

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5615141号
(P5615141)

(45) 発行日 平成26年10月29日(2014.10.29)

(24) 登録日 平成26年9月19日(2014.9.19)

(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 5 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2010-260974 (P2010-260974)
 (22) 出願日 平成22年11月24日 (2010.11.24)
 (65) 公開番号 特開2012-113082 (P2012-113082A)
 (43) 公開日 平成24年6月14日 (2012.6.14)
 審査請求日 平成25年11月25日 (2013.11.25)

(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 100094112
 弁理士 岡部 譲
 (74) 代理人 100096943
 弁理士 白井 伸一
 (74) 代理人 100101498
 弁理士 越智 隆夫
 (74) 代理人 100107401
 弁理士 高橋 誠一郎
 (74) 代理人 100106183
 弁理士 吉澤 弘司
 (74) 代理人 100128668
 弁理士 齋藤 正巳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、変倍のためには移動しない正の屈折力を有する第1レンズ群、変倍に際して移動する負の屈折力を有する第2レンズ群、変倍に際して移動する正あるいは負の屈折力を有する第3レンズ群、変倍のためには移動しない正の屈折力を有する第4レンズ群からなる、ズームレンズにおいて、

該第1レンズ群を構成するレンズのうち、最もアッベ数が小さい正レンズLpのアッベ数を p、部分分散比を p、屈折力を p、該正レンズLp以外の正レンズのアッベ数の平均値を ap、該第1レンズ群の負レンズの部分分散比の平均値を an、アッベ数の平均値を an、負レンズの屈折力の和を n、該第1レンズ群の屈折力を 1、望遠端におけるズームレンズ全体の屈折力を teleとしたとき、以下の式を満足し、

$$\begin{aligned}
 -0.03 &< (p - an) / an < 0.15 \\
 0.005 &< (1/p - 1/ap) / (1/tele) < 0.030 \\
 0.05 &< p/1 < 0.4 \\
 0.05 &< (1/an - 1/ap) / (p/1) < 0.5 \\
 -1.0 &< n/1 < -0.4
 \end{aligned}$$

但し、g線における屈折率をNg、C線における屈折率をNC、d線における屈折率をNd、F線における屈折率をNF、としたとき、

$$\text{アッベ数} = (Nd-1)/(NF-NC)$$

$$\text{部分分散比} = (Ng-NF)/(NF-NC)$$

10

20

である、ことを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

次の条件式、

$$\begin{aligned} -0.5 < p/n < -0.1, \\ |p - an| < 15, \end{aligned}$$

を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 3】

前記第 2 レンズ群の屈折力を 2 としたとき、次の条件式、

$$-0.1 < p/2 < -0.01,$$

を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のズームレンズ。

10

【請求項 4】

前記第 1 レンズ群は、物体側から順に、合焦のためには移動しない第 1 a レンズ群と、合焦のために移動する正の屈折力を有する第 1 b レンズ群で構成され、

前記正レンズ Lp は、第 1 a レンズ群に含まれる、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、該ズームレンズと接続し該ズームレンズによって結像される被写体像を撮像するカメラとを有する、撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【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】

従来から、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使用されるズームレンズとして、物体側から順に、フォーカス群を有する正の第 1 レンズ群、変倍の為の負の第 2 レンズ群、変倍に伴う像面変動を補正するための正あるいは負の第 3 レンズ群、及び結像の為の正の第 4 レンズ群から構成されるものが提案されている。

30

特許文献 1 は、前記第 3 レンズ群が正の屈折力を有するズームレンズを開示し、特許文献 2 は、前記第 3 レンズ群が負の屈折力を有するズームレンズを開示している。

【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】特開平 9-5628 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

40

特許文献 1 には、第 1 レンズの屈折率やアッベ数、形状等を規定することで、特に軸上色収差を良好に補正する技術が開示されている。

特許文献 2 には、第 1 レンズ群内の正負のレンズ構成とそのアッベ数を規定することで、特に球面収差並びに色収差の少ないズームレンズを実現する技術が開示されている。

しかしながら、更なる高変倍比による望遠端の焦点距離の増大による軸上色収差の補正や、既に開示されているズームレンズにおいて更なる望遠側の軸上色収差の補正を行おうとする場合、従来技術では十分に補正することが困難であるという問題点があった。

【0005】

そこで本発明は、特に放送用の高倍率ズームレンズに最適で、望遠側の軸上色収差の二次スペクトルを良好に補正しつつ、小型軽量化を達成するズームレンズおよびそれを有す

50

る撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明のズームレンズは、物体側から順に、変倍のためには移動しない正の屈折力を有する第1レンズ群、変倍に際して移動する負の屈折力を有する第2レンズ群、変倍に際して移動する正あるいは負の屈折力を有する第3レンズ群、変倍のためには移動しない正の屈折力を有する第4レンズ群からなり、該第1レンズ群を構成するレンズのうち、最もアッベ数が小さい正レンズLpのアッベ数を p、部分分散比を p、屈折力を p、該正レンズLp以外の正レンズのアッベ数の平均値を ap、該第1レンズ群の負レンズの部分分散比の平均値を an、アッベ数の平均値を an、負レンズの屈折力の和を n、該第1レンズ群の屈折力を 1、望遠端におけるズームレンズ全体の屈折力を teleとしたとき、以下の条件式、

$$\begin{aligned} -0.03 &< (p - an) / an < 0.15 \\ 0.005 &< (1/p - 1/ap) / (1/tele) < 0.030 \\ 0.05 &< p/1 < 0.40 \\ 0.05 &< (1/an - 1/ap) / (p/1) < 0.5 \\ -1.0 &< n/1 < -0.4 \end{aligned}$$

を満足することを特徴とする。

また、好ましくは、前記第1レンズ群を構成するレンズのうち、負レンズのアッベ数の平均値を an、負レンズの屈折力の和を nとしたとき、以下の条件式を満足させるのがよい。

【0007】

$$\begin{aligned} 0.05 &< (1/an - 1/ap) / (p/1) < 0.50 \\ -1.0 &< n/1 < -0.4 \end{aligned}$$

更に好ましくは、以下の条件式を満足させるのがよい。

$$\begin{aligned} -0.5 &< p/n < -0.1 \\ |p - an| &< 1.5 \end{aligned}$$

【0008】

また、前記第2レンズ群の屈折力を 2としたとき、以下の条件式を満足させるのがよい。

$$-0.1 < p/2 < -0.01$$

ここで、アッベ数 および部分分散比 は、g線における屈折率をNg、F線における屈折率をNF、d線における屈折率をNd、C線における屈折率をNCとしたとき、

$$\begin{aligned} \text{アッベ数} &= (Nd-1)/(NF-NC) \\ \text{部分分散比} &= (Ng-NF)/(NF-NC) \end{aligned}$$

である。

【0009】

本発明の更なる目的又はその他の特徴は、以下、添付の図面を参照して説明される好ましい実施例等によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、ズーム比の高倍率、望遠端の軸上色収差の二次スペクトルを良好に補正しながら、小型軽量化を達成したズームレンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】正レンズ群の2色色消しと二次スペクトル残存に関する模式図である。

【図2】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。

【図3】数値実施例1の広角端、無限遠合焦時の断面図である。

【図4】数値実施例1の(a)広角端、3.0m合焦時の収差図、(b)望遠端、3.0m合焦時の収差図である。

10

20

30

40

50

【図5】数値実施例2の広角端、無限遠合焦時の断面図である。

【図6】数値実施例2の(a)広角端、3.0m合焦時の収差図、(b)望遠端、3.0m合焦時の収差図である。

【図7】数値実施例3の広角端、無限遠合焦時の断面図である。

【図8】数値実施例3の(a)広角端、3.0m合焦時の収差図、(b)望遠端、3.0m合焦時の収差図である。

【図9】数値実施例4の広角端、無限遠合焦時の断面図である。

【図10】数値実施例4の(a)広角端、13m合焦時の収差図、(b)望遠端、13m合焦時の収差図である。

【図11】数値実施例5の広角端、無限遠合焦時の断面図である。

10

【図12】数値実施例5の(a)広角端、13m合焦時の収差図、(b)望遠端、13m合焦時の収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明のズームレンズの構成の概略を以下に記す。

本発明のズームレンズは、物体側から順に、少なくとも、変倍のためには移動しない正の屈折力を有する第1レンズ群、変倍のために移動する負の屈折力を有する第2レンズ群、変倍に伴う像面変動を補正するための正あるいは負の屈折力を有する第3レンズ群、変倍のためには移動せず結像のために移動する正の屈折力を有する第4レンズ群を有する。

第1レンズ群は、物体側から順に、合焦のためには移動しない第1aレンズ群と、合焦のために移動する正の屈折力を有する第1bレンズ群で構成される。

20

【0013】

本発明における各条件式について説明する。

第1レンズ群を構成するレンズのうち、最もアッベ数が小さい正レンズ L_p のアッベ数を p 、部分分散比を p 、屈折力を p 、正レンズ L_p 以外の正レンズのアッベ数の平均値を ap 、第1レンズ群の負レンズの部分分散比の平均値を an 、第1レンズ群の屈折力を 1 、望遠端におけるズームレンズ全体の屈折力を $tele$ としたとき、以下の条件式(1)乃至(3)を満足するとよい。

$$-0.03 < (p - an) / an < 0.15 \quad (1)$$

$$0.005 < (1/p - 1/ap) / (1/tele) < 0.030 \quad (2)$$

$$0.05 < p/1 < 0.40 \quad (3)$$

30

【0014】

好ましくは、第1レンズ群を構成するレンズのうち、負レンズのアッベ数の平均値を an 、負レンズの屈折力の和を n としたとき、以下の条件式(4)及び(5)を満足するとよい。

$$0.05 < (1/an - 1/ap) / (p/1) < 0.50 \quad (4)$$

$$-1.0 < n/1 < -0.4 \quad (5)$$

【0015】

更に好ましくは、以下の条件式(6)及び(7)を満足するとよい。

$$-0.5 < p/n < -0.1 \quad (6)$$

$$|p - an| < 15 \quad (7)$$

40

【0016】

また、第2レンズ群の屈折力を 2 としたとき、以下の条件式(8)を満足するとよい。

$$-0.1 < p/2 < -0.01 \quad (8)$$

【0017】

ここで、アッベ数 および部分分散比 は、g線における屈折率を Ng 、F線における屈折率を NF 、d線における屈折率を Nd 、C線における屈折率を NC としたとき、

$$\text{アッベ数} = (Nd-1)/(NF-NC) \quad (9)$$

$$\text{部分分散比} = (Ng-NF)/(NF-NC) \quad (10)$$

である。

50

【0018】

各条件式においてズームレンズの構成や、レンズ材料の分散特性、屈折力の条件を規定することにより、望遠端における軸上色収差の二次スペクトルを補正し、良好な光学性能を実現するための条件を規定している。

【0019】

条件式(1)乃至(8)は、第1レンズ群における軸上色収差の二次スペクトル残存量を減少させ、望遠端における軸上色収差の二次スペクトルを適切に補正するための条件である。この条件の概要を図1と図2を用いて説明する。

【0020】

図1に正レンズ群の2色色消しと二次スペクトル残存に関する模式図を示す。

10

図2に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を示す。

図2に示すように、現存する光学材料はアッベ数に対し部分分散比が狭い範囲に分布しており、アッベ数が小さいほど部分分散比が大きい傾向を持っている。

【0021】

所定の屈折力であり、屈折力 1 、 2 、アッベ数 1 、 2 の2枚のレンズ 1 、 2 で構成される薄肉系の色収差補正条件は、

$$1/1 + 2/2 = 0 \quad (11) \text{ あらわされる。ここで、}$$

$$= 1 + 2 \quad (12)$$

である。 (11) 式を満たす場合、C線-F線の結像位置が合致する。

【0022】

この時の 1 、 2 は、 (11) 、 (12) 式を解いて、以下の式で表される。

$$1 = x 1 / (1 - 2) \quad (13)$$

$$2 = -x 2 / (1 - 2) \quad (14)$$

【0023】

図1において、正レンズ群の色消しでは正レンズ 1 としてアッベ数 1 の大きな材料、負レンズ 2 としてアッベ数 2 の小さな材料を用いる。したがって図2より正レンズ 1 は部分分散比 1 が小さく、負レンズ 2 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。このずれ量を二次スペクトル量として定義すると、

$$= - (1/) \times (1 - 2) / (1 - 2) \quad (15) \quad 30$$

あらわされる。

【0024】

ここで、第1aレンズ群、第1bレンズ群、変倍系以降の群の二次スペクトル量を $1a$ 、 $1b$ 、 Z とし、第1b群、変倍系以降の群の結像倍率を $1b$ 、 Z とすると、レンズ全系における二次スペクトル量は以下の式で表される。

$$= 1a \times 1b^2 \times Z^2 + 1b \times (1 - 1b) \times Z^2 + Z \times (1 - Z) \quad (16)$$

は、望遠側で軸上マージナル光線が高い位置を通る第1aレンズ群及び第1bレンズ群で顕著に発生する。したがって、第1aレンズ群及び第1bレンズ群で発生する軸上色収差の二次スペクトル量 $1a$ 及び $1b$ の合計を抑制することで望遠側の軸上色収差を低減することが出来る。

40

【0025】

条件式(1)は、望遠端における軸上色収差の二次スペクトルを適切に補正するために、正負レンズの部分分散比の関係を規定したものである。

条件式(1)の上限の条件が満たされないと、望遠端軸上色収差の二次スペクトルの補正が過剰となり、ズーム全域で軸上色収差と倍率色収差の性能バランスを維持するのが困難となる。また、条件式(1)の下限の条件が満たされないと、望遠端軸上色収差の二次スペクトルの抑制が困難となる。

【0026】

条件式(2)は、望遠端における、C線-F線の色消しと二次スペクトルの補正を両立さ

50

するために、正レンズ間のアッベ数 n の関係と望遠端の屈折力 p_{tele} との関係を規定したものである。

【0027】

条件式(2)の上限の条件が満たされないと、望遠端軸上色収差の二次スペクトルの補正が過剰となり、ズーム全域で軸上色収差と倍率色収差の性能バランスを維持するのが困難となる。また、前記屈折力 p_{tele} が大きくなり焦点距離が短くなるので、高変倍化が困難となる。条件式(2)の下限の条件が満たされないと、C線 - F線の色消しと、二次スペクトルの補正を両立が困難となる。また、C線 - F線の色消しをするために、各レンズの屈折力が大きくなり、良好な光学性能を維持することが困難となる。あるいは、レンズ枚数が増え、小型軽量化が困難となる。条件式(2)は以下の条件式を満たすことが更に好ましい。

$$0.009 < (1/n - 1/p_{ap}) / (1/p_{tele}) < 0.025 \quad (17)$$

【0028】

条件式(3)は、望遠端における、C線 - F線の色消しと二次スペクトルの補正を両立させるために、前記正レンズ L_p の屈折力 p と前記第1群の屈折力 1 の比を規定したものである。条件式(3)の上限の条件が満たされないと、C線 - F線の色消しが困難となり、これを解消するために、各レンズの屈折力が大きくなり、良好な光学性能を維持することが困難となる。あるいは、レンズ枚数が増え、小型軽量化が困難となる。また、条件式(3)の下限の条件が満たされないと、二次スペクトルの補正効果が少なくなる。

【0029】

条件式(4)は、望遠端における、C線 - F線の色消しと二次スペクトルの補正を両立するため、前記屈折力 p と、前記正レンズ L_p 以外の正レンズ及び負レンズのアッベ数の平均値との関係を規定したものである。条件式(4)の上限の条件が満たされないと、二次スペクトル補正効果が少なくなる。条件式(4)の下限の条件が満たされないと、C線 - F線の色消しが困難となる。C線 - F線の色消しをするために、各レンズの屈折力が大きくなり、良好な光学性能を維持することが困難となる。あるいは、レンズ枚数が増え、小型軽量化が困難となる。条件式(4)は以下の条件式を満たすことが更に好ましい。

$$0.07 < (1/n_{an} - 1/p_{ap}) / (p/1) < 0.50 \quad (18)$$

【0030】

条件式(5)は、C線 - F線の色消しと良好な光学性能を実現するために、前記第1群の負レンズの屈折力の和 n と前記屈折力 1 の比を規定したものである。条件式(5)の上限の条件が満たされないと、良好な光学性能を実現することが困難となる。あるいは、レンズ枚数が増え、小型軽量化が困難となる。また、条件式(5)の下限の条件が満たされないと、C線 - F線の色消しが困難となる。

【0031】

条件式(6)及び条件式(7)は、C線 - F線の色消しと二次スペクトルの補正を両立し、且つ良好な光学性能を実現するために、前記屈折力 p や前記正レンズ L_p のアッベ数 p と前記第1群の負レンズの屈折力の和 n や、前記負レンズのアッベ数の平均値 n_{an} との関係を規定したものである。条件式(6)の上限の条件が満たされないと、C線 - F線の色消しが困難となる。条件式(6)の下限の条件が満たされないと、二次スペクトル補正効果が少なくなる。あるいは、負レンズの屈折力が大きくなり、良好な光学性能を実現することが困難となる。あるいは、レンズ枚数が増え、小型軽量化が困難となる。

【0032】

条件式(7)で前記 p が前記 n_{an} より大きくて上限の条件が満たされないと、二次スペクトル補正効果が少なくなる。また、前記 p が n_{an} より小さくて上限の条件が満たされないと、C線 - F線の色消しが困難となる。条件式(7)は、以下の条件を満たすことが更に好ましい。

$$|p - n_{an}| < 8 \quad (19)$$

【0033】

条件式(8)は、高変倍化と二次スペクトルの補正を両立するために、前記第2群の屈折力

10

20

30

40

50

2と、前記屈折力 p の比を規定したものである。

条件式(8)の上限の条件が満たされないと、高変倍化が困難となる。また、望遠端の焦点距離が短くなり、公知の方法で望遠端の二次スペクトルが補正できる。また、条件式(8)の下限の条件が満たされないと、第2群の屈折力が大きくなり、ズーム全域に渡り、良好な光学性能を維持することが困難となる。あるいは、レンズ枚数が増え、小型軽量化が困難となる。

【0034】

また、上記条件式(1)～(8)の中で、平均値を用いて規定しているものがあるが、平板ガラス等、極端に屈折力が弱いレンズを入れると上記条件式の範囲から外れる場合がある。故に、極端に屈折力が弱いレンズを何枚入れても本発明に含むものとする。

10

【実施例1】

【0035】

図3は本発明の実施例1としての数値実施例1の広角端、物体距離無限遠合焦状態におけるレンズ断面図である。図4に数値実施例1の広角端(a)及び望遠端(b)における物体距離3mに合焦時の収差図を示す。収差図において、実線はe線、二点鎖線はg線、一点鎖線はC線、点線はF線を示す。また、A3乃至A12は非球面係数である。非球面係数は光軸からの高さHの位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にしてxとするとき

【0036】

【数1】

$$X = \frac{(1/R) H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K) (H/R)^2}} + A3 \cdot H^3 + A4 \cdot H^4 + A5 \cdot H^5 + A6 \cdot H^6 \\ + A7 \cdot H^7 + A8 \cdot H^8 + A9 \cdot H^9 + A10 \cdot H^{10} + A11 \cdot H^{11} + A12 \cdot H^{12}$$

20

で表される。但しRは近軸曲率半径、Kは円錐定数である。

【0037】

図3において、Fは第1レンズ群としての正の屈折力を有し、変倍のためには光軸方向に移動しない前玉レンズ群である。第1レンズ群Fは、最も物体側に配置され、合焦のためには光軸方向に移動しない第1aレンズ群と、像側に配置され、合焦のために光軸方向に移動する第1bレンズ群からなる。Vは第2レンズ群としての変倍用の負の屈折力を有するバリエータであり、光軸上を像面側へ単調に移動させることにより、広角端から望遠端への変倍を行っている。Cは第3レンズ群としての負の屈折力を有するコンペンセータであり、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を非直線的に移動している。バリエータVとコンペンセータCとで変倍系を構成している。SPは絞り、Rは第4レンズ群としての結像作用を有する正の屈折力を有する変倍のためには光軸方向に移動しないリレー群である。Pは色分解プリズムや光学フィルタ等であり、同図ではガラスブロックとして示している。Iは撮像面である。

30

【0038】

次に、本実施例における第1レンズ群について説明する。第1レンズ群は、第1面～第12面に対応し、第1面～第6面の第1aレンズ群と、第7面～第12面の第1bレンズ群からなる。第1aレンズ群は物体側より順に負レンズ、正レンズ、正レンズで構成される。第1bレンズ群は3枚の正レンズで構成される。

40

第1レンズ群内で最もアップベ数が小さい正レンズは第5面と第6面から構成されるレンズである。

【0039】

表1に本実施例の各条件式対応値を示す。

本実施例は、(1)式、(4)式、(6)式、(8)式が下限に近く、(3)式が上限に近い。また、(7)式が、絶対値が小さいことを特徴とする。

本数値実施例はいずれの条件式も満足しており、望遠端での軸上色収差を良好に補正しながら、高倍率ズームと小型軽量化を達成している。

50

【0040】

(数値実施例1)

単位 mm

面データ

【表1】

| 面番号 | r | D | nd | vd | θ gF | 有効径 | |
|--------|-----------|-------|---------|------|-------|-------|----|
| 1 | -194.100 | 2.20 | 1.84666 | 23.8 | 0.621 | 74.53 | 10 |
| 2 | 92.143 | 4.52 | | | | 71.87 | |
| 3 | 104.970 | 8.46 | 1.43875 | 95.0 | 0.534 | 73.35 | |
| 4 | -1944.773 | 0.50 | | | | 73.39 | |
| 5 | 1583.212 | 7.77 | 1.84666 | 23.8 | 0.621 | 73.42 | |
| 6 | -141.639 | 6.16 | | | | 73.40 | |
| 7 | 147.739 | 6.95 | 1.43387 | 95.1 | 0.537 | 69.85 | |
| 8 | -419.036 | 0.15 | | | | 69.37 | |
| 9 | 87.704 | 9.18 | 1.43387 | 95.1 | 0.537 | 64.64 | |
| 10 | -323.707 | 0.15 | | | | 63.68 | |
| 11 | 44.477 | 7.43 | 1.43875 | 95.0 | 0.534 | 54.27 | |
| 12 | 119.258 | (可変) | | | | 53.26 | |
| 13 | 380.874 | 1.00 | 2.00330 | 28.3 | 0.598 | 18.01 | |
| 14 | 12.885 | 4.49 | | | | 14.88 | |
| 15 | -17.048 | 4.67 | 1.92286 | 18.9 | 0.650 | 14.56 | 20 |
| 16 | -10.670 | 0.75 | 1.88300 | 40.8 | 0.567 | 15.07 | |
| 17 | -1970.510 | 0.30 | | | | 16.16 | |
| 18 | 48.341 | 5.22 | 1.62588 | 35.7 | 0.589 | 17.06 | |
| 19 | -19.189 | 0.93 | | | | 17.80 | |
| 20 | -14.733 | 0.75 | 1.88300 | 40.8 | 0.567 | 17.79 | |
| 21 | -19.912 | (可変) | | | | 18.66 | |
| 22 | -24.069 | 0.75 | 1.75500 | 52.3 | 0.548 | 19.00 | |
| 23 | 49.851 | 2.91 | 1.84649 | 23.9 | 0.622 | 20.90 | |
| 24 | -285.870 | (可変) | | | | 21.60 | |
| 25(絞り) | 0.000 | 1.63 | | | | 24.87 | 30 |
| 26 | 171.561 | 4.79 | 1.67003 | 47.2 | 0.563 | 26.40 | |
| 27 | -33.421 | 0.20 | | | | 27.10 | |
| 28 | 64.284 | 3.10 | 1.48749 | 70.2 | 0.530 | 27.90 | |
| 29 | -300.791 | 0.15 | | | | 27.80 | |
| 30 | 70.545 | 6.14 | 1.50127 | 56.5 | 0.554 | 27.50 | |
| 31 | -30.027 | 1.20 | 1.88300 | 40.8 | 0.567 | 27.10 | |
| 32 | -1145.653 | 32.00 | | | | 27.10 | |
| 33 | 72.712 | 6.34 | 1.49700 | 81.5 | 0.538 | 25.34 | |
| 34 | -37.239 | 0.47 | | | | 24.92 | |
| 35 | -72.757 | 1.40 | 1.83403 | 37.2 | 0.578 | 23.92 | |
| 36 | 23.509 | 6.38 | 1.48749 | 70.2 | 0.530 | 23.05 | 40 |
| 37 | -416.047 | 2.67 | | | | 23.30 | |
| 38 | 59.003 | 6.54 | 1.50127 | 56.5 | 0.554 | 24.70 | |
| 39 | -25.474 | 1.40 | 1.88300 | 40.8 | 0.567 | 24.85 | |
| 40 | -62.880 | 1.40 | | | | 25.78 | |
| 41 | 45.276 | 4.82 | 1.50127 | 56.5 | 0.554 | 26.53 | |
| 42 | -66.169 | 4.00 | | | | 26.37 | |
| 43 | 0.000 | 33.00 | 1.60859 | 46.4 | 0.566 | 40.00 | |
| 44 | 0.000 | 13.20 | 1.51633 | 64.2 | 0.535 | 40.00 | |
| 45 | 0.000 | | | | | 40.00 | |

【0041】

非球面データ

第13面

$K = -5.09201e+003$ A 4= 4.00985e-005 A 6=-1.53470e-008 A 8=-4.42023e-009 A10=-7.20166e-012 A12= 5.37473e-014
 A 3=-1.61689e-006 A 5=-1.92698e-006 A 7= 2.21125e-008 A 9= 4.06509e-010 A11=-1.17225e-012

各種データ

| | | | | | |
|--------|--------|--------|---------|--|----|
| ズーム比 | 16.50 | | | | 10 |
| | 広角 | 中間 | 望遠 | | |
| 焦点距離 | 8.00 | 32.48 | 132.00 | | |
| F ナンバー | 1.88 | 1.88 | 2.50 | | |
| 画角 | 34.51 | 9.61 | 2.39 | | |
| 像高 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | | |
| レンズ全長 | 257.74 | 257.74 | 257.74 | | |
| BF | 7.53 | 7.53 | 7.53 | | |
| d12 | 0.38 | 29.97 | 42.18 | | |
| d21 | 38.50 | 4.88 | 0.77 | | |
| d24 | 5.26 | 9.28 | 1.19 | | 20 |
| d45 | 7.53 | 7.53 | 7.53 | | |
| 入射瞳位置 | 44.42 | 153.01 | 441.88 | | |
| 射出瞳位置 | 150.48 | 150.48 | 150.48 | | |
| 前側主点位置 | 52.86 | 192.87 | 695.77 | | |
| 後側主点位置 | -0.47 | -24.95 | -124.47 | | |

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 | 56.43 | 53.48 | 31.41 | -0.57 | 30 |
| 2 | 13 | -12.86 | 18.11 | -1.00 | -16.56 | |
| 3 | 22 | -37.90 | 3.66 | -0.26 | -2.27 | |
| 4 | 25 | 79.32 | 130.83 | 104.19 | -181.87 | |

【実施例 2】

【0042】

図 5 は本発明の実施例 2 としての数値実施例 2 の広角端、物体距離無限遠合焦状態におけるレンズ断面図である。図 6 に、数値実施例 2 の広角端 (a) 及び望遠端 (b) における物体距離 3 m に合焦時の収差図を示す。収差図において、実線は e 線、二点鎖線は g 線、一点鎖線は C 線、点線は F 線を示す。

【0043】

図 5において、F は第 1 レンズ群としての正の屈折力を有し、変倍のためには光軸方向に移動しない前玉レンズ群である。1 a は、第 1 レンズ群 F 内の最も物体側に配置された、第 1 a レンズ群としての合焦のためには光軸方向に移動しない部分系である。1 b は、第 1 レンズ群 F 内の像側に配置された、第 1 b レンズ群としての合焦のために移動する正の部分系である。V は第 2 レンズ群としての変倍用の負の屈折力を有するバリエータであり、光軸上を像面側へ単調に移動させることにより、広角端から望遠端への変倍を行っている。C は第 3 レンズ群としての負の屈折力を有するコンペンセータであり、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を非直線的に移動している。バリエータ V とコンペンセータ C とで変倍系を構成している。S P は絞り、R は第 4 レンズ群としての結像作用を有する正の屈折力を有する変倍のためには光軸方向に移動しないリレー群である。P は色分

解プリズムや光学フィルタ - 等であり、同図ではガラスブロックとして示している。Iは撮像面である。

【0044】

次に、本実施例における第1レンズ群について説明する。第1レンズ群は、第1面～第12面に対応し、第1面～第6面の第1aレンズ群と、第7面～第12面の第1bレンズ群からなる。第1aレンズ群は物体側より順に負レンズ、正レンズ、正レンズで構成される。第1bレンズ群は3枚の正レンズで構成される。

第1レンズ群内で最もアッベ数が小さい正レンズは第7面と第8面から構成されるレンズである。

【0045】

表1に本実施例の各条件式対応値を示す。

本実施例は、(1)式、(2)式、(4)式、(5)式、(6)式、(8)式が上限に近く、(7)式が、絶対値が比較的大きいことを特徴とする。

本数値実施例はいずれの条件式も満足しており、望遠端での軸上色収差を良好に補正しながら、高倍率ズームと小型軽量化を達成している。

【0046】

(数値実施例2)

単位 mm

面データ

【表2】

| 面番号 | r | d | nd | vd | θ gF | 有効径 |
|---------|----------|-------|---------|------|-------|-------|
| 1 | -867.472 | 2.20 | 1.84666 | 23.8 | 0.603 | 74.10 |
| 2 | 100.879 | 7.11 | | | | 70.89 |
| 3 | 629.150 | 5.70 | 1.43875 | 95.0 | 0.534 | 70.91 |
| 4 | -195.176 | 0.50 | | | | 70.86 |
| 5 | 450.431 | 7.74 | 1.43387 | 95.1 | 0.537 | 69.81 |
| 6 | -158.575 | 6.42 | | | | 69.33 |
| 7 | 282.092 | 3.76 | 1.94087 | 17.4 | 0.678 | 67.32 |
| 8 | 452.483 | 0.15 | | | | 66.55 |
| 9 | 80.792 | 10.91 | 1.43387 | 95.1 | 0.537 | 64.50 |
| 10 | -186.781 | 0.15 | | | | 63.75 |
| 11 | 46.937 | 7.46 | 1.59240 | 68.3 | 0.546 | 55.16 |
| 12 | 136.421 | (可変) | | | | 54.21 |
| 13 | 401.840 | 1.00 | 1.88300 | 40.8 | 0.567 | 18.80 |
| 14 | 12.026 | 4.81 | | | | 15.13 |
| 15 | -18.763 | 4.97 | 1.88221 | 23.8 | 0.604 | 14.71 |
| 16 | -10.338 | 0.75 | 1.88300 | 40.8 | 0.567 | 15.00 |
| 17 | 99.549 | 0.30 | | | | 16.31 |
| 18 | 41.317 | 5.28 | 1.72047 | 34.7 | 0.583 | 17.17 |
| 19 | -20.294 | 0.88 | | | | 17.90 |
| 20 | -15.709 | 0.75 | 1.88300 | 40.8 | 0.567 | 17.88 |
| 21 | -22.799 | (可変) | | | | 18.71 |
| 22 | -24.069 | 0.75 | 1.75500 | 52.3 | 0.548 | 19.00 |
| 23 | 49.851 | 2.91 | 1.84649 | 23.9 | 0.622 | 20.90 |
| 24 | -285.870 | (可変) | | | | 21.60 |
| 25 (絞り) | 0.000 | 1.63 | | | | 24.93 |
| 26 | 308.351 | 4.85 | 1.67003 | 47.2 | 0.563 | 26.40 |
| 27 | -30.391 | 0.20 | | | | 27.10 |
| 28 | 54.847 | 3.30 | 1.48749 | 70.2 | 0.530 | 27.90 |
| 29 | -428.917 | 0.15 | | | | 27.80 |
| 30 | 122.029 | 5.93 | 1.50127 | 56.5 | 0.554 | 27.50 |
| 31 | -27.054 | 1.20 | 1.88300 | 40.8 | 0.567 | 27.10 |
| 32 | -262.878 | 31.99 | | | | 27.10 |
| 33 | 64.444 | 5.80 | 1.49700 | 81.5 | 0.538 | 26.50 |
| 34 | -41.047 | 0.47 | | | | 26.18 |
| 35 | -236.331 | 1.40 | 1.83403 | 37.2 | 0.578 | 24.83 |
| 36 | 21.345 | 7.00 | 1.48749 | 70.2 | 0.530 | 23.45 |
| 37 | 118.392 | 2.67 | | | | 23.35 |
| 38 | 50.359 | 6.56 | 1.50127 | 56.5 | 0.554 | 23.56 |
| 39 | -25.864 | 1.40 | 1.88300 | 40.8 | 0.567 | 23.27 |
| 40 | -72.216 | 1.40 | | | | 23.95 |
| 41 | 45.399 | 4.30 | 1.50127 | 56.5 | 0.554 | 24.60 |
| 42 | -66.452 | 4.00 | | | | 24.48 |
| 43 | 0.000 | 33.00 | 1.60859 | 46.4 | 0.566 | 40.00 |
| 44 | 0.000 | 13.20 | 1.51633 | 64.2 | 0.535 | 40.00 |
| 45 | 0.000 | | | | | 40.00 |

【0047】

非球面データ

第13面

K = -5.09201e+003 A 4= 4.01004e-005 A 6=-1.57839e-008 A 8=-4.42907e-009 A10=-7.28656e-012 A12= 5.14099e-014

A 3=-1.57792e-006 A 5=-1.92750e-006 A 7= 2.20666e-008 A 9= 4.05020e-010 A11=-1.18440e-012

各種データ

| | | | | | |
|--------|--------|--------|---------|--|----|
| ズーム比 | 16.50 | | | | |
| | 広角 | 中間 | 望遠 | | |
| 焦点距離 | 8.00 | 32.48 | 132.00 | | |
| Fナンバー | 1.87 | 1.87 | 2.50 | | |
| 画角 | 34.51 | 9.61 | 2.39 | | |
| 像高 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | | 10 |
| レンズ全長 | 256.94 | 256.94 | 256.94 | | |
| BF | 7.53 | 7.53 | 7.53 | | |
| d12 | 0.41 | 30.00 | 42.21 | | |
| d21 | 38.81 | 5.19 | 1.08 | | |
| d24 | 5.26 | 9.28 | 1.19 | | |
| d45 | 7.53 | 7.53 | 7.53 | | |
| 入射瞳位置 | 45.67 | 154.26 | 443.13 | | |
| 射出瞳位置 | 175.27 | 175.27 | 175.27 | | 20 |
| 前側主点位置 | 54.05 | 193.03 | 679.00 | | |
| 後側主点位置 | -0.47 | -24.95 | -124.47 | | |

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 | 56.43 | 52.09 | 32.66 | -0.17 |
| 2 | 13 | -12.86 | 18.74 | -0.63 | -16.25 |
| 3 | 22 | -37.90 | 3.66 | -0.26 | -2.27 |
| 4 | 25 | 71.22 | 130.45 | 90.24 | -162.52 |

【実施例3】

30

【0048】

図7は本発明の実施例3としての数値実施例3の広角端、物体距離無限遠合焦状態におけるレンズ断面図である。図8に数値実施例3の広角端(a)及び望遠端(b)における物体距離3mに合焦時の収差図を示す。収差図において、実線はe線、二点鎖線はg線、一点鎖線はC線、点線はF線を示す。

【0049】

30

図7において、Fは第1レンズ群としての正の屈折力を有し、変倍のためには光軸方向に移動しない前玉レンズ群である。1aは、第1レンズ群F内の最も物体側に配置された、第1aレンズ群としての合焦ためには光軸方向に移動しない部分系である。1bは、第1レンズ群F内の像側に配置された、第1bレンズ群としての合焦のために光軸方向に移動する正の部分系である。Vは第2レンズ群としての変倍用の負の屈折力を有するバリエータであり、光軸上を像面側へ単調に移動させることにより、広角端から望遠端への変倍を行っている。Cは第3レンズ群としての負の屈折力を有するコンペンセータであり、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を非直線的に移動している。バリエータVとコンペンセータCとで変倍系を構成している。SPは絞り、Rは第4レンズ群としての結像作用を有する正の屈折力を有する変倍のためには光軸方向に移動しないリレー群である。Pは色分解プリズムや光学フィルタ-等であり、同図ではガラスブロックとして示している。Iは撮像面である。

40

【0050】

次に、本実施例における第1レンズ群について説明する。第1レンズ群は、第1面～第

50

13面に対応し、第1面～第7面の第1aレンズ群と、第8面～第13面の第1bレンズ群からなる。第1aレンズ群は物体側より順に負レンズ、負レンズ、正レンズ、正レンズで構成される。第1bレンズ群は3枚の正レンズで構成される。

第1レンズ群内で最もアッペ数が小さい正レンズは第6面と第7面から構成されるレンズである。

【0051】

表1に本実施例の各条件式対応値を示す。本実施例は、(5)式が下限に近く、(2)式が上限に近い。また、(7)式が、絶対値が比較的大きいことを特徴とする。

本数値実施例はいずれの条件式も満足しており、望遠端での軸上色収差を良好に補正しながら、高倍率ズームと小型軽量化を達成している。

10

【0052】

(数値実施例3)

単位 mm

面データ

【表3】

| 面番号 | r | d | nd | vd | θ gF | 有効径 | |
|---------|-----------|-------|---------|------|-------|-------|----|
| 1 | -311.357 | 2.20 | 1.84666 | 23.8 | 0.621 | 73.25 | |
| 2 | 149.755 | 2.59 | | | | 70.86 | |
| 3 | 229.221 | 2.20 | 1.84666 | 23.8 | 0.621 | 70.76 | |
| 4 | 85.557 | 12.56 | 1.43875 | 95.0 | 0.534 | 69.44 | |
| 5 | -176.215 | 0.50 | | | | 69.45 | |
| 6 | 215.031 | 4.91 | 1.94087 | 17.4 | 0.678 | 68.72 | |
| 7 | 1349.482 | 6.76 | | | | 68.35 | |
| 8 | 153.860 | 5.20 | 1.43387 | 95.1 | 0.537 | 67.45 | 10 |
| 9 | -3649.480 | 0.15 | | | | 67.07 | |
| 10 | 89.290 | 9.53 | 1.43387 | 95.1 | 0.537 | 64.32 | |
| 11 | -244.511 | 0.15 | | | | 63.53 | |
| 12 | 56.462 | 6.18 | 1.75500 | 52.3 | 0.548 | 56.43 | |
| 13 | 148.903 | (可変) | | | | 55.53 | |
| 14 | 362.476 | 1.00 | 1.88300 | 40.8 | 0.567 | 20.67 | |
| 15 | 12.455 | 5.86 | | | | 16.54 | |
| 16 | -23.132 | 4.67 | 1.92286 | 18.9 | 0.650 | 15.74 | |
| 17 | -12.814 | 0.75 | 1.88300 | 40.8 | 0.567 | 15.97 | |
| 18 | 123.434 | 0.30 | | | | 16.46 | |
| 19 | 39.242 | 4.73 | 1.65412 | 39.7 | 0.574 | 17.23 | 20 |
| 20 | -26.843 | 1.20 | | | | 17.79 | |
| 21 | -16.671 | 0.75 | 1.88300 | 40.8 | 0.567 | 17.79 | |
| 22 | -22.506 | (可変) | | | | 18.51 | |
| 23 | -24.069 | 0.75 | 1.75500 | 52.3 | 0.548 | 19.00 | |
| 24 | 49.851 | 2.91 | 1.84649 | 23.9 | 0.622 | 20.90 | |
| 25 | -285.870 | (可変) | | | | 21.60 | |
| 26 (絞り) | 0.000 | 1.63 | | | | 24.92 | |
| 27 | 164.927 | 4.71 | 1.67003 | 47.2 | 0.563 | 26.40 | |
| 28 | -34.600 | 0.20 | | | | 27.10 | |
| 29 | 59.197 | 3.63 | 1.48749 | 70.2 | 0.530 | 27.90 | |
| 30 | -163.584 | 0.15 | | | | 27.80 | 30 |
| 31 | 75.454 | 5.89 | 1.50127 | 56.5 | 0.554 | 27.50 | |
| 32 | -31.119 | 1.20 | 1.88300 | 40.8 | 0.567 | 27.10 | |
| 33 | 1000.656 | 32.00 | | | | 27.10 | |
| 34 | 69.168 | 6.29 | 1.49700 | 81.5 | 0.538 | 25.21 | |
| 35 | -37.293 | 0.47 | | | | 24.78 | |
| 36 | -66.586 | 1.40 | 1.83403 | 37.2 | 0.578 | 23.84 | |
| 37 | 24.164 | 6.83 | 1.48749 | 70.2 | 0.530 | 23.04 | |
| 38 | -433.599 | 2.67 | | | | 23.89 | |
| 39 | 56.136 | 6.23 | 1.50127 | 56.5 | 0.554 | 25.40 | |
| 40 | -27.775 | 1.40 | 1.88300 | 40.8 | 0.567 | 25.52 | |
| 41 | -63.618 | 1.40 | | | | 26.34 | 40 |
| 42 | 39.020 | 4.31 | 1.50127 | 56.5 | 0.554 | 26.96 | |
| 43 | -109.144 | 4.00 | | | | 26.78 | |
| 44 | 0.000 | 33.00 | 1.60859 | 46.4 | 0.566 | 40.00 | |
| 45 | 0.000 | 13.20 | 1.51633 | 64.2 | 0.535 | 40.00 | |
| 46 | 0.000 | | | | | 40.00 | |

【0053】

非球面データ

第14面

K = -5.09201e+003 A 4= 4.01061e-005 A 6=-1.55724e-008 A 8=-4.42447e-009 A10=- 50

7.21946e-012 A12= 5.26878e-014
 A 3=-1.42185e-006 A 5=-1.92628e-006 A 7= 2.21013e-008 A 9= 4.05526e-010 A11=-1.17668e-012

各種データ

| | | | | | |
|--------|--------|--------|---------|----|----|
| ズーム比 | 16.50 | 広角 | 中間 | 望遠 | |
| 焦点距離 | 8.00 | 32.48 | 132.00 | | |
| F ナンバー | 1.88 | 1.88 | 2.50 | | |
| 画角 | 34.51 | 9.61 | 2.39 | | 10 |
| 像高 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | | |
| レンズ全長 | 259.62 | 259.62 | 259.62 | | |
| BF | 7.52 | 7.52 | 7.52 | | |
| d13 | 0.84 | 30.43 | 42.64 | | |
| d22 | 39.52 | 5.91 | 1.79 | | |
| d25 | 5.26 | 9.28 | 1.19 | | |
| d46 | 7.52 | 7.52 | 7.52 | | |
| 入射瞳位置 | 45.50 | 154.09 | 442.96 | | 20 |
| 射出瞳位置 | 150.55 | 150.55 | 150.55 | | |
| 前側主点位置 | 53.95 | 193.95 | 696.79 | | |
| 後側主点位置 | -0.48 | -24.96 | -124.48 | | |

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 | 56.43 | 52.94 | 32.50 | 0.93 | |
| 2 | 14 | -12.86 | 19.26 | 0.04 | -15.54 | |
| 3 | 23 | -37.90 | 3.66 | -0.26 | -2.27 | |
| 4 | 26 | 79.29 | 130.61 | 104.13 | -181.80 | 30 |

【実施例4】

【0054】

図9は本発明の実施例4としての数値実施例4の広角端、物体距離無限遠合焦状態におけるレンズ断面図である。図10に数値実施例4の広角端(a)及び望遠端(b)における物体距離13mに合焦時の収差図を示す。収差図において、実線はe線、二点鎖線はg線、一点鎖線はC線、点線はF線を示す。

【0055】

図9において、Fは第1レンズ群としての正の屈折力を有し、変倍のためには光軸方向に移動しない前玉レンズ群である。1aは、第1レンズ群F内の最も物体側に配置された、第1aレンズ群としての合焦のためには光軸方向に移動しない部分系である。1bは、第1レンズ群F内の像側に配置された、第1bレンズ群としての合焦のために光軸方向に移動する正の部分系である。Vは第2レンズ群としての変倍用の負の屈折力を有するバリエータであり、光軸上を像面側へ単調に移動させることにより、広角端から望遠端への変倍を行っている。Cは第3レンズ群としての正の屈折力を有するコンペンセータであり、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を非直線的に移動している。バリエータVとコンペンセータCとで変倍系を構成している。SPは絞り、Rは第4レンズ群としての結像作用を有する正の屈折力を有する変倍のために光軸方向に移動しないリレー群である。Pは色分解プリズムや光学フィルタ-等であり、同図ではガラスブロックとして示している。Iは撮像面である。

【0056】

次に、本実施例における第1レンズ群について説明する。第1レンズ群は、第1面～第12面に対応し、第1面～第6面の第1aレンズ群と、第7面～第12面の第1bレンズ群からなる。第1aレンズ群は物体側より順に負レンズ、正レンズ、正レンズで構成される。第1bレンズ群は3枚の正レンズで構成される。

第1レンズ群内で最もアッペ数が小さい正レンズは第5面と第6面から構成されるレンズである。

【0057】

表1に本実施例の各条件式対応値を示す。本実施例は、(7)式の絶対値が比較的大きいことを特徴とする。

本数値実施例はいずれの条件式も満足しており、望遠端での軸上色収差を良好に補正しながら、高倍率ズームと小型軽量化を達成している。なお、本実施例においては、1-48面についての数値データのみ記載した。

10

【0058】

(数値実施例4)

単位 mm

面データ

【表4】

| 面番号 | r | d | nd | Vd | θ gF | 有効径 |
|--------|-----------|-------|---------|-------|-------|--------|
| 1 | 4725.734 | 5.00 | 1.84666 | 23.78 | 0.621 | 196.37 |
| 2 | 324.378 | 2.60 | | | | 196.00 |
| 3 | 323.333 | 20.44 | 1.43387 | 95.1 | 0.537 | 197.60 |
| 4 | -2112.308 | 0.20 | | | | 198.02 |
| 5 | 734.527 | 10.19 | 1.94087 | 17.4 | 0.678 | 199.80 |
| 6 | 1890.502 | 29.03 | | | | 199.57 |
| 7 | 409.103 | 18.04 | 1.43387 | 95.1 | 0.537 | 200.62 |
| 8 | -2472.439 | 0.20 | | | | 200.15 |
| 9 | 282.514 | 20.04 | 1.43387 | 95.1 | 0.537 | 195.65 |
| 10 | 13642.084 | 1.20 | | | | 194.54 |
| 11 | 190.949 | 17.88 | 1.45600 | 90.33 | 0.534 | 181.52 |
| 12 | 410.214 | (可変) | | | | 178.18 |
| 13 | 495.839 | 3.34 | 1.88300 | 40.76 | 0.567 | 45.95 |
| 14 | 37.949 | 10.14 | | | | 38.90 |
| 15 | -47.944 | 1.40 | 1.75500 | 52.32 | 0.548 | 39.00 |
| 16 | 50.036 | 7.67 | 1.92286 | 18.9 | 0.650 | 43.88 |
| 17 | -2116.056 | 0.38 | | | | 44.65 |
| 18 | -761.237 | 2.16 | 1.88300 | 40.76 | 0.567 | 44.76 |
| 19 | 4430.620 | (可変) | | | | 45.62 |
| 20 | 138.223 | 12.76 | 1.62041 | 60.29 | 0.543 | 80.65 |
| 21 | -253.485 | 0.20 | | | | 81.18 |
| 22 | 90.526 | 11.19 | 1.62041 | 60.29 | 0.543 | 82.02 |
| 23 | 580.574 | 0.20 | | | | 81.07 |
| 24 | 100.649 | 2.30 | 1.76182 | 26.52 | 0.614 | 77.95 |
| 25 | 44.960 | 22.90 | 1.45600 | 90.33 | 0.534 | 70.68 |
| 26 | -296.393 | 0.20 | | | | 69.57 |
| 27 | 198.352 | 3.99 | 1.62041 | 60.29 | 0.543 | 66.90 |
| 28 | 280.602 | (可変) | | | | 65.36 |
| 29(絞り) | 0.000 | 2.12 | | | | 30.56 |
| 30 | -203.113 | 1.40 | 1.81600 | 46.62 | 0.557 | 29.62 |
| 31 | 42.004 | 0.20 | | | | 28.52 |
| 32 | 35.010 | 4.09 | 1.84666 | 23.78 | 0.621 | 28.63 |
| 33 | 83.312 | 2.97 | | | | 27.90 |
| 34 | -68.919 | 1.40 | 1.88300 | 40.76 | 0.567 | 27.77 |
| 35 | -114.243 | 7.96 | | | | 27.83 |
| 36 | -98.967 | 1.80 | 1.75500 | 52.32 | 0.548 | 26.47 |
| 37 | 38.793 | 4.40 | 1.80515 | 25.5 | 0.616 | 26.58 |
| 38 | 195.671 | 2.33 | | | | 26.57 |
| 39 | -461.129 | 14.17 | 1.60311 | 60.64 | 0.541 | 26.75 |
| 40 | -150.247 | 7.75 | | | | 27.97 |
| 41 | -529.595 | 5.80 | 1.48749 | 70.23 | 0.530 | 28.21 |
| 42 | -35.141 | 1.08 | | | | 28.32 |
| 43 | -40.105 | 1.60 | 1.88300 | 40.76 | 0.567 | 27.68 |
| 44 | 64.179 | 8.30 | 1.48749 | 70.23 | 0.530 | 28.50 |
| 45 | -37.278 | 0.19 | | | | 29.63 |
| 46 | 93.189 | 9.55 | 1.48749 | 70.23 | 0.530 | 29.86 |
| 47 | -30.530 | 1.60 | 1.88300 | 40.76 | 0.567 | 30.04 |
| 48 | -67.705 | 0.15 | | | | 31.09 |

【0059】

非球面データ

第13面

4.83189e-013 A12=-1.13291e-016
 A 3=-7.31081e-007 A 5=-7.24884e-008 A 7= 2.42636e-010 A 9= 1.02311e-011 A11=1.16099e-014

第21面

K =-1.14405e+001 A 4=-4.12140e-008 A 6=-5.50294e-011 A 8= 4.13936e-013 A10=-2.42495e-016 A12=-2.69997e-020
 A 3= 3.47432e-007 A 5= 1.56395e-009 A 7=-6.31482e-012 A 9=-2.45242e-015 A11=5.08235e-018

10

第27面

K =-1.23649e+001 A 4=-1.53197e-007 A 6=-2.07023e-010 A 8=-6.20327e-014 A10=2.00618e-015 A12= 6.46068e-019
 A 3= 6.47044e-007 A 5= 4.24165e-010 A 7= 9.58159e-012 A 9=-2.42361e-014 A11=-6.09256e-017

各種データ

| ズーム比 | 99.20 | 広角 | 中間 | 望遠 | |
|--------|--------|--------|----------|----|----|
| 焦点距離 | 9.70 | 70.06 | 962.21 | | 20 |
| F ナンバー | 1.87 | 1.87 | 4.90 | | |
| 画角 | 29.55 | 4.49 | 0.33 | | |
| 像高 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | | |
| レンズ全長 | 637.61 | 637.61 | 637.61 | | |
| BF | 8.01 | 8.01 | 8.01 | | |
| d12 | 3.55 | 133.55 | 181.41 | | |
| d19 | 272.31 | 120.13 | 1.90 | | |
| d28 | 3.00 | 25.18 | 95.54 | | |
| d53 | 8.01 | 8.01 | 8.01 | | 30 |
| 入射瞳位置 | 142.45 | 824.48 | 12587.94 | | |
| 射出瞳位置 | 216.36 | 216.36 | 216.36 | | |
| 前側主点位置 | 152.60 | 918.10 | 17993.92 | | |
| 後側主点位置 | -1.69 | -62.05 | -954.20 | | |

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 | 249.09 | 124.82 | 68.21 | -23.49 | |
| 2 | 13 | -26.53 | 25.10 | 5.50 | -11.90 | 40 |
| 3 | 20 | 66.65 | 53.75 | 8.86 | -27.35 | |
| 4 | 29 | 44.40 | 147.08 | 56.67 | 11.30 | |

【実施例5】

【0060】

図11は本発明の実施例5としての数値実施例5の広角端、物体距離無限遠合焦状態におけるレンズ断面図である。図12に数値実施例5の広角端(a)及び望遠端(b)における物体距離13mに合焦時の収差図を示す。収差図において、実線はe線、二点鎖線はg線、一点鎖線はC線、点線はF線を示す。

【0061】

図11において、Fは第1レンズ群としての正の屈折力を有し、変倍のためには光軸方

50

向に移動しない前玉レンズ群である。1 a は、第 1 レンズ群 F 内の最も物体側に配置された、第 1 a レンズ群としての合焦のためには光軸方向に移動しない部分系である。1 b は、第 1 レンズ群 F 内の像側に配置された、第 1 b レンズ群としての合焦のために光軸方向に移動する正の部分系である。V は第 2 レンズ群としての変倍用の負の屈折力を有するバリエータであり、光軸上を像面側へ単調に移動させることにより、広角端から望遠端への変倍を行っている。C は第 3 レンズ群としての正の屈折力を有するコンペンセータであり、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を非直線的に移動している。バリエータ V とコンペンセータ C とで変倍系を構成している。S P は絞り、R は第 4 レンズ群としての結像作用を有する正の屈折力を有し、変倍のためには光軸方向に移動しないリレー群である。P は色分解プリズムや光学フィルタ - 等であり、同図ではガラスブロックとして示している。I は撮像面である。

【 0 0 6 2 】

次に、本実施例における第 1 レンズ群について説明する。第 1 レンズ群は、第 1 面～第 12 面に対応し、第 1 面～第 6 面の第 1 a レンズ群と、第 7 面～第 12 面の第 1 b レンズ群からなる。第 1 a レンズ群は物体側より順に負レンズ、正レンズ、正レンズで構成される。第 1 b レンズ群は 3 枚の正レンズで構成される。

第 1 レンズ群内で最もアッペ数が小さい正レンズは第 7 面と第 8 面から構成されるレンズである。

【 0 0 6 3 】

表 1 に本実施例の各条件式対応値を示す。本実施例は、(2)式が下限に近いことを特徴とする。

本数値実施例はいずれの条件式も満足しており、望遠端での軸上色収差を良好に補正しながら、高倍率ズームと小型軽量化を達成している。なお、本実施例においては、1 - 48 面についての数値データのみ記載した。

【 0 0 6 4 】

(数値実施例 5)

単位 mm

面データ

【表5】

| 面番号 | r | d | nd | vd | θ gF | 有効径 |
|--------|------------|-------|---------|------|-------|--------|
| 1 | 5069.860 | 5.00 | 1.84666 | 23.8 | 0.621 | 196.37 |
| 2 | 325.039 | 1.04 | | | | 196.03 |
| 3 | 323.625 | 18.17 | 1.43387 | 95.1 | 0.537 | 196.70 |
| 4 | -20136.695 | 0.20 | | | | 197.13 |
| 5 | 549.795 | 17.84 | 1.43387 | 95.1 | 0.537 | 199.32 |
| 6 | -1834.743 | 29.25 | | | | 199.60 |
| 7 | 908.328 | 8.94 | 1.89000 | 19.2 | 0.662 | 200.31 |
| 8 | 26618.242 | 0.20 | | | | 199.96 |
| 9 | 272.533 | 21.92 | 1.43387 | 95.1 | 0.537 | 196.76 |
| 10 | -6500.318 | 1.20 | | | | 195.77 |
| 11 | 181.670 | 21.07 | 1.43875 | 95.0 | 0.534 | 181.87 |
| 12 | 410.887 | (可変) | | | | 177.37 |
| 13 | 461.347 | 3.34 | 2.00330 | 28.3 | 0.598 | 45.20 |
| 14 | 40.835 | 9.35 | | | | 38.93 |
| 15 | -52.153 | 1.40 | 1.75500 | 52.3 | 0.548 | 39.04 |
| 16 | 48.774 | 8.82 | 1.92286 | 18.9 | 0.650 | 43.69 |
| 17 | -164.616 | 0.33 | | | | 44.33 |
| 18 | -138.701 | 2.16 | 1.88300 | 40.8 | 0.567 | 44.34 |
| 19 | 1238.715 | (可変) | | | | 45.69 |
| 20 | 138.192 | 13.17 | 1.62041 | 60.3 | 0.543 | 80.61 |
| 21 | -252.800 | 0.20 | | | | 81.18 |
| 22 | 89.967 | 11.02 | 1.62041 | 60.3 | 0.543 | 81.92 |
| 23 | 513.793 | 0.20 | | | | 80.95 |
| 24 | 96.398 | 2.30 | 1.76182 | 26.5 | 0.614 | 77.76 |
| 25 | 44.323 | 22.87 | 1.45600 | 90.3 | 0.534 | 70.37 |
| 26 | -370.054 | 0.20 | | | | 69.16 |
| 27 | 191.012 | 3.77 | 1.62041 | 60.3 | 0.543 | 66.71 |
| 28 | 280.823 | (可変) | | | | 65.31 |
| 29(絞り) | 0.000 | 1.76 | | | | 30.58 |
| 30 | -187.087 | 1.40 | 1.81600 | 46.6 | 0.557 | 29.89 |
| 31 | 41.687 | 0.20 | | | | 28.79 |
| 32 | 34.858 | 3.85 | 1.84666 | 23.8 | 0.621 | 28.92 |
| 33 | 85.072 | 2.97 | | | | 28.30 |
| 34 | -73.508 | 1.40 | 1.88300 | 40.8 | 0.567 | 28.17 |
| 35 | -109.354 | 7.50 | | | | 28.20 |
| 36 | -100.422 | 1.80 | 1.75500 | 52.3 | 0.548 | 26.73 |
| 37 | 38.657 | 4.57 | 1.80515 | 25.5 | 0.616 | 26.76 |
| 38 | 217.099 | 3.46 | | | | 26.72 |
| 39 | -399.945 | 15.22 | 1.60311 | 60.6 | 0.541 | 26.92 |
| 40 | -196.132 | 9.53 | | | | 27.96 |
| 41 | -323.604 | 5.96 | 1.48749 | 70.2 | 0.530 | 28.21 |
| 42 | -35.395 | 1.08 | | | | 28.36 |
| 43 | -41.677 | 1.60 | 1.88300 | 40.8 | 0.567 | 27.72 |
| 44 | 54.289 | 7.91 | 1.48749 | 70.2 | 0.530 | 28.53 |
| 45 | -36.537 | 0.19 | | | | 29.49 |
| 46 | 63.012 | 9.36 | 1.48749 | 70.2 | 0.530 | 30.07 |
| 47 | -30.460 | 1.60 | 1.88300 | 40.8 | 0.567 | 30.14 |
| 48 | -81.116 | 0.15 | | | | 31.16 |

【0065】

非球面データ

第13面

4.82801e-013 A12=-1.14295e-016
 A 3=-7.81633e-007 A 5=-7.85780e-008 A 7= 2.27202e-010 A 9= 1.02677e-011 A11=1.16076e-014

第21面

K =-9.70854e+000 A 4=-3.22022e-008 A 6=-6.22721e-011 A 8= 4.19895e-013 A10=-2.50315e-016 A12=-2.67289e-020
 A 3= 2.95358e-007 A 5= 7.05297e-010 A 7=-5.82704e-012 A 9=-2.39260e-015 A11=5.10953e-018

10

第27面

K =-1.37826e+001 A 4=-8.24180e-008 A 6=-2.07164e-010 A 8= 6.02187e-014 A10=1.94385e-015 A12= 6.46986e-019
 A 3= 6.02837e-007 A 5=-1.15214e-009 A 7= 7.90811e-012 A 9=-2.42701e-014 A11=-6.06147e-017

各種データ

| | | | | | |
|--------|--------|--------|----------|--|----|
| ズーム比 | 99.20 | | | | |
| | 広角 | 中間 | 望遠 | | |
| 焦点距離 | 9.70 | 70.06 | 962.21 | | 20 |
| Fナンバー | 1.87 | 1.87 | 4.90 | | |
| 画角 | 29.55 | 4.49 | 0.33 | | |
| 像高 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | | |
| レンズ全長 | 639.60 | 639.60 | 639.60 | | |
| BF | 7.98 | 7.98 | 7.98 | | |
| d12 | 2.95 | 132.95 | 180.81 | | |
| d19 | 272.29 | 120.12 | 1.89 | | |
| d28 | 3.00 | 25.18 | 95.54 | | |
| d53 | 7.98 | 7.98 | 7.98 | | 30 |
| 入射瞳位置 | 141.49 | 823.49 | 12581.27 | | |
| 射出瞳位置 | 188.72 | 188.72 | 188.72 | | |
| 前側主点位置 | 151.71 | 920.71 | 18666.05 | | |
| 後側主点位置 | -1.72 | -62.08 | -954.23 | | |

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 | 249.09 | 124.84 | 67.25 | -24.52 | |
| 2 | 13 | -26.53 | 25.40 | 5.08 | -11.99 | 40 |
| 3 | 20 | 66.65 | 53.73 | 8.79 | -27.33 | |
| 4 | 29 | 42.91 | 149.41 | 56.58 | 11.16 | |

【0066】

上記のいずれかの実施例のズームレンズと、該ズームレンズに接続し該ズームレンズによって結像される被写体像を撮像するカメラとを備える、撮像装置を構成することによって、望遠側の軸上色収差の二次スペクトルを良好に補正することが可能で小型軽量な撮像装置を実現することができる。

【0067】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

50

【0068】

【表6】

表1 数値実施例1～5における各条件式対応値

| 条件式番号 | 数値実施例1 | 数値実施例2 | 数値実施例3 | 数値実施例4 | 数値実施例5 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| (1) | 0.000 | 0.123 | 0.092 | 0.092 | 0.067 |
| (2) | 0.013 | 0.020 | 0.020 | 0.012 | 0.011 |
| (3) | 0.370 | 0.073 | 0.211 | 0.199 | 0.067 |
| (4) | 0.085 | 0.423 | 0.143 | 0.158 | 0.132 |
| (5) | -0.775 | -0.534 | -0.829 | -0.611 | -0.613 |
| (6) | -0.478 | -0.136 | -0.254 | -0.325 | -0.389 |
| (7) | 0.000 | 6.380 | 6.380 | 6.380 | 4.630 |
| (8) | -0.084 | -0.017 | -0.048 | -0.021 | -0.025 |

10

【符号の説明】

【0069】

F：正の屈折力を有する前玉レンズ群（第1レンズ群）

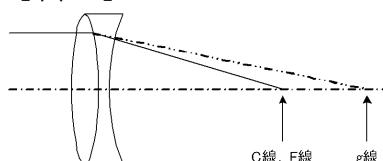
V：負の屈折力を有するバリエータ（第2レンズ群）

C：負または正の屈折力を有するコンペンセータ（第3レンズ群）

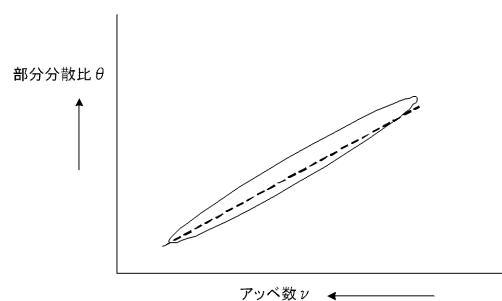
20

R：正の屈折力を有する固定群（第4レンズ群）

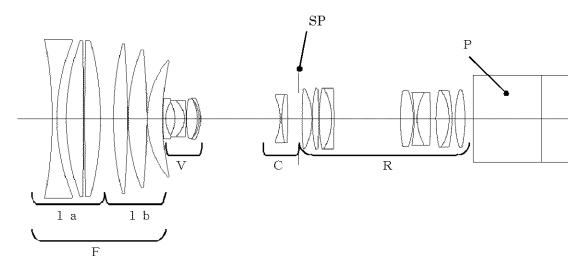
【図1】



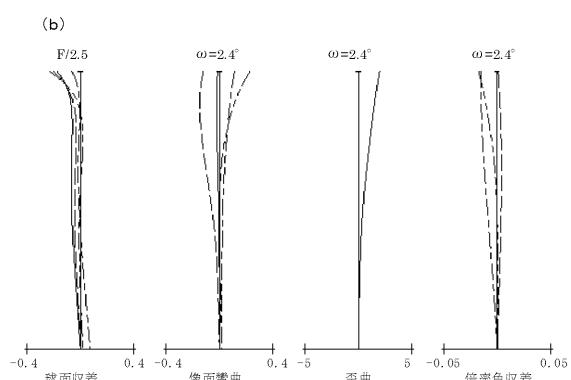
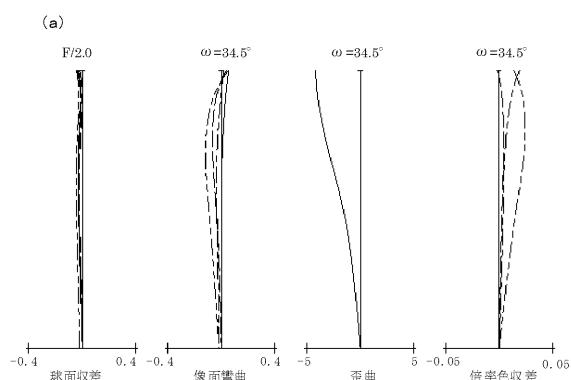
【図2】



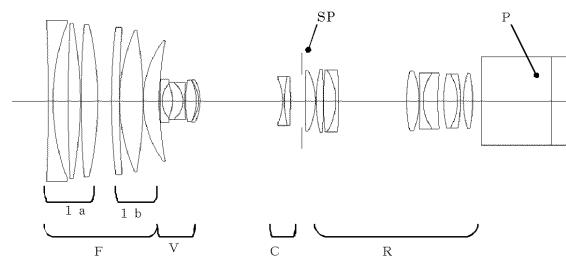
【図3】



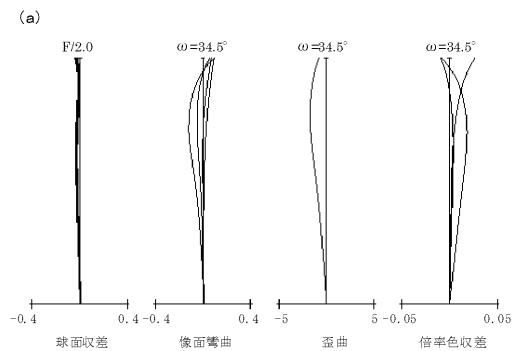
【図4】



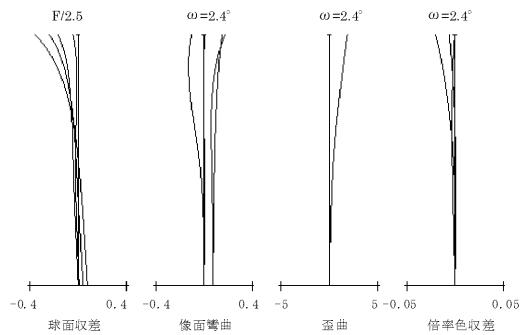
【図5】



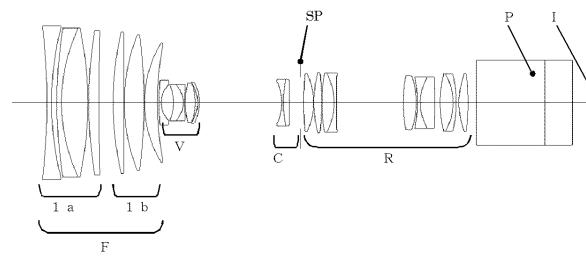
【図6】



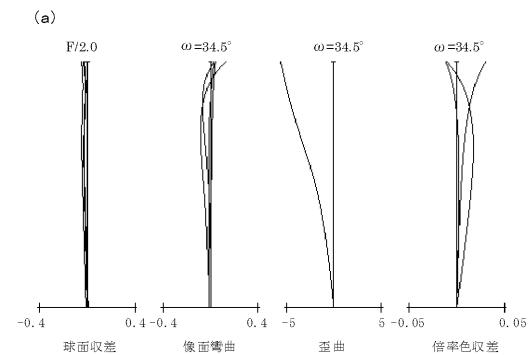
(b)



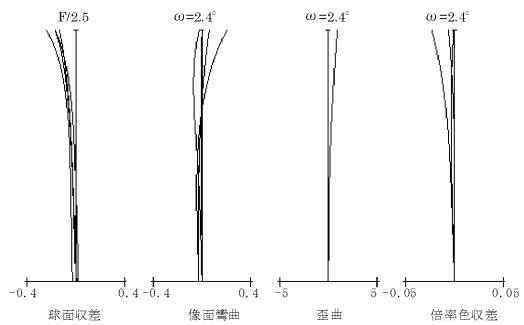
【図7】



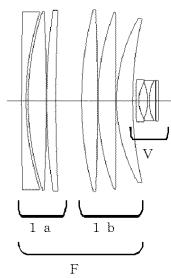
【図8】



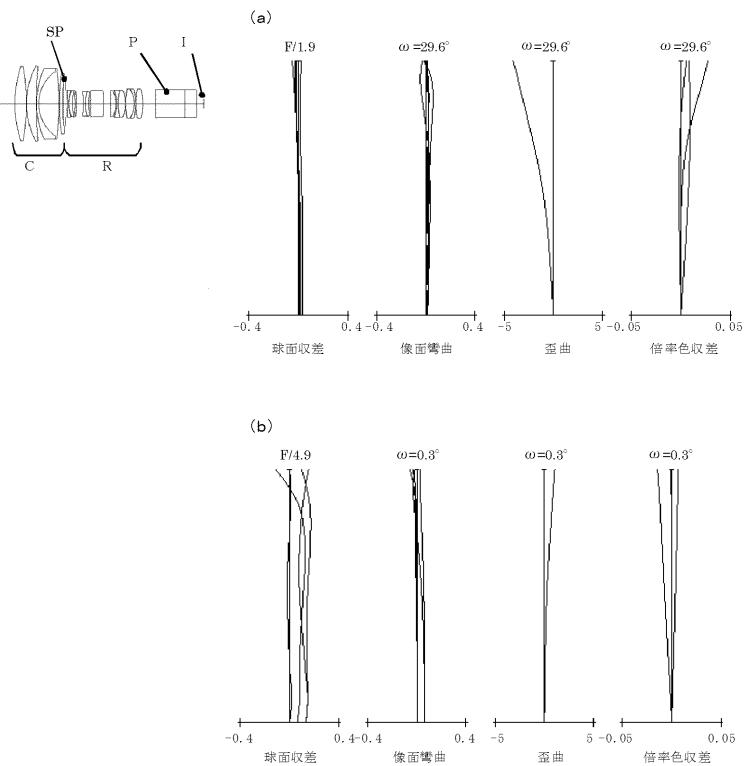
(b)



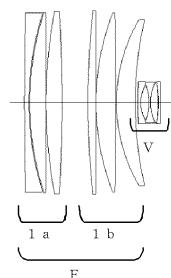
【図 9】



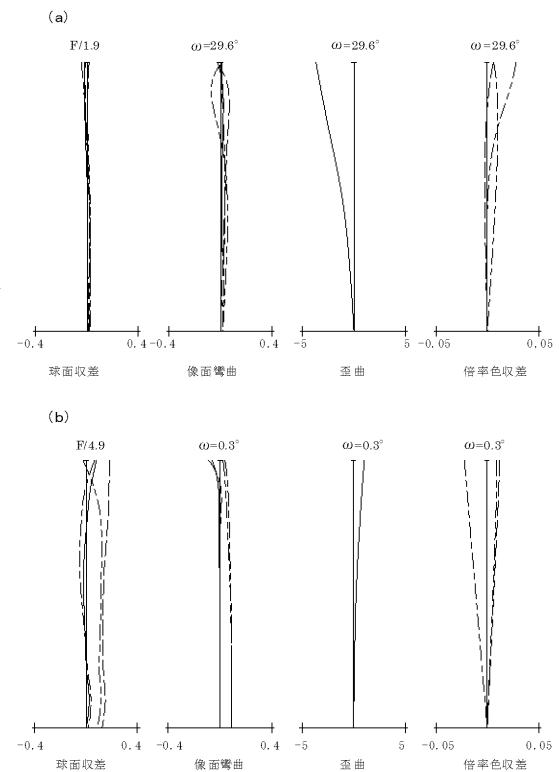
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(74)代理人 100134393
弁理士 木村 克彦

(74)代理人 100174230
弁理士 田中 尚文

(72)発明者 矢北 真一郎
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 原田 英信

(56)参考文献 特開昭59-015214 (JP, A)
特開2000-121939 (JP, A)
特開2010-217735 (JP, A)
特開2010-122423 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

| | | | |
|--------|---------|---|---------|
| G 02 B | 9 / 00 | - | 17 / 08 |
| G 02 B | 21 / 02 | - | 21 / 04 |
| G 02 B | 25 / 00 | - | 25 / 04 |