

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より順に配列した、負の屈折力を有する第 1 レンズ群、正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 レンズ群により構成され、

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、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間の間隔が減少し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間の間隔が増大するように、前記第 2 レンズ群が光軸上を物体側へ移動すると共に、前記第 1 レンズ群及び第 3 レンズ群も光軸方向に移動し、

被写体位置が変化した際に、前記第 3 レンズ群の移動により、近距離合焦を行い、

前記第 2 レンズ群を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせることにより、像シフトを行うことが可能であり、

以下の条件式 (1) 及び (2) を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(1) 0 . 8 < T L w / T L t < 0 . 9 5$$

$$(2) 0 . 6 < | f 1 | / f t < 0 . 8$$

但し、

T L w : 広角端状態におけるレンズ全長

T L t : 望遠端状態におけるレンズ全長

f 1 : 第 1 レンズ群の焦点距離

f t : 望遠端状態におけるレンズ全系の焦点距離

とする。

【請求項 2】

開口絞りが前記第 2 レンズ群の物体側に隣接して配置され、

前記第 2 レンズ群は正レンズ L 2 1 と、該正レンズ L 2 1 の像側に配置された両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合負レンズ L 2 2 とにより構成され、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。

$$(3) 0 . 5 < R N 2 / D s < 0 . 8 5$$

但し、

R N 2 : 接合負レンズ L 2 2 の像側レンズ面の曲率半径

D s : 開口絞りに隣接する接合負レンズ L 2 2 の像側レンズ面までの距離

とする。

【請求項 3】

前記正レンズ L 2 1 は物体側レンズ面か、像側レンズ面の少なくともいずれか一方が非球面であり、以下の条件式 (4) 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。

$$(4) 1 < f w / f a w < 1 . 5$$

但し、

f a w : 広角端状態における第 1 レンズ群と第 2 レンズ群中の正レンズ L 2 1 との合成焦点距離

f w : 広角端状態におけるレンズ全系の焦点距離

とする。

【請求項 4】

以下の条件式 (5) 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。

$$(5) Y \max . / D a < 0 . 2 6$$

但し、

Y max . : 最大像高

D a : 広角端状態における開口絞りに隣接する像面までの距離

とする。

【請求項 5】

以下の条件式 (6) を満足することを特徴とする請求項 3 に記載のズームレンズ。

$$(6) 1 . 8 < f 3 / f w < 3$$

10

20

30

40

50

但し、

f_3 : 第 3 レンズ群の焦点距離
とする。

【請求項 6】

前記第 1 レンズ群が、像側に凹面を向け像側レンズ面が非球面である負レンズと、その像側に空気間隔を挟んで配置され正の屈折力を有して物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズとにより構成され、

以下の条件式 (7) を満足することを特徴とする請求項 3 に記載のズームレンズ。

$$(7) 0.18 < D_{12} / f_w < 0.3$$

但し、

D_{12} : 第 1 レンズ群中に配置される負レンズと正レンズとの間に形成される空気間隔の光軸に沿った長さ
とする。

【請求項 7】

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気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、物体側より順に配列した、負の屈折力を有する第 1 レンズ群、正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 レンズ群により構成され、

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、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間の間隔が減少し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間の間隔が増大するように、前記第 2 レンズ群が光軸上を物体側へ移動すると共に、前記第 1 レンズ群及び第 3 レンズ群も光軸方向に移動し、

被写体位置が変化した際に、前記第 3 レンズ群の移動により、近距離合焦を行い、

前記第 2 レンズ群を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせることにより、像シフトを行うことが可能であり、

以下の条件式 (1) 及び (2) を満足することを特徴とする撮像装置。

$$(1) 0.8 < T_{Lw} / T_{Lt} < 0.95$$

$$(2) 0.6 < |f_1| / f_t < 0.8$$

但し、

T_{Lw} : 広角端状態におけるレンズ全長

T_{Lt} : 望遠端状態におけるレンズ全長

f_1 : 第 1 レンズ群の焦点距離

f_t : 望遠端状態におけるレンズ全系の焦点距離

とする。

【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、レンズの一部を光軸にほぼ垂直な方向にシフトすることによって、画像をシフトすることが可能な像シフト可能なズームレンズ及び該ズームレンズを備えた撮像装置に関する。

【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氣的出力に変換して、記録する方法が知られている。

【0003】

ところで、近年、光電変換素子の画素数が増大するにつれて、1画素のサイズに対する画角が狭まるため、シャッターレリーズ時に手ブレ等に起因して像のブレが発生して、その結果、ボケた画像として記録されてしまう問題が目立つ傾向にある。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

また、カメラを構成する回路基板の高集積化によりカメラ本体が小型で軽量になったこと、大型液晶を備えたカメラが増えたこともあって撮影する際に液晶画面を見るためにカメラを体から離れた状態で撮影する機会が多いこと、等以前と比較して、ユーザーがカメラがブレやすい状態で撮影すること多くなり、手ブレによる像ブレが大きな問題になっている。

【 0 0 0 5 】

この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。

【 0 0 0 6 】

光学式手ブレ補正システムの一つに、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があり、このレンズシフト方式を採用した光学系として、例えば、特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3 等に記載されたものが知られている。

【 0 0 0 7 】

特許文献 1 に示されたズームレンズは、物体側より順に配置された、負の屈折力を有する第 1 レンズ群、正の屈折力を有する第 2 レンズ群、負の屈折力を有する第 3 レンズ群の 3 つのレンズ群により構成され、第 2 レンズ群を光軸にほぼ垂直な方向にシフトすることにより、像をシフトさせていた。

【 0 0 0 8 】

特許文献 2 に示されたズームレンズは、物体側より順に配置された、負の屈折力を有する第 1 レンズ群、正の屈折力を有する第 2 レンズ群の 2 つのレンズ群により構成され、第 2 レンズ群を光軸にほぼ垂直な方向にシフトすることにより、像をシフトさせていた。

【 0 0 0 9 】

特許文献 3 に示されたズームレンズは、物体側より順に配置された、負の屈折力を有する第 1 レンズ群、正の屈折力を有する第 2 レンズ群、負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 つのレンズ群により構成され、第 3 レンズ群を光軸にほぼ垂直な方向にシフトすることにより、像をシフトさせていた。

【 0 0 1 0 】

【特許文献 1】特開平 1 - 1 1 6 6 1 9 号公報

【特許文献 2】特開平 6 - 3 3 7 3 7 4 号公報

【特許文献 3】特開平 1 1 - 1 7 4 3 2 9 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 1 】

しかしながら、負正正 3 群ズームレンズでは、鏡筒が沈胴式構造となっているため、特に、第 2 レンズ群をシフトレンズ群とする場合、シフト駆動量が大きくなる、要するに、ブレ補正係数が小さくなると、シフト駆動機構が大型化して、鏡筒径が太くなる、あるいは、沈胴時の厚みが厚くなるという問題点があった。

【 0 0 1 2 】

また、特許文献 1 に示されたズームレンズでは、最も像側に負レンズ群が配置され、射出瞳位置が像面に近いため、撮像素子の受光部での受光量を増大させるためのマイクロレンズアレイによるケラレにより、画面周辺部で光量不足が目立ちやすいという問題点があった。

【 0 0 1 3 】

特許文献 2 に示されたズームレンズでは、第 2 レンズ群を構成するレンズ枚数が非常に多く、駆動機構の複雑化を引き起こしてしまい、十分な小型化が図れなかった。

【 0 0 1 4 】

特許文献 3 に示されたズームレンズでは、広角端状態におけるレンズ全長が望遠端状態に比べて長いために、第 1 レンズ群を通過する軸外光束が光軸から離れてしまい、十分な小型化が図れなかった。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

本発明は、上記問題点に鑑みて為されたものであり、レンズ系の小径化や薄型化に適した像シフト可能なズームレンズ及び該ズームレンズを備えた撮像装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 6 】

本発明の一実施形態によるズームレンズは、物体側より順に配列した、負の屈折力を有する第1レンズ群、正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レンズ群により構成され、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、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間の間隔が減少し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間の間隔が増大するように、前記第2レンズ群が光軸上を物体側へ移動すると共に、前記第1レンズ群及び第3レンズ群も光軸方向に移動し、被写体位置が変化した際に、前記第3レンズ群の移動により、近距離合焦を行い、前記第2レンズ群を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせることにより、像シフトを行うことが可能であり、以下の条件式(1)及び(2)を満足する。

$$(1) 0.8 < TLw / TLt < 0.95$$

$$(2) 0.6 < |f1| / ft < 0.8$$

但し、

TLw：広角端状態におけるレンズ全長

TLt：望遠端状態におけるレンズ全長

f1：第1レンズ群の焦点距離

ft：望遠端状態におけるレンズ全系の焦点距離

とする。

【 0 0 1 7 】

また、本発明の一実施形態による撮像装置は、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、前記ズームレンズは、物体側より順に配列した、負の屈折力を有する第1レンズ群、正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レンズ群により構成され、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、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間の間隔が減少し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間の間隔が増大するように、前記第2レンズ群が光軸上を物体側へ移動すると共に、前記第1レンズ群及び第3レンズ群も光軸方向に移動し、被写体位置が変化した際に、前記第3レンズ群の移動により、近距離合焦を行い、前記第2レンズ群を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせることにより、像シフトを行うことが可能であり、以下の条件式(1)及び(2)を満足する。

$$(1) 0.8 < TLw / TLt < 0.95$$

$$(2) 0.6 < |f1| / ft < 0.8$$

但し、

TLw：広角端状態におけるレンズ全長

TLt：望遠端状態におけるレンズ全長

f1：第1レンズ群の焦点距離

ft：望遠端状態におけるレンズ全系の焦点距離

とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 8 】

本発明にあつては、像シフト可能であると共に小径化及び薄型化を図れる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 9 】

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参照して説明する。

【 0 0 2 0 】

10

20

30

40

50

先ず、本発明ズームレンズについて説明する。

【0021】

本発明ズームレンズは、物体側より順に配列した、負の屈折力を有する第1レンズ群、正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レンズ群により構成され、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、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間の間隔が減少し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間の間隔が増大するように、前記第2レンズ群が光軸上を物体側へ移動すると共に、前記第1レンズ群及び第3レンズ群も光軸方向に移動し、被写体位置が変化した際に、前記第3レンズ群の移動により、近距離合焦を行い、前記第2レンズ群を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせることにより、像シフトを行うことが可能であり、以下の条件式(1)及び(2)を満足する。

$$(1) 0.8 < TLw / TLt < 0.95$$

$$(2) 0.6 < |f1| / ft < 0.8$$

但し、

TLw：広角端状態におけるレンズ全長

TLt：望遠端状態におけるレンズ全長

f1：第1レンズ群の焦点距離

ft：望遠端状態におけるレンズ全系の焦点距離

とする。

【0022】

これにより、像シフト可能であると共に小径化及び薄型化を図れる。

【0023】

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レンズ群と第2レンズ群との間の間隔が減少することにより、第2レンズ群の横倍率が変化して、レンズ系全体の焦点距離が変化する。第3レンズ群は光軸方向に移動することにより、レンズ位置状態が変化する際に発生する像面湾曲の変動を良好に補正している。

【0024】

近距離合焦時に第3レンズ群を移動させることにより、鏡筒構造の簡略化を図ることができる。第3レンズ群のレンズ径が小さいからである。

【0025】

また、本発明ズームレンズにあっては、変倍時における第2レンズ群の移動量と第2レンズ群の横倍率を適正に規定することによって、全長の短縮と外径の小径化を可能にしている。すなわち、前記条件式(1)は広角端状態と望遠端状態におけるレンズ全長の変化量を規定する条件式であり、第2レンズ群の横倍率と変倍時における移動量を規定する条件式である。

【0026】

条件式(1)の上限値を上回った場合、広角端状態において、第1レンズ群と第2レンズ群との間の間隔が広がるため、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難しくなってしまう。第2レンズ群により補正することも可能だが、軸外光束が光軸から離れて、第2レンズ群のレンズ径が大きくなってしまったため、シフト駆動機構の大型化を引き起こしてしまい、好ましくない。

【0027】

条件式(1)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必要な第2レンズ群の移動量が大きくなり、鏡筒全体の薄型化を充分に図ることができなくなってしまう。

【0028】

従来から、負正正3群ズームレンズは、各レンズ群同士の間隔を最小とするような状態で、カメラ本体内に格納する、所謂、沈胴式カメラに多く用いられてきた。

【0029】

これら沈胴式カメラに用いられるズームレンズは、カメラ本体の薄型化を図るために、

10

20

30

40

50

レンズ厚の薄型化と同時に、レンズ全長の短縮化を図る必要があった。これは、レンズを保持し、光軸方向に移動させる鏡筒を複数の筒で構成して、沈胴時に各鏡筒が重なるようにして、本体内に収納するからである。

【0030】

カメラ本体の薄型化を図るために、広角端状態と望遠端状態でのレンズ全長がおおよそ同じ状態となるようにして、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レンズ群が一旦像側へ移動した後、物体側へ移動するように構成していた。

【0031】

第1レンズ群は第2レンズ群の横倍率が-1から0の範囲で像側へ移動して、-1より小さくなると物体側へ移動する。従って、負正正3群ズームレンズでは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途中に第2レンズ群の横倍率が-1となる位置を含んでいる。

【0032】

沈胴式構造としては、例えば、図23に示す、3つの鏡筒A（第1レンズ群1gを支持）、B（第2レンズ群2gを支持）、C（第3レンズ群3gを支持）が重なり合い、2つの鏡筒A、Bが光軸方向に駆動される、2段沈胴式が知られている。なお、図23は右側に収納状態を、左側に使用状態を、それぞれ示す。

【0033】

鏡筒Bは回転駆動されることで、鏡筒Cとの間に設けられたカム溝に沿って光軸方向に可動であり、沈胴状態から広角端状態までは鏡筒Bが光軸方向に繰り出され、広角端状態から望遠端状態までは鏡筒Bが光軸方向に固定される。鏡筒Aは鏡筒B内に設けられたカム溝に沿って光軸方向に可動であり、沈胴状態から広角端状態までは鏡筒Aが鏡筒Bに対して繰り出され、広角端状態から望遠端状態までは所定のカム軌道に従って光軸方向に駆動される。第2レンズ群2gは鏡筒Bの内壁に設けられたカム溝に沿って光軸方向に駆動される。

【0034】

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必要な第2レンズ群2gの移動量が大きくなると、鏡筒Bの内壁に設けるべきカム溝が光軸方向に長くなるため、鏡筒Bが光軸方向に厚くなってしまふ。このため、小型化の視点で考えた場合、第2レンズ群2gの移動量をできるだけ抑えることが肝要である。

【0035】

また、前記した光学式手振れ補正システムのうちのレンズシフト方式にあっては、シフトレンズ群を手ブレ等による像のブレ量に見合ったシフト量だけ光軸と垂直な方向にシフトさせて、像ブレを補正するものである。ここで、像のブレ量 b は光学系全体の焦点距離を f 、カメラのブレ角（傾き）を θ とするとき、

$$b = f \cdot \tan \theta$$

で表される。

【0036】

そして、シフトレンズ群のシフト量 s に対する像のシフト量 s' は、

$$s' =$$

で表され、 s' はブレ補正係数と呼ばれる。

【0037】

従って、ブレが補正された状態とは、

$$b + s' = 0$$

となった状態である。

【0038】

本発明においては、第2レンズ群をシフトレンズ群として、光軸に対してほぼ垂直な方向にシフトさせることによって、像をシフトさせている。

【0039】

第2レンズ群をシフトさせる際のブレ補正係数 s' は第2レンズ群の横倍率を M_2 、第3

10

20

30

40

50

レンズ群の横倍率を β_3 とする時、
 $\beta_3 = (1 - \beta_2) \cdot \beta_1 \dots \dots (A)$
 で示される。

【0040】

本発明ズームレンズにおいては、前記した通り、第2レンズ群の横倍率は広角端状態から望遠端状態までの範囲に β_1 を挟み、全長を短縮化するために、第2レンズ群により結像される像を第3レンズ群により縮小している。要するに、 β_2 は β_1 付近、 β_3 は $0 \sim 1$ の範囲となる。

【0041】

以上のことから、第2レンズ群をシフトレンズ群とした際にブレ補正係数が大きくなり、少ないシフト量で像ブレの補正が可能でありシフトレンズ群である第2レンズ群を駆動するための駆動系の小型化を図ることが可能となる。

10

【0042】

負正正3群ズームレンズにおいて、第2レンズ群を光軸に対してほぼ垂直な方向にシフトさせることによって、像をシフトさせる構成としたとき、前記式(A)において、第3レンズ群の横倍率 β_3 を1に近づける場合、ブレ補正係数が大きくなるが、第3レンズ群の正の屈折力が弱まり、その結果、近距離合焦時に必要な第3レンズ群の移動量が大きくなって、第3レンズ群の駆動機構が複雑化してしまう。

【0043】

逆に、第3レンズ群の横倍率 β_3 を0に近づける場合、ブレ補正係数が小さくなり、所定のブレ角を補正するのに必要なシフト量 s が大きくなるため、シフトレンズ群(第2レンズ群)のシフト駆動機構が複雑化してしまう。

20

【0044】

本発明ズームレンズにおいては、第2レンズ群の横倍率 β_2 を負に大きくすることにより、ブレ補正係数を高めて、少ないシフト量で所定のブレ角を補正することを可能としている。

【0045】

ブレ補正係数を大きくした場合、少ないレンズシフト量でブレ補正が可能となり、そして、レンズシフト量が少なければ少ないほど、シフトレンズ群(第2レンズ群)を通過する光線高さの変動も小さくなるため、高性能化を容易に達成することも可能である。

30

【0046】

前記条件式(2)は第1レンズ群の焦点距離を規定する条件式である。

【0047】

条件式(2)の上限値を上回った場合、第1レンズ群を通過する軸外光束が光軸から離れてしまうため、第1レンズ群の小型化が難しくなってしまう。条件式(2)の下限値を下回った場合、レンズ全長の短縮化が難しい。また、第2レンズ群に入射する軸外光束が強く発散された状態となるため、第2レンズ群のレンズ径が大きくなり、第2レンズ群を光軸に垂直な方向にシフトさせるための駆動機構が複雑化してしまう。

【0048】

本発明の一実施形態によるズームレンズにあっては、開口絞りの配置と第2レンズ群のレンズ構成を工夫することにより、第2レンズ群をシフトした際に発生する諸収差の変動を抑え、且つ、小型化を図ることが可能である。すなわち、開口絞りが前記第2レンズ群の物体側に隣接して配置され、前記第2レンズ群は正レンズL21と、該正レンズL21の像側に配置された両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合負レンズL22とにより構成され、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

40

$$(3) \quad 0.5 < RN2 / D_s < 0.85$$

但し、

RN2：接合負レンズL22の像側レンズ面の曲率半径

D_s：開口絞りから接合負レンズL22の像側レンズ面までの距離

とする。

50

【 0 0 4 9 】

まず、開口絞りは第2レンズ群の物体側に配置されることが望ましい。撮像素子により被写体像を記録する場合、光学系を射出する光束が光軸に対して平行に近い状態で射出される。本実施形態に係るズームレンズにあっても、開口絞りの中心を通過する主光線が光軸に平行に近い状態で第3レンズ群を射出する。要するに、第2レンズ群と第3レンズ群とを合成した物体側焦点面付近に開口絞りが配置される。

【 0 0 5 0 】

第2レンズ群は強い正の屈折力を有するため、軸外光束が光軸から離れて通過すると、シフト時に発生する軸外収差の変動が大きくなってしまふ。軸外光束を光軸に近づけるには、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が肝要である。そのためには、開口絞りを像面から遠ざけることが必要であり、故に、開口絞りを第2レンズ群の物体側に配置する。また、広角端状態において第1レンズ群に入射する軸外光束が光軸に近づくため、レンズ径の小型化にも適している。

10

【 0 0 5 1 】

次に、第2レンズ群の構成に関して説明する。

【 0 0 5 2 】

前記した通り、シフト時に発生する軸外収差の変動を抑えるには、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が肝要である。しかしながら、開口絞りの像側には正の屈折力を有する第2レンズ群と第3レンズ群しか存在しないため、この角度を小さくすることが難しい。

20

【 0 0 5 3 】

そこで、本実施形態に係るズームレンズにおいては、第2レンズ群を正レンズL21と、その像側に配置された両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合負レンズL22とにより構成することで、第2レンズ群の屈折力配置を正負構造として、開口絞りの位置を通過する主光線の光軸となす角度が小さくなるようにしている。また、正負構造とすることで、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る。

【 0 0 5 4 】

前記条件式(3)は第2レンズ群中に配置される接合負レンズの像側レンズ面の曲率半径を規定する条件式である。

【 0 0 5 5 】

条件式(3)の上限値を上回った場合、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難しくなってしまう。

30

【 0 0 5 6 】

条件式(3)の下限値を下回った場合、第2レンズ群を構成する正レンズL21と接合負レンズL22の屈折力がそれぞれ強まり、製造時に発生する相互の倒れにより光学性能が著しく劣化してしまうため、安定した光学品質を維持することが難しくなってしまう。

【 0 0 5 7 】

本発明の一実施形態によるズームレンズにあつては、前記正レンズL21は物体側レンズ面か、像側レンズ面の少なくともいずれか一方が非球面であり、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

40

$$(4) \quad 1 < f_w / f_{aw} < 1.5$$

但し、

f_{aw} : 広角端状態における第1レンズ群と第2レンズ群中の正レンズL21との合成焦点距離

f_w : 広角端状態におけるレンズ全系の焦点距離とする。

【 0 0 5 8 】

これにより、各レンズ群の収差補正上の機能を明確化して、製造時に発生する製造誤差による性能劣化を抑え、各レンズ群を構成するレンズ構成枚数を減らすことを可能にしている。具体的には、第2レンズ群は軸上収差の補正を主に行い、さらに、広角端状態にお

50

ける射出瞳位置を像面から離す役割を成す。

【0059】

そして、前記正レンズL21を非球面レンズとすることで、負の球面収差を良好に補正することができる。前記した通り、第2レンズ群を正負構造とすることで、広角端状態で発生する負の歪曲収差を抑え、射出瞳位置を像面から遠ざけている。さらに、製造時により安定した光学品質を維持するために、前記条件式(4)を満足することが望ましい。

【0060】

条件式(4)は第1レンズ群と第2レンズ群中の正レンズL21との合成焦点距離を規定する条件式である。

【0061】

条件式(4)の上限値を上回った場合、第2レンズ群中の接合負レンズの屈折力が強まるため、正レンズと負レンズとの相互偏心による性能劣化が著しく大きくなり、製造時に安定した光学品質を維持することが難しくなってしまう。その結果、より高い光学品質を達成できなくなってしまう。

【0062】

逆に、条件式(4)の下限値を下回った場合、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難しく、さらなる高性能化を図ることができない。

【0063】

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) $Y_{max.} / D_a < 0.26$

但し、

$Y_{max.}$: 最大像高

D_a : 広角端状態における開口絞りから像面までの距離とする。

【0064】

これにより、第2レンズ群をシフトさせた際に発生する軸外収差の変動を良好に抑えることができる。

【0065】

本発明ズームレンズにおいて、第2レンズ群をシフトさせた際に発生する軸外収差の変動をより良好に抑える方法として、以下の2つの方法について前記した。

【0066】

1つはブレ補正係数を大きくすることで、所定量だけ像位置をシフトするのに必要な第2レンズ群のシフト量を減らすことである。

【0067】

もう1つは主光線が開口絞り位置で光軸となす角度を小さくすることである。

【0068】

前者は、本発明ズームレンズの目的である、シフト駆動機構の小型化や省電力を達成する方法として、ブレ補正係数を大きくすることで、達成されている。

【0069】

後者は、更なる高性能化を目指すための方法である。

【0070】

上記角度(主光線が開口絞り位置で光軸となす角度)が小さいほど、第2レンズ群をシフトさせた際に生じる、第1レンズ群を通過する軸外光束の高さの変化を抑えることが可能となる。変化が抑えられることで、軸外収差が変化しにくくなる。

【0071】

単純に考えるならば、第1レンズ群の屈折力を強めること、また、開口絞りを像面位置から遠ざけることで達成できるが、いずれもレンズ全長を伸長させてしまうため、小型化が不能となる。

【0072】

10

20

30

40

50

条件式(5)は広角端状態における開口絞りの位置を規定する条件式である。

【0073】

条件式(5)の上限値を上回った場合、第2レンズ群をシフトさせた際に生じる軸外収差の変動をより良好に補正してさらなる高性能化を図ることができなくなってしまう。

【0074】

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。

$$(6) 1.8 < f_3 / f_w < 3$$

但し、

f_3 ：第3レンズ群の焦点距離

10

とする。

【0075】

これによって、近距離合焦時に必要な移動量を抑え、且つ、高いブレ補正係数を実現することができる。

【0076】

条件式(6)は第3レンズ群の焦点距離を規定する条件式である。

【0077】

条件式(6)の上限値を上回った場合、第3レンズ群の横倍率が1に近づくため、近距離合焦に必要な第3レンズ群の移動量が大きくなりすぎてしまう。

【0078】

20

逆に、条件式(6)の下限値を下回った場合、第3レンズ群の横倍率が0に近づくため、ブレ補正係数が下がってしまう。そのため、第2レンズ群を光軸に垂直な方向にシフトさせるシフト駆動機構の小型化や省電力化が充分図れなくなってしまう。

【0079】

なお、望遠端状態において被写体距離による像面湾曲の変動を減らし、さらなる高性能化を図るためには、条件式(6)の下限値を2とすることが望ましい。

【0080】

本発明の一実施形態によるズームレンズにあっては、前記第1レンズ群が、像側に凹面を向け像側レンズ面が非球面である負レンズと、その像側に空気間隔を挟んで配置され正の屈折力を有して物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズとにより構成され、以下の条件式(7)を満足することが望ましい。

30

$$(7) 0.18 < D_{12} / f_w < 0.3$$

但し、

D_{12} ：第1レンズ群中に配置される負レンズと正レンズとの間に形成される空気間隔の光軸に沿った長さ

とする。

【0081】

これにより、レンズ系のさらなる薄型化を図ることができる。

【0082】

本発明ズームレンズにおいては、第1レンズ群が主に軸外収差の補正を行っている。

40

【0083】

第1レンズ群は広角端状態で開口絞りから離れて配置され、望遠端状態では開口絞りに近づいて配置されるため、軸外光束が広角端状態では光軸から離れて通過し、望遠端状態では光軸に近い位置を通過する。この高さの差を利用して、広角端状態で発生しやすい画角の変化に伴う、軸外収差の変動を抑え、同時にレンズ位置状態の変化に伴って発生する軸外収差の変動を良好に補正している。

【0084】

本実施形態に係るズームレンズにおいては、第1レンズ群中に配置される負レンズの像側レンズ面を非球面とすることにより、負レンズにより発生する正の像面湾曲を良好に補正して、その結果として、正レンズと負レンズとの間に形成される空気間隔を狭めて、条

50

件式(7)を満足することが望ましい。

【0085】

条件式(7)の上限値を上回った場合、第1レンズ群のレンズ厚が大きくなるだけでなく、負レンズを通過する軸外光束が光軸から離れてしまうため、小径化も充分に図れなくなってしまう。

【0086】

条件式(7)の下限値を下回った場合、正レンズの屈折力が強まり、製造可能な形状とするにはレンズ中心厚を厚くせざるを得ないため、第1レンズ群の厚みを薄くする効果が少なくなってしまう。また、製造時に発生する偏芯に伴う性能劣化が著しく大きくなってしまいうため、安定した光学品質を維持することが難しくなってしまう。

10

【0087】

なお、非球面レンズには、具体的には、モールド成形や研削加工等によるガラス非球面レンズか、あるいは、球面のガラス研磨加工レンズのレンズ面上にプラスチック製の薄い非球面樹脂層を付加した、複合型レンズを適用することができる。

【0088】

本発明の一実施形態によるズームレンズにあっては、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が望ましい。

【0089】

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。

20

【0090】

なお、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ものとする。

【0091】

【数1】

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

【0092】

なお、 y は光軸からの高さ、 x はサグ量、 c は曲率、 κ は円錐定数、 A 、 B 、...は非球面係数である。

30

【0093】

図1は本発明の各実施形態に係る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、負の屈折力を有する第1レンズ群G1、正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が配置されて構成され、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G1と第2レンズ群G2との間の空気間隔は減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間の空気間隔は増大するように、各レンズ群が移動する。この時、第1レンズ群G1は一旦像側へ移動した後、物体側へ移動し、第2レンズ群G2は物体側へ移動し、第3レンズ群G3は像側へ移動し、第3レンズ群G3が各レンズ群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。

40

【0094】

図2は本発明の第1の実施の形態に係るズームレンズ1のレンズ構成図を示すものである。第1レンズ群G1は、物体側から像側へ順に位置した、像側に凹面を向けた負レンズL11と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL12とにより構成される。第2レンズ群G2は、物体側から像側へ順に位置した、両凸形状の正レンズL21と、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合負レンズL22とにより構成される。第3レンズ群G3は両凸形状の正レンズL31により構成される。第1レンズ群G1の負レンズL11は像側レンズ面上に薄いプラスチック製の非球面樹脂層が積層された複合型レ

50

ンズである。また、第2レンズ群G2の物体側に近接して開口絞りSが位置し、像面IMGと第3レンズ群G3との間にはフィルタFLが配置される。そして、第2レンズ群G2全体が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。

【0095】

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。なお、表1及び他の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($\lambda = 587.6 \text{ nm}$)に対する屈折率を示し、「アッベ数」は物体側に第i面を有する硝材のd線に対するアッベ数を示す。そして、曲率半径に関し「0.0000」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す。

10

【0096】

【表1】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数
1:	0.0000	0.071	1.88300	40.8
2:	0.9913	0.013	1.53420	41.7
3:	0.9135	0.251		
4:	1.4689	0.157	1.92286	20.8
5:	3.3286	(D5)		
6:	0.0000	0.090		(開口絞り)
7:	0.9327	0.201	1.61881	63.9
8:	-2.3536	0.086		
9:	1.8722	0.336	1.83400	37.3
10:	-0.7610	0.052	1.71736	29.5
11:	0.5695	(D11)		
12:	7.1400	0.201	1.77377	47.2
13:	-2.4621	(D13)		
14:	0.0000	0.103	1.51680	64.2
15:	0.0000	(Bf)		

20

30

【0097】

第1レンズ群G1の負レンズL11の像側の樹脂面(第3面)、第2レンズ群G2の正レンズL21の両面(第7面、第8面)及び第3レンズ群G3の正レンズL3の像側面(第13面)は非球面で構成されている。そこで、数値実施例1における前記各面の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。なお、表2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。

40

【0098】

【表 2】

第 3 面	$\kappa = 0.000000$	$A = -0.171398E+00$	$B = +0.193059E-01$	$C = -0.264773E+00$	
					$D = -0.768007E-01$
第 7 面	$\kappa = 0.000000$	$A = -0.241569E+00$	$B = -0.386951E+00$	$C = +0.852781E+00$	
					$D = -0.377382E+01$
第 8 面	$\kappa = 0.000000$	$A = +0.106028E+00$	$B = -0.173016E+00$	$C = +0.000000E+00$	
					$D = +0.000000E+00$
第 13 面	$\kappa = 0.000000$	$A = +0.120524E+00$	$B = -0.326640E+00$	$C = +0.650050E+00$	
					$D = -0.504031E+00$

10

【0099】

ズームレンズ 1 において、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 1 と第 2 レンズ群 G 2 (開口絞り S) との間の面間隔 D 5、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間の面間隔 D 1 1、第 3 レンズ群 G 3 とフィルタ FL との間の面間隔 D 1 3 が変化する。そこで、数値実施例 1 における前記各面間隔の広角端状態 ($f = 1.000$)、中間焦点距離状態 ($f = 1.632$) 及び望遠端状態 ($f = 2.825$) における各値を焦点距離 f 、F ナンバー FNO、画角 2ω と共に表 3 に示す。

【0100】

20

【表 3】

f	1.000	~	1.632	~	2.825
FNO	2.88	~	3.83	~	5.63
2ω	64.66	~	40.03	~	23.64°
D5	1.467		0.731		0.240
D11	0.785		1.563		2.870
D13	0.489		0.419		0.285
Bf	0.170		0.170		0.170

30

【0101】

数値実施例 1 の前記条件式 (1) ~ (7) の各条件を求めるための各数値及び各条件式対応値を表 4 に示す。

【0102】

【表 4】

f_1	$= -1.971$
f_{aw}	$= 0.737$
f_3	$= 2.388$
(1)	$TL_w / TL_t = 0.872$
(2)	$ f_1 / f_t = 0.698$
(3)	$RN_2 / D_s = 0.744$
(4)	$f_w / f_{aw} = 1.356$
(5)	$Y_{max.} / D_a = 0.241$
(6)	$f_3 / f_w = 2.388$
(7)	$D_{12} / f_w = 0.251$

40

【0103】

50

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 ($f = 1.632$)、図5は望遠端状態 ($f = 2.825$)における諸収差図を示す。

【0104】

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。横収差図においてAは画角、yは像高をそれぞれ示す。

【0105】

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 ($f = 1.632$)、図8は望遠端状態 ($f = 2.825$)における横収差図を示す。

【0106】

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。

【0107】

図9は本発明の第2の実施の形態に係るズームレンズ2のレンズ構成図を示すものである。第1レンズ群G1は、物体側から像側へ順に位置した、像側に凹面を向けた負レンズL11と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL12とにより構成される。第2レンズ群G2は、物体側から像側へ順に位置した、両凸形状の正レンズL21と、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合負レンズL22とにより構成される。第3レンズ群G3は両凸形状の正レンズL31により構成される。また、第2レンズ群G2の物体側に近接して開口絞りSが位置し、像面IMGと第3レンズ群G3との間にはフィルタFLが配置される。そして、第2レンズ群G2全体が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。

【0108】

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。

【0109】

【表5】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数
1:	0.0000	0.082	1.88300	40.8
2:	0.9303	0.244		
3:	1.4943	0.163	1.92286	20.8
4:	3.6108	(D4)		
5:	0.0000	0.088		(開口絞り)
6:	1.0545	0.309	1.61881	63.9
7:	-2.4099	0.013		
8:	1.4721	0.369	1.83400	37.3
9:	-0.6303	0.050	1.71736	29.5
10:	0.5423	(D10)		
11:	5.7942	0.188	1.77377	47.2
12:	-3.0570	(D12)		
13:	0.0000	0.117	1.51680	64.2
14:	0.0000	(Bf)		

【0110】

第1レンズ群G1の負レンズL11の像側の面(第2面)、第2レンズ群G2の正レンズL21の物体側面(第6面)及び第3レンズ群G3の正レンズL3の像側面(第12面)は非球面で構成されている。そこで、数値実施例2における前記各面の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。

【0111】

【表6】

第2面	K=-1.464827	A=+0.104447E+00	B=+0.177067E+00	C=-0.599480E+00	
	D=+0.729075E+00				
第6面	K=-0.912092	A=-0.218992E+00	B=-0.243218E+00	C=+0.718317E+00	10
	D=-0.577169E+01				
第12面	K= 0.000000	A=-0.942987E-01	B=+0.397661E+00	C=-0.797949E+00	
	D=+0.631424E+00				

【0112】

ズームレンズ2において、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G1と第2レンズ群G2(開口絞りS)との間の面間隔D4、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間の面間隔D10、第3レンズ群G3とフィルタFLとの間の面間隔D12が変化する。そこで、数値実施例2における前記各面間隔の広角端状態($f = 1.000$)、中間焦点距離状態($f = 1.702$)及び望遠端状態($f = 2.826$)における各値を焦点距離 f 、FナンバーFNO、画角 2ω と共に表7に示す。

20

【0113】

【表7】

f	1.000	~	1.702	~	2.826
FNO	2.88	~	4.03	~	5.75
2ω	63.68	~	38.35	~	23.64°
D4	1.377		0.672		0.202
D10	0.667		1.630		2.802
D12	0.559		0.378		0.265
Bf	0.164		0.164		0.164

30

【0114】

数値実施例2の前記条件式(1)~(7)の各条件を求めるための各数値及び各条件式対応値を表8に示す。

【0115】

【表 8】

$$f_1 = -1.971$$

$$f_{aw} = 0.877$$

$$f_3 = 2.611$$

$$(1) TL_w / TL_t = 0.868$$

$$(2) |f_1| / f_t = 0.697$$

$$(3) RN2 / D_s = 0.654$$

$$(4) f_w / f_{aw} = 1.140$$

$$(5) Y_{max.} / D_a = 0.235$$

$$(6) f_3 / f_w = 2.611$$

$$(7) D12 / f_w = 0.244$$

10

【0116】

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 ($f = 1.702$)、図12は望遠端状態 ($f = 2.826$)における諸収差図を示す。

【0117】

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。横収差図においてAは画角、yは像高をそれぞれ示す。

20

【0118】

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 ($f = 1.702$)、図15は望遠端状態 ($f = 2.826$)における横収差図を示す。

【0119】

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。

30

【0120】

図16は本発明の第3の実施の形態に係るズームレンズ3のレンズ構成図を示すものである。第1レンズ群G1は、物体側から像側へ順に位置した、像側に凹面を向けた負レンズL11と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL12とにより構成される。第2レンズ群G2は、物体側から像側へ順に位置した、両凸形状の正レンズL21と、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合負レンズL22とにより構成される。第3レンズ群G3は両凸形状の正レンズL31により構成される。また、第2レンズ群G2の物体側に近接して開口絞りSが位置し、像面IMGと第3レンズ群G3との間にはフィルタFLが配置される。そして、第2レンズ群G2全体が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。

40

【0121】

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。

【0122】

【表 9】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	
1:	0.0000	0.082	1.88300	40.8	
2:	0.9550	0.233			
3:	1.4850	0.155	1.92286	20.8	
4:	3.6271	(D4)			
5:	0.0000	0.088			(開口絞り)
6:	1.0509	0.175	1.61881	63.9	10
7:	-2.6369	0.013			
8:	1.6697	0.466	1.83400	37.3	
9:	-0.6132	0.050	1.71736	29.5	
10:	0.5574	(D10)			
11:	4.8285	0.209	1.77377	47.2	
12:	-2.7073	(D12)			
13:	0.0000	0.101	1.51680	64.2	
14:	0.0000	(Bf)			20

【0123】

第1レンズ群G1の負レンズL11の像側の面(第2面)、第2レンズ群G2の正レンズL21の物体側面(第6面)及び第3レンズ群G3の正レンズL3の像側面(第12面)は非球面で構成されている。そこで、数値実施例3における前記各面の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10に示す。

【0124】

【表10】

第2面	K= 0.000000	A=-0.106109E+00	B=+0.843253E-01	C=-0.411705E+00	
	D=+0.242015E+00				30
第6面	K= 0.000000	A=-0.302771E+00	B=-0.156961E+00	C=-0.805435E+00	
	D=+0.220392E+00				
第12面	K= 0.000000	A=+0.108650E+00	B=-0.353476E+00	C=+0.778293E+00	
	D=-0.649556E+00				

【0125】

ズームレンズ3において、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G1と第2レンズ群G2(開口絞りS)との間の面間隔D4、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間の面間隔D10、第3レンズ群G3とフィルタFLとの間の面間隔D12が変化する。そこで、数値実施例3における前記各面間隔の広角端状態($f = 1.000$)、中間焦点距離状態($f = 1.702$)及び望遠端状態($f = 2.820$)における各値を焦点距離 f 、FナンバーFNO、画角 2θ と共に表11に示す。

【0126】

【表 1 1】

f	1.00	~ 1.702	~ 2.820
FNO	2.88	~ 4.03	~ 5.75
2ω	63.64	~ 37.84	~ 23.28°
f	1.000	1.702	2.820
D4	1.435	0.659	0.214
D10	0.697	1.563	2.756
D12	0.503	0.413	0.283
Bf	0.166	0.166	0.166

10

【0 1 2 7】

数値実施例 3 の前記条件式 (1) ~ (7) の各条件を求めるための各数値及び各条件式対応値を表 1 2 に示す。

【0 1 2 8】

【表 1 2】

$$f_1 = -2.075$$

$$f_{aw} = 0.895$$

$$f_3 = 2.269$$

$$(1) TL_w / TL_t = 0.876$$

$$(2) |f_1| / f_t = 0.734$$

$$(3) RN_2 / D_s = 0.704$$

$$(4) f_w / f_{aw} = 1.118$$

$$(5) Y_{max.} / D_a = 0.240$$

$$(6) f_3 / f_w = 2.269$$

$$(7) D_{12} / f_w = 0.233$$

20

30

【0 1 2 9】

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 ($f = 1.702$)、図 1 9 は望遠端状態 ($f = 2.820$) における諸収差図を示す。

【0 1 3 0】

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。横収差図において A は画角、y は像高をそれぞれ示す。

【0 1 3 1】

図 2 0 乃至図 2 2 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 2 0 は広角端状態 ($f = 1.000$)、図 2 1 は中間焦点距離状態 ($f = 1.702$)、図 2 2 は望遠端状態 ($f = 2.820$) における横収差図を示す。

40

【0 1 3 2】

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。

【0 1 3 3】

次に、本発明撮像装置について説明する。

【0 1 3 4】

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

50

信号に変換する撮像素子とを備え、前記ズームレンズは、物体側より順に配列した、負の屈折力を有する第1レンズ群、正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レンズ群により構成され、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、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間の間隔が減少し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間の間隔が増大するように、前記第2レンズ群が光軸上を物体側へ移動すると共に、前記第1レンズ群及び第3レンズ群も光軸方向に移動し、被写体位置が変化した際に、前記第3レンズ群の移動により、近距離合焦を行い、前記第2レンズ群を光軸にほぼ垂直な方向にシフトさせることにより、像シフトを行うことが可能であり、以下の条件式(1)及び(2)を満足する。

$$(1) 0.8 < TLw / TLt < 0.95$$

$$(2) 0.6 < |f1| / ft < 0.8$$

但し、

TLw：広角端状態におけるレンズ全長

TLt：望遠端状態におけるレンズ全長

f1：第1レンズ群の焦点距離

ft：望遠端状態におけるレンズ全系の焦点距離

とする。

【0135】

図24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。

【0136】

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とレンズ部20で取得した被写体の光学像を電氣的画像信号に変換し、且つ、該画像信号に種々の処理を施すと共にレンズ部を制御する機能を有するカメラ本体部30を備える。

【0137】

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変倍群を移動させるズーム駆動部22、フォーカス群を移動させるフォーカス駆動部23、シフトレンズ群を光軸に垂直な方向へシフトさせるシフトレンズ駆動部24、開口絞りの開放度を制御するアイリス駆動部25を備える。そして、前記ズームレンズ21には、前記したズームレンズ1~3の何れか、あるいはそれらの数値実施例、前記実施の形態や数値実施例で示した形態以外の形態で実施した本発明ズームレンズを適用することが出来る。

【0138】

カメラ本体部30にはズームレンズ21で形成された光学像を電氣信号に変換する撮像素子31を備える。

【0139】

前記撮像素子31には、例えば、CCD(Charge Coupled Device)やCMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)などが適用可能である。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で各種処理を施された後、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33に一時保存される。

【0140】

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の全体を統括的に制御するものであり、前記画像メモリ33に一時的に保存された画像データを取り出し、液晶表示装置35に表示したり、外部メモリ36に保存したりする。また、外部メモリ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に表示する。

【0141】

シャッターリリーススイッチ、ズーミングスイッチ、等の操作部40からの信号がカメラ制御CPU34に入力され、該操作部40からの信号に基づいて各部を制御する。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

10

20

30

40

50

制御部 37 へ指令が出され、ズームレンズ 21 からの光線が撮像素子 31 に入力され、且つ、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。

【0142】

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、ズーム信号等はカメラ制御 CPU 34 からレンズ制御部 38 に送られ、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、アイリス駆動部 25 が制御されて、ズームレンズ 21 が所定の状態になる。

【0143】

また、手振れ、例えば、撮像素子 31 の振動を検知する手振れセンサ 39 が設けられており、該手振れセンサ 39 が手振れを検知すると、その検知信号がカメラ制御 CPU 34 に入力され、カメラ制御 CPU 34 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、該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 (前記第 2 レンズ群 G2) を移動させる。

10

【0144】

なお、上記実施の形態では、撮像装置をデジタルスチルカメラとして示したが、これに限らずデジタルビデオカメラとして適用することも出来、さらには、パーソナルコンピュータ、PDA (Personal Digital Assistant) 等の情報機器に組み込まれたカメラ部等にも適用することが出来る。

20

【0145】

また、前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すぎず、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】

【0146】

【図 1】本発明ズームレンズの実施の形態における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、横収差を示すものである。

30

【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、横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、横収差を示すものである。

【図 6】図 7 及び図 9 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横収差を示すものであり、本図は広角端における横収差図である。

【図 7】中間焦点距離状態における横収差図である。

【図 8】望遠端状態における横収差図である。

【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。

40

【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、横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、横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、横収差を示すものである。

【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横収差を示すものであり、本図は広角端における横収差図である。

50

【図14】中間焦点距離状態における横収差図である。

【図15】望遠端状態における横収差図である。

【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、横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、横収差を示すものである。

【図19】望遠端状態における球面収差、非点収差、歪曲収差、横収差を示すものである。

10

【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横収差を示すものであり、本図は広角端における横収差図である。

【図21】中間焦点距離状態における横収差図である。

【図22】望遠端状態における横収差図である。

【図23】沈胴式カメラにおけるレンズ鏡筒構造を示す概略断面図である。

【図24】本発明撮像装置の一実施形態を示すブロック図である。

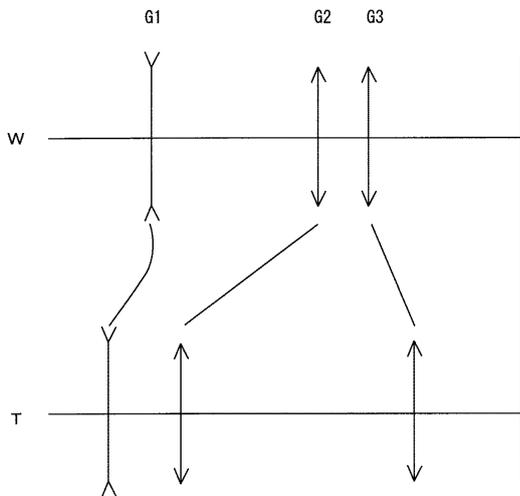
【符号の説明】

【0147】

1...ズームレンズ、2...ズームレンズ、3...ズームレンズ、G1...第1レンズ群、L11...像側に凹面を向け像側レンズ面が非球面である負レンズ、L12...正の屈折力を有して物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ、G2...第2レンズ群、L21...正レンズ、L22...接合負レンズ、G3...第3レンズ群、S...開口絞り、10...デジタルスタイルカメラ(撮像装置)、21...ズームレンズ、31...撮像素子

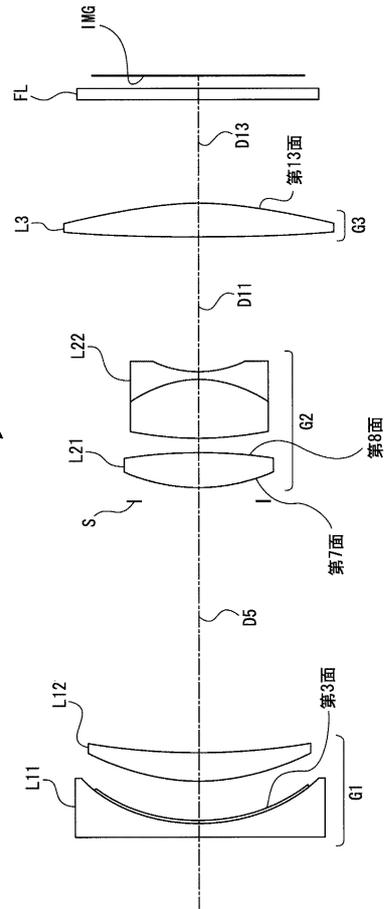
20

【図1】

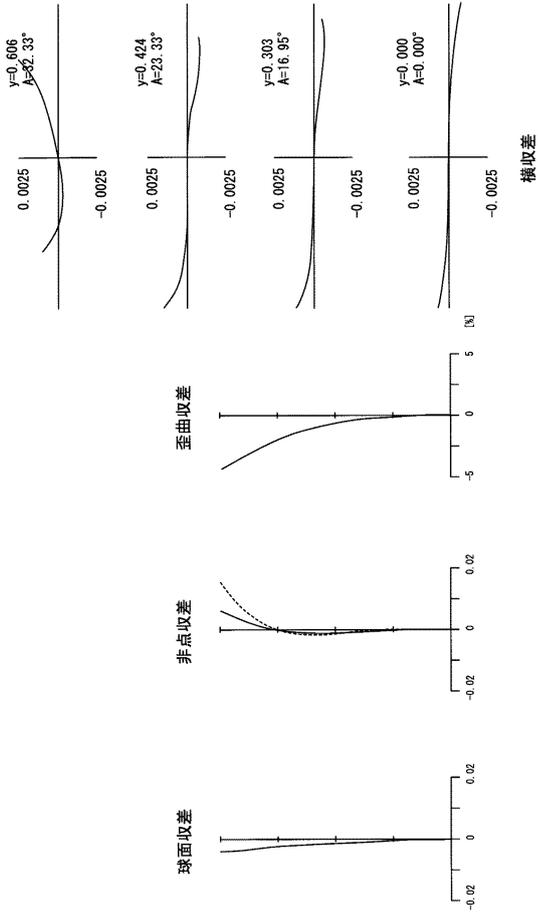


【図2】

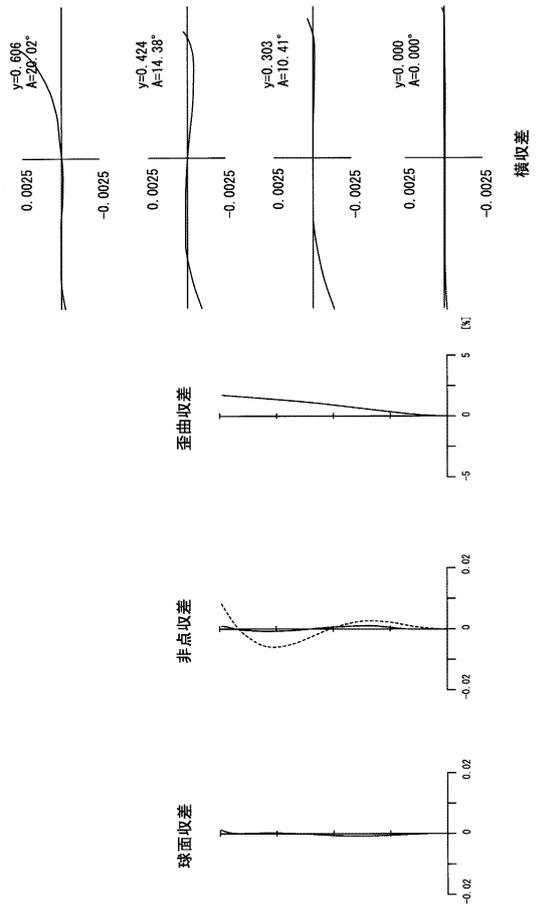
1...ズームレンズ
 G1...第1レンズ群
 L11...像側に凹面を向け像側レンズ面が非球面である負レンズ
 L12...正の屈折力を有して物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ
 G2...第2レンズ群
 L21...正レンズ
 L22...接合負レンズ
 G3...第3レンズ群
 S...開口絞り



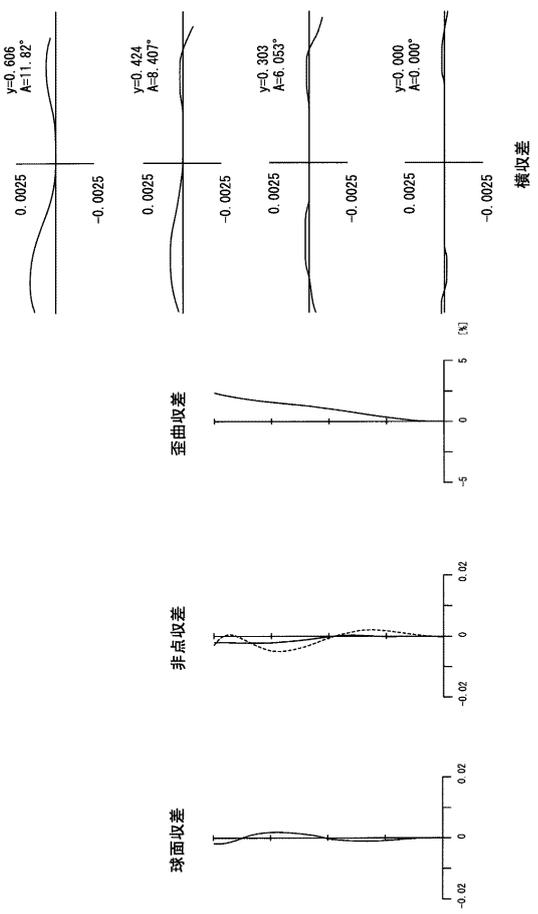
【 図 3 】



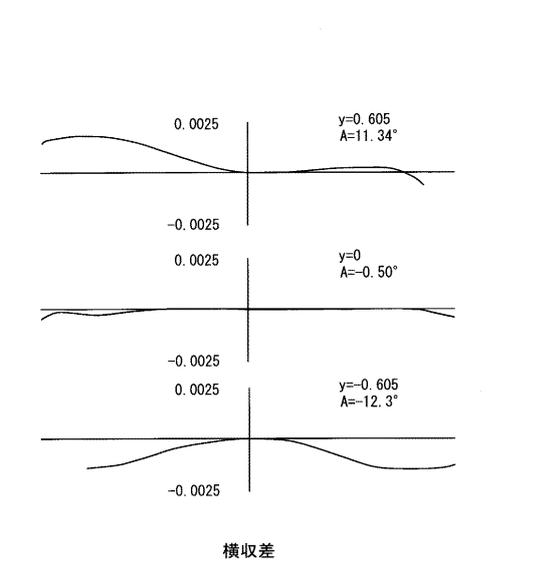
【 図 4 】



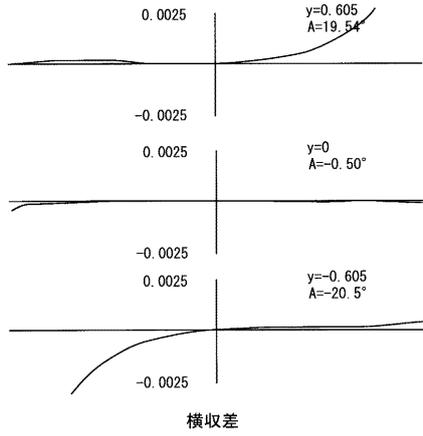
【 図 5 】



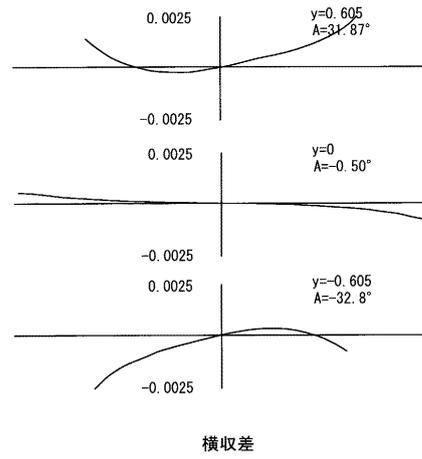
【 図 6 】



【 図 7 】

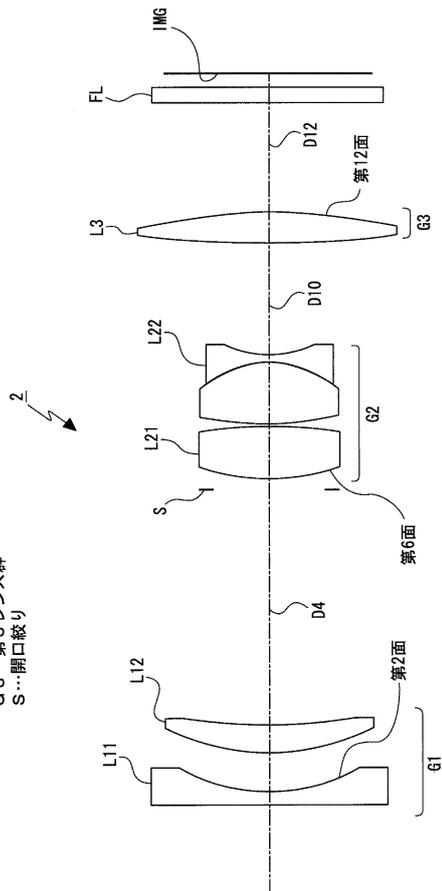


【 図 8 】

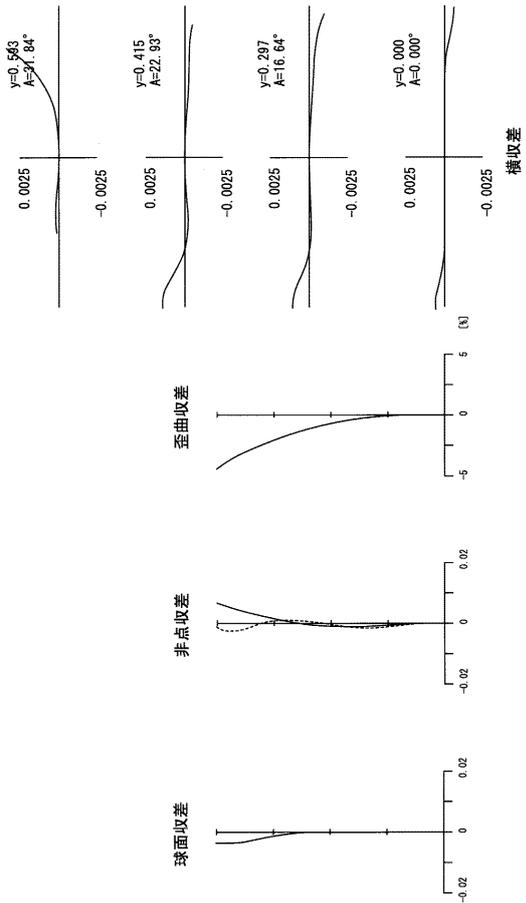


【 図 9 】

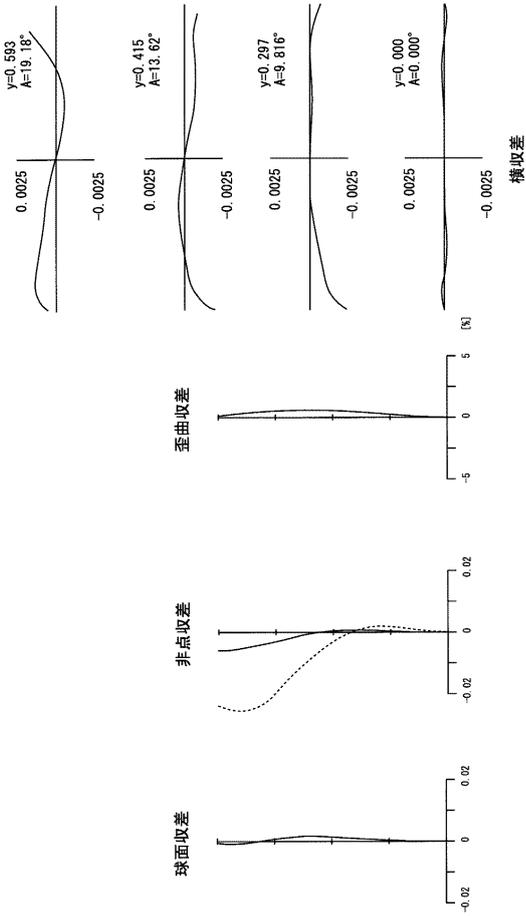
2...ズームレンズ
 G1...第1レンズ群
 L11...後側に凹面を向け像側レンズ面が非球面である負レンズ
 L12...正の屈折力を有して物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ
 G2...第2レンズ群
 L21...正レンズ
 L22...接合負レンズ
 G3...第3レンズ群
 S...開口絞り



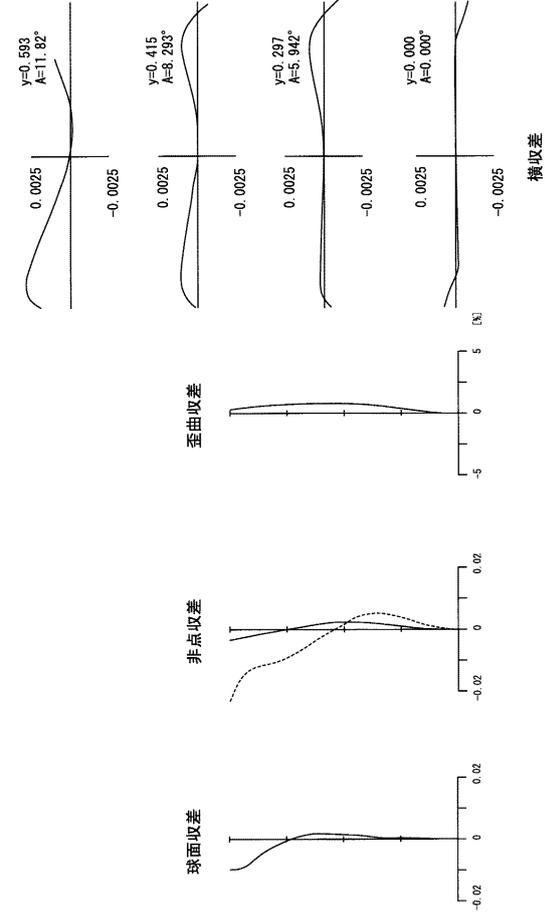
【 図 10 】



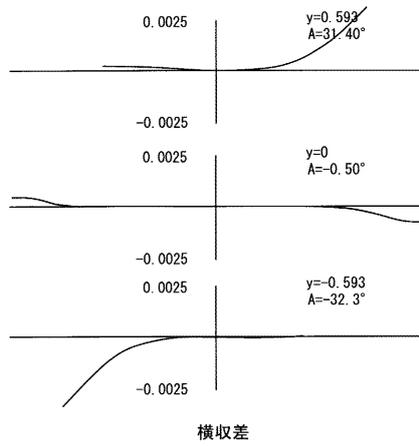
【 図 1 1 】



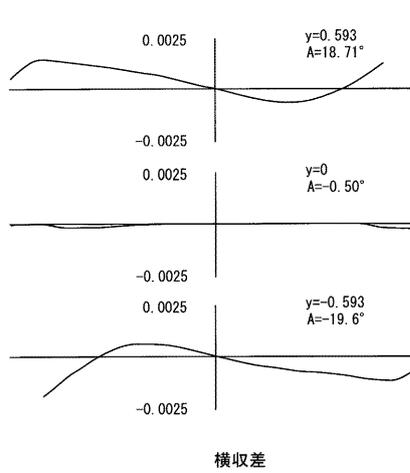
【 図 1 2 】



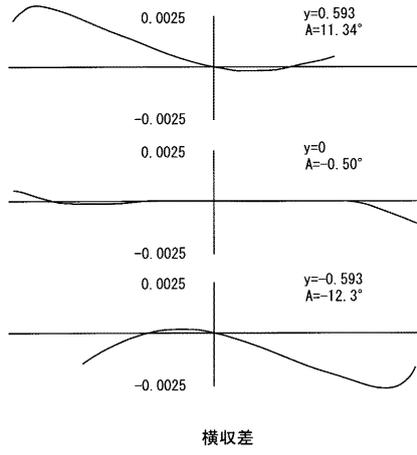
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

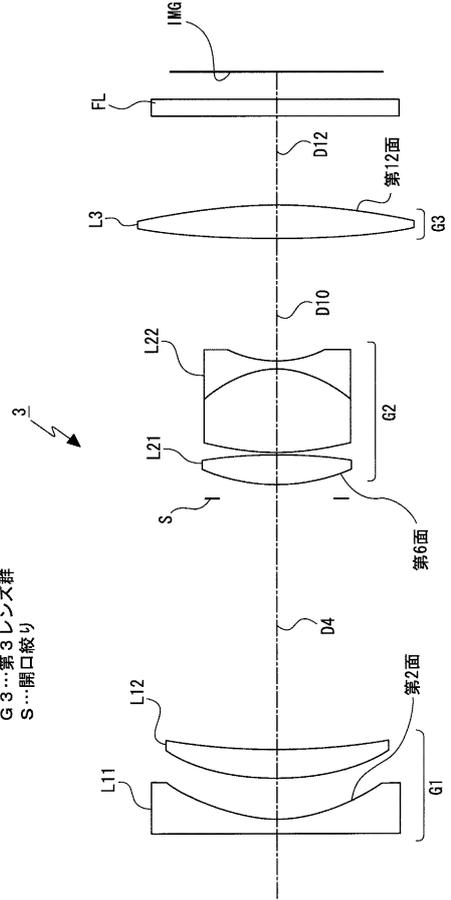


【 図 1 5 】

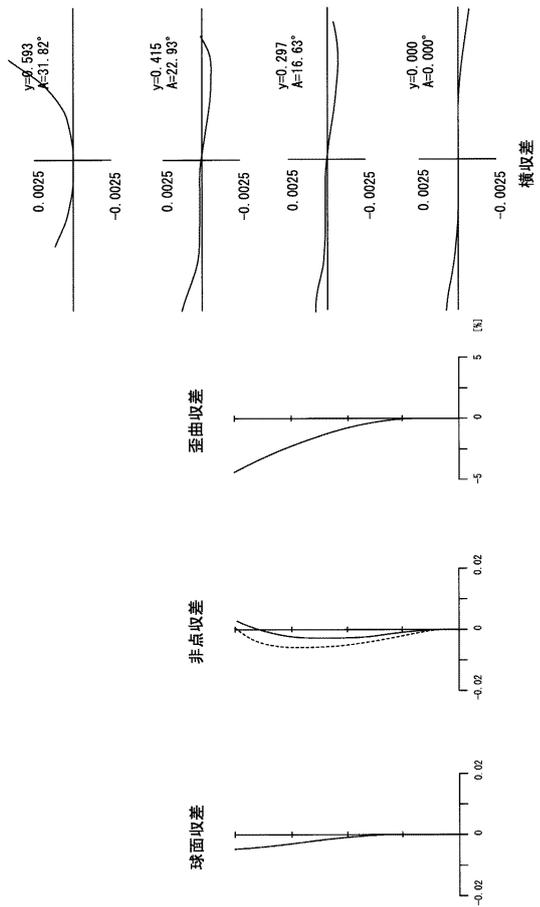


【 図 1 6 】

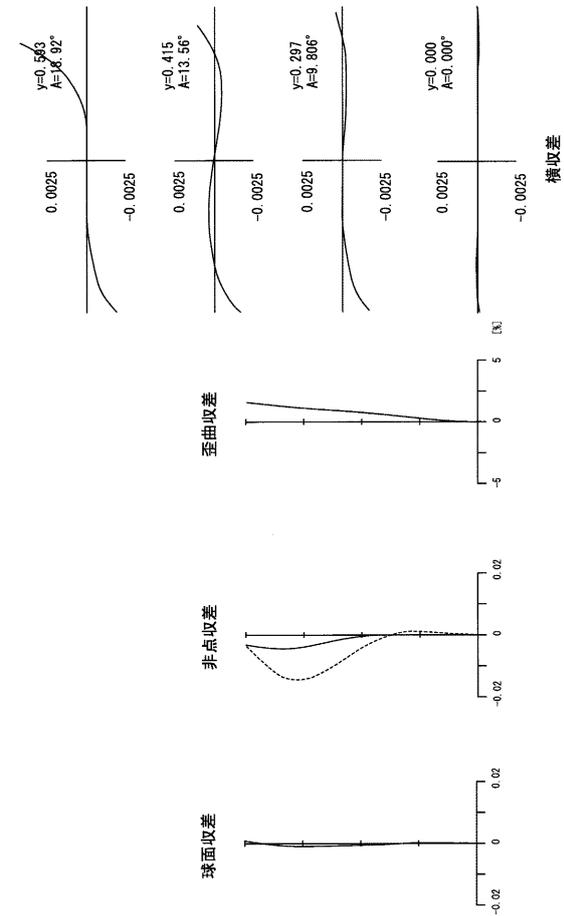
3...ズームレンズ
 G1...第1レンズ群
 L11...像側に凹面を向け像側レンズ面が非球面である負レンズ
 L12...正の屈折力を有して物体側に凸面を向けメニスカス形状の正レンズ
 G2...第2レンズ群
 L21...正レンズ
 L22...接合負レンズ
 G3...第3レンズ群
 S...開口絞り



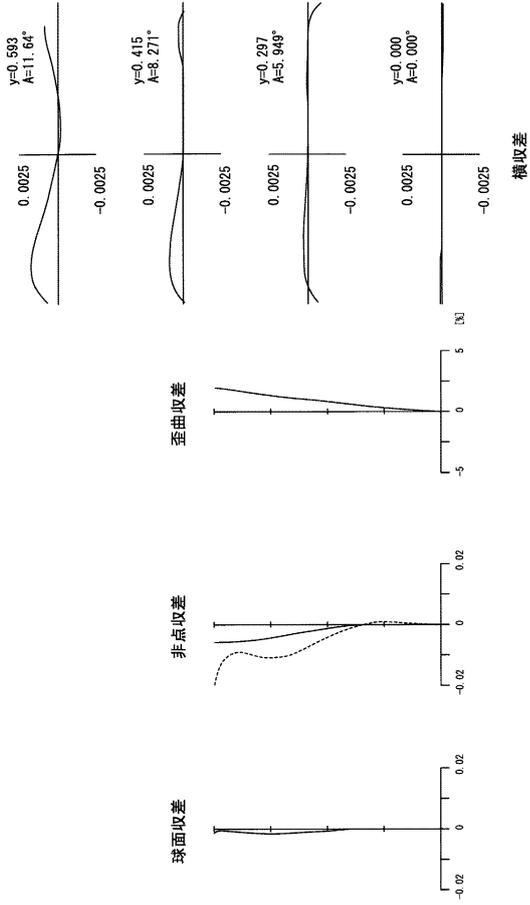
【 図 1 7 】



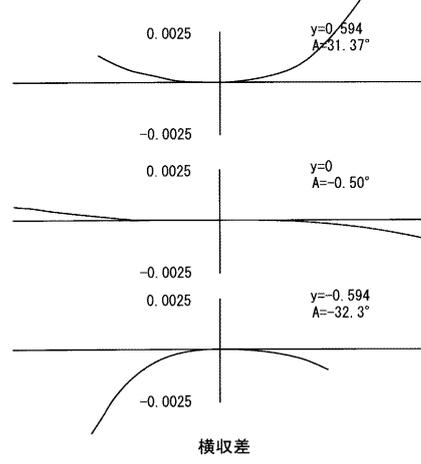
【 図 1 8 】



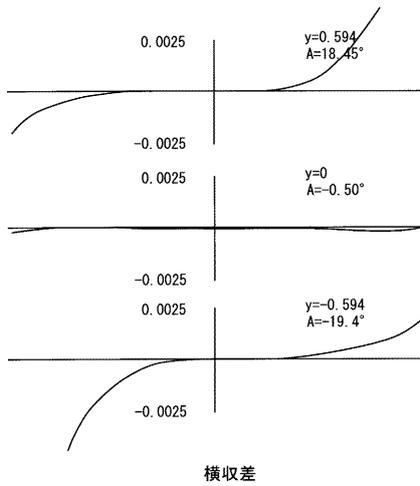
【 図 19 】



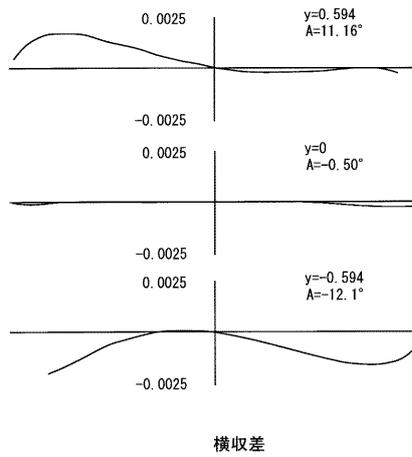
【 図 20 】



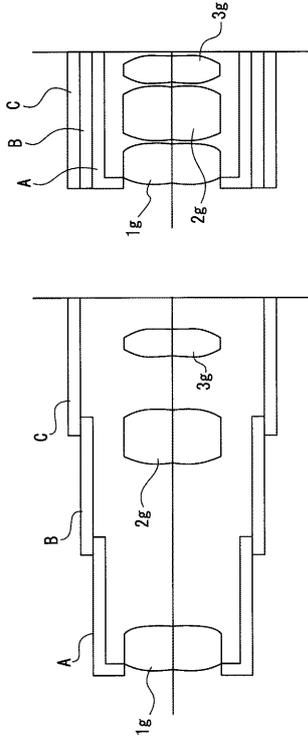
【 図 21 】



【 図 22 】

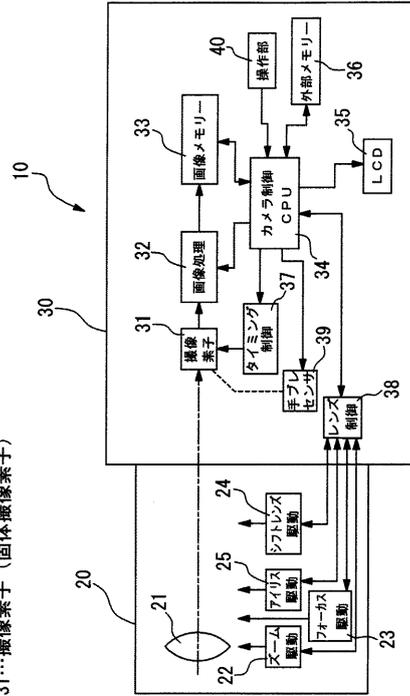


【 図 2 3 】



【 図 2 4 】

10…デジタルカメラ (撮像装置)
 21…ズームレンズ
 31…撮像素子 (固体撮像素子)



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA01 LA01 MA14 NA07 PA05 PA18 PA19 PB06 PB07 QA01
QA07 QA18 QA21 QA22 QA25 QA34 QA42 QA45 RA05 RA12
RA13 RA36 RA42 RA43 SA14 SA16 SA19 SA62 SA63 SA64
SB03 SB04 SB14 SB22