

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4146977号
(P4146977)

(45) 発行日 平成20年9月10日(2008.9.10)

(24) 登録日 平成20年6月27日(2008.6.27)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/20	(2006.01)	GO2B 15/20
G02B 13/18	(2006.01)	GO2B 13/18
G03B 5/00	(2006.01)	GO3B 5/00

J

請求項の数 9 (全 25 頁)

(21) 出願番号

特願平11-351518

(22) 出願日

平成11年12月10日(1999.12.10)

(65) 公開番号

特開2001-166208(P2001-166208A)

(43) 公開日

平成13年6月22日(2001.6.22)

審査請求日

平成18年12月7日(2006.12.7)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

(72) 発明者 西尾 彰宏

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内

審査官 原田 英信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群より構成され、広角端に比べて望遠端において、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が大きく、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔が小さく、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が小さくなるように、少なくとも第1、第3、第4レンズ群を光軸上移動させて変倍を行うズームレンズであって、

第3レンズ群は正の屈折力の第31レンズ群と負の屈折力の第32レンズ群を有し、第32レンズ群を光軸に対し垂直方向に移動させることにより結像位置を変化させており、第2レンズ群を物体側に移動させることにより無限遠から至近へのフォーカシングを行

い。

第*i*レンズ群の焦点距離を*F_i*、全系の広角端と望遠端の焦点距離を各々*F_w*、*F_t*とし、

【数1】

$$F_m = \sqrt{F_w \cdot F_t}$$

としたとき、

$$0.7 < F_1 / F_m < 2.8$$

$$0.15 < |F_2 / F_m| < 0.7$$

$$0.678 < F_4 / F_m < 0.939$$

10

20

の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

前記第3レンズ群の焦点距離をF3、前記第32レンズ群の焦点距離をF32とするとき、

$$0.35 < F_3 / F_m < 1$$

$$-0.9 < F_3 / F_{32} < -0.18$$

の条件式を満足することを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項 3】

前記第32レンズ群は前記ズームレンズが振動したときに生ずる画像ぶれを補正していることを特徴とする請求項1又は2のズームレンズ。 10

【請求項 4】

前記第31レンズ群の最も像面側のレンズ面の曲率半径をRa、前記第32レンズ群の最も物体側のレンズ面の曲率半径をRbとしたとき、

$$-0.2 < (R_a + R_b) / (R_a - R_b) < 0.7$$

の条件式を満足することを特徴とする請求項1, 2又は3のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第32レンズ群は1枚の正レンズと1枚の負レンズより成ることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項のズームレンズ。 20

【請求項 6】

前記第31レンズ群は物体側より順に、像面側のレンズ面が凹面のメニスカス状の負レンズと正レンズが接合された全体として正の貼合わせレンズ群、正の単レンズまたは正レンズと負レンズが接合された全体として正の屈折力の貼合わせレンズ群より成ることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項のズームレンズ。 20

【請求項 7】

前記第32レンズ群は像面側に凸面を向けた正レンズと物体側のレンズ面が凹面の負レンズが接合された全体として負の屈折力の貼合わせレンズ群より成ることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項 8】

前記第32レンズ群の像面側に、防振時に固定の負又は正の屈折力の第33レンズ群を有することを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項のズームレンズ。 30

【請求項 9】

物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群より構成され、広角端に比べて望遠端において、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が大きく、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔が小さく、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が小さくなるように、少なくとも第1、第3、第4レンズ群を光軸上移動させて変倍を行うズームレンズであって、

第3レンズ群は正の屈折力の第31レンズ群と負の屈折力の第32レンズ群を有し、第32レンズ群を光軸に対し垂直方向に移動させることにより結像位置を変化させており、第2レンズ群を物体側に移動させることにより無限遠から至近へのフォーカシングを行ない、 40

第iレンズ群の焦点距離をFi、全系の広角端と望遠端の焦点距離を各々Fw、Ftとし、

【数2】

$$F_m = \sqrt{F_w \cdot F_t}$$

としたとき、

$$1.126 \quad F_1 / F_m \quad 1.794$$

$$0.15 < F_2 / F_m < 0.7$$

$$0.678 \quad F_4 / F_m \quad 0.939$$

の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。 50

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は防振機能を有したズームレンズに関し、特にズームレンズの一部のレンズ群を光軸と垂直方向に移動させることにより、ズームレンズが手振れ等で振動（傾動）したときの撮影画像のブレを光学的に補正して静止画像を得るようにし撮影画像の安定化を図った写真用カメラやビデオカメラ、そしてデジタルカメラ等に好適な防振機能を有したズームレンズに関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

撮影系に振動が伝わり手振れが生ずると撮影画像にブレが生じる。従来よりこのときの撮影画像のブレを防止する機能を有した防振光学系が種々と提案されている。

【0003】

近年、写真用カメラ、ビデオカメラ、そしてデジタルカメラ等においてはより高画質化や撮影条件の拡大の目的のため手振れ等による画像ぶれを補正する防振機能を有したズームレンズが要望されている。

【0004】

防振機能を有したズームレンズとして、例えば特開平9-230236号公報では物体側より順に正、負、正、正の屈折力のレンズ群より成る4群ズームレンズにて第3レンズ群を正と正の屈折力のレンズ群に分離し、後方のレンズ群を光軸と垂直方向に移動させることにより像ぶれ補正を行っている。また特開平10-232420号公報では主にビデオ用のズームレンズにおいてズーム中に第1レンズ群と第3レンズ群を固定とした正、負、正、正の屈折力のレンズ群より成る4群ズームにて第3レンズ群を正と負の屈折力のレンズ群に分離してどちらか一方のレンズ群を光軸と垂直方向に移動させることにより像ぶれ補正を行っている。

【0005】

又、特開平7-128619号公報では、物体側より順に順に変倍及び合焦の際に固定の正の屈折力の第1群、変倍機能を有する負の屈折力の第2群、開口絞り、正の屈折力の第3群、そして変倍により変動する像面を補正する補正機能と合焦機能の双方の機能を有する正の屈折力の第4群の4つのレンズ群を有した変倍光学系であって、該第3群は負の屈折力の第31群と正の屈折力の第32群の2つのレンズ群より成り、該第32群を光軸と垂直方向に移動させて該変倍光学系が振動したときの撮影画像のブレを補正している。

【0006】

特開平7-199124号公報では、正、負、正、そして正の屈折力の4つのレンズ群より成る4群構成の変倍光学系において、第3群全体を光軸と垂直方向に振動させて防振を行っている。

【0007】**【発明が解決しようとする課題】**

一般に、撮影系の一部のレンズを光軸に対して垂直方向に平行偏心させて画像ぶれの補正を行う光学系においては、比較的容易に画像ぶれを補正することができる利点はあるが、移動させるレンズの為の駆動手段を必要とし、又防振時における偏心収差の発生量が多くなってくるという問題点がある。

【0008】

例えば画像ぶれの補正を行う補正レンズ群がレンズ構成枚数が多く、高重量であると電気的駆動を行う際に大きなトルクを必要とする。又、画像ぶれを補正する為の、補正レンズ群を適切に設定しないと一定量の画像ぶれの補正効果を得るために補正光学系の移動量を多くとる必要が生じてしまい、光学系全体が大型化してくるという問題がある。

【0009】

本発明は、ズームレンズの一部を構成する比較的小型軽量のレンズ群を光軸と垂直方向に移動させて、ズームレンズが振動（傾動）したときの画像のブレを補正する際、ズーム

10

20

30

40

50

レンズのレンズ構成を適切に構成することにより、装置全体の小型化、機構上の簡素化及び駆動手段の負荷の軽減化を図りつつ該レンズ群の少ない偏心量で一定の画像ぶれを効果的に補正することができるズームレンズの提供を目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群より構成され、広角端に比べて望遠端において、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が大きく、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔が小さく、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が小さくなるように、少なくとも第1、第3、第4レンズ群を光軸上移動させて変倍を行うズームレンズであって、

第3レンズ群は正の屈折力の第31レンズ群と負の屈折力の第32レンズ群を有し、第32レンズ群を光軸に対し垂直方向に移動させることにより結像位置を変化させており、
第2レンズ群を物体側に移動させることにより無限遠から至近へのフォーカシングを行
い、

第*i*レンズ群の焦点距離をF*i*、全系の広角端と望遠端の焦点距離を各々Fw、Ftとし、

【数3】

$$F_m = \sqrt{F_w \cdot F_t}$$

10

20

としたとき、

$$0.7 < F_1 / F_m < 2.8$$

$$0.15 < |F_2 / F_m| < 0.7$$

$$0.678 \leq F_4 / F_m \leq 0.939$$

の条件式を満足することを特徴としている。

【0011】

請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記第3レンズ群の焦点距離をF3、前記第32レンズ群の焦点距離をF32とするとき、

$$0.35 < F_3 / F_m < 1$$

$$-0.9 < F_3 / F_{32} < -0.18$$

30

の条件式を満足することを特徴としている。

【0012】

請求項3の発明は請求項1又は2の発明において、前記第32レンズ群は前記ズームレンズが振動したときに生ずる画像ぶれを補正していることを特徴としている。

【0013】

請求項4の発明は請求項1、2又は3の発明において、前記第31レンズ群の最も像面側のレンズ面の曲率半径をRa、前記第32レンズ群の最も物体側のレンズ面の曲率半径をRbとしたとき、

$$-0.2 < (R_a + R_b) / (R_a - R_b) < 0.7$$

の条件式を満足することを特徴としている。

40

【0014】

請求項5の発明は請求項1乃至4のいずれか1項の発明において、前記第32レンズ群は1枚の正レンズと1枚の負レンズより成ることを特徴としている。

【0015】

請求項6の発明は請求項1乃至5のいずれか1項の発明において、前記第31レンズ群は物体側より順に、像面側のレンズ面が凹面のメニスカス状の負レンズと正レンズが接合された全体として正の貼合わせレンズ群、正の単レンズまたは正レンズと負レンズが接合された全体として正の屈折力の貼合わせレンズ群より成ることを特徴としている。

【0016】

請求項7の発明は請求項1乃至6のいずれか1項の発明において、前記第32レンズ群

50

は像面側に凸面を向けた正レンズと物体側のレンズ面が凹面の負レンズが接合された全体として負の屈折力の貼合わせレンズ群より成ることを特徴としている。

請求項 8 の発明は請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項の発明において、前記第 3 2 レンズ群の像面側に、防振時に固定の負又は正の屈折力の第 3 3 レンズ群を有することを特徴としている。

請求項 9 の発明のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群より構成され、広角端に比べて望遠端において、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔が大きく、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間隔が小さく、第 3 レンズ群と第 4 レンズ群の間隔が小さくなるように、少なくとも第 1 、第 3 、第 4 レンズ群を光軸上移動させて変倍を行うズームレンズであって、

第 3 レンズ群は正の屈折力の第 3 1 レンズ群と負の屈折力の第 3 2 レンズ群を有し、第 3 2 レンズ群を光軸に対し垂直方向に移動させることにより結像位置を変化させており、
第 2 レンズ群を物体側に移動させることにより無限遠から至近へのフォーカシングを行
い、

第 i レンズ群の焦点距離を F_i 、全系の広角端と望遠端の焦点距離を各々 F_w 、 F_t とし、

【数 4】

$$F_m = \sqrt{F_w \cdot F_t}$$

10

20

としたとき、

$$\begin{array}{lll} 1.126 & F_1 / F_m & 1.794 \\ 0.15 < & F_2 / F_m & < 0.7 \\ 0.678 & F_4 / F_m & 0.939 \end{array}$$

の条件式を満足することを特徴としている。

【0017】

【発明の実施の形態】

図 1 , 図 8 , 図 15 , 図 22 , 図 29 は順に本発明の参考例 1 、数値実施例 1 、 2 、参考例 2 、数値実施例 3 の広角端のレンズ断面図である。図 2 ~ 図 4 は本発明の参考例 1 の通常状態の広角端、中間、望遠端の収差図、図 5 ~ 図 7 は参考例 1 の振動補償状態（画角 0.3 度の画像ぶれの補正）の広角端、中間、望遠端の収差図、図 9 ~ 図 11 は本発明の数値実施例 1 の通常状態の広角端、中間、望遠端の収差図、図 12 ~ 図 14 は本発明の数値実施例 1 の振動補償状態（画角 0.3 度の画像ぶれの補正）の広角端、中間、望遠端の収差図、図 16 ~ 図 18 は本発明の数値実施例 2 の通常状態の広角端、中間、望遠端の収差図、図 19 ~ 図 21 は本発明の数値実施例 2 の振動補償状態（画角 0.3 度の画像ぶれの補正）の広角端、中間、望遠端の収差図、図 23 ~ 図 25 は本発明の参考例 2 の通常状態の広角端、中間、望遠端の収差図、図 26 ~ 図 28 は本発明の参考例 2 の振動補償状態（画角 0.3 度の画像ぶれの補正）の広角端、中間、望遠端の収差図、図 30 ~ 図 32 は本発明の数値実施例 3 の通常状態の広角端、中間、望遠端の収差図、図 33 ~ 図 35 は本発明の数値実施例 3 の振動補償状態（画角 0.3 度の画像ぶれの補正）の広角端、中間、望遠端の収差図である。

30

40

【0018】

図中、 L_1 は正の屈折力の第 1 レンズ群、 L_2 は負の屈折力の第 2 レンズ群、 L_3 は正の屈折力の第 3 レンズ群、 L_4 は正の屈折力の第 4 レンズ群である。矢印は広角側から望遠側への変倍を行う際の各レンズ群の移動方向を示す。SP は絞りで第 2 群と第 3 群との間に設けている。IP は像面である。

【0019】

図 1 , 図 8 , 図 15 において、第 3 レンズ群は正の屈折力の第 3 1 レンズ群 L_{31} と防振用の負の屈折力の第 3 2 レンズ群 L_{32} を有している。図 22 , 図 29 において、第 3 レンズ群は正の屈折力の第 3 1 レンズ群 L_{31} と防振用の負の屈折力の第 3 2 レンズ群 L_{32}

50

32、そして負の屈折力の第33レンズ群L33を有している。

【0020】

本発明のズームレンズにおいては、物体側より正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群を有し、少なくとも第1、第3、第4レンズ群を光軸上移動を行いつつ各レンズ群の空気間隔を変化させて変倍を行い、前記第3レンズ群中の負の屈折力の第32レンズ群L32を光軸に対し垂直方向に移動を行うことにより結像位置の変位を行っている。

【0021】

変倍に際して第1レンズ群と第2レンズ群の空気間隔を変化させることにより主に第2レンズ群で変倍作用を行い、第3レンズ群の移動で主に変倍に伴い変動する像面の補正作用を行うと同時に第3レンズ群と第4レンズ群の空気間隔を変化させることにより変倍に伴う軸外収差の変動を補正している。またこの際、第2レンズ群を光軸上固定としても良く、これによれば機構の簡略化を行える。そして正の屈折力を有する第3レンズ群中に負の屈折力の第32レンズ群を配置することにより第3レンズ群中の第32レンズ群以外のレンズ系のうち正の屈折作用のレンズ群で発生する諸収差を第32レンズ群の負の屈折作用でキャンセルしている。又それと同時に少ない移動量で大きい像位置の変位作用を行っている。

【0022】

この際、前記第3レンズ群は物体側より正の屈折力の第31レンズ群L31と負の屈折力の第32レンズ群又は正の屈折力を有する第31レンズ群L31と負の屈折力を有する第32レンズ群、そして負の屈折力の第33レンズ群を有し、第32レンズ群を光軸に対し垂直方向に移動を行うことにより結像位置の変位を行っている。これにより第31レンズ群の収斂作用により第32レンズ群のレンズ系の小型化を行うとともに第32レンズ群の移動機構の簡易化を行っている。

このうち第1発明としては、第2レンズ群を物体側に移動させることにより無限遠から至近へのフォーカシングを行い、

第1レンズ群の焦点距離をF_i、全系の広角端と望遠端の焦点距離を各々F_w、F_tとし、

【数5】

$$F_m = \sqrt{F_w \cdot F_t}$$

としたとき、

$$0.7 < F_1 / F_m < 2.8 \quad \dots (4)$$

$$0.15 < |F_2 / F_m| < 0.7 \quad \dots (5)$$

$$0.678 \leq F_4 / F_m \leq 0.939 \quad \dots (6)$$

の条件式を満足している。

第1発明は、条件式(4)～(6)に関して後述する数値実施例1～3を含んでいる。
又、第2発明としては、第2レンズ群を物体側に移動させることにより無限遠から至近へのフォーカシングを行い、

第1レンズ群の焦点距離をF_i、全系の広角端と望遠端の焦点距離を各々F_w、F_tとし、

【数6】

$$F_m = \sqrt{F_w \cdot F_t}$$

としたとき、

$$1.126 \leq F_1 / F_m \leq 1.794 \quad \dots (4a)$$

$$0.15 < |F_2 / F_m| < 0.7 \quad \dots (5)$$

$$0.678 \leq F_4 / F_m \leq 0.939 \quad \dots (6)$$

の条件式を満足している。

第2発明は、条件式(4a)、(5)、(6)に関して後述する数値実施例1、2を含

10

20

30

40

50

んでいる。尚、以下第1発明と第2発明とを総称して「本発明」ともいう。

【0023】

本発明の目的とするズームレンズは以上の諸条件を満足することにより達成されるが、更に良好なる光学性能を有しつつ、光学系全体の小型化を図るには次の諸条件のうち少なくとも1つを満足させるのが良い。

【0024】

(ア-1)全系の広角端と望遠端の焦点距離を各々 F_w 、 F_t 、前記第3レンズ群の焦点距離を F_3 、前記第32レンズ群の焦点距離を F_{32} 、

【0025】

【数7】

10

$$F_m = \sqrt{F_w \cdot F_t}$$

【0026】

としたとき、

$$0.35 < F_3 / F_m < 1 \dots (1)$$

$$-0.9 < F_3 / F_{32} < -0.18 \dots (2)$$

の条件式を満足することである。

【0027】

条件式(1)の上限を越えて、第3レンズ群の屈折力が弱まると一定の焦点距離及び変倍比を確保するためのレンズ群の移動量が多くなり、レンズ系の全長が増大してしまうため良くない。

20

【0028】

他方、下限値を越えると第3レンズ群の屈折力が強くなりすぎて、負の球面収差が強く発生し、これを他のレンズ群にて全変倍域中良好に補正することが困難となってくる。

【0029】

条件式(2)は第3レンズ群中の結像位置の変位作用を行う第32レンズ群の屈折力に関するもので、一定の像位置変位作用を行うための第32レンズ群の移動量を抑えつつ高画質を維持するためのものである。

【0030】

条件式(2)の上限を越えて第32レンズ群の負の屈折力が弱くなると一定の像位置変位作用を行うために第32レンズ群の移動量が増加していくとともに移動時に一定の周辺光量を得るために第32レンズ群のレンズ径が増大してしまい良くない。

30

【0031】

他方、下限値を越えると、第32レンズ群の負の屈折力が大きくなると同時に第3レンズ群中の第32レンズ群以外のレンズ系の正の屈折力を大きくしなければならなくなり、高次の球面収差やコマ収差が大きく発生してきて像位置の変位時の収差補正が困難となってくる。

【0032】

尚、更に好ましくは条件式(1)、(2)を、

$$0.4 < F_3 / F_m < 0.8 \dots (1a)$$

$$-0.8 < F_3 / F_{32} < -0.2 \dots (2a)$$

40

とするのが良い。

【0033】

(ア-2)前記第31レンズ群の最も像面側のレンズ面の曲率半径を R_a 、前記第32レンズ群の最も物体側のレンズ面の曲率半径を R_b としたとき、

$$-0.2 < (R_a + R_b) / (R_a - R_b) < 0.7 \dots (3)$$

の条件式を満足することである。

【0034】

条件式(3)は更なる高画質を得る為に、第3レンズ群中のレンズ面形状を適切に配置する為のものである。条件式(3)の数値範囲を越えると結像位置の変位時と無変位時の

50

相互レンズ面における球面収差とコマ収差のキャンセル関係が崩れてしまうため良くない。

【0035】

尚、更に好ましくは条件式(3)を、

$$-0.15 < (R_a + R_b) / (R_a - R_b) < 0.6 \dots (3a)$$

とするのが良い。

【0036】

【0037】

次に前述した条件式(4)、(4a)、(5)、(6)の技術的意味について説明する

10

条件式(4)、(4a)、(5)、(6)は主に高画質でコンパクトな光学系の達成のためのものである。

【0038】

条件式(4)又は(4a)の上限値を越えると、第1レンズ群の屈折力が弱くなりすぎて、レンズ外径の増大やレンズ全長の増加を招き良くない。

【0039】

他方、下限値を越えると第1レンズ群の屈折力が強まってきて、高次の球面収差が大きく発生してきてこの補正が困難となってくる。

【0040】

条件式(5)の上限値を越えると、第2レンズ群の屈折力が弱まり、一定の変倍比を得るために各レンズ群の移動量が大きくなってしまい、結果としてレンズ系のコンパクト化が困難となってくる。

20

【0041】

また下限値を越えると、負の屈折力作用が大きくなるためペツツバール和が負に大となり、像面湾曲が大きくなってくるので良くない。

【0042】

条件式(6)の上限値を越えると第4レンズ群の屈折力が弱くなりすぎるとバックフォーカスが長くなってくるためレンズ全長が増大してきて良くない。

【0043】

他方、下限値を越えるとレンズ全系のバックフォーカスが短くなりすぎていて、例えば一眼レフカメラに用いるとクイックリターンミラーとの干渉を生じてくると同時に像面湾曲等軸外の高次収差が大きく発生してくる。

30

【0044】

尚、更に好ましくは条件式(5)は

$$0.18 < |F_2 / F_m| < 0.6 \dots (5a)$$

とするのが良い。

【0045】

(ア-4)前記第32レンズ群は各々1枚の正レンズと負レンズで構成することが良い。これによれば像位置の変位時のレンズ移動の際の収差変動を抑えるのに好ましい。

【0046】

(ア-5)無限遠物体から至近距離物体へのフォーカスは第1レンズ群又は第2レンズ群を物体側に移動することにより行うのが良い。特に第2レンズ群を移動させる方式は第1レンズ群のレンズ外径を増大させないために良い。また第1、第2レンズ群を共に物体側に移動されることによってフォーカスを行っても良い。

40

【0047】

(ア-6)第1レンズ群の構成を物体側より、物体側に比べ像面側のレンズ面が強い(以下、単に「像面側のレンズ面が強い」と略す。)屈折力の凹面の負レンズ、正レンズ、そして像面側に比べ物体側のレンズ面が強い(以下、単に「物体側のレンズ面が強い」と略す。)屈折力の凸面の正レンズとするのが良い。

【0048】

50

(ア-7) 第2レンズ群の構成を物体側より、像面側のレンズ面が強い凹面の負レンズ、両レンズ面が凹面の負レンズ、物体側のレンズ面が強い凸面の正レンズ、物体側のレンズ面が強い凹面の負レンズとすることである。またもっとも像面側の負レンズは負レンズと正レンズの接合レンズとすればより高画質化の達成に良い。

【0049】

(ア-8) 第31レンズ群は物体側より、像面側のレンズ面が強い凹面のメニスカス状の負レンズと正レンズを接合した全体として正の屈折力の貼合わせレンズ群、正の単レンズまたは正レンズと負レンズが接合された全体として正の屈折力の貼合わせレンズ群より構成するのが良い。

【0050】

(ア-9) 第32レンズ群は像面側に凸面を向けた正レンズと物体側のレンズ面が強い凹面の負レンズが接合された全体として負の屈折力の貼合わせレンズ群とするのが良い。

【0051】

(ア-10) 第32レンズ群の像面側に防振時に固定の負又は正の屈折力の第33レンズ群を配置するのが良い。これによれば更なる収差補正効果が期待できる。これは数値実施例1、2、参考例1においても適用できる。即ち図22の参考例2、図29の数値実施例3では第3レンズ群L3を第31、第32、第33レンズ群L31、L32、L33より構成しているが、図1の参考例1、図8、図15の数値実施例1、2においても同様に第3レンズ群L3に第33レンズ群を付加し、第3レンズ群L3を第31、第32、第33レンズ群L31、L32、L33より構成しても良い。

【0052】

(ア-11) 第4レンズ群は物体側より、像面側が強い凸面の正レンズ、両レンズ面が凸面の正レンズ、物体側が強い凹面であるメニスカス状の負レンズとするのが良い。

【0053】

(ア-12) 光学性能向上のためレンズ系に非球面や回折光学素子、屈折分布光学材料を導入するのが良い。

【0054】

次に本発明に関する数値実施例を示す。

【0055】

数値実施例において R_i は物体側より順に第 i 番目のレンズ厚及び空気間隔、 N_i と i は各々物体側より順に第 i 番目のレンズの材質の屈折率とアッペ数である。

【0056】

また非球面係数 K , A , B , C , D は次式

【0057】

【数4】

$$X = \frac{H^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + A \cdot H^2 + B \cdot H^4 + C \cdot H^6 + D \cdot H^8 + E \cdot H^{10}$$

【0058】

で与えるものとする。但し、 X はレンズ頂点光軸から方向への変位量、 H は光軸からの距離、 R は曲率半径である。又「 $e - X$ 」は「 $\times 10^{-X}$ 」を意味している。

【0059】

又前述の各条件式と参考例、数値実施例における諸数値との関係を表-1に示す。

参考例1

$$f=29.00 \sim 101.37 \quad Fno=4.54 \sim 5.75 \quad 2=73.5^\circ \sim 24.1^\circ$$

$$R_1=86.687 \quad D_1=1.50 \quad N_1=1.846660 \quad 1=23.9$$

$$R_2=42.162 \quad D_2=8.70 \quad N_2=1.603112 \quad 2=60.6$$

$$R_3=467.815 \quad D_3=0.15$$

$$R_4=36.727 \quad D_4=6.40 \quad N_3=1.733997 \quad 3=51.5$$

R 5=125.386	D 5=可変			
R 6=64.747	D 6=1.20	N 4=1.834807	4=42.7	
R 7=11.848	D 7=5.34			
R 8=-38.336	D 8=1.00	N 5=1.804000	5=46.6	
R 9=29.098	D 9=0.20			
R10=21.706	D10=3.10	N 6=1.846660	6=23.9	
R11=-41.601	D11=0.60			
R12=-22.294	D12=1.00	N 7=1.804000	7=46.6	
R13=-120.841	D13=可変			
R14=絞り	D14=0.15			10
R15=37.070	D15=0.90	N 8=1.805181	8=25.4	
R16=24.498	D16=3.00	N 9=1.639300	9=44.9	
R17=-39.035	D17=0.20			
R18=40.272	D18=3.30	N10=1.570989	10=50.8	
R19=-15.064	D19=0.90	N11=1.846660	11=23.9	
R20=-36.396	D20=1.73			
R21=-40.584	D21=2.00	N12=1.846660	12=23.9	
R22=-13.785	D22=0.90	N13=1.749497	13=35.3	
R23=83.142	D23=可変			
R24=-132.327	D24=3.80	N14=1.487490	14=70.2	20
R25=-22.027	D25=0.20			
R26=110.113	D26=4.00	N15=1.487490	15=70.2	
R27=-41.738	D27=2.38			
R28=-19.597	D28=1.40	N16=1.846660	16=23.9	
R29=-33.679				

\ 焦点距離 29.00 54.74 101.37

可変間隔 \

D 5	1.89	10.94	22.39
D13	12.99	6.28	1.45
D23	11.52	8.24	7.12

30

数值実施例_1

f=29.00 ~ 101.30	Fno=4.39 ~ 5.75	2 =73.5 ° ~ 24.1 °	
R 1=83.702	D 1=1.50	N 1=1.846660	1=23.9
R 2=41.079	D 2=8.40	N 2=1.603112	2=60.6
R 3=359.634	D 3=0.15		
R 4=38.654	D 4=6.40	N 3=1.719995	3=50.2
R 5=150.065	D 5=可変		
R 6=64.696	D 6=1.20	N 4=1.834807	4=42.7
R 7=12.027	D 7=5.00		
R 8=-37.123	D 8=1.00	N 5=1.804000	5=46.6
R 9=28.835	D 9=0.20		
R10=21.702	D10=3.10	N 6=1.846660	6=23.9
R11=-39.022	D11=0.60		
R12=-22.580	D12=1.00	N 7=1.804000	7=46.6
R13=-120.841	D13=可変		
R14=絞り	D14=0.15		
R15=37.553	D15=0.90	N 8=1.805181	8=25.4
R16=25.970	D16=3.00	N 9=1.639300	9=44.9
R17=-45.144	D17=0.20		
R18=41.663	D18=3.30	N10=1.570989	10=50.8

40

50

R19=-14.860	D19=0.90	N11=1.846660	11=23.9	
R20=-38.349	D20=1.50			
R21=-42.901	D21=2.20	N12=1.846660	12=23.9	
R22=-13.652	D22=0.90	N13=1.749497	13=35.3	
R23=91.409	D23=可変			
R24=-133.590	D24=3.80	N14=1.487490	14=70.2	
R25=-21.523	D25=0.20			
R26=107.117	D26=3.80	N15=1.487490	15=70.2	
R27=-42.147	D27=2.60			
R28=-19.781	D28=1.40	N16=1.846660	16=23.9	10
R29=-33.679				

\ 焦点距離 29.00 55.00 101.30

可变間隔 \

D 5	2.00	10.87	22.39
D13	13.51	6.31	1.45
D23	11.52	8.30	7.12

数値実施例 2

f=29.00 ~ 101.50	Fno=4.10 ~ 5.75	2 =73.5 ° ~ 24.1 °	
R 1=141.446	D 1=1.80	N 1=1.846660	1=23.8
R 2=65.548	D 2=8.00	N 2=1.603112	2=60.6
R 3=-1920.275	D 3=0.15		
R 4=41.278	D 4=5.00	N 3=1.733997	3=51.5
R 5=69.266	D 5=可変		
R 6=26.753	D 6=1.20	N 4=1.834807	4=42.7
R 7=12.779	D 7=6.97		
R 8=-111.739	D 8=1.00	N 5=1.804000	5=46.6
R 9=27.679	D 9=0.20		
R10=20.183	D10=4.20	N 6=1.846660	6=23.8
R11=-229.709	D11=1.20		
R12=-34.939	D12=1.00	N 7=1.804000	7=46.6
R13=343.160	D13=可変		
R14=絞り	D14=1.00		
R15=382.311	D15=0.90	N 8=1.805181	8=25.4
R16=13.917	D16=3.20	N 9=1.639300	9=44.9
R17=-70.454	D17=0.20		
R18=26.018	D18=2.50	N10=1.720000	10=43.7
R19=-51.100	D19=1.50		
R20=-45.633	D20=2.40	N11=1.846660	11=23.8
R21=-15.099	D21=0.90	N12=1.749497	12=35.3
R22=225.399	D22=可変		
R23=-25.512	D23=3.00	N13=1.487490	13=70.2
R24=-17.904	D24=0.20		
R25=65.171	D25=4.00	N14=1.487490	14=70.2
R26=-43.800	D26=3.14		
R27=-18.241	D27=1.40	N15=1.846660	15=23.8
R28=-31.177			

\ 焦点距離 29.00 54.00 101.50

可变間隔 \

D 5	1.80	15.36	29.97
D13	20.13	8.98	1.29

D22 14.01 10.76 9.85

参考例 2

f=29.01 ~ 101.35	Fno=3.77 ~ 5.80	2 =73.4 ° ~ 24.1 °	
R I=126.261 D 1=1.80	N 1=1.846660	1=23.8	
R 2=66.940 D 2=8.00	N 2=1.603112	2=60.6	
R 3=-282.096 D 3=0.15			
R 4=37.686 D 4=3.00	N 3=1.670000	3=57.3	
R 5=46.991 D 5=可变			
 R 6=33.243 D 6=1.20	N 4=1.873996	4=35.3	10
R 7=14.216 D 7=6.40			
R 8=-47.453 D 8=1.00	N 5=1.743198	5=49.3	
R 9=42.606 D 9=0.20			
R10=25.841 D10=4.20	N 6=1.846660	6=23.8	
R11=-62.181 D11=1.02			
R12=-28.083 D12=1.00	N 7=1.804000	7=46.6	
R13=-274.061 D13=可变			
R14=絞り D14=1.00			
R15=89.494 D15=0.90	N 8=1.784723	8=25.7	
R16=14.136 D16=4.00	N 9=1.670000	9=57.3	20
R17=-236.326 D17=0.20			
R18=24.385 D18=3.30	N10=1.647689	10=33.8	
R19=-46.622 D19=1.00			
R20=-47.442 D20=2.40	N11=1.846660	11=23.8	
R21=-16.552 D21=0.90	N12=1.739997	12=31.7	
R22=-615.178 D22=1.80			
R23=-58.954 D23=1.80	N13=1.740999	13=52.6	
* R24=-211.512 D24=可变			
R25=-30.176 D25=3.00	N14=1.548141	14=45.8	
R26=-20.181 D26=0.20			30
R27=62.613 D27=5.00	N15=1.510091	15=63.6	
R28=-33.511 D28=2.07			
R29=-20.285 D29=1.40	N16=1.846660	16=23.8	
R30=-49.470			

\ 焦点距離 29.01 53.97 101.35

可变間隔 \

D 5	1.80	14.59	29.63
D13	21.08	8.91	1.00
D24	11.12	9.28	9.18

非球面係数

24面 : k=-5.62727e+02

A=0 B=1.89300e-06 C=3.98391e-08 D=-7.41272e-11 E=0.00000e+00

数値実施例 3

f=29.00 ~ 101.50	Fno=3.86 ~ 5.75	2 =73.5 ° ~ 24.1 °	
R I=233.840 D 1=1.80	N 1=1.846660	1=23.8	
R 2=98.856 D 2=6.00	N 2=1.658296	2=57.3	
R 3=-305.171 D 3=0.15			
R 4=51.919 D 4=3.00	N 3=1.603112	3=60.7	
R 5=80.974 D 5=可变			
R 6=33.135 D 6=1.20	N 4=1.850259	4=32.3	50

R 7=14.698	D 7=6.73				
R 8=-66.153	D 8=1.00	N 5=1.712995	5=53.9		
R 9=34.324	D 9=0.20				
R10=24.112	D10=4.20	N 6=1.846660	6=23.8		
R11=-131.824	D11=1.35				
R12=-32.019	D12=1.00	N 7=1.743198	7=49.3		
R13=-263.558	D13=可変				
R14=絞り	D14=1.00				
R15=47.410	D15=0.90	N 8=1.800999	8=35.0		
R16=12.758	D16=4.30	N 9=1.677900	9=55.3	10	
R17=114.951	D17=0.20				
R18=26.510	D18=3.00	N10=1.677900	10=55.3		
R19=-125.081	D19=1.30				
R20=-47.415	D20=3.00	N11=1.846660	11=23.8		
R21=-18.117	D21=0.90	N12=1.717362	12=29.5		
R22=-311.396	D22=1.80				
R23=195.852	D23=1.80	N13=1.670000	13=57.3		
* R24=7619.687	D24=可変				
R25=-30.835	D25=2.50	N14=1.568728	14=63.2	20	
R26=-21.996	D26=0.20				
R27=72.912	D27=4.80	N15=1.518206	15=65.0		
R28=-28.835	D28=2.18				
R29=-18.744	D29=1.40	N16=1.850259	16=32.3		
R30=-51.138					

\ 焦点距離 29.00 54.00 101.50

可変間隔 \

D 5	1.80	17.95	36.60
D13	23.15	10.02	1.35
D24	10.14	8.31	8.09

非球面係数

24面 : k=1.81112e+04

A=0 B=1.77443e-06 C=-2.39986e-08 D=-5.47733e-11 E=0.00000e+00

【 0 0 6 0 】

【 表 1 】

表-1

条件式		参考例 1	数値実施例 1	数値実施例 2	参考例 2	数値実施例 3
(1)	F3/Fm	0.594	0.650	0.445	0.700	0.586
(2)	F3/F32	-0.739	-0.736	-0.372	-0.380	-0.258
(3)	(Ra+Rb)/(Ra-Rb)	-0.054	-0.056	0.057	-0.009	0.450
(4), (4a)	F1/Fm	1.087	1.126	1.794	2.005	2.249
(5)	F2/Fm	0.226	0.234	0.342	0.370	0.413
(6)	F4/Fm	0.991	0.939	0.678	1.680	0.697

【 0 0 6 1 】

【 発明の効果 】

本発明によれば、ズームレンズの一部を構成する比較的小型軽量のレンズ群を光軸と垂直方向に移動させて、ズームレンズが振動（傾動）したときの画像のブレを補正する際、ズームレンズのレンズ構成を適切に構成することにより、装置全体の小型化、機構上の簡素化及び駆動手段の負荷の軽減化を図りつつ該レンズ群の少ない偏心量で一定の画像ぶれを効果的に補正することができるズームレンズを達成することができる。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

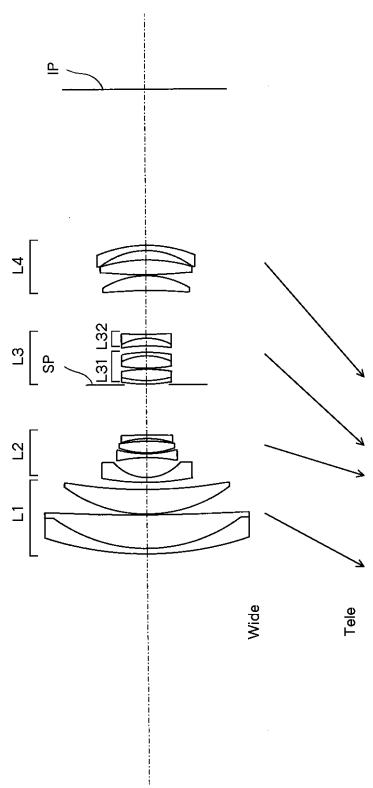
- 【図 1】 本発明の参考例 1の広角端のレンズ断面図
 【図 2】 本発明の参考例 1の通常状態の広角端の収差図
 【図 3】 本発明の参考例 1の通常状態の中間の収差図
 【図 4】 本発明の参考例 1の通常状態の望遠端の収差図
 【図 5】 本発明の参考例 1の画角 0 . 3 ° 分の画像ぶれの補正の広角端の収差図
 【図 6】 本発明の参考例 1の画角 0 . 3 ° 分の画像ぶれの補正の中間の収差図
 【図 7】 本発明の参考例 1の画角 0 . 3 ° 分の画像ぶれの補正の望遠端の収差図
 【図 8】 本発明の数値実施例1の広角端のレンズ断面図
 【図 9】 本発明の数値実施例1の通常状態の広角端の収差図 10
 【図 10】 本発明の数値実施例1の通常状態の中間の収差図
 【図 11】 本発明の数値実施例1の通常状態の望遠端の収差図
 【図 12】 本発明の数値実施例1の画角 0 . 3 ° 分の画像ぶれの補正の広角端の収差図
 【図 13】 本発明の数値実施例1の画角 0 . 3 ° 分の画像ぶれの補正の中間の収差図
 【図 14】 本発明の数値実施例1の画角 0 . 3 ° 分の画像ぶれの補正の望遠端の収差図
 【図 15】 本発明の数値実施例2の広角端のレンズ断面図
 【図 16】 本発明の数値実施例2の通常状態の広角端の収差図
 【図 17】 本発明の数値実施例2の通常状態の中間の収差図
 【図 18】 本発明の数値実施例2の通常状態の望遠端の収差図
 【図 19】 本発明の数値実施例2の画角 0 . 3 ° 分の画像ぶれの補正の広角端の収差図 20
 【図 20】 本発明の数値実施例2の画角 0 . 3 ° 分の画像ぶれの補正の中間の収差図
 【図 21】 本発明の数値実施例2の画角 0 . 3 ° 分の画像ぶれの補正の望遠端の収差図
 【図 22】 本発明の参考例 2の広角端のレンズ断面図
 【図 23】 本発明の参考例 2の通常状態の広角端の収差図
 【図 24】 本発明の参考例 2の通常状態の中間の収差図
 【図 25】 本発明の参考例 2の通常状態の望遠端の収差図
 【図 26】 本発明の参考例 2の画角 0 . 3 ° 分の画像ぶれの補正の広角端の収差図
 【図 27】 本発明の数値実施例4の画角 0 . 3 ° 分の画像ぶれの補正の中間の収差図
 【図 28】 本発明の参考例 2の画角 0 . 3 ° 分の画像ぶれの補正の望遠端の収差図
 【図 29】 本発明の数値実施例3の広角端のレンズ断面図 30
 【図 30】 本発明の数値実施例3の通常状態の広角端の収差図
 【図 31】 本発明の数値実施例3の通常状態の中間の収差図
 【図 32】 本発明の数値実施例3の通常状態の望遠端の収差図
 【図 33】 本発明の数値実施例3の画角 0 . 3 ° 分の画像ぶれの補正の広角端の収差図
 【図 34】 本発明の数値実施例3の画角 0 . 3 ° 分の画像ぶれの補正の中間の収差図
 【図 35】 本発明の数値実施例3の画角 0 . 3 ° 分の画像ぶれの補正の望遠端の収差図

【符号の説明】

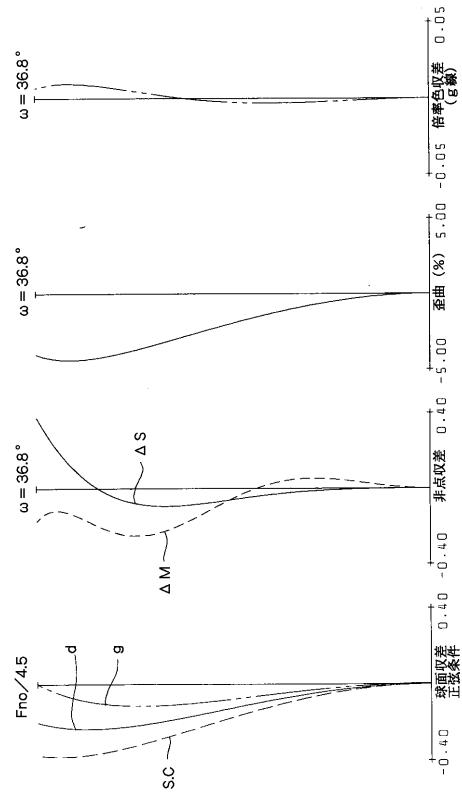
- L 1 第 1 レンズ群
 L 2 第 2 レンズ群
 L 3 第 3 レンズ群 40
 L 3 1 第 3 1 レンズ群
 L 3 2 第 3 2 レンズ群
 L 3 3 第 3 3 レンズ群
 L 4 第 4 レンズ群
 S P 開口絞り
 I P 像面
 d d 線
 g g 線
 S サジタル像面
 M メリディオナル像面 50

h 像高
S . C 正弦条件

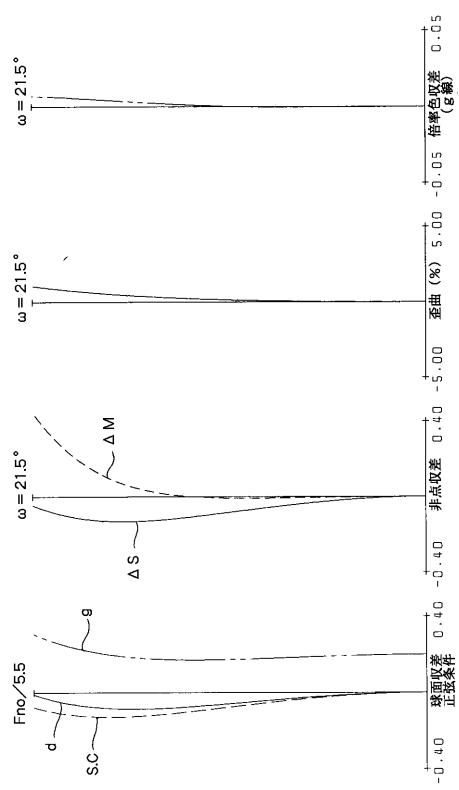
【図 1】



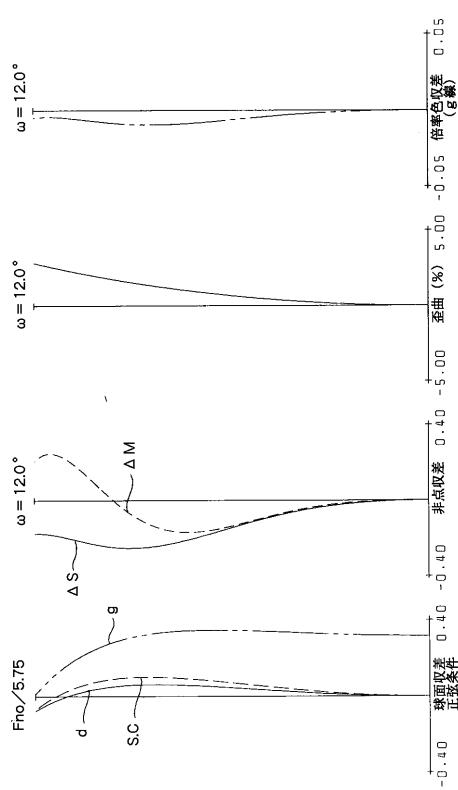
【図 2】



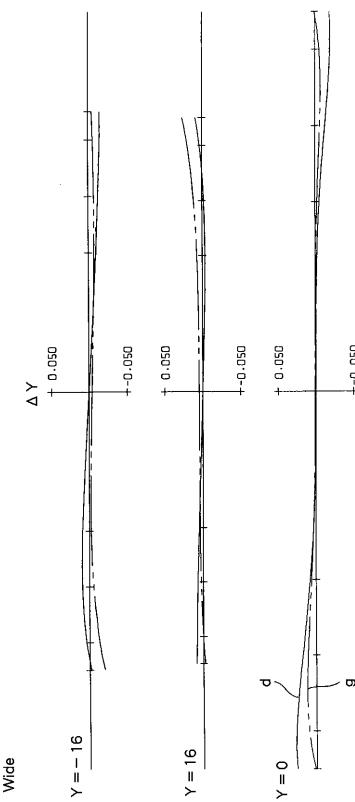
【図3】



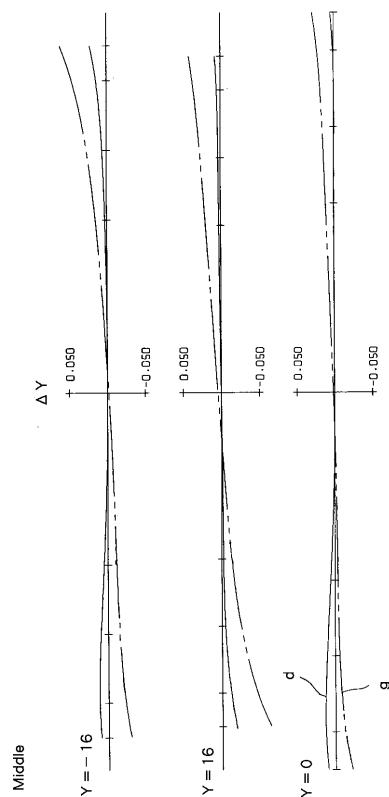
【図4】



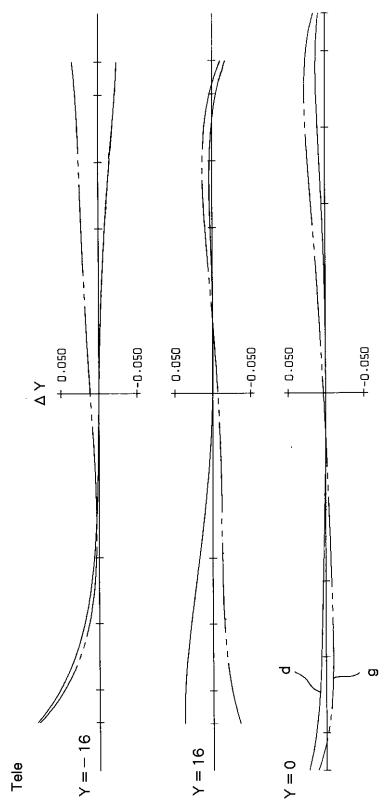
【図5】



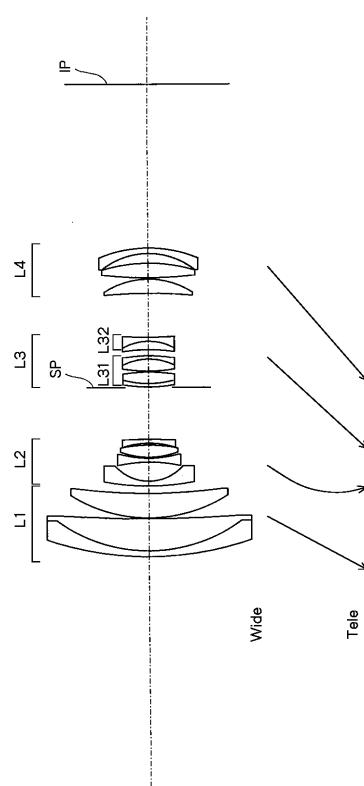
【図6】



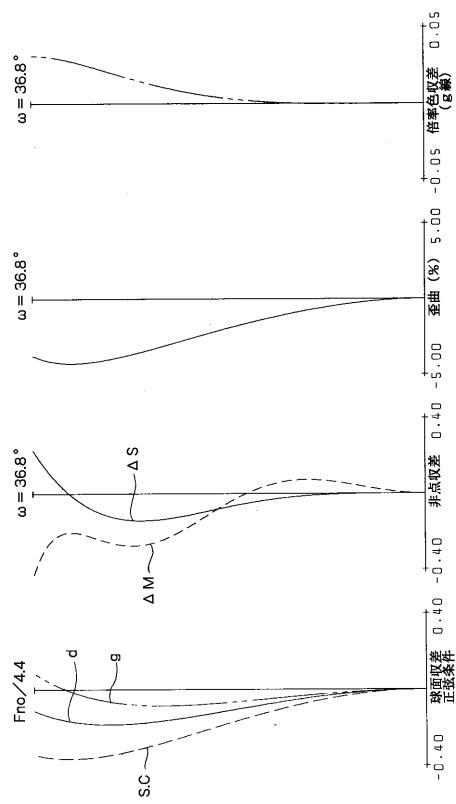
【図7】



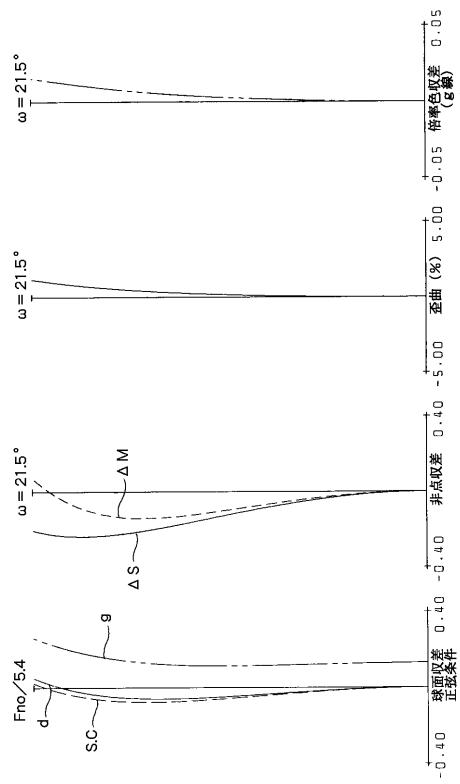
【図8】



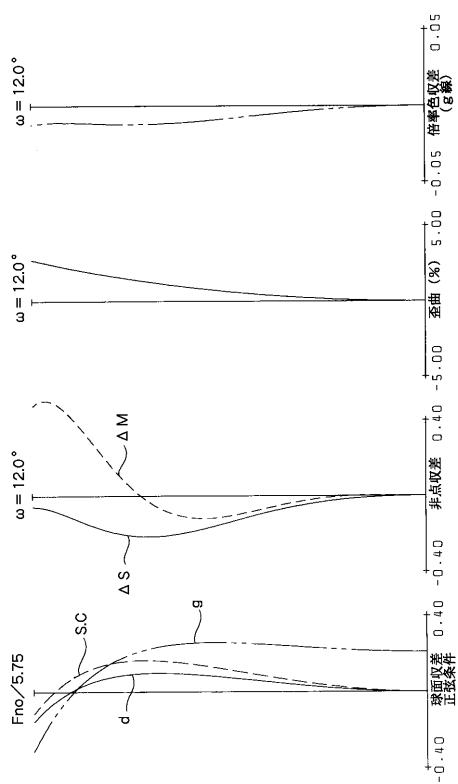
【図9】



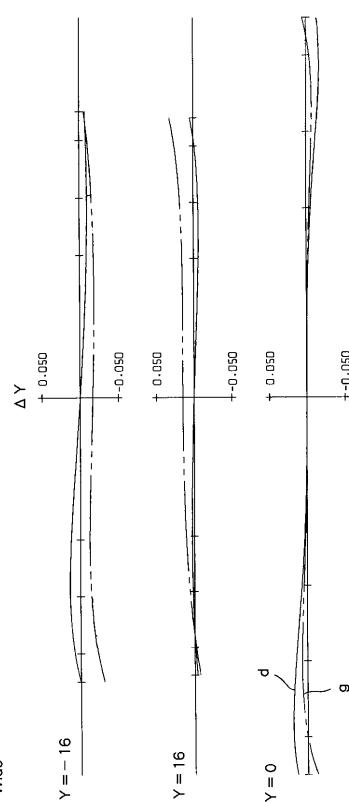
【図10】



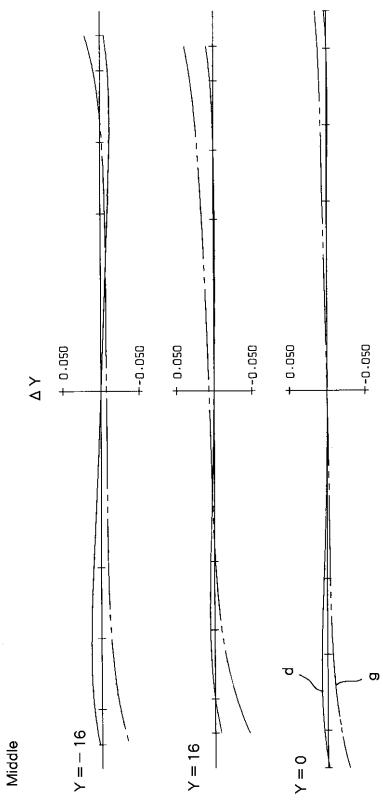
【図 1 1】



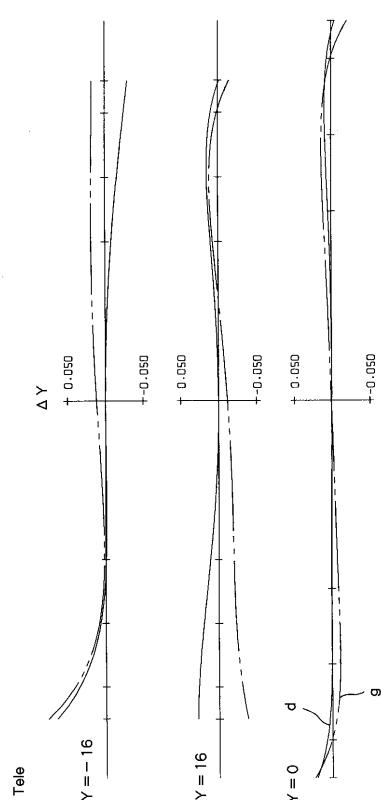
【図 1 2】



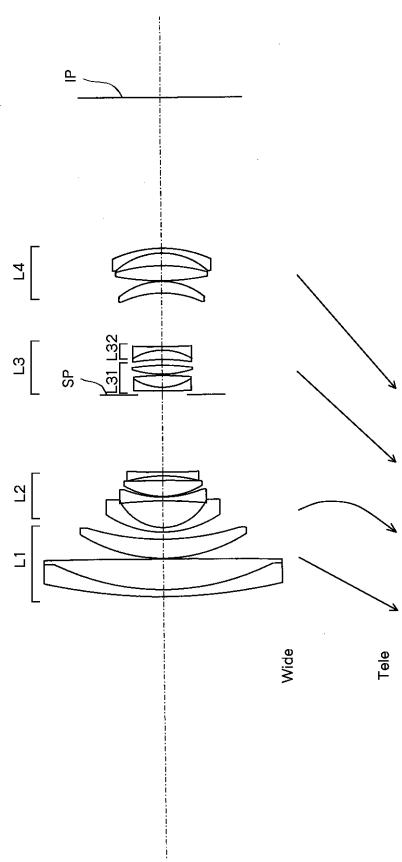
【図 1 3】



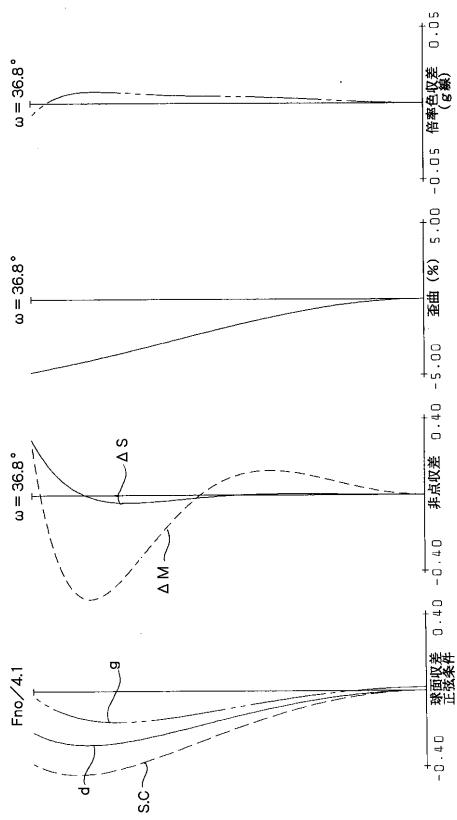
【図 1 4】



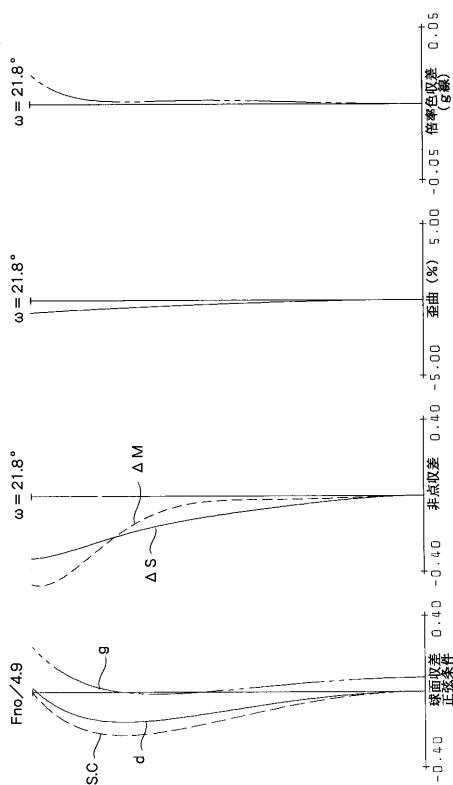
【図15】



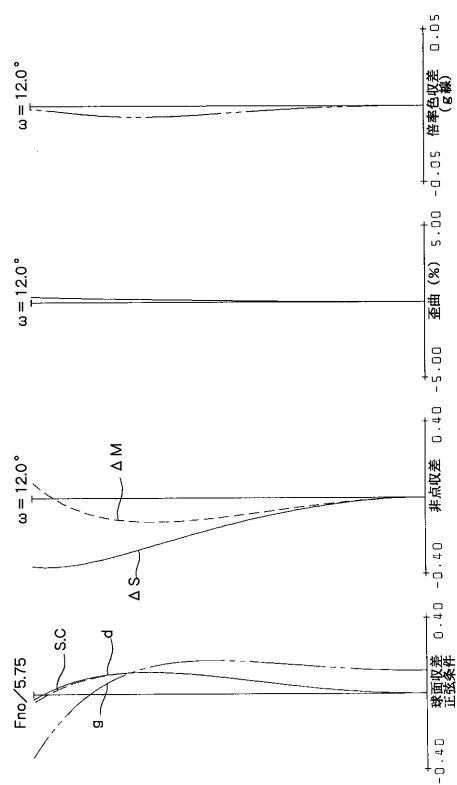
【図16】



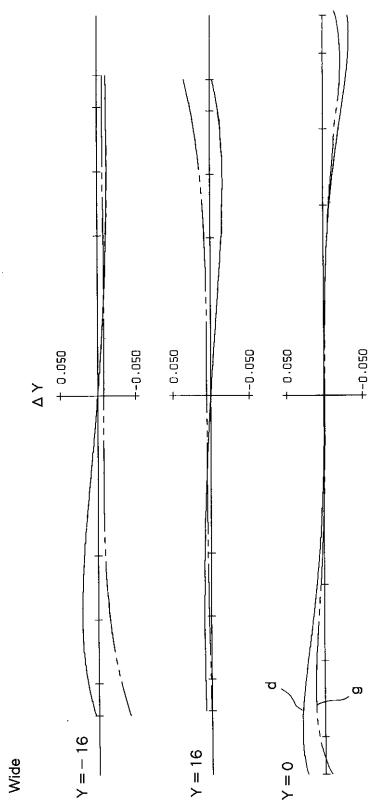
【図17】



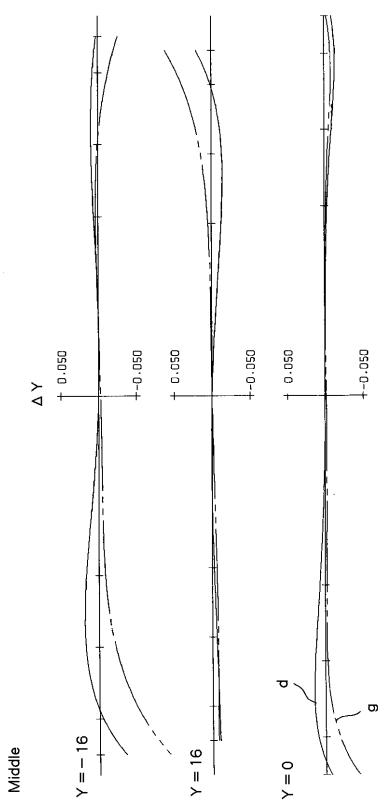
【図18】



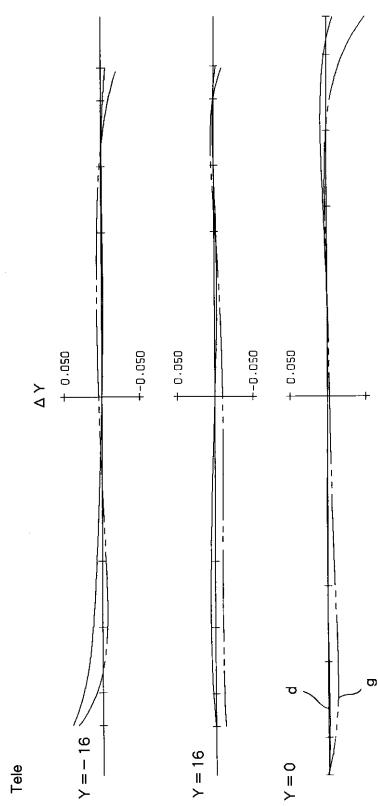
【図19】



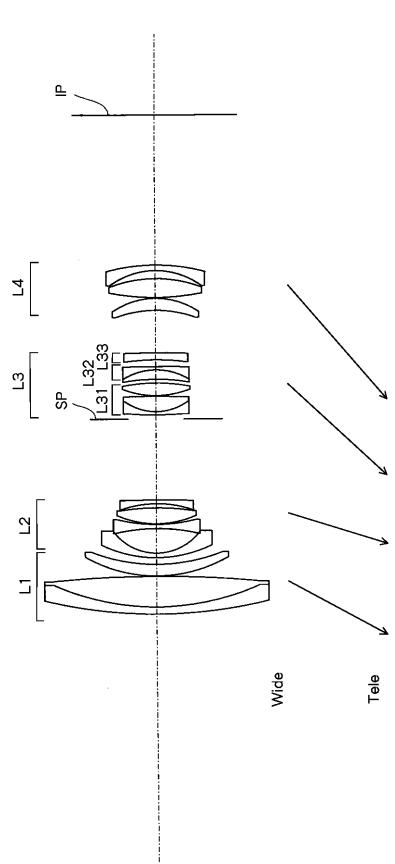
【図20】



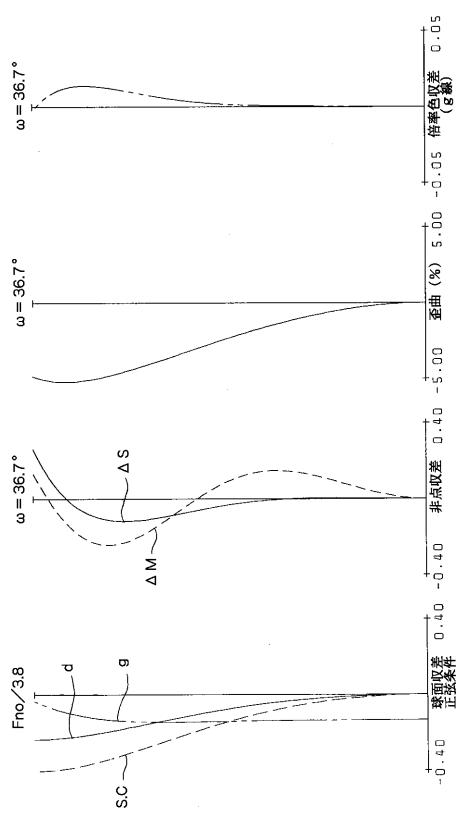
【図21】



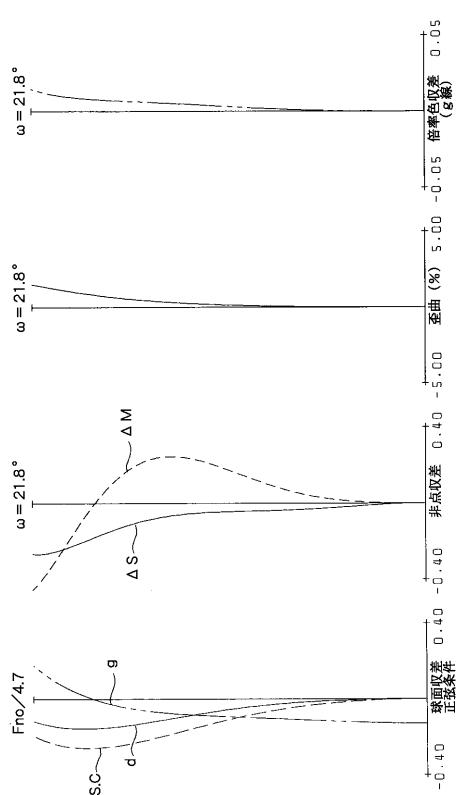
【図22】



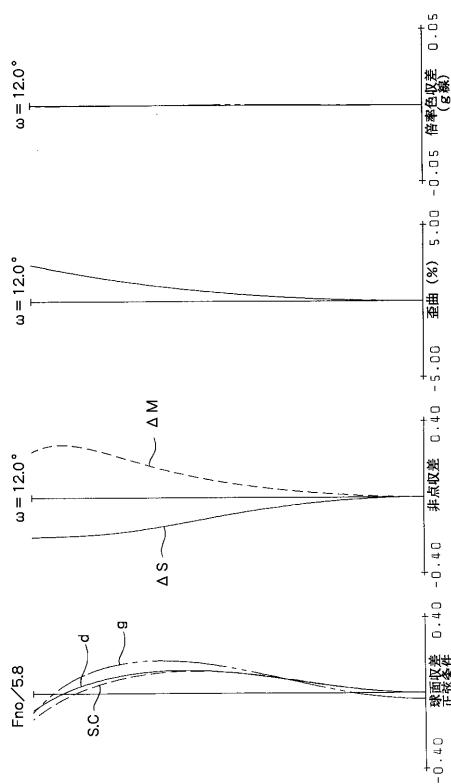
【図23】



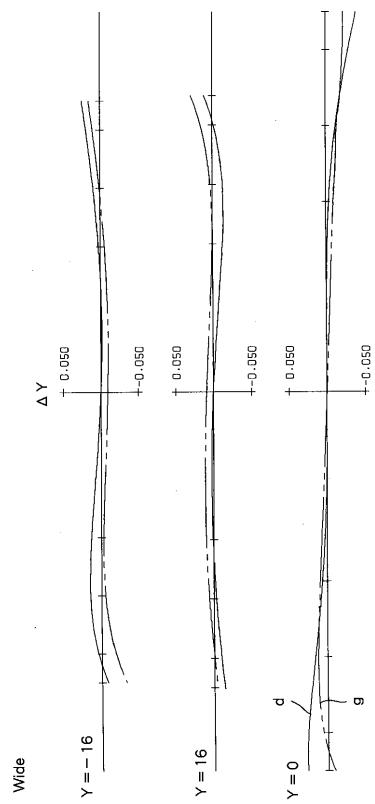
【図24】



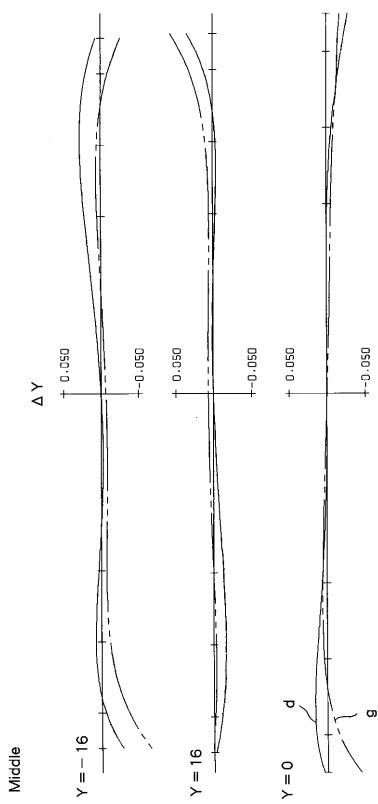
【図25】



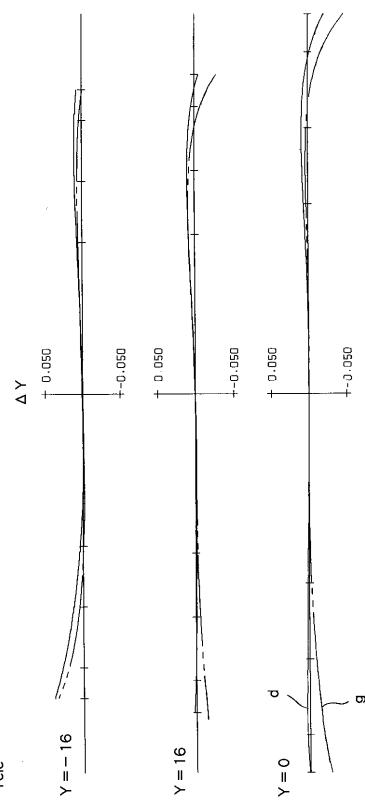
【図26】



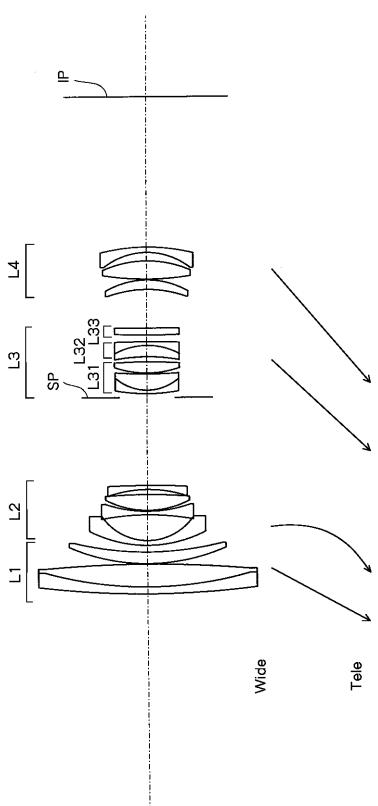
【図27】



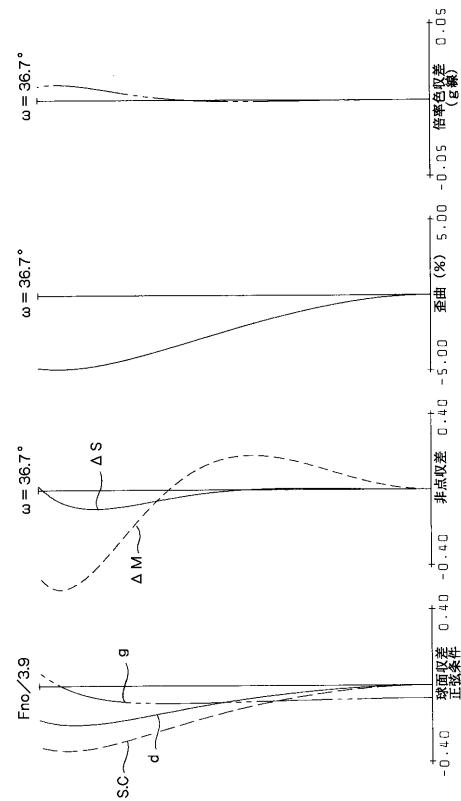
【図28】



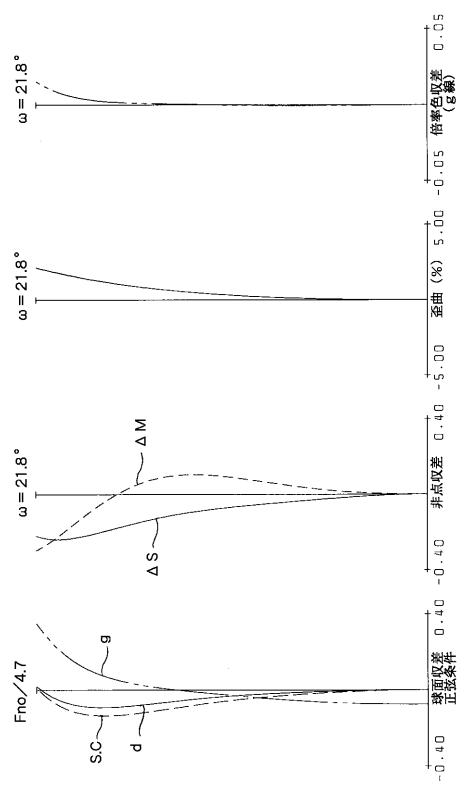
【図29】



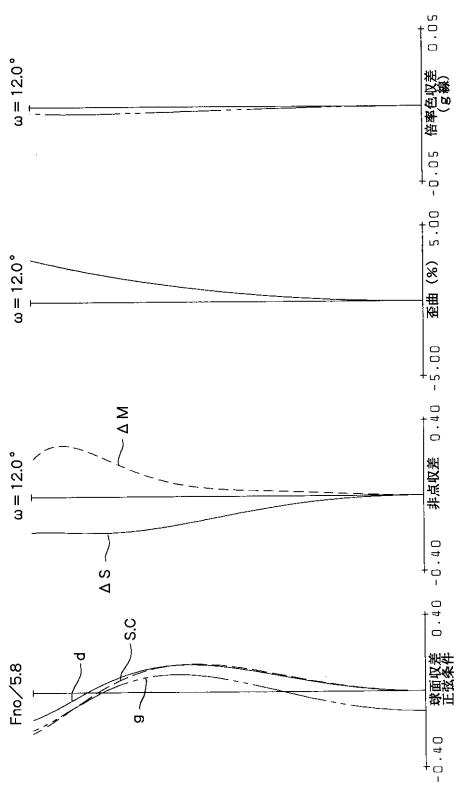
【図30】



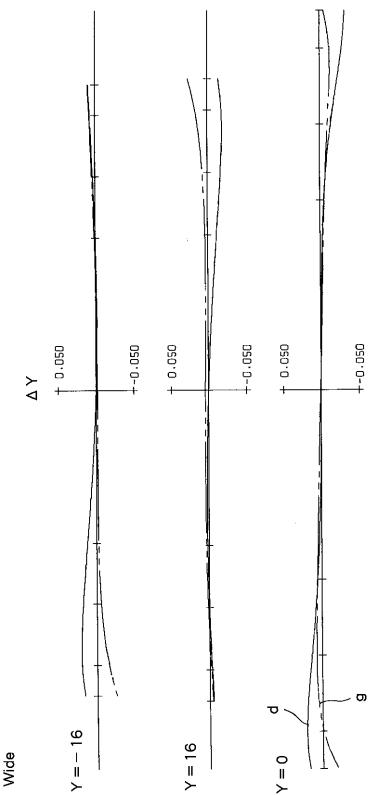
【図 3 1】



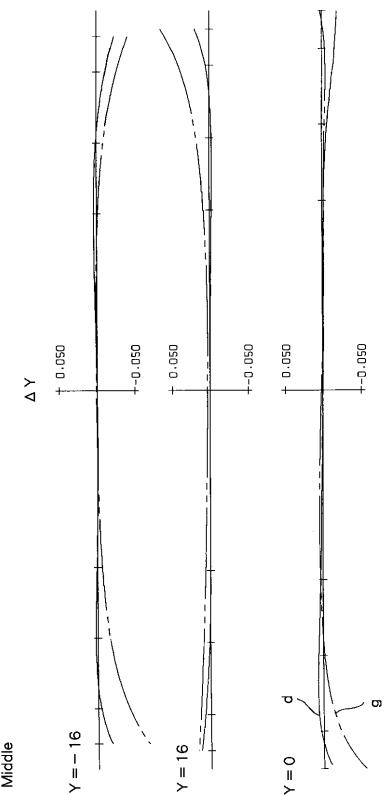
【図 3 2】



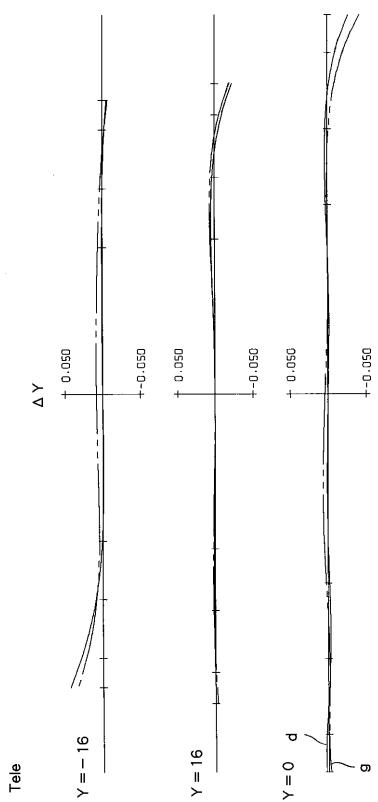
【図 3 3】



【図 3 4】



【図35】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平09-230241(JP,A)
特開平09-230237(JP,A)
特開平11-174330(JP,A)
特開平04-324812(JP,A)
特開平08-136862(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08
G02B 21/02 - 21/04
G02B 25/00 - 25/04