

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-3776

(P2007-3776A)

(43) 公開日 平成19年1月11日(2007.1.11)

(51) Int.C1.	F 1	テーマコード (参考)
G02B 15/16 (2006.01)	G02B 15/16	2 H 087
G03B 5/00 (2006.01)	G03B 5/00	J 5 C 122
H04N 5/225 (2006.01)	H04N 5/225	D
H04N 5/232 (2006.01)	H04N 5/232	Z
G02B 13/18 (2006.01)	G02B 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2005-183207 (P2005-183207)	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
(22) 出願日	平成17年6月23日 (2005.6.23)	(74) 代理人	100069051 弁理士 小松 英治
		(74) 代理人	100116942 弁理士 岩田 雅信
		(72) 発明者	大竹 基之 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

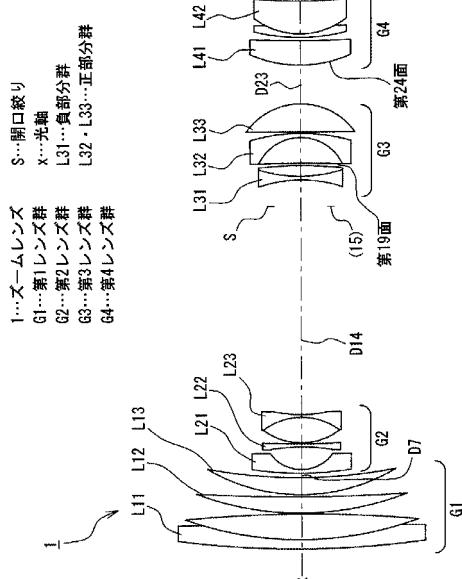
(54) 【発明の名称】ズームレンズ及び撮像装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 高いズーム比を有し、レンズ径の小径化に優れ、性能劣化を抑えることができるズームレンズの提供。

【解決手段】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1、負の屈折力を有する第2レンズ群G2、正の屈折力を有する第3レンズ群G3、正の屈折力を有する第4レンズ群G4を有し、広角端から望遠端までレンズ位置が変化する際に、G2が像側へ移動するとともに、G4が像面位置の変動を補償するように移動し、G1及びG3が光軸方向に固定され、開口絞りSがG3の物体側に配置され、G3が負部分群と、負部分群の像側に配置された正部分群により構成され、正部分群を光軸に垂直な方向にシフトさせることで像を光軸に垂直な方向にシフトさせることができ、条件式(1)を満足するズームレンズ。(1) $1.4 < |f_3 n| / f_3 < 3$ 但し、 $f_3 n$: G3中に配置される負部分群の焦点距離 f_3 : G3の焦点距離とする。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群の4つのレンズ群を有し、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第2レンズ群が像側へ移動するとともに、上記第4レンズ群が第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償するように移動し、上記第1レンズ群及び上記第3レンズ群が光軸方向に固定され、

開口絞りが上記第3レンズ群の物体側に配置され、

上記第3レンズ群が負の屈折力を有する負部分群と、該負部分群の像側に空気間隔を隔てて配置され正の屈折力を有する正部分群により構成され、10

上記正部分群を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせることにより像を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせることが可能であり、

以下の条件式(1)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(1) \quad 1.4 < |f_3n| / f_3 < 3$$

但し、

f_3n : 第3レンズ群中に配置される負部分群の焦点距離

f_3 : 第3レンズ群の焦点距離

とする。

【請求項 2】

以下の条件式(2)を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。20

$$(2) \quad -0.3 < (R_n + R_p) / (R_n - R_p) < 0.3$$

但し、

R_n : 第3レンズ群中に配置される負部分群の最も像側のレンズ面の曲率半径

R_p : 第3レンズ群中に配置される正部分群の最も物体側のレンズ面の曲率半径とする。

【請求項 3】

上記負部分群は正レンズ及び負レンズの2枚のレンズにより構成され、

上記正部分群は正レンズ、負レンズ及び正レンズの3枚のレンズにより構成され、

以下の条件式(3)を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。30

$$(3) \quad 0 < (R_{p1} + R_{p2}) / (R_{p1} - R_{p2}) < 2$$

但し、

R_{p1} : 正部分群の最も像側に配置される正レンズの物体側レンズ面の曲率半径

R_{p2} : 正部分群の最も像側に配置される正レンズの像側レンズ面の曲率半径とする。

【請求項 4】

上記負部分群は正レンズ及び負レンズの2枚のレンズにより構成され、

上記正部分群は正レンズ、負レンズ及び正レンズの3枚のレンズにより構成され、

以下の条件式(3)を満足することを特徴とする請求項2に記載のズームレンズ。

$$(3) \quad 0 < (R_{p1} + R_{p2}) / (R_{p1} - R_{p2}) < 2$$

但し、

R_{p1} : 正部分群の最も像側に配置される正レンズの物体側レンズ面の曲率半径

R_{p2} : 正部分群の最も像側に配置される正レンズの像側レンズ面の曲率半径とする。

【請求項 5】

以下の条件式(4)を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$$(4) \quad 0.42 < |f_2| / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < 0.5$$

但し、

f_2 : 第2レンズ群の焦点距離

f_w : 広角端状態におけるレンズ系全体での焦点距離

f_t : 望遠端状態におけるレンズ系全体での焦点距離
とする。

【請求項 6】

以下の条件式(5)を満足することを特徴とする請求項1又は請求4に記載のズームレンズ。

$$(5) 0.8 < D_t / Z_2 < 1.2$$

但し、

D_t : 望遠端状態において開口絞りから第4レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸に沿った距離

Z_2 : 広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際の第2レンズ群の移動量

とする。

【請求項 7】

ズームレンズと、上記ズームレンズにより形成した光学像を電気信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置であって、

上記ズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群の4つのレンズ群を有し、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第2レンズ群が像側へ移動するとともに、上記第4レンズ群が第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償するように移動し、上記第1レンズ群及び上記第3レンズ群が光軸方向に固定され、開口絞りが上記第3レンズ群の物体側に配置され、上記第3レンズ群が負の屈折力を有する負部分群と、該負部分群の像側に空気間隔を隔てて配置され正の屈折力を有する正部分群とにより構成され、上記正部分群を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせることにより像を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせることが可能であり、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(1) 1.4 < |f_{3n}| / f_3 < 3$$

但し、

f_{3n} : 第3レンズ群中に配置される負部分群の焦点距離

f_3 : 第3レンズ群の焦点距離

とする。

【請求項 8】

上記撮像素子の振れを検出する手振れ検出手段と、

上記手振れ検出手段によって検出した撮像素子の振れによる画像振れを補正するための振れ補正角を算出し、上記第3レンズ群の正部分群を上記振れ補正角に基づく位置とするべく駆動信号を手振れ駆動部に送出する手振れ制御手段と、

上記駆動信号に基づいて上記正部分群を光軸に垂直な方向にシフトさせる手振れ駆動部とを備えた

ことを特徴とする請求項7に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は新規なズームレンズ及び撮像装置に関する。詳しくは、手振れ補正が可能であるズームレンズ及び該ズームレンズを使用した撮像装置において、高変倍比でありながら像シフト時に発生する性能劣化を抑える技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、カメラにおける記録手段として、CCD(Charge Coupled Device)やCMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)等の光電変換素子を用いた撮像素子によって、撮像素子面上に形成された被写体像を、各光電変換素子によって被写体像の光量を電気的出力に変換して、記録する方法が知られている。

10

20

30

40

50

【0003】

近年の微細加工技術の技術進歩に伴い、中央演算処理装置（CPU）の高速化や記憶媒体の高集積化が図られ、それまでは取り扱えなかったような大容量の画像データが高速処理できるようになってきた。また、受光素子においても高集積化や小型化が図られ、高集積化により、より高い空間周波数の記録が可能となり、小型化により、カメラ全体の小型化が図れるようになってきた。

【0004】

但し、上述の高集積化や小型化により、個々の光電変換素子の受光面積が狭まり、電気出力の低下に伴ってノイズの影響が大きくなる問題があった。これを防ぐために、光学系の大口径比化により受光素子上に到達する光量を増大させたり、また、各素子の直前に微小なレンズ素子（所謂、マイクロレンズアレイ）を配置する等の工夫が為されてきた。上記マイクロレンズアレイは、隣り合う素子同士の間に至る光束を素子上へ導く代わりに、レンズ系の射出瞳位置に制約を与えていた。すなわち、レンズ系の射出瞳位置が受光素子に近づくと、受光素子に到達する主光線が光軸となす角度が大きくなつて画面周辺部へ向かう軸外光束が光軸に対して大きな角度をなし、その結果、受光素子上に到達せず、光量不足を招いてしまうからである。

【0005】

上記した光電変換素子によって、被写体像を記録するビデオカメラやデジタルスチルカメラ等に好適なズームレンズとしては、例えば、正負正正4群ズームレンズが知られている。

【0006】

正負正正4群ズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群が配列されて構成され、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、第1レンズ群及び第3レンズ群が光軸方向に固定され、第2レンズ群が像側へ移動することにより変倍作用がなされ、第4レンズ群が第2レンズ群の移動により発生する像面位置の変動を補償する作用をなす。

【0007】

具体的には、特許文献1が知られている。

【0008】

ところで、ズーム比が大きな光学系では望遠端状態における画角が狭くなるため、微小な手ブレによっても、像のブレが大きく発生してしまうという問題点があった。

【0009】

手ブレ等による像のブレを補正する、手ブレ補正方式として、光学式手ブレ補正システムが知られている。

【0010】

光学式手ブレ補正システムは、レンズ系の一部を光軸に垂直な方向にシフトさせるレンズシフト方式、あるいは、レンズ系直前に配置されたプリズムの頂角を変化させる可変頂角プリズム、等の方法が知られている。しかしながら、可変頂角プリズムはレンズ系で一番大きな第1レンズ群の物体側に配置するため、駆動系まで含めると小型化という点に課題があった。

【0011】

レンズシフト方式の光学系は例えば、シャッターレリーズに起因するような手ブレに伴う、カメラのブレを検出する検出系、検出系から出力される信号に基づき、レンズ位置に補正量を与える制御系、制御系からの出力に基づき、シフトレンズを駆動するシフト駆動系とを組み合わせることにより、カメラのブレに伴う像のブレを駆動系によるレンズのシフトによって補正する、光学式手ブレ補正システムとして機能させることができる。

【0012】

これらレンズシフト方式の光学系としては、例えば、特許文献2、特許文献3、特許文献4、あるいは、特許文献5が知られている。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

上記各特許文献に示された光学系では、開口絞りの近傍に配置される第3レンズ群全体、あるいは、その一部のレンズを光軸にほぼ垂直な方向にシフトすることによって、像をシフトさせることができ構成されている。

【 0 0 1 4 】

第3レンズ群は光軸方向に固定されたレンズ群であるため、レンズ径よりも径方向に大きなシフト駆動系を光軸方向に固定でき、システム全体の小型化に適している。

【 0 0 1 5 】

特許文献5に示されたズームレンズでは、第3レンズ群全体をシフトすることにより、像をシフトさせている。

10

【 0 0 1 6 】

特許文献3や、特許文献4に示されたズームレンズでは、第3レンズ群が正部分群と負部分群で構成され、正部分群をシフトすることによって、像をシフトさせている。

【 0 0 1 7 】

特許文献2に示されたズームレンズでは、第3レンズ群が負部分群と正部分群で構成され、正部分群をシフトさせることによって、像をシフトさせている。

【 0 0 1 8 】

【特許文献1】特開平6-337353号公報

【特許文献2】特開2002-244037号公報

【特許文献3】特開2003-228001号公報

20

【特許文献4】特開2002-162563号公報

【特許文献5】特開2003-295057号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【 0 0 1 9 】**

しかしながら、上記した従来のズームレンズにおいては、高い変倍比と高性能化を図る上で、以下のような問題点があった。

【 0 0 2 0 】

第3レンズ群全体をシフトさせる場合、第3レンズ群がレンズ位置状態が変化する際に発生する軸外収差の変動を補正すると同時に、手ブレ補正時に発生する諸収差の変動を補正する必要があるため、広角端状態で発生する負の歪曲収差を良好に補正することができず、これを解決するためには、第2レンズ群の屈折力を弱くする必要があり、その結果、第1レンズ群のレンズ径が大型化してしまい、小型化が充分図れない。

30

【 0 0 2 1 】

第3レンズ群の物体側に配置される正部分群をシフトさせる場合、開口絞り前後の間隔を充分に広げることができず、アイリス機構部との干渉が起こってしまう。

【 0 0 2 2 】

第3レンズ群の像側に配置される正部分群をシフトさせる場合、変倍比を高めようとすると、正部分群のシフト量が非常に大きくなり、駆動機構の大型化や構造の複雑化を引き起こしてしまうという問題源があった。

【 0 0 2 3 】

本発明は上記した課題に鑑み、高いズーム比を有しながら、レンズ径の小径化に優れ、性能劣化を抑えることができるズームレンズ及び該ズームレンズを使用した撮像装置を提供することを課題とする。

40

【課題を解決するための手段】**【 0 0 2 4 】**

本発明ズームレンズは、上記した課題を解決するために、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群の4つのレンズ群を有し、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第2レンズ群が像側へ移動するとともに、

50

上記第4レンズ群が第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償するように移動し、上記第1レンズ群及び上記第3レンズ群が光軸方向に固定され、開口絞りが上記第3レンズ群の物体側に配置され、上記第3レンズ群が負の屈折力を有する負部分群と、該負部分群の像側に空気間隔を隔てて配置され正の屈折力を有する正部分群とにより構成され、上記正部分群を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせることにより像を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせることができ、 f_{3n} を第3レンズ群中に配置される負部分群の焦点距離、 f_3 を第3レンズ群の焦点距離として、以下の条件式(1) $1.4 < |f_{3n}| / f_3 < 3$ を満足するものである。

【0025】

従って、本発明ズームレンズにあっては、第3レンズ群の正部分群をシフトさせることによって像がシフトされ、また、像シフト時における性能劣化が抑制される。 10

【0026】

本発明撮像装置は、上記した本発明ズームレンズを備える。

【発明の効果】

【0027】

本発明ズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群の4つのレンズ群を有し、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、上記第2レンズ群が像側へ移動するとともに、上記第4レンズ群が第2レンズ群の移動に伴う像面位置の変動を補償するように移動し、上記第1レンズ群及び上記第3レンズ群が光軸方向に固定され、開口絞りが上記第3レンズ群の物体側に配置され、上記第3レンズ群が負の屈折力を有する負部分群と、該負部分群の像側に空気間隔を隔てて配置され正の屈折力を有する正部分群とにより構成され、上記正部分群を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせることにより像を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせることができ、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする。 20

$$(1) \quad 1.4 < |f_{3n}| / f_3 < 3$$

但し、

f_{3n} ：第3レンズ群中に配置される負部分群の焦点距離

f_3 ：第3レンズ群の焦点距離

とする。 30

【0028】

従って、本発明ズームレンズにあっては、第3レンズ群の正部分群をシフトさせることによって像がシフトされ、また、像シフト時における性能劣化が抑制される。また、小型化が可能である。

【0029】

本発明撮像装置は、本発明ズームレンズによって形成された光学像を撮像素子によって電気信号に変換して記録する。

【0030】

請求項2に記載した発明にあっては、 R_n を第3レンズ群中に配置される負部分群の最も像側のレンズ面の曲率半径、 R_p を第3レンズ群中に配置される正部分群の最も物体側のレンズ面の曲率半径として、条件式(2) $-0.3 < (R_n + R_p) / (R_n - R_p) < 0.3$ を満足するので、上記正部分群をシフトさせた際に発生するコマ収差の変動を良好に補正することができる。 40

【0031】

請求項3及び請求項4に記載した発明にあっては、上記負部分群は正レンズ及び負レンズの2枚のレンズにより構成され、上記正部分群は正レンズ、負レンズ及び正レンズの3枚のレンズにより構成され、 R_{p1} を正部分群の最も像側に配置される正レンズの物体側レンズ面の曲率半径、 R_{p2} を正部分群の最も像側に配置される正レンズの像側レンズ面の曲率半径として、条件式(3) $0 < (R_{p1} + R_{p2}) / (R_{p1} - R_{p2}) < 2$ を満足するので、画角の変化に伴うコマ収差の変動を良好に補正することができる。 50

【0032】

請求項5に記載した発明にあっては、 f_2 を第2レンズ群の焦点距離、 f_w を広角端状態におけるレンズ系全体での焦点距離、 f_t を望遠端状態におけるレンズ系全体での焦点距離として、条件式(4) $0.42 < |f_2| / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < 0.5$ を満足するので、変倍に伴って発生する軸外収差の変動をさらに良好に補正することができる。

【0033】

請求項6に記載した発明にあっては、 D_t を望遠端状態において開口絞りから第4レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸に沿った距離、 Z_2 を広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際の第2レンズ群の移動量として、条件式(5) $0.8 < D_t / Z_2 < 1.2$ を満足するので、さらなる小型化とさらなる高性能化を同時に達成することができる。10

【0034】

請求項8に記載した発明にあっては、上記撮像素子の振れを検出する手振れ検出手段と、上記手振れ検出手段によって検出した撮像素子の振れによる画像振れを補正するための振れ補正角を算出し、上記第3レンズ群の正部分群を上記振れ補正角に基づく位置とするべく駆動信号を駆動部に送出する手振れ制御手段と、上記駆動信号に基づいて上記正部分群を光軸に垂直な方向にシフトさせる手振れ駆動部とを備えたので、手振れ等による撮像素子の振れによる画像の振れを補正すると共に、合焦状態が良好で各種収差が良好に補正された高品質の画像を取得することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0035】

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添付図面を参照して説明する。

【0036】

本発明ズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群の4つのレンズ群を有し、レンズ系全体での焦点距離が最も短い広角端状態から焦点距離が最も長い望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、第1レンズ群及び3レンズ群が光軸方向に固定であって、第2レンズ群が像側に移動して変倍作用をなし、第4レンズ群が移動して第2レンズ群の移動に伴う像面位置の補償作用と近距離合焦作用を為す。30

【0037】

第3レンズ群は負の屈折力を有する負部分群と、その像側に配置され正の屈折力を有する正部分群とにより構成され、上記正部分群を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせることにより像をシフトさせることが可能である。

【0038】

以上の構成のもとで、以下のように構成することにより、高変倍比でありながら、像シフト時に発生する性能劣化を抑えることができる。

(A) 第3レンズ群の物体側に開口絞りを配置する

40

(B) 負部分群の屈折力を適切に設定する

開口絞りの位置は高性能化と小型化とのバランスを図る上で極めて重要である。

【0039】

開口絞りから離れたレンズ群を通過する軸外光束は光軸から離れて通過するため、レンズ系の中央付近に配置した際に各レンズ群のレンズ径を一番小型化しやすい。特に、第1レンズ群は像面位置から最も離れるため、レンズ径が大きくなりやすいので、中央付近よりもやや物体側に配置することが望ましい。

【0040】

また、レンズ位置状態が変化する際に、可動レンズ群を通過する軸外光束は高さが大きく変化するので、この高さの変化を利用して、レンズ位置状態が変化する際に発生する軸外収差の変動を良好に補正することができる。特に、開口絞りの物体側と像側に可動レン

50

ズ群がそれぞれ 1 つ以上配置されると、より良好に収差補正が行える。

【 0 0 4 1 】

以上のことから、本発明においては、第 3 レンズ群の物体側に開口絞りを配置することで、レンズ径が大きくなりやすい第 1 レンズ群のレンズ径を小さく抑え、且つ、高性能化を図ることができる。

【 0 0 4 2 】

なお、本発明においては、開口絞りの位置を光軸方向に固定することによって、絞り機構を光軸方向に固定することができ、鏡筒構造の簡略化を図ることができる。

【 0 0 4 3 】

本発明ズームレンズにおいては、第 3 レンズ群を負部分群と正部分群とにより構成しているが、この負部分群の屈折力がレンズ径の小型化を図る上で重要である。 10

【 0 0 4 4 】

負部分群の屈折力が強まると、正部分群を通過する軸外光束が光軸から離れるため、正部分群のレンズ径が大きくなり、重量が増し、その結果、上記正部分群をシフトさせるシフト駆動機構の大型化や複雑化を引き起こしてしまう。同時に、第 4 レンズ群を通過する軸外光束も光軸から離れるため、フォーカス群の駆動機構も大型化や複雑化を引き起こしてしまい、小型化を図ることが難しくなってしまう。

【 0 0 4 5 】

そこで本発明においては、第 3 レンズ群の焦点距離に対する負部分群の焦点距離を適切に設定することにより、レンズ径の小型化を適切に図ることができる。 20

【 0 0 4 6 】

以上の観点から、 f_{3n} を第 3 レンズ群中に配置される負部分群の焦点距離、 f_3 を第 3 レンズ群の焦点距離として、以下の条件式(1)を満足することが必要である。

$$(1) \quad 1.4 < |f_{3n}| / f_3 < 3$$

この条件式(1)は第 3 レンズ群における負部分群の焦点距離を規定する条件式である。

【 0 0 4 7 】

条件式(1)の下限値を下回った場合、上記した通り、正部分群の屈折力も強まるため、正部分群を通過する主光線が光軸から離れてしまうので、周辺光量の不足を引き起こしてしまう。 30

【 0 0 4 8 】

逆に、条件式(1)の上限値を上回った場合、上記した通り、第 1 レンズ群を通過する軸外光束が光軸から離れ、シフトレンズ群(第 3 レンズ群の正部分群)をシフトさせた際の周辺光量の変化が大きくなってしまう。

【 0 0 4 9 】

なお、本発明ズームレンズにおいては、更なる高性能化を図るためにには、条件式(1)の上限値を 2.5 とすることが望ましい。条件式(1)の値が 2.5 を超えると、第 4 レンズ群を通過する軸外光束が光軸から離れるため、画面周辺部において発生するコマ収差をより良好に補正することができず、より高い光学性能を得ることが難くなってしまう。

【 0 0 5 0 】

高変倍比のズームレンズでは、特に望遠端状態において、シフトレンズ群がシフトした際に発生するコマ収差の変動をより良好に補正する必要がある。つまり、(C) 負部分群と正部分群との間に形成される空気間隔を適切な形とすることが重要である。

【 0 0 5 1 】

そこで、本発明ズームレンズにあっては、シフトした際に発生する光路長の変化を減らすことにより、このコマ収差の変動を良好に補正している。

【 0 0 5 2 】

具体的には、負部分群の最も像側のレンズ面の曲率半径と正部分群の最も物体側のレン

10

20

30

40

50

ズ面の曲率半径との差を少なくすることにより、負部分群と正部分群との間に形成される空気間隔を適切な形状とし、コマ収差の変動を良好に補正することとしている。

【0053】

そのため、本発明ズームレンズにあっては、 R_n を第3レンズ群中に配置される負部分群の最も像側のレンズ面の曲率半径、 R_p を第3レンズ群中に配置される正部分群の最も物体側のレンズ面の曲率半径として、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

$$(2) -0.3 < (R_n + R_p) / (R_n - R_p) < 0.3$$

上記したように、条件式(2)は負部分群と正部分群との間に形成される空気間隔の形状を規定する条件式である。

【0054】

条件式(2)の下限値を下回った場合、正部分群がシフトした際に画面中心部で発生する偏心コマ収差を良好に補正することが難しくなってしまう。逆に、条件式(2)の上限値を上回った場合、望遠端状態で正部分群がシフトした際に画面周辺部で発生するコマ収差の変動が著しく大きくなり、良好なる光学性能が得られなくなってしまう。

【0055】

本発明ズームレンズにおいては、第3レンズ群を構成する2つの部分群のうち、負部分群は少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズを有し、正部分群は少なくとも2枚の正レンズと1枚の正レンズを有することが望ましい。

【0056】

正部分群がシフトした際に発生する諸収差の変動を良好に補正するには、負部分群、正部分群、それぞれ単独で発生する球面収差をある程度抑える必要がある。

【0057】

本発明ズームレンズにおいては、上記条件式(1)の条件式範囲が示す通り、第3レンズ群において負部分群の屈折力は正部分群に比べて弱い。負部分群は屈折力が弱いため、ダブルエット構成で負部分群単独で発生する正の球面収差を良好に補正することが可能であり、正部分群は正レンズ、負レンズ、正レンズの3枚構成である、所謂、トリプレット構成とすることにより、正部分群単独で発生する負の球面収差を良好に補正することとしている。

【0058】

本発明ズームレンズにおいては、画角の変化に伴うコマ収差の変動を良好に補正するために、 R_{p1} を正部分群の最も像側に配置される正レンズの物体側レンズ面の曲率半径、 R_{p2} を正部分群の最も像側に配置される正レンズの像側レンズ面の曲率半径として、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

$$(3) 0 < (R_{p1} + R_{p2}) / (R_{p1} - R_{p2}) < 2$$

この条件式(3)は正部分群の最も像側に配置される正レンズの形状を規定する条件式である。

【0059】

条件式(3)の下限値を下回った場合、負の像面湾曲を良好に補正することができず、画面周辺部まで良好なる結像性能が得られなくなってしまう。

【0060】

条件式(3)の上限値を上回った場合、画面周辺部において発生する内向性コマ収差を良好に補正することができず、画面周辺部まで良好なる結像性能が得られなくなってしまう。

【0061】

本発明ズームレンズにおいては、第2レンズ群が唯一の負レンズ群であるため、変倍に伴って発生する軸外収差の変動を更に良好に補正するためには、第2レンズ群の屈折力を適切に設定することが肝要であり、 f_2 を第2レンズ群の焦点距離、 f_w を広角端状態におけるレンズ系全体での焦点距離、 f_t を望遠端状態におけるレンズ系全体での焦点距離として、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

$$(4) 0.42 < |f_2| / (f_w \cdot f_t)^{1/2} < 0.5$$

この条件式(4)は第2レンズ群の焦点距離を規定する条件式である。

【0062】

条件式(4)の上限値を上回った場合、第2レンズ群を通過する軸外光束がより光軸から離れ、その結果、広角端状態で画面周縁部において発生するコマ収差を良好に補正することが難しくなってしまう。

【0063】

条件式(4)の下限値を下回った場合、レンズ位置状態が変化する際に発生する軸外収差の変動を良好に補正することが難しくなってしまう。

【0064】

本発明ズームレンズにおいては、レンズ全長の短縮化と第1レンズ群のレンズ径の小型化を図るために、特に望遠端状態において第1レンズ群を通過する軸外光束が光軸に近づくようにしている。 10

【0065】

上記正部分群がシフトした際に画角の変化が生じるが、特に望遠端状態では画角が狭いために、この画角の変化が大きく、その結果、第1レンズ群のレンズ外径によるケラレが生じて周辺光量の不足を引き起こしやすい。このため、第1レンズ群のレンズ径を小型化するには、第1レンズ群を通過する軸外光束を光軸に近づけることが肝要である。

【0066】

具体的には、本発明ズームレンズにおいては、開口絞りの位置を通過する主光線が光軸となす角度を小さくすることによって、第1レンズ群を通過する軸外光束を光軸に近づけている。 20

【0067】

光学系の像側に色分解プリズムを配置した、所謂、3イメージヤ撮像用の光学系では、ダイクロイックミラーにより光束を色分解するために、射出瞳位置が無限遠に近い、像側テレセントリック光学系を主に使用している。

【0068】

このため、開口絞りから像面位置までの距離が長いほど、開口絞りよりも像側に配置されるレンズ群の屈折力が弱められ、その結果、主光線が光軸となす角度を小さくすることができます。このように主光線が光軸となす角度が小さくなると、第1レンズ群に入射する軸外光束が光軸に近づく。 30

【0069】

しかしながら、開口絞りから像面位置までの距離を長くすればするほど、開口絞りの位置は物体側に近づき、変倍時に第2レンズ群の移動スペースがなくなり、第1レンズ群と第2レンズ群の屈折力を強くする必要が生じ、レンズ位置状態が変化する際に発生する軸外収差の変動が抑えられず、高性能化を充分に図ることができない。

【0070】

そこで、本発明ズームレンズにおいては、更なる小型化と更なる高性能化とを同時に達成するために、D_tを望遠端状態において開口絞りから第4レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸に沿った距離、Z₂を広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際の第2レンズ群の移動量として、以下の条件式(5)を満足するように構成することが望ましい。 40

$$(5) \quad 0.8 < D_t / Z_2 < 1.2$$

この条件式(5)は望遠端状態における開口絞りから第4レンズ群までの距離と、第2レンズ群の移動量を規定する条件式である。

【0071】

条件式(5)の上限値を上回った場合、レンズ位置状態が変化する際に第2レンズ群により発生する軸外収差の変動を良好に補正し、更なる高性能化を図ることが困難となってしまう。

【0072】

逆に、条件式(5)の下限値を下回った場合、第3レンズ群と第4レンズ群の合成焦点 50

距離が短くなり、その結果、主光線が光軸となす角度が大きくなり、第1レンズ群のレンズ径を小型化することが困難となってしまう。

【0073】

ところで、本発明ズームレンズにおいては、第3レンズ群中に配置される負部分群を射出する軸上光束が発散された状態となる、つまり、第3レンズ群中に配置される正部分群の横倍率を負の値とすることが望ましい。

【0074】

第3レンズ群中の正部分群の横倍率を a 、第4レンズ群の横倍率を b とする時、プレ補正係数 s 、ピント敏感度 f は

$$s = (1 - a) b$$

$$f = (1 - a^2) b^2$$

10

で表される。

【0075】

本発明ズームレンズにおいては、正部分群の横倍率 a が $a < 0$ を満たすように設定することにより、プレ補正係数 s を上げ、且つ、ピント敏感度 f を下げ、高い変倍比でありながら、少ないレンズシフト量で像をシフトすることを可能とし、また、光軸方向の位置精度を下げる事ができた。

【0076】

光軸方向の位置精度が高まると、シフトレンズ群、すなわち、正部分群を光軸方向に付勢した状態で保持する必要が生じるため、正部分群を光軸に垂直な方向にシフトさせる駆動機構の複雑化を招く。このため、本発明は正部分群の横倍率を上記した通りに設定することにより、光軸方向の位置精度を低下させ、鏡筒構造の簡易化を図っている。

20

【0077】

本発明ズームレンズにおいては、更なる高性能化を図るために、第1レンズ群が物体側より順に配列された負レンズと正レンズとの接合レンズ及び2枚の正レンズの4枚のレンズで構成されることが望ましい。

30

【0078】

第1レンズ群は特に望遠端状態で軸上光束が広い光束径で入射するため、負の球面収差が発生しやすい。また、軸外光束が光軸から離れて入射するため、軸外収差の発生が起こりやすい。

【0079】

本発明ズームレンズにおいては、第1レンズ群の最も物体側に負レンズと正レンズとの接合レンズを配置することで、負の球面収差、及び、軸上色収差を良好に補正している。また、従来の正負正正4群ズームレンズでは第1レンズ群を接合レンズとその像側に位置する1枚の正レンズとで構成しているが、正レンズを2枚とすることにより、高い変倍比でありながらも、望遠端状態における負の球面収差の発生を抑え、且つ、画角の変化に伴うコマ収差の変動を良好に補正でき、より高い光学性能を実現することができる。

30

【0080】

本発明ズームレンズにおいては、第2レンズ群において発生する諸収差をより良好に補正し、より高い光学性能を得るために、物体側より、像側に凹面向けたメニスカス形状の負レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズの順に配列された4枚のレンズで構成することが望ましい。

40

【0081】

第2レンズ群は変倍作用を担うレンズ群であるため、第2レンズ群で発生する諸収差を良好に補正することが、更なる高性能化を図る上で重要である。本発明ズームレンズにおいては、第2レンズ群の最も物体側に配置された像側に凹面向けたメニスカス形状の負レンズが、広角端状態で画角の変化に伴って発生するコマ収差の変動を補正する役割を行い、その像側に配置されるトリプレットレンズが軸上収差を良好に補正する役割を担うことで、収差補正上の役割分担を明確化して、良好なる結像性能が得られるようにしている。

50

【0082】

なお、本発明ズームレンズにおいては、トリプレットレンズのうち正レンズとその像側に配置される負レンズとの偏心による性能劣化が大きいため、接合化することにより、製造時の偏心誤差による影響を少なくして、安定した光学品質を得ることができる。

【0083】

本発明ズームレンズにおいては、被写体位置の変化に伴う諸収差の変動を良好に補正するため、第4レンズ群が物体側より順に、物体側に凸面を向けた正レンズ、像側に凹面を向けた負レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズが配列されて構成されることが望ましい。

【0084】

第4レンズ群をトリプレット構成とすることにより、軸外収差と軸上収差とを同時に補正することが可能となり、被写体位置が変化した際に発生する諸収差の変動を良好に補正できる。

【0085】

なお、本発明ズームレンズにおいては、色収差の発生をより良好に抑えるために、第1レンズ群に異常分散性の高い硝材を用いることが望ましい。

【0086】

特に、第1レンズ群を構成するレンズのうち、接合レンズ中の正レンズを異常分散性の高い硝材とすることにより、望遠端状態で画面中心部において発生する2次分散を良好に補正することができる。

【0087】

また、第1レンズ群の像側に配置される2枚の正レンズのうち、いずれか1枚をアッペ数が6.5を超える低分散の硝材とすることにより、望遠端状態で画面周辺部において発生する倍率色収差を良好に補正することが可能である。上記2枚の正レンズを両方共低分散の硝材とすることにより、倍率色収差をより良好に補正することができる。

【0088】

本発明ズームレンズにおいては、非球面レンズを用いることにより、より高い光学性能を実現することができる。特に、最終レンズ群に非球面を導入することによって、中心性能の更なる高性能化が可能となる。また、第2レンズ群に非球面レンズを用いることにより、広角端状態において発生する画角によるコマ収差の変動を良好に補正することも可能である。

【0089】

更に、複数の非球面を用いることでより高い光学性能が得られるのは言うまでもない。

【0090】

また、レンズ系の像側にモアレ縞の発生を防ぐためにローパスフィルタを配置したり、受光素子の分光感度特性に応じて赤外カットフィルタを配置することも勿論、可能である。

【0091】

以下に、本発明ズームレンズの各実施の形態及び数値実施例を説明する。

【0092】

なお、各実施の形態において非球面が用いられるが、非球面形状は次の数1式によって表される。

【0093】

【数1】

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

【0094】

ここで、

y : 光軸からの高さ

10

20

30

40

50

x : サグ量

c : 曲率

: 円錐定数

A、B、… : 非球面係数

である。

【0095】

図1は本発明ズームレンズの屈折力配分を示しており、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1、負の屈折力を有する第2レンズ群G2、正の屈折力を有する第3レンズ群G3、正の屈折力を有する第4レンズ群G4が配列されて構成され、図1の上段に示す広角端状態(W)より図1の下段に示す望遠端状態(T)への変倍に際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の空気間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間の空気間隔は減少するように、第2レンズ群G2が像側へ移動する(中段の実線参照)。この時、第1レンズ群G1、第3レンズ群G3は固定であって(中段の破線参照)、第4レンズ群G4が第2レンズ群G2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ともに近距離合焦時に物体側へ移動する(中段の実線参照)。

【0096】

図2は本発明ズームレンズの第1の実施の形態1におけるレンズ構成を示す図である。第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL11、物体側に凸面を向けた正レンズL12、物体側に凸面を向けた正レンズL13により構成されている。第2レンズ群G2は像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL21、両凹形状の負レンズL22、両凸レンズと両凹レンズとの接合レンズL23により構成されている。第3レンズ群G3は両凹レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合負レンズL31、物体側に非球面を有する両凸レンズと物体側に凹面を向けた負レンズとの接合レンズL32、像側に凸面を向けた正レンズL33により構成されている。第4レンズ群G4は物体側に凸面を向けた正レンズL41、物体側に非球面を有し像側に凹面を向けた負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL42により構成されている。

【0097】

第1の実施の形態に係るズームレンズ1では、第3レンズ群G3中に配置される接合負レンズL31が負部分群、接合レンズL32と正レンズL33とが正部分群を成す。そして、正部分群L32、L33を光軸 x にほぼ垂直な方向にシフトさせることで像を光軸 x にほぼ垂直な方向にシフトさせることが可能である。

【0098】

ズームレンズ1では第4レンズ群G4の像側に光軸方向に固定の色分解プリズムPPが配置される。また、開口絞りSは、第3レンズ群G3の物体側に配置され、レンズ位置状態が変化する際に第3レンズ群G3と共に光軸方向に固定である。

【0099】

以下の表1に上記第1の実施の形態にかかるズームレンズ1に具体的数値を適用した数値実施例1の諸元の値を示す。この数値実施例1及び後に説明する各数値実施例の諸元表中の面番号は物体側から数えて*i*番面の面を示し、曲率半径は第*i*番面の光学面の曲率半径を、面間隔は物体側から第*i*番目の光学面と第*i+1*番目の光学面との間の軸上面間隔を、屈折率は物体側に第*i*番目の光学面を有する硝材のd線($\lambda=587.6\text{nm}$)に対する屈折率を、アッペ数は物体側に第*i*番目の光学面を有する硝材のd線に対するアッペ数をそれぞれ示す。また、D*i*は当該面間隔が可変間隔であることを、曲率半径0は当該面が平面であることを、Bfは当該面間隔がバックフォーカスであることを、それぞれ示す。

【0100】

10

20

30

40

【表1】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	
1:	39.2166	0.490	1.80518	25.4	
2:	16.7662	1.224	1.49700	81.6	
3:	-65.2680	0.049			
4:	14.0159	0.805	1.60300	65.5	
5:	53.5272	0.049			
6:	8.9488	0.869	1.45600	90.3	10
7:	21.2457	(D7)			
8:	14.2665	0.171	1.77250	49.6	
9:	1.9759	1.060			
10:	-9.6223	0.147	1.88300	40.8	
11:	16.5840	0.049			
12:	3.2143	1.204	1.75520	27.5	
13:	-3.4351	0.147	1.88300	40.8	
14:	7.0292	(D14)			20
15:	0.0000	1.258		(開口絞り)	
16:	-6.4419	0.147	1.77520	27.5	
17:	6.1177	0.490	1.92286	18.9	
18:	-28.9059	0.147			
19:	22.9615	1.224	1.58913	61.3	
20:	-2.3573	0.208	1.88300	40.8	
21:	-9.1346	0.073			
22:	-682.9045	1.322	1.49700	81.6	30
23:	-3.3001	(D23)			
24:	5.6392	1.224	1.69350	53.3	
25:	59.9742	0.132			
26:	8.3984	0.147	1.80518	25.4	
27:	3.6547	1.664	1.48749	70.4	
28:	48.9503	(D28)			
29:	0.0000	3.806	1.51680	64.2	
30:	0.0000	(Bf)			40

【0101】

ズームレンズ1において、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の間隔D7、第2レンズ群G2と開口絞りSとの間の間隔D14、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間の間隔D23及び第4レンズ群G4と色分解プリズムPPとの間の間隔D28が変化する。そこで、数値実施例1における上記各面間隔の広角端状態、広角端と望遠端との間の中間焦点距離状態及び望遠端状態における各値を表2に焦点距離f、FナンバーFNo.及び画角2と共に示す。

【0 1 0 2】

【表2】

f	1.000	~	9.430	~	21.047
FNO	1.65	~	2.19	~	2.88
2ω	60.34	~	6.70	~	3.00°
D7	0.184		8.319		9.636
D14	10.033		1.898		0.581
D23	1.850		0.755		1.958
D28	0.437		1.532		0.329
Bf	0.566		0.566		0.566

10

【0 1 0 3】

ズームレンズ1において第19面及び第24面は非球面で構成されている。そこで、数値実施例1における上記各非球面の4次、6次、8次、10次の非球面係数A、B、C、Dを円錐定数と共に表3に示す。なお、表3及び以下の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、すなわち、「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。

【0 1 0 4】

20

【表3】

第 19 面	$\kappa = -2.000000$	A=-0.347142E-02	B=-0.447320E-03	C= 0.545089E-04
		D=-0.255876E-04		
第 24 面	$\kappa = -0.540914$	A=-0.360175E-03	B=-0.558377E-05	C=-0.185402E-06
		D= 0.316210E-06		

【0 1 0 5】

上記数値実施例1の上記各条件式(1)、(2)、(3)、(4)、(5)対応値を表4に示す。

30

【0 1 0 6】

【表4】

f 3 n	= -17.671
f 3	= 8.877
f 2	= -2.195
(1) f 3 n / f 3	= 1. 991
(2) (Rn+Rp) / (Rn-Rp)	= 0. 115
(3) (Rp1+Rp2) / (Rp1-Rp2)	= 1. 010
(4) f 2 / (f w · f t)^1/2	= 0. 479
(5) D t / Z 2	= 1. 057

40

【0 1 0 7】

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それぞれ示し、図3は広角端状態(f=1.000)、図4は中間焦点距離状態(f=9.430)、図5は望遠端状態(f=21.047)における諸収差図を示す。

【0 1 0 8】

図3乃至図5の各収差図において、球面収差図中の実線は球面収差を示し、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。コマ収差図においてyは像

50

高を示す。また、各収差図中の F n o . は F ナンバーを、 A は半画角を示す。

【 0 1 0 9 】

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横収差図をそれぞれ示し、図 6 は広角端状態 ($f = 1.000$) 、図 7 は中間焦点距離状態 ($f = 9.430$) 、図 8 は望遠端状態 ($f = 21.047$) における横収差図を示す。

【 0 1 1 0 】

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は明らかである。

【 0 1 1 1 】

図 9 は本発明ズームレンズの第 2 の実施の形態 2 におけるレンズ構成を示す図である。
10 第 1 レンズ群 G 1 は物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズ L 1 1 、物体側に凸面を向けた正レンズ L 1 2 、物体側に凸面を向けた正レンズ L 1 3 により構成されている。第 2 レンズ群 G 2 は像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 2 1 、両凹形状の負レンズ L 2 2 、両凸レンズと両凹レンズとの接合レンズ L 2 3 により構成されている。第 3 レンズ群 G 3 は両凹レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合負レンズ L 3 1 、物体側に非球面を有する両凸レンズと物体側に凹面を向けた負レンズとの接合レンズ L 3 2 、像側に凸面を向けた正レンズ L 3 3 により構成されている。第 4 レンズ群 G 4 は物体側に非球面形状の凸面を向けた正レンズ L 4 1 、像側に凹面を向けた負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズ L 4 2 により構成されている。

【 0 1 1 2 】

第 2 の実施の形態に係るズームレンズ 2 では、第 3 レンズ群 G 3 中に配置される接合負レンズ L 3 1 が負部分群、接合レンズ L 3 2 と正レンズ L 3 3 とが正部分群を成す。そして、正部分群 L 3 2 、 L 3 3 を光軸 X にほぼ垂直な方向にシフトさせることで像を光軸 X にほぼ垂直な方向にシフトさせることが可能である。

【 0 1 1 3 】

ズームレンズ 2 では第 4 レンズ群 G 4 の像側に光軸方向に固定の色分解プリズム P P が配置される。また、開口絞り S は、第 3 レンズ群 G 3 の物体側に配置され、レンズ位置状態が変化する際に第 3 レンズ群 G 3 と共に光軸方向に固定である。

【 0 1 1 4 】

以下の表 5 に上記第 2 の実施の形態にかかるズームレンズ 2 に具体的数値を適用した数値実施例 2 の諸元の値を示す。

【 0 1 1 5 】

10

20

30

【表5】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	
1:	26.2087	0.490	1.84666	23.8	10
2:	14.7706	1.469	1.49700	81.6	
3:	-114.5260	0.049			
4:	12.5245	0.876	1.49700	81.6	
5:	54.2087	0.049			
6:	8.8958	0.837	1.49700	81.6	
7:	20.8989	(D7)			
8:	18.3065	0.171	1.75500	52.3	
9:	1.9052	0.938			
10:	-11.0709	0.147	1.88300	40.8	
11:	8.8367	0.049			20
12:	3.2037	1.178	1.75520	27.5	
13:	-3.1296	0.147	1.88300	40.8	
14:	10.0915	(D14)			
15:	0.0000	1.263		(開口絞り)	
16:	-4.2208	0.147	1.75520	27.5	
17:	7.7645	0.495	1.92286	18.9	
18:	-9.9555	0.147			
19:	12.1878	1.202	1.58913	61.3	
20:	-2.6827	0.208	1.80100	35.0	
21:	-11.7616	0.073			30
22:	143.7374	1.155	1.49700	81.6	
23:	-4.0930	(D23)			
24:	6.3850	1.224	1.69350	53.3	
25:	82.9604	0.122			
26:	6.0637	0.147	1.84666	23.8	
27:	3.3544	1.102	1.48749	70.4	
28:	48.9615	(D28)			
29:	0.0000	3.807	1.51680	64.2	
30:	0.0000	(Bf)			

【0116】

ズームレンズ2において、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の間隔D7、第2レンズ群G2と開口絞りSとの間の間隔D14、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間の間隔D23及び第4レンズ群G4と色分解プリズムPPとの間の間隔D28が変化する。そこで、数値実施例2における上記各面間隔の広角端状態、広角端と望遠端との間の中間焦点距離状態及び望遠端状態における各値を表6に焦点距離f、FナンバーFNo.及び画角2と共に

示す。

【0 1 1 7】

【表 6】

f	1.000	~	8.860	~	21.057
FNO	1.65	~	2.18	~	2.88
2ω	60.31	~	7.14	~	2.99°
D7	0.184		7.703		9.029
D14	9.457		1.938		0.612
D23	1.686		0.700		2.017
D28	0.586		1.572		0.255
Bf	0.567		0.567		0.567

10

【0 1 1 8】

ズームレンズ 2において第 19 面及び第 24 面は非球面で構成されている。そこで、数値実施例 2における上記各非球面の 4 次、6 次、8 次、10 次の非球面係数 A、B、C、D を円錐定数と共に表 7 に示す。

【0 1 1 9】

【表 7】

20

第 19 面	$\kappa = -0.160601$	A=-0.218930E-02	B=-0.985084E-04	C= 0.145786E-04
		D=-0.215771E-05		
第 24 面	$\kappa = -0.658853$	A=-0.457647E-03	B=-0.105701E-04	C= 0.624990E-05
		D=-0.587955E-06		

【0 1 2 0】

上記数値実施例 2 の上記各条件式(1)、(2)、(3)、(4)、(5)対応値を表 8 に示す。

【0 1 2 1】

30

【表 8】

$$f_{3n} = -16.899$$

$$f_3 = 8.484$$

$$f_2 = -2.122$$

$$(1) |f_{3n}| / f_3 = 1.992$$

$$(2) (R_n + R_p) / (R_n - R_p) = -0.101$$

$$(3) (R_{p1} + R_{p2}) / (R_{p1} - R_{p2}) = 0.945$$

$$(4) |f_2| / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 0.462$$

40

$$(5) D_t / Z_2 = 1.052$$

【0 1 2 2】

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それぞれ示し、図 10 は広角端状態 ($f = 1.000$)、図 11 は中間焦点距離状態 ($f = 8.860$)、図 12 は望遠端状態 ($f = 21.057$) における諸収差図を示す。

【0 1 2 3】

図 10 乃至図 12 の各収差図において、球面収差図中の実線は球面収差を示し、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。コマ収差図において y は像高を示す。また、各収差図中の F n o . は F ナンバーを、A は半画角を示す。

50

【0124】

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横収差図をそれぞれ示し、図13は広角端状態($f = 1.000$)、図14は中間焦点距離状態($f = 8.860$)、図15は望遠端状態($f = 21.057$)における横収差図を示す。

【0125】

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は明らかである。

【0126】

図16は本発明ズームレンズの第3の実施の形態3におけるレンズ構成を示す図である。第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL11、物体側に凸面を向けた正レンズL12、物体側に凸面を向けた正レンズL13により構成されている。第2レンズ群G2は像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL21、両凹形状の負レンズL22、両凸レンズと両凹レンズとの接合レンズL23により構成されている。第3レンズ群G3は両凹レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合負レンズL31、物体側に非球面を有する両凸レンズと物体側に凹面を向けた負レンズとの接合レンズL32、像側に凸面を向けた正レンズL33により構成されている。第4レンズ群G4は物体側に非球面である凸面を向けた正レンズL41、像側に凹面を向けた負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL42により構成されている。

10

20

【0127】

第3の実施の形態に係るズームレンズ3では、第3レンズ群G3中に配置される接合負レンズL31が負部分群、接合レンズL32と正レンズL33とが正部分群を成す。そして、正部分群L32、L33を光軸Xにほぼ垂直な方向にシフトさせることで像を光軸Xにほぼ垂直な方向にシフトさせることが可能である。

【0128】

ズームレンズ3では第4レンズ群G4の像側に光軸方向に固定の色分解プリズムPPが配置される。また、開口絞りSは、第3レンズ群G3の物体側に配置され、レンズ位置状態が変化する際に第3レンズ群G3と共に光軸方向に固定である。

30

【0129】

以下の表9に上記第3の実施の形態にかかるズームレンズ3に具体的数値を適用した数値実施例3の諸元の値を示す。

【0130】

【表9】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数	
1:	24.3809	0.502	1.84666	23.8	
2:	13.9540	1.532	1.45600	90.3	
3:	-214.7871	0.050			
4:	13.1105	0.831	1.60300	65.5	
5:	46.9098	0.050			10
6:	9.4060	0.871	1.49700	81.6	
7:	23.8113	(D7)			
8:	15.8186	0.176	1.83481	43.0	
9:	1.9593	1.095			
10:	-8.0108	0.151	1.88300	40.8	
11:	25.7611	0.050			
12:	3.4385	0.814	1.80809	22.8	
13:	-8.9759	0.151	1.88300	40.8	20
14:	6.3992	(D14)			
15:	0.0000	0.628		(開口絞り)	
16:	-5.9219	0.151	1.74950	35.3	
17:	4.7066	0.548	1.84666	23.8	
18:	-19.4034	0.151			
19:	15.6193	1.228	1.58913	61.3	
20:	-2.1337	0.213	1.88300	40.8	
21:	-7.7932	0.085			30
22:	-21.9672	1.221	1.49700	81.6	
23:	-3.0471	(D23)			
24:	5.2667	1.253	1.58913	61.3	
25:	179.9768	0.126			
26:	5.4066	0.151	1.84666	23.8	
27:	3.0843	1.030	1.48749	70.4	
28:	12.1193	(D28)			
29:	0.0000	3.905	1.51680	64.2	40
30:	0.0000	(Bf)			

【0131】

ズームレンズ3において、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の間隔D7、第2レンズ群G2と開口絞りSとの間の間隔D14、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間の間隔D23及び第4レンズ群G4と色分解プリズムPPとの間の間隔D28が変化する。そこで、数値実施例3における上記各面間隔の広角端状態、広角端と望遠端との間の中間焦点距離状態及び望遠端状態における各値を表10に焦点距離f、FナンバーFN_o、及び画角2と共に

に示す。

【0 1 3 2】

【表 1 0】

f	1.000	~	9.196	~	21.061
FNO	1.65	~	2.18	~	2.88
2ω	60.31	~	7.14	~	2.99°
D7	0.188		7.970		9.308
D14	9.932		2.150		0.812
D23	1.779		0.733		2.054
D28	0.535		1.581		0.260
Bf	0.583		0.583		0.583

10

【0 1 3 3】

ズームレンズ 3において第 19 面及び第 24 面は非球面で構成されている。そこで、数値実施例 3における上記各非球面の 4 次、6 次、8 次、10 次の非球面係数 A、B、C、D を円錐定数と共に表 1 1 に示す。

【0 1 3 4】

【表 1 1】

20

第 19 面	$\kappa = -0.535226$	$A = -0.367375E-02$	$B = -0.340086E-03$	$C = 0.100074E-04$
		$D = -0.234761E-04$		
第 24 面	$\kappa = -0.317306$	$A = -0.539214E-03$	$B = -0.300931E-04$	$C = 0.532791E-05$
		$D = 0.118175E-06$		

【0 1 3 5】

上記数値実施例 3 の上記各条件式(1)、(2)、(3)、(4)、(5)対応値を表 1 2 に示す。

【0 1 3 6】

30

【表 1 2】

$$f_{3n} = -16.607$$

$$f_3 = 8.486$$

$$f_2 = -2.163$$

$$(1) |f_{3n}| / f_3 = 1.957$$

$$(2) (R_n + R_p) / (R_n - R_p) = 0.108$$

$$(3) (R_{p1} + R_{p2}) / (R_{p1} - R_{p2}) = 1.322$$

$$(4) |f_2| / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 0.471$$

$$(5) D_t / Z_2 = 0.969$$

40

【0 1 3 7】

図 1 7 乃至図 1 9 は数値実施例 3 の無限遠合焦状態での諸収差図をそれぞれ示し、図 1 7 は広角端状態 ($f = 1.000$)、図 1 8 は中間焦点距離状態 ($f = 9.196$)、図 1 2 は望遠端状態 ($f = 21.061$) における諸収差図を示す。

【0 1 3 8】

図 1 7 乃至図 1 9 の各収差図において、球面収差図中の実線は球面収差を示し、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。コマ収差図において y は像高を示す。また、各収差図中の F n o . は F ナンバーを、A は半画角を示す。

50

【0139】

図20乃至図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横収差図をそれぞれ示し、図20は広角端状態($f = 1.000$)、図21は中間焦点距離状態($f = 9.196$)、図22は望遠端状態($f = 21.061$)における横収差図を示す。

【0140】

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は明らかである。

【0141】

図23は本発明ズームレンズの第4の実施の形態4におけるレンズ構成を示す図である。第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL11、物体側に凸面を向けた正レンズL12、物体側に凸面を向けた正レンズL13により構成されている。第2レンズ群G2は像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL21、両凹形状の負レンズL22、両凸レンズと両凹レンズとの接合レンズL23により構成されている。第3レンズ群G3は両凹レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合負レンズL31、物体側に非球面を有する両凸レンズと物体側に凹面を向けた負レンズとの接合レンズL32、像側に凸面を向けた正レンズL33により構成され、第4レンズ群G4は物体側に凸面を向け両面が非球面で構成された正レンズL41、像側に凹面を向けた負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズL42により構成されている。

10

20

30

【0142】

第4の実施の形態に係るズームレンズ4では、第3レンズ群G3中に配置される接合負レンズL31が負部分群、接合レンズL32と正レンズL33とが正部分群を成す。そして、正部分群L32、L33を光軸Xにほぼ垂直な方向にシフトさせることで像を光軸Xにほぼ垂直な方向にシフトさせることが可能である。

【0143】

ズームレンズ4では第4レンズ群G4の像側に光軸方向に固定の色分解プリズムPPが配置される。また、開口絞りSは、第3レンズ群G3の物体側に配置され、レンズ位置状態が変化する際に第3レンズ群G3と共に光軸方向に固定である。

【0144】

以下の表13に上記第4の実施の形態にかかるズームレンズ4に具体的数値を適用した数値実施例4の諸元の値を示す。

【0145】

【表13】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	
1:	30.8115	0.509	1.90366	31.3	10
2:	11.8727	1.514	1.49700	81.6	
3:	2800.0867	0.051			
4:	12.6295	1.117	1.60300	65.5	
5:	89.6376	0.051			
6:	10.9257	0.857	1.60300	65.5	
7:	29.1283	(D7)			
8:	14.5955	0.178	1.72916	54.7	
9:	1.9942	1.124			
10:	-7.4690	0.153	1.80400	46.6	
11:	16.3870	0.051			20
12:	3.5615	1.109	1.75520	27.5	
13:	-4.1784	0.148	1.88300	40.8	
14:	8.7522	(D14)			
15:	0.0000	1.524		(開口絞り)	
16:	-4.4361	0.140	1.74000	28.3	
17:	6.6718	0.529	1.92286	18.9	
18:	-12.6653	0.153			
19:	10.2985	0.850	1.74320	49.3	
20:	-3.6128	0.153	1.76182	26.5	
21:	-18.4347	0.076			30
22:	27.8219	0.371	1.48749	70.4	
23:	-13.3833	(D23)			
24:	9.5442	0.560	1.58913	61.3	
25:	29.6638	0.051			
26:	6.3345	0.140	1.84666	23.8	
27:	3.5284	1.099	1.48749	70.4	
28:	-6.0362	(D28)			
29:	0.0000	5.210	1.51680	64.2	
30:	0.0000	(Bf)			

【0146】

ズームレンズ4において、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の間隔D7、第2レンズ群G2と開口絞りSとの間の間隔D14、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間の間隔D23及び第4レンズ群G4と色分解プリズムPPとの間の間隔D28が変化する。そこで、数値実施例4における上記各面間隔の広角端状態、広角端と望遠端との間の中間焦点距離状態及び望遠端状態における各値を表14に焦点距離f、FナンバーFNo.及び画角2と共に示す。

【0 1 4 7】

【表14】

f	1.000	~	8.896	~	19.496
FNO	1.65	~	2.22	~	2.88
2 ω	62.25	~	7.39	~	3.35°
D7	0.191		8.360		9.721
D14	10.367		2.198		0.837
D23	1.613		0.671		1.686
D28	0.538		1.480		0.465
Bf	0.272		0.272		0.272

10

【0 1 4 8】

ズームレンズ4において第19面、第24面及び第25面は非球面で構成されている。そこで、数値実施例4における上記各非球面の4次、6次、8次、10次の非球面係数A、B、C、Dを円錐定数と共に表15に示す。

【0 1 4 9】

【表15】

第 19 面	$\kappa = 1.398608$	A=-0.125336E-02	B= 0.689607E-05	C=-0.195733E-05
		D= 0.353872E-06		
第 24 面	$\kappa = 0.394895$	A=-0.202743E-02	B=-0.853814E-03	C= 0.990868E-05
		D=-0.398892E-05		
第 25 面	$\kappa = 0.000000$	A= 0.607308E-03	B=-0.920198E-03	C= 0.000000E+00
		D= 0.000000E+00		

20

【0 1 5 0】

上記数値実施例4の上記各条件式(1)、(2)、(3)、(4)、(5)対応値を表16に示す。

30

【0 1 5 1】

【表16】

f 3 n	= -16.024
f 3	= 9.237
f 2	= -2.304
(1) f 3 n / f 3	= 1.735
(2) (Rn + Rp) / (Rn - Rp)	= 0.103
(3) (Rp1 + Rp2) / (Rp1 - Rp2)	= 0.350
(4) f 2 / (f w * f t) ^{1/2}	= 0.471
(5) D t / Z 2	= 0.522

40

【0 1 5 2】

図24乃至図26は数値実施例4の無限遠合焦状態での諸収差図をそれぞれ示し、図24は広角端状態($f = 1.000$)、図25は中間焦点距離状態($f = 8.896$)、図26は望遠端状態($f = 19.496$)における諸収差図を示す。

【0 1 5 3】

図24乃至図26の各収差図において、球面収差図中の実線は球面収差を示し、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。コマ収差図においてy

50

は像高を示す。また、各収差図中の F n o . は F ナンバーを、A は半画角を示す。

【 0 1 5 4 】

図 2 7 乃至 図 2 9 は数値実施例 4 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横収差図をそれぞれ示し、図 2 7 は広角端状態 ($f = 1.000$) 、図 2 8 は中間焦点距離状態 ($f = 8.896$) 、図 2 9 は望遠端状態 ($f = 19.496$) における横収差図を示す。

【 0 1 5 5 】

各収差図から、数値実施例 4 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は明らかである。

【 0 1 5 6 】

図 3 0 に本発明撮像装置の実施の形態を示す。

【 0 1 5 7 】

撮像装置 1 0 はズームレンズ 2 0 を備え、ズームレンズ 2 0 によって形成した光学像を電気信号に変換する撮像素子 3 0 を有する。なお、撮像素子 3 0 としては、例えば、C C D (Charge Coupled Device) や C M O S (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 等の光電変換素子を使用したものが適用可能である。上記ズームレンズ 2 0 には本発明にかかるズームレンズを適用することができ、図 3 0 では、図 1 に示した第 1 の実施の形態にかかるズームレンズ 1 のレンズ群を単レンズに簡略化して示してある。勿論、第 1 の実施の形態にかかるズームレンズ 1 だけでなく、第 2 の実施の形態乃至第 4 の実施の形態にかかるズームレンズ 2 乃至 4 や本明細書で示した実施の形態以外の形態で構成された本発明ズームレンズを使用することができる。

【 0 1 5 8 】

上記撮像素子 3 0 によって形成された電気信号は映像分離回路 4 0 によってフォーカス制御用の信号が制御回路 5 0 に送られ、映像用の信号は映像処理回路へと送られる。映像処理回路へ送られた信号は、その後の処理に適した形態に加工されて、表示装置による表示、記録媒体への記録、通信手段による転送等々種々の処理に供される。

【 0 1 5 9 】

制御回路 5 0 には、例えば、ズームボタンの操作等、外部からの操作信号が入力され、該操作信号に応じて種々の処理が為される。例えば、ズームボタンによるズーミング指令が入力されると、指令に基づく焦点距離状態とすべく、ドライバ回路 6 0 、 7 0 を介して駆動部 6 1 、 7 1 を動作させて、各レンズ群 G R 2 、 G R 4 を所定の位置へと移動させる。各センサ 6 2 、 7 2 によって得られた各レンズ群 G R 2 、 G R 4 の位置情報は制御回路 5 0 に入力されて、ドライバ回路 6 0 、 7 0 へ指令信号を出力する際に参照される。また、制御回路 5 0 は上記映像分離回路 4 0 から送られた信号に基づいてフォーカス状態をチェックし、最適なフォーカス状態が得られるように、ドライバ回路 7 0 を介して駆動部 7 1 を動作させて、第 4 レンズ群 G R 4 を位置制御する。

【 0 1 6 0 】

撮像装置 1 0 は手振れ補正機能を備えている。例えば、シャッターレリーズボタンの押下による撮像素子 3 0 の振れを手振れ検出手段 8 0 、たとえば、ジャイロセンサーが検出すると、該手振れ検出手段 8 0 からの信号が制御回路 5 0 に入力され、該制御回路 5 0 にて上記振れによる画像の振れを補償するための振れ補正角が算出される。第 3 レンズ群 G R 3 の正部分群 L 3 2 、 L 3 3 を、上記算出された振れ補正角に基づく位置とするべく、ドライバ回路 9 0 を介して駆動部 9 1 を動作させて、上記正部分群 L 3 2 、 L 3 3 を光軸に垂直な方向に移動させる。上記正部分群 L 3 2 、 L 3 3 の位置はセンサ 9 2 によって検出されており、該センサ 9 2 によって得られた上記正部分群 L 3 2 、 L 3 3 の位置情報は制御回路 5 0 に入力されて、ドライバ回路 9 0 へ指令信号を送出する際に参照される。

【 0 1 6 1 】

上記した撮像装置 1 0 は、具体的製品としては、各種の形態を採りうる。例えば、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、カメラが組み込まれた携帯電話、カメラが組み込まれた P D A (Personal Digital Assistant) 等々のデジタル入出力機器のカメラ部

10

20

30

40

50

等として、広く適用することができる。

【0162】

なお、上記した各実施の形態及び数値実施例において示された各部の具体的形状及び数値は、何れも本発明を実施するに際して行う具体化のほんの一例を示したものに過ぎず、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】

【0163】

【図1】本発明ズームレンズの屈折力配置を示す図である。

10

【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乃至図8と共に本発明ズームレンズの第1の実施の形態に具体的数値を適用した数値実施例1の各種収差図を示すものであり、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ものである。

【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ものである。

【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ものである。

【図6】広角端状態における0.5度のレンズシフト状態での横収差を示すものである。

【図7】中間焦点距離状態における0.5度のレンズシフト状態での横収差を示すものである。

20

【図8】望遠端状態における0.5度のレンズシフト状態での横収差を示すものである。

【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乃至図15と共に本発明ズームレンズの第2の実施の形態に具体的数値を適用した数値実施例2の各種収差図を示すものであり、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ものである。

【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ものである。

【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ものである。

【図13】広角端状態における0.5度のレンズシフト状態での横収差を示すものである。

30

【図14】中間焦点距離状態における0.5度のレンズシフト状態での横収差を示すものである。

【図15】望遠端状態における0.5度のレンズシフト状態での横収差を示すものである。

【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乃至図22と共に本発明ズームレンズの第3の実施の形態に具体的数値を適用した数値実施例3の各種収差図を示すものであり、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ものである。

【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ものである。

40

【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ものである。

【図20】広角端状態における0.5度のレンズシフト状態での横収差を示すものである。

【図21】中間焦点距離状態における0.5度のレンズシフト状態での横収差を示すものである。

【図22】望遠端状態における0.5度のレンズシフト状態での横収差を示すものである。

【図23】本発明ズームレンズの第4の実施の形態のレンズ構成を示す図である。

50

【図24】図25乃至図29と共に本発明ズームレンズの第4の実施の形態に具体的な数値を適用した数値実施例4の各種収差図を示すものであり、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ものである。

【図25】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ものである。

【図26】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ものである。

【図27】広角端状態における0.5度のレンズシフト状態での横収差を示すものである。

【図28】中間焦点距離状態における0.5度のレンズシフト状態での横収差を示すものである。 10

【図29】望遠端状態における0.5度のレンズシフト状態での横収差を示すものである。

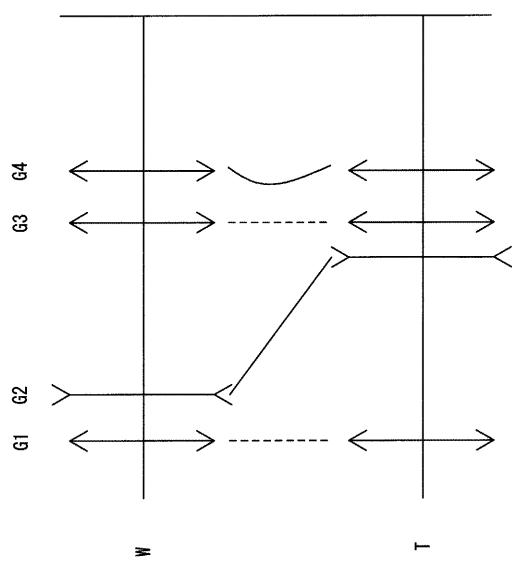
【図30】本発明撮像装置の実施の形態を示すブロック図である。

【符号の説明】

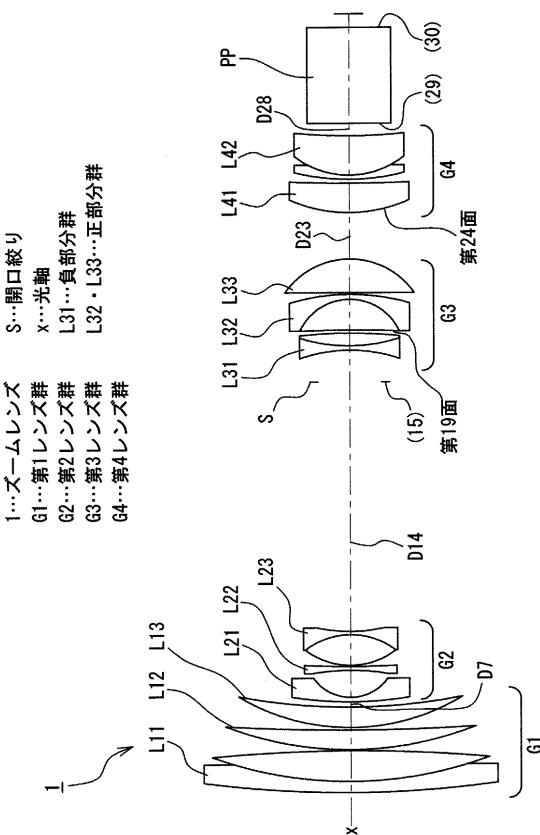
【0164】

1...ズームレンズ、2...ズームレンズ、3...ズームレンズ、4...ズームレンズ、G1...
第1レンズ群、G2...第2レンズ群、G3...第3レンズ群、G4...第4レンズ群、S...開
口絞り、x...光軸、L31...負部分群、L32・L33...正部分群、10...撮像装置、2
0...ズームレンズ、30...撮像素子、50...制御回路（手振れ制御手段）、80...手振れ
検出手段、90（ドライバ回路）・91（駆動部）...手振れ駆動部 20

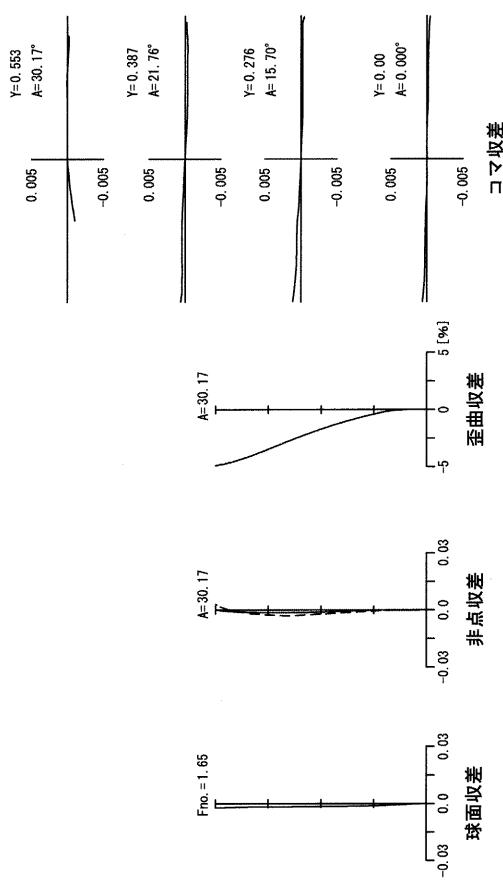
【図1】



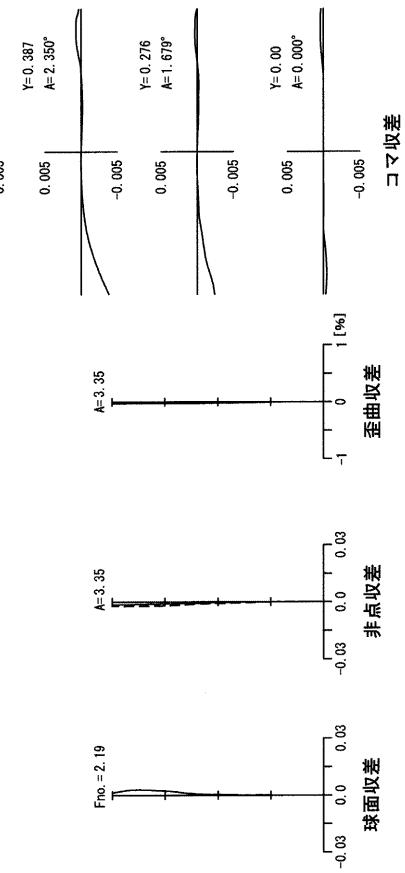
【図2】



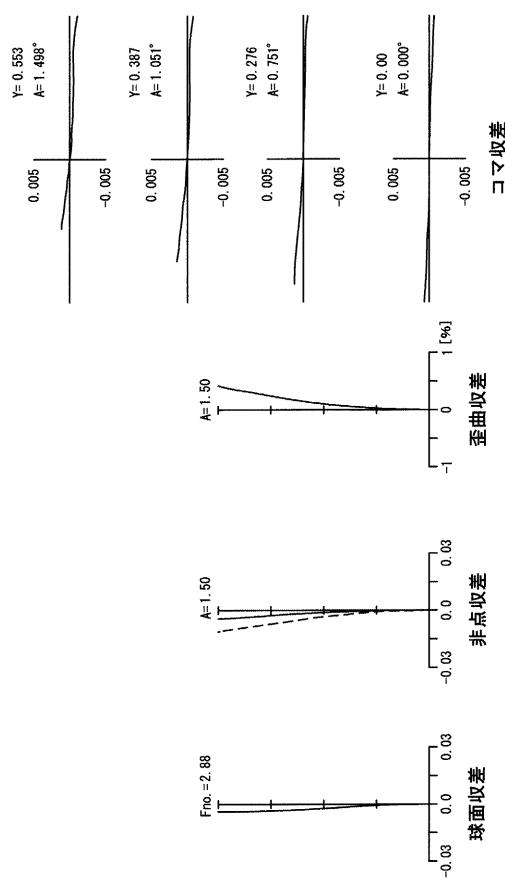
【図3】



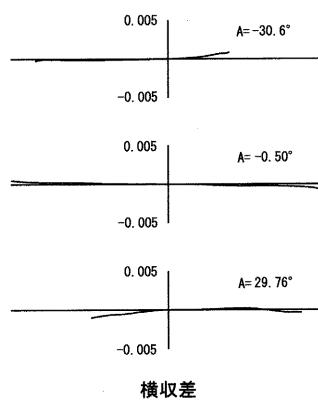
【図4】



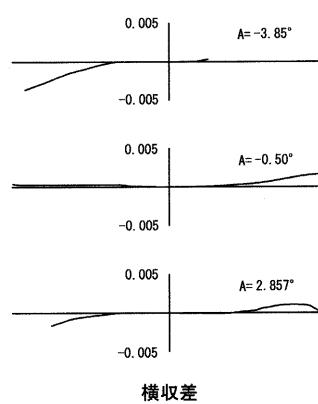
【図5】



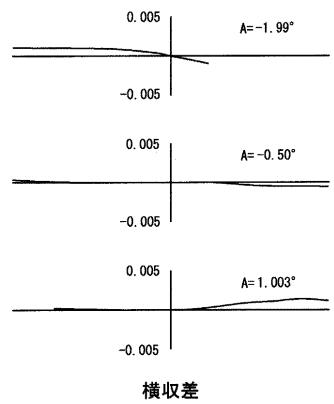
【図6】



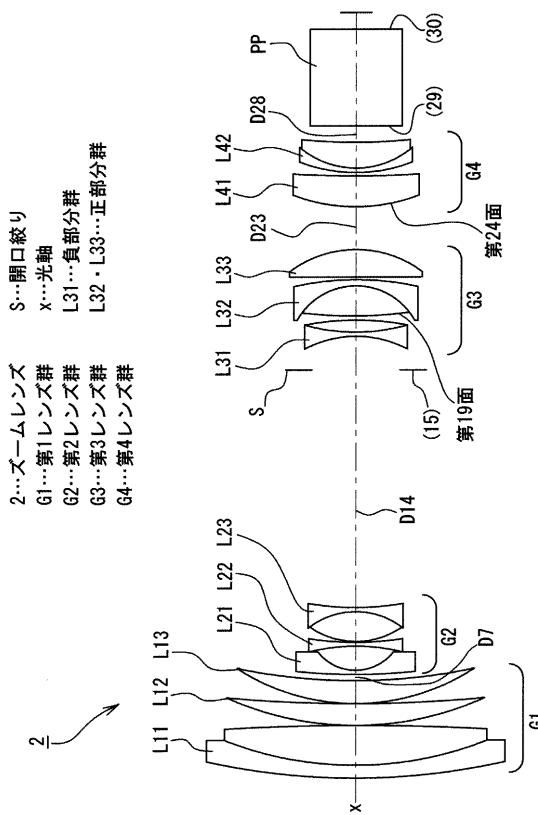
【図7】



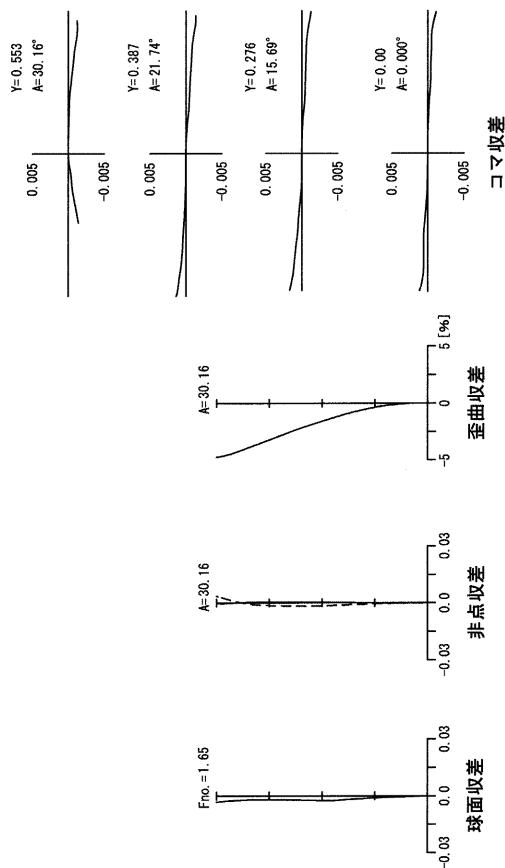
【図8】



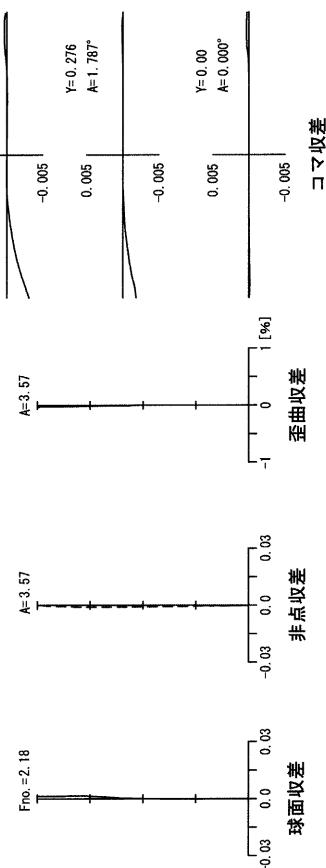
【図9】



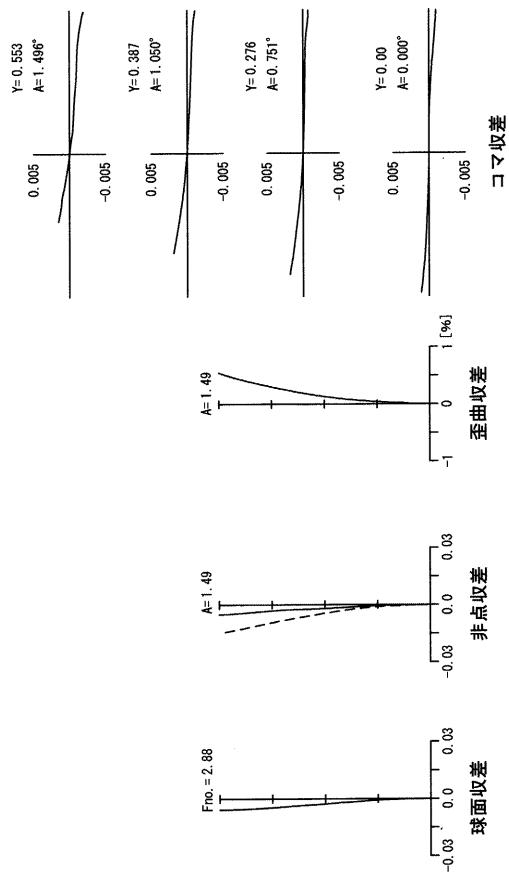
【図10】



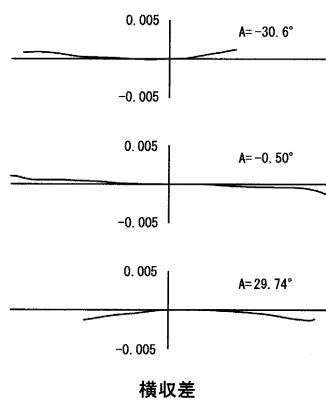
【図11】



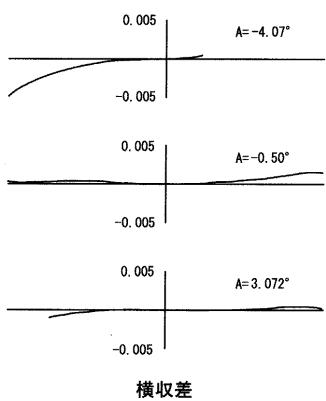
【図 1 2】



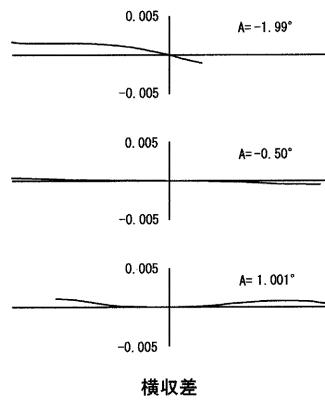
【図 1 3】



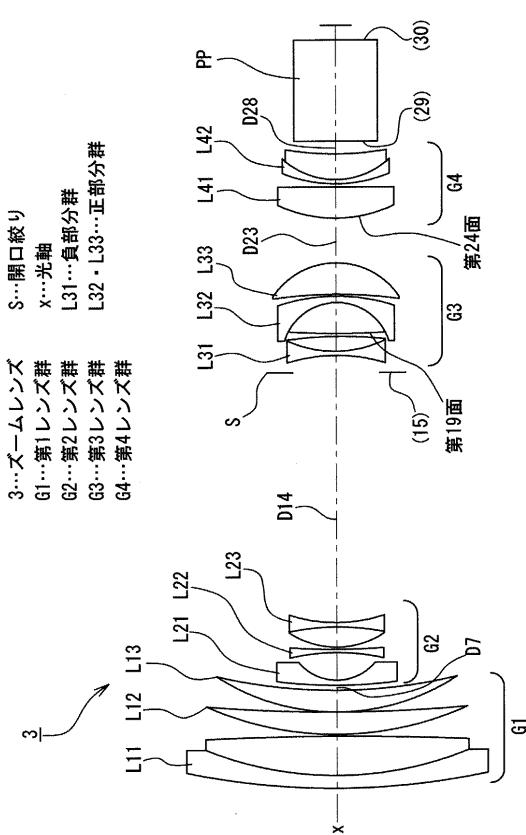
【図 1 4】



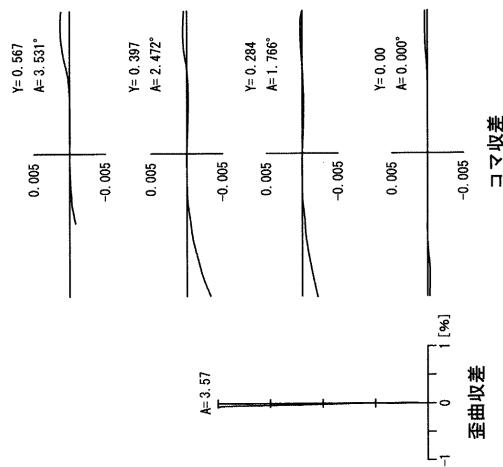
【図 1 5】



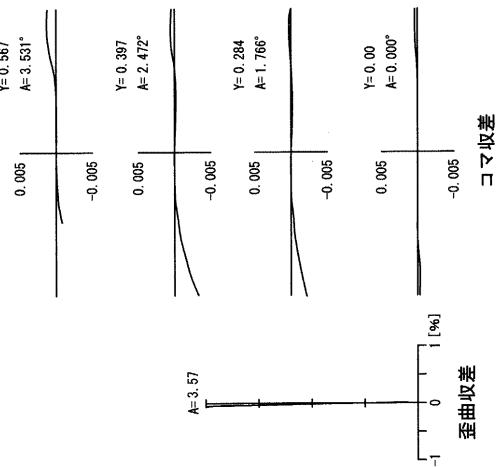
【図 1 6】



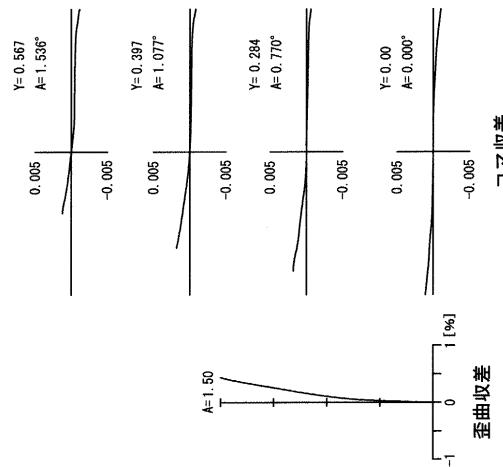
【図 1 7】



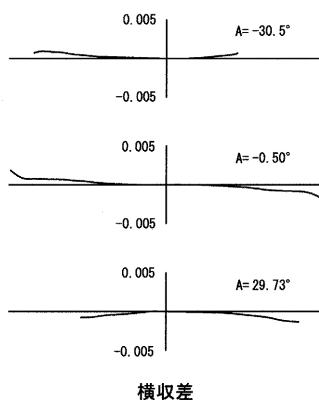
【図 1 8】



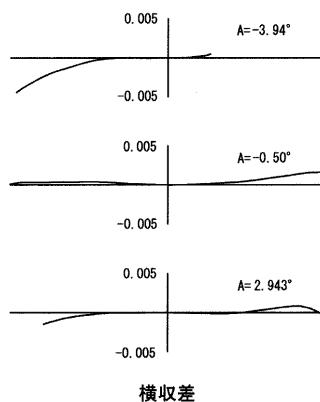
【図 1 9】



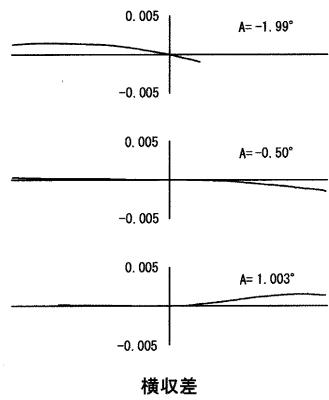
【図 2 0】



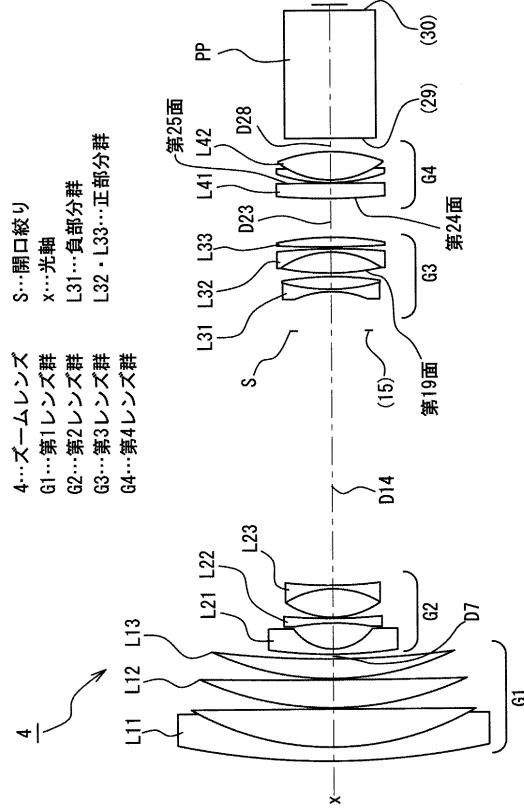
【図 2 1】



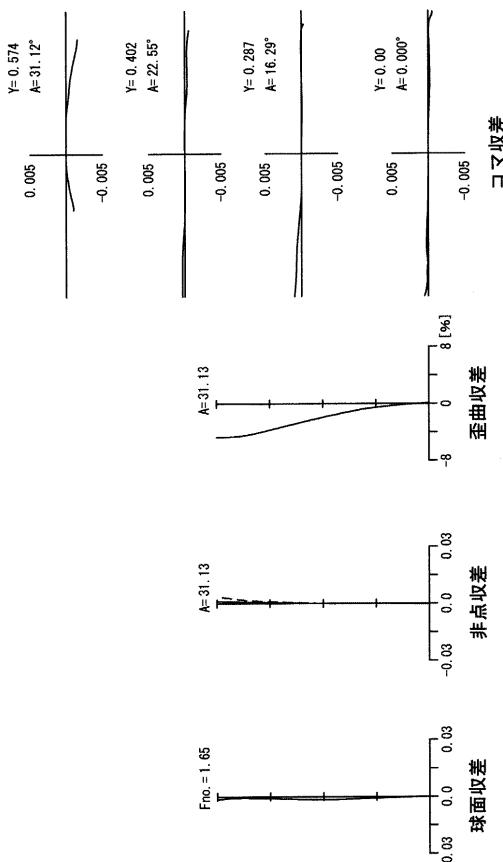
【図22】



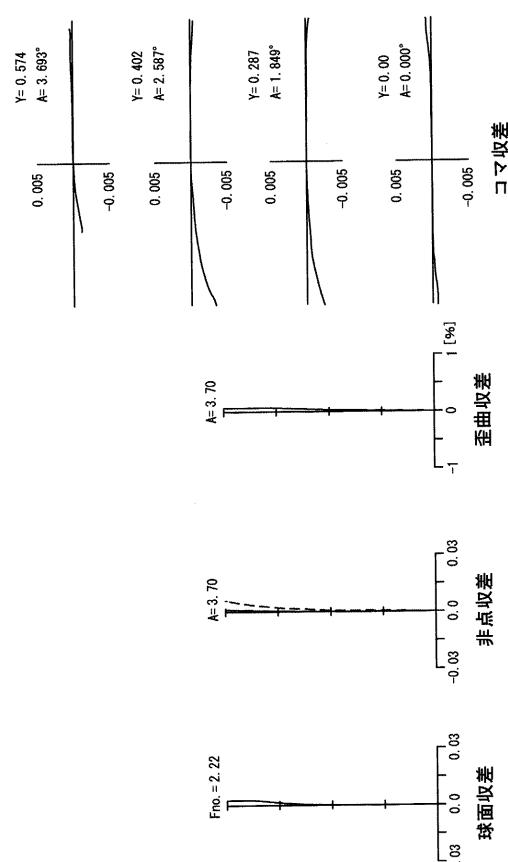
【図23】



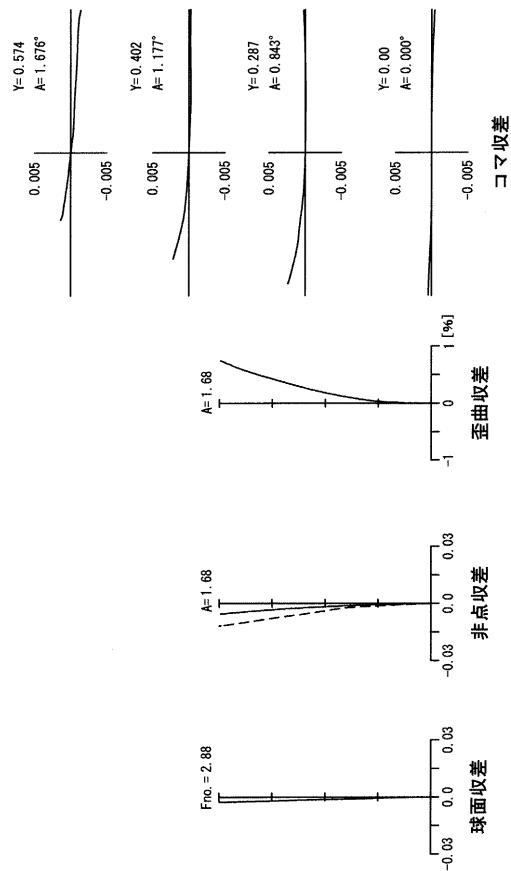
【図24】



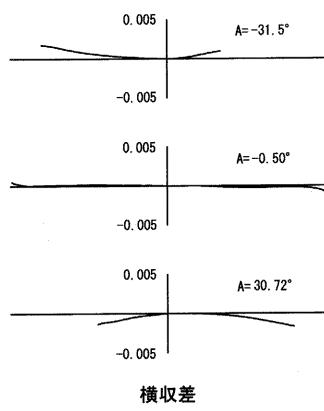
【図25】



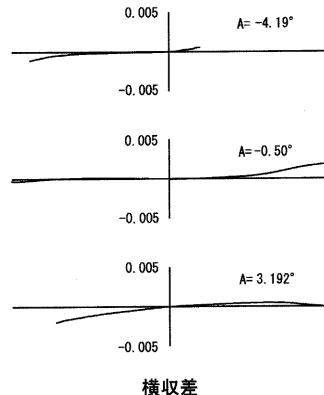
【図 26】



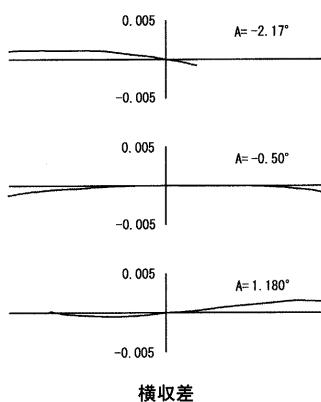
【図 27】



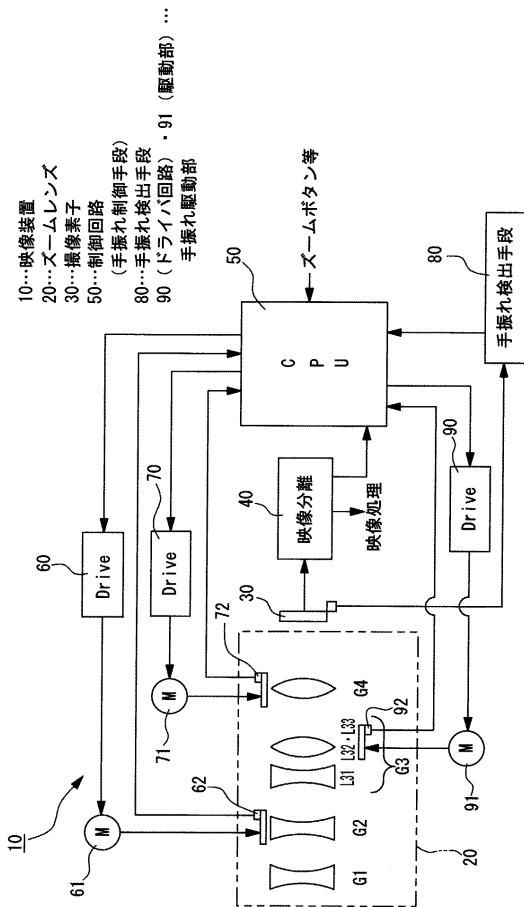
【図 28】



【図 29】



【図 30】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA01 MA15 PA11 PA16 PB16 QA02 QA06 QA07 QA17 QA21
QA25 QA32 QA34 QA42 QA45 RA05 RA12 RA32 RA41 SA23
SA27 SA29 SA32 SA63 SA65 SA72 SA74 SB05 SB15 SB26
SB34
5C122 DA01 EA41 EA54 FB03 FB08 FE02 FF05 HA82 HB08 HB09
HB10