

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5581730号
(P5581730)

(45) 発行日 平成26年9月3日(2014.9.3)

(24) 登録日 平成26年7月25日(2014.7.25)

(51) Int.Cl.		F 1	
G 0 2 B	15/20	(2006.01)	G O 2 B 15/20
G 0 3 B	5/00	(2006.01)	G O 3 B 5/00 J
G 0 3 B	17/04	(2006.01)	G O 3 B 17/04
G 0 2 B	13/18	(2006.01)	G O 2 B 13/18

請求項の数 12 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2010-39196 (P2010-39196)	(73) 特許権者	000004112 株式会社ニコン
(22) 出願日	平成22年2月24日 (2010.2.24)		東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
(65) 公開番号	特開2011-175098 (P2011-175098A)	(74) 代理人	100077919 弁理士 井上 義雄
(43) 公開日	平成23年9月8日 (2011.9.8)	(74) 代理人	100153899 弁理士 相原 健一
審査請求日	平成24年2月20日 (2012.2.20)	(72) 発明者	伊藤 智希 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
		審査官	原田 英信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 変倍光学系、光学装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負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、

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群の位置は固定であり、

前記レンズ群のうち、いずれか1つのレンズ群の少なくとも一部が光軸と直交する方向の成分を含むように移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とする変倍光学系。

$$5.20 < f1 / (-f2) < 6.00$$

$$0.20 < f3 / f5 < 0.68$$

ただし、

f1：前記第1レンズ群の焦点距離

f2：前記第2レンズ群の焦点距離

f3：前記第3レンズ群の焦点距離

f5：前記第5レンズ群の焦点距離

【請求項2】

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負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、

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群の位置は固定であり、前記レンズ群のうち、いずれか1つのレンズ群の少なくとも一部が光軸と直交する方向の成分を含むように移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とする変倍光学系。

$$5.20 < f_1 / (-f_2) < 6.00$$

$$0.20 < f_3 / f_5 < 0.70$$

$$0.20 < (-f_4) / f_5 < 0.90$$

ただし、

f₁：前記第1レンズ群の焦点距離

f₂：前記第2レンズ群の焦点距離

f₃：前記第3レンズ群の焦点距離

f₄：前記第4レンズ群の焦点距離

f₅：前記第5レンズ群の焦点距離

【請求項3】

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負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、

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群の位置は固定であり、前記レンズ群のうち、いずれか1つのレンズ群の少なくとも一部が光軸と直交する方向の成分を含むように移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とする変倍光学系。

$$5.20 < f_1 / (-f_2) < 6.00$$

$$0.20 < (-f_4) / f_5 < 0.66$$

ただし、

f₁：前記第1レンズ群の焦点距離

f₂：前記第2レンズ群の焦点距離

f₄：前記第4レンズ群の焦点距離

f₅：前記第5レンズ群の焦点距離

【請求項4】

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負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、

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群の位置と前記第3レンズ群の位置とが固定であり、

前記レンズ群のうち、いずれか1つのレンズ群の少なくとも一部が光軸と直交する方向の成分を含むように移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とする変倍光学系。

$$5.20 < f_1 / (-f_2) < 8.00$$

$$0.20 < (-f_4) / f_5 < 0.66$$

ただし、

f₁：前記第1レンズ群の焦点距離

f₂：前記第2レンズ群の焦点距離

f₄：前記第4レンズ群の焦点距離

f₅：前記第5レンズ群の焦点距離

【請求項5】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項3又は請求項4に記載の変倍光学系。

$$0.20 < f_3 / f_5 < 0.80$$

ただし、

f₃：前記第3レンズ群の焦点距離

f₅：前記第5レンズ群の焦点距離

10

20

30

40

50

【請求項 6】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の変倍光学系。

$$0.20 < (-f_4) / f_5 < 0.90$$

ただし、

f₄ : 前記第 4 レンズ群の焦点距離

f₅ : 前記第 5 レンズ群の焦点距離

【請求項 7】

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第 3 レンズ群の位置が固定であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の変倍光学系。

【請求項 8】

前記第 3 レンズ群の少なくとも一部が光軸と直交する方向の成分を含むように移動することを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の変倍光学系。

【請求項 9】

無限遠物体から近距離物体への合焦時に、前記第 4 レンズ群が移動することを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の変倍光学系。

【請求項 10】

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記レンズ群どうしの間隔が変化することを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載の変倍光学系。

【請求項 11】

前記第 2 レンズ群と前記第 4 レンズ群の間に開口絞りを有することを特徴とする請求項 1 から請求項 10 のいずれか一項に記載の変倍光学系。

【請求項 12】

請求項 1 から請求項 11 のいずれか一項に記載の変倍光学系を備えたことを特徴とする光学装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、変倍光学系、光学装置、変倍光学系の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、写真用カメラ、電子スチルカメラ、ビデオカメラ等に適した変倍光学系が提案されている（例えば、特許文献 1 を参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2001 - 124992 公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら従来の変倍光学系は、変倍時の収差変動や像ぶれ補正時の収差変動が大きいという問題があった。

そこで本発明は上記問題点を鑑みてなされたものであり、変倍時の収差変動及び像ぶれ補正時の収差変動を良好に抑えた変倍光学系、光学装置、変倍光学系の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するために本発明は、

物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、負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、

10

20

30

40

50

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群の位置は固定であり、前記レンズ群のうち、いずれか1つのレンズ群の少なくとも一部が光軸と直交する方向の成分を含むように移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とする変倍光学系を提供する。

$$5.20 < f_1 / (-f_2) < 6.00$$

$$0.20 < f_3 / f_5 < 0.68$$

ただし、

f₁：前記第1レンズ群の焦点距離

f₂：前記第2レンズ群の焦点距離

f₃：前記第3レンズ群の焦点距離

f₅：前記第5レンズ群の焦点距離

10

また本発明は、

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負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、

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群の位置は固定であり、前記レンズ群のうち、いずれか1つのレンズ群の少なくとも一部が光軸と直交する方向の成分を含むように移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とする変倍光学系。

$$5.20 < f_1 / (-f_2) < 6.00$$

$$0.20 < f_3 / f_5 < 0.70$$

$$0.20 < (-f_4) / f_5 < 0.90$$

ただし、

f₁：前記第1レンズ群の焦点距離

f₂：前記第2レンズ群の焦点距離

f₃：前記第3レンズ群の焦点距離

f₄：前記第4レンズ群の焦点距離

f₅：前記第5レンズ群の焦点距離

また本発明は、

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負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、

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群の位置は固定であり、前記レンズ群のうち、いずれか1つのレンズ群の少なくとも一部が光軸と直交する方向の成分を含むように移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とする変倍光学系。

$$5.20 < f_1 / (-f_2) < 6.00$$

$$0.20 < (-f_4) / f_5 < 0.66$$

ただし、

f₁：前記第1レンズ群の焦点距離

f₂：前記第2レンズ群の焦点距離

f₄：前記第4レンズ群の焦点距離

f₅：前記第5レンズ群の焦点距離

また本発明は、

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負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、

広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群の位置と前記第3レンズ群の位置とが固定であり、

前記レンズ群のうち、いずれか1つのレンズ群の少なくとも一部が光軸と直交する方向

30

40

50

の成分を含むように移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とする変倍光学系。

$$5.20 < f_1 / (-f_2) < 8.00$$

$$0.20 < (-f_4) / f_5 < 0.66$$

ただし、

f₁ : 前記第1レンズ群の焦点距離

f₂ : 前記第2レンズ群の焦点距離

f₄ : 前記第4レンズ群の焦点距離

f₅ : 前記第5レンズ群の焦点距離

【0006】

また本発明は、

前記変倍光学系を備えたことを特徴とする光学装置を提供する。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、変倍時の収差変動及び像ぶれ補正時の収差変動を良好に抑えた変倍光学系、光学装置、変倍光学系の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本願の第1実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。

【図2】(a)、及び(b)はそれぞれ、第1実施例に係る変倍光学系の広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び0.2°の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

【図3】(a)、及び(b)はそれぞれ、第1実施例に係る変倍光学系の中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び0.2°の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

【図4】(a)、及び(b)はそれぞれ、第1実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び0.2°の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

【図5】(a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第1実施例に係る変倍光学系の望遠端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。

【図6】本願の第2実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。

【図7】(a)、及び(b)はそれぞれ、第2実施例に係る変倍光学系の広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び0.2°の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

【図8】(a)、及び(b)はそれぞれ、第2実施例に係る変倍光学系の中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び0.2°の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

【図9】(a)、及び(b)はそれぞれ、第2実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び0.2°の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

【図10】(a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第2実施例に係る変倍光学系の望遠端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。

【図11】本願の第3実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。

【図12】(a)、及び(b)はそれぞれ、第3実施例に係る変倍光学系の広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び0.2°の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

【図13】(a)、及び(b)はそれぞれ、第3実施例に係る変倍光学系の中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び0.2°の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

【図14】(a)、及び(b)はそれぞれ、第3実施例に係る変倍光学系の望遠端状態に

10

20

30

40

50

における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

【図15】(a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第3実施例に係る変倍光学系の望遠端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。

【図16】本願の第4実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。

【図17】(a)、及び(b)はそれぞれ、第4実施例に係る変倍光学系の広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

【図18】(a)、及び(b)はそれぞれ、第4実施例に係る変倍光学系の中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

10

【図19】(a)、及び(b)はそれぞれ、第4実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

【図20】(a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第4実施例に係る変倍光学系の望遠端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。

【図21】本願の第5実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。

【図22】(a)、及び(b)はそれぞれ、第5実施例に係る変倍光学系の広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

20

【図23】(a)、及び(b)はそれぞれ、第5実施例に係る変倍光学系の中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

【図24】(a)、及び(b)はそれぞれ、第5実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

【図25】(a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第5実施例に係る変倍光学系の望遠端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。

【図26】本願の第6実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。

【図27】(a)、及び(b)はそれぞれ、第6実施例に係る変倍光学系の広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

30

【図28】(a)、及び(b)はそれぞれ、第6実施例に係る変倍光学系の中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

【図29】(a)、及び(b)はそれぞれ、第6実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

【図30】(a)、(b)、及び(c)はそれぞれ、第6実施例に係る変倍光学系の望遠端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。

40

【図31】本願の変倍光学系を備えたカメラの構成を示す図である。

【図32】本願の変倍光学系の製造方法を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本願の変倍光学系、光学装置、変倍光学系の製造方法について説明する。

本願の変倍光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負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レンズ群とを有し、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第1レンズ群の位置は固定であり、前記レンズ群のうち、いずれか1つのレンズ群の少なくとも一部が光軸と直交する方向の成分を含むように移動し、以下の条

50

件式(1)を満足することを特徴とする。

$$(1) \quad 5.20 < f_1 / (-f_2) < 8.00$$

ただし、

f_1 : 前記第1レンズ群の焦点距離

f_2 : 前記第2レンズ群の焦点距離

【0010】

本願の変倍光学系は、第1レンズ群の位置を固定にすることで、変倍のための駆動機構を簡素化することができ、これによって鏡筒の小型化を図ることができる。

条件式(1)は、第2レンズ群の焦点距離に対する第1レンズ群の適正な焦点距離を規定するものである。本願の変倍光学系は、条件式(1)を満足することにより、望遠状態における球面収差や倍率色収差、及び広角端状態におけるコマ収差や像面湾曲を良好に補正することができる。

10

本願の変倍光学系の条件式(1)の対応値が下限値を下回ると、第1レンズ群の屈折力が大きくなり、望遠状態における球面収差や倍率色収差を補正することが困難となる。なお、条件式(1)の下限値を5.30に設定することで、本願の効果をより確実なものとすることができる。

一方、本願の変倍光学系の条件式(1)の対応値が上限値を上回ると、第2レンズ群の屈折力が大きくなり、広角端状態におけるコマ収差や像面湾曲を補正することが困難となる。なお、条件式(1)の上限値を6.00に設定することで、本願の効果をより確実なものとするすることができる。

20

以上の構成により、変倍時の収差変動及び像ぶれ補正時の収差変動を良好に抑えた変倍光学系を実現することができる。

【0011】

また本願の変倍光学系は、前記第3レンズ群の少なくとも一部が光軸と直交する方向の成分を含むように移動することが望ましい。この構成により、移動機構の小型化を図ることができる。

【0012】

また本願の変倍光学系は、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

$$(2) \quad 0.20 < f_3 / f_5 < 0.80$$

ただし、

f_3 : 前記第3レンズ群の焦点距離

f_5 : 前記第5レンズ群の焦点距離

【0013】

条件式(2)は、第5レンズ群の焦点距離に対する第3レンズ群の適正な焦点距離を規定するものである。本願の変倍光学系は、条件式(2)を満足することにより、像面湾曲、歪曲収差、及び球面収差を良好に補正することができる。

本願の変倍光学系の条件式(2)の対応値が下限値を下回ると、第3レンズ群の屈折力が大きくなり、球面収差を補正することが困難となる。なお、条件式(2)の下限値を0.40に設定することで、本願の効果をより確実なものとするすることができる。

一方、本願の変倍光学系の条件式(2)の対応値が上限値を上回ると、第5レンズ群の屈折力が大きくなり、像面湾曲や歪曲収差を補正することが困難となる。なお、条件式(2)の上限値を0.70に設定することで、本願の効果をより確実なものとするすることができる。

40

【0014】

また本願の変倍光学系は、無限遠物体から近距離物体への合焦時に、前記第4レンズ群が移動することが望ましい。この構成により、迅速な合焦を行うことができ、また合焦時の画角変動と球面収差の変動を小さくすることができる。

【0015】

また本願の変倍光学系は、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

$$(3) \quad 0.20 < (-f_4) / f_5 < 0.90$$

50

ただし、

f 4 : 前記第 4 レンズ群の焦点距離

f 5 : 前記第 5 レンズ群の焦点距離

【 0 0 1 6 】

条件式 (3) は、第 5 レンズ群の焦点距離に対する第 4 レンズ群の適正な焦点距離を規定するものである。本願の変倍光学系は、条件式 (3) を満足することにより、合焦時の収差変動を抑え、像面湾曲や歪曲収差を良好に補正することができる。

本願の変倍光学系の条件式 (3) の対応値が下限値を下回ると、第 4 レンズ群の屈折力が大きくなり、合焦時の収差変動が大きくなってしまふ。なお、条件式 (3) の下限値を 0 . 4 0 に設定することで、本願の効果をより確実なものとする事ができる。

10

一方、本願の変倍光学系の条件式 (3) の対応値が上限値を上回ると、第 5 レンズ群の屈折力が大きくなり、像面湾曲や歪曲収差を補正することが困難となる。なお、条件式 (3) の上限値を 0 . 8 0 に設定することで、本願の効果をより確実なものとする事ができる。

【 0 0 1 7 】

また本願の変倍光学系は、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第 3 レンズ群の位置が固定であることが望ましい。この構成により、変倍時に移動するレンズ群の数を減らすことができるため、変倍のための駆動機構を簡素化することができる。特に、第 3 レンズ群の少なくとも一部を光軸と直交する方向の成分を含むように移動させる構成とする場合には、移動機構の位置を変倍時に固定とすることができるため、鏡筒の小型化を図ることができる。

20

また本願の変倍光学系は、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記レンズ群どうしの間隔が変化することが望ましい。この構成により、変倍時の球面収差の変動、像面湾曲の変動を小さくすることができるため好ましい。

また本願の変倍光学系は、前記第 2 レンズ群と前記第 4 レンズ群の間に開口絞りを有することが望ましい。この構成により、コマ収差と像面湾曲を良好に補正することができる。

【 0 0 1 8 】

また本願の光学装置は、上述した構成の変倍光学系を備えていることを特徴とする。これにより、変倍時の収差変動及び像ぶれ補正時の収差変動を良好に抑えた光学装置を実現することができる。

30

【 0 0 1 9 】

また本願の変倍光学系の製造方法は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、負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変倍光学系の製造方法であって、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群が以下の条件式 (1) を満足するようにし、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、前記第 1 レンズ群の位置が固定であるようにし、前記レンズ群のうち、いずれか 1 つのレンズ群の少なくとも一部が光軸と直交する方向の成分を含むように移動するようにすることを特徴とする。

$$(1) \quad 5 . 2 0 < f 1 / (- f 2) < 8 . 0 0$$

40

ただし、

f 1 : 前記第 1 レンズ群の焦点距離

f 2 : 前記第 2 レンズ群の焦点距離

斯かる本願の変倍光学系の製造方法により、変倍時の収差変動及び像ぶれ補正時の収差変動を良好に抑えた変倍光学系を製造することができる。

【 0 0 2 0 】

以下、本願の数値実施例に係る変倍光学系を添付図面に基づいて説明する。

(第 1 実施例)

図 1 は、本願の第 1 実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。

本実施例に係る変倍光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1

50

と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、開口絞りSと、負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。

【0021】

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

第2レンズ群G2は、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L21と、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23と、両凹形状の負レンズL24とからなる。

10

第3レンズ群G3は、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L31と両凸形状の正レンズL32との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL33と両凸形状の正レンズL34との接合負レンズと、両凸形状の正レンズL35とからなる。

第4レンズ群G4は、物体側から順に、両凹形状の負レンズL41と、両凹形状の負レンズL42と両凸形状の正レンズL43との接合負レンズとからなる。

第5レンズ群G5は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL51と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL52と両凸形状の正レンズL53との接合正レンズと、両凸形状の正レンズL54と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL55とからなる。

【0022】

20

本実施例に係る変倍光学系では、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の空気間隔、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の空気間隔、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の空気間隔、及び第4レンズ群G4と第5レンズ群G5の空気間隔がそれぞれ変化するように、第2、第4、第5レンズ群G2、G4、G5が光軸方向へ移動する。なお、このとき第1、第3レンズ群G1、G3及び開口絞りSの位置は固定である。

また本実施例に係る変倍光学系では、第3レンズ群G3内の負メニスカスレンズL31と正レンズL32との接合正レンズが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し、これによって像ぶれの補正を行うことができる。

また本実施例に係る変倍光学系では、第4レンズ群G4全体を像側へ移動させることにより、遠距離物体から近距離物体への合焦が行われる。

30

【0023】

以下の表1に、本実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

表1において、fは焦点距離、BFはバックフォーカスを示す。

[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、ndはd線(波長 = 587.6nm)に対する屈折率、dはd線(波長 = 587.6nm)に対するアッベ数をそれぞれ示している。また、物面は物体面、可変は可変の面間隔、(絞りS)は開口絞りS、像面は像面Iをそれぞれ示している。なお、曲率半径r = は平面を示し、空気の屈折率nd = 1.00000の記載は省略している。

40

【0024】

[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。

$$x = (h^2 / r) / [1 + \{1 - K(h/r)^2\}^{1/2}] + A4h^4 + A6h^6 + A8h^8 + A10h^{10} + A12h^{12} + A14h^{14}$$

ここで、xは光軸から垂直方向の高さhにおける各非球面の頂点の接平面から光軸方向に沿った距離(サグ量)、Kを円錐定数、A4、A6、A8、A10、A12、A14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」(n:整数)は「 $\times 10^{-n}$ 」を示し、例えば「1.234E-05」は「 1.234×10^{-5} 」を示す。

【0025】

50

[各種データ]において、FNOはFナンバー、 2θ は画角、Yは像高、TLは光学系全長、 d_i (i :整数)は第*i*面の可変の面間隔をそれぞれ示す。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。

ここで、表1に掲載されている焦点距離 f や曲率半径 r 、及びその他長さの単位は一般に「mm」が使われる。しかしながら光学系は、比例拡大又は比例縮小しても同等の光学性能が得られるため、これに限られるものではない。

なお、以上に述べた表1の符号は、後述する各実施例の表においても同様に用いるものとする。

【0026】

10

ここで、レンズ全系の焦点距離が f 、防振係数(ぶれ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)が K であるレンズにおいて、角度 θ の回転ぶれを補正するためには、防振レンズ群を $(f \cdot \tan \theta) / K$ だけ光軸と直交する方向へ移動させればよい。したがって、本実施例に係る変倍光学系は、広角端状態において防振係数が0.86、焦点距離が10.3(mm)であるため、 0.2° の回転ぶれを補正するための防振レンズ群の移動量は0.04(mm)となる。また、中間焦点距離状態においては防振係数が1.23、焦点距離が45.0(mm)であるため、 0.2° の回転ぶれを補正するための防振レンズ群の移動量は0.13(mm)となる。また、望遠端状態においては防振係数が1.42、焦点距離が97.0(mm)であるため、 0.2° の回転ぶれを補正するための防振レンズ群の移動量は0.24(mm)となる。

20

【0027】

(表1)第1実施例

[面データ]

面番号	r	d	n d	d
物面				
1	74.1356	1.800	1.850260	32.35
2	36.0351	7.000	1.497820	82.51
3	3038.1597	0.100		
4	36.3362	5.000	1.729157	54.66
5	170.0064	可変		
*6	159.7676	1.000	1.816000	46.62
7	11.1111	5.757		
8	-57.3031	0.800	1.816000	46.62
9	32.0791	0.202		
10	18.8298	4.000	1.846660	23.78
11	-127.9381	0.317		
12	-90.0599	1.000	1.816000	46.62
13	41.7316	可変		
14	22.5107	0.800	1.834000	37.16
15	12.0861	2.500	1.603001	65.46
16	-69.1710	1.000		
17	864.1596	1.000	1.850260	32.35
18	16.8557	2.200	1.603001	65.46
19	-47.4738	0.100		
20	24.2921	1.800	1.729157	54.66
21	-67.1681	1.000		
22(絞りS)		可変		
23	-43.6868	0.800	1.834807	42.72
24	22.6901	0.800		
25	-25.0831	0.800	1.834807	42.72

30

40

50

26	11.7100	1.800	1.846660	23.78	
27	-48.7106	可変			
28	24.1884	2.500	1.497820	82.51	
29	-58.4609	0.200			
30	40.9485	1.000	1.834807	42.72	
31	15.4156	3.500	1.497820	82.51	
32	-46.0872	8.564			
33	28.3973	2.500	1.497820	82.51	
34	-123.1319	3.765			
35	-20.5259	1.000	1.846660	23.78	10
36	-54.7499	B F			

像面

[非球面データ]

第 6 面

K	=	-20.0000			
A 4	=	4.26826E-06			
A 6	=	-9.97395E-09			
A 8	=	1.52813E-11			
A 10	=	-3.70867E-14			20

[各種データ]

変倍比	9.42				
	W	M	T		
f	10.3	45.0	97.0		
F N O	4.6	5.1	5.9		
2	78.3	19.6	9.2		
Y	8.0	8.0	8.0		
T L	128.784	128.784	128.784		
B F	18.391	18.023	15.384		30

	W	M	T	W	M	T
	無限遠	無限遠	無限遠	近距離	近距離	近距離
d5	0.800	20.355	28.029	0.800	20.355	28.029
d13	28.052	8.497	0.823	28.052	8.497	0.823
d22	0.800	8.210	13.112	0.855	8.379	13.439
d27	16.136	9.093	6.831	16.081	8.924	6.503

[レンズ群データ]

群	始面	f			40
1	1	57.577			
2	6	-10.550			
3	14	16.309			
4	23	-14.362			
5	28	24.289			

[条件式対応値]

(1)	$f_1 / (-f_2)$	=	5.46	
(2)	f_3 / f_5	=	0.67	
(3)	$(-f_4) / f_5$	=	0.59	50

【 0 0 2 8 】

図 2 (a)、及び図 2 (b) はそれぞれ、第 1 実施例に係る変倍光学系の広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

図 3 (a)、及び図 3 (b) はそれぞれ、第 1 実施例に係る変倍光学系の中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

図 4 (a)、及び図 4 (b) はそれぞれ、第 1 実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

図 5 (a)、図 5 (b)、及び図 5 (c) はそれぞれ、第 1 実施例に係る変倍光学系の望遠端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。

【 0 0 2 9 】

図 2 ~ 図 5 の各収差図において、FNO は F ナンバー、A は半画角、H0 は物体高をそれぞれ示す。なお、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又は物体高の最大値をそれぞれ示し、コマ収差図では各半画角又は各物体高の値を示す。d は d 線 ($\lambda = 587.6 \text{ nm}$)、g は g 線 ($\lambda = 435.8 \text{ nm}$) をそれぞれ示す。非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面をそれぞれ示す。なお、以下に示す各実施例の収差図においても、本実施例と同様の符号を用いる。

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

【 0 0 3 0 】

(第 2 実施例)

図 6 は、本願の第 2 実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。

本実施例に係る変倍光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、開口絞り S と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、負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 1 】

第 1 レンズ群 G 1 は、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 と両凸形状の正レンズ L 1 2 との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 3 とからなる。

第 2 レンズ群 G 2 は、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 1 と、両凹形状の負レンズ L 2 2 と、両凸形状の正レンズ L 2 3 と、両凹形状の負レンズ L 2 4 とからなる。

第 3 レンズ群 G 3 は、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 3 1 と両凸形状の正レンズ L 3 2 との接合正レンズと、両凸形状の正レンズ L 3 3 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 3 4 との接合正レンズとからなる。

第 4 レンズ群 G 4 は、物体側から順に、両凹形状の負レンズ L 4 1 と、両凹形状の負レンズ L 4 2 と両凸形状の正レンズ L 4 3 との接合負レンズとからなる。

第 5 レンズ群 G 5 は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 5 1 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 5 2 と両凸形状の正レンズ L 5 3 との接合正レンズと、両凸形状の正レンズ L 5 4 と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 5 5 とからなる。

【 0 0 3 2 】

本実施例に係る変倍光学系では、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の空気間隔、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 の空気間隔、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 の空気間隔、及び第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ

10

20

30

40

50

群 G 5 の空気間隔がそれぞれ変化するように、第 2 , 第 4 , 第 5 レンズ群 G 2 , G 4 , G 5 が光軸方向へ移動する。なお、このとき第 1 , 第 3 レンズ群 G 1 , G 3 及び開口絞り S の位置は固定である。

また本実施例に係る変倍光学系では、第 3 レンズ群 G 3 全体が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し、これによって像ぶれの補正を行うことができる。

また本実施例に係る変倍光学系では、第 4 レンズ群 G 4 全体を像側へ移動させることにより、遠距離物体から近距離物体への合焦が行われる。

【 0 0 3 3 】

以下の表 2 に、本実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

10

ここで、本実施例に係る変倍光学系は、広角端状態において防振係数が 2 . 0 7、焦点距離が 1 0 . 3 (m m) であるため、0 . 2 ° の回転ぶれを補正するための防振レンズ群の移動量は 0 . 0 2 (m m) となる。また、中間焦点距離状態においては防振係数が 2 . 9 5、焦点距離が 4 5 . 0 (m m) であるため、0 . 2 ° の回転ぶれを補正するための防振レンズ群の移動量は 0 . 0 5 (m m) となる。また、望遠端状態においては防振係数が 3 . 4 2、焦点距離が 9 7 . 0 (m m) であるため、0 . 2 ° の回転ぶれを補正するための防振レンズ群の移動量は 0 . 1 0 (m m) となる。

【 0 0 3 4 】

(表 2) 第 2 実施例

[面 データ]

20

面番号	r	d	n d	d
物面				
1	93.1619	1.800	1.850260	32.35
2	39.5859	8.000	1.497820	82.51
3	-284.0151	0.100		
4	36.5540	5.000	1.729157	54.66
5	159.4459	可変		
*6	127.6881	1.000	1.816000	46.62
7	12.0348	5.060		
8	-49.9978	0.800	1.816000	46.62
9	29.2932	0.200		
10	18.9882	4.000	1.846660	23.78
11	-37.9737	0.471		
12	-28.9543	1.000	1.834807	42.72
13	48.3879	可変		
14(絞り S)		0.000		
15	37.6996	0.800	1.834000	37.16
16	17.4219	2.500	1.593190	67.90
17	-25.8437	0.100		
18	20.8989	2.500	1.518601	69.97
19	-16.6811	0.800	1.846660	23.78
20	-31.8438	可変		
21	-36.4910	0.800	1.834807	42.72
22	29.3199	0.896		
23	-27.0631	0.800	1.834807	42.72
24	18.2268	1.800	1.846660	23.78
25	-34.6409	可変		
26	-50.1069	2.000	1.497820	82.51
27	-19.1363	0.200		
28	96.2015	1.000	1.834807	42.72

30

40

50

29	23.1567	4.000	1.497820	82.51
30	-46.1208	0.211		
31	23.5512	3.000	1.497820	82.51
32	-152.9275	9.791		
33	-37.8588	1.000	1.846660	23.78
34	-283.7365	B F		

像面

[非球面データ]

第 6 面

K	=	8.8617
A 4	=	1.80790E-07
A 6	=	-6.06139E-09
A 8	=	4.62589E-11
A 10	=	-2.20120E-13

10

[各種データ]

変倍比 9.42

	W	M	T
f	10.3	45.0	97.0
F N O	4.7	5.3	6.1
2	78.3	19.4	9.1
Y	8.0	8.0	8.0
T L	128.784	128.784	128.784
B F	19.429	17.659	14.429

20

	W	M	T	W	M	T
	無限遠	無限遠	無限遠	近距離	近距離	近距離
d5	0.800	20.665	28.181	0.800	20.665	28.181
d13	29.606	9.740	2.225	29.606	9.740	2.225
d20	0.800	9.620	15.486	0.855	9.821	15.897
d25	18.520	11.469	8.834	18.465	11.268	8.423

30

[レンズ群データ]

群	始面	f
1	1	57.030
2	6	-10.449
3	15	16.471
4	21	-18.248
5	26	28.038

40

[条件式対応値]

(1) $f_1 / (- f_2) = 5.46$

(2) $f_3 / f_5 = 0.59$

(3) $(- f_4) / f_5 = 0.65$

【 0 0 3 5 】

図 7 (a)、及び図 7 (b) はそれぞれ、第 2 実施例に係る変倍光学系の広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

図 8 (a)、及び図 8 (b) はそれぞれ、第 2 実施例に係る変倍光学系の中間焦点距離

50

状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

図9(a)、及び図9(b)はそれぞれ、第2実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

図10(a)、図10(b)、及び図10(c)はそれぞれ、第2実施例に係る変倍光学系の望遠端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。

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

【0036】

(第3実施例)

図11は、本願の第3実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。

本実施例に係る変倍光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りSと、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負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。

【0037】

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

第2レンズ群G2は、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L21と、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23と、両凹形状の負レンズL24とからなる。

第3レンズ群G3は、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L31と両凸形状の正レンズL32との接合正レンズと、両凸形状の正レンズL33と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL34との接合正レンズとからなる。

第4レンズ群G4は、物体側から順に、両凹形状の負レンズL41と、両凹形状の負レンズL42と両凸形状の正レンズL43との接合負レンズとからなる。

第5レンズ群G5は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL51と、両凸形状の正レンズL52と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL53との接合正レンズとからなる。

【0038】

本実施例に係る変倍光学系では、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の空気間隔、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の空気間隔、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の空気間隔、及び第4レンズ群G4と第5レンズ群G5の空気間隔がそれぞれ変化するように、第2、第4、第5レンズ群G2、G4、G5が光軸方向へ移動する。なお、このとき第1、第3レンズ群G1、G3及び開口絞りSの位置は固定である。

また本実施例に係る変倍光学系では、第3レンズ群G3全体が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し、これによって像ぶれの補正を行うことができる。

また本実施例に係る変倍光学系では、第4レンズ群G4全体を像側へ移動させることにより、遠距離物体から近距離物体への合焦が行われる。

【0039】

以下の表3に、本実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

ここで、本実施例に係る変倍光学系は、広角端状態において防振係数が 2.08 、焦点距離が 10.3 (mm)であるため、 0.2° の回転ぶれを補正するための防振レンズ群の移動量は 0.02 (mm)となる。また、中間焦点距離状態においては防振係数が $2.$

10

20

30

40

50

95、焦点距離が45.0 (mm)であるため、0.2°の回転ぶれを補正するための防振レンズ群の移動量は0.05 (mm)となる。また、望遠端状態においては防振係数が3.42、焦点距離が97.0 (mm)であるため、0.2°の回転ぶれを補正するための防振レンズ群の移動量は0.10 (mm)となる。

【0040】

(表3) 第3実施例

[面データ]

面番号	r	d	n d	d	
物面					
1	86.5566	1.600	1.850260	32.35	10
2	39.0403	8.200	1.497820	82.51	
3	-273.4518	0.100			
4	33.7862	4.800	1.729157	54.66	
5	111.7851	可変			
*6	114.8189	1.000	1.816000	46.62	
7	10.7372	5.676			
8	-53.6644	0.800	1.816000	46.62	
9	36.5687	0.200			
10	17.8230	4.000	1.846660	23.78	
11	-53.3504	0.342			20
12	-43.0589	1.000	1.834807	42.72	
13	33.3093	可変			
14(絞りS)		0.000			
15	32.7360	0.800	1.850260	32.35	
16	15.8207	2.500	1.593190	67.90	
17	-24.5965	0.100			
18	22.9169	2.500	1.518601	69.97	
19	-20.0347	0.800	1.846660	23.78	
20	-37.9415	可変			
21	-31.8905	0.800	1.834807	42.72	30
22	31.4348	1.419			
23	-16.4154	0.800	1.834807	42.72	
24	39.1141	1.800	1.846660	23.78	
25	-18.0688	可変			
26	67.8920	4.000	1.497820	82.51	
27	-20.3825	4.416			
28	32.0419	4.000	1.497820	82.51	
29	-17.2951	1.000	1.850260	32.35	
30	-184.4460	B F			
像面					40

[非球面データ]

第6面

K = 13.3663

A4 = -5.75816E-07

A6 = -3.00768E-10

A8 = -1.33166E-11

A10 = 2.80156E-14

[各種データ]

変倍比	9.42		
	W	M	T
f	10.3	45.0	97.0
F N O	4.7	5.3	6.1
2	78.1	19.5	9.1
Y	8.0	8.0	8.0
T L	128.784	128.784	128.784
B F	27.465	24.116	20.465

	W	M	T	W	M	T
	無限遠	無限遠	無限遠	近距離	近距離	近距離
d5	0.810	20.266	27.547	0.810	20.266	27.547
d13	29.126	9.670	2.389	29.126	9.670	2.389
d20	0.801	10.534	16.510	0.855	10.738	16.927
d25	17.930	11.545	9.221	17.875	11.342	8.804

10

[レンズ群データ]

群	始面	f
1	1	55.688
2	6	-10.152
3	15	16.625
4	21	-20.042
5	26	30.416

20

[条件式対応値]

- (1) $f_1 / (- f_2) = 5.49$
 (2) $f_3 / f_5 = 0.55$
 (3) $(- f_4) / f_5 = 0.66$

【 0 0 4 1 】

図 1 2 (a)、及び図 1 2 (b) はそれぞれ、第 3 実施例に係る変倍光学系の広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

30

図 1 3 (a)、及び図 1 3 (b) はそれぞれ、第 3 実施例に係る変倍光学系の中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

図 1 4 (a)、及び図 1 4 (b) はそれぞれ、第 3 実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

図 1 5 (a)、図 1 5 (b)、及び図 1 5 (c) はそれぞれ、第 3 実施例に係る変倍光学系の望遠端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。

40

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

【 0 0 4 2 】

(第 4 実施例)

図 1 6 は、本願の第 4 実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。

本実施例に係る変倍光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、開口絞り S と、負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

50

群 G 5 とから構成されている。

【 0 0 4 3 】

第 1 レンズ群 G 1 は、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 と両凸形状の正レンズ L 1 2 との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 3 とからなる。

第 2 レンズ群 G 2 は、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 1 と、両凹形状の負レンズ L 2 2 と、両凸形状の正レンズ L 2 3 と両凹形状の負レンズ L 2 4 との接合正レンズとからなる。

第 3 レンズ群 G 3 は、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 3 1 と両凸形状の正レンズ L 3 2 との接合正レンズと、両凸形状の正レンズ L 3 3 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 3 4 との接合正レンズと、両凸形状の正レンズ L 3 5 とからなる。

10

第 4 レンズ群 G 4 は、物体側から順に、両凹形状の負レンズ L 4 1 と、両凹形状の負レンズ L 4 2 と両凸形状の正レンズ L 4 3 との接合負レンズとからなる。

第 5 レンズ群 G 5 は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L 5 1 と、両凸形状の正レンズ L 5 2 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 5 3 との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 5 4 と両凸形状の正レンズ L 5 5 との接合負レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 5 6 とからなる。

【 0 0 4 4 】

本実施例に係る変倍光学系では、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の空気間隔、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 の空気間隔、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 の空気間隔、及び第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 の空気間隔がそれぞれ変化するように、第 2 , 第 4 , 第 5 レンズ群 G 2 , G 4 , G 5 が光軸方向へ移動する。なお、このとき第 1 , 第 3 レンズ群 G 1 , G 3 及び開口絞り S の位置は固定である。

20

また本実施例に係る変倍光学系では、第 3 レンズ群 G 3 内の負メニスカスレンズ L 3 1 と正レンズ L 3 2 との接合正レンズが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し、これによって像ぶれの補正を行うことができる。

また本実施例に係る変倍光学系では、第 4 レンズ群 G 4 全体を像側へ移動させることにより、遠距離物体から近距離物体への合焦が行われる。

30

【 0 0 4 5 】

以下の表 4 に、本実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

ここで、本実施例に係る変倍光学系は、広角端状態において防振係数が 0 . 9 3、焦点距離が 1 0 . 3 (m m) であるため、0 . 2 ° の回転ぶれを補正するための防振レンズ群の移動量は 0 . 0 4 (m m) となる。また、中間焦点距離状態においては防振係数が 1 . 3 3、焦点距離が 4 5 . 0 (m m) であるため、0 . 2 ° の回転ぶれを補正するための防振レンズ群の移動量は 0 . 1 2 (m m) となる。また、望遠端状態においては防振係数が 1 . 6 2、焦点距離が 9 7 . 0 (m m) であるため、0 . 2 ° の回転ぶれを補正するための防振レンズ群の移動量は 0 . 2 1 (m m) となる。

【 0 0 4 6 】

40

(表 4) 第 4 実施例

[面データ]

面番号	r	d	n d	d
物面				
1	102.3091	2.000	1.795040	28.69
2	41.8010	10.400	1.497820	82.57
3	-1007.6756	0.100		
4	37.6062	5.150	1.834810	42.73
5	98.9884	可変		
6	99.2450	0.150	1.553890	38.09

50

7	94.6723	1.400	1.834810	42.73	
8	12.0783	6.000			
9	-32.7960	1.000	1.834810	42.73	
10	46.9143	0.400			
11	25.5606	3.800	1.846660	23.80	
12	-54.2180	1.000	1.816000	46.59	
13	54.1534	可変			
14	34.7874	0.800	1.850260	32.35	
15	16.6502	2.600	1.618000	63.34	
16	-37.1204	1.200			10
17	48.7843	2.600	1.497820	82.57	
18	-18.5410	0.800	1.850260	32.35	
19	-41.7038	0.300			
20	47.8525	1.600	1.696800	55.52	
21	-59.5425	0.500			
22(絞リS)		可変			
23	-33.1327	0.800	1.816000	46.59	
24	23.8736	0.700			
25	-23.1424	0.800	1.816000	46.59	
26	16.9872	2.000	1.808090	22.74	20
27	-33.9829	可変			
28	49.4602	3.500	1.589130	61.18	
29	-19.7954	0.100			
30	23.4122	4.400	1.497820	82.57	
31	-23.4006	1.000	1.950000	29.37	
32	-80.0819	0.300			
33	85.4967	1.000	1.883000	40.66	
34	14.9004	4.000	1.517420	52.20	
35	-50.2458	1.450			
36	-30.3940	1.000	2.000690	25.46	30
37	-82.9601	B F			

像面

[非球面データ]

第 6 面

K = 15.1751
 A 4 = 4.64891E-06
 A 6 = -1.26998E-08
 A 8 = -3.35661E-10
 A 10 = 2.59761E-12
 A 12 = -8.51930E-15
 A 14 = 1.02560E-17

40

第 2 9 面

K = 1.2313
 A 4 = 1.39795E-05
 A 6 = 3.25121E-08

[各種データ]

変倍比 9.42

50

	W	M	T
f	10.3	45.0	97.0
F N O	4.6	5.5	5.9
2	78.6	19.4	9.0
Y	8.0	8.0	8.0
T L	136.663	136.663	136.663
B F	21.775	17.923	14.148

	W	M	T	W	M	T	
	無限遠	無限遠	無限遠	近距離	近距離	近距離	
d5	1.822	23.119	30.744	1.822	23.119	30.744	10
d13	30.318	9.021	1.396	30.318	9.021	1.396	
d22	2.508	12.391	20.536	2.557	12.557	20.874	
d27	17.391	11.359	6.988	17.341	11.193	6.650	

[レンズ群データ]

群	始面	f	
1	1	65.224	
2	6	-10.504	
3	14	16.830	20
4	23	-14.660	
5	28	24.633	

[条件式対応値]

$$(1) f_1 / (-f_2) = 6.21$$

$$(2) f_3 / f_5 = 0.68$$

$$(3) (-f_4) / f_5 = 0.60$$

【 0 0 4 7 】

図17(a)、及び図17(b)はそれぞれ、第4実施例に係る変倍光学系の広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び0.2°の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。 30

図18(a)、及び図18(b)はそれぞれ、第4実施例に係る変倍光学系の中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び0.2°の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

図19(a)、及び図19(b)はそれぞれ、第4実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び0.2°の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

図20(a)、図20(b)、及び図20(c)はそれぞれ、第4実施例に係る変倍光学系の望遠端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。 40

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

【 0 0 4 8 】

(第5実施例)

図21は、本願の第5実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。

本実施例に係る変倍光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、開口絞りSと、負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。 50

【 0 0 4 9 】

第 1 レンズ群 G 1 は、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 と両凸形状の正レンズ L 1 2 との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 3 とからなる。

第 2 レンズ群 G 2 は、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 1 と、両凹形状の負レンズ L 2 2 と、両凸形状の正レンズ L 2 3 と両凹形状の負レンズ L 2 4 との接合正レンズとからなる。

第 3 レンズ群 G 3 は、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 3 1 と両凸形状の正レンズ L 3 2 との接合正レンズと、両凸形状の正レンズ L 3 3 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 3 4 との接合正レンズと、両凸形状の正レンズ L 3 5 とからなる。

10

第 4 レンズ群 G 4 は、物体側から順に、両凹形状の負レンズ L 4 1 と、両凹形状の負レンズ L 4 2 と両凸形状の正レンズ L 4 3 との接合負レンズとからなる。

第 5 レンズ群 G 5 は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L 5 1 と、両凸形状の正レンズ L 5 2 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 5 3 との接合正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 5 4 と両凸形状の正レンズ L 5 5 との接合負レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 5 6 とからなる。

【 0 0 5 0 】

本実施例に係る変倍光学系では、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の空気間隔、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 の空気間隔、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 の空気間隔、及び第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 の空気間隔がそれぞれ変化するように、第 2, 第 4, 第 5 レンズ群 G 2, G 4, G 5 が光軸方向へ移動する。なお、このとき第 1, 第 3 レンズ群 G 1, G 3 及び開口絞り S の位置は固定である。

20

また本実施例に係る変倍光学系では、第 2 レンズ群 G 2 全体が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し、これによって像ぶれの補正を行うことができる。

また本実施例に係る変倍光学系では、第 4 レンズ群 G 4 全体を像側へ移動させることにより、遠距離物体から近距離物体への合焦が行われる。

【 0 0 5 1 】

30

以下の表 5 に、本実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

ここで、本実施例に係る変倍光学系は、広角端状態において防振係数が 0.85、焦点距離が 10.3 (mm) であるため、0.2° の回転ぶれを補正するための防振レンズ群の移動量は 0.04 (mm) となる。また、中間焦点距離状態においては防振係数が 2.24、焦点距離が 45.0 (mm) であるため、0.2° の回転ぶれを補正するための防振レンズ群の移動量は 0.07 (mm) となる。また、望遠端状態においては防振係数が 3.76、焦点距離が 97.0 (mm) であるため、0.2° の回転ぶれを補正するための防振レンズ群の移動量は 0.09 (mm) となる。

【 0 0 5 2 】

(表 5) 第 5 実施例

40

[面データ]

面番号	r	d	n d	d
物面				
1	102.3091	2.000	1.795040	28.69
2	41.8010	10.400	1.497820	82.57
3	-1007.6756	0.100		
4	37.6062	5.150	1.834810	42.73
5	98.9884	可変		
6	99.2450	0.150	1.553890	38.09
7	94.6723	1.400	1.834810	42.73

50

8	12.0783	6.000			
9	-32.7960	1.000	1.834810	42.73	
10	46.9143	0.400			
11	25.5606	3.800	1.846660	23.80	
12	-54.2180	1.000	1.816000	46.59	
13	54.1534	可変			
14	34.7874	0.800	1.850260	32.35	
15	16.6502	2.600	1.618000	63.34	
16	-37.1204	1.200			
17	48.7843	2.600	1.497820	82.57	10
18	-18.5410	0.800	1.850260	32.35	
19	-41.7038	0.300			
20	47.8525	1.600	1.696800	55.52	
21	-59.5425	0.500			
22(絞リS)		可変			
23	-33.1327	0.800	1.816000	46.59	
24	23.8736	0.700			
25	-23.1424	0.800	1.816000	46.59	
26	16.9872	2.000	1.808090	22.74	
27	-33.9829	可変			20
28	49.4602	3.500	1.589130	61.18	
29	-19.7954	0.100			
30	23.4122	4.400	1.497820	82.57	
31	-23.4006	1.000	1.950000	29.37	
32	-80.0819	0.300			
33	85.4967	1.000	1.883000	40.66	
34	14.9004	4.000	1.517420	52.20	
35	-50.2458	1.450			
36	-30.3940	1.000	2.000690	25.46	
37	-82.9601	B F			30

像面

[非球面データ]

第 6 面

K = 15.1751

A 4 = 4.64891E-06

A 6 = -1.26998E-08

A 8 = -3.35661E-10

A 10 = 2.59761E-12

A 12 = -8.51930E-15

A 14 = 1.02560E-17

40

第 2 9 面

K = 1.2313

A 4 = 1.39795E-05

A 6 = 3.25121E-08

[各種データ]

変倍比 9.42

W

M

T

50

f	10.3	45.0	97.0
F N O	4.6	5.5	5.9
2	78.6	19.4	9.0
Y	8.0	8.0	8.0
T L	136.663	136.663	136.663
B F	21.775	17.923	14.148

	W	M	T	W	M	T	
	無限遠	無限遠	無限遠	近距離	近距離	近距離	
d5	1.822	23.119	30.744	1.822	23.119	30.744	10
d13	30.318	9.021	1.396	30.318	9.021	1.396	
d22	2.508	12.391	20.536	2.557	12.557	20.874	
d27	17.391	11.359	6.988	17.341	11.193	6.650	

[レンズ群データ]

群	始面	f	
1	1	65.224	
2	6	-10.504	
3	14	16.830	
4	23	-14.660	20
5	28	24.633	

[条件式対応値]

$$(1) f_1 / (-f_2) = 6.21$$

$$(2) f_3 / f_5 = 0.68$$

$$(3) (-f_4) / f_5 = 0.60$$

【 0 0 5 3 】

図 2 2 (a)、及び図 2 2 (b) はそれぞれ、第 5 実施例に係る変倍光学系の広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

30

図 2 3 (a)、及び図 2 3 (b) はそれぞれ、第 5 実施例に係る変倍光学系の中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

図 2 4 (a)、及び図 2 4 (b) はそれぞれ、第 5 実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び 0.2° の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

図 2 5 (a)、図 2 5 (b)、及び図 2 5 (c) はそれぞれ、第 5 実施例に係る変倍光学系の望遠端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。

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

40

【 0 0 5 4 】

(第 6 実施例)

図 2 6 は、本願の第 6 実施例に係る変倍光学系のレンズ構成を示す図である。

本実施例に係る変倍光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、開口絞り S と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、負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 5 5 】

50

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

第2レンズ群G2は、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L21と、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23と、両凹形状の負レンズL24とからなる。

第3レンズ群G3は、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L31と両凸形状の正レンズL32との接合レンズと、両凸形状の正レンズL33と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL34との接合レンズとからなる。

第4レンズ群G4は、物体側から順に、両凹形状の負レンズL41と、両凹形状の負レンズL42と両凸形状の正レンズL43との接合レンズとからなる。

第5レンズ群G5は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL51と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL52と両凸形状の正レンズL53との接合レンズと、両凸形状の正レンズL54と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL55とからなる。

【0056】

本実施例に係る変倍光学系では、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の空気間隔、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の空気間隔、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の空気間隔、及び第4レンズ群G4と第5レンズ群G5の空気間隔がそれぞれ変化するように、第2, 第4, 第5レンズ群G2, G4, G5が光軸方向へ移動する。なお、このとき第1, 第3レンズ群G1, G3及び開口絞りSの位置は固定である。

また本実施例に係る変倍光学系では、第5レンズ群G5内の負メニスカスレンズL52と正レンズL53との接合レンズと正レンズL54とが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し、これによって像ぶれの補正を行うことができる。

また本実施例に係る変倍光学系では、第4レンズ群G4全体を像側へ移動させることにより、遠距離物体から近距離物体への合焦が行われる。

【0057】

以下の表6に、本実施例に係る変倍光学系の諸元の値を掲げる。

ここで、本実施例に係る変倍光学系は、広角端状態において防振係数が1.05、焦点距離が10.3(mm)であるため、0.2°の回転ぶれを補正するための防振レンズ群の移動量は0.03(mm)となる。また、中間焦点距離状態においては防振係数が0.99、焦点距離が45.0(mm)であるため、0.2°の回転ぶれを補正するための防振レンズ群の移動量は0.16(mm)となる。また、望遠端状態においては防振係数が0.87、焦点距離が97.0(mm)であるため、0.2°の回転ぶれを補正するための防振レンズ群の移動量は0.39(mm)となる。

【0058】

(表6) 第6実施例

[面データ]

面番号	r	d	n d	d
物面				
1	93.1619	1.800	1.850260	32.35
2	39.5859	8.000	1.497820	82.51
3	-284.0151	0.100		
4	36.5540	5.000	1.729157	54.66
5	159.4459	可変		
*6	127.6881	1.000	1.816000	46.62
7	12.0348	5.060		
8	-49.9978	0.800	1.816000	46.62
9	29.2932	0.200		

10

20

30

40

50

10	18.9882	4.000	1.846660	23.78	
11	-37.9737	0.471			
12	-28.9543	1.000	1.834807	42.72	
13	48.3879	可変			
14(絞リS)		0.000			
15	37.6996	0.800	1.834000	37.16	
16	17.4219	2.500	1.593190	67.90	
17	-25.8437	0.100			
18	20.8989	2.500	1.518601	69.97	
19	-16.6811	0.800	1.846660	23.78	10
20	-31.8438	可変			
21	-36.4910	0.800	1.834807	42.72	
22	29.3199	0.896			
23	-27.0631	0.800	1.834807	42.72	
24	18.2268	1.800	1.846660	23.78	
25	-34.6409	可変			
26	-50.1069	2.000	1.497820	82.51	
27	-19.1363	0.200			
28	96.2015	1.000	1.834807	42.72	
29	23.1567	4.000	1.497820	82.51	20
30	-46.1208	0.211			
31	23.5512	3.000	1.497820	82.51	
32	-152.9275	9.791			
33	-37.8588	1.000	1.846660	23.78	
34	-283.7365	B F			

像面

[非球面データ]

第 6 面

K	=	8.8617			30
A 4	=	1.80790E-07			
A 6	=	-6.06139E-09			
A 8	=	4.62589E-11			
A 10	=	-2.20120E-13			

[各種データ]

変倍比 9.42

	W	M	T		
f	10.3	45.0	97.0		
F N O	4.7	5.3	6.1		40
Z	78.3	19.4	9.1		
Y	8.0	8.0	8.0		
T L	128.784	128.784	128.784		
B F	19.429	17.659	14.429		

	W	M	T	W	M	T	
	無限遠	無限遠	無限遠	近距離	近距離	近距離	
d5	0.800	20.665	28.181	0.800	20.665	28.181	
d13	29.606	9.740	2.225	29.606	9.740	2.225	
d20	0.800	9.620	15.486	0.855	9.821	15.897	50

d25 18.520 11.469 8.834 18.465 11.268 8.423

[レンズ群データ]

群	始面	f
1	1	57.030
2	6	-10.449
3	15	16.471
4	21	-18.248
5	26	28.038

10

[条件式対応値]

$$(1) \quad f_1 / (-f_2) = 5.46$$

$$(2) \quad f_3 / f_5 = 0.59$$

$$(3) \quad (-f_4) / f_5 = 0.65$$

【 0 0 5 9 】

図27(a)、及び図27(b)はそれぞれ、第6実施例に係る変倍光学系の広角端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び0.2°の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

図28(a)、及び図28(b)はそれぞれ、第6実施例に係る変倍光学系の中間焦点距離状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び0.2°の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

20

図29(a)、及び図29(b)はそれぞれ、第6実施例に係る変倍光学系の望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図、及び0.2°の回転ぶれに対して防振を行った際のメリディオナル横収差図である。

図30(a)、図30(b)、及び図30(c)はそれぞれ、第6実施例に係る変倍光学系の望遠端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における近距離合焦時の諸収差図である。

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

30

【 0 0 6 0 】

上記各実施例によれば、変倍時の収差変動及び像ぶれ補正時の収差変動を良好に抑えた変倍光学系を実現することができる。

なお、上記各実施例に係る変倍光学系は、最も像側に配置されるレンズ成分の像側のレンズ面から像面までの光軸上の距離(バックフォーカス)を、最も小さい状態で10.0~30.0mm程度とすることが好ましい。また、上記各実施例に係る変倍光学系は、像高を5.0~12.5mmとすることが好ましく、5.0~9.5mmとすることがより好ましい。

【 0 0 6 1 】

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

40

なお、以下の内容は、本願の変倍光学系の光学性能を損なわない範囲で適宜採用することが可能である。

本願の変倍光学系の数値実施例として5群構成のものを示したが、本願はこれに限られず、その他の群構成(例えば、6群、7群等)の変倍光学系を構成することもできる。具体的には、本願の変倍光学系の最も物体側や最も像面側にレンズ又はレンズ群を追加した構成でも構わない。なお、レンズ群とは、変倍時に変化する空気間隔で分離された、少なくとも1枚のレンズを有する部分を示す。

【 0 0 6 2 】

また、本願の変倍光学系は、遠距離物体から近距離物体への合焦を行うために、レンズ

50

群の一部、1つのレンズ群全体、或いは複数のレンズ群を合焦レンズ群として光軸方向へ移動させる構成としてもよい。特に、第4レンズ群の少なくとも一部を合焦レンズ群とすることが好ましい。また、斯かる合焦レンズ群は、オートフォーカスに適用することも可能であり、オートフォーカス用のモータ、例えば超音波モータ等による駆動にも適している。

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

10

【0063】

また、本願の変倍光学系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。

【0064】

20

また、本願の変倍光学系において開口絞りは第3レンズ群近傍に配置されることが好ましいが、開口絞りとして部材を設けずにレンズ枠でその役割を代用する構成としてもよい。

また、本願の変倍光学系を構成するレンズのレンズ面に、広い波長域で高い透過率を有する反射防止膜を施してもよい。これにより、フレアやゴーストを軽減し、高コントラストの高い光学性能を達成することができる。

また、本願の変倍光学系は、変倍比が5～20倍程度である。

また、本願の変倍光学系において第1レンズ群は、正レンズ成分を2つ有することが好ましい。第2レンズ群は、正レンズ成分を1つ有し、負レンズ成分を3つ有することが好ましい。第3レンズ群は、正レンズ成分を3つ有することが好ましい。第4レンズ群は、正レンズ成分を3つ有し、負レンズ成分を1つ有することが好ましい。

30

【0065】

次に、本願の変倍光学系を備えたカメラを図31に基づいて説明する。

図31は、本願の変倍光学系を備えたカメラの構成を示す図である。

本カメラ1は、図31に示すように撮影レンズ2として上記第1実施例に係る変倍光学系を備えたデジタル一眼レフカメラである。

本カメラ1において、不図示の物体（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を介して焦点板4に結像される。そして焦点板4に結像されたこの光は、ペンタプリズム5中で複数回反射されて接眼レンズ6へ導かれる。これにより撮影者は、被写体像を接眼レンズ6を介して正立像として観察することができる。

40

【0066】

また、撮影者によって不図示のリリース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、不図示の被写体からの光は撮像素子7へ到達する。これにより被写体からの光は、当該撮像素子7によって撮像されて、被写体画像として不図示のメモリに記録される。このようにして、撮影者は本カメラ1による被写体の撮影を行うことができる。

以上の構成により、上記第1実施例に係る変倍光学系を撮影レンズ2として搭載した本カメラ1は、変倍時の収差変動及び像ぶれ補正時の収差変動を良好に抑え、良好な光学性能を実現することができる。なお、上記第2～第6実施例に係る変倍光学系を撮影レンズ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。

50

【 0 0 6 7 】

以下、本願の変倍光学系の製造方法の概略を図 3 2 に基づいて説明する。

図 3 2 は、本願の変倍光学系の製造方法を示す図である。

本願の変倍光学系の製造方法は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、負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変倍光学系の製造方法であって、以下の各ステップ S 1 ~ S 3 を含むものである。

ステップ S 1 : 第 1 レンズ群と第 2 レンズ群が以下の条件式 (1) を満足するように各レンズ群を用意し、鏡筒内に物体側から順に配置する。

$$(1) \quad 5 . 2 0 < f 1 / (- f 2) < 8 . 0 0$$

ただし、

f 1 : 前記第 1 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 6 8 】

ステップ S 2 : 公知の移動機構を設ける等することで、広角端状態から望遠端状態への変倍時に、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の空気間隔、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の空気間隔、第 3 レンズ群と第 4 レンズ群の空気間隔、及び第 4 レンズ群と第 5 レンズ群の空気間隔がそれぞれ変化するようにし、このとき第 1 レンズ群の位置が固定であるようにする。

ステップ S 3 : 公知の移動機構を設ける等することで、前記レンズ群のうち、いずれか 1 つのレンズ群の少なくとも一部が光軸と直交する方向の成分を含むように移動するようにする。

斯かる本願の変倍光学系の製造方法によれば、変倍時の収差変動及び像ぶれ補正時の収差変動を良好に抑えた変倍光学系を製造することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 9 】

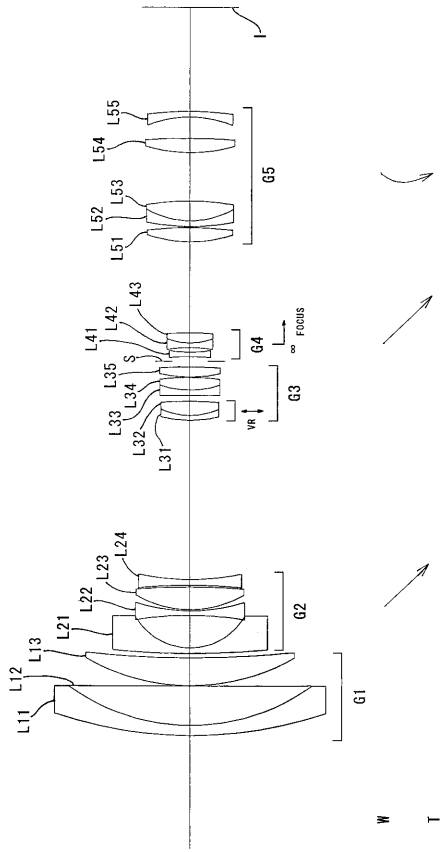
G 1 第 1 レンズ群
G 2 第 2 レンズ群
G 3 第 3 レンズ群
G 4 第 4 レンズ群
G 5 第 5 レンズ群
I 像面
S 開口絞り

10

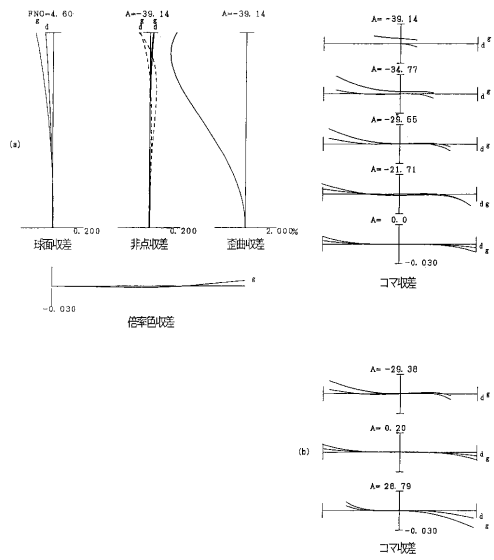
20

30

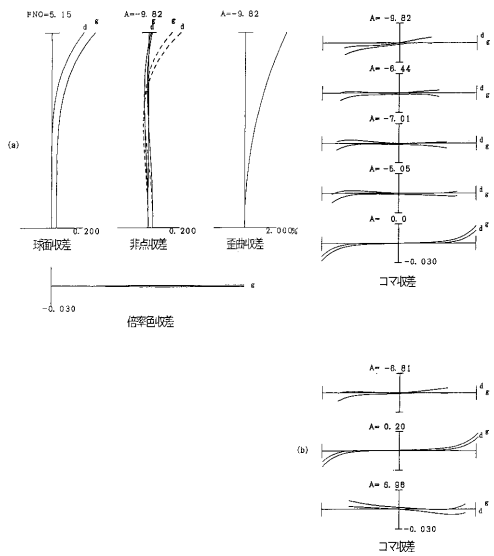
【図1】



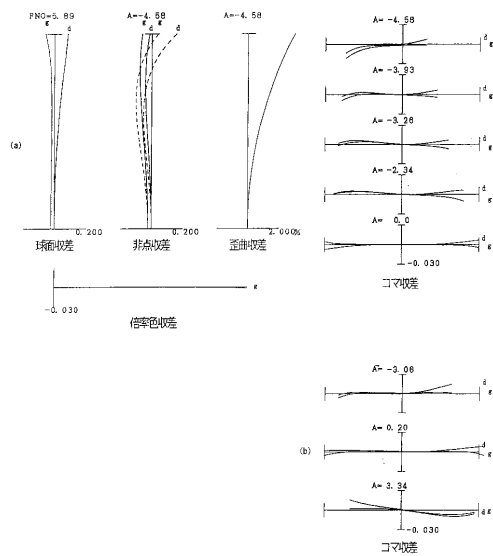
【図2】



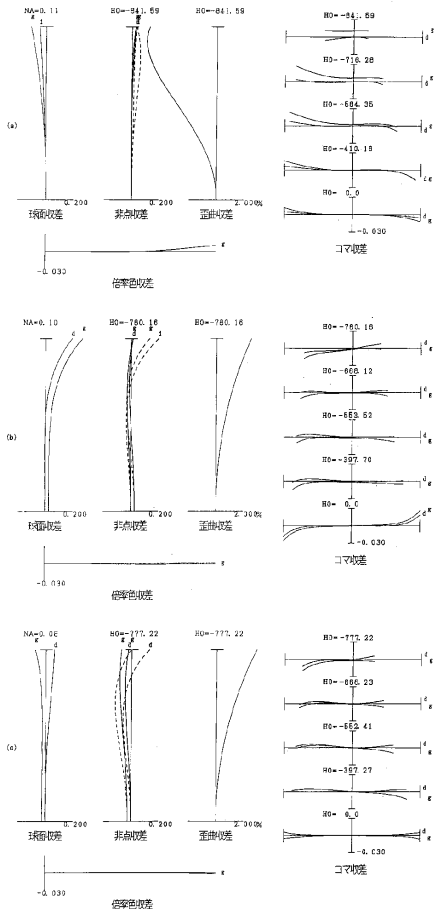
【図3】



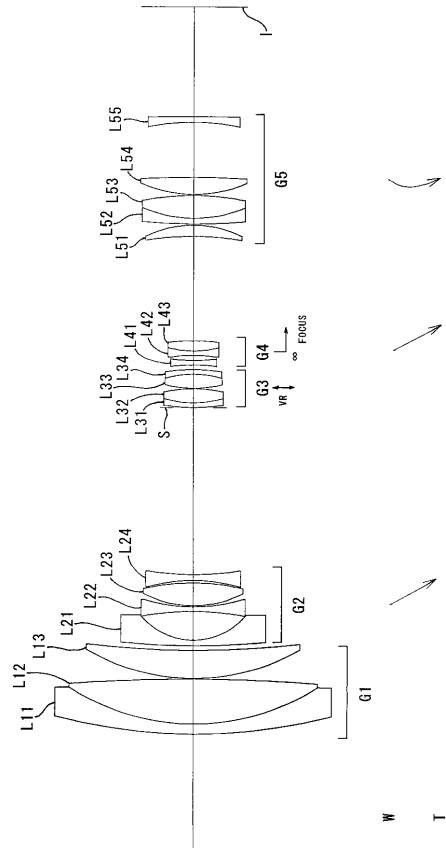
【図4】



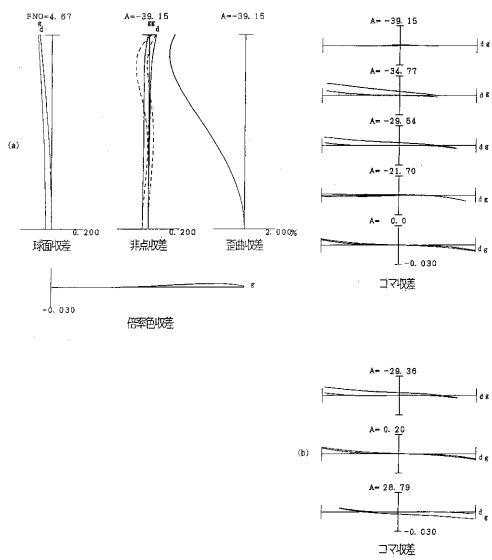
【 図 5 】



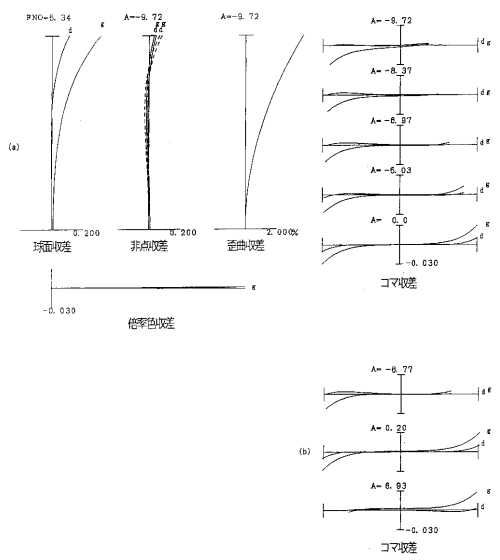
【 図 6 】



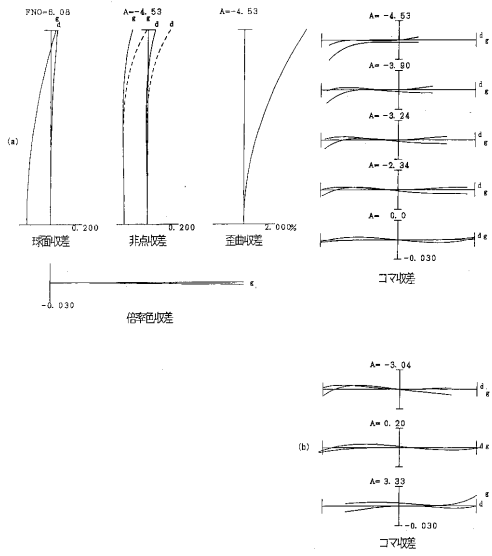
【 図 7 】



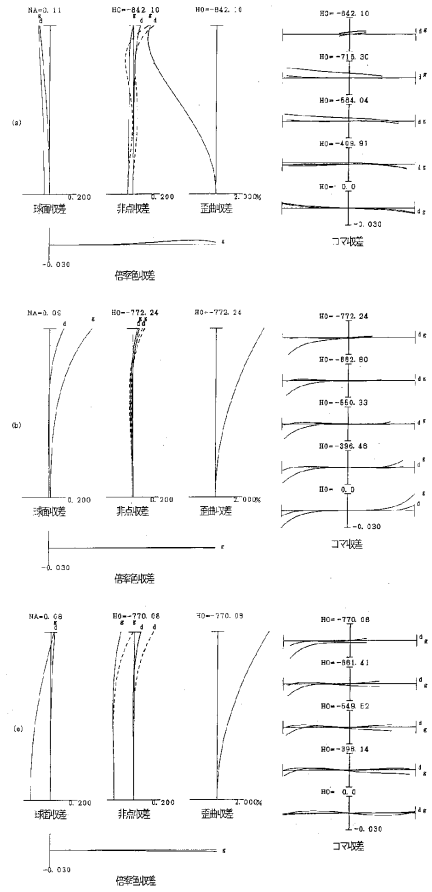
【 図 8 】



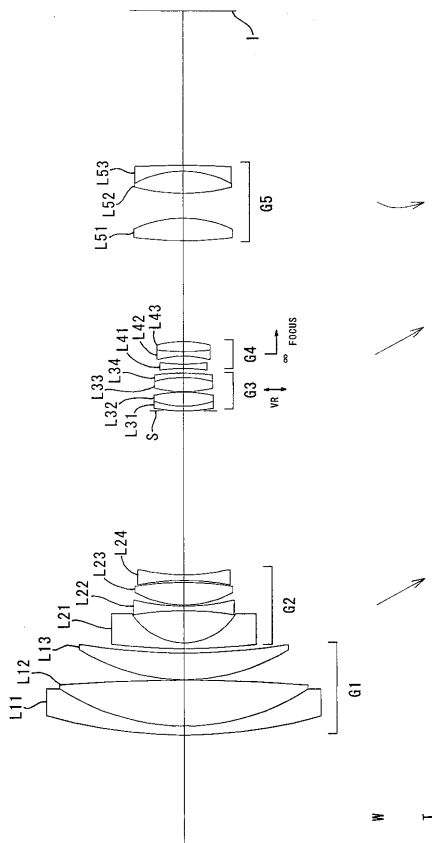
【図 9】



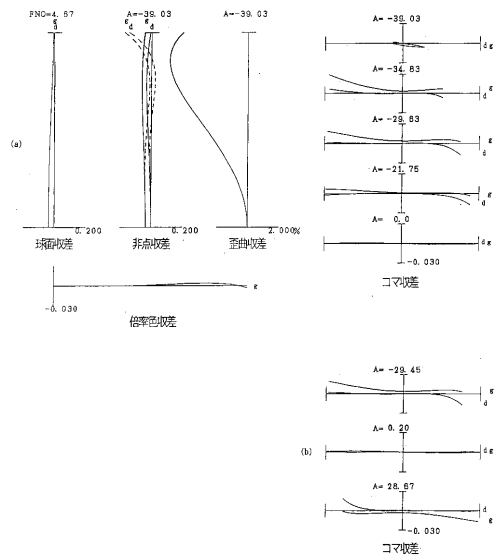
【図 10】



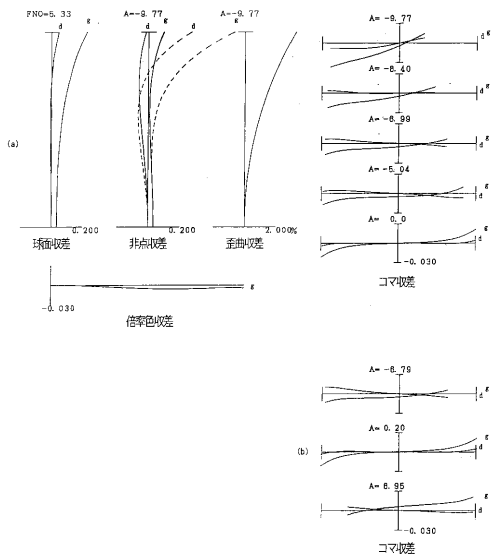
【図 11】



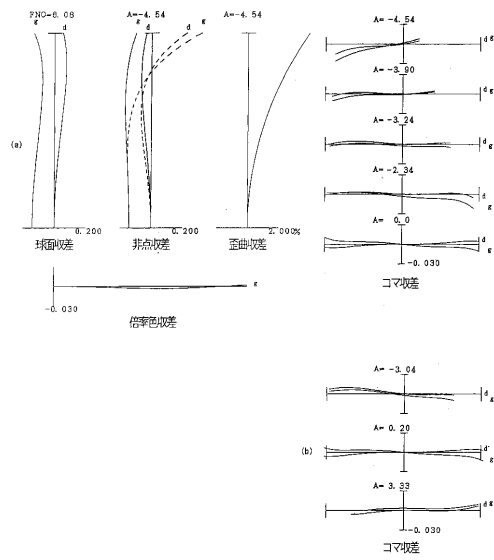
【図 12】



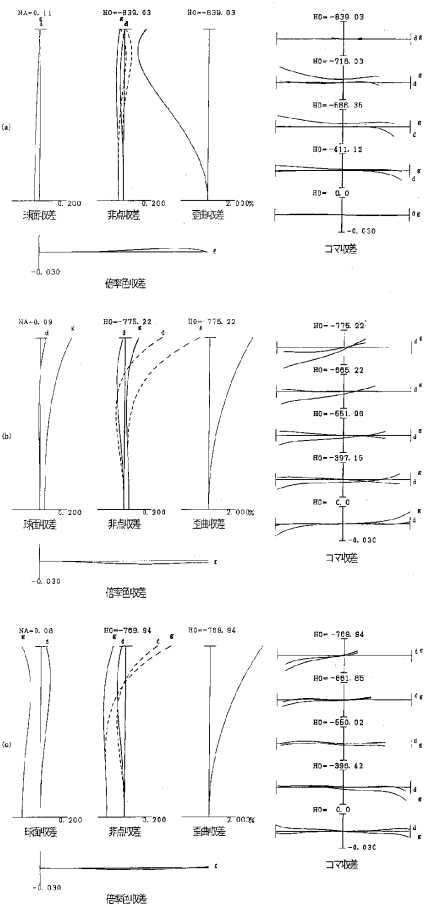
【図 13】



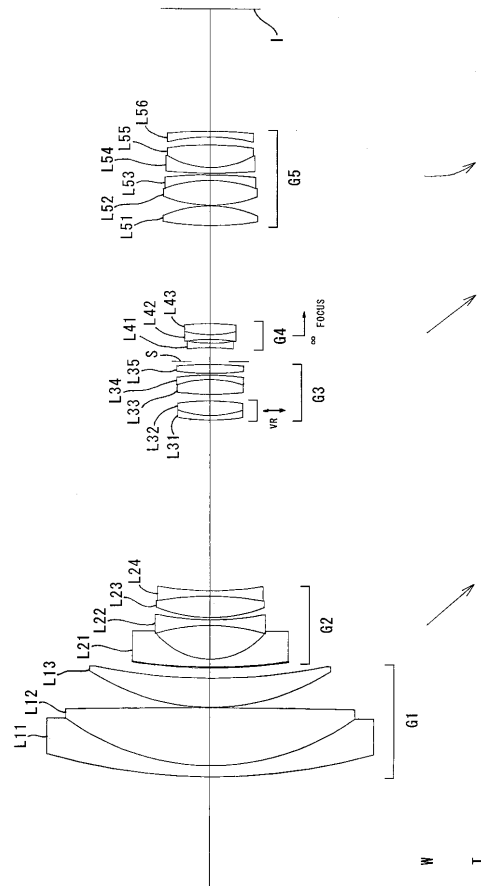
【図 14】



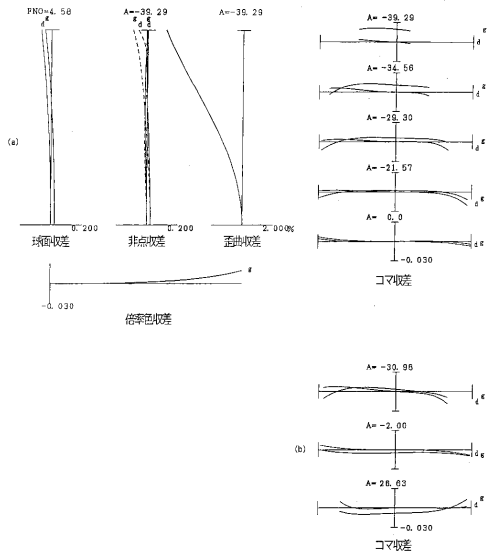
【図 15】



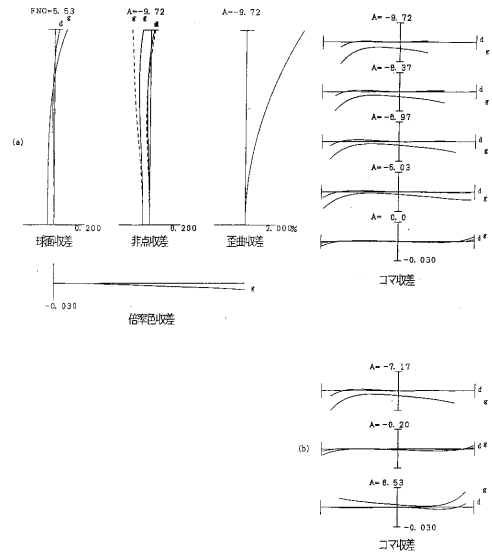
【図 16】



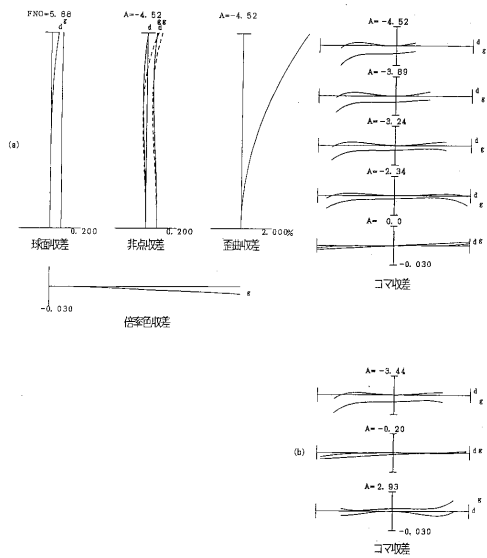
【図 17】



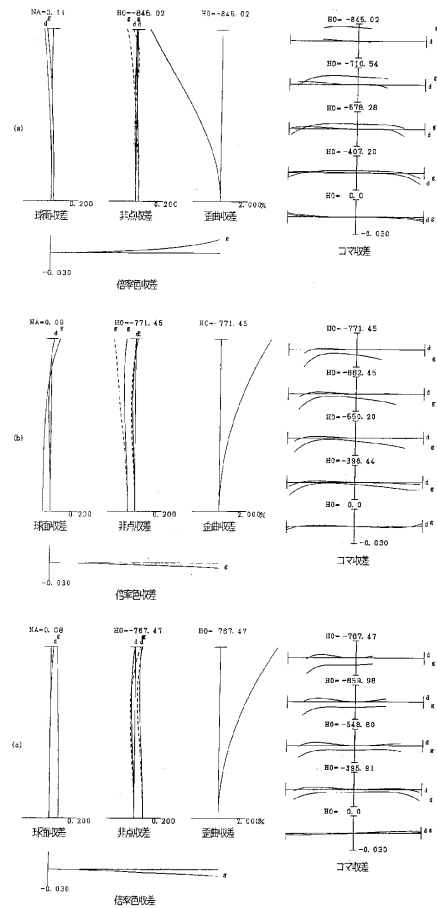
【図 18】



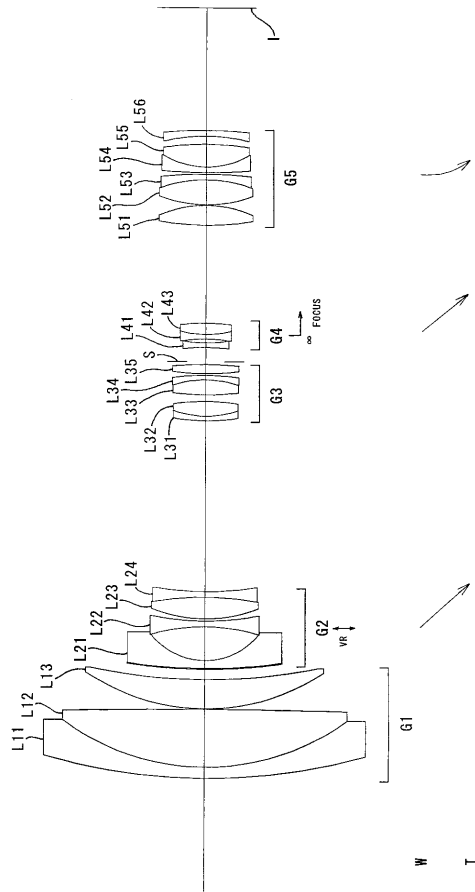
【図 19】



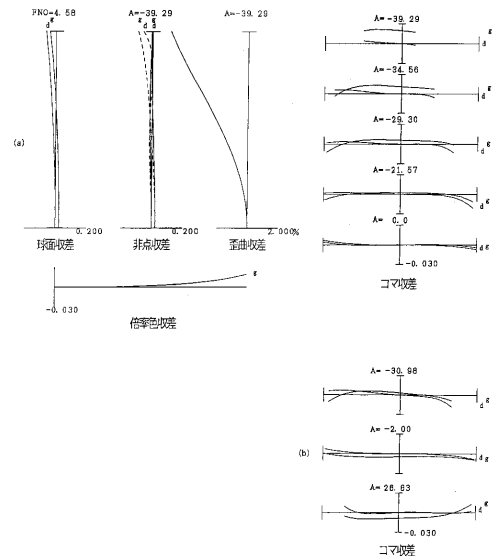
【図 20】



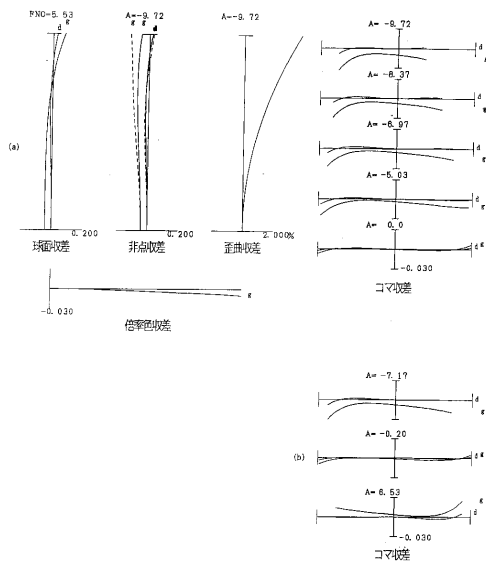
【図 2 1】



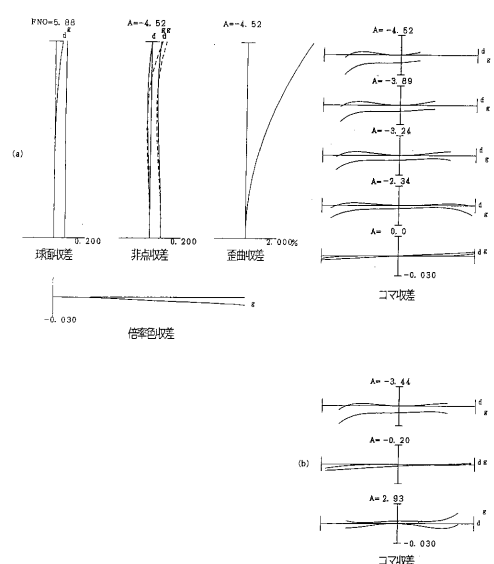
【図 2 2】



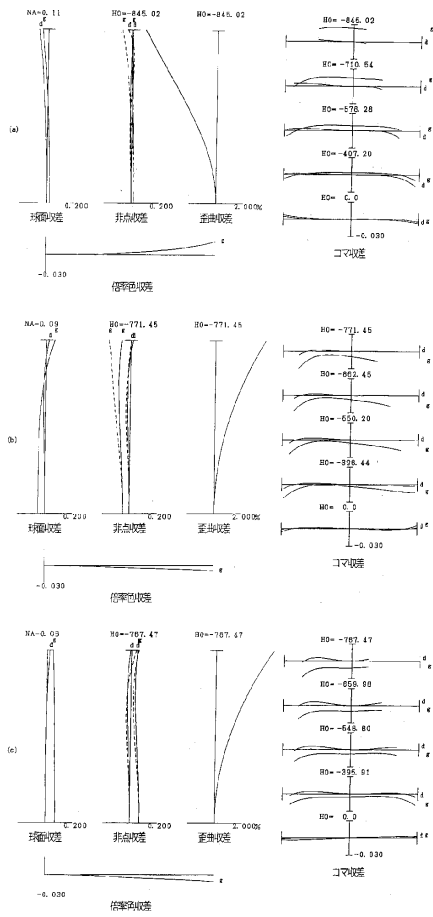
【図 2 3】



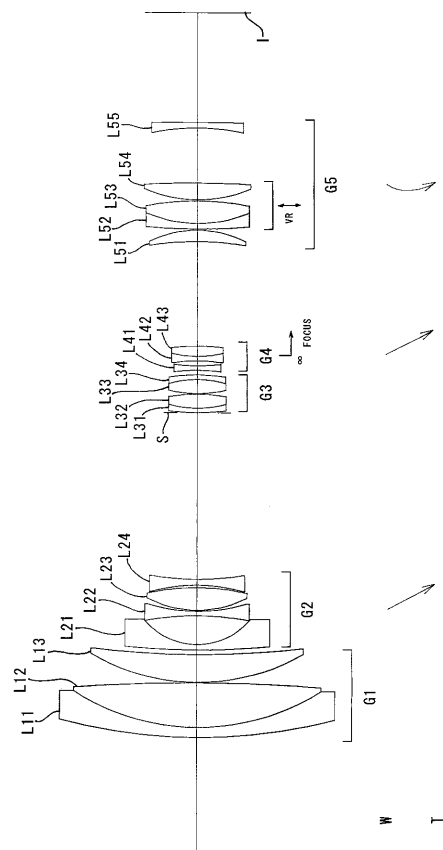
【図 2 4】



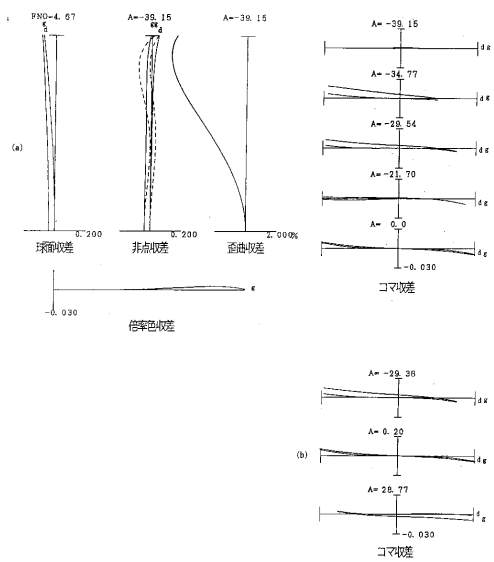
【図 25】



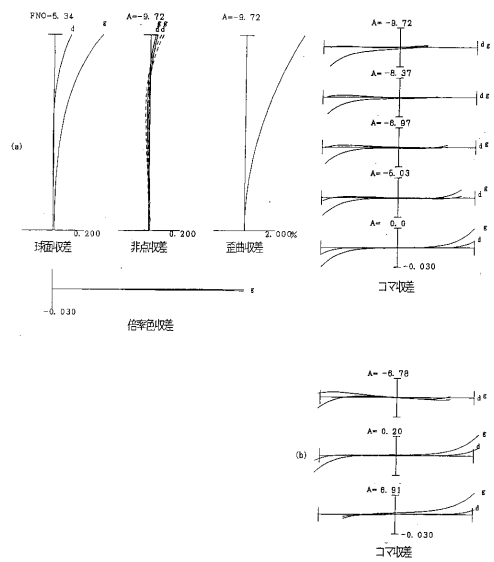
【図 26】



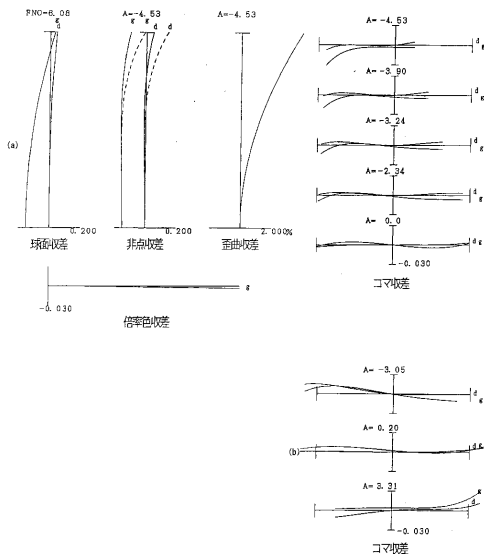
【図 27】



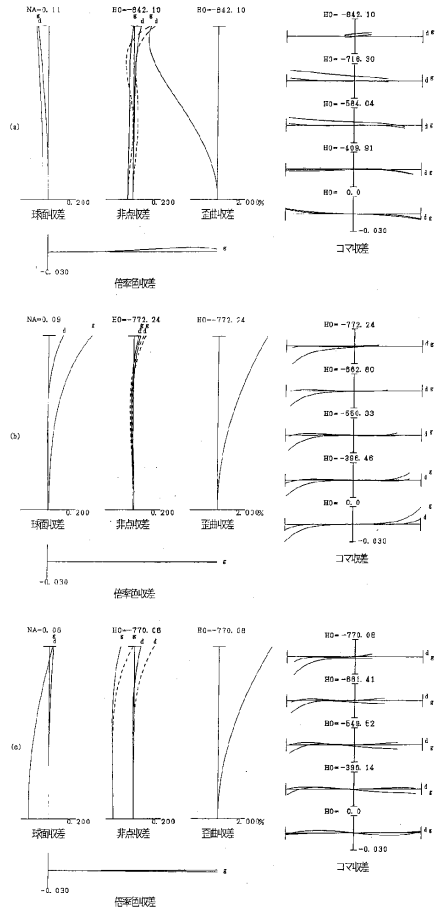
【図 28】



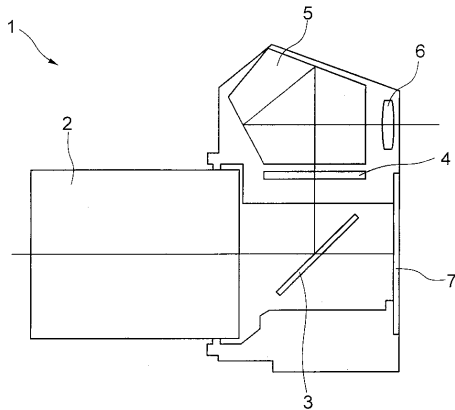
【図 29】



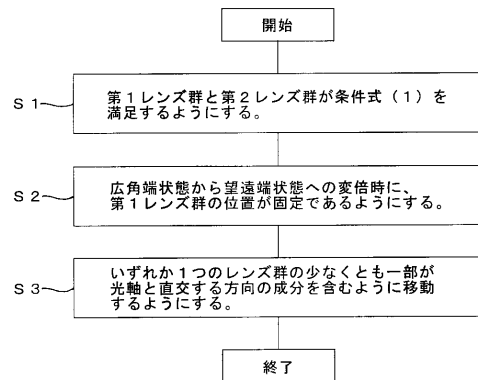
【図 30】



【図 31】



【図 32】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平05 - 215967 (JP, A)
特開2006 - 337745 (JP, A)
特開2005 - 352183 (JP, A)
特開平09 - 005624 (JP, A)
特開平08 - 005913 (JP, A)
特開平08 - 190051 (JP, A)
特開平08 - 146295 (JP, A)
特開2006 - 178244 (JP, A)
特開2008 - 040485 (JP, A)
特開2004 - 117827 (JP, A)
特開平10 - 031157 (JP, A)
特開平11 - 052241 (JP, A)
特開平06 - 160712 (JP, A)
特開平11 - 160620 (JP, A)
特開平10 - 161026 (JP, A)
特開2000 - 267003 (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