

(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2005-292345

(P2005-292345A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int.C1.⁷

G02B 13/00

G03B 5/00

F 1

G02B 13/00

G03B 5/00

テーマコード(参考)

2H087

J

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号

特願2004-105429 (P2004-105429)

(22) 出願日

平成16年3月31日 (2004.3.31)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(74) 代理人 100077919

弁理士 井上 義雄

(72) 発明者 芝山 敏史

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

F ターム(参考) 2H087 KA02 MA01 MA07 MA08 MA09
PA10 PA11 PA16 PB15 QA02
QA06 QA14 QA21 QA26 QA39
QA41 QA46 RA32

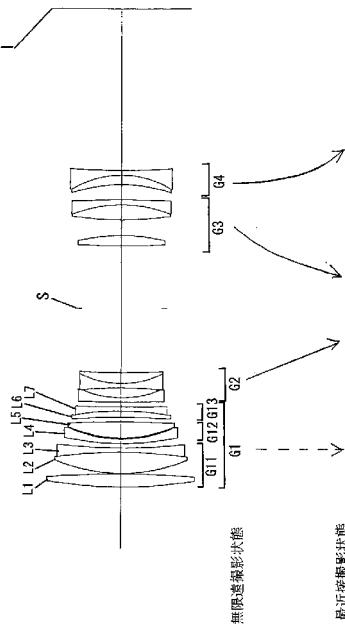
(54) 【発明の名称】防振機能を有するマクロレンズ

(57) 【要約】

【課題】 フィルム又は固体撮像素子を用いる一眼レフカメラに適し、絶対値が0.5倍より大きい撮影倍率と10度以上の半画角を有し、諸収差を良好に補正可能でオートフォーカスに適した、防振機能を有するマクロレンズを提供する。

【解決方法】 正の第1群G1を最も物体側に有し、第1群G1の像側に少なくとも2つのレンズ群を有し、遠距離から近距離へのフォーカシングに際し第1群G1は光軸方向に固定されており前記少なくとも2つのレンズ群は移動し、第1群G1は物体側から順に正の第1-1群G11と正の第1-2群G12と負の第1-3群G13とかなり、第1-2群G12を光軸と直交する方向へ移動させることによって像面I上の像ぶれを補正し、所定の条件式を満足する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

正の屈折力を有する第1レンズ群を最も物体側に有し、前記第1レンズ群の像側に少なくとも2つのレンズ群を有し、

遠距離から近距離へのフォーカシングに際して、前記第1レンズ群は光軸方向に固定されており、前記少なくとも2つのレンズ群は移動し、

前記第1レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1-1レンズ群と、正の屈折力を有する第1-2レンズ群と、負の屈折力を有する第1-3レンズ群とからなり、

前記第1-2レンズ群を光軸と直交する方向へ移動させることによって像面上の像ぶれを補正し、

以下の条件式を満足することを特徴とする防振機能を有するマクロレンズ。

$$0.5 < |M| \quad (M < 0)$$

$$10 <$$

ただし、

M：最近接撮影状態における撮影倍率

：無限遠撮影状態における半画角（単位は度）

【請求項 2】

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群とを有し、

遠距離から近距離へのフォーカシングに際して、前記第1レンズ群は光軸方向に固定されており、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が増大し、

前記第1レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1-1レンズ群と、正の屈折力を有する第1-2レンズ群と、負の屈折力を有する第1-3レンズ群とからなり、

前記第1-2レンズ群を光軸と直交する方向へ移動させることによって像面上の像ぶれを補正し、

以下の条件式を満足することを特徴とする防振機能を有するマクロレンズ。

$$0.5 < |M| \quad (M < 0)$$

$$10 <$$

ただし、

M：最近接撮影状態における撮影倍率

：無限遠撮影状態における半画角（単位は度）

【請求項 3】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項2に記載の防振機能を有するマクロレンズ。

$$0.45 < f_1 / f < 0.65$$

$$-0.55 < f_2 / f < -0.30$$

$$0.35 < f_3 / f < 0.55$$

$$-1.30 < f_4 / f < -0.85$$

ただし、

f ：無限遠合焦状態における前記マクロレンズ全系の焦点距離

f_1 ：前記第1レンズ群の焦点距離

f_2 ：前記第2レンズ群の焦点距離

f_3 ：前記第3レンズ群の焦点距離

f_4 ：前記第4レンズ群の焦点距離

【請求項 4】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の防振機能を有するマクロレンズ。

$$1.30 < f_1 - 1 / f_1 < 1.90$$

10

20

30

40

50

1 . 3 0 < f 1 - 2 / f 1 < 1 . 7 0
 - 6 . 0 0 < f 1 - 3 / f 1 < - 2 . 5 0

ただし、

f 1 : 前記第 1 レンズ群の焦点距離
 f 1 - 1 : 前記第 1 - 1 レンズ群の焦点距離
 f 1 - 2 : 前記第 1 - 2 レンズ群の焦点距離
 f 1 - 3 : 前記第 1 - 3 レンズ群の焦点距離

【請求項 5】

前記第 1 - 2 レンズ群は、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レンズとからなり、
 10

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の防振機能を有するマクロレンズ。

1 5 < 12p - 12n

ただし、

12p : 前記第 1 - 2 レンズ群における前記正レンズの硝材の d 線 (= 5 8 7 . 6 n m) に対するアッペ数

12n : 前記第 1 - 2 レンズ群における前記負メニスカスレンズの硝材の d 線 (= 5 8 7 . 6 n m) に対するアッペ数

【請求項 6】

前記第 1 - 3 レンズ群中の最も物体側のレンズ面が凹面であることを特徴とする請求項 5 に記載の防振機能を有するマクロレンズ。
 20

【請求項 7】

前記第 1 - 3 レンズ群は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負レンズとの接合レンズからなり、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 6 に記載の防振機能を有するマクロレンズ。

0 . 2 5 < N 13n - N 13p

2 5 < 13p - 13n

ただし、

N 13n : 前記第 1 - 3 レンズ群における前記負レンズの硝材の d 線 (= 5 8 7 . 6 n m) に対する屈折率
 30

N 13p : 前記第 1 - 3 レンズ群における前記正メニスカスレンズの硝材の d 線 (= 5 8 7 . 6 n m) に対する屈折率

13p : 前記第 1 - 3 レンズ群における前記正メニスカスレンズの硝材の d 線 (= 5 8 7 . 6 n m) に対するアッペ数

13n : 前記第 1 - 3 レンズ群における前記負レンズの硝材の d 線 (= 5 8 7 . 6 n m) に対するアッペ数

【請求項 8】

前記第 1 - 2 レンズ群は、物体側から順に、第 1 正レンズと、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第 2 正レンズとからなり、
 40

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の防振機能を有するマクロレンズ。

1 5 < 12p2 - 12n

ただし、

12p2 : 前記第 1 - 2 レンズ群における前記第 2 正レンズの硝材の d 線 (= 5 8 7 . 6 n m) に対するアッペ数

12n : 前記第 1 - 2 レンズ群における前記負メニスカスレンズの硝材の d 線 (= 5 8 7 . 6 n m) に対するアッペ数

【請求項 9】

前記第 1 - 3 レンズ群中の最も物体側のレンズ面が凹面であることを特徴とする請求項 50

8に記載の防振機能を有するマクロレンズ。

【請求項 10】

前記第1-1レンズ群は、物体側から順に、2枚の両凸形状の正レンズと、両凹形状の負レンズとからなることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の防振機能を有するマクロレンズ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、フィルム又は固体撮像素子を用いる一眼レフカメラ用の撮影レンズに関し、特に、光学系の一部を光軸と直交する方向に移動させることによって画像のぶれを補正する防振機能を有するマクロレンズに関する。 10

【背景技術】

【0002】

従来、防振機能を有するマクロレンズが提案されている（例えば、特許文献1，2，3，4参照。）。

【特許文献1】特開平9-218349号公報

【特許文献2】特開平7-261127号公報

【特許文献3】特開平7-261126号公報

【特許文献4】特開2003-322797号公報

【発明の開示】 20

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、上記特許文献1，3に開示されているレンズは、質量が大きくなりがちな最も物体側のレンズ群をフォーカシングに際して移動する構成である。このため、オートフォーカスの際のレンズの駆動速度を高速化することが困難であるという問題がある。また、上記特許文献1に開示されているレンズは、フォーカシングに際して、合焦レンズ群と共に防振機構も移動させなければならない構成である。このため、オートフォーカスの際のレンズの駆動速度を高速化することがより困難であるという問題がある。

また、上記特許文献2に開示されているレンズは、半画角が小さく、後述する本発明の目的である10°以上の画角を得ることができないという問題がある。 30

また、上記特許文献4に開示されているレンズは、フォーカシングに際して、最も物体側のレンズ群が固定であり、合焦レンズ群と共に防振機構を移動させることも不要の構成である。しかしながら、半画角が小さく、本発明の目的である10°以上の画角を得ることができないという問題がある。また、当該レンズにおいて大きな画角を得ようとすれば、偏心収差を十分に補正することができなくなってしまうという問題がある。

【0004】

そこで本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、フィルム又は固体撮像素子を用いる一眼レフカメラに適し、絶対値が0.5倍より大きい撮影倍率と10度以上の半画角を有し、諸収差を良好に補正可能でオートフォーカスに適した、防振機能を有するマクロレンズを提供することを目的とする。 40

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するために本発明は、

正の屈折力を有する第1レンズ群を最も物体側に有し、前記第1レンズ群の像側に少なくとも2つのレンズ群を有し、

遠距離から近距離へのフォーカシングに際して、前記第1レンズ群は光軸方向に固定されており、前記少なくとも2つのレンズ群は移動し、

前記第1レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1-1レンズ群と、正の屈折力を有する第1-2レンズ群と、負の屈折力を有する第1-3レンズ群とからなり、

前記第1-2レンズ群を光軸と直交する方向へ移動させることによって像面上の像ぶれ 50

を補正し、

以下の条件式(1)、(2)を満足することを特徴とする防振機能を有するマクロレンズを提供する。

$$(1) 0.5 < |M| \quad (M < 0)$$

$$(2) 10 <$$

ただし、

M：最近接撮影状態における撮影倍率

：無限遠撮影状態における半画角（単位は度）

【0006】

また本発明は、

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群とを有し、

遠距離から近距離へのフォーカシングに際して、前記第1レンズ群は光軸方向に固定されており、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が増大し、

前記第1レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1-1レンズ群と、正の屈折力を有する第1-2レンズ群と、負の屈折力を有する第1-3レンズ群とからなり、

前記第1-2レンズ群を光軸と直交する方向へ移動させることによって像面上の像ぶれを補正し、

以下の条件式(1)、(2)を満足することを特徴とする防振機能を有するマクロレンズを提供する。

$$(1) 0.5 < |M| \quad (M < 0)$$

$$(2) 10 <$$

ただし、

M：最近接撮影状態における撮影倍率

：無限遠撮影状態における半画角（単位は度）

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、フィルム又は固体撮像素子を用いる一眼レフカメラに適し、絶対値が0.5倍より大きい撮影倍率と10度以上の半画角を有し、諸収差を良好に補正可能でオートフォーカスに適した、防振機能を有するマクロ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】

【0008】

本発明の防振機能を有するマクロレンズは、正の屈折力を有する第1レンズ群を最も物体側に有し、前記第1レンズ群の像側に少なくとも2つのレンズ群を有し、遠距離から近距離へのフォーカシングに際して、前記第1レンズ群は光軸方向に固定されており、前記少なくとも2つのレンズ群が移動するように構成されている。

このように最も物体側の第1レンズ群を固定することによって、本発明の防振機能を有するマクロレンズはオートフォーカシングの高速化を実現することが可能である。また、遠距離から近距離へのフォーカシングに際して、第1レンズ群は光軸方向に固定されており、少なくとも2つのレンズ群が移動することによって、本発明の防振機能を有するマクロレンズは無限遠撮影状態から最近接撮影状態までの全範囲において良好な結像性能を達成することができる。

【0009】

又は、本発明の防振機能を有するマクロレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群とを有し、遠距離から近距離へのフォーカシングに際して、前記第1レンズ群は光軸方向に固定されており、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が増大し、

10

20

30

40

50

記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が増大するように構成されている。

このように最も物体側の第1レンズ群を固定することによって、本発明の防振機能を有するマクロレンズはオートフォーカシングの高速化を実現することが可能である。また、遠距離から近距離へのフォーカシングに際して、第1レンズ群は光軸方向に固定されており、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が増大し、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が減少し、第3レンズ群と第4レンズ群との間隔が増大することによって、本発明の防振機能を有するマクロレンズは無限遠撮影状態から最近接撮影状態までの全範囲において良好な結像性能を達成することができる。

【0010】

さらに、本発明の防振機能を有するマクロレンズは、前記第1レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する第1-1レンズ群と、正の屈折力を有する第1-2レンズ群と、負の屈折力を有する第1-3レンズ群とからなり、前記第1-2レンズ群を光軸と直交する方向へ移動させることによって像面上の像ぶれを補正し、以下の条件式(1)、(2)を満足するように構成されている。

$$(1) \quad 0.5 < |M| \quad (M < 0)$$

$$(2) \quad 1.0 <$$

ただし、

M：最近接撮影状態における撮影倍率

：無限遠撮影状態における半画角（単位は度）

【0011】

フォーカシングに際して固定の第1レンズ群中に、ぶれ補正用のレンズ群を設けることによって、フォーカシングの際にぶれ補正機構を移動させることが不要となるため、レンズ全体の小型化と簡素化を効果的に図ることができる。また、第1レンズ群を正・正・負の3つのレンズ群に分割し、中央の第1-2レンズ群のみをぶれ補正用のレンズ群とすることによって、該ぶれ補正用のレンズ群の軽量化を図ることができ、ぶれ補正機構の負荷を効果的に軽減させることができる。さらに、上述のような屈折力配分により、防振係数（ぶれ補正時のぶれ補正用のレンズ群の移動量に対する結像面における像の移動量の比）を適正に保ちつつ、ぶれ補正のために補正用のレンズ群が偏心したときの結像性能の劣化を軽減することが可能となる。

【0012】

上記条件式(1)は、本発明の防振機能を有するマクロレンズの最近接撮影状態における撮影倍率を規定する条件式である。条件式(1)の下限値を下回ると、撮影倍率の絶対値が小さくなるため、マクロレンズとして不十分な撮影倍率となってしまう。なお、本発明の効果を確実にするために、条件式(1)の下限値を0.75にすることが望ましい。

上記条件式(2)は、本発明の防振機能を有するマクロレンズの無限遠撮影状態における半画角を規定する条件式である。条件式(2)の下限値を下回ると、画角が小さくなり、汎用のマクロレンズとしての使い勝手が悪くなってしまうため好ましくない。なお、本発明の効果を確実にするために、条件式(2)の下限値を1.1にすることが望ましい。

【0013】

本発明の好ましい態様によれば、本発明の防振機能を有するマクロレンズは、以下の条件式(3)、(4)、(5)、(6)を満足することが望ましい。

$$(3) \quad 0.45 < f_1 / f < 0.65$$

$$(4) \quad -0.55 < f_2 / f < -0.30$$

$$(5) \quad 0.35 < f_3 / f < 0.55$$

$$(6) \quad -1.30 < f_4 / f < -0.85$$

ただし、

f：無限遠合焦状態における前記マクロレンズ全系の焦点距離

f₁：前記第1レンズ群の焦点距離

f₂：前記第2レンズ群の焦点距離

f₃：前記第3レンズ群の焦点距離

10

20

30

40

50

f₄ : 前記第4レンズ群の焦点距離

【0014】

上記条件式(3), (4), (5), (6)は、一眼レフカメラ用のマクロレンズとして十分なバックフォーカス、十分な最大撮影倍率(撮影倍率Mの絶対値が最大となる)、及び無限遠撮影状態から最近接撮影状態までの良好な結像性能を実現しつつ、レンズを小型に構成するために、各レンズ群の焦点距離を規定する条件式である。

条件式(3), (4), (5), (6)のいずれかの上限値又は下限値を越えると、前述の特徴を達成することが困難となってしまうため好ましくない。

なお、本発明の効果を確実にするために、条件式(3)の上限値を0.62にすることが望ましい。また、本発明の効果を確実にするために、条件式(3)の下限値を0.50¹⁰にすることが望ましい。

また、本発明の効果を確実にするために、条件式(4)の上限値を-0.34にすることが望ましい。また、本発明の効果を確実にするために、条件式(4)の下限値を-0.50にすることが望ましい。

また、本発明の効果を確実にするために、条件式(5)の上限値を0.51にすることが望ましい。また、本発明の効果を確実にするために、条件式(5)の下限値を0.39にすることが望ましい。

また、本発明の効果を確実にするために、条件式(6)の上限値を-0.88にすることが望ましい。また、本発明の効果を確実にするために、条件式(6)の下限値を-1.10にすることが望ましい。²⁰

【0015】

本発明の好ましい態様によれば、本発明の防振機能を有するマクロレンズは、以下の条件式(7), (8), (9)を満足することが望ましい。

$$(7) \quad 1.30 < f_{1-1} / f_1 < 1.90$$

$$(8) \quad 1.30 < f_{1-2} / f_1 < 1.70$$

$$(9) \quad -6.00 < f_{1-3} / f_1 < -2.50$$

ただし、

f₁ : 前記第1レンズ群の焦点距離

f₁₋₁ : 前記第1-1レンズ群の焦点距離

f₁₋₂ : 前記第1-2レンズ群の焦点距離

f₁₋₃ : 前記第1-3レンズ群の焦点距離

【0016】

上記条件式(7), (8), (9)は、正の屈折力を有する第1-2レンズ群(ぶれ補正用のレンズ群)を光軸と直交する方向に移動(偏心移動)させることによって防振を行う際に、防振係数を適正に保つための条件式である。防振係数の絶対値の適切な範囲は、0.7~2.5程度である。防振係数の絶対値が0.7より小さい場合、ぶれ補正時のぶれ補正用のレンズ群の移動量を大きくしなければならない。このため、ぶれ補正のためのレンズ駆動機構の大型化を招くこととなってしまうため好ましくない。一方、防振係数の絶対値が2.5より大きい場合、ぶれ補正時のレンズ駆動誤差の像面に及ぼす影響が大きくなってしまうため好ましくない。⁴⁰

【0017】

条件式(7), (8)のいずれかの上限値又は下限値を越えると、防振係数の絶対値を前述の適切な範囲に設定することが困難となってしまうため好ましくない。

なお、本発明の効果を確実にするために、条件式(7)の上限値を1.80にすることが望ましい。また、本発明の効果を確実にするために、条件式(7)の下限値を1.40にすることが望ましい。

また、本発明の効果を確実にするために、条件式(8)の上限値を1.60にすることが望ましい。また、本発明の効果を確実にするために、条件式(8)の下限値を1.40にすることが望ましい。

条件式(9)は、正の屈折力を有する第1-2レンズ群を光軸と直交する方向に移動さ⁵⁰

せることによって防振を行う際に、レンズ偏心時の結像性能の劣化を抑えるための条件式である。負の屈折力を有する第1-3レンズ群は、ぶれ補正用の第1-2レンズ群が偏心することによって生じる収差（偏心収差）を打ち消す作用を担うレンズ群であり、条件式(9)の上限値又は下限値を越えると、第1-2レンズ群の偏心収差を第1-3レンズ群で打ち消すように収差のバランスをとることが困難となってしまう。なお、本発明の効果を確実にするために、条件式(9)の上限値を-2.70にすることが望ましい。また、本発明の効果を確実にするために、条件式(9)の下限値を-5.80にすることが望ましい。

【0018】

本発明の好ましい態様によれば、本発明の防振機能を有するマクロレンズは、前記第1-2レンズ群は、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レンズとからなり、以下の条件式(10)を満足することが望ましい。

$$(10) \quad 1.5 < 12p - 12n$$

ただし、

12p：前記第1-2レンズ群における前記正レンズの硝材のd線（=5.87.6nm）に対するアッペ数

12n：前記第1-2レンズ群における前記負メニスカスレンズの硝材のd線（=5.87.6nm）に対するアッペ数

【0019】

上記条件式(10)は、第1-2レンズ群が偏心した際に発生しやすい回転非対称な倍率色収差を軽減するための条件式である。条件式(10)の下限値を下回ると、偏心による倍率色収差の発生が増加することとなってしまうため好ましくない。なお、本発明の効果を確実にするために、条件式(10)の下限値を1.7にすることが望ましい。

【0020】

本発明の好ましい態様によれば、本発明の防振機能を有するマクロレンズは、前記第1-3レンズ群中の最も物体側のレンズ面が凹面であることが望ましい。これにより、第1-2レンズ群が偏心した際の偏心収差の発生を効果的に抑制することができる。

【0021】

本発明の好ましい態様によれば、本発明の防振機能を有するマクロレンズは、前記第1-3レンズ群は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凹面を向けた負レンズとの接合レンズからなり、以下の条件式(11)，(12)を満足することが望ましい。

$$(11) \quad 0.25 < N13n - N13p$$

$$(12) \quad 2.5 < 13p - 13n$$

ただし、

N13n：前記第1-3レンズ群における前記負レンズの硝材のd線（=5.87.6nm）に対する屈折率

N13p：前記第1-3レンズ群における前記正メニスカスレンズの硝材のd線（=5.87.6nm）に対する屈折率

13p：前記第1-3レンズ群における前記正メニスカスレンズの硝材のd線（=5.87.6nm）に対するアッペ数

13n：前記第1-3レンズ群における前記負レンズの硝材のd線（=5.87.6nm）に対するアッペ数

【0022】

前述のように、第1-3レンズ群を、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凹面を向けた負レンズとの接合レンズで構成することにより、第1-2レンズ群が偏心した際の偏心収差の発生を効果的に抑制することができる。

上記条件式(11)は、第1-2レンズ群が偏心した際に発生する偏心収差のうち、回転非対称な非点収差及び像面の傾きを軽減するための条件式である。条件式(11)の下限値を下回ると、偏心時の非点収差及び像面の傾きの発生が大きくなってしまうため好ま

10

20

30

40

50

しくない。なお、本発明の効果を確実にするために、条件式(11)の下限値を0.27にすることが望ましい。

上記条件式(12)は、第1-2レンズ群が偏心した際に発生する偏心収差のうち、回転非対称な倍率色収差を軽減するための条件式である。条件式(12)の下限値を下回ると、偏心時の倍率色収差の発生が大きくなってしまうため好ましくない。なお、本発明の効果を確実にするために、条件式(12)の下限値を30にすることが望ましい。

【0023】

本発明の好ましい態様によれば、本発明の防振機能を有するマクロレンズにおいて、前記第1-2レンズ群は、物体側から順に、第1正レンズと、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第2正レンズとからなり、以下の条件式(13)を満足することが望ましい。

$$(13) \quad 1.5 < 12p2 - 12n$$

ただし、

$12p2$ ：前記第1-2レンズ群における前記第2正レンズの硝材のd線($= 5.87.6$ nm)に対するアッペ数

$12n$ ：前記第1-2レンズ群における前記負メニスカスレンズの硝材のd線($= 5.87.6$ nm)に対するアッペ数

【0024】

上記条件式(13)は、第1-2レンズ群が偏心した際に発生しやすい回転非対称な倍率色収差を軽減するための条件式である。条件式(13)の下限値を下回ると、偏心時の倍率色収差の発生が大きくなってしまうため好ましくない。なお、本発明の効果を確実にするために、条件式(13)の下限値を20にすることが望ましい。

【0025】

本発明の好ましい態様によれば、本発明の防振機能を有するマクロレンズは、前記第1-3レンズ群中の最も物体側のレンズ面が凹面であることが望ましい。これにより、第1-2レンズ群が偏心した際の偏心収差の発生を効果的に抑制することができる。

【0026】

本発明の好ましい態様によれば、本発明の防振機能を有するマクロレンズにおいて、前記第1-1レンズ群は、物体側から順に、2枚の両凸形状の正レンズと、両凹形状の負レンズとからなることが望ましい。これにより、無限遠撮影状態から近接撮影状態までの全域で諸収差を効果的に補正し、第1-2レンズ群がぶれ補正のために偏心した際の偏心収差の発生を効果的に軽減することができる。

【0027】

本発明の防振機能を有するマクロレンズにおいて、第4レンズ群を正の屈折力を有するレンズ群で構成することもできる。尚、第4レンズ群を正の屈折力を有するレンズ群で構成するよりも負の屈折力を有するレンズ群で構成する方が、レンズ全長を短くすることができるため、レンズの小型化を図る上でより好ましい。

【0028】

以下、添付図面に基づき本発明の各実施例に係る防振機能を有するマクロレンズについて詳細に説明する。

(第1実施例)

図1は、本発明の第1実施例に係る防振機能を有するマクロレンズのレンズ構成を示す図である。

本実施例に係る防振機能を有するマクロレンズは、図1に示すように、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りSと、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4とから構成されている。そして、遠距離から近距離へのフォーカシング(無限遠撮影状態から最近接撮影状態へのフォーカシング)に際して、第1レンズ群G1は固定であり、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が増大するよ

10

20

30

40

50

うに、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3、及び第4レンズ群G4が光軸方向へ移動する。また、開口絞りSは、フォーカシングに際して固定である。

【0029】

第1レンズ群G1は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1-1レンズ群G11と、正の屈折力を有する第1-2レンズ群G12と、負の屈折力を有する第1-3レンズ群G13とからなる。

第1-1レンズ群G11は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL1と、両凸形状の正レンズL2と両凹形状の負レンズL3との接合レンズとからなる。

第1-2レンズ群G12は、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L4と、両凸形状の正レンズL5とからなる。

第1-3レンズ群G13は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL6と両凹形状の負レンズL7との接合レンズからなる。

【0030】

第2レンズ群G2は、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、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からなる。

第3レンズ群G3は、物体側から順に、両凸形状の正レンズと、両凸形状の正レンズと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズとの接合レンズとからなる。

第4レンズ群G4は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズと両凹形状の負レンズとの接合レンズとからなる。

そして、本実施例に係る防振機能を有するマクロレンズは、第1-2レンズ群G12を光軸と直交する方向に移動させることによって像面I上の像ぶれを補正する。

【0031】

以下の表1に、本発明の第1実施例に係る防振機能を有するマクロレンズの諸元の値を掲げる。

(全体諸元)において、fは焦点距離、FNOはFナンバー、は半画角をそれぞれ示す。

(レンズデータ)において、第1カラムの面番号は物体側からのレンズ面の順序、第2カラムのrはレンズ面の曲率半径、第3カラムのdはレンズ面の間隔、第4カラムのはd線($= 587.6 \text{ nm}$)に対するアッペ数、第5カラムのnはd線($= 587.6 \text{ nm}$)に対する屈折率をそれぞれ示す。また、は平面、B.f.はバックフォーカスをそれぞれ示し、空気の屈折率1.0000はその記載を省略している。

【0032】

(フォーカシングデータ)には、無限遠撮影状態、中間距離撮影状態、及び最近接撮影状態における焦点距離f又は撮影倍率M、及び可変間隔の値を示す。D0は物体から第1レンズ面までの距離、Rは物体から像面Iまでの距離、B.f.はバックフォーカスの値をそれぞれ示す。

ここで、以下の各実施例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r、その他長さの単位は一般に「mm」が使われる。しかし光学系は、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ため、単位は「mm」に限られるものではない。

なお、以下の全実施例の諸元値においても、本実施例と同様の符号を用いる。

【0033】

[表1]

(全体諸元)

f = 104.827

FNO = 2.85

= 11.70°

(レンズデータ)

面番号	r	d	n

10

20

30

40

50

1	140.5916	4.3340	46.58	1.804000
2	-304.6651	0.1500		
3	54.5339	7.0903	81.61	1.497000
4	-141.0659	1.4000	34.96	1.801000
5	178.5483	1.5000		
6	87.9941	1.4000	25.68	1.784720
7	40.9414	0.3802		
8	42.5295	5.2680	46.58	1.804000
9	-324.5205	1.5000		
10	-274.0591	2.1413	81.61	1.497000
11	-88.0305	1.4000	42.24	1.799520
12	2141.7521	(d12)		
13	1611.2683	1.4000	46.58	1.804000
14	33.2052	3.2301		
15	-127.8824	1.4000	44.89	1.639300
16	29.3525	3.5793	23.78	1.846660
17	267.1938	(d17)		
18		(d18)		開口絞りS
19	274.8906	3.3516	53.22	1.693500
20	-61.4091	5.2348		
21	109.5104	5.0407	46.58	1.804000
22	-41.5391	1.6000	23.78	1.846660
23	-302.2037	(d23)		
24	-51.6011	3.1074	23.78	1.846660
25	-30.9388	1.6000	35.30	1.592700
26	247.6195	(B.f.)		

(フォーカシングデータ)

	無限遠撮影状態	中間距離撮影状態	最近接撮影状態	
f / M	104.82690	-0.50000	-0.97000	
D 0		239.4083	149.0777	
d12	1.60000	10.97819	20.78241	
d17	21.28241	11.90423	2.10000	
d18	20.81507	10.08499	4.10180	
d23	5.00000	16.49996	32.90816	
B. f.	53.19468	52.42478	41.99975	
R		397.40811	307.07749	

【0034】

図2(a), (b)は、それぞれ本発明の第1実施例に係る防振機能を有するマクロレンズの無限遠撮影状態における諸収差図、無限遠撮影状態において0.3°の回転ぶれに対するぶれ補正を行ったときのメリディオナル横収差図である。

なお、レンズ全系の焦点距離がfで防振係数がKのレンズによって角度の回転ぶれを補正するためには、ぶれ補正用の移動レンズ群を(f · tan) / Kだけ光軸と直交する方向に移動させればよい。本実施例に係る防振機能を有するマクロレンズにおいては、第1-2レンズ群G12の防振係数を1.00としており、レンズ全系の焦点距離は104.827mmであるため、0.3°の回転ぶれを補正するための第1-2レンズ群G12の移動量は、0.549mmとなる。

図3(a), (b)は、それぞれ本発明の第1実施例に係る防振機能を有するマクロレンズの中間距離撮影撮影状態(撮影倍率-0.5倍)における諸収差図、最近接撮影状態(撮影倍率-0.97倍)における諸収差図である。

10

20

40

50

【0035】

各収差図において、FNOはFナンバー、NAは開口数、Yは像高、は半画角をそれぞれ示す。尚、球面収差図では最大口径に対応するFナンバーの値又は開口数の最大値を示し、非点収差図及び歪曲収差図では像高の最大値をそれぞれ示し、コマ収差図では各像高の値又は半画角の最大値を示す。また、各収差図において、dはd線($= 587.6\text{nm}$)、gはg線($= 435.8\text{nm}$)、CはC線($= 656.3\text{nm}$)、FはF($= 486.1\text{nm}$)の収差曲線をそれぞれ示す。さらに、非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面をそれぞれ示す。

尚、以下に示す各実施例の諸収差図において、本実施例と同様の符号を用いる。

【0036】

各諸収差図より本実施例に係る防振機能を有するマクロレンズは、諸収差を良好に補正し、優れた結像性能を有していることがわかる。

【0037】

(第2実施例)

図4は、本発明の第2実施例に係る防振機能を有するマクロレンズのレンズ構成を示す図である。

本実施例に係る防振機能を有するマクロレンズは、図4に示すように、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、開口絞りSと、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4とから構成されている。そして、遠距離から近距離へのフォーカシングに際して、第1レンズ群G1は固定であり、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が増大するよう第2レンズ群G2、第3レンズ群G3、及び第4レンズ群G4が光軸方向へ移動する。また、開口絞りSは、フォーカシングに際して固定である。

【0038】

第1レンズ群G1は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1-1レンズ群G11と、正の屈折力を有する第1-2レンズ群G12と、負の屈折力を有する第1-3レンズ群G13とからなる。

第1-1レンズ群G11は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL1と、両凸形状の正レンズL2と両凹形状の負レンズL3との接合レンズとからなる。

第1-2レンズ群G12は、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L4と、両凸形状の正レンズL5とからなる。

第1-3レンズ群G13は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL6と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL7との接合レンズとからなる。

【0039】

第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凹形状の負レンズと、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からなる。

第3レンズ群G3は、物体側から順に、両凸形状の正レンズと、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合レンズとからなる。

第4レンズ群G4は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズと両凹形状の負レンズとの接合レンズとからなる。

そして、本実施例に係る防振機能を有するマクロレンズは、第1-2レンズ群G12を光軸と直交する方向に移動させることによって像面I上の像ぶれを補正する。

以下の表2に、本発明の第2実施例に係る防振機能を有するマクロレンズの諸元の値を掲げる。

【0040】

[表2]

(全体諸元)

$f = 105.000$

FNO = 2.85

10

20

30

40

50

= 11.52 °

(レンズデータ)

面番号	r	d	n	
1	160.9098	3.2362	46.58	1.804000
2	-287.7316	0.1500		
3	65.4186	5.4325	81.61	1.497000
4	-136.0738	1.4000	34.96	1.801000
5	277.8526	1.5000		
6	101.9973	1.4000	28.46	1.728250
7	37.4467	0.5916		
8	41.0414	5.0321	46.58	1.804000
9	-234.2370	1.5000		
10	-214.7813	1.4025	70.24	1.487490
11	-117.6717	1.4000	34.96	1.801000
12	-1063.9287	(d12)		
13	-321.8144	1.4000	43.73	1.605620
14	32.4637	3.6142		
15	-136.7087	1.4000	59.78	1.522490
16	32.7427	3.1300	23.78	1.846660
17	127.8432	(d17)		
18		(d18)		開口絞りS
19	279.3120	5.5835	46.58	1.804000
20	-67.9776	2.2265		
21	105.4067	7.0801	46.58	1.804000
22	-43.3608	1.4000	23.78	1.846660
23	650.5805	(d23)		
24	-91.6307	6.7960	25.43	1.805180
25	-29.1696	1.4000	34.96	1.801000
26	630.9231	(B.f.)		

10

20

30

40

(フォーカシングデータ)

	無限遠撮影状態	中間距離撮影状態	最近接撮影状態
f / M	104.99987	-0.50000	-0.97000
D 0		229.8760	134.8999
d12	1.60000	10.95681	21.43967
d17	21.93967	12.58286	2.10000
d18	36.76024	21.92349	14.63106
d23	5.00000	14.84868	32.75400
B. f.	47.62396	52.61194	41.99870
R		399.87506	304.89861

40

【0041】

図5(a), (b)は、それぞれ本発明の第2実施例に係る防振機能を有するマクロレンズの無限遠撮影状態における諸収差図、無限遠撮影状態において0.3°の回転ぶれに対するぶれ補正を行ったときのメリディオナル横収差図である。

本実施例に係る防振機能を有するマクロレンズにおいては、第1-2レンズ群G12の防振係数を1.00としており、レンズ全系の焦点距離は105.000mmであるため、0.3°の回転ぶれを補正するための第1-2レンズ群G12の移動量は、0.550mmとなる。

図6(a), (b)は、それぞれ本発明の第2実施例に係る防振機能を有するマクロレンズの中間距離撮影撮影状態(撮影倍率-0.5倍)における諸収差図、最近接撮影状態(撮

50

影倍率 -0.97 倍) における諸収差図である。

各諸収差図より本実施例に係る防振機能を有するマクロレンズは、諸収差を良好に補正し、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 0 4 2 】

(第 3 実施例)

図 7 は、本発明の第 3 実施例に係る防振機能を有するマクロレンズのレンズ構成を示す図である。

本実施例に係る防振機能を有するマクロレンズは、図 7 に示すように、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、開口絞り S と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、負の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 とから構成されている。そして、遠距離から近距離へのフォーカシングに際して、第 1 レンズ群 G 1 は固定であり、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔が増大し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔が減少し、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間隔が増大するように、第 2 レンズ群 G 2 、第 3 レンズ群 G 3 、及び第 4 レンズ群 G 4 が光軸方向へ移動する。また、開口絞り S は、フォーカシングに際して固定である。

【 0 0 4 3 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 - 1 レンズ群 G 1 1 と、正の屈折力を有する第 1 - 2 レンズ群 G 1 2 と、負の屈折力を有する第 1 - 3 レンズ群 G 1 3 とからなる。

第 1 - 1 レンズ群 G 1 1 は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L 1 と、両凸形状の正レンズ L 2 と両凹形状の負レンズ L 3 との接合レンズとからなる。

第 1 - 2 レンズ群 G 1 2 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ(第 1 正レンズ) L 4 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 5 と、両凸形状の正レンズ(物体側に凸面を向けた第 2 正レンズ) L 6 とからなる。

第 1 - 3 レンズ群 G 1 3 は、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 7 とからなる。

【 0 0 4 4 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、両凹形状の負レンズと、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からなる。

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、両凸形状の正レンズと、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合レンズとからなる。

第 4 レンズ群 G 4 は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズと両凹形状の負レンズとの接合レンズとからなる。

そして、本実施例に係る防振機能を有するマクロレンズは、第 1 - 2 レンズ群 G 1 2 を光軸と直交する方向に移動させることによって像面 I 上の像ぶれを補正する。

以下の表 3 に、本発明の第 3 実施例に係る防振機能を有するマクロレンズの諸元の値を掲げる。

【 0 0 4 5 】

[表 3]

(全体諸元)

$$f = 105.000$$

$$F N O = 2.85$$

$$= 11.66^\circ$$

(レンズデータ)

面番号	r	d	n	
1	147.7879	3.9184	46.58	1.804000
2	-296.1048	0.1500		
3	58.5075	6.8986	81.61	1.497000
4	-124.7556	1.4000	39.59	1.804400

10

20

30

40

50

5	149.8247	1.5002			
6	139.5959	1.6138	81.61	1.497000	
7	243.1340	0.1500			
8	52.9576	1.4000	29.23	1.721510	
9	36.7443	0.5685			
10	39.6374	5.5744	81.61	1.497000	
11	-164.1215	1.5000			
12	-144.5245	1.4000	46.58	1.804000	
13	-311.0961	(d13)			
14	-276.6564	1.4000	43.73	1.605620	10
15	29.3712	3.6395			
16	-122.5927	1.4000	59.78	1.522490	
17	30.4280	2.9973	23.78	1.846660	
18	102.9754	(d18)			
19		(d19)		開口絞りS	
20	265.2287	5.9186	46.58	1.804000	
21	-68.0413	0.1500			
22	83.5879	6.6671	46.58	1.804000	
23	-47.1455	1.9966	23.78	1.846660	
24	312.6115	(d24)			20
25	-130.3529	6.9050	25.43	1.805180	
26	-30.2822	2.2929	34.96	1.801000	
27	198.3576	(B.f.)			

(フォーカシングデータ)

	無限遠撮影状態	中間距離撮影状態	最近接撮影状態	
f / M	104.99984	-0.50000	-0.96999	
D 0		234.8315	149.3573	
d13	1.60000	12.32979	23.47702	
d18	23.97702	13.24724	2.10000	30
d19	26.84396	18.00242	11.51048	
d24	6.78573	18.81333	31.47179	
B. f.	51.35180	48.16557	41.99865	
R		404.83055	319.35595	

【0046】

以下の表4に、上記各実施例に係る防振機能を有するマクロレンズの条件式対応値を掲げる。

[表4]

(条件式対応値)

	第1実施例	第2実施例	第3実施例	
(1)	0.97	0.97	0.97	
(2)	11.70	11.52	11.66	
(3)	0.572	0.571	0.571	
(4)	-0.383	-0.449	-0.381	
(5)	0.433	0.478	0.452	
(6)	-0.913	-0.956	-0.934	
(7)	1.468	1.582	1.767	
(8)	1.496	1.545	1.510	
(9)	-2.958	-3.985	-5.616	
(10)	20.90	18.12	---	40

(1 1)	0.30252	0.31351	---
(1 2)	39.37	35.28	---
(1 3)	---	---	52.38

【 0 0 4 7 】

図8(a), (b)は、それぞれ本発明の第3実施例に係る防振機能を有するマクロレンズの無限遠撮影状態における諸収差図、無限遠撮影状態において0.3°の回転ぶれに対するぶれ補正を行ったときのメリディオナル横収差図である。

本実施例に係る防振機能を有するマクロレンズにおいては、第1-2レンズ群G12の防振係数を1.00としており、レンズ全系の焦点距離は105.000mmであるため、0.3°の回転ぶれを補正するための第1-2レンズ群G12の移動量は、0.550mmとなる。

10

図9(a), (b)は、それぞれ本発明の第3実施例に係る防振機能を有するマクロレンズの中間距離撮影撮影状態(撮影倍率-0.5倍)における諸収差図、最近接撮影状態(撮影倍率-0.97倍)における諸収差図である。

各諸収差図より本実施例に係る防振機能を有するマクロレンズは、諸収差を良好に補正し、優れた結像性能を有していることがわかる。

【 0 0 4 8 】

上記各実施例によれば、フィルム又は固体撮像素子を用いる一眼レフカメラに適し、絶対値が0.5倍より大きい撮影倍率と10度以上の半画角を有し、フォーカシングに際して最も物体側のレンズ群が固定でオートフォーカスに適し、諸収差を良好に補正可能で、光学系の一部を光軸と直交する方向に移動させることによって画像のぶれを補正する防振機能を有するマクロレンズを実現できる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 9 】

【図1】本発明の第1実施例に係る防振機能を有するマクロレンズのレンズ構成を示す図である。

【図2】(a), (b)は、それぞれ本発明の第1実施例に係る防振機能を有するマクロレンズの無限遠撮影状態における諸収差図、無限遠撮影状態において0.3°の回転ぶれに対するぶれ補正を行ったときのメリディオナル横収差図である。

【図3】(a), (b)は、それぞれ本発明の第1実施例に係る防振機能を有するマクロレンズの中間距離撮影撮影状態(撮影倍率-0.5倍)における諸収差図、最近接撮影状態(撮影倍率-0.97倍)における諸収差図である。

30

【図4】本発明の第2実施例に係る防振機能を有するマクロレンズのレンズ構成を示す図である。

【図5】(a), (b)は、それぞれ本発明の第2実施例に係る防振機能を有するマクロレンズの無限遠撮影状態における諸収差図、無限遠撮影状態において0.3°の回転ぶれに対するぶれ補正を行ったときのメリディオナル横収差図である。

【図6】(a), (b)は、それぞれ本発明の第2実施例に係る防振機能を有するマクロレンズの中間距離撮影撮影状態(撮影倍率-0.5倍)における諸収差図、最近接撮影状態(撮影倍率-0.97倍)における諸収差図である。

【図7】本発明の第3実施例に係る防振機能を有するマクロレンズのレンズ構成を示す図である。

40

【図8】(a), (b)は、それぞれ本発明の第3実施例に係る防振機能を有するマクロレンズの無限遠撮影状態における諸収差図、無限遠撮影状態において0.3°の回転ぶれに対するぶれ補正を行ったときのメリディオナル横収差図である。

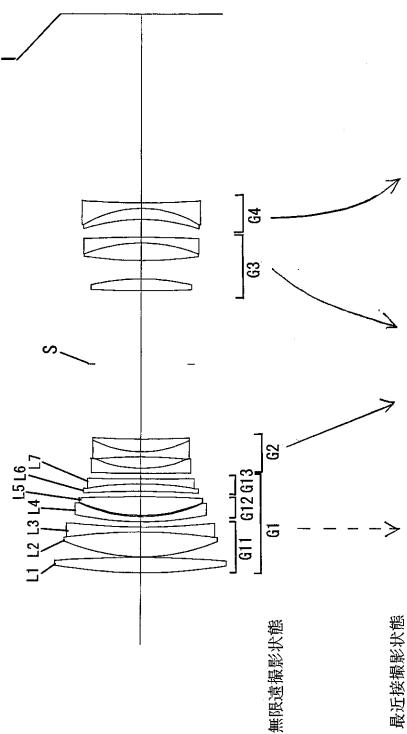
【図9】(a), (b)は、それぞれ本発明の第3実施例に係る防振機能を有するマクロレンズの中間距離撮影撮影状態(撮影倍率-0.5倍)における諸収差図、最近接撮影状態(撮影倍率-0.97倍)における諸収差図である。

【 符号の説明 】

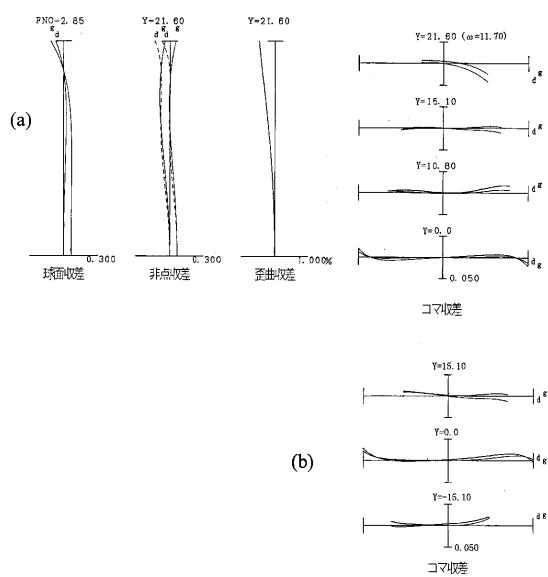
【 0 0 5 0 】

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

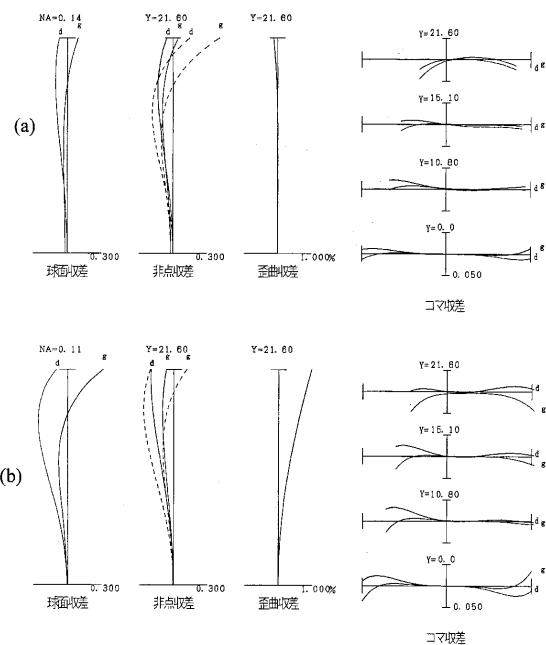
【図 1】



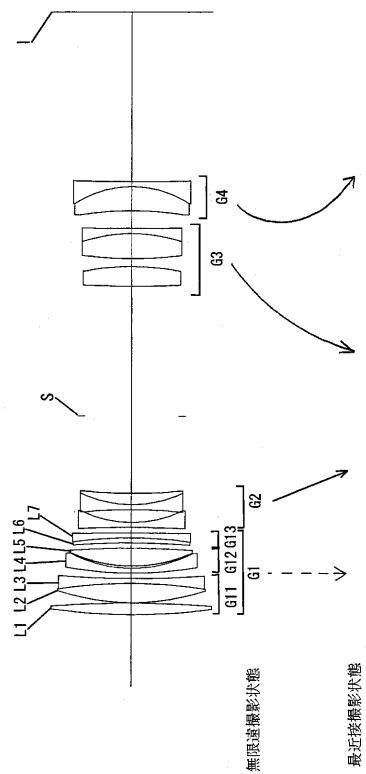
【図 2】



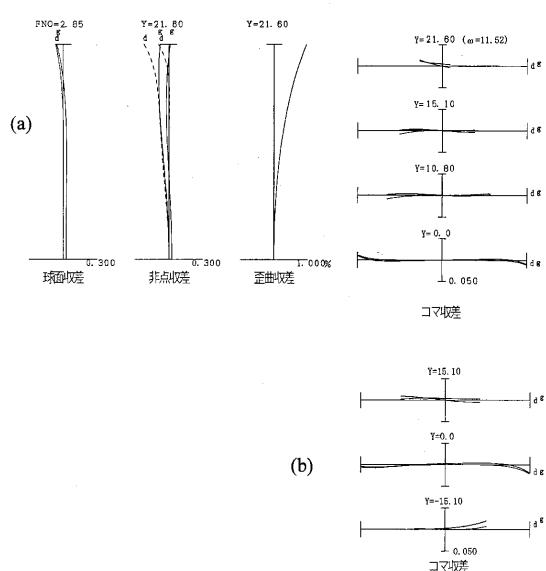
【図3】



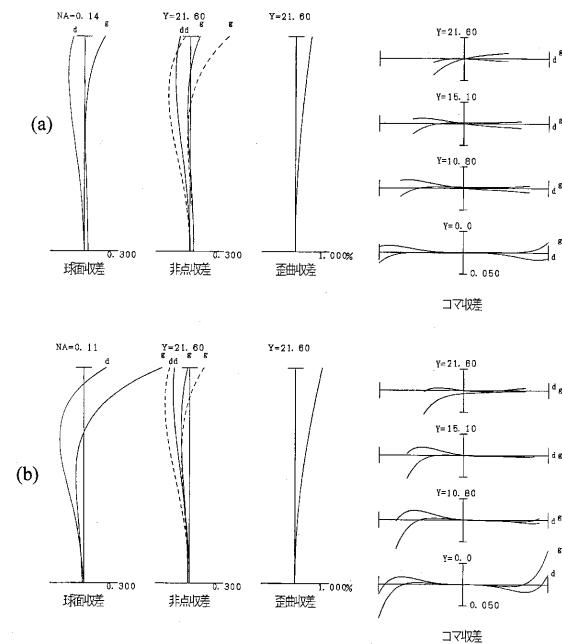
【図4】



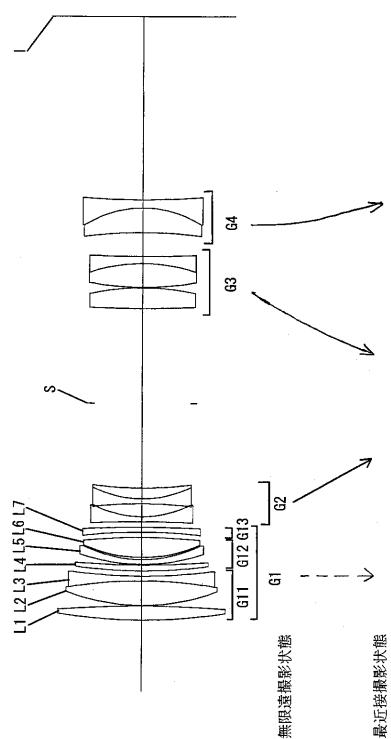
【図5】



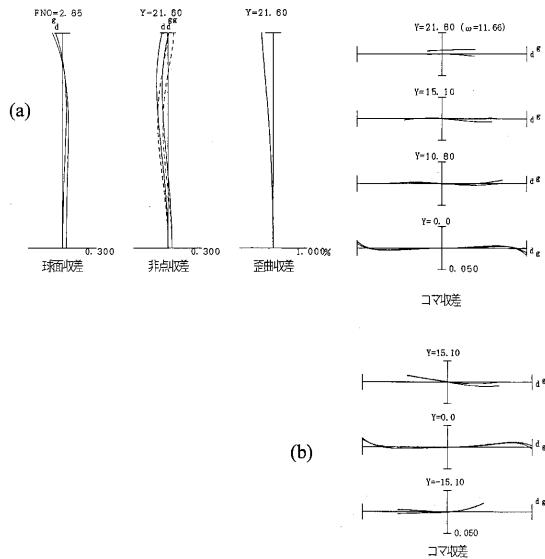
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

