

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6957181号
(P6957181)

(45) 発行日 令和3年11月2日(2021.11.2)

(24) 登録日 令和3年10月8日(2021.10.8)

(51) Int.Cl. F I
G O 2 B 15/20 (2006.01) G O 2 B 15/20
G O 2 B 13/18 (2006.01) G O 2 B 13/18

請求項の数 12 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2017-70480 (P2017-70480)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成29年3月31日 (2017. 3. 31)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2018-173487 (P2018-173487A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成30年11月8日 (2018. 11. 8)	(74) 代理人	100126240
審査請求日	令和2年3月24日 (2020. 3. 24)		弁理士 阿部 琢磨
		(74) 代理人	100124442
			弁理士 黒岩 創吾
		(72) 発明者	岩本 俊二
			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】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】

物体側から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、一つ以上のレンズ群を有する中間群、正の屈折力の第(N-1)レンズ群、負の屈折力の第Nレンズ群から構成され、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であって、

前記第2レンズ群よりも像側に開口絞りが配置されており、

フォーカシングに際して前記第(N-1)レンズ群が移動し、

前記第(N-1)レンズ群は単一ユニットからなり、

広角端における前記中間群の焦点距離を f_{LM} 、前記第(N-1)レンズ群の焦点距離を $f_{(N-1)}$ 、前記第Nレンズ群の焦点距離を f_N 、前記第Nレンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第Nレンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を D_N 、広角端におけるバックフォーカスを BFW 、広角端における前記第(N-1)レンズ群の最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離を $L_{(N-1)w}$ 、広角端における前記開口絞りにから像面までの光軸上の距離を L_{pw} とするとき、

$$0.4 < (f_N / f_{LM}) \times (f_N / f_{(N-1)}) < 1.1$$

$$0.759 < D_N / BFW < 1.896$$

$$0.383 < L_{(N-1)w} / L_{pw} < 0.590$$

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 (N - 1) レンズ群は 1 枚のレンズから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】

$$0.400 < f_{LM} / f_{(N-1)} < 1.089$$

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】

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、

$$1.862 < f_1 / f_w < 6.201$$

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 の何れか一項に記載のズームレンズ。

10

【請求項 5】

望遠端における前記中間群の最も像側のレンズ面から前記第 (N - 1) レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離を $D_{LM(N-1)t}$ 、望遠端における全系の焦点距離を f_t とするとき、

$$0.025 < D_{LM(N-1)t} / f_t < 0.072$$

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 の何れか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

望遠端における前記第 N レンズ群の結像横倍率を N_t とするとき、

$$2.16 < N_t < 4.44$$

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 の何れか一項に記載のズームレンズ。

20

【請求項 7】

望遠端における前記第 N レンズ群の結像横倍率を N_t 、広角端における前記第 N レンズ群の結像横倍率を N_w とするとき、

$$1.25 < N_t / N_w < 1.96$$

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 の何れか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記中間群は正の屈折力の第 3 レンズ群からなることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載のズームレンズ。

30

【請求項 9】

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 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群からなることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 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 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群からなることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載のズームレンズ。

40

【請求項 11】

無限遠から近距離へのフォーカシングに際して前記第 (N - 1) 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 10 の何れか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 12】

求項 1 乃至 11 の何れか一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、例えばビデオカメラ、電子ス

50

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カメラシステム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、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。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、フォーカシング用のレンズ群（フォーカスレンズ群）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高周波検出方式（TV-AF方式）が用いられる。

10

【0004】

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スレンズ群の光軸方向の最適位置を算出する。

【0005】

その後、算出された最適位置にフォーカス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、フォーカス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、フォーカスレンズ群の重量が重いと、フォーカス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。

20

【0006】

また、モーター等の駆動装置からの駆動音が録音されないように、なるべく静かにフォーカスレンズ群を駆動する必要がある。したがって、モーター等の駆動装置の負荷を極力小さくするため、フォーカスレンズ群が小型軽量であることが強く求められている。ズームレンズを構成するレンズ群のうち、一部の小型軽量のレンズ群を用いてフォーカシングを行ったズームレンズが知られている（特許文献1乃至3）。

30

【0007】

特許文献1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レンズ群よりなるズームレンズにおいて、第4レンズ群でフォーカシングを行うズームレンズを開示している。特許文献2では物体側から像側へ順に、正、負、正、正、正の屈折力の第1レンズ群乃至第5レンズ群よりなるズームレンズにおいて、第4レンズ群でフォーカシングを行うズームレンズを開示している。特許文献3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レンズ群よりなるズームレンズにおいて、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。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0008】

【特許文献1】特開2013-37105号公報

【特許文献2】特開2011-70221号公報

【特許文献3】特開2009-168934号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

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。

50

【 0 0 1 0 】

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、高速なフォーカシングを行うのが比較的容易である。このズームレンズにおいて全系の小型化を図りつつ、フォーカスレンズ群の小型軽量化を図るには各レンズ群の屈折力及びフォーカスレンズ群の屈折力やレンズ構成等を適切に設定することが重要となる。

【 0 0 1 1 】

例えば、フォーカスレンズ群の小型軽量化を図るためにはフォーカスレンズ群の構成レンズ枚数を少なくすれば良い。しかしながら、フォーカスレンズ群の構成レンズ枚数を少なくすると、フォーカスレンズ群の残収差が大きくなる。このため、フォーカシングに際しての収差変動が大きくなり、遠距離から近距離までの全物体距離にわたり良好な光学性能を得ることが難しくなる。

10

【 0 0 1 2 】

また、フォーカシングに際しての収差変動を小さくするためには、フォーカスレンズ群の屈折力を弱くすれば良い。しかしながらフォーカスレンズ群の屈折力を弱くすると、フォーカシ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。特に高ズーム比のズームレンズにおいては望遠端におけるフォーカスレンズ群のフォーカシングに際しての移動量が増大して全系が大型化してくる。

【 0 0 1 3 】

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。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

本発明のズームレンズは、物体側から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、一つ以上のレンズ群を有する中間群、正の屈折力の第 (N - 1) レンズ群、負の屈折力の第 N レンズ群から構成され、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であって、

前記第 2 レンズ群よりも像側に開口絞りが配置されており、

フォーカシングに際して前記第 (N - 1) レンズ群が移動し、

前記第 (N - 1) レンズ群は単一ユニットからなり、

30

広角端における前記中間群の焦点距離を f_{LM} 、前記第 (N - 1) レンズ群の焦点距離を $f_{(N-1)}$ 、前記第 N レンズ群の焦点距離を f_N 、前記第 N レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第 N レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を D_N 、広角端におけるバックフォーカスを BFW 、広角端における前記第 (N - 1) レンズ群の最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離を $L_{(N-1)w}$ 、広角端における前記開口絞りにから像面までの光軸上の距離を L_{pw} とするとき、

$$0.4 < (f_N / f_{LM}) \times (f_N / f_{(N-1)}) < 1.1$$

$$0.759 < D_N / BFW < 1.896$$

$$0.383 < L_{(N-1)w} / L_{pw} < 0.590$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

40

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

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 6 】

【図 1】実施例 1 の広角端におけるレンズ断面図

【図 2】(A)、(B)、(C) 実施例 1 の無限遠合焦時における広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図 3】(A)、(B)、(C) 実施例 1 の広角端での結像横倍率 - 0.05、中間の

50

ズーム位置での結像横倍率 - 0 . 1 0、望遠端での結像横倍率 - 0 . 2 0 の収差図

【図 4】実施例 2 の広角端におけるレンズ断面図

【図 5】(A)、(B)、(C) 実施例 2 の無限遠合焦時における広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図 6】(A)、(B)、(C) 実施例 2 の広角端での結像横倍率 - 0 . 0 5、中間のズーム位置での結像横倍率 - 0 . 1 0、望遠端での結像横倍率 - 0 . 2 0 の収差図

【図 7】実施例 3 の広角端におけるレンズ断面図

【図 8】(A)、(B)、(C) 実施例 3 の無限遠合焦時における広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図 9】(A)、(B)、(C) 実施例 3 の広角端での結像横倍率 - 0 . 0 5、中間のズーム位置での結像横倍率 - 0 . 1 0、望遠端での結像横倍率 - 0 . 2 0 の収差図

【図 10】実施例 4 の広角端におけるレンズ断面図

【図 11】(A)、(B)、(C) 実施例 4 の無限遠合焦時における広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図 12】(A)、(B)、(C) 実施例 4 の広角端での結像横倍率 - 0 . 0 5、中間のズーム位置での結像横倍率 - 0 . 1 0、望遠端での結像横倍率 - 0 . 2 0 の収差図

【図 13】実施例 5 の広角端におけるレンズ断面図

【図 14】(A)、(B)、(C) 実施例 5 の無限遠合焦時における広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図 15】(A)、(B)、(C) 実施例 5 の広角端での結像横倍率 - 0 . 0 5、中間のズーム位置での結像横倍率 - 0 . 1 0、望遠端での結像横倍率 - 0 . 2 0 の収差図

【図 16】実施例 6 の広角端におけるレンズ断面図

【図 17】(A)、(B)、(C) 実施例 6 の無限遠合焦時における広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図 18】(A)、(B)、(C) 実施例 6 の広角端での結像横倍率 - 0 . 0 5、中間のズーム位置での結像横倍率 - 0 . 1 0、望遠端での結像横倍率 - 0 . 2 0 の収差図

【図 19】実施例 7 の広角端におけるレンズ断面図

【図 20】(A)、(B)、(C) 実施例 7 の無限遠合焦時における広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図 21】(A)、(B)、(C) 実施例 7 の広角端での結像横倍率 - 0 . 0 5、中間のズーム位置での結像横倍率 - 0 . 1 0、望遠端での結像横倍率 - 0 . 2 0 の収差図

【図 22】本発明のズームレンズに係る各パラメータの説明図

【図 23】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】

【0017】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置の実施例について説明する。本発明のズームレンズは、物体側から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、1 つ以上のレンズ群を有する中間群、正の屈折力の第 (N - 1) レンズ群、負の屈折力の第 N レンズ群から構成されている。そして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。フォーカシングに際して第 (N - 1) レンズ群が移動し、第 (N - 1) レンズ群は単一ユニットより構成されている。但し N は 5 以上の整数である。

【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）において無限遠物体に合焦したときのレンズ断面図である。図 2 (A)、(B)、(C) は実施例 1 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端（長焦点距離端）において無限遠物体に合焦したときの縦収差図である。図 3 (A)、(B)、(C) は実施例 1 のズームレンズの広角端での結像横倍率 - 0 . 0 5、中間のズーム位置での結像横倍率 - 0 . 1 0、望遠端での結像横倍率 - 0 . 2 0 の収差図である。実施例 1 はズーム比 7 . 0 7、F ナンバー 3 . 6 1 ~ 5 . 8 8 のズームレンズである。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

図 4 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物体に合焦したときのレンズ断面図である。図 5 (A)、(B)、(C) は実施例 2 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端において無限遠物体に合焦したときの縦収差図である。図 6 (A)、(B)、(C) は実施例 2 のズームレンズの広角端での結像横倍率 - 0 . 0 5、中間のズーム位置での結像横倍率 - 0 . 1 0、望遠端での結像横倍率 - 0 . 2 0 の収差図である。実施例 2 はズーム比 7 . 0 8、F ナンバー 3 . 5 9 ~ 5 . 8 8 のズームレンズである。

【 0 0 2 0 】

図 7 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物体に合焦したときのレンズ断面図である。図 8 (A)、(B)、(C) は実施例 3 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端において無限遠物体に合焦したときの縦収差図である。図 9 (A)、(B)、(C) は実施例 3 のズームレンズの広角端での結像横倍率 - 0 . 0 5、中間のズーム位置での結像横倍率 - 0 . 1 0、望遠端での結像横倍率 - 0 . 2 0 の収差図である。実施例 3 はズーム比 7 . 0 7、F ナンバー 3 . 4 0 ~ 5 . 8 8 のズームレンズである。

【 0 0 2 1 】

図 1 0 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物体に合焦したときのレンズ断面図である。図 1 1 (A)、(B)、(C) は実施例 4 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端において無限遠物体に合焦したときの縦収差図である。図 1 2 (A)、(B)、(C) は実施例 4 のズームレンズの広角端での結像横倍率 - 0 . 0 5、中間のズーム位置での結像横倍率 - 0 . 1 0、望遠端での結像横倍率 - 0 . 2 0 の収差図である。実施例 4 はズーム比 1 0 . 4 8、F ナンバー 3 . 7 3 ~ 6 . 5 0 のズームレンズである。

【 0 0 2 2 】

図 1 3 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物体に合焦したときのレンズ断面図である。図 1 4 (A)、(B)、(C) は実施例 5 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端において無限遠物体に合焦したときの縦収差図である。図 1 5 (A)、(B)、(C) は実施例 5 のズームレンズの広角端での結像横倍率 - 0 . 0 5、中間のズーム位置での結像横倍率 - 0 . 1 0、望遠端での結像横倍率 - 0 . 2 0 の収差図である。実施例 5 はズーム比 1 0 . 4 8、F ナンバー 3 . 5 2 ~ 6 . 4 5 のズームレンズである。

【 0 0 2 3 】

図 1 6 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物体に合焦したときのレンズ断面図である。図 1 7 (A)、(B)、(C) は実施例 6 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端において無限遠物体に合焦したときの縦収差図である。図 1 8 (A)、(B)、(C) は実施例 6 のズームレンズの広角端での結像横倍率 - 0 . 0 5、中間のズーム位置での結像横倍率 - 0 . 1 0、望遠端での結像横倍率 - 0 . 2 0 の収差図である。実施例 6 はズーム比 7 . 0 7、F ナンバー 3 . 6 5 ~ 5 . 8 8 のズームレンズである。

【 0 0 2 4 】

図 1 9 は本発明の実施例 7 のズームレンズの広角端において無限遠物体に合焦したときのレンズ断面図である。図 2 0 (A)、(B)、(C) は実施例 7 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端において無限遠物体に合焦したときの縦収差図である。図 2 1 (A)、(B)、(C) は実施例 7 のズームレンズの広角端での結像横倍率 - 0 . 0 5、中間のズーム位置での結像横倍率 - 0 . 1 0、望遠端での結像横倍率 - 0 . 2 0 の収差図である。実施例 7 はズーム比 8 . 4 5、F ナンバー 3 . 6 8 ~ 6 . 5 0 のズームレンズである。図 2 2 は本発明のズームレンズに係るパラメータの説明図である。

【 0 0 2 5 】

図 2 3 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

10

20

30

40

50

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、 L_0 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、 L_i は第 i レンズ群である。 L_M は1以上のレンズ群を有する中間群である。 $L(N-1)$ は第 $(N-1)$ レンズ群、 L_N は第 N レンズ群である。但し N は5以上の整数である。

【0026】

実施例1、2、3、5、6では、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 より構成されている。そして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。実施例1、2、3、5、6では第3レンズ群 L_3 が中間群 L_M に相当する。

10

【0027】

実施例4では物体側より像側へ順に次のレンズ群より構成されている。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 、正の屈折力の第 $(N-1)$ レンズ群 $L(N-1)$ 、負の屈折力の第 N レンズ群 L_N より構成されている。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各レンズ群が移動する。実施例4では第3レンズ群 L_3 と第4レンズ群 L_4 が中間群 L_M に相当する。

【0028】

20

実施例7では、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 、正の屈折力の第5レンズ群 L_5 を有する。更に正の屈折力の第 $(N-1)$ レンズ群 $L(N-1)$ 、負の屈折力の第 N レンズ群 L_N より構成されている。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各レンズ群が移動する。実施例7では第3レンズ群 L_3 、第4レンズ群 L_4 、第5レンズ群 L_5 が中間群 L_M に相当する。

【0029】

各レンズ断面図において、 SP は開口絞りであり、第2レンズ群 L_2 の像側に配置している。 IMG 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 センサーや $CMOS$ センサーなどの固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面が配置され、銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面が配置される。

30

【0030】

球面収差図において、実線の d は d 線（波長 587.6nm ）、点線の g は g 線（波長 435.8nm ）である。非点収差図において点線の M はメリディオナル像面、実線の S はサジタル像面である。倍率色収差は g 線について示している。 ω は半画角（度）、 F_n 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各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。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。

【0031】

また、各実施例では第 $(N-1)$ レンズ群 $L(N-1)$ を光軸上移動させてフォーカシングを行うリヤフォーカス方式を採用している。第 $(N-1)$ レンズ群 $L(N-1)$ に関する実線の曲線 $(N-1)a$ と点線の曲線 $(N-1)b$ は、各々無限遠と近距離にフォーカスしているときのズーミングに伴う像面変動を補正するための移動軌跡である。

40

【0032】

各実施例のズームレンズは、広角端から望遠端へのズーミングに際して第 $(N-1)$ レンズ群 $L(N-1)$ を物体側へ移動することで中間群 L_M と第 $(N-1)$ レンズ群 $L(N-1)$ 間の空間の有効利用を図り、レンズ全長の短縮化を図っている。また、各実施例では望遠端において無限遠から近距離へフォーカスを行う場合には、矢印 $(N-1)c$ に示すように第 $(N-1)$ レンズ群 $L(N-1)$ を前方に繰り出すことを行っている。

【0033】

50

フォーカシングに際して移動させるフォーカスレンズ群の構成レンズ枚数を少なくするとフォーカスレンズ群の残収差が大きくなり、フォーカシングに際しての収差変動が大きくなる。また、フォーカシングに際しての収差変動を小さくするためにフォーカスレンズ群の屈折力を弱くするとフォーカシングに際しての移動量が大きくなり、レンズ全系が大型化してしまう。従って、レンズ全系の小型化とフォーカスレンズ群の小型化及び軽量化を図るためには、フォーカシングに際しての移動量を効果的に少なくするレンズ群構成を取ることが重要になってくる。

【0034】

本発明のズームレンズは物体側から像側へ順に配置された次のレンズ群より構成している。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、1つ以上のレンズ群を有する中間群LM、正の屈折力の第(N-1)レンズ群L(N-1)、負の屈折力の第Nレンズ群LNより構成している。そして、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。フォーカシングに際して第(N-1)レンズ群L(N-1)が移動する。また、第(N-1)レンズ群L(N-1)はフォーカスレンズ群である。

10

【0035】

ズーミングに際して全てのレンズ群が広角端に比べて望遠端において物体側に移動している。最も物体側に正の屈折力のレンズ群を配置する所謂ポジティブリードタイプのズームレンズとし、物体側に繰り出すことで高ズーム比化を容易にしている。

【0036】

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レンズ群よりなるズームレンズは第3レンズ群から第5レンズ群までが所謂テフオートタイプの屈折力配置になるため、レンズ全長の短縮が容易となる。さらに、第4レンズ群をフォーカスレンズ群とすると、負の屈折力の第5レンズ群の発散作用により第4レンズ群の屈折力を極端に強くすることなくフォーカシングに際しての移動量を少なくすることができる。このため、レンズ系全体の小型化とフォーカスレンズ群の小型軽量化を図るのに効果的である。

20

【0037】

本発明のズームレンズにおいては中間群LMや第(N-1)レンズ群L(N-1)に対して第Nレンズ群LNの負の屈折力を比較的強くすることにより、フォーカシングに際しての移動量を少なくし、レンズ全長を短縮している。また、第Nレンズ群LNの負の屈折力を強めることにより正の屈折力のレンズ群である中間群LMと第(N-1)レンズ群L(N-1)に基づくペッツパール和を打ち消して、収差補正を容易にしている。

30

【0038】

また、本発明のズームレンズでは、第(N-1)レンズ群L(N-1)を単一ユニットにより構成している。単一ユニットとは、1枚のレンズまたは複数のレンズを接合した接合レンズを意味する。単一ユニットで構成することで第(N-1)レンズ群L(N-1)の重量を削減することが容易となる。

【0039】

一方、第(N-1)レンズ群L(N-1)を単一ユニットで構成した場合、第(N-1)レンズ群L(N-1)より諸収差の発生が増大し、フォーカシングに際して収差変動が増大してくる。このため、中間群LM、第(N-1)レンズ群L(N-1)、第Nレンズ群LNの屈折力配置やレンズ構成を適切に設定することで全系の小型化とフォーカスレンズ群の軽量化を図っている。

40

【0040】

各実施例では第(N-1)レンズ群L(N-1)を単一ユニットで構成することでフォーカスレンズ群の軽量化を図っている。各実施例において、広角端における中間群LMの焦点距離を f_{LM} 、第(N-1)レンズ群L(N-1)の焦点距離を $f_{(N-1)}$ 、第Nレンズ群LNの焦点距離を f_N とする。このとき、

$$0.4 < (f_N / f_{LM}) \times (f_N / f_{(N-1)}) < 1.1 \quad \cdots (1)$$

なる条件式を満足する。

50

【 0 0 4 1 】

条件式 (1) は中間群 L M、第 (N - 1) レンズ群 L (N - 1)、第 N レンズ群 L N の各々の焦点距離を規定している。条件式 (1) の上限を超えて第 N レンズ群 L N の負の屈折力が弱くなると第 (N - 1) レンズ群 L (N - 1) のフォーカシングに際しての移動量が大きくなり、全系が大型化するため好ましくない。また、中間群 L M と第 (N - 1) レンズ群 L (N - 1) で発生するペッツバル和を打ち消すことが難しくなり、像面特性が増加するため好ましくない。

【 0 0 4 2 】

下限を超えて第 N レンズ群 L N の負の屈折力が強くなると第 (N - 1) レンズ群 L (N - 1) のフォーカシングに際しての移動量は小さくなるが、駆動制御が難しくなりすぎるため好ましくない。また、第 N レンズ群 L N の負の屈折力が強くなると射出瞳位置が像面に近づくため、レンズ径の縮小及び全系の小型化には有効であるが、像面への光束の入射角度が大きくなり、テレセントリック性が低下するため好ましくない。

【 0 0 4 3 】

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。

$$0.41 < (f_N / f_{LM}) \times (f_N / f_{(N-1)}) < 1.09 \quad \dots (1a)$$

以上のように本発明によればフォーカスレンズ群が小型軽量で遠距離から近距離までの全物体距離にわたり良好な光学性能を達成した全系が小型で高ズーム比のズームレンズを得ることができる。

【 0 0 4 4 】

本発明において更に好ましくは次の条件式のうち 1 つ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 、広角端における全系の焦点距離を f_w とする。第 2 レンズ群 L 2 の像側に開口絞り S P を有し、広角端における第 (N - 1) レンズ群 L (N - 1) の最も物体側のレンズ面の面頂点から像面までの光軸上の距離を $L_{(N-1)w}$ とする。広角端における開口絞り S P から像面までの光軸上の距離を L_{pw} とする。第 N レンズ群 L N の最も物体側のレンズ面の面頂点から第 N レンズ群 L N の最も像側のレンズ面の面頂点までの光軸上の距離を D_N とする。広角端におけるバックフォーカスを B_{Fw} とする。

【 0 0 4 5 】

望遠端における中間群 L M の最も像側のレンズ面の面頂点から第 (N - 1) レンズ群 L (N - 1) の最も物体側のレンズ面の面頂点までの光軸上の距離を $D_{3(N-1)t}$ とする。望遠端における全系の焦点距離を f_t とする。望遠端における第 N レンズ群 L N の結像横倍率を N_t とする。広角端における第 N レンズ群 L N の結像横倍率を N_w とする。尚、図 2 2 には図 1 のレンズ断面図を用いて、前述の各条件式のパラメータに関する距離等について示している。図 2 2 (A)、(B) は各々無限遠に合焦時の広角端と望遠端のレンズ断面図である。

【 0 0 4 6 】

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。

$$0.400 < f_{LM} / f_{(N-1)} < 1.089 \quad \dots (2)$$

$$1.862 < f_1 / f_w < 6.201 \quad \dots (3)$$

$$0.383 < L_{(N-1)w} / L_{pw} < 0.674 \quad \dots (4)$$

$$0.759 < D_N / B_{Fw} < 1.896 \quad \dots (5)$$

$$0.025 < D_{LM(N-1)t} / f_t < 0.072 \quad \dots (6)$$

$$2.16 < N_t < 4.44 \quad \dots (7)$$

$$1.25 < N_t / N_w < 1.96 \quad \dots (8)$$

【 0 0 4 7 】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。条件式 (2) は中間群 L M の焦点距離と第 (N - 1) レンズ群 L (N - 1) の焦点距離の比を規定している。上限を超えて第 (N - 1) レンズ群 L (N - 1) の正の屈折力が強くなると第 (N - 1) レンズ群 L (N - 1) の残収差が大きくなり、フォーカシングに際しての収差変動、特に望遠端において球面収差の変動が大となり好ましくない。下限を超えて中間群 L M の正の屈折力が強

10

20

30

40

50

くなると中間群 L M で発生する諸収差の補正が困難になる。特に望遠端において球面収差の補正が困難となり好ましくない。

【 0 0 4 8 】

条件式 (3) は第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離と広角端における全系の焦点距離を規定している。上限を超えて第 1 レンズ群 L 1 の屈折力が弱くなるとズームに際して第 1 レンズ群 L 1 の移動量が増加し、レンズ全長が増大するため好ましくない。下限を超えて第 1 レンズ群 L 1 のパワーが強くなると第 1 レンズ群 L 1 のレンズ群厚が増えるため、広角端において軸外光束の入射高が増大し、前玉有効径が増大するため好ましくない。

【 0 0 4 9 】

条件式 (4) は広角端における開口絞り S P と第 (N - 1) レンズ群 L (N - 1) の位置関係を規定している。上限を超えて第 (N - 1) レンズ群 L (N - 1) が開口絞り S P に近づくとフォーカシングのための移動空間を確保することが困難となり好ましくない。下限を超えて第 (N - 1) レンズ群 L (N - 1) が像面に近づくと、広角端において第 (N - 1) レンズ群 L (N - 1) を通る軸外光束の入射高が高くなり、第 (N - 1) レンズ群 L (N - 1) の重量が増えるため好ましくない。

【 0 0 5 0 】

条件式 (5) は第 N レンズ群 L N のレンズ厚と広角端におけるバックフォーカスの関係を規定している。本発明のズームレンズは、レンズ全長の短縮及びフォーカスレンズ群の移動量の軽減のため、第 N レンズ群 L N の負の屈折力が強い屈折力配置としている。従って、第 N レンズ群 L N で発生する収差を抑制するため第 N レンズ群 L N の厚みを厚くし、収差補正の自由度を高める構成としている。

【 0 0 5 1 】

下限を超えて第 N レンズ群 L N のレンズ群厚が薄くなると第 N レンズ群 L N で発生する収差の補正が困難となる。特にベッツバール和の補正や望遠端において球面収差の補正が困難となる。上限を超えて第 N レンズ群 L N のレンズ群厚が厚くまたは像面位置近くに第 N レンズ群 L N を配置すると広角端において第 (N - 1) レンズ群 L (N - 1) を通る軸外光束の入射高が高くなる。そして第 N レンズ群 L N のレンズ有効径が大きくなりレンズ全系が大型化するため好ましくない。

【 0 0 5 2 】

条件式 (6) は望遠端における中間群 L M と第 (N - 1) レンズ群 L (N - 1) の間隔に対する望遠端における全系の焦点距離の関係を規定している。望遠端における全系の焦点距離が長くなるとフォーカシングに際しての移動量が増加する傾向がある。このため、望遠端における全系の焦点距離に応じて中間群 L M と第 (N - 1) レンズ群 L (N - 1) の間の間隔を適切に設定することが重要である。下限を超えて間隔が短くなると、望遠端において無限遠から近距離物体まで合焦させることが困難となり好ましくない。上限を超えて間隔が長くなると、レンズ全長が増加するため好ましくない。

【 0 0 5 3 】

条件式 (7) は第 N レンズ群 L N の望遠端における結像横倍率を規定している。第 N レンズ群 L N の結像横倍率を大きくすると第 (N - 1) レンズ群 L (N - 1) のピント感度を上げることができるためフォーカシングに際しての移動量を軽減でき、全系の小型化に有利となる。

【 0 0 5 4 】

一方、結像横倍率を大きくすると第 N レンズ群 L N の屈折力が強くなり諸収差の補正が困難となる。このため、適切な結像横倍率を設定することが重要である。上限を超えて第 N レンズ群 L N の望遠端における結像横倍率が大きくなると第 N レンズ群 L N の屈折力が強くなりすぎ、特に広角端において非点収差、像面湾曲の補正が困難となり、好ましくない。下限を超えて第 N レンズ群 L N の望遠端における結像横倍率が小さくなるとフォーカシングに際して第 (N - 1) レンズ群 L (N - 1) の移動量が大きくなりすぎ全系が大型化するため好ましくない。

【 0 0 5 5 】

10

20

30

40

50

条件式(8)は第Nレンズ群L_Nの望遠端における結像横倍率と広角端における結像横倍率の比を規定している。結像横倍率の比は第Nレンズ群L_Nの変倍分担と解釈することができる。下限を超えて第Nレンズ群L_Nの変倍分担が小さくなると全系のズーム比を大きくすることが困難となり好ましくない。上限を超えて第Nレンズ群L_Nの変倍分担が大きくなると、ズーミングに際しての第Nレンズ群L_Nの移動量が大きくなり、メカ機構が複雑になり、さらに広角端におけるバックフォーカスを所定量確保するのが困難となるため好ましくない。

【0056】

さらに好ましくは条件式(2)乃至(8)の数値範囲を以下の値を満足するようにすると良い。

$$0.457 < f_{LM} / f_{(N-1)} < 0.953 \quad \dots (2a)$$

$$3.271 < f_1 / f_w < 5.426 \quad \dots (3a)$$

$$0.438 < L_{(N-1)w} / L_{pw} < 0.590 \quad \dots (4a)$$

$$0.867 < DN / BFW < 1.659 \quad \dots (5a)$$

$$0.028 < D_{LM(N-1)t} / f_t < 0.063 \quad \dots (6a)$$

$$2.47 < N_t < 3.89 \quad \dots (7a)$$

$$1.43 < N_t / N_w < 1.71 \quad \dots (8a)$$

【0057】

本発明のズームレンズは広角端から望遠端へのズーミングに際して中間群LMの移動軌跡に対して第(N-1)レンズ群L_(N-1)の移動軌跡を物体側に凸状としている。これによりズーム中間域において像面湾曲の変動を軽減することを容易にしている。また、ズーム中間域に対して広角端側において中間群LMと第(N-1)レンズ群L_(N-1)の間の間隔を広げることで正の屈折力を有する第(N-1)レンズ群L_(N-1)を像側に配置している。これにより、広角端における屈折力配置がレトロフォーカスタイプとなり、広画角化に有利になるようにしている。

【0058】

さらに、ズーム中間域に対して望遠端において中間群LMと第(N-1)レンズ群L_(N-1)の間の間隔を広げることで、フォーカシング用の第(N-1)レンズ群L_(N-1)が移動するスペースを効率的に確保して、レンズ全系の小型化を図っている。尚、本発明のズームレンズにおいては第Nレンズ群L_Nよりも像側にズーミングに際して不動のレンズ群を配置してもよい。また、中間群LMを複数のレンズ群に分割してズーミングに際して、互いに異なった軌跡で移動させても良い。

【0059】

これによれば、ズーミングに際しての収差変動を軽減しつつ、高ズーム比化が容易となる。例えば実施例4は中間群LMを物体側から像側へ順に正の屈折力の第3レンズ群L₃と正の屈折力の第4レンズ群L₄に分割し、広角端から望遠端へのズーミングに際して双方のレンズ群の間隔を狭くしている。これにより第4レンズ群L₄を変倍に寄与することで、全系の小型を維持したまま高ズーム比化を達成している。

【0060】

また、実施例7は中間群LMを物体側から像側へ順に正の屈折力の第3レンズ群L₃と正の屈折力の第4レンズ群L₄と正の屈折力の第5レンズ群L₅に分割している。そして広角端から望遠端へのズーミングに際して第3レンズ群L₃と第4レンズ群L₄の間隔を狭くし、第4レンズ群L₄と第5レンズ群L₅の間隔を大きくしている。

【0061】

第4レンズ群L₄を変倍に寄与することで、全系の小型を維持したまま高ズーム比化を達成している。中間群LMを複数のレンズ群に分割した時、パラメータf_{LM}を広角端における中間群LMの合成焦点距離として条件式(1)を満足させることで同様の効果を得ている。また、実施例1乃至実施例3及び実施例6はズーミングに際して中間群LMと第Nレンズ群L_Nの移動軌跡を同一としてメカ機構の簡素化を図っている。また実施例7ではズーミングに際して第3レンズ群L₃と第Nレンズ群L_Nの移動軌跡を同一にしてメカ

10

20

30

40

50

機構の簡素化を図っている。

【 0 0 6 2 】

本発明のズームレンズは一部のレンズを光軸方向に対して垂直方向の成分を持つように駆動させることにより、手ぶれによる像ぶれを補正するようにしても良い。例えば中間群 L M は開口絞り S P に近く軸外光線の入射高が低いため、レンズ径が小さくかつ偏心時の収差変動を抑制しやすい。このため、中間群 L M の一部のレンズ群を像ぶれ補正用のレンズ群とするのがよい。実施例 4 や実施例 7 では第 4 レンズ群 L 4 を像ぶれ補正用のレンズ群とするのが良い。

【 0 0 6 3 】

次に本発明のズームレンズを撮像光学系として用いたデジタルスチルカメラ（撮像装置）の実施例に関して図 2 3 を用いて説明する。図 2 3 において、1 0 はカメラ本体、1 1 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である。1 2 はカメラ本体に内蔵され、撮像光学系 1 1 によって形成された被写体像を受光する C C D センサや C M O S センサ等の固体撮像素子（光電変換素子）である。

【 0 0 6 4 】

本発明の撮像装置はクイックリターンミラーのある撮像装置やクイックリターンミラーのない（ミラーレス）の撮像装置に適用できる。

【 0 0 6 5 】

以上、本発明の好ましいズームレンズの実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されないことは言うまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【 0 0 6 6 】

以下に実施例 1 乃至 7 に対応する数値データ 1 乃至 7 を示す。各数値実施例において i は物体側からの面の順番を示す。数値実施例において r_i は物体側より順に第 i 番目のレンズ面の曲率半径、 d_i は物体側より順に第 i 番目のレンズ厚及び空気間隔、 $n d_i$ と d_i 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ペ数である。B F はバックフォーカスである。非球面形状は光軸方向に X 軸、光軸と垂直な方向に H 軸、光の進行方向を正とし R を近軸曲率半径、K、A 2、A 4、A 6、A 8、A 1 0 を各々非球面係数としたとき、

【 0 0 6 7 】

【数 1】

$$X = \frac{(1/R)}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(H/R)^2}} + A_2 H^2 + A_4 H^4 + A_6 H^6 + A_8 H^8 + A_{10} H^{10}$$

【 0 0 6 8 】

で与えるものとする。各非球面係数において「e - x」は「 10^{-x} 」を意味する。また、焦点距離、F ナンバー等のスペックに加え、全系の半画角、像高は半画角を決定する最大像高、レンズ全長は第 1 レンズ面から像面までの距離である。バックフォーカス B F は最終レンズ面から像面までの長さを示している。また、各レンズ群データは、各レンズ群の焦点距離を示している。

【 0 0 6 9 】

また、各光学面の間隔 d が（可変）となっている部分は、ズーミングに際して変化するものであり、別表に焦点距離に応じた面間隔を記している。尚、以下に記載する実施例 1 乃至 7 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。

【 0 0 7 0 】

[数値データ 1]

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	82.949	1.50	1.95375	32.3

10

20

30

40

50

2	40.125	6.21	1.49700	81.5	
3	-1935.731	0.15			
4	41.341	5.24	1.69680	55.5	
5	436.661	(可変)			
6*	101.568	1.40	1.83220	40.1	
7	11.781	4.85			
8	-21.965	1.00	1.85150	40.8	
9	48.725	0.15			
10	29.706	4.05	1.89286	20.4	
11	-29.742	1.84			10
12	-14.293	0.90	2.00100	29.1	
13	-21.848	(可変)			
14(絞り)		1.43			
15	25.200	2.25	1.78590	44.2	
16	-3904.289	0.15			
17	21.349	3.25	1.56732	42.8	
18	-29.244	2.76	1.83481	42.7	
19	27.607	1.20			
20	18.943	1.00	1.76200	40.1	
21	10.077	3.68	1.58313	59.4	20
22*	-58.581	1.20			
23	-74.994	1.00	1.67270	32.1	
24	13.177	3.06	1.51633	64.1	
25	-37.514	(可変)			
26*	17.133	3.09	1.49710	81.6	
27*	-146.090	(可変)			
28	66.563	0.70	1.73400	51.5	
29	15.005	2.64			
30	-25.623	6.96	1.59270	35.3	
31	-10.494	0.80	1.77250	49.6	30
32	-47.544	1.46			
33	34.057	3.88	1.59270	35.3	
34	5115.655	(可変)			
像面					

【 0 0 7 1 】

非球面データ

第6面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.30977e-005 A 6=-5.30938e-009 A 8=-2.45739e-011 A10=
1.17511e-012

40

第22面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.78497e-005 A 6=-1.01999e-007 A 8=-1.81859e-009 A10=
1.65419e-011

第26面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.22346e-005 A 6=-1.19993e-007 A 8=-6.66118e-009 A10=
-5.66229e-011

第27面

50

K = 0.00000e+000 A 4= 1.30320e-005 A 6=-1.18034e-007 A 8=-8.61985e-009 A10=-3.27262e-011

各種データ

ズーム比	7.07		
	広角	中間	望遠
焦点距離	18.52	48.97	130.97
Fナンバー	3.61	4.90	5.88
半画角(度)	36.41	15.59	5.95
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	103.66	122.12	146.89
BF	10.98	25.64	38.43
d 5	0.89	16.23	33.07
d13	17.41	5.85	1.00
d25	4.26	2.67	5.38
d27	2.32	3.90	1.20
d34	10.98	25.64	38.43

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	63.84
2	6	-11.89
3	14	22.69
(N-1)	26	31.04
N	28	-26.58

20

【 0 0 7 2 】

[数値データ 2]

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	98.939	1.50	1.95375	32.3
2	46.353	6.35	1.49700	81.5
3	-551.560	0.15		
4	43.233	5.25	1.67790	55.3
5	262.773	(可変)		
6*	121.432	1.40	1.83220	40.1
7	12.254	5.23		
8	-22.152	1.00	1.80400	46.6
9	44.415	0.15		
10	28.967	4.49	1.85478	24.8
11	-26.212	1.67		
12	-14.622	0.90	1.85150	40.8
13	-24.092	(可変)		
14(絞リ)		1.00		
15*	16.202	3.63	1.58313	59.4
16*	-54.661	4.17		
17	75.897	0.80	1.71300	53.9
18	19.749	1.37		
19*	26.914	3.26	1.58313	59.4

30

40

50

20	-16.128	0.80	1.72047	34.7
21	-36.429	1.20		
22	-80.390	0.80	1.91082	35.3
23	16.013	3.46	1.51823	58.9
24	-17.976	(可変)		
25	16.502	2.74	1.49700	81.5
26	47.769	(可変)		
27	40.684	1.00	1.76802	49.2
28*	14.030	3.41		
29	-29.288	3.38	1.64769	33.8
30	-12.345	0.80	1.77250	49.6
31	-71.547	0.22		
32	30.475	3.80	1.59270	35.3
33	-27143.757	(可変)		

像面

【 0 0 7 3 】

非球面データ

第6面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.56125e-005 A 6=-1.46077e-008 A 8=-1.59750e-011 A10= 20
1.28902e-012

第15面

K = -1.67650e+000 A 4= 2.51019e-005 A 6=-6.26491e-009 A 8= 2.85233e-009 A10=
-4.01479e-012

第16面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.33556e-005 A 6= 4.78258e-008 A 8= 2.75332e-009 A10=
-9.18626e-012

第19面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.85100e-005 A 6= 6.63887e-008 A 8= 4.47635e-010 A10=
-2.00277e-011

第28面

K = 0.00000e+000 A 4=-5.66498e-006 A 6=-6.09170e-008 A 8=-6.80892e-010 A10=
1.28188e-011

各種データ

ズーム比 7.08

	広角	中間	望遠
焦点距離	18.51	49.01	130.98
Fナンバー	3.59	4.82	5.88
半画角(度)	36.43	15.57	5.95
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	104.31	122.72	148.15
BF	10.99	24.52	36.57

d 5 0.90 18.66 37.59

d13 19.43 6.56 1.00

10

30

40

50

d24	6.96	4.24	7.88
d26	2.12	4.84	1.20
d33	10.99	24.52	36.57

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	71.97
2	6	-13.24
3	14	23.67
(N-1)	25	49.29
N	27	-29.64

10

【 0 0 7 4 】

[数値データ 3]

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	100.470	1.50	1.95375	32.3
2	44.988	6.46	1.49700	81.5
3	-394.474	0.15		
4	42.255	5.33	1.69680	55.5
5	309.974	(可変)		
6*	167.105	1.40	1.83220	40.1
7	12.387	5.28		
8	-19.980	1.00	1.91082	35.3
9	84.233	0.15		
10	37.035	4.53	1.89286	20.4
11	-22.741	1.65		
12	-14.585	0.90	2.00100	29.1
13	-22.893	(可変)		
14*	26.286	2.29	1.58313	59.4
15*	852.907	2.15		
16(絞り)		1.35		
17	19.531	8.63	1.57099	50.8
18	-86.468	0.80	1.91082	35.3
19	24.707	1.20		
20	16.065	1.00	1.84666	23.9
21	10.861	3.61	1.58313	59.4
22*	-48.371	(可変)		
23*	17.529	2.36	1.49710	81.6
24	563.712	(可変)		
25	37.745	0.70	1.80400	46.6
26	12.672	3.87		
27	-18.981	4.21	1.59270	35.3
28	-8.481	0.80	1.77250	49.6
29	-35.114	0.15		
30	31.177	5.32	1.59270	35.3
31	-29.290	0.90	1.91082	35.3
32	-89.126	(可変)		
像面				

20

30

40

50

【 0 0 7 5 】

非球面データ

第6面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.48583e-005 A 6=-2.61475e-008 A 8= 2.16828e-010 A10=
2.78779e-013

第14面

K = 0.00000e+000 A 4=-3.17509e-007 A 6= 1.88412e-007 A 8=-2.68426e-009 A10=
1.49908e-011

10

第15面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.06856e-005 A 6= 2.10923e-007 A 8=-3.15590e-009 A10=
1.77518e-011

第22面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.16443e-005 A 6= 1.86714e-007 A 8=-7.26255e-009 A10=
7.76031e-011

第23面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.76218e-005 A 6= 1.71253e-007 A 8=-1.56065e-008 A10= 20
1.81299e-010

各種データ

ズーム比	7.07		
	広角	中間	望遠
焦点距離	18.52	49.19	130.97
Fナンバー	3.40	4.74	5.88
半画角(度)	36.42	15.52	5.95
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	103.61	121.85	146.78
BF	10.93	25.03	37.77
d 5	0.89	16.95	34.25
d13	18.03	6.11	1.00
d22	3.81	2.56	4.87
d24	2.26	3.51	1.20
d32	10.93	25.03	37.77

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	66.84
2	6	-12.81
3	14	21.97
(N-1)	23	36.34
N	25	-20.31

40

【 0 0 7 6 】

[数値データ 4]

面データ

面番号	r	d	nd	d
-----	---	---	----	---

50

1	78.949	1.50	1.95375	32.3	
2	50.903	7.17	1.49700	81.5	
3	-620.866	0.15			
4	46.738	5.70	1.49700	81.5	
5	236.016	(可変)			
6*	105.709	1.40	1.83220	40.1	
7	12.251	4.69			
8	-29.774	0.90	1.91082	35.3	
9	37.940	0.15			
10	26.634	4.79	1.89286	20.4	10
11	-36.784	1.13			
12*	-17.526	0.90	1.83220	40.1	
13	-30.108	(可変)			
14(絞り)		1.00			
15	32.905	2.27	1.84666	23.9	
16	777.503	3.11			
17	28.334	5.63	1.48749	70.2	
18	-28.058	3.42	2.00069	25.5	
19	73.118	(可変)			
20	19.291	0.80	1.76200	40.1	20
21	10.857	4.30	1.58313	59.4	
22*	-37.578	(可変)			
23*	25.814	2.86	1.49710	81.6	
24	-90.644	(可変)			
25	36.367	0.80	1.90366	31.3	
26	13.288	2.67			
27	-43.322	5.31	1.75211	25.1	
28	-9.967	0.80	1.85135	40.1	
29	-109.873	3.67			
30	28.509	6.97	1.59270	35.3	30
31	-36.033	1.00	1.80610	33.3	
32	1368.702	(可変)			

像面

【 0 0 7 7 】

非球面データ

第6面

K = 0.00000e+000 A 4= 9.14513e-006 A 6=-7.38095e-009 A 8=-3.14416e-011 A10=
7.39203e-013

40

第12面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.35381e-006 A 6=-9.69249e-009 A 8=-4.92156e-010 A10=
3.34040e-012

第22面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.25602e-005 A 6=-3.52908e-009 A 8=-2.79217e-009 A10=
2.25558e-011

第23面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.10517e-005 A 6= 1.04625e-007 A 8=-6.00169e-009 A10=

50

6.71029e-011

各種データ

ズーム比	10.48		
	広角	中間	望遠
焦点距離	18.51	59.64	193.98
Fナンバー	3.73	5.46	6.50
半画角（度）	36.43	12.90	4.03
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	119.95	145.65	176.37
BF	13.43	31.04	44.18
d 5	0.90	24.06	47.27
d13	22.74	7.67	2.04
d19	3.02	1.56	1.12
d22	3.90	3.56	7.39
d24	2.86	4.66	1.26
d32	13.43	31.04	44.18

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	80.64
2	6	-12.84
3	14	58.94
4	20	28.61
(N-1)	23	40.75
N	25	-23.32
中間群LM	14	24.74

20

【 0 0 7 8 】

[数値データ 5]

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	88.536	1.50	1.95375	32.3
2	57.884	7.39	1.49700	81.5
3	-785.126	0.15		
4	53.245	5.85	1.49700	81.5
5	254.799	(可変)		
6*	103.381	1.40	1.83220	40.1
7	13.852	5.94		
8	-25.557	1.00	1.83481	42.7
9	59.687	0.15		
10	33.564	4.76	1.80809	22.8
11	-30.301	1.59		
12	-16.774	0.90	1.83481	42.7
13	-28.847	(可変)		
14*	17.522	3.00	1.58313	59.4
15*	-261.456	1.00		
16(絞り)		3.74		
17	70.206	1.95	1.65160	58.5

30

40

50

18	22.002	1.84		
19*	23.403	3.60	1.58313	59.4
20	-17.070	0.86	1.78472	25.7
21	-28.261	1.20		
22	-71.939	0.80	1.83481	42.7
23	13.892	4.15	1.51742	52.4
24	-50.567	(可変)		
25	20.349	1.00	1.78472	25.7
26	14.736	3.20	1.69680	55.5
27	334.260	(可変)		
28	19.815	0.80	1.72000	50.2
29*	11.529	7.66		
30	-38.970	3.88	1.67270	32.1
31	-12.216	0.80	1.81600	46.6
32	-168.935	0.15		
33	32.156	4.03	1.59270	35.3
34	177.235	(可変)		

像面

【 0 0 7 9 】

非球面データ

第6面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.78644e-006 A 6= 1.05152e-008 A 8=-1.14430e-010 A10=
7.85577e-013

第14面

K =-1.67650e+000 A 4= 2.40641e-005 A 6=-1.75453e-008 A 8= 2.04022e-009 A10=
-1.08825e-011

第15面

K = 0.00000e+000 A 4= 6.89463e-006 A 6= 3.40018e-008 A 8= 1.89575e-009 A10=
-1.36559e-011

第19面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.54904e-005 A 6= 5.03830e-008 A 8=-5.69915e-010 A10=
-1.60179e-012

第29面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.04091e-005 A 6=-7.25882e-008 A 8=-2.97304e-009 A10=
1.76166e-011

各種データ

ズーム比	10.48		
	広角	中間	望遠
焦点距離	18.51	59.97	193.99
Fナンバー	3.52	5.14	6.45
半画角(度)	36.43	12.83	4.03
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	115.66	144.95	181.92
BF	11.33	25.27	41.74

10

20

30

40

50

d 5	0.90	27.72	53.40
d13	23.85	7.38	1.00
d24	3.24	5.21	10.29
d27	2.05	5.09	1.20
d34	11.33	25.27	41.74

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	91.97
2	6	-14.20
3	14	29.44
(N-1)	25	32.45
N	28	-29.02

10

【 0 0 8 0 】

[数値データ 6]

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	80.919	1.50	1.95375	32.3
2	39.536	6.19	1.49700	81.5
3	-4371.474	0.15		
4	40.946	5.23	1.69680	55.5
5	415.882	(可変)		
6*	97.524	1.40	1.83220	40.1
7	11.670	4.88		
8	-20.888	1.00	1.85150	40.8
9	51.468	0.15		
10	30.480	4.07	1.89286	20.4
11	-27.298	1.75		
12	-14.088	0.90	2.00100	29.1
13	-22.558	(可変)		
14(絞り)		1.45		
15	24.541	2.34	1.78590	44.2
16	-462.815	0.15		
17	21.055	3.27	1.56732	42.8
18	-29.997	1.69	1.83481	42.7
19	27.468	1.20		
20	19.110	1.00	1.76200	40.1
21	10.039	4.17	1.58313	59.4
22*	-57.560	1.20		
23	-69.447	1.00	1.67270	32.1
24	12.421	3.05	1.51633	64.1
25	-45.048	(可変)		
26*	16.484	3.18	1.49710	81.6
27*	-89.850	(可変)		
28	85.274	0.70	1.73400	51.5
29	14.726	2.75		
30	-27.473	6.10	1.59270	35.3
31	-10.788	0.80	1.77250	49.6

20

30

40

50

32 -54.923 1.15
 33 35.645 3.98 1.59270 35.3
 34 -178.719 (可変)

像面

【 0 0 8 1 】

非球面データ

第6面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.51950e-005 A 6=-7.93371e-009 A 8=-2.15457e-011 A10=
 1.53632e-012

10

第22面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.73868e-005 A 6=-1.12100e-007 A 8=-1.45283e-009 A10=
 1.13279e-011

第26面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.43220e-005 A 6= 1.79012e-008 A 8=-9.65365e-009 A10=
 -3.75584e-011

第27面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.11717e-005 A 6=-1.85645e-008 A 8=-1.07067e-008 A10=
 -2.36482e-011

20

各種データ

ズーム比	7.07		
	広角	中間	望遠
焦点距離	18.52	48.85	130.96
Fナンバー	3.65	4.92	5.88
半画角(度)	36.41	15.62	5.95
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	103.58	122.24	146.75
BF	12.62	27.62	40.18

30

d 5	0.88	16.03	32.92
d13	17.43	5.94	1.00
d25	4.60	2.88	5.05
d27	1.65	3.36	1.20
d34	12.62	27.62	40.18

ズームレンズ群データ

40

群	始面	焦点距離
1	1	63.61
2	6	-11.56
3	14	22.41
(N-1)	26	28.30
N	28	-26.20

【 0 0 8 2 】

[数値データ 7]

面データ

50

面番号	r	d	nd	d	
1		1.50			
2	86.487	1.60	1.95375	32.3	
3	45.458	6.82	1.49700	81.5	
4	428.156	0.15			
5	49.811	5.59	1.69680	55.5	
6	527.493	(可変)			
7	79.128	1.00	2.00100	29.1	
8	12.802	4.66			
9	-38.413	0.80	1.91082	35.3	10
10	37.020	0.25			
11	25.973	4.72	1.89286	20.4	
12	-26.884	0.70			
13	-20.188	1.00	1.91082	35.3	
14	-66.336	(可変)			
15(絞リ)		1.74			
16*	22.321	2.11	1.68893	31.2	
17	817.402	0.15			
18	20.916	3.09	1.57501	41.5	
19	-21.606	0.80	1.77250	49.6	20
20	26.440	(可変)			
21	23.697	1.00	1.78472	25.7	
22	12.718	3.08	1.58313	59.4	
23*	-40.000	(可変)			
24	-41.886	1.00	1.74077	27.8	
25	14.194	3.14	1.65844	50.9	
26	-29.112	(可変)			
27*	14.820	3.12	1.49710	81.6	
28*	-99.890	(可変)			
29	35.562	0.70	1.83400	37.2	30
30	11.856	2.47			
31	-34.612	4.60	1.59270	35.3	
32	-9.130	0.80	1.77250	49.6	
33	287.830	0.15			
34	39.508	2.90	1.89286	20.4	
35	3118.991	(可変)			

像面

【 0 0 8 3 】

非球面データ

40

第16面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.99366e-006 A 6=-6.88496e-008 A 8= 2.38004e-009 A10=-2.25075e-011

第23面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.75913e-005 A 6=-4.44467e-008 A 8=-2.41602e-010 A10= 8.89749e-012

第27面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.72887e-005 A 6=-4.11248e-008 A 8=-5.93343e-009 A10= 50

-1.30173e-010

第28面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.13547e-005 A 6= 4.28197e-008 A 8=-1.10930e-008 A10=-6.22477e-011

各種データ

ズーム比	8.45		
	広角	中間	望遠
焦点距離	15.51	45.00	130.98
Fナンバー	3.68	5.03	6.50
半画角(度)	39.97	16.89	5.95
像高	13.00	13.66	13.66
レンズ全長	103.77	122.35	149.68
BF	12.76	23.92	35.17
d 6	0.80	22.02	43.58
d14	20.44	6.65	1.17
d20	3.87	2.15	1.20
d23	1.20	2.92	3.87
d26	3.86	2.71	3.85
d28	1.20	2.35	1.20
d35	12.76	23.92	35.17

10

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	80.14
2	7	-12.71
3	15	40.74
4	21	31.88
5	24	3215.18
(N-1)	27	26.20
N	29	-15.58
中間群LM	15	

30

【 0 0 8 4 】

【 表 1 】

表 1

	条件式							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	$(fN/f_{LM}) \times (fN/f(N-1))$	$f_{LM}/f(N-1)$	$f1/fw$	$L(N-1)w/Lpw$	DN/BFw	$DLM(N-1)t/ft$	βNt	$\beta Nt/\beta Nw$
実施例1	1.003	0.731	3.447	0.512	1.497	0.041	3.04	1.51
実施例2	0.753	0.480	3.888	0.460	1.148	0.060	2.59	1.50
実施例3	0.517	0.605	3.609	0.562	1.459	0.037	3.47	1.61
実施例4	0.540	0.607	4.357	0.553	1.580	0.038	3.61	1.57
実施例5	0.881	0.907	4.969	0.545	1.528	0.053	2.83	1.59
実施例6	1.083	0.792	3.434	0.513	1.227	0.039	3.12	1.51
実施例7	0.412	0.859	5.168	0.476	0.911	0.029	3.70	1.63

40

【 符号の説明 】

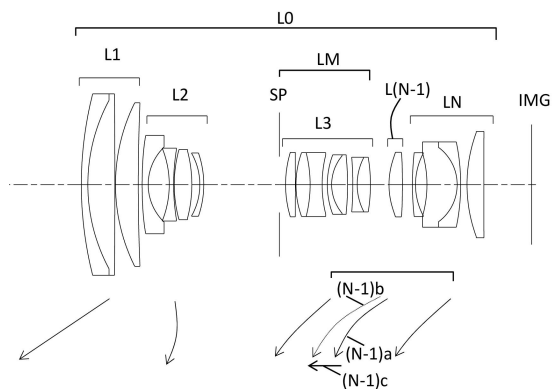
【 0 0 8 5 】

L 0 ズームレンズ L 1 第 1 レンズ群 L 2 第 2 レンズ群

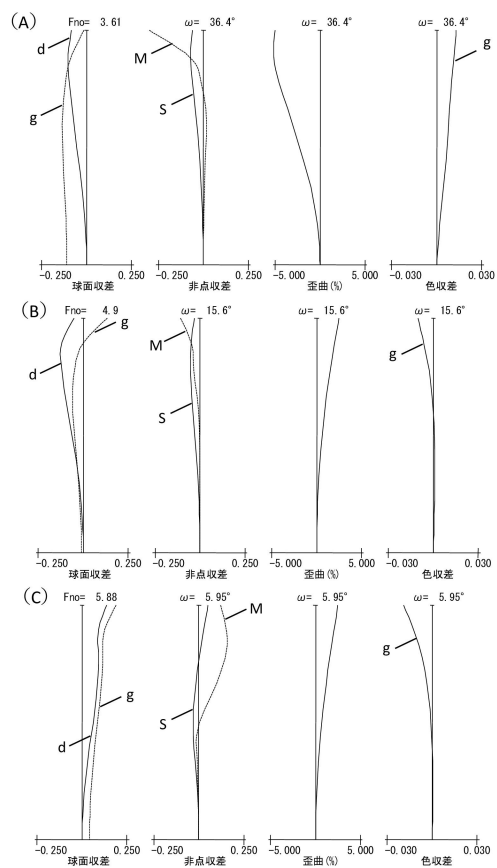
50

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 M 中間群 L (N - 1) 第 (N - 1) レンズ群 L N 第Nレンズ群

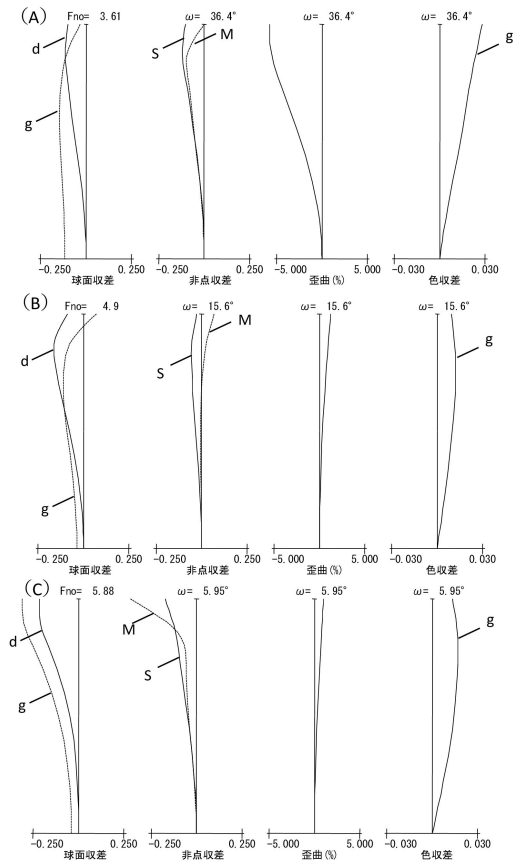
【図 1】



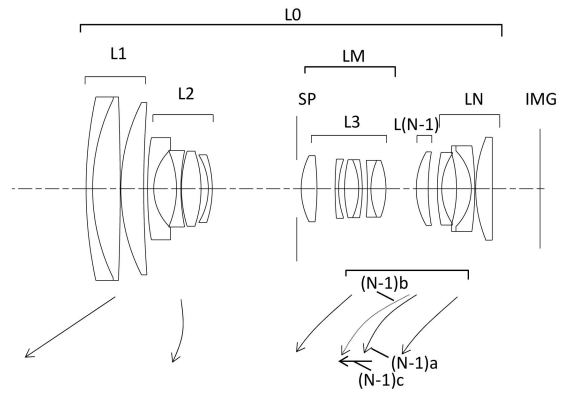
【図 2】



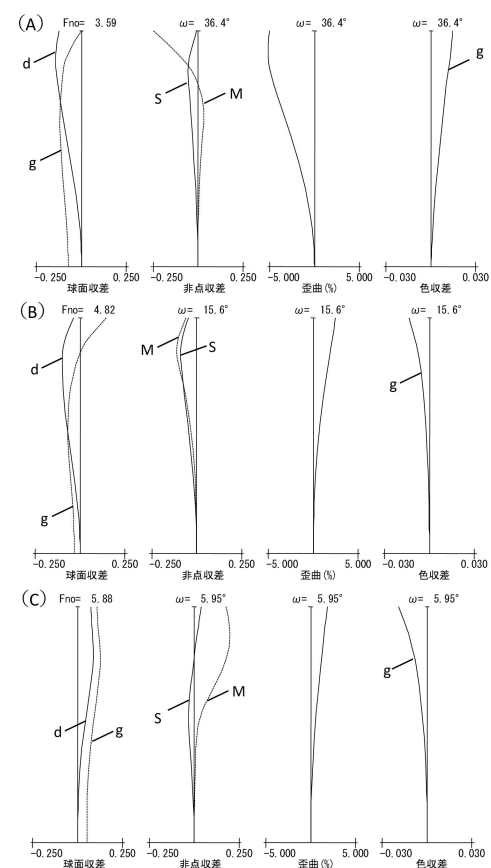
【図 3】



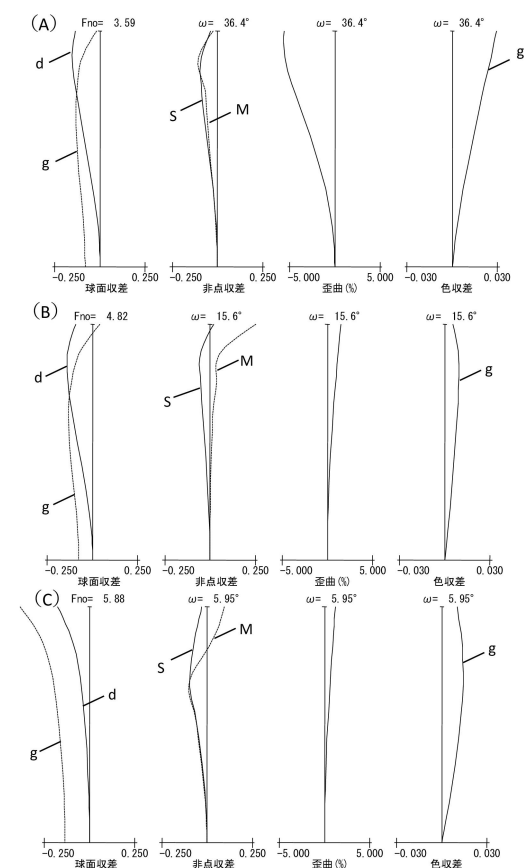
【図 4】



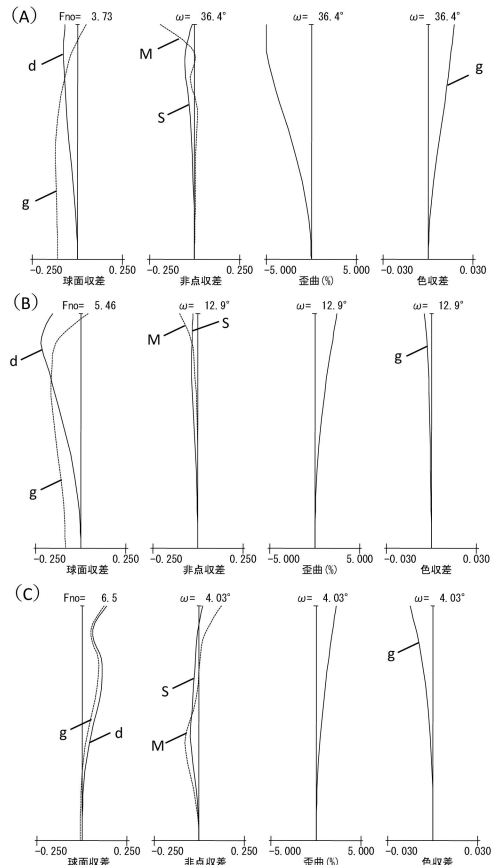
【図 5】



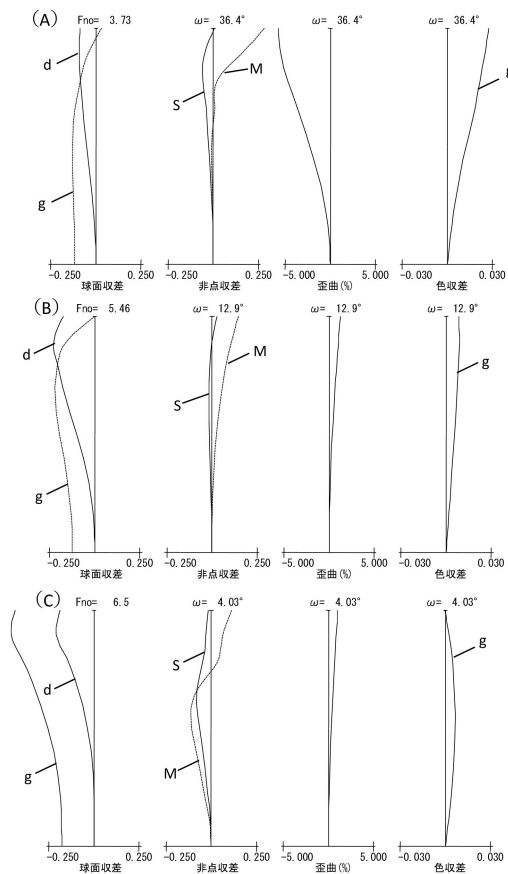
【図 6】



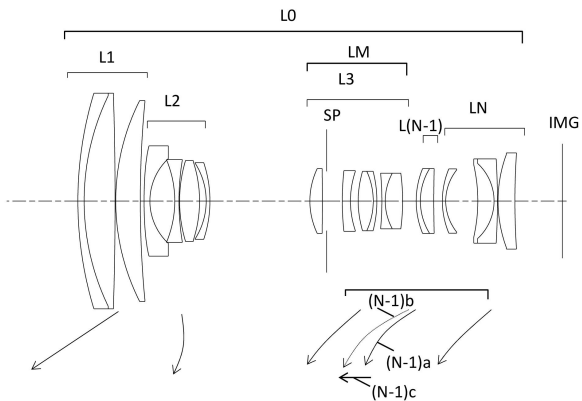
【図 1 1】



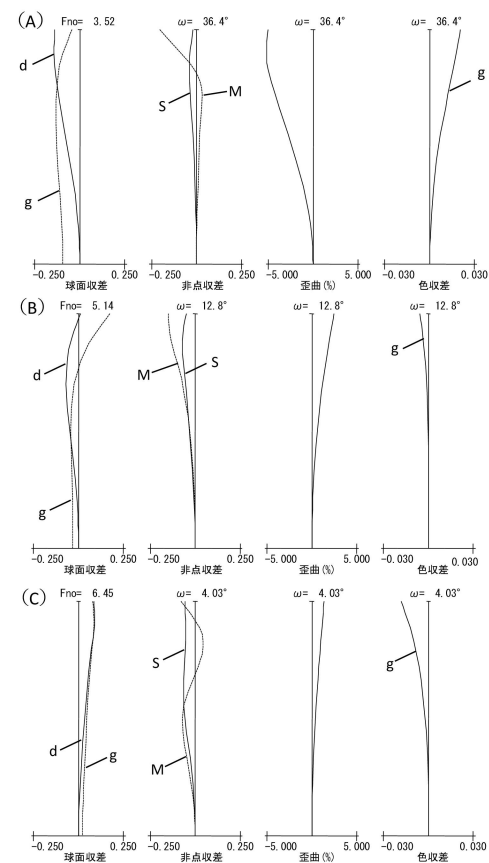
【図 1 2】



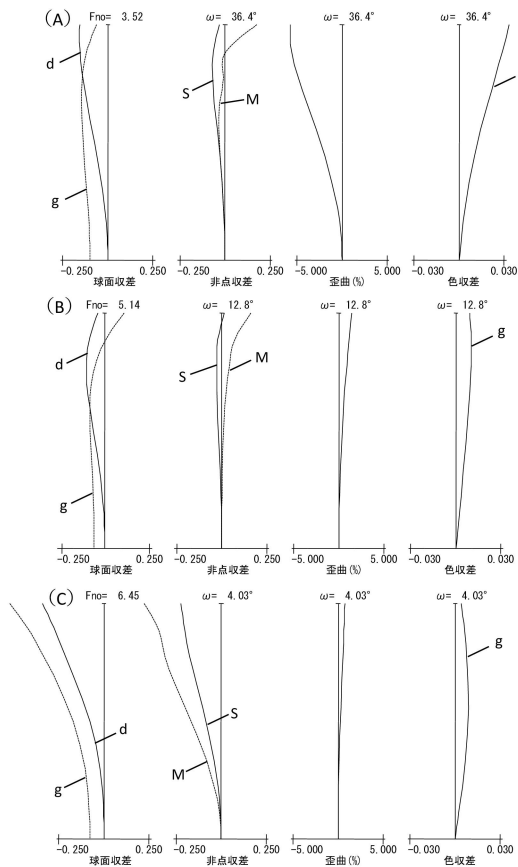
【図 1 3】



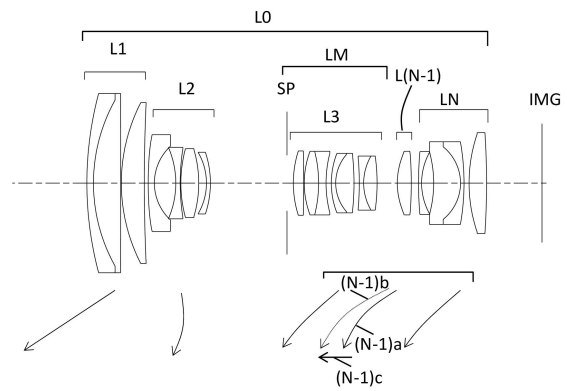
【図 1 4】



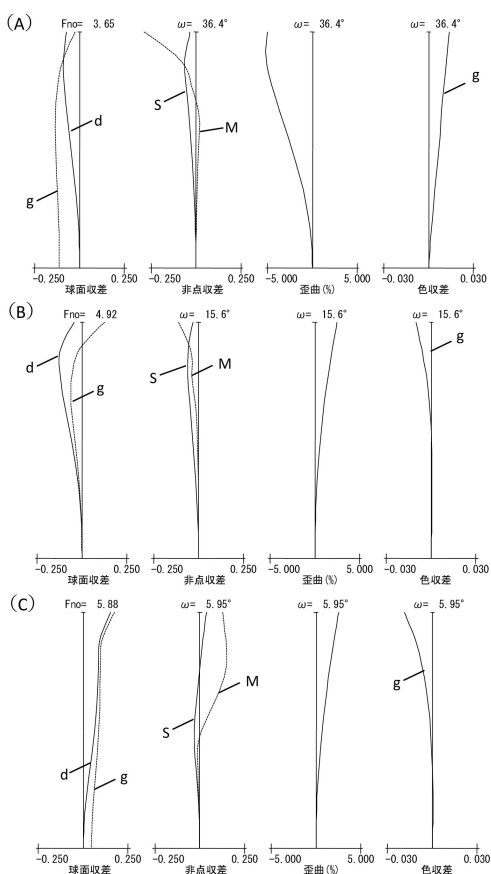
【図 15】



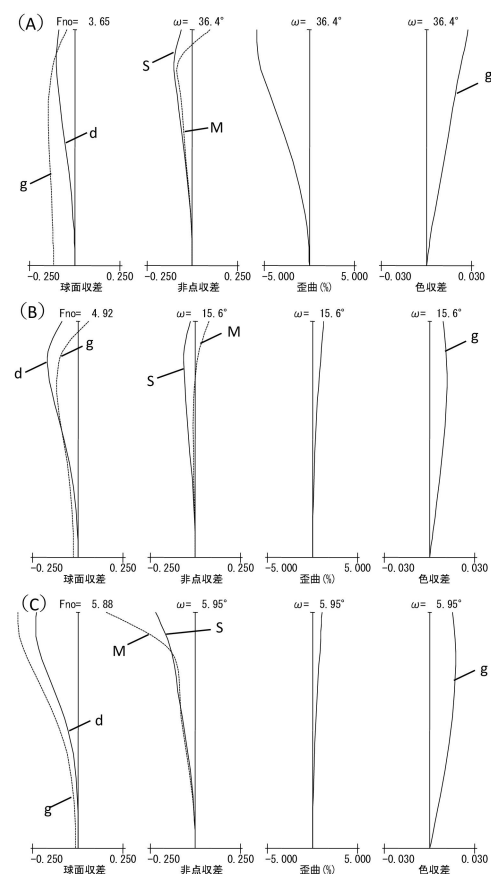
【図 16】



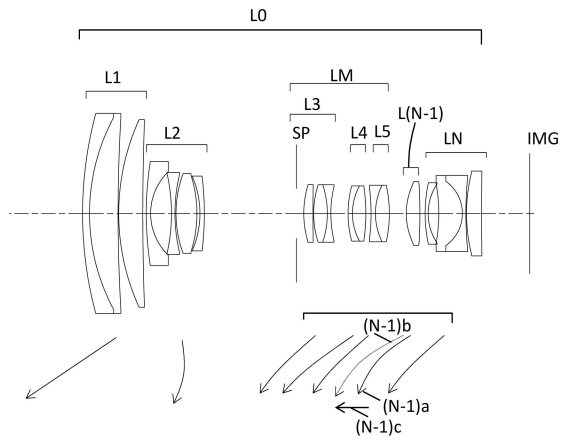
【図 17】



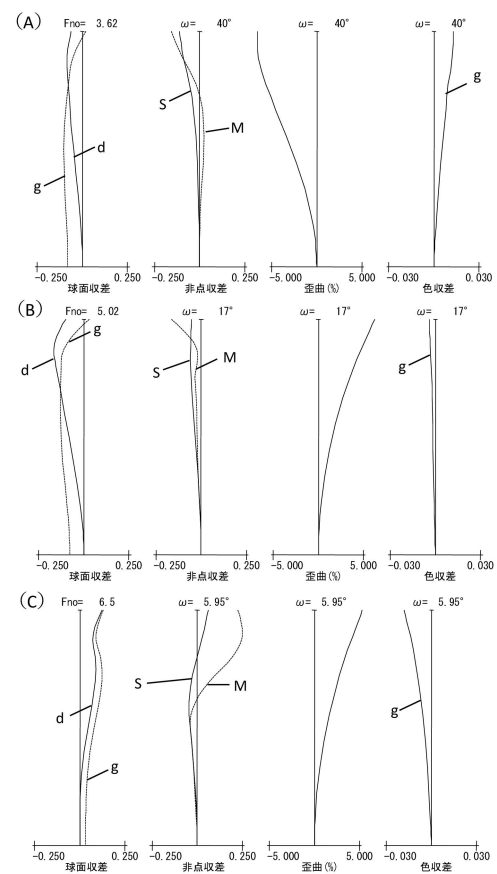
【図 18】



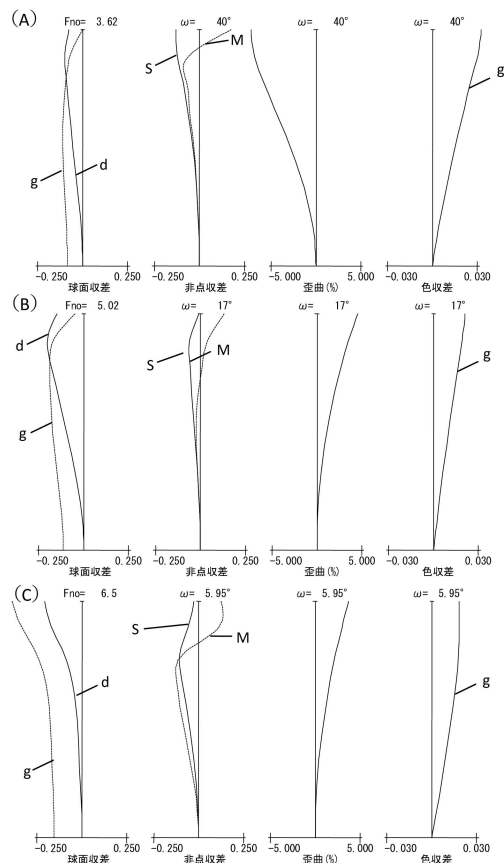
【図 19】



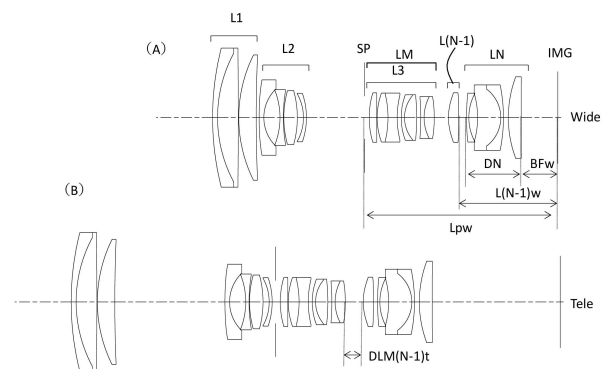
【図 20】



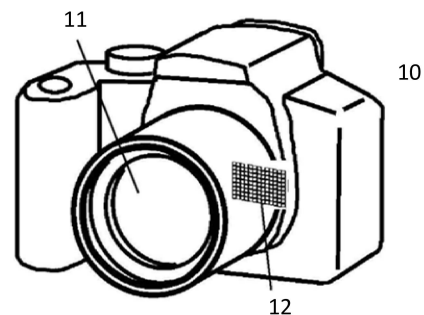
【図 21】



【図 22】



【図 23】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 0 7 - 3 0 6 3 6 3 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 0 3 7 1 0 5 (J P , A)
特開平 0 8 - 1 2 2 6 4 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

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