

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5634220号
(P5634220)

(45) 発行日 平成26年12月3日(2014. 12. 3)

(24) 登録日 平成26年10月24日(2014. 10. 24)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 2 B 15/20 (2006.01)

G O 2 B 15/20

請求項の数 15 (全 37 頁)

(21) 出願番号 特願2010-247270 (P2010-247270)
 (22) 出願日 平成22年11月4日(2010. 11. 4)
 (65) 公開番号 特開2012-98592 (P2012-98592A)
 (43) 公開日 平成24年5月24日(2012. 5. 24)
 審査請求日 平成25年10月30日(2013. 10. 30)

(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 木村 友紀
 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

(56) 参考文献 特開2010-197767 (JP, A
)
 特開2010-197766 (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】

物体側より像面側へ順に、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レンズ群を有し、
 ズーミングに際して前記第4レンズ群は不動で、前記第2、第3、第5レンズ群が光軸方向に移動し、
 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4レンズ群は正レンズと負レンズより構成されており、

前記第4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光軸に対して垂直方向へ移動させており、

望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、前記第4レンズ群の正レンズの焦点距離と材料の屈折率を各々 f_{4p} 、 n_{4p} 、望遠端における前記第4レンズ群の光軸に対する垂直方向の成分の最大移動量を D_m 、望遠端における前記第4レンズ群の横倍率を 4_t 、望遠端において前記第4レンズ群よりも像面側に配置された各レンズ群全体の横倍率を r_t 、前記第4レンズ群の正レンズの材料のアッペ数を 4_p とするとき、

$$0.1 < |f_4 / f_t| < 0.7$$

$$0.8 < |f_{4p} \cdot (n_{4p} - 1) / f_4| < 4.0$$

$$0.01 < |D_m \cdot (1 - 4_t) \cdot r_t| / f_t < 0.08$$

$$4_p < 20.0$$

10

20

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】

広角端と望遠端における前記第 4 レンズ群と前記第 5 レンズ群の間隔をそれぞれ D_{4w} 、 D_{4t} とするとき、

$$0.7 < D_{4t} / D_{4w} < 2.0$$

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 5 レンズ群が正レンズと負レンズより構成されてい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 4 レンズ群の正レンズの物体側と像面側のレンズ面の曲率半径をそれぞれ R_{4a} 、 R_{4b} とするとき、

$$-0.5 < (R_{4a} - R_{4b}) / (R_{4a} + R_{4b}) < 1.0$$

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 3 レンズ群の焦点距離を f_3 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、 $2.0 < f_3 / f_w < 5.0$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 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 1 レンズ群と前記第 5 レンズ群の焦点距離を各々 f_1 、 f_5 とするとき、

$$4.0 < (f_1)^2 / (|f_4| \cdot f_5) < 20.0$$

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

【請求項 7】

前記第 4 レンズ群の正レンズと負レンズの材料のアッペ数を各々 n_{4p} 、 n_{4n} とするとき、

$$7.0 < n_{4n} - n_{4p} < 50.0$$

なる条件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】

前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき、

$$0.25 < f_2 / f_4 < 0.90$$

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 5 レンズ群の像側にズームングに際して不動の負の屈折力の第 6 レンズ群を有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】

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 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 11】

物体側より像面側へ順に、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 レンズ群を有し、ズームングに際して前記第 4 レンズ群は不動で、前記第 2、第 3、第 5 レンズ群が光軸方向に移動し、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ズームレンズであって、

前記第 4 レンズ群は正レンズと負レンズより構成されており、

前記第 4 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光軸に

10

20

30

40

50

対して垂直方向へ移動させており、

望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、前記第4レンズ群の正レンズの焦点距離と材料の屈折率を各々 f_{4p} 、 n_{4p} 、望遠端における前記第4レンズ群の光軸に対する垂直方向の成分の最大移動量を D_m 、望遠端における前記第4レンズ群の横倍率を 4_t 、望遠端において前記第4レンズ群よりも像面側に配置された各レンズ群全体の横倍率を r_t 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第3レンズ群と前記第5レンズ群の焦点距離をそれぞれ f_3 、 f_5 とするとき、

$$\begin{aligned} 0.1 &< |f_4 / f_t| < 0.7 \\ 0.8 &< |f_{4p} \cdot (n_{4p} - 1) / f_4| < 4.0 \\ 0.01 &< |D_m \cdot (1 - 4_t) \cdot r_t| / f_t < 0.08 \\ 0.5 &< f_w \cdot f_t / (f_3 \cdot f_5) < 1.5 \end{aligned}$$

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12】

物体側より像面側へ順に、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レンズ群を有し、ズームングに際して前記第4レンズ群は不動で、前記第2、第3、第5レンズ群が光軸方向に移動し、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ズームレンズであって、

広角端から望遠端へのズームングに際して、前記第5レンズ群は像面側に凸状の軌跡を描いて移動し、

前記第4レンズ群は正レンズと負レンズより構成されており、

前記第4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光軸に対して垂直方向へ移動させており、

望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、前記第4レンズ群の正レンズの焦点距離と材料の屈折率を各々 f_{4p} 、 n_{4p} 、望遠端における前記第4レンズ群の光軸に対する垂直方向の成分の最大移動量を D_m 、望遠端における前記第4レンズ群の横倍率を 4_t 、望遠端において前記第4レンズ群よりも像面側に配置された各レンズ群全体の横倍率を r_t とするとき、

$$\begin{aligned} 0.1 &< |f_4 / f_t| < 0.7 \\ 0.8 &< |f_{4p} \cdot (n_{4p} - 1) / f_4| < 4.0 \\ 0.01 &< |D_m \cdot (1 - 4_t) \cdot r_t| / f_t < 0.08 \end{aligned}$$

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13】

物体側より像面側へ順に、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レンズ群を有し、ズームングに際して前記第4レンズ群は不動で、前記第2、第3、第5レンズ群が光軸方向に移動し、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ズームレンズであって、

前記第4レンズ群は正レンズと負レンズより構成されており、

前記第4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光軸に対して垂直方向へ移動させており、

望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、前記第4レンズ群の正レンズの焦点距離と材料の屈折率を各々 f_{4p} 、 n_{4p} 、望遠端における前記第4レンズ群の光軸に対する垂直方向の成分の最大移動量を D_m 、望遠端における前記第4レンズ群の横倍率を 4_t 、望遠端において前記第4レンズ群よりも像面側に配置された各レンズ群全体の横倍率を r_t 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、

$$\begin{aligned} 0.1 &< |f_4 / f_t| < 0.7 \\ 0.8 &< |f_{4p} \cdot (n_{4p} - 1) / f_4| < 4.0 \\ 0.01 &< |D_m \cdot (1 - 4_t) \cdot r_t| / f_t < 0.08 \end{aligned}$$

$$2.0 < f_3 / f_w < 5.0$$

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 14】

物体側より像面側へ順に、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 レンズ群を有し、ズームングに際して前記第 4 レンズ群は不動で、前記第 2、第 3、第 5 レンズ群が光軸方向に移動し、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ズームレンズであって、

前記第 4 レンズ群は正レンズと負レンズより構成されており、

前記第 4 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光軸に対して垂直方向へ移動させており、

望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 、前記第 4 レンズ群の正レンズの焦点距離と材料の屈折率を各々 f_{4p} 、 n_{4p} 、望遠端における前記第 4 レンズ群の光軸に対する垂直方向の成分の最大移動量を D_m 、望遠端における前記第 4 レンズ群の横倍率を β_{4t} 、望遠端において前記第 4 レンズ群よりも像面側に配置された各レンズ群全体の横倍率を β_t 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、

$$0.1 < |f_4 / f_t| < 0.7$$

$$0.8 < |f_{4p} \cdot (n_{4p} - 1) / f_4| < 4.0$$

$$0.01 < |D_m \cdot (1 - \beta_{4t}) \cdot \beta_t| / f_t < 0.08$$

$$2.0 < |f_4| / f_w < 7.0$$

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 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、前記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、特に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、或いは銀塩写真用のカメラ等に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

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に用いるズームレンズには、光学系全体が小型で、高ズーム比で、しかも高解像力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、負、正の屈折力のレンズ群より成る 5 群構成のズームレンズが知られている（特許文献 1）。また物体側より像側へ順に正、負、正、負、正、負の 6 つのレンズ群より成る 6 群ズームレンズが知られている（特許文献 2）。

【0003】

また手ぶれ等によりズームレンズに偶発的な振動が伝わったときに生じる画像のぶれ（像ぶれ）を、一部のレンズ群（補正レンズ群）を光軸と垂直方向に移動させて補正する防振機能を有したズームレンズが知られている。ズームングに際して光軸上を移動しないレンズ群を防振用の補正レンズ群とする構成は、防振機構を簡略化することができ、ズームレンズの小型化には有利である。前述した 5 群構成のズームレンズにおいて、ズームング中固定で、負の屈折力の第 4 レンズ群を光軸と垂直方向に移動させて像ぶれを補正するようにした防振機能を有したズームレンズが知られている（特許文献 3、4）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

10

20

30

40

50

【特許文献１】特開２００３－２５５２２８号公報

【特許文献２】特開平０７－２６１０７９号公報

【特許文献３】特開２００７－２６４１７４号公報

【特許文献４】特開２００８－１２９０７６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

一般に手ぶれ等による像面での画像のぶれ量はレンズ系全体の焦点距離に比例する。ズームレンズの場合は、望遠側でより大きくなるため、望遠側において防振補正角を拡大することが必要となってくる。防振用の補正レンズ群の光軸に対する垂直方向の移動量を大きくすると防振補正角を大きくできるが、それに伴い片ボケ、偏心コマ収差、偏心色収差等の偏心収差が大きく発生し、防振に際して画質が劣化してくる。そのため多くのズームレンズでは望遠端での像ぶれ補正量の上限が被写界側で０．３度程度が一般的である。

【０００６】

なお補正レンズ群を構成するレンズ枚数を多くするとこれらの偏心収差をより小さくすることができるが、高重量となるため電氣的駆動を行う際に大きなトルクを必要とし、光学系全体が大型化してくる。そのため防振機能を有するズームレンズには、全体をコンパクト（小型）にしつつ補正レンズ群を適切に構成することが重要になってくる。特に前述した５群又は６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、防振の際に良好な光学性能を維持するためには防振用の第４レンズ群及び第４レンズ群より像側のレンズ群のレンズ構成を適切に設定することが重要となる。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、防振の際に高い光学性能を維持したズームレンズを得るのが難しくなってくる。

【０００７】

本発明は、像ぶれ補正用の補正レンズ群の小型軽量化を図りつつ像ぶれ補正が容易で、かつ望遠端において大きな像ぶれ角に対しても光学性能を良好に保ちながら像ぶれ補正ができるズームレンズ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、物体側より像面側へ順に、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レンズ群を有し、ズーミングに際して前記第４レンズ群は不動で、前記第２、第３、第５レンズ群が光軸方向に移動し、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４レンズ群は正レンズと負レンズより構成されており、

前記第４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光軸に対して垂直方向へ移動させており、

望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第４レンズ群の焦点距離を f_4 、前記第４レンズ群の正レンズの焦点距離と材料の屈折率を各々 f_{4p} 、 n_{4p} 、望遠端における前記第４レンズ群の光軸に対する垂直方向の成分の最大移動量を D_m 、望遠端における前記第４レンズ群の横倍率を 4_t 、望遠端において前記第４レンズ群よりも像面側に配置された各レンズ群全体の横倍率を r_t 、前記第４レンズ群の正レンズの材料のアップ数を 4_p とするとき、

$$0.1 < |f_4 / f_t| < 0.7$$

$$0.8 < |f_{4p} \cdot (n_{4p} - 1) / f_4| < 4.0$$

$$0.01 < |D_m \cdot (1 - 4_t) \cdot r_t| / f_t < 0.08$$

$$4_p < 20.0$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

この他本発明のズームレンズは、物体側より像面側へ順に、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レンズ群を有し、ズーミングに際して前記第4レンズ群は不動で、前記第2、第3、第5レンズ群が光軸方向に移動し、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4レンズ群は正レンズと負レンズより構成されており、

前記第4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光軸に対して垂直方向へ移動させており、

望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、前記第4レンズ群の正レンズの焦点距離と材料の屈折率を各々 f_{4p} 、 n_{4p} 、望遠端における前記第4レンズ群の光軸に対する垂直方向の成分の最大移動量を D_m 、望遠端における前記第4レンズ群の横倍率を 4_t 、望遠端において前記第4レンズ群よりも像面側に配置された各レンズ群全体の横倍率を r_t 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第3レンズ群と前記第5レンズ群の焦点距離をそれぞれ f_3 、 f_5 とするとき、

$$0.1 < |f_4 / f_t| < 0.7$$

$$0.8 < |f_{4p} \cdot (n_{4p} - 1) / f_4| < 4.0$$

$$0.01 < |D_m \cdot (1 - 4_t) \cdot r_t| / f_t < 0.08$$

$$0.5 < f_w \cdot f_t / (f_3 \cdot f_5) < 1.5$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

この他本発明のズームレンズは、物体側より像面側へ順に、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レンズ群を有し、ズーミングに際して前記第4レンズ群は不動で、前記第2、第3、第5レンズ群が光軸方向に移動し、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、

広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第5レンズ群は像面側に凸状の軌跡を描いて移動し、

前記第4レンズ群は正レンズと負レンズより構成されており、

前記第4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光軸に対して垂直方向へ移動させており、

望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、前記第4レンズ群の正レンズの焦点距離と材料の屈折率を各々 f_{4p} 、 n_{4p} 、望遠端における前記第4レンズ群の光軸に対する垂直方向の成分の最大移動量を D_m 、望遠端における前記第4レンズ群の横倍率を 4_t 、望遠端において前記第4レンズ群よりも像面側に配置された各レンズ群全体の横倍率を r_t とするとき、

$$0.1 < |f_4 / f_t| < 0.7$$

$$0.8 < |f_{4p} \cdot (n_{4p} - 1) / f_4| < 4.0$$

$$0.01 < |D_m \cdot (1 - 4_t) \cdot r_t| / f_t < 0.08$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

この他本発明のズームレンズは、物体側より像面側へ順に、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レンズ群を有し、ズーミングに際して前記第4レンズ群は不動で、前記第2、第3、第5レンズ群が光軸方向に移動し、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4レンズ群は正レンズと負レンズより構成されており、

前記第4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光軸に対して垂直方向へ移動させており、

望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、前記第4レンズ群の正レンズの焦点距離と材料の屈折率を各々 f_{4p} 、 n_{4p} 、望遠端における前記第4レンズ群の光軸に対する垂直方向の成分の最大移動量を D_m 、望遠端における前記第4レンズ群の横倍率を 4_t 、望遠端において前記第4レンズ群よりも像面側に配置された各レンズ群全体の横倍率を r_t 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、

10

20

30

40

50

$$0.1 < |f_4 / f_t| < 0.7$$

$$0.8 < |f_4 p \cdot (n_4 p - 1) / f_4| < 4.0$$

$$0.01 < |D_m \cdot (1 - 4t) \cdot r_t| / f_t < 0.08$$

$$2.0 < f_3 / f_w < 5.0$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

この他本発明のズームレンズは、物体側より像面側へ順に、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レンズ群を有し、ズーミングに際して前記第4レンズ群は不動で、前記第2、第3、第5レンズ群が光軸方向に移動し、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、

10

前記第4レンズ群は正レンズと負レンズより構成されており、

前記第4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光軸に対して垂直方向へ移動させており、

望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、前記第4レンズ群の正レンズの焦点距離と材料の屈折率を各々 $f_4 p$ 、 $n_4 p$ 、望遠端における前記第4レンズ群の光軸に対する垂直方向の成分の最大移動量を D_m 、望遠端における前記第4レンズ群の横倍率を $4t$ 、望遠端において前記第4レンズ群よりも像面側に配置された各レンズ群全体の横倍率を r_t 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、

$$0.1 < |f_4 / f_t| < 0.7$$

$$0.8 < |f_4 p \cdot (n_4 p - 1) / f_4| < 4.0$$

$$0.01 < |D_m \cdot (1 - 4t) \cdot r_t| / f_t < 0.08$$

$$2.0 < |f_4| / f_w < 7.0$$

20

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】

【0009】

本発明によれば、像ぶれ補正用の補正レンズ群の小型軽量化を図りつつ像ぶれ補正が容易で、かつ望遠端において大きな像ぶれ角に対しても光学性能を良好に保ちながら像ぶれ補正ができるズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

30

【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の広角端、中間ズーム位置、望遠端における収差図

【図3】(A)、(B) 本発明の数値実施例1の望遠端における像ぶれ補正前後の横収差図

【図4】本発明の実施例2の広角端におけるレンズ断面図

【図5】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例2の広角端、中間ズーム位置、望遠端における収差図

【図6】(A)、(B) 本発明の数値実施例2の望遠端における像ぶれ補正前後の横収差図

40

【図7】本発明の実施例3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3の広角端、中間ズーム位置、望遠端における収差図

【図9】(A)、(B) 本発明の数値実施例3の望遠端における像ぶれ補正前後の横収差図

【図10】本発明の実施例4の広角端におけるレンズ断面図

【図11】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例4の広角端、中間ズーム位置、望遠端における収差図

【図12】(A)、(B) 本発明の数値実施例4の望遠端における像ぶれ補正前後の横収差図

50

【図 1 3】本発明の実施例 5 の広角端におけるレンズ断面図

【図 1 4】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例 5 の広角端、中間ズーム位置、望遠端における収差図

【図 1 5】(A)、(B) 本発明の数値実施例 5 の望遠端における像ぶれ補正前後の横収差図

【図 1 6】本発明のズームレンズをデジタルカメラに適用したときの要部概略図

【図 1 7】本発明のズームレンズをビデオカメラに適用したときの要部概略図

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

以下、本発明の防振機能を有した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、物体側より像面側へ順に、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 レンズ群を有する。そしてズーミングに際して第 4 レンズ群は不動で、第 2、第 3、第 5 レンズ群が光軸方向に移動する。本発明の他の実施形態は第 5 レンズ群の像側にズーミングに際して不動の負の屈折力のレンズ群を有する。

【 0 0 1 2 】

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 (A)、(B) は本発明の実施例 1 の望遠端における像ぶれ補正前後の横収差図である。像ぶれ補正後の横収差図は、像ぶれ補正角が 1.5° の補正状態での収差を示す。

【 0 0 1 3 】

図 4 は本発明の実施例 2 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 5 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 2 のズームレンズの広角端、中間ズーム位置、望遠端における収差図である。図 6 (A)、(B) は本発明の実施例 2 の望遠端における像ぶれ補正前後の横収差図である。像ぶれ補正後の横収差図は、像ぶれ補正角が 2.0° の補正状態での収差を示す。

【 0 0 1 4 】

図 7 は本発明の実施例 3 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 8 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 3 のズームレンズの広角端、中間ズーム位置、望遠端における収差図である。図 9 (A)、(B) は本発明の実施例 3 の望遠端における像ぶれ補正前後の横収差図である。像ぶれ補正後の横収差図は、像ぶれ補正角が 1.0° の補正状態での収差を示す。

【 0 0 1 5 】

図 1 0 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 1 1 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 4 のズームレンズの広角端、中間ズーム位置、望遠端における収差図である。図 1 2 (A)、(B) は本発明の実施例 4 の望遠端における像ぶれ補正前後の横収差図である。像ぶれ補正後の横収差図は、像ぶれ補正角が 1.2° の補正状態での収差を示す。

【 0 0 1 6 】

図 1 3 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 1 4 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 5 のズームレンズの広角端、中間ズーム位置、望遠端における収差図である。図 1 5 (A)、(B) は本発明の実施例 5 の望遠端における像ぶれ補正前後の横収差図である。像ぶれ補正後の横収差図は、像ぶれ補正角が 1.8° の補正状態での収差を示す。

【 0 0 1 7 】

図 1 6、図 1 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、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。

【 0 0 1 8 】

図 1、図 4、図 7、図 10 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、L 4 は負の屈折力の第 4 レンズ群、L 5 は正の屈折力の第 5 レンズ群である。図 13 の実施例 5 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、L 4 は負の屈折力の第 4 レンズ群、L 5 は正の屈折力の第 5 レンズ群、L 6 は負の屈折力の第 6 レンズ群である。レンズ断面図において S P は開口絞りである。

【 0 0 1 9 】

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。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 C C D センサや C M O S センサ等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面に、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。球面収差図では d 線（波長 5 8 7 . 5 6 n m ）と g 線（波長 4 3 5 . 8 n m ）について示している。非点収差図において、M、S は各々メリディオナル像面、サジタル像面である。倍率色収差は g 線によって表している。

【 0 0 2 0 】

横収差図において、M、S はそれぞれ d 線のメリディオナル面光束、サジタル面光束の横収差である。h g t は像高である。は半画角（撮影画角の半分の値）、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。

【 0 0 2 1 】

実施例 1 乃至 4 は、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、開口絞り S P、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、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 から構成されている。実施例 5 では、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、開口絞り S P、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、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、負の屈折力の第 6 レンズ群 L 6 から構成されている。

【 0 0 2 2 】

各実施例では広角端から望遠端へのズーミングに際し、第 4 レンズ群 L 4 は不動で第 2 レンズ群 L 2 は像面側に、第 3 レンズ群 L 3 は物体側に移動し、第 5 レンズ群 L 5 は像面側に凸状の軌跡を描いて移動する。第 1 レンズ群 L 1 はズーミングに際し、不動又は移動している。第 1 レンズ群 L 1 をズーミング中不動にするとズーミング機構の構成を簡略化することができる。

【 0 0 2 3 】

一方、第 1 レンズ群 L 1 をズーミングに際して移動させると第 2 レンズ群 L 2 に大きな変倍比を与えることができ、全系の小型化と高ズーム比化が容易になる。開口絞り S P は、第 2 レンズ群 L 2 と第 3 レンズ群 L 3 の中間に配置され、ズーミングに際し固定又は移動している。開口絞り S P を固定とすればズーム機構が簡略化できる。一方、移動にすれば前玉有効径が決まる広角端から中間ズーム域で入射瞳距離を短くして前玉有効径を小型化し、かつ中間ズーム位置において不要なフレア光を容易にカットすることができる。

【 0 0 2 4 】

開口絞り S P の開口絞り径はズーミングに際して、可変又は一定としている。開口絞り径を一定にすると、絞り径の制御が簡素になる。一方任意のズーム位置で球面収差やフレアが大きな場合、そのズーム位置で開口絞り径を小さくするように制御すると、これらの不要光を効果的にカットすることができ、良好なる光学特性が得られる。開口絞り S P は第 2 レンズ群 L 2 と第 3 レンズ群 L 3 との中間に配置しているが、第 3 レンズ群 L 3 中又は第 3 レンズ群 L 3 と第 4 レンズ群 L 4 の間に配置しても良い。

【 0 0 2 5 】

各実施例では、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。第5レンズ群L5は正レンズと負レンズで構成している。これにより、1つの正レンズで構成するときに比べ、像ぶれ補正の際に第4レンズ群L4で発生する偏心色収差や偏心コマ収差を効果的に補正している。

【0026】

またフォーカシングに伴う倍率色収差や像面湾曲等の収差変動の抑制が容易になる。第5レンズ群L5を3つ以上のレンズで構成すると、像ぶれ補正やフォーカシングに伴う収差変動をより補正しやすくなる。しかしながら、ズーミングやフォーカシングに必要な駆動トルクが増大し、アクチュエータが大型化するため光学系全体のコンパクト化が困難となる。また、広角端から望遠端へのズーミングに際し、第5レンズ群L5は像面側に凸状の軌跡を描いて移動する。

【0027】

このような軌跡で移動することでバックフォーカスを短くすることができ、光学系全体のコンパクト化が容易となる。各実施例は前述のようなレンズ構成の5群ズームレンズ又は6群ズームレンズより成っている。各実施例では例えば正、負、正、正の屈折力のレンズ群より成る4群ズームレンズに比較して、絞りより像面側に発散作用のある負の屈折力のレンズ群を配置しているため、特に前玉有効径の小型化が容易になる。そして各レンズ群の間隔を変化させてズーミングを行い、このときズーミングに際し第4レンズ群は光軸方向に不動にしている。

【0028】

このとき第4レンズ群は、像ぶれ補正のために光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動する。すなわち第4レンズ群L4は、光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動して、全系の結像位置を光軸に対して垂直方向に変化させている。そして第4レンズ群L4を、正レンズと負レンズから構成している。これにより望遠端において大きな像ぶれ角に対する像ぶれ補正のときにも、第4レンズ群L4で発生する偏心色収差を良好に補正している。

【0029】

また負の屈折力の第4レンズ群L4を正の屈折力の第3レンズ群L3と正の屈折力の第5レンズ群L5との間に配置している。これにより、テレセントリック性を良好に確保しながら第4レンズ群L4を通過する光線の入射高さを低くして収差補正を容易にしている。また第4レンズ群L4のレンズ有効径が小さくして、防振補正量を大きくしても防振ユニットの小型化が図れるようにしている。また、第4レンズ群L4のレンズ成分に強い屈折力を与えることにより防振に伴う偏心収差を良好に補正している。

【0030】

各実施例のズームレンズにおいて、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、第4レンズ群L4の焦点距離を f_4 、第4レンズ群L4の正レンズの焦点距離と材料の屈折率を各々 f_{4p} 、 n_{4p} とする。望遠端における第4レンズ群L4の光軸に対する垂直方向の成分の最大移動量を D_m 、望遠端における第4レンズ群L4の横倍率を β_{4t} 、望遠端において第4レンズ群L4よりも像面側に配置された各レンズ群の総合の横倍率を β_{rt} とする。

【0031】

このとき、

$$0.1 < |f_4 / f_t| < 0.7 \quad \dots (1)$$

$$0.8 < |f_{4p} \cdot (n_{4p} - 1) / f_4| < 4.0 \quad \dots (2)$$

$$0.01 < |D_m \cdot (1 - \beta_{4t}) \cdot \beta_{rt}| / f_t < 0.08 \quad \dots (3)$$

なる条件式を満足している。

【0032】

次に条件式(1)～(3)の技術的意味について説明する。条件式(1)は、第4レンズ群L4の焦点距離、すなわち負の屈折力を規定するものである。条件式(1)の上限値を超えて第4レンズ群L4の負の屈折力が弱すぎると(屈折力の絶対値が小さくなると)、第4レンズ群L4の防振敏感度が低下して像ぶれの際の変位量が増大し、レンズ径が大型化し、それとともに防振ユニットが大型化してしまう。また第4レンズ群L4から射出する光束が収斂光になりやすく第5レンズ群L5のフォーカス敏感度が低下し、フォーカシングの際の移動ストロークが増大してくるので良くない。

【0033】

条件式(1)の下限値を超えて第4レンズ群L4の負の屈折力が強くなりすぎると(屈折力の絶対値が大きくなると)、像ぶれ補正の際に第4レンズ群L4より偏心湾曲、偏心非点収差、偏心コマ収差等が多く発生してくる。条件式(2)は第4レンズ群L4を構成する正レンズの屈折力を規定するものである。条件式(2)の上限値を超えて正レンズの屈折力が弱すぎると、望遠側において防振補正の際に第4レンズ群L4より偏心色収差が多く発生し、この補正が難しくなる。またこれを他のレンズ群で補正するのも難しくなる。逆に条件式(2)の下限値を超えて正レンズの屈折力が強くなりすぎると、第4レンズ群L4を構成する負レンズのレンズ面の曲率が強くなりすぎ、球面収差が補正過剰となる。

【0034】

条件式(3)は像ぶれ補正の際の防振用の第4レンズ群L4の最大移動量を規定するものである。条件式(3)の上限値を超えて第4レンズ群L4の最大移動量が大きくなりすぎると、像ぶれ補正角を増大することができるが第4レンズ群L4より片ボケ、偏心コマ、偏心色収差が多く発生すると共に、防振ユニットが大型化してくるので良くない。逆に条件式(3)の下限値を超えて第4レンズ群L4の最大移動量が小さくなりすぎると、望遠端において十分な像ぶれ補正効果を得るのが難しくなる。なお条件式(3)における $(1 - 4t) \cdot r_t$ は第4レンズ群L4の光軸と垂直方向への成分の移動量とこれに伴い発生する結像面上の像点移動量の比を表す防振敏感度であり、この値が大きいほど少ない移動量で像点を多く移動することができる。

【0035】

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。

【0036】

$$0.15 < |f_4 / f_t| < 0.6 \quad \dots (1a)$$

$$0.85 < |f_{4p} \cdot (n_{4p} - 1) / f_4| < 3.5 \quad \dots (2a)$$

$$0.012 < |D_m \cdot (1 - 4t) \cdot r_t| / f_t < 0.06 \quad \dots (3a)$$

またさらに好ましくは条件式(1a)～(3a)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0037】

$$0.2 < |f_4 / f_t| < 0.5 \quad \dots (1b)$$

$$0.9 < |f_{4p} \cdot (n_{4p} - 1) / f_4| < 3.0 \quad \dots (2b)$$

$$0.015 < |D_m \cdot (1 - 4t) \cdot r_t| / f_t < 0.04 \quad \dots (3b)$$

以上のように構成することにより、像ぶれ補正用の第4レンズ群L4の小型軽量化を図りつつ像ぶれ補正を容易に行なっている。また、望遠端において大きな像ぶれ角に対し光学性能を良好に保ちながら像ぶれを補正している。

【0038】

各実施例において、さらに好ましくは次の諸条件のうちの1以上を満足するのが良い。広角端における全系の焦点距離を f_w とする。第1レンズ群L1、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、第5レンズ群L5の焦点距離をそれぞれ f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_5 とする。第4レンズ群L4の正レンズと負レンズの材料のアッベ数をそれぞれ n_{4p} 、 n_{4n} とする。

【0039】

広角端と望遠端における第4レンズ群L4と第5レンズ群L5の間隔をそれぞれ D_{4w}

10

20

30

40

50

、 D_{4t} とする。第4レンズ群L4の正レンズの物体側と像面側のレンズ面の曲率半径をそれぞれ R_{4a} 、 R_{4b} とする。

【0040】

このとき、

$$\begin{aligned} 4p &< \frac{20}{0.0} & \dots (4) \\ 0.5 &< f_w \cdot f_t / (f_3 \cdot f_5) < 1.5 & \dots (5) \\ 0.7 &< D_{4t} / D_{4w} < 2.0 & \dots (6) \\ -0.5 &< (R_{4a} - R_{4b}) / (R_{4a} + R_{4b}) < 1.0 & \dots (7) \\ 2.0 &< f_3 / f_w < 5.0 & \dots (8) \\ 4.0 &< (f_1)^2 / (|f_4| \cdot f_5) < 20.0 & \dots (9) \\ 7.0 &< 4n - 4p < 50.0 & \dots (10) \\ 2.0 &< |f_4| / f_w < 7.0 & \dots (11) \\ 0.25 &< f_2 / f_4 < 0.90 & \dots (12) \end{aligned}$$

なる条件式のうち1以上を満足するのが良い。

【0041】

次に前述した各条件式の技術的意味について説明する。条件式(4)は第4レンズ群L4の正レンズの材料のアッペ数を規定するものである。

条件式(4)の上限値を超えて正レンズの材料のアッペ数が大きすぎると、分散が小さすぎるため、像ぶれ補正の際に第4レンズ群L4より偏心色収差が多く発生し、これが補正不足となる。

【0042】

条件式(5)は第3レンズ群L3と第5レンズ群L5の焦点距離、すなわち屈折力を規定するものである。条件式(5)の上限値を超えて第3レンズ群L3および第5レンズ群L5の屈折力が強くなりすぎると、第4レンズ群L4に入射する軸上光束のマージナル光線の入射角度および第4レンズ群L4から射出する軸外光束の射出角度がきつくなりすぎる。その結果、第4レンズ群L4の入射側のレンズ面より高次の球面収差が多く発生してくる。また射出側のレンズ面より像面湾曲や倍率色収差が多く発生し、これらを第4レンズ群L4および他のレンズ群で補正するのが困難になる。

【0043】

逆に条件式(5)の下限値を超えて第3レンズ群L3および第5レンズ群L5の屈折力が弱くなりすぎると、第4レンズ群L4を通過する光線の入射高さが高くなりすぎる。その結果、第4レンズ群L4のレンズ有効径が増大し、第4レンズ群の防振のための駆動機構が大型化して、レンズ系全体のコンパクト化が困難となる。また像ぶれ補正の際にマージナル光線の入射角および射出角の変動が大きくなりすぎ、片ボケや偏心色収差の発生が増大してくる。また、像ぶれ補正の際に大きな駆動トルクが必要となるため、レンズ系全体をコンパクトにするのが困難となる。

【0044】

条件式(6)は広角端および望遠端における第4レンズ群L4と第5レンズ群L5との間隔を規定するものである。条件式(6)の上限値を超えて望遠端において第4レンズ群L4と第5レンズ群L5との間隔が広くなりすぎると、発散作用を有する第4レンズ群L4を通過した軸外光束の第5レンズ群L5への入射光線の入射高さが大きくなりすぎる。その結果、フォーカシングに伴って像面湾曲や倍率色収差の変動が大きくなりすぎる。また第5レンズ群L5のレンズ外径が大型化し、フォーカシングの際の駆動トルクが増大するため、レンズ系全体のコンパクト化が困難になる。条件式(6)の下限値を超えて望遠端において第4レンズ群L4と第5レンズ群L5との間隔が狭くなりすぎると、望遠端においてフォーカシングに必要な第5レンズ群L5の移動ストロークが確保するのが難しくなる。

【0045】

条件式(7)は第4レンズ群L4の正レンズのレンズ形状因子を規定するものである。条件式(7)の上限値の1を超えると正レンズは物体側が凸面を有する両凸形状となる。

上限値を超えて物体側の凸面の曲率が強まりすぎると、光軸に対し発散光線として第4レンズ群L4に入射する軸外光線の入射角がきつくなりすぎる。その結果、倍率色収差がアンダー側に増大し、像ぶれ補正の際の倍率色収差の変動が増大してくる。条件式(7)の下限値を超えてメニスカス形状の度合いが強まりすぎると、像面側の凸面の曲率が強くなりすぎ、アンダー側に過度の球面収差が発生すると共に、像ぶれ補正の際の偏心コマ収差や偏心色収差が大きくなりすぎてしまう。

【0046】

条件式(8)は第3レンズ群L3の焦点距離を規定するものである。条件式(8)の上限値を超えて第3レンズ群L3の焦点距離が大きい、すなわち屈折力が弱くなりすぎると、第3レンズ群L3での光束収斂作用が不足してくる。この結果、第4レンズ群L4を通
過する光線の入射高さが大きくなりすぎ、レンズ系全体のコンパクト化が困難となる。逆
に条件式(8)の下限値を超えて第3レンズ群L3の屈折力が強くなりすぎると、第3レ
ンズ群L3より球面収差や軸上色収差が多く発生し、これらを他のレンズ群で補正するの
が困難になる。

10

【0047】

条件式(9)は第4レンズ群L4と第5レンズ群L5の焦点距離に対する焦点距離の比
を規定するものである。条件式(9)の上限値を超えて第4レンズ群L4の負の屈折力と
第5レンズ群L5の正の屈折力が強くなりすぎると、結像面の近傍で軸外光束が第4レン
ズ群L4より受ける発散作用と第5レンズ群L5より受ける収斂作用が強くなりすぎる。
その結果、ズーミングやフォーカシングのために第5レンズ群L5が移動するときの結像
面への軸外光線の入射角の変動が大きくなりすぎ、ズーム全域でテレセントリック性を確
保することが困難となる。条件式(9)の下限値を超えて第4レンズ群L4の負の屈折力
と第5レンズ群L5の屈折力が弱くなりすぎると、望遠端において各レンズ群の横倍率が
小さくなるため防振敏感度が小さくなりすぎる。この結果、望遠端において十分な手ぶれ
補正角を得ることが困難となる。

20

【0048】

条件式(10)は第4レンズ群L4の正レンズと負レンズの材料のアッペ数を規定する
ものである。条件式(10)の上限値を超えて正レンズと負レンズの材料のアッペ数の差
が大きくなりすぎると、第4レンズ群L4における軸上色収差がアンダー側に増大する。
条件式(10)の下限値を超えてアッペ数の差が小さくなりすぎると、第4レンズ群L4
における軸上色収差が補正不足となる。軸上色収差が補正過剰と補正不足のいずれの場合
も、第4レンズ群L4での残存色収差により像ぶれ補正の際の偏心色収差が大きくなりす
ぎ、望遠端において十分な手ぶれ補正角を得るのが困難となる。

30

【0049】

条件式(11)は広角端における全系の焦点距離に対する第4レンズ群L4の負の屈折
力の比を規定するものである。条件式(11)の上限値を超えて第4レンズ群L4の負の
屈折力が弱くなりすぎると、絞りSPより像面側での軸外光束への発散作用が不足し、前
玉有効径が増大する。逆に条件式(11)の下限値を超えて第4レンズ群L4の負の屈折
力が強くなりすぎると、第4レンズ群L4より球面収差、像面湾曲、コマ収差等が多く発
生し、これらを他のレンズ群で補正することが困難となる。

40

【0050】

条件式(12)は第4レンズ群L4に対する第2レンズ群L2の焦点距離の比を規定す
るものである。条件式(12)の上限値を超えて第4レンズ群L4に対して第2レンズ群
L2の焦点距離が大きくなりすぎると、ズーミングに伴う第2レンズ群L2の移動ストロ
ークが増大し、全体が大型化する。条件式(12)の下限値を超えて第2レンズ群L2の
焦点距離が小さくなりすぎると、ズーミングに伴う倍率色収差の変動が大きくなりすぎ
て、これを他のレンズ群で補正するのが困難になる。

【0051】

更に好ましくは条件式(5)~(12)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0052】

50

$$\begin{aligned}
0.6 < f_w \cdot f_t / (f_3 \cdot f_5) < 1.4 & \dots (5a) \\
0.8 < D_{4t} / D_{4w} < 1.8 & \dots (6a) \\
-0.35 < (R_{4a} - R_{4b}) / (R_{4a} + R_{4b}) < 0.85 & \dots (7a) \\
2.5 < f_3 / f_w < 4.5 & \dots (8a) \\
5.0 < (f_1)^2 / |f_4| \cdot f_5 < 18.0 & \dots (9a) \\
9.0 < 4n - 4p < 45.0 & \dots (10a) \\
2.2 < |f_4| / f_w < 6.0 & \dots (11a) \\
0.35 < f_2 / f_4 < 0.85 & \dots (12a)
\end{aligned}$$

またさらに好ましくは条件式(5a)～(12a)の数値範囲を次の如く設定すると各条件式の意味する効果が容易に得られる。

【0053】

$$\begin{aligned}
0.7 < f_w \cdot f_t / (f_3 \cdot f_5) < 1.3 & \dots (5b) \\
0.9 < D_{4t} / D_{4w} < 1.7 & \dots (6b) \\
-0.2 < (R_{4a} - R_{4b}) / (R_{4a} + R_{4b}) < 0.7 & \dots (7b) \\
2.8 < f_3 / f_w < 4.0 & \dots (8b) \\
5.5 < (f_1)^2 / (|f_4| \cdot f_5) < 16.0 & \dots (9b) \\
10.0 < 4n - 4p < 40.0 & \dots (10b) \\
2.4 < |f_4| / f_w < 5.0 & \dots (11b) \\
0.40 < f_2 / f_4 < 0.80 & \dots (12b)
\end{aligned}$$

以上のように各条件式を満足すれば、像ぶれ補正用の補正レンズ群が小型軽量で像ぶれ補正が容易で、かつ望遠端で大きな像ぶれ角に対し光学性能を良好に保ちながら像ぶれ補正可能な、コンパクトで高ズーム比を有するズームレンズが得られる。

【0054】

次に各実施例について説明する。

[実施例1]

図1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第2レンズ群L2は像側へ、第3レンズ群L3は物体側へ、第5レンズ群L5は像面側に凸状の軌跡を描いて移動する。ズーミングに際して第1、第4レンズ群L1、L4を不動とし、ズーミング機構を簡素化している。また、前述の如く第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。また第4レンズ群L4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、結像位置を光軸に対して垂直方向に移動させている。即ちズームレンズが振動(傾動)したときの撮影画像のぶれ(像ぶれ)を補正している。

【0055】

第4レンズ群L4をズーミングに際して光軸上を移動させないことで防振機能の構成を簡素化しつつ、ズームレンズ全系の小型化を容易にしている。開口絞りSPを第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間に配置している。ズーミングに際して開口絞りSPを不動とし、ズーム機構を簡素化している。ズーミングに際して開口絞りSPの開口絞り径を可変とし、任意のズーム位置での球面収差を軽減している。また不要光をカットして、フレアの発生を軽減している。特に球面収差やフレア光が増大するズーム位置において、絞り径を小さくするのが光学性能を良好に維持するのに好ましい。

【0056】

第1レンズ群L1を物体側から像側へ順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズと物体側に凸面を有する正レンズとを接合した接合レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズから構成している。第1レンズ群L1を3枚のレンズで構成することで、高ズーム比ながら球面収差と、軸上色収差および倍率色収差の補正を良好に行っている。

【0057】

第2レンズ群L2を物体側から像側へ順に、像側に強い(屈折力の絶対値が物体側に比べ像側の面が強いことをいう)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の3つのレンズで構成している。これによってズーミングに伴う像面

10

20

30

40

50

湾曲、非点収差、倍率色収差等の変動を抑制している。第2レンズ群L2の最も物体側の負レンズの像側のレンズ面を非球面形状とすることでズーミングに伴う周辺画角（画面周辺）での像面変動を効果的に補正している。

【0058】

第3レンズ群L3を、両凸形状の正レンズ、像面側に強い凹面を向けた負レンズ、両凸形状の正レンズから構成している。第3レンズ群L3をこのようなレンズ構成にして、球面収差、軸上色収差、ズーミングに伴う像面湾曲や非点収差の変動を抑制している。また像ぶれ補正のときに第4レンズ群L4で発生する偏心コマ収差、偏心像面湾曲等の偏心収差を良好に補正している。また、第3レンズ群L3の最も物体側の正レンズの両レンズ面を非球面形状とすることで、球面収差を効果的に補正している。

10

【0059】

第4レンズ群L4を1つの正レンズと1つの負レンズとを接合した接合レンズから構成している。このとき正レンズと負レンズを独立のレンズより構成しても良い。第4レンズ群L4を接合レンズより構成するとレンズ鏡筒に保持するときの組立が容易となる。また独立したレンズ構成にするとレンズ設計の自由度が増えて像ぶれ補正のときの偏心収差をより高度に補正することができる。

【0060】

本実施例では物体側より正レンズ、負レンズの順に接合した接合レンズで構成している。接合レンズを正レンズ、負レンズの順に構成した場合、接合レンズ面は像面側に凸形状となるが、光軸に対し収斂光束となっている軸上光束に対し接合レンズ面が大きな入射角

20

【0061】

一方、接合レンズを負レンズ、正レンズの順に構成しても良い。この場合、接合レンズ面は物体側に凸形状となり、光軸に対し発散光束となっている軸外光束に対し接合レンズ面が大きな入射角を有するため、像ぶれ補正のときの偏心像面湾曲、偏心非点収差等の補正が容易になる。このことは接合レンズとせず独立に構成したときも同様である。第5レンズ群L5を負レンズと正レンズを接合した接合レンズで構成している。これによりフォーカシングに伴う倍率色収差、像面湾曲等を効果的に補正しながら、1つのレンズ成分とすることで軽量化を達成している。

30

【0062】

このとき接合レンズを、物体側より像側へ順に、負レンズ、正レンズより構成する代わりに、正レンズ、負レンズの順にしても良い。また接合する代わりに独立としても良い。実施例1の望遠端における最大像ぶれ補正角は 1.5° であり、これに対応する第4レンズ群L4の光軸に対して垂直成分方向の最大移動量 D_m は 1.36 mm である。

【0063】

〔実施例2〕

図4の実施例2は図1の実施例1に比べて以下の点が異なっている。広角端から望遠端へのズーミングに際して開口絞りSPが像側に凸状の軌跡を描いて移動することが異なっている。またズーミングに際して開口絞りSPの開口絞り径を一定とし、絞り径の制御を容易にしていることが異なっている。実施例2では開口絞りSPを移動させることにより、広角端から中間のズーム位置にかけて第1レンズ面から入射瞳までの距離を短くして前玉有効径を小型にし、更に中間ズーム位置において不要なフレアー光を効果的にカット（遮光）している。

40

【0064】

実施例2においては実施例1のようにズーミングに際して開口絞りSPの開口絞り径を可変としても良い。また第5レンズ群L5を物体側から像側へ順に、正レンズと負レンズとを接合した接合レンズより構成していることが異なっている。実施例2の望遠端での最大像ぶれ補正角は 2.0° であり、これに対応する第4レンズ群L4の光軸に対する垂直成分方向の最大移動量 D_m は 1.28 mm である。その他の構成は実施例1と同じである

50

。

【 0 0 6 5 】

[実施例 3]

図 7 の実施例 3 は図 1 の実施例 1 に比べて以下の点が異なっている。第 4 レンズ群 L 4 を物体側から像側へ順に負レンズと正レンズを接合した接合レンズより構成したことが異なっている。実施例 3 の望遠端での最大像ぶれ補正角は 1.0° であり、これに対応する第 4 レンズ群 L 4 の光軸と垂直成分方向の最大移動量 D_m は 1.15 mm である。この他の構成は実施例 1 と同じである。

【 0 0 6 6 】

[実施例 4]

図 10 の実施例 4 は図 1 の実施例 1 に比べて以下の点が異なっている。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 L 1 が像側に凸状の軌跡を描いて移動すること、このとき第 1 レンズ群 L 1 は広角端に比べて望遠端において物体側に位置するように移動することが異なっている。これにより第 2 レンズ群 L 2 のズームングに際しての移動量を短縮し、光学系の小型化を図っている。この他第 4 レンズ群 L 4 を物体側より像側へ順に、空気間隔をはさんで正レンズと、負レンズから構成していることが異なっている。

【 0 0 6 7 】

第 4 レンズ群 L 4 を独立した正レンズと負レンズより構成することで、接合レンズとしたときに比べて収差補正の自由度を増やし、大きなズーム比を確保しながら、像ぶれ補正のときの偏心収差の低減を図っている。実施例 4 の望遠端での最大像ぶれ補正角は 1.2° であり、これに対応する第 4 レンズ群 L 4 の光軸に対する垂直成分方向の最大移動量 D_m は 0.98 mm である。またズームングに際して第 5 レンズ群 L 5 が 2 つの変曲点を持って移動することが異なっている。この他の構成は実施例 1 と同じである。

【 0 0 6 8 】

[実施例 5]

図 13 の実施例 5 は図 1 の実施例 1 に比べて以下の点が異なっている。第 5 レンズ群 L 5 の像側にズームングに際して不動の負の屈折力の第 6 レンズ群 L 6 を有し、第 6 レンズ群 L 6 を像側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズより構成したことが異なっている。第 5 レンズ群 L 5 の像側に第 6 レンズ群 L 6 を配置することによって、全ズーム範囲にわたり、また防振の際の収差変動を軽減している。また第 6 レンズ群 L 6 はズームングに際して不動で、像面 I P に近い位置に配置している。第 6 レンズ群 L 6 を撮像デバイス（撮像素子）のすぐ前方で固定すれば良いので、実施例 1 の鏡筒構造に対してそれほど複雑にせず実現することができる。

【 0 0 6 9 】

本実施例ではズームレンズの最も像面側に負の屈折力の第 6 レンズ群 L 6 を配置し、レンズ全体をテレフォト構成にすることで、レンズ全長の短縮を図っている。また第 6 レンズ群 L 6 を構成するレンズの物体側のレンズ面を非球面形状とすることで、像面湾曲を良好に補正している。非球面は像側のレンズ面に設定しても同様の効果が得られる。第 4 レンズ群 L 4 の接合レンズを物体側から像側へ順に負レンズと正レンズとを接合した接合レンズより構成したことが異なっている。

【 0 0 7 0 】

実施例 5 の望遠端での最大像ぶれ補正角は 1.8° であり、これに対応する第 4 レンズ群 L 4 の光軸に対する垂直成分方向の最大移動量 D_m は 1.74 mm である。この他の構成は実施例 1 と同じである。

【 0 0 7 1 】

次に本発明の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例を図 16 を用いて説明する。図 16 において、20 はカメラ本体、21 は実施例 1 ~ 5 で説明したいずれか 1 つ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

10

20

30

40

50

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。

【0072】

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたビデオカメラ（光学機器）の実施例を図17を用いて説明する。図17において、10はビデオカメラ本体、11は実施例1～5で説明したいずれか1つのズームレンズによって構成された撮影光学系である。12はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系11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。13は固体撮像素子12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記録手段である。14は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察するためのファインダである。

10

【0073】

上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子12上に形成された被写体像が表示される。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やビデオ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を実現している。各実施例において広角端近傍では負の歪曲を大きく発生させて、固体撮像素子の撮像範囲をそれ以外のズームポジションより小さい範囲に設定している。得られた画像情報は、固体撮像素子の画像データを処理する信号処理回路で、歪曲を電氣的に補正することで歪曲の少ない画像を出力するようにしても良い。

20

【0074】

以下に本発明の各実施例に対応する数値実施例を示す。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番目の光学面の曲率半径、d_iは第i番目の面間隔、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とアッベ数を示す。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した値である。レンズ全長は、レンズ最前面からレンズ最終面までの距離にバックフォーカス（BF）を加えた値である。

【0075】

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。長さの単位は、mmである。またKを離心率、A4、A6、A8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とするととき、非球面形状は、

30

【0076】

【数1】

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + A4H^4 + A6H^6 + A8H^8$$

【0077】

で表示される。但しRは曲率半径である。また例えば「e-Z」の表示は「10⁻²」を意味する。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。fは焦点距離、FnoはFナンバー、 ω は半画角を示す。半画角は光線トレースにより求めた値である。

40

【0078】

[数値実施例1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	65.289	1.35	1.84666	23.9
2	29.899	4.25	1.60311	60.6
3	2700.072	0.18		

50

4	27.376	2.59	1.77250	49.6
5	88.653	(可変)		
6	-8490.837	0.80	1.85135	40.1
7*	7.098	3.38		
8	-16.926	0.55	1.69680	55.5
9	30.226	0.43		
10	18.250	1.65	1.94595	18.0
11	503.407	(可変)		
12(絞リ)		(可変)		
13*	9.793	4.32	1.58313	59.4
14*	-26.668	1.35		
15	83.519	0.55	1.76182	26.5
16	8.613	0.51		
17	10.710	3.14	1.59282	68.6
18	-17.404	(可変)		
19	-24.900	1.39	1.92286	18.9
20	-10.987	0.65	1.69680	55.5
21	13.484	(可変)		
22	12.181	0.50	1.92286	18.9
23	6.704	3.10	1.77250	49.6
24	-48.434	(可変)		
25		2.38	1.51633	64.1
26		1.00		

像面

非球面データ

第7面

K = -2.15687e-001 A 4= 2.09137e-005 A 6= 1.80348e-006 A 8= 4.17042e-009

第13面

K = -4.28454e-001 A 4= -2.70765e-005 A 6= 1.26975e-006 A 8= -3.53158e-009

第14面

K = 1.00711e+001 A 4= 2.66707e-004 A 6= 1.24774e-006

各種データ

ズーム比 10.00

	広角	中間	望遠
焦点距離	3.80	9.64	38.00
Fナンバー	1.80	2.69	3.00
半画角	38.29	17.36	4.49
像高	2.55	3.00	3.00
レンズ全長	77.31	77.31	77.31
BF	7.51	4.89	6.20

d 5	0.75	10.79	21.83
d11	23.58	13.54	2.50
d12	10.21	6.82	2.30
d18	1.01	4.39	8.92
d21	3.57	6.19	4.88
d24	4.94	2.32	3.63

10

20

30

40

50

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	41.42
2	6	-7.45
3	13	12.48
4	19	-14.43
5	22	14.73

【 0 0 7 9 】

[数値実施例 2]

10

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	60.921	0.80	1.84666	23.9
2	30.766	3.37	1.59282	68.6
3	408.944	0.18		
4	27.448	2.34	1.77250	49.6
5	84.695	(可変)		
6	91.212	0.50	1.85135	40.1
7*	6.905	3.48		
8	-14.866	0.50	1.80400	46.6
9	26.291	0.46		
10	18.930	1.60	2.00272	19.3
11	-145.160	(可変)		
12(絞り)		(可変)		
13*	10.043	3.95	1.58313	59.4
14*	-24.356	1.69		
15	77.223	0.55	1.76182	26.5
16	8.870	0.48		
17	10.918	2.63	1.59282	68.6
18	-14.096	(可変)		
19	-35.872	1.48	2.10205	16.8
20	-7.750	0.65	2.00330	28.3
21	12.257	(可変)		
22	14.367	2.71	1.78800	47.4
23	-8.320	0.50	1.92286	20.9
24	-22.526	(可変)		
25		1.50	1.51633	64.1
26		1.04		

20

30

像面

40

非球面データ

第7面

K = -1.44539e-001 A 4= 6.84309e-005 A 6= -3.70320e-007 A 8= 1.18917e-007

第13面

K = -4.19967e-001 A 4= -3.07345e-005 A 6= 1.39281e-006 A 8= -5.93820e-009

第14面

K = 7.45146e+000 A 4= 3.25652e-004 A 6= 1.00484e-006

各種データ

ズーム比 10.00

広角 中間 望遠

50

焦点距離	3.80	10.53	38.00
Fナンバー	1.86	2.49	3.00
半画角	38.27	16.00	4.50
像高	2.55	3.00	3.00
レンズ全長	75.49	75.49	75.49
BF	8.50	4.78	6.61

d 5	0.75	11.95	22.84
d11	28.11	18.07	2.50
d12	5.78	1.33	2.20
d18	1.24	4.53	8.33
d21	3.24	6.95	5.12
d24	6.47	2.76	4.58

10

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	42.88
2	6	-7.18
3	13	11.45
4	19	-9.82
5	22	12.97

20

【 0 0 8 0 】

[数値実施例 3]

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	69.055	1.35	1.84666	23.9
2	29.662	4.59	1.60311	60.6
3	-302.015	0.18		
4	24.670	2.40	1.77250	49.6
5	67.257	(可変)		
6	-186.802	0.80	1.85135	40.1
7*	6.995	3.23		
8	-18.143	0.55	1.69680	55.5
9	39.328	0.93		
10	21.495	1.55	1.94595	18.0
11	2692.752	(可変)		
12(絞り)		(可変)		
13*	9.678	4.44	1.58313	59.4
14*	-29.078	1.42		
15	49.086	0.55	1.76182	26.5
16	8.834	0.67		
17	12.749	2.75	1.59282	68.6
18	-22.958	(可変)		
19	-34.276	0.65	1.65844	50.9
20	11.509	0.90	1.94595	18.0
21	14.671	(可変)		
22	12.682	0.50	2.00272	19.3
23	7.479	2.91	1.80400	46.6
24	-39.827	(可変)		

30

40

50

25 1.80 1.51633 64.1
 26 0.50
 像面

非球面データ

第7面

K = -2.01319e-001 A 4 = -6.62594e-005 A 6 = 3.81953e-006 A 8 = -8.87870e-008

第13面

K = 1.28488e-003 A 4 = -1.06484e-004 A 6 = 3.28848e-007 A 8 = -5.96025e-009

第14面

K = 3.61267e+000 A 4 = 1.53763e-004 A 6 = 4.38509e-007

10

各種データ

ズーム比 10.00

	広角	中間	望遠
焦点距離	3.80	9.51	38.00
Fナンバー	1.80	2.69	3.00
半画角	38.29	17.59	4.51
像高	2.55	3.00	3.00
レンズ全長	76.14	76.14	76.14
BF	6.91	4.87	6.21

20

d 5	0.75	9.90	20.72
d11	22.47	13.33	2.50
d12	10.45	6.70	2.33
d18	1.73	5.48	9.86
d21	3.46	5.51	4.17
d24	5.22	3.18	4.52

ズームレンズ群データ

30

群	始面	焦点距離
1	1	38.40
2	6	-7.45
3	13	13.43
4	19	-17.00
5	22	14.07

【 0 0 8 1 】

[数値実施例 4]

面データ

40

面番号	r	d	nd	d
1	56.679	0.90	1.92286	20.9
2	32.364	3.42	1.59282	68.6
3	-1198.750	0.18		
4	26.548	2.48	1.77250	49.6
5	72.332	(可変)		
6	67.196	0.60	1.85135	40.1
7*	6.488	3.22		
8	-13.939	0.50	1.88300	40.8
9	25.262	0.40		

50

10	17.165	1.62	2.04731	15.8
11	-1588.927	(可変)		
12(絞り)		(可変)		
13*	9.795	3.84	1.55332	71.7
14*	-22.937	1.33		
15	49.982	0.55	1.76182	26.5
16	9.853	0.48		
17	12.934	2.63	1.59282	68.6
18	-12.837	(可変)		
19	-26.886	0.97	1.96245	17.2
20	-13.245	0.10		
21	-14.627	0.60	1.80400	46.6
22	11.058	(可変)		
23	10.558	0.50	1.96245	17.2
24	6.917	3.29	1.77250	49.6
25	-75.991	(可変)		
26		2.00	1.51633	64.1
27		0.52		

像面

10

20

非球面データ

第7面

K = 3.22337e-001 A 4=-1.29267e-004 A 6= 1.54065e-006 A 8=-1.79787e-007

第13面

K =-1.89087e-001 A 4=-8.84695e-005 A 6= 1.78953e-006 A 8=-1.40266e-008

第14面

K = 6.92897e+000 A 4= 3.85310e-004 A 6= 1.84798e-006

各種データ

ズーム比 12.00

30

	広角	中間	望遠
焦点距離	3.75	14.07	45.00
Fナンバー	1.80	2.75	3.00
半画角	38.81	12.12	3.82
像高	2.55	3.00	3.00
レンズ全長	69.85	67.34	73.43
BF	6.39	6.23	6.52

d 5	0.75	12.73	23.92
d11	21.83	7.34	2.25
d12	6.76	2.49	1.70
d18	1.60	5.87	6.65
d22	4.90	5.06	4.77
d25	4.55	4.39	4.68

40

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	39.71
2	6	-6.23
3	13	10.74

50

4 19 -10.91
5 23 13.69

【 0 0 8 2 】

[数値実施例 5]

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	66.252	1.00	1.84666	23.9
2	28.235	3.69	1.60311	60.6
3	-421.230	0.15		
4	25.162	2.36	1.77250	49.6
5	80.633	(可変)		
6	-256.896	0.60	1.85135	40.1
7*	6.697	2.98		
8	-15.481	0.50	1.71300	53.9
9	44.791	0.45		
10	19.628	1.27	1.95906	17.5
11	-785.960	(可変)		
12(絞り)		(可変)		
13*	8.711	3.24	1.58313	59.4
14*	-24.414	1.83		
15	43.414	0.55	1.80518	25.4
16	7.625	0.42		
17	9.549	2.77	1.59282	68.6
18	-14.997	(可変)		
19	-91.684	0.60	1.80400	46.6
20	7.561	0.86	1.95906	17.5
21	10.629	(可変)		
22	10.009	0.50	2.00272	19.3
23	6.053	3.48	1.80400	46.6
24	-32.190	(可変)		
25*	-7.288	0.70	1.68893	31.1
26	-9.804	0.70		
27		1.20	1.51633	64.1
28		0.40		

像面

非球面データ

第7面

K = -2.44751e-001 A 4= -5.41742e-006 A 6= 1.97850e-006 A 8= -2.30153e-009

第13面

K = 6.59512e-002 A 4= -1.47161e-004 A 6= 9.78187e-007 A 8= -9.44541e-009

第14面

K = -9.40930e-001 A 4= 2.58770e-004 A 6= 7.41386e-007

第25面

K = -7.54322e-001 A 4= 2.90418e-004

各種データ

ズーム比 10.00

広角 中間 望遠

10

20

30

40

50

焦点距離	3.80	9.19	38.00
Fナンバー	1.80	2.70	3.00
半画角	38.29	18.09	4.51
像高	2.55	3.00	3.00
レンズ全長	65.16	65.16	65.16
BF	1.89	1.89	1.89

d 5	0.75	9.38	20.25
d11	20.50	11.87	1.00
d12	6.99	4.37	0.85
d18	1.00	3.61	7.14
d21	3.44	4.98	3.53
d24	2.63	1.10	2.54

10

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	37.27
2	6	-7.13
3	13	10.89
4	19	-12.78
5	22	11.21
6	25	-46.48

20

【 0 0 8 3 】

【 表 1 】

条件式	数値 実施例1	数値 実施例2	数値 実施例3	数値 実施例4	数値 実施例5
(1)	0.38	0.26	0.45	0.24	0.34
(2)	1.30	0.98	2.76	2.31	1.80
(3)	0.026	0.035	0.017	0.021	0.031
(4)	18.9	16.8	18.0	17.2	17.5
(5)	0.79	0.97	0.76	1.15	1.18
(6)	1.37	1.58	1.20	0.97	1.03
(7)	0.39	0.64	-0.12	0.34	-0.17
(8)	3.28	3.01	3.54	2.86	2.87
(9)	8.08	14.44	6.15	10.56	9.70
(10)	36.6	11.5	32.9	29.4	29.1
(11)	3.80	2.59	4.47	2.91	3.36
(12)	0.52	0.73	0.44	0.57	0.56

30

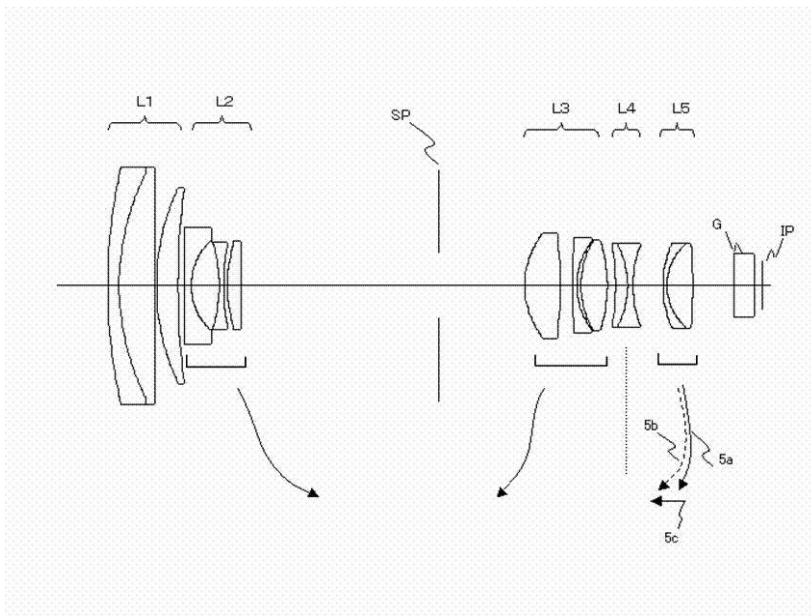
【 符号の説明 】

40

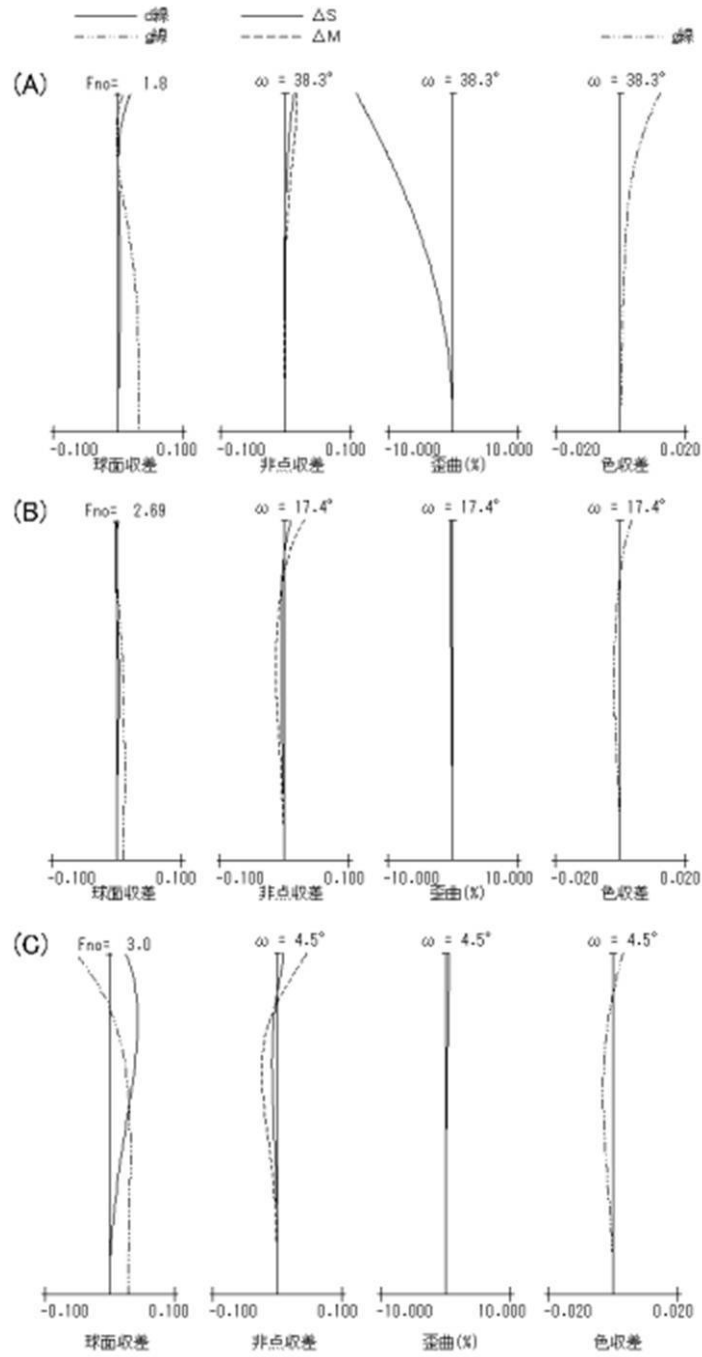
【 0 0 8 4 】

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 6	第 6 レンズ群

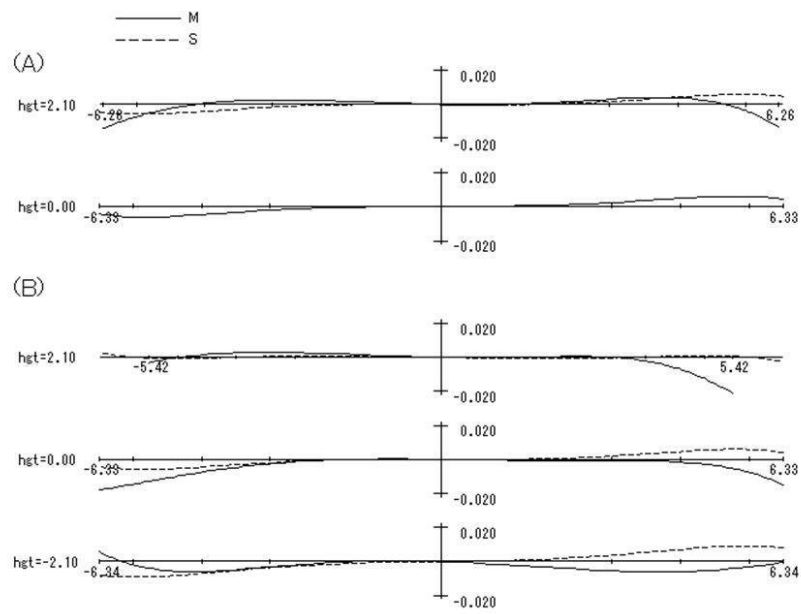
【図 1】



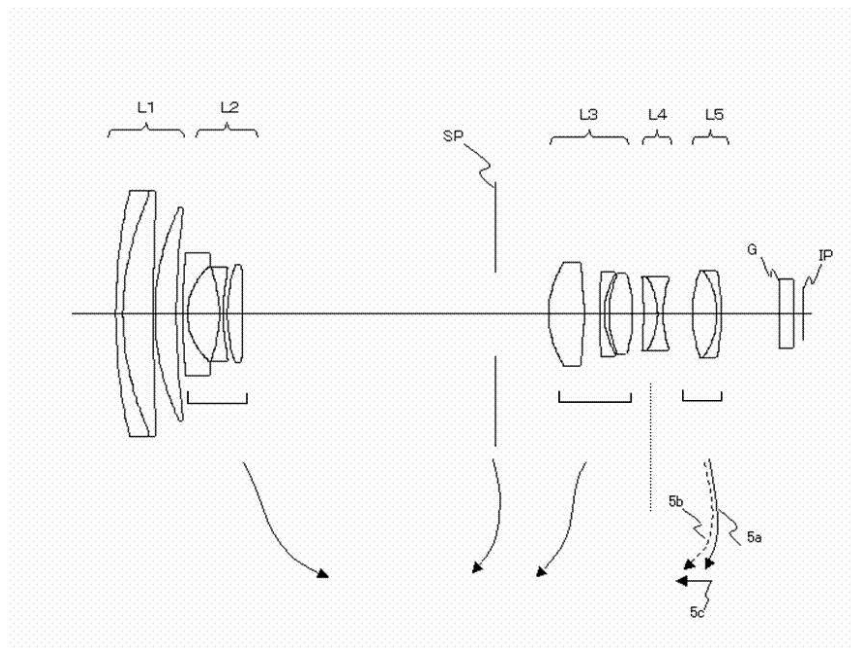
【図2】



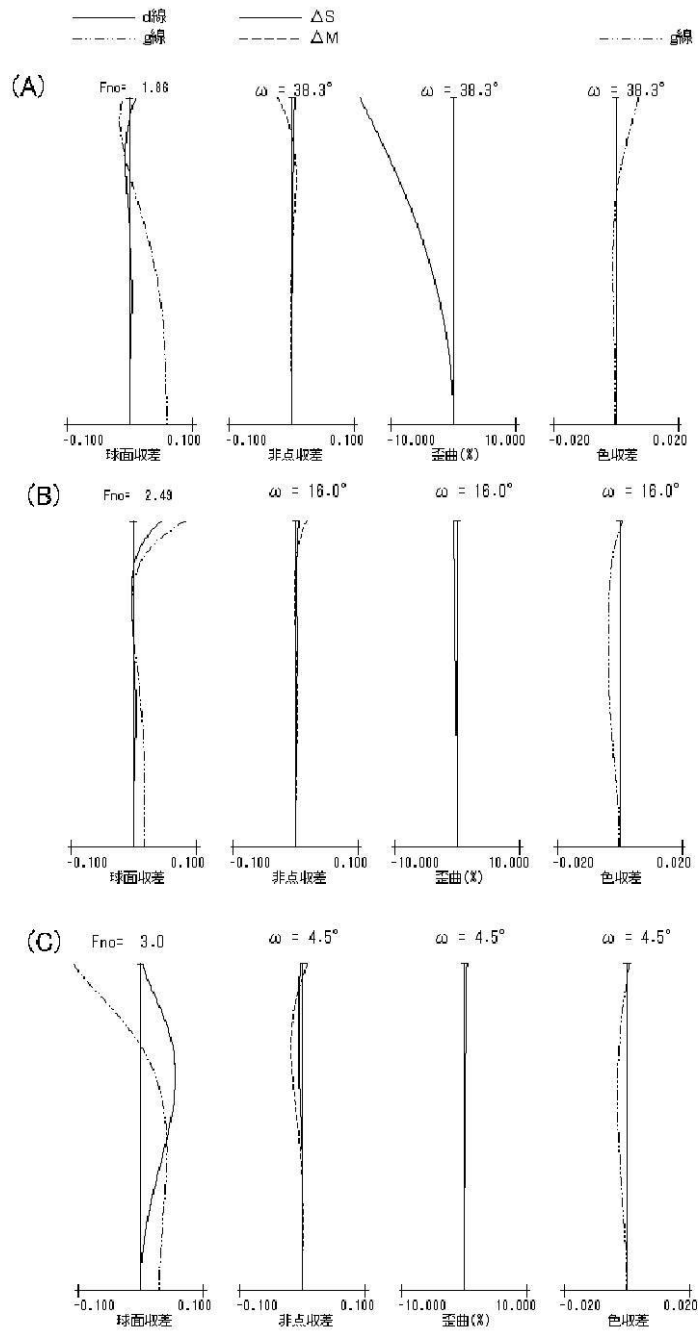
【図 3】



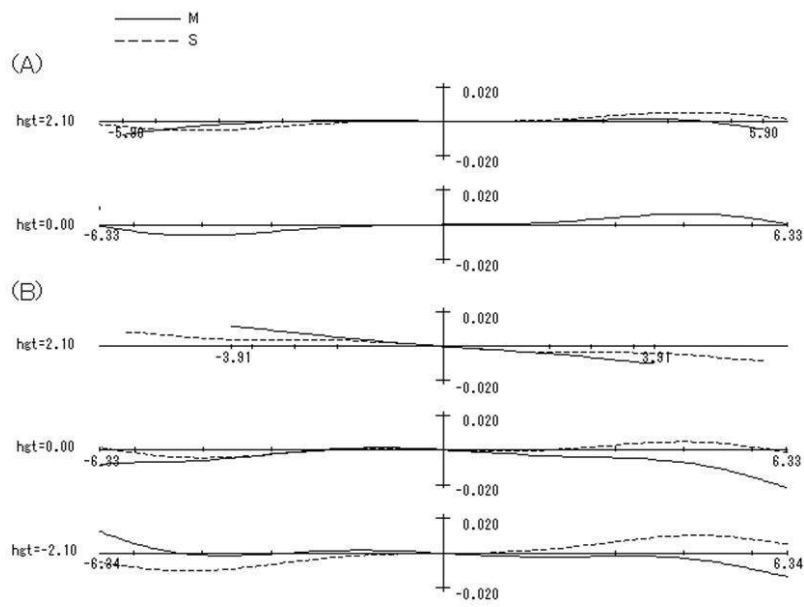
【図 4】



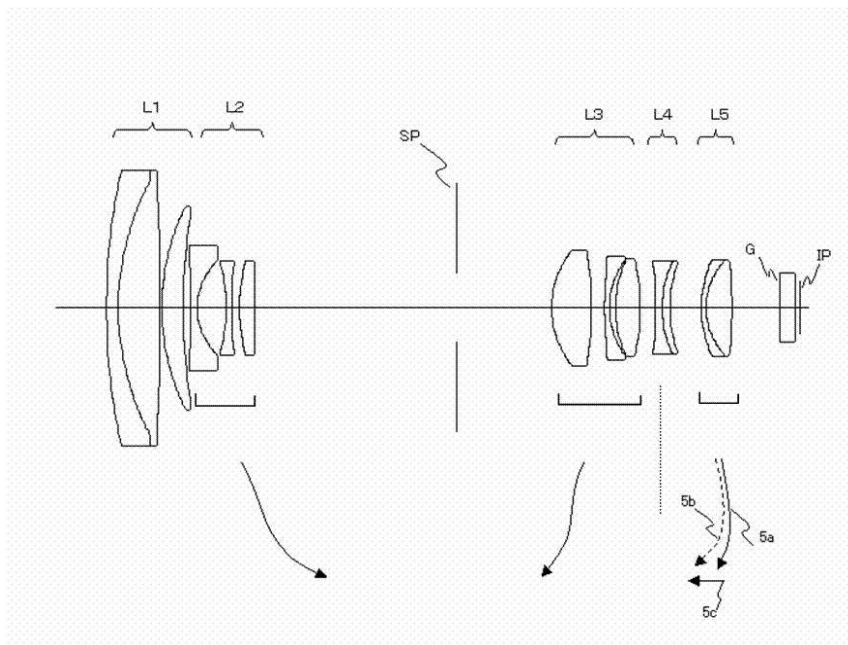
【図5】



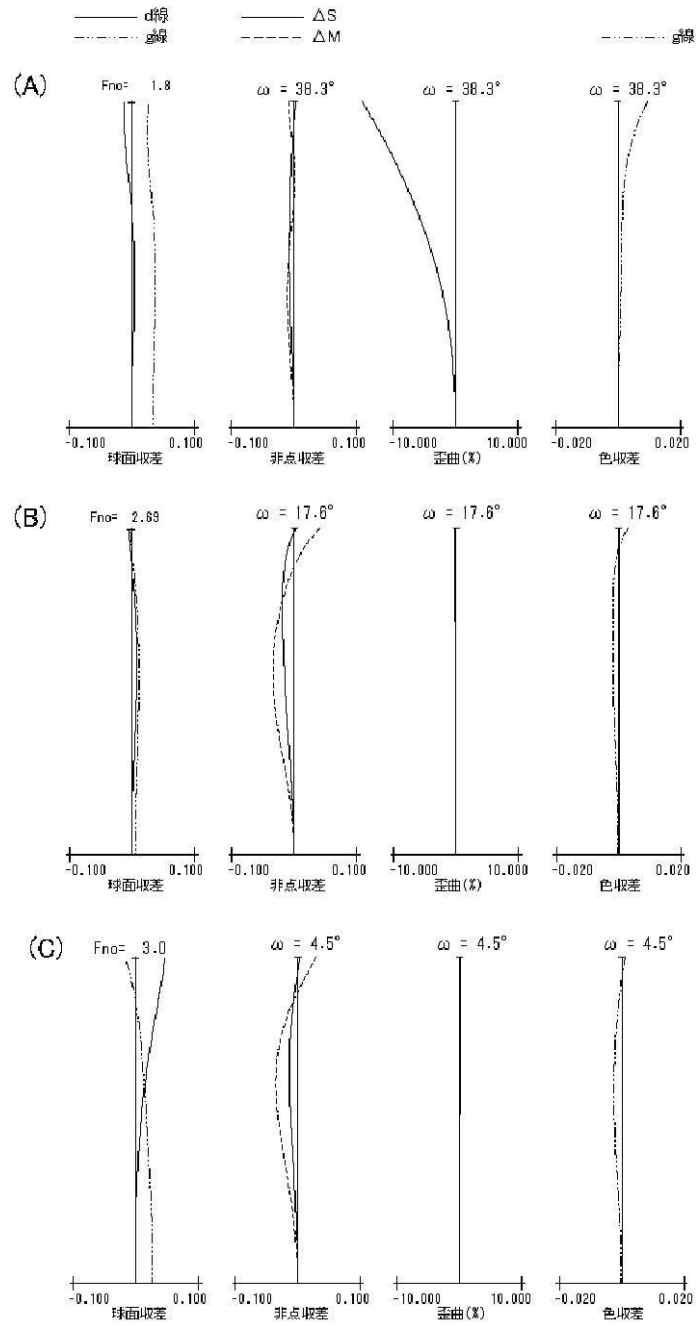
【図 6】



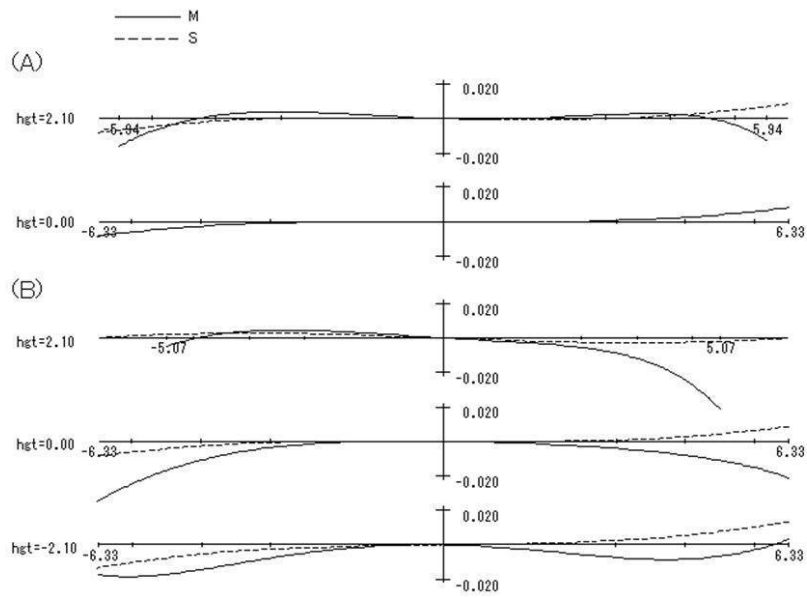
【図 7】



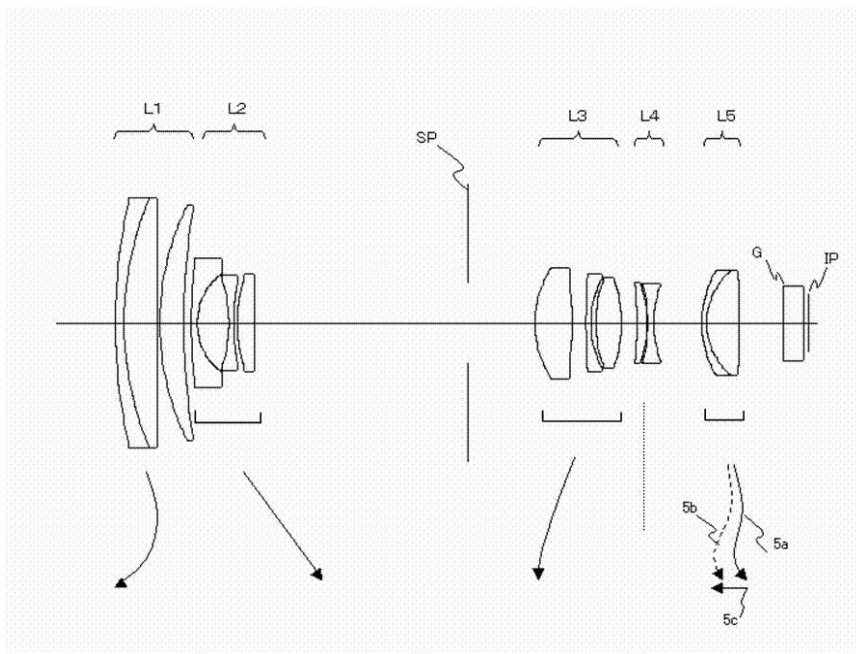
【図 8】



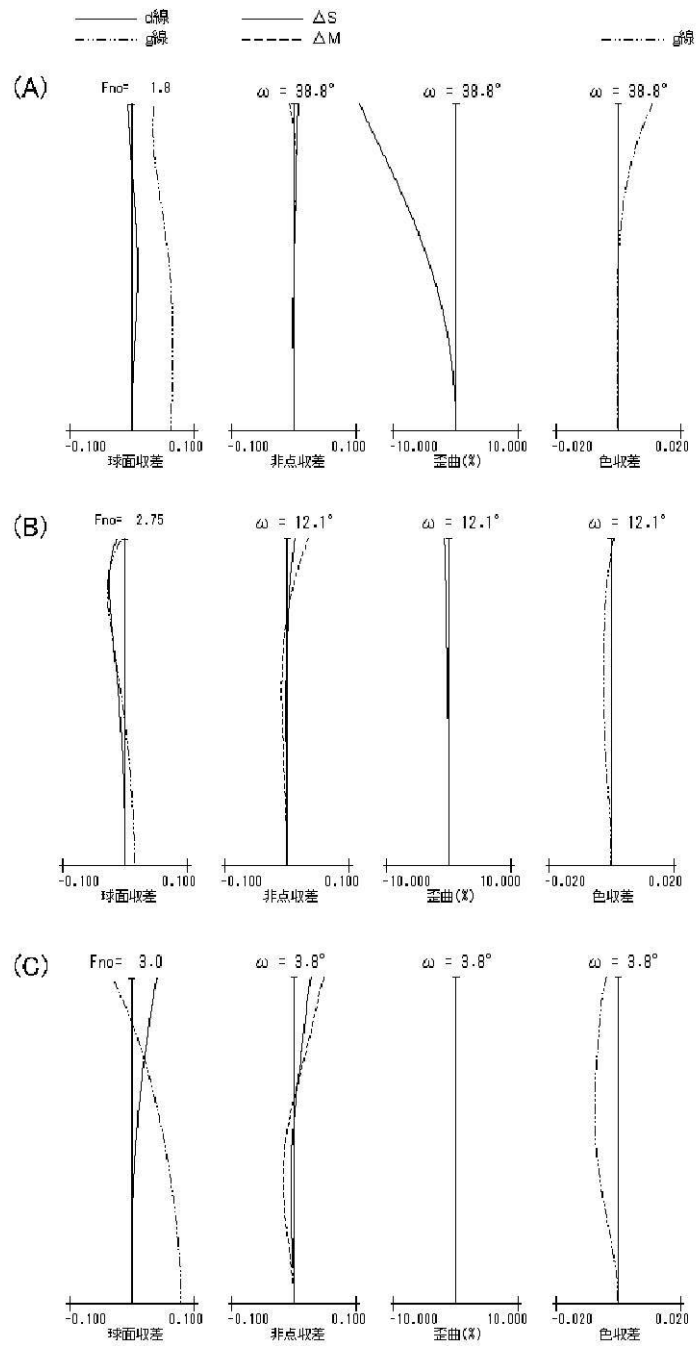
【図 9】



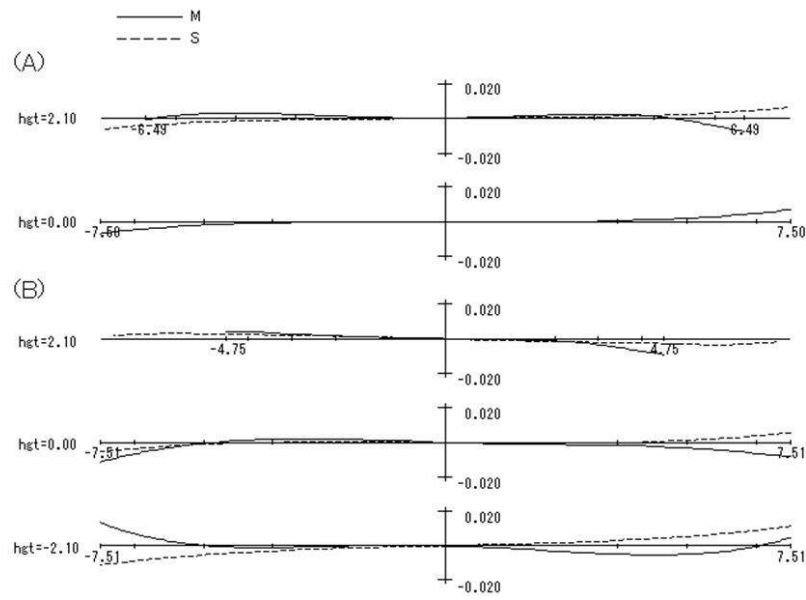
【図 10】



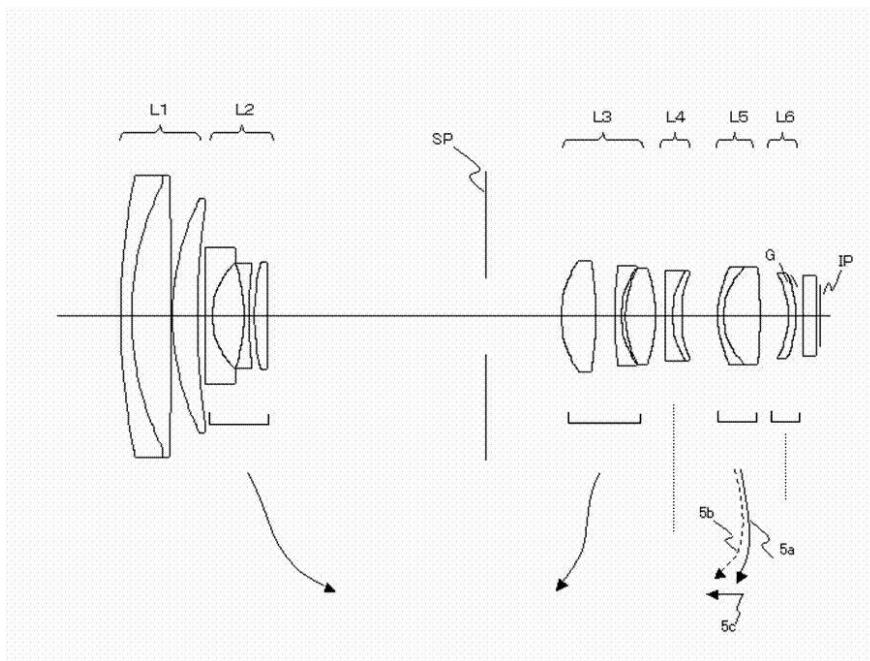
【図 11】



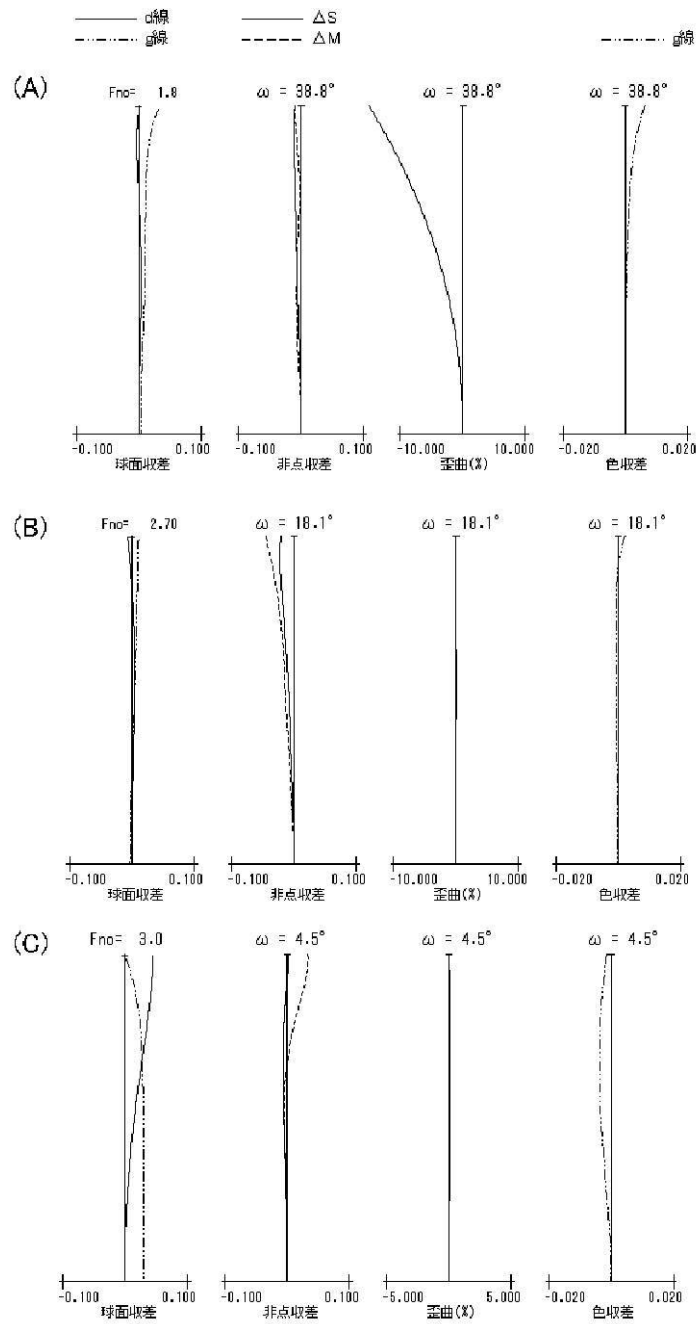
【図 1 2】



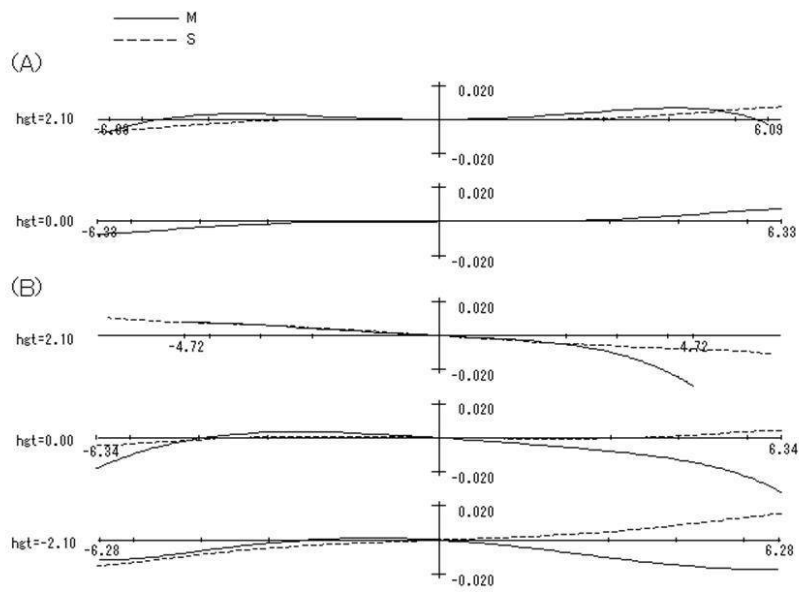
【図 1 3】



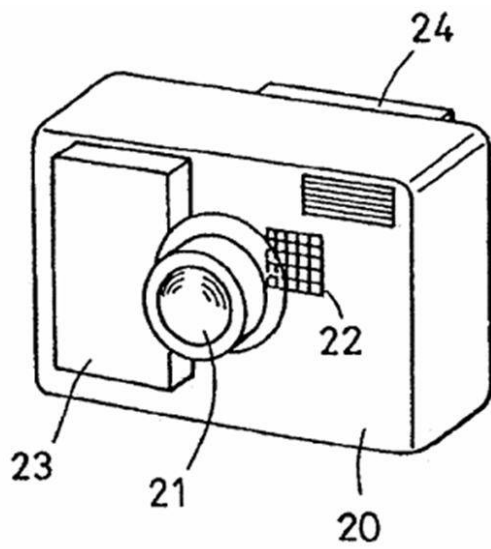
【図 14】



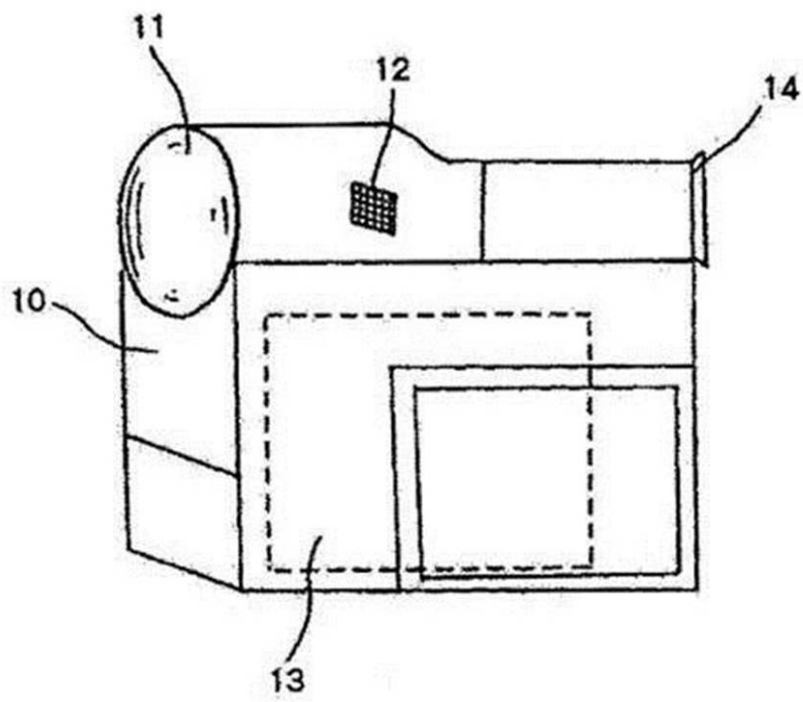
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 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