

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3825982号
(P3825982)

(45) 発行日 平成18年9月27日(2006.9.27)

(24) 登録日 平成18年7月7日(2006.7.7)

(51) Int.C1.

F 1

GO2B 15/167	(2006.01)	GO2B 15/167
GO2B 13/18	(2006.01)	GO2B 13/18
GO3B 5/00	(2006.01)	GO3B 5/00

J

請求項の数 12 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2001-84545 (P2001-84545)
(22) 出願日	平成13年3月23日 (2001.3.23)
(65) 公開番号	特開2002-287030 (P2002-287030A)
(43) 公開日	平成14年10月3日 (2002.10.3)
審査請求日	平成15年8月4日 (2003.8.4)
審判番号	不服2004-256 (P2004-256/J1)
審判請求日	平成16年1月5日 (2004.1.5)

早期審査対象出願

(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
(74) 代理人	100090538 弁理士 西山 恵三
(74) 代理人	100096965 弁理士 内尾 裕一
(72) 発明者	臼井 文昭 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
(72) 発明者	深見 清司 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

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影装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より順に、正の屈折力の第1群と、変倍時に移動する負の屈折力の第2群と、変倍時に移動する負の屈折力の第3群と、変倍時に固定の正の屈折力の第4群を有するズームレンズであって、

第4群の収斂作用の空間に負の屈折力の防振レンズ群を有し、且つ、前記防振レンズ群より物体側の第4群内に少なくとも1枚の正レンズが配置され、前記防振レンズ群は、光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させることで、画像を変位させる作用を備え

前記防振レンズ群へ入射する光線の入射換算傾角を、前記防振レンズ群から射出する光線の射出換算傾角をとしたとき、

-0.45 > (-)

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

前記防振レンズ群は、少なくとも一つの負レンズと少なくとも一つの正レンズを有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】

前記防振レンズ群を構成する負レンズの平均のアッペ数をn、前記防振レンズ群を構成する正レンズの平均のアッペ数をpとしたとき、

10 < (n - p)

10

20

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第4群は、前記防振レンズ群より像面側に複数の正レンズと少なくとも一つの負レンズを有することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記防振レンズ群より像面側に配置される正レンズと負レンズの平均のアッベ数をそれぞれ $p (4R)$ 、 $n (4R)$ としたとき、

$$10 < (p (4R) - n (4R))$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 4 に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

前記防振レンズ群の物体側または像面側の近接した空間に、開口絞りを有することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

10

【請求項 7】

前記第3群は、少なくとも一つの正レンズと少なくとも一つの負レンズから成ることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

物体側より順に、正の屈折力の第1群と、変倍時に移動する負の屈折力の第2群と、変倍時に移動する負の屈折力の第3群と、変倍時に固定の正の屈折力の第4群を有するズームレンズであって、

前記第4群は少なくとも一つの負レンズと少なくとも一つの正レンズを有する負の屈折力の防振レンズ群を備え、

20

前記防振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させることで、画像を変位させる作用を備え、

前記防振レンズ群へ入射する光線の入射換算傾角を θ 、前記防振レンズ群から射出する光線の射出換算傾角を θ' 、前記防振レンズ群を構成する負レンズの平均のアッベ数を n 、前記防振レンズ群を構成する正レンズの平均のアッベ数を p としたとき、

$$-0.45 > (\theta - \theta')$$

$$10 < (n - p)$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 9】

30

前記第4群は、前記防振レンズ群より像面側に複数の正レンズと少なくとも一つの負レンズを有することを特徴とする請求項 8 に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

前記防振レンズ群より像面側に配置される正レンズと負レンズの平均のアッベ数をそれぞれ $p (4R)$ 、 $n (4R)$ としたとき、

$$10 < (p (4R) - n (4R))$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 9 に記載のズームレンズ。

【請求項 11】

前記防振レンズ群の物体側または像面側の近接した空間に、開口絞りを有することを特徴とする請求項 8 から 10 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

40

【請求項 12】

請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載のズームレンズを有することを特徴とする撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ズームレンズに関し、特に、全系の屈折力配置及び変倍移動群の配置、及び第4群の構成を適切に規定することにより、全変倍範囲にわたり、特に防振時も良好なる光学性能を有した、テレビカメラや写真用カメラ、そしてビデオカメラ等に好適なズームレンズに関する。

50

【0002】**【従来の技術】**

従来、テレビカメラや写真用カメラ、そしてビデオカメラ等には大口径、高変倍でしかも高い光学性能を有したズームレンズが要求されている。

【0003】

このことに加えて、特に放送用のカラーテレビカメラでは操作性、機動性が重視され、その要求に答えて撮像デバイスも2/3インチや1/2インチの小型のCCD（固体撮像素子）が主流となってきた。このCCDは撮像範囲全体が略均一の解像力を有しているため、これを用いるズームレンズに対しては、画面中心から画面周辺まで解像力が略均一であることが要求されている。例えばコマ収差や非点収差、歪曲収差等の諸収差が良好に補正され、画面全体が高い光学性能を有していることが要望されている。更に大口径、広角、高変倍比でしかも小型軽量であること、そして撮像手段の前方に色分解光学系や各種のフィルターを配置するため、長いバックフォーカスを有していること等が要望されている。

10

【0004】

さらに、特に焦点距離の長い撮影系を使用したときに生じる振動や手ぶれによる画像ぶれの抑制が大きな問題となっており、画像ぶれの生じない防振機能の要望が高まっている。

【0005】

たとえば、特開昭61-223819号公報では、もっとも被写体側に屈折型可変頂角プリズムを配置した撮影系において、撮影系の振動に対応させて前記屈折型可変頂角プリズムを配置した撮影系の振動に対応させて前記屈折型可変頂角プリズムの頂角を変化させて画像の安定化を図っている。

20

【0006】

また、特開平1-116619号公報や、特開平2-124512号公報では、加速度センサー等を利用して撮影系の振動を検知し、このとき得られる信号に応じ、撮影系の一部のレンズ群を光軸と直交させる方向に振動させることにより静止画像を得る方法が行なわれている。

【0007】

また、特開平8-29738号公報では、物体側より順に正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、負の屈折力の第3群、正の屈折力の第4群の4つのレンズ群を有するズームレンズであって、前記第4群は正の屈折力の前群と正の屈折力の後群の2つのレンズ群によりなり、前記前群を光軸と垂直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ブレを補正している。

30

【0008】

また、特開平10-90601号公報では、物体側より順に正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、負の屈折力の第3群、正の屈折力の第4群、正の屈折力の第5群の5つのレンズ群を有するズームレンズであって、前記第4群を光軸と垂直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ブレを補正している。

【0009】

また、特開平7-27978号公報には、物体側より順に正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、負の屈折力の第3群、正の屈折力の第4群の4つのレンズ群を有するズームレンズであって、前記第4群は正の屈折力の前群と正の屈折力の後群の2つのレンズ群によりなり、第3群または前記前群を光軸と垂直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ブレを補正している。

40

【0010】**【発明が解決しようとする課題】**

一般に防振光学系を撮影系の前方に配置し、前記防振光学系の一部の可動レンズ群を駆動制御して撮影画像のブレをなくし、静止画像を得る方法は装置全体が大型化し、かつ前記可動レンズ群を移動させるための移動機構が複雑化してしまう。

【0011】

可変頂角プリズムを用いて防振を行う光学系では特に望遠側において防振時に偏心倍率色

50

収差の発生量が多くなってしまう。

【0012】

一方、撮影系の一部のレンズを光軸に対して垂直な方向に偏心させて防振を行う光学系においては、防振のために特別な光学系は要しないという利点はあるが、移動させるレンズのための空間を必要とし、また防振時における偏心収差の発生量が多くなってしまう。

【0013】

特に、上述した特開平8-29738号公報の正、負、負、正の4つのレンズ群よりなる4群構成の変倍光学系において第4群の正の前群を光軸に対して垂直な方向に移動させて防振を行うズームレンズにおいては、防振レンズ群が比較的防振効果（偏心量に対する光軸の移動量）が小さい正の群であることから、結果として防振レンズ群の移動量が大きくなつて駆動機構が大型化する可能性がある。

【0014】

また、特に、上述した特開平10-90601号公報の、正、負、正、負、正の5つのレンズ群よりなる5群構成のズームレンズにおいて第4群を光軸と垂直方向に移動させて防振を行うズームレンズにおいては、前記第4群が変倍中光軸方向に移動する群であるために、駆動制御機構が複雑になつてしまう。

【0015】

本発明は、全変倍は範囲にわたり防振時についても高い光学性能を有し、機構全体が小型軽量なズームレンズ及びそれを用いた撮影装置を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力の第1群と、変倍時に移動する負の屈折力の第2群と、変倍時に移動する負の屈折力の第3群と、変倍時に固定の正の屈折力の第4群を有するズームレンズであつて、

第4群の収斂作用の空間に負の屈折力の防振レンズ群を有し、且つ、前記防振レンズ群より物体側の第4群内に少なくとも1枚の正レンズが配置され、前記防振レンズ群は、光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させることで、画像を変位させる作用を備え

前記防振レンズ群へ入射する光線の入射換算傾角を、前記防振レンズ群から射出する光線の射出換算傾角をとしたとき、

$$-0.45 > (-)$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0017】

請求項2の発明は請求項1の発明において、前記防振レンズ群は、少なくとも一つの負レンズと少なくとも一つの正レンズを有することを特徴としている。

【0018】

請求項3の発明は請求項1又は2の発明において、前記防振レンズ群を構成する負レンズの平均のアッベ数をn、前記防振レンズ群を構成する正レンズの平均のアッベ数をpとしたとき、

$$10 < (n - p)$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0019】

請求項4の発明は請求項1から3のいずれか1項の発明において、前記第4群は、前記防振レンズ群より像面側に複数の正レンズと少なくとも一つの負レンズを有することを特徴としている。

【0020】

請求項5の発明は請求項4の発明において、前記防振レンズ群より像面側に配置される正レンズと負レンズの平均のアッベ数をそれぞれp(4R)、n(4R)としたとき

$$10 < (p (4 R) - n (4 R))$$

10

20

30

40

50

なる条件を満足することを特徴としている。

【0021】

請求項6の発明は請求項1から5のいずれか1項の発明において、前記防振レンズ群の物体側または像面側の近接した空間に、開口絞りを有することを特徴としている。

【0022】

請求項7の発明は請求項1から6のいずれか1項の発明において、前記第3群は、少なくとも一つの正レンズと少なくとも一つの負レンズから成ることを特徴としている。

【0023】

請求項8の発明のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力の第1群と、変倍時に移動する負の屈折力の第2群と、変倍時に移動する負の屈折力の第3群と、変倍時に固定の正の屈折力の第4群を有するズームレンズであって、

前記第4群は少なくとも一つの負レンズと少なくとも一つの正レンズを有する負の屈折力の防振レンズ群を備え、

前記防振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させることで、画像を変位させる作用を備え、

前記防振レンズ群へ入射する光線の入射換算傾角を θ_1 、前記防振レンズ群から射出する光線の射出換算傾角を θ_2 、前記防振レンズ群を構成する負レンズの平均のアッペ数をn、前記防振レンズ群を構成する正レンズの平均のアッペ数をpとしたとき、

$$\begin{aligned} -0.45 &> (\theta_1 - \theta_2) \\ 1.0 &< (n - p) \end{aligned}$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0024】

請求項9の発明は請求項8の発明において、前記第4群は、前記防振レンズ群より像面側に複数の正レンズと少なくとも一つの負レンズを有することを特徴としている。

【0025】

請求項10の発明は請求項9の発明において、前記防振レンズ群より像面側に配置される正レンズと負レンズの平均のアッペ数をそれぞれp(4R)、n(4R)としたとき、

$$1.0 < (p(4R) - n(4R))$$

なる条件を満足することを特徴としている。

請求項11の発明は請求項8から10のいずれか1項の発明において、前記防振レンズ群の物体側または像面側の近接した空間に、開口絞りを有することを特徴としている。

請求項12の発明の撮影装置は、請求項1から11のいずれか一項に記載のズームレンズを有することを特徴としている。

【0026】

【発明の実施の形態】

まず、光学系内の部分系が光軸と直交方向に偏心した場合の偏心収差の発生について、収差論的な立場より、第23回応用物理学講演会(1962年)に松居より示された方法に基づいて説明する。ここで使用する12個の式(a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)、(g)、(h)、(i)、(j)、(k)、(l)は以下の通りである。

【外1】

10

20

30

40

$$\Delta' Y = \Delta Y + \Delta Y(E) \quad (a)$$

$$\begin{aligned} \Delta Y(E) = & -\frac{E}{2\alpha_k} [R^2(2+\cos 2\phi_R)(IIIE) \\ & + 2R(N_1 \tan \omega) \{ \{2\cos(\phi_R - \phi_\omega) + \cos(\phi_R + \phi_\omega)\}(IIIIE) + \cos \phi_R \phi_\omega (PE) \} \\ & + (N_1 \tan \omega)^2 \{ (2+2\cos \phi_\omega)(VE1) - (VE2) \}] \end{aligned}$$

$$-\frac{1}{2\alpha_k} \{E(\Delta E)\} \quad (b)$$

$$(IIIE) = \alpha'_p II_q - \alpha_p (II_p + II_q) - \bar{\alpha}'_p I_q + \bar{\alpha}_p (I_p + I_q) \quad (c)$$

$$(IIIIE) = \alpha'_p III_q - \alpha_p (III_p + III_q) - \bar{\alpha}'_p II_q + \bar{\alpha}_p (II_p + II_q) \quad (d)$$

$$(PE) = \alpha'_p P_q - \alpha_p (P_p + P_q) \quad (e)$$

$$(VE1) = \alpha'_p V_q - \alpha_p (V_p + V_q) - \bar{\alpha}'_p III_q + \bar{\alpha}_p (III_p + III_q) \quad (f)$$

$$(VE2) = \bar{\alpha}'_p P_q - \bar{\alpha}_p (P_p + P_q) \quad (g)$$

$$(\Delta E) = -2(\alpha'_p - \alpha_p) \quad (h)$$

$$\Delta cY_a = \Delta cY + \Delta cY(E) \quad (i)$$

$$\Delta cY = -\frac{1}{\alpha_k} \{LR \cos \phi_R + TN \tan \omega \cos \phi_\omega\} \quad (j)$$

$$\Delta cY(E) = -\frac{E}{\alpha_k} (TE) \quad (k)$$

$$(TE) = \alpha'_p T_q - \alpha_p (T_p + T_q) - \bar{\alpha}'_p L_q + \bar{\alpha}_p (L_p + L_q) \quad (l)$$

【 0 0 2 7 】
撮影レンズの一部のレンズ群 p を E だけ平行偏心させたときの全系の収差量 Y は (a) 式に示すように偏心前の収差量 Y と偏心によって発生した偏心収差量 Y (E) の和になる。

【 0 0 2 8 】
ここで偏心収差 Y (E) は (b) 式に示すように 1 次の偏心コマ収差 (IIIE) 、 1 次の偏心非点収差 (IIIIE) 、 1 次の偏心像面湾曲 (PE) 、 1 次の偏心歪曲収差 (VE1) 、 1 次の偏心歪曲付加収差 (VE2) 、 1 次の原点移動 E で表される。

【 0 0 2 9 】
また、 (c) 式から (h) 式の (IIIE) ~ (E) までの収差は全系の焦点距離を 1 に規格化したとき近軸光線の偏心レンズ群への軸上マージナル光線の入射角と出射角を各々 p 、 p とし、瞳中心を通る主光線の入射角を p としたときに偏心レンズ群の収差係数 I p 、 II p 、 III p 、 P p 、 V p 及び、偏心レンズ群より像側のレンズ系の収差係数 I q 、 II q 、 III q 、 P q 、 V q を用いて表される。

【 0 0 3 0 】
同様に、レンズ群 p を E だけ平行偏心させたときの全系の色収差量 c Y a は、 (i) 式に示すように平行偏心させる前の収差 c Y と、偏心によって発生した収差 c Y (E) の和になる。

【 0 0 3 1 】
ここで平行偏心させる前の収差 c Y 、及び偏心収差 c Y (E) は、軸上色収差 L 、倍

10

20

30

40

50

率色収差 T 、1次の偏心色収差 T_e を用いてそれぞれ (j) 式、(k) 式のように表すことができる。

【0032】

また、(1)式の1次の偏心色収差係数 (T_E) はレンズ群 p の色収差係数 L_p 、 T_p と、平行偏心させるレンズ群より像面側に配置されるレンズ群全体の色収差係数を L_q 、 T_q を用いて表すことができる。

【0033】

このうち、偏心による像移動を表すのが1次の原点移動 (E) であり、結像性能に影響するのは (I_E)、(II_E)、(PE)、(TE) である。

【0034】

偏心収差の発生を小さくするためには、第1に (b) 式に示すようにレンズ群 p の偏心量 E を小さくすることが必要である。

【0035】

偏心収差の発生を小さくするためには第2に、(c)式～(g)式に示すレンズ群 P の偏心収差係数を微小とするために、レンズ群 p の諸収差係数 I_p 、 II_p 、 III_p 、 P_p 、 V_p を小さな値とするか、もしくは諸収差係数を互いにうち消し合うようにバランスよく設定することが必要となってくる。

【0036】

特に上記の (c) 式～(g) 式に示される偏心収差係数が小さな値となるように、平行偏心させるレンズ群 p へ入射し、このレンズ群 p より像面側に配置されるレンズ群全体 p の3次収差係数、及びレンズ群 p から射出する近軸光線の換算傾角、3次収差係数、及びレンズ群 p より像面側に配置されるレンズ群全体 q の3次収差係数の値をそれぞれ適切に設定することが必要となる。すなわち、レンズ群を光軸と垂直な方向に平行偏心させたときに発生する中心画像の劣化を除去するため、主として (c) 式に示される1次の偏心コマ収差を良好に補正し、また同時に平行偏心させたときに発生する片ボケを良好に補正するため、主として (d) 式に示される1次の偏心像面湾曲を良好に補正することが必要となる。もちろんこの他の諸収差もそれぞれ良好に補正することも当然のことながら必要である。

【0037】

偏心収差の発生を小さくするためには第3に、(1)式に示される偏心色収差係数 (T_E) を微小とするために、レンズ群 p とその像面側に配置されるレンズ群全体 q の色収差係数をそれぞれ適切に設定する必要がある。

【0038】

本発明においては、ズーム全域で防振時も高い光学性能とし、防振装置全体の小型化を図っている。

【0039】

図1は、本実施形態の防振ズームレンズの概念図である。ここで F は第1群としての正の屈折力のフォーカス群(前玉レンズ群)である。 V は第2群としての変倍用の負の屈折力のバリエータであり、光軸上を像面側へ単調に移動させることにより、広角端(ワイド)から望遠端(テレ)への変倍を行っている。 C は負の屈折力のコンペンセータであり、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を往復軌道の移動をしている。バリエータ V とコンペンセータ C とで変倍系を構成している。 SP は開口絞り、 R は第4群としての全体として正の屈折力の固定のリレー群である。変倍に際し F ～ C までが形成する像点 I は変化しないので、 R だけの結像関係を考えると、その配置および近軸追跡値は変倍に関わらず不变である。したがって、変倍移動群より像側の、変倍に際し固定の群に防振レンズ群(第1S群)を配置することにより、変倍に伴う各偏心収差係数の変動を防止できる。

【0040】

ところで、像面上で所定の画ブレ補正量 Y を得るために必要な防振レンズ群の偏心量 E は、(b)式から、 $R = 0$ 、 $= 0$ 、 $k = 1$ として以下の式で表される。

$$E_{4S} = -Y / \{2(-E)\} (m)$$

10

20

30

40

50

一次の原点移動 (E) は (h) 式で表されることから、必要な画ブレ補正量 Y を得るために偏心量 E_{4s} は防振レンズ群に対する軸上マージナル光線の入射換算傾角 γ と出射換算傾角 β で規定される。

【 0 0 4 1 】

そこで本実施形態では、以下の (1) 式を満足させている。

$$-0.45 > (\gamma - \beta) \quad (1)$$

(1) 式を満足しないと、偏心量 E_{4s} の増大によって防振レンズ群の移動量が急激に増加することに加え、偏心を考慮した防振レンズ群の有効径が増大することから、必要な駆動力が急激に増大して機構全体が大型化する。また、偏心量 E_{4s} の増大に伴って偏心収差の発生が大きくなるので防振時の光学性能上も良くない。

10

【 0 0 4 2 】

さらに、(1) 式を満足するためには、第 4 群中に軸上光束を強く屈折させるレンズ構成が必要となってくる。このレンズ構成を軸上光束が強く屈折されるズームレンズの出口近傍に設定すると、駆動装置等の関係からテレビカメラとの光学的或いはメカニカルなインターフェース上の問題点が発生してしまうので好ましくない。また、第 4 群中にこのようなレンズ構成を新設すると屈折力の確保或いは収差補正のために必要な構成枚数が増大し、ズームレンズ全体が大型化してしまう。

【 0 0 4 3 】

そこで、第 1 群、第 2 群、第 3 群の屈折力配置を適切に設定することで、まず、変倍部をコンパクトにし、尚且つこの変倍部からの発散光線を正の屈折力の第 4 群の物体側の複数のレンズエレメントを利用して収斂光線に転じさせる。

20

【 0 0 4 4 】

この結果、第 4 群全体の有効径の増大を抑制し、リレーレンズ部、牽いては後に詳しく述べる焦点距離変換光学系のコンパクト化を図ることができる。

【 0 0 4 5 】

この第 4 群の収斂作用の空間に適切な屈折力の負レンズを配置することで上記のような問題点を回避しつつ比較的容易に軸上光束を強く屈折させるレンズ構成を達成することが可能となる。

【 0 0 4 6 】

(c) ~ (g) 式の関係から、防振レンズ群による偏心収差を補正するためには、防振レンズ群の各収差係数分担値を適切に制御する必要がある。したがって防振レンズ群を少なくとも 1 枚ずつの正レンズと負レンズで構成するのが好ましい。それにより、防振レンズ群の各収差係数分担値の制御が容易となり、偏心収差の補正が容易になって、防振時に偏心コマ、偏心像面湾曲等の偏心諸収差が発生しにくくなる。

30

【 0 0 4 7 】

また、(1) 式の関係から、防振レンズ群による偏心色収差を補正するためには、防振レンズ群の各色収差係数分担値を適切に制御する必要がある。したがって防振レンズ群を構成する正レンズのアッベ数の p と、負レンズのアッベ数の n の関係を以下の (2) 式を満足させるようにしている。

$$1.0 < (n - p) \quad (2)$$

40

条件式 (2) を満足しないと、防振レンズ群の各色収差係数の制御が困難になり、偏心色収差の補正が困難になって、防振時に色の非対称が発生しやすくなる。

【 0 0 4 8 】

(1) 式の関係から、防振レンズ群による偏心色収差を補正するためには、防振レンズ群像面側の群の各色収差係数分担値を適切に制御する必要がある。したがって防振レンズ群の像面側に配置される第 4 群のその他のレンズエレメントの各色収差係数の制御が困難になり、防振レンズ群の偏心色収差の抑制が困難になって、防振時に色の非対称が発生しやすくなる。

【 0 0 4 9 】

そのため、例えば防振レンズ群の像面側に配置される第 4 群のその他のレンズエレメン

50

トを構成する正レンズのアッペ数の平均値($p(4R)$)と、負レンズのアッペ数の平均値($n(4R)$)とは、以下の(3)式のような関係を満足することが望ましい。

$$p(4R) - n(4R) > 10 \quad (3)$$

すなわち、正レンズのアッペ数の平均値の方が負レンズのアッペ数の平均値よりも大きくなると、その差が10を越えるような色消しが望ましい。

【0050】

また、(c)式～(g)式の関係から、防振レンズ群による偏心収差を補正するためには、防振レンズ群の像面側の群の各収差係数分担値を適切に制御する必要がある。したがって防振レンズ群の像面側に配置される第4R群を少なくとも1枚の負レンズと複数の正レンズで構成しないと、各収差係数の制御が困難となり、偏心収差の抑制が困難になって、10防振時に偏心コマ、偏心像面湾曲等の偏心諸収差が発生しやすくなる。

【0051】

また、本実施形態においては、防振レンズ群の物体側又は像面側の近接した空間に開口絞りを配置することで軸外光線が防振レンズ群の略中央部を通過する事が可能となり防振レンズ群が偏心したときの軸外光線の光路の変化を極力抑えることができるため、特に1次の偏心像面湾曲(PE)、1次の偏心歪曲収差(VE1)、1次の偏心歪曲付加収差(VE2)等の軸外光線に係る偏心収差の変化を軽減している。

【0052】

また、本実施形態においては、この第4群は、全系の焦点距離を変換させる焦点距離変換光学系を防振レンズ群よりも像側に光軸上に挿脱可能にしている。内臓エクステンダー等、ユニット切り換えなどの方法により、変倍域を望遠側または広角側にシフトする光学系を、防振レンズ群の像側に有することを規定しており、変換の前後で防振レンズ群の制御の変更を不要にしている。焦点距離変換光学系による焦点距離変換の前後で、防振レンズ群の物体側の配置は変化しないため、所定の補正角を得るための防振レンズ群の偏心量Eは変化せず、防振レンズ群の制御を変える必要がない。20

【0053】

また、本実施形態においては、第3群を少なくとも1つの負レンズと少なくとも1つの正レンズにより構成し、その両レンズエレメントの間に適切な屈折率差、及びアッペ数差を設けることによりズーミングにおける色収差や球面収差の変動を補正することは勿論のこと、ズームレンズ全体における第4群が負担するワイド端の球面収差や色収差を軽減できるため、第4群の偏心収差への影響をも軽減することができる。30

【0054】

このように、全系の屈折力配置と変倍移動群の規定、防振レンズ群およびその像側のレンズ群の構成を適切に設定することにより、防振レンズ群の小型軽量化を図りつつ、防振レンズ群の偏心による光学性能への影響を変倍時も含め微小として、防振時も光学性能の良好な防振ズームレンズを達成することができる。

【0055】

次に本発明の数値実施例について以下に示す。

〔数値実施例1〕

数値実施例1の諸元を表1に示す。40

【0056】

【表1】

f=8.5~127.5	fno=1.7~2.0	2 ω 65.8° ~4.9°		
r1=	-251.088	d1= 2.00	n1=1.81265	v1=25.4
r2=	157.249	d2= 7.22		
r3=	234.983	d3= 10.06	n2=1.43985	v2=95.0
r4=	-158.211	d4= 7.14		
r5=	162.538	d5= 8.51	n3=1.49845	v3=81.5
r6=	-316.010	d6= 0.20		
r7=	108.347	d7= 7.30	n4=1.62286	v4=60.3
r8=	2254.334	d8= 0.20		
r9=	61.427	d9= 6.65	n5=1.62286	v5=60.3
r10=	128.524	d10= 可変		
*r11=	78.912	d11= 0.80	n6=1.83945	v6=42.7
r12=	15.768	d12= 7.79		10
r13=	-41.835	d13= 0.80	n7=1.77621	v7=49.6
r14=	60.569	d14= 1.99		
r15=	33.469	d15= 5.53	n8=1.85501	v8=23.9
r16=	-41.646	d16= 1.17		
r17=	-28.573	d17= 0.80	n9=1.77621	v9=49.6
*r18=	133.163	d18= 可変		
r19=	-27.765	d19= 0.80	n10=1.77621	v10=49.6
r20=	41.769	d20= 2.81	n11=1.85501	v11=23.9
r21=	-859.593	d21= 可変		
r22=	0.000	(絞り)	d22= 1.00	
r23=	0.000		d23= 4.77	n12=1.51976
r24=	-29.997		d24= 0.10	v12=52.4
r25=	10119.580		d25= 3.06	n13=1.58482
r26=	-55.852		d26= 0.10	v13=40.8
r27=	222.578		d27= 6.34	n14=1.48915
r28=	-25.903		d28= 1.10	n15=1.80642
r29=	572.440		d29= 0.10	v15=35.0
r30=	44.407		d30= 4.49	n16=1.62033
r31=	-111.118		d31= 3.00	v16=63.3
r32=	-145.684		d32= 1.10	n17=1.88815
r33=	54.946		d33= 0.20	v17=40.8
r34=	43.066		d34= 3.26	n18=1.81643
r35=	106.473		d35= 33.60	v18=22.8
r36=	594.450		d36= 4.86	n19=1.60548
r37=	-34.281		d37= 3.32	v19=60.6
r38=	-23.957		d38= 1.10	n20=1.80642
r39=	-78.850		d39= 5.08	n21=1.48915
r40=	-23.578		d40= 0.10	v21=70.2
r41=	138.426		d41= 6.28	n22=1.48915
r42=	-26.525		d42= 1.10	n23=1.88815
r43=	-256.639		d43= 0.10	v23=40.8
r44=	40.576		d44= 4.83	n24=1.67340
r45=	-203.039		d45= 4.50	v24=47.2
r46=	∞		d46= 30.00	n25=1.60718
r47=	∞		d47= 16.20	n26=1.51825
r48=	∞			v26=64.2

【0057】

r_i は物体側より順に第 i 番目のレンズ面の曲率半径、d_i は物体側より第 i 番目のレンズ面のレンズ厚又は空気間隔、n_i と v_i は各々物体側より順に第 i 番目のレンズの材質の屈折率とアッペ数である。「v_i」は、表中では「v_i」と記されている。 40

【0058】

d₁₀、d₁₈、d₂₁ は可変である。焦点距離が 8.5、51.0、127.5 の時のそれぞれの値は表 10 に示されている。これらの値は、数値実施例 2、数値実施例 3 においても同様である。

【0059】

【表 2】

焦点距離 可変間隔	8.50	5.10	127.50
d10	1.32	41.58	50.12
d18	51.65	7.31	5.67
d21	4.50	8.58	1.68

【0060】

第11面(r11)及び、第18面(r18)は非球面である。

【0061】

非球面形状は光軸方向にX軸、光軸と垂直方向にH軸、光線の進行方向を正とし、Rを近軸曲率半径、k、B、C、D、Eを各々非球面係数としたとき、10

【外2】

$$X = \frac{H^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(H/R)^2}} BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10}$$

【0062】

である。

【0063】

参照球面R、非球面係数k、B、C、D、Eの値は表3に示されている。表11において²⁰、例えば「3.2131D⁻⁶」とあるのは「3.2131 × 10⁻⁶」の意味である。これらの数値は、数値実施例2、数値実施例3においても同様である。

【0064】

【表3】

R11面

参照球面R = 78.91221

非球面係数

$$k = -3.23637D^{-2}$$

$$B = 3.21318D^{-7}$$

$$C = -3.97113^{-9}$$

$$D = -1.48889D^{-11}$$

$$E = 3.06352D^{-14}$$

R18面

参照球面R = 133.16287

非球面係数

$$k = -3.66073D^{-2}$$

$$B = -1.07011D^{-7}$$

$$C = 9.22594^{-9}$$

$$D = -1.68952D^{-10}$$

$$E = 4.38262D^{-13}$$

【0065】

図2は本発明の数値実施例1の広角端におけるレンズ断面図である。Fは第1群としての正の屈折力のフォーカス群(前玉レンズ群)である。Vは第2群としての変倍用の負の屈折力のバリエータであり、光軸上を像面側へ単調に移動されることにより、広角端(ワイ50

ド) から望遠端(テレ)への変倍を行っている。Cは負の屈折力のコンペンセータであり、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を往復軌道の移動をしている。バリエータVとコンペンセータCとで変倍系を構成している。

【0066】

S Pは開口絞り、Rは第4群としての正の屈折力の固定のリレー群である。Pは色分解プリズムや光学フィルター等であり、同図ではガラスブロックとして示している。

【0067】

d35はエクステンダー挿入間隔であって、この空間に焦点距離変換光学系(I E)を挿入/排出なる切り替えによりズームレンズの広角端焦点距離を望遠側(或いは広角側)にシフトすることが可能となっている。

【0068】

次に本実施例におけるズームレンズの第4群の特徴について説明する。第4群は負の屈折力の防振レンズ群(I S)と複数のレンズエレメントで構成されており、図4に示すように防振レンズ群は第4群の収斂光束中に配置している。また、図5に示すように焦点距離変換光学系に切換える際にも第4群内の収斂光束中に配置している。防振レンズ群は、防振用に光軸に対し略垂直な方向に移動する機能をもつ。前期防振レンズ群は1枚の負レンズと1枚の正レンズで構成されており、前記防振レンズ群への入射換算傾角を α 、換算出射傾角を β とし、前記負レンズのアッペ数を n 、前記正レンズのアッペ数を p としたとき、各式の値は下記の値をとる。

$$- = -0.499$$

$$n - p = 18.0$$

また、防振レンズ群より像面側に構成しているレンズエレメントは4枚の正レンズと2枚の負レンズで構成されており、これら4枚の正レンズ数の平均値は62.1、2枚の負レンズのアッペ数の平均値は37.9であって、正レンズのアッペ数の平均値が24以上も大きい効果的な色消しを行っている。

【0069】

また、(c)~(h)、(1)式に対応する各偏心収差係数を、防振レンズ群を p 、防振レンズ群の像側のレンズ群を q として、表4に示す。

【0070】

【表4】

αp	0.4566	L_p	-0.0013	L_q	-0.0662	TE	0.0031
$\alpha p'$	-0.0424	T_p	-0.0003	T_q	-0.0103	IIE	0.0393
$/ \alpha p$	-0.1546	I_p	1.5326	I_q	-4.3099	IIIE	0.0120
$/ \alpha p'$	-0.1901	II_p	0.5797	II_q	-1.3907	PE	-0.0597
		III_p	-0.0216	III_q	-0.2829	VE1	-0.0183
		P_p	-0.0474	P_q	0.1631	VE2	-0.0131
		V_p	-0.0159	V_q	0.0377	dE	0.9979

【0071】

防振レンズ群の入出射換算傾角と、防振レンズ群と防振レンズ群の像側のレンズ群の各収差係数の分担値を適切に設定することにより、防振レンズ群の各偏心収差係数を微小としている。

【0072】

図6~図8に数値実施例1の広角端、 $f = 51.0 \text{ mm}$ 、望遠端の縦収差図を示す。

【0073】

図9~図11に数値実施例1の広角端、 $f = 51.0 \text{ mm}$ 、望遠端における像高 0 mm 、 $\pm 4 \text{ mm}$ の横収差図を示す。

【0074】

図12~図14に数値実施例1の広角端、 $f = 51.0 \text{ mm}$ 、望遠端において、防振レンズ群を 1.0 mm シフトさせたときの像高 0 mm 、 $\pm 4 \text{ mm}$ の横収差図を示す。

10

20

30

40

50

〔数値実施例2〕

数値実施例2の諸元を表5に示す。

【0075】

【表5】

f=8.5~127.5	fno=1.7~2.0	2 ω =65.8°	~4.9°		
r1= -251.088	d1= 2.00	n1=1.81265	v1=25.4		
r2= 157.249	d2= 7.22				
r3= 234.983	d3= 10.06	n2=1.43985	v2=95.0		
r4= -158.211	d4= 7.14				
r5= 162.538	d5= 8.51	n3=1.49845	v3=81.5		
r6= -316.010	d6= 0.20				
r7= 108.347	d7= 7.30	n4=1.62286	v4=60.3	10	
r8= 2254.334	d8= 0.20				
r9= 61.427	d9= 6.65	n5=1.62286	v5=60.3		
r10= 128.524	d10= 可変				
*r11= 78.912	d11= 0.80	n6=1.83945	v6=42.7		
r12= 15.768	d12= 7.79				
r13= -41.835	d13= 0.80	n7=1.77621	v7=49.6		
r14= 60.569	d14= 1.99				
r15= 33.469	d15= 5.53	n8=1.85501	v8=23.9		
r16= -41.646	d16= 1.17				
r17= -28.573	d17= 0.80	n9=1.77621	v9=49.6		
*r18= 133.163	d18= 可変				
r19= -27.765	d19= 0.80	n10=1.77621	v10=49.6		
r20= 41.769	d20= 2.81	n11=1.85501	v11=23.9		
r21= -859.593	d21= 可変				
r22= 0.000 (絞り)	d22= 2.19			20	
r23= -165.000	d23= 4.92	n12=1.51976	v12=52.4		
r24= -29.358	d24= 0.10				
r25= -79.596	d25= 2.95	n13=1.51825	v13=64.1		
r26= -42.007	d26= 0.10				
r27= 456.979	d27= 6.14	n14=1.48915	v14=70.2		
r28= -29.188	d28= 1.10	n15=1.81264	v15=25.4		
r29= -63.575	d29= 0.10				
r30= 62.907	d30= 3.66	n16=1.62033	v16=63.3		
r31= -135.146	d31= 3.00				
r32= -133.657	d32= 1.10	n17=1.85649	v17=32.3		
r33= 64.757	d33= 0.10				
r34= 38.411	d34= 6.01	n18=1.81643	v18=22.8		
r35= -107.898	d35= 0.39				
r36= -87.511	d36= 1.00	n19=1.92859	v19=36.0	30	
r37= 66.523	d37= 33.60				
r38= 60.550	d38= 5.65	n20=1.62286	v20=60.3		
r39= -42.888	d39= 0.56				
r40= -42.752	d40= 1.10	n21=1.83932	v21=37.2		
r41= 47.194	d41= 6.41	n22=1.48915	v22=70.2		
r42= -37.624	d42= 0.10				
r43= 469.010	d43= 4.97	n23=1.51825	v23=64.1		
r44= -30.778	d44= 1.10	n24=1.88815	v24=40.8		
r45= -83.016	d45= 0.10				
r46= 52.007	d46= 3.74	n25=1.51976	v25=52.4		
r47= -241.226	d47= 4.50				
r48= ∞	d48= 30.00	n26=1.60718	v26=38.0		
r49= ∞	d49= 16.20	n27=1.51825	v27=64.2		
r50= ∞				40	

【0076】

図15は本発明の数値実施例2の広角端におけるレンズ断面図である。

【0077】

図15において、Fは第1群としての正の屈折力のフォ-カス群（前玉レンズ群）である。Vは第2群としての変倍用の負の屈折力のバリエ-タであり、光軸上を像面側へ巣調に移動させることにより、広角端（ワイド）から望遠端（テレ）への変倍を行っている。Cは負の屈折力のコンペンセータであり、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を往復軌道の移動をしている。バリエータVとコンペンセータCとで変倍系を構成している。

【0078】

S Pは絞り、Rは第4群としての正の屈折力の固定のリレー群である。Pは色分解プリズ

ムや光学フィルター等であり、同図ではガラスブロックとして示している。

【0079】

R32からR37は防振レンズ群であり、負の屈折力を有する。R37の像面側には比較的大きな空間を有し、この空間に焦点距離変換光学系(IIE)を挿入することでズームレンズ全系の焦点距離を望遠側(或いは広角側)にシフトさせる。

【0080】

次に本実施例におけるズームレンズの第4群の特徴について説明する。第4群は負の屈折力の防振レンズ群(IIS)と複数のレンズエレメントで構成されており、図16に示すように配置している。

【0081】

防振レンズ群が防振用に光軸に対し略垂直な方向に移動する機能をもつ。前記防振レンズ群は2枚の負レンズと1枚の正レンズで構成されており、前記防振レンズ群への入射換算傾角を α 、換算出射傾角を β とし、前記負レンズのアッベ数の平均値を n 、前記正レンズのアッベ数を p としたとき、各式の値は下記の値をとる。

$$\alpha = -0.700$$

$$n - p = 11.36$$

また、防振レンズ群より像面側に構成しているレンズエレメントは4枚の正レンズと2枚の負レンズで構成されており、これら4枚の正レンズのアッベ数の平均値は61.8、2枚の負レンズのアッベ数の平均値39.0であって、正レンズのアッベ数の平均値が22以上も大きい効果的な色消しを行っている。(c)~(h)、(1)式に対応する各偏心収差係数を、防振レンズ群を p 、防振レンズ群の像側のレンズ群を q として、表6に示す。

【0082】

【表6】

αp	0.6825	L_p	0.0205	L_q	-0.0865	TE	0.0014
$\alpha p'$	-0.0171	T_p	0.0013	T_q	-0.0140	IIE	0.0016
$/ \alpha p$	-0.1299	I_p	-1.6522	I_q	1.3256	IIIE	0.0156
$/ \alpha p'$	-0.1865	II_p	0.9089	II_q	-0.4749	PE	-0.0807
		III_p	0.0001	III_q	-0.2296	VE1	0.0031
		P_p	-0.0633	P_q	0.1771	VE2	-0.0182
		V_p	-0.0216	V_q	-0.0018	dE	1.3991

【0083】

防振レンズ群の入出射換算傾角と、防振レンズ群と防振レンズ群の像側のレンズ群の各収差係数の分担値を適切に設定することにより、防振レンズ群の各偏心収差係数を微小としている。

【0084】

図17~図19に数値実施例2の広角端、 $f = 51.0 \text{ mm}$ 、望遠端の縦収差図を示す。

【0085】

図20~図22に数値実施例2の $f = 51.0 \text{ mm}$ 、望遠端における像高0mm、 $\pm 4 \text{ mm}$ の横収差図を示す。

【0086】

図23~図25に数値実施例2の広角端、 $f = 51.0 \text{ mm}$ 、望遠端において、防振レンズ群を 1.0 mm シフトさせたときの像高0mm、 $\pm 4 \text{ mm}$ の横収差図を示す。

〔数値実施例3〕

数値実施例3の諸元を表7に示す。

【0087】

【表7】

f=8.5~127.5		fno=1.7~2.0	2 ω =65.8°	~4.9°		
r1=	-251.088		d1=	2.00	n1=1.81265	v1=25.4
r2=	157.249		d2=	7.22		
r3=	234.983		d3=	10.06	n2=1.43985	v2=95.0
r4=	-158.211		d4=	7.14		
r5=	162.538		d5=	8.51	n3=1.49845	v3=81.5
r6=	-316.010		d6=	0.20		
r7=	108.347		d7=	7.30	n4=1.62286	v4=60.3
r8=	2254.334		d8=	0.20		
r9=	61.427		d9=	6.65	n5=1.62286	v5=60.3
r10=	128.524		d10=	可変		
*r11=	78.912		d11=	0.80	n6=1.83945	v6=42.7
r12=	15.768		d12=	7.79		
r13=	-41.835		d13=	0.80	n7=1.77621	v7=49.6
r14=	60.569		d14=	1.99		
r15=	33.469		d15=	5.53	n8=1.85501	v8=23.9
r16=	-41.646		d16=	1.17		
r17=	-28.573		d17=	0.80	n9=1.77621	v9=49.6
*r18=	133.163		d18=	可変		
r19=	-27.765		d19=	0.80	n10=1.77621	v10=49.6
r20=	41.769		d20=	2.81	n11=1.85501	v11=23.9
r21=	-859.593		d21=	可変		
r22=	0.000	(絞り)	d22=	4.00		
r23=	-38.148		d23=	3.17	n12=1.51976	v12=52.4
r24=	-25.086		d24=	0.10		
r25=	-158.911		d25=	3.70	n13=1.51976	v13=52.4
r26=	-38.249		d26=	0.10		
r27=	149.726		d27=	6.68	n14=1.49845	v14=81.5
r28=	-30.878		d28=	1.10	n15=1.81264	v15=25.4
r29=	-93.128		d29=	0.10		
r30=	51.471		d30=	5.08	n16=1.62033	v16=63.3
r31=	-83.953		d31=	3.00		
r32=	-114.184		d32=	1.10	n17=1.77621	v17=49.6
r33=	54.013		d33=	0.10		
r34=	33.679		d34=	4.21	n18=1.81643	v18=22.8
r35=	101.957		d35=	1.94		
r36=	-262.800		d36=	1.00	n19=1.77621	v19=49.6
r37=	67.825		d37=	33.60		
r38=	49.650		d38=	5.88	n20=1.62033	v20=63.3
r39=	-48.118		d39=	0.14		
r40=	-49.206		d40=	1.10	n21=1.83932	v21=37.2
r41=	40.578		d41=	5.81	n22=1.51825	v22=64.1
r42=	-54.230		d42=	0.10		
r43=	152.889		d43=	5.35	n23=1.51825	v23=64.1
r44=	-31.561		d44=	1.10	n24=1.88815	v24=40.8
r45=	-85.801		d45=	0.10		
r46=	60.984		d46=	3.43	n25=1.51976	v25=52.4
r47=	-224.298		d47=	4.50		
r48=	∞		d48=	30.00	n26=1.60718	v26=38.0
r49=	∞		d49=	16.20	n27=1.51825	v27=64.2
r50=	∞					

【 0 0 8 8 】

図26は本発明の数値実施例3の広角端におけるレンズ断面図である。Fは第1群としての正の屈折力のフォーカス群(前玉レンズ群)である。Vは第2群としての変倍用の負の屈折力のバリエータであり、光軸上を像面側へ単調に移動させることにより、広角端(ワイド)から望遠端(テレ)への変倍を行っている。Cは負の屈折力のコンペニセータであり、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を往復軌道の移動をしている。バリエータVとコンペニセータCとで変倍系を構成している。

【 0 0 8 9 】

S Pは絞り、Rは第群としての正の屈折力の固定のリレー群である。Pは色分解プリズムや光学系フィルター等であり、同図ではガラスブロックとして示している。

【 0 0 9 0 】

R32からR37は防振レンズ群であり、負の屈折力を有する。R37の像面側には比較的大きな空間を有し、この空間に焦点距離変換光学系(I E)を挿入することでズームレンズ全系の焦点距離を望遠側或いは広角側にシフトさせる。

10

20

30

40

50

【0091】

次に本実施例におけるズームレンズの第4群の特徴について説明する。第4群は負の屈折力の防振レンズ群(1S)と複数のレンズエレメントで構成されており、図26に示すように配置している。防振レンズ群が防振用に光軸に対し略垂直な方向に移動する機能をもつ。前記防振レンズ群は2枚の負レンズと1枚の正レンズで構成されており、前記防振レンズ群への入射換算傾角を α 、換算出射傾角を β とし、前記負レンズのアッペ数の平均値を n 、前記正レンズのアッペ数を p としたとき、各式の値は下記のようになり、条件を満たす。

$$\alpha = -0.900$$

$$n = -p = 26.8$$

10

また、防振レンズ群より像面側に構成しているレンズエレメントは4枚の正レンズと2枚の負レンズで構成されており、これら4枚の正レンズのアッペ数の平均値は61.1、2枚の負レンズのアッペ数の平均値は39.0であって、正レンズのアッペ数の平均値が2以上も大きい効果的な色消しを行っている。

【0092】

(c)～(h)、(1)式に対応する各偏心収差係数を、防振レンズ群を p 、防振レンズ群の像側のレンズ群を q として、表8に示す。

【0093】

【表8】

αp	0.8744	Lp	0.0351	Lq	-0.0875	TE	0.0011
$\alpha p'$	0.0256	Tp	0.0015	Tq	-0.0144	IIE	-0.0175
$/ \alpha p$	-0.1102	Ip	-3.7578	Iq	-1.6158	IIIIE	0.0024
$/ \alpha p'$	-0.1854	IIIp	1.3076	IIq	-0.9258	PE	-0.0753
		IIIp	0.0408	IIq	-0.2797	VE1	-0.0012
		Pp	-0.0942	Pq	0.1752	VE2	-0.0236
		Vp	-0.0250	Vq	-0.0028	dE	1.7999

20

【0094】

防振レンズ群の入出射換算傾角と、防振レンズ群と防振レンズ群の像側のレンズ群の各収差係数の分担値を適切に設定することにより、防振レンズ群の各偏心収差係数を微小としている。

30

【0095】

図28～図30に数値実施例3の広角端、 $f = 51.0 \text{ mm}$ 、望遠端の縦収差図を示す。

【0096】

図31～図33に数値実施例3の広角端、 $f = 51.0 \text{ mm}$ 、望遠端における像高0mm、 $\pm 4 \text{ mm}$ の横収差図を示す。

【0097】

図34～図36に数値実施例3の広角端、 $f = 51.0 \text{ mm}$ 、望遠端において、防振レンズ群を1.0mmシフトさせたときの像高0mm、 $\pm 4 \text{ mm}$ の横収差図を示す。

【0098】

40

次に数値実施例1から3のズームレンズを撮影光学系として用いた撮影装置(テレビカメラシステム)の実施形態を図37を用いて説明する。

【0099】

図37において、106はレンズを含む撮影装置本体、101は数値実施例1から3のズームレンズによって構成された撮影光学系、102はフィルターや色分解プリズムに相当するガラスブロック、103は撮影光学系101によって形成される被写体像を受光するCCD等の撮像素子、104、105は撮影装置及びレンズの制御を司るCPUである。

【0100】

このように数値実施例1から3のズームレンズをテレビカメラ等の撮影装置に適用することにより、防振時においても良好な光学性能を有する撮影装置を実現することができる。

50

【0101】

【発明の効果】

以上説明した本発明によれば、所謂4群ズームレンズにおいて、全系の屈折力配置及び変倍移動群の配置を規定し、第4群の構成を規定することにより、全変倍範囲にわたり防振時についても高い光学性能を有し、機構全体が小型軽量な防振ズームレンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のズームレンズの動作を説明する為の概念的光路図

【図2】本発明の数値実施例1の広角端におけるレンズ断面図

【図3】本発明の数値実施例1において焦点距離変換サブユニットを備えたレンズ断面図 10

【図4】数値実施例1において第4群の位置を説明するための光路図

【図5】数値実施例1において焦点距離変換サブユニットを備えた第4群の位置を説明するための図

【図6】本発明の数値実施例1の広角端における縦収差図

【図7】本発明の数値実施例1の中間焦点距離における縦収差図

【図8】本発明の数値実施例1の望遠端における縦収差図

【図9】本発明の数値実施例1の広角端における横収差図

【図10】本発明の数値実施例1の中間焦点距離における横収差図

【図11】本発明の数値実施例1の望遠端における横収差図

【図12】本発明の数値実施例1の広角端において、防振レンズ群を1.0mmシフトしたときの像高0mm、±4mmの横収差図 20

【図13】本発明の数値実施例1の中間焦点距離において、防振レンズ群を1.0mmシフトしたときの像高0mm、±4mmの横収差図

【図14】本発明の数値実施例1の望遠端において、防振レンズ群を1.0mmシフトしたときの像高0mm、±4mmの横収差図

【図15】本発明の数値実施例2の広角端におけるレンズ断面図

【図16】数値実施例2において第4群の位置を説明するための光路図

【図17】本発明の数値実施例2の広角端における縦収差図

【図18】本発明の数値実施例2の中間焦点距離における縦収差図

【図19】本発明の数値実施例2の望遠端における縦収差図 30

【図20】本発明の数値実施例2の広角端における横収差図

【図21】本発明の数値実施例2の中間焦点距離における横収差図

【図22】本発明の数値実施例2の望遠端における横収差図

【図23】本発明の数値実施例2の広角端において、防振レンズ群を1.0mmシフトしたときの像高0mm、±4mmの横収差図

【図24】本発明の数値実施例2の中間焦点距離において、防振レンズ群を1.0mmシフトしたときの像高0mm、±4mmの横収差図

【図25】本発明の数値実施例2の望遠端において、防振レンズ群を1.0mmシフトしたときの像高0mm、±4mmの横収差図

【図26】本発明の数値実施例3の広角端におけるレンズ断面図 40

【図27】数値実施例3において第4群の位置を説明するための光路図

【図28】本発明の数値実施例3の広角端における縦収差図

【図29】本発明の数値実施例3の中間焦点距離における縦収差図

【図30】本発明の数値実施例3の望遠端における縦収差図

【図31】本発明の数値実施例3の広角端における横収差図

【図32】本発明の数値実施例3の中間焦点距離における横収差図

【図33】本発明の数値実施例3の望遠端における横収差図

【図34】本発明の数値実施例3の広角端において、防振レンズ群を1.0mmシフトしたときの像高0mm、±4mmの横収差図

【図35】本発明の数値実施例3の中間焦点距離において、防振レンズ群を1.0mmシ 50

フトしたときの像高 0 mm、 ± 4 mm の横収差図

【図 3 6】本発明の数値実施例 3 の望遠端において、防振レンズ群を 1.0 mm シフトしたときの像高 0 mm、 ± 4 mm の横収差図

【図 3 7】本発明のズームレンズを用いた撮影装置の模式図

【符号の説明】

F 第 1 群 (フォーカス群)

V 第 2 群 (バリエータ)

C 第 3 群 (コンペンセータ)

R 第 4 群 (リレー群)

I S 防振レンズ群

I E 焦点距離変換光学系

S P 開口絞り

P ガラスブロック

e e 線

g g 線

S サジタル像面

M メリディオナル像面

S H サジタル成分の横収差

I ズームレンズ全系の像点

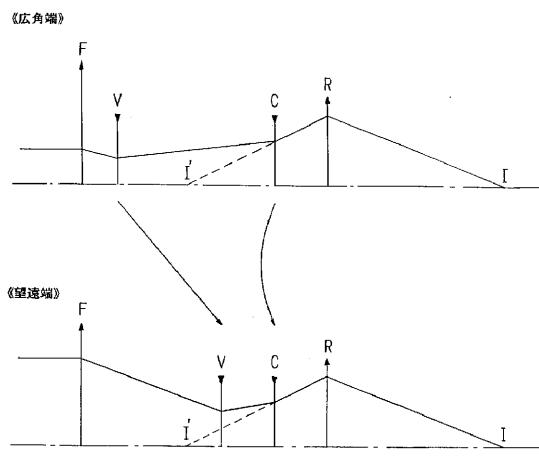
I' 第 1 群から第 3 群が作る像点

10

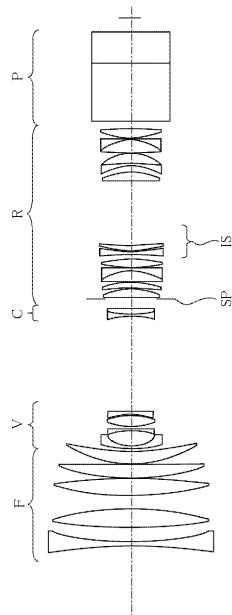
I' 第 1 群から第 3 群が作る像点

20

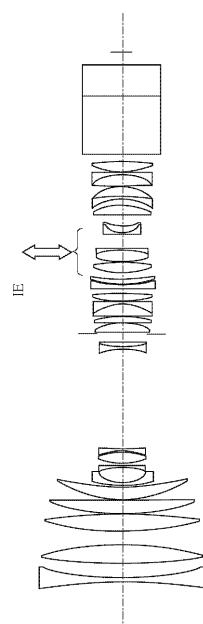
【図 1】



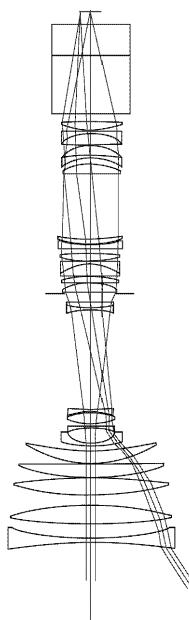
【図 2】



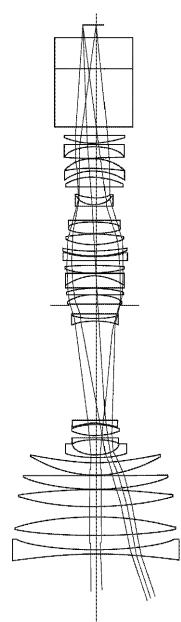
【図3】



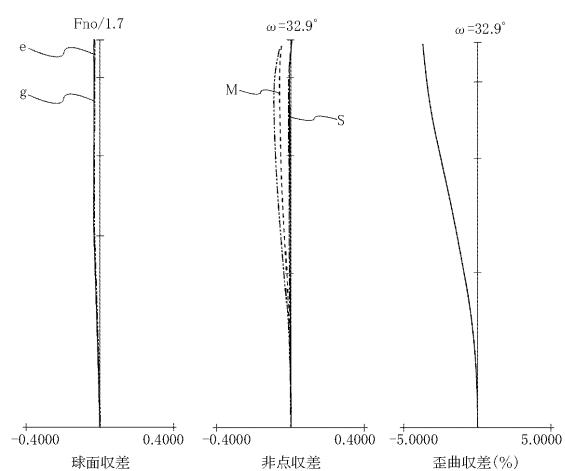
【図4】



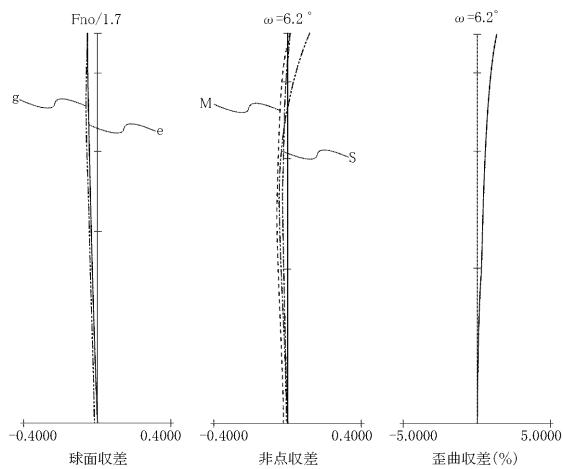
【図5】



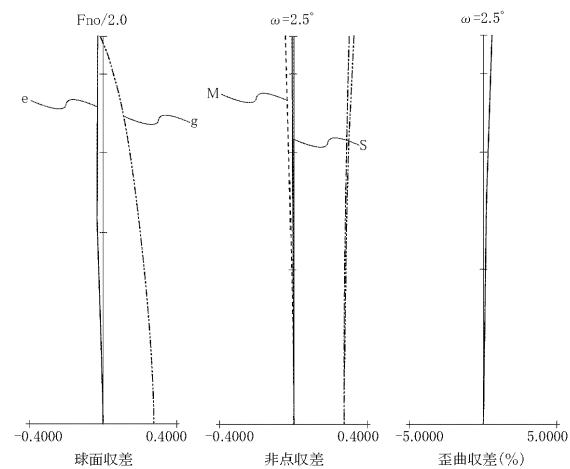
【図6】



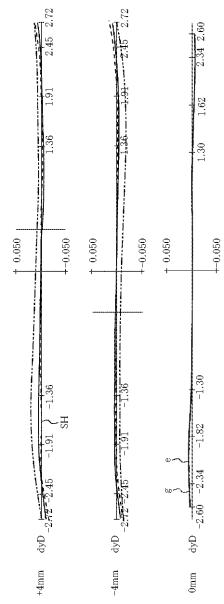
【図7】



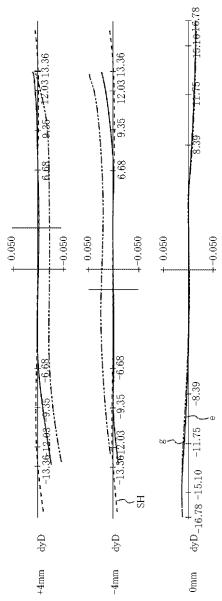
【図8】



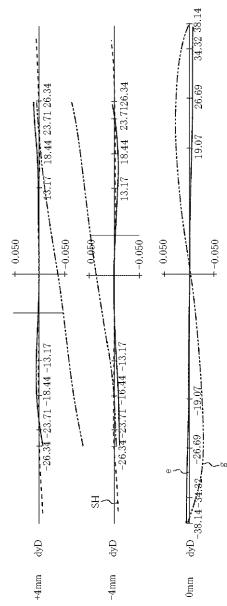
【図9】



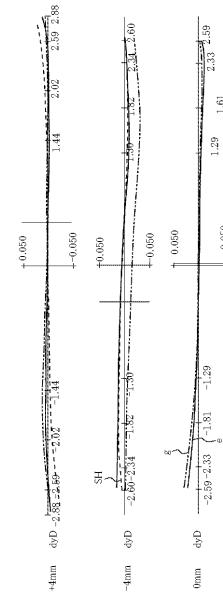
【図10】



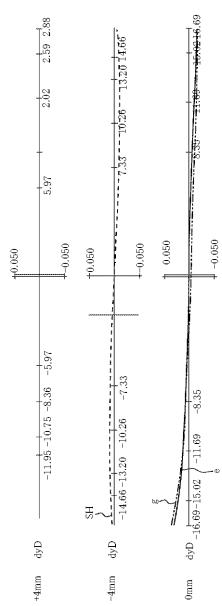
【図11】



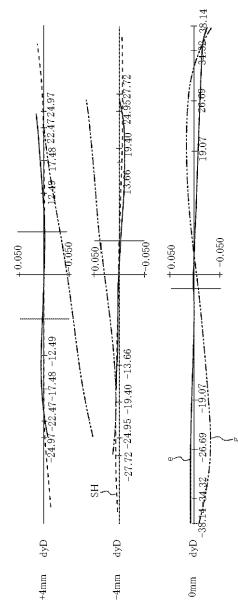
【図12】



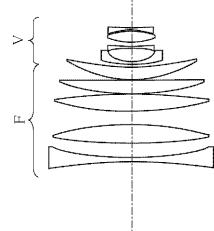
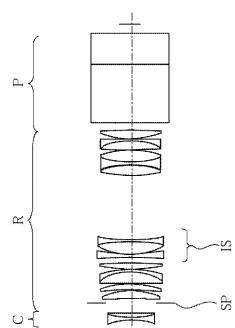
【図13】



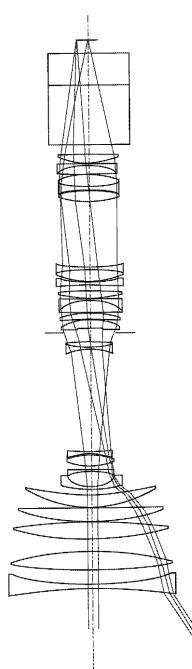
【図14】



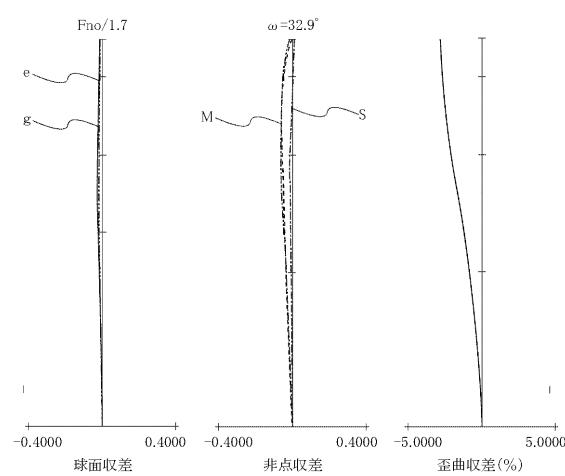
【図15】



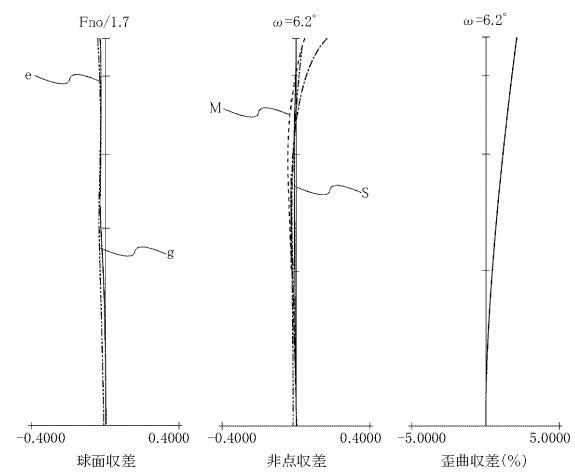
【図16】



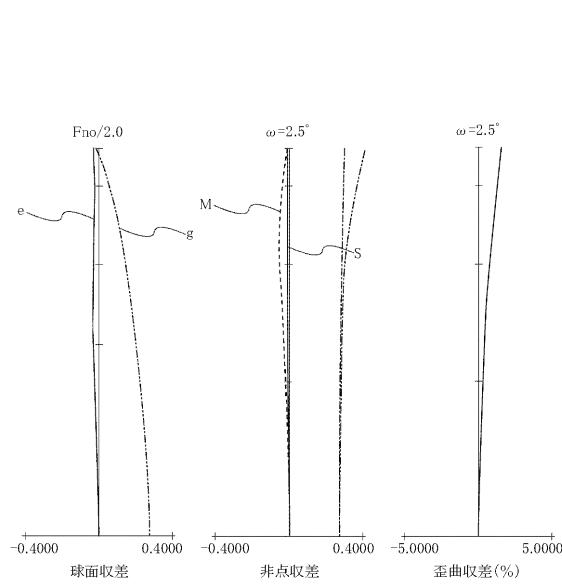
【図17】



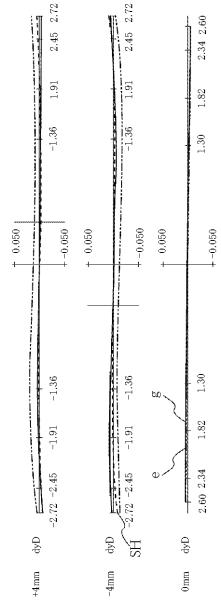
【図18】



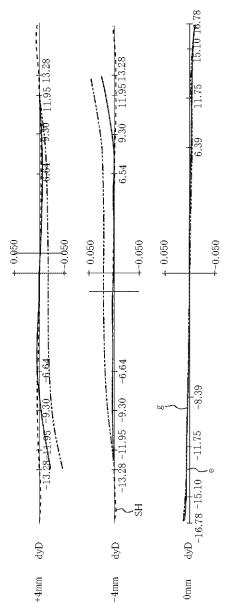
【図19】



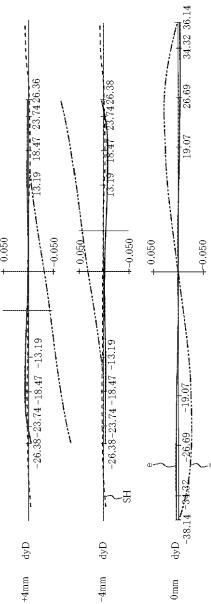
【図20】



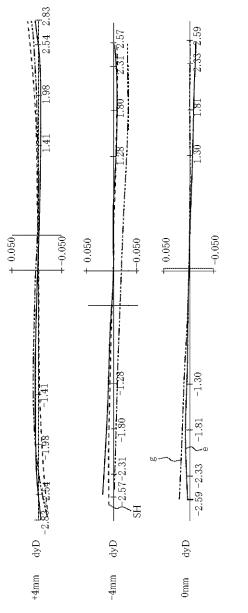
【図21】



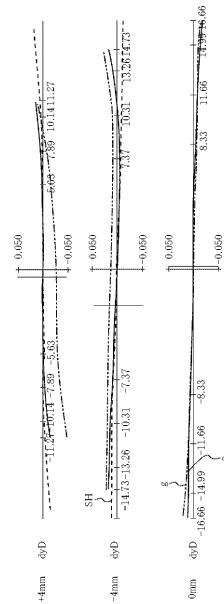
【図22】



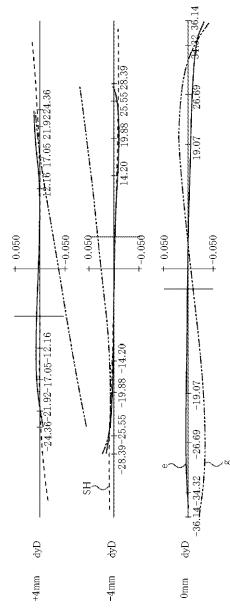
【図23】



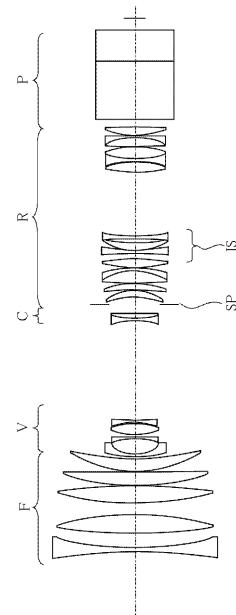
【図24】



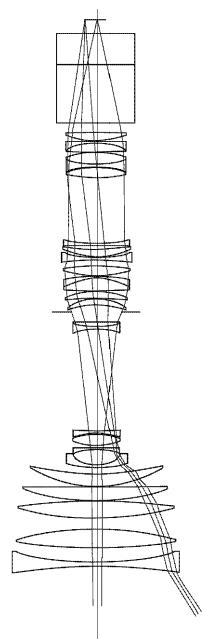
【図25】



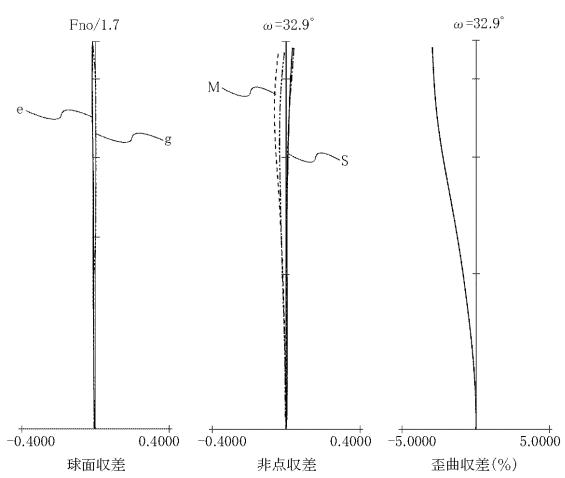
【図26】



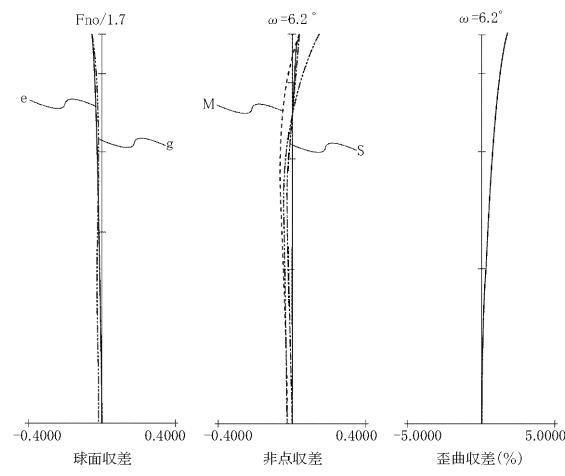
【図27】



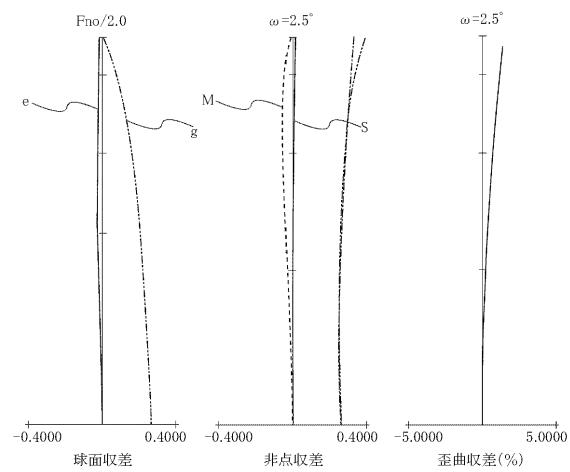
【図28】



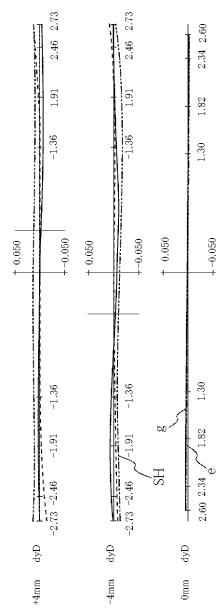
【図29】



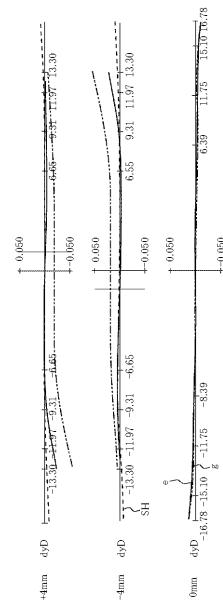
【図30】



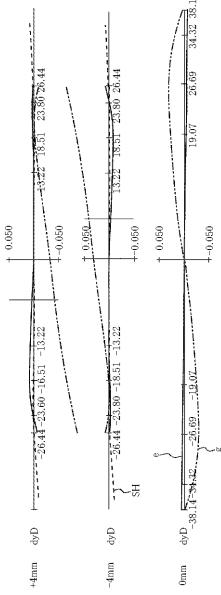
【図31】



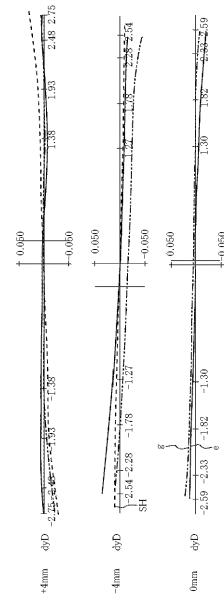
【図32】



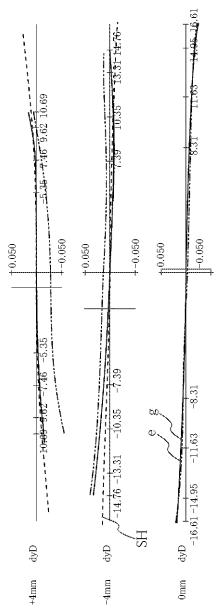
【図33】



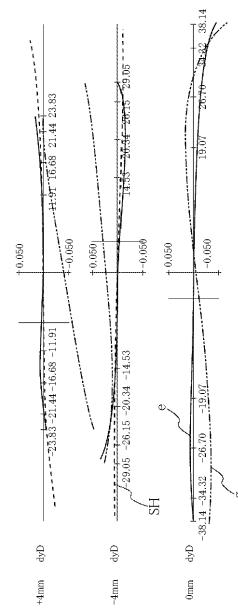
【図34】



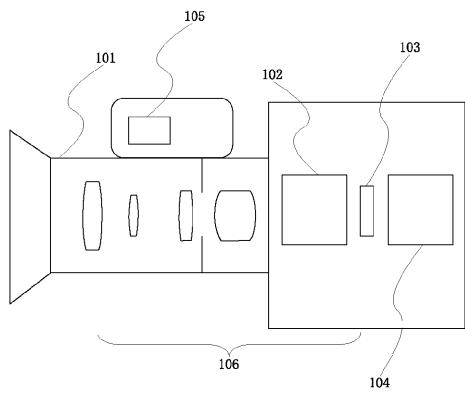
【図35】



【図36】



【図37】



フロントページの続き

合議体

審判長 江塚 政弘

審判官 辻 徹二

審判官 瀬川 勝久

(56)参考文献 特開平7-27978 (JP, A)

特開平8-29738 (JP, A)

特開平10-90599 (JP, A)

特開平10-62686 (JP, A)