

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4323584号
(P4323584)

(45) 発行日 平成21年9月2日 (2009.9.2)

(24) 登録日 平成21年6月12日 (2009.6.12)

(51) Int.Cl.

F I

GO 2 B 15/20 (2006.01)

GO 2 B 15/20

GO 3 B 5/00 (2006.01)

GO 3 B 5/00 J

請求項の数 13 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願平10-136171	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成10年4月30日 (1998.4.30)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開平11-316342		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成11年11月16日 (1999.11.16)	(74) 代理人	100086818
審査請求日	平成17年4月12日 (2005.4.12)		弁理士 高梨 幸雄
		(72) 発明者	遠藤 宏志
			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	下村 一石
		(56) 参考文献	特開平08-029686 (JP, A)
			特開平07-261079 (JP, A)
			特開平07-325272 (JP, A)
			特開平09-230237 (JP, A)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 防振機能を有した変倍光学系

(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、負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群、負の屈折力の第4群、正の屈折力の第5群、そして負の屈折力の第6群の6つのレンズ群より構成され、該第2群は正の屈折力の第2a群と負の屈折力の第2b群又は正の屈折力の第2a群と負の屈折力の第2b群、そして負の屈折力の第2c群より構成され、広角端から望遠端への変倍を該第1、第3、第5、第6群をいずれも物体側へ移動させて行う変倍光学系であって、該第2b群を光軸と垂直方向に移動させて該変倍光学系が振動したときに生じる画像のブレを補正し、広角端と望遠端での第i群と第i+1群の間隔をD_iW、D_iT、望遠端での第2群と第2b群の焦点距離を各々f₂、f_{2b}、広角端と望遠端での全系の焦点距離を各々f_W、f_Tとしたとき、

$$D_{1W} < D_{1T}$$

$$0.85 < f_{2b} / f_2 < 1.2$$

【数 1】

$$0.18 < |f_2| / \sqrt{(f_W \cdot f_T)} < 0.3$$

なる条件を満足することを特徴とする防振機能を有した変倍光学系。

【請求項 2】

前記第2a群の焦点距離をf_{2a}としたとき、

$$1.0 < f_2 a / |f_2| < 2.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項 3】

前記第 2 a 群は 1 枚の正レンズより構成されることを特徴とする請求項 1 の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項 4】

前記第 1 群は 1 枚の負レンズと 2 枚の正レンズ より構成され、前記第 1 群の焦点距離を f_1 としたとき、

【数 2】

$$0.85 < f_1 / \sqrt{(f_W \cdot f_T)} < 1.05$$

10

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項 5】

前記第 2 b 群は 2 枚の負レンズと 1 枚の正レンズ より構成されることを特徴とする請求項 1 の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項 6】

前記第 6 群は 1 枚の正レンズと 1 枚又は 2 枚の負レンズより構成され、前記第 6 群の焦点距離を f_6 、広角端と望遠端での倍率を W 、 T としたとき、

$$1.2 < T / W < 1.5$$

20

【数 3】

$$0.35 < |f_6| / \sqrt{(f_W \cdot f_T)} < 0.45$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項 7】

前記第 5 群の焦点距離を f_5 、広角端と望遠端での前記第 5 群と前記第 6 群の間隔を各々 D_{5W} 、 D_{5T} としたとき、

$$D_{5T} < D_{5W}$$

【数 4】

30

$$0.25 < f_5 / \sqrt{(f_W \cdot f_T)} < 0.4$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 6 の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項 8】

前記第 3 群は 1 枚の負レンズと 2 枚の正レンズ より構成され、前記第 3 群の焦点距離を f_3 としたとき、

$$D_{2T} < D_{2W}$$

$$1.4 < f_3 / |f_2| < 1.7$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 の防振機能を有した変倍光学系。

40

【請求項 9】

前記第 4 群は 1 枚の負レンズより構成され、前記第 4 群の焦点距離を f_4 としたとき、

【数 5】

$$0.5 < |f_4| / \sqrt{(f_W \cdot f_T)} < 3$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 8 の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項 10】

フォーカシングを前記第 6 群を移動させて行うことを特徴とする請求項 6 の防振機能を有した変倍光学系。

50

【請求項 1 1】

物体距離無限から至近へのフォーカシングを前記第 6 群を像面側に移動させ、前記第 4 群を物体側に移動させて行うことを特徴とする請求項 9 の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項 1 2】

前記第 2 群は物体側より正の屈折力の第 2 a 群と負の屈折力の第 2 b 群、そして負の屈折力を有する第 2 c 群より構成され、前記第 2 c 群の焦点距離を f_{2c} としたとき、

$$4 < f_{2c} / f_2 < 20$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 3 の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項 1 3】

前記第 1 群の広角端から望遠端への変倍の際の移動量を M_1 、広角端での光学全長を $OTLW$ 、前記第 6 群の広角端から望遠端への変倍の際の移動量を M_6 としたとき、

$$0.32 < -M_1 / OTLW < 0.4$$

$$0.5 < |M_6 / M_1| < 0.6$$

$$D_{3W} < D_{3T}$$

$$D_{4T} < D_{4W}$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 9 の防振機能を有した変倍光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は防振機能を有した変倍光学系に関し、特に変倍光学系の一部のレンズ群を光軸と垂直方向に移動させることにより、該変倍光学系が振動（傾動）したときの撮影画像のブレを光学的に補正して静止画像を得るようにし、撮影画像の安定化を図った写真用カメラやビデオカメラ等に好適な防振機能を有した変倍光学系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

進行中の車や航空機等の移動物体上から撮影をしようとするとき撮影系に振動が伝わり、手振れとなり撮影画像にブレが生じる。

【0003】

従来よりこのときの撮影画像のブレを防止する機能を有した防振光学系が種々と提案されている。

【0004】

例えば、撮影系を構成するレンズ群、もしくはレンズ群の一部を光軸からずらして（シフトさせて）像ブレを補正した光学系（以下、光学防振レンズ）が種々と提案されている。

【0005】

特開平 7 - 318865 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、正の屈折力の第 3 群、正の屈折力の第 4 群、負の屈折力の第 5 群から成り、広角端から望遠端へのズームングに際して第 1 群と第 2 群の間隔が増大し、第 2 群と第 3 群の間隔が減少し、第 3 群と第 4 群の間隔が増大し、第 4 群と第 5 群の間隔が減少するように、少なくとも第 1 群及び第 5 群を物体側へ移動するように構成し、第 4 群をシフトさせて防振を行ったズームレンズを開示している。

【0006】

特開平 7 - 128619 号公報では、物体側より順に変倍及び合焦の際に固定の正の屈折力の第 1 群、変倍機能を有する負の屈折力の第 2 群、開口絞り、正の屈折力の第 3 群、そして変倍により変動する像面を補正する補正機能と合焦機能の双方の機能を有する正の屈折力の第 4 群の 4 つのレンズ群を有した変倍光学系であって、該第 3 群は負の屈折力の第 3 1 群と正の屈折力の第 3 2 群の 2 つのレンズ群より成り、該第 3 2 群を光軸と垂直方向に移動させて該変倍光学系が振動したときの撮影画像のブレを補正している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

一般に撮影系の一部のレンズ群を振動させて撮影画像のブレをなくし、静止画像を得る機

10

20

30

40

50

構には画像のブレの補正量が多いことやブレ補正の為に振動させるレンズ群（可動レンズ群）の移動量や回転量が少ないこと、光学系全体が小型であること等が要望されている。又、可動レンズ群を偏心させたとき偏心コマ、偏心非点収差、偏心色収差、そして偏心像面湾曲収差等が多く発生すると画像のブレを補正したとき偏心収差の為に、画像がボケてくる。例えば偏心歪曲収差が多く発生すると光軸上の画像の移動量と周辺部の画像の移動量が異なってくる。この為、光軸上の画像を対象に画像のブレを補正しようと可動レンズ群を偏心させると、周辺部では画像のブレと同様な現象が発生してきて光学特性を著しく低下させる原因となってくる。

【0008】

このように防振機能を有した光学系においては可動レンズ群を光軸と直交する方向に移動させて、偏心状態にしたとき画質の低下を少なくする為に偏心収差発生量が少ないこと、装置全体を小型にする為に可動レンズ群の少ない移動量で大きな画像のブレを補正することができる、所謂偏心敏感度（単位移動量 H に対する画像のブレの補正量 X との比 X/H ）が多いこと等が要求されている。

【0009】

本発明は、光学系（撮影系）の一部のレンズ群を光軸と垂直な方向に偏心駆動させて撮影画像の変位（ブレ）を補正する際、各レンズ要素を適切に配置することによって35mmフィルム換算で焦点距離が100mm～400mm程度と超望遠域までを含み、各種の偏心収差を良好に補正し、又十分に少ない偏心駆動量で十分に大きい変位補正（ブレ補正）を実現し、基準状態と防振状態の双方で良好なる光学性能を有した防振機能を有した変倍光学系の提供を目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明の防振機能を有した変倍光学系は、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、正の屈折力の第3群、負の屈折力の第4群、正の屈折力の第5群、そして負の屈折力の第6群の6つのレンズ群より構成され、該第2群は正の屈折力の第2a群と負の屈折力の第2b群又は正の屈折力の第2a群と負の屈折力の第2b群、そして負の屈折力の第2c群より構成され、広角端から望遠端への変倍を該第1、第3、第5、第6群をいずれも物体側へ移動させて行う変倍光学系であって、該第2b群を光軸と垂直方向に移動させて該変倍光学系が振動したときに生じる画像のブレを補正し、広角端と望遠端での第i群と第i+1群の間隔を D_{iW} 、 D_{iT} 、望遠端での第2群と第2b群の焦点距離を各々 f_2 、 f_{2b} 、広角端と望遠端での全系の焦点距離を各々 f_W 、 f_T としたとき、

$$D_{1W} < D_{1T} \quad \dots (1)$$

$$0.85 < f_{2b} / f_2 < 1.2 \quad \dots (2)$$

【数6】

$$0.18 < |f_2| / \sqrt{(f_W \cdot f_T)} < 0.3$$

$$\dots (3)$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0014】

【発明の実施の形態】

図1、図4、図7、図10は本発明の数値実施例1～4のレンズ断面図である。図2は本発明の数値実施例1の広角端における無限遠物体の基準状態と変倍光学系を0.5°傾けたときの収差図、図3は本発明の数値実施例1の望遠端における無限遠物体の基準状態と変倍光学系を0.5°傾けたときの収差図、図5は本発明の数値実施例2の広角端における無限遠物体の基準状態と変倍光学系を0.5°傾けたときの収差図、図6は本発明の数値実施例2の望遠端における無限遠物体の基準状態と変倍光学系を0.5°傾けたときの収差図、図8は本発明の数値実施例3の広角端における無限遠物体の基準状態と変倍光学系を0.5°傾けたときの収差図、図9は本発明の数値実施例3の望遠端における無限遠

物体の基準状態と変倍光学系を 0.5° 傾けたときの収差図、図11は本発明の数値実施例4の広角端における無限遠物体の基準状態と変倍光学系を 0.5° 傾けたときの収差図、図12は本発明の数値実施例4の望遠端における無限遠物体の基準状態と変倍光学系を 0.5° 傾けたときの収差図である。

【0015】

図中、L1は正の屈折力の第1群、L2は負の屈折力の第2群、L3は正の屈折力の第3群、L4は負の屈折力の第4群、L5は正の屈折力の第5群、L6は負の屈折力の第6群、SPは絞りである。

【0016】

第2群は図1の数値実施例1では正の屈折力の第2a群L2aと負の屈折力の第2b群L2bより成り、図4、図7、図10の数値実施例2、3、4では正の屈折力の第2a群L2a、負の屈折力の第2b群L2b、そして負の屈折力の第2c群L2cより成っている。そして変倍光学系が振動したときに生じる画像のブレを第2b群L2bを光軸と垂直方向に移動させて補正している。矢印は広角端から望遠端への変倍に際して各レンズ群の移動軌跡を示している。

10

【0017】

本実施形態では広角端から望遠端への変倍に際して第1、第3、第5、第6群をいずれも物体側へ移動させている。第2、第4群は固定である。

【0018】

即ち、第1群と第2群の間隔が増大し、第2群と第3群の間隔が減少し、第3群と第4群の間隔が増大し、第4群と第5群の間隔が減少し、第5群と第6群の間隔が減少するようにしている。

20

【0019】

本発明のズームレンズにおいては無限遠物体から近距離物体への焦点調節の際には、第6群を像面側へ移動させるか、又は第6群を像面側へ移動させると共に第4群を物体側へ移動させて行っている。これによって、至近物体における画面周辺部の光量を効果的に確保している。

【0020】

尚、本実施形態においては第6群が最も像面側の負の屈折力のレンズ群、第5群が最も像面側の負の屈折力のレンズ群の物体側の正のレンズ群に相当している。

30

【0021】

本実施形態では前述の如く各レンズ群を設定すると共に条件式(1)~(3)を満足させることによって基準状態及び防振状態での光学性能を良好に維持した望遠型の変倍光学系を達成している。

【0022】

次に防振動作について説明する。本発明に於いては画像のブレを撮影系の一部のレンズ群(第2b群)を防振レンズ群とし、光軸と垂直な方向に移動させることで補正する、所謂シフト防振を用いている。さらに詳しく説明すると、撮影時に手ブレ等による撮影系に振動が発生した場合、振動ジャイロ・加速度センサー等の振動検出手段により撮影系の振動を検出する。そして振動検出手段からの信号に基づいて防振レンズ群駆動手段により防振レンズ群を光軸と垂直な方向に駆動することでフィルム面(感光面)上の画像の位置を垂直方向に変位させ前記振動による画像ブレを打ち消している。

40

【0023】

前記振動検出手段、防振レンズ群駆動手段では電力を消費するため、カメラとしてはバッテリーの消耗を少なくするため、なるべく電力消費量の少ない防振光学系が求められている。さらに撮影系の振動に対する防振レンズ群の追従性をよくするために防振レンズ群の軽量化、小型化が必要となっている。また、防振レンズ群の偏心敏感度、すなわち防振レンズ群の駆動量に対する像面の変位量が大きいほど防振レンズ群の駆動量が小さくて済むため、防振レンズ群の偏心敏感度の大きい光学系が求められている。

【0024】

50

本実施形態では比較的レンズ外径が小さい第 2 群を複数のレンズ群、第 2 a 群、第 2 b 群の少なくとも 2 つのレンズ群に分割し、第 2 a 群を正の屈折力のレンズ群とすることで、第 2 群全体で防振する場合に比べ、第 2 b 群の外径を小さくし、かつ偏心敏感度を大きくしている。

【0025】

ここで前述の条件式 (1) を満足するように第 1 群を移動させて、所定の変倍比を効果的に得ている。又、条件式 (2) は第 2 群と第 2 b 群の屈折力の比を規定し、第 2 b 群の偏心敏感度を大きくするとともに第 2 群中の他のレンズ構成を簡単のものにし、小型化を図り、占有するスペースを少なくし、スペース的に有利なものとするための式である。条件式 (2) の下限値を越えて第 2 b 群の屈折力が強くなると偏心敏感度は大きくなり、有利だが、第 2 群中の他のレンズ群のレンズ構成を複雑にしないと収差補正が困難となる。又、上限値を越えて第 2 b 群の屈折力が弱くなると偏心敏感度が小さくなり好ましくない。

10

【0026】

条件式 (3) は、広角端と望遠端の焦点距離の積の平方根に対する第 2 群の焦点距離の比を規定するものである。条件式 (3) の下限値を越えて第 2 群の屈折力が強くなると第 2 群の偏心敏感度は大きくなり前記第 2 群の一部で防振を行う際のレンズ駆動量を少なくできるので好ましい。

【0027】

しかしながら第 2 群で発生する収差が大きくなり、その補正が困難となり、またレンズ系の近軸配置がテレフォトタイプが弱くなるため、必要以上にバックフォーカスが長くなり、レンズ全長が増大する。又、上限値を越えて第 2 群の屈折力が弱くなると第 2 群の偏心敏感度が小さくなり、防振を行う際のレンズ駆動量が大きくなり好ましくない。

20

【0028】

本発明の防振機能を有した変倍光学系は以上の諸条件を満足させることにより達成されるが、更に全変倍範囲にわたり収差変動が少なく、画面全体にわたり高い光学性能を得るには、次の諸条件のうち少なくとも 1 つを満足させるのが良い。

【0029】

(ア-1) 前記第 2 a 群の焦点距離を f_{2a} としたとき

$$1.0 < f_{2a} / |f_2| < 2.0 \quad (4)$$

30

なる条件を満足することである。

【0030】

条件式 (4) は第 2 群の焦点距離に対する第 2 a 群の焦点距離の比を規定するものである。条件式 (4) の下限値を越えて第 2 a 群の正の屈折力が強くなることは第 2 b 群の負の屈折力が強くなることを意味し、第 2 b 群で防振を行う際のレンズ駆動量を少なくできる。また望遠端で第 2 b 群に入射する F No 光線の径が小さくなるため第 2 b 群のレンズ外径が小さくなるが、収差補正のために第 2 a 群、第 2 b 群のレンズ枚数を増やす必要が生じる。

【0031】

又、上限値を越えて第 2 a 群の正の屈折力が弱くなると収差補正上は好ましいが、第 2 b 群の偏心敏感度を上げること及び第 2 b 群のレンズ外径を小さくし、レンズ重量を軽くする効果が小さくなる。

40

【0032】

又、本実施形態では少ないレンズ枚数で良好な光学性能を得るために第 2 a 群を 1 枚の正レンズ、第 2 b 群を 2 枚の負レンズと 1 枚の正レンズより構成している。

【0033】

(ア-2) 前記第 2 a 群は 1 枚の正レンズより構成されることである。

【0034】

(ア-3) 前記第 1 群は 1 枚の負レンズと 2 枚の正レンズより構成され、前記第 1 群の焦点距離を f_1 としたとき

50

【 0 0 3 5 】

【 数 9 】

$$0.85 < f_1 / \sqrt{(f_W \cdot f_T)} < 1.05 \quad \dots\dots (5)$$

なる条件を満足することである。

【 0 0 3 6 】

条件式 (5) は広角端と望遠端の焦点距離の積の平方根に対する第 1 群の焦点距離の比を規定するものである。条件式 (5) の下限値を越えて第 1 群の屈折力が強くなるとレンズ系のコンパクト化には有利だが第 1 群で発生する諸収差が増大し、これを他のレンズ群で

10

バランス良く補正することが困難となる。又、上限値を越えて第 1 群の屈折力が弱くなると広角端から望遠端への変倍の際、所定の変倍比を得る為に第 1 群の移動量を増大させる必要が生じ、レンズ系が大きくなる。

【 0 0 3 7 】

(ア-4) 前記第 2 b 群は 2 枚の負レンズと一枚の正レンズより構成されることである。

【 0 0 3 8 】

(ア-5) 全レンズ系の最も像面側の負の屈折力の第 6 群は 1 枚の正レンズと 1 枚又は 2 枚の負レンズより構成され、広角端から望遠端への変倍の際には物体側に移動し、前記第 6 群の焦点距離を f_6 、広角端と望遠端での倍率を W 、 T としたとき

$$1.2 < T / W < 1.5 \quad (6)$$

20

【 0 0 3 9 】

【 数 7 】

$$0.35 < |f_6| / \sqrt{(f_W \cdot f_T)} < 0.45$$

・・・ (7)

【 0 0 4 0 】

本実施形態では、最も像面側のレンズ群 (第 6 群) を 1 枚の正レンズと 1 枚又は 2 枚の負レンズより構成される負レンズ群とし、広角端から望遠端への変倍に際して物体側に移動させることで該負レンズ群にも変倍効果を持たせ、高変倍化を図りつつ、レンズ系全体のコンパクトを図っている。

30

【 0 0 4 1 】

条件式 (6) は前記最も像面側の負レンズ群 (第 6 群) の広角端での倍率 W と望遠端での倍率 T の比である。条件式 (6) の下限値を越えると該負レンズ群の変倍効果が小さくなることを意味し、これを主に第 1 群と第 2 群での変倍を大きくすることで補うことになるため、レンズ系の増大につながる。

【 0 0 4 2 】

又上限値を越えるとレンズ系のコンパクト化には良いが、望遠端で該負レンズ群の位置敏感度が大きくなり、また本実施形態では、フォーカシングに該負レンズ群を用いているが、フォーカシングでの収差変動が大きくなり好ましくない。

40

【 0 0 4 3 】

条件式 (7) は広角端と望遠端の焦点距離の積の平方根に対する前記最も像面側の負レンズ群の焦点距離の比を規定するものであり、条件式 (7) の下限値を越えて該負レンズ群の屈折力が強くなるとコンパクト化には良いが、望遠端で該負レンズ群の位置敏感度が大きくなる。

【 0 0 4 4 】

また本実施形態では、フォーカシングに該負レンズ群を用いているが、フォーカシングでの収差変動が大きくなり好ましくない。又、上限値を越えて該負レンズ群の屈折力が弱くなると該負レンズ群の変倍効果が小さくなることを意味し、これを主に第 1 群と第 2 群での変倍を大きくすることで補うことになるためレンズ系の増大につながる。

50

【 0 0 4 5 】

(ア-6) 前記第 5 群の焦点距離を f_5 、広角端と望遠端での前記第 5 群と前記第 6 群の間隔を各々 D_{5W} 、 D_{5T} としたとき

$$D_{5T} < D_{5W} \quad \cdots (8)$$

【 0 0 4 6 】

【 数 8 】

$$0.25 < f_5 / \sqrt{(f_W \cdot f_T)} < 0.4$$

$\cdots (9)$

10

なる条件を満足することである。

【 0 0 4 7 】

本実施形態では、前記最も像面側の負レンズ群の物体側に隣接して正レンズ群（第 5 群）を配置している。これにより、レンズ系のテレフォトタイプを強め、（レンズ系全体の）コンパクト化を図っている。そして条件式（8）を満足させるようにレンズ群を移動させて所定の変倍比を効果的に得ている。

【 0 0 4 8 】

条件式（9）は広角端と望遠端の焦点距離の積の平方根に対する該正レンズ群（第 5 群）の焦点距離の比を規定するものである。条件式（9）の下限値を越えて該正レンズ群の屈折力が強くなると前述のテレフォトタイプが強くなりコンパクト化には有利だが該正レンズ群で発生する諸収差が増大し好ましくない。又上限値を越えて該正レンズ群の屈折力が弱くなると前述のテレフォトタイプが弱くなりレンズ系の増大につながる。

20

【 0 0 4 9 】

(ア-7) 前記第 2 群の像面側には、正の屈折力を有する第 3 群が配置され、前記第 3 群は 1 枚の負レンズと 1 枚又は 2 枚の正レンズより構成され、前記第 3 群の焦点距離を f_3 としたとき

$$D_{2T} < D_{2W} \quad (10)$$

$$1.4 < f_3 / |f_2| < 1.7 \quad (11)$$

なる条件を満足することである。

【 0 0 5 0 】

30

条件式（10）を満足するように第 1 群を移動させて、所定の変倍比を効果的に得ている。条件式（11）は第 2 群と第 3 群の焦点距離の比に関し、主にレンズ系全体の小型化を図りつつ、高変倍化を図る為のものであり、条件式（11）の下限値を越えて第 3 群の屈折力が強くなるとレンズ系全体は小型化されるが変倍の際の収差変動が大きくなっていく。又上限値を越えて第 3 群の屈折力が弱くなると所定の変倍比を確保する為の第 3 群の移動量が増大し、レンズ全長が長くなっていく。

【 0 0 5 1 】

(ア-8) 前記第 3 群の像面側には 1 枚の負レンズより構成される第 4 群を有し、前記第 4 群の焦点距離を f_4 としたとき

【 0 0 5 2 】

40

【 数 1 2 】

$$0.5 < |f_4| / \sqrt{(f_W \cdot f_T)} < 3 \quad \cdots (12)$$

なる条件を満足することである。

【 0 0 5 3 】

条件式（12）は広角端と望遠端の焦点距離の積の平方根に対する前記第 4 群の焦点距離の比を規定するものである。条件式（12）の下限値を越えて第 4 群の負の屈折力が強くなると第 4 群で発生する収差が大きくなり、また第 4 群での光束の発散作用が強くなるため特に広角端で F N o を確保するために第 4 群より像面側のレンズ群の外径が増大し、好

50

ましくない。

【 0 0 5 4 】

又、上限値を越えて第 4 群の負の屈折力が弱くなると前述のフォーカシングの際の第 4 群でのフローティングによる収差補正作用が小さくなり、特に広角側でのフォーカシングによる像面変動が大きくなる。

【 0 0 5 5 】

(ア-9) フォーカシングを前記第 6 群を移動させて行ったことである。

【 0 0 5 6 】

(ア-10) 物体距離無限から至近へのフォーカシングを前記第 6 群を像面側に移動させ、前記第 4 群を物体側に移動させて行ったことである。

10

【 0 0 5 7 】

本実施形態では、無限遠物体から至近物体へのフォーカシングを最も像面側の負レンズ群（第 6 群）を像面側に移動させるとともに、第 4 群を物体側に移動させて行っている。これにより、ズームレンズでは一般的に行われている第 1 群によるフォーカシングに比べ、レンズ重量の軽いレンズ群で行うため迅速なオートフォーカスができるようにしている。さらに、第 4 群を移動させることでフローティングを利用したフォーカシング時の収差変動、特に広角側での像面変動を小さくすることを可能としている。

【 0 0 5 8 】

(ア-11) 前記第 2 群は物体側より正の屈折力の第 2 a 群と負の屈折力の第 2 b 群より構成されることである。

20

【 0 0 5 9 】

(ア-12) 前記第 2 群は物体側より正の屈折力の第 2 a 群と負の屈折力の第 2 b 群、そして負の屈折力を有する第 2 c 群より構成され、前記第 2 c 群の焦点距離を f_{2c} としたとき $4 < f_{2c} / f_{20} < 20$ (1 3)

なる条件を満足することである。

【 0 0 6 0 】

本発明の実施形態 1 は第 2 群を正の屈折力の第 2 a 群と負の屈折力の第 2 b 群の 2 つの群より構成している。また、実施形態 2, 3, 4 は第 2 群を正の屈折力の第 2 a 群と負の屈折力の第 2 b 群、そして負の屈折力の第 2 c 群の 3 つの群より構成している。この様に第 2 群を 3 つのレンズ群に分割し中央のレンズ群を光軸と垂直な方向に偏心させて防振を行うことで、第 2 群を 2 つのレンズ群に分割した場合に比べ、防振時の光学性能をより良好に維持している。

30

【 0 0 6 1 】

条件式 (1 3) は前記第 2 群の焦点距離に対する前記第 2 c 群の焦点距離の比の範囲を規定するものである。条件式 (1 3) の下限値を越えて第 2 c 群の屈折力が強くなると、これに伴い第 2 b 群の屈折力が弱くなるため第 2 b 群の偏心敏感度が小さくなり防振のためのレンズ駆動量が大きくなり好ましくない。又上限値を越えて第 2 c 群の屈折力が弱くなると、第 2 c 群を置いた意味がなくなる。(ア-13) 前記第 1 群の広角端から望遠端への変倍の際の移動量を M_1 、広角端での光学全長を $OTLW$ 、最も像面側に配置される第 6 群の広角端から望遠端への変倍の際の移動量を M_6 としたとき

40

$$0.32 < -M_1 / OTLW < 0.4 \quad (14)$$

$$0.5 < |M_6 / M_1| < 0.6 \quad (15)$$

$$D_{3W} < D_{3T} \quad (16)$$

$$D_{4T} < D_{4W} \quad (17)$$

なる条件を満足することである。

【 0 0 6 2 】

条件式 (1 4) は広角端の光学全長に対する広角端から望遠端への変倍の際の第 1 群の移動量の比である。条件式 (1 4) の下限値を越えて変倍における第 1 群の物体側への移動量が少なくなると望遠端でのテレ比が短くなることを意味し、望遠側での収差補正が困難となってくる。又上限値を越えて第 1 群の物体側への移動量が多くなると収差補正上は有

50

利であるが、この移動を実現するために鏡筒構造が複雑になる。更に鏡筒のガタによる光学性能の劣化が大きくなる等の不具合が生じる。

【0063】

条件式(15)は広角端から望遠端への変倍の際の第1群の移動量に対する最も像面側のレンズ群(第6群)の移動量の比を規定するものである。条件式(15)の下限値を越えて最も像面側のレンズ群の物体側への移動量が少なくなると該レンズ群での変倍効果が小さくなるため所定の変倍比を得るために第2群に大きな変倍効果を持たせる必要が生じる。この結果、第2群の負の屈折力を強めるためレンズ系全体としてテレフォトタイプが弱くなり、バックフォーカスが長くなり、広角端でのレンズ全長の増大につながる。又上限値を越えて最も像面側のレンズ群の物体側への移動量が大きくなるとコンパクト化には有利だが、望遠端での該レンズ群の位置敏感度が大きくなりすぎ鏡筒のガタによるピント変動が無視出来なくなってくる。

10

【0064】

条件式(16)、(17)は変倍に伴う第3群、第6群の移動条件を適切に設定し、レンズ系全体の小型化を図りつつ、良好なる光学性能を得る為のものである。

【0065】

次に本発明の数値実施例を示す。数値実施例において 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 は物体側より順に第 i 番目のレンズ厚及び空気間隔、 N_i と i は各々物体側より順に第 i 番目のレンズのガラスの屈折率とアッペ数である。また前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表-1に示す。

20

【0066】

数値実施例 1

f=102.5 ~389.9		FNo=1:4.6~5.8		2ω= 23.8° ~ 6.4°				
R1=	130.537	D1=	5.10	N1=	1.55963	ν 1=	61.2	
R2=	441.062	D2=	0.15					
R3=	112.964	D3=	3.50	N2=	1.74950	ν 2=	35.0	
R4=	68.259	D4=	0.27					
R5=	67.858	D5=	10.70	N3=	1.43387	ν 3=	95.1	10
R6=	-3625.649	D6=	可変					
R7=	300.000	D7=	2.00	N4=	1.51633	ν 4=	64.2	
R8=	0.000	D8=	2.00					
R9=	-1292.823	D9=	1.65	N5=	1.69680	ν 6=	55.5	
R10=	55.328	D10=	4.00					
R11=	-56.181	D11=	1.65	N6=	1.62299	ν 6=	58.2	
R12=	66.648	D12=	3.00	N7=	1.84666	ν 7=	23.8	20
R13=	-10578.693	D13=	可変					
R14=	493.499	D14=	4.80	N8=	1.43875	ν 8=	95.0	
R15=	-39.596	D15=	1.20					
R16=	-43.852	D16=	2.00	N9=	1.69680	ν 9=	55.5	
R17=	-76.652	D17=	0.15					
R18=	59.575	D18=	3.10	N10=	1.62299	ν 10=	58.2	
R19=	143.557	D19=	2.50					30
R20=	0.000(絞り)	D20=	可変					
R21=	-41.758	D21=	3.30	N11=	1.60311	ν 11=	60.6	
R22=	-78.298	D22=	可変					
R23=	311.334	D23=	2.90	N12=	1.51633	ν 12=	64.1	
R24=	-70.624	D24=	0.15					
R25=	722.761	D25=	1.50	N13=	1.80518	ν 13=	25.4	
R26=	50.638	D26=	1.30					40
R27=	89.382	D27=	3.10	N14=	1.51633	ν 14=	64.1	

R28=	-126.212	D28=	0.15		
R29=	43.536	D29=	3.70	N15=1.66672	ν 15=48.3
R30=	-4831.014	D30=	可変		
R31=	257.070	D31=	1.80	N16=1.80610	ν 16=40.9
R32=	41.745	D32=	6.82		
R33=	39.810	D33=	4.10	N17=1.72825	ν 17=28.5
R34=	-763.243	D34=	0.00		
R35=	-744.684	D35=	1.80	N18=1.77250	ν 18=49.6
R36=	43.199				

10

焦点距離 102.55 158.11 389.86

可変間隔

D 6	14.21	46.21	94.20
D 13	18.64	13.58	2.48
D 20	8.39	13.46	24.55
D 22	31.73	24.25	8.76
D 30	22.87	19.05	2.06

20

f	FNo	2ω	ω
102.5	4.6	23.8	11.9
158.1	5.1	15.6	7.8
389.9	5.8	6.4	3.2

30

数值实施例 2

f=96.9~389.8 FNo=1:4.6 ~5.8 $2\omega = 25.2^\circ \sim 6.4^\circ$

R1=	122.417	D1=	5.10	N1= 1.55963	ν 1= 61.2
R2=	440.291	D2=	0.15		
R3=	106.940	D3=	3.50	N2= 1.74950	ν 2= 35.0
R4=	64.736	D4=	0.27		

40

R5= 63.855	D5= 10.70	N3= 1.43387	ν 3= 95.1	
R6= 4198.433	D6= 可変			
R7= -3948.641	D7= 2.00	N4= 1.51633	ν 4= 64.2	
R8= -261.095	D8= 2.00			
R9= 3714.496	D9= 1.40	N5= 1.69680	ν 5= 55.5	
R10= 50.574	D10= 3.80			
R11= -50.953	D11= 1.40	N6= 1.62299	ν 6= 58.2	10
R12= 70.467	D12= 2.80	N7= 1.84666	ν 7= 23.8	
R13= -632.093	D13= 2.00			
R14= 387.375	D14= 2.00	N8= 1.51633	ν 8= 64.1	
R15= 112.675	D15=可変			
R16= 69.750	D16= 6.00	N9= 1.43875	ν 9= 95.0	
R17= -37.682	D17= 1.20			
R18= -38.158	D18= 2.00	N10=1.69680	ν 10=55.5	20
R19= -73.751	D19= 0.15			
R20= 66.819	D20= 3.10	N11=1.62299	ν 11=58.2	
R21= 138.216	D21= 2.50			
R22= 0.000(絞り)	D22=可変			
R23= -47.436	D23= 3.30	N12=1.60311	ν 12=60.6	
R24= -75.623	D24=可変			
R25=-1515.347	D25= 2.90	N13=1.51633	ν 13=64.1	30
R26= -74.069	D26= 0.15			
R27= 417.802	D27= 1.50	N14=1.80518	ν 14=25.4	
R28= 48.168	D28= 1.30			
R29= 79.403	D29= 3.10	N15=1.51633	ν 15=64.1	
R30= -148.149	D30= 0.15			
R31= 42.182	D31= 3.70	N16=1.66672	ν 16=48.3	40
R32= 1816.629	D32=可変			
R33= 1575.362	D33= 1.80	N17=1.80610	ν 17=40.9	

R34= 43.675 D34= 2.40
 R35= 41.428 D35= 4.10 N18=1.72825 ν 18=28.5
 R36= -118.833 D36= 0.00
 R37= -118.833 D37= 1.80 N19=1.77250 ν 19=49.6
 R38= 49.276

焦点距離 96.95 152.76 389.82

10

可變間隔

D 6 3.76 37.34 87.71
 D 15 17.15 11.96 2.48
 D 22 8.09 13.28 22.77
 D 24 37.96 29.35 15.50
 D 32 27.16 23.77 6.83

20

f	FNo	2ω	ω
96.9	4.6	25.2	12.6
152.8	5.1	16.1	8.1
389.8	5.8	6.4	3.2

数值实施例 3

f=102.9 ~389.5 FNo=1:4.6~5.8 $2\omega = 23.8^\circ \sim 6.4^\circ$

30

R1= 134.141 D1= 5.10 N1= 1.55963 ν 1= 61.2
 R2= 597.331 D2= 0.15
 R3= 114.052 D3= 3.50 N2= 1.74950 ν 2= 35.0
 R4= 69.779 D4= 0.27
 R5= 68.893 D5= 10.70 N3= 1.43387 ν 3= 95.1
 R6= 2336.892 D6= 可變
 R7= 289.725 D7= 2.00 N4= 1.51633 ν 4= 64.2
 R8= -2258.790 D8= 2.00

40

R9=	-289.661	D9=	1.40	N5=	1.69680	ν 6=	55.5	
R10=	60.445	D10=	3.80					
R11=	-64.103	D11=	1.40	N6=	1.62299	ν 6=	58.2	
R12=	56.235	D12=	2.80	N7=	1.84666	ν 7=	23.8	
R13=	352.607	D13=	1.20					
R14=	1217.766	D14=	2.00	N8=	1.51633	ν 8=	64.1	
R15=	109.994	D15=	可変					10
R16=	108.194	D16=	4.80	N9=	1.43875	ν 9=	95.0	
R17=	-37.924	D17=	1.20					
R18=	-38.800	D18=	2.00	N10=	1.69680	ν 10=	55.5	
R19=	-75.372	D19=	0.15					
R20=	49.021	D20=	3.10	N11=	1.62299	ν 11=	58.2	
R21=	188.685	D21=	2.50					
R22=	0.000(絞り)	D22=	可変					20
R23=	-53.102	D23=	3.30	N12=	1.60311	ν 12=	60.6	
R24=	-67.991	D24=	可変					
R25=	499.495	D25=	1.50	N13=	1.80518	ν 13=	25.4	
R26=	44.712	D26=	1.30					
R27=	89.343	D27=	3.10	N14=	1.51633	ν 14=	64.1	
R28=	-76.029	D28=	0.15					
R29=	39.280	D29=	3.70	N15=	1.66672	ν 15=	48.3	30
R30=	-851.740	D30=	可変					
R31=	-811.632	D31=	1.80	N16=	1.80610	ν 16=	40.9	
R32=	43.007	D32=	7.18					
R33=	49.463	D33=	4.10	N17=	1.72825	ν 17=	28.5	
R34=	-139.571	D34=	0.01					
R35=	-229.472	D35=	1.80	N18=	1.77250	ν 18=	49.6	
R36=	70.320							40

焦点距離 102.88 155.31 389.47

可變間隔

D 6	18.51	50.73	99.06
D 15	20.97	16.03	2.31
D 22	8.40	13.35	27.07
D 24	27.68	19.70	2.37
D 30	21.46	17.80	1.88

10

f	FNo	2ω	ω
102.9	4.6	23.8	11.9
155.3	5.0	15.9	7.9
389.5	5.8	6.4	3.2

数值实施例 4

20

$f=102.6 \sim 389.7$ FNo=1:4.6~5.8 $2\omega = 23.8^\circ \sim 6.4^\circ$

R1= 117.753	D1= 5.10	N1= 1.55963	$\nu 1= 61.2$
R2= 435.781	D2= 0.15		
R3= 111.901	D3= 3.50	N2= 1.74950	$\nu 2= 35.0$
R4= 65.442	D4= 0.27		
R5= 65.459	D5= 10.70	N3= 1.43387	$\nu 3= 95.1$
R6= -12879.609	D6= 可變		
R7= -728.223	D7= 2.00	N4= 1.51633	$\nu 4= 64.2$
R8= -197.480	D8= 2.00		
R9= -228.449	D9= 1.40	N5= 1.69680	$\nu 6= 55.5$
R10= 55.688	D10= 3.40		
R11= -59.735	D11= 1.40	N6= 1.62299	$\nu 6= 58.2$
R12= 60.680	D12= 2.80	N7= 1.84666	$\nu 7= 23.8$
R13= -2043.048	D13= 2.00		
R14= -609.425	D14= 2.00	N8= 1.51633	$\nu 8= 64.1$

30

40

R15=	135.085	D15=	可変			
R16=	69.802	D16=	6.00	N9=	1.43875	ν 9= 95.0
R17=	-35.133	D17=	1.20			
R18=	-35.084	D18=	2.00	N10=	1.69680	ν 10=55.5
R19=	-58.558	D19=	0.15			
R20=	72.723	D20=	3.10	N11=	1.62299	ν 11=58.2
R21=	332.176	D21=	2.50			10
R22=	0.000(絞り)	D22=	可変			
R23=	-48.187	D23=	3.30	N12=	1.60311	ν 12=60.6
R24=	-213.359	D24=	可変			
R25=	195.332	D25=	2.90	N13=	1.58313	ν 13=59.4
R26=	-67.958	D26=	0.15			
R27=	478.832	D27=	1.50	N14=	1.84666	ν 14=23.8
R28=	44.974	D28=	1.30			20
R29=	102.324	D29=	3.10	N15=	1.51633	ν 15=64.1
R30=	-133.626	D30=	0.15			
R31=	39.589	D31=	3.70	N16=	1.60342	ν 16=38.0
R32=	1522.486	D32=	可変			
R33=	415.593	D33=	3.00	N17=	1.84666	ν 17=23.8
R34=	-105.338	D34=	0.42			
R35=	-96.205	D35=	1.80	N18=	1.77250	ν 18=49.6
R36=	51.513					30

焦点距離 102.57 154.68 389.66

可変間隔

D 6	12.70	44.96	93.35
D 15	14.68	11.53	2.42
D 22	7.76	10.90	20.02
D 24	26.97	21.52	10.31

D 32 26.36 22.28 1.96

f	FNo	2ω	ω
102.6	4.6	23.8	11.9
154.7	4.9	15.9	8.0
389.7	5.8	6.4	3.2

【 0 0 6 7 】

【表 1】

条件式の数値

表-1

No	条件式	下限値	上限値	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
2	$f2b/f2$	0.85	1.2	0.91	1.08	1.12	1.15
3	$f2/\sqrt{(fw \cdot ft)}$	0.18	0.3	0.26	0.22	0.20	0.20
4	$f2a/f2$	10	20	11.15	12.63	12.53	13.39
5	$f1/\sqrt{(fw \cdot ft)}$	0.85	1.05	0.95	0.93	0.95	0.92
6	$\beta T/\beta W$	1.2	1.5	1.33	1.34	1.31	1.27
7	$f6/\sqrt{(fw \cdot ft)}$	0.3	0.45	0.32	0.32	0.37	0.39
9	$f5/\sqrt{(fw \cdot ft)}$	0.25	0.4	0.26	0.29	0.33	0.27
11	$f3/f2$	1.4	1.7	1.67	1.67	1.55	1.48
12	$f4/\sqrt{(fw \cdot ft)}$	0.5	3	0.77	1.14	2.19	0.52
13	$f2c/f2$	4	20	** *	6.65	5.29	4.74
14	$-M1/OTLW$	0.32	0.4	0.34	0.36	0.34	0.34
15	$M6/M1$	0.5	0.6	0.55	0.51	0.56	0.51

【0068】

【発明の効果】

本発明によれば以上のように、光学系（撮影系）の一部のレンズ群を光軸と垂直な方向に偏心駆動させて撮影画像の変位（ブレ）を補正する際、各レンズ要素を適切に配置することによって35mmフィルム換算で焦点距離が100mm～400mm程度と超望遠域までを含み、各種の偏心収差を良好に補正し、又十分に少ない偏心駆動量で十分に大きい変位補正（ブレ補正）を実現し、基準状態と防振状態の双方で良好なる光学性能を有した防振機能を有した変倍光学系を達成することができる。

【0069】

特に本発明によれば、物体側より正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群及び後続のレ

10

20

30

40

50

ンズ群より構成し、適切な屈折力配置とレンズ構成を与え、前記第 2 群を複数のレンズ群に分割し、第 2 b 群を実質光軸方向と垂直に移動で防振を行うことで、コンパクトで特に防振時にも良好な光学性能の望遠型の防振機能を有した変倍光学系を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の数値実施例 1 のレンズ断面図

【図 2】本発明の数値実施例 1 の広角端における無限遠物体の基準状態と 0 . 5 ° 傾けたときの防振状態の収差図

【図 3】本発明の数値実施例 1 の望遠端における無限遠物体の基準状態と 0 . 5 ° 傾けたときの防振状態の収差図

10

【図 4】本発明の数値実施例 2 のレンズ断面図

【図 5】本発明の数値実施例 2 の広角端における無限遠物体の基準状態と 0 . 5 ° 傾けたときの防振状態の収差図

【図 6】本発明の数値実施例 2 の望遠端における無限遠物体の基準状態と 0 . 5 ° 傾けたときの防振状態の収差図

【図 7】本発明の数値実施例 3 のレンズ断面図

【図 8】本発明の数値実施例 3 の広角端における無限遠物体の基準状態と 0 . 5 ° 傾けたときの防振状態の収差図

【図 9】本発明の数値実施例 3 の望遠端における無限遠物体の基準状態と 0 . 5 ° 傾けたときの防振状態の収差図

20

【図 10】本発明の数値実施例 4 のレンズ断面図

【図 11】本発明の数値実施例 4 の広角端における無限遠物体の基準状態と 0 . 5 ° 傾けたときの防振状態の収差図

【図 12】本発明の数値実施例 4 の望遠端における無限遠物体の基準状態と 0 . 5 ° 傾けたときの防振状態の収差図

【符号の説明】

L 1 第 1 群

L 2 第 2 群

L 2 a 第 2 a 群

L 2 b 第 2 b 群

L 2 c 第 2 c 群

L 3 第 3 群

L 4 第 4 群

L 5 第 5 群

L 6 第 6 群

S P 絞り

M メリディオナル像面

S サジタル像面

d d 線

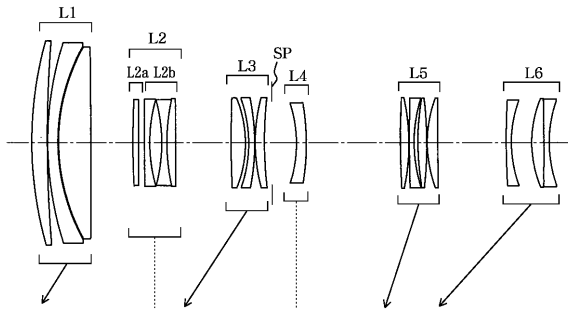
g g 線

y 像高

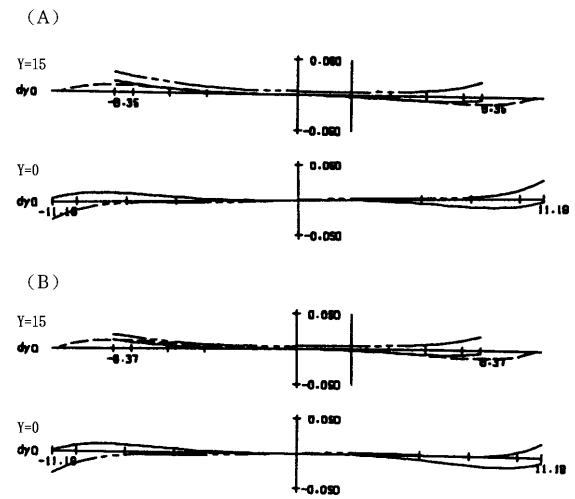
30

40

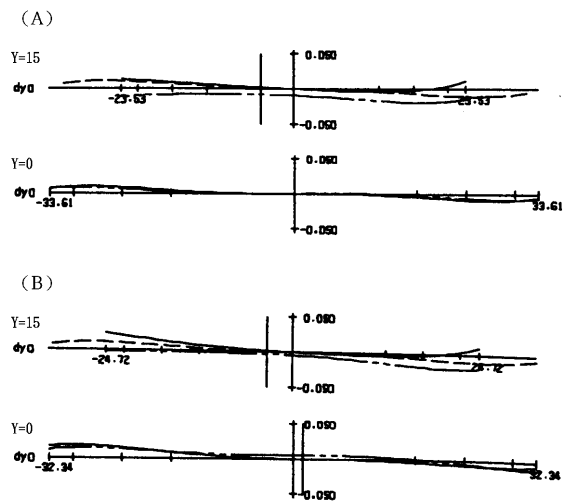
【図 1】



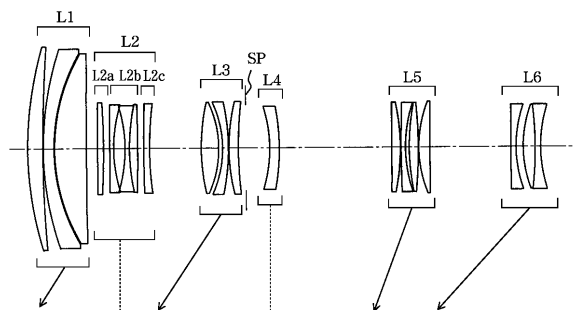
【図 2】



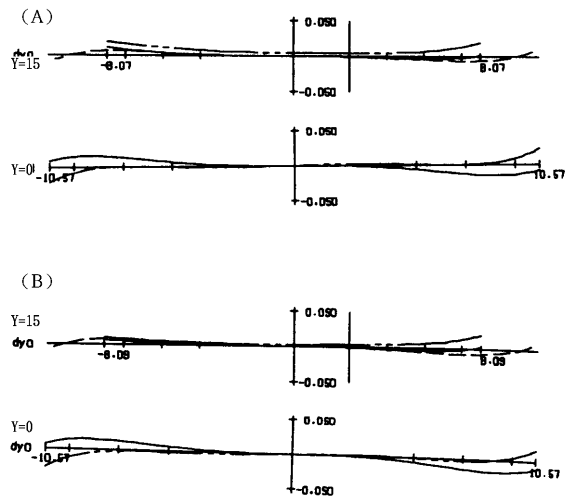
【図 3】



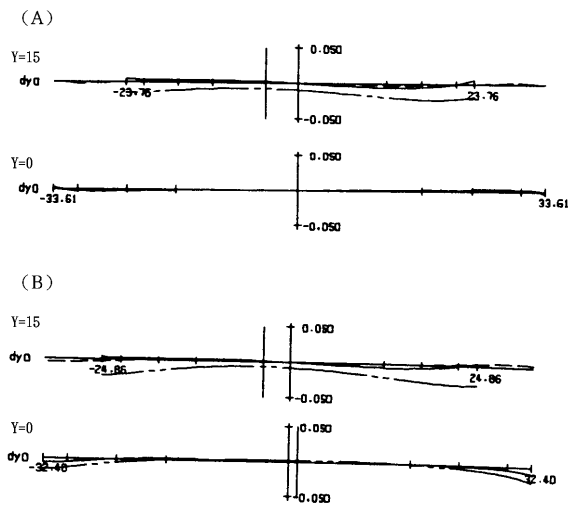
【図 4】



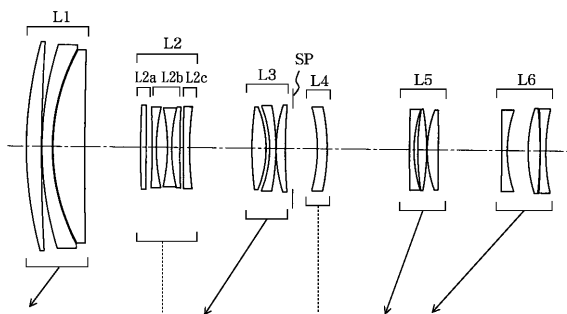
【図 5】



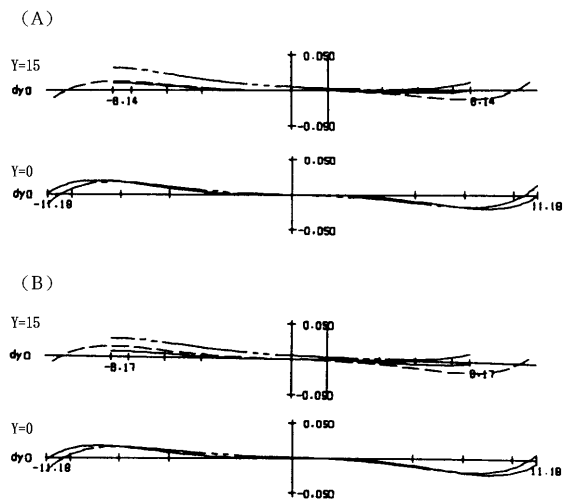
【図 6】



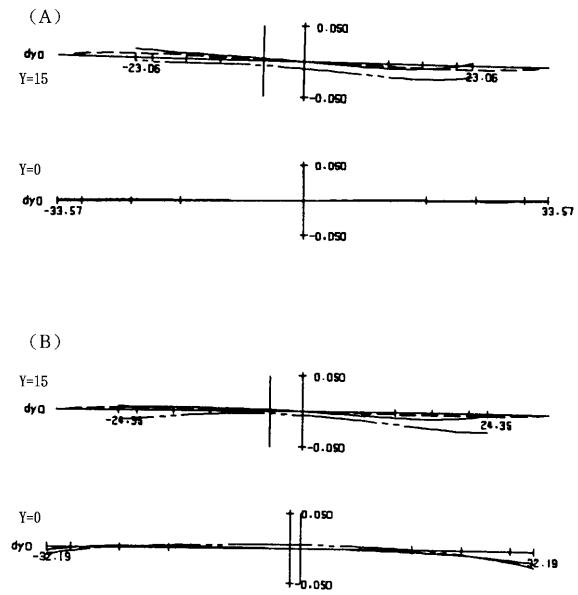
【図 7】



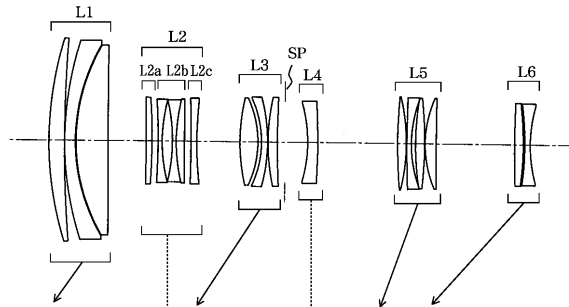
【図 8】



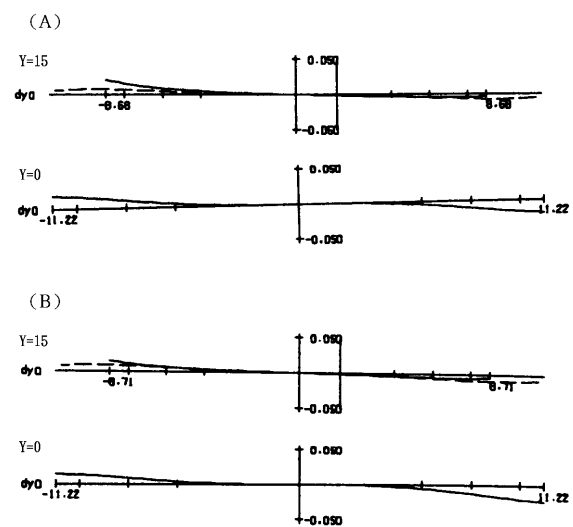
【図 9】



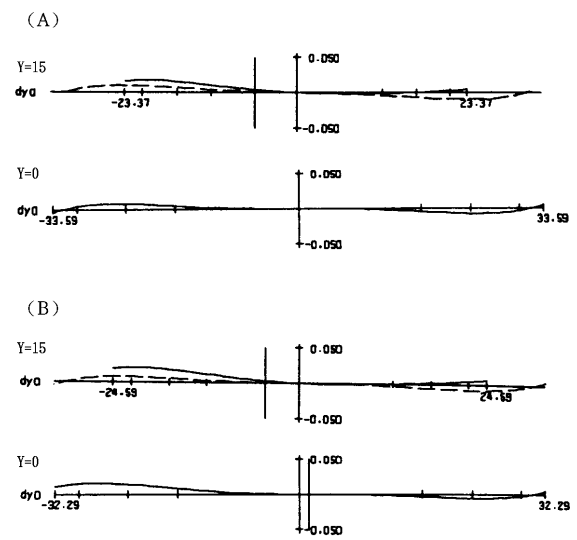
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G02B 9/00-17/08

G02B21/02-04

G02B25/00-04