

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5618752号
(P5618752)

(45) 発行日 平成26年11月5日(2014.11.5)

(24) 登録日 平成26年9月26日(2014.9.26)

(51) Int.Cl.

F 1

G 0 2 B 15/20 (2006.01)

G 0 2 B 15/20

請求項の数 15 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2010-228571 (P2010-228571)
 (22) 出願日 平成22年10月8日(2010.10.8)
 (65) 公開番号 特開2012-83472 (P2012-83472A)
 (43) 公開日 平成24年4月26日(2012.4.26)
 審査請求日 平成25年10月4日(2013.10.4)

(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 藤崎 豊克
 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
 審査官 森内 正明

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、1以上のレンズ群を含む後群より構成され、前記第1レンズ群は負レンズと正レンズからなり、

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し、広角端に比べて望遠端において前記第1レンズ群は物体側に位置し、前記第3レンズ群は物体側に位置するズームレンズにおいて、

前記第1、第2レンズ群の焦点距離を各々 f_1 、 f_2 、広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 f_w 、 f_t とするととき、

$$10.5 < f_1 / f_w < 30.0$$

$$0.010 < |f_2 / f_t| < 0.181$$

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3レンズ群の焦点距離を f_3 とするととき、

$$0.20 < |f_2 / f_3| < 0.85$$

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】

前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 とするととき、

$$2.0 < f_3 / f_w < 10.0$$

なる条件式を満足す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】

広角端における前記ズームレンズの全長を Tdw とするとき、

$$0.1 < Tdw / ft < 1.5$$

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】

広角端と望遠端における前記第 2 レンズ群の横倍率を各々 $2w$ 、 $2t$ とするとき、

$$0.1 < 2w / 2t < 0.4$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 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 レンズ群の光軸方向の厚みを $D1G$ とするとき、

$$0.01 < D1G / ft < 0.15$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

前記後群は、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群からな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】

前記後群は、正の屈折力の第 4 レンズ群から成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。 20

【請求項 9】

前記第 4 レンズ群の焦点距離を $f4$ とするとき、

$$0.01 < |f2 / f4| < 0.6$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 7 または 8 に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

前記第 1 レンズ群を構成する正レンズの焦点距離を $f1p$ とするとき、

$$0.1 < f1p / f1 < 1.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。 30

【請求項 11】

ズーミングに際して前記各レンズ群とは独立に移動する開口絞りが前記第 3 レンズ群の物体側に配置されており、広角端における前記開口絞りと前記第 3 レンズ群との距離を ds_w とするとき、

$$0.5 < ds_w / fw < 10.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 12】

前記第 3 レンズ群は 1 つの負レンズ、2 つの正レンズを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。 40

【請求項 13】

前記第 3 レンズ群を、光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動させて、ズームレンズの結像位置を光軸に対して垂直方向に変化させることを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 14】

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 13 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 15】

請求項 1 乃至 14 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 50

される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、広画角、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。

10

【0003】

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4つのレンズ群又は正、負、正、正、正の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1）。特許文献1ではズーム比15以上、広角端の撮影画角62°程度のズームレンズを開示している。又、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2）。特許文献2ではズーム比10程度、広角端での撮影画角76°程度のズームレンズを開示している。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-171655号公報

【特許文献2】特開2003-255228号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般にズームレンズをカメラ本体内に沈胴させ、非撮影時においてカメラを薄型化するためには、ズームレンズを構成する各レンズ群の屈折力（光学的パワー＝焦点距離の逆数）を強めつつ、各レンズ群の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、各レンズ面の屈折力の増加に伴いコバ厚を確保するためにレンズ肉厚が増してしまい、特に前玉径などの肥大化や、レンズの短縮などの小型化が不十分になる。また、同時に望遠端における色収差などの諸収差の補正が困難になってくる。

【0006】

そこで、ズームレンズを高ズーム比化しつつ小型化するためには、各レンズ群の屈折力、レンズ全長、変倍用のレンズ群の結像倍率等の最適化が重要となる。上述した4群ズームレンズや5群ズームレンズにおいて、各レンズ群の屈折力等を適切に設定しないと広画角で10倍を超える高ズーム比を達成しつつ良好な光学性能を得るのが困難となる。

40

【0007】

本発明は、沈胴した際のレンズ厚が薄く、広画角かつ高ズーム比で、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

50

折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、1以上のレンズ群を含む後群より構成され、前記第1レンズ群は負レンズと正レンズからなり、

ズーム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し、広角端に比べて望遠端において前記第1レンズ群は物体側に位置し、前記第3レンズ群は物体側に位置するズームレンズにおいて、

前記第1、第2レンズ群の焦点距離を各々 f_1 、 f_2 、広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 f_w 、 f_t とすると、

$$10.5 < f_1 / f_w < 30.0$$

$$0.010 < |f_2 / f_t| < 0.181$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

10

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば沈胴した際のレンズ厚が薄く、広画角かつ高ズーム比で、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】本発明の実施例1の広角端におけるレンズ断面図

【図2】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例1に対応する数値実施例1の広角端、中間のズーム位置、望遠端の収差図

【図3】本発明の実施例2の広角端におけるレンズ断面図

20

【図4】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例2に対応する数値実施例2の広角端、中間のズーム位置、望遠端の収差図

【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)、(C) 本発明の実施例3に対応する数値実施例3の広角端、中間のズーム位置、望遠端の収差図

【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)、(C) 本発明の実施例4に対応する数値実施例4の広角端、中間のズーム位置、望遠端の収差図

【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)、(C) 本発明の実施例5に対応する数値実施例5の広角端、中間のズーム位置、望遠端の収差図

30

【図11】本発明の実施例6の広角端におけるレンズ断面図

【図12】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例6に対応する数値実施例6の広角端、中間のズーム位置、望遠端の収差図

【図13】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】

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以上のレンズ群を含む後群より構成されている。

40

第1レンズ群L1は負レンズと正レンズからなる。ズームに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するように第1乃至第3レンズ群と後群を構成する各レンズ群が移動している。このとき撮像面に対して、広角端に比べ望遠端において第1レンズ群は物体側に位置し、第3レンズ群は物体側に位置する。

【0012】

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)、(C)はそれぞれ実施例1のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、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4(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例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

50

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である。

【0013】

図6(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例3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。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である。図8(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例4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。

【0014】

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である。図10(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例5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。図11は本発明の実施例6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12(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例6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。

【0015】

図13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。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以上のレンズ群を含む後群である。

【0016】

図1、図3、図5、図7の実施例1~4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1~4はポジティブリード型の5群ズームレンズである。

【0017】

図9、図11の実施例5、6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。実施例5、6はポジティブリード型の4群ズームレンズである。

【0018】

各実施例において、 SP は開口絞りであり、第3レンズ群 L_3 の物体側に配置している。また各実施例において FP はフレア絞りであり、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。

【0019】

球面収差図において実線は d 線、二点鎖線は g 線である。非点収差図において M はメリディオナル像面、 S はサジタル像面、倍率色収差は g 線によって表している。 ω は半画角(撮影画角の半分の値)、 Fno はFナンバーである。尚、以下の各実施例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。各実施例において矢印は、広角端から望遠端へのズーミング又はフォーカスに際しての移動軌跡を示している。

【0020】

図1、図3、図5、図7の実施例1~4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 L_1 は像側へ凸状の軌跡を描いて移動している。第2レンズ群 L_2 は像側へ、凸状で非直線的に移動している。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 は物体側へ凸状又は像側へ凸状の軌跡を描いて移動している。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。即ち、ズーミングに際して隣り合

10

20

30

40

50

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。開口絞り S P は他のレンズ群と独立に移動している。フレアカット絞り F P は第 3 レンズ群 L 3 と一体的に移動している。また、第 5 レンズ群 L 5 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 5 c に示すように第 5 レンズ群 L 5 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 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。

【 0 0 2 1 】

実施例 1 ~ 4 では正の屈折力の第 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て、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。即ち全系が形成する像を光軸に対して垂直方向に変位させている。図 9、図 11 の実施例 5、6 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 L 1 は像側へ凸状の軌跡を描いて移動している。第 2 レンズ群 L 2 は像側へ、凸状で非直線的に移動している。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。即ち、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。開口絞り S P は他のレンズ群と独立に移動している。フレアカット絞り F P 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 4 c 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って行っている。第 4 レンズ群 L 4 に関する実線の曲線 4 a と点線の曲線 4 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、実施例 5、6 では正の屈折力の第 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ることにより、結像位置を光軸に対して垂直方向に変化させている。即ち、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。

【 0 0 2 2 】

各実施例では、ズーミングに際し、撮像面に対し、広角端に比べて望遠端において第 1 レンズ群 L 1 と第 3 レンズ群 L 3 がいずれも物体側に位置するように移動させている。これにより広角端におけるレンズ全長を短くし、前玉有効径の小型化を図りつつ、高いズーム比（変倍比）が得られるようにしている。特に、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第 3 レンズ群 L 3 を物体側に移動させることにより、第 3 レンズ群 L 3 に変倍分担を持たせている。更に正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 を物体側へ移動することで第 2 レンズ群 L 2 に大きな変倍効果を持たせて第 1 レンズ群 L 1、第 2 レンズ群 L 2 の屈折力をあまり大きくすることなく 10 倍 ~ 20 倍程度の高ズーム比を得ている。また、実施例 5、6 では第 4 レンズ群 L 4、実施例 1 ~ 4 では第 5 レンズ群 L 5 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。尚、実施例 1 ~ 4 において負の屈折力の第 4 レンズ群でフォーカスしても良い。このとき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、負の屈折力の第 4 レンズ群を後方（像側）に繰り込むことによって行う。

【 0 0 2 3 】

さらに、各実施例では正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 を光軸に対し垂直方向の成分を持つように移動させて、全系が形成する像を光軸に対し垂直方向に像を変位させている。これにより光学系（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の補正（防振）を可変頂角プリズム等の光学部材や防振のためのレンズ群を新たに付加することなく行うようにし、光学系全体が大型化するのを防止している。このときの第 3 レンズ群 L 3 の光軸と垂直方向への移動方式は、例えば鏡筒構造の複雑化を許容すれば、光軸上に回転中心を持つように第 3 レンズ群 L 3 を回動させて防振を行っても良い。また撮影画像のぶれを第 3 レンズ群の一部を光軸に対し垂直方向の成分を持つように移動させて行っても

10

20

30

40

50

良い。なお、各実施例において開口絞り S P はズームングに際して各レンズ群とは独立に移動している。これにより、広角端およびその近傍のズーム位置における中間像高からの画面周辺での光量の急峻な落ちを改善するとともに前玉径の小型化を図っている。

【0024】

第1レンズ群 L 1 の有効レンズ径（前玉有効径）を小型にし、また沈胴時にカメラを薄型にするためには、第1レンズ群 L 1 を構成するレンズの数が少ない方が好ましい。そこで第1レンズ群 L 1 を物体側から像側へ順に、負レンズ、正レンズの2枚のレンズより構成している。具体的には独立した負レンズと正レンズより、または負レンズと正レンズを接合した接合レンズより第1レンズ群 L 1 を構成している。これにより高ズーム比を図る際に発生する球面収差と色収差を良好に補正している。第3レンズ群 L 3 は負レンズ1枚と正レンズ2枚を含むように構成している。実施例1～4、6においては、物体側から像側へ順に、正、負、正レンズにより第3レンズ群 L 3 を構成している。また実施例5においては物体側から像側へ順に正、正、負、正レンズより第3レンズ群 L 3 を構成している。

10

【0025】

これにより防振時及びズームングの際に発生するコマ収差を良好に補正している。第3レンズ群 L 3 は1以上の非球面を有している。これによってズームングに伴う球面収差の変動を良好に補正している。

【0026】

実施例1～4、6においては第4レンズ群 L 4 を1枚の負レンズで構成している。これにより、沈胴した際の薄型化を図っている。

20

【0027】

各実施例において、第1、第2レンズ群 L 1、L 2 の焦点距離を各々 f_1 、 f_2 とする。広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 f_w 、 f_t とする。このとき、

$$10.5 < f_1 / f_w < 30.0 \quad \cdots (1)$$

$$0.010 < |f_2 / f_t| < 0.181 \quad \cdots (2)$$

なる条件式を満足している。

【0028】

条件式(1)は全系を小型にしつつ広画角かつ高ズーム比化するために、変倍に寄与する第1レンズ群 L 1 の焦点距離 f_1 と広角端における全系の焦点距離 f_w との比を適切に定めたものである。

30

【0029】

一般に、広画角かつ高ズーム比化するためには変倍に寄与するレンズ群の屈折力を大きくし、各レンズ群を移動させズームングすれば良い。しかしながら、屈折力を大きくしすぎると収差補正が困難になり良好な光学性能が得られない。また、収差を良好に補正するため構成レンズ枚数を増やすと、コンパクト化が困難になる。さらに、レンズ群の移動量を大きくしすぎるとやはりレンズ全系およびカメラのコンパクト化が難しくなる。

【0030】

条件式(1)の下限を超えて第1レンズ群 L 1 の焦点距離 f_1 が広角端における全系の焦点距離 f_w に比べて小さくなると、広画角化した際に広角端における倍率色収差の補正が困難になる。また、高ズーム化した際に望遠端においては軸上色収差、倍率色収差が増大してくる。また、第1レンズ群 L 1 を構成する正レンズのレンズコバの厚みを確保するのが困難になり、製造のために有効径および、レンズ群の厚みを大きくしなければならず、カメラの小型・薄型化が難しくなる。また組み立ての際に第1レンズ群 L 1 の偏芯敏感度が高くなり、光学性能が劣化してくる。

40

【0031】

逆に条件式(1)の上限を超えて第1レンズ群 L 1 の焦点距離 f_1 が広角端における全系の焦点距離 f_w に比べて大きくなると高ズーム化した際にズームング時における第1レンズ群 L 1 の移動量が大きくなる。この結果、カメラに沈胴する場合、メカの沈胴段数が増えてしまい、鏡筒径が大きくなりカメラが大型化してくる。また、望遠端において球面

50

収差が大きくなる。さらに、第1レンズ群L1のズームングの際の移動量が増大し、ズームング時の像ゆれや、振動音が増大してくるので良くない。

【0032】

条件式(2)は全系を小型にしつつ高ズーム比化するために、変倍に寄与する第2レンズ群L2の焦点距離 f_2 の範囲を適切に定めたものである。

【0033】

条件式(2)の下限を超えて第2レンズ群L2の焦点距離の絶対値 $|f_2|$ が望遠端における全系の焦点距離 f_t に比べて小さくなると、変倍に寄与する第2レンズ群L2の負の屈折力(光学的パワー=焦点距離の逆数)が強くなる。この結果、広角端からズーム中間域においてコマ収差および像面変動を補正するのが困難になる。また、第2レンズ群L2が偏芯したときの光学性能の劣化に対する敏感度が高くなり、組み立てが困難になってくる。

10

【0034】

逆に条件式(2)の上限を超えて第2レンズ群L2の焦点距離の絶対値 $|f_2|$ が望遠端における全系の焦点距離 f_t に比べて大きくなると、変倍に寄与する第2レンズ群L2の負の屈折力(光学的パワー=焦点距離の逆数)が弱まる。このため、高ズーム比化するために第2レンズ群L2の移動量を大きくしなければならず、全長(レンズ全長)(ここでレンズ全長とは後述するように最も物体側の面(レンズ面)から最終面(最終レンズ面)まで距離にバックフォーカスを加えたものである。)が長くなり全系のコンパクト化が難しくなる。また、広角端における全長が長くなるため、画面周辺光量を確保するために前玉有効径も大きくなるので、好ましくない。また、ズーム中間域において非点収差の補正が困難になる。

20

【0035】

以上のように条件式(1)、(2)を満足するように第1、第2レンズ群L1、L2の焦点距離 f_1 、 f_2 を適切に設定している。これにより、ズーム全域で高い光学性能を維持した広画角かつ高ズーム比で前玉有効径が小さく、沈胴時にカメラが薄くなり、製造時も組み立てやすいコンパクトなズームレンズを達成している。

【0036】

尚、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。

【0037】

$$11.0 < f_1 / f_w < 30.0 \quad \dots (1a)$$

$$0.01 < |f_2 / f_t| < 0.15 \quad \dots (2a)$$

更に好ましくは条件式(1a)、(2a)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0038】

$$11.5 < f_1 / f_w < 30.0 \quad \dots (1b)$$

$$0.03 < |f_2 / f_t| < 0.13 \quad \dots (2b)$$

以上の如く構成することにより、広画角かつ高ズーム比でズーム全域にわたり高い光学性能を有したコンパクトなズームレンズを得ることができる。

【0039】

本発明において、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。広角端における全長を Tdw とする。第3、第4レンズ群L3、L4の焦点距離を各々 f_3 、 f_4 とする。広角端および望遠端における第2レンズ群L2の横倍率をそれぞれ $2w$ 、 $2t$ とする。第1レンズ群L1の光軸方向の厚みを $D1G$ とする。第1レンズ群L1を構成する正レンズの焦点距離を f_{1p} とする。広角端において開口絞りSPと第3レンズ群L3との距離を dsw とする。このとき

40

$$0.20 < |f_2 / f_3| < 0.85 \quad \dots (3)$$

$$1.7 < f_3 / f_w < 10.0 \quad \dots (4)$$

$$0.1 < Tdw / f_t < 2.0 \quad \dots (5)$$

$$0.1 < 2w / 2t < 0.4 \quad \dots (6)$$

$$0.01 < D1G / f_t < 0.15 \quad \dots (7)$$

50

$$0.01 < |f_2 / f_4| < 0.6 \quad \dots (8)$$

$$0.1 < f_{1p} / f_1 < 1.0 \quad \dots (9)$$

$$0.5 < d_{sw} / f_w < 10.0 \quad \dots (10)$$

なる条件式のうち1以上を満足するのが良い。

【0040】

条件式(3)は全系を小型にしつつ高ズーム比化するために、主に変倍に寄与する第2レンズ群L2の焦点距離 f_2 および第3レンズ群L3の焦点距離 f_3 の範囲を適切に定めたものである。条件式(3)の下限を超えて第2レンズ群L2の焦点距離の絶対値 $|f_2|$ が第3レンズ群L3の焦点距離 f_3 に比べて小さくなると、変倍に寄与する第2レンズ群L2の負の屈折力が強くなりすぎる。この結果、広角端からズーム中間域においてコマ収差および像面変動を補正するのが困難になる。また、第2レンズ群L2が偏芯したときの光学性能の劣化に対する敏感度が高くなり、組み立てが困難になってくる。

10

【0041】

条件式(3)の上限を超えて第2レンズ群L2の焦点距離の絶対値 $|f_2|$ が第3レンズ群L3の焦点距離 f_3 に比べて大きくなると、高ズーム比化するためには、主に変倍に寄与する第2レンズ群の移動量を大きくしなければならない。この結果、広角端における全長が大きくなり、さらに、画面周辺光量を確保するために、第1、第2レンズ群L2、L3の有効径も増大し、全系の小型化が難しくなる。また、第3レンズ群L3の焦点距離が小さくなると、主に望遠端における球面収差が悪化する。さらに、第3レンズ群L3の敏感度が高くなるため、第3レンズ群L3で防振をしようとする防振制御が困難になる。

20

【0042】

条件式(4)は全系を小型にしつつ広画角・高ズーム比化するために、第3レンズ群L3の焦点距離 f_3 の範囲を適切に定めたものである。条件式(4)の下限を超えて第3レンズ群L3の焦点距離 f_3 が広角端の焦点距離 f_w に比べて小さくなると、主に望遠端における球面収差が悪化する。また、第3レンズ群L3の敏感度が高くなるため、第3レンズ群L3で防振をしようとする防振制御が困難になる。さらに、第3レンズ群の平行・傾きによる偏芯敏感度が高くなり、製造時に組み立てばらつきがあると光学性能が劣化してくる。

【0043】

30

条件式(4)の上限を超えて第3レンズ群L3の焦点距離 f_3 が広角端の焦点距離 f_w に比べて大きくなると、主に望遠端における軸上色収差の補正が困難になる。また高ズーム比化するために広角端から望遠端へズーミングする際の第3レンズ群L3の移動量が大きくなるため、レンズ全長が大きくなり、コンパクト化が困難になる。

【0044】

条件式(5)は全系を小型にしつつ高ズーム比化するために、広角端における全長 T_{dw} の範囲を適切に定めたものである。条件式(5)の下限を超えて広角端における全長 T_{dw} が短くなると主に広角端における像面湾曲や歪曲の補正が困難になる。また、高ズーム比化すると望遠端における全長が長くなるため、コンパクト化が困難になる。また望遠端付近の画面周辺光量の急峻な落ちを低減するために前玉有効径が大きくなり、レンズコバ厚を確保するために第1レンズ群L1の正レンズの厚みを大きくしなければならず、全系の小型化及びカメラに用いたときカメラの薄型化が困難になる。

40

【0045】

条件式(5)の上限を超えて広角端における全長 T_{dw} が長くなると広角端付近の画面周辺光量落ちを抑えるために前玉有効径を大きくしなければならず、全系の小型化及びカメラに用いたときカメラの薄型化が困難になる。

【0046】

条件式(6)は全系が小型でかつ高いズーム比を得るために広角端および望遠端における第2レンズ群L2の横倍率 2_w 、 2_t を適切に定めたものである。条件式(6)の下限値を超えて広角端において第2レンズ群L2の横倍率 2_w が望遠端における横倍率

50

2 t に比べて小さくなりすぎるとズームングに際して第 2 レンズ群の移動量が大きくなる。このため、全長が増大し、大型化してくるので良くない。条件式 (6) の上限値を超えて広角端において第 2 レンズ群 L 2 の横倍率 $2 w$ が望遠端における横倍率 $2 t$ に比べて大きくなりすぎるとズーム全域に渡ってコマ収差および像面変動の補正が困難になる。また、前玉有効径が増大してくるため、全系のコンパクト化が困難になる。

【 0 0 4 7 】

条件式 (7) は高ズーム比化しつつ、沈胴時にカメラを薄くするための条件式である。条件式 (7) の下限を超えて第 1 レンズ群 L 1 の光軸方向の厚み D 1 G が望遠端における全系の焦点距離 f t に比べて小さくなると、望遠端における全長が大きくなる。また、主に望遠端における球面収差の補正が困難になる。条件式 (7) の上限を超えて第 1 レンズ群 L 1 の光軸方向の厚み D 1 G が望遠端における全系の焦点距離 f t に比べて大きくなると、沈胴時におけるレンズの厚みが大きくなり、カメラの薄型化が困難になる。また、望遠端における軸上色収差の補正が困難になる。さらに、第 1 レンズ群 L 1 の平行・傾きによる偏芯敏感度が大きくなるため、製造が困難になる。

【 0 0 4 8 】

条件式 (8) は第 2、第 4 レンズ群 L 2、L 4 の焦点距離 f 2、f 4 を適切にし、広画角・高ズーム比化した際に第 1 レンズ群 L 1 および第 2 レンズ群 L 2 を小型化しつつ良好な光学性能を得るための条件式である。条件式 (8) の下限を超えて第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離 f 2 の絶対値が第 4 レンズ群 L 4 の焦点距離 f 4 に比べて小さくなると、ズームングの際の第 2 レンズ群 L 2 による変倍分担が大きくなり、ズーム全域におけるコマ収差の補正が困難になる。また、第 2 レンズ群 L 2 の平行・傾きによる偏芯敏感度が高くなり、組み立てが困難になる。また、ズームングの際の像揺れを軽減するのが困難になる。

【 0 0 4 9 】

条件式 (8) の上限を超えて第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離 f 2 の絶対値が第 4 レンズ群 L 4 の焦点距離 f 4 に比べて大きくなると、主変倍レンズ群である第 2 レンズ群 L 2 のズームングの際の移動量が大きくなる。この結果、広角端における全長が伸び、第 1 レンズ群 L 1、第 2 レンズ群 L 2 を構成するレンズの有効径が大きくなり、小型・薄型化が困難になる。さらに第 4 レンズ群 L 4 の焦点距離 f 4 が大きくなりすぎると、光線の発散作用が大きくなり、主に画面周辺の光線が撮像面に入射する角度が急峻になり、色シェーディングが多く発生してくるので良くない。

【 0 0 5 0 】

条件式 (9) 第 1 レンズ群 L 1 に含まれる正レンズの焦点距離 f 1 p および第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離 f 1 を適切にし、第 1 レンズ群 L 1 の厚みを削減し、沈胴時のカメラの厚みを薄くしつつ、ズーム全域で良好な光学性能を得るための条件式である。条件式 (9) の下限を超えて第 1 レンズ群 L 1 に含まれる正レンズの焦点距離 f 1 p が第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離 f 1 に比べて小さくなると、正レンズのレンズコバを確保するために肉厚が厚くなり、第 1 レンズ群の厚みが増すため、カメラの薄型化が困難になる。また主に望遠端における色収差の補正が困難になる。さらに、組み立て時の傾き・平行偏芯敏感度が高くなるため、良くない。

【 0 0 5 1 】

条件式 (9) の上限を超えて第 1 レンズ群 L 1 に含まれる正レンズの焦点距離 f 1 p が第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離 f 1 に比べて大きくなると、広角端から望遠端へズームングする際の第 1 レンズ群 L 1 の移動量が大きくなる。この結果、レンズ群を沈胴した際に、カメラ厚が厚くなるため、良くない。また、主に望遠端における球面収差の補正が困難になる。

【 0 0 5 2 】

条件式 (1 0) は広角端における開口絞り S P と第 3 レンズ群 L 3 との間隔 d s w および、広角端における焦点距離 f w との比を適切にし、前玉有効径の小型化および、広角端付近の画面周辺光量の急峻な落ちを防ぐためのものである。更に、ズーム全域で良好な光学性能を得るための条件式である。

【0053】

条件式(10)の下限を超えて広角端における開口絞りSPと第3レンズ群L3との間隔dswが広角端における焦点距離fwに比べて小さくなると、主に広角端付近で開口絞りSPにより、画面周辺の光線が急峻にケラレる。この結果、画像が中間像高から急激に暗くなるため良くない。また、これを改善するために広角端付近で画面周辺の光量を入れようとするすると前玉有効径が増大し、さらに広角端においてコマフレアが生じ、画質が劣化するので良くない。

【0054】

条件式(10)の下限を超えて広角端における開口絞りSPと第3レンズ群L3との間隔dswが広角端における焦点距離fwに比べて大きくなると、画面周辺光量の絶対量が不足してくる上、主に広角端付近の諸収差の補正が困難になる。

10

【0055】

尚、更に収差補正及びズームングの際の収差変動を小さくしつつレンズ系全体の小型化を図るには、条件式(3)～(10)の数値範囲を次の如く設定するのが好ましい。

【0056】

$$0.30 < |f_2 / f_3| < 0.75 \quad \dots (3a)$$

$$2.0 < f_3 / f_w < 8.0 \quad \dots (4a)$$

$$0.2 < T_{dw} / f_t < 1.7 \quad \dots (5a)$$

$$0.10 < 2w / 2t < 0.38 \quad \dots (6a)$$

$$0.01 < D_{1G} / f_t < 0.12 \quad \dots (7a)$$

$$0.05 < |f_2 / f_4| < 0.60 \quad \dots (8a)$$

$$0.2 < f_{1p} / f_1 < 0.8 \quad \dots (9a)$$

$$0.5 < d_{sw} / f_w < 7.0 \quad \dots (10a)$$

20

各実施例によれば以上の如く構成することにより、光学系全体が小型で、沈胴した際にカメラが薄型化し、広画角かつズーム比10倍以上の高ズーム比で、しかも全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有したズームレンズが得られる。

【0057】

次に、本発明の実施例1～6に各々対応する数値実施例1～6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。riは第i番目の光学面(第i面)の曲率半径、diは第i面と第i+1面との間の間隔、ndiとdi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、アッベ数を示す。

30

【0058】

またkを離心率A4、A6、A8、A10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、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。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。各実施例において、バックフォーカス(BF)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面(レンズ面)から最終面(最終レンズ面)までの距離にバックフォーカスを加えたものである。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。

40

【0059】

各数値実施例ではSPと像側のガラスブロックGを1つの群として数えている。このため、各数値実施例では全体として、実際のレンズ群よりも2群多くなっている。

【0060】

[数値実施例1]

単位 mm

面番号	r	d	nd	d	
1	38.800	1.00	1.80610	33.3	
2	22.764	0.20			
3*	19.726	4.00	1.59282	68.6	
4*	-176.534	(可変)			
5	79.907	0.70	1.88300	40.8	
6	6.933	3.40			
7	-25.187	0.70	1.83481	42.7	
8	37.268	0.20			
9	15.164	1.80	1.94595	18.0	10
10	97.721	(可変)			
11(絞り)		(可変)			
12*	9.290	3.00	1.58313	59.4	
13*	-66.004	1.80			
14	27.259	0.70	1.84666	23.9	
15	9.430	0.80			
16	18.844	2.00	1.48749	70.2	
17	-14.450	0.30			
18(フレアークット絞り)		(可変)			
19	175.842	1.00	1.48749	70.2	20
20	13.567	(可変)			
21	14.017	2.00	1.48749	70.2	
22	4258.686	(可変)			
23		1.00	1.51633	64.1	
24		<u>0.6</u>			
像面					

非球面データ

第3面

K = -1.39314e-001 A 4= -2.16938e-006 A 6= 1.16365e-008 A 8= 6.06296e-011 30

第4面

K = -1.76207e+001 A 4= 4.07411e-007 A 6= 2.50396e-008 A 8= 3.19540e-013

第12面

K = -1.81829e+000 A 4= 1.69626e-004 A 6= -1.47480e-006 A 8= 3.16354e-008

第13面

K = -1.85610e+002 A 4= 4.21676e-005

40

各種データ

ズーム比 10.12

焦点距離	5.05	12.80	51.09	6.60	21.78
Fナンバー	2.87	4.10	5.58	3.32	3.90
画角	34.63	16.85	4.34	30.40	10.09
像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	69.65	68.82	89.47		
66.55	80.54				
BF	8.50	16.77	13.10	10.31	18.94

50

d 4	0.70	9.76	27.98	2.55	19.20
d10	23.10	11.85	2.96	20.19	3.91
d11	7.67	1.50	1.52	3.75	6.08
d18	3.40	1.96	11.50	3.26	1.73
d20	2.68	3.38	8.81	2.89	7.09
d22	7.24	15.51	11.84	9.05	17.68

—

ズームレンズ群データ

10

群 始面 焦点距離

1	1	53.30
2	5	-8.57
3	11	
4	12	14.55
5	19	-30.22
6	21	28.84
7	23	

【 0 0 6 1 】

20

[数値実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	69.679	1.30	1.80610	33.3
2	40.231	0.20		
3*	28.101	5.00	1.49700	81.5
4*	-86.856	(可変)		
5	189.770	1.00	1.88300	40.8
6	8.053	3.60		
7	-27.748	0.70	1.83481	42.7
8	55.972	0.20		
9	17.318	2.00	1.94595	18.0
10	111.345	(可変)		
11(絞り)		(可変)		
12*	9.189	3.00	1.58313	59.4
13*	-194.351	1.93		
14	21.684	0.70	1.84666	23.9
15	9.089	0.80		
16	25.828	2.00	1.48749	70.2
17	-15.243	0.30		
18(フレアークット絞り)		(可変)		
19	-47.772	1.00	1.48749	70.2
20	24.121	(可変)		
21	18.098	2.00	1.48749	70.2
22	-132.406	(可変)		
23		1.00	1.51633	64.1
24		<u>1.0</u>		

像面

30

40

50

非球面データ

第3面

K = -2.66095e-001 A 4= -9.22048e-007 A 6= -1.26585e-009 A 8= 2.12170e-012

第4面

K = -1.52648e+000 A 4= 2.13694e-006 A 6= -9.50786e-010 A 8= 2.70734e-012

第12面

K = -1.65289e+000 A 4= 1.67980e-004 A 6= -7.48837e-008 A 8= 1.02683e-008

10

第13面

K = -1.21619e+002 A 4= 9.51630e-005

各種データ

ズーム比 19.41

焦点距離	5.15	12.83	99.99	6.63	25.40
Fナンバー	2.77	4.02	6.00	3.19	3.94
画角	34.10	16.81	2.22	30.31	8.67
像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	81.30	79.47	113.01	77.23	95.47
BF	9.22	16.32	11.71	10.05	21.63

20

d 4	0.70	10.80	44.79	2.10	25.99
d10	28.44	15.02	2.06	24.63	5.67
d11	10.47	2.86	1.74	6.53	6.21
d18	3.94	3.29	9.90	4.20	2.21
d20	2.81	5.45	17.09	3.99	8.03
d22	7.56	14.66	10.05	8.39	19.97

30

—

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	67.69
2	5	-9.93
3	11	
4	12	16.07
5	19	-32.73
6	21	32.80
7	23	

40

【 0 0 6 2 】

[数値実施例 3]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	72.921	1.30	1.80610	33.3
2	39.106	0.20		

50

3*	25.670	6.00	1.49700	81.5	
4*	-69.067	(可変)			
5	-96.059	0.70	1.88300	40.8	
6	6.833	2.50			
7	-23.071	0.70	1.83481	42.7	
8	36.283	0.20			
9	14.509	1.80	1.94595	18.0	
10	371.396	(可変)			
11(絞リ)		(可変)			
12*	8.091	3.00	1.58313	59.4	10
13*	-132.445	1.19			
14	34.308	0.70	1.84666	23.9	
15	9.504	0.80			
16	19.539	2.00	1.48749	70.2	
17	-9.189	0.30			
18(フレアカット絞リ)		(可変)			
19	-97.300	1.00	1.48749	70.2	
20	14.978	(可変)			
21	14.077	2.00	1.48749	70.2	
22	75.245	(可変)			20
23		1.00	1.51633	64.1	
24		<u>1.0</u>			
像面					

非球面データ

第3面

K = -1.06758e-001 A 4= -1.96907e-006 A 6= -1.12657e-008 A 8= -7.28147e-013

第4面

K = -1.16870e+001 A 4= 4.43924e-007 A 6= -8.55587e-009 A 8= 1.35361e-011 30

第12面

K = -1.36003e+000 A 4= 2.89727e-004 A 6= -1.03215e-006 A 8= 5.59531e-008

第13面

K = -1.28658e+003 A 4= 4.22778e-004

各種データ

ズーム比 19.38

40

焦点距離	5.16	14.11	99.98	6.99	24.38	55.31
Fナンバー	2.77	4.07	6.00	3.19	4.56	4.94
画角	34.06	15.35	2.22	29.02	9.03	4.01
像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	59.81	62.45	106.42	56.67	83.12	101.51
BF	7.58	13.98	7.50	7.19	19.55	17.97

d 4	0.70	7.19	40.80	0.94	21.44	36.14
d10	18.09	4.73	1.39	14.34	1.49	1.54
d11	3.62	2.98	1.42	1.45	5.01	2.81

50

d18	3.92	5.61	3.28	5.39	1.93	1.74
d20	1.51	3.58	27.63	2.97	9.31	16.92
d22	5.92	12.32	5.84	5.53	17.89	16.31

—

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	59.82
2	5	-7.76
3	11	
4	12	12.26
5	19	-26.55
6	21	35.15
7	23	

10

【 0 0 6 3 】

[数値実施例 4]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	54.857	1.30	1.80610	33.3
2	37.830	4.50	1.49700	81.5
3*	-141.341	(可変)		
4	58.929	0.80	1.88300	40.8
5	9.135	4.70		
6	-38.148	0.70	1.83481	42.7
7	48.830	0.20		
8	19.201	2.00	1.94595	18.0
9	85.832	(可変)		
10(絞り)		(可変)		
11*	9.165	4.00	1.58313	59.4
12*	-399.369	1.08		
13	21.313	0.70	1.84666	23.9
14	9.387	1.50		
15	62.005	2.50	1.48749	70.2
16	-13.852	0.30		
17(フレアーカット絞り)		(可変)		
18	-51.666	1.00	1.48749	70.2
19	21.049	(可変)		
20	15.276	2.00	1.48749	70.2
21	679.825	(可変)		
22		1.00	1.51633	64.1
23		<u>1.0</u>		

像面

20

30

40

非球面データ

第3面

K = -9.59704e+000 A 4= 1.35033e-007 A 6=-8.96886e-010 A 8= 3.50282e-012

50

第11面

K = -1.72566e+000 A 4= 1.81602e-004 A 6=-1.20965e-007 A 8= 6.95581e-009

第12面

K = 2.41331e+003 A 4= 1.16660e-004

各種データ

ズーム比 20.79

焦点距離	4.81	10.55	99.99	5.97	21.57	10
Fナンバー	2.07	2.98	6.00	2.37	3.40	
画角	35.95	20.17	2.22	32.98	10.19	
像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88	
レンズ全長	94.36	90.68	134.70	89.16	109.94	
BF	8.60	13.53	7.34	9.29	15.06	

d 3	0.70	9.02	60.25	0.65	29.84	20
d 9	34.03	19.23	1.49	30.05	7.68	
d10	17.38	8.75	2.12	13.34	10.16	
d17	5.52	2.68	18.94	4.59	4.50	
d19	0.87	10.19	17.27	3.96	15.43	
d21	6.94	11.87	5.68	7.63	13.40	

—

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	99.81	30
2	4	-12.37	
3	10		
4	11	17.57	
5	18	-30.54	
6	20	32.02	
7	22		

【 0 0 6 4 】

[数値実施例 5]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	40
1	28.734	1.10	1.84666	23.9	
2	18.301	3.00	1.77250	49.6	
3	160.447	(可変)			
4	52.843	0.70	1.88300	40.8	
5	5.838	3.30			
6	-16.280	0.65	2.00069	25.5	
7	38.437	0.18			
8	16.909	1.80	1.94595	18.0	
9	-32.759	(可変)			
10(絞り)		(可変)			50

11*	5.887	2.30	1.55332	71.7
12*	-39.587	0.20		
13	7.492	2.20	1.56732	42.8
14	-7.137	0.50	1.80610	33.3
15	5.431	0.90		
16*	446.959	1.00	1.55332	71.7
17	-18.387	0.50		
18(フレアカット絞り)		(可変)		
19	10.343	2.00	1.48749	70.2
20	47.074	0.80	1.84666	23.9
21	36.906	(可変)		
22		1.00	1.51633	64.1
23		<u>1.0</u>		

像面

非球面データ

第11面

K = -3.16073e-001 A 4 = 1.20791e-004 A 6 = -2.20466e-006 A 8 = 5.06689e-007

第12面

K = -1.21760e+002 A 4 = -3.66130e-005

第16面

K = -4.45328e+004 A 4 = -6.03093e-004 A 6 = -1.29512e-005 A 8 = -8.09819e-006

各種データ

ズーム比 10.14

焦点距離	4.40	8.52	44.65	6.00	17.20
Fナンバー	2.48	3.01	5.97	2.74	3.93
画角	37.76	24.46	4.96	32.09	12.70
像高	3.41	3.88	3.88	3.76	3.88
レンズ全長	49.50	47.42	73.52	46.60	55.74
BF	6.20	9.15	3.22	7.39	11.09

d 3	0.40	5.82	24.07	1.89	12.71
d 9	14.90	5.19	1.94	8.91	2.18
d10	5.91	5.33	1.40	6.02	3.04
d18	0.96	0.81	21.75	1.25	5.58
d21	4.54	7.49	1.56	5.73	9.43

—

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	47.70
2	4	-8.03
3	10	
4	11	12.39
5	19	30.00
6	22	

10

20

30

40

50

【 0 0 6 5 】

[数値実施例 6]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	69.574	1.10	1.80610	33.3	
2	40.349	0.20			
3*	26.709	5.50	1.49700	81.5	10
4*	-84.904	(可変)			
5	108.417	1.00	1.88300	40.8	
6	8.202	4.00			
7	-36.778	0.70	1.88300	40.8	
8	39.577	0.20			
9	16.659	2.00	1.94595	18.0	
10	88.160	(可変)			
11(絞り)		(可変)			
12*	9.278	3.00	1.58313	59.4	
13*	-287.912	1.70			20
14	20.285	0.70	1.84666	23.9	
15	9.101	1.00			
16	-1903.336	2.00	1.48749	70.2	
17	-19.642	0.30			
18(フレアーカット絞り)		(可変)			
19	20.560	2.00	1.48749	70.2	
20	154.160	(可変)			
21		1.00	1.51633	64.1	
22		<u>1.0</u>			
像面					30

非球面データ

第3面

K = -3.01923e-001 A 4= -1.71502e-006 A 6= 4.11023e-009 A 8= 1.59127e-011

第4面

K = -1.02007e+001 A 4= 8.42450e-009 A 6= 9.20998e-009 A 8= 3.98408e-013

第12面

K = -1.34167e+000 A 4= 9.53786e-005 A 6= -2.44674e-008 A 8= 4.22721e-009 40

第13面

K = 1.03631e+003 A 4= 3.34184e-005

各種データ

ズーム比 20.20

焦点距離	4.95	13.48	100.00	6.42	28.61	
Fナンバー	2.87	4.51	5.73	3.32	4.60	
画角	34.56	16.04	2.22	31.10	7.71	50

像高	3.41	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	89.83	82.36	117.85	83.83	97.78
BF	13.98	20.80	18.09	14.83	25.86

d 4	0.70	8.84	41.68	1.52	23.19
d10	33.51	17.15	2.17	28.64	6.40
d11	12.02	1.69	2.69	7.30	5.19
d18	4.22	8.49	27.83	6.14	11.75
d20	12.33	19.14	16.43	13.18	24.20

—

10

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	63.06
2	5	-10.24
3	11	
4	12	22.28
5	19	48.43
6	21	

【 0 0 6 6 】

20

【表 1】

条件式						
	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6
① $10.5 < f1 / fw < 30.0$	10.555	13.139	11.596	20.754	10.837	12.740
② $0.010 < f2 / ft < 0.181$	0.168	0.099	0.078	0.124	0.180	0.102
③ $0.2 < f2 / f3 < 0.85$	0.589	0.618	0.633	0.704	0.649	0.460
④ $1.7 < f3 / fw < 10.0$	2.881	3.120	2.376	3.654	2.814	4.501
⑤ $0.1 < Tdw / ft < 2.0$	1.370	0.816	0.602	0.947	1.116	0.902
⑥ $0.1 < \beta 2w / \beta 2t < 0.4$	0.337	0.186	0.174	0.285	0.351	0.162
⑦ $0.01 < D1G / ft < 0.15$	0.102	0.065	0.075	0.058	0.092	0.068
⑧ $0.01 < f2 / f4 < 0.6$	0.284	0.304	0.292	0.405	0.268	0.212
⑨ $0.1 < f1p / f1 < 1.0$	0.566	0.640	0.643	0.607	0.555	0.659
⑩ $0.5 < dsw / fw < 10.0$	1.519	2.032	0.701	3.614	1.342	2.428

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 3 を用いて説明する。

30

【 0 0 6 7 】

図 1 3 において、2 0 はカメラ本体、2 1 は実施例 1 ~ 6 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。2 2 はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系 2 1 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。2 3 は固体撮像素子 2 2 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。2 4 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 2 2 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。

【 0 0 6 8 】

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。

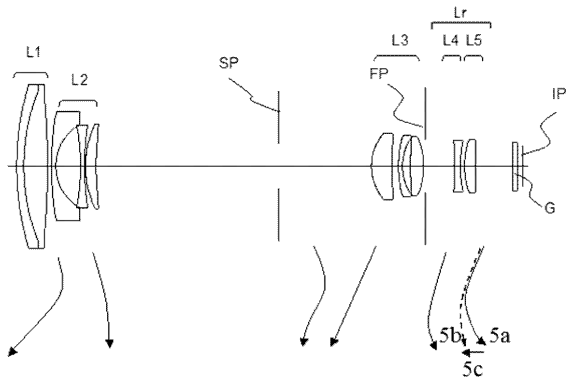
40

【符号の説明】

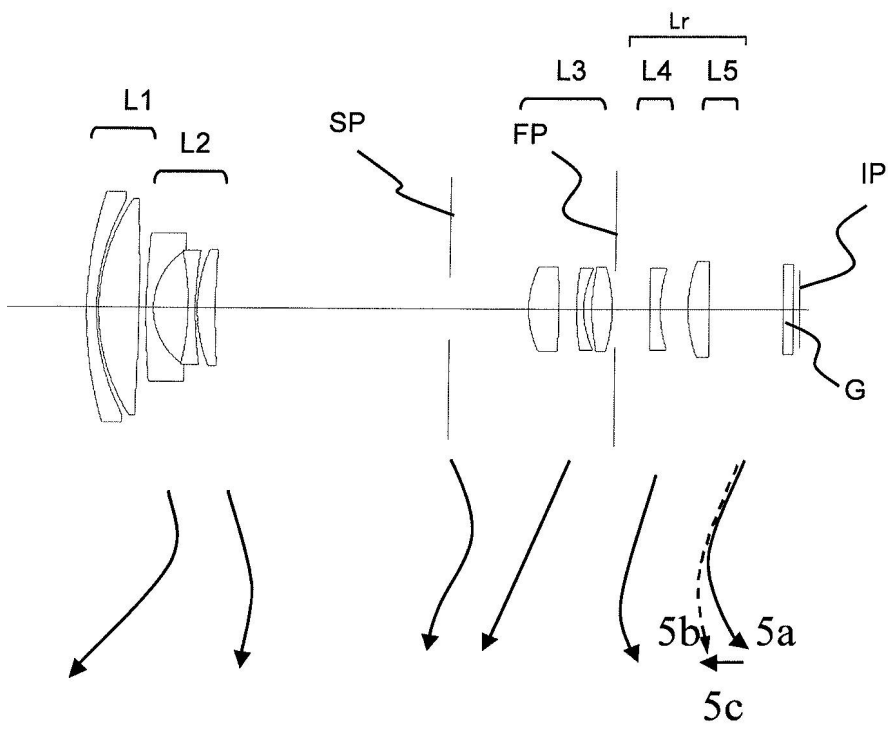
【 0 0 6 9 】

L 1	第 1 レンズ群	L 2	第 2 レンズ群	L 3	第 3 レンズ群
L 4	第 4 レンズ群	L 5	第 5 レンズ群	L r	後群
d	d 線	g	g 線	M	メリディオナル像面
S	サジタル像面	S P	絞り	F P	フレアーカット絞り
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	f n o	F ナンバー		

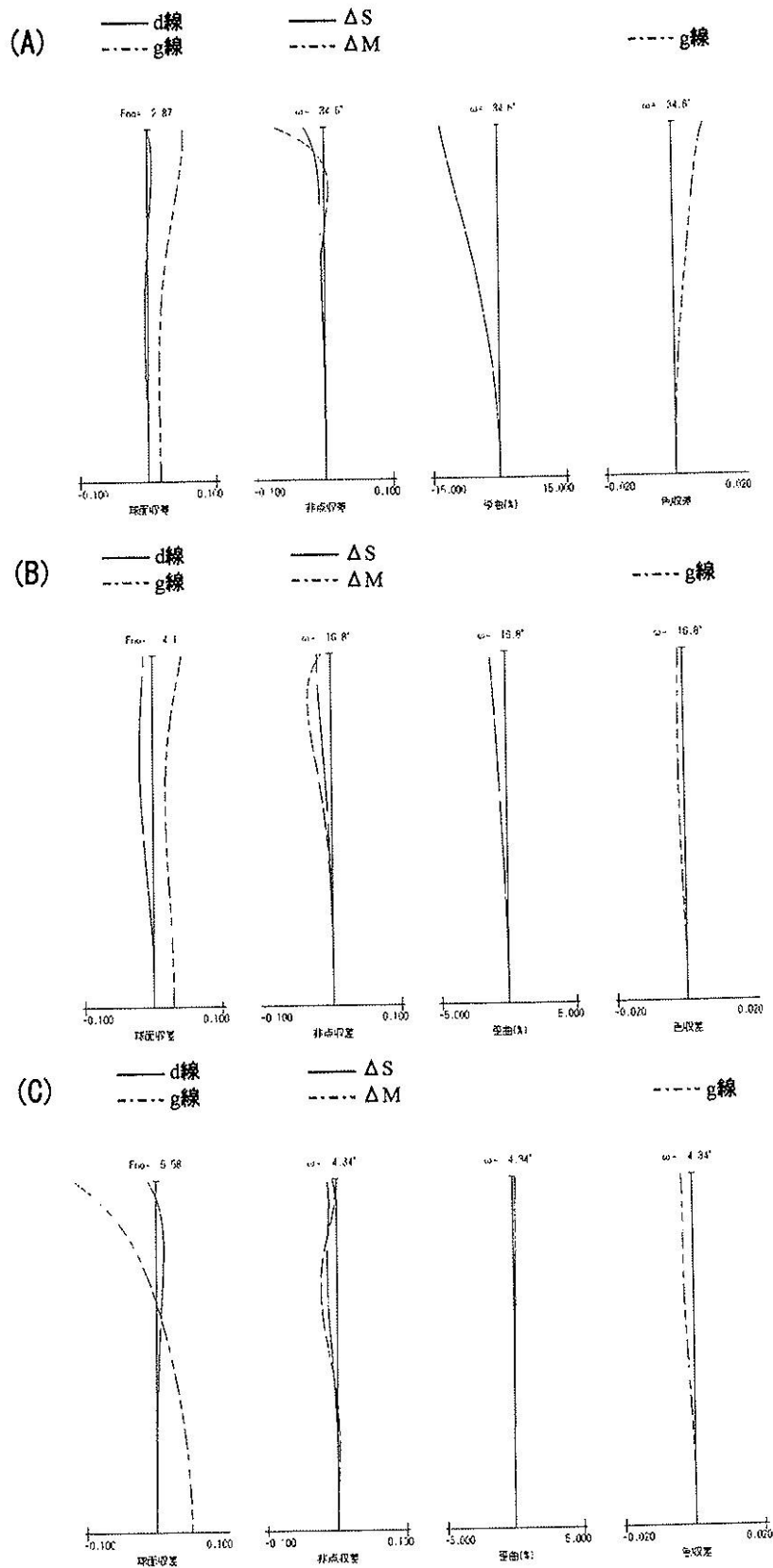
【図 7】



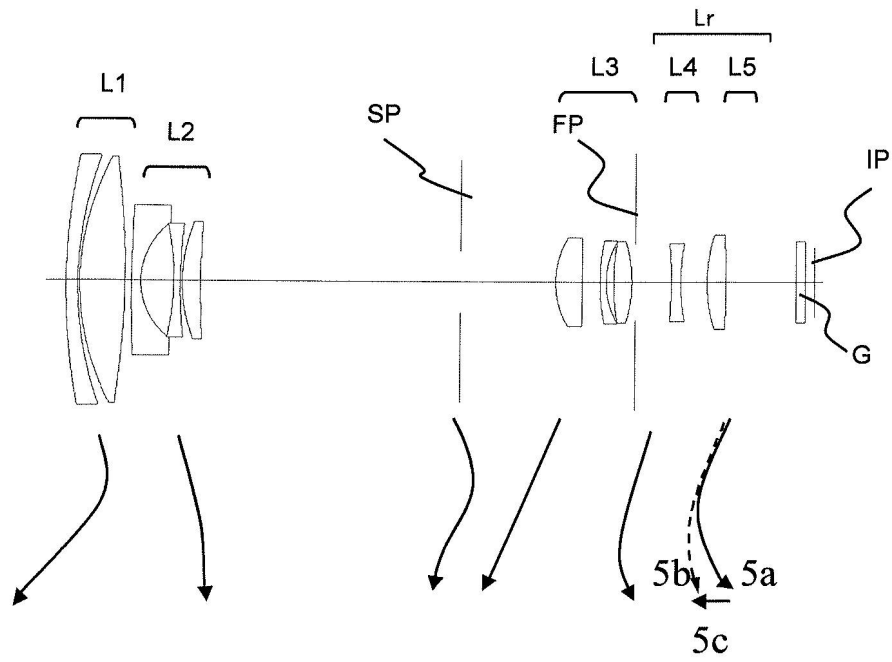
【図 1】



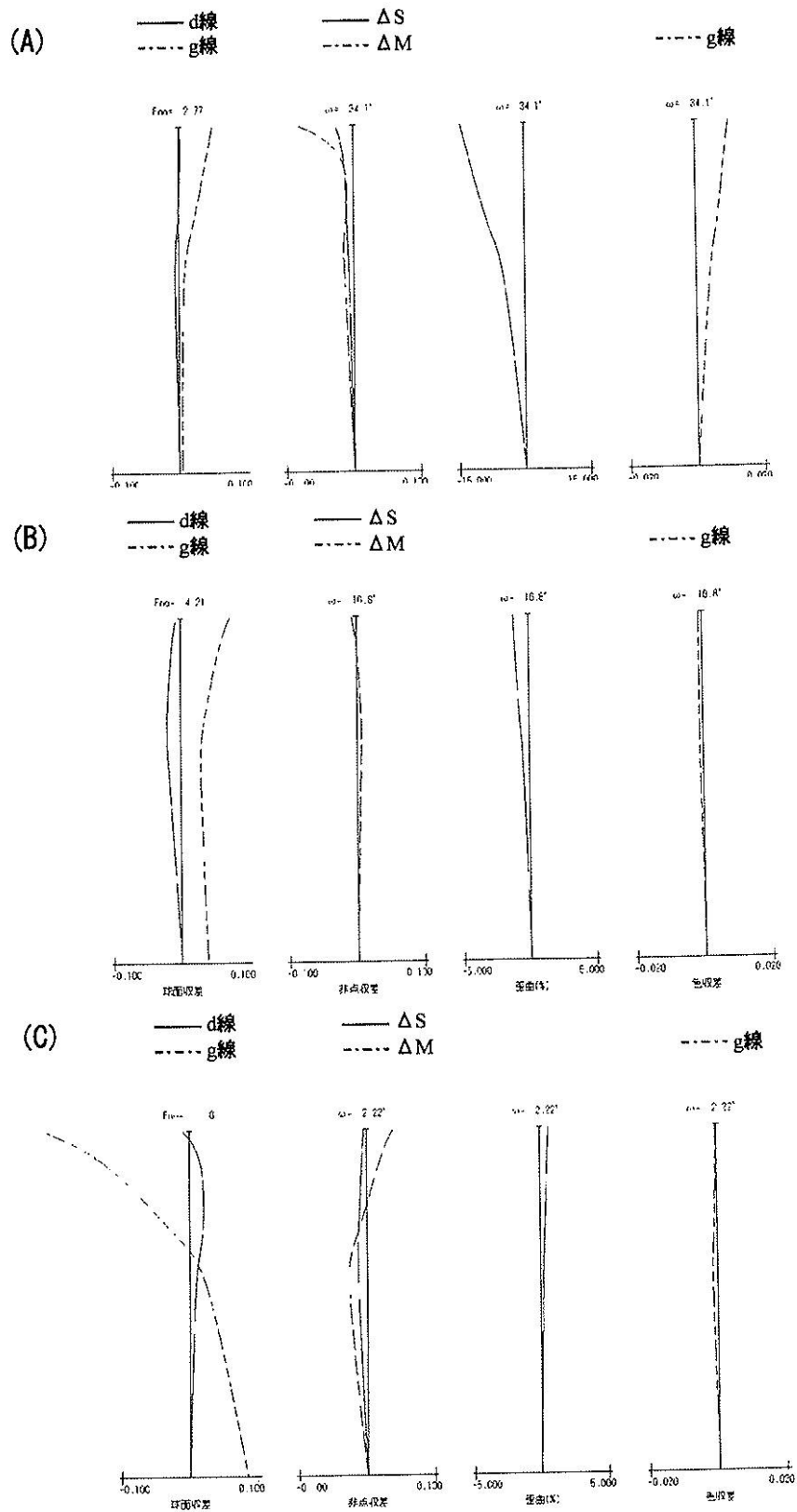
【図2】



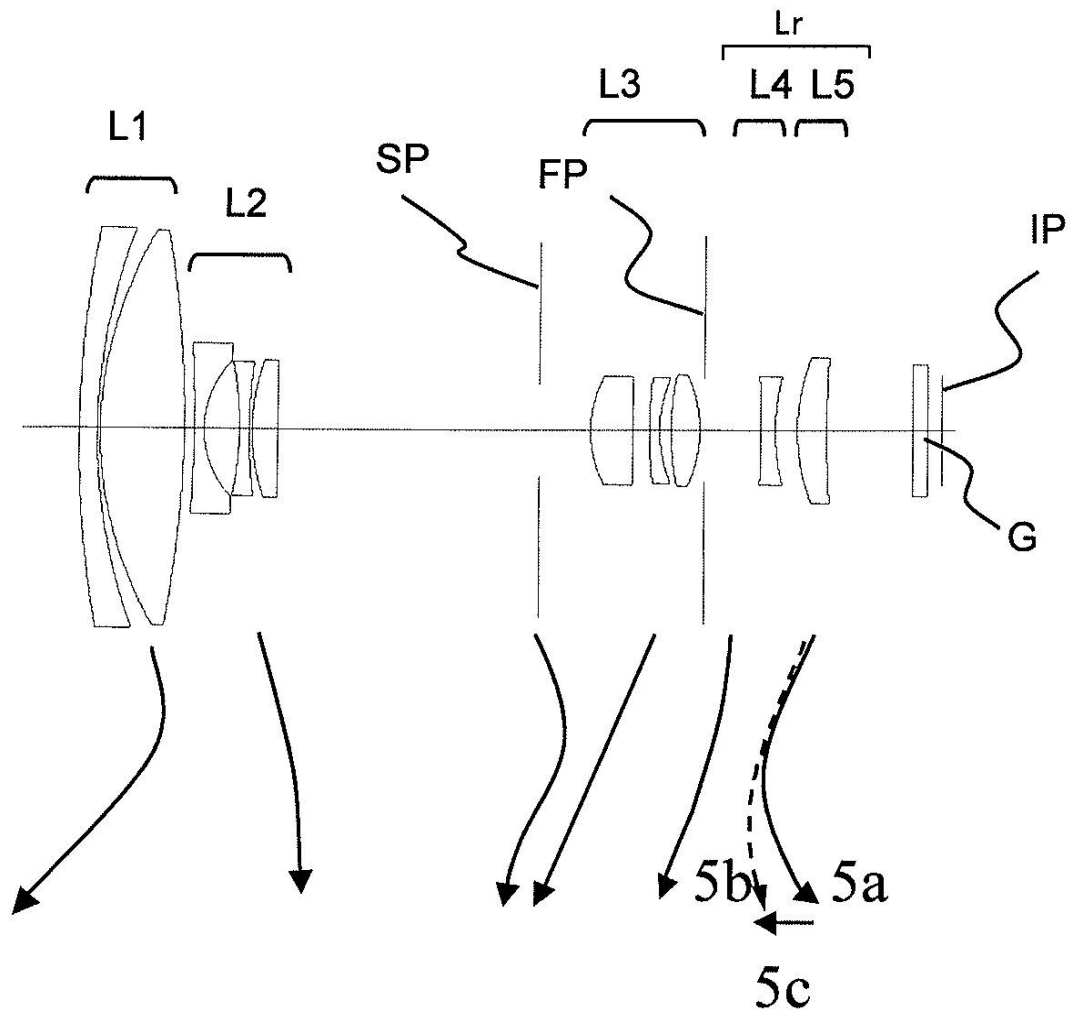
【図 3】



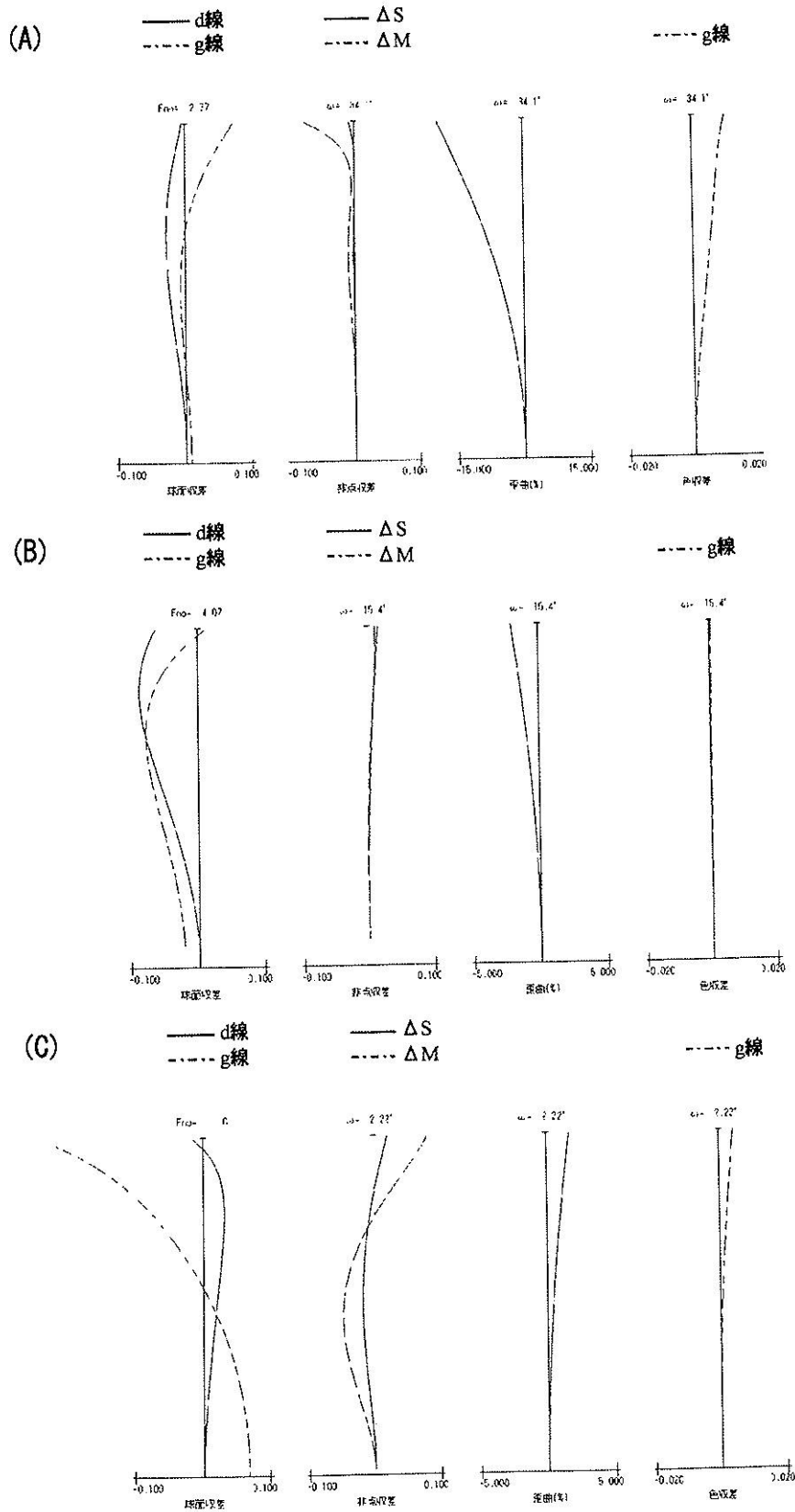
【図4】



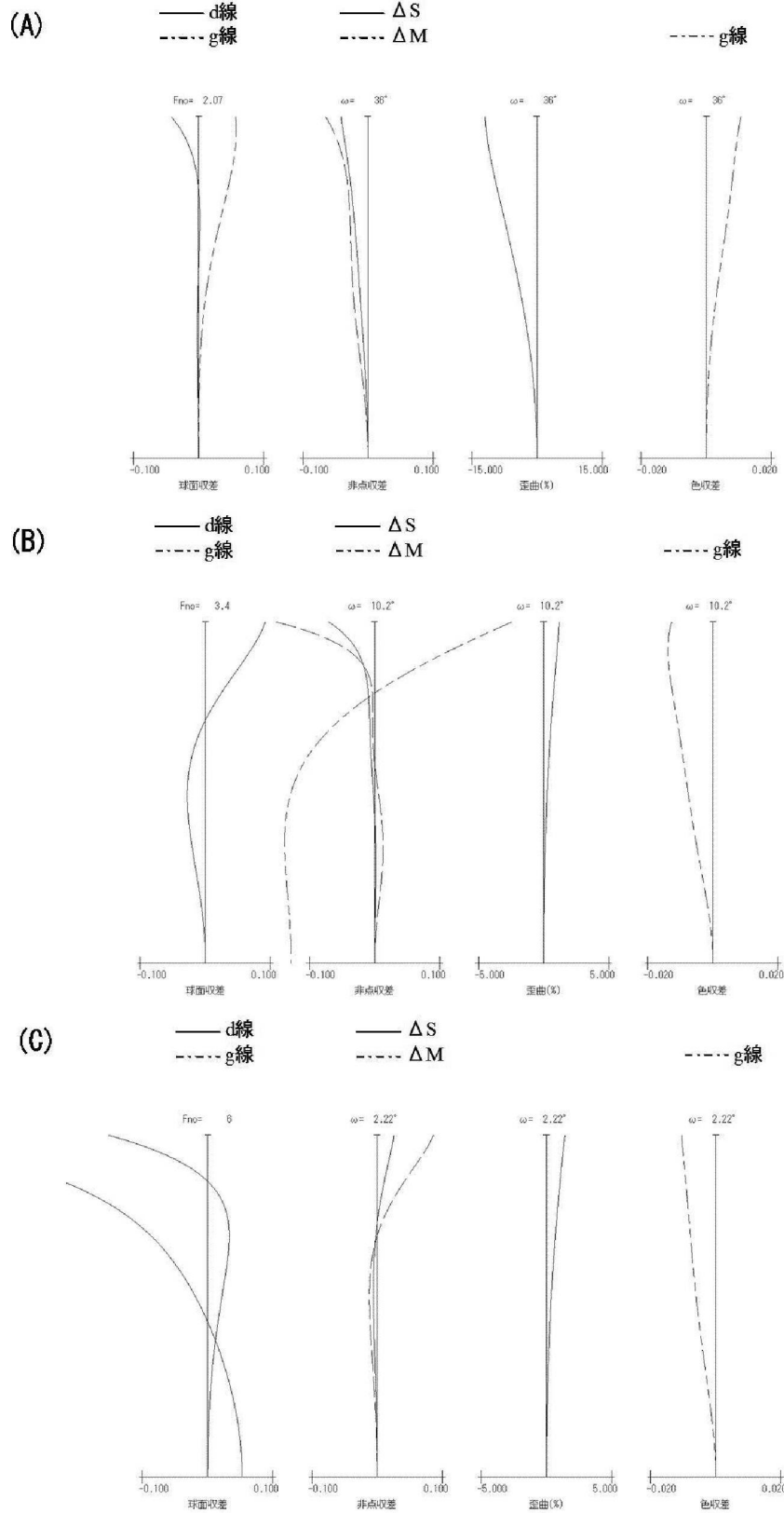
【図 5】



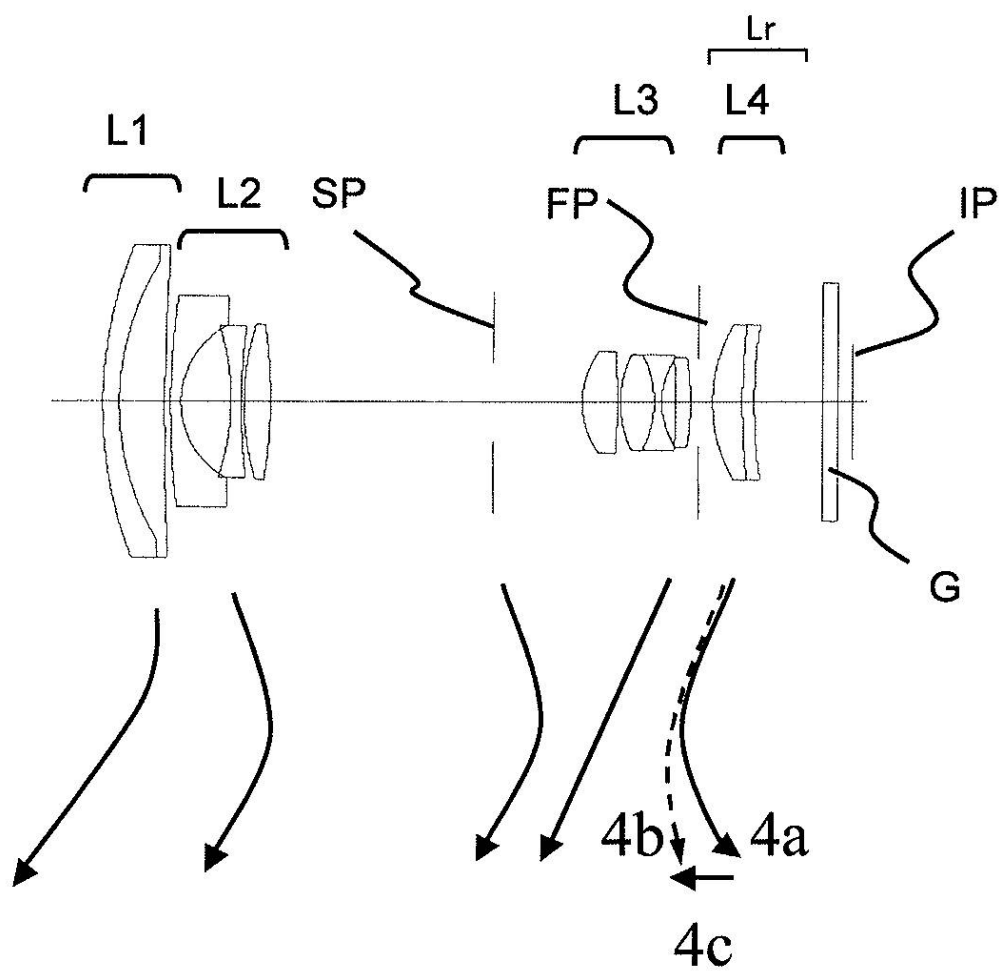
【図6】



【図 8】

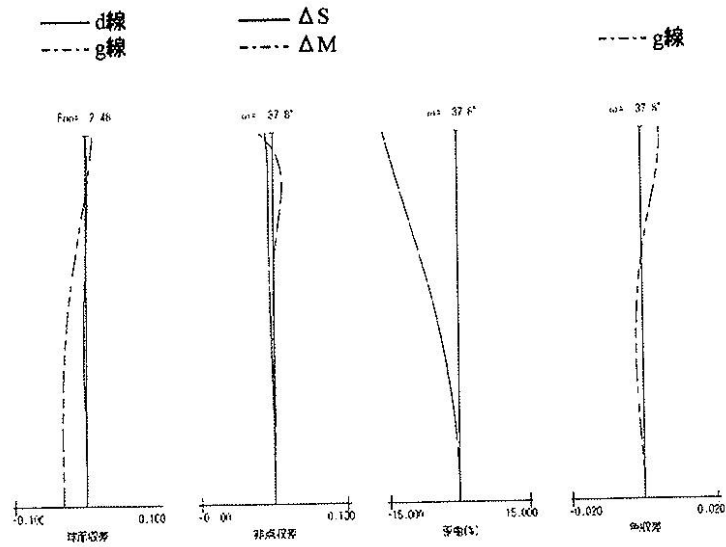


【図 9】

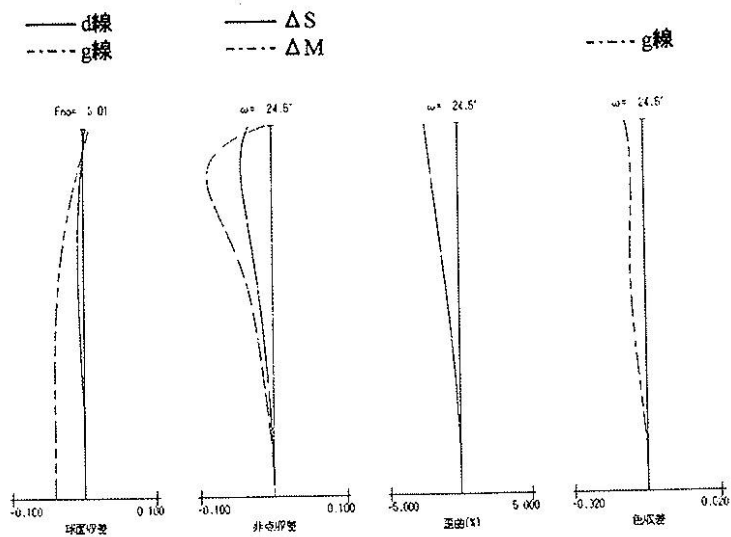


【図 10】

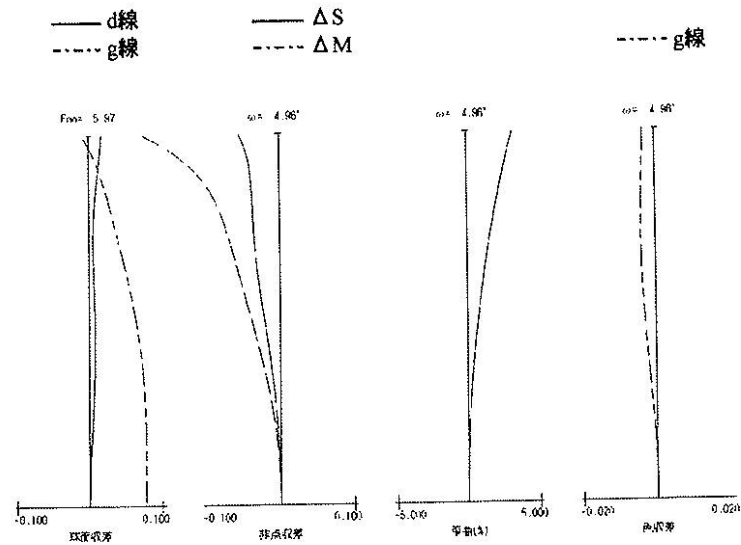
(A)



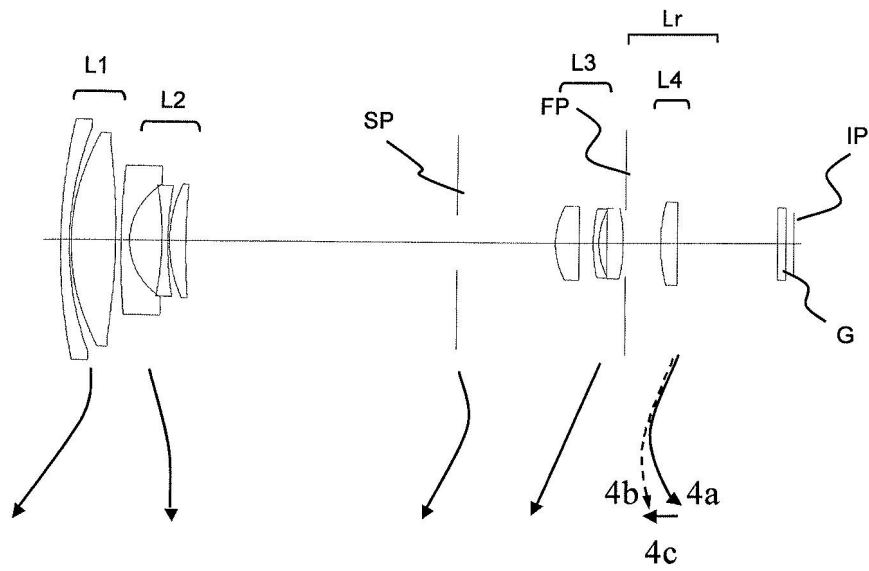
(B)



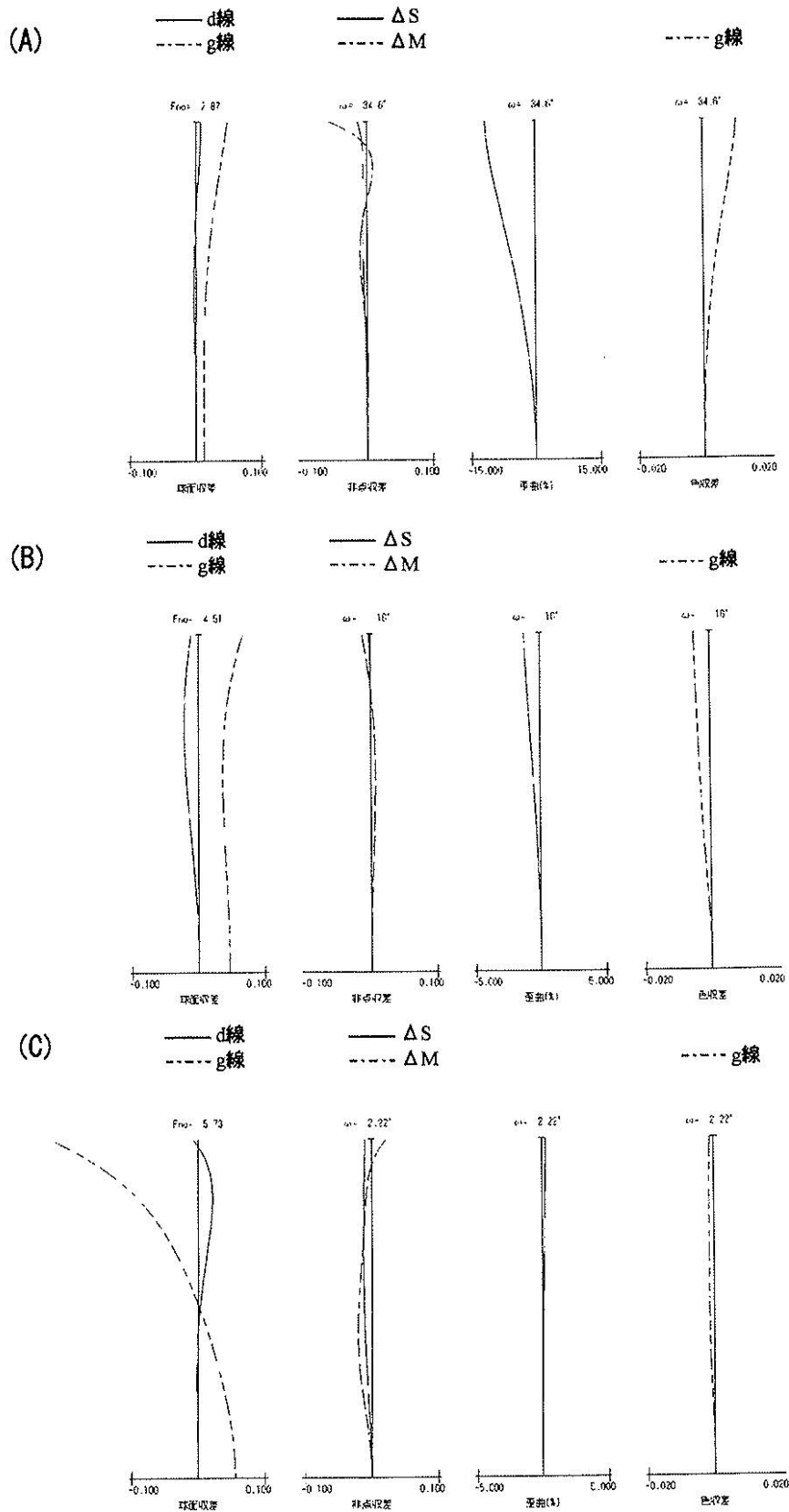
(C)



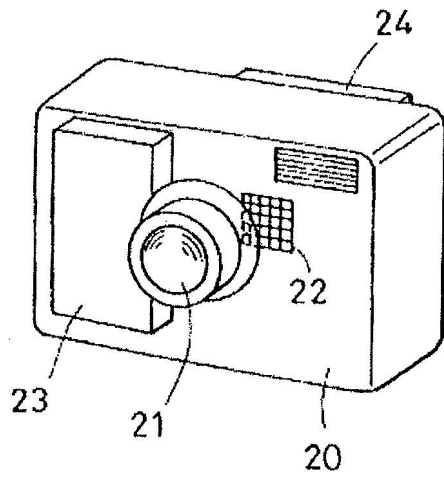
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-128607(JP,A)
特開2008-46347(JP,A)
特開2010-44191(JP,A)
特開2006-78979(JP,A)
特開2006-171655(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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