

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6742149号
(P6742149)

(45) 発行日 令和2年8月19日(2020.8.19)

(24) 登録日 令和2年7月30日(2020.7.30)

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

請求項の数 9 (全 42 頁)

(21) 出願番号	特願2016-100789 (P2016-100789)	(73) 特許権者	000133227 株式会社タムロン
(22) 出願日	平成28年5月19日 (2016.5.19)		埼玉県さいたま市見沼区蓮沼1385番地
(65) 公開番号	特開2017-207668 (P2017-207668A)	(74) 代理人	100124327 弁理士 吉村 勝博
(43) 公開日	平成29年11月24日 (2017.11.24)	(74) 代理人	100143786 弁理士 根岸 宏子
審査請求日	平成30年11月7日 (2018.11.7)	(72) 発明者	瀬川 敏也 埼玉県さいたま市見沼区蓮沼1385番地 株式会社タムロン内
		(72) 発明者	未 来 埼玉県さいたま市見沼区蓮沼1385番地 株式会社タムロン内
		審査官	小倉 宏之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 変倍光学系及び撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群と、正の屈折力の第4レンズ群と、後続レンズ群とから構成され、

広角端から望遠端への変倍の際に隣り合うレンズ群間の間隔が変化し、前記第1レンズ群及び前記第2レンズ群の間隔が大きくなり、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群の間隔が小さくなるように、少なくとも前記第2レンズ群を移動させ、

前記後続レンズ群は、物体側から順に配置された、負の屈折力の第5レンズ群と、正の屈折力の第6レンズ群とからなり、

前記第5レンズ群は正レンズを有し、

以下の条件式(1)、条件式(2)、条件式(3)及び条件式(6)を満足することを特徴とする変倍光学系。

$$(1) \quad 3.0 < |m2 / f2| < 12.0$$

$$(2) \quad 0.45 < (2t / 2w) / (Ft / Fw) < 1.0$$

$$(3) \quad 3.0 < |2t| < 9.0$$

$$(6) \quad 0.3 < TTL / Ft < 0.8$$

但し、

m2は、広角端から望遠端への変倍の際の前記第2レンズ群の光軸方向における移動量であり、

f 2 は、前記第 2 レンズ群の焦点距離であり、
 2 w は、広角端における前記第 2 レンズ群の横倍率であり、
 2 t は、望遠端における前記第 2 レンズ群の横倍率であり、
 F w は、広角端における当該変倍光学系全系の焦点距離であり、
 F t は、望遠端における当該変倍光学系全系の焦点距離であり、
 T T L は、望遠端における当該変倍光学系全系の全長である。

【請求項 2】

物体側から順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ群と、負の屈折力の第 2 レンズ群と、正の屈折力の第 3 レンズ群と、正の屈折力の第 4 レンズ群と、後続レンズ群とから構成され、

10

広角端から望遠端への変倍の際に隣り合うレンズ群間の間隔が変化し、前記第 1 レンズ群及び前記第 2 レンズ群の間隔が大きくなり、前記第 2 レンズ群及び前記第 3 レンズ群の間隔が小さくなるように、少なくとも前記第 2 レンズ群を移動させ、

前記第 3 レンズ群は絞りを備え、

広角端から望遠端への変倍の際に、前記第 3 レンズ群及び前記絞りを光軸方向に固定し、

前記後続レンズ群は、物体側から順に配置された、負の屈折力の第 5 レンズ群と、正の屈折力の第 6 レンズ群とからなり、

前記第 5 レンズ群は正レンズを有し、

以下の条件式 (1)、条件式 (2) 及び条件式 (6) を満足することを特徴とする変倍光学系。

20

$$(1) \quad 3 . 0 < | m 2 / f 2 | < 1 2 . 0$$

$$(2) \quad 0 . 4 5 < (2 t / 2 w) / (F t / F w) < 1 . 0$$

$$(6) \quad 0 . 3 < T T L / F t < 0 . 8$$

但し、

m 2 は、広角端から望遠端への変倍の際の前記第 2 レンズ群の光軸方向における移動量であり、

f 2 は、前記第 2 レンズ群の焦点距離であり、

2 w は、広角端における前記第 2 レンズ群の横倍率であり、

2 t は、望遠端における前記第 2 レンズ群の横倍率であり、

30

F w は、広角端における当該変倍光学系全系の焦点距離であり、

F t は、望遠端における当該変倍光学系全系の焦点距離であり、

T T L は、望遠端における当該変倍光学系全系の全長である。

【請求項 3】

広角端から望遠端への変倍の際に、前記第 1 レンズ群を光軸方向に固定し、前記第 2 レンズ群を像側に移動させる請求項 1 又は請求項 2 に記載の変倍光学系。

【請求項 4】

以下の条件式 (4) を満足する請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の変倍光学系。

$$(4) \quad 0 . 0 8 < | f 4 / F t | < 0 . 3$$

40

但し、

f 4 は、前記第 4 レンズ群の焦点距離である。

【請求項 5】

前記後続レンズ群の最も物体側に、第 5 レンズ群を備え、

以下の条件式 (5) を満足する請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の変倍光学系。

$$(5) \quad 0 . 0 8 < | f 5 / F t | < 0 . 3$$

但し、

f 5 は、前記第 5 レンズ群の焦点距離である。

【請求項 6】

50

広角端から望遠端への変倍の際に、前記第4レンズ群を移動させる請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の変倍光学系。

【請求項7】

広角端から望遠端への変倍の際に、前記後続レンズ群において最も物体側に配置された第5レンズ群を移動させる請求項1から請求項6のいずれか一項に記載の変倍光学系。

【請求項8】

当該変倍光学系は絞りを備え、当該絞りよりも像側に配置されたレンズ群のうち、少なくともいずれか一のレンズ群を光軸方向に移動させることにより、無限遠から近距離物体への合焦を行う請求項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】

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と、当該変倍光学系の像側に、当該変倍光学系によって形成された光学像を電気的信号に変換する撮像素子とを備えたことを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、変倍光学系及び撮像装置に関し、特に、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等の固体撮像素子（CCDやCMOS等）を用いた撮像装置に好適な変倍光学系及び撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等の固体撮像素子を用いた撮像装置が広く普及している。このような撮像装置に用いられる光学系として、焦点距離を変更可能な変倍光学系が広く用いられている。変倍光学系は、監視用撮像装置の光学系としても広く採用されている。変倍比の高い変倍光学系を用いれば、監視領域等に応じて焦点距離を調節することができるため、種々のニーズに対応することが容易になる。また、監視用撮像装置は常時使用されるため、大口径の明るい変倍光学系が求められている。大口径の変倍光学系であれば、光量の乏しい時間帯も鮮明な被写体像を得ることができるためである。

【0003】

また、近年では、固体撮像素子の高画素化、高感度化が進み、フルハイビジョン以上の解像度に対応可能な変倍光学系が求められている。また、監視用撮像装置の小型化に対する要望は大きく、変倍光学系の小型化も強く求められている。

【0004】

従来の変倍光学系として、例えば、特許文献1には、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群及び正の屈折力の第6レンズ群から構成され、第1レンズ群を固定し、第2レンズ群～第5レンズ群をそれぞれ互いに異なる軌跡で移動させることで広角端から望遠端へ変倍するズームレンズが提案されている。当該ズームレンズは、望遠端における第2レンズ群の横倍率の絶対値が大きく、そのため高い変倍比を実現している。しかしながら、当該ズームレンズでは、広角端から望遠端における第2レンズ群の横倍率変化が小さく、十分な小型化を図ることが困難である。

【0005】

特許文献2には、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、第4レンズ群、第5レンズ群及び第6レンズ群から構成され、各レンズ群間の間隔を変化させることにより広角端から望遠端へ変倍するズームレンズが提案されている。当該ズームレンズでは、4つ以上のレンズ群を変倍時の可動群とすることで、諸収差を良好に補正している。しかしながら、望遠端における第2レンズ群の横倍率の絶対値が小さいため、高い変倍比を実現することが困難である。

【0006】

10

20

30

40

50

特許文献3には、回動可能なカメラ本体内にズームレンズを収容したドームカメラが提案されている。当該ズームレンズでは、望遠端における第2レンズ群の横倍率の絶対値が大きいため、高い変倍比を実現している。また、当該ドームカメラは補正光学系を備え、カメラ本体の回動角に応じて、チルト、偏芯及び回動の少なくとも一つを行うため、画質劣化の抑制が可能であるとしている。しかしながら、当該ズームレンズでは、広角端から望遠端における第2レンズ群の横倍率変化が小さく、十分な小型化を図ることが困難である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

10

【特許文献1】特開2015-14678号公報

【特許文献2】特開2015-84038号公報

【特許文献3】特開2015-180044号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本件発明の課題は、高い変倍比を有し、且つ、変倍域全域にわたって良好な光学性能を有する小型の変倍光学系及び撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

20

上記課題を解決するために、本件発明に係る変倍光学系は、物体側から順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群と、正の屈折力の第4レンズ群と、後続レンズ群とから構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第1レンズ群及び前記第2レンズ群の間隔が大きくなり、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群の間隔が小さくなるように、少なくとも第2レンズ群を移動させ、以下の条件式(1)及び条件式(2)を満足することを特徴とする。

【0010】

$$(1) \quad 3.0 < |m_2 / f_2| < 12.0$$

$$(2) \quad 0.45 < (2t / 2w) / (F_t / F_w) < 1.0$$

【0011】

30

但し、

m_2 は、広角端から望遠端への変倍の際の前記第2レンズ群の光軸方向における移動量であり、

f_2 は、前記第2レンズ群の焦点距離であり、

$2w$ は、広角端における前記第2レンズ群の横倍率であり、

$2t$ は、望遠端における前記第2レンズ群の横倍率であり、

F_w は、広角端における当該変倍光学系全系の焦点距離であり、

F_t は、望遠端における当該変倍光学系全系の焦点距離である。

【0012】

また、上記課題を解決するために、本件発明に係る撮像装置は、上記本件発明に係る変倍光学系と、当該変倍光学系の像側に、当該変倍光学系によって形成された光学像を電気的信号に変換する撮像素子とを備えたことを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0013】

本件発明によれば、高い変倍比を有し、且つ、変倍域全域にわたって良好な光学性能を有する小型の変倍光学系及び撮像装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本件発明の参考例1の変倍光学系のレンズ構成例を示す断面図であり、上段が広角端合焦状態、中段が中間焦点位置合焦状態、下段が望遠端合焦状態を示す。

50

【図2】参考例1の変倍光学系の広角端合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図3】参考例1の変倍光学系の中間焦点位置合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図4】参考例1の変倍光学系の望遠端合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図5】本件発明の参考例2の変倍光学系のレンズ構成例を示す断面図であり、上段が広角端合焦状態、中段が中間焦点位置合焦状態、下段が望遠端合焦状態を示す。

【図6】参考例2の変倍光学系の広角端合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

10

【図7】参考例2の変倍光学系の中間焦点位置合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図8】参考例2の変倍光学系の望遠端合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図9】本件発明の参考例3の変倍光学系のレンズ構成例を示す断面図であり、上段が広角端合焦状態、中段が中間焦点位置合焦状態、下段が望遠端合焦状態を示す。

【図10】参考例3の変倍光学系の広角端合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図11】参考例3の変倍光学系の中間焦点位置合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

20

【図12】参考例3の変倍光学系の望遠端合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図13】本件発明の実施例1の変倍光学系のレンズ構成例を示す断面図であり、上段が広角端合焦状態、中段が中間焦点位置合焦状態、下段が望遠端合焦状態を示す。

【図14】実施例1の変倍光学系の広角端合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図15】実施例1の変倍光学系の中間焦点位置合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図16】実施例1の変倍光学系の望遠端合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

30

【図17】本件発明の実施例2の変倍光学系のレンズ構成例を示す断面図であり、上段が広角端合焦状態、中段が中間焦点位置合焦状態、下段が望遠端合焦状態を示す。

【図18】実施例2の変倍光学系の広角端合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図19】実施例2の変倍光学系の中間焦点位置合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図20】実施例2の変倍光学系の望遠端合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図21】本件発明の実施例3の変倍光学系のレンズ構成例を示す断面図であり、上段が広角端合焦状態、中段が中間焦点位置合焦状態、下段が望遠端合焦状態を示す。

40

【図22】実施例3の変倍光学系の広角端合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図23】実施例3の変倍光学系の中間焦点位置合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図24】実施例3の変倍光学系の望遠端合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図25】本件発明の実施例4の変倍光学系のレンズ構成例を示す断面図であり、上段が広角端合焦状態、中段が中間焦点位置合焦状態、下段が望遠端合焦状態を示す。

【図26】実施例4の変倍光学系の広角端合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

50

【図27】実施例4の変倍光学系の中間焦点位置合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図28】実施例4の変倍光学系の望遠端合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図29】本件発明の実施例5の変倍光学系のレンズ構成例を示す断面図であり、上段が広角端合焦状態、中段が中間焦点位置合焦状態、下段が望遠端合焦状態を示す。

【図30】実施例5の変倍光学系の広角端合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図31】実施例5の変倍光学系の中間焦点位置合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

10

【図32】実施例5の変倍光学系の望遠端合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図33】本件発明の実施例6の変倍光学系のレンズ構成例を示す断面図であり、上段が広角端合焦状態、中段が中間焦点位置合焦状態、下段が望遠端合焦状態を示す。

【図34】実施例6の変倍光学系の広角端合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図35】実施例6の変倍光学系の中間焦点位置合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

【図36】実施例6の変倍光学系の望遠端合焦状態における無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図ある。

20

【図37】本件発明に係る撮像装置の一例を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本件発明に係る変倍光学系及び撮像装置の実施の形態を説明する。但し、以下に説明する当該変倍光学系及び撮像装置は本件発明に係る変倍光学系及び撮像装置の一態様であって、本件発明に係る変倍光学系は以下の態様に限定されるものではない。

【0016】

1. 変倍光学系

1-1. 変倍光学系の構成

まず、本件発明に係る変倍光学系の実施の形態を説明する。本件発明に係る変倍光学系は、物体側から順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群と、正の屈折力の第4レンズ群と、後続レンズ群とから構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、前記第1レンズ群及び前記第2レンズ群の間隔が大きくなり、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群の間隔が小さくなるように、少なくとも前記第2レンズ群を移動させ、後述する所定の条件式を満足することを特徴とする。まず、本件発明に係る光学系の構成について説明し、条件式に関する事項は後で説明するものとする。当該構成を採用すると共に、所定の条件式を満足させることにより、高い変倍比を有し、且つ、変倍域全域にわたって良好な光学性能を有する小型の変倍光学系を提供することが可能になる。

30

【0017】

(1) 第1レンズ群

第1レンズ群は、全体として正の屈折力を有する限り、その具体的なレンズ構成は特に限定されるものではない。また、広角端から望遠端への変倍の際における第1レンズ群の動作についても特に限定されるものではなく、第1レンズ群は光軸方向に固定される固定群であってもよいし、光軸方向に移動させる移動群であってもよい。しかしながら、当該変倍光学系全体の小型化、軽量化を図ることが容易になるという観点から、広角端から望遠端への変倍の際に第1レンズ群を光軸方向に固定することが好ましい。当該変倍光学系において、第1レンズ群は、他のレンズ群と比較すると、外径が大きいレンズで構成され、正レンズを多く含むため重い。そのため、変倍の際に第1レンズ群を固定群とすれば、変倍の際にレンズ群を移動させるための移動機構の小型化、軽量化を図ることが容易にな

40

50

り、当該変倍光学系全体の小型化、軽量化を図ることが容易になるためである。

【0018】

(2) 第2レンズ群

第2レンズ群は、全体として負の屈折力を有する限り、その具体的なレンズ構成は特に限定されるものではない。広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群及び第2レンズ群の間隔が大きく、第2レンズ群及び第3レンズ群の間隔が小さくなるように、少なくとも前記第2レンズ群を移動させる。当該変倍光学系において、第2レンズ群はバリエータとして機能し、当該第2レンズ群を移動させることによって、当該変倍光学系の焦点距離を変化させる。第2レンズ群の移動の方向は特に限定されないが、第1レンズ群を変倍の際に光軸方向に固定したとき、第2レンズ群は像側に移動させるものとする。

10

【0019】

(3) 第3レンズ群

第3レンズ群は、全体として正の屈折力を有する限り、その具体的なレンズ構成は特に限定されるものではない。また、広角端から望遠端への変倍の際における第3レンズ群の動作についても特に限定されるものではなく、第3レンズ群は光軸方向に固定される固定群であってもよいし、光軸方向に移動させる移動群であってもよい。しかしながら、第3レンズ群を固定群とすれば、当該第3レンズ群を変倍の際に移動するための移動機構が不要になることから、当該変倍光学系全体の小型化、軽量化を図る上で、第3レンズ群を固定群とすることが好ましい。

【0020】

(4) 第4レンズ群

第4レンズ群は、全体として正の屈折力を有する限り、その具体的なレンズ構成は特に限定されるものではない。また、広角端から望遠端への変倍の際における第4レンズ群の動作についても特に限定されるものではなく、第4レンズ群は光軸方向に固定される固定群であってもよいし、光軸方向に移動させる移動群であってもよい。しかしながら、第4レンズ群を移動群とすれば、第2レンズ群と第4レンズ群とで変倍作用を分担することができる。第2レンズ群にのみ変倍作用を持たせる場合と比較すると、変倍時における収差変動を抑制することができる。このため、少ない枚数のレンズで収差補正を良好に行うことができ、解像度の高い変倍光学系を小型に構成することが容易になる。

20

【0021】

(4) 後続レンズ群

後続レンズ群の具体的なレンズ群構成は特に限定されるものではない。当該後続レンズ群は一つのレンズ群から構成されてもよいし、複数のレンズ群から構成されていてもよい。また、後続レンズ群が一つのレンズ群から構成される場合、或いは、複数のレンズ群から構成される場合、各レンズ群の具体的な構成は特に限定されるものではない。なお、当該後続レンズ群において、最も物体側に配置されるレンズ群を以下では第5レンズ群と称するものとする。

30

【0022】

広角端から望遠端への変倍の際における後続レンズ群の動作についても特に限定されるものではなく、当該後続レンズ群は光軸方向に固定される固定群であってもよいし、光軸方向に移動させる移動群であってもよい。また、当該後続レンズ群が複数のレンズ群から構成されるとき、各々のレンズ群はそれぞれ固定群であってもよいし、移動群であってもよい。しかしながら、高い変倍比を実現したときも、変倍域全域にわたって良好な光学性能を実現することがより容易になるという観点から、第5レンズ群を移動群とすることが好ましい。

40

【0023】

当該後続レンズ群を複数のレンズ群から構成する場合、例えば、物体側から順に配置された、負の屈折力の第5レンズ群と、正の屈折力の第6レンズ群とを有する構成とすることができる。当該構成によれば、高い変倍比を実現したときも、当該変倍光学系の小型化を図ることができ、変倍域全域にわたって良好な光学性能を実現することがより容易にな

50

る。なお、この場合、第6レンズ群の像側に正又は負の屈折力を有する第7レンズ群等、他のレンズ群を備えていてもよい。

【0024】

(5) 開口絞り

本件発明に係る変倍光学系において開口絞りの配置は特に限定されるものではない。しかしながら、当該変倍光学系の小型化を図ると共に、明るく、より良好な光学性能を実現するという観点から、開口絞りは第3レンズ群に設けられることが好ましい。第3レンズ群に開口絞りが設けられるとは、開口絞りが第3レンズ群の最も物体側、第3レンズ群内に、或いは第3レンズ群の像側のいずれかに配置されることをいうものとする。

【0025】

(6) 合焦群

当該変倍光学系において、後続レンズ群の全体又は一部を合焦群として用い、無限遠から近距離物体への合焦を行うことが好ましい。当該変倍光学系において、第1レンズ群～第4レンズ群と比較すると後続レンズ群は小型、軽量に構成することができる。そのため、後続レンズ群の全体又は一部を合焦群として用いれば、合焦群の小型化、軽量化を図ることができる。そのため、迅速な合焦動作を行わせることができる。また、合焦群の小型化、軽量化を図ることにより、合焦群を移動させるための駆動機構の小型化、軽量化を図ることが容易になるため、当該変倍光学系全体の小型化、軽量化が容易になる。

【0026】

(6) 防振レンズ群

当該変倍光学系を構成するレンズ群のうち、いずれか一のレンズ群、若しくはそのレンズ群の一部を光軸に対して垂直方向に移動させることで、撮像時の像ブレを補正する防振レンズ群として構成してもよい。

【0027】

1-2. 条件式

次に、当該変倍光学系が満たすべき条件、又は、満足することが好ましい条件について説明する。

【0028】

当該変倍光学系は、以下の条件式(1)及び条件式(2)を満足することを特徴とする。

【0029】

$$(1) \quad 3.0 < |m_2 / f_2| < 12.0$$

$$(2) \quad 0.45 < (2t / 2w) / (Ft / Fw) < 1.0$$

【0030】

但し、

m_2 は、広角端から望遠端への変倍の際の前記第2レンズ群の光軸方向における移動量であり、

f_2 は、前記第2レンズ群の焦点距離であり、

$2w$ は、広角端における前記第2レンズ群の横倍率であり、

$2t$ は、望遠端における前記第2レンズ群の横倍率であり、

Fw は、広角端における当該変倍光学系全系の焦点距離であり、

Ft は、望遠端における当該変倍光学系全系の焦点距離である。

【0031】

1-2-1. 条件式(1)

条件式(1)は、第2レンズ群の移動量と焦点距離の比を規定した式である。条件式(1)を満足することにより、高変倍比を実現したときも当該変倍光学系の小型化を図ることができ、且つ、変倍域全域にわたって良好な光学性能を実現することができる。

【0032】

これに対して、条件式(1)の数値が上限値以上になると、第2レンズ群の屈折力が強くなり過ぎ、像面湾曲、非点収差の補正が困難になる。そのため、変倍域全域にわたって

10

20

30

40

50

良好な光学性能を維持することが困難になる。一方、条件式(1)の数値が下限値以下になると、第2レンズ群の屈折力が弱くなり、当該変倍光学系において高変倍比を実現すると共に、小型化を実現することが困難になる。

【0033】

これらの効果を得る上で、条件式(1)の上限値は、9.0であることが好ましい。また、条件式(1)の下限値は3.0であることが好ましい。

【0034】

1-2-2. 条件式(2)

条件式(2)は、広角端及び望遠端における第2レンズ群の横倍率と当該変倍光学系全系の焦点距離との関係を規定した式である。条件式(2)を満足することにより、高変倍比を実現したときも当該変倍光学系の小型化を図ることができ、より光学性能の高い変倍光学系を得ることができる。

10

【0035】

これに対して、条件式(2)の数値が上限値以上になると、第2レンズ群の屈折力が強くなり、像面湾曲、非点収差の補正が困難になる。そのため、変倍域全域にわたって良好な光学性能を維持することが困難になる。一方、条件式(2)の数値が下限値以下になると、第2レンズ群の屈折力が弱くなり過ぎ、当該変倍光学系において高変倍比を実現すると共に、小型化を実現することが困難になる。

【0036】

1-2-3. 条件式(3)

当該変倍光学系は、以下の条件式(3)を満足することが好ましい。

20

【0037】

$$(3) \quad 3.0 < |2t| < 9.0$$

【0038】

条件式(3)は、望遠端における第2レンズ群の横倍率を規定した式である。条件式(3)を満足することで高変倍比を実現しつつ、当該変倍光学系の小型化を図ることがより容易になる。

【0039】

これに対して、条件式(3)の数値が上限値以上になると、第2レンズ群の屈折力が強くなり、像面湾曲、非点収差の補正が困難になる。そのため、変倍域全域にわたって良好な光学性能を維持することが困難になる。一方、条件式(2)の数値が下限値以下になると、第2レンズ群の屈折力が弱くなり過ぎ、当該変倍光学系において高変倍比を実現すると共に、小型化を実現することが困難になる。

30

【0040】

これらの効果を得る上で、条件式(3)の上限値は、8.5であることが好ましい。また、条件式(3)の下限値は3.0であることが好ましい。

【0041】

1-2-4. 条件式(4)

当該変倍光学系は、以下の条件式(4)を満足することが好ましい。

【0042】

$$(4) \quad 0.08 < |f_4 / Ft| < 0.3$$

但し、

f_4 は、第4レンズ群の焦点距離である。

40

【0043】

条件式(4)は、第4レンズ群の焦点距離と望遠端における当該変倍光学系全系の焦点距離の比を規定した式である。条件式(4)を満足することで、後続レンズ群で発生した球面収差、像面湾曲を抑制することができ、変倍域全域にわたってより解像度の高い変倍光学系を得ることができる。

【0044】

これに対して、条件式(4)の数値が上限値以上になると、第4レンズ群の屈折力が弱

50

くなり過ぎ、当該変倍光学系において高変倍比を実現すると共に、小型化を実現することが困難になる。一方、条件式(4)の数値が下限値以下になると、第2レンズ群の屈折力が強くなり、球面収差、像面湾曲の補正が困難になる。そのため、変倍域全域にわたって良好な光学性能を維持することが困難になる。

【0045】

これらの効果を得る上で、条件式(4)の上限値は、0.25であることが好ましい。また、条件式(4)の下限値は0.08であることが好ましい。

【0046】

1-2-5. 条件式(5)

当該変倍光学系において、後続レンズ群において最も物体側に配置される第5レンズ群が以下の条件式(5)を満足することが好ましい。

【0047】

$$(5) \quad 0.08 < |f_5 / F_t| < 0.3$$

但し、

f_5 は、第5レンズ群の焦点距離である。

【0048】

条件式(5)は、第5レンズ群の焦点距離と望遠端における当該変倍光学系全系の焦点距離の比を規定した式である。条件式(5)を満足することで、後続レンズ群で発生した球面収差、像面湾曲を抑制することができ、変倍域全域にわたってより解像度の高い変倍光学系を得ることができる。

【0049】

これに対して、条件式(5)の数値が上限値以上になると、第5レンズ群の屈折力が弱くなり過ぎ、当該変倍光学系において高変倍比を実現すると共に、小型化を実現することが困難になる。一方、条件式(5)の数値が下限値以下になると、第2レンズ群の屈折力が強くなり、球面収差、像面湾曲の補正が困難になる。そのため、変倍域全域にわたって良好な光学性能を維持することが困難になる。

【0050】

これらの効果を得る上で、条件式(5)の上限値は、0.25であることが好ましい。また、条件式(5)の下限値は0.08であることが好ましい。

【0051】

1-2-6. 条件式(6)

当該変倍光学系は、以下の条件式(6)を満足することが好ましい。

【0052】

$$(6) \quad 0.3 < TTL / F_t < 0.8$$

但し、

F_t は、望遠端における当該変倍光学系全系の焦点距離であり、

TTL は、望遠端における当該変倍光学系全系の全長である。

【0053】

条件式(6)は、当該変倍光学系全系の全長と望遠端における当該変倍光学系の焦点距離との比を規定した式である。条件式(6)を満足することにより、高変倍比を実現したときも全長方向の小型化を図ることができる。また、条件式(6)を満足することにより、像面湾曲や軸上色収差の補正を良好に行うことができ、変倍域全域にわたって良好な光学性能を実現することができる。

【0054】

条件式(6)の数値が上限値以上になると、変倍比の高い変倍光学系としたときに、当該変倍光学系全系の全長が長くなるため、小型の変倍光学系を実現することが困難になる。一方、条件式(6)の数値が下限値以下になると、像面湾曲や軸上色収差の補正が困難になり、変倍域全域にわたって良好な光学性能を維持することが困難になる。

【0055】

これらの効果を得る上で、条件式(6)の上限値は0.78であることが好ましく、0

10

20

30

40

50

．75であることがより好ましい。条件式(6)の上限値が小さいほど、高い変倍比を実現した場合も、当該変倍光学系の小型化を図ることがより容易になる。一方、条件式(6)の下限値は、0.35であることが好ましく、0.40であることがより好ましい。条件式(6)の下限値が大きいほど、像面湾曲や軸上色収差の補正が容易になり、変倍域全域にわたって良好な光学性能を維持することがより容易になる。

【0056】

2. 撮像装置

次に、本件発明に係る撮像装置について説明する。本件発明に係る撮像装置は、上記本件発明に係る変倍光学系と、当該変倍光学系の像面側に設けられた、当該変倍光学系によって形成された光学像を電気的信号に変換する撮像素子とを備えたことを特徴とする。

10

【0057】

ここで、撮像素子等に特に限定はなく、CCD(Charge Coupled Device)センサやCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)センサなどの固体撮像素子等も用いることができる。本件発明に係る撮像装置は、デジタルカメラやビデオカメラ等のこれらの固体撮像素子を用いた撮像装置に好適である。また、当該撮像装置は、レンズが筐体に固定されたレンズ固定式の撮像装置であってもよいし、一眼レフカメラやミラーレス一眼カメラ等のレンズ交換式の撮像装置であってもよいのは勿論である。

【0058】

具体的な構成例を図37に示す。図37は、レンズ交換式の撮像装置1の断面を模式的に表した図である。図37に示すように、当該レンズ交換式の撮像装置1は、変倍光学系を収容した鏡筒部2が、当該撮像装置1のマウント部3に着脱自在に固定されている。当該撮像装置1は、変倍光学系の像側に上記撮像素子4を備え、この撮像素子4の撮像面に変倍光学系によって光学像が結像される。撮像面に結像された光学像は、当該撮像素子4において電気信号に変換される。当該電気信号に基づいて生成された画像データは、撮像装置1の背面に設けられたバックモニタ5等の画像出力装置に出力される。

20

【0059】

上記本件発明に係る変倍光学系は、高い解像力を有し、変倍域全域にわたって高い光学性能を有する。また、上記変倍光学系は、高い変倍比を実現しつつ、小型に構成することが可能である。そのため、撮像素子4の画素数が高く、高感度であっても、輪郭の鮮明な被写体像を得ることができる。そのため、本件発明に係る変倍光学系を備えた撮像装置は、画像の一部を拡大して、被写体の細部の確認を要するような用途、例えば、監視用撮像装置等に好適である。

30

【0060】

なお、本件発明において変倍光学系とは、ズームレンズ、バリフォーカルレンズ等の焦点距離が可変の可変焦点レンズを意味する。

【0061】

次に、実施例を示して本件発明を具体的に説明する。但し、本件発明は以下の実施例に限定されるものではない。以下に挙げる各実施例の光学系は、デジタルカメラ、ビデオカメラ、銀塩フィルムカメラ等の撮像装置(光学装置)に用いられる撮像光学系であり、特に、監視用撮像装置等の据付設置型の撮像装置に好ましく適用することができる。また、各レンズ断面図において、図面に向かって左方が物体側、右方が像面側である。

40

【0062】

〔参考例1〕

(1) 光学系の構成

図1に、本件発明に係る参考例1の光学系であるズームレンズの広角端状態(Wide)、中間焦点位置状態(Mid)、望遠端状態(Tele)におけるレンズ構成を示す。なお、図中に変倍時における各レンズ群の軌跡を矢印で示す。

【0063】

参考例1のズームレンズは、物体側から順に正の屈折力を有する第1レンズ群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、負の

50

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、負の屈折力を有する第6レンズ群G6と、正の屈折力を有する第7レンズ群G7とから構成されている。具体的なレンズ構成は図1に示すとおりである。

【0064】

また、図1において、「CG」はカバーガラス等の実質的な屈折力を有さない平行平板である。また、「I」は像面であり、具体的にはCCDセンサ、CMOSセンサ等の固体撮像素子の撮像面、或いは、銀塩フィルムのフィルム面等を表す。これらの点は、他の実施例で示す各レンズ断面図においても同様であるため、以下では説明を省略する。

【0065】

当該ズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群G1を光軸方向に固定し、第2レンズ群G2を像側に移動させ、第3レンズ群G3を光軸方向に固定し、第4レンズ群G4を像側に移動させ、第5レンズ群G5を物体側に凸の軌跡で移動させ、第6レンズ群G6を物体側に移動させ、第7レンズ群G7を光軸方向に固定する。また、開口絞りSは、第3レンズ群G3の物体側に配置されており、変倍の際に開口絞りSは第3レンズ群G3と共に光軸方向に固定される。なお、第2レンズ群G2はバリエータであり、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5、第6レンズ群G6はそれぞれコンベンセータとして機能する。

10

【0066】

また、当該ズームレンズでは、無限遠物体から近距離物体への合焦の際、第5レンズ群G5を光軸に沿って物体側に移動することにより合焦する。また、第7レンズ群G7は光軸に対して垂直方向に移動可能に構成されており、撮像時の像ブレを補正する防振レンズ群VCとして機能する。

20

【0067】

(2) 数値実施例

次に、当該ズームレンズの具体的な数値を適用した数値実施例について説明する。表1に当該ズームレンズの面データを示す。表1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」はレンズ面の光軸上の間隔、「nd」はd線(波長 = 587.56nm)に対する屈折率、「 ν_d 」はd線に対するアッペ数を示している。また、面番号の次に付したアスタリスク「*」は当該レンズ面が非球面であることを表し、「S」は開口絞りを示している。また、D(7)等は、当該レンズ面の光軸上の間隔が変倍時に変化する可変間隔であることを示す。

30

【0068】

表2に、非球面データを示す。非球面データは、下記式で非球面を定義したときの円錐係数、各次数の非球面係数を示す。

【0069】

$$z = ch^2 / [1 + \{1 - (1+k)c^2h^2\}^{1/2} + A4h^4 + A6h^6 + A8h^8 + A10h^{10} \dots]$$

但し、cは曲率(1/r)、hは光軸からの高さ、kは円錐係数、A4、A6、A8、A10...は各次数の非球面係数である。

【0070】

表3に各種データを示す。各種データは広角端、中間焦点位置、望遠端における各種データを示している。当該表において、「F」は当該ズームレンズの無限遠合焦時における焦点距離(mm)、「Fno.」は当該ズームレンズのFナンバー、「 ω 」は当該光学系の半画角(°)、D(7)等は各レンズ面間の可変間隔を示している。表4に各レンズ群の焦点距離を示す。

40

【0071】

また、表37に当該ズームレンズの上記各条件式(1)~条件式(6)の数値を示す。これらの各表に関する事項は、他の実施例で示す各表においても同様であるため、以下では説明を省略する。

【0072】

また、図2~図4に当該参考例1のズームレンズの広角端、中間焦点位置、望遠端にお

50

ける無限遠合焦時の縦収差図をそれぞれ示す。各図に示す縦収差図は、図面に向かって左側から順に、それぞれ球面収差 (mm)、非点収差 (mm)、歪曲収差 (%) である。

【0073】

球面収差図において、縦軸はFナンバー (図中、FNOで示す) を表し、実線がd線 (波長587.56nm)、一点鎖線がC線 (波長656.27nm)、破線がF線 (波長486.13nm) における特性である。

【0074】

非点収差図において、縦軸は半画角 () を表し、実線がd線 (波長587.56nm) に対するサジタル像面 (ds)、点線がd線に対するメリジオナル像面 (dm) における特性である。

10

【0075】

歪曲収差図において、縦軸は半画角 () を表し、d線 (波長587.56nm) における特性を示している。

【0076】

これらの縦収差図に関する事項は、他の実施例で示す縦収差図においても同様であるため、以下では説明を省略する。

【0077】

【表1】

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	
1	124.284	1.000	2.00100	29.13	
2	39.583	5.900	1.49700	81.61	
3	-172.116	0.150			
4	39.963	4.400	1.49700	81.61	
5	565.612	0.150			
6	37.130	3.500	1.80420	46.50	
7	114.582	D(7)			
8	69.372	0.600	2.00100	29.13	
9	8.314	2.999			
10	-20.021	0.500	1.88100	40.14	
11	21.984	2.700	1.95906	17.47	
12	-13.862	0.333			
13*	-10.704	0.500	1.85135	40.10	
14*	300.000	D(14)			
15	INF	0.500			S
16*	11.673	4.600	1.61881	63.85	
17*	-30.000	D(17)			
18	23.221	0.700	1.95375	32.32	
19	10.652	D(19)			
20*	11.312	4.539	1.49710	81.56	
21	-9.609	0.700	2.00069	25.46	
22	-12.959	D(22)			
23*	103.802	0.500	1.82080	42.71	
24*	8.166	D(24)			
25*	22.462	1.799	1.53116	56.04	
26*	-11.883	1.600			
27	INF	0.800	1.51633	64.14	
28	INF	3.300			

20

30

40

【0078】

【表 2】

[非球面データ]

面番号	k	A4	A6	A8	A10
13	-1.7579E+00	5.2094E-05	-4.4645E-06	-3.0115E-07	8.4856E-09
14	0.0000E+00	1.6334E-04	-5.4602E-06	-1.8911E-07	6.8625E-09
16	-4.2800E-01	-6.2456E-05	-3.2351E-07	1.2577E-09	-5.0848E-12
17	2.6900E+00	3.8008E-05	-1.6452E-07	2.1302E-09	-7.8815E-12
20	-4.8290E-01	-1.0807E-04	-2.6084E-07	-3.0116E-09	2.0419E-10
23	0.0000E+00	2.7687E-04	-3.2595E-05	9.1734E-07	-3.1141E-08
24	2.2788E+00	2.1811E-05	-8.2425E-05	2.7803E-06	-1.8289E-07
25	3.9773E+00	1.1061E-03	-5.3792E-05	3.1234E-06	-1.2247E-07
26	-1.2800E+01	4.8356E-04	-8.7436E-06	8.8795E-07	-7.8299E-08

10

【0079】

【表 3】

[各種データ]

	広角端	中間	望遠端
F	4.42	42.00	170.00
Fno	1.60	3.80	5.20
ω	38.13	4.33	1.07
D(7)	0.700	22.697	28.724
D(14)	30.147	8.150	2.123
D(17)	1.037	3.188	6.817
D(19)	15.142	3.966	7.525
D(22)	5.004	10.928	1.0796
D(24)	1.7	4.802	7.4626

20

【0080】

【表 4】

[各レンズ群の焦点距離]

F1	40.256
F2	-5.537
F3	14.178
F4	-21.209
F5	15.270
F6	-10.824
F7	14.902

30

【0081】

[参考例 2]

(1) 光学系の構成

図 5 に、本件発明に係る参考例 2 の光学系であるズームレンズの広角端状態 (Wide)、中間焦点位置状態 (Mid)、望遠端状態 (Tele) におけるレンズ構成を示す。

【0082】

参考例 2 のズームレンズは、物体側から順に正の屈折力を有する第 1 レンズ群 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、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、負の屈折力を有する第 6 レンズ群 G 6 と、正の屈折力を有する第 7 レンズ群 G 7 とから構成されている。具体的なレンズ構成は図 5 に示すとおりである。

【0083】

40

50

当該ズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍の際に、第1レンズ群G1を光軸方向に固定し、第2レンズ群G2を像側に移動させ、第3レンズ群G3を光軸方向に固定し、第4レンズ群G4を像側に移動させ、第5レンズ群G5を物体側に凸の軌跡で移動させ、第6レンズ群G6を物体側に移動させ、第7レンズ群G7を光軸方向に固定する。また、開口絞りSは、第3レンズ群G3の物体側に配置されており、変倍の際に開口絞りSは第3レンズ群G3と共に光軸方向に固定される。なお、第2レンズ群G2はバリエータであり、第4レンズ群G4、第5レンズ群G5、第6レンズ群G6はそれぞれコンベンセータとして機能する。

【0084】

また、当該ズームレンズでは、無限遠物体から近距離物体への合焦の際、第5レンズ群G5を光軸に沿って物体側に移動することにより合焦する。また、第2レンズ群G2は光軸に対して垂直方向に移動可能に構成されており、撮像時の像ブレを補正する防振レンズ群VCとして機能する。

10

【0085】

(2) 数値実施例

次に、当該ズームレンズの具体的数値を適用した数値実施例について説明する。表5に、当該ズームレンズの面データを示し、表6～表8に非球面データ、各種データ、各レンズ群の焦点距離を示す。また、表37に当該光学系の上記各条件式(1)～条件式(6)の数値を示す。さらに、図6～図8に当該ズームレンズの広角端状態、中間合焦位置状態、望遠端状態における無限遠合焦時の縦収差図を示す。

20

【0086】

【表 5】

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	
1	98.660	1.000	2.00100	29.13	
2	37.704	5.860	1.49700	81.61	
3	-284.720	0.150			
4	38.638	4.500	1.49700	81.61	
5	721.900	0.150			
6	39.057	3.277	1.80420	46.50	
7	112.607	D(7)			
8	52.897	0.600	2.00100	29.13	
9	9.084	2.965			
10	-19.531	0.500	1.88100	40.14	
11	15.490	2.733	1.95906	17.47	
12	-18.030	0.381			
13*	-11.624	0.500	1.85135	40.10	
14*	101.931	D(14)			
15	INF	0.500			S
16*	10.540	5.348	1.61881	63.85	
17*	-20.994	D(17)			
18	65.947	0.700	1.91082	35.25	
19	10.871	D(19)			
20*	11.461	4.541	1.49710	81.56	
21	-10.505	0.700	2.00069	25.46	
22	-13.299	D(22)			
23*	174.955	0.500	1.82080	42.71	
24*	8.086	D(24)			
25*	24.859	1.800	1.53116	56.04	
26*	-10.552	1.600			
27	INF	0.800	1.51633	64.14	
28	INF	3.300			

10

20

30

【 0 0 8 7 】

【表 6】

[非球面データ]

面番号	k	A4	A6	A8	A10
13	-2.1767E+00	8.5974E-05	-2.5594E-07	-1.7355E-07	3.3889E-09
14	0.0000E+00	2.2182E-04	-2.2324E-06	-4.3708E-08	1.7303E-09
16	-4.7910E-01	-6.8827E-05	-2.8410E-07	-5.4742E-10	6.2026E-12
17	-2.0600E-01	7.5304E-05	-3.3024E-07	1.8962E-09	-2.3815E-12
20	-5.9830E-01	-1.2093E-04	-6.8693E-07	9.3917E-09	-2.4059E-11
23	0.0000E+00	4.9615E-05	-3.8633E-05	1.3271E-06	-5.9009E-08
24	2.3259E+00	-2.7786E-04	-9.5528E-05	3.0241E-06	-2.1381E-07
25	-2.3408E+01	9.4221E-04	-3.9285E-05	1.2795E-06	-2.4067E-08
26	-2.9102E+00	6.0710E-04	4.7424E-06	-1.5327E-06	4.5962E-08

40

【 0 0 8 8 】

【表 7】

[各種データ]

	広角端	中間	望遠端
F	4.42	42.00	190.00
Fno	1.60	3.80	6.00
ω	38.13	4.31	0.95
D(7)	0.600	22.697	28.945
D(14)	30.498	8.401	2.153
D(17)	0.934	2.217	5.661
D(19)	13.472	3.498	5.111
D(22)	5.893	13.453	1.2109
D(24)	1.7	2.832	10.0157

10

【0089】

【表 8】

[各レンズ群の焦点距離]

F1	41.060
F2	-5.378
F3	12.126
F4	-14.378
F5	14.915
F6	-10.343
F7	14.196

20

【0090】

〔参考例 3〕

(1) 光学系の構成

図 9 に、本件発明に係る参考例 3 の変倍光学系であるズームレンズの広角端状態 (Wide)、中間焦点位置状態 (Mid)、望遠端状態 (Tele) におけるレンズ構成を示す。

【0091】

参考例 3 のズームレンズは、物体側から順に正の屈折力を有する第 1 レンズ群 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、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、負の屈折力を有する第 6 レンズ群 G 6 とから構成されている。具体的なレンズ構成は図 9 に示すとおりである。

30

【0092】

当該ズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍の際に、第 1 レンズ群 G 1 を光軸方向に固定し、第 2 レンズ群 G 2 を像側に移動させ、第 3 レンズ群 G 3 を光軸方向に固定し、第 4 レンズ群 G 4 を像側に移動させ、第 5 レンズ群 G 5 を物体側に凸の軌跡で移動させ、第 6 レンズ群 G 6 を光軸方向に固定する。また、開口絞り S は、第 3 レンズ群 G 3 の物体側に配置されており、変倍の際に開口絞り S は第 3 レンズ群 G 3 と共に光軸方向に固定される。なお、第 2 レンズ群 G 2 はバリエータであり、第 4 レンズ群 G 4、第 5 レンズ群 G 5 はそれぞれコンペンセータとして機能する。

40

【0093】

また、当該ズームレンズでは、無限遠物体から近距離物体への合焦の際、第 5 レンズ群 G 5 を光軸に沿って物体側に移動することにより合焦する。また、第 6 レンズ群 G 6 は光軸に対して垂直方向に移動可能に構成されており、撮像時の像ブレを補正する防振レンズ群 VC として機能する。

【0094】

(2) 数値実施例

50

次に、当該ズームレンズの具体的数値を適用した数値実施例について説明する。表 9 に、当該ズームレンズの面データを示し、表 10 ~ 表 12 に非球面データ、各種データ、各レンズ群の焦点距離を示す。また、表 37 に当該光学系の上記各条件式 (1) ~ 条件式 (6) の数値を示す。さらに、図 10 ~ 図 12 に当該ズームレンズの広角端状態、中間合焦位置状態、望遠端状態における無限遠合焦時の縦収差図を示す。

【 0 0 9 5 】

【表 9】

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	
1	102.452	1.000	2.00100	29.13	
2	34.323	6.332	1.49700	81.61	
3	-231.550	0.150			
4	37.522	4.577	1.49700	81.61	
5	651.705	0.150			
6	39.831	3.604	1.83481	42.72	
7	163.160	D(7)			
8	66.725	0.700	2.00100	29.13	
9	9.418	3.056			
10	-13.250	0.500	1.88100	40.14	
11	52.567	2.513	1.95906	17.47	
12	-12.025	0.100			
13*	-9.256	0.500	1.85135	40.10	
14*	-69.006	D(14)			
15	INF	0.500			S
16*	12.352	4.041	1.49710	81.56	
17*	-25.189	D(17)			
18	52.381	0.700	1.80420	46.50	
19	13.359	D(19)			
20*	13.952	5.027	1.49710	81.56	
21	-13.077	0.600	2.00069	25.46	
22	-16.520	D(22)			
23	178.875	0.500	2.00069	25.46	
24	14.477	0.218			
25*	12.079	1.609	1.53116	56.04	
26*	-32.513	1.600			
27	INF	0.800	1.51633	64.14	
28	INF	3.300			

【 0 0 9 6 】

【表 10】

[非球面データ]

面番号	k	A4	A6	A8	A10
13	-3.4922E+00	5.6566E-04	-3.1054E-05	5.6896E-07	-5.3448E-09
14	0.0000E+00	9.9834E-04	-3.6231E-05	7.0630E-07	-7.4087E-09
16	-1.2210E-01	-3.1324E-05	-1.8748E-07	1.7150E-09	-1.7996E-12
17	-2.1200E-02	8.1301E-05	5.7579E-08	-1.4894E-09	1.9041E-11
20	-1.0000E-01	-7.1098E-05	-9.5703E-08	-4.8624E-09	2.9219E-11
25	-1.9286E+01	2.6629E-04	-6.0070E-05	4.0620E-06	-2.1126E-08
26	-9.9086E+00	-4.1870E-04	-3.9371E-05	4.7395E-06	-4.4563E-08

【 0 0 9 7 】

【表 1 1】

[各種データ]

	広角端	中間	望遠端
F	4.43	27.32	158.56
Fno	1.60	2.40	4.90
ω	38.19	6.63	1.13
D(7)	0.607	17.712	26.400
D(14)	27.900	10.796	2.108
D(17)	1.427	3.708	24.380
D(19)	15.839	3.408	3.283
D(22)	11.824	21.974	1.4263

10

【0098】

【表 1 2】

[各レンズ群の焦点距離]

F1	38.606
F2	-5.782
F3	17.290
F4	-22.477
F5	18.175
F6	-488.596

20

【実施例 1】

【0099】

(1) 光学系の構成

図 1 3 に、本件発明に係る実施例 1 の光学系であるズームレンズの広角端状態 (Wide)、中間焦点位置状態 (Mid)、望遠端状態 (Tele) におけるレンズ構成を示す。

【0100】

実施例 1 のズームレンズは、物体側から順に正の屈折力を有する第 1 レンズ群 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、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 と、負の屈折力を有する第 5 レンズ群 G 5 と、正の屈折力を有する第 6 レンズ群 G 6 とから構成されている。具体的なレンズ構成は図 1 3 に示すとおりである。

30

【0101】

当該ズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍の際に、第 1 レンズ群 G 1 を光軸方向に固定し、第 2 レンズ群 G 2 を像側に移動させ、第 3 レンズ群 G 3 を光軸方向に固定し、第 4 レンズ群 G 4 を物体側に移動させ、第 5 レンズ群 G 5 を物体側に移動させ、第 6 レンズ群 G 6 を像側に移動させる。また、開口絞り S は、第 3 レンズ群 G 3 の物体側に配置されており、変倍の際に開口絞り S は第 3 レンズ群 G 3 と共に光軸方向に固定される。なお、第 2 レンズ群 G 2 はバリエータであり、第 4 レンズ群 G 4、第 5 レンズ群 G 5 及び第 6 レンズ群 G 6 はそれぞれコンペンセータとして機能する。

40

【0102】

また、当該ズームレンズでは、無限遠物体から近距離物体への合焦の際、第 5 レンズ群 G 5 を光軸に沿って物体側に移動することにより合焦する。また、第 6 レンズ群 G 6 は光軸に対して垂直方向に移動可能に構成されており、撮像時の像ブレを補正する防振レンズ群 VC として機能する。

【0103】

(2) 数値実施例

次に、当該ズームレンズの具体的な数値を適用した数値実施例について説明する。表 1 3 に、当該ズームレンズの面データを示し、表 1 4 ~ 表 1 6 に非球面データ、各種データ、

50

各レンズ群の焦点距離を示す。また、表 3 7 に当該光学系の上記各条件式 (1) ~ 条件式 (6) の数値を示す。さらに、図 1 4 ~ 図 1 6 に当該ズームレンズの広角端状態、中間合焦位置状態、望遠端状態における無限遠合焦時の縦収差図を示す。

【 0 1 0 4 】

【表 1 3】

[面データ]

面番号	r	d	Nd	vd	
1	85.355	0.750	1.9037	31.31	
2	30.738	5.030	1.4970	81.61	
3	-536.470	0.075			
4	34.773	2.908	1.4970	81.61	
5	138.769	0.075			
6	31.779	3.004	1.7292	54.67	
7	146.461	D(7)			
8*	248.049	0.100	1.5141	49.72	
9	111.725	0.700	1.8042	46.50	
10	10.574	3.224			
11	-17.894	0.450	1.8348	42.72	
12	12.064	0.234			
13	13.088	1.899	1.9591	17.47	
14	110.144	D(14)			
15	INF	0.300			S
16*	11.236	2.709	1.5920	67.02	
17*	210.176	0.100			
18	16.426	0.450	1.9037	31.31	
19	11.412	D(19)			
20*	12.670	2.750	1.7290	54.04	
21*	-143.550	0.152			
22	24.921	0.450	1.9108	35.25	
23	7.899	4.464	1.4970	81.61	
24	-25.595	D(24)			
25	-137.029	0.450	1.9108	35.25	
26	6.067	2.382	1.8081	22.76	
27	12.627	D(27)			
28*	20.084	1.770	1.5920	67.02	
29*	-31.288	D(29)			
30	INF	0.500	1.5163	64.14	
31	INF	0.500			

【 0 1 0 5 】

【表 1 4】

[非球面データ]

面番号	k	A4	A6	A8	A10
8	0.0000E+00	4.4557E-05	-2.9826E-07	2.9745E-09	-5.5475E-12
16	-4.3205E-01	-2.2768E-05	4.8967E-08	3.8356E-09	3.8969E-11
17	0.0000E+00	2.9307E-05	1.2327E-07	3.9005E-09	2.2235E-11
20	0.0000E+00	-2.3410E-05	1.9654E-07	-3.5522E-09	6.9598E-11
21	0.0000E+00	5.9039E-05	-4.9576E-08	-7.7226E-10	4.4344E-11
28	0.0000E+00	2.7924E-05	2.8380E-06	-3.6994E-07	5.9604E-09
29	0.0000E+00	1.8278E-04	6.7895E-06	-5.6931E-07	8.6248E-09

10

20

30

40

50

【 0 1 0 6 】

【表 1 5】

[各種データ]

	広角端	中間	望遠端
F	7.25	25.77	138.33
Fno	1.98	3.50	5.26
ω	38.13	11.02	2.10
D(7)	0.395	12.051	23.568
D(14)	24.123	12.466	0.950
D(19)	9.140	1.561	0.890
D(24)	3.885	5.793	0.620
D(27)	1.322	7.484	16.644
D(29)	5.709	5.218	1.903

10

【 0 1 0 7 】

【表 1 6】

[各レンズ群の焦点距離]

F1	36.955
F2	-7.570
F3	33.206
F4	15.806
F5	-11.149
F6	20.930

20

【実施例 2】

【 0 1 0 8 】

(1) 光学系の構成

図 1 7 に、本件発明に係る実施例 2 の光学系であるズームレンズの広角端状態 (Wide)、中間焦点位置状態 (Mid)、望遠端状態 (Tele) におけるレンズ構成を示す。

【 0 1 0 9 】

実施例 2 のズームレンズは、物体側から順に正の屈折力を有する第 1 レンズ群 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、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 と、負の屈折力を有する第 5 レンズ群 G 5 と、正の屈折力を有する第 6 レンズ群 G 6 とから構成されている。具体的なレンズ構成は図 1 7 に示すとおりである。

30

【 0 1 1 0 】

当該ズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍の際に、第 1 レンズ群 G 1 を光軸方向に固定し、第 2 レンズ群 G 2 を像側に移動させ、第 3 レンズ群 G 3 を光軸方向に固定し、第 4 レンズ群 G 4 を物体側に移動させ、第 5 レンズ群 G 5 を物体側に移動させ、第 6 レンズ群 G 6 を像側に移動させる。また、開口絞り S は、第 3 レンズ群 G 3 の物体側に配置されており、変倍の際に開口絞り S は第 3 レンズ群 G 3 と共に光軸方向に固定される。なお、第 2 レンズ群 G 2 はバリエータであり、第 4 レンズ群 G 4、第 5 レンズ群 G 5 及び第 6 レンズ群 G 6 はそれぞれコンペンセータとして機能する。

40

【 0 1 1 1 】

また、当該ズームレンズでは、無限遠物体から近距離物体への合焦の際、第 5 レンズ群 G 5 を光軸に沿って物体側に移動することにより合焦する。

【 0 1 1 2 】

(2) 数値実施例

次に、当該光学系の具体的な数値を適用した数値実施例について説明する。表 1 7 に、当該ズームレンズの面データを示し、表 1 8 ~ 表 2 0 に非球面データ、各種データ、各レン

50

ズ群の焦点距離を示す。また、表 3 7 に当該光学系の上記各条件式 (1) ~ 条件式 (6) の数値を示す。さらに、図 1 8 ~ 図 2 0 に当該ズームレンズの広角端状態、中間合焦位置状態、望遠端状態における無限遠合焦時の縦収差図を示す。

【 0 1 1 3 】

【表 1 7】

[面データ]

面番号	r	d	Nd	vd	
1	64.972	0.750	2.0010	29.13	
2	30.865	5.041	1.4970	81.61	
3	-14770.8	0.075			
4	35.226	2.864	1.4970	81.61	
5	121.436	0.075			
6	30.551	3.018	1.7292	54.67	
7	131.690	D(7)			
8*	170.444	0.100	1.5141	49.72	
9	83.780	0.700	1.8042	46.50	
10	9.547	3.408			
11	-16.461	0.450	1.8348	42.72	
12	12.889	0.253			
13	14.147	2.102	1.9591	17.47	
14	737.287	D(14)			
15	INF	0.300			S
16*	11.175	2.730	1.5920	67.02	
17*	209.062	0.100			
18	17.264	0.450	1.9037	31.31	
19	11.728	D(19)			
20*	12.739	2.834	1.7290	54.04	
21*	-125.989	0.134			
22	25.115	0.450	1.9108	35.25	
23	7.884	4.347	1.4970	81.61	
24	-24.928	D(24)			
25	-113.228	0.450	1.9108	35.25	
26	6.626	2.232	1.8081	22.76	
27	13.894	D(27)			
28*	20.118	1.980	1.5920	67.02	
29*	-33.219	D(29)			
30	INF	0.500	1.5163	64.14	
31	INF	0.500			

【 0 1 1 4 】

【表 1 8】

[非球面データ]

面番号	k	A4	A6	A8	A10
8	0.0000E+00	5.9878E-05	-3.7490E-07	2.4029E-09	-1.1099E-12
17	-4.3893E-01	-2.3583E-05	3.6977E-08	4.2543E-09	3.3542E-11
18	0.0000E+00	3.0242E-05	1.4262E-07	3.2755E-09	3.0917E-11
21	0.0000E+00	-2.4468E-05	1.9043E-07	-3.4920E-09	6.9069E-11
22	0.0000E+00	5.9301E-05	-4.8555E-08	-1.0024E-09	4.7884E-11
29	0.0000E+00	2.6024E-05	3.2738E-06	-3.7301E-07	5.8758E-09
30	0.0000E+00	1.6485E-04	6.9228E-06	-5.5464E-07	8.3371E-09

10

20

30

40

50

【 0 1 1 5 】

【表 1 9】

[各種データ]

	広角端	中間	望遠端
F	7.00	24.88	133.53
Fno	1.98	3.50	5.23
ω	38.44	11.45	2.19
D(7)	0.350	11.999	23.041
D(14)	23.641	11.992	0.950
D(19)	9.118	1.527	0.868
D(24)	3.561	5.488	0.601
D(27)	1.241	7.048	16.797
D(29)	6.247	6.104	1.900

10

【 0 1 1 6 】

【表 2 0】

[各レンズ群の焦点距離]

F1	36.486
F2	-7.371
F3	33.514
F4	15.700
F5	-11.970
F6	21.461

20

【実施例 3】

【 0 1 1 7 】

(1) 光学系の構成

図 2 1 に、本件発明に係る実施例 3 の光学系であるズームレンズの広角端状態 (Wide)、中間焦点位置状態 (Mid)、望遠端状態 (Tele) におけるレンズ構成を示す。

【 0 1 1 8 】

実施例 3 のズームレンズは、物体側から順に正の屈折力を有する第 1 レンズ群 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、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 と、負の屈折力を有する第 5 レンズ群 G 5 と、正の屈折力を有する第 6 レンズ群 G 6 とから構成されている。具体的なレンズ構成は図 2 1 に示すとおりである。

30

【 0 1 1 9 】

当該ズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍の際に、第 1 レンズ群 G 1 を光軸方向に固定し、第 2 レンズ群 G 2 を像側に移動させ、第 3 レンズ群 G 3 を光軸方向に固定し、第 4 レンズ群 G 4 を物体側に移動させ、第 5 レンズ群 G 5 を物体側に移動させ、第 6 レンズ群 G 6 を像側に移動させる。また、開口絞り S は、第 3 レンズ群 G 3 の物体側に配置されており、変倍の際に開口絞り S は第 3 レンズ群 G 3 と共に光軸方向に固定される。なお、第 2 レンズ群 G 2 はバリエータであり、第 4 レンズ群 G 4、第 5 レンズ群 G 5 及び第 6 レンズ群 G 6 はそれぞれコンペンセータとして機能する。

40

【 0 1 2 0 】

また、当該ズームレンズでは、無限遠物体から近距離物体への合焦の際、第 5 レンズ群 G 5 を光軸に沿って物体側に移動することにより合焦する。

【 0 1 2 1 】

(2) 数値実施例

次に、当該光学系の具体的な数値を適用した数値実施例について説明する。表 2 1 に、当該ズームレンズの面データを示し、表 2 2 ~ 表 2 4 に非球面データ、各種データ、各レン

50

ズ群の焦点距離を示す。また、表 3 7 に当該光学系の上記各条件式 (1) ~ 条件式 (6) の数値を示す。さらに、図 2 2 ~ 図 2 4 に当該ズームレンズの広角端状態、中間合焦位置状態、望遠端状態における無限遠合焦時の縦収差図を示す。

【 0 1 2 2 】

【表 2 1】

[面データ]

面番号	r	d	Nd	vd	
1	58.601	0.750	2.0010	29.13	
2	30.112	4.779	1.4970	81.61	
3	506.06	0.075			
4	33.429	3.086	1.4970	81.61	
5	128.621	0.075			
6	31.823	3.151	1.7292	54.67	
7	118.712	D(7)			
8*	180.953	0.100	1.5141	49.72	
9	81.109	0.700	1.8042	46.50	
10	9.813	3.431			
11	-17.042	0.450	1.8348	42.72	
12	12.683	0.221			
13	13.926	1.862	1.9591	17.47	
14	261.382	D(14)			
15	INF	0.300			S
16*	11.079	2.731	1.5920	67.02	
17*	135.484	0.100			
18	16.718	0.450	1.9037	31.31	
19	11.775	D(19)			
20*	12.862	2.723	1.7290	54.04	
21*	-99.218	0.051			
22	27.443	0.450	1.9108	35.25	
23	8.069	4.333	1.4970	81.61	
24	-26.493	D(24)			
25	-74.594	0.450	1.9108	35.25	
26	6.522	2.252	1.8081	22.76	
27	14.310	D(27)			
28*	22.182	1.738	1.5920	67.02	
29*	-27.866	D(29)			
30	INF	0.500	1.5163	64.14	
31	INF	0.500			

【 0 1 2 3 】

【表 2 2】

[非球面データ]

面番号	k	A4	A6	A8	A10
8	0.0000E+00	6.2154E-05	-3.4311E-07	2.1207E-09	3.4048E-12
17	-4.5149E-01	-2.5140E-05	3.3729E-08	3.8428E-09	5.5616E-11
18	0.0000E+00	2.6180E-05	1.0036E-07	4.5871E-09	3.6735E-11
21	0.0000E+00	-2.9559E-05	1.3974E-07	-4.0202E-09	5.9782E-11
22	0.0000E+00	5.7259E-05	-1.0308E-07	-1.9049E-09	4.8949E-11
29	0.0000E+00	1.0282E-06	3.5117E-06	-3.6484E-07	5.8483E-09
30	0.0000E+00	1.4277E-04	7.2358E-06	-5.2733E-07	7.8539E-09

10

20

30

40

50

【 0 1 2 4 】

【表 2 3】

[各種データ]

	広角端	中間	望遠端
F	7.50	26.66	143.07
Fno	1.98	3.50	5.35
ω	35.98	10.73	2.05
D(7)	0.520	12.707	23.145
D(14)	23.575	11.388	0.950
D(19)	9.133	2.840	0.883
D(24)	4.181	6.513	0.600
D(27)	1.310	5.105	17.264
D(29)	6.023	6.189	1.900

10

【 0 1 2 5 】

【表 2 4】

[各レンズ群の焦点距離]

F1	37.028
F2	-7.414
F3	32.516
F4	16.109
F5	-11.546
F6	21.135

20

【実施例 4】

【 0 1 2 6 】

(1) 光学系の構成

図 2 5 に、本件発明に係る実施例 4 の光学系であるズームレンズの広角端状態 (Wide)、中間焦点位置状態 (Mid)、望遠端状態 (Tele) におけるレンズ構成を示す。

【 0 1 2 7 】

実施例 4 のズームレンズは、物体側から順に正の屈折力を有する第 1 レンズ群 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、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 と、負の屈折力を有する第 5 レンズ群 G 5 と、正の屈折力を有する第 6 レンズ群 G 6 とから構成されている。具体的なレンズ構成は図 2 5 に示すとおりである。

30

【 0 1 2 8 】

当該ズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍の際に、第 1 レンズ群 G 1 を光軸方向に固定し、第 2 レンズ群 G 2 を像側に移動させ、第 3 レンズ群 G 3 を光軸方向に固定し、第 4 レンズ群 G 4 を物体側に移動させ、第 5 レンズ群 G 5 を物体側に移動させ、第 6 レンズ群 G 6 を光軸方向に固定する。また、開口絞り S は、第 3 レンズ群 G 3 の物体側に配置されており、変倍の際に開口絞り S は第 3 レンズ群 G 3 と共に光軸方向に固定される。なお、第 2 レンズ群 G 2 はパリエータであり、第 4 レンズ群 G 4 及び第 5 レンズ群 G 5 はそれぞれコンペンセータとして機能する。

40

【 0 1 2 9 】

また、当該ズームレンズでは、無限遠物体から近距離物体への合焦の際、第 4 レンズ群 G 4 を光軸に沿って物体側に移動することにより合焦する。また、第 5 レンズ群 G 5 は光軸に対して垂直方向に移動可能に構成されており、撮像時の像ブレを補正する防振レンズ群 VC として機能する。

【 0 1 3 0 】

(2) 数値実施例

50

次に、当該光学系の具体的数値を適用した数値実施例について説明する。表 2 5 に、当該ズームレンズの面データを示し、表 2 6 ~ 表 2 8 に非球面データ、各種データ、各レンズ群の焦点距離を示す。また、表 3 7 に当該光学系の上記各条件式 (1) ~ 条件式 (6) の数値を示す。さらに、図 2 6 ~ 図 2 9 に当該ズームレンズの広角端状態、中間合焦位置状態、望遠端状態における無限遠合焦時の縦収差図を示す。

【 0 1 3 1 】

【表 2 5】

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	
1	98.064	2.000	2.0010	29.13	
2	58.681	6.668	1.4970	81.61	
3	3655.953	0.200			
4	57.616	5.585	1.4970	81.61	
5	311.210	0.200			
6	69.678	3.505	1.7292	54.67	
7	139.139	D(7)			
8	107.306	1.200	2.0010	29.13	
9	14.458	5.983			
10	-40.267	1.000	1.7292	54.67	
11	53.086	0.300			
12	26.119	5.007	1.9459	17.98	
13	-36.904	0.300			
14	-30.984	1.000	2.0010	29.13	
15	68.860	D(15)			
16	∞	1.000			S
17*	21.950	4.087	1.4971	81.56	
18*	56.100	D(18)			
19*	21.853	6.943	1.5831	59.46	
20*	-70.247	0.200			
21	29.801	1.500	2.0010	29.13	
22	13.238	9.146	1.4970	81.61	
23	-31.380	D(23)			
24	143.091	2.915	1.9212	23.96	
25	-16.277	1.000	1.9108	35.25	
26	14.975	D(26)			
27*	-100.000	2.707	1.4971	81.56	
28*	-18.672	4.000			
29	∞	2.654	1.5168	64.20	
30	∞	1.000			

【 0 1 3 2 】

【表 2 6】

[非球面データ]

面番号	k	A4	A6	A8	A10
17	-4.4395E-01	-3.7553E-06	1.6776E-09	-1.1755E-11	-4.7616E-13
18	-9.0227E-01	6.0989E-06	1.4081E-08	-1.1203E-10	-2.1786E-13
19	-1.0198E+00	3.3559E-06	2.4007E-08	6.7834E-11	-3.6724E-13
20	-2.8358E+00	2.5316E-05	-1.1141E-08	1.0551E-11	-3.0114E-13
27	5.4465E+00	-2.9410E-04	1.6163E-06	-1.0374E-07	8.4616E-10
28	-1.0000E+01	-4.3502E-04	3.9455E-06	-1.0391E-07	7.5032E-10

10

20

30

40

50

【 0 1 3 3 】

【表 2 7】

[各種データ]

	広角	中間	望遠
F	8.248	45.003	232.475
Fno	1.440	3.500	4.840
ω	34.393	6.725	1.317
D(7)	1.000	30.715	48.694
D(15)	49.920	20.205	2.226
D(18)	20.407	7.286	5.262
D(23)	5.027	7.103	2.000
D(26)	3.546	14.591	21.719

10

【 0 1 3 4 】

【表 2 8】

[各レンズ群の焦点距離]

F1	73.235
F2	-11.744
F3	69.765
F4	23.847
F5	-18.891
F6	45.680

20

【実施例 5】

【 0 1 3 5 】

(1) 光学系の構成

図 2 9 に、本件発明に係る実施例 5 の光学系であるズームレンズの広角端状態 (Wide)、中間焦点位置状態 (Mid)、望遠端状態 (Tele) におけるレンズ構成を示す。

【 0 1 3 6 】

実施例 5 のズームレンズは、物体側から順に正の屈折力を有する第 1 レンズ群 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、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 と、負の屈折力を有する第 5 レンズ群 G 5 と、正の屈折力を有する第 6 レンズ群 G 6 とから構成されている。具体的なレンズ構成は図 2 9 に示すとおりである。

30

【 0 1 3 7 】

当該ズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍の際に、第 1 レンズ群 G 1 を光軸方向に固定し、第 2 レンズ群 G 2 を像側に移動させ、第 3 レンズ群 G 3 を光軸方向に固定し、第 4 レンズ群 G 4 を物体側に移動させ、第 5 レンズ群 G 5 を物体側に移動させ、第 6 レンズ群 G 6 を光軸方向に固定する。また、開口絞り S は、第 3 レンズ群 G 3 の物体側に配置されており、変倍の際に開口絞り S は第 3 レンズ群 G 3 と共に光軸方向に固定される。なお、第 2 レンズ群 G 2 はバリエータであり、第 4 レンズ群 G 4 及び第 5 レンズ群 G 5 はそれぞれコンペンセータとして機能する。

40

【 0 1 3 8 】

また、当該ズームレンズでは、無限遠物体から近距離物体への合焦の際、第 4 レンズ群 G 4 を光軸に沿って物体側に移動することにより合焦する。また、第 5 レンズ群 G 5 は光軸に対して垂直方向に移動可能に構成されており、撮像時の像ブレを補正する防振レンズ群 VC として機能する。

【 0 1 3 9 】

(2) 数値実施例

次に、当該光学系の具体的な数値を適用した数値実施例について説明する。表 2 9 に、当

50

該ズームレンズの面データを示し、表30～表32に非球面データ、各種データ、各レンズ群の焦点距離を示す。また、表37に当該光学系の上記各条件式(1)～条件式(6)の数値を示す。さらに、図30～図32に当該ズームレンズの広角端状態、中間合焦位置状態、望遠端状態における無限遠合焦時の縦収差図を示す。

【0140】

【表29】

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	
1	111.334	2.000	1.9537	32.32	
2	58.822	6.697	1.4970	81.61	
3	-2086.398	0.200			
4	57.340	5.901	1.4970	81.61	
5	449.062	0.200			
6	75.099	3.218	1.7292	54.67	
7	138.778	D(7)			
8	104.308	1.200	2.0010	29.13	
9	14.638	5.901			
10	-37.636	1.000	1.7292	54.67	
11	53.411	0.300			
12	27.644	4.800	1.9459	17.98	
13	-38.032	0.353			
14	-30.745	1.000	2.0010	29.13	
15	109.096	D(15)			
16	∞	1.000			S
17*	21.106	4.397	1.4971	81.56	
18*	49.159	D(18)			
19*	24.797	6.530	1.5831	59.46	
20*	-76.276	0.200			
21	37.048	1.500	2.0010	29.13	
22	15.629	9.315	1.4970	81.61	
23	-30.566	D(23)			
24	55.645	3.176	1.9212	23.96	
25	-18.002	1.000	1.9537	32.32	
26	16.168	D(26)			
27	-150.000	1.553	1.5688	56.04	
28	92.609	0.200			
29*	68.242	2.241	1.4971	81.56	
30*	-24.967	4.000			
31	∞	2.654	1.5168	64.20	
32	∞	1.000			

10

20

30

40

【0141】

【表 3 0】

[非球面データ]

面番号	k	A4	A6	A8	A10
17	7.5684E-01	-1.1946E-05	-3.9715E-08	1.7049E-10	-1.0157E-12
18	9.9900E+00	4.4446E-06	-1.3167E-08	1.7678E-10	-7.4140E-13
19	-1.1798E+00	2.5693E-06	1.5111E-08	1.4393E-10	-6.9087E-13
20	5.9733E+00	2.3937E-05	9.6137E-10	6.7592E-11	-5.7374E-13
29	-1.9676E+00	-3.3227E-04	4.7626E-06	-1.5430E-07	1.3494E-09
30	1.4888E+00	-3.1248E-04	5.8871E-06	-1.5322E-07	1.2385E-09

10

【 0 1 4 2】

【表 3 1】

[各種データ]

	広角	中間	望遠
F	8.248	45.007	232.504
Fno	1.440	3.500	4.840
ω	34.534	6.717	1.315
D(7)	1.000	33.288	52.437
D(15)	53.572	21.285	2.135
D(18)	19.552	6.674	6.114
D(23)	6.162	8.677	1.999
D(26)	3.180	13.542	20.780

20

【 0 1 4 3】

【表 3 2】

[各レンズ群の焦点距離]

F1	76.893
F2	-12.274
F3	70.724
F4	26.156
F5	-23.734
F6	57.236

30

【実施例 6】

【 0 1 4 4】

(1) 光学系の構成

図 3 3 に、本件発明に係る実施例 6 の光学系であるズームレンズの広角端状態 (Wide)、中間焦点位置状態 (Mid)、望遠端状態 (Tele) におけるレンズ構成を示す。

【 0 1 4 5】

実施例 6 のズームレンズは、物体側から順に正の屈折力を有する第 1 レンズ群 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、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 と、負の屈折力を有する第 5 レンズ群 G 5 と、正の屈折力を有する第 6 レンズ群 G 6 とから構成されている。具体的なレンズ構成は図 2 9 に示すとおりである。

40

【 0 1 4 6】

当該ズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍の際に、第 1 レンズ群 G 1 を光軸方向に固定し、第 2 レンズ群 G 2 を像側に移動させ、第 3 レンズ群 G 3 を光軸方向に固定し、第 4 レンズ群 G 4 を物体側に移動させ、第 5 レンズ群 G 5 を物体側に移動させ、第 6 レンズ群 G 6 を光軸方向に固定する。また、開口絞り S は、第 3 レンズ群 G 3 の物体側に配置されており、変倍の際に開口絞り S は第 3 レンズ群 G 3 と共に光軸方向に固定される。

50

なお、第2レンズ群G2はバリエータであり、第4レンズ群G4及び第5レンズ群G5はそれぞれコンペンセータとして機能する。

【0147】

また、当該ズームレンズでは、無限遠物体から近距離物体への合焦の際、第4レンズ群G4を光軸に沿って物体側に移動することにより合焦する。また、第5レンズ群G5は光軸に対して垂直方向に移動可能に構成されており、撮像時の像ブレを補正する防振レンズ群VCとして機能する。

【0148】

(2) 数値実施例

次に、当該光学系の具体的数値を適用した数値実施例について説明する。表33に、当該ズームレンズの面データを示し、表34～表36に非球面データ、各種データ、各レンズ群の焦点距離を示す。また、表37に当該光学系の上記各条件式(1)～条件式(6)の数値を示す。さらに、図34～図36に当該ズームレンズの広角端状態、中間合焦位置状態、望遠端状態における無限遠合焦時の縦収差図を示す。

【0149】

【表 3 3】

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	
1	95.585	2.000	2.0006	25.46	
2	62.869	6.709	1.4970	81.61	
3	-1929.561	0.200			
4	58.034	5.358	1.4970	81.61	
5	272.091	0.200			
6	66.499	3.133	1.7292	54.67	
7	107.946	D(7)			
8	82.227	1.200	2.0010	29.13	
9	13.606	6.462			
10	-29.598	1.000	1.7292	54.67	
11	68.260	0.300			
12	28.109	4.884	1.9459	17.98	
13	-33.733	0.358			
14	-27.775	1.000	2.0010	29.13	
15	110.093	D(15)			
16	∞	1.000			S
17*	23.860	5.609	1.4971	81.56	
18*	1728.843	0.200			
19	23.830	1.500	2.0010	29.13	
20	19.922	D(20)			
21*	25.802	6.238	1.5533	71.68	
22*	-69.756	0.200			
23	43.865	1.500	2.0010	29.13	
24	20.579	7.094	1.4970	81.61	
25	-48.071	D(25)			
26	92.224	2.624	2.0027	19.32	
27	-36.395	1.000	2.0010	29.13	
28	27.352	D(28)			
29	-150.000	1.585	2.0006	25.46	
30	104.099	0.200			
31*	33.057	2.054	1.4971	81.56	
32*	-58.693	4.000			
33	∞	2.654	1.5168	64.20	
34	∞	1.000			

10

20

30

【 0 1 5 0 】

【表 3 4】

[非球面データ]

面番号	k	A4	A6	A8	A10
17	8.4488E-01	-1.3547E-05	4.5017E-09	-1.5091E-10	4.3789E-14
18	1.0000E+01	5.3425E-06	5.3876E-08	-3.1757E-10	8.7900E-13
21	-1.3621E+00	1.0129E-06	4.6214E-08	-2.7576E-10	1.0928E-12
22	4.7312E-01	1.0097E-05	1.9152E-08	-1.5264E-10	7.9473E-13
31	1.6608E+00	-2.1259E-04	2.8138E-06	-5.5204E-08	-2.1478E-10
32	-7.5653E+00	-1.8327E-04	4.4861E-06	-7.8618E-08	3.2448E-11

40

【 0 1 5 1 】

【表 3 5】

[各種データ]

	広角	中間	望遠
F	8.247	44.997	232.535
Fno	1.440	3.500	4.840
ω	34.421	6.712	1.308
D(7)	1.000	30.558	48.554
D(15)	49.702	20.144	2.147
D(20)	26.310	9.374	7.532
D(25)	8.780	8.942	1.991
D(28)	2.945	19.719	28.513

10

【 0 1 5 2】

【表 3 6】

[各レンズ群の焦点距離]

F1	73.350
F2	-11.214
F3	65.644
F4	28.000
F5	-40.069
F6	135.373

20

【 0 1 5 3】

【 表 3 7 】

	参考例1	参考例2	参考例3	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
条件式(1)	5.061	5.270	4.461	3.061	3.078	3.052	4.061	4.191	4.241
条件式(2)	0.587	0.501	0.419	0.937	0.898	1.000	0.554	0.608	0.498
条件式(3)	4.238	3.899	3.136	5.513	5.241	5.932	3.592	3.855	3.075
条件式(4)	0.125	0.076	0.142	0.114	0.118	0.113	0.103	0.112	0.120
条件式(5)	0.090	0.079	0.115	0.081	0.090	0.081	0.081	0.102	0.172
条件式(6)	0.562	0.503	0.629	0.578	0.599	0.559	0.645	0.667	0.688

10

20

30

40

【 産業上の利用可能性 】

50

【 0 1 5 4 】

本件発明によれば、高い変倍比を有し、且つ、変倍域全域にわたって良好な光学性能を有する小型の変倍光学系及び撮像装置を提供することができる。

【符号の説明】

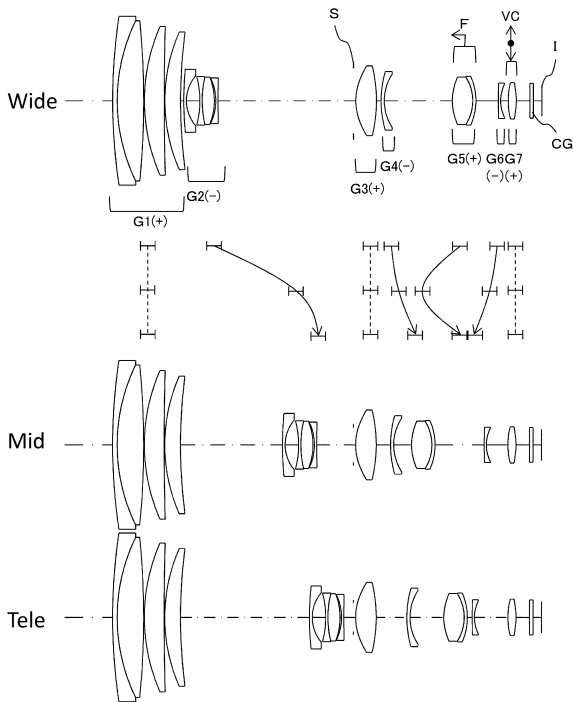
【 0 1 5 5 】

- 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
- G 6 . . . 第 6 レンズ群
- G 7 . . . 第 7 レンズ群
- S . . . 開口絞り
- I . . . 像面
- F . . . 合焦群
- V C . . . 防振群
- 1 . . . レンズ交換式の撮像装置
- 2 . . . 鏡筒部
- 3 . . . マウント部
- 4 . . . 撮像素子
- 5 . . . バックモニタ

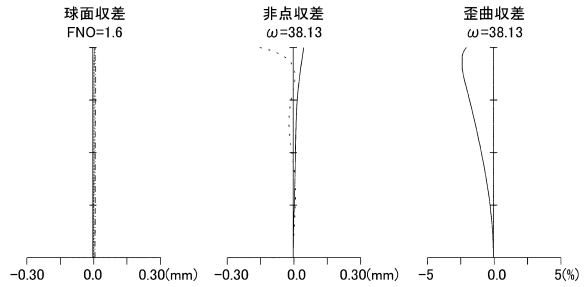
10

20

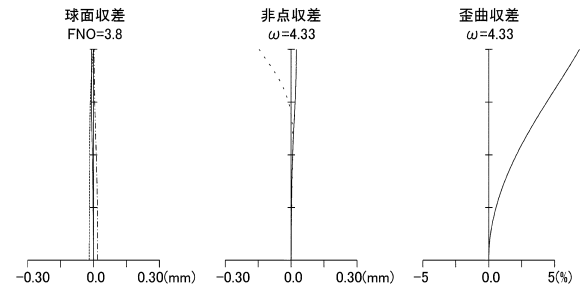
【 図 1 】



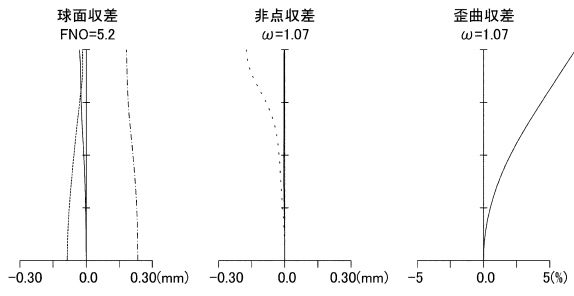
【 図 2 】



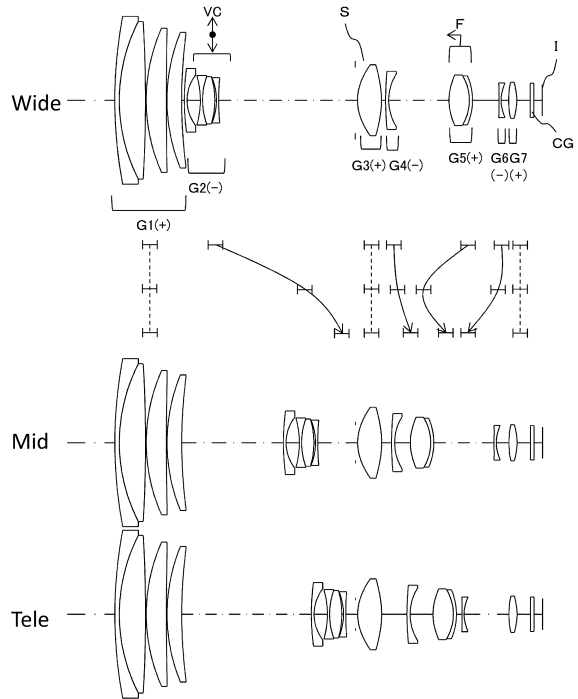
【 図 3 】



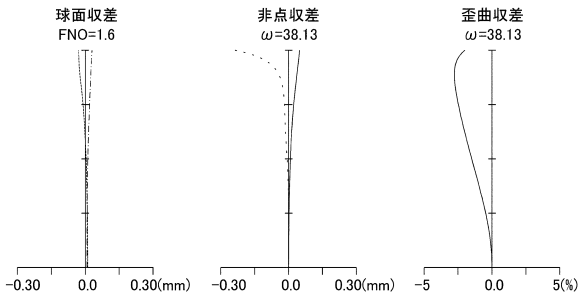
【图 4】



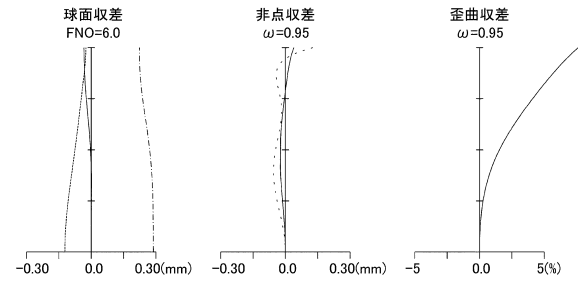
【图 5】



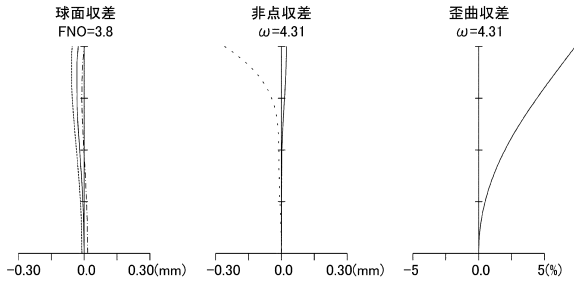
【图 6】



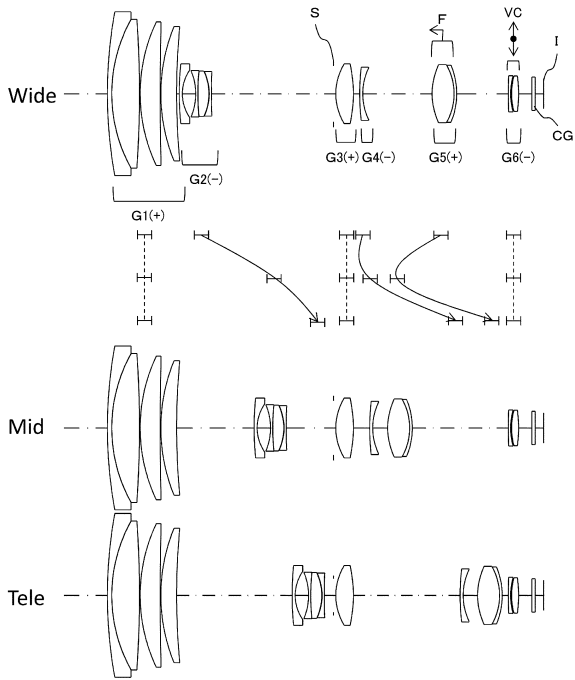
【图 8】



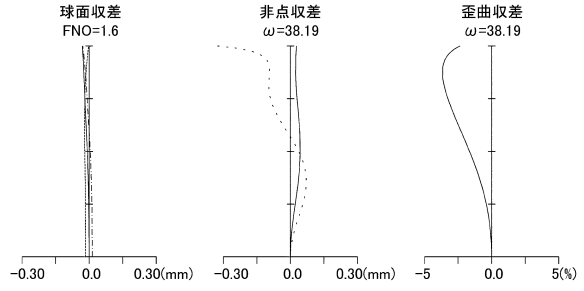
【图 7】



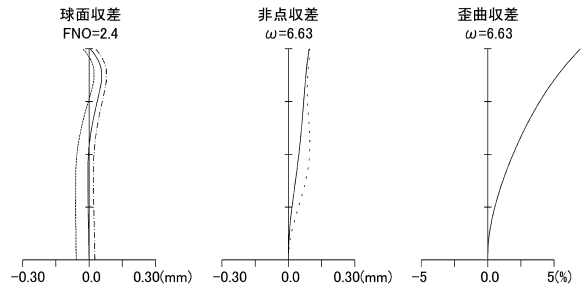
【 図 9 】



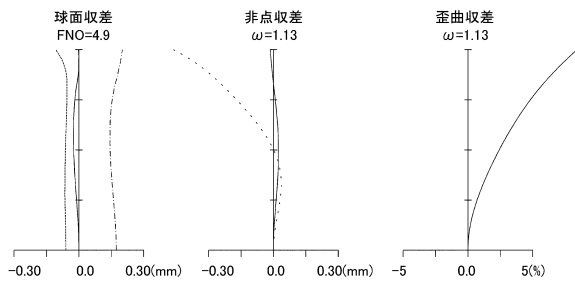
【 図 10 】



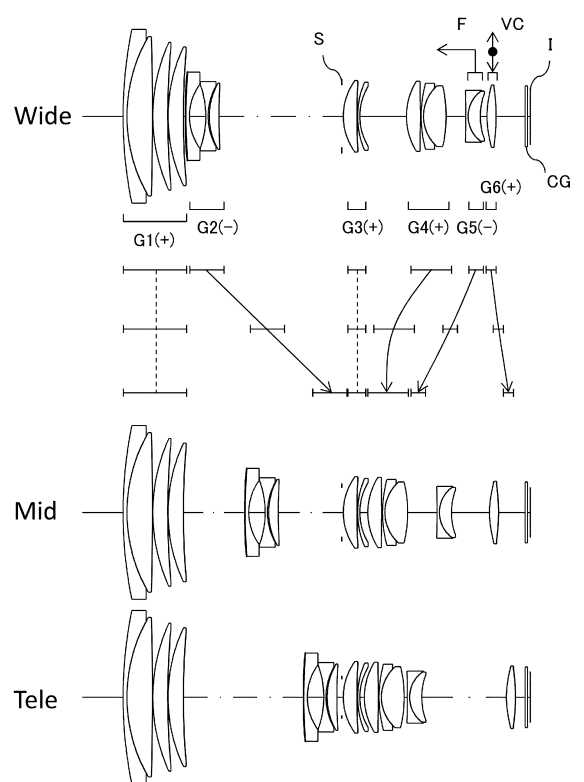
【 図 11 】



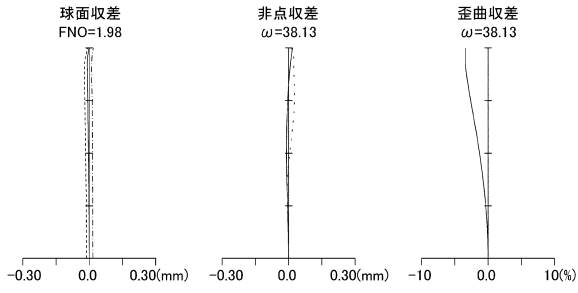
【 図 12 】



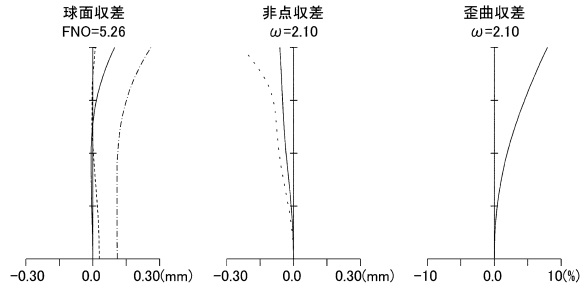
【 図 13 】



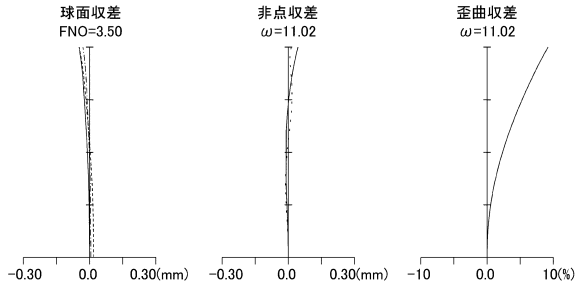
【图 14】



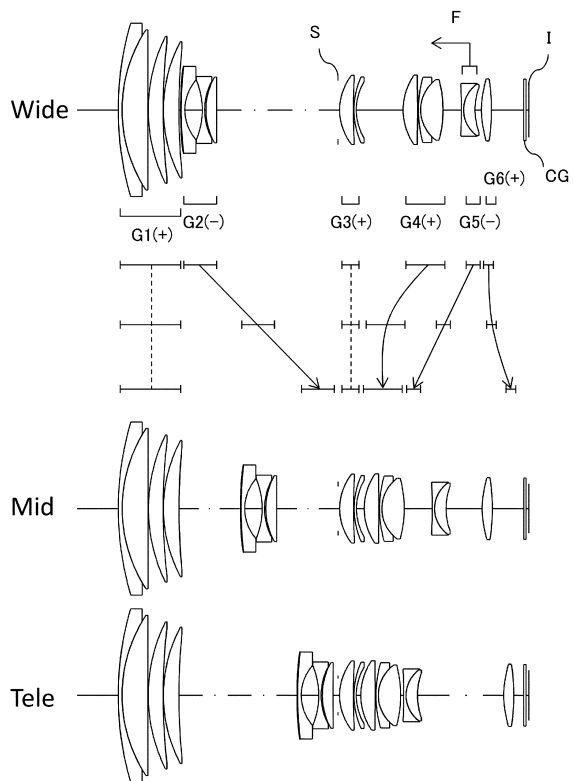
【图 16】



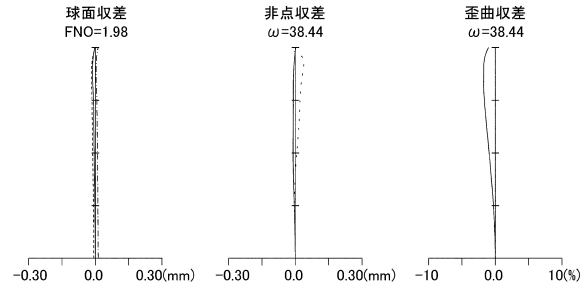
【图 15】



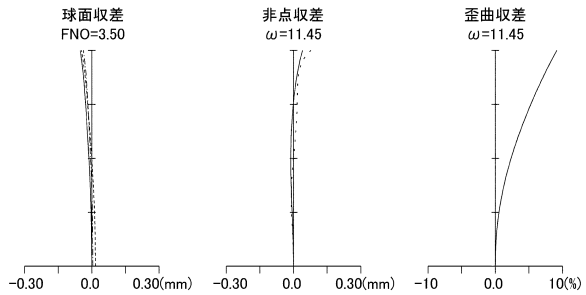
【图 17】



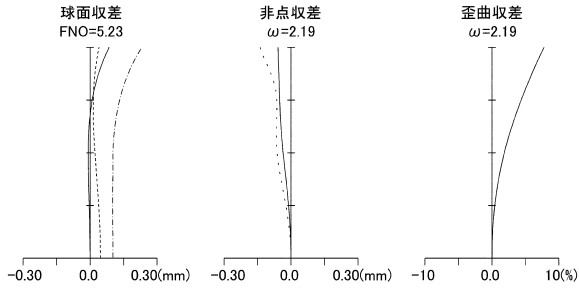
【图 18】



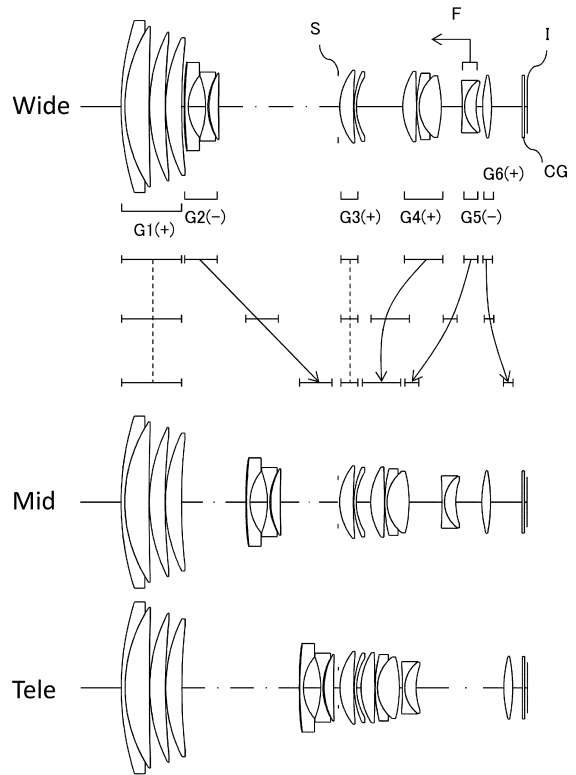
【图 19】



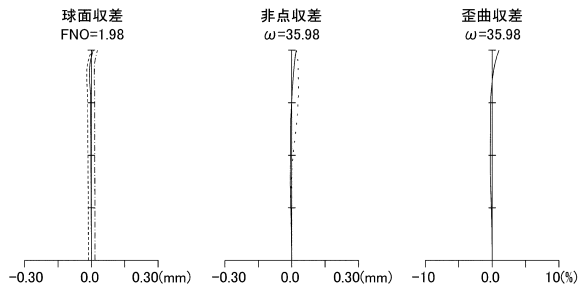
【图 20】



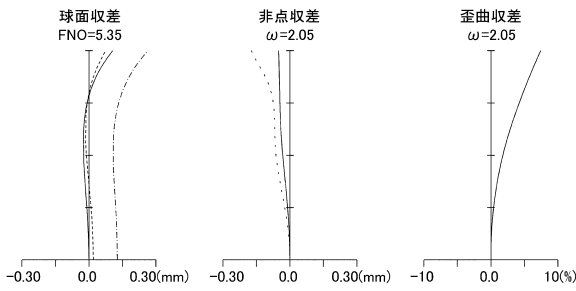
【图 21】



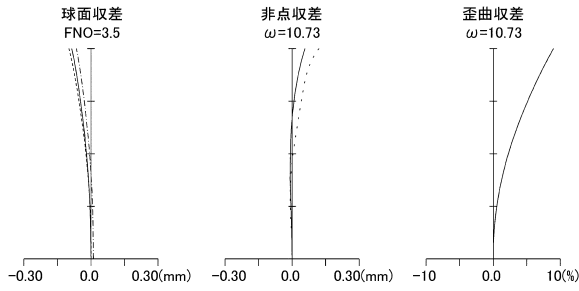
【图 22】



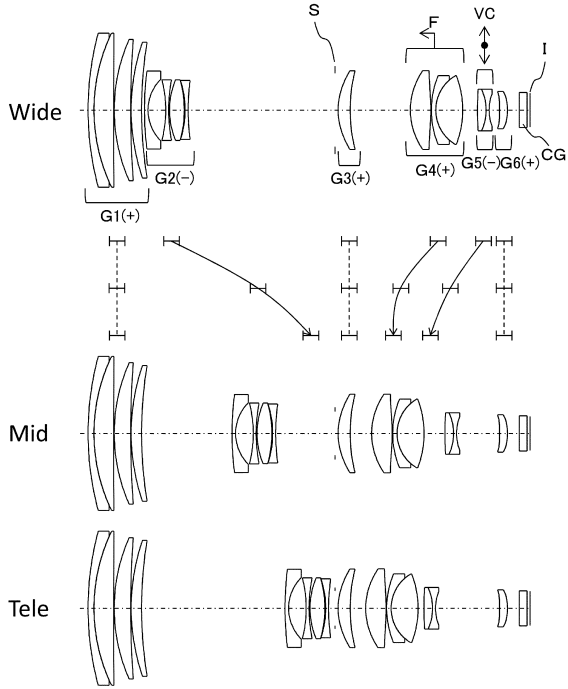
【图 24】



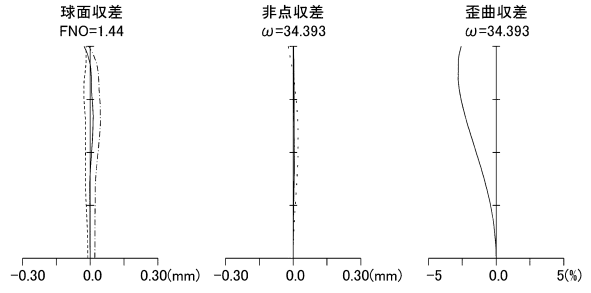
【图 23】



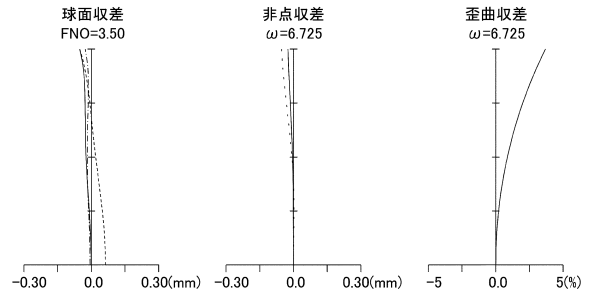
【 図 2 5 】



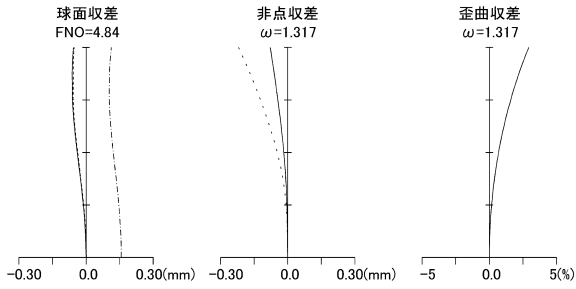
【 図 2 6 】



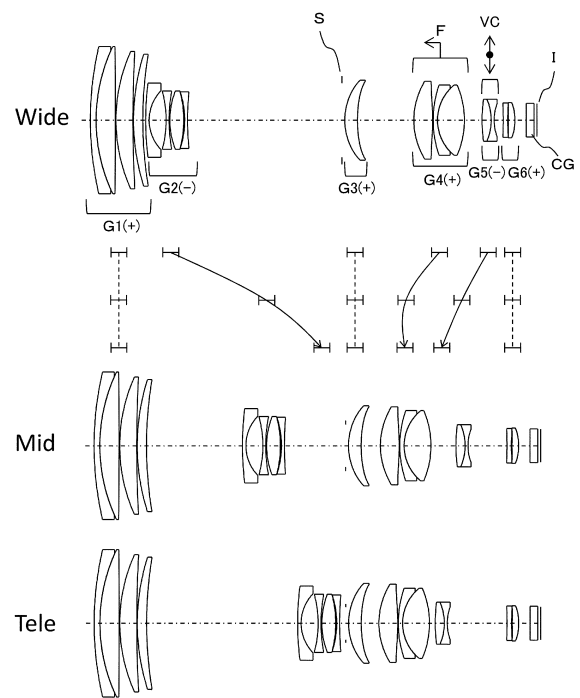
【 図 2 7 】



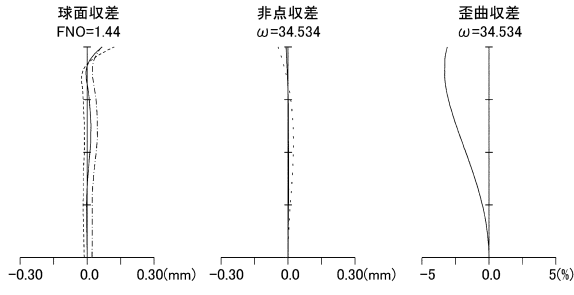
【 図 2 8 】



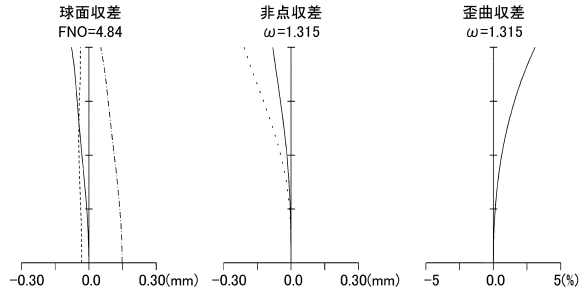
【 図 2 9 】



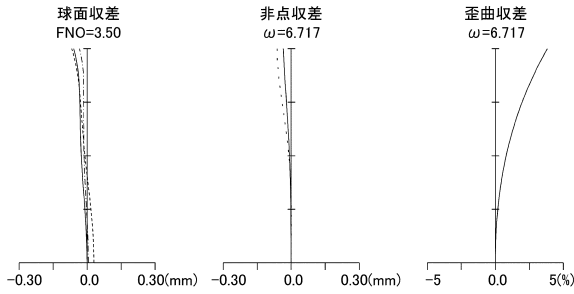
【图 30】



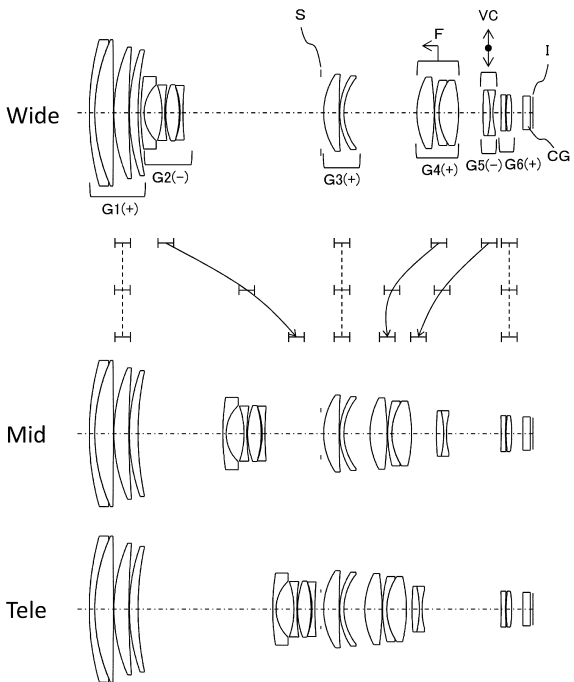
【图 32】



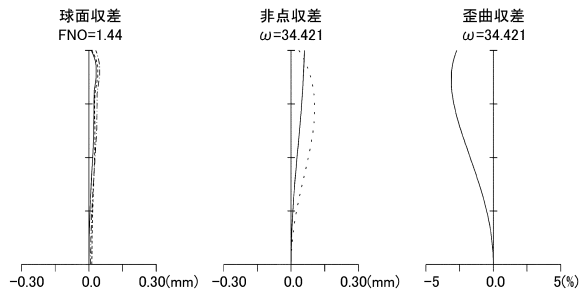
【图 31】



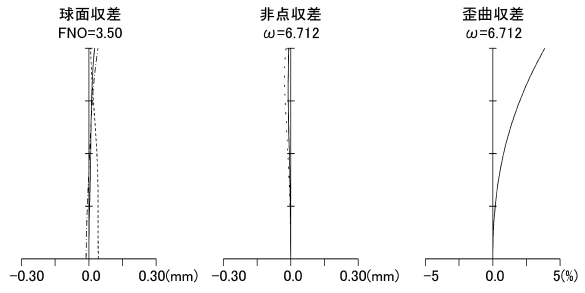
【图 33】




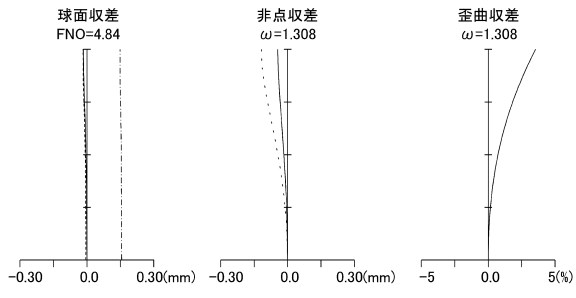
【图 34】




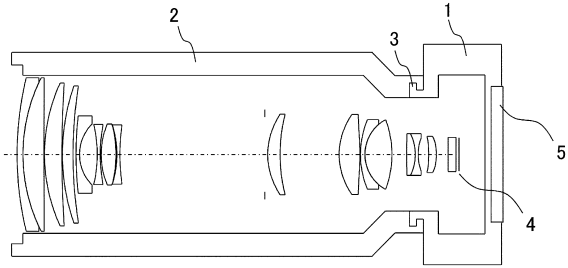
【图 35】



【 3 6】



【 3 7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2011-197469(JP,A)
特開2007-094136(JP,A)
特開平11-072705(JP,A)
特開平10-268194(JP,A)
特開2013-057738(JP,A)
特開2009-157067(JP,A)
米国特許出願公開第2015/0370052(US,A1)
特開2016-173556(JP,A)
特開2017-191128(JP,A)
特開2016-128846(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 15/20
G02B 13/18