

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5328484号
(P5328484)

(45) 発行日 平成25年10月30日(2013.10.30)

(24) 登録日 平成25年8月2日(2013.8.2)

(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 15 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2009-126205 (P2009-126205)
 (22) 出願日 平成21年5月26日 (2009.5.26)
 (65) 公開番号 特開2010-276655 (P2010-276655A)
 (43) 公開日 平成22年12月9日 (2010.12.9)
 審査請求日 平成24年5月24日 (2012.5.24)

(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
 ャノン株式会社内

審査官 堀井 康司

(56) 参考文献 特開2008-281927 (JP, A)
 特開2002-98893 (JP, A)

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を有し、広角端に比べて望遠端においてレンズ全長が長くなるようにレンズ群が移動してズーミングを行うズームレンズにおいて、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第1レンズ群の移動量をM1、前記第1レンズ群の焦点距離をf1、広角端および望遠端における全系の焦点距離をそれぞれfw、ftとするとき、

$$20.0 < f_1 / fw < 50.0$$

$$7.5 < M_1 / fw < 40.0$$

$$0.2 < M_1 / ft < 0.8$$

10

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2レンズ群の焦点距離をf2とするとき、

$$-0.15 < f_2 / ft < -0.01$$

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f3とするとき、

$$0.01 < f_3 / f_1 < 0.25$$

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。

20

【請求項 4】

前記ズームレンズの広角端におけるレンズ全長を $T d w$ とするとき、

$$0.01 < T d w / f t < 1.0$$

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

【請求項 5】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に、負レンズ、正レンズ、正レンズより構成され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。

【請求項 6】

前記第 3 レンズ群は、1 枚の負レンズと 2 枚の正レンズより構成され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。 10

【請求項 7】

前記第 3 レンズ群の物体側に開口絞りを有し、広角端における前記開口絞りと前記第 3 レンズ群の間隔を $d s w$ とするとき、

$$0.2 < d s w / f w < 10.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

広角端と望遠端における前記第 2 レンズ群の横倍率をそれぞれ $2 w$ 、 $2 t$ とするとき、 20

$$0.05 < 2 w / 2 t < 0.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

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、前記ズームレンズが振動したときの撮影画像のぶれを補正することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

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 レンズ群からなり、ズーミングに際して各レンズ群が移動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】

前記後群は、正の屈折力の第 4 レンズ群から成り、ズーミングに際して各レンズ群が移動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。

【請求項 12】

前記後群は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群から構成され、ズーミングに際して、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群が移動することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 13】

前記第 3 レンズ群の物体側に開口絞りを有し、該開口絞りは、ズーミングに際して各レンズ群とは異なる軌跡で移動す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。 40

【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）。又、物体側より像側へ順に正、負、正、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）。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3）。

【先行技術文献】

10

【特許文献】**【0003】**

【特許文献1】特開2006-133632号公報

【特許文献2】特開2007-292994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】****【0004】**

一般にズームレンズを所定のズーム比を維持しつつ、全系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、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った。特に前玉有効径が増大し、レンズ系全体の短縮が不十分になってくる。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。また高ズーム比化に伴い、各レンズ及びレンズ群の偏芯による敏感度が大きいと偏芯による誤差が大きくなってしまう。レンズ及びレンズ群の偏芯による敏感度が大きいと偏芯により光学性能が大きく劣化し、又防振時に光学性能が大きく劣化してくる。このためズームレンズにおいては、各レンズや各レンズ群の偏芯による敏感度をなるべく小さくするのが望ましい。

【0005】

前述した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屈折力やレンズ構成、そして各レンズ群のズーミングに伴う移動条件等を適切に設定することが重要となる。特に前玉有効径を小さくし、カメラ全体のコンパクト化を図りつつ、望遠端における色収差などの諸収差を良好に補正するためには第1レンズ群の屈折力やズーミングに際しての第1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、広画角か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。

【0006】

本発明は、光学系全体が小型で、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。

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0007】

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を有し、広角端に比べて望遠端においてレンズ全長が長くなるようにレンズ群が移動してズーミングを行うズームレンズにおいて、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第1レンズ群の移動量をM1、前記第1レンズ群の焦点距離をf1、広角端および望遠端における全系の焦点距離をそれぞれfw、ftとするとき、

$$20.0 < f_1 / fw < 50.0$$

$$7.5 < M_1 / fw < 40.0$$

$$0.2 < M_1 / ft < 0.8$$

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】

【0008】

本発明によれば、光学系全体が小型で、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】

【0009】

【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

【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

【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】

【0010】

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。そして広角端に比べ望遠端でレンズ全長が長くなるようにレンズ群が移動してズーミングを行う。

【0011】

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

10

20

30

40

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。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。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。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、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。

【0012】

図1、図7、図9、図11の実施例1、4~6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、4~6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。図3の実施例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。実施例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5の実施例3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 、正の屈折力の第5レンズ群 L_5 より成っている。実施例3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。

【0013】

各実施例において、 S_P 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。 F_P はフレアーアップリカット絞りであり、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プロックである。 I_P 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。 α は半画角(撮影画角の半分の値)、 F_{no} 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移動している。

【0014】

図1、図7、図9、図11の実施例1、4、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 は物体側又は像側へ移動し、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 S_P はズーミングに際して各レンズ群とは異なる軌跡で移動する。フレアーアップリカット絞り F_P は第3レンズ群 L_3 と一緒に移動している。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ー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

10

20

30

40

50

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 1 5 】

実施例 1、4、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。図 3 の実施例 2 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。開口絞り S P はズーミングに際して各レンズ群とは異なる軌跡で移動する。フレアーカット絞り F P は第 3 レンズ群 L 3 と一緒に移動している。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ー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 2 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。

10

【 0 0 1 6 】

図 5 の実施例 3 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 と第 2 レンズ群 L 2 と第 3 レンズ群 L 3 と第 4 レンズ群 L 4 が移動する。具体的には第 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。第 5 レンズ群 L 5 はズーミングに際して不動である。尚、ズーミングに際して第 1 レンズ群乃至第 4 レンズ群が移動しているが、第 5 レンズ群 L 5 はズーミングに際して必要に応じて他のレンズ群と独立に移動しても良い。開口絞り S P はズーミングに際して各レンズ群とは異なる軌跡で移動する。フレアーカット絞り F P は第 3 レンズ群 L 3 と一緒に移動している。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ー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 3 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。

20

【 0 0 1 7 】

各実施例では、ズーミングに際し、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 をいずれも物体側に位置する様に移動させている。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 を物体側へ移動させることで第 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 20 倍以上の高ズーム比を得ている。また、各実施例のズームレンズでは第 4 レンズ群 L 4 または第 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ーフォーカス式を採用している。

30

40

50

【0018】

尚、実施例1、4～6において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第4レンズ群L4で行っても良い。このときは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レンズ群を後方に繰り込むことによって行う。又、各実施例では、正の屈折力の第3レンズ群L3を光軸に対し垂直方向の成分を持つように移動させて、光軸に対し垂直方向に像を変移させている。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を補正している。各実施例では、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附加することなく防振を行うようにし、これによって光学系全体が大型化するのを防止している。なお、各実施例では第3レンズ群L3を光軸と垂直方向に移動させて防振を行っているが、移動方式は第3レンズ群L3を光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動されれば、どのような移動方式であっても画像のぶれを補正することが可能である。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L3を回動させて防振を行っても良い。なお、各実施例において開口絞りSPはズーミ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している。10

【0019】

第1レンズ群L1の有効レンズ径を小型にするためには、第1レンズ群L1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L1は物体側から像側へ順に、負レンズ、正レンズ、正レンズの3枚のレンズより構成している。具体的に各実施例においては、第1レンズ群L1を負レンズと正レンズを接合した接合レンズと、正レンズより構成している。これにより高ズーム比化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L3は1枚の負レンズと2枚の正レンズより構成される。具体的には各実施例においては第3レンズ群L3を物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズ、正レンズにより構成している。これにより防振時におけるコマ収差を良好に補正している。また第3レンズ群L3は1以上の非球面を有するように構成している。これによってズーミングに伴う球面収差の変動を良好に補正している。実施例2、3では、第4レンズ群L4を物体側の面が凸形状の1枚の正レンズより構成している。図5の実施例3では最も像面側に像面に対してズーミングの際に不動(固定)の正の屈折力の第5レンズ群L5を配置している。像面湾曲などの諸収差の補正、前玉有効径の小型化、および、変倍に寄与している。2030

【0020】

各実施例において、広角端から望遠端へのズーミングにおける第1レンズ群L1の移動量をM1とする。第1レンズ群L1の焦点距離をf1、広角端および望遠端における全系の焦点距離をそれぞれfw、ftとする。このとき

$$20.0 < f_1 / f_w < 50.0 \dots \dots \dots (1)$$

$$7.5 < M_1 / f_w < 40.0 \dots \dots \dots (2)$$

$$0.2 < M_1 / f_t < 0.8 \dots \dots \dots (3)$$

なる条件式を満足している。ここで移動量M1は広角端に比べ望遠端での光軸方向の像面に対する変位量(位置の差)に相当する。移動量M1の符号は正である。40

【0021】

各実施例では広角端から望遠端へのズーミング(変倍)に際し、広角端よりも望遠端でレンズ全長(第1レンズ面から像面までの長さ)が長くなるように第1レンズ群が撮像面に対して相対的に移動している。これにより広画角かつ高ズーム比を実現しながら前玉有効径を縮小している。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L1の焦点距離f1と広角端における全系の焦点距離fwとの比を適切に定めたものである。条件式(1)の下限を超えて第1レンズ群L1の焦点距離f1が広角端における全系の焦点距離fw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、高ズーム比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いく。また、第1レンズ群L1を構成する50

正レンズの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を大きくしなければならないので良くない。また組み立ての際に第1レンズ群L1の偏芯敏感度が高くなり、光学性能の劣化の原因になる。逆に上限を超えて第1レンズ群L1の焦点距離f1が広角端における全系の焦点距離fwに比べて大きくなると高ズーム比化した際にズーミング時における第1レンズ群L1の移動量が大きくなり、全系が大型化してくる。また、望遠端において球面収差が大きくなる。更に第1レンズ群L1のズーミングの際の移動量が増大し、ズーミング時の像ゆれや、振動音が増大してくるので良くない。

【0022】

条件式(2)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L1の像面に対する移動量M1と広角端における全系の焦点距離fwとの比を適切に定めたものである。条件式(2)の下限を超えると第1レンズ群L1のズーミングの際の移動量が小さくなるため、広角端におけるレンズ全長が大きく(長く)なる。また、それに伴い周辺光量を確保するために前玉有効径が肥大化するため第1レンズ群L1をコンパクト化するのが困難になる。さらに、広角端における像面湾曲および倍率色収差の補正が困難になる。逆に条件式(2)の上限を超えると第1レンズ群L1のズーミングの際の移動量が大きくなるため、望遠端でのレンズ全長(第1レンズ面から像面までの距離)が長くなりコンパクト化が難しくなる。また、カメラ厚を短縮するためにレンズ鏡筒を沈胴しようとすると沈胴段数が増え、鏡筒径が大型化する。さらに、第1レンズ群L1の移動量の増大に伴いズーミング時の像ゆれや、振動音が増大してくるので良くない。また、望遠側において周辺光量を確保しようとすると前玉有効径が大きくなり、全系のコンパクト化が困難になる。

10

【0023】

条件式(3)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L1の像面に対する移動量M1と望遠端における全系の焦点距離ftとの比を適切に定めたものである。条件式(3)の下限を超えると第1レンズ群L1のズーミングの際の移動量が小さくなるため、広角端におけるレンズ全長が大きくなる。また、それに伴い広角端における周辺光量を確保するために前玉有効径が肥大化するため、第1レンズ群L1をコンパクト化するのが困難になる。さらに、望遠端において軸上色収差、倍率色収差の補正が困難となる。逆に条件式(3)の上限を超えると第1レンズ群L1のズーミングの際の移動量が大きくなるため、望遠端でのレンズ全長が長くなりコンパクト化が難しくなる。また、カメラ厚を短縮するためにレンズ鏡筒を沈胴しようとすると沈胴段数が増え、鏡筒径が大型化する。さらに、第1レンズ群L1の移動量の増大に伴いズーミング時の像ゆれや、振動音が増大してくるので良くない。また、望遠側での周辺光量を確保するために前玉有効径が大きくなり、全系のコンパクト化が困難になる。さらに、望遠端において球面収差が大きくなるため好ましくない。

20

30

【0024】

各実施例では以上のように条件式(1)、(2)、(3)を満足するように第1レンズ群L1の焦点距離および広角端と望遠端における第1レンズ群L1の位置関係およびズーミングの際の移動量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、沈胴長が短く、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。尚、更に好ましくは条件式(1)～(3)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

40

$$20.0 < f_1 / fw < 40.0 \dots \dots \dots \quad (1a)$$

$$8.5 < M_1 / fw < 30.0 \dots \dots \dots \quad (2a)$$

$$0.3 < M_1 / ft < 0.7 \dots \dots \dots \quad (3a)$$

各実施例では、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。

【0025】

各実施例において、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。第2レンズ群L2、第3レンズ群L3の焦点距離をそれぞれf2、f3とする。

50

広角端におけるレンズ全長（第1レンズ面から像面までの距離）を $T d w$ とする。

広角端における開口絞り S P と第3レンズ群 L 3との間隔を $d s w$ とする。

広角端および望遠端における第2レンズ群 L 2 の横倍率をそれぞれ $2 w$ 、 $2 t$ とする。このとき

$$-0.15 < f_2 / f_t < -0.01 \dots \dots \dots \quad (4)$$

$$0.01 < f_3 / f_1 < 0.25 \dots \dots \dots \quad (5)$$

$$0.01 < T d w / f_t < 1.0 \dots \dots \dots \quad (6)$$

$$0.2 < d s w / f_w < 10.0 \dots \dots \dots \quad (7)$$

$$0.05 < 2w / 2t < 0.5 \dots \dots \dots \quad (8)$$

なる条件式のうち 1 以上を満足するのが良い。

10

【0026】

条件式 (4) 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 L 2 の焦点距離 f_2 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2レンズ群 L 2 の焦点距離 f_2 (負の値) 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 L 2 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 L 2 の移動量を大きくしなければならず、この結果、レンズ全長が長くなり全系のコンパクト化が困難になる。また、広角端におけるレンズ全長が長くなるため、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、ズーム中間域における非点収差の補正が困難になる。逆に条件式 (4) の上限を超えて第2レンズ群 L 2 の焦点距離 f_2 が広角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 L 2 の負の屈折力が強くなる。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 L 2 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。

20

【0027】

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、第1レンズ群 L 1 の焦点距離 f_1 および第3レンズ群 L 3 の焦点距離の範囲を適切に定めたものである。条件式 (5) の下限を超えて第3レンズ群 L 3 の焦点距離 f_3 が第1レンズ群 L 1 の焦点距離 f_1 に比べて小さく (短く) なると、変倍に伴う第1レンズ群 L 1 の移動量が大きくなり、望遠端においてレンズ全長が長くなる。また、望遠端において球面収差が悪化する。更に第3レンズ群 L 3 で防振した際に望遠側において光学性能が悪化してくるので良くない。逆に条件式 (5) の上限を超えて第3レンズ群 L 3 の焦点距離 f_3 が第1レンズ群 L 1 の焦点距離 f_1 に比べて大きく (長く) なると、第1レンズ群 L 1 のズーミングの際の移動量が小さくなり、広角端においてレンズ全長が長くなる。又、周辺光量の落ちを抑えるために前玉有効径が大きくなる。また、第1レンズ群 L 1 の偏芯敏感度が高くなり、光学性能が悪化してくるため良くない。

30

【0028】

条件式 (6) は全系を小型にしつつ高ズーム比化するために、広角端におけるレンズ全長 $T d w$ の範囲を適切に定めたものである。条件式 (6) の下限を超えて広角端におけるレンズ全長 $T d w$ 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ために広角端から望遠端への変倍に際し、第1レンズ群 L 1 を像面に対し物体側へ相対的に移動させると望遠端におけるレンズ全長が長くなり、コンパクト化が困難になる。また望遠端付近の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るため良くない。逆に条件式 (6) の上限を超えて広角端におけるレンズ全長 $T d w$ が長くなると広角端付近の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、全系のコンパクト化が困難になる。

40

【0029】

条件式 (7) は全系を小型にしつつ高ズーム比化し、良好な画質を保つために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 $d s w$ の範囲を適切に定めたものである。条件式 (7) の下限を超えて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

50

d_{sw} が狭くなると広角端から中間ズーム域にかけての中間像高における周辺光量の急峻な落ちが顕著になり良くない。さらに前玉有効径が増大しコンパクト化が困難になる。条件式(7)の上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 d_{sw} が広がると広角端から中間ズーム域にかけての画面最周辺部の周辺光量がケラレ、周辺光量の絶対量が不足してくるため良くない。

【0030】

条件式(8)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(8)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 2_t に比べて小さくなりすぎるとズーミングに際して第2レンズ群の移動量が大きくなる。このため、レンズ全長が増大し、全系が大型化してくるので良くない。逆に条件式(8)の上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 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。

10

【0031】

尚、更に収差補正及びズーミ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(4)～(8)の数値範囲を次の如く設定するのが好ましい。

$$\begin{aligned} -0.12 < f_2 / f_t < -0.03 \dots & (4a) \\ 0.05 < f_3 / f_1 < 0.25 \dots \dots & (5a) \\ 0.3 < T_{dw} / f_t < 1.0 \dots \dots & (6a) \\ 0.2 < d_{sw} / f_w < 8.0 \dots \dots & (7a) \\ 0.05 < 2_w / 2_t < 0.30 \dots \dots & (8a) \end{aligned}$$

20

各実施例によれば、以上の諸条件で満足することにより、光学系全体が小型で、広画角かつズーム比20程度の高ズーム比で、しかも全ズーム範囲にわたり高い光学性能が得られるズームレンズが得られる。この他、各実施例によれば、該ズームレンズが振動(傾動)した時の撮影画像のぶれを補正し、像の安定化を図った各種の撮像装置に好適なズームレンズが得られる。

【0032】

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。 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_{di} 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。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 とするとき、非球面形状は、

$$\begin{aligned} x = (h^2 / R) / [1 + [1 - (1 + k)(h / R)^2]^{1/2}] \\ + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10} \end{aligned}$$

30

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。

40

【0033】

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プロックの面である。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。また数値実施例1乃至6における r_{15} は開口絞りSPの像側の設計上のダミー面(空気面)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。

【0034】

[数値実施例1]

50

面番号	r	d	nd	d	
1	153.057	1.70	1.80610	33.3	
2	56.611	4.80	1.49700	81.5	
3	-371.639	0.20			
4	57.012	3.60	1.63854	55.4	
5	362.533	(可変)			
6	84.809	1.00	1.88300	40.8	
7	9.400	2.20			
8	19.326	0.80	1.88300	40.8	
9	11.638	3.10			10
10	-29.711	0.70	1.88300	40.8	
11	209.523	0.20			
12	19.736	2.20	1.94595	18.0	
13	171.363	(可変)			
14(絞り)		0.00			
15		(可変)			
16*	10.920	3.00	1.58313	59.4	
17*	-68.199	2.90			
18	31.202	0.70	1.84666	23.9	
19	10.431	0.50			20
20	18.136	2.00	1.48749	70.2	
21	-16.995	0.30			
22(フレアーカット絞り)		(可変)			
23	50.866	1.00	1.48749	70.2	
24	16.232	(可変)			
25	16.609	2.00	1.48749	70.2	
26	84.510	(可変)			
27		1.00	1.51633	64.1	
28					
像面					30

非球面データ

第16面

K = -1.61056e+000 A 4= 5.88474e-005 A 6=-2.17606e-008
A 8=-1.41631e-008

第17面

K = 1.06337e+002 A 4= 8.76505e-005 A 6= 1.48376e-007

各種データ

ズーム比 28.63

焦点距離	4.40	12.24	126.00	5.68	26.26	76.00
Fナンバー	2.87	4.11	5.79	3.18	4.60	5.16
画角	38.40	17.57	1.76	34.31	8.39	2.92
像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	91.73	90.55	144.33	88.12	108.36	136.59
BF	7.98	8.61	10.47	7.22	15.02	18.23
d 5	0.70	17.48	70.12	3.76	37.03	62.97

40

50

d13	33.95	15.34	1.50	28.34	6.23	1.78
d15	8.09	1.50	1.50	5.44	2.32	2.24
d22	1.49	8.33	7.24	3.07	11.20	8.59
d24	6.62	6.38	20.60	7.40	3.66	9.86
d26	6.32	6.95	8.81	5.56	13.36	16.57

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	94.27	10
2	6	-9.71	
3	16	16.49	
4	23	-49.37	
5	25	42.00	

【 0 0 3 5 】

[数値実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	200.339	1.70	1.80610	33.3	20
2	55.193	4.80	1.49700	81.5	
3	-405.444	0.20			
4	57.441	3.60	1.77250	49.6	
5	290.583	(可変)			
6	45.040	1.00	1.88300	40.8	
7	8.549	3.00			
8	46.494	0.80	1.88300	40.8	
9	15.757	2.40			
10	-32.583	0.70	1.88300	40.8	
11	-203.364	0.20			30
12	20.052	2.20	1.94595	18.0	
13	139.009	(可変)			
14(絞り)		0.00			
15		(可変)			
16*	10.224	3.00	1.58313	59.4	
17*	-110.324	3.13			
18	33.261	0.70	1.84666	23.9	
19	10.270	0.50			
20	29.207	2.00	1.48749	70.2	
21	-19.306	0.30			40
22(フレアーカット絞り)		(可変)			
23	21.830	2.00	1.48749	70.2	
24	87.057	(可変)			
25		1.00	1.51633	64.1	
26					
像面					

非球面データ

第16面

K = -1.98557e+000 A 4= 1.18348e-004 A 6=-4.37232e-007

A 8=-2.02908e-009

第17面

K = 1.66321e+002 A 4= 2.36275e-005

各種データ

ズーム比 28.63

焦点距離	4.40	13.75	126.00	5.83	33.00	68.24	
Fナンバー	2.87	4.03	6.00	3.09	4.78	5.16	10
画角	38.40	15.73	1.76	33.62	6.70	3.25	
像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	
レンズ全長	90.90	95.70	149.00	88.57	117.71	137.72	
BF	11.46	19.01	12.45	12.16	25.50	23.94	
d 5	0.70	23.54	70.65	5.18	46.11	62.26	
d13	28.62	13.80	1.50	24.18	6.14	2.54	
d15	13.40	1.79	1.50	8.97	1.64	2.22	
d22	4.50	5.33	30.67	5.85	6.09	14.53	
d24	9.80	17.35	10.79	10.50	23.84	22.28	20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	94.82
2	6	-10.14
3	16	19.71
4	23	59.17

【0036】

[数値実施例 3]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	201.982	1.70	1.80610	33.3	
2	55.176	4.80	1.49700	81.5	
3	-400.383	0.20			
4	57.434	3.60	1.77250	49.6	
5	289.310	(可変)			
6	45.476	1.00	1.88300	40.8	
7	8.621	3.00			40
8	45.507	0.80	1.88300	40.8	
9	15.484	2.40			
10	-31.976	0.70	1.88300	40.8	
11	-209.188	0.20			
12	20.238	2.20	1.94595	18.0	
13	165.651	(可変)			
14(絞り)		0.00			
15		(可変)			
16*	10.476	3.00	1.58313	59.4	
17*	-109.714	3.19			50

18	33.725	0.70	1.84666	23.9	
19	10.497	0.50			
20	27.571	2.00	1.48749	70.2	
21	-19.367	0.30			
22(フレアーカット絞り)	(可変)				
23	22.820	2.00	1.48749	70.2	
24	52.535	(可変)			
25	61.754	1.50	1.48749	70.2	
26	234.087	(可変)			
27		1.00	1.51633	64.1	10
28					
像面					

非球面データ

第16面

K = -2.02238e+000 A 4= 1.16754e-004 A 6=-3.86292e-007
A 8=-2.33352e-009

第17面

K = 1.53505e+002 A 4= 2.84066e-005

20

各種データ

ズーム比 28.70

焦点距離	4.39	13.56	126.00	5.78	32.76	68.05	
Fナンバー	2.87	3.97	6.00	3.09	4.79	5.21	
画角	38.47	15.95	1.76	33.82	6.75	3.26	
像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	
レンズ全長	92.51	97.12	150.34	90.12	119.05	139.05	
BF	6.81	6.81	6.81	6.81	6.81	6.81	30
d 5	0.70	23.36	70.50	5.12	45.90	62.08	
d13	28.06	14.45	1.54	24.04	6.85	2.88	
d15	14.55	1.81	1.76	9.74	1.50	2.29	
d22	5.61	4.75	34.50	6.80	4.39	13.57	
d24	3.00	12.14	1.45	3.82	19.82	17.63	
d26	5.15	5.15	5.15	5.15	5.15	5.15	

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

40

1	1	95.06
2	6	-10.16
3	16	19.64
4	23	80.97
5	25	171.58

【 0 0 3 7 】

[数値実施例 4]

単位 mm

面データ

50

面番号	r	d	nd	d	
1	307.978	1.70	1.80610	33.3	
2	85.602	3.80	1.49700	81.5	
3	-610.374	0.20			
4	75.989	3.00	1.77250	49.6	
5	228.098	(可変)			
6	28.794	1.00	1.88300	40.8	
7	9.652	2.80			
8	20.368	0.80	1.88300	40.8	
9	13.623	3.50			10
10	-34.305	0.70	1.88300	40.8	
11	56.477	0.20			
12	22.818	2.20	1.94595	18.0	
13	394.804	(可変)			
14(絞り)		0.00			
15		(可変)			
16*	10.237	3.00	1.58313	59.4	
17*	-79.569	1.82			
18	31.410	0.70	1.84666	23.9	
19	11.348	0.90			20
20	35.371	2.00	1.48749	70.2	
21	-19.032	0.30			
22(フレアーカット絞り)		(可変)			
23	18.619	1.00	1.48749	70.2	
24	10.303	(可変)			
25	14.182	2.00	1.48749	70.2	
26	32.840	(可変)			
27		1.00	1.51633	64.1	
28					
像面					30

非球面データ

第16面

K = -1.63057e+000 A 4= 7.79666e-005 A 6= 1.05864e-008
A 8=-1.53239e-009

第17面

K = 2.52046e+001 A 4= 4.21229e-005

各種データ

ズーム比 40.83

焦点距離	4.41	13.71	179.98	5.81	35.23	82.24
Fナンバー	2.63	4.80	8.46	3.16	5.90	6.62
画角	38.35	15.78	1.23	33.69	6.28	2.70
像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	100.91	108.27	199.75	97.50	144.21	179.24
BF	10.12	16.60	8.39	10.88	24.18	23.63
d 5	0.70	27.91	110.83	4.81	63.99	94.03

d13	37.93	15.77	1.40	31.21	5.74	2.03
d15	14.23	4.71	1.41	10.64	3.98	3.15
d22	2.36	2.08	18.57	1.64	5.90	12.70
d24	3.95	9.58	27.53	6.71	8.80	12.08
d26	8.46	14.94	6.73	9.22	22.52	21.97

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	150.00	10
2	6	-11.68	
3	16	17.90	
4	23	-49.26	
5	25	49.47	

【 0 0 3 8 】

[数値実施例 5]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	108.712	1.60	1.80610	33.3	20
2	47.557	4.40	1.49700	81.5	
3	3130.394	0.20			
4	49.171	3.50	1.63854	55.4	
5	260.112	(可変)			
6	73.003	1.00	1.88300	40.8	
7	8.761	2.50			
8	24.738	0.80	1.88300	40.8	
9	12.160	2.70			
10	-26.193	0.70	1.83481	42.7	
11	1132.750	0.20			30
12	20.450	2.00	1.94595	18.0	
13	1069.346	(可変)			
14(絞り)		0.00			
15		(可変)			
16*	9.088	3.00	1.58313	59.4	
17*	-95.386	2.26			
18	25.376	0.70	1.84666	23.9	
19	8.716	0.50			
20	16.452	2.00	1.48749	70.2	
21	-17.657	0.30			40
22		(可変)			
23	103.328	1.00	1.48749	70.2	
24	23.001	(可変)			
25	18.250	2.00	1.48749	70.2	
26	202.492	(可変)			
27		1.00	1.51633	64.1	
28		(可変)			

像面

非球面データ

50

第16面

K = -1.34841e+000 A 4= 1.02225e-004 A 6= 2.58085e-007
A 8= 4.57761e-009

第17面

K = 3.36394e+001 A 4= 7.51650e-005

各種データ

ズーム比 23.87

焦点距離	4.40	14.60	105.00	5.78	40.51	86.13
Fナンバー	2.85	4.41	6.00	3.14	5.22	5.41
画角	38.41	14.86	2.11	33.82	5.46	2.58
像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	81.46	89.10	138.23	79.12	114.80	134.20
BF	7.87	14.99	10.37	8.99	20.90	15.03

d 5	0.70	23.51	62.17	4.61	47.46	60.69
d13	31.32	10.24	1.53	24.26	3.40	1.50
d15	3.74	1.50	1.50	2.92	1.55	1.68
d22	2.17	4.59	5.45	2.66	5.22	5.21
d24	4.31	2.92	25.85	4.31	4.92	18.74
d26	6.21	13.33	8.71	7.33	19.24	13.37

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	88.47			
2	6	-9.16			
3	16	15.69			
4	23	-60.94			
5	25	41.00			

【 0 0 3 9 】

[数値実施例 6]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	340.091	1.70	1.80610	33.3
2	84.993	4.00	1.49700	81.5
3	-381.518	0.20		
4	71.329	3.20	1.77250	49.6
5	202.443	(可変)		
6	29.162	1.00	1.88300	40.8
7	9.781	2.60		
8	21.139	0.80	1.88300	40.8
9	12.616	3.50		
10	-32.545	0.70	1.88300	40.8
11	78.404	0.20		
12	23.282	2.20	1.94595	18.0

13	1165.084	(可変)				
14(絞り)	0.00					
15		(可変)				
16*	10.449	3.00	1.58313	59.4		
17*	-78.459	2.21				
18	32.505	0.70	1.84666	23.9		
19	11.179	0.70				
20	25.703	2.00	1.48749	70.2		
21	-22.670	0.30				
22(フレアーカット絞り)		(可変)				10
23	16.271	1.00	1.48749	70.2		
24	10.044	(可変)				
25	13.957	2.00	1.48749	70.2		
26	38.035	(可変)				
27		1.00	1.51633	64.1		
28						
像面						

非球面データ

第16面

20

K = -1.30931e+000 A 4= 3.70640e-005 A 6= 2.68934e-008 A 8=-1.22390e-009

第17面

K = 5.76692e+001 A 4= 3.67189e-005

各種データ

ズーム比 34.07

焦点距離	4.40	13.59	150.00	5.81	33.76	75.16	
Fナンバー	2.50	4.42	7.51	2.98	5.37	6.09	30
画角	38.39	15.92	1.48	33.72	6.55	2.95	
像高	3.49	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	
レンズ全長	99.61	105.16	189.40	95.97	138.17	170.48	
BF	9.73	15.49	12.19	10.23	22.68	22.48	
d 5	0.70	26.13	101.56	4.61	59.19	86.41	
d13	34.90	13.12	1.49	28.16	4.13	1.49	
d15	15.80	6.33	1.49	12.30	5.07	3.62	
d22	2.09	2.71	19.52	1.65	6.85	13.68	
d24	4.38	9.36	21.14	7.01	8.23	10.78	40
d26	8.07	13.83	10.53	8.57	21.02	20.83	

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	140.00
2	6	-11.58
3	16	18.30
4	23	-56.83
5	25	44.03

50

【0040】

【表1】

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 $20.0 < f_1/f_w < 50.0$	21.4	21.5	21.7	34.0	20.1	31.8
② $7.50 < M_1/f_w < 40.00$	11.95	13.20	13.17	22.43	12.91	20.40
③ $0.20 < M_1/f_t < 0.80$	0.42	0.46	0.46	0.55	0.54	0.60
④ $-0.150 < f_2/f_t < -0.010$	-0.077	-0.080	-0.081	-0.065	-0.087	-0.077
⑤ $0.010 < f_3/f_1 < 0.250$	0.175	0.208	0.207	0.119	0.177	0.131
⑥ $0.01 < T_{dw}/f_t < 1.0$	0.73	0.72	0.73	0.56	0.78	0.66
⑦ $0.2 < d_{sw}/f_w < 10.0$	1.84	3.04	3.31	3.23	0.85	3.59
⑧ $0.050 < \beta_2 w / \beta_2 t < 0.50$	0.132	0.134	0.139	0.171	0.172	0.180

10

【0041】

次に各実施例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13を用いて説明する。図13において、20はカメラ本体、21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。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。

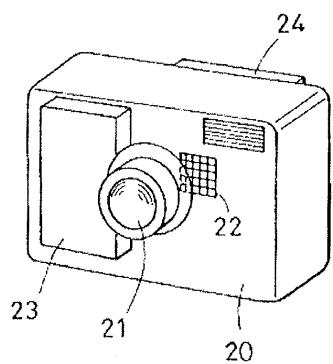
20

【符号の説明】

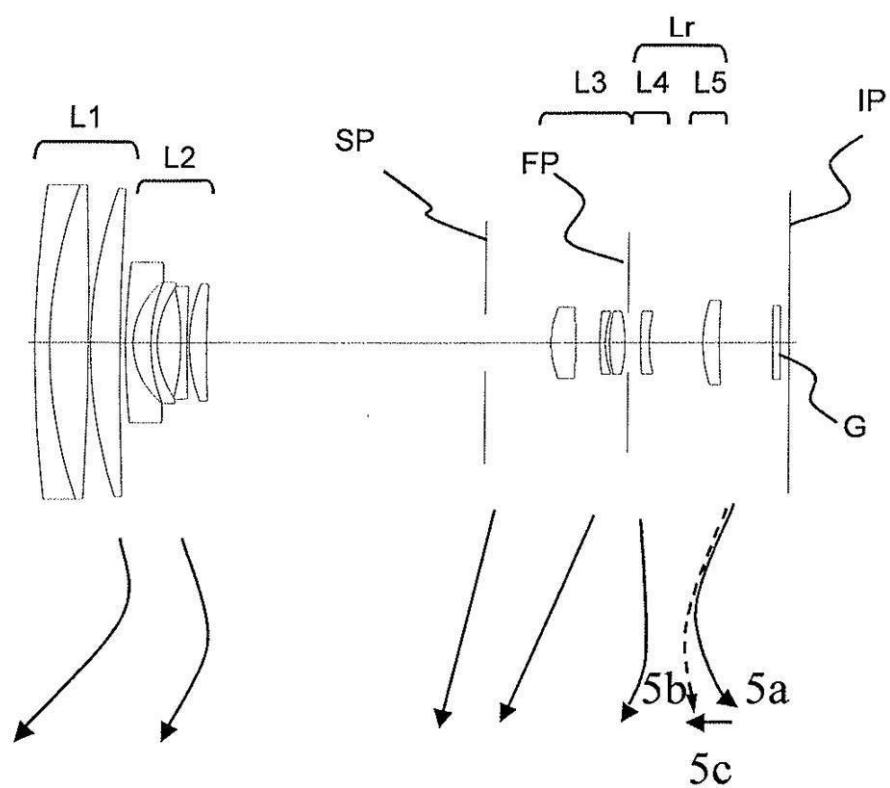
【0042】

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 絞り、FP 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

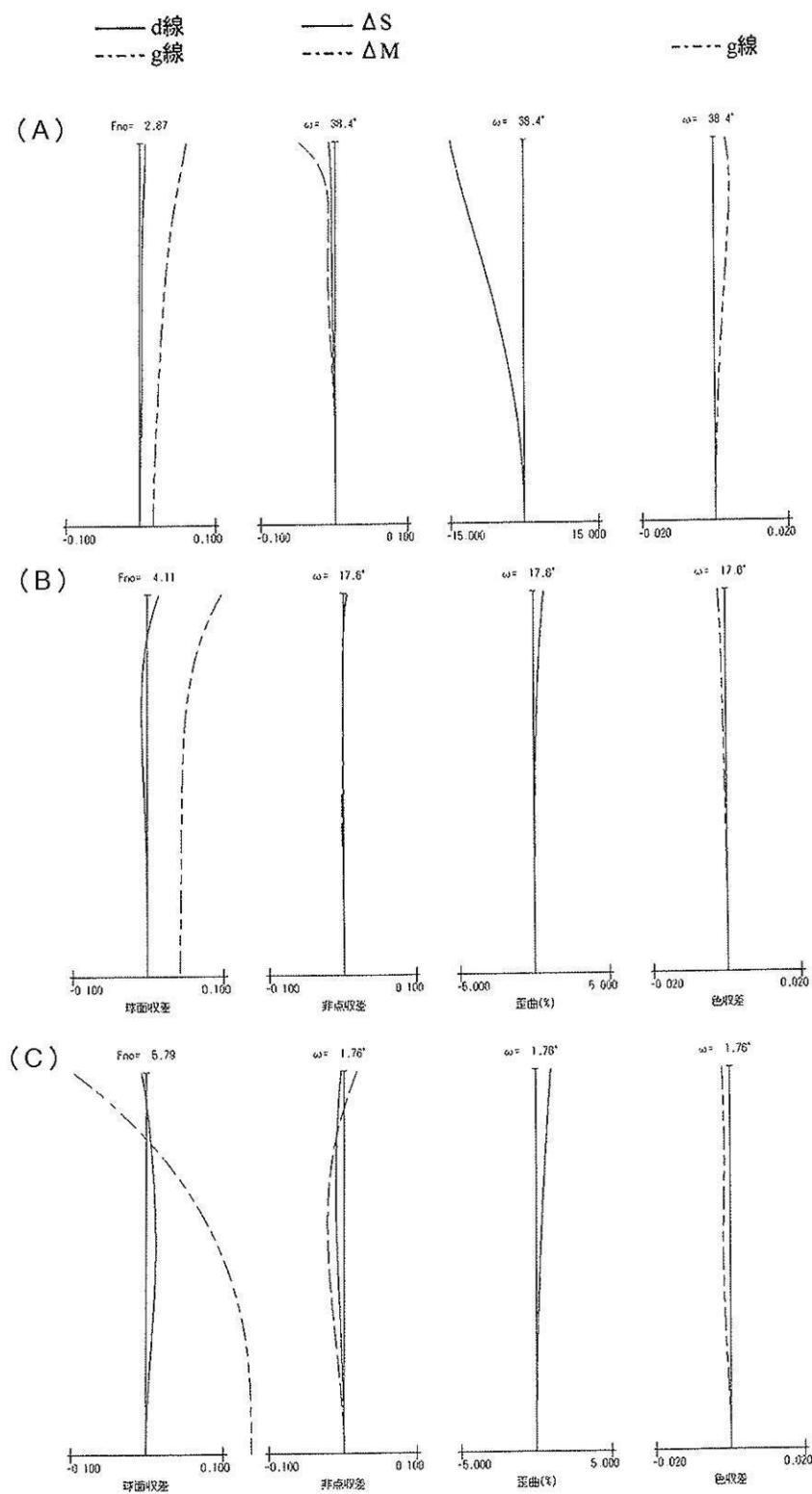
【図13】



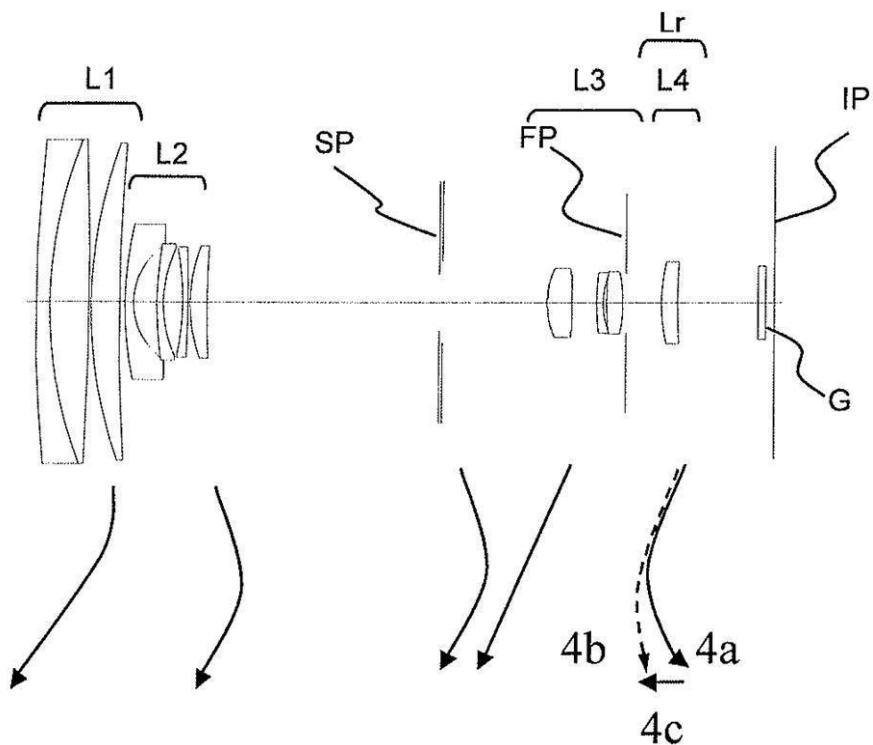
【図1】



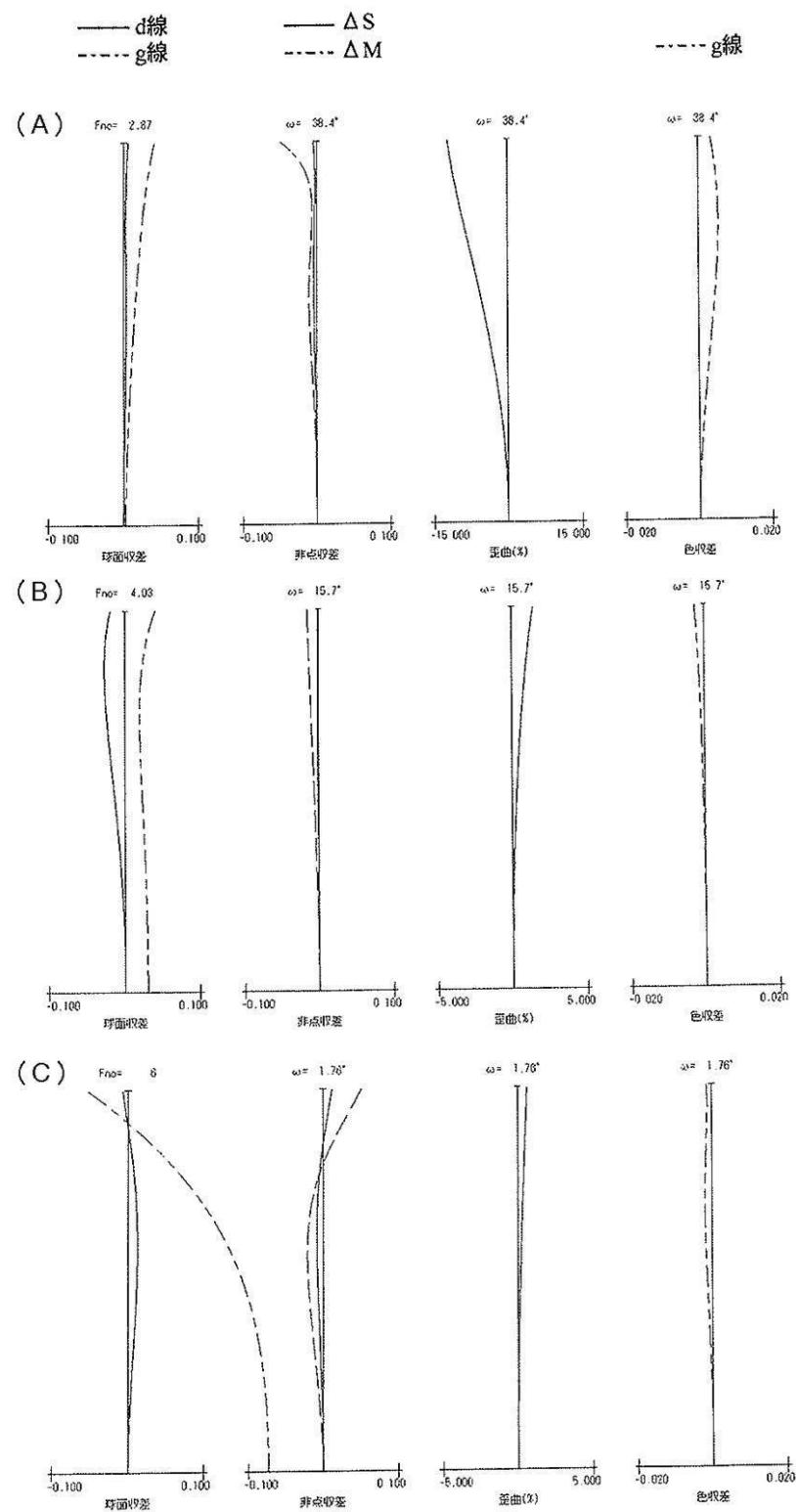
【図2】



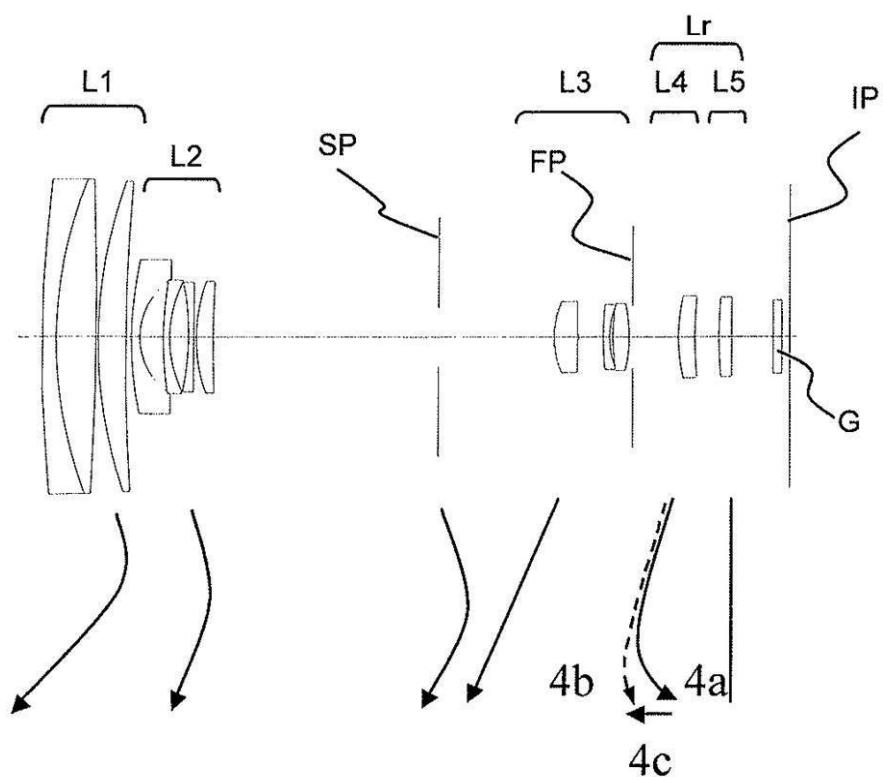
【図3】



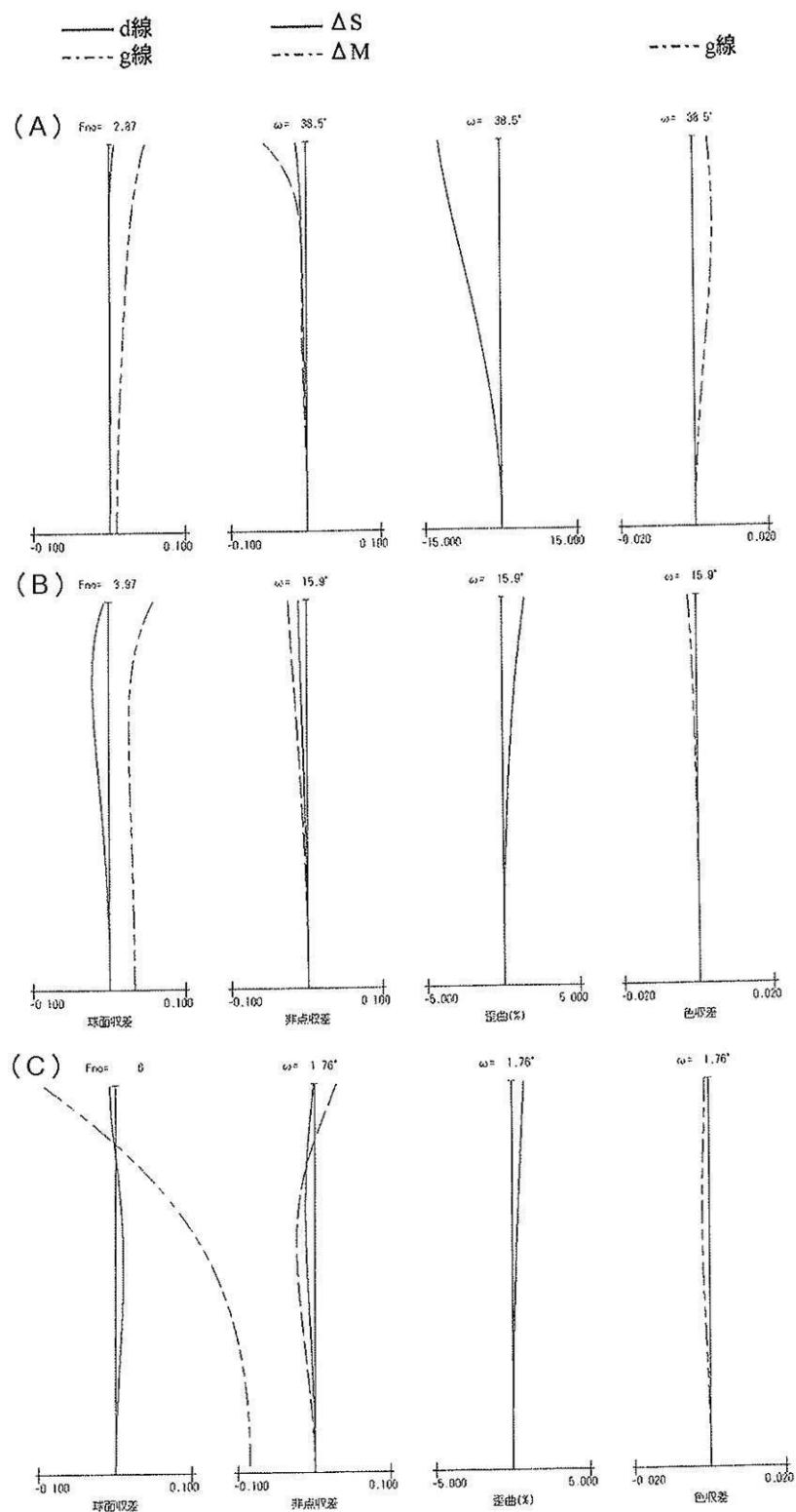
【図4】



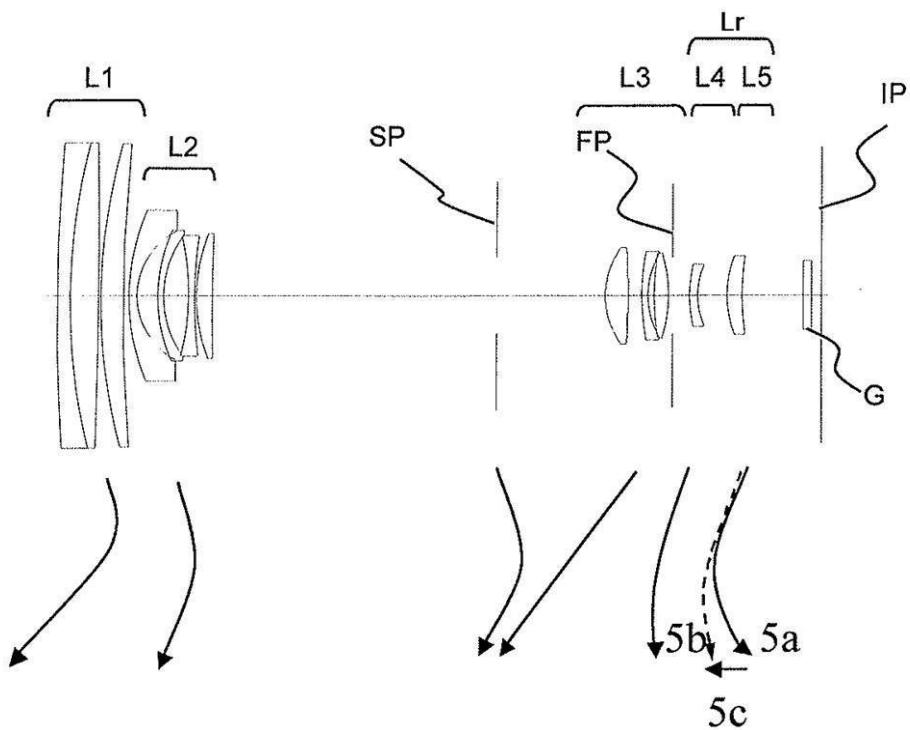
【図5】



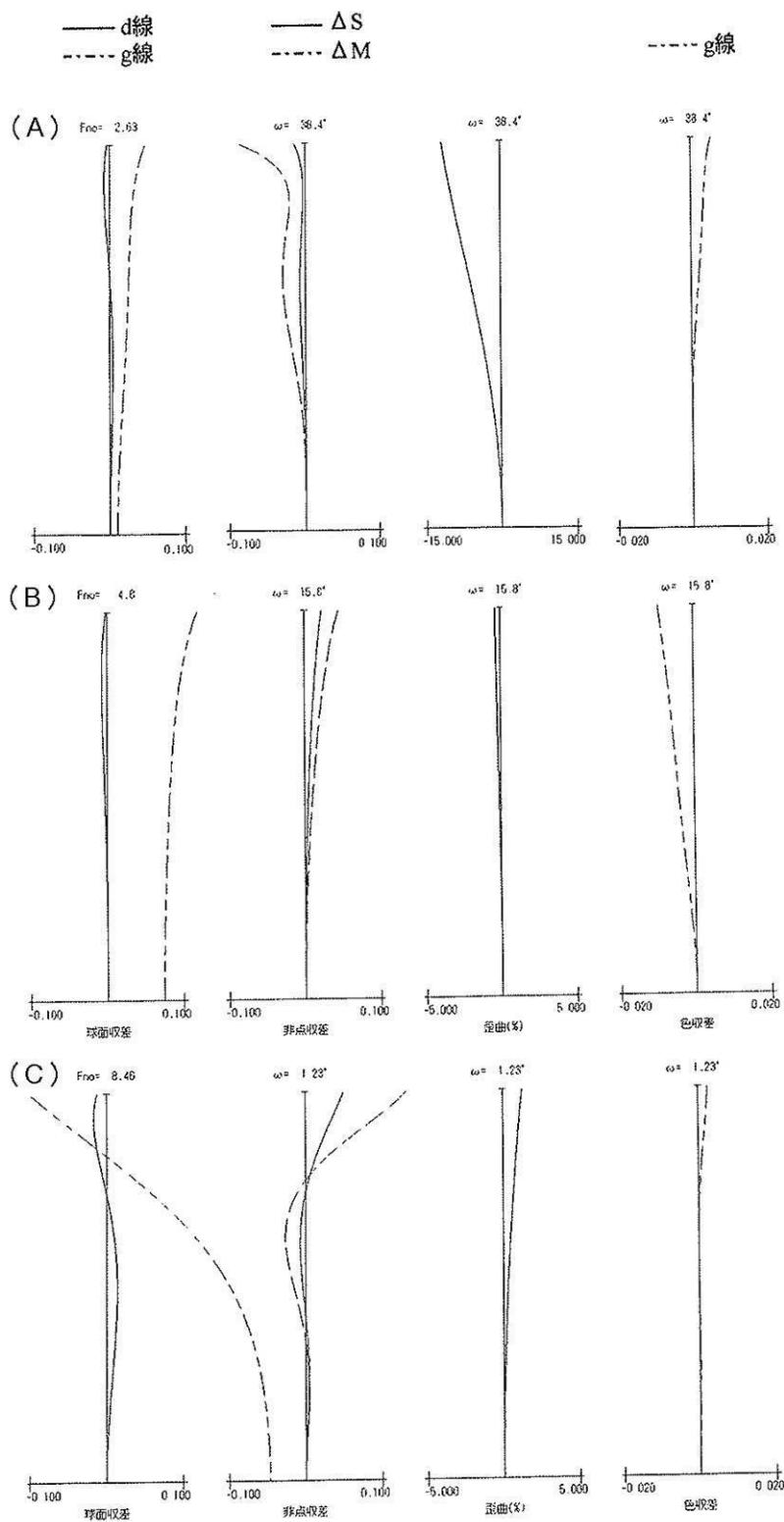
【図6】



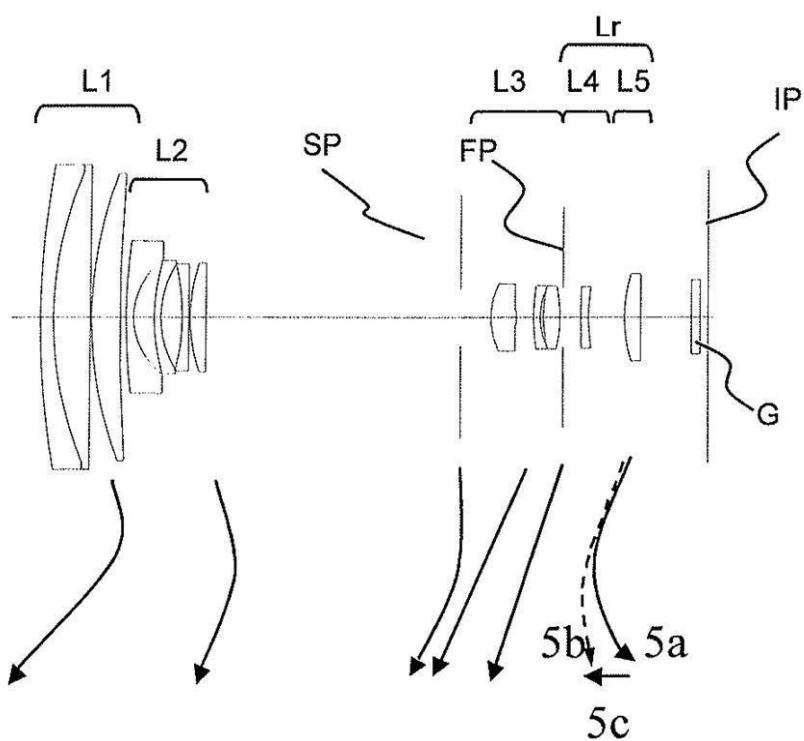
【図7】



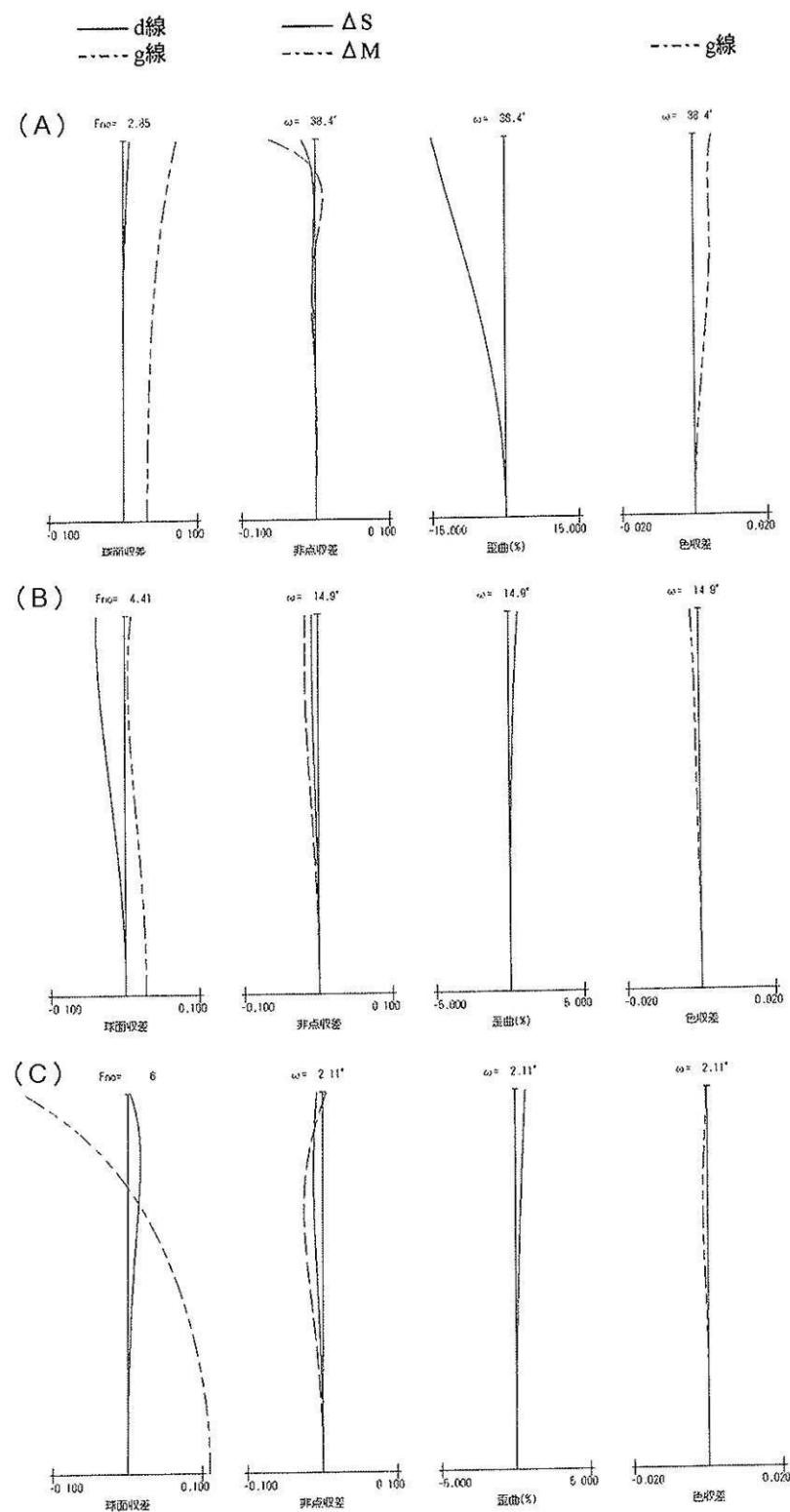
【図8】



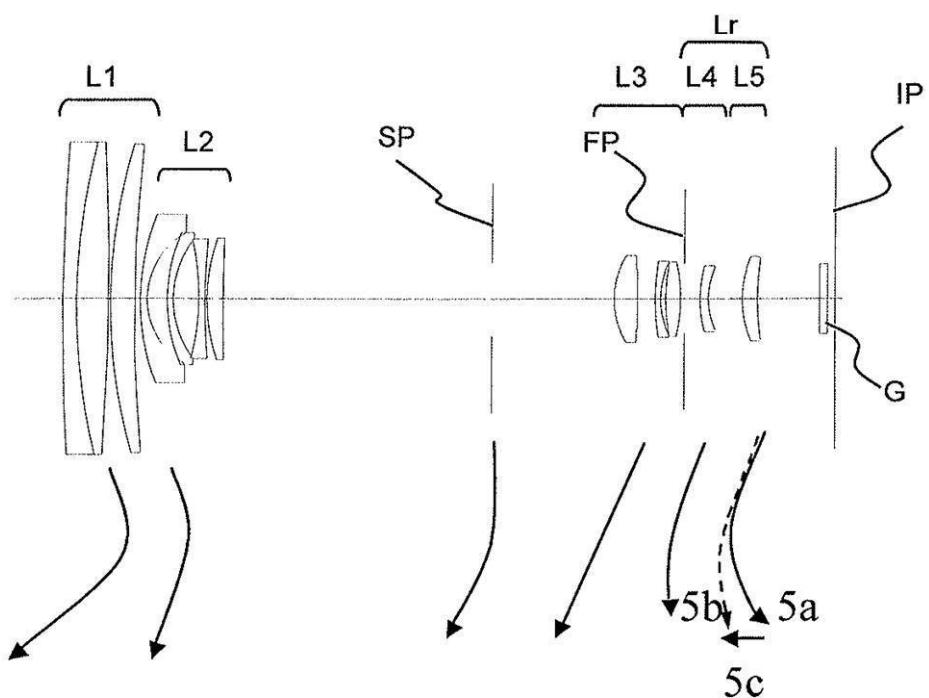
【図9】



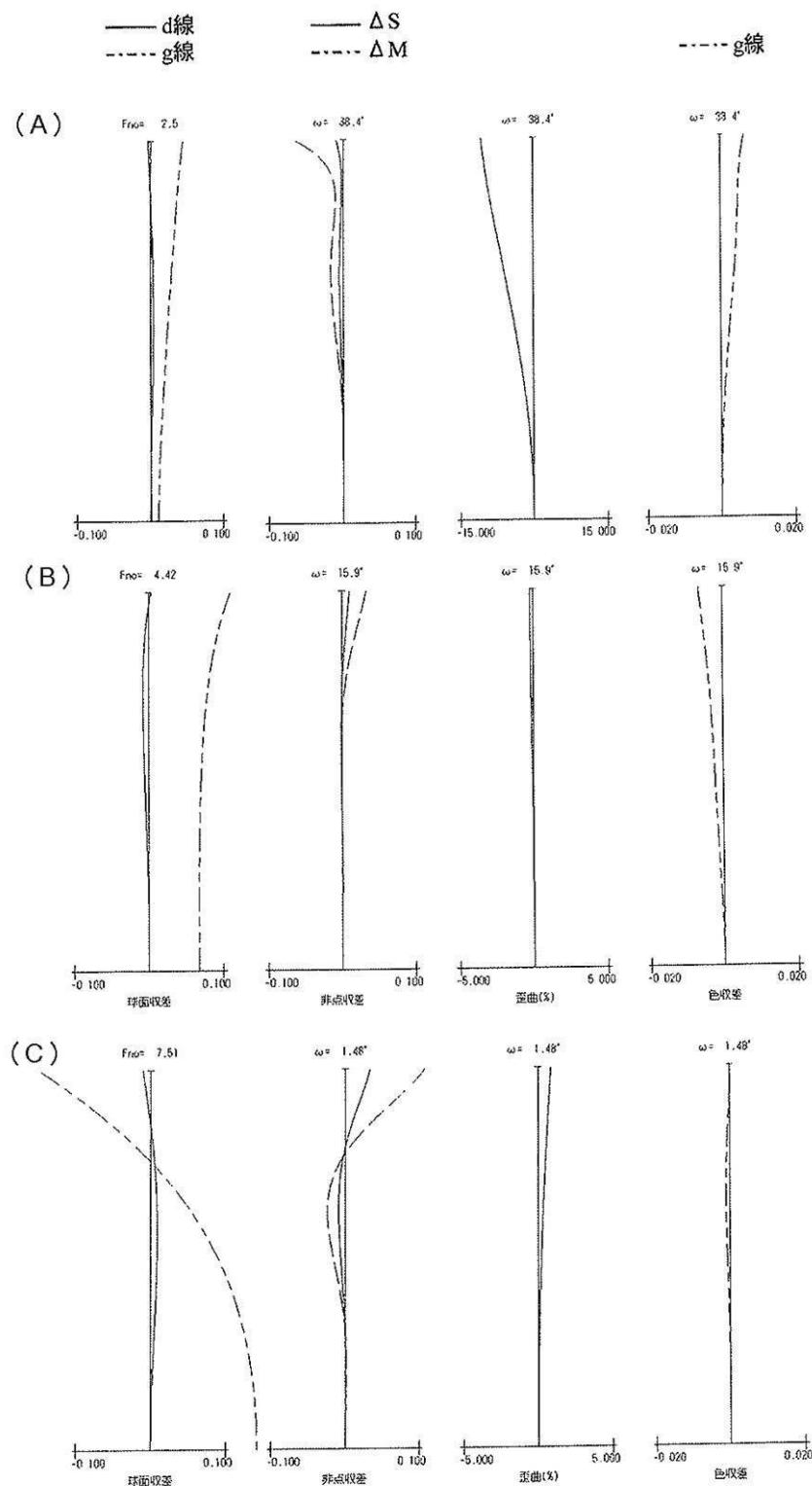
【図10】



【図11】



【図 1 2】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 15 / 20

G 02 B 13 / 18