

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5484197号
(P5484197)

(45) 発行日 平成26年5月7日(2014.5.7)

(24) 登録日 平成26年2月28日(2014.2.28)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/167 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)G02B 15/167
G02B 13/18

請求項の数 9 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2010-120561 (P2010-120561)
 (22) 出願日 平成22年5月26日 (2010.5.26)
 (65) 公開番号 特開2011-248057 (P2011-248057A)
 (43) 公開日 平成23年12月8日 (2011.12.8)
 審査請求日 平成25年5月21日 (2013.5.21)

(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 100086818
 弁理士 高梨 幸雄
 (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
 ャノン株式会社内

審査官 吉川 陽吾

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像側へ順に、ズーミングに際して移動するレンズ群を含む前群、開口絞り、ズーミングに際して固定の正の屈折力の後群を備えるズームレンズであって、前記後群は、該後群中で最も長い空気間隔をはさんで物体側に正の屈折力の前方レンズ群、像側に正の屈折力の後方レンズ群を有し、前記後方レンズ群は最も物体側に負の屈折力のレンズ s 1、最も像側に負の屈折力を有するレンズ s 3 を有し、

該後方レンズ群の焦点距離を f_r_r、該レンズ s 1、該レンズ s 3 の焦点距離を各々 f_s_1、f_s_3 とするとき

$$\begin{array}{lll} -6.0 & f_s_1 / f_r_r & -1.0 \\ -9.0 & f_s_3 / f_r_r & -2.0 \end{array}$$

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】

前記後方レンズ群が、前記レンズ s 3 と隣接する位置に正の屈折力のレンズ s 2 を有し、

該レンズ s 2 の焦点距離を f_s_2 とするとき

$$-4.0 \quad f_s_3 / f_s_2 \quad -1.5$$

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 3】

10

20

前記後群の全長を D L R、前記後方レンズ群の全長を d r r とするとき

$$2.0 \quad D L R / d r r \quad 3.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記前方レンズ群の焦点距離を f r f とするとき

$$1.0 \quad f r f / f r r \quad 1.4$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記前群は、物体側より像側へ順に、ズーミングのためには不動であって正の屈折力の第 1 レンズ群、ズーミングに際して移動する負の屈折力の第 2 レンズ群、ズーミングに際して移動する負の屈折力の第 3 レンズ群より構成されている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。 10

【請求項 6】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に、合焦のためには不動の第 1 部分レンズ群、無限遠物体から近距離物体への合焦の際に物体側へ移動する正の屈折力の第 2 部分レンズ群より構成されていることを特徴とする請求項 5 に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

前記前方レンズ群は、物体側から像側へ順に、正レンズ、正レンズ、正レンズと負レンズとを接合した接合レンズより構成され、 20

前記後方レンズ群は、物体側から像側へ順に、前記負レンズ s 1、正レンズと負レンズとを接合した接合レンズ、正レンズ、前記正レンズ s 2、前記負レンズ s 3 より構成されてい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】

前記前方レンズ群と前記後方レンズ群の間隔を d s 、該前方レンズ群の焦点距離を f r f とするとき

$$0.45 \quad d s / f r f \quad 1.10$$

なる条件式を満足す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。

【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と、該ズームレンズによって形成した像を受光する固体撮像素子を有していることを特徴とする撮像装置。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、TV (テレビジョン) 放送用のテレビカメラや撮像用のビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等に好適なズームレンズ及びそれを有する撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、TV 放送用のテレビカメラ用のズームレンズとして、開口絞りをはさんで物体側に変倍用のレンズ群 (変倍部) を含む前群と像側にリレー用のレンズ群 (リレー部) を含む後群とを配置した構成のズームレンズが知られている。前群としては、物体側から像側へ順に合焦用のレンズ群を含む正の屈折力の第 1 レンズ群、変倍用の負の屈折力の第 2 レンズ群、変倍に伴う像面変動を補正するための負の屈折力の第 3 レンズ群より構成されている。 40

【0003】

また後群は結像用の正の屈折力の第 4 レンズ群 (リレー部) より構成されている。このように全体として 4 つのレンズ群より成る 4 群ズームレンズにおいて、リレー部を長い空気間隔を隔てて 2 つのレンズ群で構成する。そしてそれら 2 つのレンズ群の間に例えば全系の倍率 (焦点距離) を拡大するための焦点距離変換コンバータ (エクステンダー) など

を挿入可能にしたものが知られている（特許文献1、2）。

【0004】

特許文献1では1/3インチの撮像素子を用い、特許文献2では2/3インチの撮像素子を用いている。そしてリレー部を構成するレンズ群のうち、空気間隔が最も長いレンズ群間にエクステンダーを挿脱可能に構成し、全系の焦点距離範囲を変移させるTV放送用のズームレンズを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-122418号公報

10

【特許文献2】特開2000-321496号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

テレビカメラ用のズームレンズは像側に色分解プリズムを配置しRGBごとの画像データを得ている。そしてテレビカメラ本体側ではRGBの画像データを一つの画像に合成してカラー画像を得ている。

【0007】

テレビカメラ用のズームレンズは、色分解プリズムを像側に配置するためにバックフォーカスが長くなるように構成されている。また、ホワイトシェーディング（画面中心でホワイトバランスがとれても、画面の上端・下端に緑またはマゼンダ等の色が付く現象）の発生を軽減するために、射出瞳の位置が像面からなるべく遠くの位置となるように構成されている。ここでホワイトシェーディングは多くの場合、色分解プリズムを構成するダイクロイック膜に対する光線の入射角度が画面内の位置によって異なることにより発生する。ホワイトシェーディングがあるとカラー画像の画質が画面全体にわたり大きく低下していく。

20

【0008】

近年、TV放送用のテレビカメラでは装置全体の小型化の要望により小さなサイズの撮像素子が用いられるようになっている。前述した4群ズームレンズにおいて画面寸法を小さいサイズの撮像素子に対応させるとリレー群のパワーが大きくなり、長いバックフォーカスを確保するのが困難になる。また、開口絞りの共役像である射出瞳の位置が撮像素子位置（像面）に近づいてくる。この結果、像側に色分解用プリズムを配置するのが難しくなり、かつホワイトシェーディングが発生しやすくなる。近年、テレビカメラ用のズームレンズとしては、小さなサイズの撮像素子を用いても十分な長さのバックフォーカスを有し、かつ射出瞳の位置が像面から遠くなるように設定したズームレンズが強く望まれている。

30

【0009】

本発明は、長いバックフォーカスを有し、かつ射出瞳が像面から遠くに位置し、ホワイトシェーディングの発生が少なく、高画質の画像が得られるズームレンズ及びそれを有する撮像装置の提供を目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングに際して移動するレンズ群を含む前群、開口絞り、ズーミングに際して、固定の正の屈折力の後群を備えるズームレンズであって、前記後群は、前記後群中で最も長い空気間隔をはさんで物体側に正の屈折力の前方レンズ群、像側に正の屈折力の後方レンズ群を有し、前記後方レンズ群は最も物体側に負の屈折力のレンズs1、最も像側に負の屈折力を有するレンズs3を有し、該後方レンズ群の焦点距離をfrr、該レンズs1、該レンズs3の焦点距離を各々fs1、fs3とするとき

- 9 . 0 f s 3 / f r r - 2 . 0

なる条件式を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、長いバックフォーカスを有し、かつ射出瞳が像面から遠くに位置し、ホワイトシェーディングの発生が少なく、高画質の画像が得られるズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】数値実施例1の広角端におけるレンズ断面図

10

【図2】(A)、(B) 数値実施例1における広角端、望遠端における収差図

【図3】数値実施例2の広角端におけるレンズ断面図

【図4】(A)、(B) 数値実施例2における広角端、望遠端における収差図

【図5】数値実施例3の広角端におけるレンズ断面図

【図6】(A)、(B) 数値実施例3における広角端、望遠端における収差図

【図7】数値実施例4の広角端におけるレンズ断面図

【図8】(A)、(B) 数値実施例4における広角端、望遠端における収差図

【図9】本発明の撮像装置の要部概略図

【発明を実施するための形態】

【0013】

20

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。本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングに際して移動するレンズ群を含む前群L F、開口絞りS P、ズーミングに際して、固定の正の屈折力の後群L Rを有する。ここで前群L Fはズーミングのために不動であって、正の屈折力の第1レンズ群G 1、ズーミングに際して移動する負の屈折力の第2レンズ群G 2、ズーミングに際して移動する負の屈折力の第3レンズ群G 3より成っている。

【0014】

後群L Rは、後群中で最も長い空気間隔をはさんで物体側に正の屈折力の前方レンズ群r f、像側に正の屈折力の後方レンズ群r rを有する。後方レンズ群r rは最も物体側に負の屈折力のレンズs 1、最も像側に負の屈折力を有するレンズs 3を有する。また、レンズs 3の隣接する物体側には正の屈折力のレンズs 2を有する。ここでレンズs 2とレンズs 3は独立より成ること又は接合されていても良い。

30

【0015】

図1は本発明の実施例1としての数値実施例1の広角端におけるレンズ断面図である。図2(A)、(B)は数値実施例1の広角端、望遠端のズーム位置における収差図である。図3は本発明の実施例2としての数値実施例2の広角端におけるレンズ断面図である。図4(A)、(B)は数値実施例2の広角端、望遠端のズーム位置における収差図である。図5は本発明の実施例3としての数値実施例3の広角端におけるレンズ断面図である。図6(A)、(B)は数値実施例3の広角端、望遠端のズーム位置における収差図である。図7は本発明の実施例2としての数値実施例4の広角端におけるレンズ断面図である。図8(A)、(B)は数値実施例4の広角端、望遠端のズーム位置における収差図である。図9は本発明の撮像装置の要部概略図である。各実施例のズームレンズはTVカメラ、ビデオカメラ、デジタルカメラ等の撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。レンズ断面図において左方が被写体側(物体側)(前方)で、右方が像側(後方)である。

40

【0016】

レンズ断面図において、L Fは合焦部(フォーカス部)と変倍部を有する前群、L Rは変倍(ズーミング)に際して固定の結像作用をする正の屈折力の後群である。矢印は広角端から望遠端へのズーミングに際しての各レンズ群の移動軌跡を示している。前群L Fは3つのレンズ群G 1、G 2、G 3を有する。レンズ群G 1はズーミングのために不動であって、正の屈折力のレンズ群(第1レンズ群)である。

50

【0017】

レンズ群 G 1 は、物体側（拡大側）から像側（縮小側）へ順に、固定（合焦のためには不動）の第 1 部分レンズ群 G 1 b と合焦のために移動する第 2 部分レンズ群（好ましくは正の屈折力を有するレンズ群）G 1 a を有する。レンズ群 G 1 a を無限遠物体から近距離物体への合焦のために物体側へ繰り出すことにより物体距離（後述する数値実施例を mm 単位で表したときの像面からの距離）0.8 m までの合焦が可能となっている。レンズ群 G 2 は変倍用の負の屈折力のバリエータ（第 2 レンズ群）であり、矢印の如く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変倍（ズーミング）を行っている。

【0018】

レンズ群 G 3 は変倍に伴う像面移動を補正するために矢印の如く光軸上を物体側に凸状の軌跡を描いて非直線的に移動する負の屈折力のコンペンセータ（第 3 レンズ群）である。¹⁰ S P は開口絞りである。後群（第 4 レンズ群）L R は後群 L R 中で最も長い空気間隔を挟んで、物体側に正の屈折力を有するレンズ群（前方レンズ群）r f と、像面側に正の屈折力を有するレンズ群（後方レンズ群）r r を有する。前方レンズ群 r f と後方レンズ群 r r の空気間隔には、全系の焦点距離範囲を変移するための焦点距離変換コンバータ（エクステンダー）等が挿入される場合がある。後方レンズ群 r r は最も物体側に負の屈折力を有する負レンズ s 1 を有し、最も像側に負の屈折力を有する負レンズ s 3 を有する。また、レンズ s 3 の隣接する物体側に正の屈折力を有する正レンズ s 2 を有する。

【0019】

レンズ（レンズ素子、光学素子、レンズエレメント）s 2、s 3 は独立して成っていても良く、または接合されて接合レンズより成っていても良い。また、後方レンズ群 r r がレンズ s 1、s 2、s 3 を接合した接合レンズで構成されていても構わない。レンズ s 1、s 2、s 3 のうち 2 枚もしくは 3 枚が接合レンズのときは、それぞれのレンズを分離して空気中に配置した状態での屈折力（焦点距離）となる。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。S は撮像素子であり、CCD や CMOS 等が配置される。撮像素子としては例えば 1/3 インチ CCD 等を用いている。²⁰

【0020】

収差図において球面収差は g 線（波長 436 nm）と e 線（波長 546 nm）を示している。非点収差図において M、S はメリディオナル像面、サジタル像面である。倍率色収差は g 線によって表している。³⁰ F no は F ナンバー、° は半画角である。各実施例において、後方レンズ群 r r の焦点距離を f rr、レンズ s 1、レンズ s 3 の焦点距離を各々 f s 1、f s 3 とする。このとき

$$-6.0 \quad f s 1 / f rr = -1.0 \quad \dots \quad (1)$$

$$-9.0 \quad f s 3 / f rr = -2.0 \quad \dots \quad (2)$$

なる条件式を満足している。ここで焦点距離はレンズが接合されているときは分離して空気中に配置したときの焦点距離である（以下同じ）。次に各条件式の技術的意味について説明する。

【0021】

条件式（1）は固定の正の屈折力を有する後方レンズ群 r r の焦点距離 f rr と負の屈折力を有するレンズ s 1 の焦点距離 f s 1 の比に関する。条件式（1）の如く焦点距離の比を規定することで、長いバックフォーカスを確保しつつ射出瞳の位置が像面から遠くなるようにしている。焦点距離 f s 1 が短くなり（負の焦点距離の絶対値が小さくなり、）条件式（1）の上限を超えると、射出瞳の位置が像面に近くなる。その結果、ホワイトシェーディングの発生が顕著になってくる。焦点距離 f s 1 が長くなり（負の焦点距離の絶対値が大きくなり、）条件式（1）の下限を超えると、バックフォーカスが短くなる。その結果、像側に色分解プリズムを配置する空間を確保するのが困難になる。⁴⁰

【0022】

条件式（2）は固定の正の屈折力を有する後方レンズ群 r r の焦点距離 f rr と負の屈折力を有するレンズ s 3 の焦点距離 f s 3 の比に関する。条件式（2）の如く焦点距離の比

10

20

30

40

50

を規定することで、長いバックフォーカスを確保しつつ射出瞳の位置が像面から遠くなるようにしている。焦点距離 f_{s3} が短くなり（負の焦点距離の絶対値が小さくなり、）条件式（2）の上限を超えると、軸上光線が負の屈折力により跳ね上げられるため、後方レンズ群 r_r 内のレンズ径が大きくなり小型軽量化が困難となる。焦点距離 f_{s3} が長くなり（負の焦点距離の絶対値が大きくなり、）条件式（2）の下限を超えると、射出瞳の位置が像面に近くなり、またバックフォーカスが短くなる。その結果、像側に色分解プリズムを配置する空間を確保するのが困難になる。また、ホワイトシェーディングの発生が顕著になる。更に好ましくは条件式（1）、（2）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0023】

$$\begin{array}{lll} -5.7 & f_{s1} / f_{rr} & -1.1 \dots (1a) \\ -8.80 & f_{s3} / f_{rr} & -2.05 \dots (2a) \end{array}$$

以上のように各実施例によれば、長いバックフォーカスを確保しながら射出瞳の位置を像面より遠くに位置することができるズームレンズが得られる。

【0024】

本発明のズームレンズにおいて更に好ましくは次の条件式のうち1以上を満足するのが良い。レンズ s_2 の焦点距離を f_{s2} とする。後群 L_R の全長（最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの長さ、以下同じ）を D_{LR} 、後方レンズ群 r_r の全長を d_{rr} とする。前方レンズ群 r_f の焦点距離を f_{rf} とする。前方レンズ群 r_f と後方レンズ群 r_r の間隔を d_s とする。このとき

$$\begin{array}{lll} -4.0 & f_{s3} / f_{s2} & -1.5 \dots (3) \\ 2.0 & D_{LR} / d_{rr} & 3.0 \dots (4) \\ 1.0 & f_{rf} / f_{rr} & 1.4 \dots (5) \\ 0.45 & d_s / f_{rf} & 1.10 \dots (6) \end{array}$$

なる条件式のうち1以上を満足するのが良い。

【0025】

条件式（3）はレンズ s_3 の焦点距離と正の屈折力を有するレンズ s_2 の焦点距離の比に関する。条件式（3）の如く焦点距離の比を規定することで、長いバックフォーカスを確保しつつ射出瞳の位置が像面から遠くなるようにしている。焦点距離 f_{s3} が短くなり、（負の焦点距離の絶対値が小さくなり、）または焦点距離 f_{s2} が長くなり、条件式（3）の上限を超えると、軸上光線が負の屈折力により跳ね上げられるため、後方レンズ群 r_r 内のレンズ径が大きくなり小型軽量化が困難となる。焦点距離 f_{s3} が長くなり、（負の焦点距離の絶対値が大きくなり、）または焦点距離 f_{s2} が短くなり、条件式（3）の下限を超えると、射出瞳の位置が像面に近くなり、またバックフォーカスが短くなる。その結果、像側に色分解プリズムを配置する空間を確保するのが困難になる。またホワイトシェーディングの発生が顕著になる。

【0026】

条件式（4）は後群 L_R の全厚と後方レンズ群 r_r の全厚の比に関して規定したものである。条件式（4）の如く、後群 L_R と後方レンズ群 r_r の全厚の比を規定することで、射出瞳の位置が像面から遠くなるようにし、かつエクステンダーを挿入することができる程度の空間を確保している。全厚 D_{LR} が大きくなり、または全厚 d_{rr} が小さくなり条件式（4）の上限を超えると、後方レンズ群 r_r の主点位置が絞りの位置から遠ざかり、射出瞳の位置が像面に近くなる。全厚 D_{LR} が小さくなり、または全厚 d_{rr} が大きくなり条件式（4）の下限を超えると、射出瞳の位置が像面から遠くなるが、エクステンダーを挿入する空間が短くなってしまうので良くない。

【0027】

条件式（5）は前方レンズ群 r_f の焦点距離と後方レンズ群 r_r の焦点距離の比に関して規定したものである。条件式（5）の如く焦点距離の比を規定することで、良好な光学性能を得ている。焦点距離 f_{rf} が大きくなり、または焦点距離 f_{rr} が小さくなり条件式（5）の上限を超えると後方レンズ群 r_r より緒収差が多く発生し、良好な光学性能を

10

20

30

40

50

得るのが困難になる。光学性能を良くする為には後方レンズ群 r_r のレンズ枚数を増加させねばならず、この結果、全系が大型化してくるので良くない。焦点距離 f_{rf} が小さくなり、または焦点距離 f_{rr} が大きくなり、条件式(5)の下限を超えると、前方レンズ群 r_f より収差が多く発生し、良好な光学性能を得るのが困難になる。光学性能を良くする為には、前方レンズ群 r_f のレンズ枚数を増加させねばならず、この結果、全系が大型化してくるので良くない。

【0028】

条件式(6)は前方レンズ群 r_f と後方レンズ群 r_r との間隔を適切に設定し、長いバックフォーカスを確保しつつ射出瞳位置を像面より遠くに位置するようにしている。条件式(6)の上限値を超えると、前方レンズ群 r_f と後方レンズ群 r_r との間隔が大きくなり、焦点距離 f_{rf} が小さくなってしまうため、射出瞳の位置が近くなり、ホワイトシェーディングが発生してしまう。また条件式(6)の下限値を超えると、前方レンズ群 r_f と後方レンズ群 r_r との間隔が小さくなり焦点距離 f_{rf} が大きくなってしまうため、エクステンダー(変倍光学系)やフィルタ等を挿入する空間が短く(狭く)なってしまうため好ましく無い。更に好ましくは条件式(3)乃至(6)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0029】

- 3 . 7	f s 3 / f s 2	- 1 . 6	· · · (3 a)
2 . 2 0	D L R / d r r	2 . 9 5	· · · (4 a)
1 . 1 0	f r f / f r r	1 . 3 8	· · · (5 a)
0 . 5 0	d s / f r f	1 . 0 0	· · · (6 a)

後述する数値実施例1乃至4はいずれも条件式(1)乃至条件式(6)を満足し、プリズムを配置するのに必要となる長さのバックフォーカスを確保しつつ、射出瞳の位置を像面より十分長くなるように設定している。

【0030】

各実施例において、物体側から像側へ順に、前方レンズ群 r_f は正レンズ、正レンズ、正レンズと負レンズとを接合した接合レンズより構成されている。後方レンズ群 r_r は負レンズ(レンズ s_1)、正レンズと負レンズとを接合した接合レンズ、正レンズ、正レンズ(レンズ s_2)、負レンズ(レンズ s_3)より構成されている。

【0031】

以下に本発明の実施例1～4に対応する数値実施例1～4を示す。各数値実施例において、 i は物体側からの面の順序を示し、 r_i は物体側より第 i 番目の面の曲率半径、 d_i は物体側より第 i 番目と第 $i+1$ 番目の間隔、 n_{di} 、 d_i は第 i 番目の光学部材の屈折率とアッペ数である。焦点距離、Fナンバー、画角はそれぞれ無限遠物体に焦点を合わせたときの値を表している。BFは最終レンズ面から像面までの距離を空気換算した値である。最後の3つの面は、フィルター等のガラスブロックである。A3乃至A12は非球面係数である。非球面係数は光軸からの高さ H の位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にして x とするとき

【0032】

【数1】

$$X = \frac{(1/R) H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K) (H/R)^2}} + A_3 \cdot H^3 + A_4 \cdot H^4 + A_5 \cdot H^5 + A_6 \cdot H^6 \\ + A_7 \cdot H^7 + A_8 \cdot H^8 + A_9 \cdot H^9 + A_{10} \cdot H^{10} + A_{11} \cdot H^{11} + A_{12} \cdot H^{12}$$

【0033】

で表される。但し R は近軸曲率半径、 K は円錐定数である。又、「e-0X」は「 $\times 10^{-x}$ 」を意味している。BF(in air)は最終レンズ面から像面までのin air距離を示す。また、射出瞳の位置は像面を基準としたときの射出瞳位置を示す。又、前述の各条件式と数値実施例との関係を表-1に示す。

【0034】

10

20

30

40

50

[数値実施例 1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	
1	-248.450	2.30	1.74950	35.3	81.91	10
2	209.479	5.49			80.59	
3	391.268	2.30	1.80518	25.4	80.78	
4	121.284	13.79	1.60300	65.4	80.34	
5	-162.815	7.48			80.37	
6	127.510	7.34	1.43875	94.9	77.06	
7	-55946.739	0.15			76.52	
8	106.101	6.89	1.61800	63.3	72.74	
9	865.964	0.15			71.97	
10	69.050	5.83	1.72916	54.7	64.32	
11	158.452	(可変)			63.23	
12*	228.519	0.70	1.88300	40.8	28.55	
13	16.094	5.93			23.06	
14	-123.223	6.59	1.80518	25.4	22.82	
15	-15.129	0.70	1.75500	52.3	22.46	20
16	30.692	0.68			20.59	
17	23.413	5.61	1.60342	38.0	20.71	
18	-39.635	0.88			20.13	
19	-24.853	0.70	1.83481	42.7	20.08	
20	-134.691	(可変)			20.05	
21	-28.312	0.70	1.74320	49.3	21.02	
22	46.740	2.80	1.84666	23.8	23.02	
23	-2634.956	(可変)			23.58	
24(絞り)		1.30			19.88	
25	360.024	4.38	1.65844	50.9	28.54	30
26	-34.891	0.15			28.95	
27	93.089	2.20	1.49700	81.5	29.52	
28	-3728.151	0.15			29.49	
29	89.504	6.00	1.49700	81.5	29.43	
30	-32.080	1.80	1.77250	49.6	29.25	
31	-210.910	21.87			29.56	
32	-25.380	3.06	1.80518	25.4	21.34	
33	-32.854	0.70			22.69	
34	-39.348	5.02	1.48749	70.2	22.82	
35	-16.979	3.01	1.88300	40.8	23.41	40
36	-25.043	1.00			25.82	
37	73.013	4.36	1.49700	81.5	26.32	
38	-70.502	0.72			26.19	
39	31.556	7.07	1.49700	81.5	24.88	
40	-45.564	2.59			23.47	
41	-36.072	2.64	1.80518	25.4	20.37	
42	-72.351	5.00			19.49	
43		21.00	1.70154	41.2	40.00	
44		6.75	1.51680	64.2	40.00	
45		4.70			40.00	50

像面

【 0 0 3 5 】

非球面データ

第12面

K = 8.58860e+000 A 4= 7.05382e-006 A 6=-1.80303e-008 A 8= 7.49637e-011 A10=-8.01854e-013 A12= 5.80206e-015
 A 3=-4.50041e-007 A 5= 1.66019e-008 A 7=-8.87373e-010 A 9= 1.99340e-011 A11=-1.17115e-013

10

各種データ

ズーム比 20.00

焦点距離	4.94	9.88	20.06	65.87	98.80
Fナンバー	1.45	1.45	1.45	1.45	1.61
画角	31.27	16.89	8.51	2.61	1.74
像高	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
レンズ全長	242.75	242.75	242.75	242.75	242.75
BF(in air)	26.49	26.49	26.49	26.49	26.49

20

d11	0.85	22.26	36.83	50.73	53.23
d20	55.23	30.79	13.88	3.50	5.98
d23	4.20	7.23	9.57	6.05	1.08

入射瞳位置	50.90	101.83	186.73	469.30	620.01
射出瞳位置	65.04	65.04	65.04	65.04	65.04
前側主点位置	56.25	113.33	213.46	607.07	880.59
後側主点位置	-0.24	-5.18	-15.36	-61.17	-94.10

ズームレンズ群データ

30

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	71.00	51.73	32.98	0.64
2	12	-13.70	21.79	2.59	-11.43
3	21	-42.20	3.50	-0.07	-1.98
4	24	36.71	15.97	3.26	-7.36
5	32	30.76	62.91	13.78	-25.51

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-150.30
2	3	-217.12
3	4	116.99
4	6	289.24
5	8	194.25
6	10	162.62
7	12	-19.52
8	14	20.66
9	15	-13.27
10	17	25.08
11	19	-36.41

40

50

12	21	-23.52			
13	22	53.74			
14	25	48.30			
15	27	182.24			
16	29	48.17			
17	30	-48.96			
18	32	-168.13			
19	34	56.87			
20	35	-72.01			
21	37	72.69			10
22	39	38.58			
23	41	-91.51			
24	43	0.00			
25	44	0.00			

【 0 0 3 6 】

[数値実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	20
1	-248.450	2.30	1.74950	35.3	81.91	
2	209.479	5.49			80.59	
3	391.268	2.30	1.80518	25.4	80.78	
4	121.284	13.79	1.60300	65.4	80.34	
5	-162.815	7.48			80.37	
6	127.510	7.34	1.43875	94.9	77.06	
7	-55946.739	0.15			76.52	
8	106.101	6.89	1.61800	63.3	72.74	
9	865.964	0.15			71.97	30
10	69.050	5.83	1.72916	54.7	64.32	
11	158.452	(可変)			63.23	
12*	228.519	0.70	1.88300	40.8	28.55	
13	16.094	5.93			23.06	
14	-123.223	6.59	1.80518	25.4	22.82	
15	-15.129	0.70	1.75500	52.3	22.46	
16	30.692	0.68			20.59	
17	23.413	5.61	1.60342	38.0	20.71	
18	-39.635	0.88			20.13	
19	-24.853	0.70	1.83481	42.7	20.08	40
20	-134.691	(可変)			20.05	
21	-28.312	0.70	1.74320	49.3	21.02	
22	46.740	2.80	1.84666	23.8	23.02	
23	-2634.956	(可変)			23.58	
24(絞り)		1.30			17.98	
25	360.024	4.38	1.65844	50.9	28.54	
26	-34.891	0.15			28.95	
27	93.089	2.20	1.48749	70.2	29.52	
28	-3728.151	0.15			29.49	
29	89.504	6.00	1.48749	70.2	29.43	50

30	-32.080	1.80	1.77250	49.6	29.25	
31	-210.910	29.53			29.56	
32	-28.796	3.00	1.80518	25.4	19.46	
33	-54.120	0.70			20.63	
34	-55.093	7.25	1.57099	50.8	20.81	
35	-14.735	3.64	1.88300	40.8	21.84	
36	-26.882	0.30			24.95	
37	63.443	6.89	1.49700	81.5	25.82	
38	-32.564	2.00			25.77	
39	26.516	3.69	1.49700	81.5	23.29	10
40		2.35			22.76	
41	-54.286	2.09	1.80518	25.4	21.71	
42	-132.538	5.00			21.07	
43		21.00	1.70154	41.2	40.00	
44		6.75	1.51680	64.2	40.00	
45		4.71			40.00	

像面

【 0 0 3 7 】

非球面データ

20

第12面

$K = 8.58860e+000 \quad A_4 = 7.05382e-006 \quad A_6 = -1.80303e-008 \quad A_8 = 7.49637e-011 \quad A_{10} = -8.01854e-013 \quad A_{12} = 5.80206e-015$
 $A_3 = -4.50041e-007 \quad A_5 = 1.66019e-008 \quad A_7 = -8.87373e-010 \quad A_9 = 1.99340e-011 \quad A_{11} = -1.17115e-013$

各種データ

ズーム比 20.00

焦点距離	4.47	8.94	18.16	59.63	89.44	30
Fナンバー	1.45	1.45	1.45	1.45	1.46	
画角	33.86	18.54	9.38	2.88	1.92	
像高	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	
レンズ全長	252.25	252.25	252.25	252.25	252.25	
BF(in air)	26.50	26.50	26.50	26.50	26.50	
d11	0.85	22.26	36.83	50.73	53.23	
d20	55.23	30.79	13.88	3.50	5.98	
d23	4.28	7.31	9.65	6.13	1.16	40
入射瞳位置	50.90	101.84	186.78	469.76	621.05	
射出瞳位置	32.60	32.60	32.60	32.60	32.60	
前側主点位置	56.09	113.65	216.75	656.87	997.33	
後側主点位置	0.24	-4.24	-13.45	-54.92	-84.73	

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	71.00	51.73	32.98	0.64
2	12	-13.70	21.79	2.59	-11.43
3	21	-42.20	3.50	-0.07	-1.98

50

4	24	37.31	15.97	3.18	-7.46
5	32	27.95	64.66	15.60	-23.13

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-150.30			10
2	3	-217.12			
3	4	116.99			
4	6	289.24			
5	8	194.25			
6	10	162.62			
7	12	-19.52			
8	14	20.66			
9	15	-13.27			
10	17	25.08			
11	19	-36.41			
12	21	-23.52			
13	22	53.74			
14	25	48.30			
15	27	185.71			20
16	29	49.07			
17	30	-48.96			
18	32	-79.98			
19	34	32.91			
20	35	-42.73			
21	37	44.23			
22	39	53.19			
23	41	-114.51			
24	43	0.00			
25	44	0.00			30

【0 0 3 8】

[数値実施例 3]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	
1	-248.450	2.30	1.74950	35.3	81.91	
2	209.479	5.49			80.59	40
3	391.268	2.30	1.80518	25.4	80.78	
4	121.284	13.79	1.60300	65.4	80.34	
5	-162.815	7.48			80.37	
6	127.510	7.34	1.43875	94.9	77.06	
7	-55946.739	0.15			76.52	
8	106.101	6.89	1.61800	63.3	72.74	
9	865.964	0.15			71.97	
10	69.050	5.83	1.72916	54.7	64.32	
11	158.452	(可変)			63.23	
12*	228.519	0.70	1.88300	40.8	28.55	50

13	16.094	5.93		23.06	
14	-123.223	6.59	1.80518	25.4	22.82
15	-15.129	0.70	1.75500	52.3	22.46
16	30.692	0.68			20.59
17	23.413	5.61	1.60342	38.0	20.71
18	-39.635	0.88			20.13
19	-24.853	0.70	1.83481	42.7	20.08
20	-134.691	(可変)			20.05
21	-28.312	0.70	1.74320	49.3	21.02
22	46.740	2.80	1.84666	23.8	23.02
23	-2634.956	(可変)			23.58
24(絞り)		1.30			18.22
25	360.024	4.38	1.65844	50.9	28.54
26	-34.891	0.15			28.95
27	93.089	2.20	1.48749	70.2	29.52
28	-3728.151	0.15			29.49
29	89.504	6.00	1.51633	64.1	29.43
30	-32.080	1.80	1.88300	40.8	29.25
31	-210.910	25.46			29.56
32	-61.540	2.52	1.72000	50.2	20.46
33	44.099	0.70			21.18
34	75.791	7.05	1.48749	70.2	21.29
35	-21.125	4.04	1.84666	23.8	22.36
36	-29.468	1.03			24.66
37	36.936	6.04	1.48749	70.2	25.72
38	-49.870	1.52			25.46
39	28.447	3.95	1.49700	81.5	22.83
40	145.824	1.69			21.83
41	-78.347	2.00	1.84666	23.8	21.49
42	-125.645	5.00			21.04
43		21.00	1.70154	41.2	40.00
44		6.75	1.51680	64.2	40.00
45		6.59			40.00

像面

【0039】

非球面データ

第12面

K = 8.58860e+000 A 4= 7.05382e-006 A 6=-1.80303e-008 A 8= 7.49637e-011 A10=-8.01854e-013 A12= 5.80206e-015

A 3=-4.50041e-007 A 5= 1.66019e-008 A 7=-8.87373e-010 A 9= 1.99340e-011 A11=-1.17115e-013

各種データ

ズーム比 20.00

焦点距離	4.47	8.94	18.16	59.63	89.44
Fナンバー	1.45	1.45	1.45	1.45	1.46
画角	33.86	18.54	9.38	2.88	1.92
像高	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00

10

20

30

40

50

レンズ全長	249.13	249.13	249.13	249.13	249.13	
BF(in air)	28.38	28.38	28.38	28.38	28.38	
d11	0.85	22.26	36.83	50.73	53.23	
d20	55.23	30.79	13.88	3.50	5.98	
d23	4.73	7.76	10.10	6.58	1.61	
入射瞳位置	50.92	101.90	187.00	472.16	626.44	
射出瞳位置	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50	
前側主点位置	55.96	113.13	214.60	633.61	944.99	10
後側主点位置	2.12	-2.36	-11.57	-53.04	-82.85	

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	71.00	51.73	32.98	0.64
2	12	-13.70	21.79	2.59	-11.43
3	21	-42.20	3.50	-0.07	-1.98
4	24	39.35	15.97	2.73	-7.70
5	32	28.75	63.28	15.66	-23.17

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-150.30
2	3	-217.12
3	4	116.99
4	6	289.24
5	8	194.25
6	10	162.62
7	12	-19.52
8	14	20.66
9	15	-13.27
10	17	25.08
11	19	-36.41
12	21	-23.52
13	22	53.74
14	25	48.30
15	27	185.71
16	29	46.35
17	30	-42.80
18	32	-35.16
19	34	34.60
20	35	-112.32
21	37	44.40
22	39	70.12
23	41	-248.25
24	43	0.00
25	44	0.00

30

40

【0040】

[数値実施例 4]

50

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	
1	-248.450	2.30	1.74950	35.3	81.91	
2	209.479	5.49			80.59	
3	391.268	2.30	1.80518	25.4	80.78	
4	121.284	13.79	1.60300	65.4	80.34	
5	-162.815	7.48			80.37	
6	127.510	7.34	1.43875	94.9	77.06	10
7	-55946.739	0.15			76.52	
8	106.101	6.89	1.61800	63.3	72.74	
9	865.964	0.15			71.97	
10	69.050	5.83	1.72916	54.7	64.32	
11	158.452	(可変)			63.23	
12*	228.519	0.70	1.88300	40.8	28.55	
13	16.094	5.93			23.06	
14	-123.223	6.59	1.80518	25.4	22.82	
15	-15.129	0.70	1.75500	52.3	22.46	
16	30.692	0.68			20.59	20
17	23.413	5.61	1.60342	38.0	20.71	
18	-39.635	0.88			20.13	
19	-24.853	0.70	1.83481	42.7	20.08	
20	-134.691	(可変)			20.05	
21	-28.312	0.70	1.74320	49.3	21.02	
22	46.740	2.80	1.84666	23.8	23.02	
23	-2634.956	(可変)			23.58	
24(絞り)		1.30			20.68	
25	360.024	4.38	1.65844	50.9	28.54	
26	-34.891	0.15			28.95	30
27	93.089	2.20	1.51633	64.1	29.52	
28	-3728.151	0.15			29.49	
29	89.504	6.00	1.51633	64.1	29.43	
30	-32.080	1.80	1.83400	37.2	29.25	
31	-210.910	35.20			29.56	
32	238.279	2.00	1.77250	49.6	22.36	
33	50.037	1.36			22.24	
34	154.277	6.72	1.49700	81.5	22.38	
35	-21.299	4.12	1.90366	31.3	22.80	
36	-42.643	0.97			24.87	40
37	45.808	5.51	1.48749	70.2	25.61	
38	-47.815	0.50			25.57	
39	39.721	4.64	1.57099	50.8	24.50	
40	-43.338	1.99	1.88300	40.8	24.10	
41	-167.436	8.00			23.37	
42		21.00	1.70154	41.2	40.00	
43		6.75	1.51680	64.2	40.00	
44		5.77			40.00	
像面						

【 0 0 4 1 】

非球面データ

第12面

K = 8.58860e+000 A 4= 7.05382e-006 A 6=-1.80303e-008 A 8= 7.49637e-011 A10=-8.01854e-013 A12= 5.80206e-015
A 3=-4.50041e-007 A 5= 1.66019e-008 A 7=-8.87373e-010 A 9= 1.99340e-011 A11=-1.17115e-013

各種データ

ズーム比 20.00

10

焦点距離	5.10	10.20	20.71	68.00	102.00
Fナンバー	1.45	1.45	1.45	1.45	1.66
画角	30.47	16.39	8.24	2.53	1.68
像高	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
レンズ全長	258.00	258.00	258.00	258.00	258.00
BF	5.77	5.77	5.77	5.77	5.77
d11	0.85	22.26	36.83	50.73	53.23
d20	55.23	30.79	13.88	3.50	5.98
d23	4.40	7.43	9.77	6.25	1.28
入射瞳位置	50.91	101.86	186.83	470.38	622.45
射出瞳位置	40.46	40.46	40.46	40.46	40.46
前側主点位置	56.76	115.05	219.90	671.69	1024.37
後側主点位置	0.67	-4.43	-14.93	-62.23	-96.23

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	71.00	51.73	32.98	0.64
2	12	-13.70	21.79	2.59	-11.43
3	21	-42.20	3.50	-0.07	-1.98
4	24	37.31	15.97	3.06	-7.42
5	32	31.87	63.56	15.31	-25.96

30

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-150.30
2	3	-217.12
3	4	116.99
4	6	289.24
5	8	194.25
6	10	162.62
7	12	-19.52
8	14	20.66
9	15	-13.27
10	17	25.08
11	19	-36.41
12	21	-23.52
13	22	53.74

40

50

14	25	48.30		
15	27	175.28		
16	29	46.35		
17	30	-45.29		
18	32	-81.98		
19	34	38.03		
20	35	-51.48		
21	37	48.77		
22	39	36.88		
23	40	-66.34		10
24	42	0.00		
25	43	0.00		

【0042】

【表1】

表1

	数値実施例1	数値実施例2	数値実施例3	数値実施例4
条件式(1)	-5.47	-2.86	-1.22	-2.57
条件式(2)	-2.98	-4.10	-8.64	-2.08
条件式(3)	-2.37	-2.15	-3.54	-1.80
条件式(4)	2.90	2.39	2.31	2.39
条件式(5)	1.19	1.34	1.37	1.17
BF(in air)	26.49	26.50	28.38	30.57
射出瞳位置	65.04	32.60	41.50	40.46
条件式(6)	0.596	0.791	0.647	0.943

【0043】

数値実施例1はいずれの条件式も満足しており、必要となる長さのバックフォーカスを確保し、射出瞳の位置は65.04mmと十分に遠くに位置するようにしている。数値実施例2はいずれの条件式も満足しており、必要となる長さのバックフォーカスを確保し、射出瞳の位置は32.60mmと十分に遠くに位置するようにしている。数値実施例3はいずれの条件式も満足しており、必要となる長さのバックフォーカスを確保し、射出瞳の位置は41.50mmと十分に遠くに位置するようにしている。数値実施例4はいずれの条件式も満足しており、必要となる長さのバックフォーカスを確保し、射出瞳の位置は40.46mmと十分に遠くに位置するようにしている。

【0044】

図9は各実施例のズームレンズを撮影光学系として用いた撮像装置（テレビカメラシステム）の要部概略図である。図9において101は実施例1～4のいずれか1つのズームレンズである。124はカメラである。ズームレンズ101はカメラ124に対して着脱可能になっている。125はカメラ124にズームレンズ101を装着することにより構成される撮像装置である。ズームレンズ101は第1レンズ群F、変倍部（変倍レンズ群）LZ、結像用の第4レンズ群Rを有している。レンズ群Fは合焦用レンズ群が含まれている。変倍部LZは変倍の為に光軸上を移動する第2レンズ群Vと、変倍に伴う像面変動を補正する為に光軸上を移動する第3レンズ群Cが含まれている。第1レンズ群Fと変倍部LZは前群を構成している。第4レンズ群Rは後群を構成している。

【0045】

SPは開口絞りである。第4レンズ群Rは前群（前方レンズ群）4Fと後群（後方レンズ群）4Bとの間の光路中より挿抜可能なレンズユニットIEを有している。レンズユニットIEはズームレンズ101の全系の焦点距離範囲を変移している。114、115は

10

20

30

40

50

、各々レンズ群 F、変倍部 L Z を光軸方向に駆動するヘリコイドやカム等の駆動機構である。116～118は駆動機構114、115及び開口絞り S P を電動駆動するモータ（駆動手段）である。119～121は、第1レンズ群 F、変倍部 L Z の光軸上の位置や、開口絞り S P の絞り径を検出する為のエンコーダやポテンショメータ、あるいはフォトセンサ等の検出器である。カメラ124において、109はカメラ124内の光学フィルターや色分解プリズムに相当するガラスプロック、110はズームレンズ101によって形成された被写体像を受光する C C D センサー や C M O S センサー 等の固体撮像素子（光電変換素子）である。また、111、122はカメラ124及びズームレンズ本体101の各種の駆動を制御する C P U である。このように本発明のズームレンズをテレビカメラに適用することにより、高い光学性能を有する撮像装置を実現している。

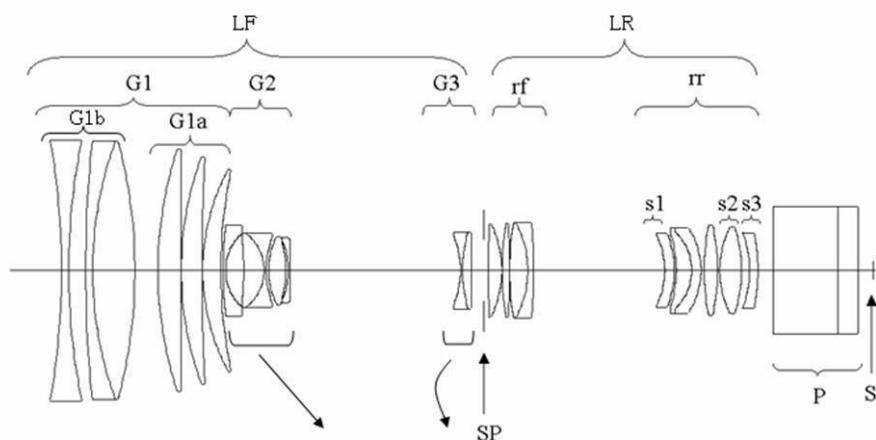
10

【符号の説明】

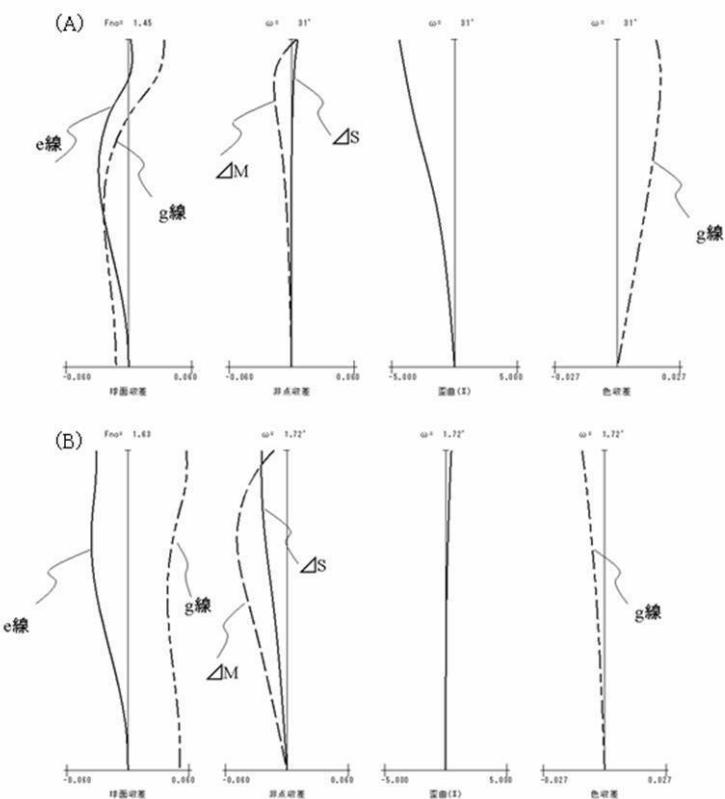
【0046】

L F	前群	L R	後群	r f	正の屈折力を有する前方レンズ群
r r				s 1	負の屈折力を有するレンズ
s 2				s 3	負の屈折力を有するレンズ
S P					開口絞り

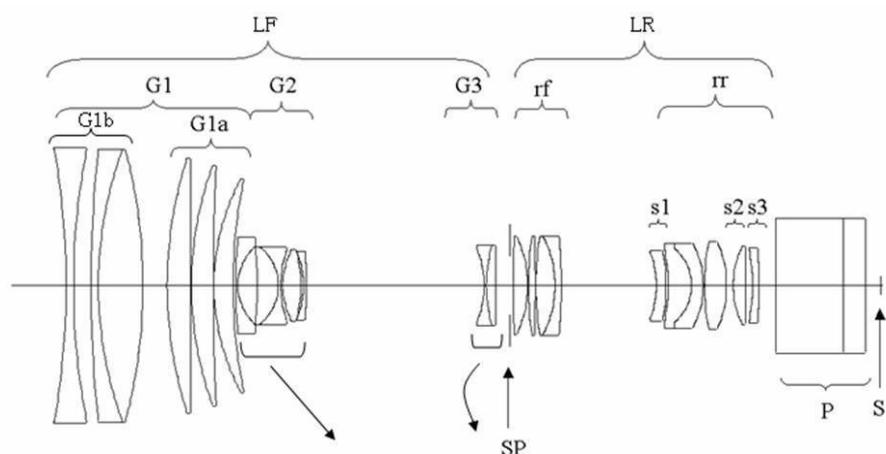
【図1】



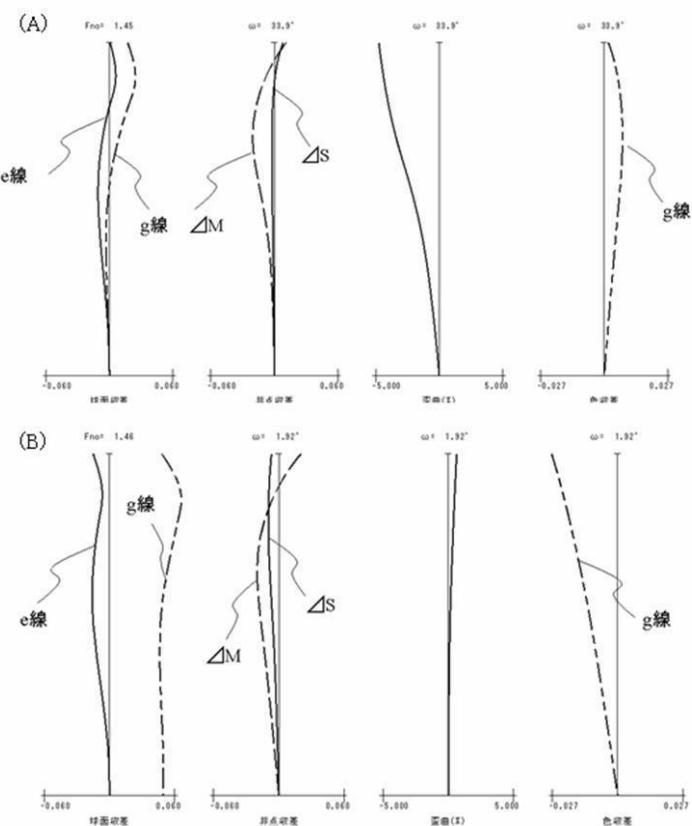
【図2】



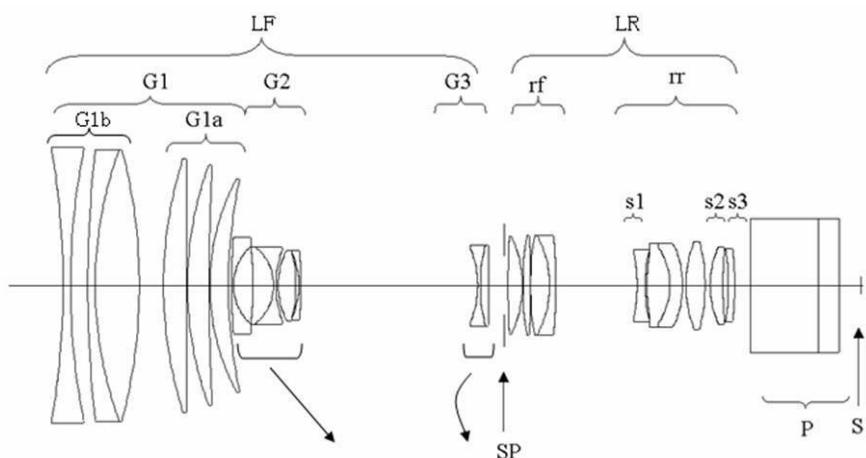
【図3】



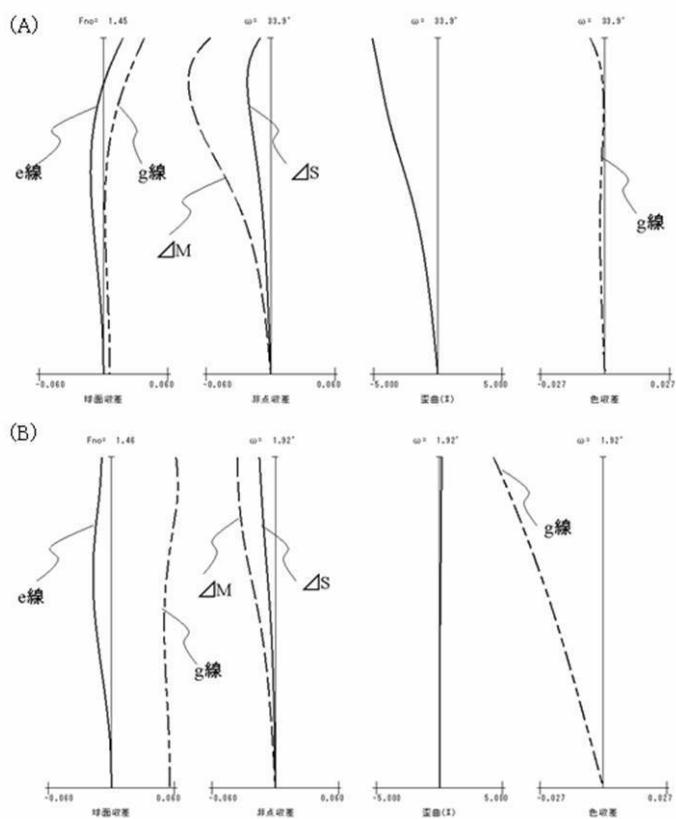
【図4】



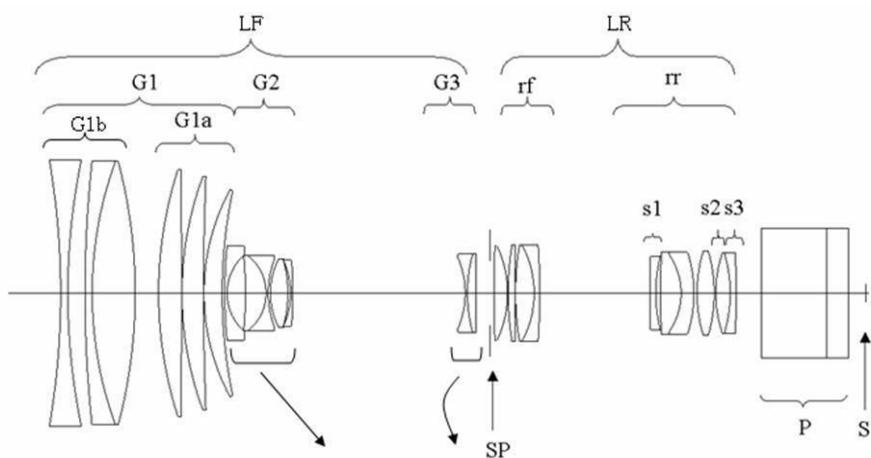
【図5】



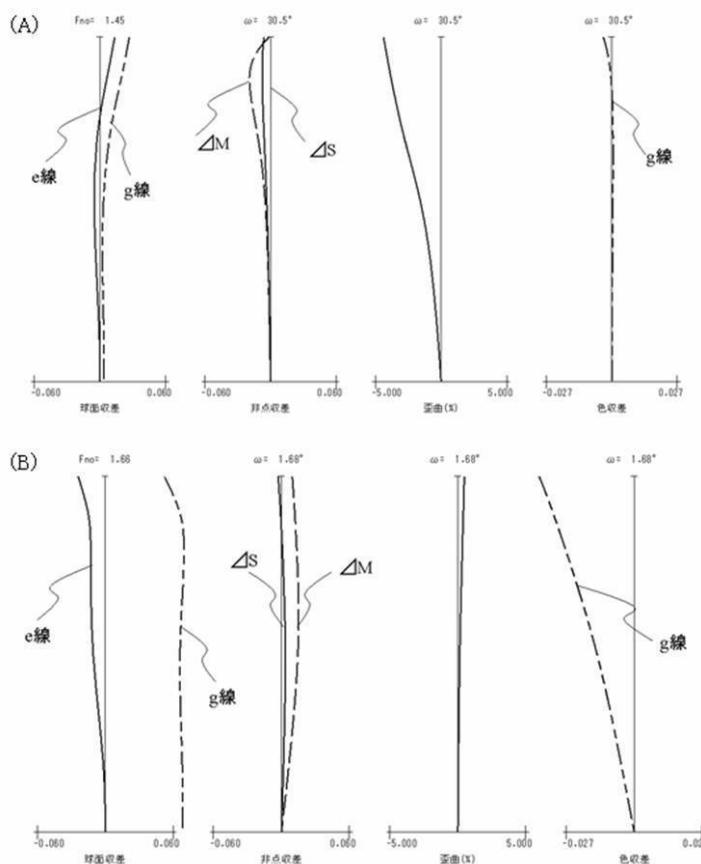
【図6】



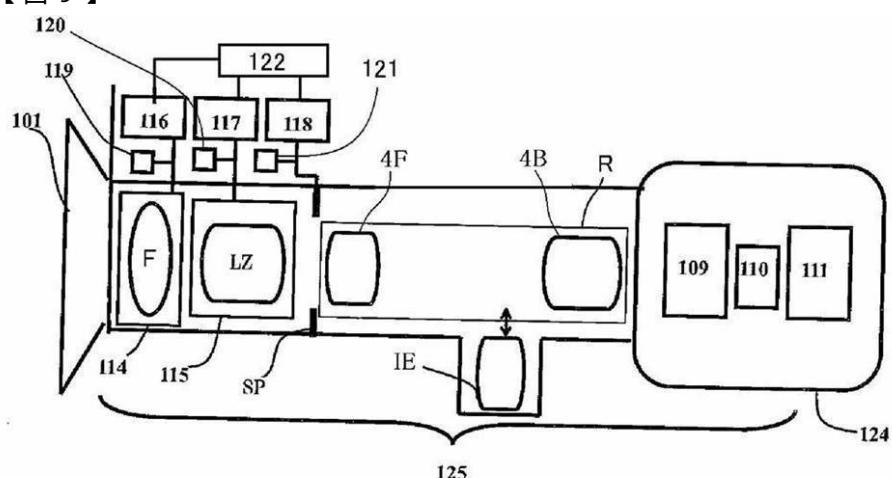
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-140969(JP,A)
特開平07-027978(JP,A)
特開平03-161729(JP,A)
特開2009-282202(JP,A)
特開2009-122418(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 15/00 - 15/28