

(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2014-6355

(P2014-6355A)

(43) 公開日 平成26年1月16日(2014.1.16)

(51) Int.Cl.

G02B 15/20 (2006.01)

G02B 13/18 (2006.01)

F I

G02B 15/20

G02B 13/18

テーマコード (参考)

2H087

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2012-141272 (P2012-141272)

(22) 出願日 平成24年6月22日 (2012. 6. 22)

(71) 出願人 000133227

株式会社タムロン

埼玉県さいたま市見沼区蓮沼 1 3 8 5 番地

(74) 代理人 100092093

弁理士 辻居 幸一

(74) 代理人 100082005

弁理士 熊倉 禎男

(74) 代理人 100082821

弁理士 村社 厚夫

(74) 代理人 100088694

弁理士 弟子丸 健

(74) 代理人 100103609

弁理士 井野 砂里

(74) 代理人 100095898

弁理士 松下 満

最終頁に続く

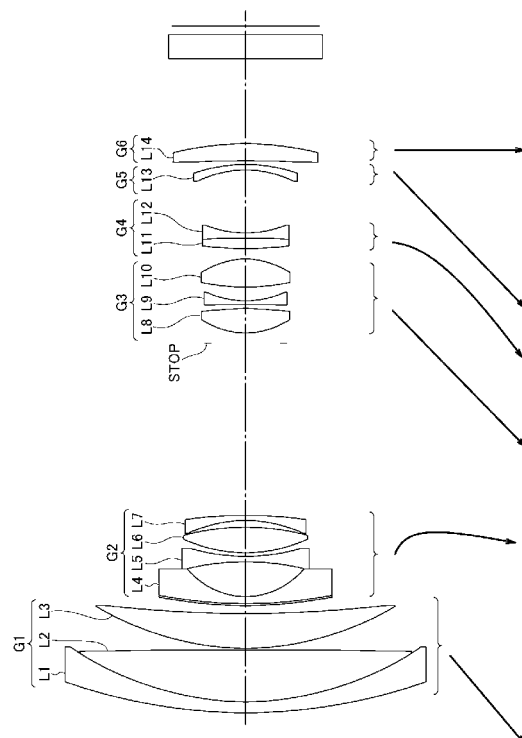
(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを備えた撮像装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】固体撮像装置を用いた撮像装置に好適であり、ズームレンズの小型化、高倍率化、及びフォーカス時の画角変動が小さく、フォーカス速度の高速化を容易に実現できるズームレンズを提供する。

【解決手段】レンズ系中に、少なくとも、負屈折力を有する第1負レンズ群と、第1負レンズ群より像側に配置され、かつ負屈折力を有する第2負レンズ群と、第2負レンズ群の像側に隣接して配置されたレンズ群Aとを有し、第2負レンズ群のみを像側に移動することで合焦を行い、以下の条件を満足する。(1) $1.0 < \beta_{2nmax} / \beta_{2nmin} \leq 1.4$ (2) $(1 - \beta_{2nt}^2) \times \beta_{rt}^2 < -6.0$ 、但し、 β_{2nmax} 、 β_{2nmin} ：ズーミング中に於ける第2負レンズ群の横倍率の最大値、最小値、 β_{2nt} ：第2負レンズ群の望遠端に於ける横倍率、 β_{rt} ：第2負レンズ群より像側に配置されるレンズ群の望遠端に於ける合成横倍率である。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レンズ系中に、少なくとも、負の屈折力を有する第 1 負レンズ群と、前記第 1 負レンズ群より像側に配置されかつ負の屈折力を有する第 2 負レンズ群と、前記第 2 負レンズ群の像側に隣接して配置されたレンズ群 A とを有し、前記第 2 負レンズ群のみを像側に移動することで、無限遠から近接物体への合焦を行い、以下の条件を満足するズームレンズ。

$$1.0 < \beta_{2n\max} / \beta_{2n\min} < 1.4 \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$(1 - \beta_{2nt}^2) \times \beta_{rt}^2 < -6.0 \quad \dots \dots \dots (2)$$

但し、

$\beta_{2n\max}$: ズーミング中に於ける第 2 負レンズ群の横倍率の最大値

10

$\beta_{2n\min}$: ズーミング中に於ける第 2 負レンズ群の横倍率の最小値

β_{2nt} : 第 2 負レンズ群の望遠端に於ける横倍率

β_{rt} : 第 2 負レンズ群より像側に配置されるレンズ群の望遠端に於ける合成横倍率

【請求項 2】

前記レンズ群 A が以下の条件式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。

$$1.05 < \beta_{3t} / \beta_{3w} < 2.00 \quad \dots \dots \dots (3)$$

但し、

β_{3t} : レンズ群 A の望遠端に於ける横倍率

β_{3w} : レンズ群 A の広角端に於ける横倍率

20

【請求項 3】

レンズ系中に、少なくとも、負の屈折力を有する第 1 負レンズ群と、前記第 1 負レンズ群より像側に配置されかつ負の屈折力を有する第 2 負レンズ群と、前記第 2 負レンズ群の像側に隣接して配置されたレンズ群 A とを有し、前記第 2 負レンズ群のみを像側に移動することで、無限遠から近接物体への合焦を行い、以下の条件を満足するズームレンズ。

$$1.0 < \beta_{2n\max} / \beta_{2n\min} < 1.4 \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$1.05 < \beta_{3t} / \beta_{3w} < 2.00 \quad \dots \dots \dots (3)$$

但し、

$\beta_{2n\max}$: ズーミング中に於ける第 2 負レンズ群の横倍率の最大値

$\beta_{2n\min}$: ズーミング中に於ける第 2 負レンズ群の横倍率の最小値

30

β_{3t} : レンズ群 A の望遠端に於ける横倍率

β_{3w} : レンズ群 A の広角端に於ける横倍率

【請求項 4】

前記第 1 負レンズ群が以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から 3 のうちの一項目に記載のズームレンズ。

$$3.5 < \beta_{1nt} / \beta_{1nw} < 8 \quad \dots \dots \dots (4)$$

但し、

β_{1nt} : 第 1 負レンズ群の望遠端に於ける横倍率

β_{1nw} : 第 1 負レンズ群の広角端に於ける横倍率

【請求項 5】

40

前記第 1 負レンズ群より物体側に正の屈折力を有する第 1 正レンズ群が配置されていることを特徴とする請求項 1 から 4 のうちの一項目に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

物体側から順に、前記第 1 正レンズ群と、前記第 1 負レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 正レンズ群と、前記第 2 負レンズ群と、前記レンズ群 A とが配置されていることを特徴とする請求項 5 に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

前記レンズ群 A が負の屈折力を有することを特徴とする請求項 1 から 6 のうちの一項目に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

50

前記第 2 負レンズ群より像側に配置されるレンズ群が以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から 7 のうちの一項に記載のズームレンズ。

$$-1.0 < f_{rt}/f_t < -0.15 \quad \dots\dots\dots (5)$$

但し、

f_{rt} : 第 2 負レンズ群より像側に配置されるレンズ群の望遠端に於ける合成焦点距離

f_t : 望遠端に於ける前記ズームレンズの焦点距離

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のうちの一項に記載の前記ズームレンズと、前記ズームレンズの像側に、前記ズームレンズによって形成された光学像を電気的信号に変換する撮像素子とを備えたことを特徴とする撮像装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズ及びそれを備えた撮像装置、さらに詳しくは、小型軽量で高速合焦可能なズームレンズ及びそれを備えた撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等のデジタル入出力機器のための撮影光学系として、小型軽量で近接物体への合焦可能なズームレンズが所望され、さらに近接物体への合焦が高速なフォーカス機能を有するズームレンズを備えた撮像装置が所望されている。

20

【0003】

近年、デジタルスチルカメラの等の固体撮像素子を用いた撮像装置が普及している。特に、交換レンズシステムにおいては、従来より位相差センサーが出力する距離情報を用いてフォーカスを行う一眼レフが普及している。しかし、近年は、撮像素子にて結像のコントラストを測定し、コントラストに基づく合焦情報により合焦する新しいタイプの交換レンズシステムが急速に普及してきている。

【0004】

小型のデジタルスチルカメラや新しい交換レンズシステムで用いられている撮像素子によって検出した結像のコントラスト情報に基づいて合焦を行うシステムにおいては、一般的に光学系によって結像された像のコントラストのピーク位置をフォーカスレンズ群を移動させて検出している。そのためコントラストが最も高くなる位置を一旦乗り越えることによってピーク位置を検出する。従って、フォーカスレンズ群は再度ピーク位置まで戻るような、フォーカスレンズ群の移動が必要となる。

30

【0005】

このフォーカスレンズ群の移動は、フォーカスレンズ群が光軸方向に往復移動すなわち振動するような移動である。従って、高速な自動合焦を行うためには、フォーカスレンズ群を高速に移動させることが必要である。

【0006】

一方、フォーカスレンズ群が光軸上を移動することによって画角変動すなわち結像倍率の変化が起きると、合焦作動中に像が揺れているように見え、映像の品位が損なわれ、撮像者が映像に不快感をもつことになる。

40

【0007】

従来、高変倍ズームレンズにおいて、正の屈折力を有する第 1 レンズ群を最も物体側に配置し、その像側に負の屈折力を有する第 2 レンズ群を配置する構成が一般的である。このタイプのレンズ系では、最も物体側に配置されている第 1 レンズ群が、最も径が大きくなり、第 1 レンズ群の集光作用により第 1 レンズ群より像側に配置されたレンズ群は比較的径が小さくなる。第 2 群レンズは、変倍作用の多くを担う群であるため、強い屈折力を有する必要がある。そのため、収差補正上複数のレンズにて構成することとなり、重量が重くなる傾向にある。

50

【 0 0 0 8 】

そこで、従来より、フォーカス群をできるだけ軽量にするため、物体側の径の大きなレンズでのフォーカスではなく、光束が集光された後のレンズ群でフォーカスを行う、いわゆるインナーフォーカスタイプの光学系が提案されている。

このようなインナーフォーカスタイプの光学系として、負の屈折力を有する第 4 レンズ群でフォーカスを行うものが提案されている。すなわち、長い共役側より順に、正の屈折力の第 1 レンズ群と、負の屈折力の第 2 レンズ群と、複数または 1 つのレンズ群によって構成される全体として正の後続群とを有し、広角端から望遠端への変倍の際、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の間隔は大となり、前記第 2 レンズ群と前記後続群との間隔は小となるズームレンズであって、前記第 2 レンズ群は、負の屈折力の第 2 a 群と該第 2 a 群より短い共役側に配置された負の屈折力の第 2 b 群とを有し、該第 2 b 群によってフォーカシングを行うと共に、広角端の焦点距離を f_w 、望遠端の焦点距離を f_t 、前記第 2 a 群の焦点距離を f_{2a} とするとき、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズである（例えば、特許文献 1 参照）。

$$0.3 < |f_{2a}| / (f_w \times f_t)^{1/2} < 0.9$$

【 0 0 0 9 】

他のインナーフォーカスタイプの光学系としては、物体側より順に、正の第 1 レンズ群、負の第 2 レンズ群、正の第 3 レンズ群、負の第 4 レンズ群、正の第 5 レンズ群、負の第 6 レンズ群とを含み、上記レンズ群の間隔を変化させて変倍を行い、無限遠撮影時の広角端における第 i レンズ群と第 j レンズ群との間の群間隔を $DW(i-j)$ 、無限遠撮影時の望遠端における第 i レンズ群と第 j レンズ群との間の群間隔 $DT(i-j)$ としたとき、条件式

$$(1) \quad DW(1-2) < DT(1-2)$$

$$(2) \quad DW(2-3) > DT(2-3)$$

$$(3) \quad DW(3-4) > DT(3-4)$$

$$(4) \quad DW(4-5) < DT(4-5)$$

$$(5) \quad DW(5-6) < DT(5-6)$$

を満足し、かつ、上記第 4 レンズ群が光軸方向に移動することによってフォーカシングが行われるズームレンズ系が提案されている（例えば、特許文献 2 参照）。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 0 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 0 - 2 8 9 2 3 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 6 - 2 5 1 4 6 2 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 1 】

特許文献 1 及び 2 に開示されているズームレンズは、インナーフォーカスあるから、合焦レンズの軽量化は達成されているが、フォーカス時の画角変動量が十分に小さくなっていない。

【 0 0 1 2 】

(発明の目的)

本発明は、従来のズームレンズの上述した問題点に鑑みてなされたものであって、交換レンズ、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ等の固体撮像装置を用いた撮像装置に好適であり、ズームレンズの小型化、高倍率化、及びフォーカス時の画角変動が小さく、フォーカス速度の高速化を容易に実現できるズームレンズを提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 3 】

(第 1 発明)

第 1 発明は、レンズ系中に、少なくとも、負の屈折力を有する第 1 負レンズ群と、前記

10

20

30

40

50

第 1 負レンズ群より像側に配置されかつ負の屈折力を有する第 2 負レンズ群と、前記第 2 負レンズ群の像側に隣接して配置されたレンズ群 A とを有し、前記第 2 負レンズ群のみを像側に移動することで、無限遠から近接物体への合焦を行い、以下の条件を満足するズームレンズ。

$$1.0 < \beta_{2n\max} / \beta_{2n\min} < 1.4 \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$(1 - \beta_{2nt}^2) \times \beta_{rt}^2 < -6.0 \quad \dots \dots \dots (2)$$

但し、

$\beta_{2n\max}$: ズーミング中に於ける第 2 負レンズ群の横倍率の最大値

$\beta_{2n\min}$: ズーミング中に於ける第 2 負レンズ群の横倍率の最小値

β_{2nt} : 第 2 負レンズ群の望遠端に於ける横倍率

β_{rt} : 第 2 負レンズ群より像側に配置されるレンズ群の望遠端に於ける合成横倍率である。

【0014】

第 1 発明のズームレンズによれば、ズーム時のフォーカスレンズ群の横倍率の変化を少なくすることでフォーカスレンズ群の変倍作用の縮小化を図ると共に、フォーカスレンズ群の横倍率とフォーカスレンズ群より像側に位置するレンズ群の合成横倍率を適正化することによりピント敏感度の拡大化が図られる。

【0015】

ここで、フォーカスレンズ群の変倍作用とは、フォーカス群の移動中における画角変動のことである。

ピント敏感度とは、フォーカスレンズ群の移動距離に対する像面の移動距離の度合である。従って、ピント敏感度の高いレンズ系においては、フォーカスレンズ群の合焦移動量を小さくすることができる。

【0016】

高変倍ズームレンズにおいて、正の屈折力を有する第 1 レンズ群を最も物体側に配置し、その像側に負の屈折力を有する第 2 レンズ群を配置する構成が一般的である。このような光学系においては、第 2 レンズ群は変倍作用の多くを担うレンズ群であるため、第 2 レンズ群でフォーカスを行うと、フォーカス時の変倍作用を小さくすることが困難となる。

【0017】

また、第 2 レンズ群は、大きな変倍作用のため、強い屈折力を有する必要がある。そのため、収差補正上複数のレンズにて構成することとなり、重量が重くなる傾向にあり、軽量化にとっても不利なレンズ群である。

【0018】

このような状況から、本発明ではレンズ系に含まれる物体側に配置される第 1 負レンズ群に変倍作用を持たせ、前記第 1 負レンズ群より像側に負の屈折力を有する第 2 負レンズ群を配置し、第 2 負レンズ群の変倍作用を小さくすることで、フォーカス時の画角変動すなわちフォーカス時の変倍を小さくすることができる効果を有する。

【0019】

(第 2 発明)

第 2 発明は、レンズ系中に、少なくとも、負の屈折力を有する第 1 負レンズ群と、前記第 1 負レンズ群より像側に配置されかつ負の屈折力を有する第 2 負レンズ群と、前記第 2 負レンズ群の像側に隣接して配置されたレンズ群 A とを有し、前記第 2 負レンズ群のみを像側に移動することで、無限遠から近接物体への合焦を行い、以下の条件を満足するズームレンズ。

$$1.0 < \beta_{2n\max} / \beta_{2n\min} < 1.4 \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$1.05 < \beta_{3t} / \beta_{3w} < 2.00 \quad \dots \dots \dots (3)$$

但し、

$\beta_{2n\max}$: ズーミング中に於ける第 2 負レンズ群の横倍率の最大値

$\beta_{2n\min}$: ズーミング中に於ける第 2 負レンズ群の横倍率の最小値

β_{3t} : レンズ群 A の望遠端に於ける横倍率

10

20

30

40

50

β_{3w} : レンズ群 A の広角端に於ける横倍率である。

【0020】

第2発明のズームレンズによれば、上述した第1発明の作用効果に加えて、レンズ群 A の変倍比負担を適正化し、フォーカスレンズの第2負レンズ群の変倍比の負担を押さえて、第2負レンズ群の各種収差を容易に良好に補正し、フォーカス時の画角変動すなわちフォーカス時の変倍を小さくすることができる効果を有する。

【0021】

(第3発明)

第3発明の撮像装置は、上述した第1発明及び第2発明のズームレンズと、該ズームレンズの像側に、前記ズームレンズによって形成された光学像を電気的信号に変換する撮像素子とを備えたことを特徴とする撮像装置である。

10

【0022】

第3発明の撮像装置によれば、上述した第1発明及び第2発明のズームレンズの特性を有効に利用して、小型軽量で高速合焦可能なズームレンズ及びそれを備えた撮像装置を構成できる効果を得ることができる。

【0023】

(本発明の第1実施態様)

第1発明において、前記レンズ群 A が以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$1.05 < \beta_{3t} / \beta_{3w} < 2.00 \quad \dots \dots \dots (3)$$

20

但し、

β_{3t} : レンズ群 A の望遠端に於ける横倍率

β_{3w} : レンズ群 A の広角端に於ける横倍率

である。

【0024】

(本発明の第2実施態様)

第1発明及び第2発明において、前記第1負レンズ群が以下請求項1から3のうちの一項に記載のズームレンズ。

$$3.5 < \beta_{1nt} / \beta_{1nw} < 8 \quad \dots \dots \dots (4)$$

30

但し、

β_{1nt} : 第1負レンズ群の望遠端に於ける横倍率

β_{1nw} : 第1負レンズ群の広角端に於ける横倍率

【0025】

(本発明の第3実施態様)

第1発明及び第2発明において、前記第1負レンズ群より物体側に正の屈折力を有する第1正レンズ群が配置されていることを特徴とする。

【0026】

(本発明の第4実施態様)

第3実施態様において、物体側から順に、前記第1正レンズ群と、前記第1負レンズ群と、正の屈折力を有する第2X正レンズ群と、前記第2負レンズ群と、前記レンズ群 A とが配置されていることを特徴とする。

40

【0027】

(本発明の第5実施態様)

第1発明及び第2発明において、前記レンズ群 A が負の屈折力を有することを特徴とする。

【0028】

(本発明の第6実施態様)

第1発明及び第2発明において、前記第2負レンズ群より像側に配置されるレンズ群が以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$-1.0 < f_{rt} / f_t < -0.15 \quad \dots \dots \dots (5)$$

50

但し、

f_{rt} : 第2負レンズ群より像側に配置されるレンズ群の望遠端に於ける合成焦点距離

f_t : 望遠端に於ける前記ズームレンズの焦点距離

【0029】

条件式(1)は、フォーカスレンズ群である第2負レンズ群における変倍作用の大きさを規定するための条件式である。

$$1.0 < \beta_{2nmax} / \beta_{2nmin} < 1.4 \quad \dots \dots \dots (1)$$

但し、

β_{2nmax} : ズーミング中における第2負レンズ群の横倍率の最大値

β_{2nmin} : ズーミング中における第2負レンズ群の横倍率の最小値

10

条件式(1)を満足することで、フォーカス群の変倍作用を小さくすることができ、フォーカス時の変倍が小さな光学系が構成される。

【0030】

条件式(2)は、フォーカスレンズ群である第2負レンズ群によるピント敏感度を規定するための条件式である。

$$(1 - \beta_{2nt}^2) \times \beta_{rt}^2 < -6.0 \quad \dots \dots \dots (2)$$

但し、

β_{2nt} : 第2負レンズ群の望遠端に於ける横倍率

β_{rt} : 第2負レンズ群より像側に配置されるレンズ群の望遠端に於ける合成横倍率

条件式(2)を満足することで、合焦レンズ群のピント敏感度を高くすることができる。すなわち、フォーカスレンズ群のフォーカス移動量を小さくすることができる。これにより、小型化が達成されるとともに、高速な自動合焦駆動が可能となる。

20

【0031】

条件式(3)は、レンズ群Aの変倍比を規定するための条件式である。

$$1.05 < \beta_{3t} / \beta_{3w} < 2.00 \quad \dots \dots \dots (3)$$

但し、

β_{3t} : レンズ群Aの望遠端における横倍率

β_{3w} : レンズ群Aの広角端における横倍率

第2負レンズ群(フォーカス群)の像側に隣接して配置されるレンズ群の変倍比を条件式の範囲に大きくすることで、前記第2負レンズ群(フォーカス群)の変倍作用を小さくすることができる。

30

【0032】

条件式(4)は、第1負レンズ群の変倍比を規定するための条件式である。

$$3.5 < \beta_{1nt} / \beta_{1nw} < 8 \quad \dots \dots \dots (4)$$

但し、

β_{1nt} : 第1負レンズ群の望遠端における横倍率

β_{1nw} : 第1負レンズ群の広角端における横倍率

第1負レンズ群の変倍比を適切にすることで、高倍率と小型化を両立することができる。

条件式(4)の下限を越えると、すなわち第1負レンズ群の変倍比が小さい場合には、レンズ系を高倍率にすることが難しくなる。条件式(4)の上限を超えると、すなわち第1負レンズ群の変倍比が大きい場合には、収差補正上複数のレンズにて構成することとなり、小型化の妨げとなる。

40

【0033】

条件式(5)は、第2負レンズ群より像側に配置されるレンズ群の望遠端に於ける合成焦点距離を規定するための条件式である。

$$-1.0 < f_{rt} / f_t < -0.15 \quad \dots \dots \dots (5)$$

但し、

f_{rt} : 第2負レンズ群より像側に配置されるレンズ群の望遠端に於ける合成焦点距離

f_t : 望遠端に於ける前記ズームレンズの焦点距離

50

第2負レンズ群より像側に配置されるレンズ群の望遠端に於ける合成焦点距離を規定することで、テレフォトタイプを強くすることができ、望遠端での光学全長を小さくすることができる。

条件式(5)の下限を越えると、すなわち第2負レンズ群より像側に配置されるレンズ群の合成焦点距離が大きくなり、テレフォトタイプが弱くなってしまい、望遠端状態での光学全長が大きくなってしまふ。条件式(5)の上限を超えると、すなわち第2負レンズ群より像側に配置されるレンズ群の合成焦点距離が小さくなり、テレフォトタイプが強くなりすぎ、少ないレンズ枚数で構成することが困難となり、小型化への妨げとなる。

【図面の簡単な説明】

【0034】

10

【図1】本発明の第1実施形態に係るレンズ構成の広角端での光学断面図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係るレンズの広角端状態に於ける無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図、及び歪曲収差図である。

【図3】本発明の第1実施形態に係るレンズの中間焦点距離状態に於ける無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図、及び歪曲収差図である。

【図4】本発明の第1実施形態に係るレンズの望遠端状態に於ける無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図、及び歪曲収差図である。

【図5】本発明の第2実施形態に係るレンズ構成の広角端での光学断面図である。

【図6】本発明の第2実施形態に係るレンズの広角端状態に於ける無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図、及び歪曲収差図である。

20

【図7】本発明の第2実施形態に係るレンズの中間焦点距離状態に於ける無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図、及び歪曲収差図である。

【図8】本発明の第2実施形態に係るレンズの望遠端状態に於ける無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図、及び歪曲収差図である。

【図9】本発明の第3実施形態に係るレンズ構成の広角端での光学断面図である。

【図10】本発明の第3実施形態に係るレンズの広角端状態に於ける無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図、及び歪曲収差図である。

【図11】本発明の第3実施形態に係るレンズの中間焦点距離状態に於ける無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図、及び歪曲収差図である。

【図12】本発明の第3実施形態に係るレンズの望遠端状態に於ける無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図、及び歪曲収差図である。

30

【図13】本発明の第4実施形態に係るレンズ構成の広角端での光学断面図である。

【図14】本発明の第4実施形態に係るレンズの広角端状態に於ける無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図、及び歪曲収差図である。

【図15】本発明の第4実施形態に係るレンズの中間焦点距離状態に於ける無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図、及び歪曲収差図である。

【図16】本発明の第4実施形態に係るレンズの望遠端状態に於ける無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図、及び歪曲収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0035】

40

以下に示す実施形態において、諸元光学データにおける面番号NSは物体側から数えたレンズ面の順番、Rはレンズ面の曲率半径(mm)、Dはレンズ面の光軸上の間隔(mm)、Ndはd線(波長 $\lambda=587.6\text{nm}$)に対する屈折率、 v_d はd線(波長 $\lambda=587.6\text{nm}$)に対するアッベ数をそれぞれ示している。また、面番号の後側にSTOPを付したものは、絞りを示す。面番号の後側にASPを付したものは、非球面を示し、その曲率半径Rの欄には該非球面の近軸曲率半径(mm)を示している。

【0036】

(第1実施形態)

第1実施形態のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1正レンズ群G1と、負の屈折力を有する第1負レンズ群G2と、正の屈折力を有する第2正レンズ群

50

G 3 と、負の屈折力を有する第 2 負レンズ群 G 4 と、負の屈折力を有するレンズ群 A G 5 と、正の屈折力を有するレンズ群 B G 6 とで構成されている。

【 0 0 3 7 】

第 1 正レンズ群 G 1 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズ L 1 と、正の屈折力を有するレンズ L 2 との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するメニスカスレンズ L 3 とで、構成される。

第 2 負レンズ群 G 2 は、物体側から順に、物体側の面に非球面を有し、像側の面が強い凹面で負の屈折力を有するメニスカスレンズ L 4 と、両凹レンズ L 5 と、両凸レンズ L 6 と、物体側に凹面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズ L 7 とで、構成される。

第 2 正レンズ群 G 3 は、物体側から順に、両面に非球面を有する両凸レンズ L 8 と、両凹レンズ L 9 と、両凸レンズ L 10 とで、構成される。

第 2 負レンズ群 G 4 は、物体側から順に、両凸レンズ L 14 と像側の面に非球面を有する両凹レンズ L 11 との接合レンズで、構成される。

レンズ群 A G 5 は、像側に凹面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズ L 12 で、構成される。

レンズ群 B G 6 は、像側に凸面を向けた正の屈折力を有するメニスカスレンズ L13で、構成される。

【 0 0 3 8 】

このような構成である第 1 実施形態のズームレンズは、広角から望遠へのズーム作動において、第 1 正レンズ群 G 1 が物体側に移動し、第 1 負レンズ群 G 2 が像側に凸の軌跡を描きながら移動し、第 2 正レンズ群 G 3 が物体側に移動し、第 2 負レンズ群 G 4 が第 2 正レンズ群 G 3 に対して像側に凸の軌跡を描きながら移動し、レンズ群 A G 5 が物体側に移動し、レンズ群 B G 6 は像面に対し固定である。

近接物体への合焦には、第 2 負レンズ群 G 4 を像側に移動させて行う。

【 0 0 3 9 】

第 1 実施形態のズームレンズの諸元光学データは、以下の通りである。

NS	R	D	Nd	v d
1	63.6829	1.3000	1.91048	31.31
2	36.5043	0.0100	1.57046	42.84
3	36.5043	5.9600	1.49845	81.61
4	-852.9715	0.2000		
5	34.2606	4.0000	1.62032	63.39
6	151.8569	D(6)		
7 ASPH	54.3406	0.2000	1.51700	49.96
8	54.6285	0.8000	1.91695	35.25
9	8.9090	4.0317		
10	-30.8661	0.6500	1.91695	35.25
11	23.5188	0.4000		
12	17.7113	2.9807	1.93323	20.88
13	-28.4855	0.7683		
14	-16.2247	0.6000	1.77621	49.62
15	-51.4542	D(15)		
16 STOP	0.0000	1.2000		
17 ASPH	9.1792	2.8596	1.58547	59.46
18 ASPH	-21.2748	0.3952		
19	-469.2779	0.5000	1.89461	30.74
20	11.3473	1.6070		
21	27.4927	3.2402	1.59489	68.62
22	-9.5668	D(22)		
23	48.0920	1.2000	1.81263	25.46

24	-93.4000	0.0100	1.57046	42.84
25	-93.4000	0.6000	1.80558	45.45
26 ASPH	13.0486	D(26)		
27	-12.9322	0.6300	1.81263	25.46
28	-18.8160	D(28)		
29	-147.0832	1.9501	1.73234	54.67
30	-35.3238	9.8000		
31	0.0000	2.8000	1.51872	64.20
32	0.0000	1.0000		

【 0 0 4 0 】

10

上表において、面番号の後側に A S P H を付した非球面は、次式で表わされる。

$$X(y) = (y^2 / R) / [1 + (1 - \varepsilon \cdot y^2 / R^2)^{1/2}] + A4 \cdot y^4 + A6 \cdot y^6 + A8 \cdot y^8 + A10 \cdot y^{10}$$

ここで、 $X(y)$ は光軸から垂直方向の高さ y における各非球面の頂点から光軸方向に沿った距離（サグ量）、 R は基準球面の曲率半径（近軸曲率半径）、 ε は円錐係数、 $A4, A6, A8, A10$ は非球面係数である。

【 0 0 4 1 】

非球面の諸元光学データは、以下の通りである。

ASPH	ε	A4	A6	A8	A10
7	1.0000	1.91163e-005	-4.04139e-007	3.49343e-009	-1.49337e-011
17	1.0000	-1.14585e-004	4.99824e-006	-1.46840e-007	-1.08200e-009
18	1.0000	4.60442e-004	5.38067e-006	-2.32614e-007	0.00000e+000
26	1.0000	-6.79774e-006	-5.35988e-008	4.43501e-009	-9.66065e-011

20

【 0 0 4 2 】

以下に、ズーム作動における面間隔の変化、すなわち広角端状態 ($f=10.30\text{mm}$)、中間焦点距離状態 ($f=30.47\text{mm}$) 及び望遠端状態 ($f=97.97\text{mm}$) の面間隔を、焦点距離 $f\text{mm}$ 、F ナンバー Fno 、画角 ω 、と共に示す。

f	10.30	30.47	97.97
Fno	3.6490	5.0069	5.7049
ω	40.281	11.231	4.671
D(6)	0.9300	15.4076	32.7201
D(15)	20.1523	7.8284	1.9719
D(22)	1.2330	2.6313	1.5000
D(26)	7.2929	5.8946	7.0259
D(28)	0.4190	11.1985	17.2290

30

【 0 0 4 3 】

以下に、広角端状態 ($f=10.30$)、中間焦点距離状態 ($f=30.47$) 及び望遠端状態 ($f=97.97$) での近接物体合焦時の面間隔を、無限物体合焦時の焦点距離 $f(\text{mm})$ 、第1レンズ面から物体までの距離 $D(0)(\text{mm})$ 、と共に示す。

f	10.30	30.47	97.97
D(0)	920.28	903.19	889.86
D(22)	1.2704	3.3008	2.9038
D(26)	7.2555	5.2251	5.6221

40

【 0 0 4 4 】

(第 2 実施形態)

第 2 実施形態のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 正レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する第 1 負レンズ群 G 2 と、正の屈折力を有する第 2 正レンズ群 G 3 と、負の屈折力を有する第 2 負レンズ群 G 4 と、負の屈折力を有するレンズ群 A G 5 と、正の屈折力を有するレンズ群 B G 6 とで構成されている。

【 0 0 4 5 】

50

第 1 正レンズ群 G 1 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズ L 1 と、正の屈折力を有するレンズ L 2 との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するメニスカスレンズ L 3 とで、構成される。

【 0 0 4 6 】

第 1 負レンズ群 G 2 は、物体側から順に、物体側の面に非球面を有し、像側の面が強い凹面で負の屈折力を有するメニスカスレンズ L 4 と、両凹レンズ L 5 と、両凸レンズ L 6 と、物体側に凹面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズ L 7 とで、構成される。

【 0 0 4 7 】

第 2 正レンズ群 G 3 は、物体側から順に、両面に非球面を有する両凸レンズ L 8 と、像側に凹面を向けた負レンズ L 9 と、物体側に非球面を有する両凸レンズ L 10 と物体側に凹面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズ L 11 との接合レンズと、像側に凹面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズ L 12 と両凸レンズ L 13 との接合レンズとで、構成される。

【 0 0 4 8 】

第 2 負レンズ群 G 4 は、物体側から順に、両凸レンズ L 14 と両凹レンズ L 15 との接合レンズで、構成される。

【 0 0 4 9 】

レンズ群 A G 5 は、像側に凹面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズ L 16 で、構成される。

【 0 0 5 0 】

レンズ群 B G 6 は、像側に凸面を向けた正の屈折力を有するメニスカスレンズ L 17 で、構成される。

【 0 0 5 1 】

このような構成である第 2 実施形態のズームレンズは、広角端から望遠端への変倍において、第 1 正レンズ群 G 1 が物体側に移動し、第 1 負レンズ群 G 2 が像側に凸の軌跡を描きながら移動し、第 2 正レンズ群 G 3 が物体側に移動し、第 2 負レンズ群 G 4 が第 2 正レンズ群 G 3 に対して像側に凸の軌跡を描きながら移動し、レンズ群 A G 5 が物体側に移動し、レンズ群 B G 6 は像面に対し固定である。

近接物体への合焦には、第 2 負レンズ群 G 4 を像側に移動させることで行う。

【 0 0 5 2 】

第 2 実施形態のズームレンズの諸元光学データは、以下の通りである。

NS	R	D	Nd	v d
1	71.8184	1.3000	1.91048	31.31
2	38.1169	0.0100	1.57046	42.84
3	38.1169	4.5000	1.49845	81.61
4	-271.5053	0.2000		
5	34.2543	3.5128	1.62032	63.39
6	144.7606	D(6)		
7 ASPH	51.0704	0.2000	1.51700	49.96
8	43.5620	0.7600	1.91695	35.25
9	9.1890	3.7360		
10	-21.5757	0.6040	1.91695	35.25
11	29.1538	0.4000		
12	20.4299	2.7524	1.93323	20.88
13	-21.6790	0.7155		
14	-12.4871	0.5960	1.77621	49.62
15	-39.8843	D(15)		
16 STOP	0.0000	1.2000		
17 ASPH	10.5362	2.8018	1.58547	59.46
18 ASPH	-22.5427	0.2000		

19	158.7690	0.5000	1.83945	42.72
20	12.7924	1.5947		
21 ASPH	43.3184	2.3000	1.58547	59.46
22	-12.8698	0.0100	1.57046	42.84
23	-12.8698	0.4670	1.91048	31.31
24	-21.0076	0.8760		
25	64.1680	0.4670	1.91695	35.25
26	15.3783	0.0100	1.57046	42.84
27	15.3783	3.0765	1.62032	63.39
28	-13.0505	D(28)		
29	41.5408	1.3000	1.81263	25.46
30	-58.6162	0.0100	1.57046	42.84
31	-58.6162	0.4830	1.80831	46.50
32	12.0837	D(32)		
33	-15.2307	0.6300	1.81263	25.46
34	-23.6034	D(34)		
35	-87.2068	1.9569	1.73234	54.67
36	-27.2049	9.8000		
37	0.0000	2.8000	1.51872	64.20
38	0.0000	1.0000		

10

20

【 0 0 5 3 】

非球面の諸元光学データは、以下の通りである。

ASPH	ϵ	A4	A6	A8	A10
7	1.0000	2.99229e-005	-2.77911e-007	4.08113e-009	-6.45590e-012
17	1.0000	-9.24021e-005	-2.03212e-006	1.09833e-007	-3.07901e-009
18	1.0000	2.42296e-004	-3.20842e-006	1.17483e-007	-3.05003e-009
21	1.0000	-1.20912e-005	-1.01954e-006	2.87946e-008	-2.68033e-010

【 0 0 5 4 】

以下に、ズーム作動における面間隔の変化、すなわち広角端状態($f=11.22\text{mm}$)、中間焦点距離状態($f=63.64\text{mm}$)及び望遠端状態($f=145.52\text{mm}$)の面間隔を、焦点距離 $f\text{mm}$ 、Fナンバー Fno 、画角 ω 、と共に示す。

30

f	11.22	63.64	145.52
Fno	3.6414	5.3644	5.7509
ω	37.997	9.208	3.170
D(6)	0.9300	21.8749	36.7527
D(15)	18.6221	4.8769	1.4250
D(28)	1.1900	4.2490	1.0100
D(32)	8.8421	5.7832	9.0221
D(34)	0.8860	15.9875	20.1532

【 0 0 5 5 】

40

以下に、広角端状態($f=11.22\text{mm}$)、中間焦点距離状態($f=63.64\text{mm}$)及び望遠端状態($f=145.52\text{mm}$)での近接物体合焦時の面間隔を、無限物体合焦時の焦点距離 $f\text{mm}$ 、第1レンズ面から物体までの距離 $D(0)\text{mm}$ 、と共に示す。

f	11.22	63.64	145.52
D(0)	918.76	896.55	880.86
D(28)	1.2267	4.6723	3.4247
D(32)	8.8054	5.3598	6.6074

【 0 0 5 6 】

(実施形態3)

第3実施形態のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1正レンズ群

50

G 1 と、負の屈折力を有する第 1 負レンズ群 G 2 と、正の屈折力を有する第 2 正レンズ群 G 3 と、負の屈折力を有する第 2 負レンズ群 G 4 と、負の屈折力を有するレンズ群 A G 5 と、正の屈折力を有するレンズ群 B G 6 とで構成されている。

【 0 0 5 7 】

第 1 正レンズ群 G 1 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズ L 1 1、正の屈折力を有するレンズ L 2 との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するメニスカスレンズ L 3 とで、構成される。

【 0 0 5 8 】

第 1 負レンズ群 G 2 は、物体側から順に、物体側の面に非球面を有し、像側の面が強い凹面で負の屈折力を有するメニスカスレンズ L 4 と、両凹レンズ L 5 と、両凸レンズ L 6 と、物体側に凹面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズ L 7 とで、構成される。

10

【 0 0 5 9 】

第 2 正レンズ群 G 3 は、物体側から順に、両面に非球面を有する両凸レンズ L 8 と、像側に凹面を向けた負レンズ L 9 と、物体側に非球面を有する両凸レンズ L 1 0 と物体側に凹面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズ L 1 1 との接合レンズと、像側に凹面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズ L 1 2 と両凸レンズ L 1 3 との接合レンズとで、構成される。

【 0 0 6 0 】

第 2 負レンズ群 G 4 は、物体側から順に、両凸レンズ L 1 4 と両凹レンズ L 1 5 との接合レンズで、構成される。

20

【 0 0 6 1 】

レンズ群 A G 5 は、像側に凹面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズ L 1 6 で、構成される。

【 0 0 6 2 】

レンズ群 B G 6 は、像側に凸面を向けた正の屈折力を有するメニスカスレンズ L 1 7 で、構成される。

【 0 0 6 3 】

このような構成である第 3 実施形態のズームレンズは、広角端から望遠端への変倍において、第 1 正レンズ群 G 1 が物体側に移動し、第 1 負レンズ群 G 2 が像側に凸の軌跡を描きながら移動し、第 2 正レンズ群 G 3 が物体側に移動し、第 2 負レンズ群 G 4 が第 2 正レンズ群 G 3 に対して像側に凸の軌跡を描きながら移動し、レンズ群 A G 5 が物体側に移動し、レンズ群 B G 6 は像面に対し固定である。

30

近接物体への合焦には、第 2 負レンズ群 G 4 を像側に移動させて行う。

【 0 0 6 4 】

第 3 実施形態のズームレンズの諸元光学データは、以下の通りである。

NS	R	D	Nd	v d
1	109.0553	1.5000	1.90366	31.31
2	52.5697	0.0100	1.56732	42.84
3	52.5697	5.5700	1.49700	81.61
4	-146.2327	0.2000		
5	39.5728	3.9700	1.61800	63.39
6	112.3407	D(6)		
7 ASPH	79.0234	0.2000	1.51460	49.96
8	65.0676	0.9000	1.91082	35.25
9	12.3717	4.1854		
10	-23.8730	0.7500	1.91082	35.25
11	42.3962	0.4930		
12	28.5426	3.3730	1.92286	20.88
13	-24.6589	1.0150		
14	-14.8587	0.7500	1.77250	49.62

40

50

15	-49.5781	D(15)		
16 STOP	0.0000	1.5000		
17 ASPH	13.2954	3.2480	1.58313	59.46
18 ASPH	-32.0948	0.2000		
19	62.5251	0.6200	1.86188	42.08
20	15.8491	2.0200		
21 ASPH	61.7390	2.8500	1.58313	59.46
22	-15.2253	0.0100	1.56732	42.84
23	-15.2253	0.6000	1.90766	33.41
24	-25.8791	1.0200		
25	109.2068	0.5800	1.91082	35.25
26	20.0859	0.0100	1.56732	42.84
27	20.0859	3.7247	1.61882	64.32
28	-16.2282	D(28)		
29	51.3428	1.6830	1.80518	25.46
30	-75.7267	0.0100	1.56732	42.84
31	-75.7267	0.6000	1.80420	46.50
32	15.6073	D(32)		
33	-18.5559	0.9000	1.80518	25.46
34	-28.5021	D(34)		
35	-152.2485	2.3543	1.72916	54.67
36	-38.5471	11.0000		
37	0.0000	4.2000	1.51680	64.20
38	0.0000	1.0000		

10

20

【 0 0 6 5 】

非球面の諸元光学データは、以下の通りである。

ASPH	ϵ	A4	A6	A8	A10
7	1.0000	1.19556e-005	-5.12224e-008	4.21707e-010	2.89639e-012
17	1.0000	-4.81203e-005	-6.04617e-007	2.40398e-008	-4.15344e-010
18	1.0000	1.17843e-004	-9.32847e-007	2.61092e-008	-4.24829e-010
21	1.0000	-5.75515e-006	-1.80638e-007	2.44731e-009	-5.43340e-012

30

【 0 0 6 6 】

以下に、ズーム作動における面間隔の変化、すなわち広角端状態 ($f=14.43\text{mm}$)、中間焦点距離状態 ($f=57.85\text{mm}$) 及び望遠端状態 ($f=145.40\text{mm}$) の面間隔を、焦点距離 $f(\text{mm})$ 、F ナンバー F_{no} 、画角 ω 、と共に示す。

f	14.43	57.85	145.40
F_{no}	3.6708	5.4085	5.9148
ω	37.102	10.651	3.671
D(6)	1.1330	24.2823	41.7003
D(15)	21.7353	5.4909	1.7000
D(28)	1.4374	6.0872	3.6419
D(32)	12.1029	7.4531	9.8984
D(34)	1.0300	19.1189	24.8250

40

【 0 0 6 7 】

以下に、広角端状態 ($f=14.43\text{mm}$)、中間焦点距離状態 ($f=57.85\text{mm}$) 及び望遠端状態 ($f=145.40\text{mm}$) での近接物体合焦時の面間隔を、無限物体合焦時の焦点距離 $f(\text{mm})$ 、第1レンズ面から物体までの距離 $D(0)(\text{mm})$ 、と共に示す。

f	14.43	57.85	145.40
D(0)	901.52	876.67	857.15
D(28)	1.5087	6.7510	6.5503

50

D(32) 12.0316 6.7893 6.9900

【 0 0 6 8 】

(実施形態 4)

第 4 実施形態のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 正レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する第 1 負レンズ群 G 2 と、正の屈折力を有する第 2 正レンズ群 G 3 と、負の屈折力を有する第 2 負レンズ群 G 4 と、負の屈折力を有するレンズ群 A G 5 とで構成されている。

【 0 0 6 9 】

第 1 正レンズ群 G 1 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズ L 2 と、正の屈折力を有するレンズ L 2 との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するメニスカスレンズ L 3 とで、構成される。

10

【 0 0 7 0 】

第 1 負レンズ群 G 2 は、物体側から順に、物体側の面に非球面を有し、像側の面が強い凹面で負の屈折力を有するメニスカスレンズ L 4 と、両凹レンズ L 5 と、両凸レンズ L 6 と、物体側に凹面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズ L 7 とで、構成される。

【 0 0 7 1 】

第 2 正レンズ群 G 3 は、物体側から順に、両面に非球面を有する両凸レンズ L 8 と、の屈折力を有するメニスカスレンズ L 9 と、両凸レンズ L 10 とで、構成される。

【 0 0 7 2 】

第 2 負レンズ群 G 4 は、物体側から順に、両凸レンズ L 11 と像側の面に非球面を有する両凹レンズ L 12 との接合レンズで、構成される。

20

【 0 0 7 3 】

レンズ群 A G 5 は、像側に凹面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズ L 13 と、両凸レンズ L 14 で、構成される。

【 0 0 7 4 】

このような構成である第 3 実施形態のズームレンズは、広角端から望遠端への変倍において、第 1 正レンズ群 G 1 が物体側に移動し、第 2 負レンズ群 G 2 が像側に凸の軌跡を描きながら移動し、第 2 正レンズ群 G 3 が物体側に移動し、第 2 負レンズ群 G 4 が第 2 正レンズ群 G 3 に対して像側に凸の軌跡を描きながら移動し、レンズ群 A G 5 が物体側に移動する。

30

近接物体への合焦には、第 2 負レンズ群 G 4 を像側に移動させて行う。

【 0 0 7 5 】

第 4 実施形態のズームレンズの諸元光学データは、以下の通りである。

NS	R	D	Nd	v d
1	65.0172	1.3000	1.91048	31.31
2	36.2100	0.0100	1.57046	42.84
3	36.2100	6.0000	1.49845	81.61
4	-2179.5150	0.2000		
5	35.2814	4.0027	1.62032	63.39
6	183.6531	D(6)		
7 ASPH	42.2125	0.2000	1.51700	49.96
8	42.6979	0.8000	1.91695	35.25
9	8.4806	4.0102		
10	-40.2053	0.6500	1.91695	35.25
11	19.8739	0.4000		
12	15.7705	2.9108	1.93323	20.88
13	-39.4484	0.7583		
14	-17.4656	0.6000	1.77621	49.62
15	-52.0671	D(15)		
16 STOP	0.0000	1.2000		

40

50

17	ASPH	8.5883	3.0750	1.58547	59.46
18	ASPH	-25.0697	0.4400		
19		171.5901	0.5000	1.91048	31.31
20		10.4093	1.6207		
21		25.6522	3.1313	1.59489	68.62
22		-9.9776	D(22)		
23		46.2354	1.2000	1.81263	25.46
24		-53.2640	0.0100	1.57046	42.84
25		-53.2640	0.6000	1.80558	45.45
26	ASPH	13.2084	D(26)		
27		-11.9913	0.6300	1.81263	25.46
28		-21.7212	0.2000		
29		57.2469	2.1490	1.48914	70.44
30		-29.7248	D(30)		
31		0.0000	2.8000	1.51872	64.20
32		0.0000	1.0000		

10

【 0 0 7 6 】

非球面の諸元光学データは、以下の通りである。

ASPH	ϵ	A4	A6	A8	A10
7	1.0000	8.18698e-006	-2.73054e-007	1.74363e-009	-8.23298e-012
17	1.0000	-1.01823e-004	2.84220e-006	-6.99155e-008	-7.96183e-010
18	1.0000	4.60590e-004	3.18830e-006	-1.41926e-007	0.00000e+000
26	1.0000	-1.47382e-005	-1.68264e-006	1.30906e-007	-2.85225e-009

20

【 0 0 7 7 】

以下に、ズーム作動における面間隔の変化、すなわち広角端状態($f=10.30\text{mm}$)、中間焦点距離状態($f=38.91\text{mm}$)及び望遠端状態($f=100.21\text{mm}$)の面間隔を、焦点距離 $f(\text{mm})$ 、Fナンバー F_{no} 、画角 ω 、と共に示す。

f	10.30	38.91	100.21
F_{no}	3.6579	5.0177	5.8760
ω	40.250	11.571	4.601
D(6)	0.9300	21.0041	33.8012
D(15)	19.9939	5.7856	1.5907
D(22)	1.3754	2.5090	0.5000
D(26)	6.4996	5.3660	7.3750
D(30)	9.8000	20.7392	28.8212

30

【 0 0 7 8 】

以下に、広角端状態($f=10.30\text{mm}$)、中間焦点距離状態($f=38.91\text{mm}$)及び望遠端状態($f=100.21\text{mm}$)での近接物体合焦時の面間隔を、無限物体合焦時の焦点距離 $f(\text{mm})$ 、第1レンズ面から物体までの距離 $D(0)(\text{mm})$ 、と共に示す。

f	10.30	38.91	100.21
D(0)	921.00	904.28	887.50
D(22)	1.4164	2.8590	1.9547
D(26)	6.4586	5.0160	5.9203

40

【 0 0 7 9 】

各実施形態における条件式に係る値は、以下の通りである。

	第 1 実施形態	第 2 実施形態	第 3 実施形態	第 4 実施形態
$\beta_{2\text{max}} / \beta_{2\text{min}}$	1.170	1.194	1.151	1.370
$(1 - \beta_{2\text{nt}2}) \times \beta_{\text{r t}2}$	-6.693	-8.267	-7.217	-6.808
$\beta_{3\text{t}} / \beta_{3\text{w}}$	1.234	1.259	1.262	1.056
$\beta_{1\text{nt}} / \beta_{1\text{nw}}$	4.540	6.759	4.488	4.314

50

f_{rt}/f_t -0.391 -0.460 -0.503 -0.225

【符号の説明】

【0080】

STOP

絞り

G1

第1正レンズ群

G2

第1負レンズ群

G3

第2正レンズ群

G4

第2負レンズ群

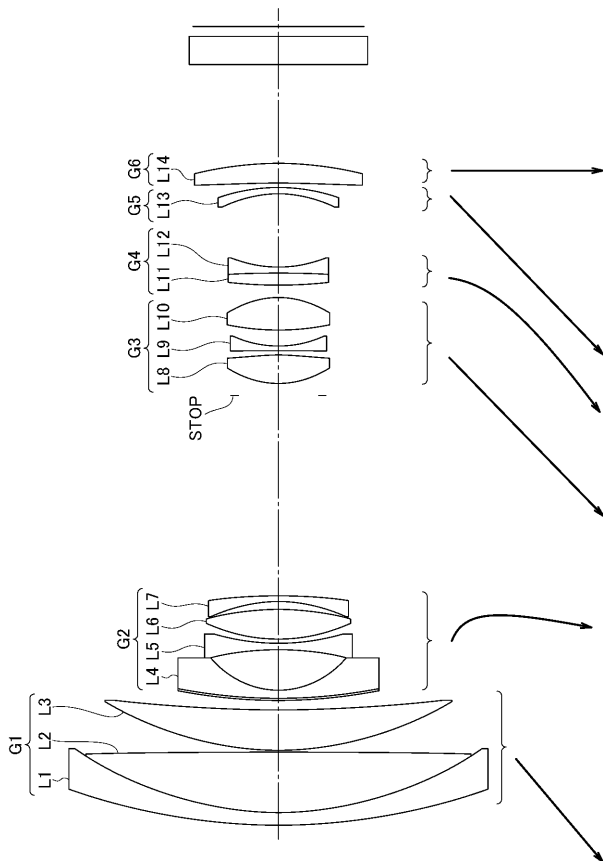
G5

レンズ群A

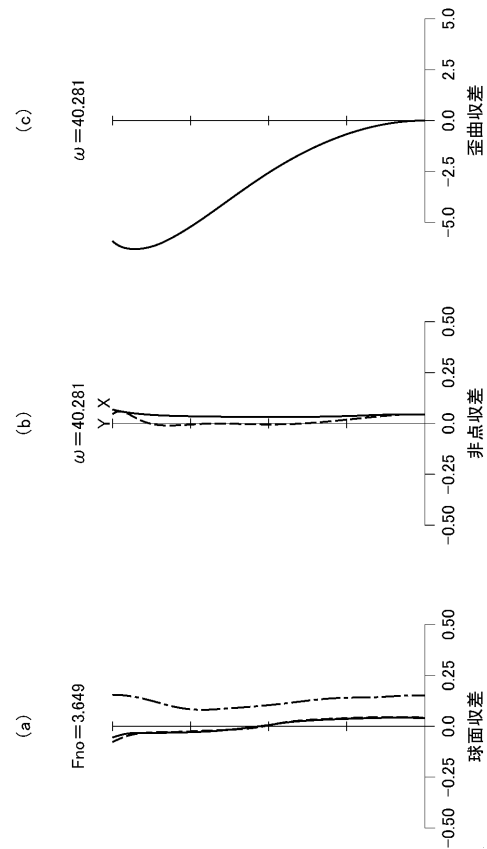
G6

レンズ群B

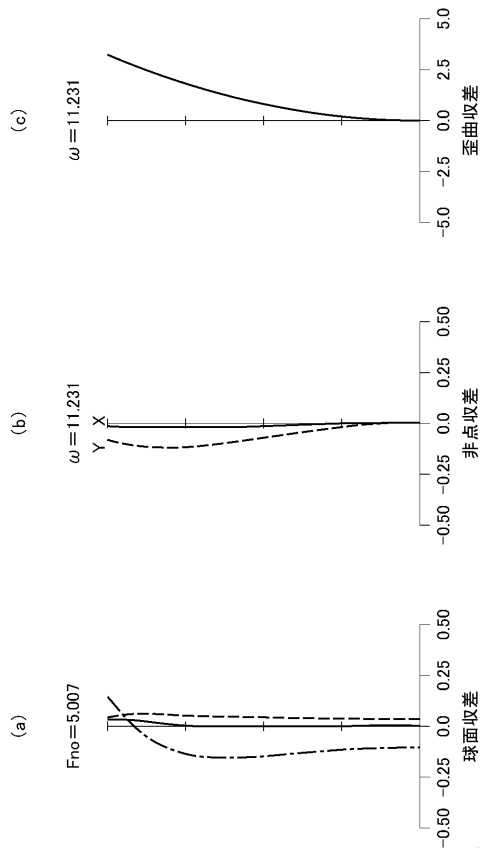
【図1】



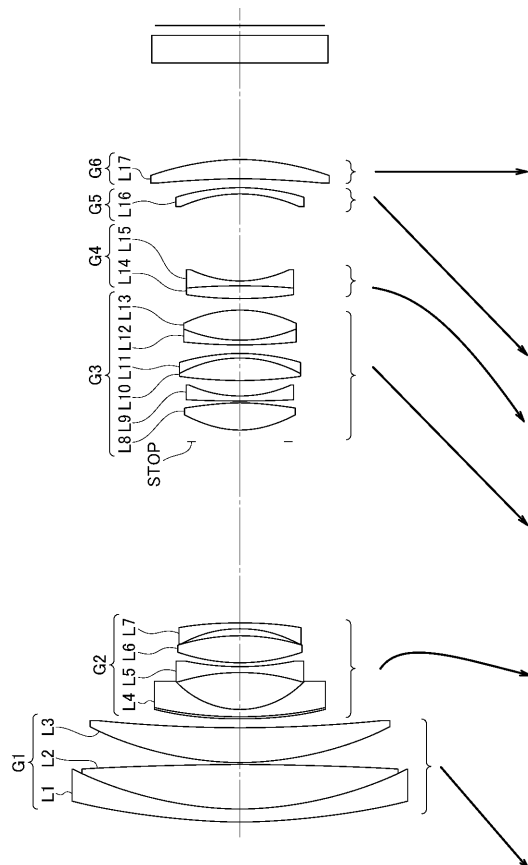
【図2】



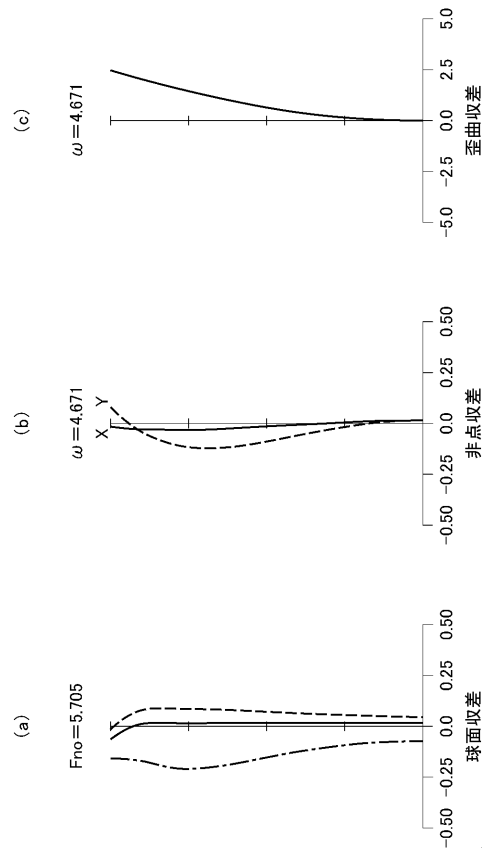
【図 3】



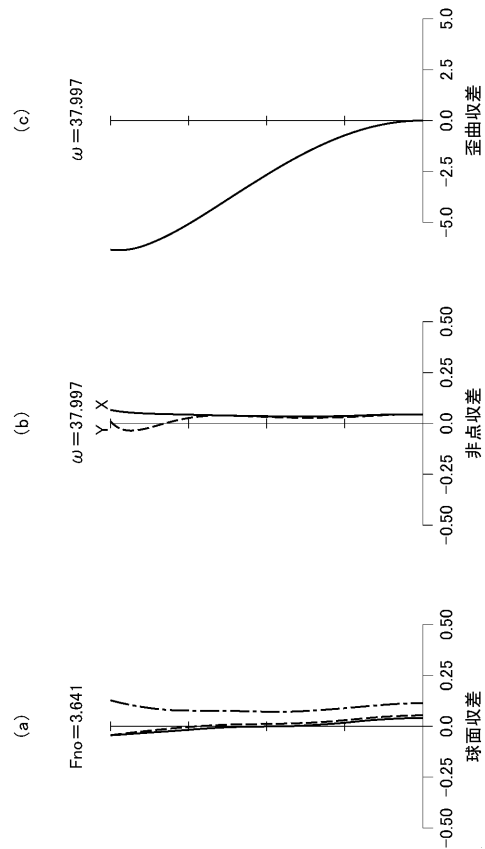
【図 5】



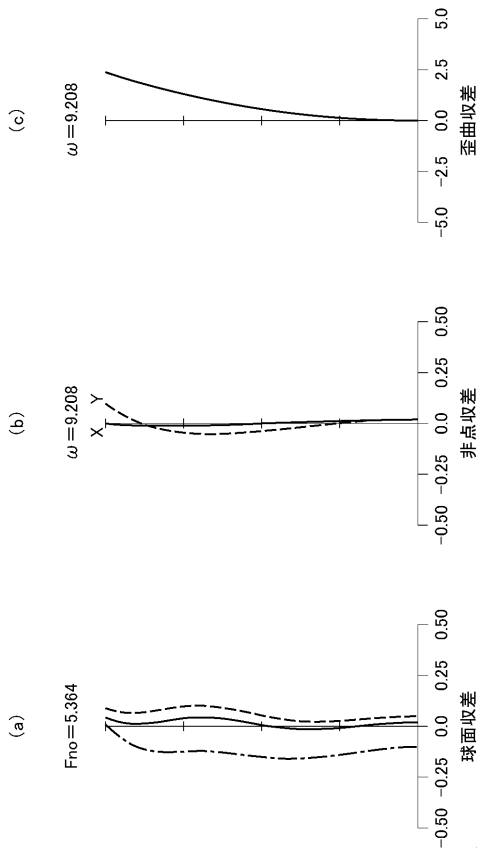
【図 4】



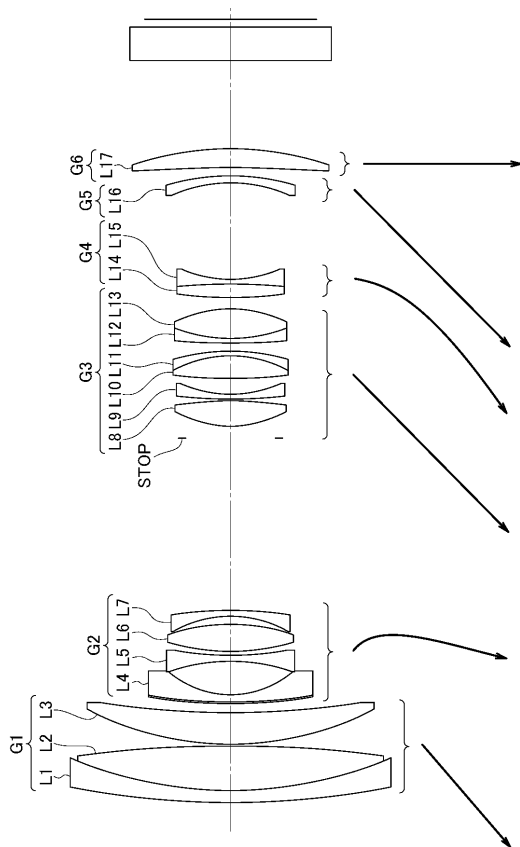
【図 6】



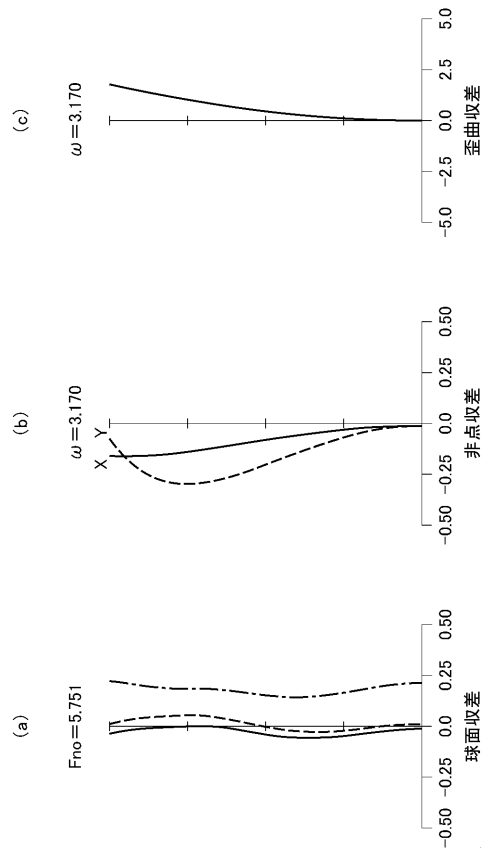
【図 7】



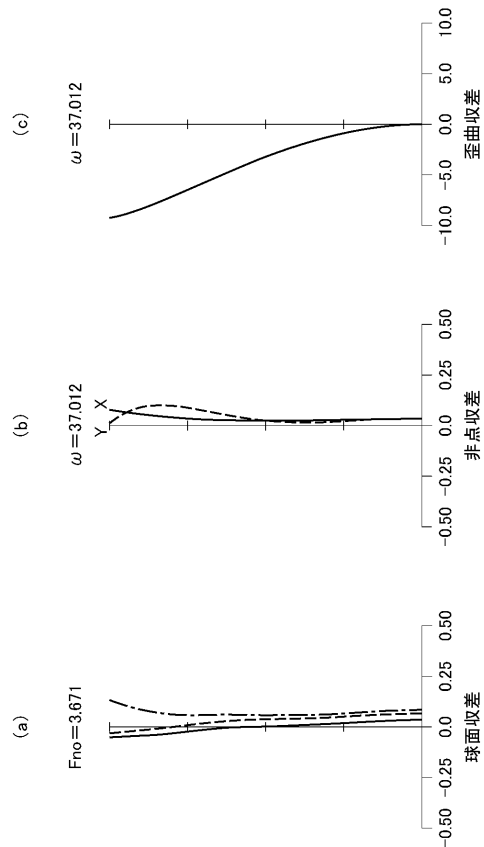
【図 9】



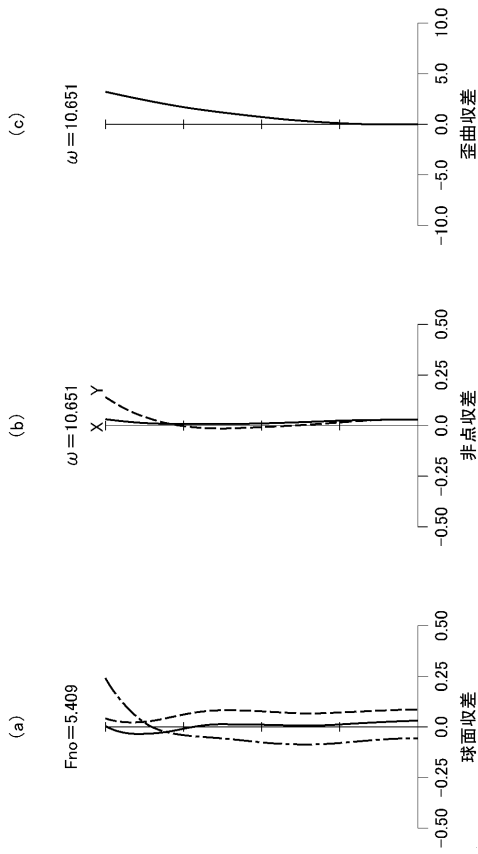
【図 8】



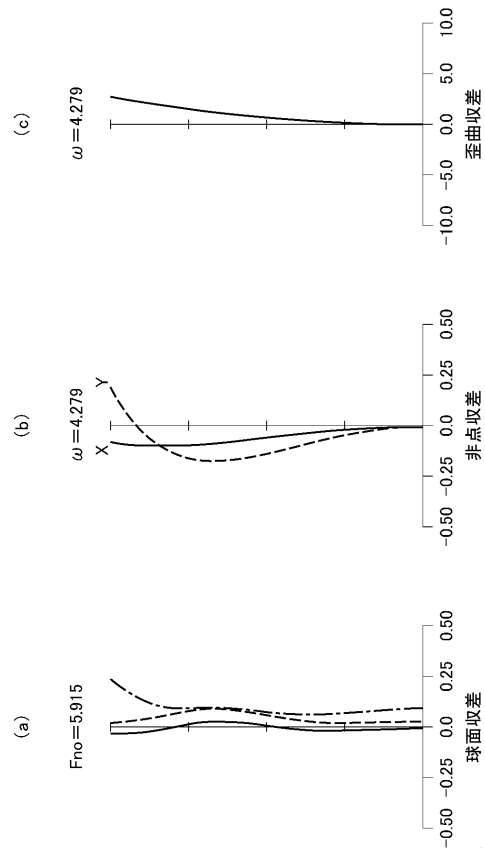
【図 10】



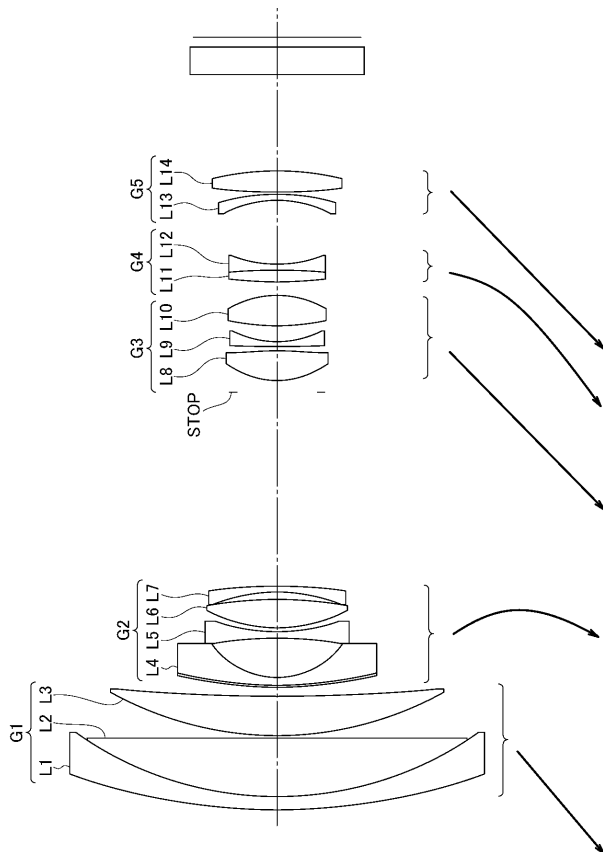
【図 1 1】



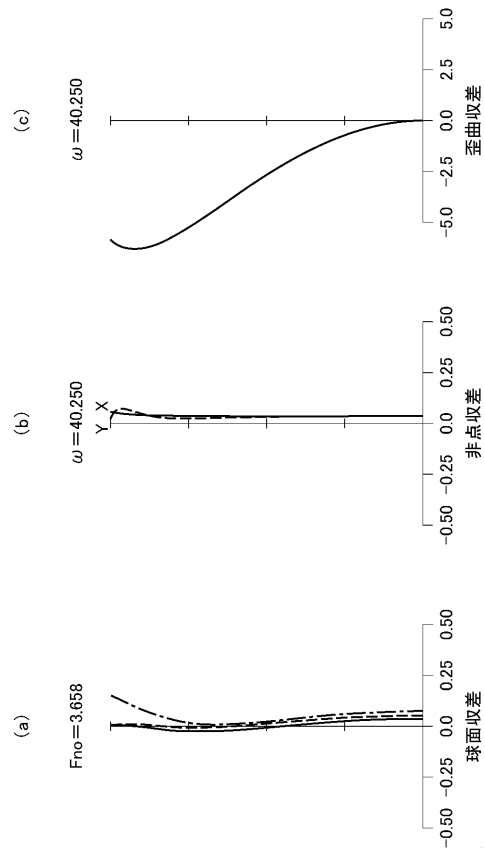
【図 1 2】



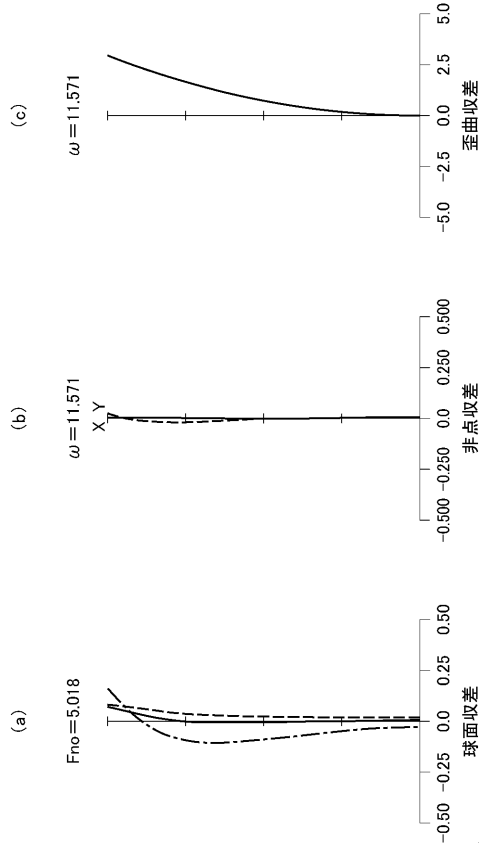
【図 1 3】



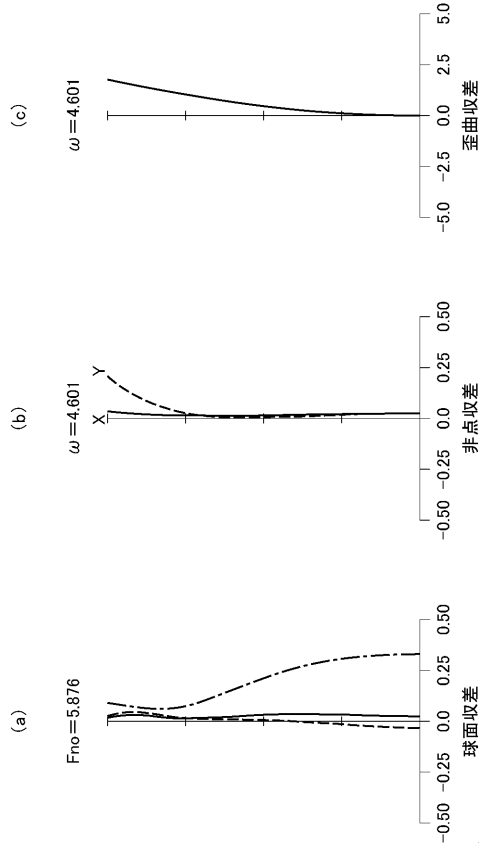
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



フロントページの続き

(74)代理人 100098475

弁理士 倉澤 伊知郎

(72)発明者 岩澤 嘉人

埼玉県さいたま市見沼区蓮沼 1 3 8 5 番地 株式会社タムロン内

F ターム(参考) 2H087 KA02 KA03 MA15 PA12 PA13 PA16 PA19 PB14 PB17 QA02
QA03 QA07 QA17 QA21 QA25 QA32 QA34 QA42 QA46 RA05
RA12 RA13 RA36 RA42 RA44 SA43 SA47 SA49 SA53 SA56
SA57 SA62 SA63 SA64 SA65 SA66 SB04 SB15 SB24 SB27
SB33 SB42 SB43