(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2016-14865
(P2016-14865A)
(43)公開日　平成28年1月28日(2016.1.28)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G02B 15/20	(2006.01)	G02B	15/20		2H087
G02B 13/18	(2006.01)	G02B	13/18		2K005
G03B 5/00	(2006.01)	G03B	5/00	J	

審査請求 未請求　請求項の数 18　ＯＬ　（全 27 頁）

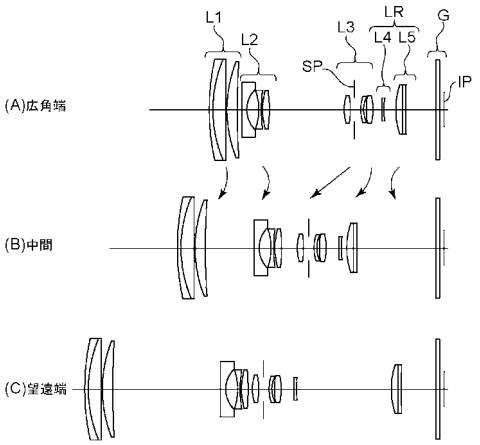
(21)出願番号　特願2015-89583(P2015-89583)
(22)出願日　平成27年4月24日(2015.4.24)
(31)優先権主張番号　特願2014-119440(P2014-119440)
(32)優先日　平成26年6月10日(2014.6.10)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(71)出願人　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100126240
弁理士　阿部　琢磨
(74)代理人　100124442
弁理士　黒岩　創吾
(72)発明者　青木　宏治
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号キヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ズームレンズおよびそれを有する撮像装置

(57)【要約】
【課題】　全系が大型化するのを軽減しつつ、像ぶれ補正が容易でしかも像ぶれ補正に際しても良好な光学性能を維持することができるズームレンズを得ること。
【解決手段】　物体側から像側へ順に、正、負、正の屈折力の第１レンズ群ないし第３レンズ群、１つ以上のレンズ群を有する後群より構成され、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、第２レンズ群の全体または一部は、光軸上または光軸近傍の１点を回転中心Ａとして像ぶれ補正に際して回転可能な補正レンズ系Ａであり、第２レンズ群よりも像側に配置された光学系の全体または一部は、光軸上又は光軸近傍の１点を回転中心Ｂとして像ぶれ補正に際して回転可能な補正レンズ系Ｂであり、回転中心Ａは補正レンズ系Ａの最も物体側のレンズ面の面頂点よりも像側に位置し、回転中心Ｂは補正レンズ系Ｂの最も物体側のレンズ面の面頂点よりも像側に位置すること。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体側から像側へ順に、正の屈折力の第１レンズ群、負の屈折力の第２レンズ群、正の屈折力の第３レンズ群、１つ以上のレンズ群を有する後群より構成され、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、
前記第２レンズ群の全体または一部は、光軸上または光軸近傍の１点を回転中心Ａとして像ぶれ補正に際して回転可能な補正レンズ系Ａであり、
前記第２レンズ群よりも像側に配置された光学系の全体または一部は、光軸上又は光軸近傍の１点を回転中心Ｂとして像ぶれ補正に際して回転可能な補正レンズ系Ｂであり、
前記回転中心Ａは前記補正レンズ系Ａの最も物体側のレンズ面の面頂点よりも像側に位置し、
前記回転中心Ｂは前記補正レンズ系Ｂの最も物体側のレンズ面の面頂点よりも像側に位置することを特徴とするズームレンズ。
【請求項２】
前記回転中心Ａの位置と前記回転中心Ｂの位置は異なることを特徴とする請求項１に記載のズームレンズ。
【請求項３】
広角端における像ぶれ補正は前記補正レンズ系Ａを回転させることにより行い、望遠端における像ぶれ補正は前記補正レンズ系Ａ及び前記補正レンズ系Ｂを回転させることにより行うことを特徴とする請求項１または２に記載のズームレンズ。
【請求項４】
広角端における像ぶれ補正は前記補正レンズ系Ｂを回転させることにより行い、望遠端における像ぶれ補正は前記補正レンズ系Ａを回転させることにより行うことを特徴とする請求項１または２に記載のズームレンズ。
【請求項５】
前記補正レンズ系Ａの物体側のレンズ面の面頂点から前記回転中心Ａまでの距離をＲＡ、前記補正レンズ系Ａの光軸上の厚みをｄＡとするとき、
８．５＜ＲＡ／ｄＡ＜２０．０
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１乃至４のいずれか１項に記載のズームレンズ。
【請求項６】
前記補正レンズ系Ｂの物体側のレンズ面の面頂点から前記回転中心Ｂまでの距離をＲＢ、前記補正レンズ系Ｂの光軸上の厚みをｄＢとするとき、
０．３＜ＲＢ／ｄＢ＜１０．５
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１乃至５のいずれか１項に記載のズームレンズ。
【請求項７】
前記補正レンズ系Ａの物体側のレンズ面の面頂点から前記回転中心Ａまでの距離をＲＡ、前記補正レンズ系Ａの焦点距離をｆＡとするとき、
７．５＜｜ＲＡ／ｆＡ｜＜２２．５
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１乃至６のいずれか１項に記載のズームレンズ。
【請求項８】
前記補正レンズ系Ｂの物体側のレンズ面の面頂点から前記回転中心Ｂまでの距離をＲＢ、前記補正レンズ系Ｂの焦点距離をｆＢとするとき、
０．３＜｜ＲＢ／ｆＢ｜＜４．５
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１乃至７のいずれか１項に記載のズームレンズ。
【請求項９】
前記補正レンズ系Ａの焦点距離をｆＡ、前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１とするとき

、
０．０７＜｜ｆＡ／ｆ１｜＜０．２５
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１乃至８のいずれか１項に記載のズームレンズ。
【請求項１０】
前記補正レンズ系Ｂの焦点距離をｆＢ、前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１とするとき、
０．１８＜｜ｆＢ／ｆ１｜＜０．７０
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１乃至９のいずれか１項に記載のズームレンズ。
【請求項１１】
前記第１レンズ群の焦点距離をｆ１、広角端における全系の焦点距離をｆＷとするとき、
０．０２＜ｆＷ／ｆ１＜０．３５
なる条件式を満足することを特徴とする請求項１乃至１０のいずれか１項に記載のズームレンズ。
【請求項１２】
前記補正レンズ系Ａは前記第２レンズ群の全体であることを特徴とする請求項１乃至１１のいずれか１項に記載のズームレンズ。
【請求項１３】
前記補正レンズ系Ｂは前記第３レンズ群の全体または一部であることを特徴とする請求項１乃至１２のいずれか１項に記載のズームレンズ。
【請求項１４】
前記後群は物体側から像側へ順に、負の屈折力の第４レンズ群、正の屈折力の第５レンズ群より構成され、ズーミングに際して、各レンズ群がそれぞれ異なる軌跡で移動することを特徴とする請求項１乃至１３のいずれか１項に記載のズームレンズ。
【請求項１５】
前記後群は正の屈折力の第４レンズ群より構成され、ズーミングに際して前記第２レンズ群、前記第３レンズ群、前記第４レンズ群が互いに異なる軌跡で移動することを特徴とする請求項１乃至１３のいずれか１項に記載のズームレンズ。
【請求項１６】
前記補正レンズ系Ｂは、前記第３レンズ群の全体と前記第４レンズ群の全体であることを特徴とする請求項１５に記載のズームレンズ。
【請求項１７】
複数のレンズ群を有し、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、
光軸上または光軸近傍の１点を回転中心として像ぶれ補正に際して回転可能な補正レンズ系を複数有し、
第１のズーム領域においては、全ての補正レンズ系を回転させることで像ぶれ補正を行い、
前記第１のズーム領域とは異なる第２のズーム領域においては、一部の補正レンズ系のみを回転させることで像ぶれ補正を行うことを特徴とするズームレンズ。
【請求項１８】
請求項１乃至１７のいずれか１項に記載のズームレンズと該ズームレンズによって形成される像を受光する撮像素子を有する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およびそれを有する撮像装置に関し、例えばビデオカメラ、電子スチルカメラ、放送用カメラ、監視カメラ等のように撮像素子を用いた撮像装置、或いは

銀塩フィルムを用いたカメラ等の撮像装置等に好適なものである。
【背景技術】
【０００２】
撮像装置に用いられる撮像光学系として、レンズ全長（第１レンズ面から像面までの距離）が短く、全系が小型かつ高ズーム比で、ズーム全域において高い光学性能を有するズームレンズが求められている。また、ズームレンズには像ぶれを補正する手段を有することも求められている。
【０００３】
特許文献１は、ズーミングに際して互いに異なる軌跡で移動する複数のレンズ系を、それらの重心位置又はその近傍を中心に一体的に回動させることで像ぶれ補正を行うズームレンズを開示している。また、特許文献２は、主レンズ系の物体側に、負のパワーを有する第１レンズと正のパワーを有する第２レンズで構成される像ぶれ補正用の光学系を配置した撮影光学系を開示している。像ぶれ補正に際しては、第１レンズと第２レンズの少なくとも一方が回動する。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２００１－２４９２７６号公報
【特許文献２】特開平９－２５１１２７号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
一般に防振機能を有したズームレンズにおいては、像ぶれ補正を精度良く実行できることや、像ぶれ補正の際の収差変動が少ないことが要求されている。これらの要求を満足するには、ズームレンズのレンズ構成および像ぶれ補正のための防振レンズ系のレンズ構成等を適切に設定することが重要になってくる。像ぶれ補正のために移動させる防振レンズ系のレンズ構成が適切でないと、像ぶれ補正が不十分となり、また防振時において偏心収差の発生量が多くなり、防振時に高い光学性能を維持するのが困難になってくる。
【０００６】
特許文献１の像ぶれ補正機能を有する撮影レンズでは、複数のレンズ群を一体的に回動させているため、像ぶれ補正時に発生する偏心収差の補正の自由度が限定されてしまう。このため、像ぶれ補正時の光学性能を良好に維持するのが難しい。
【０００７】
また、特許文献２のズームレンズでは、第１レンズ及び第２レンズの少なくとも一方を回動させることにより、像ぶれ補正を行っている。特許文献２では、主レンズ系の物体側に像ぶれ補正系を装着しているため、光学系全体が大型化する傾向がある。
【０００８】
本発明は、全系が大型化するのを軽減しつつ、像ぶれ補正が容易でしかも像ぶれ補正に際しても良好な光学性能を維持することができるズームレンズ及びそれを有する撮像装置の提供を目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００９】
本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第１レンズ群、負の屈折力の第２レンズ群、正の屈折力の第３レンズ群、１つ以上のレンズ群を有する後群より構成され、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、
前記第２レンズ群の全体または一部は、光軸上または光軸近傍の１点を回転中心Ａとして像ぶれ補正に際して回転可能な補正レンズ系Ａであり、前記第２レンズ群よりも像側に配置された光学系の全体または一部は、光軸上又は光軸近傍の１点を回転中心Ｂとして像ぶれ補正に際して回転可能な補正レンズ系Ｂであり、前記回転中心Ａは前記補正レンズ系

Ａの最も物体側のレンズ面の面頂点よりも像側に位置し、前記回転中心Ｂは前記補正レンズ系Ｂの最も物体側のレンズ面の面頂点よりも像側に位置することを特徴としている。

【発明の効果】

【００１０】

本発明によれば、全系が大型化するのを軽減しつつ、像ぶれ補正が容易でしかも像ぶれ補正に際しても良好な光学性能を維持することができるズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）本発明の数値実施例１の広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図

【図２】（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）本発明の数値実施例１の広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図

【図３】（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）本発明の数値実施例１の広角端、中間のズーム位置、望遠端における横収差図

【図４】（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）本発明の数値実施例１の像ぶれ補正時における広角端、中間のズーム位置、望遠端における横収差図

【図５】（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）本発明の数値実施例２の広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図

【図６】（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）本発明の数値実施例２の広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図

【図７】（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）本発明の数値実施例２の広角端、中間のズーム位置、望遠端における横収差図

【図８】（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）本発明の数値実施例２の像ぶれ補正時における広角端、中間のズーム位置、望遠端における横収差図

【図９】（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）本発明の数値実施例３の広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図

【図１０】（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）本発明の数値実施例３の広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図

【図１１】（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）本発明の数値実施例３の広角端、中間のズーム位置、望遠端における横収差図

【図１２】（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）本発明の数値実施例３の像ぶれ補正時における広角端、中間のズーム位置、望遠端における横収差図

【図１３】（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）本発明の数値実施例４の広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図

【図１４】（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）本発明の数値実施例４の広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図

【図１５】（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）本発明の数値実施例４の広角端、中間のズーム位置、望遠端における横収差図

【図１６】（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）本発明の数値実施例４の像ぶれ補正時における広角端、中間のズーム位置、望遠端における横収差図

【図１７】本発明の撮像装置の要部概略図

【図１８】本発明に係る補正レンズ系の像ぶれ補正時の説明図

【発明を実施するための形態】

【００１２】

以下、本発明の好ましい実施の形態を、添付の図面に基づいて詳細に説明する。本発明のズームレンズは、ズームレンズが振動したときの像ぶれ補正を行うために、次の如く構成している。ズームレンズは物体側から像側へ順に、正の屈折力の第１レンズ群、負の屈折力の第２レンズ群、正の屈折力の第３レンズ群、１つ以上のレンズ群を有する後群より構成され、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化する。第２レンズ群の全体または一部は、光軸上または光軸近傍の１点を回転中心Ａとして像ぶれ補正に際して回転

する補正レンズ系Ａである。
【００１３】
第２レンズ群よりも像側に配置された光学系の全体または一部は、光軸上又は光軸近傍の１点を回転中心Ｂとして像ぶれ補正に際して回転する補正レンズ系Ｂである。ここで回転中心Ａは補正レンズ系Ａの最も物体側のレンズ面の面頂点よりも像側に位置する。また回転中心Ｂは補正レンズ系Ｂの最も物体側のレンズ面の面頂点よりも像側に位置している。
【００１４】
本発明では、補正レンズ系Ａによる像ぶれと補正レンズ系Ｂによる像ぶれをズーム位置に応じて使い分けることで、ズーム位置ごとに適切な像ぶれ補正を行うことができる。
【００１５】
実施例１乃至３のズームレンズでは、広角端（短焦点距離端）における像ぶれ補正は補正レンズ系Ｂを回転させることにより行い、望遠端（長焦点距離端）における像ぶれ補正は補正レンズ系Ａを回転させることにより行う。また、広角端から望遠端に至る中間のズーム位置においては、像ぶれ補正を補正レンズ系Ａと補正レンズ系Ｂを回転させることにより行ってもよい。また、実施例４のズームレンズでは、広角端と中間のズーム位置においては、補正レンズ系Ａを回転させることにより像ぶれ補正を行い、望遠端においては、補正レンズ系Ａと補正レンズ系Ｂを回転させることにより像ぶれ補正を行う。
【００１６】
図１（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）は本発明の実施例１の広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図である。図２（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）はそれぞれ実施例１のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図である。図３（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）はそれぞれ実施例１のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における横収差図である。図４（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）はそれぞれ実施例１のズームレンズの像ぶれ補正時における広角端、中間のズーム位置、望遠端における横収差図である。実施例１はズーム比１３．３１、開口比３．０２～５．９３程度のズームレンズである。
【００１７】
図５（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）は本発明の実施例２の広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図である。図６（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）はそれぞれ実施例２のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図である。図７（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）はそれぞれ実施例２のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における横収差図である。図８（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）はそれぞれ実施例２のズームレンズの像ぶれ補正時における広角端、中間のズーム位置、望遠端における横収差図である。実施例２はズーム比４７．０６、開口比３．５０～７．０７程度のズームレンズである。
【００１８】
図９（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）は本発明の実施例３の広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図である。図１０（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）はそれぞれ実施例３のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図である。図１１（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）はそれぞれ実施例３のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における横収差図である。図１２（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）はそれぞれ実施例３のズームレンズの像ぶれ補正時における広角端、中間のズーム位置、望遠端における横収差図である。実施例３はズーム比９．８０、開口比１．８５～２．８８程度のズームレンズである。
【００１９】
図１３（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）は本発明の実施例４の広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図である。図１４（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）はそれぞれ実施例４のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図である。図１５（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）はそれぞれ実施例４のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における横収差図である。図１６（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）はそれぞれ実施例４のズームレンズの像ぶれ補正時における広角端、中間のズーム位置、望遠端における横収差図である。実施例４はズーム比５７．０３、開口比３．５０～７．０７程度のズームレンズであ

る。
【００２０】
図１７は本発明の撮像装置の要部概略図である。図１８は本発明に係る補正レンズ系の像ぶれ補正時の説明図である。
【００２１】
本発明のズームレンズは撮像装置に用いられるものである。レンズ断面図において左方が前方（物体側、拡大側）で右方が後方（像側、縮小側）である。レンズ断面図において、ｉは物体側から像側への各レンズ群の順序を示し、Ｌｉは第ｉレンズ群である。ＬＲは１以上のレンズ群を有する後群である。ＳＰは開放Ｆナンバー（Ｆｎｏ）光束を決定（制限）する開口絞りの作用をするＦナンバー決定部材（以下「開口絞り」ともいう。）である。
【００２２】
Ｇは光学フィルター、フェースプレート、水晶ローパスフィルター、赤外カットフィルター等に相当する光学ブロックである。ＩＰは像面であり、ビデオカメラやデジタルスチルカメラの撮影光学系として使用する際にはＣＣＤセンサやＣＭＯＳセンサ等の撮像素子（光電変換素子）の撮像面が置かれる。又、銀塩フィルム用カメラの撮影光学系として使用する際にはフィルム面に相当する感光面が置かれている。
【００２３】
縦収差図において、球面収差のｄはｄ線、ｇはｇ線を、非点収差のΔＭはメリディオナル像面、ΔＳはサジタル像面を、倍率色収差のｇはｇ線を表している。横収差図において、上から順に１０割、７割、中心、反対側の７割、反対側の１０割の像高におけるｄ線の収差図を示す。破線はサジタル像面、実線はメリディオナル像面を表している。ＦｎｏはＦナンバー、ωは半画角（度）である。半画角ωは光線追跡値による値を示す。レンズ断面図において矢印は広角端から望遠端へのズーミングに際しての各レンズ群の移動軌跡を示している。
【００２４】
以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍レンズ群が機構上光軸上移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。実施例１のズームレンズの特徴について説明する。図１のレンズ断面図において、Ｌ１は正の屈折力の第１レンズ群、Ｌ２は負の屈折力の第２レンズ群、Ｌ３は正の屈折力の第３レンズ群、Ｌ４は負の屈折力の第４レンズ群、Ｌ５は正の屈折力の第５レンズ群である。後群ＬＲは第４レンズ群Ｌ４と第５レンズ群Ｌ５より構成されている。
【００２５】
実施例１のズームレンズでは、ズーミングに際して各レンズ群が互いに異なる軌跡で移動する。ズーミングに際して、各レンズ群の間隔は以下のように変化する。広角端に比べて望遠端において、第１レンズ群Ｌ１と第２レンズ群Ｌ２との間隔は広がる。第２レンズ群Ｌ２と第３レンズ群Ｌ３との間隔は狭まる。第３レンズ群Ｌ３と第４レンズ群Ｌ４との間隔は広がる。第４レンズ群Ｌ４と第５レンズ群Ｌ５との間隔は広がる。
【００２６】
更に、広角端に対して望遠端にて、第１レンズ群Ｌ１、第２レンズ群Ｌ２、第３レンズ群Ｌ３、第４レンズ群Ｌ４、第５レンズ群Ｌ５はいずれも物体側に位置している。また第２レンズ群Ｌ２は像側に凸状の軌跡で、第５レンズ群Ｌ５は物体側に凸状の軌跡にて移動している。以上のように各レンズ群を適切に移動させることで全系の小型化と高ズーム比化を図っている。
【００２７】
開口絞りＳＰは第３レンズ群Ｌ３内に配置している。開口絞りＳＰをこのような位置に配置することにより望遠端における第２レンズ群Ｌ２と第３レンズ群Ｌ３の間隔が狭くなり、ズーミングのための第２レンズ群Ｌ２と第３レンズ群Ｌ３との間隔変化量を十分長く確保している。
【００２８】

なお、開口絞りＳＰは、第３レンズ群Ｌ３の物体側に配置してもよい。この場合第１レンズ群Ｌ１と開口絞りＳＰとの間隔を短縮することができるため前玉有効径の小型化が容易になる。また、開口絞りＳＰは第３レンズ群Ｌ３の像側に配置してもよい。この場合はズーミングに際しての第２レンズ群Ｌ２と第３レンズ群Ｌ３の移動ストロークを長くとることができ、高ズーム比化が容易となる。

【００２９】

開口絞りＳＰはズーミングに際し第３レンズ群Ｌ３と一体（同じ軌跡）で移動している。このように移動させることで第３レンズ群Ｌ３のレンズ径の増大を軽減している。なお、開口絞りＳＰはズーミングに際し第３レンズ群Ｌ３とは異なる軌跡（独立）にて移動させてもよい。この場合、広角側で決まる前玉有効径の増大を軽減するのが容易になる。

【００３０】

図５の実施例２はレンズ群の数、各レンズ群の屈折力の符号は実施例１と同じである。ズーミングに際して、隣り合うレンズ群の間隔が変化する。具体的には、広角端に対して望遠端において、第１レンズ群Ｌ１と第２レンズ群Ｌ２との間隔が広がるよう、第２レンズ群Ｌ２と第３レンズ群Ｌ３との間隔が狭まるよう移動している。また、第３レンズ群Ｌ３と第４レンズ群Ｌ４との間隔が広がるよう、第４レンズ群Ｌ４と第５レンズ群Ｌ５との間隔が広がるように各レンズ群が移動している。

【００３１】

更に、広角端に対して望遠端において、第１レンズ群Ｌ１、第３レンズ群Ｌ３、第４レンズ群Ｌ４は物体側に位置し、また、第２レンズ群Ｌ２、第５レンズ群Ｌ５は像側に位置している。また広角端から望遠端へのズーミングに際し、第５レンズ群Ｌ５は物体側に凸状の軌跡にて移動している。以上のようにズーミングに際して各レンズ群を適切に移動させることで全系の小型化と高ズーム比化を図っている。また、開口絞りＳＰはズーミングに際し第３レンズ群Ｌ３とは異なる軌跡にて移動している。これにより、広角側で決まる前玉有効径の増大を軽減している。

【００３２】

次に図９の実施例３のズームレンズについて説明する。図９のレンズ断面図において、Ｌ１は正の屈折力の第１レンズ群、Ｌ２は負の屈折力の第２レンズ群、Ｌ３は正の屈折力の第３レンズ群、Ｌ４は正の屈折力の第４レンズ群である。後群ＬＲは第４レンズ群Ｌ４より構成されている。実施例３のズームレンズでは、ズーミングに際して第２レンズ群Ｌ２、第３レンズ群Ｌ３、第４レンズ群Ｌ４が異なった軌跡で移動する。広角端に対して望遠端にて、各レンズ群の間隔変化は次のとおりである。

【００３３】

第１レンズ群Ｌ１と第２レンズ群Ｌ２との間隔は広がる。第２レンズ群Ｌ２と第３レンズ群Ｌ３との間隔は狭まる。第３レンズ群Ｌ３と第４レンズ群Ｌ４との間隔は広がる。実施例３のズームレンズでは、ズーミングに際して第１レンズ群Ｌ１、開口絞りＳＰは不動である。広角端に対して望遠端にて、第２レンズ群Ｌ２は像側に位置し、第３レンズ群Ｌ３は物体側に位置する。第４レンズ群Ｌ４は物体側に凸状の軌跡で移動している。

【００３４】

以上のように第２レンズ群Ｌ２乃至第４レンズ群Ｌ４を適切に移動させることで全系の小型化と高ズーム比化を図っている。

【００３５】

続いて、図１３の実施例４のズームレンズについて説明する。実施例４のズームレンズは、正の屈折力の第１レンズ群、負の屈折力の第２レンズ群、正の屈折力の第３レンズ群、負の屈折力の第４レンズ群、正の屈折力の第５レンズ群から構成される。後群ＬＲは第４レンズ群Ｌ４と第５レンズ群Ｌ５より構成される。

【００３６】

実施例４のズームレンズでは、ズーミングに際して、隣り合うレンズ群の間隔が変化するように各レンズ群が移動する。具体的には、広角端に対して望遠端において、第１レンズ群Ｌ１と第２レンズ群Ｌ２との間隔が広がり、第２レンズ群Ｌ２と第３レンズ群Ｌ３と

の間隔が狭まる。また、第３レンズ群Ｌ３と第４レンズ群Ｌ４との間隔が広がり、第４レンズ群Ｌ４と第５レンズ群Ｌ５との間隔が広がる。

【００３７】

広角端に対して望遠端において、第２レンズ群Ｌ２及び第５レンズ群Ｌ５は像側に位置し、第１レンズ群Ｌ１、第３レンズ群Ｌ３、第４レンズ群は物体側に位置する。また、広角端から望遠端へのズーミングに際し、第５レンズ群Ｌ５は物体側に凸状の軌跡を描きながら移動する。ズーミングに際して各レンズ群を適切に移動させることで全系の小型化と高ズーム比化を図っている。また、開口絞りＳＰはズーミングに際して第３レンズ群Ｌ３とは異なる軌跡で移動する。これにより、前玉有効径の増大を抑制することができる。

【００３８】

各実施例のズームレンズは撮像面上の像ぶれ補正を行うために、光軸上または光軸近傍の点を中心に回動させる補正レンズ系を有する。具体的には、第２レンズ群Ｌ２の全体または一部は、光軸上または光軸近傍の１点を回転中心Ａとして像ぶれ補正に際して回転可能な補正レンズ系Ａである。

【００３９】

また、第２レンズ群Ｌ２よりも像側に配置された光学系の全体または一部は、光軸上又は光軸近傍の１点を回転中心Ｂとして像ぶれ補正に際して回転可能な補正レンズ系Ｂである。回転中心Ａは補正レンズ系Ａの最も物体側のレンズ面の面頂点よりも像側の有限距離に位置する。回転中心Ｂは補正レンズ系Ｂの最も物体側のレンズ面の面頂点よりも像側の有限距離に位置する。

【００４０】

実施例１、２、４のズームレンズでは、第２レンズ群Ｌ２が補正レンズ系Ａに相当し、第３レンズ群Ｌ３が補正レンズ系Ｂに相当する。また、実施例３のズームレンズでは、第２レンズ群Ｌ２が補正レンズ系Ａに相当し、第３レンズ群Ｌ３及び第４レンズ群Ｌ４が補正レンズ系Ｂに相当する。

【００４１】

補正レンズ系Ａ及び補正レンズ系Ｂは光軸上の有限距離にある点を回転中心として回転角を与えることで光軸に対して垂直方向の移動となるシフト成分と光軸に対する傾きであるチルト成分の両方を同時に設定している。シフト成分を与えることにより像ぶれ補正の作用が得られる。また、チルト成分を与えることにより補正レンズ系が偏心した際に発生する偏心収差を低減する作用が得られる。

【００４２】

偏心時に発生する収差としては偏心コマ収差、偏心非点収差、像面の傾き等があり、シフト成分に対して適切なチルト成分を設定することでこれら偏心収差を低減することが容易である。補正レンズ系Ａ及び補正レンズ系Ｂは光軸上のある１点を回転中心に回動させている。この際、補正レンズ系の最も物体側のレンズ面の面頂点に対し像側に回転中心をとることにより、偏心時に発生する収差を低減する作用を得ることができる。さらには、回転中心の位置を適切に設定することにより、チルト成分による偏心収差の低減を効果的に行うことができる。

【００４３】

補正レンズ系としてはなるべく物体側のレンズ系とすると前玉有効径の増大が防げるため好ましい。像ぶれ補正時に光束が通過するレンズへの入射高さの変化は像ぶれ補正用の補正レンズ系よりも物体側のレンズ系が大きい。よって補正レンズ系をなるべく物体側のレンズ系とすると、像ぶれ補正時に前玉にて光束が通過するレンズへの入射高さの変化が抑えられる。これにより十分な量の周辺光量が確保しやすくなる。逆に所定の量の周辺光量を確保する前提では前玉有効径を小型化しやすい。

【００４４】

上記の観点から、まずは第１レンズ群を補正レンズ系とすることが想起される。しかしながら、一般に物体側より像側へ順に、正の屈折力の第１レンズ群、負の屈折力の第２レンズ群を有するズームレンズにおいては、第１レンズ群の有効径が大型化する。このため

第１レンズ群の重量が大きく、像ぶれ補正に応じて早い応答性で駆動させることが困難となる。

【００４５】

よって、像ぶれ補正時の光学性能の低下の抑制、周辺光量の確保、前玉有効径の小型化、補正レンズ系の軽量化等の観点から本発明のズームレンズでは第２レンズ群Ｌ２を補正レンズ系Ａとしている。なお、補正レンズ系Ａは第２レンズ群Ｌ２内の一部のレンズ系としてもかまわない。また、高ズーム比のズームレンズにおいては、特に焦点距離の長い望遠側のズーム領域になるほど、像ぶれ補正に必要な補正レンズ系の補正駆動量が増大する。この結果、前玉有効径が増大する。この課題を解決するため、本発明のズームレンズでは望遠側での像ぶれ補正を主として補正レンズ系Ａで行っている。

【００４６】

具体的には、実施例１乃至３のズームレンズでは、望遠端での像ぶれ補正を補正レンズ系Ａにより行っている。また、実施例４のズームレンズでは、望遠端での像ぶれ補正を補正レンズ系Ａと補正レンズ系Ｂにより行っている。

【００４７】

補正レンズ系Ａの回転中心Ａを望遠端の偏心収差の補正が良好となるように決めた時、他のズーム領域では必ずしも偏心収差が良好に補正できるとは限らない。特にズーム比が大きく画角変化の大きいズームレンズでは第１レンズ群Ｌ１、第２レンズ群Ｌ２への光線の入射角がズーム位置により大きく変化する。このためシフト成分を与えた際に発生する偏心収差がズーム位置により異なる。

【００４８】

この課題に対して実施例１乃至３のズームレンズでは、望遠端以外のズーム領域での偏心収差の補正が良好となるように補正レンズ系Ｂの回転中心を決め、補正レンズ系Ｂを回転させることにより像ぶれ補正を行っている。補正レンズ系Ａ及び補正レンズ系Ｂをズーム領域により適切に使い分けることにより、ズーム全域における防振性能を良好に維持している。

【００４９】

実施例４のズームレンズでは、広角端や中間のズーム位置においては、補正レンズ系Ａにより像ぶれ補正を行う。一方、望遠端を含む望遠側のズーム領域においては、補正レンズ系Ａに加えて補正レンズ系Ｂを回転させることにより、像ぶれ補正効果と像ぶれに伴う偏心収差の補正効果を両立させている。なお、像ぶれ補正の効果を高めるため、全てのズーム領域において、補正レンズ系Ａと補正レンズ系Ｂを回転させることにより像ぶれ補正を行ってもよい。

【００５０】

ここで、補正レンズ系Ａと補正レンズ系Ｂをそれぞれ異なる軌跡で回転させることにより、最適な像ぶれ補正を実行することができる。このとき、補正レンズ系Ａの回転中心Ａと補正レンズ系Ｂの回転中心Ｂは異なる位置となる。

【００５１】

補正レンズ系Ａは、像ぶれ効果を高めるために、シフト成分が大きくなるように回転する。つまり、補正レンズ系Ａから回転中心Ａまでの距離が長くなるように回転中心Ａが設定される。一方、補正レンズ系Ｂは、像ぶれに伴う収差変動を抑制するために、チルト成分が大きくなるように回転する。つまり、補正レンズ系Ｂから回転中心Ｂまでの距離が比較的短くなるように回転中心Ｂが設定される。

【００５２】

図１８は補正レンズ系の駆動方法の説明図である。図１８に示すように、補正レンズ系ＩＳの回動を実現する構成としては、レンズホルダーＬＨとこれに隣接する固定部材ＬＢとの間に数点の球体ＳＢを挟んだ構成が考えられる。固定部材ＬＢに対して球体ＳＢの転がりによりレンズホルダーＬＨを可動とすることができる。この際、球体ＳＢに対する固定部材ＬＢの受け面を球面形状とすれば回動させることができる。なお回動の回動中心は受け面の球面中心となる。ズーミングに際してはレンズホルダーＬＨ、球体ＳＢ、固定部

材ＬＢが一体で光軸方向に移動すればよい。

【００５３】

ただしこの場合、レンズホルダーＬＨから回動中心Ｌａまでの距離はズーミングによらず固定としてもよい。このように簡易的な駆動機構により、所望の補正レンズ系のシフト成分及びチルト成分を発生させることができる。なお、各実施例による補正レンズ系の動き方としては、必ずしも球面形状に沿った回動に限定するものではない。球面形状から微小にずれた非球面形状、例えば放物面形状や楕円面形状としてもよい。

【００５４】

以上のように本発明によれば、防振時の像ぶれ補正角を大きくした際にもズーム全域に渡って高い光学性能と十分な周辺光量比を有し、かつ前玉有効径が小型なズームレンズが得られる。

【００５５】

本発明のズームレンズにおいて、補正レンズ系Ａの物体側のレンズ面の面頂点から回転中心Ａまでの距離をＲＡ、補正レンズ系Ａの光軸上の厚みをｄＡとする。補正レンズ系Ｂの物体側のレンズ面の面頂点から回転中心Ｂまでの距離をＲＢ、補正レンズ系Ｂの光軸上の厚みをｄＢとする。補正レンズ系Ａの焦点距離をｆＡとする。補正レンズ系Ｂの焦点距離をｆＢとする。第１レンズ群Ｌ１の焦点距離をｆ１とする。広角端における全系の焦点距離をｆＷとする。このとき次の条件式のうち１以上を満足するのが良い。

８．５＜ＲＡ／ｄＡ＜２０．０　　・・・（１）
０．３＜ＲＢ／ｄＢ＜１０．５　　・・・（２）
７．５＜｜ＲＡ／ｆＡ｜＜２２．５　・・・（３）
０．３＜｜ＲＢ／ｆＢ｜＜４．５　　・・・（４）
０．０７＜｜ｆＡ／ｆ１｜＜０．２５　・・・（５）
０．１８＜｜ｆＢ／ｆ１｜＜０．７０　・・・（６）
０．０２＜ｆＷ／ｆ１＜０．３５　　・・・（７）

【００５６】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。

【００５７】

各実施例のズームレンズでは、補正レンズ系Ａを回動させることにより、光軸に対するシフト成分とチルト成分を与えている。ここで、シフト成分に対するチルト成分を適切に設定することで偏心収差の低減を効果的に行っている。チルト成分が生じたことによる偏心収差への影響度は、距離ＲＡ及び厚みｄＡの大きさに依存する。例えば、距離ＲＡの値が小さくなると所望の像ぶれ補正量に対しチルト成分が大きくなり、偏心収差への寄与が大きくなる。また、厚みｄＡの値が大きくなると、チルト成分が生じた時の光路長の変化量が大きくなり、偏心収差への寄与が大きくなる。

【００５８】

条件式（１）は補正レンズ系Ａの光軸上の厚みｄＡとレンズ面の面頂点から回転中心Ａまでの距離ＲＡの比を規定している。条件式（１）の上限を超えてレンズ面の面頂点から回転中心Ａまでの距離ＲＡが遠すぎると、補正レンズ系Ａのチルト成分が小さくなり過ぎ、チルト成分による偏心収差の低減効果が不十分となり好ましくない。あるいは上限を超えて補正レンズ系Ａの光軸上の厚みｄＡが薄くなり過ぎると、チルト成分による光路長の変化が小さくなり、偏心収差の低減効果が不十分となり好ましくない。

【００５９】

一方、条件式（１）の下限を超えてレンズ面の面頂点から回転中心Ａまでの距離ＲＡが近すぎると、所望の像ぶれ補正に必要なシフト成分を得ようとするとチルト成分が非常に大きな角度となる。これによりチルト成分にて高次の偏心収差が発生しシフト成分と良好なキャンセル関係とならないため好ましくない。あるいは条件式（１）の下限を超えて補正レンズ系Ａの光軸上の厚みｄＡが厚くなり過ぎると、チルト成分による光路長の変化が大きくなり、偏心収差の発生量が過度となり好ましくない。

【００６０】

条件式（２）は補正レンズ系Ｂの光軸上の厚みｄＢとレンズ面の面頂点から回転中心Ｂまでの距離ＲＢの比を規定している。条件式（２）の上限を超えてレンズ面の面頂点から回転中心Ｂまでの距離ＲＢが遠すぎると、補正レンズ系Ｂのチルト成分が小さくなり過ぎ、チルト成分による偏心収差の低減効果が不十分となり好ましくない。あるいは条件式（２）の上限を超えて補正レンズ系Ｂの光軸上の厚みｄＢが薄くなり過ぎると、チルト成分による光路長の変化が小さくなり、偏心収差の低減効果が不十分となり好ましくない。

【００６１】

一方、条件式（２）の下限を超えてレンズ面の面頂点から回転中心Ｂまでの距離ＲＢが近すぎると、所望の像ぶれ補正に必要なシフト成分を得ようとするとチルト成分が非常に大きな角度となる。これによりチルト成分にて高次の偏心収差が発生しシフト成分と良好なキャンセル関係とならないため好ましくない。あるいは条件式（２）の下限を超えて補正レンズ系Ｂの光軸上の厚みｄＢが厚くなり過ぎると、チルト成分による光路長の変化が大きくなり、偏心収差の発生量が過度となり好ましくない。

【００６２】

条件式（３）は補正レンズ系Ａの負の焦点距離ｆＡに対する該補正レンズ系Ａのレンズ面の面頂点から回転中心Ａまでの距離ＲＡの比を規定している。条件式（３）の上限を超えてレンズ面の面頂点から回転中心Ａまでの距離ＲＡが遠すぎると、補正レンズ系Ａのチルト成分が小さくなり過ぎ、チルト成分による偏心収差の低減効果が不十分となり好ましくない。

【００６３】

あるいは条件式（３）の上限を超えて補正レンズ系Ａの負の焦点距離が短くなり過ぎると（負の焦点距離の絶対値が小さくなりすぎると）、補正レンズ系Ａのシフト成分により発生する偏心収差が大きくなり過ぎる。そうするとチルト成分による偏心収差の低減効果が不十分となり好ましくない。

【００６４】

一方、条件式（３）の下限を超えてレンズ面の面頂点から回転中心Ａまでの距離ＲＡが近すぎると、所望の像ぶれ補正に必要なシフト成分を得ようとするとチルト成分が非常に大きな角度となる。これによりチルト成分にて高次の偏心収差が発生しシフト成分と良好なキャンセル関係とならないため好ましくない。あるいは条件式（３）の下限を超えて補正レンズ系Ａの負の焦点距離が長くなり過ぎると（負の焦点距離の絶対値が大きくなりすぎると）、像ぶれ補正に必要なシフト成分の補正量が増大し過ぎ、光学系が大型化するため好ましくない。

【００６５】

条件式（４）は補正レンズ系Ｂの正の焦点距離ｆＢに対する補正レンズ系Ｂのレンズ面の面頂点から回転中心Ｂまでの距離ＲＢの比を規定している。条件式（４）の上限を超えてレンズ面の面頂点から回転中心Ｂまでの距離ＲＢが遠すぎると、補正レンズ系Ｂのチルト成分が小さくなり過ぎ、チルト成分による偏心収差の低減効果が不十分となり好ましくない。あるいは条件式（４）の上限を超えて補正レンズ系Ｂの正の焦点距離が短くなり過ぎると、補正レンズ系Ｂのシフト成分により発生する偏心収差が大きくなり過ぎ、チルト成分による偏心収差の低減効果が不十分となり好ましくない。

【００６６】

一方、条件式（４）の下限を超えてレンズ面の面頂点から回転中心Ｂまでの距離ＲＢが近すぎると、所望の像ぶれ補正に必要なシフト成分を得ようとするとチルト成分が非常に大きな角度となる。これによりチルト成分にて高次の偏心収差が発生しシフト成分と良好なキャンセル関係とならないため好ましくない。あるいは条件式（４）の下限を超えて補正レンズ系Ｂの正の焦点距離が長くなり過ぎると、像ぶれ補正に必要なシフト成分の補正量が増大し過ぎ、光学系が大型化するため好ましくない。

【００６７】

条件式（５）は第１レンズ群Ｌ１の焦点距離ｆ１に対する補正レンズ系Ａの負の焦点距離ｆＡの比を規定している。条件式（５）の下限を超えて補正レンズ系Ａの負の焦点距離

が短くなり過ぎると、像ぶれ補正時のシフト成分により発生する偏心収差量が大きくなり過ぎ、チルト成分による偏心収差の低減が難しくなるため好ましくない。

【００６８】

一方、条件式（５）の上限を超えて補正レンズ系Ａの負の焦点距離が長くなり過ぎると、防振敏感度が低すぎるため所望の像ぶれ補正角を得るためのシフト成分が大きくなりすぎる。この場合は回動のための駆動ストロークが長くなり駆動手段が大型化するため好ましくない。

【００６９】

条件式（６）は第１レンズ群Ｌ１の焦点距離ｆ１に対する補正レンズ系Ｂの正の焦点距離ｆＢの比を規定している。条件式（６）の下限を超えて補正レンズ系Ｂの正の焦点距離が短くなり過ぎると、像ぶれ補正時のシフト成分により発生する偏心収差量が大きくなり過ぎ、チルト成分による偏心収差の低減が難しくなるため好ましくない。

【００７０】

一方、条件式（６）の上限を超えて補正レンズ系Ｂの正の焦点距離が長くなり過ぎると、防振敏感度が低すぎるため所望の像ぶれ補正角を得るためのシフト成分が大きくなりすぎる。この場合は回動のための駆動ストロークが長くなり駆動手段が大型化するため好ましくない。

【００７１】

条件式（７）は第１レンズ群Ｌ１の焦点距離ｆ１に対する広角端における全系の焦点距離ｆＷの比を規定している。条件式（７）の上限を超えて広角端における全系の焦点距離が長くなり過ぎると、ズーム全域における像ぶれ補正時の収差補正は容易となるが、広画角化が困難となるため好ましくない。一方、条件式（７）の下限を超えて広角端における全系の焦点距離が短くなり過ぎると、広画角化が容易となるが、ズーム全域における像ぶれ補正時の収差補正が困難となるため、好ましくない。なお、さらに好ましくは、条件式（１）乃至（７）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

９．０＜ＲＡ／ｄＡ＜１９．０　　・・・（１ａ）
０．５＜ＲＢ／ｄＢ＜１０．０　　・・・（２ａ）
８．０＜｜ＲＡ／ｆＡ｜＜２１．５　・・・（３ａ）
０．４＜｜ＲＢ／ｆＢ｜＜４．３　　・・・（４ａ）
０．０８＜｜ｆＡ／ｆ１｜＜０．２４　・・・（５ａ）
０．２０＜｜ｆＢ／ｆ１｜＜０．６８　・・・（６ａ）
０．０３＜ｆＷ／ｆ１＜０．３１　　・・・（７ａ）

【００７２】

更に好ましくは、条件式（１ａ）乃至（７ａ）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

９．５＜ＲＡ／ｄＡ＜１７．５　　・・・（１ｂ）
０．７＜ＲＢ／ｄＢ＜９．５　　・・・（２ｂ）
８．５＜｜ＲＡ／ｆＡ｜＜２０．５　・・・（３ｂ）
０．５＜｜ＲＢ／ｆＢ｜＜４．１　　・・・（４ｂ）
０．０９＜｜ｆＡ／ｆ１｜＜０．２３　・・・（５ｂ）
０．２１＜｜ｆＢ／ｆ１｜＜０．６６　・・・（６ｂ）
０．０４＜ｆＷ／ｆ１＜０．２９　　・・・（７ｂ）

【００７３】

各実施例のズームレンズにおいて、補正レンズ系Ａを第２レンズ群Ｌ２の全体とすることが好ましい。第２レンズ群Ｌ２の一部を補正レンズ系Ａとした場合、像ぶれ補正時の光学性能を良好に維持することはできるが、第２レンズ群Ｌ２を複数のレンズ系に分割し駆動制御することが必要となる。

【００７４】

さらに、各実施例のズームレンズにおいて、補正レンズ系Ｂを第３レンズ群Ｌ３全体とすることが好ましい。第３レンズ群Ｌ３の一部を補正レンズ系Ｂとした場合、像ぶれ補正

時の光学性能を良好に維持することはできるが、第３レンズ群Ｌ３を複数レンズ群に分割し駆動制御することが必要となる。

【００７５】

さらに、各実施例のズームレンズにおいて、第３レンズ群Ｌ３を正の屈折力とすることが好ましい。物体側から像側へ順に、正の屈折力の第１レンズ群、負の屈折力の第２レンズ群を有するズームレンズにおいては、第３レンズ群Ｌ３を負の屈折力とし、例えば物体側から順に、正、負、負、正の屈折力のレンズ群よりなる４群構成としたものも知られている。

【００７６】

しかしながら、第３レンズ群Ｌ３を負の屈折力とした場合、収差補正上第３レンズ群Ｌ３の最も物体側のレンズ面が凹形状となりやすい。このため、第２レンズ群Ｌ２の全体または一部を像側の光軸上の１点を回転中心として回動させた場合、第３レンズ群Ｌ３と干渉しやすくなる。よって、第２レンズ群Ｌ２と第３レンズ群Ｌ３の間隔を狭めることが困難となり、高ズーム比化あるいは光学系の小型化が困難となる。

【００７７】

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたデジタルカメラ（撮像装置）の実施形態について図１７を用いて説明する。

【００７８】

図１７において、２０はデジタルカメラ本体、２１は上述の各実施例のズームレンズによって構成された撮影光学系、２２は撮影光学系２１によって被写体像を受光するＣＣＤ等の撮像素子、２３は撮像素子２２が受光した被写体像を記録する記録手段である。２４は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察するためのファインダーである。上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子２２上に形成された被写体像が表示される。このように本発明のズームレンズをデジタルカメラ等の撮像装置に適用することにより、小型で高い光学性能を有する撮像装置を実現することができる。

【００７９】

尚、本発明のズームレンズはミラーレスの一眼レフカメラにも同様に適用することができる。

【００８０】

次に本発明の各実施例の数値実施例を示す。各数値実施例において、ｉは物体側からの面の順序を示す。数値実施例においてｒｉは物体側より順に第ｉ番目のレンズ面の曲率半径である。ｄｉは物体側より順に第ｉ番目のレンズ厚及び空気間隔である。ｎｄｉとνｄｉは各々物体側より順に第ｉ番目の材料のガラスのｄ線に対する屈折率、アッベ数である。非球面形状は光軸方向にＸ軸、光軸と垂直方向にＨ軸、光の進行方向を正としｒを近軸曲率半径、Ｋを円錐定数、Ａ４、Ａ６、Ａ８、Ａ１０を各々非球面係数としたとき

【００８１】

【数１】

$$X=\frac{(1/R)H^2}{1+\sqrt{1-(1+K)(H/R)^2}}+A4\times H^4+A6\times H^6+A8\times H^8+A10\times H^{10}$$

【００８２】

なる式で表している。また、［ｅ＋Ｘ］は［×１０＋ｘ］を意味し、［ｅ－Ｘ］は［×１０－ｘ］を意味している。ＢＦはバックフォーカスであり、レンズ最終面から近軸像面までの距離を空気換算したものである。レンズ全長はレンズ最前面からレンズ最終面までの距離にバックフォーカスＢＦを加えたものである。非球面は面番号の後に＊を付加して示す。前述した各条件式と各数値実施例との関係を表１に示す。

【００８３】

像ぶれ補正時のレンズ系位置データにて、回動中心位置は補正レンズ系の最も物体側レンズ面頂点から回動中心までの距離を表し、プラス符号は補正レンズ系からみて像側を意味する。チルト角は像ぶれ補正時の回動角度を表し、プラス符号は各実施例のレンズ断面図において反時計まわり方向を意味する。なお、像ぶれ補正角は画面中心の補正角を表す。

【００８４】

［数値実施例１］

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	νd
1	47.542	0.90	1.84666	23.9
2	28.475	2.74	1.49700	81.5
3	2493.581	0.20		
4	26.865	2.17	1.69680	55.5
5	136.341	(可変)		
6	2436.982	1.03	1.85135	40.1
7*	5.904	2.56		
8	-12.706	0.60	1.80400	46.6
9	37.693	0.20		
10	14.605	1.37	1.94595	18.0
11	-215.216	(可変)		
12*	7.944	1.38	1.58313	59.4
13*	-59.910	0.86		
14(絞り)	∞	1.39		
15	10.467	0.60	1.94595	18.0
16	6.384	0.53		
17	19.590	1.37	1.60311	60.6
18	-18.355	(可変)		
19	452.291	0.50	1.48749	70.2
20	31.753	(可変)		
21	16.612	1.44	1.69680	55.5
22	153.432	0.60	1.72825	28.5
23	51.937	(可変)		
24	∞	0.80	1.51633	64.1
25	∞	0.88		
像面	∞			

非球面データ

第7面

K =-2.35333e+000 A 4= 1.49919e-003 A 6=-2.81439e-006 A 8= 3.23263e-007 A10= 1.76871e-008

第12面

K = 1.29966e+000 A 4=-1.03059e-003 A 6=-8.43554e-005 A 8= 5.54525e-006 A10= -7.59601e-007

第13面

K = 2.12676e+002 A 4=-3.61241e-004 A 6=-6.62061e-005 A 8= 4.12821e-006 A10= -5.75474e-007

各種データ

ズーム比 13.31

	広角	中間	望遠
焦点距離	5.13	19.59	68.25

Fナンバー	3.02	4.73	5.93
半画角（度）	33.03	11.19	3.25
像高	3.33	3.88	3.88
レンズ全長	49.53	56.32	75.76
BF	7.94	18.26	8.34
d 5	0.94	10.25	22.87
d11	15.81	3.51	0.71
d18	1.90	2.78	2.98
d20	2.50	1.09	20.42
d23	6.53	16.85	6.93

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	38.39
2	6	-6.36
3	12	11.44
4	19	-70.08
5	21	34.69

ぶれ補正時の補正レンズ系データ

補正レンズ系A	始面番号 6	終面番号 11
補正レンズ系焦点距離 fA	-6.363mm	
補正レンズ系厚み dA	5.756mm	
補正レンズ系回動中心位置 RA	60.154mm	
補正レンズ系B	始面番号 12	終面番号 18
補正レンズ系焦点距離 fB	11.443mm	
補正レンズ系厚み dB	6.128mm	
補正レンズ系回動中心位置 RB	6.500mm	

	広角	中間	望遠
補正レンズ系	補正レンズ系B	補正レンズ系B	補正レンズ系A
補正レンズ系チルト角	2.09度	5.02度	-1.00度
ぶれ補正角	-3.0度	-3.0度	-3.0度

【００８５】

［数値実施例２］

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	νd
1	91.809	1.80	1.91082	35.3
2	49.682	5.14	1.49700	81.5
3	-172.691	0.18		
4	40.799	3.19	1.49700	81.5
5	125.399	(可変)		
6	264.824	0.95	1.88300	40.8
7	8.654	4.75		
8	-34.290	0.70	1.77250	49.6
9	29.514	0.20		
10	17.261	2.03	1.95906	17.5
11	68.338	(可変)		
12(絞り)	∞	(可変)		
13*	10.682	2.55	1.55332	71.7
14*	-1301.722	1.88		
15	25.419	0.60	1.77250	49.6

16	11.168	0.32		
17	15.838	0.60	2.00330	28.3
18	11.699	2.19	1.49700	81.5
19	-26.225	(可変)		
20	27.270	0.70	1.91082	35.3
21	16.857	(可変)		
22	22.140	2.70	1.77250	49.6
23	-20.954	0.60	1.91082	35.3
24	-323.774	(可変)		
25	∞	0.50	1.51633	64.1
26	∞	0.50		
像面	∞			

非球面データ

第13面

K =-1.00530e+000 A 4= 1.06429e-005 A 6= 3.26152e-007 A 8= 9.58317e-009 A10= 2.62605e-010

第14面

K =-5.46043e+005 A 4=-1.36233e-005 A 6= 1.09625e-006

各種データ

ズーム比 47.06

	広角	中間	望遠
焦点距離	4.42	12.67	208.00
Fナンバー	3.50	5.00	7.07
半画角（度）	37.01	17.00	1.07
像高	3.33	3.88	3.88
レンズ全長	97.10	94.01	138.81
BF	11.63	19.04	11.10
d 5	0.78	14.02	60.14
d11	35.95	17.16	1.31
d12	9.99	1.81	0.09
d19	2.98	4.99	8.58
d21	4.69	5.91	26.52
d24	10.80	18.21	10.27

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	78.55
2	6	-9.25
3	13	19.11
4	20	-50.07
5	22	31.97

ぶれ補正時の補正レンズ系データ

補正レンズ系A 始面番号 6 終面番号 11

補正レンズ系焦点距離 fA -9.254mm

補正レンズ系厚み dA 8.633mm

補正レンズ系回動中心位置 RA 119.000mm

補正レンズ系B 始面番号 13 終面番号 19

補正レンズ系焦点距離 fB 19.109mm

補正レンズ系厚み dB 8.144mm

補正レンズ系回動中心位置 RB 70.000mm

広角	中間	望遠

補正レンズ系	補正レンズ系B	補正レンズ系B	補正レンズ系A
補正レンズ系チルト角	0.21度	0.45度	-0.32度
ぶれ補正角	-4.0度	-4.0度	-0.7度

【００８６】

［数値実施例３］

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	νd
1	53.041	1.35	1.84666	23.9
2	27.668	6.05	1.60311	60.6
3	-440.882	0.18		
4	24.922	3.45	1.69680	55.5
5	74.134	(可変)		
6	147.266	0.70	1.88300	40.8
7	7.285	2.97		
8	-111.952	0.60	1.80610	33.3
9	29.523	1.22		
10	-25.404	0.60	1.80400	46.6
11	40.496	0.27		
12	20.278	1.94	1.92286	18.9
13	-54.086	(可変)		
14(絞り)	∞	(可変)		
15*	10.402	3.01	1.58313	59.4
16	-129.903	4.39		
17	56.301	0.60	1.80518	25.4
18	10.489	0.59		
19*	21.401	2.23	1.58313	59.4
20	-36.073	(可変)		
21	13.790	3.07	1.69680	55.5
22	-22.255	1.10	1.84666	23.9
23	-236.089	(可変)		
24	∞	1.94	1.51633	64.1
25	∞	1.98		
像面	∞			

非球面データ

第15面

K =-8.66524e-001 A 4=-1.99723e-006 A 6= 7.05266e-008 A 8= 6.79053e-010

第19面

K =-4.10770e-001 A 4=-2.43478e-005 A 6= 1.73933e-008 A 8=-1.14367e-011

各種データ

ズーム比 9.80

	広角	中間	望遠
焦点距離	4.63	20.22	45.44
Fナンバー	1.85	2.61	2.88
半画角（度）	32.92	8.44	3.78
像高	3.00	3.00	3.00
レンズ全長	78.39	78.39	78.39
BF	9.14	13.15	11.55
d 5	1.01	16.10	21.46
d13	22.93	7.84	2.48

d14	6.40	2.56	2.25
d20	4.59	4.42	6.33
d23	5.88	9.89	8.29

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	36.96
2	6	-7.42
3	15	21.10
4	21	21.02

ぶれ補正時の補正レンズ系データ

補正レンズ系A	始面番号 6	終面番号 13
補正レンズ系焦点距離 fA	-7.420mm	
補正レンズ系厚み dA	8.300mm	
補正レンズ系回動中心位置 RA	139.366mm	
補正レンズ系B	始面番号 15	終面番号 20
補正レンズ系焦点距離 fB	21.105mm	
補正レンズ系厚み dB	10.820mm	
補正レンズ系回動中心位置 RB	30.000mm	

	広角	中間	望遠
補正レンズ系	補正レンズ系B	補正レンズ系B	補正レンズ系A
補正レンズ系チルト角	0.55度	1.50度	-0.37度
ぶれ補正角	-3.0度	-2.0度	-2.0度

【００８７】

［数値実施例４］

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	νd
1	78.206	1.45	1.91082	35.3
2	50.467	6.25	1.43875	94.9
3	-399.632	0.05		
4	47.286	3.80	1.49700	81.5
5	181.357	(可変)		
6	146.744	0.75	1.88300	40.8
7	8.429	4.14		
8	81.073	0.60	2.00100	29.1
9	22.495	1.65		
10	-53.291	0.60	1.88300	40.8
11	53.291	0.10		
12	19.117	2.25	1.95906	17.5
13	1012.136	(可変)		
14(絞り)	∞	(可変)		
15*	9.480	2.90	1.53160	55.8
16*	-51.494	2.18		
17	33.436	0.40	1.63540	23.9
18	8.679	0.97		
19*	21.478	2.20	1.53160	55.8
20*	-20.493	(可変)		
21	-40.801	0.70	1.53530	55.8
22	27.732	(可変)		
23	24.471	2.85	1.53160	55.8

24	-17.675	0.70		
25	-17.443	0.50	1.63540	23.9
26	-36.514	(可変)		
27	∞	0.80	1.51633	64.1
28	∞	0.50		
像面	∞			

非球面データ

第15面

K =-6.63523e-001 A 4=-7.08490e-005 A 6=-4.03698e-006 A 8= 1.25027e-008

第16面

K = 0.00000e+000 A 4=-6.30315e-005 A 6=-4.65521e-006 A 8= 5.44848e-008

第19面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.59928e-004 A 6= 8.20880e-007 A 8=-1.06954e-007

第20面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.07073e-004 A 6= 2.49004e-006 A 8=-2.25220e-007

各種データ

ズーム比 57.03

	広角	中間	望遠
焦点距離	3.70	7.78	211.00
Fナンバー	3.50	4.50	7.07
画角	40.66	26.48	1.05
像高	3.18	3.88	3.88
レンズ全長	96.92	84.45	150.26
BF	10.11	14.19	9.98
d 5	0.75	1.76	69.76
d13	31.50	12.39	1.00
d14	14.96	10.36	0.50
d20	2.62	3.17	8.90
d22	1.95	7.55	25.08
d26	9.08	13.16	8.95

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	89.55
2	6	-8.67
3	15	16.61
4	21	-30.73
5	23	30.38

ぶれ補正時の補正レンズ系データ

補正レンズ系A	始面番号 6	終面番号 13	
補正レンズ系焦点距離 fA	-8.674mm		
補正レンズ系厚み dA	10.092mm		
補正レンズ系回動中心位置 RA	190.000mm		
補正レンズ系B	始面番号 15	終面番号 20	
補正レンズ系焦点距離 fB	16.610mm		
補正レンズ系厚み dB	8.645mm		
補正レンズ系回動中心位置 RB	5.100mm		

	広角	中間	望遠
補正レンズ系	補正レンズA	補正レンズA	補正レンズ系A
補正レンズ系チルト角	-0.10度	-0.20度	-0.31度
補正レンズ系			補正レンズ系B

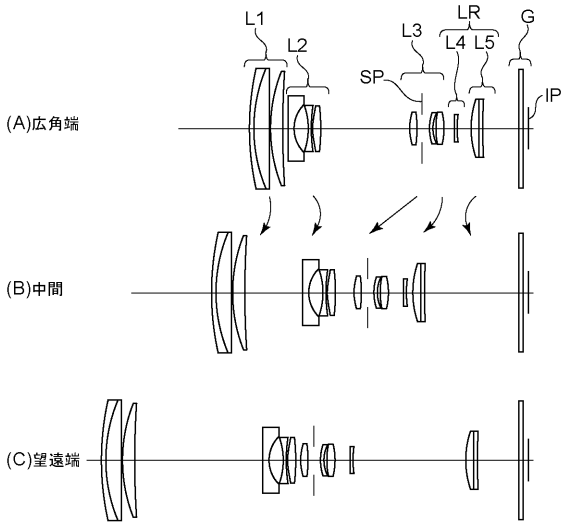
補正レンズ系チルト角 -1.00度
ぶれ補正角 -2.0度 -4.0度 -1.0度

【００８８】
【表１】

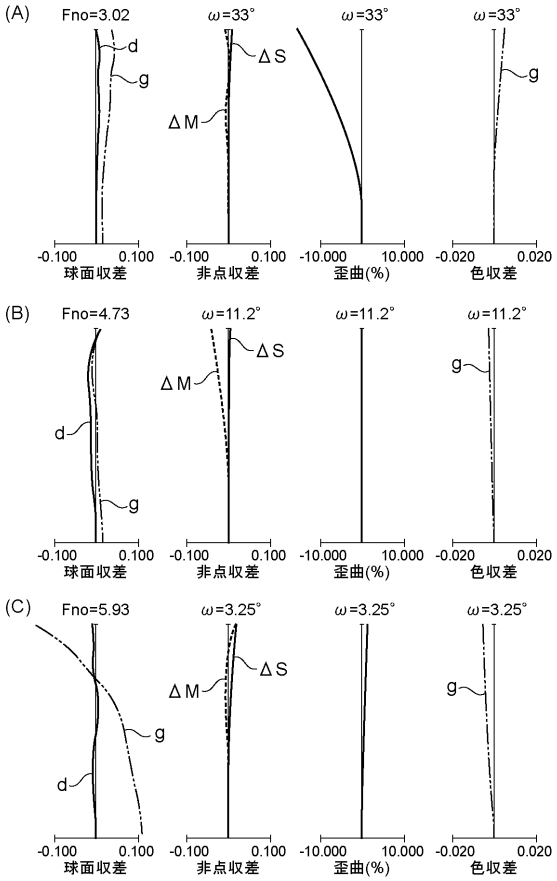
条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
(1)	10.45	13.78	16.79	18.83
(2)	1.06	8.60	2.77	0.59
(3)	9.45	12.86	18.78	21.90
(4)	0.57	3.66	1.42	0.31
(5)	0.166	0.118	0.201	0.097
(6)	0.298	0.243	0.571	0.185
(7)	0.134	0.056	0.125	0.041

【符号の説明】
【００８９】
Ｌ１　第１レンズ群
Ｌ２　第２レンズ群
Ｌ３　第３レンズ群
Ｌ４　第４レンズ群
Ｌ５　第５レンズ群
ＬＲ　後群

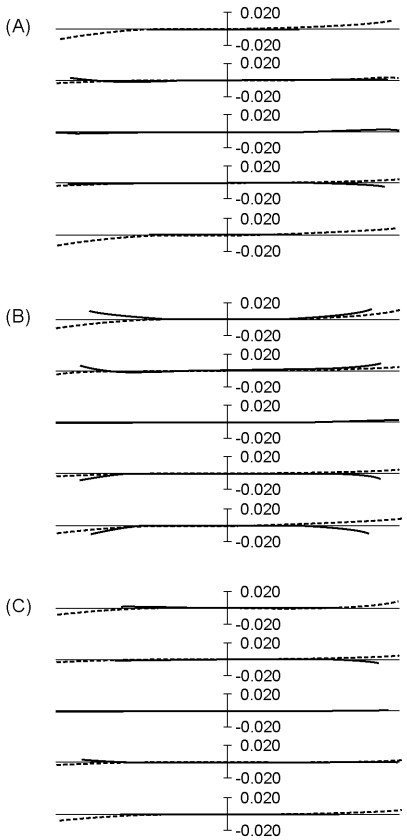
【図１】


L1
L2
L3
LR
L4
L5
G
SP
IP
(A)広角端
(B)中間
(C)望遠端

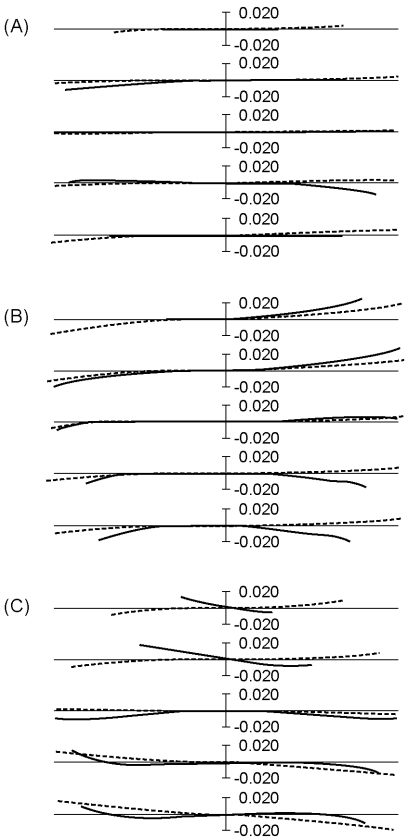
【図２】


(A)
Fno=3.02
ω=33°
d
g
ΔS
ΔM
-0.100
0.100
球面収差
非点収差
-10.000
10.000
歪曲(%)
-0.020
0.020
色収差
(B)
Fno=4.73
ω=11.2°
(C)
Fno=5.93
ω=3.25°

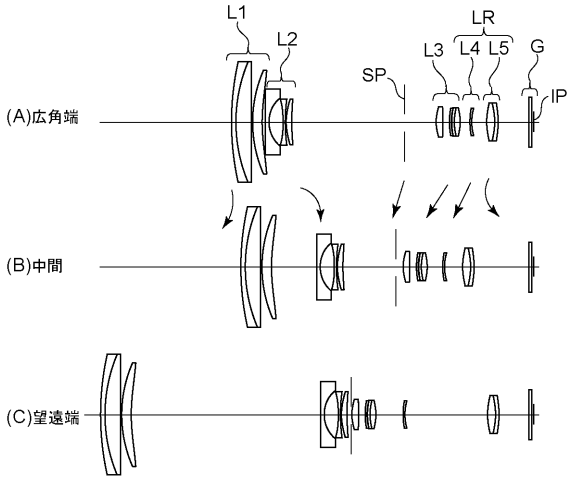
【図３】


(A)
(B)
(C)
0.020
-0.020

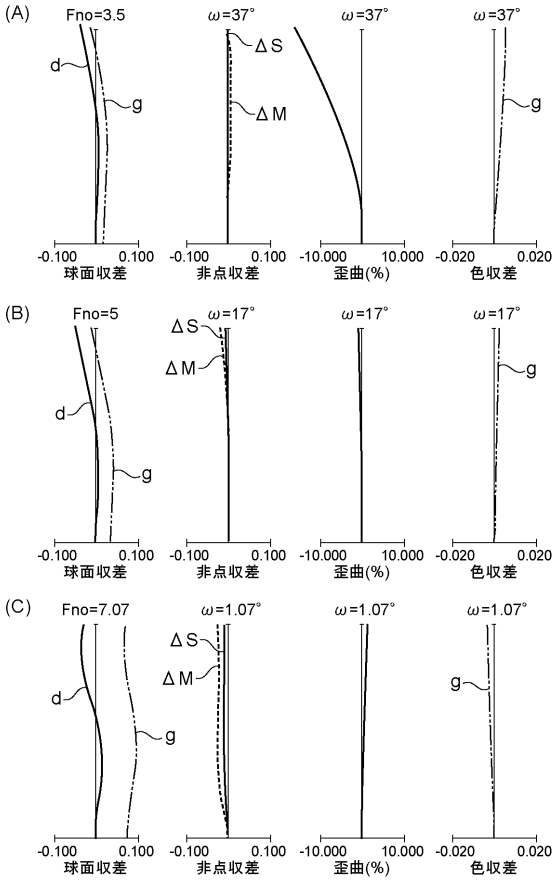
【図４】


(A)
(B)
(C)
0.020
-0.020

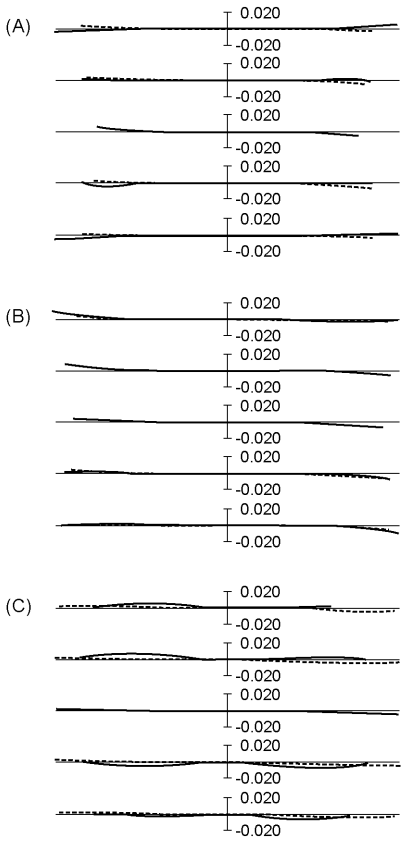
【図５】


L1
L2
LR
L3
L4
L5
G
SP
IP
(A)広角端
(B)中間
(C)望遠端

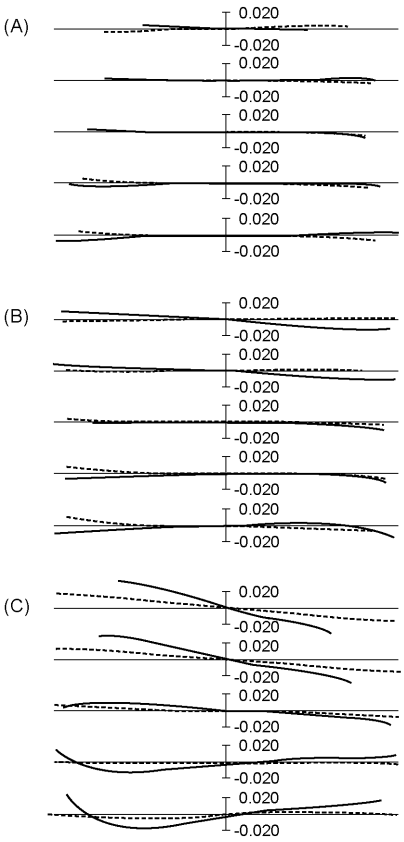
【図６】


(A)
Fno=3.5
ω=37°
ΔS
ΔM
d
g
-0.100
0.100
球面収差
非点収差
-10.000
10.000
歪曲(%)
-0.020
0.020
色収差
(B)
Fno=5
ω=17°
(C)
Fno=7.07
ω=1.07°

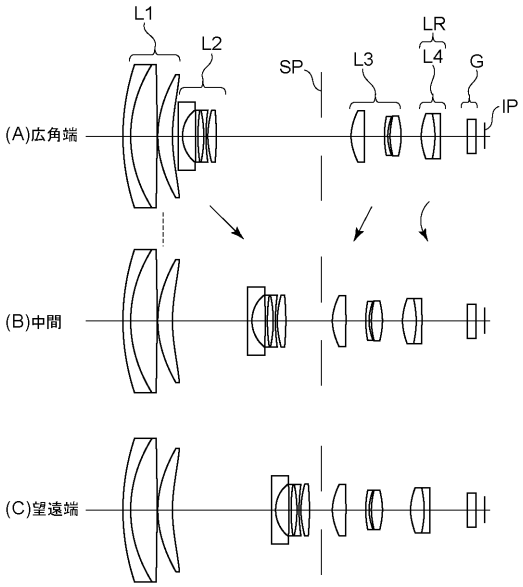
【図７】


(A)
(B)
(C)
0.020
-0.020

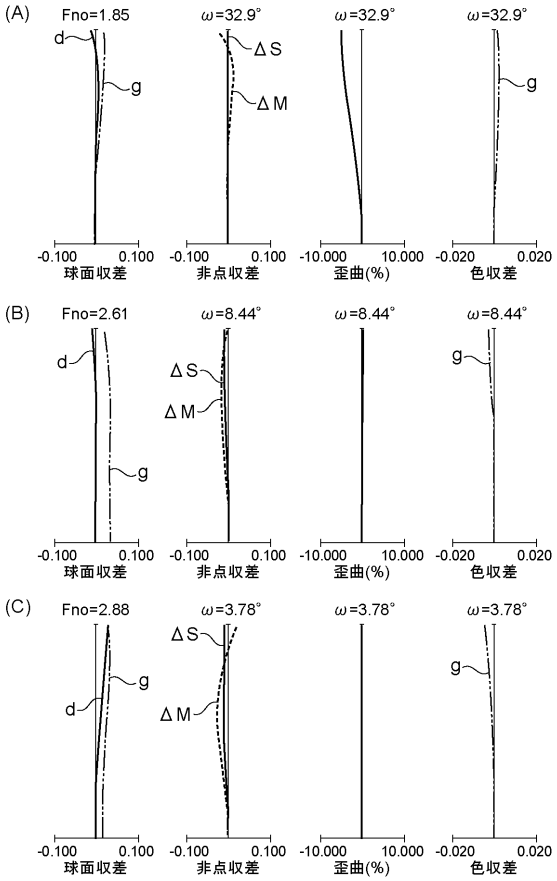
【図８】


(A)
(B)
(C)
0.020
-0.020

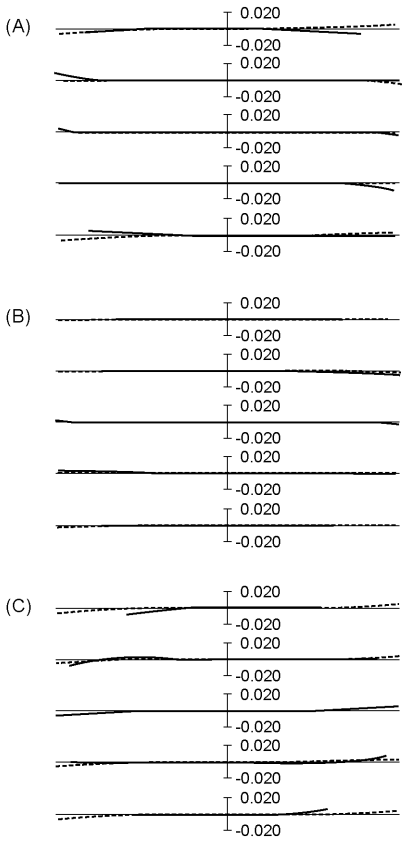
【図９】



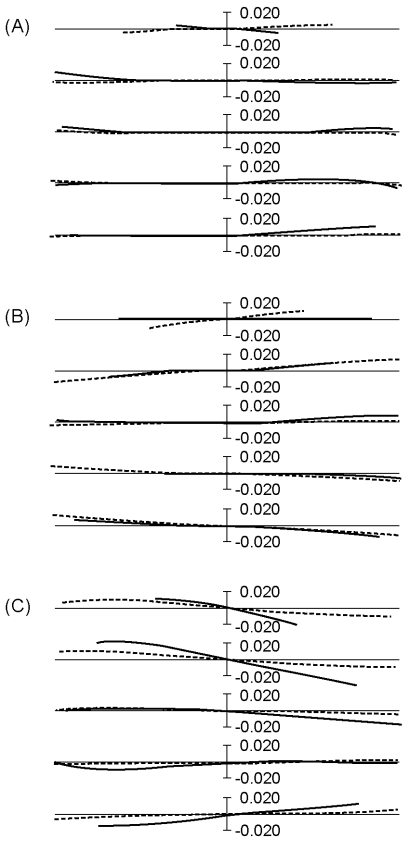
【図１０】



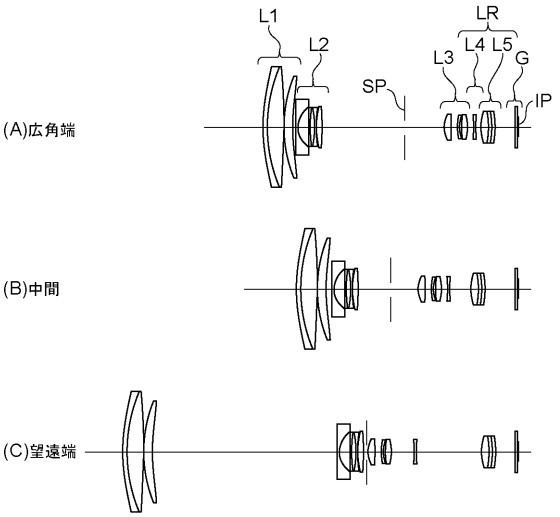
【図１１】



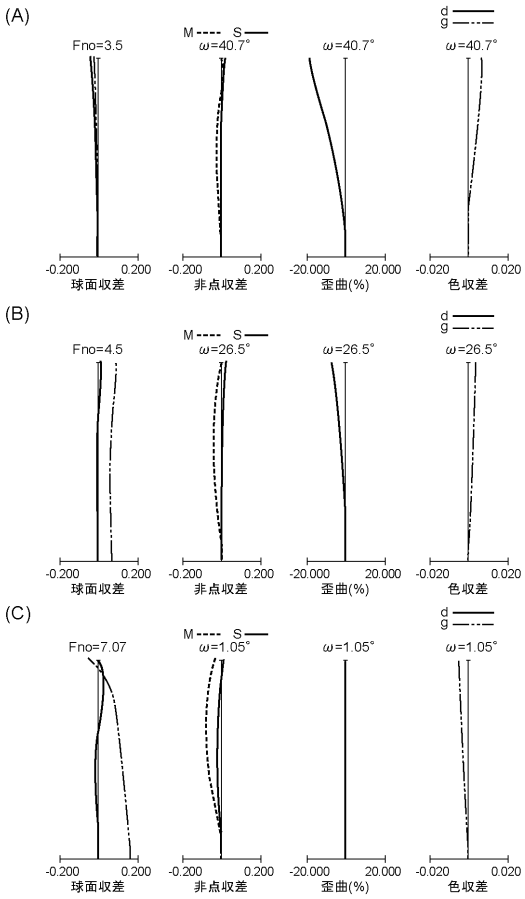
【図１２】



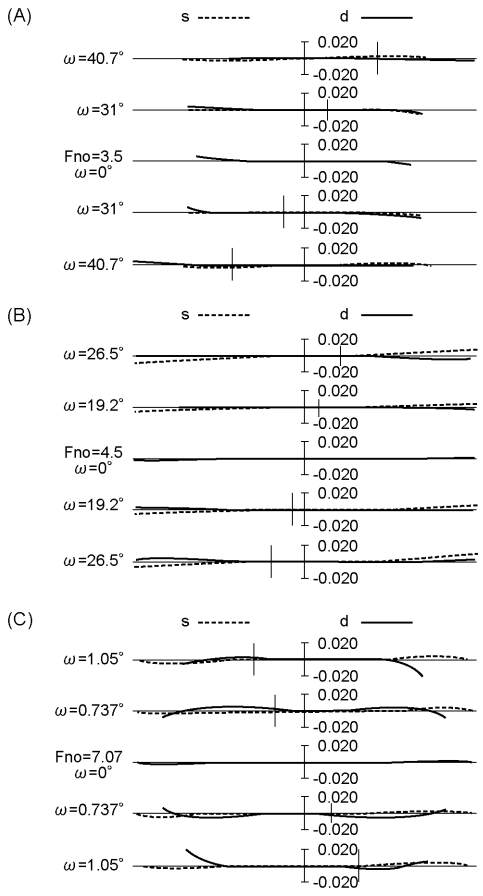
【図１３】



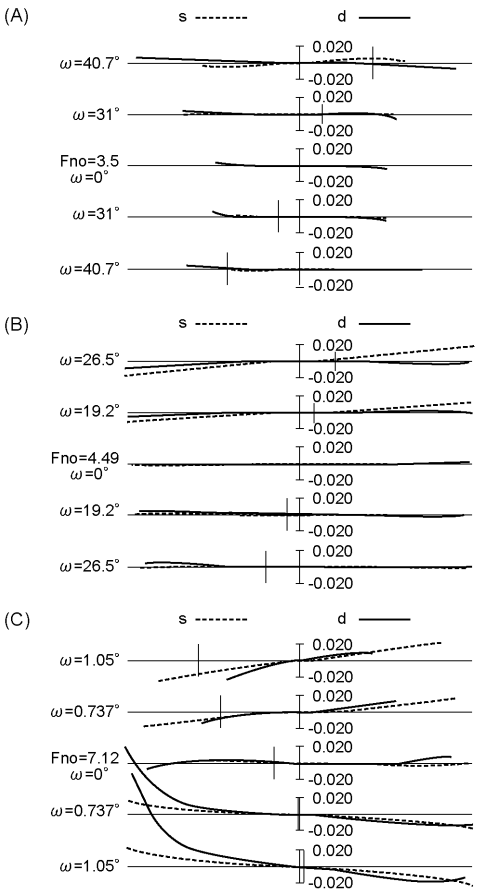
【図１４】



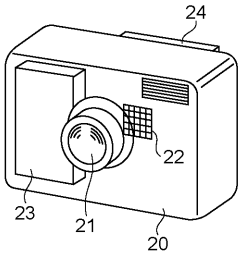
【図１５】



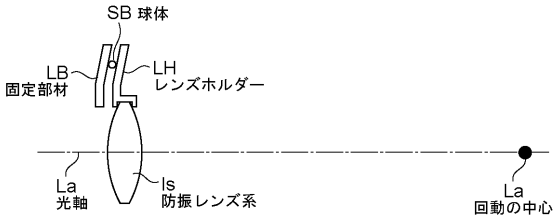
【図１６】



【図１７】



【図１８】



フロントページの続き

Ｆターム(参考) 2H087 KA01 NA07 PA10 PA12 PA18 PA19 PA20 PB12 PB13 QA02
QA06 QA07 QA17 QA21 QA25 QA37 QA41 QA42 QA45 QA46
RA05 RA12 RA13 RA36 RA42 RA43 SA23 SA27 SA29 SA32
SA43 SA47 SA49 SA53 SA55 SA62 SA63 SA64 SA65 SA66
SA72 SB04 SB14 SB15 SB24 SB25 SB32 SB33 SB43 SB44
2K005 AA05 CA23 CA44