

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-141888

(P2018-141888A)

(43) 公開日 平成30年9月13日(2018.9.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
G02B 13/00 (2006.01)	G02B 13/00	2H087
G02B 13/18 (2006.01)	G02B 13/18	2K005
G03B 5/00 (2006.01)	G03B 5/00	J

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2017-36188 (P2017-36188)
 (22) 出願日 平成29年2月28日(2017.2.28)

(71) 出願人 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 110001519
 特許業務法人太陽国際特許事務所
 (72) 発明者 富岡 領子
 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
 番地 富士フイルム株式会社内
 (72) 発明者 河村 大樹
 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
 番地 富士フイルム株式会社内

最終頁に続く

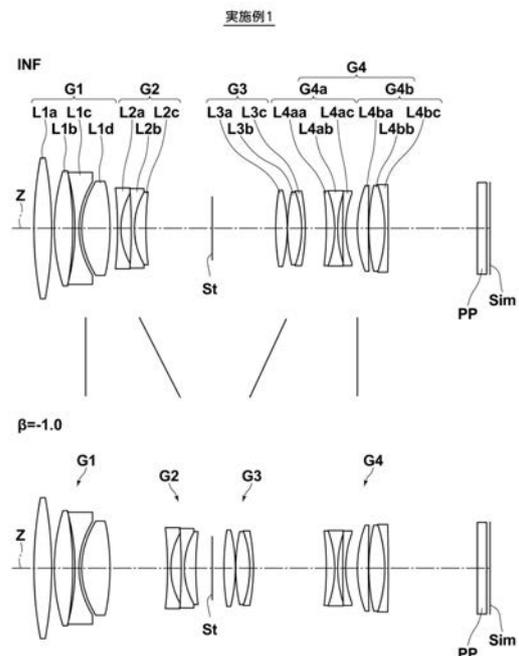
(54) 【発明の名称】 撮像レンズおよび撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 小型で、無限遠物体合焦時から撮影倍率が等倍付近となる最至近物体合焦時まで諸収差を良好に補正し、全撮影領域において高い防振性能を有する撮像レンズ、および、この撮像レンズを備えた撮像装置を提供する。

【解決手段】 物体側から順に、合焦時固定の正の第1レンズ群G1と、負の第2レンズ群G2と、正の第3レンズ群G3と、合焦時固定の負の第4レンズ群G4とからなり、無限遠物体から最至近物体への合焦時に、第2レンズ群G2は像側へ移動し、第3レンズ群G3は物体側へ移動し、第4レンズ群G4は、物体側から順に、防振レンズ群である第4aレンズ群G4aと、第4bレンズ群G4bとからなり、所定の条件式を満足するものとする。

【選択図】 図1



【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 レンズ群とからなり、

無限遠物体から最至近物体への合焦時に、前記第 1 レンズ群は像面に対して固定され、前記第 2 レンズ群は像側へ移動し、前記第 3 レンズ群は物体側へ移動し、前記第 4 レンズ群は像面に対して固定され、

前記第 4 レンズ群は、物体側から順に、第 4 a レンズ群と、第 4 b レンズ群とからなり、前記第 4 a レンズ群を光軸に対して垂直方向に移動させることにより、像面上の像のぶれを補正し、

前記第 4 a レンズ群の焦点距離を f_{4a} 、無限遠物体合焦時の全系の焦点距離を f としたとき、

$$0.25 < |f_{4a}/f| < 0.45 \quad \dots (1)$$

で表される条件式 (1) を満足することを特徴とする撮像レンズ。

【請求項 2】

前記第 4 a レンズ群は、正レンズと負レンズを物体側からこの順に接合してなる接合レンズを有し、

前記第 4 a レンズ群の前記負レンズの d 線におけるアッペ数を $4ab$ 、前記第 4 a レンズ群の前記正レンズの d 線におけるアッペ数を $4aa$ としたとき、

$$1.8 < 4ab - 4aa < 3.5 \quad \dots (2)$$

で表される条件式 (2) を満足する請求項 1 記載の撮像レンズ。

【請求項 3】

前記第 1 レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 a レンズと、正の屈折力を有する第 1 b レンズと、負の屈折力を有する第 1 c レンズと、正の屈折力を有する第 1 d レンズとからなり、

前記第 1 b レンズの d 線におけるアッペ数を $1b$ 、前記第 1 c レンズの d 線におけるアッペ数を $1c$ としたとき、

$$3.5 < 1b - 1c < 5.0 \quad \dots (3)$$

で表される条件式 (3) を満足する請求項 1 または 2 記載の撮像レンズ。

【請求項 4】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 としたとき、

$$0.5 < f_1/f < 0.7 \quad \dots (4)$$

で表される条件式 (4) を満足する請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

【請求項 5】

前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 としたとき、

$$0.35 < |f_2/f| < 0.6 \quad \dots (5)$$

で表される条件式 (5) を満足する請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

【請求項 6】

前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 としたとき、

$$0.4 < f_3/f < 0.5 \quad \dots (6)$$

で表される条件式 (6) を満足する請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

【請求項 7】

前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 としたとき、

	10
	20
	30
	40
	50

$$0.5 < |f_4 / f| < 2 \quad \dots (7)$$

で表される条件式(7)を満足する

請求項1から6のいずれか1項記載の撮像レンズ。

【請求項8】

前記第4aレンズ群の無限遠物体合焦時の横倍率を β_{4a} 、前記第4bレンズ群の無限遠物体合焦時の横倍率を β_{4b} としたとき、

$$1 < |(1 - \beta_{4a}) \times \beta_{4b}| < 2 \quad \dots (8)$$

で表される条件式(8)を満足する

請求項1から7のいずれか1項記載の撮像レンズ。

【請求項9】

前記第4aレンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第4aaレンズと負の屈折力を有する第4abレンズを物体側からこの順に接合してなる接合レンズと、負の屈折力を有する第4acレンズとからなる

請求項1から8のいずれか1項記載の撮像レンズ。

【請求項10】

前記第4acレンズのd線におけるアッペ数を β_{4ac} としたとき、

$$60 < \beta_{4ac} < 100 \quad \dots (9)$$

で表される条件式(9)を満足する

請求項9記載の撮像レンズ。

【請求項11】

$$0.29 < |f_{4a} / f| < 0.42 \quad \dots (1-1)$$

で表される条件式(1-1)を満足する

請求項1記載の撮像レンズ。

【請求項12】

$$27 < 4ab - 4aa < 35 \quad \dots (2-1)$$

で表される条件式(2-1)を満足する

請求項2記載の撮像レンズ。

【請求項13】

$$0.55 < f_1 / f < 0.67 \quad \dots (4-1)$$

で表される条件式(4-1)を満足する

請求項4記載の撮像レンズ。

【請求項14】

$$0.38 < |f_2 / f| < 0.57 \quad \dots (5-1)$$

で表される条件式(5-1)を満足する

請求項5記載の撮像レンズ。

【請求項15】

$$0.42 < f_3 / f < 0.5 \quad \dots (6-1)$$

で表される条件式(6-1)を満足する

請求項6記載の撮像レンズ。

【請求項16】

$$0.6 < |f_4 / f| < 1.5 \quad \dots (7-1)$$

で表される条件式(7-1)を満足する

請求項7記載の撮像レンズ。

【請求項17】

$$1.3 < |(1 - \beta_{4a}) \times \beta_{4b}| < 1.6 \quad \dots (8-1)$$

で表される条件式(8-1)を満足する

請求項8記載の撮像レンズ。

【請求項18】

$$70 < \beta_{4ac} < 100 \quad \dots (9-1)$$

で表される条件式(9-1)を満足する

10

20

30

40

50

請求項 10 記載の撮像レンズ。

【請求項 19】

請求項 1 から 18 のいずれか 1 項記載の撮像レンズを備えた撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、映画撮影用カメラ、放送用カメラ、デジタルカメラ、ビデオカメラ、および監視用カメラ等の電子カメラに好適な撮像レンズ、ならびに、この撮像レンズを備えた撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

映画撮影用カメラ、放送用カメラ、デジタルカメラ、ビデオカメラ、および監視用カメラ等の電子カメラにおいて、近距離物体の撮影を主たる目的とした撮影レンズに、マクロレンズと呼ばれるものがある。

【0003】

このマクロレンズは、撮影倍率が 0 倍となる無限遠物体から撮影倍率が等倍付近となる近距離物体までの広範囲の物体距離において撮影できるように構成されていることが好ましい。また、レンズ系の一部のレンズ群を光軸に対して垂直方向に移動させることにより、像面上の像のぶれを補正する防振機構を備えていることが好ましい。このようなマクロレンズとして、例えば下記特許文献 1 の撮像レンズが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2001 - 272601 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 の撮像レンズは、撮影倍率が等倍まで撮影可能な中望遠のマクロレンズであり、第 4 レンズ群内の一部で防振を行っているが、防振感度が小さく防振レンズ群の移動量が大きくなるため、十分な防振性能を持たせようとする鏡胴が大きくなってしまおうという問題がある。

【0006】

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、小型で、無限遠物体合焦時から撮影倍率が等倍付近となる最至近物体合焦時まで諸収差を良好に補正し、全撮影領域において高い防振性能を有する撮像レンズ、および、この撮像レンズを備えた撮像装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の撮像レンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、負の屈折力を有する第 4 レンズ群とからなり、無限遠物体から最至近物体への合焦時に、第 1 レンズ群は像面に対して固定され、第 2 レンズ群は像側へ移動し、第 3 レンズ群は物体側へ移動し、第 4 レンズ群は像面に対して固定され、第 4 レンズ群は、物体側から順に、第 4 a レンズ群と、第 4 b レンズ群とからなり、第 4 a レンズ群を光軸に対して垂直方向に移動させることにより、像面上の像のぶれを補正し、第 4 a レンズ群の焦点距離を f_{4a} 、無限遠物体合焦時の全系の焦点距離を f としたとき、条件式 (1) を満足することを特徴とする。

$$0.25 < |f_{4a}/f| < 0.45 \quad \dots (1)$$

【0008】

なお、条件式 (1 - 1) を満足することが好ましい。

$$0.29 < |f_{4a}/f| < 0.42 \quad \dots (1 - 1)$$

10

20

30

40

50

【0009】

本発明の撮像レンズにおいては、第4aレンズ群は、正レンズと負レンズを物体側からこの順に接合してなる接合レンズを有し、第4aレンズ群の接合レンズを構成する負レンズのd線におけるアッペ数を $4ab$ 、第4aレンズ群の接合レンズを構成する正レンズのd線におけるアッペ数を $4aa$ としたとき、条件式(2)を満足することが好ましく、条件式(2-1)を満足することがより好ましい。

$$1.8 < 4ab - 4aa < 3.5 \quad \dots (2)$$

$$2.7 < 4ab - 4aa < 3.5 \quad \dots (2-1)$$

【0010】

また、第1レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1aレンズと、正の屈折力を有する第1bレンズと、負の屈折力を有する第1cレンズと、正の屈折力を有する第1dレンズとからなり、第1bレンズのd線におけるアッペ数を $1b$ 、第1cレンズのd線におけるアッペ数を $1c$ としたとき、条件式(3)を満足することが好ましい。

$$3.5 < 1b - 1c < 5.0 \quad \dots (3)$$

【0011】

また、第1レンズ群の焦点距離を f_1 、無限遠物体合焦時の全系の焦点距離を f としたとき、条件式(4)を満足することが好ましく、条件式(4-1)を満足することがより好ましい。

$$0.5 < f_1 / f < 0.7 \quad \dots (4)$$

$$0.55 < f_1 / f < 0.67 \quad \dots (4-1)$$

【0012】

また、第2レンズ群の焦点距離を f_2 、無限遠物体合焦時の全系の焦点距離を f としたとき、条件式(5)を満足することが好ましく、条件式(5-1)を満足することがより好ましい。

$$0.35 < |f_2 / f| < 0.6 \quad \dots (5)$$

$$0.38 < |f_2 / f| < 0.57 \quad \dots (5-1)$$

【0013】

また、第3レンズ群の焦点距離を f_3 、無限遠物体合焦時の全系の焦点距離を f としたとき、条件式(6)を満足することが好ましく、条件式(6-1)を満足することがより好ましい。

$$0.4 < f_3 / f < 0.5 \quad \dots (6)$$

$$0.42 < f_3 / f < 0.5 \quad \dots (6-1)$$

【0014】

また、第4レンズ群の焦点距離を f_4 、無限遠物体合焦時の全系の焦点距離を f としたとき、条件式(7)を満足することが好ましく、条件式(7-1)を満足することがより好ましい。

$$0.5 < |f_4 / f| < 2 \quad \dots (7)$$

$$0.6 < |f_4 / f| < 1.5 \quad \dots (7-1)$$

【0015】

また、第4aレンズ群の無限遠物体合焦時の横倍率を $4a$ 、第4bレンズ群の無限遠物体合焦時の横倍率を $4b$ としたとき、条件式(8)を満足することが好ましく、条件式(8-1)を満足することがより好ましい。

$$1 < |(1 - 4a) \times 4b| < 2 \quad \dots (8)$$

$$1.3 < |(1 - 4a) \times 4b| < 1.6 \quad \dots (8-1)$$

【0016】

また、第4aレンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第4aaレンズと負の屈折力を有する第4abレンズを物体側からこの順に接合してなる接合レンズと、負の屈折力を有する第4acレンズとからなることが好ましい。

【0017】

この場合、第4acレンズのd線におけるアッペ数を $4ac$ としたとき、条件式(9)

10

20

30

40

50

)を満足することが好ましく、条件式(9-1)を満足することがより好ましい。

$$60 < 4ac < 100 \quad \dots (9)$$

$$70 < 4ac < 100 \quad \dots (9-1)$$

【0018】

本発明の撮像装置は、上記記載の本発明の撮像レンズを備えたことを特徴とする。

【0019】

なお、上記「～からなる」とは、構成要素として挙げたもの以外に、実質的にパワーを有さないレンズ、絞りやマスクやカバーガラスやフィルタ等のレンズ以外の光学要素、レンズフランジ、レンズパレル、撮像素子、手ぶれ補正機構等の機構部分等を含んでもよいことを意図するものである。

10

【0020】

また、上記「レンズ群」とは、必ずしも複数のレンズから構成されるものだけでなく、1枚のレンズのみで構成されるものも含むものとする。また、レンズ群の屈折力の符号、レンズの屈折力の符号、およびレンズの面形状は、非球面が含まれているものは近軸領域で考えることとする。また、曲率半径の符号は、面形状が物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負としている。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、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レンズ群とからなり、無限遠物体から最至近物体への合焦時に、第1レンズ群は像面に対して固定され、第2レンズ群は像側へ移動し、第3レンズ群は物体側へ移動し、第4レンズ群は像面に対して固定され、第4レンズ群は、物体側から順に、第4aレンズ群と、第4bレンズ群とからなり、第4aレンズ群を光軸に対して垂直方向に移動させることにより、像面上の像のぶれを補正し、第4aレンズ群の焦点距離を f_{4a} 、無限遠物体合焦時の全系の焦点距離を f としたとき、条件式(1)を満足するものとしたので、小型で、無限遠物体合焦時から撮影倍率が等倍付近となる最至近物体合焦時まで諸収差を良好に補正し、全撮影領域において高い防振性能を有する撮像レンズ、および、この撮像レンズを備えた撮像装置を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

30

【0022】

【図1】本発明の一実施形態にかかる撮像レンズ(実施例1と共通)のレンズ構成を示す断面図

【図2】本発明の実施例2の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図3】本発明の実施例3の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図4】本発明の実施例4の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図5】本発明の実施例5の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図6】本発明の実施例6の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図7】本発明の実施例7の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図8】本発明の実施例8の撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

40

【図9】本発明の実施例1の撮像レンズの各収差図

【図10】本発明の実施例2の撮像レンズの各収差図

【図11】本発明の実施例3の撮像レンズの各収差図

【図12】本発明の実施例4の撮像レンズの各収差図

【図13】本発明の実施例5の撮像レンズの各収差図

【図14】本発明の実施例6の撮像レンズの各収差図

【図15】本発明の実施例7の撮像レンズの各収差図

【図16】本発明の実施例8の撮像レンズの各収差図

【図17】本発明の実施例1の撮像レンズの各横収差図

【図18】本発明の実施例1の撮像レンズの各横収差図(防振時)

50

- 【図 19】本発明の実施例 2 の撮像レンズの各横収差図
- 【図 20】本発明の実施例 2 の撮像レンズの各横収差図（防振時）
- 【図 21】本発明の実施例 3 の撮像レンズの各横収差図
- 【図 22】本発明の実施例 3 の撮像レンズの各横収差図（防振時）
- 【図 23】本発明の実施例 4 の撮像レンズの各横収差図
- 【図 24】本発明の実施例 4 の撮像レンズの各横収差図（防振時）
- 【図 25】本発明の実施例 5 の撮像レンズの各横収差図
- 【図 26】本発明の実施例 5 の撮像レンズの各横収差図（防振時）
- 【図 27】本発明の実施例 6 の撮像レンズの各横収差図
- 【図 28】本発明の実施例 6 の撮像レンズの各横収差図（防振時）
- 【図 29】本発明の実施例 7 の撮像レンズの各横収差図
- 【図 30】本発明の実施例 7 の撮像レンズの各横収差図（防振時）
- 【図 31】本発明の実施例 8 の撮像レンズの各横収差図
- 【図 32】本発明の実施例 8 の撮像レンズの各横収差図（防振時）
- 【図 33】本発明の一実施形態に係る撮像装置の概略構成図
- 【発明を実施するための形態】

10

【0023】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図 1 は本発明の一実施形態にかかる撮像レンズのレンズ構成を示す断面図であり、「INF」と付した上段に無限遠物体合焦時の構成を示し、「 $\gamma = -1.0$ 」と付した下段に撮影倍率が等倍となる最至近物体合焦時の構成を示している。図 1 に示す構成例は、後述の実施例 1 の撮像レンズの構成と共通である。図 1 は、左側が物体側、右側が像側であり、図示されている開口絞り St は必ずしも大きさおよび / または形状を表すものではなく、光軸 Z 上の絞りの位置を示すものである。

20

【0024】

本実施形態の撮像レンズは、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 とから構成されている。

【0025】

この撮像レンズを撮像装置に適用する際には、レンズを装着するカメラ側の構成に応じて、光学系と像面 Sim の間にカバーガラス、プリズム、および / または赤外線カットフィルタやローパスフィルタなどの各種フィルタを配置することが好ましいため、図 1 では、これらを想定した平行平板状の光学部材 PP をレンズ系と像面 Sim との間に配置した例を示している。

30

【0026】

この撮像レンズは、無限遠物体から最至近物体への合焦時に、第 1 レンズ群 G 1 は像面 Sim に対して固定され、第 2 レンズ群 G 2 は像側へ移動し、第 3 レンズ群 G 3 は物体側へ移動し、第 4 レンズ群 G 4 は像面 Sim に対して固定されるように構成されている。

【0027】

このように、第 1 レンズ群 G 1 を合焦時に固定とすることにより、合焦時に全長が一定となり、撮影時に被写体と干渉する懸念を減らすことができる。また、第 4 レンズ群 G 4 を合焦時に固定とすることにより、鏡胴内部へのゴミの進入を防止できる。また、フローティングフォーカス方式として、合焦時に第 2 レンズ群 G 2 および第 3 レンズ群 G 3 の 2 つの群を独立して異なる軌跡で移動させることにより、無限遠物体から最至近物体までの撮影範囲において、収差変動を抑え、高い光学性能を得ることができる。なお、第 2 レンズ群 G 2 および第 3 レンズ群 G 3 については、直線的に移動させてもよいし、曲線的に移動させてもよい。

40

【0028】

第 4 レンズ群 G 4 は、物体側から順に、第 4 a レンズ群 G 4 a と、第 4 b レンズ群 G 4 b とからなり、第 4 a レンズ群 G 4 a を光軸に対して垂直方向に移動させることにより、

50

像面上の像のぶれを補正するように構成されている。

【0029】

このように、合焦時に固定である第4レンズ群G4中で防振を行うことにより、良好な防振性能を得ることができる。また、第4レンズ群G4の一部のみを移動することで、移動群の重量を軽くすることができる。

【0030】

また、第4aレンズ群の焦点距離を f_{4a} 、無限遠物体合焦時の全系の焦点距離を f としたとき、条件式(1)を満足するように構成されている。条件式(1)の上限以上とならないようにすることによって、防振レンズ群のパワーが弱くなり過ぎるのを防ぐことができるため、防振時の移動量を抑えることができる。条件式(1)の下限以下とならないようにすることによって、防振時の性能の変化が大きくなり過ぎるのを防ぐことができるため、良好な防振性能を得ることができる。なお、下記条件式(1-1)を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

$$0.25 < |f_{4a}/f| < 0.45 \quad \dots (1)$$

$$0.29 < |f_{4a}/f| < 0.42 \quad \dots (1-1)$$

【0031】

本実施形態の撮像レンズにおいては、第4aレンズ群G4aは、正レンズと負レンズを物体側からこの順に接合してなる接合レンズを有し、第4aレンズ群の接合レンズを構成する負レンズのd線におけるアッペ数を $4ab$ 、第4aレンズ群の接合レンズを構成する正レンズのd線におけるアッペ数を $4aa$ としたとき、条件式(2)を満足することが好ましい。このように、防振レンズ群である第4aレンズ群G4aに、正レンズと負レンズからなる接合レンズを含むことにより、球面収差の補正に有利になるとともに、防振時の色収差の変動をより抑えることができる。また、条件式(2)を満足することによって、防振時の色収差の発生を抑えることができる。なお、下記条件式(2-1)を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

$$1.8 < 4ab - 4aa < 3.5 \quad \dots (2)$$

$$2.7 < 4ab - 4aa < 3.5 \quad \dots (2-1)$$

【0032】

また、第1レンズ群G1は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1aレンズL1aと、正の屈折力を有する第1bレンズL1bと、負の屈折力を有する第1cレンズL1cと、正の屈折力を有する第1dレンズL1dとからなり、第1bレンズのd線におけるアッペ数を $1b$ 、第1cレンズのd線におけるアッペ数を $1c$ としたとき、条件式(3)を満足することが好ましい。このように、第1レンズ群G1を複数のレンズで構成することにより、組立感度を分散することができる。また、条件式(3)を満足することによって、無限遠物体合焦時の軸上色収差を良好に保つことができる。

$$3.5 < 1b - 1c < 5.0 \quad \dots (3)$$

【0033】

また、第1レンズ群の焦点距離を f_1 、無限遠物体合焦時の全系の焦点距離を f としたとき、条件式(4)を満足することが好ましい。条件式(4)の上限以上とならないようにすることによって、小型化に有利となる。条件式(4)の下限以下とならないようにすることによって、球面収差および色収差の変動を抑えることができる。なお、下記条件式(4-1)を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

$$0.5 < f_1/f < 0.7 \quad \dots (4)$$

$$0.55 < f_1/f < 0.67 \quad \dots (4-1)$$

【0034】

また、第2レンズ群の焦点距離を f_2 、無限遠物体合焦時の全系の焦点距離を f としたとき、条件式(5)を満足することが好ましい。条件式(5)の上限以上とならないようにすることによって、合焦時の移動量を抑え、小型化に有利となる。条件式(5)の下限以下とならないようにすることによって、合焦時の収差変動を抑えることができる。なお、下記条件式(5-1)を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

10

20

30

40

50

$$0.35 < |f_2 / f| < 0.6 \quad \dots (5)$$

$$0.38 < |f_2 / f| < 0.57 \quad \dots (5 - 1)$$

【0035】

また、第3レンズ群の焦点距離を f_3 、無限遠物体合焦時の全系の焦点距離を f としたとき、条件式(6)を満足することが好ましい。条件式(6)の上限以上とならないようにすることによって、合焦時の移動量を抑え、小型化に有利となる。条件式(6)の下限以下とならないようにすることによって、合焦時の収差変動を抑えることができる。なお、下記条件式(6-1)を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

$$0.4 < f_3 / f < 0.5 \quad \dots (6)$$

$$0.42 < f_3 / f < 0.5 \quad \dots (6 - 1)$$

10

【0036】

また、第4レンズ群の焦点距離を f_4 、無限遠物体合焦時の全系の焦点距離を f としたとき、条件式(7)を満足することが好ましい。条件式(7)の上限以上とならないようにすることによって、小型化に有利となる。条件式(7)の下限以下とならないようにすることによって、バックフォーカスを確保するのが容易となるため、必要に応じてレンズ系の後にアタッチメント等(テレコンバータ等)を挿入することが可能となる。なお、下記条件式(7-1)を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

$$0.5 < |f_4 / f| < 2 \quad \dots (7)$$

$$0.6 < |f_4 / f| < 1.5 \quad \dots (7 - 1)$$

【0037】

20

また、第4aレンズ群の無限遠物体合焦時の横倍率を M_{4a} 、第4bレンズ群の無限遠物体合焦時の横倍率を M_{4b} としたとき、条件式(8)を満足することが好ましい。条件式(8)の上限以上とならないようにすることによって、防振レンズ群の感度が高くなり過ぎるのを防ぐことができるため、防振時のコマ収差および色収差等の変動を抑えることができる。条件式(8)の下限以下とならないようにすることによって、防振時の移動量が大きくなり過ぎるのを防ぐことができるため、鏡胴径を小さくするのに有利となる。なお、下記条件式(8-1)を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

$$1 < |(1 - M_{4a}) \times M_{4b}| < 2 \quad \dots (8)$$

$$1.3 < |(1 - M_{4a}) \times M_{4b}| < 1.6 \quad \dots (8 - 1)$$

30

【0038】

また、第4aレンズ群 G_{4a} は、物体側から順に、正の屈折力を有する第4aaレンズ L_{4aa} と負の屈折力を有する第4abレンズ L_{4ab} を物体側からこの順に接合してなる接合レンズと、負の屈折力を有する第4acレンズ L_{4ac} とからなることが好ましい。このように、防振レンズ群である第4aレンズ群 G_{4a} を3枚のレンズで構成することにより、防振時の性能の変化を小さくすることができる。

【0039】

この場合、第4acレンズのd線におけるアッペ数を A_{4ac} としたとき、条件式(9)を満足することが好ましい。条件式(9)を満足することによって、防振時の色収差の発生をより効果的に抑えることができる。なお、下記条件式(9-1)を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

40

$$60 < A_{4ac} < 100 \quad \dots (9)$$

$$70 < A_{4ac} < 100 \quad \dots (9 - 1)$$

【0040】

本撮像レンズが厳しい環境において使用される場合には、保護用の多層膜コートが施されることが好ましい。さらに、保護用コート以外にも、使用時のゴースト光低減等のための反射防止コートを施すようにしてもよい。

【0041】

また、この撮像レンズを撮像装置に適用する際には、レンズを装着するカメラ側の構成に応じて、レンズ系と像面 S_{im} の間にカバーガラス、プリズム、および/または赤外線

50

カットフィルタやローパスフィルタなどの各種フィルタを配置してもよい。なお、これらの各種フィルタをレンズ系と像面 *S i m* との間に配置する代わりに、各レンズの間にこれらの各種フィルタを配置してもよいし、いずれかのレンズのレンズ面に各種フィルタと同様の作用を有するコートを施してもよい。

【 0 0 4 2 】

次に、本発明の撮像レンズの数値実施例について説明する。

まず、実施例 1 の撮像レンズについて説明する。実施例 1 の撮像レンズの構成を示す断面図を図 1 に示す。なお、図 1 および後述の実施例 2 ~ 8 に対応した図 2 ~ 8 においては、「 I N F 」と付した上段に無限遠物体合焦時の構成を示し、「 $f = - 1 . 0$ 」と付した下段に撮影倍率が等倍となる最至近物体合焦時の構成を示している。また、左側が物体側、右側が像側であり、図示されている開口絞り *S t* は必ずしも大きさおよび / または形状を表すものではなく、光軸 *Z* 上の絞りの位置を示すものである。

10

【 0 0 4 3 】

実施例 1 の撮像レンズは、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* とから構成されており、第 4 レンズ群 *G 4* は、物体側から順に、防振レンズ群である第 4 a レンズ群 *G 4 a* と、第 4 b レンズ群 *G 4 b* とから構成されている。また、無限遠物体から最至近物体への合焦時に、第 1 レンズ群 *G 1* は像面 *S i m* に対して固定され、第 2 レンズ群 *G 2* は像側へ移動し、第 3 レンズ群 *G 3* は物体側へ移動し、第 4 レンズ群 *G 4* は像面 *S i m* に対して固定されるように構成されている。

20

【 0 0 4 4 】

第 1 レンズ群 *G 1* はレンズ *L 1 a* ~ *L 1 d* の 4 枚のレンズから構成されており、第 2 レンズ群 *G 2* はレンズ *L 2 a* ~ *L 2 c* の 3 枚のレンズから構成されており、第 3 レンズ群 *G 3* はレンズ *L 3 a* ~ *L 3 c* の 3 枚のレンズから構成されており、第 4 a レンズ群 *G 4 a* はレンズ *L 4 a a* ~ *L 4 a c* の 3 枚のレンズから構成されており、第 4 b レンズ群 *G 4 b* はレンズ *L 4 b a* ~ *L 4 b c* の 3 枚のレンズから構成されている。

【 0 0 4 5 】

実施例 1 の撮像レンズのレンズデータを表 1 に、諸元に関するデータを表 2 に、合焦時に変化する面間隔に関するデータを表 3 に、非球面係数に関するデータを表 4 に示す。以下では、表中の記号の意味について、実施例 1 のものを例にとり説明するが、実施例 2 ~ 8 についても基本的に同様である。

30

【 0 0 4 6 】

表 1 のレンズデータにおいて、面番号の欄には最も物体側の構成要素の面を 1 番目として像側に向かうに従い順次増加する面番号を示し、曲率半径の欄には各面の曲率半径を示し、面間隔の欄には各面とその次の面との光軸 *Z* 上の間隔を示す。また、*n* の欄には各光学要素の *d* 線 (波長 5 8 7 . 6 n m (ナノメートル)) に対する屈折率を示し、 σ の欄には各光学要素の *d* 線 (波長 5 8 7 . 6 n m (ナノメートル)) に対するアッペ数を示す。ここで、曲率半径の符号は、面形状が物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負としている。レンズデータには、光学部材 *P P* も含めて示している。また、レンズデータにおいて、合焦時に間隔が変化する面間隔の欄にはそれぞれ *D D* [面番号] と記載している。この *D D* [面番号] に対応する数値は表 3 に示している。

40

【 0 0 4 7 】

表 2 の諸元に関するデータに、全系の焦点距離 f' 、*F* ナンバー *F N o*、および、全画角 2ω の値を示す。

【 0 0 4 8 】

表 1 のレンズデータでは、非球面の面番号に * 印を付しており、非球面の曲率半径として近軸の曲率半径の数値を示している。表 4 の非球面係数に関するデータには、非球面の面番号と、これら非球面に関する非球面係数を示す。表 4 の非球面係数の数値の「 $E \pm n$ 」 (*n* : 整数) は「 $\times 1 0^{\pm n}$ 」を意味する。非球面係数は、下記式で表される非球面式における各係数 *K A*、*A m* (*m* = 4 ~ 2 0) の値である。

50

$$Z d = C \cdot h^2 / \{ 1 + (1 - K A \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2} \} + A m \cdot h^m$$

ただし、

Z d : 非球面深さ (高さ h の非球面上の点から、非球面頂点が接する光軸に垂直な平面に下ろした垂線の長さ)

h : 高さ (光軸からの距離)

C : 近軸曲率半径の逆数

K A、A m : 非球面係数 (m = 4 ~ 20)

とする。

【 0 0 4 9 】

【 表 1 】

10

実施例1・レンズデータ (n、ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν
1	119.8423	5.44	1.72916	54.67
2	-119.8423	0.80		
3	59.8966	5.67	1.49700	81.54
4	-101.2948	0.71		
5	-67.2399	1.25	1.62588	35.70
6	27.2189	0.80		
*7	25.2054	8.70	1.58313	59.46
*8	-75.3450	DD[8]		
9	-115.0082	1.00	1.58913	61.13
10	21.8873	3.20		
11	-168.1721	0.96	1.67300	38.15
12	22.3200	3.54	2.00069	25.46
13	95.1317	DD[13]		
14(絞り)	∞	DD[14]		
15	75.2429	3.52	1.43875	94.66
16	-48.6919	0.10		
17	51.9815	4.34	1.49700	81.54
18	-33.6900	1.10	1.84666	23.78
19	-60.0019	DD[19]		
20	-94.7357	2.57	2.00272	19.32
21	-33.8670	0.91	1.69700	48.52
22	33.8670	1.56		
23	395.2263	0.90	1.53775	74.70
24	31.3496	3.60		
25	37.5229	3.41	1.95375	32.32
26	709.7839	0.10		
27	59.0208	4.90	1.51680	64.20
28	-43.1090	1.07	1.95906	17.47
29	-528.8086	27.42		
30	∞	2.85	1.51680	64.20
31	∞	1.00		

20

30

40

【 0 0 5 0 】

【表 2】

実施例1・諸元 (d線)

	INF	$\beta = -1.0$
f'	78.79	
FNo.	2.88	3.99
$2\omega [^\circ]$	20.2	5.0

【0051】

【表 3】

実施例1・可変面間隔

	INF	$\beta = -1.0$
DD[8]	2.34	17.69
DD[13]	20.39	5.04
DD[14]	19.53	3.58
DD[19]	6.50	22.45

10

【0052】

【表 4】

実施例1・非球面係数

面番号	7	8
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-3.4416765E-06	-5.6320686E-07
A6	-1.0271248E-08	-7.1694496E-09
A8	7.8474028E-11	5.3448304E-11
A10	-1.3012707E-12	-8.2554920E-13
A12	5.9808897E-15	2.0690520E-15
A14	1.5649754E-17	8.6700401E-18
A16	-3.3871063E-19	-2.1215378E-20
A18	1.5229577E-21	-2.8133141E-22
A20	-2.5292727E-24	7.4217077E-25

20

30

【0053】

実施例1の撮像レンズの各収差図を図9に示す。なお、図9中の上段左側から順に無限遠物体に合焦した状態での球面収差、非点収差、歪曲収差、および倍率色収差を示し、図9中の下段左側から順に撮影倍率が等倍となる最至近物体に合焦した状態での球面収差、非点収差、歪曲収差、および倍率色収差を示す。球面収差、非点収差、および歪曲収差を表す各収差図には、d線(波長587.6nm(ナノメートル))を基準波長とした収差を示す。球面収差図にはd線(波長587.6nm(ナノメートル))、C線(波長656.3nm(ナノメートル))、F線(波長486.1nm(ナノメートル))、およびg線(波長435.8nm(ナノメートル))についての収差をそれぞれ実線、長破線、短破線、および一点鎖線で示す。非点収差図にはサジタル方向およびタンジェンシャル方向の収差をそれぞれ実線および短破線で示す。倍率色収差図にはC線(波長656.3nm(ナノメートル))およびF線(波長486.1nm(ナノメートル))についての収差をそれぞれ長破線および短破線で示す。球面収差図のFNo.はFナンバー、その他の収差図の ω は半画角を意味する。

40

【0054】

実施例1の撮像レンズの手ぶれ補正なしの時の各横収差図を図17に示す。図17では、「INF」と付した上段に無限遠物体合焦時の横収差図を示し、「 $\beta = -1.0$ 」と付した下段に撮影倍率が等倍となる最至近物体合焦時の横収差図を示している。各横収差図は左右2列に収差を示しているが、左列のものがタンジェンシャル方向に関する収差、右

50

列のものがサジタル方向に関する収差である。各横収差図は、像面の中心における収差を上段に、像高が+側最大像高の80%となる位置における収差を中段に、そして像高が-側最大像高の80%となる位置における収差を下段に示している。

【0055】

また、実施例1の撮像レンズの手ぶれ補正ありの時(角度0.3度相当分防振レンズ群移動)の各横収差図を図18に示す。図面の記載方法は手ぶれ補正なしの場合と同様である。なお、図17および図18では、d線(波長587.6nm(ナノメートル))、C線(波長656.3nm(ナノメートル))、F線(波長486.1nm(ナノメートル))、およびg線(波長435.8nm(ナノメートル))についての収差をそれぞれ実線、長破線、短破線、および一点鎖線で示す。また、各収差図中の θ は半画角を意味する。

10

【0056】

上記の実施例1の説明で述べた各データの記号、意味、記載方法は、特に断りがない限り以下の実施例のものについても同様であるので、以下では重複説明を省略する。

【0057】

次に、実施例2の撮像レンズについて説明する。実施例2の撮像レンズの構成を示す断面図を図2に示す。実施例2の撮像レンズは、実施例1と同様のレンズ群およびレンズ枚数構成である。また、実施例2の撮像レンズのレンズデータを表5に、諸元に関するデータを表6に、合焦時に変化する面間隔に関するデータを表7に、非球面係数に関するデータを表8に、各収差図を図10に、手ぶれ補正なしの時の各横収差図を図19に、手ぶれ補正ありの時の各横収差図を図20に示す。

20

【0058】

【表 5】

実施例2・レンズデータ (n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν
1	84.2438	4.84	1.69680	55.53
2	-137.6965	0.20		
3	69.5240	4.53	1.53775	74.70
4	-151.9751	0.90		
5	-87.6879	1.25	1.64769	33.79
6	32.7899	1.10		
*7	29.5345	5.68	1.61881	63.85
*8	-134.8570	DD[8]		
*9	-115.0114	1.20	1.58313	59.46
*10	24.1030	3.23		
11	-73.9229	1.01	1.74950	35.33
12	31.6802	3.68	2.00069	25.46
13	-244.8243	DD[13]		
14(絞り)	∞	DD[14]		
15	137.2080	3.15	1.43875	94.66
16	-39.6269	0.10		
17	38.2293	3.73	1.49700	81.54
18	-63.8847	1.00	1.84666	23.78
19	-266.2967	DD[19]		
20	-470.0791	2.07	1.95906	17.47
21	-55.5537	0.96	1.74320	49.34
22	29.1706	2.20		
23	-181.5881	0.94	1.53775	74.70
24	39.8580	3.60		
25	97.6627	2.32	1.77250	49.60
26	-193.9481	0.10		
27	34.6764	4.80	1.81600	46.62
28	-104.7593	1.07	1.92286	18.90
29	110.7794	27.73		
30	∞	2.85	1.51680	64.20
31	∞	1.00		

10

20

30

【 0 0 5 9 】

【表 6】

実施例2・諸元 (d線)

	INF	$\beta = -1.0$
f'	81.88	
FNo.	2.88	4.15
$2\omega [^\circ]$	19.4	6.0

40

【 0 0 6 0 】

【表 7】

実施例2・可変面間隔

	INF	$\beta = -1.0$
DD[8]	2.61	18.82
DD[13]	18.96	2.75
DD[14]	21.53	5.48
DD[19]	6.50	22.55

【 0 0 6 1 】

【表 8】

実施例2・非球面係数

面番号	7	8
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-4.0798216E-07	1.9992990E-06
A6	-7.8209541E-09	-2.4236319E-09
A8	7.7762349E-11	1.7868584E-11
A10	3.6176441E-14	5.3856264E-13
A12	3.2621964E-16	-5.5318134E-17
A14	4.4467420E-18	-5.7273579E-18
A16	-3.0154374E-20	-5.5983798E-20
A18	-1.2405642E-22	4.2849847E-22
A20	1.6990698E-24	5.6681656E-25

10

面番号	9	10
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-3.9904281E-06	-5.9625976E-06
A6	3.1907018E-08	-8.4879182E-09
A8	1.4097739E-10	9.9835922E-10
A10	-3.4209857E-12	-1.3381427E-11
A12	-1.3381521E-14	3.9216258E-14
A14	4.2398535E-16	3.8370471E-16
A16	-9.6428247E-19	-1.3340680E-18
A18	-1.1565781E-20	-8.4565741E-21
A20	4.6482568E-23	2.0713639E-23

20

30

【 0 0 6 2 】

次に、実施例3の撮像レンズについて説明する。実施例3の撮像レンズの構成を示す断面図を図3に示す。実施例3の撮像レンズは、第4aレンズ群G4aがレンズL4aaおよびL4abの2枚のレンズから構成されている以外は、実施例1と同様のレンズ群およびレンズ枚数構成である。また、実施例3の撮像レンズのレンズデータを表9に、諸元に関するデータを表10に、合焦時に変化する面間隔に関するデータを表11に、非球面係数に関するデータを表12に、各収差図を図11に、手ぶれ補正なしの時の各横収差図を図21に、手ぶれ補正ありの時の各横収差図を図22に示す。

40

【 0 0 6 3 】

【表 9】

実施例3・レンズデータ (n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν
1	120.7575	4.50	1.69680	55.53
2	-120.7575	0.10		
3	58.3491	5.50	1.53775	74.70
4	-174.9576	1.26		
5	-81.9914	1.10	1.67270	32.10
6	32.3155	2.66		
*7	28.4881	5.65	1.61881	63.85
8	-82.1900	DD[8]		
*9	-110.6367	1.35	1.58313	59.46
*10	23.5492	2.50		
11	170.7533	0.89	1.88300	40.76
12	19.3272	5.00	2.00069	25.46
13	74.5524	DD[13]		
14(絞り)	∞	DD[14]		
15	94.9100	4.20	1.43875	94.94
16	-41.8106	0.10		
17	41.8701	6.00	1.49700	81.54
18	-28.8418	0.95	1.74077	27.79
19	-60.5507	DD[19]		
20	-54.6766	3.65	1.92119	23.96
21	-22.3693	0.96	1.69700	48.52
22	26.2331	3.84		
23	38.4822	4.20	1.91082	35.25
24	-194.4411	1.01		
25	-76.3139	4.43	1.88300	40.76
26	-32.0676	1.01	1.80809	22.76
27	190.9022	26.56		
28	∞	2.85	1.51680	64.20
29	∞	1.00		

10

20

30

【 0 0 6 4 】

【表 1 0】

実施例3・諸元 (d線)

	INF	$\beta = -1.0$
f'	77.81	
FNo.	2.89	4.07
$2\omega [^\circ]$	20.4	7.0

40

【 0 0 6 5 】

【表 1 1】

実施例3・可変面間隔

	INF	$\beta = -1.0$
DD[8]	1.97	15.99
DD[13]	17.52	3.50
DD[14]	24.36	9.97
DD[19]	6.56	20.95

【 0 0 6 6 】

50

【表 1 2】

実施例3・非球面係数

面番号	7	9
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-3.4006290E-06	-1.4025164E-05
A6	-1.8603345E-08	-2.5559372E-08
A8	3.6505007E-10	3.9882976E-09
A10	-4.9201953E-12	-7.2989117E-11
A12	4.0232261E-14	7.0785694E-13
A14	-1.9651082E-16	-4.0330754E-15
A16	5.2512795E-19	1.2804472E-17
A18	-5.9180911E-22	-1.7268578E-20

10

面番号	10
KA	1.0000000E+00
A4	-1.7083985E-05
A6	-2.0556256E-07
A8	9.5584679E-09
A10	-1.7322201E-10
A12	1.7739436E-12
A14	-1.0806291E-14
A16	3.6950285E-17
A18	-5.3825936E-20

20

【 0 0 6 7 】

次に、実施例 4 の撮像レンズについて説明する。実施例 4 の撮像レンズの構成を示す断面図を図 4 に示す。実施例 4 の撮像レンズは、実施例 3 と同様のレンズ群およびレンズ枚数構成である。また、実施例 4 の撮像レンズのレンズデータを表 1 3 に、諸元に関するデータを表 1 4 に、合焦時に変化する面間隔に関するデータを表 1 5 に、各収差図を図 1 2 に、手ぶれ補正なしの時の各横収差図を図 2 3 に、手ぶれ補正ありの時の各横収差図を図 2 4 に示す。

30

【 0 0 6 8 】

【表 1 3】

実施例4・レンズデータ (n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν
1	122.9390	4.44	1.80400	46.58
2	-122.9390	0.10		
3	39.2345	4.16	1.53775	74.70
4	221.7874	1.26		
5	-159.9964	1.10	1.67270	32.10
6	25.7668	3.50		
7	28.5540	5.51	1.61800	63.33
8	-118.3632	DD[8]		
9	-102.3171	0.92	1.51742	52.43
10	25.7862	2.72		
11	-474.6884	0.89	1.83481	42.72
12	22.3038	3.75	2.00069	25.46
13	99.0563	DD[13]		
14(絞り)	∞	DD[14]		
15	317.6974	4.20	1.43875	94.94
16	-41.0480	0.10		
17	40.3575	6.00	1.49700	81.54
18	-28.4002	1.50	1.74077	27.79
19	-54.7673	DD[19]		
20	-52.6190	3.65	1.92119	23.96
21	-22.8922	0.96	1.69350	53.20
22	29.6381	4.49		
23	40.5146	5.60	1.72000	41.98
24	-48.2907	2.50		
25	-38.3276	3.98	1.88300	40.76
26	-25.7514	1.57	1.80809	22.76
27	-483.2442	27.72		
28	∞	2.85	1.51680	64.20
29	∞	1.00		

10

20

30

【 0 0 6 9 】

【表 1 4】

実施例4・諸元 (d線)

	INF	$\beta = -1.0$
f'	78.36	
FNo.	2.89	4.83
$2\omega [^\circ]$	20.4	6.4

40

【 0 0 7 0 】

【表 1 5】

実施例4・可変面間隔

	INF	$\beta = -1.0$
DD[8]	2.18	18.53
DD[13]	19.62	3.27
DD[14]	20.53	5.37
DD[19]	6.56	21.72

【 0 0 7 1 】

50

次に、実施例 5 の撮像レンズについて説明する。実施例 5 の撮像レンズの構成を示す断面図を図 5 に示す。実施例 5 の撮像レンズは、実施例 3 と同様のレンズ群およびレンズ枚数構成である。また、実施例 5 の撮像レンズのレンズデータを表 1 6 に、諸元に関するデータを表 1 7 に、合焦時に変化する面間隔に関するデータを表 1 8 に、各収差図を図 1 3 に、手ぶれ補正なしの時の各横収差図を図 2 5 に、手ぶれ補正ありの時の各横収差図を図 2 6 に示す。

【 0 0 7 2 】

【表 1 6】

実施例5・レンズデータ (n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν
1	121.4288	4.00	1.80400	46.58
2	-121.4288	0.10		
3	36.7569	3.99	1.53775	74.70
4	193.3916	1.19		
5	-159.9908	1.10	1.67270	32.10
6	24.0649	3.50		
7	26.6908	5.33	1.61800	63.33
8	-124.4782	DD[8]		
9	-152.3447	0.92	1.51742	52.43
10	24.1257	2.92		
11	-124.7857	0.89	1.83481	42.72
12	24.6072	3.53	2.00069	25.46
13	228.5168	DD[13]		
14(絞り)	∞	DD[14]		
15	1205.1409	3.55	1.43875	94.94
16	-38.5291	0.10		
17	39.9630	6.00	1.49700	81.54
18	-28.4000	1.01	1.74077	27.79
19	-54.8549	DD[19]		
20	-53.7791	3.65	1.92119	23.96
21	-22.1703	0.96	1.69350	53.20
22	28.2097	3.84		
23	36.4763	5.60	1.72000	41.98
24	-59.9309	2.50		
25	-39.3483	3.15	1.88300	40.76
26	-23.4945	1.01	1.80809	22.76
27	-461.5772	28.19		
28	∞	2.85	1.51680	64.20
29	∞	1.00		

10

20

30

40

【 0 0 7 3 】

【表 1 7】

実施例5・諸元 (d線)

	INF	$\beta = -1.0$
f'	78.03	
FNo.	2.89	4.90
$2\omega [^\circ]$	20.4	7.2

【 0 0 7 4 】

【表 1 8】

実施例5・可変面間隔

	INF	$\beta = -1.0$
DD[8]	2.02	16.82
DD[13]	17.66	2.86
DD[14]	19.75	4.22
DD[19]	6.54	22.07

【 0 0 7 5】

次に、実施例 6 の撮像レンズについて説明する。実施例 6 の撮像レンズの構成を示す断面図を図 6 に示す。実施例 6 の撮像レンズは、実施例 3 と同様のレンズ群およびレンズ枚数構成である。また、実施例 6 の撮像レンズのレンズデータを表 1 9 に、諸元に関するデータを表 2 0 に、合焦時に変化する面間隔に関するデータを表 2 1 に、各収差図を図 1 4 に、手ぶれ補正なしの時の各横収差図を図 2 7 に、手ぶれ補正ありの時の各横収差図を図 2 8 に示す。

【 0 0 7 6】

【表 1 9】

実施例6・レンズデータ (n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν
1	111.1836	4.26	1.67790	55.34
2	-111.1836	0.10		
3	39.2964	4.10	1.49700	81.54
4	375.8797	0.88		
5	-158.1262	1.10	1.64769	33.79
6	23.6588	2.36		
7	25.7630	5.28	1.65160	58.55
8	-222.4108	DD[8]		
9	-180.6770	0.92	1.51742	52.43
10	25.2874	2.80		
11	-190.5452	0.89	1.83481	42.72
12	24.9519	3.43	2.00069	25.46
13	164.4824	DD[13]		
14(絞り)	∞	DD[14]		
15	247.0679	3.55	1.43875	94.94
16	-39.3025	0.10		
17	37.7333	6.06	1.49700	81.54
18	-28.3997	0.95	1.72825	28.46
19	-59.2317	DD[19]		
20	-50.1768	3.66	1.92119	23.96
21	-20.7585	0.96	1.69350	53.20
22	26.1737	3.84		
23	36.0889	5.22	1.72342	37.95
24	-52.9615	2.07		
25	-38.0654	3.15	1.88300	40.76
26	-21.2315	1.01	1.80809	22.76
27	∞	26.54		
28	∞	2.85	1.51680	64.20
29	∞	1.00		

【 0 0 7 7】

【表 2 0】

実施例6・諸元 (d線)

	INF	$\beta = -1.0$
f'	77.82	
FNo.	2.88	5.02
$2\omega [^\circ]$	20.6	7.2

【 0 0 7 8】

【表 2 1】

実施例6・可変面間隔

	INF	$\beta = -1.0$
DD[8]	2.25	18.43
DD[13]	19.15	2.97
DD[14]	19.51	4.50
DD[19]	6.54	21.55

10

【 0 0 7 9】

次に、実施例7の撮像レンズについて説明する。実施例7の撮像レンズの構成を示す断面図を図7に示す。実施例7の撮像レンズは、実施例3と同様のレンズ群およびレンズ枚数構成である。また、実施例7の撮像レンズのレンズデータを表22に、諸元に関するデータを表23に、合焦時に変化する面間隔に関するデータを表24に、各収差図を図15に、手ぶれ補正なしの時の各横収差図を図29に、手ぶれ補正ありの時の各横収差図を図30に示す。

20

【 0 0 8 0】

【表 2 2】

実施例7・レンズデータ (n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν
1	148.0803	4.03	1.72000	43.69
2	-112.1842	0.10		
3	38.7577	3.96	1.61800	63.33
4	282.8720	1.00		
5	-288.6580	1.10	1.80518	25.42
6	25.6398	2.37		
7	27.9652	4.45	1.85150	40.78
8	515.5395	DD[8]		
9	-413.1115	0.92	1.58144	40.75
10	24.2048	2.83		
11	-2515.9481	0.89	1.74950	35.33
12	22.4465	3.42	2.00272	19.32
13	75.6665	DD[13]		
14(絞り)	∞	DD[14]		
15	130.8126	3.90	1.43875	94.94
16	-38.1840	0.30		
17	38.6845	5.50	1.53775	74.70
18	-28.9788	1.10	1.72825	28.46
19	-83.6621	DD[19]		
20	-85.2200	3.65	1.92119	23.96
21	-20.8860	0.96	1.80400	46.58
22	26.4316	4.00		
23	34.8000	5.47	1.85025	30.05
24	-46.3001	0.50		
25	-48.3980	3.10	1.83481	42.72
26	-25.6673	1.00	1.92286	20.88
27	108.9604	26.55		
28	∞	2.85	1.51680	64.20
29	∞	1.00		

10

20

30

【 0 0 8 1】

【表 2 3】

実施例7・諸元 (d線)

	INF	$\beta = -1.0$
f'	77.72	
FNo.	2.89	5.78
$2\omega [^\circ]$	20.6	7.4

40

【 0 0 8 2】

【表 2 4】

実施例7・可変面間隔

	INF	$\beta = -1.0$
DD[8]	2.57	18.01
DD[13]	18.89	3.45
DD[14]	20.83	5.59
DD[19]	6.54	21.78

【 0 0 8 3】

50

次に、実施例 8 の撮像レンズについて説明する。実施例 8 の撮像レンズの構成を示す断面図を図 8 に示す。実施例 8 の撮像レンズは、第 4 b レンズ群 G 4 b がレンズ L 4 b a および L 4 b b の 2 枚のレンズから構成されている以外は、実施例 3 と同様のレンズ群およびレンズ枚数構成である。また、実施例 8 の撮像レンズのレンズデータを表 2 5 に、諸元に関するデータを表 2 6 に、合焦時に変化する面間隔に関するデータを表 2 7 に、各収差図を図 1 6 に、手ぶれ補正なしの時の各横収差図を図 3 1 に、手ぶれ補正ありの時の各横収差図を図 3 2 に示す。

【 0 0 8 4 】

【表 2 5】

実施例8・レンズデータ (n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν
1	325.1574	5.00	1.72916	54.68
2	-79.0740	0.10		
3	42.6810	3.64	1.78800	47.37
4	724.6640	1.08		
5	-125.9666	1.10	1.71736	29.52
6	21.1617	1.04		
7	22.3897	3.90	1.85150	40.78
8	214.9291	DD[8]		
9	-440.0560	0.92	1.67270	32.10
10	20.8243	2.80		
11	-77.9317	0.87	1.69895	30.13
12	22.8389	3.58	2.00272	19.32
13	7632.2477	DD[13]		
14(絞り)	∞	DD[14]		
15	239.5460	3.57	1.49700	81.54
16	-34.0090	0.30		
17	36.7864	4.99	1.69680	55.53
18	-32.1878	2.34	1.92286	18.90
19	-121.7957	DD[19]		
20	-139.3993	4.00	1.92119	23.96
21	-21.7994	0.96	1.83481	42.72
22	22.9173	4.00		
23	73.5605	1.80	1.51680	64.20
24	66.0768	0.41		
25	28.1795	4.00	1.75500	52.32
26	87.0844	25.64		
27	∞	2.85	1.51680	64.20
28	∞	1.00		

10

20

30

【 0 0 8 5 】

【表 2 6】

実施例8・諸元 (d線)

	INF	$\beta = -1.0$
f'	61.73	
FNo.	2.89	5.76
$2\omega [^\circ]$	26.0	8.6

40

【 0 0 8 6 】

【表 27】

実施例8・可変面間隔

	INF	$\beta = -1.0$
DD[8]	0.87	16.20
DD[13]	17.09	1.76
DD[14]	14.70	2.95
DD[19]	1.97	13.72

【0087】

実施例1～8の撮像レンズの条件式(1)～(9)に対応する値を表28に示す。なお、全実施例ともd線を基準波長としており、下記の表28に示す値はこの基準波長におけるものである。

【0088】

【表 28】

番号	条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
(1)	$ f_{4a}/f $	0.325	0.296	0.377	0.405
(2)	$\nu_{4ab} - \nu_{4aa}$	29.2	31.9	24.6	29.2
(3)	$\nu_{1b} - \nu_{1c}$	45.8	40.9	42.6	42.6
(4)	f_1/f	0.563	0.551	0.556	0.605
(5)	$ f_2/f $	0.394	0.456	0.388	0.421
(6)	f_3/f	0.463	0.490	0.430	0.447
(7)	$ f_4/f $	1.295	1.421	0.758	0.889
(8)	$ (1 - \beta_{4a}) \times \beta_{4b} $	1.450	1.462	1.319	1.346
(9)	ν_{4ac}	74.7	74.7	—	—

番号	条件式	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8
(1)	$ f_{4a}/f $	0.401	0.372	0.355	0.409
(2)	$\nu_{4ab} - \nu_{4aa}$	29.2	29.2	22.6	18.8
(3)	$\nu_{1b} - \nu_{1c}$	42.6	47.8	37.9	17.9
(4)	f_1/f	0.598	0.626	0.626	0.669
(5)	$ f_2/f $	0.432	0.465	0.457	0.560
(6)	f_3/f	0.450	0.435	0.426	0.456
(7)	$ f_4/f $	0.838	1.295	0.626	0.868
(8)	$ (1 - \beta_{4a}) \times \beta_{4b} $	1.356	1.390	1.412	1.353
(9)	ν_{4ac}	—	—	—	—

【0089】

以上のデータから、実施例1～8の撮像レンズは全て、条件式(1)～(9)を満たしており、小型で、無限遠物体合焦時から撮影倍率が等倍付近となる最至近物体合焦時まで諸収差を良好に補正し、全撮影領域において高い防振性能を有する撮像レンズであることが分かる。

【0090】

次に、本発明の実施形態に係る撮像装置について説明する。図33に、本発明の実施形態の撮像装置の一例として、本発明の実施形態に係る撮像レンズ1を用いた撮像装置10の概略構成図を示す。撮像装置10としては、例えば、映画撮影用カメラ、放送用カメラ、デジタルカメラ、ビデオカメラ、および監視用カメラ等の電子カメラを挙げることができる。

【0091】

撮像装置10は、撮像レンズ1、撮像レンズ1の像側に配置されたフィルタ4、撮像素子5、撮像素子5からの出力信号を演算処理する信号処理部6、および撮像レンズ1の合

10

20

30

40

50

焦を行うためのフォーカス制御部 7 を備える。図 3 3 では撮像レンズ 1 が有する第 1 レンズ群 G 1、第 2 レンズ群 G 2、開口絞り S t、第 3 レンズ群 G 3、および第 4 レンズ群 G 4 を概念的に図示している。撮像素子 5 は、撮像レンズ 1 により形成された被写体の像を撮像して電気信号に変換するものであり、例えば C C D (Charge Coupled Device) または C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等を用いることができる。撮像素子 5 は、その撮像面が撮像レンズ 1 の像面に一致するように配置される。

【 0 0 9 2 】

以上、実施形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施形態および実施例に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、各レンズの曲率半径、面間隔、屈折率、アッペ数、および非球面係数等は、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得るものである。

10

【 0 0 9 3 】

例えば、上記実施例では無限遠物体から近距離物体に合焦するレンズ系を挙げたが、本発明は有限距離の遠距離物体から近距離物体に合焦する撮像レンズに適用可能であることは言うまでもない。

【 0 0 9 4 】

また、本発明の実施形態にかかる撮像装置についても、上記例に限定されず、種々の態様とすることができる。

【 符号の説明 】

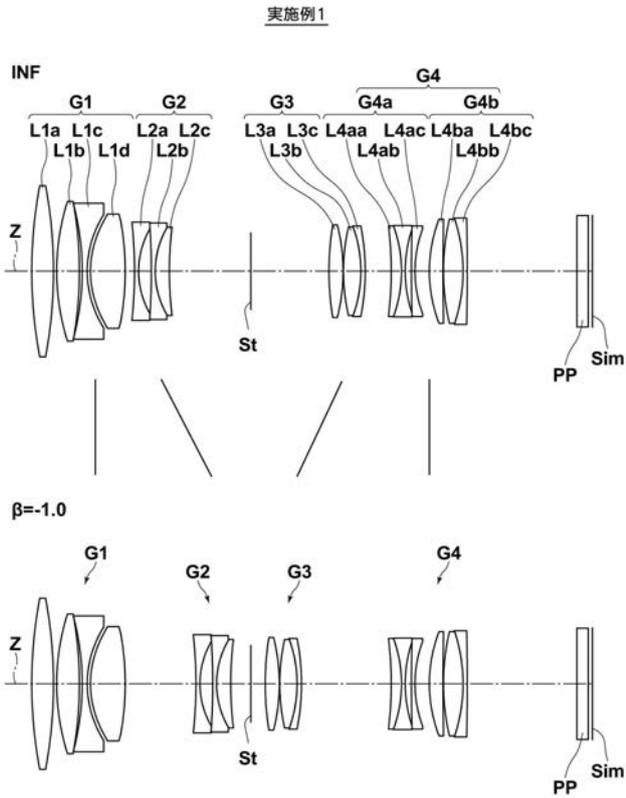
【 0 0 9 5 】

- 1 撮像レンズ
- 4 フィルタ
- 5 撮像素子
- 6 信号処理部
- 7 フォーカス制御部
- 1 0 撮像装置
- 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 4 a 第 4 a レンズ群
- G 4 b 第 4 b レンズ群
- L 1 a ~ L 4 b c レンズ
- P P 光学部材
- S i m 像面
- S t 開口絞り
- Z 光軸

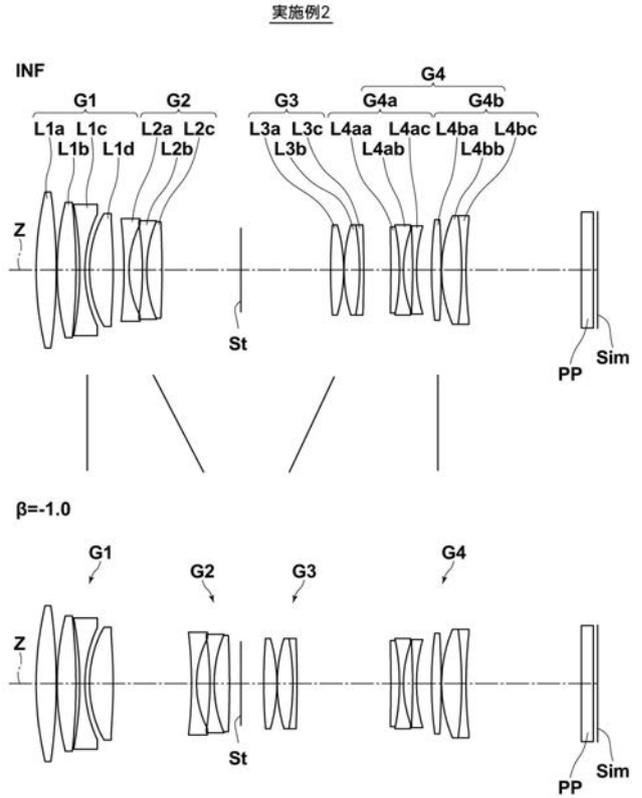
20

30

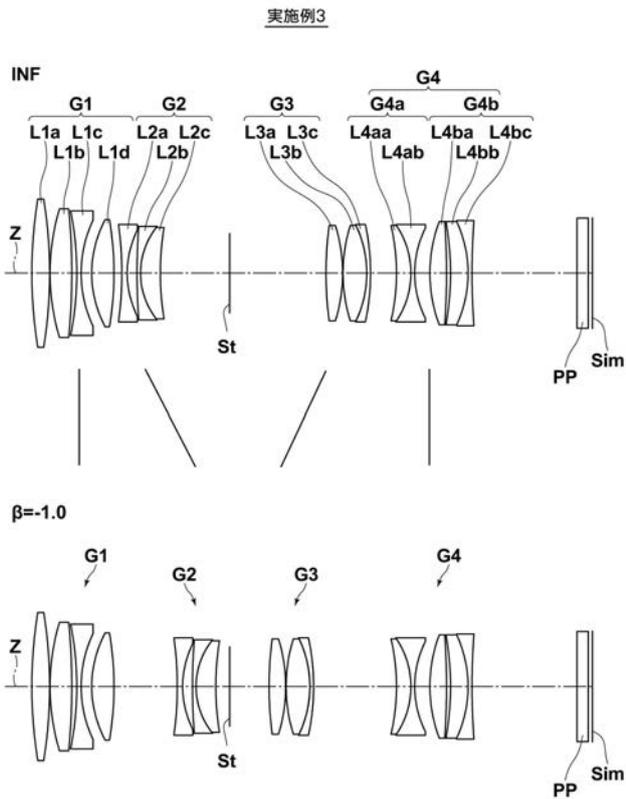
【 図 1 】



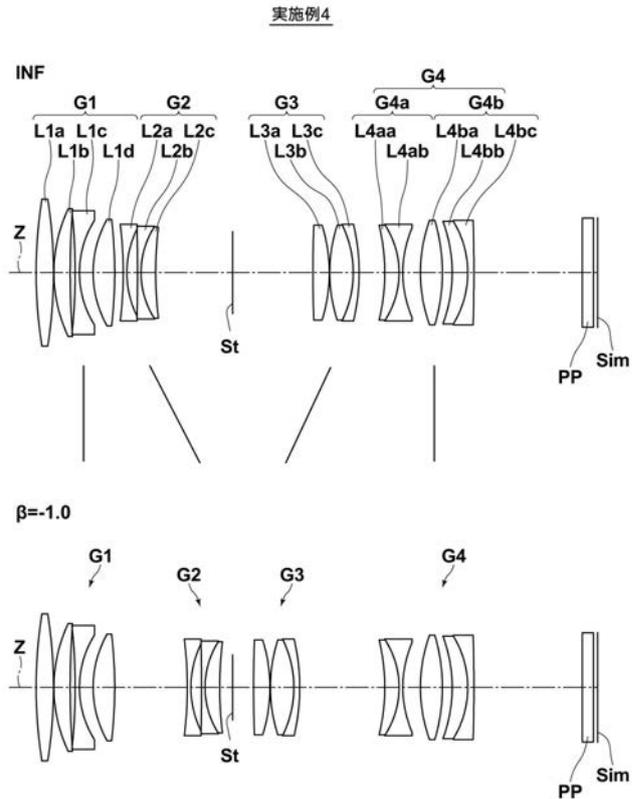
【 図 2 】



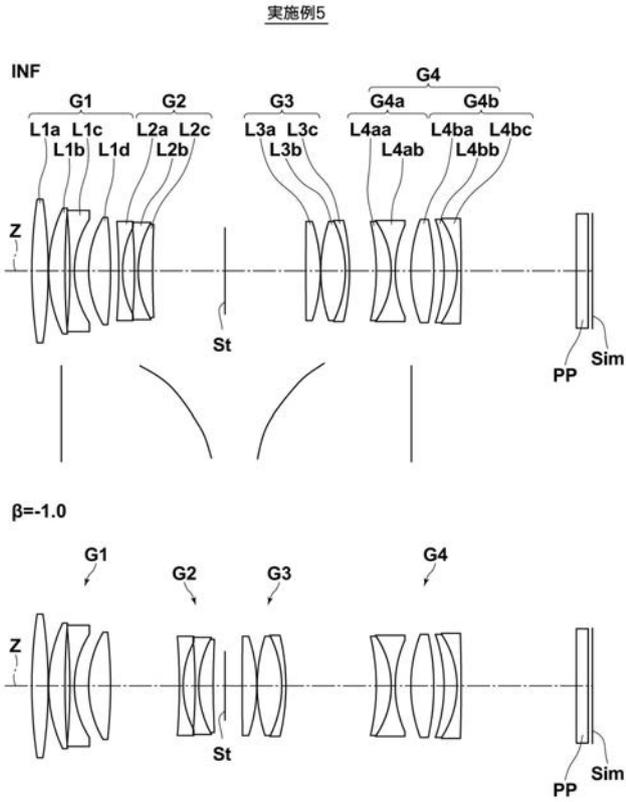
【 図 3 】



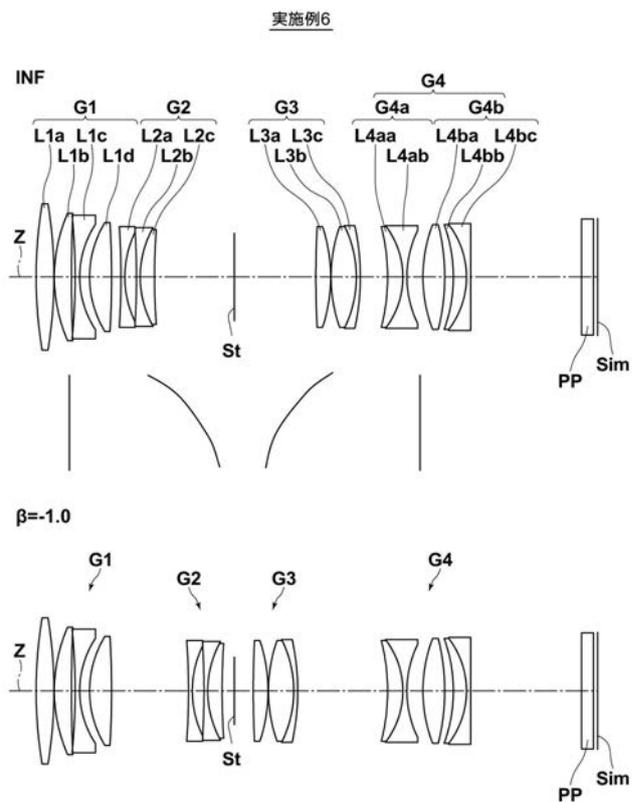
【 図 4 】



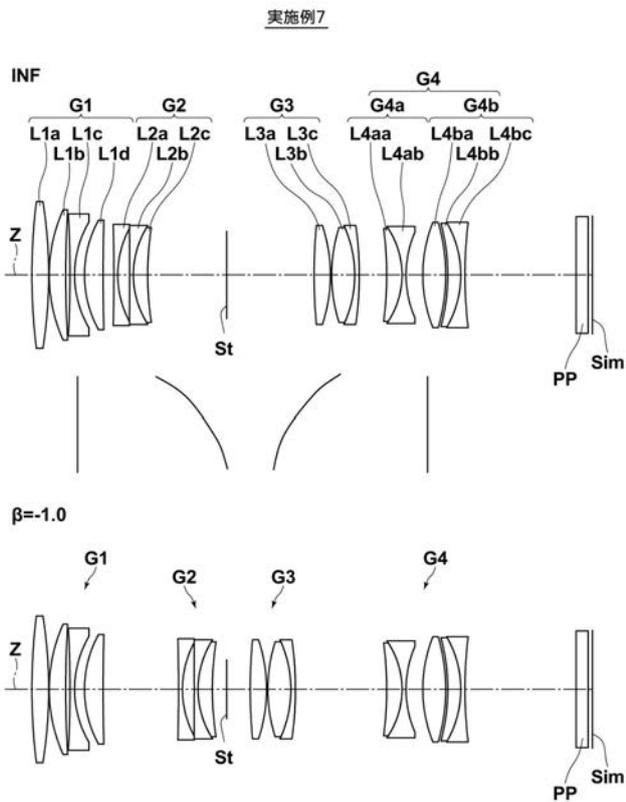
【 図 5 】



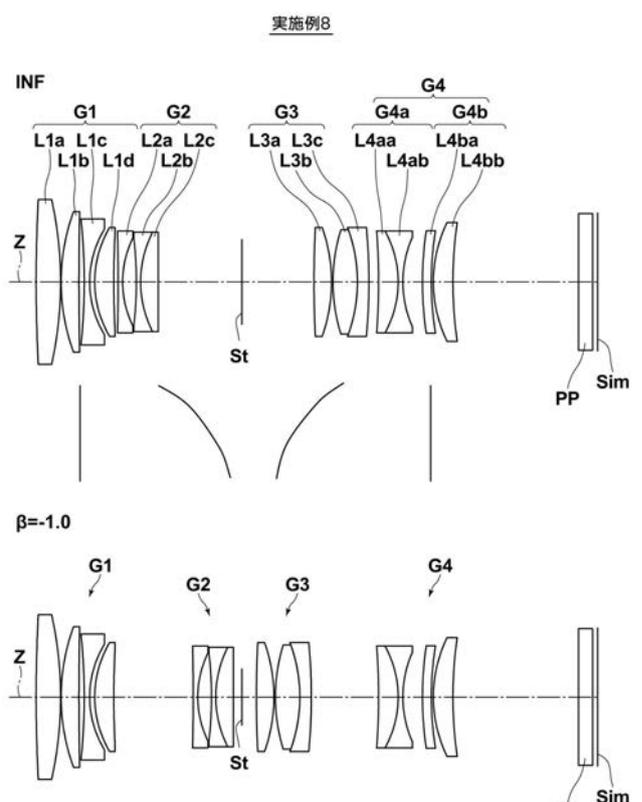
【 図 6 】



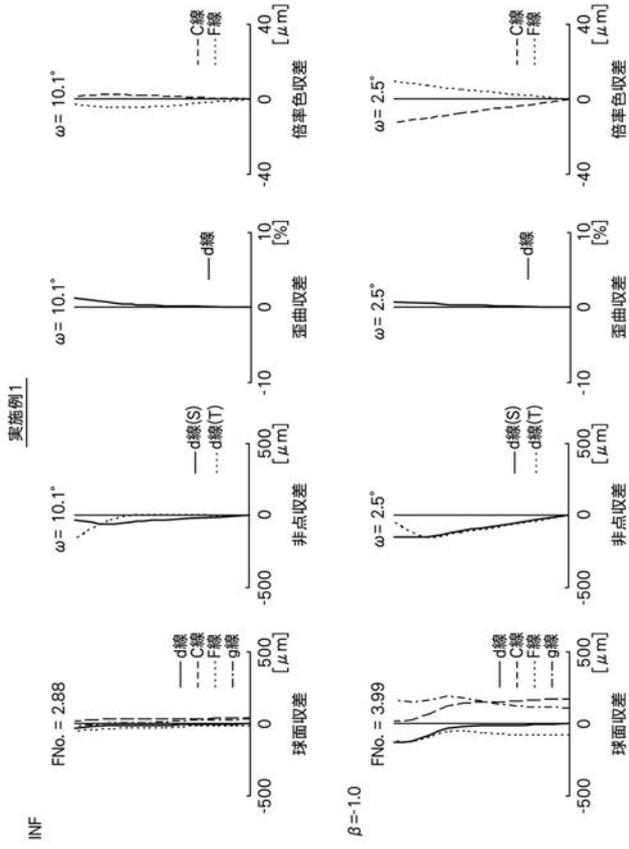
【 図 7 】



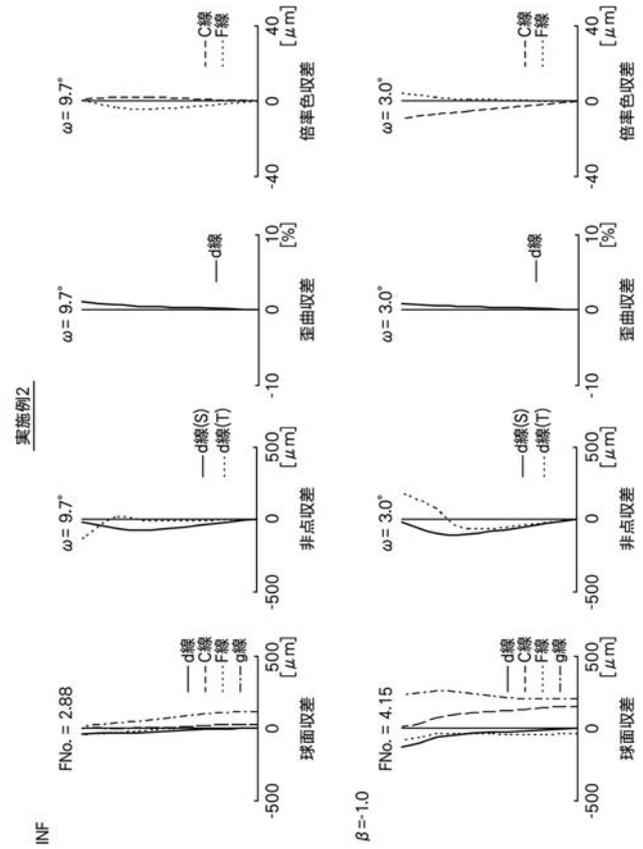
【 図 8 】



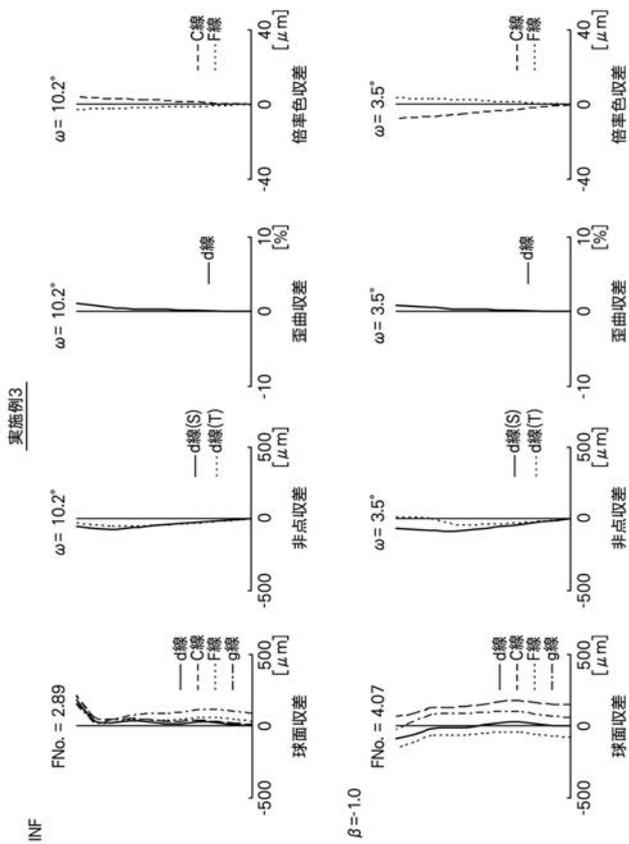
【 図 9 】



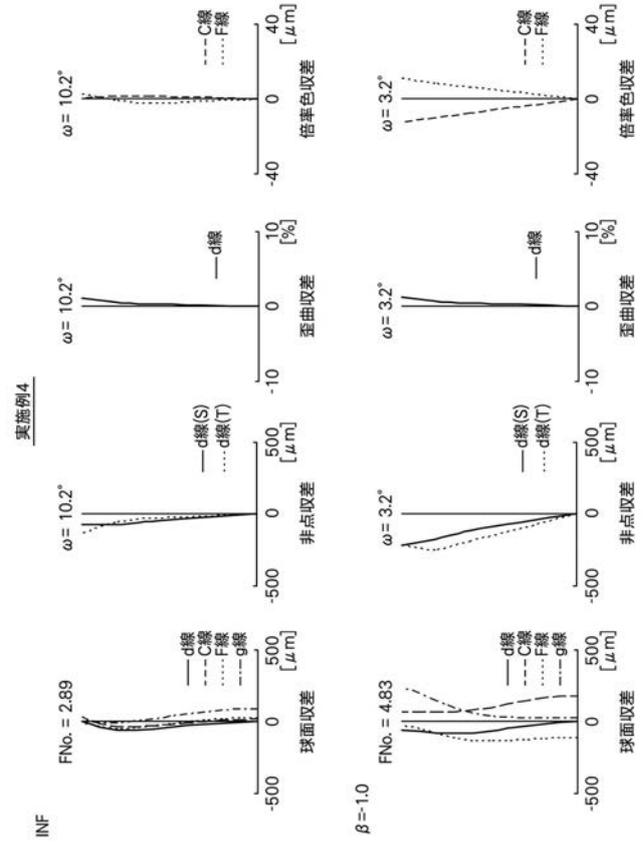
【 図 10 】



【 図 11 】



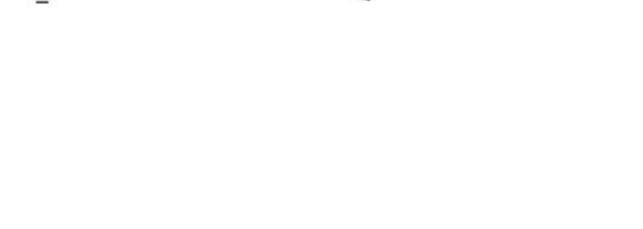
【 図 12 】



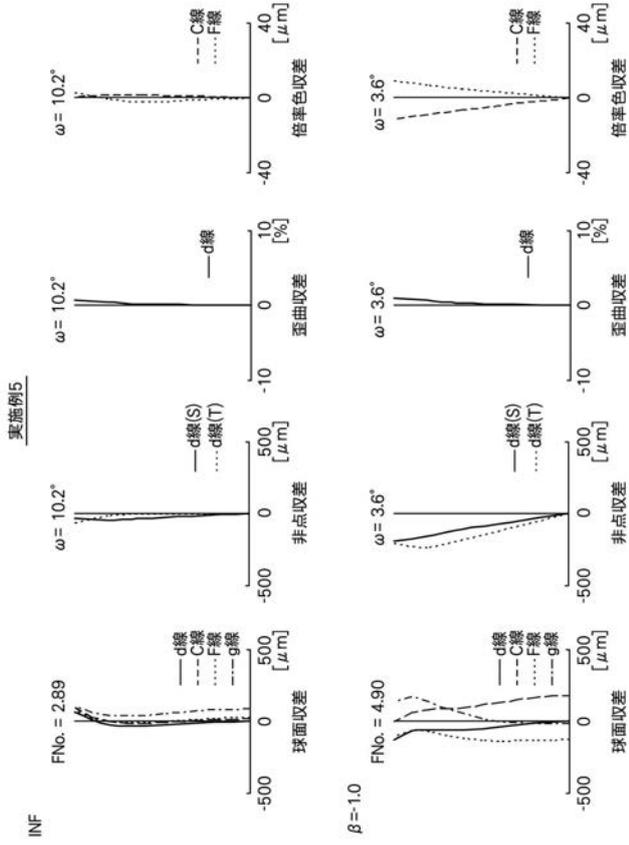
【 図 13 】



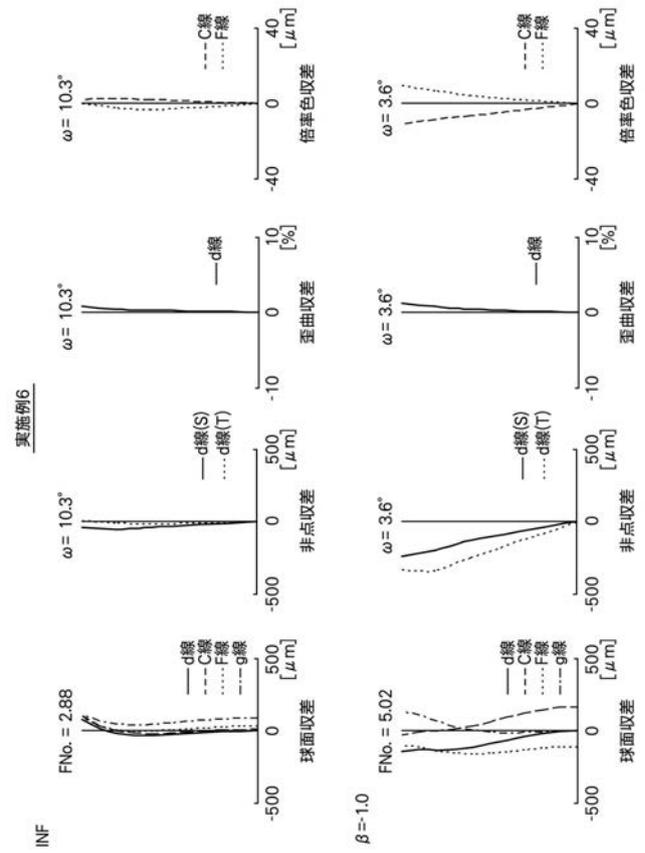
【 図 14 】



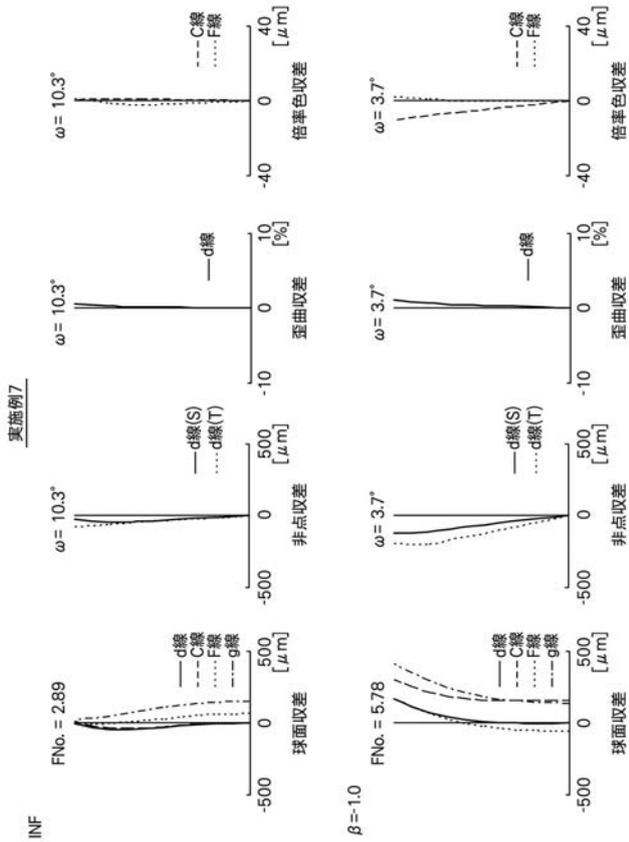
【 図 1 3 】



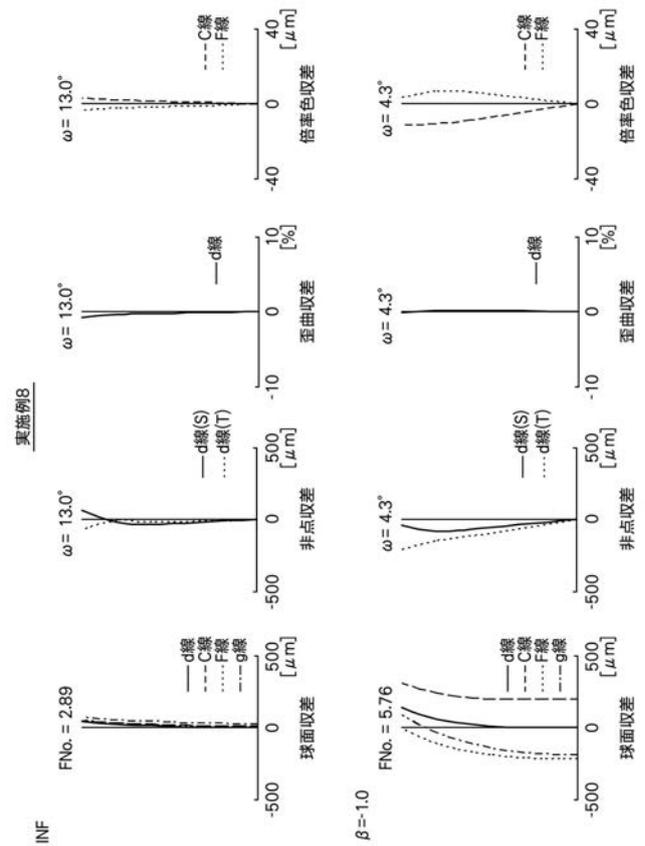
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



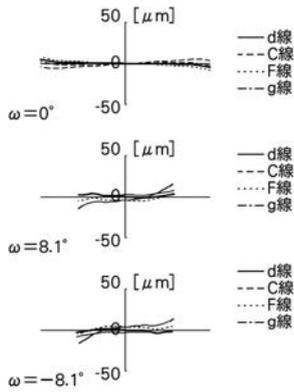
【 図 1 6 】



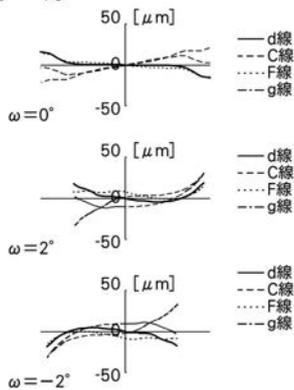
【 図 1 7 】

実施例1

INF



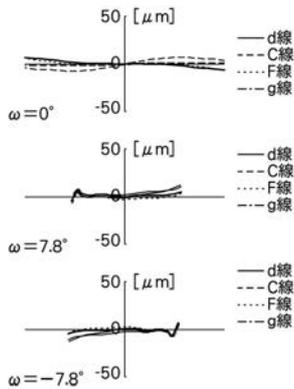
$\beta = -1.0$



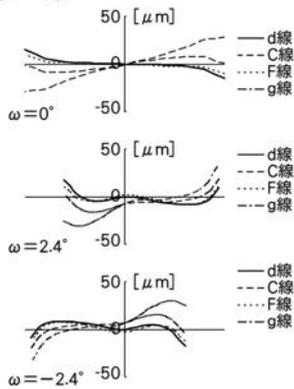
【 図 1 9 】

実施例2

INF



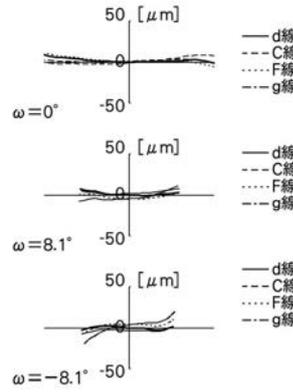
$\beta = -1.0$



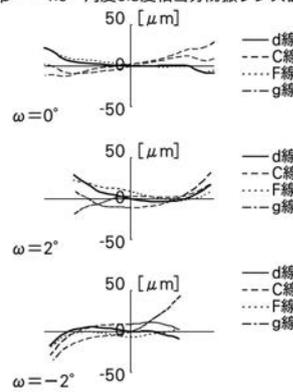
【 図 1 8 】

実施例1

*INF 角度0.3度相当分防振レンズ群移動時



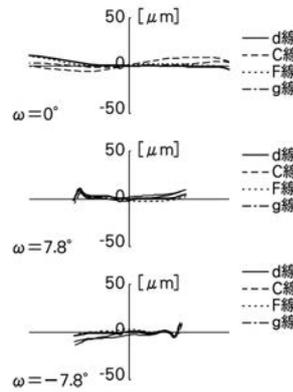
$\beta = -1.0$ 角度0.3度相当分防振レンズ群移動時



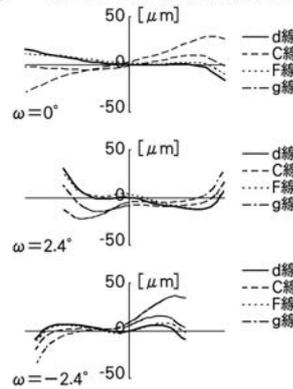
【 図 2 0 】

実施例2

*INF 角度0.3度相当分防振レンズ群移動時



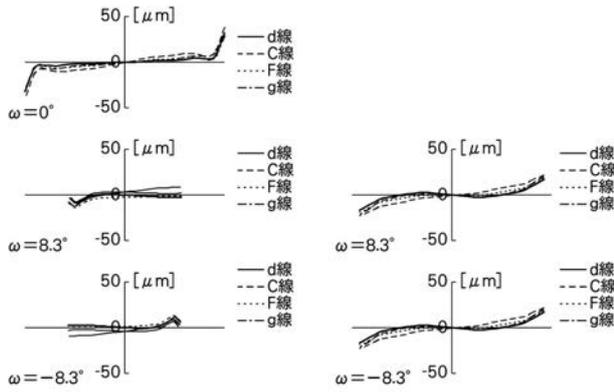
$\beta = -1.0$ 角度0.3度相当分防振レンズ群移動時



【 図 2 1 】

実施例3

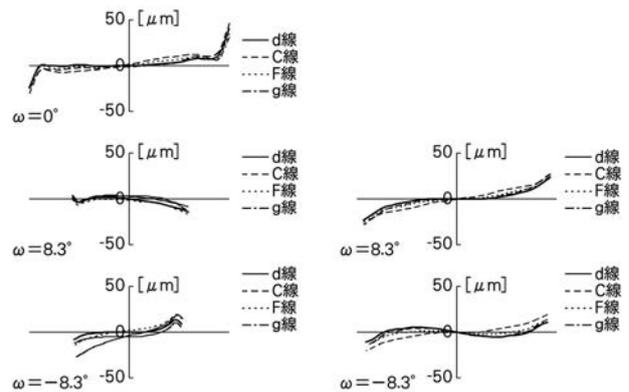
INF



【 図 2 2 】

実施例3

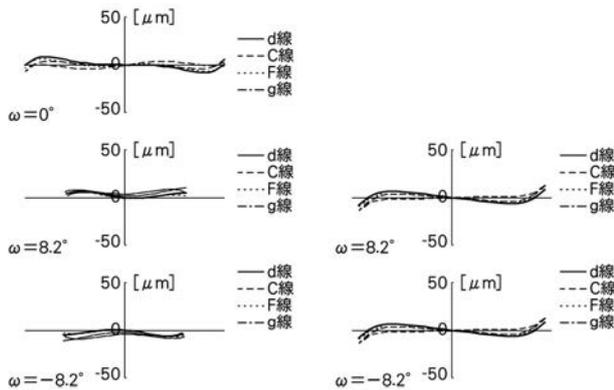
*INF 角度0.3度相当分防振レンズ群移動時



【 図 2 3 】

実施例4

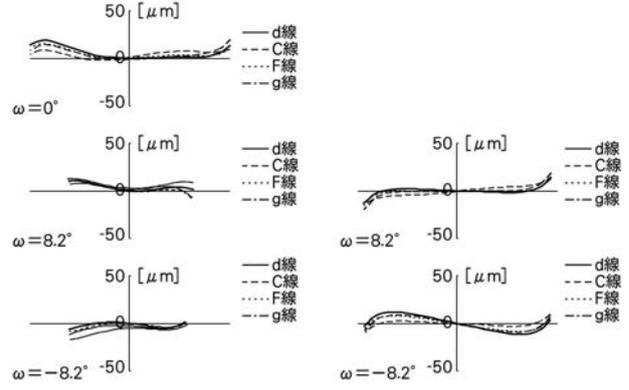
INF



【 図 2 4 】

実施例4

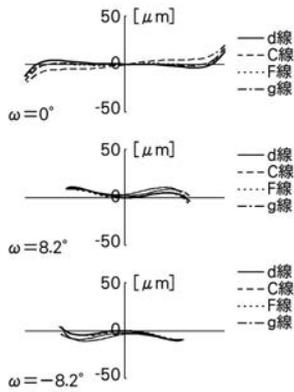
*INF 角度0.3度相当分防振レンズ群移動時



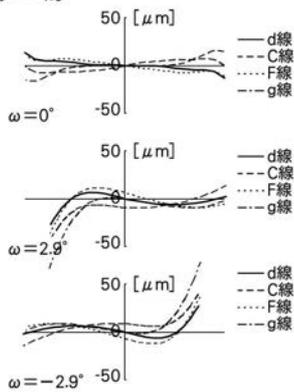
【 図 2 5 】

実施例5

INF



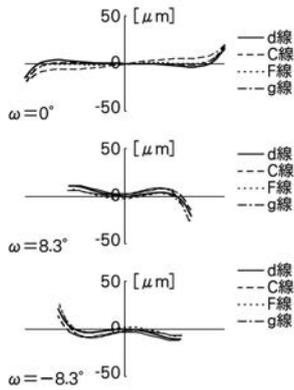
$\beta = -1.0$



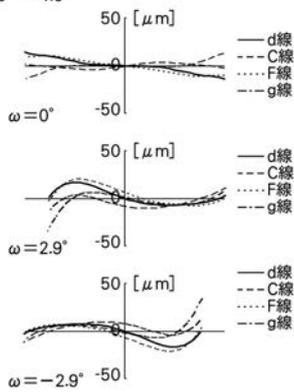
【 図 2 7 】

実施例6

INF



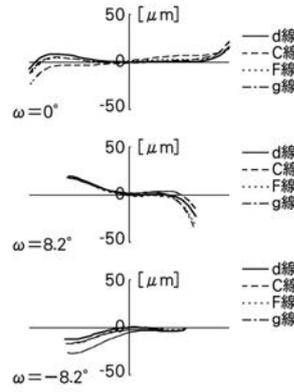
$\beta = -1.0$



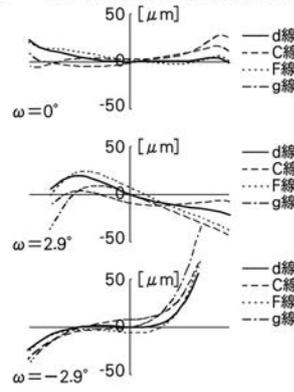
【 図 2 6 】

実施例5

*INF 角度0.3度相当分防振レンズ群移動時



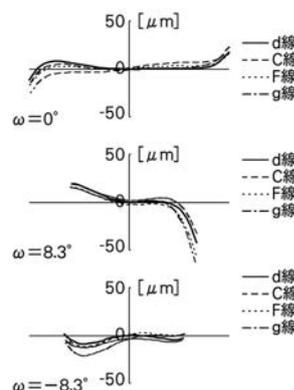
$\beta = -1.0$ 角度0.3度相当分防振レンズ群移動時



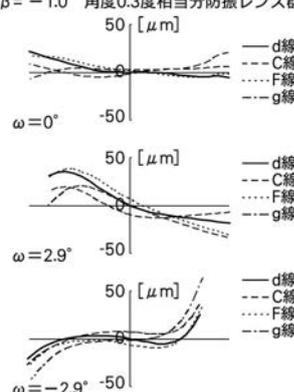
【 図 2 8 】

実施例6

*INF 角度0.3度相当分防振レンズ群移動時



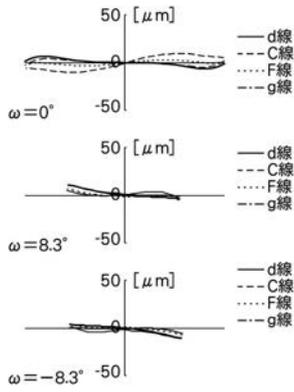
$\beta = -1.0$ 角度0.3度相当分防振レンズ群移動時



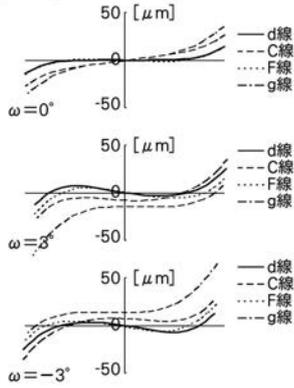
【 図 2 9 】

実施例7

INF



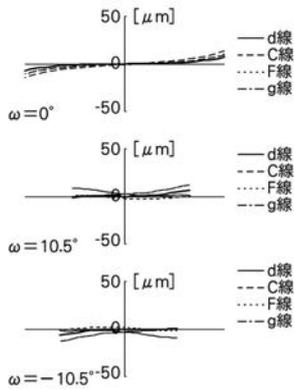
$\beta = -1.0$



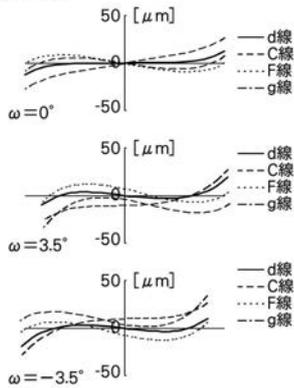
【 図 3 1 】

実施例8

INF



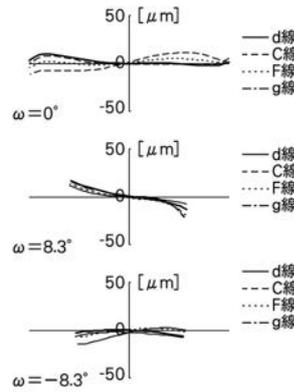
$\beta = -1.0$



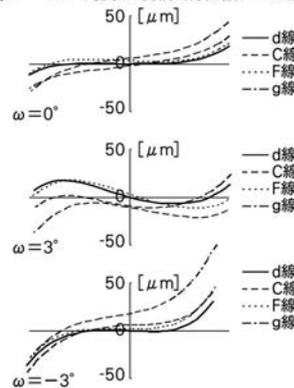
【 図 3 0 】

実施例7

*INF 角度0.3度相当分防振レンズ群移動時



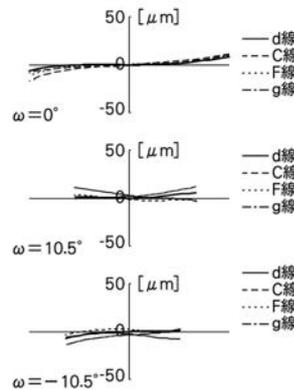
$\beta = -1.0$ 角度0.3度相当分防振レンズ群移動時



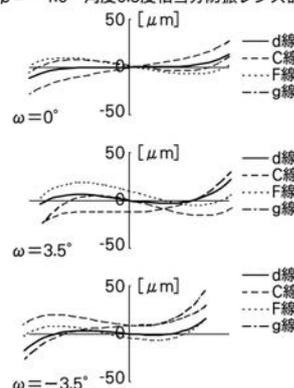
【 図 3 2 】

実施例8

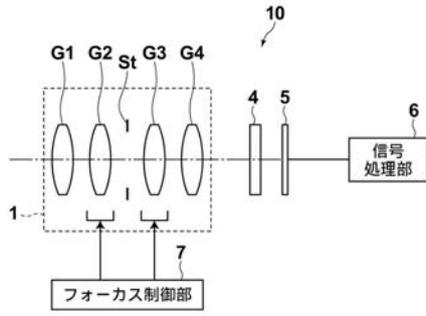
*INF 角度0.3度相当分防振レンズ群移動時



$\beta = -1.0$ 角度0.3度相当分防振レンズ群移動時



【 図 3 3 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA01 LA01 MA01 MA07 MA09 NA07 NA14 PA11 PA12 PA16
PB14 PB15 PB16 QA02 QA06 QA07 QA14 QA21 QA26 QA32
QA37 QA39 QA41 QA42 QA45 QA46 RA05 RA12 RA13 RA32
RA42 RA43
2K005 AA03 BA52 CA23