

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5891860号
(P5891860)

(45) 発行日 平成28年3月23日 (2016. 3. 23)

(24) 登録日 平成28年3月4日 (2016. 3. 4)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 2 B 15/20 (2006. 01)

G O 2 B 15/20

G O 2 B 13/18 (2006. 01)

G O 2 B 13/18

請求項の数 7 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2012-52721 (P2012-52721)
 (22) 出願日 平成24年3月9日 (2012. 3. 9)
 (65) 公開番号 特開2013-186379 (P2013-186379A)
 (43) 公開日 平成25年9月19日 (2013. 9. 19)
 審査請求日 平成27年1月22日 (2015. 1. 22)

(73) 特許権者 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 100116942
 弁理士 岩田 雅信
 (72) 発明者 金井 真実
 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 大竹 基之
 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 細井 正晴
 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】

物体側から像側へ順に配置された負の屈折力を有する第1レンズ群と正の屈折力を有する第2レンズ群と負の屈折力を有する第3レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、

広角側から望遠側への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が小さくなるように前記第1レンズ群が光軸方向へ移動され、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群と前記第4レンズ群が像側から物体側へ移動され、

前記第3レンズ群が光軸方向へ移動されることによりフォーカシングが行われ、

以下の条件式(1)(3)を満足する

ズームレンズ。

(1) $-0.969 \leq f_3 / (f_w \times f_t) \leq -0.5$

(3) $0.2 < m_2 / f_t \leq 0.454$

但し、

f_3 : 第3レンズ群の焦点距離

f_w : レンズ全系の広角端における焦点距離

f_t : レンズ全系の望遠端における焦点距離

m_2 : 広角端から望遠端への変倍時における第2レンズ群の移動量

とする。

【請求項 2】

以下の条件式 (2) を満足する

請求項 1 に記載のズームレンズ。

$$(2) \quad 0.5 < m_4 / m_3 < 1.0$$

但し、

m_3 : 広角端から望遠端への変倍時における第 3 レンズ群の移動量

m_4 : 広角端から望遠端への変倍時における第 4 レンズ群の移動量

とする。

【請求項 3】

前記第 3 レンズ群は少なくとも一面が非球面に形成された 1 枚のレンズによって構成された

10

請求項 1 又は請求項 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 1 レンズ群が物体側から像側へ順に配置された負レンズと正レンズによって構成された

請求項 1 乃至請求項 3 の何れかに記載のズームレンズ。

【請求項 5】

以下の条件式 (4) 及び条件式 (5) を満足する

請求項 4 に記載のズームレンズ。

$$(4) \quad n_{12} > 1.90$$

$$(5) \quad 1.2 < 2.5$$

20

但し、

n_{12} : 第 1 レンズ群における正レンズの d 線における屈折率

1.2 : 第 1 レンズ群における正レンズの d 線におけるアッペ数

とする。

【請求項 6】

前記条件式 (2) の下限の値を 0.7 とした

請求項 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

ズームレンズと前記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、

30

前記ズームレンズは、

物体側から像側へ順に配置された負の屈折力を有する第 1 レンズ群と正の屈折力を有する第 2 レンズ群と負の屈折力を有する第 3 レンズ群と正の屈折力を有する第 4 レンズ群とから成り、

広角側から望遠側への変倍時に、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の間隔が小さくなるように前記第 1 レンズ群が光軸方向へ移動され、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群が像側から物体側へ移動され、

前記第 3 レンズ群が光軸方向へ移動されることによりフォーカシングが行われ、

以下の条件式 (1) (3) を満足する

撮像装置。

40

$$(1) \quad \frac{-0.969}{f_3} \cdot \frac{f_w \times f_t}{f_t} \geq -0.5$$

$$(3) \quad 0.2 < m_2 / f_t \leq 0.454$$

但し、

f_3 : 第 3 レンズ群の焦点距離

f_w : レンズ全系の広角端における焦点距離

f_t : レンズ全系の望遠端における焦点距離

m_2 : 広角端から望遠端への変倍時における第 2 レンズ群の移動量

とする。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本技術はズームレンズ及び撮像装置に関する。詳しくは、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等のデジタル入出力機器、特に、レンズ交換式のデジタルカメラに好適なズームレンズ及びこれを備えた撮像装置の技術分野に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

近年、レンズ交換式のデジタルカメラが急速に普及しつつある。このような普及は、従来の一眼レフカメラのユーザーのサブ機としてのニーズに加え、コンパクトデジタルスチルカメラからのステップアップユーザーの需要が大きく伸びてきていることが背景にある。

10

【 0 0 0 3 】

このようなレンズ交換式のデジタルカメラにおいては、コンパクトデジタルスチルカメラよりも大型の撮像素子が搭載され、ユーザーにおいては大型の撮像素子を有効に活用した高い画質への期待があり、ズームレンズに対しては結像性能に優れていることが必要不可欠である。

【 0 0 0 4 】

一方、ユーザーにおいては、上記のようなデジタルカメラに備えられるズームレンズに対する要望として、高い利便性を有することを望む声も多い。具体的には、種々の撮影状況に対応できるズームレンズであること、動画撮影に好適なスムーズなフォーカス動作ができること、小型であること、特に、携帯時に小型であることが強く求められている。

20

【 0 0 0 5 】

このような小型化に適した交換レンズのタイプとしては、物体側から像側へ順に負の屈折力を有する第1レンズ群と正の屈折力を有する第2レンズ群とによって構成された2群構成のズームレンズが知られている。

【 0 0 0 6 】

また、小型化への要求が高いコンパクトデジタルカメラとしては、上記した2群構成に加えて像側に正の屈折力を有する第3レンズ群が配置された3群構成のズームレンズも用いられている（例えば、特許文献1参照）。

【 0 0 0 7 】

さらに、動画撮影時のオートフォーカスに適したズームレンズとして、物体側から像側へ順に負の屈折力を有する第1レンズ群と正の屈折力を有する第2レンズ群と負の屈折力を有する第3レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群とによって構成された4群構成のズームレンズも提案されている（例えば、特許文献2参照）。

30

【 0 0 0 8 】

【特許文献1】特開2010-122457号公報

【特許文献2】特開2006-208889号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

ところが、上記した2群構成のズームレンズにあっては、フォーカシングを大きく重い第1レンズ群を移動させることにより行っているため、フォーカス駆動用のアクチュエーターの大型化が避けられない。

40

【 0 0 1 0 】

従って、レンズの小型化に支障を来すと共に重いレンズ群を移動させるため高速駆動した際に振動やノイズの発生が大きくなり動画撮影に適さないものになってしまう。

【 0 0 1 1 】

特許文献1に記載された3群構成のズームレンズにあっては、第1レンズ群又は第3レンズ群をフォーカスレンズ群として用いることが可能であるが、相対的に偏心敏感度が小さく少ない枚数で構成できる第3レンズ群をフォーカスレンズ群として用いることが多い。

50

【 0 0 1 2 】

しかしながら、小型の撮像素子が用いられたコンパクトデジタルスチルカメラにおいては、第3レンズ群の大きさや重さは問題にならないが、大型の撮像素子が用いられた交換レンズにおいては第3レンズ群が大きく重くなってしまう。また、負正正の3群構成のズームレンズは、第3レンズ群の縦倍率が小さ過ぎるため、フォーカスに必要なストロークが大きくなってしまい、重い第3レンズ群を大きなストロークでフォーカス時に駆動する必要が生じ、フォーカス駆動用のアクチュエーターの大型化及びレンズ全長の大型化が避けられない。

【 0 0 1 3 】

特許文献2に記載された4群構成のズームレンズにあつては、第3レンズ群をフォーカスレンズ群として用いることにより、第3レンズ群が非常に小さいレンズ群であるため、高速かつ静音の小型のフォーカス駆動用のアクチュエーターを用いることが可能になる。

10

【 0 0 1 4 】

しかしながら、第4レンズ群が固定され、又は、望遠端においても像面に近い位置に配置されているため、第4レンズ群に入射する光線の高さが高くなり、第4レンズ群を構成するレンズの径が大きくなってしまう。特に、交換レンズにおいては、カメラの装置本体に取り付けられる部分であるマウントの径が所定の大きさに定められているため、マウントとの干渉を避けるために、その近傍に位置されるレンズの径を小さくする必要がある。

【 0 0 1 5 】

そこで、本技術ズームレンズ及び撮像装置は、上記した問題点を克服し、良好な結像性能と動画撮影に適した高速かつスムーズなフォーカシング性能を確保すると共に小型化を図ることを課題とする。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 6 】

第1に、ズームレンズは、上記した課題を解決するために、物体側から像側へ順に配置された負の屈折力を有する第1レンズ群と正の屈折力を有する第2レンズ群と負の屈折力を有する第3レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、広角側から望遠側への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が小さくなるように前記第1レンズ群が光軸方向へ移動され、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群と前記第4レンズ群が像側から物体側へ移動され、前記第3レンズ群が光軸方向へ移動されることによりフォーカシングが行われ、以下の条件式(1)(3)を満足するものである。

30

$$(1) \frac{-0.969}{f_3} \frac{f_3}{f_w \times f_t} - 0.5$$

$$(3) 0.2 < m_2 / f_t \leq 0.454$$

但し、

f_3 : 第3レンズ群の焦点距離

f_w : レンズ全系の広角端における焦点距離

f_t : レンズ全系の望遠端における焦点距離

m_2 : 広角端から望遠端への変倍時における第2レンズ群の移動量

とする。

【 0 0 1 7 】

40

従って、ズームレンズにあつては、第3レンズ群の屈折力が適正化されると共にフォーカスストロークが短縮化される。また、ズームレンズが条件式(3)を満足することにより、第2レンズ群の移動量が適正化される。

【 0 0 1 8 】

第2に、上記したズームレンズにおいては、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

$$(2) 0.5 < m_4 / m_3 < 1.0$$

但し、

m_3 : 広角端から望遠端への変倍時における第3レンズ群の移動量

m_4 : 広角端から望遠端への変倍時における第4レンズ群の移動量

50

とする。

【 0 0 1 9 】

ズームレンズが条件式 (2) を満足することにより、第 3 レンズ群に対する第 4 レンズ群の移動量が適正化される。

【 0 0 2 0 】

第 3 に、上記したズームレンズにおいては、前記第 3 レンズ群は少なくとも一面が非球面に形成された 1 枚のレンズによって構成されることが望ましい。

【 0 0 2 1 】

第 3 レンズ群は少なくとも一面が非球面に形成された 1 枚のレンズによって構成されることにより、フォーカス時に 1 枚のレンズが光軸方向へ移動される。

10

【 0 0 2 4 】

第 5 に、上記したズームレンズにおいては、前記第 1 レンズ群が物体側から像側へ順に配置された負レンズと正レンズによって構成されることが望ましい。

【 0 0 2 5 】

第 1 レンズ群が物体側から像側へ順に配置された負レンズと正レンズによって構成されることにより、第 1 レンズ群が良好な光学性能を確保するための最小限のレンズの枚数にされる。

【 0 0 2 6 】

第 6 に、上記したズームレンズにおいては、以下の条件式 (4) 及び条件式 (5) を満足することが望ましい。

20

$$(4) \quad n_{12} > 1.90$$

$$(5) \quad 12 < 25$$

但し、

n_{12} : 第 1 レンズ群における正レンズの d 線における屈折率

12 : 第 1 レンズ群における正レンズの d 線におけるアッペ数

とする。

【 0 0 2 7 】

ズームレンズが条件式 (4) 及び条件式 (5) を満足することにより、第 1 レンズ群における正レンズの曲率が小さくなると共に第 1 レンズ群において発生する色収差が良好に補正される。

30

【 0 0 3 2 】

第 9 に、上記したズームレンズにおいては、前記条件式 (2) の下限の値を 0.7 とすることが望ましい。

【 0 0 3 3 】

条件式 (2) の下限の値を 0.7 とすることにより、第 4 レンズ群の移動量が一層適正化される。

【 0 0 3 6 】

撮像装置は、上記した課題を解決するために、ズームレンズと前記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、前記ズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された負の屈折力を有する第 1 レンズ群と正の屈折力を有する第 2 レンズ群と負の屈折力を有する第 3 レンズ群と正の屈折力を有する第 4 レンズ群とから成り、広角側から望遠側への変倍時に、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の間隔が小さくなるように前記第 1 レンズ群が光軸方向へ移動され、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群が像側から物体側へ移動され、前記第 3 レンズ群が光軸方向へ移動されることによりフォーカシングが行われ、以下の条件式 (1) (3) を満足する。

40

$$(1) \quad -0.969 \frac{f_3}{(f_w \times f_t)} - 0.5$$

$$(3) \quad 0.2 < m_2 / f_t \leq 0.454$$

但し、

f_3 : 第 3 レンズ群の焦点距離

f_w : レンズ全系の広角端における焦点距離

50

f_t : レンズ全系の望遠端における焦点距離

m_2 : 広角端から望遠端への変倍時における第 2 レンズ群の移動量とする。

【 0 0 3 7 】

従って、撮像装置にあっては、ズームレンズにおける第 3 レンズ群の屈折力が適正化されると共にフォーカスストロークが短縮化される。また、第 2 レンズ群において発生する球面収差及びコマ収差を良好に補正することができると共に偏心敏感度の低減による量産性を確保することができ、また、レンズ系全体の小型化を図ることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 8 】

本技術ズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された負の屈折力を有する第 1 レンズ群と正の屈折力を有する第 2 レンズ群と負の屈折力を有する第 3 レンズ群と正の屈折力を有する第 4 レンズ群とから成り、広角側から望遠側への変倍時に、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の間隔が小さくなるように前記第 1 レンズ群が光軸方向へ移動され、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群が像側から物体側へ移動され、前記第 3 レンズ群が光軸方向へ移動されることによりフォーカシングが行われ、以下の条件式 (1) (3) を満足する。

$$(1) -0.969 \leq f_3 / (f_w \times f_t) \leq -0.5$$

$$(3) 0.2 < m_2 / f_t \leq 0.454$$

但し、

f_3 : 第 3 レンズ群の焦点距離

f_w : レンズ全系の広角端における焦点距離

f_t : レンズ全系の望遠端における焦点距離

m_2 : 広角端から望遠端への変倍時における第 2 レンズ群の移動量とする。

【 0 0 3 9 】

従って、良好な結像性能と動画撮影に適した高速かつスムーズなフォーカシング性能を確保すると共に小型化を図ることができる。また、第 2 レンズ群において発生する球面収差及びコマ収差を良好に補正することができると共に偏心敏感度の低減による量産性を確保することができ、また、レンズ系全体の小型化を図ることができる。

【 0 0 4 0 】

請求項 2 に記載した技術にあっては、以下の条件式 (2) を満足する。

$$(2) 0.5 < m_4 / m_3 < 1.0$$

但し、

m_3 : 広角端から望遠端への変倍時における第 3 レンズ群の移動量

m_4 : 広角端から望遠端への変倍時における第 4 レンズ群の移動量

とする。

【 0 0 4 1 】

従って、第 4 レンズ群の移動量が適正化され、必要なフォーカスストロークを確保した上で小型化を図ることができる。

【 0 0 4 2 】

請求項 3 に記載した技術にあっては、前記第 3 レンズ群は少なくとも一面が非球面に形成された 1 枚のレンズによって構成されている。

【 0 0 4 3 】

従って、第 3 レンズ群はフォーカスレンズ群であるため、フォーカシングの駆動機構やレンズを保持する構造の小型化を図ることができる。

【 0 0 4 6 】

請求項 4 に記載した技術にあっては、前記第 1 レンズ群が物体側から像側へ順に配置された負レンズと正レンズによって構成されている。

【 0 0 4 7 】

従って、第1レンズ群を負レンズと正レンズによって構成しレンズを最小限の枚数にすることにより、光学性能の向上及び小型化を図ることができる。

【0048】

請求項5に記載した技術にあっては、以下の条件式(4)及び条件式(5)を満足する。

$$(4) \quad n_{12} > 1.90$$

$$(5) \quad 12 < 25$$

但し、

n_{12} : 第1レンズ群における正レンズのd線における屈折率

12 : 第1レンズ群における正レンズのd線におけるアッペ数

とする。

【0049】

従って、光学性能の向上及びレンズの製造の容易化を図ることができる。

【0054】

請求項6に記載した技術にあっては、前記条件式(2)の下限の値を0.7としている。

【0055】

従って、第4レンズ群の移動量が一層適正化され、必要なフォーカスストロークを確保した上で一層の小型化を図ることができる。

【0058】

本技術撮像装置は、ズームレンズと前記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、前記ズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された負の屈折力を有する第1レンズ群と正の屈折力を有する第2レンズ群と負の屈折力を有する第3レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、広角側から望遠側への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が小さくなるように前記第1レンズ群が光軸方向へ移動され、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群と前記第4レンズ群が像側から物体側へ移動され、前記第3レンズ群が光軸方向へ移動されることによりフォーカシングが行われ、以下の条件式(1)(3)を満足する。

$$(1) \quad -0.969 \leq f_3 / (f_w \times f_t) \leq -0.5$$

$$(3) \quad 0.2 < m_2 / f_t \leq 0.454$$

但し、

f_3 : 第3レンズ群の焦点距離

f_w : レンズ全系の広角端における焦点距離

f_t : レンズ全系の望遠端における焦点距離

m_2 : 広角端から望遠端への変倍時における第2レンズ群の移動量

とする。

【0059】

従って、良好な結像性能と動画撮影に適した高速かつスムーズなフォーカシング性能を確保すると共に小型化を図ることができる。また、第2レンズ群において発生する球面収差及びコマ収差を良好に補正することができると共に偏心敏感度の低減による量産性を確保することができ、また、レンズ系全体の小型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】

【0060】

以下に、本技術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説明する。

【0061】

[ズームレンズの構成]

本技術ズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された負の屈折力を有する第1レンズ群と正の屈折力を有する第2レンズ群と負の屈折力を有する第3レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群とから成る。

【 0 0 6 2 】

また、本技術ズームレンズは、広角側から望遠側への変倍時に、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔が小さくなるように第 1 レンズ群が光軸方向へ移動され、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群と第 4 レンズ群が像側から物体側へ移動され、第 3 レンズ群が光軸方向へ移動されることによりフォーカシングが行われる。

【 0 0 6 3 】

このように第 3 レンズ群によりフォーカシングが行われることにより、第 3 レンズ群が光軸からの光線高さが低い小径のレンズ群であるため、フォーカス駆動用のアクチュエーターを含めたフォーカス群全体の小型化を図ることができる。

【 0 0 6 4 】

さらに、本技術ズームレンズは、以下の条件式 (1) を満足する。

$$(1) \quad - 0 . 9 6 9 \leq f_3 / (f_w \times f_t) \leq - 0 . 5$$

但し、

f_3 : 第 3 レンズ群の焦点距離

f_w : レンズ全系の広角端における焦点距離

f_t : レンズ全系の望遠端における焦点距離

とする。

【 0 0 6 5 】

条件式 (1) は、第 3 レンズ群の焦点距離を規定する式である。

【 0 0 6 6 】

条件式 (1) の下限値を超えると、第 3 レンズ群の屈折力が弱くなり過ぎるため、フォーカスストロークが長くなり光学全長が長くなってしまう。特に、沈胴式の撮像装置においては、レンズの収納時における全長が長くなり、小型化を図ることができなくなる。

【 0 0 6 7 】

また、第 3 レンズ群のフォーカスストロークが長くなると、フォーカス駆動用のアクチュエーターの駆動力を大きくする必要が生じフォーカス駆動用のアクチュエーターが大型化してしまい、フォーカス駆動用のアクチュエーターを含めたフォーカス群全体の小型化が阻害される。

【 0 0 6 8 】

逆に、条件式 (1) の上限値を超えると、第 3 レンズ群の負の屈折力が強くなり過ぎるため、第 3 レンズ群において発生する諸収差を補正することが困難になる。

【 0 0 6 9 】

また、偏心敏感度が高くなるため、量産性の低下を来たしてしまう。

【 0 0 7 0 】

さらに、第 3 レンズ群の光軸方向における移動量に対する像面上における像の移動量である所謂ピント敏感度が大きくなり過ぎるため、必要なフォーカシング精度を満足する制御が困難になる。

【 0 0 7 1 】

従って、ズームレンズが、条件式 (1) を満足することにより、良好な結像性能と動画撮影に適した高速かつスムーズなフォーカシング性能を確保することができると共に小型化を図ることができる。

【 0 0 7 4 】

本技術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 (2) を満足することが望ましい。

$$(2) \quad 0 . 5 < m_4 / m_3 < 1 . 0$$

但し、

m_3 : 広角端から望遠端への変倍時における第 3 レンズ群の移動量

m_4 : 広角端から望遠端への変倍時における第 4 レンズ群の移動量

とする。

【 0 0 7 5 】

条件式(2)は、広角端から望遠端への変倍時における第3レンズ群と第4レンズ群の移動量の比を規定する式である。

【0076】

条件式(2)の下限値を超えると、第4レンズ群の移動量が小さくなり過ぎるため、望遠端において第4レンズ群を通過する光線の高さが高くなり、第4レンズ群の有効径が大きくなり小型化を図ることができなくなる。特に、交換レンズにおいては、カメラの装置本体に取り付けられる部分であるマウントの径が所定の大きさに定められているため、第4レンズ群の有効径が大きくなると、第4レンズ群とマウントの干渉を避けることが困難になる。

【0077】

逆に、条件式(2)の上限値を超えると、第4レンズ群の移動量が大きくなり過ぎるため、望遠端において第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が小さくなり、必要なフォーカスストロークを確保することが困難になる。

【0078】

従って、ズームレンズが条件式(2)を満足することにより、第4レンズ群の移動量が適正化され、必要なフォーカスストロークを確保した上で小型化を図ることができる。

【0079】

尚、本技術においては、条件式(2)の数値範囲を以下の条件式(2)の範囲に設定することがより好ましい。

(2) $0.7 < m4 / m3 < 1.0$

条件式(2)の範囲に設定することにより、必要なフォーカスストロークを確保した上で一層の小型化を図ることができる。

【0080】

本技術の一実施形態によるズームレンズにあっては、第3レンズ群は少なくとも一面が非球面に形成された1枚のレンズによって構成されることが望ましい。

【0081】

第3レンズ群はフォーカスレンズ群であるため、第3レンズ群を1枚のレンズによって構成することにより、フォーカシングの駆動機構やレンズを保持する構造の小型化を図ることができる。

【0082】

また、強い負の屈折力を有する第3レンズ群を一つのレンズによって構成すると、フォーカシング時における諸収差の変動、特に、球面収差変動、像面変動を良好に補正することが困難になるが、第3レンズ群の少なくとも一面を非球面に形成することにより、これらの収差変動を効果的に補正することが可能になる。

【0083】

本技術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(3)を満足する。

(3) $0.2 < m2 / f_t < 0.454$

但し、

$m2$ ：広角端から望遠端への変倍時における第2レンズ群の移動量とする。

【0084】

条件式(3)は、広角端から望遠端への変倍時における第2レンズ群の光軸方向における移動量を規定する式である。

【0085】

条件式(3)の下限値を超えると、第2レンズ群の移動量が小さくなり過ぎ、所望の変倍比を実現するために、第2レンズ群の正の屈折力を非常に強くする必要がある。従って、第2レンズ群において発生する球面収差及びコマ収差を良好に補正することが困難になると共に偏心敏感度が非常に大きくなるため量産性を阻害してしまう。

【0086】

逆に、条件式(3)の上限値を超えると、第2レンズ群の移動量が大きくなり過ぎるた

10

20

30

40

50

め、レンズ系全体の小型化を図ることができなくなる。特に、沈胴式の撮像装置において、光学全長が大きくなり、小型化を図ることができなくなる。

【0087】

従って、ズームレンズが条件式(3)を満足することにより、第2レンズ群において発生する球面収差及びコマ収差を良好に補正することができると共に偏心敏感度の低減による量産性を確保することができ、また、レンズ系全体の小型化を図ることができる。

【0089】

本技術の一実施形態によるズームレンズにあっては、第1レンズ群が物体側から像側へ順に配置された負レンズと正レンズによって構成されることが望ましい。

【0090】

第1レンズ群は負の屈折力を有し像面湾曲、歪曲収差、色収差等を補正するために正レンズを有していることが望ましく、第1レンズ群を負レンズと正レンズによって構成しレンズを最小限の枚数にすることにより、光学性能の向上及び小型化を図ることができる。特に、沈胴式の撮像装置において、光学全長の短縮化を図ることができる。

【0091】

本技術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(4)及び条件式(5)を満足することが望ましい。

$$(4) \quad n_{12} > 1.90$$

$$(5) \quad 12 < 25$$

但し、

n_{12} : 第1レンズ群における正レンズのd線における屈折率

12 : 第1レンズ群における正レンズのd線におけるアッペ数

とする。

【0092】

条件式(4)及び条件式(5)は、第1レンズ群における正レンズの屈折率及びアッペ数を規定する式である。

【0093】

条件式(4)の範囲を超えると、第1レンズ群における正レンズの曲率を大きくする必要があり、広角端における像面湾曲の補正が困難になり光学性能の劣化を生じると共にコバの厚みの確保が困難になるためレンズの製造において困難性が高くなってしまう。

【0094】

条件式(5)の範囲を超えると、第1レンズ群において発生する色収差の補正が困難になり、光学性能の低下を来たしてしまう。

【0095】

従って、ズームレンズが条件式(4)及び条件式(5)を満足することにより、光学性能の向上及びレンズの製造の容易化を図ることができる。

【0096】

尚、ズームレンズにおいては、第1レンズ群乃至第4レンズ群のうち、一つのレンズ群又は一つのレンズ群の一部を光軸に略垂直な方向へ移動(シフト)させることにより、像ブレを補正することが可能である。

【0097】

このようにレンズ群又はその一部を光軸に略垂直な方向へ移動させ、像ブレを検出する検出系、各レンズ群をシフトさせる駆動系及び検出系の出力に基づいて駆動系にシフト量を付与する制御系と組み合わせることにより、ズームレンズを防振光学系としても機能させて像ブレを補正することが可能である。特に、本技術に係るズームレンズにおいては、第2レンズ群の全体又は第2レンズ群の一部を光軸に略垂直な方向へ移動させることにより、少ない収差変動で像ブレを補正することが可能になる。

【0098】

[ズームレンズの数値実施例]

以下に、本技術ズームレンズの具体的な実施の形態及び実施の形態に具体的な数値を適

10

20

30

40

50

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。

【0099】

尚、以下の各表や説明において示した記号の意味等については、下記に示す通りである。

【0100】

「 S_i 」は物体側から像側へ数えた第 i 番目の面の面番号、「 R_i 」は第 i 番目の面の近軸曲率半径、「 D_i 」は第 i 番目の面と第 $i + 1$ 番目の面の間の軸上面間隔（レンズの中心の厚み又は空気間隔）、「 N_i 」は第 i 番目の面から始まるレンズ等の d 線（ $d = 587.6 \text{ nm}$ ）における屈折率、「 i 」は第 i 番目の面から始まるレンズ等の d 線におけるアッペ数を示す。

10

【0101】

「 S_i 」に関し「ASP」は当該面が非球面であることを示し、「 R_i 」に関し「INFINITY」は当該面が平面であることを示し、「 D_i 」に関し「可変」は可変間隔であり「BF」はバックフォーカスであることを示す。

【0102】

「 κ 」は円錐定数（コーニック定数）、「 A_4 」、「 A_6 」、「 A_8 」、「 A_{10} 」はそれぞれ4次、6次、8次、10次の非球面係数を示す。

【0103】

「 f 」は焦点距離、「 Fno 」はFナンバー、「 θ 」は半画角を示す。

【0104】

20

尚、以下の非球面係数を示す各表において、「 $E - n$ 」は10を底とする指数表現、即ち、「10のマイナス n 乗」を表しており、例えば、「 $0.12345E - 05$ 」は「 $0.12345 \times (10 \text{ のマイナス五乗})$ 」を表している。

【0105】

各実施の形態において用いられたズームレンズには、レンズ面が非球面に形成されたものがある。非球面形状は、「 x 」をレンズ面の頂点からの光軸方向における距離（サグ量）、「 y 」を光軸方向に垂直な方向における高さ（像高）、「 c 」をレンズの頂点における近軸曲率（曲率半径の逆数）、「 κ 」を円錐定数（コーニック定数）、「 A_i 」を各次の非球面係数とすると、以下の数式1によって定義される。

【0106】

30

【数1】

$$x = \frac{y^2 \cdot c}{1 + \{1 - (1 + \kappa) \cdot y^2 \cdot c^2\}^{1/2}} + \sum A_i \cdot y^i$$

【0107】

〔ズームレンズの実施の形態〕

以下に、ズームレンズの各実施の形態について説明する。

【0108】

以下に示す各ズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された負の屈折力を有する第1レンズ群G1と正の屈折力を有する第2レンズ群G2と負の屈折力を有する第3レンズ群G3と正の屈折力を有する第4レンズ群G4とから成る。

40

【0109】

また、以下に示す各ズームレンズは、広角側から望遠側への変倍時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔が小さくなるように第1レンズ群G1が光軸方向へ移動され、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3と第4レンズ群G4が像側から物体側へ移動され、第3レンズ群G3が光軸方向へ移動されることによりフォーカシングが行われる。

【0110】

< 第1の実施の形態 >

図1は、本技術の第1の実施の形態におけるズームレンズ1のレンズ構成を示している

50

。

【 0 1 1 1 】

ズームレンズ 1 は変倍比が 3 . 0 倍にされている。

【 0 1 1 2 】

第 1 レンズ群 G 1 は、像側に凹面を向けた負レンズである凹メニスカスレンズ L 1 と、物体側に凸面を向けた正レンズである凸メニスカスレンズ L 2 とが物体側から像側へ順に配置されて構成されている。

【 0 1 1 3 】

第 2 レンズ群 G 2 は、両凸レンズ L 3 と、両凸レンズ L 4 と両凹レンズ L 5 が接合されて成る接合レンズと、両凸レンズ L 6 が物体側から像側へ順に配置されて構成されている

10

。

【 0 1 1 4 】

第 3 レンズ群 G 3 は、像側に凹面を向けた凹メニスカスレンズ L 7 によって構成されている。

【 0 1 1 5 】

第 4 レンズ群 G 4 は、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ L 8 によって構成されている。

【 0 1 1 6 】

第 2 レンズ群 G 2 の両凸レンズ L 3 と両凸レンズ L 4 の間には開口絞り S が配置されている。

20

【 0 1 1 7 】

第 4 レンズ群 G 4 と像面 I M G の間には図示しないローパスフィルターが配置されている。

【 0 1 1 8 】

表 1 に、第 1 の実施の形態におけるズームレンズ 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。

【 0 1 1 9 】

【表 1】

Si	Ri	Di	Ni	ν_i
1	133.893	1.500	1.88300	40.80
2 (ASP)	12.257	4.420		
3	18.713	2.090	2.00272	19.32
4	29.000	可変		
5 (ASP)	12.777	3.281	1.59201	67.02
6 (ASP)	-510.730	1.000		
7 (開口絞り)	INFINITY	0.300		
8	9.006	3.935	1.49700	81.61
9	-18.926	0.700	1.83481	42.72
10	8.260	1.500		
11 (ASP)	13.209	2.316	1.59201	67.02
12 (ASP)	-32.001	可変		
13 (ASP)	32.238	0.973	1.82080	42.71
14 (ASP)	13.025	可変		
15	34.789	1.527	1.84666	23.78
16	68.000	BF		

【0120】

ズームレンズ 1 において、第 1 レンズ群 G 1 の凹メニスカスレンズ L 1 の像側の面（第 2 面）、第 2 レンズ群 G 2 の両凸レンズ L 3 の両面（第 5 面、第 6 面）、第 2 レンズ群 G 2 の両凸レンズ L 6 の両面（第 11 面、第 12 面）及び第 3 レンズ群 G 3 の凹メニスカスレンズ L 7 の両面（第 13 面、第 14 面）は非球面に形成されている。

【0121】

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 4、A 6、A 8、A 10 を円錐定数 とともに表 2 に示す。

【0122】

【表 2】

Si	κ	A4	A6	A8	A10
2	-8.57599E-01	3.97783E-05	1.08336E-07	3.50438E-10	-6.55727E-13
5	0.00000E+00	3.89427E-06	6.45337E-07	-1.21633E-08	1.67533E-10
6	0.00000E+00	1.10029E-06	6.40251E-07	-1.53082E-08	1.70075E-10
11	0.00000E+00	-2.78833E-05	3.72244E-06	1.00690E-08	3.24767E-09
12	0.00000E+00	4.26809E-05	5.96646E-06	-6.40728E-08	5.51498E-09
13	0.00000E+00	-7.54072E-04	2.20995E-05	-3.34690E-07	1.06944E-09
14	0.00000E+00	-7.98042E-04	2.30095E-05	-4.05698E-07	2.27119E-09

【0123】

ズームレンズ 1 において、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際して、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間の面間隔 D 4、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 の間の面間隔 D 12 及び第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 の間の面間隔 D 14 が変化する。

【0124】

数値実施例 1 における各面間隔の広角端状態、中間焦点位置状態及び望遠端状態における可変間隔を、F ナンバー F n o 及び半画角 とともに表 3 に示す。

【 0 1 2 5 】

【表 3】

	広角端	中間焦点位置	望遠端
Fno	3.52	4.42	5.67
f	16.32	26.00	48.50
$\omega [^\circ]$	43.00	28.95	16.11
D4	23.669	11.859	1.500
D12	2.183	2.932	6.339
D14	5.104	6.012	6.104

10

【 0 1 2 6 】

図 2 乃至図 4 に数値実施例 1 の諸収差図を示す。図 2 は広角端状態における無限遠合焦時、図 3 は中間焦点位置状態における無限遠合焦時、図 4 は望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

【 0 1 2 7 】

図 2 乃至図 4 には、球面収差図において、縦軸が開放 F 値との割合を示し、横軸がデフォーカスを示し、実線は d 線 (5 8 7 . 5 6 n m)、点線は C 線 (波長 6 5 6 . 3 n m)、一点鎖線は g 線 (波長 4 3 5 . 8 n m) における値を示すものである。非点収差図において、縦軸が画角を示し、横軸がデフォーカスを示し、実線は d 線のサジタル像面、破線は d 線のメリディオナル像面における値を示すものである。歪曲収差図において、縦軸が画角を示し、横軸が % を示し、実線は d 線における値を示すものである。

20

【 0 1 2 8 】

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 1 2 9 】

< 第 2 の実施の形態 >

30

図 5 は、本技術の第 2 の実施の形態におけるズームレンズ 2 のレンズ構成を示している。

【 0 1 3 0 】

ズームレンズ 2 は変倍比が 3 . 0 倍にされている。

【 0 1 3 1 】

第 1 レンズ群 G 1 は、両凹レンズ L 1 と、物体側に凸面を向けた正レンズである凸メニスカスレンズ L 2 とが物体側から像側へ順に配置されて構成されている。

【 0 1 3 2 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ L 3 と、両凸レンズ L 4 と両凹レンズ L 5 が接合されて成る接合レンズと、両凸レンズ L 6 が物体側から像側へ順に配置されて構成されている。

40

【 0 1 3 3 】

第 3 レンズ群 G 3 は、像側に凹面を向けた凹メニスカスレンズ L 7 によって構成されている。

【 0 1 3 4 】

第 4 レンズ群 G 4 は、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ L 8 によって構成されている。

【 0 1 3 5 】

第 2 レンズ群 G 2 の凸メニスカスレンズ L 3 と両凸レンズ L 4 の間には開口絞り S が配置されている。

50

【 0 1 3 6 】

第 4 レンズ群 G 4 と像面 I M G の間には図示しないローパスフィルターが配置されている。

【 0 1 3 7 】

表 4 に、第 2 の実施の形態におけるズームレンズ 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 3 8 】

【表 4】

Si	Ri	Di	Ni	ν_i
1	-530.812	1.500	1.88100	40.14
2 (ASP)	13.312	3.750		
3	19.154	2.064	2.00272	19.32
4	31.732	可変		
5 (ASP)	12.823	2.823	1.59201	67.02
6 (ASP)	139.378	1.200		
7 (開口絞り)	INFINITY	0.300		
8	9.526	3.429	1.49700	81.61
9	-28.022	0.700	1.83481	42.72
10	8.958	1.333		
11 (ASP)	10.967	2.944	1.55332	71.68
12 (ASP)	-19.520	可変		
13 (ASP)	30.112	0.800	1.69350	53.20
14 (ASP)	9.588	可変		
15 (ASP)	103.613	1.500	1.82115	24.06
16	11462.532	BF		

【 0 1 3 9 】

ズームレンズ 2 において、第 1 レンズ群 G 1 の凹メニスカスレンズ L 1 の像側の面（第 2 面）、第 2 レンズ群 G 2 の凸メニスカスレンズ L 3 の両面（第 5 面、第 6 面）、第 2 レンズ群 G 2 の両凸レンズ L 6 の両面（第 11 面、第 12 面）、第 3 レンズ群 G 3 の凹メニスカスレンズ L 7 の両面（第 13 面、第 14 面）及び第 4 レンズ群 G 4 の凸メニスカスレンズ L 8 の物体側の面（第 15 面）は非球面に形成されている。

【 0 1 4 0 】

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 4、A 6、A 8、A 10 を円錐定数 とともに表 5 に示す。

【 0 1 4 1 】

【表 5】

Si	κ	A4	A6	A8	A10
2	-8.98100E-01	3.36674E-05	-4.49798E-09	4.73252E-10	-1.86737E-12
5	0.00000E+00	8.93507E-06	8.16036E-07	-1.80840E-08	4.73973E-10
6	0.00000E+00	1.30834E-05	1.04173E-06	-1.69999E-08	4.52128E-10
11	0.00000E+00	-1.81236E-04	2.25394E-06	-2.21213E-08	2.75285E-09
12	0.00000E+00	1.68672E-05	3.00885E-06	-3.90391E-08	3.46239E-09
13	0.00000E+00	-4.80339E-04	1.48179E-05	-2.16127E-07	-4.07265E-10
14	0.00000E+00	-4.97887E-04	1.55098E-05	-3.85762E-07	3.09277E-09
15	0.00000E+00	3.66421E-05	4.50360E-07	-1.14419E-08	1.06259E-10

10

【 0 1 4 2 】

ズームレンズ 2 において、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際して、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間の面間隔 D 4、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 の間の面間隔 D 1 2 及び第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 の間の面間隔 D 1 4 が変化する。

【 0 1 4 3 】

数値実施例 2 における各面間隔の広角端状態、中間焦点位置状態及び望遠端状態における可変間隔を、F ナンバー F n o 及び半画角 とともに表 6 に示す。

20

【 0 1 4 4 】

【表 6】

	広角端	中間焦点位置	望遠端
Fno	3.52	4.42	5.67
f	16.36	26.00	48.55
$\omega[^\circ]$	42.64	28.88	16.28
D4	23.622	10.924	1.500
D12	1.500	2.873	4.306
D14	2.699	5.047	6.838

30

【 0 1 4 5 】

図 6 乃至図 8 に数値実施例 2 の諸収差図を示す。図 6 は広角端状態における無限遠合焦時、図 7 は中間焦点位置状態における無限遠合焦時、図 8 は望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

【 0 1 4 6 】

図 6 乃至図 8 には、球面収差図において、縦軸が開放 F 値との割合を示し、横軸がデフォーカスを示し、実線は d 線 (587.56 nm)、点線は C 線 (波長 656.3 nm)、一点鎖線は g 線 (波長 435.8 nm) における値を示すものである。非点収差図において、縦軸が画角を示し、横軸がデフォーカスを示し、実線は d 線のサジタル像面、破線は d 線のメリディオナル像面における値を示すものである。歪曲収差図において、縦軸が画角を示し、横軸が % を示し、実線は d 線における値を示すものである。

40

【 0 1 4 7 】

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。

【 0 1 4 8 】

< 第 3 の実施の形態 >

図 9 は、本技術の第 3 の実施の形態におけるズームレンズ 3 のレンズ構成を示している。

。

50

【 0 1 4 9 】

ズームレンズ 3 は変倍比が 3 . 0 倍にされている。

【 0 1 5 0 】

第 1 レンズ群 G 1 は、像側に凹面を向けた負レンズである凹メニスカスレンズ L 1 と、物体側に凸面を向けた正レンズである凸メニスカスレンズ L 2 とが物体側から像側へ順に配置されて構成されている。

【 0 1 5 1 】

第 2 レンズ群 G 2 は、両凸レンズ L 3 と、両凸レンズ L 4 と両凹レンズ L 5 が接合されて成る接合レンズと、両凸レンズ L 6 が物体側から像側へ順に配置されて構成されている。

10

【 0 1 5 2 】

第 3 レンズ群 G 3 は、像側に凹面を向けた凹メニスカスレンズ L 7 によって構成されている。

【 0 1 5 3 】

第 4 レンズ群 G 4 は、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ L 8 によって構成されている。

【 0 1 5 4 】

第 2 レンズ群 G 2 の両凸レンズ L 3 と両凸レンズ L 4 の間には開口絞り S が配置されている。

【 0 1 5 5 】

第 4 レンズ群 G 4 と像面 I M G の間には図示しないローパスフィルターが配置されている。

20

【 0 1 5 6 】

表 7 に、第 3 の実施の形態におけるズームレンズ 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。

【 0 1 5 7 】

【表 7】

Si	Ri	Di	Ni	ν_i
1	251.548	1.500	1.83481	42.72
2 (ASP)	13.133	4.144		
3	19.074	2.000	2.00272	19.32
4	28.000	可変		
5 (ASP)	12.892	3.179	1.59201	67.02
6 (ASP)	-957.351	1.200		
7 (開口絞り)	INFINITY	0.300		
8	10.338	3.399	1.49700	81.61
9	-21.217	0.700	1.83481	42.72
10	9.596	1.000		
11 (ASP)	11.350	2.893	1.59201	67.02
12 (ASP)	-29.241	可変		
13 (ASP)	94.059	0.800	1.82080	42.71
14 (ASP)	11.307	可変		
15	21.122	2.000	1.84666	23.78
16	39.798	BF		

30

40

50

【 0 1 5 8 】

ズームレンズ 3 において、第 1 レンズ群 G 1 の凹メニスカスレンズ L 1 の像側の面（第 2 面）、第 2 レンズ群 G 2 の両凸レンズ L 3 の両面（第 5 面、第 6 面）、第 2 レンズ群 G 2 の両凸レンズ L 6 の両面（第 1 1 面、第 1 2 面）及び第 3 レンズ群 G 3 の凹メニスカスレンズ L 7 の両面（第 1 3 面、第 1 4 面）は非球面に形成されている。

【 0 1 5 9 】

数値実施例 3 における非球面の 4 次、6 次、8 次及び 1 0 次の非球面係数 A 4、A 6、A 8、A 1 0 を円錐定数 とともに表 8 に示す。

【 0 1 6 0 】

【表 8】

Si	κ	A4	A6	A8	A10
2	-8.99255E-01	3.58297E-05	6.95706E-08	3.52391E-10	-1.22421E-12
5	0.00000E+00	3.61878E-06	4.42306E-07	-5.04665E-09	1.62543E-10
6	0.00000E+00	3.39302E-06	4.85352E-07	-1.08617E-10	4.91059E-11
11	0.00000E+00	-5.43534E-05	6.27748E-06	-1.07020E-07	6.45676E-09
12	0.00000E+00	8.08175E-05	9.53634E-06	-2.56744E-07	1.16497E-08
13	0.00000E+00	-3.56752E-04	1.64689E-05	-4.12927E-07	3.28491E-09
14	0.00000E+00	-3.52095E-04	1.47477E-05	-3.85762E-07	3.09277E-09

【 0 1 6 1 】

ズームレンズ 3 において、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際して、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間の面間隔 D 4、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 の間の面間隔 D 1 2 及び第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 の間の面間隔 D 1 4 が変化する。

【 0 1 6 2 】

数値実施例 3 における各面間隔の広角端状態、中間焦点位置状態及び望遠端状態における可変間隔を、F ナンバー F n o 及び半画角 とともに表 9 に示す。

【 0 1 6 3 】

【表 9】

	広角端	中間焦点位置	望遠端
Fno	3.60	4.50	5.74
f	16.32	26.00	48.50
$\omega[^\circ]$	42.95	28.73	15.88
D4	29.008	14.867	1.500
D12	1.500	2.500	6.354
D14	2.377	3.250	4.229

【 0 1 6 4 】

図 1 0 乃至図 1 2 に数値実施例 3 の諸収差図を示す。図 1 0 は広角端状態における無限遠合焦時、図 1 1 は中間焦点位置状態における無限遠合焦時、図 1 2 は望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

【 0 1 6 5 】

図 1 0 乃至図 1 2 には、球面収差図において、縦軸が開放 F 値との割合を示し、横軸がデフォーカスを示し、実線は d 線（587.56 nm）、点線は C 線（波長 656.3 nm）、一点鎖線は g 線（波長 435.8 nm）における値を示すものである。非点収差図において、縦軸が画角を示し、横軸がデフォーカスを示し、実線は d 線のサジタル像面、破線は d 線のメリディオナル像面における値を示すものである。歪曲収差図において、縦

10

20

30

40

50

軸が画角を示し、横軸が%を示し、実線はd線における値を示すものである。

【0166】

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。

【0167】

<第4の実施の形態>

図13は、本技術の第4の実施の形態におけるズームレンズ4のレンズ構成を示している。

【0168】

ズームレンズ4は変倍比が2.9倍にされている。

10

【0169】

第1レンズ群G1は、像側に凹面を向けた負レンズである凹メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた正レンズである凸メニスカスレンズL2とが物体側から像側へ順に配置されて構成されている。凹メニスカスレンズL1の像側の面は複合非球面に形成されている。

【0170】

第2レンズ群G2は、両凸レンズL3と、両凸レンズL4と両凹レンズL5が接合されて成る接合レンズと、両凸レンズL6と、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズL7とが物体側から像側へ順に配置されて構成されている。

【0171】

第3レンズ群G3は、両凹レンズL8によって構成されている。

20

【0172】

第4レンズ群G4は、両凸レンズL9によって構成されている。両凸レンズL9の物体側の面は複合非球面に形成されている。

【0173】

第2レンズ群G2の両凸レンズL3と両凸レンズL4の間には開口絞りSが配置されている。

【0174】

第4レンズ群G4と像面IMGの間には図示しないローパスフィルターが配置されている。

30

【0175】

表10に、第4の実施の形態におけるズームレンズ4に具体的数値を適用した数値実施例4のレンズデータを示す。

【0176】

【表 10】

Si	Ri	Di	Ni	ν_i
1	112.531	1.200	1.88100	40.14
2	13.181	0.150	1.53420	41.73
3(ASP)	12.128	4.672		
4	18.837	1.798	2.00272	19.32
5	28.000	可変		
6(ASP)	12.028	3.017	1.59201	67.02
7(ASP)	-2615.434	1.000		
8(開口絞り)	INFINITY	0.300		
9	9.715	3.818	1.49700	81.61
10	-23.551	0.700	1.83481	42.72
11	8.082	1.459		
12	15.626	2.500	1.48749	70.45
13	-25.435	0.500		
14	29.897	1.142	1.48749	70.45
15	253.090	可変		
16(ASP)	-24.028	0.800	1.76802	49.24
17(ASP)	56.900	可変		
18(ASP)	563.460	0.150	1.53420	41.73
19	311.523	1.700	1.83400	37.34
20	-48.085	BF		

【0177】

ズームレンズ4において、第1レンズ群G1の凹メニスカスレンズL1の像側の面(第3面)、第2レンズ群G2の両凸レンズL3の両面(第6面、第7面)、第3レンズ群G3の両凹レンズL8の両面(第16面、第17面)及び第4レンズ群G4の両凸レンズL9の物体側の面(第18面)は非球面に形成されている。

【0178】

数値実施例4における非球面の4次、6次、8次及び10次の非球面係数A4、A6、A8、A10を円錐定数とともに表11に示す。

【0179】

【表11】

Si	κ	A4	A6	A8	A10
3	-5.68546E-02	-1.90925E-05	-3.67341E-07	2.21700E-09	-2.45637E-11
6	0.00000E+00	-3.84963E-06	-2.05025E-07	4.04368E-09	-1.14032E-10
7	0.00000E+00	1.39413E-05	-9.38047E-08	-1.17526E-09	-6.38308E-11
16	0.00000E+00	-2.25879E-04	2.11221E-05	-6.03816E-07	6.85603E-09
17	0.00000E+00	-1.52110E-04	1.71789E-05	-4.68628E-07	4.78057E-09
18	-2.00000E+00	4.21186E-06	3.59219E-07	-4.49480E-09	2.02715E-11

【0180】

ズームレンズ 4 において、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際して、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 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 の間の面間隔 D 1 5 及び第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 の間の面間隔 D 1 7 が変化する。

【 0 1 8 1 】

数値実施例 4 における各面間隔の広角端状態、中間焦点位置状態及び望遠端状態における可変間隔を、F ナンバー F n o 及び半画角 とともに表 1 2 に示す。

【 0 1 8 2 】

【表 1 2 】

	広角端	中間焦点位置	望遠端
Fno	3. 61	4. 76	5. 77
f	16. 49	28. 20	48. 51
$\omega [^\circ]$	42. 25	26. 87	16. 15
D5	23. 786	10. 034	0. 800
D15	3. 781	5. 381	9. 053
D17	2. 827	5. 203	6. 405

10

【 0 1 8 3 】

図 1 4 乃至図 1 6 に数値実施例 4 の諸収差図を示す。図 1 4 は広角端状態における無限遠合焦時、図 1 5 は中間焦点位置状態における無限遠合焦時、図 1 6 は望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

20

【 0 1 8 4 】

図 1 4 乃至図 1 6 には、球面収差図において、縦軸が開放 F 値との割合を示し、横軸がデフォーカスを示し、実線は d 線 (5 8 7 . 5 6 n m)、点線は C 線 (波長 6 5 6 . 3 n m)、一点鎖線は g 線 (波長 4 3 5 . 8 n m) における値を示すものである。非点収差図において、縦軸が画角を示し、横軸がデフォーカスを示し、実線は d 線のサジタル像面、破線は d 線のメリディオナル像面における値を示すものである。歪曲収差図において、縦軸が画角を示し、横軸が % を示し、実線は d 線における値を示すものである。

【 0 1 8 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が明らかである。

30

【 0 1 8 6 】

< 第 5 の実施の形態 >

図 1 7 は、本技術の第 5 の実施の形態におけるズームレンズ 5 のレンズ構成を示している。

【 0 1 8 7 】

ズームレンズ 5 は変倍比が 2 . 9 倍にされている。

【 0 1 8 8 】

第 1 レンズ群 G 1 は、像側に凹面を向けた負レンズである凹メニスカスレンズ L 1 と、物体側に凸面を向けた正レンズである凸メニスカスレンズ L 2 とが物体側から像側へ順に配置されて構成されている。凹メニスカスレンズ L 1 の像側の面は複合非球面に形成されている。

40

【 0 1 8 9 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ L 3 と、両凸レンズ L 4 と両凹レンズ L 5 が接合されて成る接合レンズと、両凸レンズ L 6 と、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ L 7 とが物体側から像側へ順に配置されて構成されている。

【 0 1 9 0 】

第 3 レンズ群 G 3 は、両凹レンズ L 8 によって構成されている。両凹レンズ L 8 の像側の面は複合非球面に形成されている。

50

【 0 1 9 1 】

第 4 レンズ群 G 4 は、両凸レンズ L 9 によって構成されている。

【 0 1 9 2 】

第 2 レンズ群 G 2 の凸メニスカスレンズ L 3 と両凸レンズ L 4 の間には開口絞り S が配置されている。

【 0 1 9 3 】

第 4 レンズ群 G 4 と像面 I M G の間には図示しないローパスフィルターが配置されている。

【 0 1 9 4 】

表 1 3 に、第 5 の実施の形態におけるズームレンズ 5 に具体的数値を適用した数値実施例 5 のレンズデータを示す。

【 0 1 9 5 】

【表 1 3】

Si	Ri	Di	Ni	ν_i
1	104.693	1.000	1.88100	40.14
2	13.288	0.100	1.53420	41.73
3 (ASP)	12.000	4.547		
4	18.821	2.069	2.00272	19.32
5	28.000	可変		
6 (ASP)	13.539	2.216	1.69350	53.20
7 (ASP)	169.553	1.800		
8 (開口絞り)	INFINITY	0.500		
9	10.117	3.293	1.49700	81.61
10	-37.873	0.700	1.83400	37.34
11	8.635	1.172		
12	16.439	2.237	1.48749	70.45
13	-28.709	1.350		
14	25.097	1.191	1.48749	70.45
15	73.700	可変		
16	-36.690	0.700	1.69680	55.46
17	25.023	0.150	1.53420	41.73
18 (ASP)	32.262	可変		
19 (ASP)	53.465	2.065	1.83441	37.28
20 (ASP)	-254.710	BF		

【 0 1 9 6 】

ズームレンズ 5 において、第 1 レンズ群 G 1 の凹メニスカスレンズ L 1 の像側の面（第 3 面）、第 2 レンズ群 G 2 の凸メニスカスレンズ L 3 の両面（第 6 面、第 7 面）、第 3 レンズ群 G 3 の両凹レンズ L 8 の像側の面（第 18 面）及び第 4 レンズ群 G 4 の両凸レンズ L 9 の両面（第 19 面、第 20 面）は非球面に形成されている。

【 0 1 9 7 】

数値実施例 5 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 4、A 6、A 8、A 10 を円錐定数 とともに表 1 4 に示す。

【 0 1 9 8 】

10

20

30

40

50

【表 1 4】

Si	κ	A4	A6	A8	A10
3	-1.15808E-01	-1.54598E-05	-3.86239E-07	2.43671E-09	-2.25790E-11
6	0.00000E+00	-1.15409E-05	3.13049E-07	-1.10584E-08	-8.28589E-11
7	0.00000E+00	-5.42719E-07	4.95889E-07	-1.97757E-08	3.60147E-11
18	2.20221E-01	1.03390E-04	-9.95130E-07	1.28987E-09	1.71099E-11
19	0.00000E+00	-7.00000E-05	1.00132E-06	-8.01953E-09	-1.90801E-11
20	0.00000E+00	-8.33942E-05	7.25326E-07	-2.80393E-09	-4.42590E-11

10

【 0 1 9 9】

ズームレンズ 5 において、広角端状態と望遠端状態の間の変倍に際して、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 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 の間の面間隔 D 1 5 及び第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 の間の面間隔 D 1 8 が変化する。

【 0 2 0 0】

数値実施例 5 における各面間隔の広角端状態、中間焦点位置状態及び望遠端状態における可変間隔を、F ナンバー F n o 及び半画角 とともに表 1 5 に示す。

【 0 2 0 1】

【表 1 5】

	広角端	中間焦点位置	望遠端
Fno	3.61	4.78	5.78
f	16.48	28.20	48.50
$\omega[^\circ]$	42.42	27.02	16.33
D5	23.943	10.217	0.800
D15	3.195	4.486	8.975
D18	3.090	4.950	6.350

20

【 0 2 0 2】

図 1 8 乃至図 2 0 に数値実施例 5 の諸収差図を示す。図 1 8 は広角端状態における無限遠合焦時、図 1 9 は中間焦点位置状態における無限遠合焦時、図 2 0 は望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図である。

【 0 2 0 3】

図 1 8 乃至図 2 0 には、球面収差図において、縦軸が開放 F 値との割合を示し、横軸がデフォーカスを示し、実線は d 線 (587.56 nm)、点線は C 線 (波長 656.3 nm)、一点鎖線は g 線 (波長 435.8 nm) における値を示すものである。非点収差図において、縦軸が画角を示し、横軸がデフォーカスを示し、実線は d 線のサジタル像面、破線は d 線のメリディオナル像面における値を示すものである。歪曲収差図において、縦軸が画角を示し、横軸が % を示し、実線は d 線における値を示すものである。

30

40

【 0 2 0 4】

各収差図から、数値実施例 5 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 2 0 5】

[ズームレンズの条件式の各値]

以下に、本技術ズームレンズの条件式の各値について説明する。

【 0 2 0 6】

表 1 6 にズームレンズ 1 乃至ズームレンズ 5 における前記条件式 (1) 乃至条件式 (5) の各値を示す。

【 0 2 0 7】

50

【表 16】

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例4
	f3	-27.248	-20.614	-15.727	-21.903	-23.657
	fw	16.319	16.365	16.319	16.489	16.480
	ft	48.500	48.546	48.502	48.511	48.500
条件式(1)	$-0.969 \leq f3/\sqrt{(fw \times ft)} \leq -0.5$	-0.969	-0.731	-0.559	-0.774	-0.837
	m3	17.844	18.878	12.146	16.728	16.220
	m4	16.844	14.739	10.294	13.150	12.960
条件式(2)	$0.5 < m4/m3 < 1.0$	0.944	0.781	0.848	0.786	0.799
	m2	22.000	21.683	17.000	22.000	22.000
条件式(3)	$0.2 < m2/ft \leq 0.454$	0.454	0.447	0.350	0.454	0.454
条件式(4)	$n12 > 1.90$	2.00272	2.00272	2.00272	2.00272	2.00272
条件式(5)	$\nu 12 < 25$	19.32	19.32	19.32	19.32	19.32

10

【0208】

表16から明らかなように、ズームレンズ1乃至ズームレンズ5（実施例1乃至実施例5）は条件式（1）乃至条件式（5）を満足するようにされている。

【0209】

〔撮像装置の構成〕

20

本技術撮像装置は、ズームレンズが、物体側から像側へ順に配置された負の屈折力を有する第1レンズ群と正の屈折力を有する第2レンズ群と負の屈折力を有する第3レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群とから成る。

【0210】

また、本技術撮像装置は、ズームレンズが、広角側から望遠側への変倍時に、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が小さくなるように第1レンズ群が光軸方向へ移動され、第2レンズ群と第3レンズ群と第4レンズ群が像側から物体側へ移動され、第3レンズ群が光軸方向へ移動されることによりフォーカシングが行われる。

【0211】

このように第3レンズ群によりフォーカシングが行われることにより、第3レンズ群が光軸からの光線高さが低い小径のレンズ群であるため、フォーカス駆動用のアクチュエーターを含めたフォーカス群全体の小型化を図ることができる。

30

【0212】

さらに、本技術撮像装置は、ズームレンズが以下の条件式（1）を満足する。

$$(1) \quad -0.969 \leq f3 / \sqrt{(fw \times ft)} \leq -0.5$$

但し、

f3：第3レンズ群の焦点距離

fw：レンズ全系の広角端における焦点距離

ft：レンズ全系の望遠端における焦点距離

とする。

40

【0213】

条件式（1）は、第3レンズ群の焦点距離を規定する式である。

【0214】

条件式（1）の下限値を超えると、第3レンズ群の屈折力が弱くなり過ぎるため、フォーカスストロークが長くなり光学全長が長くなってしまふ。特に、沈胴式の撮像装置においては、レンズの収納時における全長が長くなり、小型化を図ることができなくなる。

【0215】

また、第3レンズ群のフォーカスストロークが長くなると、フォーカス駆動用のアクチュエーターの駆動力を大きくする必要が生じフォーカス駆動用のアクチュエーターが大型化してしまい、フォーカス駆動用のアクチュエーターを含めたフォーカス群全体の小型化

50

が阻害される。

【 0 2 1 6 】

逆に、条件式 (1) の上限値を超えると、第 3 レンズ群の負の屈折力が強くなり過ぎるため、第 3 レンズ群において発生する諸収差を補正することが困難になる。

【 0 2 1 7 】

また、偏心敏感度が高くなるため、量産性の低下を来たしてしまう。

【 0 2 1 8 】

さらに、第 3 レンズ群の光軸方向における移動量に対する像面上における像の移動量である所謂ピント敏感度が大きくなり過ぎるため、必要なフォーカシング精度を満足する制御が困難になる。

10

【 0 2 1 9 】

従って、撮像装置のズームレンズが、条件式 (1) を満足することにより、良好な結像性能と動画撮影に適した高速かつスムーズなフォーカシング性能を確保することができると共に小型化を図ることができる。

【 0 2 2 2 】

[撮像装置の一実施形態]

図 2 1 に、本技術撮像装置の一実施形態による交換レンズ式のデジタルカメラのブロック図を示す。

【 0 2 2 3 】

撮像装置 (デジタルカメラ) 1 0 0 は、撮像機能を担うカメラブロック 1 0 と、撮影された画像信号のアナログ - デジタル変換等の信号処理を行うカメラ信号処理部 2 0 と、画像信号の記録再生処理を行う画像処理部 3 0 とを有している。また、撮像装置 1 0 0 は、撮影された画像等を表示する L C D (Liquid Crystal Display) 等の表示部 4 0 と、メモリーカード 1 0 0 0 への画像信号の書込及び読出を行う R / W (リーダ / ライタ) 5 0 と、撮像装置の全体を制御する C P U (Central Processing Unit) 6 0 と、ユーザーによって所要の操作が行われる各種のスイッチ等から成る入力部 7 0 と、カメラブロック 1 0 に配置されたレンズの駆動を制御するレンズ駆動制御部 8 0 とを備えている。

20

【 0 2 2 4 】

カメラブロック 1 0 は、例えば、交換レンズに備えられ、ズームレンズ 1 1 (本技術が適用されるズームレンズ 1、2、3、4、5) を含む光学系や、C C D (Charge Coupled Device) や C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の撮像素子 1 2 等とによって構成されている。

30

【 0 2 2 5 】

カメラ信号処理部 2 0 は、撮像素子 1 2 からの出力信号に対するデジタル信号への変換、ノイズ除去、画質補正、輝度・色差信号への変換等の各種の信号処理を行う。

【 0 2 2 6 】

画像処理部 3 0 は、所定の画像データフォーマットに基づく画像信号の圧縮符号化・伸張復号化処理や解像度等のデータ仕様の変換処理等を行う。

【 0 2 2 7 】

表示部 4 0 はユーザーの入力部 7 0 に対する操作状態や撮影した画像等の各種のデータを表示する機能を有している。

40

【 0 2 2 8 】

R / W 5 0 は、画像処理部 3 0 によって符号化された画像データのメモリーカード 1 0 0 0 への書込及びメモリーカード 1 0 0 0 に記録された画像データの読出を行う。

【 0 2 2 9 】

C P U 6 0 は、撮像装置 1 0 0 に設けられた各回路ブロックを制御する制御処理部として機能し、入力部 7 0 からの指示入力信号等に基づいて各回路ブロックを制御する。

【 0 2 3 0 】

入力部 7 0 は、例えば、シャッター操作を行うためのシャッターリリースボタンや、動作モードを選択するための選択スイッチ等によって構成され、ユーザーによる操作に応じ

50

た指示入力信号をCPU60に対して出力する。

【0231】

レンズ駆動制御部80は、CPU60からの制御信号に基づいてズームレンズ11の各レンズを駆動する図示しないモータ等を制御する。

【0232】

メモリーカード1000は、例えば、R/W50に接続されたスロットに対して着脱可能な半導体メモリーである。

【0233】

以下に、撮像装置100における動作を説明する。

【0234】

撮影の待機状態では、CPU60による制御の下で、カメラブロック10において撮影された画像信号が、カメラ信号処理部20を介して表示部40に出力され、カメラスルー画像として表示される。また、入力部70からのズームングのための指示入力信号が入力されると、CPU60がレンズ駆動制御部80に制御信号を出力し、レンズ駆動制御部80の制御に基づいてズームレンズ11の所定のレンズが移動される。

【0235】

入力部70からの指示入力信号によりカメラブロック10の図示しないシャッターが動作されると、撮影された画像信号がカメラ信号処理部20から画像処理部30に出力されて圧縮符号化処理され、所定のデータフォーマットのデジタルデータに変換される。変換されたデータはR/W50に出力され、メモリーカード1000に書き込まれる。

【0236】

フォーカシングは、例えば、入力部70のシャッターリリースボタンが半押しされた場合や記録（撮影）のために全押しされた場合等に、CPU60からの制御信号に基づいてレンズ駆動制御部80がズームレンズ11の所定のレンズを移動させることにより行われる。

【0237】

メモリーカード1000に記録された画像データを再生する場合には、入力部70に対する操作に応じて、R/W50によってメモリーカード1000から所定の画像データが読み出され、画像処理部30によって伸張復号化処理が行われた後、再生画像信号が表示部40に出力されて再生画像が表示される。

【0238】

尚、上記には、撮像装置を交換レンズ式のデジタ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交換レンズ式のデジタルカメラに限られることはなく、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PDA（Personal Digital Assistant）等のデジタル入出力機器のカメラ部等として広く適用することができる。

【0239】

[その他]

本技術ズームレンズ及び本技術撮像装置においては、第1レンズ群乃至第4レンズ群に加えて屈折力を有さないレンズや開口絞り等の他の光学要素が配置されていてもよい。この場合において、本技術ズームレンズのレンズ構成は第1レンズ群乃至第4レンズ群の実質的に4群のレンズ構成にされている。

【0240】

[本技術]

本技術は、以下の構成にすることもできる。

【0241】

< 1 > 物体側から像側へ順に配置された負の屈折力を有する第1レンズ群と正の屈折力を有する第2レンズ群と負の屈折力を有する第3レンズ群と正の屈折力を有する第4レンズ群とから成り、広角側から望遠側への変倍時に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が小さくなるように前記第1レンズ群が光軸方向へ移動され、前記第2レンズ群と

10

20

30

40

50

前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群が像側から物体側へ移動され、前記第 3 レンズ群が光軸方向へ移動されることによりフォーカシングが行われ、以下の条件式 (1) を満足するズームレンズ。

$$(1) -0.969 \leq f_3 / (f_w \times f_t) \leq -0.5$$

但し、

f_3 : 第 3 レンズ群の焦点距離

f_w : レンズ全系の広角端における焦点距離

f_t : レンズ全系の望遠端における焦点距離

とする。

【 0 2 4 2 】

< 2 > 以下の条件式 (2) を満足する前記 < 1 > に記載のズームレンズ。

$$(2) 0.5 < m_4 / m_3 < 1.0$$

但し、

m_3 : 広角端から望遠端への変倍時における第 3 レンズ群の移動量

m_4 : 広角端から望遠端への変倍時における第 4 レンズ群の移動量

とする。

【 0 2 4 3 】

< 3 > 前記第 3 レンズ群は少なくとも一面が非球面に形成された 1 枚のレンズによって構成された前記 < 1 > 又は前記 < 2 > に記載のズームレンズ。

【 0 2 4 4 】

< 4 > 以下の条件式 (3) を満足する前記 < 1 > から前記 < 3 > の何れかに記載のズームレンズ。

$$(3) 0.2 < m_2 / f_t \leq 0.454$$

但し、

m_2 : 広角端から望遠端への変倍時における第 2 レンズ群の移動量

とする。

【 0 2 4 5 】

< 5 > 前記第 1 レンズ群が物体側から像側へ順に配置された負レンズと正レンズによって構成された前記 < 1 > から前記 < 4 > の何れかに記載のズームレンズ。

【 0 2 4 6 】

< 6 > 以下の条件式 (4) 及び条件式 (5) を満足する前記 < 5 > に記載のズームレンズ。

$$(4) n_{12} > 1.90$$

$$(5) 1.2 < 2.5$$

但し、

n_{12} : 第 1 レンズ群における正レンズの d 線における屈折率

1.2 : 第 1 レンズ群における正レンズの d 線におけるアッペ数

とする。

【 0 2 4 9 】

< 9 > 前記条件式 (2) の下限の値を 0.7 とする前記 < 2 > に記載のズームレンズ。

【 0 2 5 1 】

< 11 > ズームレンズと前記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、前記ズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された負の屈折力を有する第 1 レンズ群と正の屈折力を有する第 2 レンズ群と負の屈折力を有する第 3 レンズ群と正の屈折力を有する第 4 レンズ群とから成り、広角側から望遠側への変倍時に、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の間隔が小さくなるように前記第 1 レンズ群が光軸方向へ移動され、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群が像側から物体側へ移動され、前記第 3 レンズ群が光軸方向へ移動されることによりフォーカシングが行われ、以下の条件式 (1) (3) を満足する撮像装置。

$$(1) -0.969 \leq f_3 / (f_w \times f_t) \leq -0.5$$

10

20

30

40

50

(3) $0.2 < m_2 / f_t \leq 0.454$

但し、

f_3 : 第 3 レンズ群の焦点距離

f_w : レンズ全系の広角端における焦点距離

f_t : レンズ全系の望遠端における焦点距離

m_2 : 広角端から望遠端への変倍時における第 2 レンズ群の移動量

とする。

【 0 2 5 2 】

< 1 2 > 実質的にレンズ屈折力を有さないレンズを含む光学要素がさらに配置されている前記 < 1 > から前記 < 6 >、前記 < 9 > の何れかに記載のズームレンズ又は前記 < 1 1 > に記載の撮像装置。

10

【 0 2 5 3 】

上記した各実施の形態において示した各部の形状及び数値は、何れも本技術を実施するための具体化のほんの一例に過ぎず、これらによって本技術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】

【 0 2 5 4 】

【図 1】図 2 乃至図 2 1 と共に本技術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を示すものであり、本図は、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。

20

【図 2】図 3 及び図 4 と共に第 1 の実施の形態に具体的な数値を適用した数値実施例の収差図を示し、本図は、広角端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 3】中間焦点距離状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 4】望遠端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 5】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 6】図 7 及び図 8 と共に第 2 の実施の形態に具体的な数値を適用した数値実施例の収差図を示し、本図は、広角端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 7】中間焦点距離状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

30

【図 8】望遠端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 9】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 1 0】図 1 1 及び図 1 2 と共に第 3 の実施の形態に具体的な数値を適用した数値実施例の収差図を示し、本図は、広角端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 1 1】中間焦点距離状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 1 2】望遠端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 1 3】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。

【図 1 4】図 1 5 及び図 1 6 と共に第 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、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

40

【図 1 5】中間焦点距離状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 1 6】望遠端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 1 7】ズームレンズの第 5 の実施の形態のレンズ構成を示す図である。

【図 1 8】図 1 9 及び図 2 0 と共に第 5 の実施の形態に具体的な数値を適用した数値実施例の収差図を示し、本図は、広角端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 1 9】中間焦点距離状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 2 0】望遠端状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 2 1】撮像装置の一例を示すブロック図である。

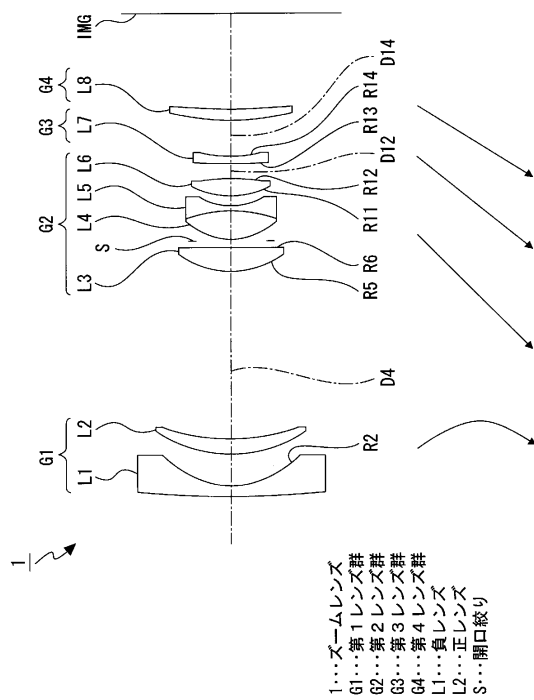
50

【符号の説明】

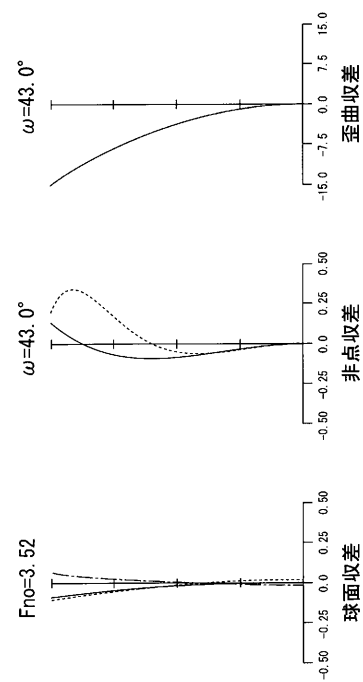
【 0 2 5 5 】

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、5 ...ズームレンズ、G 1 ...第1レンズ群、G 2 ...第2レンズ群、G 3 ...第3レンズ群、G 4 ...第4レンズ群、L 1 ...負レンズ、L 2 ...正レンズ、1 0 0 ...撮像装置、1 1 ...ズームレンズ、1 2 ...撮像素子

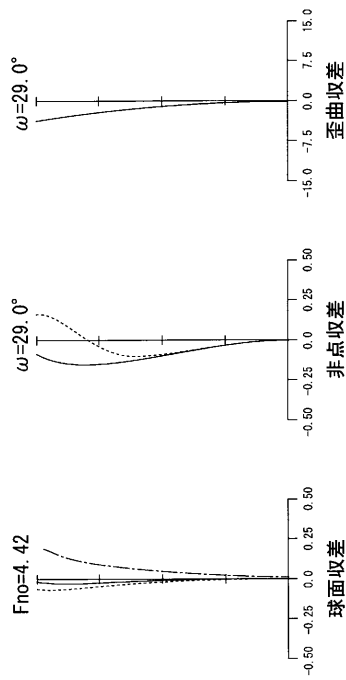
【図 1】



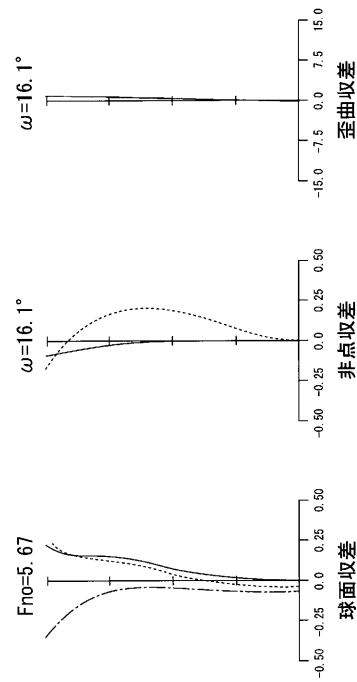
【図 2】



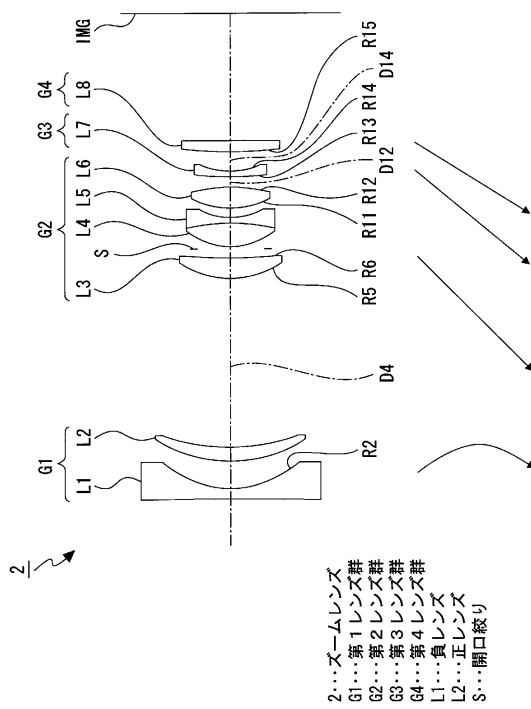
【図 3】



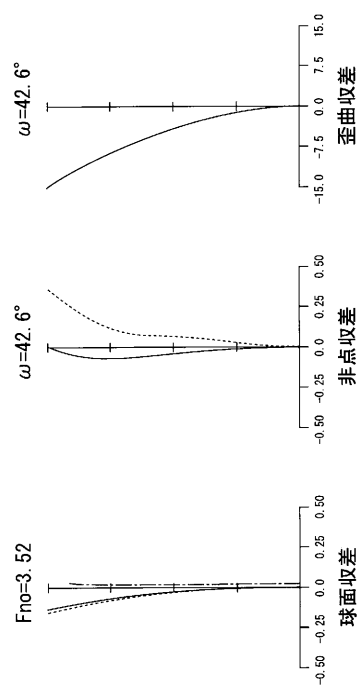
【図 4】



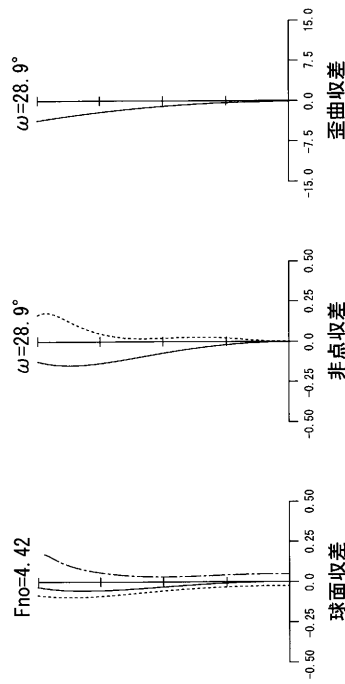
【図 5】



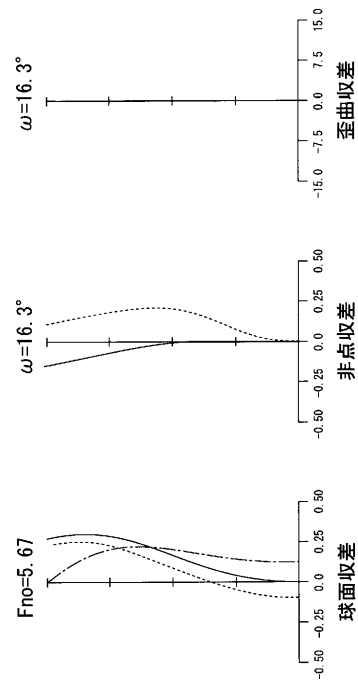
【図 6】



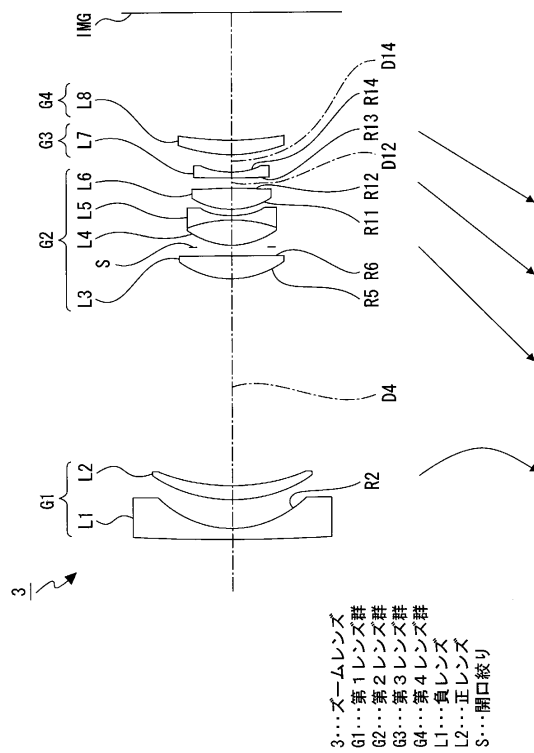
【図 7】



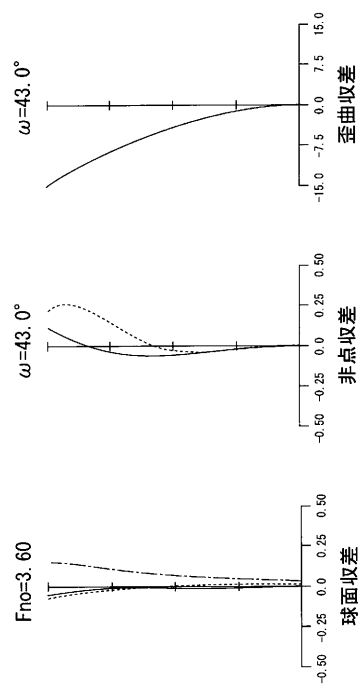
【図 8】



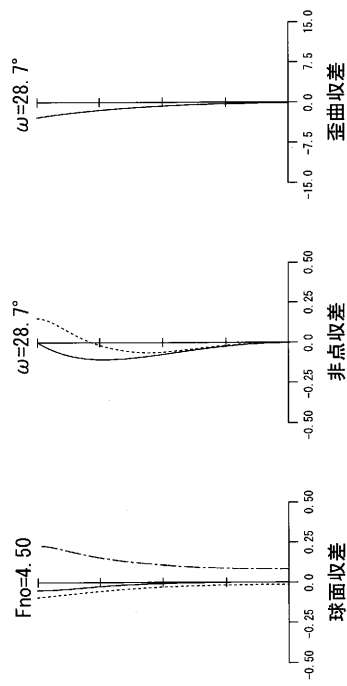
【図 9】



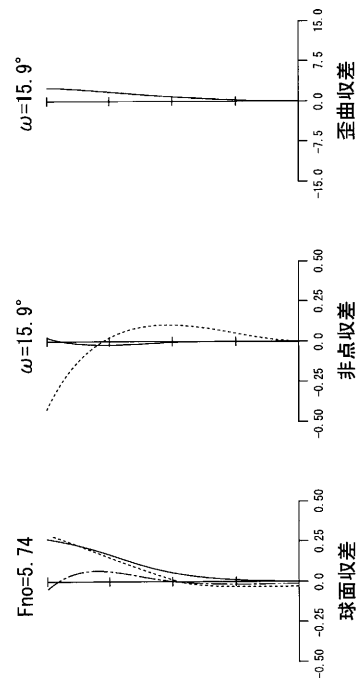
【図 10】



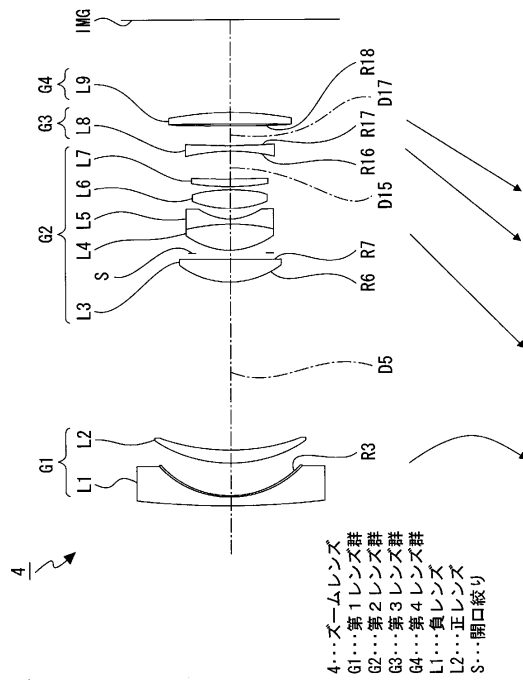
【図 1 1】



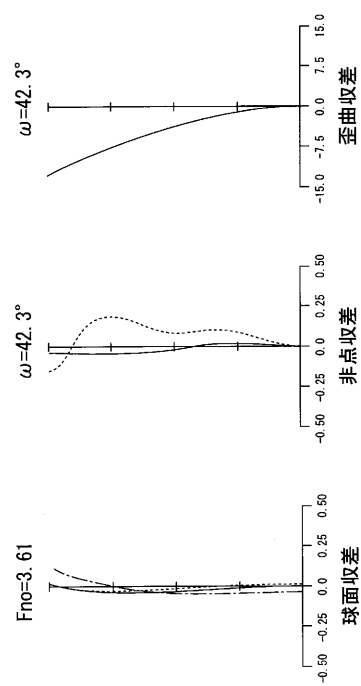
【図 1 2】



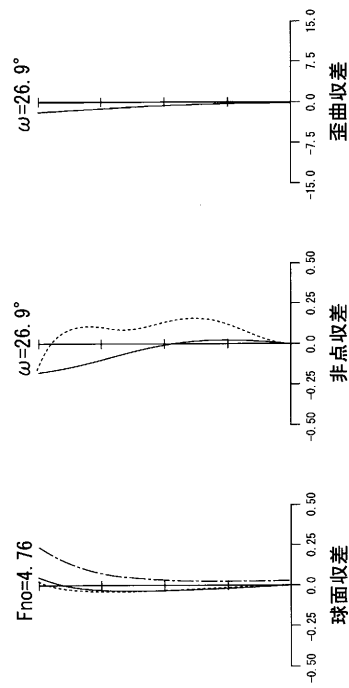
【図 1 3】



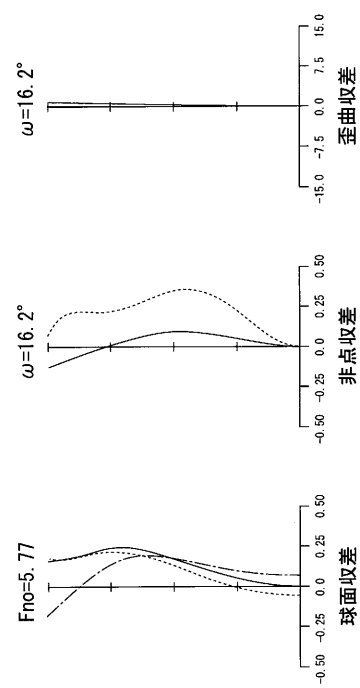
【図 1 4】



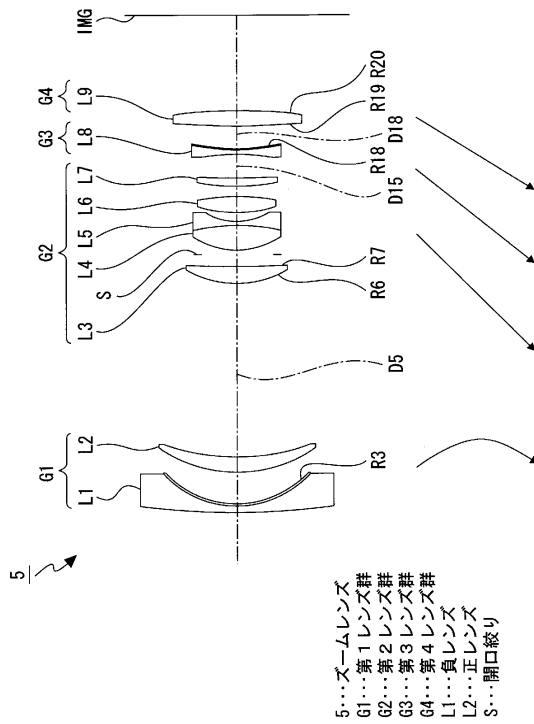
【図 15】



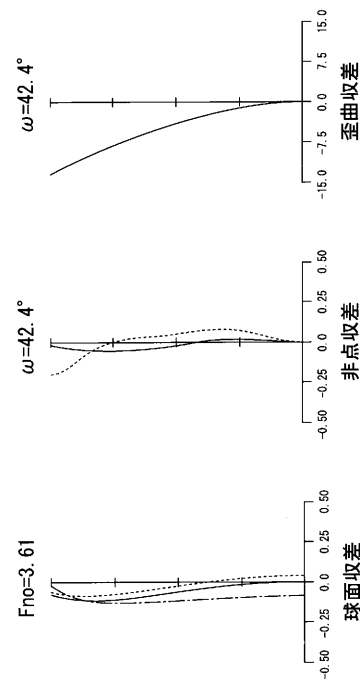
【図 16】



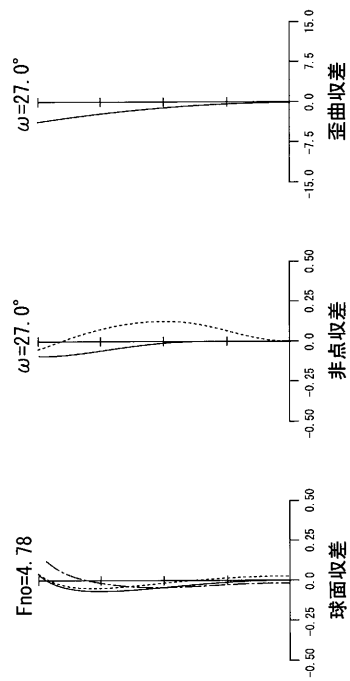
【図 17】



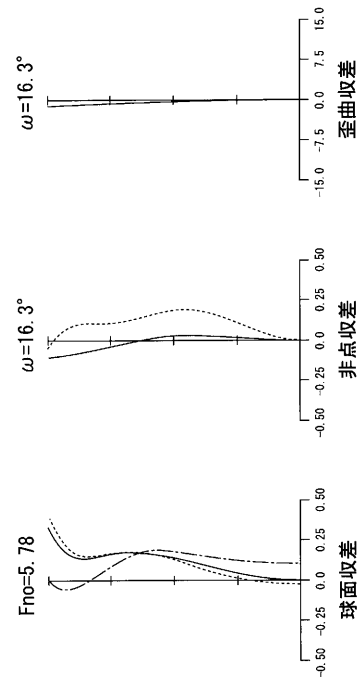
【図 18】



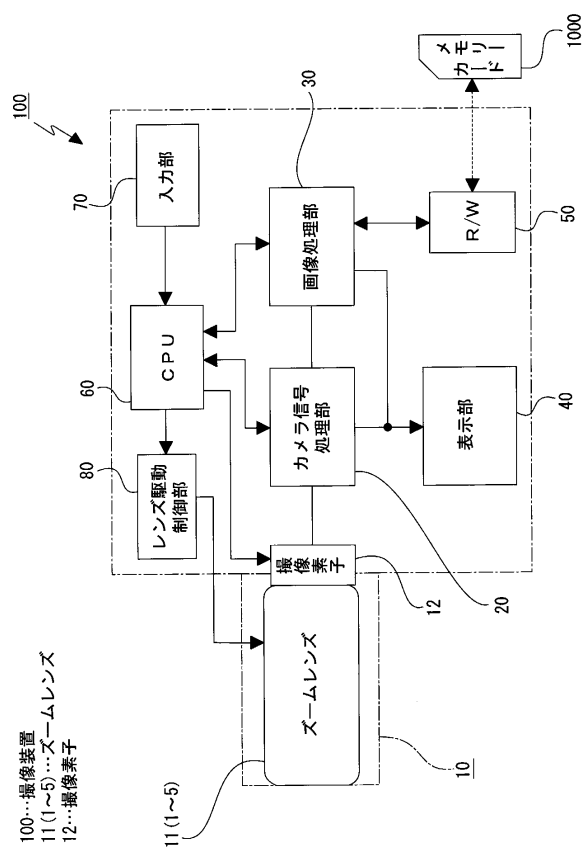
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

- (72)発明者 須永 敏弘
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 丸山 理樹
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 堀井 康司

- (56)参考文献 特開平01-216310(JP,A)
特開2004-246043(JP,A)
特開2010-217535(JP,A)
特開2006-208889(JP,A)
特開2010-181787(JP,A)
米国特許出願公開第2012/0057246(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- G02B 9/00 - 17/08
G02B 21/02 - 21/04
G02B 25/00 - 25/04