(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6270340号
(P6270340)
(45)発行日　平成30年1月31日(2018.1.31)　(24)登録日　平成30年1月12日(2018.1.12)

(51)Int.Cl.　F I
G02B 15/20 (2006.01)　G02B 15/20

請求項の数 5　(全 22 頁)

(21)出願番号　特願2013-108754(P2013-108754)
(22)出願日　平成25年5月23日(2013.5.23)
(65)公開番号　特開2014-228721(P2014-228721A)
(43)公開日　平成26年12月8日(2014.12.8)
審査請求日　平成28年4月25日(2016.4.25)

(73)特許権者　000133227
株式会社タムロン
埼玉県さいたま市見沼区蓮沼１３８５番地
(74)代理人　100124327
弁理士　吉村　勝博
(74)代理人　100143786
弁理士　根岸　宏子
(72)発明者　岩澤　嘉人
埼玉県さいたま市見沼区蓮沼１３８５番地
株式会社タムロン内

審査官　越河　勉

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】
物体側から順に配置される、正の屈折力を有する物体側群と、負の屈折力を有する像面側群とからなり、
当該物体側群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、最も像面側に正の屈折力を有する正Ｃレンズ群とを備え、
前記第１レンズ群は、物体側から順に配置される負レンズ、正レンズ及び正レンズの３枚のレンズから構成され、
当該像面側群は、物体側から順に、負の屈折力を有する負Ａレンズ群と、当該負Ａレンズ群と空気間隔を隔てて配置される負の屈折力を有する負Ｂレンズ群とからなり、
当該負Ａレンズ群のみを像面側に移動させることにより、無限遠から近接物体への合焦を行い、
各レンズ群間の間隔を変化させることにより広角端から望遠端に変倍し、当該変倍の際に、前記物体側群の正Ｃレンズ群と、前記像面側群の前記負Ｂレンズ群とが同じ軌跡で移動し、
以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。
$$-1.80 < \beta 2t \leqq -0.971 \quad \cdots\cdots (1-a)$$
$$(1-\beta At^2) \times \beta Bt^2 < -4.5 \quad \cdots\cdots (2)$$
但し、
β２ｔ　：　第２レンズ群の望遠端における無限合焦時の横倍率

βＡｔ　：　負Ａレンズ群の望遠端における無限合焦時の横倍率
βＢｔ　：　負Ｂレンズ群の望遠端における無限合焦時の横倍率

【請求項２】
前記像面側群が以下の条件式を満足する請求項１に記載のズームレンズ。
【数１】

$$2.1 < \beta rt < 3.5 \quad \cdots\cdots (3)$$

但し、
βｒｔ　：当該像面側群の望遠端における無限合焦時の合成横倍率

【請求項３】
前記負Ａレンズ群が以下の条件式を満足する請求項１又は請求項２に記載のズームレンズ。
【数２】

$$1.05 < \beta At / \beta Aw < 1.45 \quad \cdots\cdots (4)$$

但し、
βＡｔ　：　負Ａレンズ群の望遠端における無限合焦時の横倍率
βＡｗ　：　負Ａレンズ群の広角端における無限合焦時の横倍率

【請求項４】
前記第１レンズ群が以下の条件式を満足する請求項１から請求項３のいずれか一項に記載のズームレンズ。
【数３】

$$0.5 < f1 / \sqrt{(fw \times ft)} < 2.5 \quad \cdots\cdots (5)$$

但し、
ｆ１　：　第１レンズ群の焦点距離
ｆｗ　：　広角端における当該ズームレンズの焦点距離
ｆｔ　：　望遠端における当該ズームレンズの焦点距離

【請求項５】
請求項１～請求項４のいずれか一項に記載のズームレンズと、その像面側に当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ことを特徴とする撮像装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ズームレンズ及び当該ズームレンズを備える撮像装置に関する。特に、変倍率が高く小型のズームレンズ及び当該該ズームレンズを備える撮像装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来より、デジタルスチルカメラの等の固体撮像素子を用いた撮像装置が普及している。近年では、マイクロフォーサーズ等の小型の固体撮像素子を用いた小型の撮像装置システムの普及が急速に進展している。それに伴い、これらの撮像システムの光学系として、被写体に応じて焦点距離を調節可能なズームレンズに対する市場ニーズが高く、小型で高

い結像性能を有するズームレンズが求められている。さらに、近年では、３５ｍｍフィルム換算したときに、焦点距離が３００ｍｍを超えるような変倍率の高い望遠系ズームレンズに対する市場ニーズが高まっている。

【０００３】

また、この種の小型の撮像システム用の交換レンズでは、従来の位相差方式に代えて、コントラスト方式によりフォーカスを行うことが一般的になってきている。位相差方式では、位相差センサーにより取得された距離情報に基づいてフォーカス位置を求める。一方、コントラスト方式では、フォーカス群を光軸に沿って移動させながら、撮像素子面に結像した被写体像のコントラストのピーク位置を検出し、このピーク位置をフォーカス位置とする。このように、コントラスト方式では、コントラストのピーク位置を検出するために、フォーカス群を移動させる必要があることから、位相差方式と比較するとフォーカス速度が遅くなる傾向にある。このため、コントラスト方式において、高速なオートフォーカスを実現するにはフォーカス群を高速に移動させることが必要になる。

【０００４】

そこで、特許文献１に記載のズームレンズでは、ズーミング中の可動レンズ群の数を増やして、収差補正の自由度を高くすることにより、ズーム全域において高い結像性能を実現している。これと同時に、リアフォーカス方式を採用することによりフォーカス群の径方向の大きさを抑え、フォーカス群の軽量化を図ることにより、高速なオートフォーカスを実現している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【特許文献１】特開２００９－２６５６５２号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

ところで、小型の撮像装置システムは、撮像装置本体が小型であるため、変倍率の高い望遠系ズームレンズであっても、光学全長方向の小型化が要求され、これと同時に鏡筒径の小型化も要求される。しかしながら、上記特許文献１に記載のズームレンズでは比較的径の小さいリアレンズ群をフォーカス群とすることにより、鏡筒径の小型化を図っているものの、光学全長方向の小型化には十分応えられていない。このため、ズームレンズのより一層の小型化が求められる。さらに、特許文献１に記載のズームレンズでは、フォーカス時におけるフォーカス群の移動量の削減が十分ではなく、より高速なオートフォーカスが求められる。

【０００７】

そこで、本件発明の課題は、小型で、高い結像性能を有し、高い変倍率を実現するとともに、高速オートフォーカスを実現可能なズームレンズ及び当該ズームレンズを備えた撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

本発明者等は、鋭意研究を行った結果、以下のテレフォトタイプのズームレンズにおいてリアフォーカス式を採用することで上記課題を達成するに到った。

【０００９】

本件発明に係るズームレンズは、物体側から順に配置される、正の屈折力を有する物体側群と、負の屈折力を有する像面側群とからなり、当該物体側群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、最も像面側に、当該第２レンズ群と空気間隔を隔てて、正の屈折力を有する正Ｃレンズ群とを備え、当該像面側群は、物体側から順に、負の屈折力を有する負Ａレンズ群と、当該負Ａレンズ群と空気間隔を隔てて配置される負の屈折力を有する負Ｂレンズ群とからなり、当該負Ａレンズ群のみを像面側に移動させることにより、無限遠から近接物体への合焦を行い、広角端

から望遠端に変倍する際に、前記物体側群の正Ｃレンズ群と、前記像面側群の前記負Ｂレンズ群とが同じ軌跡で移動し、以下の条件式を満足することを特徴とする。

【００１０】

【数１】

$$-1.80 < \beta 2t < -0.94 \quad \cdots\cdots (1)$$

$$(1-\beta At^2) \times \beta Bt^2 < -4.5 \quad \cdots\cdots (2)$$

但し、

βｔ　：　第２レンズ群の望遠端における無限合焦時の横倍率

βＡｔ　：　負Ａレンズ群の望遠端における無限合焦時の横倍率

βＢｔ　：　負Ｂレンズ群の望遠端における無限合焦時の横倍率

【００１１】

本件発明に係るズームレンズにおいて、前記像面側群が以下の条件式を満足することが好ましい。

【００１２】

【数２】

$$2.1 < \beta rt < 3.5 \quad \cdots\cdots (3)$$

但し、

βｒｔ　：当該像面側群の望遠端における無限合焦時の合成横倍率

【００１３】

本件発明に係るズームレンズにおいて、前記負Ａレンズ群が以下の条件式を満足することが好ましい。

【数３】

$$1.05 < \beta At / \beta Aw < 1.45 \quad \cdots\cdots (4)$$

但し、

βＡｔ　：　負Ａレンズ群の望遠端における無限合焦時の横倍率

βＡｗ　：　負Ａレンズ群の広角端における無限合焦時の横倍率

【００１４】

本件発明に係るズームレンズにおいて、前記第１レンズ群が以下の条件式を満足することが好ましい。

【数４】

$$0.5 < f1 / \sqrt{(fw \times ft)} < 2.5 \quad \cdots\cdots (5)$$

但し、

ｆ１　：　第１レンズ群の焦点距離

ｆｗ　：　広角端における当該ズームレンズの焦点距離

ｆｔ　：　望遠端における当該ズームレンズの焦点距離

【００１５】

本件発明に係る撮像装置は、上記記載のズームレンズと、その像面側に当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ことを特徴とする。

【発明の効果】

【００１６】

本件発明によれば、いわゆるテレフォトタイプの望遠系を採用し、リアフォーアス式とすることにより、ズーミング及びフォーカシングの際の各レンズ群の移動量を最小に抑制することにより、小型で、高い結像性能を有し、高い変倍率を実現するとともに、高速オートフォーカスを実現可能なズームレンズ及び当該ズームレンズを備えた撮像装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１７】

【図１】本件発明の実施例１のズームレンズのレンズ構成例を示す広角端におけるレンズ断面図である。

【図２】本件発明の実施例１のズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図である。

【図３】本件発明の実施例１のズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図である。

【図４】本件発明の実施例１のズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図である。

【図５】本件発明の実施例２のズームレンズのレンズ構成を示す広角端におけるレンズ断面図である。

【図６】本件発明の実施例２のズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図である。

【図７】本件発明の実施例２のズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図である。

【図８】本件発明の実施例２のズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図である。

【図９】本件発明の実施例３のズームレンズのレンズ構成を示す広角端におけるレンズ断面図である。

【図１０】本件発明の実施例３のズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図である。

【図１１】本件発明の実施例３のズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図である。

【図１２】本件発明の実施例３のズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図である。

【発明を実施するための形態】

【００１８】

以下、本件発明に係るズームレンズ及び撮像装置の実施の形態を説明する。

【００１９】

１．ズームレンズ

１－１．光学系の構成

まず、本件発明に係るズームレンズの光学系の構成について説明する。本件発明に係るズームレンズは、物体側から順に配置される、正の屈折力を有する物体側群と、負の屈折力を有する像面側群とからなるいわゆるテレフォトタイプのズームレンズである。テレフォトタイプのズームレンズとすることにより、当該ズームレンズの望遠端における焦点距離よりも当該ズームレンズの望遠端における光学全長を短くすることができる。このため、例えば、３５ｍｍフィルム換算で焦点距離３００ｍｍ超等に変倍率を高くしたときも望遠端における光学全長の増加を抑制することができる。

【００２０】

ここで、本件発明では、当該物体側群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、最も像面側に、当該第２レンズ群と空気間隔を隔てて、正の屈折力を有する正Ｃレンズ群とを備え、当該像面側群は、物体側から順に、負の屈折力を有する負Ａレンズ群と、当該負Ａレンズ群と空気間隔を隔てて配置される負の屈折力を有する負Ｂレンズ群とからなり、当該負Ａレンズ群のみを像面側に移動させることにより、無限遠から近接物体への合焦を行い、広角端から望遠端に変倍する際に、前記物体側群の正Ｃレンズ群と、前記像面側群の前記負Ｂレンズ群とが同じ軌跡で移動することを特徴としている。

【００２１】

本件発明では、上記のとおりテレフォトタイプのズームレンズとすると共に、像面側群を負の屈折力を有する負Ａレンズ群と、この負Ａレンズ群と空気間隔を隔てて像面側に配置される負Ｂレンズ群とかなる構成とすることにより、像面側群における全体の負の屈折力を強くすることが容易になる。つまり、よりテレフォト傾向の強いズームレンズとすることが容易になるため、変倍率を高くしたときも望遠端における焦点距離に対して望遠端における光学全長をより短くすることができる。

【００２２】

ここで、ズームレンズは、一般に、鏡筒（最外筒）内に１以上の内筒が入れ子式に収容されている。内筒は、変倍率に応じて物体側に繰り出される。望遠端と広角端とにおける光学全長の差が大きくなると、内筒収納時の鏡筒全長を短くするために、最外筒内に複数の内筒を収容させることが行われる。しかしながら、最外筒内に複数の内筒を収容させると、内筒の厚みの分だけ最外筒の径が大きくなる。そこで、本件発明では、上述のとおりよりテレフォト傾向の強いズームレンズとすることにより、変倍率を高くした場合であっても、望遠端における光学全長の増加を抑制することが可能であるため、最外筒内に収容される内筒の数の増加を抑制することができる。このため、本件発明によれば、望遠端における光学全長だけではなく、鏡筒の外径についても小型化を図ることができる。

【００２３】

ここで、本件発明において、物体側群は、その最も像面側に正の屈折力を有する正Ｃレンズ群を備える。物体側群の最も像面側に正の屈折力を有する正Ｃレンズ群を配置することにより、物体側群の全体の焦点距離を短くして、当該ズームレンズの光学全長をより短くすることができる。また、当該正Ｃレンズ群の収束作用により、像面側群の負Ａレンズ群に入射する光の光束径を小さくすることができるため、像面側群を構成するレンズ径をより小さくすることができ、径方向の小型化を図ることができる。

【００２４】

１－２．動作

次に、上記構成のズームレンズにおける合焦動作及び変倍動作について順に説明する。

【００２５】

（１）合焦動作

まず、合焦動作について説明する。本件発明に係るズームレンズは、上記のとおり、負Ａレンズ群をフォーカス群とし、そして、負Ａレンズ群のみを像面側に移動させることにより、無限遠から近接物体への合焦を行う。物体側群を構成する各レンズと比較すると、レンズ径の比較的小さい負Ａレンズ群をフォーカス群とすることにより、フォーカス群の軽量化を図ると共に、合焦時のフォーカス群の移動量を小さくすることができ、高速オートフォーカスを実現すると共に、当該ズームレンズの小型化を図ることができる。

【００２６】

ここで、テレフォト傾向の強いズームレンズとするには、上記のとおり、像面側群の負の屈折力を強くすることが求められる。従来、テレフォトタイプのズームレンズでは、負Ａレンズ群の屈折力を負、負Ｂレンズ群の屈折力を正とすることが一般的に行われていた。しかしながら、負Ａレンズ群をフォーカス群としたとき、負Ａレンズ群に強い屈折力を持たせると、合焦動作を行う間に負Ａレンズ群の移動に伴い収差変動や画角変動が生じる。そこで、本件発明では、負Ａレンズ群に後続する負Ｂレンズ群についても負の屈折力を

配分することにより、負Ａレンズ群の負の屈折力が強くなり過ぎるのを抑制しながら、上記のとおりテレフォト傾向の強いズームレンズとすると共に、合焦時の収差変動や画角変動を抑制することができる。例えば、ミラーレス一眼カメラ等の光学式ファインダーを備えていない撮像装置等では、ユーザは装置本体の背面に設けられた液晶画面等に表示されるライブビュー画像等により画像を確認しながらピント調節を行う。このとき、本件発明に係るズームレンズを用いれば、合焦の間も変倍等を抑制しながら結像性能の高い画像をライブビュー画像として表示することができる。従って、本件発明に係るズームレンズは、ミラーレス一眼カメラ等の撮像装置に好適に用いることができる。

【００２７】

また、物体側群の最も像面側に上記正Ｃレンズ群を備えるため、正Ｃレンズ群の収束作用により負Ａレンズ群に入射する光の光束径をさらに小さくすることができる。そのため、負Ａレンズ群を構成するレンズの一層の小径化を図ることができる。これにより、オートフォーカスの高速化及び当該ズームレンズの小型化をより一層図ることができる。

【００２８】

（２）変倍動作

次に、変倍動作について説明する。本件発明に係るズームレンズにおいて、変倍時における各レンズ群の動作は特に限定されるものではない。しかしながら、収差補正の自由度を向上させ、ズーム全域において高い結像性能を得るという観点から、変倍時に各レンズ群間の間隔をそれぞれ変化させるように、各レンズ群を相対的に移動させることが好ましい。変倍時に各レンズ群間の間隔をそれぞれ変化させることにより、各変倍率において各レンズ群の位置を収差補正上好ましい位置に調整することが容易になるためである。このとき、変倍時に全レンズ群をそれぞれ別個に移動させることにより、各レンズ群間の間隔を変化させてもよいし、全レンズ群のうち一部のレンズ群を一体に移動させ、残りのレンズ群を別個に移動させてもよい。また、全レンズ群を全て移動群とするのではなく、一部のレンズ群を固定群としてもよい。

【００２９】

ここで、収差補正の自由度がより高くなるという観点からは、変倍時に全レンズ群をそれぞれ別個に移動させることが好ましい。しかしながら、製造上の観点から、本件発明では、変倍時に物体側群の正Ｃレンズ群と、像面側群の負Ｂレンズ群とを同じ軌跡を描くように一体に移動させる。フォーカス群である負Ａレンズ群の前後に配置されるこれら正Ｃレンズ群と負Ｂレンズ群とを一体に移動させることにより、この二つのレンズ群を一つのユニットとして構成することができる。このため、製造効率の向上及び組付誤差の抑制を図ることができる。その結果、正Ｃレンズ群と負Ｂレンズ群とをそれぞれ別個に移動させる場合と比較すると、レンズ移動機構を簡素に構成することができる。さらに、正Ｃレンズ群と負Ｂレンズ群とがユニット化されるため、負Ａレンズ群の移動を案内するための案内軸を正Ｃレンズ群内の各レンズを保持するレンズ保持枠と、負Ｂレンズ群内の各レンズを保持するレンズ保持枠とによりその両端側から支持させることができる。このため、当該案内軸を光軸と平行に保持することが容易になり、負Ａレンズ群を安定に移動させることができ、画像のブレ等を抑制することができる。

【００３０】

さらに、本件発明では、広角端から望遠端に変倍する際に、負Ａレンズ群が正Ｃレンズ群に対して一旦像面側に移動し、その後物体側に移動することが好ましい。変倍時に負Ａレンズ群をこのように移動させることにより、正Ｃレンズ群と負Ｂレンズ群とを同じ軌跡で移動させた場合も、正Ｃレンズ群と負Ａレンズ群との間隔、負Ａレンズ群と負Ｂレンズ群との間隔を変倍率に応じて変化させることができるため、収差補正を行う上で好ましい。

【００３１】

以上説明した本件発明に係るズームレンズは、本件発明に係るズームレンズの一態様であり、本件発明の趣旨を逸脱しない範囲で、適宜、その具体的なレンズ構成等を変更してもよいのは勿論である。また、上記においては詳述しなかったが、本件発明において、光

学全長をより一層短くすると共に、径方向のより一層の小型化を図る上で、物体側群には、当該正Ｃレンズ群と、第２レンズ群との間に正の屈折力を有するレンズ群を備えてもよい。

【００３２】

１－３．条件式

次に、本件発明に係るズームレンズが満足すべき、或いは、満足することが好ましい条件式について説明する。本件発明に係るズームレンズは下記条件式（１）及び条件式（２）を満足することを特徴とし、後述する条件式（３）～条件式（５）を満足することが好ましい。

【００３３】

【数５】

$$-1.80 < \beta 2t < -0.94 \quad \cdots\cdots (1)$$

$$(1-\beta At^2) \times \beta Bt^2 < -4.5 \quad \cdots\cdots (2)$$

但し、

$\beta 2t$ ： 第２レンズ群の望遠端における無限合焦時の横倍率

βAt ： 負Ａレンズ群の望遠端における無限合焦時の横倍率

βBt ： 負Ｂレンズ群の望遠端における無限合焦時の横倍率

【００３４】

１－３－１．条件式（１）

まず、条件式（１）について説明する。条件式（１）は、本件発明に係るズームレンズにおいて、第２レンズ群の望遠端における横倍率を規定するための条件式である。条件式（１）を満足することにより、第２レンズ群の望遠端における横倍率が適正な値となり、望遠端における光学全長と、収差補正の適正化を図ることができる。条件式（１）の下限値以下となる場合、第２レンズ群の横倍率が大きくなり過ぎて、高い結像性能を得るには、収差補正のために多くのレンズを要する。このため、望遠端における光学全長が長くなる。一方、条件式（１）の上限値以上になる場合、第２レンズ群の横倍率が小さく、高い変倍率を実現するには、像面側群における横倍率を大きくする必要が生じる。その結果、高い結像性能を得るには、収差補正のために多くのレンズを要する。つまり、ズームレンズの光学系を構成するレンズ枚数が増加するため、光学全長が長くなる。このように、当該条件式（１）の範囲を超える場合、いずれの場合も当該ズームレンズを小型化することが困難になるため好ましくない。

【００３５】

これらの観点から、条件式（１）は以下の条件を満足することが上記効果を得る上で、好ましい。

$-1.60 < \beta 2t < -0.94 \quad \cdots\cdots (1)'$

【００３６】

さらに、条件式（１）は、以下の条件を満足することが、上記効果を得る上で、最も好ましい。

$-1.50 < \beta 2t < -0.94 \quad \cdots\cdots (1)''$

【００３７】

１－３－２．条件式（２）

次に、条件式（２）について説明する。条件式（２）は、負Ａレンズ群の望遠端におけるピント敏感度を規定するための条件式である。条件式（２）を満足することにより、望遠時におけるピント敏感度を適正なものとすることができ、合焦時における負Ａレンズ群の移動量を適正な範囲内にすることができる。条件式（２）の上限値以上となる場合、ピント敏感度が小さくなるため、合焦時における負Ａレンズ群の移動量が大きくなり、当該

ズームレンズの小型化を図る上で好ましくない。
【００３８】
１－３－３．条件式（３）
本件発明に係るズームレンズにおいて、像面側群が以下の条件式（３）を満足することが好ましい。
【００３９】
【数６】

$$2.1 < \beta rt < 3.5 \qquad \cdots\cdots (3)$$

但し、
βｒｔ：当該像面側群の望遠端における無限合焦時の合成横倍率

【００４０】
条件式（３）は、本件発明に係るズームレンズにおいて、像面側群における横倍率を規定するための条件式である。但し、像面側群とは、上述したとおり、負Ａレンズ群及び負Ｂレンズ群を指す。
【００４１】
当該条件式（３）を満足することにより、高い結像性能を維持しながら、高い変倍率を実現し、且つ、当該ズームレンズをコンパクトに構成することができる。また、当該条件式（３）を満足させることにより、例えば、ミラーレス一眼カメラ等の撮像装置に要求される適正なフランジバックを確保することができる。
【００４２】
当該条件式（３）の下限値以下となる場合、像面側群における横倍率が小さくなるため、高い変倍率を実現するには、物体側群の横倍率を大きくする必要が生じる。その結果、物体側群を構成する各レンズのレンズ径が大きくなるため、当該ズームレンズの径方向の小型化を図ることが困難になる。また、この場合、光学全長を抑制することも困難になる。一方、当該条件式（３）の上限値以上となる場合、像面側群における横倍率が大きくなりすぎて、高い結像性能を得るには、収差補正のために多くのレンズを要する。つまり、ズームレンズの光学系を構成するレンズ枚数が増加するため、光学全長が長くなる。このように、当該条件式（３）の範囲を超える場合、いずれの場合も当該ズームレンズを小型化することが困難になるため好ましくない。
【００４３】
これらの観点から、条件式（３）は、以下の条件を満足することが、上記効果を得る上で、より好ましい。

$$2.2 < \beta rt < 3.5 \qquad \cdots\cdots (3)'$$

【００４４】
また、条件式（３）は、以下の条件を満足することが、上記効果を得る上でさらに好ましい。

$$2.3 < \beta rt < 3.5 \qquad \cdots\cdots (3)''$$

【００４５】
１－３－４．条件式（４）
本件発明に係るズームレンズにおいて、負Ａレンズ群が以下の条件式（４）を満足することが好ましい。
【００４６】

【数７】

$$1.05 < \beta At / \beta Aw < 1.45 \quad \cdots\cdots (4)$$

但し、

βＡｔ　：　負Ａレンズ群の望遠端における無限合焦時の横倍率

βＡｗ　：　負Ａレンズ群の広角端における無限合焦時の横倍率

【００４７】

条件式（４）は、負Ａレンズ群の変倍比を規定するための条件式である。上述したとおり、本件発明に係るズームレンズでは、負Ａレンズ群をフォーカス群とし、合焦時には負Ａレンズ群のみが移動する。条件式（４）を満足することにより、負Ａレンズ群の広角端から望遠端における変倍比を適正な範囲内にすることができ、上述した合焦時における収差変動や画角変動を抑制することが容易になる。その結果、負Ａレンズ群をフォーカス群とすることにより得られる上記効果をより高めことができる。

【００４８】

１－３－５．条件式（５）

次に、条件式（５）について説明する。本件発明に係るズームレンズにおいて、第１レンズ群が以下の条件式（５）を満足することが好ましい。

【００４９】

【数８】

$$0.5 < f1 / \sqrt{(fw \times ft)} < 2.5 \quad \cdots\cdots (5)$$

但し、

ｆ１　：　第１レンズ群の焦点距離

ｆｗ　：　広角端における当該ズームレンズの焦点距離

ｆｔ　：　望遠端における当該ズームレンズの焦点距離

【００５０】

条件式（５）は、第１レンズ群の焦点距離を規定する条件式である。当該条件式（５）を満足することにより、変倍時における第１レンズ群の移動量を適正な範囲内にすることができ、収差補正のためのレンズ枚数の増加を抑制しながら、高い結像性能を実現することができる。このため、当該ズームレンズの小型化を図る上で好ましい。

【００５１】

条件式（５）の下限値以下となる場合、第１レンズ群の屈折力が大きくなり過ぎるため、望遠端における軸上色収差が悪化する。このため、高い結像性能を維持するには、収差補正のために多くの枚数のレンズを要する。従って、レンズ枚数の増加により、光学全長が長くなるため、ズームレンズの小型化を図るという観点から好ましくない。一方、当該条件式（５）の上限値以上となる場合、第１レンズ群の屈折力が小さくなるため、変倍時における第１レンズ群の移動量が大きくなる。この場合、広角端と望遠端とにおける光学全長の差が大きくなる。この場合、広角端と望遠端とにおける光学全長の差が大きくなるため、外筒内に収容する内筒の数が増加したり、内筒を繰り出すための機構が複雑になる。すなわち、鏡筒構成が複雑になり、鏡筒の外径も大きくなる恐れがあるため、好ましくない。

【００５２】

これらの観点から、条件式（５）は、以下の条件を満足することが、上記効果を得る上でより好ましい。

$$0.6 < f1 / \sqrt{(fw \times ft)} < 2.2 \quad \cdots\cdots (5)'$$

【００５３】
また、条件式（５）は、以下の条件を満足することが、上記効果を得る上でさらに好ましい。
$0.7 < f1/\sqrt{(fw \times ft)} < 2.0$　・・・・・・(5)’’
【００５４】
２．撮像装置
次に、本件発明に係る撮像装置について説明する。本件発明に係る撮像装置は、上記ズームレンズと、その像面側に当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ことを特徴とする。ここで、撮像素子等に特に限定はない。しかしながら、上述したとおり、本件発明に係るズームレンズのフランジバックは短くすることができるため、当該ズームレンズは、光学式ファインダーやレフレックスミラー等を備えていないタイプの撮像装置に好適である。特に、本件発明に係るズームレンズは小型で高い変倍率を実現することができるため、いわゆるミラーレス一眼カメラ等の小型の個体撮像素子を搭載した小型の撮像装置とすることが好ましい。
【００５５】
次に、実施例および比較例を示して本件発明を具体的に説明する。但し、本件発明は以下の実施例に限定されるものではなく、下記実施例に記載するレンズ構成は本件発明の一例に過ぎず、本件発明に係るズームレンズのレンズ構成は本件発明の趣旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能であるのは勿論である。
【実施例１】
【００５６】
（１）ズームレンズのレンズ構成例
図１に、実施例１のズームレンズのレンズ構成例を示す。図１に示すように、本実施例１のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、負の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、正の屈折力を有する正Ｃレンズ群としての第３レンズ群Ｇ３と、負の屈折力を有する負Ａレンズ群としての第４レンズ群Ｇ４と、負の屈折力を有する負Ｂレンズ群としての第５レンズ群Ｇ５とから構成されている。これらの第１レンズ群Ｇ１～第３レンズ群は上記物体側群を構成し、第４レンズ群及び第５レンズ群は上記像面側群を構成する。
【００５７】
第１レンズ群Ｇ１は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズＬ１と正の屈折力を有するレンズＬ２とを接合した接合レンズと、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するメニスカスレンズＬ３とから構成される。第２レンズ群Ｇ２は、物体側から順に、物体側の面に非球面を有し、像面側の面が曲率の大きい凹面で負の屈折力を有するメニスカスレンズＬ４と、両凹レンズＬ５と、両凸レンズＬ６と、物体側に凹面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズＬ７とから構成される。第３レンズ群Ｇ３は、物体側から順に、両面が非球面である両凸レンズＬ８と、両凹レンズＬ９と、両凸レンズＬ１０とから構成される。第４レンズ群Ｇ４は、物体側から順に、両凸レンズＬ１１と像面側の面が非球面である両凹レンズＬ１２とを接合した接合レンズから構成される。第５レンズ群Ｇ５は、物体側に凹面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズＬ１３と、像面側に凸面を向けた正の屈折力を有するメニスカスレンズＬ１４とから構成される。
【００５８】
上記構成を有する本実施例１のズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍に際して、図１に矢印で示すように、第１レンズ群Ｇ１は物体側に移動し、第２レンズ群Ｇ２は像面側に凸の軌跡を描きながら移動し、第３レンズ群Ｇ３は物体側に移動し、第４レンズ群Ｇ４は第３レンズ群Ｇ３に対して像面側に凸の軌跡を描きながら移動し、第５レンズ群Ｇ５は物体側に移動する。また、無限遠から近接物体への合焦の際には、第４レンズ群Ｇ４が像面側に移動する。
【００５９】

（２）数値実施例

当該本実施例１において、具体的数値を適用した数値実施例１のレンズデータを表１に示す。表１に示すレンズデータは次のものである。「NS」は、レンズの面番号であり、物体側から数えたレンズ面の順番を示す。「R」はレンズ面の曲率半径を示し、「D」は互いに隣接するレンズ面の光軸上の間隔を示し、「Ｎｄ」はｄ線（波長λ=587.6ｎｍ）に対する屈折率を示し、「νｄ」はｄ線（波長λ=587.6ｎｍ）に対するアッベ数を示している。また、絞りは、図１において、「Ｓ」の符号で示している。表１には当該絞り（開口絞り）の面番号として「STOP」を付している。また、レンズ面が非球面である場合には、面番号に「ASPH」を付して曲率半径「R」の欄には近軸曲率半径を示している。

【００６０】

［表１］

NS		R	D	Nd	νｄ
1		64.9819	1.3000	1.90366	31.31
2		36.3975	0.0100	1.56732	42.84
3		36.3975	6.6600	1.49700	81.61
4		-1186.1757	0.2000		
5		34.2934	4.2232	1.61800	63.39
6		162.5347	D(6)		
7	ASPH	33.6698	0.2000	1.51460	49.96
8		36.8067	0.8000	1.91082	35.25
9		8.1262	4.0531		
10		-29.8667	0.6500	1.91082	35.25
11		20.0064	0.4000		
12		15.8824	2.9802	1.92286	20.88
13		-31.7119	0.7663		
14		-16.6818	0.6000	1.77250	49.62
15		-54.0405	D(15)		
16	STOP	0.0000	1.2000		
17	ASPH	9.0025	3.2330	1.58313	59.46
18	ASPH	-17.0238	0.4600		
19		-52.2330	0.5000	1.90366	31.31
20		12.6447	1.5345		
21		46.2818	2.9182	1.59282	68.62
22		-9.5695	D(22)		
23		100.3805	1.2000	1.80518	25.46
24		-28.6956	0.0100	1.56732	42.84
25		-28.6956	0.6000	1.80139	45.45
26	ASPH	19.7020	D(26)		
27		-10.7494	0.6300	1.80518	25.46
28		-17.3803	0.2000		
29		-4854.1028	2.1691	1.48749	70.44
30		-20.5041	D(30)		
31		0.0000	9.8000		
32		0.0000	2.8000	1.51680	64.20
33		0.0000	1.0000		

【００６１】

表１に示した非球面について、その形状を次式X(y)で表した場合の非球面係数及び円錐定数を表２に示す。

$$X(y)=(y^2/R)/\{1+(1-\varepsilon\cdot y^2/R^2)^{1/2}\}+A^4\cdot y^4+A6\cdot y^6+A8\cdot y^8+A10\cdot y^{10}$$

【００６２】
ここで、「X(y)」は光軸から垂直方向の高さｙにおける各非球面の頂点から光軸方向に沿った距離（サグ量）であり、「Ｒ」は基準球面の曲率半径（近軸曲率半径）であり、「ε」は円錐係数であり、「Ａ4,Ａ6,Ａ8,Ａ10」はそれぞれ非球面係数とする。
【００６３】
［表２］

ASPH	ε	A4	A6	A8	A10
7	1.0000	-1.81150e-006	-3.53409e-007	2.30973e-009	-1.22024e-011
17	1.0000	-1.28660e-004	1.17974e-006	-4.72888e-008	-2.76128e-009
18	1.0000	4.39407e-004	1.33550e-006	-1.82741e-007	0.00000e+000
26	1.0000	-2.01216e-005	-1.13690e-006	1.04261e-007	-2.22909e-009

【００６４】
次に、表３に数値実施例１の広角端状態(f=10.31)、中間焦点距離状態(f=41.50)及び望遠端状態(f=100.60)における面間隔を、焦点距離（f）、Ｆナンバー（Fno）、画角（ω）と共にそれぞれ示す。
【００６５】
［表３］

f	10.31	41.50	100.60
Fno	3.657	5.267	5.799
ω	40.1947	10.9138	4.5726
D(6)	0.9310	19.9590	33.2042
D(15)	19.0512	4.6009	1.6230
D(22)	1.9788	3.7822	0.5120
D(26)	7.0763	5.2729	8.5431
D(30)	0.0000	13.7884	20.1450

【００６６】
表４に数値実施例１の広角端状態(f=10.31)、中間焦点距離状態(f=41.50)及び望遠端状態(f=100.60)での近接物体合焦時の面間隔を、無限物体合焦時の焦点距離（f）、第１レンズ面から物体までの距離（D(0)）と共にそれぞれ示す。
【００６７】
［表４］

f	10.31	41.50	100.60
D(0)	919.86	901.49	884.90
D(22)	2.0430	4.3047	2.5769
D(26)	7.0121	4.7504	6.4782

【００６８】
上記数値実施例１のズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の球面収差、非点収差及び歪曲収差を図２に示す。また、図３には、当該ズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す。図４には、当該ズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す。
【実施例２】
【００６９】
（１）ズームレンズの構成例
図５に本実施例２のズームレンズのレンズ構成例を示す。図５に示すように、本実施例２のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、負の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、正の屈折力を有する正Ｃレンズ群としての第３レンズ群Ｇ３と、負の屈折力を有する負Ａレンズ群としての第４レンズ群Ｇ４と、負の屈折力を有する負Ｂレンズ群としての第５レンズ群Ｇ５とから構成されている。実施例１と同様に、第１レンズ群～第３レンズ群は上記物体側群を構成し、第４レンズ群及び第５レンズ群は上記像面側群を構成する。

【００７０】
第１レンズ群Ｇ１は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズＬ１と、正の屈折力を有するレンズＬ２とを接合した接合レンズと、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するメニスカスレンズＬ３とから構成される。第２レンズ群Ｇ２は、物体側から順に、物体側の面に非球面を有し、像面側の面が曲率の大きい凹面であり、負の屈折力を有するメニスカスレンズＬ４と、両凹レンズＬ５と、両凸レンズＬ６と、物体側に凹面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズＬ７とから構成される。第３レンズ群Ｇ３は、物体側から順に、両面が非球面である両凸レンズＬ８と、両凹レンズＬ９と、両凸レンズＬ１０とから構成される。第４レンズ群Ｇ４は、物体側から順に、両凸レンズＬ１１と像面側の面が非球面である両凹レンズＬ１２とを接合した接合レンズから構成される。第５レンズ群Ｇ５は、物体側に凹面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズＬ１３と、両凸レンズＬ１４とから構成される。

【００７１】
上記構成を有する本実施例２のズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍に際して、図５に矢印で示すように、第１レンズ群Ｇ１は物体側に移動し、第２レンズ群Ｇ２は像面側に凸の軌跡を描きながら移動し、第３レンズ群Ｇ３は物体側に移動し、第４レンズ群Ｇ４は第３レンズ群Ｇ３に対して像面側に凸の軌跡を描きながら移動し、第５レンズ群Ｇ５は物体側に移動する。また、無限遠から近接物体への合焦の際には、第４レンズ群Ｇ４が像面側に移動する。

【００７２】
（２）数値実施例
当該実施例２において、具体的数値を適用した数値実施例２のレンズデータを表５に示す。表５に示すレンズデータは、表１に示すレンズデータと同様のものである。

【００７３】
［表５］

NS		R	D	Nd	νd
1		65.0172	1.3000	1.91048	31.31
2		36.2100	0.0100	1.57046	42.84
3		36.2100	6.0000	1.49845	81.61
4		-2179.5150	0.2000		
5		35.2814	4.0027	1.62032	63.39
6		183.6531	D(6)		
7	ASPH	42.2125	0.2000	1.51700	49.96
8		42.6979	0.8000	1.91695	35.25
9		8.4806	4.0102		
10		-40.2053	0.6500	1.91695	35.25
11		19.8739	0.4000		
12		15.7705	2.9108	1.93323	20.88
13		-39.4484	0.7583		
14		-17.4656	0.6000	1.77621	49.62
15		-52.0671	D(15)		
16	STOP	0.0000	1.2000		
17	ASPH	8.5883	3.0750	1.58547	59.46
18	ASPH	-25.0697	0.4400		
19		171.5901	0.5000	1.91048	31.31
20		10.4093	1.6207		
21		25.6522	3.1313	1.59489	68.62
22		-9.9776	D(22)		
23		46.2354	1.2000	1.81263	25.46
24		-53.2640	0.0100	1.57046	42.84

25	-53.2640	0.6000	1.80558	45.45
26 ASPH	13.2084	D(26)		
27	-11.9913	0.6300	1.81263	25.46
28	-21.7212	0.2000		
29	57.2469	2.1490	1.48914	70.44
30	-29.7248	D(30)		
31	0.0000	2.8000	1.51872	64.20
32	0.0000	1.0000		

【００７４】

表５に示した非球面について、表２と同様にその非球面係数及び円錐定数を表６に示す。

【００７５】

［表６］

ASPH	ε	A4	A6	A8	A10
7	1.0000	8.18698e-006	-2.73054e-007	1.74363e-009	-8.23298e-012
17	1.0000	-1.01823e-004	2.84220e-006	-6.99155e-008	-7.96183e-010
18	1.0000	4.60590e-004	3.18830e-006	-1.41926e-007	0.00000e+000
26	1.0000	-1.47382e-005	-1.68264e-006	1.30906e-007	-2.85225e-009

【００７６】

次に、表７に数値実施例２の広角端状態(f=10.30)、中間焦点距離状態(f=38.91)及び望遠端状態(f=100.21)における面間隔を、焦点距離（f）、Ｆナンバー（Fno）、画角（ω）、と共にそれぞれ示す。

【００７７】

［表７］

f	10.30	38.91	100.21
Fno	3.6579	5.0177	5.8760
ω	40.250	11.571	4.601
D(6)	0.9300	21.0041	33.8012
D(15)	19.9939	5.7856	1.5907
D(22)	1.3754	2.5090	0.5000
D(26)	6.4996	5.3660	7.3750
D(30)	9.8031	20.7424	28.8244

【００７８】

表８に数値実施例２の広角端状態(f=10.30)、中間焦点距離状態(f=38.91)及び望遠端状態(f=100.21)における近接物体合焦時の面間隔を、無限物体合焦時の焦点距離（f）、第１レンズ面から物体までの距離（D(0)）と共にそれぞれ示す。

【００７９】

［表８］

f	10.30	38.91	100.21
D(0)	921.00	904.19	887.51
D(22)	1.4167	2.8588	1.9523
D(26)	6.4584	5.0162	5.9227

【００８０】

上記数値実施例２のズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の球面収差、非点収差及び歪曲収差を図６に示す。また、図７には、当該ズームレンズの中間焦点距離状態における無限遠合焦時の球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す。図８には、当該ズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す。

【実施例３】

【００８１】

（１）ズームレンズの構成例

図９に、実施例３のズームレンズのレンズ構成例を示す。図９に示すように、本実施例３のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第１レンズ群Ｇ１と、負の屈折力を有する第２レンズ群Ｇ２と、正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正Ｃレンズ群としての第４レンズ群Ｇ４と、負の屈折力を有する負Ａレンズ群としての第５レンズ群Ｇ５と、負の屈折力を有する負Ｂレンズ群としての第６レンズ群Ｇ６とから構成されている。

【００８２】

第１レンズ群Ｇ１は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズＬ１と、正の屈折力を有するレンズＬ２とを接合した接合レンズと、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズＬ３とから構成される。第２レンズ群Ｇ２は、物体側から順に、両凹レンズＬ４と、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するメニスカスレンズＬ５と、物体側に凹面を向けた負の屈折力を有するレンズＬ６とから構成される。

第３レンズ群Ｇ３は、物体側から順に両凸レンズＬ７と、両凸レンズＬ８と、両凸レンズＬ９と両凹レンズＬ１０とを接合した接合レンズと、両凹レンズＬ１１と物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するＬ１２とを接合した接合レンズとから構成される。第４レンズ群Ｇ４は、物体側から順に、両凸レンズＬ１３と、両凸レンズＬ１４と両凹レンズＬ１５とを接合した接合レンズとから構成される。第５レンズ群Ｇ５は、両凸レンズＬ１６と両凹レンズＬ１７とを接合した接合レンズから構成される。第６レンズ群Ｇ６は、物体側に凹面を向けた負の屈折力を有するレンズＬ１８から構成される。

【００８３】

上記構成を有する本実施例３のズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍に際して、図９に矢印で示すように、第１レンズ群Ｇ１は物体側に移動し、第２レンズ群Ｇ２は固定群であり像面に対し固定されており、第３レンズ群Ｇ３は物体側に移動し、第４レンズ群Ｇ４は物体側に移動し、第５レンズ群Ｇ５は物体側に移動し、第６レンズ群Ｇ６は物体側に移動する。また、無限遠から近接物体への合焦の際には、第５レンズ群Ｇ５が像面側に移動する。

【００８４】

（２）数値実施例

当該実施例３において、具体的数値を適用した数値実施例３のレンズデータを表９に示す。

［表９］

NS	R	D	Nd	νd
1	249.5578	1.5000	1.83400	37.34
2	76.6801	0.0100	1.56732	42.84
3	76.6801	5.4040	1.49700	81.61
4	-415.9125	0.1500		
5	74.9171	5.1230	1.48749	70.44
6	-373.1804	D(6)		
7	-113.5760	0.8000	1.74546	49.68
8	18.2990	0.0100	1.56732	42.84
9	18.2990	2.5665	1.80518	25.46
10	69.1683	1.9870		
11	-41.5554	0.8000	1.80420	46.50
12	1027.6603	D(12)		
13	34.0523	3.3030	1.49700	81.61
14	-52.3911	0.1000		
15	47.0749	2.1776	1.48749	70.44
16	-106.4688	0.1000		
17	30.8990	3.4205	1.48749	70.44

18	-33.1763	0.0100	1.56732	42.84
19	-33.1763	0.8000	1.90888	34.10
20	66.1108	6.8000		
21	-503.4365	0.7000	1.77554	43.58
22	15.8629	0.0100	1.56732	42.84
23	15.8629	2.1182	1.90366	31.31
24	40.2035	2.4723		
25 STOP	0.0000	D(25)		
26	54.7228	2.3101	1.60241	37.99
27	-29.1238	0.1000		
28	21.8055	2.9393	1.52364	53.81
29	-24.6681	0.0100	1.56732	42.84
30	-24.6681	0.6750	1.90366	31.31
31	80.8965	D(31)		
32	49.9105	1.5000	1.80518	25.46
33	-60.6167	0.0100	1.56732	42.84
34	-60.6167	0.5880	1.76157	48.92
35	16.7139	D(35)		
36	-25.3286	0.9400	1.48749	70.44
37	-95.5860	D(37)		
38	0.0000	2.8000	1.51680	64.20
39	0.0000	1.0000		

【００８５】

次に、表１０に数値実施例３の広角端状態(f=72.10)、中間焦点距離状態(f= 148.41)及び望遠端状態(f=291.00)の面間隔を、焦点距離（f）、Ｆナンバー（Fno）、画角（ω）と共にそれぞれ示す。

【００８６】

［表１０］

f	72.10	148.41	291.00
Fno	4.2519	4.9044	6.3077
ω	6.488	3.162	1.614
D(6)	27.2994	56.7662	66.8379
D(12)	24.1336	17.3427	1.5720
D(25)	5.0483	4.0747	6.4009
D(31)	4.4201	1.5040	2.8355
D(35)	11.7641	14.6802	13.3487
D(37)	18.6600	26.4245	39.8695

【００８７】

表１１に数値実施例３の広角端状態(f=14.43)、中間焦点距離状態(f=57.85)及び望遠端状態(f=145.40)における近接物体合焦時の面間隔を、無限物体合焦時の焦点距離（f）、第１レンズ面から物体までの距離（D(0)）と共にそれぞれ示す。

【００８８】

［表１１］

f	72.10	148.41	291.00
D(0)	1055.44	1025.97	1015.90
D(31)	5.6636	4.7678	11.7660
D(35)	10.5206	11.4164	4.4182

【００８９】

上記数値実施例３のズームレンズの広角端状態における無限遠合焦時の球面収差、非点収差及び歪曲収差を図１０に示す。また、図１１には、当該ズームレンズの中間焦点距離

状態における無限遠合焦時の球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す。図１２には、当該ズームレンズの望遠端状態における無限遠合焦時の球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す。

【００９０】

表１２に実施例１～実施例３のズームレンズにおいて、具体的数値を適用したときの上記条件式（１）～条件式（５）の各値を示す。

【００９１】

［表１２］

	実施例1	実施例2	実施例3
条件式（１）	-0.971	-0.975	-1.086
条件式（２）	-4.905	-6.807	-8.828
条件式（３）	2.502	2.857	3.380
条件式（４）	1.348	1.370	1.180
条件式（５）	1.788	1.828	0.869

【産業上の利用可能性】

【００９２】

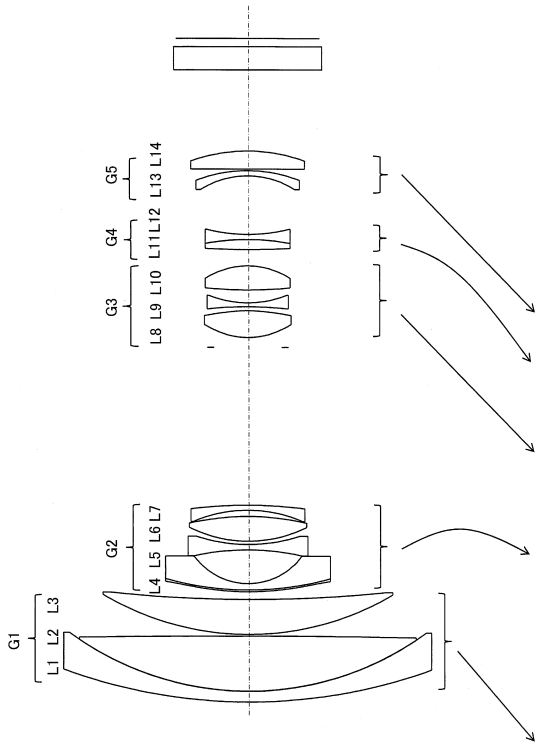
本本件発明によれば、いわゆるテレフォトタイプの望遠系を採用し、リアフォーアス式とすることにより、ズーミング及びフォーカシングの際の各レンズ群の移動量を最小に抑制することにより、小型で、高い結像性能を有し、高い変倍率を実現するとともに、高速オートフォーカスを実現可能なズームレンズ及び当該ズームレンズを備えた撮像装置を提供することができる。このため、例えば、マイクロフォーサーズ規格等の小型の撮像システムに好適なズームレンズとすることができる。

【符号の説明】

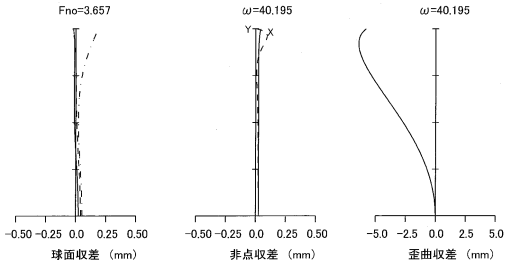
【００９３】

Ｇ１・・・第１レンズ群
Ｇ２・・・第２レンズ群
Ｇ３・・・正Ｃレンズ群
Ｇ４・・・負Ａレンズ群
Ｇ５・・・負Ｂレンズ群
ＳＴＯＰ・・・絞り

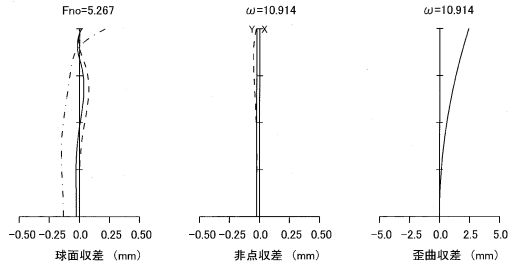
【図１】


G5
L13 L14
G4
L11L12
G3
L8 L9 L10
G2
L4 L5 L6 L7
G1
L1 L2 L3

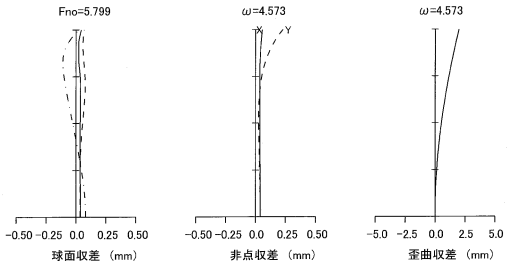
【図２】


Fno=3.657
ω=40.195
ω=40.195
−0.50 −0.25 0.0 0.25 0.50
球面収差（mm）
−0.50 −0.25 0.0 0.25 0.50
非点収差（mm）
−5.0 −2.5 0.0 2.5 5.0
歪曲収差（mm）

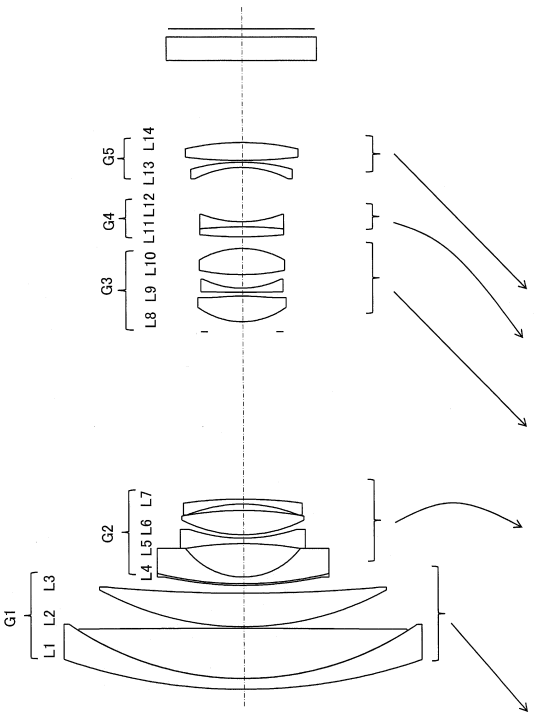
【図３】


Fno=5.267
ω=10.914
ω=10.914
−0.50 −0.25 0.0 0.25 0.50
球面収差（mm）
−0.50 −0.25 0.0 0.25 0.50
非点収差（mm）
−5.0 −2.5 0.0 2.5 5.0
歪曲収差（mm）

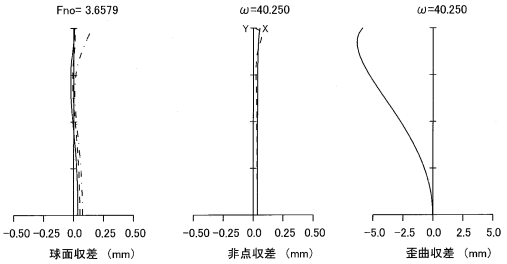
【図４】


Fno=5.799
ω=4.573
ω=4.573
−0.50 −0.25 0.0 0.25 0.50
球面収差（mm）
−0.50 −0.25 0.0 0.25 0.50
非点収差（mm）
−5.0 −2.5 0.0 2.5 5.0
歪曲収差（mm）

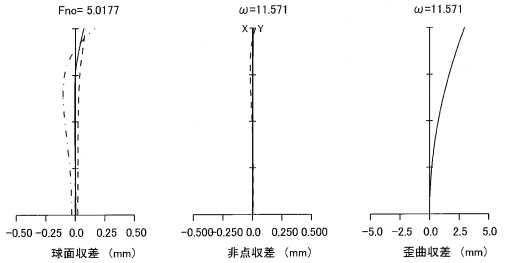
【図５】


G5
L13 L14
G4
L11L12
G3
L8 L9 L10
G2
L4 L5 L6 L7
G1
L1 L2 L3

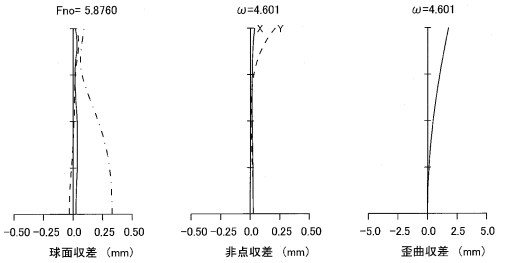
【図６】



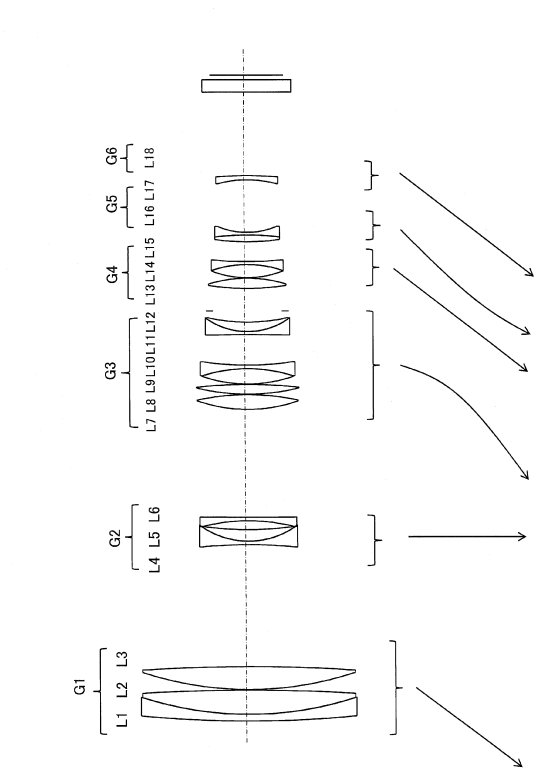
【図７】



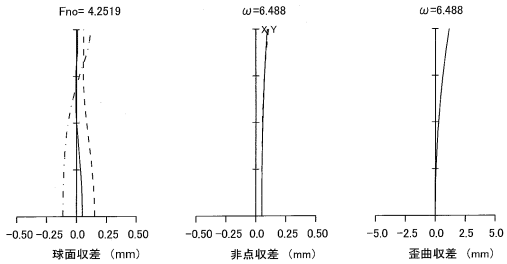
【図８】



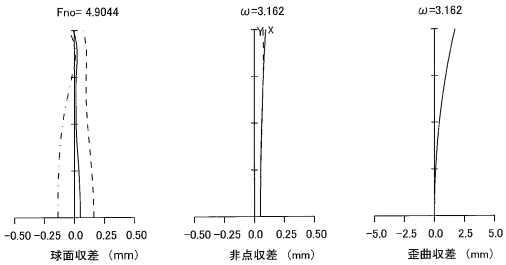
【図９】



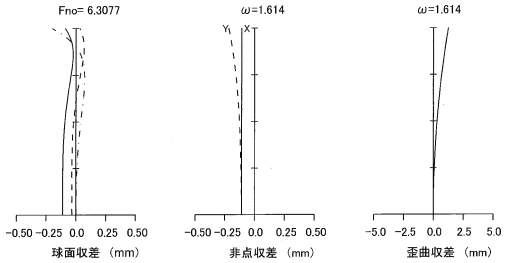
【図１０】



【図１１】



【図１２】


Fno= 6.3077
ω=1.614
ω=1.614
Y
X
−0.50 −0.25 0.0 0.25 0.50
球面収差 （mm）
−0.50 −0.25 0.0 0.25 0.50
非点収差 （mm）
−5.0 −2.5 0.0 2.5 5.0
歪曲収差 （mm）

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平１０－３３３０３９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－０４４２４６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－２４７９６２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－２０９３４７（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１１／０２８６１０５（ＵＳ，Ａ１）
特開２０１４－２１９６１６（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１４／０３３３８２１（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０２Ｂ９／００－１７／０８，２１／０２－２１／０４，２５／００－２５／０４