

(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2012-242690

(P2012-242690A)

(43) 公開日 平成24年12月10日(2012.12.10)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>G02B 13/02 (2006.01)</b>	G02B 13/02	2H087
<b>G03B 5/00 (2006.01)</b>	G03B 5/00	J

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2011-114189 (P2011-114189)	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(22) 出願日	平成23年5月20日 (2011.5.20)	(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1385番地
		(74) 代理人	100104190 弁理士 酒井 昭徳
		(72) 発明者	林 俊秀 埼玉県さいたま市見沼区蓮沼1385番地 株式会社タムロン内
		(72) 発明者	官川 直己 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

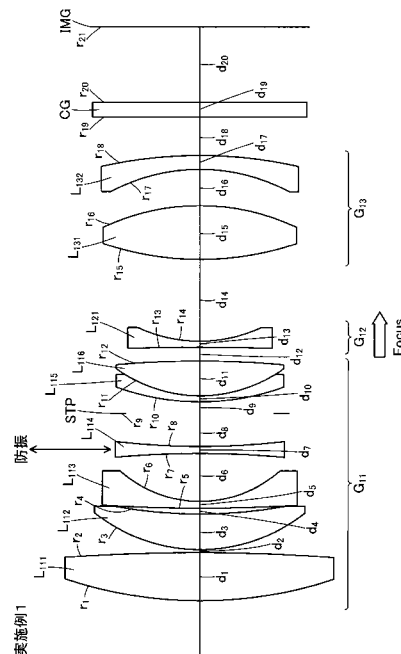
(54) 【発明の名称】 インナーフォーカス式レンズ

(57) 【要約】

【課題】軽量で像ぶれ補正のための移動量が小さい防振レンズを備えた、小型で高い結像性能を有するインナーフォーカス方式レンズを提供する。

【解決手段】このインナーフォーカス式レンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群 $G_{11}$ と、負の屈折力を有する第2レンズ群 $G_{12}$ と、正の屈折力を有する第3レンズ群 $G_{13}$ と、が配置されて構成される。第1レンズ群 $G_{11}$ は、防振レンズとしての機能を有する負レンズ $L_{114}$ と、開口絞りSTPと、を含み構成される。第1レンズ群 $G_{11}$ 内に防振レンズを備えることにより、防振レンズ自体の結像倍率を大きくすることができるため、防振補正時における防振レンズの移動量を小さくすることができる。また、防振レンズを1枚の負レンズ $L_{114}$ で構成したことにより、移動するレンズの重量を軽くすることができる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体側から順に配置された、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、を備え、

前記第 1 レンズ群を、光軸に対して略垂直方向へ移動させることによって光学系の振動時に生じる像ぶれの補正を行うための負レンズからなる防振レンズと、該防振レンズよりも像側に配置された開口絞りと、を含み構成し、

前記第 2 レンズ群を光軸に沿って移動させてフォーカシングを行うことを特徴とするインナーフォーカス式レンズ。

## 【請求項 2】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のインナーフォーカス式レンズ。

$$(1) \quad 65.76 < |f / ((1 - v_r) \times r)| < 114.59$$

ただし、 $f$  は光学系全系の焦点距離、 $v_r$  は前記防振レンズの結像倍率、 $r$  は前記防振レンズを含むレンズ群より像側に配置されているレンズ群の合成結像倍率を示す。

## 【請求項 3】

以下に示す条件式を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のインナーフォーカス式レンズ。

$$(2) \quad 0.88 < |f v_r| / f < 1.55$$

ただし、 $f v_r$  は前記防振レンズの焦点距離、 $f$  は光学系全系の焦点距離を示す。

## 【請求項 4】

以下に示す条件式を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載のインナーフォーカス式レンズ。

$$(3) \quad 0.48 < |f_3| / f < 0.86$$

ただし、 $f_3$  は前記第 3 レンズ群の焦点距離、 $f$  は光学系全系の焦点距離を示す。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、写真用カメラ、ビデオカメラなどに好適な、防振機能を備えたインナーフォーカス式レンズに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

写真用カメラやビデオカメラなどに用いることが可能な、手ぶれなどの振動による像ぶれを補正するための防振機能を備えたインナーフォーカス式レンズが数多く提案されている（たとえば、特許文献 1, 2 を参照。）。

## 【0003】

特許文献 1 に記載のインナーフォーカス式レンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群、負の屈折力を有する第 2 レンズ群、正の屈折力を有する第 3 レンズ群を配置し、第 2 レンズ群を移動させることによってフォーカシングを行い、第 3 レンズ群を光軸に対して略垂直方向へ移動させることによって像ぶれ補正を行うものである。

## 【0004】

特許文献 2 に記載のインナーフォーカス式レンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群、負の屈折力を有する第 2 レンズ群、正の屈折力を有する第 3 レンズ群を配置し、第 2 レンズ群を移動させることによってフォーカシングを行い、第 3 レンズ群に含まれるレンズの一部を光軸に対して略垂直方向へ移動させることによって像ぶれ補正を行うものである。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献 1】特許第 3 5 4 1 2 8 3 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献2】特許第4272725号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来の防振機能を備えた光学系は、像ぶれ補正をつかさどるレンズ群（防振群）は複数のレンズで構成されていることが多い。特許文献1, 2に開示されているインナーフォーカス式レンズにおいても、いずれも防振群が複数のレンズで構成されているため重い。このため、防振群を駆動するためのアクチュエータも大型のものが必要となるため、当該レンズを保持する鏡筒も大型化が避けられない。また、いずれの光学系の像ぶれ補正係数も小さくなっているために、像ぶれ補正のための防振群の移動量が大きくなる。したがって、光学系の径方向の大きなスペースが必要になり、この点においても光学系を保持する鏡筒が大型化することが問題になる。

10

【0007】

この発明は、上述した従来技術による問題点を解消するため、軽量で像ぶれ補正のための移動量が少ない防振レンズを備えた、小型で高い結像性能を有するインナーフォーカス方式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】

【0008】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、この発明にかかるインナーフォーカス式レンズは、物体側から順に配置された、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、を備え、前記第1レンズ群を、光軸に対して略垂直方向へ移動させることによって光学系の振動時に生じる像ぶれの補正を行うための負レンズからなる防振レンズと、該防振レンズよりも像側に配置された開口絞りと、を含み構成し、前記第2レンズ群を光軸に沿って移動させてフォーカシングを行うことを特徴とする。

20

【0009】

この発明によれば、軽量で像ぶれ補正のための移動量が少ない防振レンズを備えた、小型のインナーフォーカス方式レンズを提供することができる。

【0010】

さらに、この発明にかかるインナーフォーカス式レンズは、前記発明において、以下の条件式を満足することを特徴とする。

30

$$(1) \quad 65.76 < |f / ((1 - v_r) \times r)| < 114.59$$

ただし、 $f$  は光学系全系の焦点距離、 $v_r$  は前記防振レンズの結像倍率、 $r$  は前記防振レンズを含むレンズ群より像側に配置されているレンズ群の合成結像倍率を示す。

【0011】

この発明によれば、より小型の防振機能付きインナーフォーカス式レンズを実現することができる。

【0012】

さらに、この発明にかかるインナーフォーカス式レンズは、前記発明において、以下に示す条件式を満足することを特徴とする。

40

$$(2) \quad 0.88 < |f v_r| / f < 1.55$$

ただし、 $f v_r$  は前記防振レンズの焦点距離、 $f$  は光学系全系の焦点距離を示す。

【0013】

この発明によれば、光学系の小型化を阻害せずに、結像性能を向上させることができる。

【0014】

さらに、この発明にかかるインナーフォーカス式レンズは、前記発明において、以下に示す条件式を満足することを特徴とする。

$$(3) \quad 0.48 < |f_3| / f < 0.86$$

ただし、 $f_3$  は前記第3レンズ群の焦点距離、 $f$  は光学系全系の焦点距離を示す。

50

## 【 0 0 1 5 】

この発明によれば、光学系全長の短縮化を達成しつつ、結像性能の向上を図ることができる。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 6 】

この発明によれば、軽量で像ぶれ補正のための移動量が少ない防振レンズを備えた、小型で高い結像性能を有するインナーフォーカス方式レンズを提供することができるという効果を奏する。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 7 】

【 図 1 】 実施例 1 にかかるインナーフォーカス式レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。

【 図 2 】 実施例 1 にかかるインナーフォーカス式レンズの無限遠物体合焦状態における縦収差図である。

【 図 3 】 実施例 1 にかかるインナーフォーカス式レンズの撮影倍率 0 . 0 2 5 倍合焦状態における縦収差図である。

【 図 4 】 実施例 1 にかかるインナーフォーカス式レンズの最至近距離物体合焦状態における縦収差図である。

【 図 5 】 実施例 1 にかかるインナーフォーカス式レンズの無限遠物体合焦状態における横収差図である。

【 図 6 】 実施例 1 にかかるインナーフォーカス式レンズの撮影倍率 0 . 0 2 5 倍合焦状態における横収差図である。

【 図 7 】 実施例 1 にかかるインナーフォーカス式レンズの最至近距離物体合焦状態における横収差図である。

【 図 8 】 実施例 2 にかかるインナーフォーカス式レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。

【 図 9 】 実施例 2 にかかるインナーフォーカス式レンズの無限遠物体合焦状態における縦収差図である。

【 図 1 0 】 実施例 2 にかかるインナーフォーカス式レンズの撮影倍率 0 . 0 2 5 倍合焦状態における縦収差図である。

【 図 1 1 】 実施例 2 にかかるインナーフォーカス式レンズの最至近距離物体合焦状態における縦収差図である。

【 図 1 2 】 実施例 2 にかかるインナーフォーカス式レンズの無限遠物体合焦状態における横収差図である。

【 図 1 3 】 実施例 2 にかかるインナーフォーカス式レンズの撮影倍率 0 . 0 2 5 倍合焦状態における横収差図である。

【 図 1 4 】 実施例 2 にかかるインナーフォーカス式レンズの最至近距離物体合焦状態における横収差図である。

【 図 1 5 】 実施例 3 にかかるインナーフォーカス式レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。

【 図 1 6 】 実施例 3 にかかるインナーフォーカス式レンズの無限遠物体合焦状態における縦収差図である。

【 図 1 7 】 実施例 3 にかかるインナーフォーカス式レンズの撮影倍率 0 . 0 2 5 倍合焦状態における縦収差図である。

【 図 1 8 】 実施例 3 にかかるインナーフォーカス式レンズの最至近距離物体合焦状態における縦収差図である。

【 図 1 9 】 実施例 3 にかかるインナーフォーカス式レンズの無限遠物体合焦状態における横収差図である。

【 図 2 0 】 実施例 3 にかかるインナーフォーカス式レンズの撮影倍率 0 . 0 2 5 倍合焦状態における横収差図である。

10

20

30

40

50

【図 2 1】実施例 3 にかかるインナーフォーカス式レンズの最至近距離物体合焦状態における横収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、この発明にかかるインナーフォーカス式レンズの好適な実施の形態を詳細に説明する。

【0019】

この発明にかかるインナーフォーカス式レンズは、物体側から順に配置された、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、を含み構成される。

10

【0020】

まず、第 1 レンズ群はゾナータイプの構成をとっている。ゾナータイプの場合、レトロフォーカスタイプよりも光学系全長を短くすることが可能である。また、開口絞りに対する光学系の対称性もレトロフォーカスタイプに比べて保たれているため、良好な収差補正が可能である。特に、第 1 レンズ群内で良好な収差補正が可能になるため、後続する第 2 レンズ群や第 3 レンズ群の構成を簡素化できるというメリットもある。ゾナータイプの光学系では、バックフォーカスが短くなる傾向があるが、第 2 レンズ群や第 3 レンズ群を構成するレンズの屈折力配置を適切に選択することで、バックフォーカスを適切な長さにすることは可能である。

【0021】

20

さらに、前記第 1 レンズ群は、1 枚の負レンズからなる防振レンズと、この防振レンズよりも像側に配置された開口絞りと、を含み構成されている。この防振レンズは、光軸に対して略垂直方向へ移動（偏芯）することによって手ぶれなどによる光学系の振動時に生じる像ぶれの補正を行うものである。この発明では、防振レンズを第 1 レンズ群内に配置することにより、防振レンズ自体の結像倍率を大きくすることができるため、防振補正時における防振レンズの移動量を小さくすることができる。これにより、光学系全系の径方向の小型化が可能となる。また、防振レンズを負レンズ 1 枚で構成したことにより、移動するレンズの重量を軽くすることができる。このため、防振レンズの駆動をつかさどるアクチュエータも小さいものを採用することが可能となり、光学系の径方向の肥大化を抑制することができる。さらに、開口絞りを防振レンズよりも像側に配置することにより、後

30

【0022】

ところで、防振レンズを第 2 レンズ群内に、フォーカスレンズを第 1 レンズ群内に配置した場合、フォーカスレンズより像側に配置されるレンズの結像倍率が小さくなり、物体距離の変化によるピント調整のためのフォーカスレンズの移動量が増加し、光学系全長が増大するという不都合がある。また、この場合、光線が高い位置を通る場所にフォーカスレンズを配置しなければならない。このため、フォーカスレンズの大型化、重量化が避けられないという不都合もある。フォーカスレンズが大型化、重量化するとそれを駆動させるためのアクチュエータも大型のものが必要になり、当該光学系を保持する鏡筒の大型化が避けられない。なお、第 3 レンズ群に含まれるレンズでフォーカシングを行うようにした

40

【0023】

そこで、かかる不都合を回避するため、この発明では第 2 レンズ群を光軸に沿って移動させることでフォーカシングを行うようにした。このため、第 2 レンズ群より像側に配置されるレンズの結像倍率が大きくなり、物体距離変化によるピント調整のための第 2 レンズ群のフォーカス移動量を小さくすることが可能になる。なお、フォーカスレンズの軽量化を図るため、第 2 レンズ群は 1 枚の負レンズで構成されることが好ましい。また、第 2 レンズ群でフォーカシングを行う場合、光学系全系の中で光線が高い位置を通る場所に防振レンズを配置することになるため、防振レンズの口径は大きくなる傾向にある。しかし、防振レンズの屈折力を小さくすることでその曲率も小さくすることが可能になり、口径

50

が大きくなることによる防振レンズの重量化を極力抑えることができるため、問題はない。この発明では、防振レンズの屈折力を極力抑えている。

【0024】

さらに、この発明では、より小型で高い結像性能を有するインナーフォーカス方式レンズを実現するため、上記特徴に加え、以下に示すような各種条件を設定している。

【0025】

この発明にかかるインナーフォーカス式レンズでは、光学系全系の焦点距離を  $f$ 、防振レンズの結像倍率を  $v_r$ 、防振レンズを含むレンズ群より像側に配置されているレンズ群の合成結像倍率を  $r$  とするとき、次の条件式を満足することが好ましい。

$$(1) \quad 65.76 < |f / ((1 - v_r) \times r)| < 114.59 \quad 10$$

【0026】

条件式(1)は、より小型の防振機能付きインナーフォーカス式レンズを実現するための条件を示すものである。条件式(1)においてその下限を下回ると、防振レンズを含むレンズ群より像側に配置されているレンズ群の合成結像倍率が大きくなるため、光学系のバックフォーカスが長くなり、光学系全長が増大する。一方、条件式(1)においてその上限を超えると、防振補正時の防振レンズの移動量が増加し、光学系の径が大きくなる。

【0027】

なお、上記条件式(1)は、次に示す範囲を満足すると、より好ましい効果が期待できる。

$$(1)' \quad 73.99 < |f / ((1 - v_r) \times r)| < 105.04 \quad 20$$

この条件式(1)'で規定する範囲を満足することにより、より小型の光学系を実現することができる。

【0028】

さらに、上記条件式(1)'は、次に示す範囲を満足すると、さらなる好ましい効果が期待できる。

$$(1)'' \quad 82.20 < |f / ((1 - v_r) \times r)| < 96.00$$

この条件式(1)''で規定する範囲を満足することにより、より一層小型の光学系を実現することができる。

【0029】

さらに、この発明にかかるインナーフォーカス式レンズでは、防振レンズの焦点距離を  $f v_r$ 、光学系全系の焦点距離を  $f$  とするとき、次の条件式を満足することが好ましい。

$$(2) \quad 0.88 < |f v_r| / f < 1.55 \quad 30$$

【0030】

条件式(2)は、光学系の小型化を阻害せずに、結像性能を向上させるための条件を示すものである。条件式(2)においてその下限を下回ると、防振レンズの屈折力が大きくなりすぎて、防振補正時の収差変動が大きくなる。一方、条件式(2)においてその上限を超えると、防振レンズの屈折力が小さくなりすぎて、非防振補正時に球面収差がオーバー側に過剰となり、また像面湾曲がアンダー側に過剰となって、それらの補正が困難になるため、好ましくない。

【0031】

なお、上記条件式(2)は、次に示す範囲を満足すると、より好ましい効果が期待できる。

$$(2)' \quad 0.99 < |f v_r| / f < 1.42 \quad 40$$

この条件式(2)'で規定する範囲を満足することにより、光学系の結像性能をより向上させることができる。

【0032】

さらに、上記条件式(2)'は、次に示す範囲を満足すると、さらなる好ましい効果が期待できる。

$$(2)'' \quad 1.10 < |f v_r| / f < 1.30 \quad 50$$

この条件式(2)''で規定する範囲を満足することにより、光学系の結像性能をより

一層向上させることができる。

【0033】

さらに、この発明にかかるインナーフォーカス式レンズでは、第3レンズ群の焦点距離を  $f_3$ 、光学系全系の焦点距離を  $f$  とするとき、次の条件式を満足することが好ましい。

$$(3) \quad 0.48 < |f_3| / f < 0.86$$

【0034】

条件式(3)は、光学系全長の短縮化を達成しつつ、結像性能の向上を図るための条件を示すものである。条件式(3)においてその下限を下回ると、第3レンズ群の屈折力が大きくなり、球面収差および像面湾曲の補正が困難になる。一方、条件式(3)においてその上限を超えると、光学系のバックフォーカスが長くなり、光学系全長の短縮が困難になる。

10

【0035】

なお、上記条件式(3)は、次に示す範囲を満足すると、より好ましい効果が期待できる。

$$(3)' \quad 0.54 < |f_3| / f < 0.78$$

この条件式(3)'で規定する範囲を満足することにより、光学系全長の短縮化を達成しつつ、結像性能をより向上させることができる。

【0036】

さらに、上記条件式(3)'は、次に示す範囲を満足すると、さらなる好ましい効果が期待できる。

20

$$(3)'' \quad 0.59 < |f_3| / f < 0.72$$

この条件式(3)''で規定する範囲を満足することにより、光学系全長のさらなる短縮化を達成しつつ、結像性能をより一層向上させることができる。

【0037】

以上説明したように、この発明にかかるインナーフォーカス式レンズは、手ぶれなどによる光学系の振動時に生じる像ぶれの補正を行う防振レンズの軽量化と、防振補正時の防振レンズの移動量の抑制を図ることができる。また、開口絞りを第1レンズ群内の適切な位置に配置することにより、光学系の後玉径を小さくすることもできる。さらに、上記条件式を満足することで、より小型で高い結像性能を有するインナーフォーカス方式レンズを実現することができる。

30

【0038】

以下、この発明にかかるインナーフォーカス式レンズの実施例を図面に基づき詳細に説明する。なお、以下の実施例によりこの発明が限定されるものではない。

【実施例1】

【0039】

図1は、実施例1にかかるインナーフォーカス式レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。このインナーフォーカス式レンズは、図示しない物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群  $G_{11}$  と、負の屈折力を有する第2レンズ群  $G_{12}$  と、正の屈折力を有する第3レンズ群  $G_{13}$  と、が配置されて構成される。また、第3レンズ群  $G_{13}$  と結像面  $IMG$  との間には、カバーガラス  $CG$  が配置されている。カバーガラス  $CG$  は必要に応じて配置されるものであり、不要な場合は省略可能である。なお、結像面  $IMG$  には、 $CCD$  や  $CMOS$  などの撮像素子の受光面が配置される。

40

【0040】

第1レンズ群  $G_{11}$  は、物体側から順に、正レンズ  $L_{111}$  と、正レンズ  $L_{112}$  と、負レンズ  $L_{113}$  と、負レンズ  $L_{114}$  と、所定の口径を規定する開口絞り  $STP$  と、負レンズ  $L_{115}$  と、正レンズ  $L_{116}$  と、が配置されて構成される。負レンズ  $L_{115}$  と正レンズ  $L_{116}$  とは、接合されている。負レンズ  $L_{114}$  には防振レンズとしての機能をもたせている。すなわち、負レンズ  $L_{114}$  を光軸に対して略垂直な方向に移動(偏芯)させることによって、手ぶれなどによる光学系の振動時に生じる像ぶれの補正を行う。特に、負レンズ  $L_{114}$  の屈折力を小さくすることでその曲率も小さくなり、負レンズ  $L_{114}$  を薄く軽量にすることができ

50

る。また、防振レンズである負レンズ  $L_{114}$  よりも結像面 I M G 側に開口絞り S T P が配置されていることにより、後続するレンズの口径を小さくすることができる。第 1 レンズ群  $G_{11}$  のレンズ構成は、開口絞り S T P に対し略対称性が保たれている。

【 0 0 4 1 】

第 2 レンズ群  $G_{12}$  は、負レンズ  $L_{121}$  により構成されている。第 2 レンズ群  $G_{12}$  は、光軸に沿って物体側から結像面 I M G 側へ移動することにより、無限遠物体合焦状態から最近距離物体合焦状態までのフォーカシングを行う。

【 0 0 4 2 】

第 3 レンズ群  $G_{13}$  は、物体側から順に、正レンズ  $L_{131}$  と、負レンズ  $L_{132}$  と、が配置されて構成される。

10

【 0 0 4 3 】

以下、実施例 1 にかかるインナーフォーカス式レンズに関する各種数値データを示す。

【 0 0 4 4 】

( レンズデータ )

$r_1 = 56.3969$   
 $d_1 = 6.2609$        $n d_1 = 1.83481$        $d_1 = 42.72$   
 $r_2 = -227.646$   
 $d_2 = 0.4$   
 $r_3 = 22.2275$   
 $d_3 = 4.5373$        $n d_2 = 1.83481$        $d_2 = 42.72$   
 $r_4 = 61.9644$   
 $d_4 = 0.8239$   
 $r_5 = 213.9013$   
 $d_5 = 0.9$        $n d_3 = 1.72825$        $d_3 = 28.32$   
 $r_6 = 15.7669$   
 $d_6 = 6.2945$   
 $r_7 = -108.362$   
 $d_7 = 0.8$        $n d_4 = 1.72825$        $d_4 = 28.32$   
 $r_8 = 84.2155$   
 $d_8 = 4.4348$   
 $r_9 =$  ( 開口絞り )  
 $d_9 = 1.5$   
 $r_{10} = 32.8654$   
 $d_{10} = 0.8$        $n d_5 = 1.84666$        $d_5 = 23.78$   
 $r_{11} = 18.5472$   
 $d_{11} = 4.5781$        $n d_6 = 1.91082$        $d_6 = 35.25$   
 $r_{12} = -110.767$   
 $d_{12} = D(12)$  ( 可変 )  
 $r_{13} = -228.318$   
 $d_{13} = 0.7$        $n d_7 = 1.603$        $d_7 = 65.44$   
 $r_{14} = 18.6759$   
 $d_{14} = D(14)$  ( 可変 )  
 $r_{15} = 39.4179$   
 $d_{15} = 7$        $n d_8 = 1.72916$        $d_8 = 54.67$   
 $r_{16} = -29.8753$   
 $d_{16} = 4.6748$   
 $r_{17} = -25.5175$   
 $d_{17} = 1.8$        $n d_9 = 1.80809$        $d_9 = 22.76$   
 $r_{18} = -61.8081$   
 $d_{18} = 5$

20

30

40

50

$$r_{19} =$$

$$d_{19} = 2 \quad n_{d_{10}} = 1.5168 \quad d_{10} = 64.2$$

$$r_{20} =$$

$$d_{20} = 9.8561$$

$$r_{21} = \text{ (結像面)}$$

【0045】

(各合焦状態の数値データ)

	無限遠	0.025倍	最至近距離 (0.141倍)
D(12)	1.804	2.598	6.351
D(14)	10.836	10.042	6.289
像高 (Y)	14.20	14.20	14.20

10

【0046】

$$f \text{ (光学系全系の焦点距離)} = 51.50$$

$$Fno = 1.84$$

$$\text{(半画角)} = 15.42$$

$$v_r \text{ (負レンズ } L_{114} \text{ (防振レンズ) の結像倍率)} = 41.20$$

$$r \text{ (第2レンズ群 } G_{12} \text{ と第3レンズ群 } G_{13} \text{ との合成結像倍率)} = 0.01$$

$$f_{vr} \text{ (負レンズ } L_{114} \text{ (防振レンズ) の焦点距離)} = -64.96$$

$$f_3 \text{ (第3レンズ群 } G_{13} \text{ の焦点距離)} = 36.75$$

【0047】

20

(条件式(1)に関する数値)

$$|f / ((1 - v_r) \times r)| = 95.49$$

【0048】

(条件式(2)に関する数値)

$$|f_{vr}| / f = 1.26$$

【0049】

(条件式(3)に関する数値)

$$|f_3| / f = 0.71$$

【0050】

図2は、実施例1にかかるインナーフォーカス式レンズの無限遠物体合焦状態における縦収差図である。図3は、実施例1にかかるインナーフォーカス式レンズの撮影倍率0.025倍合焦状態における縦収差図である。図4は、実施例1にかかるインナーフォーカス式レンズの最至近距離物体合焦状態における縦収差図である。図中、gはg線(=435.83nm)、dはd線(=587.56nm)、CはC線(=656.28nm)に相当する波長の収差を表す。そして、非点収差図におけるS、Mは、それぞれサジタル像面、メリディオナル像面に対する収差を表す。

30

【0051】

また、図5は、実施例1にかかるインナーフォーカス式レンズの無限遠物体合焦状態における横収差図である。図6は、実施例1にかかるインナーフォーカス式レンズの撮影倍率0.025倍合焦状態における横収差図である。図7は、実施例1にかかるインナーフォーカス式レンズの最至近距離物体合焦状態における横収差図である。これらの図において、(a)は非防振補正時における実像高(Y')0.0mmから14.2mmの横収差曲線、(b)は防振補正時において負レンズL<sub>114</sub>(防振レンズ)を光軸に対して垂直上方向へ0.50mm移動させ、結像位置を画角0.3度相当移動させた場合の実像高(Y')0.0mmから14.2mmの横収差曲線、(c)は防振補正時において負レンズL<sub>114</sub>(防振レンズ)を光軸に対して垂直下方向へ-0.50mm移動させ、結像位置を画角-0.3度相当移動させた場合の実像高(Y')0.0mmから-14.2mmの横収差曲線を示している。なお、gはg線(=435.83nm)、dはd線(=587.56nm)、CはC線(=656.28nm)に相当する波長の収差を表す。

40

【実施例2】

50

## 【 0 0 5 2 】

図 8 は、実施例 2 にかかるインナーフォーカス式レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。このインナーフォーカス式レンズは、図示しない物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群  $G_{21}$  と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群  $G_{22}$  と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群  $G_{23}$  と、が配置されて構成される。また、第 3 レンズ群  $G_{23}$  と結像面 I M G との間には、カバーガラス C G が配置されている。カバーガラス C G は必要に応じて配置されるものであり、不要な場合は省略可能である。なお、結像面 I M G には、C C D や C M O S などの撮像素子の受光面が配置される。

## 【 0 0 5 3 】

第 1 レンズ群  $G_{21}$  は、物体側から順に、正レンズ  $L_{211}$  と、正レンズ  $L_{212}$  と、負レンズ  $L_{213}$  と、負レンズ  $L_{214}$  と、所定の口径を規定する開口絞り S T P と、負レンズ  $L_{215}$  と、正レンズ  $L_{216}$  と、が配置されて構成される。負レンズ  $L_{215}$  と正レンズ  $L_{216}$  とは、接合されている。負レンズ  $L_{214}$  には防振レンズとしての機能をもたせている。すなわち、負レンズ  $L_{214}$  を光軸に対して略垂直な方向に移動（偏芯）させることによって、手ぶれなどによる光学系の振動時に生じる像ぶれの補正を行う。特に、負レンズ  $L_{214}$  の屈折力を小さくすることでその曲率も小さくなり、負レンズ  $L_{214}$  を薄く軽量にすることができる。また、防振レンズである負レンズ  $L_{214}$  よりも結像面 I M G 側に開口絞り S T P が配置されていることにより、後続するレンズの口径を小さくすることができる。第 1 レンズ群  $G_{21}$  のレンズ構成は、開口絞り S T P に対し略対称性が保たれている。

## 【 0 0 5 4 】

第 2 レンズ群  $G_{22}$  は、負レンズ  $L_{221}$  により構成されている。第 2 レンズ群  $G_{22}$  は、光軸に沿って物体側から結像面 I M G 側へ移動することにより、無限遠物体合焦状態から最近距離物体合焦状態までのフォーカシングを行う。

## 【 0 0 5 5 】

第 3 レンズ群  $G_{23}$  は、物体側から順に、正レンズ  $L_{231}$  と、負レンズ  $L_{232}$  と、が配置されて構成される。

## 【 0 0 5 6 】

以下、実施例 2 にかかるインナーフォーカス式レンズに関する各種数値データを示す。

## 【 0 0 5 7 】

( レンズデータ )

$$r_1 = 44.8799$$

$$d_1 = 4.8446 \quad n d_1 = 1.83481 \quad d_1 = 42.72$$

$$r_2 = -275.016$$

$$d_2 = 0.4$$

$$r_3 = 23.3824$$

$$d_3 = 3.6557 \quad n d_2 = 1.91082 \quad d_2 = 35.25$$

$$r_4 = 55.6626$$

$$d_4 = 1.0221$$

$$r_5 = 263.1267$$

$$d_5 = 0.9 \quad n d_3 = 1.72825 \quad d_3 = 28.32$$

$$r_6 = 15.5392$$

$$d_6 = 6.1331$$

$$r_7 = -140.202$$

$$d_7 = 0.8 \quad n d_4 = 1.8061 \quad d_4 = 33.27$$

$$r_8 = 67.9694$$

$$d_8 = 4.575$$

$$r_9 = \text{ ( 開口絞り ) }$$

$$d_9 = 1.5$$

$$r_{10} = 30.4655$$

$$d_{10} = 0.7 \quad n d_5 = 1.84666 \quad d_5 = 23.78$$

10

20

30

40

50

$r_{11} = 18.0217$   
 $d_{11} = 4.7707$        $n d_6 = 1.83481$        $d_6 = 42.72$   
 $r_{12} = -80.3201$   
 $d_{12} = D(12)$  (可変)  
 $r_{13} = -142.554$   
 $d_{13} = 0.7$        $n d_7 = 1.62041$        $d_7 = 60.34$   
 $r_{14} = 20.3958$   
 $d_{14} = D(14)$  (可変)  
 $r_{15} = 46.8341$   
 $d_{15} = 6.215$        $n d_8 = 1.72916$        $d_8 = 54.67$   
 $r_{16} = -33.8583$   
 $d_{16} = 7.8104$   
 $r_{17} = -25.3869$   
 $d_{17} = 2$        $n d_9 = 1.80518$        $d_9 = 25.46$   
 $r_{18} = -38.0301$   
 $d_{18} = 5$   
 $r_{19} =$   
 $d_{19} = 2$        $n d_{10} = 1.5168$        $d_{10} = 64.2$   
 $r_{20} =$   
 $d_{20} = 9.15$   
 $r_{21} =$  (結像面)

10

20

【0058】

(各合焦状態の数値データ)

	無限遠	0.025倍	最至近距離(0.142倍)
D(12)	1.796	2.630	6.599
D(14)	11.829	10.994	7.027
像高(Y)	14.20	14.20	14.20

【0059】

 $f$  (光学系全系の焦点距離) = 51.30 $F n o = 1.85$ 

30

(半画角) = 15.43

 $v r$  (負レンズ  $L_{214}$  (防振レンズ) の結像倍率) = -10.46 $r$  (第2レンズ群  $G_{22}$  と第3レンズ群  $G_{23}$  との合成結像倍率) = -0.05 $f v r$  (負レンズ  $L_{214}$  (防振レンズ) の焦点距離) = -56.69 $f_3$  (第3レンズ群  $G_{23}$  の焦点距離) = 35.02

【0060】

(条件式(1)に関する数値)

 $| f / ( ( 1 - v r ) \times r ) | = 82.21$ 

【0061】

(条件式(2)に関する数値)

40

 $| f v r | / f = 1.11$ 

【0062】

(条件式(3)に関する数値)

 $| f_3 | / f = 0.68$ 

【0063】

図9は、実施例2にかかるインナーフォーカス式レンズの無限遠物体合焦状態における縦収差図である。図10は、実施例2にかかるインナーフォーカス式レンズの撮影倍率0.025倍合焦状態における縦収差図である。図11は、実施例2にかかるインナーフォーカス式レンズの最至近距離物体合焦状態における縦収差図である。図中、 $g$  は  $g$  線 (  $= 435.83 \text{ nm}$  )、 $d$  は  $d$  線 (  $= 587.56 \text{ nm}$  )、 $C$  は  $C$  線 (  $= 656.2$

50

8 nm) に相当する波長の収差を表す。そして、非点収差図における S, M は、それぞれサジタル像面、メリディオナル像面に対する収差を表す。

【0064】

また、図12は、実施例2にかかるインナーフォーカス式レンズの無限遠物体合焦状態における横収差図である。図13は、実施例2にかかるインナーフォーカス式レンズの撮影倍率0.025倍合焦状態における横収差図である。図14は、実施例2にかかるインナーフォーカス式レンズの最至近距離物体合焦状態における横収差図である。これらの図において、(a)は非防振補正時における実像高(Y')0.0mmから14.2mmの横収差曲線、(b)は防振補正時において負レンズL<sub>214</sub>(防振レンズ)を光軸に対して垂直上方向へ0.43mm移動させ、結像位置を画角0.3度相当移動させた場合の実像高(Y')0.0mmから14.2mmの横収差曲線、(c)は防振補正時において負レンズL<sub>214</sub>(防振レンズ)を光軸に対して垂直下方向へ-0.43mm移動させ、結像位置を画角-0.3度相当移動させた場合の実像高(Y')0.0mmから-14.2mmの横収差曲線を示している。なお、gはg線(λ=435.83nm)、dはd線(λ=587.56nm)、CはC線(λ=656.28nm)に相当する波長の収差を表す。

10

【実施例3】

【0065】

図15は、実施例3にかかるインナーフォーカス式レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。このインナーフォーカス式レンズは、図示しない物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G<sub>31</sub>と、負の屈折力を有する第2レンズ群G<sub>32</sub>と、正の屈折力を有する第3レンズ群G<sub>33</sub>と、が配置されて構成される。また、第3レンズ群G<sub>33</sub>と結像面IMGとの間には、カバーガラスCGが配置されている。カバーガラスCGは必要に応じて配置されるものであり、不要な場合は省略可能である。なお、結像面IMGには、CCDやCMOSなどの撮像素子の受光面が配置される。

20

【0066】

第1レンズ群G<sub>31</sub>は、物体側から順に、正レンズL<sub>311</sub>と、正レンズL<sub>312</sub>と、負レンズL<sub>313</sub>と、負レンズL<sub>314</sub>と、所定の口径を規定する開口絞りSTPと、負レンズL<sub>315</sub>と、正レンズL<sub>316</sub>と、が配置されて構成される。負レンズL<sub>315</sub>と正レンズL<sub>316</sub>とは、接合されている。負レンズL<sub>314</sub>には防振レンズとしての機能をもたせている。すなわち、負レンズL<sub>314</sub>を光軸に対して略垂直な方向に移動(偏芯)させることによって、手ぶれなどによる光学系の振動時に生じる像ぶれの補正を行う。特に、負レンズL<sub>314</sub>の屈折力を小さくすることでその曲率も小さくなり、負レンズL<sub>314</sub>を薄く軽量にすることができる。また、防振レンズである負レンズL<sub>314</sub>よりも結像面IMG側に開口絞りSTPが配置されていることにより、後続するレンズの口径を小さくすることができる。第1レンズ群G<sub>31</sub>のレンズ構成は、開口絞りSTPに対し略対称性が保たれている。

30

【0067】

第2レンズ群G<sub>32</sub>は、負レンズL<sub>321</sub>により構成されている。第2レンズ群G<sub>32</sub>は、光軸に沿って物体側から結像面IMG側へ移動することにより、無限遠物体合焦状態から最至近距離物体合焦状態までのフォーカシングを行う。

【0068】

第3レンズ群G<sub>33</sub>は、物体側から順に、正レンズL<sub>331</sub>と、負レンズL<sub>332</sub>と、が配置されて構成される。

40

【0069】

以下、実施例3にかかるインナーフォーカス式レンズに関する各種数値データを示す。

【0070】

(レンズデータ)

$$r_1 = 51.1089$$

$$d_1 = 4.4589 \quad n d_1 = 1.83481 \quad d_1 = 42.72$$

$$r_2 = 860.7509$$

$$d_2 = 0.4$$

50

$r_3 = 20.422$				
$d_3 = 4.864$	$n d_2 = 1.83481$		$d_2 = 42.72$	
$r_4 = 55.2644$				
$d_4 = 0.3361$				
$r_5 = 66.8698$				
$d_5 = 0.9$	$n d_3 = 1.72825$		$d_3 = 28.32$	
$r_6 = 14.8274$				
$d_6 = 6.8027$				
$r_7 = -970.474$				
$d_7 = 0.8$	$n d_4 = 1.72825$		$d_4 = 28.32$	10
$r_8 = 49.3221$				
$d_8 = 4.5853$				
$r_9 =$ (開口絞り)				
$d_9 = 1.5$				
$r_{10} = 28.105$				
$d_{10} = 0.8$	$n d_5 = 1.84666$		$d_5 = 23.78$	
$r_{11} = 17.0221$				
$d_{11} = 3.9726$	$n d_6 = 1.91082$		$d_6 = 35.25$	
$r_{12} = 454.2894$				
$d_{12} = D(12)$ (可変)				20
$r_{13} = -79.8991$				
$d_{13} = 0.7$	$n d_7 = 1.603$		$d_7 = 65.44$	
$r_{14} = 19.9883$				
$d_{14} = D(14)$ (可変)				
$r_{15} = 43.4828$				
$d_{15} = 7$	$n d_8 = 1.72916$		$d_8 = 54.67$	
$r_{16} = -25.6466$				
$d_{16} = 2.5$				
$r_{17} = -21.9075$				
$d_{17} = 0.958$	$n d_9 = 1.80809$		$d_9 = 22.76$	30
$r_{18} = -35.5597$				
$d_{18} = 5$				
$r_{19} =$				
$d_{19} = 2$	$n d_{10} = 1.5168$		$d_{10} = 64.2$	
$r_{20} =$				
$d_{20} = 13.6221$				
$r_{21} =$ (結像面)				
<b>【 0 0 7 1 】</b>				
(各合焦状態の数値データ)				
	無限遠	0.025倍	最至近距離 (0.142倍)	40
D(12)	2.418	3.258	7.488	
D(14)	11.384	10.545	6.315	
像高 ( Y )	14.20	14.20	14.20	
<b>【 0 0 7 2 】</b>				
$f$ (光学系全系の焦点距離) = 53.00				
$F n o = 1.87$				
(半画角) = 15.12				
$v r$ (負レンズ $L_{314}$ (防振レンズ) の結像倍率) = 5.05				
$r$ (第2レンズ群 $G_{32}$ と第3レンズ群 $G_{33}$ との合成結像倍率) = 0.14				
$f v r$ (負レンズ $L_{314}$ (防振レンズ) の焦点距離) = -64.43				50

$f_3$  (第3レンズ群  $G_{33}$  の焦点距離) = 31.80

【0073】

(条件式(1)に関する数値)

$$|f / ((1 - v_r) \times r)| = 95.49$$

【0074】

(条件式(2)に関する数値)

$$|f v_r| / f = 1.22$$

【0075】

(条件式(3)に関する数値)

$$|f_3| / f = 0.60$$

【0076】

図16は、実施例3にかかるインナーフォーカス式レンズの無限遠物体合焦状態における縦収差図である。図17は、実施例3にかかるインナーフォーカス式レンズの撮影倍率0.025倍合焦状態における縦収差図である。図18は、実施例3にかかるインナーフォーカス式レンズの最至近距離物体合焦状態における縦収差図である。図中、 $g$ は $g$ 線( $\lambda = 435.83 \text{ nm}$ )、 $d$ は $d$ 線( $\lambda = 587.56 \text{ nm}$ )、 $C$ は $C$ 線( $\lambda = 656.28 \text{ nm}$ )に相当する波長の収差を表す。そして、非点収差図における $S$ 、 $M$ は、それぞれサジタル像面、メリディオナル像面に対する収差を表す。

10

【0077】

また、図19は、実施例3にかかるインナーフォーカス式レンズの無限遠物体合焦状態における横収差図である。図20は、実施例3にかかるインナーフォーカス式レンズの撮影倍率0.025倍合焦状態における横収差図である。図21は、実施例3にかかるインナーフォーカス式レンズの最至近距離物体合焦状態における横収差図である。これらの図において、(a)は非防振補正時における実像高( $Y'$ )0.0mmから14.2mmの横収差曲線、(b)は防振補正時において負レンズ $L_{314}$ (防振レンズ)を光軸に対して垂直上方向へ0.50mm移動させ、結像位置を画角0.3度相当移動させた場合の実像高( $Y'$ )0.0mmから14.2mmの横収差曲線、(c)は防振補正時において負レンズ $L_{314}$ (防振レンズ)を光軸に対して垂直下方向へ-0.50mm移動させ、結像位置を画角-0.3度相当移動させた場合の実像高( $Y'$ )0.0mmから-14.2mmの横収差曲線を示している。なお、 $g$ は $g$ 線( $\lambda = 435.83 \text{ nm}$ )、 $d$ は $d$ 線( $\lambda = 587.56 \text{ nm}$ )、 $C$ は $C$ 線( $\lambda = 656.28 \text{ nm}$ )に相当する波長の収差を表す。

20

【0078】

なお、上記各実施例中の数値データにおいて、 $r_1, r_2, \dots$ は各レンズ、絞り面などの曲率半径、 $d_1, d_2, \dots$ は各レンズ、絞りなどの肉厚またはそれらの面間隔、 $n d_1, n d_2, \dots$ は各レンズの $d$ 線( $\lambda = 587.56 \text{ nm}$ )に対する屈折率、 $d_1, d_2, \dots$ は各レンズの $d$ 線( $\lambda = 587.56 \text{ nm}$ )に対するアッペ数を示している。そして、長さの単位はすべて「mm」、角度の単位はすべて「°」である。

30

【0079】

以上説明したように、上記各実施例のインナーフォーカス式レンズは、手ぶれなどによる光学系の振動時に生じる像ぶれの補正を行う防振レンズの軽量化と、防振補正時の防振レンズの移動量の抑制を図ることができる。また、開口絞りを第1レンズ群内の適切な位置に配置することにより、光学系の後玉径を小さくすることもできる。さらに、上記条件式を満足することで、より小型で高い結像性能を有するインナーフォーカス方式レンズを実現することができる。

40

【産業上の利用可能性】

【0080】

以上のように、この発明にかかるインナーフォーカス式レンズは、写真用カメラ、ビデオカメラなどに有用であり、特に、振動を受けやすい場所で用いられる撮像装置に最適である。

【符号の説明】

50

【 0 0 8 1 】

G<sub>11</sub> , G<sub>21</sub> , G<sub>31</sub> 第 1 レンズ群

G<sub>12</sub> , G<sub>22</sub> , G<sub>32</sub> 第 2 レンズ群

G<sub>13</sub> , G<sub>23</sub> , G<sub>33</sub> 第 3 レンズ群

L<sub>111</sub> , L<sub>112</sub> , L<sub>116</sub> , L<sub>131</sub> , L<sub>211</sub> , L<sub>212</sub> , L<sub>216</sub> , L<sub>231</sub> , L<sub>311</sub> , L<sub>312</sub> , L<sub>316</sub> , L<sub>31</sub> 正レンズ

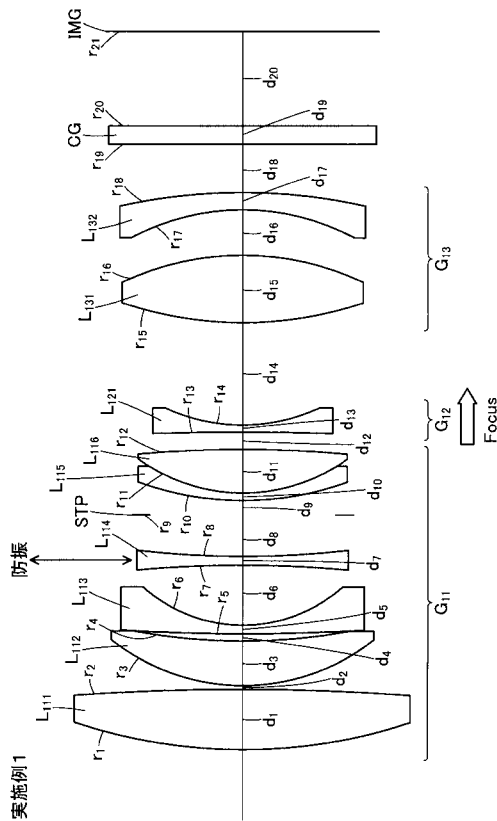
L<sub>113</sub> , L<sub>114</sub> , L<sub>115</sub> , L<sub>121</sub> , L<sub>132</sub> , L<sub>213</sub> , L<sub>214</sub> , L<sub>215</sub> , L<sub>221</sub> , L<sub>232</sub> , L<sub>313</sub> , L<sub>314</sub> , L<sub>315</sub> , L<sub>321</sub> , L<sub>332</sub> 負レンズ

C G カバーガラス

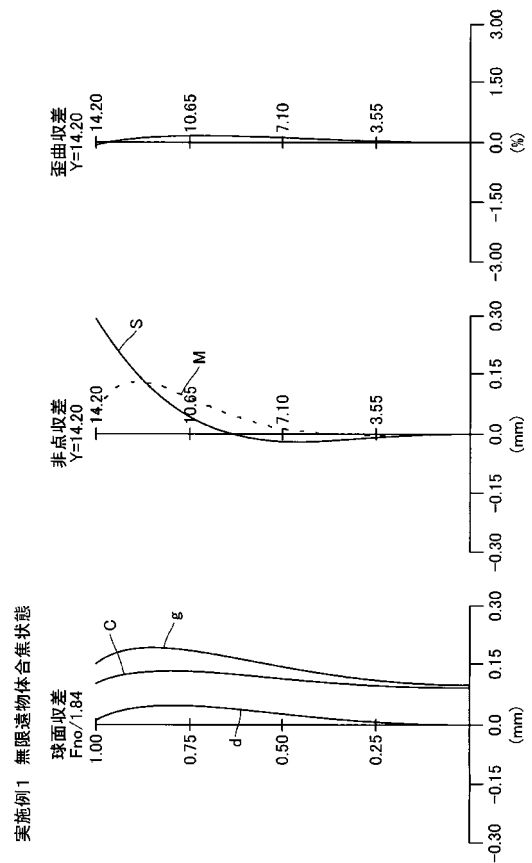
I M G 結像面

S T P 開口絞り

【 図 1 】

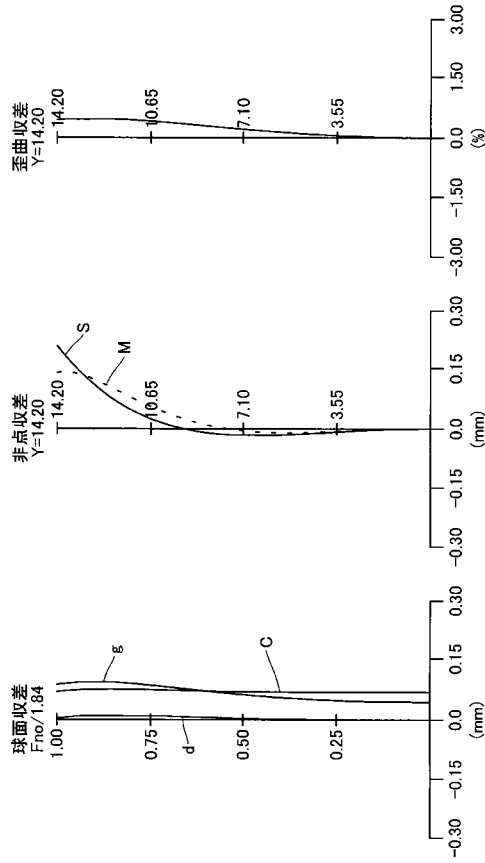


【 図 2 】



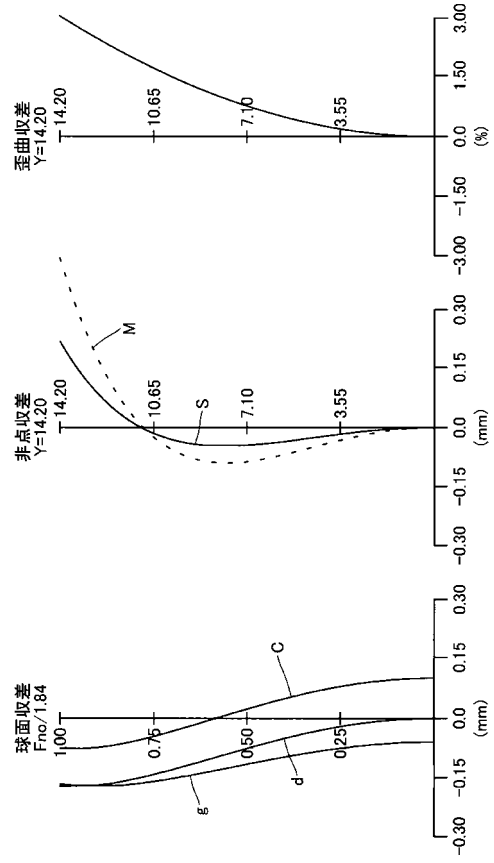
【 図 3 】

実施例1 撮影倍率0.025倍合焦状態



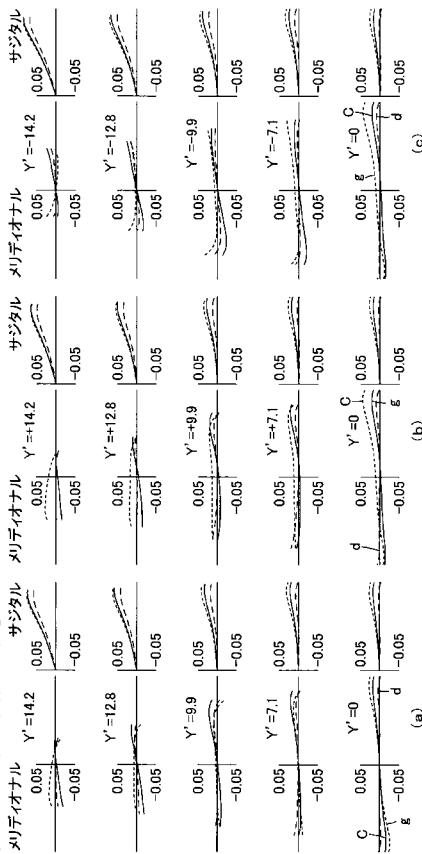
【 図 4 】

実施例1 最近距離物体合焦状態



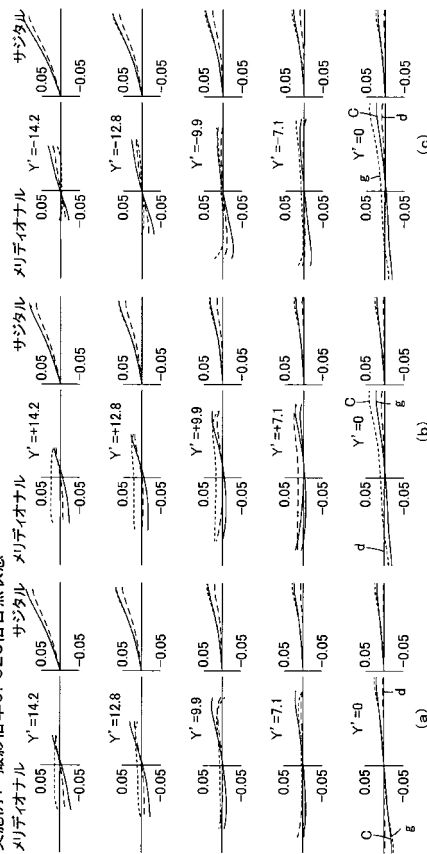
【 図 5 】

実施例1 無限遠物体合焦状態

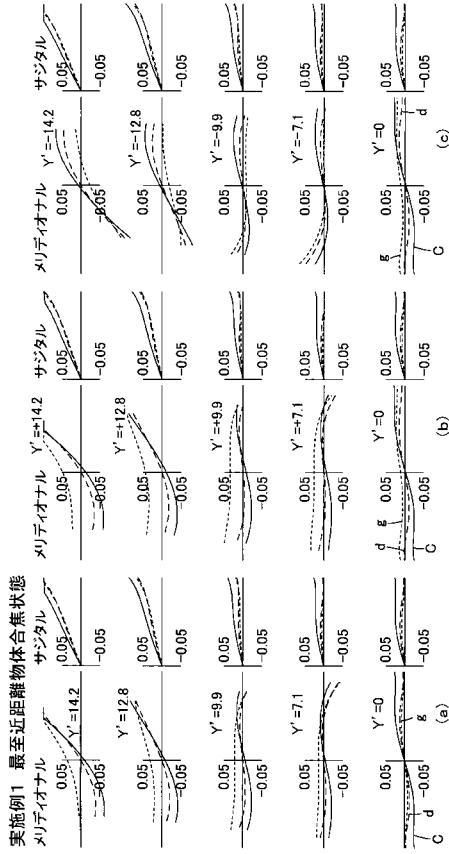


【 図 6 】

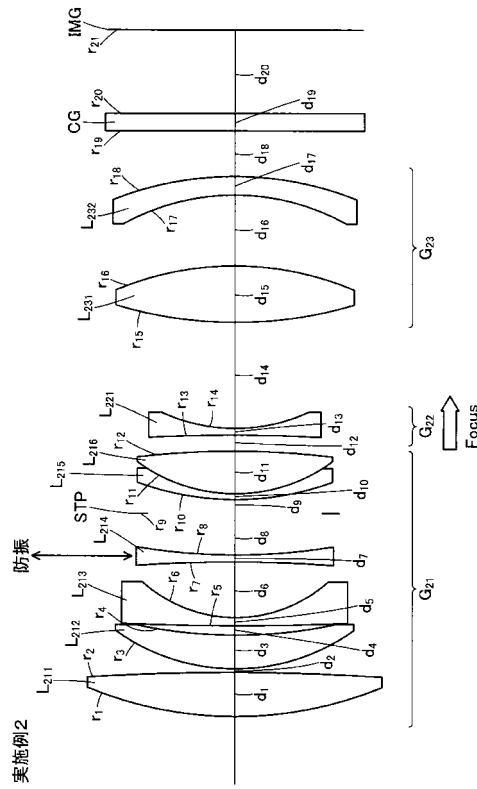
実施例1 撮影倍率0.025倍合焦状態



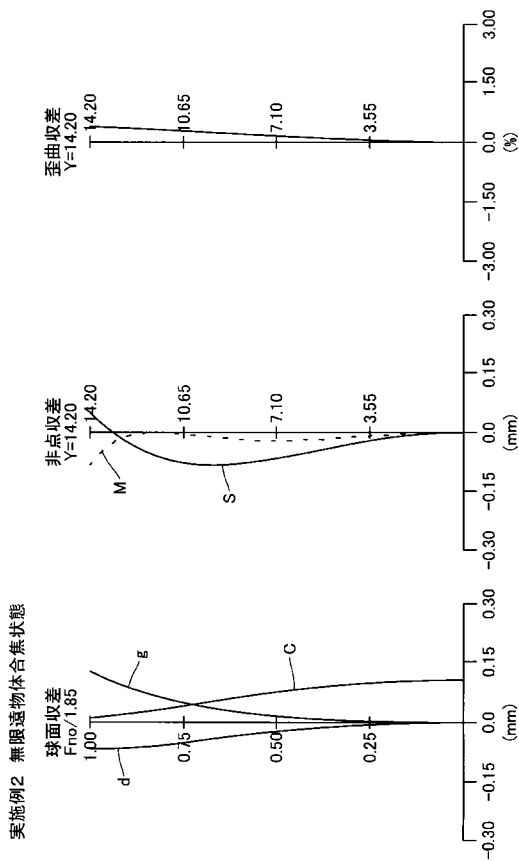
【 図 7 】



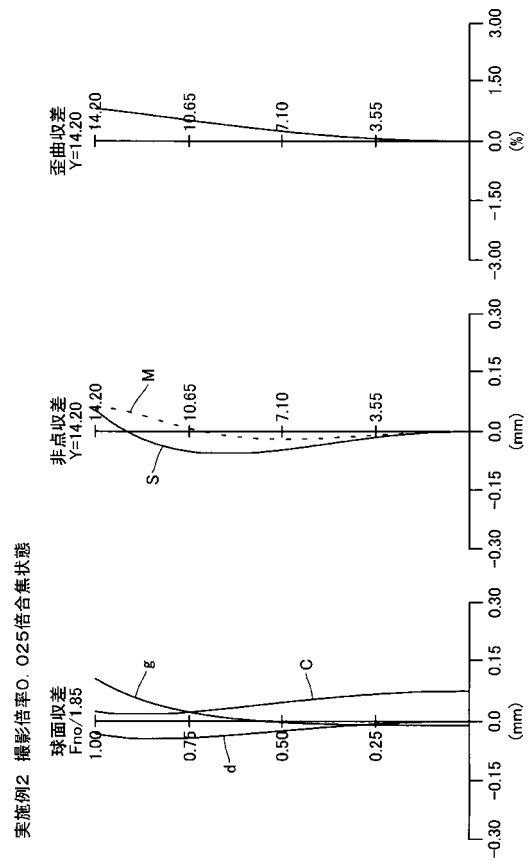
【 図 8 】



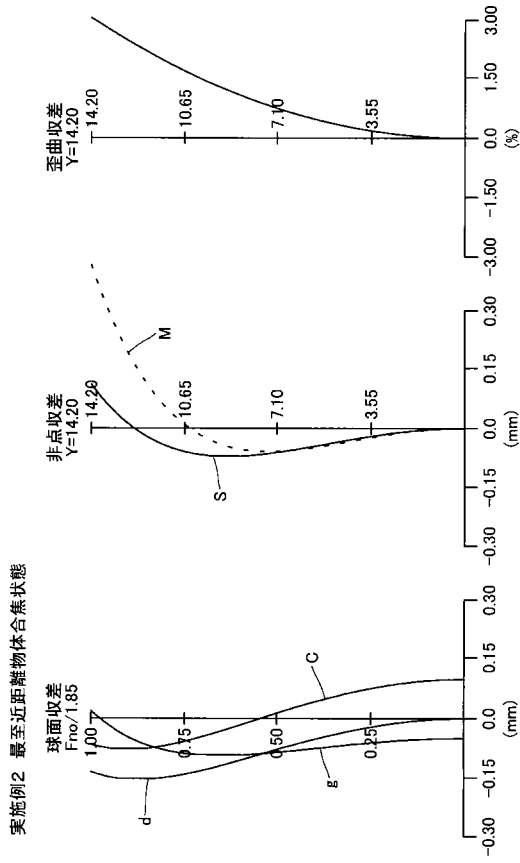
【 図 9 】



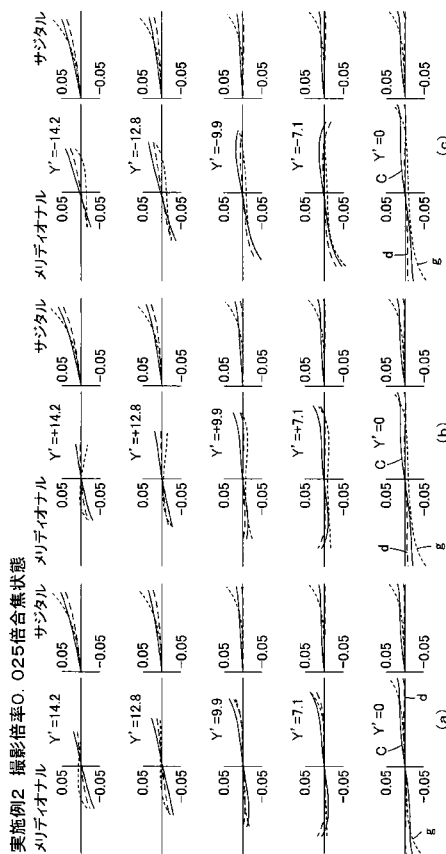
【 図 10 】



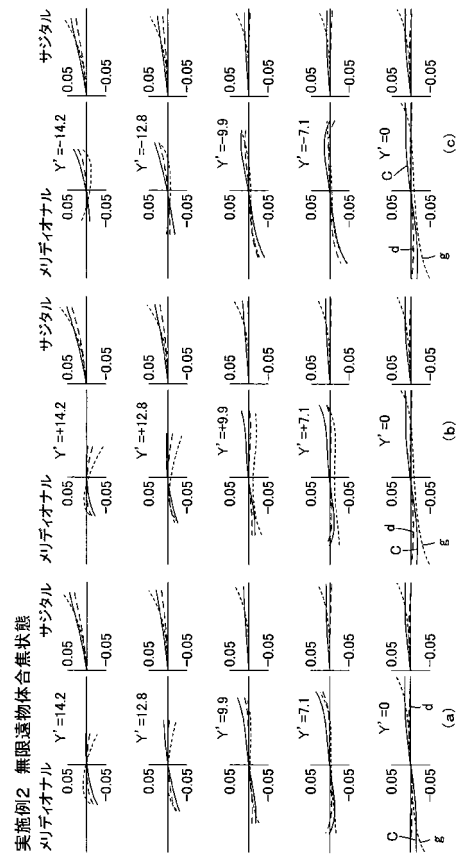
【図 1 1】



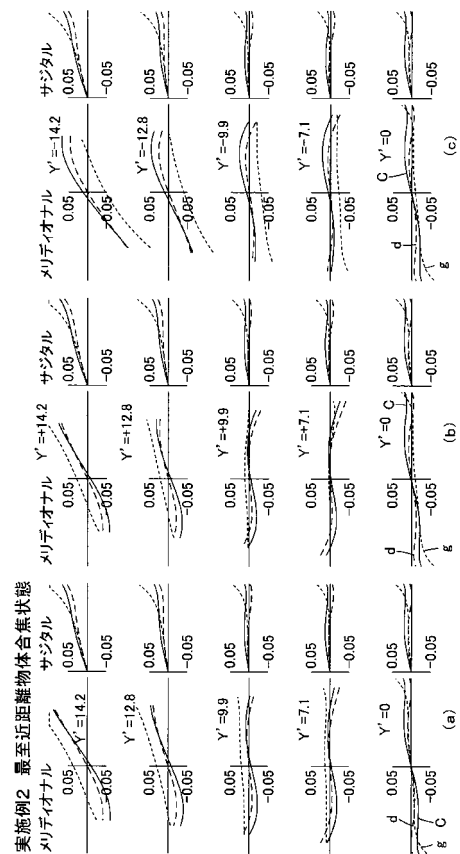
【図 1 3】



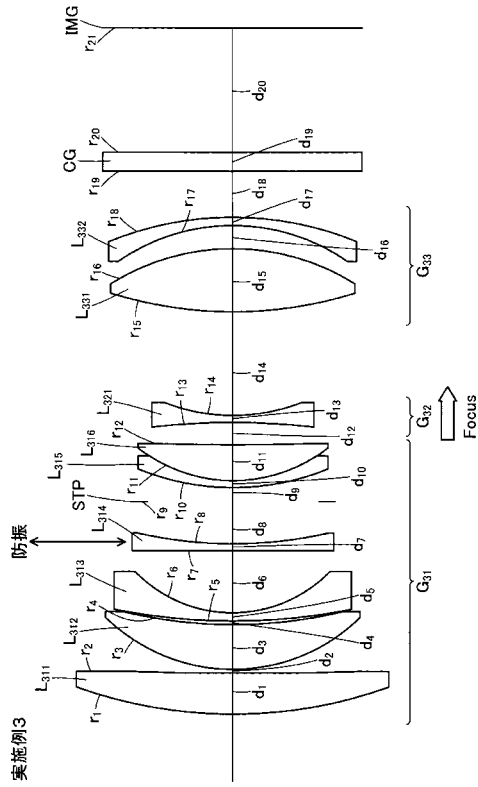
【図 1 2】



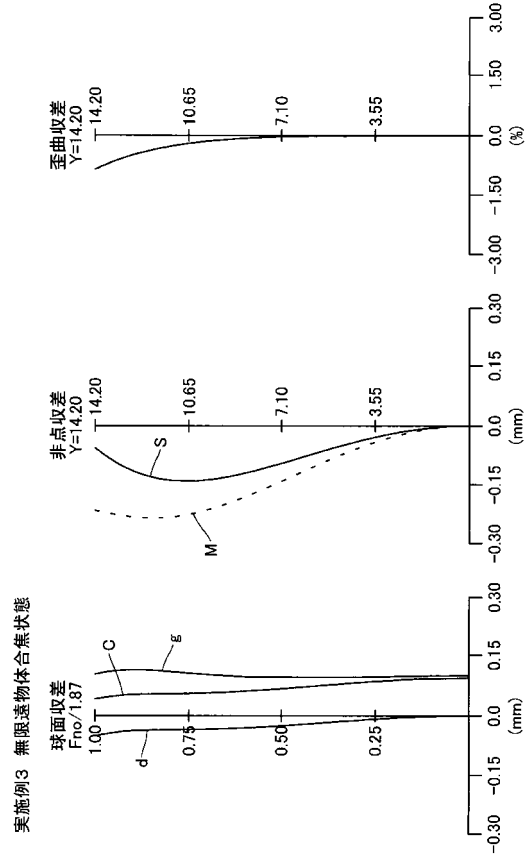
【図 1 4】



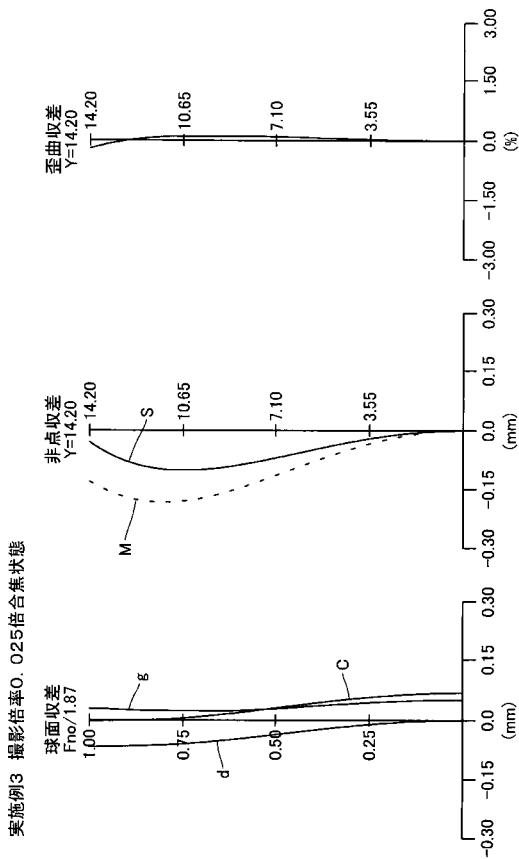
【 図 1 5 】



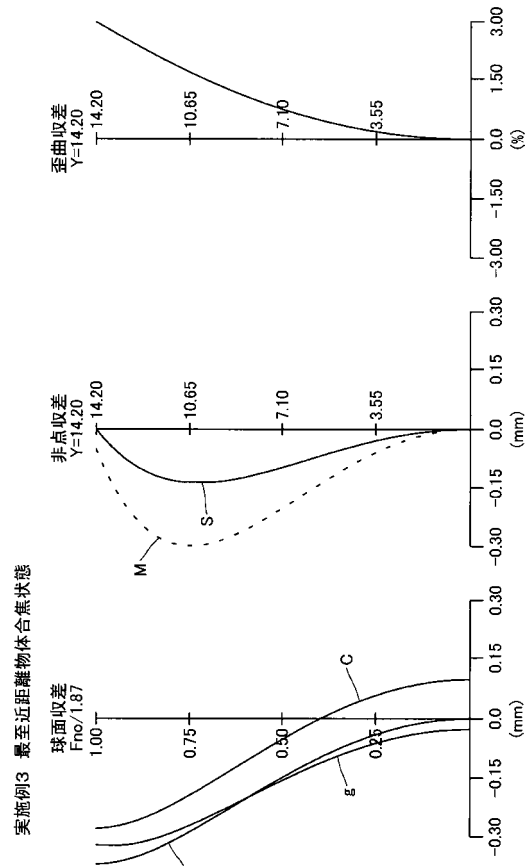
【 図 1 6 】



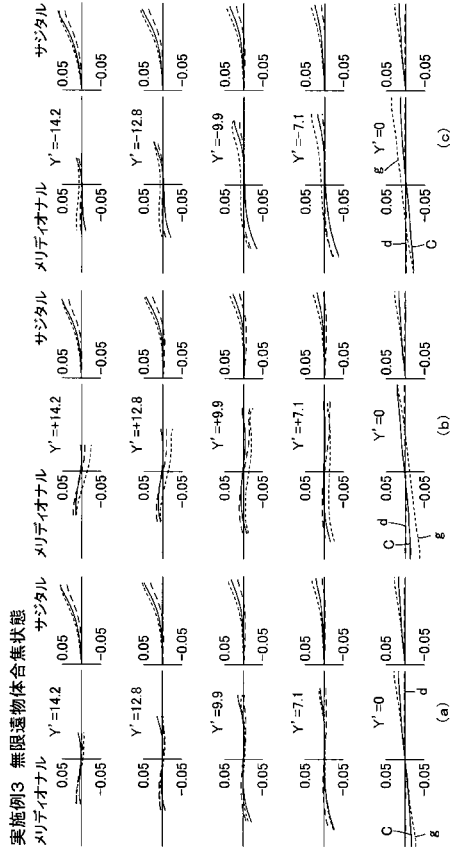
【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



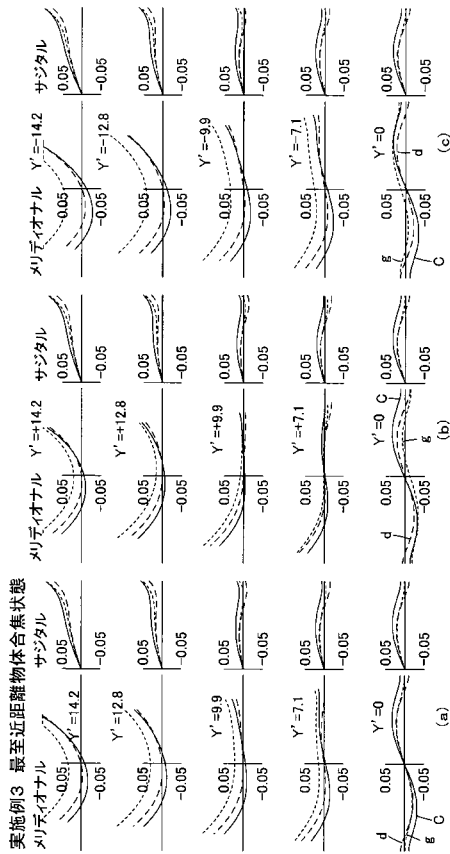
【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA02 KA03 MA07 NA07 PA08 PA18 PB09 QA02 QA07 QA12  
QA14 QA21 QA26 QA37 QA41 QA46 RA32 RA42