

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6145052号
(P6145052)

(45) 発行日 平成29年6月7日(2017.6.7)

(24) 登録日 平成29年5月19日(2017.5.19)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/167 (2006.01)
G02B 15/20 (2006.01)G02B 15/167
G02B 15/20

請求項の数 9 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2014-27235 (P2014-27235)
 (22) 出願日 平成26年2月17日 (2014.2.17)
 (65) 公開番号 特開2015-152798 (P2015-152798A)
 (43) 公開日 平成27年8月24日 (2015.8.24)
 審査請求日 平成28年2月18日 (2016.2.18)

(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】

物体側から像側に順に、正の屈折力を有しズーミングのためには移動しない第1レンズ群と、ズーミングに際して移動し負の屈折力を有する第2レンズ群と、ズーミングに際して移動し負の屈折力を有する第3レンズ群と、ズーミングのためには移動せず正の屈折力を有する第4レンズ群と、を有し、

アッベ数 および部分分散比 を、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 で、

$$= (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

$$= (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$$

10

とし、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズの屈折率を N p 、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズのアッベ数を p 、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズの部分分散比を p 、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズの焦点距離を f p 、前記第1レンズ群の像側から2番目の正レンズの焦点距離を f p 2 、前記第1レンズ群の焦点距離を f 1 、としたとき、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズは、

$$0.6545 < p + 0.002 \times p < 0.6660$$

$$43.0 < p < 57.0$$

$$2.210 < N_p + 0.01 \times p < 2.320$$

$$1.72 < N_p < 1.80$$

$$2.10 < |f_p / f_1| < 2.70$$

20

$$\frac{1.70 < |fp_2 / f_1| < 2.05}{}$$

を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

物体側から像側に順に、正の屈折力を有しズーミングのためには移動しない第1レンズ群と、ズーミングに際して移動し負の屈折力を有する第2レンズ群と、ズーミングに際して移動し負の屈折力を有する第3レンズ群と、ズーミングに際して移動する第4レンズ群と、ズーミングのためには移動せず正の屈折力を有する第5レンズ群と、を有し、

アッベ数 および部分分散比 γ を、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 で、

$$= (N_d - 1) / (N_F - N_C) \quad 10$$

$$= (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$$

とし、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズの屈折率を N_p 、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズのアッベ数を p 、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズの部分分散比を γ_p 、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズの焦点距離を f_p 、前記第1レンズ群の像側から2番目の正レンズの焦点距離を f_{p2} 、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、としたとき、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズは、

$$0.6545 < p + 0.002 \times \gamma_p < 0.6660$$

$$43.0 < p < 57.0$$

$$2.210 < N_p + 0.01 \times \gamma_p < 2.320$$

$$1.72 < N_p < 1.80$$

$$2.10 < |fp / f_1| < 2.70$$

$$\frac{1.70 < |fp_2 / f_1| < 2.05}{}$$

を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【請求項 3】

物体側から像側に順に、正の屈折力を有しズーミングのためには移動しない第1レンズ群と、ズーミングに際して移動し負の屈折力を有する第2レンズ群と、ズーミングに際して移動し負の屈折力を有する第3レンズ群と、ズーミングに際して移動する第4レンズ群と、ズーミングのためには移動せず正の屈折力を有する第5レンズ群と、を有し、

アッベ数 および部分分散比 γ を、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 で、

$$= (N_d - 1) / (N_F - N_C) \quad 30$$

$$= (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$$

とし、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズの屈折率を N_p 、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズのアッベ数を p 、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズの部分分散比を γ_p 、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズの焦点距離を f_p 、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、としたとき、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズは、

$$0.6555 \leq p + 0.002 \times \gamma_p < 0.6660$$

$$43.0 < p < 57.0$$

$$2.210 < N_p + 0.01 \times \gamma_p < 2.320$$

$$1.72 < N_p < 1.80$$

$$2.10 < |fp / f_1| < 2.70$$

を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【請求項 4】

前記第1レンズ群の像側から2番目の正レンズの焦点距離を f_{p2} としたとき、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズは、

$$\frac{1.70 < |fp_2 / f_1| < 2.05}{}$$

を満たすことを特徴とする請求項3に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第1レンズ群の像側から2番目の正レンズは、前記第1レンズ群の像側から2番目の正レンズの屈折率を N_{p2} 、前記第1レンズ群の像側から2番目の正レンズのアッベ数

を p_2 としたとき、

$$\begin{aligned} 61.0 < p_2 < 78.0 \\ 2.230 < N p_2 + 0.01 \times p_2 < 2.330 \\ 1.52 < N p_2 < 1.65 \end{aligned}$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側に順に、移動しない第 1 の部分レンズ群、焦点調整に際して移動し正の屈折力を有する第 2 の部分レンズ群からなり、

前記第 2 の部分レンズ群は 2 枚の正レンズ及び前記第 1 の部分レンズ群は 3 枚以上のレンズ、又は、前記第 2 の部分レンズ群は 3 枚の正レンズ及び前記第 1 の部分レンズ群は 2 枚以上のレンズ、で構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。 10

【請求項 7】

前記第 1 レンズ群を構成する正レンズのアッベ数の平均値を p_{av} としたとき、

$$60 < p_{av} < 75$$

であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記第 1 レンズ群の最も物体側の正レンズの焦点距離を f_{p3} としたとき、

$$1.55 < | f_{p3} / f_1 | < 1.90$$

であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。 20

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズを有する撮像装置。

【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及び写真用カメラ、デジタルカメラに好適なズームレンズに関し、特に放送用のズームレンズに最適で、望遠端の色収差が良好で、高性能、高倍率、小型軽量なズームレンズに関するものである。

【背景技術】

【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 レンズ群、変倍用の負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、変倍に伴う像面の変動を補正する負の屈折力を有する第 3 レンズ群と、変倍中固定の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が提案されている。また、物体側から順に変倍中固定の正の屈折力を有する第 1 レンズ群、変倍用の負の屈折力を有する第 2 レンズ群、負の屈折力を有する第 3 レンズ群と、変倍に伴う像面の変動を補正する正 または 負の屈折力を有する第 4 レンズ群、変倍中固定の正の屈折力を有する第 5 レンズ群からなるズームレンズが提案されている。 30

【0003】

特許文献 1、2 には、ズーム比 17 ~ 22 倍程度、広角端の画角 60° ~ 78° 程度の高倍率ズームレンズが提案されている。 40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2011-39401 号公報

【特許文献 2】特開 2011-107693 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1、2 には、数値実施例においてズーム比 17 ~ 22 倍程度、広角端の画角 60° ~ 78° 程度の高倍率ズームレンズが開示されている。しかし、特許文献 1、2 においては 50

第1レンズ群の像側の正レンズについて、硝材の部分分散比が小さく、屈折力が比較的小さいため、前記正レンズの色消しが不充分であった。

【0006】

本発明の目的は、特に放送用のズームレンズに最適で、望遠端の色収差が良好で、高性能、高倍率、小型軽量なズームレンズ及びそれを有する撮像装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明に係るズームレンズは、物体側から像側に順に、正の屈折力を有しズーミングのためには移動しない第1レンズ群と、ズーミングに際して移動し負の屈折力を有する第2レンズ群と、ズーミングに際して移動し負の屈折力を有する第3レンズ群と、ズーミングのためには移動せず正の屈折力を有する第4レンズ群と、を有し、アッベ数 および部分分散比 を、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で、

$$= (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

$$= (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$$

とし、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズの屈折率をN_p、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズのアッベ数を p、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズの部分分散比を p、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズの焦点距離を f_p、前記第1レンズ群の像側から2番目の正レンズの焦点距離を f_{p2}、前記第1レンズ群の焦点距離を f₁、としたとき、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズは、

$$0.6545 < p + 0.002 \times p < 0.6660$$

$$43.0 < p < 57.0$$

$$2.210 < N_p + 0.01 \times p < 2.320$$

$$1.72 < N_p < 1.80$$

$$2.10 < | f_p / f_1 | < 2.70$$

$$1.70 < | f_{p2} / f_1 | < 2.05$$

を満たすことを特徴とする。

本発明に係る別の態様のズームレンズは、物体側から像側に順に、正の屈折力を有しズーミングのためには移動しない第1レンズ群と、ズーミングに際して移動し負の屈折力を有する第2レンズ群と、ズーミングに際して移動し負の屈折力を有する第3レンズ群と、ズーミングに際して移動する第4レンズ群と、ズーミングのためには移動せず正の屈折力を有する第5レンズ群と、を有し、

アッベ数 および部分分散比 を、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で、

$$= (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

$$= (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$$

とし、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズの屈折率をN_p、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズのアッベ数を p、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズの部分分散比を p、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズの焦点距離を f_p、前記第1レンズ群の像側から2番目の正レンズの焦点距離を f_{p2}、前記第1レンズ群の焦点距離を f₁、としたとき、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズは、

$$0.6545 < p + 0.002 \times p < 0.6660$$

$$43.0 < p < 57.0$$

$$2.210 < N_p + 0.01 \times p < 2.320$$

$$1.72 < N_p < 1.80$$

$$2.10 < | f_p / f_1 | < 2.70$$

$$1.70 < | f_{p2} / f_1 | < 2.05$$

を満たすことを特徴とする。

本発明に係る別の態様のズームレンズは、物体側から像側に順に、正の屈折力を有しズーミングのためには移動しない第1レンズ群と、ズーミングに際して移動し負の屈折力を

10

20

30

40

50

有する第2レンズ群と、ズーミングに際して移動し負の屈折力を有する第3レンズ群と、ズーミングに際して移動する第4レンズ群と、ズーミングのためには移動せず正の屈折力を有する第5レンズ群と、を有し、

アッペ数 および部分分散比 を、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で、

$$= (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

$$= (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$$

とし、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズの屈折率をN_p、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズのアッペ数をp、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズの部分分散比をp、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズの焦点距離をf_p、前記第1レンズ群の焦点距離をf₁、としたとき、前記第1レンズ群の最も像側の正レンズは、

$$0.6555 \quad p + 0.002 \times p < 0.6660$$

$$43.0 < p < 57.0$$

$$2.210 < N_p + 0.01 \times p < 2.320$$

$$1.72 < N_p < 1.80$$

$$2.10 < |f_p / f_1| < 2.70$$

を満たすことを特徴とする。

【0008】

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】

【0009】

本発明によれば、第1レンズ群内の正レンズの硝材、焦点距離を適切に設定することで、望遠端の色収差が良好で、高性能、高倍率、小型軽量な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】

【0010】

【図1】数値実施例1の(A)広角端と(B)望遠端におけるレンズ断面図

【図2】数値実施例1の(A)広角端、(B)望遠端の収差図

【図3】数値実施例2の(A)広角端と(B)望遠端におけるレンズ断面図

30

【図4】数値実施例2の(A)広角端、(B)望遠端の収差図

【図5】数値実施例3の(A)広角端と(B)望遠端におけるレンズ断面図

【図6】数値実施例3の(A)広角端、(B)望遠端の収差図

【図7】数値実施例4の(A)広角端と(B)望遠端におけるレンズ断面図

【図8】数値実施例4の(A)広角端、(B)望遠端の収差図

【図9】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

【図10】光学材料のアッペ数と部分分散比の分布の模式図

【発明を実施するための形態】

【0011】

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。

40

【0012】

本発明のズームレンズは、第1レンズ群内の最も像側の正レンズの屈折率、分散特性、部分分散比および、前記正レンズの屈折力と第1レンズ群の屈折力の比を規定する特徴を有する。これにより、望遠端における色収差の良好な補正と、レンズ全体の小型化を両立する。

【0013】

本発明のズームレンズは、物体側から像側に順に、ズーミング(変倍)のためには移動せず正の屈折力を有する第1レンズ群と、ズーミングに際して移動する負の屈折力を有する第2レンズ群と、ズーミングに際して移動し像面変動を補正する負の屈折力を有する第3レンズ群と、ズーミングのためには移動せず正の屈折力を有する第4レンズ群で構成さ

50

れる。

【0014】

または、本発明のズームレンズは、物体側から像側に順に、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レンズ群と、ズーミングに際し移動し、負の屈折力を有する第2レンズ群と、ズーミングに際して移動し、負の屈折力を有する第3レンズ群と、ズーミングに際し移動し、ズーミングに伴う像面変動を補正する正または負の屈折力を有する第4レンズ群と、ズーミングのためには移動せず正の屈折力を有する第5レンズ群で構成される。

【0015】

第1レンズ群の最も像側に配置される正レンズは、前記正レンズの屈折率を N_p 、前記正レンズのアッペ数を p 、前記正レンズの部分分散比を p とするとき、下記(1)、(2)、(3)、(4)を満足する。

$$0.6545 < p + 0.002 \times p < 0.666 \quad \dots (1)$$

$$4.3 < p < 5.7 \quad \dots (2)$$

$$2.21 < N_p + 0.01 \times p < 2.32 \quad \dots (3)$$

$$1.72 < N_p < 1.80 \quad \dots (4)$$

【0016】

また、前記正レンズの焦点距離を f_p 、第1レンズ群の焦点距離を f_1 としたとき、条件式(5)を満足する。

$$2.1 < |f_p / f_1| < 2.7 \quad \dots (5)$$

【0017】

なお、アッペ数 および部分分散比 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、

$$= (N_d - 1) / (N_F - N_C) \quad \dots (6)$$

$$= (N_g - N_F) / (N_F - N_C) \quad \dots (7)$$

である。

【0018】

上述の基本構成を有する本発明のズームレンズについて説明する。

条件式(1)、(2)、(3)、(4)は、第1レンズ群内正レンズの光学硝子の特性を規定している。通常光学硝子は何種類もの金属酸化物を含有している。例えば SiO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 Al_2O_3 、 Nb_2O_5 、 ZrO_2 、 Gd_2O_3 等である。その中で例えば TiO_2 は屈折率を高め、アッペ数を小さくする効果があり、 TiO_2 を多く含有する硝子は比較的高屈折率高分散となる。また Gd_2O_3 は屈折率を高めアッペ数を大きくする効果があり、 Gd_2O_3 を多く含有する硝子は比較的高屈折率低分散となることが知られている。元々の TiO_2 や Gd_2O_3 がそれぞれ高屈折高分散、高屈折率低分散であり、それらを含む硝子の特性が元々の金属酸化物の特性に近づくことになる。

【0019】

このように光学硝子はその含有する成分の量によって特性が変わる性質があり、その成分の量を適切に設定することで所望の光学特性を持つ物が得られる。これは光学セラミックスにおいても同様で、例えば高屈折率低分散な物質を多く含む物は結果的に比較的高屈折率低分散となる。

【0020】

高屈折率低分散な物質としては、前述の Gd_2O_3 や Al_2O_3 、 $Lu_3Al_5O_12$ がある。これらの物質と SiO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 等の金属酸化物の分量を適切に設定し溶解又は焼結させることで、所望の光学特性(屈折率、アッペ数)を持つ光学硝子やセラミックス等の光学材料を得ることができる。

【0021】

また条件式(1)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も規定している。

10

20

30

40

50

図9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。

【0022】

図10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10に示すように、現存する光学材料はに対しが狭い範囲に分布しており、が小さいほどが大きい傾向を持っている。

【0023】

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、

$$1/1 + 2/2 = 0 \quad \dots (8)$$

あらわされる。ここで、

$$= 1 + 2 \quad \dots (9)$$

である。(8)式を満たす場合、C線-F線の結像位置が合致する。

【0024】

この時の1、2は以下の式で表される。

$$1 = \cdot 1 / (1 - 2) \quad \dots (10)$$

$$2 = - \cdot 2 / (1 - 2) \quad \dots (11)$$

【0025】

図9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2の小さな材料を用いる。したがって図10より正レンズ1は1が小さく、負レンズは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、

$$= (1/) \cdot (2/1) / (1/2) \quad \dots (12)$$

あらわされる。

【0026】

ここで、第1、第2、第3、第4レンズ群の二次スペクトル量を1、2、3、4、第2、第3、第4レンズ群の結像倍率を1b、1c、2、3、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。

$$\begin{aligned} &= 1 \cdot 2^2 \cdot 3^2 \cdot 4^2 \\ &+ 2 \cdot (1 - 2) \cdot 3^2 \cdot 4^2 \\ &+ 3 \cdot (1 - 3) \cdot 4^2 \\ &+ 4 \cdot (1 - 4) \quad \dots (13) \end{aligned}$$

は、望遠側で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。したがって、第1レンズ群で発生する軸上色収差二次スペクトル量1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。

【0027】

条件式(1)は、前記第1レンズ群を構成する最も像側の正レンズの部分分散比とアッベ数の関係式を規定している。

条件式(1)の下限を越えると、(12)式における1が小さくなり、1が大きくなるため、望遠端の軸上色収差の補正が困難となる。条件式(1)の上限を越えると、低分散かつ高部分分散比のガラス硝材を製造することが困難となる。

【0028】

条件式(2)は、前記第1レンズ群を構成する最も像側の正レンズのアッベ数の条件を規定している。

条件式(2)の下限を越えると、(12)式における1が小さくなり、1が大きくなるため、望遠端の軸上色収差の補正が困難となる。また、前記第1レンズ群における各単レンズの屈折力が大きくなり、望遠端の諸収差、特に球面収差、コマ収差の補正が困難となってくる。条件式(2)の上限を越えると、低分散かつ高屈折率のガラス硝材を製造することが困難となる。

【0029】

条件式(3)は、前記第1レンズ群を構成する最も像側の正レンズのアッベ数と屈折率

10

20

30

40

50

の関係式を規定している。

条件式(3)の下限を越えると、正レンズのガラスが、高屈折率かつ低分散でなくなるため、小型化と高倍率化を達成しつつ、望遠端の諸収差を良好に補正することが困難となる。条件式(3)の上限を越えると、低分散かつ高屈折率のガラス硝材を製造することが困難となる。

【0030】

条件式(4)は、前記第1レンズ群を構成する最も像側の正レンズの屈折率の条件を規定している。

条件式(4)の下限を越えると、正レンズの曲率が増大するため、望遠端の諸収差、特に球面収差、コマ収差の補正が困難となる。また正レンズの肉厚が増大するため、小型化を達成することが困難となる。条件式(4)の上限を越えると、低分散かつ高屈折率のガラス硝材を製造することが困難となる。

【0031】

条件式(5)は、前記第1レンズ群を構成する最も像側の正レンズの屈折力に対する、前記第1レンズ群の屈折力の比を規定している。

条件式(5)の上限、下限を超えると、前記第1レンズ群を構成する正レンズの色収差の発生を負レンズにより適正に補正することが困難となり、望遠端の軸上色収差、倍率色収差の補正が困難となる。

【0032】

更に好ましくは条件式(2)を次の如く設定するのが良い。

$$4.5 < p < 5.5 \quad \dots (2a)$$

【0033】

さらに、本発明のズームレンズは、第1レンズ群内の像側から2番目の正レンズの屈折率、分散特性、および、前記正レンズの屈折力と第1レンズ群の屈折力の比を規定することにより、望遠端における色収差の良好な補正と、レンズ全体の小型化を両立するための条件を満足するとより好ましい。

【0034】

前記第1レンズ群内の像側から2番目の正レンズは、前記正レンズの屈折率をN_{p2}、前記正レンズのアッベ数をp₂とするとき、下記(14)、(15)、(16)を満足する。

$$6.1 < p_2 < 7.8 \quad \dots (14)$$

$$2.23 < N_{p2} + 0.01 \times p_2 < 2.33 \quad \dots (15)$$

$$1.52 < N_{p2} < 1.65 \quad \dots (16)$$

【0035】

前記正レンズの焦点距離をf_{p2}としたとき、条件式(17)を満足する。

$$1.7 < |f_{p2} / f_1| < 2.05 \quad \dots (17)$$

【0036】

条件式(14)は、前記第1レンズ群内の像側から2番目の正レンズのアッベ数の条件を規定している。

条件式(14)の下限を越えると、望遠端の軸上色収差の補正が困難となる。また、前記第1レンズ群における各単レンズの屈折力が大きくなり、望遠端の諸収差、特に球面収差、コマ収差の補正が困難となってくる。条件式(14)の上限を越えると、低分散かつ高屈折率のガラス硝材を製造することが困難となる。

【0037】

条件式(15)は、前記第1レンズ群内の像側から2番目の正レンズのアッベ数と屈折率の関係式を規定している。

条件式(15)の下限を越えると、正レンズのガラスが、高屈折率かつ低分散でなくなるため、小型化と高倍率化を達成しつつ、望遠端の諸収差を良好に補正することが困難となる。条件式(15)の上限を越えると、低分散かつ高屈折率のガラス硝材を製造することが困難となる。

10

20

30

40

50

【0038】

条件式(16)は、前記第1レンズ群内の像側から2番目の正レンズの屈折率の条件を規定している。

条件式(16)の下限を越えると、正レンズの曲率が増大するため、望遠端の諸収差、特に球面収差、コマ収差の補正が困難となる。また正レンズの肉厚が増大するため、小型化を達成することが困難となる。条件式(16)の上限を越えると、低分散かつ高屈折率のガラス硝材を製造することが困難となる。

【0039】

条件式(17)は、前記第1レンズ群内の像側から2番目の正レンズの屈折力に対する前記第1群の屈折力の比を規定している。

条件式(17)の上限、下限を超えると、前記第1レンズ群を構成する正レンズの色収差の発生を負レンズにより適正に補正することが困難となり、望遠端の軸上色収差、倍率色収差の補正が困難となる。

【0040】

更に好ましくは条件式(14)を次の如く設定するのが良い。

$$6.2 < p_2 < 7.6 \quad \dots (14a)$$

【0041】

さらに、本発明のズームレンズは、高倍率を達成しながら、望遠側の色収差を良好に補正するのに最適な以下に記載する第1レンズ群の構成を満足するとより好ましい。

【0042】

第1レンズ群は物体側から像側に順に、移動しない第1の部分レンズ群1a、焦点調整に際して移動する正の第2の部分レンズ群1bからなり、前記第2の部分レンズ群は2枚の正レンズからなり、前記第1の部分レンズ群は3枚以上のレンズ、もしくは、前記第2の部分レンズ群は3枚の正レンズからなり、前記第1の部分レンズ群は2枚以上のレンズで構成される。

【0043】

第2の部分レンズ群に含まれる正レンズが2枚未満の場合、第2の部分レンズ群内の正レンズの曲率、屈折力が増大し、望遠端の諸収差(特に球面収差、コマ収差)、物体距離の変更に伴う合焦時の諸収差の変動、を補正することが困難となってくる。第2の部分レンズ群に含まれる正レンズが4枚以上の場合、合焦時に移動するガラス群や移動機構が大型化し、レンズ全体の小型化が困難となる。

【0044】

第2の部分レンズ群と第1の部分レンズ群の合計レンズ枚数が5枚未満の場合、望遠端の諸収差(特に球面収差、コマ収差)、広角端の諸収差、(特に像面湾曲、歪曲)を補正することが困難となってくる。

【0045】

さらに、本発明のズームレンズは、第1レンズ群の正レンズの分散特性を規定することにより、望遠端における軸上色収差等の諸収差を良好に補正するための条件を規定している。

$$6.0 < p_{av} < 7.5 \quad \dots (18)$$

ここで p_{av} は第1レンズ群を構成する正レンズのアッペ数の平均値である。

【0046】

条件式(18)は、前記第1レンズ群内の正レンズの平均アッペ数を規定している。

条件式(18)の下限を超えると(12)式より、前記第1レンズ群の二次スペクトルが増大してしまい、望遠端の軸上色収差を良好に補正することが困難となってくる。条件式(18)の上限を超えると、正レンズに用いる低分散かつ高屈折率かつ高部分分散比のガラス硝材を製造することが困難となる。

【0047】

さらに、本発明のズームレンズは、第1レンズ群内の最も物体側の正レンズの屈折力と第1レンズ群の屈折力の比を規定することにより、望遠端における色収差の良好な補正と

10

20

30

40

50

、レンズ全体の小型化を両立するための条件を規定している。

【0048】

第1レンズ群内の最も物体側の正レンズの焦点距離を f_{p3} としたとき、条件式(19)を満足する。

$$1.55 < |f_{p3} / f_1| < 1.9 \quad \dots (19)$$

【0049】

条件式(19)は、前記第1群内の最も物体側の正レンズの屈折力に対する、前記第1群の屈折力の比を規定している。

条件式(19)の上限、下限を超えると、本発明の前記第1レンズ群の構成、硝材を前提とすると、前記第1レンズ群を構成する正レンズの色収差の発生を負レンズにより適正に補正することが困難となり、望遠端の軸上色収差、倍率色収差の補正が困難となる。

10

【0050】

上記の本発明のズームレンズを有する撮像装置を構成することにより、本発明のズームレンズの効果を奏することができる撮像装置を実現することができる。

【実施例1】

【0051】

図1は本発明のズームレンズの数値実施例1の広角端、望遠端におけるレンズ断面図である。図2は、数値実施例1の広角端、望遠端における収差図である。

【0052】

図1において、G1は第1レンズ群としての正の屈折力のレンズ群である。第1レンズ群G1は物体側から像側に順に、固定の第1の部分レンズ群と、第2の部分レンズ群G1aから構成される。G1の内部のレンズ群G1a(第2の部分レンズ群)を焦点調整のために繰り出すことにより物体距離0.6mまでの合焦が可能である。G2は第2レンズ群としてのズーミング用の負の屈折力のバリエータであり、光軸上を像面側へ移動させることにより、広角端から望遠端へのズーミングを行っている。G3は第3レンズ群としてのズーミングに際して移動する負の屈折力のバリエータであり、広角端から望遠端にかけて、物体側に凸を描くような軌跡で移動する。G4は第4レンズ群としての正の屈折力のコンペンセータであり、ズーミングに伴う像面変動を補正するためにズーミングに際して光軸上を非直線的に移動している。本発明の実施例では、像面変動を補正するレンズ群を第4レンズ群としているが、第3レンズ群を像面変動補正群とすることも可能である。SPは絞り、G5は第5レンズ群としての結像作用を有する正の屈折力のリレー群である。G5内の空気間隔には、焦点距離変換コンバータ等が装着されても良い。Pは色分解プリズムや光学フィルター等であり、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。

20

【0053】

本実施例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、良好な光学性能を達成しつつ、広角端焦点距離8.0mm、ズーム比17.0倍の広角、高倍率でありながら小型軽量化を達成している。

【0054】

(数値実施例1)

単位 mm

40

面番号	r	d	nd	vd	gF	有効径	焦点距離
1	-169.77786	2.30000	1.720467	34.70	0.5834	76.159	-140.144
2	254.81304	3.34847	1.000000			73.499	
3	1251.39784	2.30000	1.800999	34.97	0.5863	73.260	-101.803
4	76.97873	16.10578	1.496999	81.54	0.5374	72.014	97.320
5	-122.03946	0.40000	1.000000			72.178	
6	124.54683	7.77610	1.433870	95.10	0.5373	70.954	227.761
7	-475.08007	6.89910	1.000000			70.668	

50

8	106.86859	9.61483	1.618000	63.33	0.5441	68.157	117.060	
9	-218.75768	0.15000	1.000000			67.527		
10	57.69622	5.08451	1.73	49.00	0.5575	58.940	161.247	
11	108.95608	(可変)	1.000000			58.195		
12	49.12369	0.90000	1.882997	40.76	0.5667	25.115	-20.089	
13	12.97522	5.85046	1.000000			19.926		
14	-57.40657	6.56125	1.808095	22.76	0.6307	19.716	18.771	
15	-12.71730	0.70000	1.882997	40.76	0.5667	19.211	-11.803	
16	61.20243	0.20000	1.000000			18.854		10
17	25.01570	2.75854	1.666800	33.05	0.5957	19.073	58.881	
18	65.07644	(可変)	1.000000			18.715		
19	-27.02763	0.70000	1.756998	47.82	0.5566	18.304	-20.802	
20	38.60733	2.86890	1.846490	23.90	0.6217	19.913	44.533	
21	-2631.66644	(可変)	1.000000			20.521		
22	-221.88716	3.66413	1.638539	55.38	0.5485	24.974	60.984	
23	-33.46289	0.15000	1.000000			25.687		
24	81.32540	3.70426	1.516330	64.14	0.5352	26.774	77.998	20
25	-79.12072	(可変)	1.000000			26.876		
26	0.00000	1.30000	1.000000			26.381		
27	35.75300	5.92435	1.517417	52.43	0.5564	26.111	36.840	
28	-38.89373	0.90000	1.834807	42.71	0.5642	25.719	-31.740	
29	85.49479	32.40000	1.000000			25.210		
30	64.91346	4.60586	1.496999	81.54	0.5374	25.735	54.185	
31	-45.16238	0.29989	1.000000			25.553		
32	-548.32958	1.40000	1.834030	37.20	0.5775	24.862	-24.910	
33	21.76282	5.37767	1.487490	70.23	0.5300	24.200	54.913	30
34	105.35972	0.28995	1.000000			24.580		
35	59.03984	6.49972	1.501270	56.50	0.5536	24.899	38.095	
36	-27.35414	1.40000	1.834807	42.71	0.5642	25.079	-51.090	
37	-77.28728	2.04080	1.000000			25.921		
38	38.65976	5.30185	1.501270	56.50	0.5536	26.910	52.431	
39	-79.35776	4.00000	1.000000			26.681		
40	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	40.000		
41	0.00000	13.20000	1.516330	64.14	0.5352	40.000		
42	0.00000	0.00000	1.000000			40.000		

40

各種データ

ズーム比	17.00		
	広角	中間	望遠
焦点距離	8.00	33.20	136.00
Fナンバー	1.90	1.90	2.50
画角	34.51	9.41	2.32
像高	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	269.40	269.40	269.40
BF	7.46	7.46	7.46

50

d11	0.80	32.92	47.01
d18	49.21	10.36	12.26
d21	6.22	11.27	1.79
d25	5.74	7.43	0.91
d42	7.46	7.46	7.46

入射瞳位置	47.90	163.16	577.64
射出瞳位置	401.39	401.39	401.39
前側主点位置	56.06	199.16	760.60
後側主点位置	-0.54	-25.74	-128.54

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	61.00	53.98	34.82	3.79
2	12	-13.50	16.97	2.40	-9.03
3	19	-39.48	3.57	-0.06	-2.02
4	22	34.61	7.52	3.06	-1.78
5	26	49.21	117.94	55.44	-36.73

【実施例 2】

【0055】

20

図3は本発明のズームレンズの数値実施例2の広角端、望遠端におけるレンズ断面図である。図4は、数値実施例2の広角端、望遠端における収差図である。

【0056】

図3において、G1は第1レンズ群としての正の屈折力のレンズ群である。第1レンズ群G1は物体側から像側に順に、固定の第1の部分レンズ群と、第2の部分レンズ群G1aから構成される。G1の内部のレンズ群G1a(第2の部分レンズ群)を焦点調整のために繰り出すことにより物体距離0.6mまでの合焦が可能である。G2は第2レンズ群としてのズーミングに際して移動する負の屈折力のバリエータであり、光軸上を像面側へ移動させることにより、広角端から望遠端へのズーミングを行っている。G3は第3レンズ群としてのズーミングに際して移動する負の屈折力のバリエータであり、広角端から望遠端にかけて、物体側に凸を描くような軌跡で移動する。G4は第4レンズ群としての正の屈折力のコンペンセータであり、ズーミングに伴う像面変動を補正するためにズーミングに際して光軸上を非直線的に移動している。本発明の実施例では、像面変動を補正するレンズ群を第4レンズ群としているが、第3レンズ群を像面変動補正群とすることも可能である。SPは絞り、G5は第5レンズ群としての結像作用を有する正の屈折力のリレー群である。G5内の空気間隔には、焦点距離変換コンバータ等が装着されても良い。Pは色分解プリズムや光学フィルター等であり、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

【0057】

本実施例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、良好な光学性能を達成しつつ、広角端焦点距離8.0mm、ズーム比17.0倍の広角、高倍率でありながら小型軽量化を達成している。

40

【0058】

(数値実施例2)

単位 mm

面番号	r	d	nd	vd	gF	有効径	焦点距離	
1	-192.83740	2.20000	1.800000	29.84	0.6017	76.089	-72.184	
2	83.79132	1.64531	1.000000				73.033	
3	89.86921	15.06578	1.496999	81.54	0.5374	73.562	114.343	50

4	-147.11913	8.10324	1.000000			73.558	
5	-775.57772	5.20036	1.433870	95.10	0.5373	72.531	499.411
6	-170.04046	0.15000	1.000000			72.258	
7	103.29239	10.88096	1.54	74.70	0.5392	69.001	122.254
8	-174.18080	0.15000	1.000000			68.335	
9	51.30868	5.88840	1.79	45.50	0.5720	58.425	130.653
10	96.85837	(可変)	1.000000			57.492	
11	58.71183	0.90000	1.882997	40.76	0.5667	23.857	-18.633
12	12.81666	5.42537	1.000000			18.993	
13	-42.61384	6.32762	1.808095	22.76	0.6307	18.898	18.433
14	-11.86413	0.70000	1.882997	40.76	0.5667	18.577	-11.805
15	92.65428	0.20000	1.000000			18.564	
16	29.37501	2.85063	1.666800	33.05	0.5957	18.787	54.294
17	145.23232	(可変)	1.000000			18.522	
18	-26.49302	0.70000	1.756998	47.82	0.5566	18.458	-21.883
19	45.30898	2.74723	1.846490	23.90	0.6217	20.047	48.421
20	-465.30249	(可変)	1.000000			20.662	
21	-186.08181	3.97301	1.638539	55.38	0.5485	24.974	53.632
22	-29.27056	0.15000	1.000000			25.680	
23	89.15466	3.70116	1.516330	64.14	0.5352	26.528	77.057
24	-71.31119	(可変)	1.000000			26.575	
25	0.00000	1.30000	1.000000			25.691	
26	98.11268	5.97787	1.517417	52.43	0.5564	25.375	41.557
27	-27.12071	0.90000	1.834807	42.71	0.5642	24.982	-33.436
28	-815.51185	32.40000	1.000000			25.094	
29	72.71860	5.44338	1.496999	81.54	0.5374	26.037	59.478
30	-48.80707	1.22177	1.000000			25.779	
31	273.82070	1.40000	1.834030	37.20	0.5775	24.980	-27.112
32	20.96106	5.45798	1.487490	70.23	0.5300	24.164	53.301
33	97.78424	0.71894	1.000000			24.459	
34	73.06073	6.98697	1.501270	56.50	0.5536	24.774	34.866
35	-22.36067	1.40000	1.834807	42.71	0.5642	24.960	-37.963
36	-77.09238	0.24720	1.000000			26.209	
37	67.90108	5.79123	1.501270	56.50	0.5536	26.951	46.832
38	-35.08095	4.00000	1.000000			27.026	
39	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	40.000	
40	0.00000	13.20000	1.516330	64.14	0.5352	40.000	
41	0.00000	0.00000	1.000000			40.000	

各種データ

ズーム比	17.00			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	8.00	33.07	136.00	
Fナンバー	1.90	1.92	2.50	
画角	34.51	9.44	2.32	
像高	5.50	5.50	5.50	50

レンズ全長	264.61	264.61	264.61		
BF	7.45	7.45	7.45		
d10	0.79	32.85	46.98		
d17	49.20	10.48	11.17		
d20	6.08	11.17	1.68		
d24	4.69	6.27	0.94		
d41	7.45	7.45	7.45		
入射瞳位置	45.15	160.24	571.65		10
射出瞳位置	349.49	349.49	349.49		
前側主点位置	53.34	196.51	761.72		
後側主点位置	-0.55	-25.62	-128.55		

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	61.00	49.28	32.03	3.05	
2	11	-13.50	16.40	1.69	-9.72	
3	18	-40.54	3.45	-0.17	-2.06	
4	21	32.01	7.82	3.29	-1.73	20
5	25	47.60	119.45	54.46	-28.42	

【実施例3】

【0059】

図5は本発明のズームレンズの数値実施例3の広角端、望遠端におけるレンズ断面図である。図6は、数値実施例3の広角端、望遠端における収差図である。

【0060】

図5において、G1は第1レンズ群としての正の屈折力のレンズ群である。第1レンズ群G1は物体側から像側に順に、固定の第1の部分レンズ群と、第2の部分レンズ群G1aから構成される。G1の内部のレンズ群G1a(第2の部分レンズ群)を焦点調整のために繰り出すことにより物体距離0.85mまでの合焦が可能である。G2は第2レンズ群としてのズーミング用の負の屈折力のバリエータであり、光軸上を像面側へ移動させることにより、広角端から望遠端へのズーミングを行っている。G3は第3レンズ群としての負の屈折力のコンペンセータであり、ズーミングに伴う像面変動を補正するためにズーミングに際して光軸上を非直線的に移動している。SPは絞り、G4は第4レンズ群としての結像作用を有する正の屈折力のリレー群である。G4内の空気間隔には、焦点距離変換コンバータ等が装着されても良い。Pは色分解プリズムや光学フィルター等であり、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。

【0061】

本実施例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、良好な光学性能を達成しつつ、広角端焦点距離8.0mm、ズーム比22.0倍の広角、高倍率でありながら小型軽量化を達成している。

【0062】

(数値実施例3)

単位 mm

面番号	r	d	nd	vd	gF	有効径	焦点距離	
1	-167.15959	2.30000	1.800999	34.97	0.5863	84.405	-87.168	
2	122.05012	1.59927	1.000000			82.054		
3	137.65465	13.58263	1.595220	67.74	0.5442	81.000	122.144	
4	-149.50787	0.20000	1.000000			81.000		50

5	-1145.55537	2.50000	1.720467	34.70	0.5834	79.811	-162.840	
6	131.82298	0.36487	1.000000			77.850		
7	140.33150	9.02766	1.487490	70.23	0.5300	77.848	209.425	
8	-371.36840	0.15000	1.000000			77.766		
9	-2857.69605	4.27891	1.487490	70.23	0.5300	77.406	498.306	
10	-224.69931	6.38769	1.000000			77.267		
11	104.69643	10.63467	<u>1.64</u>	68.00	0.5450	73.559	119.058	
12	-268.82484	0.15000	1.000000			72.869		
13	58.07817	5.80977	<u>1.79</u>	45.50	0.5720	65.960	169.154	
14	98.18774	(可変)	1.000000			65.003		10
15	59.22267	0.90000	1.882997	40.76	0.5667	26.302	-20.713	
16	13.93577	6.58354	1.000000			20.923		
17	-65.51230	6.78315	1.808095	22.76	0.6307	20.229	18.641	
18	-12.92474	0.70000	1.882997	40.76	0.5667	19.631	-12.291	
19	72.04865	0.20000	1.000000			19.129		
20	25.47596	2.51814	1.666800	33.05	0.5957	19.237	72.448	
21	51.35444	(可変)	1.000000			18.820		
22	-24.82737	0.70000	1.756998	47.82	0.5566	18.662	-20.020	20
23	39.88332	2.78385	1.846490	23.90	0.6217	20.513	44.480	
24	-788.62441	(可変)	1.000000			21.096		
25	0.00000	1.30000	1.000000			26.270		
26	-318.66319	4.23729	1.638539	55.38	0.5485	27.081	53.682	
27	-31.23050	0.15000	1.000000			27.726		
28	542.40774	2.54649	1.516330	64.14	0.5352	28.486	167.175	
29	-102.94259	0.15000	1.000000			28.651		
30	34.16041	8.02896	1.517417	52.43	0.5564	28.822	35.967	
31	-37.97240	0.90000	1.834807	42.71	0.5642	28.217	-35.711	30
32	143.93248	32.40000	1.000000			27.834		
33	63.63709	5.20229	1.496999	81.54	0.5374	27.781	53.421	
34	-44.54085	1.49985	1.000000			27.560		
35	-177.11812	1.40000	1.834030	37.20	0.5775	25.646	-25.053	
36	23.94767	5.54244	1.487490	70.23	0.5300	24.982	54.584	
37	214.69368	0.19232	1.000000			25.316		
38	40.03669	7.72605	1.501270	56.50	0.5536	25.839	32.460	
39	-25.82221	1.40000	1.834807	42.71	0.5642	25.720	-41.801	
40	-100.19022	2.97511	1.000000			26.356		
41	42.10518	4.65877	1.501270	56.50	0.5536	26.802	62.715	40
42	-121.49196	4.00000	1.000000			26.498		
43	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	40.000		
44	0.00000	13.20000	1.516330	64.14	0.5352	40.000		
45	0.00000	0.00000	1.000000			40.000		

各種データ

ズーム比 22.00

広角 中間 望遠

焦点距離 8.00 37.52 176.00

Fナンバー 1.90 1.89 2.80

画角 34.51 8.34 1.79

像高	5.50	5.50	5.50		
レンズ全長	276.45	276.45	276.45		
BF	7.47	7.47	7.47		
d14	1.04	38.26	52.83		
d21	52.89	10.90	6.15		
d24	6.39	11.15	1.33		
d45	7.47	7.47	7.47		
入射瞳位置	50.28	194.54	601.08		10
射出瞳位置	365.58	365.58	365.58		
前側主点位置	58.46	235.99	863.58		
後側主点位置	-0.53	-30.05	-168.53		

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	68.00	56.99	34.91	2.65	
2	15	-13.80	17.68	2.65	-9.27	
3	22	-36.92	3.48	-0.11	-2.02	
4	25	59.38	130.51	67.34	-136.72	20

【実施例 4】

【0063】

図7は本発明のズームレンズの数値実施例4の広角端、望遠端におけるレンズ断面図である。図8は、数値実施例4の広角端、望遠端における収差図である。

【0064】

図7において、G1は第1レンズ群としての正の屈折力のレンズ群である。第1レンズ群G1は物体側から像側に順に、固定の第1の部分レンズ群と、第2の部分レンズ群G1aから構成される。G1の内部のレンズ群G1a(第2の部分レンズ群)を合焦のために繰り出すことにより物体距離0.85mまでの合焦が可能である。G2は第2レンズ群としてのズーミング用の負の屈折力のバリエータであり、光軸上を像面側へ移動させることにより、広角端から望遠端へのズーミングを行っている。G3は第3レンズ群としてのズーミング用の負の屈折力のバリエータであり、広角端から望遠端へ光軸上を像面側へ移動させる。G4は第4レンズ群としての負の屈折力のコンペンセータであり、ズーミングに伴う像面変動を補正するためにズーミングに際し光軸上を非直線的に移動している。本発明の実施例では、像面変動を補正するレンズ群を第4レンズ群としているが、第3レンズ群を像面変動補正群とすることも可能である。SPは絞り、G5は第5レンズ群としての結像作用を有する正の屈折力のリレー群である。G5内の空気間隔には、焦点距離変換コンバータ等が装着されても良い。Pは色分解プリズムや光学フィルター等であり、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。

【0065】

本実施例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、良好な光学性能を達成しつつ、広角端焦点距離8.0mm、ズーム比22.0倍の広角、高倍率でありながら小型軽量化を達成している。

【0066】

(数値実施例4)

単位 mm

面番号	r	d	nd	vd	gF	有効径	焦点距離	
1	-246.95878	2.30000	1.720467	34.70	0.5834	85.084	-202.766	
2	365.11209	2.51416	1.000000			82.508		50

3	822.84941	2.30000	1.800999	34.97	0.5863	82.104	-109.413	
4	79.58878	17.30219	1.496999	81.54	0.5374	79.557	111.569	
5	-171.24940	0.40000	1.000000			79.552		
6	122.38451	4.44600	1.496999	81.54	0.5374	77.414	498.667	
7	238.17588	6.83742	1.000000			77.017		
8	272.19851	4.44609	1.496999	81.54	0.5374	76.900	496.960	
9	-2738.63906	0.15000	1.000000			76.480		
10	117.94768	9.77635	1.618000	63.33	0.5441	73.821	135.512	
11	-283.31209	0.15000	1.000000			73.087		
12	61.93147	5.56759	<u>1.77</u>	54.50	0.5550	65.670	173.051	10
13	111.18673	(可変)	1.000000			64.860		
14	68.92573	0.90000	1.882997	40.76	0.5667	26.778	-20.615	
15	14.37758	(可変)	1.000000			21.345		
16	-82.26801	6.63806	1.808095	22.76	0.6307	20.717	19.995	
17	-14.11570	0.70000	1.882997	40.76	0.5667	20.076	-12.243	
18	48.44559	0.20000	1.000000			19.430		
19	25.98514	2.96554	1.666800	33.05	0.5957	19.607	55.939	
20	80.42132	(可変)	1.000000			19.232		20
21	-27.64338	0.70000	1.756998	47.82	0.5566	18.085	-21.092	
22	38.66434	2.78261	1.846490	23.90	0.6217	19.567	46.480	
23	1390.62825	(可変)	1.000000			20.154		
24	0.00000	1.30000	1.000000			25.498		
25	-212.38191	4.21898	1.638539	55.38	0.5485	26.162	54.482	
26	-30.23579	0.15000	1.000000			26.879		
27	-197.58076	2.29520	1.516330	64.14	0.5352	27.400	451.130	
28	-107.50928	0.15000	1.000000			27.717		30
29	50.21298	7.62533	1.517417	52.43	0.5564	28.090	36.712	
30	-29.17906	0.90000	1.834807	42.71	0.5642	27.844	-42.615	
31	-160.52965	32.40000	1.000000			28.190		
32	74.67801	4.99521	1.496999	81.54	0.5374	28.865	60.663	
33	-49.68199	5.21107	1.000000			28.693		
34	1128.69269	1.40000	1.834030	37.20	0.5775	25.320	-26.254	
35	21.60174	5.63348	1.487490	70.23	0.5300	24.493	51.379	
36	140.61898	0.17137	1.000000			24.778		
37	45.52921	7.85568	1.501270	56.50	0.5536	25.152	30.496	
38	-21.82173	1.40000	1.834807	42.71	0.5642	25.113	-31.169	40
39	-135.30754	0.14971	1.000000			26.217		
40	67.85055	5.68360	1.501270	56.50	0.5536	26.779	47.436	
41	-35.81190	4.00000	1.000000			26.845		
42	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	40.000		
43	0.00000	13.20000	1.516330	64.14	0.5352	40.000		
44	0.00000	0.00000	1.000000			40.000		

各種データ

ズーム比 22.00

広角 中間 望遠

50

焦点距離	8.00	37.46	176.00
Fナンバー	1.90	1.90	2.80
画角	34.51	8.35	1.79
像高	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	277.01	277.01	277.01
BF	7.48	7.48	7.48

d13	0.80	37.72	51.73
d15	6.42	6.19	9.26
d20	52.24	10.72	4.17
d23	7.25	12.08	1.55
d44	7.48	7.48	7.48

入射瞳位置	51.80	199.40	620.94
射出瞳位置	345.25	345.25	345.25
前側主点位置	59.99	241.01	888.65
後側主点位置	-0.52	-29.98	-168.52

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	68.00	56.19	35.32	1.76
2	14	-20.73	0.90	0.61	0.13
3	16	-61.72	10.50	2.08	-3.81
4	21	-38.94	3.48	0.01	-1.89
5	24	57.66	131.74	65.68	-126.94

【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云うまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【0068】

【表1】

表1 数値実施例1～4における各条件式対応値

条件式番号	条件式	数値実施例1	数値実施例2	数値実施例3	数値実施例4
(1)	$\theta_p + 0.002 \times \nu_p$	0.6555	0.6630	0.6630	0.6640
(2)	ν_p	49.00	45.50	45.50	54.50
(3)	$N_p + 0.01 \times \nu_p$	2.220	2.245	2.245	2.315
(4)	N_p	1.73	1.79	1.79	1.77
(5)	$ f_p / f_1 $	2.64	2.15	2.50	2.54
(14)	ν_{p2}	63.33	74.70	68.00	63.33
(15)	$N_{p2} + 0.01 \times \nu_{p2}$	2.251	2.285	2.320	2.251
(16)	N_{p2}	1.62	1.54	1.64	1.62
(17)	$ f_{p2} / f_1 $	1.93	2.00	1.75	2.00
(18)	ν_{p_av}	72.24	74.21	64.34	72.49
(19)	$ f_{p3} / f_1 $	1.60	1.88	1.80	1.65

【符号の説明】

【0069】

G 1 第1レンズ群

G 1 a 第1aレンズ群(第2の部分レンズ群)

G 2 第2レンズ群

G 3 第3レンズ群

G 4 第4レンズ群

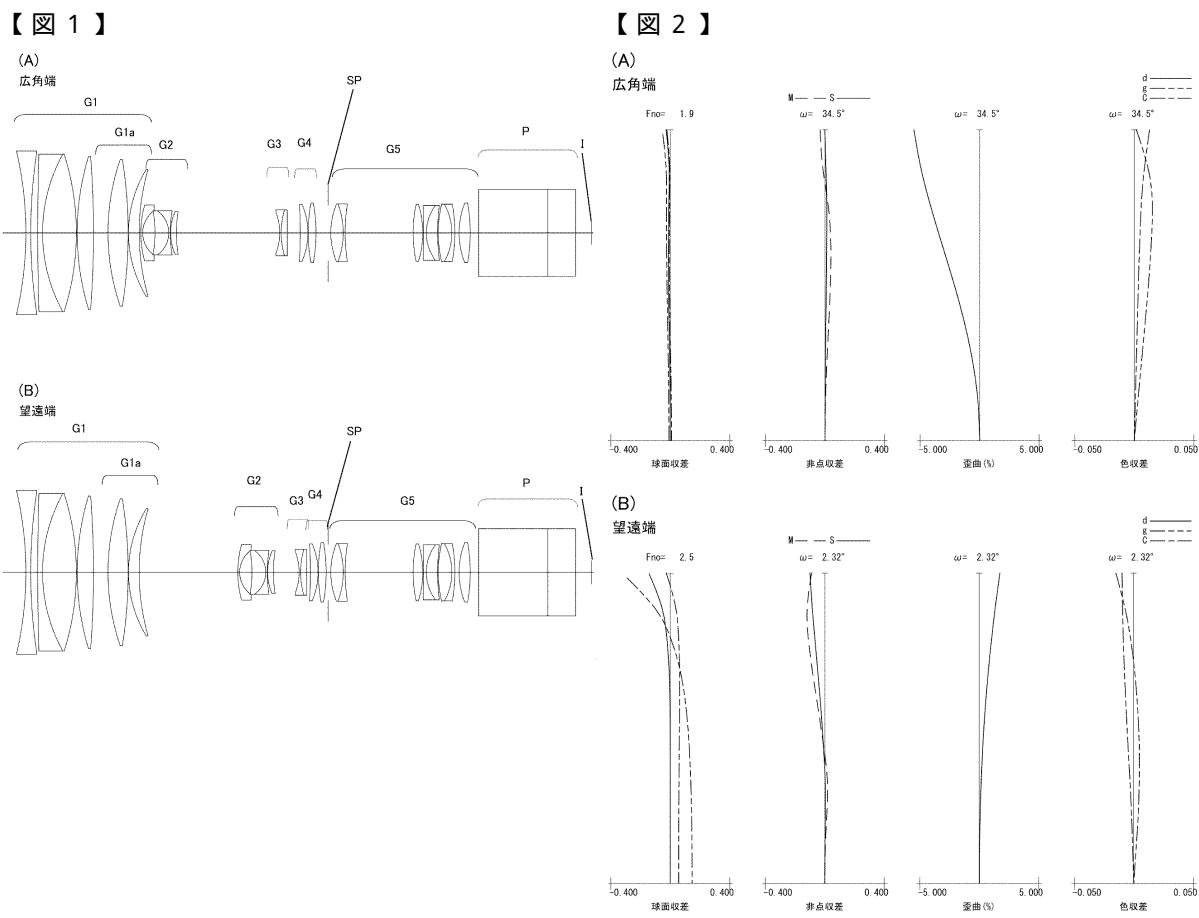
20

30

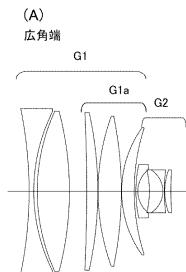
40

50

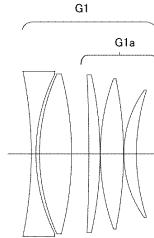
G 5 第 5 レンズ群



【図3】



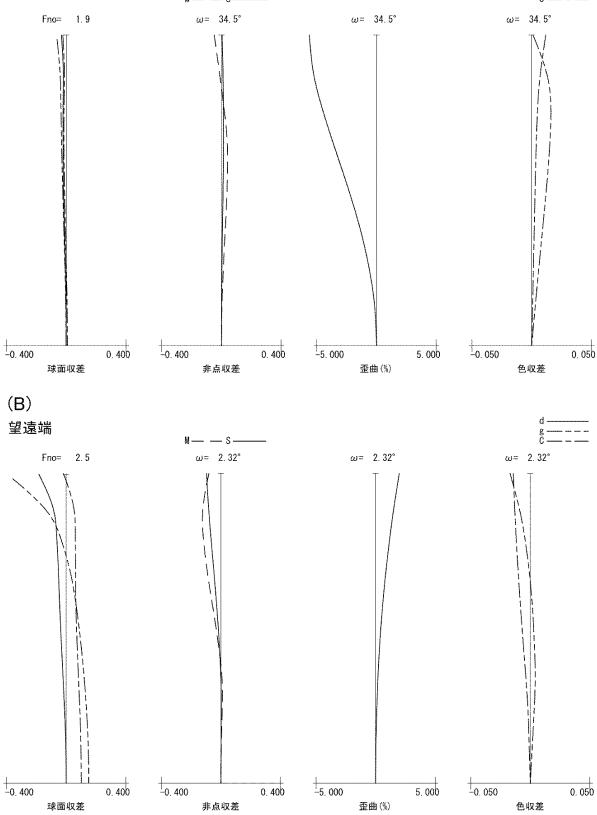
(B)
望遠端



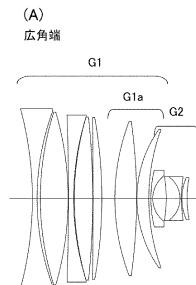
【 図 4 】



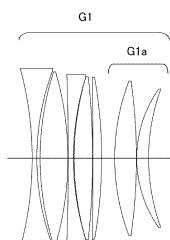
Fno=



【 図 5 】



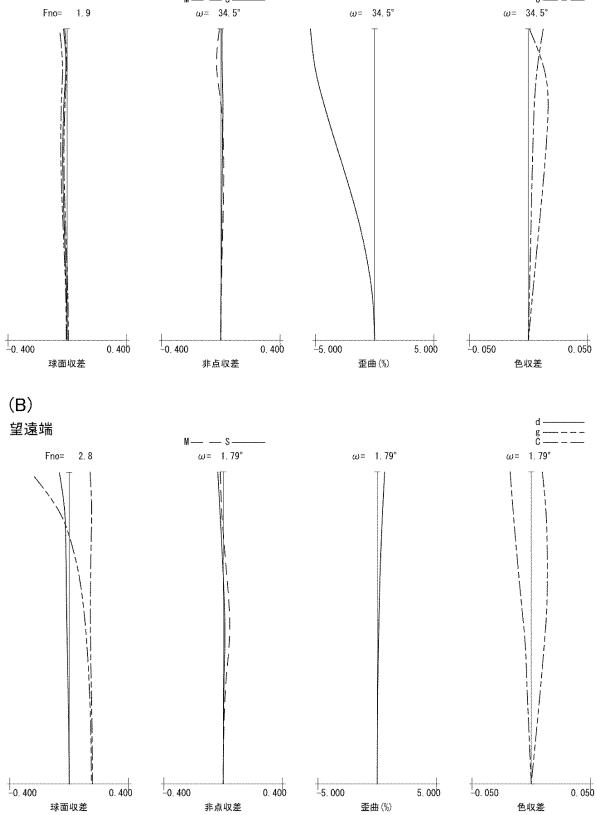
(B)
望遠端



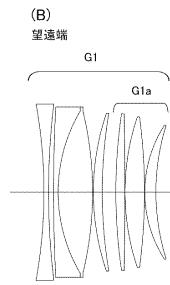
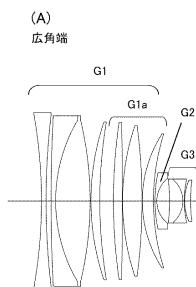
【 四 6 】



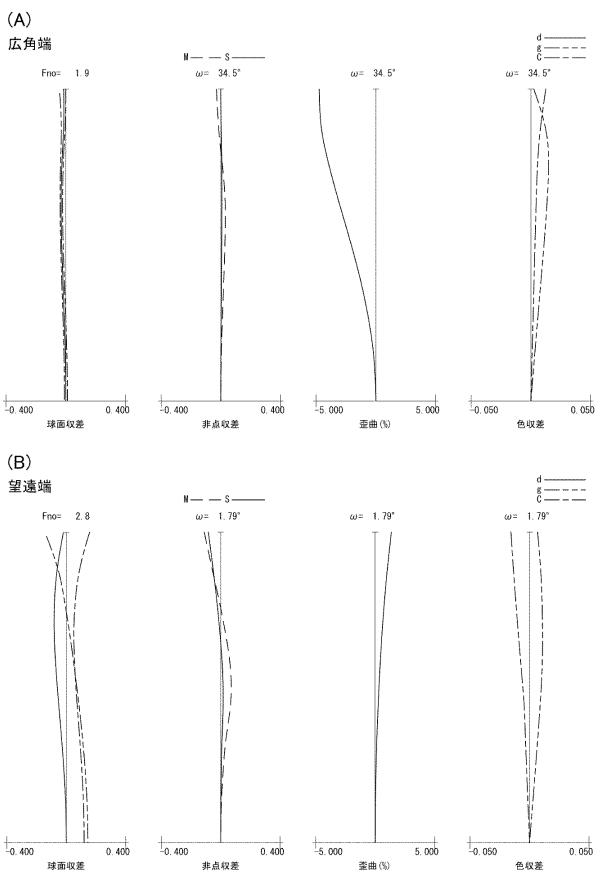
Fno=



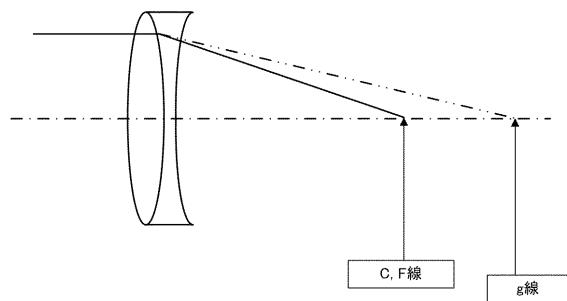
【図7】



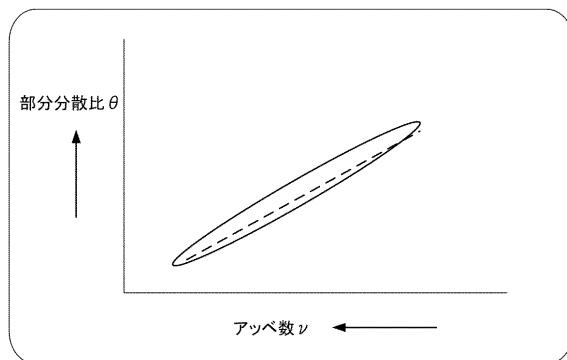
【図8】



【図9】



【図10】



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 坂本 勝
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 殿岡 雅仁

(56)参考文献 特開2012-194549 (JP, A)
特開2011-107693 (JP, A)
国際公開第2013/031203 (WO, A1)
特開2012-113139 (JP, A)
米国特許出願公開第2006/0268425 (US, A1)

(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