

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6548485号
(P6548485)

(45) 発行日 令和1年7月24日(2019.7.24)

(24) 登録日 令和1年7月5日(2019.7.5)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 B 15/20 (2006.01)
H O 4 N 5/225 (2006.01)G O 2 B 15/20
H O 4 N 5/225 4 0 0

請求項の数 16 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2015-132590 (P2015-132590)
 (22) 出願日 平成27年7月1日(2015.7.1)
 (65) 公開番号 特開2017-15930 (P2017-15930A)
 (43) 公開日 平成29年1月19日(2017.1.19)
 審査請求日 平成30年5月25日(2018.5.25)

(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 井上 卓
 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 下村 一石

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配置された、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レンズ群から、または、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、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群、負の屈折力の第6レンズ群から成り、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、

広角端に比べて望遠端において前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が小さくなり、

フォーカシングに際して前記第5レンズ群は光軸方向に移動し、

広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記第5レンズ群の移動量を m_5 、前記第5レンズ群の光軸上の厚みを L_5d 、望遠端における全系の焦点距離を f_t とし、移動量の符号は広角端に比べて望遠端で物体側に位置するときを負、像側に位置するときを正とするとき、

$$0.4 < f_3 / f_w < 1.0$$

$$-1.0 < m_5 / f_w < -0.5$$

$$0.005 < L_5d / f_t < 0.017$$

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、正の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群、負の屈折力の第 6 レンズ群から成り、

前記第 6 レンズ群はズーミングに際して不動であ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】

広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群の移動量を各々 m_3 、 m_4 とするとき、

$$-0.50 < (m_4 - m_3) / f_w < -0.10$$

なる条件式を満足する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】

物体側より像側へ順に配置された、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 レンズ群から成り、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、

広角端に比べて望遠端において前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間隔が小さくなり、

フォーカシングに際して前記第 5 レンズ群は光軸方向に移動し、

広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 、広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記第 3 レンズ群、前記第 4 レンズ群、前記第 5 レンズ群の移動量を各々 m_3 、 m_4 、 m_5 とし、移動量の符号は広角端に比べて望遠端で物体側に位置するときを負、像側に位置するときを正とするとき、

$$0.4 < f_3 / f_w < 1.0$$

$$-1.0 < m_5 / f_w < -0.5$$

$$-0.50 < (m_4 - m_3) / f_w < -0.20$$

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 5】

広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記第 3 レンズ群の移動量を m_3 とするとき、

$$-0.5 < m_3 / f_w < -0.2$$

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 レンズ群の焦点距離を f_5 とするとき、

$$-1.2 < f_5 / f_w < -0.7$$

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 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

前記第 5 レンズ群の最も物体側のレンズ面の曲率半径を R_{5o} 、前記第 5 レンズ群の最も像側のレンズ面の曲率半径を R_{5i} とするとき、

$$-2.9 < (R_{5i} - R_{5o}) / (R_{5i} + R_{5o}) < -1.6$$

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】

前記第 5 レンズ群の焦点距離を f_5 とするとき、

$$-1.0 < f_3 / f_5 < -0.6$$

10

20

30

40

50

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】

広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記第 1 レンズ群の移動量を m_1 とするとき、

$$-1.2 < m_1 / f_w < -0.7$$

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】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 とするとき、

$$1.6 < f_1 / f_w < 3.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 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 5 レンズ群は 2 枚のレンズより構成されてい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】

前記第 5 レンズ群は接合レンズより構成されていることを特徴とする請求項 11 に記載のズームレンズ。

【請求項 13】

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す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】

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、および前記第 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 13 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 15】

前記第 2 レンズ群の全体または一部を光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動させることで結像位置を移動させることを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 16】

請求項 1 乃至 15 のいずれか 1 項のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する光電変換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及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】

【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、撮像センサー面に光学像を形成する撮像光学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像光学系としては、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（オートフォーカス）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こと等が要求されている。

【0003】

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。

10

20

30

40

50

動画撮影において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方式では、多くの場合、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方式が用いられる。この方式ではウォブリングに際して、撮像センサーで得られる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光軸方向の最適位置を算出する。

【0004】

その後、算出された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。動画撮影時における合焦動作で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くる。この結果、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くる。

10

【0005】

従来、望遠型で、高ズーム比のズームレンズにおいて、自動合焦のためのウォブリングを像側の小型軽量のフォーカスレンズ群を用いて自動合焦の高速化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】

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自動合焦を行っている。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。

20

【0007】

特許文献3では物体側から像側へ順に、正、負、正、正、正、負の屈折力の第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、第6レンズ群が移動する。そしてフォーカシングを第5レンズ群又は第6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】

30

【0008】

【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、そして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。

40

【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5群ズームレンズでは、高ズーム比化を図りつつ、高速なフォーカシングを行うのが比較的容易である。この5群ズームレンズにおいて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。

【0011】

この他無限遠から近距離に至る全物体距離にわたり高い光学性能を得るにはフォーカシング用の第5レンズ群の屈折力やズーミングに際しての第5レンズ群の移動方向や移動量等を適切に設定することが第5レンズ群でフォーカシングする際に重要になってくる。こ

50

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、かつ全物体距離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。

【 0 0 1 2 】

本発明は、高ズーム比であり、全ズーム領域及び全物体距離にわたり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】

【 0 0 1 3 】

本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に配置された、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レンズ群から、または、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、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群、負の屈折力の第6レンズ群から成り、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、

広角端に比べて望遠端において前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が小さくなり、

フォーカシングに際して前記第5レンズ群は光軸方向に移動し、

広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記第5レンズ群の移動量を m_5 、前記第5レンズ群の光軸上の厚みを L_5d 、望遠端における全系の焦点距離を f_t とし、移動量の符号は広角端に比べて望遠端で物体側に位置するときを負、像側に位置するときを正とするとき、

$$0.4 < f_3 / f_w < 1.0$$

$$-1.0 < m_5 / f_w < -0.5$$

$$0.005 < L_5d / f_t < 0.017$$

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配置された、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レンズ群から成り、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、

広角端に比べて望遠端において前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が小さくなり、

フォーカシングに際して前記第5レンズ群は光軸方向に移動し、

広角端における全系の焦点距離を f_w 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記第3レンズ群、前記第4レンズ群、前記第5レンズ群の移動量を各々 m_3 、 m_4 、 m_5 とし、移動量の符号は広角端に比べて望遠端で物体側に位置するときを負、像側に位置するときを正とするとき、

$$0.4 < f_3 / f_w < 1.0$$

$$-1.0 < m_5 / f_w < -0.5$$

$$-0.50 < (m_4 - m_3) / f_w < -0.20$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、高ズーム比であり、全ズーム領域及び全物体距離にわたり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】

【 0 0 1 5 】

【図1】実施例1の広角端におけるレンズ断面図

【図2】(A)、(B) 実施例1の広角端と望遠端における収差図

【図 3】実施例 2 の広角端におけるレンズ断面図

【図 4】(A)、(B) 実施例 2 の広角端と望遠端における収差図

【図 5】実施例 3 の広角端におけるレンズ断面図

【図 6】(A)、(B) 実施例 3 の広角端と望遠端における収差図

【図 7】実施例 4 の広角端におけるレンズ断面図

【図 8】(A)、(B) 実施例 4 の広角端と望遠端における収差図

【図 9】実施例 5 の広角端におけるレンズ断面図

【図 10】(A)、(B) 実施例 5 の広角端と望遠端における収差図

【図 11】実施例 6 の広角端におけるレンズ断面図

【図 12】(A)、(B) 実施例 6 の広角端と望遠端における収差図

【図 13】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、本発明の好ましい実施の形態を、添付の図面に基づいて説明する。本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、配置された正の屈折力の第 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 レンズ群を有する。広角端に比べて望遠端において第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔が大きく、広角端に比べて望遠端において第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間隔が小さくなり、ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化する。

【0017】

フォーカシングに際して第 5 レンズ群は光軸方向に移動する。第 5 レンズ群の像側にズームングに際して不動の負の屈折力の第 6 レンズ群を有する場合もある。

【0018】

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）において無限遠に合焦したときのレンズ断面図である。図 2 (A)、(B) は実施例 1 のズームレンズの広角端において無限遠に合焦したときと望遠端（長焦点距離端）において無限遠に合焦したときの縦収差図である。図 3 は本発明の実施例 2 のズームレンズの広角端において無限遠に合焦したときのレンズ断面図である。図 4 (A)、(B) は実施例 2 のズームレンズの広角端において無限遠に合焦したときと望遠端において無限遠に合焦したときの縦収差図である。

【0019】

図 5 は本発明の実施例 3 のズームレンズの広角端において無限遠に合焦したときのレンズ断面図である。図 6 (A)、(B) は実施例 3 のズームレンズの広角端において無限遠に合焦したときと望遠端において無限遠に合焦したときの縦収差図である。図 7 は本発明の実施例 4 のズームレンズの広角端において無限遠に合焦したときのレンズ断面図である。図 8 (A)、(B) は実施例 4 のズームレンズの広角端において無限遠に合焦したときと望遠端において無限遠に合焦したときの縦収差図である。

【0020】

図 9 は本発明の実施例 5 のズームレンズの広角端において無限遠に合焦したときのレンズ断面図である。図 10 (A)、(B) は実施例 5 のズームレンズの広角端において無限遠に合焦したときと望遠端において無限遠に合焦したときの縦収差図である。図 11 は本発明の実施例 6 のズームレンズの広角端において無限遠に合焦したときのレンズ断面図である。図 12 (A)、(B) は実施例 6 のズームレンズの広角端において無限遠に合焦したときと望遠端において無限遠に合焦したときの縦収差図である。

【0021】

図 13 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像光学系である。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、L0 はズームレンズである。i は物体側からレンズ群の順番を示し、Li は第 i レンズ群である。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

L 1 は正の屈折力の第 1 レンズ群、L 2 は負の屈折力の第 2 レンズ群、L 3 は正の屈折力の第 3 レンズ群、L 4 は正の屈折力の第 4 レンズ群、L 5 は負の屈折力の第 5 レンズ群である。L 6 は負の屈折力の第 6 レンズ群である。また、S P は光量調整用の開口絞りであり、第 3 レンズ群 L 3 の物体側に配置されている。F S は開口径が不変のフレアーカット絞りであり、最も像側に配置されたレンズ群の像側に位置している。開口絞り S P とフレアーカット絞り F S の配置は、これらの配置に限られるものではなく、任意の位置に配置可能である。

【 0 0 2 3 】

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 C C D センサや C M O S センサなどの固体撮像素子（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。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おける各レンズ群の移動軌跡を示している。フォーカスに関する矢印は無限遠から近距離へのフォーカシングに際してのフォーカス群 L F の移動方向を示している。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第 5 レンズ群 L 5 は矢印で示すように像側へ移動する。

10

【 0 0 2 4 】

次に、本発明の各実施例のズームレンズのレンズ構成の特徴について、説明する。本発明は正の屈折力のレンズ群が最も物体側に配置されたポジティブリード型のズームレンズにおいて、フォーカスレンズ群の小型化を図ることを目的の 1 つとしている。ポジティブリード型のズームレンズにおいて、第 1 レンズ群はレンズ径が大きく複数のレンズで構成される場合が多い。

20

【 0 0 2 5 】

このため第 1 レンズ群以外のレンズ径が比較的小さい像側のレンズ群をフォーカスレンズ群に採用している。また、フォーカスレンズ群は、1 つのレンズ要素で構成すると軽量化および移動量の確保が容易となる。ここで、レンズ要素とは、単レンズ、複数のレンズが接合された接合レンズ、球面レンズの表面に樹脂層を積層して形成されるレプリカ非球面レンズなど、一体的に形成されたレンズをいう。

【 0 0 2 6 】

フォーカスレンズ群を少ないレンズ枚数で構成した場合、フォーカシングに伴う収差変動を抑制しようとする、フォーカスレンズ群の屈折力が小さくなりやすい。フォーカスレンズ群の屈折力が小さくなりすぎると、無限遠物点から至近物点へのフォーカシングに際して、フォーカスレンズ群の移動量（繰出量）が増大し、レンズ全系が大型化してくる。フォーカスレンズ群の小型軽量化と、レンズ全系の小型化と高い光学性能を同時に実現するためには、フォーカシングに伴う収差変動が比較的小さくなるようにレンズ構成及びフォーカスレンズ群の移動量および屈折力等を適切に設定することが重要となる。

30

【 0 0 2 7 】

本発明の実施例 1 乃至 5 では、物体側から像側へ順に、次のレンズ群を有している。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、負の屈折力の第 6 レンズ群 L 6 を有している。実施例 6 では物体側から像側へ順に、次のレンズ群を有している。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。

40

【 0 0 2 8 】

各実施例では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 L 1、第 3 レンズ群 L 3、第 4 レンズ群 L 4、第 5 レンズ群 L 5 はいずれも物体側へ移動する。各実施例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。各実施例ではフォーカシングに際して第 5 レンズ群 L 5 が光軸方向に移動する。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第 5 レンズ群 L 5 は像側へ移動する。

50

【 0 0 2 9 】

本発明の実施例 1 乃至 3 及び 6 では第 2 レンズ群 L 2 の全体が光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動することで結像位置を移動させる像ぶれ補正機能を有している。また、実施例 4、5 では第 2 レンズ群 L 2 の一部である第 2 b 部分群 L 2 b が光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動することで結像位置を移動させる像ぶれ補正機能を有している。

【 0 0 3 0 】

本発明では第 5 レンズ群 L 5 のレンズ構成長（厚み）を比較的短くすることによって、ズームングに際しての第 5 レンズ群 L 5 の移動量を大きくしている。これにより、他のレンズ群と変倍分担のバランスをとり、良好な光学性能を得ている。

10

【 0 0 3 1 】

第 5 レンズ群 L 5 は、広角端から望遠端へのズームングに際して物体側へと移動する。また第 5 レンズ群 L 5 は無限遠から至近へのフォーカシングに際して像面側へ移動する。第 5 レンズ群 L 5 はフォーカシングに際して望遠側で大きな繰り出し量を必要とする。このため前述の如く構成することにより、望遠端において第 5 レンズ群 L 5 でフォーカシングするときの移動スペースを多く確保している。

【 0 0 3 2 】

各実施例において、広角端における全系の焦点距離を f_w 、第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 、広角端から望遠端へのズームングに際しての第 5 レンズ群の移動量を m_5 とする。移動量とは、広角端と望遠端における各レンズ群の光軸上での位置の差であり、移動量の符号は広角端に比べて望遠端で物体側に位置するときを負、像側に位置するときを正とする。

20

【 0 0 3 3 】

このとき、

$$0.4 < f_3 / f_w < 1.0 \quad \dots (1)$$

$$-1.0 < m_5 / f_w < -0.5 \quad \dots (2)$$

なる条件式を満足する。次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。

【 0 0 3 4 】

条件式 (1) は、第 3 レンズ群 L 3 の正の屈折力を適切に設定することで高い光学性能を確保しつつ、全系の小型化を図るためのものである。条件式 (1) の下限値を超えて、第 3 レンズ群 L 3 の正の屈折力が強くなりすぎると、ズームングに際して球面収差やコマ収差等の諸収差の変動が増大し、ズームングに際して光学性能の変動を抑制することが困難となる。条件式 (1) の上限値を超えて、第 3 レンズ群 L 3 の正の屈折力が弱くなりすぎると、ズームングに際しての変倍が小さくなり、ズームングに際して第 3 レンズ群 L 3 の移動量が増大し、レンズ全系が大型化するので良くない。

30

【 0 0 3 5 】

条件式 (2) は、第 5 レンズ群 L 5 のズームングに際しての移動量を適切に設定することでズームングおよびフォーカシングに際して高い光学性能を得るためのものである。条件式 (2) の下限値を超えて、ズームングに際しての第 5 レンズ群 L 5 の移動量が大きくなると、レンズ全系が大型化するので良くない。条件式 (2) の上限値を超えて、ズームングに際しての第 5 レンズ群 L 5 の移動量が小さくなりすぎると変倍が小さくなり、所定の変倍比を得るため他のレンズ群の屈折力を強めなければならなくなる。この結果、諸収差が増大してくるため良くない。

40

【 0 0 3 6 】

もしくは、フォーカシングに際しての移動スペースが短くなり、第 5 レンズ群 L 5 の負の屈折力を強めなければならなくなり、フォーカシングにおいて諸収差の変動が増大してくるため良くない。また、更に好ましくは、条件式 (1)、(2) の数値範囲を以下のように設定するのがよい。

$$0.6 < f_3 / f_w < 0.9 \quad \dots (1a)$$

$$-0.90 < m_5 / f_w < -0.65 \quad \dots (2a)$$

50

【0037】

本発明において、更なる全系の小型化、及び全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るためには次の条件のうち少なくとも1つを満足することが望ましい。

【0038】

広角端から望遠端へのズーミングに際しての第3レンズ群L3の移動量を m_3 、第5レンズ群L5の焦点距離を f_5 、第5レンズ群L5の光軸上の厚み(レンズ群構成長)を $L5d$ 、望遠端における全系の焦点距離を f_t とする。また、第5レンズ群L5の最も物体側のレンズ面の曲率半径を $R5o$ 、第5レンズ群L5の最も像側のレンズ面の曲率半径を $R5i$ 、広角端から望遠端へのズーミングに際しての第4レンズ群L4の移動量を m_4 とする。さらに、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の移動量を m_1 、第1レンズ群L1の焦点距離を f_1 とする。

10

【0039】

このとき、次の条件式のうち1つ以上を満足するのが良い。

- $0.5 < m_3 / f_w < -0.2 \quad \dots (3)$
- $1.2 < f_5 / f_w < -0.7 \quad \dots (4)$
- $0.005 < L5d / f_t < 0.017 \quad \dots (5)$
- $2.9 < (R5i - R5o) / (R5i + R5o) < -1.6 \quad \dots (6)$
- $1.0 < f_3 / f_5 < -0.6 \quad \dots (7)$
- $0.50 < (m_4 - m_3) / f_w < -0.10 \quad \dots (8)$
- $1.2 < m_1 / f_w < -0.7 \quad \dots (9)$
- $1.6 < f_1 / f_w < 3.0 \quad \dots (10)$

20

【0040】

条件式(3)は第3レンズ群L3のズーミングに際しての光軸上の移動距離(移動量)に関する。条件式(3)の下限値を超えて第3レンズ群L3のズーミングに際しての移動量が大きくなりすぎるとレンズ全系が大型化するため好ましくない。

【0041】

条件式(3)の上限値を超えて第3レンズ群L3のズーミングに際しての移動量が小さくなりすぎると、所望のズーム比を得るために第3レンズ群L3の正の屈折力を増大しなければならなくなる。そうするとズーミングに際して球面収差やコマ収差等の変動が大きくなり、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得ることが困難になる。また、更に好ましくは、条件式(3)は以下のように設定するのがよい。

30

- $0.45 < m_3 / f_w < -0.25 \quad \dots (3a)$

【0042】

条件式(4)は第5レンズ群L5の負の屈折力に関する。条件式(4)の下限値を超えて第5レンズ群L5の負の屈折力が弱くなりすぎると(負の屈折力の絶対値が小さくなりすぎると)ズーミングに際して第5レンズ群L5の移動量が増大しレンズ全系が大型化してくる。条件式(4)の上限値を超えて第5レンズ群L5の負の屈折力が強くなりすぎると(負の屈折力の絶対値が大きくなりすぎると)、フォーカシングに際して諸収差の変動が増大し、諸収差の変動を小さくすることが困難になる。

また、更に好ましくは、条件式(4)は以下のように設定するのがよい。

40

- $1.15 < f_5 / f_w < -0.95 \quad \dots (4a)$

【0043】

条件式(5)は第5レンズ群L5の厚み(レンズ群構成長)に関する。条件式(5)の下限値を超えて第5レンズ群L5の厚みが小さくなりすぎると各レンズの加工が困難になる。条件式(5)の上限値を超えて第5レンズ群L5の厚みが大きくなりすぎると、ズーミングおよびフォーカシングのための広い移動スペースを確保するのが困難になる。また、更に好ましくは、条件式(5)は以下のように設定するのがよい。

- $0.009 < L5d / f_t < 0.015 \quad \dots (5a)$

【0044】

条件式(6)は第5レンズ群L5のレンズ形状に関する。条件式(6)の下限値または

50

上限値を超えるとフォーカシングに伴う収差の変動が増大し、収差変動を軽減することが困難になる。また、更に好ましくは、条件式(6)は以下のように設定するのがよい。

$$-2.85 < (R5i - R5o) / (R5i + R5o) < -1.75 \quad \dots (6a)$$

【0045】

条件式(7)は第3レンズ群L3の正の屈折力と第5レンズ群L5の負の屈折力の比に関する。条件式(7)の下限値を超えて第5レンズ群L5の負の屈折力が強くなりすぎるとフォーカシングに際して収差変動が増大し、全物体距離にわたり高い光学性能を得ることが困難になる。条件式(7)の上限値を超えて第3レンズ群L3の正の屈折力が強くなりすぎるとズームングに際して収差変動が増大し、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得ることが困難になる。また、更に好ましくは、条件式(7)は以下のように設定するのがよい。

$$-0.90 < f3 / f5 < -0.65 \quad \dots (7a)$$

【0046】

条件式(8)はズームングに際しての第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の相対移動量に関する。条件式(8)の下限値を超えて相対移動量が大きくなりすぎるとレンズ全系が大型化してくる。条件式(8)の上限値を超えて相対移動量が小さくなりすぎると所望のズーム比を得るために第3レンズ群L3の正の屈折力または第4レンズ群の正の屈折力が増大し、ズームングに際して収差変動が増大してくる。そして全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得ることが困難となる。また、更に好ましくは、条件式(8)は以下のように設定するのがよい。

$$-0.40 < (m4 - m3) / fw < -0.20 \quad \dots (8a)$$

【0047】

条件式(9)は第1レンズ群L1のズームングに際しての移動量に関する。条件式(9)の下限値を超えて第1レンズ群L1の移動量が大きくなりすぎるとレンズ全系が大型化するため好ましくない。条件式(9)の上限値を超えて第1レンズ群L1の移動量が小さくなりすぎると所望のズーム比を得るために第1レンズ群L1の正の屈折力をしなければならなくなる。そうするとズームングに際して像面湾曲等の変動が増大し、これを軽減することが困難となる。また、更に好ましくは、条件式(9)は以下のように設定するのがよい。

$$-1.0 < m1 / fw < -0.8 \quad \dots (9a)$$

【0048】

条件式(10)は第1レンズ群L1の正の屈折力に関する。条件式(10)の下限値を超えて第1レンズ群L1の正の屈折力が強くなりすぎると、ズームングに際して像面湾曲の変動が増大し、これを軽減することが困難となる。条件式(10)の上限値を超えて第1レンズ群L1の正の屈折力が弱くなりすぎると、所望のズーム比を得るために第1レンズ群L1の移動量が増大し、レンズ全系が大型化するため好ましくない。また、更に好ましくは、条件式(10)は以下のように設定するのがよい。

$$1.8 < f1 / fw < 2.6 \quad \dots (10a)$$

【0049】

各実施例において第5レンズ群L5は2枚のレンズより構成するのが良い。具体的には第5レンズ群L5は正レンズと負レンズを接合した接合レンズより構成するのが良い。このように各実施例では、第5レンズ群L5を正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズの2つレンズを接合した接合レンズで構成することにより、フォーカスレンズ群である第5レンズ群L5の軽量化を容易にしている。そしてフォーカシングに際して十分な移動量が得られるようにしている。

【0050】

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いた実施例を図13を用いて説明する。図13において、10は撮像装置の一例としての図、11は本発明のズームレンズによって構成された撮像光学系、12は撮像光学系11によって形成された被写体像を受光するCCDセンサやCMOSセンサ等の撮像素子(光電変換素子)を示す。また、13は撮

10

20

30

40

50

像素子 1 2 が受光した被写体像を記録する記録手段、1 4 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 - 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 1 2 上に形成された被写体像が表示される。

【 0 0 5 1 】

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、高い光学性能を有した撮像装置が実現できる。尚、本発明はクイックリターンミラーのない S L R (Single lens Reflex) カメラにも同様に適用することができる。尚、本発明のズームレンズはビデオカメラにも同様に適用することができる。

【 0 0 5 2 】

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。以上のように各実施例によれば、全ズーム範囲及び全物体距離にわたって高い光学性能を有するズームレンズが得られる。

【 0 0 5 3 】

以下に、実施例 1 乃至 6 に各々対応する数値データ 1 乃至 6 を示す。各数値データにおいて、 i は物体側からの面の順番を示し、 r_i は第 i 番目 (第 i 面) の曲率半径、 d_i は第 i 面と第 $i + 1$ 面との間の間隔、 n_{di} 、 d_i はそれぞれ d 線を基準とした材料の屈折率、アッペ数を示す。像高は半画角を決定する最高像高である。レンズ全長は第 1 レンズ面から像面までの長さである。

【 0 0 5 4 】

また、焦点距離、F ナンバー等を示している。またズーム群データは、各レンズ群の焦点距離、光軸上の長さ、前側主点位置、後側主点位置を表している。実施例 4、5 では第 2 レンズ群 L 2 の一部の第 2 a レンズ群 (2 a) と第 2 b レンズ群 (2 b) について示している。又前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表 1 に示す。

【 0 0 5 5 】

[実施例 1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n_d	d	有効径
1	92.181	5.21	1.48749	70.2	50.13
2	-22314.072	0.18			49.47
3	88.150	2.50	1.91082	35.3	48.03
4	54.276	6.02	1.49700	81.5	46.25
5	278.782	(可変)			45.77
6	-255.552	1.28	1.77250	49.6	23.98
7	23.891	3.40	1.80809	22.8	22.18
8	57.125	2.41			21.90
9	-52.724	1.28	1.80400	46.6	21.91
10	-485.087	(可変)			22.37
11(絞り)		1.90			24.71
12	3050.345	2.66	1.83481	42.7	25.38
13	-82.648	0.10			25.67
14	45.855	5.49	1.49700	81.5	25.89
15	-50.437	1.40	2.00100	29.1	25.60
16	-127.669	(可変)			25.66
17	-221.224	2.10	1.84666	23.9	22.27
18	63.597	1.58			22.95
19	354.470	5.39	1.83400	37.2	23.53
20	-62.248	0.15			25.03

21	47.085	4.00	1.60311	60.6	26.19
22	-227.787	(可変)			26.18
23	-122.223	3.14	1.78472	25.7	25.13
24	-38.737	1.10	1.62230	53.2	25.21
25	56.809	(可変)			25.13
26	-42.457	3.51	1.48749	70.2	30.43
27	-27.818	1.50	1.83481	42.7	30.98
28	-41.277	0.20			32.47
29		BF			33.35
像面					

10

【 0 0 5 6 】

各種データ

ズーム比		4.03		
	広角	中間	望遠	
焦点距離	72.00	144.00	290.00	
Fナンバー	4.16	5.02	5.88	
半画角(度)	16.72	8.54	4.27	
像高	21.64	21.64	21.64	
レンズ全長	182.00	222.47	249.19	20
BF	40.00	40.00	40.00	
d 5	5.00	45.47	72.19	
d10	25.71	16.45	2.21	
d16	32.39	18.39	12.72	
d22	13.85	6.89	2.07	
d25	8.54	38.76	63.48	
入射瞳位置	42.62	132.66	217.16	
射出瞳位置	-64.29	-72.95	-83.81	30
前側主点位置	64.92	93.07	-172.08	
後側主点位置	-32.00	-104.00	-250.00	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	154.67	13.91	-2.40	-11.19
2	6	-33.46	8.37	3.47	-2.19
3	11	52.23	11.55	3.26	-4.57
4	17	61.89	13.23	10.14	2.57
5	23	-75.33	4.24	1.45	-0.96
6	26	-319.37	5.21	-11.26	-15.19

40

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	188.33
2	3	-160.73
3	4	134.41
4	6	-28.23
5	7	48.59
6	9	-73.67

50

7	12	96.43
8	14	49.26
9	15	-84.05
10	17	-58.15
11	19	63.86
12	21	65.05
13	23	71.09
14	24	-36.85
15	26	153.46
16	27	-107.66

10

【 0 0 5 7 】

[実施例 2]

単位 mm

面 データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	93.073	5.46	1.48749	70.2	53.10
2	2763.058	0.18			52.42
3	86.447	2.50	1.91082	35.3	50.19
4	56.179	7.28	1.43875	94.9	47.74
5	443.372	(可変)			46.48
6	-235.461	1.28	1.77250	49.6	23.71
7	23.714	3.33	1.80809	22.8	21.86
8	54.951	2.79			21.46
9	-48.038	1.28	1.80400	46.6	21.48
10	-238.334	(可変)			21.99
11(絞り)		1.90			24.66
12	1904.344	2.71	1.83481	42.7	25.34
13	-80.120	0.10			25.64
14	46.101	5.50	1.49700	81.5	25.85
15	-49.950	1.40	2.00100	29.1	25.55
16	-120.194	(可変)			25.61
17	-155.393	4.04	1.85478	24.8	21.68
18	62.765	1.71			22.99
19	259.108	4.18	1.83400	37.2	23.77
20	-59.718	0.15			24.79
21	45.366	4.07	1.60311	60.6	26.00
22	-217.536	(可変)			25.99
23	-132.100	3.16	1.78472	25.7	24.91
24	-38.954	1.10	1.62230	53.2	24.97
25	51.973	(可変)			24.83
26	-48.471	4.17	1.48749	70.2	30.10
27	-28.169	1.50	1.83481	42.7	30.71
28	-44.993	0.20			32.20
29		BF			33.01

像面

20

30

40

【 0 0 5 8 】

各種データ

50

ズーム比	4.03		
	広角	中間	望遠
焦点距離	72.00	141.73	290.00
Fナンバー	4.16	5.03	5.88
半画角(度)	16.72	8.68	4.27
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	182.00	223.86	250.50
BF	40.00	40.00	40.00

d 5	5.00	46.86	73.50
d10	24.77	16.84	2.20
d16	31.49	17.48	13.51
d22	12.70	5.95	2.00
d25	8.08	36.78	59.32

10

入射瞳位置	43.80	140.82	229.25
射出瞳位置	-62.62	-70.36	-81.17
前側主点位置	65.28	100.53	-174.81
後側主点位置	-32.00	-101.73	-250.00

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	155.98	15.41	-2.04	-12.06
2	6	-32.75	8.68	3.49	-2.49
3	11	50.20	11.61	3.37	-4.50
4	17	60.77	14.14	10.87	2.85
5	23	-72.25	4.26	1.58	-0.84
6	26	-301.86	5.87	-10.00	-14.31

単レンズデータ

30

レンズ	始面	焦点距離
1	1	197.45
2	3	-183.38
3	4	145.79
4	6	-27.83
5	7	49.28
6	9	-75.06
7	12	92.16
8	14	49.17
9	15	-86.24
10	17	-51.86
11	19	58.54
12	21	62.60
13	23	69.37
14	24	-35.61
15	26	129.26
16	27	-94.05

40

【 0 0 5 9 】

[実施例 3]

50

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	98.748	4.50	1.48749	70.2	51.64
2	540.471	0.18			51.01
3	98.965	2.50	1.91082	35.3	49.60
4	60.858	7.16	1.49700	81.5	47.45
5	-2177.277	(可変)			46.49
6	-155.775	1.28	1.76385	48.5	25.32
7	24.339	3.86	1.85478	24.8	23.40
8	73.160	2.08			23.07
9	-69.381	1.28	1.76385	48.5	23.07
10	186.784	(可変)			23.39
11	287.629	3.02	1.76385	48.5	25.58
12	-79.550	1.67			25.83
13(絞り)		0.47			25.84
14	49.202	5.01	1.49700	81.5	25.86
15	-60.936	1.40	2.00100	29.1	25.52
16	-197.614	(可変)			25.47
17	-74.496	3.00	1.85478	24.8	23.03
18	89.897	0.88			24.21
19	1946.375	3.24	1.91082	35.3	24.28
20	-52.519	0.15			24.92
21	55.741	3.64	1.67790	55.3	25.75
22	-212.197	(可変)			25.68
23	-128.810	2.76	1.92286	20.9	25.03
24	-46.507	1.10	1.65412	39.7	25.16
25	59.003	(可変)			25.17
26	835.325	6.31	1.56732	42.8	31.43
27	-31.819	2.17	1.76385	48.5	31.61
28	-242.936	0.20			32.80
29		BF			32.99

像面

【 0 0 6 0 】

各種データ

ズーム比	4.03		
	広角	中間	望遠
焦点距離	72.00	144.00	290.00
Fナンバー	4.16	4.78	5.88
半画角(度)	16.72	8.54	4.27
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	182.00	224.89	246.61
BF	40.00	40.00	40.00
d 5	2.39	45.28	67.00
d10	28.57	20.56	1.88
d16	33.95	14.34	9.89
d22	14.01	4.87	2.02

10

20

30

40

50

d25 5.23 41.98 67.97

入射瞳位置 41.97 145.11 205.50
 射出瞳位置 -56.99 -67.26 -81.08
 前側主点位置 60.52 95.78 -199.09
 後側主点位置 -32.00 -104.00 -250.00

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	148.27	14.34	-0.23	-9.50
2	6	-35.00	8.50	3.77	-1.76
3	11	52.40	11.56	1.89	-6.00
4	17	69.84	10.91	9.26	3.41
5	23	-79.77	3.86	1.19	-0.89
6	26	-430.37	8.67	3.55	-1.92

10

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	247.02
2	3	-179.13
3	4	119.25
4	6	-27.47
5	7	41.17
6	9	-66.09
7	11	81.87
8	14	55.61
9	15	-88.47
10	17	-47.26
11	19	56.19
12	21	65.48
13	23	77.62
14	24	-39.60
15	26	54.17
16	27	-48.15

20

30

【 0 0 6 1 】

[実施例 4]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	112.986	5.06	1.48749	70.2	52.00
2		0.18			51.28
3	116.214	2.05	1.83400	37.2	49.75
4	63.216	6.98	1.49700	81.5	47.77
5	3086.687	(可変)			47.01
6	-150.825	4.72	1.53172	48.8	33.00
7	-35.503	1.52	1.51823	58.9	32.13
8	-129.211	4.85			29.89
9	-188.589	1.06	1.77250	49.6	24.76

40

50

10	26.441	3.71	1.85478	24.8	23.61
11	69.634	2.44			23.30
12	-57.517	1.01	1.77250	49.6	23.30
13	704.223	(可変)			23.70
14(絞り)		0.98			24.52
15	86.311	3.22	1.66672	48.3	25.10
16	-86.311	0.20			25.21
17	54.443	4.84	1.48749	70.2	25.28
18	-54.443	1.18	2.00100	29.1	25.09
19	-485.294	(可変)			25.21
20	105.879	1.21	2.00100	29.1	26.13
21	45.270	1.41			25.89
22	141.700	3.82	1.48749	70.2	25.94
23	-64.011	0.15			26.33
24	41.864	4.61	1.67790	55.3	27.60
25	-242.202	(可変)			27.54
26	-108.146	2.54	1.80809	22.8	26.17
27	-46.974	1.13	1.51742	52.4	26.14
28	38.410	(可変)			25.69
29	-59.829	2.22	1.48749	70.2	30.64
30	-135.939	0.20			31.56
31		BF			31.89

像面

【 0 0 6 2 】

各種データ

ズーム比	4.03		
	広角	中間	望遠
焦点距離	72.00	144.00	290.00
Fナンバー	4.16	4.99	5.83
半画角(度)	16.72	8.54	4.27
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	188.00	227.82	253.31
BF	37.80	37.80	37.80

d 5	2.42	42.25	67.73
d13	29.62	19.13	2.40
d19	36.36	25.04	20.65
d25	11.73	5.25	2.30
d28	8.78	37.08	61.14

入射瞳位置	54.28	144.78	214.09
射出瞳位置	-55.69	-62.89	-72.02
前側主点位置	70.83	82.84	-261.68
後側主点位置	-34.20	-106.20	-252.20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	165.35	14.27	-0.12	-9.44
2a	6	1080.45	6.24	18.95	15.13

10

20

30

40

50

2b	9	-35.23	8.21	3.69	-1.85
3	14	57.31	10.42	0.77	-6.05
4	20	54.41	11.21	6.87	-0.41
5	26	-67.37	3.67	1.36	-0.77
6	29	-221.32	2.42	-1.19	-2.90

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	231.77
2	3	-169.19
3	4	129.76
4	6	86.10
5	7	-94.99
6	9	-29.96
7	10	47.97
8	12	-68.79
9	15	65.21
10	17	56.67
11	18	-61.35
12	20	-79.80
13	22	91.00
14	24	53.00
15	26	100.90
16	27	-40.66
17	29	-221.32

10

20

【 0 0 6 3 】

[実施例 5]

単位 mm

30

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	108.686	5.15	1.48749	70.2	52.00
2		0.15			51.48
3	117.701	2.10	1.83400	37.2	50.37
4	64.332	7.00	1.49700	81.5	48.66
5	740.701	(可変)			47.82
6	-866.644	4.65	1.53172	48.8	32.96
7	-43.671	1.65	1.51823	58.9	31.97
8	-349.361	4.88			29.48
9	-163.831	1.10	1.77250	49.6	24.85
10	26.373	3.20	1.85478	24.8	23.15
11	70.182	2.33			22.93
12	-59.794	1.05	1.77250	49.6	22.93
13	497.341	(可変)			23.32
14(絞り)		0.98			24.44
15	85.803	3.25	1.66672	48.3	25.03
16	-85.803	0.15			25.12
17	55.992	4.65	1.48749	70.2	24.90
18	-55.992	1.25	2.00100	29.1	24.51

40

50

19	-496.530	(可変)			24.60
20	111.592	1.30	2.00100	29.1	25.89
21	46.446	1.28			25.68
22	122.313	3.90	1.48749	70.2	25.74
23	-63.603	0.15			26.12
24	40.018	4.10	1.67790	55.3	27.60
25	-682.473	(可変)			27.51
26	-129.824	2.50	1.80809	22.8	26.17
27	-52.519	1.15	1.51742	52.4	26.21
28	39.368	(可変)			25.86
29	-54.446	1.55	1.48749	70.2	31.02
30	-109.719	0.20			31.80
31		BF			32.20

像面

【 0 0 6 4 】

各種データ

ズーム比	4.03		
	広角	中間	望遠
焦点距離	72.00	144.00	290.00
Fナンバー	4.16	5.06	5.83
半画角(度)	16.72	8.54	4.27
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	188.00	227.83	258.00
BF	37.80	37.80	37.80
d 5	1.99	41.81	71.99
d13	29.22	17.55	2.44
d19	37.95	25.64	22.47
d25	11.85	5.73	2.42
d28	9.52	39.63	61.21
入射瞳位置	53.71	137.98	225.97
射出瞳位置	-57.77	-64.56	-72.95
前側主点位置	71.47	79.40	-243.42
後側主点位置	-34.20	-106.20	-252.20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	174.21	14.40	-0.95	-10.30
2a	6	845.65	6.30	5.96	1.85
2b	9	-34.63	7.68	3.33	-1.87
3	14	57.26	10.28	0.87	-5.85
4	20	55.71	10.73	6.45	-0.51
5	26	-71.92	3.65	1.47	-0.65
6	29	-223.76	1.75	-1.04	-2.29

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	222.95

10

20

30

40

50

2	3	-173.22
3	4	141.27
4	6	86.32
5	7	-96.49
6	9	-29.33
7	10	47.82
8	12	-69.04
9	15	64.84
10	17	58.22
11	18	-63.14
12	20	-80.28
13	22	86.43
14	24	55.89
15	26	107.59
16	27	-43.30
17	29	-223.76

10

【 0 0 6 5 】

[実施例 6]

単位 mm

20

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	89.130	4.81	1.48749	70.2	51.90
2	453.679	0.18			51.24
3	88.477	2.50	1.91082	35.3	49.61
4	54.032	7.54	1.49700	81.5	47.15
5	14077.485	(可変)			46.18
6	-204.550	1.28	1.76385	48.5	25.52
7	22.605	4.02	1.85478	24.8	23.39
8	64.462	2.11			22.73
9	-71.774	1.28	1.76385	48.5	22.72
10	157.387	(可変)			22.99
11	89.368	3.35	1.76385	48.5	25.25
12	-108.716	1.16			25.34
13(絞リ)		1.26			25.19
14	83.981	4.52	1.49700	81.5	25.01
15	-45.511	1.40	2.00100	29.1	24.72
16	-137.223	(可変)			24.79
17	-169.546	3.00	1.85478	24.8	24.07
18	77.899	1.07			24.94
19	962.231	3.15	1.91082	35.3	25.04
20	-59.764	0.15			25.60
21	58.811	5.00	1.67790	55.3	26.33
22	-644.873	(可変)			26.18
23	-181.255	2.65	1.92286	20.9	25.56
24	-56.364	1.10	1.65412	39.7	25.58
25	54.768	(可変)			25.34
26		BF			29.86

30

40

像面

50

【 0 0 6 6 】

各種データ

ズーム比	4.03		
	広角	中間	望遠
焦点距離	72.00	144.00	290.00
Fナンバー	4.16	4.76	5.88
半画角（度）	16.72	8.54	4.27
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	182.00	222.18	242.31
BF	40.00	61.81	86.29

10

d 5	2.42	42.60	62.72
d10	28.53	20.78	1.88
d16	30.86	16.79	11.21
d22	16.01	6.34	2.12
d25	12.64	22.32	26.53

入射瞳位置	43.76	145.54	200.17
射出瞳位置	-63.21	-56.69	-53.55
前側主点位置	65.53	114.55	-111.23
後側主点位置	-32.00	-82.19	-203.71

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	140.58	15.03	-0.64	-10.33
2	6	-34.45	8.70	4.06	-1.62
3	11	56.61	11.70	0.96	-7.09
4	17	71.21	12.37	7.93	0.82
5	23	-81.17	3.75	1.44	-0.58

30

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	226.56
2	3	-157.84
3	4	109.12
4	6	-26.58
5	7	39.00
6	9	-64.38
7	11	64.69
8	14	60.08
9	15	-68.55
10	17	-62.10
11	19	61.87
12	21	79.73
13	23	87.75
14	24	-42.30

40

【 0 0 6 7 】

【表 1】

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6
条件式(1)	0.73	0.70	0.73	0.80	0.80	0.79
条件式(2)	-0.76	-0.71	-0.87	-0.73	-0.72	-0.84
条件式(3)	-0.33	-0.31	-0.37	-0.38	-0.37	-0.37
条件式(4)	-1.05	-1.00	-1.11	-0.94	-1.00	-1.13
条件式(5)	0.015	0.015	0.013	0.013	0.013	0.013
条件式(6)	-2.74	-2.30	-2.69	-2.10	-1.87	-1.87
条件式(7)	-0.69	-0.69	-0.66	-0.85	-0.80	-0.70
条件式(8)	-0.27	-0.25	-0.33	-0.22	-0.21	-0.27
条件式(9)	-0.93	-0.95	-0.90	-0.91	-0.97	-0.84
条件式(10)	2.15	2.17	2.06	2.30	2.42	1.95

10

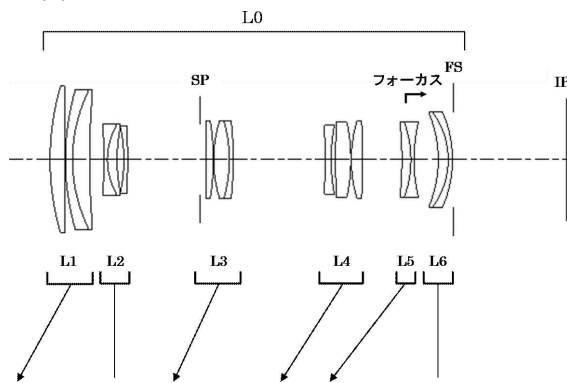
【符号の説明】

【 0 0 6 8 】

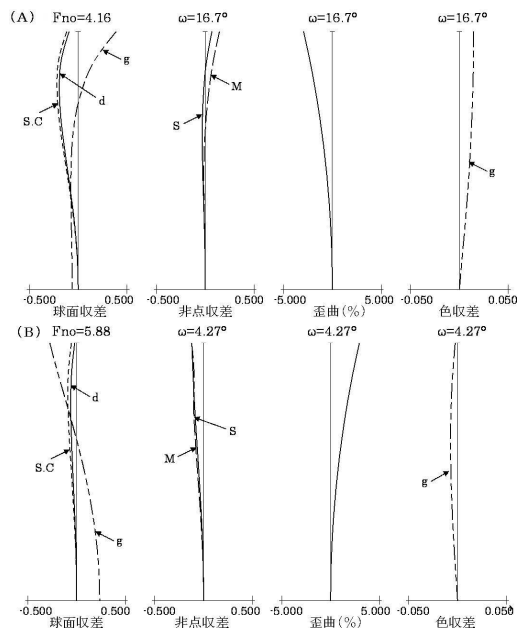
L 0 ズームレンズ L 1 第 1 レンズ群 L 2 第 2 レンズ群
 L 3 第 3 レンズ群 L 4 第 4 レンズ群 L 5 第 5 レンズ群
 L 6 第 6 レンズ群

20

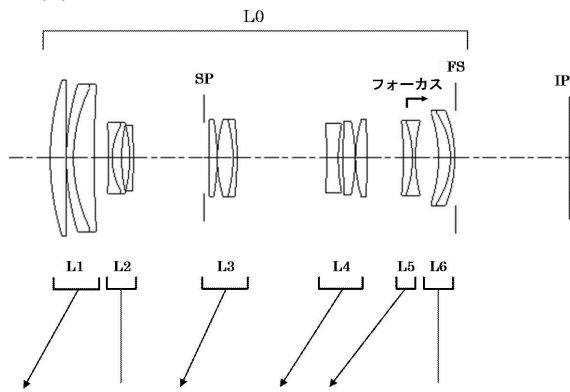
【図 1】



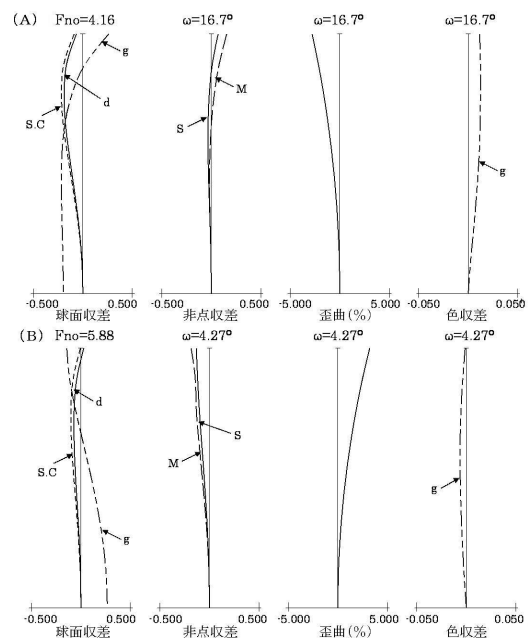
【図 2】



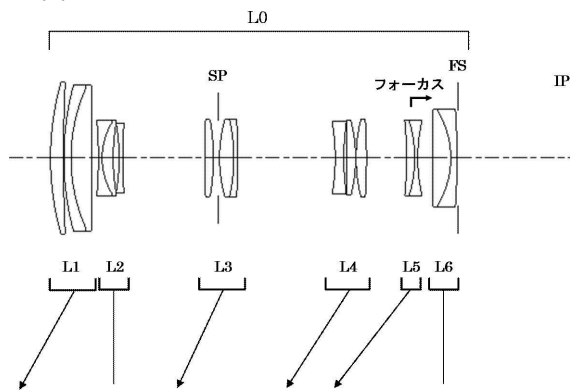
【図 3】



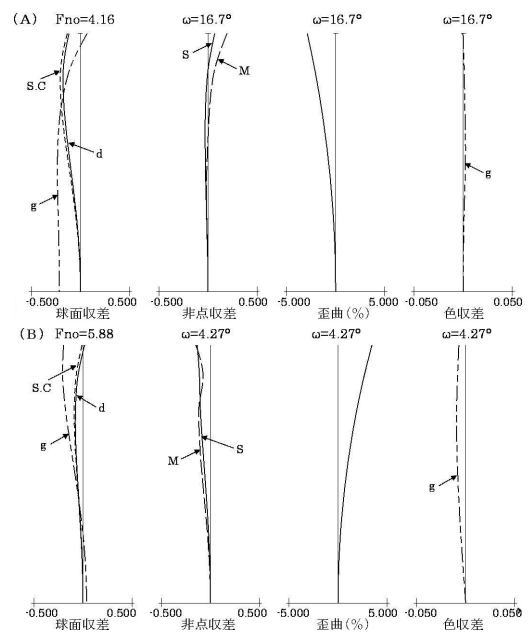
【図 4】



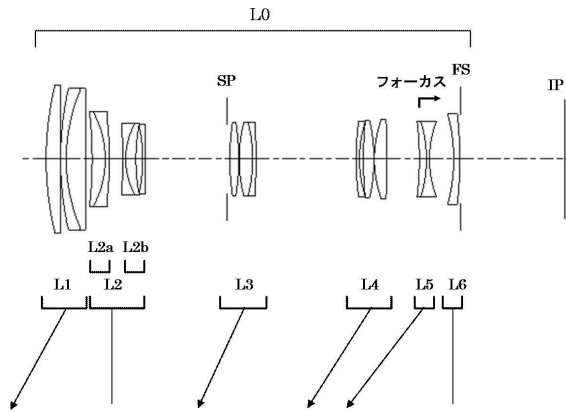
【図 5】



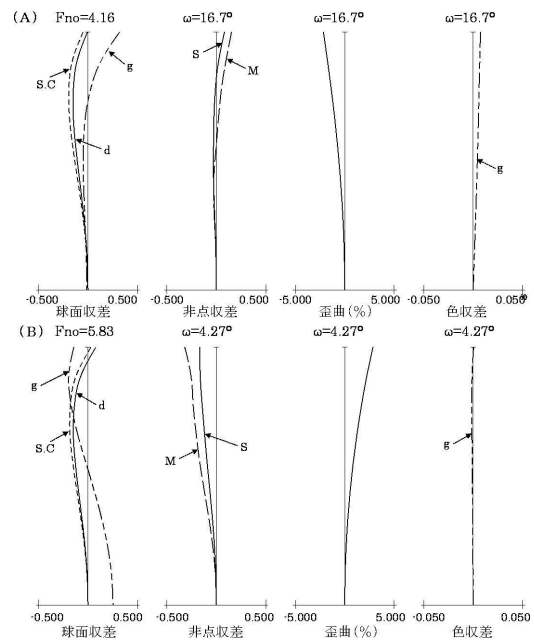
【図 6】



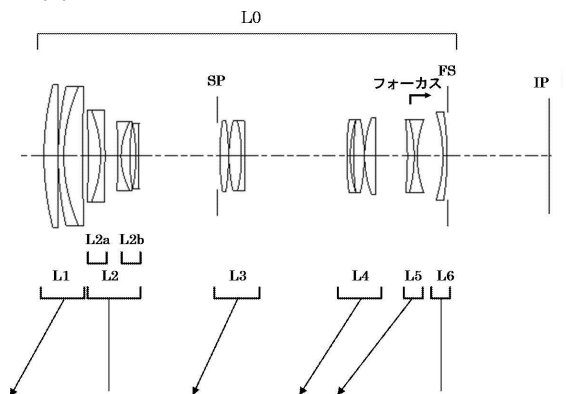
【図 7】



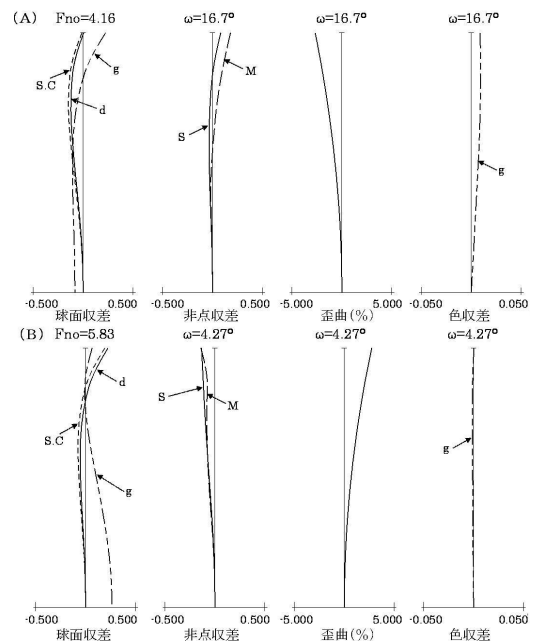
【図 8】



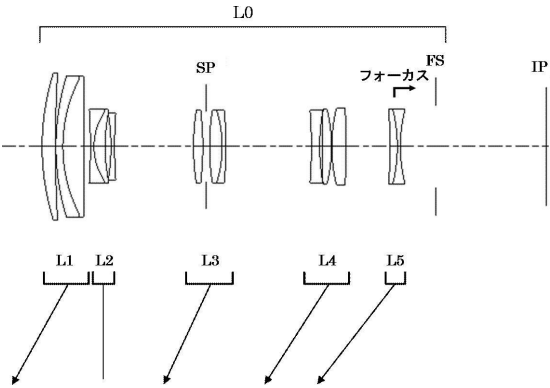
【図 9】



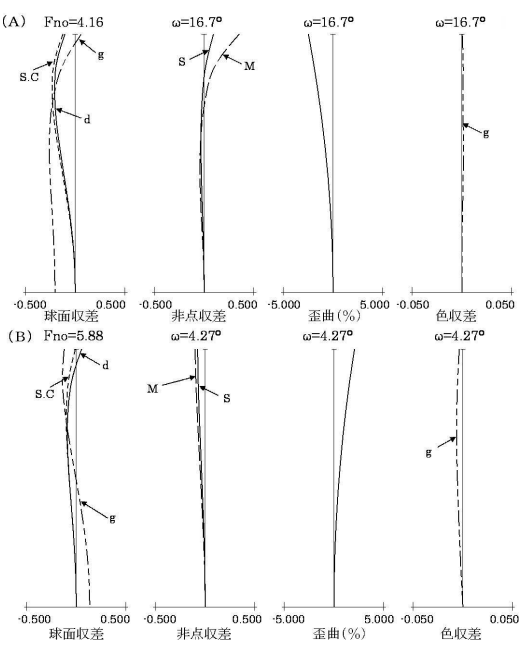
【図 10】



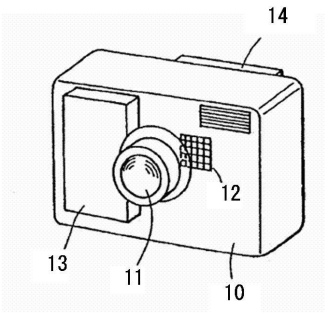
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2014 - 145960 (JP, A)
特開 2011 - 099924 (JP, A)
特開 2011 - 209347 (JP, A)
国際公開第 2014 / 155463 (WO, A1)
米国特許出願公開第 2014 / 0176778 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 9 / 00 - 17 / 08
G02B21 / 02 - 21 / 04
G02B25 / 00 - 25 / 04