

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5333625号
(P5333625)

(45) 発行日 平成25年11月6日(2013.11.6)

(24) 登録日 平成25年8月9日(2013.8.9)

(51) Int.Cl. F 1
G O 2 B 15/20 (2006.01) G O 2 B 15/20
G O 3 B 5/00 (2006.01) G O 3 B 5/00 J

請求項の数 7 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2012-90649 (P2012-90649)	(73) 特許権者	000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
(22) 出願日	平成24年4月12日(2012.4.12)	(74) 代理人	100077919 弁理士 井上 義雄
(65) 公開番号	特開2013-8007 (P2013-8007A)	(74) 代理人	100153899 弁理士 相原 健一
(43) 公開日	平成25年1月10日(2013.1.10)	(74) 代理人	100172638 弁理士 伊藤 隆治
審査請求日	平成24年4月16日(2012.4.16)	(74) 代理人	100159363 弁理士 井上 淳子
(31) 優先権主張番号	特願2011-117459 (P2011-117459)	(72) 発明者	和田 充晃 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号 株式会社ニコン内
(32) 優先日	平成23年5月25日(2011.5.25)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ、光学装置、ズームレンズの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群とにより、実質的に3個のレンズ群からなり、

変倍に際して前記各レンズ群の間隔が変化し、

前記第3レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1部分群と、正の屈折力を有する第2部分群と、負の屈折力を有する第3部分群と、正の屈折力を有する第4部分群とを有し、

前記第1部分群が光軸方向に移動することで合焦動作を行い、

前記第3部分群が光軸に対して垂直な方向の成分を含むように移動することで像ブレを補正し、

以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.000 < (F_t \times F_w) / (F_3 \times X_3) < 13.500$$

ただし、

F_t : 望遠端状態における無限遠物体合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

F_w : 広角端状態における無限遠物体合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

F₃ : 前記第3レンズ群の焦点距離

X₃ : 前記第3レンズ群の最大移動量

【請求項2】

請求項1に記載のズームレンズにおいて、

以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.165 < F_3 / F_t < 0.250$$

ただし、

F_3 : 前記第3レンズ群の焦点距離

F_t : 望遠端状態における無限遠物体合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

【請求項3】

請求項1又は請求項2に記載のズームレンズにおいて、
以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.45 < F_1 / F_t < 0.70$$

ただし、

F_1 : 前記第1レンズ群の焦点距離

F_t : 望遠端状態における無限遠物体合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

【請求項4】

請求項1から請求項3のいずれか一項に記載のズームレンズにおいて、
前記第4部分群は、少なくとも1枚の正レンズ成分と少なくとも2枚の負レンズ成分とを有することを特徴とするズームレンズ。

【請求項5】

請求項1から請求項3のいずれか一項に記載のズームレンズにおいて、
前記第4部分群は、少なくとも2枚の正レンズ成分と少なくとも1枚の負レンズ成分とを有することを特徴とするズームレンズ。

【請求項6】

請求項1から請求項5のいずれか一項に記載のズームレンズを備えたことを特徴とする光学装置。

【請求項7】

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群とにより、実質的に3個のレンズ群からなるズームレンズの製造方法であって、

前記第3レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する第1部分群と、正の屈折力を有する第2部分群と、負の屈折力を有する第3部分群と、正の屈折力を有する第4部分群とを有するようにし、

変倍に際して前記各レンズ群の間隔が変化するようにし、

前記第1部分群が光軸方向に移動することで合焦動作を行うようにし、

前記第3部分群が光軸に対して垂直な方向の成分を含むように移動することで像ブレを補正するようにし、

以下の条件式を満足するようにすることを特徴とするズームレンズの製造方法。

$$0.000 < (F_t \times F_w) / (F_3 \times X_3) < 13.500$$

ただし、

F_t : 望遠端状態における無限遠物体合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

F_w : 広角端状態における無限遠物体合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

F_3 : 前記第3レンズ群の焦点距離

X_3 : 前記第3レンズ群の最大移動量

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズ、光学装置、ズームレンズの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、電子スチルカメラ等に用いられるズームレンズが提案されている（例えば、特許文献1を参照）。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-221092号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来のズームレンズは、合焦用のレンズと防振用のレンズが異なるレンズ群に位置しているため、各々の駆動機構を別個に配置しなければならず、レンズの小型化に不向きであるという問題があった。

そこで本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、合焦用のレンズと防振用のレンズを同一のレンズ群内に配置し、小型で高い結像性能を有するズームレンズ、これを有する光学装置、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】

【0005】

上記課題を解決するために本発明は、

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群とにより、実質的に3個のレンズ群からなり、

変倍に際して前記各レンズ群の間隔が変化し、

前記第3レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1部分群と、正の屈折力を有する第2部分群と、負の屈折力を有する第3部分群と、正の屈折力を有する第4部分群とを有し、

前記第1部分群が光軸方向に移動することで合焦動作を行い、

前記第3部分群が光軸に対して垂直な方向の成分を含むように移動することで像ブレを補正し、

以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズを提供する。

$$0.000 < (F_t \times F_w) / (F_3 \times X_3) < 13.500$$

ただし、

F_t ：望遠端状態における無限遠物体合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

F_w ：広角端状態における無限遠物体合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

F_3 ：前記第3レンズ群の焦点距離

X_3 ：前記第3レンズ群の最大移動量

【0006】

また本発明は、

前記ズームレンズを備えたことを特徴とする光学装置を提供する。

また本発明は、

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群とにより、実質的に3個のレンズ群からなるズームレンズの製造方法であって、

前記第3レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する第1部分群と、正の屈折力を有する第2部分群と、負の屈折力を有する第3部分群と、正の屈折力を有する第4部分群とを有するようにし、

変倍に際して前記各レンズ群の間隔が変化するようにし、

前記第1部分群が光軸方向に移動することで合焦動作を行うようにし、

前記第3部分群が光軸に対して垂直な方向の成分を含むように移動することで像ブレを補正するようにし、

以下の条件式を満足するようにすることを特徴とするズームレンズの製造方法を提供する。

$$0.000 < (F_t \times F_w) / (F_3 \times X_3) < 13.500$$

ただし、

F_t ：望遠端状態における無限遠物体合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

10

20

30

40

50

F_w : 広角端状態における無限遠物体合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

F_3 : 前記第3レンズ群の焦点距離

X_3 : 前記第3レンズ群の最大移動量

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、合焦用のレンズと防振用のレンズを同一のレンズ群内に配置し、小型で高い結像性能を有するズームレンズ、これを有する光学装置、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】

【0008】

【図1】本願の第1実施例に係るズームレンズの構成を示す断面図である。

【図2】(a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、本願の第1実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

【図3】(a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、本願の第1実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における近距離物体合焦時の諸収差図である。

【図4】(a)、及び(b)はそれぞれ、本願の第1実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に防振を行った際の横収差図である。

【図5】本願の第2実施例に係るズームレンズの構成を示す断面図である。

【図6】(a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、本願の第2実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

【図7】(a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、本願の第2実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における近距離物体合焦時の諸収差図である。

【図8】(a)、及び(b)はそれぞれ、本願の第2実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に防振を行った際の横収差図である。

【図9】本願の第3実施例に係るズームレンズの構成を示す断面図である。

【図10】(a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、本願の第3実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

【図11】(a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、本願の第3実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における近距離物体合焦時の諸収差図である。

【図12】(a)、及び(b)はそれぞれ、本願の第3実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に防振を行った際の横収差図である。

【図13】本願の第4実施例に係るズームレンズの構成を示す断面図である。

【図14】(a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、本願の第4実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

【図15】(a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、本願の第4実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における近距離物体合焦時の諸収差図である。

【図16】(a)、及び(b)はそれぞれ、本願の第4実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に防振を行った際の横収差図である。

【図17】(a)、及び(b)はそれぞれ、本願のズームレンズを備えた電子カメラの正面図、及び背面図である。

【図18】図17(a)のA-A'断面図である。

【図19】本願のズームレンズの製造方法の概略を示す図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本願のズームレンズ、光学装置、ズームレンズの製造方法について説明する。

本願のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群とを有し、変倍に際して前記各レンズ群の間隔が変化し、前記第3レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1部分群と、正の屈折力を有する第2部分群と、負の屈折力を有する第3部分群と、正の屈折力を有する第4部分群とを有し、前記第1部分群が光軸方向に移動することで合焦動作を行い、前記第3部分群が光軸に対して垂直な方向の成分を含むように移動することで像ブレを補正し、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする。

$$(1) \quad 0.000 < (F_t \times F_w) / (F_3 \times X_3) < 13.500$$

ただし、

F_t : 望遠端状態における無限遠物体合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

F_w : 広角端状態における無限遠物体合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

F_3 : 前記第3レンズ群の焦点距離

X_3 : 前記第3レンズ群の最大移動量

【0010】

上記のように本願のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群とを有し、変倍に際して前記各レンズ群の間隔が変化するように構成されている。この構成の下、第1レンズ群は第1集光レンズ群、第2レンズ群は変倍レンズ群、第3レンズ群は結像レンズ群として機能する。また、収差補正の点では、第1レンズ群及び第2レンズ群は、変倍に際して光線の入射高や入射角度が大きく変化するため、変倍時の球面収差や像面湾曲の変動に大きく寄与する。第3レンズ群は、変倍に際して光線の入射高や入射角度の変化が少ないため、変倍時の諸収差の変動への寄与が少ない。

【0011】

本願のズームレンズにおいて、第3レンズ群中には、光軸方向に長いスペースを確保することが可能である。これにより、第3レンズ群中、即ち一つのレンズ群中に合焦用のレンズと防振用のレンズを配置することができる。

また、第3レンズ群における第1部分群は合焦移動による収差変動が少ない。このため、上記のように第1部分群を光軸方向へ移動させることで合焦動作を行う構成としている。

また、第3レンズ群における第3部分群は外径が小さく、その外周に防振用の駆動機構を効率良く配置することに適している。このため、上記のように第3部分群を光軸に対して垂直な方向の成分を含むように移動させることで像ブレを補正、即ち防振を行う構成としている。

【0012】

また、本願のズームレンズは、上記条件式(1)を満足する構成としている。

条件式(1)は、ズームレンズ全系の望遠端状態における無限遠物体合焦時の焦点距離と広角端状態における無限遠物体合焦時の焦点距離との積と、第3レンズ群の焦点距離と第3レンズ群の最大移動量との積との比を規定するものである。なお、第3レンズ群の最大移動量とは、変倍に際して光軸方向へ移動する第3レンズ群の最大の移動量である。本願のズームレンズは、条件式(1)を満足することにより、合焦に際して球面収差等の諸収差を良好に補正することができる。

本願のズームレンズの条件式(1)の対応値が下限値を下回ると、第3レンズ群が倍率を稼ぐために変倍時に大きく移動することになる。このため、望遠端状態において球面収差を過剰に補正することになってしまうため好ましくない。なお、条件式(1)の下限値を4.000にすることにより、本願の効果をより確実なものとすることができる。また、条件式(1)の下限値を6.000にすることにより、本願の効果をさらに確実なものとする。また、条件式(1)の下限値を8.000にすることにより、本願

10

20

30

40

50

の効果をもさらに確実なものとする事ができる。

【0013】

一方、本願のズームレンズの条件式(1)の対応値が上限値を上回ると、第3レンズ群内の各部分群の屈折力が大きくなり、特に第2部分群の屈折力が大きくなる。このため、合焦による球面収差の変動が大きくなってしまふため好ましくない。なお、条件式(1)の上限値を13.000にすることにより、本願の効果をより確実なものとする事ができる。また、条件式(1)の上限値を12.500にすることにより、本願の効果をさらに確実なものとする事ができる。また、条件式(1)の上限値を12.000にすることにより、本願の効果をさらに確実なものとする事ができる。

以上の構成により、合焦用のレンズと防振用のレンズを同一のレンズ群内に配置し、小型で高い結像性能を有するズームレンズを実現することができる。

10

【0014】

また、本願のズームレンズは、第1レンズ群を光軸方向へ移動させたときの像面の移動量が小さい方が静音化に有利となる。また、第3レンズ群の屈折力が小さくなることによつて偏芯敏感度も低くなり、製造上有利となる。そこで、本願のズームレンズは、合焦による収差変動を抑え、合焦用のレンズを光軸方向へ移動させたときの像面の移動量を小さくするために、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

$$(2) \quad 0.165 < F3 / Ft < 0.250$$

ただし、

F3：前記第3レンズ群の焦点距離

20

Ft：望遠端状態における無限遠物体合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

【0015】

条件式(2)は、第3レンズ群の焦点距離と望遠端状態における無限遠物体合焦時のズームレンズ全系の焦点距離との比を規定するものである。本願のズームレンズは、条件式(2)を満足することにより、合焦に際して球面収差を良好に補正することができる。

本願のズームレンズの条件式(2)の対応値が下限値を下回ると、第3レンズ群内の各部分群の屈折力が大きくなり、特に第2部分群の屈折力が大きくなる。このため、合焦による球面収差の変動が大きくなってしまふため好ましくない。

一方、本願のズームレンズの条件式(2)の対応値が上限値を上回ると、第3レンズ群が倍率を稼ぐために変倍時に大きく移動することになる。このため、望遠端状態において球面収差を過剰に補正することになってしまうため好ましくない。

30

【0016】

また本願のズームレンズは、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

$$(3) \quad 0.45 < F1 / Ft < 0.70$$

ただし、

F1：前記第1レンズ群の焦点距離

Ft：望遠端状態における無限遠物体合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

【0017】

条件式(3)は、第1レンズ群の焦点距離と望遠端状態における無限遠物体合焦時のズームレンズ全系の焦点距離との比を規定するものである。本願のズームレンズは、条件式(3)を満足することにより、像面湾曲等の諸収差を良好に補正することができる。

40

本願のズームレンズの条件式(3)の対応値が下限値を下回ると、広角端状態から望遠端状態への変倍時の第1レンズ群の移動量が大きくなる。このため、第3レンズ群の倍率変化が大きくなり、特に防振時の像面湾曲等の諸収差に影響を及ぼしてしまふため好ましくない。

一方、本願のズームレンズの条件式(3)の対応値が上限値を上回ると、変倍時の第3レンズ群の移動量が大きくなり、像面湾曲等の諸収差が大きくなってしまふため好ましくない。

【0020】

また本願のズームレンズは、前記第4部分群が、少なくとも1枚の正レンズ成分と少な

50

くとも2枚の負レンズ成分とを有することが望ましい。この構成により、本願のズームレンズは、より良好な光学性能を実現することができる。

また本願のズームレンズは、前記第4部分群が、少なくとも2枚の正レンズ成分と少なくとも1枚の負レンズ成分とを有することが望ましい。この構成により、本願のズームレンズは、より良好な光学性能を実現することができる。

本願の光学装置は、上述した構成のズームレンズを備えたことを特徴とする。これにより、合焦用のレンズと防振用のレンズを同一のレンズ群内に配置し、小型で高い結像性能を有する光学装置を実現することができる。

【0021】

本願のズームレンズの製造方法は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第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、前記第3レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する第1部分群と、正の屈折力を有する第2部分群と、負の屈折力を有する第3部分群と、正の屈折力を有する第4部分群とを有するようにし、変倍に際して前記各レンズ群の間隔が変化するようにし、前記第1部分群が光軸方向に移動することで合焦動作を行うようにし、前記第3部分群が光軸に対して垂直な方向の成分を含むように移動することで像ブレを補正するようにし、以下の条件式(1)を満足するようにすることを特徴とする。これにより、合焦用のレンズと防振用のレンズを同一のレンズ群内に配置し、小型で高い結像性能を有するズームレンズを製造することができる。

$$(1) \quad 0.000 < (F_t \times F_w) / (F_3 \times X_3) < 13.500$$

ただし、

F_t : 望遠端状態における無限遠物体合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

F_w : 広角端状態における無限遠物体合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

F_3 : 前記第3レンズ群の焦点距離

X_3 : 前記第3レンズ群の最大移動量

【0022】

以下、本願の数値実施例に係るズームレンズを添付図面に基づいて説明する。

(第1実施例)

図1は本願の第1実施例に係るズームレンズの構成を示す断面図であり、広角端状態における無限遠物体合焦時の様子を示している。

本実施例に係るズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3とからなる。

第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL11と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と両凸形状の正レンズL13との接合レンズとからなる。

第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凹形状の負レンズL21と、両凹形状の負レンズL22と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL23との接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL24とからなる。

【0023】

第3レンズ群G3は、物体側から順に、開口絞りSと、正の屈折力を有する第1部分群B1と、正の屈折力を有する第2部分群B2と、負の屈折力を有する第3部分群B3と、正の屈折力を有する第4部分群B4とからなる。

第1部分群B1は、両凸形状の正レンズL31のみからなる。

第2部分群B2は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL32と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL33との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL34と、両凹形状の負レンズL35と両凸形状の正レンズL36との接合レンズとからなる。

第3部分群B3は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL37と両凹形状の負レンズL38との接合レンズのみからなる。

第4部分群B4は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL39と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL310と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL311とからなる。

なお、像面Iの近傍にはフィルタ群FLが配置されている。このフィルタ群FLは、物体側から順に、防塵ガラスと、光学的ローパスフィルタと、固体撮像素子のカバーガラスとからなる。

【0024】

本実施例に係るズームレンズは、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が変化し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が変化するように、第1レンズ群G1が物体側へ移動し、第2レンズ群G2が一旦像側へ移動した後で物体側へ移動し、第3レンズ群G3が物体側へ移動することで、広角端状態から望遠端状態への変倍を行う。

10

また本実施例に係るズームレンズは、第3レンズ群G3中の第1部分群B1が光軸方向へ移動することで、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う。

【0025】

また本実施例に係るズームレンズは、第3レンズ群G3中の第3部分群B3が光軸に対して垂直な方向の成分を含むように移動することで像ブレを補正する、即ち防振を行う。

ここで、レンズ全系の焦点距離が f 、防振係数（防振時の防振レンズ群の移動量に対する像面I上での像の移動量の比）が K であるレンズにおいて、角度 θ の回転ぶれを補正するためには、防振レンズ群を $(f \cdot \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交する方向へ移動させればよい。したがって、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態において防振係数が1.287、焦点距離が30.00007 (mm)であるため、 0.30° の回転ぶれを補正するための第3部分群B3の移動量は0.122 (mm)となる。また、望遠端状態においては防振係数が1.918、焦点距離が107.00069 (mm)であるため、 0.30° の回転ぶれを補正するための第3部分群B3の移動量は0.292 (mm)となる。

20

なお、本実施例に係るズームレンズの固体撮像素子の中心から対角への対角長は、8.5 mmである。

【0026】

以下の表1に、本実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

表1において、 f は焦点距離、FNOはFナンバー、SUM.Dはズームレンズの最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの長さ、T.L.はズームレンズの全長(最も物体側のレンズ面から像面Iまでの長さ)、Bfは最も像側のレンズ面から像面Iまでの長さをそれぞれ示す。また、Wは広角端状態、Mは中間焦点距離状態、Tは望遠端状態をそれぞれ示す。

30

[面データ]において、面番号は物体側から数えた光学面の順番、 r は曲率半径、 d は光軸上の面間隔、 n_d はd線(波長 $\lambda = 587.6 \text{ nm}$)に対する屈折率、 n_g はg線(波長 $\lambda = 435.8 \text{ nm}$)に対する屈折率、 n_C はC線(波長 $\lambda = 656.3 \text{ nm}$)に対する屈折率、 n_F はF線(波長 $\lambda = 486.1 \text{ nm}$)に対する屈折率をそれぞれ示している。また、物面は物体面、(S)は開口絞りS、像面は像面Iをそれぞれ示している。なお、曲率半径 $r = \infty$ は平面を示し、空気の屈折率1.000000は記載を省略している。

40

ここで、表1に掲載されている焦点距離 f や曲率半径 r 、及びその他長さの単位は一般に「mm」が使われる。しかしながら光学系は、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ため、これに限られるものではない。なお、以上に述べた表1の符号は、後述する各実施例の表においても同様に用いるものとする。

【0027】

(表1)第1実施例

[面データ]

面番号	r	d	n_d	n_g	n_C	n_F
物面						
1)	54.41704	2.30000	1.516800	1.526700	1.514320	1.522380

50

2)	342.62842	0.10000					
3)	49.86783	1.10000	1.795040	1.831540	1.787030	1.814740	
4)	29.95421	3.80000	1.497820	1.505260	1.495980	1.502010	
5)	-207.88291	(d5)					
6)	-73.16056	1.00000	1.487490	1.495930	1.485350	1.492270	
7)	27.55570	2.10000					
8)	-67.04858	1.00000	1.795000	1.817120	1.789740	1.807290	
9)	17.77528	2.30000	1.846660	1.894190	1.836490	1.872100	
10)	2247.19750	1.00000					10
11)	-23.40360	1.00000	1.658440	1.674690	1.654550	1.667490	
12)	-125.17500	(d12)					
13) (S)		(d13)					
14)	66.27637	2.60000	1.487490	1.495930	1.485350	1.492270	
15)	-29.47900	(d15)					
16)	27.79036	3.70000	1.497820	1.505260	1.495980	1.502010	
17)	-21.03415	1.00000	1.850260	1.884500	1.842600	1.868880	
18)	-116.85644	0.10000					
19)	18.42576	2.80000	1.618000	1.630100	1.615040	1.624790	20
20)	399.05207	2.06863					
21)	-49.18829	1.00000	1.850260	1.884500	1.842600	1.868880	
22)	19.62577	3.30000	1.592700	1.614540	1.587790	1.604580	
23)	-24.63603	5.68926					
24)	-4591.93900	1.70000	1.846660	1.894190	1.836490	1.872100	
25)	-15.74005	0.95000	1.806100	1.831150	1.800250	1.819940	
26)	16.84314	2.50001					
27)	150.45862	1.50000	1.487490	1.495930	1.485350	1.492270	
28)	-85.38036	0.39186					
29)	19.84256	1.80000	1.589130	1.601030	1.586190	1.595820	30
30)	319.23265	2.74664					
31)	-12.42116	1.00000	1.734000	1.751750	1.729690	1.743940	
32)	-26.23494	(d32)					
33)		0.50000	1.516800	1.526700	1.514320	1.522380	
34)		1.11000					
35)		1.59000	1.516800	1.526700	1.514320	1.522380	
36)		0.30000					
37)		0.70000	1.516800	1.526700	1.514320	1.522380	
38)		0.71827					40

像面

[各種データ]

変倍比 3.57

	W	M	T
f	30.00007	60.00020	107.00069
F N O	3.803	4.497	5.767

< 無限遠物体合焦時の間隔データ >

	W	M	T
d5	3.00535	15.04519	19.49644
d12	17.00519	8.43138	1.19999
d13	1.97000	1.97000	1.97000
d15	4.47307	4.47307	4.47307
d32	10.09999	16.36860	27.90584
SUM.D	77.00001	80.46604	77.6859
T.L.	92.01827	101.75292	110.51003
空気換算T.L.	91.06766	100.80230	109.55940
Bf	15.01825	21.28687	32.82411
空気換算Bf	14.06765	20.33627	31.87350

10

< 近距離物体合焦時の間隔データ >

	W	M	T
d5	3.00535	15.04519	19.49644
d12	17.00519	8.43138	1.19999
d13	2.84958	3.91471	5.28708
d15	3.59349	2.52836	1.15599
d32	10.09999	16.36860	27.90584
SUM.D	77.00001	80.46604	77.6859
T.L.	92.01827	101.75292	110.51003

20

< 防振時の防振レンズの移動量と像面 I の移動量 >

f、	30.00000	60.00000	107.00000	-0.03156	-0.06044	-0.10444
レンズ	±0.122	±0.211	±0.292	±0.122	±0.211	±0.292
像面	±0.157	±0.314	±0.560	±0.157	±0.314	±0.560

[条件式対応値]

$$(1) \quad (F_t \times F_w) / (F_3 \times X_3) = 9.277$$

$$(2) \quad F_3 / F_t = 0.182$$

$$(3) \quad F_1 / F_t = 0.573$$

30

【 0 0 2 8 】

図 2 (a)、図 2 (b)、及び図 2 (c) はそれぞれ、本願の第 1 実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

図 3 (a)、図 3 (b)、及び図 3 (c) はそれぞれ、本願の第 1 実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における近距離物体合焦時の諸収差図である。

図 4 (a)、及び図 4 (b) はそれぞれ、本願の第 1 実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に防振を行った際の横収差図である。

40

【 0 0 2 9 】

各収差図において、FNO は F ナンバー、Y は像高、A は半画角 (単位は「°」) をそれぞれ示す。d は d 線 ($\lambda = 587.6 \text{ nm}$)、g は g 線 ($\lambda = 435.8 \text{ nm}$) における収差をそれぞれ示す。非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面をそれぞれ示す。倍率色収差図は d 線を基準として示している。なお、後述する各実施例の収差図においても、本実施例と同様の符号を用いる。

各収差図より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差を良好に補正し優れた結像性能を有しており、さらに防振時にも優れた結像性能を有していることがわかる。

50

【 0 0 3 0 】

(第2実施例)

図5は本願の第2実施例に係るズームレンズの構成を示す断面図であり、広角端状態における無限遠物体合焦時の様子を示している。

本実施例に係るズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3とからなる。

第1レンズ群G1は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL11と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と両凸形状の正レンズL13との接合レンズとからなる。

第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凹形状の負レンズL21と、両凹形状の負レンズL22と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL23との接合レンズと、両凹形状の負レンズL24とからなる。

【 0 0 3 1 】

第3レンズ群G3は、物体側から順に、開口絞りSと、正の屈折力を有する第1部分群B1と、正の屈折力を有する第2部分群B2と、負の屈折力を有する第3部分群B3と、正の屈折力を有する第4部分群B4とからなる。

第1部分群B1は、両凸形状の正レンズL31のみからなる。

第2部分群B2は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL32と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL33との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL34と、両凹形状の負レンズL35と両凸形状の正レンズL36との接合レンズとからなる。

第3部分群B3は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL37と両凹形状の負レンズL38との接合レンズのみからなる。

第4部分群B4は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL39と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL310と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL311とからなる。

なお、像面Iの近傍にはフィルタ群FLが配置されている。このフィルタ群FLは、物体側から順に、防塵ガラスと、光学的ローパスフィルタと、固体撮像素子のカバーガラスとからなる。

【 0 0 3 2 】

本実施例に係るズームレンズは、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が変化し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が変化するように、第1レンズ群G1が物体側へ移動し、第2レンズ群G2が一旦像側へ移動した後で物体側へ移動し、第3レンズ群G3が物体側へ移動することで、広角端状態から望遠端状態への変倍を行う。

また本実施例に係るズームレンズは、第3レンズ群G3中の第1部分群B1が光軸方向へ移動することで、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う。

【 0 0 3 3 】

また本実施例に係るズームレンズは、第3レンズ群G3中の第3部分群B3が光軸に対して垂直な方向の成分を含むように移動することで防振を行う。

本実施例に係るズームレンズは、広角端状態において防振係数が1.227、焦点距離が30.00000(mm)であるため、0.30°の回転ぶれを補正するための第3部分群B3の移動量は0.128(mm)となる。また、望遠端状態においては防振係数が1.848、焦点距離が107.00000(mm)であるため、0.30°の回転ぶれを補正するための第3部分群B3の移動量は0.303(mm)となる。

なお、本実施例に係るズームレンズの固体撮像素子の中心から対角への対角長は、8.5mmである。

以下の表2に、本実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

【 0 0 3 4 】

(表2)第2実施例

10

20

30

40

50

[面データ]

面番号	r	d	n d	n g	n C	n F	
物面							
1)	500.00000	2.00000	1.487490	1.495932	1.485345	1.492269	
2)	-108.88895	0.10000					
3)	36.38273	1.10000	1.795041	1.831539	1.787031	1.814744	
4)	25.21266	3.85000	1.497820	1.505265	1.495980	1.502013	
5)	-449.99814	(d5)					
6)	-500.00000	1.00000	1.487490	1.495932	1.485345	1.492269	10
7)	35.34774	2.00000					
8)	-46.60240	1.00000	1.799520	1.823514	1.793875	1.812802	
9)	13.66861	2.45000	1.846660	1.894191	1.836491	1.872100	
10)	158.14521	1.10000					
11)	-27.07066	1.00000	1.658441	1.674690	1.654554	1.667493	
12)	499.99945	(d12)					
13) (S)		(d13)					
14)	55.79579	2.40000	1.487490	1.495932	1.485345	1.492269	
15)	-33.25134	(d15)					20
16)	21.71059	4.00000	1.497820	1.505265	1.495980	1.502013	
17)	-21.71059	1.00000	1.850260	1.884499	1.842595	1.868880	
18)	-97.96206	0.10000					
19)	18.40545	2.30000	1.618000	1.630099	1.615035	1.624787	
20)	52.05846	1.50000					
21)	-63.74832	1.00000	1.850260	1.884499	1.842595	1.868880	
22)	26.46966	2.70000	1.581439	1.599729	1.577215	1.591488	
23)	-26.46969	5.99500					
24)	-262.52644	1.85000	1.846660	1.894191	1.836491	1.872100	
25)	-14.33840	0.95000	1.806100	1.831152	1.800252	1.819941	30
26)	17.14965	2.50000					
27)	41.29359	1.60000	1.518229	1.529148	1.515554	1.524348	
28)	-70.80392	0.20000					
29)	21.69467	1.60000	1.579570	1.593079	1.576319	1.587110	
30)	105.00000	2.14810					
31)	-11.91820	1.00000	1.754999	1.772958	1.750625	1.765057	
32)	-24.46893	(d32)					
33)		0.50000	1.516800	1.526703	1.514322	1.522384	
34)		1.11000					40
35)		1.59000	1.516800	1.526703	1.514322	1.522384	
36)		0.30000					
37)		0.70000	1.516800	1.526703	1.514322	1.522384	
38)		0.70001					
像面							

[各種データ]

変倍比 3.57

f	30.00000	59.99957	106.99860
F N O	4.124	4.262	4.691

< 無限遠物体合焦時の間隔データ >

	W	M	T
d5	1.69000	15.31650	20.58520
d12	16.91000	9.30253	2.01355
d13	1.97000	1.97000	1.97000
d15	4.59151	4.59151	4.59151
d32	12.79420	17.82727	27.29623
SUM.D	90.59880	96.61783	94.59755
T.L.	91.29881	102.34951	109.79730
空気換算T.L.	90.34923	101.4003	108.84900
Bf	17.69522	22.72728	32.19624
空気換算Bf	16.74462	21.77668	31.24564

10

< 近距離物体合焦時の間隔データ >

	W	M	T
d5	1.69000	15.31650	20.58520
d12	16.91000	9.30253	2.01355
d13	2.69150	3.80674	5.00151
d15	3.87001	2.75477	1.56000
d32	12.79420	17.82727	27.29623
SUM.D	73.60061	79.62364	77.60336
T.L.	91.29881	102.34951	109.79730

20

< 防振時の防振レンズの移動量と像面 I の移動量 >

f、	30.00000	60.00000	107.00000	-0.03154	-0.06033	-0.10411
レンズ	± 0.128	± 0.221	± 0.303	± 0.128	± 0.221	± 0.303
像面	± 0.157	± 0.314	± 0.560	± 0.157	± 0.314	± 0.560

30

[条件式対応値]

- (1) $(F t \times F w) / (F 3 \times X 3) = 11.395$
 (2) $F 3 / F t = 0.182$
 (3) $F 1 / F t = 0.559$

【 0 0 3 5 】

図 6 (a)、図 6 (b)、及び図 6 (c) はそれぞれ、本願の第 2 実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

40

図 7 (a)、図 7 (b)、及び図 7 (c) はそれぞれ、本願の第 2 実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における近距離物体合焦時の諸収差図である。

図 8 (a)、及び図 8 (b) はそれぞれ、本願の第 2 実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に防振を行った際の横収差図である。

各収差図より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差を良好に補正し優れた結像性能を有しており、さらに防振時にも優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 0 3 6 】

(第 3 実施例)

50

図9は本願の第3実施例に係るズームレンズの構成を示す断面図であり、広角端状態における無限遠物体合焦時の様子を示している。

本実施例に係るズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3とからなる。

第1レンズ群G1は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL11と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と両凸形状の正レンズL13との接合レンズとからなる。

第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凹形状の負レンズL21と、両凹形状の負レンズL22と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL23との接合レンズと、両凹形状の負レンズL24とからなる。

10

【0037】

第3レンズ群G3は、物体側から順に、開口絞りSと、正の屈折力を有する第1部分群B1と、正の屈折力を有する第2部分群B2と、負の屈折力を有する第3部分群B3と、正の屈折力を有する第4部分群B4とからなる。

第1部分群B1は、両凸形状の正レンズL31のみからなる。

第2部分群B2は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL32と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL33との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL34と、両凹形状の負レンズL35と両凸形状の正レンズL36との接合レンズとからなる。

20

第3部分群B3は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL37と両凹形状の負レンズL38との接合レンズのみからなる。

第4部分群B4は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL39と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL310と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL311とからなる。

なお、像面Iの近傍にはフィルタ群FLが配置されている。このフィルタ群FLは、物体側から順に、防塵ガラスと、光学的ローパスフィルタと、固体撮像素子のカバーガラスとからなる。

【0038】

本実施例に係るズームレンズは、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が変化し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が変化するように、第1レンズ群G1が物体側へ移動し、第2レンズ群G2が一旦像側へ移動した後で物体側へ移動し、第3レンズ群G3が物体側へ移動することで、広角端状態から望遠端状態への変倍を行う。

30

また本実施例に係るズームレンズは、第3レンズ群G3中の第1部分群B1が光軸方向へ移動することで、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う。

【0039】

また本実施例に係るズームレンズは、第3レンズ群G3中の第3部分群B3が光軸に対して垂直な方向の成分を含むように移動することで防振を行う。

本実施例に係るズームレンズは、広角端状態において防振係数が1.256、焦点距離が30.00000(mm)であるため、0.30°の回転ぶれを補正するための第3部分群B3の移動量は0.125(mm)となる。また、望遠端状態においては防振係数が1.867、焦点距離が107.00000(mm)であるため、0.30°の回転ぶれを補正するための第3部分群B3の移動量は0.300(mm)となる。

40

なお、本実施例に係るズームレンズの固体撮像素子の中心から対角への対角長は、8.5mmである。

以下の表3に、本実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

【0040】

(表3)第3実施例

[面データ]

面番号	r	d	nd	ng	nC	nF
-----	---	---	----	----	----	----

50

物面

1)	57.27846	2.90000	1.487490	1.495944	1.485343	1.492276	
2)	-500.00000	0.10000					
3)	49.66256	1.10000	1.795040	1.831551	1.787036	1.814745	
4)	29.87819	4.10000	1.497820	1.505256	1.495980	1.502009	
5)	-500.00086	(d5)					
6)	-103.64515	1.00000	1.516800	1.526741	1.514315	1.522405	
7)	41.82216	1.84258					
8)	-88.73332	1.00000	1.795000	1.817109	1.789742	1.807287	10
9)	14.34679	2.60000	1.846660	1.894197	1.836505	1.872084	
10)	88.54415	1.09385					
11)	-24.07528	1.00000	1.612720	1.625706	1.609539	1.620006	
12)	499.99839	(d12)					
13) (S)		(d13)					
14)	77.09831	2.42127	1.487490	1.495944	1.485343	1.492276	
15)	-29.35673	(d15)					
16)	22.30179	3.77498	1.497820	1.505256	1.495980	1.502009	
17)	-22.30179	1.10000	1.850260	1.884512	1.842602	1.868883	20
18)	-187.60046	0.10000					
19)	17.68001	2.67864	1.563840	1.575320	1.561006	1.570294	
20)	500.00000	0.63386					
21)	-57.46079	1.00000	1.850260	1.884512	1.842602	1.868883	
22)	30.53255	2.75582	1.603420	1.623865	1.598747	1.614615	
23)	-30.53256	5.91025					
24)	-500.00000	1.85000	1.846660	1.894197	1.836505	1.872084	
25)	-17.06821	0.95000	1.806100	1.831111	1.800248	1.819921	
26)	17.06821	2.50000					
27)	47.38910	1.65847	1.517420	1.529871	1.514429	1.524341	30
28)	-79.04504	0.39084					
29)	20.55261	1.99178	1.517420	1.529871	1.514429	1.524341	
30)	78.08490	2.64819					
31)	-10.84436	1.10000	1.755000	1.772953	1.750628	1.765054	
32)	-20.44516	(d32)					
33)		0.50000	1.516800	1.526741	1.514315	1.522405	
34)		1.11000					
35)		1.59000	1.516800	1.526741	1.514315	1.522405	
36)		0.30000					40
37)		0.70000	1.516800	1.526741	1.514315	1.522405	
38)		0.70003					

像面

[各種データ]

変倍比 3.57

	W	M	T
f	30.00003	60.00007	107.00018
F N O	3.976	4.572	5.742

< 無限遠物体合焦時の間隔データ >

	W	M	T
d5	1.69000	14.83163	19.60065
d12	16.67744	8.94307	1.86679
d13	1.97000	1.97000	1.97000
d15	4.55131	4.55131	4.55131
d32	11.30972	16.48945	26.71178
SUM.D	75.08928	80.49654	78.18928
T.L.	91.29903	101.88601	109.80106
空気換算T.L.	90.34843	100.9354	108.8505
Bf	16.20976	21.38948	31.61181
空気換算Bf	15.25915	20.43888	30.66121

10

< 近距離物体合焦時の間隔データ >

	W	M	T
d5	1.69000	14.83163	19.60065
d12	16.67744	8.94307	1.86679
d13	2.73254	3.85681	4.96131
d15	3.78877	2.66450	1.56000
d32	11.30972	16.48945	26.71178
SUM.D	75.08928	80.49654	78.18928
T.L.	91.29903	101.88601	109.80106

20

< 防振時の防振レンズの移動量と像面 I の移動量 >

f、	30.00000	60.00000	107.00000	-0.03154	-0.06033	-0.10411
レンズ	±0.125	±0.213	±0.300	±0.125	±0.213	±0.300
像面	±0.157	±0.314	±0.560	±0.157	±0.314	±0.560

[条件式対応値]

$$(1) (F_t \times F_w) / (F_3 \times X_3) = 11.042$$

$$(2) F_3 / F_t = 0.176$$

$$(3) F_1 / F_t = 0.566$$

30

【 0 0 4 1 】

図10(a)、図10(b)、及び図10(c)はそれぞれ、本願の第3実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

図11(a)、図11(b)、及び図11(c)はそれぞれ、本願の第3実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における近距離物体合焦時の諸収差図である。

40

図12(a)、及び図12(b)はそれぞれ、本願の第3実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に防振を行った際の横収差図である。

各収差図より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差を良好に補正し優れた結像性能を有しており、さらに防振時にも優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 0 4 2 】

(第4実施例)

図13は本願の第4実施例に係るズームレンズの構成を示す断面図であり、広角端状態

50

における無限遠物体合焦時の様子を示している。

本実施例に係るズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3とからなる。

第1レンズ群G1は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL11と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と両凸形状の正レンズL13との接合レンズとからなる。

第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凹形状の負レンズL21と、両凹形状の負レンズL22と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL23との接合レンズと、両凹形状の負レンズL24とからなる。

10

【0043】

第3レンズ群G3は、物体側から順に、開口絞りSと、正の屈折力を有する第1部分群B1と、正の屈折力を有する第2部分群B2と、負の屈折力を有する第3部分群B3と、正の屈折力を有する第4部分群B4とからなる。

第1部分群B1は、両凸形状の正レンズL31のみからなる。

第2部分群B2は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL32と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL33との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL34と、両凹形状の負レンズL35と両凸形状の正レンズL36との接合レンズとからなる。

第3部分群B3は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL37と両凹形状の負レンズL38との接合レンズのみからなる。

20

第4部分群B4は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL39と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL310との接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL311とからなる。

なお、像面Iの近傍にはフィルタ群FLが配置されている。このフィルタ群FLは、物体側から順に、防塵ガラスと、光学的ローパスフィルタと、固体撮像素子のカバーガラスとからなる。

【0044】

本実施例に係るズームレンズは、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が変化し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が変化するように、第1レンズ群G1が物体側へ移動し、第2レンズ群G2が一旦物体側へ移動した後で像側へ移動しその後さらに物体側へ移動し、第3レンズ群G3が一旦像側へ移動した後で物体側へ移動することで、広角端状態から望遠端状態への変倍を行う。

30

また本実施例に係るズームレンズは、第3レンズ群G3中の第1部分群B1が光軸方向へ移動することで、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う。

【0045】

また本実施例に係るズームレンズは、第3レンズ群G3中の第3部分群B3が光軸に対して垂直な方向の成分を含むように移動することで防振を行う。

本実施例に係るズームレンズは、広角端状態において防振係数が1.266、焦点距離が30.00000(mm)であるため、0.30°の回転ぶれを補正するための第3部分群B3の移動量は0.124(mm)となる。また、望遠端状態においては防振係数が1.892、焦点距離が107.00000(mm)であるため、0.30°の回転ぶれを補正するための第3部分群B3の移動量は0.296(mm)となる。

40

なお、本実施例に係るズームレンズの固体撮像素子の中心から対角への対角長は、8.5mmである。

以下の表4に、本実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

【0046】

(表4) 第4実施例

[面データ]

面番号	r	d	nd	ng	nC	nF
-----	---	---	----	----	----	----

50

物面

1)	51.16724	2.92000	1.487490	1.495944	1.485343	1.492276	
2)	-520.00000	0.10000					
3)	52.91480	1.10000	1.795040	1.831549	1.787036	1.814744	
4)	29.50000	3.90000	1.497820	1.505256	1.495980	1.502009	
5)	-297.28610	(d5)					
6)	-90.00000	1.00000	1.516800	1.526741	1.514315	1.522405	
7)	57.27273	1.85781					
8)	-82.14254	1.00000	1.622990	1.636276	1.619729	1.630448	10
9)	14.74805	2.60000	1.846660	1.894194	1.836505	1.872083	
10)	59.21830	0.94287					
11)	-34.40925	1.00000	1.744000	1.765005	1.739042	1.755647	
12)	54.96721	(d12)					
13) (S)		(d13)					
14)	87.22992	2.40000	1.487490	1.495944	1.485343	1.492276	
15)	-27.61149	(d15)					
16)	20.56591	3.85000	1.497820	1.505256	1.495980	1.502009	
17)	-20.56591	1.10000	1.850260	1.884510	1.842602	1.868882	20
18)	233.23326	0.10000					
19)	20.44605	2.54000	1.700000	1.718349	1.695645	1.710196	
20)	500.00000	0.39482					
21)	-70.40839	1.00000	1.834000	1.862765	1.827379	1.849807	
22)	28.04409	2.74000	1.548140	1.563440	1.544550	1.556594	
23)	-28.04409	6.17670					
24)	-285.32383	1.85000	1.846660	1.894194	1.836505	1.872083	
25)	-17.47065	0.95000	1.766840	1.787447	1.761914	1.778307	
26)	17.47065	2.05000					
27)	22.79378	2.88000	1.700000	1.718349	1.695645	1.710196	30
28)	-13.64921	1.20000	1.749500	1.777038	1.743271	1.764534	
29)	-55.38319	3.27314					
30)	-11.44807	1.00000	1.755000	1.772952	1.750628	1.765054	
31)	-23.75201	(d31)					
32)		0.50000	1.516800	1.526741	1.514315	1.522405	
33)		1.11000					
34)		1.59000	1.516800	1.526741	1.514315	1.522405	
35)		0.30000					
36)		0.70000	1.516800	1.526741	1.514315	1.522405	40
37)		0.70051					

像面

[各種データ]

変倍比 3.57

	W	M	T
f	30.00032	60.00068	107.00136
F N O	3.776	4.507	5.791

< 無限遠物体合焦時の間隔データ >

	W	M	T
d5	2.50342	12.62584	16.46761
d12	19.44128	9.69110	1.84000
d13	1.97000	1.97000	1.97000
d15	4.66384	4.66384	4.66384
d31	10.96381	17.63977	29.42176
SUM.D	78.50388	78.87612	74.86679
T.L.	94.36822	101.41645	109.18914
空気換算T.L.	93.41759	100.46580	108.23850
Bf	15.86431	22.54028	34.32227
空気換算Bf	14.91371	21.58968	33.37167

10

< 近距離物体合焦時の間隔データ >

	W	M	T
d5	2.50342	12.62584	16.46761
d12	19.44128	9.69110	1.84000
d13	3.0102	4.13015	5.07384
d15	3.62364	2.50369	1.56000
d31	10.96381	17.63977	29.42176
SUM.D	78.50388	78.87612	74.86679
T.L.	94.36822	101.41645	109.18914

20

< 防振時の防振レンズの移動量と像面 I の移動量 >

f、	30.00000	60.00000	107.00000	-0.03154	-0.06033	-0.10411
レンズ	±0.124	±0.215	±0.296	±0.124	±0.215	±0.296
像面	±0.157	±0.314	±0.560	±0.157	±0.314	±0.560

[条件式対応値]

$$(1) \quad (F_t \times F_w) / (F_3 \times X_3) = 10.401$$

$$(2) \quad F_3 / F_t = 0.187$$

$$(3) \quad F_1 / F_t = 0.550$$

【 0 0 4 7 】

図14(a)、図14(b)、及び図14(c)はそれぞれ、本願の第4実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時の諸収差図である。

図15(a)、図15(b)、及び図15(c)はそれぞれ、本願の第4実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、及び望遠端状態における近距離物体合焦時の諸収差図である。

図16(a)、及び図16(b)はそれぞれ、本願の第4実施例に係るズームレンズの広角端状態、及び望遠端状態における無限遠物体合焦時に防振を行った際の横収差図である。

40

各収差図より、本実施例に係るズームレンズは、広角端状態から望遠端状態にわたって諸収差を良好に補正し優れた結像性能を有しており、さらに防振時にも優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 0 4 8 】

上記各実施例によれば、合焦用のレンズと防振用のレンズを同一のレンズ群内に配置し、小型で高い結像性能を有するズームレンズを実現することができる。

各実施例に係るズームレンズは、合焦動作と防振動作以外は第3レンズ群内の各部分群の相互移動がなく、合焦用のレンズと防振用のレンズを変倍時に一体的に移動させること

50

ができるので、小型化が容易となる。

また、各実施例に係るズームレンズは、所謂内焦方式を採用して寸法の小さいレンズで合焦を行うことにより、合焦用のレンズの軽量化を図り、その移動量を小さくしている。これにより、合焦時の静音化を図ることができる。

なお、上記各実施例は本願発明の一具体例を示しているものであり、本願発明はこれらに限定されるものではない。

【0049】

以下の内容は、本願のズームレンズの光学性能を損なわない範囲で適宜採用することが可能である。

本願のズームレンズの数値実施例として3群構成のものを示したが、本願はこれに限られず、その他の群構成（例えば、4群等）のズームレンズを構成することもできる。具体的には、本願のズームレンズの最も物体側や最も像側にレンズ又はレンズ群を追加した構成でも構わない。なお、レンズ群とは、変倍時に変化する空気間隔でもって本願のズームレンズ中の第1～第3レンズ群と分離されており、少なくとも1つのレンズを有する部分をいう。

【0050】

また、本願のズームレンズは、無限遠物体から近距離物体への合焦を行うために、レンズ群の一部、1つのレンズ群全体、或いは複数のレンズ群を合焦レンズ群として光軸方向へ移動させる構成としてもよい。特に、第3レンズ群の少なくとも一部を合焦レンズ群とすることが好ましい。また、斯かる合焦レンズ群は、オートフォーカスに適用することも可能であり、オートフォーカス用のモータ、例えば超音波モータ等による駆動にも適している。

また、本願のズームレンズにおいて、いずれかのレンズ群全体又はその一部を、防振レンズ群として光軸に垂直な成分を含むように移動させ、又は光軸を含む面内方向へ回転移動（揺動）させることで、手ブレ等によって生じる像ブレを補正する構成とすることもできる。特に、本願のズームレンズでは第3レンズ群の少なくとも一部を防振レンズ群とすることが好ましい。

【0051】

また、本願のズームレンズを構成するレンズのレンズ面は、球面又は平面としてもよく、或いは非球面としてもよい。レンズ面が球面又は平面の場合、レンズ加工及び組立調整が容易になり、レンズ加工及び組立調整の誤差による光学性能の劣化を防ぐことができるため好ましい。また、像面がずれた場合でも描写性能の劣化が少ないため好ましい。レンズ面が非球面の場合、研削加工による非球面、ガラスを型で非球面形状に成型したガラスモールド非球面、又はガラス表面に設けた樹脂を非球面形状に形成した複合型非球面のいずれでもよい。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）或いはプラスチックレンズとしてもよい。

【0052】

また、本願のズームレンズにおいて開口絞りは第3レンズ群中に配置されることが好ましく、開口絞りとして部材を設けずにレンズ枠でその役割を代用する構成としてもよい。

また、本願のズームレンズを構成するレンズのレンズ面に、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。これにより、フレアやゴーストを軽減し、高コントラストの高い光学性能を達成することができる。

【0053】

次に、本願のズームレンズを備えたカメラを図17及び図18に基づいて説明する。

図17(a)、及び図17(b)はそれぞれ、本願のズームレンズを備えた電子カメラの正面図、及び背面図である。図18は図17(a)のA-A'断面図である。

本カメラ1は、図17及び図18に示すように撮影レンズ2として上記第1実施例に係るズームレンズを備えたレンズ交換式の電子スチルカメラである。

【0054】

本カメラ1において、不図示の被写体からの光は撮影レンズ2によって像面I上に配置

10

20

30

40

50

されている撮像素子（例えば、CCDやCMOS等）C上に集光され、被写体像が形成される。この被写体像は、撮影者によって不図示の電源ボタンが押し込まれることで、撮像素子Cによって撮像されて、本カメラ1の背面に備えられている液晶モニタ3に表示される。これにより、撮影者が液晶モニタ3を見ながら被写体像の構図を決定した後、リリースボタン4を押し込むことで、被写体像は撮像素子Cによって撮像され、不図示のメモリに記録保存されることとなる。このようにして、撮影者は本カメラ1を用いて被写体の撮影を行うことができる。なお、本カメラ1には、撮影環境が暗い場合に補助光を発する補助光発光部5や、本カメラ1の種々の条件設定等を行うためのファンクションボタン7等がさらに備えられている。

【0055】

以上の構成により、撮影レンズ2として上記第1実施例に係るズームレンズを搭載した本カメラ1は、合焦用のレンズと防振用のレンズを同一のレンズ群内に配置し、小型化と高い結像性能を実現することができる。なお、撮影レンズ2として上記第2、第3、及び第4実施例に係るズームレンズを搭載したカメラを構成しても上記カメラ1と同様の効果を奏することができる。また、本願のズームレンズは、上述のような電子スチルカメラに限られず、デジタルビデオカメラやフィルムカメラ等のその他の光学装置に適用することも可能である。また、本願のズームレンズは、上述のようなクイックリターンミラーを有しない構成のカメラに限られず、一眼レフカメラに適用することも可能である。

【0056】

最後に、本願のズームレンズの製造方法の概略を図19に基づいて説明する。

図19は本願のズームレンズの製造方法の概略を示す図である。

図19に示す本願のズームレンズの製造方法は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第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、以下のステップS1～S5を含むものである。

ステップS1：第3レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する第1部分群と、正の屈折力を有する第2部分群と、負の屈折力を有する第3部分群と、正の屈折力を有する第4部分群とを有するようにし、各レンズ群を鏡筒内に物体側から順に配置する。

ステップS2：公知の移動機構を設ける等することにより、変倍に際して各レンズ群の間隔が変化するようにする。

【0057】

ステップS3：公知の移動機構を設ける等することにより、第1部分群が光軸方向に移動することで合焦動作を行うようにする。

ステップS4：公知の移動機構を設ける等することにより、第3部分群が光軸に対して垂直な方向の成分を含むように移動することで像ブレを補正するようにする。

ステップS5：各レンズ群が以下の条件式(1)を満足するようにする。

$$(1) \quad 0.000 < (F_t \times F_w) / (F_3 \times X_3) < 13.500$$

ただし、

F_t：望遠端状態における無限遠物体合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

F_w：広角端状態における無限遠物体合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

F₃：前記第3レンズ群の焦点距離

X₃：前記第3レンズ群の最大移動量

斯かる本願のズームレンズの製造方法によれば、合焦用のレンズと防振用のレンズを同一のレンズ群内に配置し、小型で高い結像性能を有するズームレンズを製造することができる。

【符号の説明】

【0058】

G1 第1レンズ群

G2 第2レンズ群

G3 第3レンズ群

10

20

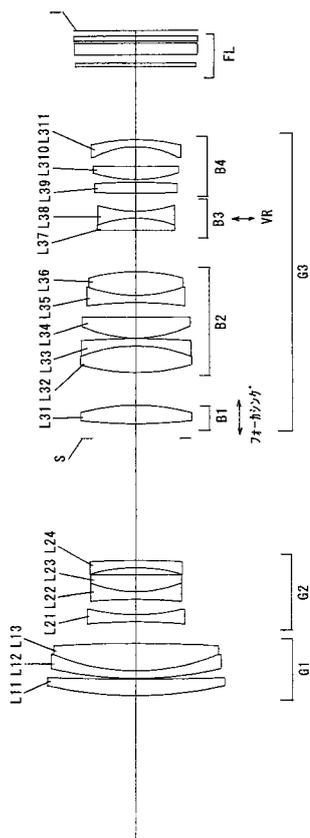
30

40

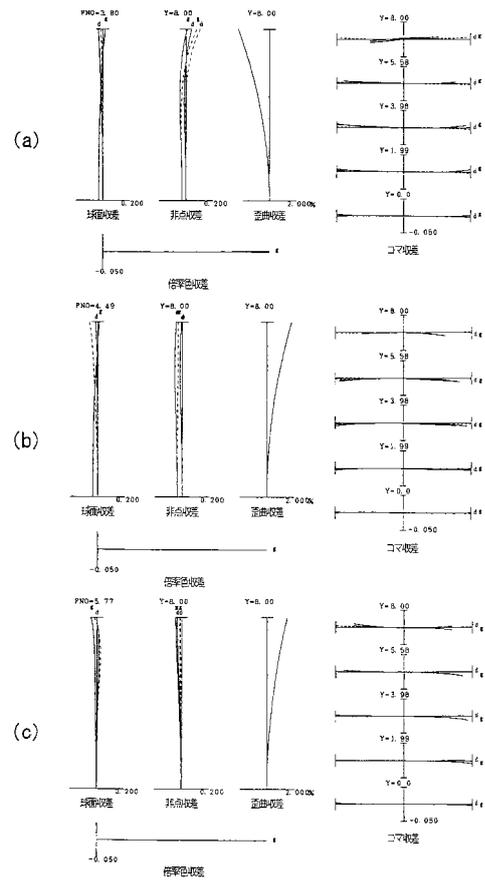
50

- B 1 第 1 部分群
- B 2 第 2 部分群
- B 3 第 3 部分群
- B 4 第 4 部分群
- S 開口絞り
- I 像面

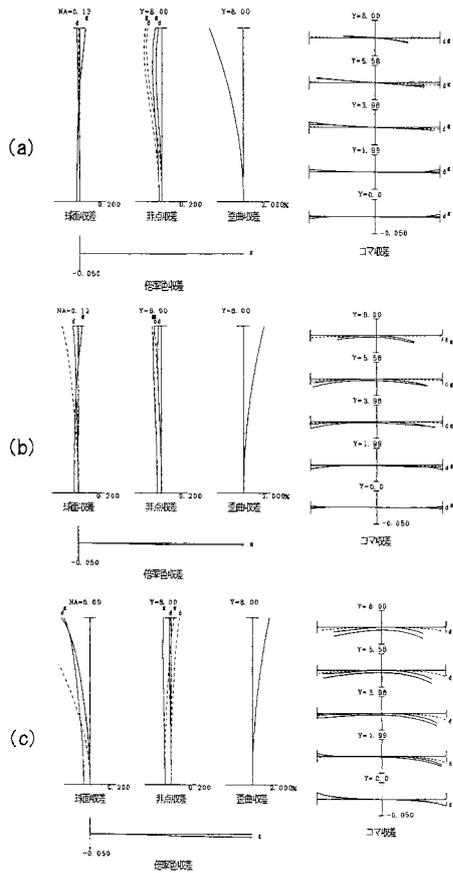
【 図 1 】



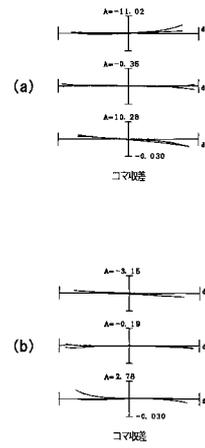
【 図 2 】



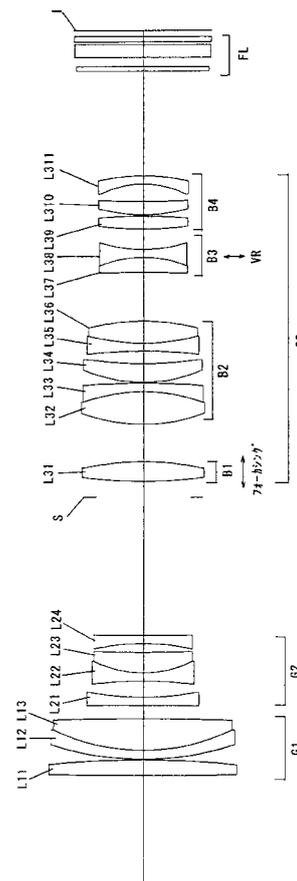
【図3】



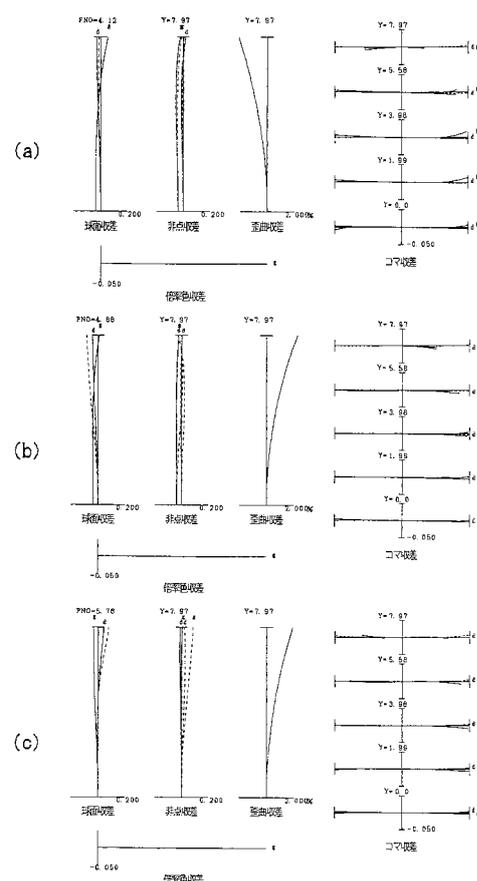
【図4】



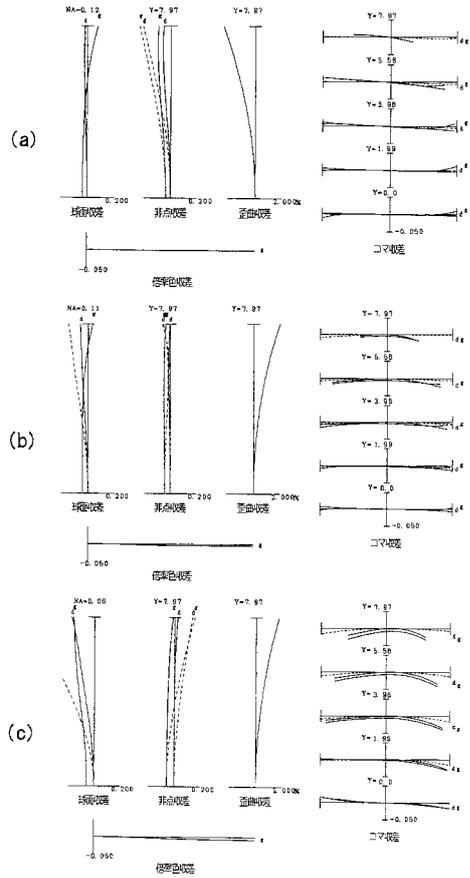
【図5】



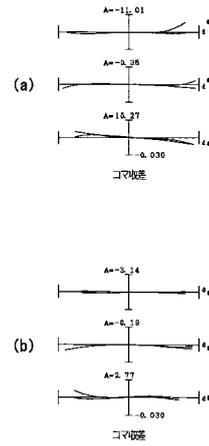
【図6】



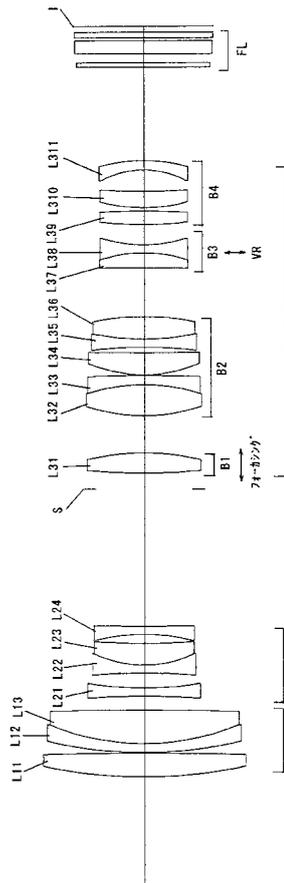
【 図 7 】



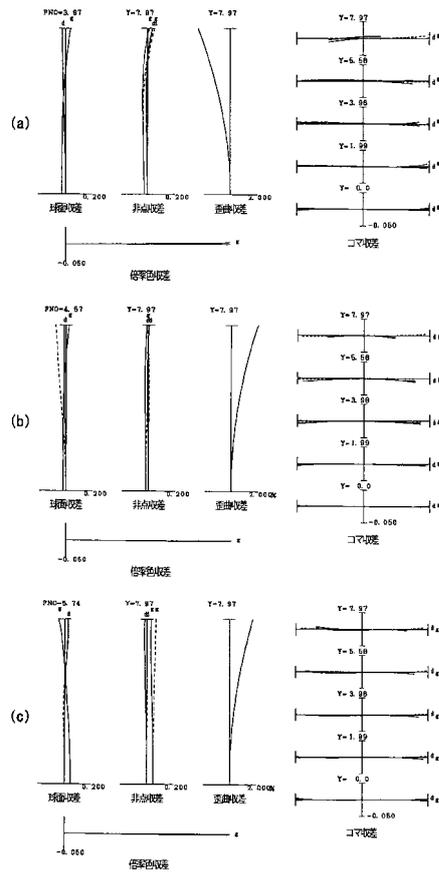
【 図 8 】



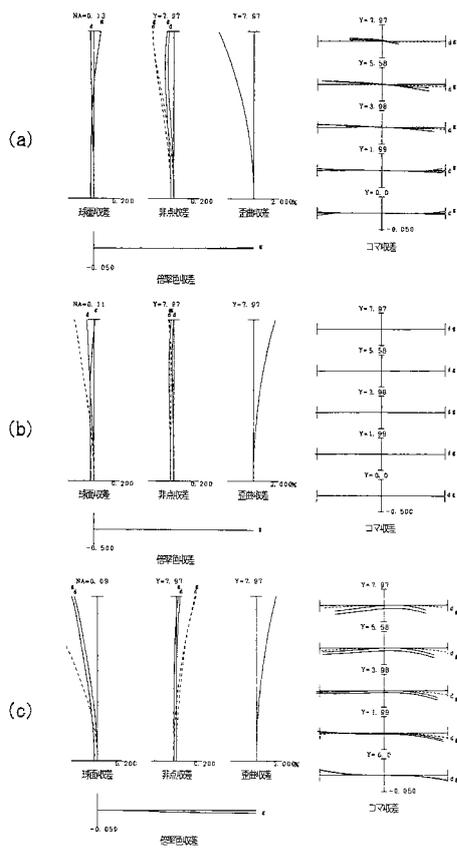
【 図 9 】



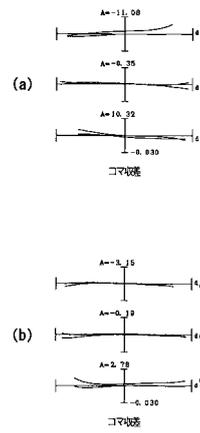
【 図 10 】



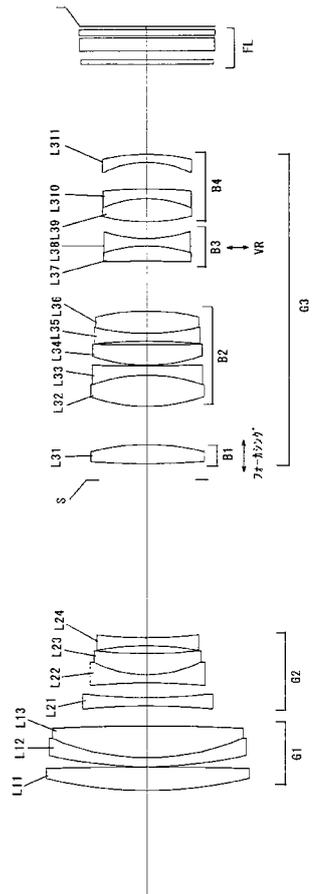
【図 1 1】



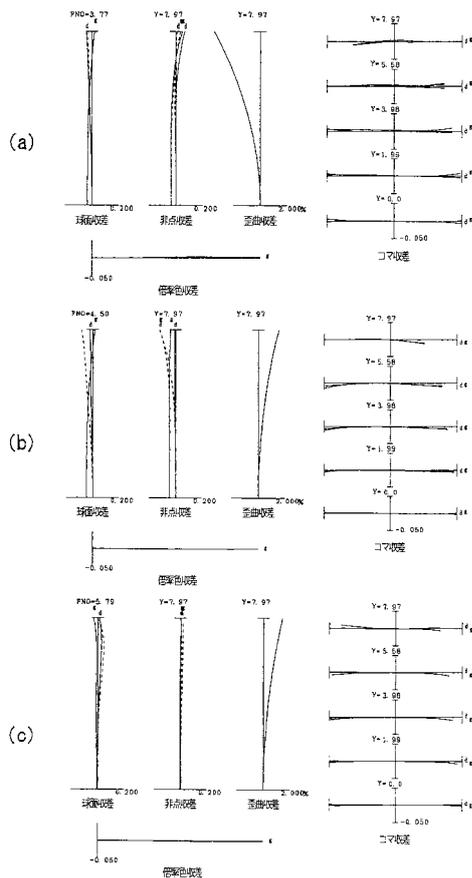
【図 1 2】



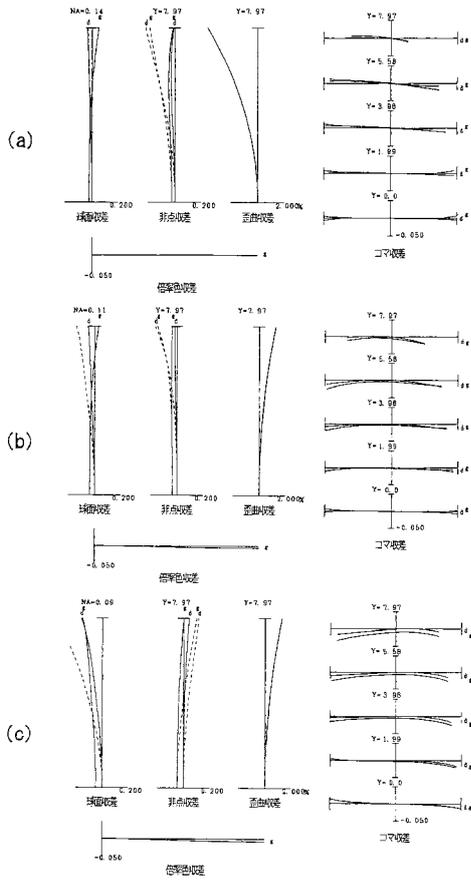
【図 1 3】



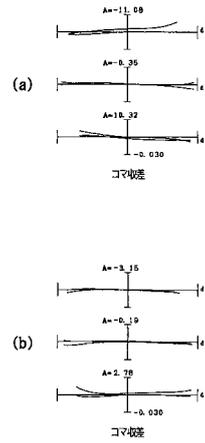
【図 1 4】



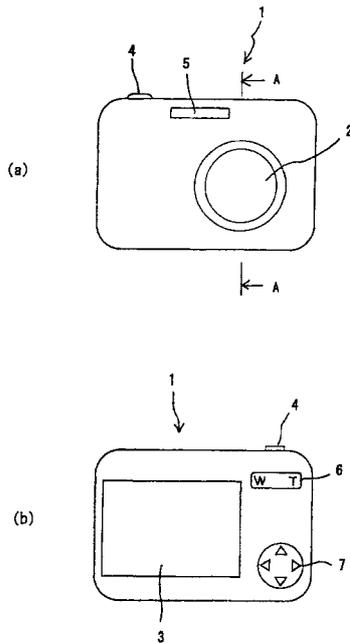
【図15】



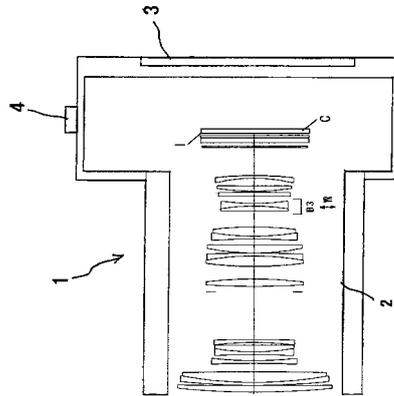
【図16】



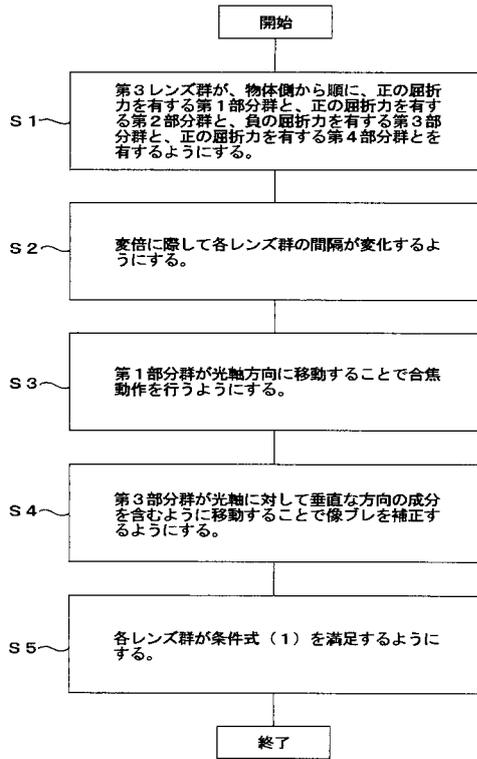
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

審査官 殿岡 雅仁

- (56)参考文献 特開2011-112789(JP,A)
特開2006-267425(JP,A)
特開2006-221092(JP,A)
特開2007-206542(JP,A)
特開平09-033808(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08
G02B 21/02 - 21/04
G02B 25/00 - 25/04