

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5611124号  
(P5611124)

(45) 発行日 平成26年10月22日 (2014. 10. 22)

(24) 登録日 平成26年9月12日 (2014. 9. 12)

(51) Int. Cl. F 1  
**G O 2 B 15/20 (2006. 01)** G O 2 B 15/20  
**G O 2 B 13/18 (2006. 01)** G O 2 B 13/18

請求項の数 5 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2011-121933 (P2011-121933)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社
(22) 出願日	平成23年5月31日 (2011. 5. 31)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(65) 公開番号	特開2012-247758 (P2012-247758A)	(74) 代理人	100086818 弁理士 高梨 幸雄
(43) 公開日	平成24年12月13日 (2012. 12. 13)	(72) 発明者	浜野 博之 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
審査請求日	平成26年4月16日 (2014. 4. 16)	(72) 発明者	佐藤 新 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
早期審査対象出願		(72) 発明者	和田 健 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、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群より構成され、ズーミ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3レンズ群の像側に開口絞りが配置されており、前記第3レンズ群は少なくとも3枚の正レンズと1枚の負レンズを有しており、望遠端における前記第2レンズ群の最も像側のレンズ面と前記第3レンズ群の最も物体側のレンズ面との間隔をT23、望遠端における全系の焦点距離をfT、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群の焦点距離を各々f1、f2、f3、前記第1レンズ群に含まれる正レンズの材料の屈折率の平均値をNav1とするととき、

$$0.002 < T23 / fT < 0.020$$

$$-1.29 < f3 / f2 < -0.8$$

$$-5.0 < f1 / f2 < -3.0$$

$$Nav1 > 1.75$$

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】

前記第4レンズ群を光軸方向に移動させてフォーカシングを行うことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項3】

前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に、負レンズと正レンズを接合した貼合せレン

ズ、正レンズで構成されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に、負レンズと正レンズで構成されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項のズームレンズと、前記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とを有す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】

【0001】

本発明はズームレンズ及びそれを有する撮像装置に関し、例えばビデオカメラ、電子スチルカメラ、TVカメラ（放送用カメラ）、監視用カメラ、銀塩写真用のカメラ等に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年、固体撮像素子を用いたビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、放送用カメラ、そして銀塩フィルムを用いたカメラ等の撮像装置は高機能化され、又装置全体が小型化されている。また一眼用の交換レンズシステムとしてクイックリターンミラーを用いないで全系の小型化を図った撮像装置が提案されている。そしてそれらに用いる撮影光学系としては、レンズ全長（第 1 レンズ面から像面までの距離）が短く、前玉有効径が小さく全系がコンパクトでしかも大口径、広画角のズームレンズであること等が要求されている。

【0003】

これらの要求に応えるズームレンズの 1 つとして、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群より構成される 4 群ズームレンズが知られている。この 4 群ズームレンズとして、ズミングに際して、各レンズ群が移動する 4 群ズームレンズが知られている（特許文献 1、2）。特許文献 1 と特許文献 2 では、開口絞りを第 3 レンズ群の像側に配置し全系の小型化を図ったズームレンズを開示している。

【0004】

一方、ズームレンズにおいて一部のレンズ群を光軸と垂直方向に変位させて画像ぶれを補正した、所謂、防振機能を有したものが知られている（特許文献 3）。特許文献 3 では、4 群ズームレンズにおいて、第 3 レンズ群全体を光軸と垂直方向に振動させて像ぶれを補正し、静止画像を得る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】特開平 08 - 271790 号公報

【特許文献 2】特開 2004 - 271682 号公報

【特許文献 3】特開 2006 - 189627 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

近年、撮像装置に用いるズームレンズには、撮像装置の小型化に対して鏡筒の外径が小さく全体が小型で大口径比であることが強く要望されている。一般に大口径比化を図りつつ、ズームレンズ全体を小型化するためには、ズームレンズを構成する各レンズ群の屈折力を強めつつ、ズミングの際の各レンズ群の移動を少なくすれば良い。しかしながら、このように構成したズームレンズは、各レンズ面の屈折力の増加に伴いレンズ肉厚が増してしまい、レンズ系の短縮効果が不十分になると同時に諸収差の補正が困難になってくる。

【0007】

10

20

30

40

50

前述した4群ズームレンズにおいて、レンズ系全体の小型化を図りつつ、大口径比化を図るには各レンズ群の屈折力や、開口絞りの位置そして第1、第3レンズ群のレンズ構成等を適切に設定することが重要になってくる。開口絞りの位置や開口絞りが配置される近傍のレンズ群、例えば第3レンズ群のレンズ構成が不適切であると、大口径比を図りつつ、前玉有効径と鏡筒径を小さくしつつ、全系の小型化を図るのが大変困難になってくる。

【0008】

本発明は、大口径比で全系が小型で広角端から望遠端に至る全ズーム範囲にわたり良好なる光学性能を有す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。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群より構成され、ズーミ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3レンズ群の像側に開口絞りが配置されており、前記第3レンズ群は少なくとも3枚の正レンズと1枚の負レンズを有しており、望遠端における前記第2レンズ群の最も像側のレンズ面と前記第3レンズ群の最も物体側のレンズ面との間隔を $T_{23}$ 、望遠端における全系の焦点距離を $f_T$ 、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群の焦点距離を各々 $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、前記第1レンズ群に含まれる正レンズの材料の屈折率の平均値を $N_{av1}$ とすると、

$$0.002 < T_{23} / f_T < 0.020$$

$$-1.29 < f_3 / f_2 < -0.8$$

$$-5.0 < f_1 / f_2 < -3.0$$

$$N_{av1} > 1.75$$

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】

【0010】

本発明によれば、大口径比で全系が小型で広角端から望遠端に至る全ズーム範囲にわたり良好なる光学性能を有するズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施例1の広角端におけるレンズ断面図

【図2】(A)、(B) 本発明の実施例1に対応する数値実施例1の広角端と望遠端における収差図

【図3】本発明の実施例2の広角端におけるレンズ断面図

【図4】(A)、(B) 本発明の実施例2に対応する数値実施例2の広角端と望遠端における収差図

【図5】本発明の実施例3の広角端におけるレンズ断面図

【図6】(A)、(B) 本発明の実施例3に対応する数値実施例3の広角端と望遠端における収差図

【図7】本発明の実施例4の広角端におけるレンズ断面図

【図8】(A)、(B) 本発明の実施例4に対応する数値実施例4の広角端と望遠端における収差図

【図9】本発明の実施例5の広角端におけるレンズ断面図

【図10】(A)、(B) 本発明の実施例5に対応する数値実施例5の広角端と望遠端における収差図

【図11】本発明の撮像装置の概略図

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群で構成され

10

20

30

40

50

、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。第3レンズ群の像側にFナンバー決定用の光束を制限する開口絞りが配されている。開口絞りはズームングに際して第3レンズ群と一体的又は独立に移動している。第3レンズ群は少なくとも3枚の正レンズと1枚の負レンズを有している。

【0013】

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、図2（A）、（B）はそれぞれ実施例1のズームレンズの広角端、望遠端（長焦点距離端）における収差図である。

【0014】

図3は本発明の実施例2のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図4（A）、（B）はそれぞれ実施例2のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。図5は本発明の実施例3のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図6（A）、（B）はそれぞれ実施例3のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。図7は本発明の実施例4のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図8（A）、（B）はそれぞれ実施例4のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。

【0015】

図9は本発明の実施例5のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図10（A）、（B）はそれぞれ実施例5のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。図11は本発明のズームレンズを備えるカメラ（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ビデオカメラやデジタルカメラそして銀塩フィルムカメラ等の撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。

【0016】

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。iは物体側からのレンズ群の順番を示し、 $L_i$ は第iレンズ群である。各実施例において、 $L_1$ は正の屈折力（光学的パワー＝焦点距離の逆数）の第1レンズ群、 $L_2$ は負の屈折力の第2レンズ群、 $L_3$ は正の屈折力の第3レンズ群、 $L_4$ は正の屈折力の第4レンズ群である。

【0017】

$SP$ は開口絞りであり、第3レンズ群 $L_3$ の像側に配置している。開口絞り $SP$ はズームングに際して第3レンズ群 $L_3$ と一体的又は独立に移動している。 $G$ は光学フィルター、フェースプレート、水晶ローパスフィルター、赤外カットフィルター等に相当する光学ブロックである。 $IP$ は像面であり、ビデオカメラやデジタルスチル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）の撮像面に、銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面に相当する感光面が置かれる。

【0018】

収差図において、 $d$ 、 $g$ は各々 $d$ 線及び $g$ 線、 $M$ 、 $S$ はメリディオナル像面、サジタル像面、倍率色収差は $g$ 線によって表している。 $\theta$ は半画角（度）、 $F_n o$ はFナンバーである。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 $L_2$ ）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】

各実施例では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。各実施例では、広角端から望遠端へのズームングに際して矢印のように各レンズ群を移動させている。具体的には、各実施例では広角端から望遠端へのズームングに際して図中矢印のように第1レンズ群 $L_1$ を物体側へ移動させている。そして第2レンズ群 $L_2$ を物体側又は像側へ、第3レンズ群 $L_3$ を物体側へ移動させ、第4レンズ群 $L_4$ を像側へ移動させている。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第4レンズ群 $L_4$ を前方に繰り出すことによって行っている。

【0020】

各実施例では、軽量の第4レンズ群 $L_4$ をフォーカスの為に移動することで迅速なフォーカスを、例えば自動焦点検出を容易にしている。前述したズームタイプよりなる4つの

10

20

30

40

50

レンズ群より構成される4群ズームレンズにおいて、鏡筒外径は開口絞りSPの絞り径と前玉有効径の2要因で決定されることが多い。

【0021】

大口径化すると開口絞りSPの絞り径による影響が大きくなり、広画角化すると前玉有効径による影響が大きくなる。高い光学性能を維持しつつ、全系の小型化を図るためには、この2つの要因をバランス良く設定するのが重要である。絞り径を小型にするには開口絞りSPを第3レンズ群L3の像側に配置する方が第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間に配置するよりも有利である。一方、絞り径を第3レンズ群L3の像側に配置すると第1レンズ群L1と開口絞りSPの距離が長くなり、広角端において軸外光線が第1レンズ群L1を通過する入射位置が高くなって前玉有効径が増大してくる。

10

【0022】

高い光学性能を維持しつつ、絞り径と前玉有効径の小型化を図るためには、広角端から望遠端へのズームングに際して第3レンズ群L3の移動量を低減するのが良い。これには第3レンズ群L3の屈折力を強めて第3レンズ群L3の移動量に対する変倍の効果を大きくすることが有効である。また第1レンズ群L1の屈折力を大きくすることで、ズームングに際して第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間隔変化に対する変倍の寄与を大きくすることも有効である。

【0023】

第3レンズ群L3の屈折力を強めた場合、第3レンズ群L3のズームングに際しての移動に伴う収差変動を低減するためには、第3レンズ群L3で発生する収差自体を低減しておく必要がある。また前玉有効径を小型にするには第1レンズ群L1を構成するレンズの材料の屈折率を大きくして、第1レンズ群L1のレンズ厚薄くすることで、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の主点間隔を小さくするのが良い。

20

【0024】

そこで各実施例においては次の構成をとっている。望遠端における第2レンズ群L2の最も像側のレンズ面と第3レンズ群の最も物体側との間隔をT23とする。望遠端における全系の焦点距離をfT、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群の焦点距離を各々f1、f2、f3とする。

【0025】

このとき、

$$0.002 < T23 / fT < 0.020 \quad (1)$$

$$\frac{-1.29}{-5.0} f3 / f2 < -0.8 \quad (2)$$

$$\frac{-5.0}{-5.0} < f1 / f2 < -3.0 \quad (3)$$

なる条件式を満足するようにしている。

30

【0026】

次に条件式(1)乃至(3)の技術的意味について説明する。条件式(1)は望遠端における第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の距離(レンズ間隔)に関するものである。条件式(1)の下限を超えてレンズ間隔を小さくしようとすると望遠端において第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の鏡筒が干渉してくるので良くない。

【0027】

逆に上限を超えてしまうと、大口径化に伴って軸上光束を確保するための絞り径が増大してくる。また広角端における開口絞りSPと前玉(第1レンズ群L1)の距離も遠くになってしまうので、前玉有効径が増大してくるので、良くない。更に望ましくは、条件式(1)の数値範囲を次の如くすることで、全系の更なる小型化が容易になる。

40

【0028】

$$0.003 < T23 / fT < 0.018 \quad (1a)$$

条件式(2)は第3レンズ群L3と第2レンズ群L2の屈折力の関係に関するもので、第3レンズ群L3と第2レンズ群L2の屈折力が変倍へ寄与するレベルと収差補正の限界を規定するものである。条件式(2)の下限を超えて第3レンズ群L3の屈折力が大きくなるとズームングに際しての第3レンズ群L3の移動に伴うコマ収差が増大し、この補正

50

が困難になる。またペッヴァール和が正の方向に増大し過ぎて、像面湾曲の補正が困難になる。

【0029】

逆に条件式(2)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、第3レンズ群L3のズームングに際しての移動量が大きくなり、広角端において第1レンズ面と開口絞りSPの距離が長くなって前玉有効径が増大してしまうので良くない。更に望ましくは、条件式(2)の数値範囲を次の如く設定すると、更なる全系の小型化が容易になる。

【0030】

$$\frac{-1.29}{f_3} < f_2 < -1.0 \quad (2a)$$

更に好ましくは条件式(2a)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0031】

$$\frac{-1.29}{f_3} < f_2 < -1.1 \quad (2b)$$

条件式(3)は第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の屈折力の相対関係に関するもので、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の屈折力の相対関係から各レンズ群の移動量を適切に設定するためのものである。

【0032】

条件式(3)の下限を超えて第1レンズ群L1の屈折力が大きくなり過ぎると全系の小型化には有利となる。しかしながら望遠端において非点収差や像面湾曲に対する第1レンズ群L1の倒れの影響が大きくなり過ぎて製造誤差によるばらつきが大きくなってくる。逆に上限を超えて第1レンズ群L1の屈折力が弱くなってくると変倍に必要な第1レンズ群L1の移動量が大きくなって特に望遠端においてレンズ全長が大きくなってしまいうので良くない。

【0033】

更に望ましくは、条件式(3)の数値範囲を次の如く設定すると、更なる全系の小型化が容易になる。

【0034】

$$-5.0 < f_1 / f_2 < -3.2 \quad (3a)$$

更に好ましくは条件式(3a)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0035】

$$-4.8 < f_1 / f_2 < -3.4 \quad (3b)$$

各実施例において好ましくは次の条件式を満足するのが良い。第1レンズ群L1に含まれる正レンズの材料の屈折率の平均値を $N_{av1}$ とする。このとき、

$$N_{av1} > 1.75 \quad (4)$$

なる条件を満足するのが良い。ここで屈折率の平均値 $N_{av1}$ は第1レンズ群L1に正レンズが1つしか含まれないときは、1つの材料の屈折率である。

【0036】

条件式(4)は第1レンズ群L1を構成する正レンズの材料の屈折率の平均値に関するものである。条件式(4)の下限を超えて第1レンズ群L1を構成する正レンズの材料の屈折率が低くなり過ぎると第1レンズ群L1のレンズ厚みが増加してしまう。このとき第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の広角端におおける間隔を干渉しないように維持しようとする、主点間隔を増やすことになって前玉有効径が増大してしまうので良くない。更に好ましくは条件式(4)の下限値を次の如く設定するのが良い。

【0037】

$$N_{av1} > 1.76 \quad (4a)$$

以上のように各実施例によれば、絞り径と前玉有効径及び鏡筒径の小型化を図りつつ高い光学性能を有したズームレンズが得られる。特に鏡筒径の小型化を維持しつつ、FナンバーF2.8程度と大口径化を達成した小型のズームレンズを容易に実現することができる。

【0038】

[実施例1]

以下、図1を参照して、本発明の実施例1のズームレンズの構成について説明する。本実施例のズームレンズはデジタルカメラなどの撮像装置に装着される。本実施例のズームレンズは、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力を有する第2レンズ群L2、正の屈折力を有する第3レンズ群L3、そして正の屈折力を有する第4レンズ群L4で構成されている。

【0039】

本実施例では、広角端から望遠端へのズームングに際し、各レンズ群を矢印の如く移動させて所定のズーム比を確保しつつ、全系の小型を達成している。また開口絞りSPを第3レンズ群L3の像側に配置し、第3レンズ群L3と一体的に移動することにより広角端でFナンバーF2.8程度の大口径比を維持しながら開口絞りSPの有効径を小型にして

10

【0040】

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L1、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3を物体側に移動させている。第1レンズ群L1の屈折力と移動量を適切に設定することで前玉有効径の小型化を達成している。更に第3レンズ群L3の屈折力と移動量を適切に設定することで第3レンズ群L3の像側に開口絞りSPを配置するとともに前玉有効径の増大を抑制している。第1レンズ群L1は物体側から像側へ順に、像側に凹面を向けた負レンズと正レンズを接合した貼合せレンズ、正レンズで構成している。

【0041】

本実施例では更に第1レンズ群L1に含まれる正レンズに使われる材料の屈折率を高くすることで第1レンズ群L1の薄型化、前玉有効径の小型化を達成している。鏡筒を沈胴して非使用時(非撮影時)に全系の小型化を図る際には望遠端におけるレンズ全長を短縮することが効果的である。

20

【0042】

本実施例では、第1レンズ群L1を3枚で構成することで第1レンズ群L1の屈折力を上げることが出来、望遠端におけるレンズ全長を短縮している。第1レンズ群L1は広角端から望遠端へのズームングに際して物体側へ移動するが、その際、一度広角端近傍で像側へ少し移動してから物体側へ移動しても良い。このような軌跡で移動することで、前玉有効径を更に小型化することが容易となる。

【0043】

第2レンズ群L2は物体側から像側へ順に、像側に凹面を向けた負レンズ、両凹形状の負レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズで構成している。第2レンズ群L2の最も物体側の負レンズの両レンズ面を非球面形状とすることで広角端において発生する像面湾曲を効果的に補正している。

30

【0044】

第3レンズ群L3は物体側から像側へ順に、物体側に凸面を向けた正レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズと像側に凹面を向けた負レンズとを接合した貼合せレンズ、像側に凸面を向けた正レンズより構成している。これにより第3レンズ群L3で発生する球面収差やコマ収差等を低減し、ズームングに伴う球面収差やコマ収差等の補正を良好に行っている。

40

【0045】

更に本実施例では第3レンズ群L3の最も物体側のレンズの両面を非球面形状とすることにより第3レンズ群L3内で発生する球面収差を良好に補正している。無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際しては、第4レンズ群L4を物体側に移動することで

【0046】

本実施例では第4レンズ群L4を1枚の正レンズで構成することにより、フォーカシングに際して第4レンズ群L4を駆動させるためのアクチュエーターの負荷を小さくしている。また第4レンズ群L4の正レンズに非球面を設けることでフォーカシングに伴う非点収差や歪曲の変動を低減している。

50

## 【 0 0 4 7 】

本実施例において第3レンズ群L3全体を光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させることで、撮影者の手振れ等による画像のブレを補正している。

## 【 0 0 4 8 】

本実施例では第3レンズ群L3をレンズ群内において発生する収差が少ないようなレンズ構成とし、第3レンズ群L3の偏心により発生する収差を抑制している。

## 【 0 0 4 9 】

## [ 実施例 2 ]

以下、図3を参照して、本発明の実施例2のズームレンズについて説明する。本実施例のズームレンズもデジタルカメラなどの撮像装置に装着される。

10

## 【 0 0 5 0 】

本実施例では実施例1に比べて第1レンズ群L1の焦点距離をやや弱め(長く)に設定することで第1レンズ群L1の構成レンズ枚数を1つの負レンズと1つの正レンズで構成している。第1レンズ群L1の焦点距離の設定を適切な値にすることにより、望遠端におけるレンズ全長の増大を抑えつつ、第1レンズ群L1を少ないレンズ枚数で構成している。

## 【 0 0 5 1 】

本実施例は第2レンズ群L2は広角端から望遠端へのズーミングに際して像側へ移動している点が実施例1と異なっている。その他の点については、実施例1と略同じである。

## 【 0 0 5 2 】

20

## [ 実施例 3 ]

以下、図5を参照して、本発明の実施例3のズームレンズについて説明する。本実施例のズームレンズもデジタルカメラなどの撮像装置に装着される。

## 【 0 0 5 3 】

本実施例では実施例1に比べて第1レンズ群L1の焦点距離を弱めに(長くなるように)設定して、第1レンズ群L1を2つのレンズより構成している。そして第1レンズ群L1の製造誤差による傾きや平行偏心による性能劣化を低減している。

## 【 0 0 5 4 】

本実施例において第1レンズ群L1の焦点距離範囲を条件式(3)を満足する範囲に設定することで前玉有効径の増大を抑制しつつ、製造誤差による影響を低減している。その他の点については、実施例1と略同じである。

30

## 【 0 0 5 5 】

## [ 実施例 4 ]

以下、図7を参照して、本発明の実施例4のズームレンズについて説明する。本実施例のズームレンズもデジタルカメラなどの撮像装置に装着される。本実施例において各レンズ群の構成やズームタイプなどは実施例1と同じである。

## 【 0 0 5 6 】

## [ 実施例 5 ]

以下、図9を参照して、本発明の実施例5のズームレンズについて説明する。本実施例のズームレンズもデジタルカメラなどの撮像装置に装着される。本実施例において各レンズ群の構成やズームタイプなどは実施例1と同じである。実施例1~5のズームレンズにおいては、受光面上に形成された光学像を電気信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置と組み合わせた場合などには歪曲収差量を電気的手段によって補正しても良い。

40

## 【 0 0 5 7 】

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

## 【 0 0 5 8 】

次に、本発明の実施例1~5に各々対応する数値実施例1~5を示す。各数値実施例において*i*は物体側からの光学面の順序を示し、*r<sub>i</sub>*は第*i*番目の光学面(第*i*面)の曲率半径、*d<sub>i</sub>*は第*i*面と第*i*+1面との間の間隔、*n<sub>d<sub>i</sub></sub>*と *d<sub>i</sub>*はそれぞれ*d*線に対する

50

第 i 番目の光学部材の材料の屈折率、アッペ数を示す。

【 0 0 5 9 】

また k を離心率、A 4、A 6、A 8、A 10 を非球面係数、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、非球面形状は、

$$x = (h^2 / R) / [ 1 + [ 1 - (1 + k) (h / R)^2 ]^{1/2} ] + A 4 h^4 + A 6 h^6 + A 8 h^8 + A 10 h^{10}$$

で表示される。但し R は曲率半径である。また例えば「E<sup>-Z</sup>」の表示は「10<sup>-Z</sup>」を意味する。BF はバックフォーカスであり、最も像側の面（ガラスブロックの面）から像面までの長さである。

【 0 0 6 0 】

数値実施例において最後の 4 つの面は、フィルター、フェースプレート等の光学ブロックの面である。また、各数値実施例における上述した条件式との対応を表 - 1 に示す。

【 0 0 6 1 】

数値実施例 1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	421.807	1.90	1.84666	23.8	42.83
2	78.080	3.06	1.77250	49.6	37.85
3	6648.973	0.17			37.62
4	59.747	2.99	1.77250	49.6	32.62
5	786.209	(可変)			31.62
6*	1157.447	1.50	1.85400	40.4	28.94
7*	16.239	6.00			22.71
8	-57.504	1.04	1.69680	55.5	22.62
9	84.905	0.06			22.53
10	27.402	2.54	1.94595	18.0	22.78
11	73.574	(可変)			22.44
12*	17.932	2.81	1.85400	40.4	13.04
13*	167.615	0.14			12.63
14	13.651	4.31	1.77250	49.6	12.13
15	-429.432	0.58	1.80518	25.5	10.36
16	8.820	1.62			9.20
17	-339.608	2.19	1.56907	71.3	9.16
18	-36.249	1.24			8.99
19(絞り)		(可変)			8.55
20	130.589	5.75	1.55332	71.7	28.33
21*	-47.989	(可変)			28.88
22		2.30	1.51633	64.1	58.97
23		1.47			58.97
24		1.47	1.51633	64.1	58.97
25		0.36			76.40

像面

【 0 0 6 2 】

非球面データ

第6面

K = 0.00000e+000 A 4=-7.36552e-006 A 6= 1.33239e-008

10

20

30

40

50

## 第7面

K = 1.75713e-001 A 4=-8.39318e-006 A 6=-1.17953e-008 A 8=-2.75012e-010 A10=  
9.21784e-013

## 第12面

K = -5.40526e-002 A 4=-8.38299e-006 A 6=-4.05095e-008 A 8= 1.06809e-009 A10=  
-8.62869e-012

## 第13面

K = 1.32760e+002 A 4= 3.41582e-006 A 6= 1.28000e-008

10

## 第21面

K = 6.55609e+000 A 4= 3.09910e-006 A 6= 2.03117e-008 A 8=-1.03594e-010 A10=  
6.24625e-013

## 各種データ

ズーム比 3.80

	広角	中間	望遠
焦点距離	18.17	35.12	69.05
Fナンバー	2.89	4.58	5.94
画角	33.37	20.87	11.14
像高	11.97	13.39	13.60
レンズ全長	86.88	89.56	110.05
BF	0.36	0.36	0.36

20

d 5	1.07	1.90	17.23
d11	23.03	9.06	1.16
d19	13.02	31.19	44.17
d21	6.26	3.90	3.97

30

入射瞳位置	26.33	25.33	56.33
射出瞳位置	-32.12	-80.88	-183.46
前側主点位置	34.34	45.27	99.44
後側主点位置	-17.81	-34.76	-68.69

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	77.73	8.12	2.49	-2.13
2	6	-20.02	11.14	0.76	-7.97
3	12	23.54	12.89	-4.21	-11.67
4	20	64.16	5.75	2.74	-1.01
5	22		5.25	1.98	-1.98

40

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-113.46
2	2	102.25
3	4	83.55
4	6	-19.30
5	8	-49.06

50

6	10	44.96
7	12	23.31
8	14	17.20
9	15	-10.73
10	17	71.12
11	20	64.16
12	22	0.00
13	24	0.00

10

## 【 0 0 6 3 】

数值実施例 2

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	52.908	1.85	1.84666	23.8	43.40
2	37.323	5.95	1.77250	49.6	39.35
3	231.928	(可変)			38.20
4	1035.087	1.62	1.88300	40.8	33.55
5	17.968	7.23			26.07
6	-69.079	1.22	1.69680	55.5	25.94
7	41.351	0.44			25.91
8	30.195	4.42	1.84666	23.8	26.60
9	-836.949	(可変)			26.35
10*	16.989	4.73	1.77250	49.6	13.79
11*		0.12			12.87
12*	21.813	3.81	1.85400	40.4	12.41
13	-95.861	0.58	1.78472	25.7	11.01
14	10.701	1.76			9.95
15	-49.698	2.47	1.56907	71.3	9.90
16	-26.220	1.16			9.85
17(絞り)		(可変)			9.38
18*	139.279	4.19	1.67790	55.3	27.77
19	-67.944	(可変)			28.06
20		2.30	1.51633	64.1	46.30
21		1.47	1.51633	64.1	46.30
22		2.48			46.30

20

30

像面

40

## 【 0 0 6 4 】

非球面データ

第10面

$$K = 7.25609e-001 \quad A_4 = -3.17517e-005 \quad A_6 = -3.07295e-007 \quad A_8 = 4.77829e-009 \quad A_{10} = -1.06641e-010$$

第11面

$$K = 2.72634e+010 \quad A_4 = 7.95989e-005 \quad A_6 = -1.44775e-006$$

第12面

50

K = 5.66199e+000 A 4=-7.86793e-006 A 6=-1.53476e-006 A 8=-1.25669e-008

## 第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.85271e-006 A 6= 6.84413e-009 A 8=-1.22411e-011 A10=-9.84034e-015

## 各種データ

ズーム比	3.80			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	18.15	36.13	68.98	10
Fナンバー	2.91	4.12	6.00	
画角	33.40	20.63	11.15	
像高	11.97	13.60	13.60	
レンズ全長	101.95	106.99	121.63	
BF	2.48	2.48	2.48	
d 3	1.63	10.57	23.08	
d 9	29.49	12.70	1.16	
d17	14.60	31.52	44.60	
d19	8.42	4.39	4.97	20
入射瞳位置	30.94	46.10	76.82	
射出瞳位置	-33.17	-72.70	-153.65	
前側主点位置	39.85	64.87	115.32	
後側主点位置	-15.67	-33.65	-66.50	

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置	
1	1	91.52	7.80	-1.51	-5.79	
2	4	-22.90	14.93	-0.09	-12.33	30
3	10	27.98	14.63	-3.61	-12.50	
4	18	67.92	4.19	1.69	-0.83	
5	20		3.77	1.24	-1.24	

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	-158.27	
2	2	56.82	
3	4	-20.72	
4	6	-36.96	40
5	8	34.50	
6	10	21.99	
7	12	21.12	
8	13	-12.24	
9	15	93.94	
10	18	67.92	
11	20	0.00	
12	21	0.00	

## 【 0 0 6 5 】

数值実施例 3

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	54.830	1.85	1.84666	23.8	43.40
2	39.339	5.95	1.77250	49.6	39.35
3	232.979	(可変)			38.20
4	500.821	1.62	1.88300	40.8	33.55
5	16.315	7.90			26.07
6	-61.217	1.22	1.69680	55.5	25.94
7	40.459	0.44			25.91
8	29.325	4.42	1.84666	23.8	26.60
9	-3565.265	(可変)			26.35
10*	17.394	4.73	1.77250	49.6	13.79
11*		0.12			12.87
12*	22.023	3.81	1.85400	40.4	12.41
13	-74.918	0.58	1.78472	25.7	11.01
14	11.228	1.76			9.95
15	-57.540	2.47	1.56907	71.3	9.90
16	-24.163	1.16			9.85
17(絞り)		(可変)			9.38
18*	84.311	4.19	1.67790	55.3	27.77
19	-89.710	(可変)			28.06
20		2.30	1.51633	64.1	46.30
21		1.47	1.51633	64.1	46.30
22		0.69			46.30

像面

10

20

30

## 【 0 0 6 6 】

非球面データ

第10面

$$K = 6.64673e-001 \quad A_4 = -2.66584e-005 \quad A_6 = -1.11672e-007 \quad A_8 = 2.13129e-009 \quad A_{10} = -6.68542e-011$$

第11面

$$K = 2.72634e+010 \quad A_4 = 9.35359e-005 \quad A_6 = -1.27741e-006$$

第12面

$$K = 5.41428e+000 \quad A_4 = 3.27539e-006 \quad A_6 = -1.42230e-006 \quad A_8 = -1.04263e-008$$

40

第18面

$$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = 2.71294e-006 \quad A_6 = -1.23055e-009 \quad A_8 = 5.69183e-011 \quad A_{10} = -1.66408e-013$$

各種データ

ズーム比 3.80

	広角	中間	望遠
焦点距離	18.15	35.01	68.98

50

Fナンバー	3.01	4.21	6.00
画角	33.40	21.23	11.15
像高	11.97	13.60	13.60
レンズ全長	100.19	106.93	127.48
BF	0.69	0.69	0.69

d 3	3.51	11.60	28.63
d 9	24.23	10.21	0.29
d17	19.70	35.26	45.34
d19	6.04	3.17	6.52

10

入射瞳位置	31.22	44.94	91.19
射出瞳位置	-40.75	-90.53	-176.18
前側主点位置	41.42	66.52	133.26
後側主点位置	-17.45	-34.32	-68.29

## 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	95.49	7.80	-1.56	-5.83
2	4	-20.10	15.60	0.30	-12.49
3	10	25.89	14.63	-2.22	-11.61
4	18	64.74	4.19	1.22	-1.30
5	20		3.77	1.24	-1.24

20

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-173.99
2	2	60.46
3	4	-19.13
4	6	-34.79
5	8	34.37
6	10	22.52
7	12	20.30
8	13	-12.41
9	15	71.28
10	18	64.74
11	20	0.00
12	21	0.00

30

## 【 0 0 6 7 】

数値実施例 4  
単位 mm

40

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	326.011	1.90	1.84666	23.8	42.83
2	71.099	3.06	1.77250	49.6	37.85
3	-8292.749	0.17			37.62
4	58.390	2.99	1.77250	49.6	32.62
5	1267.702	(可変)			31.62

50

6*	1350.283	1.50	1.85400	40.4	28.94
7*	16.280	6.00			22.71
8	-57.041	1.04	1.69680	55.5	22.62
9	84.563	0.06			22.53
10	27.402	0.00			22.78
11	27.402	0.00			22.78
12	27.426	2.54	1.94595	18.0	22.78
13	72.354	(可変)			22.44
14*	17.991	2.81	1.85400	40.4	13.04
15*	174.096	0.14			12.63
16	13.656	4.31	1.77250	49.6	12.13
17	-1213.432	0.58	1.80518	25.5	10.36
18	8.817	1.62			9.20
19	-339.608	2.19	1.56907	71.3	9.16
20	-36.651	1.24			8.99
21(絞リ)		(可変)			8.55
22	95.177	5.75	1.55332	71.7	28.33
23*	-51.473	(可変)			28.88
24		2.30	1.51633	64.1	58.97
25		1.47			58.97
26		1.47	1.51633	64.1	58.97
27		0.73			76.40

像面

## 【 0 0 6 8 】

非球面データ

第6面

$$K = 2.65891e+003 \quad A_4 = -7.62168e-006 \quad A_6 = 1.42295e-008$$

第7面

$$K = 1.84790e-001 \quad A_4 = -8.63604e-006 \quad A_6 = 1.30060e-009 \quad A_8 = -4.06805e-010 \quad A_{10} = 1.61210e-012$$

第14面

$$K = -8.20846e-003 \quad A_4 = -1.11343e-005 \quad A_6 = -1.99977e-008 \quad A_8 = 7.05572e-010 \quad A_{10} = -3.92137e-012$$

第15面

$$K = 1.88011e+002 \quad A_4 = 9.89225e-008 \quad A_6 = 2.88524e-008$$

第23面

$$K = 5.08936e+000 \quad A_4 = 1.45132e-006 \quad A_6 = 1.02009e-009 \quad A_8 = -3.61854e-011 \quad A_{10} = 2.95969e-013$$

各種データ

ズーム比 3.80

	広角	中間	望遠
焦点距離	18.17	35.35	69.05
Fナンバー	2.89	4.58	5.94
画角	33.37	20.75	11.14

10

20

30

40

50

像高	11.97	13.39	13.60
レンズ全長	86.05	88.12	105.84
BF	0.73	0.73	0.73

d 5	0.47	0.86	13.54
d13	23.06	8.94	0.93
d21	13.26	32.23	46.37
d23	5.38	2.21	1.12

入射瞳位置	25.98	24.17	49.19
射出瞳位置	-31.77	-87.39	-246.91
前側主点位置	33.99	45.34	98.98
後側主点位置	-17.44	-34.62	-68.32

10

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	70.35	8.12	2.47	-2.15
2	6	-19.83	11.14	0.81	-7.90
3	14	23.59	12.89	-4.24	-11.69
4	22	61.23	5.75	2.44	-1.32
5	24		5.25	1.98	-1.98

20

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-107.77
2	2	91.27
3	4	79.15
4	6	-19.31
5	8	-48.74
6	12	45.44
7	14	23.30
8	16	17.51
9	17	-10.87
10	19	72.01
11	22	61.23
12	24	0.00
13	26	0.00

30

## 【 0 0 6 9 】

数値実施例 5  
単位 mm

40

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	360.164	1.90	1.84666	23.8	42.83
2	59.459	3.47	1.80400	46.6	37.85
3	2274.691	0.17			37.62
4	58.536	2.99	1.83481	42.7	32.62
5	684.419	(可変)			31.62
6*	1430.577	1.50	1.85400	40.4	28.94

50

7*	16.143	6.00			22.71
8	-57.825	1.04	1.69680	55.5	22.62
9	86.303	0.06			22.53
10	27.276	2.54	1.94595	18.0	22.78
11	72.732	(可変)			22.44
12*	17.984	2.81	1.85400	40.4	13.04
13*	164.275	0.14			12.63
14	13.654	4.31	1.77250	49.6	12.13
15	-538.461	0.58	1.80518	25.5	10.36
16	8.813	1.62			9.20
17	-339.608	2.19	1.56907	71.3	9.16
18	-37.219	1.24			8.99
19(絞り)		(可変)			8.55
20	70.520	5.75	1.55332	71.7	28.33
21*	-50.802	(可変)			28.88
22		2.30	1.51633	64.1	58.97
23		1.47			58.97
24		1.47	1.51633	64.1	58.97
25		0.35			76.40
像面					20

## 【 0 0 7 0 】

## 非球面データ

## 第6面

$$K = 2.65891e+003 \quad A_4 = -6.06688e-006 \quad A_6 = 9.24438e-009$$

## 第7面

$$K = 1.23928e-001 \quad A_4 = -5.47083e-006 \quad A_6 = -1.95098e-008 \quad A_8 = -3.95102e-011 \quad A_{10} = -2.01355e-013$$

## 第12面

$$K = 4.77692e-002 \quad A_4 = -1.02633e-005 \quad A_6 = -3.50577e-008 \quad A_8 = 1.34441e-009 \quad A_{10} = -9.17781e-012$$

## 第13面

$$K = 1.87915e+002 \quad A_4 = 1.17325e-006 \quad A_6 = 3.35300e-008$$

## 第21面

$$K = 2.82666e+000 \quad A_4 = -4.34400e-006 \quad A_6 = 3.26736e-008 \quad A_8 = -1.61341e-010 \quad A_{10} = 3.97817e-013$$

## 各種データ

$$\text{ズーム比} \quad 3.80$$

	広角	中間	望遠
焦点距離	18.17	35.17	69.05
Fナンバー	2.89	4.58	5.94
画角	33.37	20.85	11.14
像高	11.97	13.39	13.60
レンズ全長	87.08	89.09	106.72
BF	0.35	0.35	0.35

10

20

30

40

50

d 5	0.64	0.86	13.29
d11	23.19	9.02	1.04
d19	14.33	33.00	47.90
d21	5.01	2.29	0.57

入射瞳位置	26.48	24.33	48.77
射出瞳位置	-34.29	-107.86	-653.93
前側主点位置	35.12	48.07	110.53
後側主点位置	-17.82	-34.82	-68.71

10

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	70.03	8.53	2.60	-2.17
2	6	-19.95	11.14	0.73	-8.01
3	12	23.85	12.89	-4.35	-11.76
4	20	54.28	5.75	2.19	-1.58
5	22		5.25	1.98	-1.98

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-84.36
2	2	75.89
3	4	76.51
4	6	-19.13
5	8	-49.55
6	10	44.92
7	12	23.44
8	14	17.30
9	15	-10.76
10	17	73.26
11	20	54.28
12	22	0.00
13	24	0.00

20

30

【 0 0 7 1 】

【 表 1 】

数値実施例と条件式の関係

条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
(1)T23/ft	0.017	0.017	0.004	0.008	0.015
(2)f3/f2	-1.18	-1.22	-1.29	-1.19	-1.20
(3)f1/f2	-3.88	-4.00	-4.75	-3.55	-3.51
(4)Nav1	1.77	1.77	1.77	1.77	1.82

40

次に各実施例に示したようなズームレンズを撮影光学系として用いたデジタルスチルカメラの実施形態を図 1 1 を用いて説明する。図 1 1 において、2 0 はカメラ本体、2 1 は実施例 1 ~ 5 で説明したいずれかのズームレンズによって構成された撮影光学系である。

【 0 0 7 2 】

50

22はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系21によって形成された被写体像を受光するCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）である。23は固体撮像素子22によって光電変換された被写体像に対応する情報を記録するメモリ、24は液晶ディスプレイパネル等によって構成され、固体撮像素子22上に形成された被写体像を観察するためのファインダである。

【0073】

このように本発明のズームレンズをデジタルスチルカメラ等の撮像装置に適用することにより、小型で高い光学性能を有する撮像装置が実現できる。

【0074】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限

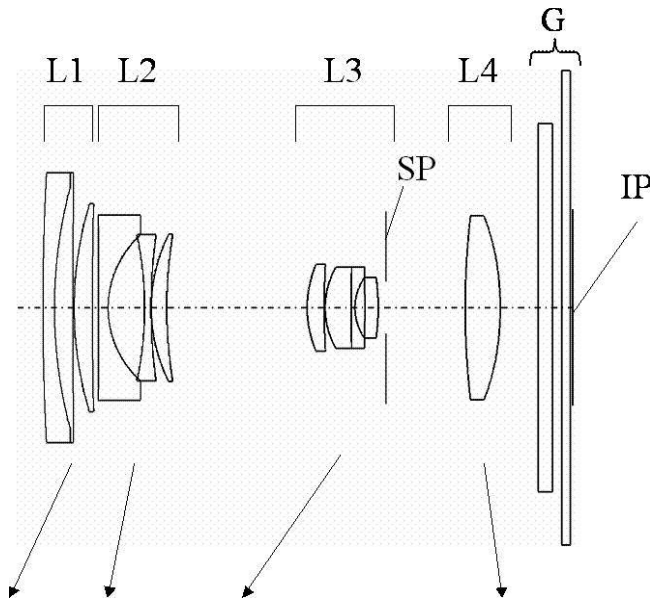
【符号の説明】

【0075】

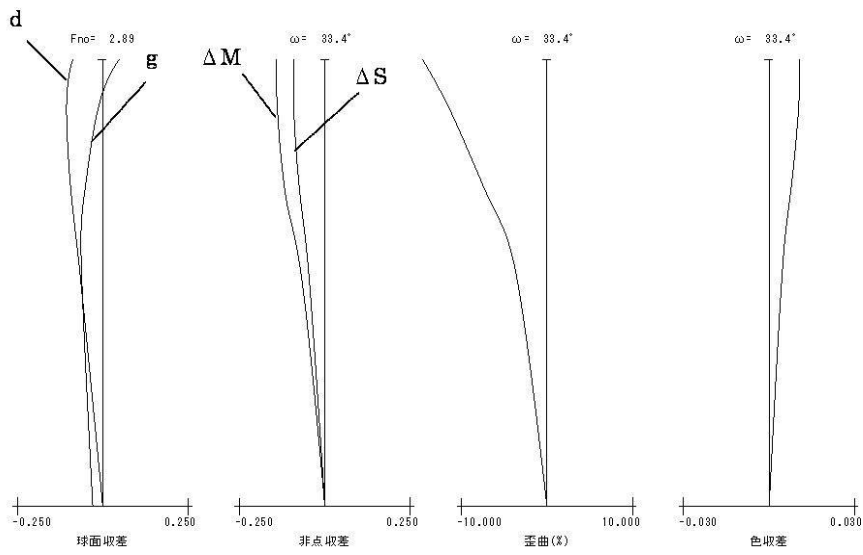
- L1 第1レンズ群                      L2 第2レンズ群                      L3 第3レンズ群
- L4 第4レンズ群                      d d線                      g g線                      M メリディオナル像面
- S サジタル像面                      SP 開口絞り
- G CCDのフォースプレートやローパスフィルター等のガラスブロック

半画角                      fno Fナンバー

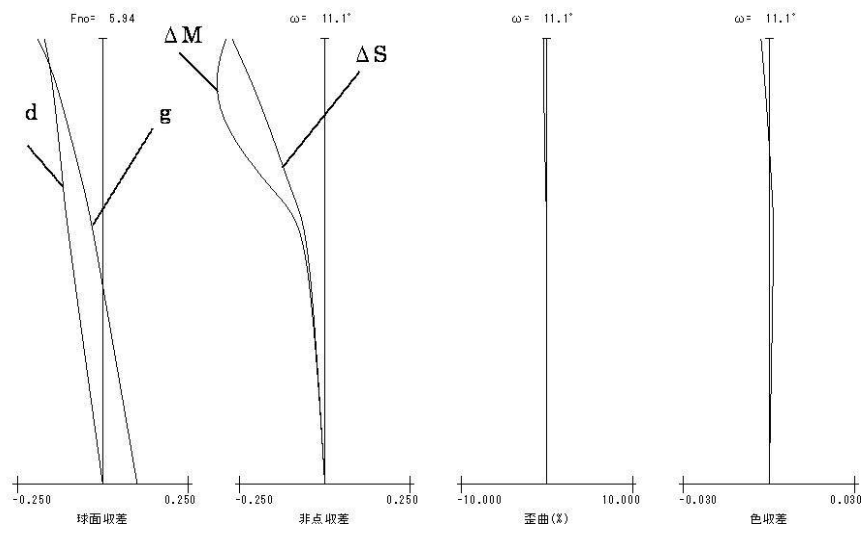
【図1】



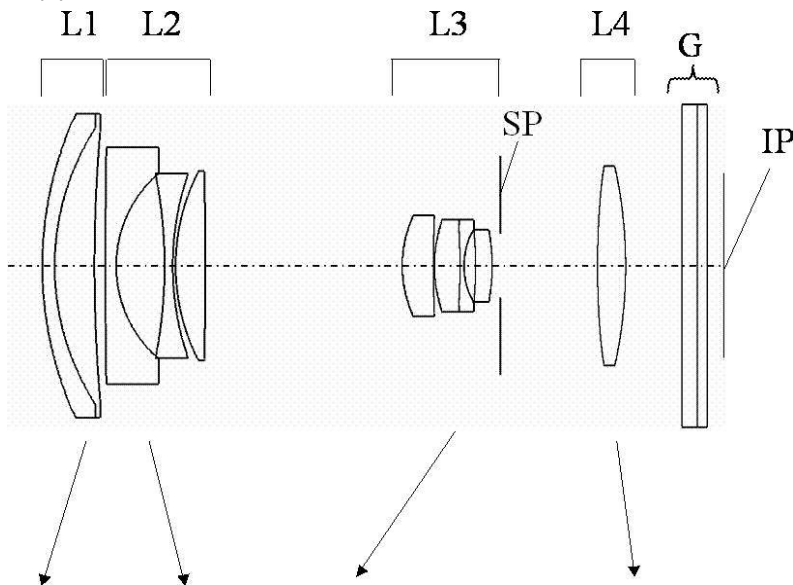
【 図 2 】  
(A)



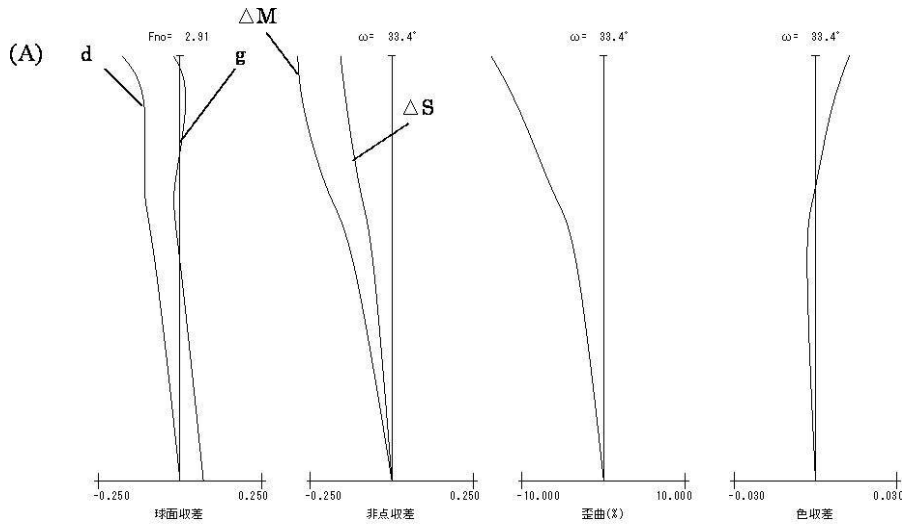
(B)



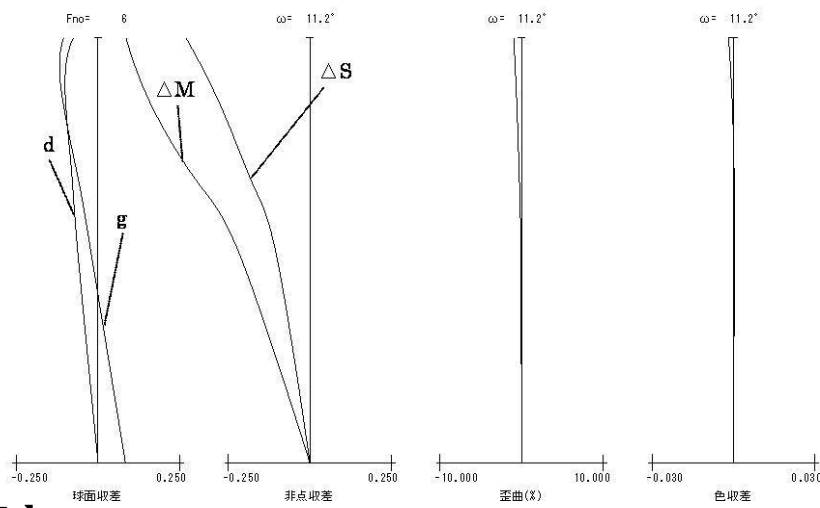
【 図 3 】



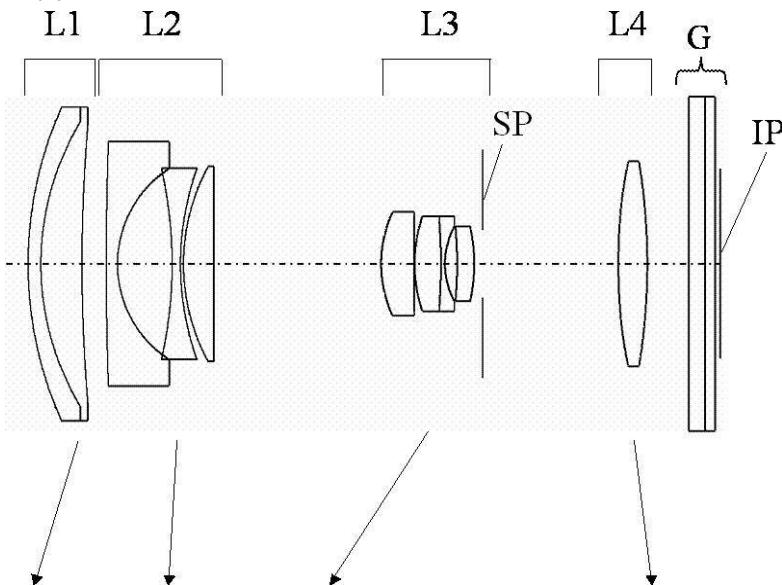
【 図 4 】



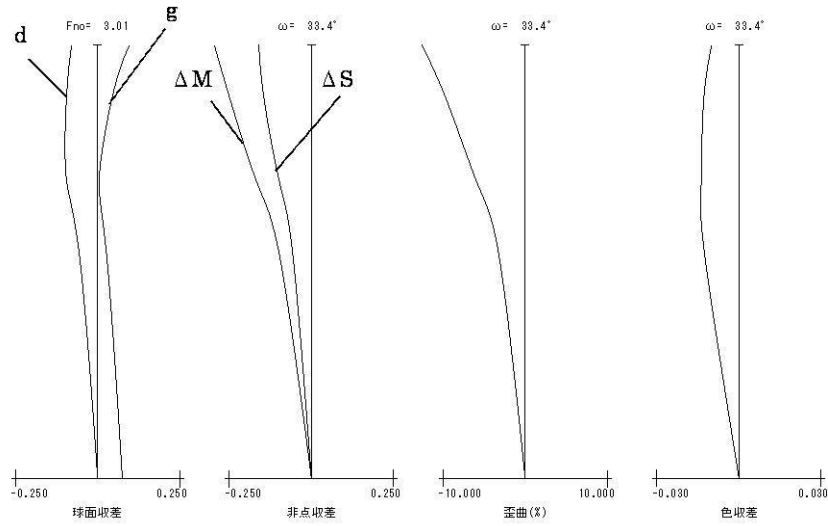
(B)



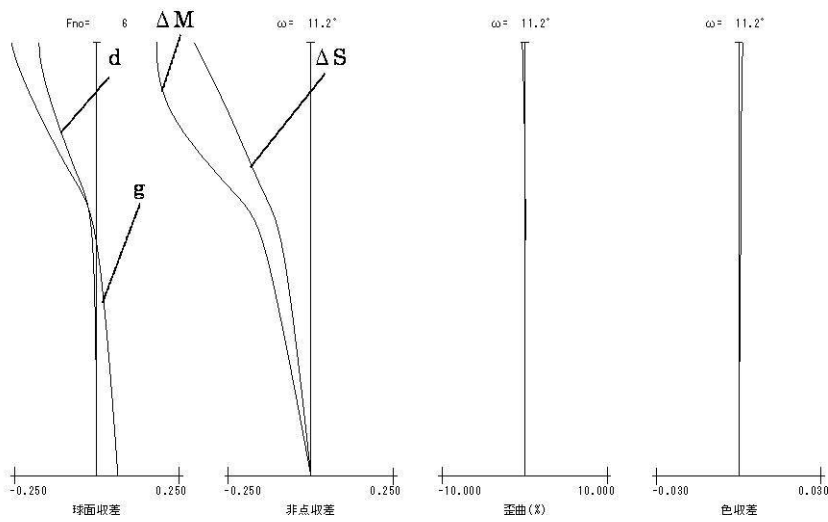
【 図 5 】



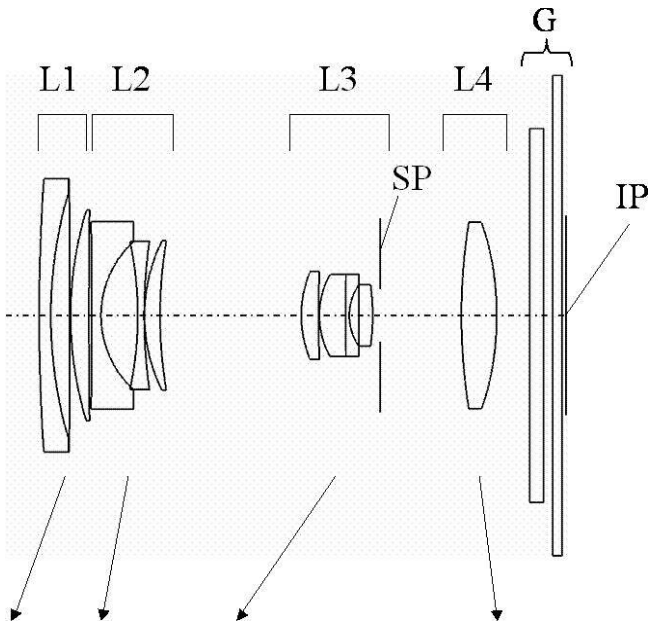
【 図 6 】  
(A)



(B)

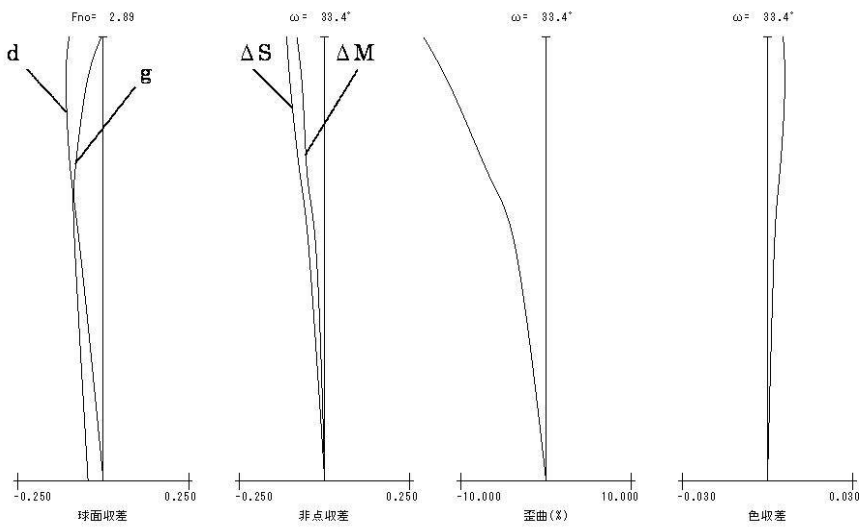


【 図 7 】

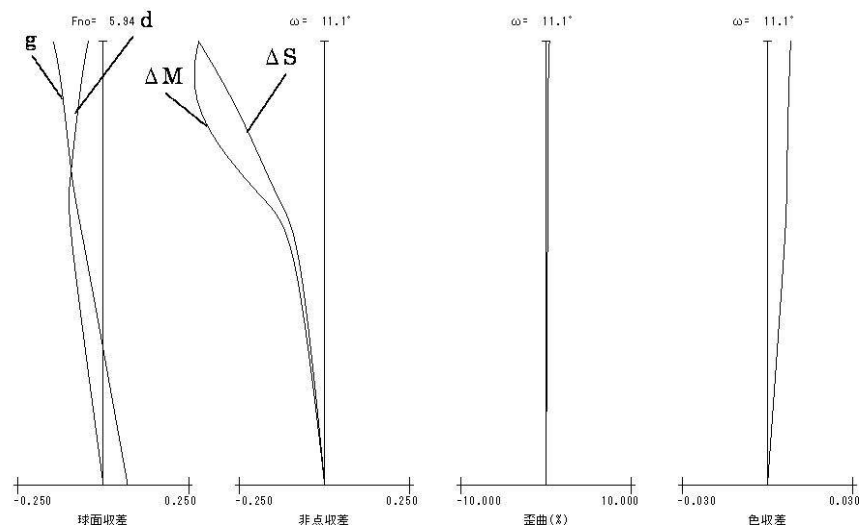


【 図 8 】

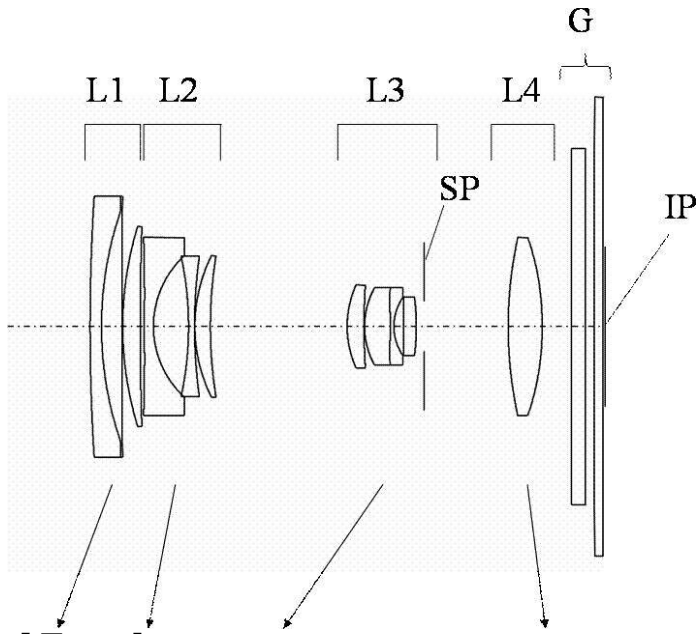
(A)



(B)

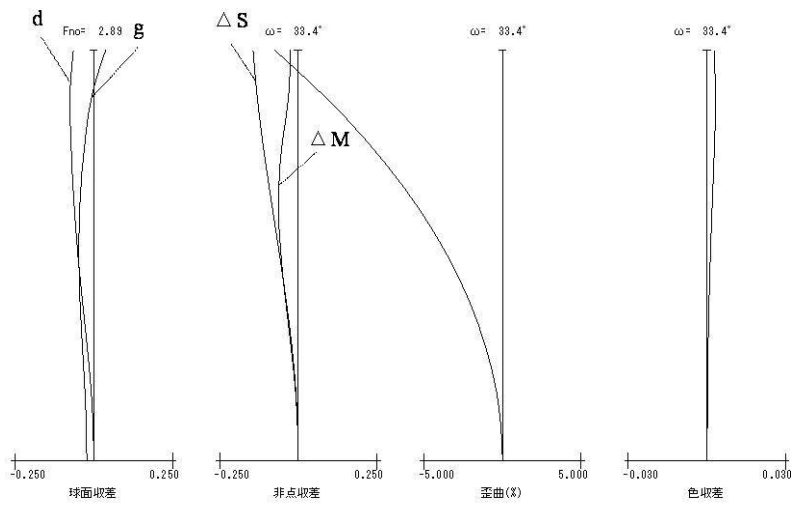


【 図 9 】

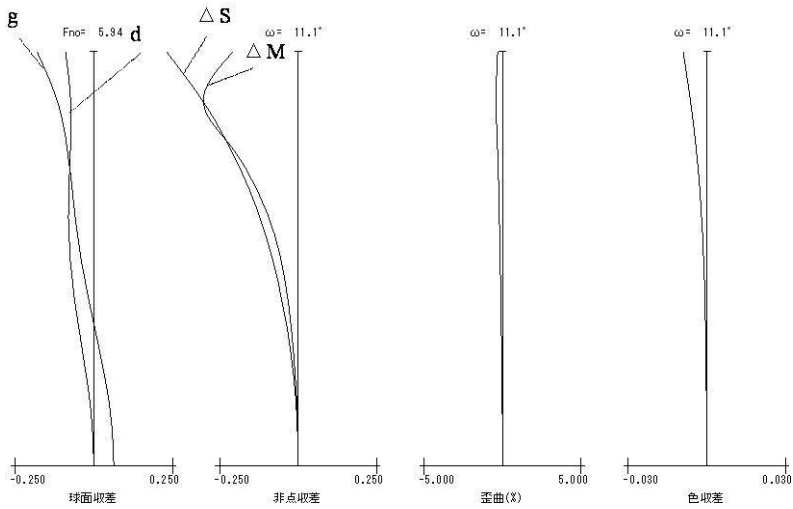


【 表 10 】

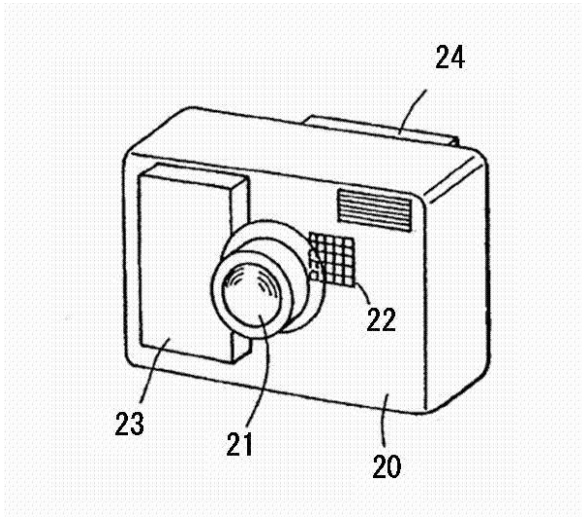
(A)



(B)



【図 11】



---

フロントページの続き

審査官 殿岡 雅仁

- (56)参考文献 特開昭61-069016(JP,A)  
特開2010-276761(JP,A)  
特開2001-116993(JP,A)  
特開2011-002503(JP,A)  
特開2008-122775(JP,A)  
特開昭60-208724(JP,A)  
特開2006-113555(JP,A)  
特開平10-148758(JP,A)  
特開昭59-160121(JP,A)  
特開昭61-083514(JP,A)  
特開昭60-021019(JP,A)  
特開平01-219710(JP,A)  
特開昭60-017715(JP,A)  
特開平03-213815(JP,A)  
特開平05-173068(JP,A)  
特開平08-271790(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08  
G02B 21/02 - 21/04  
G02B 25/00 - 25/04