

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2024-76793

(P2024-76793A)

(43)公開日 令和6年6月6日(2024.6.6)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
G 0 2 B 15/167(2006.01)	G 0 2 B 15/167	2 H 0 8 7
G 0 2 B 13/18 (2006.01)	G 0 2 B 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 30 O L (全42頁)

(21)出願番号	特願2022-188559(P2022-188559)	(71)出願人	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
(22)出願日	令和4年11月25日(2022.11.25)	(74)代理人	100110412 弁理士 藤元 亮輔
		(74)代理人	100104628 弁理士 水本 敦也
		(74)代理人	100121614 弁理士 平山 倫也
		(72)発明者	仲田 文晴 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
		(72)発明者	岩本 俊二 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

最終頁に続く

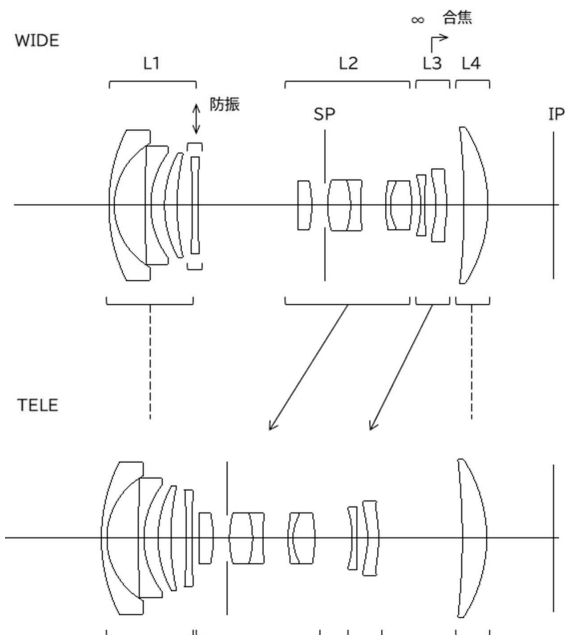
(54)【発明の名称】 ズームレンズ、およびそれを有する撮像装置、撮像システム

(57)【要約】

【課題】小型および軽量でありながら、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有するネガティブリード型の広角ズームレンズを提供する。

【解決手段】ズームレンズは、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群L4からなる。第1レンズ群は、3枚以上のレンズから構成される。広角端から望遠端へのズームングに際して、第1レンズ群は、像面に対して固定されている。第1レンズ群の焦点距離 f_1 、第2レンズ群の焦点距離 f_2 、第4レンズ群の焦点距離 f_4 、第1レンズ群において最も物体側に配置されたレンズの物体側のレンズ面から第1レンズ群において最も像側に配置されたレンズの像側のレンズ面までの光軸上の距離LD1、広角端におけるズームレンズのレンズ全長TTLは、所定の条件式を満足する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、負の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 からなり、広角端から望遠端へのズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第 1 レンズ群は、3 枚以上のレンズから構成され、

広角端から望遠端へのズームングに際して、前記第 1 レンズ群は、像面に対して固定されており、

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 、前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 、前記第 1 レンズ群において最も物体側に配置されたレンズの物体側のレンズ面から前記第 1 レンズ群において最も像側に配置されたレンズの像側のレンズ面までの光軸上の距離を LD_1 、広角端における前記ズームレンズにおいて最も物体側に配置されたレンズの物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離の空気換算長を TTL とするとき、

$$0.85 < (-f_1) / f_2 < 2.00$$

$$0.00 < (-f_1) / f_4 < 0.55$$

$$0.00 < LD_1 / TTL < 0.27$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

広角端における前記ズームレンズにおいて最も像側に配置されたレンズの像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離の空気換算量を BFW とするとき、

$$0.30 < BFW / (-f_1) < 1.50$$

なる条件式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】

広角端における前記ズームレンズにおいて最も像側に配置されたレンズの像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離の空気換算量を BFW とするとき、

$$0.07 < BFW / TTL < 0.30$$

なる条件式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 4】

$$2.0 < TTL / (-f_1) < 6.0$$

なる条件式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 5】

広角端における前記ズームレンズの焦点距離を f_w とするとき、

$$3.0 < TTL / f_w < 7.5$$

なる条件式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 6】

前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とするとき、

$$0.1 < f_2 / (-f_3) < 1.5$$

なる条件式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 7】

$$0.05 < f_2 / f_4 < 0.80$$

なる条件式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 8】

前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とするとき、

$$0.1 < (-f_3) / f_4 < 2.0$$

なる条件式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 9】

広角端における前記ズームレンズの焦点距離を f_w とするとき、

$$0.5 < (-f_1) / f_w < 2.5$$

10

20

30

40

50

なる条件式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 10】

望遠端における前記ズームレンズの焦点距離を f_t とするとき、

$$0.2 < (-f_1) / f_t < 1.4$$

なる条件式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 11】

望遠端における前記第 2 レンズ群の横倍率を 2_t 、広角端における前記第 2 レンズ群の横倍率を 2_w とするとき、

$$0.5 < 2_t / 2_w < 3.0$$

なる条件式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。

10

【請求項 12】

望遠端における前記第 3 レンズ群の横倍率を 3_t 、広角端における前記第 3 レンズ群の横倍率を 3_w とするとき、

$$0.5 < 3_t / 3_w < 2.0$$

なる条件式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 13】

前記第 1 レンズ群は、第 1 負レンズを含み、

前記第 1 負レンズの焦点距離を f_{n1} とするとき、

$$0.5 < f_{n1} / f_1 < 2.0$$

なる条件式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。

20

【請求項 14】

前記第 1 レンズ群は、第 2 負レンズを含み、

前記第 2 負レンズの焦点距離を f_{n2} とするとき、

$$0.5 < f_{n2} / f_1 < 10.0$$

なる条件式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 15】

前記第 1 レンズ群は、第 1 正レンズを含み、

前記第 1 正レンズの焦点距離を f_{p1} とするとき、

$$0.5 < f_{p1} / (-f_1) < 5.0$$

なる条件式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。

30

【請求項 16】

前記第 1 レンズ群は、屈折力を有するレンズのみから構成されてい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 17】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第 4 レンズ群は、像面に対して固定されてい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 18】

前記第 2 レンズ群は、開口絞りを含む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 19】

前記第 4 レンズ群は、1 枚の正の単レンズから構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

40

【請求項 20】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、負レンズ、負レンズ、正レンズから構成されてい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 21】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、負レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズから構成されてい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 22】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、負レンズ、負レンズ、負レン

50

ズ、正レンズ、負レンズから構成されてい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 2 3】

前記第 3 レンズ群は、フォーカシングに際して移動するフォーカスレンズ群であ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 2 4】

前記第 3 レンズ群は、1 枚の負の単レンズから構成されていることを特徴とする請求項 2 3 に記載のズームレンズ。

【請求項 2 5】

前記第 3 レンズ群は、2 枚の負の単レンズから構成されていることを特徴とする請求項 2 3 に記載のズームレンズ。 10

【請求項 2 6】

請求項 1 から 2 5 のいずれか一項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する撮像素子と、を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2 7】

請求項 1 から 2 5 のいずれか一項に記載のズームレンズと、ズーミングに際して前記ズームレンズを制御する制御部を有することを特徴とする撮像システム。

【請求項 2 8】

前記制御部は、前記ズームレンズとは別体として構成されており、前記ズームレンズを制御するための制御信号を送信する送信部を有することを特徴とする請求項 2 7 に記載の撮像システム。 20

【請求項 2 9】

前記制御部は、前記ズームレンズとは別体として構成されており、前記ズームレンズを操作するための操作部を有することを特徴とする請求項 2 7 に記載の撮像システム。

【請求項 3 0】

前記ズームレンズのズームに関する情報を表示する表示部を有することを特徴とする請求項 2 7 に記載の撮像システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】 30

本発明は、ズームレンズに関し、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、放送用カメラ、監視用カメラ、車載カメラ、銀塩フィルム用カメラなどの撮像装置に好適なものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、撮像装置に用いられる撮像光学系は、広画角で、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有する小型のズームレンズであることが望まれている。

【0 0 0 3】

特許文献 1 には、全系が小型で広画角化が容易なズームレンズとして、最も物体側に負の屈折力の第 1 レンズ群が配置されたネガティブリード型の広角ズームレンズが提案されている。 40

【0 0 0 4】

特許文献 1 にて提案されているネガティブリード型の広角ズームレンズは、広角端から望遠端へのズーミングに際し、負の屈折力の第 1 レンズ群を移動させることで、広画角化と高い光学性能を実現している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 5】

【特許文献 1】特開 2 0 2 0 - 1 0 1 7 5 0 号広報

【発明の概要】 50

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に記載の広角ズームレンズのように大型で質量の大きな第1レンズ群を移動させる構成は、移動機構を複雑化し、小型化および軽量化の観点において不利である。

【0007】

本発明は、小型および軽量でありながら、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有するネガティブリード型の広角ズームレンズを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一側面としてのズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群L4からなり、広角端から望遠端へのズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、前記第1レンズ群は、3枚以上のレンズから構成され、広角端から望遠端へのズームングに際して、前記第1レンズ群は、像面に対して固定されており、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、前記第1レンズ群において最も物体側に配置されたレンズの物体側のレンズ面から前記第1レンズ群において最も像側に配置されたレンズの像側のレンズ面までの光軸上の距離を LD_1 、広角端における前記ズームレンズにおいて最も物体側に配置されたレンズの物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離の空気換算長を TTL とすると、

$$0.85 < (-f_1) / f_2 < 2.00$$

$$0.00 < (-f_1) / f_4 < 0.55$$

$$0.00 < LD_1 / TTL < 0.27$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

【0009】

本発明の他の目的及び特徴は、以下の実施形態において説明される。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、小型および軽量でありながら、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有するネガティブリード型の広角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】実施例1の広角端および望遠端における無限遠物体合焦時のレンズ断面図である。

【図2】実施例1の(a)広角端および(b)望遠端における無限遠物体合焦時の縦収差図である。

【図3】実施例2の広角端および望遠端における無限遠物体合焦時のレンズ断面図である。

【図4】実施例2の(a)広角端および(b)望遠端における無限遠物体合焦時の縦収差図である。

【図5】実施例3の広角端および望遠端における無限遠物体合焦時のレンズ断面図である。

【図6】実施例3の(a)広角端および(b)望遠端における無限遠物体合焦時の縦収差図である。

【図7】実施例4の広角端および望遠端における無限遠物体合焦時のレンズ断面図である。

【図8】実施例4の(a)広角端および(b)望遠端における無限遠物体合焦時の縦収差図である。

【図9】実施例5の広角端および望遠端における無限遠物体合焦時のレンズ断面図である

10

20

30

40

50

。

【図 1 0】実施例 5 の (a) 広角端および (b) 望遠端における無限遠物体合焦時の縦収差図である。

【図 1 1】実施例 6 の広角端および望遠端における無限遠物体合焦時のレンズ断面図である。

【図 1 2】実施例 6 の (a) 広角端および (b) 望遠端における無限遠物体合焦時の縦収差図である。

【図 1 3】実施例 7 の広角端および望遠端における無限遠物体合焦時のレンズ断面図である。

【図 1 4】実施例 7 の (a) 広角端および (b) 望遠端における無限遠物体合焦時の縦収差図である。 10

【図 1 5】実施例 8 の広角端および望遠端における無限遠物体合焦時のレンズ断面図である。

【図 1 6】実施例 8 の (a) 広角端および (b) 望遠端における無限遠物体合焦時の縦収差図である。

【図 1 7】実施例 9 の広角端および望遠端における無限遠物体合焦時のレンズ断面図である。

【図 1 8】実施例 9 の (a) 広角端および (b) 望遠端における無限遠物体合焦時の縦収差図である。

【図 1 9】実施例 1 0 の広角端および望遠端における無限遠物体合焦時のレンズ断面図である。 20

【図 2 0】実施例 1 0 の (a) 広角端および (b) 望遠端における無限遠物体合焦時の縦収差図である。

【図 2 1】実施例 1 1 の広角端および望遠端における無限遠物体合焦時のレンズ断面図である。

【図 2 2】実施例 1 1 の (a) 広角端および (b) 望遠端における無限遠物体合焦時の縦収差図である。

【図 2 3】実施例 1 2 の広角端および望遠端における無限遠物体合焦時のレンズ断面図である。

【図 2 4】実施例 1 2 の (a) 広角端および (b) 望遠端における無限遠物体合焦時の縦収差図である。 30

【図 2 5】実施例 1 3 の広角端および望遠端における無限遠物体合焦時のレンズ断面図である。

【図 2 6】実施例 1 3 の (a) 広角端および (b) 望遠端における無限遠物体合焦時の縦収差図である。

【図 2 7】撮像装置の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置、撮像システムの実施例について、添付の図面に基づいて説明する。 40

【0013】

図 1、図 3、図 5、図 7、図 9、図 1 1、図 1 3、図 1 5、図 1 7、図 1 9、図 2 1、図 2 3、図 2 5 は、それぞれ実施例 1 乃至 1 3 のズームレンズの広角端 (W I D E) / 望遠端 (T E L E) における無限遠合焦時のレンズ断面図である。各実施例のズームレンズは、デジタルスチルカメラ、銀塩フィルムカメラ、デジタルビデオカメラ、監視用カメラ、放送用カメラ、車載カメラなどの撮像装置に用いられるズームレンズである。

【0014】

各レンズ断面図において、左方が物体側 (前方) で、右方が像側 (後方) である。各実施例のズームレンズは、複数のレンズ群を有して構成されている。本願明細書においてレンズ群とは、ズーミングに際して一体的に移動または静止するレンズのまとまりである。 50

すなわち、各実施例のズームレンズでは、広角端から望遠端へのズームングに際して隣り合うレンズ群同士の間隔が変化する。なお、レンズ群は1枚のレンズから構成されていても良いし、複数のレンズから成っていても良い。また、レンズ群は開口絞りを含んでいても良い。

【0015】

各レンズ断面図において、 L_i は、ズームレンズのうち物体側から数えて第 i 番目 (i は自然数) のレンズ群を表している。

【0016】

また、 SP は開口絞りである。開口絞り SP は、開放 F ナンバー (Fno) の光束を決定 (制限) する。 IP は像面であり、各実施例のズームレンズをデジタルスチルカメラやビデオカメラの撮影光学系として使用する際には CCD センサや $CMOS$ センサ等の固体撮像素子 (光電変換素子) の撮像面が配置される。各実施例のズームレンズを銀塩フィルム用カメラの撮影光学系として使用する際には像面 IP にはフィルム面に相当する感光面が置かれる。

【0017】

光軸方向の矢印は、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して移動するフォーカスレンズ群の移動方向を示している。また、各レンズ群の下に記載の実線の矢印は、広角端から望遠端へのズームングにおける各レンズ群の移動軌跡を示している。なお、各レンズ群の下に記載の垂直方向の破線は、広角端から望遠端へのズームングに際して各レンズ群が像面に対して固定されていることを示している。光軸に垂直な方向の両矢印は、手振れ補正 (像振れ補正) に際してのレンズ群の移動を示している。

【0018】

尚、以下の各実施例において広角端と望遠端はズームング用のレンズ群が機構上、光軸上を移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。

【0019】

図2、図4、図6、図8、図10、図12、図14、図16、図18、図20、図22、図24、図26は、それぞれ実施例1乃至13のズームレンズの無限遠合焦時における収差図である。(a) は広角端における収差図を示し、(b) は望遠端における収差図を示す。

【0020】

球面収差図において、 Fno は F ナンバーであり、 d 線 (波長 587.56nm)、 g 線 (波長 435.84nm) に対する球面収差量を示している。非点収差図において S は d 線におけるサジタル像面での非点収差量、 M は d 線におけるメリディオナル像面での非点収差量を示している。歪曲収差図において d 線に対する歪曲収差量を示している。色収差図では g 線における色収差量を示している。は撮像半画角 ($^\circ$) (近軸計算における画角) であり、光線追跡値による画角を示す。

【0021】

次に、各実施例のズームレンズにおける特徴的な構成について述べる。

【0022】

各実施例のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群 L_1 、正の屈折力の第2レンズ群 L_2 、負の屈折力の第3レンズ群 L_3 、正の屈折力の第4レンズ群 L_4 からなる。各実施例のズームレンズでは、広角端から望遠端へのズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化する。

【0023】

第1レンズ群 L_1 は、3枚以上のレンズから構成されている。広角端から望遠端へのズームングに際して、第1レンズ群 L_1 は、像面 IP に対して固定されている。

【0024】

さらに、各実施例のズームレンズは、以下の条件式 (1) ~ (3) を満足する。ここで、第1レンズ群 L_1 の焦点距離を f_1 、第2レンズ群 L_2 の焦点距離を f_2 、第4レンズ群 L_4 の焦点距離を f_4 とする。第1レンズ群 L_1 において最も物体側に配置されたレン

10

20

30

40

50

ズの物体側のレンズ面から第1レンズ群L1において最も像側に配置されたレンズの像側のレンズ面までの光軸上の距離をLD1とする。広角端におけるズームレンズにおいて最も物体側に配置されたレンズの物体側のレンズ面から像面IPまでの光軸上の距離の空気換算長(フィルター等の平行平板を除去したときの全長)(レンズ全長)をTTLとする。

【0025】

$$0.85 < (-f1) / f2 < 2.00 \quad \dots (1)$$

$$0.00 < (-f1) / f4 < 0.55 \quad \dots (2)$$

$$0.00 < LD1 / TTL < 0.27 \quad \dots (3)$$

条件式(1)は、第1レンズ群L1の焦点距離f1と第2レンズ群L2の焦点距離f2との比を規定した条件式である。条件式(1)の上限値を上回るほど第2レンズ群L2の屈折力が強くなると、収差補正が困難となる。条件式(1)の下限値を下回るほど第2レンズ群L2の屈折力が弱くなると、ズームングに際しての第2レンズ群L2の移動量が増えてしまい、ズームレンズの大型化を招く。

【0026】

条件式(2)は、第1レンズ群L1の焦点距離f1と第4レンズ群L4の焦点距離f4との比を規定した条件式である。条件式(2)の数値範囲を満足することにより、テレセントリック性を確保しつつ、ズームレンズの小型化が可能となる。条件式(2)の上限値を上回るほど第4レンズ群L4の屈折力が強くなると、テレセントリック性は高くなるが、ズームレンズの小型化に不利となる。なお、条件式(2)の下限値を下回ることはない。

【0027】

条件式(3)は、第1レンズ群L1の最も物体側に配置されたレンズの物体側の面から第1レンズ群L1の最も像側に配置されたレンズの像側の面までの光軸上の距離LD1と、広角端におけるズームレンズのレンズ全長TTLとの比を規定した条件式である。条件式(3)の数値範囲を満足することにより、ズームレンズの軽量化が可能となる。条件式(3)の上限値を上回ると、距離LD1が大きくなり過ぎ、第1レンズ群L1が大型化してしまう。なお、条件式(3)の下限値を下回ることはない。

【0028】

なお、条件式(1)乃至(3)の数値範囲は、以下の条件式(1a)乃至(3a)の範囲とすることがより好ましい。

【0029】

$$0.88 < (-f1) / f2 < 1.70 \quad \dots (1a)$$

$$0.09 < (-f1) / f4 < 0.52 \quad \dots (2a)$$

$$0.07 < LD1 / TTL < 0.25 \quad \dots (3a)$$

また、条件式(1)乃至(3)の数値範囲は、以下の条件式(1b)乃至(3b)の数値範囲とすることがさらに好ましい。

【0030】

$$0.89 < (-f1) / f2 < 1.41 \quad \dots (1b)$$

$$0.16 < (-f1) / f4 < 0.50 \quad \dots (2b)$$

$$0.13 < LD1 / TTL < 0.24 \quad \dots (3b)$$

以上説明したように、各実施例のズームレンズは、条件式(1)乃至(3)を満足するよう構成されている。これにより、小型および軽量でありながら、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有したネガティブリード型の広角ズームレンズを提供することができる。

【0031】

次に、各実施例に係るズームレンズにおいて、満足することが好ましい構成について述べる。

【0032】

各実施例のズームレンズにおいて、第1レンズ群L1は、屈折力を有するレンズのみから構成されていることが好ましい。これにより、第1レンズ群L1にて発生する収差を良

好なレベルに補正することができ、ズームレンズの小型化に有利となる。

【 0 0 3 3 】

各実施例のズームレンズにおいて、第2レンズ群L2は、開口絞りSPを含みことが好ましい。また、第3レンズ群L3を、フォーカシングに際して移動するフォーカスレンズ群とすることが好ましい。これにより、近距離物体から遠距離物体へのフォーカシングにわたり高い光学性能を実現できる。

【 0 0 3 4 】

次に、各実施例のズームレンズが満足することが好ましい条件について述べる。各実施例に係るズームレンズは、以下の条件式(4)乃至(17)のうち1つ以上を満足することが好ましい。

10

【 0 0 3 5 】

ここで、無限遠物体合焦時の広角端におけるズームレンズにおいて最も像側に配置されたレンズの像側のレンズ面から像面IPまでの光軸上の距離の空気換算量(フィルター等の平行平板を除去したときの距離)(バックフォーカス)をBFwとする。広角端におけるズームレンズの焦点距離をfwとする。第3レンズ群L3の焦点距離をf3とする。望遠端におけるズームレンズの焦点距離をftとする。無限遠物体合焦時の望遠端における第2レンズ群L2の横倍率を2t、無限遠物体合焦時の広角端における第2レンズ群L2の横倍率を2wとする。無限遠物体合焦時の望遠端における第3レンズ群L3の横倍率を3t、無限遠物体合焦時の広角端における第3レンズ群L3の横倍率を3wとする。第1レンズ群L1内の第1負レンズの焦点距離をfn1とする。第1レンズ群L1内の第2負レンズの焦点距離をfn2とする。第1レンズ群L1内の第1正レンズの焦点距離をfp1とする。

20

【 0 0 3 6 】

$$0.30 < BFw / (-f1) < 1.50 \quad \dots (4)$$

$$0.07 < BFw / TTL < 0.30 \quad \dots (5)$$

$$2.0 < TTL / (-f1) < 6.0 \quad \dots (6)$$

$$3.0 < TTL / fw < 7.5 \quad \dots (7)$$

$$0.1 < f2 / (-f3) < 1.5 \quad \dots (8)$$

$$0.05 < f2 / f4 < 0.80 \quad \dots (9)$$

$$0.1 < (-f3) / f4 < 2.0 \quad \dots (10)$$

30

$$0.5 < (-f1) / fw < 2.5 \quad \dots (11)$$

$$0.2 < (-f1) / ft < 1.4 \quad \dots (12)$$

$$0.5 < 2t / 2w < 3.0 \quad \dots (13)$$

$$0.5 < 3t / 3w < 2.0 \quad \dots (14)$$

$$0.5 < fn1 / f1 < 2.0 \quad \dots (15)$$

$$0.5 < fn2 / f1 < 10.0 \quad \dots (16)$$

$$0.5 < fp1 / (-f1) < 5.0 \quad \dots (17)$$

条件式(4)は、無限遠物体合焦時の広角端におけるズームレンズのバックフォーカスBFwと第1レンズ群L1の焦点距離f1との比を規定した条件式である。条件式(4)の上限値を上回るほど第1レンズ群L1の屈折力が強くなると、収差補正が困難となり好ましくない。条件式(4)の下限値を下回るほど第1レンズ群L1の屈折力が弱くなると、ズームレンズの大型化を招くため好ましくない。

40

【 0 0 3 7 】

条件式(5)は、無限遠物体合焦時の広角端におけるズームレンズのバックフォーカスBFwと広角端におけるズームレンズのレンズ全長TTLとの比を規定した条件式である。条件式(5)の数値範囲を満足することで、テレセントリック性を確保しつつ、ズームレンズの小型化が可能となる。条件式(5)の上限値を上回ると、ズームレンズが大型化するため好ましくない。条件式(5)の下限値を下回ると、バックフォーカスBFwが短くなりすぎて、テレセントリック性の確保が困難となるため好ましくない。

【 0 0 3 8 】

50

条件式(6)は、広角端におけるズームレンズのレンズ全長 TTL と第1レンズ群 $L1$ の焦点距離 $f1$ との比を規定した条件式である。条件式(6)の上限値を上回るほど第1レンズ群 $L1$ の屈折力が強くなると、収差補正が困難となり好ましくない。条件式(6)の下限値を下回るほど第1レンズ群 $L1$ の屈折力が弱くなると、ズームレンズの大型化を招くため好ましくない。

【0039】

条件式(7)は、広角端におけるズームレンズのレンズ全長 TTL と広角端におけるズームレンズの焦点距離 f_w との比を規定した条件式である。条件式(7)の上限値を上回ると、ズームレンズの大型化を招くため好ましくない。条件式(7)の下限値を下回ると、収差補正が困難となり好ましくない。

10

【0040】

条件式(8)は、第2レンズ群 $L2$ の焦点距離 $f2$ と第3レンズ群 $L3$ の焦点距離 $f3$ との比を規定した条件式である。条件式(8)の上限値を上回るほど第2レンズ群 $L2$ の屈折力が弱くなると、ズームレンズの大型化を招くため好ましくない。条件式(8)の下限値を下回るほど第2レンズ群 $L2$ の屈折力が強くなると、収差補正が困難となり好ましくない。

【0041】

条件式(9)は、第2レンズ群 $L2$ の焦点距離 $f2$ と第4レンズ群 $L4$ の焦点距離 $f4$ との比を規定した条件式である。条件式(9)の上限値を上回るほど第2レンズ群 $L2$ の屈折力が弱くなると、ズームレンズの大型化を招くため好ましくない。条件式(9)の下限値を下回るほど第2レンズ群 $L2$ の屈折力が強くなると、収差補正が困難となり好ましくない。

20

【0042】

条件式(10)は、第3レンズ群 $L3$ の焦点距離 $f3$ と第4レンズ群 $L4$ の焦点距離 $f4$ との比を規定した条件式である。条件式(10)の上限値を上回るほど第3レンズ群 $L3$ の屈折力が弱くなると、ズームレンズの大型化を招くため好ましくない。条件式(10)の下限値を下回るほど第3レンズ群 $L3$ の屈折力が強くなると、収差補正が困難となり好ましくない。

【0043】

条件式(11)は、第1レンズ群 $L1$ の焦点距離 $f1$ と広角端におけるズームレンズの焦点距離 f_w との比を規定した条件式である。条件式(11)の上限値を上回るほど第1レンズ群 $L1$ の屈折力が弱くなると、ズームレンズの大型化を招くため好ましくない。条件式(11)の下限値を下回るほど第1レンズ群 $L1$ の屈折力が強くなると、収差補正が困難となり好ましくない。

30

【0044】

条件式(12)は、第1レンズ群 $L1$ の焦点距離 $f1$ と望遠端におけるズームレンズの焦点距離 f_t との比を規定した条件式である。条件式(12)の上限値を上回るほど第1レンズ群 $L1$ の屈折力が弱くなると、ズームレンズの大型化を招くため好ましくない。条件式(12)の下限値を下回るほど第1レンズ群 $L1$ の屈折力が強くなると収差補正が困難となり好ましくない。

40

【0045】

条件式(13)は、無限遠物体合焦時の望遠端における第2レンズ群 $L2$ の横倍率 2_t と無限遠物体合焦時の広角端における第2レンズ群 $L2$ の横倍率 2_w との比を規定した条件式である。条件式(13)の数値範囲外になると、全ズーム範囲にわたり収差補正が困難となり好ましくない。

【0046】

条件式(14)は、無限遠物体合焦時の望遠端における第3レンズ群 $L3$ の横倍率 3_t と無限遠物体合焦時の広角端における第3レンズ群 $L3$ の横倍率 3_w との比を規定した条件式である。条件式(14)の数値範囲外になると、全ズーム範囲にわたり収差補正が困難となり好ましくない。

50

【 0 0 4 7 】

条件式 (1 5) は、第 1 レンズ群 L 1 を構成するレンズのうちの一つである第 1 負レンズの焦点距離 f_{n1} と第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離 f_1 との比を規定した条件式である。条件式 (1 5) の数値範囲外になると、全ズーム範囲にわたり収差補正が困難となり好ましくない。

【 0 0 4 8 】

条件式 (1 6) は、第 1 レンズ群 L 1 を構成するレンズのうちの一つである第 2 負レンズの焦点距離 f_{n2} と第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離 f_1 との比を規定した条件式である。条件式 (1 6) の数値範囲外になると、全ズーム範囲にわたり収差補正が困難となり好ましくない。

10

【 0 0 4 9 】

条件式 (1 7) は、第 1 レンズ群 L 1 を構成するレンズのうちの一つである第 1 正レンズの焦点距離 f_{p1} と第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離 f_1 との比を規定した条件式である。条件式 (1 7) の数値範囲外になると、全ズーム範囲にわたり収差補正が困難となり好ましくない。

【 0 0 5 0 】

さらに、条件式 (4) 乃至 (1 7) の数値範囲を以下の条件式 (4 a) 乃至 (1 7 a) の範囲とすることが好ましい。

【 0 0 5 1 】

- $0.33 < B F w / (- f 1) < 1.11 \dots (4 a)$
- $0.10 < B F w / T T L < 0.27 \dots (5 a)$
- $2.3 < T T L / (- f 1) < 5.3 \dots (6 a)$
- $3.6 < T T L / f w < 7.1 \dots (7 a)$
- $0.17 < f 2 / (- f 3) < 1.12 \dots (8 a)$
- $0.09 < f 2 / f 4 < 0.62 \dots (9 a)$
- $0.15 < (- f 3) / f 4 < 1.68 \dots (10 a)$
- $0.89 < (- f 1) / f w < 2.11 \dots (11 a)$
- $0.39 < (- f 1) / f t < 1.13 \dots (12 a)$
- $1.0 < 2 t / 2 w < 2.45 \dots (13 a)$
- $0.8 < 3 t / 3 w < 1.63 \dots (14 a)$
- $0.60 < f_{n1} / f_1 < 1.82 \dots (15 a)$
- $0.76 < f_{n2} / f_1 < 8.22 \dots (16 a)$
- $0.72 < f_{p1} / (- f_1) < 4.16 \dots (17 a)$

20

30

また、条件式 (4) 乃至 (1 7) の数値範囲を (4 b) 乃至 (1 7 b) の範囲とすることがさらに好ましい。

【 0 0 5 2 】

- $0.37 < B F w / (- f 1) < 0.75 \dots (4 b)$
- $0.12 < B F w / T T L < 0.24 \dots (5 b)$
- $2.7 < T T L / (- f 1) < 4.7 \dots (6 b)$
- $4.3 < T T L / f w < 6.8 \dots (7 b)$
- $0.23 < f 2 / (- f 3) < 0.76 \dots (8 b)$
- $0.11 < f 2 / f 4 < 0.45 \dots (9 b)$
- $0.17 < (- f 3) / f 4 < 1.37 \dots (10 b)$
- $1.2 < (- f 1) / f w < 1.9 \dots (11 b)$
- $0.58 < (- f 1) / f t < 0.90 \dots (12 b)$
- $1.5 < 2 t / 2 w < 2.0 \dots (13 b)$
- $1.09 < 3 t / 3 w < 1.26 \dots (14 b)$
- $0.68 < f_{n1} / f_1 < 1.65 \dots (15 b)$
- $1.0 < f_{n2} / f_1 < 6.5 \dots (16 b)$
- $0.9 < f_{p1} / (- f_1) < 3.4 \dots (17 b)$

40

50

次に、各実施例のズームレンズについて詳細に述べる。

【0053】

実施例1のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4からなる。広角端から望遠端へのズームングに際して、隣り合うレンズ群の間隔が変化し、第1レンズ群L1および第4レンズ群L4は像面IPに対して固定されている。フォーカシングに際し、第3レンズ群L3が移動する。第1レンズ群L1の一部を光軸に対して垂直な方向の成分を含む方向へ移動させることで像ぶれ補正を行ってもよい。

【0054】

実施例2のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4からなる。広角端から望遠端へのズームングに際して、隣り合うレンズ群の間隔が変化し、第1レンズ群L1および第4レンズ群L4は像面IPに対して固定されている。フォーカシングに際し、第3レンズ群L3が移動する。第2レンズ群L2の一部を光軸に対して垂直な方向の成分を含む方向へ移動させることで像ぶれ補正を行ってもよい。

【0055】

実施例3のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4からなる。広角端から望遠端へのズームングに際して、隣り合うレンズ群の間隔が変化し、第1レンズ群L1および第4レンズ群L4は像面IPに対して固定されている。フォーカシングに際し、第3レンズ群L3が移動する。第2レンズ群L2の一部を光軸に対して垂直な方向の成分を含む方向へ移動させることで像ぶれ補正を行ってもよい。

【0056】

実施例4のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4からなる。広角端から望遠端へのズームングに際して、隣り合うレンズ群の間隔が変化し、第1レンズ群L1および第4レンズ群は像面IPに対して固定されている。フォーカシングに際し、第3レンズ群L3が移動する。第1レンズ群L1の一部を光軸に対して垂直な方向の成分を含む方向へ移動させることで像ぶれ補正を行ってもよい。

【0057】

実施例5のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4からなる。広角端から望遠端へのズームングに際して、隣り合うレンズ群の間隔が変化し、第1レンズ群L1および第4レンズ群L4は像面IPに対して固定されている。フォーカシングに際し、第3レンズ群L3が移動する。第2レンズ群L2の一部を光軸に対して垂直な方向の成分を含む方向へ移動させることで像ぶれ補正を行ってもよい。

【0058】

実施例6のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4からなる。広角端から望遠端へのズームングに際して、隣り合うレンズ群の間隔が変化し、第1レンズ群L1および第4レンズ群L4は像面IPに対して固定されている。フォーカシングに際し、第3レンズ群L3が移動する。第4レンズ群L4の一部を光軸に対して垂直な方向の成分を含む方向へ移動させることで像ぶれ補正を行ってもよい。

【0059】

10

20

30

40

50

実施例 7 のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、正の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、負の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 からなる。広角端から望遠端へのズームングに際して、隣り合うレンズ群の間隔が変化し、第 1 レンズ群 L 1 および第 4 レンズ群 L 4 は像面 I P に対して固定されている。フォーカシングに際し、第 3 レンズ群 L 3 が移動する。第 2 レンズ群 L 2 の一部を光軸に対して垂直な方向の成分を含む方向へ移動させることで像ぶれ補正を行ってもよい。

【 0 0 6 0 】

実施例 8 のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、正の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、負の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 からなる。広角端から望遠端への変ズームングに際して、隣り合うレンズ群の間隔が変化し、第 1 レンズ群 L 1 および第 4 レンズ群 L 4 は像面 I P に対して固定されている。フォーカシングに際し、第 3 レンズ群 L 3 が移動する。第 2 レンズ群 L 2 の一部を光軸に対して垂直な方向の成分を含む方向へ移動させることで像ぶれ補正を行ってもよい。

10

【 0 0 6 1 】

実施例 9 のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、正の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、負の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 からなる。広角端から望遠端へのズームングに際して、隣り合うレンズ群の間隔が変化し、第 1 レンズ群 L 1 および第 4 レンズ群 L 4 は像面 I P に対して固定されている。フォーカシングに際し、第 3 レンズ群 L 3 が移動する。第 1 レンズ群 L 1 の一部を光軸に対して垂直な方向の成分を含む方向へ移動させることで像ぶれ補正を行ってもよい。

20

【 0 0 6 2 】

実施例 10 のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、正の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、負の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 からなる。広角端から望遠端へのズームングに際して、隣り合うレンズ群の間隔が変化し、第 1 レンズ群 L 1 および第 4 レンズ群 L 4 は像面 I P に対して固定されている。フォーカシングに際し、第 3 レンズ群 L 3 が移動する。第 2 レンズ群 L 2 の一部を光軸に対して垂直な方向の成分を含む方向へ移動させることで像ぶれ補正を行ってもよい。

30

【 0 0 6 3 】

実施例 11 のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、正の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、負の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 からなる。広角端から望遠端へのズームングに際して、隣り合うレンズ群の間隔が変化し、第 1 レンズ群 L 1 および第 4 レンズ群 L 4 は像面 I P に対して固定されている。フォーカシングに際し、第 3 レンズ群 L 3 が移動する。第 1 レンズ群 L 1 の一部を光軸に対して垂直な方向の成分を含む方向へ移動させることで像ぶれ補正を行ってもよい。

【 0 0 6 4 】

実施例 12 のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、正の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、負の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 からなる。広角端から望遠端へのズームングに際して、隣り合うレンズ群の間隔が変化し、第 1 レンズ群 L 1 および第 4 レンズ群 L 4 は像面 I P に対して固定されている。フォーカシングに際し、第 3 レンズ群 L 3 が移動する。第 1 レンズ群 L 1 の一部を光軸に対して垂直な方向の成分を含む方向へ移動させることで像ぶれ補正を行ってもよい。

40

【 0 0 6 5 】

実施例 13 のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、正の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、負の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、正の屈折

50

力の第4レンズ群L4からなる。広角端から望遠端へのズームングに際して、隣り合うレンズ群の間隔が変化し、第1レンズ群L1および第4レンズ群L4は像面IPに対して固定されている。フォーカシングに際し、第3レンズ群L3が移動する。第1レンズ群L1の一部を光軸に対して垂直な方向の成分を含む方向へ移動させることで像ぶれ補正を行ってもよい。

【0066】

以下に、実施例1~13のそれぞれに対応する数値実施例1~13を示す。

【0067】

各数値実施例の面データにおいて、rは各光学面の曲率半径、d(mm)は第m面と第(m+1)面との間の軸上間隔(光軸上の距離)を表している。ただし、mは光入射側から数えた面の番号である。また、ndは各光学部材のd線に対する屈折率、dは光学部材のd線を基準としたアッペ数を表している。なお、ある材料のd線を基準としたアッペ数dは、フラウンホーファ線のd線(587.6nm)、F線(486.1nm)、C線(656.3nm)における屈折率をNd、NF、NCとすると、 $d = (Nd - 1) / (NF - NC)$ で表される。

【0068】

なお、各数値実施例において、d、焦点距離(mm)、Fナンバー、半画角(°)は全て各実施例のズームレンズが無窮遠物体に焦点を合わせた時の値である。バックフォーカスBFはズームレンズの最終レンズ面(最も像側の面)から近軸像面までの光軸上の距離を空気換算長により表記したものである。ズームレンズのレンズ全長は、第1レンズ面(最も物体側のレンズ面)から最終レンズ面までの光軸上の距離にバックフォーカスを加えた値である。レンズ群は、複数のレンズから構成される場合に限らず、1枚のレンズから構成される場合も含むものとする。

【0069】

また、光学面が非球面の場合は、面番号の右側に、*の符号を付している。非球面形状は、Xを光軸方向の面頂点からの変位量、hを光軸と垂直な方向の光軸からの高さ、Rを近軸曲率半径、kを円錐定数、A4、A6、A8、A10、A12を各次数の非球面係数とすると、

$$x = (h^2 / R) / [1 + \{1 - (1 + k)(h / R)^2\}^{1/2}] + A4 \times h^4 + A6 \times h^6 + A8 \times h^8 + A10 \times h^{10} + A12 \times h^{12}$$

で表している。なお、各非球面係数における「e±XX」は「x10±XX」を意味している。

【0070】

(数値実施例1)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	31.510	1.00	1.80400	46.5
2	13.253	5.81		
3	384.169	1.00	1.59282	68.6
4	16.237	2.57		
5	20.027	2.35	1.85478	24.8
6	43.038	2.86		
7	-122.389	1.00	1.49700	81.5
8	153.848	(可変)		
9	-132.462	2.51	1.48749	70.2
10	-22.094	2.50		
11(絞り)		0.50		
12	16.955	4.23	1.83481	42.7

13	-15.911	1.90	1.90366	31.3
14	46.587	4.62		
15	20.752	0.90	1.80400	46.5
16	8.522	3.98	1.49700	81.5
17	-23.714	(可変)		
18	-19.766	0.80	1.56732	42.8
19	209.263	2.07		
20*	-13.721	2.00	1.53110	55.9
21*	-19.057	(可変)		
22	-129.610	4.47	1.85150	40.8
23	-26.924	12.29		

10

像面

非球面データ

第20面

K = 0.00000e+00 A 4= 3.64281e-04 A 6= 2.03779e-06 A 8=-1.61378e-08

第21面

K = 0.00000e+00 A 4= 3.50063e-04 A 6= 1.61923e-06 A 8=-1.64849e-08

各種データ

ズーム比 2.34

	広角	中間	望遠
焦点距離	12.42	18.65	29.07
Fナンバー	4.10	5.13	6.40
半画角(°)	47.72	36.22	25.17
像高	11.37	12.86	13.66
レンズ全長	82.97	82.97	82.97
BF	12.29	12.29	12.29
d 8	18.70	10.05	1.39
d17	1.69	2.74	6.86
d21	3.20	10.80	15.34

20

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	-17.76
2	9	17.38
3	18	-24.70
4	22	39.13

30

(数値実施例2)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	34.396	1.00	1.77250	49.6
2	13.292	5.69		
3	-323.606	1.00	1.59282	68.6
4	16.748	2.92		
5	20.652	2.29	1.84666	23.8
6	36.566	(可変)		
7	-301.068	3.73	1.48749	70.2
8	-30.039	4.78		
9(絞り)		0.50		
10	19.485	3.34	1.83481	42.7
11	-14.251	1.90	1.90366	31.3

40

50

12		4.14		
13	25.728	1.00	1.83481	42.7
14	9.171	3.79	1.49700	81.5
15	-26.368	(可変)		
16	-23.072	0.80	1.51742	52.4
17	82.694	2.02		
18*	-15.829	2.00	1.53110	55.9
19*	-21.570	(可変)		
20	-120.000	4.42	1.77250	49.6
21	-27.671	12.13		

10

像面

非球面データ

第18面

K = 0.00000e+00 A 4= 3.32711e-04 A 6= 1.73403e-06 A 8=-1.45204e-08

第19面

K = 0.00000e+00 A 4= 3.39522e-04 A 6= 1.63472e-06 A 8=-1.61755e-08

各種データ

ズーム比 2.35

	広角	中間	望遠
焦点距離	12.40	18.66	29.10
Fナンバー	4.10	5.10	6.40
半画角(°)	47.76	36.21	25.15
像高	11.37	12.86	13.66
レンズ全長	83.44	83.44	83.44
BF	12.13	12.13	12.13
d 6	19.82	10.85	1.88
d15	1.77	2.36	6.01
d19	4.41	12.78	18.10
d21	12.13	12.13	12.13

20

ズームレンズ群データ

30

群	始面	焦点距離
1	1	-18.26
2	7	17.57
3	16	-27.60
4	20	45.60

(数値実施例3)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	35.706	1.00	1.77250	49.6
2	14.414	5.20		
3	-441.444	1.00	1.59282	68.6
4	16.131	3.30		
5	21.292	3.27	1.84666	23.8
6	38.733	(可変)		
7	-260.840	2.46	1.48749	70.2
8	-33.213	2.00		
9(絞り)		2.00		
10	20.926	4.64	1.85150	40.8
11	-18.671	0.22		

40

50

12	-17.428	0.80	1.85478	24.8
13	218.347	4.07		
14	28.492	1.00	1.72916	54.7
15	9.356	5.18	1.49700	81.5
16	-24.952	(可変)		
17	-22.720	0.80	1.57099	50.8
18	148.402	1.72		
19*	-23.196	2.00	1.53110	55.9
20*	-30.564	(可変)		
21	-120.000	4.34	1.77250	49.6
22	-27.692	(可変)		

10

像面

非球面データ

第19面

K = 0.00000e+00 A 4 = 2.94393e-04 A 6 = 7.13003e-07 A 8 = -1.72892e-08

第20面

K = 0.00000e+00 A 4 = 3.24911e-04 A 6 = 1.01599e-06 A 8 = -1.72183e-08

各種データ

ズーム比 2.35

	広角	中間	望遠
焦点距離	12.40	18.69	29.10
Fナンバー	4.10	4.10	4.10
半画角(°)	47.76	36.16	25.15
像高	11.37	12.86	13.66
レンズ全長	82.02	82.02	82.02
BF	12.79	12.79	12.79
d 6	19.99	10.92	1.84
d 16	1.66	2.03	5.63
d 20	2.58	11.29	16.76
d 22	12.79	12.79	12.79

20

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	-19.53
2	7	17.94
3	17	-29.69
4	21	45.67

(数値実施例4)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	114.124	1.00	1.77250	49.6
2	12.042	4.29		
3*	43.105	2.50	1.53110	55.9
4*	20.966	1.99		
5	35.204	2.90	1.77047	29.7
6	-114.527	1.97		
7	-32.492	1.00	1.49700	81.5
8	-70.456	(可変)		
9	18.171	1.94	1.77250	49.6
10	-529.066	2.48		

40

50

11 (絞り)		1.38		
12	12.421	1.79	1.59282	68.6
13	44.069	0.36		
14	-46.037	1.00	1.68893	31.1
15	10.684	0.48		
16	25.111	3.36	1.59282	68.6
17	-21.982	(可変)		
18*	-18.435	2.00	1.53110	55.9
19*	-32.813	(可変)		
20	-120.000	4.59	1.63854	55.4
21	-29.908	11.78		

10

像面

非球面データ

第3面

K = 0.00000e+00 A 4 = -8.94309e-05 A 6 = 7.11824e-07 A 8 = -3.52027e-09

第4面

K = 0.00000e+00 A 4 = -1.48535e-04 A 6 = 6.59805e-07 A 8 = -5.15433e-09

第18面

K = 0.00000e+00 A 4 = 2.68346e-04 A 6 = 2.81044e-06 A 8 = -9.40023e-08

第19面

K = 0.00000e+00 A 4 = 2.67097e-04 A 6 = 1.59679e-06 A 8 = -5.11740e-08

20

各種データ

ズーム比 2.02

広角 中間 望遠

焦点距離	14.40	20.07	29.10
Fナンバー	4.10	5.02	6.29
半画角 (°)	43.40	34.24	25.14
像高	11.46	12.40	13.17
レンズ全長	75.06	75.06	75.06
BF	11.78	11.78	11.78
d 8	16.11	8.43	0.74
d 17	1.84	1.00	6.15
d 19	10.29	18.81	21.35
d 21	11.78	11.78	11.78

30

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	-21.90
2	9	19.73
3	18	-83.23
4	20	61.17

40

(数値実施例5)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	235.833	1.00	1.77250	49.6
2	10.085	4.16		
3*	-895.559	2.50	1.53110	55.9
4*	44.647	1.74		
5	64.099	1.78	2.05090	26.9
6	-162.178	(可変)		

50

7	-459.615	2.29	1.48749	70.2
8	-33.943	4.00		
9	18.560	3.57	1.69680	55.5
10	-16.150	1.00	1.90043	37.4
11	-62.644	1.84		
12(絞り)		4.68		
13	25.922	1.00	1.83481	42.7
14	8.456	4.21	1.49700	81.5
15	-26.343	(可変)		
16	-34.878	0.80	1.61772	49.8
17	139.823	4.14		
18*	-9.417	2.00	1.53110	55.9
19*	-12.991	(可変)		
20	-120.000	4.63	1.63854	55.4
21	-24.348	11.50		

10

像面

非球面データ

第3面

K = 0.00000e+00 A 4 = -8.12193e-05 A 6 = 8.99724e-07 A 8 = -1.19209e-08

20

第4面

K = 0.00000e+00 A 4 = -1.28410e-04 A 6 = 3.69150e-07 A 8 = -1.09948e-08

第18面

K = 0.00000e+00 A 4 = 2.77887e-04 A 6 = 6.15575e-06 A 8 = -2.56537e-08

第19面

K = 0.00000e+00 A 4 = 2.14784e-04 A 6 = 3.85389e-06 A 8 = -2.47687e-08

各種データ

ズーム比 2.02

	広角	中間	望遠
焦点距離	14.40	20.23	29.10
Fナンバー	4.10	5.04	6.40
半画角(°)	43.30	34.02	25.14
像高	11.42	12.56	13.22
レンズ全長	78.52	78.52	78.52
BF	11.50	11.50	11.50
d 6	16.23	8.82	1.41
d 15	1.45	2.48	6.02
d 19	3.98	10.37	14.24
d 21	11.50	11.50	11.50

30

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

40

1	1	-18.40
2	7	18.55
3	16	-28.78
4	20	46.95

(数値実施例6)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	93.086	1.00	1.77250	49.6
2	11.534	5.04		

50

3*	35.096	2.50	1.53110	55.9
4*	18.745	1.76		
5	34.034	2.40	1.84666	23.8
6	247.520	(可変)		
7	21.135	3.07	1.77250	49.6
8	-83.384	2.42		
9(絞り)		1.42		
10	11.906	1.79	1.60311	60.6
11	24.109	0.36		
12	-32.365	1.05	1.72151	29.2
13	11.247	0.46		
14	18.005	2.74	1.60311	60.6
15	-16.851	(可変)		
16*	-20.785	2.00	1.53110	55.9
17*	-46.785	(可変)		
18	227.811	1.00	1.65844	50.9
19	39.504	5.98		
20	41.856	6.15	1.72916	54.7
21	-63.192	13.08		

10

20

像面

非球面データ

第3面

K = 0.00000e+00 A 4 = -1.05255e-04 A 6 = 6.96967e-07 A 8 = -3.20460e-09

第4面

K = 0.00000e+00 A 4 = -1.71621e-04 A 6 = 6.71606e-07 A 8 = -5.21171e-09

第16面

K = 0.00000e+00 A 4 = 2.57526e-04 A 6 = 2.11426e-06 A 8 = -6.79744e-08

第17面

K = 0.00000e+00 A 4 = 2.59203e-04 A 6 = 1.45831e-06 A 8 = -4.89468e-08

各種データ

30

ズーム比 1.97

	広角	中間	望遠
焦点距離	14.47	19.96	28.47
Fナンバー	4.10	5.01	6.22
半画角(°)	43.35	34.39	25.63
像高	11.42	12.56	13.22
レンズ全長	72.82	72.82	72.82
BF	13.08	13.08	13.08
d 6	15.12	7.96	0.79
d 15	1.64	0.67	4.33
d 17	1.83	9.96	13.47
d 21	13.08	13.08	13.08

40

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	-22.02
2	7	18.72
3	16	-72.35
4	18	57.69

(数値実施例7)

単位 mm

50

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1		1.50			
2	49.839	1.40	1.77250	49.6	
3	17.865	9.70			
4	-74.024	1.10	1.59282	68.6	
5	26.453	2.18			
6	28.144	5.42	1.80610	33.3	
7	155.531	(可変)			
8	24.363	3.01	1.72916	54.7	10
9	133.320	2.61			
10(絞り)		2.00			
11	42.759	1.00	1.76634	35.8	
12	11.137	5.77	1.72916	54.7	
13	-107.618	2.85			
14	-20.935	1.00	1.53172	48.8	
15	38.508	0.15			
16*	29.415	7.00	1.49700	81.5	
17*	-16.643	(可変)			
18	26.091	0.80	1.60342	38.0	20
19	16.431	9.30			
20*	-50.394	2.40	1.53110	55.9	
21*	-1001.831	(可変)			
22	-200.000	3.26	1.90065	31.6	
23	-61.168	12.68			

像面

非球面データ

第16面

K = 0.00000e+00 A 4 = -5.16959e-05 A 6 = -1.53463e-07 A 8 = -3.31876e-09

第17面

K = 0.00000e+00 A 4 = 3.33206e-05 A 6 = -2.05294e-07 A 8 = -1.88875e-09

第20面

K = 0.00000e+00 A 4 = -3.57991e-05 A 6 = -1.41049e-07 A 8 = -1.54522e-09

第21面

K = 0.00000e+00 A 4 = -4.36025e-05 A 6 = -1.02183e-07 A 8 = -4.60803e-10

各種データ

ズーム比 1.89

	広角	中間	望遠	
焦点距離	20.60	28.40	39.00	
Fナンバー	4.10	4.10	4.10	40
半画角(°)	46.40	37.29	29.01	
像高	17.94	19.62	20.74	
レンズ全長	97.01	97.01	97.01	
BF	12.68	12.68	12.68	
d7	18.11	9.58	1.05	
d17	1.79	1.00	2.86	
d21	2.00	11.32	18.00	
d23	12.68	12.68	12.68	

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1 1 -30.37
 2 8 24.27
 3 18 -41.20
 4 22 96.76

(数値実施例 8)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	42.299	1.50	1.75500	52.3
2	18.914	8.16		
3	-142.144	1.20	1.59282	68.6
4	30.217	5.54		
5	33.034	2.03	1.96300	24.1
6	50.217	(可変)		
7	3588.151	3.04	1.53775	74.7
8	-40.853	1.62		
9	23.007	4.07	1.79952	42.2
10	-26.519	1.01	1.95375	32.3
11	79.436	3.46		
12(絞り)		5.69		
13	28.102	1.00	1.85150	40.8
14	11.348	4.25	1.59522	67.7
15	-45.381	(可変)		
16	41.052	0.80	1.51742	52.4
17	15.294	6.27		
18*	-51.838	2.10	1.53110	55.9
19*	-1006.304	(可変)		
20	-200.000	5.59	1.77250	49.6
21	-45.565	(可変)		

10

20

30

像面

非球面データ

第18面

K = 0.00000e+00 A 4 = -2.18376e-04 A 6 = 8.06571e-07 A 8 = -7.88304e-09

第19面

K = 0.00000e+00 A 4 = -1.88281e-04 A 6 = 7.88400e-07 A 8 = -4.74781e-09

各種データ

ズーム比 2.35

	広角	中間	望遠
焦点距離	20.60	31.11	48.50
Fナンバー	4.10	5.20	5.88
半画角(°)	46.40	34.81	24.04
像高	18.22	20.32	21.64
レンズ全長	106.52	106.52	106.52
BF	19.41	19.41	19.41
d 6	26.05	13.88	1.70
d15	1.00	2.05	6.67
d19	2.72	13.84	21.40
d21	19.41	19.41	19.41

40

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

50

1 1 -28.51
 2 7 23.49
 3 16 -31.34
 4 20 75.20

(数値実施例 9)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	60.703	1.30	1.95375	32.3
2	10.568	5.26		
3*	-158.794	2.00	1.53110	55.9
4*	35.904	0.68		
5	69.552	2.59	1.85478	24.8
6	-37.356	0.90		
7	-41.573	1.00	1.43875	94.7
8	-114.793	(可変)		
9	19.470	2.27	1.65160	58.5
10	-126.753	6.20		
11(絞り)		0.80		
12	13.509	2.32	1.49700	81.5
13	-29.196	0.23		
14	-18.502	2.50	1.59551	39.2
15	10.390	1.45		
16	16.003	2.95	1.43875	94.7
17	-17.071	(可変)		
18*	-18.646	1.50	1.53110	55.9
19*	-46.212	(可変)		
20	-40.654	3.48	1.43875	94.7
21	-20.238	13.34		

10

20

30

像面

非球面データ

第3面

$K = 0.00000e+00$ $A_4 = -1.84708e-04$ $A_6 = 1.47430e-06$ $A_8 = -1.09499e-08$

第4面

$K = 0.00000e+00$ $A_4 = -2.31582e-04$ $A_6 = 1.38450e-06$ $A_8 = -1.10945e-08$

第18面

$K = 0.00000e+00$ $A_4 = 4.14762e-04$ $A_6 = -1.81540e-06$ $A_8 = -1.40506e-09$

第19面

$K = 0.00000e+00$ $A_4 = 4.21395e-04$ $A_6 = -2.16529e-06$ $A_8 = 8.23735e-09$

各種データ

40

ズーム比 2.01

	広角	中間	望遠
焦点距離	14.45	20.17	29.09
Fナンバー	4.10	5.05	6.40
半画角(°)	43.39	34.10	25.15
像高	11.46	12.41	13.18
レンズ全長	77.99	77.99	77.99
BF	13.34	13.34	13.34
d 8	16.17	8.48	0.80
d 17	0.80	1.51	7.58

50

d19 10.26 17.23 18.84
 d21 13.34 13.34 13.34

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1 1 -18.40
 2 9 20.41
 3 18 -59.99
 4 20 87.31

(数値実施例 1 0)

単位 mm

10

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	42.644	1.30	1.72916	54.7
2	17.764	8.77		
3	-70.406	1.20	1.53775	74.7
4	25.301	2.36		
5	25.884	4.26	1.62588	35.7
6	209.726	(可変)		
7	25.792	2.12	1.59522	67.7
8	539.599	5.57		
9(絞リ)		0.88		
10	59.108	1.00	1.69895	30.1
11	19.640	2.76	1.72916	54.7
12	-88.410	2.69		
13	-18.122	1.01	1.54072	47.2
14	71.719	2.69		
15*	23.626	4.90	1.43875	94.7
16*	-14.207	(可変)		
17	24.461	1.00	1.51633	64.1
18	15.091	9.99		
19*	-51.360	2.00	1.53110	55.9
20*	199.736	(可変)		
21	-991.849	2.03	2.05090	26.9
22	-167.475	12.67		

20

30

像面

非球面データ

第15面

K = 0.00000e+00 A 4 = -2.76672e-05 A 6 = -3.81028e-08 A 8 = 1.77147e-09

第16面

K = 0.00000e+00 A 4 = 8.66431e-05 A 6 = -1.50654e-07 A 8 = 3.16848e-09

40

第19面

K = 0.00000e+00 A 4 = -2.50400e-05 A 6 = -1.73349e-07 A 8 = -1.30647e-09

第20面

K = 0.00000e+00 A 4 = -4.36025e-05 A 6 = -1.02183e-07 A 8 = -4.60803e-10

各種データ

ズーム比 1.88

	広角	中間	望遠
焦点距離	20.92	28.94	39.31
Fナンバー	4.10	4.10	4.10
半画角 (°)	45.96	36.78	28.82

50

像高	18.00	19.62	20.76
レンズ全長	91.22	91.22	91.22
BF	12.67	12.67	12.67
d 6	17.87	9.33	0.80
d16	2.47	0.80	1.28
d20	1.69	11.90	19.95
d22	12.67	12.67	12.67

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-33.47
2	7	23.91
3	17	-36.80
4	21	191.50

10

(数値実施例 1 1)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	620.156	1.00	1.80610	40.9
2	13.951	3.20		
3*	31.386	1.77	1.53110	55.9
4*	16.340	2.55		
5	-2188.375	1.00	1.43875	94.7
6	22.775	3.74	1.90043	37.4
7	-107.410	1.34		
8	-53.431	1.00	1.43875	94.7
9	-351.116	(可変)		
10	18.205	2.17	1.69680	55.5
11	-182.560	2.82		
12(絞り)		0.80		
13	11.712	2.38	1.43875	94.7
14	-80.486	0.31		
15	-25.729	2.00	1.60342	38.0
16	10.136	1.04		
17	20.451	2.17	1.43875	94.7
18	-17.817	(可変)		
19*	-40.343	1.50	1.53110	55.9
20*	106.642	(可変)		
21	-547.596	5.61	1.49700	81.5
22	-21.883	(可変)		

20

30

像面

40

非球面データ

第3面

K = 0.00000e+00 A 4=-1.92346e-04 A 6= 1.46585e-06 A 8=-5.19278e-09

第4面

K = 0.00000e+00 A 4=-2.49552e-04 A 6= 1.56459e-06 A 8=-7.02285e-09

第19面

K = 0.00000e+00 A 4= 2.25885e-04 A 6=-7.11818e-07 A 8=-1.70513e-08

第20面

K = 0.00000e+00 A 4= 2.83610e-04 A 6=-1.54983e-06 A 8=-2.79368e-09

各種データ

50

ズーム比	2.01		
	広角	中間	望遠
焦点距離	14.44	20.17	29.09
Fナンバー	4.10	5.07	6.40
半画角 (°)	43.41	34.11	25.15
像高	11.46	12.41	13.18
レンズ全長	74.83	74.83	74.83
BF	13.10	13.10	13.10
d 9	16.17	8.48	0.80
d18	2.41	3.08	8.46
d20	6.75	13.76	16.06
d22	13.10	13.10	13.10

10

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	-22.35
2	10	20.11
3	19	-54.92
4	21	45.70

(数値実施例12)

単位 mm

20

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	333.322	1.00	1.59145	68.4
2	14.457	2.17		
3*	16.664	1.75	1.53110	55.9
4*	13.429	3.12		
5	72.731	0.99	1.43830	95.0
6	15.506	1.36		
7	18.208	3.08	1.80652	46.7
8	82.353	2.05		
9	-59.712	1.00	1.43846	94.8
10	1265.032	(可変)		
11	16.222	1.79	1.69462	57.7
12	-120.338	0.80		
13(絞り)		0.80		
14	8.920	1.59	1.51616	79.3
15	24.467	0.35		
16	-291.423	1.00	1.60753	37.9
17	7.730	2.37		
18	15.894	1.71	1.43787	95.3
19	-25.062	(可変)		
20*	-20.249	1.28	1.53110	55.9
21*	-67.405	(可変)		
22	1468.914	4.86	1.49667	81.9
23	-26.178	13.10		

30

40

像面

非球面データ

第3面

K = 0.00000e+00 A 4 = -1.53281e-04 A 6 = 1.08426e-06 A 8 = -4.18904e-09

第4面

50

K = 0.00000e+00 A 4 = -2.14777e-04 A 6 = 1.34839e-06 A 8 = -7.81236e-09

第20面

K = 0.00000e+00 A 4 = 6.82662e-04 A 6 = -2.35509e-06 A 8 = -8.17593e-08

第21面

K = 0.00000e+00 A 4 = 7.14470e-04 A 6 = -3.68516e-06 A 8 = -2.76365e-08

各種データ

ズーム比 2.02

	広角	中間	望遠
焦点距離	14.43	20.17	29.10
Fナンバー	4.10	5.00	6.16
半画角 (°)	43.42	34.11	25.14
像高	11.46	12.41	13.18
レンズ全長	70.63	70.63	70.63
BF	13.10	13.10	13.10
d10	16.17	8.49	0.80
d19	1.57	0.80	3.54
d21	6.72	15.18	20.12
d23	13.10	13.10	13.10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-24.90
2	11	18.46
3	20	-55.02
4	22	51.84

(数値実施例 1 3)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	206.545	1.30	1.72916	54.7
2	11.330	4.19		
3*	62.888	1.81	1.53110	55.9
4*	20.219	0.80		
5	24.916	2.72	1.90043	37.4
6	-390.408	2.23		
7	-25.898	1.02	1.43875	94.7
8	-47.695	(可変)		
9	18.212	1.40	1.69680	55.5
10	63.288	2.25		
11(絞リ)		0.80		
12	11.731	2.68	1.53775	74.7
13	-13.536	0.17		
14	-12.668	1.50	1.57099	50.8
15	6.966	0.63		
16	8.050	3.16	1.43875	94.7
17	-26.152	(可変)		
18*	-12.552	1.50	1.53110	55.9
19*	-21.575	(可変)		
20	-28.270	2.55	1.49700	81.5
21	-19.416	16.10		

像面

10

20

30

40

50

非球面データ

第3面

K = 0.000000e+00 A 4=-1.14002e-04 A 6= 1.79201e-06 A 8=-9.57523e-09

第4面

K = 0.000000e+00 A 4=-1.76654e-04 A 6= 1.89620e-06 A 8=-1.42839e-08

第18面

K = 0.000000e+00 A 4= 9.49757e-04 A 6= 5.59399e-06 A 8=-2.76077e-07

第19面

K = 0.000000e+00 A 4= 8.99649e-04 A 6= 3.06165e-06 A 8=-1.04329e-07

各種データ

10

ズーム比 2.02

広角 中間 望遠

焦点距離 14.42 20.24 29.10

Fナンバー 4.10 5.06 6.28

半画角(°) 43.44 34.01 25.15

像高 11.46 12.41 13.18

レンズ全長 69.58 69.58 69.58

BF 16.10 16.10 16.10

d 8 16.17 8.48 0.80

d17 2.79 0.79 2.42

20

d19 3.84 13.52 19.58

d21 16.10 16.10 16.10

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1 1 -23.46

2 9 18.06

3 18 -59.97

4 20 113.86

各数値実施例における種々の値を、以下の表1および表2にまとめて示す。

【0071】

30

40

50

【表 1】

		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	実施例 7
	f w	12.42	12.40	12.40	14.40	14.40	14.47	20.60
	f t	29.07	29.10	29.10	29.10	29.10	28.47	39.00
	f 1	-17.76	-18.26	-19.53	-21.90	-18.40	-22.02	-30.37
	f 2	17.38	17.57	17.94	19.73	18.55	18.72	24.27
	f 3	-24.70	-27.60	-29.69	-83.23	-28.78	-72.35	-41.20
	f 4	39.13	45.60	45.67	61.17	46.95	57.69	96.76
	LD 1	16.60	12.91	13.77	15.65	11.18	12.69	19.79
	TTL	82.97	83.44	82.02	75.06	78.52	72.82	95.51
	BFw	12.29	12.13	12.79	11.78	11.50	13.08	12.68
	f n 1	-29.16	-28.64	-31.94	-17.50	-13.66	-17.13	-36.75
	f n 2	-28.63	-26.83	-26.23	-79.99	-80.00	-80.00	-32.74
	f p 1	41.85	52.58	51.42	35.25	43.89	46.37	41.83
条件式 (1)	$(-f 1) / f 2$	1.02	1.04	1.09	1.11	0.99	1.18	1.25
条件式 (2)	$(-f 1) / f 4$	0.45	0.40	0.43	0.36	0.39	0.38	0.31
条件式 (3)	LD 1 / TTL	0.20	0.15	0.17	0.21	0.14	0.17	0.21
条件式 (4)	BFw / $(-f 1)$	0.69	0.66	0.65	0.54	0.62	0.59	0.42
条件式 (5)	BFw / TTL	0.15	0.15	0.16	0.16	0.15	0.18	0.13
条件式 (6)	TTL / $(-f 1)$	4.67	4.57	4.20	3.43	4.27	3.31	3.14
条件式 (7)	TTL / f w	6.68	6.73	6.61	5.21	5.45	5.03	4.64
条件式 (8)	$f 2 / (-f 3)$	0.70	0.64	0.60	0.24	0.64	0.26	0.59
条件式 (9)	$f 2 / f 4$	0.44	0.39	0.39	0.32	0.40	0.32	0.25
条件式 (10)	$(-f 3) / f 4$	0.63	0.61	0.65	1.36	0.61	1.25	0.43
条件式 (11)	$(-f 1) / f w$	1.43	1.47	1.57	1.52	1.28	1.52	1.47
条件式 (12)	$(-f 1) / f t$	0.61	0.63	0.67	0.75	0.63	0.77	0.78
条件式 (13)	$\beta 2 t / \beta 2 w$	1.90	1.88	1.87	1.84	1.71	1.76	1.52
条件式 (14)	$\beta 3 t / \beta 3 w$	1.23	1.25	1.25	1.10	1.18	1.12	1.24
条件式 (15)	f n 1 / f 1	1.64	1.57	1.64	0.80	0.74	0.78	1.21
条件式 (16)	f n 2 / f 1	1.61	1.47	1.34	3.65	4.35	3.63	1.08
条件式 (17)	f p 1 / $(-f 1)$	2.36	2.88	2.63	1.61	2.39	2.11	1.38

10

20

【 0 0 7 2 】

30

40

50

【表 2】

		実施例 8	実施例 9	実施例 10	実施例 11	実施例 12	実施例 13
	f w	20.60	14.45	20.92	14.44	14.43	14.42
	f t	48.50	29.09	39.31	29.09	29.10	29.10
	f 1	-28.51	-18.40	-33.47	-22.35	-24.90	-23.46
	f 2	23.49	20.41	23.91	20.11	18.46	18.06
	f 3	-31.34	-59.99	-36.80	-54.92	-55.02	-59.97
	f 4	75.20	87.31	191.50	45.70	51.84	113.86
	LD 1	18.43	13.73	17.88	15.60	16.52	14.07
	TTL	106.52	77.99	91.22	74.83	70.63	69.58
	BFw	19.41	13.34	12.67	13.10	13.10	16.10
	f n 1	-46.60	-13.59	-42.70	-17.72	-25.58	-16.49
	f n 2	-41.93	-54.94	-34.46	-66.91	-160.29	-56.95
	f p 1	94.76	28.75	46.76	21.16	28.38	26.09
条件式 (1)	$(-f 1) / f 2$	1.21	0.90	1.40	1.11	1.35	1.30
条件式 (2)	$(-f 1) / f 4$	0.38	0.21	0.17	0.49	0.48	0.21
条件式 (3)	LD 1 / TTL	0.17	0.18	0.20	0.21	0.23	0.20
条件式 (4)	BFw / $(-f 1)$	0.68	0.73	0.38	0.59	0.53	0.69
条件式 (5)	BFw / TTL	0.18	0.17	0.14	0.18	0.19	0.23
条件式 (6)	TTL / $(-f 1)$	3.74	4.24	2.73	3.35	2.84	2.97
条件式 (7)	TTL / f w	5.17	5.40	4.36	5.18	4.89	4.82
条件式 (8)	$f 2 / (-f 3)$	0.75	0.34	0.65	0.37	0.34	0.30
条件式 (9)	$f 2 / f 4$	0.31	0.23	0.12	0.44	0.36	0.16
条件式 (10)	$(-f 3) / f 4$	0.42	0.69	0.19	1.20	1.06	0.53
条件式 (11)	$(-f 1) / f w$	1.38	1.27	1.60	1.55	1.73	1.63
条件式 (12)	$(-f 1) / f t$	0.59	0.63	0.85	0.77	0.86	0.81
条件式 (13)	$\beta 2 t / \beta 2 w$	1.90	1.88	1.87	1.84	1.71	1.76
条件式 (14)	$\beta 3 t / \beta 3 w$	1.23	1.25	1.25	1.10	1.18	1.12
条件式 (15)	f n 1 / f 1	1.63	0.74	1.28	0.79	1.03	0.70
条件式 (16)	f n 2 / f 1	1.47	2.99	1.03	2.99	6.44	2.43
条件式 (17)	f p 1 / $(-f 1)$	3.32	1.56	1.40	0.95	1.14	1.11

10

20

【0073】

30

〔撮像装置〕

次に、各実施例のズームレンズを撮像光学系として用いたデジタルスチルカメラ（撮像装置）の実施例について図 27 を用いて説明する。図 27 は、撮像装置 10 の構成を示す図である。撮像装置 10 は、カメラ本体 13 と、上述した実施例 1 乃至 13 のいずれかのズームレンズを含むレンズ装置 11 と、ズームレンズによって形成される像を光電変換する撮像素子（受光素子）12 を備える。撮像素子 12 としては、CCD センサや CMOS センサ等の撮像素子を用いることができる。レンズ装置 11 とカメラ本体 13 は一体に構成されていても良いし、着脱可能に構成されていても良い。カメラ本体 13 はクイックターンミラーを有する所謂一眼レフカメラでも良いし、クイックターンミラーを有さない所謂ミラーレスカメラでも良い。本実施例の撮像装置 10 では、小型かつ軽量であり高い光学性能を得ることができる。

40

【0074】

なお、本実施例の撮像装置 10 は、図 27 に示したデジタルスチルカメラに限らず、放送用カメラ、銀塩フィルム用カメラ、監視用カメラ等の種々の撮像装置に適用することができる。

【0075】

〔撮像システム〕

なお、各実施例のズームレンズと、ズームレンズを制御する制御部とを含めた撮像システム（監視カメラシステム）を構成してもよい。この場合、制御部は、ズーミングやフォーカシング、像振れ補正に際して各レンズ群が上述したように移動するようズームレンズ

50

を制御することができる。このとき、制御部がズームレンズと一体的に構成されている必要はなく、制御部をズームレンズとは別体として構成してもよい。例えば、ズームレンズの各レンズを駆動する駆動部に対して遠方に配置された制御部（制御装置）が、ズームレンズを制御するための制御信号（命令）を送る送信部を備える構成を採用してもよい。このような制御部によれば、ズームレンズを遠隔操作することができる。

【0076】

また、ズームレンズを遠隔操作するためのコントローラーやボタンなどの操作部を制御部に設けることで、ユーザーの操作部への入力に応じてズームレンズを制御する構成を採用してもよい。例えば、操作部として拡大ボタン及び縮小ボタンを設ける。そして、ユーザーが拡大ボタンを押したらズームレンズの倍率が大きくなり、ユーザーが縮小ボタンを押したらズームレンズの倍率が小さくなるように、制御部からズームレンズL0の駆動部に信号が送られるように構成すればよい。

10

【0077】

また、撮像システムは、ズームレンズのズームに関する情報（移動状態）を表示する液晶パネルなどの表示部を有していてもよい。ズームレンズのズームに関する情報とは、例えばズーム倍率（ズーム状態）や各レンズ群の移動量（移動状態）である。この場合、表示部に示されるズームレンズのズームに関する情報を見ながら、操作部を介してユーザーがズームレンズを遠隔操作することができる。このとき、例えばタッチパネルなどを採用することで表示部と操作部とを一体化してもよい。

【0078】

上記各実施例の開示は、以下の構成を含む。

20

【0079】

（構成1）

物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群L4からなり、広角端から望遠端へのズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第1レンズ群は、3枚以上のレンズから構成され、

広角端から望遠端へのズームングに際して、前記第1レンズ群は、像面に対して固定されており、

30

前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、前記第1レンズ群において最も物体側に配置されたレンズの物体側のレンズ面から前記第1レンズ群において最も像側に配置されたレンズの像側のレンズ面までの光軸上の距離を LD_1 、広角端における前記ズームレンズにおいて最も物体側に配置されたレンズの物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離の空気換算長を TTL とするとき、

$$0.85 < (-f_1) / f_2 < 2.00$$

$$0.00 < (-f_1) / f_4 < 0.55$$

$$0.00 < LD_1 / TTL < 0.27$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

40

（構成2）

広角端における前記ズームレンズにおいて最も像側に配置されたレンズの像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離の空気換算量を BFW とするとき、

$$0.30 < BFW / (-f_1) < 1.50$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成1に記載のズームレンズ。

（構成3）

広角端における前記ズームレンズにおいて最も像側に配置されたレンズの像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離の空気換算量を BFW とするとき、

$$0.07 < BFW / TTL < 0.30$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成1または2に記載のズームレンズ。

50

(構成 4)

$$2.0 < TTL / (-f_1) < 6.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 3 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 5)

広角端における前記ズームレンズの焦点距離を f_w とするとき、

$$3.0 < TTL / f_w < 7.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 4 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 6)

前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とするとき、

$$0.1 < f_2 / (-f_3) < 1.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 5 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 7)

$$0.05 < f_2 / f_4 < 0.80$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 6 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 8)

前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とするとき、

$$0.1 < (-f_3) / f_4 < 2.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 7 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 9)

広角端における前記ズームレンズの焦点距離を f_w とするとき、

$$0.5 < (-f_1) / f_w < 2.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 8 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 10)

望遠端における前記ズームレンズの焦点距離を f_t とするとき、

$$0.2 < (-f_1) / f_t < 1.4$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 9 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 11)

望遠端における前記第 2 レンズ群の横倍率を 2_t 、広角端における前記第 2 レンズ群の横倍率を 2_w とするとき、

$$0.5 < 2_t / 2_w < 3.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 10 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 12)

望遠端における前記第 3 レンズ群の横倍率を 3_t 、広角端における前記第 3 レンズ群の横倍率を 3_w とするとき、

$$0.5 < 3_t / 3_w < 2.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 11 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 13)

前記第 1 レンズ群は、第 1 負レンズを含み、

前記第 1 負レンズの焦点距離を f_{n1} とするとき、

$$0.5 < f_{n1} / f_1 < 2.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 12 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 14)

前記第 1 レンズ群は、第 2 負レンズを含み、

前記第 2 負レンズの焦点距離を f_{n2} とするとき、

$$0.5 < f_{n2} / f_1 < 10.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 13 のいずれかに記載のズームレンズ。

10

20

30

40

50

(構成 15)

前記第 1 レンズ群は、第 1 正レンズを含み、

前記第 1 正レンズの焦点距離を f_{p1} とするとき、

$$0.5 < f_{p1} / (-f_1) < 5.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする構成 1 から 14 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 16)

前記第 1 レンズ群 L1 は、屈折力を有するレンズのみから構成されていることを特徴とする構成 1 から 15 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 17)

広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第 4 レンズ群は、像面に対して固定されていることを特徴とする構成 1 から 16 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 18)

前記第 2 レンズ群は、開口絞りを含むことを特徴とする構成 1 から 17 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 19)

前記第 4 レンズ群は、1 枚の正の単レンズから構成されていることを特徴とする構成 1 から 18 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 20)

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、負レンズ、負レンズ、正レンズから構成されていることを特徴とする構成 1 から 19 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 21)

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、負レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズから構成されていることを特徴とする構成 1 から 19 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 22)

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、負レンズ、負レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズから構成されていることを特徴とする構成 1 から 19 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 23)

前記第 3 レンズ群は、フォーカシングに際して移動するフォーカスレンズ群であることを特徴とする構成 1 から 22 のいずれかに記載のズームレンズ。

(構成 24)

前記第 3 レンズ群は、1 枚の負の単レンズから構成されていることを特徴とする構成 23 に記載のズームレンズ。

(構成 25)

前記第 3 レンズ群は、2 枚の負の単レンズから構成されていることを特徴とする構成 23 に記載のズームレンズ。

(構成 26)

構成 1 から 25 のいずれかに記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する撮像素子と、を有することを特徴とする撮像装置。

(構成 27)

構成 1 から 25 のいずれか一項に記載のズームレンズと、ズーミングに際して前記ズームレンズを制御する制御部を有することを特徴とする撮像システム。

(構成 28)

前記制御部は、前記ズームレンズとは別体として構成されており、前記ズームレンズを制御するための制御信号を送信する送信部を有することを特徴とする構成 27 に記載の撮像システム。

(構成 29)

10

20

30

40

50

前記制御部は、前記ズームレンズとは別体として構成されており、前記ズームレンズを操作するための操作部を有することを特徴とする構成 27 または 28 に記載の撮像システム。

(構成 30)

前記ズームレンズのズームに関する情報を表示する表示部を有することを特徴とする構成 27 から 29 のいずれかに記載の撮像システム。

【0080】

以上、本発明の好ましい実施形態及び実施例について説明したが、本発明はこれらの実施形態及び実施例に限定されず、その要旨の範囲内で種々の組合せ、変形及び変更が可能である。

10

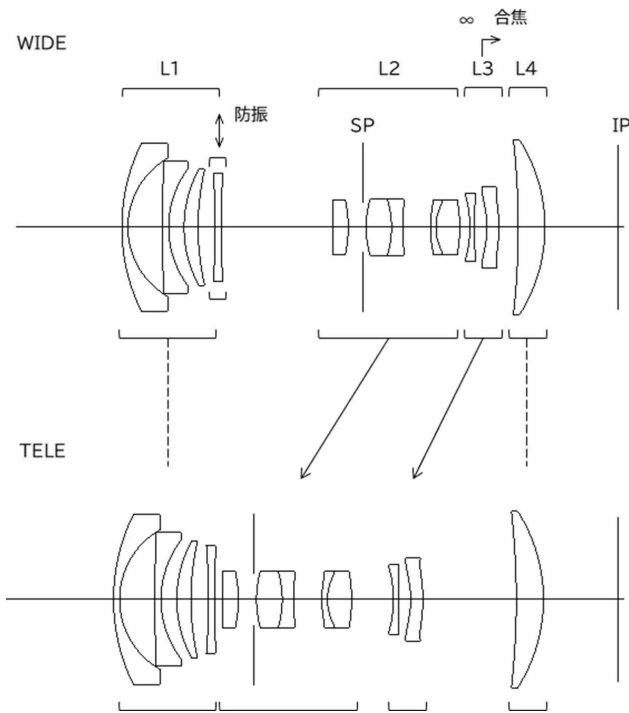
【符号の説明】

【0081】

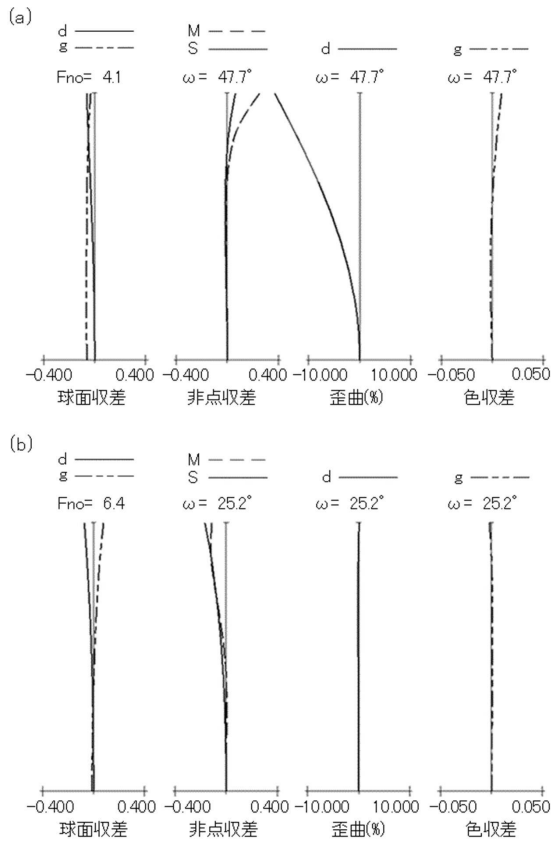
- L 1 第 1 レンズ群
- L 2 第 2 レンズ群
- L 3 第 3 レンズ群
- L 4 第 4 レンズ群

【図面】

【図 1】



【図 2】

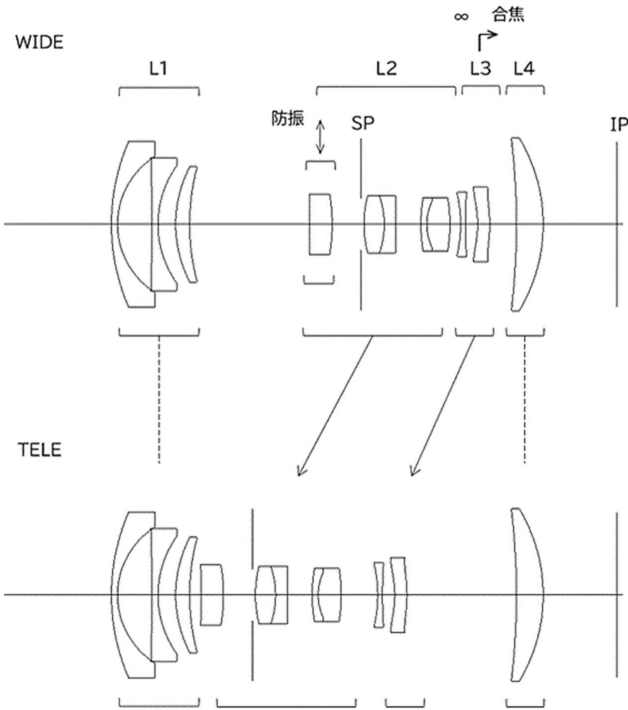


20

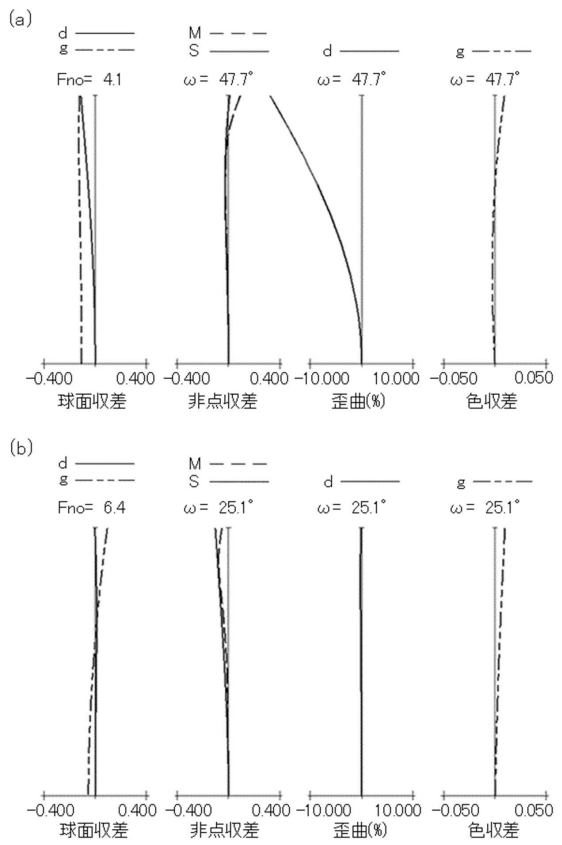
30

40

【 図 3 】



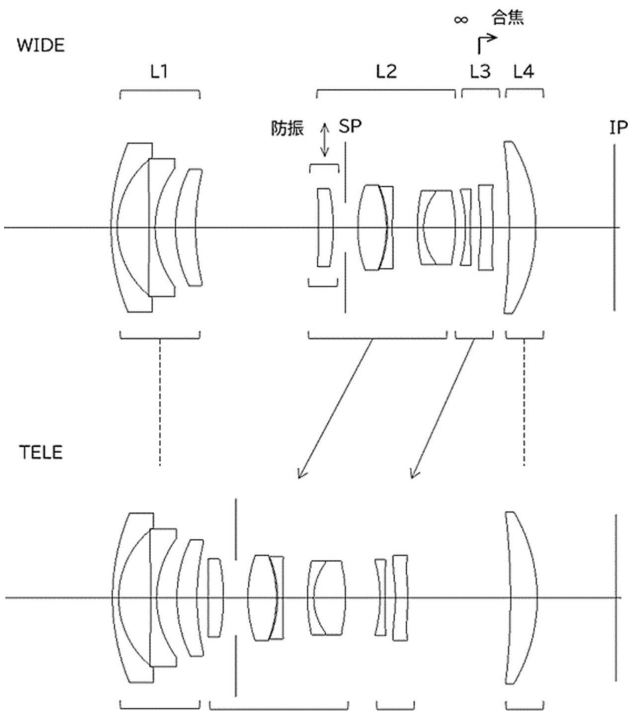
【 図 4 】



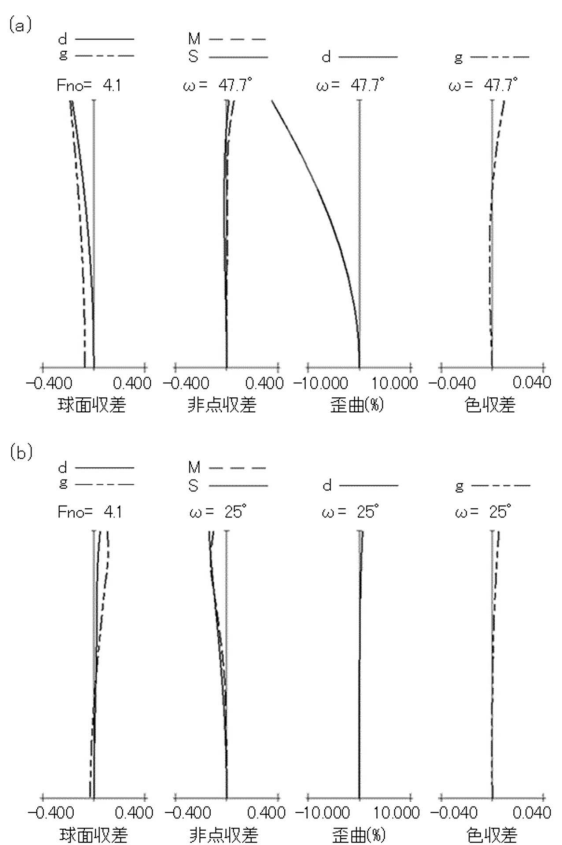
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

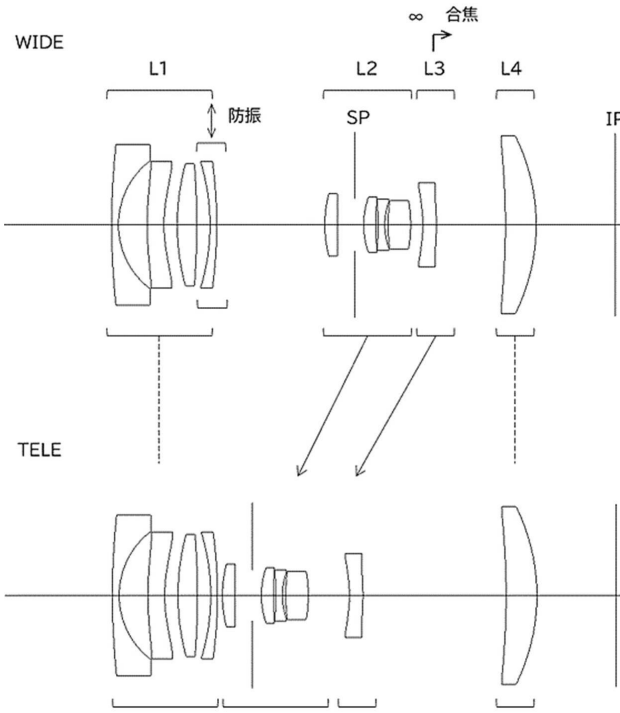


30

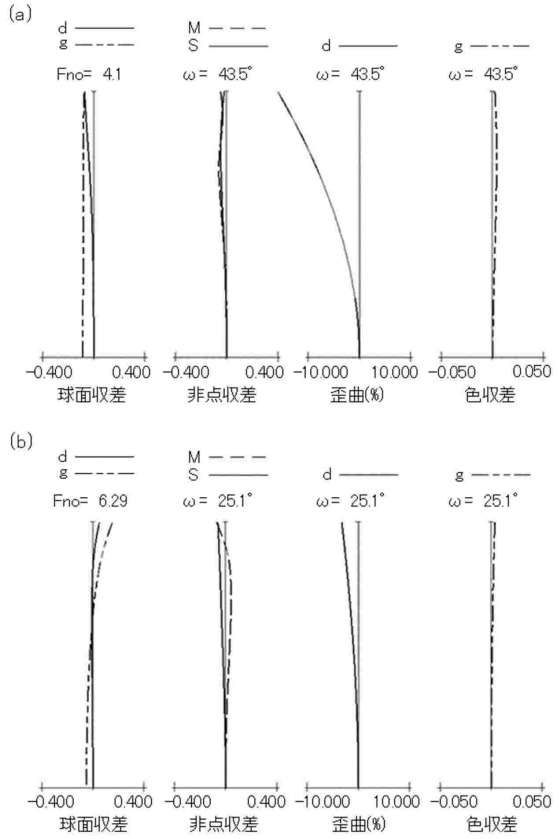
40

50

【 図 7 】



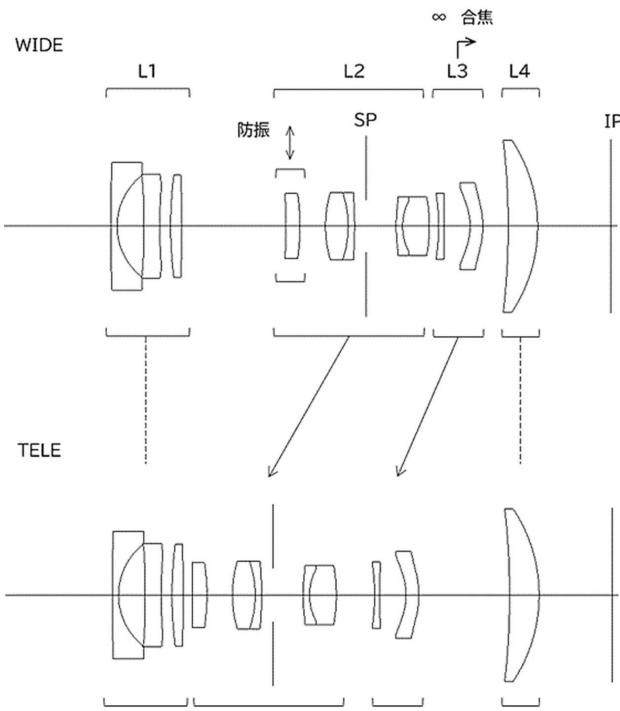
【 図 8 】



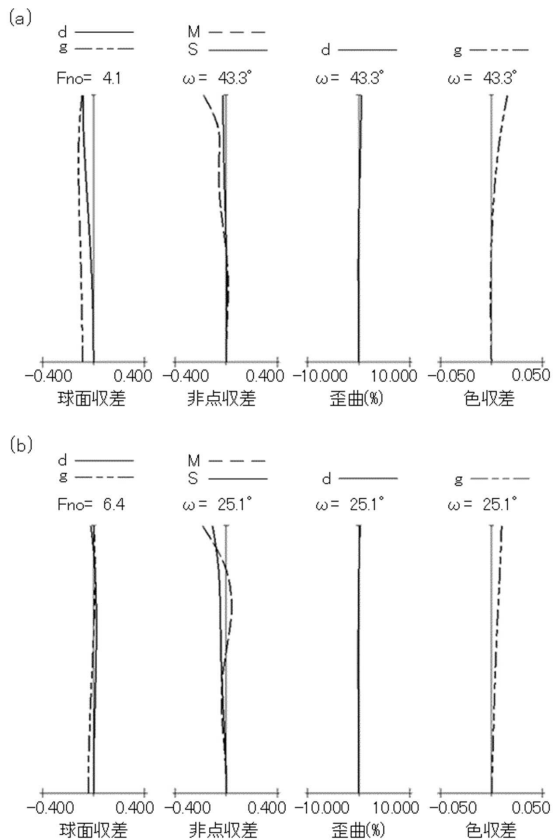
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

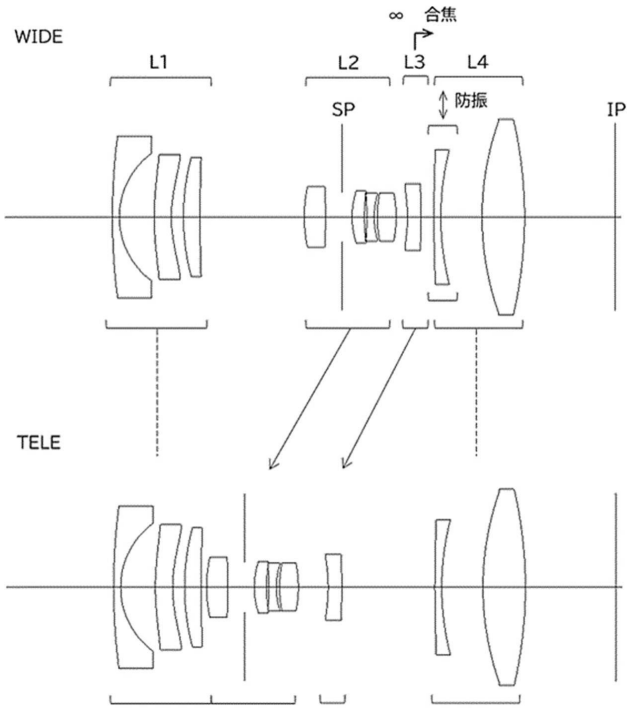


30

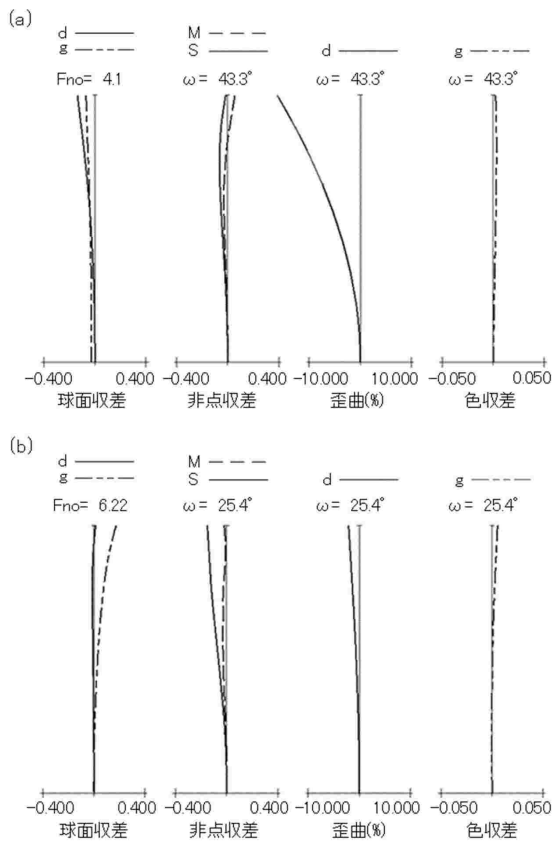
40

50

【 図 1 1 】



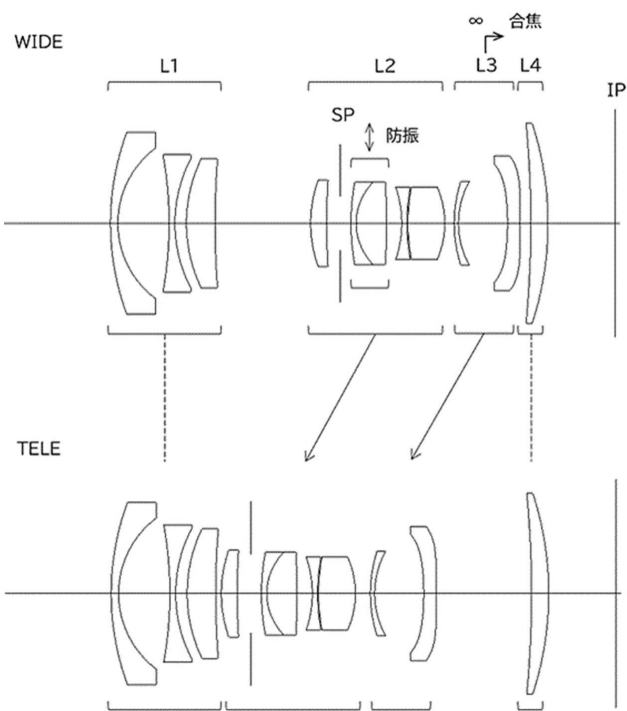
【 図 1 2 】



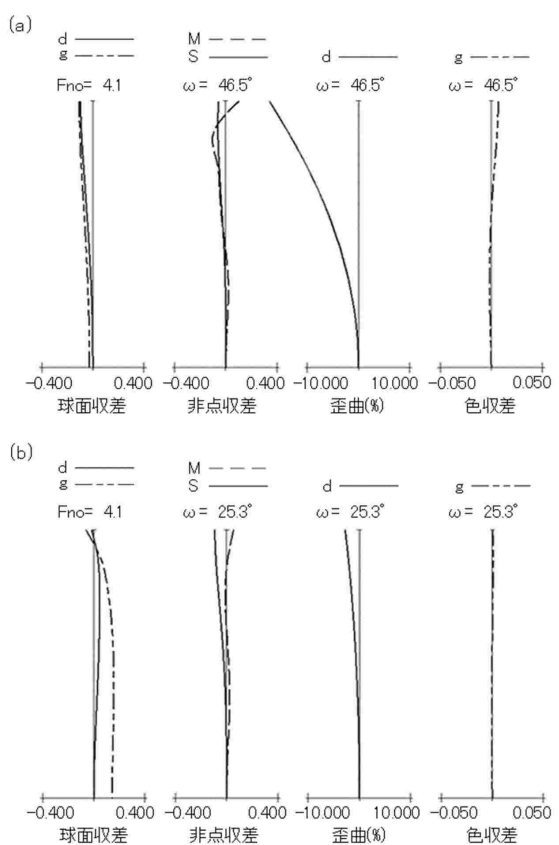
10

20

【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

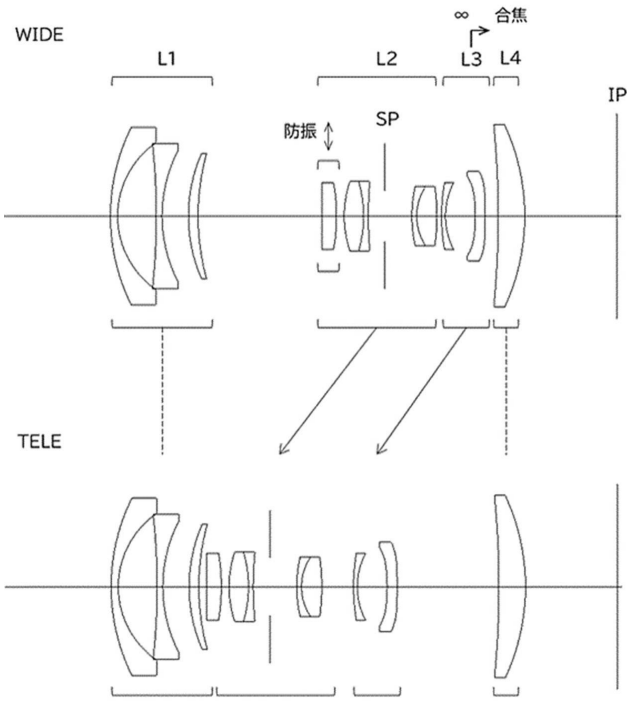


30

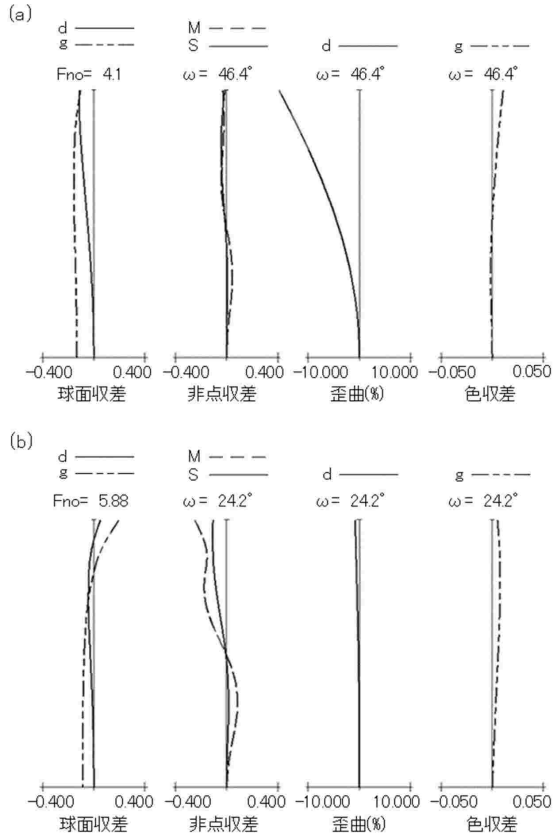
40

50

【 図 1 5 】



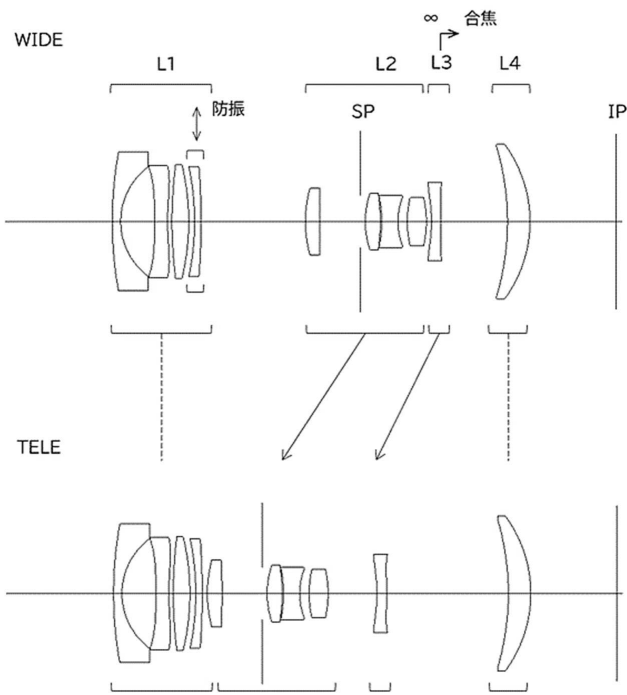
【 図 1 6 】



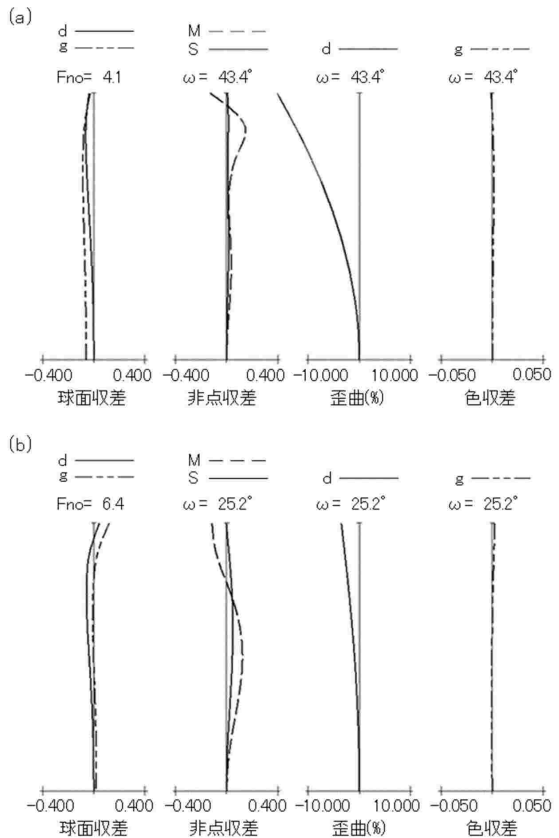
10

20

【 図 1 7 】



【 図 1 8 】

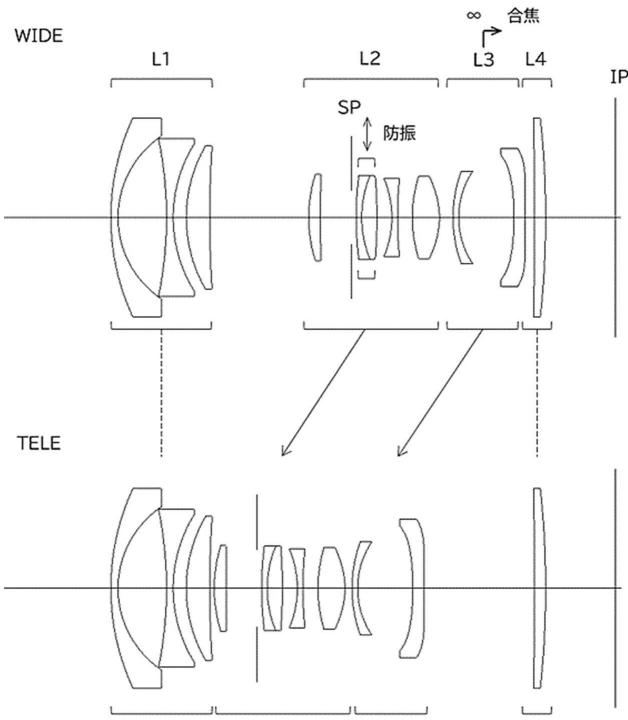


30

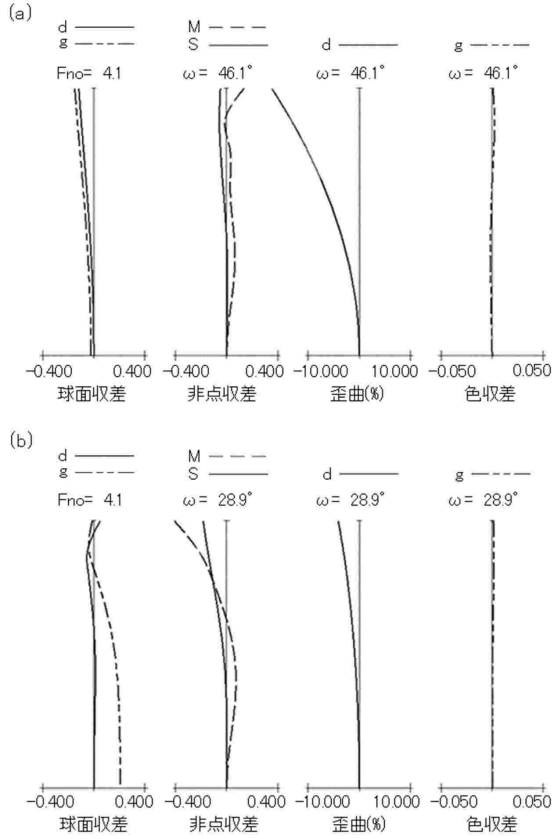
40

50

【 図 19 】



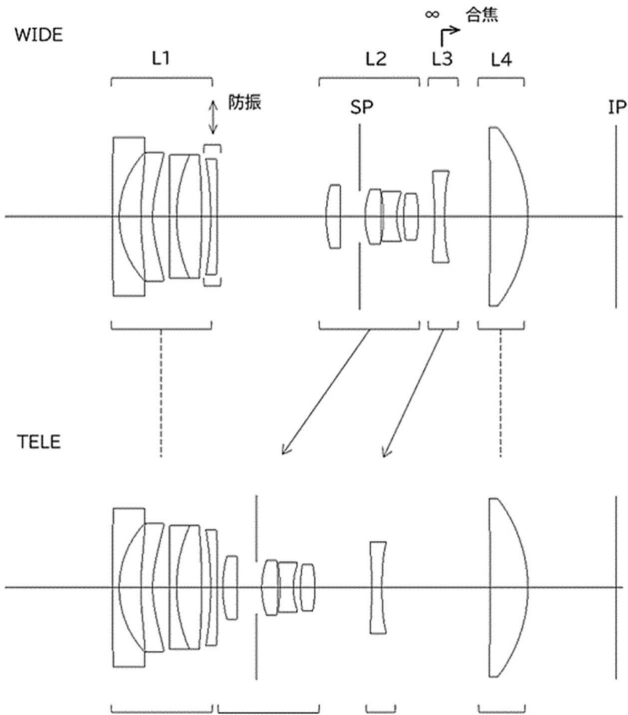
【 図 20 】



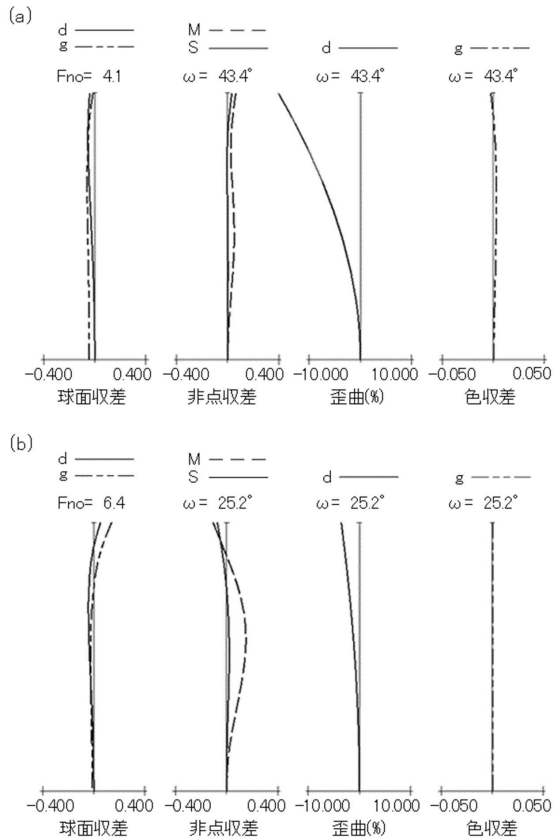
10

20

【 図 21 】



【 図 22 】

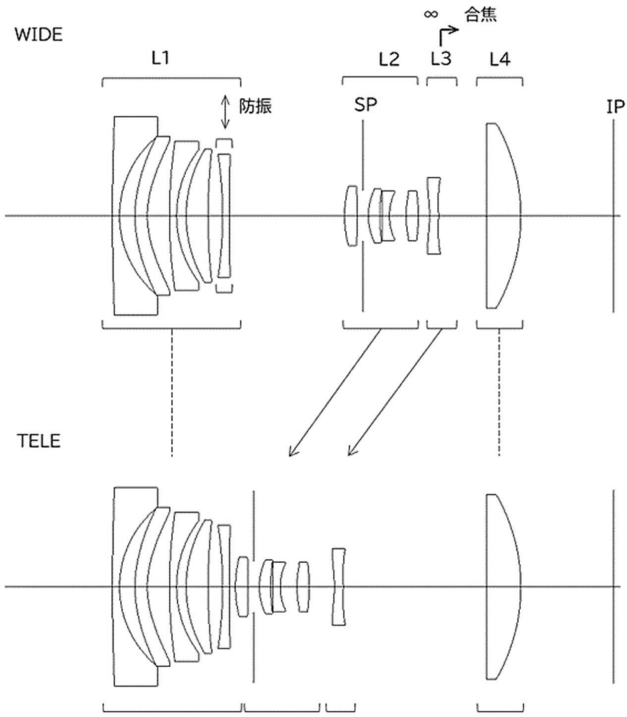


30

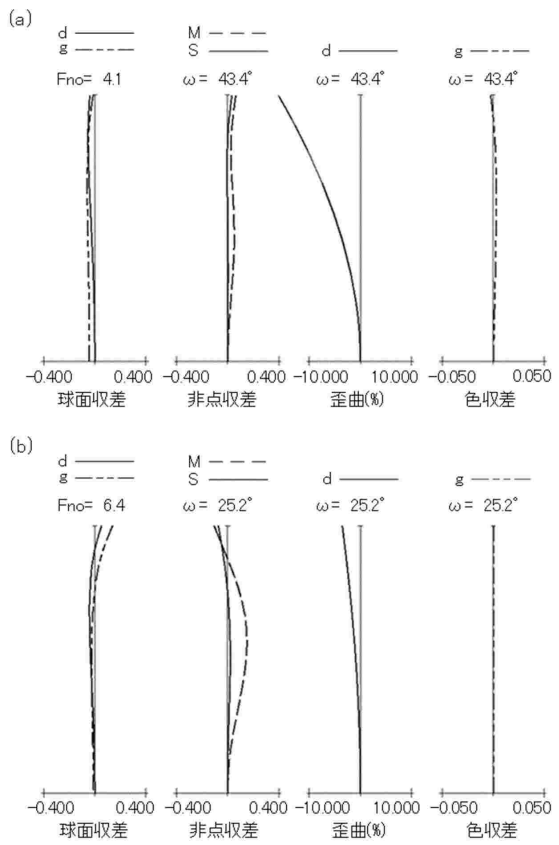
40

50

【 図 2 3 】



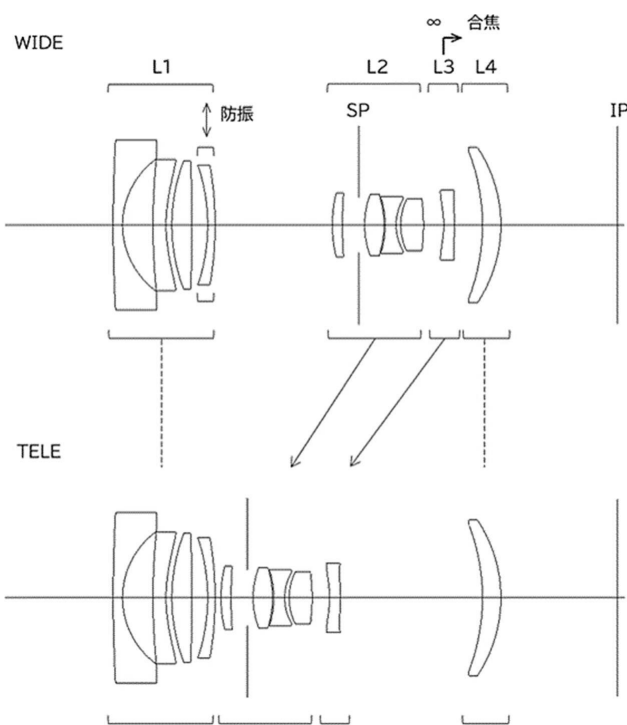
【 図 2 4 】



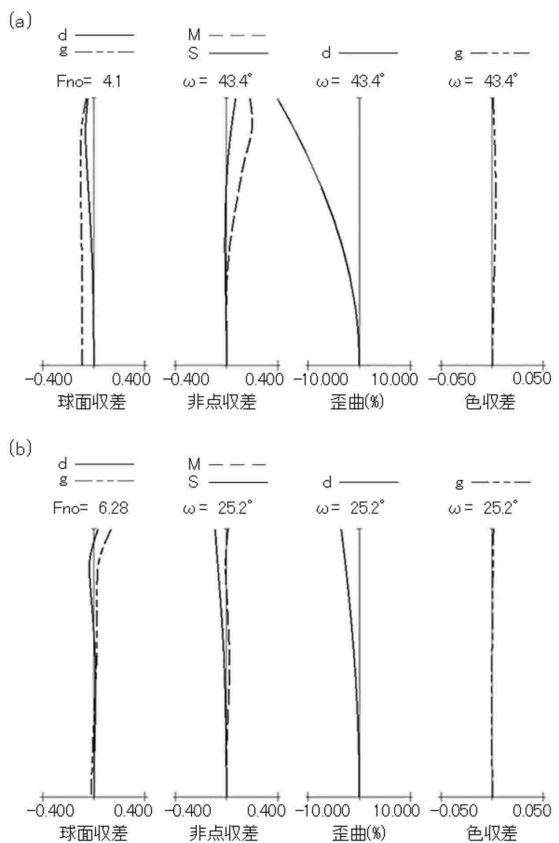
10

20

【 図 2 5 】



【 図 2 6 】

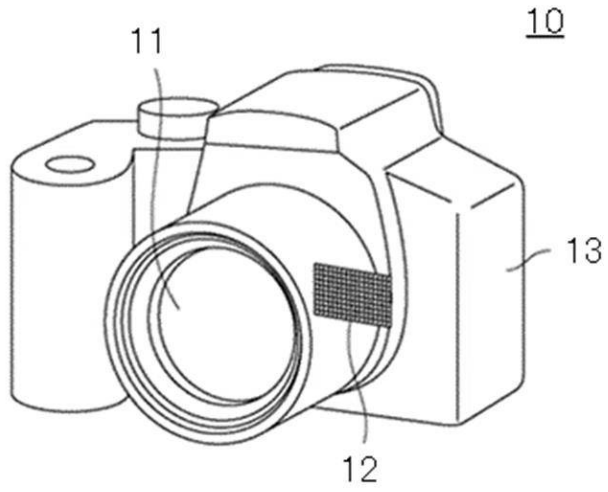


30

40

50

【 図 27 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA02 KA03 MA14 NA07 PA09 PA10 PA11 PA17 PA18 PA19
PB10 PB11 PB12 QA02 QA07 QA17 QA22 QA25 QA26 QA32 QA34
QA42 QA45 QA46 RA05 RA12 RA13 RA36 RA44 SA24 SA26 SA30
SA32 SA63 SA64 SA72 SA75 SB04 SB05 SB06 SB15 SB16 SB22
SB23 SB32 SB33