

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2011-69889
(P2011-69889A)

(43) 公開日 平成23年4月7日(2011. 4. 7)

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

GO2B 15/20 (2006.01) GO2B 15/20 2H087

GO2B 13/18 (2006.01) GO2B 13/18

GO2B 15/163 (2006.01) GO2B 15/163

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2009-219120 (P2009-219120)	(71) 出願人	000004112
(22) 出願日	平成21年9月24日 (2009. 9. 24)		株式会社ニコン
			東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
		(74) 代理人	100092897
			弁理士 大西 正悟
		(72) 発明者	真杉 三郎
			東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
			式会社ニコン内
		Fターム(参考)	2H087 KA02 KA03 LA01 NA07 PA06
			PA07 PA19 PB08 PB09 QA02
			QA06 QA07 QA17 QA22 QA25
			QA32 QA37 QA39 QA41 QA42
			QA45 RA04 RA05 RA12 RA13
			RA36 RA42 RA43 RA44 SA14
			SA16 SA19 SA62 SA63 SA64
			SA74 SB03 SB04 SB15 SB23

(54) 【発明の名称】ズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法

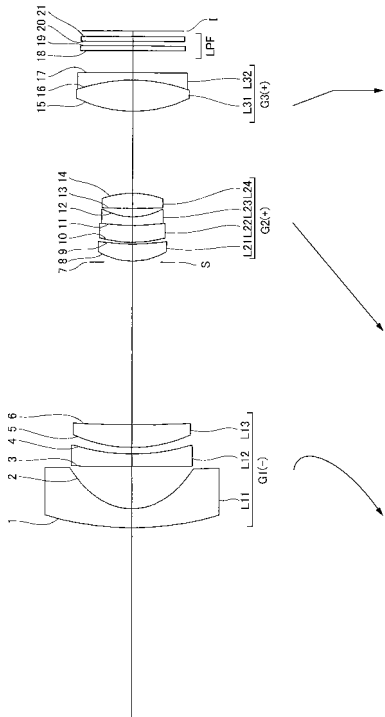
(57) 【要約】

【課題】 固体撮像素子等を用いたビデオカメラや電子スチルカメラ等に好適な、広画角で、高変倍で、高画質なズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法を提供する。

【解決手段】 光軸に沿って物体側から順に並んだ、負の屈折力を持つ第1レンズ群G1と、開口絞りSと、正の屈折力を持つ第2レンズ群G2と、正の屈折力を持つ第3レンズ群G3とを有し、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2は移動し、開口絞りSは第2レンズ群G2と共に移動し、第3レンズ群G3は、球面レンズで構成された接合レンズ1枚を有し、第1レンズ群G1の焦点距離をf1とし、第2レンズ群G2の焦点距離をf2としたとき、次式 $0.60 < (-f1)/f2 < 0.93$ の条件を満足する。

【選択図】 図1

(図1実施例)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光軸に沿って物体側から順に並んだ、負の屈折力を持つ第 1 レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力を持つ第 2 レンズ群と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群とを有し、
 広角端状態から望遠端状態へのズームングに際し、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群は移動し、前記開口絞りは前記第 2 レンズ群と共に移動し、
 前記第 3 レンズ群は、球面レンズで構成された接合レンズ 1 枚を有し、
 前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 としたとき、次式

$$0.60 < (-f_1) / f_2 < 0.93$$

10

の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

望遠端状態におけるレンズ系全体の合成焦点距離を f_t としたとき、次式

$$0.45 < (-f_1) / f_t < 0.72$$

の条件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 3 レンズ群の最も物体側のレンズ面の曲率半径を R_{31} とし、前記第 3 レンズ群の最も像側のレンズ面の曲率半径を R_{33} としたとき、次式

$$0.15 < (R_{33} + R_{31}) / (R_{33} - R_{31}) < 5.00$$

の条件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。

20

【請求項 4】

前記第 1 レンズ群の物体側から 2 番目の凹レンズの d 線に対する屈折率を n_{12} としたとき、次式

$$1.800 < n_{12} < 2.300$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第 1 レンズ群の物体側から 2 番目の凹レンズの d 線に対するアッペ数を 12 としたとき、次式

$$29.0 < 12 < 65.0$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

30

【請求項 6】

広角端状態におけるレンズ系全体の合成焦点距離を f_w としたとき、次式

$$1.70 < (-f_1) / f_w < 2.70$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 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 2 レンズ群は、少なくとも非球面を 2 枚有することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記第 2 レンズ群の最も像側に位置するレンズ面は、非球面であることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

40

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載のズームレンズを搭載することを特徴とする光学機器。

【請求項 10】

光軸に沿って物体側から順に並んだ、負の屈折力を持つ第 1 レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力を持つ第 2 レンズ群と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、

広角端状態から望遠端状態へのズームングに際し、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群は移動し、前記開口絞りは前記第 2 レンズ群と共に移動し、

前記第 3 レンズ群は、球面レンズで構成された接合レンズ 1 枚を有し、

50

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 としたとき、次式

$$0.60 < (-f_1) / f_2 < 0.93$$

の条件を満足するように、レンズ鏡筒内に各レンズを組み込み、動作確認を行うことを特徴とするズームレンズの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法に関する。

【背景技術】

10

【0002】

近年、デジタルカメラの撮影レンズとして用いるズームレンズでは、広角化、高変倍化が図られている（例えば、特許文献 1 を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2006 - 154172 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

しかしながら、従来のズームレンズでは、広角化、高変倍化が十分であるとは言えなかった。

【0005】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、固体撮像素子等を用いたビデオカメラや電子スチルカメラ等に好適な、広画角で、高変倍で、高画質なズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法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】

【0006】

このような目的を達成するため、本発明は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、負の屈折力を持つ第 1 レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力を持つ第 2 レンズ群と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群とを有し、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際し、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群は移動し、前記開口絞りは前記第 2 レンズ群と共に移動し、前記第 3 レンズ群は、球面レンズで構成された接合レンズ 1 枚を有し、前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 としたとき、次式 $0.60 < (-f_1) / f_2 < 0.93$ の条件を満足する。

30

【0007】

なお、望遠端状態におけるレンズ系全体の合成焦点距離を f_t としたとき、次式 $0.45 < (-f_1) / f_t < 0.72$ の条件を満足することが好ましい。

【0008】

また、前記第 3 レンズ群の最も物体側のレンズ面の曲率半径を R_{31} とし、前記第 3 レンズ群の最も像側のレンズ面の曲率半径を R_{33} としたとき、次式 $0.15 < (R_{33} + R_{31}) / (R_{33} - R_{31}) < 5.00$ の条件を満足することが好ましい。

40

【0009】

また、前記第 1 レンズ群の物体側から 2 番目の凹レンズの d 線に対する屈折率を n_{12} としたとき、次式 $1.800 < n_{12} < 2.300$ の条件を満足することが好ましい。

【0010】

また、前記第 1 レンズ群の物体側から 2 番目の凹レンズの d 線に対するアッペ数を 12 としたとき、次式 $29.0 < 12 < 65.0$ の条件を満足することが好ましい。

【0011】

50

また、広角端状態におけるレンズ系全体の合成焦点距離を f_w としたとき、次式 $1.70 < (-f_1) / f_w < 2.70$ の条件を満足することが好ましい。

【0012】

また、前記第2レンズ群は、少なくとも非球面を2枚有することが好ましい。

【0013】

また、前記第2レンズ群の最も像側に位置するレンズ面は、非球面であることが好ましい。

【0014】

また、本発明の光学機器（例えば、本実施形態におけるデジタルスチルカメラ1）は、上記いずれかのズームレンズを搭載する。

【0015】

また、本発明は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、負の屈折力を持つ第1レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力を持つ第2レンズ群と、正の屈折力を持つ第3レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群は移動し、前記開口絞りは前記第2レンズ群と共に移動し、前記第3レンズ群は、球面レンズで構成された接合レンズ1枚を有し、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 としたとき、次式 $0.60 < (-f_1) / f_2 < 0.93$ の条件を満足するように、レンズ鏡筒内に各レンズを組み込み、動作確認を行う。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、固体撮像素子等を用いたビデオカメラや電子スチルカメラ等に好適な、広画角で、高変倍で、高画質なズームレンズ、光学機器及びズームレンズの製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】第1実施例のレンズ構成図及びズーム軌跡を示す図である。

【図2】第1実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、(a)は広角端状態における無限遠合焦状態での諸収差図であり、(b)は中間焦点距離状態における無限遠合焦状態での諸収差図であり、(c)は望遠端状態における無限遠合焦状態での諸収差図である。

【図3】第2実施例のレンズ構成図及びズーム軌跡を示す図である。

【図4】第2実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、(a)は広角端状態における無限遠合焦状態での諸収差図であり、(b)は中間焦点距離状態における無限遠合焦状態での諸収差図であり、(c)は望遠端状態における無限遠合焦状態での諸収差図である。

【図5】第3実施例のレンズ構成図及びズーム軌跡を示す図である。

【図6】第3実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、(a)は広角端状態における無限遠合焦状態での諸収差図であり、(b)は中間焦点距離状態における無限遠合焦状態での諸収差図であり、(c)は望遠端状態における無限遠合焦状態での諸収差図である。

【図7】第4実施例のレンズ構成図及びズーム軌跡を示す図である。

【図8】第4実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、(a)は広角端状態における無限遠合焦状態での諸収差図であり、(b)は中間焦点距離状態における無限遠合焦状態での諸収差図であり、(c)は望遠端状態における無限遠合焦状態での諸収差図である。

【図9】第5実施例のレンズ構成図及びズーム軌跡を示す図である。

【図10】第5実施例に係るズームレンズの諸収差図であり、(a)は広角端状態における無限遠合焦状態での諸収差図であり、(b)は中間焦点距離状態における無限遠合焦状態での諸収差図であり、(c)は望遠端状態における無限遠合焦状態での諸収差図である。

【図11】(a)はデジタルスチルカメラの正面図であり、(b)はデジタルスチルカメラの背面図である。

【図12】本実施形態に係るズームレンズの製造方法を説明するためのフローチャートで

10

20

30

40

50

ある。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本実施形態について説明する。本実施形態に係るズームレンズは、光軸に沿って物体側から順に並んだ、負の屈折力を持つ第1レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力を持つ第2レンズ群と、正の屈折力を持つ第3レンズ群とを有し、広角端状態から望遠端状態へのズームングに際し、第1レンズ群と第2レンズ群は移動し、開口絞りは第2レンズ群と共に移動し、第3レンズ群は、球面レンズで構成された接合レンズ1枚を有する。

【0019】

このように複数のレンズ群を有することで、高変倍比の光学系を容易に構成することができる。また、第3レンズ群を接合レンズ1枚で構成することによって、変倍時の色収差の変動を低減することが可能となる。さらに、この接合レンズを球面レンズで構成することにより、レンズ加工及び組立調整が容易になり、加工及び組立調整の誤差による光学性能の劣化を防げるので好ましい。また、像面がずれた場合でも描写性能の劣化が少ないので好ましい。

【0020】

そして、本実施形態に係るズームレンズは、第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、第2レンズ群の焦点距離を f_2 としたとき、以下の条件式(1)を満足する。

【0021】

$$0.60 < (-f_1) / f_2 < 0.93 \quad \dots (1)$$

【0022】

上記条件式(1)は、第2レンズ群の焦点距離に対する、第1レンズ群との焦点距離の適切な比率を規定するものである。この条件式(1)の下限値を下回ると、コマ収差の補正が困難になる。また、条件式(1)の上限値を上回ると、コマ収差や非点収差の補正が困難になる。さらに、光学系全体が大きくなってしまいうため、小型化の観点からも好ましくない。

【0023】

なお、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(1)の上限値を0.90とすることが好ましい。また、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(1)の下限値を0.70とすることが好ましい。

【0024】

また、本実施形態に係るズームレンズは、第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、望遠端状態におけるレンズ系全体の合成焦点距離を f_t としたとき、以下の条件式(2)を満足することが好ましい。

【0025】

$$0.45 < (-f_1) / f_t < 0.72 \quad \dots (2)$$

【0026】

上記条件式(2)は、望遠端状態におけるレンズ系全体の焦点距離に対する、第1レンズ群の焦点距離の適切な比率を規定するものである。この条件式(2)の下限値を下回ると、色収差やコマ収差の補正が困難になる。また、条件式(2)の上限値を上回ると、コマ収差の補正が困難になる。

【0027】

なお、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(2)の上限値を0.67とすることが好ましい。また、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(2)の下限値を0.58とすることが好ましい。

【0028】

また、本実施形態に係るズームレンズは、第3レンズ群の最も物側のレンズ面の曲率半径を R_{31} とし、第3レンズ群の最も像側のレンズ面の曲率半径を R_{33} としたとき、以下の条件式(3)を満足することが好ましい。

【0029】

10

20

30

40

50

$$0.15 < (R33 + R31) / (R33 - R31) < 5.00 \quad \dots (3)$$

【0030】

上記条件式(3)は、第3レンズ群を構成する接合レンズの形状を規定するものである。この条件式(3)が下限値を下回ると、変倍時の色収差やコマ収差の変動が大きくなる。また、条件式(3)が上限値を上回ると、歪曲収差の補正が困難になる。

【0031】

なお、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(3)の上限値を2.00とすることが好ましい。また、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(3)の下限値を0.40とすることが好ましい。

【0032】

また、本実施形態に係るズームレンズは、第1レンズ群の物体側から2番目の凹レンズのd線(波長587.6nm)に対する屈折率を n_{12} としたとき、以下の条件式(4)を満足することが好ましい。

【0033】

$$1.800 < n_{12} < 2.300 \quad \dots (4)$$

【0034】

上記条件式(4)は、第1レンズ群の物体側から2番目の凹レンズの屈折率の適切な範囲を規定するものである。この条件式(4)の下限値を下回ると、コマ収差の補正が困難になる。また、条件式(4)の上限値を上回るガラス材料は、現時点では存在しない。

【0035】

なお、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(4)の上限値を2.10とすることが好ましい。また、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(4)の下限値を1.820とすることが好ましい。

【0036】

また、本実施形態に係るズームレンズは、第1レンズ群の物体側から2番目の凹レンズのd線(波長587.6nm)に対するアッペ数を γ_{12} としたとき、以下の条件式(5)を満足することが好ましい。

【0037】

$$29.0 < \gamma_{12} < 65.0 \quad \dots (5)$$

【0038】

上記条件式(5)は、第1レンズ群の物体側から2番目の凹レンズのアッペ数の適切な範囲を規定するものである。この条件式(5)の下限値を下回ると、軸上色収差の補正が困難になる。また、条件式(5)の上限値を上回ると、倍率色収差の補正が困難になる。

【0039】

なお、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(5)の上限値を55.0とすることが好ましい。また、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(5)の下限値を33.0とすることが好ましい。

【0040】

また、本実施形態に係るズームレンズは、第1レンズ群の焦点距離を f_1 としたとき、以下の条件式(6)の条件を満足することが好ましい。

【0041】

$$1.70 < (-f_1) / f_w < 2.70 \quad \dots (6)$$

【0042】

上記条件式(6)は、広角端状態におけるレンズ系全体の焦点距離に対する、第1レンズ群の焦点距離の適切な比率を規定するものである。この条件式(6)の下限値を下回ると、色収差やコマ収差の補正が困難になる。また、条件式(6)の上限値を上回ると、コマ収差や非点収差の補正が困難になる。

【0043】

なお、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(6)の上限値を2.50とすることが好ましい。また、本実施形態の効果を確実なものとするために、条件式(6)

10

20

30

40

50

) の下限値を 1.85 とすることが好ましい。

【0044】

また、本実施形態に係るズームレンズにおいて、第2レンズ群は、少なくとも非球面を2枚有することが好ましい。この構成により、コマ収差の悪化を防ぐことができる。

【0045】

また、本実施形態に係るズームレンズにおいて、第2レンズ群の最も像側に位置するレンズ面は、非球面であることが好ましい。この構成により、コマ収差の悪化を防ぐことができる。

【0046】

図11に、撮影レンズZLとして上記ズームレンズを備えたデジタルスチルカメラ1（光学機器）を示す。このデジタルスチルカメラ1は、不図示の電源釦を押すと、撮影レンズZLの不図示のシャッタが開放されて、撮影レンズZLで被写体（物体）からの光が集光され、像面I（図1参照）に配置された（例えば、CCDやCMOS等からなる）撮像素子に結像される。撮像素子に結像された被写体像は、デジタルスチルカメラ1の背後に配置された液晶モニター2に表示される。撮影者は、液晶モニター2を見ながら被写体像の構図を決めた後、リリース釦3を押し下げて被写体像を撮像素子で撮影し、不図示のメモリーに記録保存する。

【0047】

なお、このカメラ1には、被写体が暗い場合に補助光を発光する補助光発光部4、撮影レンズZLを広角端状態（W）から望遠端状態（T）にズームングする際のワイド（W）-テレ（T）ボタン5、及び、デジタルスチルカメラ1の種々の条件設定等に使用するファンクションボタン6等が配置されている。

【0048】

続いて、図12を参照しながら、上記構成のズームレンズの製造方法について説明する。まず、鏡筒内に各レンズ（図1ではレンズL11～L32及びローパスフィルタLPF）を組み込む（ステップS1）。各レンズを鏡筒内に組み込む際、光軸に沿った順にレンズを1つずつ鏡筒内に組み込んでよく、一部または全てのレンズを保持部材で一体保持してから鏡筒部材と組み立ててもよい。次に、鏡筒内に各レンズが組み込まれた後、鏡筒内に各レンズが組み込まれた状態で物体の像が形成されるか、すなわち各レンズの中心が揃っているかを確認する（ステップS2）。続いて、ズームレンズの各種動作を確認する（ステップS3）。各種動作の一例としては、広角端状態から望遠端状態への変倍を行う変倍動作、遠距離物体から近距離物体への合焦を行うレンズが光軸方向に沿って移動する合焦動作などが挙げられる。なお、各種動作の確認順番は任意である。

【実施例】

【0049】

以下、本実施形態に係る各実施例について、図面に基づいて説明する。以下に、表1～表5を示すが、これらは第1実施例～第5実施例における各諸元の表である。[レンズデータ]においては、面番号は光線の進行する方向に沿った物体側からのレンズ面の順序を、 r は各レンズ面の曲率半径を、 d は各光学面から次の光学面（又は像面）までの光軸上の距離である面間隔を、 n_d は d 線（波長587.6nm）に対する屈折率を、 d は d 線に対するアッペ数を示す。また、レンズ面が非球面である場合には、面番号に*印を付し、曲率半径 r の欄には近軸曲率半径を示す。なお、曲率半径の「0.0000」は平面又は開口を示す。また、空気の屈折率「1.00000」は省略する。

【0050】

[非球面データ]には、[レンズデータ]に示した非球面について、その形状を次式（a）で示す。すなわち、光軸に垂直な方向の高さを y とし、非球面の頂点における接平面から高さ y における非球面上の位置までの光軸に沿った距離（サグ量）を $S(y)$ とし、基準球面の曲率半径（近軸曲率半径）を r とし、円錐係数を k とし、 n 次の非球面係数を C_n としたとき、以下の式（a）で示している。なお、各実施例において、2次の非球面係数 C_2 は0であり、その記載を省略している。また、 $E \cdot 10^{-n}$ は、 $\times 10^{-n}$ を表す。例えば

、 $1.234\text{E}-05 = 1.234 \times 10^{-5}$ である。

【0051】

$$S(y) = (y^2/r) / \{1 + (1 - \dots \cdot y^2/r^2)^{1/2}\} \\ + C4 \times y^4 + C6 \times y^6 + C8 \times y^8 + C10 \times y^{10} \dots (a)$$

【0052】

[可変間隔データ]において、広角端状態、中間焦点距離状態及び望遠端状態の各状態における、 d_i (但し、 i は整数)は第 i 面と第 $(i+1)$ 面の可変間隔を示す。[各群焦点距離]において、各群の初面及び焦点距離を示す。[条件式]において、上記の条件式(1)～(6)に対応する値を示す。

【0053】

なお、表中において、焦点距離 f 、曲率半径 r 、面間隔 d 、その他の長さの単位は、一般に「mm」が使われている。但し、光学系は、比例拡大又は比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、単位は「mm」に限定されることなく、他の適当な単位を用いることが可能である。

【0054】

以上の表の説明は、全ての実施例において適用されるものである。

【0055】

(第1実施例)

第1実施例について、図1、図2及び表1を用いて説明する。図1は、第1実施例のレンズ構成図及びズーム軌跡を示したものである。図1に示すように、第1実施例に係るレンズ系は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、負の屈折力を持つ第1レンズ群 G_1 と、正の屈折力を持つ第2レンズ群 G_2 と、正の屈折力を持つ第3レンズ群 G_3 とを有する。

【0056】

第1レンズ群 G_1 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた2枚の凹メニスカスレンズ L_{11} 、 L_{12} と、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ L_{13} とから構成される。

【0057】

第2レンズ群 G_2 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ L_{21} と、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ L_{22} と物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズ L_{23} との接合レンズと、両凸形状の凸レンズ L_{24} とから構成される。

【0058】

第3レンズ群 G_3 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の凸レンズ L_{31} と像面側に凸面を向けた凹メニスカスレンズ L_{32} との接合レンズから構成される。

【0059】

なお、第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 との間には、光量を調節するための開口絞り S が配置されている。

【0060】

また、第3レンズ群 G_3 と像面 I との間には、像面 I に配設されるCCD等の固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルタLPFが配置されている。

【0061】

本実施例のズームレンズは、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、第1レンズ群 G_1 、第2レンズ群 G_2 及び第3レンズ群 G_3 が移動する。また、開口絞り S は第2レンズ群 G_2 と共に移動する。

【0062】

以下の表1に、第1実施例における各諸元の表を示す。なお、表1における面番号1～21は、図1に示す面1～21に対応している。なお、第1実施例では、第2面、第10面及び第14面が非球面形状に形成されている。

【0063】

10

20

30

40

50

(表1)

[レンズデータ]

面番号	r	d	n d	d	
1	32.4359	2.0	1.76802	49.23	
* 2	5.8278	4.5			
3	506.9991	1.3	1.83400	37.17	
4	20.3948	0.7			
5	15.0456	2.4	1.84666	23.78	
6	100.4482	(D6)			
7	0.0000	0.1	(開口絞り)		10
8	6.9268	1.8	1.61800	63.38	
9	21.0107	0.2			
* 10	11.703	1.8	1.69350	53.18	
11	22.9271	0.9	1.75520	27.52	
12	6.4040	0.9			
13	69.2516	1.6	1.49589	82.24	
* 14	-9.8940	(D14)			
15	13.4696	3.3	1.60300	65.47	
16	-17.9388	0.8	1.84666	23.78	
17	-953.1526	(D17)			20
18	0.0000	0.5	1.51633	64.14	
19	0.0000	0.5			
20	0.0000	0.5	1.51633	64.14	
21	0.0000	0.6			

[非球面データ]

第2面				
=	0.15			
C 4	=	1.5903E-04		
C 6	=	6.2916E-07		30
C 8	=	2.9804E-08		
C 10	=	-9.4209E-11		

第10面				
=	1.00			
C 4	=	-4.3230E-04		
C 6	=	-3.9119E-06		
C 8	=	0.0000E+00		
C 10	=	0.0000E+00		40

第14面				
=	1.00			
C 4	=	-9.9563E-05		
C 6	=	-1.1189E-06		
C 8	=	0.0000E+00		
C 10	=	0.0000E+00		

[可変間隔データ]

	広角端	中間焦点距離	望遠端	
f	5.30	9.96	18.73	50

D 6	17.25	6.78	0.79
D 14	8.73	17.03	30.77
D 17	2.30	1.55	1.55
空気換算BF	4.06	3.31	3.31
空気換算全長	52.34	49.41	57.17

[各群焦点距離]

	群初面	群焦点距離
第 1 レンズ群	1	-11.50
第 2 レンズ群	8	14.13
第 3 レンズ群	15	30.09

10

[条件式]

条件式 (1)	$(- f_1) / f_2 = 0.81$
条件式 (2)	$(- f_1) / f_t = 0.61$
条件式 (3)	$(R_{33} + R_{31}) / (R_{33} - R_{31}) = 0.97$
条件式 (4)	$n_{12} = 1.8340$
条件式 (5)	$1_2 = 37.2$
条件式 (6)	$(- f_1) / f_w = 2.17$

20

【 0 0 6 4 】

表 1 に示す諸元の表から、本実施例に係るズームレンズでは、上記条件式 (1) ~ (6) を全て満たすことが分かる。

【 0 0 6 5 】

図 2 は、第 1 実施例の諸収差図 (球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差及びコマ収差) であり、(a) は広角端状態における無限遠合焦状態での諸収差図であり、(b) は中間焦点距離状態における無限遠合焦状態での諸収差であり、(c) は望遠端状態における無限遠合焦状態での諸収差である。各収差図において、FNO は F ナンバーを、A は画角を示す。なお、球面収差図において、実線は球面収差を、破線は正弦条件を示す。また、非点収差図において、実線はサジタル像面を示し、破線はメリジオナル像面を示す。また、コマ収差図においては、メリジオナルコマを示す。また、d は d 線 (波長 587.6nm)、g は g 線 (波長 435.8nm) に対する諸収差を、記載のないものは d 線に対する諸収差をそれぞれ示す。以上の収差図の説明は、他の実施例においても同様とし、その説明を省略する。

30

【 0 0 6 6 】

各収差図から明らかなように、第 1 実施例では、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有することが分かる。

【 0 0 6 7 】

(第 2 実施例)

第 2 実施例について、図 3、図 4 及び表 2 を用いて説明する。図 3 は、第 2 実施例のレンズ構成図及びズーム軌跡を示したものである。図 3 に示すように、第 2 実施例に係るレンズ系は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、負の屈折力を持つ第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を持つ第 2 レンズ群 G 2 と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群 G 3 とを有する。

40

【 0 0 6 8 】

第 1 レンズ群 G 1 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズ L 1 1 と、両凹レンズ L 1 2 と、両凸形状の凸レンズ L 1 3 とから構成される。

【 0 0 6 9 】

第 2 レンズ群 G 2 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ L 2 1 と、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ L 2 2 と物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズ L 2 3 との接合レンズと、両凸形状の凸レンズ L 2 4 とか

50

ら構成される。

【 0 0 7 0 】

第 3 レンズ群 G 3 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の凸レンズ L 3 1 と像面側に凸面を向けた凹メニスカスレンズ L 3 2 との接合レンズから構成される。

【 0 0 7 1 】

なお、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間には、光量を調節するための開口絞り S が配置されている。

【 0 0 7 2 】

また、第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間には、像面 I に配設される C C D 等の固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルタ L P F が配置されている。

10

【 0 0 7 3 】

本実施例のズームレンズは、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、第 1 レンズ群 G 1、第 2 レンズ群 G 2 及び第 3 レンズ群 G 3 が移動する。また、開口絞り S は第 2 レンズ群 G 2 と共に移動する。

【 0 0 7 4 】

以下の表 2 に、第 2 実施例における各諸元の表を示す。なお、表 2 における面番号 1 ~ 2 1 は、図 3 に示す面 1 ~ 2 1 に対応している。なお、第 2 実施例では、第 2 面、第 8 面及び第 9 面が非球面形状に形成されている。

【 0 0 7 5 】

20

(表 2)

[レンズデータ]

面番号	r	d	n d	d
1	32.1966	1.6	1.80139	45.46
* 2	5.3601	5.1		
3	-34.3917	1.1	1.90265	35.71
4	64.9979	0.5		
5	20.4083	1.8	1.84666	23.78
6	-237.8085	(D6)		
7	0.0000	0.1	(開口絞り)	
* 8	6.2133	1.7	1.59201	67.05
* 9	33.0469	0.1		
10	12.0035	1.8	1.72916	54.66
11	42.924	0.9	1.80384	33.89
12	5.4641	0.9		
13	19.9685	1.6	1.49782	82.56
14	-12.1899	(D14)		
15	14.4382	3.3	1.618	63.38
16	-13.8037	0.8	1.86074	23.06
17	-110.0291	(D17)		
18	0.0000	0.5	1.51633	64.14
19	0.0000	0.5		
20	0.0000	0.5	1.51633	64.14
21	0.0000	0.6		

30

40

[非球面データ]

第 2 面

= 0.15

C 4 = 1.9910E-04

C 6 = 1.3929E-06

50

C 8 = 3.1173E-08
C 10 = 1.6552E-10

第 8 面

= 0.74
C 4 = -1.1798E-04
C 6 = -1.6035E-06
C 8 = 0.0000E+00
C 10 = 0.0000E+00

10

第 9 面

= 1.00
C 4 = 1.4311E-04
C 6 = -1.2251E-06
C 8 = 0.0000E+00
C 10 = 0.0000E+00

[可変間隔データ]

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	5.08	9.30	17.30
D 6	16.39	6.59	0.89
D 14	7.36	14.70	27.14
D 17	2.32	1.65	1.24
空気換算BF	4.07	3.41	3.00
空気換算全長	49.53	46.40	52.73

20

[各群焦点距離]

	群初面	群焦点距離
第 1 レンズ群	1	-11.13
第 2 レンズ群	8	13.39
第 3 レンズ群	15	29.58

30

[条件式]

条件式 (1) $(- f_1) / f_2 = 0.83$
 条件式 (2) $(- f_1) / f_t = 0.64$
 条件式 (3) $(R_{33} + R_{31}) / (R_{33} - R_{31}) = 0.77$
 条件式 (4) $n_{12} = 1.9027$
 条件式 (5) $1_2 = 35.7$
 条件式 (6) $(- f_1) / f_w = 2.19$

40

【 0 0 7 6 】

表 2 に示す諸元の表から、本実施例に係るズームレンズでは、上記条件式 (1) ~ (6) を全て満たすことが分かる。

【 0 0 7 7 】

図 4 は、第 2 実施例の諸収差図 (球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差及びコマ収差) であり、(a) は広角端状態における無限遠合焦状態での諸収差図であり、(b) は中間焦点距離状態における無限遠合焦状態での諸収差であり、(c) は望遠端状態における無限遠合焦状態での諸収差である。各収差図から明らかなように、第 2 実施例では、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有することが分かる。

【 0 0 7 8 】

50

(第3実施例)

第3実施例について、図5、図6及び表3を用いて説明する。図5は、第3実施例のレンズ構成図及びズーム軌跡を示したものである。図5に示すように、第3実施例に係るレンズ系は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、負の屈折力を持つ第1レンズ群G1と、正の屈折力を持つ第2レンズ群G2と、正の屈折力を持つ第3レンズ群G3とを有する。

【0079】

第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた2枚の凹メニスカスレンズL11、L12と、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズL13とから構成される。

【0080】

第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズL21と、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズL22と物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズL23との接合レンズと、両凸形状の凸レンズL24とから構成される。

【0081】

第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の凸レンズL31と両凹レンズL32との接合レンズから構成される。

【0082】

なお、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間には、光量を調節するための開口絞りSが配置されている。

【0083】

また、第3レンズ群G3と像面Iとの間には、像面Iに配設されるCCD等の固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルタLPFが配置されている。

【0084】

本実施例のズームレンズは、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3が移動する。また、開口絞りSは第2レンズ群G2と共に移動する。

【0085】

以下の表3に、第3実施例における各諸元の表を示す。なお、表3における面番号1～21は、図5に示す面1～21に対応している。なお、第3実施例では、第2面、第10面及び第14面が非球面形状に形成されている。

【0086】

(表3)

[レンズデータ]

面番号	r	d	n d	d
1	34.2527	2.0	1.80139	45.46
* 2	6.1327	4.3		
3	63.5113	1.2	1.88300	40.8
4	17.5737	0.5		
5	13.6765	2.1	1.84666	23.78
6	67.7280	(D6)		
7	0.0000	0.1	(開口絞り)	
8	6.0315	1.5	1.64000	60.09
9	16.2232	0.2		
* 10	8.7852	1.2	1.80139	45.46
11	20.8083	0.8	1.74077	27.79
12	4.9449	1.1		
13	87.3663	1.3	1.49782	82.56
* 14	-10.2767	(D14)		

10

20

30

40

50

15	12.6665	3.3	1.61800	63.38
16	-16.9392	0.8	1.84666	23.78
17	220.0172	(D17)		
18	0.0000	0.5	1.51633	64.14
19	0.0000	0.5		
20	0.0000	0.5	1.51633	64.14
21	0.0000	0.6		

[非球面データ]

第2面

	=	0.12
C 4	=	1.5629E-04
C 6	=	5.9866E-07
C 8	=	2.0048E-08
C 10	=	-4.8191E-11

10

第10面

	=	-0.42
C 4	=	-2.1797E-04
C 6	=	-8.6870E-06
C 8	=	0.0000E+00
C 10	=	0.0000E+00

20

第14面

	=	1.00
C 4	=	-1.8670E-04
C 6	=	-1.3723E-05
C 8	=	0.0000E+00
C 10	=	0.0000E+00

30

[可変間隔データ]

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	5.00	9.35	18.30
D 6	18.27	6.79	0.48
D 14	7.59	13.75	26.66
D 17	1.72	1.72	1.26
空気換算BF	3.48	3.48	3.02
空気換算全長	49.69	44.37	50.50

[各群焦点距離]

	群初面	群焦点距離
第1レンズ群	1	-12.14
第2レンズ群	8	13.20
第3レンズ群	15	30.09

40

[条件式]

条件式(1)	$(-f_1) / f_2 = 0.92$
条件式(2)	$(-f_1) / f_t = 0.66$
条件式(3)	$(R_{33} + R_{31}) / (R_{33} - R_{31}) = 1.12$
条件式(4)	$n_{12} = 1.8830$

50

条件式 (5) $\frac{1}{2} = 40.8$

条件式 (6) $(-f_1) / f_w = 2.43$

【 0 0 8 7 】

表 3 に示す諸元の表から、本実施例に係るズームレンズでは、上記条件式 (1) ~ (6) を全て満たすことが分かる。

【 0 0 8 8 】

図 6 は、第 3 実施例の諸収差図 (球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差及びコマ収差) であり、(a) は広角端状態における無限遠合焦状態での諸収差図であり、(b) は中間焦点距離状態における無限遠合焦状態での諸収差であり、(c) は望遠端状態における無限遠合焦状態での諸収差である。各収差図から明らかなように、第 3 実施例では、
10 広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有することが分かる。

【 0 0 8 9 】

(第 4 実施例)

第 4 実施例について、図 7、図 8 及び表 4 を用いて説明する。図 7 は、第 4 実施例のレンズ構成図及びズーム軌跡を示したものである。図 7 に示すように、第 4 実施例に係るレンズ系は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、負の屈折力を持つ第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を持つ第 2 レンズ群 G 2 と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群 G 3 とを有する。

【 0 0 9 0 】

第 1 レンズ群 G 1 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた 2 枚の凹メニスカスレンズ L 1 1 , L 1 2 と、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ L 1 3 とから構成される。
20

【 0 0 9 1 】

第 2 レンズ群 G 2 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ L 2 1 と、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ L 2 2 と物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズ L 2 3 との接合レンズと、両凸形状の凸レンズ L 2 4 とから構成される。

【 0 0 9 2 】

第 3 レンズ群 G 3 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズ L 3 1 と物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ L 3 2 との接合レンズ
30 から構成される。

【 0 0 9 3 】

なお、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間には、光量を調節するための開口絞り S が配置されている。

【 0 0 9 4 】

また、第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間には、像面 I に配設される CCD 等の固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルタ L P F が配置されている。

【 0 0 9 5 】

本実施例のズームレンズは、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、第 1
40 レンズ群 G 1 及び第 2 レンズ群 G 2 は移動し、開口絞りは第 2 レンズ群 G 2 と共に移動する。また、ズーミングに際して、第 3 レンズ群 G 3 は固定である。

【 0 0 9 6 】

以下の表 4 に、第 4 実施例における各諸元の表を示す。なお、表 4 における面番号 1 ~ 2 1 は、図 7 に示す面 1 ~ 2 1 に対応している。なお、第 4 実施例では、第 2 面、第 9 面及び第 1 4 面が非球面形状に形成されている。

【 0 0 9 7 】

(表 4)

[レンズデータ]

面番号	r	d	n d	d
-----	---	---	-----	---

1	30.7572	2.0	1.76802	49.23	
* 2	5.8501	4.3			
3	53.5149	1.3	1.83400	37.17	
4	13.2469	0.7			
5	11.9171	2.4	1.84666	23.78	
6	44.7002	(D6)			
7	0.0000	0.1	(開口絞り)		
8	7.4888	1.8	1.61800	63.38	
* 9	23.2420	0.2			
10	18.0656	1.8	1.69350	53.18	10
11	27.772	0.9	1.75520	27.52	
12	8.1070	0.9			
13	168.1139	1.6	1.49589	82.24	
* 14	-8.7901	(D14)			
15	11.1164	0.8	1.80518	25.43	
16	6.8262	4.0	1.61800	63.38	
17	56.8935	(D17)			
18	0.0000	0.5	1.51633	64.14	
19	0.0000	0.5			
20	0.0000	0.5	1.51633	64.14	20
21	0.0000	0.6			

[非球面データ]

第 2 面

$$= 0.17$$

$$C 4 = 1.5438E-04$$

$$C 6 = 8.5975E-07$$

$$C 8 = 2.2343E-08$$

$$C 10 = 1.4787E-10$$

30

第 9 面

$$= 5.80$$

$$C 4 = 4.0546E-04$$

$$C 6 = 1.6161E-06$$

$$C 8 = 0.0000E+00$$

$$C 10 = 0.0000E+00$$

第14面

$$= 1.00$$

$$C 4 = -7.1813E-05$$

$$C 6 = -1.0023E-06$$

$$C 8 = 0.0000E+00$$

$$C 10 = 0.0000E+00$$

40

[可変間隔データ]

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	5.30	9.92	18.55
D 6	18.76	8.04	2.30
D 14	12.13	20.73	36.82
D 17	1.31	1.31	1.31

50

空気換算BF	3.07	3.07	3.07
空気換算全長	56.75	54.63	65.00

[各群焦点距離]

	群初面	群焦点距離
第 1 レンズ群	1	-10.90
第 2 レンズ群	8	15.08
第 3 レンズ群	15	27.32

[条件式]

条件式 (1)	$(- f 1) / f 2 = 0.72$
条件式 (2)	$(- f 1) / f t = 0.59$
条件式 (3)	$(R 3 3 + R 3 1) / (R 3 3 - R 3 1) = 1.49$
条件式 (4)	$n 1 2 = 1.8340$
条件式 (5)	$1 2 = 37.2$
条件式 (6)	$(- f 1) / f w = 2.06$

10

【 0 0 9 8 】

表 4 に示す諸元の表から、本実施例に係るズームレンズでは、上記条件式 (1) ~ (6) を全て満たすことが分かる。

【 0 0 9 9 】

20

図 8 は、第 4 実施例の諸収差図 (球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差及びコマ収差) であり、(a) は広角端状態における無限遠合焦状態での諸収差図であり、(b) は中間焦点距離状態における無限遠合焦状態での諸収差であり、(c) は望遠端状態における無限遠合焦状態での諸収差である。各収差図から明らかなように、第 4 実施例では、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有することが分かる。

【 0 1 0 0 】

(第 5 実施例)

第 5 実施例について、図 9、図 10 及び表 5 を用いて説明する。図 9 は、第 5 実施例のレンズ構成図及びズーム軌跡を示したものである。図 9 に示すように、第 5 実施例に係るレンズ系は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、負の屈折力を持つ第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を持つ第 2 レンズ群 G 2 と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群 G 3 とを有する。

30

【 0 1 0 1 】

第 1 レンズ群 G 1 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズ L 1 1 と、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ L 1 2 とから構成される。

【 0 1 0 2 】

第 2 レンズ群 G 2 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ L 2 1 と、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズ L 2 2 と物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズ L 2 3 との接合レンズと、両凸形状の凸レンズ L 2 4 とから構成される。

40

【 0 1 0 3 】

第 3 レンズ群 G 3 は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凸形状の凸レンズ L 3 1 と両凹レンズ L 3 2 との接合レンズから構成される。

【 0 1 0 4 】

なお、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間には、光量を調節するための開口絞り S が配置されている。

【 0 1 0 5 】

また、第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間には、像面 I に配設される CCD 等の固体撮像

50

素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルタ L P F が配置されている。

【 0 1 0 6 】

本実施例のズームレンズは、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際して、第 1 レンズ群 G 1、第 2 レンズ群 G 2 及び第 3 レンズ群 G 3 が移動する。また、開口絞り S は第 2 レンズ群 G 2 と共に移動する。

【 0 1 0 7 】

以下の表 5 に、第 5 実施例における各諸元の表を示す。なお、表 5 における面番号 1 ~ 1 9 は、図 9 に示す面 1 ~ 1 9 に対応している。なお、第 5 実施例では、第 2 面、第 8 面及び第 1 2 面が非球面形状に形成されている。

10

【 0 1 0 8 】

(表 5)

[レンズデータ]

面番号	r	d	n d	d
1	78.5982	1.8	1.6935	53.18
* 2	4.4534	5.0		
3	11.1548	1.7	1.92286	20.88
4	15.7514	(D4)		
5	0.0000	0.1	(開口絞り)	
6	6.4565	1.6	1.75500	52.29
7	44.4279	0.2		
* 8	72.4618	1.6	1.80139	45.46
9	154.3417	0.8	1.75520	27.52
10	6.5954	0.5		
11	42.1347	1.4	1.49589	82.24
* 12	-6.9616	(D12)		
13	10.2314	2.9	1.60300	65.47
14	-14.5330	0.9	1.84666	23.78
15	177.4281	(D15)		
16	0.0000	0.5	1.51633	64.14
17	0.0000	0.3		
18	0.0000	0.5	1.51633	64.14
19	0.0000	0.6		

20

30

[非球面データ]

第 2 面

$$= 0.07$$

$$C 4 = 2.0292E-04$$

$$C 6 = -5.0742E-06$$

$$C 8 = 2.6416E-07$$

$$C 10 = -4.0884E-09$$

40

第 8 面

$$= 1.00$$

$$C 4 = -7.3661E-04$$

$$C 6 = 9.9318E-06$$

$$C 8 = 0.0000E+00$$

$$C 10 = 0.0000E+00$$

第12面

50

$= 1.00$
 $C4 = -2.2550E-04$
 $C6 = 1.4402E-05$
 $C8 = 0.0000E+00$
 $C10 = 0.0000E+00$

[可変間隔データ]

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	4.43	8.32	15.64
D 6	13.94	5.19	0.20
D 14	8.18	15.11	26.59
D 17	1.28	0.65	0.65
空気換算BF	2.84	2.21	2.21
空気換算全長	43.47	41.02	47.50

10

[各群焦点距離]

	群初面	群焦点距離
第 1 レンズ群	1	-9.60
第 2 レンズ群	6	11.80
第 3 レンズ群	13	25.13

20

[条件式]

条件式 (1) $(-f_1) / f_2 = 0.81$
 条件式 (2) $(-f_1) / f_t = 0.61$
 条件式 (3) $(R_{33} + R_{31}) / (R_{33} - R_{31}) = 1.12$
 条件式 (6) $(-f_1) / f_w = 2.17$

【 0 1 0 9 】

表 5 に示す諸元の表から、本実施例に係るズームレンズでは、上記条件式 (1) ~ (3) , (6) を満たすことが分かる。

【 0 1 1 0 】

図 10 は、第 5 実施例の諸収差図 (球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差及びコマ収差) であり、(a) は広角端状態における無限遠合焦状態での諸収差図であり、(b) は中間焦点距離状態における無限遠合焦状態での諸収差であり、(c) は望遠端状態における無限遠合焦状態での諸収差である。各収差図から明らかなように、第 5 実施例では、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有することが分かる。

30

【 0 1 1 1 】

なお、上述の実施形態において、以下に記載の内容は、光学性能を損なわない範囲で適宜採用可能である。

【 0 1 1 2 】

上記実施例では、3 群構成を示したが、4 群、5 群等の他の群構成にも適用可能である。また、最も物体側にレンズまたはレンズ群を追加した構成や、最も像側にレンズまたはレンズ群を追加した構成でも構わない。また、レンズ群とは、変倍時に変化する空気間隔で分離された、少なくとも 1 枚のレンズを有する部分を言う。

40

【 0 1 1 3 】

また、本実施形態においては、単独または複数のレンズ群、または部分レンズ群を光軸方向に移動させて、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う合焦レンズ群としてもよい。この合焦レンズ群は、オートフォーカスにも適用でき、オートフォーカス用の (超音波モーター等を用いた) モーター駆動にも適している。特に、第 3 レンズ群を合焦レンズ群とするのが好ましい。

50

【0114】

また、本実施形態において、レンズ群または部分レンズ群を光軸に垂直な方向に振動させ、または光軸を含む面内方向に回転移動（揺動）させて、手ブレによって生じる像ブレを補正する防振レンズ群としてもよい。特に、第2レンズ群の少なくとも一部を防振レンズ群とするのが好ましい。

【0115】

また、本実施形態において、レンズ面は、球面または平面で形成されても、非球面で形成されても構わない。レンズ面が球面または平面の場合、レンズ加工及び組立調整が容易になり、加工及び組立調整の誤差による光学性能の劣化を防げるので好ましい。また、像面がずれた場合でも描写性能の劣化が少ないので好ましい。また、レンズ面が非球面の場合、非球面は、研削加工による非球面、ガラスを型で非球面形状に形成したガラスモールド非球面、ガラスの表面に樹脂を非球面形状に形成した複合型非球面のいずれの非球面でも構わない。なお、本実施形態では、非球面を3面以上用いるのが好ましい。また、レンズ面は回折面としてもよく、レンズを屈折率分布型レンズ（GRINレンズ）あるいはプラスチックレンズとしてもよい。

10

【0116】

また、本実施形態において、開口絞りは第2レンズ群近傍に配置されるのが好ましいが、開口絞りとしての部材を設けずにレンズ枠でその役割を代用してもよい。

【0117】

また、本実施形態において、各レンズ面には、フレアやゴーストを軽減して高コントラストの高い光学性能を達成するために、広い波長域で高い透過率を有する反射防止膜を施してもよい。

20

【0118】

また、本実施形態のズームレンズ（変倍光学系）は、変倍比が3～5程度である。

【0119】

また、本実施形態のズームレンズ（変倍光学系）は、第1レンズ群が、正レンズ成分を1つと負レンズ成分を2つ有するか、又は、正レンズ成分を1つと負レンズ成分を1つ有するのが好ましい。また、第2レンズ群が、正レンズ成分を2つと、負レンズ成分を1つ有するのが好ましい。また、第3レンズ群が、正レンズ成分を1つ有するのが好ましい。

【0120】

30

以上のように、本発明を分かりやすくするため、実施形態の構成要件を付して説明したが、本発明がこれに限定されるものではないことは言うまでもない。

【符号の説明】

【0121】

G1 第1レンズ群

G2 第2レンズ群

G3 第3レンズ群

S 開口絞り

I 像面

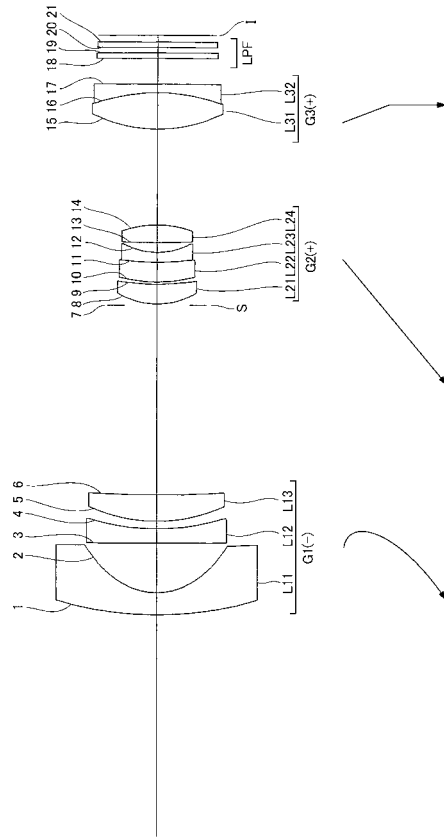
LPF ローパスフィルタ

40

1 デジタルスチルカメラ（光学機器）

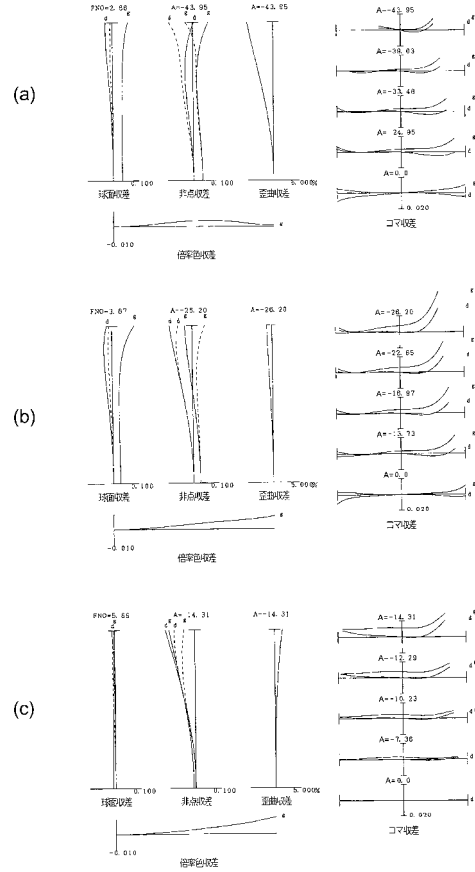
ZL 撮影レンズ（ズームレンズ）

【図 1】

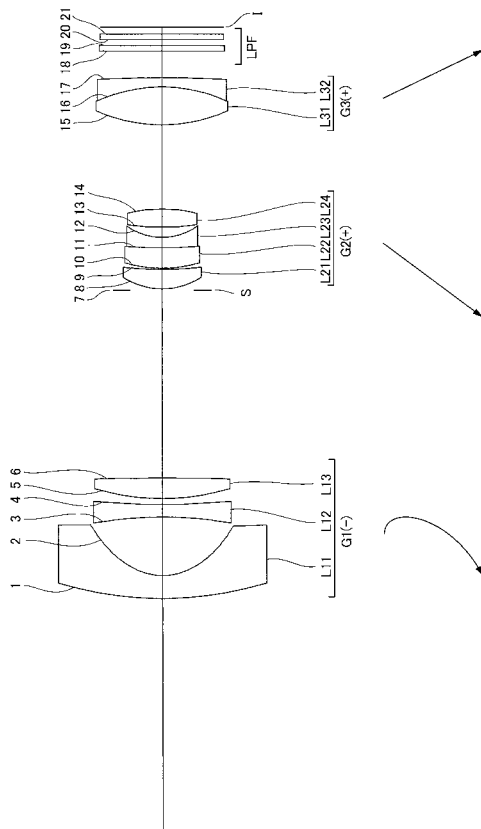


(第1実施例)

【図 2】

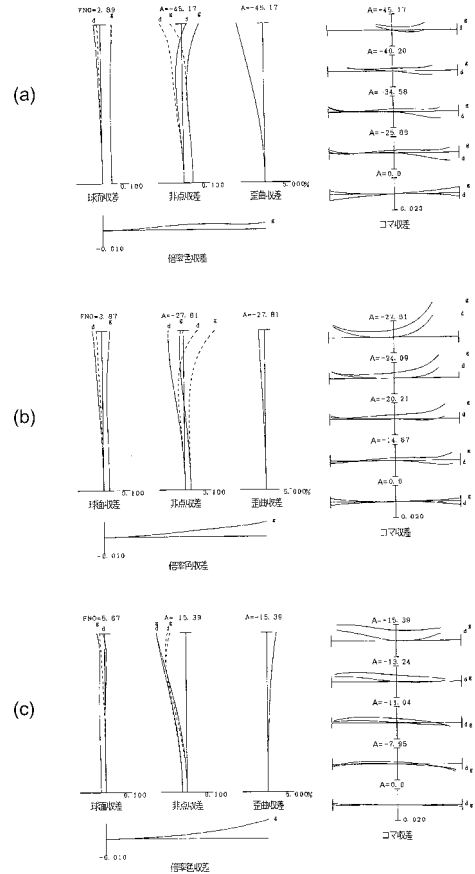


【図 3】



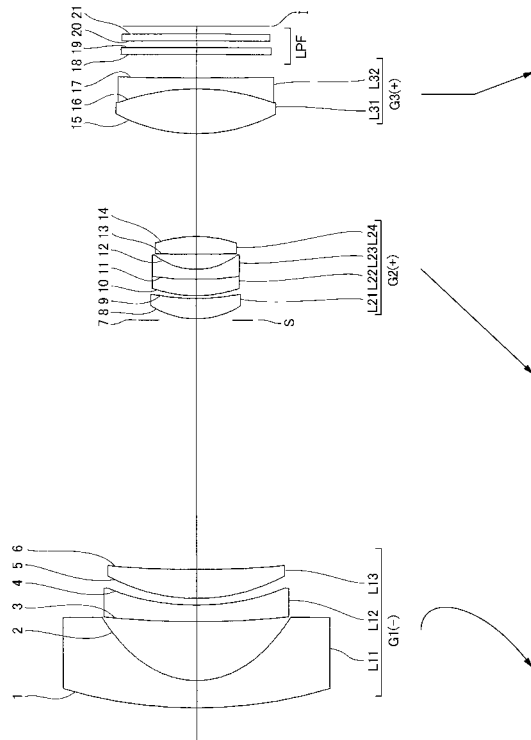
(第2実施例)

【図 4】



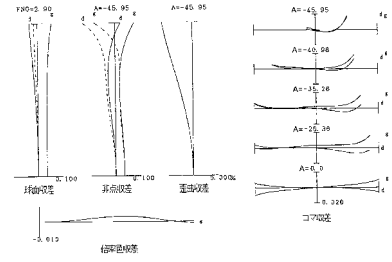
【図 5】

(第3実施例)

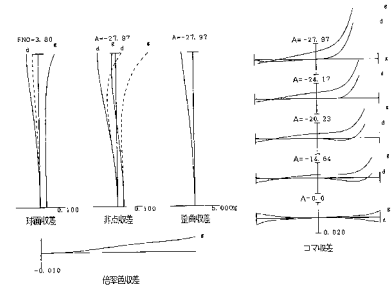


【図 6】

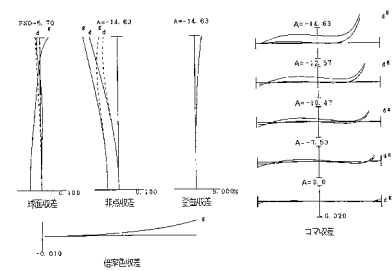
(a)



(b)

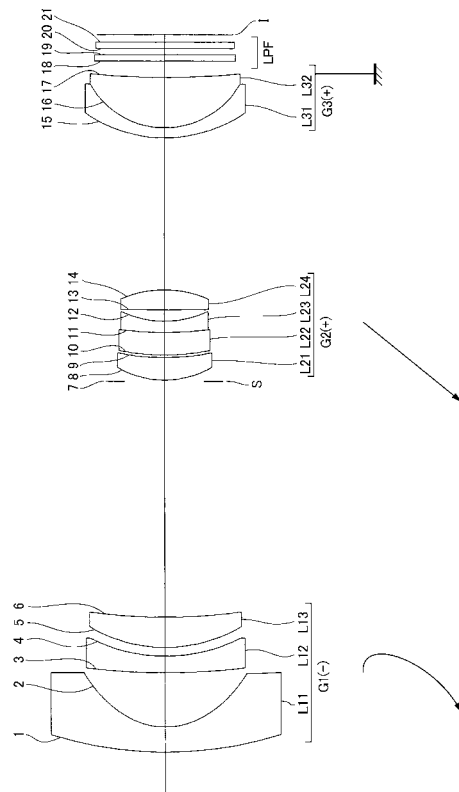


(c)



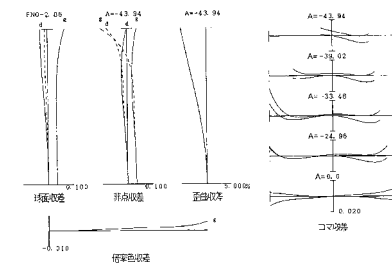
【図 7】

(第4実施例)

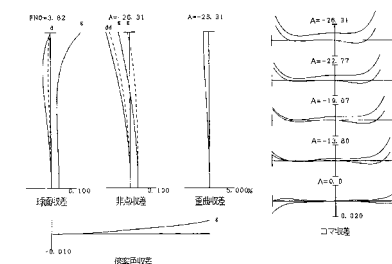


【図 8】

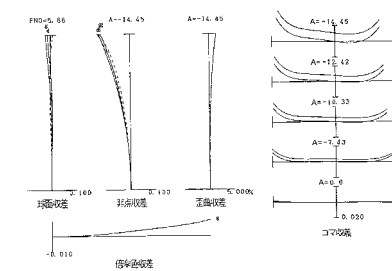
(a)



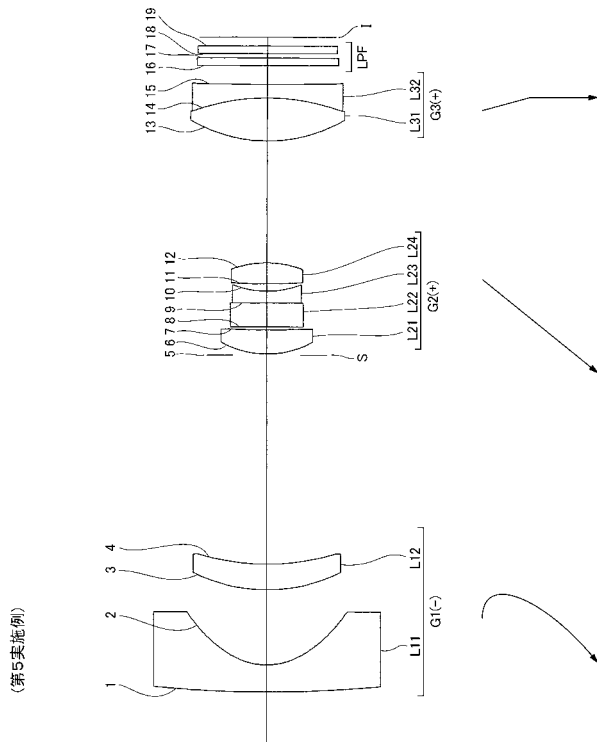
(b)



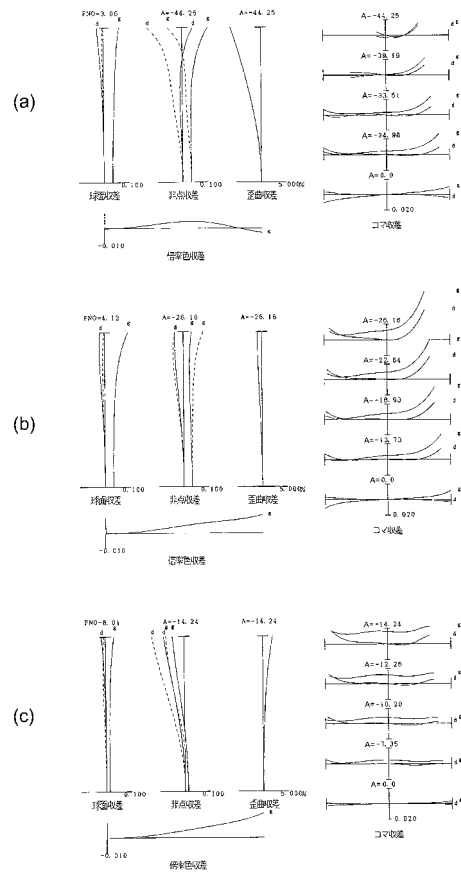
(c)



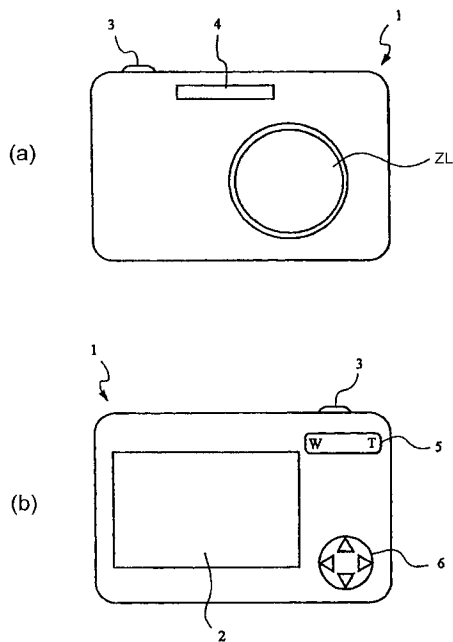
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【図 12】

