

(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2012-212106
(P2012-212106A)

(43) 公開日 平成24年11月1日(2012.11.1)

(51) Int.Cl.

G02B 15/20 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)

F 1

G02B 15/20
G02B 13/18

テーマコード(参考)

2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2012-8496 (P2012-8496)
 (22) 出願日 平成24年1月18日 (2012.1.18)
 (31) 優先権主張番号 特願2011-65572 (P2011-65572)
 (32) 優先日 平成23年3月24日 (2011.3.24)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 110001276
 特許業務法人 小笠原特許事務所
 (72) 発明者 松村 善夫
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
 (72) 発明者 今岡 順也
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

最終頁に続く

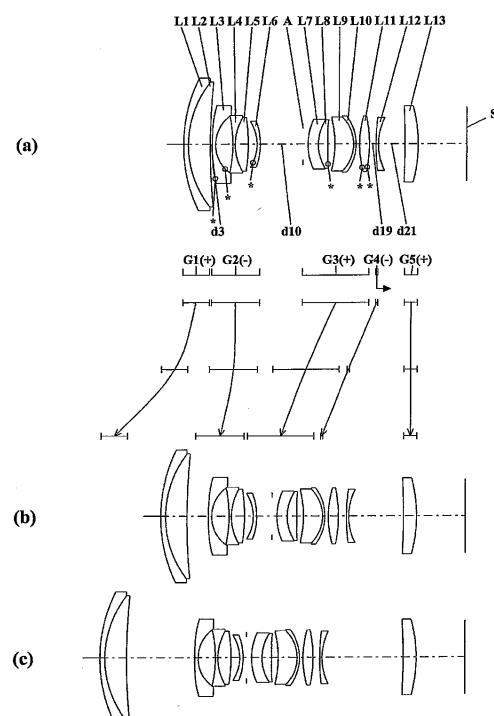
(54) 【発明の名称】ズームレンズ系、交換レンズ装置及びカメラシステム

(57) 【要約】

【課題】光学性能に優れ、優れた像ぶれ補正機能を有し、レンズ全長が短く小型で軽量なズームレンズ系、交換レンズ装置及びカメラシステムを提供する。

【解決手段】物体側から像側へと順に、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、正のパワーを有する第3レンズ群と、負のパワーを有する第4レンズ群と、正のパワーを有する第5レンズ群とからなり、像のぶれを光学的に補正するために光軸に対して垂直方向に移動する、第2レンズ群の一部又は第3レンズ群の一部である像ぶれ補正レンズ群を備え、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、第1レンズ群と第2レンズ群とがそれぞれ像面に対して移動し、条件： $T_{mainG} / T_{subG} > 3.0$ (T_{mainG} ：像ぶれ補正レンズ群を含むレンズ群の光軸上での厚み、 T_{subG} ：像ぶれ補正レンズ群の光軸上での厚み) を満足するズームレンズ系、交換レンズ装置及びカメラシステム。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 1 枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有するズームレンズ系であつて、

物体側から像側へと順に、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、正のパワーを有する第 3 レンズ群と、負のパワーを有する第 4 レンズ群と、正のパワーを有する第 5 レンズ群とからなり、

像のぶれを光学的に補正するために光軸に対して垂直方向に移動する、前記第 2 レンズ群の一部又は前記第 3 レンズ群の一部である像ぶれ補正レンズ群を備え、

撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群とがそれぞれ像面に対して移動し、

以下の条件 (1) を満足する、ズームレンズ系：

$$T_{mainG} / T_{subG} > 3.0 \quad \dots \quad (1)$$

ここで、

T_{mainG} ：像ぶれ補正レンズ群を含むレンズ群の光軸上での厚み、

T_{subG} ：像ぶれ補正レンズ群の光軸上での厚み

である。

【請求項 2】

以下の条件 (2) を満足する、請求項 1 に記載のズームレンズ系：

$$1.3 < f_{1G} / |f_{subG}| < 8.5 \quad \dots \quad (2)$$

ここで、

f_{1G} ：第 1 レンズ群の焦点距離、

f_{subG} ：像ぶれ補正レンズ群の焦点距離

である。

【請求項 3】

以下の条件 (3) を満足する、請求項 1 に記載のズームレンズ系：

$$1.5 < L_T / |f_{subG}| < 9.0 \quad \dots \quad (3)$$

ここで、

L_T ：望遠端におけるレンズ全長、

f_{subG} ：像ぶれ補正レンズ群の焦点距離

である。

【請求項 4】

像ぶれ補正レンズ群が、該像ぶれ補正レンズ群を含むレンズ群の中で、最も像側に配置されている、請求項 1 に記載のズームレンズ系。

【請求項 5】

像ぶれ補正レンズ群が、1 枚のレンズ素子からなる、請求項 1 に記載のズームレンズ系。

【請求項 6】

第 1 レンズ群が、2 枚以下のレンズ素子からなる、請求項 1 に記載のズームレンズ系。

【請求項 7】

第 5 レンズ群が、1 枚のレンズ素子からなる、請求項 1 に記載のズームレンズ系。

【請求項 8】

第 5 レンズ群が、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、像面に対して固定されている、請求項 1 に記載のズームレンズ系。

【請求項 9】

無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に像面に対して移動するフォーカシングレンズ群を備え、

前記フォーカシングレンズ群が、1 枚のレンズ素子からなる、請求項 1 に記載のズームレンズ系。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

第3レンズ群内の最も物体側の空気レンズが、両凸形状である、請求項1に記載のズームレンズ系。

【請求項11】

請求項1に記載のズームレンズ系と、
前記ズームレンズ系が形成する光学像を受光して電気的な画像信号に変換する撮像素子を含むカメラ本体との接続が可能なレンズマウント部と
を備える、交換レンズ装置。

【請求項12】

請求項1に記載のズームレンズ系を含む交換レンズ装置と、
前記交換レンズ装置とカメラマウント部を介して着脱可能に接続され、前記ズームレンズ系が形成する光学像を受光して電気的な画像信号に変換する撮像素子を含むカメラ本体と
を備える、カメラシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズ系、交換レンズ装置及びカメラシステムに関する。特に本発明は、光学性能に優れるのは勿論のこと、優れた像ぶれ補正機能を有すると同時に、レンズ全長が短く小型で軽量なズームレンズ系、該ズームレンズ系を含む交換レンズ装置及びカメラシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

レンズ交換式デジタルカメラシステム（以下、単に「カメラシステム」ともいう）は、高感度で高画質な画像を撮影することができ、フォーカシングや撮影後の画像処理が高速で、撮りたい場面に合わせて手軽に交換レンズ装置を取り替えることができる等の利点があり、近年急速に普及している。また光学像を変倍可能に形成するズームレンズ系を備えた交換レンズ装置は、レンズ交換をすることなく焦点距離を自在に変化させることができる点で人気がある。

【0003】

交換レンズ装置に用いるズームレンズ系としては、従来より、広角端から望遠端まで高い光学性能を有するものが求められており、例えば正リードで多群構成のズームレンズ系が種々提案されている。

【0004】

例えば特許文献1は、正リードの構成で、絞りよりも像側に負のパワーを有するレンズ群が配置され、該負のパワーを有するレンズ群が負のパワーの2つのレンズ成分から構成され、像ぶれ補正レンズ群である一方のレンズ成分を、光軸と垂直方向に移動させて結像位置を変化させるズームレンズを開示している。

【0005】

特許文献2は、正負正負正の5群構成で、広角端から望遠端への変倍時に、少なくとも第1レンズ群が移動し、各レンズ群間の間隔の変化様態が規定され、第3レンズ群は物体側から順に正のパワーを有する第1部分レンズ群と開口絞りと、正のパワーを有する第2部分レンズ群とからなり、像ぶれ補正レンズ群である第1レンズ部分レンズ群を、光軸と垂直方向に移動させて結像位置を変化させるズームレンズを開示している。

【0006】

特許文献3は、正負正の3群と少なくとも1つの後続群とを有する構成で、広角端から望遠端への変倍時に、第1レンズ群が物体側に移動し、第2レンズ群が固定で、第3レンズ群が物体側に移動し、像ぶれ補正レンズ群である第3レンズ群の像側部分を、光軸と垂直方向に移動させて結像位置を変化させるズームレンズを開示している。

【0007】

特許文献4は、正負正負正の5群構成で、防振機能を有するズームレンズであり、第3レンズ群が正のパワーを有するレンズ成分と正のパワーを有する接合レンズとを含み、像

10

20

30

40

50

ぶれ補正レンズ群である接合レンズを、光軸と垂直方向に移動させて結像位置を変化させ、正のパワーを有するレンズ成分中の正レンズの平均屈折率が規定されているズームレンズを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2005-352057号公報

【特許文献2】特開2007-093977号公報

【特許文献3】特開2007-219040号公報

【特許文献4】特開2008-304706号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、特許文献1～4に開示のズームレンズはいずれも、ある程度の光学性能を有するものの、像ぶれ補正レンズ群の構成に起因してレンズ全長の短縮化が困難であり、近年要求される小型化が実現されたものではない。

【0010】

本発明の目的は、光学性能に優れるのは勿論のこと、優れた像ぶれ補正機能を有すると同時に、レンズ全長が短く小型で軽量なズームレンズ系、該ズームレンズ系を含む交換レンズ装置及びカメラシステムを提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的の1つは、以下のズームレンズ系により達成される。すなわち本発明は、少なくとも1枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有するズームレンズ系であって、
物体側から像側へと順に、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、正のパワーを有する第3レンズ群と、負のパワーを有する第4レンズ群と、正のパワーを有する第5レンズ群とからなり、

像のぶれを光学的に補正するために光軸に対して垂直方向に移動する、前記第2レンズ群の一部又は前記第3レンズ群の一部である像ぶれ補正レンズ群を備え、
撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群とがそれぞれ像面に対して移動し、

30

以下の条件(1)：

$$T_{mainG} / T_{subG} > 3.0 \dots (1)$$

(ここで、

T_{mainG} ：像ぶれ補正レンズ群を含むレンズ群の光軸上での厚み、

T_{subG} ：像ぶれ補正レンズ群の光軸上での厚み

である)

を満足する、ズームレンズ系

40

に関する。

【0012】

上記目的の1つは、以下の交換レンズ装置により達成される。すなわち本発明は、
少なくとも1枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、
物体側から像側へと順に、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、正のパワーを有する第3レンズ群と、負のパワーを有する第4レンズ群と、正のパワーを有する第5レンズ群とからなり、

像のぶれを光学的に補正するために光軸に対して垂直方向に移動する、前記第2レンズ群の一部又は前記第3レンズ群の一部である像ぶれ補正レンズ群を備え、
撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群とがそれぞれ像面に対して移動し、

50

以下の条件(1) :

$$T_{mainG} / T_{subG} > 3.0 \quad \dots \quad (1)$$

(ここで、

T_{mainG} : 像ぶれ補正レンズ群を含むレンズ群の光軸上での厚み、

T_{subG} : 像ぶれ補正レンズ群の光軸上での厚み

である)

を満足するズームレンズ系と、

前記ズームレンズ系が形成する光学像を受光して電気的な画像信号に変換する撮像素子を含むカメラ本体との接続が可能なレンズマウント部と
を備える、交換レンズ装置

10

に関する。

【0013】

上記目的の1つは、以下のカメラシステムにより達成される。すなわち本発明は、少なくとも1枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、物体側から像側へと順に、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、正のパワーを有する第3レンズ群と、負のパワーを有する第4レンズ群と、正のパワーを有する第5レンズ群とからなり、

像のぶれを光学的に補正するために光軸に対して垂直方向に移動する、前記第2レンズ群の一部又は前記第3レンズ群の一部である像ぶれ補正レンズ群を備え、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群とがそれぞれ像面に対して移動し、

以下の条件(1) :

$$T_{mainG} / T_{subG} > 3.0 \quad \dots \quad (1)$$

(ここで、

T_{mainG} : 像ぶれ補正レンズ群を含むレンズ群の光軸上での厚み、

T_{subG} : 像ぶれ補正レンズ群の光軸上での厚み

である)

を満足するズームレンズ系、を含む交換レンズ装置と、

前記交換レンズ装置とカメラマウント部を介して着脱可能に接続され、前記ズームレンズ系が形成する光学像を受光して電気的な画像信号に変換する撮像素子を含むカメラ本体とを備える、カメラシステム

20

に関する。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、光学性能に優れるのは勿論のこと、優れた像ぶれ補正機能を有すると同時に、レンズ全長が短く小型で軽量なズームレンズ系、該ズームレンズ系を含む交換レンズ装置及びカメラシステムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】実施の形態1(実施例1)に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

40

【図2】実施例1に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

【図3】実施例1に係るズームレンズ系の望遠端における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図

【図4】実施の形態2(実施例2)に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

【図5】実施例2に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

【図6】実施例2に係るズームレンズ系の望遠端における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図

【図7】実施の形態3(実施例3)に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態を示すレンズ

50

配置図

【図 8】実施例 3 に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

【図 9】実施例 3 に係るズームレンズ系の望遠端における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図

【図 10】実施の形態 4 (実施例 4) に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

【図 11】実施例 4 に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

【図 12】実施例 4 に係るズームレンズ系の望遠端における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図

【図 13】実施の形態 5 (実施例 5) に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態を示すレンズ配置図

【図 14】実施例 5 に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図

【図 15】実施例 5 に係るズームレンズ系の望遠端における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図

【図 16】実施の形態 6 に係るレンズ交換式デジタルカメラシステムの概略構成図

【発明を実施するための形態】

【0016】

(実施の形態 1 ~ 5)

図 1、4、7、10 及び 13 は、各々実施の形態 1 ~ 5 に係るズームレンズ系のレンズ配置図である。

【0017】

図 1、4、7、10 及び 13 はいずれも無限遠合焦状態にあるズームレンズ系を表している。各図において、(a) 図は広角端 (最短焦点距離状態 : 焦点距離 f_w) のレンズ構成、(b) 図は中間位置 (中間焦点距離状態 : 焦点距離 $f_m = (f_w * f_t)$) のレンズ構成、(c) 図は望遠端 (最長焦点距離状態 : 焦点距離 f_t) のレンズ構成をそれぞれ表している。また各図において、(a) 図と (b) 図との間に設けられた直線乃至曲線の矢印は、広角端から中間位置を経由して望遠端への、各レンズ群の動きを示す。さらに各図において、レンズ群に付された矢印は、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングを表す。すなわち、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際の移動方向を示している。

【0018】

なお図 1、4、7、10 及び 13 において、特定の面に付されたアスタリスク * は、該面が非球面であることを示している。また各図において、各レンズ群の符号に付された記号 (+) 及び記号 (-) は、各レンズ群のパワーの符号に対応する。また各図において、最も右側に記載された直線は、像面 S の位置を表す。

【0019】

さらに図 1、4、7、10 及び 13 に示すように、第 2 レンズ群 G2 と第 3 レンズ群 G3 との間には、開口絞り A が設けられている。各々実施の形態 1 ~ 5 に係るズームレンズ系においては、望遠端においても広角端と遜色ない F ナンバーを実現するために、撮像時の広角端から望遠端までのズーミングの際に絞り開放状態の開口絞り径を大きくしている。

【0020】

図 1 に示すように、実施の形態 1 に係るズームレンズ系において、第 1 レンズ群 G1 は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 1 レンズ素子 L1 と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 2 レンズ素子 L2 とからなる。第 1 レンズ素子 L1 と第 2 レンズ素子 L2 とが接合されている。

【0021】

実施の形態 1 に係るズームレンズ系において、第 2 レンズ群 G2 は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 3 レンズ素子 L3 と、両凹形状の第 4 レンズ素子 L4 と、両凸形状の第 5 レンズ素子 L5 と、像側に凸面を向けた負メニスカ

10

20

30

40

50

ス形状の第6レンズ素子L6とからなる。これらのうち、第4レンズ素子L4と第5レンズ素子L5とが接合されている。また、第3レンズ素子L3は、その両面が非球面であり、第6レンズ素子L6は、その物体側面が非球面である。

【0022】

実施の形態1に係るズームレンズ系において、第3レンズ群G3は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第7レンズ素子L7と、両凸形状の第8レンズ素子L8と、像側に凸面を向けた正メニスカス形状の第9レンズ素子L9と、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第10レンズ素子L10と、両凸形状の第11レンズ素子L11とからなる。これらのうち、第7レンズ素子L7と第8レンズ素子L8とが接合されており、第9レンズ素子L9と第10レンズ素子L10とが接合されている。また、第8レンズ素子L8は、その像側面が非球面であり、第11レンズ素子L11は、その両面が非球面である。

10

【0023】

実施の形態1に係るズームレンズ系において、第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第12レンズ素子L12のみからなる。

【0024】

実施の形態1に係るズームレンズ系において、第5レンズ群G5は、像側に凸面を向けた正メニスカス形状の第13レンズ素子L13のみからなる。

【0025】

実施の形態1に係るズームレンズ系において、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、第1レンズ群G1は物体側へ移動し、第2レンズ群G2は物体側へ移動し、第3レンズ群G3は物体側へ移動し、第4レンズ群G4は物体側へ移動し、第5レンズ群G5は移動しない。すなわち、ズーミングに際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が増大するように、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2と第3レンズ群G3と第4レンズ群G4とが光軸に沿ってそれぞれ移動する。また、開口絞りAは、第3レンズ群G3と一体的に光軸に沿って物体側へ移動する。

20

【0026】

また、実施の形態1に係るズームレンズ系において、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第4レンズ群G4が光軸に沿って像側へと移動する。

30

【0027】

さらに、実施の形態1に係るズームレンズ系において、第11レンズ素子L11が後述する像ぶれ補正レンズ群に相当し、該第11レンズ素子L11を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

【0028】

図4に示すように、実施の形態2に係るズームレンズ系において、第1レンズ群G1は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第1レンズ素子L1と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第2レンズ素子L2とからなる。第1レンズ素子L1は、その像側面が非球面である。

40

【0029】

実施の形態2に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第3レンズ素子L3と、両凹形状の第4レンズ素子L4と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第5レンズ素子L5と、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第6レンズ素子L6とからなる。これらのうち、第4レンズ素子L4と第5レンズ素子L5とが接合されている。また、第3レンズ素子L3は、その両面が非球面であり、第6レンズ素子L6は、その物体側面が非球面である。

【0030】

実施の形態2に係るズームレンズ系において、第3レンズ群G3は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第7レンズ素子L7と、像側に凸面を

50

向けた正メニスカス形状の第8レンズ素子L8と、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第9レンズ素子L9と、両凸形状の第10レンズ素子L10とからなる。これらのうち、第8レンズ素子L8と第9レンズ素子L9とが接合されている。また、第7レンズ素子L7は、その像側面が非球面であり、第10レンズ素子L10は、その両面が非球面である。

【0031】

実施の形態2に係るズームレンズ系において、第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第11レンズ素子L11のみからなる。

【0032】

実施の形態2に係るズームレンズ系において、第5レンズ群G5は、像側に凸面を向けた正メニスカス形状の第12レンズ素子L12のみからなる。第12レンズ素子L12は、その像側面が非球面である。

10

【0033】

実施の形態2に係るズームレンズ系において、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、第1レンズ群G1は物体側へ移動し、第2レンズ群G2は像側へ凸の軌跡を描いて物体側へ移動し、第3レンズ群G3は物体側へ移動し、第4レンズ群G4は物体側へ移動し、第5レンズ群G5は移動しない。すなわち、ズーミングに際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が増大するように、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2と第3レンズ群G3と第4レンズ群G4とが光軸に沿ってそれぞれ移動する。また、開口絞りAは、第3レンズ群G3と一体的に光軸に沿って物体側へ移動する。

20

【0034】

また、実施の形態2に係るズームレンズ系において、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第4レンズ群G4が光軸に沿って像側へと移動する。

【0035】

さらに、実施の形態2に係るズームレンズ系において、第10レンズ素子L10が後述する像ぶれ補正レンズ群に相当し、該第10レンズ素子L10を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

30

【0036】

図7に示すように、実施の形態3に係るズームレンズ系において、第1レンズ群G1は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第1レンズ素子L1と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第2レンズ素子L2とからなる。第1レンズ素子L1と第2レンズ素子L2とが接合されている。

40

【0037】

実施の形態3に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第3レンズ素子L3と、両凹形状の第4レンズ素子L4と、両凸形状の第5レンズ素子L5と、両凹形状の第6レンズ素子L6とからなる。これらのうち、第4レンズ素子L4と第5レンズ素子L5とが接合されている。また、第3レンズ素子L3は、その両面が非球面であり、第6レンズ素子L6は、その両面が非球面である。

【0038】

実施の形態3に係るズームレンズ系において、第3レンズ群G3は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第7レンズ素子L7と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第8レンズ素子L8と、像側に凸面を向けた正メニスカス形状の第9レンズ素子L9と、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第10レンズ素子L10と、両凸形状の第11レンズ素子L11とからなる。これらのうち、第7レンズ素子L7と第8レンズ素子L8とが接合されており、第9レンズ素子L9と第10レンズ素子L10とが接合されている。また、第8レンズ素子L8は、その像側面が非球面である。

50

【0039】

実施の形態3に係るズームレンズ系において、第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第12レンズ素子L12のみからなる。

【0040】

実施の形態3に係るズームレンズ系において、第5レンズ群G5は、両凸形状の第13レンズ素子L13のみからなる。

【0041】

実施の形態3に係るズームレンズ系において、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、第1レンズ群G1は物体側へ移動し、第2レンズ群G2は像側へ凸の軌跡を描いて物体側へ移動し、第3レンズ群G3は物体側へ移動し、第4レンズ群G4は物体側へ移動し、第5レンズ群G5は移動しない。すなわち、ズーミングに際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が増大するように、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2と第3レンズ群G3と第4レンズ群G4とが光軸に沿ってそれぞれ移動する。また、開口絞りAは、独立して光軸に沿って物体側へ移動する。

10

【0042】

また、実施の形態3に係るズームレンズ系において、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第4レンズ群G4が光軸に沿って像側へと移動する。

【0043】

さらに、実施の形態3に係るズームレンズ系において、第6レンズ素子L6が後述する像ぶれ補正レンズ群に相当し、該第6レンズ素子L6を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

20

【0044】

図10に示すように、実施の形態4に係るズームレンズ系において、第1レンズ群G1は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第1レンズ素子L1と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第2レンズ素子L2とからなる。第1レンズ素子L1と第2レンズ素子L2とが接合されており、後述する対応数値実施例における面データでは、これら第1レンズ素子L1と第2レンズ素子L2との間の接着剤層に面番号2が付与されている。

30

【0045】

実施の形態4に係るズームレンズ系において、第2レンズ群G2は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第3レンズ素子L3と、両凹形状の第4レンズ素子L4と、両凸形状の第5レンズ素子L5と、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第6レンズ素子L6とからなる。これらのうち、第4レンズ素子L4と第5レンズ素子L5とが接合されている。また、第3レンズ素子L3の物体側面には、透明樹脂層が接合されており、この透明樹脂層の物体側面が非球面である。

【0046】

実施の形態4に係るズームレンズ系において、第3レンズ群G3は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第7レンズ素子L7と、両凸形状の第8レンズ素子L8と、像側に凸面を向けた正メニスカス形状の第9レンズ素子L9と、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第10レンズ素子L10と、両凸形状の第11レンズ素子L11とからなる。これらのうち、第7レンズ素子L7と第8レンズ素子L8とが接合されており、第9レンズ素子L9と第10レンズ素子L10とが接合されている。また、第8レンズ素子L8は、その像側面が非球面であり、第11レンズ素子L11は、その両面が非球面である。

40

【0047】

実施の形態4に係るズームレンズ系において、第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第12レンズ素子L12のみからなる。

【0048】

50

実施の形態 4 に係るズームレンズ系において、第 5 レンズ群 G 5 は、両凸形状の第 1 3 レンズ素子 L 1 3 のみからなる。第 1 3 レンズ素子 L 1 3 は、その両面が非球面である。

【 0 0 4 9 】

実施の形態 4 に係るズームレンズ系において、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、第 1 レンズ群 G 1 は物体側へ移動し、第 2 レンズ群 G 2 は像側へ凸の軌跡を描いて物体側へ移動し、第 3 レンズ群 G 3 は物体側へ移動し、第 4 レンズ群 G 4 は物体側へ移動し、第 5 レンズ群 G 5 は移動しない。すなわち、ズーミングに際して、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔が増大し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔が減少し、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 との間隔が増大するように、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 とが光軸に沿ってそれぞれ移動する。また、開口絞り A は、第 3 レンズ群 G 3 と一緒に光軸に沿って物体側へ移動する。

10

【 0 0 5 0 】

また、実施の形態 4 に係るズームレンズ系において、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第 5 レンズ群 G 5 が光軸に沿って物体側へと移動する。

【 0 0 5 1 】

さらに、実施の形態 4 に係るズームレンズ系において、第 1 1 レンズ素子 L 1 1 が後述する像ぶれ補正レンズ群に相当し、該第 1 1 レンズ素子 L 1 1 を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

20

【 0 0 5 2 】

図 1 3 に示すように、実施の形態 5 に係るズームレンズ系において、第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 1 レンズ素子 L 1 と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 2 レンズ素子 L 2 とからなる。第 1 レンズ素子 L 1 と第 2 レンズ素子 L 2 とが接合されている。

【 0 0 5 3 】

実施の形態 5 に係るズームレンズ系において、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 3 レンズ素子 L 3 と、両凸形状の第 4 レンズ素子 L 4 と、両凸形状の第 5 レンズ素子 L 5 と、像側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 6 レンズ素子 L 6 とからなる。これらのうち、第 4 レンズ素子 L 4 と第 5 レンズ素子 L 5 とが接合されている。また、第 3 レンズ素子 L 3 の物体側面には、透明樹脂層が接合されており、この透明樹脂層の物体側面が非球面である。

30

【 0 0 5 4 】

実施の形態 5 に係るズームレンズ系において、第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から像側へと順に、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状の第 7 レンズ素子 L 7 と、両凹形状の第 8 レンズ素子 L 8 と、両凸形状の第 9 レンズ素子 L 9 と、両凸形状の第 1 0 レンズ素子 L 1 0 とからなる。これらのうち、第 8 レンズ素子 L 8 と第 9 レンズ素子 L 9 とが接合されている。また、第 7 レンズ素子 L 7 は、その両面が非球面であり、第 1 0 レンズ素子 L 1 0 は、その両面が非球面である。

40

【 0 0 5 5 】

実施の形態 5 に係るズームレンズ系において、第 4 レンズ群 G 4 は、物体側に凸面を向けた負メニスカス形状の第 1 1 レンズ素子 L 1 1 のみからなる。

【 0 0 5 6 】

実施の形態 5 に係るズームレンズ系において、第 5 レンズ群 G 5 は、両凸形状の第 1 2 レンズ素子 L 1 2 のみからなる。第 1 3 レンズ素子 L 1 3 は、その像側面が非球面である。

【 0 0 5 7 】

実施の形態 5 に係るズームレンズ系において、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、第 1 レンズ群 G 1 は物体側へ移動し、第 2 レンズ群 G 2 は像側へ凸の軌跡を描いて物体側へ移動し、第 3 レンズ群 G 3 は物体側へ移動し、第 4 レンズ群 G 4 は物体側へ

50

移動し、第5レンズ群G5は移動しない。すなわち、ズーミングに際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が増大するように、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2と第3レンズ群G3と第4レンズ群G4とが光軸に沿ってそれぞれ移動する。また、開口絞りAは、第3レンズ群G3と一緒に光軸に沿って物体側へ移動する。

【0058】

また、実施の形態5に係るズームレンズ系において、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第4レンズ群G4が光軸に沿って像側へと移動する。

【0059】

さらに、実施の形態5に係るズームレンズ系において、第10レンズ素子L10が後述する像ぶれ補正レンズ群に相当し、該第10レンズ素子L10を光軸に直交する方向に移動させることによって、全系の振動による像点移動を補正する、すなわち、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

【0060】

以下、例えば実施の形態1～5に係るズームレンズ系のごときズームレンズ系が満足することが好ましい条件を説明する。なお、各実施の形態に係るズームレンズ系に対して、複数の好ましい条件が規定されるが、これら複数の条件すべてを満足するズームレンズ系の構成が最も望ましい。しかしながら、個別の条件を満足することにより、それぞれ対応する効果を奏するズームレンズ系を得ることも可能である。

【0061】

例えば実施の形態1～5に係るズームレンズ系のように、少なくとも1枚のレンズ素子で構成されたレンズ群を複数有し、物体側から像側へと順に、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、正のパワーを有する第3レンズ群と、負のパワーを有する第4レンズ群と、正のパワーを有する第5レンズ群とからなり、像のぶれを光学的に補正するために光軸に対して垂直方向に移動する、前記第2レンズ群の一部又は前記第3レンズ群の一部である像ぶれ補正レンズ群を備え、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群とがそれぞれ像面に対して移動する（以下、このレンズ構成を、実施の形態の基本構成という）ズームレンズ系は、以下の条件（1）を満足する。

$$T_{mainG} / T_{subG} > 3.0 \quad \dots \quad (1)$$

ここで、

T_{mainG} ：像ぶれ補正レンズ群を含むレンズ群の光軸上での厚み、

T_{subG} ：像ぶれ補正レンズ群の光軸上での厚み

である。

【0062】

前記条件（1）は、像ぶれ補正レンズ群を含むレンズ群の光軸上での厚みと、像ぶれ補正レンズ群の光軸上での厚みとの関係を規定する条件である。条件（1）を満足しないと、像ぶれ補正レンズ群の光軸上での厚みが大きくなりすぎ、像ぶれ補正時の偏心非点収差の補正が困難となる。

【0063】

なお、さらに以下の条件（1）'を満足することにより、前記効果をさらに奏功させることができる。

$$T_{mainG} / T_{subG} > 5.0 \quad \dots \quad (1)'$$

【0064】

例えば実施の形態1～5に係るズームレンズ系のように、基本構成を有するズームレンズ系は、以下の条件（2）を満足することが好ましい。

$$1.3 < f_{1G} / |f_{subG}| < 8.5 \quad \dots \quad (2)$$

ここで、

f_{1G} ：第1レンズ群の焦点距離、

10

20

30

40

50

f_{subG} ：像ぶれ補正レンズ群の焦点距離
である。

【0065】

前記条件(2)は、第1レンズ群の焦点距離と、像ぶれ補正レンズ群の焦点距離との関係を規定する条件である。条件(2)の下限を下回ると、第1レンズ群の焦点距離が短くなりすぎ、望遠端における非点収差の制御が困難となる。逆に条件(2)の上限を上回ると、像ぶれ補正レンズ群の焦点距離が短くなりすぎ、像ぶれ補正時の偏心非点収差の補正が困難となる。

【0066】

なお、さらに以下の条件(2)'及び(2)''の少なくとも1つを満足することにより、前記効果をさらに奏功させることができる。

$$1.50 < f_{1G} / |f_{subG}| \dots (2)'$$

$$f_{1G} / |f_{subG}| < 2.51 \dots (2)''$$

【0067】

例えば実施の形態1～5に係るズームレンズ系のように、基本構成を有するズームレンズ系は、以下の条件(3)を満足することが好ましい。

$$1.5 < L_T / |f_{subG}| < 9.0 \dots (3)$$

ここで、

L_T ：望遠端におけるレンズ全長（望遠端における、第1レンズ群中で最物体側に配置されるレンズ素子の物体側面から像面までの距離）、

f_{subG} ：像ぶれ補正レンズ群の焦点距離
である。

【0068】

前記条件(3)は、望遠端におけるレンズ全長と、像ぶれ補正レンズ群の焦点距離との関係を規定する条件である。条件(3)の下限を下回ると、望遠端におけるレンズ全長が短くなりすぎ、各レンズ群の焦点距離が短くなりすぎる。これにより、ズーミングに伴う球面収差の変動の制御が困難となる。逆に条件(3)の上限を上回ると、像ぶれ補正レンズ群の焦点距離が短くなりすぎ、望遠端における像ぶれ補正時の偏心非点収差の補正が困難となる。

【0069】

なお、さらに以下の条件(3)'及び(3)''の少なくとも1つを満足することにより、前記効果をさらに奏功させることができる。

$$2.0 < L_T / |f_{subG}| \dots (3)'$$

$$L_T / |f_{subG}| < 4.3 \dots (3)''$$

【0070】

実施の形態1～5に係るズームレンズ系は、像のぶれを光学的に補正するために光軸に対して垂直方向に移動する、第2レンズ群の一部又は第3レンズ群の一部である像ぶれ補正レンズ群を備えている。該像ぶれ補正レンズ群により、全系の振動による像点移動を補正することができる。

【0071】

全系の振動による像点移動を補正する際に、このように像ぶれ補正レンズ群が光軸に対して垂直方向に移動することにより、ズームレンズ系全体の大型化を抑制してコンパクトに構成しながら、偏心コマ収差や偏心非点収差が小さい優れた結像特性を維持して像ぶれの補正を行うことができる。

【0072】

前記像ぶれ補正レンズ群は、該像ぶれ補正レンズ群を含むレンズ群の中で、最も像側に配置されていることが望ましい。像ぶれ補正レンズ群が最も像側に配置されていないと、該像ぶれ補正レンズ群の駆動機構の構成が複雑になり、コンパクトなレンズ鏡筒や交換レンズ装置及びカメラシステムを提供することが困難となる。また、像ぶれ補正時のサジタル像面の片ボケの補正が困難となる。

10

20

30

40

50

【0073】

また、像ぶれ補正レンズ群は、第2レンズ群又は第3レンズ群を構成する全レンズ素子のうちのいずれか1枚のレンズ素子又は隣り合った複数のレンズ素子からなればよいが、1枚のレンズ素子からなることが望ましい。像ぶれ補正レンズ群が複数のレンズ素子で構成されていると、該像ぶれ補正レンズ群の駆動機構の構成が肥大化し、コンパクトなレンズ鏡筒や交換レンズ装置及びカメラシステムを提供することが困難となる。

【0074】

実施の形態1～5に係るズームレンズ系のように、第1レンズ群は、2枚以下のレンズ素子からなることが望ましい。第1レンズ群が3枚以上のレンズ素子で構成されていると、第1レンズ群の径が肥大化し、広角端における非点収差の補正が困難となる。

10

【0075】

実施の形態1～5に係るズームレンズ系のように、第5レンズ群は、1枚のレンズ素子からなることが望ましい。第5レンズ群が複数のレンズ素子で構成されていると、望遠端における像面湾曲の補正が困難となる。

【0076】

また、実施の形態1～5に係るズームレンズ系のように、第5レンズ群は、撮像時の広角端から望遠端へのズーミングの際に、像面に対して固定されていることが望ましい。第5レンズ群がズーミングの際に像面に対して移動すると、該第5レンズ群を保持する枠が大きくなりすぎ、コンパクトなレンズ鏡筒や交換レンズ装置及びカメラシステムを提供することが困難となる。さらに、第5レンズ群の焦点距離が長くなりすぎ、望遠端における像面湾曲の補正が困難となる。

20

【0077】

実施の形態1～5に係るズームレンズ系のように、無限遠合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に像面に対して移動するフォーカシングレンズ群を備え、該フォーカシングレンズ群が、1枚のレンズ素子からなることが望ましい。フォーカシングレンズ群が複数のレンズ素子で構成されていると、俊敏なフォーカシングの達成が困難となる。

【0078】

また、実施の形態2、3及び5に係るズームレンズ系のように、第3レンズ群内の最も物体側の空気レンズが、両凸形状であることが望ましい。第3レンズ群内の最も物体側の空気レンズが両凸形状である場合には、広角端における球面収差の補正をより良好に行うことができる。

30

【0079】

実施の形態1～5に係るズームレンズ系を構成している各レンズ群は、入射光線を屈折により偏向させる屈折型レンズ素子（すなわち、異なる屈折率を有する媒質同士の界面で偏向が行われるタイプのレンズ素子）のみで構成されているが、これに限定されるものではない。例えば、回折により入射光線を偏向させる回折型レンズ素子、回折作用と屈折作用との組み合わせで入射光線を偏向させる屈折・回折ハイブリッド型レンズ素子、入射光線を媒質内の屈折率分布により偏向させる屈折率分布型レンズ素子等で、各レンズ群を構成してもよい。特に、屈折・回折ハイブリッド型レンズ素子において、屈折率の異なる媒質の界面に回折構造を形成すると、回折効率の波長依存性が改善されるので、好ましい。

40

【0080】

(実施の形態6)

図16は、実施の形態6に係るレンズ交換式デジタルカメラシステムの概略構成図である。

【0081】

本実施の形態6に係るレンズ交換式デジタルカメラシステム100は、カメラ本体101と、カメラ本体101に着脱自在に接続される交換レンズ装置201とを備える。

【0082】

カメラ本体101は、交換レンズ装置201のズームレンズ系202によって形成され

50

る光学像を受光して、電気的な画像信号に変換する撮像素子 102 と、撮像素子 102 によって変換された画像信号を表示する液晶モニタ 103 と、カメラマウント部 104 を含む。一方、交換レンズ装置 201 は、実施の形態 1 ~ 5 いずれかに係るズームレンズ系 202 と、ズームレンズ系 202 を保持する鏡筒 203 と、カメラ本体のカメラマウント部 104 に接続されるレンズマウント部 204 とを含む。カメラマウント部 104 及びレンズマウント部 204 は、物理的な接続のみならず、カメラ本体 101 内のコントローラ (図示せず) と交換レンズ装置 201 内のコントローラ (図示せず) とを電気的に接続し、相互の信号のやり取りを可能とするインターフェースとしても機能する。なお、図 16 においては、ズームレンズ系 202 として実施の形態 1 に係るズームレンズ系を用いた場合を図示している。

10

【 0083 】

本実施の形態 6 では、実施の形態 1 ~ 5 いずれかに係るズームレンズ系 202 を用いているので、コンパクトで結像性能に優れた交換レンズ装置を低コストで実現することができる。また、本実施の形態 6 に係るカメラシステム 100 全体の小型化及び低コスト化も達成することができる。なお、これら実施の形態 1 ~ 5 に係るズームレンズ系は、全てのズーミング域を使用する必要はない。すなわち、所望のズーミング域に応じて、光学性能が確保されている範囲を切り出し、以下の対応する数値実施例 1 ~ 5 で説明するズームレンズ系よりも低倍率のズームレンズ系として使用してもよい。

【 0084 】

以下、実施の形態 1 ~ 5 に係るズームレンズ系を具体的に実施した数値実施例を説明する。なお、各数値実施例において、表中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、各数値実施例において、 r は曲率半径、 d は面間隔、 n_d は d 線に対する屈折率、 v_d は d 線に対するアッペ数である。また、各数値実施例において、* 印を付した面は非球面であり、非球面形状は次式で定義している。

20

【 数 1 】

$$Z = \frac{h^2 / r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h / r)^2}} + \sum A_n h^n$$

ここで、

30

Z : 光軸からの高さが h の非球面上の点から、非球面頂点の接平面までの距離、

h : 光軸からの高さ、

r : 頂点曲率半径、

：円錐定数、

A_n : n 次の非球面係数

である。

【 0085 】

図 2、5、8、11 及び 14 は、各々数値実施例 1 ~ 5 に係るズームレンズ系の無限遠合焦状態の縦収差図である。

40

【 0086 】

各縦収差図において、(a) 図は広角端、(b) 図は中間位置、(c) 図は望遠端における各収差を表す。各縦収差図は、左側から順に、球面収差 (S A (mm)) 、非点収差 (A S T (mm)) 、歪曲収差 (D I S (%)) を示す。球面収差図において、縦軸は F ナンバー (図中、 F で示す) を表し、実線は d 線 (d - line) 、短破線は F 線 (F - line) 、長破線は C 線 (C - line) 、一点鎖線は g 線 (g - line) の特性である。非点収差図において、縦軸は像高 (図中、 H で示す) を表し、実線はサジタル平面 (図中、 s で示す) 、破線はメリディオナル平面 (図中、 m で示す) の特性である。歪曲収差図において、縦軸は像高 (図中、 H で示す) を表す。

【 0087 】

また図 3、6、9、12 及び 15 は、各々数値実施例 1 ~ 5 に係るズームレンズ系の望

50

遠端における横収差図である。

【0088】

各横収差図において、上段3つの収差図は、望遠端における像ぶれ補正を行っていない基本状態、下段3つの収差図は、像ぶれ補正レンズ群を光軸と垂直な方向に所定量移動させた望遠端における像ぶれ補正状態に、それぞれ対応する。基本状態の各横収差図のうち、上段は最大像高の70%の像点における横収差、中段は軸上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。像ぶれ補正状態の各横収差図のうち、上段は最大像高の70%の像点における横収差、中段は軸上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。また各横収差図において、横軸は瞳面上での主光線からの距離を表し、実線はd線(d-line)、短破線はF線(F-line)、長破線はC線(C-line)、一点破線はg線(g-line)の特性である。なお各横収差図において、メリディオナル平面を、第1レンズ群G1の光軸と第2レンズ群G2の光軸とを含む平面(数値実施例3)又は第1レンズ群G1の光軸と第3レンズ群G3の光軸とを含む平面(数値実施例1、2、4及び5)としている。

10

【0089】

なお、各数値実施例のズームレンズ系について、望遠端における、像ぶれ補正状態での像ぶれ補正レンズ群の光軸と垂直な方向への移動量は、以下に示すとおりである。

数値実施例1 0.200mm

20

数値実施例2 0.160mm

数値実施例3 0.300mm

数値実施例4 0.200mm

数値実施例5 0.120mm

【0090】

撮影距離がで望遠端において、ズームレンズ系が0.4°だけ傾いた場合の像偏心量は、像ぶれ補正レンズ群が光軸と垂直な方向に上記の各値だけ平行移動するときの像偏心量に等しい。

【0091】

各横収差図から明らかなように、軸上像点における横収差の対称性は良好であることがわかる。また、+70%像点における横収差と-70%像点における横収差とを基本状態で比較すると、いずれも湾曲度が小さく、収差曲線の傾斜がほぼ等しいことから、偏心コマ収差、偏心非点収差が小さいことがわかる。このことは、像ぶれ補正状態であっても充分な結像性能が得られていることを意味している。また、ズームレンズ系の像ぶれ補正角が同じ場合には、ズームレンズ系全体の焦点距離が短くなるにつれて、像ぶれ補正に必要な平行移動量が減少する。したがって、いずれのズーム位置であっても、0.4°までの像ぶれ補正角に対して、結像特性を低下させることなく充分な像ぶれ補正を行うことが可能である。

30

【0092】

(数値実施例1)

数値実施例1のズームレンズ系は、図1に示した実施の形態1に対応する。数値実施例1のズームレンズ系の面データを表1に、非球面データを表2に、各種データを表3に示す。

40

【0093】

表 1 (面データ)

面番号 物面	r	d	nd	vd
1	46.56480	1.50000	1.84666	23.8
2	31.80790	6.46400	1.77250	49.6
3	194.87370	可変		

50

4*	133.72500	1.00000	1.88202	37.2	
5*	11.99180	5.11050			
6	-40.62420	0.70000	1.70154	41.1	
7	16.72220	3.88980	1.92286	20.9	
8	-52.04510	2.59450			
9*	-12.84400	1.00000	1.80610	40.7	
10	-19.95800	可变			
11(絞り)		1.50000			
12	19.13050	3.08930	1.84666	23.8	
13	14.31570	2.84000	1.58913	61.3	10
14*	-277.48550	1.99460			
15	-33.06230	5.68070	1.59282	68.6	
16	-11.77870	0.70000	1.92286	20.9	
17	-14.70730	1.00000			
18*	28.58940	2.96360	1.51845	70.0	
19*	-44.72510	可变			
20	65.42230	0.70000	1.74950	35.0	
21	18.62770	可变			
22	-226.93210	3.95860	1.84666	23.8	
23	-45.58570	(BF)			20

像面

【0 0 9 4】

表 2 (非球面データ)

第4面

$K = 0.00000E+00$, $A4 = 6.64668E-05$, $A6 = -2.84118E-07$, $A8 = 6.25525E-10$
 $A10 = 0.00000E+00$

第5面

$K = 0.00000E+00$, $A4 = 5.54426E-05$, $A6 = 1.90885E-07$, $A8 = 2.57948E-09$
 $A10 = -4.89308E-12$

30

第9面

$K = 0.00000E+00$, $A4 = 2.01586E-05$, $A6 = 3.61764E-07$, $A8 = -3.69683E-09$
 $A10 = 1.91593E-11$

第14面

$K = 0.00000E+00$, $A4 = 9.23458E-05$, $A6 = 1.59711E-07$, $A8 = 9.09639E-10$
 $A10 = -1.77556E-11$

第18面

$K = 0.00000E+00$, $A4 = -2.85196E-05$, $A6 = -2.27314E-08$, $A8 = 1.43135E-10$
 $A10 = -1.08350E-12$

第19面

40

$K = 0.00000E+00$, $A4 = -1.05035E-05$, $A6 = -1.75961E-08$, $A8 = -1.49536E-10$
 $A10 = 0.00000E+00$

【0 0 9 5】

表 3 (各種データ)

ズーム比	2.75039	広角	中間	望遠	
焦点距離	12.3628	20.5037	34.0025		
Fナンバー	2.82859	2.85057	2.91257		
画角	41.9636	28.2703	17.3406		50

像高	10.0000	10.8150	10.8150
光学全長	84.4390	90.7009	108.5390
d3	0.6000	6.3474	20.3334
d10	12.7430	4.5346	1.0000
d19	2.0000	2.4285	2.0000
d21	8.0000	16.2944	24.1096
入射瞳位置	18.4284	25.5267	54.8371
射出瞳位置	-66.5649	-101.2176	-157.4588
前側主点位置	28.4973	41.8785	81.4984
後側主点位置	72.1413	70.2338	74.5687

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	81.90412	7.96400	-1.60513	2.00956
2	4	-12.82855	14.29480	1.44731	5.10202
3	11	16.16475	19.76820	10.80729	13.61390
4	20	-34.97114	0.70000	0.56300	0.86030
5	22	66.70830	3.95860	2.65593	4.49212

20

【0096】

(数値実施例2)

数値実施例2のズームレンズ系は、図4に示した実施の形態2に対応する。数値実施例2のズームレンズ系の面データを表4に、非球面データを表5に、各種データを表6に示す。

【0097】

表 4 (面データ)

面番号	r	d	nd	vd	
物面					
1	61.17090	1.50000	2.10205	16.8	
2*	43.75380	0.50000			30
3	34.17190	6.76700	1.81550	44.4	
4	777.73550	可変			
5*	141.32940	1.00000	1.88202	37.2	
6*	10.68920	4.31210			
7	-228.29100	0.70000	1.60368	50.3	
8	12.21750	3.49100	1.92286	20.9	
9	91.38360	2.50000			
10*	-16.62500	1.00000	1.80139	45.4	
11	-24.86500	可変			
12(絞り)		1.50000			40
13	19.28640	2.39090	1.61881	63.9	
14*	299.33480	2.18510			
15	-22.43550	4.54530	1.59282	68.6	
16	-8.37970	0.70000	1.90366	31.3	
17	-11.66580	1.00000			
18*	23.32070	2.85180	1.58913	61.3	
19*	-39.24490	可変			
20	47.80150	0.70000	1.84666	23.8	
21	14.09310	可変			
22	-142.52320	5.83060	1.82115	24.1	50

23* -33.63690 (BF)
像面

【 0 0 9 8 】

表 5 (非球面データ)

第2面

K= 0.00000E+00, A4= 5.52161E-07, A6= 7.17077E-10, A8= 7.29088E-13
A10= 0.00000E+00

第5面

K= 0.00000E+00, A4= 6.17222E-05, A6=-4.01792E-07, A8= 7.82240E-10
A10= 0.00000E+00

10

第6面

K= 0.00000E+00, A4= 7.09700E-05, A6=-3.19609E-07, A8= 1.92166E-08
A10=-1.97353E-10

第10面

K= 0.00000E+00, A4= 1.16544E-05, A6= 9.35916E-07, A8=-1.96846E-08
A10= 1.51878E-10

第14面

K= 0.00000E+00, A4= 9.04204E-05, A6= 7.41893E-07, A8=-5.78817E-09
A10=-1.00886E-11

20

第18面

K= 0.00000E+00, A4=-7.19325E-05, A6=-1.77148E-07, A8= 3.52431E-09
A10=-1.29793E-11

第19面

K= 0.00000E+00, A4=-4.30272E-05, A6=-5.39419E-08, A8= 1.16011E-09
A10= 0.00000E+00

第23面

K= 0.00000E+00, A4=-2.07789E-08, A6=-3.34311E-08, A8=-4.42426E-12
A10= 0.00000E+00

30

【 0 0 9 9 】

表 6 (各種データ)

ズーム比	2.75001			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	12.3627	20.5018	33.9974	
F ナンバー	2.76954	2.88596	2.91265	
画角	41.9656	28.0358	17.3265	
像高	10.0000	10.8150	10.8150	
光学全長	77.9511	82.4834	97.5242	
d4	0.6000	5.9204	17.4364	
d11	11.3389	3.6837	1.0000	
d19	2.0000	2.6931	2.0676	
d21	5.3817	11.5557	18.3897	
入射瞳位置	18.4872	25.3196	52.6540	
射出瞳位置	-55.7954	-81.6433	-131.5344	
前側主点位置	28.1132	40.6742	77.8627	
後側主点位置	65.6415	62.0005	63.5051	

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離 レンズ構成長 前側主点位置 後側主点位置

50

1	1	63.21640	8.76700	0.38285	4.21411
2	5	-12.27921	13.00310	1.39435	4.89610
3	12	13.45117	15.17310	8.96424	11.41585
4	20	-23.83163	0.70000	0.54271	0.86000
5	22	52.35362	5.83060	4.09185	6.79632

【0 1 0 0】

(数値実施例3)

数値実施例3のズームレンズ系は、図7に示した実施の形態3に対応する。数値実施例3のズームレンズ系の面データを表7に、非球面データを表8に、各種データを表9に示す。

10

【0 1 0 1】

表 7 (面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面				
1	35.60130	1.50000	1.84666	23.8
2	27.06370	7.38170	1.77250	49.6
3	114.75730	可変		
4*	5000.00000	1.00000	1.88202	37.2
5*	10.26040	5.14670		
6	-42.37640	0.80000	1.59282	68.6
7	12.17630	5.46660	1.85000	32.4
8	-35.19200	1.56560		
9*	-31.92670	1.00000	1.69350	53.2
10*	306.76460	可変		
11(絞り)				
12	13.09760	3.49910	1.84666	23.8
13	9.12440	3.61090	1.51845	70.0
14*	550.61270	1.93090		
15	-30.50480	2.50330	1.48749	70.4
16	-11.44060	0.80000	1.92286	20.9
17	-15.32890	0.20000		
18	131.77220	2.72210	1.69350	53.3
19	-22.26800	可変		
20	720.65850	0.80000	1.67270	32.2
21	21.86330	可変		
22	91.44560	2.41440	1.84666	23.8
23	-78.44720	(BF)		
像面				

【0 1 0 2】

表 8 (非球面データ)

40

第4面

K= 0.00000E+00, A4= 3.64083E-05, A6=-1.09762E-07, A8= 1.23307E-10

第5面

K= 0.00000E+00, A4=-5.91742E-06, A6=-5.18192E-08, A8= 2.31060E-09

第9面

K= 0.00000E+00, A4=-2.39415E-04, A6= 4.06613E-06, A8=-2.17154E-08

第10面

K= 0.00000E+00, A4=-2.23523E-04, A6= 4.02796E-06, A8=-2.28041E-08

50

第14面

K= 0.00000E+00, A4= 1.65010E-04, A6= 1.28378E-07, A8= 1.30228E-09

【 0 1 0 3 】

表 9 (各種データ)

ズーム比	2.75007				
	広角	中間	望遠		
焦点距離	12.3619	20.5019	33.9963		
F ナンバー	2.89409	2.81379	2.91284		
画角	41.9358	28.0781	17.3340	10	
像高	10.0000	10.8150	10.8150		
光学全長	81.5389	84.9915	100.6945		
B F	0.00000	0.00000	0.00000		
d3	1.0000	7.9940	17.7078		
d10	10.9431	3.2455	1.5000		
d11	4.3000	3.0000	1.5000		
d19	2.0000	3.8270	2.5000		
d21	3.5945	7.2237	17.7854		
入射瞳位置	19.7610	30.9223	57.4091		
射出瞳位置	-62.7077	-69.7335	-119.4275	20	
前側主点位置	29.6879	45.4017	81.7241		
後側主点位置	69.2272	64.5491	66.6509		

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置	
1	1	66.29441	8.88170	-2.37271	1.77715	
2	4	-13.25968	14.97890	0.26457	4.26363	
3	12	16.76783	15.26630	7.25847	9.11211	
4	20	-33.53311	0.80000	0.49346	0.81497	
5	22	50.19881	2.41440	0.70835	1.80674	30

【 0 1 0 4 】

(数値実施例 4)

数値実施例 4 のズームレンズ系は、図 10 に示した実施の形態 4 に対応する。数値実施例 4 のズームレンズ系の面データを表 10 に、非球面データを表 11 に、各種データを表 12 に示す。

【 0 1 0 5 】

表 10 (面データ)

面番号 物面	r	d	nd	vd	
1	47.44810	1.50000	1.84666	23.8	
2	31.67890	0.01000	1.56732	42.8	
3	31.67890	7.18960	1.77250	49.6	
4	216.82340	可変			
5*	84.41100	0.10000	1.51358	51.6	
6	54.70290	1.00000	1.91082	35.2	
7	10.85120	5.44560			
8	-30.21860	0.80000	1.66422	49.2	
9	13.97590	4.43370	2.00069	25.5	
10	-53.27650	1.76890			50

11	-18.46780	0.70000	1.90366	31.3	
12	-33.86630	可变			
13(絞り)		1.50000			
14	18.55120	3.83540	1.74077	27.8	
15	11.55510	3.34470	1.58913	61.3	
16*	-3000.00000	2.65780			
17	-17.95930	3.46840	1.49700	81.6	
18	-9.10520	0.70000	1.72342	38.0	
19	-13.23550	1.00000			
20*	24.87750	3.50410	1.58913	61.3	10
21*	-28.35100	可变			
22	54.07680	0.70000	1.90366	31.3	
23	18.60350	可变			
24*	104.82190	4.28520	1.81000	41.0	
25*	-75.81830	(BF)			

像面

【0 1 0 6】

表 1 1 (非球面データ)

第5面

20

$K = 0.00000E+00, A4 = 3.23262E-05, A6 = -1.51447E-07, A8 = 1.49188E-09$
 $A10 = -1.77365E-11, A12 = 1.71943E-13, A14 = -9.60486E-16, A16 = 2.23845E-18$

第16面

$K = 0.00000E+00, A4 = 4.95653E-05, A6 = 4.36297E-07, A8 = -1.43081E-08$
 $A10 = 1.78841E-10, A12 = 1.14002E-13, A14 = -1.79465E-14, A16 = 0.00000E+00$

第20面

$K = 0.00000E+00, A4 = -3.49368E-05, A6 = 4.42209E-07, A8 = -1.05520E-08$
 $A10 = 1.97124E-10, A12 = -2.30284E-12, A14 = 1.02377E-14, A16 = 0.00000E+00$

第21面

30

$K = 0.00000E+00, A4 = 5.01002E-06, A6 = 1.30223E-07, A8 = 4.29262E-09$
 $A10 = -1.73008E-10, A12 = 2.24723E-12, A14 = -1.14875E-14, A16 = 0.00000E+00$

第24面

$K = 0.00000E+00, A4 = -2.17817E-05, A6 = 2.77427E-07, A8 = -2.40522E-09$
 $A10 = 1.71336E-11, A12 = -9.07006E-14, A14 = 2.48919E-16, A16 = 0.00000E+00$

第25面

$K = 0.00000E+00, A4 = -1.74336E-05, A6 = -1.35455E-07, A8 = 5.35817E-09$
 $A10 = -5.65794E-11, A12 = 2.59090E-13, A14 = -4.14278E-16, A16 = 0.00000E+00$

40

【0 1 0 7】

表 1 2 (各種データ)

ズーム比	2.75034		
	広角	中間	望遠
焦点距離	12.3633	20.5015	34.0034
F ナンバー	2.87984	2.83156	2.91270
画角	41.8706	28.2617	17.4072
像高	10.0000	10.8150	10.8150
光学全長	86.2222	91.5851	110.3829
d4	0.6000	6.9581	20.8424
d12	13.5945	4.4160	1.0000
d21	2.0000	2.8153	2.0376

50

d23	7.0092	14.3772	23.4844
入射瞳位置	19.3413	27.1874	57.1968
射出瞳位置	-73.8353	-117.5475	-254.5615
前側主点位置	29.6346	44.1137	86.6585
後側主点位置	73.8656	71.0998	76.4056

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置	
1	1	81.63256	8.69960	-1.57185	2.36724	
2	5	-13.95373	14.24820	1.02850	4.82561	10
3	13	16.58980	20.01040	12.13561	13.95080	
4	22	-31.68015	0.70000	0.56586	0.89467	
5	24	54.89887	4.28520	1.38856	3.28084	

【0 1 0 8】

(数値実施例5)

数値実施例5のズームレンズ系は、図13に示した実施の形態5に対応する。数値実施例5のズームレンズ系の面データを表13に、非球面データを表14に、各種データを表15に示す。

【0 1 0 9】

表 13 (面データ)

20

面番号	r	d	nd	vd	
物面					
1	58.61210	1.50000	1.84666	23.8	
2	38.36070	10.17650	1.77250	49.6	
3	258.92410	可変			
4*	85.92700	0.10000	1.51358	51.6	
5	50.15090	1.00000	1.88300	40.8	
6	11.94380	6.45430			
7	-24.00780	0.80000	1.63041	58.7	30
8	16.59710	7.85820	2.00069	25.5	
9	-71.64400	2.32180			
10	-15.52280	0.70000	1.84666	23.8	
11	-22.19310	可変			
12(絞り)		1.50000			
13*	20.14210	5.00000	1.73077	40.5	
14*	43.07590	1.52830			
15	-3549.00000	3.55870	1.83233	26.9	
16	19.00960	4.01970	1.49700	81.6	
17	-26.42980	1.00000			40
18*	26.41150	6.99390	1.58913	61.3	
19*	-21.14710	可変			
20	64.65560	0.70000	1.72584	50.7	
21	18.19200	可変			
22	80.60590	3.85830	1.81000	41.0	
23*	-157.03860	(BF)			
像面					

【0 1 1 0】

表 14 (非球面データ)

50

第4面

K= 0.00000E+00, A4= 3.07455E-05, A6=-9.94711E-08, A8= 6.84142E-10
 A10=-9.86712E-12, A12= 1.30757E-13, A14=-7.71155E-16, A16= 1.68039E-18

第13面

K= 0.00000E+00, A4=-2.76441E-05, A6=-1.66065E-07, A8= 9.41781E-10
 A10=-1.30353E-11, A12= 4.30260E-15, A14= 1.45715E-16, A16= 0.00000E+00

第14面

K= 0.00000E+00, A4=-1.20410E-05, A6=-3.93727E-08, A8=-3.15440E-09
 A10= 1.27436E-11, A12= 8.80301E-13, A14=-1.17203E-14, A16= 0.00000E+00

第18面

K= 0.00000E+00, A4=-6.54840E-05, A6= 9.13347E-08, A8=-1.13091E-08
 A10= 9.46366E-11, A12=-2.13942E-13, A14=-6.25779E-15, A16= 0.00000E+00

10

第19面

K= 0.00000E+00, A4=-1.15053E-05, A6=-1.08702E-07, A8=-2.15758E-09
 A10=-6.18548E-11, A12= 1.07786E-12, A14=-7.08738E-15, A16= 0.00000E+00

第23面

K= 0.00000E+00, A4=-7.52127E-08, A6=-2.87621E-07, A8= 5.70372E-09
 A10=-5.90855E-11, A12= 3.05132E-13, A14=-6.21957E-16, A16= 0.00000E+00

20

【 0 1 1 1 】

表 15 (各種データ)

ズーム比	2.75023		
	広角	中間	望遠
焦点距離	12.3618	20.5023	33.9978
F ナンバー	2.77632	2.82217	2.91265
画角	41.9516	28.1578	17.4607
像高	10.0000	10.8150	10.8150
光学全長	98.7863	106.9169	128.1598
d3	0.6000	11.2728	27.7689
d11	14.3588	4.7781	1.0000
d19	2.2255	3.0645	2.0918
d21	7.0976	13.2971	22.7947
入射瞳位置	22.7742	38.5972	77.3709
射出瞳位置	-69.6603	-94.2993	-157.7777
前側主点位置	32.9425	54.6426	104.0439
後側主点位置	86.4311	86.4283	94.1841

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	102.03267	11.67650	-2.15799	3.13652
2	4	-14.68979	19.23430	1.44323	7.07608
3	12	17.83862	23.60060	12.94928	16.67973
4	20	-35.09898	0.70000	0.56800	0.85982
5	22	66.24133	3.85830	0.72832	2.43936

40

【 0 1 1 2 】

以下の表 16 に、各数値実施例のズームレンズ系における各条件の対応値を示す。

【 0 1 1 3 】

表 16 (条件の対応値)

【表1】

条件	数値実施例				
	1	2	3	4	5
(1) T_{mainG}/T_{subG}	6.16	4.79	14.98	5.28	3.16
(2) $f_{1G}/ f_{subG} $	2.40	2.50	1.59	3.54	4.84
(3) $L_T/ f_{subG} $	3.18	3.86	2.42	4.79	6.08

【産業上の利用可能性】

10

【0114】

本発明に係るズームレンズ系は、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、スマートフォン等の携帯情報端末、PDA (Personal Digital Assistant) のカメラ、監視システムにおける監視カメラ、Webカメラ、車載カメラ等に適用可能であり、特にデジタルスチルカメラシステム、デジタルビデオカメラシステムといった高画質が要求される撮影光学系に好適である。

【0115】

また本発明に係るズームレンズ系は、本発明に係る交換レンズ装置の中でも、デジタルビデオカメラシステムに備えられる、ズームレンズ系をモータにより駆動する電動ズーム機能を搭載した交換レンズ装置に適用することが可能である。

20

【符号の説明】

【0116】

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
G 5	第5レンズ群
L 1	第1レンズ素子
L 2	第2レンズ素子
L 3	第3レンズ素子
L 4	第4レンズ素子
L 5	第5レンズ素子
L 6	第6レンズ素子
L 7	第7レンズ素子
L 8	第8レンズ素子
L 9	第9レンズ素子
L 10	第10レンズ素子
L 11	第11レンズ素子
L 12	第12レンズ素子
L 13	第13レンズ素子
A	開口絞り
S	像面
1 0 0	レンズ交換式デジタルカメラシステム
1 0 1	カメラ本体
1 0 2	撮像素子
1 0 3	液晶モニタ
1 0 4	カメラマウント部
2 0 1	交換レンズ装置
2 0 2	ズームレンズ系
2 0 3	鏡筒

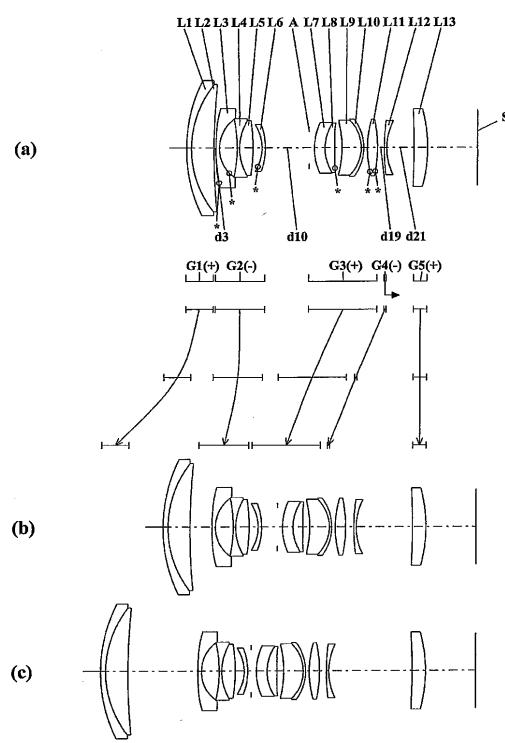
30

40

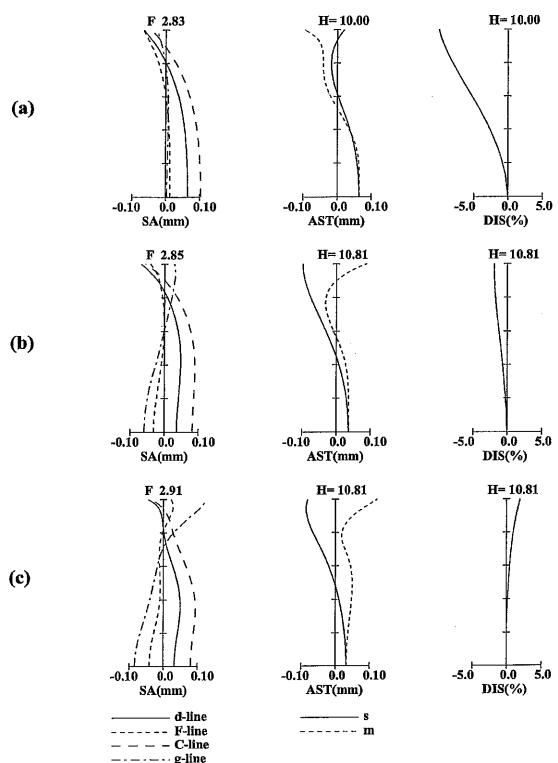
50

204 レンズマウント部

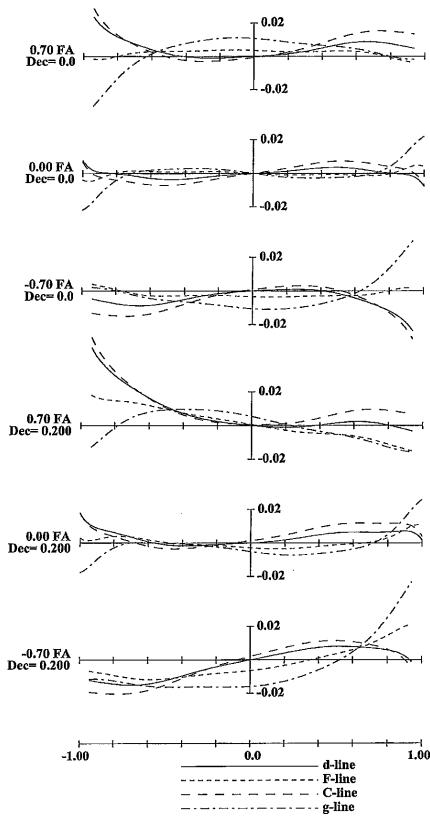
【図1】



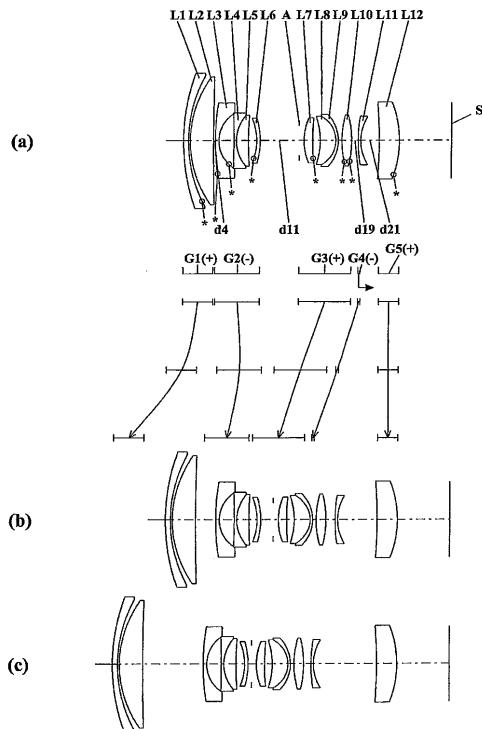
【図2】



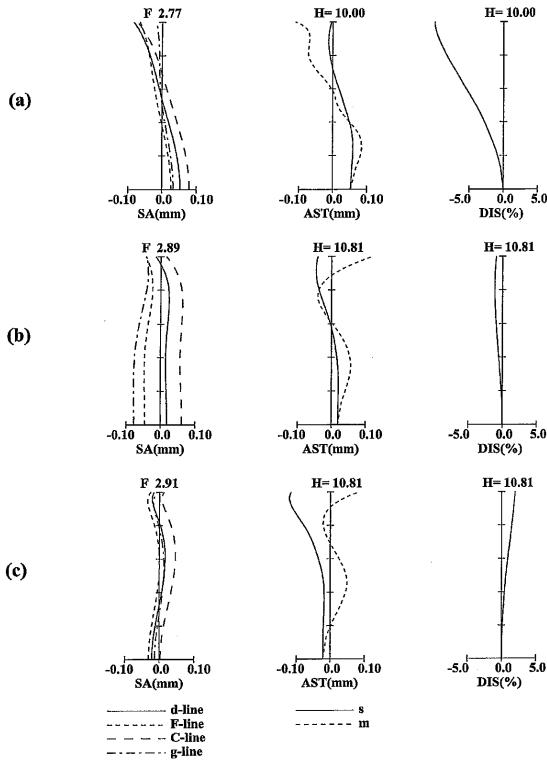
【図3】



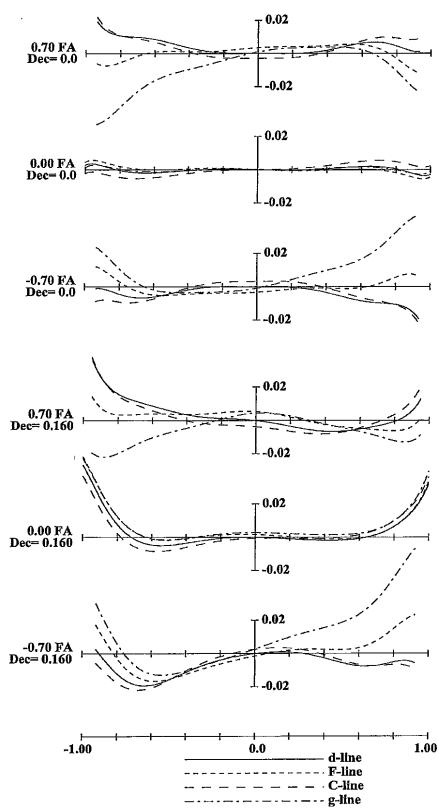
【図4】



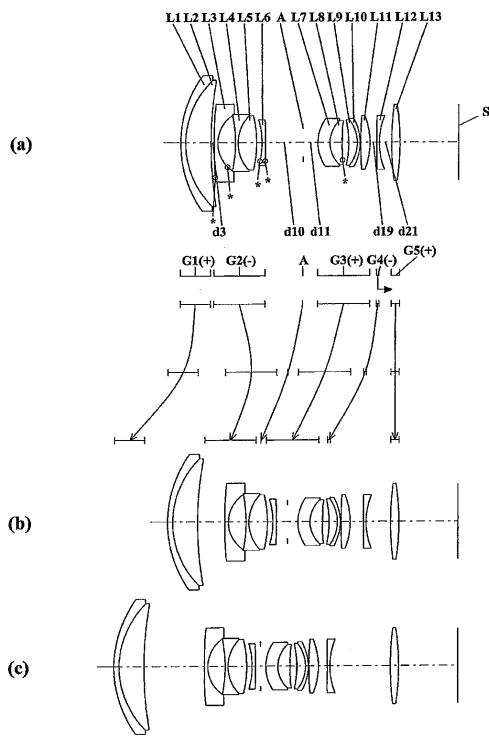
【図5】



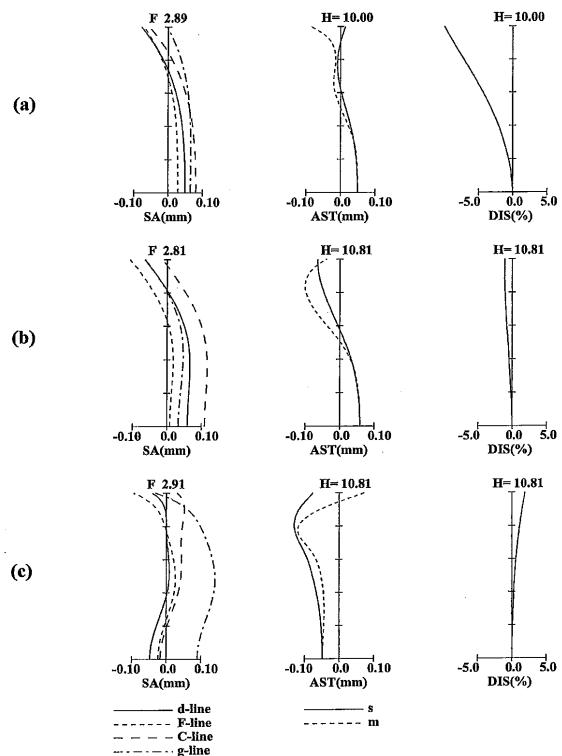
【図6】



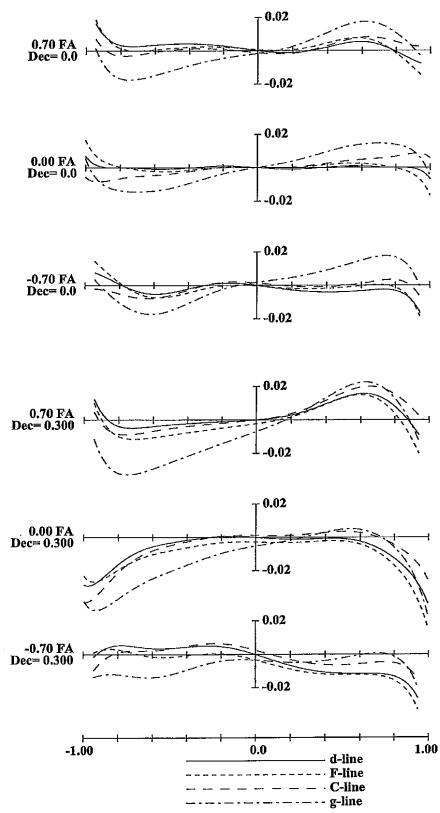
【図7】



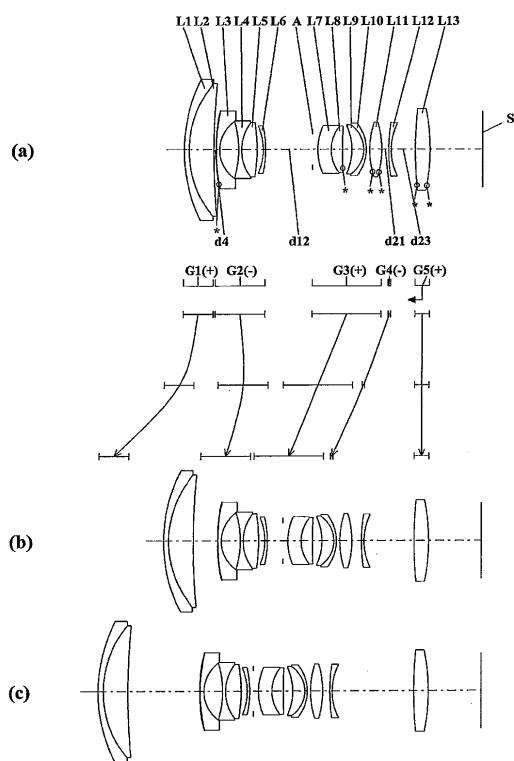
【図8】



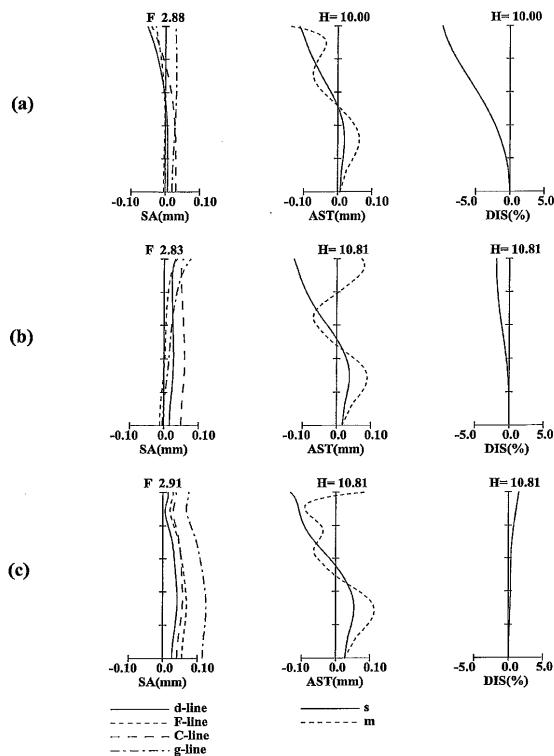
【図9】



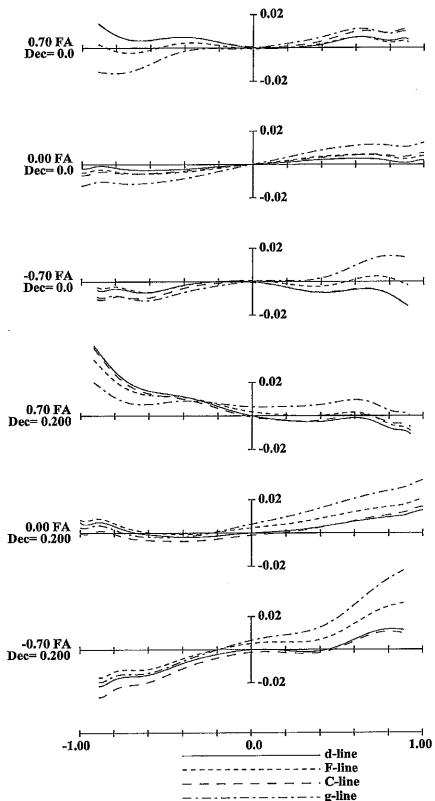
【図10】



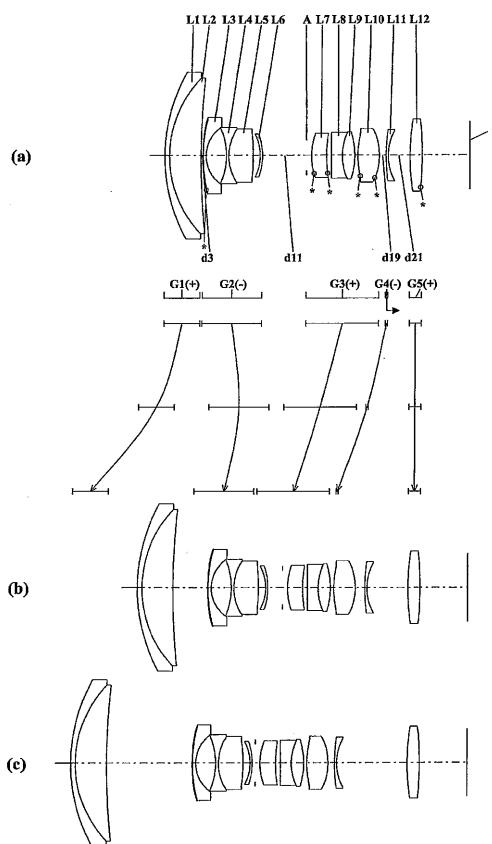
【図11】



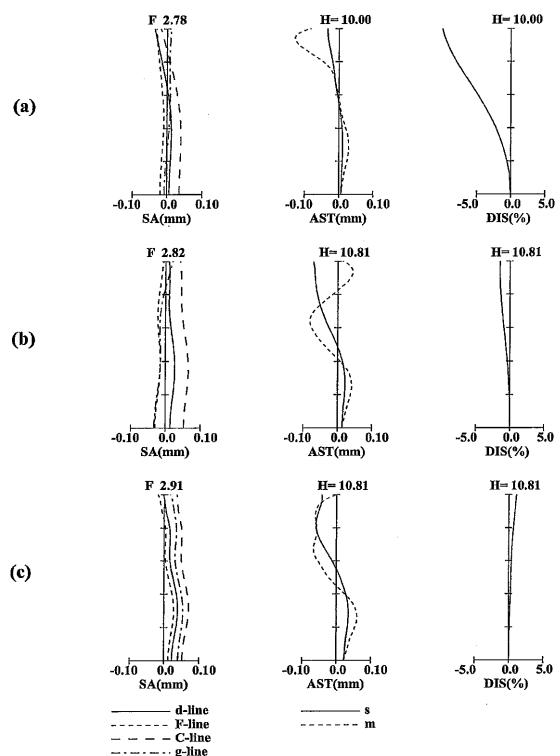
【図12】



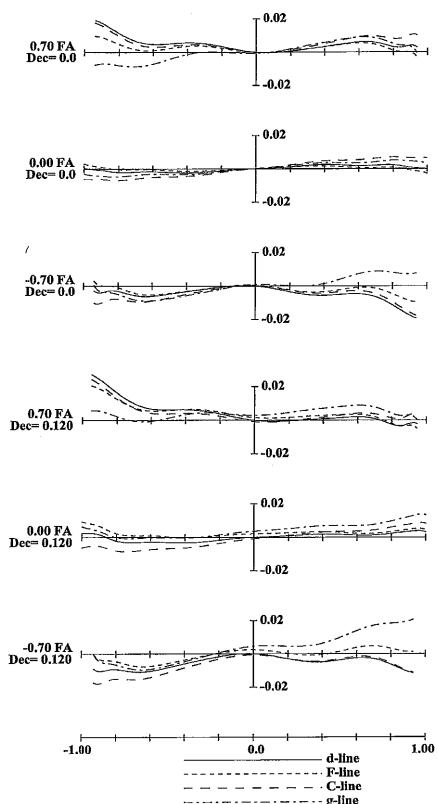
【図13】



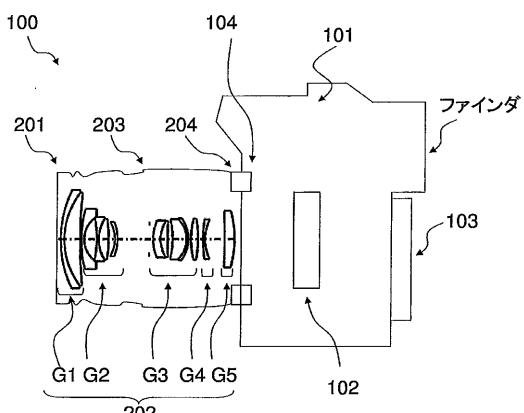
【図14】



【図15】



【図16】



-1.00 0.0 1.00
 d-line
 F-line
 C-line
 g-line

フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA01 KA02 KA03 MA15 NA07 PA09 PA10 PA16 PA19 PA20
PB12 PB13 QA02 QA07 QA17 QA21 QA26 QA32 QA34 QA42
QA45 RA05 RA12 RA13 RA36 RA44 SA43 SA47 SA49 SA53
SA55 SA62 SA63 SA64 SA65 SA76 SB03 SB15 SB25 SB26
SB32 SB42 UA01