

(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.

G02B 15/20 (2006.01)

F 1

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
 ャノン株式会社内

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 r_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 $4p$ とするとき、

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

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

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

$$4p < 20.0$$

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f₃、広角端における全系の焦点距離をf_wとするとき、
2.0 < f₃ / 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f₁、f₅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ベ数を各々4p、4nとするとき、

$$7.0 < 4n - 4p < 50.0$$

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】

前記第2レンズ群の焦点距離をf₂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ミ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つて、

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 $4t$ 、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 、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、

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

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

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

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

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つて、

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 $4t$ 、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 とするとき、

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

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

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

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つて、

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 $4t$ 、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 、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、

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

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

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

10

20

30

40

50

$$2.0 < f_3 / f_w < 5.0$$

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つて、

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對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 r_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 とするとき、

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

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

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

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

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。ズーミ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、ズーミング中固定で、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。

10

【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気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。

20

【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、

30

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 $4t$ 、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 、前記第4レンズ群の正レンズの材料のアッペ数を $4p$ とするとき、

40

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

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

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

$$4p < 20.0$$

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、

50

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 $4t$ 、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 、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、

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

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

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

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

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 $4t$ 、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 とするとき、

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

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

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

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 $4t$ 、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 、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

$$\begin{aligned}0.1 < |f_4 / f_t| < 0.7 \\0.8 < |f_4 p \cdot (n_4 p - 1) / f_4| < 4.0 \\0.01 < |Dm \cdot (1 - 4t) \cdot rt| / f_t < 0.08 \\2.0 < f_3 / fw < 5.0\end{aligned}$$

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 Dm 、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 rt 、広角端における全系の焦点距離を fw とするとき、

$$\begin{aligned}0.1 < |f_4 / f_t| < 0.7 \\0.8 < |f_4 p \cdot (n_4 p - 1) / f_4| < 4.0 \\0.01 < |Dm \cdot (1 - 4t) \cdot rt| / f_t < 0.08 \\2.0 < |f_4| / fw < 7.0\end{aligned}$$

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】

20

【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

30

【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

40

50

【図13】本発明の実施例5の広角端におけるレンズ断面図

【図14】(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15】(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16】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17】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】

【0011】

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。 10

【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。 20

【0013】

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。

【0014】

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。 30

【0015】

図10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11(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12(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。 40

【0016】

図13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14(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15(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。

【0017】

図16、図17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。 50

【0018】

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、L1は正の屈折力の第1レンズ群、L2は負の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群、L4は負の屈折力の第4レンズ群、L5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、L1は正の屈折力の第1レンズ群、L2は負の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群、L4は負の屈折力の第4レンズ群、L5は正の屈折力の第5レンズ群、L6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SPは開口絞りである。

【0019】

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。球面収差図ではd線（波長587.56nm）とg線（波長435.8nm）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。

10

【0020】

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。hg_tは像高である。_t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。

20

【0021】

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L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、開口絞りSP、正の屈折力の第3レンズ群L3、負の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5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L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、開口絞りSP、正の屈折力の第3レンズ群L3、負の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5、負の屈折力の第6レンズ群L6から構成されている。

【0022】

30

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L4は不動で第2レンズ群L2は像面側に、第3レンズ群L3は物体側に移動し、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。第1レンズ群L1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L1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。

【0023】

一方、第1レンズ群L1をズーミングに際して移動させると第2レンズ群L2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SPは、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3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SP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。

40

【0024】

開口絞りSP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SPは第2レンズ群L2と第3レンズ群L3との間に配置しているが、第3レンズ群L3中又は第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の間に配置しても良い。

【0025】

50

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 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。第 5 レンズ群 L 5 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 L 4 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。

【 0 0 2 6 】

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 L 5 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 L 5 は像面側に凸
状の軌跡を描いて移動する。

【 0 0 2 7 】

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。

【 0 0 2 8 】

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 L 4 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
L 4 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 L 4 で発生する偏心色収差を良好に補正
している。

【 0 0 2 9 】

また負の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 を正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 と正の屈折力の第
5 レンズ群 L 5 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 L 4 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 L 4 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 L 4 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。

【 0 0 3 0 】

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 L 4 の焦点距離を f 4 、第 4 レンズ群 L 4 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 とする。望遠端における第 4 レンズ群 L 4 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 L 4 の横倍率を r t 、望遠端にお
いて第 4 レンズ群 L 4 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 r t とする
。

【 0 0 3 1 】

このとき、

$$0.1 < | f 4 / f t | < 0.7 \quad \dots (1)$$

$$0.8 < | f 4 p \cdot (n 4 p - 1) / f 4 | < 4.0 \quad \dots (2)$$

$$0.01 < | D m \cdot (1 - r t) \cdot r t | / f t < 0.08 \dots (3)$$

なる条件式を満足している。

【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

50

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。

10

【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($1 - 4t$)・ 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共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。

20

【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】

$$\begin{aligned} 0.15 < |f_4/f_t| &< 0.6 & \dots (1a) \\ 0.85 < |f_4 p \cdot (n_4 p - 1)/f_4| &< 3.5 & \dots (2a) \\ 0.012 < |D_m \cdot (1 - 4t) \cdot r_t| / f_t &< 0.06 \dots (3a) \end{aligned}$$

30

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】

$$\begin{aligned} 0.2 < |f_4/f_t| &< 0.5 & \dots (1b) \\ 0.9 < |f_4 p \cdot (n_4 p - 1)/f_4| &< 3.0 & \dots (2b) \\ 0.015 < |D_m \cdot (1 - 4t) \cdot r_t| / f_t &< 0.04 \dots (3b) \end{aligned}$$

40

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4p、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 $D_4 w$

50

、 $D_4 t$ とする。第4レンズ群 L_4 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、

$4p < \frac{20}{0}$	... (4)	
$0.5 < f_w \cdot f_t / (f_3 \cdot f_5) < 1.5$	... (5)	
$0.7 < D_4 t / D_4 w < 2.0$	... (6)	
$-0.5 < (R_{4a} - R_{4b}) / (R_{4a} + R_{4b}) < 1.0$	... (7)	
$2.0 < f_3 / f_w < 5.0$	... (8)	
$4.0 < (f_1)2 / (|f_4| \cdot f_5) < 20.0$	... (9)	10
$7.0 < 4n - 4p < 50.0$	... (10)	
$2.0 < |f_4| / f_w < 7.0$	... (11)	
$0.25 < f_2 / f_4 < 0.90$	... (12)	

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 L_4 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 L_4 より偏心色収差が多く発生し、これが補正不足となる。

20

【0042】

条件式(5)は第3レンズ群 L_3 と第5レンズ群 L_5 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 L_3 および第5レンズ群 L_5 の屈折力が強くなりすぎると、第4レンズ群 L_4 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 L_4 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 L_4 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 L_4 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 L_3 および第5レンズ群 L_5 の屈折力が弱くなりすぎると、第4レンズ群 L_4 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 L_4 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。

30

【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 L_4 と第5レンズ群 L_5 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 L_4 と第5レンズ群 L_5 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 L_4 を通過した軸外光束の第5レンズ群 L_5 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 L_5 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 L_4 と第5レンズ群 L_5 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 L_5 の移動ストロークが確保するのが難しくなる。

40

【0045】

条件式(7)は第4レンズ群 L_4 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。

50

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の移動ストローケが増大し、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】

10

20

30

40

50

0 . 6 < f w · f t / (f 3 · f 5) < 1 . 4	· · · (5 a)
0 . 8 < D 4 t / D 4 w < 1 . 8	· · · (6 a)
- 0 . 3 5 < (R 4 a - R 4 b) / (R 4 a + R 4 b) < 0 . 8 5	· · · (7 a)
2 . 5 < f 3 / f w < 4 . 5	· · · (8 a)
5 . 0 < (f 1) 2 / | f 4 | · f 5 < 1 8 . 0	· · · (9 a)
9 . 0 < 4 n - 4 p < 4 5 . 0	· · · (1 0 a)
2 . 2 < | f 4 | / f w < 6 . 0	· · · (1 1 a)
0 . 3 5 < f 2 / f 4 < 0 . 8 5	· · · (1 2 a)

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。

10

【0053】

0 . 7 < f w · f t / (f 3 · f 5) < 1 . 3	· · · (5 b)
0 . 9 < D 4 t / D 4 w < 1 . 7	· · · (6 b)
- 0 . 2 < (R 4 a - R 4 b) / (R 4 a + R 4 b) < 0 . 7	· · · (7 b)
2 . 8 < f 3 / f w < 4 . 0	· · · (8 b)
5 . 5 < (f 1) 2 / ( | f 4 | · f 5) < 1 6 . 0	· · · (9 b)
1 0 . 0 < 4 n - 4 p < 4 0 . 0	· · · (1 0 b)
2 . 4 < | f 4 | / f w < 5 . 0	· · · (1 1 b)
0 . 4 0 < f 2 / f 4 < 0 . 8 0	· · · (1 2 b)

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。

20

【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ー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。

30

【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。

40

【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

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を有することで、より高度な収差補正が容易になる。そのため像ぶれ補正のときに発生する偏心収差成分のうち、画角によらない偏心コマ収差成分の補正を行いやすくなる。

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つのレンズ成分として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Dmは1.36mm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ア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Dmは1.28mmである。この他の構成は実施例1と同じである

50

。

【0065】**[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L4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L4の光軸と垂直成分方向の最大移動量Dmは1.15mmである。この他の構成は実施例1と同じである。

【0066】**[実施例4]**

10

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ミングに際して第1レンズ群L1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L1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L2のズーミ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L4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。

【0067】

第4レンズ群L4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L4の光軸に対する垂直成分方向の最大移動量Dmは0.98mmである。またズーミングに際して第5レンズ群L5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。

20

【0068】**[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L5の像側にズーミングに際して不動の負の屈折力の第6レンズ群L6を有し、第6レンズ群L6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L5の像側に第6レンズ群L6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L6はズーミングに際して不動で、像面IPに近い位置に配置している。第6レンズ群L6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に実現することができる。

30

【0069】

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L6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L6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L4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。

40

【0070】

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L4の光軸に対する垂直成分方向の最大移動量Dmは1.74mmである。この他の構成は実施例1と同じである。

【0071】

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

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、歪曲を電気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ペ数を示す。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。20

【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^{-z}」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、 θ 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		

4	27.376	2.59	1.77250	49.6	
5	88.653	(可变)			
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	(可变)			
12(絞り)		(可变)			
13*	9.793	4.32	1.58313	59.4	10
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	(可变)			
19	-24.900	1.39	1.92286	18.9	
20	-10.987	0.65	1.69680	55.5	
21	13.484	(可变)			
22	12.181	0.50	1.92286	18.9	
23	6.704	3.10	1.77250	49.6	20
24	-48.434	(可变)			
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

30

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

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

【0079】

[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		

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

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

10

20

【0080】

[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
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

【0081】

[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	(可变)		
12(絞り)		(可变)		
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	(可变)		
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	(可变)		
23	10.558	0.50	1.96245	17.2
24	6.917	3.29	1.77250	49.6
25	-75.991	(可变)		
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		
	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

30

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

40

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			10
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	20
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	30
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 40

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

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

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

【0083】

【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

【符号の説明】

【0084】

L 1 第1レンズ群
L 4 第4レンズ群L 2 第2レンズ群
L 5 第5レンズ群L 3 第3レンズ群
L 6 第6レンズ群

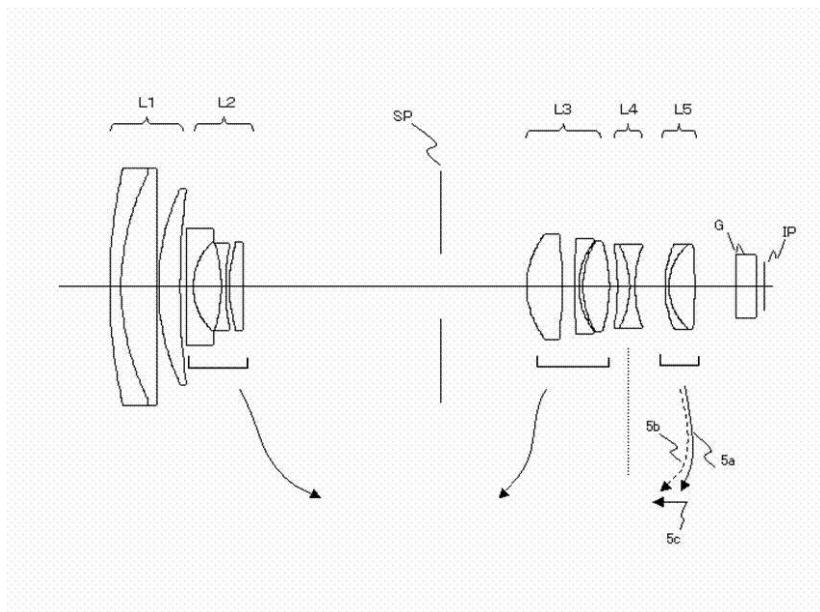
40

10

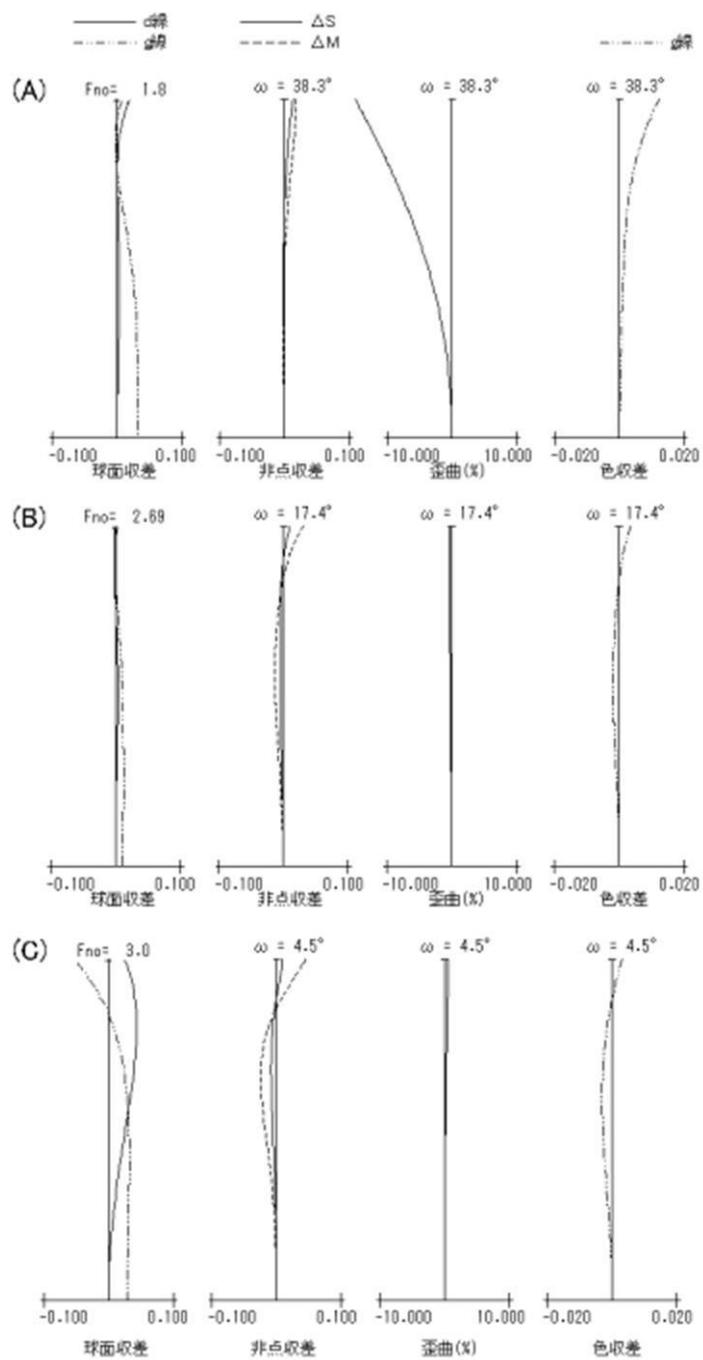
20

30

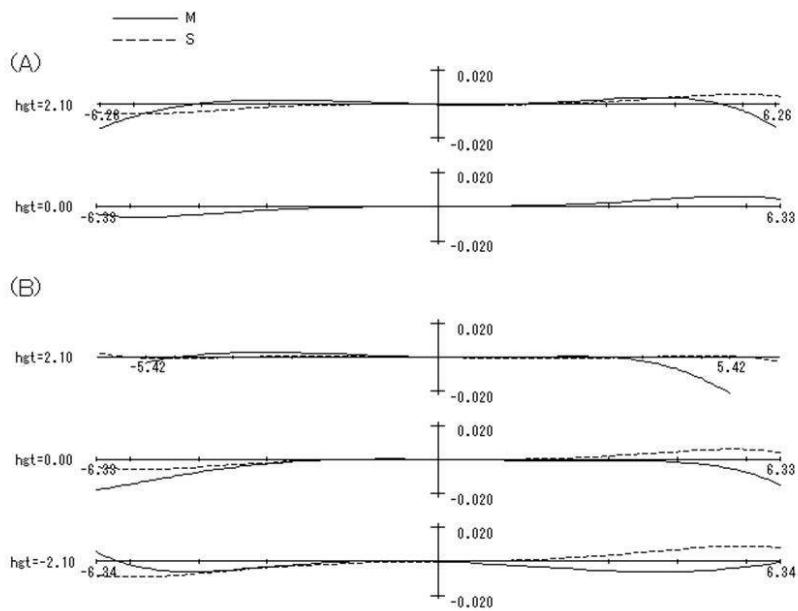
【図1】



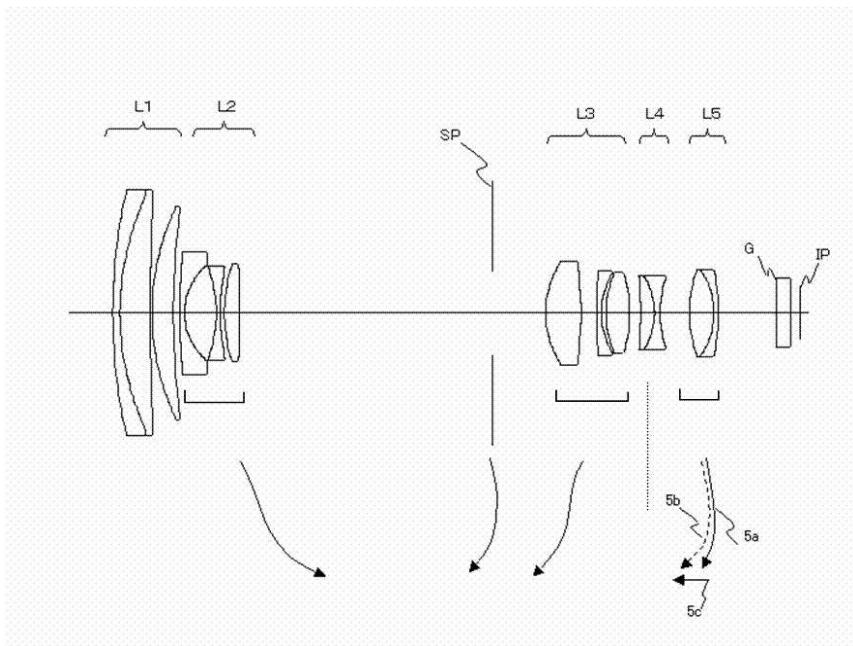
【図2】



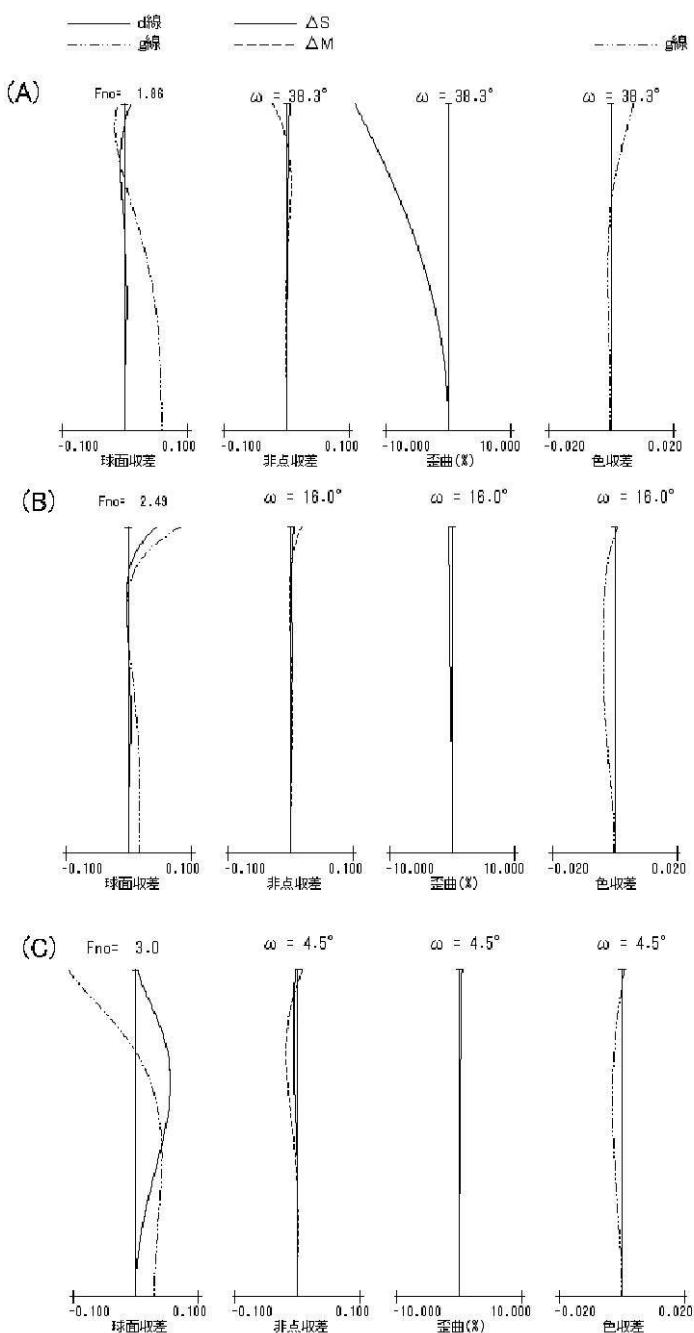
【図3】



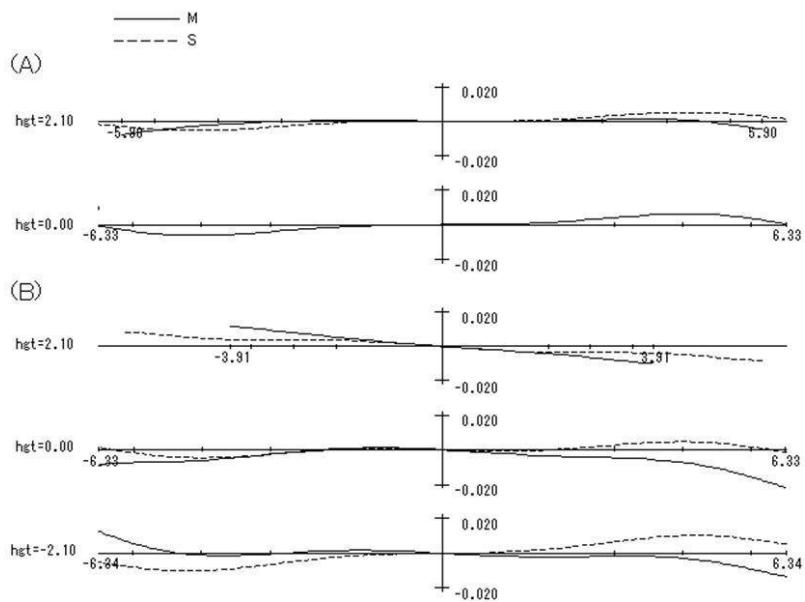
【図4】



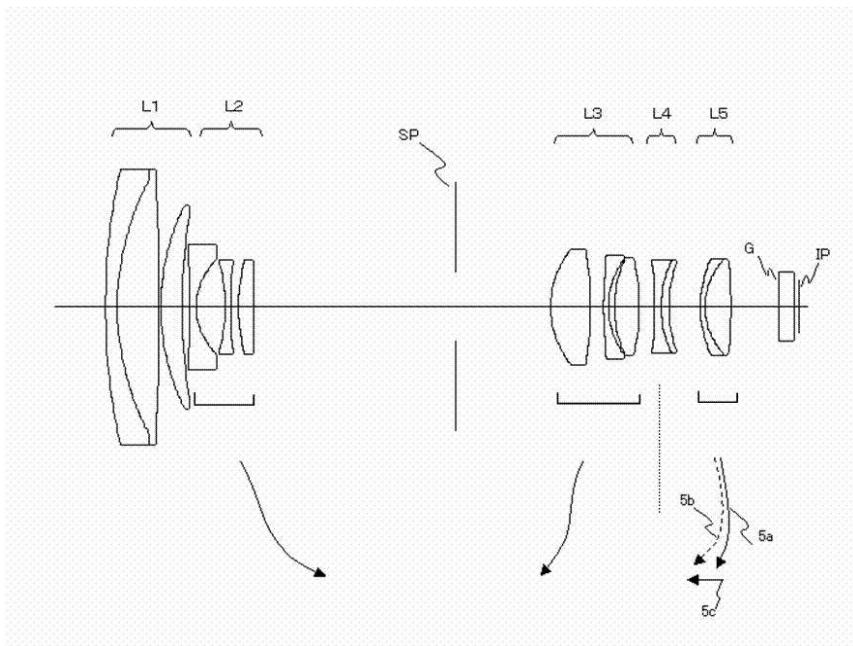
【図5】



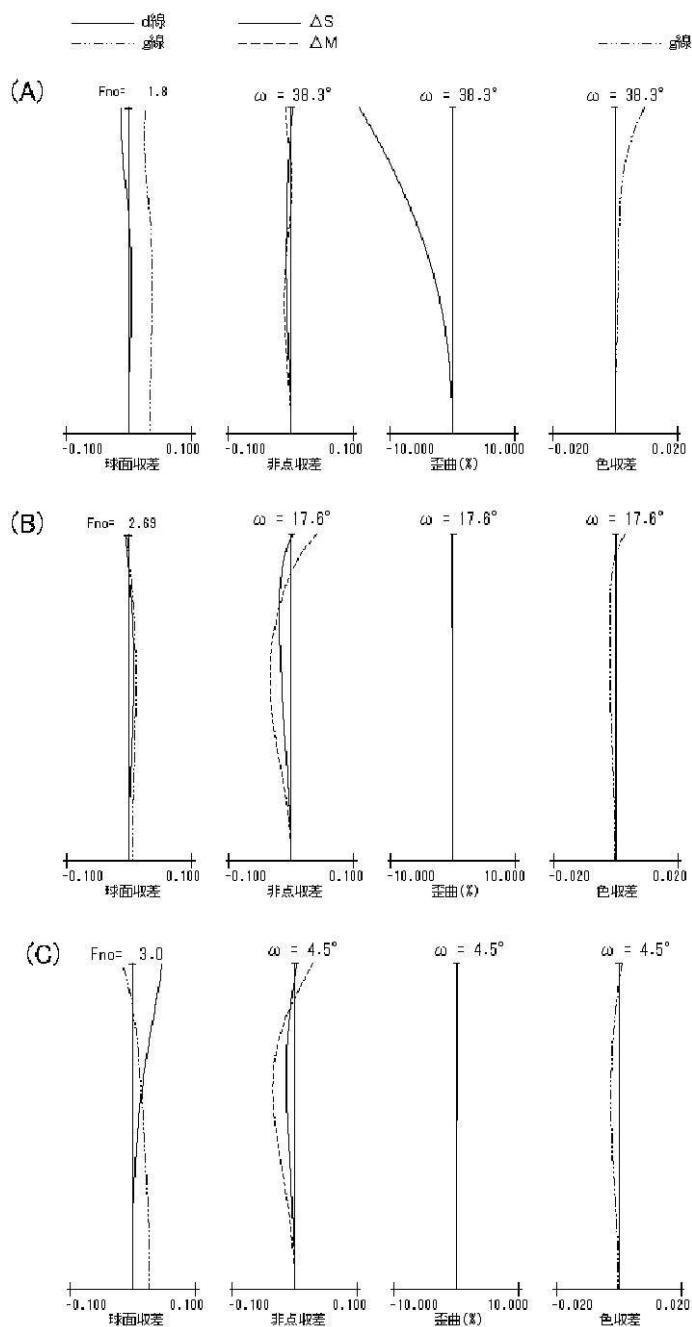
【図6】



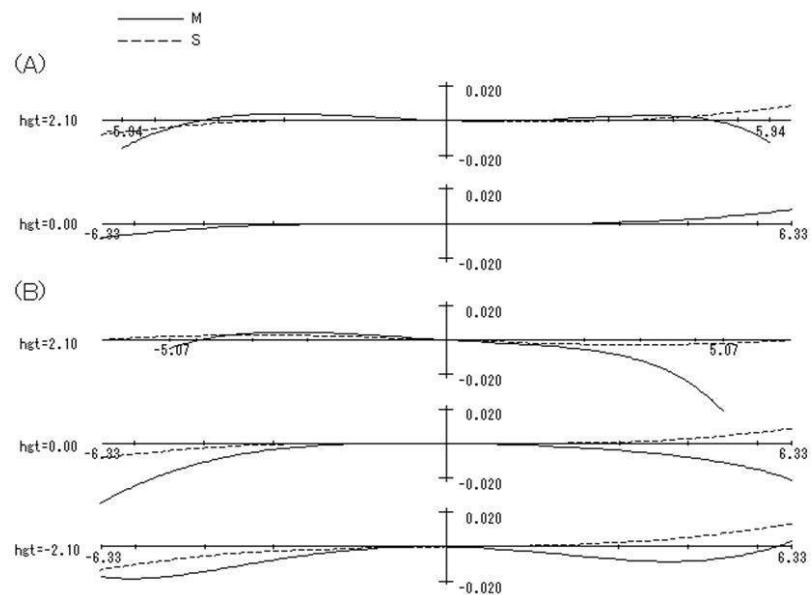
【図7】



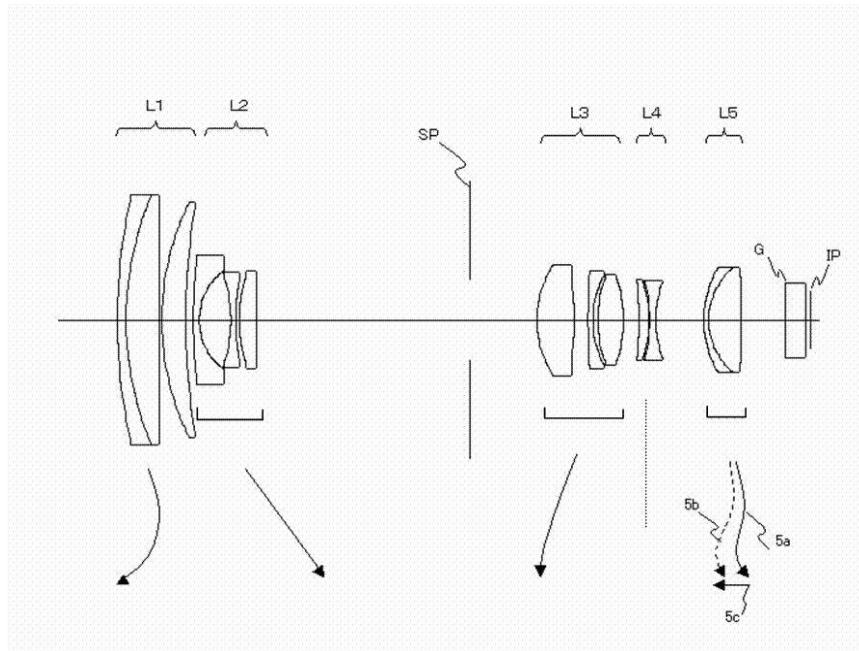
【図8】



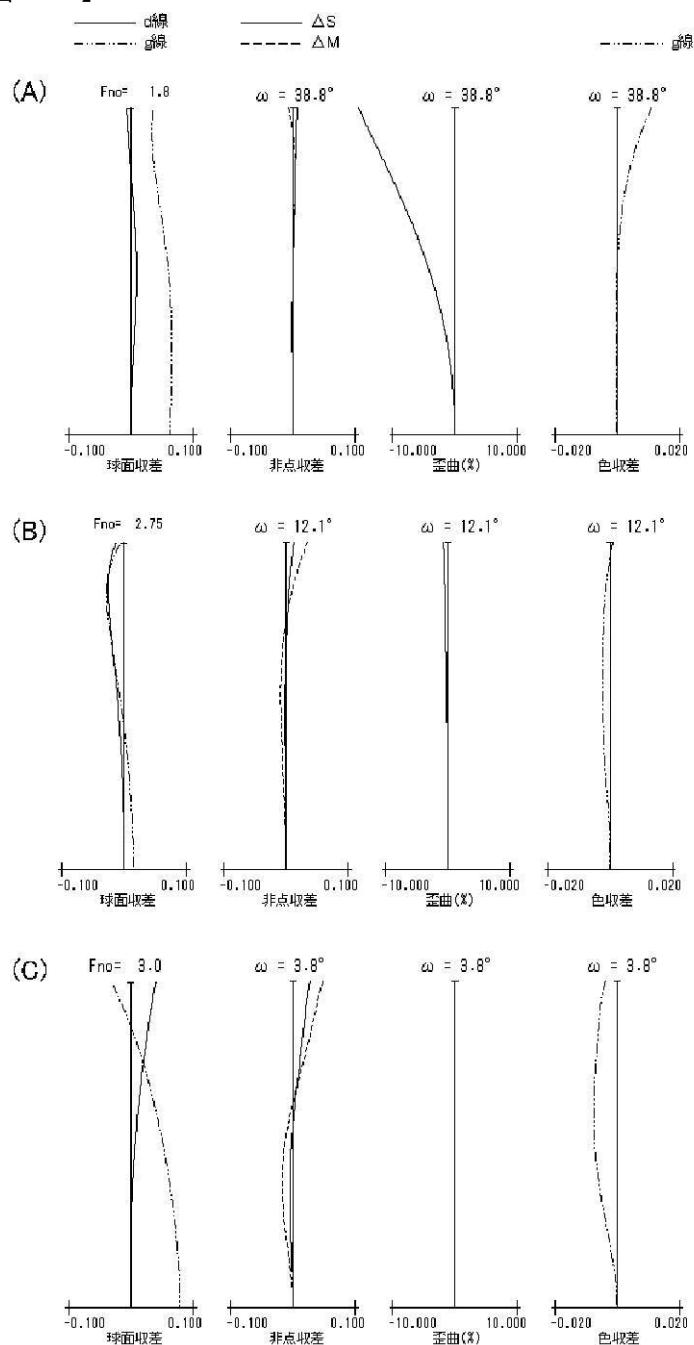
【図9】



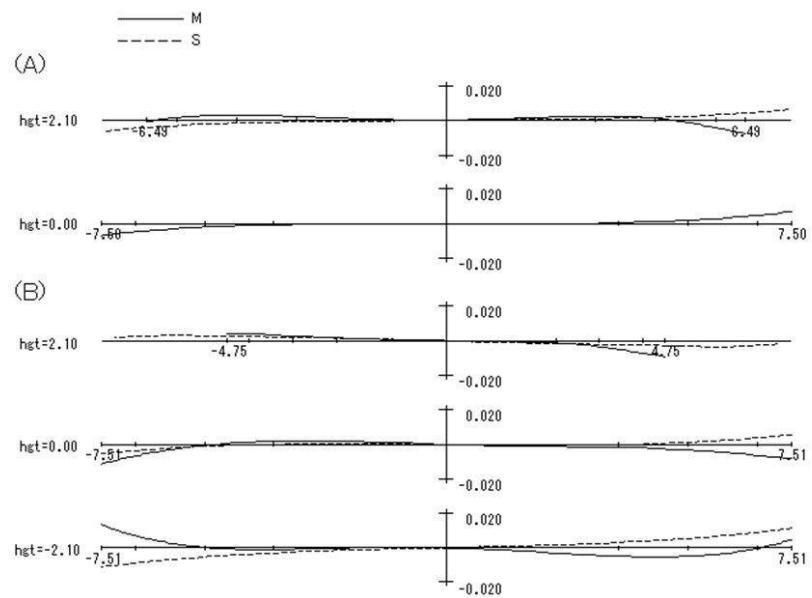
【図10】



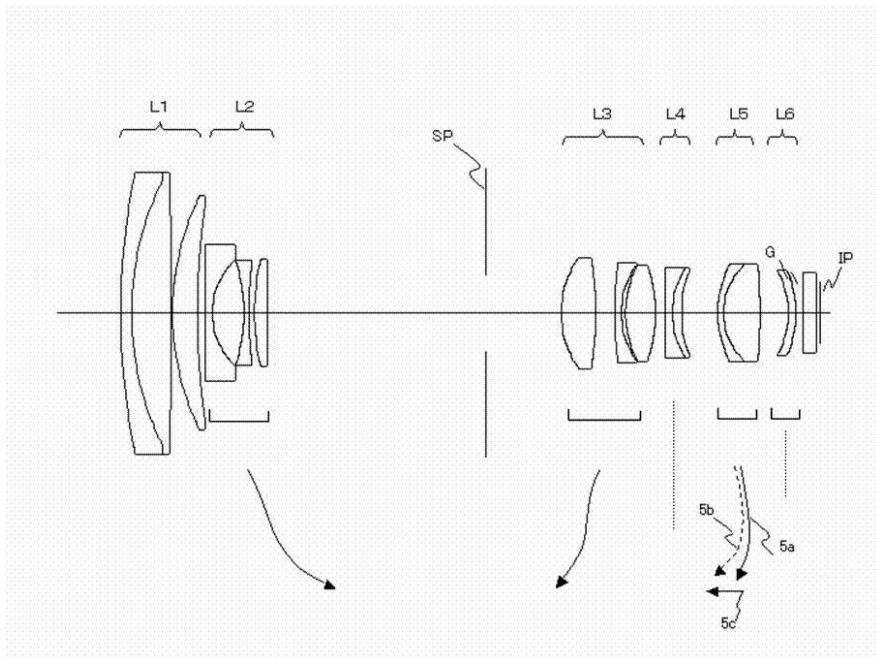
【図 1 1】



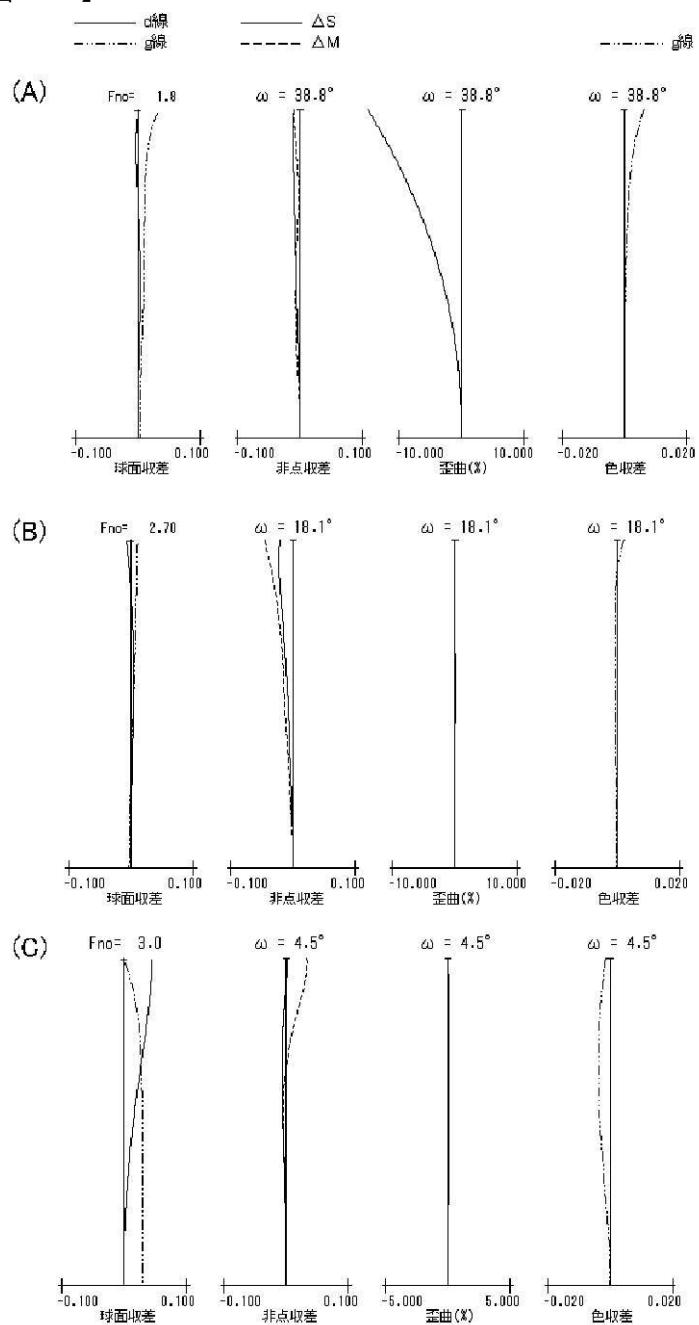
【図12】



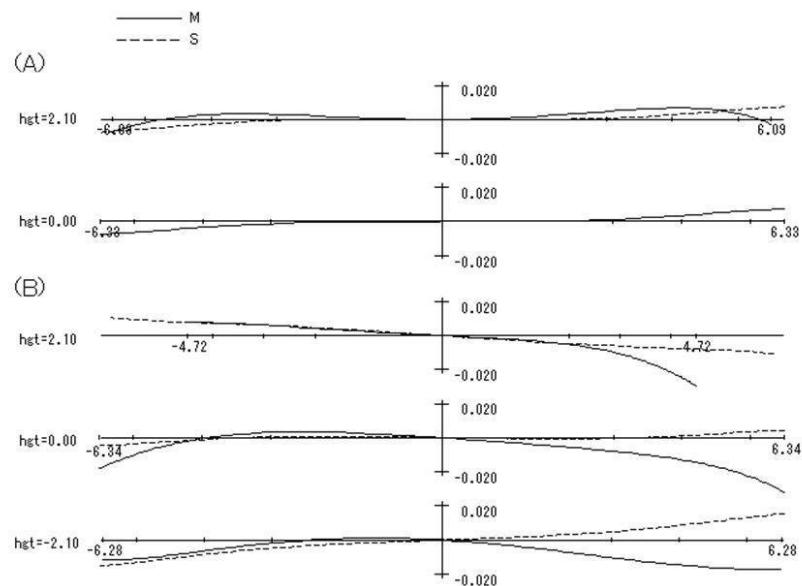
【図13】



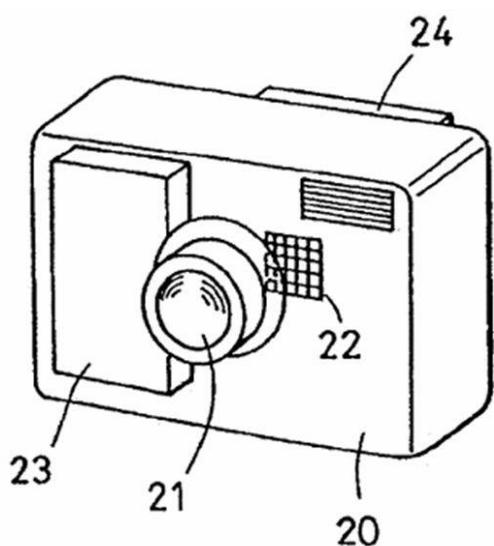
【図14】



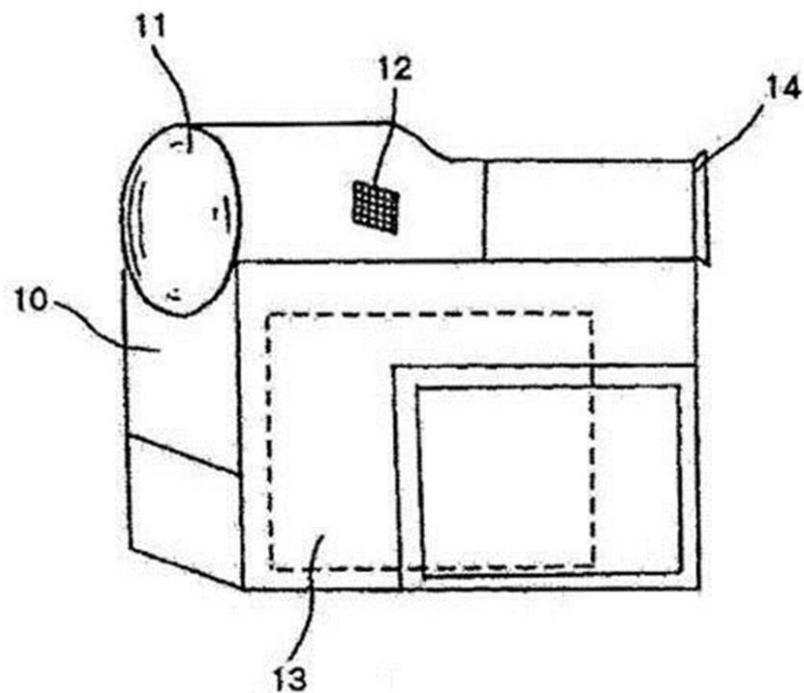
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B	9 / 00	-	17 / 08
G 02 B	21 / 02	-	21 / 04
G 02 B	25 / 00	-	25 / 04