

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第5584533号  
(P5584533)

(45) 発行日 平成26年9月3日(2014.9.3)

(24) 登録日 平成26年7月25日(2014.7.25)

(51) Int.Cl.  
G O 2 B 15/167 (2006.01)

F I  
G O 2 B 15/167

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2010-148581 (P2010-148581)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成22年6月30日 (2010. 6. 30)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2012-13817 (P2012-13817A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成24年1月19日 (2012. 1. 19)	(74) 代理人	100094112
審査請求日	平成25年5月30日 (2013. 5. 30)		弁理士 岡部 譲
		(74) 代理人	100096943
			弁理士 臼井 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】ズームレンズおよびそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズームングのためには移動しない正の屈折力を有する第1群と、ズームングの際に移動する負の屈折力を有する第2群とを有し、

該第1群は、物体側から像側へ順に、負の屈折力を有する不動の第1部分群と、フォーカシングの際に移動する正の屈折力を有する第2部分群と、正の屈折力を有する不動の第3部分群とから構成され、

該第1部分群に含まれる負レンズのアップベ数  $n_a$  の平均値と部分分散比  $p$  の平均値を各々  $n_a$ 、 $p$ 、該第1部分群を構成するレンズの内、最もアップベ数が小さい正レンズのアップベ数と部分分散比を各々  $n_p$ 、 $p$ としたとき、

$$\frac{-2.13 \times 10^{-3}}{(Nd - 1) / (NF - NC)} = \frac{(Ng - NF) / (NF - NC)}{(p - na) / (p - na)} < -1.9 \times 10^{-3}$$

ここで、 $Nd$ 、 $Ng$ 、 $NF$ 、 $NC$ は、それぞれ、d線、g線、F線、C線における屈折率

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1部分群の焦点距離を  $f_{11}$ 、前記第3部分群の焦点距離を  $f_{13}$ としたとき、 $0.5 < |f_{11} / f_{13}| < 0.77$

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 1 部分群に含まれる負レンズの屈折率の平均値を  $N_n$  としたとき、

$$1.71 < N_n < 1.78$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 2 群の像面側に、物体側から像側へ順に、ズーミングの際に移動する負の屈折率を有する第 3 群、ズーミングのためには移動しない正の屈折率を有する第 4 群、をさらに有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズを有することを特徴とする撮像装置。

10

【請求項 6】

広角端の焦点距離を  $f_w$ 、イメージサイズを  $IS$  としたとき、

$$0.33 < f_w / IS < 0.44$$

を満足することを特徴とする請求項 5 に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、テレビカメラやビデオカメラに好適なズームレンズにおいて、広角化を達成しつつ広角端の倍率色収差が良好なズームレンズに関するものである。

【背景技術】

20

【0002】

従来から、物体側から順に変倍中固定の正の屈折力を有する第 1 群、変倍用の負の屈折力を有する第 2 群と、変倍に伴う像面の移動を補正する負の屈折力を有する第 3 群と、変倍中固定の正の屈折力を有する第 4 群からなるズームレンズは多く提案されている。

特許文献 1～4 には、数値実施例において広角端焦点距離 5.5～4.8mm の開示がなされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2000-321496 号公報

30

【特許文献 2】特開平 11-030749 号公報

【特許文献 3】特開平 10-062686 号公報

【特許文献 4】特開平 9-258102 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 乃至 4 には、数値実施例において広角端の焦点距離が 5.5～4.8mm である旨の開示があるが、更なる広角化を行う際の課題として広角端の倍率色収差の 2 次スペクトルの補正があげられる。そこで本発明の目的は、特に放送用のズームレンズに最適で、広角端の焦点距離 4.8mm 以下で、特に広角端の倍率色収差の 2 次スペクトルを良好に補正したズームレンズおよびそれを有する撮像装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するために、本発明のズームレンズは、

物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の屈折力を有する第 1 群と、ズーミングの際に移動する負の屈折力を有する第 2 群とを有し、該第 1 群は、物体側から像側へ順に、負の屈折力を有する不動の第 1 部分群と、フォーカシングの際に移動する正の屈折力を有する第 2 部分群と、正の屈折力を有し不動の第 3 部分群とから構成され、該第 1 部分群を構成する負レンズのアップ数  $n_{a1}$  の平均値と部分分散比  $\sigma_{a1}$  の平均値を各々  $n_{a1}$ 、 $\sigma_{a1}$ 、該第 1 部分群を構成するレンズの内、最もアップ数が小さい正レンズのアップ

50

数と部分分散比を各々  $p_1$ 、 $p_2$ としたとき、

$$\frac{-2.13 \times 10^{-3}}{\text{ここで、}} = \frac{(Nd - 1) / (NF - NC)}{(Ng - NF) / (NF - NC)},$$

$Nd$ 、 $Ng$ 、 $NF$ 、 $NC$ は、それぞれ、d線、g線、F線、C線における屈折率を満足することを特徴とする。

本発明のズームレンズのさらなる実施形態においては、前記第1部分群の焦点距離を  $f_{11}$ 、前記第3部分群の焦点距離を  $f_{13}$ としたとき、

$$0.5 < |f_{11} / f_{13}| < 0.77$$

を満足することを特徴とする。

10

本発明のズームレンズのさらなる実施形態においては、前記第1部分群を構成する負レンズの屈折率の平均値を  $N_n$ としたとき、

$$1.71 < N_n < 1.78$$

を満たすことを特徴とする。

本発明のズームレンズのさらなる実施形態においては、広角端の焦点距離を  $f_w$ 、イメージサイズを  $IS$ としたとき、

$$0.33 < f_w / IS < 0.44$$

を満足することを特徴とする。

本発明のズームレンズのさらなる実施形態においては、前記第2群の像面側に、物体側から像側へ順に、ズーミングの際に移動する負の屈折力を有する第3群と、ズーミングのために移動しない正の屈折力を有する第4群とをさらに有することを特徴とする。

20

本発明の撮像装置は、前記のズームレンズを有することを特徴とする。

【0006】

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】

【0007】

本発明によれば、広角端の焦点距離が4.8mm以下で、広角端の倍率色収差の2次スペクトルを良好に補正した、ズームレンズを達成することができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0008】

【図1】実施例1の広角端における断面図

【図2】(a)実施例1の  $f = 3.85\text{mm}$ における収差図、(b)実施例1の  $f = 15.4\text{mm}$ における収差図、(c)実施例1の  $f = 53.9\text{mm}$ における収差図

【図3】実施例2の広角端における断面図

【図4】(a)実施例2の  $f = 4.5\text{mm}$ における収差図、(b)実施例2の  $f = 18\text{mm}$ における収差図、(c)実施例2の  $f = 63\text{mm}$ における収差図

【図5】実施例3の広角端における断面図

【図6】(a)実施例3の  $f = 4.5\text{mm}$ における収差図、(b)実施例3の  $f = 18\text{mm}$ における収差図、(c)実施例3の  $f = 63\text{mm}$ における収差図

40

【図7】負レンズ群の2色色消しと二次スペクトル残存に関する模式図

【図8】光学材料のアップ数と部分分散比の分布の模式図

【発明を実施するための最良の形態】

【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。

【0010】

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群Fと、変倍中に移動する負の屈折力を有する第2群Vと、負の屈折力を有する第3群Cと、変倍のためには動かない第4群Rとを有する。第1群Fは、物体側から順に、物体側から順に、負の屈折力を有する不動の第1部分群1aと、合焦中に移動する正の

50

屈折力を有する第 2 部分群 1 b と、正の屈折力を有する不動の第 3 部分群 1 c とから構成される。第 2 群 V と第 3 群 C は変倍中（ズーム中）に移動する群（レンズ群）であって、変倍中に互いに異なる軌跡に沿って移動する。第 2 群 V は、変倍用のバリエータであり、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う。第 2 群の像面側に配置された第 3 群 C は、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物体側へ非直線的に移動する。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 群としての結像作用を有する正の屈折力の固定の（変倍のためには動かない）リレ - 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。

尚、ここで、本実施例のズームレンズは、最も物体側（被写体側、拡大側）から順に、正の屈折力の第 1 群（最も物体側に配置されたレンズ群）、負の屈折力の第 2 群、負の屈折力の第 3 群、正の屈折力の第 4 群を備えることとしたがこの限りではない。例えば、第 3 群 C が正の屈折力を有していても構わないし、第 2 群と第 3 群との間に、正又は負の屈折力を持つ別の群（レンズ群）を加えて 5 群構成としても構わない。逆に、第 1、2 群のみでズームレンズを構成しても構わないし、勿論第 1、2、3 群のみでズームレンズを構成しても構わない。更には、正の屈折力の第 1 群と正の屈折力の第 2 群と負の屈折力の第 3 群、正の屈折力の第 1 群と負の屈折力の第 2 群と正の屈折力の第 3 群で、ズームレンズを構成しても良い。

#### 【0011】

本発明のズームレンズは、レンズ材料の分散特性の条件を規定することにより、広角端における倍率色収差の二次スペクトルを良好に補正することを可能としている。具体的には、第 1 部分群 1 a を構成する負レンズのアップベ数  $\nu_1$  と g 線、F 線における部分分散比の平均値を各々  $\bar{\nu}_1$ 、 $\bar{p}_1$ 、第 1 部分群 1 a を構成するレンズの内、最もアップベ数が小さい正レンズのアップベ数と部分分散比を各々  $\nu_p$ 、 $p$  としたとき、

$$-2.27 \times 10^{-3} < (p - \bar{\nu}_1) / (\nu_p - \bar{\nu}_1) < -1.9 \times 10^{-3} \quad (1)$$

を満たすことにより、第 1 群内の負の第 1 部分群 1a における倍率色収差の二次スペクトル残存量を減少させ、広角端における倍率色収差の二次スペクトルを適切に補正することができる。ここでアップベ数  $\nu$  および部分分散比  $p$  は、g 線における屈折率を  $N_g$ 、F 線における屈折率を  $N_F$ 、d 線における屈折率を  $N_d$ 、C 線における屈折率を  $N_C$  としたとき、

$$\nu = (N_d - 1) / (N_F - N_C) \quad (2)$$

$$p = (N_g - N_F) / (N_F - N_C) \quad (3)$$

である。

#### 【0012】

図 7 に負レンズ群の 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。図 8 に現存する光学材料のアップベ数  $\nu$  と部分分散比  $p$  の分布の模式図を示す。

#### 【0013】

図 8 に示すように、現存する光学材料はアップベ数  $\nu$  に対し部分分散比  $p$  が狭い範囲に分布しており、アップベ数  $\nu$  が小さいほど部分分散比  $p$  が大きい傾向を持っている。

#### 【0014】

ここで、屈折力  $\phi_1$ 、 $\phi_2$ 、アップベ数  $\nu_1$ 、 $\nu_2$  の 2 枚のレンズ 1、2 で構成される、所定の屈折力  $\phi = \phi_1 + \phi_2$  を有する薄肉系を考える。この薄肉系においては、

$$\phi / (\nu_1 + \nu_2) \quad (4)$$

をゼロとすることで、C 線、F 線の結像位置が合致し、色収差を低減することができる。

#### 【0015】

負レンズ群の色消しのため、アップベ数  $\nu_1$  の小さな材料を正レンズ 1 の材料として、アップベ数  $\nu_2$  の大きな材料を負レンズ 2 の材料として選択する。したがって、図 8 より、正レンズ 1 の部分分散比  $p_1$  は、負レンズ 2 の部分分散比  $p_2$  よりも大きい。このため、F 線と C 線で色収差を補正すると g 線の結像点が像高の高い方にずれる。このずれ量を倍率色収差二次スペクトル量  $\Delta$  として定義すると、

10

20

30

40

50

$$= - (1 / ) \times (1 - 2) / (1 - 2) \quad (5)$$

であらわされる。

【0016】

ここで第1部分群1a、第2部分群1b、第3部分群1c、第2群V、第3群C、第4群Rの二次スペクトル量を $\beta 1a$ 、 $\beta 1b$ 、 $\beta 1c$ 、 $\beta 2$ 、 $\beta 3$ 、 $\beta 4$ 、第2部分群1b、第3部分群1c、第2群V、第3群C、第4群Rの結像倍率を $\beta 1b$ 、 $\beta 1c$ 、 $\beta 2$ 、 $\beta 3$ 、 $\beta 4$ 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。

【数1】

$$\Delta = \Delta 1a \times \beta 1b^2 \times \beta 1c^2 \times \beta 2^2 \times \beta 3^2 \times \beta 4^2$$

10

$$+ \Delta 1b \times (1 - \beta 1b) \times \beta 1c^2 \times \beta 2^2 \times \beta 3^2 \times \beta 4^2$$

$$+ \Delta 1c \times (1 - \beta 1c) \times \beta 2^2 \times \beta 3^2 \times \beta 4^2 \quad (6)$$

$$+ \Delta 2 \times (1 - \beta 2) \times \beta 3^2 \times \beta 4^2$$

$$+ \Delta 3 \times (1 - \beta 3) \times \beta 4^2$$

$$+ \Delta 4 \times (1 - \beta 4)$$

倍率色収差二次スペクトル量は広角側で軸外光線が高い位置を通る第1群で顕著に発生する。

20

【0017】

したがって、第1部分群1aで発生する倍率色収差二次スペクトル量 $\beta 1a$ を抑制することで広角側の倍率色収差二次スペクトル量を低減することが出来る。また、さらに好ましくは、

$$\beta 1a < 2.13 \times 10^{-3} \times (\beta 1b - \beta 1c) / (\beta 1b - \beta 1c) - 1.94 \times 10^{-3} \quad (1a)$$

を満たすことが望ましい。

条件式(1)の下限を越えると、第1群による二次スペクトル補正効果が不足してしまい、広角端の倍率色収差を良好に補正することが困難となってくる。

30

【0018】

さらに、本発明のズームレンズにおいては、第1部分群1aの焦点距離を $f 11$ と第3部分群1cの焦点距離 $f 13$ の比が、

$$0.5 < |f 11 / f 13| < 0.77 \quad (7)$$

を満足することを特徴とする。これにより、第1群の主点の位置を像面側に押し出すことで、第1群の像点の位置と第2群の主点の位置を広げることが可能となり広角化が達成される。また、広角端の倍率色収差と望遠端の軸上色収差、球面収差の補正に効果的な条件を示している。また、さらに好ましくは、

$$0.51 < |f 11 / f 13| < 0.75 \quad (7a)$$

を満たすことが望ましい。条件式(7)の上限を越えると、第1群の主点の位置を像面側に押し出すことが出来なくなり広角化が困難になる。また、第3部分群1cの焦点距離 $f 13$ に対して第1部分群1aの焦点距離 $f 11$ が大きくなり条件式(7)の上限を越えると、広角端の倍率色収差の二次スペクトル補正が不足してしまう。また、焦点距離 $f 11$ に対して焦点距離 $f 13$ が小さくなり条件式(7)の上限を越えると、望遠端の球面収差の補正が困難となり、好ましくない。

40

【0019】

さらに、本発明のズームレンズにおいては、第1部分群1aを構成するレンズのうち、負レンズの屈折率を規定し、広角端での諸収差を効果的に抑制することを可能とする。具体的には、第1群Fの第1部分群1aを構成する負レンズの屈折率の平均を $Nn$ としたとき

50

$$1.71 < N_n < 1.78 \quad (8)$$

を満たす。また、さらに好ましくは、

$$1.72 \leq N_n \leq 1.76 \quad (8a)$$

を満たすことが望ましい。

条件式(8)の下限を超えると、第1部分群1aを構成する負レンズの曲率が大きく(曲率半径が小さく)なる。これにより、第1部分群1aにて発生する諸収差の補正が困難になるので、好ましくない。

#### 【0020】

さらに、本発明のズームレンズにおいては、広角端の倍率色収差を良好に補正し、小型のズームレンズを達成するための、適切な広角端の画角を規定している。広角端の焦点距離を  $f_w$ 、イメージサイズの対角長(すなわち像高の2倍)を  $IS$  としたとき、

$$0.33 < f_w / IS < 0.44 \quad (9)$$

を満足する。また、さらに好ましくは、

$$0.35 \leq f_w / IS \leq 0.41 \quad (9a)$$

を満たすことが望ましい。

#### 【0021】

本発明のズームレンズは、広角端の焦点距離が4.8mm以下という広角端の倍率色収差の2次スペクトルを良好に補正することができる。また、本発明のズームレンズを備えた撮像装置により、広角端の倍率色収差を良好に抑制することができるテレビカメラやビデオカメラを実現することができる。

#### 【実施例1】

#### 【0022】

図1は本発明の実施例1のズームレンズの広角端における断面図である。図2に、実施例1のズームレンズのズーム位置が、広角端、 $f = 15.4\text{mm}$ 、望遠端、における収差図を示す。

#### 【0023】

図1に示すように、実施例1のズームレンズは、物体側から、正の屈折力を有する前玉レンズ群である第1群F、変倍用の負の屈折力を有するバリエータである第2群V、負の屈折力のコンペンセータである第3群C、絞りSP、結像作用を有する正の屈折力の固定のリレ-群である第4群R、及び、色分解プリズムや光学フィルタ-等の光学要素P(図1ではガラスブロックPとして示している)から構成される。

#### 【0024】

第1群Fは、物体側から、負のパワーを有し不動の第1部分群1a、合焦用に光軸方向に移動する正のパワーを有する第2部分群1b、正のパワーを有し不動の第3部分群1cから構成される。第2群Vは、光軸上を像面側へ単調に移動することにより、広角端から望遠端への変倍を行う。第3群Cは、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を物体側へ非直線的に移動する。バリエータである第2群Vとコンペンセータである第3群Cとで変倍系を構成している。図1中のIは撮像面である。

#### 【0025】

以下、実施例1に対応する数値実施例1を示す。

$r$  は面の曲率半径、 $d$  は面間隔、 $n_d$  は  $d$  線における屈折率、 $d$  は  $d$  線におけるアッベ数、 $g_F$  は、 $(N_g - N_F) / (N_F - N_C)$  で表される  $g$  線、 $F$  線における部分分散比、 $B_F$  はバックフォーカスを表す。なお、面番号は、物体側から順に付与してある。また、非球面形状は、光軸方向を  $X$  軸、光軸と垂直な方向に  $H$  軸、光の進行方向を正とし、 $R$  を近軸曲率半径、 $K$  を円錐定数、 $A_i$  を第  $i$  次の非球面係数としたとき、

#### 【数2】

$$X = \frac{H^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(H/R)^2}} + \sum_{i=3} A_i H^i \quad (10)$$

なる式で表される。数値実施例中には、円錐定数  $K$  と非球面係数  $A_i$  を記載した。

## 【 0 0 2 6 】

第 1 部分群 1 a は物体側より順に負レンズ、負レンズ、負レンズ、正レンズで構成され、第 1 面～第 8 面に対応する。第 1 部分群 1 a 内の物体側から 4 番目のレンズである正レンズが、第 1 部分群 1 a 内で最もアッペ数が小さい正レンズに対応している。

## 【 0 0 2 7 】

本実施例 1 の各条件式対応値を表 1 に示す。本数値実施例はいずれの条件式も満足しており、広角端での焦点距離が 4.8mm 以下という広角を達成しながら広角端での倍率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 2 8 】

## 数値実施例 1

面番号	r	d	nd	vd	gF	有効径	焦点距離	
1	148.91537	2.25000	1.882997	40.76	0.5667	90.671	-46.316	10
2	32.00289	19.18937	1.000000	0.00	0.0000	61.611	0.000	
3	101.28248	1.80000	1.696797	55.53	0.5433	61.120	-139.775	
4	49.39466	16.06047	1.000000	0.00	0.0000	56.582	0.000	
5	-73.30027	1.70000	1.696797	55.53	0.5433	55.999	-72.217	
6	164.28610	0.13500	1.000000	0.00	0.0000	57.323	0.000	
7	88.68896	6.39879	1.846660	23.78	0.6034	58.628	133.077	
8	388.70383	1.90684	1.000000	0.00	0.0000	58.449	0.000	
9	326.72064	6.85086	1.603112	60.64	0.5414	59.540	139.954	20
10	-113.51010	4.27187	1.000000	0.00	0.0000	60.091	0.000	
11	166.54947	7.66954	1.438750	94.99	0.5342	62.158	136.185	
12	-92.23050	0.13500	1.000000	0.00	0.0000	62.183	0.000	
13	128.41169	1.70000	1.846660	23.78	0.6205	62.663	-120.289	
14	56.76114	14.66533	1.438750	94.99	0.5342	61.670	94.624	
15	-143.72107	0.16200	1.000000	0.00	0.0000	62.085	0.000	
16	164.57698	13.21487	1.496999	81.54	0.5375	62.624	94.342	
17	-64.07857	0.16200	1.000000	0.00	0.0000	62.469	0.000	
18	105.86978	5.42663	1.592400	68.30	0.5456	53.069	190.137	
19	1639.56228	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	51.505	0.000	30
20	64.62195	0.90000	1.882997	40.76	0.5667	22.181	-24.507	
21	16.17516	4.01943	1.000000	0.00	0.0000	18.962	0.000	
22	-83.29858	0.90000	1.834000	37.16	0.5775	18.632	-31.865	
23	39.58667	2.68185	1.000000	0.00	0.0000	17.930	0.000	
24	-200.97530	5.85821	1.784723	25.68	0.6161	17.728	16.791	
25	-12.63264	0.90000	1.882997	40.76	0.5667	17.634	-14.580	
26	-533.45474	0.12819	1.000000	0.00	0.0000	17.911	0.000	
27	42.89063	2.41461	1.592701	35.31	0.5933	18.013	55.785	
28	-145.50059	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	17.889	0.000	40
29	-25.95493	0.80000	1.740999	52.64	0.5467	17.126	-21.721	
30	43.44434	2.24960	1.808095	22.76	0.6307	18.502	48.410	
31	-427.71274	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	18.946	0.000	
32	0.00000	1.40000	1.000000	0.00	0.0000	27.084	0.000	
33	4615.65877	2.98519	1.723420	37.95	0.5836	28.064	79.424	
34	-58.53296	0.15000	1.000000	0.00	0.0000	28.521	0.000	
35	63.01824	4.46957	1.639999	60.07	0.5372	29.604	55.226	
36	-78.96423	0.22000	1.000000	0.00	0.0000	29.585	0.000	50

37	56.57823	6.76527	1.516330	64.14	0.5352	28.632	45.776
38	-39.18587	1.00000	1.882997	40.76	0.5667	27.778	-32.587
39	112.03673	34.00000	1.000000	0.00	0.0000	27.219	0.000
40	68.23275	5.15077	1.567322	42.80	0.5730	26.380	53.123
41	-53.02455	0.30000	1.000000	0.00	0.0000	26.026	0.000
42	521.27243	1.00000	1.882997	40.76	0.5667	24.834	-20.258
43	17.37609	6.40031	1.516330	64.14	0.5352	23.149	32.251
44	-383.71550	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	23.175	0.000
45	32.63023	7.45733	1.516330	64.14	0.5352	23.152	28.636
46	-25.09727	1.00000	1.882997	40.76	0.5667	22.452	-21.948
47	88.93537	0.87964	1.000000	0.00	0.0000	22.428	0.000
48	39.08867	6.24935	1.487490	70.23	0.5300	22.838	35.185
49	-29.13439	4.00000	1.000000	0.00	0.0000	22.710	0.000
50	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	40.000	0.000
51	0.00000	13.20000	1.516800	64.17	0.5347	40.000	0.000
52	0.00000	0.00000	1.000000	0.00	0.0000	40.000	0.000

【 0 0 2 9 】

非球面データ

第2面

$$K = 5.31002 \quad A_4 = 3.43635 \times 10^{-6} \quad A_6 = -2.83495 \times 10^{-10} \quad A_8 = -3.90687 \times 10^{-13} \quad A_{10} = -9.82135 \times 10^{-18}$$

$$A_3 = -2.93410 \times 10^{-5} \quad A_5 = -3.55248 \times 10^{-8} \quad A_7 = 1.32522 \times 10^{-11} \quad A_9 = 5.61324 \times 10^{-15}$$

第11面

$$K = 2.65305 \quad A_4 = 1.00167 \times 10^{-6} \quad A_6 = -6.30003 \times 10^{-10} \quad A_8 = 3.10208 \times 10^{-13} \quad A_{10} = 2.64339 \times 10^{-15}$$

$$A_{12} = -2.64750 \times 10^{-19} \quad A_3 = -5.49042 \times 10^{-6} \quad A_5 = 2.59700 \times 10^{-8} \quad A_7 = -9.25794 \times 10^{-12} \quad A_9 = -5.79758 \times 10^{-14} \quad A_{11} = -2.28424 \times 10^{-17}$$

第13面

$$K = -3.70766 \quad A_4 = 1.17206 \times 10^{-6} \quad A_6 = -2.10878 \times 10^{-10} \quad A_8 = 1.10236 \times 10^{-12} \quad A_{10} = -6.45790 \times 10^{-16}$$

$$A_{12} = 5.37441 \times 10^{-19} \quad A_3 = 1.38034 \times 10^{-6} \quad A_5 = -1.52397 \times 10^{-9} \quad A_7 = 2.13635 \times 10^{-11} \quad A_9 = -9.48024 \times 10^{-15} \quad A_{11} = -1.45634 \times 10^{-17}$$

【 0 0 3 0 】

各種データ

ズーム比 14.00

焦点距離	3.85	8.08	15.40	27.72	53.90
Fナンバー	1.90	1.90	1.90	1.90	2.78
画角	55.01	34.23	19.65	11.22	5.83
像高	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	314.94	314.94	314.94	314.94	314.94
BF	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60

d20	0.49	19.89	31.14	38.10	42.85
d29	41.77	20.10	8.49	4.16	7.29
d32	11.70	13.98	14.34	11.70	3.83
d53	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60
入射瞳位置	31.49	39.60	51.19	67.94	96.53

10

20

30

40

50



射出瞳位置	291.15	291.15	291.15	291.15	291.15
前側主点位置	35.40	47.91	67.42	98.36	160.64
後側主点位置	2.75	-1.48	-8.80	-21.12	-47.30

## 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	24.39	103.70	43.21	36.77
2	21	-16.27	17.80	0.72	-13.42
3	30	-40.00	3.05	-0.16	-1.86
4	33	63.37	129.83	74.42	-135.54

10

## 【実施例 2】

## 【0031】

図 3 は本発明の実施例 2 のズームレンズの広角端における断面図である。図 4 に、実施例 2 のズームレンズのズーム位置が、広角端、 $f = 18\text{ mm}$ 、望遠端、における収差図を示す。

図 3 に示す本実施例 2 のズームレンズの構成は、図 1 に示した実施例 1 のズームレンズの構成と同様であるので、構成についての概略の記載は省略する。実施例 2 は、実施例 1 と基本的な構成は同等であるが、光学面の形状が異なるため、以下の数値実施例 2 において、具体的に示す。

## 【0032】

20

本実施例 2 の各条件式対応値を表 1 に示す。本数値実施例はいずれの条件式も満足しており、広角端での焦点距離が $4.8\text{ mm}$ 以下という広角を達成しながら広角端での倍率色収差を良好に補正した高い光学性能を達成している。

## 【0033】

## 数値実施例 2

面番号	r	d	nd	vd	gF	有効径	焦点距離
1	497.51526	2.50000	1.772500	49.50	0.5519	84.018	-44.492
2	32.22262	17.10285	1.000000	0.00	0.0000	58.669	0.000
3	202.46621	1.85000	1.696797	55.53	0.5433	58.507	-145.730
4	67.56483	11.16361	1.000000	0.00	0.0000	56.160	0.000
5	-106.12685	1.75000	1.696797	55.53	0.5433	56.083	-141.824
6	1541.34595	0.15000	1.000000	0.00	0.0000	57.174	0.000
7	88.29891	6.06785	1.896760	23.00	0.6108	58.906	106.653
8	991.67473	3.16436	1.000000	0.00	0.0000	58.676	0.000
9	-441.08762	5.01983	1.603112	60.64	0.5414	58.233	214.416
10	-100.73364	8.09313	1.000000	0.00	0.0000	58.056	0.000
11	2227.68601	8.41372	1.438750	94.99	0.5342	54.815	138.835
12	-62.71570	1.65000	1.654115	39.70	0.5737	54.714	-161.046
13	-155.24757	0.15000	1.000000	0.00	0.0000	55.212	0.000
14	144.53792	1.65000	1.846660	23.78	0.6205	57.321	-117.902
15	59.07650	11.78733	1.438750	94.99	0.5342	57.553	106.077
16	-208.43782	0.18000	1.000000	0.00	0.0000	58.447	0.000
17	160.71909	11.28965	1.496999	81.54	0.5375	60.756	106.191
18	-77.08056	0.18000	1.000000	0.00	0.0000	61.089	0.000
19	72.77923	9.55436	1.592400	68.30	0.5456	58.661	98.693
20	-287.80489	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	57.812	0.000
21	30.11803	0.75000	1.882997	40.76	0.5667	20.613	-31.341
22	14.29638	3.03136	1.000000	0.00	0.0000	18.030	0.000
23	82.70942	0.75000	1.834000	37.16	0.5775	17.754	-38.766

30

40

50

24	23.25465	4.32342	1.000000	0.00	0.0000	16.722	0.000
25	-27.37561	5.07979	1.784723	25.68	0.6161	16.098	18.473
26	-10.31612	0.80000	1.882997	40.76	0.5667	16.237	-13.932
27	-64.29573	0.13706	1.000000	0.00	0.0000	16.983	0.000
28	50.52808	2.49788	1.592701	35.31	0.5933	17.532	51.523
29	-77.05607	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	17.805	0.000

30	-26.56089	0.75000	1.740999	52.64	0.5467	18.167	-23.864
31	54.27546	2.23907	1.808095	22.76	0.6307	19.565	50.804
32	-172.65206	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	19.987	0.000

10

33	0.00000	1.40000	1.000000	0.00	0.0000	27.369	0.000
34	542.88958	3.08868	1.720000	43.69	0.5699	28.391	75.555
35	-60.67748	0.15000	1.000000	0.00	0.0000	28.786	0.000
36	73.99391	3.90770	1.639999	60.07	0.5372	29.564	65.848
37	-96.76937	0.22000	1.000000	0.00	0.0000	29.536	0.000
38	55.91255	6.24462	1.516330	64.14	0.5352	28.767	46.913
39	-41.37922	1.00000	1.882997	40.76	0.5667	28.127	-33.537
40	107.51631	34.00000	1.000000	0.00	0.0000	27.609	0.000
41	71.70949	5.19718	1.567322	42.80	0.5730	27.771	51.159
42	-47.91739	0.30000	1.000000	0.00	0.0000	27.516	0.000
43	-696.89119	1.00000	1.882997	40.76	0.5667	26.174	-23.663
44	21.68388	6.16444	1.516330	64.14	0.5352	24.705	36.921
45	-146.96232	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	24.628	0.000
46	34.21408	7.74204	1.516330	64.14	0.5352	24.179	28.048
47	-23.32121	1.00000	1.882997	40.76	0.5667	23.472	-20.363
48	82.17483	0.87964	1.000000	0.00	0.0000	23.907	0.000
49	45.55541	6.21162	1.516330	64.14	0.5352	24.660	37.444
50	-32.23243	4.00000	1.000000	0.00	0.0000	24.829	0.000
51	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	44.000	0.000
52	0.00000	13.20000	1.516800	64.17	0.5347	44.000	0.000
53	0.00000	0.00000	1.000000	0.00	0.0000	44.000	0.000

20

30

【 0 0 3 4 】

非球面データ

第2面

$$K = 1.22038 \times 10^{+2} \quad A_4 = 2.53837 \times 10^{-6} \quad A_6 = -2.87657 \times 10^{-10} \quad A_8 = -2.07660 \times 10^{-13} \quad A_{10} = -1.06570 \times 10^{-16} \quad A_{12} = 1.95302 \times 10^{-20} \\ A_3 = -3.54481 \times 10^{-6} \quad A_5 = -3.22306 \times 10^{-8} \quad A_7 = 8.19704 \times 10^{-12} \quad A_9 = 1.05404 \times 10^{-14} \quad A_{11} = -2.16883 \times 10^{-18}$$

40

第11面

$$K = 3.15543 \quad A_4 = 4.70704 \times 10^{-7} \quad A_6 = -3.45419 \times 10^{-10} \quad A_8 = -1.36646 \times 10^{-13} \quad A_{10} = 8.18824 \times 10^{-16} \quad A_{12} = -1.38102 \times 10^{-19} \\ A_3 = 1.61406 \times 10^{-6} \quad A_5 = 1.49821 \times 10^{-8} \quad A_7 = -5.08156 \times 10^{-12} \quad A_9 = -1.62543 \times 10^{-14} \quad A_{11} = -3.16884 \times 10^{-18}$$

第14面

$$K = -1.31207 \times 10 \quad A_4 = 5.60204 \times 10^{-7} \quad A_6 = 1.39013 \times 10^{-10} \quad A_8 = 4.25359 \times 10^{-13} \quad A_{10} = -3.11847 \times 10^{-16} \quad A_{12} = 3.05178 \times 10^{-19} \\ A_3 = -1.74721 \times 10^{-6} \quad A_5 = -7.67941 \times 10^{-9} \quad A_7 = 7.56092 \times 10^{-12} \quad A_9 = -5.62862 \times 10^{-15} \quad A_{11} =$$

50

$$\gamma_1 = -5.85101 \times 10^{-18}$$

【 0 0 3 5 】

各種データ

ズーム比 14.00

焦点距離	4.50	9.45	18.00	32.40	63.00
Fナンバー	1.90	1.90	1.90	1.90	2.80
画角	50.71	30.20	16.99	9.63	4.99
像高	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	312.36	312.36	312.36	312.36	312.36
BF	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90

10

d21	0.46	20.65	32.39	39.66	44.52
d30	41.33	18.38	6.39	2.74	7.92
d33	11.70	14.46	14.71	11.09	1.05
d54	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90

入射瞳位置	32.17	41.64	54.98	73.95	104.41
射出瞳位置	453.20	453.20	453.20	453.20	453.20
前側主点位置	36.71	51.29	73.71	108.71	176.32
後側主点位置	3.40	-1.55	-10.10	-24.50	-55.10

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	27.10	101.72	44.25	36.71
2	22	-17.40	17.37	0.70	-14.09
3	31	-46.00	2.99	-0.39	-2.07
4	34	58.06	128.91	64.62	-118.37

【実施例 3】

【 0 0 3 6 】

30

図 5 は本発明の実施例 3 のズームレンズの広角端における断面図である。図 6 に、実施例 3 のズームレンズのズーム位置が、広角端、 $f = 18 \text{ mm}$ 、望遠端、における収差図を示す。

【 0 0 3 7 】

図 5 に示す本実施例 3 のズームレンズの構成は、図 1 に示した実施例 1 のズームレンズの構成と同様であるので、構成についての概略の記載は省略する。実施例 3 は、実施例 1 と基本的な構成は同等であるが、光学面の形状が異なるため、以下の数値実施例 3 において、具体的に示す。

本実施例 3 の各条件式対応値を表 1 に示す。本数値実施例はいずれの条件式も満足しており、広角端での焦点距離が  $4.8 \text{ mm}$  以下という広角を達成しながら広角端での倍率色収差を良好に補正した高い光学性能を達成している。

40

【 0 0 3 8 】

数値実施例 3

面番号	r	d	nd	vd	gF	有効径	焦点距離
1	497.51526	2.50000	1.772500	49.50	0.5519	83.220	-44.576
2	32.27954	15.78408	1.000000	0.00	0.0000	58.417	0.000
3	138.71750	1.85000	1.696797	55.53	0.5433	58.249	-145.373
4	58.36739	12.82599	1.000000	0.00	0.0000	55.533	0.000
5	-87.56249	1.75000	1.696797	55.53	0.5433	55.445	-101.312
6	375.57394	0.15000	1.000000	0.00	0.0000	57.149	0.000

50

7	96.65776	6.47622	1.896760	23.00	0.6108	59.058	125.062	
8	637.13293	2.35982	1.000000	0.00	0.0000	58.926	0.000	
9	1379.19179	7.39183	1.603112	60.64	0.5414	58.894	125.351	
10	-80.15564	6.56755	1.000000	0.00	0.0000	58.848	0.000	
11	311.90237	9.54009	1.438750	94.99	0.5342	56.464	119.369	
12	-62.54231	1.65000	1.654115	39.70	0.5737	56.364	-171.854	
13	-141.39938	0.15000	1.000000	0.00	0.0000	57.656	0.000	
14	134.54394	1.65000	1.846660	23.78	0.6205	59.860	-138.410	
15	62.60715	12.19099	1.438750	94.99	0.5342	59.760	115.628	
16	-254.92568	0.18000	1.000000	0.00	0.0000	60.619	0.000	10
17	183.47269	11.76500	1.496999	81.54	0.5375	62.186	107.557	
18	-74.13037	0.18000	1.000000	0.00	0.0000	62.420	0.000	
19	86.51621	8.04895	1.592400	68.30	0.5456	58.537	120.203	
20	-396.25611	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	57.656	0.000	
21	28.30878	0.75000	1.882997	40.76	0.5667	21.214	-31.561	
22	13.90913	3.41105	1.000000	0.00	0.0000	18.456	0.000	
23	98.04766	0.75000	1.834000	37.16	0.5775	18.166	-39.462	
24	24.67138	4.29632	1.000000	0.00	0.0000	17.153	0.000	
25	-28.37169	4.99624	1.784723	25.68	0.6161	16.572	18.377	20
26	-10.36772	0.80000	1.882997	40.76	0.5667	16.705	-13.841	
27	-68.61309	0.13706	1.000000	0.00	0.0000	17.558	0.000	
28	49.02136	2.48015	1.592701	35.31	0.5933	17.759	51.708	
29	-81.67015	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	17.807	0.000	
30	-26.74395	0.75000	1.740999	52.64	0.5467	18.180	-23.572	
31	51.62707	2.26520	1.808095	22.76	0.6307	19.589	49.492	
32	-182.26268	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	20.004	0.000	
33	0.00000	1.40000	1.000000	0.00	0.0000	27.359	0.000	30
34	542.88958	3.08868	1.720000	43.69	0.5699	28.380	75.555	
35	-60.67748	0.15000	1.000000	0.00	0.0000	28.776	0.000	
36	73.99391	3.90770	1.639999	60.07	0.5372	29.553	65.848	
37	-96.76937	0.22000	1.000000	0.00	0.0000	29.525	0.000	
38	55.91255	6.24462	1.516330	64.14	0.5352	28.757	46.913	
39	-41.37922	1.00000	1.882997	40.76	0.5667	28.116	-33.537	
40	107.51631	34.00000	1.000000	0.00	0.0000	27.598	0.000	
41	71.70949	5.19718	1.567322	42.80	0.5730	27.759	51.159	
42	-47.91739	0.30000	1.000000	0.00	0.0000	27.504	0.000	
43	-696.89119	1.00000	1.882997	40.76	0.5667	26.163	-23.663	40
44	21.68388	6.16444	1.516330	64.14	0.5352	24.696	36.921	
45	-146.96232	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	24.619	0.000	
46	34.21408	7.74204	1.516330	64.14	0.5352	24.183	28.048	
47	-23.32121	1.00000	1.882997	40.76	0.5667	23.763	-20.363	
48	82.17483	0.87964	1.000000	0.00	0.0000	24.212	0.000	
49	45.55541	6.21162	1.516330	64.14	0.5352	24.985	37.443	
50	-32.23135	4.00000	1.000000	0.00	0.0000	25.145	0.000	
51	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	23.010	0.000	
52	0.00000	13.20000	1.516800	64.17	0.5347	16.393	0.000	
53	0.00000	0.00000	1.000000	0.00	0.0000	13.582	0.000	50

## 【 0 0 3 9 】

## 非球面データ

## 第2面

$$K = 1.22038 \times 10^{+2} \quad A_4 = 2.53837 \times 10^{-6} \quad A_6 = -2.87657 \times 10^{-10} \quad A_8 = -2.07660 \times 10^{-13} \quad A_{10} = -1.06570 \times 10^{-16} \quad A_{12} = 1.95302 \times 10^{-20} \\ A_3 = -3.54481 \times 10^{-6} \quad A_5 = -3.22306 \times 10^{-8} \quad A_7 = 8.19704 \times 10^{-12} \quad A_9 = 1.05404 \times 10^{-14} \quad A_{11} = -2.16883 \times 10^{-18}$$

## 第11面

$$K = 1.12003 \quad A_4 = 6.82570 \times 10^{-7} \quad A_6 = -4.51683 \times 10^{-10} \quad A_8 = -4.46730 \times 10^{-13} \quad A_{10} = 1.04373 \times 10^{-15} \quad A_{12} = -2.19678 \times 10^{-19} \\ A_3 = 1.79526 \times 10^{-6} \quad A_5 = 2.20761 \times 10^{-8} \quad A_7 = -3.27504 \times 10^{-12} \quad A_9 = -1.39904 \times 10^{-14} \quad A_{11} = -3.98888 \times 10^{-18}$$

## 第14面

$$K = -4.34200 \quad A_4 = 5.59008 \times 10^{-7} \quad A_6 = 2.64295 \times 10^{-10} \quad A_8 = 4.16296 \times 10^{-13} \quad A_{10} = -3.84235 \times 10^{-16} \quad A_{12} = 2.89656 \times 10^{-19} \\ A_3 = -1.30503 \times 10^{-6} \quad A_5 = -1.06332 \times 10^{-8} \quad A_7 = 6.69351 \times 10^{-12} \quad A_9 = -3.02532 \times 10^{-15} \quad A_{11} = -4.85728 \times 10^{-18}$$

## 【 0 0 4 0 】

## 各種データ

ズーム比 14.00

焦点距離	4.50	9.45	18.00	32.40	63.00
Fナンバー	1.90	1.90	1.90	1.90	2.80
画角	50.71	30.20	16.99	9.63	4.99
像高	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	314.00	314.00	314.00	314.00	314.00
BF	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90

d21	0.46	20.65	32.39	39.66	44.52
d30	41.39	18.44	6.45	2.80	7.98
d33	11.70	14.46	14.71	11.09	1.05
d54	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90

入射瞳位置	31.83	41.31	54.64	73.62	104.07
射出瞳位置	453.08	453.08	453.08	453.08	453.08
前側主点位置	36.38	50.96	73.37	108.37	175.99
後側主点位置	3.40	-1.55	-10.10	-24.50	-55.10

## 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	27.10	103.01	43.91	36.97
2	22	-17.40	17.62	0.95	-14.01
3	31	-46.00	3.02	-0.37	-2.07
4	34	58.06	128.91	64.63	-118.37

## 【 0 0 4 1 】

20

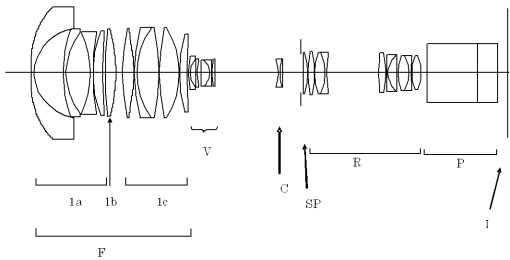
30

40

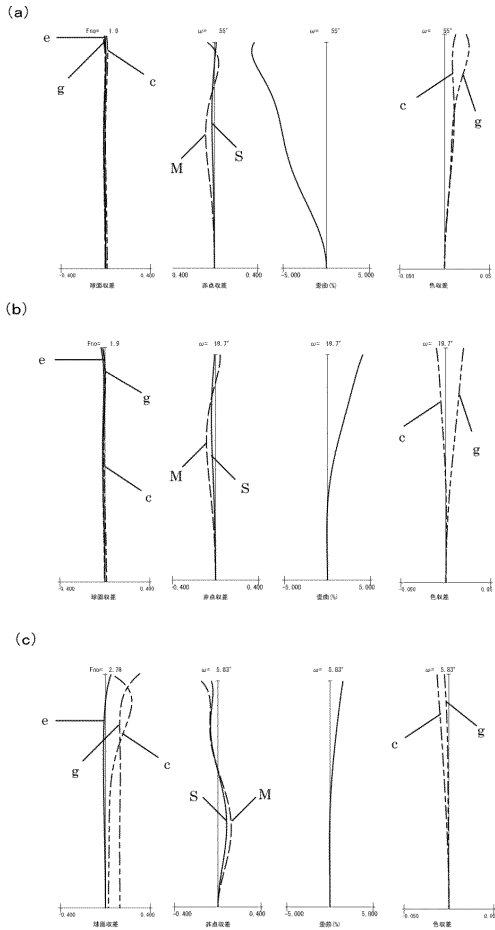
【表 1】  
実施例 1～3 における各条件式対応値

条件式		数値実施例 1	数値実施例 2	数値実施例 3
(1)	$(\theta_{pa}-\theta_{na})/(\nu_{pa}-\nu_{na})$	$-1.94\times10^{-3}$	$-2.13\times10^{-3}$	$-2.13\times10^{-3}$
(7)	$ f_{11}/f_{13} $	0.51	0.75	0.57
(8)	Nn	1.76	1.72	1.72

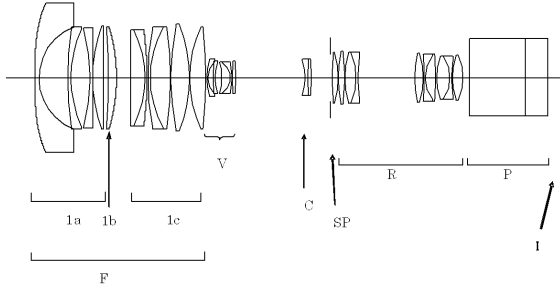
【図 1】



【図 2】

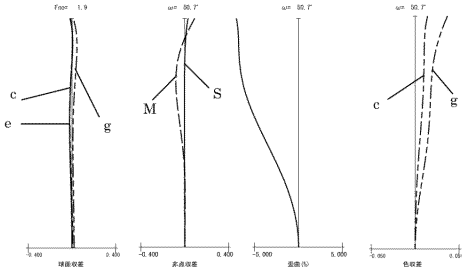


【図 3】

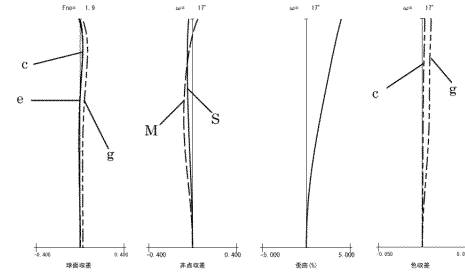


【図 4】

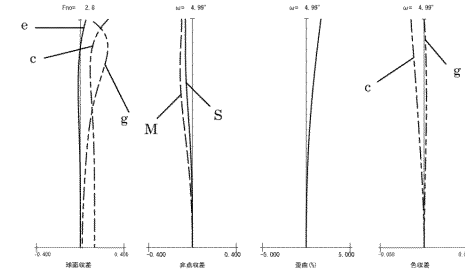
(a)



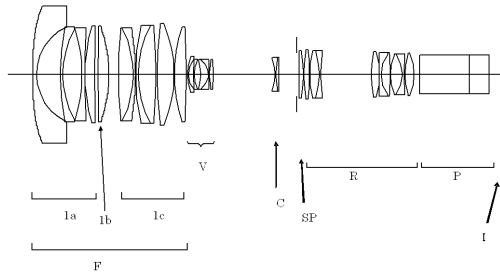
(b)



(c)

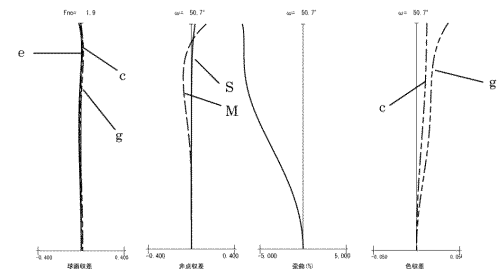


【図 5】

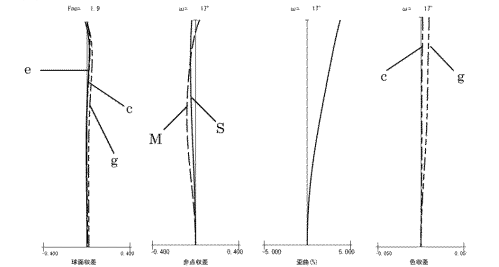


【図 6】

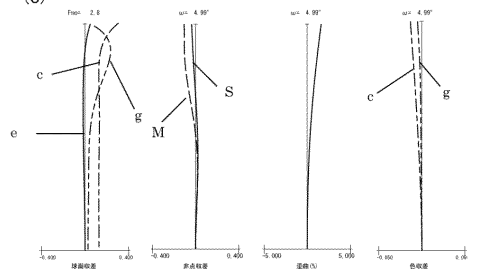
(a)



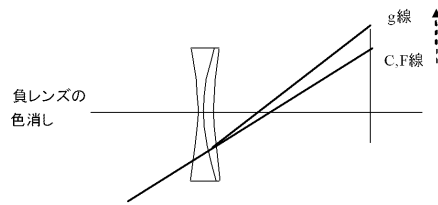
(b)



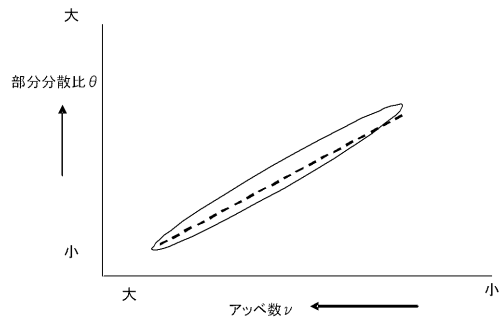
(c)



【図 7】



【図 8】





---

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 小平 正和

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 森内 正明

(56)参考文献 特開平9-15501(JP,A)

特開2001-21804(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08

G02B 21/02 - 21/04

G02B 25/00 - 25/04