

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5599022号
(P5599022)

(45) 発行日 平成26年10月1日(2014.10.1)

(24) 登録日 平成26年8月22日(2014.8.22)

(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 8 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2009-180539 (P2009-180539)	(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
(22) 出願日	平成21年8月3日(2009.8.3)	(74) 代理人	100086818 弁理士 高梨 幸雄
(65) 公開番号	特開2011-33867 (P2011-33867A)	(72) 発明者	酒井 秀樹 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
(43) 公開日	平成23年2月17日(2011.2.17)		
審査請求日	平成24年7月26日(2012.7.26)	審査官	小倉 宏之

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、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、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群より構成され、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するように、各レンズ群が移動するズームレンズであって、

前記第2レンズ群の広角端と望遠端における結像倍率を各々 $2w$ 、 $2t$ 、前記第3レンズ群の広角端と望遠端における結像倍率を各々 $3w$ 、 $3t$ 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第3レンズ群の光軸上の移動量を $M3$ 、広角端におけるレンズ全長を Lw 、望遠端におけるレンズ全長を Lt 、広角端における全系の焦点距離を fw とする

$$3.20 < (2t \times 3w) / (2w \times 3t) < 5.40$$

$$-0.50 < M3 / Lt < -0.10$$

$$11.912 \quad Lw / fw < 14.0$$

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】

広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第1レンズ群の光軸上の移動量を $M1$ 、広角端におけるレンズ全長を Lw とするとき、

$$-0.3 < M1 / Lw < -0.05$$

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。

10

20

【請求項 3】

前記第 1 レンズ群は、3 枚のレンズからなることを特徴とする請求項 1 または 2 のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 2 レンズ群に含まれるレンズ面は全て球面形状であ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】

前記第 3 レンズ群は 1 以上の非球面形状のレンズ面を含む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】

前記第 3 レンズ群は、光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動して結像位置を変化させるレンズ群であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 7】

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 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ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や電子スチルカメラ、放送用カメラ、監視カメラ等のように固体撮像素子を用いた撮像装置、或いは銀塩フィルムを用いたカメラ等の撮像装置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、監視カメラ、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。そしてそれに用いる撮影光学系としてレンズ全長が短く、コンパクト（小型）で高ズーム比（高変倍比）で、しかも高解像力のズームレンズであることが要求されている。これらの要求に応えるズームレンズとして、物体側より像側へ順に、正、負、正の屈折力を有する第 1、第 2、第 3 レンズ群と、それに続く 1 つ以上のレンズ群を含む後群を有するポジティブリード型のズームレンズが知られている。ポジティブリード型のズームレンズとして、物体側より像側へ順に、正、負、正、正の屈折力の第 1 ～ 第 4 レンズ群の 4 つのレンズ群より成るズームレンズが知られている（特許文献 1、2）。

【0003】

特許文献 1 では、第 1 レンズ群、第 2 レンズ群、第 3 レンズ群が変倍作用を分担し、各レンズ群の偏心に対する敏感度を下げて、沈胴構造に適した非使用時（非撮影時）の収納性を高めたズームレンズを開示している。特許文献 2 では、変倍レンズ群の焦点距離を短縮し、ズーミングに際して移動量を増やすことで、ズーム比 15 倍以上の高ズーム比のズームレンズを開示している。この他、ポジティブリード型の高ズーム比のズームレンズとして、物体側より像側へ順に正、負、正、負、正の屈折力の 5 つのレンズ群より成るズームレンズが知られている（特許文献 3）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2003 - 315676 号公報

【特許文献 2】特開 2006 - 171655 号公報

【特許文献 3】特開 2002 - 62478 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般に高ズーム比で、全系が小型のズームレンズを得るためには、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、レンズ枚数を削減すれば良い。しかしながら、このようにしたズームレンズは、ズーミングに伴う収差変動が増大し、また各レンズ及びレンズ群の組立上の倒れや偏芯などによる誤差が大きくなって来る。

【0006】

前述したポジティブリード型の4群ズームレンズや5群ズームレンズにおいて、高ズーム比とレンズ系全体の小型化を図りつつ、良好な光学性能を得るには各レンズ群のズーミングに伴う移動条件を適切に設定することが重要となる。特に、カメラ全体のコンパクト化を図りつつ、ズーム全域におけるコマ収差や像面湾曲などの諸収差を良好に補正するためにはズーミングに際して第2、第3レンズ群の移動条件等を適切に設定することが重要になってくる。これらの構成を適切に設定しないと、全系の小型化を図りつつ、高ズーム比で高い光学性能のズームレンズを得るのが難しくなってくる。

【0007】

本発明は、光学系全体が小型で、高ズーム比で、しかも全ズーム範囲にわたり高い光学性能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。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のズームレンズは、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、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群より構成され、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するように、各レンズ群が移動するズームレンズであって、

前記第2レンズ群の広角端と望遠端における結像倍率を各々 $2w$ 、 $2t$ 、前記第3レンズ群の広角端と望遠端における結像倍率を各々 $3w$ 、 $3t$ 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第3レンズ群の光軸上の移動量を $M3$ 、広角端におけるレンズ全長を Lw 、望遠端におけるレンズ全長を Lt 、広角端における全系の焦点距離を fw とするとき、

$$3.20 < (2t \times 3w) / (2w \times 3t) < 5.40$$

$$-0.50 < M3 / Lt < -0.10$$

$$11.912 \leq Lw / fw < 14.0$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、光学系全体が小型で、高ズーム比で、しかも全ズーム範囲にわたり高い光学性能が得られるズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の参考例1の広角端におけるレンズ断面図

【図2】(A)(B)本発明の参考例1に対応する数値実施例1の広角端、望遠端の収差図

【図3】本発明の実施例1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1に対応する数値実施例2の広角端、望遠端の収差図

【図5】本発明の参考例2の広角端におけるレンズ断面図

【図6】(A)(B)本発明の参考例2に対応する数値実施例3の広角端、望遠端の収差図

【図7】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】

【0011】

10

20

30

40

50

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置について説明する。本発明のズームレンズは、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、1つ以上のレンズ群を含む後群を有している。そしてズームングに際して少なくとも第2、第3レンズ群が移動する。

【0012】

図1は本発明の参考例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）はそれぞれ参考例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。図3は本発明の実施例1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4（A）、（B）はそれぞれ実施例1のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。図5は本発明の参考例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6（A）、（B）はそれぞれ参考例2のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

10

【0013】

図7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、実施例1と参考例1、2のズームレンズはビデオカメラやデジタルカメラ、TV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。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。レンズ断面図において、 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。 L_r は1つ以上のレンズ群を含む後群である。

【0014】

20

図1、図5の参考例1、参考例2のレンズ断面図において、 L_1 は正の屈折力の第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レンズ群である。後群 L_r は正の屈折力の第4レンズ群 L_4 より成っている。参考例1、2は4つのレンズ群より成るポジティブリード型の4群ズームレンズである。図3の実施例1のレンズ断面図において、 L_1 は正の屈折力の第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レンズ群である。後群 L_r は負の屈折力の第4レンズ群 L_4 、正の屈折力の第5レンズ群 L_5 より成っている。実施例1は5つのレンズ群より成るポジティブリード型の5群ズームレンズである。

【0015】

実施例1と参考例1、2において、 SP は開放Fナンバーの光束を決定するFナンバー決定絞り（開口絞り）であり、第3レンズ群 L_3 の物体側又は第3レンズ群 L_3 中に配置している。 FP はフレアー絞りであり、第3レンズ群 L_3 の像側に配置しており、不要光を遮光している。 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。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。は半画角（撮影画角の半分の値）、 Fno はFナンバーである。尚、以下の実施例1と参考例1、2において広角端と望遠端は変倍用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。実施例1と参考例1、2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が移動している。

30

40

【0016】

図1の参考例1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第1レンズ群 L_1 は物体側へ移動している。第2レンズ群 L_2 は像側へ、移動している。第3レンズ群 L_3 は物体側へ移動している。第4レンズ群 L_4 は物体側へ凸状の軌跡を描いて移動している。開口絞り SP とフレアーカット絞り FP は第3レンズ群 L_3 と一体的に移動している。また、第4レンズ群 L_4 を光軸上移動させてフォーカシングを行うリヤフォーカス式を採用している。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レンズ断面図の矢印 $4c$ に示すように第4レンズ群 L_4 を前方に繰り出すことによ

50

って行っている。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。さらに、正の屈折力の第3レンズ群L3を光軸に対して垂直方向に移動させることにより、光学系（ズームレンズ）全体が振動（傾動）したときの撮影画像のぶれを補正している。

【0017】

図3の実施例1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第1レンズ群L1は物体側へ移動している。第2レンズ群L2は像側へ移動している。第3レンズ群L3は物体側へ移動している。第4レンズ群L4は物体側へ移動している。第5レンズ群は物体側へ凸状の軌跡を描いて移動している。開口絞りSPとフレアカット絞りFPは第3レンズ群L3と一体的に移動している。また、第5レンズ群L5を光軸上移動させてフォーカシングを行うリヤフォーカス式を採用している。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各レンズ断面図の矢印5cに示すように第5レンズ群L5を前方に繰り出すことによって行っている。第5レンズ群L5に関する実線の曲線5aと点線の曲線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。さらに、正の屈折力の第3レンズ群L3を光軸に対して垂直方向に移動させることにより、光学系（ズームレンズ）全体が振動（傾動）したときの撮影画像のぶれを補正している。

【0018】

図5の参考例2のズームレンズは、図1の参考例1に比べて開口絞りSPがズーミングに際して第3レンズ群L3とは独立に移動していること、フレアカット絞りFPを有していないことが異なっている。また参考例1とは第2レンズ群L2乃至第4レンズ群L4のレンズ構成が異なっている。その他の構成は図1の参考例1と同じである。実施例1と参考例1、2のズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群L1と、負の屈折力の第2レンズ群L2と、正の屈折力の第3レンズ群L3、そして1以上のレンズ群より成る後群Lrとを有している。そして第2、第3レンズ群L2、L3が移動してズーミングを行う。そして第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の変倍比を適切に設定しつつ、第3レンズ群L3の移動量を大きくすることで、小型で高ズーム比のズームレンズを得ている。

【0019】

具体的には第2レンズ群L2の広角端における結像倍率を $2w$ 、第2レンズ群L2の望遠端における結像倍率を $2t$ 、第3レンズ群L3の広角端における結像倍率を $3w$ 、第3レンズ群L3の望遠端における結像倍率を $3t$ とする。広角端から望遠端へのズーミングにおける第3レンズ群L3の光軸上の移動量を $M3$ 、望遠端でのレンズ全長を L_t とする。このとき、

$$3.00 < (2t \times 3w) / (2w \times 3t) < 5.85 \quad (1)$$

$$-0.50 < M3 / L_t < -0.10 \quad (2)$$

なる条件を満足している。ここで、レンズ全長とはレンズ最前面からレンズ最終面までの距離に、レンズ最終面から像面までの間に光学ブロックがあるときはそれを空気換算したバックフォーカスの長さを加えたものである。また、移動量 $M3$ の符号は第3レンズ群L3が広角端に比べて望遠端で物体側に位置する場合が負である。また像側に位置する場合が正である。これは他のレンズ群の移動量においても同様である。

【0020】

条件式(1)は、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の変倍負担を規定する式である。実施例1と参考例1、2では、第3レンズ群L3の近傍に絞りSPが配置されている。このため、第3レンズ群L3においては画面周辺に入射する周辺光束の上線と下線で光軸からの距離変化が大きい。このため、条件式(1)の下限を超えて第3レンズ群L3の変倍負担が大きくなり、第3レンズ群L3内の各レンズ面の曲率半径が小さくなると、ズーム全域にわたってコマ収差を補正するのが困難になってくる。また、第2レンズ群L2は

絞り S P から比較的離れて配置されているので、広角端では周辺光束がレンズの周縁部を通過し、望遠端では中心部を通過する。このため、条件式 (1) の上限を超えて第 2 レンズ群 L 2 の変倍負担が大きくなると、第 2 レンズ群 L 2 において周辺光束全体が屈折面に入射するときの入射角度の広角端と望遠端での差が大きくなる。そうすると、ズームによる像面湾曲の変化が大きくなるので、ズーム全域にわたって像面湾曲を良好に補正するのが困難になる。

【 0 0 2 1 】

条件式 (1) の範囲内であれば、前述の問題が起こりにくい。このため、各レンズ面の曲率半径を大きくするために第 2 レンズ群 L 2 や第 3 レンズ群 L 3 に新たにレンズを追加する必要がなくなるので各レンズ群の枚数を少なくすることができ、小型化と光学性能の維持を図ることができる。条件式 (2) の下限を超えて第 3 レンズ群 L 3 の移動量が大きくなると、第 3 レンズ群 L 3 において広角端と望遠端で周辺光束の上線と下線の光軸からの距離変化が大きくなっていく。このため、ズーム全域にわたってコマ収差を補正するのが困難になっていく。また、条件式 (2) の上限を超えると、第 3 レンズ群 L 3 の倍率を高く維持するためには、第 2 レンズ群 L 2 の移動量を増やして第 3 レンズ群 L 3 の物点を変化させなければならなくなる。しかしながら、第 2 レンズ群 L 2 の移動量が増えすぎると、第 2 レンズ群 L 2 で周辺光束全体が屈折面に入射するときの入射角度の広角端と望遠端の差が大きくなる。そうするとズームによる像面湾曲の変化が大きくなるので、ズーム全域にわたって像面湾曲を良好に補正するのが困難になる。実施例 1 と参考例 1 , 2 においてさらに好ましくは、条件式 (1) 、 (2) の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【 0 0 2 2 】

$$3.20 < (2t \times 3w) / (2w \times 3t) < 5.40 \quad (1a)$$

$$-0.20 < M3 / Lt < -0.11 \quad (2a)$$

以上の如く各レンズ群を構成することにより、良好なる光学性能を有した高ズーム比のズームレンズが得られるが、更に好ましくは次の諸条件のうち 1 以上を満足するのが良い。第 1 レンズ群 L 1 の広角端から望遠端へのズームにおける光軸上の移動量を M 1 、広角端におけるレンズ全長を L w とする。広角端における全系の焦点距離を f w とする。このとき、

$$-0.3 < M1 / Lw < -0.05 \quad (3)$$

$$7.0 < Lw / fw < 14.0 \quad (4)$$

なる条件のうち 1 以上を満足するのが良い。条件式 (3) の下限を超えて第 1 レンズ群 L 1 の物体側へ移動量が多くなると、望遠端においてレンズ全長が伸びてきて、沈胴厚が増えてしまうので良くない。また、条件式 (3) の上限を超えて第 1 レンズ群 L 1 の物体側へ移動量が少なくなると、広角側においてレンズ全長が長くなってきて、前玉有効径が大きくなっていくので良くない。実施例 1 と参考例 1 , 2 においてさらに好ましくは、条件式 (3) の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【 0 0 2 3 】

$$-0.18 < M1 / Lw < -0.09 \quad (3a)$$

とするのが良い。条件式 (4) の下限を超えると、広角端における焦点距離に対するレンズ全長が短くなりすぎ、収差補正に必要な複数のレンズを配置するのが難しくなり、十分な光学性能を維持するのが困難になる。また、上限を超えると、広角端においてレンズ全長が長くなりすぎ、前玉有効径も大きくなっていくため、全系の小型化が困難になっていく。さらに好ましくは、条件式 (4) の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$11.912 < Lw / fw < 14.0 \quad (4x)$$

又は条件式 (4) の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【 0 0 2 4 】

$$10.0 < Lw / fw < 12.0 \quad (4a)$$

とするのが良い。この他、実施例 1 と参考例 1 , 2 において好ましくは、第 3 レンズ群 L 3 の最も物体側に配置されたレンズ G 3 1 は、物体側のレンズ面が凸形状であるのが良い

。そして、該レンズG 3 1の物体側頂点と、該レンズG 3 1の物体側のレンズ面と外周部との交点との間に、開放Fナンバーの光束を決定するFナンバー決定絞りを配置するのが良い。これによれば、第3レンズ群L 3とは別に絞り部材を配置しないで済むので、望遠端において第2レンズ群L 2と、第3レンズ群L 3の間隔を狭くすることが容易となり、ズーミングに際して第3レンズ群L 3の移動量を増やすことができる。この結果、条件式(2)を満たすことが容易になる。

【0025】

この他、好ましくは、第1レンズ群L 3は3枚のレンズから構成するのが良い。これによれば、望遠端において色収差を低減すると共に、第1レンズ群L 1のレンズ枚数が多くなりすぎず、レンズ全長の短縮化や前玉有効径の小型化が容易になる。この他、好ましくは、第2レンズ群L 2に含まれるレンズは全て球面形状より成るレンズであるのが良い。これによれば、研磨によるレンズ加工が容易となり、高い量産性を実現することができる。この他好ましくは、第3レンズ群L 3は1以上の非球面形状のレンズ面を有するのが良い。これによれば、球面収差、コマ収差等を効果的に補正することができる。この他好ましくは、第3レンズ群L 3を、光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させ、結像位置を変移させるのが良い。即ち防振を行うのが良い。これによれば、防振のためのプリズムやレンズ群を新たに追加せずに、手ぶれを抑制することができる。ただし、光軸に対し垂直方向への移動量から第3レンズ群L 3を移動させるのが好ましいが、必ずしも第3レンズ群L 3全てでなければならず一部であっても良い。この他好ましくは、実施例1と参考例1, 2のズームレンズは固体撮像素子に像を形成し、記録することができる撮像装置に搭載されることが好ましい。

【0026】

本発明のズームレンズを有する撮像装置では、像の記録される範囲である有効像円径を、広角側において望遠端よりも小さくするのが良い。これによれば、広角側での画面周辺部の光線の高さが抑えられるので、前玉有効径の小型化が容易になる。ただし、前玉有効径の小型化や、画面周辺部で十分な光量を求められないズームレンズにおいては、有効像円径を広角側において望遠端よりも小さくしなくても良い。

【0027】

次に、実施例1と参考例1, 2における各レンズ群のレンズ構成について説明する。実施例1と参考例1, 2のズームレンズは、物体側より像側へ順に、第1レンズ群L 1は物体側が凸面のメニスカス形状の負レンズと正レンズとを接合した接合レンズ、物体側が凸面のメニスカス形状の正レンズより成っている。これにより、ズーミングの際の倍率色収差の変動を改善している。第2レンズ群L 2は、像側の面が凹形状の負レンズ、両凹形状の負レンズ、物体側が凸面の正レンズを含み、全てのレンズが球面レンズで構成されている。これにより、ズーミングの際の収差変動を少なくすると共に、製造を容易にし、量産性を向上している。また、負レンズを2枚以上有するようにしている。これにより、全体で負の屈折力より成る第2レンズ群L 2において、1枚の負レンズで構成したときに1枚の負レンズに負の屈折力が集中し、レンズ面の曲率半径が小さくなりすぎて像面湾曲が増大し、またズーミングの際の変動が増加することを防いでいる。

【0028】

第3レンズ群L 3は、2枚の正レンズと、1枚の負レンズを有している。これにより、軸上色収差を低減し、さらにズーミングの際のコマ収差の変動を少なくしている。また、正レンズを2枚有するようにしている。これにより全体で正の屈折力より成る第3レンズ群L 3において、1枚の正レンズで構成したときに1枚の正レンズに正の屈折力が集中し、レンズ面の曲率半径が小さくなりすぎてコマ収差が悪化することを防いでいる。また、第3レンズ群L 3は非球面形状の面を有している。これにより、球面収差、コマ収差等を効果的に補正している。参考例1, 2の正の屈折力の第4レンズ群L 4、及び実施例1の正の屈折力の第5レンズ群L 5は、1枚の正レンズ、又は正レンズと負レンズの接合レンズより成るフォーカシング用のレンズ群である。このような構成により、フォーカスの際に移動するレンズ群の重量を軽量化して、迅速にフォーカスができるようにしている。

【 0 0 2 9 】

実施例 1 の負の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 は 1 枚の負レンズより成っている。第 4 レンズ群 L 4 を設けることで、絞り S P から離れた位置に可動レンズ群が位置するようにして、倍率色収差やコマ収差等のズームによる変動を補正している。以上のように各レンズ群を構成することによってレンズ全長の小型化と高ズーム比化（高倍率化）を達成すると共に、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得ている。特に実施例 1 と参考例 1 , 2 によれば、10 倍以上の高いズーム比をもつ小型で全ズーム範囲において、良好な光学性能を実現したズームレンズが得られる。

【 0 0 3 0 】

次に、本発明の参考例 1 , 実施例 1 , 参考例 2 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 は物体側からの光学面の順序を示す。r i は第 i 番目の光学面（第 i 面）の曲率半径、d i は第 i 面と第 i + 1 面との間の間隔、n d i と d i はそれぞれ d 線に対する第 i 番目の光学部材の材料の屈折率、アッペ数を示す。数値実施例 1 において D 1 2 の値が負となっているが、これは物体側から順に F ナンバー決定部材 S P、第 3 レンズ群 L 3 のレンズ G 3 1 と数えたためである。具体的な構成としては F ナンバー決定部材（開口絞り）S P が第 3 レンズ群 L 3 の物体側のレンズ G 3 1 のレンズ面の物体側頂点よりも絶対値 D 1 2 だけ像側に位置していることを示している。レンズ面が非球面形状を有する場合は、曲率半径の後に * を付加している。非球面形状は k を離心率、B , C , D , E 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、

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

で表示される。但し R は近軸曲率半径である。また例えば「E - Z」の表示は「10^{-Z}」を意味する。

【 0 0 3 1 】

数値実施例において最後の 2 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。実施例 1 と参考例 1 , 2 において、バックフォーカス（B F）はレンズ最終面から近軸像面までの距離を空気換算長により表したものである。レンズ全長は最も物体側の第 1 レンズ面から最終面までの距離にバックフォーカスを加えたものである。即ち第 1 レンズ面から像面までの距離である。数値実施例 1 において r 1 2 は開口絞り S P、r 1 9 はフレアーカット絞り F P である。数値実施例 2 において r 1 2 は開口絞り S P、r 1 9 はフレアーカット絞り F P である。数値実施例 3 において r 1 4 は開口絞り S P 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 3 2 】

[数値実施例 1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	58.439	1.20	1.84666	23.9
2	32.907	4.00	1.51633	64.2
3	-167.445	0.20		
4	27.301	2.70	1.58313	59.4
5	100.035	(可変)		
6	256.527	1.00	1.88300	40.8
7	7.841	3.00		
8	-623.051	0.50	1.71300	53.9
9	21.770	0.30		
10	11.119	1.70	1.92286	18.9

11	19.586	(可変)		
12(絞り)		-0.30		
13*	8.112	2.30	1.58313	59.4
14	-38.762	3.00		
15	14.902	0.50	1.84666	23.9
16	6.729	0.90		
17	23.425	1.30	1.51633	64.1
18	566.319	1.00		
19		(可変)		
20	14.190	2.20	1.48749	70.2
21	-116.898	(可変)		
22		1.00	1.49831	65.1
23		0.50		

像面

非球面データ

第13面

K = -9.09166E-001 B = -4.31754E-005 C = 3.48961E-007 D = 1.04721E-008

10

20

各種データ

ズーム比 11.99

焦点距離	6.00	23.98	71.98	44.18	12.04
Fナンバー	3.60	4.42	4.94	4.65	3.99
画角	31.02	9.18	3.08	5.01	17.84
像高	3.61	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	68.75	68.89	75.26	72.37	66.75
BF	8.29	15.01	9.14	15.33	11.72

30

d 5	0.60	15.79	25.62	21.74	8.59
d11	29.74	8.98	1.04	3.84	17.00
d19	4.62	3.62	13.95	5.95	3.94
d21	7.12	13.84	7.97	14.16	10.55

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	43.44
2	6	-9.42
3	12	17.43
4	20	26.10
5	22	

40

【 0 0 3 3 】

[数値実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号 r d nd d

50

1	39.323	1.20	1.84666	23.9	
2	22.950	4.50	1.69680	55.5	
3	166.497	0.20			
4	31.714	2.50	1.71300	53.9	
5	93.247	(可変)			
6	-559.441	1.00	1.83400	37.2	
7	6.763	2.90			
8	-24.286	0.60	1.77250	49.6	
9	19.578	0.20			
10	12.694	1.90	1.92286	18.9	10
11	79.126	(可変)			
12(絞り)		1.75			
13*	8.842	1.90	1.58313	59.4	
14	-48.359	4.00			
15	28.901	0.50	1.84666	23.9	
16	8.059	0.30			
17	16.070	1.40	1.51633	64.1	
18	-35.157	1.00			
19		(可変)			
20	-64.639	0.55	1.48749	70.2	20
21	-247.351	(可変)			
22	13.891	2.00	1.60311	60.6	
23	-1228.224	(可変)			
24		1.00	1.49831	65.1	
25		0.50			

像面

非球面データ

第13面

K = -8.24140E-001 B = -4.18452E-005 C = -3.86514E-007 D = 2.43674E-008 30

各種データ

ズーム比 12.51

焦点距離	5.52	21.79	69.10	39.94	11.27	
Fナンバー	3.60	4.39	4.66	4.48	4.06	
画角	32.36	10.08	3.21	5.54	18.98	
像高	3.50	3.88	3.88	3.88	3.88	
レンズ全長	65.46	70.42	76.89	74.15	67.00	40
BF	9.53	15.87	9.60	15.67	12.86	
d 5	0.60	14.78	23.86	20.28	8.10	
d11	22.86	7.16	2.00	3.74	12.95	
d19	1.84	2.13	2.82	2.50	1.90	
d21	2.23	2.09	10.22	3.56	2.80	
d23	8.36	14.70	8.43	14.50	11.69	

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

50

1	1	39.22
2	6	-7.34
3	12	16.77
4	20	-179.68
5	22	22.79
6	24	

【 0 0 3 4 】

[数値実施例 3]

単位 mm

10

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	84.274	2.00	1.80610	33.3
2	32.475	6.20	1.49700	81.5
3	-431.509	0.20		
4	33.415	3.60	1.69680	55.5
5	180.027	(可変)		
6	64.172	1.00	1.88300	40.8
7	11.733	1.90		
8	29.308	0.85	1.83481	42.7
9	9.447	3.30		
10	-36.240	0.80	1.83400	37.2
11	57.884	0.20		
12	19.186	2.25	1.92286	18.9
13	-416.054	(可変)		
14(絞り)		(可変)		
15*	12.148	3.00	1.69350	53.2
16	847.526	3.00		
17	63.798	0.90	1.64769	33.8
18	14.183	0.50		
19	27.624	0.70	2.00330	28.3
20	8.242	2.40	1.74400	44.8
21	-47.263	(可変)		
22	20.094	2.70	1.77250	49.6
23	-15.105	0.60	1.80610	33.3
24	286.339	(可変)		
25		1.00	1.51633	64.1
26		0.50		

20

30

像面

40

非球面データ

第15面

K = 1.62671E+000 B=-1.65451E-004 C=-1.30791E-006 D=-2.64512E-008 E=-5.84379E-010

各種データ

ズーム比 19.04

50

焦点距離	5.15	20.12	98.07	7.10	40.03
Fナンバー	2.87	4.33	5.63	3.19	4.74
画角	36.89	10.87	2.26	28.58	5.51
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	89.11	96.12	110.38	85.99	104.08
BF	10.82	16.84	8.24	11.75	18.46

d 5	0.90	18.38	36.34	2.98	28.34
d13	24.19	8.52	1.70	17.48	4.76
d14	11.10	2.55	0.90	8.92	0.90
d21	6.00	13.74	27.11	8.75	15.53
d24	9.66	15.68	7.08	10.59	17.30

10

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	54.78
2	6	-9.63
3	14	
4	15	21.96
5	22	29.64
6	25	

20

【 0 0 3 5 】

【表 1】

表 1

条件式		数値実施例		
		1	2	3
(1)	$(\beta_{2t} * \beta_{3w}) / (\beta_{2w} * \beta_{3t})$	3.269	5.360	4.511
(2)	$M3 / Lt$	-0.135	-0.116	-0.194
(3)	$M1 / Lw$	-0.094	-0.173	-0.270
(4)	Lw / fw	11.506	11.912	17.430

30

次に実施例 1 と参考例 1 , 2 に示した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 7 を用いて説明する。図 7 において、20 はカメラ本体、21 は実施例 1 と参考例 1 , 2 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。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である。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。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。

40

【符号の説明】

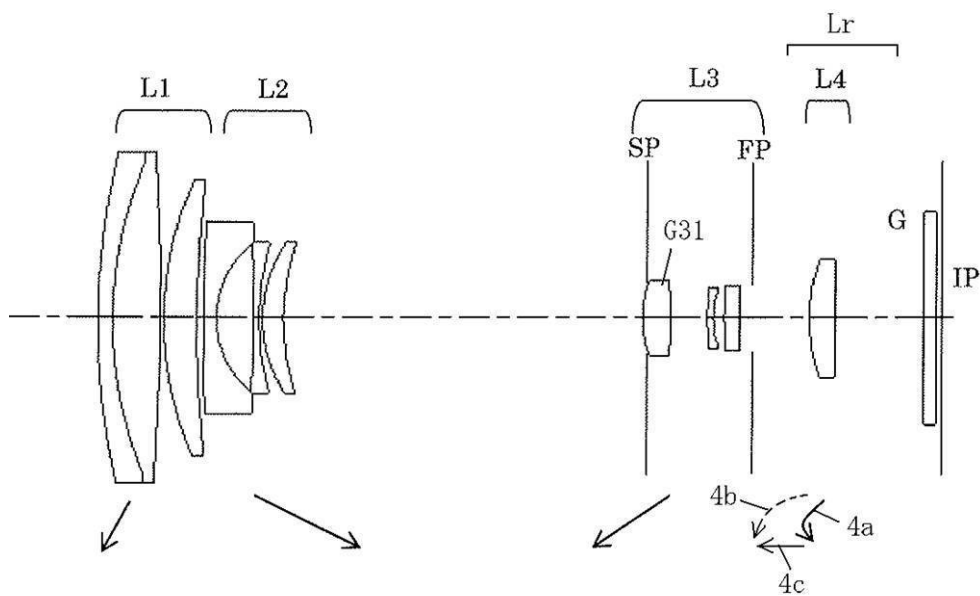
【 0 0 3 6 】

L 1 は第 1 レンズ群、L 2 は第 2 レンズ群、L 3 は第 3 レンズ群、L 4 は第 4 レンズ群、L 5 は第 5 レンズ群、L r は後群、d は d 線、g は g 線、M はメリディオナル像面、

50

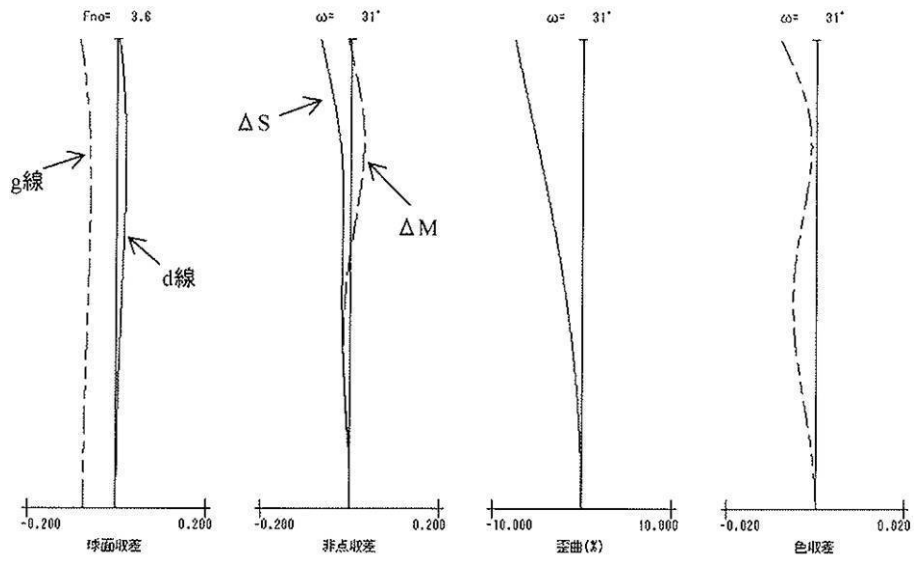
Sはサジタル像面、SPは絞り、FPはフレアーカット絞り、GはCCDのフォースプレートやローパスフィルター等のガラスブロック

【図1】

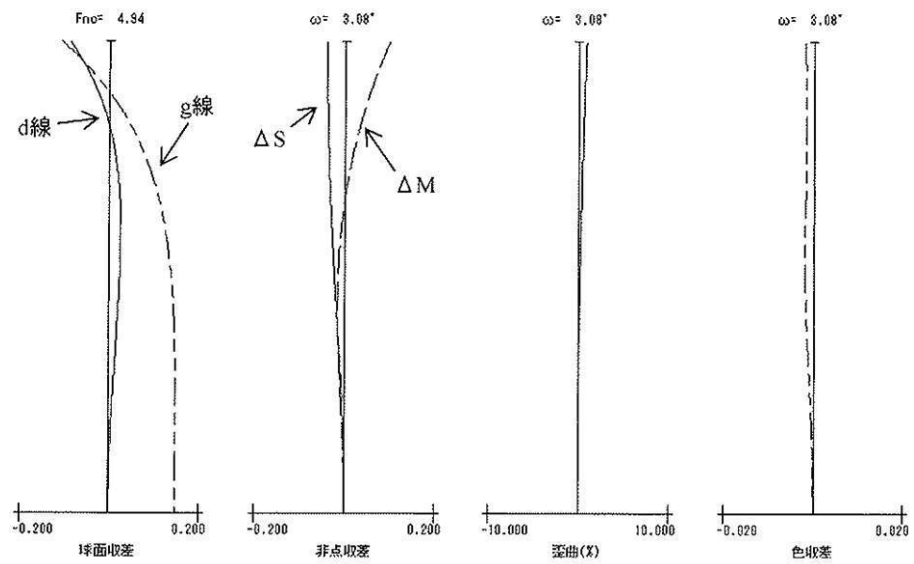


【図2】

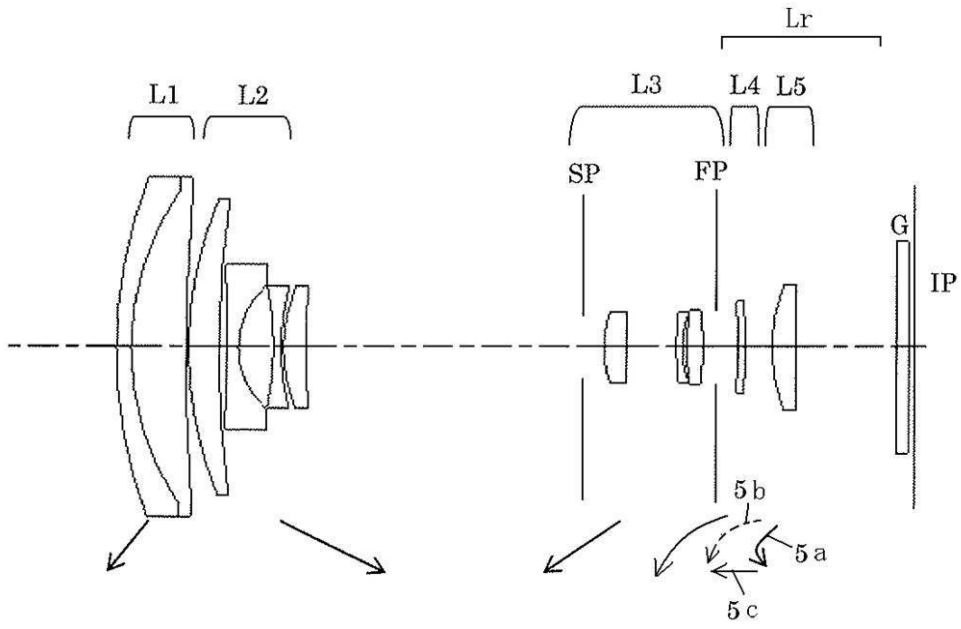
(A)



(B)

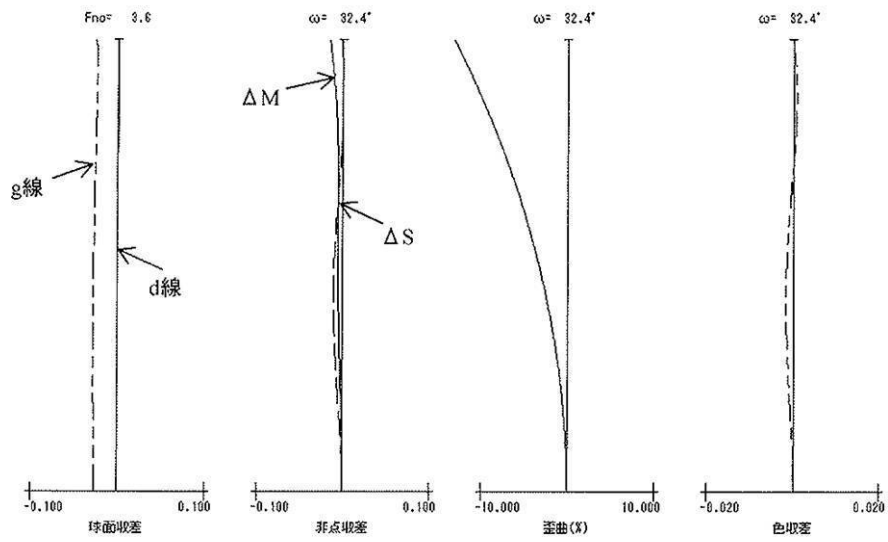


【図 3】

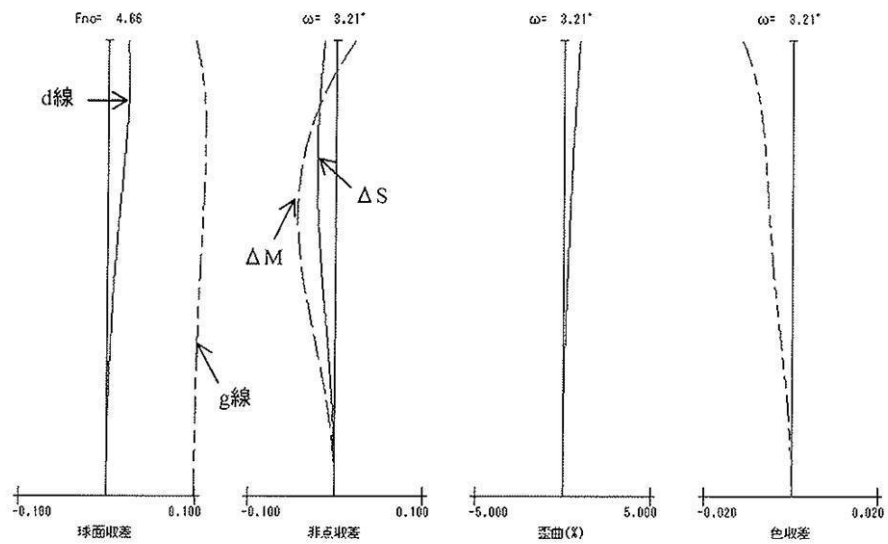


【図4】

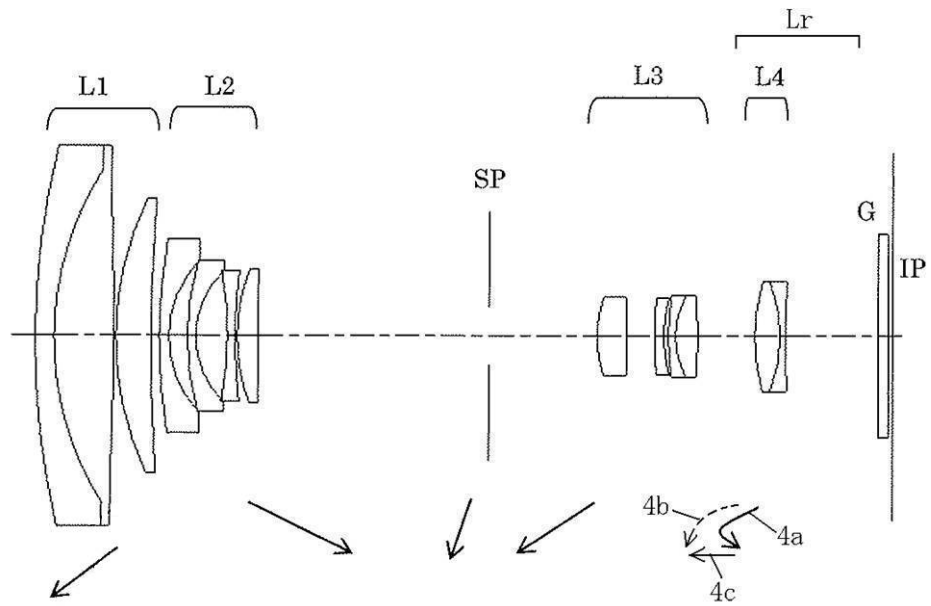
(A)



(B)

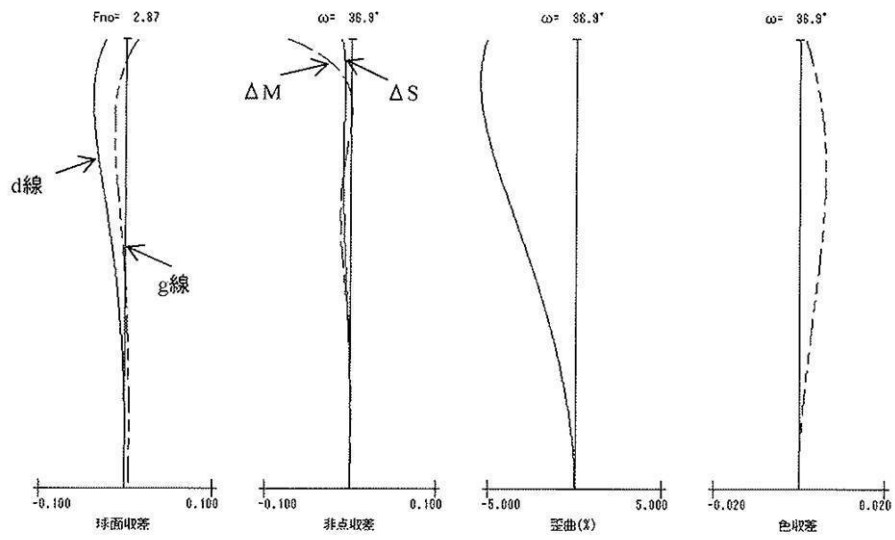


【図5】

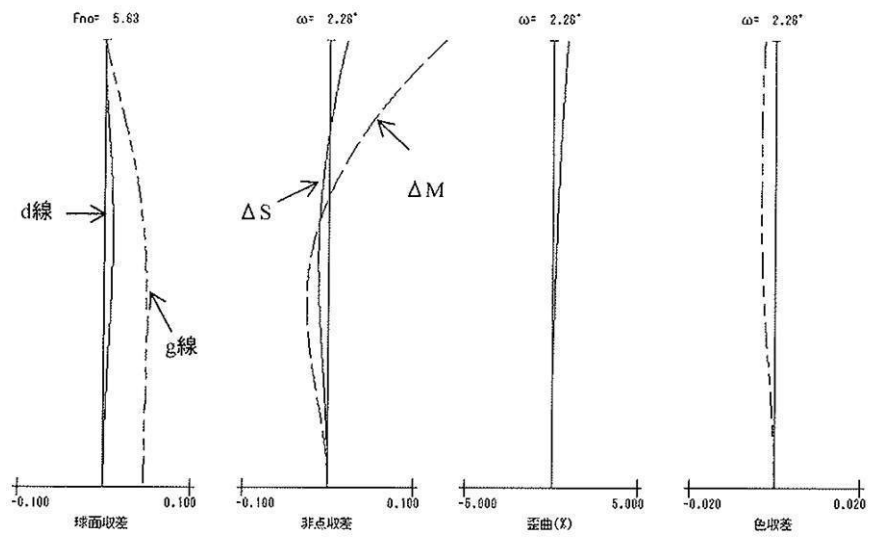


【図 6】

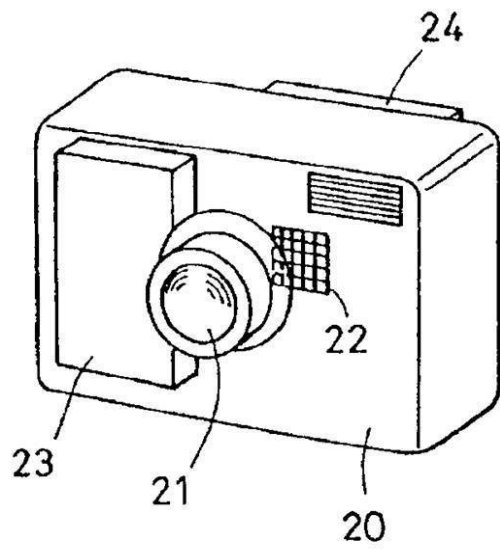
(A)



(B)



【図 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-292994(JP,A)
特開2003-287680(JP,A)
特開2006-171655(JP,A)
特開平11-258506(JP,A)
特開2003-202499(JP,A)
特開2008-146016(JP,A)
特開2009-169082(JP,A)
特開2008-185782(JP,A)
特開2008-129222(JP,A)
特開2007-094177(JP,A)
特開2009-115958(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