

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4921044号
(P4921044)

(45) 発行日 平成24年4月18日(2012.4.18)

(24) 登録日 平成24年2月10日(2012.2.10)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/20 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)G02B 15/20
G02B 13/18

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2006-159656 (P2006-159656)
 (22) 出願日 平成18年6月8日 (2006.6.8)
 (65) 公開番号 特開2007-328162 (P2007-328162A)
 (43) 公開日 平成19年12月20日 (2007.12.20)
 審査請求日 平成21年6月3日 (2009.6.3)

(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 滝 慶行
 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 原田 英信

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】

物体側より像側へ順に、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、負の屈折力の第5レンズ群より構成され、ズーミングに際して、各レンズ群が独立に移動し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカスに際し、前記第5レンズ群が像側へ移動するズームレンズであって、

iを物体側から像側へ順に数えたときのレンズ群の順番とし、

第i番目のレンズ群の焦点距離をf_i、

広角端における前記ズームレンズの焦点距離をf_w、

広角端におけるバックフォーカスをs_kwとするとき、

$$\begin{array}{c} 7 . 2 3 \\ \hline 0 . 5 9 \end{array} | f_5 | / f_w < 1 0 . 0 \\ | f_1 | / s_kw < 1 . 0$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

$$0 . 3 < f_1 / f_3 < 0 . 5$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項 3】

$$2 . 5 < | f_3 | / f_w < 5 . 0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1又は2のズームレンズ。

【請求項 4】

10

20

無限遠物体から近距離物体へのフォーカスに際し、前記第4レンズ群は物体側へ移動することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項5】

固体撮像素子に像を形成することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項6】

請求項1乃至5のいずれか1項のズームレンズと、該ズームレンズによって形成され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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明はビデオカメラ、銀塩写真用カメラ、放送用カメラ、そして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】

近年、固体撮像素子を用いた一眼レフカメラ用のズームレンズにおいては、広画角で高い光学性能を有し、しかも光学系全体が小型であることが要望されている。

【0003】

このような要望を満足する一眼レフカメラ用のズームレンズとして、物体側から像側へ順に負・正・負・正・負の屈折力の5つのレンズ群を配置した5群ズームレンズが知られている（特許文献1，2）。

20

【0004】

このズームタイプは負の屈折力のレンズ群が先行する（最も物体側に位置する）、所謂ネガティブリードであることから広角端の撮影画角を高画角にするズームレンズに有利である。

【0005】

また望遠端では第1レンズ群と第2レンズ群が全体として正の屈折力のレンズ群、第3レンズ群と第4レンズ群と第5レンズ群が全体として負の屈折力のレンズ群を構成している。

【0006】

30

これによって光学系全体として所謂テレフォトタイプとして、望遠端においても明るいFナンバーが得られるようにしている。

【特許文献1】特開平06-102455号公報

【特許文献2】特開昭62-262013号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

最も物体側に負の屈折力のレンズ群を配置したネガティブリード型のズームレンズは、広画角化には大変好適である。

【0008】

40

しかし、広角端の画角が100°を超えるような超広画角で、しかもレンズ系全体が小型のズームレンズを構成しようとすると、光学性能や高いズーム比を確保するのが困難になる。

【0009】

一般にズームレンズにおいて、それを構成する各レンズ群の屈折力を強めれば、所定のズーム比を得るために各レンズ群の移動量は短縮され、レンズ全長の短縮化を図りつつ広角化が可能になる。

【0010】

しかしながら単にレンズ群の屈折力を強めると、ズーミングに伴う収差変動が大きくなり、特に広画角化を図る際には、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得ることが困難に

50

なる。

【0011】

一方、広画角のズームレンズになると、屈折力配置が非対称となるため、近距離物体へのフォーカシングすると収差変動が大きくなり、光学性能を良好に維持するのが困難になる。

【0012】

例えば、負の屈折力の第1レンズ群を物体側に移動させて無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行うズームレンズでは、広画角化に比例して収差変動が大きくなり、又、前玉有効径が増大し、光学系全体が大型化してくる。

【0013】

特にフォーカス用のレンズ群が大型化、高重量化すると、近年多くのカメラに用いられている、オートフォーカスにおいて、迅速なるフォーカスを行うことができなくなってくる。

10

【0014】

このため、従来よりフォーカス方式として、第1レンズ群以外の小型、軽量のレンズ群をフォーカスレンズ群とするリヤフォーカス式が多くのズームレンズに用いられている。しかしながらこの方式はフォーカシングによる収差の変動が大きくなる傾向がある。

【0015】

本発明は、迅速なるフォーカスができ、広画角・高ズーム比で、しかも全ズーム領域にわたり高い光学性能を達成したズームレンズの提供を目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、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、負の屈折力の第5レンズ群より構成され、ズーミングに際して、各レンズ群が独立に移動し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカスに際し、前記第5レンズ群が像側へ移動するズームレンズであって、

i を物体側から像側へ順に数えたときのレンズ群の順番とし、

第 i 番目のレンズ群の焦点距離を f_i 、

広角端における前記ズームレンズの焦点距離を f_w 、

30

広角端におけるバックフォーカスを s_{kw} とするとき、

$$\frac{7.23}{0.59} \mid f_5 \mid / f_w < 10.0$$

$$\frac{0.59}{0.59} \mid f_1 \mid / s_{kw} < 1.0$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、迅速なるフォーカスができ、広画角・高ズーム比で、しかも全ズーム領域にわたり高い光学性能を達成したズームレンズが得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

40

【実施例】

【0019】

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。

【0020】

図1は本発明の実施例1のズームレンズの広角端（短焦点距離端）におけるレンズ断面図である。図2（A）、（B）は本発明の実施例1の広角端と望遠端（長焦点距離端）における物体距離無限遠のときの縦収差図である。図3（A）、（B）は本発明の実施例1の広角端と望遠端における物体距離至近のときの縦収差図である。

【0021】

ここで物体距離至近とは、後述する数値実施例の単位を「mm」で表したとき像面から

50

の距離 0 . 5 m をいう。

【 0 0 2 2 】

図 4 は本発明の実施例 2 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 5 (A)、(B) は本発明の実施例 2 の広角端と望遠端における物体距離無限のときの縦収差図である。図 6 (A)、(B) は本発明の実施例 2 の広角端と望遠端における物体距離至近のときの縦収差図である。

【 0 0 2 3 】

図 7 は本発明の実施例 3 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 8 (A)、(B) は本発明の実施例 3 の広角端と望遠端における物体距離無限のときの縦収差図である。図 9 (A)、(B) は本発明の実施例 3 の広角端と望遠端における物体距離至近のときの縦収差図である。

10

【 0 0 2 4 】

図 10 は、本発明のズームレンズを備える一眼レフカメラ（撮像装置）の要部概略図である。

【 0 0 2 5 】

各実施例のズームレンズは撮像装置に用いられる撮影レンズ系であり、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。

【 0 0 2 6 】

尚、各実施例のズームレンズをプロジェクター等の投射レンズとして用いるときは、左方がスクリーン、右方が被投射画像となる。

20

【 0 0 2 7 】

レンズ断面図において L 1 は負の屈折力（光学的パワー = 焦点距離の逆数）の第 1 レンズ群、L 2 は正の屈折力の第 2 レンズ群、L 3 は負の屈折力の第 3 レンズ群、L 4 は正の屈折力の第 4 レンズ群、L 5 は負の屈折力の第 5 レンズ群である。

【 0 0 2 8 】

S P は開口絞りであり、第 3 レンズ群 L 3 の物体側に位置している。

【 0 0 2 9 】

I P は像面である。ビデオカメラやデジタルカメラの撮影光学系として使用する際には C C D センサや C M O S センサ等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面に相当する。銀塩フィルム用カメラの撮像光学系として使用する際にはフィルム面に相当する。

30

【 0 0 3 0 】

収差図において、d、g、C、F は各々 d 線、g 線、C 線、F 線を表している。又 M 、S はメリディオナル像面、サジタル像面を表している。F n o は F ナンバーである。Y は像高である。

【 0 0 3 1 】

尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用レンズ群（第 2 レンズ群 L 2 と第 3 レンズ群 L 3 ）が機構上光軸上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。

【 0 0 3 2 】

各実施例では、広角端から望遠端へのズーミングに際して矢印のように各レンズ群が互いに独立に移動している。

40

【 0 0 3 3 】

具体的には第 1 レンズ群 L 1 が像側に凸状の軌跡の一部に沿って移動し、第 2 、第 3 、第 4 、第 5 レンズ群 L 2 、L 3 、L 4 、L 5 が互いに独立に物体側へ移動している。これによって高ズーム比を容易にしている。

【 0 0 3 4 】

図 1 、図 4 の実施例 1 、2 では第 5 レンズ群 L 5 を光軸上に移動させてフォーカシングを行うリアフォーカス式を採用している。図 1 、図 4 において第 5 レンズ群 L 5 に関する実線の曲線 5 a と点線の曲線 5 b は、各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの変倍に伴う像面変動を補正するための移動軌跡である。

50

【0035】

望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合には、矢印5Cに示すように第5レンズ群L5を像側へ繰り込むことで行っている。

【0036】

図7の実施例3では、第4レンズ群L4と第5レンズ群L5を光軸上独立に異なった値だけ移動させてフォーカシングを行うフローティングリアフォーカス式を採用している。

【0037】

フォーカスに際して、第4、第5レンズ群L4、L5は互いに逆方向に移動している。

【0038】

第4レンズ群L4に関する実線の曲線4aと点線の曲線4bは各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端へのズーミングに従う際の像面変動を補正するための、第4レンズ群L4の移動軌跡を示している。 10

【0039】

又、第5レンズ群L5に関する実線の曲線5aと点線5bは各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端へのズーミングに伴う際の像面変動を補正するための移動軌跡を示している。

【0040】

望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合には矢印4c、5cに示すように第4レンズ群L4を物体側へ、第5レンズ群L5を像側へ移動することによって行っている。以上のように小型のレンズ群を移動させてフォーカスを行うことによって迅速なるフォーカスを容易にしている。 20

【0041】

各実施例において開口絞りSPはズーミングに際して第3レンズ群L3と一体的に移動している。尚、開口絞りSPをズーミングに際して第3レンズ群L3と独立に移動させても良い。

【0042】

各実施例のズームレンズにおいて、ズーミングとフォーカシングを行うときの複数のレンズ群からなるズーム部の基本構成を説明する。

【0043】

各実施例のズームレンズは、第1レンズ群L1を繰り出してフォーカスを行うフロントフォーカス方式に比べて、前述のようなリヤフォーカス方式を採用することで第1レンズ群L1の有効径の増大を抑制している。 30

【0044】

又、第1レンズ群L1を負の屈折力とし、広画角化を図る際の第1レンズ群L1のレンズ外径の増大を防止しつつ、軸外光束を充分に確保している。広角側のズーム領域では望遠端のズーム領域に比べて第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間隔が広くなり、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔が狭くなり、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の間隔が広くなるようにしている。

【0045】

これによってレンズ系全体がレトロフォーカスタイルとなるようにして、必要な長さのバックフォーカスを得て、広画角用のレンズ系として有利なレンズ構成をしている。

【0046】

望遠側のズーム領域においては、広角端のズーム領域に比べて負の屈折力の第1レンズ群L1と正の屈折力の第2レンズ群L2の間隔が狭くなり、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔が広くなり、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の間隔が狭くなるようにしている。

【0047】

これによってレンズ系全体が広角側のズーム領域に比べて、よりテレフォトタイプとなるようにして、望遠レンズとして有利なレンズ構成をしている。 50

【 0 0 4 8 】

また、無限遠物体から至近物体へのフォーカシングは第5レンズ群L5を像側に移動させて行っている（実施例3では更に第4レンズ群L4を前述の如く移動させている）。これにより、同一物体距離に対するフォーカスレンズ群の移動量が広角側で小さく、望遠側で大きくなるようにしている。

【 0 0 4 9 】

このようなフォーカス方式をとることにより、第5レンズ群L5が最も像面に近づく広角端においてフォーカシングのためのスペースが小さくて済み、レンズ全長の短縮化を図っている。

【 0 0 5 0 】

また、広角端から望遠端へのズーミングに際して第5レンズ群L5が物体側へ移動するときに生じる第5レンズ群L5との間のスペースを用いて第5レンズ群L5でフォーカシングを行うようにしている。

10

【 0 0 5 1 】

これによってフォーカシングのスペースを望遠側で予め広く確保する必要が無く、これによりレンズ全長の短縮化を容易にしている。

【 0 0 5 2 】

また、広角端から望遠端へのズーミングに際し、第5レンズ群L5を物体側へ移動させることで、望遠端でのフォーカス敏感度（デフォーカス量 / レンズの単位移動量）を大きくしている。

20

【 0 0 5 3 】

ここで敏感度は第5レンズ群L5の後側主点から像面までの距離を s_k' 、第5レンズ群L5の焦点距離を f_5 とすると、

$$1 - (1 + s_k' / |f_5|)^2$$

で表すことができる。距離 s_k' は正の値であり、距離 s_k' が大きいほど敏感度は高くなることが分かる。

【 0 0 5 4 】

各実施例では広角端から望遠端までのズーミングに際し、距離 s_k' を大きくして広角端に比べて望遠端における敏感度を増大させている。これにより、望遠端におけるフォーカスレンズ群L5（実施例3では第4、第5レンズ群L4、L5）の移動量を比較的小さな量にすることで迅速なフォーカシングを容易にしている。

30

【 0 0 5 5 】

第1レンズ群L1に比べ、軽量で外形の小さい第5レンズ群L5又は第4、第5レンズ群L4、L5でフォーカシングを行うことにより、例えばオートフォーカス機構を有したカメラに適用した場合、迅速で消費電力の小さいオートフォーカスの実現を容易にしている。

【 0 0 5 6 】

また、第1レンズ群L1がズーミングやフォーカスの際に回転しないレンズ鏡筒構造で構成することができるため、例えば偏光フィルター等を用いたときの仕様に際し、良好な操作性が得られる。

40

【 0 0 5 7 】

各実施例では、以下、物体側より像側へ順に、第1レンズ群L1は物体側が凸面でメニスカス形状の負レンズと、両凹形状の負レンズと、物体側が凸面の正レンズより成っている。

【 0 0 5 8 】

第2レンズ群L2は物体側が凸面でメニスカス形状の負レンズと、両凸形状の正レンズと、物体側が凸面の正レンズより成っている。

【 0 0 5 9 】

第3レンズ群L3は両凹形状の2つの負レンズと両凸形状の正レンズより成っている。

【 0 0 6 0 】

50

第4レンズ群L4は両凸形状の正レンズと負レンズとの接合レンズ、物体側が凸面のメニスカス形状の負レンズと両凸形状の正レンズとの接合レンズより成っている。

【0061】

第5レンズ群L5は像側が凹面の負レンズと正レンズより成っている。

【0062】

これによって第5レンズ群L5でフォーカスするときの収差変動が少なくなるようにしている。

【0063】

以上のように各レンズ群を構成することによって全ズーム領域にわたり高い光学性能を得ている。

10

【0064】

各実施例では、 i を物体側から像側へ順に数えたときのレンズ群の順番とし、第*i*番目のレンズ群の焦点距離を f_i 、

広角端における該ズームレンズの焦点距離を f_w 、

広角端におけるバックフォーカスを s_kw とするとき、

$$\frac{7.23}{0.59} < f_5 / f_w < 10.0 \quad (1)$$

$$\frac{2.5}{0.3} < f_1 / s_kw < 1.0 \quad (2)$$

$$2.5 < f_3 / f_w < 5.0 \quad (3)$$

$$0.3 < f_1 / f_3 < 0.5 \quad (4)$$

なる条件のうち1以上を満足している。

20

【0065】

次に各条件式の技術的意味について説明する。

【0066】

条件式(1)は、フォーカスを行う第5レンズ群L5の焦点距離の適切なる範囲を表したものであり、ズームレンズの超広画角化を図りつつ、フォーカスの際の諸収差の変動を少なくするためのものである。

【0067】

条件式(1)の上限を超えるとフォーカスの際の第5レンズ群L5の移動量が大きくなり、諸収差のフォーカスの際の変動が大きくなる。又、レンズ系全体の小型化が難しくなる。下限を超えて第5レンズ群L5の屈折力が強くなると、全系のレトロフォーカス化が難しくなり、各レンズ群の屈折力が強くなることで光学性能が悪化してくる。

30

【0068】

条件式(2)は、第1レンズ群L1の焦点距離の範囲を表したものであり、第1レンズ群L1の適切な屈折力を示している。条件式(2)の上限を超えて第1レンズ群L1の負の屈折力が弱くなると、超広画角化が難しくなる。

【0069】

また条件式(2)の下限を超えて第1レンズ群L1の屈折力が強くなると、ズーミングの際の収差変動が大きく、光学性能を良好に保つのが困難になる。

【0070】

条件式(3)は第3レンズ群L3の焦点距離の適切なる範囲を表したもので、超広画角化を適切に図るためのものである。

40

【0071】

条件式(3)の上限を超えて第3レンズ群L3の屈折力が小さくなると、レンズ全長が長くなり、レンズ系全体のコンパクト化が難しくなる。又、下限を超えて、第3レンズ群L3の正の屈折力が大きくなると、必要な長さのバックフォーカスの確保が困難になる。

【0072】

条件式(4)は第1レンズ群L1の焦点距離 f_1 と第3レンズ群L3の焦点距離 f_3 の比を表したもので、超広画角化を適切に図るためのものである。

【0073】

条件式(4)の上限を超えて第1レンズ群L1と第3レンズ群L3の焦点距離の比が小

50

さくなると、全系のレトロフォーカス化が困難になり、超広画角化によって必要な長さのバックフォーカスの確保が困難になる。

【0074】

条件式(4)の下限を超えて第1レンズ群L1と第3レンズ群L3の比が大きくなると、広画角化には有利となるが、レンズ系全体が大型化してくるので良くない。

【0075】

尚、各実施例において、更に好ましくは条件式(1)～(4)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0076】

| | | |
|-------------------------------------------|-----------------------|---------|
| <u>7 . 2 3</u> | f 5 / f w < 9 . 5 | (1 a) |
| <u>0 . 5 9</u> | f 1 / s k w < 0 . 9 | (2 a) |
| <u>2 . 7 5 <</u> f 3 / f w < 4 . 5 | | (3 a) |
| <u>0 . 3 2 <</u> f 1 / f 3 < 0 . 4 9 | | (4 a) |

10

本実施例によれば以上のように、各レンズ群を構成することにより5群構成でリヤフォーカス方式を採用した撮影画角100度を超える超広画角で、良好な光学性能を保ちつつ、軽量、コンパクトなズームレンズを実現している。

【0077】

以上のように各実施例では、全体として5つのレンズ群で構成し、各レンズ群を前述の如く構成するとともに、第5レンズ群L5又は第4、第5レンズ群L4、L5でフォーカスを行うリヤフォーカス式を採用している。これによって全てのズーム領域、そして全ての物体距離において良好な光学性能を維持した超広画角のズームレンズを得ている。

20

【0078】

次に本発明のズームレンズを用いた一眼レフカメラシステムの実施形態を、図10を用いて説明する。

【0079】

図10において、10は一眼レフカメラ本体、11は本発明によるズームレンズを搭載した交換レンズ、12は交換レンズ11を通して形成される被写体像を記録する(受光する)フィルムや撮像素子等の記録手段である。

【0080】

13は交換レンズ11からの被写体像を観察するファインダー光学系、14は交換レンズ11からの被写体像を記録手段12とファインダー光学系13に切り替えて伝送するための回動するクイックリターンミラーである。

30

【0081】

ファインダーで被写体像を観察する場合は、クイックリターンミラー14を介してピント板15に結像した被写体像をペンタプリズム16で正立像とした後、接眼光学系17で拡大して観察する。

【0082】

撮影時にはクイックリターンミラー14が矢印方向に回動して被写体像は記録手段12に結像して記録される。18はサブミラー、19は焦点検出装置である。

【0083】

40

このように本発明のズームレンズを一眼レフカメラ交換レンズ等の光学機器に適用することにより、高い光学性能を有した光学機器が実現できる。

【0084】

尚、本発明はクイックリターンミラーのないSLR(Single Lens Reflex)カメラにも同様に適用することができる。

【0085】

以下に、実施例1～3に各々対応する数値実施例1～3を示す。各数値実施例において、iは物体側からの面の順番を示し、riは各面の曲率半径、diは第i面と第i+1面との間の部材肉厚又は空気間隔、ni, riはそれぞれd線に対する屈折率、アッベ数を示す。非球面形状は光軸からの高さHの位置での光軸方向の変位を面頂点に基準にしてX

50

とするとき、

【0086】

【数1】

$$X = \frac{(1/R)h^2}{1 + \sqrt{1 - (h/R)^2}} + Bh^4 + Ch^6 + Dh^8 + Eh^{10}$$

【0087】

10

で表される。但し R は近軸曲率半径、 A , B , C . D , E は非球面係数である。

【0088】

又、「E-X」は「 $\times 10^{-X}$ 」を意味している。f は焦点距離、Fno は F ナンバー、 γ は半画角を示す。又、前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表1に示す。

【0089】

【数2】

数值実施例1

f = 16.84 ~ 34.00 F n o. = 2.9

| | r | d | nd | νd | |
|-----|-----------|-------|----------|-------|----|
| *1 | 106.694 | 2.00 | 1.772499 | 49.6 | |
| 2 | 20.693 | 12.62 | | | |
| 3 | -174.040 | 1.70 | 1.772499 | 49.6 | |
| 4 | 43.921 | 0.17 | 1.5164 | 52.16 | |
| *5 | 33.419 | 2.43 | | | 10 |
| 6 | 48.298 | 4.80 | 1.805181 | 25.42 | |
| 7 | 479.475 | (可変) | | | |
| 8 | 76.605 | 1.40 | 1.761821 | 26.52 | |
| 9 | 26.060 | 4.88 | 1.518229 | 58.9 | |
| 10 | -64.307 | 0.15 | | | |
| 11 | 48.877 | 2.83 | 1.834807 | 42.72 | |
| 12 | -661.600 | (可変) | | | |
| 13 | 0.000 | 2.09 | | | |
| 14 | -47.467 | 1.30 | 1.882997 | 40.76 | |
| 15 | 80.037 | 1.19 | | | |
| 16 | -288.174 | 1.30 | 1.517417 | 52.43 | |
| 17 | 25.593 | 6.43 | 1.784696 | 26.29 | |
| 18 | -154.686 | (可変) | | | 20 |
| 19 | 68.524 | 7.04 | 1.496999 | 81.54 | |
| 20 | -22.632 | 1.60 | 1.834 | 37.16 | |
| 21 | -43.002 | 0.15 | | | |
| 22 | 98.351 | 1.40 | 1.834 | 37.16 | |
| 23 | 24.096 | 7.01 | 1.496999 | 81.54 | |
| 24 | -50.710 | 0.15 | | | |
| 25 | 65.380 | 3.84 | 1.496999 | 81.54 | |
| 26 | -89.253 | (可変) | | | |
| 27 | -2384.451 | 1.50 | 1.804 | 46.57 | |
| 28 | 43.245 | 2.07 | | | |
| *29 | 164.690 | 3.14 | 1.583126 | 59.4 | |
| 30 | -75.054 | | | | 30 |

| 面間隔 | 焦点距離 : f | | |
|-----|----------|-------|-------|
| | 16.84 | 25.92 | 34.00 |
| 7 | 28.67 | 9.49 | 1.16 |
| 12 | 2.52 | 8.61 | 12.56 |
| 18 | 10.52 | 4.43 | 0.48 |
| 26 | 0.80 | 6.08 | 11.12 |

非球面係数

| | B | C | D | E | F | |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----|
| 1 | 8.68498E-06 | -1.00824E-08 | 8.84206E-12 | -4.96589E-15 | 0.00000E+00 | |
| 5 | -3.80816E-06 | -2.09827E-08 | -1.05723E-11 | -9.58138E-15 | 0.00000E+00 | |
| 29 | -4.00166E-06 | 4.34766E-09 | -3.56613E-11 | 1.93677E-13 | -2.16365E-16 | 40 |

【0090】

【数3】

数值実施例2

f = 20.00 ~ 39.99 F n o. = 2.9

| | r | d | nd | νd | |
|--------------|----------|-------|----------|---------|----|
| *1 | 95.415 | 2.00 | 1.772499 | 49.6 | |
| 2 | 22.882 | 9.53 | | | |
| 3 | -366.571 | 1.70 | 1.772499 | 49.6 | |
| 4 | 36.617 | 0.17 | 1.5164 | 52.16 | |
| *5 | 30.127 | 4.22 | | | 10 |
| 6 | 48.006 | 4.58 | 1.805181 | 25.42 | |
| 7 | 362.914 | (可変) | | | |
| 8 | 133.005 | 1.40 | 1.761821 | 26.52 | |
| 9 | 26.102 | 6.64 | 1.622296 | 53.2 | |
| 10 | -69.570 | 0.15 | | | |
| 11 | 46.227 | 4.56 | 1.834807 | 42.72 | |
| 12 | 1048.483 | (可変) | | | |
| 13 | 0.000 | 2.21 | | | |
| 14 | -58.884 | 1.30 | 1.882997 | 40.76 | |
| 15 | 101.708 | 1.35 | | | |
| 16 | -169.228 | 1.30 | 1.60342 | 38.03 | |
| 17 | 26.007 | 6.65 | 1.84666 | 23.93 | 20 |
| 18 | -243.108 | (可変) | | | |
| 19 | 76.166 | 6.33 | 1.496999 | 81.54 | |
| 20 | -25.581 | 1.60 | 1.834 | 37.16 | |
| 21 | -50.814 | 0.15 | | | |
| 22 | 80.930 | 1.40 | 1.834 | 37.16 | |
| 23 | 22.920 | 7.38 | 1.496999 | 81.54 | |
| 24 | -50.418 | 0.15 | | | |
| 25 | 66.818 | 3.50 | 1.496999 | 81.54 | |
| 26 | -147.763 | (可変) | | | |
| 27 | -591.078 | 1.50 | 1.788001 | 47.37 | |
| 28 | 47.605 | 2.14 | | | |
| *29 | 320.657 | 3.05 | 1.583126 | 59.4 | 30 |
| 30 | -68.607 | | | | |
| 面間隔 焦点距離 : f | | | | | |
| | 20.00 | 30.65 | 39.99 | | |
| 7 | 30.09 | 10.36 | 2.08 | | |
| 12 | 1.65 | 8.01 | 12.20 | | |
| 18 | 10.75 | 4.39 | 0.20 | | |
| 26 | 0.99 | 5.30 | 8.77 | | |

非球面係数

| | B | C | D | E | F | |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----|
| 1 | 6.28657E-06 | -8.51120E-09 | 7.92502E-12 | -5.15181E-15 | 0.00000E+00 | |
| 5 | -5.20216E-06 | -1.93018E-08 | -7.03694E-12 | -4.23206E-15 | 0.00000E+00 | 40 |
| 29 | -3.37601E-06 | 5.09228E-09 | -3.83830E-11 | 2.74089E-13 | -4.36920E-16 | |

【0091】

【数4】

数值実施例3

f = 16.54 ~ 34.23 F n o. = 2.91

| | r | d | nd | νd | |
|-----|-----------|-------|----------|-------|----|
| *1 | 81.612 | 2.00 | 1.772499 | 49.6 | |
| 2 | 19.032 | 11.72 | 1 | 1 | |
| 3 | -140.076 | 1.20 | 1.834807 | 42.72 | |
| 4 | 40.057 | 0.17 | 1.5164 | 52.16 | |
| *5 | 44.888 | 3.42 | 1 | 1 | |
| 6 | 40.307 | 3.18 | 1.84666 | 23.93 | 10 |
| 7 | 104.837 | (可変) | 1 | 1 | |
| 8 | 51.750 | 1.30 | 1.805181 | 25.42 | |
| 9 | 26.274 | 5.93 | 1.517417 | 52.43 | |
| 10 | -61.510 | 0.20 | 1 | 1 | |
| 11 | 43.620 | 3.43 | 1.729157 | 54.68 | |
| 12 | -604.514 | (可変) | 1 | 1 | |
| 13 | 0.000 | 1.20 | 1 | 1 | |
| 14 | -387.047 | 1.45 | 1.882997 | 40.76 | |
| 15 | 99.992 | 2.62 | 1 | 1 | |
| 16 | -36.514 | 1.05 | 1.719995 | 50.22 | |
| 17 | 32.038 | 5.41 | 1.84666 | 23.93 | 20 |
| 18 | -167.785 | (可変) | 1 | 1 | |
| 19 | 38.064 | 6.84 | 1.496999 | 81.54 | |
| 20 | -27.474 | 1.20 | 1.84666 | 23.93 | |
| 21 | -41.116 | 0.20 | 1 | 1 | |
| 22 | 65.344 | 1.20 | 1.834 | 37.16 | |
| 23 | 23.374 | 7.29 | 1.496999 | 81.54 | |
| 24 | -66.264 | 0.15 | 1 | 1 | |
| 25 | -2959.583 | 2.27 | 1.693501 | 53.21 | |
| *26 | -132.548 | (可変) | 1 | 1 | |
| 27 | -327.173 | 1.70 | 1.850259 | 32.29 | |
| 28 | 77.055 | 1.14 | 1 | 1 | |
| 29 | 102.845 | 2.39 | 1.654115 | 39.7 | 30 |
| 30 | -1610.161 | | 1 | 1 | |

| 面間隔 | 焦点距離 : f | | |
|-----|----------|-------|-------|
| | 16.54 | 24.26 | 34.23 |
| 7 | 26.94 | 13.79 | 6.28 |
| 12 | 0.80 | 6.01 | 11.17 |
| 18 | 12.36 | 7.15 | 1.99 |
| 26 | 0.63 | 0.80 | 1.23 |

非球面係数

| | B | C | D | E | F | |
|----|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|----|
| 1 | 1.18635E-05 | -1.08799E-08 | 9.53257E-12 | 3.71065E-15 | -8.64701E-18 | |
| 5 | 6.36124E-06 | 1.74785e-8 | -3.11898E-10 | 1.21557E-12 | -1.87096E-15 | |
| 26 | 9.24634E-06 | 8.47451E-09 | 1.64933E-11 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | 40 |

【0092】

【数5】

表1

| 条件式 | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 |
|------------------------|------|------|------|
| (1) $ f_5 \neq f_w$ | 8.55 | 7.23 | 8.97 |
| (2) $ f_1 \neq s_k w$ | 0.59 | 0.66 | 0.59 |
| (3) $ f_3 \neq f_w$ | 4.07 | 3.68 | 2.81 |
| (4) $f_1 \neq f_3$ | 0.34 | 0.37 | 0.48 |

【図面の簡単な説明】

10

【0093】

【図1】実施例1のレンズ断面図

【図2】実施例1に対応する数値実施例1の広角端と望遠端における無限遠物体における縦収差図

【図3】実施例1に対応する数値実施例1の広角端と望遠端における至近距離物体における縦収差図

【図4】実施例2のレンズ断面図

【図5】実施例2に対応する数値実施例2の広角端と望遠端における無限遠物体における縦収差図

【図6】実施例2に対応する数値実施例2の広角端と望遠端における至近距離物体における縦収差図

20

【図7】実施例3のレンズ断面図

【図8】実施例3に対応する数値実施例3の広角端と望遠端における無限遠物体における縦収差図

【図9】実施例3に対応する数値実施例3の広角端と望遠端における至近距離物体における縦収差図

【図10】本発明の撮像装置の要部概略図

【符号の説明】

【0094】

L1 第1レンズ群

30

L2 第2レンズ群

L3 第3レンズ群

L4 第4レンズ群

L5 第5レンズ群

S P 開口絞り

I P 像面

d d線

g g線

C C線

F F線

S サジタル像面

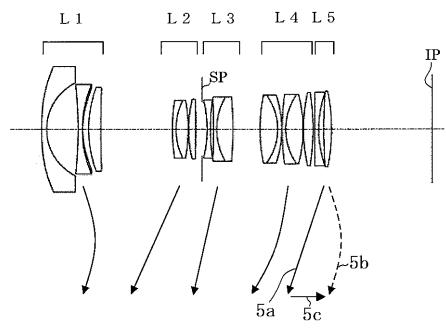
M メリディオナル像面

Y 像高

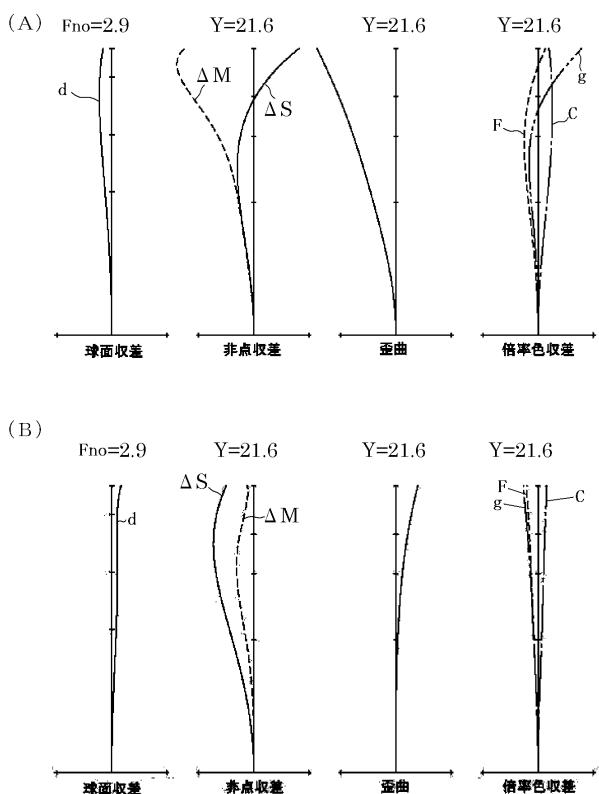
F n o Fナンバー

40

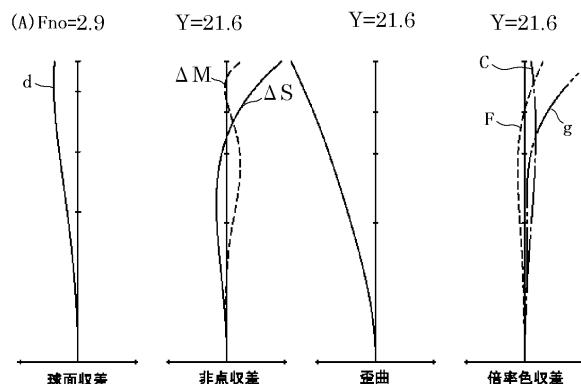
【図1】



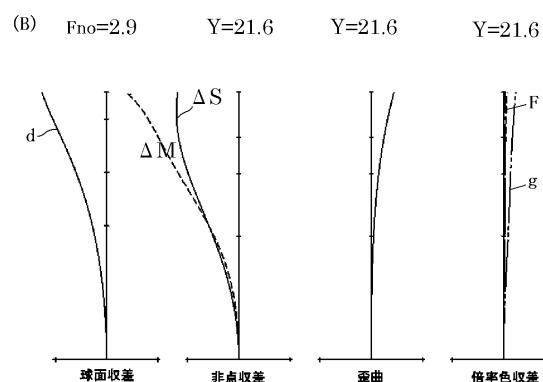
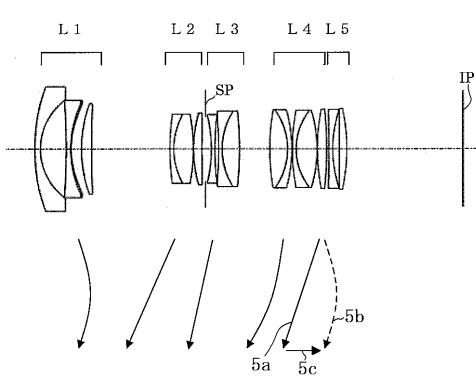
【図2】



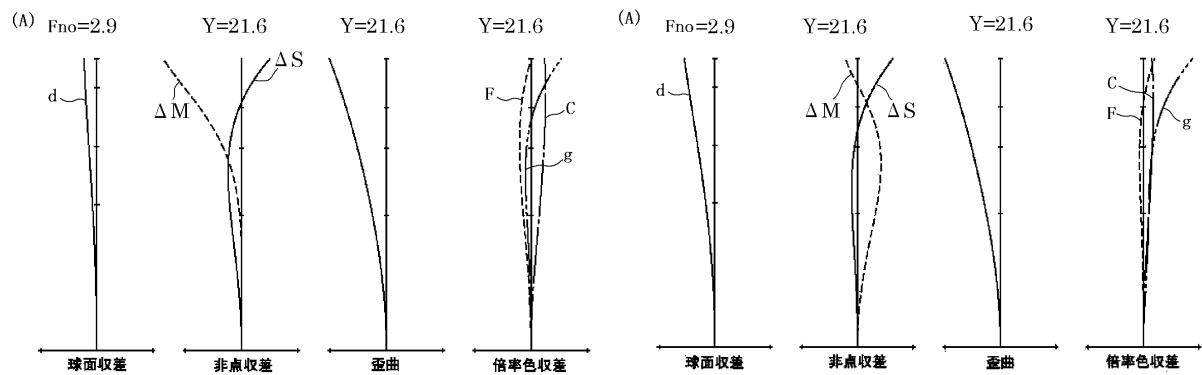
【図3】



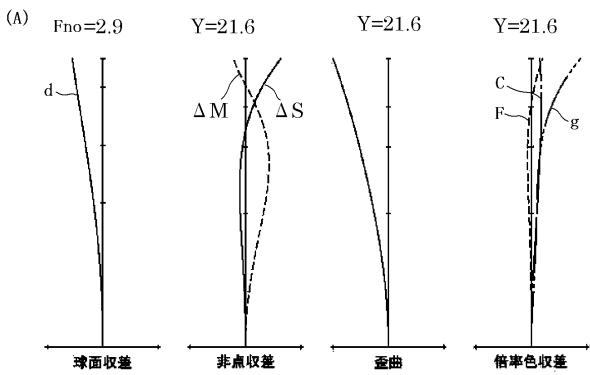
【図4】



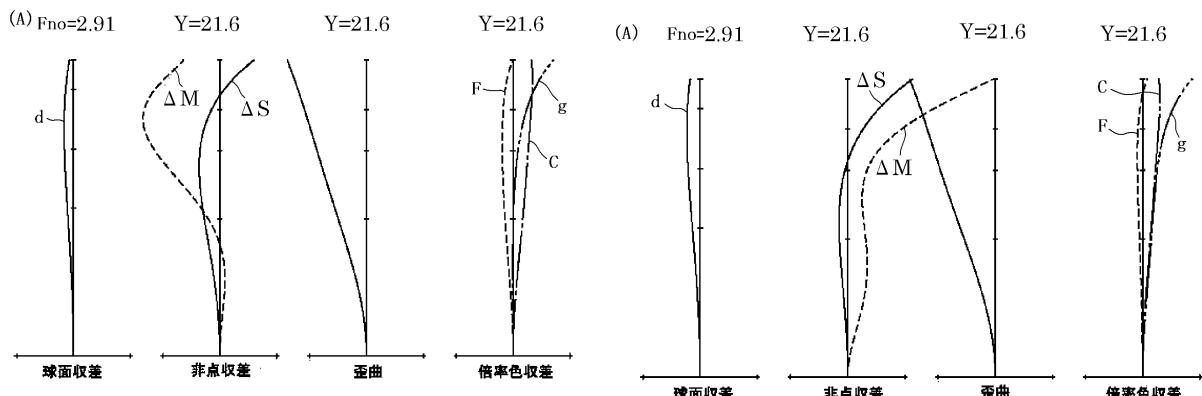
【図5】



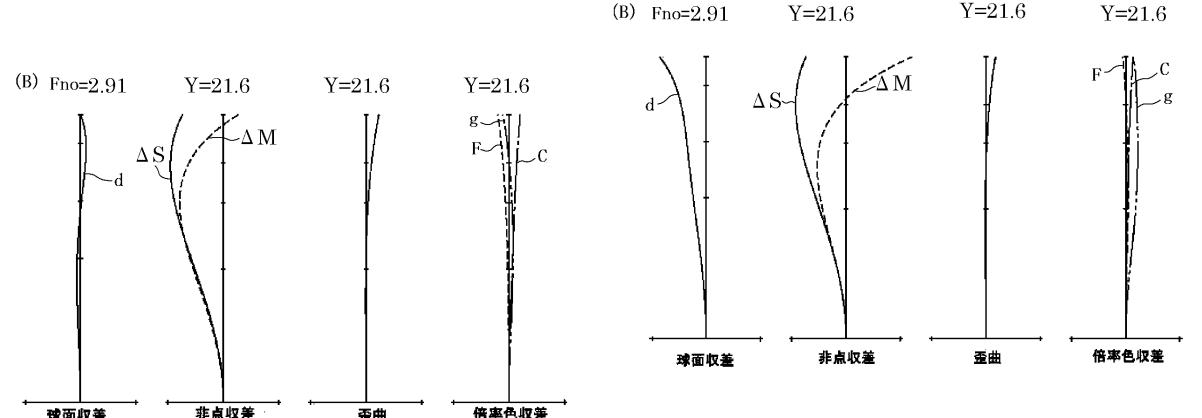
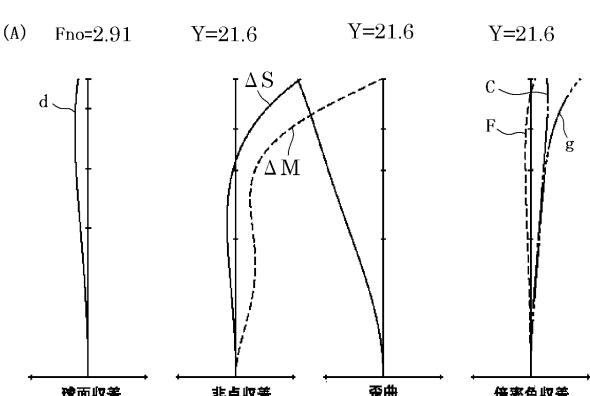
【図6】



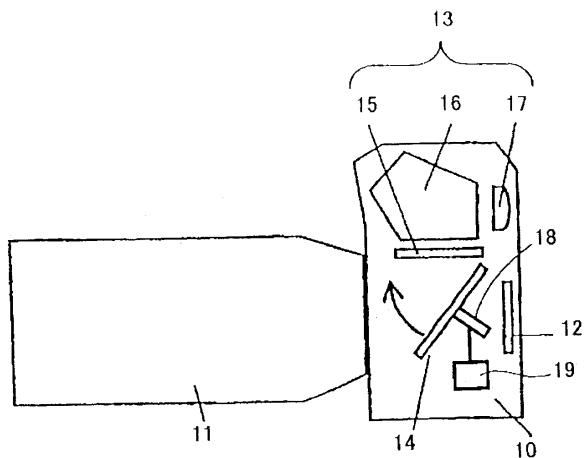
【図8】



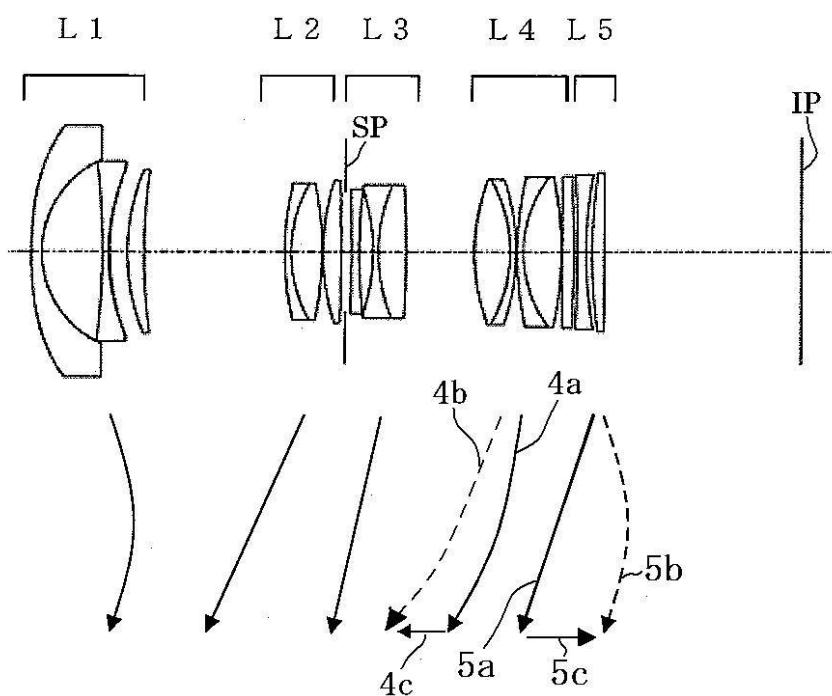
【図9】



【図10】



【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平07-253542(JP,A)
特開2001-318314(JP,A)
特開2004-317867(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

| | | | |
|--------|-----------|---|-----------|
| G 02 B | 9 / 0 0 | - | 1 7 / 0 8 |
| G 02 B | 2 1 / 0 2 | - | 2 1 / 0 4 |
| G 02 B | 2 5 / 0 0 | - | 2 5 / 0 4 |