

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4834360号  
(P4834360)

(45) 発行日 平成23年12月14日(2011.12.14)

(24) 登録日 平成23年9月30日(2011.9.30)

(51) Int. Cl. F 1  
G 0 2 B 15/20 (2006.01) G 0 2 B 15/20

請求項の数 11 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2005-263889 (P2005-263889)	(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
(22) 出願日	平成17年9月12日(2005.9.12)	(74) 代理人	100086818 弁理士 高梨 幸雄
(65) 公開番号	特開2007-78834 (P2007-78834A)	(72) 発明者	西村 威志 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
(43) 公開日	平成19年3月29日(2007.3.29)	審査官	森内 正明
審査請求日	平成20年9月11日(2008.9.11)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群から構成され、広角端に比べて望遠端での第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が小さく、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が大きく、第3レンズ群と第4レンズ群との間隔が小さくなるように、各レンズ群が移動するズームレンズであって、物体側から像側へ順に、該第2レンズ群は、単一の正レンズから成る第2Aレンズ成分と、負レンズと正レンズより成り、全体として正の屈折力の第2Bレンズ成分を有し、該第2Aレンズ成分は、光軸と垂直方向の成分を持つように変位させて像変位を行うレンズ成分であり、該第2Aレンズ成分と第2レンズ群の焦点距離

$$0.2 < f_2 / f_{2A} < 0.6$$

なる条件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2レンズ群の像面側に開口絞りを有し、前記第2Aレンズ成分の最も像側のレンズ面から開口絞りまでの光軸上の距離をLP、広角端における全系の焦点距離をfwとすると、

$$0.4 < LP / fw < 1.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

【請求項3】

10

20

前記第2 A レンズ成分の正レンズの厚さを  $d_{2A}$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  とするとき、

$$0.05 < d_{2A} / f_w < 0.2$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1又は2のズームレンズ。

【請求項4】

前記第2 A レンズ成分の正レンズの材料のアッベ数を  $V_{2A}$  とするとき、

$$55 < V_{2A} < 85$$

なる条件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2 A レンズ成分の正レンズの材料のアッベ数を  $V_{2A}$ 、前記第2 B レンズ成分の負レンズと正レンズの材料のアッベ数を各々  $V_n$ 、 $V_p$  とするとき、

$$0.4 < (V_p - V_n) / V_{2A} < 0.7$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1から4のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項6】

前記第2 レンズ群の像面側に開口絞りを有し、該開口絞りはズームングに際して、該第2 レンズ群と一体で移動することを特徴とする請求項1又は2のズームレンズ。

【請求項7】

広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々  $f_w$ 、 $f_t$  とするとき、

$$2.4 < f_t / f_w < 4.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1から6のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項8】

広角端におけるバックフォーカスを  $b_{fw}$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  とするとき、

$$0.30 < f_w / b_{fw} < 0.70$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1から7のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項9】

広角端における前記第2 レンズ群と第3 レンズ群の軸上空気間隔を  $d_{23w}$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  とするとき、

$$0.15 < d_{23w} / f_w < 0.40$$

なる条件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10】

固体撮像装置に像を形成することを特徴とする請求項1から9のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項11】

請求項1から10のいずれか1項のズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する固体撮像素子を有していることを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はズームレンズに関し、例えば、デジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、或いは監視カメラ等のように固体撮像素子を用いた撮像装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

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の撮像装置においては、より高画質であることが要望されている。

【0003】

更に、それに用いる撮影レンズは、撮影条件の拡大のため手振れ等による撮影画像のブレを補正する防振機能を有したズームレンズであることが要望されている。

【0004】

防振を行う方法として、ズームレンズの一部のレンズ群を光軸に対して垂直方向に平行

10

20

30

40

50

偏心させて防振を行う方法がある。この方法は、防振のために特別に余分な光学系を必要としない。

【0005】

又、防振のためのレンズ群を最小構成とすることができ、駆動トルクを抑え防振のためのアクチュエータを小型化することができるという特長がある。

【0006】

一方、ズームレンズとして、負の屈折力のレンズ群が先行する（最も物体側に位置する）所謂ネガティブリード型のズームレンズがある。このズームレンズは、近接撮影距離が比較的短くなり、又撮影画角の広画角化が比較的容易であり、又バックフォーカスを比較的長くし易いため、広画角用の撮影レンズに多く用いられている。

10

【0007】

防振機能を有するネガティブリード型のズームレンズとして、物体側から順に、負、正の屈折力の第1、第2レンズ群の2つのレンズ群からなる2群ズームレンズが知られている（特許文献1、2）。この2群ズームレンズは、第2レンズ群の一部のレンズ群を光軸に対し略垂直方向に移動することで防振を行っている。

【0008】

また、物体側から順に、負、正、負、正の屈折力の第1、第2、第3、第4レンズ群の4つのレンズ群からなり、第2レンズ群の一部のレンズ群を光軸に対し略垂直方向に移動することで防振を行う4群ズームレンズが知られている（特許文献3、4）。

【特許文献1】特開平10-161024号公報

20

【特許文献2】特開平7-64025号公報

【特許文献3】特開平9-113808号公報

【特許文献4】特開2004-61910号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献1、2の2群ズームレンズでは第2レンズ群のみに変倍作用を持たせている。このため高ズーム化にするとズームに伴う収差変動を抑えることが困難となる。

【0010】

また、ズームにおける第2レンズ群の移動量がズーム比に対して比較的大きくなる為、レンズ系全体の小型化が難しい。

30

【0011】

又、第2レンズ群の一部のレンズ群を平行偏心させて防振を行っているが、特に高ズーム化にすると防振に伴う収差が多く発生する傾向があった。

【0012】

特許文献3、4の4群ズームレンズでは、防振に際して、複数のレンズを光軸に対して垂直方向に移動させている。移動させるレンズが複数である為重量の総量が大きくなり、そのレンズを保持するレンズ枠部も大きなものとなってくる。このため、ブレ補正（防振）駆動を行う駆動系に大きな負担がかかり、その結果手振れ駆動系が大型化する傾向があった。

40

【0013】

又、レンズを偏心させて防振するときの、レンズの偏心に対するレスポンスが遅れてくる傾向があった。

【0014】

高画質の撮像装置に用いる防振機構を有するズームレンズには、画像ぶれの補正用の防振レンズが小型で軽量であること、又防振時に光学的な性能劣化が少ないことが重要になっている。

【0015】

本発明は、振動補償（防振）のための駆動手段の負荷が少なく、装置全体の小型化を可能とし、かつ振動補償を効果的に行うことができるズームレンズ及びそれを有する撮像装

50

置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群から構成され、広角端に比べて望遠端での第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が小さく、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が大きく、第3レンズ群と第4レンズ群との間隔が小さくなるように、各レンズ群が移動するズームレンズであって、物体側から像側へ順に、該第2レンズ群は、単一の正レンズから成る第2Aレンズ成分と、負レンズと正レンズより成り、全体として正の屈折力の第2Bレンズ成分を有し、該第2Aレンズ成分は、光軸と垂直方向の成分を持つように変位させて像変位を行うレンズ成分であり、該第2Aレンズ成分と第2レンズ群の焦点距離を各々 $f_{2A}$ 、 $f_2$ とすると、

$$0.2 < f_2 / f_{2A} < 0.6$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0017】

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、振動補償（防振）のための駆動手段の負荷が少なく、装置全体の小型化を可能とし、かつ振動補償を効果的に行うことができるズームレンズが得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置の実施例について説明する。

【0020】

【0021】

【0022】

【0023】

図1は本発明の実施例1のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図2(A)、(B)はそれぞれ実施例1のズームレンズの広角端と、望遠端における縦収差図である。

【0024】

図3(A)、(B)はそれぞれ実施例1のズームレンズの基準時の広角端と望遠端における横収差図である。

【0025】

図3(C)、(D)は、それぞれ実施例1のズームレンズにおいて、振れ角0.3度の傾きを補正したときの防振時の広角端と望遠端における横収差図である。

【0026】

図4は本発明の実施例2のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図5(A)、(B)はそれぞれ実施例2のズームレンズの広角端と、望遠端における縦収差図である。

【0027】

図6(A)、(B)はそれぞれ実施例2のズームレンズの基準時の広角端と望遠端における横収差図である。

【0028】

図6(C)、(D)は、それぞれ実施例2のズームレンズにおいて、振れ角0.3度の傾きを補正したときの防振時の広角端と望遠端における横収差図である。

【0029】

図7は本発明の実施例3のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図8(A)、(B)はそれぞれ実施例3のズームレンズの広角端と、望遠端における縦収差図である。

【0030】

図9(A)、(B)はそれぞれ実施例3のズームレンズの基準時の広角端と望遠端における横収差図である。

【0031】

10

20

30

40

50

図9(C)、(D)は、それぞれ実施例3のズームレンズにおいて、振れ角0.3度の傾きを補正したときの防振時の広角端と望遠端における横収差図である。

【0032】

図10は本発明の実施例4のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図11(A)、(B)はそれぞれ実施例4のズームレンズの広角端と、望遠端における縦収差図である。

【0033】

図12(A)、(B)はそれぞれ実施例4のズームレンズの基準時の広角端と望遠端における横収差図である。

【0034】

図12(C)、(D)は、それぞれ実施例4のズームレンズにおいて、振れ角0.3度の傾きを補正したときの防振時の広角端と望遠端における横収差図である。

【0035】

図13は本発明のズームレンズを備えるデジタルカメラ(撮像装置)の要部概略図である。

【0036】

各実施例のズームレンズは撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。

【0037】

図1、4、7、10に示したレンズ断面図において、左方が物体側(拡大側)で、右方が像側(縮小側)である。

【0038】

L1は負の屈折力(光学的パワー=焦点距離の逆数)の第1レンズ群、L2は正の屈折力の第2レンズ群、L3は負の屈折力の第3レンズ群、L4は正の屈折力の第4レンズ群である。

【0039】

L2Aは、第2レンズ群L2を構成する正の屈折力の第2Aレンズ成分である。L2Bは第2レンズ群L2を構成する正の屈折力の第2Bレンズ成分である。

【0040】

ここでレンズ成分とは単一レンズ及び複数のレンズから成るレンズ系である。

【0041】

SPは光量調整用の開口絞りであり、第2レンズ群L2の像側に位置している。

【0042】

IPは像面であり、ビデオカメラやデジタルスチルカメラの撮影光学系として使用する際にはCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子(光電変換素子)の撮像面に、銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面に相当する。

【0043】

収差図においては、d、g、Fは各々d線、g線、F線である。又、M、Sはd線のメリディオナル像面、d線のサジタル像面である。倍率色収差はg線によって表している。FnoはFナンバーである。Yは像高である。

【0044】

尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用のレンズ群(各実施例では第2、第3、第4レンズ群L2、L3、L4)が機構上光軸上を移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。

【0045】

各実施例において各レンズ群は、広角端から望遠端へのズームングに際して、レンズ断面図中の矢印で示すように移動している。

【0046】

各実施例では、広角端に比べて望遠端での第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との間隔が小さく、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3との間隔が大きく、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4との間隔が小さくなるように、各レンズ群が移動する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 7 】

具体的には、広角端から望遠端へのズームングに際して、第1レンズ群L1は像側に凸状の軌跡の一部に沿って移動している。

## 【 0 0 4 8 】

又、第2、第3、第4レンズ群L2、L3、L4はいずれも物体側へ移動している。

## 【 0 0 4 9 】

尚、第2レンズ群L2と第4レンズ群L4は独立に、又は機構上の簡素化の為に一体的に移動させても良い。

## 【 0 0 5 0 】

開口絞りSPは、ズームングに際して第2レンズ群L2と一体的に移動している。

10

## 【 0 0 5 1 】

尚、フォーカスは第1レンズ群L1を移動させて行っている。

## 【 0 0 5 2 】

各実施例では、広角端から望遠端へのズームングに際して、最も像側の第4レンズ群L4が物体側へ移動している。

## 【 0 0 5 3 】

このため各実施例では、広角端においてバックフォーカスが最も短くなる。

## 【 0 0 5 4 】

そこで広角端のズーム位置において、バックフォーカスが長くなるように像側主点がより像側に位置するような屈折力配置にしている。

20

## 【 0 0 5 5 】

即ち、レンズ系全体が広角端のズーム位置において、よりレトロフォーカスタイプとなるようにしている。具体的には物体側から像側へ順に、負、正の屈折力のレンズ群配置にしたいので、広角端のズーム位置においては、負の屈折力の第1レンズ群L1から離れて合成屈折力が正の屈折力となる第2、3、4レンズ群L2、L3、L4を配置している。

## 【 0 0 5 6 】

第2、3、4レンズ群L2、L3、L4の合成屈折力においても像側主点がより像側に配置するように負の屈折力の第3レンズ群L3をより物体側へ配置することで全系におけるバックフォーカスを十分長くなるようにしている。

## 【 0 0 5 7 】

一方望遠端のズーム位置においては、全系のレンズ全長を短くするためにレンズ系全体がより望遠タイプ(テレタイプ)となるように像側主点がより物体側に位置するように、物体側から像側へ順に、正、負の屈折力のレンズ群配置にしている。

30

## 【 0 0 5 8 】

具体的には、望遠端のズーム位置において、負の屈折力の第1レンズ群L1と正の屈折力の第2レンズ群L2を接近させて合成屈折力が正となるレンズ群を形成している。

## 【 0 0 5 9 】

又、第3レンズ群L3を第4レンズ群L4に近づけて合成屈折力が負となるレンズ群を形成している。これによりテレフォトタイプを形成することで望遠端における光学全長の短縮を図っている。

40

## 【 0 0 6 0 】

また、第2レンズ群L2は、正の単一レンズのみで構成された第2Aレンズ成分L2Aと、負レンズと、正レンズを有する第2Bレンズ成分L2Bで構成している。そして第2Aレンズ成分L2Aを光軸に対し垂直方向の成分を持つように移動させることで防振(像変位)を行っている。防振用の第2Aレンズ成分L2Aを単レンズ1枚にすることで軽量化を達成し、防振メカ機構及び第2Aレンズ成分L2Aを保持するレンズ枠部を小型化にしている。

## 【 0 0 6 1 】

特に、ブレ補正駆動を行う手ぶれ駆動系への負担が減り、その結果、手振れ駆動系が小型化でき、又偏心に対するレスポンスも良くなる。

50

## 【0062】

ただ、単レンズのみで防振を行うには、防振レンズ（第2 Aレンズ成分L 2 A）の屈折力を適切に設定すると共に第2 Bレンズ成分L 2 Bを適切なレンズ構成にする必要がある。防振時の光学性能を保つためには単レンズの屈折力を弱くした方が良いが、防振敏感度が小さくなる。この結果、防振時の第2 Aレンズ成分L 2 Aの移動量が増大するので良くない。そこで、後述するように条件式（1）を満足するようにして、第2 Aレンズ成分L 2 Aを適切な屈折力に設定している。

## 【0063】

また、全ズーム範囲において色収差を良好に補正するためには、第2レンズ群L 2全体である程度色収差補正がなされている必要がある。そこで、第2 Bレンズ成分L 2 Bを少なくとも負レンズと正レンズを有するように構成することで、ズームにおける色収差の変動を抑制している。

10

## 【0064】

尚、各実施例では物体側から像側へ順に、負の屈折力を有する第1レンズ群L 1と、正の屈折力を有する第2レンズ群L 2、開口絞りS P、そして後続レンズ群を有するように構成する。そして第1レンズ群L 1と第2レンズ群L 2の間隔を変化させることによりズームを行うことを基本構成として取り扱っても良い。

## 【0065】

このときは、前述の条件式（1）に加えて後述する条件式（2）を満足させるのが良い。

20

## 【0066】

条件式（2）を満足することで、開口絞りS Pのメカ機構と手振れ補正メカ機構がある程度の距離が保てるので互いに物理的に干渉することなく効率的にレイアウトすることができ、全系の小型化が容易になる。

## 【0067】

第2 Aレンズ成分L 2 Aを含む防振機構をズームに際して第2レンズ群L 2と一体的に移動させている。そして絞り機構も第2レンズ群L 2と一体的に移動させて機構上の簡素化を図っている。

## 【0068】

各実施例によれば、ズームレンズの一部を構成する比較的小型軽量、かつ、適切な屈折力が設定された第2 Aレンズ成分L 2 Aを光軸と略垂直方向の成分を持つように移動させて、ズームレンズが振動（傾動）したときの画像のブレを補正している。これにより、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画像ぶれを効果的に補正している。

30

## 【0069】

又、各実施例では、結像位置（画像）の変位を行う第2 Aレンズ成分L 2 Aをこのように構成することによって、高い防振敏感度を確保している。

## 【0070】

各実施例では、次の条件のうち1以上を満足するようにしている。これによって各条件式に対応した効果を得ている。

40

## 【0071】

第2 Aレンズ成分L 2 Aと第2レンズ群L 2の焦点距離を各々 $f_{2A}$ 、 $f_2$ とする。第2 Aレンズ成分L 2 Aの最も像側のレンズ面から開口絞りS Pまでの光軸上の距離をL Pとする。広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 $f_w$ 、 $f_t$ とする。

## 【0072】

第2 Aレンズ成分L 2 Aの正レンズの光軸方向の長さを $d_{2A}$ とする。

## 【0073】

第2 Aレンズ成分L 2 Aの正レンズの材料のアッベ数を $V_{2A}$ 、第2 Bレンズ成分L 2 Bの負レンズと正レンズの材料のアッベ数を各々 $V_n$ 、 $V_p$ とする。

## 【0074】

50

広角端におけるバックフォーカスを  $b f w$  とする。広角端における第 2 レンズ群  $L 2$  と第 3 レンズ群  $L 3$  の軸上空気間隔を  $d 2 3 w$  とする。

【 0 0 7 5 】

このとき

$$0.2 < f 2 / f 2 A < 0.6 \dots (1)$$

$$0.4 < L P / f w < 1.0 \dots (2)$$

$$0.05 < d 2 A / f w < 0.2 \dots (3)$$

$$55 < V 2 A < 85 \dots (4)$$

$$0.4 < (V p - V n) / V 2 A < 0.7 \dots (5)$$

$$2.4 < f t / f w < 4.0 \dots (6)$$

$$0.30 < f w / b f w < 0.70 \dots (7)$$

$$0.15 < d 2 3 w / f w < 0.40 \dots (8)$$

10

なる条件を満足するようにしている。

【 0 0 7 6 】

次に、各条件式の技術的意味について説明する。

【 0 0 7 7 】

条件式 ( 1 ) は、防振用の正の単一レンズからなる第 2 A レンズ成分  $L 2 A$  と第 2 レンズ群  $L 2$  の屈折力の比に関し、特に、防振時における光学性能と防振敏感度のバランスを図るためのものである。

【 0 0 7 8 】

条件式 ( 1 ) の下限値を超えて第 2 A レンズ成分  $L 2 A$  の屈折力が弱くなり過ぎると、防振敏感度が低くなる。この結果防振時における第 2 A レンズ群  $L 2 A$  の移動量が増大し過ぎて第 2 A レンズ成分  $L 2 A$  の駆動制御が困難となり、防振駆動系が大型化するので良くない。

20

【 0 0 7 9 】

また、上限値を超えて第 2 A レンズ成分  $L 2 A$  の屈折力が強くなり過ぎると、第 2 A レンズ成分は 1 枚の正レンズのみで構成されているため、防振時におけるコマ収差、倍率色収差の補正が困難となる。

【 0 0 8 0 】

条件式 ( 2 ) は、第 2 A レンズ成分  $L 2 A$  の最も像側のレンズ面から開口絞り  $S P$  までの光軸上の距離と広角端における全系の焦点距離の比に関する。条件式 ( 2 ) は主に、防振用の第 2 A レンズ成分  $L 2 A$  と開口絞り  $S P$  のメカ機構の配置を最適化することで小型化を実現するためのものである。

30

【 0 0 8 1 】

条件式 ( 2 ) の下限値を超えると防振用の第 2 A レンズ成分  $L 2 A$  と開口絞り  $S P$  のメカ機構が近寄り過ぎて物理的に干渉する傾向になるので良くない。

【 0 0 8 2 】

また、条件式 ( 2 ) の上限値を超えると第 2 A レンズ成分  $L 2 A$  と開口絞り  $S P$  のメカ機構が離れ過ぎる傾向にあり、スペースを有効に活用し、小型化を図るのが難しくなる。

【 0 0 8 3 】

条件式 ( 3 ) は、第 2 A レンズ成分  $L 2 A$  が正の単一レンズのみで構成されているときの肉厚 ( 中心厚 ) と広角端における全系の焦点距離の比に関し、主に第 2 A レンズ成分  $L 2 A$  の軽量化と高い光学性能を得るためのものである。

40

【 0 0 8 4 】

条件式 ( 3 ) の下限値を超えると、正の単一レンズの厚さが薄くなり過ぎてレンズ加工が困難となり、また、球面収差の補正に最適なレンズ形状を設定することが困難となる。

【 0 0 8 5 】

条件式 ( 3 ) の上限値を超えると、正の単一レンズの厚さが厚くなり過ぎて、レンズ重量が増大するとともに、望遠端におけるレンズ全長が増大するので好ましくない。

【 0 0 8 6 】

50

条件式(4)は、第2 Aレンズ成分L 2 Aの正の単一レンズの材料のアッペ数を規定したものであり、特に、非防振時のズーミングにおける倍率色収差の変動を抑制しつつ、防振時の広角端における軸上色収差を良好に補正するためのものである。

【0087】

第2 Aレンズ成分は防振用のレンズであり、単一の正レンズより成るため、防振時に倍率色収差が比較的発生し易くなる為、材料を適切に選択する必要がある。条件式(4)の下限值を超えると防振時の倍率色収差が悪化するので好ましくない。また、条件式(4)の上限值を超えると、特に広角端における軸上色収差が補正不足となり、オーバー側へ増大するので好ましくない。

【0088】

条件式(5)は、第2 Aレンズ成分L 2 Aの単一の正レンズの材料のアッペ数と、第2 Bレンズ成分L 2 Bの負レンズと正レンズの材料のアッペ数との関係を規定したものであり、主に軸上色収差を良好に補正するためのものである。

【0089】

一般的にズームレンズにおいては、各レンズ群自体である程度の収差が補正されてることが望ましい。

【0090】

各実施例では、第2 Aレンズ成分L 2 Aを正の単一レンズで構成しているため、第2 Bレンズ成分L 2 Bで色収差補正を行い第2レンズ群L 2全体での色収差補正を行っている。条件式(5)の下限值を超えると、特に望遠端における軸上色収差が補正不足となり、アンダー側へ増大するので好ましくない。また、条件式(5)の上限值を超えると、特に広角端における軸上色収差が補正不足となり、オーバー側へ増大するので好ましくない。

【0091】

条件式(6)は広角端における全系の焦点距離と望遠端における全系の焦点距離の比に関する。条件式(6)の下限值を超えると十分なズーム比が得られなくなるので好ましくない。また、条件式(6)の上限值を超えるとズーム比が大きくなりすぎて、レンズ全長が増大するので好ましくない。

【0092】

条件式(7)は、広角端におけるバックフォーカスと広角端における全系の焦点距離の比に関する。一眼レフカメラなどの長いバックフォーカスを必要とする撮像装置に最適な条件を設定したものである。ここでバックフォーカスとは曲率(パワー)を有するレンズ(光学素子)の内、最も像側に位置するレンズの像側レンズ面から近軸像面までの距離である。

【0093】

条件式(7)の下限值を超えると広角端におけるバックフォーカスが長くなり過ぎて広角端におけるレンズ全長が増大する。

【0094】

また、レンズタイプとしてレトロフォーカス型が強くなり過ぎて、特に広角端における歪曲収差の補正が困難となるので好ましくない。

【0095】

また、条件式(7)の上限值を越えるとバックフォーカスが短くなりすぎると、デジタル一眼カメラなどではミラーと干渉し易くなり、また、射出瞳位置が像面側に寄るので好ましくない。

【0096】

条件式(8)は広角端において第2レンズ群L 2の最も像側のレンズ面と第3レンズ群L 3の最も物体側のレンズ面との軸上空気間隔を規定したものである。条件式(8)の下限值を越えると第2 Aレンズ成分L 2 Aが比較的像面側に位置するようになり、防振メカ機構を配置することが困難となるので好ましくない。また、条件式(8)の上限值を越えると、特に広角端においてレトロフォーカス型の屈折力配置が弱くなり、バックフォーカ

10

20

30

40

50

ズを長くすることが困難となるので好ましくない。

【0097】

【0098】

【0099】

尚、更に好ましくは、条件式(1)~(8)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0100】

0.25 < f2 / f2A < 0.38 . . . (1a)

0.45 < LP / fw < 0.7 . . . (2a)

0.07 < d2A / fw < 0.15 . . . (3a)

55 < V2A < 75 . . . (4a)

0.5 < (Vp - Vn) / V2A < 0.65 . . . (5a)

2.5 < ft / fw < 3.5 . . . (6a)

0.40 < fw / bfw < 0.60 . . . (7a)

0.20 < d23w / fw < 0.30 . . . (8a)

10

各実施例では、以上のように構成することにより、ズーム比が2.5程度以上で、焦点距離に比してバックフォーカスが長いズームレンズが得られる。更に比較的小型軽量の単一レンズを光軸に対して略垂直方向の成分を持つように移動させて、ズームレンズが振動(傾動)したときの画像のブレを補正している。これにより、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得ている。

20

【0101】

以下に、実施例1~4に各々対応する数値実施例1~4を示す。各数値実施例において、iは物体側からの面の順番を示し、Riは各面の曲率半径、Diは第i面と第i面+1面との間の部材肉厚又は空気間隔、Ni, niはそれぞれd線に対する屈折率、アップ数を示す。非球面形状は光軸からの高さhの位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にしてXとするとき、

【0102】

【数1】

X = (1/R)H^2 / (1 + sqrt(1 - (H/R)^2)) + AH^2 + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^10 + FH^12

30

【0103】

で表わされる。但し、Rは近軸曲率半径、A, B, C, D, E, Fは非球面係数である、又、「e-X」は「x \* 10^-X」を意味している。fは焦点距離、FnoはFナンバー、θは半画角を表わす。又前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表1に示す。

数値実施例 1

f = 18.69 ~ 53.27 Fno = 3.63 ~ 5.86 2θ = 72.2° ~ 28.7°

40

Table with 4 columns: R1-R10, D1-D10, N1-N5, and θ values.

50

R11 = 16.673	D11 = 0.80	N 6 = 1.846660	6 = 23.9	
R12 = 12.277	D12 = 4.50	N 7 = 1.487490	7 = 70.2	
R13 = -73.294	D13 = 1.00			
R14 = 絞リ	D14 = 可変			
R15 = -29.161	D15 = 0.75	N 8 = 1.639799	8 = 34.5	
R16 = 12.672	D16 = 2.60	N 9 = 1.784723	9 = 25.7	
R17 = 43.512	D17 = 可変			
R18 = -96.235	D18 = 1.50	N10 = 1.583060	10 = 30.2	
* R19 = -437.245	D19 = 0.03			
R20 = 417.340	D20 = 3.80	N11 = 1.487490	11 = 70.2	10
R21 = -18.474				

\ 焦点距離	18.69	32.08	53.27
可変間隔 \			
D 8	33.62	13.53	3.23
D14	3.30	6.19	8.96
D17	7.34	4.45	1.68

20

非球面係数

19面 : A=0.00000e+00 B=3.76648e-05 C=3.00374e-08 D=7.60709e-10 E=-8.997  
19e-12 F=0.00000e+00

数值実施例 2

f = 18.62 ~ 53.32 F n o = 3.63 ~ 5.86 2 = 72.4 ° ~ 28.7 °

R 1 = 70.299	D 1 = 3.40	N 1 = 1.516330	1 = 64.1	30
R 2 = 601.574	D 2 = 0.15			
R 3 = 85.189	D 3 = 1.60	N 2 = 1.622992	2 = 58.2	
R 4 = 14.573	D 4 = 8.08			
R 5 = -131.403	D 5 = 1.20	N 3 = 1.622992	3 = 58.2	
R 6 = 26.414	D 6 = 0.15			
R 7 = 21.357	D 7 = 3.40	N 4 = 1.805181	4 = 25.4	
R 8 = 48.045	D 8 = 可変			
R 9 = -212.350	D 9 = 1.90	N 5 = 1.516330	5 = 64.1	
R10 = -33.748	D10 = 4.20			
R11 = 16.638	D11 = 0.80	N 6 = 1.846660	6 = 23.9	40
R12 = 12.089	D12 = 4.50	N 7 = 1.487490	7 = 70.2	
R13 = -67.351	D13 = 1.00			
R14 = 絞リ	D14 = 可変			
R15 = -27.965	D15 = 0.75	N 8 = 1.639799	8 = 34.5	
R16 = 12.432	D16 = 2.60	N 9 = 1.784723	9 = 25.7	
R17 = 43.001	D17 = 可変			
R18 = -97.655	D18 = 1.50	N10 = 1.583060	10 = 30.2	
* R19 = -332.527	D19 = 0.04			
R20 = 1043.264	D20 = 3.76	N11 = 1.487490	11 = 70.2	
R21 = -17.869				50

\ 焦点距離	18.62	31.88	53.32
可変間隔 \			
D 8	32.81	13.04	2.78
D14	3.30	6.07	8.95
D17	7.20	4.43	1.55

非球面係数

10

19面 : A=0.00000e+00 B=3.81779e-05 C=2.00413e-08 D=6.78143e-10 E=-4.608  
18e-12 F=0.00000e+00

数值実施例 3

f = 18.57 ~ 53.32 F n o = 3.63 ~ 5.86 2 = 72.5° ~ 28.7°

R 1 = 75.404	D 1 = 3.40	N 1 = 1.516330	1 = 64.1	
R 2 = 787.756	D 2 = 0.15			20
R 3 = 88.153	D 3 = 1.60	N 2 = 1.622992	2 = 58.2	
R 4 = 14.835	D 4 = 8.15			
R 5 = -142.888	D 5 = 1.20	N 3 = 1.622992	3 = 58.2	
R 6 = 26.536	D 6 = 0.15			
R 7 = 21.495	D 7 = 3.40	N 4 = 1.805181	4 = 25.4	
R 8 = 47.829	D 8 = 可変			
R 9 = -248.450	D 9 = 1.90	N 5 = 1.518229	5 = 58.9	
R10 = -35.027	D10 = 4.20			
R11 = 16.774	D11 = 0.80	N 6 = 1.846660	6 = 23.9	
R12 = 12.152	D12 = 4.50	N 7 = 1.487490	7 = 70.2	30
R13 = -68.717	D13 = 1.00			
R14 = 絞リ	D14 = 可変			
R15 = -29.501	D15 = 0.75	N 8 = 1.647689	8 = 33.8	
R16 = 12.252	D16 = 2.60	N 9 = 1.784723	9 = 25.7	
R17 = 44.558	D17 = 可変			
R18 = -89.852	D18 = 1.50	N10 = 1.583060	10 = 30.2	
* R19 = -276.592	D19 = 0.07			
R20 = 2759.039	D20 = 4.08	N11 = 1.487490	11 = 70.2	
R21 = -17.975				40

\ 焦点距離	18.57	31.77	53.32
可変間隔 \			
D 8	33.51	13.31	2.76
D14	3.30	6.13	9.21
D17	7.37	4.55	1.46

非球面係数

50

19面 : A=0.00000e+00 B=3.81884e-05 C=4.42863e-08 D=7.05773e-10 E=-1.048  
50e-11 F=0.00000e+00

数值实施例 4

f = 17.50 ~ 53.05 F n o = 3.63 ~ 5.86 2 = 75.8 ° ~ 28.8 °

R 1 = 76.749	D 1 = 4.00	N 1 = 1.518229	1 = 58.9	
R 2 = 5373.923	D 2 = 0.15			
R 3 = 102.763	D 3 = 1.60	N 2 = 1.622992	2 = 58.2	
R 4 = 14.773	D 4 = 8.44			10
R 5 = -137.895	D 5 = 1.20	N 3 = 1.622992	3 = 58.2	
R 6 = 26.312	D 6 = 0.15			
R 7 = 21.399	D 7 = 3.40	N 4 = 1.805181	4 = 25.4	
R 8 = 47.704	D 8 = 可変			
R 9 = -273.402	D 9 = 1.70	N 5 = 1.518229	5 = 58.9	
R10 = -34.874	D10 = 4.30			
R11 = 16.793	D11 = 0.80	N 6 = 1.846660	6 = 23.9	
R12 = 12.120	D12 = 4.20	N 7 = 1.487490	7 = 70.2	
R13 = -70.015	D13 = 1.00			
R14 = 絞り	D14 = 可変			20
R15 = -28.422	D15 = 0.75	N 8 = 1.647689	8 = 33.8	
R16 = 12.486	D16 = 2.40	N 9 = 1.784723	9 = 25.7	
R17 = 44.493	D17 = 可変			
R18 = -96.742	D18 = 1.50	N10 = 1.583060	10 = 30.2	
* R19 = -203.231	D19 = 0.07			
R20 = 954.142	D20 = 3.98	N11 = 1.487490	11 = 70.2	
R21 = -17.650				

\ 焦点距離	17.50	30.77	53.05	30
可変間隔 \				
D 8	33.80	12.73	2.21	
D14	3.30	6.21	9.72	
D17	7.52	4.60	1.09	

非球面係数

19面 : A=0.00000e+00 B=3.76441e-05 C=7.06633e-08 D=6.54003e-10 E=-2.146  
84e-11 F=0.00000e+00

【 0 1 0 4 】

【表 1】

表一 1

条件式	実施例			
	1	2	3	4
(1) $f_2/f_{2A}$	0.32	0.33	0.33	0.33
(2) $L_p/fw$	0.56	0.56	0.57	0.59
(3) $d_{2A}/fw$	0.10	0.10	0.10	0.10
(4) $V_{2A}$	70.2	64.1	58.9	58.9
(5) $(V_p-V_n)/V_{2A}$	0.59	0.60	0.59	0.60
(6) $f_t/fw$	2.85	2.86	2.87	3.03
(7) $f_w/bfw$	0.53	0.53	0.53	0.50
(8) $d_{23w}/fw$	0.23	0.23	0.23	0.25

10

20

## 【0105】

次に、本発明のズームレンズを用いた一眼レフカメラシステムの実施形態を、図13を用いて説明する。図13において、10は一眼レフカメラ本体、11は本発明によるズームレンズを搭載した交換レンズ、12は交換レンズ11を通して得られる被写体像を記録するフィルムや撮像素子などの記録手段、13は交換レンズ11からの被写体像を観察（受光）するファインダー光学系、14は交換レンズ11からの被写体像を記録手段12とファインダー光学系13に切り替えて伝送するための回動するクイックリターンミラーである。ファインダーで被写体像を観察する場合は、クイックリターンミラー14を介してピント板15に結像した被写体像をペンタプリズム16で正立像としたのち、接眼光学系17で拡大して観察する。撮影時にはクイックリターンミラー14が矢印方向に回動して被写体像は記録手段12に結像して記録される。18はサブミラー、19は焦点検出装置である。

30

## 【0106】

このように本発明のズームレンズを一眼レフカメラ交換レンズ等の撮像装置に適用することにより、高い光学性能を有した撮像装置が実現できる。

## 【0107】

尚、本発明はクイックリターンミラーのない一眼レフカメラにも同様に適用することができる。

## 【0108】

以上のように各実施例によれば、ズームレンズが振動（傾動）したときの画像のブレを、ズームレンズを構成する一部のレンズ群を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させることにより、光学的に補正して静止画像が得られ、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、電子スチルカメラ、デジタルカメラそして3-CCD対応の電子カメラ等の撮像装置が得られる。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0109】

【図1】本発明の数値実施例1の広角端におけるレンズ断面図

【図2】本発明の数値実施例1の広角端と望遠端の縦収差図

【図3】本発明の数値実施例1の広角端と望遠端の基準時と防振時における横収差図

【図4】本発明の数値実施例2の広角端におけるレンズ断面図

50

- 【図5】本発明の数値実施例2の広角端と望遠端の縦収差図
- 【図6】本発明の数値実施例2の広角端と望遠端の基準時と防振時における横収差図
- 【図7】本発明の数値実施例3の広角端におけるレンズ断面図
- 【図8】本発明の数値実施例3の広角端と望遠端の縦収差図
- 【図9】本発明の数値実施例3の広角端と望遠端の基準時と防振時における横収差図
- 【図10】本発明の数値実施例4の広角端におけるレンズ断面図
- 【図11】本発明の数値実施例4の広角端と望遠端の縦収差図
- 【図12】本発明の数値実施例4の広角端と望遠端の基準時と防振時における横収差
- 【図13】本発明の撮像装置の要部概略図

【符号の説明】

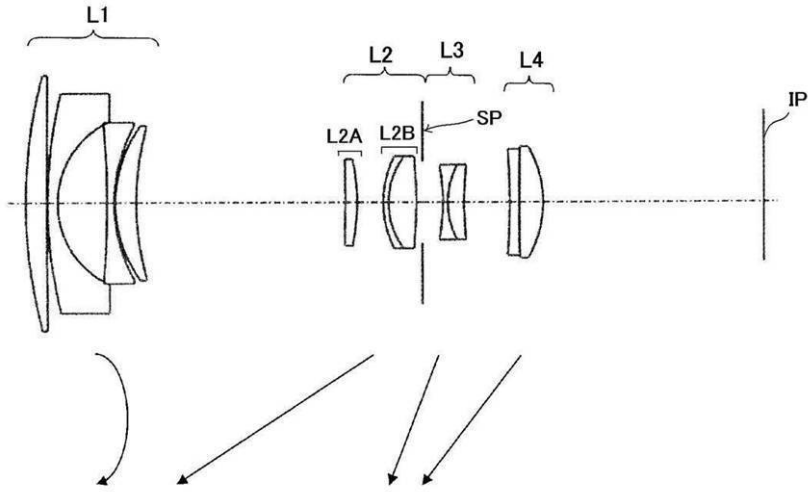
10

【0110】

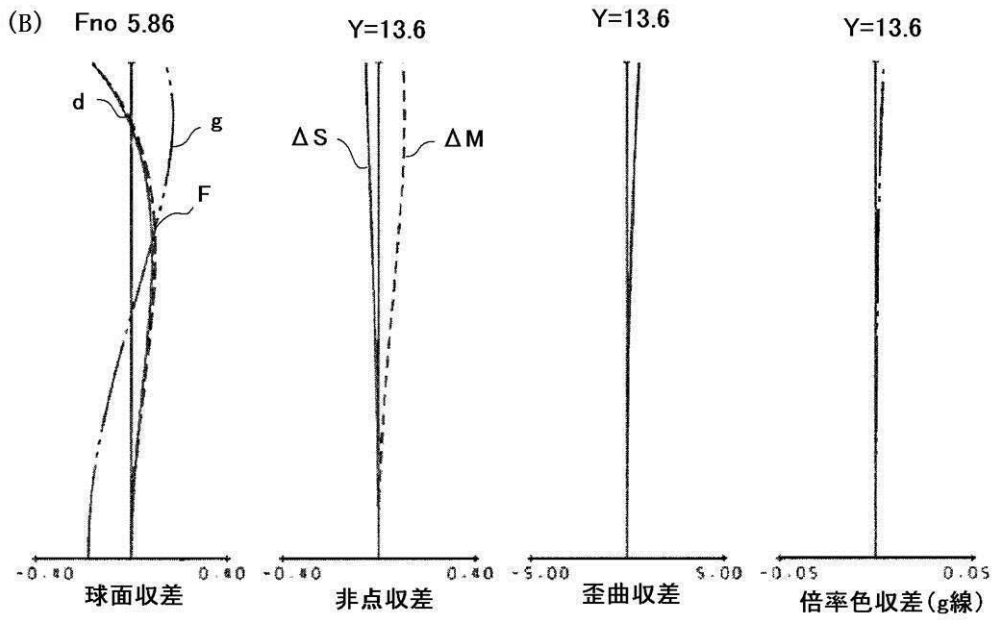
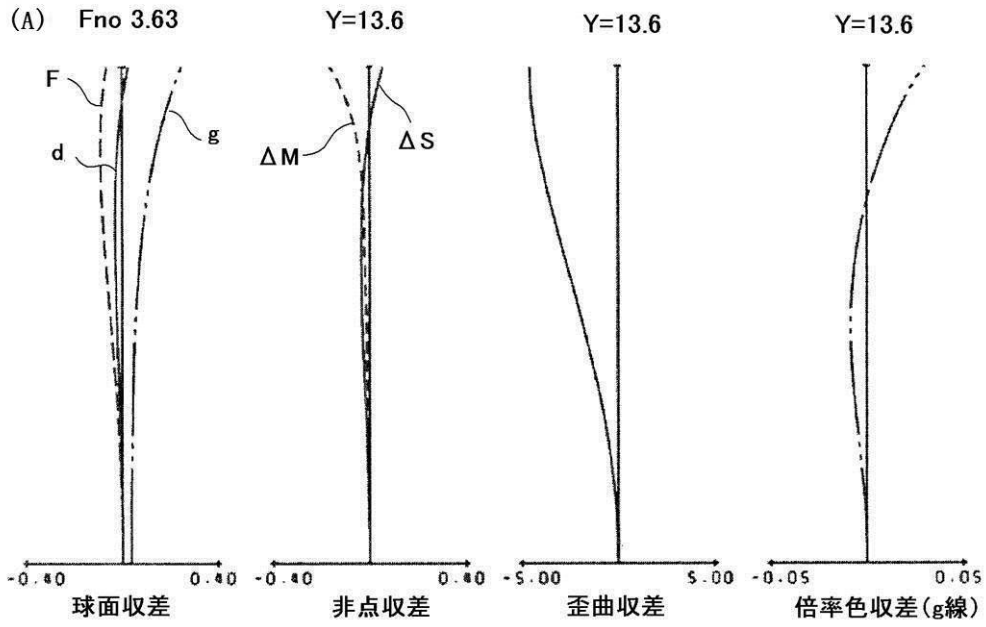
- L1 第1レンズ群
- L2 第2レンズ群
- L3 第3レンズ群
- L4 第4レンズ群
- L2A 第2Aレンズ成分
- L2B 第2Bレンズ成分
- SP 開口絞り
- IP 像面
- d d線
- g g線
- F F線
- Fno Fナンバー
- S サジタル像面
- M メリディオナル像面
- Y 像高

20

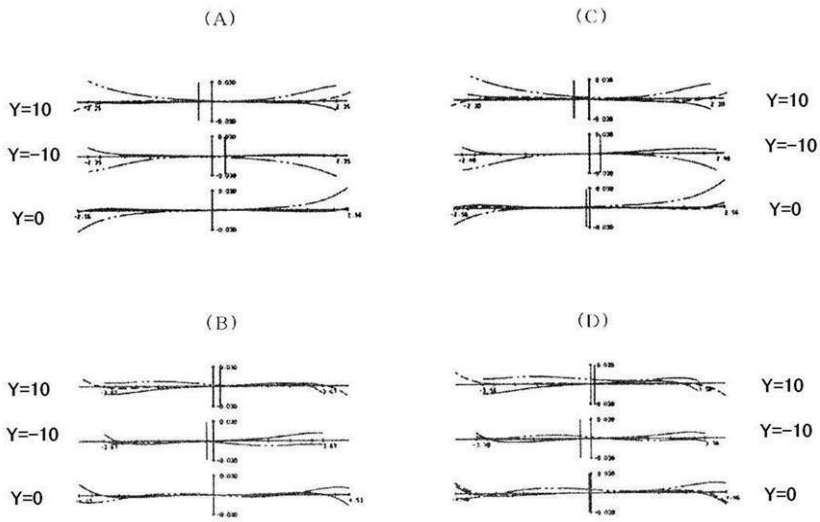
【 図 1 】



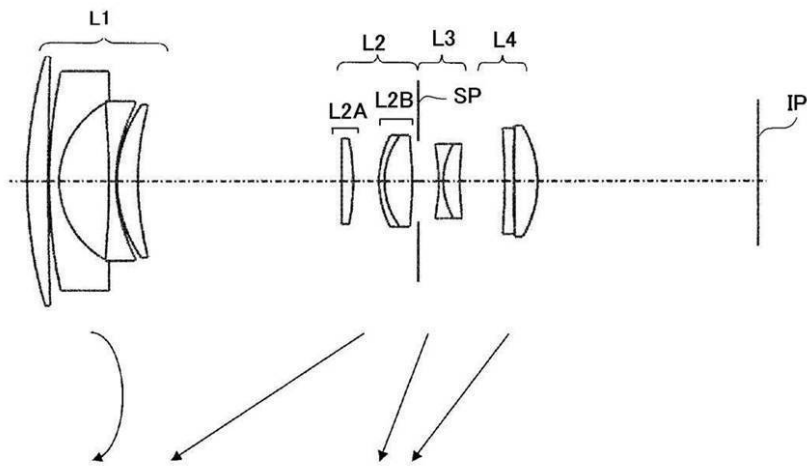
【 図 2 】



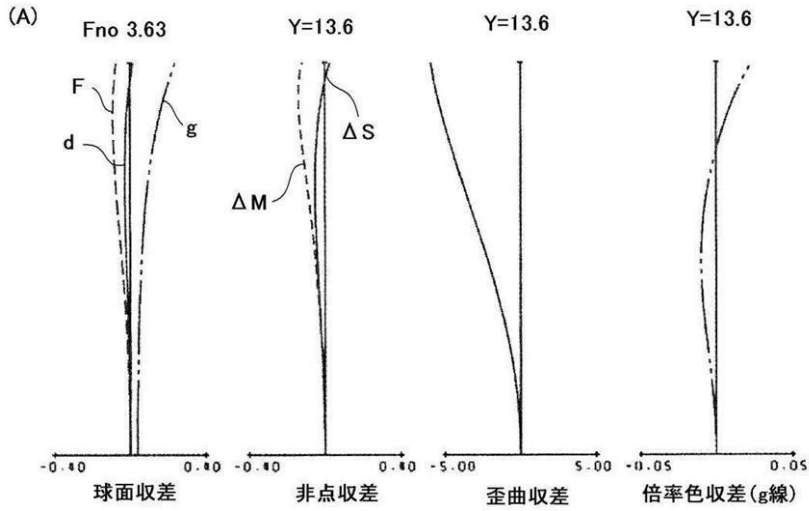
【 図 3 】



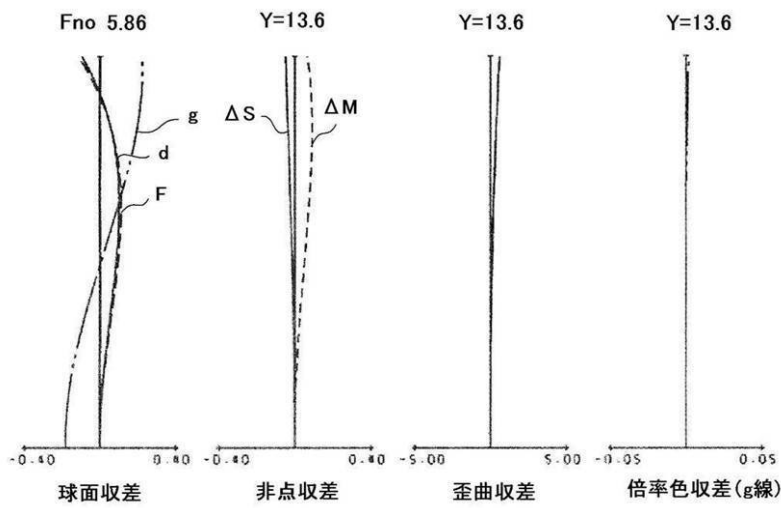
【 図 4 】



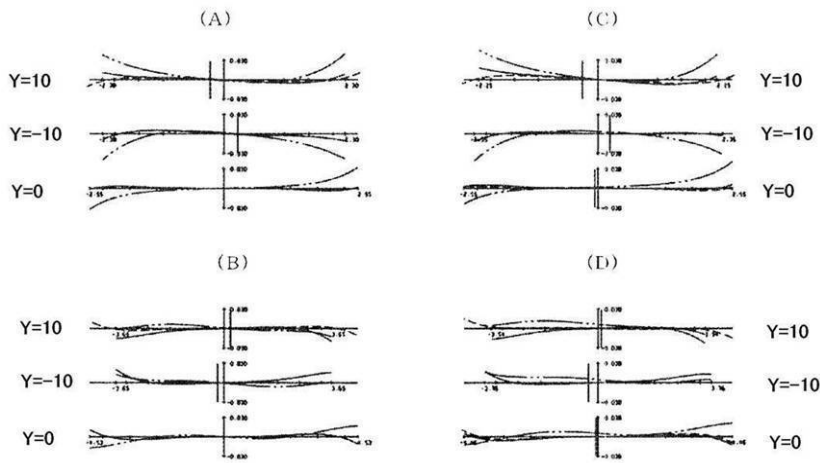
【 図 5 】



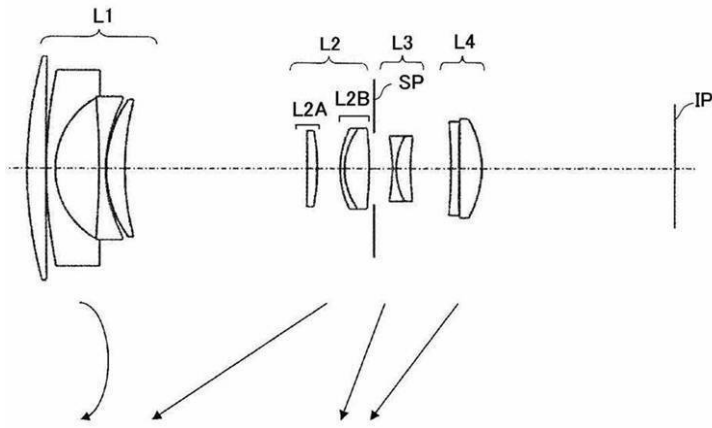
(B)



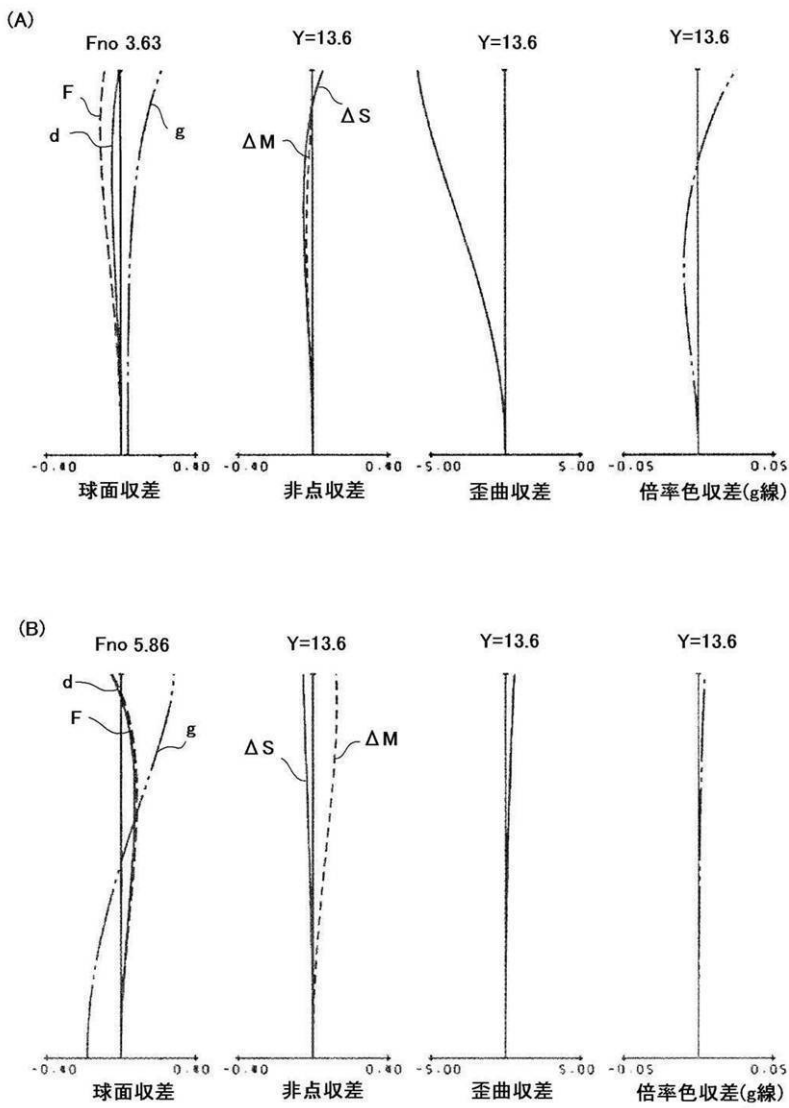
【 図 6 】



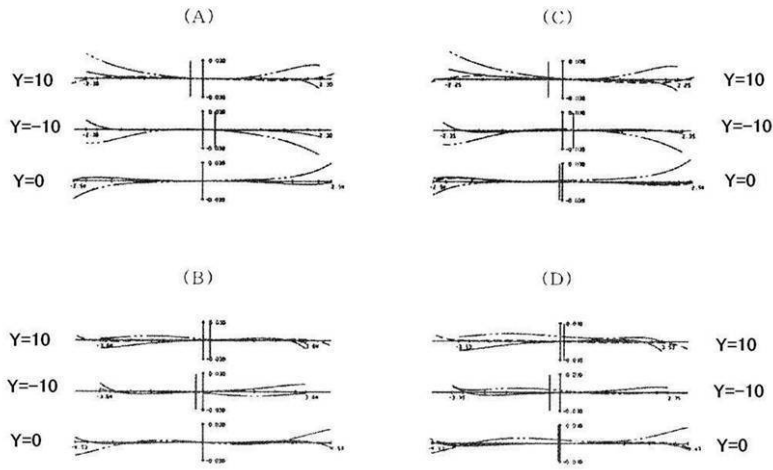
【 図 7 】



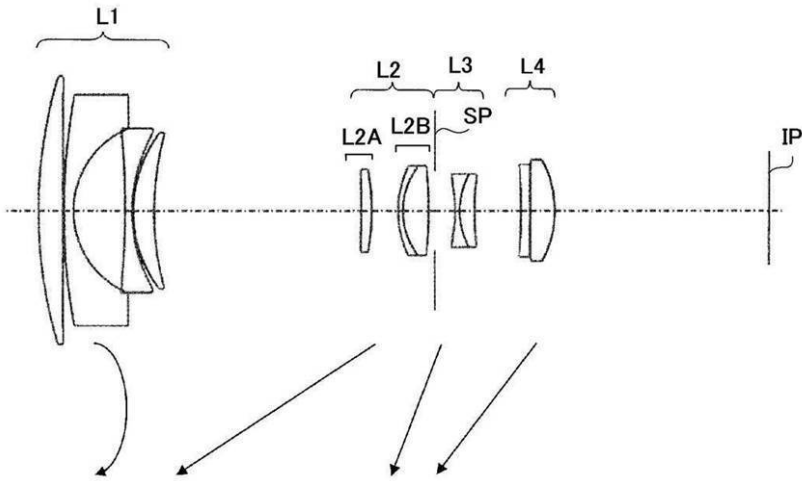
【 図 8 】



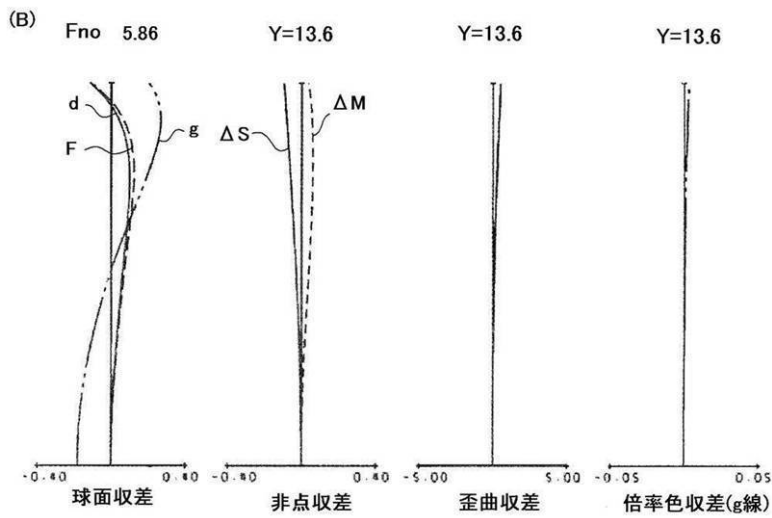
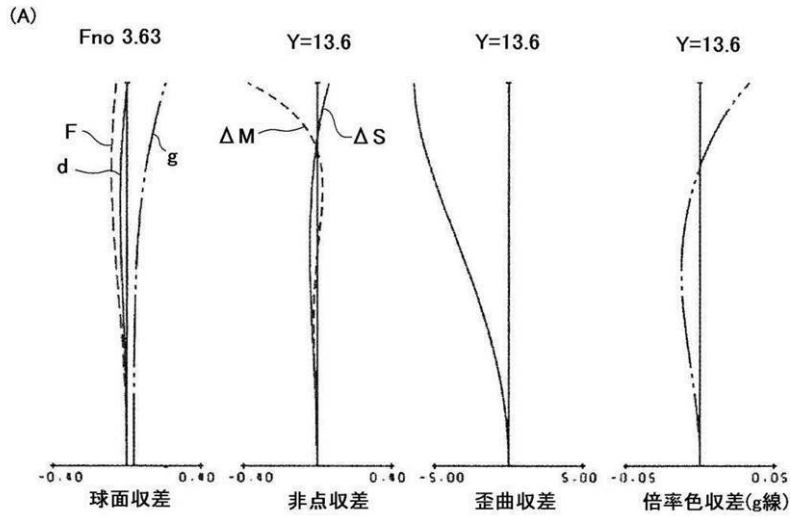
【 図 9 】



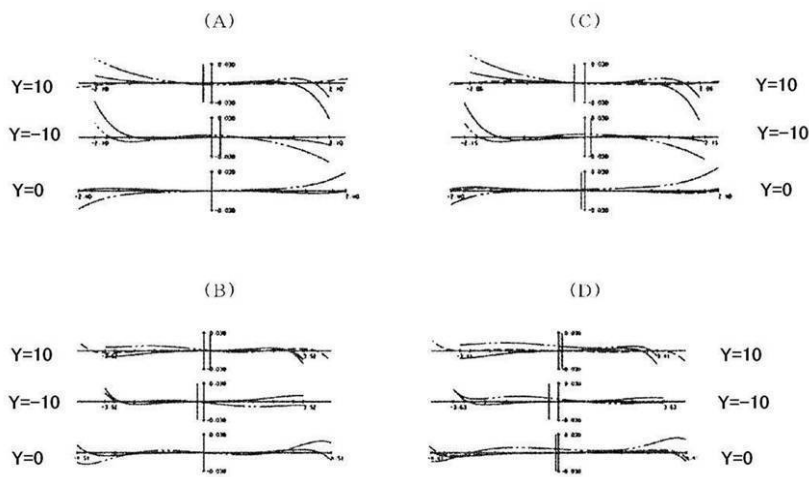
【 図 10 】



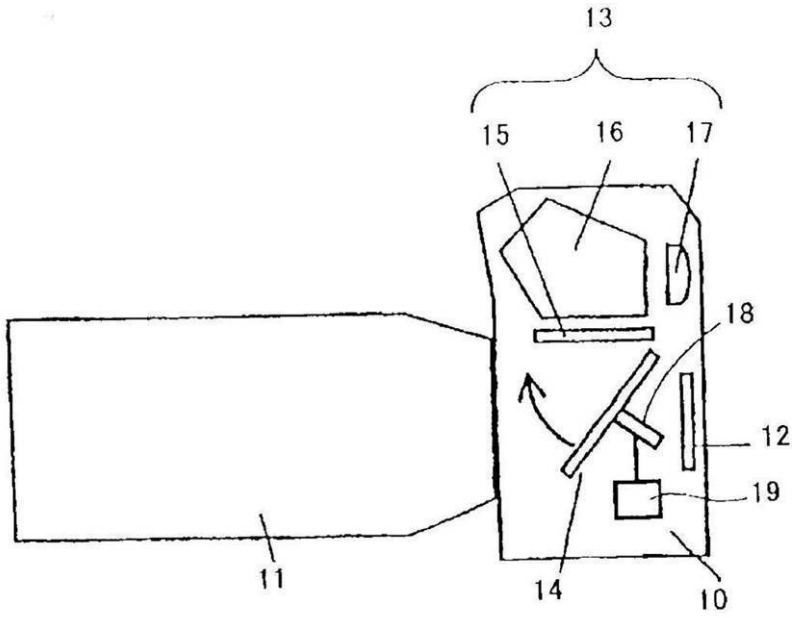
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【図13】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-61910(JP,A)  
特開平9-113808(JP,A)  
特開2000-338397(JP,A)  
特開2005-92056(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