(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6189637号
(P6189637)
(45)発行日　平成29年8月30日(2017.8.30)　(24)登録日　平成29年8月10日(2017.8.10)

(51)Int.Cl.　　F I
G02B 15/20 (2006.01)　　G02B 15/20
G02B 13/18 (2006.01)　　G02B 13/18

請求項の数 7　(全 33 頁)

(21)出願番号　特願2013-108447(P2013-108447)
(22)出願日　平成25年5月22日(2013.5.22)
(65)公開番号　特開2014-228711(P2014-228711A)
(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　瀬戸　息吹

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、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、正の屈折力を有する第３レンズ群と、負の屈折力を有する第４レンズ群と、負の屈折力を有する第５レンズ群とを少なくとも有し、
前記第４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、
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。
【数１】

$$2.1 < \beta rt < 3.5 \quad \cdots\cdots (1)$$

$$0.7 < m1/\sqrt{(fw \times ft)} < 1.2 \quad \cdots\cdots (2)$$

但し、
βｒｔ：　第３レンズ群より像面側に位置するレンズ群の望遠端における無限合焦時の合成横倍率
ｍ１　：　第１レンズ群が広角端から望遠端まで変倍する際に移動する移動量
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

【数２】

$$(1-\beta 4t^2)\times\beta zt^2 < -4.5 \quad \cdots\cdots (6)$$

但し、

$\beta 4t$ ： 第４レンズ群の望遠端における横倍率

βzt ： 第４レンズ群より像面側に位置するレンズ群の望遠端における合成横倍率

【数３】

$$1.35 < f1/\sqrt{(fw\times ft)} < 2.00 \quad \cdots\cdots (7)'$$

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２】

前記第２レンズ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４】

$$3.5 < \beta 2t/\beta 2w < 8.0 \quad \cdots\cdots (3)$$

但し、

$\beta 2t$ ： 第２レンズ群の望遠端における横倍率

$\beta 2w$ ： 第２レンズ群の広角端における横倍率

【請求項３】

前記第２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５】

$$-2.0 < \beta 2t < -0.9 \quad \cdots\cdots (4)$$

但し、

$\beta 2t$ ： 第２レンズ群の望遠端における横倍率

【請求項４】

前記第４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６】

$$1.05 < \beta 4t/\beta 4w < 1.45 \quad \cdots\cdots (5)$$

但し、

$\beta 4t$ ： 第４レンズ群の望遠端における横倍率

$\beta 4w$ ： 第４レンズ群の広角端における横倍率

【請求項５】

広角端から望遠端に変倍する際に、前記第３レンズ群と前記第５レンズ群とが同じ軌跡で移動する請求項１から請求項４のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項６】

広角端から望遠端に変倍する際に、前記第４レンズ群が前記第３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請求項１から請求項５のいずれか一項に記載のズームレンズ。
【請求項７】
請求項１～請求項６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、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。例えば、特許文献１には、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た小型のズームレンズが提案されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００６－２５１４６２号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
ところで、ズームレンズには、高い結像性能と共に望遠化に対する要望がある。特に、３５ｍｍフィルム換算したときに、焦点距離が３００ｍｍを超える望遠系ズームレンズに対する強い要望がある。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、可動レンズ群を増やすことにより、高い結像性能を実現しているものの、望遠端における焦点距離は３５ｍｍフィルム換算したときに１４５ｍｍ未満であり、上記望遠化への要望には十分応えられておらず、より変倍率の高いズームレンズが求められる。
【０００５】
また、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、このような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レンズから構成される第４レンズ群をフォーカスレンズ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おらず、ズームレンズのより一層の小型化が求められる。
【０００６】
そこで、本件発明の課題は、高い結像性能を有し、高い変倍率を実現すると共に、小型の望遠系の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】
【０００７】
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を採用することで上記課題を達成するに到った。
【０００８】
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、正の屈折力を有する第３レンズ群と、負の屈折力を有する第４レンズ群と、負の屈折力を有する第５レンズ群とを少なくとも有し、前記第４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、以下の条件式を満足することを特徴とする。

【０００９】

【数１】

$$2.1 < \beta rt < 3.5 \quad \cdots\cdots (1)$$

$$0.7 < m1/\sqrt{(fw \times ft)} < 1.2 \quad \cdots\cdots (2)$$

但し、

βｒｔ：第３レンズ群より像面側に位置するレンズ群の望遠端における無限合焦時の合成横倍率

ｍ１：第１レンズ群が広角端から望遠端まで変倍する際に移動する移動量

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

【００１０】

【数２】

$$(1-\beta 4t^2) \times \beta zt^2 < -4.5 \quad \cdots\cdots (6)$$

但し、

β４ｔ：第４レンズ群の望遠端における横倍率

βｚｔ：第４レンズ群より像面側に位置するレンズ群の望遠端における合成横倍率

【００１１】

本件発明に係るズームレンズにおいて、前記第２レンズ群が以下の条件式を満足することが好ましい。

【００１２】

【数３】

$$3.5 < \beta 2t/\beta 2w < 8.0 \quad \cdots\cdots (3)$$

但し、

β２ｔ：第２レンズ群の望遠端における横倍率

β２ｗ：第２レンズ群の広角端における横倍率

【００１３】

本件発明に係るズームレンズにおいて、前記第２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】

$$-2.0 < \beta 2t < -0.9 \quad \cdots\cdots (4)$$

但し、

β２ｔ：第２レンズ群の望遠端における横倍率

【００１４】

本件発明に係るズームレンズにおいて、前記第４レンズ群が以下の条件式を満足することが好ましい。

【数５】

$$1.05 < \beta 4t / \beta 4w < 1.45 \quad \cdots\cdots (5)$$

但し、

$\beta 4t$ ： 第４レンズ群の望遠端における横倍率

$\beta 4w$ ： 第４レンズ群の広角端における横倍率

【００１５】

本件発明に係るズームレンズにおいて、広角端から望遠端に変倍する際に、前記第３レンズ群と前記第５レンズ群とが同じ軌跡で移動することが好ましい。

【００１６】

本件発明に係るズームレンズにおいて、広角端から望遠端に変倍する際に、前記第４レンズ群が前記第３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。

【００１７】

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６】

$$1.2 < f1 / \sqrt{(fw \times ft)} < 2.1 \quad \cdots\cdots (7)$$

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

【００１８】

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。

【発明の効果】

【００１９】

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、ズーミングの際の各レンズ群の移動量を最小に抑制し、高い結像性能を実現すると共に、高い変倍率を達成し、且つ、小型の望遠系の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】

【００２０】

【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。
【図１３】本件発明の実施例４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１４】本件発明の実施例４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１５】本件発明の実施例４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、非点収差及び歪曲収差図である。
【図１６】本件発明の実施例４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１７】本件発明の実施例５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１８】本件発明の実施例５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１９】本件発明の実施例５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２０】本件発明の実施例５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２１】本件発明の実施例６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２２】本件発明の実施例６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２３】本件発明の実施例６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２４】本件発明の実施例６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】
【００２１】
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。
【００２２】
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、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、正の屈折力を有する第３レンズ群と、負の屈折力を有する第４レンズ群と、負の屈折力を有する第５レンズ群とを少なくとも有し、第４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。
【００２３】
本件発明に係るズームレンズは、いわゆるテレフォトタイプのズームレンズであり、上記第１レンズ群～第３レンズ群は全体として正の屈折力を有する物体側群であり、第４レンズ群～最終レンズ群は全体として負の屈折力を有する像面側群である。なお、最終レン

ズ群とは、最も像面側に配置されるレンズ群をいう。第５レンズ群に後続するレンズ群がない場合には第５レンズ群が最終レンズ群となる。本件発明では、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。

【００２４】

また、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、像面側群をフォーカス群である第４レンズ群に対して、負の屈折力を有する第５レンズ群を配置している。このように、第４レンズ群及び第５レンズ群の屈折力をそれぞれ負の屈折力とすることにより、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。

【００２５】

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。

【００２６】

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。

【００２７】

（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、第４レンズ群をフォーカス群とし、そして、第４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第４レンズ群をフォーカス群とすることにより、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、当該ズームレンズの小型化を図ることができる。

【００２８】

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、第４レンズ群の屈折力を負、第５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、第４レンズ群をフォーカス群としたとき、第４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第４レンズ群の移動に伴い収差変動や変倍作用が生じる。そこで、本件発明では、第４レンズ群に後続する第５レンズ群についても負の屈折力を配分することにより、第４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変倍作用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。

【００２９】
（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、変倍時に第１レンズ群～第５レンズ群の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。
【００３０】
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、変倍時に第３レンズ群及び第５レンズ群を同じ軌跡を描くように一体に移動させることが好ましい。第４レンズ群の前後に配置される第３レンズ群と第５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、第３レンズ群及び第５レンズ群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、第３レンズ群と第５レンズ群とがユニット化されるため、第４レンズ群の移動を案内するための案内軸を第３レンズ群内の各レンズを保持するレンズ保持枠と、第５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、第４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。
【００３１】
さらに、本件発明では、広角端から望遠端に変倍する際に、第４レンズ群が第３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。変倍時に第４レンズ群をこのように移動させることにより、第３レンズ群と第５レンズ群とを同じ軌跡で移動させた場合も、第３レンズ群と第４レンズ群との間隔、第４レンズ群と第５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。
【００３２】
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。上記においては詳述しなかったが、実施例に記載するように第５レンズ群に後続する１又は複数の他のレンズ群を備えていてもよい。また、第５レンズ群に後続するレンズ群は正の屈折力を有するものであっても、負の屈折力を有するものであってもよい。しかしながら、本件発明では、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し、小型のズームレンズを提供することを目的の一つとしている。像面側群を構成するレンズ群の数が増加すると、各レンズ群に配分する屈折力を強くすることが困難になり、テレフォト傾向が弱まり、望遠端における光学全長の増加を光学的に抑制することが困難になる。また、レンズ群の数が増加すると、物理的にも光学全長が増加する。従って、小型のズームレンズを提供するという観点から、第５レンズ群に後続するレンズ群の数は１以下であることが好ましい。
【００３３】
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

）と共に、後述する条件式（６）を満足することを特徴とし、後述する条件式（３）～条件式（５）及び条件式（７）を満足することが好ましい。

【００３４】

【数７】

$$2.1 < \beta rt < 3.5 \quad \cdots\cdots(1)$$

$$0.7 < m1/\sqrt{(fw \times ft)} < 1.2 \quad \cdots\cdots(2)$$

但し、

βｒｔ：　第３レンズ群より像面側に位置するレンズ群の望遠端における無限合焦時の合成横倍率

ｍ１　：　第１レンズ群が広角端から望遠端まで変倍する際に移動する移動量

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

【００３５】

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３レンズ群よりも像面側に配置されたレンズ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、第４レンズ群～最終レンズ群を指し、上記「βｒｔ」は第４群～最終レンズ群までの合成横倍率を示す。また、最終レンズ群とは、当該ズームレンズを構成する全レンズ群において、最も像面側に配置されたレンズ群を指し、第５レンズ群に後続するレンズ群がない場合には第５レンズ群が最終レンズ群に該当する。

【００３６】

当該条件式（１）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（１）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。

【００３７】

当該条件式（１）の下限値を下回る場合、像面側群における横倍率が小さくなるため、望遠化を実現するには、物体側群（第１レンズ群～第３レンズ群）の焦点距離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（１）の上限値を超える場合、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（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。

【００３８】

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より好ましい。

$2.2 < \beta rt < 3.5 \quad \cdots\cdots(1)'$

【００３９】

また、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さらに好ましい。

$2.3 < \beta rt < 3.5 \quad \cdots\cdots(1)''$

【００４０】

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、第１レンズ群が広角端から望遠端まで変倍する際に移動する移動量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、広角端と望遠端とにおける光学全長の差を適正な範囲内に抑制することができる。

【００４１】

条件式（２）の下限値を下回る場合、第１レンズ群の移動量が小さくなるため、高い変倍率を実現するには、各レンズ群の屈折力を強くする必要が生じる。また、各レンズ群の屈折力を強くした場合、高い結像性能を実現するには、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、当該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（２）の上限値を超える場合、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。このため、最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。

【００４２】

これらの観点から、条件式（２）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。

$0.75 < m1/\sqrt{(fw \times ft)} < 1.15$　・・・・・・(2)’

【００４３】

１－３－３．条件式（３）

次に、条件式（３）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２レンズ群が以下の条件式を満足することが好ましい。

【００４４】

【数８】

$$3.5 < \beta 2t / \beta 2w < 8.0 \quad \cdots\cdots (3)$$

但し、

$\beta 2t$　：　第２レンズ群の望遠端における横倍率

$\beta 2w$　：　第２レンズ群の広角端における横倍率

【００４５】

条件式（３）は、第２レンズ群の変倍比を規定するための条件式である。条件式（３）を満足することにより、第２レンズ群における変倍寄与率が大きくなり、当該ズームレンズ全体の変倍率を高くした場合も、高い結像性能を実現しながら、レンズ枚数の増加を抑制することができ当該ズームレンズの小型化を図ることが容易になる。条件式（３）の下限値を下回る場合、第２レンズ群の変倍寄与率が小さくなり、当該ズームレンズ全体の変倍率を高くすることが困難になる。一方、条件式（３）の上限値を超える場合、第２レンズ群における変倍寄与率が大きくなりすぎ、高い結像性能を実現するには、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、当該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。

【００４６】

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。

$3.5 < \beta 2t / \beta 2w < 7.5$　・・・・・・(3)’

【００４７】

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。

$3.7 < \beta 2t / \beta 2w < 7.0$　・・・・・・(3)’’

【００４８】

１－３－４．条件式（４）

次に、条件式（４）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２レ

ンズ群が以下の条件式（４）を満足することが好ましい。
【００４９】
【数９】

$$-2.0 < \beta 2t < -0.9 \quad \cdots\cdots (4)$$

但し、
$\beta 2t$ ： 第２レンズ群の望遠端における横倍率

【００５０】
条件式（４）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（４）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（４）の下限値を下回る場合、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（４）の上限値を超える場合、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、条件式（１）において述べた理由と同様の理由から、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り、光学全長を抑制することも困難になる。このように、当該条件式（４）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。
【００５１】
これらの観点から、条件式（４）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。

$$-1.80 < \beta 2t < -0.94 \quad \cdots\cdots (4)'$$

【００５２】
また、条件式（４）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。

$$-1.60 < \beta 2t < -0.94 \quad \cdots\cdots (4)''$$

【００５３】
さらに、条件式（４）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。

$$-1.50 < \beta 2t < -0.94 \quad \cdots\cdots (4)'''$$

【００５４】
１－３－５．条件式（５）
本件発明に係るズームレンズにおいて、第４レンズ群が以下の条件式（５）を満足することが好ましい。
【００５５】
【数１０】

$$1.05 < \beta 4t / \beta 4w < 1.45 \quad \cdots\cdots (5)$$

但し、
$\beta 4t$ ： 第４レンズ群の望遠端における横倍率
$\beta 4w$ ： 第４レンズ群の広角端における横倍率

【００５６】
条件式（５）は、第４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、第４レンズ群をフォーカス群とし、合焦時には第４レンズ群のみが移動する。条件式（５）を満足することにより、第４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変倍作用を抑制することが容易になる。その結果、第４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。

【００５７】

１－３－６．条件式（６）

本件発明に係るズームレンズにおいて、第４レンズ群が以下の条件式（６）を満足することがより好ましい。

【００５８】

【数１１】

$$(1-\beta 4t^2)\times\beta zt^2 < -4.5 \quad \cdots\cdots (6)$$

但し、

$\beta 4t$ ： 第４レンズ群の望遠端における横倍率

βzt ： 第４レンズ群より像面側に位置するレンズ群の望遠端における合成横倍率

【００５９】

条件式（６）は、第４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。第４レンズ群より像面側に位置するレンズ群の望遠端における合成横倍率、すなわち、望遠端における第５レンズ群以降のレンズ群の合成横倍率を条件式（６）を満足するようにすることにより、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、合焦時における第４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（６）の上限を超える場合、ピント敏感度が小さくなるため、合焦時における第４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。

【００６０】

１－３－７．条件式（７）

次に、条件式（７）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（７）を満足することが好ましい。

【００６１】

【数１２】

$$1.2 < f1/\sqrt{(fw\times ft)} < 2.1 \quad \cdots\cdots (7)$$

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

【００６２】

条件式（７）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（７）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ため、当該ズームレンズの小型化を図る上で好ましい。

【００６３】

条件式（７）の下限値を下回る場合、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（７）の上限値を超える場合、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ため、条件式（２）において述べた理由と同様の理由から、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。

【００６４】

これらの観点から、条件式（７）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。

$1.35 < f1/\sqrt{(fw \times ft)} < 2.00$ ・・・・・・(7)’

【００６５】

また、条件式（７）は、以下の条件を満足することが、上記効果を得る上で、さｒにあ好ましい。

$1.35 < f1/\sqrt{(fw \times ft)} < 1.90$ ・・・・・・(7)’’

【００６６】

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マイクロフォーサーズ規格の撮像素子の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。

【００６７】

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】

【００６８】

（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第３レンズ群Ｇ３と、負の屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、負の屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５と、正の屈折力を有する第６レンズ群Ｇ６とから構成されている。

【００６９】

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な凹面であり、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から構成される。第６レンズ群Ｇ６は、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から構成される。

【００７０】

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は物体側に移動し、第６レンズ群Ｇ６は固定群であり、像面に対して固定である。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。

【００７１】

（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。

【００７２】

［表１］

NS		R	D	Nd	νｄ
1		63.6829	1.3000	1.91048	31.31
2		36.5043	0.0100	1.57046	42.84
3		36.5043	5.9600	1.49845	81.61
4		-852.9715	0.2000		
5		34.2606	4.0000	1.62032	63.39
6		151.8569	D(6)		
7	ASPH	54.3406	0.2000	1.51700	49.96
8		54.6285	0.8000	1.91695	35.25
9		8.9090	4.0317		
10		-30.8661	0.6500	1.91695	35.25
11		23.5188	0.4000		
12		17.7113	2.9807	1.93323	20.88
13		-28.4855	0.7683		
14		-16.2247	0.6000	1.77621	49.62
15		-51.4542	D(15)		
16	STOP	0.0000	1.2000		
17	ASPH	9.1792	2.8596	1.58547	59.46
18	ASPH	-21.2748	0.3952		
19		-469.2779	0.5000	1.89461	30.74
20		11.3473	1.6070		
21		27.4927	3.2402	1.59489	68.62
22		-9.5668	D(22)		
23		48.0920	1.2000	1.81263	25.46
24		-93.4000	0.0100	1.57046	42.84
25		-93.4000	0.6000	1.80558	45.45
26	ASPH	13.0486	D(26)		
27		-12.9322	0.6300	1.81263	25.46
28		-18.8160	D(28)		
29		-147.0832	1.9501	1.73234	54.67
30		-35.3238	9.8000		
31		0.0000	2.8000	1.51872	64.20
32		0.0000	1.0000		

【００７３】

また、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。

【００７４】

X(y)＝（ｙ2／Ｒ）／〔１＋（１－ε・ｙ2／Ｒ2）1/2〕＋Ａ4・ｙ4＋Ａ6・ｙ6＋Ａ8・ｙ8＋Ａ10・ｙ10

【００７５】

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。

【００７６】

［表２］

ASPH	ε	A4	A6	A8	A10
7	1.0000	1.91163e-005	-4.04139e-007	3.49343e-009	-1.49337e-011
17	1.0000	-1.14585e-004	4.99824e-006	-1.46840e-007	-1.08200e-009
18	1.0000	4.60442e-004	5.38067e-006	-2.32614e-007	0.00000e+000
26	1.0000	-6.79774e-006	-5.35988e-008	4.43501e-009	-9.66065e-011

【００７７】

次に、表３に数値実施例１の広角端状態(f=10.30)、中間焦点距離状態(f=30.47)及び望遠端状態(f=97.97)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。

【００７８】

［表３］

f	10.30	30.47	97.97
Fno	3.6490	5.0069	5.7049
ω	40.281	11.231	4.671
D(6)	0.9300	15.4076	32.7201
D(15)	20.1523	7.8284	1.9719
D(22)	1.2330	2.6313	1.5000
D(26)	7.2929	5.8946	7.0259
D(28)	0.4190	11.1985	17.2290

【００７９】

表４に数値実施例１の広角端状態(f=10.30)、中間焦点距離状態(f=30.47)及び望遠端状態(f=97.97)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。

【００８０】

［表４］

f	10.30	30.47	97.97
D(0)	920.28	903.19	889.86
D(22)	1.2704	3.3008	2.9038
D(26)	7.2555	5.2251	5.6221

【００８１】

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。ここで、各球面収差図において、縦軸は瞳径の割合を示し、横軸はデフォーカスを示し、実線がｄ線、破線がＣ線、１点鎖線がｇ線における球面収差を示している。また、各非点収差図において、縦軸は像高を示し、横軸はデフォーカスを示し、実線がサジタル、破線がメリジオナルにおける各像面を示す。さらに、各歪曲収差図では、縦軸は像高を示し、横軸は％で表している。なお、これらは後述する図６～図８、図１０～図１２、図１４～図１６、図１８～図２０、図２２～図２４において同じである。

【実施例２】

【００８２】

（１）ズームレンズのレンズ構成例

図５に、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第３レンズ群Ｇ３と、負の屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、負の屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５と、正の屈折力を有する第６レンズ群Ｇ６とから構成されている。

【００８３】

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な凹面であり、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、像面側に凹面を向けた負レンズＬ９と、物体側の面が非球面である両凸レンズＬ１０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Ｌ１１とを接合した接合レンズと、像面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Ｌ１２と両凸レンズＬ１３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Ｌ１４と両凹レンズＬ１５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Ｌ１６から構成される。第６レンズ群Ｇ６は、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Ｌ１７から構成される。

【００８４】

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は物体側に移動し、第６レンズ群Ｇ６は固定群であり、像面に対し固定である。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。

【００８５】

（２）数値実施例

当該本実施例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。

【００８６】

［表５］

NS	R	D	Nd	νd
1	71.8184	1.3000	1.91048	31.31
2	38.1169	0.0100	1.57046	42.84
3	38.1169	4.5000	1.49845	81.61
4	-271.5053	0.2000		
5	34.2543	3.5128	1.62032	63.39
6	144.7606	D(6)		
7 ASPH	51.0704	0.2000	1.51700	49.96
8	43.5620	0.7600	1.91695	35.25
9	9.1890	3.7360		
10	-21.5757	0.6040	1.91695	35.25
11	29.1538	0.4000		
12	20.4299	2.7524	1.93323	20.88
13	-21.6790	0.7155		
14	-12.4871	0.5960	1.77621	49.62

15		-39.8843	D(15)		
16	STOP	0.0000	1.2000		
17	ASPH	10.5362	2.8018	1.58547	59.46
18	ASPH	-22.5427	0.2000		
19		158.7690	0.5000	1.83945	42.72
20		12.7924	1.5947		
21	ASPH	43.3184	2.3000	1.58547	59.46
22		-12.8698	0.0100	1.57046	42.84
23		-12.8698	0.4670	1.91048	31.31
24		-21.0076	0.8760		
25		64.1680	0.4670	1.91695	35.25
26		15.3783	0.0100	1.57046	42.84
27		15.3783	3.0765	1.62032	63.39
28		-13.0505	D(28)		
29		41.5408	1.3000	1.81263	25.46
30		-58.6162	0.0100	1.57046	42.84
31		-58.6162	0.4830	1.80831	46.50
32		12.0837	D(32)		
33		-15.2307	0.6300	1.81263	25.46
34		-23.6034	D(34)		
35		-87.2068	1.9569	1.73234	54.67
36		-27.2049	9.8000		
37		0.0000	2.8000	1.51872	64.20
38		0.0000	1.0000		

【００８７】

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。

【００８８】

［表６］

ASPH	ε	A4	A6	A8	A10
7	1.0000	2.99229e-005	-2.77911e-007	4.08113e-009	-6.45590e-012
17	1.0000	-9.24021e-005	-2.03212e-006	1.09833e-007	-3.07901e-009
18	1.0000	2.42296e-004	-3.20842e-006	1.17483e-007	-3.05003e-009
21	1.0000	-1.20912e-005	-1.01954e-006	2.87946e-008	-2.68033e-010

【００８９】

次に、表７に数値実施例１の広角端状態(f=10.30)、中間焦点距離状態(f=30.47)及び望遠端状態(f=97.97)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。

【００９０】

［表７］

f	11.22	63.64	145.52
Fno	3.6414	5.3644	5.7509
ω	37.997	9.208	3.170
D(6)	0.9300	21.8749	36.7527
D(15)	18.6221	4.8769	1.4250
D(28)	1.1900	4.2490	1.0100
D(32)	8.8421	5.7832	9.0221
D(34)	0.8860	15.9875	20.1532

【００９１】

表８に数値実施例２の広角端状態(f=11.22)、中間焦点距離状態(f=63.64)及び望遠端状

態(f=145.52)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。

【００９２】

［表８］

f	11.22	63.64	145.52
D(0)	918.76	896.55	880.86
D(28)	1.2267	4.6723	3.4247
D(32)	8.8054	5.3598	6.6074

【００９３】

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】

【００９４】

（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、負の屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、負の屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５と、正の屈折力を有する第６レンズ群Ｇ６とから構成されている。

【００９５】

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、像面側に凹面を向けた負レンズＬ９と、物体側の面が非球面である両凸レンズＬ１０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Ｌ１１との接合レンズと、像面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Ｌ１２と両凸レンズＬ１３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Ｌ１４と両凹レンズＬ１５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Ｌ１６から構成される。第６レンズ群Ｇ６は、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Ｌ１７から構成される。

【００９６】

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が物体側に移動し、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は物体側に移動し、第６レンズ群は固定群であり、像面に対し固定である。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。

【００９７】

（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。

【００９８】

［表９］

NS		R	D	Nd	νd
1		109.0553	1.5000	1.90366	31.31
2		52.5697	0.0100	1.56732	42.84
3		52.5697	5.5700	1.49700	81.61
4		-146.2327	0.2000		
5		39.5728	3.9700	1.61800	63.39
6		112.3407	D(6)		
7	ASPH	79.0234	0.2000	1.51460	49.96
8		65.0676	0.9000	1.91082	35.25
9		12.3717	4.1854		
10		-23.8730	0.7500	1.91082	35.25
11		42.3962	0.4930		
12		28.5426	3.3730	1.92286	20.88
13		-24.6589	1.0150		
14		-14.8587	0.7500	1.77250	49.62
15		-49.5781	D(15)		
16	STOP	0.0000	1.5000		
17	ASPH	13.2954	3.2480	1.58313	59.46
18	ASPH	-32.0948	0.2000		
19		62.5251	0.6200	1.86188	42.08
20		15.8491	2.0200		
21	ASPH	61.7390	2.8500	1.58313	59.46
22		-15.2253	0.0100	1.56732	42.84
23		-15.2253	0.6000	1.90766	33.41
24		-25.8791	1.0200		
25		109.2068	0.5800	1.91082	35.25
26		20.0859	0.0100	1.56732	42.84
27		20.0859	3.7247	1.61882	64.32
28		-16.2282	D(28)		
29		51.3428	1.6830	1.80518	25.46
30		-75.7267	0.0100	1.56732	42.84
31		-75.7267	0.6000	1.80420	46.50
32		15.6073	D(32)		
33		-18.5559	0.9000	1.80518	25.46
34		-28.5021	D(34)		
35		-152.2485	2.3543	1.72916	54.67
36		-38.5471	11.0000		
37		0.0000	4.2000	1.51680	64.20
38		0.0000	1.0000		

【００９９】

表９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１０に示す。

【０１００】

［表１０］

ASPH	ε	A4	A6	A8	A10
7	1.0000	1.19556e-005	-5.12224e-008	4.21707e-010	2.89639e-012
17	1.0000	-4.81203e-005	-6.04617e-007	2.40398e-008	-4.15344e-010
18	1.0000	1.17843e-004	-9.32847e-007	2.61092e-008	-4.24829e-010
21	1.0000	-5.75515e-006	-1.80638e-007	2.44731e-009	-5.43340e-012

【０１０１】

次に、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。

［表１１］

f	14.43	57.85	145.40
Fno	3.6708	5.4085	5.9148
ω	37.102	10.651	3.671
D(6)	1.1330	24.2823	41.7003
D(15)	21.7353	5.4909	1.7000
D(28)	1.4374	6.0872	3.6419
D(32)	12.1029	7.4531	9.8984
D(34)	1.0300	19.1189	24.8250

【０１０２】

表１２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)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。

【０１０３】

［表１２］

f	14.43	57.85	145.40
D(0)	901.52	876.67	857.15
D(28)	1.5087	6.7510	6.5503
D(32)	12.0316	6.7893	6.9900

【０１０４】

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。

【実施例４】

【０１０５】

（１）ズームレンズの構成例

図１３に、実施例４のズームレンズのレンズ構成例を示す。図１３に示すように、本実施例４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、負の屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、負の屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５とから構成されている。

【０１０６】

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。

【０１０７】

上記構成を有する本実施例４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１３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。

【０１０８】

（２）数値実施例

当該実施例４において、具体的数値を適用した数値実施例４のレンズデータを表１３に示す。表１３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。

【０１０９】

［表１３］

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		

【０１１０】

表１３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１４に示す。

【０１１１】

［表１４］

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

【０１１２】

次に、表１５に数値実施例４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。

【０１１３】

［表１５］

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

【０１１４】

表１６に数値実施例４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。

【０１１５】

［表１６］

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

【０１１６】

上記数値実施例４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１４に示す。また、図１５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１６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５】

【０１１７】

（１）ズームレンズの構成例

図１７に本実施例５のズームレンズのレンズ構成例を示す。図１７に示すように、本実施例５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、負の屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、負の屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５とから構成されている。

【０１１８】

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Ｌ

６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。

【０１１９】

上記構成を有する本実施例５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１７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。

【０１２０】

（２）数値実施例

当該実施例５において、具体的数値を適用した数値実施例５のレンズデータを表１７に示す。表１７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。

【０１２１】

［表１７］

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		

【０１２２】

表１７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１８に示す。

【０１２３】

［表１８］

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

【０１２４】

次に、表１９に数値実施例５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。

【０１２５】

［表１９］

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

【０１２６】

表２０に数値実施例５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。

【０１２７】

［表２０］

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

【０１２８】

上記数値実施例５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１８に示す。また、図１９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２０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６】

【０１２９】

（１）ズームレンズの構成例

図２１に、実施例６のズームレンズのレンズ構成例を示す。図２１に示すように、本実施例６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、負の屈折力を有する第４レンズ群Ｇ４と、負の屈折力を有する第５レンズ群Ｇ５と、正の屈折力を有する第６レンズ群Ｇ６とから構成されている。

【０１３０】
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、像面側に凹面を向けた負レンズＬ９と、物体側の面が非球面である両凸レンズＬ１０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Ｌ１１とを接合した接合レンズと、像面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Ｌ１２と、両凸レンズＬ１３との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Ｌ１４と両凹レンズＬ１５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Ｌ１６から構成される。第６レンズ群Ｇ６は、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Ｌ１７から構成される。

【０１３１】
上記構成を有する本実施例６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２１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は物体側に移動し、第６レンズ群Ｇ６は固定群であり、像面に対し固定である。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。

【０１３２】
（２）数値実施例
当該実施例６において、具体的数値を適用した数値実施例６のレンズデータを表２１に示す。表２１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。

【０１３３】
［表２１］

NS		R	D	Nd	νd
1		67.0027	1.3000	1.91048	31.31
2		40.2340	0.0100	1.57046	42.84
3		40.2340	6.0800	1.49845	81.61
4		-794.8341	0.2000		
5		38.8102	4.2157	1.59489	68.62
6		164.1604	D(6)		
7	ASPH	81.1825	0.2000	1.51700	49.96
8		67.7585	0.8000	1.91695	35.25
9		9.1243	4.5510		
10		-25.0778	0.6300	1.88622	40.16
11		27.2576	0.4000		
12		20.6797	2.8798	1.93323	20.88
13		-35.8254	0.7873		
14		-18.2251	0.6000	1.77621	49.62
15		-29.9960	D(15)		
16	STOP	0.0000	1.2000		
17	ASPH	10.0444	2.7000	1.59625	44.39
18	ASPH	-26.2330	0.2000		
19		87.7790	0.5000	1.88288	33.76
20		11.5320	1.6800		

21 ASPH	40.2913	2.2800	1.58547	59.46
22	-13.2420	0.0100	1.57046	42.84
23	-13.2420	0.5000	1.91048	31.31
24	-22.1094	0.8800		
25	31.6556	0.5000	1.91695	35.25
26	12.2444	0.0100	1.57046	42.84
27	12.2444	3.1524	1.62032	63.39
28	-13.1686	D(28)		
29	34.3534	1.3430	1.81263	25.46
30	-73.7708	0.0100	1.57046	42.84
31	-73.7708	0.5000	1.80831	46.50
32	9.5086	D(32)		
33	-14.5628	0.6300	1.81263	25.46
34	-22.8634	D(34)		
35 ASPH	-52.1333	1.9752	1.73234	54.67
36	-22.2809	9.8650		
37	0.0000	2.8000	1.51872	64.20
38	0.0000	1.0000		

【０１３４】

表２１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２２に示す。

【０１３５】

［表２２］

ASPH	ε	A4	A6	A8	A10
7	1.0000	3.35886e-005	-5.16900e-007	4.32183e-009	-1.69535e-011
17	1.0000	-1.00611e-004	9.45393e-007	-3.09257e-008	-3.45772e-010
18	1.0000	2.30712e-004	-1.29334e-008	-3.64331e-008	0.00000e+000
21	1.0000	-1.81099e-005	-2.09951e-007	-8.74078e-009	3.55913e-010
35	1.0000	-5.54443e-006	1.24920e-007	-1.94726e-010	0.00000e+000

【０１３６】

表２３に数値実施例６の広角端状態(f=9.27)、中間焦点距離状態(f=48.39)及び望遠端状態(f=130.94)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。

【０１３７】

［表２３］

f	9.27	48.39	130.94
Fno	3.5533	5.3868	5.8014
ω	43.132	9.317	3.534
D(6)	0.4150	27.3053	40.9217
D(15)	24.4257	6.4675	1.5000
D(28)	1.4080	2.8534	1.5255
D(32)	5.1559	3.7105	5.0383
D(34)	0.5160	15.9041	19.4150

【０１３８】

表２４に数値実施例６の広角端状態(f=9.27)、中間焦点距離状態(f=48.39)及び望遠端状態(f=130.94)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。

【０１３９】

［表２４］

f	9.27	48.39	130.94

D(0)　913.69　889.37　877.21
D(28)　1.4336　3.1627　3.1488
D(32)　5.1303　3.4012　3.4150

【０１４０】

上記数値実施例6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２２に示す。また、図２３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２４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。

【０１４１】

表２５に実施例１～実施例６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（７）の各値を示す。

【０１４２】

［表２５］

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
条件式（１）	2.911	3.162	2.999	2.502	2.857	3.381
条件式（２）	0.958	0.938	0.968	1.086	1.042	1.047
条件式（３）	4.540	6.759	4.488	4.414	4.314	6.467
条件式（４）	-1.085	-1.433	-0.947	-0.971	-0.975	-1.358
条件式（５）	1.170	1.194	1.151	1.348	1.370	1.224
条件式（６）	-6.693	-8.267	-7.217	-4.951	-6.808	-9.641
条件式（７）	1.788	1.407	1.531	1.788	1.828	1.833

【産業上の利用可能性】

【０１４３】

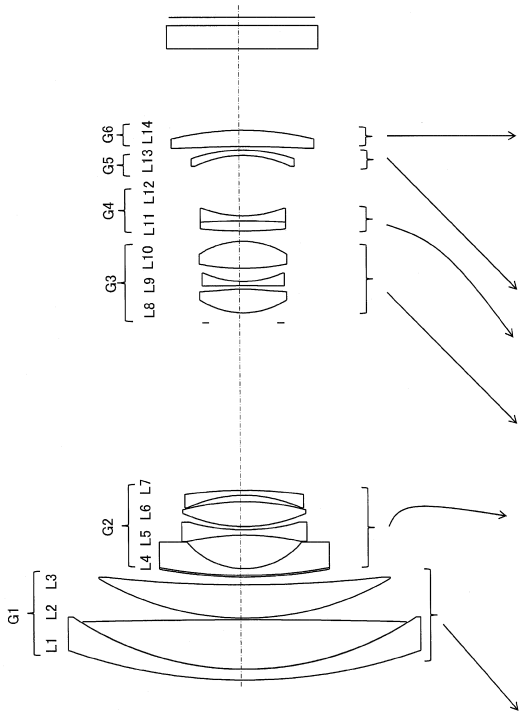
本件発明によれば、いわゆるテレフォトタイプの望遠系を採用し、ズーミングの際の各レンズ群の移動量を最小に抑制し、高い結像性能を実現すると共に、高い変倍率を達成し、且つ、小型の望遠系のズームレンズ及び当該ズームレンズを備えた撮像装置を提供することができる。このため、例えば、小型の撮像システムに好適なズームレンズとすることができる。

【符号の説明】

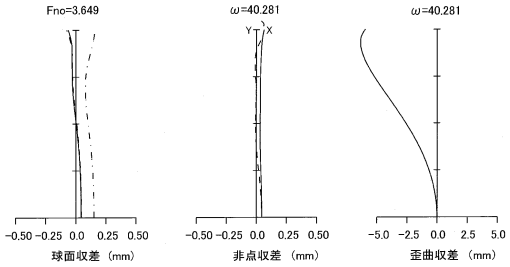
【０１４４】

Ｇ１・・・第１レンズ群
Ｇ２・・・第２レンズ群
Ｇ３・・・第３レンズ群
Ｇ４・・・第４レンズ群
Ｇ５・・・第５レンズ群
ＳＴＯＰ・・・絞り

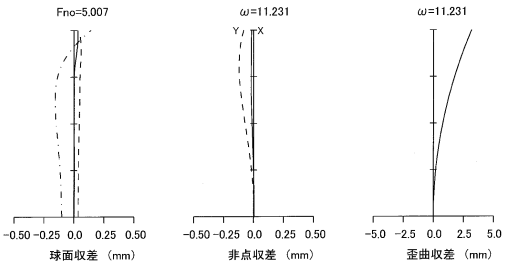
【図１】


G6
G5
L13 L14
G4
L11 L12
G3
L8 L9 L10
G2
L4 L5 L6 L7
G1
L1 L2 L3

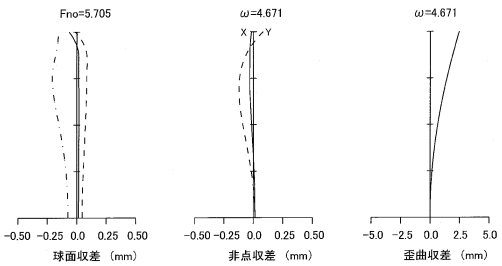
【図２】


Fno=3.649
ω=40.281
Y
X
ω=40.281
−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）

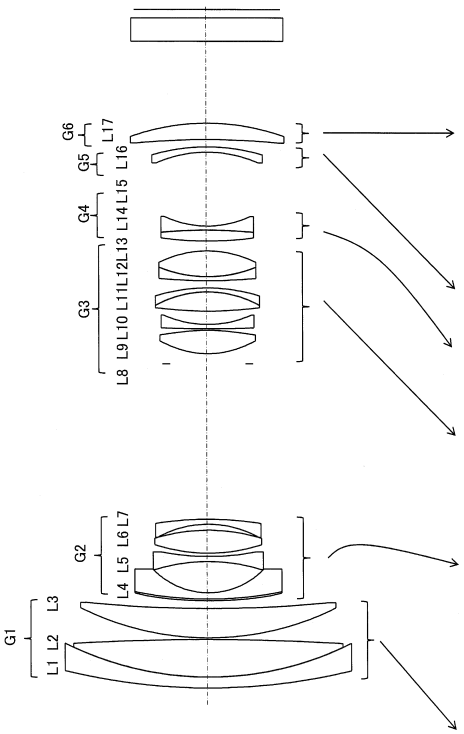
【図３】


Fno=5.007
ω=11.231
Y
X
ω=11.231
−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）

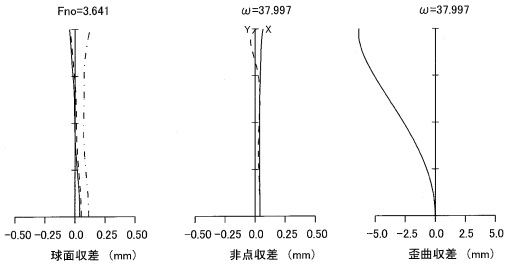
【図４】


Fno=5.705
ω=4.671
X
Y
ω=4.671
−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）

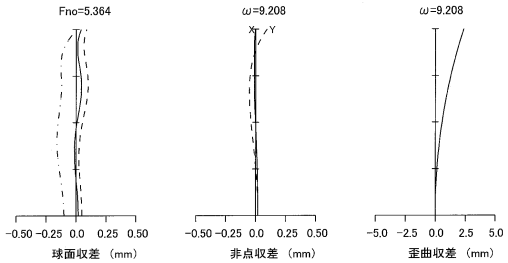
【図５】


G6
G5
L16 L17
G4
L14 L15
G3
L8 L9 L10 L11L12L13
G2
L4 L5 L6 L7
G1
L1 L2 L3

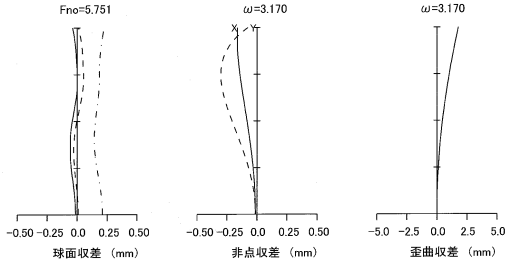
【図６】



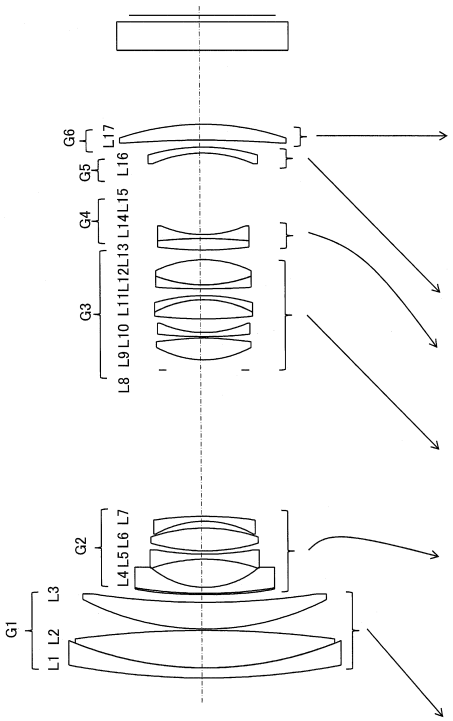
【図７】



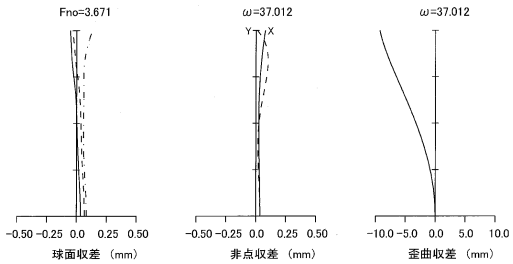
【図８】



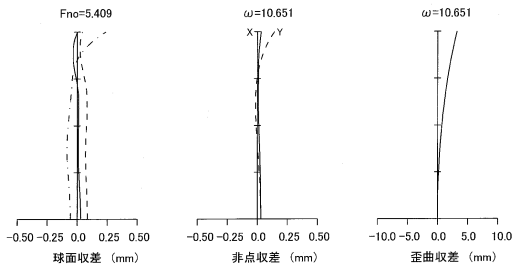
【図９】



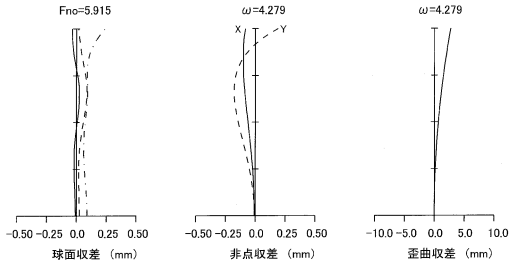
【図１０】



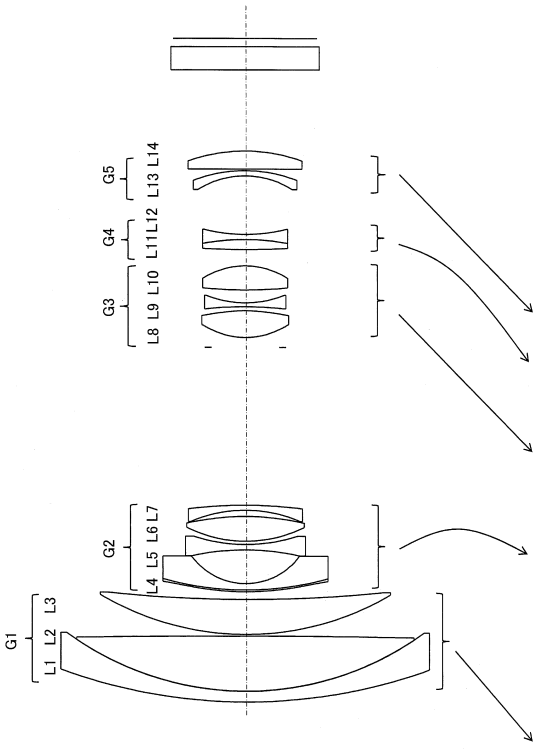
【図１１】



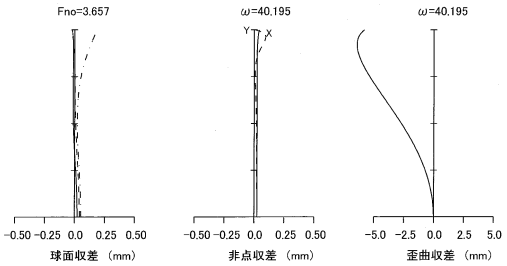
【図１２】



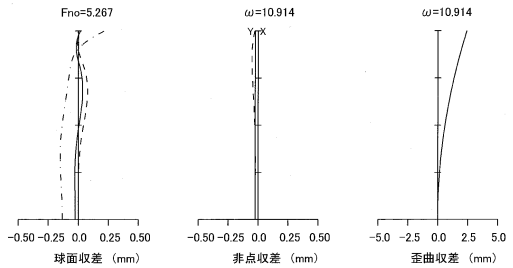
【図１３】



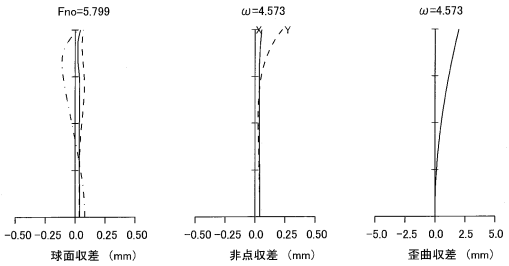
【図１４】



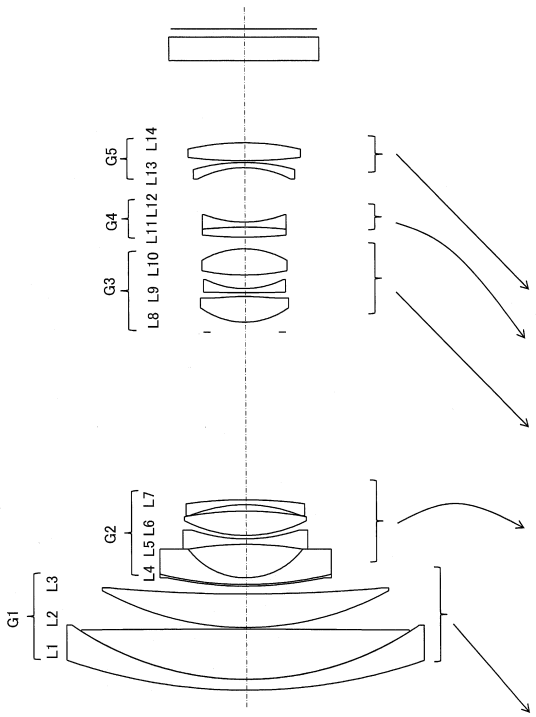
【図１５】



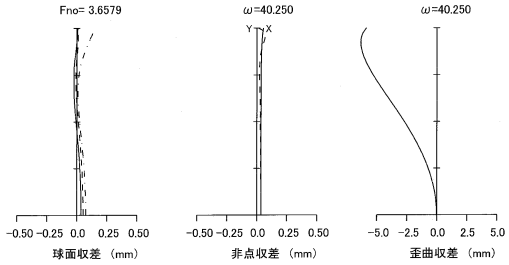
【図１６】



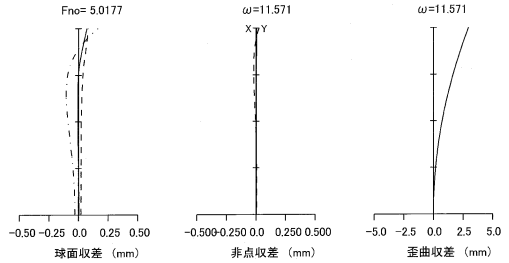
【図１７】



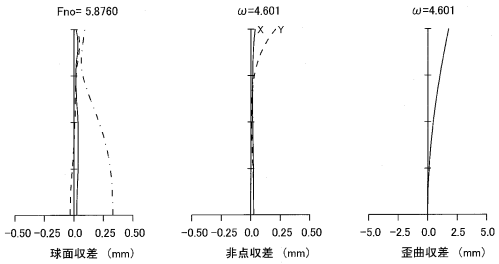
【図１８】



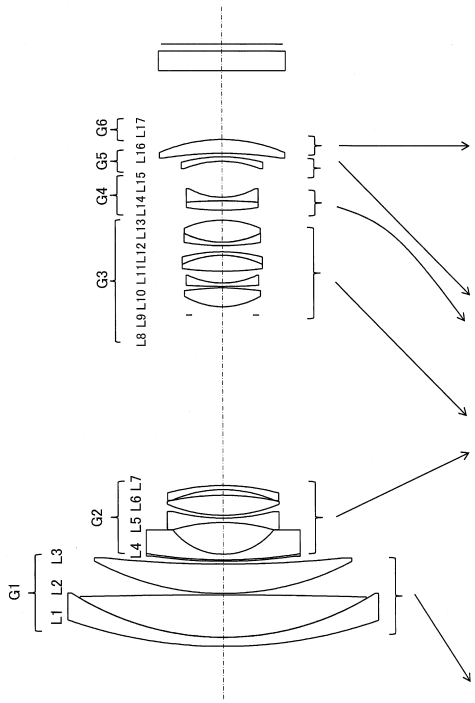
【図１９】



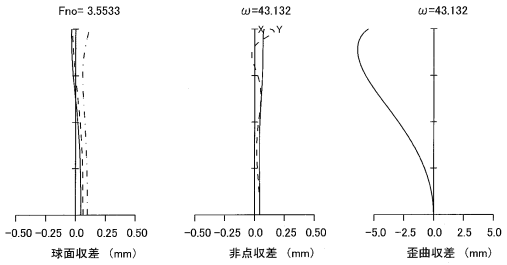
【図２０】



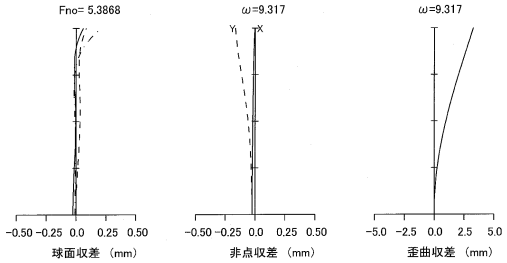
【図２１】



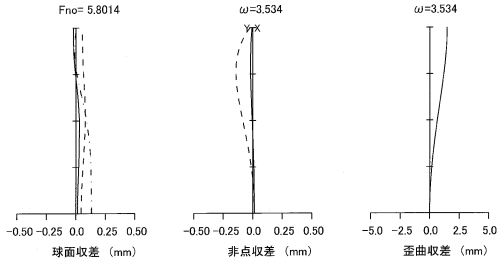
【図２２】


Fno= 3.5533
ω=43.132
ω=43.132
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）

【図２３】


Fno= 5.3868
ω=9.317
ω=9.317
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）

【図２４】


Fno= 5.8014
ω=3.534
ω=3.534
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２０１３－１８２０２２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－２４７９６２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－２４７９６３（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－２４７９６４（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１１／０２８６１０５（ＵＳ，Ａ１）
米国特許出願公開第２０１１／０２８６１０６（ＵＳ，Ａ１）
米国特許出願公開第２０１１／０２８６１０７（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