

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6016530号
(P6016530)

(45) 発行日 平成28年10月26日(2016.10.26)

(24) 登録日 平成28年10月7日(2016.10.7)

(51) Int.Cl.	F 1
GO2B 15/20 (2006.01)	GO2B 15/20
GO2B 13/18 (2006.01)	GO2B 13/18
GO3B 17/17 (2006.01)	GO3B 17/17

請求項の数 8 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2012-188587 (P2012-188587)
(22) 出願日	平成24年8月29日 (2012.8.29)
(65) 公開番号	特開2014-48312 (P2014-48312A)
(43) 公開日	平成26年3月17日 (2014.3.17)
審査請求日	平成27年8月19日 (2015.8.19)

(73) 特許権者	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	100086818 弁理士 高梨 幸雄
(72) 発明者	伊藤 良紀 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

審査官 殿岡 雅仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像素子と、前記撮像素子に像を形成するためのズームレンズを有する撮像装置において、

前記ズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、前群と、中間群と、後群より構成され、

前記前群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第11レンズ群、負の屈折力の第12レンズ群より構成され、

前記中間群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第21サブレンズ群、光路を折り曲げる反射部材、正の屈折力の第22サブレンズ群より構成され、

前記後群は、複数のレンズ群より構成され、

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ように前記第11レンズ群と前記第12レンズ群と前記後群を構成する1以上のレンズ群が移動し、前記中間群は不動であり、前記撮像素子は移動し、

広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第11レンズ群と前記撮像素子の移動量をそれぞれM11、MSとするとき、

$$-3.0 < M11 / MS < -0.1$$

なる条件を満足することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第31レンズ群、正の屈

10

20

折力の第32レンズ群より構成され、広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第11レンズ群は像側へ凸状の軌跡で移動し、前記第12レンズ群は像側へ移動し、前記第31レンズ群は移動し、前記第32レンズ群は物体側に凸状の軌跡で移動し、前記撮像素子は像側へ移動することを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項3】

撮像素子と、前記撮像素子に像を形成するためのズームレンズを有する撮像装置において、

前記ズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、前群と、中間群と、後群より構成され、

前記前群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第11レンズ群、負の屈折力の第12レンズ群、正の屈折力の第13レンズ群より構成され、 10

前記中間群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第21サブレンズ群、光路を折り曲げる反射部材、正の屈折力の第22サブレンズ群より構成され、

前記後群は、複数のレンズ群より構成され、

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ように前記第11レンズ群と前記第12レンズ群と前記第13レンズ群と前記後群を構成する1以上のレンズ群が移動し、前記中間群は不動であり、前記撮像素子は移動し、

広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第11レンズ群と前記撮像素子の移動量をそれぞれM11、MSとするとき、

$$-3.0 < M11 / MS < -0.1$$

20

なる条件を満足することを特徴とする撮像装置。

【請求項4】

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された、負の屈折力の第31レンズ群、正の屈折力の第32レンズ群より構成され、広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第11レンズ群は像側へ凸状の軌跡で移動し、前記第12レンズ群は像側へ移動し、前記第13レンズ群は像側へ移動し、前記第31レンズ群は移動し、前記第32レンズ群は物体側に凸状の軌跡で移動し、前記撮像素子は像側へ移動することを特徴とする請求項3に記載の撮像装置。

【請求項5】

前記第21サブレンズ群の最も像側のレンズ面と前記第22サブレンズ群の最も物体側のレンズ面の光軸上の距離をdBab、前記中間群の焦点距離をfBとするとき、 30

$$0.6 < dBab / fB < 0.9$$

なる条件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項に記載の撮像装置。

【請求項6】

前記第12レンズ群の焦点距離をf12、望遠端における全系の焦点距離をftとするとき、

$$-0.20 < f12 / ft < -0.02$$

なる条件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項に記載の撮像装置。

【請求項7】

前記第21サブレンズ群は正レンズより構成され、前記第22サブレンズ群は複数のレンズより構成され、前記第21サブレンズ群の焦点距離をfB21、前記中間群の焦点距離をfBとするとき、 40

$$0.7 < fB21 / fB < 1.5$$

なる条件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項に記載の撮像装置。

【請求項8】

前記第21サブレンズ群は正レンズより構成され、前記第22サブレンズ群は負レンズと正レンズより構成され、前記第21サブレンズ群の焦点距離をfB21、前記第22サブレンズ群の正レンズの焦点距離をfB22Pとするとき、

$$0.3 < fB21 / fB22P < 1.0$$

50

なる条件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 項に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は小型で高ズーム比のズームレンズを備えるデジタルスチルカメラ、ビデオカメラ等の撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

最近、撮像装置（カメラ）は小型であることが求められている。そして撮像装置に用いられる撮影光学系は、全体が小型であることが求められている。特にカメラに適用したときカメラの厚みを薄くできる携帯性の良いズームレンズであることが求められている。この他、撮影領域の拡大のため高ズーム比であることが求められている。

10

【0003】

カメラの小型化とズームレンズの高ズーム比化を図るため、非撮影時に各レンズ群の間隔を撮影状態と異なる間隔まで縮小してカメラ筐体内に収納する、所謂沈胴式のズームレンズが知られている。またカメラの厚みを薄くするために、撮影光学系の光軸を 90° 折り曲げる反射部材を光路中に配置した、所謂屈曲式のズームレンズが知られている。

【0004】

従来、物体側から像側へ順に、正、負、正、正、負、正の屈折力の第 1 乃至第 6 レンズ群からなり、第 3 レンズ群と第 4 レンズ群の間に光路を略 90 度に折り曲げる反射部材を配したズーム比 10 程度のズームレンズが知られている（特許文献 1）。

20

【0005】

また正、負、正、正の屈折力の第 1 乃至第 4 レンズ群からなり、第 1 レンズ群内に光路折り曲げ用の反射部材を有し、ズーミングに際して第 2 レンズ群、第 4 レンズ群、撮像素子を移動させてズームレンズを有する撮像装置が知られている（特許文献 2）。特許文献 2 では、ズーム比 6 程度の小型のズームレンズを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2008-102398 号公報

30

【特許文献 2】特開 2006-323212 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

撮影光学系の光路を折り曲げる反射部材を備えると共に沈胴式を利用したズームレンズであれば高ズーム比化が容易で、またカメラに適用したときカメラの厚みを薄くすることが容易になる。しかしながら、これらの効果を得るためにはズームレンズのレンズ構成を適切に設定し、かつ反射部材の光路中の配置及び反射部材を含むレンズ群等を適切に設定することが重要になってくる。

【0008】

40

例えば、レンズ群の数、各レンズ群の屈折力配置、ズーミングの際の各レンズ群の移動条件等のレンズ構成や反射部材を光路中に配置するときの位置等を適切に設定することが重要になってくる。また反射部材の物体側と像側のレンズ群のレンズ構成なども適切に設定することが重要になってくる。更にズーミングに際して撮像素子を移動させて変倍時の像面変動を補正するためには、撮像素子の移動条件を適切に設定することが重要になってくる。これらの構成が適切でないと、上記の効果を得ることが難しい。

【0009】

特許文献 1 では広角端の撮影半画角 40 度程度で、ズーム比 10 程度のズームレンズを開示している。しかしながらレンズ径の増大を軽減しつつ、全系の小型化を図るには各レンズ群の移動量を所定の量に抑えることが必要となり、高ズーム比化が困難となる。特許

50

文献2ではズーミングに際して撮像素子を可動させることで前玉有効径を小型化している。しかしながらズーム比10以上の高ズーム比化を図ろうとすると反射部材の径が大型化して、カメラ厚が増大してくる。

【0010】

特許文献1、2のズームレンズにおいて高ズーム比化を図ろうとすると変倍用のレンズ群の移動量が増大し、また前玉有効径も増大し、レンズ径全体が大型化する傾向となる。

【0011】

例えばズーム比10以上の高ズーム比化を図ろうとすると、反射部材よりも物体側の各レンズ群のズーミングに際しての移動量が増大し、レンズ系全体が大型化してくる傾向がある。また沈胴状態においてカメラの厚さが増加する傾向がある。

【0012】

本発明は、高ズーム比で良好なる画像を容易に得ることができ、しかも厚み方向と横幅方向を薄くすることができるズームレンズを用いた撮像装置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】

【0013】

本発明の撮像装置は、撮像素子と、前記撮像素子に像を形成するためのズームレンズを有する撮像装置において、

前記ズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、前群と、中間群と、後群より構成され、

前記前群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第11レンズ群、負の屈折力の第12レンズ群より構成され、

前記中間群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第21サブレンズ群、光路を折り曲げる反射部材、正の屈折力の第22サブレンズ群より構成され、

前記後群は、複数のレンズ群より構成され、

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ように前記第11レンズ群と前記第12レンズ群と前記後群を構成する1以上のレンズ群が移動し、前記中間群は不動であり、前記撮像素子は移動し、

広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第11レンズ群と前記撮像素子の移動量をそれぞれM11、MSとするとき、

$-3.0 < M11 / MS < -0.1$

なる条件を満足することを特徴としている。

この他、本発明の撮像装置は、撮像素子と、前記撮像素子に像を形成するためのズームレンズを有する撮像装置において、

前記ズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、前群と、中間群と、後群より構成され、

前記前群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第11レンズ群、負の屈折力の第12レンズ群、正の屈折力の第13レンズ群より構成され、

前記中間群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第21サブレンズ群、光路を折り曲げる反射部材、正の屈折力の第22サブレンズ群より構成され、

前記後群は、複数のレンズ群より構成され、

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ように前記第11レンズ群と前記第12レンズ群と前記第13レンズ群と前記後群を構成する1以上のレンズ群が移動し、前記中間群は不動であり、前記撮像素子は移動し、

広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第11レンズ群と前記撮像素子の移動量をそれぞれM11、MSとするとき、

$-3.0 < M11 / MS < -0.1$

なる条件を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0014】

10

20

30

40

50

本発明によれば、高ズーム比で良好なる画像を容易に得ることができ、しかも厚み方向と横幅方向を薄くすることができるズームレンズを用いた撮像装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】(A)、(B) 本発明の撮像装置に用いるズームレンズの実施例1の広角端、望遠端におけるレンズ断面図

【図2】(A)、(B)、(C) 本発明の撮像装置に用いるズームレンズの実施例1に対応する数値実施例1の広角端、中間のズーム位置、望遠端の収差図

【図3】(A)、(B) 本発明の撮像装置に用いるズームレンズの実施例2の広角端、望遠端におけるレンズ断面図

【図4】(A)、(B)、(C) 本発明の撮像装置に用いるズームレンズの実施例2に対応する数値実施例2の広角端、中間のズーム位置、望遠端の収差図

【図5】(A)、(B) 本発明の撮像装置に用いるズームレンズの実施例3の広角端、望遠端におけるレンズ断面図

【図6】(A)、(B)、(C) 本発明の撮像装置に用いるズームレンズの実施例3に対応する数値実施例3の広角端、中間のズーム位置、望遠端の収差図

【図7】(A)、(B) 本発明の撮像装置に用いるズームレンズの実施例4の広角端、望遠端におけるレンズ断面図

【図8】(A)、(B)、(C) 本発明の撮像装置に用いるズームレンズの実施例4に対応する数値実施例4の広角端、中間のズーム位置、望遠端の収差図

【図9】本発明の撮像装置に用いるズームレンズの要部概略図

【図10】本発明の撮像装置に用いるズームレンズの要部概略図

【図11】本発明の撮像装置の要部概略図

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の撮像装置について説明する。本発明の撮像装置は、撮像素子と、撮像素子に像を形成するためのズームレンズを有する。ズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、前群と、中間群と、後群より構成される。前群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第11レンズ群、負の屈折力の第12レンズ群より構成される。中間群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第21サブレンズ群、光路を折り曲げる反射部材、正の屈折力の第22サブレンズ群より構成される。後群は、複数のレンズ群より構成される。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ように第11レンズ群と第12レンズ群と後群を構成する1以上のレンズ群が移動し、中間群は不動であり、撮像素子は移動する。

この他、本発明に係るズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された、前群と、中間群と、後群より構成される。前群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第11レンズ群、負の屈折力の第12レンズ群、正の屈折力の第13レンズ群より構成される。中間群は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第21サブレンズ群、光路を折り曲げる反射部材、正の屈折力の第22サブレンズ群より構成される。後群は、複数のレンズ群より構成される。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ように第11レンズ群と第12レンズ群と第13レンズ群と後群を構成する1以上のレンズ群が移動し、中間群は不動であり、撮像素子は移動する。

【0017】

図1(A)、(B)は本発明の撮像装置に用いるズームレンズの実施例1の光路を展開したときの広角端(短焦点距離端)、望遠端(長焦点距離端)におけるレンズ断面図である。図2(A)、(B)、(C)はそれぞれ撮像装置に用いるズームレンズの実施例1の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図3(A)、(B)は本発明の撮像装置に用いるズームレンズの実施例2の光路を展開したときの広角端、望遠端におけるレンズ断面図である。図4(A)、(B)、(C)はそれぞれ撮像装置に用いるズームレンズの実施例2の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

10

20

30

40

50

【0018】

図5(A)、(B)は本発明の撮像装置に用いるズームレンズの実施例3の光路を展開したときの広角端、望遠端におけるレンズ断面図である。図6(A)、(B)、(C)はそれぞれ撮像装置に用いるズームレンズの実施例3の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図7(A)、(B)は本発明の撮像装置に用いるズームレンズの実施例4の光路を展開したときの広角端、望遠端におけるレンズ断面図である。図8(A)、(B)、(C)はそれぞれ撮像装置に用いるズームレンズの実施例4の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0019】

図9(A)、(B)、(C)は本発明の撮像装置に用いるズームレンズの実施例1において反射部材として内面反射のプリズムを用いたときの広角端、望遠端、沈胴収納状態のときのレンズ断面図である。図10(A)、(B)、(C)は本発明の撮像装置に用いるズームレンズの実施例1において反射部材として反射ミラーを用いたときの広角端、望遠端、沈胴収納状態のときのレンズ断面図である。

【0020】

撮像装置に用いる各実施例の光路を展開したレンズ断面図において、左方が物体側(前方)で、右方が像側(後方)である。レンズ断面図において、LFはズーミングに際して移動する正の屈折力の第11レンズ群L11と、負の屈折力の第12レンズ群L12の少なくとも2つのレンズ群を有する前群である。

【0021】

LMは光路を折り曲げる反射部材PRと複数のサブレンズ群を含み、ズーミングに際して不動の正の屈折力の中間群である。LRはズーミングに際して移動するレンズ群を含む複数のレンズ群よりなる後群である。反射部材PRは光学系の光軸を90度(90度±10度以内)折り曲げる反射面を含む反射プリズムや反射ミラー等からなっている。

【0022】

本実施例において反射部材PRは反射面PRaを含む反射プリズムよりなり、光軸上の光線を入射方向に対し90度反射させている。SPは開口絞りであり、前群LFの像側又は前群LF中に配置されている。Gは光学フィルター、フェースプレート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センサ等の固体撮像素子(光電変換素子)Iの撮像面に相当する。

【0023】

矢印は広角端から望遠端へのズーミングにおける各レンズ群の移動軌跡を示している。収差図について説明する。球面収差図において実線はd線、二点鎖線はg線を示す。非点収差図において、点線はメリディオナル像面、実線はサジタル像面である。歪曲収差はd線について示している。また倍率色収差はg線について示している。FnoはFナンバー、 θ は半画角(度)を示す。

【0024】

図1の撮像装置に用いるズームレンズの実施例1のレンズ構成について説明する。前群LFは正の屈折力の第11レンズ群L11、負の屈折力の第12レンズ群L12よりなっている。中間群LMは物体側から像側へ順に正の屈折力の第21サブレンズ群G21、反射部材PR、正の屈折力の第22サブレンズ群G22よりなっている。中間群LMは全体として正の屈折力を有する。後群LRは、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第31レンズ群L31、正の屈折力の第32レンズ群L32より構成されている。

【0025】

そして広角端から望遠端へのズーミングに際して第11レンズ群L11は像側に凸状の軌跡で移動し、第12レンズ群L12は像側へ移動する。開口絞りSPは像側へ、他のレンズ群と異なった軌跡で移動する。中間群LMは不動である。第31レンズ群L31は像側へ凸状の軌跡で移動する。第32レンズ群L32は物体側へ凸状の軌跡で移動する。撮像素子Iは像側へ移動する。

10

20

30

40

50

【0026】

広角端に比べて望遠端において第11レンズ群L11と第12レンズ群L12の間隔は増大し、第12レンズ群L12と開口絞りSPの間隔は縮小し、開口絞りSPと中間群LMの間隔は縮小する。中間群LMと第31レンズ群L31の間隔は増大し、第31レンズ群L31と第32レンズ群L32の間隔は増大する。第32レンズ群L32と撮像素子Iの間隔は増大する。このとき広角端に比べて望遠端において、第11レンズ群L11は物体側に位置し、第12レンズ群L12は像側へ位置し、第32レンズ群L32は像側に位置し、撮像素子Iは像側に位置するように移動する。

【0027】

以下、各レンズ群及び各サブレンズ群は物体側から像側へ順に次のとおりである。第11レンズ群L11は負レンズと正レンズを接合した接合レンズ、物体側が凸形状の正レンズよりなっている。第12レンズ群L12は両凹形状の負レンズ、両凹形状の負レンズ、物体側が凸形状の正レンズより成っている。

10

【0028】

第21サブレンズ群G21は両凸形状の正レンズよりなっている。第22サブレンズ群G22は物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズ、両凸形状の正レンズよりなっている。第31レンズ群L31は両凸形状の正レンズ、像側が凹形状の負レンズより成っている。第32レンズ群L32は物体側が凸形状の正レンズより成っている。

【0029】

第31レンズ群L31は光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動して、結像位置を光軸に対し垂直方向に移動している。即ち手ブレによる防振を行っている。無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際しては第32レンズ群L32を物体側へ繰り出すことによって行っている。尚、フォーカシングを第12レンズ群L12又は第31レンズ群L31又は中間群LMの一部のサブレンズ群で行っても良い。

20

【0030】

図3の撮像装置に用いるズームレンズの実施例2のレンズ構成について説明する。実施例2に係るズームレンズのレンズ構成は実施例1と同じである。図5の撮像装置に用いるズームレンズの実施例3に係るズームレンズのレンズ構成について説明する。実施例3のズームレンズのレンズ構成は実施例1に比べて広角端から望遠端へのズーミングに際して第31レンズ群L31が像側へ単調に移動することが異なっている。この他の構成は実施例1と同じである。

30

【0031】

図7の撮像装置に用いるズームレンズの実施例4のレンズ構成について説明する。実施例4は実施例1に比べて次の点が異なっている。前群LFが正の屈折力の第11レンズ群L11、負の屈折力の第12レンズ群L12、正の屈折力の第13レンズ群L13の3つのレンズ群より成っていることが異なっている。

30

【0032】

そして広角端から望遠端へのズーミングに際して開口絞りSPと第13レンズ群L13は同じ軌跡で(一体的に)像側へ移動することが異なっている。また広角端から望遠端へのズーミングに際して第31レンズ群L31が像側へ単調に移動することが異なっている。この他の構成は実施例1と同じである。

40

【0033】

図9(A),(B)は例として本発明の撮像装置に用いるズームレンズの実施例1を選択し、それをカメラ本体(撮像装置)に収納したときの広角端と望遠端におけるレンズ断面図である。図9(A),(B)において符番で示す各部材は図1に示す各部材に付した符号と同じ部材を示している。前方群LFはカメラの前方に位置し、後群LRはカメラ本体の横方向に展開されるようにしている。

【0034】

撮像装置に用いる各実施例のズームレンズは、撮影光学系内部に物体側からの光を折り曲げる反射部材PRを含むことで、カメラの厚み方向を薄くすることを容易にしている。

50

【0035】

図9(C)は例として本発明の撮像装置に用いるズームレンズの実施例1を選択し、カメラの電源をoffとし、非撮影時であって沈胴状態のときの各レンズ群の配置を示す要部概略図である。図9(C)では沈胴収納に際して、前群LFが光軸方向で中間群LMの方へ移動し、中間群LMが像側へ移動、後群LRが像側へ移動する。中間群LMと後群LRが移動したことによって生ずる空間内に前群LFを配置することによって、沈胴時のカメラの前後方向の厚さを薄くしている。

【0036】

図10(A), (B), (C)は図9(A), (B), (C)において反射部材としてプリズムPRの代わりに反射ミラーMを用いたときのレンズ断面図である。

10

【0037】

図10(A), (B)はそれぞれ広角端と、望遠端におけるレンズ断面図であり、光軸に対して45°で配された反射ミラーMにより光路をおりまげている。図10(C)は沈胴収納状態を示す。カメラ電源をoffし、沈胴収納状態に移行する時には、光路折り曲げ用の反射ミラーMが端部を支点として回動及び移動する。そして反射ミラーMの回動と移動、そして後群LRの移動によって生じたスペースに前群LFが沈胴して、収納される構成となっている。

【0038】

撮像装置に用いる各実施例のズームレンズにおいては10~20程度のズーム比を有する。各実施例のズームレンズではカメラの厚み方向と、横幅方向の双方において小型化を図るために反射部材PRの前後での変倍分担をバランス良く設定している。前玉有効径を小型に維持しつつ所望のズーム比を得るためにズーミングに際して第11レンズ群L11を移動させ、第11レンズ群L11が広角端において開口絞りSPに近い位置となるようしている。

20

【0039】

一方で所望のズーム比を十分確保する為に、主変倍レンズ群である第12レンズ群L12と共に、光路を折り曲げる反射部材を含む中間群LMにも変倍分担を担わせている。

【0040】

反射部材を含む中間群LMにも変倍分担を持たせた場合、その像側のレンズ群で撮像素子面を一定に保つ事が困難となる。このため中間群LMの結像倍率が高くなる望遠側において撮像素子Iを像側へ移動させている。

30

【0041】

各実施例のズームレンズでは所望のズーム比を確保しつつ前玉有効径を小型に維持する為に、ズーミングに際して第11レンズ群L11の移動量と撮像素子Iの移動量の比を次の如く設定している。広角端から望遠端へのズーミングに際しての第11レンズ群L11と撮像素子Iの移動量をそれぞれM11, MSとする。このとき、

$$-3.0 < M_{11} / M_S < -0.1 \quad \dots (1)$$

なる条件を満足する。ここで移動量の符号は広角端から望遠端へのズーミングに際して像側へ移動するときを正、物体側へ移動するときを負とする。

【0042】

40

条件式(1)は第11レンズ群L11のズーミングに際しての移動量と撮像素子Iの移動量の比に関し、全系の小型化と高ズーム比を確保するためのものである。条件式(1)の上限値を超えて撮像素子Iの移動量が大きくなり過ぎると撮像素子Iを移動させる為のメカ機構が大型化してくるので良くない。条件式(1)の下限値を超えて第11レンズ群L11の移動量が大きくなり過ぎると、望遠端において第11レンズ群L11から開口絞りまでの距離が大きくなり過ぎる為、前玉有効径が大型化してくるので良くない。

【0043】

更に好ましくは条件式(1)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0044】

$$-2.7 < M_{11} / M_S < -0.2 \quad \dots (1a)$$

50

以上のように各実施例のズームレンズによれば全系が小型で広画角で所定のズーム比を有する携帯性に優れたズームレンズが得られる。

【0045】

各実施例のズームレンズにおいて更に好ましくは次の条件式のうち1以上を満足するのが良い。中間群LMは物体側から像側へ順に、正の屈折力の第21サブレンズ群G21、反射部材PR、負レンズと正レンズを含む第22サブレンズ群G22より構成される。そして第21サブレンズ群G21の像側のレンズ面と第22サブレンズ群G22の物体側のレンズ面の光軸上の距離をdBab、中間群LMの焦点距離をfBとする。

【0046】

第12レンズ群の焦点距離をf12、望遠端における全系の焦点距離をftとする。中間群LMは物体側から像側へ順に、正レンズよりなる第21サブレンズ群G21、反射部材PR、複数のレンズよりなる第22サブレンズ群G22より構成される。このとき第21サブレンズ群G21の焦点距離をfB21、中間群LMの焦点距離をfBとする。 10

【0047】

中間群LMは物体側から像側へ順に、正レンズよりなる第21サブレンズ群G21、反射部材PR、負レンズと正レンズよりなる第22サブレンズ群G22より構成されるとき、第22サブレンズ群G22の正レンズの焦点距離をfB22P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。

【0048】

$$\begin{aligned} 0.6 < dBab / fB < 0.9 & \cdots (2) \\ -0.20 < f12 / ft < -0.02 & \cdots (3) \\ 0.7 < fB21 / fB < 1.5 & \cdots (4) \\ 0.3 < fB21 / fB22P < 1.0 & \cdots (5) \end{aligned}$$

20

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。

【0049】

ズームレンズの沈胴形態においては、沈胴時の厚みは反射部材PRと物体側のレンズ群の厚さで決まる。この為、複数のレンズを反射部材PRより物体側に配する事は避けて第21サブレンズ群G21を1つの正レンズで構成している。

【0050】

条件式(2)は第21サブレンズ群G21の像側のレンズ面と第22サブレンズ群G22の物体側のレンズ面との間に反射部材PRを配置するための間隔を規定する。条件式(2)は第21サブレンズ群G21と第22サブレンズ群G22の光軸上の距離を中間群LMの焦点距離で規格化したものである。条件式(2)の上限値を超えて第21サブレンズ群G21と第22サブレンズ群G22の光軸上の距離が大きくなり過ぎると中間群LMが大型化すると共にレンズ系全体が大型化してくるので良くない。 30

【0051】

条件式(2)の下限値を超えて第21サブレンズ群G21と第22サブレンズ群G22の光軸上の距離が小さくなり過ぎると光路を折り曲げる反射部材PRが小さくなり過ぎる為、反射部材の有効径を確保する事が困難となってくる。

【0052】

40

条件式(3)は主たる変倍分担を担う第12レンズ群L12の屈折力を規定する。条件式(3)は第11レンズ群L11を小型に維持しつつ第12レンズ群L12が所望の変倍分担を効果的に得るためのものである。

【0053】

所望のズーム比を確保する為に、主変倍レンズ群である第12レンズ群L12と共に、光路を折り曲げる反射部材を含む中間群LMにも変倍分担を担わせる構成としている。このとき中間群LMの主点位置がなるべく前側に位置するような構成が望ましい。つまり望遠端において第12レンズ群L12と中間群LMの主点間隔が小さくなる様な構成とするのが良く、これによればレンズ系全体の小型化が容易になる。中間群LMにおいて主点位置を前側に配する為には、中間群LMの反射部材PRより物体側に正の屈折力のサブレン 50

ズ群を配置するのが良い。

【0054】

条件式(3)は第12レンズ群L12の焦点距離を望遠端における全系の焦点距離で規格化したものである。条件式(3)の上限値を超えて第12レンズ群L12の焦点距離が長くなり過ぎると所望のズーム比を得る為の第12レンズ群L12のズーミングに際しての移動量が大きくなり全系が大型化してくる。条件式(3)の下限値を超えて第12レンズ群L12の焦点距離が短くなり過ぎるとズーミングによるコマ収差の変動を補正する事が困難となってくる。

【0055】

条件式(4)は第21サブレンズ群G21を1つの正レンズで構成するときに中間群LMの主点位置を前側に配する為の正レンズの焦点距離を規定する。条件式(4)は第21サブレンズ群G21の正レンズの焦点距離fB21を中間群LMの焦点距離fBで規格化したものである。条件式(4)の上限値を超えて焦点距離fB21が大きくなり過ぎると、中間群LMの主点位置を前側に配置する事が困難となる。この為、望遠端における第12レンズ群L12と中間群LMの主点間隔が大きくなりレンズ系全体が大型化してくる。

10

【0056】

条件式(4)の下限値を超えて焦点距離fB21が小さくなり過ぎると中間群LMの最も物体側に配される正レンズのレンズ面の曲率がきつくなる為、望遠側において球面収差が増大し、この補正が困難となってくる。

【0057】

高ズーム比化を図るには中間群LMに所望の変倍分担を担わせるのが良い。この為には反射部材PRの像側に負レンズ、正レンズを配しズーミングに際しての軸上色収差の変動を補正するのが良い。条件式(5)はこのときの正レンズの焦点距離を規定する。即ち条件式(5)は中間群LM内における反射プリズムPRよりも物体側の第21サブレンズ群G21の正レンズと像側の第22サブレンズ群G22の正レンズの屈折力をバランスよく配置するための条件である。

20

【0058】

条件式(5)は第21サブレンズ群G21の正レンズの焦点距離fB21と第22サブレンズ群の正レンズの焦点距離fB22Pの比に関する。条件式(5)の上限値を超えて焦点距離fB21が大きくなり過ぎると、中間群LMの主点位置を前側に配置する事が困難となる。この為、望遠端における第12レンズ群L12と中間群LMの主点間隔が大きくなりレンズ系全体が大型化してくるので良くない。条件式(5)の下限値を超えて焦点距離fB21が小さくなり過ぎると第21サブレンズ群G21のレンズ面の曲率がきつくなる為、望遠側において球面収差が増大し、この補正が困難となってくる。更に好ましくは条件式(2)乃至(5)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

30

【0059】

$$\begin{aligned} 0.65 < d_{Bab} / f_B < 0.80 & \cdots (2a) \\ -0.16 < f_{12} / f_t < -0.04 & \cdots (3a) \\ 0.8 < f_{B21} / f_B < 1.2 & \cdots (4a) \\ 0.4 < f_{B21} / f_{B22P} < 0.9 & \cdots (5a) \end{aligned}$$

40

以上のように各実施例によれば前述の如く構成をとることにより、広角端における撮影半画角が36°程度以上の広画角でズーム比10~20程度の高ズーム比を有しつつ薄型に沈胴し、コンパクトで携帯性に優れたズームレンズが得られる。

【0060】

次に本発明の撮像装置を図11を用いて説明する。図11において、20はデジタルカメラ本体、21は前述した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である。PRは反射部材(反射プリズム)である。撮影光学系21は被写体の像をCCD等の固体撮像素子上(光電変換素子上)22に形成している。23は撮像素子22が受光した被写体の像を記録する記録手段、24は不図示の表示素子に表示された画像を観察するためのファインダーである。

50

【0061】

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上に形成された画像が表示される。このように本発明によれば高い光学性能のズームレンズを有する小型の撮像装置が得られる。

【0062】

以下、撮像装置に用いるズームレンズの実施例1～4に対応する数値実施例1～4の具体的数値データを示す。各数値実施例において、iは物体側から数えた面の番号を示す。riは第i番目の光学面(第i面)の曲率半径である。diは第i面と第(i+1)面との軸上間隔である。ndi、diはそれぞれd線に対する第i番目の光学部材の材料の屈折率、アッペ数である。また、非球面形状はRを曲率半径とし、非球面係数K、A4、A6、A8、A10を用いて次式で与えられるものとする。

【0063】

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

なお、各非球面係数における「e±XX」は「×10±XX」を意味している。また、前述の各条件式と数値実施例との関係を(表1)に示す。焦点距離、Fナンバー、画角はそれぞれ無限遠物体に焦点を合わせたときの値を表している。BFは最終レンズ面から像面までの距離を空気換算した値である。最後の2つの面は、フィルター等のガラスブロックである。

【0064】

ズームレンズ群データでは、第11レンズ群を第1群、第12レンズ群を第2群、開口絞り(数値実施例4では開口絞りと第13レンズ群)を第3群、中間群を第4群、第31レンズ群を第5群、第32レンズ群を第6群、ガラスブロックを第7群としている。

【0065】

[数値実施例1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	55.420	0.80	1.84666	23.9
2	28.726	2.00	1.48749	70.2
3	-165.236	0.20		
4	23.897	1.80	1.63854	55.4
5	137.740	(可変)		
6	-51.367	1.03	1.85135	40.1
7*	5.415	1.75		
8	-18.527	0.70	1.77250	49.6
9	52.201	0.20		
10	11.958	1.25	1.92286	18.9
11	86.215	(可変)		
12(絞り)	(可変)			
13*	7.529	2.10	1.55332	71.7
14*	-24.307	0.20		
15		7.00	1.88300	40.8
16		0.20		
17	14.188	0.60	2.00272	19.3
18	8.046	0.51		
19	14.356	2.00	1.60311	60.6
20	-14.948	(可変)		
21	72.140	1.10	1.74950	35.3
22	-58.098	0.50	1.88300	40.8

10

20

30

40

50

23 12.211 (可変)
 24 10.469 2.20 1.48749 70.2
 25 157.106 (可変)
 26 0.80 1.51633 64.1
 27 0.89

像面

【 0 0 6 6 】

非球面データ

第7面

K =-4.48810e+000 A 4= 3.21160e-003 A 6=-8.29023e-005 A 8= 1.12054e-006 A10= 6.17957e-008

10

第13面

K =-1.26401e+000 A 4= 6.33284e-004 A 6= 5.60851e-005 A 8= 2.78063e-006 A10= -2.00427e-008

第14面

K =-3.29161e+001 A 4= 7.34200e-004 A 6= 4.12106e-005 A 8= 7.70419e-006 A10= -9.47029e-008

20

各種データ

ズーム比	9.55	広角	中間	望遠
焦点距離	5.13	19.65	49.01	
Fナンバー	3.32	5.25	6.09	
半画角(度)	33.01	11.15	4.52	
像高	3.33	3.88	3.88	
レンズ全長	49.73	56.59	68.74	
BF	3.23	10.76	6.49	
d 5	0.94	10.26	20.36	
d11	12.15	2.58	0.90	
d12	3.30	0.90	0.90	
d20	1.40	2.55	1.62	
d23	2.57	3.40	12.33	
d25	1.81	9.34	5.07	

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	36.01
2	6	-6.45
3	12	
4	13	9.73
5	21	-15.73
6	24	22.90
7	26	

40

【 0 0 6 7 】

[数値実施例 2]

50

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	50.601	0.80	1.84666	23.9	
2	27.528	2.00	1.48749	70.2	
3	-132.979	0.20			
4	24.414	1.80	1.63854	55.4	
5	94.394	(可変)			
6	-39.318	1.03	1.85135	40.1	10
7*	5.430	1.82			
8	-18.720	0.70	1.77250	49.6	
9	29.501	0.20			
10	12.530	1.25	1.92286	18.9	
11	786.877	(可変)			
12(絞り)		(可変)			
13*	7.862	2.10	1.55332	71.7	
14*	-27.077	0.20			
15		7.00	1.88300	40.8	
16		0.20			20
17	13.477	0.60	2.00272	19.3	
18	8.053	0.51			
19	18.811	2.00	1.60311	60.6	
20	-18.303	(可変)			
21	55.785	1.10	1.74950	35.3	
22	-20.226	0.50	1.88300	40.8	
23	11.172	(可変)			
24	11.261	2.20	1.48749	70.2	
25	-2971.960	(可変)			
26		0.80	1.51633	64.1	30
27		0.76			

像面

【0068】

非球面データ

第7面

K =-3.78615e+000 A 4= 2.62233e-003 A 6=-7.51826e-005 A 8= 3.30480e-006 A10=-6.77198e-008

第13面

K =-1.21001e+000 A 4= 5.77973e-004 A 6= 9.40097e-006 A 8= 1.91372e-006 A10=1.17688e-007

第14面

K =-1.40339e+001 A 4= 7.14031e-004 A 6= 2.18608e-005 A 8=-1.63756e-007 A10=3.60613e-007

各種データ

ズーム比 18.40

広角 中間 望遠

焦点距離	5.16	18.57	94.99
Fナンバー	3.35	5.32	6.09
半画角(度)	32.85	11.79	2.34
像高	3.33	3.88	3.88
レンズ全長	56.73	63.48	76.02
BF	5.34	12.63	5.54

d 5	0.94	10.38	25.37
d11	16.53	6.55	0.77
d12	3.30	0.79	1.14
d20	1.40	3.69	3.34
d23	3.00	3.23	13.66
d25	4.05	11.34	4.25

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	37.36	
2	6	-6.04	
3	12		
4	13	10.68	20
5	21	-14.02	
6	24	23.02	
7	26		

【0069】

[数値実施例3]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	62.860	0.80	1.84666	23.9	30
2	39.560	2.50	1.48749	70.2	
3	289.898	0.20			
4	32.952	1.80	1.63854	55.4	
5	56.728	(可変)			
6	-191.599	1.03	1.85135	40.1	
7*	6.041	1.86			
8	-24.307	0.70	1.77250	49.6	
9	573.071	0.20			
10	13.071	1.25	1.92286	18.9	
11	55.550	(可変)			40
12(絞り)		(可変)			
13*	7.767	2.10	1.55332	71.7	
14*	-12.336	0.20			
15		7.00	1.88300	40.8	
16		0.20			
17	11.338	0.60	2.00272	19.3	
18	6.444	0.51			
19	15.279	2.00	1.60311	60.6	
20	-32.198	(可変)			
21	46.957	1.10	1.74950	35.3	50

22	-18.824	0.50	1.88300	40.8
23	8.002	(可变)		
24	11.413	2.20	1.48749	70.2
25	168.306	(可变)		
26		0.80	1.51633	64.1
27		0.56		

像面

【 0 0 7 0 】

非球面データ

10

第7面

K =-4.90621e+000 A 4= 2.48308e-003 A 6=-9.27302e-005 A 8= 4.76316e-006 A10= -8.98704e-008

第13面

K =-3.45856e+000 A 4= 6.11935e-004 A 6=-2.11401e-005 A 8= 3.01340e-007 A10= 1.97577e-007

第14面

K =-1.09462e+000 A 4= 2.49295e-004 A 6= 2.90298e-005 A 8=-5.16341e-006 A10= 4.43977e-007

各種データ

ズーム比	13.33			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	5.25	25.95	70.00	
Fナンバー	2.48	5.44	6.09	
半画角(度)	32.39	8.49	3.17	
像高	3.33	3.88	3.88	
レンズ全長	51.09	67.26	99.71	30
BF	1.69	2.15	3.23	
d 5	0.94	21.02	53.21	
d11	15.54	3.43	0.85	
d12	3.30	0.89	0.89	
d20	1.40	4.61	5.00	
d23	1.47	8.43	9.79	
d25	0.60	1.06	2.15	

ズームレンズ群データ

40

群	始面	焦点距離
1	1	90.39
2	6	-8.75
3	12	
4	13	9.33
5	21	-10.00
6	24	25.00
7	26	

50

【 0 0 7 1 】

[数値実施例4]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	51.048	0.80	1.84666	23.9	
2	27.053	2.00	1.48749	70.2	
3	-113.664	0.20			
4	23.890	1.80	1.63854	55.4	
5	130.283	(可変)			10
6	-31.956	1.03	1.85135	40.1	
7*	5.443	1.72			
8	-18.787	0.70	1.77250	49.6	
9	46.507	0.20			
10	12.279	1.25	1.92286	18.9	
11	155.614	(可変)			
12(絞り)		0.30			
13	62.676	0.80	1.48749	70.2	
14	-84.148	(可変)			
15*	7.245	1.90	1.55332	71.7	20
16*	-18.310	0.20			
17		7.00	1.88300	40.8	
18		0.20			
19	17.313	0.60	2.00272	19.3	
20	7.056	0.51			
21	21.340	2.00	1.60311	60.6	
22	-17.667	(可変)			
23	83.152	1.10	1.84666	23.8	
24	-19.478	0.50	1.88300	40.8	
25	14.360	(可変)			30
26	9.716	2.20	1.48749	70.2	
27	139.084	(可変)			
28		0.80	1.51633	64.1	
29		0.90			

像面

【 0 0 7 2 】

非球面データ

第7面

K =-4.18103e+000 A 4= 2.88701e-003 A 6=-9.06177e-005 A 8= 3.72278e-006 A10= 40
 -7.19455e-008

第15面

K =-1.21545e+000 A 4= 6.12594e-004 A 6= 5.43284e-005 A 8= 2.46719e-006 A10= 2.68219e-007

第16面

K =-1.70969e+001 A 4= 6.25089e-004 A 6= 6.19802e-005 A 8= 3.10361e-006 A10= 5.08080e-007

各種データ

ズーム比	9.56	広角	中間	望遠
焦点距離	5.13	17.39	49.01	
Fナンバー	3.53	5.25	6.09	
半画角(度)	33.02	12.56	4.52	
像高	3.33	3.88	3.88	
レンズ全長	49.73	55.53	65.07	
BF	2.01	9.62	6.72	

10

d 5	0.94	9.28	19.09
d11	13.91	4.46	1.11
d14	2.00	0.30	0.20
d22	1.40	1.50	2.80
d25	2.46	3.38	8.15
d27	0.59	8.19	5.29

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	34.06
2	6	-6.17
3	12	73.82
4	15	11.01
5	23	-18.99
6	26	21.31
7	28	

20

【表1】

条件式 数値 実施例	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	M 1 1 / M S	d B a d / f B	f 1 2 / f t	f B 2 1 / f B	f B 2 1 / f B 2 2 P
1	-0.43	0.76	-0.13	1.09	0.85
2	-0.51	0.69	-0.06	1.05	0.72
3	-2.61	0.79	-0.13	0.96	0.51
4	-0.22	0.67	-0.13	0.88	0.59

30

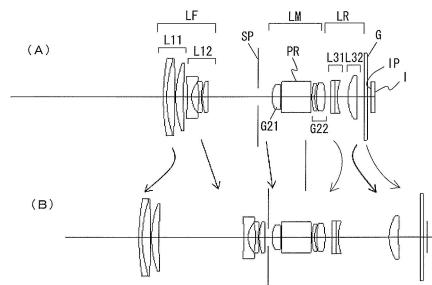
【符号の説明】

【0073】

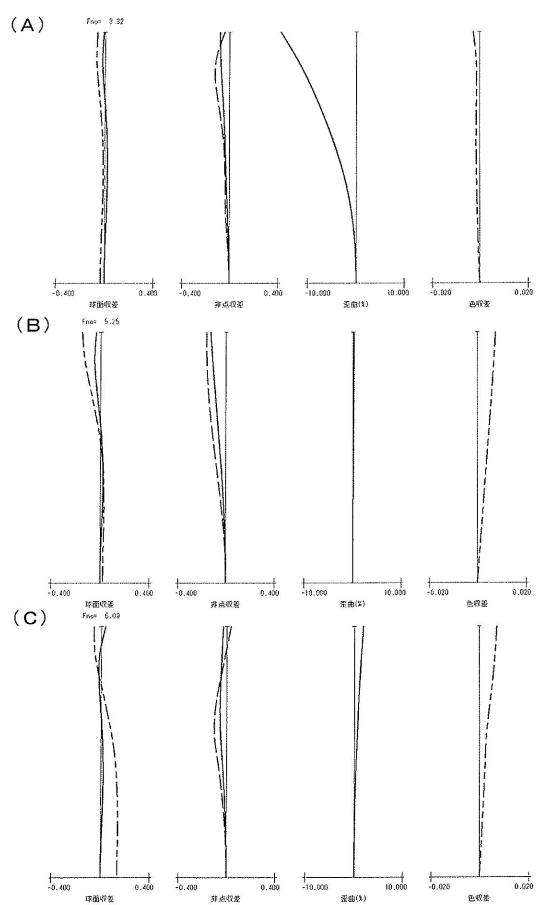
L F 前群 L M 中間群 L R 後群 L 1 1 第11レンズ群
 L 1 2 第12レンズ群 I 撮像素子 P R 反射部材

40

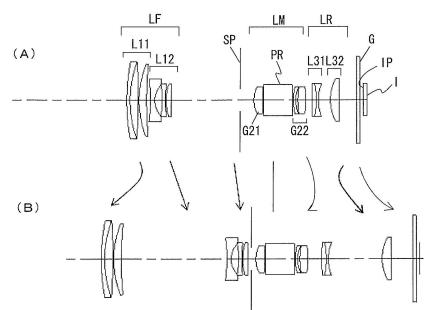
【図1】



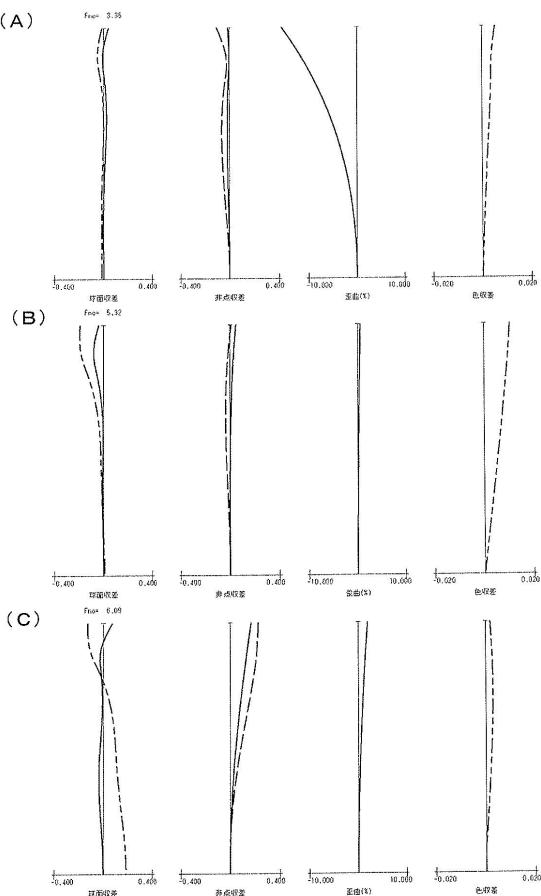
【図2】



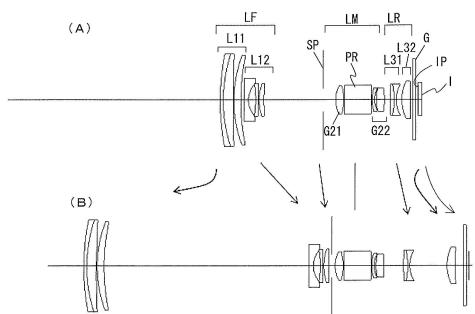
【図3】



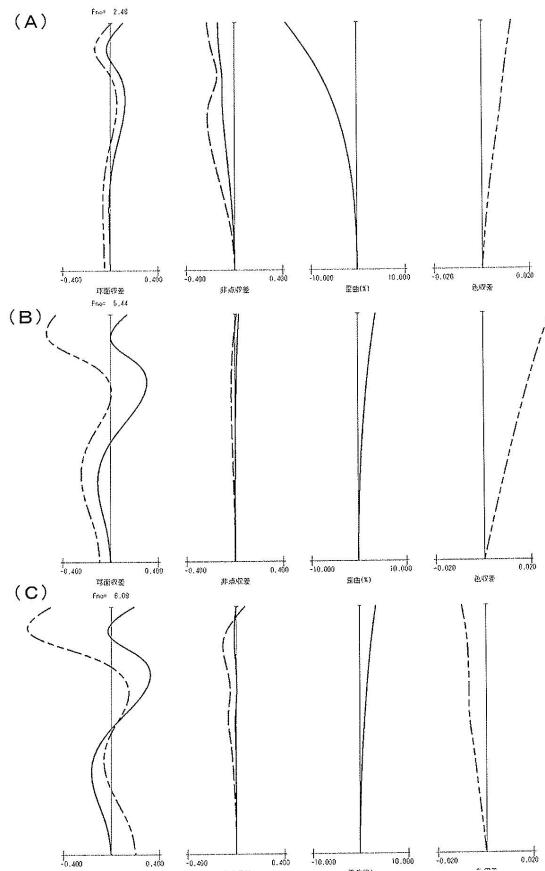
【図4】



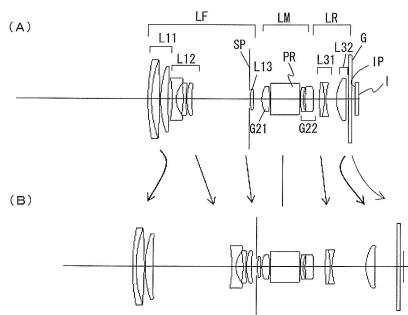
【図5】



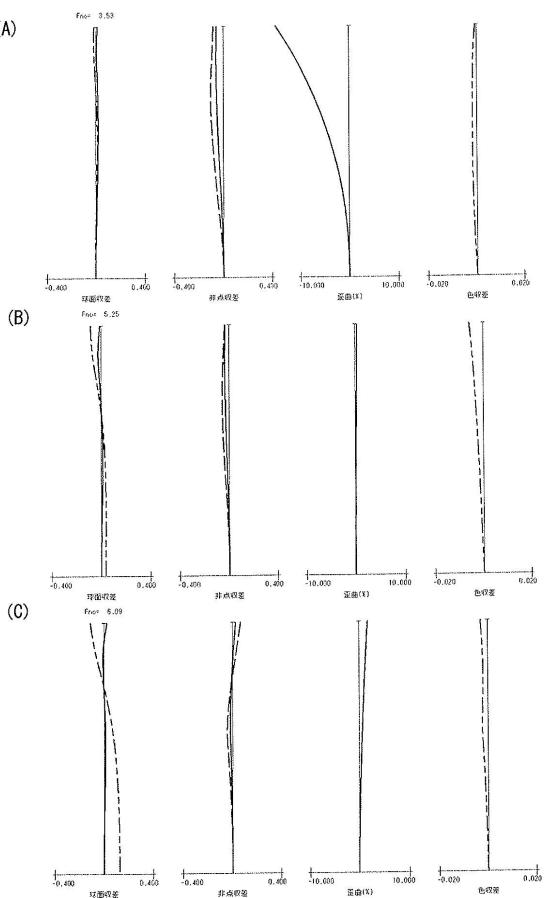
【図6】



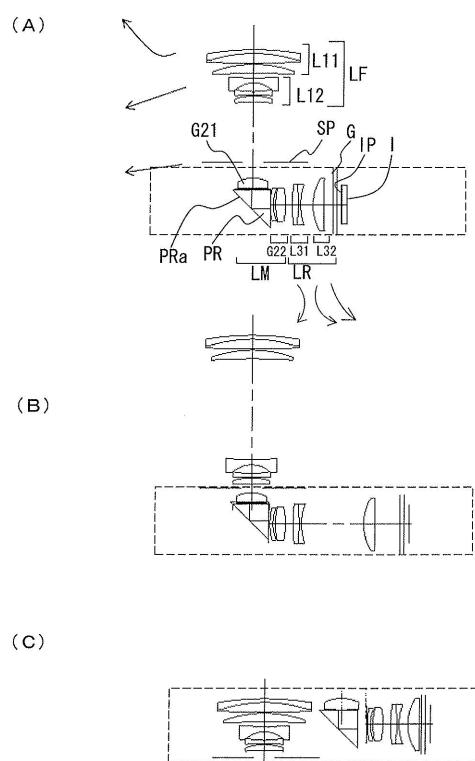
【図7】



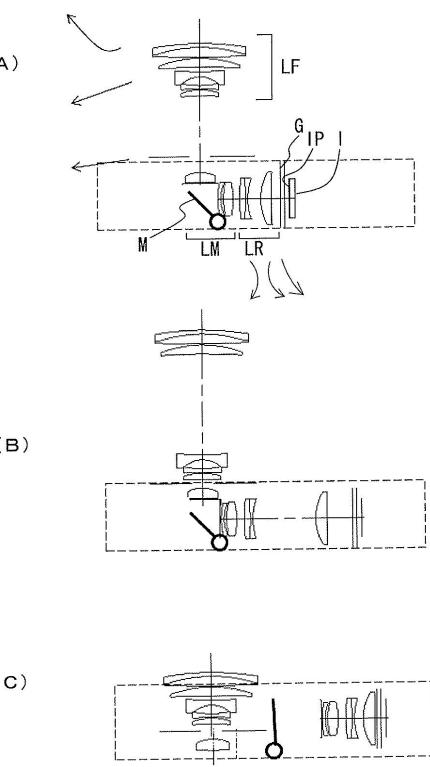
【図8】



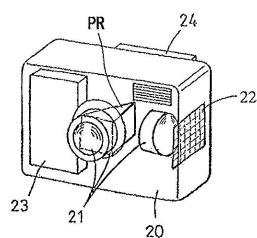
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-079194 (JP, A)
特開2004-102090 (JP, A)
特開2007-248951 (JP, A)
特開2006-098685 (JP, A)
特開2012-027084 (JP, A)
特開2008-102398 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B	9 / 00	-	17 / 08
G 02 B	21 / 02	-	21 / 04
G 02 B	25 / 00	-	25 / 04