

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6589888号  
(P6589888)

(45) 発行日 令和1年10月16日(2019.10.16)

(24) 登録日 令和1年9月27日(2019.9.27)

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

請求項の数 14 (全 76 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-572189 (P2016-572189)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成28年1月29日 (2016.1.29)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/JP2016/052684</p> <p>(87) 国際公開番号 W02016/121940</p> <p>(87) 国際公開日 平成28年8月4日 (2016.8.4)</p> <p>審査請求日 平成29年7月6日 (2017.7.6)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2015-17210 (P2015-17210)</p> <p>(32) 優先日 平成27年1月30日 (2015.1.30)</p> <p>(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国 (JP)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 000004112 株式会社ニコン 東京都港区港南二丁目15番3号</p> <p>(74) 代理人 100161207 弁理士 西澤 和純</p> <p>(74) 代理人 100140774 弁理士 大浪 一徳</p> <p>(74) 代理人 100175824 弁理士 小林 淳一</p> <p>(72) 発明者 梅田 武 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内</p> <p>審査官 森内 正明</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	--

(54) 【発明の名称】ズームレンズ、および光学機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群とにより、実質的に5個のレンズ群からなり、

変倍の際、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔は変化し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔は変化し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔は変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔は変化し、

広角端状態から望遠端状態への変倍の際、前記第1レンズ群は一旦像面へ移動してから物体側へ移動し、

前記第1レンズ群から前記第5レンズ群までのうち一部のレンズを光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能に構成し、

前記第1レンズ群は、少なくとも2枚以上のレンズを有し、

前記第5レンズ群は1枚のレンズからなり、

以下の条件式を満足するズームレンズ。

$$0.500 < f_4 / f_2 < 10.000$$

$$1.193 \leq |m_{12}| / fw \leq 2.082$$

ただし、

f<sub>4</sub> : 前記第4レンズ群の焦点距離

f<sub>2</sub> : 前記第2レンズ群の焦点距離

$|m_{12}|$  : 前記第 1 レンズ群の最も像側のレンズ面から前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズ面の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離の、広角端状態から望遠端状態までの変化量

$f_w$  : 広角端状態における前記ズームレンズ全系の焦点距離

【請求項 2】

光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群とにより、実質的に 5 個のレンズ群からなり、

変倍の際、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔は変化し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔は変化し、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群との間隔は変化し、前記第 4 レンズ群と前記第 5 レンズ群との間隔は変化し、

広角端状態から望遠端状態への変倍の際、前記第 1 レンズ群は一旦像面へ移動してから物体側へ移動し、前記第 5 レンズ群は像面に対して固定され、

前記第 1 レンズ群から前記第 5 レンズ群までのうち一部のレンズを光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能に構成し、

前記第 1 レンズ群は、少なくとも 2 枚以上のレンズを有し、

以下の条件式を満足するズームレンズ。

$$0.500 < f_4 / f_2 < 10.000$$

$$1.193 \leq |m_{12}| / f_w \leq 2.082$$

ただし、

$f_4$  : 前記第 4 レンズ群の焦点距離

$f_2$  : 前記第 2 レンズ群の焦点距離

$|m_{12}|$  : 前記第 1 レンズ群の最も像側のレンズ面から前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズ面の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離の、広角端状態から望遠端状態までの変化量

$f_w$  : 広角端状態における前記ズームレンズ全系の焦点距離

【請求項 3】

光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群とにより、実質的に 5 個のレンズ群からなり、

変倍の際、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔は変化し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔は変化し、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群との間隔は変化し、前記第 4 レンズ群と前記第 5 レンズ群との間隔は変化し、

前記第 1 レンズ群から前記第 5 レンズ群までのうち一部のレンズを光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能に構成し、

以下の条件式を満足するズームレンズ。

$$2.155 \leq f_4 / f_2 \leq 2.389 \quad \text{または}$$

$$2.556 \leq f_4 / f_2 \leq 2.792$$

ただし、

$f_4$  : 前記第 4 レンズ群の焦点距離

$f_2$  : 前記第 2 レンズ群の焦点距離

【請求項 4】

以下の条件式を満足する請求項 3 に記載のズームレンズ。

$$0.300 < |m_{12}| / f_w < 5.000$$

ただし、

$|m_{12}|$  : 前記第 1 レンズ群の最も像側のレンズ面から前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離の、広角端状態から望遠端状態までの変化量

$f_w$  : 広角端状態における前記ズームレンズ全系の焦点距離

【請求項 5】

以下の条件式を満足する請求項 1 から 4 の何れか一項に記載のズームレンズ。

$$0.200 < f_5 / f_4 < 4.000$$

ただし、

$f_5$  : 前記第 5 レンズ群の焦点距離

$f_4$  : 前記第 4 レンズ群の焦点距離

【請求項 6】

前記第 3 レンズ群中の少なくとも一部のレンズを光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能なように構成する請求項 1 から 5 の何れか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

前記第 2 レンズ群中の少なくとも一部のレンズを光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能なように構成する請求項 1 から 6 の何れか一項に記載のズームレンズ。

10

【請求項 8】

前記第 4 レンズ群中の少なくとも一部のレンズを光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能なように構成する請求項 1 から 7 の何れか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

前記第 2 レンズ群中の少なくとも一部のレンズを光軸に沿って移動させることによって無限遠物体から近距離物体への合焦を行う請求項 1 から 8 の何れか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

前記第 3 レンズ群中の少なくとも一部のレンズを光軸に沿って移動させることによって無限遠物体から近距離物体への合焦を行う請求項 1 から 9 の何れか一項に記載のズームレンズ。

20

【請求項 11】

前記第 4 レンズ群中の少なくとも一部のレンズを光軸に沿って移動させることによって無限遠物体から近距離物体への合焦を行う請求項 1 から 10 の何れか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 12】

前記第 5 レンズ群の一部または全部を光軸に沿って移動させることによって無限遠物体から近距離物体への合焦を行う請求項 1 から 11 の何れか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 13】

前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間に開口絞りを有する請求項 1 から 12 の何れか一項に記載のズームレンズ。

30

【請求項 14】

請求項 1 から 13 の何れか一項に記載のズームレンズを備えた光学機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、写真用カメラや電子スチルカメラ、ビデオカメラ等に適した、ズームレンズ、および光学機器に関する。

本願は、2015年1月30日に出願された日本国特許出願2015-017210号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

40

【背景技術】

【0002】

従来、広角の変倍光学系が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2007-279077号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

しかしながら、上述のような従来の変倍光学系にあっては、Fナンバーが明るく、高い光学性能を備えた光学系を求める要望に十分に答えることができないという問題があった。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一態様は、光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群とにより、実質的に5個のレンズ群からなり、変倍の際、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔は変化し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔は変化し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔は変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔は変化し、広角端状態から望遠端状態への変倍の際、前記第1レンズ群は一旦像面へ移動してから物体側へ移動し、前記第1レンズ群から前記第5レンズ群までのうち一部のレンズを光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能に構成し、前記第1レンズ群は、少なくとも2枚以上のレンズを有し、前記第5レンズ群は1枚のレンズからなり、以下の条件式を満足するズームレンズを提供する。

$$0.500 < f_4 / f_2 < 10.000$$

$$1.193 \leq |m_{12}| / f_w \leq 2.082$$

ただし、

$f_4$ ：前記第4レンズ群の焦点距離

$f_2$ ：前記第2レンズ群の焦点距離

$|m_{12}|$ ：前記第1レンズ群の最も像側のレンズ面から前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離の、広角端状態から望遠端状態までの変化量

$f_w$ ：広角端状態における前記ズームレンズ全系の焦点距離

【0006】

また、本発明の別の態様は、光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群とにより、実質的に5個のレンズ群からなり、変倍の際、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔は変化し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔は変化し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔は変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔は変化し、広角端状態から望遠端状態への変倍の際、前記第1レンズ群は一旦像面へ移動してから物体側へ移動し、前記第5レンズ群は像面に対して固定され、前記第1レンズ群から前記第5レンズ群までのうち一部のレンズを光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能に構成し、前記第1レンズ群は、少なくとも2枚以上のレンズを有し、以下の条件式を満足するズームレンズを提供する。

$$0.500 < f_4 / f_2 < 10.000$$

$$1.193 \leq |m_{12}| / f_w \leq 2.082$$

ただし、

$f_4$ ：前記第4レンズ群の焦点距離

$f_2$ ：前記第2レンズ群の焦点距離

$|m_{12}|$ ：前記第1レンズ群の最も像側のレンズ面から前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離の、広角端状態から望遠端状態までの変化量

$f_w$ ：広角端状態における前記ズームレンズ全系の焦点距離

また、本発明の別の態様は、光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群とにより、実質的に5個のレンズ群からなり、変倍の際、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔は

変化し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔は変化し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔は変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔は変化し、前記第1レンズ群から前記第5レンズ群までのうち一部のレンズを光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能に構成し、以下の条件式を満足するズームレンズを提供する。

$$2.155 \quad f_4 / f_2 \quad 2.389 \quad \text{または}$$

$$2.556 \quad f_4 / f_2 \quad 2.792$$

ただし、

$f_4$  : 前記第4レンズ群の焦点距離

$f_2$  : 前記第2レンズ群の焦点距離

10

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1(a)、図1(b)、および図1(c)はそれぞれ、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、および望遠端状態における断面図である。

【図2】図2(a)、図2(b)、および図2(c)はそれぞれ、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、およ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】図3(a)、図3(b)、および図3(c)はそれぞれ、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、およ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。

20

【図4】図4(a)、図4(b)、および図4(c)はそれぞれ、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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

【図5】図5(a)、図5(b)、および図5(c)はそれぞれ、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、および望遠端状態における断面図である。

【図6】図6(a)、図6(b)、および図6(c)はそれぞれ、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、およ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】図7(a)、図7(b)、および図7(c)はそれぞれ、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、およ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。

30

【図8】図8(a)、図8(b)、および図8(c)はそれぞれ、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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

【図9】図9(a)、図9(b)、および図9(c)はそれぞれ、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、および望遠端状態における断面図である。

【図10】図10(a)、図10(b)、および図10(c)はそれぞれ、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、およ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】図11(a)、図11(b)、および図11(c)はそれぞれ、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、およ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】図12(a)、図12(b)、および図12(c)はそれぞれ、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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

【図13】図13(a)、図13(b)、および図13(c)はそれぞれ、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、および望遠端状態における断面図である。

【図14】図14(a)、図14(b)、および図14(c)はそれぞれ、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、および望遠端状態における無限遠物

50

体合焦時の諸収差図である。

【図15】図15(a)、図15(b)、および図15(c)はそれぞれ、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、およ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】図16(a)、図16(b)、および図16(c)はそれぞれ、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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

【図17】図17(a)、図17(b)、および図17(c)はそれぞれ、第5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、および望遠端状態における断面図である。

10

【図18】図18(a)、図18(b)、および図18(c)はそれぞれ、第5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、およ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19】図19(a)、図19(b)、および図19(c)はそれぞれ、第5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、およ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20】図20(a)、図20(b)、および図20(c)はそれぞれ、第5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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

【図21】図21(a)、図21(b)、および図21(c)はそれぞれ、第6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、および望遠端状態における断面図である。

20

【図22】図22(a)、図22(b)、および図22(c)はそれぞれ、第6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、およ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23】図23(a)、図23(b)、および図23(c)はそれぞれ、第6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、およ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24】図24(a)、図24(b)、および図24(c)はそれぞれ、第6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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

30

【図25】図25(a)、図25(b)、および図25(c)はそれぞれ、第7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、および望遠端状態における断面図である。

【図26】図26(a)、図26(b)、および図26(c)はそれぞれ、第7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、およ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27】図27(a)、図27(b)、および図27(c)はそれぞれ、第7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、およ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28】図28(a)、図28(b)、および図28(c)はそれぞれ、第7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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

【図29】図29(a)、図29(b)、および図29(c)はそれぞれ、第8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、および望遠端状態における断面図である。

【図30】図30(a)、図30(b)、および図30(c)はそれぞれ、第8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、およ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31】図31(a)、図31(b)、および図31(c)はそれぞれ、第8実施例に

50

係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、およ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32】図32(a)、図32(b)、および図32(c)はそれぞれ、第8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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

【図33】図33(a)、図33(b)、および図33(c)はそれぞれ、第9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、および望遠端状態における断面図である。

【図34】図34(a)、図34(b)、および図34(c)はそれぞれ、第9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、およ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。

10

【図35】図35(a)、図35(b)、および図35(c)はそれぞれ、第9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、およ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36】図36(a)、図36(b)、および図36(c)はそれぞれ、第9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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

【図37】図37(a)、図37(b)、および図37(c)はそれぞれ、第10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、および望遠端状態における断面図である。

20

【図38】図38(a)、図38(b)、および図38(c)はそれぞれ、第10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、およ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39】図39(a)、図39(b)、および図39(c)はそれぞれ、第10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、およ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40】図40(a)、図40(b)、および図40(c)はそれぞれ、第10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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

【図41】図41(a)、図41(b)、および図41(c)はそれぞれ、第11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、および望遠端状態における断面図である。

30

【図42】図42(a)、図42(b)、および図42(c)はそれぞれ、第11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、およ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43】図43(a)、図43(b)、および図43(c)はそれぞれ、第11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、およ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44】図44(a)、図44(b)、および図44(c)はそれぞれ、第11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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

40

【図45】図45は、ズームレンズを備えたカメラの構成を示す概略図である。

【図46】図46は、ズームレンズの製造方法の概略を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、実施形態について、ズームレンズ、光学機器、およびズームレンズの製造方法の説明をする。まず、一実施形態に係るズームレンズから説明する。

【0009】

一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、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群

50

と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、第5レンズ群とを有し、変倍の際、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔は変化し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔は変化し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔は変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔は変化し、前記第1レンズ群から前記第5レンズ群までのうち一部のレンズを光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能に構成している。一例において、前記第5レンズ群は正の屈折力を有することが可能である。この構成により、変倍を実現し、変倍時の良好な収差補正を図ることができる。また、防振時においても良好な収差補正を図ることができる。

【0010】

ズームレンズは、以下の条件式(1)を満足する。

$$(1) 0.500 < f_4 / f_2 < 10.000$$

ただし、

$f_4$  : 前記第4レンズ群の焦点距離

$f_2$  : 前記第2レンズ群の焦点距離

【0011】

条件式(1)は、第4レンズ群の焦点距離と第2レンズ群の焦点距離との比の適切な範囲を規定するための条件式である。条件式(1)を満足することにより、広角でありながらFナンバーが $F_2.8 \sim F_4.0$ 程度の明るさを実現し、球面収差をはじめとする諸収差を良好に補正することができる。

【0012】

条件式(1)の対応値が上限値を上回ると、第4レンズ群に対する第2レンズ群のパワーが増大することとなり、特に望遠端状態における球面収差とコマ収差の補正が困難となる可能性がある。なお、効果を確実にするために、条件式(1)の上限値を8.000にすることが好ましくは可能である。また、効果をさらに確実にするために、条件式(1)の上限値を6.000にすることが好ましくは可能である。

【0013】

一方、条件式(1)の対応値が下限値を下回ると、第2レンズ群に対する第4レンズ群のパワーが増大することとなり、特に広角端状態における球面収差とコマ収差の補正が困難となる可能性がある。なお、効果を確実にするために、条件式(1)の下限値を0.800にすることが好ましくは可能である。また、効果をさらに確実にするために、条件式(1)の下限値を1.100にすることが好ましくは可能である。

【0014】

また、ズームレンズは、次の条件式(2)を満足することが好ましくは可能である。

$$(2) 0.300 < |m_{12}| / f_w < 5.000$$

ただし、

$|m_{12}|$  : 前記第1レンズ群の最も像側のレンズ面から前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離の、広角端状態から望遠端状態までの変化量

$f_w$  : 広角端状態における前記ズームレンズ全系の焦点距離

【0015】

条件式(2)は、第1レンズ群と第2レンズ群との変倍負担に関し、広角端状態における前記ズームレンズ全系の焦点距離に対する、前記第1レンズ群の最も像側のレンズ面から前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離の、広角端状態から望遠端状態までの変化量の比の適切な範囲を規定するための条件式である。

【0016】

条件式(2)の対応値が上限値を上回ると、第1レンズ群と像面との距離が増大することとなり、特に第2レンズ群が担う球面収差とコマ収差補正の負担が増大し、球面収差およびコマ収差の補正が困難となる可能性がある。なお、効果を確実にするために、条件式(2)の上限値を4.000にすることが好ましくは可能である。また、効果をさらに確実にするために、条件式(2)の上限値を3.000にすることが好ましくは可能である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 7 】

一方、条件式(2)の対応値が下限値を下回ると、第1レンズ群以外のレンズ群の変倍負担が増えることとなり、特に第4レンズ群のパワーが増大することにより、コマ収差の補正が困難となる可能性がある。。なお、効果を確実にするために、条件式(2)の下限値を0.600にすることが好ましくは可能である。また、効果をさらに確実にするために、条件式(2)の下限値を0.900にすることが好ましくは可能である。

## 【 0 0 1 8 】

また、ズームレンズは、次の条件式(3)を満足することが好ましくは可能である。

$$(3) 0.200 < f_5 / f_4 < 4.000$$

ただし、

$f_5$  : 前記第5レンズ群の焦点距離

$f_4$  : 前記第4レンズ群の焦点距離

## 【 0 0 1 9 】

条件式(3)は、第5レンズ群の焦点距離と第4レンズ群の焦点距離との比の適切な範囲を規定するための条件式である。条件式(3)の対応値が上限値を上回ると、第5レンズ群に対する第4レンズ群のパワーが増大することとなり、コマ収差の補正が困難となる可能性がある。なお、効果を確実にするために、条件式(3)の上限値を3.300にすることが好ましくは可能である。また、効果をさらに確実にするために、条件式(3)の上限値を2.600にすることが好ましくは可能である。

## 【 0 0 2 0 】

一方、条件式(3)の対応値が下限値を下回ると、第4レンズ群に対する第5レンズ群のパワーが増大することとなり、像面湾曲の補正が困難となる可能性がある。なお、効果を確実にするために、条件式(3)の下限値を0.350にすることが好ましくは可能である。また、効果をさらに確実にするために、条件式(3)の下限値を0.450にすることが好ましくは可能である。

## 【 0 0 2 1 】

また、ズームレンズは、前記第3レンズ群中の少なくとも一部のレンズを光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能なように構成することが好ましくは可能である。例えば、ズームレンズは、前記第3レンズ群中の少なくとも2枚のレンズを光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能なように構成することが好ましくは可能である。

このように、前記第3レンズ群中の少なくとも2枚のレンズを防振レンズ群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能なように構成することにより、防振レンズ群の小型化を実現することができ、さらに防振時における偏心コマ収差、偏心像面湾曲、および偏心倍率色収差を良好に補正することができる。

## 【 0 0 2 2 】

また、ズームレンズは、前記第2レンズ群中の少なくとも一部のレンズを光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能なように構成することが好ましくは可能である。例えば、ズームレンズは、前記第2レンズ群中の少なくとも2枚のレンズを光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能なように構成することが好ましくは可能である。

このように前記第2レンズ群中の少なくとも2枚のレンズを防振レンズ群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能なように構成することにより、防振レンズ群の小型化を実現することができ、さらに防振時における偏心コマ収差、偏心像面湾曲、および偏心倍率色収差を良好に補正することができる。

## 【 0 0 2 3 】

また、ズームレンズは、前記第4レンズ群中の少なくとも一部のレンズを光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能なように構成することが好ましくは可能である。例えば、ズームレンズは、前記第4レンズ群中の少なくとも2枚のレンズを光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能なように構成することが好ましくは可能である。

このように前記第4レンズ群中の少なくとも2枚のレンズを防振レンズ群として光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能なように構成することにより、防振レンズ群の

10

20

30

40

50

小型化を実現することができ、さらに防振時における偏心コマ収差、偏心像面湾曲、および偏心倍率色収差を良好に補正することができる。

【 0 0 2 4 】

また、ズームレンズは、前記第 2 レンズ群中の少なくとも一部のレンズを光軸に沿って移動させることによって無限遠物体から近距離物体への合焦を行うことが好ましくは可能である。例えば、ズームレンズは、前記第 2 レンズ群中の少なくとも 2 枚のレンズを光軸に沿って移動させることによって無限遠物体から近距離物体への合焦を行うことが好ましくは可能である。

この構成により、合焦レンズ群の小型化を実現することができ、合焦による色収差の変動および像面湾曲の変動を良好に補正することができる。

10

【 0 0 2 5 】

また、ズームレンズは、前記第 3 レンズ群中の少なくとも一部のレンズを光軸に沿って移動させることによって無限遠物体から近距離物体への合焦を行うことが好ましくは可能である。例えば、ズームレンズは、前記第 3 レンズ群中の少なくとも 2 枚のレンズを光軸に沿って移動させることによって無限遠物体から近距離物体への合焦を行うことが好ましくは可能である。

この構成により、合焦レンズ群の小型化を実現することができ、合焦による色収差の変動および像面湾曲の変動を良好に補正することができる。

【 0 0 2 6 】

また、ズームレンズは、前記第 4 レンズ群中の少なくとも一部のレンズを光軸に沿って移動させることによって無限遠物体から近距離物体への合焦を行うことが好ましくは可能である。例えば、ズームレンズは、前記第 4 レンズ群中の少なくとも 2 枚のレンズを光軸に沿って移動させることによって無限遠物体から近距離物体への合焦を行うことが好ましくは可能である。

20

この構成により、合焦レンズ群の小型化を実現することができ、合焦による色収差の変動および像面湾曲の変動を良好に補正することができる。

【 0 0 2 7 】

また、ズームレンズは、前記第 5 レンズ群の一部または全部を光軸に沿って移動させることによって無限遠物体から近距離物体への合焦を行うことが好ましくは可能である。

この構成により、合焦による軸上色収差の変動、球面収差の変動、およびコマ収差の変動を良好に補正することができる。

30

【 0 0 2 8 】

また、ズームレンズは、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間に開口絞りを有することが好ましくは可能である。

この構成により、球面収差、コマ収差、および倍率色収差を良好に補正することができる。

【 0 0 2 9 】

また、光学機器は、上述した構成のズームレンズを備えている。これにより、F ナンバーが明るく、高い光学性能を備えた光学機器を実現することができる。

【 0 0 3 0 】

40

また、ズームレンズの製造方法は、光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群と、第 5 レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、以下の条件式 ( 1 ) を満足するように構成し、前記第 1 レンズ群から前記第 5 レンズ群までのうち一部のレンズを光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能に構成し、変倍の際、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間隔は変化し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間隔は変化し、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群との間隔は変化し、前記第 4 レンズ群と前記第 5 レンズ群との間隔は変化するように構成するものである。一例において、前記第 5 レンズ群は正の屈折力を有することが可能である。

$$( 1 ) 0 . 5 0 0 < f 4 / f 2 < 1 0 . 0 0 0$$

50

ただし、

f 4 : 前記第 4 レンズ群の焦点距離

f 2 : 前記第 2 レンズ群の焦点距離

【 0 0 3 1 】

斯かるズームレンズの製造方法により、F ナンバーが明るく、高い光学性能を備えたズームレンズを製造することができる。

【 0 0 3 2 】

( 数値実施例 )

以下、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。

【 0 0 3 3 】

( 第 1 実施例 )

図 1 ( a )、図 1 ( b )、および図 1 ( c ) はそれぞれ、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、および望遠端状態における断面図である。

図 1 ( a ) 中の各レンズ群の下の矢印は、広角端状態から中間焦点距離状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。図 1 ( b ) 中の各レンズ群の下の矢印は、中間焦点距離状態から望遠端状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。

【 0 0 3 4 】

図 1 ( a ) に示すように、本実施例に係るズームレンズは、光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群 G 5 とから構成されている。

【 0 0 3 5 】

第 1 レンズ群 G 1 は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 1 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 2 と、両凹レンズ L 1 3 と、両凸レンズ L 1 4 とから構成されている。負メニスカスレンズ L 1 1 は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

【 0 0 3 6 】

第 2 レンズ群 G 2 は、光軸に沿って物体側から順に、正の屈折力を有する第 2 F レンズ群 G 2 F と、正の屈折力を有する第 2 R レンズ群 G 2 R とから構成されている。

第 2 F レンズ群 G 2 F は、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズ L 2 1 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 2 との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 3 とから構成されている。両凸レンズ L 2 1 は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

第 2 R レンズ群 G 2 R は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 4 と両凸レンズ L 2 5 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 6 との接合レンズから構成されている。

【 0 0 3 7 】

第 3 レンズ群 G 3 は、光軸に沿って物体側から順に、開口絞り S と、両凹レンズ L 3 1 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 2 との接合レンズと、フレアカット絞り F S とから構成されている。正メニスカスレンズ L 3 2 は、像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

【 0 0 3 8 】

第 4 レンズ群 G 4 は、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズ L 4 1 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 4 2 との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 4 3 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 4 4 との接合レンズとから構成されている。負メニスカスレンズ L 4 2 は、像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

【 0 0 3 9 】

第 5 レンズ群 G 5 は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 5 1 から構成されている。正メニスカスレンズ L 5 1 は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形

10

20

30

40

50

状とした非球面レンズである。

【0040】

像面 I 上には、CCD や CMOS 等から構成された撮像素子（図示省略）が配置されている。

【0041】

以上の構成のもと、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への変倍の際、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔は減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は増大し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔は減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔は増大するように、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2と第3レンズ群G4と第4レンズ群G4とが像面Iに対して光軸に沿って移動する。詳細には、変倍の際、第1レンズ群G1は一旦像面I側へ移動してから物体側へ移動し、第2レンズ群G2は物体側へ移動し、第3レンズ群G3は物体側へ移動し、第4レンズ群G4は物体側へ移動し、第5レンズ群G5は像面Iに対して固定である。

10

【0042】

開口絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第3レンズ群G3と共に移動する。

【0043】

また、本実施例に係るズームレンズは、第2Fレンズ群G2Fを像面I側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦が行われる。

【0044】

20

また、本実施例に係るズームレンズは、第3レンズ群G3の両凹レンズL31と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL32との接合レンズを防振レンズ群として光軸と直交する方向の成分を含む方向に移動させることにより像ブレ発生時の像面補正、すなわち防振を行っている。

【0045】

ここで、本実施例に係るズームレンズ全系の焦点距離を  $f$  とし、ブレ補正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を  $K$  とするとき（以下、この比のことを防振係数  $K$  という。）、角度  $\theta$  の回転ブレを補正するには、防振レンズ群を  $(f \cdot \tan \theta) / K$  だけ光軸と直交する方向にシフトさせれば良い。

本実施例に係るズームレンズは、広角端状態においては、防振係数  $K$  は 0.54 であり、焦点距離は 16.48 (mm) (下記表1参照) であるので、 $0.81^\circ$  の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は 0.43 (mm) である。また、中間焦点距離状態においては、防振係数  $K$  は 0.68 であり、焦点距離は 25.21 (mm) (下記表1参照) であるので、 $0.66^\circ$  の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は 0.42 (mm) である。また、望遠端状態においては、防振係数  $K$  は 0.85 であり、焦点距離は 33.95 (mm) (下記表1参照) であるので、 $0.57^\circ$  の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は 0.39 (mm) である。

30

【0046】

以下の表1に、第1実施例に係るズームレンズの諸元値を掲げる。

表1中の[全体諸元]において、 $f$  はズームレンズ全系の焦点距離、FNOはFナンバー、 $\theta$  は半画角(単位:度)、 $Y$  は像高、TLは光学系全長、BFはバックフォーカスをそれぞれ示している。ここで、光学系全長TLは第1レンズ群G1中の最も物体側のレンズ面から像面Iまでの光軸上の距離である。また、バックフォーカスBFは第5レンズ群G5中の最も像側のレンズ面から像面Iまでの光軸上の距離である。また、Wは広角端状態、Mは中間焦点距離状態、Tは望遠端状態の各焦点距離状態をそれぞれ示す。

40

【0047】

[面データ]において、面番号は物体側から数えたレンズ面の順番、 $r$  はレンズ面の曲率半径、 $d$  はレンズ面の間隔、 $n_d$  は  $d$  線(波長  $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ) に対する屈折率、 $k_d$  は  $d$  線(波長  $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ) に対するアッペ数をそれぞれ示している。また、物面は物体面、(絞り)は開口絞りS、(FS)はフレアカット絞りFS、像面は像面I

50

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  $d = 1.00000$  の記載は省略している。また、レンズ面が非球面である場合には面番号に \* 印を付して曲率半径  $r$  の欄には近軸曲率半径を示している。

【 0 0 4 8 】

[ レンズ群データ ] には、各レンズ群の始面番号と焦点距離を示す。

【 0 0 4 9 】

[ 非球面データ ] には、[ 面データ ] に示した非球面について、その形状を次式で表した場合の非球面係数及び円錐定数を示す。

$$x = (h^2 / r) / [ 1 + \{ 1 - (h / r)^2 \}^{1/2} ] + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10}$$

10

ここで、 $h$  を光軸に垂直な方向の高さ、 $x$  を高さ  $h$  における非球面の頂点の接平面から当該非球面までの光軸方向に沿った距離 ( サグ量 )、 $r$  を円錐定数、 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$  を非球面係数、 $r$  を基準球面の曲率半径 ( 近軸曲率半径 ) とする。また、「 $E - n$ 」は「 $\times 10^{-n}$ 」を示し、例えば、「 $1.234 E - 05$ 」は、「 $1.234 \times 10^{-5}$ 」を示す。2 次の非球面係数  $A_2$  は 0 であり、記載を省略している。

【 0 0 5 0 】

[ 可変間隔データ ] において、 $f$  はズームレンズ全系の焦点距離を、 $M$  は撮影倍率をそれぞれ示し、 $d_n$  ( $n$  は整数) は第  $n$  面と第 ( $n + 1$ ) 面との可変の面間隔をそれぞれ示す。また、 $d_0$  は物体から最も物体側のレンズ面までの距離を示す。なお、 $W$  は広角端状態、 $M$  は中間焦点距離状態、 $T$  は望遠端状態、無限遠は無限遠物体への合焦時、近距離は近距離物体への合焦時をそれぞれ示す。

20

[ 条件式対応値 ] には、各条件式の対応値をそれぞれ示す。

ここで、表 1 に記載されている焦点距離  $f$  や曲率半径  $r$ 、およ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、比例拡大また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。

【 0 0 5 1 】

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。

【 0 0 5 2 】

( 表 1 ) 第 1 実施例

30

[ 全体諸元 ]

W	M	T
f	16.48	25.21 33.95
F N O	2.83	2.83 2.83
	54.1	39.9 31.7
Y	21.64	21.64 21.64
T L	162.368	156.100 161.776
B F	18.068	18.076 18.058

[ 面データ ]

40

面番号	r	d	n	d
物面				

- \* 1) 75.44949 2.000 1.85135 40.1
- \* 2) 20.28508 6.283
- 3) 51.06676 2.000 1.90043 37.4
- 4) 24.72875 14.151
- 5) -37.47670 2.000 1.49782 82.6
- 6) 256.37590 0.150
- 7) 92.17324 6.061 2.00100 29.1
- 8) -101.88567 ( 可変 )

50

\* 9) 49.32957 10.021 1.61492 58.4  
 10) -33.33841 1.500 1.61772 49.8  
 11) -82.04309 0.150  
 12) 101.37291 1.500 1.51823 58.8  
 13) 37.71250 (可変)

14) 27.89843 1.500 1.80518 25.4  
 15) 20.73501 12.485 1.48749 70.3  
 16) -35.76178 1.500 1.68893 31.2  
 17) -69.08870 (可変)

10

18) (絞り) 4.000  
 19) -191.55206 1.500 1.74400 44.8  
 20) 29.63471 3.611 1.80244 25.6  
 \* 21) 65.28008 1.000  
 22) (FS) (可変)

23) 26.78513 6.812 1.49782 82.6  
 24) -98.18107 1.500 1.88202 37.2  
 \* 25) -107.04814 0.150  
 26) 135.48608 1.500 1.90043 37.4  
 27) 20.03626 9.030 1.49782 82.6  
 28) 2971.25110 (可変)

20

\* 29) -129.34917 5.005 1.76116 50.5  
 \* 30) -43.36071 (BF)

像面

[ レンズ群データ ]

30

始面 焦点距離

G1 1 -26.25

G2 9 39.27

G3 18 -70.00

G4 23 93.83

G5 29 83.59

[ 非球面データ ]

面番号 : 1

= 5.92300E-01

40

A4 = -2.43736E-06

A6 = 2.64717E-09

A8 = -1.54187E-12

A10 = 5.99784E-16

面番号 : 2

= 4.21200E-01

A4 = -6.62142E-06

A6 = 3.27522E-12

A8 = -7.76064E-12

50

A10 = 9.08049E-15

面番号 : 9

= 1.00000E+00

A4 = -2.87523E-06

A6 = 2.47805E-10

A8 = 0.00000E+00

A10 = 0.00000E+00

面番号 : 21

= 8.46000E-01

A4 = -5.01566E-07

A6 = -1.49741E-08

A8 = 1.12108E-10

A10 = -2.97302E-13

10

面番号 : 25

= 1.00000E+00

A4 = 1.18848E-05

A6 = -5.83406E-10

A8 = 2.65926E-11

A10 = -1.81664E-13

20

面番号 : 29

= 1.00000E+00

A4 = 1.04301E-05

A6 = -2.89394E-08

A8 = 6.51407E-11

A10 = -6.88449E-14

30

面番号 : 30

= 1.00000E+00

A4 = 1.61530E-05

A6 = -3.59475E-08

A8 = 7.02618E-11

A10 = -6.91220E-14

[ 可変間隔データ ]

W M T W M T

無限遠 無限遠 無限遠 近距離 近距離 近距離

d 0 110.00 116.28 110.58

- - - -0.1212 -0.1798 -0.2542

f 16.48 25.21 33.95 - - -

d 8 29.353 9.442 0.500 34.199 14.324 5.898

d13 6.626 6.626 6.626 1.780 1.743 1.228

d17 2.000 5.729 7.157 2.000 5.729 7.157

d22 7.842 3.616 1.500 7.842 3.616 1.500

d28 3.071 17.203 32.526 3.071 17.203 32.526

BF 18.068 18.076 18.058 18.152 18.261 18.427

40

50

[ 各条件式対応値 ]

$$(1) f_4 / f_2 = 2.389$$

$$(2) |m_{12}| / f_w = 1.751$$

$$(3) f_5 / f_4 = 0.891$$

【 0 0 5 3 】

図 2 ( a )、図 2 ( b )、および図 2 ( c ) はそれぞれ、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、およ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 )、および図 3 ( c ) はそれぞれ、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、およ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 )、図 4 ( b )、および図 4 ( c ) はそれぞれ、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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

【 0 0 5 4 】

各収差図において、FNO は F ナンバー、A は光線入射角即ち半画角 ( 単位は「°」 )、NA は開口数、H0 は物体高 ( 単位 : mm ) をそれぞれ示す。図中の d は d 線 ( 波長 = 587.6 nm ) での収差曲線を示し、g は g 線 ( 波長 = 435.8 nm ) での収差曲線を示し、記載のないものは d 線での収差曲線を示す。球面収差図では最大口径に対応する F ナンバーの値を示し、非点収差図及び歪曲収差図では半画角または物体高の最大値をそれぞれ示し、横収差図では各半画角または各物体高の値を示している。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。また、横収差図は、d 線および g 線に対するメリディオナル横収差を表している。なお、以下に示す各実施例の諸収差図においても、本実施例と同様の符号を用いる。

【 0 0 5 5 】

各収差図から明らかのように、第 1 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亘って諸収差が良好に補正され、また、防振時においても高い光学性能を有することがわかる。

【 0 0 5 6 】

( 第 2 実施例 )

図 5 ( a )、図 5 ( b )、および図 5 ( c ) はそれぞれ、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、および望遠端状態における断面図である。

図 5 ( a ) 中の各レンズ群の下の矢印は、広角端状態から中間焦点距離状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。図 5 ( b ) 中の各レンズ群の下の矢印は、中間焦点距離状態から望遠端状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。

【 0 0 5 7 】

図 5 ( a ) に示すように、本実施例に係るズームレンズは、光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G4 と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群 G5 とから構成されている。

【 0 0 5 8 】

第 1 レンズ群 G1 は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L11 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L12 と、両凹レンズ L13 と、両凸レンズ L14 とから構成されている。負メニスカスレンズ L11 は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

【 0 0 5 9 】

第 2 レンズ群 G2 は、光軸に沿って物体側から順に、正の屈折力を有する第 2 F レンズ群 G2F と、正の屈折力を有する第 2 R レンズ群 G2R とから構成されている。

第 2 F レンズ群 G2F は、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズ L21 と物体側に

10

20

30

40

50

凹面を向けた負メニスカスレンズL22との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL23とから構成されている。両凸レンズL21は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

第2Rレンズ群G2Rは、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL24と両凸レンズL25と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL26との接合レンズから構成されている。

【0060】

第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に、開口絞りSと、両凹レンズL31と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL32との接合レンズと、フレアカット絞りFSとから構成されている。正メニスカスレンズL32は、像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

10

【0061】

第4レンズ群G4は、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズL41と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL42との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL43と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL44との接合レンズとから構成されている。負メニスカスレンズL42は、像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

【0062】

第5レンズ群G5は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL51から構成されている。正メニスカスレンズL51は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

20

【0063】

像面I上には、CCDやCMOS等から構成された撮像素子(図示省略)が配置されている。

【0064】

以上の構成のもと、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への変倍の際、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔は減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は増大し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔は減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔は増大するように、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2と第3レンズ群G4と第4レンズ群G4とが像面Iに対して光軸に沿って移動する。詳細には、変倍の際、第1レンズ群G1は一旦像面I側へ移動してから物体側へ移動し、第2レンズ群G2と第4レンズ群G4とは一体に物体側へ移動し、第3レンズ群G3は物体側へ移動し、第5レンズ群G5は像面Iに対して固定である。

30

【0065】

開口絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第3レンズ群G3と共に移動する。

【0066】

また、本実施例に係るズームレンズは、第2Fレンズ群G2Fを像面I側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦が行われる。

【0067】

また、本実施例に係るズームレンズは、第3レンズ群G3の両凹レンズL31と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL32との接合レンズを防振レンズ群として光軸と直交する方向の成分を含む方向に移動させることにより像ブレ発生時の像面補正、すなわち防振を行っている。

40

【0068】

ここで、本実施例に係るズームレンズ全系の焦点距離をfとし、ブレ補正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をKとするとき、角度θの回転ブレを補正するには、防振レンズ群を $(f \cdot \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交する方向にシフトさせれば良い。

本実施例に係るズームレンズは、広角端状態においては、防振係数Kは0.56であり

50

、焦点距離は16.48 (mm) (下記表2参照)であるので、0.81°の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.42 (mm)である。また、中間焦点距離状態においては、防振係数Kは0.70であり、焦点距離は25.21 (mm) (下記表2参照)であるので、0.66°の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.41 (mm)である。また、望遠端状態においては、防振係数Kは0.87であり、焦点距離は33.95 (mm) (下記表2参照)であるので、0.57°の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.38 (mm)である。

## 【0069】

以下の表2に、第2実施例に係るズームレンズの諸元値を掲げる。

## 【0070】

(表2) 第2実施例

[全体諸元]

W M T

f 16.48 25.21 33.95

F N O 2.83 2.83 2.83

54.0 40.0 31.8

Y 21.64 21.64 21.64

T L 162.361 156.840 162.363

B F 18.070 18.065 18.063

[面データ]

面番号 r d n d d

物面

\* 1) 73.22991 2.000 1.85135 40.1

\* 2) 19.62926 7.474

3) 61.15202 2.000 1.90043 37.4

4) 26.50584 12.785

5) -37.55896 2.000 1.49782 82.6

6) 312.93830 0.150

7) 97.61558 6.381 2.00100 29.1

8) -90.94529 (可変)

\* 9) 45.42754 8.894 1.58313 59.4

10) -33.86178 1.500 1.65160 58.6

11) -73.70296 1.496

12) 108.06528 1.500 1.51742 52.2

13) 36.32590 (可変)

14) 27.56863 1.500 1.84416 24.0

15) 20.91099 12.393 1.48749 70.3

16) -40.66843 1.500 1.80328 25.5

17) -63.71042 (可変)

18) (絞り) 3.500

19) -208.49060 1.500 1.74400 44.8

20) 26.99771 3.953 1.80244 25.6

\* 21) 62.64116 1.000

22) (FS) (可変)

23) 26.91271 7.631 1.49782 82.6

10

20

30

40

50

24) -57.70103 1.500 1.88202 37.2  
 \* 25) -93.99278 0.150  
 26) 62.42449 1.500 1.90043 37.4  
 27) 19.07512 7.749 1.49782 82.6  
 28) 83.05930 (可変)

\* 29) -135.00000 5.076 1.77250 49.5

\* 30) -44.25074 (BF)

像面

10

[ レンズ群データ ]

始面 焦点距離

G1 1 -26.24

G2 9 40.29

G3 18 -70.00

G4 23 92.95

G5 29 83.19

[ 非球面データ ]

面番号 : 1

= 7.56000E-02

A4 = -2.78471E-06

A6 = 3.86364E-09

A8 = -2.69774E-12

A10 = 9.05111E-16

20

面番号 : 2

= 1.77500E-01

A4 = -2.58137E-06

A6 = 2.51888E-09

A8 = 2.34244E-12

A10 = 1.66721E-16

30

面番号 : 9

= 1.00000E+00

A4 = -2.97350E-06

A6 = -1.01164E-09

A8 = 5.03482E-12

A10 = -6.96957E-15

40

面番号 : 21

= 1.27800E+00

A4 = -2.19664E-07

A6 = -2.34247E-08

A8 = 1.80346E-10

A10 = -4.74051E-13

面番号 : 25

= 1.00000E+00

A4 = 1.15418E-05

50

A6 = 5.82895E-09  
 A8 = -4.75474E-12  
 A10 = -1.24299E-13

面番号 : 29

= 1.00000E+00

A4 = 1.07645E-05  
 A6 = -4.55699E-08  
 A8 = 1.31690E-10  
 A10 = 1.37085E-13

10

面番号 : 30

= 1.00000E+00

A4 = 1.60203E-05  
 A6 = -5.49184E-08  
 A8 = 1.40358E-10  
 A10 = -1.35750E-13

[ 可変間隔データ ]

W M T W M T

20

無限遠 無限遠 無限遠 近距離 近距離 近距離

d 0 110.01 115.53 110.00

- - - -0.1220 -0.1816 -0.2566

f 16.48 25.21 33.95 - - -

d 8 28.899 9.423 0.500 33.772 14.498 6.164

d13 6.862 6.862 6.862 1.989 1.787 1.198

d17 2.000 5.572 7.582 2.000 5.572 7.582

d22 7.082 3.510 1.500 7.082 3.510 1.500

d28 4.315 18.275 32.723 4.315 18.275 32.723

BF 18.070 18.065 18.063 18.155 18.254 18.438

30

[ 各条件式対応値 ]

( 1 )  $f_4 / f_2 = 2.307$

( 2 )  $|m_{12}| / f_w = 1.723$

( 3 )  $f_5 / f_4 = 0.895$

【 0 0 7 1 】

図 6 ( a )、図 6 ( b )、および図 6 ( c ) はそれぞれ、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、およ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 )、および図 7 ( c ) はそれぞれ、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、およ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 )、図 8 ( b )、および図 8 ( c ) はそれぞれ、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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

【 0 0 7 2 】

各収差図から明らかなように、第 2 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亘って諸収差が良好に補正され、また、防振時においても高い光学性能を有することがわかる。

50

## 【0073】

(第3実施例)

図9(a)、図9(b)、および図9(c)はそれぞれ、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、および望遠端状態における断面図である。

図9(a)中の各レンズ群の下の矢印は、広角端状態から中間焦点距離状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。図9(b)中の各レンズ群の下の矢印は、中間焦点距離状態から望遠端状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。

## 【0074】

図9(a)に示すように、本実施例に係るズームレンズは、光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とから構成されている。

## 【0075】

第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、両凹レンズL13と、両凸レンズL14とから構成されている。負メニスカスレンズL11は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

## 【0076】

第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に、正の屈折力を有する第2Fレンズ群G2Fと、正の屈折力を有する第2Rレンズ群G2Rとから構成されている。

第2Fレンズ群G2Fは、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズL21と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL23とから構成されている。両凸レンズL21は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

第2Rレンズ群G2Rは、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL24と両凸レンズL25と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL26との接合レンズから構成されている。

## 【0077】

第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に、開口絞りSと、両凹レンズL31と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL32との接合レンズと、フレアカット絞りFSとから構成されている。正メニスカスレンズL32は、像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

## 【0078】

第4レンズ群G4は、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズL41と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL42との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL43と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL44との接合レンズとから構成されている。負メニスカスレンズL42は、像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

## 【0079】

第5レンズ群G5は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL51から構成されている。正メニスカスレンズL51は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

## 【0080】

像面I上には、CCDやCMOS等から構成された撮像素子(図示省略)が配置されている。

## 【0081】

以上の構成のもと、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への変倍の際、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔は減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は増大し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔は減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔は増大するように、第1レンズ群G1

10

20

30

40

50

と第2レンズ群G2と第3レンズ群G3と第4レンズ群G4と第5レンズ群G5とが像面Iに対して光軸に沿って移動する。詳細には、変倍の際、第1レンズ群G1は一旦像面I側へ移動してから物体側へ移動し、第2レンズ群G2と第4レンズ群G4とは一体に物体側へ移動し、第3レンズ群G3は物体側へ移動し、第5レンズ群G5は一旦物体側へ移動してから像面I側へ移動する。

【0082】

開口絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第3レンズ群G3と共に移動する。

【0083】

また、本実施例に係るズームレンズは、第2Fレンズ群G2Fを像面I側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦が行われる。

10

【0084】

また、本実施例に係るズームレンズは、第3レンズ群G3の両凹レンズL31と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL32との接合レンズを防振レンズ群として光軸と直交する方向の成分を含む方向に移動させることにより像ブレ発生時の像面補正、すなわち防振を行っている。

【0085】

ここで、本実施例に係るズームレンズ全系の焦点距離をfとし、ブレ補正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をKとすると、角度θの回転ブレを補正するには、防振レンズ群を(f・tanθ)/Kだけ光軸と直交する方向にシフトさせれば良い。

20

本実施例に係るズームレンズは、広角端状態においては、防振係数Kは0.56であり、焦点距離は16.48(mm)(下記表3参照)であるので、0.81°の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.42(mm)である。また、中間焦点距離状態においては、防振係数Kは0.70であり、焦点距離は25.21(mm)(下記表3参照)であるので、0.66°の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.41(mm)である。また、望遠端状態においては、防振係数Kは0.87であり、焦点距離は33.95(mm)(下記表3参照)であるので、0.57°の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.39(mm)である。

【0086】

以下の表3に、第3実施例に係るズームレンズの諸元値を掲げる。

30

【0087】

(表3)第3実施例

[全体諸元]

W M T

f 16.48 25.21 33.95

F N O 2.83 2.83 2.83

54.0 39.9 31.7

Y 21.64 21.64 21.64

T L 162.369 156.568 162.359

40

B F 18.069 18.479 18.059

[面データ]

面番号 r d n d d

物面

\*1) 73.35843 2.000 1.85135 40.1

\*2) 19.65231 7.423

3) 60.85659 2.000 1.90043 37.4

4) 26.46067 12.865

5) -37.68469 2.000 1.49782 82.6

50

6) 319.60622 0.150  
 7) 98.35638 6.315 2.00100 29.1  
 8) - 91.84642 (可変)

\* 9) 45.12179 9.169 1.58313 59.4  
 10) -32.35918 1.500 1.65160 58.6  
 11) -70.79534 1.426  
 12) 116.36340 1.500 1.51742 52.2  
 13) 36.40999 (可変)

10

14) 27.76490 1.500 1.84500 23.9  
 15) 21.11208 12.352 1.48749 70.3  
 16) -40.48676 1.500 1.79173 26.0  
 17) -63.27082 (可変)

18) (絞リ) 3.500  
 19) -209.12746 1.500 1.74400 44.8  
 20) 27.47317 3.887 1.80244 25.6  
 \* 21) 62.77212 1.000  
 22) (FS) (可変)

20

23) 26.82011 7.501 1.49782 82.6  
 24) -55.69746 1.500 1.88202 37.2  
 \* 25) -89.72149 0.150  
 26) 63.20031 1.500 1.90043 37.4  
 27) 19.07631 7.703 1.49782 82.6  
 28) 80.36061 (可変)

\* 29) -135.00000 5.077 1.77250 49.5  
 \* 30) -44.25947 (BF)

30

像面

[ レンズ群データ ]

始面 焦点距離

G1 1 -26.11  
 G2 9 40.20  
 G3 18 -70.00  
 G4 23 93.63  
 G5 29 83.21

40

[ 非球面データ ]

面番号 : 1

= 8.75000E-02

A4 = -2.78056E-06

A6 = 3.66529E-09

A8 = -2.32659E-12

A10 = 7.29739E-16

面番号 : 2

= 1.25600E-01

50

A4 = -1.66529E-06  
 A6 = 1.18889E-09  
 A8 = 5.12891E-12  
 A10 = -1.72885E-16

面番号 : 9

= 1.00000E+00

A4 = -3.12858E-06  
 A6 = -1.15459E-09  
 A8 = 5.52871E-12  
 A10 = -7.23502E-15

10

面番号 : 21

= 1.36390E+00

A4 = -1.54769E-07  
 A6 = -2.66171E-08  
 A8 = 2.07963E-10  
 A10 = -5.54299E-13

面番号 : 25

= 1.00000E+00

A4 = 1.15286E-05  
 A6 = 7.02471E-09  
 A8 = -1.60325E-11  
 A10 = -9.68792E-14

20

面番号 : 29

= 1.00000E+00

A4 = 1.12240E-05  
 A6 = -4.41692E-08  
 A8 = 1.19461E-10  
 A10 = -1.22999E-13

30

面番号 : 30

= 1.00000E+00

A4 = 1.62814E-05  
 A6 = -5.22346E-08  
 A8 = 1.25318E-10  
 A10 = -1.19716E-13

40

[ 可変間隔データ ]

W M T W M T

無限遠 無限遠 無限遠 近距離 近距離 近距離

d 0 110.00 115.79 110.00

- - - -0.1221 -0.1814 -0.2567

f 16.48 25.21 33.95 - - -

d 8 28.797 9.141 0.500 33.624 14.169 6.113

d13 6.847 6.847 6.847 2.020 1.820 1.234

d17 2.000 5.812 7.792 2.000 5.812 7.792

d22 7.292 3.480 1.500 7.292 3.480 1.500

50

d28 4.346 17.791 32.643 4.346 17.791 32.643  
 BF 18.069 18.479 18.059 18.154 18.667 18.434

[ 各条件式対応値 ]

$$(1) f_4 / f_2 = 2.329$$

$$(2) |m_{12}| / f_w = 1.717$$

$$(3) f_5 / f_4 = 0.889$$

【 0088 】

図10(a)、図10(b)、および図10(c)はそれぞれ、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、およ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。

10

図11(a)、図11(b)、および図11(c)はそれぞれ、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、およ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)、図12(b)、および図12(c)はそれぞれ、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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

【 0089 】

各収差図から明らかなように、第3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亘って諸収差が良好に補正され、また、防振時においても高い光学性能を有することがわかる。

20

【 0090 】

(第4実施例)

図13(a)、図13(b)、および図13(c)はそれぞれ、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、および望遠端状態における断面図である。

図13(a)中の各レンズ群の下の矢印は、広角端状態から中間焦点距離状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。図13(b)中の各レンズ群の下の矢印は、中間焦点距離状態から望遠端状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。

【 0091 】

30

図13(a)に示すように、本実施例に係るズームレンズは、光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とから構成されている。

【 0092 】

第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、両凹レンズL13と、両凸レンズL14とから構成されている。負メニスカスレンズL11は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

【 0093 】

40

第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に、正の屈折力を有する第2Fレンズ群G2Fと、正の屈折力を有する第2Rレンズ群G2Rとから構成されている。

第2Fレンズ群G2Fは、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズL21と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL23とから構成されている。両凸レンズL21は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

第2Rレンズ群G2Rは、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL24と両凸レンズL25と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL26との接合レンズから構成されている。

【 0094 】

50

第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に、開口絞りSと、両凹レンズL31と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL32との接合レンズと、フレアカット絞りFSとから構成されている。正メニスカスレンズL32は、像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

【0095】

第4レンズ群G4は、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズL41と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL42との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL43と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL44との接合レンズとから構成されている。負メニスカスレンズL42は、像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

10

【0096】

第5レンズ群G5は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL51から構成されている。正メニスカスレンズL51は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

【0097】

像面I上には、CCDやCMOS等から構成された撮像素子(図示省略)が配置されている。

【0098】

以上の構成のもと、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への変倍の際、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔は減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は増大し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔は減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔は増大するように、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2と第3レンズ群G4と第4レンズ群G4とが像面Iに対して光軸に沿って移動する。詳細には、変倍の際、第1レンズ群G1は一旦像面I側へ移動してから物体側へ移動し、第2レンズ群G2と第4レンズ群G4とは一体に物体側へ移動し、第3レンズ群G3は物体側へ移動し、第5レンズ群G5は像面Iに対して固定である。

20

【0099】

開口絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第3レンズ群G3と共に移動する。

【0100】

また、本実施例に係るズームレンズは、第2Fレンズ群G2Fを像面I側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦が行われる。

30

【0101】

また、本実施例に係るズームレンズは、第3レンズ群G3の両凹レンズL31と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL32との接合レンズを防振レンズ群として光軸と直交する方向の成分を含む方向に移動させることにより像ブレ発生時の像面補正、すなわち防振を行っている。

【0102】

ここで、本実施例に係るズームレンズ全系の焦点距離をfとし、ブレ補正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をKとすると、角度θの回転ブレを補正するには、防振レンズ群を $(f \cdot \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交する方向にシフトさせれば良い。

40

本実施例に係るズームレンズは、広角端状態においては、防振係数Kは0.81であり、焦点距離は18.54(mm)(下記表4参照)であるので、0.77°の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.30(mm)である。また、中間焦点距離状態においては、防振係数Kは1.00であり、焦点距離は25.21(mm)(下記表4参照)であるので、0.66°の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.29(mm)である。また、望遠端状態においては、防振係数Kは1.26であり、焦点距離は33.95(mm)(下記表4参照)であるので、0.57°の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.27(mm)である。

50

## 【 0 1 0 3 】

以下の表 4 に、第 4 実施例に係るズームレンズの諸元値を掲げる。

## 【 0 1 0 4 】

(表 4) 第 4 実施例

[ 全体諸元 ]

W M T

f 18.54 25.21 33.95

F N O 2.83 2.83 2.83

49.9 40.1 31.7

Y 21.64 21.64 21.64

T L 160.545 157.622 162.364

B F 18.069 18.074 18.064

10

[ 面データ ]

面番号 r d n d d

物面

\* 1) 64.13853 2.000 1.82080 42.7

\* 2) 20.52237 7.450

3) 42.79628 2.000 1.84300 37.4

4) 23.01367 14.005

5) -42.12649 2.000 1.49782 82.6

6) 60.80104 0.150

7) 55.48158 6.486 2.00100 29.1

8) -197.93506 (可変)

\* 9) 46.12318 12.702 1.58313 59.4

10) -26.66064 1.500 1.61772 49.8

11) -71.59323 0.150

12) 68.72530 1.500 1.51742 52.2

13) 35.19343 (可変)

20

30

14) 27.39712 1.500 1.84666 23.8

15) 20.26274 11.974 1.48749 70.3

16) -34.96195 1.500 1.80000 25.6

17) -55.58525 (可変)

18) (絞り) 4.000

19) -144.55027 1.500 1.74400 44.8

20) 20.23731 4.012 1.80244 25.6

\* 21) 40.54944 1.000

22) (FS) (可変)

40

23) 29.62933 6.997 1.49782 82.6

24) -75.50908 1.500 1.88202 37.2

\* 25) -112.41227 0.150

26) 34.10106 1.500 1.90043 37.4

27) 19.08383 7.811 1.49782 82.6

28) 56.03390 (可変)

\* 29) -135.00000 4.569 1.77250 49.5

50

\* 30) -51.50452 (BF)

像面

[ レンズ群データ ]

始面 焦点距離

G1 1 -26.00

G2 9 38.17

G3 18 -45.00

G4 23 54.97

G5 29 105.29

10

[ 非球面データ ]

面番号 : 1

= 1.97190E+00

A4 = -3.80899E-06

A6 = 3.65826E-09

A8 = -2.38771E-12

A10 = 7.43869E-16

面番号 : 2

= 8.82000E-02

A4 = -1.21936E-06

A6 = 2.60285E-09

A8 = 9.42881E-13

A10 = 3.22230E-15

20

面番号 : 9

= 1.00000E+00

A4 = -3.25645E-06

A6 = 5.35394E-10

A8 = 0.00000E+00

A10 = 0.00000E+00

30

面番号 : 21

= 4.59700E-01

A4 = -1.02727E-06

A6 = -1.01707E-08

A8 = 9.24484E-11

A10 = -2.40570E-13

40

面番号 : 25

= 1.00000E+00

A4 = 9.28617E-06

A6 = 1.98222E-09

A8 = 3.47233E-11

A10 = -1.62414E-13

面番号 : 29

= 1.00000E+00

A4 = 8.29178E-06

50

A6 = -3.50865E-08  
 A8 = 1.26307E-10  
 A10 = -1.60070E-13

面番号 : 30  
 = 1.00000E+00  
 A4 = 1.30379E-05  
 A6 = -4.40208E-08  
 A8 = 1.33306E-10  
 A10 = -1.56261E-13

10

[ 可変間隔データ ]  
 W M T W M T  
 無限遠 無限遠 無限遠 近距離 近距離 近距離  
 d 0 111.82 114.75 110.00  
 - - - -0.1327 -0.1788 -0.2514  
 f 18.54 25.21 33.95 - - -  
 d 8 22.618 9.438 0.500 27.248 14.104 5.591  
 d13 8.395 8.395 8.395 3.766 3.729 3.304  
 d17 3.500 5.288 6.734 3.500 5.288 6.734  
 d22 4.734 2.946 1.500 4.734 2.946 1.500  
 d28 5.273 15.525 29.215 5.273 15.525 29.215  
 BF 18.069 18.074 18.064 18.169 18.256 18.424

20

[ 各条件式対応値 ]

- ( 1 )  $f_4 / f_2 = 1.442$   
 ( 2 )  $|m_{12}| / f_w = 1.193$   
 ( 3 )  $f_5 / f_4 = 1.915$

【 0 1 0 5 】

30

図 1 4 ( a )、図 1 4 ( b )、および図 1 4 ( c ) はそれぞれ、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、およ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 1 5 ( a )、図 1 5 ( b )、および図 1 5 ( c ) はそれぞれ、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、およ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 1 6 ( a )、図 1 6 ( b )、および図 1 6 ( c ) はそれぞれ、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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

【 0 1 0 6 】

40

各収差図から明らかなように、第 4 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亘って諸収差が良好に補正され、また、防振時においても高い光学性能を有することがわかる。

【 0 1 0 7 】

( 第 5 実施例 )

図 1 7 ( a )、図 1 7 ( b )、および図 1 7 ( c ) はそれぞれ、第 5 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、および望遠端状態における断面図である。

図 1 7 ( a ) 中の各レンズ群の下の矢印は、広角端状態から中間焦点距離状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。図 1 7 ( b ) 中の各レンズ群の下の矢印は、中間焦点距離状態から望遠端状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。

50

## 【0108】

図17(a)に示すように、本実施例に係るズームレンズは、光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とから構成されている。

## 【0109】

第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、両凹レンズL13と、両凸レンズL14とから構成されている。負メニスカスレンズL11は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

10

## 【0110】

第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に、正の屈折力を有する第2Fレンズ群G2Fと、正の屈折力を有する第2Rレンズ群G2Rとから構成されている。

第2Fレンズ群G2Fは、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズL21と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL23とから構成されている。両凸レンズL21は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

第2Rレンズ群G2Rは、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL24と両凸レンズL25と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL26との接合レンズから構成されている。

20

## 【0111】

第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に、開口絞りSと、両凹レンズL31と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL32との接合レンズと、フレアカット絞りFSとから構成されている。正メニスカスレンズL32は、像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

## 【0112】

第4レンズ群G4は、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズL41と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL42との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL43と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL44との接合レンズとから構成されている。負メニスカスレンズL42は、像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

30

## 【0113】

第5レンズ群G5は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL51から構成されている。正メニスカスレンズL51は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

## 【0114】

像面I上には、CCDやCMOS等から構成された撮像素子(図示省略)が配置されている。

## 【0115】

以上の構成のもと、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への変倍の際、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔は減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は増大し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔は減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔は増大するように、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2と第3レンズ群G4と第4レンズ群G4とが像面Iに対して光軸に沿って移動する。詳細には、変倍の際、第1レンズ群G1は一旦像面I側へ移動してから物体側へ移動し、第2レンズ群G2と第4レンズ群G4とは一体に物体側へ移動し、第3レンズ群G3は物体側へ移動し、第5レンズ群G5は像面Iに対して固定である。

40

## 【0116】

開口絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第3レンズ群G3と共に移動する。

50

【 0 1 1 7 】

また、本実施例に係るズームレンズは、第 2 F レンズ群 G 2 F を像面 I 側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦が行われる。

【 0 1 1 8 】

また、本実施例に係るズームレンズは、第 3 レンズ群 G 3 の両凹レンズ L 3 1 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 2 との接合レンズを防振レンズ群として光軸と直交する方向の成分を含む方向に移動させることにより像ブレ発生時の像面補正、すなわち防振を行っている。

【 0 1 1 9 】

ここで、本実施例に係るズームレンズ全系の焦点距離を f とし、ブレ補正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を K とするとき、角度  $\theta$  の回転ブレを補正するには、防振レンズ群を  $( f \cdot \tan \theta ) / K$  だけ光軸と直交する方向にシフトさせれば良い。

10

本実施例に係るズームレンズは、広角端状態においては、防振係数 K は 0 . 4 7 であり、焦点距離は 1 5 . 4 5 ( m m ) ( 下記表 5 参照 ) であるので、 0 . 8 4 ° の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は 0 . 4 8 ( m m ) である。また、中間焦点距離状態においては、防振係数 K は 0 . 6 1 であり、焦点距離は 2 5 . 2 1 ( m m ) ( 下記表 5 参照 ) であるので、 0 . 6 6 ° の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は 0 . 4 8 ( m m ) である。また、望遠端状態においては、防振係数 K は 0 . 7 6 であり、焦点距離は 3 3 . 9 5 ( m m ) ( 下記表 5 参照 ) であるので、 0 . 5 7 ° の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は 0 . 4 4 ( m m ) である。

20

【 0 1 2 0 】

以下の表 5 に、第 5 実施例に係るズームレンズの諸元値を掲げる。

【 0 1 2 1 】

( 表 5 ) 第 5 実施例

[ 全体諸元 ]

W M T

f 15.45 25.21 33.95

F N O 2.83 2.83 2.83

56.2 40.0 31.8

Y 21.64 21.64 21.64

T L 168.787 161.395 167.660

B F 18.067 18.070 18.058

30

[ 面データ ]

面番号 r d n d d

物面

\* 1) 84.32721 2.000 1.82080 42.7

\* 2) 22.42250 6.533

3) 40.43903 2.000 1.90043 37.4

4) 22.79897 18.443

5) -36.72174 2.000 1.49782 82.6

6) 108.66132 0.150

7) 86.07473 6.091 2.00100 29.1

8) -113.52466 ( 可変 )

\* 9) 56.20536 8.334 1.58313 59.4

10) -34.82724 1.500 1.62896 51.8

11) -62.67282 0.150

12) 1521.91690 1.500 1.51742 52.2

40

50

13) 63.48881 (可変)	
14) 32.18721 1.500 1.83207 24.9	
15) 23.97842 11.952 1.48749 70.3	
16) -42.36534 1.500 1.79889 25.4	
17) -64.06791 (可変)	
18) (絞り) 4.000	
19) -402.90754 1.500 1.74400 44.8	
20) 29.51707 4.016 1.80244 25.6	10
* 21) 67.51202 1.000	
22) (FS) (可変)	
23) 30.01453 8.025 1.49782 82.6	
24) -48.32228 1.500 1.88202 37.2	
* 25) -80.74589 0.150	
26) 73.99805 1.500 1.90043 37.4	
27) 19.28578 8.991 1.49782 82.6	
28) 131.61654 (可変)	20
* 29) -135.00000 5.020 1.77250 49.5	
* 30) -45.90440 (BF)	
像面	

[ レンズ群データ ]

始面 焦点距離

G1 1 -26.00	
G2 9 40.61	
G3 18 -85.00	
G4 23 113.40	30
G5 29 87.88	

[ 非球面データ ]

面番号 : 1

= 1.07450E+00	
A4 = -1.57852E-06	
A6 = 2.55869E-09	
A8 = -1.24755E-12	
A10 = 2.99043E-16	40

面番号 : 2

= 2.82500E-01	
A4 = -5.25879E-06	
A6 = 2.99379E-09	
A8 = -1.07006E-13	
A10 = 2.38338E-15	

面番号 : 9

= 1.00000E+00	
A4 = -3.44380E-06	50

A6 = 6.36234E-10  
 A8 = 0.00000E+00  
 A10 = 0.00000E+00

面番号 : 21

= 5.97700E-01

A4 = -1.14555E-08  
 A6 = -6.90561E-09  
 A8 = 2.24606E-11  
 A10 = -2.11799E-15

10

面番号 : 25

= 1.00000E+00

A4 = 8.46457E-06  
 A6 = -1.83245E-09  
 A8 = 1.13124E-11  
 A10 = -6.67256E-14

面番号 : 29

= 1.00000E+00

A4 = 1.35371E-05  
 A6 = -4.85133E-08  
 A8 = 1.04081E-10  
 A10 = -9.31604E-14

20

面番号 : 30

= 1.00000E+00

A4 = 2.00382E-05  
 A6 = -5.78531E-08  
 A8 = 1.07159E-10  
 A10 = -8.91147E-14

30

[ 可変間隔データ ]

W M T W M T

無限遠 無限遠 無限遠 近距離 近距離 近距離

d 0 103.58 110.97 104.70

- - - -0.1177 -0.1847 -0.2625

f 15.45 25.21 33.95 - - -

d 8 32.660 9.394 0.500 37.602 14.284 5.903

d13 6.126 6.126 6.126 1.184 1.237 0.724

d17 1.500 5.658 7.190 1.500 5.658 7.190

d22 7.190 3.032 1.500 7.190 3.032 1.500

d28 3.889 19.760 34.930 3.889 19.760 34.930

BF 18.067 18.070 18.058 18.146 18.265 18.451

40

[ 各条件式対応値 ]

( 1 )  $f_4 / f_2 = 2.792$

( 2 )  $|m_{12}| / f_w = 2.082$

( 3 )  $f_5 / f_4 = 0.775$

50

## 【 0 1 2 2 】

図 1 8 ( a )、図 1 8 ( b )、および図 1 8 ( c ) はそれぞれ、第 5 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、およ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 1 9 ( a )、図 1 9 ( b )、および図 1 9 ( c ) はそれぞれ、第 5 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、およ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 2 0 ( a )、図 2 0 ( b )、および図 2 0 ( c ) はそれぞれ、第 5 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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

10

## 【 0 1 2 3 】

各収差図から明らかなように、第 5 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亘って諸収差が良好に補正され、また、防振時においても高い光学性能を有することがわかる。

## 【 0 1 2 4 】

( 第 6 実施例 )

図 2 1 ( a )、図 2 1 ( b )、および図 2 1 ( c ) はそれぞれ、第 6 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、および望遠端状態における断面図である。

図 2 1 ( a ) 中の各レンズ群の下の矢印は、広角端状態から中間焦点距離状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。図 2 1 ( b ) 中の各レンズ群の下の矢印は、中間焦点距離状態から望遠端状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。

20

## 【 0 1 2 5 】

図 2 1 ( a ) に示すように、本実施例に係るズームレンズは、光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群 G 5 とから構成されている。

## 【 0 1 2 6 】

第 1 レンズ群 G 1 は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 1 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 2 と、両凹レンズ L 1 3 と、両凸レンズ L 1 4 とから構成されている。負メニスカスレンズ L 1 1 は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。負メニスカスレンズ L 1 2 は、像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

30

## 【 0 1 2 7 】

第 2 レンズ群 G 2 は、光軸に沿って物体側から順に、正の屈折力を有する第 2 F レンズ群 G 2 F と、正の屈折力を有する第 2 R レンズ群 G 2 R とから構成されている。

第 2 F レンズ群 G 2 F は、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズ L 2 1 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 2 との接合レンズと、両凹レンズ L 2 3 とから構成されている。両凸レンズ L 2 1 は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

第 2 R レンズ群 G 2 R は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 4 と両凸レンズ L 2 5 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 6 との接合レンズから構成されている。負メニスカスレンズ L 2 4 は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

40

## 【 0 1 2 8 】

第 3 レンズ群 G 3 は、光軸に沿って物体側から順に、開口絞り S と、両凹レンズ L 3 1 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 2 との接合レンズと、フレアカット絞り F S とから構成されている。

## 【 0 1 2 9 】

第 4 レンズ群 G 4 は、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズ L 4 1 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 4 2 との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカ

50

スレンズL 4 3と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 4 4との接合レンズとから構成されている。負メニスカスレンズL 4 2は、像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

【 0 1 3 0 】

第5レンズ群G 5は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL 5 1から構成されている。正メニスカスレンズL 5 1は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

【 0 1 3 1 】

像面I上には、CCDやCMOS等から構成された撮像素子(図示省略)が配置されている。

10

【 0 1 3 2 】

以上の構成のもと、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への変倍の際、第1レンズ群G 1と第2レンズ群G 2との間隔は減少し、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との間隔は増大し、第3レンズ群G 3と第4レンズ群G 4との間隔は減少し、第4レンズ群G 4と第5レンズ群G 5との間隔は増大するように、第1レンズ群G 1と第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 4と第4レンズ群G 4とが像面Iに対して光軸に沿って移動する。詳細には、変倍の際、第1レンズ群G 1は一旦像面I側へ移動してから物体側へ移動し、第2レンズ群G 2と第4レンズ群G 4とは一体に物体側へ移動し、第3レンズ群G 3は物体側へ移動し、第5レンズ群G 5は像面Iに対して固定である。

【 0 1 3 3 】

開口絞りSは、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第3レンズ群G 3と共に移動する。

20

【 0 1 3 4 】

また、本実施例に係るズームレンズは、第2Fレンズ群G 2Fを像面I側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦が行われる。

【 0 1 3 5 】

また、本実施例に係るズームレンズは、第2Rレンズ群G 2Rを防振レンズ群として光軸と直交する方向の成分を含む方向に移動させることにより像ブレ発生時の像面補正、すなわち防振を行っている。

【 0 1 3 6 】

ここで、本実施例に係るズームレンズ全系の焦点距離をfとし、ブレ補正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をKとすると、角度θの回転ブレを補正するには、防振レンズ群を $(f \cdot \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交する方向にシフトさせれば良い。

30

本実施例に係るズームレンズは、広角端状態においては、防振係数Kは1.07であり、焦点距離は16.48(mm)(下記表6参照)であるので、0.81°の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.22(mm)である。また、中間焦点距離状態においては、防振係数Kは1.37であり、焦点距離は25.21(mm)(下記表6参照)であるので、0.66°の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.21(mm)である。また、望遠端状態においては、防振係数Kは1.67であり、焦点距離は33.95(mm)(下記表6参照)であるので、0.57°の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.20(mm)である。

40

【 0 1 3 7 】

以下の表6に、第6実施例に係るズームレンズの諸元値を掲げる。

【 0 1 3 8 】

(表6)第6実施例

[全体諸元]

W M T

f 16.48 25.21 33.95

F N O 4.00 4.00 4.00

50

54.1 39.8 31.7  
 Y 21.64 21.64 21.64  
 T L 162.369 156.678 160.978  
 B F 18.069 18.064 18.074

## [ 面データ ]

面番号 r d n d d  
 物面

\* 1) 180.13769 2.000 1.82080 42.7  
 \* 2) 19.96088 6.970  
 3) 94.52854 2.000 1.90043 37.4  
 \* 4) 28.44278 9.857  
 5) -42.62350 2.000 1.49782 82.6  
 6) 244.08326 0.150  
 7) 61.25466 5.605 2.00100 29.1  
 8) -150.06559 (可変)

10

\* 9) 36.24721 7.764 1.58313 59.4  
 10) -22.60689 1.500 1.65844 50.8  
 11) -43.72965 0.151  
 12) -207.94715 1.500 1.51742 52.2  
 13) 40.03120 (可変)

20

\* 14) 43.25649 1.500 1.79504 28.7  
 15) 26.23995 11.085 1.48749 70.3  
 16) -21.42752 1.500 1.68893 31.2  
 17) -29.56586 (可変)

18) (絞リ) 4.000  
 19) -74.75529 1.500 1.74400 44.8  
 20) 22.57348 3.362 1.80244 25.6  
 21) 84.92681 1.000  
 22) (FS) (可変)

30

23) 34.18409 11.631 1.49782 82.6  
 24) -22.09869 1.500 1.88202 37.2  
 \* 25) -35.01463 0.150  
 26) 64.77675 1.500 1.90043 37.4  
 27) 18.18435 8.523 1.49782 82.6  
 28) 70.17847 (可変)

40

\* 29) -135.00000 5.121 1.77250 49.5  
 \* 30) -46.54146 (BF)

像面

## [ レンズ群データ ]

始面 焦点距離

G1 1 -23.15  
 G2 9 37.14  
 G3 18 -58.82

50

G4 23 86.56

G5 29 89.68

[ 非球面データ ]

面番号 : 1

= 2.00000E+00

A4 = 7.91245E-06

A6 = -3.69643E-09

A8 = 1.11415E-12

A10 = -2.04281E-16

10

面番号 : 2

= 1.05500E-01

A4 = -1.07575E-05

A6 = 4.04887E-08

A8 = -2.80099E-11

A10 = 8.02396E-14

面番号 : 4

= 1.00000E+00

A4 = 2.14895E-05

A6 = 5.07570E-09

A8 = -8.70469E-11

A10 = 9.89182E-14

20

面番号 : 9

= 1.00000E+00

A4 = -5.58940E-06

A6 = -6.24739E-09

A8 = 0.00000E+00

A10 = 0.00000E+00

30

面番号 : 14

= 1.00000E+00

A4 = -4.10738E-06

A6 = 2.26991E-09

A8 = -1.27958E-11

A10 = 2.28497E-14

面番号 : 25

= 1.00000E+00

A4 = 6.63910E-06

A6 = -2.70332E-09

A8 = -1.14938E-11

A10 = -3.86980E-14

40

面番号 : 29

= 1.00000E+00

A4 = 2.96724E-06

A6 = -7.37447E-10

50

A8 = 4.28602E-11  
A10 = -7.07831E-14

面番号 : 30  
= 1.00000E+00  
A4 = 5.46618E-06  
A6 = -9.05640E-09  
A8 = 6.16567E-11  
A10 = -8.57111E-14

10

[ 可変間隔データ ]  
W M T W M T  
無限遠 無限遠 無限遠 近距離 近距離 近距離  
d 0 110.00 115.69 111.40  
- - - -0.1243 -0.1848 -0.2589  
f 16.48 25.21 33.95 - - -  
d 8 27.344 8.875 0.500 31.204 12.826 4.873  
d13 7.541 7.541 7.541 3.681 3.590 3.168  
d17 2.000 7.319 11.342 2.000 7.319 11.342  
d22 10.842 5.524 1.500 10.842 5.524 1.500  
d28 4.704 17.488 30.153 4.704 17.488 30.158  
BF 18.069 18.064 18.074 18.157 18.259 18.456

20

[ 各条件式対応値 ]

- ( 1 )  $f_4 / f_2 = 2.330$   
( 2 )  $|m_{12}| / f_w = 1.629$   
( 3 )  $f_5 / f_4 = 1.036$

【 0 1 3 9 】

図 2 2 ( a )、図 2 2 ( b )、および図 2 2 ( c ) はそれぞれ、第 6 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、およ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。

30

図 2 3 ( a )、図 2 3 ( b )、および図 2 3 ( c ) はそれぞれ、第 6 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、およ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 2 4 ( a )、図 2 4 ( b )、および図 2 4 ( c ) はそれぞれ、第 6 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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

【 0 1 4 0 】

各収差図から明らかのように、第 6 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亘って諸収差が良好に補正され、また、防振時においても高い光学性能を有することがわかる。

40

【 0 1 4 1 】

( 第 7 実施例 )

図 2 5 ( a )、図 2 5 ( b )、および図 2 5 ( c ) はそれぞれ、第 7 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、および望遠端状態における断面図である。

図 2 5 ( a ) 中の各レンズ群の下の矢印は、広角端状態から中間焦点距離状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。図 2 5 ( b ) 中の各レンズ群の下の矢印は、中間焦点距離状態から望遠端状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。

【 0 1 4 2 】

50

図25(a)に示すように、本実施例に係るズームレンズは、光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とから構成されている。

【0143】

第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL13と、両凸レンズL14とから構成されている。負メニスカスレンズL11は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

10

【0144】

第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に、正の屈折力を有する第2Fレンズ群G2Fと、正の屈折力を有する第2Rレンズ群G2Rとから構成されている。

第2Fレンズ群G2Fは、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズL21と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL23とから構成されている。両凸レンズL21は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

第2Rレンズ群G2Rは、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL24と両凸レンズL25と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL26との接合レンズから構成されている。

20

【0145】

第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に、開口絞りSと、両凹レンズL31と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL32との接合レンズと、フレアカット絞りFSとから構成されている。正メニスカスレンズL32は、像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

【0146】

第4レンズ群G4は、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズL41と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL42との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL43と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL44との接合レンズとから構成されている。負メニスカスレンズL42は、像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

30

【0147】

第5レンズ群G5は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL51から構成されている。正メニスカスレンズL51は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

【0148】

像面I上には、CCDやCMOS等から構成された撮像素子(図示省略)が配置されている。

【0149】

以上の構成のもと、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への変倍の際、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔は減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は増大し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔は減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔は増大するように、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2と第3レンズ群G4と第4レンズ群G4とが像面Iに対して光軸に沿って移動する。詳細には、変倍の際、第1レンズ群G1は一旦像面I側へ移動してから物体側へ移動し、第2レンズ群G2と第4レンズ群G4とは一体に物体側へ移動し、第3レンズ群G3は物体側へ移動し、第5レンズ群G5は像面Iに対して固定である。

40

【0150】

開口絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第3レンズ群G3と共に移動する。

50

【 0 1 5 1 】

また、本実施例に係るズームレンズは、第 2 F レンズ群 G 2 F を像面 I 側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦が行われる。

【 0 1 5 2 】

また、本実施例に係るズームレンズは、第 3 レンズ群 G 3 の両凹レンズ L 3 1 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 2 との接合レンズを防振レンズ群として光軸と直交する方向の成分を含む方向に移動させることにより像ブレ発生時の像面補正、すなわち防振を行っている。

【 0 1 5 3 】

ここで、本実施例に係るズームレンズ全系の焦点距離を f とし、ブレ補正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を K とするとき、角度  $\theta$  の回転ブレを補正するには、防振レンズ群を  $(f \cdot \tan \theta) / K$  だけ光軸と直交する方向にシフトさせれば良い。

10

本実施例に係るズームレンズは、広角端状態においては、防振係数 K は 0 . 5 6 であり、焦点距離は 1 6 . 4 8 ( m m ) ( 下記表 7 参照 ) であるので、 0 . 8 1 ° の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は 0 . 4 2 ( m m ) である。また、中間焦点距離状態においては、防振係数 K は 0 . 7 0 であり、焦点距離は 2 5 . 2 1 ( m m ) ( 下記表 7 参照 ) であるので、 0 . 6 6 ° の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は 0 . 4 1 ( m m ) である。また、望遠端状態においては、防振係数 K は 0 . 8 7 であり、焦点距離は 3 3 . 9 5 ( m m ) ( 下記表 7 参照 ) であるので、 0 . 5 7 ° の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は 0 . 3 9 ( m m ) である。

20

【 0 1 5 4 】

以下の表 7 に、第 7 実施例に係るズームレンズの諸元値を掲げる。

【 0 1 5 5 】

( 表 7 ) 第 7 実施例

[ 全体諸元 ]

W	M	T	
f	16.48	25.21	33.95
F N O	4.00	4.00	4.00
	54.0	39.8	31.8
Y	21.64	21.64	21.64
T L	152.197	148.076	154.253
B F	18.060	18.054	18.063

30

[ 面データ ]

面番号 r d n d d

物面

- \* 1) 89.63662 2.000 1.82080 42.7
- \* 2) 19.03463 6.400
- 3) 59.00594 2.000 1.90043 37.4
- 4) 25.04291 12.879
- 5) -34.42001 2.000 1.49782 82.6
- 6) -220.10809 0.150
- 7) 110.12188 5.234 2.00100 29.1
- 8) -94.03704 ( 可変 )
  
- \* 9) 34.70954 8.195 1.58313 59.4
- 10) -22.32702 1.500 1.64013 58.3
- 11) -56.97811 0.150
- 12) 143.57014 1.500 1.51742 52.2

40

50

13) 29.47978 (可変)	
14) 25.69484 1.500 1.79504 28.7	
15) 18.31640 7.768 1.48749 70.3	
16) -37.27717 1.500 1.73708 28.4	
17) -69.75583 (可変)	
18) (絞り) 4.000	
19) -172.99604 1.500 1.74400 44.8	
20) 25.25276 3.145 1.80244 25.6	10
* 21) 65.66381 1.000	
22) (FS) (可変)	
23) 28.13736 7.994 1.49782 82.6	
24) -39.84408 1.500 1.88202 37.2	
* 25) -55.75469 0.150	
26) 79.86144 1.500 1.90043 37.4	
27) 18.03173 8.303 1.49782 82.6	
28) 109.39627 (可変)	20
* 29) -135.00000 5.201 1.77250 49.5	
* 30) -43.87168 (BF)	
像面	

[ レンズ群データ ]

始面 焦点距離

G1 1 -25.31	
G2 9 38.11	
G3 18 -70.00	
G4 23 97.42	30
G5 29 82.09	

[ 非球面データ ]

面番号 : 1

= 0.00000E+00	
A4 = -1.65798E-06	
A6 = 2.891887E-09	
A8 = -2.10545E-12	
A10 = 1.01969E-15	40

面番号 : 2

= 1.52100E-01	
A4 = -3.98735E-06	
A6 = 1.20818E-08	
A8 = -2.50960E-11	
A10 = 4.32957E-14	

面番号 : 9

= 1.00000E+00	
A4 = -5.15908E-06	50

A6 = 1.64281E-09  
 A8 = 0.00000E+00  
 A10 = 0.00000E+00

面番号 : 21

= 1.89270E+00

A4 = -3.35320E-07  
 A6 = -5.17749E-08  
 A8 = 8.91765E-10  
 A10 = -5.73216E-12

10

面番号 : 25

= 1.00000E+00

A4 = 1.10647E-05  
 A6 = 2.12638E-08  
 A8 = -1.45298E-10  
 A10 = 1.80548E-13

面番号 : 29

= 1.00000E+00

A4 = 9.54720E-06  
 A6 = -3.28939E-08  
 A8 = 9.31216E-11  
 A10 = -9.94866E-14

20

面番号 : 30

= 1.00000E+00

A4 = 1.57892E-05  
 A6 = -4.68421E-08  
 A8 = 1.10504E-10  
 A10 = -1.06766E-13

30

[ 可変間隔データ ]

W M T W M T

無限遠 無限遠 無限遠 近距離 近距離 近距離

d 0 120.16 124.28 118.11

- - - -0.1141 -0.1719 -0.2434

f 16.48 25.21 33.95 - - -

d 8 26.758 8.756 0.500 31.009 13.089 5.283

d13 7.532 7.532 7.532 3.280 3.198 2.749

d17 2.000 5.495 7.430 2.000 5.495 7.430

d22 6.930 3.434 1.500 6.930 3.434 1.500

d28 3.850 17.737 32.161 3.850 17.737 32.161

BF 18.060 18.054 18.063 18.135 18.223 18.401

40

[ 各条件式対応値 ]

( 1 )  $f_4 / f_2 = 2.556$

( 2 )  $|m_{12}| / f_w = 1.593$

( 3 )  $f_5 / f_4 = 0.843$

50

## 【 0 1 5 6 】

図 2 6 ( a )、図 2 6 ( b )、および図 2 6 ( c ) はそれぞれ、第 7 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、およ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 2 7 ( a )、図 2 7 ( b )、および図 2 7 ( c ) はそれぞれ、第 7 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、およ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 2 8 ( a )、図 2 8 ( b )、および図 2 8 ( c ) はそれぞれ、第 7 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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

10

## 【 0 1 5 7 】

各収差図から明らかなように、第 7 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亘って諸収差が良好に補正され、また、防振時においても高い光学性能を有することがわかる。

## 【 0 1 5 8 】

( 第 8 実施例 )

図 2 9 ( a )、図 2 9 ( b )、および図 2 9 ( c ) はそれぞれ、第 8 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、および望遠端状態における断面図である。

図 2 9 ( a ) 中の各レンズ群の下の矢印は、広角端状態から中間焦点距離状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。図 2 9 ( b ) 中の各レンズ群の下の矢印は、中間焦点距離状態から望遠端状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。

20

## 【 0 1 5 9 】

図 2 9 ( a ) に示すように、本実施例に係るズームレンズは、光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群 G 5 とから構成されている。

## 【 0 1 6 0 】

第 1 レンズ群 G 1 は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 1 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 2 と、両凹レンズ L 1 3 と、両凸レンズ L 1 4 とから構成されている。負メニスカスレンズ L 1 1 は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。負メニスカスレンズ L 1 2 は、像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

30

## 【 0 1 6 1 】

第 2 レンズ群 G 2 は、光軸に沿って物体側から順に、正の屈折力を有する第 2 F レンズ群 G 2 F と、正の屈折力を有する第 2 R レンズ群 G 2 R とから構成されている。

第 2 F レンズ群 G 2 F は、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズ L 2 1 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 2 との接合レンズと、両凹レンズ L 2 3 とから構成されている。両凸レンズ L 2 1 は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

第 2 R レンズ群 G 2 R は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 4 と両凸レンズ L 2 5 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 6 との接合レンズから構成されている。負メニスカスレンズ L 2 4 は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

40

## 【 0 1 6 2 】

第 3 レンズ群 G 3 は、光軸に沿って物体側から順に、開口絞り S と、両凹レンズ L 3 1 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 2 との接合レンズと、フレアカット絞り F S とから構成されている。

## 【 0 1 6 3 】

第 4 レンズ群 G 4 は、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズ L 4 1 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 4 2 との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカ

50

スレンズL 4 3と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 4 4との接合レンズとから構成されている。負メニスカスレンズL 4 2は、像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

【 0 1 6 4 】

第5レンズ群G 5は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL 5 1から構成されている。正メニスカスレンズL 5 1は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

【 0 1 6 5 】

像面I上には、CCDやCMOS等から構成された撮像素子(図示省略)が配置されている。

10

【 0 1 6 6 】

以上の構成のもと、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への変倍の際、第1レンズ群G 1と第2レンズ群G 2との間隔は減少し、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との間隔は増大し、第3レンズ群G 3と第4レンズ群G 4との間隔は減少し、第4レンズ群G 4と第5レンズ群G 5との間隔は増大するように、第1レンズ群G 1と第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 4と第4レンズ群G 4とが像面Iに対して光軸に沿って移動する。詳細には、変倍の際、第1レンズ群G 1は一旦像面I側へ移動してから物体側へ移動し、第2レンズ群G 2と第4レンズ群G 4とは一体に物体側へ移動し、第3レンズ群G 3は物体側へ移動し、第5レンズ群G 5は像面Iに対して固定である。

【 0 1 6 7 】

開口絞りSは、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第3レンズ群G 3と共に移動する。

20

【 0 1 6 8 】

また、本実施例に係るズームレンズは、第2Fレンズ群G 2Fを像面I側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦が行われる。

【 0 1 6 9 】

また、本実施例に係るズームレンズは、第4レンズ群G 4中の両凸レンズL 4 1と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 4 2との接合レンズを防振レンズ群として光軸と直交する方向の成分を含む方向に移動させることにより像ブレ発生時の像面補正、すなわち防振を行っている。

30

【 0 1 7 0 】

ここで、本実施例に係るズームレンズ全系の焦点距離を $f$ とし、ブレ補正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を $K$ とすると、角度 $\theta$ の回転ブレを補正するには、防振レンズ群を $(f \cdot \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交する方向にシフトさせれば良い。

本実施例に係るズームレンズは、広角端状態においては、防振係数 $K$ は0.84であり、焦点距離は16.48(mm)(下記表8参照)であるので、 $0.81^\circ$ の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.28(mm)である。また、中間焦点距離状態においては、防振係数 $K$ は1.12であり、焦点距離は25.21(mm)(下記表8参照)であるので、 $0.66^\circ$ の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.26(mm)である。また、望遠端状態においては、防振係数 $K$ は1.39であり、焦点距離は33.94(mm)(下記表8参照)であるので、 $0.57^\circ$ の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.24(mm)である。

40

【 0 1 7 1 】

以下の表8に、第8実施例に係るズームレンズの諸元値を掲げる。

【 0 1 7 2 】

(表8)第8実施例

[全体諸元]

W M T

f 16.48 25.21 33.94

50

F N O 4.00 4.00 4.00  
 54.1 40.0 31.8  
 Y 21.64 21.64 21.64  
 T L 156.155 150.831 154.903  
 B F 18.066 18.053 18.060

## [ 面データ ]

面番号 r d n d d  
 物面

\* 1) 193.58721 2.000 1.82080 42.7 10  
 \* 2) 20.02145 6.905  
 3) 90.01817 2.000 1.90043 37.4  
 \* 4) 27.89307 9.933  
 5) -41.38646 2.000 1.49782 82.6  
 6) 388.04959 0.150  
 7) 63.78120 5.582 2.00100 29.1  
 8) -140.47475 (可変)

\* 9) 34.11887 7.683 1.58313 59.4  
 10) -23.19093 1.500 1.65844 50.8 20  
 11) -43.34847 0.150  
 12) -133.64479 1.500 1.51742 52.2  
 13) 43.43678 (可変)

\* 14) 43.27875 1.500 1.79504 28.7  
 15) 26.75575 9.166 1.48749 70.3  
 16) -21.47016 1.500 1.68893 31.2  
 17) -29.83058 (可変)

18) (絞り) 4.000 30  
 19) -117.95737 1.500 1.74400 44.8  
 20) 20.54277 3.285 1.80244 25.6  
 21) 54.89929 1.000  
 22) (FS) (可変)

23) 32.72024 9.645 1.49782 82.6  
 24) -23.86366 1.500 1.88202 37.2  
 \* 25) -34.86203 0.150  
 26) 69.62430 1.500 1.90043 37.4  
 27) 18.05008 9.020 1.49782 82.6 40  
 28) 104.94552 (可変)

\* 29) -135.00000 4.710 1.77250 49.5  
 \* 30) -48.92153 (BF)

像面

## [ レンズ群データ ]

始面 焦点距離

G1 1 -23.31

G2 9 35.87

50

G3 18 -54.84  
 G4 23 83.18  
 G5 29 97.01

[ 非球面データ ]

面番号 : 1

= 2.00000E+00

A4 = 7.90218E-06

A6 = -3.67128E-09

A8 = 1.11425E-12

A10 = -3.22487E-16

10

面番号 : 2

= 9.06000E-02

A4 = -1.10492E-05

A6 = 4.18700E-08

A8 = -2.82799E-11

A10 = 8.48422E-14

面番号 : 4

= 1.00000E+00

A4 = 2.06544E-05

A6 = 1.14896E-09

A8 = -9.32488E-11

A10 = 1.06908E-13

20

面番号 : 9

= 1.00000E+00

A4 = -5.99537E-06

A6 = -8.64207E-09

A8 = 0.00000E+00

A10 = 0.00000E+00

30

面番号 : 14

= 1.00000E+00

A4 = -5.24252E-06

A6 = 3.78138E-09

A8 = -1.26184E-11

A10 = -1.01048E-14

40

面番号 : 25

= 1.00000E+00

A4 = 5.70046E-06

A6 = -3.54520E-09

A8 = 1.13461E-11

A10 = -1.29870E-13

面番号 : 29

= 1.00000E+00

A4 = 2.14047E-06

50

A6 = -2.58918E-09  
 A8 = 4.54444E-11  
 A10 = -7.04486E-14

面番号 : 30  
 = 1.00000E+00  
 A4 = 5.01764E-06  
 A6 = -9.55833E-09  
 A8 = 5.69307E-11  
 A10 = -7.79067E-14

10

[ 可変間隔データ ]  
 W M T W M T  
 無限遠 無限遠 無限遠 近距離 近距離 近距離  
 d 0 116.21 121.52 117.46  
 - - - -0.1183 -0.1768 -0.2470  
 f 16.48 25.21 33.94 - - -  
 d 8 27.092 8.876 0.500 30.852 12.622 4.589  
 d13 7.348 7.348 7.348 3.588 3.603 3.259  
 d17 2.000 6.293 9.740 2.000 6.293 9.740  
 d22 9.240 4.947 1.500 9.240 4.947 1.500  
 d28 4.528 17.433 29.874 4.528 17.433 29.874  
 BF 18.066 18.053 18.060 18.146 18.232 18.406

20

[ 各条件式対応値 ]

- ( 1 )  $f_4 / f_2 = 2.319$   
 ( 2 )  $|m_{12}| / f_w = 1.614$   
 ( 3 )  $f_5 / f_4 = 1.166$

【 0 1 7 3 】

30

図 3 0 ( a )、図 3 0 ( b )、および図 3 0 ( c ) はそれぞれ、第 8 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、およ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 1 ( a )、図 3 1 ( b )、および図 3 1 ( c ) はそれぞれ、第 8 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、およ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 3 2 ( a )、図 3 2 ( b )、および図 3 2 ( c ) はそれぞれ、第 8 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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

【 0 1 7 4 】

40

各収差図から明らかなように、第 8 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亘って諸収差が良好に補正され、また、防振時においても高い光学性能を有することがわかる。

【 0 1 7 5 】

( 第 9 実施例 )

図 3 3 ( a )、図 3 3 ( b )、および図 3 3 ( c ) はそれぞれ、第 9 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、および望遠端状態における断面図である。

図 3 3 ( a ) 中の各レンズ群の下の矢印は、広角端状態から中間焦点距離状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。図 3 3 ( b ) 中の各レンズ群の下の矢印は、中間焦点距離状態から望遠端状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。

50

## 【0176】

図33(a)に示すように、本実施例に係るズームレンズは、光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りSと、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とから構成されている。

## 【0177】

第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、両凹レンズL13と、両凸レンズL14とから構成されている。負メニスカスレンズL11は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。負メニスカス

10

## 【0178】

第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズL21と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22との接合レンズと、両凹レンズL23と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL24と両凸レンズL25と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL26との接合レンズとから構成されている。両凸レンズL21は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。負メニスカスレンズL24は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

## 【0179】

第3レンズ群G3は、両凹レンズL31と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL32との接合レンズから構成されている。

20

## 【0180】

第4レンズ群G4は、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズL41と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL42との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL43と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL44との接合レンズとから構成されている。負メニスカスレンズL42は、像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

## 【0181】

第5レンズ群G5は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL51から構成されている。正メニスカスレンズL51は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

30

## 【0182】

像面I上には、CCDやCMOS等から構成された撮像素子(図示省略)が配置されている。

## 【0183】

以上の構成のもと、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への変倍の際、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔は減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は増大し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔は減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔は増大するように、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2と第3レンズ群G4と第4レンズ群G4と第5レンズ群とが像面Iに対して光軸に沿って移動する。詳細には、変倍の際、第1レンズ群G1は一旦像面I側へ移動してから物体側へ移動し、第2レンズ群G2と第4レンズ群G4とは一体に物体側へ移動し、第3レンズ群G3は物体側へ移動し、第5レンズ群G5は像面I側へ移動する。

40

## 【0184】

開口絞りSは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第3レンズ群G3と一体に移動する。

## 【0185】

また、本実施例に係るズームレンズは、第3レンズ群G3を像面I側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦が行われる。

## 【0186】

50

また、本実施例に係るズームレンズは、第2レンズ群G2中の物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL24と両凸レンズL25と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL26との接合レンズを防振レンズ群として光軸と直交する方向の成分を含む方向に移動させることにより像ブレ発生時の像面補正、すなわち防振を行っている。

【0187】

ここで、本実施例に係るズームレンズ全系の焦点距離をfとし、ブレ補正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をKとすると、角度θの回転ブレを補正するには、防振レンズ群を(f・tanθ)/Kだけ光軸と直交する方向にシフトさせれば良い。

本実施例に係るズームレンズは、広角端状態においては、防振係数Kは1.06であり、焦点距離は16.48(mm)(下記表9参照)であるので、0.81°の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.22(mm)である。また、中間焦点距離状態においては、防振係数Kは1.32であり、焦点距離は25.21(mm)(下記表9参照)であるので、0.66°の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.22(mm)である。また、望遠端状態においては、防振係数Kは1.64であり、焦点距離は33.95(mm)(下記表9参照)であるので、0.57°の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.20(mm)である。

10

【0188】

以下の表9に、第9実施例に係るズームレンズの諸元値を掲げる。

【0189】

20

(表9)第9実施例

[全体諸元]

W M T

f 16.48 25.21 33.95

F N O 4.00 4.00 4.00

54.0 39.4 31.8

Y 21.64 21.64 21.64

T L 162.365 154.491 161.772

B F 23.901 22.523 18.067

30

[面データ]

面番号 r d n d d

物面

\*1) 206.62948 2.000 1.82080 42.7

\*2) 22.78595 5.394

3) 79.60930 2.000 1.90043 37.4

\*4) 28.62293 12.227

5) -36.79633 2.000 1.49782 82.6

6) 138.93269 0.150

7) 59.13309 5.614 2.00100 29.1

8) -157.09491 (可変)

40

\*9) 78.52593 8.740 1.58313 59.4

10) -18.33622 1.500 1.65844 50.8

11) -31.62205 0.320

12) -53.95141 1.500 1.51742 52.2

13) 1642.72200 5.830

\*14) 56.55132 1.500 1.79504 28.7

15) 30.04155 10.867 1.48749 70.3

16) -20.18962 1.500 1.68893 31.2

50

17) -26.35355 (可変)

18) (絞リ) (可変)

19) -107.45547 1.500 1.74400 44.8

20) 19.22984 3.482 1.80244 25.6

21) 51.40293 (可変)

22) 43.71137 7.983 1.49782 82.6

23) -23.27350 1.500 1.88202 37.2

\* 24) -31.21137 0.150

25) 71.81959 1.500 1.90043 37.4

26) 18.76437 8.473 1.49782 82.6

27) 145.88740 (可変)

\* 28) -135.00000 4.550 1.77250 49.5

\* 29) -52.15640 (BF)

像面

[ レンズ群データ ]

始面 焦点距離

G1 1 -24.38

G2 9 34.96

G3 19 -50.79

G4 22 84.06

G5 28 107.45

[ 非球面データ ]

面番号 : 1

= 0.00000E+00

A4 = 7.49847E-06

A6 = -4.72101E-09

A8 = 1.34426E-12

A10 = 7.77327E-16

面番号 : 2

= 1.11000E-02

A4 = -2.39129E-05

A6 = 4.34446E-08

A8 = -4.32137E-11

A10 = 3.44930E-14

面番号 : 4

= 1.00000E+00

A4 = 3.53137E-05

A6 = 6.78430E-09

A8 = -4.22471E-11

A10 = 4.95919E-14

面番号 : 9

10

20

30

40

50

= 1.00000E+00  
 A4 = -4.89433E-06  
 A6 = -9.35308E-09  
 A8 = 0.00000E+00  
 A10 = 0.00000E+00

面番号 : 14

= 1.00000E+00  
 A4 = -6.54457E-06  
 A6 = 5.07738E-09  
 A8 = -5.16352E-11  
 A10 = 2.09233E-13

10

面番号 : 24

= 1.00000E+00  
 A4 = 2.08758E-06  
 A6 = 1.15759E-08  
 A8 = -7.29250E-11  
 A10 = 1.18188E-13

20

面番号 : 28

= 1.00000E+00  
 A4 = 2.27203E-06  
 A6 = 1.20614E-09  
 A8 = 2.01555E-11  
 A10 = -4.02390E-14

面番号 : 29

= 1.00000E+00  
 A4 = 6.10900E-06  
 A6 = -4.88513E-09  
 A8 = 2.18415E-11  
 A10 = -3.91619E-14

30

[ 可変間隔データ ]

W M T W M T

無限遠 無限遠 無限遠 近距離 近距離 近距離

d 0 110.00 117.87 110.60

- - - -0.1310 -0.1947 -0.2863

f 16.48 25.21 33.95 - - -

40

d 8 27.288 7.805 0.500 27.288 7.805 0.500

d17 2.000 7.042 8.304 2.000 7.042 8.304

d18 4.000 4.000 4.000 5.664 7.386 9.288

d21 12.429 7.386 6.125 10.765 4.000 0.837

d27 2.468 15.455 34.496 2.468 15.455 34.496

BF 23.901 22.523 18.067 23.999 22.740 18.534

[ 各条件式対応値 ]

( 1 )  $f_4 / f_2 = 2.405$

( 2 )  $| m_{12} | / f_w = 1.626$

50

$$(3) f_5 / f_4 = 1.278$$

## 【0190】

図34(a)、図34(b)、および図34(c)はそれぞれ、第9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、およ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35(a)、図35(b)、および図35(c)はそれぞれ、第9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、およ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36(a)、図36(b)、および図36(c)はそれぞれ、第9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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

10

## 【0191】

各収差図から明らかなように、第9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亘って諸収差が良好に補正され、また、防振時においても高い光学性能を有することがわかる。

## 【0192】

(第10実施例)

図37(a)、図37(b)、および図37(c)はそれぞれ、第10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、および望遠端状態における断面図である。

20

図37(a)中の各レンズ群の下の矢印は、広角端状態から中間焦点距離状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。図37(b)中の各レンズ群の下の矢印は、中間焦点距離状態から望遠端状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。

## 【0193】

図37(a)に示すように、本実施例に係るズームレンズは、光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とから構成されている。

## 【0194】

第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12と、両凹レンズL13と、両凸レンズL14とから構成されている。負メニスカスレンズL11は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。負メニスカスレンズL12は、像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

30

## 【0195】

第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズL21と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22との接合レンズと、両凹レンズL23と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL24と両凸レンズL25と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL26との接合レンズとから構成されている。両凸レンズL21は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。負メニスカスレンズL24は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

40

## 【0196】

第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に、開口絞りSと、両凹レンズL31と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL32との接合レンズとから構成されている。

## 【0197】

第4レンズ群G4は、光軸に沿って物体側から順に、正の屈折力を有する第4Fレンズ群G4Fと、負の屈折力を有する第4Rレンズ群G4Rとから構成されている。

第4Fレンズ群G4Fは、両凸レンズL41と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL42との接合レンズから構成されている。負メニスカスレンズL42は、像側のレン

50

ズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

第4 Rレンズ群G 4 Rは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 4 3と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 4 4との接合レンズから構成されている。

【0198】

第5レンズ群G 5は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL 5 1から構成されている。正メニスカスレンズL 5 1は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

【0199】

像面I上には、CCDやCMOS等から構成された撮像素子(図示省略)が配置されている。

10

【0200】

以上の構成のもと、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への変倍の際、第1レンズ群G 1と第2レンズ群G 2との間隔は減少し、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との間隔は増大し、第3レンズ群G 3と第4レンズ群G 4との間隔は減少し、第4レンズ群G 4と第5レンズ群G 5との間隔は増大するように、第1レンズ群G 1と第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 4と第4レンズ群G 4と第5レンズ群とが像面Iに対して光軸に沿って移動する。詳細には、変倍の際、第1レンズ群G 1は一旦像面I側へ移動してから物体側へ移動し、第2レンズ群G 2と第4レンズ群G 4とは一体に物体側へ移動し、第3レンズ群G 3は物体側へ移動し、第5レンズ群G 5は一旦物体側へ移動してから像面I側へ移動する。

20

【0201】

開口絞りSは、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第3レンズ群G 3と共に移動する。

【0202】

また、本実施例に係るズームレンズは、第4 Fレンズ群G 4 Fを物体側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦が行われる。

【0203】

また、本実施例に係るズームレンズは、第2レンズ群G 2中の物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 2 4と両凸レンズL 2 5と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 2 6との接合レンズを防振レンズ群として光軸と直交する方向の成分を含む方向に移動させることにより像ブレ発生時の像面補正、すなわち防振を行っている。

30

【0204】

ここで、本実施例に係るズームレンズ全系の焦点距離を $f$ とし、ブレ補正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を $K$ とすると、角度 $\theta$ の回転ブレを補正するには、防振レンズ群を $(f \cdot \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交する方向にシフトさせれば良い。

本実施例に係るズームレンズは、広角端状態においては、防振係数 $K$ は1.01であり、焦点距離は16.48 (mm) (下記表10参照)であるので、 $0.81^\circ$ の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.23 (mm)である。また、中間焦点距離状態においては、防振係数 $K$ は1.28であり、焦点距離は25.22 (mm) (下記表10参照)であるので、 $0.66^\circ$ の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.23 (mm)である。また、望遠端状態においては、防振係数 $K$ は1.58であり、焦点距離は33.95 (mm) (下記表10参照)であるので、 $0.57^\circ$ の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.21 (mm)である。

40

【0205】

以下の表10に、第10実施例に係るズームレンズの諸元値を掲げる。

【0206】

(表10) 第10実施例

[全体諸元]

W M T

50

f 16.48 25.22 33.95  
 F N O 4.00 4.00 4.00  
 54.0 39.5 31.8  
 Y 21.64 21.64 21.64  
 T L 157.040 150.577 158.386  
 B F 19.612 20.204 18.091

## [ 面データ ]

面番号 r d n d d

物面

\* 1) 748.12416 2.000 1.82080 42.7  
 \* 2) 24.27981 6.249  
 3) 82.72688 2.000 1.90043 37.4  
 \* 4) 29.19843 11.941  
 5) -38.35396 2.000 1.49782 82.6  
 6) 123.88139 0.150  
 7) 58.33566 5.662 2.00100 29.1  
 8) -157.62198 (可変)

10

\* 9) 53.58324 6.922 1.58313 59.4  
 10) -22.47903 1.500 1.65454 55.0  
 11) -43.36840 0.150  
 12) -111.21206 1.500 1.51742 52.2  
 13) 108.52980 7.626  
 \* 14) 45.76109 1.500 1.82227 25.8  
 15) 27.94575 10.712 1.48749 70.3  
 16) -23.08227 1.500 1.68893 31.2  
 17) -31.09319 (可変)

20

18) (絞り) 4.000  
 19) -95.69123 1.500 1.74400 44.8  
 20) 28.24642 3.135 1.80244 25.6  
 21) 114.16154 (可変)

30

22) 45.66871 6.767 1.49782 82.6  
 23) -24.10121 1.500 1.88202 37.2  
 \* 24) -36.88706 (可変)

25) 51.43628 1.500 1.90043 37.4  
 26) 17.97428 6.908 1.49782 82.6  
 27) 53.78862 (可変)

40

\* 28) -135.00000 4.998 1.77250 49.5

\* 29) -46.24500 (BF)

像面

## [ レンズ群データ ]

始面 焦点距離

G1 1 -24.13

G2 9 36.72

50

G3 18 -77.89  
 G4 22 151.54  
 G5 28 88.87

[ 非球面データ ]

面番号 : 1

= 0.00000E+00

A4 = 9.52593E-06

A6 = -6.95106E-09

A8 = 1.81770E-12

A10 = 4.34677E-16

10

面番号 : 2

= 1.04000E-01

A4 = -2.28424E-05

A6 = 3.85220E-08

A8 = -4.02855E-11

A10 = 2.50646E-14

面番号 : 4

= 1.00000E+00

A4 = 3.45313E-05

A6 = 2.43926E-08

A8 = -5.26585E-11

A10 = -1.44105E-14

20

面番号 : 9

= 1.00000E+00

A4 = -3.39462E-06

A6 = -4.52751E-09

A8 = 0.00000E+00

A10 = 0.00000E+00

30

面番号 : 14

= 1.00000E+00

A4 = -3.99540E-06

A6 = 6.90128E-09

A8 = -7.15162E-11

A10 = 2.30252E-13

40

面番号 : 24

= 1.00000E+00

A4 = 2.95224E-06

A6 = 6.31531E-09

A8 = -6.95778E-11

A10 = 9.58472E-14

面番号 : 28

= 1.00000E+00

A4 = 3.07452E-06

50

A6 = 6.73524E-10  
 A8 = 1.35472E-11  
 A10 = -3.33968E-14

面番号 : 29  
 = 1.00000E+00  
 A4 = 7.09095E-06  
 A6 = -3.53806E-09  
 A8 = 1.19967E-11  
 A10 = -2.88780E-14

10

[ 可変間隔データ ]  
 W M T W M T  
 無限遠 無限遠 無限遠 近距離 近距離 近距離  
 d 0 115.33 121.81 114.01  
 - - - -0.1237 -0.1846 -0.2688  
 f 16.48 25.22 33.95 - - -  
 d 8 26.754 7.684 0.500 26.754 7.684 0.500  
 d17 2.000 7.900 9.425 2.000 7.900 9.425  
 d21 11.786 5.887 4.361 10.002 2.909 0.209  
 d24 0.150 0.150 0.150 1.935 3.128 4.301  
 d27 5.019 17.035 34.140 5.019 17.035 34.140  
 BF 19.612 20.204 18.091 19.700 20.399 18.504

20

[ 各条件式対応値 ]

- ( 1 )  $f_4 / f_2 = 4.127$   
 ( 2 )  $|m_{12}| / f_w = 1.593$   
 ( 3 )  $f_5 / f_4 = 0.586$

【 0 2 0 7 】

30

図 3 8 ( a )、図 3 8 ( b )、および図 3 8 ( c ) はそれぞれ、第 1 0 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、およ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 9 ( a )、図 3 9 ( b )、および図 3 9 ( c ) はそれぞれ、第 1 0 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、およ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 0 ( a )、図 4 0 ( b )、および図 4 0 ( c ) はそれぞれ、第 1 0 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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

【 0 2 0 8 】

40

各収差図から明らかなように、第 1 0 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亘って諸収差が良好に補正され、また、防振時においても高い光学性能を有することがわかる。

【 0 2 0 9 】

( 第 1 1 実施例 )

図 4 1 ( a )、図 4 1 ( b )、および図 4 1 ( c ) はそれぞれ、第 1 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、および望遠端状態における断面図である。

図 4 1 ( a ) 中の各レンズ群の下の矢印は、広角端状態から中間焦点距離状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。図 4 1 ( b ) 中の各レンズ群の下の矢印は、中間焦点距離状態から望遠端状態への変倍の際の各レンズ群の移動方向を示している。

50

## 【 0 2 1 0 】

図 4 1 ( a ) に示すように、本実施例に係るズームレンズは、光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群 G 5 とから構成されている。

## 【 0 2 1 1 】

第 1 レンズ群 G 1 は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 1 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 2 と、両凹レンズ L 1 3 と、両凸レンズ L 1 4 とから構成されている。負メニスカスレンズ L 1 1 は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。負メニスカスレンズ L 1 2 は、像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

10

## 【 0 2 1 2 】

第 2 レンズ群 G 2 は、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズ L 2 1 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 2 との接合レンズと、両凹レンズ L 2 3 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 4 と両凸レンズ L 2 5 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 6 との接合レンズとから構成されている。両凸レンズ L 2 1 は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。負メニスカスレンズ L 2 4 は、物体側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

## 【 0 2 1 3 】

第 3 レンズ群 G 3 は、光軸に沿って物体側から順に、開口絞り S と、両凹レンズ L 3 1 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 3 2 との接合レンズと、フレアカット絞り F S とから構成されている。

20

## 【 0 2 1 4 】

第 4 レンズ群 G 4 は、光軸に沿って物体側から順に、両凸レンズ L 4 1 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 4 2 との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 4 3 と両凸レンズ L 4 4 との接合レンズとから構成されている。負メニスカスレンズ L 4 2 は、像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

## 【 0 2 1 5 】

第 5 レンズ群 G 5 は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 5 1 から構成されている。正メニスカスレンズ L 5 1 は、物体側のレンズ面および像側のレンズ面を非球面形状とした非球面レンズである。

30

## 【 0 2 1 6 】

像面 I 上には、CCD や CMOS 等から構成された撮像素子 ( 図示省略 ) が配置されている。

## 【 0 2 1 7 】

以上の構成のもと、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への変倍の際、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔は減少し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔は増大し、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間隔は減少し、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 との間隔は増大するように、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 4 と第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群とが像面 I に対して光軸に沿って移動する。詳細には、変倍の際、第 1 レンズ群 G 1 は一旦像面 I 側へ移動してから物体側へ移動し、第 2 レンズ群 G 2 と第 4 レンズ群 G 4 とは一体に物体側へ移動し、第 3 レンズ群 G 3 は物体側へ移動し、第 5 レンズ群 G 5 は一旦物体側へ移動してから像面 I 側へ移動する。

40

## 【 0 2 1 8 】

開口絞り S は、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間に配置され、広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第 3 レンズ群 G 3 と共に移動する。

## 【 0 2 1 9 】

また、本実施例に係るズームレンズは、第 5 レンズ群 G 5 を物体側へ移動させることにより、無限遠物体から近距離物体への合焦が行われる。

50

## 【 0 2 2 0 】

また、本実施例に係るズームレンズは、第2レンズ群G2中の物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL24と両凸レンズL25と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL26との接合レンズを防振レンズ群として光軸と直交する方向の成分を含む方向に移動させることにより像ブレ発生時の像面補正、すなわち防振を行っている。

## 【 0 2 2 1 】

ここで、本実施例に係るズームレンズ全系の焦点距離を $f$ とし、ブレ補正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を $K$ とするとき、角度 $\theta$ の回転ブレを補正するには、防振レンズ群を $(f \cdot \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交する方向にシフトさせれば良い。

10

本実施例に係るズームレンズは、広角端状態においては、防振係数 $K$ は0.97であり、焦点距離は16.48 (mm) (下記表1.1参照)であるので、 $0.81^\circ$ の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.24 (mm)である。また、中間焦点距離状態においては、防振係数 $K$ は1.19であり、焦点距離は25.21 (mm) (下記表1.1参照)であるので、 $0.66^\circ$ の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.24 (mm)である。また、望遠端状態においては、防振係数 $K$ は1.43であり、焦点距離は33.94 (mm) (下記表1.1参照)であるので、 $0.57^\circ$ の回転ブレを補正するための防振レンズ群の移動量は0.23 (mm)である。

## 【 0 2 2 2 】

以下の表1.1に、第1.1実施例に係るズームレンズの諸元値を掲げる。

20

## 【 0 2 2 3 】

(表1.1) 第1.1実施例

[全体諸元]

W M T

f 16.48 25.21 33.94

F N O 4.00 4.00 4.00

54.1 40.4 32.8

Y 21.64 21.64 21.64

T L 162.327 153.706 157.417

B F 18.026 19.051 18.015

30

[面データ]

面番号 r d n d d

物面

\*1) 132.59820 2.000 1.82080 42.7

\*2) 19.32271 7.442

3) 160.87743 2.000 1.90043 37.4

\*4) 32.91214 9.741

5) -38.07464 2.000 1.49782 82.6

6) 561.24096 0.150

40

7) 73.09225 5.033 2.00100 29.1

8) -129.44599 (可変)

\*9) 40.27118 7.618 1.58313 59.4

10) -22.79658 1.500 1.65160 58.6

11) -37.12857 2.061

12) -39.17300 1.500 1.51742 52.2

13) 1874.52540 1.776

\*14) 51.35062 1.500 1.79504 28.7

15) 28.77558 8.221 1.48749 70.3

50

16) -23.13956 1.500 1.68893 31.2

17) -31.27181 (可変)

18) (絞り) 4.000

19) -105.52859 1.500 1.74400 44.8

20) 25.92479 2.859 1.80244 25.6

21) 69.72964 1.000

22) (FS) (可変)

23) 65.71858 10.859 1.49782 82.6

10

24) -19.28535 1.500 1.88202 37.2

\* 25) -31.97958 0.150

26) 89.97758 1.500 1.90043 37.4

27) 24.75006 11.838 1.49782 82.6

28) -103.72759 (可変)

\* 29) -135.00000 4.892 1.77250 49.5

\* 30) -59.90604 (BF)

像面

20

[ レンズ群データ ]

始面 焦点距離

G1 1 -21.74

G2 9 34.29

G3 18 -60.80

G4 23 73.88

G5 29 135.56

[ 非球面データ ]

面番号 : 1

30

= 0.00000E+00

A4 = 1.16094E-05

A6 = -9.06420E-09

A8 = 2.81639E-12

A10 = 2.24774E-15

面番号 : 2

= 1.30300E-01

A4 = -1.18813E-05

A6 = 5.68936E-08

40

A8 = -9.29931E-11

A10 = 2.59824E-14

面番号 : 4

= 1.00000E+00

A4 = 2.67754E-05

A6 = -6.40784E-09

A8 = -5.02628E-11

A10 = 2.60885E-13

50

面番号 : 9

= 1.00000E+00  
 A4 = -2.85903E-06  
 A6 = -6.88788E-09  
 A8 = 0.00000E+00  
 A10 = 0.00000E+00

面番号 : 14

= 1.00000E+00  
 A4 = -4.52862E-06  
 A6 = 3.83779E-09  
 A8 = -2.25240E-11  
 A10 = 7.59629E-14

10

面番号 : 25

= 1.00000E+00A4 = 4.32494E-06  
 A6 = 5.82097E-09  
 A8 = -4.56687E-11  
 A10 = 3.78592E-14

20

面番号 : 29

= 1.00000E+00  
 A4 = 9.68518E-06  
 A6 = -2.01079E-08  
 A8 = 1.31643E-11  
 A10 = -2.09414E-15

面番号 : 30

= 1.00000E+00  
 A4 = 8.93441E-06  
 A6 = -2.66479E-08  
 A8 = 2.35900E-11  
 A10 = -9.65459E-15

30

[ 可変間隔データ ]

W M T W M T  
 無限遠 無限遠 無限遠 近距離 近距離 近距離  
 d 0 230.00 238.63 234.90  
 - - - -0.0651 -0.0951 -0.1271  
 f 16.48 25.21 33.94 - - -  
 d 8 29.064 8.952 0.500 29.064 8.952 0.500  
 d17 2.000 9.683 15.225 2.000 9.683 15.225  
 d22 14.725 7.042 1.500 14.725 7.042 1.500  
 d28 4.371 14.839 28.037 0.147 6.667 14.415  
 BF 18.026 19.051 18.015 22.275 22.275 31.731

40

[ 各条件式対応値 ]

- ( 1 )  $f_4 / f_2 = 2.155$
- ( 2 )  $|m_{12}| / f_w = 1.734$
- ( 3 )  $f_5 / f_4 = 1.835$

50

## 【0224】

図42(a)、図42(b)、および図42(c)はそれぞれ、第11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、およ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43(a)、図43(b)、および図43(c)はそれぞれ、第11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、およ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44(a)、図44(b)、および図44(c)はそれぞれ、第11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、および望遠端状態における防振時のメリディオナル横収差図である。

10

## 【0225】

各収差図から明らかなように、第11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亘って諸収差が良好に補正され、また、防振時においても高い光学性能を有することがわかる。

## 【0226】

以上説明したように、上記各実施例によれば、Fナンバーが明るく、高い光学性能を備えたズームレンズを実現することができる。特に、変倍比が1.5倍から2.5倍程度のズームレンズにおいて、Fナンバーが2.8から4.0程度の明るさを有し、かつ広画角のズームレンズを実現することができる。さらに、防振レンズ群の小型化を実現し、防振時においても高い光学性能を発揮することができる。また、上記各実施例によれば、広角端状態の半画角(単位:度)が $39 < W < 57$ (より好ましくは、 $42 < W < 57$ )の範囲のズームレンズを実現することができる。

20

## 【0227】

また、ズームレンズは、広角端状態における半画角(単位:度)が、 $39 < W < 57$ (より好ましくは、 $42 < W < 57$ )の範囲であることが好ましくは可能である。また、ズームレンズは、広角端状態から望遠端状態への変倍の際、Fナンバーは略一定であることが好ましくは可能である。また、ズームレンズは、合焦レンズ群を動かすためのモータは、ステップモータが好ましくは可能である。また、ズームレンズは、広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第1レンズ群G1が一旦像面I側へ移動し、その後物体側へ移動することが好ましくは可能である。また、ズームレンズは、広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第5レンズ群G5は像面Iに対して固定であることが好ましくは可能である。また、ズームレンズは、広角端状態から望遠端状態への変倍の際、第2レンズ群G2と第4レンズ群G4とは、同じ移動軌跡で物体側に移動し、移動量が同じであることが好ましくは可能である。また、ズームレンズは、広角端状態から望遠端状態への変倍の際、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との間隔が変化し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が変化し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が変化することが好ましくは可能である。

30

## 【0228】

なお、上記各実施例は一具体例を示しているものであり、実施形態はこれらに限定されるものではない。以下の内容は、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。

40

## 【0229】

ズームレンズの数値実施例として5群構成のものを示したが、例えば6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。なお、レンズ群とは、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示す。

## 【0230】

また、ズームレンズにおいて、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良い

50

。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。特に第2レンズ群G2の一部を合焦レンズ群とするのが好ましくは可能であるが、第3レンズ群G3、第5レンズ群G5の全体または一部を合焦レンズ群とすることとしてもよく、第2レンズ群G2全体を合焦レンズ群としてもよい。

【0231】

また、ズームレンズにおいて、レンズ群または部分レンズ群を光軸と垂直な成分を持つように移動させ、または光軸を含む方向に回転移動（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良い。特に第3レンズ群G3の全体を防振レンズ群とするのが好ましくは可能であるが、第4レンズ群G4の全体または一部を防振レンズ群としてもよく、第3レンズ群の一部を防振レンズ群としてもよい。

10

【0232】

また、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。

20

【0233】

また、ズームレンズにおいて、開口絞りは第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間に配置されるのが好ましくは可能であるが、開口絞りとして部材を設けずにレンズの枠でその役割を代用する構成としてもよい。

【0234】

また、ズームレンズを構成するレンズのレンズ面には、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。

【0235】

次に、ズームレンズを備えたカメラを図45に基づいて説明する。

30

図45は、ズームレンズを備えたカメラの構成を示す概略図である。

図45に示すようにカメラ1は、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デジタル一眼レフカメラである。

図45に示すデジタル一眼レフカメラ1において、図示しない物体（被写体）からの光は、撮影レンズ2で集光されて、クイックリターンミラー3を介して集点板5に結像される。そして、集点板5に結像された光は、ペンタプリズム7中で複数回反射されて接眼レンズ9へと導かれる。これにより、撮影者は、物体（被写体）像を接眼レンズ9を介して正立像として観察することができる。

【0236】

撮影者によって図示しないレリーズボタンが押されると、クイックリターンミラー3が光路外へ退避し、撮影レンズ2で集光された物体（被写体）の光は撮像素子11上に被写体像を形成する。これにより、物体からの光は、撮像素子11により撮像され、物体画像としてメモリ（図示省略）に記憶される。このようにして、撮影者はカメラ1による物体の撮影を行うことができる。

40

【0237】

ここで、カメラ1に撮影レンズ2として搭載した上記第1実施例に係るズームレンズは、Fナンバーが明るく、高い光学性能を有するズームレンズである。したがってカメラ1は、高い光学性能を備えたカメラである。なお、上記第2実施例～第11実施例に係るズームレンズを撮影レンズ2として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、カメラ1は、撮影レンズ2を着脱可能に保持するもので

50

も良く、撮影レンズ2と一体に成形されるものでも良い。また、カメラ1は、クイックリターンミラー等を有さないカメラでも良い。

【0238】

次に、ズームレンズの製造方法について説明する。図46は、ズームレンズの製造方法の概略を示す図である。

【0239】

ズームレンズの製造方法は、光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群とを有するズームレンズの製造方法であって、図46に示すように、以下の各ステップS1～S3を含むものである。

ステップS1：以下の条件式(1)を満足するように構成する。

$$(1) 0.500 < f_4 / f_2 < 10.000$$

ただし、

$f_4$ ：前記第4レンズ群の焦点距離

$f_2$ ：前記第2レンズ群の焦点距離

ステップS2：前記第1レンズ群から前記第5レンズ群までのうち一部のレンズを光軸と直交する方向の成分を含むように移動可能に構成する。

ステップS3：広角端状態から望遠端状態への変倍の際、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔は変化し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔は変化し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔は変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔は変化するように構成する。

【0240】

斯かるズームレンズの製造方法によれば、Fナンバーが明るく、高い光学性能を有するズームレンズを製造することができる。特に、変倍比が1.5倍から2.5倍程度のズームレンズにおいて、Fナンバーが2.8から4.0程度の明るさを有し、かつ広画角のズームレンズを製造することができる。

【符号の説明】

【0241】

G1 第1レンズ群

G2 第2レンズ群

G3 第3レンズ群

G4 第4レンズ群

G5 第5レンズ群

Gf 合焦レンズ群

S 開口絞り

FS フレアカット絞り

I 像面

1 光学装置

2 撮影レンズ

3 クイックリターンミラー

5 集点板

7 ペンタプリズム

9 接眼レンズ

11 撮像素子

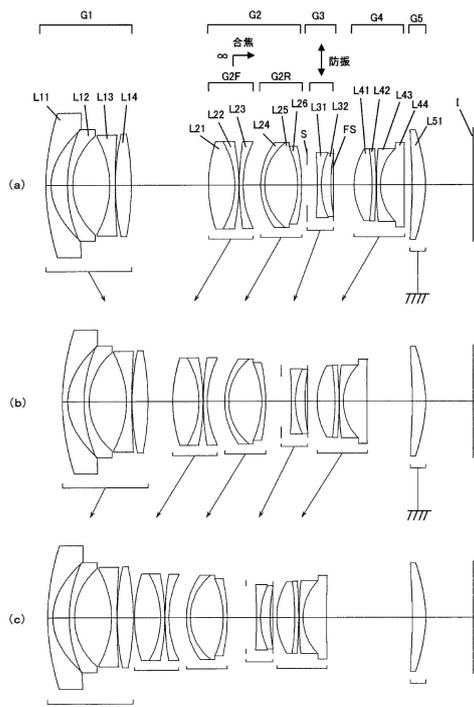
10

20

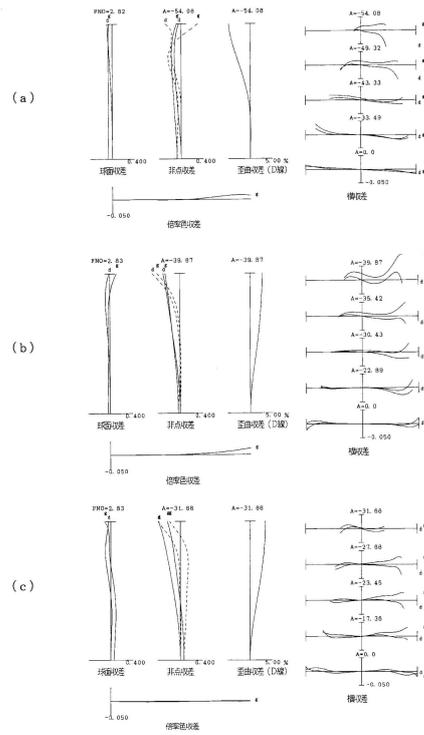
30

40

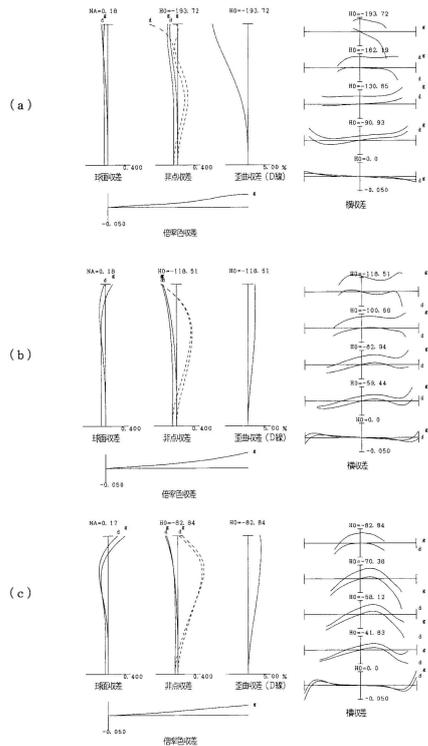
【 図 1 】



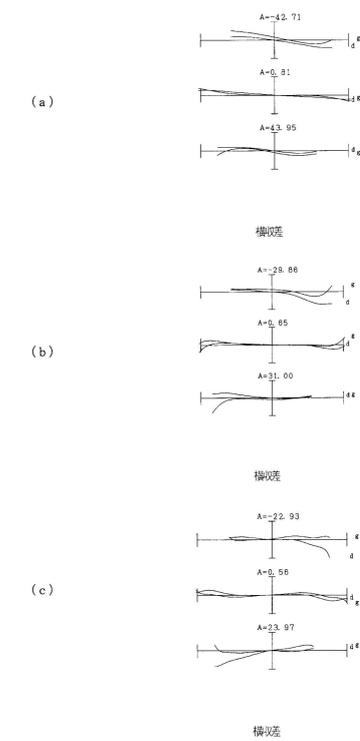
【 図 2 】



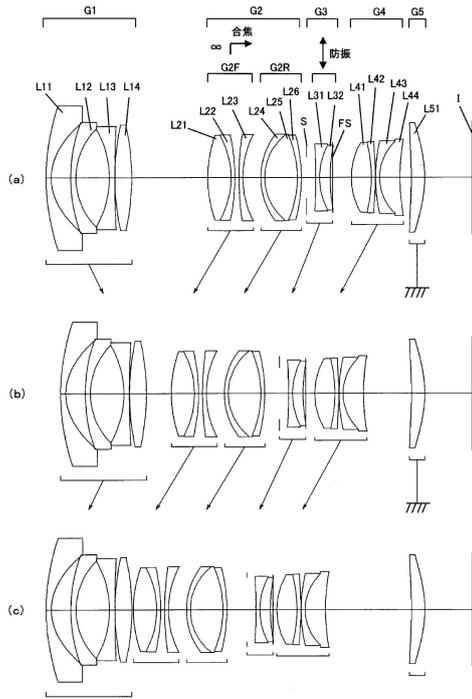
【 図 3 】



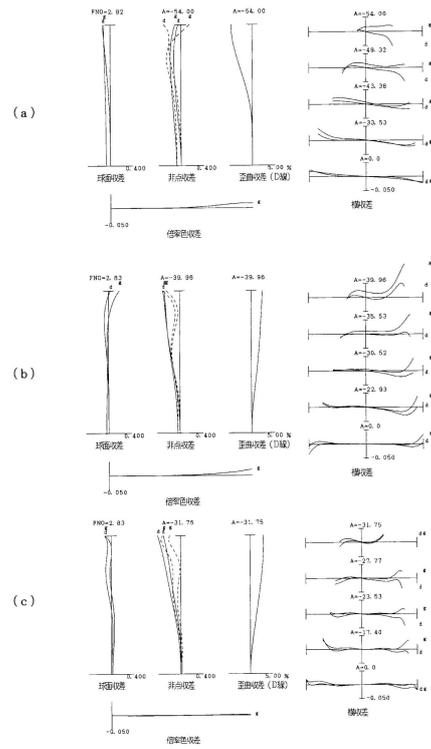
【 図 4 】



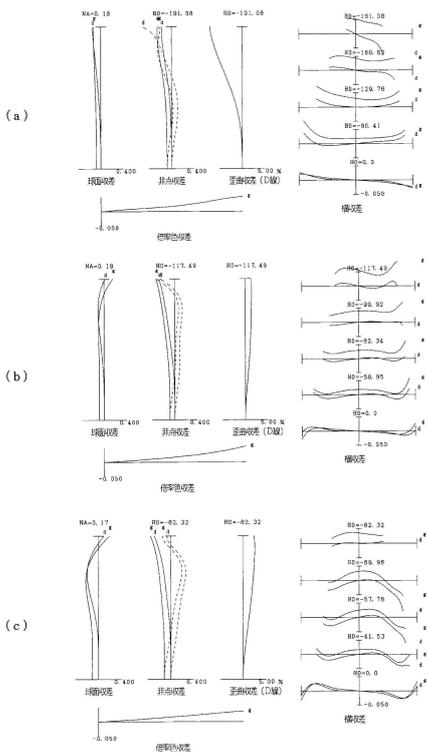
【 図 5 】



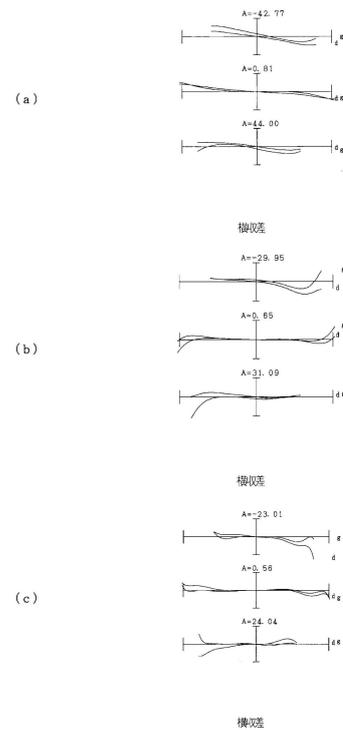
【 図 6 】



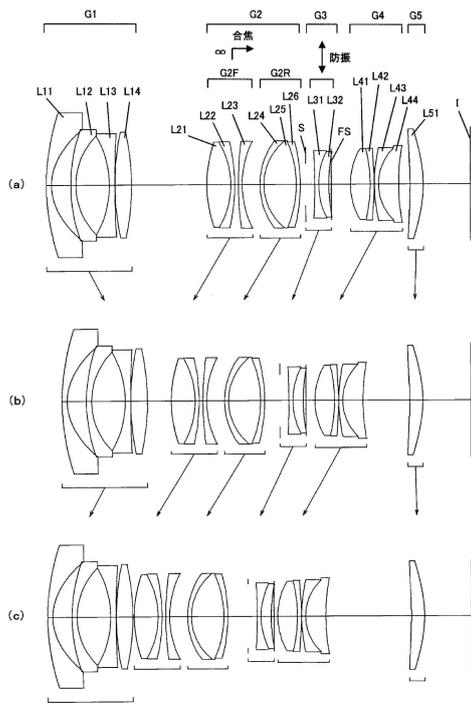
【 図 7 】



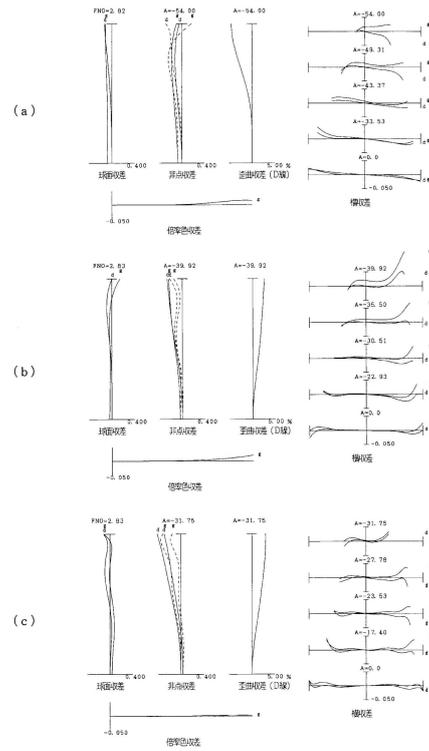
【 図 8 】



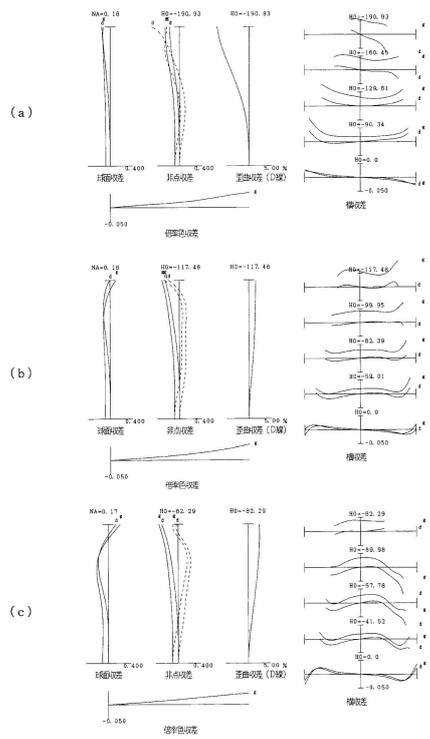
【 図 9 】



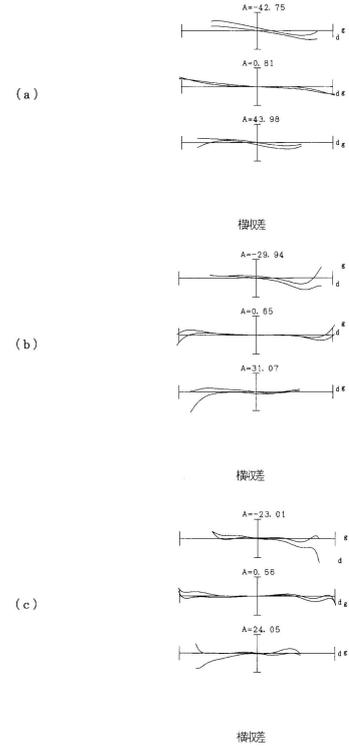
【 図 10 】



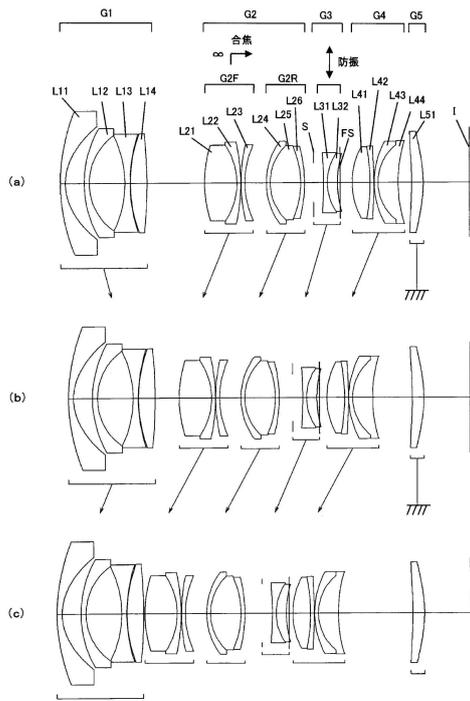
【 図 11 】



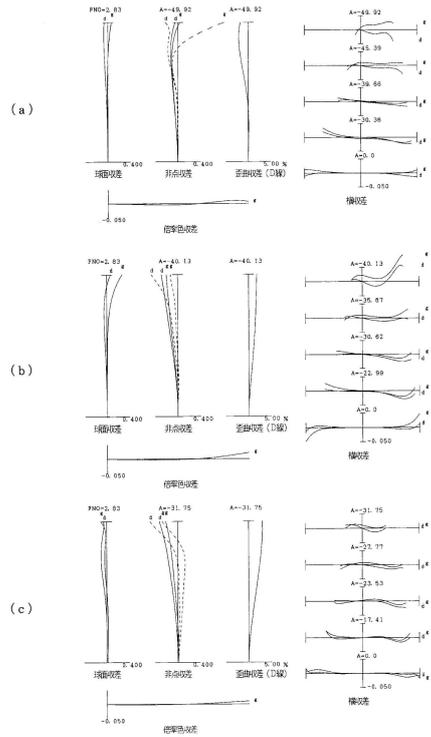
【 図 12 】



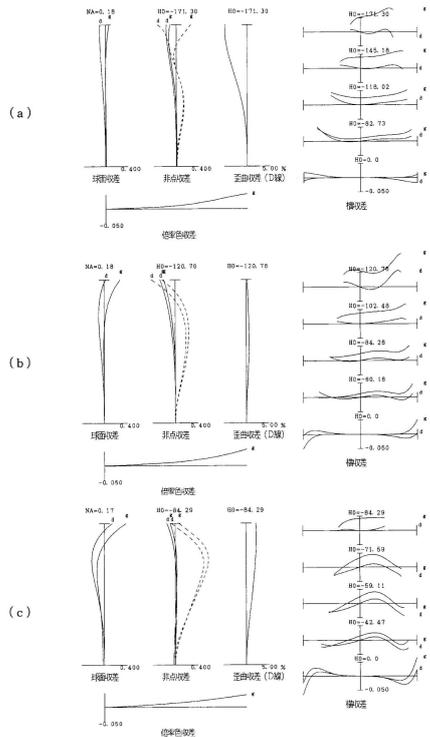
【 図 1 3 】



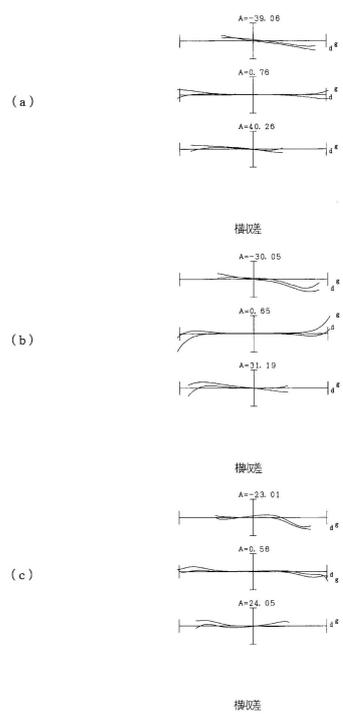
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】

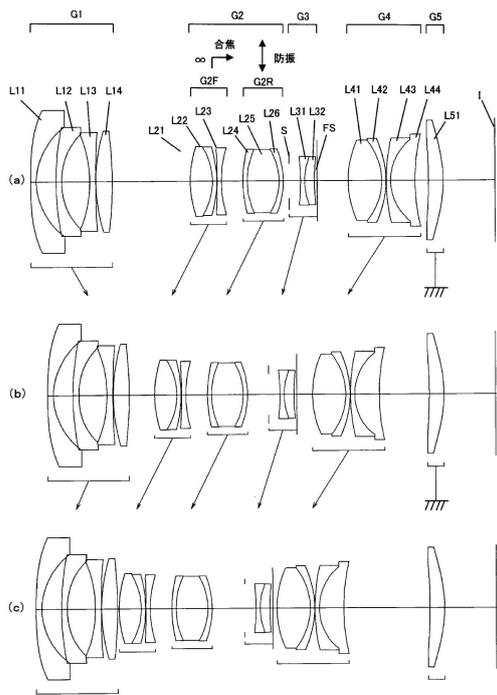


【 図 1 6 】

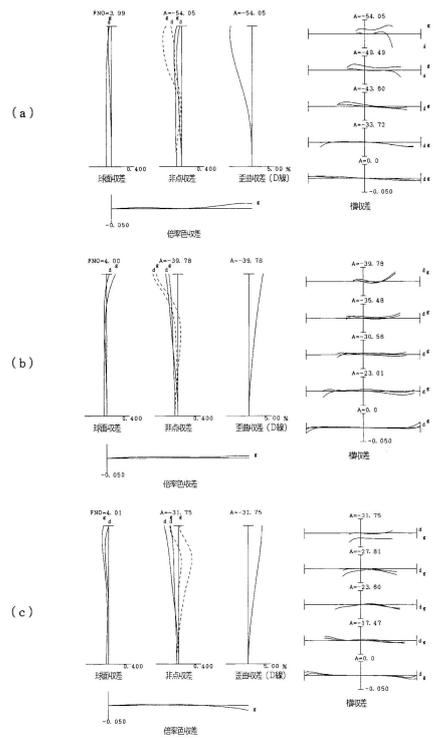




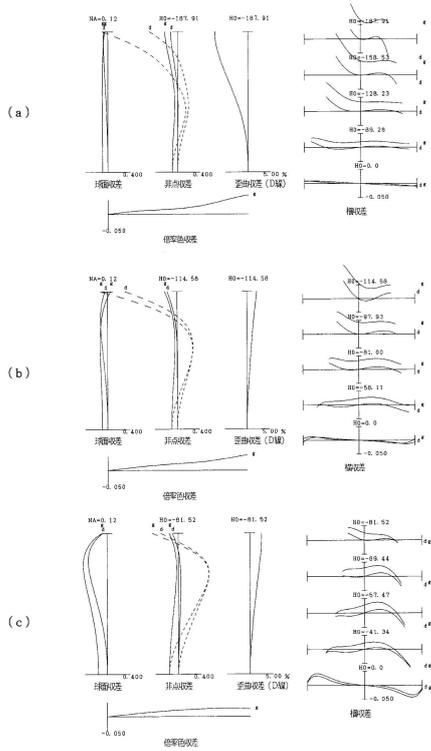
【図 2 1】



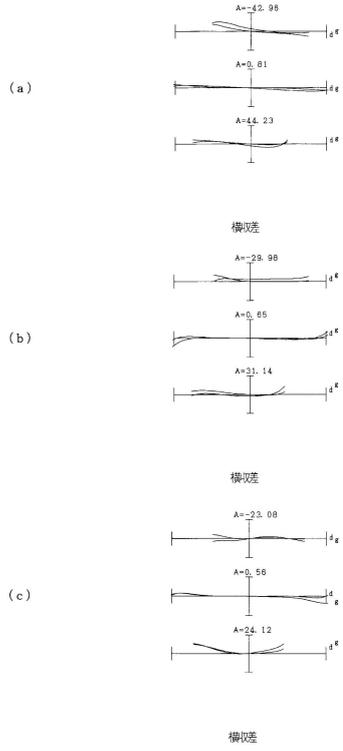
【図 2 2】



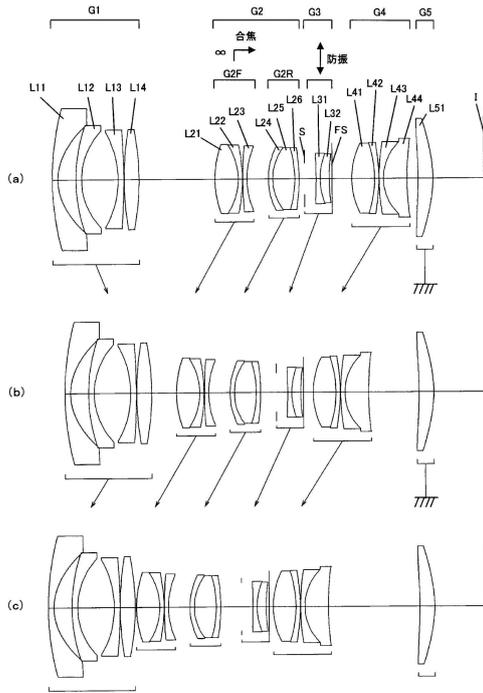
【図 2 3】



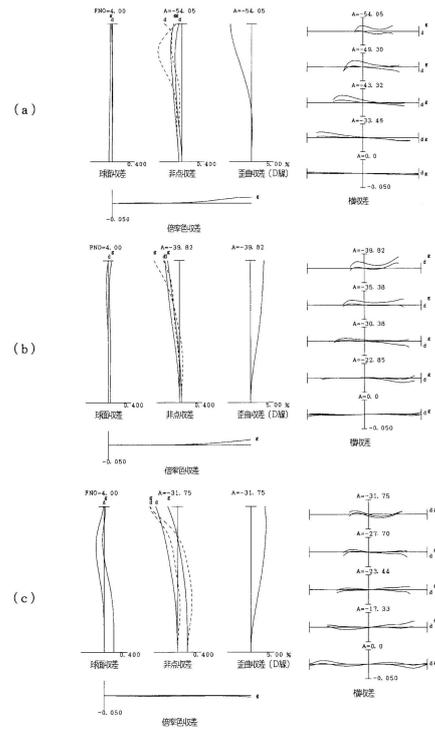
【図 2 4】



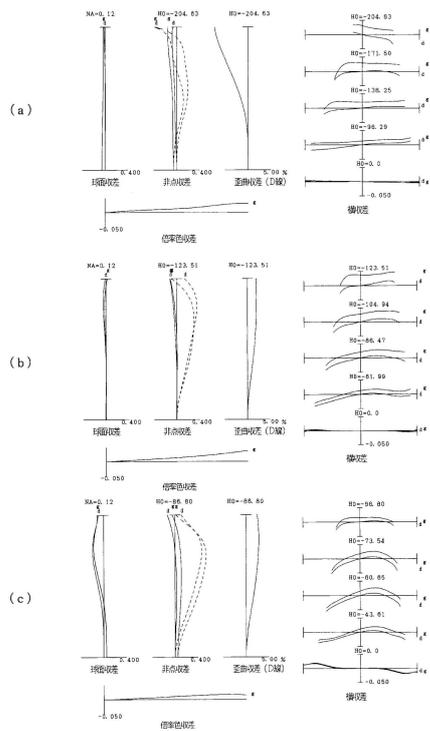
【図 25】



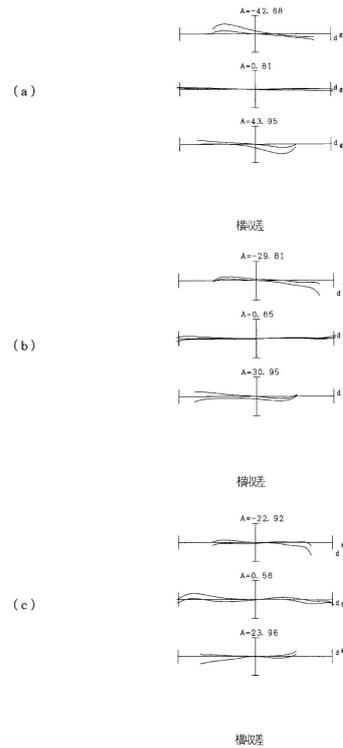
【図 26】



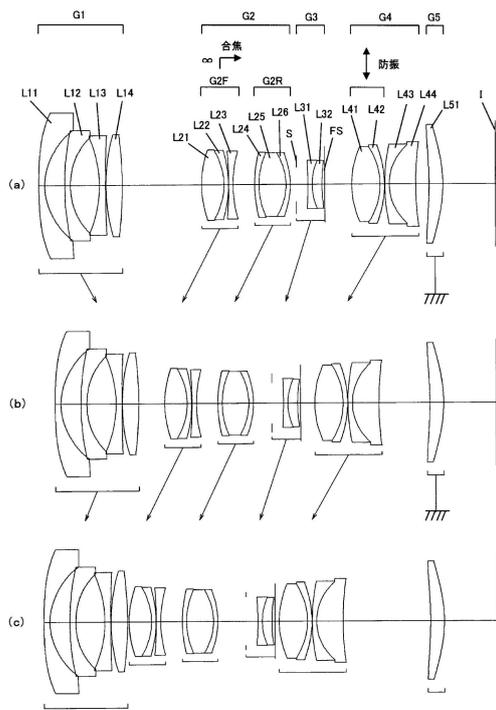
【図 27】



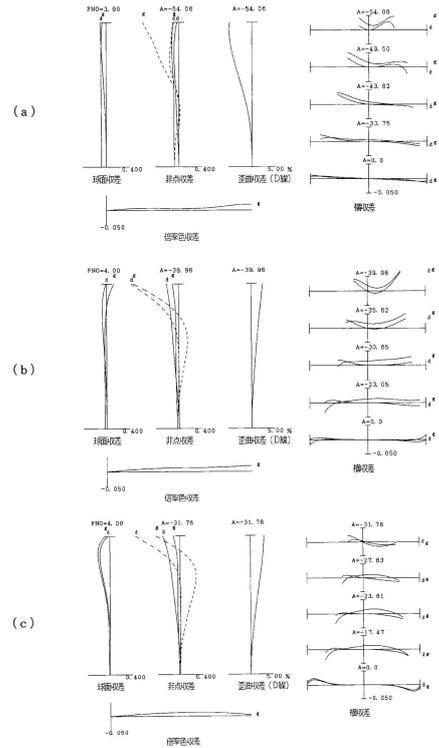
【図 28】



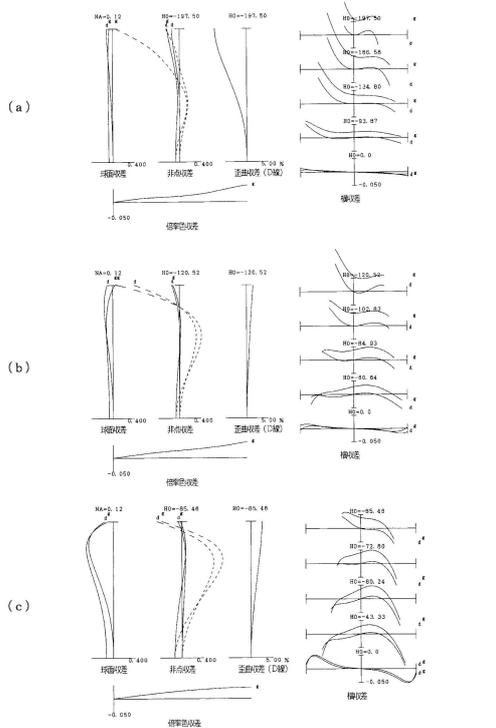
【 図 29 】



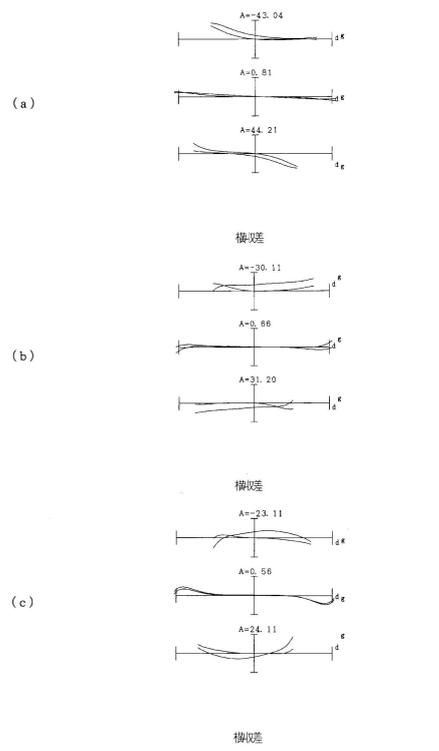
【 図 30 】



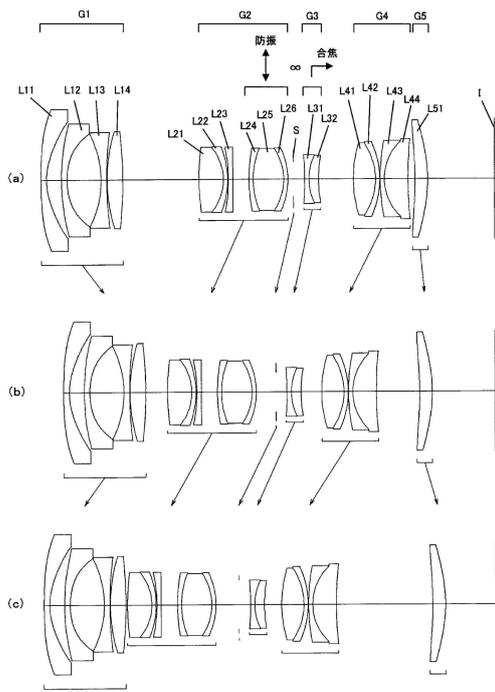
【 図 31 】



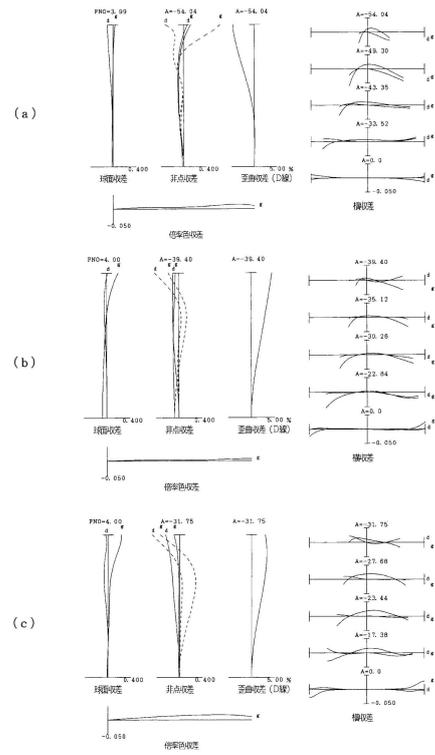
【 図 32 】



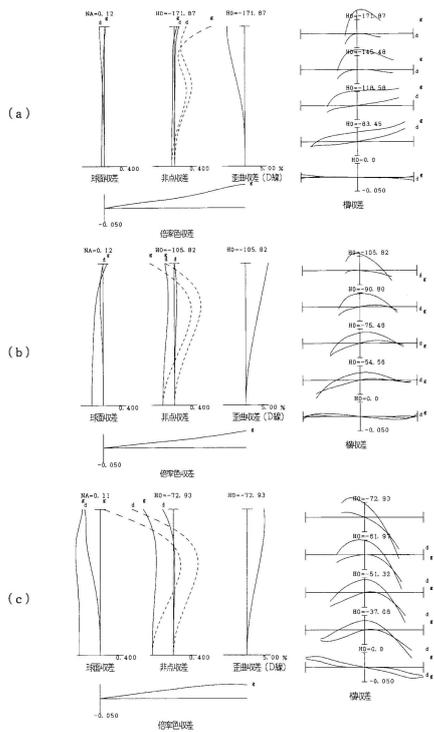
【 図 3 3 】



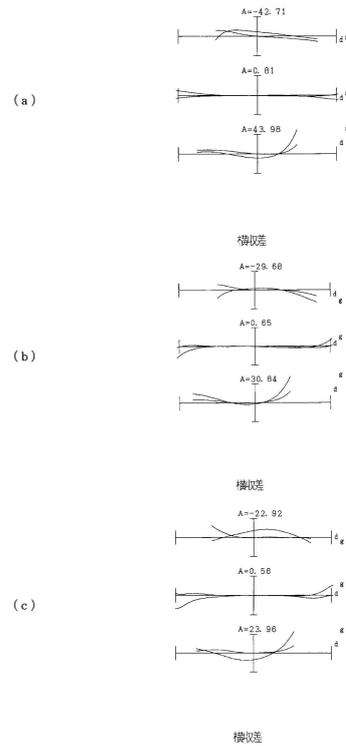
【 図 3 4 】



【 図 3 5 】

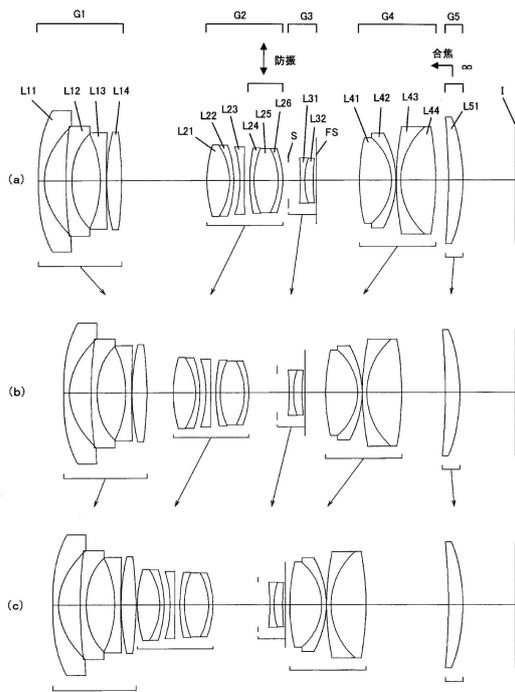


【 図 3 6 】

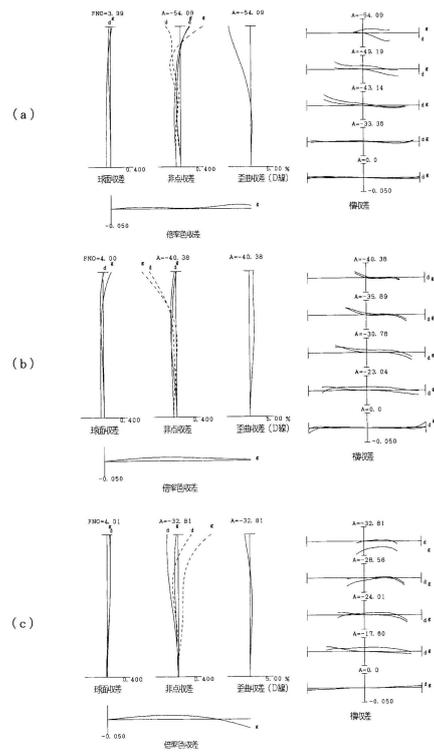




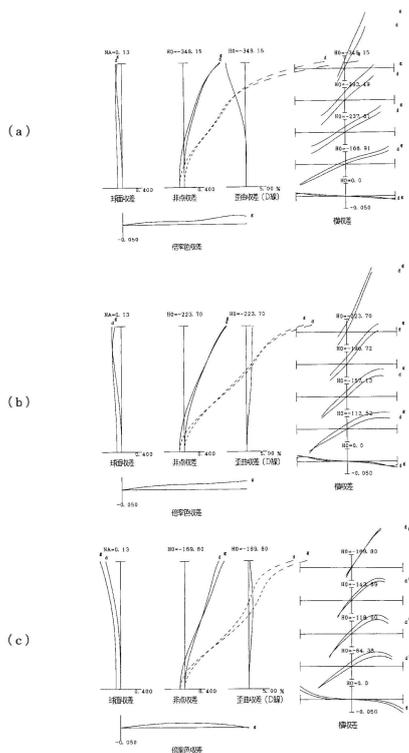
【 図 4 1 】



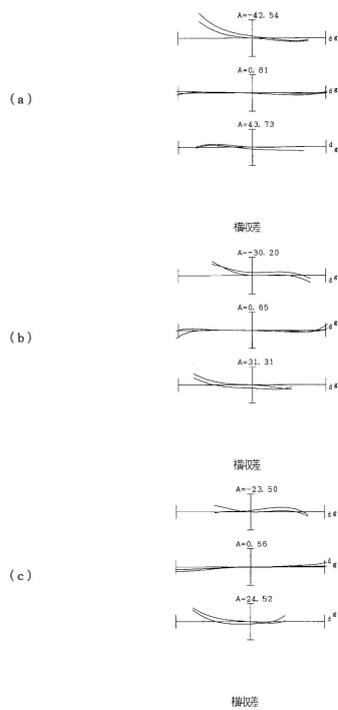
【 図 4 2 】



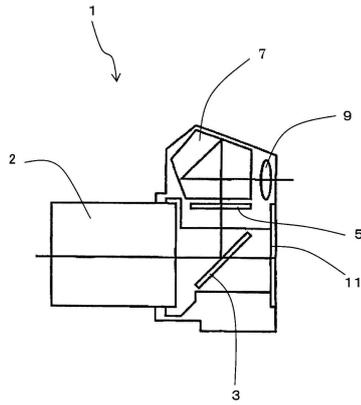
【 図 4 3 】



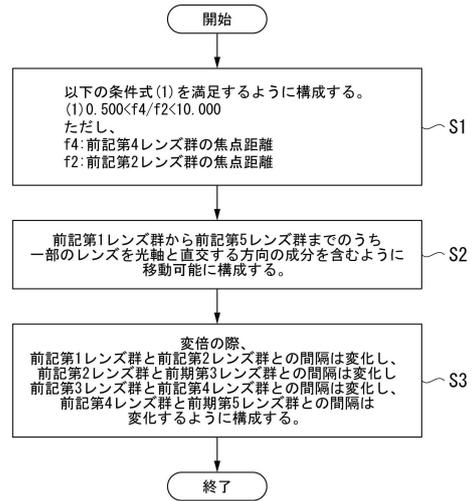
【 図 4 4 】



【図45】



【図46】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-8845(JP,A)  
特開2007-187879(JP,A)  
特開2007-279077(JP,A)  
特開2012-113067(JP,A)  
特開2007-94169(JP,A)  
米国特許出願公開第2008/0192360(US,A1)  
米国特許出願公開第2012/0268831(US,A1)  
特開2001-42217(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