

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5200527号
(P5200527)

(45) 発行日 平成25年6月5日(2013.6.5)

(24) 登録日 平成25年2月22日(2013.2.22)

(51) Int.Cl.		F 1
G 0 2 B 15/16	(2006.01)	G 0 2 B 15/16
G 0 2 B 13/18	(2006.01)	G 0 2 B 13/18

請求項の数 6 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2007-334755 (P2007-334755)	(73) 特許権者	000002185 ソニー株式会社
(22) 出願日	平成19年12月26日(2007.12.26)		東京都港区港南1丁目7番1号
(65) 公開番号	特開2009-157067 (P2009-157067A)	(74) 代理人	100116942 弁理士 岩田 雅信
(43) 公開日	平成21年7月16日(2009.7.16)	(72) 発明者	須崎 光博 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
審査請求日	平成22年9月10日(2010.9.10)	(72) 発明者	南條 雄介 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	有田 信一 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及び撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

正の屈折力を有し光軸方向に対して固定された第1レンズ群と、負の屈折力を有し光軸上を移動することによって変倍作用を行う第2レンズ群と、正の屈折力を有し光軸方向に対して固定された第3レンズ群と、正の屈折力を有し光軸上を移動することによって結像位置の変動を補正すると共に物体距離の変化に伴う結像位置の変化を補正する第4レンズ群と、正の屈折力を有し光軸方向に対して固定された第5レンズ群とが物体側より像側へ順に配置されて構成され、前記第3レンズ群の物体側に開口絞りを有するズームレンズであって、

前記第1レンズ群は、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズである第1レンズと、
該第1レンズに接合された凸レンズである第2レンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズである第3レンズとが物体側より像側へ順に位置されて成り、

前記第2レンズ群は、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズである第4レンズと、
両凹レンズである第5レンズと、該第5レンズに接合された凸レンズである第6レンズとが物体側より像側へ順に位置されて成り、

前記第3レンズ群は凸レンズである第7レンズから成り、

前記第4レンズ群は少なくとも2枚以上の接合レンズから成り、

前記第3レンズ群及び第4レンズ群には、非球面に形成された面が少なくとも1面含まれ、

前記第5レンズ群は、負の屈折力を有する第5aレンズ群と、正の屈折力を有する第5

10

20

b レンズ群と、正の屈折力を有する第 5 c レンズ群とが物体側より像側へ順に位置されて成り、

前記第 5 a レンズ群が 2 枚の負レンズから成り、

前記第 5 b レンズ群を前記光軸と垂直方向の成分を有するように移動させて像を変位させることが可能であり、

以下の条件式 (1) 乃至条件式 (4) を満足するようにされたことを特徴とするズームレンズ。

$$(1) 0 . 8 < f 3 / f 4 < 1 . 5$$

$$(2) 0 . 1 5 < f w / 1 < 0 . 1 7$$

$$(3) - 3 . 0 < f 5 c / f 5 a < - 1 . 5$$

$$(4) 0 . 1 5 < | \{ 1 - (a) ^ 2 \} \cdot (b) ^ 2 | < 0 . 4 5$$

10

但し、

f 3 : 第 3 レンズ群の合成焦点距離

f 4 : 第 4 レンズ群の合成焦点距離

f w : 広角端状態におけるレンズ全系での焦点距離

1 : 第 1 レンズの物体側面の有効径

f 5 c : 第 5 c レンズ群の合成焦点距離

f 5 a : 第 5 a レンズ群の合成焦点距離

a : 第 5 a レンズ群の横倍率

b : 第 5 b レンズ群の横倍率

20

とする。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のズームレンズにおいて、

前記第 4 レンズ群が、物体側に凸面を向けた凸レンズである第 8 レンズと凹レンズである第 9 レンズと凸レンズである第 10 レンズとが物体側より順に接合された接合レンズから成り、

前記第 4 レンズ群の少なくとも最も物体側の面が非球面に形成された

ことを特徴とするズームレンズ。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のズームレンズにおいて、

以下の条件式 (5) を満足するようにされた

ことを特徴とするズームレンズ。

$$(5) 0 . 9 5 < f 4 / (f w \cdot f t) ^ { 1 / 2 } < 1 . 3$$

但し、

f t : 望遠端状態におけるレンズ全系での焦点距離

とする。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のズームレンズにおいて、

以下の条件式 (6) を満足するようにされた

ことを特徴とするズームレンズ。

$$(6) 1 . 1 < f 3 / (f w \cdot f t) ^ { 1 / 2 } < 1 . 5$$

40

【請求項 5】

請求項 1 に記載のズームレンズにおいて、

以下の条件式 (7) 及び条件式 (8) を満足するようにされた

ことを特徴とするズームレンズ。

$$(7) 8 . 5 < f 1 / f w < 1 0$$

$$(8) - 0 . 4 5 < f 2 / (f w \cdot f t) ^ { 1 / 2 } < - 0 . 3$$

但し、

f 1 : 第 1 レンズ群の合成焦点距離

f 2 : 第 2 レンズ群の合成焦点距離

50

とする。

【請求項 6】

ズームレンズと該ズームレンズによって形成された光学像を電氣的信号に変換する撮像素子とを備えた撮像装置であって、

前記ズームレンズは、

正の屈折力を有し光軸方向に対して固定された第 1 レンズ群と、負の屈折力を有し光軸上を移動することによって変倍作用を行う第 2 レンズ群と、正の屈折力を有し光軸方向に対して固定された第 3 レンズ群と、正の屈折力を有し光軸上を移動することによって結像位置の変動を補正すると共に物体距離の変化に伴う結像位置の変化を補正する第 4 レンズ群と、正の屈折力を有し光軸方向に対して固定された第 5 レンズ群とが物体側より像側へ順に配置されて構成され、

10

前記第 3 レンズ群の物体側に開口絞りを有し、

前記第 1 レンズ群は、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズである第 1 レンズと、該第 1 レンズに接合された凸レンズである第 2 レンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズである第 3 レンズとが物体側より像側へ順に位置されて成り、

前記第 2 レンズ群は、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズである第 4 レンズと、両凹レンズである第 5 レンズと、該第 5 レンズに接合された凸レンズである第 6 レンズとが物体側より像側へ順に位置されて成り、

前記第 3 レンズ群は凸レンズである第 7 レンズから成り、

前記第 4 レンズ群は少なくとも 2 枚以上の接合レンズから成り、

20

前記第 3 レンズ群及び第 4 レンズ群には、非球面に形成された面が少なくとも 1 面含まれ、

前記第 5 レンズ群は、負の屈折力を有する第 5 a レンズ群と、正の屈折力を有する第 5 b レンズ群と、正の屈折力を有する第 5 c レンズ群とが物体側より像側へ順に位置されて成り、

前記第 5 a レンズ群が 2 枚の負レンズから成り、

前記第 5 b レンズ群を前記光軸と垂直方向の成分を有するように移動させて像を変位させることが可能であり、

以下の条件式 (1) 乃至条件式 (4) を満足するようにされた

ことを特徴とする撮像装置。

30

$$(1) 0 . 8 < f 3 / f 4 < 1 . 5$$

$$(2) 0 . 1 5 < f w / 1 < 0 . 1 7$$

$$(3) - 3 . 0 < f 5 c / f 5 a < - 1 . 5$$

$$(4) 0 . 1 5 < | \{ 1 - (a) ^ 2 \} \cdot (b) ^ 2 | < 0 . 4 5$$

但し、

f 3 : 第 3 レンズ群の合成焦点距離

f 4 : 第 4 レンズ群の合成焦点距離

f w : 広角端状態におけるレンズ全系での焦点距離

1 : 第 1 レンズの物体側面の有効径

f 5 c : 第 5 c レンズ群の合成焦点距離

40

f 5 a : 第 5 a レンズ群の合成焦点距離

a : 第 5 a レンズ群の横倍率

b : 第 5 b レンズ群の横倍率

とする。

【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撮像装置に関する。詳しくは、一部のレンズ群を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させることにより振動したときの撮影画像のぶれを光学的に補正してぶれのない画像を得るようにし撮影画像の安定化を図った所謂防振機能を有し、

50

15倍程度から20倍程度の高変倍比を有するズームレンズ及び撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

撮像装置、例えば、スチルカメラやビデオカメラ等の撮影時においては、シャッター操作に起因する手振れや車などの移動物体上から撮影した場合に撮影系に振動が伝わることによる手振れの発生によって撮影画像にぶれが生じる。このような手振れによる像ぶれを補正する手段として、レンズ系を構成する一部のレンズ群を光軸に略垂直な方向に移動(シフト)させることにより、像位置を変位させて像ぶれを補正し、また、像位置を変位させた際に発生する光学性能の劣化を補正する手振れ補正光学系が知られている。

【0003】

このような手振れ補正光学系には、例えば、特許文献1に記載されたものがある。特許文献1に記載された手振れ補正光学系においては、ズームレンズがそれぞれ正、負、正、正の屈折力を有する第1レンズ群から第4レンズ群及び負の屈折力を有する負部分群と正の屈折力を有する正部分群により構成された第5レンズ群とを備え、これらの第1レンズ群乃至第5レンズ群が物体側から像側へ順に配列されて構成され、第5レンズ群の正部分群を光軸に略垂直な方向に移動させることによって防振を行っている。

【0004】

【特許文献1】特開2006-98963号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載された手振れ補正光学系におけるズームレンズにおいては、第5レンズ群の負部分群が1枚の負レンズによって構成されているため、負部分群の屈折力が強くなり、第5レンズ群の正部分群の最も像側のレンズとの屈折力差が大きくなってしまふ。従って、第5レンズ群の負部分群と第5レンズ群の正部分群の最も像側のレンズとの間の相対偏芯による結像性能の劣化が大きくなるという問題点があった。

【0006】

また、撮像装置において、変倍比を10倍以上にしようとした場合には第2レンズ群の移動量を大きくする必要が生じるが、この第2レンズ群の移動量に対応して第4レンズ群の移動量も大きくする必要が生じ、それに伴う収差の変動が大きくなるため、ズーム領域の全領域における収差の補正が困難となり、高性能化及び高変倍化を実現することが困難であるという問題点を有していた。

【0007】

そこで、本発明ズームレンズ及び撮像装置は、上記した問題点を克服し、広角端から望遠端のズーム領域の全領域において高性能化及び高変倍化を図ることを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

ズームレンズは、上記した課題を解決するために、正の屈折力を有し光軸方向に対して固定された第1レンズ群と、負の屈折力を有し光軸上を移動することによって変倍作用を行う第2レンズ群と、正の屈折力を有し光軸方向に対して固定された第3レンズ群と、正の屈折力を有し光軸上を移動することによって結像位置の変動を補正すると共に物体距離の変化に伴う結像位置の変化を補正する第4レンズ群と、正の屈折力を有し光軸方向に対して固定された第5レンズ群とが物体側より像側へ順に配置されて構成され、前記第3レンズ群の物体側に開口絞りを有し、前記第1レンズ群は、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズである第1レンズと、該第1レンズに接合された凸レンズである第2レンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズである第3レンズとが物体側より像側へ順に位置されて成り、前記第2レンズ群は、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズである第4レンズと、両凹レンズである第5レンズと、該第5レンズに接合された凸レンズである第6レンズとが物体側より像側へ順に位置されて成り、前記第3レンズ群は凸レンズである第7レンズから成り、前記第4レンズ群は少なくとも2枚以上の接合レンズから成り

10

20

30

40

50

、前記第3レンズ群及び第4レンズ群には、非球面に形成された面が少なくとも1面含まれ、前記第5レンズ群は、負の屈折力を有する第5aレンズ群と、正の屈折力を有する第5bレンズ群と、正の屈折力を有する第5cレンズ群とが物体側より像側へ順に位置されて成り、前記第5aレンズ群が2枚の負レンズから成り、前記第5bレンズ群を前記光軸と垂直方向の成分を有するように移動させて像を変位させることが可能であり、以下の条件式(1)乃至条件式(4)を満足するようにした。

$$(1) 0.8 < f_3 / f_4 < 1.5$$

$$(2) 0.15 < f_w / \phi_1 < 0.17$$

$$(3) -3.0 < f_{5c} / f_{5a} < -1.5$$

$$(4) 0.15 < | \{ 1 - (a)^2 \} \cdot (b)^2 | < 0.45$$

10

但し、

f_3 : 第3レンズ群の合成焦点距離

f_4 : 第4レンズ群の合成焦点距離

f_w : 広角端状態におけるレンズ全系での焦点距離

ϕ_1 : 第1レンズの物体側面の有効径

f_{5c} : 第5cレンズ群の合成焦点距離

f_{5a} : 第5aレンズ群の合成焦点距離

a : 第5aレンズ群の横倍率

b : 第5bレンズ群の横倍率

とする。

20

【0009】

従って、ズームレンズにあっては、ズーム領域における良好な収差補正が可能となり、また、手振れ補正群の光軸方向におけるガタによる性能劣化が軽減される。

【0010】

上記ズームレンズにおいては、前記第4レンズ群が、物体側に凸面を向けた凸レンズである第8レンズと凹レンズである第9レンズと凸レンズである第10レンズとが物体側より順に接合された接合レンズから成り、前記第4レンズ群の少なくとも最も物体側の面が非球面に形成されることが望ましい。

【0011】

これにより、レンズ系の像側に配置された撮像素子に対する光束の入射角度が小さくなり、シェーディングの発生が防止される。

30

【0012】

上記ズームレンズにおいては、以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$(5) 0.95 < f_4 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < 1.3、$$

但し、

f_t : 望遠端状態におけるレンズ全系での焦点距離

とする。

【0013】

これにより、第4レンズ群が変倍時の移動によって必要とする光軸方向における十分なスペースが確保される。

40

【0014】

上記ズームレンズにおいては、以下の条件式(6)を満足することが望ましい。

$$(6) 1.1 < f_3 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < 1.5。$$

【0015】

これにより、良好な収差補正が行われつつ、広角端の画角が広がる。

【0016】

上記ズームレンズにおいては、以下の条件式(7)及び条件式(8)を満足することが望ましい。

$$(7) 8.5 < f_1 / f_w < 10$$

$$(8) -0.45 < f_2 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < -0.3$$

50

但し、

f_1 : 第1レンズ群の合成焦点距離

f_2 : 第2レンズ群の合成焦点距離

とする。

【0017】

これにより、高変倍化が図られつつ、レンズ全長の小型化が実現可能となる。撮像装置は、上記した課題を解決するために、ズームレンズと該ズームレンズによって形成された光学像を電气的信号に変換する撮像素子とを備え、前記ズームレンズは、正の屈折力を有し光軸方向に対して固定された第1レンズ群と、負の屈折力を有し光軸上を移動することによって変倍作用を行う第2レンズ群と、正の屈折力を有し光軸方向に対して固定された第3レンズ群と、正の屈折力を有し光軸上を移動することによって結像位置の変動を補正すると共に物体距離の変化に伴う結像位置の変化を補正する第4レンズ群と、正の屈折力を有し光軸方向に対して固定された第5レンズ群とが物体側より像側へ順に配置されて構成され、前記第3レンズ群の物体側に開口絞りを有し、前記第1レンズ群は、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズである第1レンズと、該第1レンズに接合された凸レンズである第2レンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズである第3レンズとが物体側より像側へ順に位置されて成り、前記第2レンズ群は、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズである第4レンズと、両凹レンズである第5レンズと、該第5レンズに接合された凸レンズである第6レンズとが物体側より像側へ順に位置されて成り、前記第3レンズ群は凸レンズである第7レンズから成り、前記第4レンズ群は少なくとも2枚以上の接合レンズから成り、前記第3レンズ群及び第4レンズ群には、非球面に形成された面が少なくとも1面含まれ、前記第5レンズ群は、負の屈折力を有する第5aレンズ群と、正の屈折力を有する第5bレンズ群と、正の屈折力を有する第5cレンズ群とが物体側より像側へ順に位置されて成り、前記第5aレンズ群が2枚の負レンズから成り、前記第5bレンズ群を前記光軸と垂直方向の成分を有するように移動させて像を変位させることが可能であり、以下の条件式(1)乃至条件式(4)を満足するようにした。

$$(1) \quad 0.8 < f_3 / f_4 < 1.5$$

$$(2) \quad 0.15 < f_w / \quad 1 < 0.17$$

$$(3) \quad -3.0 < f_{5c} / f_{5a} < -1.5$$

$$(4) \quad 0.15 < | \{ 1 - (a)^2 \} \cdot (b)^2 | < 0.45$$

但し、

f_3 : 第3レンズ群の合成焦点距離

f_4 : 第4レンズ群の合成焦点距離

f_w : 広角端状態におけるレンズ全系での焦点距離

1 : 第1レンズの物体側面の有効径

f_{5c} : 第5cレンズ群の合成焦点距離

f_{5a} : 第5aレンズ群の合成焦点距離

a : 第5aレンズ群の横倍率

b : 第5bレンズ群の横倍率

とする。

【0018】

従って、ズームレンズにあっては、ズーム領域における良好な収差補正が可能となり、また、手振れ補正群の光軸方向におけるガタによる性能劣化が軽減される。

【発明の効果】

【0019】

本発明ズームレンズ及び撮像装置にあっては、高変倍化を図ることができると共に良好な手振れ補正機能を確保しつつ高性能化を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下に、本発明ズームレンズ及び撮像装置を実施するための最良の形態について図面を

10

20

30

40

50

参照して説明する。

【0021】

先ず、本発明ズームレンズについて説明する。

【0022】

本発明ズームレンズは、正の屈折力を有し光軸方向に対して固定された第1レンズ群と、負の屈折力を有し光軸上を移動することによって変倍作用を行う第2レンズ群と、正の屈折力を有し光軸方向に対して固定された第3レンズ群と、正の屈折力を有し光軸上を移動することによって結像位置の変動を補正すると共に物体距離の変化に伴う結像位置の変化を補正する第4レンズ群と、正の屈折力を有し光軸方向に対して固定された第5レンズ群とが物体側より像側へ順に配置されて構成され、前記第3レンズ群の物体側に開口絞り

10

【0023】

第1レンズ群は、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズである第1レンズと、該第1レンズに接合された凸レンズである第2レンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズである第3レンズとが物体側より像側へ順に位置されて成る。

【0024】

第2レンズ群は、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズである第4レンズと、両凹レンズである第5レンズと、該第5レンズに接合された凸レンズである第6レンズとが物体側より像側へ順に位置されて成る。

【0025】

第3レンズ群は凸レンズである第7レンズから成り、第4レンズ群は少なくとも2枚以上の接合レンズから成り、第3レンズ群及び第4レンズ群には、非球面に形成された面が少なくとも1面含まれている。

20

【0026】

第5レンズ群は、負の屈折力を有する第5aレンズ群と、正の屈折力を有する第5bレンズ群と、正の屈折力を有する第5cレンズ群とが物体側より像側へ順に位置されて成り、第5aレンズ群が2枚の負レンズから成り、第5bレンズ群を光軸と垂直方向の成分を有するように移動させて像を変位させることを可能としている。

【0027】

上記のように構成されたズームレンズは、以下の条件式(1)乃至条件式(4)を満足する。

$$(1) 0.8 < f_3 / f_4 < 1.5$$

$$(2) 0.15 < f_w / 1 < 0.17$$

$$(3) -3.0 < f_{5c} / f_{5a} < -1.5$$

$$(4) 0.15 < | \{ 1 - (a)^2 \} \cdot (b)^2 | < 0.45$$

但し、

f_3 : 第3レンズ群の合成焦点距離

f_4 : 第4レンズ群の合成焦点距離

f_w : 広角端状態におけるレンズ全系での焦点距離

1 : 第1レンズの物体側面の有効径

f_{5c} : 第5cレンズ群の合成焦点距離

f_{5a} : 第5aレンズ群の合成焦点距離

a : 第5aレンズ群の横倍率

b : 第5bレンズ群の横倍率

とする。

【0028】

従って、本発明ズームレンズにあっては、第2レンズ群を光軸方向へ移動させて変倍を行い、第4レンズ群を光軸方向へ移動させて変倍に伴う結像位置の変動を補正すると共に第4レンズ群を移動させてフォーカスを行うようにすることにより、第3レンズ群と第4レンズ群との空間の有効利用を図りレンズ全長の短縮化を効果的に達成することができる

30

40

50

【0029】

また、条件式(1)乃至条件式(4)を満足することにより、レンズ全長の短縮化、広角端と中間焦点領域における良好な収差補正の確保、レンズ系の組立時における第5aレンズ群と第5cレンズ群の相対偏芯による性能劣化の軽減及び手振れ補正群の光軸方向におけるガタによる性能劣化の軽減を図ることができ、高変倍化を図ることができると共に良好な手振れ補正機能を確保しつつ高性能化を図ることができる。

【0030】

条件式(1)は、正の屈折力を有し光軸方向に対して固定された第3レンズ群の屈折力と焦点位置の補正及びフォーカシングのために移動する第4レンズ群の屈折力を規定する式である。

10

【0031】

条件式(1)の f_3 / f_4 が0.8以下になると、第3レンズ群の屈折力が強くなり過ぎたり、第4レンズ群の屈折力が弱くなり過ぎる。第3レンズ群の屈折力が強くなり過ぎると、広角側での球面収差が補正不足となり、また、ズーム領域の中間位置においてフォーカシング時の球面収差の変動による補正が困難となる。第4レンズ群の屈折力が弱くなり過ぎると、フォーカシング時の移動量が大きくなり、像面湾曲及びコマ収差等の収差変動が大きくなる。また、第4レンズ群の屈折力が弱くなり過ぎると、必要以上にバックフォーカスが長くなり、光学全長の短縮化を阻害する。

【0032】

20

逆に、条件式(1)の f_3 / f_4 が1.5以上になると、第3レンズ群の屈折力が弱くなり過ぎたり、第4レンズ群の屈折力が強くなり過ぎる。第3レンズ群の屈折力が弱くなり過ぎると、広角側での球面収差が補正過剰となる。第4レンズ群の屈折力が強くなり過ぎると、広角側での球面収差が補正不足となる。

【0033】

条件式(2)は、小型で広角のズームレンズを形成するための第1レンズ群の径と広角端の焦点距離との適正なバランスを規定する式である。

【0034】

条件式(2)の f_w / ϕ_1 が0.15以下になると、大型のズームレンズになる。

【0035】

30

逆に、条件式(2)の f_w / ϕ_1 が0.17以上になると、望遠寄りのズームレンズとなるため広角化することができない。

【0036】

条件式(3)は、第5cレンズ群の屈折力と第5aレンズ群の屈折力との比の範囲を規定する式であり、レンズ全長の短縮化と、第5aレンズ群と第5cレンズ群の相対偏芯による結像性能の劣化を軽減するための式である。

【0037】

条件式(3)の f_{5c} / f_{5a} が-1.5以上になると、第5aレンズ群の屈折力が小さくなると共に第5cレンズ群の屈折力が大きくなるため、第5aレンズ群と第5cレンズ群の屈折力の差が大きくなり、第5aレンズ群と第5cレンズ群との間の相対偏芯による結像性能の劣化が大きくなる。

40

【0038】

逆に、条件式(3)の f_{5c} / f_{5a} が-3.0以下になると、第5aレンズ群の屈折力が大きくなると共に第5cレンズ群の屈折力が小さくなるため、レンズ全長が増大すると共に第5aレンズ群と第5cレンズ群の屈折力の差が大きくなり、第5aレンズ群と第5cレンズ群との間の相対偏芯による結像性能の劣化が大きくなる。

【0039】

条件式(4)は、第5bレンズ群の横倍率と第5cレンズ群の横倍率との関係を規定する式である。

【0040】

50

条件式(4)の $| \{ 1 - (a) ^ 2 \} \cdot (b) ^ 2 |$ が0.45以上になると、ぶれ補正を行うためのレンズ群の光軸方向の移動により結像性能が劣化する。

【0041】

逆に、条件式(4)の $| \{ 1 - (a) ^ 2 \} \cdot (b) ^ 2 |$ が0.15以下になると、ぶれ補正を行うためのレンズ群の移動量が増加しレンズ鏡筒の径方向の大きさが増大する。

【0042】

本発明の一実施形態によるズームレンズにあっては、上記したように、第4レンズ群は少なくとも2枚以上の接合レンズから成るが、第4レンズ群を凸凹凸の3枚のレンズによって構成することが望ましい。

10

【0043】

これにより、射出瞳距離を長くし、レンズ系からの出射光束をテレセントリックになるようにすることにより、レンズ系の像側に配置された撮像素子に対する光束の入射角度が小さくなり、シェーディングの発生を防止することができる。

【0044】

また、第4レンズ群を凸凹凸の3枚のレンズによって構成し、凹レンズの前後両面をそれぞれ凸レンズと接合することにより、凹レンズの曲率の範囲の自由度を格段に大きくすることが可能となり、凹レンズの両面から発生する球面収差の色による曲がりを著しく改善することが可能となる。

【0045】

20

さらに、第4レンズ群の最も物体側の面を非球面に形成することにより、高次による球面収差及びコマ収差を発生させて結像性能を改善することができる。

【0046】

本発明の一実施形態によるズームレンズにあっては、以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$(5) \quad 0.95 < f_4 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < 1.3$$

但し、

f_t ：望遠端状態におけるレンズ全系での焦点距離

とする。

【0047】

30

これにより、第4レンズ群が変倍時の移動によって必要とする光軸方向における十分なスペースを確保することができる。

【0048】

条件式(5)は、第4レンズ群に関する焦点距離を規定する式である。

【0049】

条件式(5)の $f_4 / (f_w \cdot f_t)^{1/2}$ が1.3以上になって焦点距離が長くなると、望遠端において第4レンズ群が像側に配置された第5レンズ群と近づき過ぎてしまい、機構の構成が困難になる。これを避けようとする、第4レンズ群が第3レンズ群に近づき過ぎてしまい、至近距離に存在する物体の撮影時における第4レンズ群の移動量を確保することができなくなってしまう。

40

【0050】

逆に、条件式(5)の $f_4 / (f_w \cdot f_t)^{1/2}$ が0.95以下になって焦点距離が短くなると、第4レンズ群と第5レンズ群又は第3レンズ群との距離の問題は解消されるが、バックフォーカスが長くなり好ましくない構成となってしまう。

【0051】

本発明の一実施形態によるズームレンズにあっては、以下の条件式(6)を満足することが望ましい。

$$(6) \quad 1.1 < f_3 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < 1.5.$$

【0052】

これにより、良好な収差補正を行いつつ、広角端の画角を広げることができる。

50

【 0 0 5 3 】

条件式(6)は、広角端における画角を広げるために、第3レンズ群の屈折力の大きさの範囲を規定する式である。

【 0 0 5 4 】

条件式(6)の $f_3 / (f_w \cdot f_t)^{1/2}$ が1.5以上になると、収差補正を良好に行うことが可能となるが、広角化を実現することができない。

【 0 0 5 5 】

逆に、条件式(6)の $f_3 / (f_w \cdot f_t)^{1/2}$ が1.1以下になると、広角端において画角を広げることができるが、広角端において像面が物体側に倒れ、また、第1レンズ群の外径が大きくなってズームレンズ系全体が大型化するという問題を生じる。

10

【 0 0 5 6 】

本発明の一実施形態によるズームレンズにあっては、以下の条件式(7)及び条件式(8)を満足することが望ましい。

$$(7) \quad 8.5 < f_1 / f_w < 10$$

$$(8) \quad -0.45 < f_2 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < -0.3$$

但し、

f_1 : 第1レンズ群の合成焦点距離

f_2 : 第2レンズ群の合成焦点距離

とする。

【 0 0 5 7 】

これにより、高変倍化を図りつつ、レンズ全長の小型化を実現することができる。

20

【 0 0 5 8 】

条件式(7)は、第2レンズ群に対する物点、即ち、倍率に係わる式である。レンズ系を小さくするには、第2レンズ群がズームングに際して等倍を挟んでいるのが好ましい。等倍を挟むと、第4レンズ群のズームングの軌跡は往復になり、最も効果的なスペース効率で高変倍化が可能となる。

【 0 0 5 9 】

条件式(7)の f_1 / f_w が10以上になると、第2レンズ群に対する物点が遠くなり、第2レンズ群の結像倍率が低くなって小型化が難しくなる。また、条件式(7)の f_1 / f_w が10以上になると、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が大きくなり小型化の達成が難しくなる。

30

【 0 0 6 0 】

逆に、条件式(7)の f_1 / f_w が8.5以下になると、第2レンズ群の結像倍率が大きくなり、高変倍化の達成が難しくなる。

【 0 0 6 1 】

条件式(8)は、広角端での画角を大きくするために、第2レンズ群が有する屈折力の大きさの範囲を規定する式であり、ズーム領域の全領域において良好な収差補正を行い、かつ、高変倍比を維持しつつ広角化を実現するために必要な第2レンズ群が有する屈折力の大きさの範囲を示す式である。

【 0 0 6 2 】

条件式(8)の $f_2 / (f_w \cdot f_t)^{1/2}$ が-0.3以上になると、変倍比を大きくすることができるが、像面が補正過剰となり、像面湾曲と球面収差の良好なバランスを確保することが困難になる。また、条件式(8)の $f_2 / (f_w \cdot f_t)^{1/2}$ が-0.3以上になると、第2レンズ群の移動量が大きくなり小型化を図ることができない。

40

【 0 0 6 3 】

逆に、条件式(8)の $f_2 / (f_w \cdot f_t)^{1/2}$ が-0.45以下になると、像面湾曲と球面収差のバランスは良好となるが、高変倍比を維持したままの広角化を実現することができない。

【 0 0 6 4 】

本発明の一実施形態によるズームレンズは、例えば、ビデオカメラやデジタルスチルカ

50

メラ等に好適なズームレンズであり、撮像素子上に像を形成することにより光電変換した画像をメモリーやテープ状記録媒体に記録することが可能であり、ユーザーの使い勝手の向上を図ることができる。

【 0 0 6 5 】

次に、本発明ズームレンズの具体的な実施の形態及び該実施の形態に具体的な数値を適用した数値実施例について、図面及び表を参照して説明する。

【 0 0 6 6 】

尚、各実施の形態において非球面が導入されており、該非球面形状は、次の数 1 式によって定義される。

【 0 0 6 7 】

【 数 1 】

$$x = c y^2 / (1 + (1 - (1 + \kappa) c^2 y^2)^{1/2}) + A y^4 + B y^6 + \dots$$

【 0 0 6 8 】

数 1 式において、 x はサグ量、 c は曲率、 y は光軸からの高さ、 κ は円錐定数、 A 、 B 、 \dots は非球面係数である。

【 0 0 6 9 】

図 1 は、本発明の各実施の形態によるズームレンズの屈折力配分を示している。ズームレンズは、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G R 1、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G R 2、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G R 3、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G R 4、正の屈折力を有する第 5 レンズ群 G R 5 とが物体側より像側へ順に配列されて構成されている。ズームレンズにあっては、広角端状態より望遠端状態への変倍に際して、第 1 レンズ群 G R 1 と第 2 レンズ群 G R 2 との間隔は増大し、第 2 レンズ群 G R 2 と第 3 レンズ群 G R 3 との間隔は減少するように、第 2 レンズ群 G R 2 が像側へ移動する。このとき、第 1 レンズ群 G R 1、第 3 レンズ群 G R 3、第 5 レンズ群 G R 5 は光軸方向に対して固定されており、第 4 レンズ群 G R 4 が第 2 レンズ群 G R 2 の移動に伴う像面位置の変動を補正するように移動すると共に近距離合焦時に物体側へ移動する。

【 0 0 7 0 】

図 2 は、本発明の第 1 の実施の形態にかかるズームレンズ 1 のレンズ構成を示す図である。

【 0 0 7 1 】

第 1 レンズ群 G R 1 は、物体側に凸面を向けた凹メニスカス形状の負レンズ（第 1 のレンズ）L 1 と、該負レンズ L 1 に接合され凸レンズである正レンズ（第 2 レンズ）L 2 と、物体側に凸面を向けた凸メニスカス形状の正レンズ（第 3 レンズ）L 3 とが物体側から像側へ順に位置されて成る。

【 0 0 7 2 】

第 2 レンズ群 G R 2 は、物体側に凸面を向けた凹メニスカス形状の負レンズ（第 4 レンズ）L 4 と、両凹レンズ（第 5 レンズ）L 5 と、該両凹レンズ L 5 に接合された両凸レンズ（第 6 レンズ）L 6 とが物体側から像側へ順に位置されて成る。

【 0 0 7 3 】

第 3 レンズ群 G R 3 は、両面に非球面を有する両凸レンズ（第 7 レンズ）L 7 から成る。

【 0 0 7 4 】

第 4 レンズ群 G R 4 は、物体側面に非球面を有する両凸レンズ（第 8 レンズ）L 8 と両凹レンズ（第 9 レンズ）L 9 と両凸レンズ（第 10 レンズ）L 10 の 3 枚のレンズが物体側から像側へ順に接合されて成る。

【 0 0 7 5 】

第 5 レンズ群 G R 5 は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ（第 11 レンズ）L 11 と、両凹レンズ（第 12 レンズ）L 12 と、物体側面に非球面を有する両凸レ

10

20

30

40

50

レンズ（第13レンズ）L13と、該両凸レンズL13に接合され物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ（第14レンズ）L14と、両凸レンズ（第15レンズ）L15とが物体側から像側へ順に位置されて成る。

【0076】

第5レンズ群GR5においては、負レンズ（第11レンズ）L11と両凹レンズ（第12レンズ）L12によって負の屈折力を有する第5aレンズ群L5aが構成され、両凸レンズ（第13レンズ）L13と負レンズ（第14レンズ）L14によって正の屈折力を有する第5bレンズ群L5bが構成され、両凸レンズ（第15レンズ）L15によって正の屈折力を有する第5cレンズ群L5cが構成されている。

【0077】

第3レンズ群GR3の物体側には開口絞りSPが配置され、該開口絞りSPは固定されている。

【0078】

第5レンズ群GR5と像面IPとの間にはフィルタFLが配置されている。

【0079】

表1に、第1の実施の形態に係るズームレンズ1に具体的数値を適用した数値実施例1のレンズデータを示す。

【0080】

尚、表1及び後述するレンズデータを示す表において、「面番号」は物体側から数えてi番目の面であることを示し、「曲率半径」は物体側から数えて第i番目の面の曲率半径を示し、「面間隔」は物体側から数えて第i番目の面と第i+1番目の面との間の軸上面間隔を示し、「屈折率」は物体側に第i面を有する硝材のd線に対する屈折率を示し、「アッペ数」は物体側に第i面を有する硝材のd線に対するアッペ数を示す。曲率半径に関し「 ∞ 」は当該面が平面であることを示し、面間隔に関し「(Di)」は当該面間隔が可変間隔であることを示し、面間隔に関し「(Bf)」はバックフォーカスを示す。

【0081】

10

20

【表 1】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	
1:	27.02830	0.253609	1.84666	23.8	
2:	7.12366	0.948169	1.69680	55.5	
3:	-40.86050	0.015134			
4:	7.01928	0.609747	1.83481	42.7	
5:	23.73248	(D5)			
6:	22.75719	0.122084	1.83481	42.7	
7:	2.14641	0.493531			10
8:	-2.39061	0.125971	1.83481	42.7	
9:	2.39061	0.508593	1.92286	20.9	
10:	-19.82495	(D10)			
11:	∞	0.345177			(開口絞り)
12:	4.46842	0.743450	1.58313	59.5	
13:	-7.94988	(D13)			
14:	5.03448	0.385070	1.69350	53.2	
15:	-18.87926	0.136065	1.94595	18.00	
16:	13.16641	0.355275	1.62041	60.3	
17:	-4.96620	(D17)			20
18:	21.88344	0.136536	1.80420	46.5	
19:	2.33565	0.348071			
20:	-8.59731	0.121068	1.69680	55.5	
21:	7.44592	0.879590			
22:	3.88622	0.724055	1.80139	45.5	
23:	-3.52609	0.151713	1.94595	18.00	
24:	-7.25140	0.458857			
25:	8.54931	0.387483	1.77250	49.6	
26:	-8.54931	0.303048			
27:	∞	0.130148	1.51680	64.2	30
28:	∞	0.817808			
29:	∞	0.230029	1.55232	63.4	
30:	∞	0.211869			
31:	∞	0.151335	1.51680	64.2	
32:	∞	(Bf)			

【0082】

ズームレンズ 1 において、第 3 レンズ群 GR 3 の両凸レンズ L 7 の両面（第 1 2 面、第 1 3 面）、第 4 レンズ群 GR 4 の 3 枚接合レンズの物体側面（第 1 4 面）、第 5 レンズ群 GR 5 の両凸レンズ 1 3 の物体側面（第 2 2 面）は非球面に形成されている。そこで、数値実施例 1 における非球面の 4 次、6 次、8 次及び 10 次の非球面係数 A、B、C、D を円錐定数 と共に表 2 に示す。

【0083】

尚、表 2 及び後述する非球面係数を示す表において、「E - i」は 10 を底とする指数表現、即ち、「 10^{-i} 」を表しており、例えば、「0.12345E - 05」は「 0.12345×10^{-5} 」を表している。

【0084】

【表 2】

第 12 面	$\kappa=0.000000$	$A=-0.517258E-02$	$B=-0.274903E-03$	$C=0.000000E+00$	$D=0.000000E+00$
第 13 面	$\kappa=0.000000$	$A=-0.138509E-02$	$B=0.736818E-03$	$C=-0.217753E-03$	$D=0.000000E+00$
第 14 面	$\kappa=0.000000$	$A=-0.729880E-02$	$B=0.209368E-02$	$C=-0.191226E-02$	$D=0.731208E-03$
第 22 面	$\kappa=2.754614$	$A=-0.116739E-01$	$B=-0.115376E-02$	$C=-0.121967E-03$	$D=0.000000E+00$

【0085】

ズームレンズ 1 において、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、第 1 レンズ群 GR 1 と第 2 レンズ群 GR 2 との間の面間隔 D 5、第 2 レンズ群 GR 2 と第 3 レンズ群 (開口絞り SP) GR 3 との間の面間隔 D 1 0、第 3 レンズ群 GR 3 と第 4 レンズ群 GR 4 との間の面間隔 D 1 3 及び第 4 レンズ群 GR 4 と第 5 レンズ群 GR 5 との間の面間隔 D 1 7 が変化する。そこで、数値実施例 1 における各面間隔の広角端状態 ($f = 1.000$)、中間焦点距離状態 ($f = 3.757$) 及び望遠端状態 ($f = 13.813$) における各値を焦点距離 f 、F ナンバー $Fno.$ 、画角 2ω 、バックフォーカス Bf と共に表 3 に示す。

【0086】

【表 3】

(可変間隔表)

f	1.000	3.757	13.813
$Fno.$	1.853	2.357	2.615
2ω	64.390	16.378	4.443
D5	0.263	3.845	5.960
D10	6.132	2.550	0.436
D13	1.668	0.762	0.990
D17	0.333	1.239	1.010
Bf	0.245	0.245	0.245

【0087】

数値実施例 1 の条件式 (1) 乃至条件式 (8) の対応値を表 4 に示す。

【0088】

【表 4】

- (1) $f_3 / f_4 = 1.090$
- (2) $f_w / \phi_1 = 0.164$
- (3) $f_{5c} / f_{5a} = -2.806$
- (4) $|(1 - \beta a^2) \cdot (\beta b^2)| = 0.395$
- (5) $f_4 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 1.232$
- (6) $f_3 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 1.343$
- (7) $f_1 / f_w = 8.931$
- (8) $f_2 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = -0.413$

【0089】

図 3 乃至図 5 は、数値実施例 1 の無限遠合焦状態での諸収差図を示し、図 3 は、広角端状態 ($f = 1.000$)、図 4 は、中間焦点距離状態 ($f = 3.757$)、図 5 は、望遠端状態 ($f = 13.813$) における諸収差図を示す。

【0090】

図 6 乃至図 8 は、数値実施例 1 の無限遠合焦状態における 0.5 度相当のレンズシフト状態でのコマ収差を示す図をそれぞれ示し、図 6 は、広角端状態 ($f = 1.000$)、図 7 は、中間焦点距離状態 ($f = 3.757$)、図 8 は、望遠端状態 ($f = 13.813$) におけるコマ収差を示す図を示す。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 1 】

図 3 乃至図 8 の各収差図において、非点収差図中の実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面を示す。コマ収差図中の括弧書きの数値は画角を示す。

【 0 0 9 2 】

各収差図から、数値実施例 1 は諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

【 0 0 9 3 】

図 9 は、本発明の第 2 の実施の形態にかかるズームレンズ 2 のレンズ構成を示す図である。

【 0 0 9 4 】

第 1 レンズ群 G R 1 は、物体側に凸面を向けた凹メニスカス形状の負レンズ（第 1 のレンズ）L 1 と、該負レンズ L 1 に接合され凸レンズである正レンズ（第 2 レンズ）L 2 と、物体側に凸面を向けた凸メニスカス形状の正レンズ（第 3 レンズ）L 3 とが物体側から像側へ順に位置されて成る。

10

【 0 0 9 5 】

第 2 レンズ群 G R 2 は、物体側に凸面を向けた凹メニスカス形状の負レンズ（第 4 レンズ）L 4 と、両凹レンズ（第 5 レンズ）L 5 と、該両凹レンズ L 5 に接合された両凸レンズ（第 6 レンズ）L 6 とが物体側から像側へ順に位置されて成る。

【 0 0 9 6 】

第 3 レンズ群 G R 3 は、両面に非球面を有する両凸レンズ（第 7 レンズ）L 7 から成る。

20

【 0 0 9 7 】

第 4 レンズ群 G R 4 は、物体側面に非球面を有する両凸レンズ（第 8 レンズ）L 8 と両凹レンズ（第 9 レンズ）L 9 と両凸レンズ（第 10 レンズ）L 10 の 3 枚のレンズが物体側から像側へ順に接合されて成る。

【 0 0 9 8 】

第 5 レンズ群 G R 5 は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ（第 11 レンズ）L 11 と、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ（第 12 レンズ）L 12 と、物体側面に非球面を有する両凸レンズ（第 13 レンズ）L 13 と、該両凸レンズ L 13 に接合され物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ（第 14 レンズ）L 14 と、両凸レンズ（第 15 レンズ）L 15 とが物体側から像側へ順に位置されて成る。

30

【 0 0 9 9 】

第 5 レンズ群 G R 5 においては、負レンズ（第 11 レンズ）L 11 と負レンズ（第 12 レンズ）L 12 によって負の屈折力を有する第 5 a レンズ群 L 5 a が構成され、両凸レンズ（第 13 レンズ）L 13 と負レンズ（第 14 レンズ）L 14 によって正の屈折力を有する第 5 b レンズ群 L 5 b が構成され、両凸レンズ（第 15 レンズ）L 15 によって正の屈折力を有する第 5 c レンズ群 L 5 c が構成されている。

【 0 1 0 0 】

第 3 レンズ群 G R 3 の物体側には開口絞り S P が配置され、該開口絞り S P は固定されている。

40

【 0 1 0 1 】

第 5 レンズ群 G R 5 と像面 I P との間にはフィルタ F L が配置されている。

【 0 1 0 2 】

表 5 に、第 2 の実施の形態に係るズームレンズ 2 に具体的数値を適用した数値実施例 2 のレンズデータを示す。

【 0 1 0 3 】

【表 5】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	
1:	35.93039	0.318567	1.84666	23.8	
2:	6.73599	1.130355	1.69680	55.5	
3:	-30.09428	0.046203			
4:	6.53727	0.664422	1.83400	37.3	
5:	21.44081	(D5)			
6:	23.64643	0.138268	1.88300	40.8	
7:	2.12205	0.520121			
8:	-2.47432	0.256120	1.83481	42.7	10
9:	2.67883	0.476269	1.92286	20.9	
10:	-14.84291	(D10)			
11:	∞	0.409071			(開口絞り)
12:	3.59879	0.612013	1.58313	59.5	
13:	-10.62582	(D13)			
14:	6.27641	0.404313	1.69350	53.2	
15:	-26.02255	0.121206	1.84666	23.8	
16:	4.43463	0.446890	1.69680	55.5	
17:	-5.12690	(D17)			
18:	9.81249	0.121206	1.80420	46.5	20
19:	1.75829	0.353558			
20:	-4.18936	0.137738	1.69680	55.5	
21:	-11.65768	0.463090			
22:	3.90615	0.911491	1.76802	49.2	
23:	-3.59573	0.185452	1.84666	23.8	
24:	-37.74200	0.354701			
25:	4.31912	0.516390	1.77250	49.6	
26:	-6.94055	0.374721			
27:	∞	0.130297	1.51680	64.2	
28:	∞	0.645863			30
29:	∞	0.212111	1.55232	63.4	
30:	∞	0.212111			
31:	∞	0.151508	1.51680	64.2	
32:	∞	(Bf)			

【0104】

ズームレンズ2において、第3レンズ群GR3の両凸レンズL7の両面(第12面、第13面)、第4レンズ群GR4の3枚接合レンズの物体側面(第14面)、第5レンズ群GR5の両凸レンズL13の物体側面(第22面)は非球面に形成されている。そこで、数値実施例2における非球面の4次、6次、8次及び10次の非球面係数A、B、C、Dを円錐定数と共に表6に示す。 40

【0105】

【表6】

第12面	$\kappa=0.000000$	A=-0.268380E-02	B=-0.372041E-02	C= 0.000000E+00	D=0.000000E+00
第13面	$\kappa=0.000000$	A= 0.382511E-02	B=-0.505153E-02	C= 0.532444E-03	D=0.000000E+00
第14面	$\kappa=0.000000$	A=-0.659535E-02	B= 0.519542E-03	C=-0.221079E-02	D=0.128909E-02
第22面	$\kappa=0.000000$	A=-0.256447E-02	B=-0.251879E-03	C=-0.158439E-04	D=0.000000E+00

【0106】

ズームレンズ2において、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、第1レンズ群GR1と第2レンズ群GR2との間の面間隔D5、第2レンズ群GR2と第3レンズ群(50

開口絞りSP)GR3との間の面間隔D10、第3レンズ群GR3と第4レンズ群GR4との間の面間隔D13及び第4レンズ群GR4と第5レンズ群GR5との間の面間隔D17が変化する。そこで、数値実施例2における各面間隔の広角端状態($f = 1.000$)、中間焦点距離状態($f = 4.083$)及び望遠端状態($f = 16.985$)における各値を焦点距離 f 、FナンバーFno、画角 2ω 、バックフォーカスBfと共に表7に示す。

【0107】

【表7】

(可変間隔表)

f	1.000	4.083	16.985
Fno.	1.880	2.376	3.212
2ω	63.864	15.213	3.610
D5	0.273	3.981	6.105
D10	6.257	2.549	0.424
D13	1.428	0.734	1.701
D17	0.421	1.115	0.148
Bf	0.242	0.242	0.242

10

【0108】

数値実施例2の条件式(1)乃至条件式(8)の対応値を表8に示す。

20

【0109】

【表8】

- (1) $f_3 / f_4 = 0.936$
- (2) $f_w / \phi_1 = 0.168$
- (3) $f_{5c} / f_{5a} = -1.724$
- (4) $| (1 - \beta a^2) \cdot (\beta b^2) | = 0.185$
- (5) $f_4 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 1.209$
- (6) $f_3 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 1.132$
- (7) $f_1 / f_w = 8.706$
- (8) $f_2 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = -0.376$

30

【0110】

図10乃至図12は、数値実施例2の無限遠合焦状態での諸収差図を示し、図10は、広角端状態($f = 1.000$)、図11は、中間焦点距離状態($f = 4.083$)、図12は、望遠端状態($f = 16.985$)における諸収差図を示す。

【0111】

図13乃至図15は、数値実施例2の無限遠合焦状態における0.5度相当のレンズシフト状態でのコマ収差を示す図をそれぞれ示し、図13は、広角端状態($f = 1.000$)、図14は、中間焦点距離状態($f = 4.083$)、図15は、望遠端状態($f = 16.985$)におけるコマ収差を示す図を示す。

40

【0112】

図10乃至図15の各収差図において、非点収差図中の実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面を示す。コマ収差図中の括弧書きの数値は画角を示す。

【0113】

各収差図から、数値実施例2は諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

【0114】

図16は、本発明の第3の実施の形態にかかるズームレンズ3のレンズ構成を示す図である。

【0115】

50

第1レンズ群GR1は、物体側に凸面を向けた凹メニスカス形状の負レンズ（第1のレンズ）L1と、該負レンズL1に接合され凸レンズである正レンズ（第2レンズ）L2と、物体側に凸面を向けた凸メニスカス形状の正レンズ（第3レンズ）L3とが物体側から像側へ順に位置されて成る。

【0116】

第2レンズ群GR2は、物体側に凸面を向けた凹メニスカス形状の負レンズ（第4レンズ）L4と、両凹レンズ（第5レンズ）L5と、該両凹レンズL5に接合された両凸レンズ（第6レンズ）L6とが物体側から像側へ順に位置されて成る。

【0117】

第3レンズ群GR3は、両面に非球面を有する両凸レンズ（第7レンズ）L7から成る。

10

【0118】

第4レンズ群GR4は、物体側面に非球面を有する両凸レンズ（第8レンズ）L8と両凹レンズ（第9レンズ）L9と両凸レンズ（第10レンズ）L10の3枚のレンズが物体側から像側へ順に接合されて成る。

【0119】

第5レンズ群GR5は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ（第11レンズ）L11と、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ（第12レンズ）L12と、物体側面に非球面を有する両凸レンズ（第13レンズ）L13と、該両凸レンズL13に接合され物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ（第14レンズ）L14と、

20

両凸レンズ（第15レンズ）L15とが物体側から像側へ順に位置されて成る。

【0120】

第5レンズ群GR5においては、負レンズ（第11レンズ）L11と負レンズ（第12レンズ）L12によって負の屈折力を有する第5aレンズ群L5aが構成され、両凸レンズ（第13レンズ）L13と負レンズ（第14レンズ）L14によって正の屈折力を有する第5bレンズ群L5bが構成され、両凸レンズ（第15レンズ）L15によって正の屈折力を有する第5cレンズ群L5cが構成されている。

【0121】

第3レンズ群GR3の物体側には開口絞りSPが配置され、該開口絞りSPは固定されている。

30

【0122】

第5レンズ群GR5と像面IPとの間にはフィルタFLが配置されている。

【0123】

表9に、第3の実施の形態に係るズームレンズ3に具体的数値を適用した数値実施例3のレンズデータを示す。

【0124】

【表 9】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数	
1:	34.72290	0.239077	1.84666	23.8	
2:	8.09368	1.021078	1.69680	55.5	
3:	-31.37347	0.047609			
4:	7.47983	0.575651	1.83481	42.7	
5:	22.40516	(D5)			
6:	22.44107	0.144979	1.88300	40.8	
7:	2.49123	0.498838			10
8:	-2.70417	0.141502	1.88300	40.8	
9:	1.99783	0.546201	1.92286	20.9	
10:	-159.18336	(D10)			
11:	∞	0.461668			(開口絞り)
12:	10.80077	0.413119	1.58313	59.5	
13:	-5.92124	(D13)			
14:	4.55873	0.349515	1.69350	53.2	
15:	2.5008E+13	0.142424	1.94595	18.0	
16:	8.28772	0.447599	1.62041	60.3	
17:	-5.70964	(D17)			20
18:	51.28095	0.144178	1.80420	46.5	
19:	2.28067	0.397958			
20:	-42.29006	0.127357	1.69680	55.5	
21:	9.30549	0.955176			
22:	8.13759	0.714967	1.80139	45.4	
23:	-3.96275	0.189996	1.94595	18.0	
24:	-6.30347	0.541266			
25:	6.61945	0.479693	1.77250	49.6	
26:	-6.61017	0.254714			
27:	∞	0.136909	1.51680	64.2	
28:	∞	0.636784			30
29:	∞	0.241978	1.55232	63.4	
30:	∞	0.222874			
31:	∞	0.159196	1.51680	64.2	
32:	∞	(Bf)			

【 0 1 2 5 】

ズームレンズ 3 において、第 3 レンズ群 G R 3 の両凸レンズ L 7 の両面（第 1 2 面、第 1 3 面）、第 4 レンズ群 G R 4 の 3 枚接合レンズの物体側面（第 1 4 面）、第 5 レンズ群 G R 5 の両凸レンズ L 1 3 の物体側面（第 2 2 面）は非球面に形成されている。そこで、数値実施例 3 における前記各面の 4 次、6 次、8 次及び 1 0 次の非球面係数 A、B、C、D を円錐定数 と共に表 1 0 に示す。 40

【 0 1 2 6 】

【表 1 0】

第 12 面	$\kappa=0.000000$	$A=-0.704612E-02$	$B=0.261123E-03$	$C=0.000000E+00$	$D=0.000000E+00$
第 13 面	$\kappa=0.000000$	$A=-0.427024E-02$	$B=0.928556E-03$	$C=-0.131625E-03$	$D=0.000000E+00$
第 14 面	$\kappa=0.000000$	$A=-0.387826E-02$	$B=0.152750E-02$	$C=-0.887326E-03$	$D=0.206853E-03$
第 22 面	$\kappa=0.000000$	$A=-0.468210E-02$	$B=0.183558E-03$	$C=-0.115580E-04$	$D=0.000000E+00$

【 0 1 2 7 】

ズームレンズ 3 において、広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、第 1 レンズ群 50

GR1と第2レンズ群GR2との間の面間隔D5、第2レンズ群GR2と第3レンズ群(開口絞りSP)GR3との間の面間隔D10、第3レンズ群GR3と第4レンズ群GR4との間の面間隔D13及び第4レンズ群GR4と第5レンズ群GR5との間の面間隔D17が変化する。そこで、数値実施例3における各面間隔の広角端状態($f = 1.000$)、中間焦点距離状態($f = 4.427$)及び望遠端状態($f = 19.993$)における各値を焦点距離 f 、FナンバーFno、画角 2ω 、バックフォーカスBfと共に表11に示す。

【0128】

【表11】

(可変間隔表)

f	1.000	4.427	19.993
Fno.	1.887	2.400	3.612
2ω	67.066	14.377	3.171
D5	0.239	4.468	6.898
D10	7.117	2.888	0.458
D13	2.095	0.981	1.682
D17	0.996	2.109	1.408
Bf	0.255	0.255	0.255

10

【0129】

数値実施例3の条件式(1)乃至条件式(8)の対応値を表12に示す。

20

【0130】

【表12】

- (1) $f_3 / f_4 = 1.418$
- (2) $f_w / \phi_1 = 0.162$
- (3) $f_{5c} / f_{5a} = -1.923$
- (4) $| (1 - \beta a^2) \cdot (\beta b^2) | = 0.320$
- (5) $f_4 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 1.040$
- (6) $f_3 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 1.474$
- (7) $f_1 / f_w = 9.664$
- (8) $f_2 / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = -0.339$

30

【0131】

図17乃至図19は、数値実施例3の無限遠合焦状態での諸収差図を示し、図17は、広角端状態($f = 1.000$)、図18は、中間焦点距離状態($f = 4.427$)、図19は、望遠端状態($f = 19.993$)における諸収差図を示す。

【0132】

図20至図22は、数値実施例3の無限遠合焦状態における0.5度相当のレンズシフト状態でのコマ収差を示す図をそれぞれ示し、図20は、広角端状態($f = 1.000$)、図21は、中間焦点距離状態($f = 4.427$)、図22は、望遠端状態($f = 19.993$)におけるコマ収差を示す図を示す。

40

【0133】

図17乃至図22の各収差図において、球面収差図中の実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面を示す。コマ収差図中の括弧書きの数値は画角を示す。

【0134】

各収差図から、数値実施例3は諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることが明らかである。

【0135】

次に、本発明撮像装置について説明する。

50

【 0 1 3 6 】

本発明撮像装置は、ズームレンズと該ズームレンズによって形成された光学像を電氣的信号に変換する撮像素子とを備えている。撮像装置は、ズームレンズが、正の屈折力を有し光軸方向に対して固定された第1レンズ群と、負の屈折力を有し光軸上を移動することによって変倍作用を行う第2レンズ群と、正の屈折力を有し光軸方向に対して固定された第3レンズ群と、正の屈折力を有し光軸上を移動することによって結像位置の変動を補正すると共に物体距離の変化に伴う結像位置の変化を補正する第4レンズ群と、正の屈折力を有し光軸方向に対して固定された第5レンズ群とが物体側より像側へ順に配置されて構成され、第3レンズ群の物体側に開口絞りを有している。

【 0 1 3 7 】

10

第1レンズ群は、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズである第1レンズと、該第1レンズに接合された凸レンズである第2レンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズである第3レンズとが物体側より像側へ順に位置されて成る。

【 0 1 3 8 】

第2レンズ群は、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズである第4レンズと、両凹レンズである第5レンズと、該第5レンズに接合された凸レンズである第6レンズとが物体側より像側へ順に位置されて成る。

【 0 1 3 9 】

第3レンズ群は凸レンズである第7レンズから成り、第4レンズ群は少なくとも2枚以上の接合レンズから成り、第3レンズ群及び第4レンズ群には、非球面に形成された面が

20

【 0 1 4 0 】

第5レンズ群は、負の屈折力を有する第5 a レンズ群と、正の屈折力を有する第5 b レンズ群と、正の屈折力を有する第5 c レンズ群とが物体側より像側へ順に位置されて成り、第5 a レンズ群が2枚の負レンズから成り、第5 b レンズ群を光軸と垂直方向の成分を有するように移動させて像を変位させることを可能としている。

【 0 1 4 1 】

上記のように構成された撮像装置におけるズームレンズは、以下の条件式(1)乃至条件式(4)を満足する。

$$(1) 0.8 < f_3 / f_4 < 1.5$$

30

$$(2) 0.15 < f_w / 1 < 0.17$$

$$(3) -3.0 < f_{5c} / f_{5a} < -1.5$$

$$(4) 0.15 < | \{ 1 - (a)^2 \} \cdot (b)^2 | < 0.45$$

但し、

f_3 : 第3レンズ群の合成焦点距離

f_4 : 第4レンズ群の合成焦点距離

f_w : 広角端状態におけるレンズ全系での焦点距離

1 : 第1レンズの物体側面の有効径

f_{5c} : 第5 c レンズ群の合成焦点距離

f_{5a} : 第5 a レンズ群の合成焦点距離

40

a : 第5 a レンズ群の横倍率

b : 第5 b レンズ群の横倍率

とする。

【 0 1 4 2 】

従って、本発明撮像装置にあつては、第2レンズ群を光軸方向へ移動させて変倍を行い、第4レンズ群を光軸方向へ移動させて変倍に伴う結像位置の変動を補正すると共に第4レンズ群を移動させてフォーカスを行うようにすることにより、第3レンズ群と第4レンズ群との空間の有効利用を図りレンズ全長の短縮化を効果的に達成することができる。

【 0 1 4 3 】

また、条件式(1)乃至条件式(4)を満足することにより、レンズ全長の短縮化、広

50

角端と中間焦点領域における収差補正、レンズ系の組立時における第5aレンズ群と第5cレンズ群の相対偏芯による性能劣化の軽減及び手振れ補正群の光軸方向におけるガタによる性能劣化の軽減を図ることができる。

【0144】

図23に、本発明撮像装置の一実施形態によるデジタルスチルカメラのブロック図を示す。

【0145】

撮像装置（デジタルスチルカメラ）10は、被写体像を光学的に取得するレンズ部20と、該レンズ部20によって取得した被写体像を光学像として電氣的画像信号に変換し、変換された電氣的画像信号に種々の処理を施すと共にレンズ部20を制御する機能を有するカメラ本体部30とを備えている。

10

【0146】

レンズ部20は、レンズやフィルタ等の光学要素から成るズームレンズ21、ズーミングに際して可動レンズ群を移動させるズーム駆動部22、フォーカシングに際して可動レンズ群を移動させるフォーカス駆動部23、手振れ補正時等に際してシフトレンズ群を光軸に垂直な成分を持つ方向へシフトさせるシフトレンズ駆動部24及び開口絞りの開口系の大きさを制御するアイリス駆動部25を備える。

【0147】

ズームレンズ21には、上記したズームレンズ1乃至ズームレンズ3の何れか、又は、これらの数値実施例1乃至数値実施例3等の本発明ズームレンズを適用することができる。

20

【0148】

カメラ本体部30は、ズームレンズ21を介して取り込まれた光学像を電氣的画像信号に変換する撮像素子31を備えている。

【0149】

撮像素子31として、例えば、CCD（Charge Coupled Device）やCMOS（Complementary Metal-Oxide Semiconductor）等を適用することができる。撮像素子31から出力された電氣的画像信号は、画像処理回路32によって各種の処理が施された後、所定の方式でデータ圧縮され、画像データとして画像メモリー33に一時保存される。

【0150】

カメラ制御CPU（Central Processing Unit）34は、カメラ本体部30及びレンズ部20の全体の制御を司る機能を有し、画像メモリー33に一時的に保存された画像データを読み出し、液晶表示装置（LCD）35に表示したり、外部メモリー36に保存したりする。カメラ制御CPU34は、外部メモリー36に保存されている画像データを読み出して液晶表示装置35への表示をも行う。

30

【0151】

シャッターリリーススイッチやズーミングスイッチ等の操作部40が操作されると、この操作に応じた信号がカメラ制御CPU34に入力され、カメラ制御CPU34によって入力された信号に基づいて各部が制御される。例えば、シャッターリリーススイッチが操作されると、カメラ制御CPU34からタイミング制御部37へ指令信号が送出され、ズームレンズ21を介して取り込まれた光線が撮像素子31に入力され、かつ、タイミング制御部37によって撮像素子31の信号読み出しタイミングが制御される。

40

【0152】

ズームレンズ21の制御に関する信号、例えば、AF（Auto Focus）信号、AE（Auto Exposure）信号、ズーミング信号等は、カメラ制御CPU34からレンズ制御部38に送出され、レンズ制御部38によってズーム駆動部22、フォーカス駆動部23及びアイリス駆動部25が制御されて、ズームレンズ21が所定の状態に遷移される。

【0153】

撮像装置10には、撮像素子31の振動等によって発生する手振れを検知する手振れセンサー39が設けられており、該手振れセンサー39が手振れを検知すると、その検知信

50

号がカメラ制御CPU34に入力され、カメラ制御CPU34によって補正信号が生成され、該補正信号がレンズ制御部38を介してカメラ部20のシフトレンズ駆動部24に送出される。補正信号がシフトレンズ駆動部24に入力されると、入力された補正信号に基づいて、シフトレンズ駆動部24によって手振れによる撮像素子31における像の変位をキャンセルする方向にシフトレンズ(上記第5レンズ群5Lの第5bレンズ群)が移動される。

【0154】

尚、上記した実施の形態においては、撮像装置をデジタルスチルカメラに適用した例を示したが、撮像装置の適用範囲はデジタルスチルカメラに限られることはなく、デジタルビデオカメラとして適用することもできる。

10

【0155】

また、上記各実施の形態において示した各部の形状及び数値は、何れも本発明を実施するための具体化のほんの一例に過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならないものである。

【図面の簡単な説明】

【0156】

【図1】図2乃至図23と共に本発明撮像装置及びズームレンズを実施するための最良の形態を示すものであり、本図は、ズームレンズの屈折力配置を示す図である。

【図2】本発明ズームレンズの第1の実施の形態のレンズ構成を示す図である。

【図3】図4及び図5と共に第1の実施の形態に具体的数値を適用した数値実施例1の収差図を示し、本図は、広角端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示す図である。

20

【図4】中間焦点距離状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示す図である。

【図5】望遠端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示す図である。

【図6】図7及び図8と共に第1の実施の形態に具体的数値を適用した数値実施例1の0.5度相当のレンズシフト状態でのコマ収差を示すものであり、本図は、広角端におけるコマ収差を示す図である。

【図7】中間焦点距離状態におけるコマ収差を示す図である。

30

【図8】望遠端状態におけるコマ収差を示す図である。

【図9】本発明ズームレンズの第2の実施の形態のレンズ構成を示す図である。

【図10】図11及び図12と共に第2の実施の形態に具体的数値を適用した数値実施例2の収差図を示し、本図は、広角端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示す図である。

【図11】中間焦点距離状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示す図である。

【図12】望遠端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示す図である。

【図13】図14及び図15と共に第2の実施の形態に具体的数値を適用した数値実施例2の0.5度相当のレンズシフト状態でのコマ収差を示すものであり、本図は広角端におけるコマ収差を示す図である。

40

【図14】中間焦点距離状態におけるコマ収差を示す図である。

【図15】望遠端状態におけるコマ収差を示す図である。

【図16】本発明ズームレンズの第3の実施の形態のレンズ構成を示す図である。

【図17】図18及び図19と共に第3の実施の形態に具体的数値を適用した数値実施例3の収差図を示し、本図は、広角端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示す図である。

【図18】中間焦点距離状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示す図である。

50

【図19】望遠端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差及びコマ収差を示す図である。

【図20】図21及び図22と共に第3の実施の形態に具体的数値を適用した数値実施例3の0.5度相当のレンズシフト状態でのコマ収差を示すものであり、本図は広角端におけるコマ収差を示す図である。

【図21】中間焦点距離状態におけるコマ収差を示す図である。

【図22】望遠端状態におけるコマ収差を示す図である。

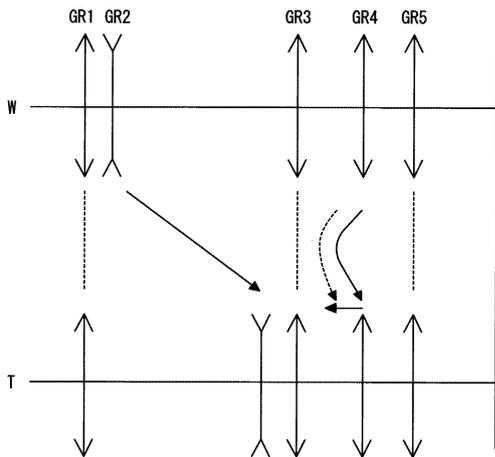
【図23】本発明撮像装置の一実施形態を示すブロック図である。

【符号の説明】

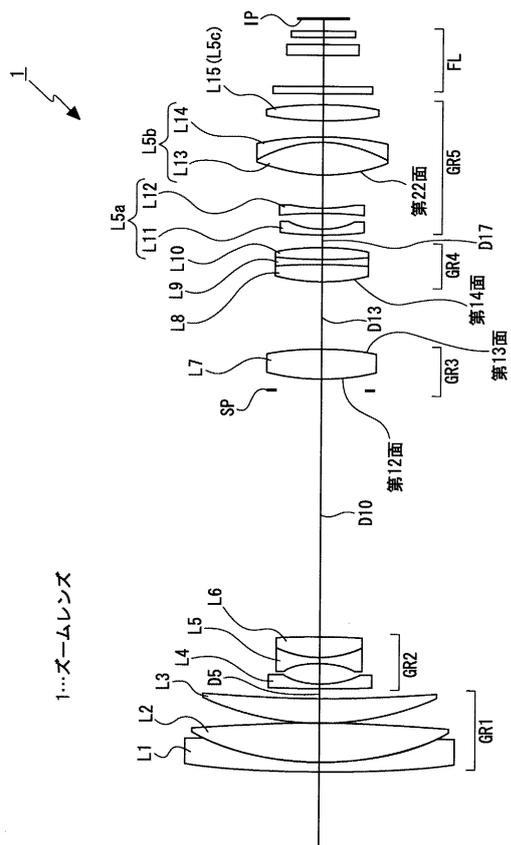
【0157】

1...ズームレンズ、2...ズームレンズ、3...ズームレンズ、L1...第1レンズ群、L2...第2レンズ群、L3...第3レンズ群、L4...第4レンズ群、L5...第5レンズ群、L5a...第5aレンズ群、L5b...第5bレンズ群、L5c...第5cレンズ群、10...撮像装置、21...ズームレンズ、31...撮像素子

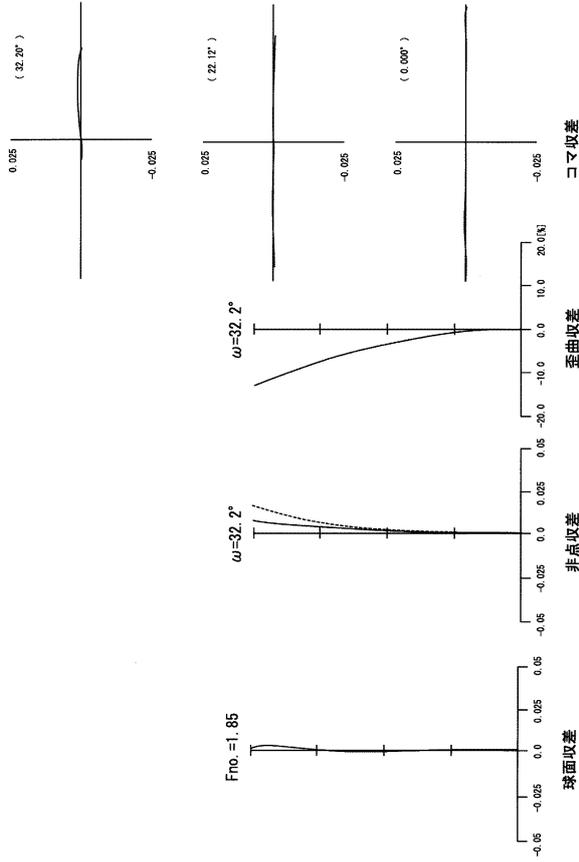
【図1】



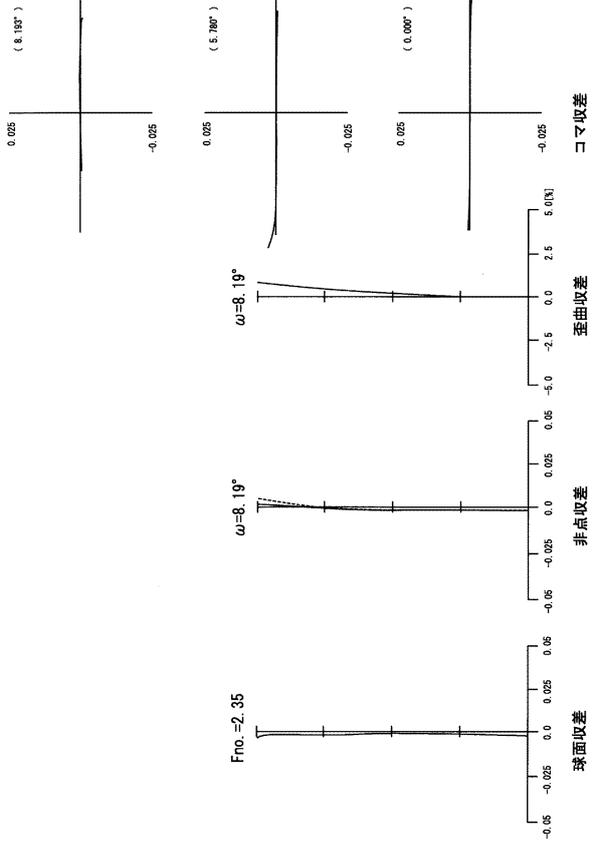
【図2】



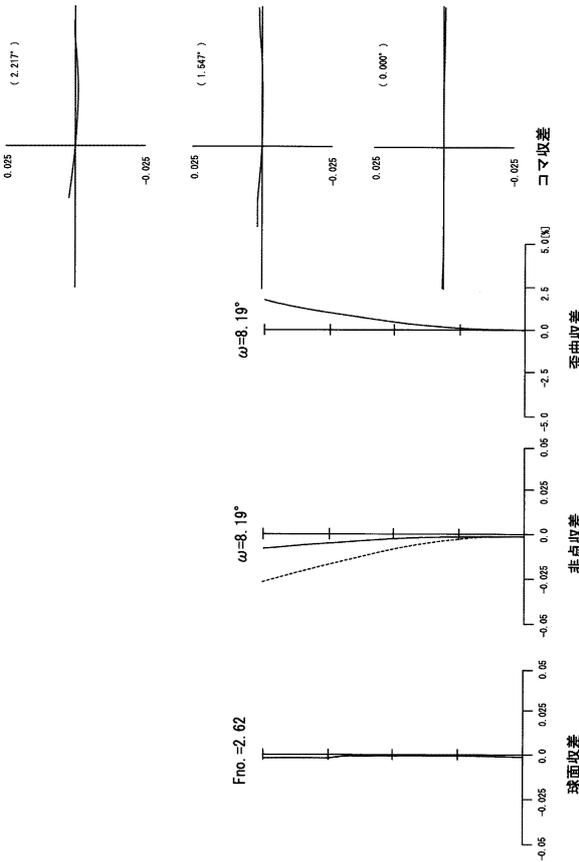
【 図 3 】



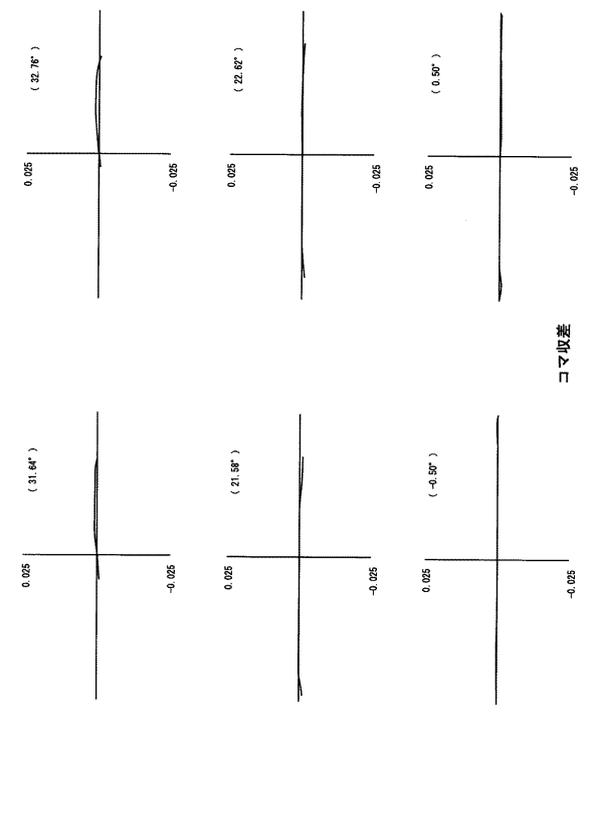
【 図 4 】



【 図 5 】



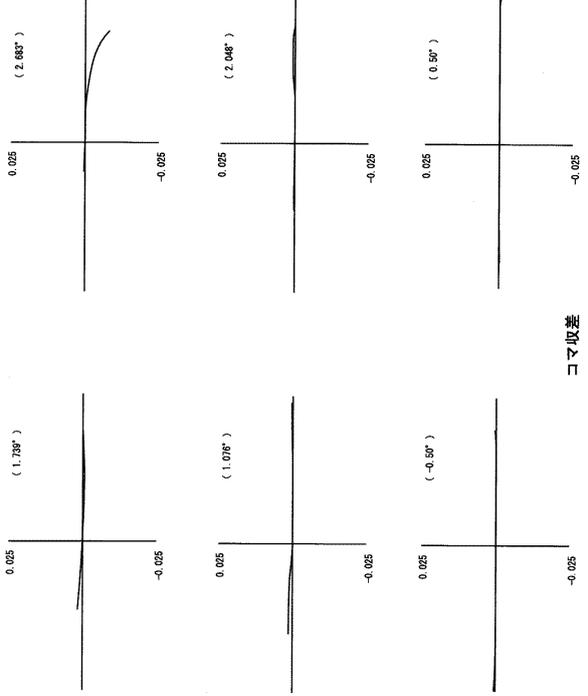
【 図 6 】



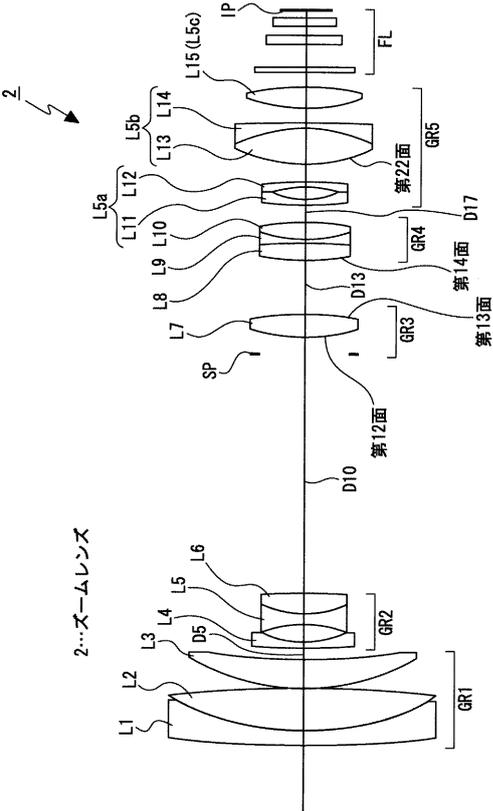
【 図 7 】



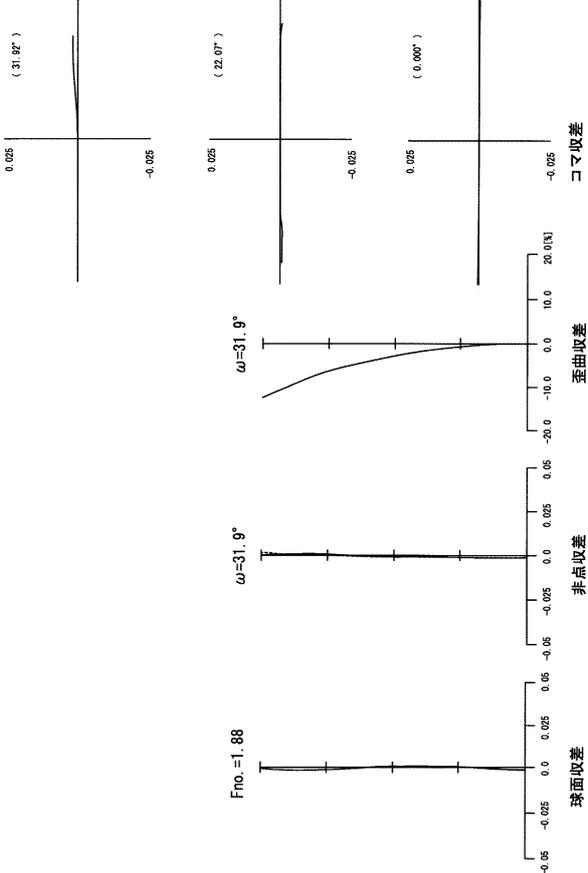
【 図 8 】



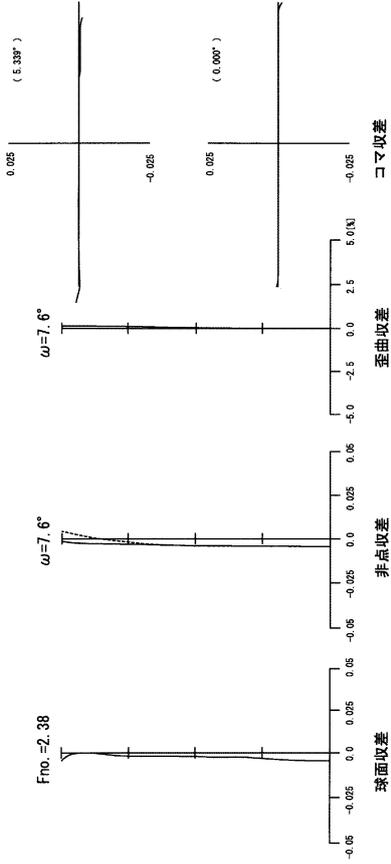
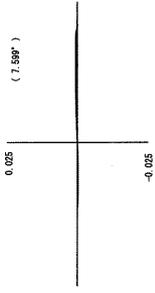
【 図 9 】



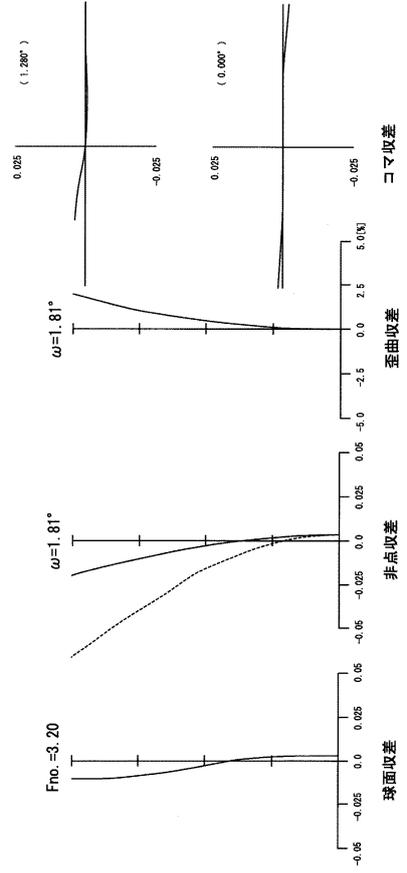
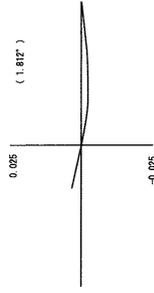
【 図 10 】



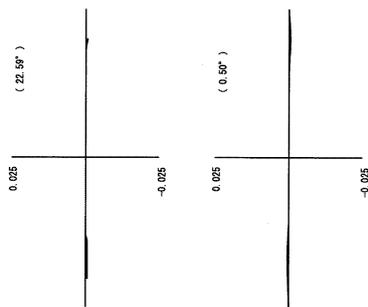
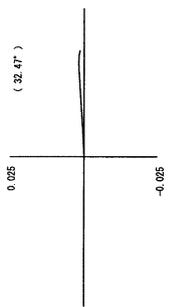
【 1 1】



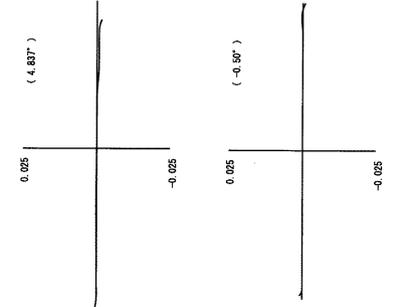
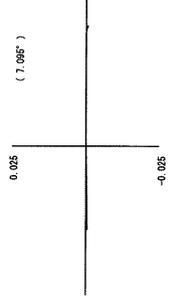
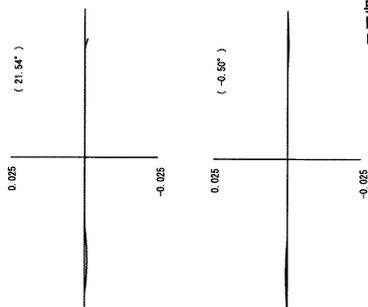
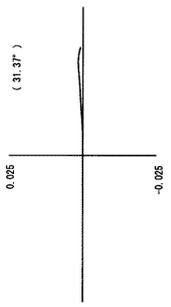
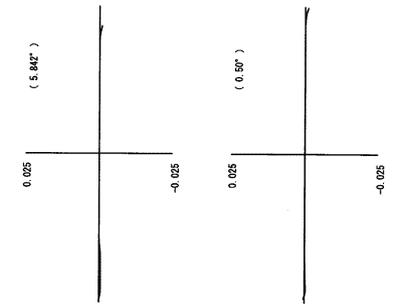
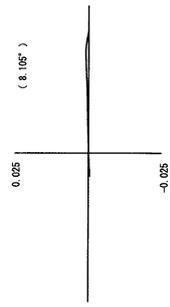
【 1 2】



【 1 3】



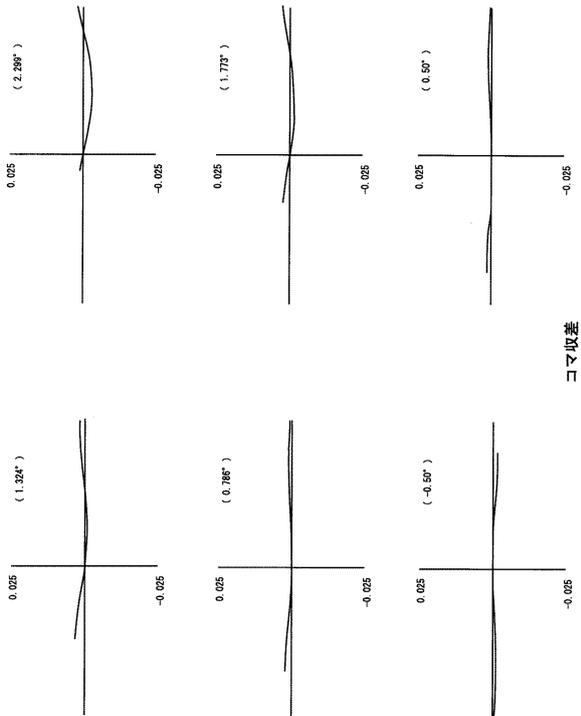
【 1 4】



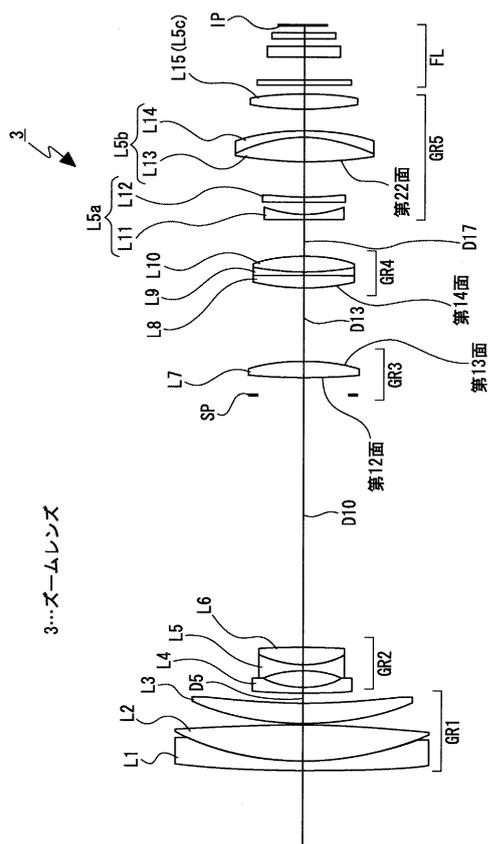
コマ収差

コマ収差

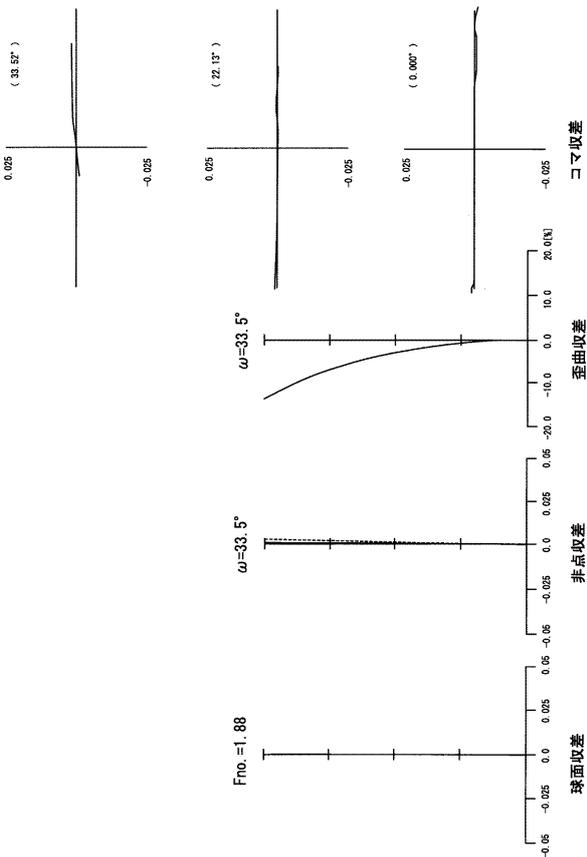
【 15 】



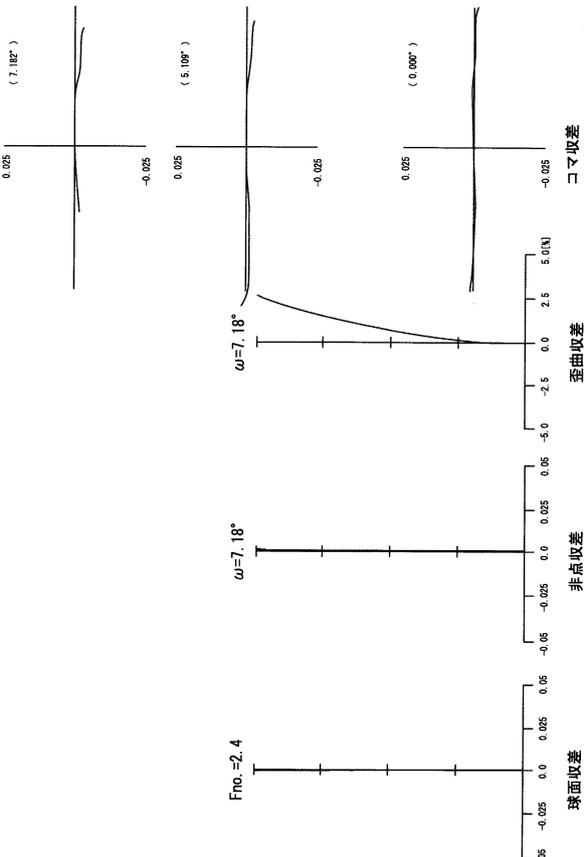
【 16 】



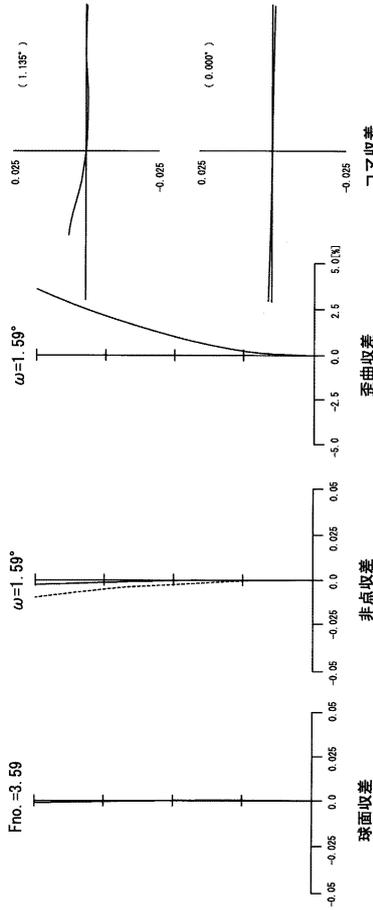
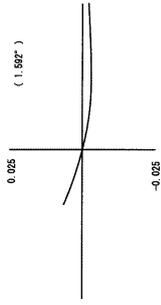
【 17 】



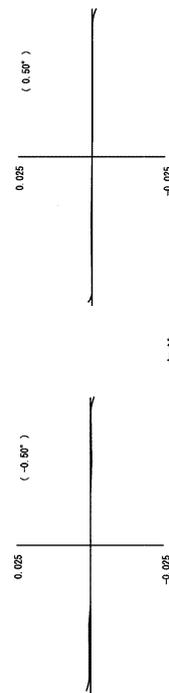
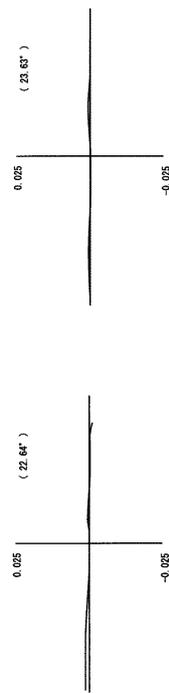
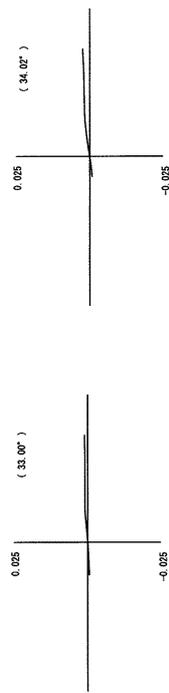
【 18 】



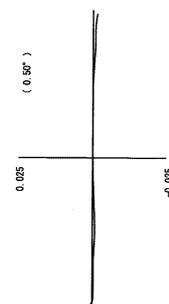
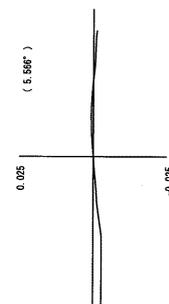
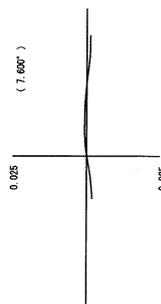
【 19 】



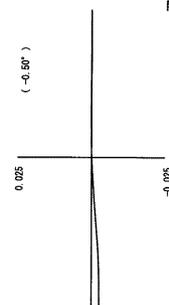
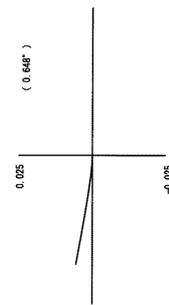
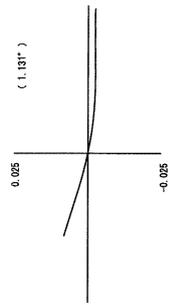
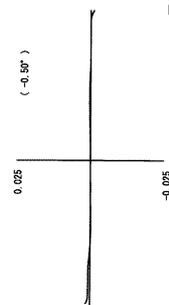
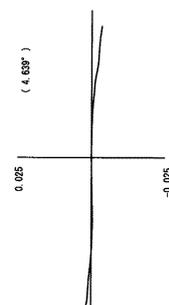
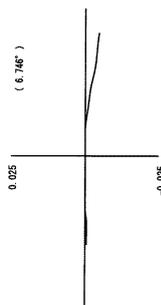
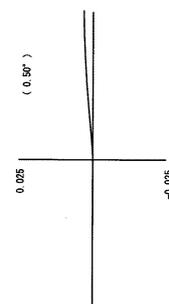
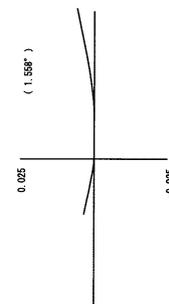
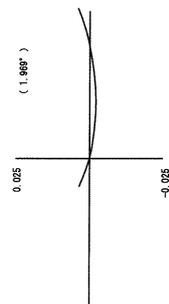
【 20 】



【 21 】



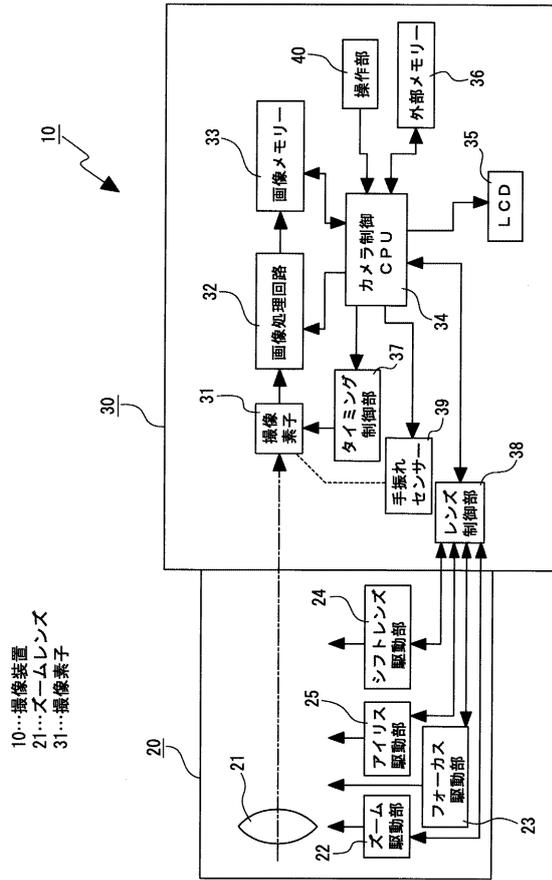
【 22 】



コマ収差

コマ収差

【 図 2 3 】



フロントページの続き

審査官 菊岡 智代

- (56)参考文献 特開2006-330341(JP,A)
特開2006-113257(JP,A)
特開2006-098963(JP,A)
特開2007-322804(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 15/16