましくは、条件式（2）、（4）、（5）は、それぞれ以下の条件式（2b）、（4b）、（5b）を満足すると良い。

【0090】

$$\begin{aligned} & -10.20 \times 10^{-3} \text{ (更に好ましくは } -7.60 \times 10^{-3} \text{)} < (p - n) / (p - n) \quad \dots (2b) \\ & -10.50 \text{ (更に好ましくは } -7.75 \text{)} < p/2 \quad \dots (4b) \\ & 2.5 \text{ (更に好ましくは } 1.72 \text{)} > n/2 \quad \dots (5b) \end{aligned}$$

次に各実施例のズームレンズのレンズ構成の特徴のうち、前述した以外の特徴について説明する。

【0091】

各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。

【 0 0 9 2 】

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。

【 0 0 9 3 】

又は、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両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。

【 0 0 9 4 】

第3レンズ群U3は、物体側が凸面の2つの正レンズ、負レンズと正レンズとを接合した接合レンズ、正レンズの5つのレンズより成っている。

【 0 0 9 5 】

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個のレンズより成っている。

【 0 0 9 6 】

図24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24において101は実施例1～5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。

【 0 0 9 7 】

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。

【 0 0 9 8 】

SP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。

【 0 0 9 9 】

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を有していなくても良い。

【 0 1 0 0 】

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。

【 0 1 0 1 】

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。

【 0 1 0 2 】

119～121は、第1レンズ群F、変倍部LZの光軸上の位置や、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。

【 0 1 0 3 】

カメラ124において、109はカメラ124内の光学フィルタや色分解プリズムに相当するガラスブロック、110はズームレンズ101によって形成された被写体像を受光するCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）である。

【 0 1 0 4 】

また、111、122はカメラ124及びズームレンズ本体101の各種の駆動を制御するCPUである。

【 0 1 0 5 】

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

10

20

30

40

50

を有する撮像装置を実現している。

【 0 1 0 6 】

以下に本発明の実施例 1 ~ 5 に対応する数値実施例 1 ~ 5 を示す。各数値実施例において、 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、 nd_i 、 d_i は第 i 番目の光学部材の屈折率とアッペ数である。

【 0 1 0 7 】

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 ガラスブロックの最終面から像面までの距離 である。

【 0 1 0 8 】

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。

【 0 1 0 9 】

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。

【 0 1 1 0 】

【 数 1 】

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

【 0 1 1 1 】

で表される。又、例えば「e - Z」は「 $\times 10^{-Z}$ 」を意味する。

【 0 1 1 2 】

[数値実施例 1]

面番号	r	d	nd	d	有効径	gF	焦点距離
1	7000.000	6.00	1.83400	37.2	195.69	0.5775	-433.032
2	345.379	2.00			189.57		
3	345.379	25.91	1.43387	95.1	190.61	0.5373	484.173
4	-527.375	20.74			191.16		
5	331.921	18.73	1.43387	95.1	193.34	0.5373	706.637
6	-4082.422	0.25			192.86		
7	264.903	19.29	1.43387	95.1	188.46	0.5373	652.508
8	3887.712	0.25			187.25		
9	171.964	16.12	1.43875	95.0	174.67	0.5342	716.251
10	367.798	(可変)			172.80		
11	1547.347	2.00	2.00330	28.3	42.77	0.5980	-44.235
12	43.467	8.24			37.79		
13	-55.129	2.00	1.88300	40.8	37.77	0.5667	-32.903
14	63.246	9.63	1.92286	18.9	41.36	0.6495	35.902
15	-66.171	1.02			42.37		
16	-59.413	2.00	1.77250	49.6	42.43	0.5521	-74.892
17*	2736.384	(可変)			44.72		
18	108.766	12.13	1.56907	71.3	81.41	0.5451	185.041
19*	-3543.181	0.20			81.81		
20	100.674	13.34	1.49700	81.5	83.34	0.5375	174.573
21	-613.181	0.20			82.78		
22	103.700	2.50	1.84666	23.8	79.37	0.6205	-171.939
23	60.132	20.33	1.43875	95.0	74.98	0.5342	113.871
24	-268.844	0.20			73.52		
25*	201.189	5.73	1.43875	95.0	71.02	0.5342	373.651

26	-889.802	(可変)			69.63			
27(絞り)		1.42			32.62			
28	823.159	1.40	1.81600	46.6	31.65	0.5568	-39.032	
29	30.790	0.20			29.87			
30	28.600	5.57	1.84666	23.8	30.03	0.6205	54.549	
31	67.298	8.49			28.84			
32	-43.101	1.40	1.88300	40.8	26.96	0.5667	-112.782	
33	-76.811	2.57			27.22			
34	-55.688	1.80	1.75500	52.3	26.99	0.5476	-44.475	
35	86.743	3.44	1.84666	23.8	27.69	0.6205	144.468	10
36	285.970	3.03			28.03			
37		16.48	1.62041	60.3	28.90	0.5426	171.230	
38	-106.653	6.47			31.93			
39	162.243	7.42	1.48749	70.2	33.07	0.5300	67.989	
40	-41.203	0.20			33.14			
41	-86.425	1.60	1.88300	40.8	32.22	0.5667	-35.445	
42	49.948	9.05	1.48749	70.2	32.01	0.5300	51.511	
43	-47.820	0.20			32.49			
44	247.432	9.09	1.56732	42.8	31.95	0.5730	41.084	
45	-25.544	1.60	1.88300	40.8	31.50	0.5667	-36.359	20
46	-125.843	0.20			32.36			
47	66.747	7.59	1.48749	70.2	32.50	0.5300	61.021	
48	-51.977	14.00			32.08			
49		33.00	1.60859	46.4	60.00	0.5664		
50		13.20	1.51633	64.2	60.00	0.5352		
51					60.00			
像面								

【 0 1 1 3 】

非球面データ

30

第17面

K=-2.53234e+004 A 4=-4.13015e-007 A 6=-2.14627e-010 A 8= 2.26588e-013

第19面

K= 5.22565e+003 A 4= 8.81676e-008 A 6= 1.58180e-012 A 8= 6.14872e-015

第25面

K=-9.48244e+000 A 4=-7.57187e-007 A 6=-1.54476e-010 A 8= 2.42122e-014

各種データ

40

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	622.39	622.39	622.39
BF	12.00	12.00	12.00

d10 3.07 167.22 176.64

50

d17	266.10	45.13	1.96
d26	3.00	59.82	93.57

入射瞳位置	124.58	3013.28	11114.47
射出瞳位置	302.09	302.09	302.09
前側主点位置	134.17	3789.40	15026.00
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	前側主点位置	後側主点位置
1	1	238.05	109.29	59.18	-20.74
2	11	-25.00	24.89	4.19	-12.46
3	18	66.50	54.63	13.57	-26.05
4	27	49.24	149.41	59.52	17.15

10

	広角端	中間	望遠端
2	-0.135	-1.196	-2.178
3	-0.262	-1.116	-1.624
4	1.105	1.105	1.105

20

【 0 1 1 4 】

[数値実施例 2]

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	gF	焦点距離
1	-9010.142	6.00	1.80440	39.6	196.06	0.5729	-381.824
2	320.047	2.00			189.99		
3	313.972	27.24	1.43387	95.1	191.42	0.5373	463.107
4	-547.196	21.28			192.07		
5	389.595	20.24	1.43387	95.1	195.91	0.5373	657.006
6	-1055.459	0.25			195.61		
7	302.197	19.44	1.43387	95.1	191.18	0.5373	656.096
8	-5026.813	0.25			190.12		
9	154.769	16.92	1.43875	95.0	175.10	0.5342	691.925
10	304.398	(可変)			173.28		
11	950.946	2.00	2.00330	28.3	39.36	0.5980	-43.088
12	41.638	7.75			36.20		
13	-54.808	2.00	1.88300	40.8	36.26	0.5667	-26.963
14	43.259	10.13	1.92286	18.9	40.12	0.6495	32.746
15	-92.678	1.79			41.12		
16	-62.313	2.00	1.77250	49.6	41.27	0.5521	-78.452
17*	2714.516	(可変)			43.70		
18	125.712	11.25	1.56907	71.3	83.84	0.5451	212.853
19*	-3538.914	0.20			84.63		
20	110.363	14.22	1.49700	81.5	87.82	0.5375	175.252
21	-401.065	0.20			87.63		
22	106.440	2.50	1.84666	23.8	85.13	0.6205	-175.888
23	61.653	23.18	1.43875	95.0	80.71	0.5342	111.945
24	-216.463	0.20			79.83		
25*	85.906	11.20	1.43875	95.0	74.90	0.5342	170.195
26	-559.061	(可変)			73.23		

30

40

50

27(絞り)		2.35			32.63			
28	-222.632	1.40	1.81600	46.6	31.19	0.5568	-31.984	
29	29.820	0.20			29.18			
30	27.382	5.69	1.84666	23.8	29.37	0.6205	44.800	
31	86.813	7.17			28.27			
32	-52.648	1.40	1.88300	40.8	26.06	0.5667	-66.197	
33	-510.055	3.11			26.02			
34	-59.931	1.80	1.75500	52.3	25.90	0.5476	-37.509	
35	54.857	3.61	1.84666	23.8	26.64	0.6205	94.347	
36	166.237	3.03			26.93			10
37		16.06	1.62041	60.3	27.84	0.5426	172.035	
38	-107.155	5.63			31.15			
39	138.882	7.19	1.48749	70.2	32.52	0.5300	66.785	
40	-41.988	0.20			32.64			
41	-106.918	1.60	1.88300	40.8	31.78	0.5667	-32.013	
42	39.004	10.02	1.48749	70.2	31.48	0.5300	42.100	
43	-39.946	0.20			32.07			
44	551.503	8.85	1.56732	42.8	31.45	0.5730	40.405	
45	-23.915	1.60	1.88300	40.8	31.08	0.5667	-33.009	
46	-133.862	0.20			32.23			20
47	68.903	7.90	1.48749	70.2	32.62	0.5300	55.431	
48	-43.023	14.00			32.41			
49		33.00	1.60859	46.4	60.00	0.5664		
50		13.20	1.51633	64.2	60.00	0.5352		
51					60.00			
像面								

【 0 1 1 5 】

非球面データ

第17面

K=-2.53234e+004 A 4=-2.44954e-007 A 6=-4.12901e-010 A 8= 5.73716e-013

第19面

K= 5.22565e+003 A 4=-2.85777e-009 A 6= 6.05544e-011 A 8= 2.95783e-015

第25面

K= 2.58811e-001 A 4=-9.51474e-007 A 6=-1.34383e-010 A 8= 2.46604e-014

各種データ

ズーム比	100.00							40
	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	626.97	626.97	626.97					
BF	11.99	11.99	11.99					
d10	5.22	171.28	180.92					
d17	255.10	42.07	5.00					50

d26 3.00 49.97 77.40

入射瞳位置 125.45 2886.76 9777.54
 射出瞳位置 233.68 233.68 233.68
 前側主点位置 135.14 3794.02 14609.04
 後側主点位置 2.69 -339.13 -918.01

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	237.31	113.61	64.18	-17.84
2	11	-22.00	25.68	4.94	-11.81
3	18	60.00	62.95	20.09	-27.48
4	27	44.21	149.41	56.44	29.64

10

	広角端	中間	望遠端
2	-0.117	-1.035	-1.895
3	-0.238	-1.021	-1.479
4	1.399	1.399	1.399

20

【 0 1 1 6 】

[数値実施例 3]

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	gF	焦点距離
1	7000.000	6.00	1.83400	37.2	213.61	0.5775	-449.052
2	357.503	2.00			205.79		
3	357.503	29.40	1.43387	95.1	205.38	0.5373	485.048
4	-501.918	22.37			204.27		
5	336.083	17.77	1.43387	95.1	196.11	0.5373	776.526
6	66701.633	0.25			195.59		
7	269.153	19.82	1.43387	95.1	191.51	0.5373	654.885
8	4775.593	0.25			190.29		
9	180.677	15.41	1.43875	95.0	177.89	0.5342	786.874
10	368.154	(可変)			175.98		
11	2480.029	2.00	2.00330	28.3	45.42	0.5980	-45.975
12	45.638	8.92			40.05		
13	-56.112	2.00	1.88300	40.8	39.59	0.5667	-35.474
14	73.053	8.84	1.94595	18.0	40.61	0.6545	37.281
15	-65.772	0.60			41.51		
16	-65.663	2.00	1.88300	40.8	41.54	0.5667	-72.711
17*	3965.269	(可変)			43.32		
18	99.671	14.10	1.56907	71.3	85.55	0.5451	170.117
19*	-3619.474	0.20			85.60		
20	96.176	13.65	1.49700	81.5	85.93	0.5375	193.636
21	25787.680	0.20			84.86		
22	422.158	2.50	1.84666	23.8	83.83	0.6205	-183.820
23	114.219	18.45	1.43875	95.0	81.17	0.5342	147.386
24	-142.520	0.20			80.02		
25*	217.708	4.93	1.43875	95.0	75.65	0.5342	469.490
26	-3985.731	(可変)			74.31		

30

40

50

27(絞り)		8.52			36.54		
28	-567.828	1.40	1.81600	46.6	31.98	0.5568	-36.016
29	31.195	0.20			30.48		
30	27.263	6.22	1.84666	23.8	30.96	0.6205	41.868
31	102.304	6.91			29.97		
32	-60.794	1.40	1.88300	40.8	27.95	0.5667	-980.787
33	-66.064	2.37			27.92		
34	-45.875	1.80	1.75500	52.3	27.12	0.5476	-62.063
35	-1836.601	1.22	1.84666	23.8	27.24	0.6205	-99.966
36	89.675	3.03			27.31		
37		14.90	1.62041	60.3	27.96	0.5426	2371.111
38	-1476.882	5.50			30.92		
39	87.779	7.61	1.48749	70.2	33.16	0.5300	64.850
40	-48.256	0.20			33.40		
41	-113.704	1.60	1.88300	40.8	32.90	0.5667	-50.945
42	75.650	8.54	1.48749	70.2	32.93	0.5300	59.272
43	-45.265	0.20			33.39		
44	242.283	8.95	1.56732	42.8	32.61	0.5730	44.297
45	-27.834	1.60	1.88300	40.8	32.03	0.5667	-41.331
46	-118.251	0.20			32.56		
47	59.750	6.83	1.48749	70.2	32.32	0.5300	71.520
48	-81.233	14.00			31.62		
49		33.00	1.60859	46.4	60.00	0.5664	
50		13.20	1.51633	64.2	60.00	0.5352	
51	—				60.00		

像面

【 0 1 1 7 】

非球面データ

第17面

K = -2.53234e+004 A 4 = -3.38222e-007 A 6 = -1.13320e-010 A 8 = 1.04282e-013

第19面

K = 5.22565e+003 A 4 = 1.38826e-007 A 6 = -2.25608e-011 A 8 = 7.05801e-015

第25面

K = -3.20598e+000 A 4 = -7.86592e-007 A 6 = -1.94993e-010 A 8 = 1.40774e-014

各種データ

ズーム比 120.00

焦点距離	9.00	27.72	71.12	356.79	1080.00
Fナンバー	1.85	1.85	1.85	1.85	5.60
画角	31.43	11.22	4.42	0.88	0.29
像高	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	657.18	657.18	657.18	657.18	657.18
BF	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00

d10	3.13	97.13	141.13	177.16	187.42
d17	297.77	191.44	132.73	57.35	2.03

10

20

30

40

50

d26 3.00 15.34 30.04 69.40 114.46

入射瞳位置 128.68 416.07 873.88 3239.97 14318.57
 射出瞳位置 306.94 306.94 306.94 306.94 306.94
 前側主点位置 137.95 446.40 962.14 4028.36 19353.29
 後側主点位置 3.00 -15.72 -59.12 -344.78 -1068.00

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	248.58	113.27	62.46	-20.56
2	11	-26.00	24.36	4.30	-12.13
3	18	76.00	54.23	13.84	-25.71
4	27	54.93	149.41	67.47	11.36

10

	広角端	中間	望遠端
2	-0.134	-1.265	-2.525
3	-0.274	-1.148	-1.741
4	0.988	0.988	0.988

【 0 1 1 8 】

[数値実施例 4]

20

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	gF	焦点距離
1	2129.395	6.00	1.80100	35.0	208.05	0.5863	-510.719
2	344.673	2.00			201.11		
3	346.355	24.55	1.43387	95.1	200.92	0.5373	567.183
4	-839.014	22.52			200.00		
5	389.319	17.75	1.43387	95.1	195.27	0.5373	763.997
6	-2237.919	0.25			194.86		
7	279.897	19.03	1.43387	95.1	190.65	0.5373	673.481
8	6158.046	0.25			189.53		
9	176.118	16.13	1.43875	95.0	177.22	0.5342	727.500
10	380.747	(可変)			175.48		
11	2885.419	2.00	2.00330	28.3	44.90	0.5980	-44.351
12	44.167	9.11			39.53		
13	-52.012	2.00	1.88300	40.8	39.14	0.5667	-37.776
14	96.232	8.35	1.94087	17.4	40.47	0.6775	41.405
15	-64.098	0.09			41.55		
16	-74.481	2.00	1.88300	40.8	41.62	0.5667	-82.049
17*	3416.072	(可変)			43.27		
18	102.087	13.85	1.56907	71.3	85.54	0.5451	174.085
19*	-3588.372	0.20			85.63		
20	96.561	13.70	1.49700	81.5	86.02	0.5375	188.659
21	-3428.446	0.20			85.03		
22	348.188	2.50	1.84666	23.8	83.63	0.6205	-184.503
23	108.208	17.89	1.43875	95.0	80.81	0.5342	150.213
24	-161.104	0.20			79.59		
25*	211.496	5.03	1.43875	95.0	75.67	0.5342	456.936
26	-4014.724	(可変)			74.34		
27(絞り)		5.61			36.63		
28	-1845.052	1.40	1.81600	46.6	33.59	0.5568	-37.314

30

40

50

29	31.130	0.20			31.91		
30	27.954	6.43	1.84666	23.8	32.38	0.6205	42.504
31	108.263	7.45			31.42		
32	-55.071	1.40	1.88300	40.8	29.28	0.5667	-64.753
33	-1313.708	2.01			29.33		
34	-2773.834	1.80	1.62041	60.3	29.34	0.5426	237.258
35	-140.340	1.56	1.84666	23.8	29.35	0.6205	-136.438
36	694.948	3.03			29.44		
37		14.07	1.62041	60.3	29.72	0.5426	-203.170
38	126.547	8.31			30.63		
39	108.195	6.72	1.48749	70.2	32.82	0.5300	80.690
40	-60.869	0.20			33.03		
41	-138.367	1.60	1.88300	40.8	32.76	0.5667	-58.384
42	83.385	8.95	1.48749	70.2	32.84	0.5300	59.692
43	-43.348	0.20			33.36		
44	504.860	8.59	1.56732	42.8	32.55	0.5730	45.993
45	-27.505	1.60	1.88300	40.8	32.04	0.5667	-40.719
46	-118.009	0.20			32.66		
47	57.454	7.89	1.48749	70.2	32.51	0.5300	68.366
48	-76.402	14.00			31.66		
49		33.00	1.60859	46.4	60.00	0.5664	
50		13.20	1.51633	64.2	60.00	0.5352	
51					60.00		

像面

【 0 1 1 9 】

非球面データ

第17面

K=-2.53234e+004 A 4=-3.62355e-007 A 6=-2.14731e-010 A 8= 1.63676e-013

第19面

K= 5.22565e+003 A 4= 1.08856e-007 A 6=-2.48018e-011 A 8= 7.66860e-015

第25面

K=-5.70319e+000 A 4=-7.40368e-007 A 6=-2.01733e-010 A 8= 1.95906e-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
レンズ全長	650.52	650.52	650.52
BF	12.00	12.00	12.00

d10	2.44	176.47	186.72
d17	298.07	57.64	2.33
d26	3.00	69.40	114.46

10

20

30

40

50

入射瞳位置 125.17 3230.23 14257.94
 射出瞳位置 399.29 399.29 399.29
 前側主点位置 134.38 3915.70 18349.64
 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	前側主点位置	後側主点位置
1	1	248.58	108.48	58.95	-21.72
2	11	-26.00	23.55	3.84	-12.32
3	18	76.00	53.58	13.36	-25.49
4	27	57.62	149.40	67.66	11.33

10

	広角端	中間	望遠端
2	-0.134	-1.265	-2.525
3	-0.274	-1.148	-1.741
4	0.988	0.988	0.988

【 0 1 2 0 】

[数値実施例 5]

20

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	gF	焦点距離
1	7896.929	6.00	1.83400	37.2	211.49	0.5775	-433.905
2	348.011	2.00			203.64		
3	345.504	26.03	1.43387	95.1	203.24	0.5373	546.674
4	-745.232	24.47			202.29		
5	388.160	22.54	1.43387	95.1	198.87	0.5373	599.263
6	-779.545	0.25			198.57		
7	268.723	17.78	1.43387	95.1	192.50	0.5373	749.091
8	1502.611	0.25			191.30		
9	176.058	15.43	1.43875	95.0	179.79	0.5342	794.518
10	345.300	(可変)			178.06		
11	920.754	2.00	2.00330	28.3	45.44	0.5980	-47.720
12	45.823	6.33			40.18		
13	-208.974	2.00	1.88300	40.8	39.67	0.5667	-30.818
14	31.638	9.55	1.94595	18.0	39.21	0.6545	32.155
15	-1005.578	3.73			39.39		
16	-60.285	2.00	1.88300	40.8	39.45	0.5667	-65.865
17*	2003.823	(可変)			41.47		
18	239.266	8.90	1.56907	71.3	82.57	0.5451	399.670
19*	-4869.111	0.20			83.93		
20	99.548	15.43	1.49700	81.5	88.86	0.5375	167.337
21	-487.999	0.20			88.65		
22	73.800	2.50	1.84666	23.8	85.52	0.6205	-192.435
23	50.153	24.02	1.43875	95.0	79.45	0.5342	114.284
24	18699.561	0.20			78.09		
25*	79.222	10.87	1.43875	95.0	74.99	0.5342	170.487
26	-1344.599	(可変)			73.35		
27(絞リ)		2.95			33.36		
28	-116.136	1.40	1.81600	46.6	32.00	0.5568	-33.538

30

40

50

29	36.240	0.20			30.54			
30	32.317	5.69	1.84666	23.8	30.77	0.6205	47.626	
31	143.868	6.74			29.92			
32	-56.964	1.40	1.88300	40.8	28.11	0.5667	-102.268	
33	-154.548	2.77			28.16			
34	-64.023	1.80	1.75500	52.3	27.93	0.5476	-62.225	
35	181.715	3.38	1.84666	23.8	28.42	0.6205	139.976	
36	-347.608	3.03			28.69			
37		15.01	1.62041	60.3	29.13	0.5426	-173.397	
38	108.003	6.44			30.43			10
39	380.578	7.18	1.48749	70.2	32.23	0.5300	69.036	
40	-36.827	0.20			32.77			
41	-157.843	1.60	1.88300	40.8	32.07	0.5667	-38.927	
42	44.480	10.13	1.48749	70.2	31.97	0.5300	43.191	
43	-37.230	0.20			32.61			
44	283.380	8.80	1.56732	42.8	31.74	0.5730	41.513	
45	-25.550	1.60	1.88300	40.8	31.24	0.5667	-32.251	
46	-243.484	0.20			32.03			
47	54.265	8.00	1.48749	70.2	32.41	0.5300	54.763	
48	-50.339	14.00			32.04			20
49		33.00	1.60859	46.4	60.00	0.5664		
50		13.20	1.51633	64.2	60.00	0.5352		
51					60.00			
像面								

【 0 1 2 1 】

非球面データ

第17面

K=-2.53234e+004 A 4= 1.87157e-007 A 6=-7.67739e-010 A 8= 9.41364e-013

30

第19面

K= 5.22565e+003 A 4=-4.49518e-007 A 6= 1.26923e-010 A 8=-1.31489e-014

第25面

K=-2.03560e+000 A 4=-8.64535e-007 A 6= 4.49347e-011 A 8= 1.82895e-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	40
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	652.55	652.55	652.55	
BF	12.00	12.00	12.00	
d10	3.58	184.07	195.16	
d17	282.38	50.80	4.99	
d26	3.00	54.08	88.81	

50

入射瞳位置 128.73 3118.89 12946.69
 射出瞳位置 311.33 311.33 311.33
 前側主点位置 138.00 3900.95 17923.40
 後側主点位置 3.00 -344.78 -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	254.33	114.73	66.36	-17.68
2	11	-23.50	25.61	6.74	-9.36
3	18	64.25	62.32	18.15	-27.58
4	27	49.61	148.93	60.07	26.51

10

	広角端	中間	望遠端
2	-0.116	-1.052	-2.090
3	-0.236	-1.031	-1.572
4	1.292	1.292	1.292

【 0 1 2 2 】

【表 1】

表 1 数値実施例 1 ～ 5 における各条件式対応値

20

条件式 番号	条件式	数値実施例		
		1	2	3
(1)	$(\theta_{pa} - \theta_{na}) / (\nu_{pa} - \nu_{na})$	-3.74×10^{-3}	-3.74×10^{-3}	-4.16×10^{-3}
(2)	$(\theta_p - \theta_n) / (\nu_p - \nu_n)$	-5.48×10^{-3}	-5.48×10^{-3}	-5.49×10^{-3}
(3)	$(1/f_2) / (1/f_{2p} - 1/f_{2n})$	-0.793	-0.846	-0.791
(4)	ϕ_p / ϕ_2	-0.696	-0.672	-0.697
(5)	ϕ_n / ϕ_2	1.658	1.607	1.656
(6)	$ f_1/f_2 $	9.522	10.787	9.561
(7)	f_{tele}/f_1	3.907	3.919	4.344
(8)	f_1/f_{wide}	25.597	25.517	27.620

30

条件式 番号	条件式	数値実施例	
		4	5
(1)	$(\theta_{pa} - \theta_{na}) / (\nu_{pa} - \nu_{na})$	-5.23×10^{-3}	-4.15×10^{-3}
(2)	$(\theta_p - \theta_n) / (\nu_p - \nu_n)$	-7.29×10^{-3}	-4.15×10^{-3}
(3)	$(1/f_2) / (1/f_{2p} - 1/f_{2n})$	-0.824	-0.817
(4)	ϕ_p / ϕ_2	-0.627	-0.731
(5)	ϕ_n / ϕ_2	1.591	1.612
(6)	$ f_1/f_2 $	9.561	10.823
(7)	f_{tele}/f_1	4.344	4.246
(8)	f_1/f_{wide}	27.620	28.250

40

【図面の簡単な説明】

【 0 1 2 3 】

【図 1】数値実施例 1 の広角端における断面図

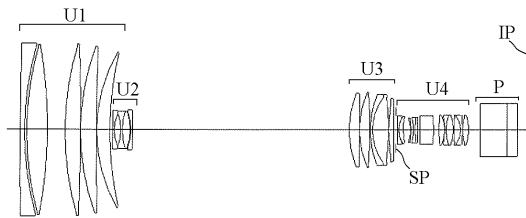
【図 2】数値実施例 1 の $f = 9.3 \text{ mm}$ における収差図【図 3】数値実施例 1 の $f = 357 \text{ mm}$ における収差図【図 4】数値実施例 1 の $f = 930 \text{ mm}$ における収差図

【図 5】数値実施例 2 の広角端における断面図

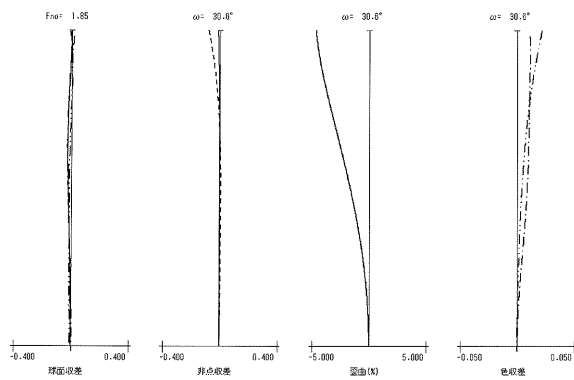
50

【図 6】数値実施例 2 の $f = 9.3 \text{ mm}$ における収差図	
【図 7】数値実施例 2 の $f = 357 \text{ mm}$ における収差図	
【図 8】数値実施例 2 の $f = 930 \text{ mm}$ における収差図	
【図 9】数値実施例 3 の広角端における断面図	
【図 10】数値実施例 3 の $f = 9 \text{ mm}$ における収差図	
【図 11】数値実施例 3 の $f = 357 \text{ mm}$ における収差図	
【図 12】数値実施例 3 の $f = 1080 \text{ mm}$ における収差図	
【図 13】数値実施例 4 の広角端における断面図	
【図 14】数値実施例 4 の $f = 9 \text{ mm}$ における収差図	
【図 15】数値実施例 4 の $f = 357 \text{ mm}$ における収差図	10
【図 16】数値実施例 4 の $f = 1080 \text{ mm}$ における収差図	
【図 17】数値実施例 5 の広角端における断面図	
【図 18】数値実施例 5 の $f = 9 \text{ mm}$ における収差図	
【図 19】数値実施例 5 の $f = 357 \text{ mm}$ における収差図	
【図 20】数値実施例 5 の $f = 1080 \text{ mm}$ における収差図	
【図 21】2 色の色消しと二次スペクトル残存に関する模式図	
【図 22】2 色の色消しと二次スペクトル残存に関する模式図	
【図 23】アップ数と部分分散比との関係を示す模式図	
【図 24】本発明の撮像装置の要部概略図	
【図 25】数値実施例 1 の広角端 ($f = 9.3 \text{ mm}$) における光路図	20
【図 26】数値実施例 1 の望遠端 ($f = 930 \text{ mm}$) における光路図	
【符号の説明】	
【 0 1 2 4 】	
U 1	第 1 レンズ群
U 2	第 2 レンズ群
U 3	第 3 レンズ群
U 4	第 4 レンズ群
S P	絞り
P	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	撮像面
1 0 1	ズームレンズ
F	第 1 レンズ群
L Z	変倍部
R	第 4 レンズ群
1 0 9	ガラスブロック
1 1 0	撮像素子
1 2 4	カメラ
1 2 5	撮像装置

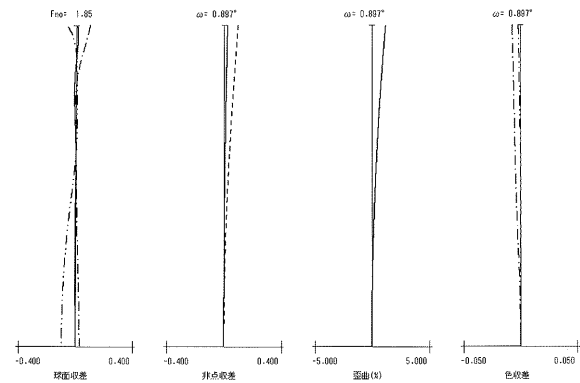
【図 1】



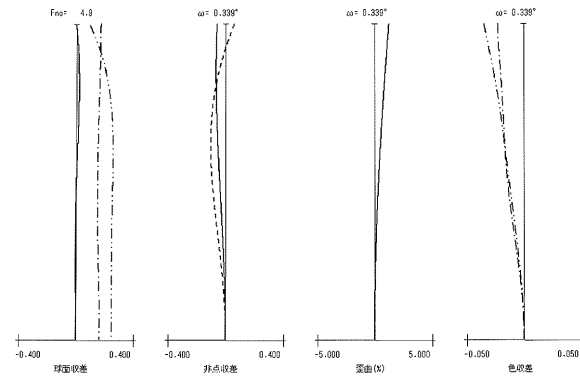
【図 2】



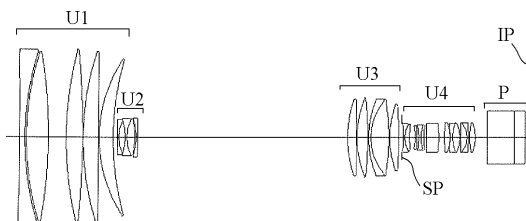
【図 3】



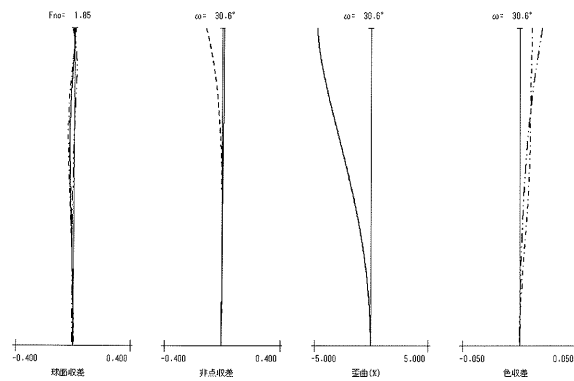
【図 4】



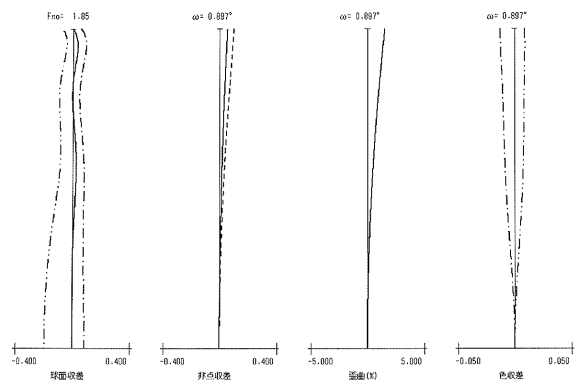
【図 5】



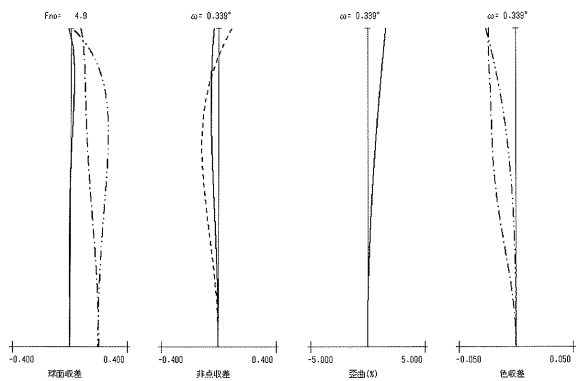
【図 6】



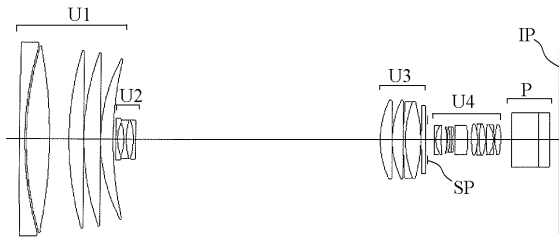
【図 7】



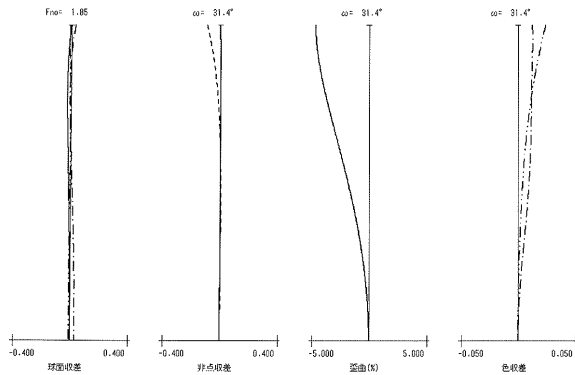
【図 8】



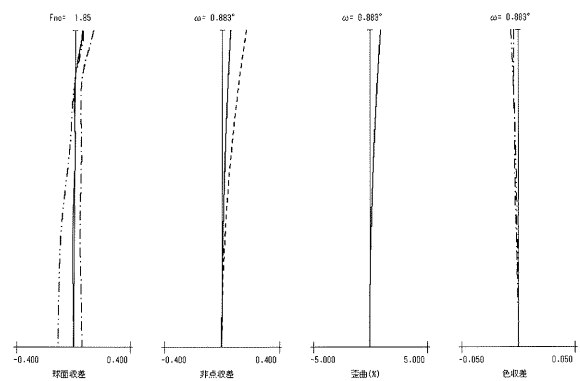
【図 9】



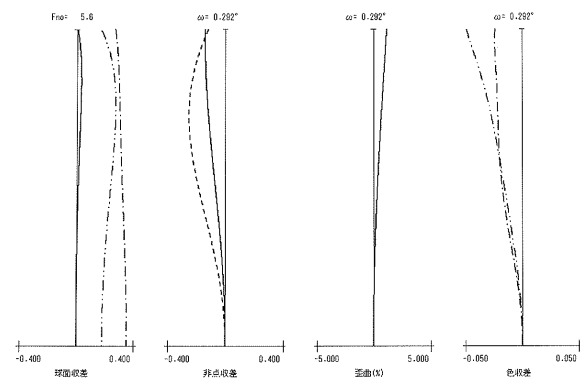
【図 10】



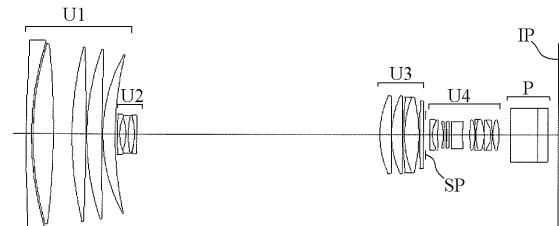
【図 11】



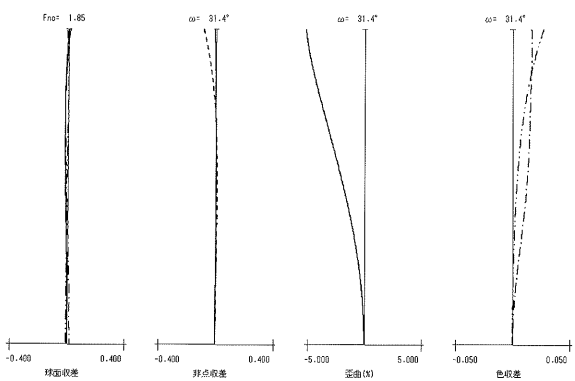
【図 12】



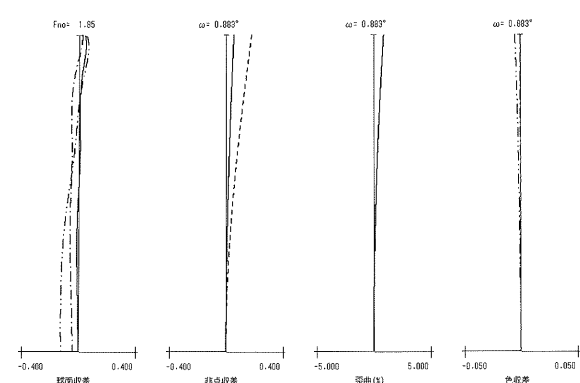
【図 13】



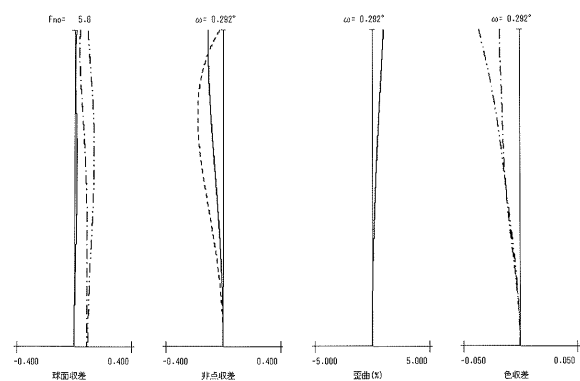
【図 14】



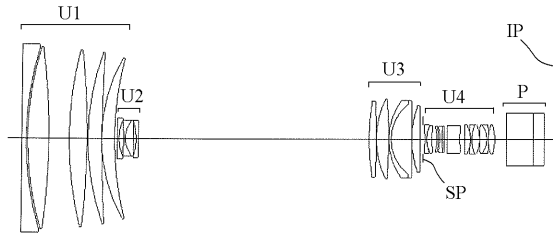
【図 15】



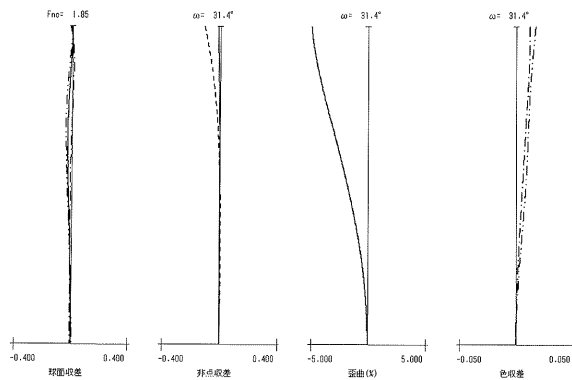
【図 16】



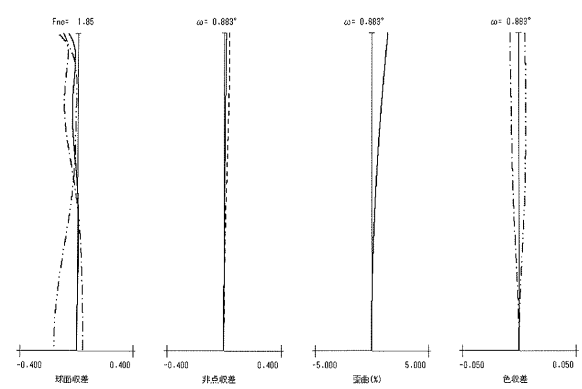
【図 17】



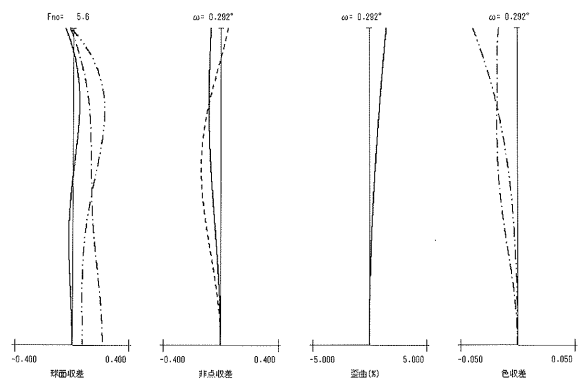
【図 18】



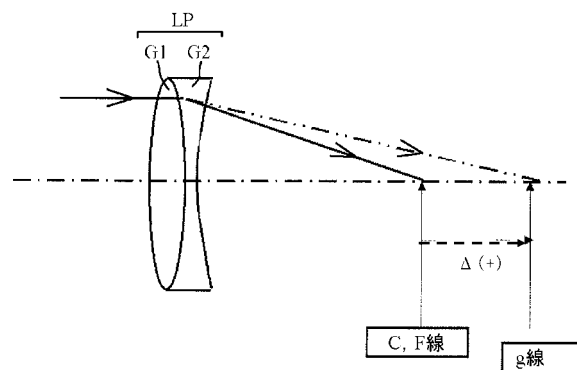
【図 19】



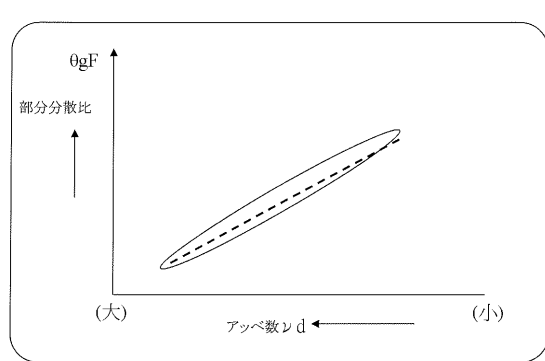
【図 20】



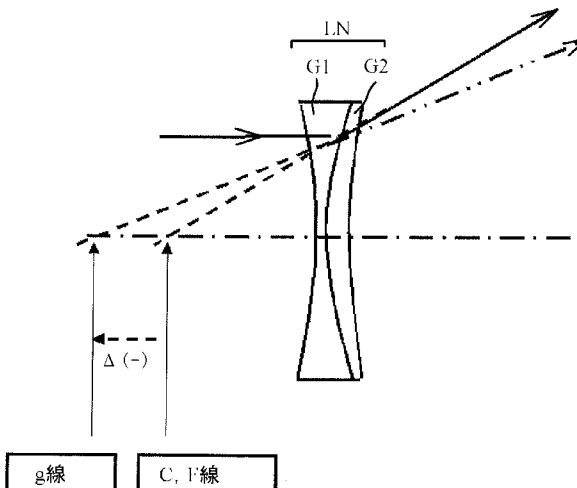
【図 21】



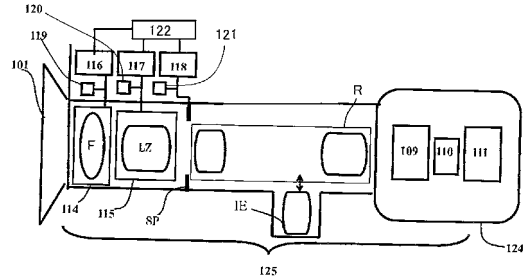
【図 23】



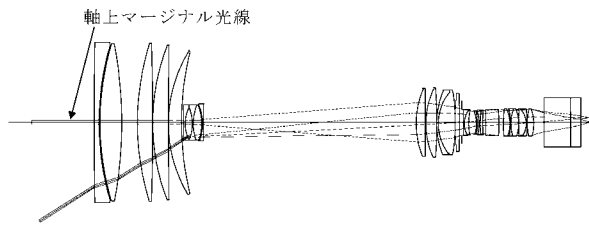
【図 22】



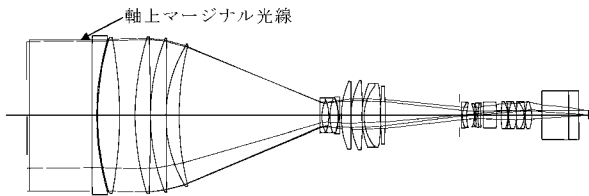
【図 24】



【図 25】



【図 26】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-264458(JP,A)
特開昭57-035822(JP,A)
特開2008-191294(JP,A)
特開2008-191301(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08

G02B21/02 - 21/04

G02B25/00 - 25/04