

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4742645号
(P4742645)

(45) 発行日 平成23年8月10日(2011.8.10)

(24) 登録日 平成23年5月20日(2011.5.20)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 2 B 15/20 (2006.01) G O 2 B 15/20
G 0 2 B 13/18 (2006.01) G O 2 B 13/18

請求項の数 12 (全 26 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2005-98725 (P2005-98725) (22) 出願日 平成17年3月30日(2005.3.30) (65) 公開番号 特開2006-276711 (P2006-276711A) (43) 公開日 平成18年10月12日(2006.10.12) 審査請求日 平成20年3月7日(2008.3.7)</p>	<p>(73) 特許権者 000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号 (74) 代理人 100077919 弁理士 井上 義雄 (72) 発明者 小濱 昭彦 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株 式会社ニコン内 審査官 原田 英信 (56) 参考文献 特開2004-252196 (JP, A) 特開2004-333769 (JP, A) 最終頁に続く</p>
---	---

(54) 【発明の名称】ズームレンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光軸に沿って物体側から順に、正屈折力を有する第1レンズ群と、負屈折力を有する第2レンズ群と、正屈折力を有する第3レンズ群と、正屈折力を有する第4レンズ群と、正屈折力を有する第5レンズ群とからなり、

広角端状態から望遠端状態までズミングする際に、無限遠合焦状態において、光軸に沿って、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との空気間隔は増加し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との空気間隔は減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との空気間隔は変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との空気間隔は増加するように、前記第1レンズ群は像面に対して移動し、前記第2レンズ群は像面側に移動した後、物体側に移動するような軌跡で移動し、前記第3レンズ群は物体側に移動し、前記第4レンズ群は物体側に移動し、

前記第3レンズ群は、光軸に沿って物体側から順に、正の屈折力を有する第3aレンズ群と開口絞りと第3bレンズ群を有し、前記第3aレンズ群を光軸に略垂直な方向に移動させることによって像面上の像を移動させることが可能であり、

以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$7.93 \quad f1 / fW < 1.2 \dots 8$$

但し、

fWは広角端状態における前記ズームレンズ全系の焦点距離、

f1は前記第1レンズ群の焦点距離を表す。

【請求項 2】

無限遠合焦状態において、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群の空気間隔は、光軸に沿って少なくとも広角端状態よりも望遠端状態の方が小さくな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】

広角端状態から望遠端状態までズーミングする際に、無限遠合焦状態において、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群との空気間隔は、光軸に沿って減少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 4】

広角端状態から望遠端状態までズーミングする際に、無限遠合焦状態において、前記第 5 レンズ群は、像面に対して光軸に沿って移動することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

10

【請求項 5】

無限遠合焦状態において、前記第 5 レンズ群は、少なくとも広角端状態よりも望遠端状態の方が光軸に沿って物体側にあることを特徴とする請求項 4 に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

以下の条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$3.0 < f_5 / f_W < 10.0$$

但し、 f_5 は前記第 5 レンズ群の焦点距離を表す。

20

【請求項 7】

以下の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 項に記載のズームレンズ。

$$5.8 < f_1 / (-f_2) < 10.0$$

但し、 f_2 は前記第 2 レンズ群の焦点距離を表す。

【請求項 8】

以下の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 項に記載のズームレンズ。

$$0.2 < (1 - 3a_T) \quad R_T < 3.0$$

但し、

$3a_T$ は望遠端状態における前記第 3 a レンズ群の使用横倍率、

R_T は望遠端状態における前記第 3 a レンズ群と像面との間にある光学系全系での使用横倍率を表す。

30

【請求項 9】

光軸に沿って物体側から順に、前記第 3 a レンズ群は負屈折力を有するレンズと正屈折力を有するレンズから成る接合レンズのみで構成され、前記第 3 b レンズ群は正屈折力を有するレンズと負屈折力を有するレンズから成る接合レンズのみで構成されることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

以下の条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$-0.50 < f_{3a} / f_{3b} < 0.80$$

但し、

f_{3a} は前記第 3 a レンズ群の焦点距離、

f_{3b} は前記第 3 b レンズ群の焦点距離を表す。

40

【請求項 11】

前記第 2 レンズ群は非球面レンズを含むことを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 12】

前記第 4 レンズ群は非球面レンズを含むことを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか

50

1 項に記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体撮像素子等を撮像素子としたビデオカメラや電子スチルカメラなどに用いられる小型のズームレンズに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、固体撮像素子等を撮像素子としたビデオカメラや電子スチルカメラなどに適したズームレンズは数多く提案されてきた。その中で、変倍比が4倍程度以上の高変倍比を持つズームレンズは、レンズ群数が5群以上で、最も物体側のレンズ群が正の屈折力を持つタイプが多々提案されている。しかし、高変倍比のズームになると、望遠側で撮影者による手ブレが発生し易くなるという問題があり、手ブレによる撮影像の劣化を回避する手段として、光学系の一部を光軸に略垂直な方向に移動させることによって像面上の像を移動させ、手ブレによる像ブレをキャンセルする方法が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

10

【特許文献1】特開2004-252196号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

近年、固体撮像素子等を撮像素子としたビデオカメラや電子スチルカメラなど高画素化が進み撮影レンズに対する高い光学性能、撮影の利便性から高変倍比、携帯の利便性から小型化への要求も高まり、それらを同時に満たすことが求められている。また、撮影者の撮影表現の可能性を広げる上で、広角端状態の画角が70度を越えるような広画角を有するズームレンズへの要求も高まっている。さらに、手ブレをキャンセルする機能に対する要求も高まっている。

20

【0004】

このような状況の中、特許文献1に開示された実施例では、手ブレをキャンセルする機能を持つことができるように光学系の一部を光軸に略垂直な方向に移動させた状態での光学性能は保持されているが、広角端状態の画角が65度程度であり、広角端状態の画角が70度を越えるような広画角に対する要望を満たしていないという問題がある。

30

【0005】

本発明は、上記問題に鑑みて行われたものであり、固体撮像素子等を撮影媒体としたビデオカメラや電子スチルカメラなどに適し、変倍比が4倍程度以上の高変倍比を持ち、光学系の一部を光軸に略垂直な方向に移動させた状態でも高い光学性能を有し、広角端状態の画角が70度を越える小型のズームレンズを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明は、光軸に沿って物体側から順に、正屈折力を有する第1レンズ群と、負屈折力を有する第2レンズ群と、正屈折力を有する第3レンズ群と、正屈折力を有する第4レンズ群と、正屈折力を有する第5レンズ群とからなり、広角端状態から望遠端状態までズームングする際に、無限遠合焦状態において、光軸に沿って、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との空気間隔は増加し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との空気間隔は減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との空気間隔は変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との空気間隔は増加するように、前記第1レンズ群は像面に対して移動し、前記第2レンズ群は像面側に移動した後、物体側に移動するような軌跡で移動し、前記第3レンズ群は物体側に移動し、前記第4レンズ群は物体側に移動し、前記第3レンズ群は、光軸に沿って物体側から順に、正の屈折力を有する第3aレンズ群と開口絞りと第3bレンズ群を有し、前記第3aレンズ群を光軸に略垂直な方向に移動させることによって像面上の像を移動させることが可能であり、以下の条件を

40

50

満足することを特徴とするズームレンズを提供する。

$$7.93 < f_1 / f_W < 12.8$$

但し、 f_W は広角端状態における前記ズームレンズ全系の焦点距離、 f_1 は前記第1レンズ群の焦点距離を表す。

【0007】

また、本発明にかかるズームレンズは、無限遠合焦状態において、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の空気間隔は、光軸に沿って少なくとも広角端状態よりも望遠端状態の方が小さくなるのが好ましい。

【0008】

また、本発明にかかるズームレンズは、広角端状態から望遠端状態までズーミングする際に、無限遠合焦状態において、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との空気間隔は、光軸に沿って減少するのが好ましい。

【0009】

また、本発明にかかるズームレンズは、広角端状態から望遠端状態までズーミングする際に、無限遠合焦状態において、前記第5レンズ群は、像面に対して光軸に沿って移動することが好ましい。

【0010】

また、本発明にかかるズームレンズでは、無限遠合焦状態において、前記第5レンズ群は、少なくとも広角端状態よりも望遠端状態の方が光軸に沿って物体側にあるのが好ましい。

【0011】

また、本発明にかかるズームレンズは、以下の条件を満足することが好ましい。

$$3.0 < f_5 / f_W < 10.0$$

但し、 f_5 は前記第5レンズ群の焦点距離を表す。

【0012】

また、本発明にかかるズームレンズは、以下の条件を満足することが好ましい。

$$5.8 < f_1 / (-f_2) < 10.0$$

但し、 f_2 は前記第2レンズ群の焦点距離を表す。

【0013】

また、本発明にかかるズームレンズは、以下の条件を満足することが好ましい。

$$0.2 < (1 - 3a_T) R_T < 3.0$$

但し、 $3a_T$ は望遠端状態における前記第3aレンズ群の使用横倍率、 R_T は望遠端状態における前記第3aレンズ群と像面との間にある光学系全系での使用横倍率を表す。

【0014】

また、本発明にかかるズームレンズでは、光軸に沿って物体側から順に、前記第3aレンズ群は負屈折力を有するレンズと正屈折力を有するレンズから成る接合レンズのみで構成され、前記第3bレンズ群は正屈折力を有するレンズと負屈折力を有するレンズから成る接合レンズのみで構成されることが好ましい。

【0015】

また、本発明にかかるズームレンズは、以下の条件を満足することが好ましい。

$$-0.50 < f_{3a} / f_{3b} < 0.80$$

但し、 f_{3a} は前記第3aレンズ群の焦点距離、 f_{3b} は前記第3bレンズ群の焦点距離を表す。

【0016】

また、本発明にかかるズームレンズでは、前記第2レンズ群は非球面レンズを含むことが好ましい。

【0017】

また、本発明にかかるズームレンズは、前記第4レンズ群は非球面レンズを含むことが好ましい。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、固体撮像素子等を撮影媒体としたビデオカメラや電子スチルカメラなどに適し、変倍比が4倍程度以上の高変倍比を持ち、光学系の一部を光軸に略垂直な方向に移動させた状態でも高い光学性能を有し、広角端状態の画角が70度を越える小型のズームレンズを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明の実施の形態にかかるズームレンズに関し説明する。

【0020】

固体撮像素子等を撮像素子としたビデオカメラや電子スチルカメラなどでは、固体撮像素子の特性上の要求として、ズームレンズの射出瞳位置を像面から遠くする必要がある。このため像面側に近いレンズ群は全体として正の屈折力を持つことが好ましい。

【0021】

本発明の実施の形態にかかるズームレンズは、光軸に沿って物体側から順に、正屈折力を有する第1レンズ群と、負屈折力を有する第2レンズ群と、正屈折力を有する第3レンズ群と、正屈折力を有する第4レンズ群と、正屈折力を有する第5レンズ群とを有する構成とすることで、射出瞳位置を像面から遠くしている。

【0022】

また、広角端状態から望遠端状態までズーミングする際に、無限遠合焦状態において、光軸に沿って、第1レンズ群と第2レンズ群との空気間隔は増加し、第2レンズ群と第3レンズ群との空気間隔は減少し、第3レンズ群と第4レンズ群との空気間隔は変化し、第4レンズ群と第5レンズ群との空気間隔は増加するように、第1レンズ群は像面に対して移動し、第2レンズ群は像面側に移動した後、物体側に移動するような軌跡で移動し、第3レンズ群は物体側に移動し、第4レンズ群は物体側に移動することによって、効率的な変倍効果を得て、4倍以上の高変倍比を保ちながら小型化や高い光学性能を得ている。

【0023】

また、本実施の形態にかかるズームレンズは、光軸に沿って物体側から順に、第3レンズ群は正屈折力を有する第3aレンズ群と開口絞りと第3bレンズ群を有し、第3aレンズ群を光軸に略垂直な方向に移動させることによって像面上における像ぶれ補正を可能にし、さらに第3aレンズ群を光軸に略垂直な方向に移動させた状態でも良好な収差補正ができて高い光学性能を得ることができる構成となっている。

【0024】

また、本実施の形態にかかるズームレンズは、以下の条件式(1)を満足することによって、さらに高い光学性能を持ちながら、広角端状態の画角が70度を越え、変倍比が4倍程度以上の高変倍比を確保した小型ズームレンズを得ることができる。

$$(1) \quad 7.0 < f1 / fW < 12.8$$

但し、 fW は広角端状態におけるズームレンズ全系の焦点距離、 $f1$ は第1レンズ群の焦点距離を表す。

【0025】

条件式(1)は、第1レンズ群の最適な焦点距離の範囲を規定するための条件式である。

【0026】

条件式(1)の上限値を上回った場合、第1レンズ群の焦点距離が相対的に長くなるため、第1レンズ群が変倍に対し効率的に寄与できなくなり、変倍比が4倍程度以上の高変倍比を確保できない。また、第1レンズ群の移動量が大きくなることによってズーミングの際に第1レンズ群で発生する収差の変動が大きくなって広角端状態から望遠端状態までの全ズーム範囲において収差を低く抑えることが困難となる。また、第1レンズ群の移動量が大きいために小型化できない。

【0027】

10

20

30

40

50

条件式(1)の下限値を下回った場合、第1レンズ群の焦点距離が相対的に短くなるため、広角端状態における第1レンズ群への入射軸外光線と光軸との成す角が小さくなり、広角端状態で70度を越えた画角を実現しようとする、第1レンズ群の径が過度に大きくなって小型化できない。また、第1レンズ群で発生する収差が大きくなりすぎて高い光学性能を得ることができない。

【0028】

なお、本発明の効果を確実にする為に、条件式(1)の上限値を12.0にすることが好ましい。また、本発明の効果を確実にする為に、条件式(1)の下限値を7.5にすることが好ましい。

【0029】

また、本実施の形態にかかるズームレンズは、無限遠合焦状態において、第3レンズ群と第4レンズ群の空気間隔は、少なくとも広角端状態よりも望遠端状態の方が光軸に沿って小さくなるのが望ましい。

【0030】

第3レンズ群と第4レンズ群をこのように移動することで、第3レンズ群と第4レンズ群の合成主点位置を広角端状態と望遠端状態との間で大きく移動させることが可能となり、効率的に変倍効果を得ることができる。

【0031】

また、本実施の形態にかかるズームレンズは、広角端状態から望遠端状態までズーミングする際に、無限遠合焦状態において、第3レンズ群と第4レンズ群との空気間隔は光軸に沿って減少することが望ましい。

【0032】

第3レンズ群と第4レンズ群をこのように移動することで、第3レンズ群と第4レンズ群の合成主点位置を大きく移動させることが可能となり、効率的に変倍効果を得ることができる。

【0033】

また、本実施の形態にかかるズームレンズは、広角端状態から望遠端状態までズーミングする際に、無限遠合焦状態において、第5レンズ群は、像面に対して光軸に沿って移動することが望ましい。

【0034】

第5レンズ群をこのように移動することで、効率的な変倍効果を得ることが可能になるばかりでなく、広角端状態から望遠端状態までズーミングする際に第5レンズ群を通る軸外光線の位置を最適化することが可能となり、軸外収差をズーム全域に渡って補正することができ、高い光学性能を得ることができる。

【0035】

また、本実施の形態にかかるズームレンズは、無限遠合焦状態において、第5レンズ群は、少なくとも広角端状態よりも望遠端状態の方が光軸に沿って物体側にあることが望ましい。

【0036】

本実施の形態では、広角端状態から望遠端状態へのズーミングに際し、効率的な変倍を行うために第4レンズ群と第5レンズ群の間隔は増大している。すると、広角端状態に比べ望遠端状態の方が第5レンズ群を通る軸外光線の光軸からの高さが高くなるため、第5レンズ群の正屈折力のためにレンズ系全体の射出瞳位置が像面に対して急激に遠くなって射出瞳位置の変動が大きくなり、固体撮像素子の特性上の要求を満たすことが難しくなる。第5レンズ群をこのように構成することで、射出瞳位置の変動を小さくでき固体撮像素子の特性上の要求を満たすことができる。

【0037】

また、本実施の形態にかかるズームレンズは、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

$$(2) \quad 3.0 < f_5 / f_W < 10.0$$

10

20

30

40

50

但し、 f_W は広角端状態における前記ズームレンズ全系の焦点距離、 f_5 は前記第5レンズ群の焦点距離を表す。

【0038】

条件式(2)は、第5レンズ群の最適な焦点距離の範囲を規定するための条件式である。

【0039】

条件式(2)の上限値を上回った場合、第5レンズ群の焦点距離は相対的に長くなるため、第5レンズ群は効率的に射出瞳位置を像面から遠くすることができなくなり、固体撮像素子の特性上の要求を満たせなくなる。また、第4レンズ群より物体側のレンズ群で発生する収差を第5レンズ群で補正することが困難となり、高い光学特性を得ることができない。

10

【0040】

条件式(2)の下限値を下回った場合、第5レンズ群の屈折力が相対的に強くなりすぎ、固体撮像素子の適した特性範囲の要求を満たすための射出瞳位置の変動を抑えつつ、広角端状態から望遠端状態までの全域に亘って像面湾曲を補正することが困難となり、高い光学性能を得ることができない。

【0041】

なお、本発明の効果を確実にする為に、条件式(2)上限値を9.0にすることが好ましい。また、本発明の効果をより確実にする為に、条件式(2)の上限値を8.0にすることがさらに好ましい。また、本発明の効果を確実にする為に、条件式(2)の下限値を4.0にすることが好ましい。

20

【0042】

また、本実施の形態にかかるズームレンズは、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

$$(3) \quad 5.8 < f_1 / (-f_2) < 10.0$$

但し、 f_1 は第1レンズ群の焦点距離、 f_2 は第2レンズ群の焦点距離を表す。

【0043】

条件式(3)は、第1レンズ群と第2レンズ群の最適な焦点距離比を規定するための条件式である。

【0044】

条件式(3)の上限値を上回った場合、第1レンズ群の焦点距離が相対的に長くなるため、第1レンズ群が変倍に対し効率的に寄与できなくなり、変倍比が4倍程度以上の高変倍比を確保できない。また、第1レンズ群の移動量が大きくなることによって広角端状態から望遠端状態までの全ズーム範囲において収差を低く抑えることが困難となる。また、第1レンズ群の移動量が大きいために小型化できない。さらに、第2レンズ群の焦点距離が相対的に短くなるため、軸外収差が過度に大きくなってしまい、高い光学性能を得ることができない。

30

【0045】

条件式(3)の下限値を下回った場合、第1レンズ群の焦点距離が相対的に短くなるため、広角端状態における第1レンズ群への入射軸外光線と光軸との成す角が小さくなり、広角端状態で70度を越えた画角を実現しようとする、第1レンズ群の径が過度に大きくなり小型化できない。また、第1レンズ群で発生する収差が大きくなりすぎて高い光学性能を得ることができない。さらに第2レンズ群の焦点距離が相対的に長くなるため、第2レンズ群が変倍に対し効率的に寄与できなくなり、変倍比が4倍程度以上の高変倍比を確保できない。また、第2レンズ群の移動量が大きくなり小型化できない。

40

【0046】

また、本実施の形態にかかるズームレンズは、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

$$(4) \quad 0.2 < (1 - 3a_T) \quad R_T < 3.0$$

但し、 $3a_T$ は望遠端状態における第3aレンズ群の使用横倍率、 R_T は望遠端状

50

態における第3 a レンズ群と像面との間にある光学系全系での使用横倍率を表す。

【0047】

条件式(4)は、所謂ブレ補正係数と呼ばれ、望遠端状態における第3 a レンズ群の光軸からの移動量に対する像の移動量の光軸に垂直な方向の成分の最適な範囲を規定する条件式である。

【0048】

条件式(4)の上限値を上回ると、第3 a レンズ群の光軸からの移動量に対する像の移動量が大きくなり過ぎるため、第3 a レンズ群の要求制御精度が高くなりすぎて、制御誤差による微小な像ぶれが発生する。

【0049】

条件式(4)の下限値を下回ると、第3 a レンズ群の光軸からの移動量に対する像の移動量が相対的に小さくなるため、手ブレによる像ブレをキャンセルするために必要な像移動量を確保するには、第3 a レンズ群の光軸からの移動量を大きく確保しなければならず、偏心コマ収差が悪化する。また、防振機構が大型化しズームレンズを小型化できない。

【0050】

なお、本発明の効果を確実にする為に、条件式(4)の上限値を2.2にすることが好ましい。また、本発明の効果を確実にする為に、条件式(4)の下限値を0.45にすることが好ましい。

【0051】

また、本実施の形態にかかるズームレンズは、光軸に沿って物体側から順に、第3 a レンズ群は負屈折力を有するレンズと正屈折力を有するレンズから成る接合レンズのみで構成され、第3 b レンズ群は正屈折力を有するレンズと負屈折力を有するレンズから成る接合レンズのみで構成されることが望ましい。

【0052】

開口絞りの物体側の第3 a レンズ群と、開口絞りの像側の第3 b レンズ群をこのような構成とすることで、開口絞りを挟んだ所謂対称型の構成となって軸上収差を効果的に補正できるため、ズームレンズ全体としても収差補正が良好にでき、高い光学性能を得ることができる。

【0053】

また、本実施の形態にかかるズームレンズは、以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$(5) - 0.50 < f_{3a} / f_{3b} < 0.80$$

但し、 f_{3a} は第3 a レンズ群の焦点距離、 f_{3b} は第3 b レンズ群の焦点距離を表す。

【0054】

条件式(5)は、第3 a レンズ群の焦点距離と第3 b レンズ群の焦点距離の最適な比を規定するための条件式である。

【0055】

条件式(5)の上限値を上回った場合、第3 a レンズ群の屈折力に対して第3 b レンズ群の屈折力が相対的に強くなるため、第3 b レンズ群の像側にある正屈折力の第4 レンズ群と合わせると、開口絞りの像側の正屈折力が物体側の正屈折力より強くなりすぎて軸外収差の補正が困難となり、高い光学性能を得ることができない。

【0056】

条件式(5)の下限値を下回った場合、第3 レンズ群全体の屈折力が弱くなるため変倍に効率的に寄与できなくなり、4倍程度以上の高変倍比を確保できない。また、第3 レンズ群の移動量が大きくなることによってズミングの際に第3 レンズ群で発生する収差の変動が大きくなり、広角端状態から望遠端状態までの全ズーム範囲において収差を低く抑えることが困難となる。また、第3 レンズ群の移動量が大きいため小型化できない。

【0057】

なお、本発明の効果を確実にする為に、条件式(5)の上限値を0.70とすることが好ましい。また、本発明の効果を確実にする為に、条件式(5)の下限値を0.00とす

10

20

30

40

50

ることが好ましい。さらに、本発明の効果をより確実にする為に、条件式(5)の下限値を0.38とすることがさらに好ましい。

【0058】

また、本実施の形態にかかるズームレンズでは、第2レンズ群は非球面レンズを含むことが望ましい。

【0059】

第2レンズ群に非球面レンズを含むことで、第2レンズ群で発生する軸外収差を効率的に補正できるため、高い光学性能を得ることができる。

【0060】

また、本実施の形態にかかるズームレンズは、第4レンズ群は非球面レンズを含むことが望ましい。

【0061】

第4レンズ群に非球面レンズを含むことで、第4レンズ群で発生する球面収差を効率的に補正することでできるため、高い光学性能を得ることができる。

【0062】

(実施例)

以下に、本発明の実施の形態にかかる各実施例について添付図面に基づいて説明する。なお、各実施例において非球面は以下の式で表される。

$$x = c y^2 / \{ 1 + (1 - c^2 y^2)^{1/2} \} + C4 y^4 + C6 y^6 + C8 y^8 + C10 y^{10}$$

なお、yは光軸からの高さ、xはサグ量、cは基準曲率(頂点曲率)で曲率は曲率半径の逆数、は円錐定数、C4, C6, C8, C10は非球面係数である。また、{E_n}は{x^{10ⁿ}}を表す。

【0063】

[第1実施例]

図1は、本発明の第1実施例にかかるズームレンズの無限遠合焦状態でのレンズ構成の断面図を示し、(W)は広角端状態を、(M)は中間焦点距離状態を、(T)は望遠端状態をそれぞれ示す。

【0064】

図1において、本第1実施例にかかるズームレンズは、光軸に沿って物体側から順に、正屈折力を有する第1レンズ群G1と、負屈折力を有する第2レンズ群G2と、正屈折力を有する第3レンズ群G3と、正屈折力を有する第4レンズ群G4と、正屈折力を有する第5レンズ群G5とから構成され、広角端状態Wから望遠端状態Tまでズーミングする際に、無限遠合焦状態において、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔は増加し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔は変化しながら減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との空気間隔は増加するように、第1レンズ群G1は像面Iに対して移動し、第2レンズ群G2は像面I側に移動した後、物体側に移動するような軌跡で移動し、第3レンズ群G3は物体側に移動し、第4レンズ群G4は物体側に移動し、第5レンズ群G5は像面Iに対して移動し広角端状態Wよりも望遠端状態Tの方が物体側にある。

【0065】

第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとから構成され、全体として正屈折力を有している。

【0066】

第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に、像側の面が非球面の負メニスカスレンズと、像側の面の曲率が強い両凹形状の負レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとから構成され、全体として負屈折力を有している。

【0067】

第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に、第3aレンズ群G3aと開口絞り

Sと第3bレンズ群G3bとから構成され、第3aレンズ群G3aは物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと物体側の面の曲率が強い両凸形状の正レンズとの接合レンズで構成され全体として正屈折力を有し、第3bレンズ群G3bはほぼ同曲率面の両凸形状の正レンズと物体側の面の曲率が強い両凹形状の負レンズとの接合レンズとから構成され全体として正屈折力を有している。また、像を光軸と垂直な方向に移動するために、第3aレンズ群G3aは光軸と垂直な方向に移動可能である。

【0068】

第4レンズ群G4は、光軸に沿って物体側から順に、物体側の面が非球面の両凸形状の正レンズと、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側の面の曲率が強い両凹形状の負レンズとの接合レンズとから構成され、全体として正屈折力を有している。

10

【0069】

第5レンズ群G5は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズで構成され、全体として正屈折力を有している。

【0070】

第5レンズ群G5の像側には、固体撮像素子の略ナイキスト周波数以上の解像力をカットするための光学ローパスフィルタOLPFが配置され、その像側には、撮像素子表面を保護するためのカバーガラスCGが配置されている。

【0071】

以下の表1に本第1実施例にかかるズームレンズの諸元の値を掲げる。表中、[全体諸元]のfはレンズ系全体の焦点距離(mm)、FNoはFナンバー、2は画角(単位:度)、TLは全長(mm)で最も物体側のレンズ面から像面までの距離をそれぞれ表す。[レンズデータ]のndはd線(λ=587.6nm)における屈折率、はd線(λ=587.6nm)におけるアッペ数、(Bf)はバックフォーカスをそれぞれ表す。なお、空気の屈折率1.00000は記載を省略し、曲率半径の「」は平面を表す。[可変間隔データ]には、焦点距離fと、可変間隔の値をそれぞれ示す。[条件式対応値]には、各条件式の値をそれぞれ示す。

20

【0072】

なお、以下の全ての諸元値において、掲載されている焦点距離f、曲率半径、面間隔その他の長さ等は、特記の無い場合一般に「mm」が使われるが、光学系は比例拡大または比例縮小し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。また、単位は「mm」に限定されること無く他の適当な単位を用いることもできる。さらに、これらの記号の説明は、以降の他の実施例においても同様とする。

30

【0073】

(表1)

[全体諸元]

レンズ状態	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	7.30	24.00	48.70
FNo	2.9	3.9	4.8
2	76.8	25.7	12.8
TL	93.8	103.0	114.0

40

[レンズデータ]

面番号	曲率半径	面間隔	nd	
1	57.0839	1.2000	1.85026	32.35
2	31.9927	8.2500	1.49782	82.52
3	229.0922	0.1000		
4	32.5008	5.5000	1.62041	60.29
5	180.7580	(D5)		
6	348.6512	2.2500	1.79668	45.37
7	8.4204	6.7600		

50

8	-22.6529	0.9000	1.51633	64.14	
9	13.9142	0.3000			
10	14.8081	3.2000	1.84666	23.78	
11	137.4384	(D11)			
12	35.9124	0.9000	1.80100	34.96	
13	18.8088	2.5000	1.49782	82.52	
14	-31.7991	1.2000			
15		1.2000			(開口絞り S)
16	10.4440	3.6000	1.60562	43.73	
17	-10.6282	1.8000	1.72342	37.95	10
18	15.3008	(D18)			
19	40.4812	2.8500	1.79668	45.37	
20	-12.7297	0.2000			
21	-37.4296	3.0000	1.49782	82.52	
22	-8.1540	1.0000	1.80100	34.96	
23	63.9580	(D23)			
24	19.8524	2.6000	1.51633	64.14	
25	1344.6027	(D25)			
26		2.7600	1.51680	64.20	(OLPF)
27		1.4410			20
28		0.5000	1.51680	64.20	(CG)
29		(Bf)			

[非球面データ]

面番号	C 4	C 6	C 8	C 10
7	0.7000	1.0988E-06	-7.2334E-07	1.1607E-08 -1.2470E-10
19	1.0000	-1.0498E-04	-4.3631E-07	1.7227E-08 -4.4410E-10

[可変間隔データ]

レンズ状態	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態	
f	7.30	24.00	48.70	30
D5	1.8000	17.8458	25.5276	
D11	24.6785	8.2615	3.2000	
D18	3.3239	1.5579	1.5000	
D23	6.3759	15.2556	24.6538	
D25	2.6222	5.0974	4.1067	

[条件式対応値]

- (1) $f_1 / f_W = 7.93$
(2) $f_5 / f_W = 5.34$
(3) $f_1 / (-f_2) = 5.99$
(4) $(1 - 3a_T) RT = 0.832$
(5) $f_{3a} / f_{3b} = 0.443$

【 0 0 7 4 】

図 2 は、本第 1 実施例にかかるズームレンズの広角端状態 (W) での諸収差図を示し、(a) は非防振時の諸収差図を、(b) は第 3 a レンズ群 G 3 a を 0.5 mm 光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。図 3 は、本第 1 実施例にかかるズームレンズの中間焦点距離状態 (M) での諸収差図を示し、(a) は非防振時の諸収差図を、(b) は第 3 a レンズ群 G 3 a を 0.5 mm 光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。図 4 は、本第 1 実施例にかかるズームレンズの望遠端状態 (T) での諸

収差図を示し、(a)は非防振時の諸収差図を、(b)は第3aレンズ群G3aを0.5mm光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。

【0075】

収差図において、FNoはFナンバー、Aは光線入射角(単位:度)、非点収差図中の実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面を示し、コマ収差図は各光線入射角Aでのコマ収差を表す。なお、これらの記号は、以降の他の実施例においても同様とする。

【0076】

各収差図から、本第1実施例にかかるズームレンズは高い光学性能を有していることが明らかである。また、ズームレンズ全長が93.8mm~114.0mmと小型であることが明らかである。

【0077】

[第2実施例]

図5は、本発明の第2実施例にかかるズームレンズの無限遠合焦状態でのレンズ構成の断面図を示し、(W)は広角端状態を、(M)は中間焦点距離状態を、(T)は望遠端状態をそれぞれ示す。

【0078】

図5において、本第2実施例にかかるズームレンズは、光軸に沿って物体側から順に、正屈折力を有する第1レンズ群G1と、負屈折力を有する第2レンズ群G2と、正屈折力を有する第3レンズ群G3と、正屈折力を有する第4レンズ群G4と、正屈折力を有する第5レンズ群G5とから構成され、広角端状態Wから望遠端状態Tまでズーミングする際に、無限遠合焦状態において、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔は増加し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔は変化しながら減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との空気間隔は増加するように、第1レンズ群G1は像面Iに対して移動し、第2レンズ群G2は像面I側に移動した後、物体側に移動するような軌跡で移動し、第3レンズ群G3は物体側に移動し、第4レンズ群G4は物体側に移動し、第5レンズ群G5は像面Iに対して移動し広角端状態Wよりも望遠端状態Tの方が物体側にある。

【0079】

第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとから構成され、全体として正屈折力を有している。

【0080】

第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に、像側の面が非球面の負メニスカスレンズと、像側の面の曲率が強い両凹形状の負レンズと、物体側の面の曲率が強い両凸形状の正レンズと物体側の曲率が強い両凹形状の負レンズとの接合レンズとから構成され、全体として負屈折力を有している。

【0081】

第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に、第3aレンズ群G3aと開口絞りSと第3bレンズ群G3bとから構成され、第3aレンズ群G3aは物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと物体側の面の曲率が強い両凸形状の正レンズとの接合レンズで構成され全体として正屈折力を有し、第3bレンズ群G3bはほぼ同曲率面の両凸形状の正レンズと物体側の面の曲率が強い両凹形状の負レンズとの接合レンズとから構成され全体として正屈折力を有している。また、像を光軸と垂直な方向に移動するために、第3aレンズ群G3aは光軸と垂直な方向に移動可能である。

【0082】

第4レンズ群G4は、光軸に沿って物体側から順に、物体側の面が非球面の両凸形状の正レンズと、像側の面の曲率が強い両凸形状の正レンズと物体側の面の曲率が強い両凹形状の負レンズとの接合レンズとから構成され、全体として正屈折力を有している。

【0083】

第5レンズ群G5は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズで構成され、全体とし

10

20

30

40

50

て正屈折力を有している。

【 0 0 8 4 】

第5レンズ群G5の像側には、固体撮像素子の略ナイキスト周波数以上の解像力をカットするための光学ローパスフィルタOLPFが配置され、その像側には、撮像素子表面を保護するためのカバーガラスCGが配置されている。

【 0 0 8 5 】

以下の表2に本第2実施例にかかるズームレンズの諸元の値を掲げる。

【 0 0 8 6 】

(表2)

[全体諸元]

レンズ状態	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	7.30	24.00	48.70
FNo	2.9	4.0	5.0
2	76.2	25.3	12.7
TL	89.4	103.2	117.0

10

[レンズデータ]

面番号	曲率半径	面間隔	n	d
1	68.7733	1.2000	1.84666	23.78
2	44.6048	6.0000	1.62041	60.29
3	502.6841	0.1000		
4	39.2284	4.5500	1.49700	81.61
5	179.0209	(D5)		
6	231.9477	2.2500	1.79668	45.37
7	8.1352	6.4000		
8	-24.3449	0.9000	1.62041	60.29
9	19.8092	0.1000		
10	16.7821	3.4000	1.84666	23.78
11	-112.6407	0.9000	1.67790	55.34
12	129.3558	(D12)		
13	45.0022	0.9000	1.80100	34.96
14	22.0792	2.5000	1.49782	82.52
15	-27.9147	1.2000		
16		1.5000		
17	11.6350	3.7000	1.60738	56.82
18	-11.2356	1.6000	1.71700	47.93
19	19.1180	(D19)		
20	42.2272	3.5000	1.67790	54.89
21	-13.6179	0.1000		
22	104.8201	2.6000	1.48749	70.24
23	-18.2010	1.0000	1.80100	34.96
24	23.5017	(D24)		
25	16.0661	2.5000	1.48749	70.24
26	53.8612	(D26)		
27		1.7200	1.51680	64.20 (OLPF)
28		1.4410		
29		0.5000	1.51680	64.20 (CG)
30		(Bf)		

20

30

(開口絞りS)

40

[非球面データ]

50

面番号	C 4	C 6	C 8	C 10	
7	0.8300	-1.1807E-05	-2.8221E-07	9.6728E-10	-3.6526E-11
20	1.0000	-1.6050E-04	-4.4980E-07	1.2616E-08	-3.1336E-10

[可変間隔データ]

レンズ状態	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	7.30	24.00	48.70
D5	2.2068	19.9136	28.5702
D12	21.2565	6.7047	2.4000
D19	4.4227	2.0462	1.6990
D24	5.4752	16.2164	27.1884
D26	4.5105	6.7630	5.5814

10

[条件式対応値]

- (1) $f_1 / f_W = 8.68$
 (2) $f_5 / f_W = 6.30$
 (3) $f_1 / (-f_2) = 6.92$
 (4) $(1 - 3aT) RT = 0.862$
 (5) $f_{3a} / f_{3b} = 0.559$

【 0087 】

20

図6は、本第2実施例にかかるズームレンズの広角端状態(W)での諸収差図を示し、(a)は非防振時の諸収差図を、(b)は第3aレンズ群G3aを0.5mm光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。図7は、本第2実施例にかかるズームレンズの中間焦点距離状態(M)での諸収差図を示し、(a)は非防振時の諸収差図を、(b)は第3aレンズ群G3aを0.5mm光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。図8は、本第2実施例にかかるズームレンズの望遠端状態(T)での諸収差図を示し、(a)は非防振時の諸収差図を、(b)は第3aレンズ群G3aを0.5mm光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。

【 0088 】

各収差図から、本第2実施例にかかるズームレンズは高い光学性能を有していることが明らかである。また、ズームレンズ全長が89.4mm~117.0mmと小型であることが明らかである。

30

【 0089 】

[第3実施例]

図9は、本発明の第3実施例にかかるズームレンズの無限遠合焦状態でのレンズ構成の断面図を示し、(W)は広角端状態を、(M)は中間焦点距離状態を、(T)は望遠端状態をそれぞれ示す。

【 0090 】

図9において、本第3実施例にかかるズームレンズは、光軸に沿って物体側から順に、正屈折力を有する第1レンズ群G1と、負屈折力を有する第2レンズ群G2と、正屈折力を有する第3レンズ群G3と、正屈折力を有する第4レンズ群G4と、正屈折力を有する第5レンズ群G5とから構成され、広角端状態Wから望遠端状態Tまでズーミングする際に、無限遠合焦状態において、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔は増加し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔は変化しながら減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との空気間隔は増加するように、第1レンズ群G1は像面Iに対して移動し、第2レンズ群G2は像面I側に移動した後、物体側に移動するような軌跡で移動し、第3レンズ群G3は物体側に移動し、第4レンズ群G4は物体側に移動し、第5レンズ群G5は像面Iに対して移動し広角端状態Wよりも望遠端状態Tの方が物体側にある。

40

【 0091 】

50

第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとから構成され、全体として正屈折力を有している。

【0092】

第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に、像側の面が非球面の負メニスカスレンズと、像側の面の曲率が強い両凹形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズと、物体側の面の曲率が強い両凸形状の正レンズとから構成され、全体として負屈折力を有している。

【0093】

第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に、第3aレンズ群G3aと開口絞りSと第3bレンズ群G3bとから構成され、第3aレンズ群G3aは物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと物体側の面の曲率が強い両凸形状の正レンズとの接合レンズで構成され全体として正屈折力を有し、第3bレンズ群G3bは物体側の面の曲率が強い両凸形状の正レンズと物体側の面の曲率が強い両凹形状の負レンズとの接合レンズとから構成され全体として正屈折力を有している。また、像を光軸と垂直な方向に移動するために、第3aレンズ群G3aは光軸と垂直な方向に移動可能である。

10

【0094】

第4レンズ群G4は、光軸に沿って物体側から順に、物体側の面が非球面の両凸形状の正レンズと、像側の面の曲率が強い両凸形状の正レンズと像側の面の曲率が強い両凹形状の負レンズとの接合レンズとから構成され、全体として正屈折力を有している。

20

【0095】

第5レンズ群G5は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズで構成され、全体として正屈折力を有している。

【0096】

第5レンズ群G5の像側には、固体撮像素子の略ナイキスト周波数以上の解像力をカットするための光学ローパスフィルタOLPFが配置され、その像側には、撮像素子表面を保護するためのカバーガラスCGが配置されている。

【0097】

以下の表3に本第3実施例にかかるズームレンズの諸元の値を掲げる。

【0098】

30

(表3)

[全体諸元]

レンズ状態	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	6.28	20.00	33.30
FNo	2.9	4.1	4.7
2	85.1	30.5	18.4
TL	89.1	101.7	115.0

[レンズデータ]

面番号	曲率半径	面間隔	n d	
1	94.9248	1.2000	1.84666	23.78
2	50.5101	6.0000	1.81600	46.63
3	181.5798	0.1000		
4	40.5566	5.0000	1.49700	81.61
5	187.2247	(D5)		
6	154.5189	2.3000	1.79668	45.37
7	7.7128	6.5500		
8	-27.8647	0.9000	1.80400	46.58
9	13.4648	2.3000	1.84666	23.78
10	21.8957	0.2000		

40

50

11	19.3217	3.1000	1.84666	23.78	
12	-133.2414	(D12)			
13	55.5404	1.3000	1.80100	34.96	
14	24.2673	2.3000	1.49700	81.61	
15	-25.0156	1.2000			
16		1.2000			(開口絞り S)
17	10.7357	4.1000	1.56384	60.69	
18	-11.8874	1.1000	1.72000	50.24	
19	19.9745	(D19)			
20	35.0436	3.8000	1.67790	54.89	10
21	-13.3593	0.1000			
22	29.1998	2.3000	1.48749	70.24	
23	-23.6547	0.9000	1.80100	34.96	
24	15.3609	(D24)			
25	15.0119	2.5000	1.48749	70.24	
26	46.5577	(D26)			
27		1.7200	1.51680	64.20	(OLPF)
28		1.4410			
29		0.5000	1.51680	64.20	(CG)
30		(Bf)			20

[非球面データ]

面番号	C 4	C 6	C 8	C 10	
7	0.7000	-7.4797E-06	-1.3581E-07	-4.3349E-09	4.8790E-11
20	1.0000	-1.9526E-04	-3.6202E-07	2.1862E-09	-1.5049E-10

[可変間隔データ]

レンズ状態	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態	
f	6.28	20.00	33.30	
D5	2.2000	20.0116	30.1865	30
D12	20.7197	4.6820	2.4000	
D19	3.8511	1.4736	1.3000	
D24	7.2599	16.5136	23.1922	
D26	2.0000	5.9210	4.7838	

[条件式対応値]

(1)	$f_1 / f_W = 11.89$	
(2)	$f_5 / f_W = 7.05$	
(3)	$f_1 / (-f_2) = 8.52$	
(4)	$(1 - 3aT) RT = 0.775$	40
(5)	$f_{3a} / f_{3b} = 0.511$	

【 0 0 9 9 】

図 1 0 は、本第 3 実施例にかかるズームレンズの広角端状態 (W) での諸収差図を示し、(a) は非防振時の諸収差図を、(b) は第 3 a レンズ群 G 3 a を 0 . 5 mm 光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。図 1 1 は、本第 3 実施例にかかるズームレンズの中間焦点距離状態 (M) での諸収差図を示し、(a) は非防振時の諸収差図を、(b) は第 3 a レンズ群 G 3 a を 0 . 5 mm 光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。図 1 2 は、本第 3 実施例にかかるズームレンズの望遠端状態 (T) での諸収差図を示し、(a) は非防振時の諸収差図を、(b) は第 3 a レンズ群 G 3 a を 0 . 5 mm 光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。

【 0 1 0 0 】

各収差図から、本第3実施例にかかるズームレンズは高い光学性能を有していることが明らかである。また、ズームレンズ全長が89.1mm~115.0mmと小型であることが明らかである。

【 0 1 0 1 】

〔 第 4 実施例 〕

図13は、本発明の第4実施例にかかるズームレンズの無限遠合焦状態でのレンズ構成の断面図を示し、(W)は広角端状態を、(M)は中間焦点距離状態を、(T)は望遠端状態をそれぞれ示す。

【 0 1 0 2 】

図13において、本第4実施例にかかるズームレンズは、光軸に沿って物体側から順に、正屈折力を有する第1レンズ群G1と、負屈折力を有する第2レンズ群G2と、正屈折力を有する第3レンズ群G3と、正屈折力を有する第4レンズ群G4と、正屈折力を有する第5レンズ群G5とから構成され、広角端状態Wから望遠端状態Tまでズミングする際に、無限遠合焦状態において、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔は増加し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との空気間隔は変化しながら減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との空気間隔は増加するように、第1レンズ群G1は像面Iに対して移動し、第2レンズ群G2は像面I側に移動した後、物体側に移動するような軌跡で移動し、第3レンズ群G3は物体側に移動し、第4レンズ群G4は物体側に移動し、第5レンズ群G5は像面Iに対して移動し広角端状態Wよりも望遠端状態Tの方が物体側にある。

【 0 1 0 3 】

第1レンズ群G1は、光軸に沿って物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとから構成され、全体として正屈折力を有している。

【 0 1 0 4 】

第2レンズ群G2は、光軸に沿って物体側から順に、像側の面が非球面の両凹形状の負レンズと、像側の面の曲率が強い両凹形状の負レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズと、物体側の曲率が強い両凸形状の正レンズとから構成され、全体として負屈折力を有している。

【 0 1 0 5 】

第3レンズ群G3は、光軸に沿って物体側から順に、第3aレンズ群G3aと開口絞りSと第3bレンズ群G3bとから構成され、第3aレンズ群G3aは物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと物体側の面の曲率が強い両凸形状の正レンズとの接合レンズで構成され全体として正屈折力を有し、第3bレンズ群G3bは物体側の面の曲率が強い両凸形状の正レンズと物体側の面の曲率が強い両凹形状の負レンズとの接合レンズとから構成され全体として正屈折力を有している。また、像を光軸と垂直な方向に移動するために、第3aレンズ群G3aは光軸と垂直な方向に移動可能である。

【 0 1 0 6 】

第4レンズ群G4は、光軸に沿って物体側から順に、物体側の面が非球面の両凸形状の正レンズと、像側の面の曲率が強い両凸形状の正レンズと物体側の面の曲率が強い両凹形状の負レンズとの接合レンズとから構成され、全体として正屈折力を有している。

【 0 1 0 7 】

第5レンズ群G5は、物体側の面の曲率が強い両凸形状の正レンズと像側の面の曲率が強い両凹形状の負レンズとの接合レンズで構成され、全体として正屈折力を有している。

【 0 1 0 8 】

第5レンズ群G5の像側には、固体撮像素子の略ナイキスト周波数以上の解像力をカットするための光学ローパスフィルタOLPFが配置され、その像側には、撮像素子表面を保護するためのカバーガラスCGが配置されている。

【 0 1 0 9 】

以下の表 4 に本第 4 実施例にかかるズームレンズの諸元の値を掲げる。

【 0 1 1 0 】

(表 4)

[全体諸元]

レンズ状態	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	7.30	32.00	74.00
F N o	2.9	4.4	5.8
2	76.6	19.3	8.3
T L	98.7	111.2	128.0

10

[レンズデータ]

面番号	曲率半径	面間隔	n d	
1	91.6356	1.2000	1.84666	23.78
2	43.7716	7.1000	1.78800	47.38
3	747.0564	0.1000		
4	38.7003	4.3000	1.49700	81.61
5	157.8453	(D5)		
6	-18910.9160	2.2000	1.77377	47.18
7	9.0966	6.1000		
8	-25.1060	0.9000	1.77250	49.61
9	14.6234	2.5000	1.75520	27.51
10	42.2604	0.1000		
11	25.5677	2.9000	1.84666	23.78
12	-321.7062	(D12)		
13	41.3021	0.9000	1.85026	32.35
14	21.8613	2.5500	1.49700	81.61
15	-27.2167	1.200		
16		1.2000		(開口絞り S)
17	12.2623	3.7000	1.60738	56.82
18	-14.9954	0.9000	1.74320	49.32
19	19.6395	(D19)		
20	22.6189	3.5000	1.60602	57.44
21	-18.2518	0.6000		
22	28.7503	2.9000	1.48749	70.24
23	-26.2714	1.0000	1.80440	39.59
24	12.5700	(D24)		
25	18.6304	3.4000	1.75500	52.32
26	-181.4509	0.9000	1.84666	23.78
27	66.4720	(D27)		
28		1.7200	1.51680	64.20 (OLPF)
29		1.4410		
30		0.5000	1.51680	64.20 (CG)
31		(Bf)		

20

30

40

[非球面データ]

面番号	C 4	C 6	C 8	C 10
7	0.9000	-2.0162E-05	-4.4138E-07	5.9139E-09 -1.1983E-10
20	1.0000	-1.1033E-04	-3.3050E-07	6.1431E-09 -1.0856E-10

[可変間隔データ]

50

レンズ状態	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	7.30	32.00	74.00
D5	2.2000	22.0532	30.5865
D12	27.4585	6.9401	2.4000
D19	6.3397	1.5162	1.3000
D24	5.5885	18.4195	34.5624
D27	2.2607	7.5000	4.3401

[条件式対応値]

$$(1) f_1 / f_W = 8.36$$

$$(2) f_5 / f_W = 4.79$$

$$(3) f_1 / (-f_2) = 6.16$$

$$(4) (1 - 3a_T) R_T = 1.119$$

$$(5) f_{3a} / f_{3b} = 0.390$$

【0111】

図14は、本第4実施例にかかるズームレンズの広角端状態(W)での諸収差図を示し、(a)は非防振時の諸収差図を、(b)は第3aレンズ群G3aを0.5mm光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。図15は、本第4実施例にかかるズームレンズの中間焦点距離状態(M)での諸収差図を示し、(a)は非防振時の諸収差図を、(b)は第3aレンズ群G3aを0.5mm光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。図16は、本第4実施例にかかるズームレンズの望遠端状態(T)での諸収差図を示し、(a)は非防振時の諸収差図を、(b)は第3aレンズ群G3aを0.5mm光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。

【0112】

各収差図から、本第4実施例にかかるズームレンズは高い光学性能を有していることが明らかである。また、ズームレンズ全長が98.7mm~128.0mmと小型であることが明らかである。

【0113】

なお、本発明の実施例として、5群構成のレンズ系を示したが、該5群に付加レンズ群を加えただけのレンズ系も本発明の効果を内在した同等のレンズ系であることは言うまでもない。また、各レンズ群内の構成においても、実施例の構成に付加レンズを加えただけのレンズ群も本発明の効果を内在した同等のレンズ群であることは言うまでもない。

【0114】

また、上述の実施の形態は例に過ぎず、上述の構成や形状に限定されるものではなく、本発明の範囲内において適宜修正、変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0115】

【図1】本発明の第1実施例にかかるズームレンズの無限遠合焦状態でのレンズ構成の断面図を示し、(W)は広角端状態を、(M)は中間焦点距離状態を、(T)は望遠端状態をそれぞれ示す。

【図2】本第1実施例にかかるズームレンズの広角端状態(W)での諸収差図を示し、(a)は非防振時の諸収差図を、(b)は第3aレンズ群G3aを0.5mm光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。

【図3】本第1実施例にかかるズームレンズの中間焦点距離状態(M)での諸収差図を示し、(a)は非防振時の諸収差図を、(b)は第3aレンズ群G3aを0.5mm光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。

【図4】本第1実施例にかかるズームレンズの望遠端状態(T)での諸収差図を示し、(a)は非防振時の諸収差図を、(b)は第3aレンズ群G3aを0.5mm光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。

【図5】本発明の第2実施例にかかるズームレンズの無限遠合焦状態でのレンズ構成の断

10

20

30

40

50

面図を示し、(W)は広角端状態を、(M)は中間焦点距離状態を、(T)は望遠端状態をそれぞれ示す。

【図6】本第2実施例にかかるズームレンズの広角端状態(W)での諸収差図を示し、(a)は非防振時の諸収差図を、(b)は第3aレンズ群G3aを0.5mm光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。

【図7】本第2実施例にかかるズームレンズの中間焦点距離状態(M)での諸収差図を示し、(a)は非防振時の諸収差図を、(b)は第3aレンズ群G3aを0.5mm光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。

【図8】本第2実施例にかかるズームレンズの望遠端状態(T)での諸収差図を示し、(a)は非防振時の諸収差図を、(b)は第3aレンズ群G3aを0.5mm光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。

10

【図9】本発明の第3実施例にかかるズームレンズの無限遠合焦状態でのレンズ構成の断面図を示し、(W)は広角端状態を、(M)は中間焦点距離状態を、(T)は望遠端状態をそれぞれ示す。

【図10】本第3実施例にかかるズームレンズの広角端状態(W)での諸収差図を示し、(a)は非防振時の諸収差図を、(b)は第3aレンズ群G3aを0.5mm光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。

【図11】本第3実施例にかかるズームレンズの中間焦点距離状態(M)での諸収差図を示し、(a)は非防振時の諸収差図を、(b)は第3aレンズ群G3aを0.5mm光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。

20

【図12】本第3実施例にかかるズームレンズの望遠端状態(T)での諸収差図を示し、(a)は非防振時の諸収差図を、(b)は第3aレンズ群G3aを0.5mm光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。

【図13】本発明の第4実施例にかかるズームレンズの無限遠合焦状態でのレンズ構成の断面図を示し、(W)は広角端状態を、(M)は中間焦点距離状態を、(T)は望遠端状態をそれぞれ示す。

【図14】本第4実施例にかかるズームレンズの広角端状態(W)での諸収差図を示し、(a)は非防振時の諸収差図を、(b)は第3aレンズ群G3aを0.5mm光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。

【図15】本第4実施例にかかるズームレンズの中間焦点距離状態(M)での諸収差図を示し、(a)は非防振時の諸収差図を、(b)は第3aレンズ群G3aを0.5mm光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。

30

【図16】本第4実施例にかかるズームレンズの望遠端状態(T)での諸収差図を示し、(a)は非防振時の諸収差図を、(b)は第3aレンズ群G3aを0.5mm光軸と垂直方向に移動させた時のコマ収差図をそれぞれ示す。

【符号の説明】

【0116】

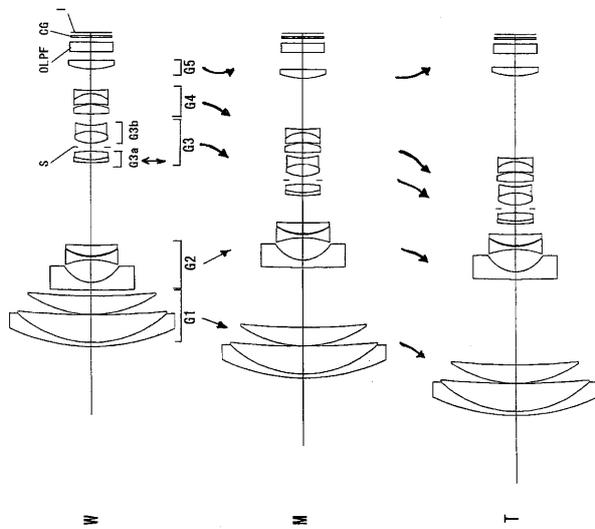
- W . . . 広角端状態
- M . . . 中間状態
- T . . . 望遠端状態
- G 1 . . . 第1レンズ群
- G 2 . . . 第2レンズ群
- G 3 . . . 第3レンズ群
- G 4 . . . 第4レンズ群
- G 5 . . . 第5レンズ群
- S . . . 開口絞りS
- I . . . 像面
- G 3 a . . . 第3aレンズ群
- G 3 b . . . 第3bレンズ群
- O L P F . . . 光学ローパスフィルタ

40

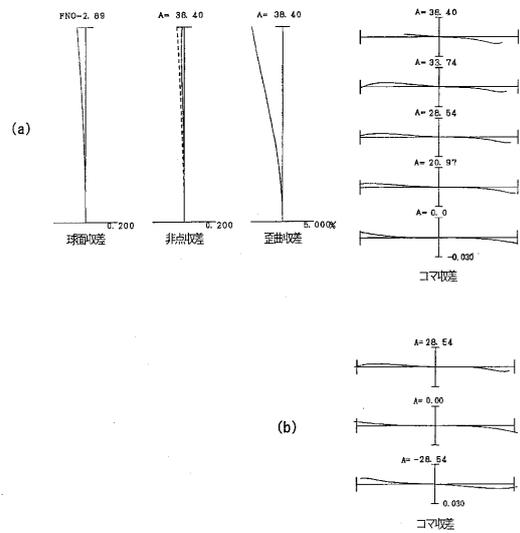
50

C G . . . カバーガラス

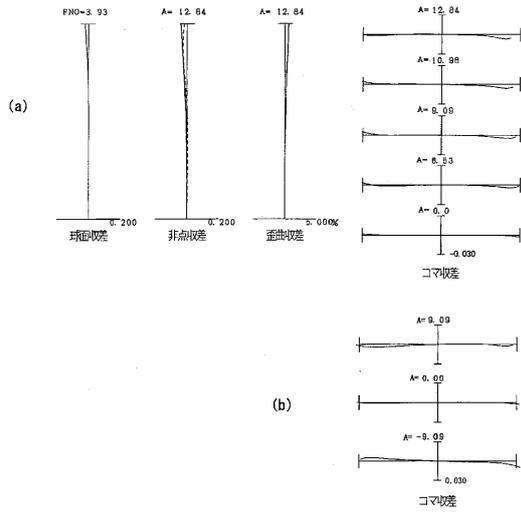
【図1】



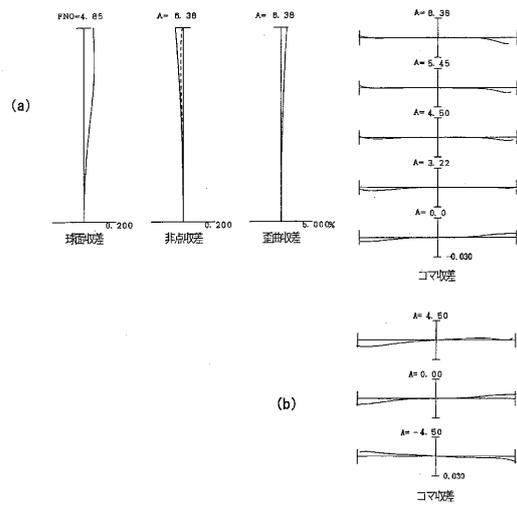
【図2】



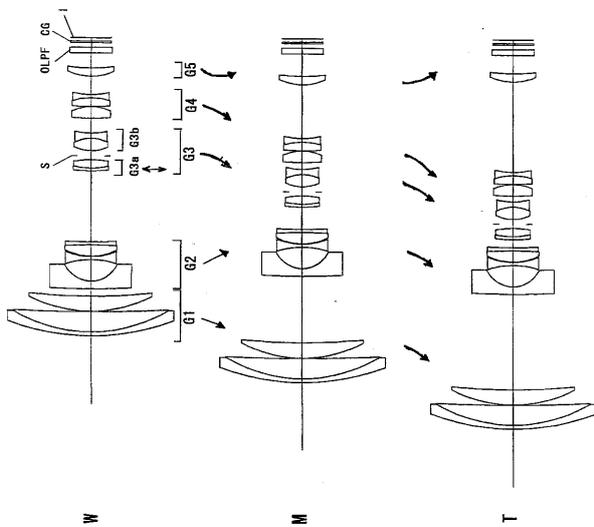
【 図 3 】



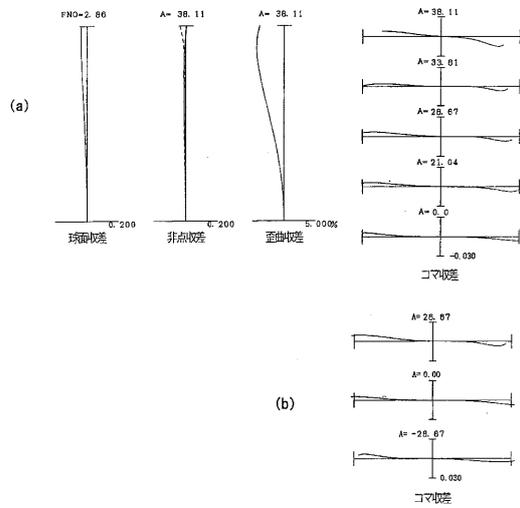
【 図 4 】



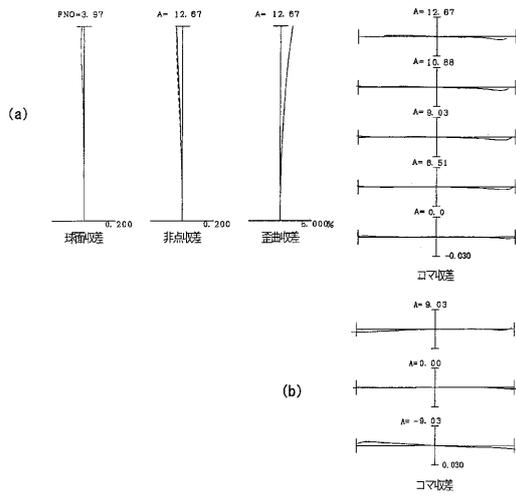
【 図 5 】



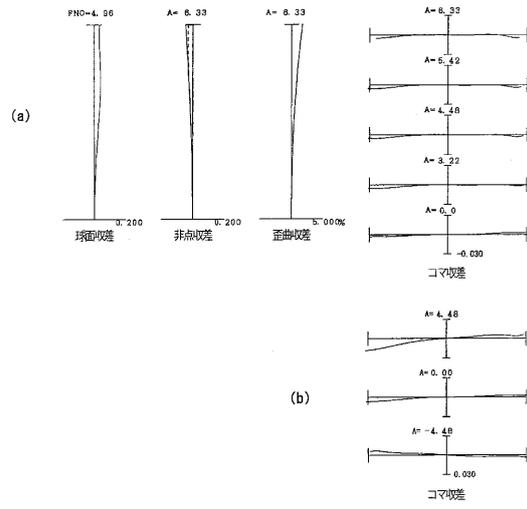
【 図 6 】



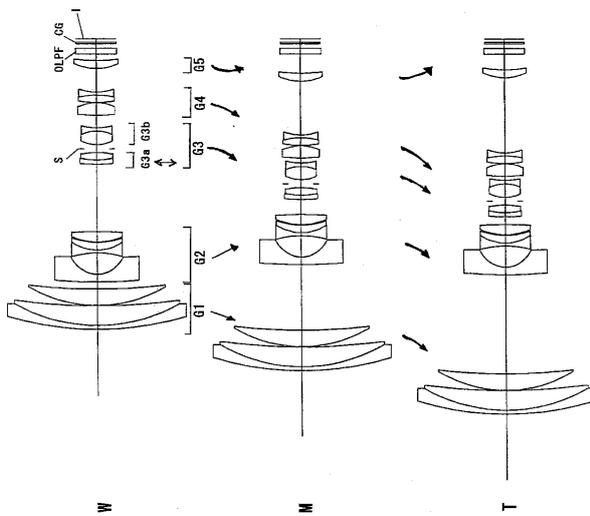
【 図 7 】



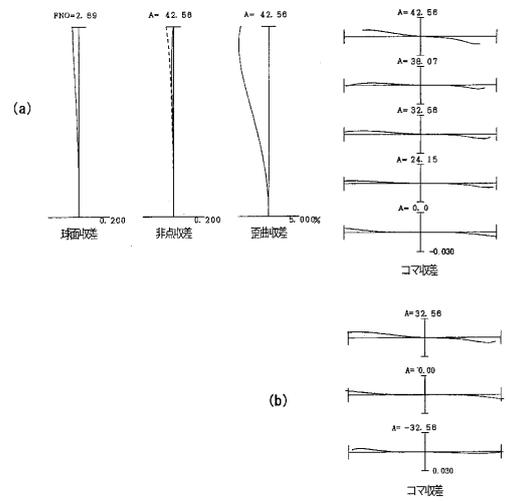
【 図 8 】



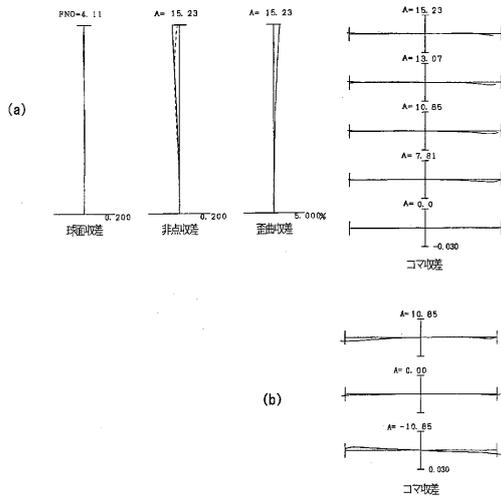
【 図 9 】



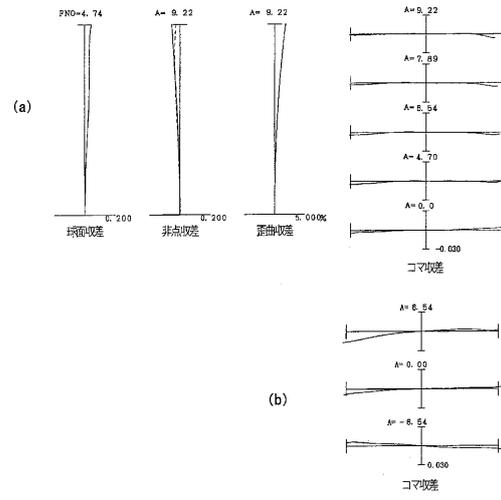
【 図 10 】



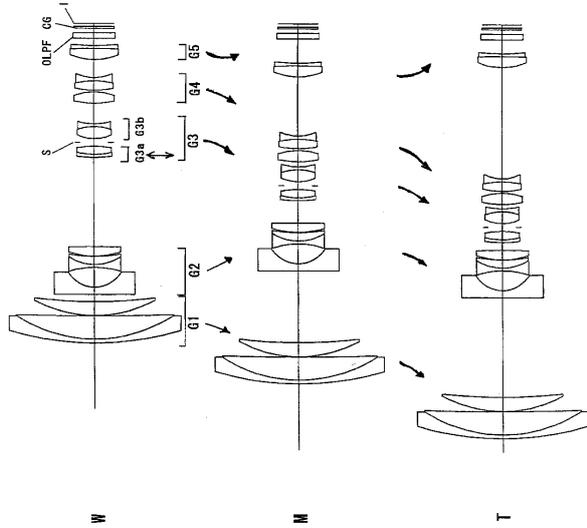
【 図 1 1 】



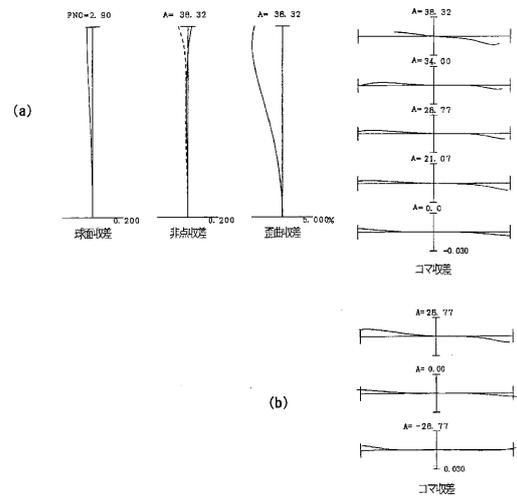
【 図 1 2 】



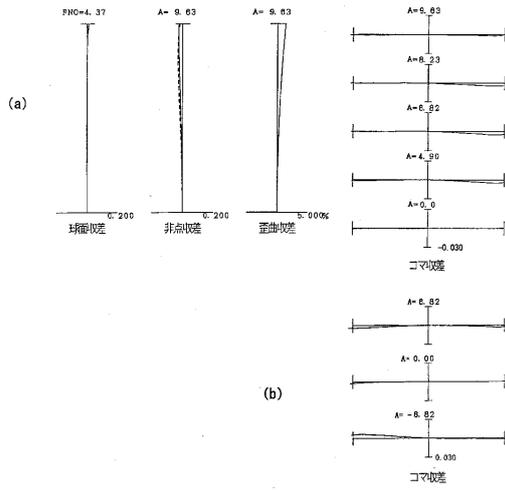
【 図 1 3 】



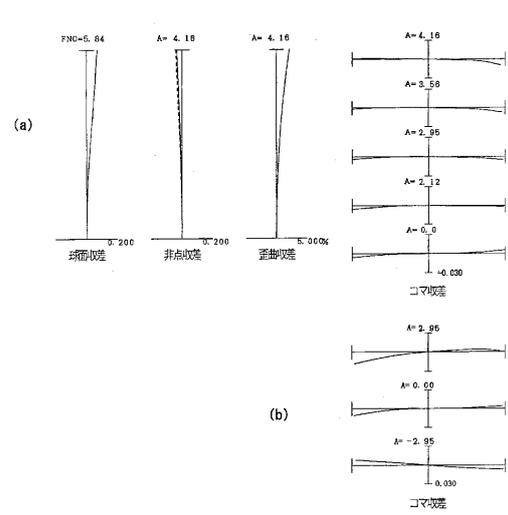
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 2 B	9 / 0 0	-	1 7 / 0 8
G 0 2 B	2 1 / 0 2	-	2 1 / 0 4
G 0 2 B	2 5 / 0 0	-	2 5 / 0 4