

(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2014-38255

(P2014-38255A)

(43) 公開日 平成26年2月27日(2014.2.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G02B 13/02 (2006.01)</b>	G02B 13/02	2H087
<b>G03B 5/00 (2006.01)</b>	G03B 5/00 J	2K005

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 47 頁)

(21) 出願番号	特願2012-181259 (P2012-181259)	(71) 出願人	000131326
(22) 出願日	平成24年8月18日 (2012.8.18)		株式会社シグマ
			神奈川県川崎市麻生区栗木2丁目4番16号
		(72) 発明者	小豆澤 政史
			神奈川県川崎市麻生区栗木2丁目4番16号 株式会社シグマ内
		(72) 発明者	石井 正俊
			神奈川県川崎市麻生区栗木2丁目4番16号 株式会社シグマ内
		F ターム (参考)	2H087 KA01 LA02 MA07 NA07 NA14 PA10 PA16 PA20 PB13 PB14 QA02 QA06 QA07 QA14 QA21 QA26 QA37 QA39 QA41 QA45 QA46 RA32 UA04 UA06 2K005 AA05 CA23

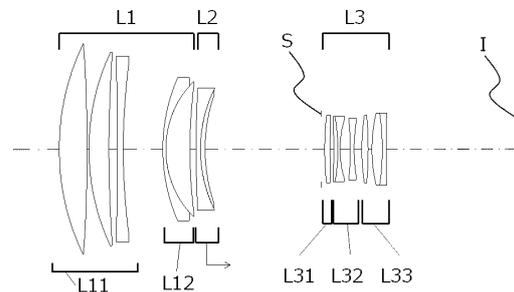
(54) 【発明の名称】 結像光学系

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 良好な防振機能を有し、諸収差を良好に補正した、小型かつ軽量の、高い光学性能を有する結像光学系を提供する。

【解決手段】 物体側から順に、正の屈折力を持つ第1レンズ群L1と、負の屈折力を持つ第2レンズ群L2と、正の屈折力を持つ第3レンズ群L3とからなり、第1レンズ群は、第11レンズ群L11と第12レンズ群L12とを有し、第11レンズ群は、物体側に凸面を向けた正レンズと、物体側に凸面を向けた正レンズと、両凹レンズから構成され、第12レンズ群は、物体側に凸面を向けた凹レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズであり、第2レンズ群はフォーカシング時に光軸方向に移動し、第3レンズ群は、正の屈折力を持つ第31レンズ群L31と、負の屈折力を持つ第32レンズ群L32と、正の屈折力を持つ第33レンズ群L33とを有し、第32レンズ群は防振時に光軸と垂直な方向に移動し、所定の条件式を満足する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体側から像面側へ順に、正の屈折力を持つ第 1 レンズ群 L 1 と、負の屈折力を持つ第 2 レンズ群 L 2 と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群 L 3 とからなり、

前記第 1 レンズ群 L 1 は、第 1 1 レンズ群 L 1 1 と第 1 2 レンズ群 L 1 2 とを有し、

前記第 1 1 レンズ群 L 1 1 は、物体側に凸面を向けた正レンズと、物体側に凸面を向けた正レンズと、両凹レンズから構成され、

前記第 1 2 レンズ群 L 1 2 は、物体側に凸面を向けた凹レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズであり、

前記第 2 レンズ群 L 2 はフォーカシング時に光軸方向に移動し、

前記第 3 レンズ群 L 3 は、正の屈折力を持つ第 3 1 レンズ群 L 3 1 と、負の屈折力を持つ第 3 2 レンズ群 L 3 2 と、正の屈折力を持つ第 3 3 レンズ群 L 3 3 とを有し、前記第 3 2

レンズ群 L 3 2 は防振時に光軸と垂直な方向に移動し、以下に示す条件式 ( 1 ) 乃至 ( 6 ) を満足することを特徴とする結像光学系。

$$(1) \quad 0.45 < f_{11} / f < 0.60$$

$$(2) \quad 0.35 < |f_{12}| / f < 0.65$$

$$(3) \quad 0.60 < f_{31} / f < 3.00$$

$$(4) \quad 0.50 < f_{32} / f < 1.50$$

$$(5) \quad 0.15 < |f_{33}| / f < 0.20$$

$$(6) \quad 0.15 < f_{33} / f < 0.30$$

$f_i$  : 第  $i$  レンズ群の焦点距離

$f$  : 結像光学系全体の焦点距離

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の結像光学系であって、さらに以下に示す条件式 ( 7 ) 乃至 ( 9 ) を満足することを特徴とする結像光学系。

$$(7) \quad -0.90 < SF_1 < -0.64$$

$$(8) \quad -1.80 < SF_2 < -0.53$$

$$(9) \quad -0.10 < SF_3 < 0.80$$

$SF_1$  : 第 1 1 レンズ群 L 1 1 の最も物体側のレンズである第 1 レンズ G 1 の形状因子

$SF_2$  : 第 1 1 レンズ群 L 1 1 の物体側から 2 番目のレンズである第 2 レンズ G 2 の形状因子

$SF_3$  : 第 1 1 レンズ群 L 1 1 の物体側から 3 番目のレンズである第 3 レンズ G 3 の形状因子

$SF_n$  : 物体側から  $n$  番目のレンズの物体側の曲率半径を  $R_{1n}$ 、像面側の曲率半径を  $R_{2n}$  としたとき

$$SF_n = (R_{1n} + R_{2n}) / (R_{1n} - R_{2n})$$

であらわされる形状因子

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の結像光学系であって、さらに以下に示す条件式 ( 10 ) 及び ( 11 ) を満足することを特徴とする結像光学系。

$$(10) \quad 3.10 < SF_4 < 4.50$$

$$(11) \quad -1.80 < SF_5 < -1.35$$

$SF_4$  : 第 1 2 レンズ群 L 1 2 の最も物体側のレンズである第 4 レンズ G 4 の形状因子

$SF_5$  : 第 1 2 レンズ群 L 1 2 の物体側から 2 番目のレンズである第 5 レンズ G 5 の形状因子

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、スチルカメラ、ビデオカメラ等の撮像装置に用いる撮影レンズに好適な結像光学系に関し、特にレンズの望遠比を小さく保ちながら、製造敏感度が弱く、また、光学

10

20

30

40

50

系の振動を補正して撮影画像に生じるブレを抑制する機能、所謂防振機能を有しながら、高い光学性能を両立した結像光学系に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、長焦点距離の結像光学系として、物体側から像面側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群L1と、負の屈折率の第2レンズ群L2、正の屈折率の第3レンズ群L3を有する望遠タイプの結像光学系が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平6-201988号公報

【特許文献2】特許第3486541号公報

【特許文献3】特許第3745104号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1で開示されている結像光学系は、防振機能を有しながら諸収差が良好に補正されている。しかしながら、重量が大きく外径も大きい正の屈折力の第3群で防振を行っているため、防振機構が大型化し、製品外径を小さくすることができない。

【0005】

また、特許文献2及び3で開示されている結像光学系は、防振機能を有しながら諸収差を良好に補正し、さらに第3群を3つに分割することで防振時に光軸方向と垂直な方向に動く一部レンズ群(以下、防振群)の小型化を図っている。しかしながら、防振時の偏心によるコマ収差および非点収差の変動が発生するなど、望遠比が大きいにも関わらず防振時の性能が低下している。

【0006】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、レンズの望遠比を小さく保ちながら、製造敏感度が弱く、良好な防振機能を有し、諸収差を良好に補正した、小型かつ軽量の、高い光学性能を有する結像光学系を提供する事を目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

先述した課題を解決するための手段である第1の発明は、物体側から像面側へ順に、正の屈折力を持つ第1レンズ群L1と、負の屈折力を持つ第2レンズ群L2と、正の屈折力を持つ第3レンズ群L3とからなり、前記第1レンズ群L1は、第11レンズ群L11と第12レンズ群L12とを有し、前記第11レンズ群L11は、物体側に凸面を向けた正レンズと、物体側に凸面を向けた正レンズと、両凹レンズから構成され、前記第12レンズ群L12は、物体側に凸面を向けた凹レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズであり、前記第2レンズ群L2はフォーカシング時に光軸方向に移動し、前記第3レンズ群L3は、正の屈折力を持つ第31レンズ群L31と、負の屈折力を持つ第32レンズ群L32と、正の屈折力を持つ第33レンズ群L33とを有し、前記第32レンズ群L32は防振時に光軸と垂直な方向に移動し、以下に示す条件式(1)乃至(6)を満足することを特徴とする結像光学系。

$$(1) \quad 0.45 < f_1 / f < 0.60$$

$$(2) \quad 0.35 < |f_2| / f < 0.65$$

$$(3) \quad 0.60 < f_3 / f < 3.00$$

$$(4) \quad 0.50 < f_{31} / f < 1.50$$

$$(5) \quad 0.15 < |f_{32}| / f < 0.20$$

$$(6) \quad 0.15 < f_{33} / f < 0.30$$

$f_i$  : 第*i*レンズ群の焦点距離

$f$  : 結像光学系全体の焦点距離

10

20

30

40

50

## 【0008】

また、第2の発明は、前記第1の発明であって、さらに以下に示す条件式(7)乃至(9)を満足することを特徴とする結像光学系。

$$(7) \quad -0.90 < SF1 < -0.64$$

$$(8) \quad -1.80 < SF2 < -0.53$$

$$(9) \quad -0.10 < SF3 < 0.80$$

SF1：第11レンズ群L11の最も物体側のレンズである第1レンズG1の形状因子

SF2：第11レンズ群L11の物体側から2番目のレンズである第2レンズG2の形状因子

SF3：第11レンズ群L11の物体側から3番目のレンズである第3レンズG3の形状因子 10

SFn：物体側からn番目のレンズの物体側の曲率半径をR1n、像面側の曲率半径をR2nとしたとき

$$SF_n = (R_{1n} + R_{2n}) / (R_{1n} - R_{2n})$$

であらわされる形状因子

## 【0009】

また、第3の発明は、前記第1または第2の発明であって、さらに以下に示す条件式(10)及び(11)を満足することを特徴とする結像光学系。

$$(10) \quad 3.10 < SF4 < 4.50$$

$$(11) \quad -1.80 < SF5 < -1.35$$

20

SF4：第12レンズ群L12の最も物体側のレンズである第4レンズG4の形状因子

SF5：第12レンズ群L12の物体側から2番目のレンズである第5レンズG5の形状因子

## 【発明の効果】

## 【0010】

本発明によれば、レンズの望遠比を小さく保ちながら、製造敏感度が弱く、良好な防振機能を有し、諸収差を良好に補正した、小型かつ軽量の、高い光学性能を有する結像光学系を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0011】

30

【図1】本発明の実施例1のレンズ構成図である。

【図2】本発明の実施例1の物体距離無限遠における縦収差図である。

【図3】(a)は本発明の実施例1の物体距離無限遠における横収差図であり、(b)は本発明の実施例1の物体距離無限遠におけるd線に対するg線とc線の倍率色収差図である。

【図4】本発明の実施例1の物体距離無限遠における0.3°手振れ補正時の横収差である。

【図5】本発明の実施例1の物体距離12000mmにおける縦収差図である。

【図6】(a)は本発明の実施例1の物体距離12000mmにおける横収差図であり、(b)は本発明の実施例1の物体距離12000mmにおけるd線に対するg線とc線の倍率色収差図である。 40

【図7】本発明の実施例1の物体距離12000mmにおける0.3°手振れ補正時の横収差である。

【図8】本発明の実施例2のレンズ構成図である。

【図9】本発明の実施例2の物体距離無限遠における縦収差図である。

【図10】(a)は本発明の実施例2の物体距離無限遠における横収差図であり、(b)は本発明の実施例2の物体距離無限遠におけるd線に対するg線とc線の倍率色収差図である。

【図11】本発明の実施例2の物体距離無限遠における0.3°手振れ補正時の横収差である。

50

【図12】本発明の実施例2の物体距離12000mmにおける縦収差図である。

【図13】(a)は本発明の実施例2の物体距離12000mmにおける横収差図であり、(b)は本発明の実施例2の物体距離12000mmにおけるd線に対するg線とC線の倍率色収差図である。

【図14】本発明の実施例2の物体距離12000mmにおける0.3°手振れ補正時の横収差である。

【図15】本発明の実施例3のレンズ構成図である。

【図16】本発明の実施例3の物体距離無限遠における縦収差図である。

【図17】(a)は本発明の実施例3の物体距離無限遠における横収差図であり、(b)は本発明の実施例3の物体距離無限遠におけるd線に対するg線とC線の倍率色収差図である。

10

【図18】本発明の実施例3の物体距離無限遠における0.3°手振れ補正時の横収差である。

【図19】本発明の実施例3の物体距離12000mmにおける縦収差図である。

【図20】(a)は本発明の実施例3の物体距離12000mmにおける横収差図であり、(b)は本発明の実施例3の物体距離12000mmにおけるd線に対するg線とC線の倍率色収差図である。

【図21】本発明の実施例3の物体距離12000mmにおける0.3°手振れ補正時の横収差である。

【図22】本発明の実施例4のレンズ構成図である。

20

【図23】本発明の実施例4の物体距離無限遠における縦収差図である。

【図24】(a)は本発明の実施例4の物体距離無限遠における横収差図であり、(b)は本発明の実施例4の物体距離無限遠におけるd線に対するg線とC線の倍率色収差図である。

【図25】本発明の実施例4の物体距離無限遠における0.3°手振れ補正時の横収差である。

【図26】本発明の実施例4の物体距離12000mmにおける縦収差図である。

【図27】(a)は本発明の実施例4の物体距離12000mmにおける横収差図であり、(b)は本発明の実施例4の物体距離12000mmにおけるd線に対するg線とC線の倍率色収差図である。

30

【図28】本発明の実施例4の物体距離12000mmにおける0.3°手振れ補正時の横収差である。

【図29】本発明の実施例5のレンズ構成図である。

【図30】本発明の実施例5の物体距離無限遠における縦収差図である。

【図31】(a)は本発明の実施例5の物体距離無限遠における横収差図であり、(b)は本発明の実施例5の物体距離無限遠におけるd線に対するg線とC線の倍率色収差図である。

【図32】本発明の実施例5の物体距離無限遠における0.3°手振れ補正時の横収差である。

【図33】本発明の実施例5の物体距離12000mmにおける縦収差図である。

40

【図34】(a)は本発明の実施例5の物体距離12000mmにおける横収差図であり、(b)は本発明の実施例5の物体距離12000mmにおけるd線に対するg線とC線の倍率色収差図である。

【図35】本発明の実施例5の物体距離12000mmにおける0.3°手振れ補正時の横収差である。

【図36】本発明の実施例6のレンズ構成図である。

【図37】本発明の実施例6の物体距離無限遠における縦収差図である。

【図38】(a)は本発明の実施例6の物体距離無限遠における横収差図であり、(b)は本発明の実施例6の物体距離無限遠におけるd線に対するg線とC線の倍率色収差図である。

50

【図 39】本発明の実施例 6 の物体距離無限遠における  $0.3^\circ$  手振れ補正時の横収差である。

【図 40】本発明の実施例 6 の物体距離 12000 mm における縦収差図である。

【図 41】(a) は本発明の実施例 6 の物体距離 12000 mm における横収差図であり、(b) は本発明の実施例 6 の物体距離 12000 mm における d 線に対する g 線と C 線の倍率色収差図である。

【図 42】本発明の実施例 6 の物体距離 12000 mm における  $0.3^\circ$  手振れ補正時の横収差である。

【図 43】本発明の実施例 7 のレンズ構成図である。

【図 44】本発明の実施例 7 の物体距離無限遠における縦収差図である。 10

【図 45】(a) は本発明の実施例 7 の物体距離無限遠における横収差図であり、(b) は本発明の実施例 7 の物体距離無限遠における d 線に対する g 線と C 線の倍率色収差図である。

【図 46】本発明の実施例 7 の物体距離無限遠における  $0.3^\circ$  手振れ補正時の横収差である。

【図 47】本発明の実施例 7 の物体距離 12000 mm における縦収差図である。

【図 48】(a) は本発明の実施例 7 の物体距離 12000 mm における横収差図であり、(b) は本発明の実施例 7 の物体距離 12000 mm における d 線に対する g 線と C 線の倍率色収差図である。

【図 49】本発明の実施例 7 の物体距離 12000 mm における  $0.3^\circ$  手振れ補正時の横収差である。 20

【図 50】本発明の実施例 8 のレンズ構成図である。

【図 51】本発明の実施例 8 の物体距離無限遠における縦収差図である。

【図 52】(a) は本発明の実施例 8 の物体距離無限遠における横収差図であり、(b) は本発明の実施例 8 の物体距離無限遠における d 線に対する g 線と C 線の倍率色収差図である。

【図 53】本発明の実施例 8 の物体距離無限遠における  $0.3^\circ$  手振れ補正時の横収差である。

【図 54】本発明の実施例 8 の物体距離 12000 mm における縦収差図である。

【図 55】(a) は本発明の実施例 8 の物体距離 12000 mm における横収差図であり、(b) は本発明の実施例 8 の物体距離 12000 mm における d 線に対する g 線と C 線の倍率色収差図である。 30

【図 56】本発明の実施例 8 の物体距離 12000 mm における  $0.3^\circ$  手振れ補正時の横収差である。

【図 57】本発明の実施例 9 のレンズ構成図である。

【図 58】本発明の実施例 9 の物体距離無限遠における縦収差図である。

【図 59】(a) は本発明の実施例 9 の物体距離無限遠における横収差図であり、(b) は本発明の実施例 9 の物体距離無限遠における d 線に対する g 線と C 線の倍率色収差図である。

【図 60】本発明の実施例 9 の物体距離無限遠における  $0.3^\circ$  手振れ補正時の横収差である。 40

【図 61】本発明の実施例 9 の物体距離 12000 mm における縦収差図である。

【図 62】(a) は本発明の実施例 9 の物体距離 12000 mm における横収差図であり、(b) は本発明の実施例 9 の物体距離 12000 mm における d 線に対する g 線と C 線の倍率色収差図である。

【図 63】本発明の実施例 9 の物体距離 12000 mm における  $0.3^\circ$  手振れ補正時の横収差である。

【図 64】本発明の実施例 10 のレンズ構成図である。

【図 65】本発明の実施例 10 の物体距離無限遠における縦収差図である。

【図 66】(a) は本発明の実施例 10 の物体距離無限遠における横収差図であり、(b) 50

）は本発明の実施例 10 の物体距離無限遠における d 線に対する g 線と C 線の倍率色収差図である。

【図 67】本発明の実施例 10 の物体距離無限遠における 0.3° 手振れ補正時の横収差である。

【図 68】本発明の実施例 10 の物体距離 12000 mm における縦収差図である。

【図 69】(a) は本発明の実施例 10 の物体距離 12000 mm における横収差図であり、(b) は本発明の実施例 10 の物体距離 12000 mm における d 線に対する g 線と C 線の倍率色収差図である。

【図 70】本発明の実施例 10 の物体距離 12000 mm における 0.3° 手振れ補正時の横収差である。

【図 71】本発明の実施例 11 のレンズ構成図である。

【図 72】本発明の実施例 11 の物体距離無限遠における縦収差図である。

【図 73】(a) は本発明の実施例 11 の物体距離無限遠における横収差図であり、(b) は本発明の実施例 11 の物体距離無限遠における d 線に対する g 線と C 線の倍率色収差図である。

【図 74】本発明の実施例 11 の物体距離無限遠における 0.3° 手振れ補正時の横収差である。

【図 75】本発明の実施例 11 の物体距離 12000 mm における縦収差図である。

【図 76】(a) は本発明の実施例 11 の物体距離 12000 mm における横収差図であり、(b) は本発明の実施例 11 の物体距離 12000 mm における d 線に対する g 線と C 線の倍率色収差図である。

【図 77】本発明の実施例 11 の物体距離 12000 mm における 0.3° 手振れ補正時の横収差である。

【図 78】本発明の実施例 12 のレンズ構成図である。

【図 79】本発明の実施例 12 の物体距離無限遠における縦収差図である。

【図 80】(a) は本発明の実施例 12 の物体距離無限遠における横収差図であり、(b) は本発明の実施例 12 の物体距離無限遠における d 線に対する g 線と C 線の倍率色収差図である。

【図 81】本発明の実施例 12 の物体距離無限遠における 0.3° 手振れ補正時の横収差である。

【図 82】本発明の実施例 12 の物体距離 12000 mm における縦収差図である。

【図 83】(a) は本発明の実施例 12 の物体距離 12000 mm における横収差図であり、(b) は本発明の実施例 12 の物体距離 12000 mm における d 線に対する g 線と C 線の倍率色収差図である。

【図 84】本発明の実施例 12 の物体距離 12000 mm における 0.3° 手振れ補正時の横収差である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本実施形態に係る結像光学系は、物体側から像面側へ順に、正の屈折力を持つ第 1 レンズ群 L1 と、負の屈折力を持つ第 2 レンズ群 L2 と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群 L3 とからなり、前記第 1 レンズ群 L1 は、第 11 レンズ群 L11 と第 12 レンズ群 L12 とを有し、前記第 11 レンズ群 L11 は、物体側に凸面を向けた正レンズと、物体側に凸面を向けた正レンズと、両凹レンズから構成され、前記第 12 レンズ群 L12 は、物体側に凸面を向けた凹レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとの接合レンズであり、前記第 2 レンズ群 L2 はフォーカシングに際して光軸方向に移動し、前記第 3 レンズ群 L3 は、正の屈折力を持つ第 31 レンズ群 L31 と、負の屈折力を持つ第 32 レンズ群 L32 と、正の屈折力を持つ第 33 レンズ群 L33 とを有し、前記第 32 レンズ群 L32 は防振時に光軸と垂直な方向に移動する構成となっている。

【0013】

本実施形態に係る結像光学系では、第 1 レンズ群 L1 は全体として高い光線高を収斂さ

10

20

30

40

50

せ、第2レンズ群L2に入射する光線高を低くする役割を持つ。第1レンズ群L1は、正の屈折率を持ち、高い光線高を収斂させる作用を持つ第11レンズ群L11と、光線高を収斂させることで発生する球面収差、色収差を補正して、第1レンズ群L1全体として発生する収差を補正してフォーカスレンズ群である第2レンズ群L2に導く作用をもつ第12レンズ群L12に分かれている。第1レンズ群L1の正レンズは、2次スペクトルの発生を最小限に抑えるため、低分散のガラスを使用し、凹レンズでは正レンズで発生した色収差を補正するため比較的分散の大きい負レンズで構成されることで、第1レンズ群L1で発生する球面収差のみならず、色収差も良好に補正し第2レンズ群L2に光線を導くことが可能になる。

#### 【0014】

10

また本実施形態に係る結像光学系では、第2レンズ群L2は、フォーカシングに際して光軸に沿って移動し、諸収差を適切に補正しながら、適切な結像位置へ光線を導く役割を持つ。また、第2レンズ群L2はフォーカシングに要する移動量が小さく、軽量である。そのため、第2レンズ群L2を駆動するモーターの小型化が可能となり、撮影レンズの小型化を図ることができる。また、同じ性能のモーターであれば、より高速に第2レンズ群L2を駆動することができるため、高速なフォーカシングを実現することができる。

#### 【0015】

20

また本実施形態に係る結像光学系では、第3レンズ群L3は、第1レンズ群L1及び第2レンズ群L2の残存する収差を補正する役割と、光軸と垂直な方向にレンズを移動させて防振を行う役割とを持つ。しかしながら、第3レンズ群L3全体を移動すると、移動するレンズの重量が大きいため、防振のために第3レンズ群L3を移動するモーターが大型化する。よって、第3レンズ群L3を3つに分けそれぞれに役割を与えた。第31レンズ群L31は、第1レンズ群L1、第2レンズ群L2で発生した諸収差を補正すると共に、第2レンズ群L2を通過した光をさらに収斂させ、第32レンズ群L32へ入射する光線高を低くして、防振ユニットを小さく、軽量にする役割を持つ、また、第32レンズ群L32は、防振時に光軸と垂直な方向に移動させて補正を行う役割を持つ。さらに、第33レンズ群L33は、第32レンズ群L32の偏心移動量を少なく保ちつつ、像面位置での変位量を満足させる役割を持つ。また、本実施形態に係る結像光学系では、各レンズ群の屈折力配置を最適化する事で、小型化と諸収差を抑えた高性能化を達成している。

#### 【0016】

30

また、各実施例の結像光学系は、以下の条件式(1)~(6)を満足する特徴を有している。

$$(1) \quad 0.45 < f_1 / f < 0.60$$

$$(2) \quad 0.35 < |f_2| / f < 0.65$$

$$(3) \quad 0.60 < f_3 / f < 3.00$$

$$(4) \quad 0.50 < f_{31} / f < 1.50$$

$$(5) \quad 0.15 < |f_{32}| / f < 0.20$$

$$(6) \quad 0.15 < f_{33} / f < 0.30$$

$f_i$  : 第*i*レンズ群の焦点距離

$f$  : 結像光学系全体の焦点距離

40

#### 【0017】

条件式(1)~(3)は、本発明に係る結像光学系が小型化と高性能化を両立するために、各レンズ群の焦点距離を規定したものである。

#### 【0018】

条件式(1)の上限値を上回ると、第1レンズ群L1の焦点距離が長くなり、正の屈折力が弱くなる。そのため、第1レンズ群L1で生じる諸収差、特に球面収差の補正には適している。しかしながら、テレフォトタイプの作用が弱くなり、結像光学系の全長が伸びるだけでなく、第2レンズ群L2に入射する光線高を十分に低くすることができず、さらにレンズ重量も増すため、結像光学系の小型化が困難になる。よって、本発明の効果をより確実に得るために、条件式(1)の上限値は0.60とするのが好ましい。

50

## 【0019】

条件式(1)の下限値を下回ると、第1レンズ群L1の焦点距離が短くなり、正の屈折力が強くなる。そのため、結像光学系の小型化には有利になるが、第1レンズ群L1で発生する諸収差、特に無限遠合焦時の高次の球面収差が増大し、これを良好に補正することが困難になる。よって、本発明の効果をより確実に得るために、条件式(1)の下限値は0.45とするのが好ましい。

## 【0020】

条件式(2)の上限値を上回ると、第2レンズ群L2の焦点距離が長くなるためフォーカシングに伴う第2レンズ群L2の移動量が増加する。よって、結像光学系内に広いスペースを確保しなければならず、結像光学系の小型化に障害となる。よって、本発明の効果をより確実に得るために、条件式(2)の上限値は0.65とするのが好ましい。

10

## 【0021】

条件式(2)の下限値を下回ると、第2レンズ群L2の焦点距離が短くなり、フォーカシングに伴う第2レンズ群L2の移動量が減少する。これは、結像光学系の小型化には有効であるものの、フォーカシングに伴うコマ収差の変動が増大し、これを良好に補正することが困難になる。よって、本発明の効果をより確実に得るために、条件式(2)の下限値は0.35とするのが好ましい。

## 【0022】

条件式(3)の上限値を上回ると、第3レンズ群L3の焦点距離が長くなる。これにより、バックフォーカスが長くなり過ぎるため、結像光学系の小型化には障害となる。よって、本発明の効果をより確実に得るために、条件式(3)の上限値3.00とするのが好ましい。

20

## 【0023】

条件式(3)の下限値を下回ると、第3レンズ群L3の焦点距離が短くなり、球面収差やコマフレアを補正するために、第3レンズ群L3の枚数が増え、結像光学系の小型化には障害となる。よって、本発明の効果をより確実に得るために、条件式(3)の下限値は0.60とするのが好ましい。

## 【0024】

条件式(4)~(6)は、防振時に第32レンズ群L32を光軸と垂直な方向に移動した際に、適切な像面移動量を得ながら、防振時でも良好な像面性能を得るために、第3レンズ群L3に含まれる各レンズ群の焦点距離を規定したものである。

30

## 【0025】

条件式(4)の上限値を上回ると、第31レンズ群L31の焦点距離が長くなるが、収差バランスを良好に維持するためには、特に第2レンズ群L2と第33レンズ群L33の焦点距離を変化させる必要がある。第2レンズ群L2の焦点距離が長くなると、第2レンズ群L2自体の収差が小さくなる。しかしながら、第33群の焦点距離を小さくしなければならず、第33レンズ群L33自体のコマ収差、非点収差、及び色収差が大きくなり、像高が高い部分の性能が低下する。よって、本発明の効果をより確実に得るために、条件式(4)の上限値は1.50とするのが好ましい。

## 【0026】

条件式(4)の下限値を下回ると、第31レンズ群L31の焦点距離が短くなるが、結像光学系の焦点距離を維持しながら収差バランスを良好に維持するためには、特に第2レンズ群L2と第32レンズ群L32の焦点距離を変える必要がある。第2レンズ群L2の焦点距離が大きくなると第2レンズ群L2自体の収差は小さくなるが、第32レンズ群L32の焦点距離を小さくしなければならず、第32レンズ群L32自体のコマ収差及び色収差が大きくなる。防振時には、第32レンズ群L32を光軸と垂直方向へ移動させる必要が生じ、プラス側象限へ移動させた際のプラス像高のメリジオナルの非点収差はプラス側に変位し、マイナス像高のメリジオナルの非点収差はマイナス側へ変位して非対称な非点収差が発生、及び第32レンズ群L32自体で発生しているコマ収差と色収差の悪化により、像高が高い領域での性能低下及び像高の中間領域での性能低下に繋がり、補正が困

40

50

難になる。よって、本発明の効果をより確実に得るために、条件式(4)の下限値は0.50とするのが好ましい。

【0027】

条件式(5)の上限値を上回ると、第32レンズ群L32の焦点距離が長くなり、防振群の単位移動量に対する像面移動量の比が小さくなり、防振移動量を大きくする必要が生じる。そのため、防振群を移動するためのモーターが大型化してしまうため、小型な結像光学系とするのに障害となる。よって、本発明の効果をより確実に得るために、条件式(5)の上限値0.20とするのが好ましい。

【0028】

条件式(5)の下限値を下回ると、第32レンズ群L32の焦点距離が短くなり、防振移動量を小さくすることができるが、第32レンズ群L32自体のコマ収差及び色収差が増大、ディストーションも大きく悪化し、これを良好に補正することが困難になる。よって、本発明の効果をより確実に得るために、条件式(5)の下限値は0.15とするのが好ましい。

【0029】

条件式(6)の上限値を上回ると、第33レンズ群L33の焦点距離が長くなり、防振時に、第32レンズ群L32を通過した光線が、防振を行うための十分な結像位置変位を得ることができないため、第32レンズ群L32の防振移動量が増大する。よって、本発明の効果をより確実に得るために、条件式(6)の上限値0.30とするのが好ましい。

【0030】

条件式(6)の下限値を下回ると、防振時には、第33レンズ群L33の焦点距離が短くなり、バックフォーカスを短くして、小型な全系にすることができるが、防振時に第32レンズ群L32を光軸と垂直方向へ移動させた際に、プラス側象限へ移動させた際のプラス像高のサジタルの非点収差がプラス側に変位し、像高が高い部分での性能低下に繋がりが、マイナス像高の中間領域ではコマ収差が悪化し、像高の中間領域での性能の低下に繋がりが補正が困難になる。よって、本発明の効果をより確実に得るために、条件式(6)の下限値は0.15とするのが好ましい。

【0031】

また、第2レンズ群L2は、物体側より順に、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを接合したレンズのみで構成される。このような構成により、フォーカスレンズ群の軽量化が可能となり、撮影レンズの小型軽量化や高速なフォーカシング動作が実現できる。

【0032】

また、各実施例の光学系は、さらに以下に示す条件式(7)乃至(9)を満足することを特徴とする。

$$(7) \quad -0.90 < SF1 < -0.64$$

$$(8) \quad -1.80 < SF2 < -0.53$$

$$(9) \quad -0.10 < SF3 < 0.80$$

SF1：第11レンズ群L11の最も物体側のレンズである第1レンズG1の形状因子

SF2：第11レンズ群L11の物体側から2番目のレンズである第2レンズG2の形状因子

SF3：第11レンズ群L11の物体側から3番目のレンズである第3レンズG3の形状因子

SFn：物体側からn番目のレンズの物体側の曲率半径をR1n、像面側の曲率半径をR2nとしたとき

$$SF_n = (R_{1n} + R_{2n}) / (R_{1n} - R_{2n})$$

であらわされる形状因子

【0033】

条件式(7)は、第1レンズ群L1を構成する第1レンズG1の形状を規定する。第1レンズG1は第11レンズ群L11の最も物体側のレンズである第1レンズG1の物体側

の面 R 1 1 の形状と像面側の面 R 2 1 の形状とを規定することで、このレンズで発生する球面収差の量を小さくし、また比較的屈折率の小さな低分散な硝材を選択することで軸上色収差の発生を最小限に抑えることが可能になる。

【 0 0 3 4 】

条件式 ( 7 ) の下限を下回ると、第 1 レンズ G 1 の正の屈折力の屈折力負担をより物体側の面 R 1 1 に求めることになる。その場合 R 1 1 面で発生する球面収差が増大し、性能低下に繋がる。また条件式 ( 7 ) の上限を上回ると反対に像面側の面 R 2 1 面における屈折力負担が大きくなり、同じく球面収差増大、性能低下に繋がる。よって、本発明の効果をより確実に得るために、第 1 レンズ G 1 を構成する正レンズには条件式 ( 7 ) の範囲の曲率半径を設定することが望ましい。

10

【 0 0 3 5 】

条件式 ( 8 ) は、第 1 レンズ群 L 1 を構成する第 2 レンズ G 2 の形状を規定する。第 2 レンズ G 2 の物体側の面 R 1 2 の形状と像面側の面 R 2 2 の形状とを規定することで、このレンズでの製造敏感度を小さくし、また、第 1 レンズ G 1 と同じく軸上色収差量の発生を最小に抑えることが可能になる。

【 0 0 3 6 】

条件式 ( 8 ) の下限を下回ると、正の屈折力を持つ第 3 レンズ G 3 のレンズ形状がきつい凸メニス形状になる。正の屈折力を持つ第 1 レンズ G 1 の収斂作用により、第 2 レンズ G 2 の光線高は低くなっているが、R 1 2 の曲率半径が小さくなることを示し、やはり球面収差の発生が増大する。また ( 8 ) の上限を上回ると、正レンズである第 2 レンズ G 2 がメニスカスレンズではなく、両凸レンズとなり、R 2 2 に入射する光線高が相対的に高くなる上に、R 2 2 に入射する入射角度が大きくなり、製造時の製造公差内ばらつきによる性能低下像面中心に影響する球面収差のみならず、像面周辺部に影響する非点収差、像面湾曲収差も発生し、像面全体で結像性能を低下させることになる。

20

【 0 0 3 7 】

条件式 ( 9 ) は、第 1 レンズ群 L 1 を構成する第 3 レンズ G 3 の形状を規定する。第 3 レンズ G 3 の物体側の面 R 1 3 の形状と像面側の面 R 2 3 の形状とを規定することで、負の屈折力を持つ両凹レンズである第 3 レンズ G 3 が第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2 で発生した軸上色収差を的確に補正することが可能になる。

【 0 0 3 8 】

条件式 ( 9 ) の下限を下回ると負の屈折力を持つ第 3 レンズ G 3 の物体側の面 R 1 3 の屈折力負担が大きくなりすぎて物体側の面 R 1 3 での 3 次収差係数が大きく発生し、より後方のレンズでの補正が困難になる。またこの面 R 1 3 の収差係数が大きいということは、製造敏感度が高いことを意味し、製造時の偏芯収差発生、性能低下に繋がりがやすい。また、条件式 ( 8 ) の上限を上回ると面 R 1 3 の曲率半径が大きくなることを意味し、第 1 レンズ G 1 及び第 2 レンズ G 2 の正レンズで発生した色収差を第 3 レンズ G 3 で補正することが困難になる。

30

【 0 0 3 9 】

また、各実施例の光学系は、さらに以下に示す条件式 ( 1 0 ) 及び ( 1 1 ) を満足することを特徴とする。

40

$$( 1 0 ) \quad 3 . 1 0 < S F 4 < 4 . 5 0$$

$$( 1 1 ) \quad - 1 . 8 0 < S F 5 < - 1 . 3 5$$

S F 4 : 第 1 2 レンズ群 L 1 2 の最も物体側のレンズである第 4 レンズ G 4 の形状因子

S F 5 : 第 1 2 レンズ群 L 1 2 の物体側から 2 番目のレンズである第 5 レンズ G 5 の形状因子

【 0 0 4 0 】

条件式 ( 1 0 ) 及び ( 1 1 ) は、第 1 2 レンズ群 L 1 2 を構成する負レンズ、及び正レンズの形状を規定する条件である。この第 1 2 レンズ群 L 1 2 は第 1 1 レンズ群 L 1 1 で発生した軸上色収差、球面収差を補正し、フォーカスレンズ群である第 2 レンズ群 L 2 に光線を導く役割を持っている。

50

## 【0041】

条件式(10)の上限、もしくは条件式(11)の下限を超えると、第12レンズ群L12で発生する球面収差量が少なくなり、第11レンズ群L11で発生した球面収差を十分にこの群で補正することができなくなる。逆に条件式(10)の下限、もしくは条件式(11)の上限を超えると、第12レンズ群L12の屈折力が弱くなるにもかかわらず、球面収差の発生が大きくなりすぎる。

## 【0042】

次に、本発明の結像光学系に係る実施例のレンズ構成について説明する。なお、以下の説明ではレンズ構成を物体側から像面側の順番で記載する。

## 【実施例1】

## 【0043】

図1は、本発明の実施例1の結像光学系のレンズ構成図である。第1レンズ群L1は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズ、及び負の屈折力を持つ両凹レンズからなる第11レンズ群L11と、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズである第12レンズ群L12とで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

## 【0044】

第2レンズ群L2は、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。

この第2レンズ群L2は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って像面側に移動する。

## 【0045】

第31レンズ群L31は、正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

## 【0046】

第32レンズ群L32は、正の屈折力を持つ像面側に凸を向けたレンズと負の屈折力を持つ両凹レンズとから成る接合レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。この第32レンズ群L32は、手振れ補正に際して光軸と垂直な方向に移動する。

## 【0047】

第33レンズ群L33は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ両凸レンズと負の屈折力を持つ両凹レンズとから成る接合レンズ、で構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

## 【実施例2】

## 【0048】

図6は、本発明の実施例2の結像光学系のレンズ構成図である。第1レンズ群L1は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズ、及び負の屈折力を持つ両凹レンズからなる第11レンズ群L11と、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズである第12レンズ群L12とで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

## 【0049】

第2レンズ群L2は、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。この第2レンズ群L2は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って像面側に移動する。

## 【0050】

第31レンズ群L31は、正の屈折力を持つ両凸レンズで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

## 【0051】

10

20

30

40

50

第32レンズ群L32は、正の屈折力を持つ像面側に凸を向けたレンズと負の屈折力を持つ両凹レンズとから成る接合レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。この第32レンズ群L32は、手振れ補正に際して光軸と垂直な方向に移動する。

【0052】

第33レンズ群L33は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ両凸レンズと負の屈折力を持つ両凹レンズとから成る接合レンズ、で構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

【実施例3】

【0053】

図6は、本発明の実施例3の結像光学系のレンズ構成図である。第1レンズ群L1は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズ、及び負の屈折力を持つ両凹レンズからなる第11レンズ群L11と、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズである第12レンズ群L12とで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

【0054】

第2レンズ群L2は、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。この第2レンズ群L2は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って像面側に移動する。

【0055】

第31レンズ群L31は、正の屈折力を持つ両凸レンズで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

【0056】

第32レンズ群L32は、正の屈折力を持つ像面側に凸を向けたレンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。

この第32レンズ群L32は、手振れ補正に際して光軸と垂直な方向に移動する。

【0057】

第33レンズ群L33は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ両凸レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、で構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

【実施例4】

【0058】

図6は、本発明の実施例4の結像光学系のレンズ構成図である。第1レンズ群L1は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズ、及び負の屈折力を持つ両凹レンズからなる第11レンズ群L11と、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズである第12レンズ群L12とで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

【0059】

第2レンズ群L2は、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。この第2レンズ群L2は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って像面側に移動する。

【0060】

第31レンズ群L31は、正の屈折力を持つ両凸レンズで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

【0061】

第32レンズ群L32は、正の屈折力を持つ像面側に凸を向けたレンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、で構成されており、全体として負の屈折

10

20

30

40

50

力を持っている。

この第3 2レンズ群L 3 2は、手振れ補正に際して光軸と垂直な方向に移動する。

【0062】

第3 3レンズ群L 3 3は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ両凸レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、で構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

【実施例5】

【0063】

図6は、本発明の実施例5の結像光学系のレンズ構成図である。第1レンズ群L 1は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズ、及び負の屈折力を持つ両凹レンズからなる第1 1レンズ群L 1 1と、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズである第1 2レンズ群L 1 2とで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

10

【0064】

第2レンズ群L 2は、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。この第2レンズ群L 2は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って像面側に移動する。

【0065】

第3 1レンズ群L 3 1は、正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

20

【0066】

第3 2レンズ群L 3 2は、正の屈折力を持つ像面側に凸を向けたレンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。

この第3 2レンズ群L 3 2は、手振れ補正に際して光軸と垂直な方向に移動する。

【0067】

第3 3レンズ群L 3 3は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ両凸レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、で構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

30

【実施例6】

【0068】

図6は、本発明の実施例6の結像光学系のレンズ構成図である。第1レンズ群L 1は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズ、及び負の屈折力を持つ両凹レンズからなる第1 1レンズ群L 1 1と、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズである第1 2レンズ群L 1 2とで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

【0069】

第2レンズ群L 2は、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。この第2レンズ群L 2は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って像面側に移動する。

40

【0070】

第3 1レンズ群L 3 1は、正の屈折力を持つ両凸レンズで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

【0071】

第3 2レンズ群L 3 2は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。

この第3 2レンズ群L 3 2は、手振れ補正に際して光軸と垂直な方向に移動する。

50

## 【 0 0 7 2 】

第 3 3 レンズ群 L 3 3 は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ両凸レンズ、負の屈折力を持つ像面側に凸を向けたレンズ、で構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

## 【 実施例 7 】

## 【 0 0 7 3 】

図 6 は、本発明の実施例 7 の結像光学系のレンズ構成図である。第 1 レンズ群 L 1 は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズ、及び負の屈折力を持つ両凹レンズからなる第 1 1 レンズ群 L 1 1 と、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズである第 1 2 レンズ群 L 1 2 とで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

10

## 【 0 0 7 4 】

第 2 レンズ群 L 2 は、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。この第 2 レンズ群 L 2 は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って像面側に移動する。

## 【 0 0 7 5 】

第 3 1 レンズ群 L 3 1 は、正の屈折力を持つ両凸レンズで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

## 【 0 0 7 6 】

第 3 2 レンズ群 L 3 2 は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。

20

この第 3 2 レンズ群 L 3 2 は、手振れ補正に際して光軸と垂直な方向に移動する。

## 【 0 0 7 7 】

第 3 3 レンズ群 L 3 3 は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ両凸レンズ、負の屈折力を持つ像面側に凸を向けたレンズ、で構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

## 【 実施例 8 】

## 【 0 0 7 8 】

図 6 は、本発明の実施例 8 の結像光学系のレンズ構成図である。第 1 レンズ群 L 1 は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズ、及び負の屈折力を持つ両凹レンズからなる第 1 1 レンズ群 L 1 1 と、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズである第 1 2 レンズ群 L 1 2 とで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

30

## 【 0 0 7 9 】

第 2 レンズ群 L 2 は、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。この第 2 レンズ群 L 2 は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って像面側に移動する。

40

## 【 0 0 8 0 】

第 3 1 レンズ群 L 3 1 は、正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

## 【 0 0 8 1 】

第 3 2 レンズ群 L 3 2 は、正の屈折力を持つ像面側に凸を向けたレンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。

この第 3 2 レンズ群 L 3 2 は、手振れ補正に際して光軸と垂直な方向に移動する。

## 【 0 0 8 2 】

第 3 3 レンズ群 L 3 3 は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ両凸レンズ

50

、負の屈折力を持つ両凹レンズ、で構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

【実施例 9】

【0083】

図 6 は、本発明の実施例 9 の結像光学系のレンズ構成図である。第 1 レンズ群 L 1 は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズ、及び負の屈折力を持つ両凹レンズからなる第 1 1 レンズ群 L 1 1 と、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズである第 1 2 レンズ群 L 1 2 とで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

【0084】

第 2 レンズ群 L 2 は、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。この第 2 レンズ群 L 2 は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って像面側に移動する。

【0085】

第 3 1 レンズ群 L 3 1 は、正の屈折力を持つ両凸レンズで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

【0086】

第 3 2 レンズ群 L 3 2 は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている

この第 3 2 レンズ群 L 3 2 は、手振れ補正に際して光軸と垂直な方向に移動する。

【0087】

第 3 3 レンズ群 L 3 3 は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ両凸レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、で構成されており、全体として正の屈折力を持っている

【実施例 10】

【0088】

図 6 は、本発明の実施例 10 の結像光学系のレンズ構成図である。第 1 レンズ群 L 1 は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズ、及び負の屈折力を持つ両凹レンズからなる第 1 1 レンズ群 L 1 1 と、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズである第 1 2 レンズ群 L 1 2 とで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

【0089】

第 2 レンズ群 L 2 は、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。この第 2 レンズ群 L 2 は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って像面側に移動する。

【0090】

第 3 1 レンズ群 L 3 1 は、正の屈折力を持つ両凸レンズで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

【0091】

第 3 2 レンズ群 L 3 2 は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている

この第 3 2 レンズ群 L 3 2 は、手振れ補正に際して光軸と垂直な方向に移動する。

【0092】

第 3 3 レンズ群 L 3 3 は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ両凸レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、で構成されており、全体として正の屈折力を持っている

。

10

20

30

40

50

## 【実施例 1 1】

## 【0093】

図6は、本発明の実施例11の結像光学系のレンズ構成図である。第1レンズ群L1は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズ、及び負の屈折力を持つ両凹レンズからなる第11レンズ群L11と、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズである第12レンズ群L12とで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

## 【0094】

第2レンズ群L2は、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。この第2レンズ群L2は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って像面側に移動する。

10

## 【0095】

第31レンズ群L31は、正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

## 【0096】

第32レンズ群L32は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。

この第32レンズ群L32は、手振れ補正に際して光軸と垂直な方向に移動する。

20

## 【0097】

第33レンズ群L33は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ両凸レンズ、負の屈折力を持つ像面側に凸面を向けたレンズ、で構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

## 【実施例 1 2】

## 【0098】

図6は、本発明の実施例12の結像光学系のレンズ構成図である。第1レンズ群L1は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズ、及び負の屈折力を持つ両凹レンズからなる第11レンズ群L11と、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズである第12レンズ群L12とで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

30

## 【0099】

第2レンズ群L2は、負の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズと正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズとから成る接合レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。この第2レンズ群L2は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って像面側に移動する。

## 【0100】

第31レンズ群L31は、正の屈折力を持つ物体側に凸を向けたレンズで構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

## 【0101】

第32レンズ群L32は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、負の屈折力を持つ両凹レンズ、で構成されており、全体として負の屈折力を持っている。

40

この第32レンズ群L32は、手振れ補正に際して光軸と垂直な方向に移動する。

## 【0102】

第33レンズ群L33は、正の屈折力を持つ両凸レンズ、負の屈折力を持つ像面側に凸を向けたレンズ、で構成されており、全体として正の屈折力を持っている。

## 【0103】

続いて、以下に前述した各実施例に係るインナーフォーカス式望遠レンズの諸元値(数値実施例)を示す。

50

## 【0104】

[面データ]において、面番号は物体側から数えたレンズ面又は開口絞りの番号、 $r$ は各面の曲率半径、 $d$ は各面の間隔、 $nd$ はd線(波長587.56nm)に対する屈折率、 $vd$ はd線に対するアッペ数を示している。また、BFはバックフォーカスを表している。なお、面番号に付した(絞り)は、その位置に開口絞りが位置していることを示している。平面又は開口絞りに対する曲率半径には(無限大)を記入している。

## 【0105】

[各種データ]には、無限遠時(INF)の焦点距離等の値を示している。

## 【0106】

[可変間隔データ]には、物体距離が無限遠時(INF)と物体距離が12000mm時( $\times 40$ )と物体距離が最短撮影時(MOD)の可変面間隔の値を示している。

## 【0107】

[レンズ群データ]には、各レンズ群を構成する最も物体側の面番号及び群全体の合成焦点距離を示している。

## 【0108】

[硝材データ]には、面番号に対応するレンズについて、g線(波長435.8nm)、F線(波長486.1nm)、C線(波長656.3nm)それぞれに対する屈折率 $n_g$ 、 $n_F$ 、 $n_C$ と、部分分散比 $g_F$ とを示している。

## 【0109】

なお、以下の全ての諸元の値において、記載している焦点距離 $f$ 、曲率半径 $r$ 、レンズ面間隔 $d$ 、その他の長さの単位は特記のない限りミリメートル(mm)を使用するが、光学系では比例拡大と比例縮小とにおいても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。

## 【0110】

## 数値実施例1

## [面データ]

面番号	$r$	$d$	$nd$	$vd$
物面		( $d_0$ )		
1	114.4337	16.2797	1.43700	95.10
2	-678.6438	1.0000		
3	107.4482	11.5975	1.49700	81.61
4	630.6386	4.8253		
5	-2500.0000	3.5000	1.77250	49.62
6	305.7522	23.0000		
7	84.5185	1.7500	1.80610	40.73
8	46.0812	13.9929	1.49700	81.61
9	239.0624	( $d_9$ )		
10	595.6767	2.5000	1.56883	56.04
11	64.6046	2.7042	1.76182	26.61
12	79.5386	( $d_{12}$ )		
13(絞り)		2.0000		
14	144.2420	3.2500	1.49700	81.61
15	1861.2235	2.0000		
16	-536.0371	2.4394	1.84666	23.78
17	-87.0916	1.2500	1.49700	81.61
18	48.0248	5.9427		
19	-142.5014	2.2500	1.62041	60.34
20	83.9829	4.5000		
21	109.5549	3.6685	1.49700	81.61
22	-170.8715	2.2000		

10

20

30

40

50

23	73.6761	6.0000	1.77250	49.62
24	-113.5019	2.2592	1.84666	23.78
25	676.7340	76.1433		

像面

## [各種データ]

	INF	
焦点距離	289.90	
Fナンバー	2.90	
全画角2	8.50	
像高Y	21.63	
レンズ全長	189.94	

10

## [可変間隔データ]

	INF	x40	MOD
d0		11753.1317	1735.5051
d9	3.6193	6.3978	24.4526
d12	67.4147	64.6363	46.5815
BF	76.1433	76.1433	76.1433

20

## [レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
L1	1	152.25
L2	10	-179.60
L3	14	643.46
L11	1	172.78
L12	7	1125.86
L31	14	314.41
L32	16	-49.20
L33	21	62.90

30

## [硝材データ]

面番号	ng	nF	nC	gF
14	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880
16	1.89413	1.87209	1.83649	0.61910
17	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880
19	1.63310	1.62755	1.61727	0.53930
21	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880
23	1.79193	1.78336	1.76780	0.55030
24	1.89413	1.87209	1.83649	0.61910

40

## 【0 1 1 1】

## 数値実施例2

## [面データ]

面番号	r	d	nd	vd
物面		(d0)		
1	105.1074	18.5902	1.43700	95.10
2	-725.6748	11.0166		
3	107.7337	10.2501	1.49700	81.61
4	404.8907	6.2472		
5	-775.0264	8.0000	1.77250	49.62

50

6	389.8974	9.4198			
7	84.6027	1.7500	1.80610	40.73	
8	46.1052	14.5143	1.49700	81.61	
9	215.7084	(d9)			
10	897.4628	2.5000	1.65844	50.86	
11	50.9090	3.0000	1.84666	23.78	
12	63.5533	(d12)			
13(絞リ)		2.0000			
14	110.5676	4.1902	1.49700	81.61	
15	-224.7599	2.3337			10
16	1390.7566	2.7500	1.84666	23.78	
17	-95.6077	2.5000	1.49700	81.61	
18	55.0601	5.5921			
19	-181.9576	2.2500	1.80420	46.50	
20	65.6048	4.5000			
21	111.9859	3.1815	1.65844	50.86	
22	-358.1760	4.0000			
23	68.6437	7.0130	1.80420	46.50	
24	-93.2514	2.9000	1.84666	23.78	
25	407.0030	68.0577			20
像面					

## [各種データ]

	INF	
焦点距離	289.90	
Fナンバ	2.90	
全画角2	8.50	
像高Y	21.63	
レンズ全長	195.79	

30

## [可変間隔データ]

	INF	x40	MOD
d0		11753.1317	1737.5297
d9	27.2891	29.9808	47.4184
d12	40.0000	37.3083	19.8707
BF	68.0577	68.0577	68.0329

## [レンズ群データ]

群	始面	焦点距離	
L1	1	161.38	
L2	10	-113.84	
L3	14	253.63	
L11	1	180.00	
L12	7	1498.47	
L31	14	149.74	
L32	16	-45.84	
L33	21	59.74	

40

## [硝材データ]

面番号	ng	nF	nC	gF	
-----	----	----	----	----	--

50

14	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880
16	1.89413	1.87209	1.83649	0.61910
17	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880
19	1.82594	1.81630	1.79900	0.55790
21	1.67471	1.66749	1.65454	0.55750
23	1.82594	1.81630	1.79900	0.55790
24	1.89413	1.87209	1.83649	0.61910

## 【 0 1 1 2 】

## 数値実施例3

## [面データ]

面番号	r	d	nd	vd
物面		(d0)		
1	111.5611	16.8770	1.43700	95.10
2	-583.9630	1.0000		
3	109.2461	11.7388	1.49700	81.61
4	647.8708	5.0827		
5	-1327.0205	3.5000	1.77250	49.62
6	311.9153	23.0000		
7	83.3946	1.7500	1.80610	40.73
8	45.7174	14.1340	1.49700	81.61
9	243.5198	(d9)		
10	621.3837	2.5000	1.56883	56.04
11	63.1676	2.9249	1.76182	26.61
12	77.7817	(d12)		
13(絞り)		2.0000		
14	158.6934	3.2500	1.49700	81.61
15	-8698.6666	2.0000		
16	-836.7685	2.5491	1.84666	23.78
17	-91.4929	1.2500	1.49700	81.61
18	47.1208	6.0384		
19	-132.1812	2.2500	1.62041	60.34
20	85.1315	4.5000		
21	111.0800	3.6486	1.49700	81.61
22	-170.5498	2.2000		
23	73.7272	6.0000	1.77250	49.62
24	-109.9329	2.2628	1.84666	23.78
25	794.1278	76.0626		

像面

## [各種データ]

	INF
焦点距離	289.91
Fナンバ	2.90
全画角2	8.50
像高Y	21.63
レンズ全長	189.41

## [可変間隔データ]

	INF	x40	MOD
d0		11753.1317	1735.5051

10

20

30

40

50

d9	3.5872	6.3125	23.9977
d12	65.3674	62.6421	44.9570
BF	76.0626	76.0627	76.0627

## [レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
L1	1	151.38
L2	10	-173.93
L3	14	618.51
L11	1	173.82
L12	7	996.37
L31	14	313.62
L32	16	-49.07
L33	21	62.57

10

## [硝材データ]

面番号	ng	nF	nC	gF
14	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880
16	1.89413	1.87209	1.83649	0.61910
17	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880
19	1.63310	1.62755	1.61727	0.53930
21	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880
23	1.79193	1.78336	1.76780	0.55030
24	1.89413	1.87209	1.83649	0.61910

20

## 【0113】

## 数値実施例4

## [面データ]

面番号	r	d	nd	vd
物面		(d0)		
1	109.7326	17.0351	1.43700	95.10
2	-565.4174	0.5304		
3	113.5237	14.7969	1.43700	95.10
4	-484.5846	1.9501		
5	-386.0099	5.0000	1.72916	54.67
6	297.8818	32.9889		
7	65.7803	1.7500	1.80610	40.73
8	40.2511	13.6090	1.49700	81.61
9	146.2237	(d9)		
10	759.7203	2.5000	1.56883	56.04
11	54.9239	3.0000	1.80518	25.46
12	65.9305	(d12)		
13(絞り)		2.0000		
14	153.2226	3.5000	1.49700	81.61
15	-548.7770	2.0000		
16	-440.8309	2.6289	1.84666	23.78
17	-84.5647	1.2500	1.49700	81.61
18	47.3914	5.9467		
19	-146.5954	2.5000	1.62041	60.34
20	86.6698	4.5000		
21	108.8065	4.1243	1.49700	81.61

30

40

50

22	-186.2548	2.2000		
23	72.8059	6.5000	1.72916	54.67
24	-126.7315	2.2451	1.84666	23.78
25	1645.2119	75.5183		

像面

## [各種データ]

	INF			
焦点距離	289.96			
Fナンバ	2.90			10
全画角2	8.50			
像高Y	21.63			
レンズ全長	188.02			

## [可変間隔データ]

	INF	x40	MOD	
d0		11753.1317	1735.5051	
d9	4.5101	7.0260	23.2437	
d12	50.9527	48.4368	32.2192	
BF	75.5183	75.5183	75.5183	20

## [レンズ群データ]

群	始面	焦点距離		
L1	1	149.18		
L2	10	-141.87		
L3	14	458.24		
L11	1	180.51		
L12	7	688.77		
L31	14	241.41		
L32	16	-49.09		30
L33	21	63.96		

## [硝材データ]

面番号	ng	nF	nC	gF	
14	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880	
16	1.89413	1.87209	1.83649	0.61910	
17	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880	
19	1.63310	1.62755	1.61727	0.53930	
21	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880	
23	1.74571	1.73844	1.72510	0.54520	40
24	1.89413	1.87209	1.83649	0.61910	

## 【 0 1 1 4 】

## 数値実施例5

## [面データ]

面番号	r	d	nd	vd	
物面		(d0)			
1	112.2826	16.4272	1.43700	95.10	
2	-640.5347	1.2638			
3	117.6459	12.4780	1.49700	81.61	
4	-2937.1698	4.0454			50

5	-674.6109	5.0000	1.77250	49.62	
6	269.6393	26.9110			
7	75.4552	1.7500	1.80610	40.73	
8	44.5757	13.6096	1.49700	81.61	
9	200.3735	(d9)			
10	626.7051	2.5000	1.56883	56.04	
11	62.1116	3.0000	1.76182	26.61	
12	77.2051	(d12)			
13(絞リ)		2.0000			
14	149.8613	3.2500	1.49700	81.61	10
15	3708.4030	2.0000			
16	-675.6481	2.5811	1.84666	23.78	
17	-87.1878	1.2500	1.49700	81.61	
18	46.6361	6.0678			
19	-129.7203	2.5000	1.62041	60.34	
20	88.2365	4.5000			
21	124.4643	3.6576	1.49700	81.61	
22	-146.0383	2.2000			
23	69.5689	6.0000	1.72916	54.67	
24	-122.7708	2.1725	1.84666	23.78	20
25	1052.7754	76.1098			
像面					

## [各種データ]

	INF				
焦点距離	289.96				
Fナンバ	2.90				
全画角2	8.50				
像高Y	21.63				
レンズ全長	190.42				30

## [可変間隔データ]

	INF	x40	MOD
d0		11753.1317	1735.5051
d9	3.9283	6.7316	24.9531
d12	61.3318	58.5284	40.3070
BF	76.1098	76.1098	76.1098

## [レンズ群データ]

群	始面	焦点距離	
L1	1	152.91	
L2	10	-173.14	
L3	14	600.50	
L11	1	185.67	
L12	7	688.69	
L31	14	314.14	
L32	16	-49.02	
L33	21	62.58	

## [硝材データ]

面番号	ng	nF	nC	gF
14	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880
16	1.89413	1.87209	1.83649	0.61910
17	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880
19	1.63310	1.62755	1.61727	0.53930
21	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880
23	1.74571	1.73844	1.72510	0.54520
24	1.89413	1.87209	1.83649	0.61910

## 【 0 1 1 5 】

## 数値実施例6

10

## [面データ]

面番号	r	d	nd	vd
物面		(d0)		
1	110.8945	19.4881	1.43700	95.10
2	-518.9511	0.5000		
3	114.1492	16.6454	1.43700	95.10
4	-453.9763	2.2108		
5	-341.4076	5.2210	1.65844	50.86
6	288.2184	23.7500		
7	66.7128	1.5000	1.80610	40.73
8	41.1680	14.7625	1.49700	81.61
9	155.4860	(d9)		
10	3392.9376	2.5000	1.56883	56.04
11	51.7357	3.5190	1.84666	23.78
12	62.1815	(d12)		
13(絞り)		3.3947		
14	331.7156	3.5000	1.59282	68.63
15	-188.7475	2.0000		
16	722.7312	2.7103	1.84666	23.78
17	-112.2519	1.2500	1.49700	81.61
18	43.1063	6.2224		
19	-124.9821	2.5000	1.63854	55.45
20	83.2451	4.5000		
21	100.6661	4.0948	1.49700	81.61
22	-186.8990	2.2000		
23	65.3034	7.0669	1.65844	50.86
24	-89.9138	2.2693	1.84666	23.78
25	-4338.5067	73.3840		

20

30

## 像面

40

## [各種データ]

	INF
焦点距離	289.93
Fナンバ	2.88
全画角2	8.50
像高Y	21.63
レンズ全長	192.16

## [可変間隔データ]

INF	x40	MOD
-----	-----	-----

50

d0		11753.1317	1735.5051
d9	4.8202	6.9638	20.5997
d12	55.5322	53.3887	39.7527
BF	73.3840	73.3840	73.4090

## [ レンズ群データ ]

群	始面	焦点距離
L1	1	141.65
L2	10	-126.07
L3	14	407.99
L11	1	174.29
L12	7	612.60
L31	14	203.43
L32	16	-48.50
L33	21	63.96

10

## [ 硝材データ ]

面番号	ng	nF	nC	gF
14	1.60354	1.59884	1.59021	0.54410
16	1.89413	1.87209	1.83649	0.61910
17	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880
19	1.65287	1.64657	1.63505	0.54730
21	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880
23	1.67471	1.66749	1.65454	0.55750
24	1.89413	1.87209	1.83649	0.61910

20

## 【 0 1 1 6 】

## 数値実施例7

## [ 面データ ]

面番号	r	d	nd	vd
物面		(d0)		
1	112.9316	20.3287	1.43700	95.10
2	-583.8913	0.5000		
3	116.7284	17.9693	1.43700	95.10
4	-379.0426	1.9850		
5	-313.8879	6.5000	1.65844	50.86
6	324.8099	22.6371		
7	66.7817	2.3500	1.80610	40.73
8	41.0376	12.6211	1.49700	81.61
9	155.7972	(d9)		
10	1463.2129	2.5000	1.56883	56.04
11	55.2997	2.9919	1.84666	23.78
12	66.2221	(d12)		
13(絞リ)		2.0000		
14	290.4516	3.6416	1.43700	95.10
15	-189.6712	2.0000		
16	1350.3432	2.8227	1.84666	23.78
17	-102.8796	1.5000	1.49700	81.61
18	41.9731	6.7077		
19	-113.1764	2.5000	1.63854	55.45
20	91.6385	4.5000		

30

40

50

21	107.6946	4.2044	1.49700	81.61
22	-152.7638	2.0000		
23	66.2112	5.5657	1.65844	50.86
24	-92.7878	2.3024	1.84666	23.78
25	-1161.4453	73.4006		

像面

## [各種データ]

	INF			
焦点距離	289.96			10
Fナンバ	2.88			
全画角2	8.50			
像高Y	21.63			
レンズ全長	191.26			

## [可変間隔データ]

	INF	x40	MOD	
d0		11753.1317	2237.9929	
d9	4.1260	6.3592	16.6174	
d12	57.0084	54.7752	44.5170	20
BF	73.4006	73.4006	73.4006	

## [レンズ群データ]

群	始面	焦点距離	
L1	1	141.51	
L2	10	-137.83	
L3	14	495.67	
L11	1	174.25	
L12	7	608.98	
L31	14	263.18	30
L32	16	-47.38	
L33	21	61.40	

## [硝材データ]

面番号	ng	nF	nC	gF
14	1.44264	1.44019	1.43559	0.53340
16	1.89413	1.87209	1.83649	0.61910
17	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880
19	1.65287	1.64657	1.63505	0.54730
21	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880
23	1.67471	1.66749	1.65454	0.55750
24	1.89413	1.87209	1.83649	0.61910

## 【0117】

## 数値実施例8

## [面データ]

面番号	r	d	nd	vd
物面		(d0)		
1	102.2281	18.4476	1.43700	95.10
2	-752.9426	15.5000		
3	110.4760	10.7213	1.49700	81.61

4	960.5218	5.1437			
5	-554.0875	3.5000	1.74330	49.22	
6	232.7917	20.0000			
7	73.8252	1.7500	1.80610	40.73	
8	43.4479	13.0055	1.49700	81.61	
9	240.8468	5.5000			
10	485.2153	2.5000	1.56883	56.04	
11	62.3848	2.6160	1.78472	25.72	
12	74.4945	59.0403			
13(絞リ)		2.0000			10
14	149.6242	3.2500	1.56384	60.83	
15	4010.9862	2.0000			
16	-759.3410	2.7500	1.84666	23.78	
17	-88.4281	1.2500	1.49700	81.61	
18	51.9945	5.2824			
19	-188.5417	1.8500	1.71300	53.94	
20	74.1985	4.2963			
21	111.1985	3.2460	1.65844	50.86	
22	-317.2878	3.0000			
23	71.5527	6.8539	1.80420	46.50	20
24	-90.3213	2.9000	1.84666	23.78	
25	367.6416	72.9105			
像面					

## [各種データ]

	INF				
焦点距離	289.91				
Fナンバ	2.90				
全画角2	8.50				
像高Y	21.63				30
レンズ全長	196.40				

## [可変間隔データ]

	INF	x40	MOD
d0		11753.1317	1737.5297
d9	5.5000	8.5329	28.3176
d12	59.0403	56.0073	36.2227
BF	72.9105	72.9105	72.8849

## [レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
L1	1	159.35
L2	10	-171.93
L3	14	557.68
L11	1	204.13
L12	7	524.16
L31	14	275.57
L32	16	-48.37
L33	21	60.97

## [硝材データ]

面番号	ng	nF	nC	gF
14	1.57529	1.57028	1.56101	0.54070
16	1.89413	1.87209	1.83649	0.61910
17	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880
19	1.72939	1.72220	1.70898	0.54410
21	1.67471	1.66749	1.65454	0.55750
23	1.82594	1.81630	1.79900	0.55790
24	1.89413	1.87209	1.83649	0.61910

【 0 1 1 8 】

10

数値実施例9

## [面データ]

面番号	r	d	nd	vd
物面		(d0)		
1	100.9142	19.2500	1.43700	95.10
2	-1131.1048	24.0000		
3	89.8451	10.7855	1.49700	81.61
4	321.3374	4.8469		
5	-811.0565	5.0000	1.77250	49.62
6	276.9467	9.9579		
7	83.8456	2.5000	1.80610	40.73
8	43.7363	14.0674	1.49700	81.61
9	251.2537	(d9)		
10	787.4073	2.5000	1.56732	42.84
11	41.6287	4.7593	1.75211	25.05
12	56.5037	(d12)		
13(絞り)		2.0000		
14	98.9701	4.0648	1.49700	81.61
15	-789.4290	2.0000		
16	408.5081	3.3009	1.84666	23.78
17	-87.4438	1.5000	1.58913	61.25
18	59.3566	4.0609		
19	-202.3974	1.5000	1.72916	54.67
20	68.8430	3.1416		
21	131.0205	2.7594	1.71300	53.94
22	-353.0185	0.1000		
23	63.0038	5.1750	1.80420	46.50
24	-97.5414	1.5000	1.84666	23.78
25	212.3831	80.4769		

20

30

像面

40

## [各種データ]

	INF
焦点距離	289.91
Fナンバ	2.90
全画角2	8.50
像高Y	21.63
レンズ全長	191.65

## [可変間隔データ]

50

	INF	x40	MOD
d0		11753.1317	1737.5297
d9	9.7245	12.4674	30.1960
d12	53.1607	50.4177	32.6891
BF	80.4769	80.4769	80.4769

## [ レンズ群データ ]

群	始面	焦点距離
L1	1	163.83
L2	10	-125.71
L3	14	290.12
L11	1	183.32
L12	7	1354.95
L31	14	177.22
L32	16	-51.91
L33	21	62.40

10

## [ 硝材データ ]

面番号	ng	nF	nC	g F
14	1.5045	1.5012	1.4951	0.5388
16	1.8941	1.8721	1.8365	0.6191
17	1.6010	1.5958	1.5862	0.5403
19	1.7457	1.7384	1.7251	0.5452
21	1.7294	1.7222	1.7090	0.5441
23	1.8259	1.8163	1.7990	0.5579
24	1.8941	1.8721	1.8365	0.6191

20

## 【 0 1 1 9 】

## 数値実施例10

## [ 面データ ]

面番号	r	d	nd	vd
物面		(d0)		
1	98.2513	18.6060	1.43700	95.10
2	-1551.9516	30.0000		
3	99.2219	10.3260	1.49700	81.61
4	558.8124	4.2566		
5	-484.9301	5.0000	1.80420	46.50
6	304.8517	3.0000		
7	81.3361	2.5000	1.80610	40.73
8	44.9941	14.5239	1.49700	81.61
9	267.7429	(d9)		
10	635.8303	2.5000	1.51742	52.15
11	57.7366	3.2760	1.75211	25.05
12	69.6604	(d12)		
13(絞り)		10.2003		
14	159.8814	3.3169	1.65844	50.86
15	-926.4624	2.0000		
16	253.7652	3.3009	1.84666	23.78
17	-83.8408	1.5000	1.58913	61.25
18	54.7808	2.9929		
19	-158.2557	1.5000	1.72916	54.67

30

40

50

20	58.3928	5.1339		
21	92.7035	3.0870	1.62041	60.34
22	-388.6143	5.2500		
23	65.9173	5.8295	1.72916	54.67
24	-79.8693	2.0541	1.80518	25.46
25	361.3757	68.8350		
像面				

## [各種データ]

	INF			10
焦点距離	289.97			
Fナンバ	2.90			
全画角2	8.50			
像高Y	21.63			
レンズ全長	197.62			

## [可変間隔データ]

	INF	x40	MOD	
d0		11753.1317	1737.5297	
d9	9.5876	12.7894	33.8576	20
d12	47.8814	44.6797	23.6115	
BF	68.8350	68.8350	68.8350	

## [レンズ群データ]

群	始面	焦点距離		
L1	1	162.60		
L2	10	-172.09		
L3	14	584.71		
L11	1	196.79		
L12	7	734.87		30
L31	14	207.34		
L32	16	-46.65		
L33	21	62.68		

## [硝材データ]

面番号	ng	nF	nC	gF	
14	1.67471	1.66749	1.65454	0.55750	
16	1.89413	1.87209	1.83649	0.61910	
17	1.60100	1.59581	1.58619	0.54030	
19	1.74571	1.73844	1.72510	0.54520	40
21	1.63310	1.62755	1.61727	0.53930	
23	1.74571	1.73844	1.72510	0.54520	
24	1.84721	1.82774	1.79611	0.61560	

## 【0120】

## 数値実施例11

## [面データ]

面番号	r	d	nd	vd	
物面		(d0)			
1	118.9265	18.7111	1.43700	95.10	
2	-539.3913	0.5000			50

3	110.1534	16.1053	1.43700	95.10	
4	-861.8256	2.2840			
5	-519.3613	6.0000	1.80420	46.50	
6	462.6370	31.7557			
7	63.5687	2.3500	1.83400	37.34	
8	40.0731	12.4253	1.49700	81.61	
9	150.9584	(d9)			
10	401.3307	2.5000	1.80610	40.73	
11	46.8418	5.0128	1.75211	25.05	
12	85.5207	(d12)			10
13(絞り)		10.7971			
14	171.4679	3.5015	1.72916	54.67	
15	377.2390	2.0000			
16	326.0953	2.8271	1.84666	23.78	
17	-102.6585	1.5000	1.49700	81.61	
18	41.6145	3.6900			
19	-89.6894	1.5000	1.77250	49.62	
20	114.0774	8.7024			
21	166.3323	3.7399	1.49700	81.61	
22	-111.1920	10.2500			20
23	87.8574	6.0323	1.71300	53.94	
24	-67.5100	2.2851	1.80518	25.46	
25	-254.5225	72.3600			
像面					

## [各種データ]

	INF				
焦点距離	289.99				
Fナンバ	2.91				
全画角2	8.50				30
像高Y	21.63				
レンズ全長	190.38				

## [可変間隔データ]

	INF	x40	MOD	
d0		11753.1317	1737.5297	
d9	5.6929	7.8849	21.8875	
d12	30.2186	28.0266	14.0240	
BF	72.3600	72.3602	72.3601	

40

## [レンズ群データ]

群	始面	焦点距離	
L1	1	137.32	
L2	10	-126.75	
L3	14	329.10	
L11	1	168.42	
L12	7	572.42	
L31	14	428.04	
L32	16	-46.55	
L33	21	61.12	

50

## [硝材データ]

面番号	ng	nF	nC	gF
14	1.74571	1.73844	1.72510	0.54520
16	1.89413	1.87209	1.83649	0.61910
17	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880
19	1.79193	1.78336	1.76780	0.55030
21	1.50451	1.50123	1.49514	0.53880
23	1.72939	1.72220	1.70898	0.54410
24	1.84721	1.82774	1.79611	0.61560

10

## 【0121】

## 数値実施例12

## [面データ]

面番号	r	d	nd	vd
物面		(d0)		
1	108.6022	19.2500	1.43700	95.10
2	-1104.1233	0.5000		
3	128.2080	16.1600	1.43700	95.10
4	-429.3762	1.7939		
5	-374.1061	9.6600	1.72916	54.67
6	354.7052	15.9812		
7	73.3992	2.3500	1.80610	40.73
8	44.2498	15.6618	1.49700	81.61
9	181.9009	24.6125		
10	1049.6300	2.5000	1.51680	64.20
11	52.0246	2.8150	1.84666	23.78
12	58.4516	28.2906		
13(絞り)		2.0000		
14	119.2411	3.4704	1.72916	54.67
15	955.1243	2.0000		
16	170.2515	3.7170	1.84666	23.78
17	-84.2893	1.5000	1.77250	49.62
18	53.2924	3.1910		
19	-170.7031	1.5000	1.78590	43.93
20	121.1350	16.4716		
21	84.9342	6.1058	1.77250	49.62
22	-46.1729	1.2000		
23	-43.6945	2.2688	2.00069	25.46
24	-96.4743	79.9059		

20

30

像面

40

## [各種データ]

	INF
焦点距離	289.98
Fナンバ	2.88
全画角2	8.50
像高Y	21.63
レンズ全長	183.00

## [可変間隔データ]

50

	INF	x40	MOD
d0		11753.1317	2237.9929
d9	24.6125	27.3636	40.2141
d12	28.2906	25.5395	12.6890
BF	79.9059	79.9059	79.9058

## [レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
L1	1	153.74
L2	10	-133.43
L3	14	356.79
L11	1	192.62
L12	7	657.59
L31	14	186.53
L32	16	-50.68
L33	21	74.07

10

## [硝材データ]

面番号	ng	nF	nC	gF
14	1.74571	1.73844	1.72510	0.54520
16	1.89413	1.87209	1.83649	0.61910
17	1.79193	1.78336	1.76780	0.55030
19	1.80846	1.79842	1.78053	0.56110
21	1.79193	1.78336	1.76780	0.55030
23	2.05283	2.02872	1.98941	0.61350

20

## 【0122】

また、以下にこれらの各実施例における条件式の対応値の一覧を示す。

## 【0123】

## [条件式対応値]

		1	2	3	4		
(1)	$0.45 < f1 / f < 0.60$	0.53	0.56	0.52	0.51	30	
(2)	$0.35 <  f2  / f < 0.65$	0.62	0.39	0.60	0.49		
(3)	$0.60 < f3 / f < 3.00$	2.22	0.87	2.13	1.58		
(4)	$0.50 < f31 / f < 1.50$	1.08	0.52	1.08	0.83		
(5)	$0.15 <  f32  / f < 0.20$	0.17	0.16	0.17	0.17		
(6)	$0.15 < f33 / f < 0.30$	0.22	0.21	0.22	0.22		
(7)	$-0.90 < SF1 < -0.64$	-0.71	-0.75	-0.68	-0.67		
(8)	$-1.8 < SF2 < -0.53$	-1.41	-1.73	-1.41	-0.62		
(9)	$-0.10 < SF3 < 0.80$	0.78	0.33	0.62	0.13		
(10)	$3.10 < SF4 < 4.50$	3.40	3.40	3.43	4.15		40
(11)	$-1.80 < SF5 < -1.35$	-1.48	-1.54	-1.46	-1.76		
		5	6	7	8		
(1)	$0.45 < f1 / f < 0.60$	0.53	0.49	0.49	0.55	50	
(2)	$0.35 <  f2  / f < 0.65$	0.60	0.43	0.48	0.59		
(3)	$0.60 < f3 / f < 3.00$	2.07	1.41	1.71	1.92		
(4)	$0.50 < f31 / f < 1.50$	1.08	0.70	0.91	0.95		
(5)	$0.15 <  f32  / f < 0.20$	0.17	0.17	0.16	0.17		
(6)	$0.15 < f33 / f < 0.30$	0.22	0.22	0.21	0.21		
(7)	$-0.90 < SF1 < -0.64$	-0.70	-0.65	-0.68	-0.76		

(8)	$-1.8 < SF2 < -0.53$	-0.92	-0.60	-0.53	-1.26
(9)	$-0.10 < SF3 < 0.80$	0.43	0.08	-0.02	0.41
(10)	$3.10 < SF4 < 4.50$	3.89	4.22	4.19	3.86
(11)	$-1.80 < SF5 < -1.35$	-1.57	-1.72	-1.72	-1.44

		9	10	11	12
(1)	$0.45 < f1 / f < 0.60$	0.57	0.56	0.47	0.53
(2)	$0.35 <  f2  / f < 0.65$	0.43	0.59	0.44	0.46
(3)	$0.60 < f3 / f < 3.00$	1.00	2.02	1.13	1.23
(4)	$0.50 < f31 / f < 1.50$	0.61	0.72	1.48	0.64
(5)	$0.15 <  f32  / f < 0.20$	0.18	0.16	0.16	0.17
(6)	$0.15 < f33 / f < 0.30$	0.22	0.22	0.21	0.26
(7)	$-0.90 < SF1 < -0.64$	-0.84	-0.88	-0.64	-0.82
(8)	$-1.8 < SF2 < -0.53$	-1.78	-1.43	-0.77	-0.54
(9)	$-0.10 < SF3 < 0.80$	0.49	0.23	0.06	0.03
(10)	$3.10 < SF4 < 4.50$	3.18	3.48	4.41	4.04
(11)	$-1.80 < SF5 < -1.35$	-1.42	-1.40	-1.72	-1.64

## 【符号の説明】

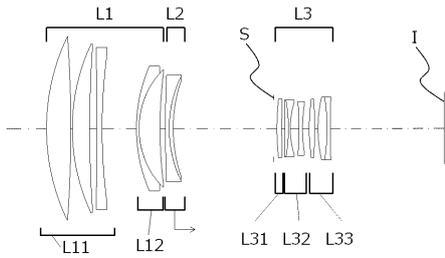
## 【 0 1 2 4 】

L 1	第 1 レンズ群
L 1 1	第 1 1 レンズ群
L 1 2	第 1 2 レンズ群
L 2	第 2 レンズ群
L 3	第 3 レンズ群
L 3 1	第 3 1 レンズ群
L 3 2	第 3 2 レンズ群
L 3 3	第 3 3 レンズ群
S	開口絞り
I	像面

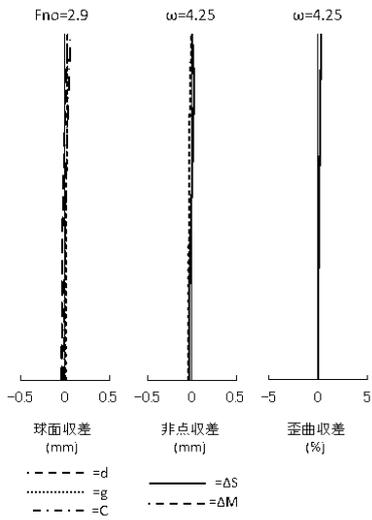
10

20

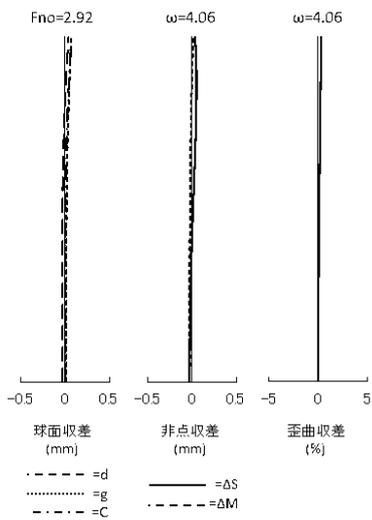
【 図 1 】



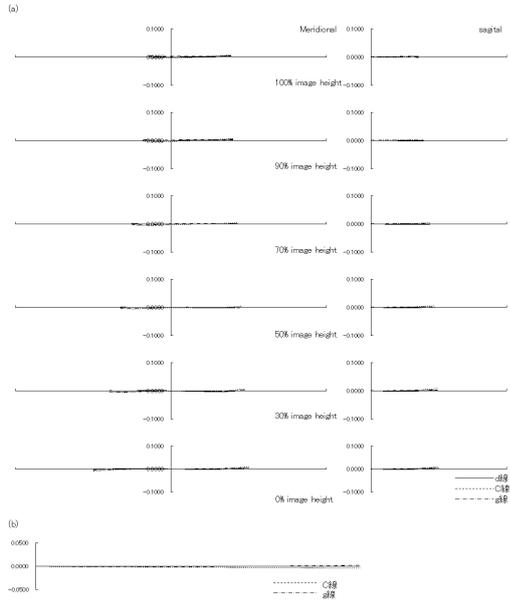
【 図 2 】



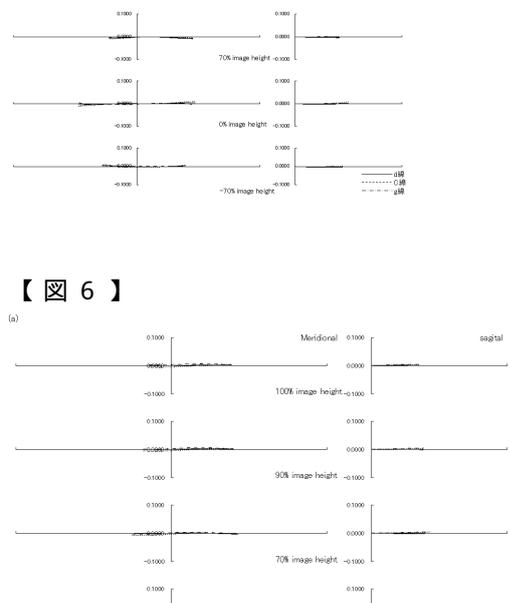
【 図 5 】



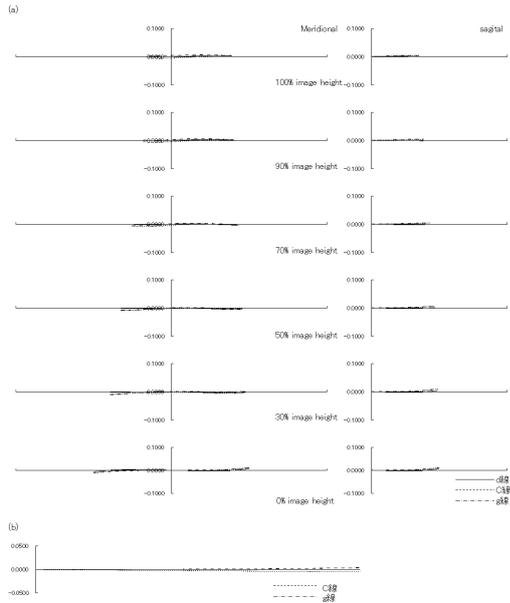
【 図 3 】



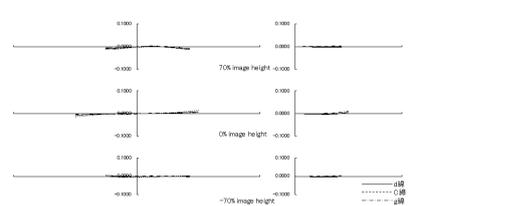
【 図 4 】



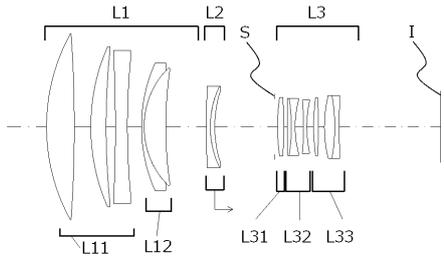
【 図 6 】



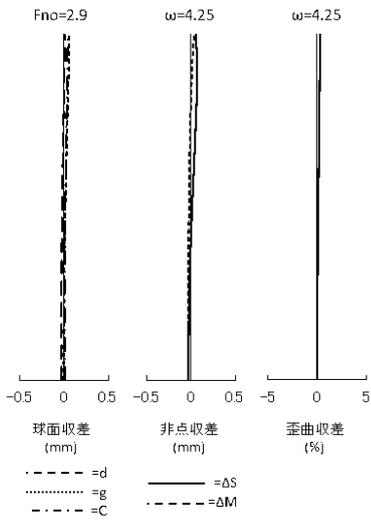
【 図 7 】



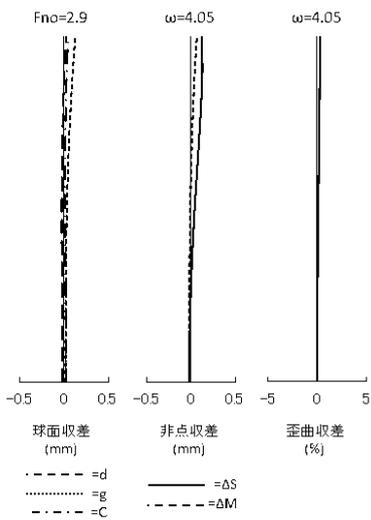
【 図 8 】



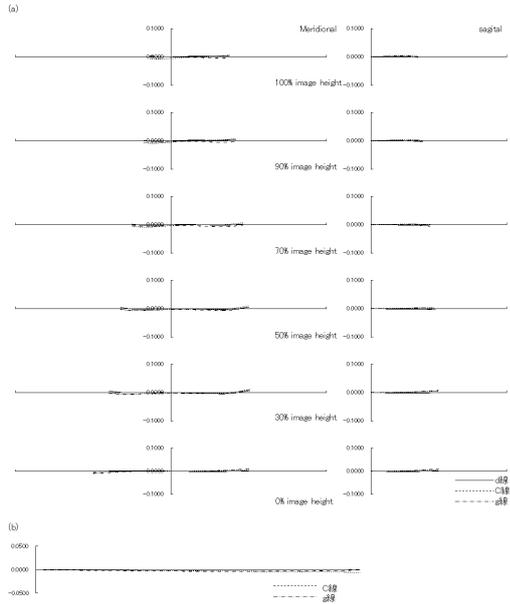
【 図 9 】



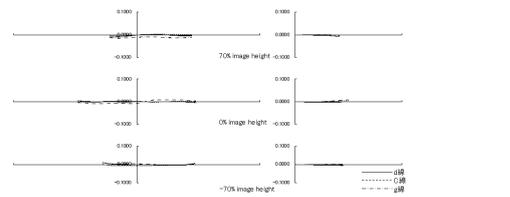
【 図 1 2 】



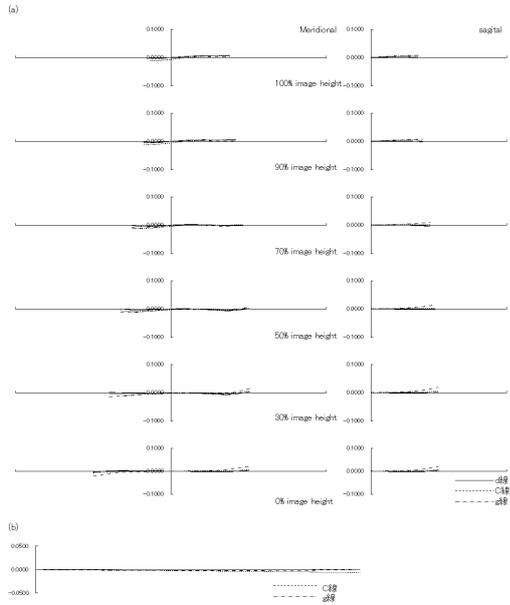
【 図 1 0 】



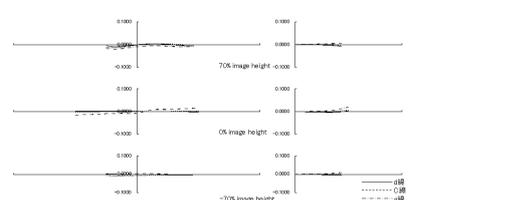
【 図 1 1 】



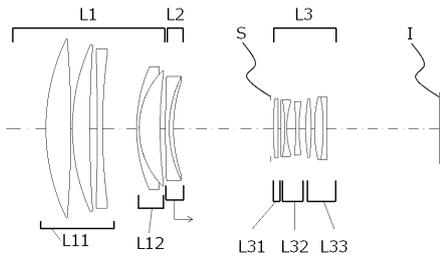
【 図 1 3 】



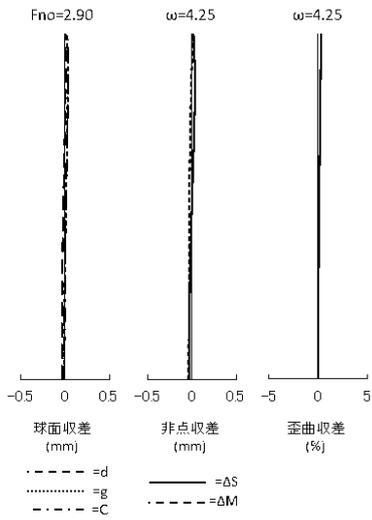
【 図 1 4 】



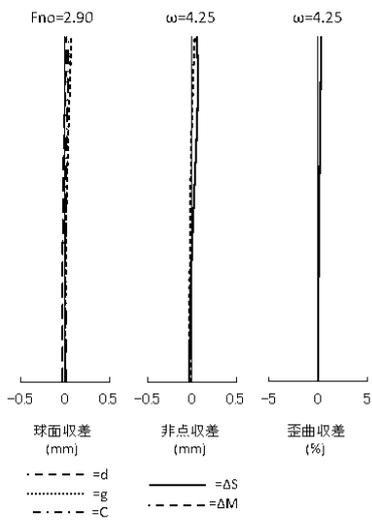
【 図 1 5 】



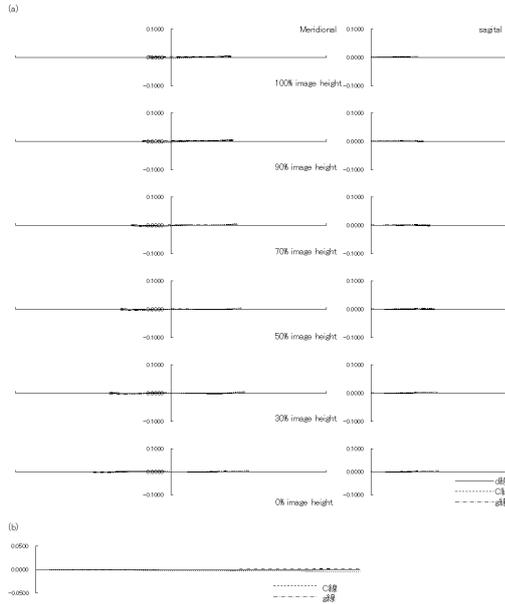
【 図 1 6 】



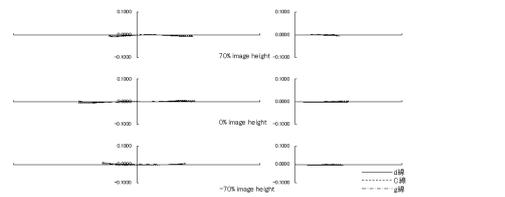
【 図 1 9 】



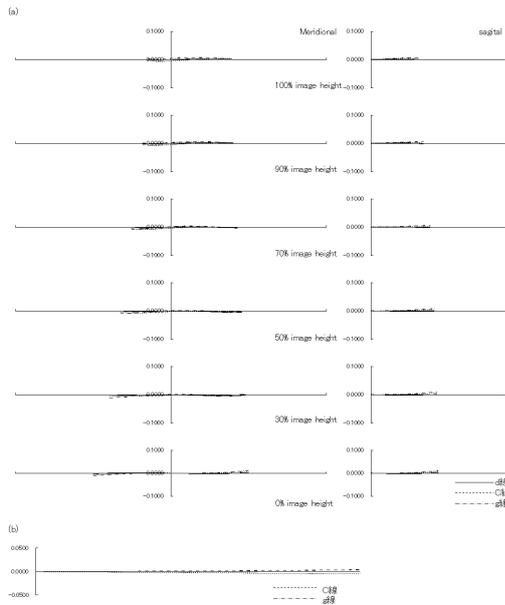
【 図 1 7 】



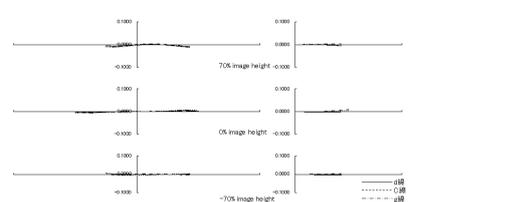
【 図 1 8 】



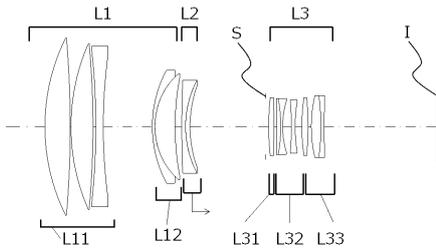
【 図 2 0 】



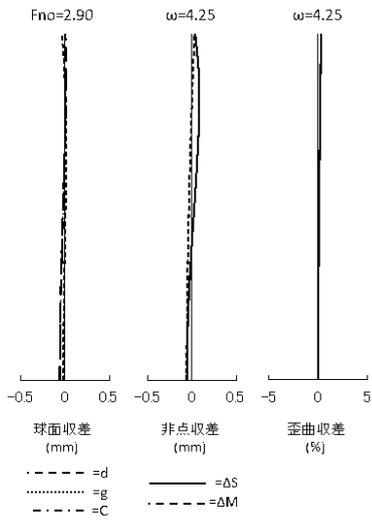
【 図 2 1 】



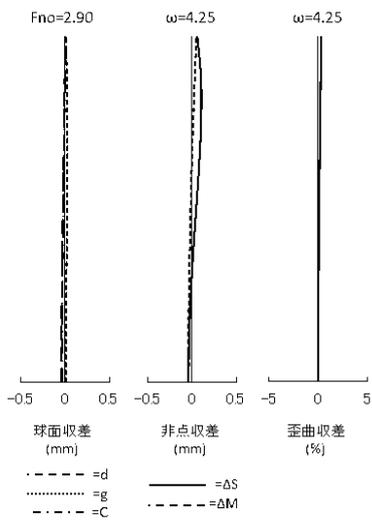
【 図 2 2 】



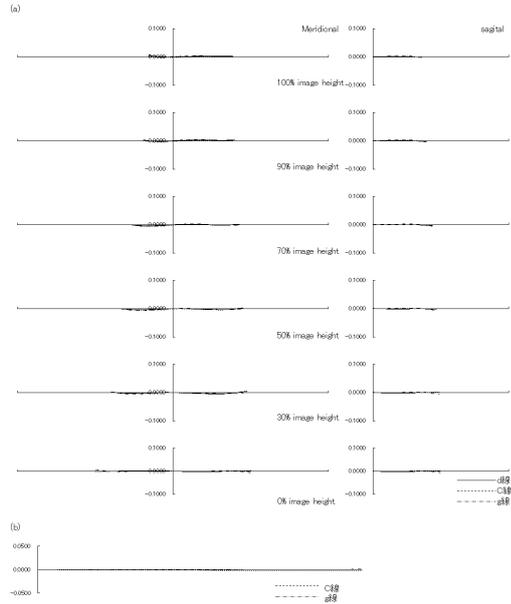
【 図 2 3 】



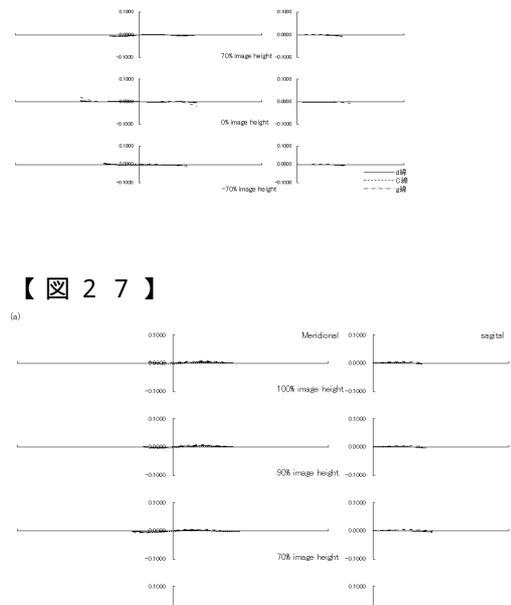
【 図 2 6 】



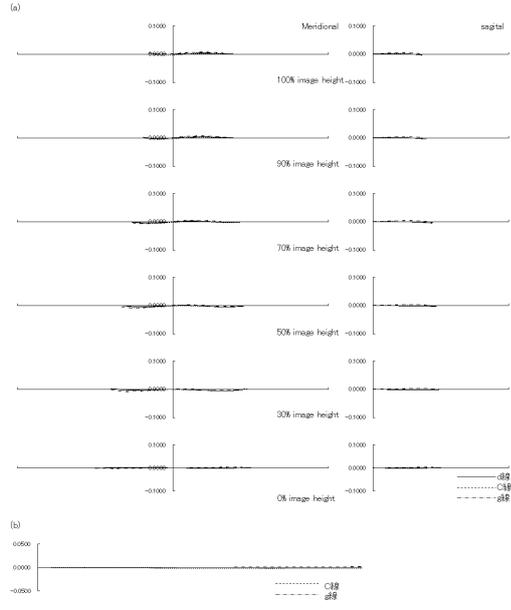
【 図 2 4 】



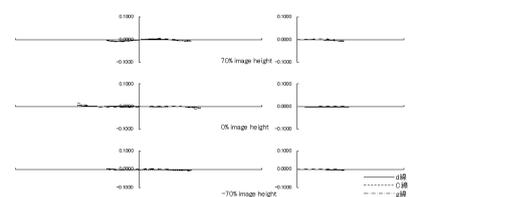
【 図 2 5 】



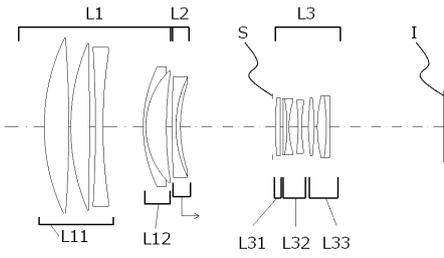
【 図 2 7 】



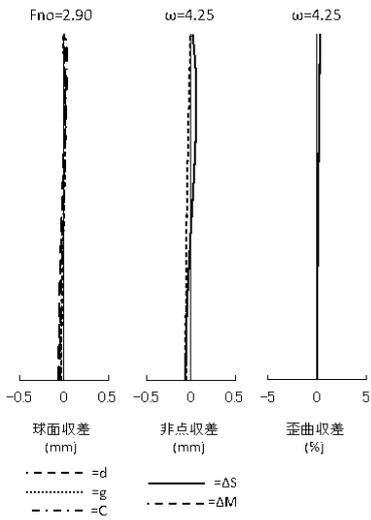
【 図 2 8 】



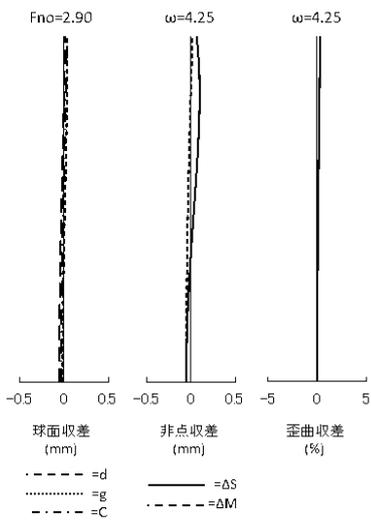
【 図 2 9 】



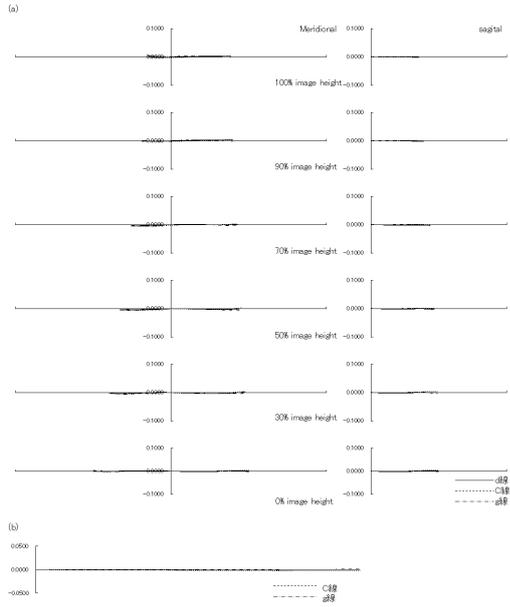
【 図 3 0 】



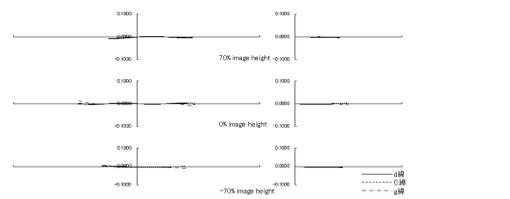
【 図 3 3 】



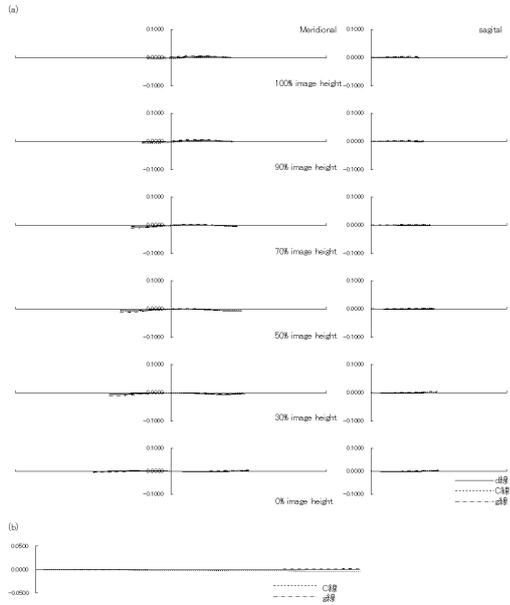
【 図 3 1 】



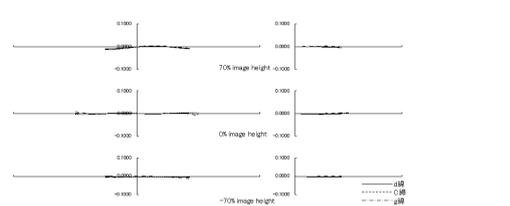
【 図 3 2 】



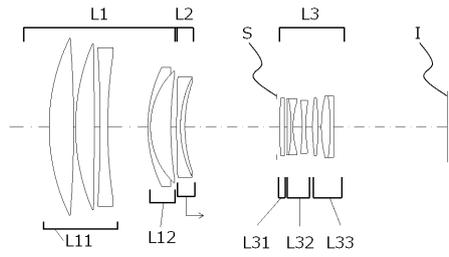
【 図 3 4 】



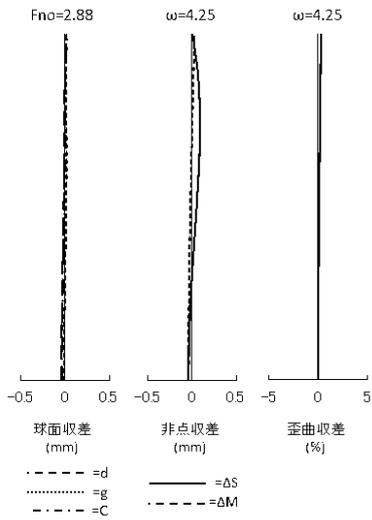
【 図 3 5 】



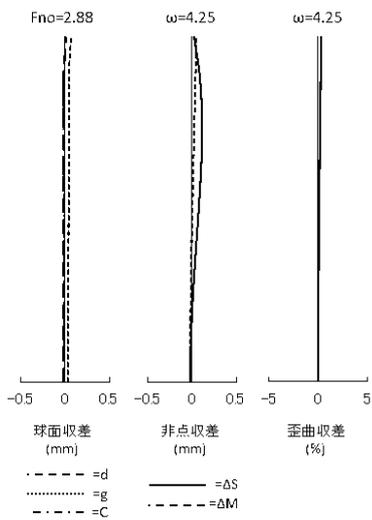
【 図 3 6 】



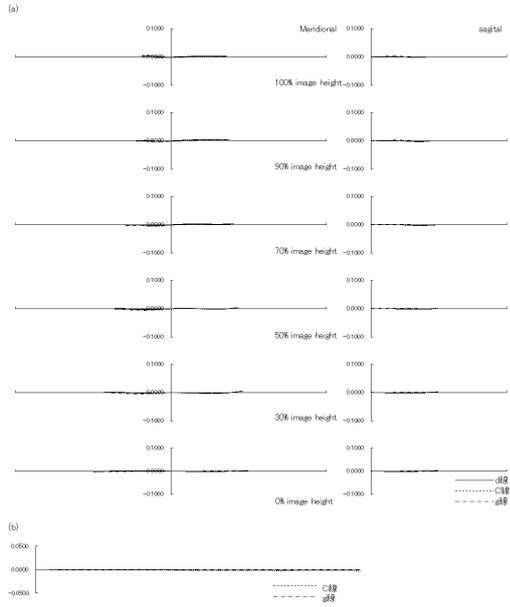
【 図 3 7 】



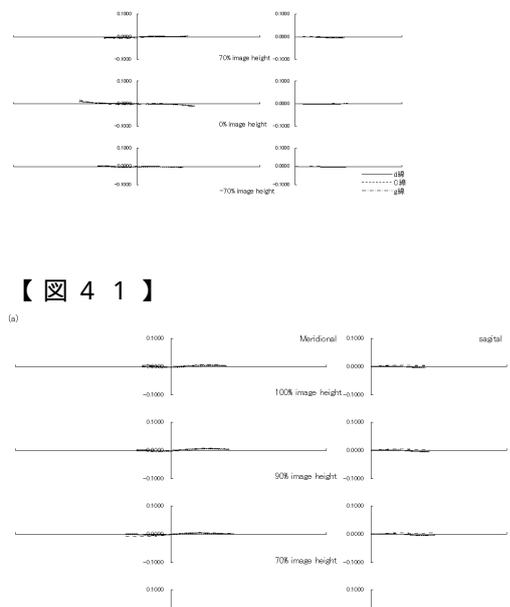
【 図 4 0 】



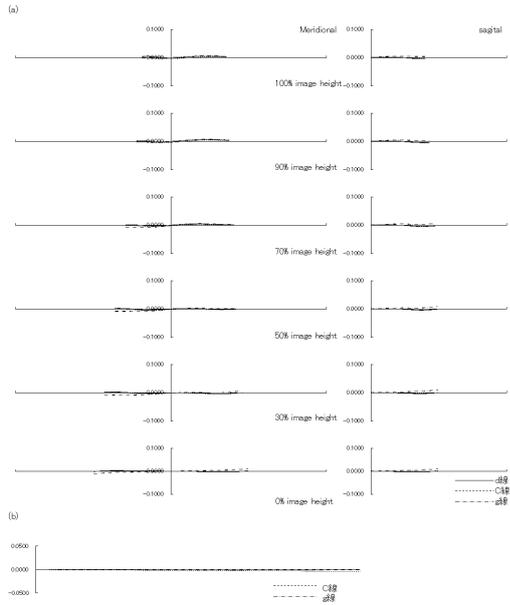
【 図 3 8 】



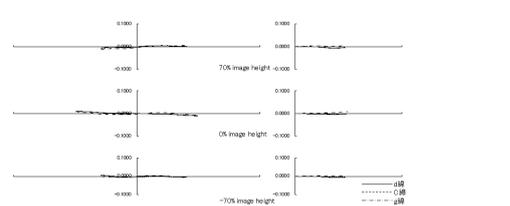
【 図 3 9 】



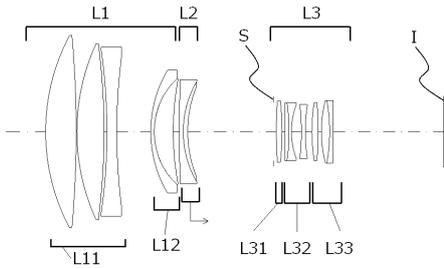
【 図 4 1 】



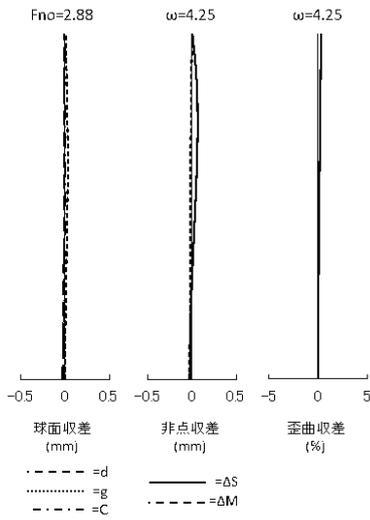
【 図 4 2 】



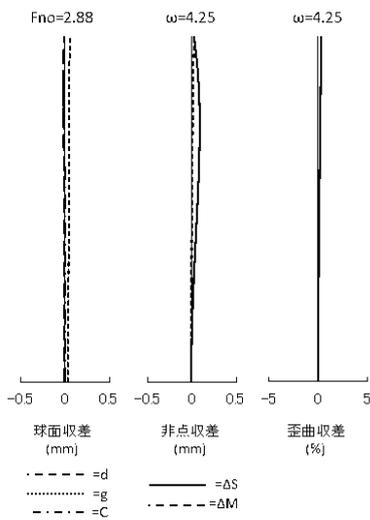
【 図 4 3 】



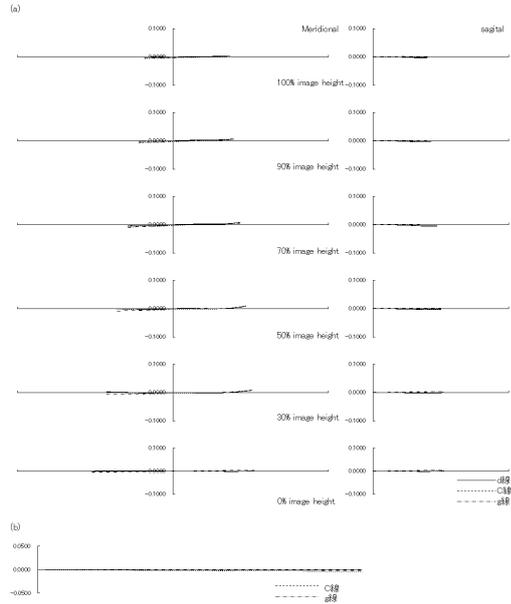
【 図 4 4 】



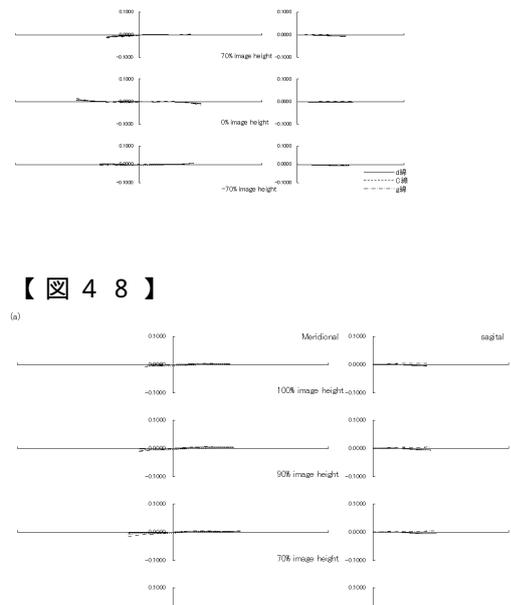
【 図 4 7 】



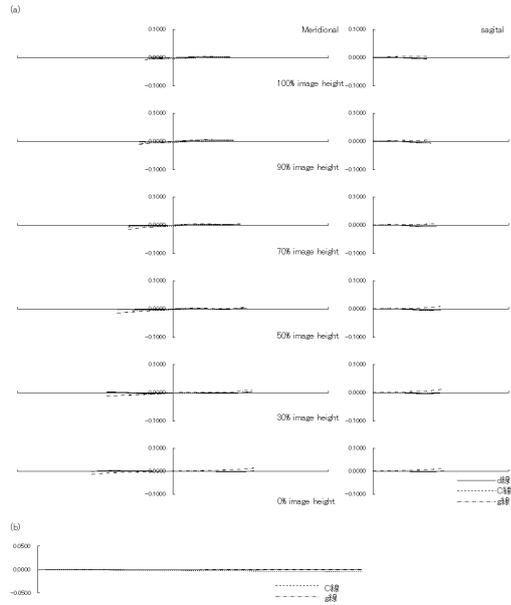
【 図 4 5 】



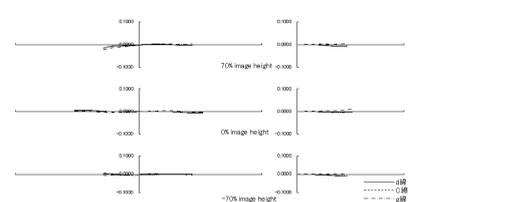
【 図 4 6 】



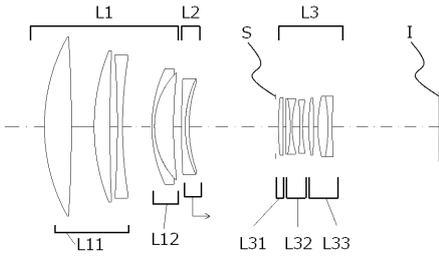
【 図 4 8 】



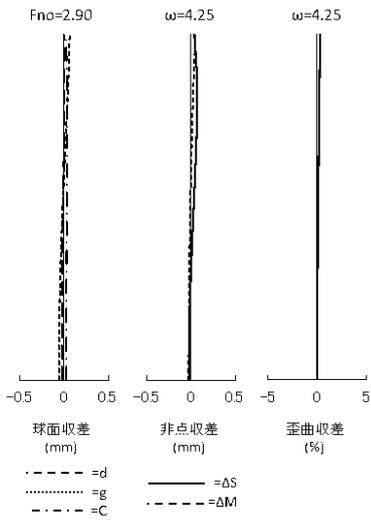
【 図 4 9 】



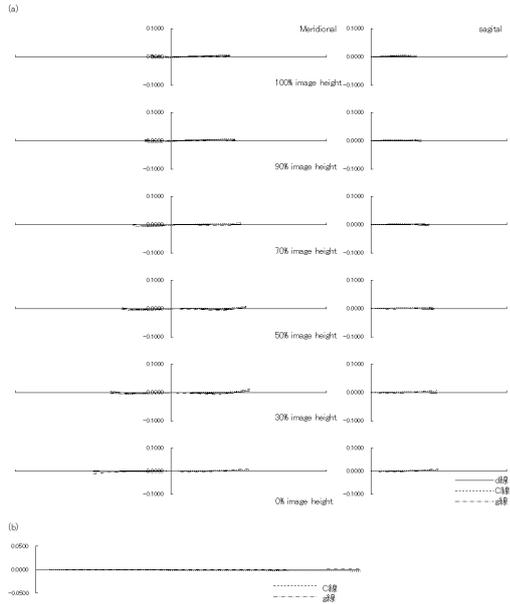
【 図 5 0 】



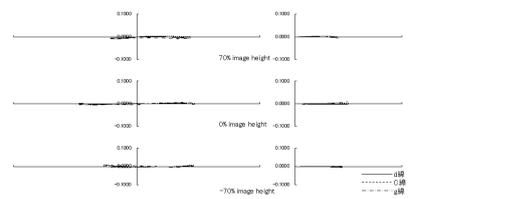
【 图 5 1 】



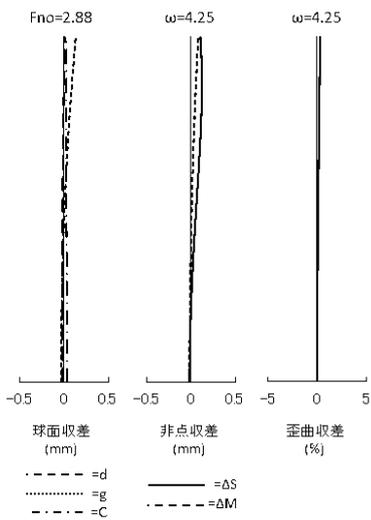
【 图 5 2 】



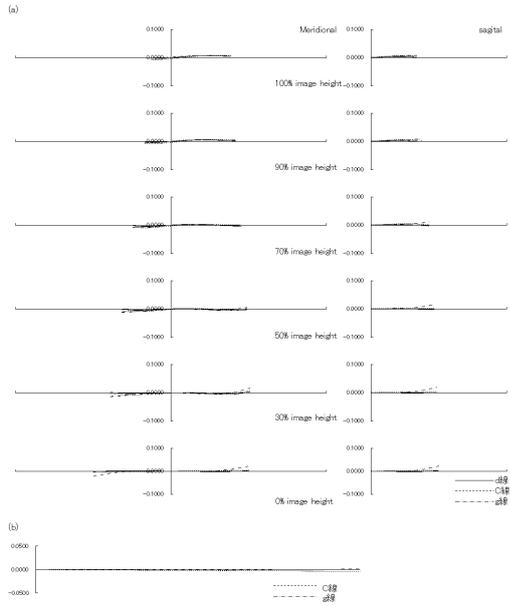
【 图 5 3 】



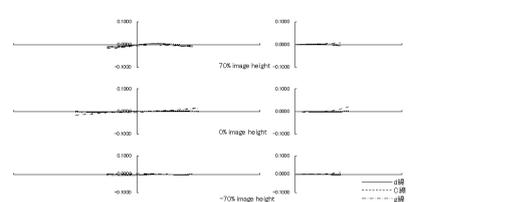
【 图 5 4 】



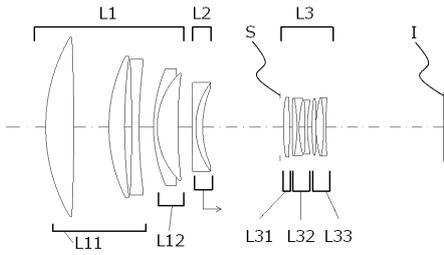
【 图 5 5 】



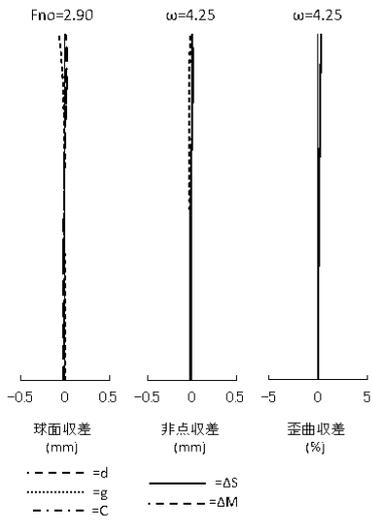
【 图 5 6 】



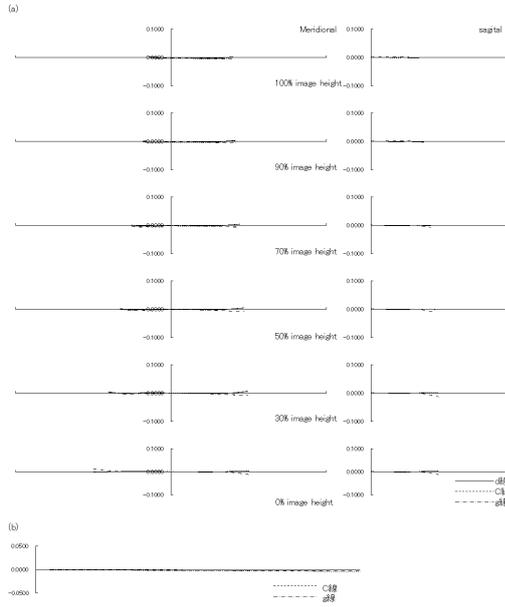
【 図 5 7 】



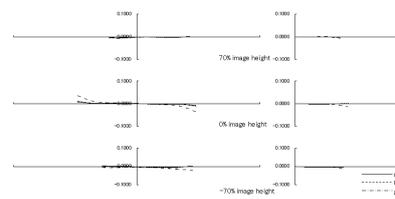
【 図 5 8 】



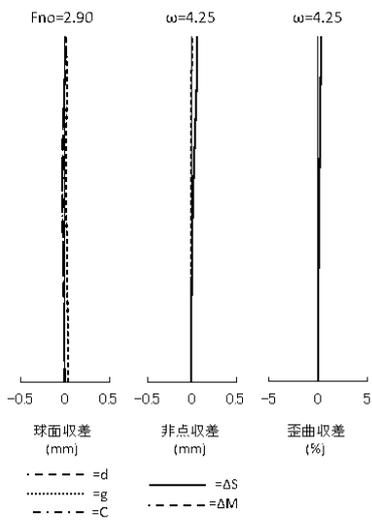
【 図 5 9 】



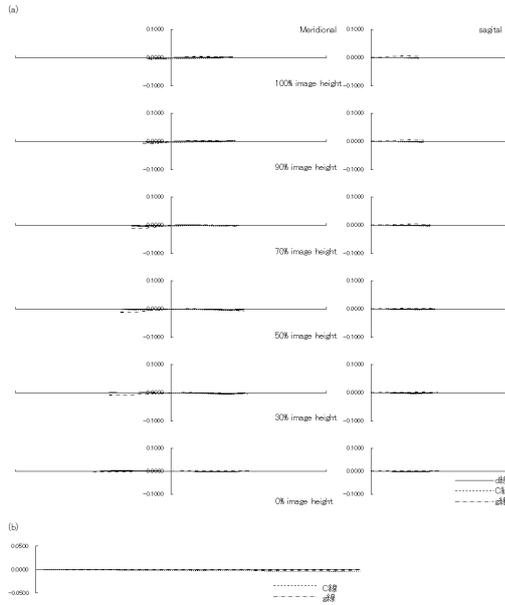
【 図 6 0 】



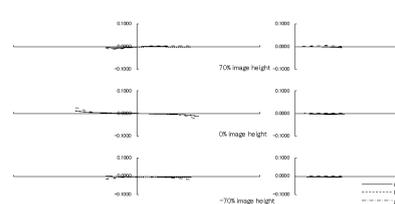
【 図 6 1 】



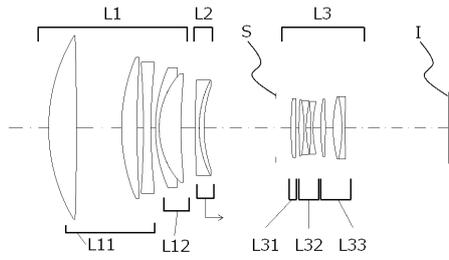
【 図 6 2 】



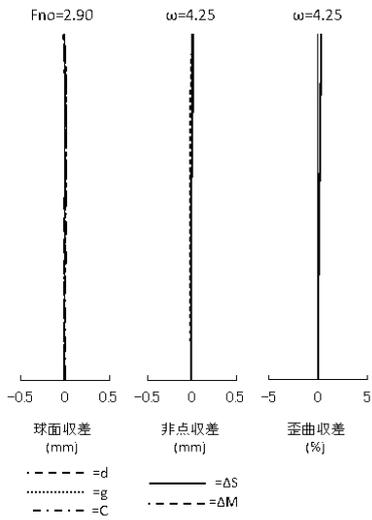
【 図 6 3 】



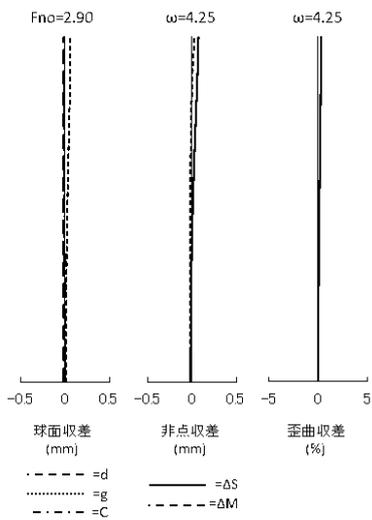
【 図 6 4 】



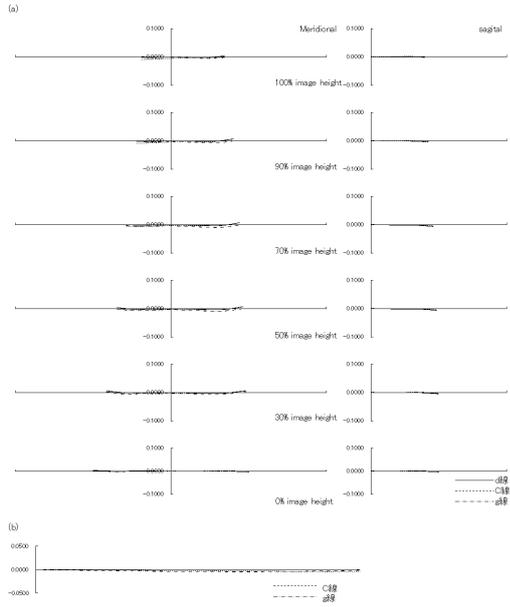
【 図 6 5 】



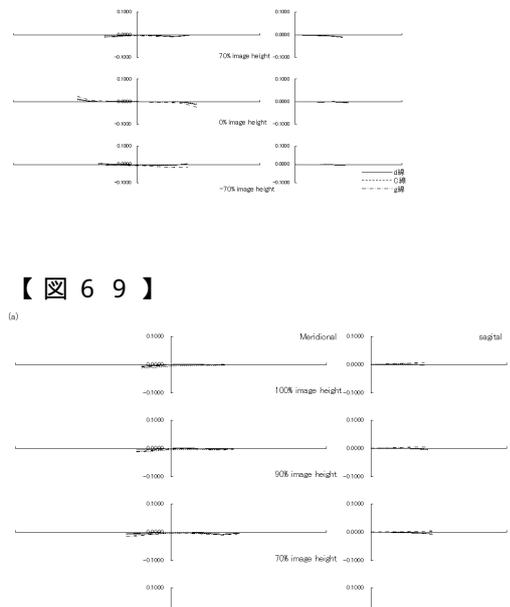
【 図 6 8 】



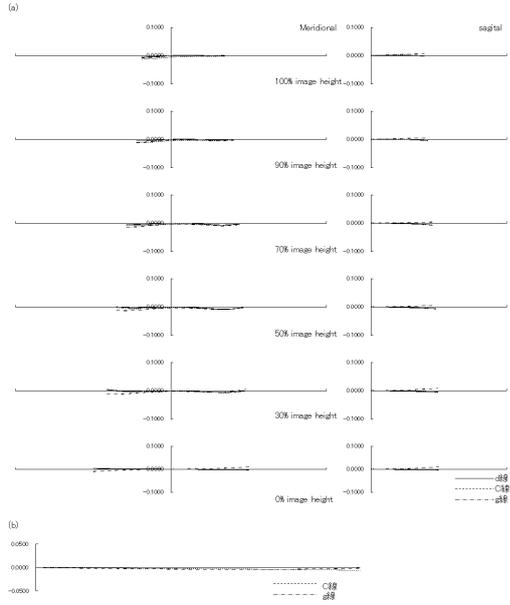
【 図 6 6 】



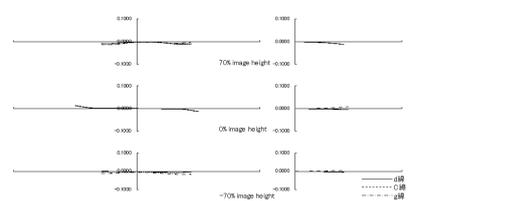
【 図 6 7 】



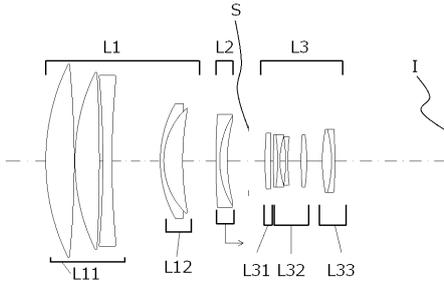
【 図 6 9 】



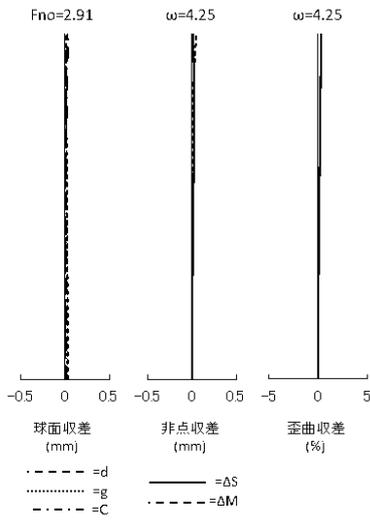
【 図 7 0 】



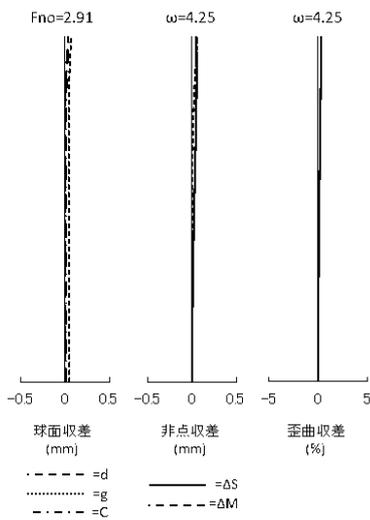
【 図 7 1 】



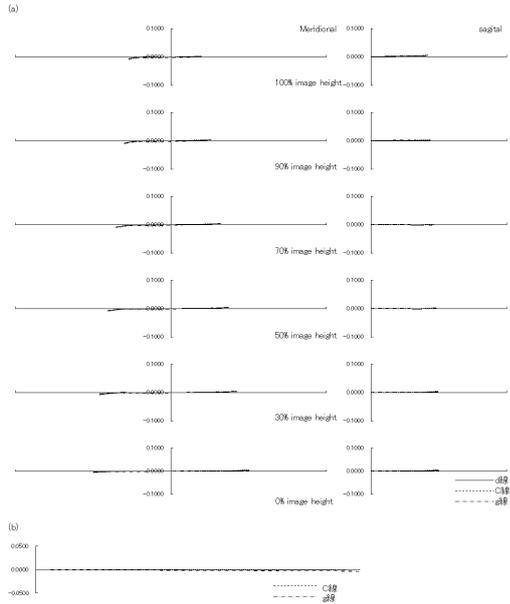
【 図 7 2 】



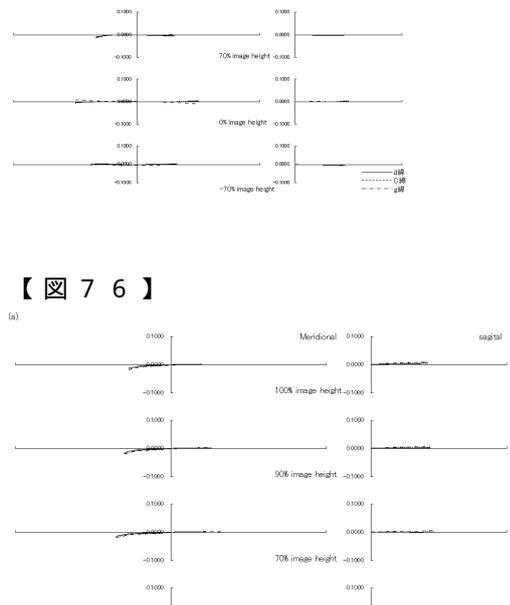
【 図 7 5 】



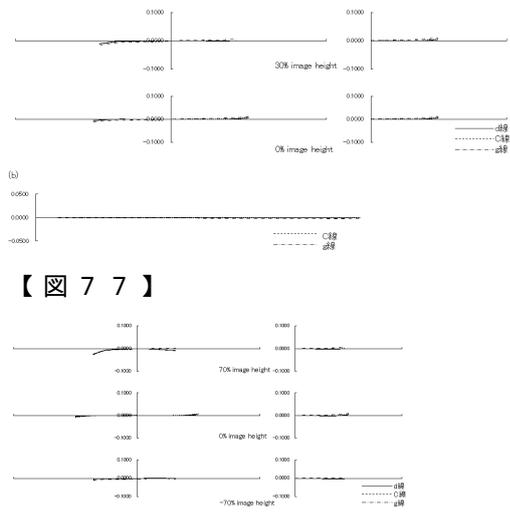
【 図 7 3 】



【 図 7 4 】



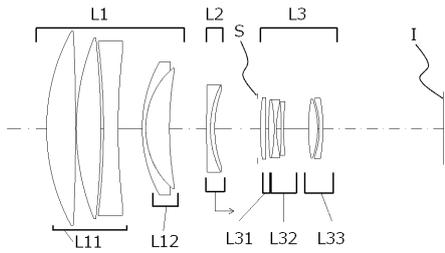
【 図 7 6 】



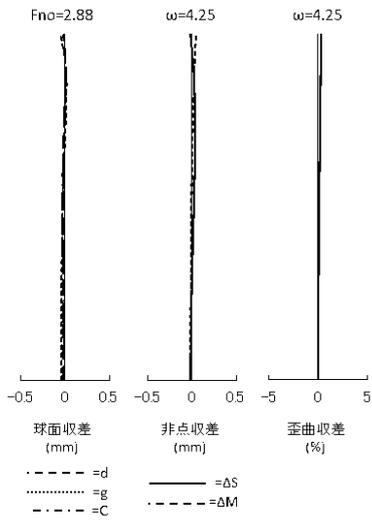
【 図 7 7 】



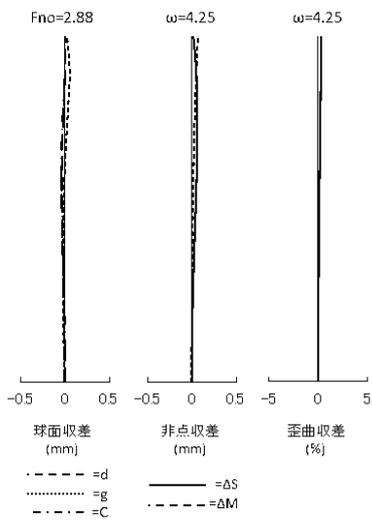
【 図 7 8 】



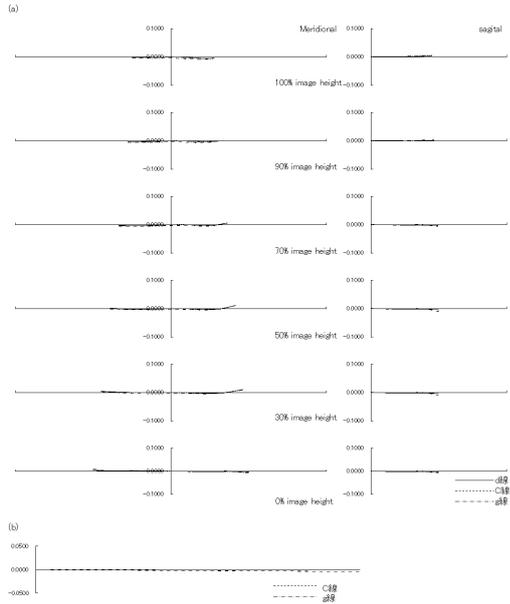
【 図 7 9 】



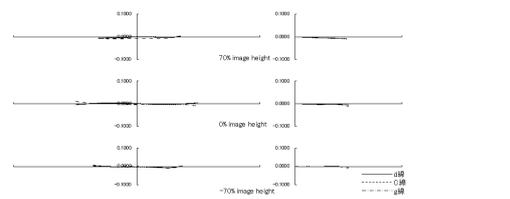
【 図 8 2 】



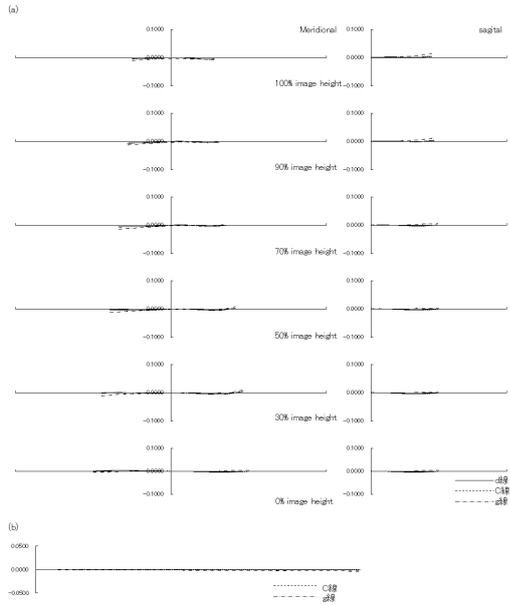
【 図 8 0 】



【 図 8 1 】



【 図 8 3 】



【 図 8 4 】

