

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7646195号
(P7646195)

(45)発行日 令和7年3月17日(2025.3.17)

(24)登録日 令和7年3月7日(2025.3.7)

(51)国際特許分類 F I
 G 0 2 B 13/00 (2006.01) G 0 2 B 13/00
 G 0 2 B 13/18 (2006.01) G 0 2 B 13/18

請求項の数 8 (全27頁)

(21)出願番号	特願2021-80809(P2021-80809)	(73)特許権者	000131326 株式会社シグマ
(22)出願日	令和3年5月12日(2021.5.12)		神奈川県川崎市麻生区栗木2丁目8番1 5号
(65)公開番号	特開2022-174824(P2022-174824 A)	(72)発明者	小山 武久 神奈川県川崎市麻生区栗木2丁目4番1 6号
(43)公開日	令和4年11月25日(2022.11.25)	審査官	殿岡 雅仁
審査請求日	令和6年3月15日(2024.3.15)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 インナーフォーカス光学系

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から像側へ順に、開口絞りSと、正の屈折力の第1レンズ群G1と、正の屈折力の第2レンズ群G2と、負の屈折力の第3レンズ群G3とからなり、無限遠物体側から近距離物体側へのフォーカシングをする際、前記第2レンズ群G2が物体側へ移動し、以下の条件を満足することを特徴とするインナーフォーカス光学系

$$(4) - 9.3 < f / R1 < - 0.01$$

ただし、

f：全系の無限遠合焦状態での焦点距離

R1：前記第1レンズ群G1の最も物体側の光学素子面の曲率半径

10

【請求項2】

物体側から像側へ順に、開口絞りSと、正の屈折力の第1レンズ群G1と、正の屈折力の第2レンズ群G2と、負の屈折力の第3レンズ群G3とからなり、無限遠物体側から近距離物体側へのフォーカシングをする際、前記第2レンズ群G2が物体側へ移動し、以下の条件を満足することを特徴とするインナーフォーカス光学系

$$(7) - 4.4 < f / f_{L1} < - 0.37$$

ただし、

f：全系の無限遠合焦状態での焦点距離

f_{L1}：開口絞りSの像側に隣接したレンズエレメントの焦点距離。隣接したレンズが接合レンズの場合、その接合レンズのうち物体側のレンズエレメントの焦点距離

20

【請求項 3】

以下の条件を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のインナーフォーカス光学系。

$$(1) 0.3 < f / f_1 < 2.5$$

$$(2) 0.14 < f / f_2 < 1.2$$

$$(3) -2.1 < f / f_3 < -0.15$$

ただし、

f : 全系の無限遠合焦状態での焦点距離

f_1 : 第 1 レンズ群 G_1 の焦点距離

f_2 : 第 2 レンズ群 G_2 の焦点距離

f_3 : 第 3 レンズ群 G_3 の焦点距離

10

【請求項 4】

以下の条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のインナーフォーカス光学系。

$$(5) 1.1 < M_3 < 3.6$$

ただし、

M_3 : 物体距離無限遠時の第 3 レンズ群 G_3 の倍率負担

【請求項 5】

以下の条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のインナーフォーカス光学系。

$$(6) 0.25 < (M_3^2 \times (1 - M_2^2)) < 5.0$$

ただし、

M_2 : 物体距離無限遠時の第 2 レンズ群 G_2 の倍率負担

M_3 : 物体距離無限遠時の第 3 レンズ群 G_3 の倍率負担

20

【請求項 6】

正の屈折力の第 2 レンズ群 G_2 が単レンズからなることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のインナーフォーカス光学系。

【請求項 7】

負の屈折力の第 3 レンズ群 G_3 が単レンズからなることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載のインナーフォーカス光学系。

30

【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 乃至 7 のいずれかに記載のインナーフォーカス光学系。

$$(8) 2.0 < D / Y < 10.6$$

ただし、

D : 開口絞り S から像面までの長さ

Y : 最大像高

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、スチルカメラ、ビデオカメラ等の撮像装置に用いる撮影レンズに好適な光学系に関し、オートフォーカスカメラに適したインナーフォーカス方式を採用し、またフォーカスレンズ群を光軸に沿う方向への微小振動（ウオプリング）させた際の像高変化率が小さく、 F 値が 1.4 と明るく、35mm 判換算焦点距離で 40 ~ 50mm 相当の画角を有する構成枚数の少なく小型なインナーフォーカス光学系に関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

従来、写真カメラやスチルビデオカメラに用いられる広角レンズはレトロフォーカスタイプが用いられてきた。これはミラーアップ機構を採用する一眼レフシステム用として、一定以上のバックフォーカスを確保するためであった。

50

【 0 0 0 3 】

一方、ミラーレス一眼タイプのボディは動画撮影にも頻繁に使用されるため、そのオートフォーカス方式に、フォーカスレンズ群を光軸に沿う方向へ微小振動（ウオプリング）させ続けることで、常にフォーカス駆動方向を判断し続ける形式のインナーフォーカス方式が採用されることが多い。その際、ウオプリング時の像高変化率が大きいと、鑑賞者が画面に映る被写体の倍率変動を認識し、目障りに感じてしまうため、フォーカス変化に対し像高変化率が小さいフォーカス方式を必要としている。

【 0 0 0 4 】

このような要求に対し特許文献 1 では、物体側より順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 G 1、負の屈折力の第 2 レンズ群 G 2、正の屈折力の第 3 レンズ群 G 3 からなり、開口絞りは第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間に配置し、第 2 レンズ群 G 2 を像面側へ移動することでフォーカシングを行う大口径レンズにおいて、所定の条件を満足させることで、簡易な構成ながら、動画撮影時のオートフォーカスに対応するため、フォーカスレンズ群の重量を削減しつつ、フォーカシングによる収差変動が少なく、インナーフォーカス方式を採用する開放 F 値 1.4 程度の明るさにも適応可能で高性能な大口径レンズを開示している。

10

【 0 0 0 5 】

また特許文献 2 では、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 からなり、無限遠物体から近距離物体への合焦の際に、第 2 レンズ群 G 2 が物体側へ移動し、第 1 レンズ群 G 1 と第 3 レンズ群 G 3 は像面 I に対して固定であり、前記第 1 レンズ群 G 1 は、絞り S を含み、所定のレンズ群からなり、前記第 3 レンズ群 G 3 は、所定のレンズ群からなり、所定の条件式を満足することで結像光学系と撮像素子との間隔が短く、小型化を実現しており、F ナンバーが小さく、光線射出角を抑えることができ、無限遠撮影から近距離撮影において諸収差を良好に補正した、画角が 40 ~ 60 ° 程度の結像光学系を開示している。

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【文献】特開 2013 - 3324 号公報

【文献】特開 2015 - 75501 号公報

30

【 発明の概要 】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかしながら前記特許文献 1 に開示されたレンズ系では、フォーカスレンズ群と絞りが隣接しているため、動画撮影時のオートフォーカスのフォーカスレンズ群を光軸に沿う方向へ微小振動（ウオプリング）させた際の像高変化率が大きいため、鑑賞者が画面に映る被写体の倍率変動を認識し、目障りに感じてしまう課題がある。

【 0 0 0 8 】

また前記特許文献 2 では、フォーカスレンズ群が接合レンズを含む 3 枚で構成されているため、微小振動させながらオートフォーカスを行うにはフォーカスレンズ群の軽量化が十分でない。

40

【 0 0 0 9 】

そこで本発明は、以下に示す手段により、フォーカスレンズ群が軽量で、またフォーカスレンズ群を光軸に沿う方向へ微小振動（ウオプリング）させた際の像高変化率が小さく、F 値が 1.4 と明るく、35mm 判換算焦点距離で 40 ~ 50mm 相当の画角を有する構成枚数の少なく小型なインナーフォーカス光学系を提供する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

前述の課題を解決するため、本発明のインナーフォーカス光学系に係る第 1 の発明は、物体側から像側へ順に、開口絞り S と、正の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力の

50

第2レンズ群G2と、負の屈折力の第3レンズ群G3とからなり、無限遠物体側から近距離物体側へのフォーカシングをする際、前記第2レンズ群G2が物体側へ移動し、以下の条件を満足することを特徴とする。

$$(4) -9.3 < f / R1 < -0.01$$

ただし、

f ：全系の無限遠合焦状態での焦点距離

$R1$ ：前記第1レンズ群G1の最も物体側の光学素子面の曲率半径

【0011】

本発明のインナーフォーカス光学系に係る第2の発明は、物体側から像側へ順に、開口絞りSと、正の屈折力の第1レンズ群G1と、正の屈折力の第2レンズ群G2と、負の屈折力の第3レンズ群G3とからなり、無限遠物体側から近距離物体側へのフォーカシングをする際、前記第2レンズ群G2が物体側へ移動し、以下の条件を満足することを特徴とする。

10

$$(7) -4.4 < f / f_{L1} < -0.37$$

ただし、

f ：全系の無限遠合焦状態での焦点距離

f_{L1} ：開口絞りSの像側に隣接したレンズエレメントの焦点距離。隣接したレンズが接合レンズの場合、その接合レンズのうち物体側のレンズエレメントの焦点距離

【0012】

本発明のインナーフォーカス光学系に係る第3の発明は、以下の条件を満足することを特徴とする。

20

$$(1) 0.3 < f / f_1 < 2.5$$

$$(2) 0.14 < f / f_2 < 1.2$$

$$(3) -2.1 < f / f_3 < -0.15$$

ただし、

f ：全系の無限遠合焦状態での焦点距離

f_1 ：第1レンズ群G1の焦点距離

f_2 ：第2レンズ群G2の焦点距離

f_3 ：第3レンズ群G3の焦点距離

【0013】

本発明のインナーフォーカス光学系に係る第4の発明は、以下の条件を満足することを特徴とする。

30

$$(5) 1.1 < M3 < 3.6$$

ただし、

$M3$ ：物体距離無限遠時の第3レンズ群G3の倍率負担

【0014】

本発明のインナーフォーカス光学系に係る第5の発明は、以下の条件を満足することを特徴とする。

$$(6) 0.25 < (M3^2 \times (1 - M2^2)) < 5.0$$

ただし、

40

$M2$ ：物体距離無限遠時の第2レンズ群G2の倍率負担

$M3$ ：物体距離無限遠時の第3レンズ群G3の倍率負担

【0015】

本発明のインナーフォーカス光学系に係る第6の発明は、正の屈折力の第2レンズ群G2が単レンズからなることを特徴とする。

【0016】

本発明のインナーフォーカス光学系に係る第7の発明は、負の屈折力の第3レンズ群G3が単レンズからなることを特徴とする。

【0017】

本発明のインナーフォーカス光学系に係る第8の発明は、以下の条件を満足することを

50

特徴とする。

(8) $2.0 < D / Y < 10.6$

ただし、

D : 開口絞り S から像面までの長さ

【発明の効果】

【 0 0 1 9 】

本発明により、オートフォーカスカメラに適したインナーフォーカス方式を採用し、またフォーカスレンズ群を光軸に沿う方向へ微小振動（ウオブリング）させた際の像高変化率が小さく、 F 値が 1.4 と明るく、35 mm 判換算焦点距離で 40 ~ 50 mm 相当の画角を有する構成枚数の少なく小型なインナーフォーカス光学系を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 0 】

【図 1】本発明の実施例 1 のインナーフォーカス光学系の撮影距離無限遠におけるレンズ構成図。

【図 2】本発明の実施例 1 の撮影距離無限遠における縦収差図。

【図 3】本発明の実施例 1 の撮影倍率 0.025 倍における縦収差図。

【図 4】本発明の実施例 1 の撮影距離無限遠における横収差図。

【図 5】本発明の実施例 1 の撮影倍率 0.025 倍における横収差図。

【図 6】本発明の実施例 2 のインナーフォーカス光学系の撮影距離無限遠におけるレンズ構成図。

20

【図 7】本発明の実施例 2 の撮影距離無限遠における縦収差図。

【図 8】本発明の実施例 2 の撮影倍率 0.025 倍における縦収差図。

【図 9】本発明の実施例 2 の撮影距離無限遠における横収差図。

【図 10】本発明の実施例 2 の撮影倍率 0.025 倍における横収差図。

【図 11】本発明の実施例 3 のインナーフォーカス光学系の撮影距離無限遠におけるレンズ構成図。

【図 12】本発明の実施例 3 の撮影距離無限遠における縦収差図。

【図 13】本発明の実施例 3 の撮影倍率 0.025 倍における縦収差図。

【図 14】本発明の実施例 3 の撮影距離無限遠における横収差図。

【図 15】本発明の実施例 3 の撮影倍率 0.025 倍における横収差図。

30

【図 16】本発明の実施例 4 のインナーフォーカス光学系の撮影距離無限遠におけるレンズ構成図。

【図 17】本発明の実施例 4 の撮影距離無限遠における縦収差図。

【図 18】本発明の実施例 4 の撮影倍率 0.025 倍における縦収差図。

【図 19】本発明の実施例 4 の撮影距離無限遠における横収差図。

【図 20】本発明の実施例 4 の撮影倍率 0.025 倍における横収差図。

【図 21】本発明の実施例 5 のインナーフォーカス光学系の撮影距離無限遠におけるレンズ構成図。

【図 22】本発明の実施例 5 の撮影距離無限遠における縦収差図。

【図 23】本発明の実施例 5 の撮影倍率 0.025 倍における縦収差図。

40

【図 24】本発明の実施例 5 の撮影距離無限遠における横収差図。

【図 25】本発明の実施例 5 の撮影倍率 0.025 倍における横収差図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 1 】

以下、本実施形態のインナーフォーカス光学系について説明する。なお、以下の実施例の説明は本発明の光学系の一例を説明したものであり、本発明はその要旨を逸脱しない範囲において本実施例に限定されるものではない。

【 0 0 2 2 】

本発明のインナーフォーカス光学系は、図 1、6、11、16、21 に示すレンズ構成図からわかるように、光学系の屈折力配置を物体側から像側へ順に、開口絞り S と、正の

50

屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力の第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力の第 3 レンズ群 G 3 からなり、光学系全体を前置き絞りのテレフォト型屈折力配置とし、無限遠物体側から近距離物体側へのフォーカシングをする際、第 2 レンズ群 G 2 が物体側へ移動する。

【 0 0 2 3 】

上記構成が必要な理由は以下のとおりである。すなわち、絞りを通過した軸外主光線の傾角を、正の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 で緩やかにすることにより、フォーカスレンズ群である第 2 レンズ群 G 2 に入射する軸外主光線の傾角を緩くすることが可能であり、像高変化率の縮小に寄与する。

【 0 0 2 4 】

また、撮像素子への入射角が大きくなるとシェーディングが問題となってくるので、軸外光束の射出角が小さくなる光学系が求められている。前述のようにフォーカスレンズ群に入射する軸外主光線の光軸に対しての角度が小さいため、フォーカスレンズ群の正の屈折力を大きくしなくても、撮像素子へ届く軸外主光線の入射角を小さくすることが可能になる。さらに、フォーカスレンズ群の屈折力が小さければ、レンズ群が軽量になるため、フォーカスレンズ群を微小振動（ウオブリング）させやすくなる。

10

【 0 0 2 5 】

また、絞りとフォーカスレンズ群の間に正の屈折力のレンズ群を配置することで、フォーカス群から見た絞りの像を遠方に射影することにより、上記像高変化率を小さくすることが可能となる。

【 0 0 2 6 】

また、フォーカスレンズ群の像側、最終群に負の屈折力の拡大系レンズ群を配置することで全系を縮小させることが可能となる。

20

【 0 0 2 7 】

また、絞りを光学素子で構成される系の物体側に配置することにより、絞り機構のレイアウトの自由度が生まれ、全体の系の小型化が可能となる。さらに、光学系の物体側の光線高を低くすることができ、全体の系の小型化が可能となる。

【 0 0 2 8 】

また、絞り直後の光学素子の物体側の面を物体に対し凹面とすることにより、絞りに対しコンセントリックな形状になるため、コマ収差の発生を抑制することができる。

【 0 0 2 9 】

これらより、フォーカスレンズ群を光軸に沿う方向への微小振動（ウオブリング）させた際の像高変化率が小さく、さらに 35 mm 判換算焦点距離で 40 ~ 50 mm 相当の画角を有する構成枚数の少なく小型な光学系の提供が可能となる。

30

【 0 0 3 0 】

さらに、本実施形態のインナーフォーカス光学系は以下の条件式を満足することが好ましい。

$$(1) 0.3 < f / f_1 < 2.5$$

$$(2) 0.14 < f / f_2 < 1.2$$

$$(3) -2.1 < f / f_3 < -0.15$$

ただし、

f : 全系の無限遠合焦状態での焦点距離

f₁ : 第 1 レンズ群 G 1 の焦点距離

f₂ : 第 2 レンズ群 G 2 の焦点距離

f₃ : 第 3 レンズ群 G 3 の焦点距離

40

【 0 0 3 1 】

条件式 (1) において、第 1 レンズ群 G 1 と無限遠合焦時の全系の焦点距離の比を適切に規定することで、大口径比化が可能となる。

【 0 0 3 2 】

条件式 (1) の下限を超え、第 1 レンズ群 G 1 の正の屈折力が小さくなると、フォーカスレンズ群である第 2 レンズ群 G 2 の正の屈折力を強くしなければ全体の屈折力を確保で

50

きない。このためフォーカス時の球面収差と非点収差の変動を同時に補正することが困難になる。

【0033】

一方、条件式(1)の上限を超え、第1レンズ群G1の正の屈折力が大きくなると、大口径比化時の球面収差とコマ収差の補正が困難になる。

【0034】

なお、条件式(1)について、望ましくはその下限値を0.35、さらには0.45へ、また上限値を1.9、さらには1.6に限定することで、前述の効果をより確実にすることができる。

【0035】

条件式(2)において、フォーカスレンズ群である第2レンズ群G2と無限遠合焦時の全系の焦点距離の比を適切に規定することで、フォーカス時の収差変動を抑えることが可能となる。

【0036】

条件式(2)の下限を超え、第2レンズ群G2の正の屈折力が小さくなると、フォーカス時の第2レンズ群G2の移動量が大きくなり、光学系全長が大きくなる。また、ウオブリング時の振幅量を大きくしなければならず、アクチュエータへの負荷がかかるため好ましくない。

【0037】

一方、条件式(2)の上限を超え、第2レンズ群G2の正の屈折力が大きくなると、フォーカス時の第2レンズ群G2の移動量が小さくなり、スペース的には有利になるが、フォーカス時の球面収差と非点収差の変動を同時に補正することが困難になる。

【0038】

なお、条件式(2)について、望ましくはその下限値を0.2に、また上限値を0.9に限定することで、前述の効果をより確実にすることができる。

【0039】

条件式(3)は、第3レンズ群G3と無限遠合焦時の全系の焦点距離の比を適切に規定することにより、フォーカスレンズ群までの残存収差を部分的に補正し、全系としての性能を高めることが可能となる。

【0040】

条件式(3)の下限を超え、第3レンズ群G3の負の屈折力が大きくなると、第3レンズ群G3の結像倍率は拡大方向にシフトする。全系のパワーを戻そうとすると、第2レンズ群と第3レンズ群の共役間距離を広げねばならず、第3レンズ群での軸上マージナル光線高が低くなるため球面収差がアンダーになる。このアンダーな球面収差を補正するには第1レンズ群G1、第2レンズ群G2で残存するアンダーな球面収差をより多く補正しなければならず、レンズ枚数の増加を伴うため好ましくない。

【0041】

一方、条件式(3)の上限を超え、第3レンズ群G3の負の屈折力が小さくなると、ペッツバル和の負成分が不足するため像面湾曲の補正が困難になる。また全系の小型化のためにも好ましくない。

【0042】

なお、条件式(3)について、望ましくはその下限値を-1.6に、また上限値を-0.2に限定することで、前述の効果をより確実にすることができる。

【0043】

さらに本発明のインナーフォーカス光学系では、以下に示す条件式を満足することが望ましい。

$$(4) - 9.3 < f / R1 < - 0.01$$

ただし、

f：全系の無限遠合焦状態での焦点距離

R1：前記第1レンズ群G1の最も物体側の光学素子面の曲率半径

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

条件式(4)は、第1レンズ群G1の最も物体側の面の曲率半径と無限遠合焦時の全系の焦点距離の比を規定する。この値を適切に規定することにより、大口径比化によるコマ収差と球面収差の悪化を防ぎ、さらに第1レンズ群G1の後方、および第2レンズ群G2での光線高を低くし、さらに像面湾曲、および非点収差の補正が可能となる。

【 0 0 4 5 】

条件式(4)の下限を超え、第1レンズ群G1の最も物体側の光学素子面の負の曲率が大きくなると、軸上光束の跳ね上げが大きくなることによる球面収差、および軸外光束の上光線と下光線の当該面に対する入射角の差が大きくなることによるコマ収差などの補正が困難になる。

10

【 0 0 4 6 】

一方、条件式(4)の上限を超え、第1レンズ群G1の最も物体側の光学素子面の負の曲率が小さくなると、ペッツパール和がプラスにシフトし、像面湾曲の補正および非点収差の補正が困難になる。

【 0 0 4 7 】

なお、条件式(4)について、望ましくはその下限値を-6.9に、また上限値を-0.02に限定することで、前述の効果をより確実にすることができる。

【 0 0 4 8 】

さらに本発明のインナーフォーカス光学系では、以下に示す条件式を満足することが望ましい。

20

$$(5) 1.1 < M3 < 3.6$$

ただし、

M3：物体距離無限遠時の第3レンズ群G3の倍率負担

【 0 0 4 9 】

条件式(5)は、第3レンズ群G3の結像倍率を規定する。本発明のインナーフォーカス光学系は前記したようにテレフト型屈折力配置であるが、絞りを光学系の最前面に配置し、絞り直後である第1レンズ群の最も物体側の面を物体側に対し強い凹面にしたため、第1レンズ群自身はレトロフォーカス型になっている。そのため第1レンズ群自身の小型化は十分でなく、全系全長の小型化には不利である。そこで最終群である第3レンズ群G3の結像倍率を拡大系にすることにより、全系をテレフト化することにより全系の大型化を抑制した。

30

【 0 0 5 0 】

条件式(5)の下限を超え、第3レンズ群G3の結像倍率が小さくなると、全系のテレフト化の作用が少なくなるため、全系を小型にすることが困難になる。

【 0 0 5 1 】

一方、条件式(5)の上限を超え、第3レンズ群G3の結像倍率が大きくなると、テレフト化の作用が強くなり、全系の小型化には有利であるが、フォーカスレンズ群までの残収差が増倍するため、その収差を補正することが困難になる。

【 0 0 5 2 】

なお、条件式(5)について、望ましくはその下限値を1.2に、また上限値を3.0さらには2.5に限定することで、前述の効果をより確実にすることができる。

40

【 0 0 5 3 】

さらに本発明のインナーフォーカス光学系では、以下に示す条件式を満足することが望ましい。

$$(6) 0.25 < (M3^2 \times (1 - M2^2)) < 5.0$$

ただし、

M2：物体距離無限遠時の第2レンズ群G2の倍率負担

M3：物体距離無限遠時の第3レンズ群G3の倍率負担

【 0 0 5 4 】

条件式(6)は、第2レンズ群G2がフォーカス時に移動した時の結像面の感度を規

50

定する。この値を適切に規定することにより、オートフォーカスの際の合焦範囲内にフォーカスレンズ群を精度良く駆動制御することが可能となる。

【0055】

条件式(6)の下限を超え、フォーカス時に移動した時の結像面の敏感度が小さくなると、フォーカスレンズ群の移動量が多くなるため、ウオプリングによるフォーカスレンズ群の主光線高の変動が大きくなり、像高変動を抑制する効果は弱くなり、ウオプリング時の像高変動を抑えることが困難になる。

【0056】

一方、条件式(6)の上限を超え、フォーカス時に移動した時の結像面の敏感度が大きくなると、フォーカスレンズ群の移動量が少なくなるため、フォーカスレンズ群の微少な動きで結像面が大きく動き、オートフォーカスの際の合焦範囲内にフォーカスレンズ群である第2レンズ群G2を駆動制御することが困難になる。

10

【0057】

なお、条件式(6)について、望ましくはその下限値を0.35に、さらには0.45に、また上限値を4.0に、さらには3.0に限定することで、前述の効果をより確実にすることができる。

【0058】

さらに本発明のインナーフォーカス光学系では、正の屈折力の第2レンズ群G2が単レンズからなることが望ましい。これによりフォーカス群を軽量化することができ、フォーカス駆動用のアクチュエータの小型化ひいては製品サイズの小型化が可能となる。

20

【0059】

さらに本発明のインナーフォーカス光学系では、負の屈折力の第3レンズ群G3が単レンズからなることが望ましい。これによりフォーカス群より像側のスペースを可能な限り削減し全系の小型化をすることが可能となる。

【0060】

さらに本発明のインナーフォーカス光学系では、以下に示す条件式を満足することが望ましい。

$$(7) - 4.4 < f / f_{L1} < - 0.37$$

ただし、

f：全系の無限遠合焦状態での焦点距離

30

f_{L1}：開口絞りSの像側に隣接したレンズエレメントの焦点距離。隣接したレンズが接合レンズの場合、その接合レンズのうち物体側のレンズエレメントの焦点距離

【0061】

条件式(7)は、開口絞りSの像側に隣接したレンズエレメントの焦点距離と無限遠合焦時の全系の焦点距離の比を規定する。ここで、レンズエレメントとは単一レンズ又は複数のレンズを接合した接合レンズである。なお隣接したレンズが接合レンズの場合、その物体側のレンズエレメントの焦点距離を規定する。この値を適切に規定することにより、大口径比化によるコマ収差と球面収差の悪化を防ぎ、さらに第1レンズ群G1の後方、および第2レンズ群G2の光線高を低くすることが可能となる。

【0062】

40

条件式(7)の下限を超え、開口絞りSの像側に隣接したレンズエレメントの負の屈折力が大きくなると、軸上光束の跳ね上げが大きくなることによる球面収差、および軸外光束の上光線と下光線の当該レンズエレメントに対する入射角の差が大きくなることによるコマ収差などの補正が困難になる。

【0063】

一方、条件式(7)の上限を超え、開口絞りSの像側に隣接したレンズエレメントの負の屈折力が小さくなると、ペッツバール和がプラスにシフトし、像面湾曲の補正および非点収差の補正が困難になる。

【0064】

なお、条件式(7)について、望ましくはその下限値を-3.3に、また上限値を-0

50

． 4 9 に限定することで、前述の効果をより確実にすることができる。

【 0 0 6 5 】

さらに本発明のインナーフォーカス光学系では、以下に示す条件式を満足することが望ましい。

$$(8) \quad 2 . 0 < D / Y < 1 0 . 6$$

ただし、

D：開口絞り S から像面までの長さ

Y：最大像高

【 0 0 6 6 】

条件式 (8) は、開口絞り S から像面までの長さ と最大像高の比を適切に規定することでウオブリング時の像高変動を抑制することが可能となる。

10

【 0 0 6 7 】

条件式 (8) の下限値を超え、開口絞り S から像面までの長さ と最大像高の比が小さくなると、軸外像面への入射角が大きくなり、ウオブリング時のフォーカスレンズ群の主光線高の変動が大きくなるため、ウオブリング時の像高変動を抑制することが困難になる。

【 0 0 6 8 】

一方、条件式 (8) の上限を超え、開口絞り S から像面までの長さ と最大像高の比が大きくなると、全系光学系大きくなり好ましくない。

【 0 0 6 9 】

なお、条件式 (8) について、望ましくはその下限値を 2 . 7 に、また上限値を 7 . 9

20

【 0 0 7 0 】

本発明のインナーフォーカス光学系では、以下の構成を伴うことがより効果的である。

【 0 0 7 1 】

本発明のインナーフォーカス光学系では、第 2 レンズ群 G 2 を単レンズで構成しているが、接合レンズあるいは回折光学面にてフォーカスレンズ群を色消しすることにより、フォーカス時のフォーカスレンズ群の移動による色収差の変動を抑制することも可能である。

【 0 0 7 2 】

次に、本発明のインナーフォーカス光学系に係る各数値実施例について説明する。

【 0 0 7 3 】

[面データ] において、面番号は物体側から数えたレンズ面又は開口絞りの番号、r は各面の曲率半径、d は各面の間隔、n d は d 線 (波長 = 5 8 7 . 5 6 n m) に対する屈折率、d は d 線に対するアッベ数を示す。また、B F はバックフォーカスを表す。

30

【 0 0 7 4 】

面番号を付した (絞り) には、平面または開口絞りに対する曲率半径 (無限大) を記入している。また、空気の屈折率 n = 1 . 0 0 0 0 はその記載を省略する。

【 0 0 7 5 】

[非球面データ] には [面データ] において * を付したレンズ面の非球面形状を与える各係数値を示している。非球面の形状は、光軸に直交する方向への変位を y、非球面と光軸の交点から光軸方向への変位 (サグ量) を z、コーニック係数を K、4、6、8、1 0、1 2 次の非球面係数をそれぞれ A 4、A 6、A 8、A 1 0、A 1 2 と置くととき、非球面の座標が以下の式で表わされるものとする。

40

$$z = \frac{(1/r)y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(y/r)^2}} + A4y^4 + A6y^6 + A8y^8 + A10y^{10} + A12y^{12}$$

【 0 0 7 6 】

50

[各種データ]には、焦点距離等の値を示している。

【0077】

[可変間隔データ]には、各撮影距離状態又は各撮影倍率状態における可変間隔およびBF(バックフォーカス)の値を示している。

【0078】

[レンズ群データ]には、各レンズ群を構成する最も物体側の面番号および群全体の合成焦点距離と開口絞りの像側に隣接したレンズエレメントの最も物体側の面番号および焦点距離を示している。なお、以下の全ての諸元の値において、記載している焦点距離f、曲率半径r、レンズ面間隔d、その他の長さの単位は特記のない限りミリメートル(mm)を使用するが、光学系では比例拡大と比例縮小とにおい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。

10

【0079】

また、各実施例に対応する収差図において、d、g、Cはそれぞれd線、g線、C線を表しており、S、Mはそれぞれサジタル像面、メリジオナル像面を表している。さらに図1、6、11、16、21に示すレンズ構成図において、FSはフレアストッパー、Sは開口絞り、FLは光学フィルター、Iは像面、中心を通る一点鎖線は光軸である。

【0080】

尚、以下の説明ではレンズ構成を物体側から像側の順番で記載する。

【実施例1】

【0081】

図1は、本発明の実施例1のインナーフォーカス光学系のレンズ構成図である。

20

【0082】

図1のインナーフォーカス光学系のレンズ構成は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群G1と、正の屈折力の第2レンズ群G2と、負の屈折力の第3レンズ群G3から構成される。

【0083】

開口絞りSは、最も物体側に配置されている。

【0084】

第1レンズ群G1は、物体側の面が非球面で物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズと像側の面が非球面で物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズからなる接合レンズと像側の面が非球面の両凸レンズと両凸レンズで構成される。

30

【0085】

第2レンズ群G2は、物体側の面が非球面で物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズで構成され、第2レンズ群G2を光軸に沿って物体側へ移動させることにより無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行っている。

【0086】

第3レンズ群G3は、物体側の面が非球面で物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズで構成される。

【0087】

光学フィルターFLは、第3レンズ群G3と像面Iとの間に配置されている。また、周辺像高に向かう下光線のアンダーなフレアをカットするため、開口絞りSよりも物体側にフレアストッパーFSが配置されている。

40

【0088】

続いて、以下に実施例1に係るインナーフォーカス光学系の諸元値を示す。

【0089】

数値実施例1

単位:mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd
物面		(d0)		

50

1(FS)		3.5848			
2(絞り)		5.4632			
3*	-10.7272	5.4413	2.00100	29.13	
4	-49.4710	3.2934	1.90043	37.37	
5*	-15.9172	1.0000			
6	211.1631	4.4755	1.55032	75.50	
7*	-33.7045	0.1500			
8	23.3574	6.0725	1.49700	81.61	
9	-47.4434	(d9)			
10*	29.7831	2.7442	1.80611	40.73	10
11	185.2525	(d11)			
12*	70.3288	0.8000	2.00069	25.46	
13	15.3923	10.0000			
14		4.1400	1.51633	64.14	
15		(BF)			

像面

[非球面データ]

	3面	5面	7面	10面	12面	
K	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	
A4	2.87146E-05	5.71493E-05	-6.43150E-05	-2.71591E-05	-6.28001E-06	20
A6	1.28378E-06	2.01450E-07	2.34845E-07	-3.66660E-08	2.44043E-07	
A8	-1.86298E-08	-8.97056E-10	-4.31356E-10	1.32547E-09	-4.59535E-09	
A10	1.82088E-10	2.53266E-12	9.73864E-13	-6.37257E-12	2.14840E-11	

[各種データ]

	INF	
焦点距離	21.18	
Fナンバー	1.48	
全画角2	59.84	
像高Y	11.15	
レンズ全長	55.00	30

[可変間隔データ]

	INF 撮影倍率0.025	
d0	835.6781	
d9	2.2851	1.9785
d11	1.9000	2.2066
BF	3.6501	3.6551

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離	
G1	3	16.65	
G2	10	43.68	40
G3	12	-19.84	
L1_F	3	-14.72	

【実施例2】

【0090】

図6は、本発明の実施例2のインナーフォーカス光学系のレンズ構成図である。

【0091】

図6のインナーフォーカス光学系のレンズ構成は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群G1と、正の屈折力の第2レンズ群G2と、負の屈折力の第3レンズ群G3から構成される。

【0092】

開口絞り S は、最も物体側に配置されている。

【 0 0 9 3 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側の面が非球面で物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズと像側の面が非球面で物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズからなる接合レンズと像側の面が非球面の両凸レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズで構成される。

【 0 0 9 4 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側の面が非球面で物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズで構成され、第 2 レンズ群 G 2 を光軸に沿って物体側へ移動させることにより無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行っている。

【 0 0 9 5 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側の面が非球面の両凹レンズで構成される。

【 0 0 9 6 】

光学フィルター F L は、第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間に配置されている。また、周辺像高に向かう下光線のアンダーなフレアをカットするため、開口絞り S よりも物体側にフレアストッパー F S が配置されている。

【 0 0 9 7 】

続いて、以下に実施例 2 に係るインナーフォーカス光学系の諸元値を示す。

【 0 0 9 8 】

数値実施例 2

単位：mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd
物面		(d0)		
1(FS)		5.1224		
2(絞り)		5.1582		
3*	-8.8948	0.8000	2.00100	29.13
4	-143.8323	4.4137	1.90043	37.37
5*	-11.9847	1.0000		
6	36.5277	6.6112	1.55032	75.50
7*	-21.7360	0.1500		
8	21.5038	3.3159	1.49700	81.61
9	61.0256	(d9)		
10*	46.2448	1.9549	1.80611	40.73
11	193.0007	(d11)		
12*	-41.1471	0.8000	2.00069	25.46
13	48.0115	5.0000		
14		4.1400	1.51633	64.14
15		(BF)		

像面

[非球面データ]

	3面	5面	7面	10面	12面
K	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A4	-1.34923E-05	2.60708E-05	-3.20698E-05	-1.96984E-05	-4.69460E-05
A6	2.89627E-06	7.98373E-07	-1.65143E-08	-7.09123E-07	1.93957E-06
A8	-4.79041E-08	-3.66365E-09	8.52732E-10	1.73590E-08	-4.62234E-08
A10	1.08330E-09	8.54103E-11	-1.71897E-12	-1.10351E-10	3.14861E-10

[各種データ]

	INF
焦点距離	20.72
Fナンバー	1.48

10

20

30

40

50

全画角2 61.16
 像高Y 11.15
 レンズ全長 49.50

[可変間隔データ]

INF 撮影倍率0.025

d0 815.2645
 d9 6.8886 5.9898
 d11 2.4964 3.3952
 BF 1.6488 1.6538

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	3	16.86
G2	10	75.00
G3	12	-22.04
L1_F	3	-9.50

10

【実施例3】

【0099】

図11は、本発明の実施例3のインナーフォーカス光学系のレンズ構成図である。

【0100】

図11のインナーフォーカス光学系のレンズ構成は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群G1と、正の屈折力の第2レンズ群G2と、負の屈折力の第3レンズ群G3から構成される。

20

【0101】

開口絞りSは、最も物体側に配置されている。

【0102】

第1レンズ群G1は、両面が非球面で物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズと両面が非球面の両凸レンズと両面が非球面で物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズで構成される。

【0103】

第2レンズ群G2は、物体側の面が非球面で物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズで構成され、第2レンズ群G2を光軸に沿って物体側へ移動させることにより無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行っている。

30

【0104】

第3レンズ群G3は、両面が非球面で物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズで構成される。

【0105】

光学フィルターFLは、第3レンズ群G3と像面Iとの間に配置されている。また、周辺像高に向かう下光線のアンダーなフレアをカットするため、開口絞りSよりも物体側にフレアストッパーFSが配置されている。

【0106】

続いて、以下に実施例3に係るインナーフォーカス光学系の諸元値を示す。

40

【0107】

数値実施例3

単位：mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd
物面		(d0)		
1(FS)		4.0000		
2(絞り)		4.8636		
3*	-5.4002	0.8000	1.51823	58.96

50

4*	-14.6488	1.0000		
5*	54.9633	8.0453	1.55032	75.50
6*	-14.6610	0.1500		
7*	11.9676	2.1121	1.61997	63.88
8*	16.1328	(d8)		
9*	14.5200	4.9254	1.43700	95.10
10	59.1482	(d10)		
11*	1180.5477	8.1733	2.00272	19.32
12*	45.6686	5.0000		
13		4.1400	1.51633	64.14
14		(BF)		

10

像面

[非球面データ]

	3面	4面	5面	6面	7面
K	-0.90610	-5.25554	0.00000	-0.84804	-0.10141
A4	1.01116E-03	3.81961E-04	3.95492E-05	1.79767E-05	-5.44164E-04
A6	-1.17696E-05	-2.29142E-06	7.85072E-07	2.69825E-07	1.28225E-06
A8	9.68348E-08	-2.25211E-09	-1.28150E-08	-1.93022E-09	2.06528E-08
A10	-3.76239E-10	4.32819E-11	3.45032E-11	-6.74160E-12	-1.33806E-10

	8面	9面	11面	12面
K	0.00000	0.00000	0.00000	25.42165
A4	-4.48728E-04	2.30145E-05	1.17320E-04	1.49945E-04
A6	2.21888E-06	6.16393E-09	9.16748E-08	4.83781E-07
A8	1.57845E-08	4.12503E-09	-8.03322E-09	-4.88175E-09
A10	-1.25075E-10	-3.73973E-11	4.85588E-11	3.10918E-11

20

[各種データ]

INF	
焦点距離	25.00
Fナンバー	1.47
全画角2	49.29
像高Y	11.15
レンズ全長	56.46

30

[可変間隔データ]

INF 撮影倍率0.025	
d0	995.1668
d8	2.4957 2.0610
d10	1.9000 2.3347
BF	8.8583 8.8633

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	3	39.90
G2	9	42.61
G3	11	-47.55
L1_F	3	-17.01

40

【実施例4】

【0108】

図16は、本発明の実施例4のインナーフォーカス光学系のレンズ構成図である。

【0109】

図16のインナーフォーカス光学系のレンズ構成は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群G1と、正の屈折力の第2レンズ群G2と、負の屈折力の第3レンズ群

50

G 3 から構成される。

【 0 1 1 0 】

開口絞り S は、最も物体側に配置されている。

【 0 1 1 1 】

第 1 レンズ群 G 1 は、両面が非球面の両凹レンズと両凸レンズと像側が非球面で物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズと両面が非球面の両凸レンズと物体側が非球面の両凸レンズと像側が非球面の両凹レンズで構成される。

【 0 1 1 2 】

第 2 レンズ群 G 2 は、両面が非球面の両凸レンズで構成され、第 2 レンズ群 G 2 を光軸に沿って物体側へ移動させることにより無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行っている。

10

【 0 1 1 3 】

第 3 レンズ群 G 3 は、両面が非球面の両凹レンズで構成される。

【 0 1 1 4 】

光学フィルター F L は、第 3 レンズ群 G 3 と像面 I との間に配置されている。

【 0 1 1 5 】

続いて、以下に実施例 4 に係るインナーフォーカス光学系の諸元値を示す。

【 0 1 1 6 】

数値実施例 4

単位：mm

20

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd
物面		(d0)		
1(絞り)		0.6233		
2*	-20.0000	1.0000	1.43700	95.10
3*	20.5602	1.3000		
4	48.1251	2.2401	2.00100	29.13
5	-41.1610	1.7710		
6	-10.7300	8.4673	2.00069	25.46
7*	-450.2856	0.0600		
8*	22.0341	4.0566	1.90043	37.37
9*	-75.9976	0.0600		
10*	22.2710	6.1839	1.55032	75.50
11	-59.5247	0.1500		
12	-162.1615	0.8000	2.00069	25.46
13*	813.6158	(d13)		
14*	24.5395	6.0774	1.55032	75.50
15*	-87.0540	(d15)		
16*	-87.1589	2.8372	2.00100	29.13
17*	249.0947	5.0000		
18		4.1400	1.51633	64.14
19		(BF)		

30

像面

[非球面データ]

	2面	3面	7面	8面	9面
K	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-2.91962E+00	0.00000E+00
A4	6.31754E-04	5.15517E-04	-1.95312E-04	3.22490E-06	1.65695E-04
A6	-1.15982E-05	-1.06593E-05	-1.13184E-07	-1.75341E-07	1.17290E-06
A8	1.62753E-07	1.69521E-07	5.39683E-09	-3.11026E-09	-3.87616E-08
A10	-7.01263E-10	-9.37629E-10	5.38493E-12	3.11799E-12	2.33110E-10

50

A12	-2.50472E-12	0.00000E+00	-1.17731E-13	5.84372E-14	-4.48274E-13
	10面	13面	14面	15面	16面
K	-1.27192E+01	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
A4	1.06127E-04	9.67377E-05	1.29805E-04	8.99780E-05	4.62503E-04
A6	9.11302E-07	2.08673E-07	-8.58228E-07	-1.97504E-06	-2.45004E-06
A8	-1.12631E-08	6.54626E-09	6.88483E-09	2.15529E-08	1.07839E-08
A10	2.19282E-11	-1.03715E-10	-6.32913E-11	-1.33624E-10	1.38359E-11
A12	7.48508E-14	3.96215E-13	2.45430E-13	3.88173E-13	0.00000E+00

17面

K	0.00000E+00
A4	4.68915E-04
A6	1.10405E-06
A8	8.71951E-10
A10	-1.59473E-10
A12	5.41772E-12

10

[各種データ]

	INF
焦点距離	19.16
Fナンバー	1.48
全画角2	61.40
像高Y	11.15
レンズ全長	58.94

20

[可変間隔データ]

	INF	撮影倍率0.025
d0	762.1832	
d13	2.2553	1.9024
d15	2.7500	3.1030
BF	9.1678	9.1728

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	2	34.92
G2	14	35.47
G3	16	-64.23
L1_F	2	-23.03

30

【実施例5】

【0117】

図21は、本発明の実施例5のインナーフォーカス光学系のレンズ構成図である。

【0118】

図21のインナーフォーカス光学系のレンズ構成は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群G1と、正の屈折力の第2レンズ群G2と、負の屈折力の第3レンズ群G3から構成される。

40

【0119】

開口絞りSは、最も物体側に配置されている。

【0120】

第1レンズ群G1は、両面が非球面の両凹レンズと両凸レンズと像側が非球面で物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズと両面が非球面の両凸レンズと物体側が非球面の両凸レンズと像側が非球面の両凹レンズで構成される。

【0121】

第2レンズ群G2は、両面が非球面の両凸レンズで構成され、第2レンズ群G2を光軸に沿って物体側へ移動させることにより無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを

50

行っている。

【0122】

第3レンズ群G3は、両面が非球面の両凹レンズで構成される。

【0123】

光学フィルターFLは、第3レンズ群G3と像面Iとの間に配置されている。

【0124】

続いて、以下に実施例5に係るインナーフォーカス光学系の諸元値を示す。

【0125】

数値実施例5

単位：mm

10

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd
物面		(d0)		
1(絞り)		0.3640		
2*	-692.6657	1.0016	1.43700	95.10
3*	11.4100	1.3000		
4	51.5857	2.1061	2.00100	29.13
5	-48.0596	1.9705		
6	-10.0568	7.5682	2.00069	25.46
7*	-204.9755	0.0600		
8*	20.8792	4.4729	1.90043	37.37
9*	-66.4493	0.0631		
10*	20.8355	5.7913	1.55032	75.50
11	-59.6795	0.1500		
12	-213.2473	0.8000	2.00069	25.46
13*	1035.0800	(d13)		
14*	23.9048	5.7149	1.55032	75.50
15*	-105.3974	(d15)		
16*	-67.8414	2.5546	2.00100	29.13
17*	181.3226	5.0000		
18		4.1400	1.51633	64.14
19		(BF)		

20

像面

[非球面データ]

	2面	3面	7面	8面	9面
K	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-2.17827E+00	0.00000E+00
A4	-5.65235E-04	-7.58480E-04	-1.86673E-04	1.33090E-05	1.69532E-04
A6	2.33210E-05	2.42851E-05	-5.93982E-10	-2.47127E-08	1.20531E-06
A8	-4.10182E-07	-4.10320E-07	3.64370E-09	-2.60088E-09	-3.86502E-08
A10	3.52279E-09	2.78019E-09	9.30689E-12	-2.64645E-12	2.34340E-10
A12	-8.00329E-12	0.00000E+00	-1.18574E-13	6.68411E-15	-4.86928E-13
	10面	13面	14面	15面	16面
K	-1.12409E+01	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
A4	1.05451E-04	9.82305E-05	1.45721E-04	1.08928E-04	5.40931E-04
A6	8.60743E-07	5.04633E-07	-9.40632E-07	-2.05343E-06	-3.05860E-06
A8	-1.15404E-08	5.16697E-09	7.23682E-09	2.01467E-08	9.60553E-09
A10	1.89334E-11	-1.04215E-10	-7.36945E-11	-1.31823E-10	4.62860E-11
A12	1.12487E-13	3.89220E-13	3.63639E-13	5.32030E-13	0.00000E+00
	17面				
K	0.00000E+00				

40

50

A4 5.45623E-04
 A6 6.03523E-07
 A8 7.25150E-09
 A10 -3.72539E-10
 A12 7.73524E-12

[各種データ]

INF
 焦点距離 19.02
 Fナンバー 1.47
 全画角2 62.29
 像高Y 11.15
 レンズ全長 55.95

10

[可変間隔データ]

INF 撮影倍率0.025
 d0 756.1384
 d13 2.2255 1.8839
 d15 2.7500 3.0916
 BF 7.9138 7.9191

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	2	29.34
G2	14	35.97
G3	16	-49.07
L1_F	2	-25.68

20

【0126】

また、これらの各実施例における条件式の対応値一覧を示す。

[条件式対応値]

条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
(1) f / f_1	1.27	1.23	0.63	0.55	0.65
(2) f / f_2	0.48	0.28	0.59	0.54	0.53
(3) f / f_3	-1.07	-0.94	-0.53	-0.30	-0.39
(4) f / R_1	-1.97	-2.33	-4.63	-0.96	-0.03
(5) M3	1.82	1.44	1.35	1.28	1.34
(6) $(M_3^2 \times (1 - M_2^2))$	1.69	0.55	1.42	1.34	1.37
(7) f / f_{L1}	-1.44	-2.18	-1.47	-0.83	-0.74
(8) D / Y	4.61	3.98	4.71	5.29	5.02

30

【符号の説明】

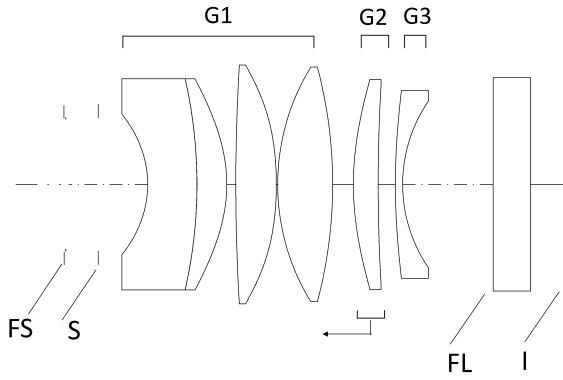
【0127】

G1 第1レンズ群
 G2 第2レンズ群
 G3 第3レンズ群
 S 開口絞り
 FS フレアストッパー
 FL 光学フィルター
 I 像面

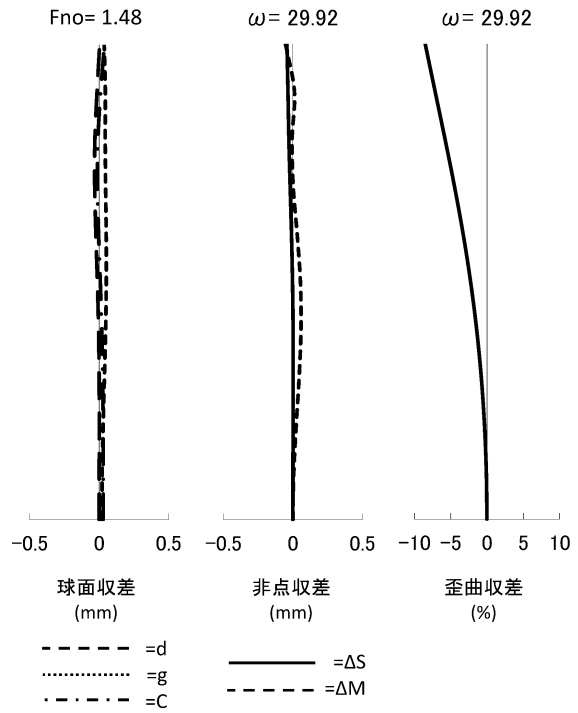
40

【 図面 】

【 図 1 】



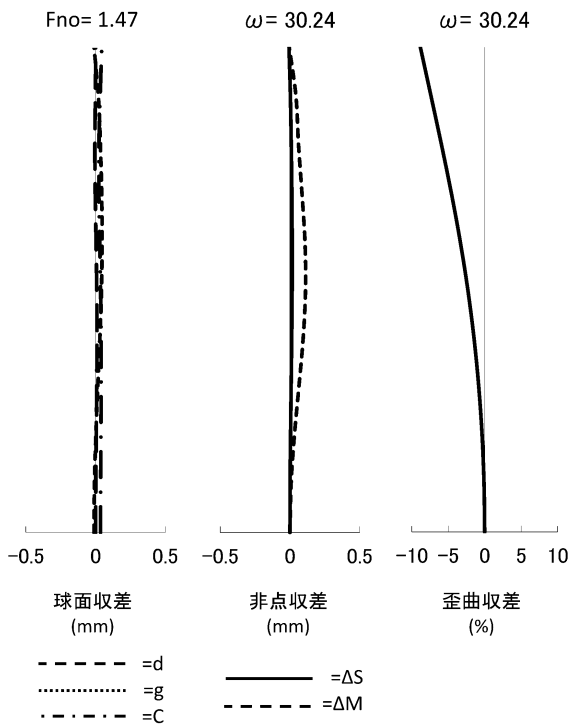
【 図 2 】



10

20

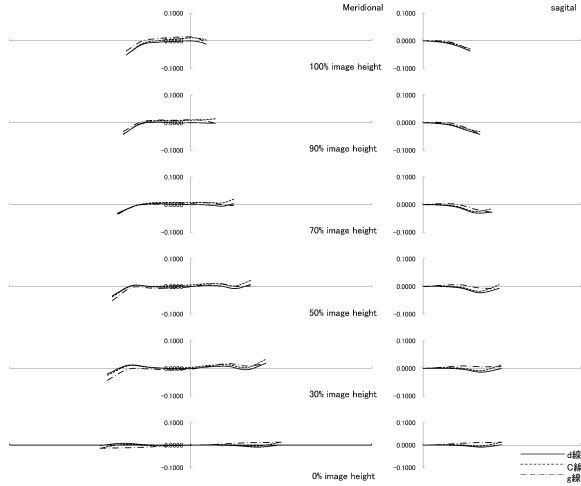
【 図 3 】



30

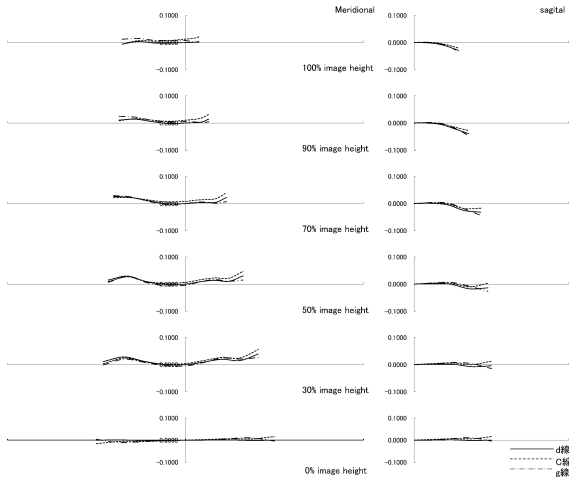
40

【 図 4 】

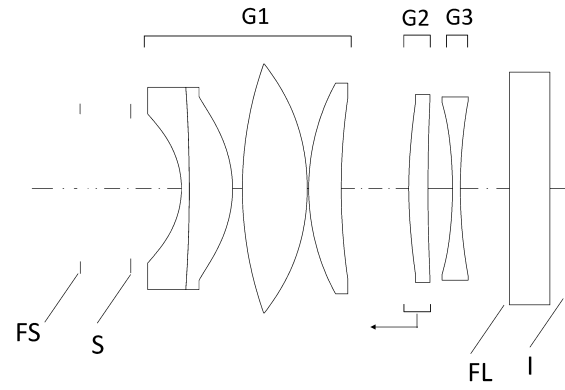


50

【 図 5 】

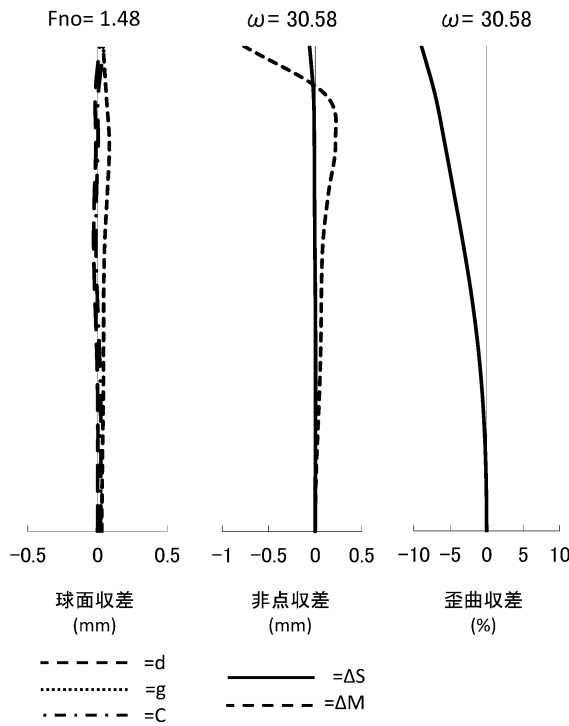


【 図 6 】

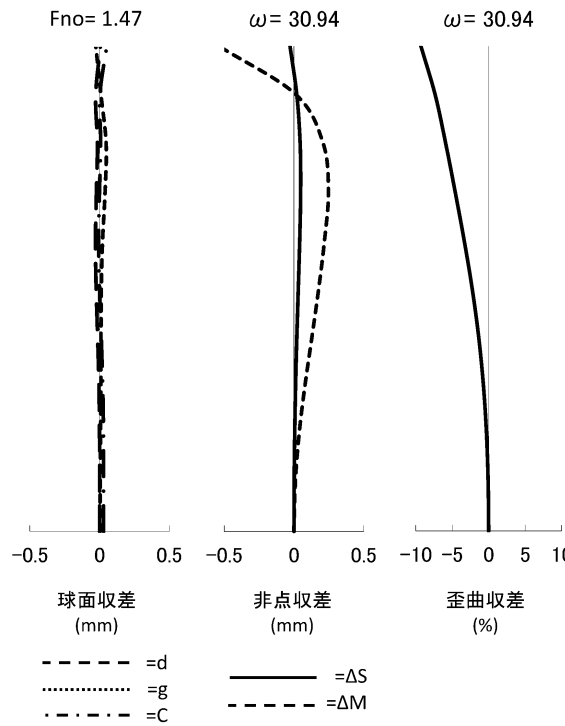


10

【 図 7 】



【 図 8 】



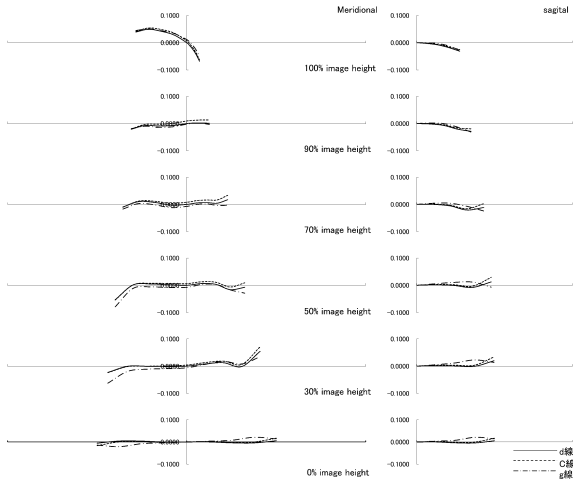
20

30

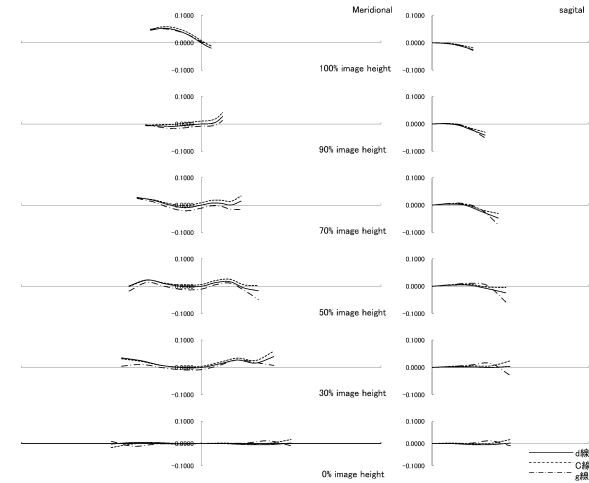
40

50

【 9 】

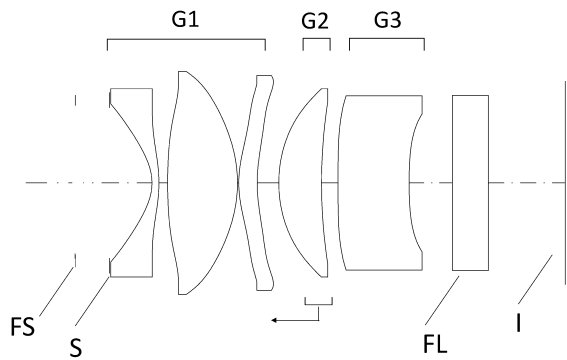


【 10 】

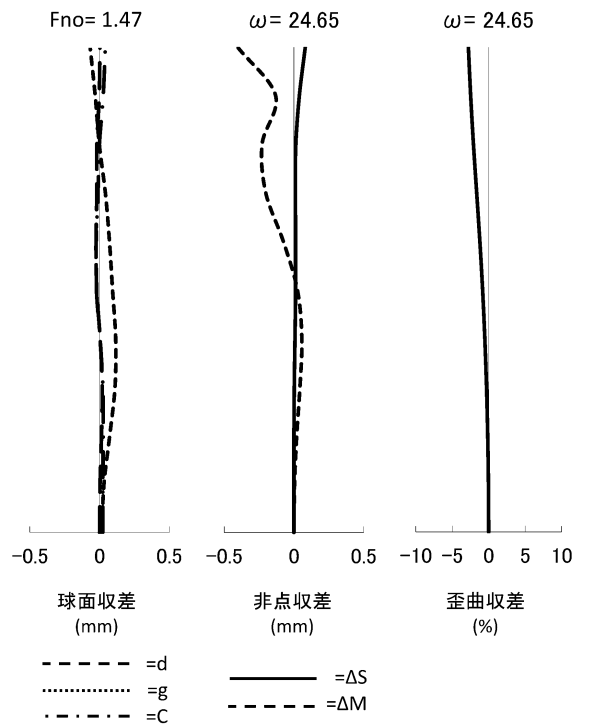


10

【 11 】



【 12 】



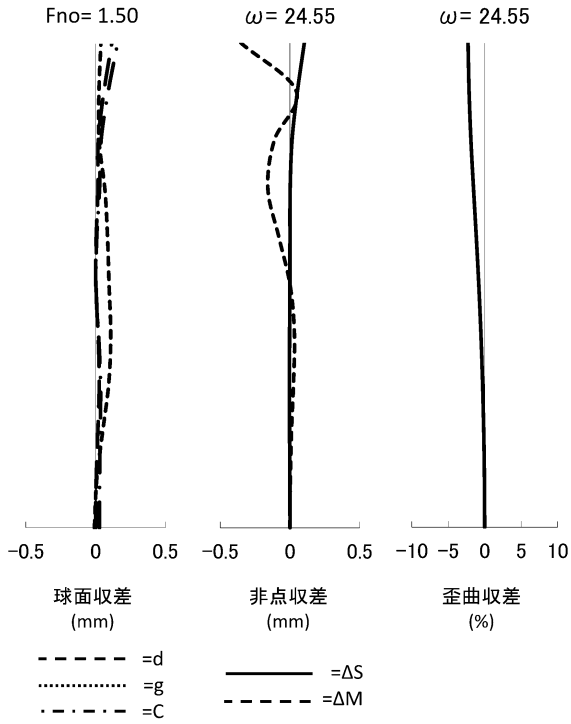
20

30

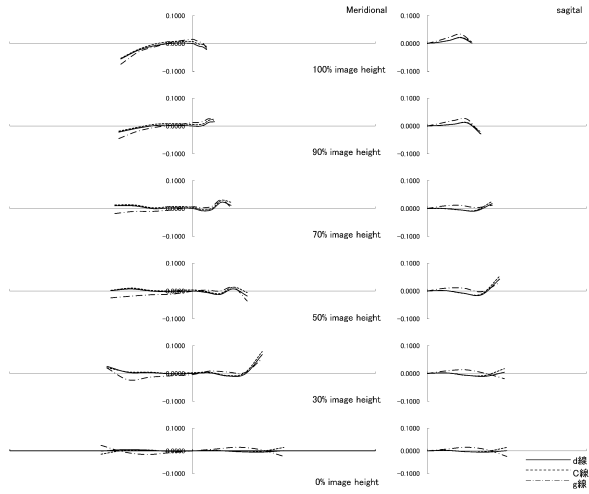
40

50

【 図 1 3 】



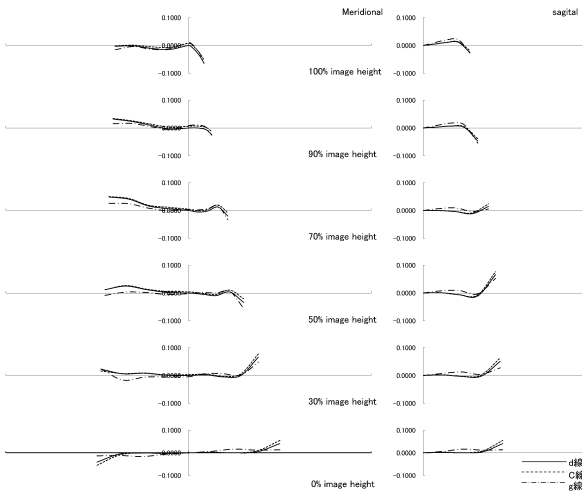
【 図 1 4 】



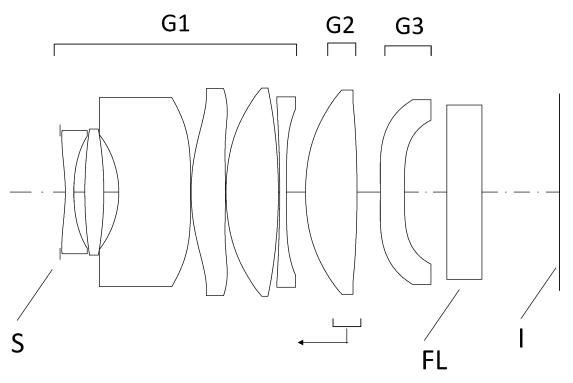
10

20

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

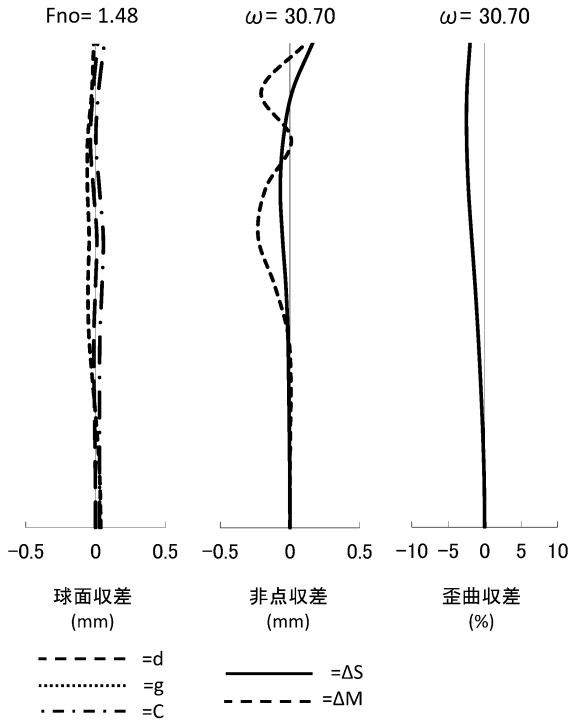


30

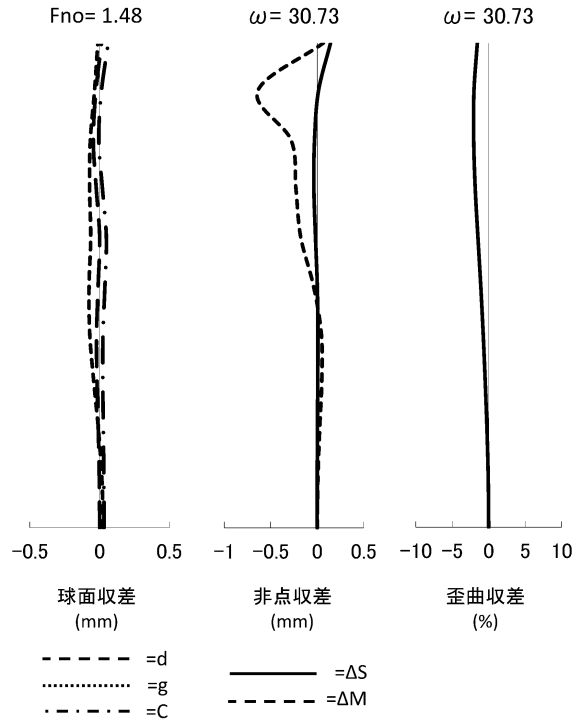
40

50

【 图 1 7 】



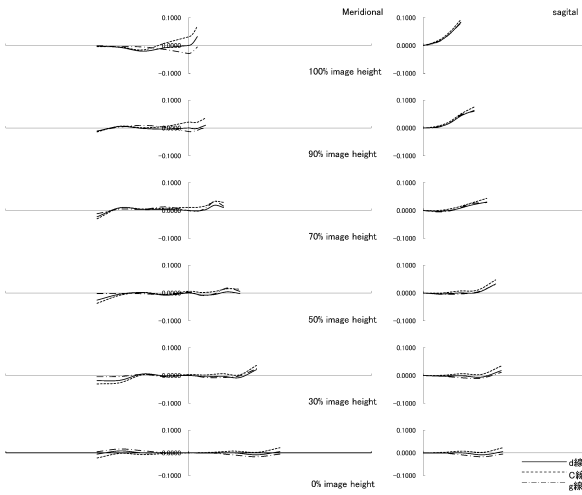
【 图 1 8 】



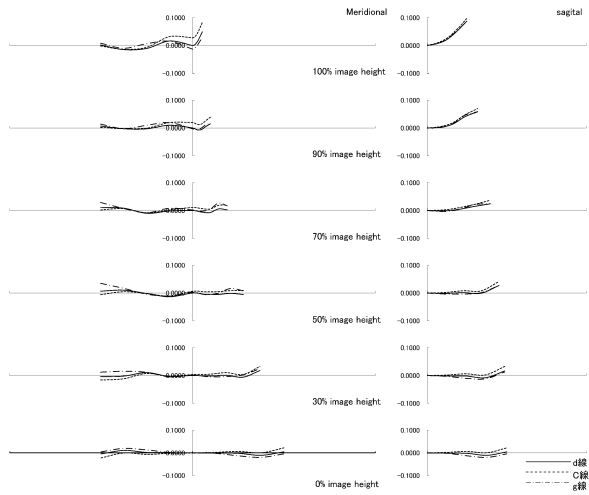
10

20

【 图 1 9 】



【 图 2 0 】

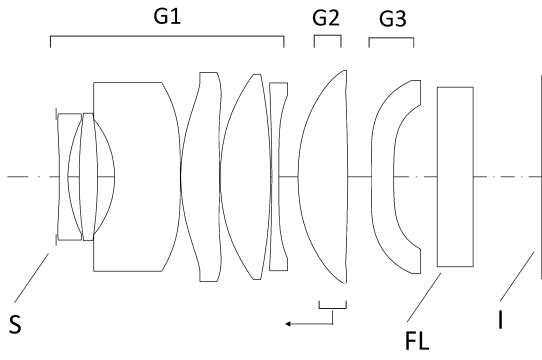


30

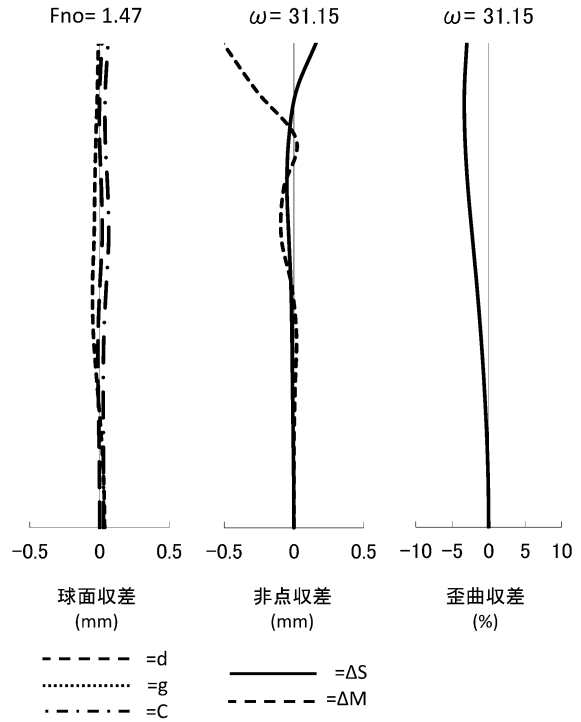
40

50

【图 2 1】



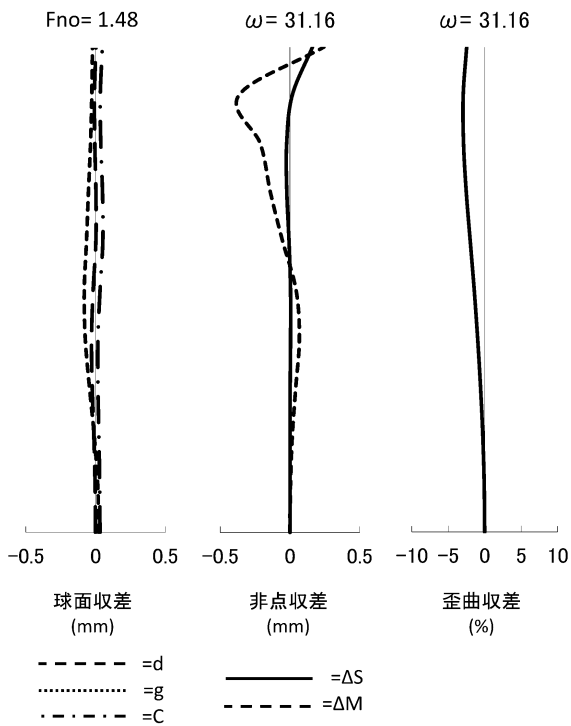
【图 2 2】



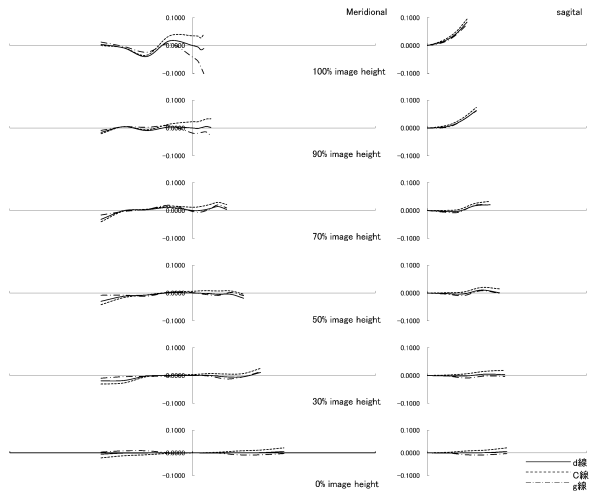
10

20

【图 2 3】



【图 2 4】

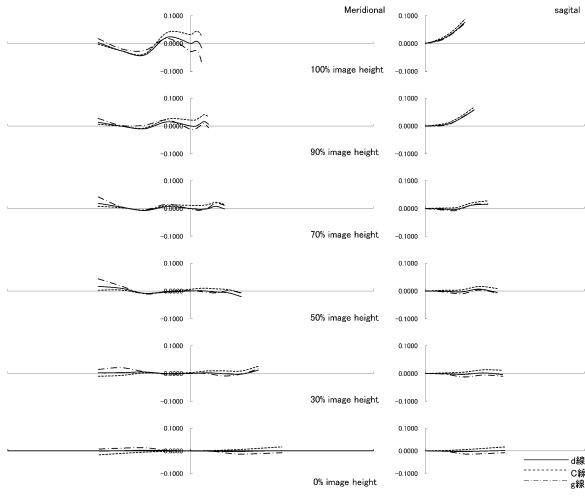


30

40

50

【 25 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 0 6 8 2 9 2 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 1 / 0 2 7 6 9 0 (W O , A 1)
国際公開第 2 0 1 2 / 0 5 3 3 6 7 (W O , A 1)
国際公開第 2 0 1 1 / 1 1 8 5 5 4 (W O , A 1)
特開 2 0 0 8 - 0 7 6 9 5 3 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 1 / 1 1 8 5 5 5 (W O , A 1)
特開 2 0 1 4 - 0 3 5 4 5 8 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 0 6 1 5 7 0 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 8 / 2 0 7 2 3 8 (W O , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 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