

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-181526

(P2012-181526A)

(43) 公開日 平成24年9月20日(2012.9.20)

(51) Int.Cl.

G02B 15/20 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)
G03B 5/00 (2006.01)

F 1

GO2B 15/20
 GO2B 13/18
 GO3B 5/00

テーマコード(参考)

2 H 0 8 7

J

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2012-42216 (P2012-42216)
 (22) 出願日 平成24年2月28日 (2012. 2. 28)
 (31) 優先権主張番号 201110048041.4
 (32) 優先日 平成23年2月28日 (2011. 2. 28)
 (33) 優先権主張国 中国(CN)

(71) 出願人 512050933
 謄龍光学(佛山)有限公司
 中華人民共和国広東省佛山市城西工業開発
 区朗宝西路76号
 (74) 代理人 100092093
 弁理士 辻居 幸一
 (74) 代理人 100082005
 弁理士 熊倉 賢男
 (74) 代理人 100082821
 弁理士 村社 厚夫
 (74) 代理人 100088694
 弁理士 弟子丸 健
 (74) 代理人 100103609
 弁理士 井野 砂里

最終頁に続く

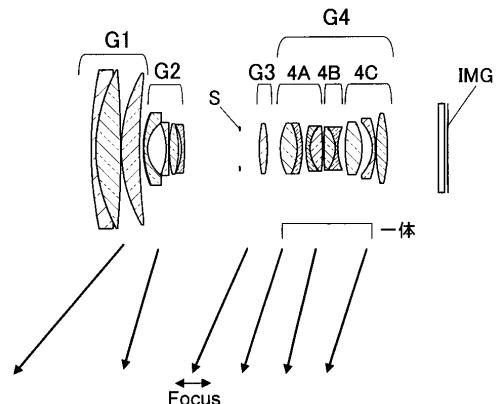
(54) 【発明の名称】ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】インナーフォーカス方式による小型軽量で、結像性能が良好で、フォーカス機構の軽量化・オートフォーカス応答高速化・構造簡素化を実現できるズームレンズを提供すること。また、ズーム比を10倍超にしてもズームレンズ光学系が重量化・大型化せず、鏡筒も合理的な寸法に抑えられるズームレンズを提供すること。

【解決手段】物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1, 負の屈折力を有する第2レンズ群G2, 正または負の屈折力を有する第3レンズ群G3, 全体として正の屈折力を有する第4レンズ群G4を有し、前記第4レンズ群G4は、物体側からレンズ群4A群、負の屈折力を有し、防振時光軸に対して略垂直方向に移動するレンズ群4B群, 後続するレンズ群4C群からなるズームレンズ。

【選択図】図1



【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G1，負の屈折力を有する第2レンズ群G2，正または負の屈折力を有する第3レンズ群G3，全体として正の屈折力を有する第4レンズ群G4を有し、

前記第4レンズ群G4は、物体側からレンズ群4A群、負の屈折力を有し、防振時光軸に対して略垂直方向に移動するレンズ群4B群，後続するレンズ群4C群からなり、

変倍に際して、前記第1レンズ群G1と前記第2レンズ群G2との間隔が広角端に対して望遠端で広がり、前記第3レンズ群G3は移動し、第4レンズ群G4は広角端に対して望遠端で撮像面から離れるように移動し，前記4B群は前記4A群、4C群に対して移動し、

フォーカスに際して，前記第3レンズ群G3が光軸上を前後に移動することを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】

以下の条件を満足する請求項1記載のズームレンズ。

$$(1) 0.2 < |F_2 / F_3| < 2.5$$

F₂：第2レンズ群の焦点距離

F₃：第3レンズ群の焦点距離

【請求項3】

以下の条件を満足する請求項1記載のズームレンズ。

$$(2) 0.18 < F_1 / F_T < 2.10$$

F₁：第1レンズ群の焦点距離

F_T：望遠端の焦点距離

【請求項4】

以下の条件を満足する請求項1記載のズームレンズ。

$$(3) 1.0 < |F_3 / F_W| < 2.4$$

F₃：第3レンズ群の焦点距離

F_W：広角端の焦点距離

【請求項5】

前記レンズ群4B群は、少なくとも正、負2枚構成からなり、以下の条件を満足する請求項1記載のズームレンズ。

$$(4) -1.6 < F_{4B} / F_{4W} < -0.1$$

F_{4B}：第4レンズ群中に含まれる防振レンズ群の焦点距離

F_{4W}：第4レンズ群の広角端の焦点距離

【請求項6】

第3レンズ群G3は、単一のレンズ成分からなる請求項1ないし5のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、35mmカメラ、ビデオカメラ、電子スチルカメラ等に用いられるズームレンズ、さらに詳しくは、バックフォーカスが短く、いわゆるミラーレス一眼カメラにも装着可能なズームレンズに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、一眼レフカメラ用のズームレンズは、該ズームレンズと受光素子との間に回動ミラーが存在するため、バックフォーカスを長くする必要があり、ズームレンズ設計の自由度を制限していた。ミラーレス一眼カメラにおいては、ズームレンズのバックフォーカスを短くすることができ、ズームレンズ設計の自由度が増える利点がある。

【0003】

10

20

30

40

50

また、比較的高倍率のズームレンズであって、全体として正の屈折力を有し、変倍時移動するレンズ群の内部に、防振群を配置するレンズタイプが従来より知られている。例えば、物体側から、正負正負のレンズ構成で、第4レンズ群を像ぶれ補正群とする。その第4レンズ群を、像ぶれ補正群の前後に配置されるレンズ群が一体となり、変倍時、すべてのレンズ群が移動するものが知られている。

さらに、正負正負のレンズ構成で、第4レンズ群内にぶれ補正群を配置し、すべてのレンズ群が移動するものが知られている。

さらにまた、負正負正の構成で第2レンズ群と第4レンズ群とが一体となり、第3レンズ群で像ぶれ補正を行い、変倍時すべてのレンズ群が移動するものが知られている。

【0004】

具体的には、従来のズームレンズの一つは、デジタル一眼レフカメラ等に搭載される変倍光学系ZLは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1、負の屈折力を有する第2レンズ群G2、正の屈折力を有する後群GRを有し、第2レンズ群G2は、少なくとも1つ以上の正レンズと、この正レンズのうち最も屈折力の大きい正レンズの物体側に隣接して配置される負レンズと、を有し、第2レンズ群G2の最も像側のレンズ面は、非球面形状であり、広角端状態から望遠端状態まで変倍する際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が変化し、第2レンズ群G2と後群GRとの間隔が変化するよう構成されている（例えば、特許文献1参照）。

【0005】

従来の他のズームレンズとして、複数のレンズ群を含み、レンズ群同士の間隔を変化させることによってズーミングを行うズームレンズ系であって、

物体側から像側へ向けて順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、負のパワーを有する第2レンズ群と、負のパワーを有する第3レンズ群と、第4レンズ群とを備え、以下の条件式を満足する、ズームレンズ系：

$$1.88 < n d_2 \dots (18)$$

ここで、 $n d_2$ ：第2レンズ群に含まれるレンズ素子（ハイブリッドレンズの場合は、樹脂層を除いた部分）の平均屈折率、であるものが提案されている（例えば、特許文献2参照）。

【0006】

従来の他のズームレンズとして、最も物体側に配置され、負の屈折力を有する前群と、前記前群より像側に配置され、負の屈折力を有し、少なくとも一部が光軸と略垂直方向の成分を持つように移動する後群と、を有し、

前記後群は、負の屈折力を有する第1負レンズ成分と、負の屈折力を有する第2負レンズ成分と、正の屈折力を有する正レンズ成分と、を有し、前記第2負レンズ成分は、前記第1負レンズ成分と前記正レンズ成分との間に配置され、前記第1負レンズ成分の前記第2負レンズ成分側のレンズ面は、当該第2負レンズ成分に対して凹面を向けるように形成され、前記第2負レンズ成分は、前記第1負レンズ成分に対して凹面を向けた負メニスカスレンズ形状である撮影レンズが提案されている（例えば、特許文献3参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2010-175903号

【特許文献2】特開2010-175957号

【特許文献3】特開2010-217535号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特許文献1に開示されたズームレンズは、フォーカス時、負の屈折力を有する第2レンズ群G2を構成する、全てのレンズを光軸上を移動させており、フォーカス機構の軽量化・応答高速化・簡素化の実現に逆行する構成となっている。

10

20

30

40

50

【0009】

特許文献2に開示されたズームレンズ系は、第3レンズ群をフォーカスレンズ群とし、その構成を簡素化し、軽量化を実現している。しかし、フォーカスレンズ群が、絞り位置よりも物体側に配置されおり、フォーカスレンズ群のフォーカス移動領域を確保するには、絞り位置と、第1レンズ群との間隔を、大きくしなければならない。その結果、ズーム比の拡大は、第1レンズ群の直径の拡大を招き、ズームレンズ光学系の高重量化・大型化そして鏡筒の大型化が避けられない構成である。

【0010】

特許文献3に開示された撮影レンズは、4つのレンズ群構成のうち、第2レンズ群を第2レンズ前群と第2レンズ後群とによって形成し、第2レンズ前群を、光軸上を移動させることにより合焦を行い、フォーカス群の軽量化を図っている。さらに、第2レンズ群及び第4レンズ群を、一体として光軸上を移動させるとともに、構成レンズ群の全てを、光軸上で移動させることによって効率よくズーム変倍比を確保している。しかしながら、10倍を超えるような高変倍比を持つズームレンズを実現させる場合、負群先行のズームタイプでは、高い結像性能を実現することは困難である。

10

【0011】**(発明の目的)**

本発明は、従来のズームレンズの、上述した問題点に鑑みてなされたものであって、インナーフォーカス方式による、小型軽量で結像性能の良好な、高倍率ズームレンズを提供することを目的とする。

20

特に、本発明は、フォーカス機構の軽量化・オートフォーカス応答高速化・構造簡素化を実現できるズームレンズを、提供することを目的とする。本発明はまた、ズーム比を10倍超にしても、ズームレンズ光学系が重量化・大型化せず、鏡筒も合理的な寸法に抑えられ、さらに、高い結像性能を実現することが容易なズームレンズを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0012】****本発明は、**

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1、負の屈折力を有する第2レンズ群G2、正または負の屈折力を有する第3レンズ群G3、全体として正の屈折力を有する第4レンズ群G4を有し、

30

前記第4レンズ群G4は、物体側からレンズ群4A群、負の屈折力を有し、防振時光軸に対して略垂直方向に移動するレンズ群4B群、後続するレンズ群4C群からなり、

変倍に際して、前記第1レンズ群G1と前記第2レンズ群G2との間隔が広角端に対して望遠端で広がり、前記第3レンズ群G3は移動し、第4レンズ群G4は広角端に対して、望遠端で撮像面から離れるように移動し、前記4B群は前記4A群、4C群に対して移動し、

フォーカスに際して、前記第3レンズ群G3が光軸上を前後に移動することを特徴とするズームレンズである。

【発明の効果】**【0013】**

本発明のズームレンズは、上述したように構成することによって、インナーフォーカス方式による、小型軽量で結像性能の良好な高倍率ズームレンズを構成することができる。

40

本発明によればまた、フォーカス機構の軽量化・オートフォーカス応答高速化・簡素化を実現でき、また、ズーム比を10倍超にしてもズームレンズ光学系が重量化・大型化せず、鏡筒も合理的な寸法に抑え、そして、高い結像性能を実現することが容易なズームレンズを構成することができる。

【0014】

本発明のズームレンズの効果を、さらに詳しく具体的に説明する。

広角端から望遠端にかけて、正の屈折力を持つ第1レンズ群G1と、負の屈折力を持つ

50

第2レンズ群G2が、それらの間隔を拡大する方向に移動させられるので、変倍比を高めつつ広角端での歪曲収差、全ズーム域での球面収差を良好に補正することができる。

【0015】

第3レンズ群G3は、正または負レンズからなり、変倍時及びフォーカス時に光軸上を前後に移動する。

【0016】

第3レンズ群が負レンズの場合、第2レンズ群G2と隣接させ、また、第3レンズ群と第4レンズ群G4との間に開口絞りを配置することが望ましい。第3レンズ群を負レンズの構成とした場合、固定絞りより距離を開けて第3レンズ群G3を配置することができるため、特に広角端で、第3レンズ群G3を通る、軸上、軸外の光線束が比較的細く通すことができるため、レンズ群移動機構の組立誤差による第3レンズ群G3の偏芯誤差感度を低く抑えることができる。

10

【0017】

第3レンズ群G3が正レンズの場合、第3レンズ群G3は第4レンズ群G4と隣接させ、開口絞りは第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の中間に配置することが望ましい。第3レンズ群G3を正レンズで構成する場合、固定絞りを第2レンズ群G2との間に配置できるため、入射瞳位置を浅く、すなわち入射瞳位置を物体側に配置することが可能となり、第1レンズ群G1中の物体側レンズの直径を小さくすることや、ズームレンズ光学系の全長の短縮化を図ることができる。

20

【0018】

第4レンズ群G4は、変倍時、広角端から望遠端にかけて、撮像面から離れるように移動する。この移動により望遠端における倍率を稼ぎ、変倍比を高めることができる。

さらに、4B群を、第4レンズ群G4が変倍に伴い移動する間、第4レンズ群G4内で移動する構成とすると、その変倍比をさらに高めることができる。

【0019】

4A群は、物体側に凸レンズを配置し、少なくとも物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正レンズとの接合レンズを含む構成であることが好ましい。これにより、広角端から望遠端にかけての軸上色収差を効果的に補正することができる。

4B群は、レンズ全系中の他のレンズ群に比べて比較的レンズ径を小さくし、防振機構を鏡筒内に組み込みやすい構成としている。

30

また、4B群は防振時の軸上色収差を小さくするために、正レンズと負レンズの接合レンズであることが好ましい。また、防振時の結像性能を高めるために、少なくとも非球面を1面以上持つことが好ましい。

4C群は、本発明のズームレンズを4C群以降にレンズ群を配置しないように構成する場合、比較的弱いパワーの正レンズ群と負レンズ群で構成させることになる。さらに、特に中間焦点距離から望遠端にかけての軸外のコマ収差を補正するためには、少なくとも2枚の正レンズと、1枚の負レンズとから構成させることが好ましい。

30

【0020】

なお、第4レンズG4群よりも撮像面側に弱いパワーの正レンズ、あるいは負レンズの固定群を配置しても、本発明をその利点を大きく損なうことなく実施することができる。

40

絞り径は、全ズーム域、フォーカス域において一定の口径としても良いし、可変としてもよい。

【0021】

以下に本発明の実施態様とその特性について説明する。

第1実施態様は、前記ズームレンズにおいて、以下の条件を満足するように構成される。

$$(1) 0.2 < |F2 / F3| < 2.5$$

F2：第2レンズ群の焦点距離

F3：第3レンズ群の焦点距離

条件式(1)は、負の前記第2レンズ群G2と、負または正の前記第3レンズ群G3の

50

焦点距離の比を規定するものである。

【0022】

条件式(1)の下限を超えて、前記第2レンズ群G2の焦点距離が短くなると、もしくは前記第3レンズ群G3の焦点距離が長くなると、第2レンズ群G2の屈折力が大きくなり過ぎて、特に広角端の像面湾曲が悪化し、補正が困難となる。また、フォーカス時の第3レンズ群G3の移動量が増え、物体距離無限遠から最至近距離へのコマ収差の補正が困難となる。

条件式(1)の上限を超えて、前記第2レンズ群G2の焦点距離が長くなると、もしくは前記第3レンズ群G3の焦点距離が短くなると、物体距離無限遠から最至近距離への収差変動、特に望遠端におけるコマ収差が悪化し、補正が困難となる。

10

【0023】

条件(1)を、 $0.25 < |F_2/F_3| < 2.3$ とすると、全ズーム域での結像性能が適切に均衡させることができるので、望ましい。

さらに条件(1)を、 $0.3 < |F_2/F_3| < 2.1$ とすると、全ズーム域での結像性能がより一層適切に均衡させることができるので、より望ましい。

【0024】

第2実施態様は、前記ズームレンズにおいて、以下の条件を満足するように構成される。

$$(2) 0.18 < F_1/F_T < 2.10$$

F_1 ：第1レンズ群の焦点距離

F_T ：望遠端の焦点距離

20

条件式(2)は、望遠端における前記第1レンズ群G1の焦点距離を規定するものである。

【0025】

下限を超えると、前記第1レンズ群G1の焦点距離が短くなり、望遠端で過大に発生するg線の軸上色収差の補正が困難となる。

30

上限を超えると、前記第1レンズ群G1の焦点距離が長くなり、望遠端でのズームレンズ光学系の全長が長くなる。また、広角端から望遠端にかけての繰り出し量が増え、鏡筒全長が拡大する。

【0026】

条件式(2)を、 $0.20 < |F_1/F_T| < 2.05$ とすると、鏡筒サイズ及び軸上色収差をより適切に均衡させることができる。

さらに条件式(2)を、 $0.21 < |F_1/F_T| < 2.00$ とすると、鏡筒サイズ及び軸上色収差をより一層適切に均衡させることができる。

【0027】

第3実施態様は、前記ズームレンズにおいて、以下の条件を満足するように構成される。

$$(3) 1.0 < |F_3/F_W| < 2.4$$

F_3 ：第3レンズ群の焦点距離

F_W ：広角端の焦点距離

40

条件式(3)は、第3レンズ群G3の広角端に置ける焦点距離の比を規定するものである。

【0028】

条件式(3)の下限を超えると、第3レンズ群G3が負の屈折力を持つ場合、特に広角端での像面湾曲が著しくオーバー化し補正困難となり、また、最至近距離での結像性能が確保できなくなる。

第3レンズ群が正の屈折力を持つ場合、特に広角端での球面収差が著しくアンダー側に発生し、補正が困難となる。

【0029】

50

条件式(3)の上限を超えると、第3レンズ群G3が負の屈折力を持つ場合、フォーカス時必要とする移動量が増え、入射瞳位置が結像側になり、第1レンズ群G1中の物体側レンズの直径やズームレンズ光学系の全長が拡大することになり好ましくない。

第3レンズ群G3が正の屈折力を持つ場合、第3レンズ群のフォーカス時の移動量を増え、ズームレンズ光学系の全長の増大を招くことになり好ましくない。

【0030】

条件式(3)を、 $1.1 < \frac{3}{2} < 2.2$ とすると、鏡筒サイズの縮小化及び最至近距離の像面の平坦性を確保することができ、望ましい。

さらに条件式(3)を、 $1.2 < \frac{3}{0.155} < 0.155$ とすると、さらに鏡筒サイズの縮小化及び最至近距離の像面の平坦性が確保でき、より望ましい。

10

【0031】

第4実施態様は、前記ズームレンズにおいて、前記レンズ群4B群は、少なくとも正、負2枚構成からなり、以下の条件を満足するように構成される。

$$(4) -1.6 < F_{4B} / F_{4W} < -0.1$$

F_{4B} ：第4レンズ群中に含まれる防振レンズ群の焦点距離

F_{4W} ：第4レンズ群の広角端の焦点距離

条件式(4)は、前記4B群の焦点距離と、前記第4レンズ群の焦点距離との比を規定する。

【0032】

第4実施態様では、防振群は負の屈折力とすることが好ましい。防振時に必要な防振群の補正移動量は、防振群の近軸横倍率を 1、それ以降のレンズ群の近軸横倍率を 2 とすると、

$$\text{ぶれ補正係数} : (1 - 1) \times 2$$

に比例する。近軸横倍率 1 は、負のパワーを持つレンズ群では負の値となるため、正の場合に比べてぶれ補正係数はその絶対値を大きくしやすく、少ない移動量で防振を行うことができる。

20

【0033】

第4実施態様では、防振群の硝材選択は、防振時の軸上色収差の劣化を防ぐため、少なくとも正負2枚のレンズで構成させ、正レンズと負レンズとの d 線に対するアッベ差を約 7 度とすることが好ましい。

30

【0034】

防振時、光軸に直交する方向に前記4B群を移動させる場合、条件式(4)の上限を超えると、補正移動量が増大して、防振機構の大型化に繋がるので望ましくない。

また、条件式(4)の下限を下回ると、前記4B群の防振敏感度が高くなり、ぶれ補正を行う上で必要な位置制御の精度確保が困難となる。

【0035】

条件式(4)を、 $-1.5 < F_{4B} / F_{4W} < -0.13$ とすると、防振群の機構のコンパクト化及び防振時の結像性能をより向上させることができる。

さらに条件式(4)を、 $-1.4 < F_{4B} / F_{4W} < -0.16$ とすると、防振群の機構のコンパクト化及び防振時の結像性能をより一層向上させることができる。

40

【0036】

第5実施態様は、前記ズームレンズにおいて、第3レンズ群G3は、単一のレンズ成分からなるように構成される。

単一のレンズ構成したことにより、フォーカス群の軽量化が図れ、オートフォーカスの高速動作に適した構成となる。

ここで、単一のレンズ成分とは、単一の研磨レンズ、非球面レンズ、複合非球面レンズ、接合レンズを含む。空気層を間に持つ例えば正、負の2枚レンズ等は、単一のレンズ成分に含まれない。

【図面の簡単な説明】

【0037】

50

【図1】本発明の第1実施形態の無限遠合焦状態のズームレンズの光学図であって、各レンズ群のズーム移動図も含む。

【図2】本発明の第1実施形態のズームレンズのズーム広角端の球面収差、非点収差、歪曲収差の収差図である。

【図3】本発明の第1実施形態のズームレンズのズーム中間焦点距離の球面収差、非点収差、歪曲収差の収差図である。

【図4】本発明の第1実施形態のズームレンズのズーム望遠端の球面収差、非点収差、歪曲収差の収差図である。

【図5】本発明の第1実施形態のズームレンズのズーム望遠端における像ぶれ補正を行わない基本状態と、像ぶれ補正を行った状態の横収差図である。

【図6】本発明の第2実施形態の無限遠合焦状態のズームレンズの光学図であって、各レンズ群のズーム移動図も含む。

【図7】本発明の第2実施形態のズームレンズのズーム広角端の球面収差、非点収差、歪曲収差の収差図である。

【図8】本発明の第2実施形態のズームレンズのズーム中間焦点距離の球面収差、非点収差、歪曲収差の収差図である。

【図9】本発明の第2実施形態のズームレンズのズーム望遠端の球面収差、非点収差、歪曲収差の収差図である。

【図10】本発明の第2実施形態のズームレンズのズーム望遠端における像ぶれ補正を行わない基本状態と、像ぶれ補正を行った状態の横収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0038】

以下に本発明の実施形態を、添付図面を参照して説明する。各実施形態において、数値表の長さの単位はすべて「mm」であり、画角の単位はすべて「°」である。また、Rは曲率半径、Dは面間隔、Ndはd線に対する屈折率、Vdはd線に対するアッペ数である。さらに、ASPを付した面は非球面である。非球面形状は次式で定義される。

$$z = ch^2 / [1 + \{1 - (1+k)c^2h^2\}^{1/2}] + A4h^4 + A6h^6 + A8h^8 + A10h^{10} \dots$$

c : 曲率(1/r)

h : 光軸からの高さ

k : 円錐係数

A4、A6、A8、A10・・・: 各次数の非球面係数

【0039】

各実施形態の収差図において、左側から順に、球面収差(mm)、非点収差(mm)、歪曲収差(%)を示す。球面収差図において、縦軸はFナンバー(図中、Fnoで示す)を表し、実線はd線、破線はg線の特性である。非点収差図において、縦軸は画角(図中、で示す)を表し、実線はサジタル像面(図中、sで示す)、破線はメリディオナル像面(図中、mで示す)の特性である。歪曲収差図において、縦軸は画角(図中、で示す)を表す。

【0040】

各横収差図において、望遠端における像ぶれ補正を行っていない状態が中央に示され、防振群を、光軸と略垂直方向に所定量移動させた、望遠端における像ぶれ状態が上側・下側に示されている。

各横収差図の上段は、最大像高の70%の像点における横収差、下段は最大像高の-70%の像点における横収差に、それぞれ対応する。

各横収差図の横軸は、瞳面上での主光線からの距離を表し、実線はd線、破線はg線の特性である。

【0041】

(第1実施形態)

本発明の第1実施形態のズームレンズは、図1に示すように、物体側から順に、正の屈

10

20

30

40

50

折力を有する第1レンズ群G1、負の屈折力を有する第2レンズ群G2、正の屈折力を有する第3レンズ群G3、全体として正の屈折力を有する第4レンズ群G4を有し、

前記第1レンズ群G1は、物体側から負レンズと正レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、

前記第2レンズ群G2は、物体側から、物体側面に非球面を有し物体側に凸面を有する負のメニスカスレンズと、負レンズ、両面凸レンズ、像面側に凸面を持ち像側面に非球面を有する負レンズからなり、

前記第3レンズ群G3は、両面に非球面を有する1枚の正レンズからなり、

前記第4レンズ群G4は、4A群に物体側から正レンズと負レンズとの接合レンズと、負レンズと正レンズとの接合レンズからなり、4B群は物体側から両面凸レンズと像面側に凸面を持つ負レンズと、物体側に凸面を持つ正レンズからなっている。 10

【0042】

変倍に際して、前記4A群と前記4C群とが一体移動とし、開口絞りは前記第4レンズ群G4と一体移動し、全てのレンズ群が移動する。

【0043】

前記第1レンズ群G1と前記第2レンズ群G2との間隔は、広角端から望遠端にかけて、広がる。

前記第2レンズ群G2と前記第3レンズ群G3との間隔は、広角端から望遠端にかけて、狭くなる。

前記第3レンズ群G3と前記第4レンズ群G4との間隔は、広角端から望遠端にかけて、広がる。 20

前記第4レンズ群と撮像面との間隔は、広角端から望遠端にかけて、広がる。

前記4B群と前記4A群との間隔は、広角端から望遠端にかけて、広がる。

【0044】

フォーカシングに際して、前記第3レンズ群G3が像面側に移動する。

【0045】

第1実施形態では、最も撮像面側に平行平板を配置している。これは、撮像素子面上のフェースプレートや、レンズ系と撮像素子との間に配置されるカラーフィルタ等を想定し、それらを相当のガラスと見立てている。

【0046】

第1実施形態のズームレンズの光学データは以下の通りである。 30

面番号	R	D	Nd	Vd
1	278.867	1.500	1.90366	31.3
2	66.841	7.998	1.49700	81.6
3	-182.755	0.200		
4	58.606	6.561	1.74330	49.2
5	308.839	可変		
6 ASP	59.665	0.200	1.51460	50.0
7	53.596	1.200	1.83400	37.3
8	11.866	4.670		
9	-29.126	0.800	1.80420	46.5
10	84.097	0.200		
11	34.639	3.148	1.92286	20.9
12	-35.311	可変		
13	-15.272	1.000	1.80420	46.5
14 ASP	-40.983	可変		
15開口絞り		可変		
16 ASP	28.773	2.600	1.69680	55.5
17 ASP	-88.127	可変		
18	18.310	5.357	1.49700	81.6

10

20

30

40

50

19	-19.373	1.283	1.80610	33.3	
20	-40.189	0.205			
21	18.464	1.000	1.90366	31.3	
22	8.903	3.400	1.48749	70.4	
23	34.848	1.000			
24 ASP	38.629	3.505	1.68893	31.1	
25	-11.471	0.800	1.83481	42.7	
26	16.857	1.600			
27	37.997	8.219	1.60342	38.0	
28	-23.977	3.085			10
29	-14.455	1.000	1.90366	31.3	
30	-121.076	0.200			
31	61.344	3.899	1.64769	33.8	
32	-32.309	可変			
33		2.000	1.51680	64.2	

【 0 0 4 7 】

非球面データ

第 6 面 K= 0.00000E+00 A4= 1.21677E-05 A6= 3.43318E-08 A8=-2.28338E-10 A10= 8
.42022E-13

第 14 面 K= 0.00000E+00 A4=-1.31376E-05 A6= 1.00153E-08 A8=-3.15578E-10 A10= 6
.70510E-13 20

第 16 面 K=-1.94393E+01 A4= 9.39281E-05 A6=-6.71448E-07 A8= 3.63502E-09 A10=-1
.49265E-12

第 17 面 K= 0.00000E+00 A4= 1.27206E-05 A6= 1.28201E-07 A8=-2.32578E-09 A10= 1
.92635E-11

第 24 面 K= 0.00000E+00 A4= 4.65271E-05 A6=-5.51169E-08 A8= 7.91858E-09 A10=-2
.33567E-11

【 0 0 4 8 】

データ

	広角	中間	望遠	望遠VC	30
焦点距離	18.48	60.00	200.00	200.00	
F ナンバー	3.50	5.80	6.30	6.32	
画角	39.18	13.14	3.96	4.48	
d5	0.800	23.295	59.500	59.500	
d12	3.435	3.023	3.023	3.023	
d14	16.520	4.795	1.200	1.200	
d15	4.407	5.228	1.900	1.900	
d17	3.711	2.889	6.219	6.219	
d32	12.500	42.938	46.531	46.531	
レンズ全長	109.007	149.803	186.006	186.006	40

【 0 0 4 9 】

(第 2 実施形態)

本発明の第 2 実施形態のズームレンズは、図 6 に示すように、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 、全体として正の屈折力を有する、第 4 レンズ群 G 4 からなり、

前記第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から負レンズと正レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、

前記第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から、物体側面に非球面を持ち物体側に凸面を持つ負メニスカスレンズと、負レンズ、両面凸レンズ、像面側に凸面を持ち撮像面に非球面をもつ負レンズからなり、

前記第3レンズ群G3は、像面側に非球面を持った1枚の負レンズからなり、
前記第4レンズ群G4は、4A群に物体側から両面が非球面からなる正レンズと、正レンズと、負レンズと正レンズとの接合レンズからなり、

4B群は、物体側から正レンズと負レンズとの接合レンズであり、像面側に非球面を持つレンズからなり、

4C群は、物体側から、両面凸レンズと、像面側に凸面を持つ負レンズと、物体側に凸面を持つ正レンズからなっている。

変倍に際して、前記4A群と前記4C群が一体移動し、開口絞りは前記第4レンズ群G4と一体移動し、全てのレンズ群が移動している。

【0050】

前記第1レンズ群G1と前記第2レンズ群G2との間隔は、広角端から望遠端にかけて広がる。

前記第2レンズ群G2と前記第3レンズ群G3との間隔は、広角端から望遠端にかけて広がる。

前記第3レンズ群G3と前記第4レンズ群G4との間隔は、広角端から望遠端にかけて狭くなる。

前記第4レンズ群と撮像面との間隔は、広角端から望遠端にかけて広がる。

前記4B群は広角端から望遠端にかけて、前記4A群との間隔が広がる。

【0051】

フォーカシングに際して、前記第3レンズ群G3が物体側に移動する。

【0052】

第2実施形態では、最も撮像面側に平行平板を配置している。これは、撮像素子面上のフェースプレートや、レンズ系と撮像素子との間に配置されるカラーフィルタ等を想定し、それらを相当のガラスと見立てている。

【0053】

第2実施形態のズームレンズの光学データは以下の通りである。

面番号	R	D	Nd	Vd
1	283.479	1.500	1.90366	31.3
2	69.112	7.814	1.49700	81.6
3	-189.067	0.200		
4	61.932	5.665	1.74330	49.2
5	373.599	可変		
6 ASP	46.853	0.200	1.51460	50.0
7	42.625	1.200	1.83400	37.3
8	11.814	4.459		
9	-31.279	0.800	1.80420	46.5
10	51.165	0.200		
11	31.113	3.090	1.92286	20.9
12	-40.393	可変		
13	-14.484	1.000	1.80420	46.5
14 ASP	-32.781	可変		
15開口絞り		可変		
16 ASP	29.904	2.600	1.69680	55.5
17 ASP	-81.848	可変		
18	16.786	6.333	1.49700	81.6
19	-19.337	3.165	1.80610	33.3
20	-37.633	0.200		
21	19.209	1.000	1.90366	31.3
22	8.369	3.400	1.48749	70.4
23	26.440	1.000		

10

20

30

40

50

24	ASP	40.975	4.645	1.68893	31.1	
25		-9.722	0.800	1.83481	42.7	
26		16.614	1.000			
27		19.708	4.000	1.60342	38.0	
28		-38.921	2.733			
29		-12.198	1.000	1.90366	31.3	
30		-45.057	0.200			
31		607.116	4.013	1.63980	34.6	
32		-20.656	可変			
33			2.000	1.51680	64.2	
34						10

【0 0 5 4】

非球面データ

第06面 K= 0.00000E+00 A4= 1.03834E-05 A6= 8.50924E-08 A8=-7.86199E-10 A10= 4.00980E-12

第14面 K= 0.00000E+00 A4=-1.47857E-05 A6= 7.34210E-08 A8=-2.02372E-09 A10= 1.61057E-11

第16面 K=-2.04200E+01 A4= 8.69120E-05 A6=-4.40699E-07 A8=-1.10867E-10 A10= 2.11281E-11

第17面 K= 0.00000E+00 A4= 1.15580E-05 A6= 3.03675E-07 A8=-5.37093E-09 A10= 3.83096E-11 20

第24面 K= 0.00000E+00 A4= 4.86302E-05 A6= 9.53000E-08 A8= 5.50455E-09 A10= 2.51239E-11

【0 0 5 5】

	広角	中間	望遠	望遠VC	
焦点距離	18.50	60.00	200.01	200.02	
F ナンバー	3.500	5.801	6.301	6.316	
画角	39.16	13.10	3.94	4.35	
D5	0.800	23.133	61.384	61.384	
D12	3.340	2.860	2.711	2.711	
D14	16.725	4.585	1.200	1.200	
D15	4.188	5.340	1.900	1.900	
D17	4.210	3.058	6.498	6.498	
D32	12.500	43.490	47.023	47.023	
レンズ全長	106.986	147.691	185.944	185.944	

【0 0 5 6】

第1実施形態及び第2実施形態のズームレンズの条件式の値は、以下の通りである。

第1実施形態 第2実施形態

条件式(1) F2/F3	1.09	0.92	
条件式(2) F1/FT	0.48	0.49	
条件式(3) 3	0.07	0.15	
条件式(4) FVC/ FM	-0.22	-0.21	

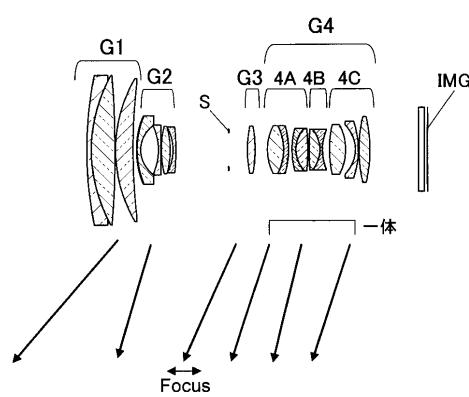
【符号の説明】

【0 0 5 7】

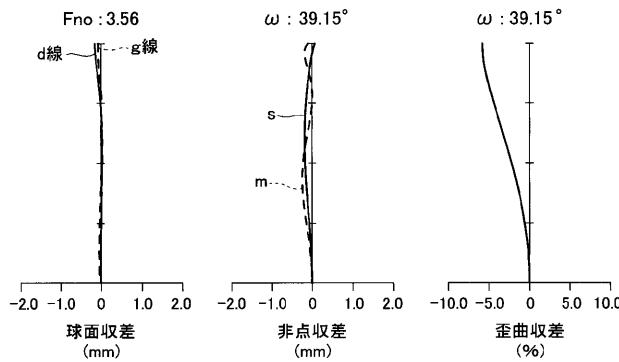
G 1	第1レンズ群
G 2	第2レンズ群
G 3	第3レンズ群
G 4	第4レンズ群
S	開口絞り
4 A	4 Aレンズ群

4 B 4 B レンズ群
 4 C 4 C レンズ群
 I M G 像面

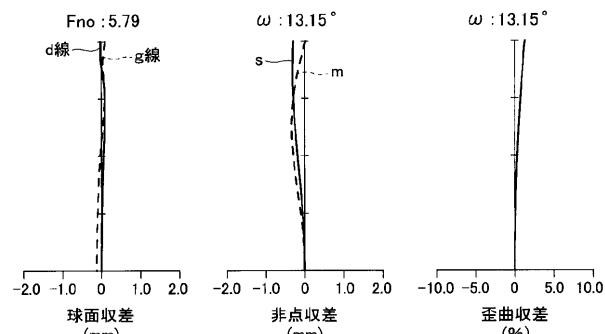
【図 1】



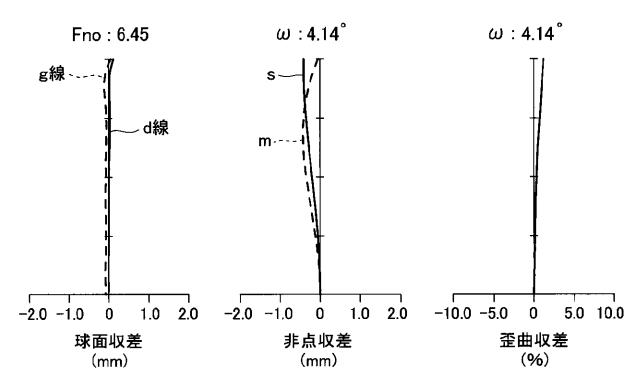
【図 2】



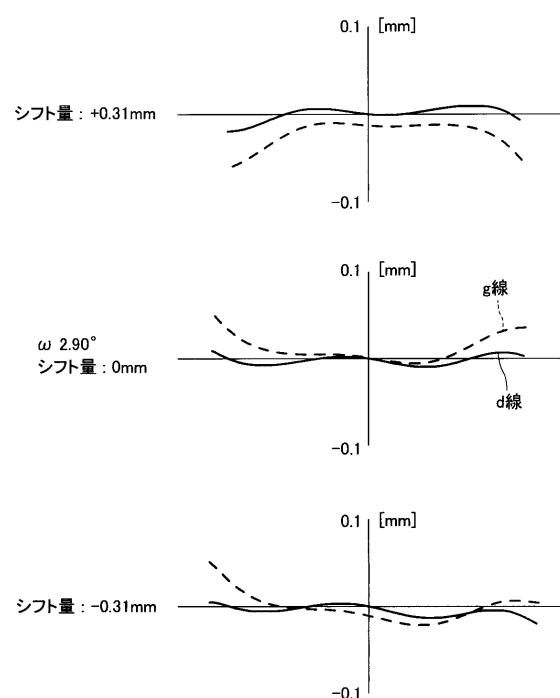
【図 3】



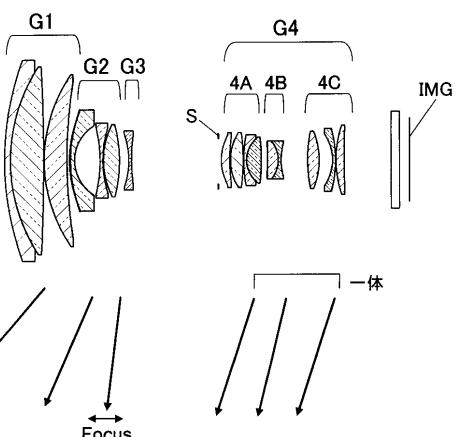
【図 4】



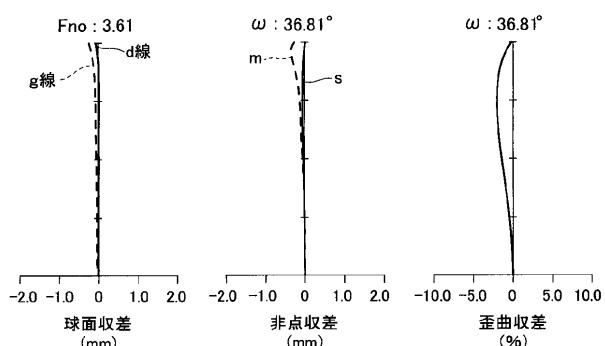
【図5】



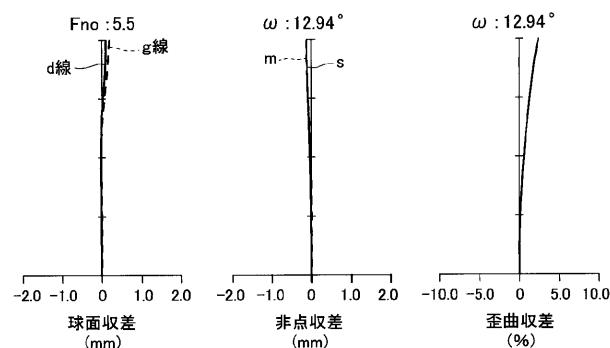
【図6】



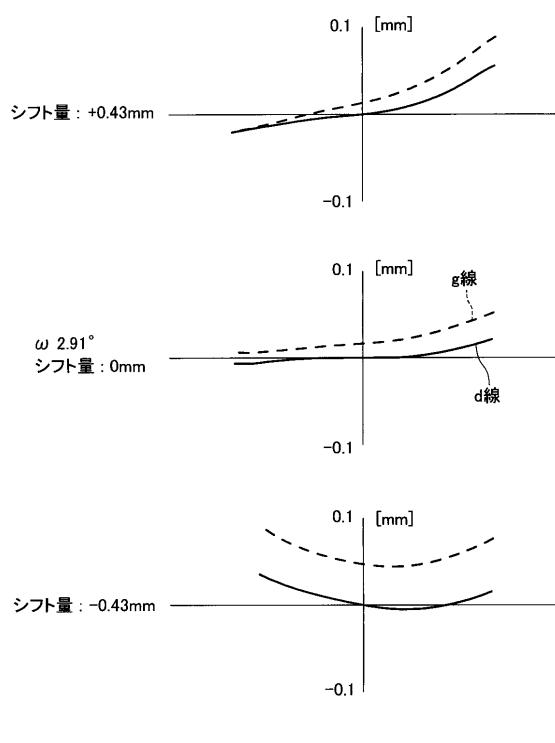
【図7】



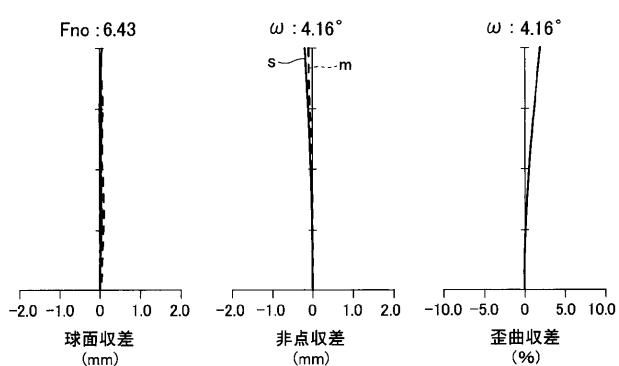
【図8】



【図10】



【図9】



フロントページの続き

(74)代理人 100095898

弁理士 松下 満

(74)代理人 100098475

弁理士 倉澤 伊知郎

(72)発明者 安達 宣幸

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

(72)発明者 山中 久幸

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

F ターム(参考) 2H087 KA02 KA03 MA14 NA07 PA13 PA16 PA20 PB17 QA02 QA07

QA17 QA21 QA25 QA34 QA42 QA45 RA05 RA12 RA13 RA36

RA42 RA44 SA43 SA47 SA50 SA52 SA55 SA62 SA63 SA64

SA65 SA66 SB04 SB14 SB22 SB32 SB41