

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5808311号
(P5808311)

(45) 発行日 平成27年11月10日(2015.11.10)

(24) 登録日 平成27年9月18日(2015.9.18)

(51) Int.Cl.

G02B 15/20 (2006.01)

F 1

G 02 B 15/20

請求項の数 11 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2012-259491 (P2012-259491)
 (22) 出願日 平成24年11月28日 (2012.11.28)
 (65) 公開番号 特開2014-106391 (P2014-106391A)
 (43) 公開日 平成26年6月9日 (2014.6.9)
 審査請求日 平成26年10月23日 (2014.10.23)

(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 奥村 哲一郎
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内

審査官 殿岡 雅仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

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、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5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、

広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が大きくなり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が小さくなるように、ズーミングに際して、前記第1レンズ群、前記第3レンズ群、前記第4レンズ群、前記第5レンズ群が移動し、前記第2レンズ群は不動であり、

前記第5レンズ群は、最も広い空気間隔を隔てて、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1サブレンズ群、負の屈折力の第2サブレンズ群より構成され、

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、前記第5レンズ群は像側へ移動し、

前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 とするとき、
 $0.7 < f_3 / f_4 < 1.5$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき

$$2.0 < f_1 / f_w < 2.8$$

なる条件式を満足す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】

前記第 2 レンズ群は、光軸に対して垂直方向の成分を有する方向に移動可能であり、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、

$$0.35 < |f_2 / f_w| < 0.65$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 5 レンズ群の焦点距離を f_5 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、

$$0.6 < |f_5 / f_w| < 1.0$$

10

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第 5 レンズ群の中で最も広い空気間隔を L_{5a} 、前記第 2 サブレンズ群の焦点距離を f_{52} とするとき、

$$5.0 < |f_{52} / L_{5a}| < 11.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

前記第 5 レンズ群は 2 枚のレンズより構成され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。

20

【請求項 7】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第 1 レンズ群、前記第 3 レンズ群、前記第 4 レンズ群、前記第 5 レンズ群は物体側へ移動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】

前記第 5 レンズ群の像側に正の屈折力の第 6 レンズ群を有し、広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第 1 レンズ群、前記第 3 レンズ群、前記第 4 レンズ群、前記第 5 レンズ群、前記第 6 レンズ群は物体側へ移動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。

30

【請求項 9】

前記第 5 レンズ群の像側に正の屈折力の第 6 レンズ群を有し、広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第 1 レンズ群、前記第 3 レンズ群、前記第 4 レンズ群、前記第 5 レンズ群は物体側へ移動し、前記第 6 レンズ群は不動であ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 10】

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、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群、正の屈折力の第 6 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、

40

広角端に比べて望遠端において、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の間隔が大きくなり、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間隔が小さくなるように、広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第 1 レンズ群、前記第 3 レンズ群、前記第 4 レンズ群、前記第 5 レンズ群は物体側へ移動し、前記第 2 レンズ群と前記第 6 レンズ群は不動であり

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、前記第 5 レンズ群は像側へ移動し、

前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 、前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 とするとき、
 $0.7 < f_3 / f_4 < 1.5$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

50

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、前記ズームレンズによって形成される像を受光する固体撮像素子と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及びそれを有する撮像装置に関し、特にビデオカメラや電子スチルカメラ、放送用カメラ、監視カメラ等のように固体撮像素子を用いた撮像装置に好適なものである。

【背景技術】

10

【0002】

近年、撮像装置としてのデジタル一眼レフフレックスカメラシステム（以下、「D-SLR」という）は、CCD、CMOSなどの固体撮像素子をもつカメラ本体と、撮像センサー一面に光学像を形成する撮像レンズ系を備えた交換レンズ装置とを備えている。交換レンズ装置に用いる撮影光学系としては、高ズーム比（高変倍比）で、しかも全ズーム範囲で高い光学性能を有した小型のズームレンズであることが要求されている。また自動合焦動作が迅速に行うことができるフォーカシング機能を有するズームレンズであること等が要求されている。

【0003】

20

これらの要求に応えるズームレンズに望遠型のズームレンズがある。一方、D-SLRには静止画撮影だけではなく動画撮影を行うことも要望されている。合焦動作（フォーカス動作）動画撮影では静止画撮影時に行われている合焦動作を繰り返して行う必要がある。このときの合焦動作では、フォーカシングレンズ群を光軸方向に高速で振動させて（以下、「ウォブリング」という）合焦状態からのズレ方向を検出する。ウォブリングの後、撮像センサーの出力信号から画像領域の特定の周波数帯の信号成分を検出して、合焦状態となるフォーカシングレンズ群の最適位置を算出する。

【0004】

30

その後、最適位置にフォーカシングレンズ群を移動させて合焦完了となる。動画撮影時はフリッカなどの違和感を感じさせない為に、フォーカシングレンズ群をウォブリング時に高速に駆動する必要がある。ウォブリングにより合焦動作を行う際に、フォーカシングレンズ群の重量が重いと、フォーカシングレンズ群を高速に駆動する為のモーターやアクチュエーターが大型化していく。このため、鏡筒の最大径が大きくなってきて、交換レンズ装置が大型化していく。

【0005】

従来、望遠型で、高ズーム比のズームレンズにおいて、ウォブリングを像側の小型軽量のレンズ群を用いて高速かを図ったズームレンズが知られている（特許文献 1 乃至 3）。

【0006】

40

特許文献 1 乃至 3 では、望遠系のズームレンズ系において、開口絞りより像側の小型軽量のレンズ群をウォブリングさせて合焦動作を行っている。特許文献 1、2 では物体側から像側へ順に、正、負、正、正、負の屈折力の第 1 レンズ群乃至第 5 レンズ群よりなり、各レンズ群を移動させてズーミングを行い、小型軽量の第 5 レンズ群でフォーカシングを行ったズームレンズを開示している。

【0007】

特許文献 3 では物体側から像側へ順に、正、負、正、正、負、正の屈折力の第 1 レンズ群乃至第 6 レンズ群よりなり、ズーミングに際して第 1、第 3、第 4、第 5 レンズ群が移動する。そしてフォーカシングを第 5 レンズ群の一部の小型軽量のレンズ群で行ったズームレンズを開示している。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0008】**

50

【特許文献1】特開平10-39215号公報
 【特許文献2】特開2009-168934号公報
 【特許文献3】特開2012-53444号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

望遠型のズームレンズにおいて、高ズーム比化を図りつつレンズ系全体の小型化そして小型軽量のレンズ群で高速なフォーカシングを行うには、ズームタイプや各レンズ群の屈折力（パワー）、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。

【0010】

例えば、前述した物体側より像側へ順に、正、負、正、正、負の屈折力の第1レンズ群乃至第5レンズ群を有するズームレンズでは、高ズーム比化を図りつつ、高速なフォーカスを行うのが容易である。この5群ズームレンズでは全系の小型化を図るには各レンズ群の屈折力やフォーカシングレンズ群のレンズ構成等を適切に設定することが重要となる。これらの構成等を適切に設定しないと、全系の小型化を図りつつ、高ズーム比で全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有し、高速なフォーカシングを行うのが困難になってくる。

【0011】

本発明は、高ズーム比であり、全ズーム領域及び全フォーカス領域で高い光学性能を有し、高速なフォーカシングが容易なズームレンズの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明のズームレンズは、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、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5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、

広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が大きくなり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が小さくなるように、ズーミングに際して、前記第1レンズ群、前記第3レンズ群、前記第4レンズ群、前記第5レンズ群が移動し、前記第2レンズ群は不動であり、

前記第5レンズ群は、最も広い空気間隔を隔てて、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1サブレンズ群、負の屈折力の第2サブレンズ群より構成され、

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、前記第5レンズ群は像側へ移動し、

前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 とするとき、
 $0.7 < f_3 / f_4 < 1.5$

なる条件式を満足することを特徴としている。

この他、本発明のズームレンズは、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、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群、正の屈折力の第6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、

広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が大きくなり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が小さくなるように、広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第1レンズ群、前記第3レンズ群、前記第4レンズ群、前記第5レンズ群は物体側へ移動し、前記第2レンズ群と前記第6レンズ群は不動であり

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、前記第5レンズ群は像側へ移動し、

前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 とするとき、
 $0.7 < f_3 / f_4 < 1.5$

なる条件式を満足することを特徴としている。

10

20

30

40

50

【発明の効果】**【0013】**

本発明によれば、高ズーム比であり、全ズーム領域及び全フォーカス領域で高い光学性能を有し、高速なフォーカシングが容易なズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】**【0014】**

【図1】本発明の実施例1の広角端におけるレンズ断面図

【図2】(A)、(B) 本発明の実施例1の広角端、望遠端における収差図

【図3】本発明の実施例2の広角端におけるレンズ断面図

【図4】(A)、(B) 本発明の実施例2の広角端、望遠端における収差図

10

【図5】本発明の実施例3の広角端におけるレンズ断面図

【図6】(A)、(B) 本発明の実施例3の広角端、望遠端における収差図

【図7】本発明の実施例4の広角端におけるレンズ断面図

【図8】(A)、(B) 本発明の実施例4の広角端、望遠端における収差図

【図9】本発明のズームレンズをデジタルカメラに適用したときの要部概略図

【発明を実施するための形態】**【0015】**

以下に、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、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、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群を有している。ズーミングに際して第2レンズ群は不動で、第1レンズ群、第3レンズ群、第4レンズ群、第5レンズ群が移動する。このとき、広角端に比べて望遠端において第1レンズ群と第2レンズ群のレンズ群間隔が大きく、第2レンズ群と第3レンズ群のレンズ群間隔が小さくなる。

20

【0016】

図1は本発明の実施例1のズームレンズの広角端（短焦点距離端）におけるレンズ断面図である。図2(A)、(B)はそれぞれ実施例1のズームレンズの広角端、望遠端（長焦点距離端）における収差図である。図3は本発明の実施例2のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。

30

【0017】

図4(A)、(B)はそれぞれ実施例2のズームレンズの広角端と望遠端における収差図である。図5は本発明の実施例3のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図6(A)、(B)は本発明の実施例3のズームレンズの広角端と望遠端における収差図である。図7は本発明の実施例4のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図8(A)、(B)は本発明の実施例4のズームレンズの広角端と望遠端における収差図である。図9は本発明のズームレンズを備えるカメラ（撮像装置）の要部概略図である、各実施例のズームレンズはビデオカメラやデジタルカメラそして銀塩フィルムカメラ等の撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。

【0018】

レンズ断面図において左方が被写体側（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、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、L5は負の屈折力の第5レンズ群、L6は正の屈折力の第6レンズ群である。レンズ断面図においてSは開口絞りである。

40

【0019】

I P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センサ等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面に、銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面に相当する感光面が置かれる。球面収差図ではd線（波長587.56nm）、g線（波長435.8nm）、F線（波長486.1nm）について示している。非点収差図において、M, Sは各々メリディオナル像面、サジタ

50

ル像面である。歪曲収差は d 線によって表している。倍率色収差は g 線によって表している。

【0020】

は半画角（撮影画角の半分の値）、 F_{no} は F ナンバーである。尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用レンズ群が機構上光軸上を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。各実施例において矢印は、広角端から望遠端へのズーミング又はフォーカスに際しての移動軌跡を示している。

【0021】

本発明のズームレンズは物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群 L_1 、負の屈折力の第2レンズ群 L_2 、正の屈折力の第3レンズ群 L_3 、正の屈折力の第4レンズ群 L_4 、負の屈折力の第5レンズ群 L_5 を有している。実施例1乃至3は第5レンズ群 L_5 の像側に正の屈折力の第6レンズ群 L_6 を有している。10

【0022】

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、第5レンズ群 L_5 は像側へ移動する。また、少ないレンズ枚数でフォーカシングに際しての収差の変動を抑えるため、第5レンズ群 L_5 内の最大空気間隔 L_a によって物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1サブレンズ群 L_{51} と負の屈折力の第2サブレンズ群 L_{52} に分けている。

【0023】

そして屈折力の弱い第1サブレンズ群 L_{51} を軸上光束の入射高が高い物体側へ、屈折力の強い第2サブレンズ群 L_{52} を軸上光束の入射高が低い像側へ配置することで少ないレンズ枚数ながらフォーカシングに際しての収差変動を良好に補正している。特に球面収差・コマ収差を良好に補正している。これらによって、第5レンズ群 L_5 の軽量化と全物体距離にわたり高い光学性能を得ている。20

【0024】

第5レンズ群 L_5 の軽量化やフォーカシングに際しての収差変動を少なくするには、第3レンズ群 L_3 と第4レンズ群 L_4 になるべく均等にパワーを配置するのが良い。具体的には第3レンズ群 L_3 と第4レンズ群 L_4 の焦点距離を各々 f_3 、 f_4 とする。このとき

$$0.7 < f_3 / f_4 < 1.5 \quad \dots (1)$$

なる条件式を満足するのが良い。30

【0025】

条件式(1)は、第3レンズ群 L_3 と第4レンズ群 L_4 の焦点距離の比を規定する。条件式(1)の上限を超えて第4レンズ群 L_4 の屈折力が強くなると、フォーカシングの際の収差変動が大きくなってしまう。また、条件式(1)の下限を超えて第4レンズ群 L_4 の屈折力が弱くなると第5レンズ群 L_5 の軽量化が困難になる。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。

【0026】

$$0.8 < f_3 / f_4 < 1.1 \quad \dots (1a)$$

各実施例において、さらに好ましくは次の諸条件のうちの1以上を満足するのが良い。
第1レンズ群 L_1 の焦点距離を f_1 、第2レンズ群 L_2 の焦点距離を f_2 とする。第5レンズ群 L_5 の焦点距離を f_5 とする。広角端における全系の焦点距離を f_w とする。第5レンズ群 L_5 の最も広い空気間隔を L_{5a} としたとき、第5レンズ群 L_5 は最も広い空気間隔を境に、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1サブレンズ群 L_{51} 、負の屈折力の第2サブレンズ群 L_{52} より構成され、第2サブレンズ群 L_{52} の焦点距離を f_{52} 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。40

【0027】

$$2.0 < f_1 / f_w < 2.8 \quad \dots (2)$$

$$0.35 < |f_2 / f_w| < 0.65 \quad \dots (3)$$

$$0.6 < |f_5 / f_w| < 1.0 \quad \dots (4)$$

$$5.0 < |f_{52} / L_{5a}| < 11.5 \quad \dots (5)$$

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。

【0028】

条件式(2)は、第1レンズ群L1の焦点距離を規定する。望遠型のズームレンズでは第1レンズ群L1と第2レンズ群L2で収差が大きく発生する傾向にある。そのため、本発明のズームレンズでは第1レンズ群L1での変倍効果を第2レンズ群L2と第3レンズ群L3に振り分けることで、高性能化を図っている。

【0029】

条件式(2)の上限を超えて第1レンズ群L1の屈折力が弱すぎると、所望のズーム比を得るために第1レンズ群L1の繰り出し量が増え、全系が大型化してしまう。条件式(2)の下限を超えて第1レンズ群L1の屈折力が強すぎるとズーミングに際しての像面湾曲の変動が大きくなるなど高性能化が難しくなる。更に好ましくは、条件式(2)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0030】

$$2.1 < f_1 / f_w < 2.5 \quad \dots (2a)$$

各実施例のズームレンズは第2レンズ群L2を光軸に対して垂直方向の成分を有する方向に移動させて結像位置を光軸に対して垂直方向に移動させる防振機能を有している。防振レンズ群は屈折力を強くすれば防振の際の振り量が少なく、全系は小型化されるが、高い光学性能を得ることが難しくなる。よって、防振レンズ群の屈折力を適切に設定しなくてはならない。

【0031】

条件式(3)は、第2レンズ群L2の焦点距離(屈折力の逆数)を規定する。条件式(3)の上限を超えて、第2レンズ群L2の屈折力が弱くなりすぎると、防振の際の振り量が増えてしまい全系の小型化が困難になる。一方、条件式(3)の下限を超えて第2レンズ群L2の屈折力が強くなると、防振の際の光学性能が悪化してしまう。更に好ましくは、条件式(3)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0032】

$$0.40 < |f_2 / f_w| < 0.55 \quad \dots (3a)$$

フォーカス用の第5レンズ群の軽量化のためには第5レンズ群L5を少ないレンズ枚数で構成する必要がある。

【0033】

一方で、小型化のためには第5レンズ群L5の屈折力をある程度強く持ち、フォーカシングに際しての移動量を小さくすることも必要である。よって、第5レンズ群L5の屈折力を適切に設定することが重要になってくる。

【0034】

条件式(4)はフォーカス用のレンズ群である第5レンズ群L5の焦点距離を規定する。条件式(4)の上限を超えて、第5レンズ群L5の屈折力が弱くなってくると、フォーカシングに際しての移動量が増え、全系が大型化してくる。また、条件式(4)の下限を超えて、第5レンズ群L5の屈折力が強くなりすぎると、フォーカシングに際しての収差変動が大きくなってくる。更に好ましくは、条件式(4)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0035】

$$0.60 < |f_5 / f_w| < 0.93 \quad \dots (4a)$$

一般的に、望遠型のズームレンズにおけるリアフォーカス方式ではフォーカスレンズ群の移動量が大きくなってくる。このため、フォーカシングに際しての収差変動、特に色収差変動が大きくなってくる。高い光学性能を得るにはフォーカスレンズ群が正レンズと負レンズを有するのが良い。第5レンズ群L5は負の屈折力であるので正レンズの屈折力が弱く、負レンズの屈折力が強くなる。

【0036】

よって、軸上光束の入射高が高い被写体側に正の屈折力の第1サブレンズ群L51を軸上光束の入射高が低い像面側に負の屈折力の第2サブレンズ群L52を配置している。こ

10

20

30

40

50

れにより、フォーカシングに際しての球面収差等を効率的に補正することを容易にしている。また、第1サブレンズ群L51と第2サブレンズ群L52で形成される空気レンズを利用することでコマ収差等も良好に補正している。

【0037】

条件式(5)は、第5レンズ群L5内の最大空気間隔L5aによって分けられる第1サブレンズ群L51と第2サブレンズ群L52の屈折力の配置を規定する。条件式(5)の上限を超えて、第2サブレンズ群L52の負の屈折力が弱くなりすぎると、フォーカシングに際しての移動量が増えて全系の小型化が困難になる。また、空気間隔L5aが小さくなると製造時の位置敏感度が上がってしまう。条件式(5)の下限を超えて、第2サブレンズ群L52の負レンズの屈折力が強くなりすぎると少ないレンズ枚数での収差補正が困難になる。更に好ましくは、条件式(5)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。
10

【0038】

$$6.0 < |f_{52}/L5a| < 11.2 \quad \dots (5a)$$

以上のように本発明によれば、フォーカスレンズ群がコンパクトでフォーカシングの際の収差変動が少なく、高い光学性能を有したズームレンズ及びズームレンズを有する撮像装置が得られる。

【0039】

次に各実施例のズームレンズのレンズ構成について説明する。実施例1のズームレンズは物体側から像側へ順に、次のとおりである。正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4、負の屈折力の第5レンズ群L5、正の屈折力の第6レンズ群L6からなる6群ズームレンズである。
20

【0040】

第1レンズ群L1は、物体側から像側へ順に、物体側の面が凸形状の正レンズ、物体側の面が凸でメニスカス形状の負レンズと物体側の面が凸形状の正レンズとを接合した接合レンズから構成されている。第2レンズ群L2は、物体側から像側へ順に、物体側の面が凹形状の負レンズと物体側の面が凸でメニスカス形状の正レンズとを接合した接合レンズ、物体側の面が凹形状の負レンズから構成されている。

【0041】

第3レンズ群L3は、物体側から像側へ順に、物体側の面が凸形状の正レンズ、物体側の面が凸形状の正レンズと物体側の面が凹形状の負レンズとを接合した接合レンズ、開口絞りSから構成されている。第4レンズ群L4は、物体側から像側へ順に、像側の面が凹形状の負レンズ、物体側の面が凸形状の正レンズ、物体側の面が凸形状の正レンズから構成されている。
30

【0042】

第5レンズ群L5は、物体側から像側へ順に、物体側の面が凹でメニスカス形状の正レンズ、物体側の面が凹形状の負レンズの2枚のレンズから構成されている。無限遠物体から至近距離物体への合焦(フォーカシング)の際に像側へ移動する。第6レンズ群L6は、物体側の面が凸形状の正レンズから構成されている。また、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群L1、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4、第5レンズ群L5は物体側へ移動する。第2レンズ群L2と第6レンズ群L6は不動である。
40

【0043】

実施例2のズームレンズは6つのレンズ群よりなる6群ズームレンズであり、各レンズ群の屈折力、ズーミングに際しての各レンズ群の移動条件は実施例1と同じである。またフォーカシングに際しての移動条件も同じである。また各レンズ群のレンズ構成は実施例1と同じである。

【0044】

実施例3のズームレンズは6つのレンズ群よりなる6群ズームレンズであり、各レンズ群の屈折力は実施例1と同じである。広角端から望遠端へのズーミングに際して第1レンズ群L1、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4、第5レンズ群L5、第6レンズ群L6
50

は物体側へ移動する。第2レンズ群L2は不動である。フォーカシングに際しては実施例1と同じである。各レンズ群のレンズ構成は実施例1と同じである。

【0045】

実施例4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L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4、負の屈折力の第5レンズ群L5からなる5群ズームレンズである。広角端から望遠端へのズーミングに際して第1レンズ群L1、第3レンズ群L3乃至第5レンズ群L5が物体側へ移動する。第2レンズ群L2は不動である。フォーカシングに際しては実施例1と同じである。第1レンズ群L1乃至第5レンズ群L5のレンズ構成は実施例1と同じである。

10

【0046】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【0047】

次に実施例1乃至4に示したズームレンズを撮像装置に適用した実施例を図9を用いて説明する。本発明の撮像装置はズームレンズを含む交換レンズ装置と、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、ズームレンズ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ている。

【0048】

図9は一眼レフカメラの要部概略図である。図9において、10は実施例1乃至4のズームレンズ1を有する撮影レンズである。ズームレンズ1は保持部材である鏡筒2に保持されている。20はカメラ本体であり、撮影レンズ10からの光束を上方に反射するクイッククリターンミラー3、撮影レンズ10の像形成位置に配置された焦点板4より構成されている。更に、焦点板4に形成された逆像を正立像に変換するペンタダハプリズム5、その正立像を観察するための接眼レンズ6などによって構成されている。

20

【0049】

7は感光面であり、CCDセンサやCMOSセンサ等のズームレンズによって形成される像を受光する固体撮像素子（光電変換素子）や銀塩フィルムが配置される。撮影時にはクイッククリターンミラー3が光路から退避して、感光面7上に撮影レンズ10によって像が形成される。各実施例のズームレンズはクイッククリターンミラーのないミラーレスのカメラにも同様に適用できる。

30

【0050】

以下に実施例1乃至4に対応する数値実施例1乃至4を示す。各数値実施例においてiは物体面からの面の順番を示す。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、diは物体側より順に第i番目のレンズ厚及び空気間隔、ndiとdiは各々物体側より順に第i番目のレンズの材料の屈折率とアッベ数である。BFはバックフォーカスである。尚、以下に記載する数値実施例1乃至4のレンズデータに基づく各条件式の計算結果を表1に示す。

【0051】

(数値実施例1)

40

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	75.822	4.04	1.48749	70.2	41.07
2	-1012.039	0.15			40.88
3	103.585	1.50	1.65412	39.7	40.20
4	40.402	6.21	1.48749	70.2	38.71
5	309.896	(可変)			38.24
6	-175.936	1.00	1.72916	54.7	20.06
7	21.469	3.11	1.84666	23.8	19.57

50

8	56.355	1.83			19.28	
9	-46.811	1.00	1.80400	46.6	19.28	
10	301.065	(可変)			19.61	
11	60.758	3.11	1.61800	63.3	21.08	
12	-57.019	7.14			21.17	
13	32.897	4.48	1.51633	64.1	20.09	
14	-37.170	1.00	1.90366	31.3	19.63	
15	151.138	2.00			19.34	
16(絞り)		(可変)			19.17	
17	-2306.862	1.00	1.74950	35.3	17.77	10
18	37.719	0.83			17.67	
19	82.429	2.64	1.60311	60.6	17.74	
20	-39.842	0.10			17.84	
21	25.327	2.34	1.54072	47.2	17.47	
22	87.278	(可変)			17.06	
23	-48.163	1.33	1.80518	25.4	15.36	
24	-31.164	4.85			15.28	
25	-26.539	0.70	1.51823	58.9	14.13	
26	40.439	(可変)			14.39	
27	44.282	1.55	1.68893	31.1	21.45	20
28	59.437	37.49			21.38	

像面

【 0 0 5 2 】

各種データ

ズーム比	4.27					
		広角	中間	望遠		
焦点距離	56.58	134.04	241.47			
Fナンバー	4.15	5.15	5.88			
半画角(度)	13.57	5.82	3.24			30
像高	13.66	13.66	13.66			
レンズ全長	154.69	186.00	205.69			
BF	37.49	37.49	37.49			
d5	7.00	38.31	58.00			
d10	29.92	12.19	1.00			
d16	21.90	14.16	17.23			
d22	2.00	5.04	4.00			
d26	4.47	26.90	36.06			

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	130.95	11.90	-1.12	-8.95	
2	6	-29.35	6.94	3.36	-1.25	
3	11	45.59	17.73	-1.33	-14.85	
4	17	52.88	6.90	4.48	-0.02	
5	23	-45.71	6.88	7.54	1.33	
6	27	241.99	1.55	-2.57	-3.45	

【 0 0 5 3 】

(数値実施例 2)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	
1	82.406	3.78	1.48749	70.2	41.07	
2	-1441.511	0.15			40.90	
3	102.085	1.50	1.65412	39.7	40.29	
4	43.821	5.16	1.49700	81.5	38.99	
5	434.728	(可変)			38.73	
6	-390.425	1.00	1.72916	54.7	19.93	
7	20.102	3.19	1.84666	23.8	19.31	10
8	48.621	1.97			18.93	
9	-44.138	1.00	1.80400	46.6	18.93	
10	243.626	(可変)			19.26	
11	59.668	3.09	1.72916	54.7	20.95	
12	-57.807	5.02			20.98	
13	31.185	3.91	1.48749	70.2	19.21	
14	-37.629	1.00	1.90366	31.3	18.78	
15	107.506	5.12			18.42	
16(絞り)		(可変)			17.90	
17	-402.067	1.00	1.74950	35.3	16.70	20
18	38.772	0.67			16.61	
19	87.555	3.70	1.60311	60.6	16.65	
20	-36.374	1.47			16.85	
21	25.406	2.22	1.54072	47.2	16.27	
22	89.105	(可変)			15.86	
23	-42.175	1.30	1.80518	25.4	14.28	
24	-29.178	4.27			14.45	
25	-26.375	0.70	1.51823	58.9	14.05	
26	40.439	(可変)			14.34	
27	80.255	1.66	1.68893	31.1	21.81	30
28	210.811				21.86	

像面

【0054】

各種データ

ズーム比	4.27	広角	中間	望遠	
焦点距離	56.53	133.00	241.49		
Fナンバー	4.16	5.15	5.88		
半画角(度)	13.58	5.86	3.24		40
像高	13.66	13.66	13.66		
レンズ全長	150.33	182.33	200.33		
BF	37.00	37.00	37.00		
d5	7.00	39.00	57.00		
d10	28.48	12.29	1.00		
d16	18.20	10.96	12.42		
d22	2.00	4.77	3.67		
d26	4.77	25.43	36.36		

ズームレンズ群データ

50

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	125.15	10.59	-0.34	-7.34
2	6	-28.29	7.15	3.73	-1.08
3	11	42.82	18.15	-2.23	-16.27
4	17	51.94	9.06	6.46	0.35
5	23	-43.75	6.27	6.37	0.85
6	27	187.13	1.66	-0.60	-1.58

【 0 0 5 5 】

(数値実施例 3)

10

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	
1	70.708	4.54	1.48749	70.2	41.04	
2		0.15			40.75	
3	96.801	1.70	1.65412	39.7	40.08	
4	38.081	6.35	1.48749	70.2	38.43	
5	328.523	(可変)			37.99	
6	-184.565	0.80	1.71300	53.9	18.20	20
7	19.233	2.61	1.80809	22.8	17.72	
8	43.170	2.06			17.46	
9	-40.963	0.80	1.80400	46.6	17.46	
10	66857.597	(可変)			17.78	
11	156.448	2.88	1.80400	46.6	20.73	
12	-53.274	2.84			20.91	
13	30.717	5.21	1.49700	81.5	20.38	
14	-48.144	1.12	1.90366	31.3	19.66	
15	127.403	2.65			19.32	
16(絞り)		(可変)			19.04	30
17	-85.617	1.00	1.80610	33.3	17.11	
18	39.709	0.36			17.22	
19	57.007	3.21	1.72916	54.7	17.25	
20	-41.442	0.10			17.46	
21	28.396	3.21	1.65844	50.9	17.24	
22	267.012	(可変)			16.62	
23	-115.808	1.56	1.76182	26.5	15.22	
24	-39.330	2.16			15.20	
25	-39.123	0.70	1.69680	55.5	14.42	
26	28.866	(可変)			14.32	40
27	46.017	2.60	1.54072	47.2	18.32	
28	131.738	(可変)			18.40	

像面

【 0 0 5 6 】

各種データ

ズーム比	4.25					
焦点距離	56.80	135.16	241.32	74.27	203.01	57.92
Fナンバー	4.16	5.18	5.88	4.44	5.58	4.18
半画角(度)	13.52	5.77	3.24	10.42	3.85	0.00

50

像高	13.66	13.66	13.66	13.66	13.66	0.00
レンズ全長	153.89	191.28	208.89	167.12	204.31	154.99
BF	38.57	57.95	65.38	45.28	63.56	39.06
d 5	5.87	43.27	60.87	19.11	56.30	6.97
d10	24.92	11.82	1.50	20.90	4.95	24.67
d16	19.96	13.68	16.56	17.26	14.94	19.72
d22	4.10	3.40	2.05	3.85	2.60	4.06
d26	11.86	12.56	13.91	12.11	13.36	11.90
d28	38.57	57.95	65.38	45.28	63.56	39.06

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	126.40	12.74	-1.18	-9.55
2	6	-26.32	6.27	2.97	-1.41
3	11	44.00	14.70	-1.15	-11.65
4	17	42.70	7.88	4.46	-0.13
5	23	-35.50	4.42	4.23	0.72
6	27	129.41	2.60	-0.90	-2.57

【0057】

20

(数値実施例4)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	145.876	3.06	1.48749	70.2	41.16
2	526.599	0.15			40.97
3	91.482	1.50	1.59271	35.3	40.76
4	46.566	6.92	1.49700	81.5	39.91
5	-457.579	(可変)			39.53
6	1220.841	1.00	1.71659	55.5	20.35
7	19.681	2.43	1.80809	22.8	19.64
8	39.998	2.51			19.40
9	-36.479	1.20	1.78879	47.6	19.40
10	-257.070	(可変)			19.91
11(絞り)		1.26			20.66
12	99.885	2.41	1.73600	48.7	21.19
13	-67.545	5.00			21.26
14	34.882	5.68	1.49700	81.5	20.58
15	-44.225	1.00	1.90366	31.3	19.86
16	179.893	(可変)			19.65
17	309.116	1.50	1.84586	24.5	18.34
18	39.894	1.15			18.18
19	105.376	4.55	1.51726	52.5	18.32
20	-40.778	0.50			19.23
21	28.874	3.82	1.57108	39.0	20.22
22	4114.716	(可変)			20.03
23	-140.662	1.81	1.66336	31.1	19.48
24	-41.765	4.55			19.45
25	-33.416	0.70	1.62449	62.8	17.69
26	44.523	(可変)			17.64

40

50

像面

【 0 0 5 8 】

各種データ

ズーム比	4.40	広角	中間	望遠	
焦点距離	55.00	137.00	242.00		
Fナンバー	4.16	5.75	5.88		
半画角(度)	13.95	5.69	3.23		
像高	13.66	13.66	13.66		10
レンズ全長	160.37	187.35	211.37		
BF	43.47	67.04	78.61		
d5	7.00	33.98	58.00		
d10	30.11	8.11	1.00		
d16	23.11	17.74	19.07		
d22	4.00	7.80	2.00		
d26	43.47	67.04	78.61		
入射瞳位置	44.18	86.34	156.98		
射出瞳位置	-41.57	-36.52	-37.51		
前側主点位置	63.61	42.10	-105.34		20
後側主点位置	-11.53	-69.96	-163.39		

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	127.13	11.63	1.82	-5.99
2	6	-29.54	7.14	3.48	-1.61
3	11	50.22	15.35	-0.53	-11.60
4	17	48.01	11.52	7.84	0.40
5	23	-50.00	7.06	8.56	2.16

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離		30
1	1	412.80		
2	3	-162.03		
3	4	85.43		
4	6	-27.92		
5	7	45.51		
6	9	-54.02		
7	12	55.09		
8	14	40.20		
9	15	-39.20		
10	17	-54.29		40
11	19	57.45		
12	21	50.90		
13	23	88.90		
14	25	-30.46		

【 0 0 5 9 】

【表1】

実施例	条件式				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	0.86	2.31	0.52	0.81	6.4
2	0.82	2.21	0.50	0.77	7.2
3	1.03	2.23	0.46	0.63	11.0
4	1.05	2.31	0.54	0.91	6.7

【符号の説明】

10

【0060】

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

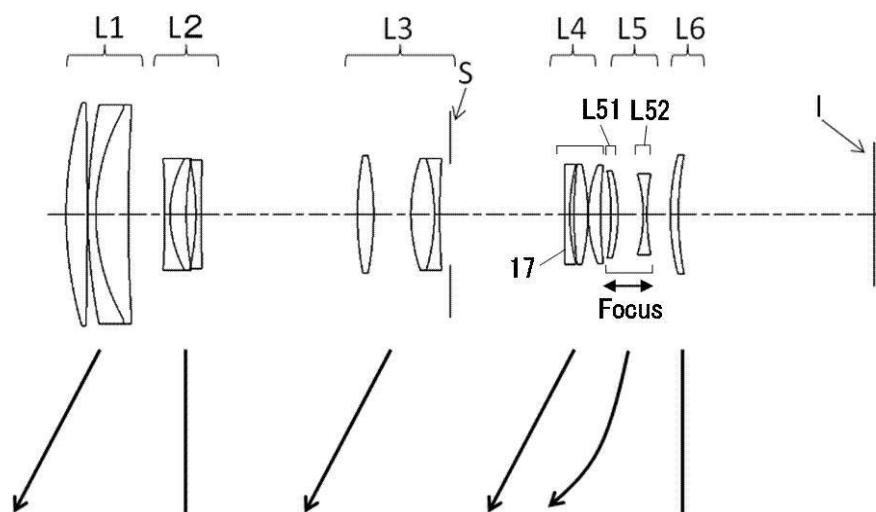
L5 第5レンズ群

L6 第6レンズ群

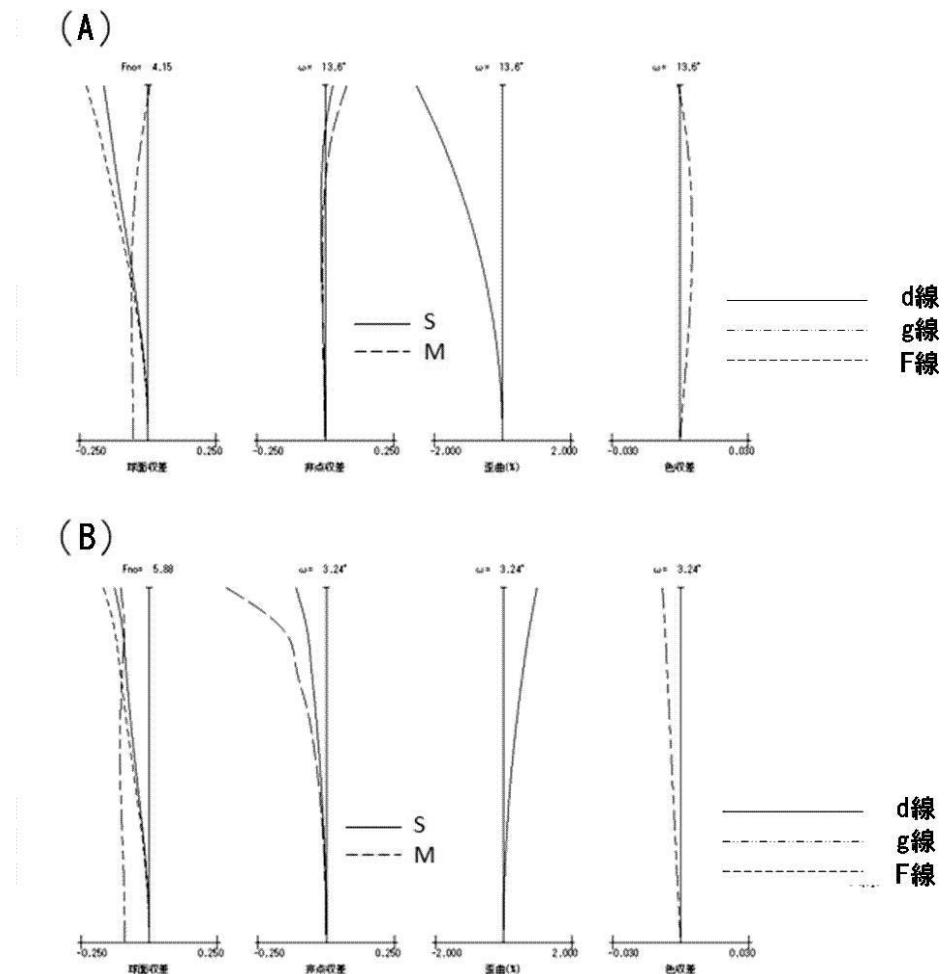
S 虹彩絞り

I 像面

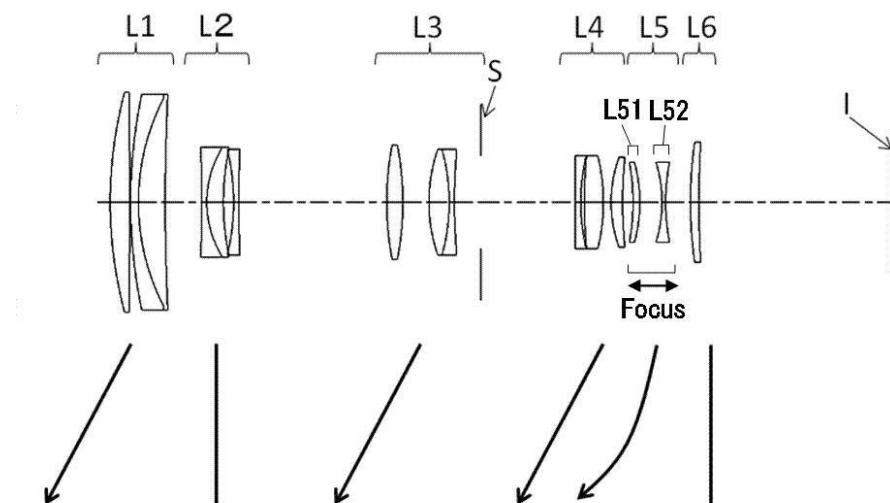
【図1】



【図2】

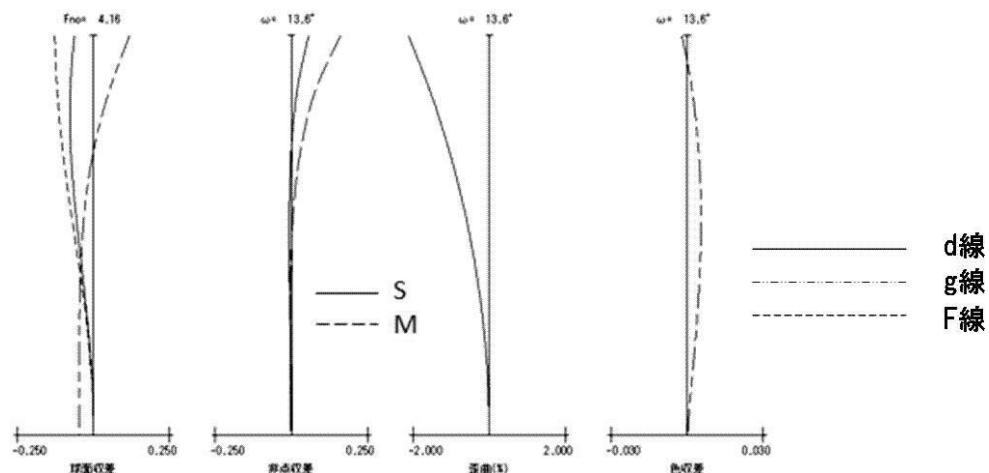


【図3】

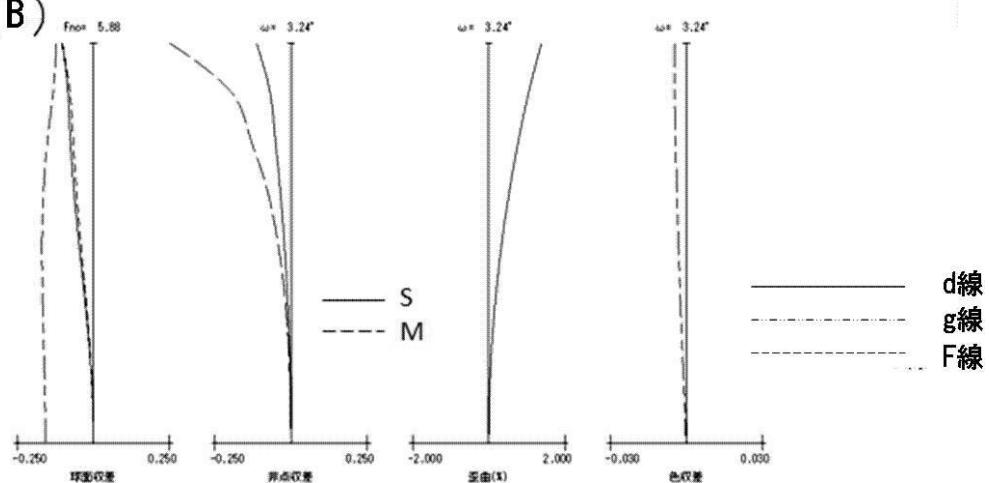


【図4】

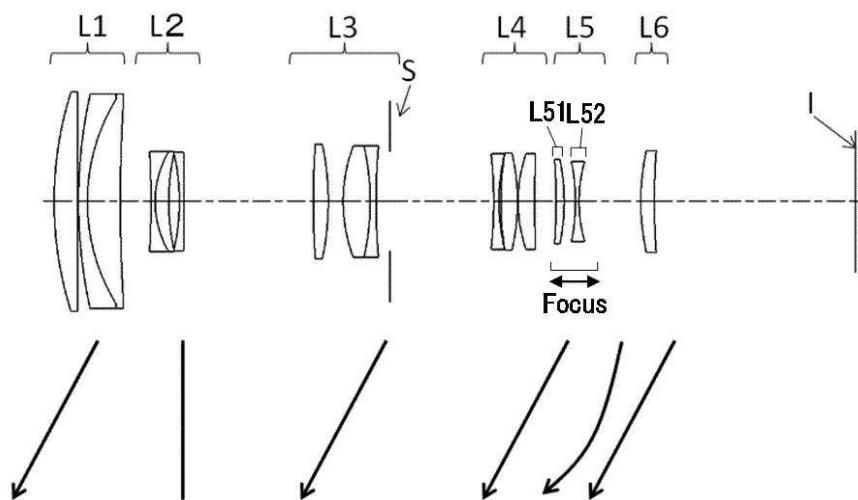
(A)



(B)

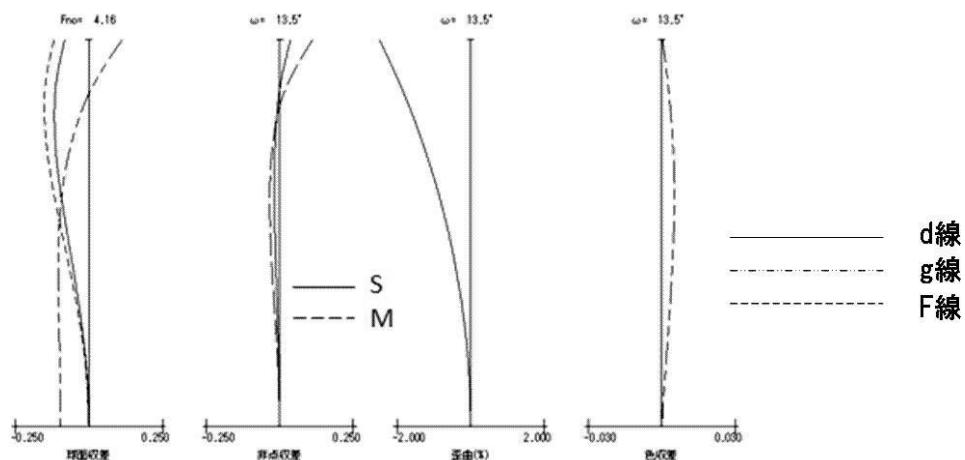


【図5】

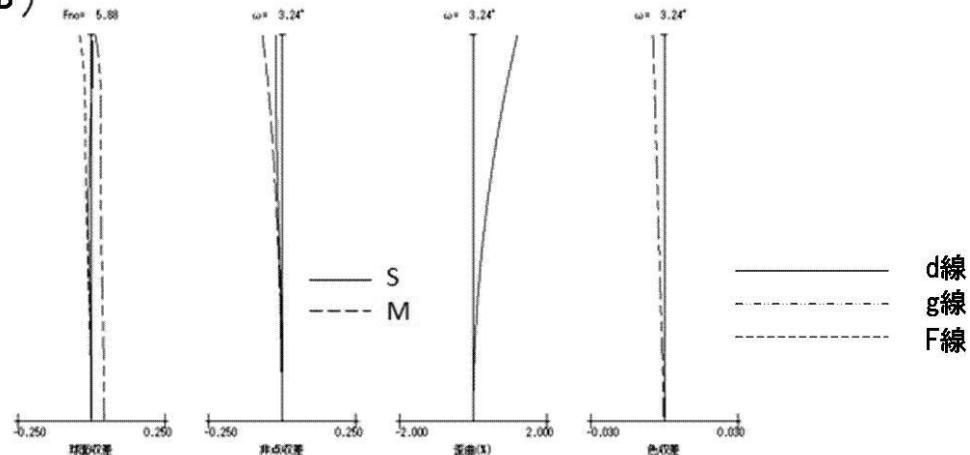


【図6】

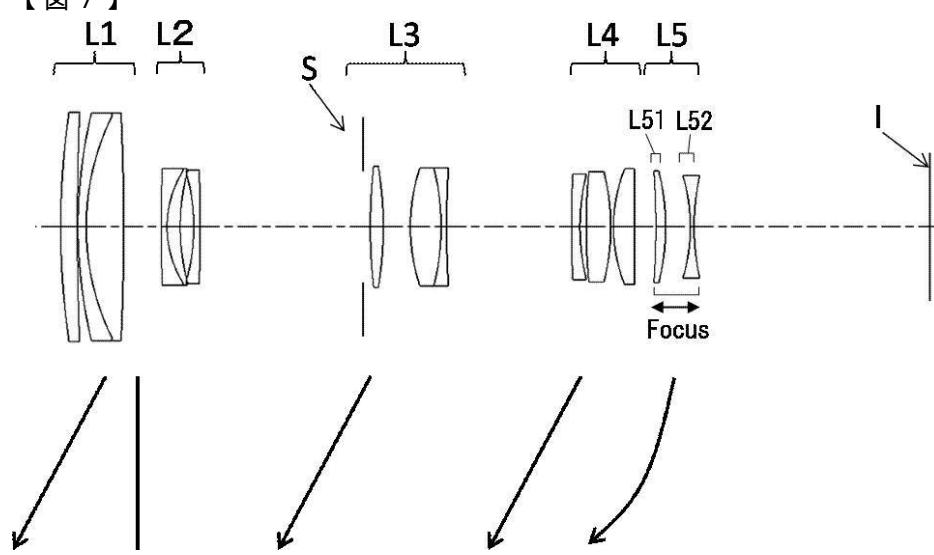
(A)



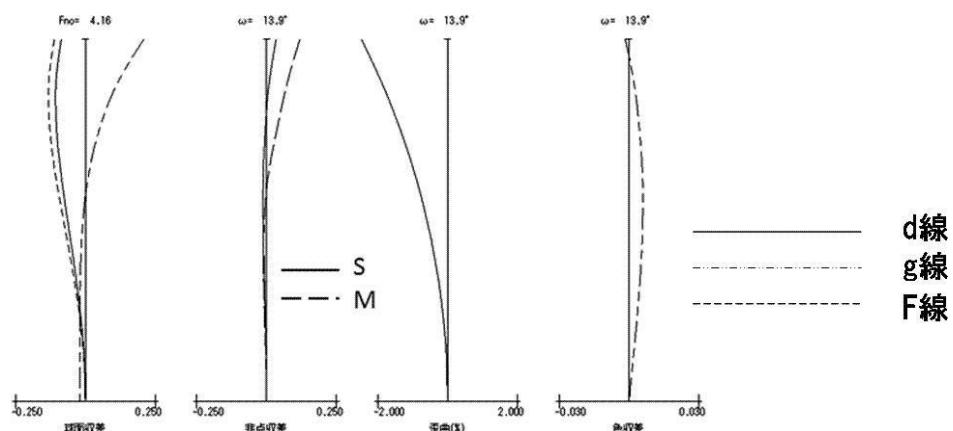
(B)



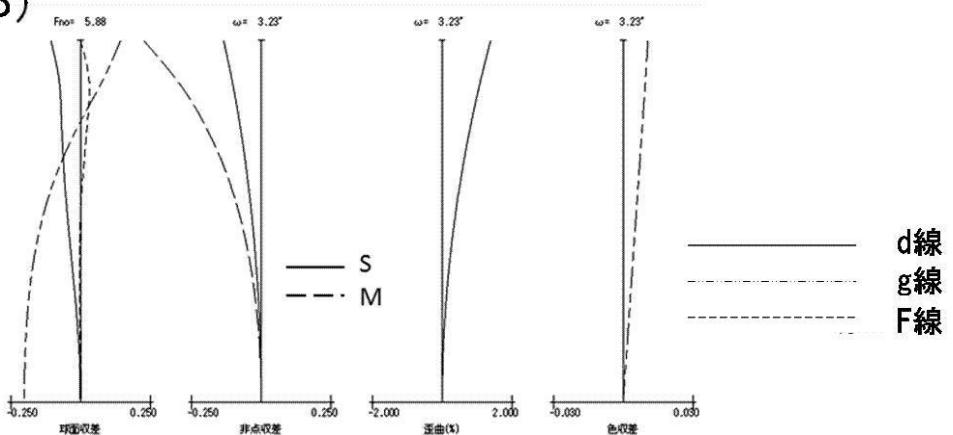
【図7】



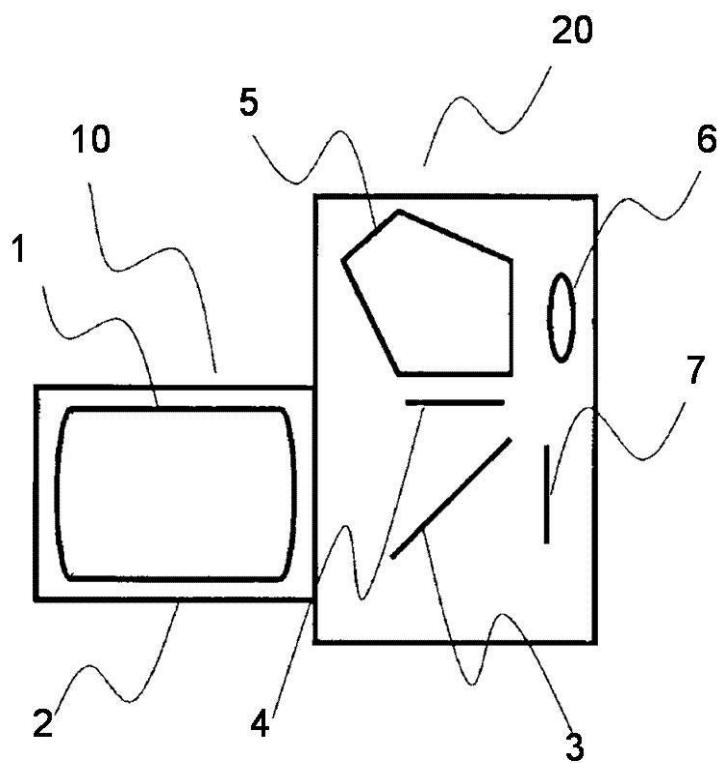
【図8】
(A)



(B)



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平10-133113(JP,A)
特開平10-206736(JP,A)
特開平08-062541(JP,A)
特開平08-136863(JP,A)
特開2011-215218(JP,A)
特開2007-192858(JP,A)
特開2005-292338(JP,A)
特開2011-017912(JP,A)
特開2003-344768(JP,A)
特開2010-113179(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 9 / 0 0 - 1 7 / 0 8
G 02 B 2 1 / 0 2 - 2 1 / 0 4
G 02 B 2 5 / 0 0 - 2 5 / 0 4