

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7570685号
(P7570685)

(45)発行日 令和6年10月22日(2024.10.22)

(24)登録日 令和6年10月11日(2024.10.11)

(51)国際特許分類

<i>G 0 2 B</i>	15/20 (2006.01)	F I	G 0 2 B	15/20
<i>G 0 2 B</i>	13/18 (2006.01)		G 0 2 B	13/18

請求項の数 13 (全83頁)

(21)出願番号	特願2021-11410(P2021-11410)
(22)出願日	令和3年1月27日(2021.1.27)
(65)公開番号	特開2022-114925(P2022-114925)
	A)
(43)公開日	令和4年8月8日(2022.8.8)
審査請求日	令和5年11月15日(2023.11.15)

(73)特許権者	000131326 株式会社シグマ 神奈川県川崎市麻生区栗木2丁目8番1 5号
(72)発明者	荻野目 泰基 神奈川県川崎市麻生区栗木2丁目4番1 6号
審査官	殿岡 雅仁

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 变倍結像光学系

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と正の屈折力を有する第2レンズ群G2と負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、1つ以上のレンズ群からなり開口絞りSを含む中間群GMと、合焦群GFと、2つ以上のレンズ群からなる後続群GRとからなり、隣り合うレンズ群の間隔は変倍もしくはフォーカシング時に変化し、広角端から望遠端への変倍に際し、前記第1レンズ群G1は物体側に移動し、前記第2レンズ群G2は像側へ移動し、前記第1レンズ群G1と前記第2レンズ群G2の間隔は増大し、前記第2レンズ群G2と前記第3レンズ群G3との間隔は減少し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、前記合焦群GFが光軸に沿って移動することを特徴とする变倍結像光学系。

【請求項2】

以下の条件式(1)を満たすことを特徴とする請求項1に記載の变倍結像光学系。

$$(1) 0.2 < f_1 / f_T < 1.0$$

f1：前記第1レンズ群G1の焦点距離

fT：無限遠望遠端における全系の焦点距離

【請求項3】

以下の条件式(2)を満たすことを特徴とする請求項1または2に記載の变倍結像光学系。

$$(2) 0.1 < f_2 / f_T < 0.8$$

f_2 : 前記第 2 レンズ群 G 2 の焦点距離

f_T : 無限遠望遠端における全系の焦点距離

【請求項 4】

以下の条件式(3)を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の変倍結像光学系。

$$(3) 1.3 < D_{G2Sw} / D_{G2St} < 3.2$$

D_{G2Sw} : 広角端における前記第 2 レンズ群 G 2 の最も物体側のレンズの面頂から前記開口絞り S までの距離

D_{G2St} : 望遠端における前記第 2 レンズ群 G 2 の最も物体側のレンズの面頂から前記開口絞り S までの距離

10

【請求項 5】

前記第 2 レンズ群 G 2 は下記の条件式(4)および(5)を満たす凹レンズを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の変倍結像光学系。

$$(4) -0.3 > (g_{2hrW} / W_{ih}) - (g_{2hrT} / T_{ih}) > -1.5$$

$$(5) P_{gLg2} > 0.013$$

g_{2hrW} : 無限遠広角端における前記第 2 レンズ群 G 2 先頭の面における軸外主光線の高さ

g_{2hrT} : 無限遠望遠端における前記第 2 レンズ群 G 2 先頭の面における軸外主光線の高さ

なお、前記軸外主光線の定義であるが、絞り位置と光軸が交わる点を通る光線である。

20

W_{ih} : 広角端における前記軸外主光線の像面上の光線高

T_{ih} : 望遠端における前記軸外主光線の像面上の光線高

P_{gLg2} : 前記第 2 レンズ群 G 2 に含まれる前記凹レンズのうち最も異常分散性が大きい凹レンズの異常分散性

【請求項 6】

以下の条件式(6)を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の変倍結像光学系。

$$(6) 1.0 < f_1 / f_W < 2.5$$

f_1 : 前記第 1 レンズ群 G 1 の焦点距離

f_W : 無限遠広角端における全系の焦点距離

30

【請求項 7】

前記第 3 レンズ群 G 3 はズーミングに際し像面に対し固定であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の変倍結像光学系。

【請求項 8】

物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、1つ以上のレンズ群からなり開口絞り S を含む中間群 G M と、正の屈折力を有する合焦点群 G F と、2つ以上のレンズ群からなる後続群 G R とからなり、前記合焦点群 G F は条件式(7)を満足する凹レンズを1枚以上有し、隣り合うレンズ群の間隔は変倍もしくはフォーカシング時に変化し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、前記合焦点群 G F が光軸に沿って移動し、広角端から望遠端への変倍に際し、前記第 1 レンズ群 G 1 は物体側に移動し、前記第 2 レンズ群 G 2 は像側へ移動し、前記第 1 レンズ群 G 1 と前記第 2 レンズ群 G 2 の間隔は増大し、前記第 2 レンズ群 G 2 と前記第 3 レンズ群 G 3 との間隔は減少することを特徴とする変倍結像光学系。

40

$$(7) P_{gLf} > 0.013$$

P_{gLf} : 前記合焦点群 G F を構成する前記凹レンズの異常分散性

【請求項 9】

前記合焦点群 G F を構成する前記凹レンズのうち最も像側に配置された凹レンズが最も正の異常分散性が大きいことを特徴とする請求項 8 に記載の変倍結像光学系。

【請求項 10】

50

前記合焦点群 G F は下記の条件式(8)を満足することを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の変倍結像光学系。

$$(8) 0.08 < f_F / f_T < 0.25$$

f_F : 前記合焦点群 G F の焦点距離

f_T : 無限遠望遠端における全系の焦点距離

【請求項 11】

前記後続群 G R を構成するレンズ群のうち最も像側のレンズ群には下記の条件式(9)を満足する凹レンズが少なくとも 1 枚以上含まれていることを特徴とする請求項 8 乃至 10 のいずれか一項に記載の変倍結像光学系。

$$(9) 1.0 < d_L r \times P_g F L r$$

$d_L r$: 前記後続群 G R の凹レンズのアッベ数

$P_g F L r$: 前記後続群 G R の凹レンズの異常分散性

【請求項 12】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 8 乃至 11 のいずれか一項に記載の変倍結像光学系。

$$(10) P_g F p r A V E < -0.0035$$

$P_g F p r A V E$: 前記後続群 G R を構成する凸レンズのうち最も像側から 2 枚の異常分散性の平均値

【請求項 13】

前記後続群 G R のうち最も像側のレンズ群は、ズーミングの際、像面に対し固定されていることを特徴とする請求項 8 乃至 12 のいずれか一項に記載の変倍結像光学系。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はデジタルカメラやビデオカメラなど撮像装置に用いられる、撮像光学系に好適な変倍結像光学系に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、デジタルカメラやビデオカメラ等のミラーレス化が進むと同時に、スマートフォンやモバイルデータ端末に高性能なカメラが搭載されるようになり、デジタルカメラやビデオカメラにはそれらのモバイル機器と差別化を図るため、超望遠域のズームレンズへの需要が高まっている。

30

【0003】

また近年のデジタルカメラやビデオカメラは撮像素子の高画素化が一段と進み、撮像光学系に対する高性能化の要求は一段と増している。

【0004】

特許文献 1 ~ 3 は望遠端の半画角がおよそ 3 度以下の変倍結像光学系の例が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0005】

【文献】特開 2013-167749

【文献】特開 2016-080825

【文献】特開 2019-020450

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

望遠端の画角の狭い超望遠ズームレンズでは、ズームレンズとしての使い勝手を向上させるため、変倍比をなるべく大きく取ることと、携帯性を向上させるための小型化と、結像性能の 3 点を両立させる必要がある。

50

【 0 0 0 7 】

変倍比を大きく取るために最も物体側に正の屈折力を有するレンズ群を配置し、それを変倍によって物体側へ繰り出すことで、望遠端での望遠比（光学全長を焦点距離で割った値）となるべく大きくし望遠時の結像性能を高めるのが一般的である。

【 0 0 0 8 】

また望遠タイプのレンズでは、物体側に配置された収束系のレンズ群で発生した収差が、後方のレンズ群で拡大される。単焦点レンズであれば、この関係を基に単純に物体側の収束系で発生する収差を抑えることで結像性能の向上を図ることが出来るが、ズームレンズでは変倍によるパワー配置の変化によって諸収差が変動するため、単焦点レンズの様に単純化出来ない。特に画角の狭い超望遠域のレンズで課題となる倍率色収差は、変倍によって発生する方向が変わるので、ズーム全域にわたって倍率色収差の発生を抑えながら光学系の小型化を図るためには、変倍によるパワー配置の変化に応じた光学材料の選択が重要である。

10

【 0 0 0 9 】

特許文献 1 に記載の光学系は全長固定の超望遠ズームレンズの例であるが、ズーム全域で諸収差が抑えられており結像性能は高いが、このように全長固定のタイプで結像性能を維持したまま変倍比を大きくしようとすると光学系が著しく肥大化してしまい好ましくない。

【 0 0 1 0 】

特許文献 2 に記載の光学系は第 1 群が繰り出す全長可変タイプの超望遠ズームレンズの例であるが、光学全長に対するバックフォーカス（最終レンズから像面までの距離）が大きく、昨今のミラーレス化によるショート法兰ジバック化を鑑みると光学系の小型化という点では不十分である。また広角端から望遠端における倍率色収差の変動が大きく、補正が不十分である。

20

【 0 0 1 1 】

特許文献 3 に記載の光学系はショート法兰ジバック化に対応した超望遠ズームレンズの例であるが、広角端から望遠端における倍率色収差の変動が大きく、補正が不十分であり、広角端における光学全長の抑制も不十分である。

【 0 0 1 2 】

本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、小型化と軽量化を実現しながら、変倍時の倍率色収差を抑え、合焦時の高速化と性能低下を抑えたフォーカシングを有し、ズーム全域にわたり良好な光学性能を備えた変倍結像光学系を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】**【 0 0 1 3 】**

上記改題を解決するための手段である本発明を実施の変倍結像光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、2つ以上のレンズ群からなり開口絞り S を含む中間群 G M と、合焦群 G F と、1 つ以上のレンズ群からなる後続群 G R とからなり、隣り合うレンズ群の間隔は変倍もしくはフォーカシング時に変化し、広角端から望遠端への変倍に際し、前記第 1 レンズ群 G 1 は物体側に移動し、前記第 2 レンズ群 G 2 は像側へ移動し、前記第 1 レンズ群 G 1 と前記第 2 レンズ群 G 2 の間隔は増大し、前記第 2 レンズ群 G 2 と前記第 3 レンズ群 G 3 との間隔は減少し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、前記合焦群 G F が光軸に沿って移動することを特徴とする変倍結像光学系。

40

【 0 0 1 4 】

また、本発明を実施の変倍結像光学系は、さらに以下の条件式（1）を満たすことを特徴とする変倍結像光学系。

$$(1) 0.2 < f_1 / f_T < 1.0$$

f_1 : 前記第 1 レンズ群 G 1 の焦点距離

f_T : 無限遠望遠端における全系の焦点距離

50

【0015】

また、本発明を実施の変倍結像光学系は、さらに以下の条件式(2)を満たすことを特徴とする変倍結像光学系。

$$(2) 0.1 < f_2 / f_T < 0.8$$

f_2 ：前記第2レンズ群G2の焦点距離

f_T ：無限遠望遠端における全系の焦点距離

【0016】

また、本発明を実施の変倍結像光学系は、さらに以下の条件式(3)を満たすことを特徴とする変倍結像光学系。

$$(3) 1.3 < D_{G2Sw} / D_{G2St} < 3.2$$

10

D_{G2Sw} ：広角端における前記第2レンズ群G2の最も物体側のレンズの面頂から前記開口絞りSまでの距離

D_{G2St} ：望遠端における前記第2レンズ群G2の最も物体側のレンズの面頂から前記開口絞りSまでの距離

【0017】

また、本発明を実施の変倍結像光学系は、さらに前記第2レンズ群G2は下記の条件式(4)および(5)を満たす凹レンズを含むことを特徴とする変倍結像光学系。

$$(4) -0.3 > (g_{2hrW} / W_{ih}) - (g_{2hrT} / T_{ih}) > -1.5$$

$$(5) P_{gLg2} > 0.013$$

g_{2hrW} ：無限遠広角端における前記第2レンズ群G2先頭の面における軸外主光線の高さ

20

g_{2hrT} ：無限遠望遠端における前記第2レンズ群G2先頭の面における軸外主光線の高さ

なお、前記軸外主光線の定義であるが、絞り位置と光軸が交わる点を通る光線である。

W_{ih} ：広角端における前記軸外主光線の像面上の光線高

T_{ih} ：望遠端における前記軸外主光線の像面上の光線高

P_{gLg2} ：前記第2レンズ群G2に含まれる前記凹レンズのうち最も異常分散性が大きい凹レンズの異常分散性

【0018】

また、本発明を実施の変倍結像光学系は、さらに以下の条件式(6)を満足することを特徴とする変倍結像光学系。

30

$$(6) 1.0 < f_1 / f_W < 2.5$$

f_1 ：前記第1レンズ群G1の焦点距離

f_W ：無限遠広角端における全系の焦点距離

【0019】

また、本発明を実施の変倍結像光学系は、さらに前記第3レンズ群G3はズーミングに際し像面に対し固定であることを特徴とする変倍結像光学系。

【0020】

また、本発明を実施の変倍結像光学系は、さらに物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と正の屈折力を有する第2レンズ群G2と負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、1つ以上のレンズ群からなり開口絞りSを含む中間群GMと、正の屈折力を有する合焦点GFと、2つ以上のレンズ群からなる後続群GRとからなり、前記合焦点GFは条件式(7)を満足する凹レンズを1枚以上有し、隣り合うレンズ群の間隔は変倍もしくはフォーカシング時に変化し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、前記合焦点GFが光軸に沿って移動し、広角端から望遠端への変倍に際し、前記第1レンズ群G1は物体側に移動し、前記第2レンズ群G2は像側へ移動し、前記第1レンズ群G1と前記第2レンズ群G2の間隔は増大し、前記第2レンズ群G2と前記第3レンズ群G3との間隔は減少することを特徴とする変倍結像光学系。

40

$$(7) P_{gLf} > 0.013$$

P_{gLf} ：前記合焦点GFを構成する前記凹レンズの異常分散性

50

【0021】

また、本発明を実施の変倍結像光学系は、さらに前記合焦点群G Fを構成する前記凹レンズのうち最も像側に配置された凹レンズが最も正の異常分散性が大きいことを特徴とする変倍結像光学系。

【0022】

また、本発明を実施の変倍結像光学系は、さらに前記合焦点群G Fは下記の条件式(8)を満足することを特徴とする変倍結像光学系。

$$(8) 0.08 < f_F / f_T < 0.25$$

f_F : 前記合焦点群G Fの焦点距離

f_T : 無限遠望遠端における全系の焦点距離

10

【0023】

また、本発明を実施の変倍結像光学系は、さらに前記後続群G Rを構成するレンズ群のうち最も像側のレンズ群には下記の条件式(9)を満足する凹レンズが少なくとも1枚以上含まれていることを特徴とする変倍結像光学系。

$$(9) 1.0 < d_L r \times P g_F L_r$$

$d_L r$: 前記後続群G Rの凹レンズのアッペ数

$P g_F L_r$: 前記後続群G Rの凹レンズの異常分散性

【0024】

また、本発明を実施の変倍結像光学系は、さらに以下の条件式を満足することを特徴とする変倍結像光学系。

20

$$(10) P g_F p_r A V E < -0.0035$$

$P g_F p_r A V E$: 前記後続群G Rを構成する凸レンズのうち最も像側から2枚の異常分散性の平均値

【0026】

また、本発明を実施の変倍結像光学系は、さらに前記後続群G Rのうち最も像側のレンズ群は、ズーミングの際、像面に対し固定されていることを特徴とする変倍結像光学系。

【発明の効果】**【0027】**

本発明によれば、小型化と軽量化を実現しながら、変倍時の倍率色収差を抑え、合焦時の高速化と性能低下を抑えたフォーカシングを有し、ズーム全域にわたり良好な光学性能を備えた変倍結像光学系を得られる。

30

【図面の簡単な説明】**【0028】**

【図1】本発明の変倍結像光学系の実施例1に係る広角端の無限遠合焦点時のレンズ構成図である。

【図2】本発明の変倍結像光学系の実施例1に係る広角端の無限遠合焦点時の縦収差図である。

【図3】本発明の変倍結像光学系の実施例1に係る中間焦点距離の無限遠合焦点時の縦収差図である。

【図4】本発明の変倍結像光学系の実施例1に係る望遠端の無限遠合焦点時の縦収差図である。

40

【図5】本発明の変倍結像光学系の実施例1に係る広角端の無限遠合焦点時の横収差図である。

【図6】本発明の変倍結像光学系の実施例1に係る中間焦点距離の無限遠合焦点時の横収差図である。

【図7】本発明の変倍結像光学系の実施例1に係る望遠端の無限遠合焦点時の横収差図である。

【図8】本発明の変倍結像光学系の実施例2に係る広角端の無限遠合焦点時のレンズ構成図である。

【図9】本発明の変倍結像光学系の実施例2に係る広角端の無限遠合焦点時の縦収差図であ

50

る。

【図 1 0】本発明の変倍結像光学系の実施例 2 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 1 1】本発明の変倍結像光学系の実施例 2 に係る望遠端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 1 2】本発明の変倍結像光学系の実施例 2 に係る広角端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 1 3】本発明の変倍結像光学系の実施例 2 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 1 4】本発明の変倍結像光学系の実施例 2 に係る望遠端の無限遠合焦時の横収差図である。 10

【図 1 5】本発明の変倍結像光学系の実施例 3 に係る広角端の無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図 1 6】本発明の変倍結像光学系の実施例 3 に係る広角端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 1 7】本発明の変倍結像光学系の実施例 3 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 1 8】本発明の変倍結像光学系の実施例 3 に係る望遠端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 1 9】本発明の変倍結像光学系の実施例 3 に係る広角端の無限遠合焦時の横収差図である。 20

【図 2 0】本発明の変倍結像光学系の実施例 3 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 2 1】本発明の変倍結像光学系の実施例 3 に係る望遠端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 2 2】本発明の変倍結像光学系の実施例 4 に係る広角端の無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図 2 3】本発明の変倍結像光学系の実施例 4 に係る広角端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 2 4】本発明の変倍結像光学系の実施例 4 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の縦収差図である。 30

【図 2 5】本発明の変倍結像光学系の実施例 4 に係る望遠端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 2 6】本発明の変倍結像光学系の実施例 4 に係る広角端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 2 7】本発明の変倍結像光学系の実施例 4 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 2 8】本発明の変倍結像光学系の実施例 4 に係る望遠端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 2 9】本発明の変倍結像光学系の実施例 5 に係る広角端の無限遠合焦時のレンズ構成図である。 40

【図 3 0】本発明の変倍結像光学系の実施例 5 に係る広角端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 3 1】本発明の変倍結像光学系の実施例 5 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 3 2】本発明の変倍結像光学系の実施例 5 に係る望遠端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 3 3】本発明の変倍結像光学系の実施例 5 に係る広角端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 3 4】本発明の変倍結像光学系の実施例 5 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の横収 50

差図である。

【図 3 5】本発明の変倍結像光学系の実施例 5 に係る望遠端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 3 6】本発明の変倍結像光学系の実施例 6 に係る広角端の無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図 3 7】本発明の変倍結像光学系の実施例 6 に係る広角端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 3 8】本発明の変倍結像光学系の実施例 6 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 3 9】本発明の変倍結像光学系の実施例 6 に係る望遠端の無限遠合焦時の縦収差図である。 10

【図 4 0】本発明の変倍結像光学系の実施例 6 に係る広角端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 4 1】本発明の変倍結像光学系の実施例 6 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 4 2】本発明の変倍結像光学系の実施例 6 に係る望遠端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 4 3】本発明の変倍結像光学系の実施例 7 に係る広角端の無限遠合焦時のレンズ構成図である。 20

【図 4 4】本発明の変倍結像光学系の実施例 7 に係る広角端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 4 5】本発明の変倍結像光学系の実施例 7 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 4 6】本発明の変倍結像光学系の実施例 7 に係る望遠端の無限遠合焦時の縦収差図である。 30

【図 4 7】本発明の変倍結像光学系の実施例 7 に係る広角端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 4 8】本発明の変倍結像光学系の実施例 7 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 4 9】本発明の変倍結像光学系の実施例 7 に係る望遠端の無限遠合焦時の横収差図である。 30

【図 5 0】本発明の変倍結像光学系の実施例 8 に係る広角端の無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図 5 1】本発明の変倍結像光学系の実施例 8 に係る広角端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 5 2】本発明の変倍結像光学系の実施例 8 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 5 3】本発明の変倍結像光学系の実施例 8 に係る望遠端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 5 4】本発明の変倍結像光学系の実施例 8 に係る広角端の無限遠合焦時の横収差図である。 40

【図 5 5】本発明の変倍結像光学系の実施例 8 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 5 6】本発明の変倍結像光学系の実施例 8 に係る望遠端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 5 7】本発明の変倍結像光学系の実施例 9 に係る広角端の無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図 5 8】本発明の変倍結像光学系の実施例 9 に係る広角端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 5 9】本発明の変倍結像光学系の実施例 9 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の縦収 50

差図である。

【図 6 0】本発明の変倍結像光学系の実施例 9 に係る望遠端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 6 1】本発明の変倍結像光学系の実施例 9 に係る広角端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 6 2】本発明の変倍結像光学系の実施例 9 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 6 3】本発明の変倍結像光学系の実施例 9 に係る望遠端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 6 4】本発明の変倍結像光学系の実施例 10 に係る広角端の無限遠合焦時のレンズ構成図である。 10

【図 6 5】本発明の変倍結像光学系の実施例 10 に係る広角端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 6 6】本発明の変倍結像光学系の実施例 10 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 6 7】本発明の変倍結像光学系の実施例 10 に係る望遠端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 6 8】本発明の変倍結像光学系の実施例 10 に係る広角端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 6 9】本発明の変倍結像光学系の実施例 10 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の横収差図である。 20

【図 7 0】本発明の変倍結像光学系の実施例 10 に係る望遠端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 7 1】本発明の変倍結像光学系の実施例 11 に係る広角端の無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図 7 2】本発明の変倍結像光学系の実施例 11 に係る広角端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 7 3】本発明の変倍結像光学系の実施例 11 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 7 4】本発明の変倍結像光学系の実施例 11 に係る望遠端の無限遠合焦時の縦収差図である。 30

【図 7 5】本発明の変倍結像光学系の実施例 11 に係る広角端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 7 6】本発明の変倍結像光学系の実施例 11 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 7 7】本発明の変倍結像光学系の実施例 11 に係る望遠端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 7 8】本発明の変倍結像光学系の実施例 12 に係る広角端の無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図 7 9】本発明の変倍結像光学系の実施例 12 に係る広角端の無限遠合焦時の縦収差図である。 40

【図 8 0】本発明の変倍結像光学系の実施例 12 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 8 1】本発明の変倍結像光学系の実施例 12 に係る望遠端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 8 2】本発明の変倍結像光学系の実施例 12 に係る広角端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 8 3】本発明の変倍結像光学系の実施例 12 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 8 4】本発明の変倍結像光学系の実施例 12 に係る望遠端の無限遠合焦時の横収差図 50

である。

【図 8 5】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 3 に係る広角端の無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図 8 6】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 3 に係る広角端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 8 7】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 3 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 8 8】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 3 に係る望遠端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 8 9】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 3 に係る広角端の無限遠合焦時の横収差図である。

10

【図 9 0】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 3 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 9 1】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 3 に係る望遠端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 9 2】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 4 に係る広角端の無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【図 9 3】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 4 に係る広角端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 9 4】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 4 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の縦収差図である。

20

【図 9 5】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 4 に係る望遠端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 9 6】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 4 に係る広角端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 9 7】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 4 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 9 8】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 4 に係る望遠端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 9 9】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 5 に係る広角端の無限遠合焦時のレンズ構成図である。

30

【図 1 0 0】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 5 に係る広角端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 1 0 1】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 5 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 1 0 2】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 5 に係る望遠端の無限遠合焦時の縦収差図である。

【図 1 0 3】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 5 に係る広角端の無限遠合焦時の横収差図である。

【図 1 0 4】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 5 に係る中間焦点距離の無限遠合焦時の横収差図である。

40

【図 1 0 5】本発明の変倍結像光学系の実施例 1 5 に係る望遠端の無限遠合焦時の横収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 2 9】

以下、本発明の実施形態に係る変倍結像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。また、物体側を先、像側を後として説明する。

【0 0 3 0】

50

また、以下の実施例の説明における、g線（波長435.8nm）、F線（486.1nm）、d線（587.6nm）、C線（656.3nm）に対する材料の屈折率をそれぞれN_g、N_F、N_d、N_Cとする。そしてアッペ数 d、部分分散比 P_{gF}、異常分散性 P_{gF}を、

$$d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

$$P_{gF} = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$$

$$P_{gF} = P_{gF} - 0.64833 + 0.00180 \times d$$

として表す。

【0031】

本出願中でレンズの枚数をカウントする場合は、特段の記載がない限り、単レンズは1枚、接合レンズの場合はそれを構成する単レンズごとに1枚としてカウントする。例えば、凸レンズと凹レンズの接合レンズであれば2枚としてカウントする。

【0032】

一般に薄肉レンズで構成される光学系の倍率色収差は各レンズの和として以下の（参考式1）で与えられ、次の様に考えることが出来る。

【0033】

絞りよりも物体側に正の屈折力を有するレンズを配置すると、レンズを通過する周辺光束は結像位置と反対側の象限を通過することになり、一般的な光学ガラスの場合、分散の特性から長波長ほど低像高の位置に結像することになり、C線はアンダー方向の倍率色収差として観測される。同様に、絞りより物体側に負の屈折力を有するレンズを配置させた場合は前記と逆の現象となる。また、絞りより像側にレンズを配置させた場合にはレンズを通過する周辺光束と結像位置が同じ象限を通過することになるので、絞りより物体側にレンズを配置させた場合と逆の現象となる。

$$(参考式1) (h \cdot h_b \cdot /)$$

h : 軸上光線高さ

h_b : 軸外主光線高さ

: 屈折力

: アッペ数

なお、主光線は絞り面と光軸が交差する点を通過する光線と定義する。

【0034】

本発明のような第1レンズ群G1が正の屈折力を持ち、広角端から望遠端への変倍によって大きく第1レンズ群G1が繰り出し、開口絞りSとの間隔が広がるような変倍結像光学系では、多くの場合、広角側でC線がオーバー、望遠側でC線がアンダー方向の倍率色収差が発生し変倍によって変動する。そのため波長全体で倍率色収差を小さくするためにg線とC線をコレクションするようなまとめ方がなされる場合が多く、そのような場合にはg線およびC線と、他の波長との結像倍率の差が大きい場合には、2次スペクトルとして被写体の輪郭に赤紫色などの色にじみが現れ好ましくない。

【0035】

この現象は、広角側から望遠側への変倍によって第1レンズ群G1が繰り出し、開口絞りSとの間隔が広がり、第2レンズ群G2以降のレンズ群は開口絞りSに近づくパワー配置の変化によって、第1レンズ群G1で発生する倍率色収差の変化に加え、第2レンズ群G2以降のレンズ群での倍率色収差の補正効果が大きく変化することによって発生するものである。開口絞りSからの距離が離れるほど軸外主光線は光軸から離れた高い位置を通るようになり、（参考式1）で示したように光線高の変化は倍率色収差の変化をもたらす。

【0036】

また、2次スペクトルの補正には異常分散性を持つ硝材を変倍による倍率色収差の補正効果の変化に合わせて適切に配置することが効果的である。例えば、g線とC線をコレクションし、d線との間で2次スペクトルが問題となるような場合では、無理にd線とC線をコレクションしようとすると、g線は補正不足となってしまうが、異常分散性を持つ硝材を利用するとg線の補正不足を補うことが可能になり、結果的に2次スペクトルの軽減

10

20

30

40

50

を図ることが可能となる。以下、ズーム全域で2次スペクトルを抑え倍率色収差を効果的に補正した本発明の実施形態について、g線の補正に着目し説明する。

【0037】

本発明の変倍結像光学系は、数値実施例や各実施例の構成図からもわかるように、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と正の屈折力を有する第2レンズ群G2と負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、1つ以上のレンズ群からなり開口絞りSを含む中間群GMと、合焦点群GFと、1つ以上のレンズ群からなる後続群GRとからなり、変倍もしくはフォーカシング時に、隣り合うレンズ群の間隔が変化し、広角端から望遠端への変倍に際し、第1レンズ群G1は物体側に移動し、第2レンズ群G2は像側へ移動し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔は減少するようことで、変倍結像光学系の主な変倍効果を得ている。無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、合焦点群GFが光軸に沿って移動する構成となっている。

【0038】

正の屈折力を有する第2レンズ群G2は広角端から望遠端にズーミングする際に像面に対し像側に移動することで、広角端で高い位置を通過していた軸外主光線が望遠端では低い位置を通過するように変化させ、第2レンズ群G2の倍率色収差の補正効果は広角端で大きく望遠端で小さくなる効果を發揮する。

【0039】

また第2レンズ群G2には、凹レンズに正の異常分散性、凸レンズに負の異常分散性を持つガラス、またはその両方を使用すると広角側でg線をアンダー方向に補正することが可能となり倍率色収差を補正しやすくなる。

【0040】

1つ以上のレンズ群からなり開口絞りSを含む中間群GMは、第3レンズ群G3で発散された光束を収束させる効果を持ち、合焦点群GFへ入射する光線高を適切な高さに制御する効果を持っており、合焦点群GFの軽量化に寄与するとともに、ズーミング時の像面補償の役割も担っている。

【0041】

合焦点群GFは、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して光軸に沿って移動し、物体距離が変化した際の結像位置のズレを補正している。

【0042】

1つ以上のレンズ群からなる後続群GRは、像面補償を担うとともに望遠端で大きな倍率色収差の補正の役割を担っている。後続群GRの凹レンズに正の異常分散性を持つガラス、凸レンズに負の異常分散性を持つガラスを用いることで、g線をオーバー方向に補正する効果が発生し望遠側での倍率色収差の補正が可能となる。また後続群GRでは軸外主光線に対し軸上光線は低い光線高で通過しており、倍率色収差の補正効果はより高い像高で大きくなる特性を持つ。

【0043】

一方で、後続群GRで凹レンズに正の異常分散性を持つガラス、凸レンズに負の異常分散性を持つガラスを用いることで望遠側の倍率色収差を補正すると、広角側でg線がオーバー側に過剰補正となり倍率色収差が悪化することとなるが、その広角側で悪化する倍率色収差を、広角側でg線をアンダー方向に補正効果を大きく持つ第2レンズ群G2での倍率色収差の補正効果で相殺することで、広角端から望遠端まで全域にわたり倍率色収差を良好に補正することが可能となる。

【0044】

また、本発明の変倍結像光学系では、光学系の全長短縮と高性能化を両立させるため以下の条件式(1)を満たすことが望ましい。

$$(1) 0.2 < f_1 / f_T < 1.0$$

f1：前記第1レンズ群G1の焦点距離

fT：無限遠望遠端における全系の焦点距離

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

本発明の変倍結像光学系の満たすべき条件式(1)は、無限遠望遠端における全系の焦点距離と第1レンズ群の焦点距離の比を規定し、光学系の全長短縮と鏡筒の軽量化に関して望ましい範囲を示したものである。

【 0 0 4 6 】

条件式(1)の上限値を超えると、第1レンズ群G1の焦点距離が無限遠望遠端の全系の焦点距離に対して長くなると、望遠端における光学全長が長くなり過ぎ第1レンズ群G1のズーミングによる移動量が増大し移動機構が複雑になり鏡筒が大型化してしまう。

【 0 0 4 7 】

条件式(1)の下限値を超えると、第1レンズ群G1の焦点距離が無限遠望遠端の全系の焦点距離に対して短くなると、望遠端における第2レンズ群G2以降の合成系の結像倍率が高くなりすぎて望遠端における軸上色収差等諸収差の補正が難しくなる。

10

【 0 0 4 8 】

なお、条件式(1)については、望ましくは下限値を0.3、上限値を0.7に規定することで前述の効果をより確実にすることが可能となる。

【 0 0 4 9 】

同様に、本発明の変倍結像光学系では、光学系の全長短縮と高性能化を両立するため以下の条件式(2)を満たすことが望ましい。

$$(2) 0.1 < f_2 / f_T < 0.8$$

f_2 : 前記第2レンズ群G2の焦点距離

20

f_T : 無限遠望遠端における全系の焦点距離

【 0 0 5 0 】

本発明の変倍結像光学系の満たすべき条件式(2)は、無限遠望遠端における全系の焦点距離と第2レンズ群G2の焦点距離の比を規定し、光学系の全長短縮と鏡筒の軽量化に関して望ましい範囲を示したものである。

【 0 0 5 1 】

条件式(2)の上限値を超えると、第2レンズ群G2の焦点距離が無限遠望遠端における全系の焦点距離に対して長くなると、屈折力が不足して光学系の全長短縮が困難になる。また無理に全長短縮を狙い、不足する屈折力を第1レンズ群G1のパワーを強め補う形を取ると、軸上色収差の補正に重要な役割を果たす第1レンズ群G1の凸レンズに萤石などの低屈折率・低分散のガラスを使う事が難しくなり高性能化が難しくなる。

30

【 0 0 5 2 】

条件式(2)の下限値を超えると、第2レンズ群G2の焦点距離が無限遠望遠端の全系の焦点距離に対して小さくなると、第2レンズ群G2のパワーが強まり、特に軸外主光線が高い位置を通る広角端において非点収差を抑えることが難しくなり高性能化が難しくなる。

【 0 0 5 3 】

なお、条件式(2)については、望ましくは下限値を0.2、上限値を0.6に規定することで前述の効果をより確実にすることが可能となる。

【 0 0 5 4 】

また、本発明の変倍結像光学系では、ズーム全域での倍率色収差の効果的な補正を実現するため以下の条件式(3)を満たすことが望ましい。

40

$$(3) 1.3 < D_G2S_w / D_G2S_t < 3.2$$

D_G2S_w : 広角端における前記第2レンズ群G2の最も物体側のレンズの面頂から絞りまでの距離

D_G2S_t : 望遠端における前記第2レンズ群G2の最も物体側のレンズの面頂から絞りまでの距離

【 0 0 5 5 】

本発明の変倍結像光学系が満たすべき条件式(3)は、広角端と望遠端における第2レンズ群G2の最も物体側のレンズの面頂から開口絞りSまでの距離の比について望ましい範囲を規定したものである。前述のように、本発明の変倍結像光学系の第2レンズ群G2

50

は広角端から望遠端への変倍に際し、像側に移動し第3レンズ群G3との間隔が縮小する事で、中間群GMに含まれている開口絞りSとの距離は縮まる。第2レンズ群G2の倍率色収差補正の効果は、広角側で大きく望遠側で小さくなることが望ましいので、第2レンズ群G2は望遠側で開口絞りSに近づき第2レンズ群G2を通過する軸外主光線の高さが低くなることが望ましい。

【0056】

条件式(3)の下限値を超えると、広角端と望遠端における第2レンズ群G2の最も物体側のレンズの面頂から開口絞りSまでの距離の比が小さくなると、第2レンズ群G2を通過する軸外主光線の変化が小さくなり、倍率色収差の補正効果の変化が小さくなり、ズーム全域での効果的な倍率色収差の補正が困難となり好ましくない。

10

【0057】

条件式(3)の上限値を超えると、広角端と望遠端における第2レンズ群G2の最も物体側のレンズの面頂から絞りまでの距離の比が大きくなると、第2レンズ群G2の変倍による移動量が大きくなり広角端における軸外光束がより高いところ通ることになり、第2レンズ群G2の外径が肥大化してしまうことにつながるので好ましくない。

【0058】

なお、条件式(3)については、望ましくは下限値を1.4、上限値を2.6に規定することで前述の効果をより確実にすることが可能となる。

【0059】

本発明の変倍結像光学系において、広角端から望遠端へのズーミングの際に軸外主光線の光線高変化が大きい第2レンズ群G2は、ズーミングによって変動する倍率色収差を効果的に補正するために重要な役割を担っており、光学系の高性能化のためには以下の条件式(4)および(5)を満たすことが望ましい。

20

$$(4) -0.3 > (g_2 h_r W / W_{ih}) - (g_2 h_r T / T_{ih}) > -1.5$$

$$(5) P g F L g 2 > 0.013$$

$g_2 h_r W$ ：無限遠広角端における前記第2レンズ群G2先頭の面における軸外主光線の高さ

$g_2 h_r T$ ：無限遠望遠端における前記第2レンズ群G2先頭の面における軸外主光線の高さ

なお、前記軸外主光線の定義であるが、絞り位置と光軸が交わる点を通る光線である。

30

W_{ih} ：広角端における前記軸外主光線の像面上の光線高

T_{ih} ：望遠端における前記軸外主光線の像面上の光線高

$P g F L g 2$ ：前記第2レンズ群G2に含まれる凹レンズのうち最も異常分散性が大きい凹レンズの異常分散性

【0060】

条件式(4)は無限遠広角端における第2レンズ群G2先頭の面における軸外主光線の高さと同広角端における軸外主光線の結像像高との比と、無限遠望遠端における第2レンズ群G2先頭の面における軸外主光線の高さと同望遠端における軸外主光線の結像像高との比の差分について望ましい範囲を規定したものである。この差分が0に近づいて大きくなると、無限遠広角端から無限遠望遠端へズーミングした際に第2レンズ群G2での軸外主光線の変化が小さいことを意味し、逆に0から離れる方向で小さくなると無限遠広角端から無限遠望遠端へズーミングした際に第2レンズ群G2での軸外主光線の変化が大きいことを意味する。

40

【0061】

条件式(4)の上限値を超えると、無限遠広角端における第2レンズ群G2先頭の面における軸外主光線の高さと同広角端における軸外主光線の結像像高との比と、無限遠望遠端における第2レンズ群G2先頭の面における軸外主光線の高さと同望遠端における軸外主光線の結像像高との比の差分が0に近づく形で大きくなると、無限遠広角端から無限遠望遠端へズーミングした際に第2レンズ群G2での軸外主光線の変化が小さくなり、倍率色収差の補正効果が小さくなり、広角側か望遠側のどちらかで倍率色収差が十分に補正出来ない

50

い形になり、好ましくない。

【0062】

条件式(4)の下限値を超える無限遠広角端における第2レンズ群G2先頭の面における軸外主光線の高さと同広角端における軸外主光線の結像像高との比と、無限遠望遠端における第2レンズ群G2先頭の面における軸外主光線の高さと同望遠端における軸外主光線の結像像高との比の差分が0から離れる方向に小さくなると、無限遠広角端から無限遠望遠端へズーミングした際に第2レンズ群G2での軸外主光線の変化が大きくなり過ぎて、非点収差や像面湾曲の補正が困難になり好ましくない。

【0063】

なお、条件式(4)については、望ましくは下限値を-1.3、上限値を-0.4に規定することで前述の効果をより確実にすることが可能となる。

10

【0064】

条件式(5)は、第2レンズ群G2に1枚以上含まれる凹レンズの望ましい異常分散性の範囲を規定したものである。なお、ここで示している凹レンズとは単体で配置されているレンズでも、接合レンズの一部として配置されている凹レンズでもどちらでも良い。

【0065】

前述のとおり、第2レンズ群G2は広角端から望遠端にズーミングする際に像面に対し像側に移動し、第2レンズ群G2を通る軸外主光線は広角側で高く、望遠側で低い位置を通過する。倍率色収差をズーム全域で抑え高性能化を図るためにには第2レンズ群G2は広角側でg線をよりアンダー方向へ補正する必要がある。従って、PgFが大きく正の異常分散性が大きい方がg線の補正には有利である。

20

【0066】

条件式(5)の下限値を超えて異常分散性が小さくなると、広角側でg線をアンダーに補正する効果が低下し、ズーム全域で倍率色収差を抑え高性能化を図ることが難しくなる。

【0067】

なお、条件式(5)については、望ましくは上限値を0.018、より望ましくは0.020に規定することで前述の効果をより確実にすることが可能となる。

【0068】

本発明の変倍結像光学系では、光学系の全長短縮と高性能化を両立するため以下の条件式(6)を満たすことが望ましい。

30

$$(6) \quad 1.0 < f_1 / f_W < 2.5$$

f_1 ：前記第1レンズ群G1の焦点距離

f_W ：無限遠広角端における全系の焦点距離

【0069】

条件式(6)は無限遠広角端における全系の焦点距離と第1レンズ群G1の焦点距離との比を規定し、光学系の全長短縮と高性能化の両立を図るために望ましい範囲を示したものである。

【0070】

条件式(6)の上限値を超えて第1レンズ群G1の焦点距離が、無限遠広角端における全系の焦点距離に対して大きくなると、第1レンズ群G1のパワーが不足して光学系の全長短縮が困難になり好ましくない。

40

【0071】

条件式(6)の下限値を超えて第1レンズ群G1の焦点距離が、無限遠広角端における全系の焦点距離に対して小さくなると、第1レンズ群G1のパワーが強くなりすぎて、球面収差や非点収差など諸収差の補正が困難になり、高性能化が難しくなり好ましくない。

【0072】

なお、条件式(6)については、望ましくは上限値を1.9、下限値を1.3とすることで前述の効果をより確実にすることが可能となる。

【0073】

本発明の変倍結像光学系では、第3レンズ群G3を変倍時に像面に対し固定とすること

50

で機構が複雑化することを防いでいる。これは第3レンズ群G3の一部を光軸に対し略垂直方向に移動させ、防振群としたような場合には、駆動ユニットや配線が変倍で移動しないので機構が簡素化でき好ましい。

【0074】

本発明の変倍結像光学系は、数値実施例や各実施例の構成図からもわかるように、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と正の屈折力を有する第2レンズ群G2と負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、1つ以上のレンズ群からなり開口絞りSを含む中間群GMと、正の屈折力を有する合焦点群GFと、1つ以上のレンズ群からなる後続群GRとからなり、変倍時に隣り合うレンズ群の間隔が変化し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、合焦点群GFが光軸に沿って移動することを特徴とする光学系である。

10

【0075】

本発明の変倍結像光学系では、ズーム全域にわたって倍率色収差が補正され高性能化を実現するには、合焦点群GFは条件式(7)を満たした、凹レンズを少なくとも1枚以上含むことが望ましい。なお、ここで示している凹レンズとは単体で配置されているレンズでも、接合レンズの一部として配置されている凹レンズでもどちらでも良い。

$$(7) \quad P_{gF} L_f > 0.013$$

$P_{gF} L_f$: 前記合焦点群GFを構成する凹レンズの異常分散性

【0076】

条件式(7)は、合焦点群GFに1枚以上含まれることが望ましい凹レンズの異常分散性の範囲を規定したものである。本発明の変倍光学系では、望遠側で短波長、特にg線より短波長側の光線の結像倍率が下がりアンダーの方向の倍率色収差が残る。これを効果的に補正するには、開口絞りSより後の群では凹レンズには P_{gF} が大きく正の異常分散性が大きいレンズを使用するのが望ましい。

20

【0077】

条件式(7)の下限値を超え、合焦点群GFを構成する凹レンズの異常分散性が小さくなると、望遠側の周辺像高でのg線をオーバーに補正する効果が小さくなり、ズーム全域での倍率色収差補正が困難になる。

【0078】

なお、条件式(7)の下限値については、望ましくは下限値を0.018、より望ましくは0.020に規定することで前述の効果をより確実にすることが可能となる。

30

【0079】

本発明の変倍結像光学系で、合焦点群GFの凹レンズで倍率色収差を効率的に補正するためには、軸外主光線がより高い位置を通過するのが望ましいため、極力開口絞りSより遠い位置に、 P_{gF} が大きく正の異常分散性が大きい倍率色収差の補正効果を持った凹レンズを配置した方が良い。

【0080】

また本発明の変倍結像光学系では、以下の条件式(8)を満足することが望ましい。

$$(8) \quad 0.08 < f_F / f_T < 0.25$$

f_F : 前記合焦点群GFの焦点距離

f_T : 無限遠望遠端における全系の焦点距離

40

【0081】

無限遠から至近側への合焦点群GFの移動距離が短い方がフォーカシングスピードを向上させるメリットがあるが、合焦点群GFのパワーを強めなければならずフォーカシング時の性能低下が大きくなり好ましくない。その点を踏まえ、条件式(8)は、フォーカシングスピードの高速化とフォーカシング時の性能低下を抑えるために、合焦点群GFの焦点距離と無限遠望遠端における全系の焦点距離の比の好ましい範囲を規定したものである。

【0082】

条件式(8)の下限値を超え、合焦点群GFの焦点距離と無限遠望遠端における全系の焦点距離の比が小さくなると、合焦点群GFのパワーが不足し、無限遠から至近側への合焦点群GFの移動距離が長くなってしまいフォーカシングスピードの低下が発生し好ましくない。

50

【 0 0 8 3 】

条件式(8)の上限値を超えると、合焦点群G Fの焦点距離と無限遠望遠端における全系の焦点距離の比が大きくなると、合焦点群G Fのパワーが強くなり過ぎて、フォーカシング時の諸収差の悪化による性能変動が大きくなってしまい好ましくない。

【 0 0 8 4 】

なお、条件式(8)については、望ましくは下限値を0.10、上限値を0.20とすることで、前述の効果をより確実にすることが可能となる。

【 0 0 8 5 】

また、本発明の変倍結像光学系では、後続群G Rを構成するレンズ群のうち、最も像側のレンズ群には下記条件式(9)を満足する凹レンズが少なくとも1枚以上含まれることが望ましい。なお、ここで示している凹レンズとは単体で配置されているレンズでも、接合レンズの一部として配置されている凹レンズでもどちらでも良い。

$$(9) \quad 1.0 < d_{Lr} \times P_{gFLr}$$

d_{Lr} : 前記後続群G Rの凹レンズのアップベ数

P_{gFLr} : 前記後続群G Rの凹レンズの異常分散性

【 0 0 8 6 】

条件式(9)は、本発明の変倍結像光学系の後続群G Rを構成するレンズ群のうち、最も像側のレンズ群に1枚以上含まれることが望ましい凹レンズのアップベ数と異常分散性の関係を規定したものである。本発明の変倍結像光学系では、望遠側で短波長、特にg線より短波長側の光線が補正不足となりの結像倍率が下がってアンダーの方向の倍率色収差が残る。これを効果的に補正するには、開口絞りSより後ろの群では凹レンズには P_{gF} が大きく正の異常分散性が大きいレンズを使用するのが望ましい。

【 0 0 8 7 】

条件式(9)の下限値を超えると、後続群G Rを構成する凹レンズの異常分散性が小さくなると、望遠側の周辺像高でのg線をオーバーに補正する効果が小さくなり、ズーム全域での倍率色収差補正が困難になる。

【 0 0 8 8 】

なお、条件式(9)の下限値については、望ましくは下限値を1.3、より望ましくは1.8に規定することで前述の効果をより確実にすることが可能となる。

【 0 0 8 9 】

また、本発明の変倍結像光学系では、後続群G Rを構成するレンズのうち最も像側から2枚の異常分散性の平均値が条件式(10)の範囲を満たすことが望ましい。なお、ここで示している凸レンズとは単体で配置されているレンズでも、接合レンズの一部として配置されている凸レンズでもどちらでも良い。

$$(10) \quad P_{gFprAVE} < -0.0035$$

$P_{gFprAVE}$: 前記後続群G Rを構成する凸レンズのうち最も像側から2枚の異常分散性の平均値

【 0 0 9 0 】

条件式(10)は、本発明の変倍結像光学系の後続群G Rを構成する凸レンズのうち最も像側から2枚の異常分散性の平均値を規定したものであり、本発明の変倍結像光学系では、望遠側で短波長、特にg線から短波長側の光線の結像倍率が下がりアンダーの方向の倍率色収差が残る。これを効果的に補正するには、開口絞りSより後ろの群では凸レンズには P_{gF} が小さく負の異常分散性が大きいレンズを使用するのが望ましい。

【 0 0 9 1 】

条件式(10)の上限値を超えると、後続群を構成する凸レンズのうち最も像側から2枚の異常分散性が大きくなると、望遠側でg線をオーバーに補正する効果が低下し、ズーム全域で倍率色収差を抑えることが困難になる。

【 0 0 9 2 】

なお、条件式(10)については、望ましくは上限値を-0.0050、に規定することで前述の効果をより確実にすることが可能となる。

10

20

30

40

50

【0093】

本発明の変倍結像光学系では、望遠側で後続群 G R でのオーバー方向への g 線の補正を確実なものとするためには、g 線をアンダー方向に補正する効果のある第 2 レンズ群 G 2 を通過する周辺光束の高さを望遠側で低く抑えることが必要であり、そのためには広角端から望遠端への変倍に際し、第 2 レンズ群 G 2 は第 3 レンズ群 G 3 以降のレンズ群に近づく必要がある。従って、広角端から望遠端への変倍に際し、第 1 レンズ群 G 1 は物体側へ移動し、第 2 レンズ群 G 2 は像側へ移動し、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間隔は増大し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3との間隔は減少することが望ましい。

【0094】

また、本発明の変倍結像光学系では、機械機構の複雑化を防ぐため、後続群 G R のうち最も像側のレンズ群はズーミングの際に像面に対して固定されていることが望ましい。

10

【0095】

次に、本発明の変倍結像光学系に係る実施例のレンズ構成について説明する。なお、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。

【0096】

[面データ]において、面番号は物体側から数えたレンズ面または開口絞り S の番号、r は各レンズ面の曲率半径、d は各レンズ面の間隔、n d は d 線（波長 587.56 nm）に対する屈折率、v d は d 線に対するアッベ数、P g F は P g F - 0.64833 + 0.00180 × v d の式より計算された数値である。また、該当硝材は、[面データ]に記載されている屈折率、アッベ数および P g F に該当するガラスの例として、HOYA 社、オハラ社、光ガラス社、ショット社の硝材名を記載した。

20

【0097】

面番号に付した * (アスタリスク) は、そのレンズ面形状から非球面であることを示している。また、B F はバックフォーカス、物面の距離は被写体からレンズ第 1 面までの距離を示している。

【0098】

面番号に付した (絞り) は、その位置に開口絞り S が位置していることを示している。平面または開口絞り S に対する曲率半径には (無限大) を記入している

【0099】

[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の値を示している。非球面の形状は、下記の式で表される。以下の式において、光軸に直交する方向への光軸からの変位を y、非球面との光軸の交点から光軸方向への変位(ザク量)を z、基準球面の曲率半径を r、コーニック係数を K で表している。また、4、6、8、10 次の非球面係数をそれぞれ A 4、A 6、A 8、A 10 で表している。

30

$$z = \frac{(1/r)y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(y/r)^2}} + A_4y^4 + A_6y^6 + A_8y^8 + A_{10}y^{10}$$

【0100】

40

[各種データ]には、各撮影距離合焦状態における焦点距離などの値を示している。

【0101】

[可変間隔データ]には、各種撮影距離合焦状態における可変間隔および B F の値を示している。

【0102】

[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両番号および群全体の合成焦点距離を示している。

【0103】

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。

50

なお、以下のすべ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においても同様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。

【実施例 1】

【0 1 0 4】

図 1 は実施例 1 に係る変倍結像光学系の広角端無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【0 1 0 5】

図 1 の変倍結像光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3、第 4 レンズ群 G 4 および第 5 レンズ群 G 5 からなる中間群 G M、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う第 6 レンズ群 G 6 からなる合焦点群 G F、第 7 レンズ群 G 7 および第 8 レンズ群 G 8 からなる後続群 G R から構成される。10

【0 1 0 6】

物体側から順に、第 1 レンズ群 G 1 は物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと両凸レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズから構成される。第 2 レンズ群 G 2 は両凸の非球面レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズから構成される。第 3 レンズ群 G 3 は両凹レンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、両凹レンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズから構成される。また第 3 レンズ群 G 3 のうち物体側から 3 枚目以降のレンズを一体として光軸に対し垂直方向に移動させることにより防振群として機能させることも可能である。第 4 レンズ群 G 4 は両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズから構成される。第 5 レンズ群 G 5 は両凸レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと両凸レンズの接合レンズと、開口絞り S から構成される。第 6 レンズ群 G 6 は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第 7 レンズ群は両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第 8 レンズ群は両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズから構成される。20

【0 1 0 7】

広角端から望遠端への変倍に際し、第 3 レンズ群 G 3 と第 8 レンズ群 G 8 は像面に対して固定であり、第 1 レンズ群 G 1 は物体側に移動し、第 2 レンズ群 G 2 は像側へ移動し、第 4 レンズ群 G 4 から第 7 レンズ群 G 7 はそれぞれ物体側へ移動し、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間隔は増大し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 の間隔は減少し、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 の間隔は減少し、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 の間隔は減少し、第 5 レンズ群 G 5 と第 6 レンズ群 G 6 の間隔は増大し、第 6 レンズ群と第 7 レンズ群 G 7 の間隔は減少し、第 7 レンズ群 G 7 と第 8 レンズ群 G 8 の間隔は増大し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、合焦点群 G F が光軸に沿って物体側へ移動する。30

【0 1 0 8】

以下に実施例 1 に係る変倍結像光学系の諸元値を示す。

数値実施例 1

単位 : mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	PgF	該当硝材
0	(d0)					
1	343.9661	3.0000	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51
2	137.2493	9.9850	1.49700	81.61	0.0373	FCD1
3	-1712.2584	0.3000				
4	134.6653	8.6790	1.43700	95.10	0.0564	FCD100
5	1410.4900	(d5)				

1020304050

6*	187.9907	3.7612	1.68893	31.16	0.0114	MC-FD80
7	-3501.2938	2.2428				
8	412.2384	4.1627	1.80518	25.46	0.0131	FD60-W
9	-181.8095	1.7000	1.86966	20.02	0.0310	FDS20-W
10	931.2470	(d10)				
11	-237.4484	1.0000	1.90366	31.31	0.0027	TAFD25
12	64.2329	3.0890	1.86966	20.02	0.0310	FDS20-W
13	204.2995	2.5484				
14	-1174.3429	1.0000	1.76385	48.49	-0.0022	S-LAH96
15	78.6333	3.2992				
16	-56.8802	1.0000	1.75500	52.32	-0.0069	TAC6
17	91.8683	3.2624	1.85451	25.15	0.0071	NBFD25
18	-439.5060	(d18)				
19	165.7709	3.5035	1.78590	43.93	-0.0082	NBFD11
20	-121.0663	0.3000				
21	46.7514	6.0992	1.43700	95.10	0.0564	FCD100
22	-55.1688	1.0000	1.91082	35.25	-0.0028	TAFD35
23	566.9565	(d23)				
24	81.1462	4.1415	1.78472	25.72	0.0137	FD110
25	-104.1647	0.3000				
26	903.9552	1.0000	1.90366	31.31	0.0027	TAFD25
27	30.1527	5.0522	1.43700	95.10	0.0564	FCD100
28	-610.4753	2.8659				
29(絞り)	(d29)					
30	64.8093	4.0804	1.74077	27.76	0.0093	E-FD13
31	-64.4844	0.9500	1.94595	17.98	0.0385	FDS18-W
32	-246.9197	(d32)				
33	521.8533	3.4017	1.72825	28.32	0.0084	E-FD10
34	-51.8970	1.0000	1.90525	35.04	-0.0005	S-LAH93
35	49.9051	6.9974				
36	-317.8132	5.2818	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51
37	-23.7969	1.0000	1.43700	95.10	0.0564	FCD100
38	-159.4180	(d38)				
39	50.0793	8.1181	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51
40	-29.5410	1.0000	1.55032	75.50	0.0274	FCD705
41	87.0961	5.9221				
42	-46.1522	1.0000	1.95375	32.32	-0.0002	TAFD45
43	-248.8162	38.0000				
44		2.5000	1.51680	64.20	0.0014	BSC7
45		(BF)				

像面

[非球面データ]

6面

K	0.00000
A4	-1.09824E-08
A6	-5.65666E-12
A8	0.00000E+00
A10	0.00000E+00

[各種データ]

ズーム比 3.78

10

20

30

40

50

	広角	中間	望遠
焦点距離	153.00	280.00	577.80
Fナンバー	5.16	5.80	6.49
全画角2	15.80	8.64	4.18
像高Y	21.63	21.63	21.63
レンズ全長	280.00	332.70	380.00

[可変間隔データ]

	広角	中間	望遠
(d0)			
(d5)	16.2553	75.5702	138.6392
(d10)	25.9420	19.3242	3.5581
(d18)	33.8449	21.0614	2.0000
(d23)	12.2586	4.8450	2.0000
(d29)	15.9873	28.3904	45.6636
(d32)	14.8156	10.9674	3.3000
(d38)	7.3529	18.9950	31.2956
(BF)	1.0000	1.0000	1.0000

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	241.5517
G2	6	220.5009
G3	11	-32.8147
G4	19	89.0604
G5	24	264.2149
G6	30	83.0136
G7	33	-100.2002
G8	39	-156.1441

【実施例 2】

【0109】

図8は実施例2に係る変倍結像光学系の広角端無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【0110】

図8の変倍結像光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と正の屈折力を有する第2レンズ群G2と負の屈折力を有する第3レンズ群G3、第4レンズ群G4および第5レンズ群G5からなる中間群GM、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う第6レンズ群G6からなる合焦点群GF、第7レンズ群G7および第8レンズ群G8からなる後続群GRから構成される。

【0111】

物体側から順に、第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズから構成される。第2レンズ群G2は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第3レンズ群G3は両凹レンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、両凹レンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズから構成される。また第3レンズ群G3のうち物体側から3枚目以降のレンズを一体として光軸に対し垂直方向に移動させることにより防振群として機能させることも可能である。第4レンズ群G4は両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズから構成される。第5レンズ群G5は両凸レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと両凸レンズの接合レンズと、開口絞りSから構成される。第6レンズ群G6は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第7レンズ群G7は像側に凸面を向ける凸メニスカスレンズと両凹レンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズか

10

20

30

40

50

ら構成される。第8レンズ群G8は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた凹メニスカス非球面レンズから構成される。

【0112】

広角端から望遠端への変倍に際し、第3レンズ群G3と第8レンズ群G8は像面に対して固定であり、第1レンズ群G1は物体側に移動し、第2レンズ群G2は像側へ移動し、第4レンズ群G4から第7レンズ群G7はそれぞれ物体側へ移動し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間隔は減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5の間隔は減少し、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6の間隔は増大し、第6レンズ群と第7レンズ群G7の間隔は減少し、第7レンズ群G7と第8レンズ群G8の間隔は増大し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、合焦群GFが光軸に沿って物体側へ移動する。

【0113】

以下に実施例2に係る変倍結像光学系の諸元値を示す。

数値実施例2

単位：mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	PgF	該当硝材	
0		(d0)					20
1	270.2506	3.0000	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51	
2	123.3869	9.9811	1.49700	81.61	0.0373	FCD1	
3	3082.3090	0.3000					
4	138.0760	9.0305	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	
5	5793.6278	(d5)					
6	168.5968	6.5454	1.71736	29.50	0.0082	E-FD1	
7	-115.1765	1.7000	1.92286	20.88	0.0281	E-FDS1-W	
8	-372.3141	(d8)					
9	-211.1173	1.0000	1.91082	35.25	-0.0028	TAFD35	
10	62.5559	3.3013	1.80809	22.76	0.0212	FD225	
11	321.8831	2.4251					30
12	-721.3548	1.0000	1.89190	37.13	-0.0035	S-LAH92	
13	84.1266	3.4088					
14	-50.5413	1.0000	1.75500	52.32	-0.0069	TAC6	
15	92.8170	3.6257	1.85451	25.15	0.0071	NBFD25	
16	-171.0854	(d16)					
17	180.3625	3.5350	1.76385	48.49	-0.0022	S-LAH96	
18	-115.3031	0.3000					
19	43.7464	6.3734	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	
20	-56.1399	1.0000	1.88300	40.80	-0.0094	TAFD30	
21	373.6682	(d21)					40
22	84.7633	4.1207	1.76182	26.61	0.0117	FD140	
23	-101.6362	0.3000					
24	820.4086	1.0000	1.90366	31.31	0.0027	TAFD25	
25	30.5489	4.9442	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	
26	-1312.8829	2.9375					
27(絞り)		(d27)					
28	67.5664	4.1531	1.82115	24.06	0.0186	M-FDS910	
29	-57.09521	0.9500	1.98613	16.48	0.0468	FDS16-W	
30	-383.7668	(d30)					
31	-299.0296	7.1115	1.76182	26.61	0.0117	FD140	50

32 -60.4236 1.0000 1.90525 35.04 -0.0005 S-LAH93
 33 57.0547 5.2631
 34 -105.2511 5.5757 1.61340 44.27 -0.0054 S-NBM51
 35 -19.5921 1.0000 1.55032 75.50 0.0274 FCD705
 36 -51.1477 (d36)
 37 83.0515 7.8068 1.61340 44.27 -0.0054 S-NBM51
 38 -26.3651 1.0000 1.55032 75.50 0.0274 FCD705
 39 -226.0952 8.0994
 40* -32.3884 1.0000 1.85135 40.10 -0.0067 MC-TAFD305
 41 -160.8643 38.0000
 42 2.5000 1.51680 64.20 0.0014 BSC7
 43 (BF)

像面

[非球面データ]

40面

K 0.00000
 A4 4.11476E-06
 A6 2.39346E-09
 A8 -3.78970E-12
 A10 0.00000E+00

10

[各種データ]

ズーム比 3.78
 広角 中間 望遠
 焦点距離 153.00 280.00 577.80
 Fナンバー 5.16 5.80 6.49
 全画角2 15.94 8.71 4.22
 像高Y 21.63 21.63 21.63
 レンズ全長 280.00 330.86 379.94

20

[可変間隔データ]

	広角	中間	望遠
(d0)			
(d5)	15.4828	72.3067	140.0166
(d8)	27.7714	21.8086	3.1782
(d16)	37.4082	22.8125	2.0000
(d21)	8.8177	3.2052	3.2110
(d27)	15.4792	29.4878	45.3977
(d30)	13.3398	10.0111	3.9730
(d36)	6.4128	15.9410	26.8760
(BF)	1.0000	1.0000	1.0000

30

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	236.8984
G2	6	202.7312
G3	9	-33.1563
G4	17	87.3253
G5	22	335.9740
G6	28	84.5267
G7	31	-96.4938
G8	37	-166.3194

40

【実施例 3】

50

【0114】

図15は実施例3に係る変倍結像光学系の広角端無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【0115】

図15の変倍結像光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と正の屈折力を有する第2レンズ群G2と負の屈折力を有する第3レンズ群G3、第4レンズ群G4および第5レンズ群G5からなる中間群GM、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う第6レンズ群G6からなる合焦点GF、第7レンズ群G7および第8レンズ群G8からなる後続群GRから構成される。

【0116】

物体側から順に、第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと両凸レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズから構成される。第2レンズ群G2は両凸レンズと像側に凸面を向けた接合レンズから構成される。第3レンズ群G3は両凹レンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、両凹レンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズから構成される。また第3レンズ群G3のうち物体側から3枚目以降のレンズを一体として光軸に対し垂直方向に移動させることにより防振群として機能させることも可能である。第4レンズ群G4は両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズから構成される。第5レンズ群G5は両凸レンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズと、開口絞りSから構成される。第6レンズ群G6は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第7レンズ群G7は両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第8レンズ群G8は両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた凹メニスカス非球面レンズから構成される。

10

【0117】

広角端から望遠端への変倍に際し、第3レンズ群G3と第8レンズ群G8は像面に対して固定であり、第1レンズ群G1は物体側に移動し、第2レンズ群G2は像側へ移動し、第4レンズ群G4から第7レンズ群G7はそれぞれ物体側へ移動し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間隔は減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5の間隔は減少し、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6の間隔は増大し、第6レンズ群と第7レンズ群G7の間隔は減少し、第7レンズ群G7と第8レンズ群G8の間隔は増大し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、合焦点GFが光軸に沿って物体側へ移動する。

20

【0118】

以下に実施例3に係る変倍結像光学系の諸元値を示す。

数値実施例3

単位：mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	PgF	該当硝材	
0		(d0)					40
1	319.6686	3.0000	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51	
2	134.3655	10.1334	1.49700	81.61	0.0373	FCD1	
3	-1789.9685	0.3000					
4	130.8633	8.7672	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	
5	1193.3560	(d5)					
6	163.8229	6.5170	1.72825	28.32	0.0084	E-FD10	
7	-117.7637	1.7000	1.92286	20.88	0.0281	E-FDS1-W	
8	-428.5711	(d8)					
9	-234.1517	1.0000	1.91082	35.25	-0.0028	TAFD35	
10	64.5933	3.1869	1.80809	22.76	0.0212	FD225	50

11 267.3976 2.4704
 12 -748.0078 1.0000 1.89190 37.13 -0.0035 S-LAH92
 13 77.5542 3.4277
 14 -53.6852 1.0000 1.75500 52.32 -0.0069 TAC6
 15 94.1904 3.5312 1.85451 25.15 0.0071 NBFD25
 16 -181.2814 (d16)
 17 223.4266 3.4945 1.76385 48.49 -0.0022 S-LAH96
 18 -101.8072 0.3000
 19 44.8782 6.1793 1.43700 95.10 0.0564 FCD100
 20 -53.8080 1.0000 1.88300 40.80 -0.0094 TAFD30 10
 21 332.7872 (d21)
 22 90.3432 4.1161 1.76182 26.61 0.0117 FD140
 23 -91.1154 0.3000
 24 -2826.2092 1.0000 1.90366 31.31 0.0027 TAFD25
 25 32.1548 4.9609 1.43700 95.10 0.0564 FCD100
 26 -327.1621 2.7504
 27(絞り) (d27)
 28 68.7489 3.9772 1.78880 28.43 0.0036 S-NBH58
 29 -68.4474 0.9500 1.94595 17.98 0.0385 FDS18-W
 30 -315.4532 (d30) 20
 31 286.5407 3.5371 1.75520 27.53 0.0102 E-FD4
 32 -56.9745 1.1904 1.90525 35.04 -0.0005 S-LAH93
 33 50.7830 8.1559
 34 -97.2935 4.6269 1.61340 44.27 -0.0054 S-NBM51
 35 -24.7315 1.0000 1.43700 95.10 0.0564 FCD100
 36 -81.2636 (d36)
 37 58.8439 8.1405 1.61340 44.27 -0.0054 S-NBM51
 38 -27.3056 1.0000 1.55032 75.50 0.0274 FCD705
 39 285.6960 4.8658
 40* -40.1382 1.0000 1.85135 40.10 -0.0067 M-TAFD305 30
 41 -603.0123 38.0000
 42 2.5000 1.51680 64.20 0.0014 BSC7
 43 (BF)

像面

[非球面データ]

40面

K 0.00000
 A4 1.28400E-06
 A6 1.53819E-09
 A8 -4.21710E-12
 A10 0.00000E+00

40

[各種データ]

ズーム比 3.78

	広角	中間	望遠
焦点距離	153.00	280.00	577.80
Fナンバー	5.16	5.80	6.50
全画角2	15.82	8.65	4.18
像高Y	21.63	21.63	21.63
レンズ全	280.00	330.49	377.79

[可変間隔データ]

50

広角 中間 望遠

(d0)			
(d5)	17.3595	74.2697	139.1100
(d8)	27.1308	20.7107	3.1668
(d16)	34.6682	21.4987	2.0000
(d21)	12.8071	4.8278	2.0000
(d27)	16.3790	29.6787	47.3433
(d30)	16.5105	11.6500	3.3000
(d36)	5.0663	17.7759	30.7878
(BF)	1.0000	1.0000	1.0000

10

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	233.6004
G2	6	202.7419
G3	9	-32.8004
G4	17	93.7925
G5	22	280.3042
G6	28	82.3382
G7	31	-103.1781
G8	37	-148.2351

20

【実施例 4】

【0 1 1 9】

図 2 2 は実施例 4 に係る変倍結像光学系の広角端無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【0 1 2 0】

図 2 2 の変倍結像光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3、第 4 レンズ群 G 4 および第 5 レンズ群 G 5 からなる中間群 G M、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う第 6 レンズ群 G 6 からなる合焦点群 G F、第 7 レンズ群 G 7 および第 8 レンズ群 G 8 からなる後続群 G R から構成される。このうち第 3 レンズ群 G 3 と第 8 レンズ群 G 8 は広角端から望遠端へのズーミングに際し像面に対して固定される。

30

【0 1 2 1】

物体側から順に、第 1 レンズ群 G 1 は両凸レンズと、物体側に凸面を向ける凹メニスカスレンズと物体側に凸面を向ける凸メニスカスレンズの接合レンズと、物体側に凸面を向ける凸メニスカスレンズから構成される。第 2 レンズ群 G 2 は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第 3 レンズ群 G 3 は両凹レンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、両凹レンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズから構成される。また第 3 レンズ群 G 3 のうち物体側から 3 枚目以降のレンズを一体として光軸に対し垂直方向に移動させることにより防振群として機能させることも可能である。第 4 レンズ群 G 4 は両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズから構成される。第 5 レンズ群 G 5 は両凸レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと両凸レンズの接合レンズと、開口絞り S から構成される。第 6 レンズ群 G 6 は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第 7 レンズ群 G 7 は像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと両凹レンズの接合レンズと、両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第 8 レンズ群 G 8 は像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズから構成される。

40

【0 1 2 2】

広角端から望遠端への変倍に際し、第 3 レンズ群 G 3 と第 8 レンズ群 G 8 は像面に対して固定であり、第 1 レンズ群 G 1 は物体側に移動し、第 2 レンズ群 G 2 は像側へ移動し、

50

第4レンズ群G4から第7レンズ群G7はそれぞれ物体側へ移動し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間隔は減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5の間隔は減少し、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6の間隔は増大し、第6レンズ群と第7レンズ群G7の間隔は減少し、第7レンズ群G7と第8レンズ群G8の間隔は増大し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、合焦点Gfが光軸に沿って物体側へ移動する。

【0123】

以下に実施例4に係る結像光学系の諸元値を示す。

数値実施例4

10

単位：mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	PgF	該当硝材	
0		(d0)					
1	243.1639	6.3150	1.54072	47.20	0.0043	E-FEL2	
2	-15831.3271	0.3000					
3	831.9466	1.0000	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51	
4	116.5780	9.6560	1.49700	81.61	0.0373	FCD1	
5	977.2246	0.3000					
6	136.0279	8.1708	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	20
7	974.6286	(d7)					
8	144.1143	6.4392	1.71736	29.50	0.0082	E-FD1	
9	-136.5050	1.7000	1.92286	20.88	0.0281	E-FDS1-W	
10	-602.7382	(d10)					
11	-271.3649	1.0000	1.90366	31.31	0.0027	TAFD25	
12	44.2291	3.8321	1.80809	22.76	0.0212	FD225	
13	199.3949	2.6430					
14	-541.2048	1.0000	1.91082	35.25	-0.0028	TAFD35	
15	75.3305	3.4267					
16	-54.0192	1.0000	1.75500	52.32	-0.0069	TAC6	30
17	100.4512	3.5770	1.85451	25.15	0.0071	NBFD25	
18	-152.8942	(d18)					
19	183.0470	3.5418	1.80400	46.53	-0.0070	S-LAH65VS	
20	-121.8557	0.3000					
21	45.2062	6.4247	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	
22	-55.5403	1.0000	1.88300	40.80	-0.0094	TAFD30	
23	618.1086	(d23)					
24	81.1220	5.0872	1.76182	26.61	0.0117	FD140	
25	-101.9330	0.3000					
26	1369.4296	1.0000	1.90366	31.31	0.0027	TAFD25	40
27	30.0996	4.9843	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	
28	-1177.0706	3.0000					
29(絞り)		(d29)					
30	63.1326	4.7482	1.72825	28.32	0.0084	E-FD10	
31	-59.0534	0.9001	1.94595	17.98	0.0385	FDS18-W	
32	-207.6000	(d32)					
33	-1244.5251	3.0434	1.85451	25.15	0.0071	NBFD25	
34	-65.4568	1.0000	1.90525	35.04	-0.0005	S-LAH93	
35	44.5101	5.7246					
36	75.3805	6.2532	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51	50

37	-28.1481	1.1000	1.43700	95.10	0.0564	FCD100
38	-611.7864	(d38)				
39	-45.9879	3.9073	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51
40	-24.5931	1.0000	1.59282	68.62	0.0192	FCD515
41	-91.9125	11.9722				
42	-56.4352	1.0000	1.65100	56.24	-0.0051	S-LAL54Q
43	-136.0129	34.1752				
44		2.5000	1.51680	64.20	0.0014	BSC7
45		(BF)				

像面

10

[各種データ]

ズーム比	3.78
	広角 中間 望遠
焦点距離	153.00 280.00 577.80
Fナンバー	5.16 5.80 6.49
全画角2	15.77 8.63 4.18
像高Y	21.63 21.63 21.63
レンズ全長	280.00 329.76 380.00

[可変間隔データ]

	広角 中間 望遠
(d0)	
(d7)	14.3883 69.8000 138.5981
(d10)	27.3938 21.7418 3.1841
(d18)	36.0165 20.7312 2.0000
(d23)	12.9782 7.2917 2.4829
(d29)	12.2363 28.8202 49.4095
(d32)	15.4578 11.9759 3.3000
(d38)	7.2073 15.0770 26.7037
(BF)	1.0000 1.0000 1.0000

[レンズ群データ]

30

群	始面	焦点距離
G1	1	237.4400
G2	8	200.0732
G3	11	-31.4940
G4	19	83.2267
G5	24	358.6032
G6	30	80.8993
G7	33	-224.3909
G8	39	-75.7695

【実施例 5】

40

【0 1 2 4】

図29は実施例5に係る変倍結像光学系の広角端無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【0 1 2 5】

図29の変倍結像光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と正の屈折力を有する第2レンズ群G2と負の屈折力を有する第3レンズ群G3、第4レンズ群G4および第5レンズ群G5からなる中間群GM、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う第6レンズ群G6からなる合焦群GF、第7レンズ群G7および第8レンズ群G8からなる後続群GRから構成される。

【0 1 2 6】

物体側から順に、第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと、物

50

体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズから構成される。第2レンズ群G2は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第3レンズ群G3は両凹レンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、両凹レンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズから構成される。また第3レンズ群G3のうち物体側から3枚目以降のレンズを一体として光軸に対し垂直方向に移動させることにより防振群として機能させることも可能である。第4レンズ群G4は両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズから構成される。第5レンズ群G5は両凸レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと両凸レンズの接合レンズと、開口絞りSから構成される。第6レンズ群G6は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第7レンズ群G7は像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと両凹レンズの接合レンズと、両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第8レンズ群G8は像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズから構成される。

【0127】

広角端から望遠端への変倍に際し、第3レンズ群G3と第8レンズ群G8は像面に対して固定であり、第1レンズ群G1は物体側に移動し、第2レンズ群G2は像側へ移動し、第4レンズ群G4から第7レンズ群G7はそれぞれ物体側へ移動し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間隔は減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5の間隔は減少し、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6の間隔は増大し、第6レンズ群と第7レンズ群G7の間隔は減少し、第7レンズ群G7と第8レンズ群G8の間隔は増大し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、合焦点Gfが光軸に沿って物体側へ移動する。

【0128】

以下に実施例5に係る変倍結像光学系の諸元値を示す。

数値実施例5

単位：mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	PgF	該当硝材
0		(d0)				
1	233.5565	6.2800	1.54072	47.20	0.0043	E-FEL2
2	10339.3928	0.3000				
3	609.6076	1.0000	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51
4	111.0560	9.5444	1.49700	81.61	0.0373	FCD1
5	645.8147	0.3000				
6	136.5214	8.2989	1.43700	95.10	0.0564	FCD100
7	1106.9453	(d7)				
8	144.5067	6.4741	1.71736	29.50	0.0082	E-FD1
9	-134.0101	1.7000	1.92286	20.88	0.0281	E-FDS1-W
10	-567.3931	(d10)				
11	-284.0253	1.0017	1.90366	31.31	0.0027	TAFD25
12	43.7115	3.8593	1.80809	22.76	0.0212	FD225
13	204.5252	2.6415				
14	-491.4971	1.0000	1.91082	35.25	-0.0028	TAFD35
15	75.2496	3.4414				
16	-53.1195	1.0000	1.75500	52.32	-0.0069	TAC6
17	101.4228	3.5963	1.85451	25.15	0.0071	NBFD25
18	-144.3749	(d18)				

19 171.4282 3.5196 1.80400 46.53 -0.0070 S-LAH65VS
 20 -127.1274 0.3000
 21 44.8668 6.3948 1.43700 95.10 0.0564 FCD100
 22 -55.8114 1.0000 1.88300 40.80 -0.0094 TAFD30
 23 627.3771 (d23)
 24 82.9230 4.1524 1.76182 26.61 0.0117 FD140
 25 -99.5863 0.3000
 26 11254.7008 1.0000 1.90366 31.31 0.0027 TAFD25
 27 29.9857 5.0217 1.43700 95.10 0.0564 FCD100
 28 -820.3525 3.0000

10

29(絞り) (d29)
 30 64.3627 6.6908 1.72825 28.32 0.0084 E-FD10
 31 -58.3812 0.9001 1.94595 17.98 0.0385 FDS18-W
 32 -191.4464 (d32)
 33 -267.1342 4.1367 1.85451 25.15 0.0071 NBFD25
 34 -56.8303 1.2143 1.90525 35.04 -0.0005 S-LAH93
 35 49.0306 2.7931
 36 108.5422 6.1149 1.61340 44.27 -0.0054 S-NBM51
 37 -25.0637 1.1000 1.43700 95.10 0.0564 FCD100
 38 -152.2184 (d38)

20

39 -43.5479 4.5674 1.61340 44.27 -0.0054 S-NBM51
 40 -21.1607 1.0000 1.59282 68.62 0.0192 FCD515
 41 -73.8245 12.0314
 42* -34.0872 1.0000 1.58913 61.25 -0.0008 M-BACD5N
 43 -58.9937 33.3544
 44 2.5000 1.51680 64.20 0.0014 BSC7
 45 (BF)

像面

[非球面データ]

42面

K	0.00000
A4	1.77321E-06
A6	4.84830E-10
A8	1.81647E-12
A10	0.00000E+00

30

[各種データ]

ズーム比	3.78		
	広角 中間 望遠		
焦点距離	153.00	280.00	577.80
Fナンバー	5.16	5.80	6.49
全画角2	15.81	8.65	4.19
像高Y	21.63	21.63	21.63
レンズ全長	280.00	329.48	380.00

40

[可変間隔データ]

(d0)		広角 中間 望遠	
(d7)	14.0656	68.9309	137.9505
(d10)	27.0980	21.7154	3.2131
(d18)	36.2114	20.8134	2.0000
(d23)	12.4766	6.6423	2.0000

50

(d29)	12.8429	29.7621	51.1652
(d32)	14.9642	11.6246	3.3016
(d38)	8.8120	16.4647	26.8403
(BF)	1.0000	1.0000	1.0000

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	237.1781
G2	8	197.9998
G3	11	-31.6795
G4	19	82.2087
G5	24	444.6270
G6	30	80.2815
G7	33	-185.3355
G8	39	-79.5823

【実施例 6】

【0129】

図36は実施例6に係る変倍結像光学系の広角端無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【0130】

図36の変倍結像光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と正の屈折力を有する第2レンズ群G2と負の屈折力を有する第3レンズ群G3、第4レンズ群G4および第5レンズ群G5からなる中間群GM、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う第6レンズ群G6からなる合焦点GF、第7レンズ群G7および第8レンズ群G8からなる後続群GRから構成される。

【0131】

物体側から順に、第1レンズ群G1は両凸レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズから構成される。第2レンズ群G2は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第3レンズ群G3は両凹レンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、両凹レンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズから構成される。また第3レンズ群G3のうち物体側から3枚目以降のレンズを一体として光軸に対し垂直方向に移動させることにより防振群として機能させることも可能である。第4レンズ群G4は両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズから構成される。第5レンズ群G5は両凸レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、開口絞りSから構成される。第6レンズ群G6は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズと、両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第7レンズ群G7は像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと両凹レンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第8レンズ群G8は両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズから構成される。

【0132】

広角端から望遠端への変倍に際し、第3レンズ群G3と第8レンズ群G8は像面に対して固定であり、第1レンズ群G1は物体側に移動し、第2レンズ群G2は像側へ移動し、第4レンズ群G4から第7レンズ群G7はそれぞれ物体側へ移動し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間隔は減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5の間隔は減少し、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6の間隔は増大し、第6レンズ群と第7レンズ群G7の間隔は減少し、第7レンズ群G7と第8レンズ群G8の間隔は増大し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、合焦点GFが光軸に沿って物体側へ移動する。

【 0 1 3 3 】

以下に実施例 6 に係る変倍結像光学系の諸元値を示す。

数値実施例 6

単位 : mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	PgF	該当硝材	
0		(d0)					
1	187.2499	10.5731	1.51742	52.15	0.0044	E-CF6	
2	-6980.7851	0.5001					
3	587.5167	2.5000	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51	10
4	114.1289	13.9789	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	
5	1670.4940	0.5000					
6	142.8729	7.9442	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	
7	349.1077	(d7)					
8	230.8807	7.3383	1.85451	25.15	0.0071	NBFD25	
9	-125.3374	1.7000	1.92286	20.88	0.0281	E-FDS1-W	
10	-2754.6838	(d10)					
11	-236.4346	1.0001	1.91082	35.25	-0.0028	TAFD35	
12	63.1574	3.4085	1.80809	22.76	0.0212	FD225	
13	322.6977	2.5741					20
14	-340.3017	1.0000	1.89190	37.13	-0.0035	S-LAH92	
15	80.7875	3.5943					
16	-58.9808	1.0000	1.75500	52.32	-0.0069	TAC6	
17	88.0129	3.6236	1.85451	25.15	0.0071	NBFD25	
18	-197.5814	(d18)					
19	263.7071	3.2084	1.90525	35.04	-0.0005	S-LAH93	
20	-143.6140	0.3000					
21	47.1486	6.3388	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	
22	-55.9032	1.0000	1.91082	35.25	-0.0028	TAFD35	
23	4229.2812	(d23)					30
24	92.8855	8.2070	1.78472	25.72	0.0137	FD110	
25	-96.8966	0.3000					
26	1289.9614	1.0000	1.85883	30.00	0.0035	NBFD30	
27	29.4900	4.9864	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	
28	6158.7194	3.0132					
29(絞り)		(d29)					
30	78.4965	4.8339	1.48749	70.44	0.0090	FC5	
31	-42.3078	0.9500	1.85150	40.78	-0.0055	S-LAH89	
32	-950.1849	3.9620					
33	157.3584	3.9404	1.85451	25.15	0.0071	NBFD25	40
34	-41.8276	0.8999	1.94595	17.98	0.0385	FDS18-W	
35	-82.1017	(d35)					
36	-148.5129	3.0509	1.85451	25.15	0.0071	NBFD25	
37	-50.6274	1.0000	1.90525	35.04	-0.0005	S-LAH93	
38	58.7987	3.3985					
39	-1890.0496	5.9301	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51	
40	-23.8037	1.1000	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	
41	-146.9669	(d41)					
42	48.5569	12.0000	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51	
43	-27.5588	1.3000	1.59282	68.62	0.0192	FCD515	50

44 59.3890 8.9693
 45 -41.3382 1.8026 1.95375 32.32 -0.0002 TAFD45
 46 -93.5305 35.9298
 47 2.5000 1.51680 64.20 0.0014 BSC7
 48 (BF)

像面

[各種データ]

ズーム比	4.44
	広角 中間 望遠
焦点距離	153.00 330.00 679.00
Fナンバー	5.17 5.80 6.49
全画角2	15.79 7.33 3.56
像高Y	21.63 21.63 21.63
レンズ全長	310.82 380.37 424.11

10

[可変間隔データ]

	広角 中間 望遠
(d0)	
(d7)	9.2538 90.9763 156.8686
(d10)	38.0425 25.8709 3.7170
(d18)	34.4217 19.0175 2.0000
(d23)	12.9790 5.8139 2.0000
(d29)	15.4267 30.9587 49.2023
(d35)	16.5394 12.9515 3.3000
(d41)	2.0000 12.6253 24.8647
(BF)	1.0000 1.0000 1.0000

20

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	259.3687
G2	8	286.2981
G3	11	-33.3382
G4	19	90.9296
G5	24	307.3754
G6	30	76.1462
G7	36	-95.1657
G8	42	-153.7918

30

【実施例7】

【0134】

図43は実施例7に係る変倍結像光学系の広角端無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【0135】

図43の変倍結像光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と正の屈折力を有する第2レンズ群G2と負の屈折力を有する第3レンズ群G3、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5と第6レンズ群G6からなる中間群GM、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う第7レンズ群G7からなる合焦点GF、第8レンズ群G8および第9レンズ群G9からなる後続群GRから構成される。

40

【0136】

物体側から順に、第1レンズ群G1は物体側に凸面向けた凹メニスカスレンズと両凸レンズの接合レンズと、物体側に凸面向けた凸メニスカスレンズから構成される。第2レンズ群G2は両凸レンズと像側に凸面向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第3レンズ群G3は両凹レンズと物体側に凸面向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、物体側に凸面向けた凹メニスカスレンズと、両凹レンズと両凸レンズの

50

接合レンズから構成される。また第3レンズ群G3のうち物体側から3枚目以降のレンズを一体として光軸に対し垂直方向に移動させることにより防振群として機能させることも可能である。第4レンズ群G4は両凸レンズと、両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第5レンズ群G5は物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと両凸レンズの接合レンズから構成される。第6レンズ群G6は両凹レンズと両凸レンズの接合レンズと、開口絞りSから構成される。第7レンズ群G7は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第8レンズ群G8は像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと両凹レンズの接合レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズから構成される。第9レンズ群G9は両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズから構成される。

10

【0137】

広角端から望遠端への変倍に際し、第3レンズ群G3と第9レンズ群G9は像面に対して固定であり、第1レンズ群G1は物体側に移動し、第2レンズ群G2は像側へ移動し、第4レンズ群G4から第8レンズ群G8はそれぞれ物体側へ移動し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間隔は減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5の間隔は減少し、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6の間隔は減少し、第6レンズ群と第7レンズ群G7の間隔は増大し、第7レンズ群G7と第8レンズ群G8の間隔は減少し、第8レンズ群G8と第9レンズ群G9の間隔は増大し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、合焦群GFが光軸に沿って物体側へ移動する。

20

【0138】

以下に実施例7に係る変倍結像光学系の諸元値を示す。

数値実施例7

単位：mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	PgF	該当硝材
0		(d0)				
1	389.7091	3.0000	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51
2	139.1338	10.5967	1.49700	81.61	0.0373	FCD1
3	-814.2988	0.3000				
4	121.9323	9.0817	1.43700	95.10	0.0564	FCD100
5	863.7195	(d5)				
6	196.9932	6.6580	1.68893	31.16	0.0066	E-FD8
7	-110.7640	1.7000	1.92286	20.88	0.0281	E-FDS1-W
8	-292.8899	(d8)				
9	-278.5726	1.0000	1.91082	35.25	-0.0028	TAFD35
10	70.3755	3.1627	1.86966	20.02	0.0310	FDS20-W
11	269.3865	2.3593				
12	3896.4868	1.0000	1.89190	37.13	-0.0035	S-LAH92
13	66.2813	3.9722				
14	-42.8388	1.0000	1.75500	52.32	-0.0069	TAC6
15	89.9067	3.8842	1.85451	25.15	0.0071	NBFD25
16	-131.6183	(d16)				
17	183.5860	3.4713	1.77250	49.62	-0.0088	TAF1
18	-146.2853	0.3000				
19	54.3354	6.5173	1.43700	95.10	0.0564	FCD100
20	-48.8701	1.0000	1.91082	35.25	-0.0028	TAFD35
21	-529.4148	(d21)				
22	98.9291	1.0000	1.91082	35.25	-0.0028	TAFD35
23	50.7153	5.5606	1.78472	25.72	0.0137	FD110

40

50

24 -78.4210 (d24)
 25 -112.0223 1.0000 1.85451 25.15 0.0071 NBFD25
 26 39.1137 5.1447 1.43700 95.10 0.0564 FCD100
 27 -85.6726 2.0398
 28(絞り) (d28)
 29 69.3037 4.5713 1.82115 24.06 0.0186 M-FDS910
 30 -43.6762 0.9500 1.94595 17.98 0.0385 FDS18-W
 31 -285.6609 (d31)
 32 -1825.1370 3.5622 1.72825 28.32 0.0101 E-FD10L
 33 -42.5162 1.0000 1.90525 35.04 -0.0005 S-LAH93
 34 57.5198 3.1686
 35 257.4318 5.4256 1.61340 44.27 -0.0054 S-NBM51
 36 -24.6427 1.0000 1.43700 95.10 0.0564 FCD100
 37 411.6347 (d37)
 38 54.4332 7.7620 1.61340 44.27 -0.0054 S-NBM51
 39 -25.3337 1.0000 1.59282 68.62 0.0192 FCD515
 40 115.0529 10.8351
 41 -45.6456 5.4592 1.95375 32.32 -0.0002 TAFD45
 42 -179.2772 38.0000
 43 2.5000 1.51680 64.20 0.0014 BSC7
 44 (BF)

像面

[各種データ]

ズーム比 3.78
 広角 中間 望遠
 焦点距離 153.00 280.00 577.80
 Fナンバー 5.16 5.80 6.49
 全画角2 15.78 8.64 4.18
 像高Y 21.63 21.63 21.63
 レンズ全長 280.00 324.85 378.28

[可変間隔データ]

	広角	中間	望遠
(d0)			
(d5)	9.5384	57.7988	133.3604
(d8)	28.6956	25.2860	3.1500
(d16)	30.6964	16.2087	2.0000
(d21)	13.6571	8.5229	2.0000
(d24)	5.5000	5.3147	4.4606
(d28)	16.2169	29.7774	46.3590
(d31)	13.7130	12.6024	3.3000
(d37)	2.0000	9.3573	23.6638
(BF)	1.0000	1.0000	1.0000

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	226.6295
G2	6	221.3431
G3	9	-32.1034
G4	17	98.6827
G5	22	60.6770
G6	25	-77.5843

10

20

30

40

50

G7	29	81.4704
G8	32	-91.3838
G9	38	-165.7131

【実施例 8】

【0 1 3 9】

図 5 0 は実施例 8 に係る変倍結像光学系の広角端無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【0 1 4 0】

図 5 0 の変倍結像光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3、第 4 レンズ群 G 4 および第 5 レンズ群 G 5 からなる中間群 G M、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う第 6 レンズ群 G 6 からなる合焦点群 G F、第 7 レンズ群 G 7 および第 8 レンズ群 G 8 からなる後続群 G R から構成される。10

【0 1 4 1】

物体側から順に、第 1 レンズ群 G 1 は物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと両凸レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズから構成される。第 2 レンズ群 G 2 は物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズから構成される。第 3 レンズ群 G 3 は物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと、両凹レンズと、両凹レンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズから構成される。また第 3 レンズ群 G 3 のうち物体側から 3 枚目以降のレンズを一体として光軸に対し垂直方向に移動させることにより防振群として機能させることも可能である。第 4 レンズ群 G 4 は物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと両凸レンズの接合レンズと、両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズから構成される。第 5 レンズ群 G 5 は開口絞り S と、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた凸メニスカス非球面レンズから構成される。第 6 レンズ群 G 6 は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第 7 レンズ群 G 7 は両凹レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズから構成される。第 8 レンズ群 G 8 は像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズから構成される。20

【0 1 4 2】

広角端から望遠端への変倍に際し、第 3 レンズ群 G 3 と第 8 レンズ群 G 8 は像面に対して固定であり、第 1 レンズ群 G 1 は物体側に移動し、第 2 レンズ群 G 2 は像側へ移動し、第 4 レンズ群 G 4 から第 7 レンズ群 G 7 はそれぞれ物体側へ移動し、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間隔は増大し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 の間隔は減少し、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 の間隔は減少し、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 の間隔は減少し、第 5 レンズ群 G 5 と第 6 レンズ群 G 6 の間隔は増大し、第 6 レンズ群と第 7 レンズ群 G 7 の間隔は減少し、第 7 レンズ群 G 7 と第 8 レンズ群 G 8 の間隔は増大し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、合焦点群 G F が光軸に沿って物体側へ移動する。30

【0 1 4 3】

以下に実施例 8 に係る変倍結像光学系の諸元値を示す。

数値実施例 8

単位 : mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	PgF	該当硝材
0		(d0)				
1	579.9071	3.0000	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51
2	152.2143	10.4479	1.49700	81.61	0.0373	FCD1
3	-604.1888	0.3000				
4	131.3007	9.0104	1.43700	95.10	0.0564	FCD100

5 922.1037 (d5)
 6 44.1697 6.0458 1.59270 35.45 0.0080 FF5
 7 78.9523 1.0000 1.94595 17.98 0.0385 FDS18-W
 8 48.0363 5.7042
 9 103.5342 4.0133 1.85451 25.15 0.0071 NBFD25
 10 471.1775 (d10)
 11 189.1824 1.0000 1.91082 35.25 -0.0028 TAFD35
 12 42.0985 2.7792
 13 56.1332 3.3637 1.80809 22.76 0.0212 FD225
 14 182.3238 2.9999
 15 -216.4711 1.0000 1.76385 48.49 -0.0022 S-LAH96
 16 160.5965 3.1479
 17 -60.5486 1.0000 1.75500 52.32 -0.0069 TAC6
 18 52.1131 3.5247 1.85451 25.15 0.0071 NBFD25
 19 337.0663 (d19)
 20 113.6608 1.0000 1.91082 35.25 -0.0028 TAFD35
 21 36.0530 5.4378 1.43700 95.10 0.0564 FCD100
 22 -191.8626 0.3000
 23 38.6367 5.9100 1.75520 27.53 0.0102 E-FD4
 24 -143.0515 0.3222
 25 51.6077 5.2824 1.43700 95.10 0.0564 FCD100
 26 -76.1108 1.0000 1.91082 35.25 -0.0028 TAFD35
 27 76.7228 (d27)
 28(絞り) 9.1904
 29 63.4636 4.2829 1.43700 95.10 0.0564 FCD100
 30 -63.5440 1.2001 1.90043 37.37 -0.0045 TAFD37A
 31 63.0932 3.4787
 32* -203.2419 3.5033 1.58313 59.46 -0.0009 M-BACD12
 33 -41.4656 (d33)
 34 50.7927 5.1726 1.64769 33.84 0.0049 E-FD2
 35 -46.9644 1.3414 1.92286 20.88 0.0281 E-FDS1-W
 36 -140.9238 (d36)
 37 -178.8291 1.0000 1.80400 46.53 -0.0070 S-LAH65VS
 38 35.8680 2.0569
 39 38.8724 6.6228 1.61340 44.27 -0.0054 S-NBM51
 40 -30.1232 1.0000 1.43700 95.10 0.0564 FCD100
 41 72.7151 (d41)
 42 -30.0787 3.4493 1.61340 44.27 -0.0054 S-NBM51
 43 -23.4456 1.0000 1.55032 75.50 0.0274 FCD705
 44 -179.6018 0.3000
 45 85.6352 2.9626 1.65412 39.62 -0.0034 E-ADF50
 46 249.2094 30.9434
 47 2.5000 1.51680 64.20 0.0014 BSC7
 48 (BF)

像面

[非球面データ]

32面

K 0.00000
 A4 -4.33342E-08
 A6 -2.55803E-09

10

20

30

40

50

A8 1.11052E-11
A10 -5.60665E-14

[各種データ]

ズーム比	3.78		
	広角	中間	望遠
焦点距離	153.00	280.00	577.80
Fナンバー	5.02	5.49	6.47
全画角2	15.98	8.65	4.18
像高Y	21.63	21.63	21.63
レンズ全長	277.57	322.64	374.90

10

[可変間隔データ]

	広角	中間	望遠
(d0)			
(d5)	25.2041	67.0835	133.3063
(d10)	14.2722	17.4642	3.5000
(d19)	32.4108	22.1380	2.0000
(d27)	9.7626	7.4869	4.0959
(d33)	5.9953	15.6263	33.5618
(d36)	25.5122	14.8666	3.3000
(d41)	5.8202	19.3832	36.5434
(BF)	0.9998	0.9998	0.9998

20

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	251.9611
G2	6	189.8904
G3	11	-33.2780
G4	20	65.9690
G5	28	-458.0840
G6	34	74.7329
G7	37	-95.6183
G8	42	-110.2315

30

【実施例9】

【0144】

図5.7は実施例9に係る変倍結像光学系の広角端無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【0145】

図5.7の変倍結像光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と正の屈折力を有する第2レンズ群G2と負の屈折力を有する第3レンズ群G3、第4レンズ群G4および第5レンズ群G5からなる中間群GM、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う第6レンズ群G6からなる合焦点GF、第7レンズ群G7および第8レンズ群G8からなる後続群GRから構成される。

40

【0146】

物体側から順に、第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと両凸レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズから構成される。第2レンズ群G2は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第3レンズ群G3は両凹レンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズから構成される。また第3レンズ群G3のうち物体側から3枚目以降のレンズを一体として光軸に対し垂直方向に移動させることにより防振群として機能させることも可能である。第4レンズ群G4は両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズから構成される。第5レンズ群G5は両凸レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレ

50

ンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、開口絞り S から構成される。第 6 レンズ群 G 6 は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第 7 レンズ群 G 7 は像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと両凹レンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第 8 レンズ群 G 8 は両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、両凹レンズから構成される。

【 0 1 4 7 】

広角端から望遠端への変倍に際し、第 3 レンズ群 G 3 と第 8 レンズ群 G 8 は像面に対して固定であり、第 1 レンズ群 G 1 は物体側に移動し、第 2 レンズ群 G 2 は像側へ移動し、第 4 レンズ群 G 4 から第 7 レンズ群 G 7 はそれぞれ物体側へ移動し、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間隔は増大し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 の間隔は減少し、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 の間隔は減少し、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 の間隔は減少し、第 5 レンズ群 G 5 と第 6 レンズ群 G 6 の間隔は増大し、第 6 レンズ群と第 7 レンズ群 G 7 の間隔は減少し、第 7 レンズ群 G 7 と第 8 レンズ群 G 8 の間隔は増大し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、合焦点 G F が光軸に沿って物体側へ移動する。

【 0 1 4 8 】

以下に実施例 9 に係る変倍結像光学系の諸元値を示す。

数値実施例 9

単位 : mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	PgF	該当硝材	
0		(d0)					
1	306.1368	3.0000	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51	10
2	119.4311	11.1758	1.49700	81.61	0.0373	FCD1	
3	-1564.9947	0.3000					
4	115.8086	9.7306	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	
5	1272.7922	(d5)					
6	198.2576	5.9401	1.74077	27.76	0.0093	E-FD13	
7	-112.5000	1.7500	1.92286	20.88	0.0281	E-FDS1-W	
8	-365.7622	(d8)					
9	-168.2166	1.0000	1.91082	35.25	-0.0028	TAFD35	
10	59.2631	3.416	1.80809	22.76	0.0212	FD225	
11	345.1624	2.2129					
12	1274.0357	1.0000	1.90525	35.04	-0.0005	S-LAH93	
13	73.0217	3.4826					
14	-47.5794	1.0000	1.75500	52.32	-0.0069	TAC6	
15	85.2666	3.6871	1.85451	25.15	0.0071	NBFD25	
16	-183.2175	(d16)					
17	166.2244	3.2909	1.95375	32.32	-0.0002	TAFD45	40
18	-172.3070	0.3000					
19	45.8965	6.3246	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	
20	-53.6547	1.0000	1.91082	35.25	-0.0028	TAFD35	
21	691.1398	(d21)					
22	100.8863	5.1641	1.74077	27.76	0.0093	E-FD13	
23	-95.3962	0.3000					
24	145.4275	1.0000	1.95150	29.83	0.0008	M-TAFD405	
25	29.5130	4.8470	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	
26	521.3381	3.1572					
27(絞り)		(d27)					50

28	60.1164	3.9968	1.72825	28.32	0.0101	E-FD10L
29	-69.5593	0.7502	1.94595	17.98	0.0385	FDS18-W
30	-345.0749	(d30)				
31	-242.0894	4.8245	1.74077	27.76	0.0093	E-FD13
32	-39.8479	0.9001	1.90525	35.04	-0.0005	S-LAH93
33	56.4880	8.7681				
34	-270.7667	6.0094	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51
35	-23.0230	1.0000	1.43700	95.10	0.0564	FCD100
36	-80.0688	(d36)				
37	52.6315	7.7249	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51
38	-36.8914	1.0000	1.55032	75.50	0.0274	FCD705
39	104.3172	10.4427				
40	-56.5120	1.0000	1.95375	32.32	-0.0002	TAFD45
41	2499.3743	36.2377				
42		2.5000	1.51680	64.20	0.0014	BSC7
43		(BF)				

像面

[各種データ]

ズーム比	4.66
	広角 中間 望遠
焦点距離	124.00 280.00 577.80
Fナンバー	5.16 5.80 6.49
全画角2	19.55 8.64 4.18
像高Y	21.63 21.63 21.63
レンズ全長	269.94 332.78 369.94

[可変間隔データ]

	広角 中間 望遠
(d0)	
(d5)	2.0000 70.4852 122.8199
(d8)	24.1171 18.4694 3.2972
(d16)	38.6149 22.9105 2.0000
(d21)	11.0957 4.3032 3.3603
(d27)	17.0604 32.1291 45.7537
(d30)	15.8170 10.4066 3.3733
(d36)	2.0000 14.8386 30.1006
(BF)	1.0000 1.0000 1.0000

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	210.6175
G2	6	216.2398
G3	9	-30.8188
G4	17	86.7315
G5	22	268.0520
G6	28	85.2738
G7	31	-112.5689
G8	37	-158.3739

【実施例10】

【0149】

図64は実施例10に係る変倍結像光学系の広角端無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【0150】

10

20

30

40

50

図64の変倍結像光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と正の屈折力を有する第2レンズ群G2と負の屈折力を有する第3レンズ群G3、第4レンズ群からなる中間群GM、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う第5レンズ群G5からなる合焦点GF、第6レンズ群G6および第7レンズ群G7からなる後続群GRから構成される。

【0151】

物体側から順に、第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、両凸レンズから構成される。第2レンズ群G2は両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズから構成される。第3レンズ群G3は両凹レンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、両凹レンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズから構成される。また第3レンズ群G3のうち物体側から3枚目以降のレンズを一体として光軸に対し垂直方向に移動させることにより防振群として機能させることも可能である。第4レンズ群G4は両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、開口絞りSから構成される。第5レンズ群G5は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第6レンズ群G6は両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズから構成される。第7レンズ群G7は両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズから構成される。

10

【0152】

広角端から望遠端への変倍に際し、第3レンズ群G3と第7レンズ群G7は像面に対して固定であり、第1レンズ群G1は物体側に移動し、第2レンズ群G2は像側へ移動し、第4レンズ群G4から第6レンズ群G6はそれぞれ物体側へ移動し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間隔は減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5の間隔は増大し、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6の間隔は減少し、第6レンズ群と第7レンズ群G7の間隔は増大し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、合焦点GFが光軸に沿って物体側へ移動する。

20

【0153】

以下に実施例10に係る変倍結像光学系の諸元値を示す。

30

数値実施例10

単位：mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	PgF	該当硝材
0		(d0)				
1	295.0061	3.0000	1.74330	49.22	-0.0104	NBF1
2	110.3302	10.5086	1.49700	81.61	0.0373	FCD1
3	1870.9247	0.4000				
4	124.5682	10.3748	1.43700	95.10	0.0564	FCD100
5	-2054.1224	(d5)				
6	104.8720	5.1223	1.85451	25.15	0.0071	NBFD25
7	-1044.1668	1.7068				
8	61.1820	7.8724	1.74077	27.76	0.0093	E-FD13
9	-115.9419	1.0000	1.92286	20.88	0.0281	E-FDS1-W
10	54.2668	(d10)				
11	-888.9111	1.0000	1.90525	35.04	-0.0005	S-LAH93
12	42.3623	3.5953	1.86966	20.02	0.0310	FDS20-W
13	105.2786	6.0658				
14	-893.2105	1.0000	1.90525	35.04	-0.0005	S-LAH93
15	87.3700	4.9709				

40

50

16 -47.6247 1.0000 1.75500 52.32 -0.0069 TAC6
 17 85.8391 3.7759 1.85451 25.15 0.0071 NBFD25
 18 -161.2551 (d18)
 19 37.4433 5.9572 1.43700 95.10 0.0564 FCD100
 20 -186.9692 0.3000
 21 50.7378 6.5269 1.80000 29.84 0.0070 S-NBH55
 22 -48.1386 1.0000 1.91082 35.25 -0.0028 TAFD35
 23 35.1280 3.4934
 24 75.5437 4.9776 1.55032 75.50 0.0274 FCD705
 25 -57.9590 0.3000
 26 49.5121 5.6674 1.43700 95.10 0.0564 FCD100
 27 -46.5082 0.8999 1.88300 40.80 -0.0094 TAFD30
 28 156.1854 1.9938
 29(絞り) (d29)
 30 79.7700 4.7256 1.78470 26.29 0.0124 S-TIH23
 31 -42.3283 0.9000 1.94595 17.98 0.0385 FDS18-W
 32 -130.6060 (d32)
 33 299.1828 3.1104 1.67270 32.17 0.0058 E-FD5
 34 -73.4981 0.8999 1.90525 35.04 -0.0005 S-LAH93
 35 41.4937 9.2853
 36 113.9460 6.0430 1.61340 44.27 -0.0054 S-NBM51
 37 -26.6550 0.9000 1.43700 95.10 0.0564 FCD100
 38 114.1041 (d38)
 39 76.6609 7.4751 1.61340 44.27 -0.0054 S-NBM51
 40 -31.1781 0.9000 1.55032 75.50 0.0274 FCD705
 41 188.1059 12.1506
 42 -49.2168 0.9000 1.95375 32.32 -0.0002 TAFD45
 43 -169.1533 36.9237
 44 2.5000 1.51680 64.20 0.0014 BSC7
 45 (BF)

像面

[各種データ]

ズーム比 3.77
 広角 中間 望遠
 焦点距離 154.50 300.00 582.00
 Fナンバー 5.15 5.78 6.47
 全画角2 15.68 8.07 4.15
 像高Y 21.63 21.63 21.63
 レンズ全長 287.50 355.67 387.50

[可変間隔データ]

	広角	中間	望遠
(d0)			
(d5)	22.8715	99.9027	132.6797
(d10)	15.7326	6.8694	5.9244
(d18)	38.5762	23.5107	3.0000
(d29)	17.3388	18.8162	24.4622
(d32)	10.1232	8.6458	3.0000
(d38)	2.6320	17.6976	38.2081
(BF)	1.0000	1.0000	1.0000

[レンズ群データ]

10

20

30

40

50

群	始面	焦点距離
G1	1	268.4950
G2	6	216.2574
G3	11	-30.4251
G4	19	65.3559
G5	30	75.9862
G6	33	-79.1825
G7	39	-209.0581

【実施例 11】**【0154】**

10

図71は実施例11に係る変倍結像光学系の広角端無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【0155】

図71の変倍結像光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と正の屈折力を有する第2レンズ群G2と負の屈折力を有する第3レンズ群G3、第4レンズ群G4および第5レンズ群G5からなる中間群GM、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う第6レンズ群G6からなる合焦点群GF、第7レンズ群G7および第8レンズ群G8からなる後続群GRから構成される。このうち第3レンズ群G3と第8レンズ群G8は広角端から望遠端へのズーミングに際し像面に対して固定される。

【0156】

物体側から順に、第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと両凸レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズで構成される。第2レンズ群G2は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第3レンズ群G3は両凹レンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、両凹レンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズから構成される。また第3レンズ群G3のうち物体側から3枚目以降のレンズを一体として光軸に対し垂直方向に移動させることにより防振群として機能させることも可能である。第4レンズ群G4は両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズから構成される。第5レンズ群G5は両凸レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと両凸レンズの接合レンズと、開口絞りSから構成される。第6レンズ群G6は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第7レンズ群G7は像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと両凹レンズの接合レンズと、両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第8レンズ群G8は両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズから構成される。

20

【0157】

広角端から望遠端への変倍に際し、第3レンズ群G3と第8レンズ群G8は像面に対して固定であり、第1レンズ群G1は物体側に移動し、第2レンズ群G2は像側へ移動し、第4レンズ群G4から第7レンズ群G7はそれぞれ物体側へ移動し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間隔は減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5の間隔は減少し、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6の間隔は増大し、第6レンズ群と第7レンズ群G7の間隔は減少し、第7レンズ群G7と第8レンズ群G8の間隔は増大し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、合焦点群GFが光軸に沿って物体側へ移動する。

30

【0158】

以下に実施例11に係る変倍結像光学系の諸元値を示す。

数値実施例11

単位：mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	PgF 該当硝材
0		(d0)			

40

50

1	293.4289	3.0000	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51
2	129.4929	10.2107	1.49700	81.61	0.0373	FCD1
3	-2964.9103	0.3000				
4	129.1913	8.9310	1.43700	95.10	0.0564	FCD100
5	1343.7408	(d5)				
6	176.3295	6.8508	1.72825	28.32	0.0084	E-FD10
7	-135.0849	1.7000	1.92286	20.88	0.0281	E-FDS1-W
8	-550.4855	(d8)				
9	-226.8061	1.0000	1.90366	31.31	0.0027	TAFD25
10	65.0394	3.0778	1.86966	20.02	0.0310	FDS20-W
11	211.5722	2.4594				
12	-6513.4567	1.0000	1.85150	40.78	-0.0055	S-LAH89
13	75.6520	3.3960				
14	-54.3210	1.0000	1.75500	52.32	-0.0069	TAC6
15	93.3537	3.3744	1.85451	25.15	0.0071	NBFD25
16	-260.4553	(d16)				
17	166.3029	3.4704	1.76385	48.49	-0.0022	S-LAH96
18	-123.7194	0.3000				
19	46.6844	6.1048	1.43700	95.10	0.0564	FCD100
20	-54.0187	1.0000	1.88300	40.80	-0.0094	TAFD30
21	466.0069	(d21)				
22	83.9125	4.1429	1.76182	26.61	0.0117	FD140
23	-97.5227	0.3000				
24	2201.3945	1.0000	1.90366	31.31	0.0027	TAFD25
25	31.2693	5.0391	1.43700	95.10	0.0564	FCD100
26	-343.1765	2.7612				
27(絞り)	(d27)					
28	66.7519	4.1694	1.74077	27.76	0.0093	E-FD13
29	-58.0846	0.9500	1.94595	17.98	0.0385	FDS18-W
30	-207.1156	(d30)				
31	-547.7018	5.7886	1.80518	25.46	0.0131	FD60-W
32	-65.8673	1.0000	1.90525	35.04	-0.0005	S-LAH93
33	50.7044	8.7489				
34	906.0646	5.4801	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51
35	-26.0200	1.0000	1.43700	95.10	0.0564	FCD100
36	-399.4927	(d36)				
37	55.3857	12.0000	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51
38	-26.7381	1.0000	1.59282	68.62	0.0192	FCD515
39	109.9799	8.0091				
40	-51.1269	1.0000	1.95375	32.32	-0.0002	TAFD45
41	-264.2231	37.7920				
42		2.5000	1.51680	64.20	0.0014	BSC7
43		(BF)				

像面

[各種データ]

ズーム比 3.78

広角 中間 望遠

焦点距離 153.00 280.00 577.80

Fナンバー 5.16 5.80 6.49

全画角2 15.77 8.63 4.18

10

20

30

40

50

像高Y 21.63 21.63 21.63
 レンズ全長 280.00 330.13 376.10

[可変間隔データ]

	広角	中間	望遠
(d0)			
(d5)	8.6377	67.1374	133.3159
(d8)	32.7521	24.3825	4.1755
(d16)	36.0919	22.4193	2.0000
(d21)	11.4596	4.6884	2.7741
(d27)	15.0021	27.1314	45.7706
(d30)	13.1999	9.5716	3.3000
(d36)	2.0004	13.9431	23.9092
(BF)	1.0000	1.0000	1.0000

10

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	227.8174
G2	6	229.4647
G3	9	-32.5649
G4	17	92.5597
G5	22	253.5860
G6	28	82.7289
G7	31	-97.6335
G8	37	-167.3767

20

【実施例 1 2】

【0 1 5 9】

図 7 8 は実施例 1 2 に係る変倍結像光学系の広角端無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【0 1 6 0】

図 7 8 の変倍結像光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3、第 4 レンズ群 G 4 および第 5 レンズ群 G 5 からなる中間群 G M、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う第 6 レンズ群 G 6 からなる合焦点群 G F、第 7 レンズ群 G 7 および第 8 レンズ群 G 8 からなる後続群 G R から構成される。

30

【0 1 6 1】

物体側から順に、第 1 レンズ群 G 1 は物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズから構成される。第 2 レンズ群 G 2 は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第 3 レンズ群 G 3 は両凹レンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、両凹レンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズから構成される。また第 3 レンズ群 G 3 のうち物体側から 3 枚目以降のレンズを一体として光軸に対し垂直方向に移動させることにより防振群として機能させることも可能である。第 4 レンズ群 G 4 は両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズから構成される。第 5 レンズ群 G 5 は両凸レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、開口絞り S から構成される。第 6 レンズ群 G 6 は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第 7 レンズ群 G 7 は像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと両凹レンズの接合レンズと、両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第 8 レンズ群 G 8 は両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、両凹レンズから構成される。

40

【0 1 6 2】

広角端から望遠端への変倍に際し、第 3 レンズ群 G 3 と第 8 レンズ群 G 8 は像面に対し

50

て固定であり、第1レンズ群G1は物体側に移動し、第2レンズ群G2は像側へ移動し、第4レンズ群G4から第7レンズ群G7はそれぞれ物体側へ移動し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間隔は減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5の間隔は減少し、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6の間隔は増大し、第6レンズ群と第7レンズ群G7の間隔は減少し、第7レンズ群G7と第8レンズ群G8の間隔は増大し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、合焦点Gfが光軸に沿って物体側へ移動する。

【0163】

以下に実施例12に係る変倍結像光学系の諸元値を示す。

10

数値実施例12

単位：mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	PgF	該当硝材	
0		(d0)					
1	272.0457	3.0000	1.61310	44.36	-0.0081	E-ADF10	
2	125.1732	10.2405	1.49700	81.61	0.0373	FCD1	
3	-13553.5354	0.3000					
4	130.0457	8.9911	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	
5	1630.9345	(d5)					20
6	206.9202	6.6711	1.84666	23.78	0.0149	S-TIH53W	
7	-163.6109	1.7000	2.10420	17.02	0.0452	E-FDS3	
8	-771.1508	(d8)					
9	-225.6368	1.0000	1.85883	30.00	0.0035	NBFD30	
10	41.6810	4.1398	1.80809	22.76	0.0212	FD225	
11	306.5175	2.3629					
12	-1737.0131	1.0000	1.90525	35.04	-0.0005	S-LAH93	
13	77.4178	3.4603					
14	-53.1292	1.0000	1.75500	52.32	-0.0069	TAC6	
15	87.3948	3.6022	1.85451	25.15	0.0071	NBFD25	30
16	-191.2700	(d16)					
17	297.0950	3.3431	1.74951	35.33	-0.0030	S-NBH51	
18	-107.2797	0.3000					
19	43.7870	6.2836	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	
20	-55.6235	1.0000	1.91082	35.25	-0.0028	TAFD35	
21	446.6786	(d21)					
22	80.0518	4.1365	1.80518	25.46	0.0131	FD60-W	
23	-109.9320	0.3000					
24	442.9234	1.0000	1.85883	30.00	0.0035	NBFD30	
25	28.7632	5.0016	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	40
26	910.3483	3.0900					
27(絞り)		(d27)					
28	65.8270	4.0898	1.72825	28.32	0.0101	E-FD10L	
29	-62.3711	0.9500	1.94595	17.98	0.0385	FDS18-W	
30	-219.2853	(d30)					
31	-852.3860	3.0115	1.76182	26.61	0.0117	FD140	
32	-59.5257	1.0000	1.90525	35.04	-0.0005	S-LAH93	
33	49.1404	11.4117					
34	1389.1992	5.7754	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51	
35	-25.8609	1.0000	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	50

36 -204.0546 (d36)
 37 54.4861 8.8965 1.61340 44.27 -0.0054 S-NBM51
 38 -29.7135 1.0000 1.59282 68.62 0.0192 FCD515
 39 149.3057 10.1058
 40 -66.9926 1.0000 1.95375 32.32 -0.0002 TAFD45
 41 363.5077 36.3723
 42 2.5000 1.51680 64.20 0.0014 BSC7
 43 (BF)

像面

[各種データ]

10

ズーム比	3.78
	広角 中間 望遠
焦点距離	153.00 280.00 577.80
Fナンバー	5.16 5.80 6.49
全画角2	15.75 8.63 4.78
像高Y	21.63 21.63 21.63
レンズ全長	280.00 330.89 377.31

[可変間隔データ]

	広角 中間 望遠
(d0)	
(d5)	21.0029 97.4866 161.2949
(d8)	27.6204 20.4903 3.1500
(d16)	35.1791 19.8671 2.0000
(d21)	15.1425 6.7001 2.6007
(d27)	18.3266 34.9186 56.5180
(d30)	16.5817 12.1923 3.3000
(d36)	2.0000 13.5519 22.8112
(BF)	1.0000 1.0000 1.0000

20

[レンズ群データ]

30

群	始面	焦点距離
G1	1	226.0348
G2	6	253.2497
G3	9	-33.9507
G4	17	101.9398
G5	22	220.0894
G6	28	84.3965
G7	31	-107.3394
G8	37	-164.4582

【実施例13】

【0164】

40

図85は実施例13に係る変倍結像光学系の広角端無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【0165】

図85の変倍結像光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と正の屈折力を有する第2レンズ群G2と負の屈折力を有する第3レンズ群G3、第4レンズ群G4および第5レンズ群G5からなる中間群GM、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う第6レンズ群G6からなる合焦点群GF、第7レンズ群G7および第8レンズ群G8からなる後続群GRから構成される。

【0166】

物体側から順に、第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと両凸レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズから構成される。第2

50

レンズ群 G 2 は両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第 3 レンズ群 G 3 は両凹レンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、両凹レンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズから構成される。また第 3 レンズ群 G 3 のうち物体側から 3 枚目以降のレンズを一体として光軸に対し垂直方向に移動させることにより防振群として機能させることも可能である。第 4 レンズ群 G 4 は両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズから構成される。第 5 レンズ群 G 5 は両凸レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと両凸レンズの接合レンズと、開口絞り S から構成される。第 6 レンズ群 G 6 は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第 7 レンズ群 G 7 は像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと両凹レンズの接合レンズと、両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第 8 レンズ群 G 8 は両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズから構成される。

【 0 1 6 7 】

広角端から望遠端への変倍に際し、第 3 レンズ群 G 3 と第 8 レンズ群 G 8 は像面に対して固定であり、第 1 レンズ群 G 1 は物体側に移動し、第 2 レンズ群 G 2 は像側へ移動し、第 4 レンズ群 G 4 から第 7 レンズ群 G 7 はそれぞれ物体側へ移動し、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間隔は増大し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 の間隔は減少し、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 の間隔は減少し、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 の間隔は減少し、第 5 レンズ群 G 5 と第 6 レンズ群 G 6 の間隔は増大し、第 6 レンズ群と第 7 レンズ群 G 7 の間隔は減少し、第 7 レンズ群 G 7 と第 8 レンズ群 G 8 の間隔は増大し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、合焦点 G F が光軸に沿って物体側へ移動する。

【 0 1 6 8 】

以下に実施例 1 3 に係る変倍結像光学系の諸元値を示す。

数値実施例 1 3

単位 : mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	PgF	該当硝材	
0		(d0)					30
1	306.6628	3.0000	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51	
2	130.5805	9.9238	1.49700	81.61	0.0373	FCD1	
3	-6951.8122	0.3000					
4	137.3108	8.7688	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	
5	2338.3867	(d5)					
6	167.7547	4.0390	1.58144	40.89	0.0019	E-FL5	
7	-1954.6188	1.7000	1.49700	81.61	0.0373	FCD1	
8	175.1337	1.5000					
9	169.6310	6.1788	1.56732	42.84	0.0030	E-FL6	
10	-105.8607	1.7000	1.72825	28.32	0.0084	E-FD10	40
11	-300.4857	(d11)					
12	-224.8135	1.0000	1.91082	35.25	-0.0028	TAFD35	
13	71.3341	3.0727	1.80809	22.76	0.0212	FD225	
14	300.5576	2.3807					
15	-1379.2002	1.0000	1.85150	40.78	-0.0055	S-LAH89	
16	77.8516	3.3938					
17	-53.5740	1.0000	1.75500	52.32	-0.0069	TAC6	
18	90.0171	3.4158	1.85451	25.15	0.0071	NBFD25	
19	-265.6314	(d19)					
20	169.2468	3.4371	1.80440	39.59	-0.0042	S-LAH63	50

21 -126.4235 0.3000
 22 49.0555 6.0091 1.43700 95.10 0.0564 FCD100
 23 -53.4331 1.0000 1.91082 35.25 -0.0028 TAFD35
 24 696.5137 (d24)
 25 87.0510 4.1085 1.78472 25.72 0.0137 FD110
 26 -98.7653 0.3000
 27 1188.0144 1.0000 1.85883 30.00 0.0035 NBFD30
 28 30.3381 4.9991 1.43700 95.10 0.0564 FCD100
 29 -928.7335 2.9118
 30(絞り) (d30) 10
 31 66.3030 4.0954 1.72825 28.32 0.0101 E-FD10L
 32 -62.1744 0.9500 1.94595 17.98 0.0385 FDS18-W
 33 -215.6741 (d33)
 34 -301.1576 3.3432 1.85451 25.15 0.0071 NBFD25
 35 -52.7203 1.0000 1.90525 35.04 -0.0005 S-LAH93
 36 50.2694 6.8152
 37 367.0535 5.4487 1.61340 44.27 -0.0054 S-NBM51
 38 -25.2869 1.0000 1.43700 95.10 0.0564 FCD100
 39 -533.7736 (d39)
 40 50.7306 8.0631 1.61340 44.27 -0.0054 S-NBM51 20
 41 -30.2850 1.0000 1.55032 75.50 0.0274 FCD705
 42 117.9700 6.5728
 43 -50.2478 1.0000 1.95375 32.32 -0.0002 TAFD45
 44 -965.2571 38.0000
 45 2.5000 1.51680 64.20 0.0014 BSC7
 46 (BF)

像面

[各種データ]

ズーム比 3.78
 広角 中間 望遠 30
 焦点距離 153.00 280.00 577.80
 Fナンバー 5.16 5.80 6.49
 全画角2 15.79 8.64 4.18
 像高Y 21.63 21.63 21.63
 レンズ全長 280.00 332.47 380.00

[可変間隔データ]

	広角	中間	望遠
(d0)			
(d5)	15.8228	74.2981	136.9794
(d11)	24.3066	18.2963	3.1500
(d19)	32.2015	20.3514	2.0000
(d24)	13.8205	5.3424	2.0000
(d30)	15.0291	27.0358	43.3110
(d33)	16.7118	11.9404	3.3000
(d39)	4.8802	17.9732	32.0322
(BF)	1.0000	1.0000	1.0000

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	241.0118
G2	6	205.0896

G3	12	-32.5983
G4	20	93.8120
G5	25	220.6743
G6	31	84.5376
G7	34	-95.6088
G8	40	-169.9590

【実施例 14】

【0169】

図92は実施例14に係る変倍結像光学系の広角端無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【0170】

10

図92の変倍結像光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と正の屈折力を有する第2レンズ群G2と負の屈折力を有する第3レンズ群G3、第4レンズ群G4および第5レンズ群G5からなる中間群GM、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う第6レンズ群G6からなる合焦点GF、第7レンズ群G7および第8レンズ群G8からなる後続群GRから構成される。このうち第3レンズ群G3と第8レンズ群G8は広角端から望遠端へのズーミングに際し像面に対して固定される。

【0171】

物体側から順に、第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズから構成される。第2レンズ群G2は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第3レンズ群G3は両凹レンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、両凹レンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズから構成される。また第3レンズ群G3のうち物体側から3枚目以降のレンズを一体として光軸に対し垂直方向に移動させることにより防振群として機能させることも可能である。第4レンズ群G4は両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズから構成される。第5レンズ群G5は両凸レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、開口絞りSから構成される。第6レンズ群G6は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第7レンズ群G7は像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと両凹レンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第8レンズ群G8は両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、像側に凸面を向けた凹メニスカス非球面レンズから構成される。

20

【0172】

30

広角端から望遠端への変倍に際し、第3レンズ群G3と第8レンズ群G8は像面に対して固定であり、第1レンズ群G1は物体側に移動し、第2レンズ群G2は像側へ移動し、第4レンズ群G4から第7レンズ群G7はそれぞれ物体側へ移動し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間隔は減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5の間隔は減少し、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6の間隔は増大し、第6レンズ群と第7レンズ群G7の間隔は減少し、第7レンズ群G7と第8レンズ群G8の間隔は増大し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、合焦点GFが光軸に沿って物体側へ移動する。

40

【0173】

以下に実施例14に係る変倍結像光学系の諸元値を示す。

数値実施例14

単位：mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	PgF	該当硝材
-----	---	---	----	----	-----	------

0		(d0)				
---	--	------	--	--	--	--

1	253.2848	3.0000	1.61310	44.36	-0.0081	E-ADF10
---	----------	--------	---------	-------	---------	---------

50

2	118.9430	10.1341	1.49700	81.61	0.0373	FCD1
3	1887.0877	0.3000				
4	137.6441	9.1404	1.43700	95.10	0.0564	FCD100
5	10228.1489	(d5)				
6	170.8762	6.7225	1.71736	29.50	0.0082	E-FD1
7	-114.2974	1.7000	1.92286	20.88	0.0281	E-FDS1-W
8	-373.6553	(d8)				
9	-224.3483	1.0000	1.91082	35.25	-0.0028	TAFD35
10	69.0925	3.1078	1.80809	22.76	0.0212	FD225
11	297.1757	2.5176				
12	-454.3624	1.0000	1.90525	35.04	-0.0005	S-LAH93
13	83.6079	3.4436				
14	-48.0498	1.0000	1.75500	52.32	-0.0069	TAC6
15	92.8465	3.7715	1.85451	25.15	0.0071	NBFD25
16	-135.0433	(d16)				
17	237.3368	3.2071	1.80100	34.97	0.0009	S-LAM66
18	-141.9121	0.3000				
19	43.7737	6.3705	1.43700	95.10	0.0564	FCD100
20	-56.7469	1.0000	1.91082	35.25	-0.0028	TAFD35
21	3805.1912	(d21)				
22	80.3256	4.0955	1.80518	25.46	0.0131	FD60-W
23	-117.6519	0.3000				
24	457.0641	1.0000	1.85883	30.00	0.0035	NBFD30
25	27.6341	5.1438	1.43700	95.10	0.0564	FCD100
26	875.6430	3.0938				
27(絞り)	(d27)					
28	61.0756	4.1833	1.72825	28.32	0.0101	E-FD10L
29	-60.3063	0.9500	1.94595	17.98	0.0385	FDS18-W
30	-256.7137	(d30)				
31	-329.2939	9.4378	1.85451	25.15	0.0071	NBFD25
32	-61.3465	1.0004	1.85150	40.78	-0.0055	S-LAH89
33	43.7823	4.2514				
34	-160.6308	6.3151	1.61310	44.36	-0.0081	E-ADF10
35	-17.8750	1.0000	1.55032	75.50	0.0274	FCD705
36	-73.8280	(d36)				
37	56.2299	9.5046	1.55836	54.01	-0.0094	N-KZFS2
38	-29.7212	1.3818	1.55032	75.50	0.0274	FCD705
39	144.3063	13.2972				
40*	-53.9871	1.0000	1.95150	29.83	0.0008	M-TAFD405
41	-176.0155	35.5836				
42		2.5000	1.51680	64.20	0.0014	BSC7
43		(BF)				

像面

[非球面データ]

40面

K	0.00000
A4	6.61650E-07
A6	1.00276E-09
A8	-1.86292E-12
A10	0.00000E+00

10

20

30

40

50

[各種データ]

ズーム比	3.78		
	広角	中間	望遠
焦点距離	153.00	280.00	577.80
Fナンバー	5.16	5.80	6.49
全画角2	15.79	8.65	4.20
像高Y	21.63	21.63	21.63
レンズ全長	280.00	332.23	379.52

[可変間隔データ]

	広角	中間	望遠
(d0)			
(d5)	12.5169	72.0135	138.0649
(d8)	29.1778	21.9086	3.1511
(d16)	37.3205	23.5560	2.0000
(d21)	8.4583	2.8291	4.1071
(d27)	15.9052	27.9162	45.3968
(d30)	11.8679	8.6091	3.6242
(d36)	2.0000	12.6414	20.4238
(BF)	1.0000	1.0000	1.0000

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	233.8285
G2	6	206.0302
G3	9	-33.1207
G4	17	90.1902
G5	22	296.1590
G6	28	83.4624
G7	31	-76.3267
G8	37	-275.4088

【実施例 15】

【0174】

図99は実施例15に係る変倍結像光学系の広角端無限遠合焦時のレンズ構成図である。

【0175】

図99の変倍結像光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と正の屈折力を有する第2レンズ群G2と負の屈折力を有する第3レンズ群G3、第4レンズ群G4および第5レンズ群G5からなる中間群GM、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う第6レンズ群G6からなる合焦点GF、第7レンズ群G7および第8レンズ群G8からなる後続群GRから構成される。このうち第3レンズ群G3と第8レンズ群G8は広角端から望遠端へのズーミングに際し像面に対して固定される。

【0176】

物体側から順に、第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズから構成される。第2レンズ群G2は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第3レンズ群G3は両凹レンズと物体側に凸面を向けた凸メニスカスレンズの接合レンズと、両凹レンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズから構成される。また第3レンズ群G3のうち物体側から3枚目以降のレンズを一体として光軸に対し垂直方向に移動させることにより防振群として機能させることも可能である。第4レンズ群G4は両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズから構成される。第5レンズ群G5は物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと両凸レンズの接合レンズと、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズと、開口絞りSから構成される

10

20

30

40

50

。第6レンズ群G6は両凸レンズと像側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの接合レンズから構成される。第7レンズ群G7は両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズから構成される。第8レンズ群G8は両凸レンズと両凹レンズの接合レンズと両凹レンズから構成される。

【0177】

広角端から望遠端への変倍に際し、第3レンズ群G3と第8レンズ群G8は像面に対して固定であり、第1レンズ群G1は物体側に移動し、第2レンズ群G2は像側へ移動し、第4レンズ群G4から第7レンズ群G7はそれぞれ物体側へ移動し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔は増大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間隔は減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間隔は減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5の間隔は減少し、第5レンズ群G5と第6レンズ群G6の間隔は増大し、第6レンズ群と第7レンズ群G7の間隔は減少し、第7レンズ群G7と第8レンズ群G8の間隔は増大し、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、合焦点Gfが光軸に沿って物体側へ移動する。

【0178】

以下に実施例15に係る変倍結像光学系の諸元値を示す。

数値実施例15

単位：mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	PgF	該当硝材	
0		(d0)					20
1	255.4417	3.0000	1.61340	44.27	-0.0054	S-NBM51	
2	118.7656	10.2277	1.49700	81.61	0.0373	FCD1	
3	2201.3932	0.3000					
4	137.4395	9.0844	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	
5	5776.5179	(d5)					
6	202.7920	6.3594	1.69895	30.05	0.0085	E-FD15	
7	-109.0697	1.7000	1.92286	20.88	0.0281	E-FDS1-W	
8	-297.2811	(d8)					
9	-229.5220	1.0000	1.91082	35.25	-0.0028	TAFD35	
10	62.3768	3.3923	1.80809	22.76	0.0212	FD225	
11	380.5089	2.3247					
12	-1320.8789	1.0000	1.90525	35.04	-0.0005	S-LAH93	
13	74.0292	3.7438					
14	-45.8825	1.0000	1.74320	49.34	-0.0065	S-LAM60	
15	95.0636	3.8828	1.85451	25.15	0.0071	NBFD25	
16	-119.4596	(d16)					
17	147.0451	3.6466	1.69895	30.05	0.0085	E-FD15	
18	-123.6922	0.3000					
19	43.9252	6.3644	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	
20	-57.4734	1.0000	1.91082	35.25	-0.0028	TAFD35	
21	241.9864	(d21)					
22	86.2653	1.0000	1.66382	27.35	0.0328	J-SFH4	
23	46.0728	5.1463	1.84666	23.78	0.0136	FDS90-SG	
24	-107.7109	0.3000					
25	-1282.7011	1.0000	1.85451	25.15	0.0071	NBFD25	
26	27.8616	6.3211	1.43700	95.10	0.0564	FCD100	
27	-370.3969	2.7789					
28(絞り)		(d28)					
29	63.0118	3.9635	1.75520	27.53	0.0102	E-FD4	50

30 -73.0385 0.9500 1.94595 17.98 0.0385 FDS18-W
 31 -455.7269 (d31)
 32 610.5637 2.4049 1.85478 24.80 0.0085 S-NBH56
 33 -70.7573 0.9500 1.90525 35.04 -0.0005 S-LAH93
 34 41.9984 2.8951
 35 124.6585 6.2852 1.61310 44.36 -0.0081 E-ADF10
 36 -19.9343 1.0000 1.55032 75.50 0.0274 FCD705
 37 204.4563 (d37)
 38 51.5589 12.0000 1.61310 44.36 -0.0081 E-ADF10
 39 -41.8282 1.0000 1.43700 95.10 0.0564 FCD100
 40 247.2013 7.5685
 41 -54.6731 1.1000 1.95375 32.32 -0.0002 TAFD45
 42 421.5895 38.0000
 43 2.5000 1.51680 64.20 0.0014 BSC7
 44 (BF)

像面

[各種データ]

ズーム比	3.78
	広角 中間 望遠
焦点距離	153.00 280.00 577.80
Fナンバー	5.16 5.80 6.49
全画角2	15.72 8.65 4.20
像高Y	21.63 21.63 21.63
レンズ全長	280.00 331.25 378.65

10

[可変間隔データ]

	広角 中間 望遠
(d0)	
(d5)	14.8793 72.4427 138.6207
(d8)	28.2375 21.9267 3.1500
(d16)	31.4113 20.9862 2.0000
(d21)	14.0763 5.3735 2.0000
(d28)	16.6573 22.3457 40.3216
(d31)	16.2485 11.2087 3.3000
(d37)	2.0000 20.4793 32.7717
(BF)	1.0000 1.0000 1.0000

20

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	234.5297
G2	6	223.1843
G3	9	-34.3018
G4	17	106.2491
G5	22	182.5277
G6	29	87.3049
G7	32	-66.1163
G8	38	-665.7355

30

40

【0179】

[条件式対応値]

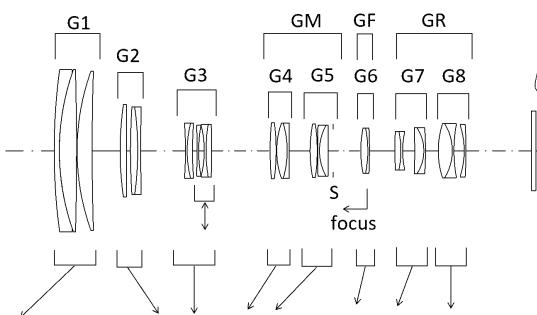
	条件式 / 実施例	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5
(1)	0.2 < f1 / fT < 1.0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
(2)	0.1 < f2 / fT < 0.8	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3

50

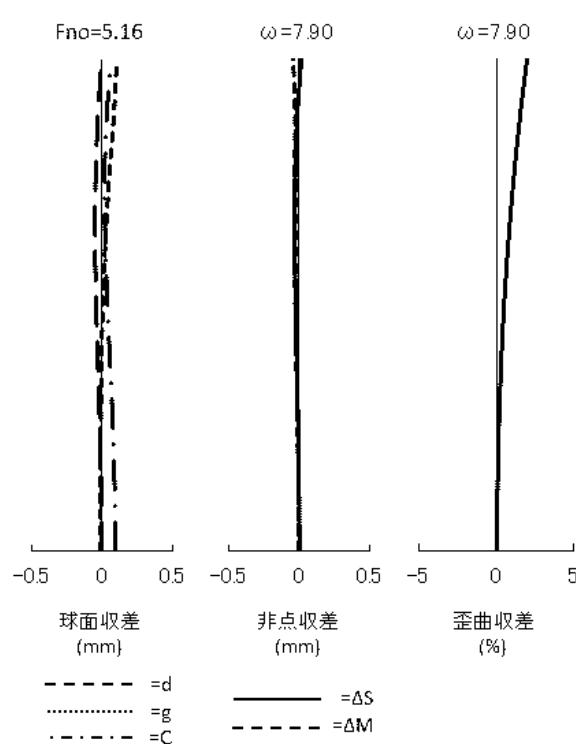
(3) $1.3 < DG2Sw / DG2St < 3.2$	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2						
(4)	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8						
(5) $PgFLg2 > 0.013$	0.031	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028						
(6) $1.0 < f1 / fW < 2.5$	1.6	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6						
(7) $PgFLf > 0.013$	0.039	0.047	0.039	0.039	0.039	0.039						
(8) $0.08 < fF / fT < 0.25$	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14						
(9) $1.0 < dLr \times PgFLr$	<u>2.1</u>	2.1	<u>2.11.31.3</u>									
(10) $PgFprAVE < -0.0035$	-0.0054	-0.0054	-0.0054	-0.0054	-0.0054	-0.0054						
条件式 / 実施例	EX6	EX7	EX8	EX9	EX10							
(1) $0.2 < f1 / fT < 1.0$	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5							10
(2) $0.1 < f2 / fT < 0.8$	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4							
(3) $1.3 < DG2Sw / DG2St < 3.2$	2.3	2.1	1.7	2.1	1.6							
(4)	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.7							
(5) $PgFLg2 > 0.013$	0.028	0.028	0.039	0.028	0.028							
(6) $1.0 < f1 / fW < 2.5$	1.7	1.5	1.6	1.7	1.7							
(7) $PgFLf > 0.013$	0.039	0.039	0.028	0.039	0.039							
(8) $0.08 < fF / fT < 0.25$	0.11	0.14	0.13	0.15	0.13							
(9) $1.0 < dLr \times PgFLr$	<u>1.31.32.12.12.1</u>											
(10) $PgFprAVE < -0.0035$	-0.0054	-0.0054	-0.0044	-0.0054	-0.0054							
条件式 / 実施例	EX11	EX12	EX13	EX14	EX15							20
(1) $0.2 < f1 / fT < 1.0$	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4							
(2) $0.1 < f2 / fT < 0.8$	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4							
(3) $1.3 < DG2Sw / DG2St < 3.2$	2.3	2.2	2.0	2.1	2.1							
(4)	-0.9	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8							
(5) $PgFLg2 > 0.013$	0.028	0.045	0.037	0.028	0.028							
(6) $1.0 < f1 / fW < 2.5$	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5							
(7) $PgFLf > 0.013$	0.039	0.019	0.039	0.039	0.039							
(8) $0.08 < fF / fT < 0.25$	0.14	0.15	0.15	0.14	0.15							
(9) $1.0 < dLr \times PgFLr$	<u>1.31.32.1</u>	2.1	5.4									
(10) $PgFprAVE < -0.0035$	-0.0054	-0.0054	-0.0054	-0.0054	-0.0088	-0.0081						30
	-0.3 > (g2hrW/Wih)-(g2hrT/Tih) > -1.5											
【符号の説明】												
【 0 1 8 0 】												
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											
G 6	第6レンズ群											
G 7	第7レンズ群											40
G 8	第8レンズ群											
G 9	第9レンズ群											
G M	中間群											
G F	合焦群											
G R	後続群											
S	開口絞り											
I	像面											

【図面】

【図 1】



【図 2】



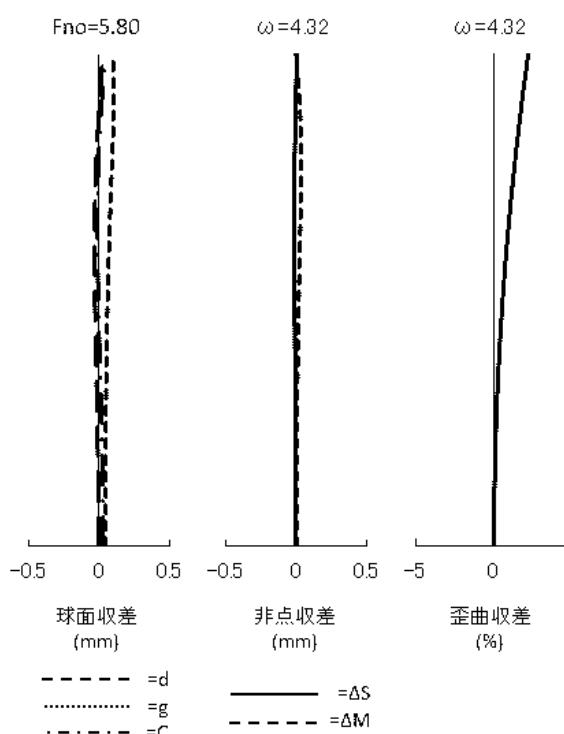
10

20

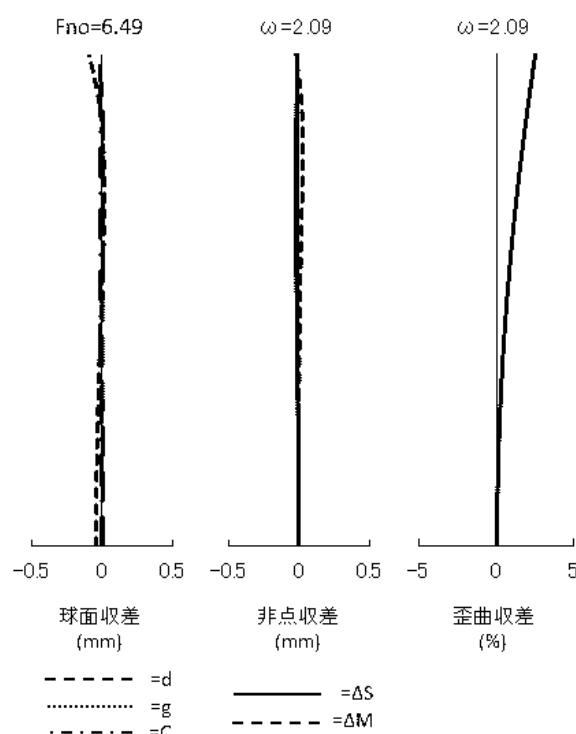
30

40

【図 3】

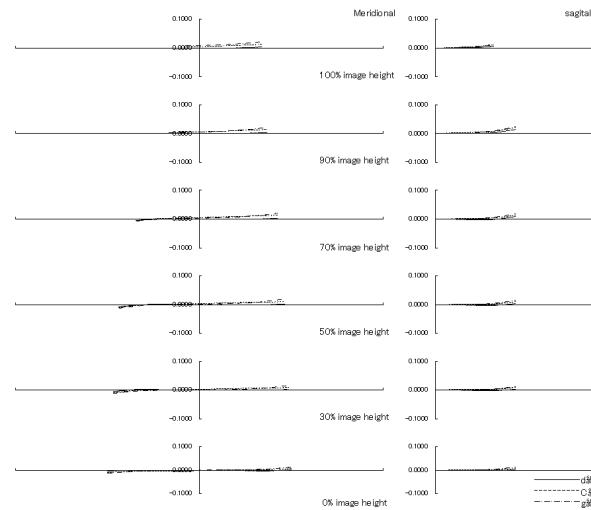


【図 4】

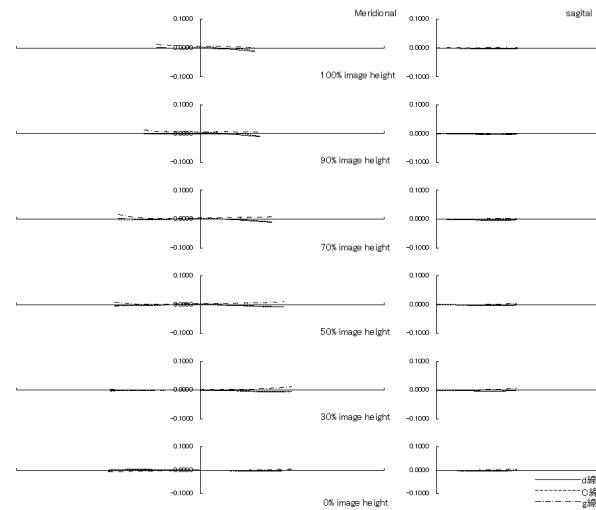


50

【図5】

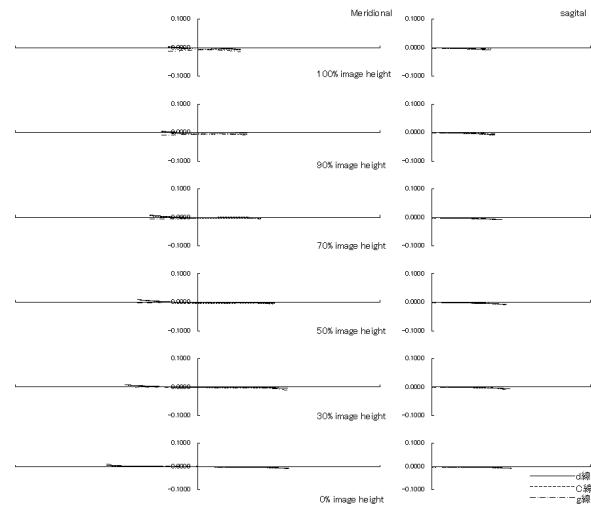


【図6】

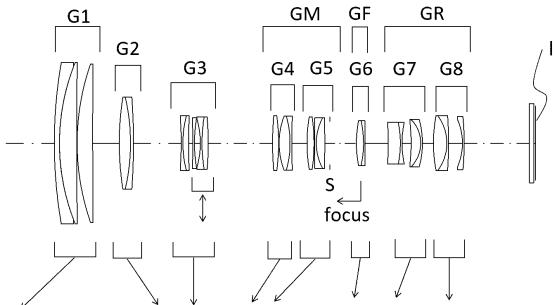


10

【図7】



【図8】



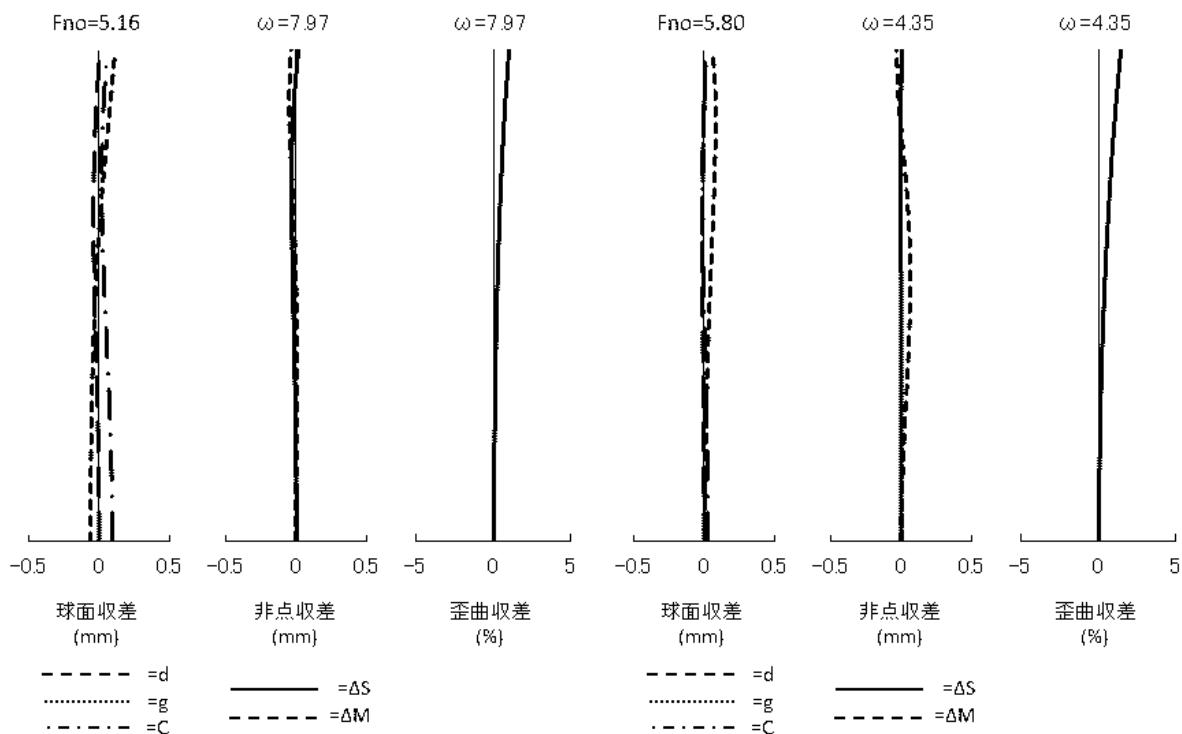
20

30

40

50

【図 9】



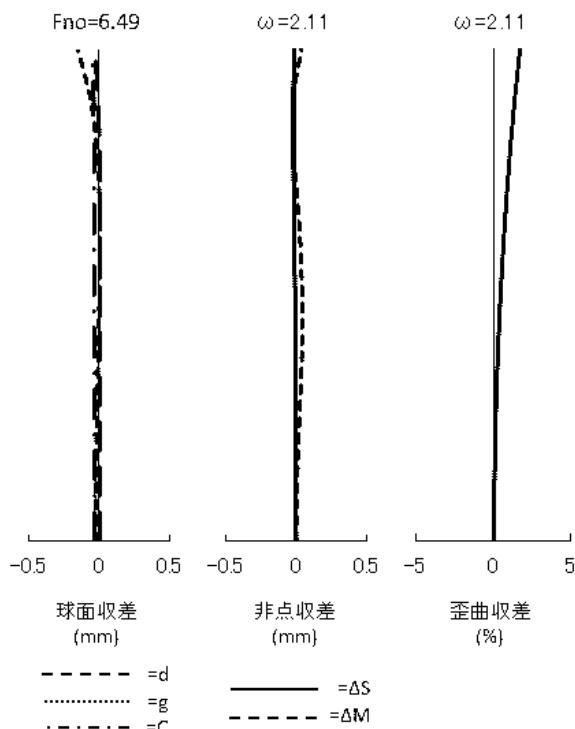
【図 10】

10

20

球面収差 (mm)
----- =d
..... =g
- - - - =C
非点収差 (mm)
----- = ΔS
- - - - = ΔM
歪曲収差 (%)
----- = ΔS
- - - - = ΔM

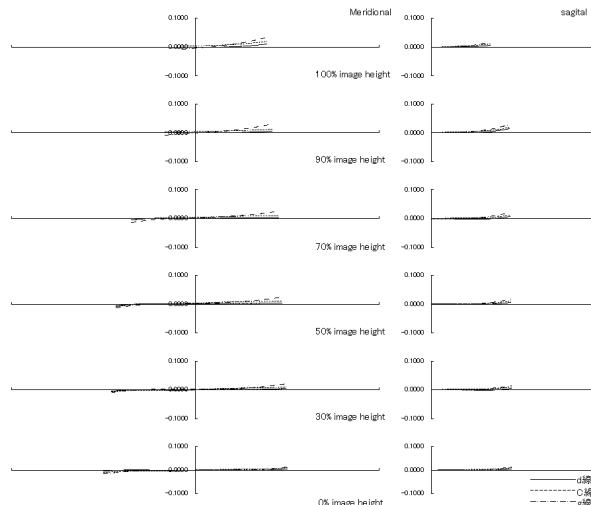
【図 11】



【図 12】

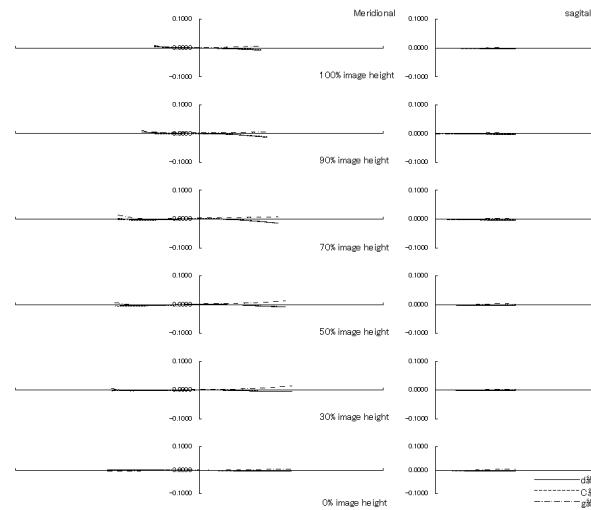
30

40

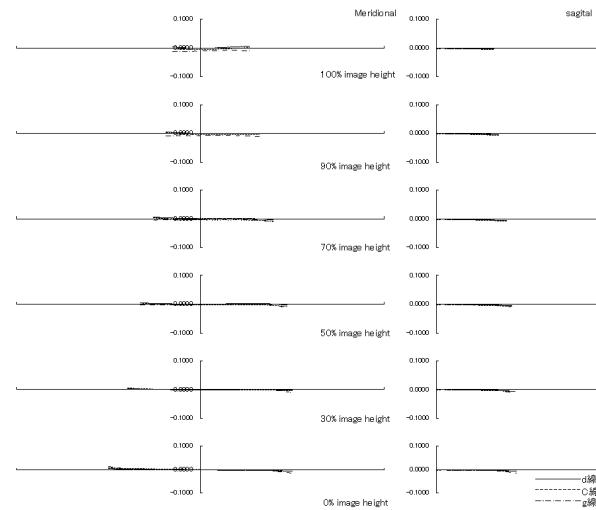


50

【図 1 3】

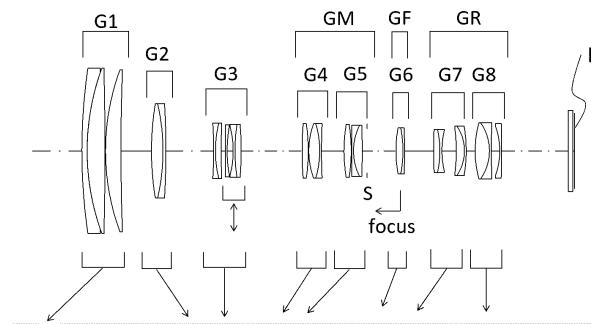


【図 1 4】

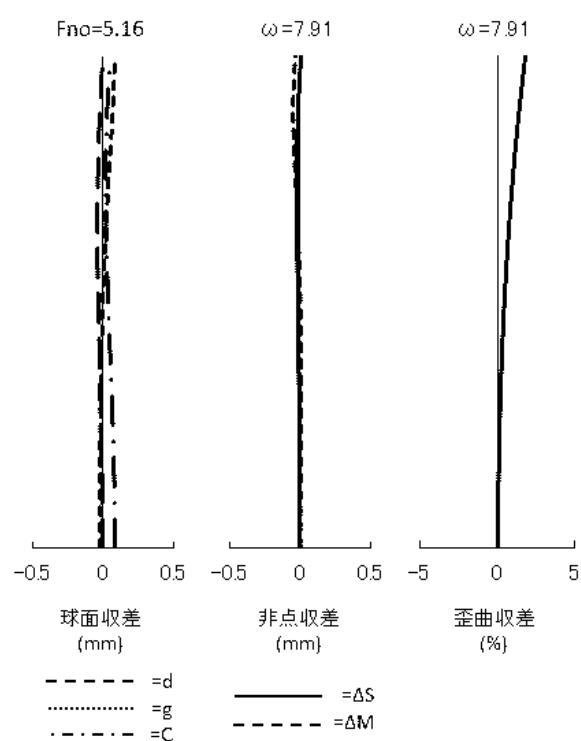


10

【図 1 5】



【図 1 6】



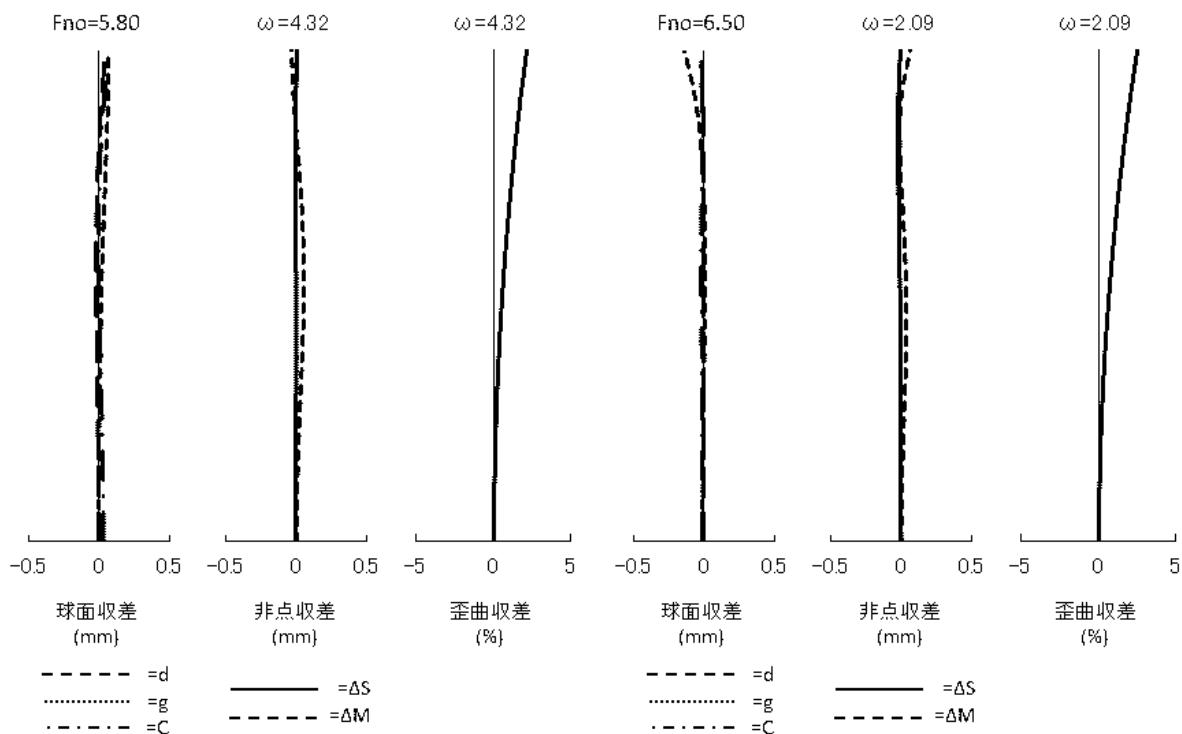
20

30

40

50

【図 17】



10

20

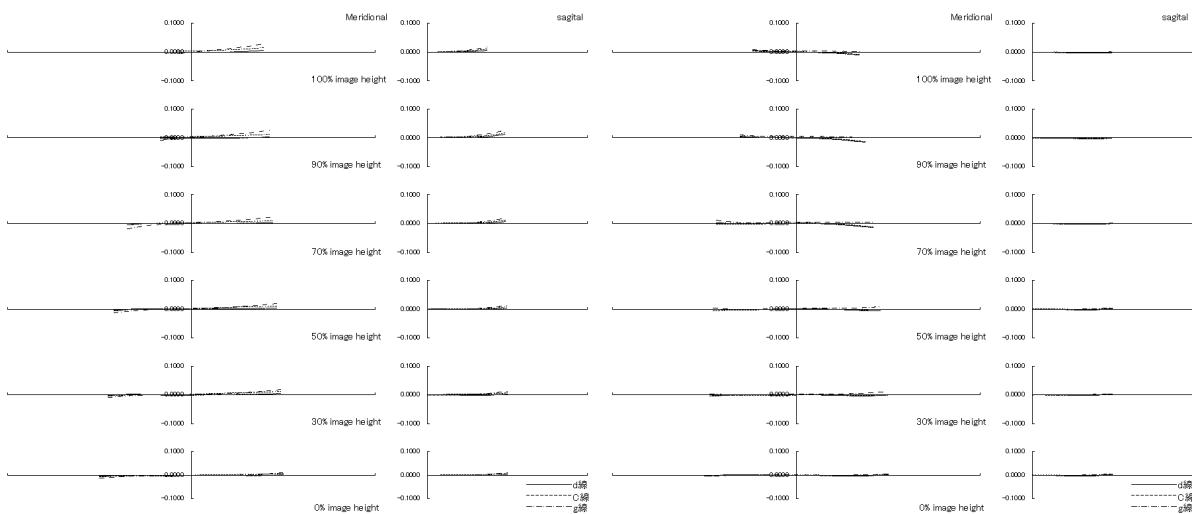
30

40

【図 18】

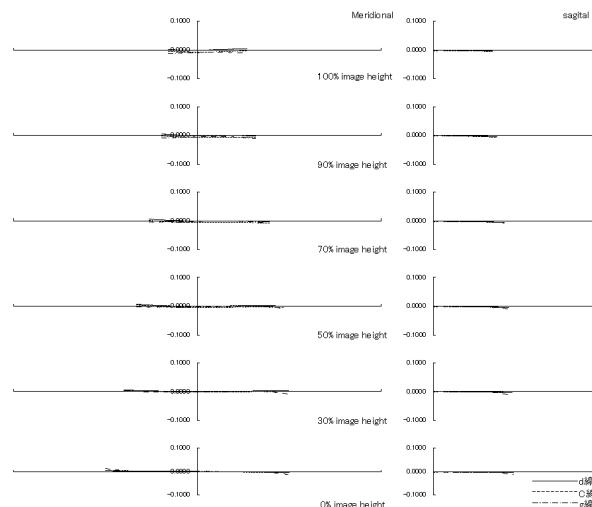
【図 20】

【図 19】

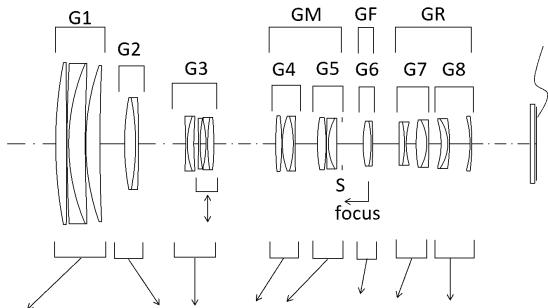


50

【図 2 1】

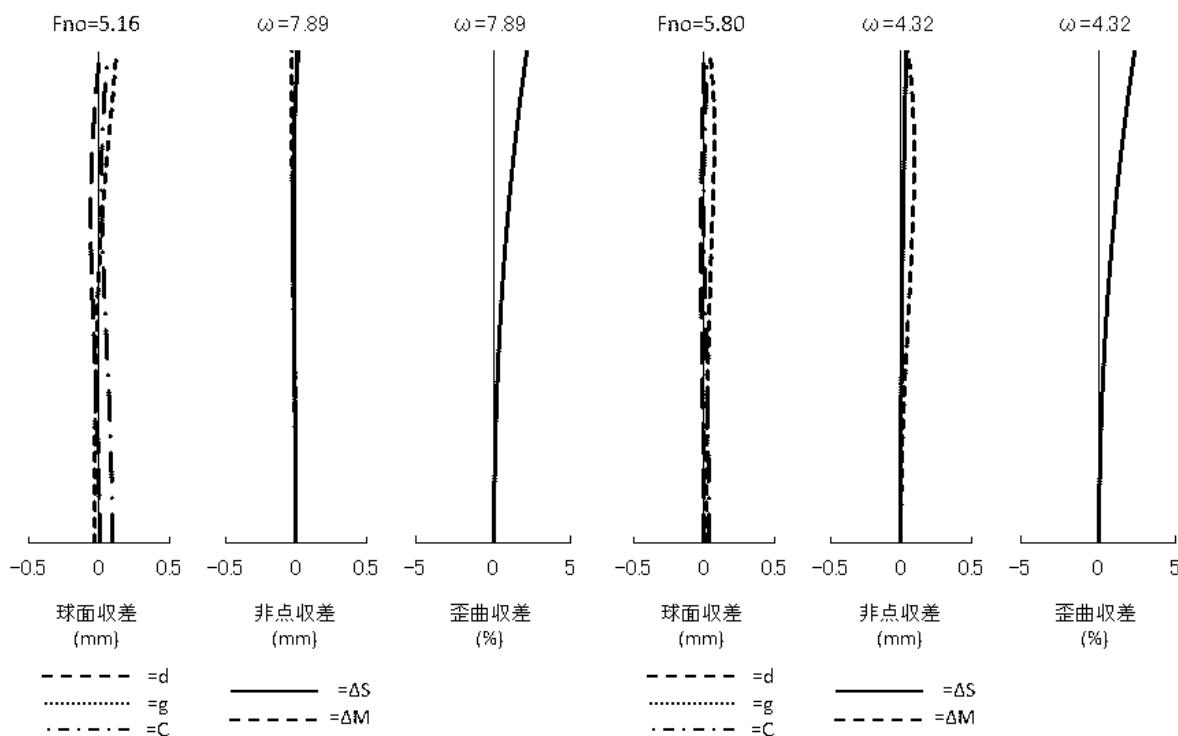


【図 2 2】



10

【図 2 3】



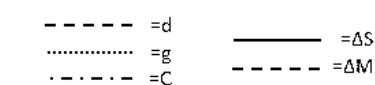
【図 2 4】

20

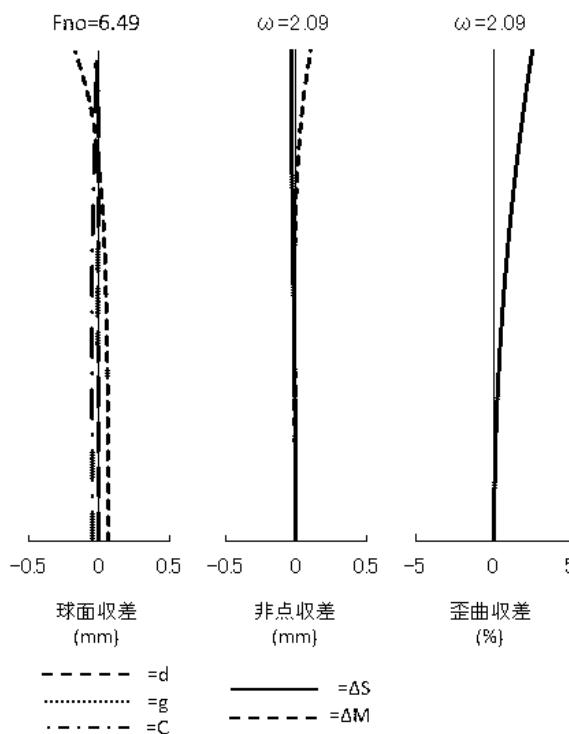
30

40

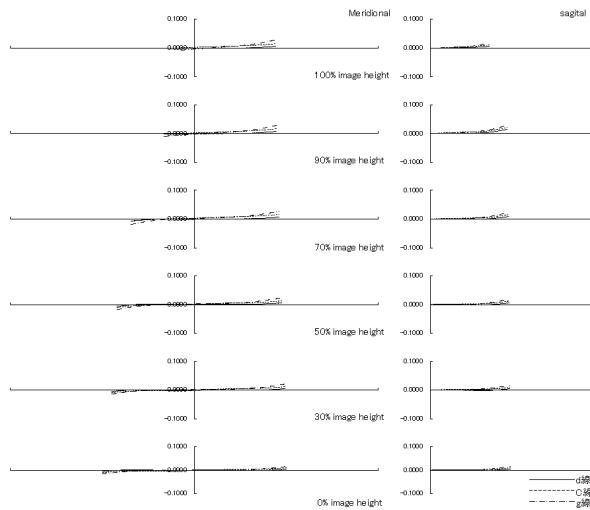
50



【図 2 5】



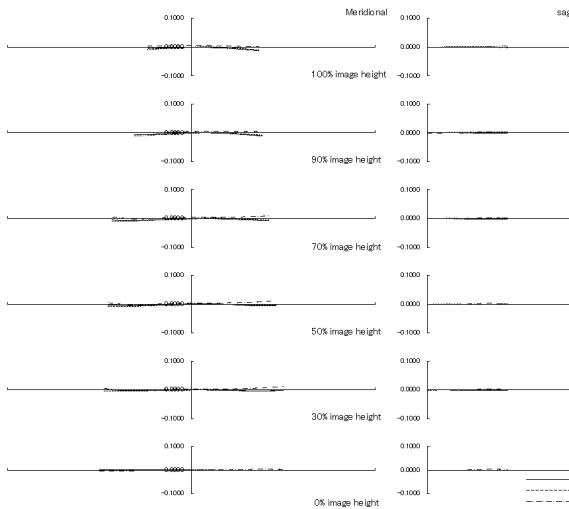
【図 2 6】



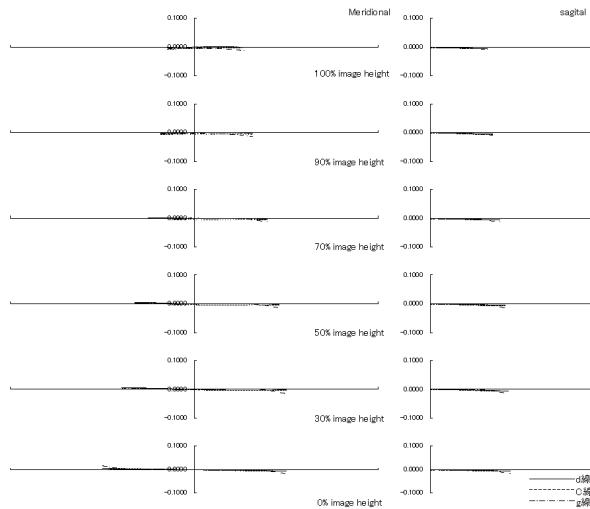
10

20

【図 2 7】



【図 2 8】

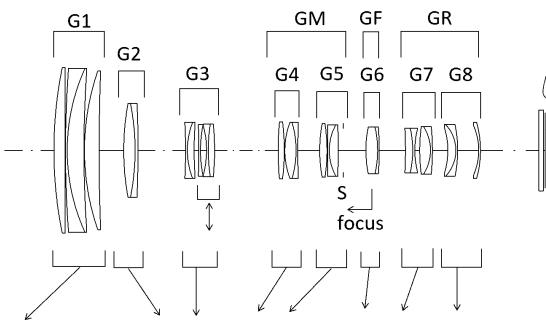


30

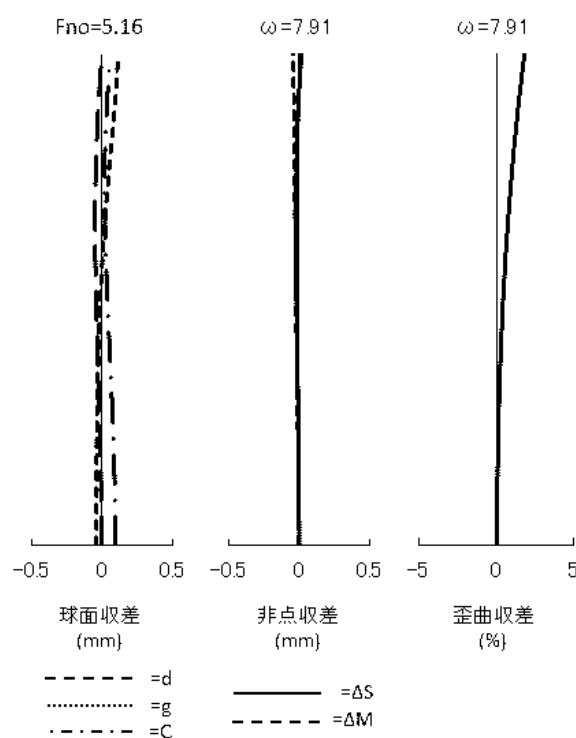
40

50

【図 2 9】



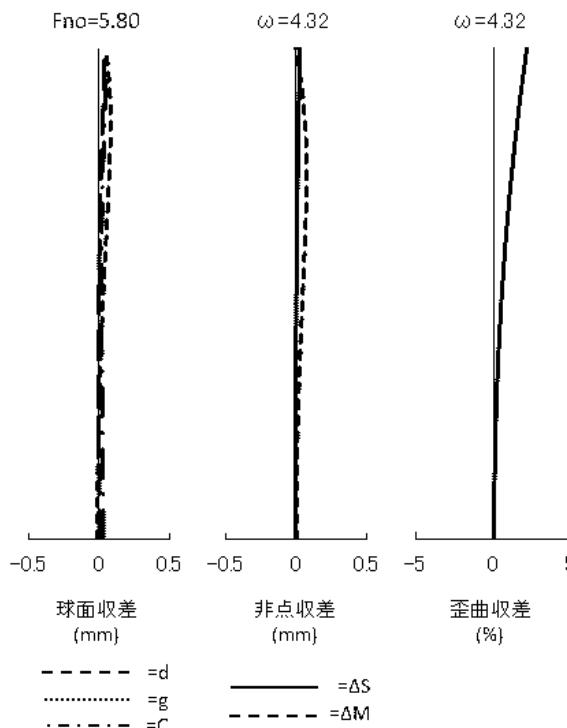
【図 3 0】



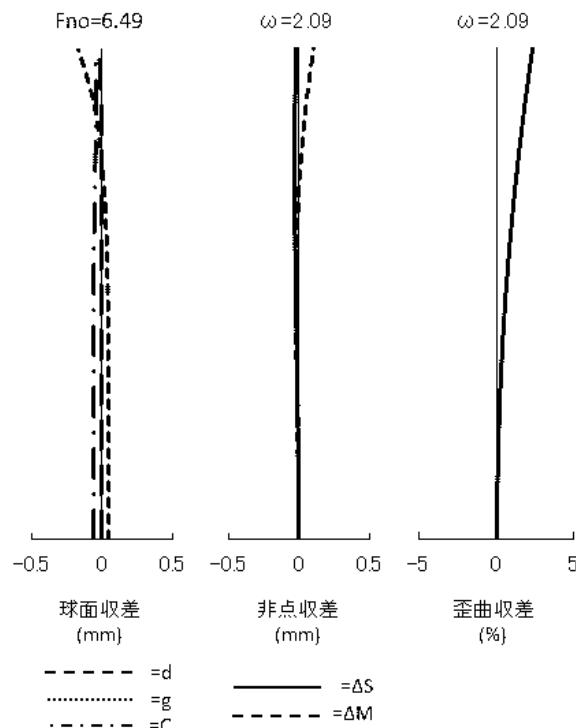
10

20

【図 3 1】



【図 3 2】

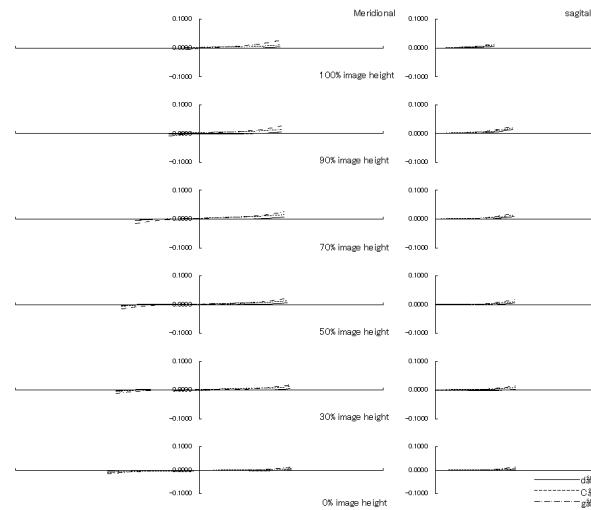


30

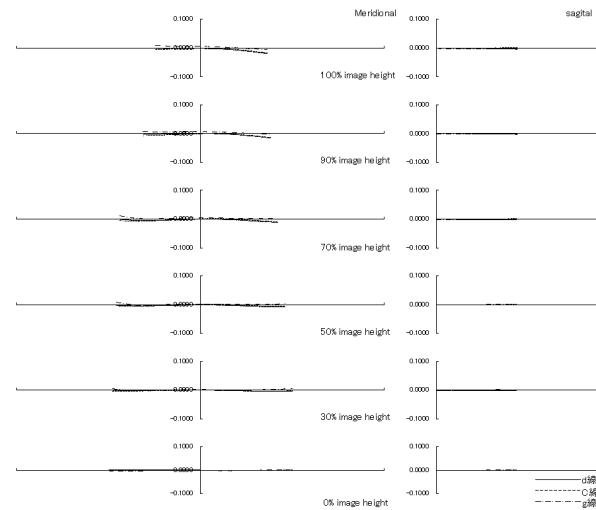
40

50

【図33】

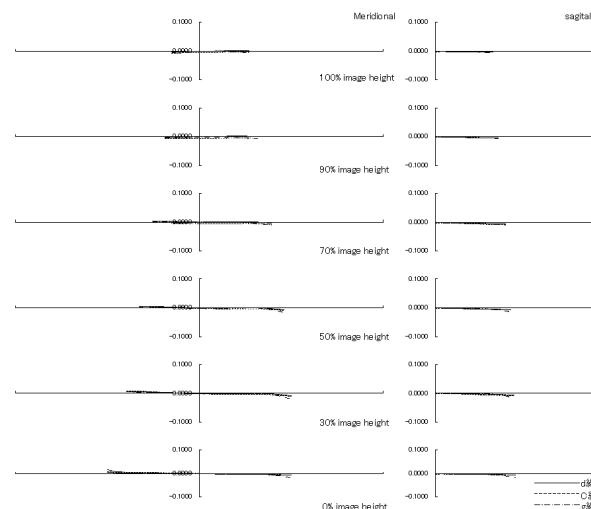


【図34】

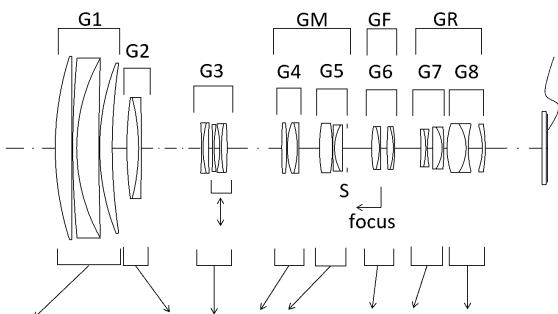


10

【図35】



【図36】



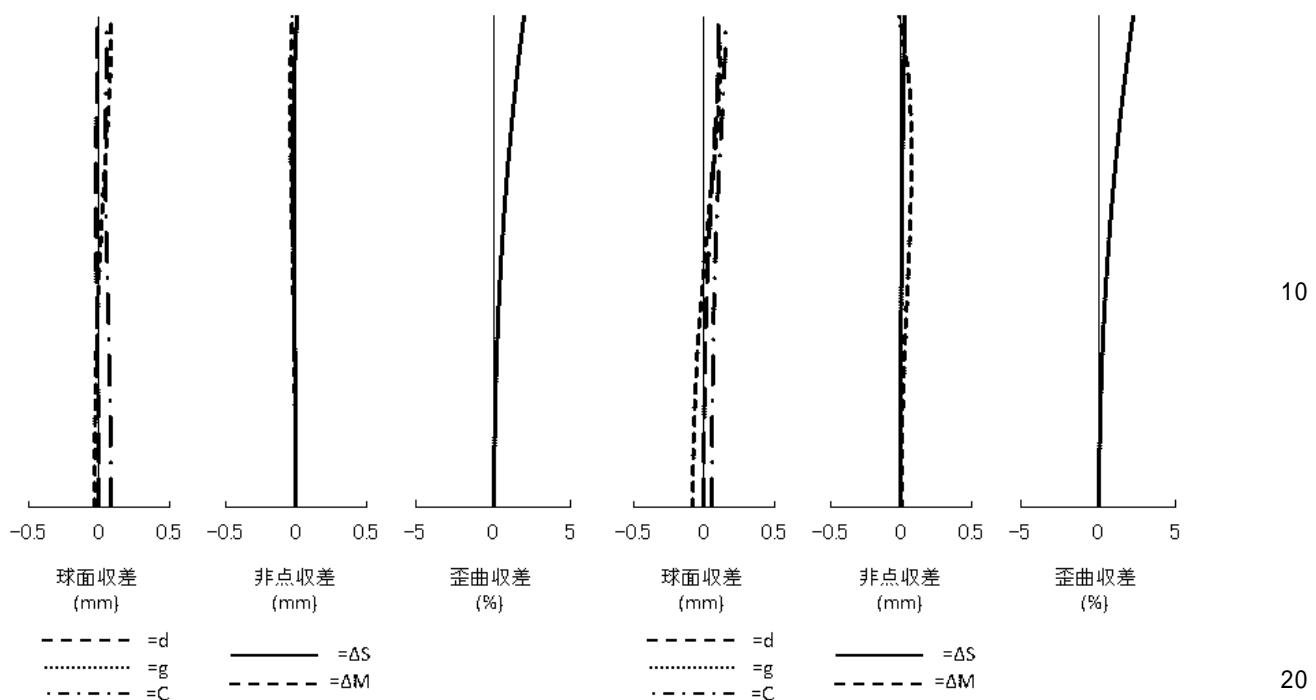
20

30

40

50

【図 3 7】

 $F_{no}=5.16$ $\omega=7.89$ $\omega=7.89$ 

【図 3 8】

 $F_{no}=5.80$ $\omega=3.67$ $\omega=3.67$

10

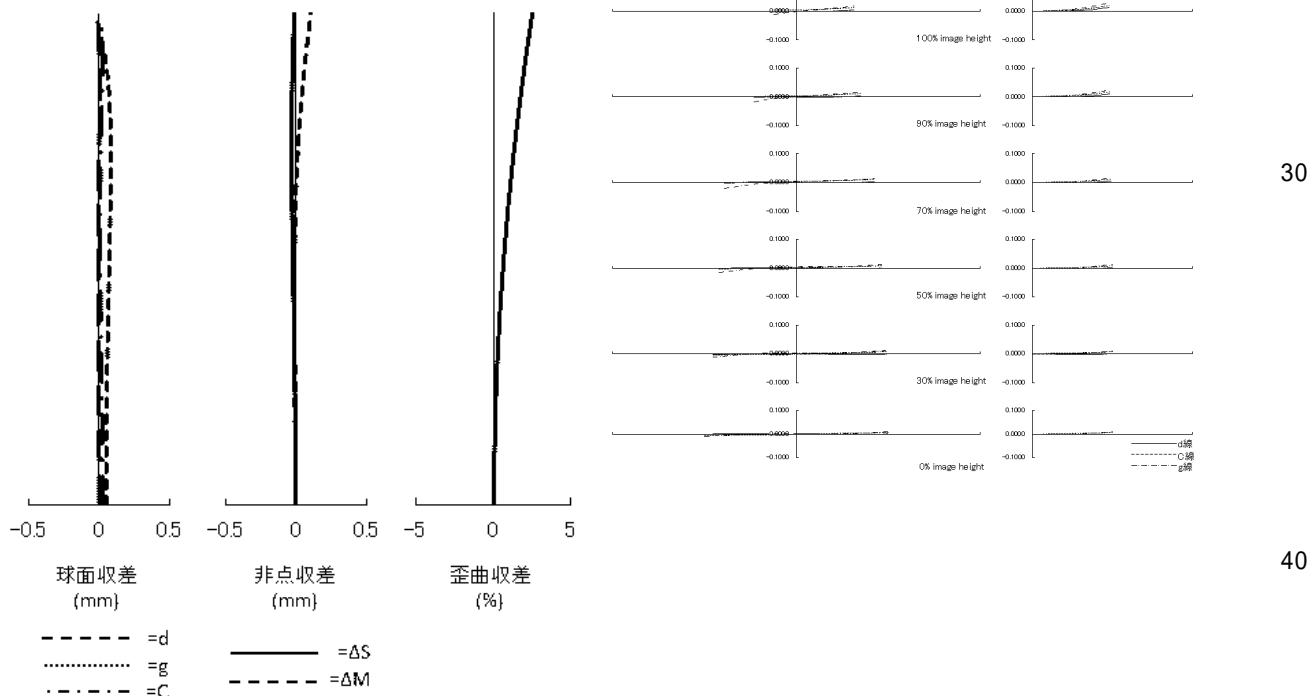
20

30

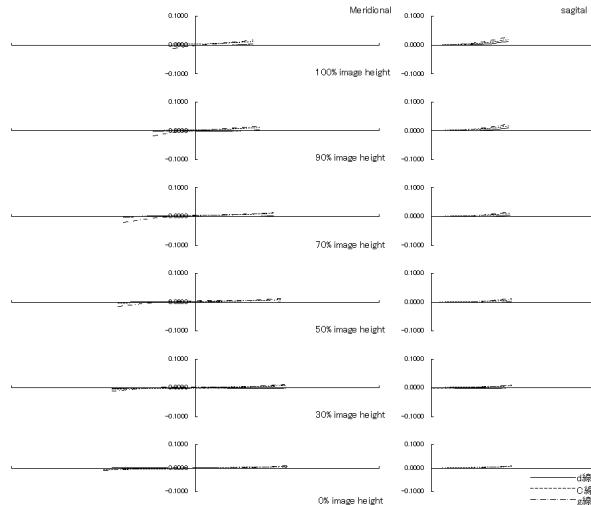
40

50

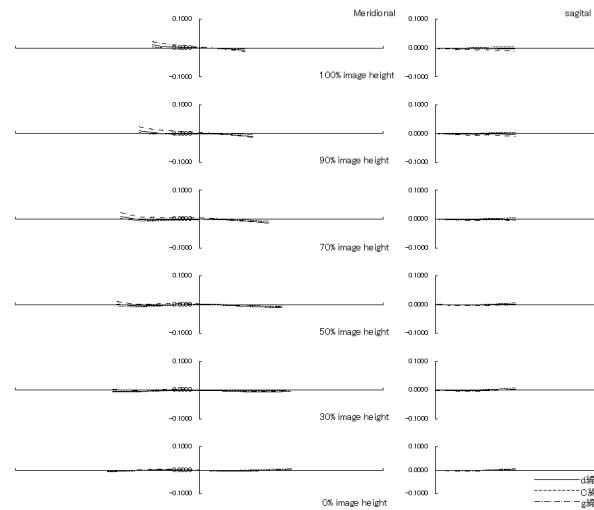
【図 3 9】

 $F_{no}=6.49$ $\omega=1.78$ $\omega=1.78$ 

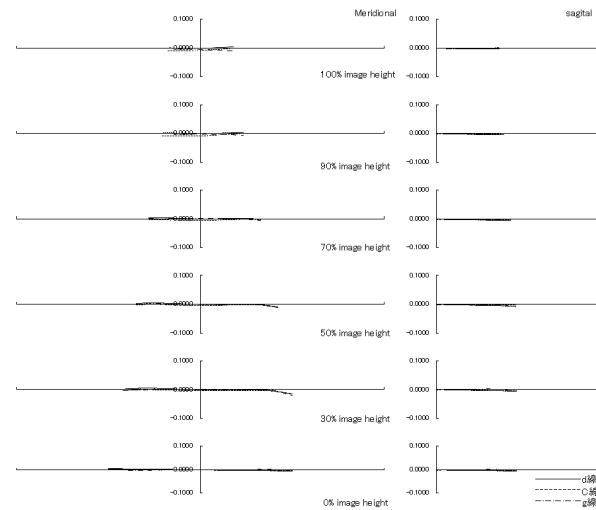
【図 4 0】



【図 4 1】

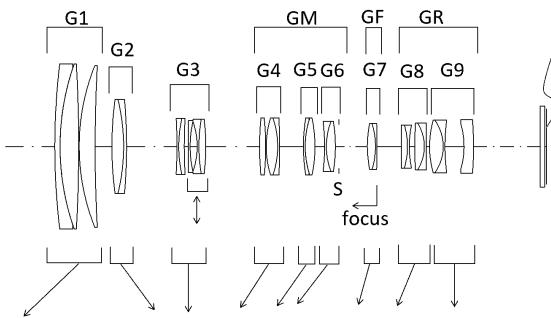


【図 4 2】

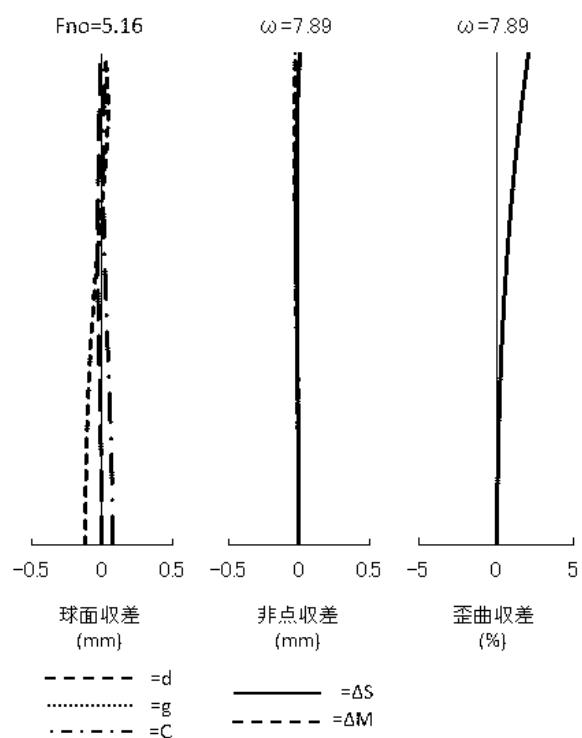


10

【図 4 3】



【図 4 4】



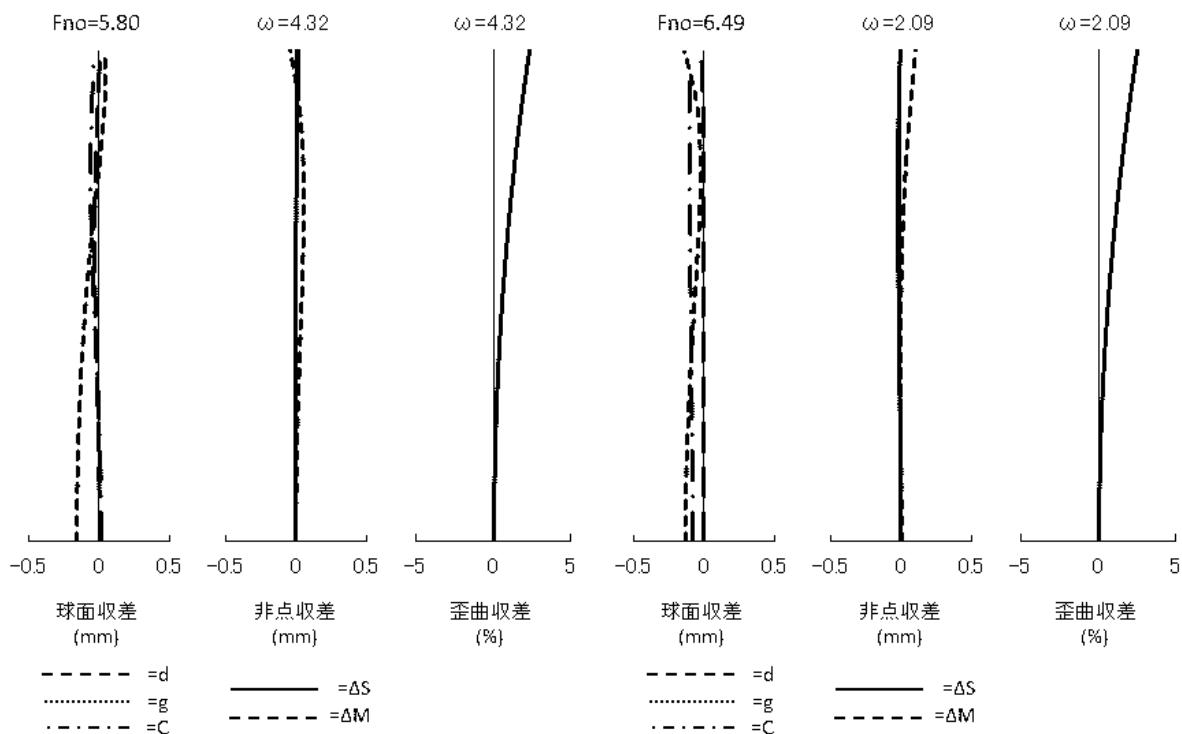
20

30

40

50

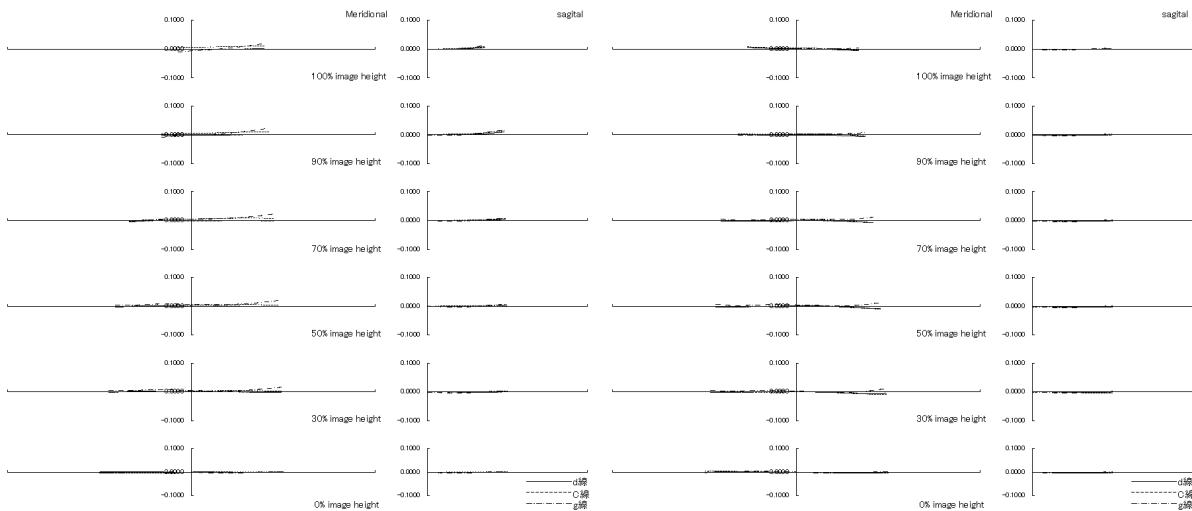
【図 4 5】



10

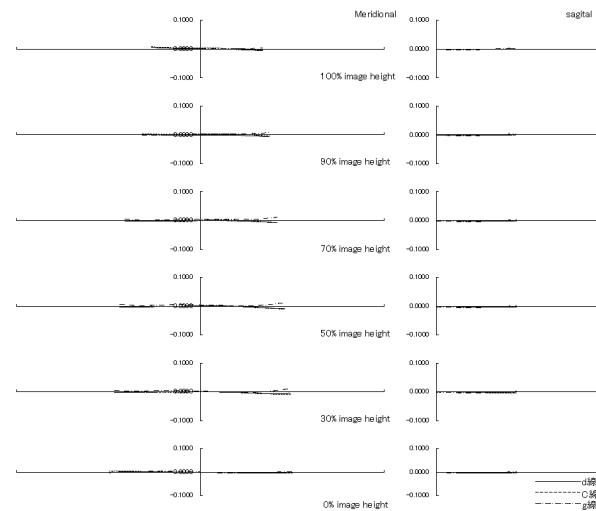
20

【図 4 7】



30

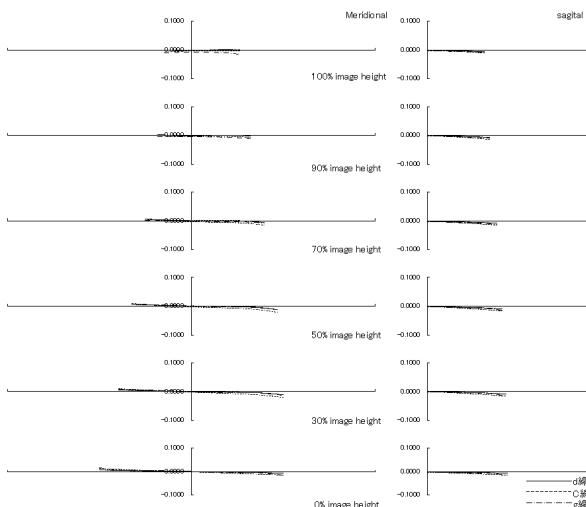
【図 4 8】



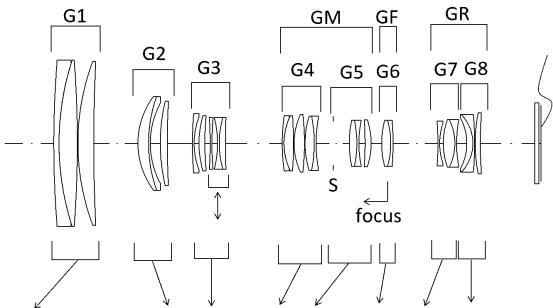
40

50

【図 4 9】

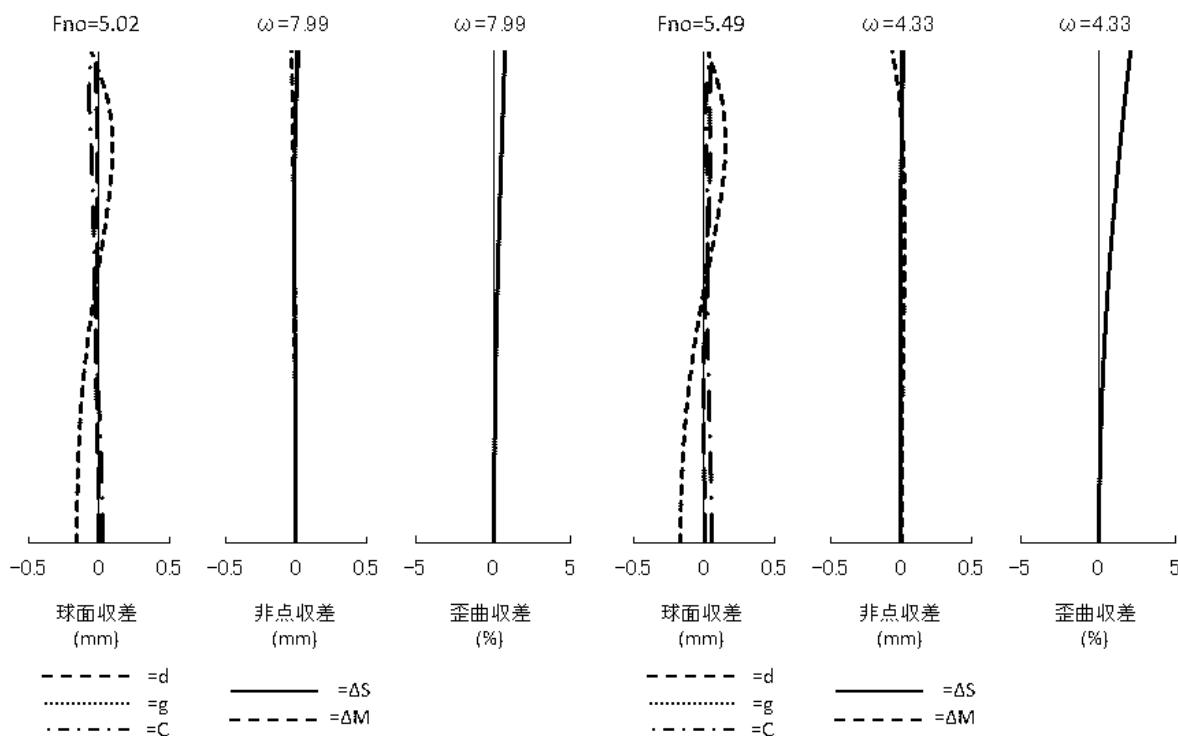


【図 5 0】



10

【図 5 1】



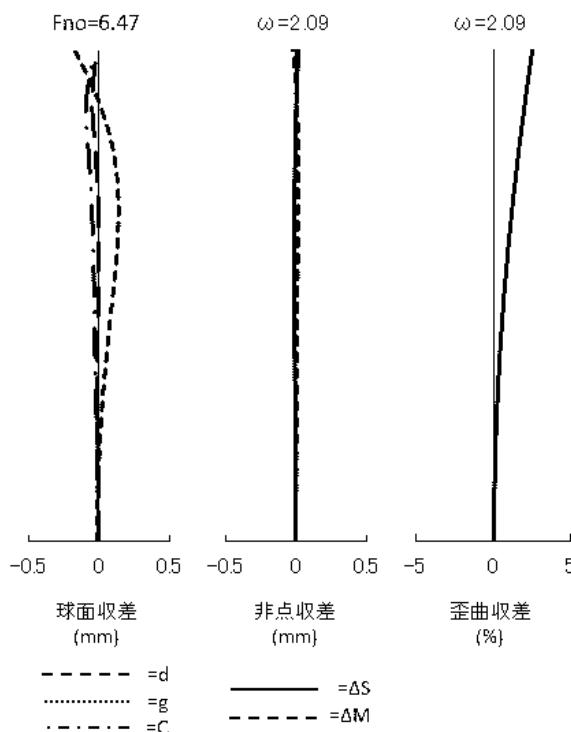
20

30

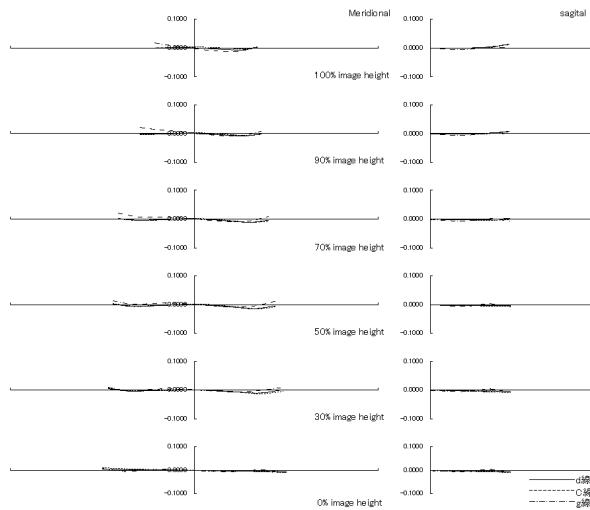
40

50

【図 5 3】



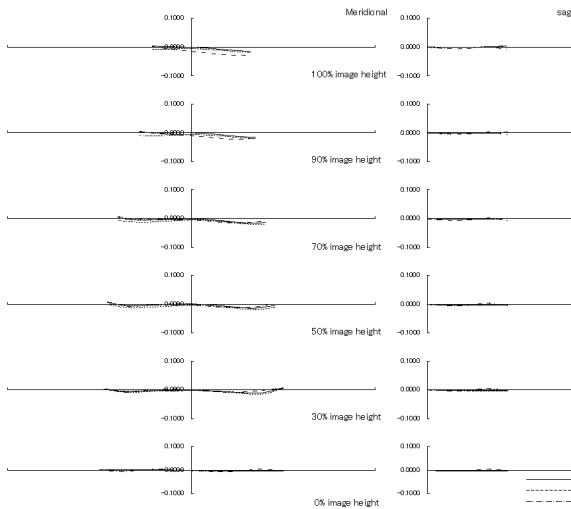
【図 5 4】



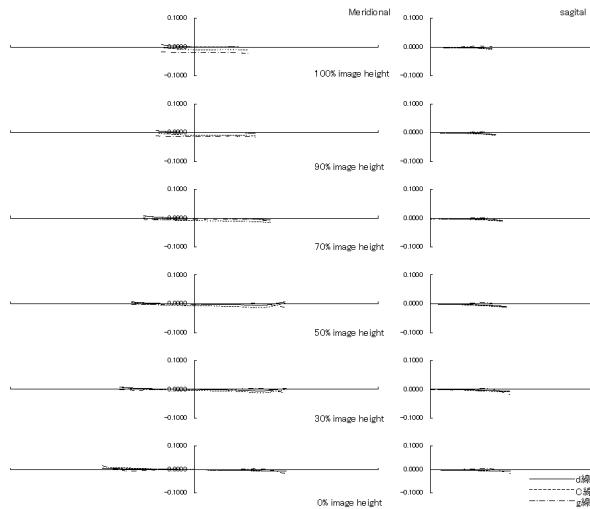
10

20

【図 5 5】



【図 5 6】

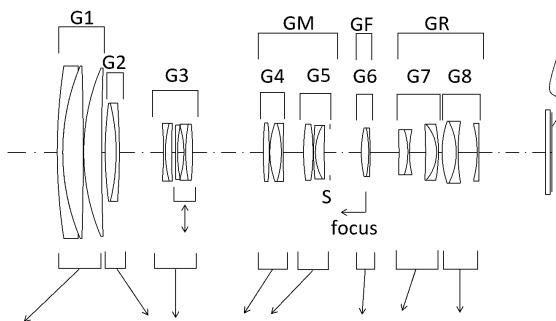


30

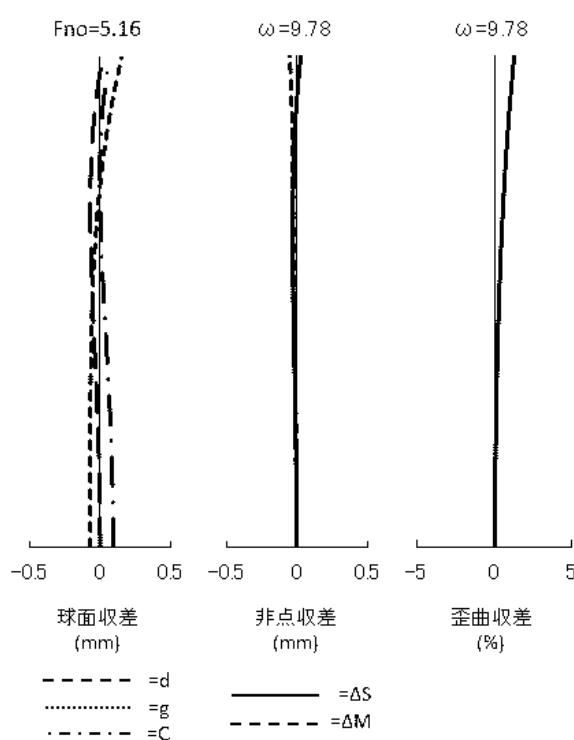
40

50

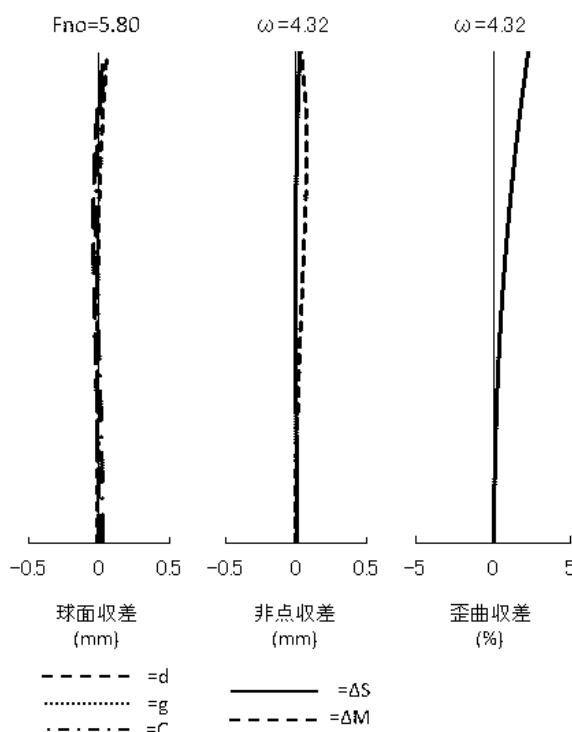
【図 5 7】



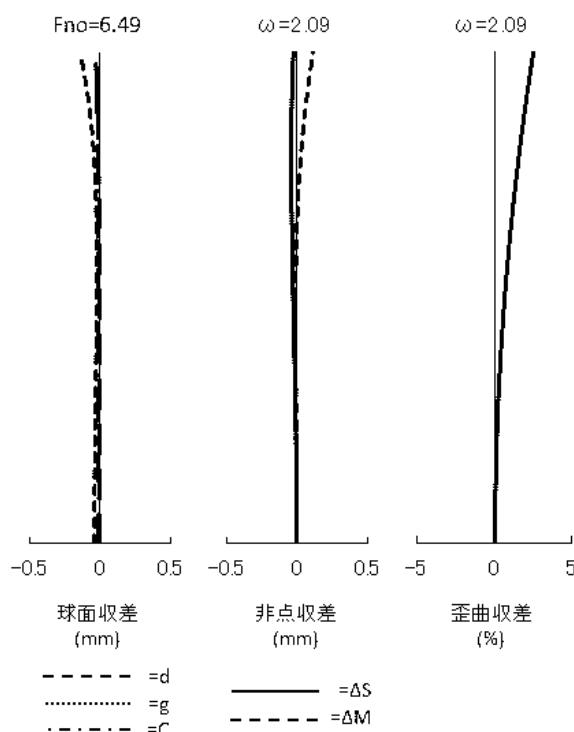
【図 5 8】



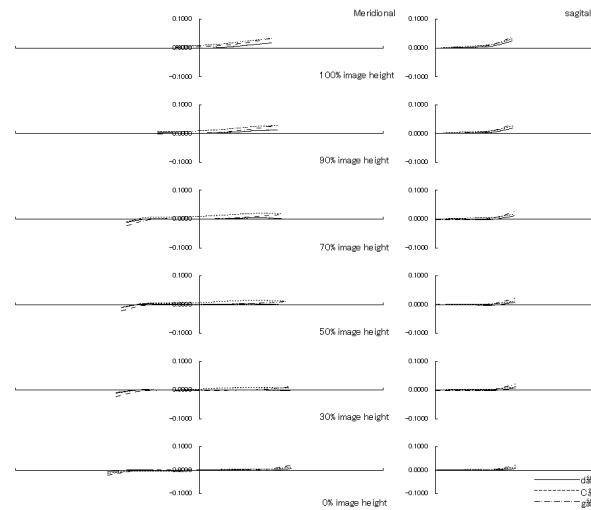
【図 5 9】



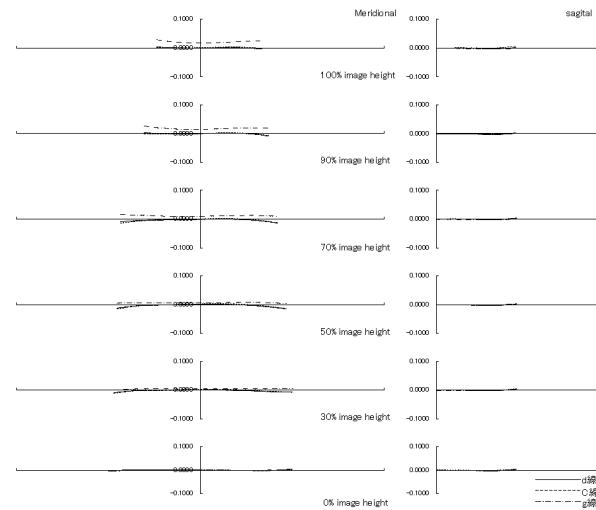
【図 6 0】



【図 6 1】

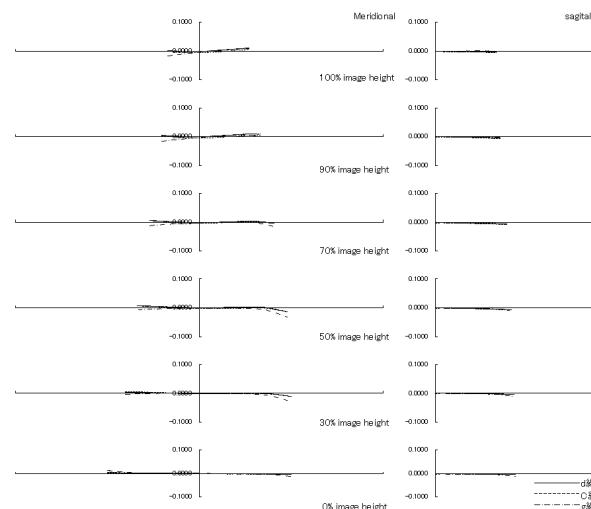


【図 6 2】

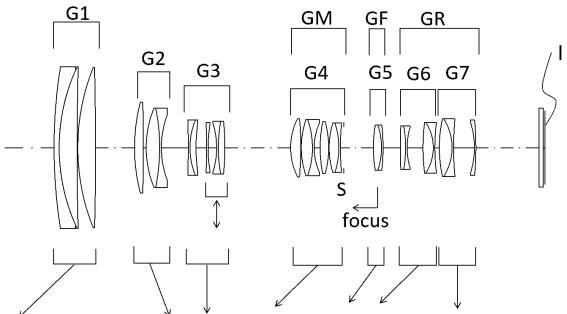


10

【図 6 3】



【図 6 4】



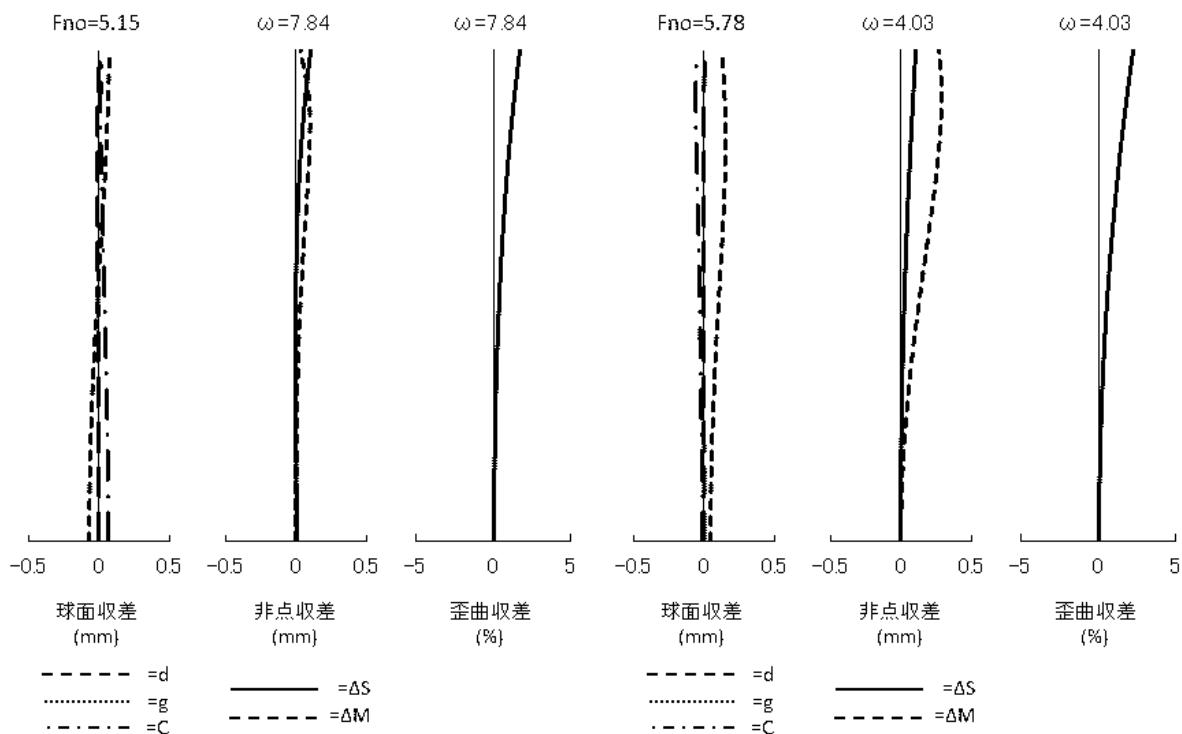
20

30

40

50

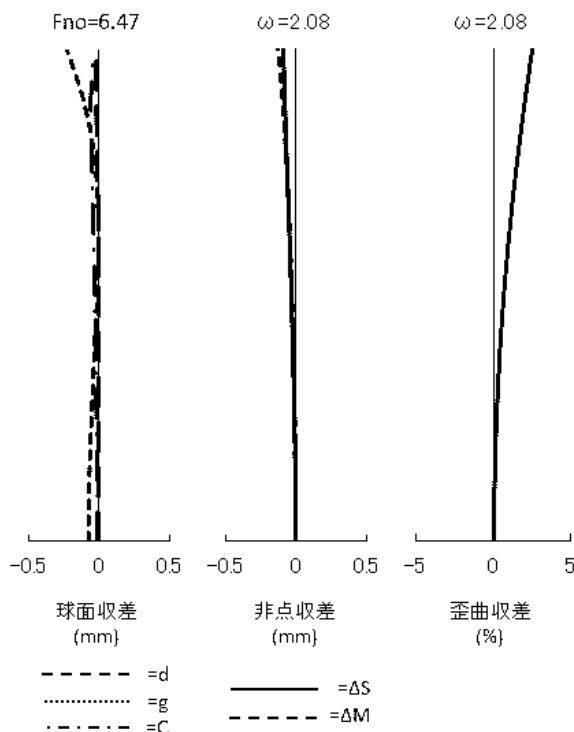
【図 6 5】



10

20

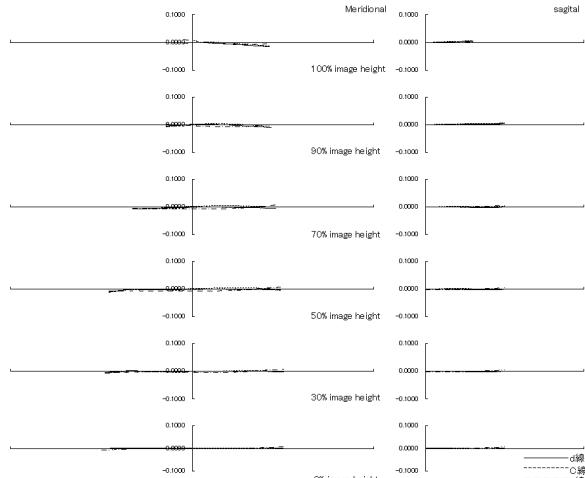
【図 6 7】



30

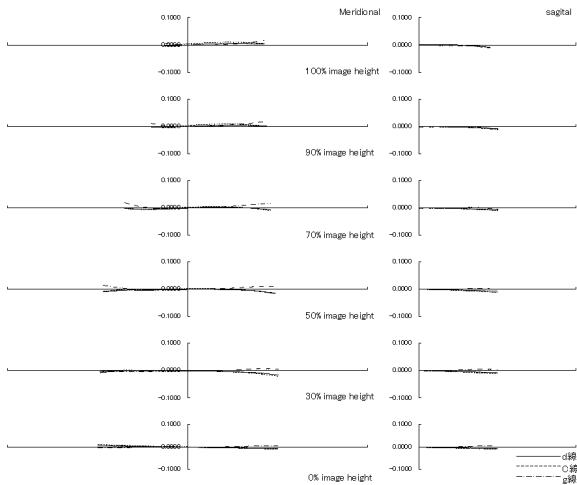
40

【図 6 8】

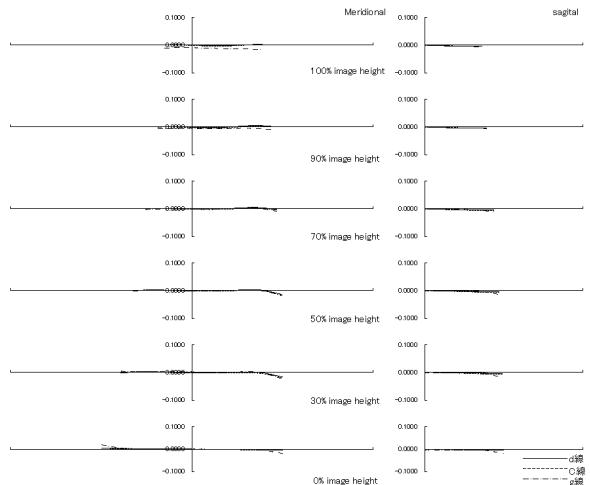


50

【図 6 9】

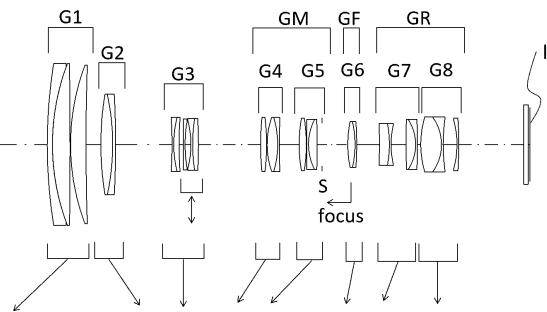


【図 7 0】

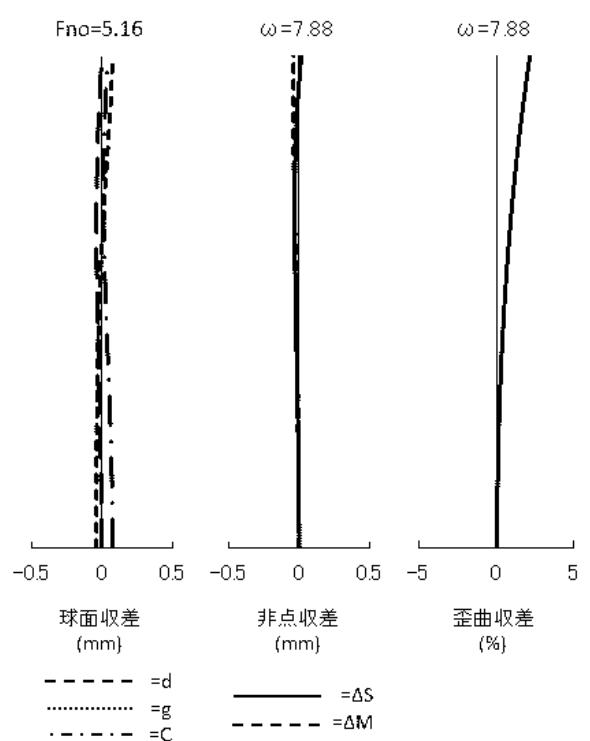


10

【図 7 1】



【図 7 2】



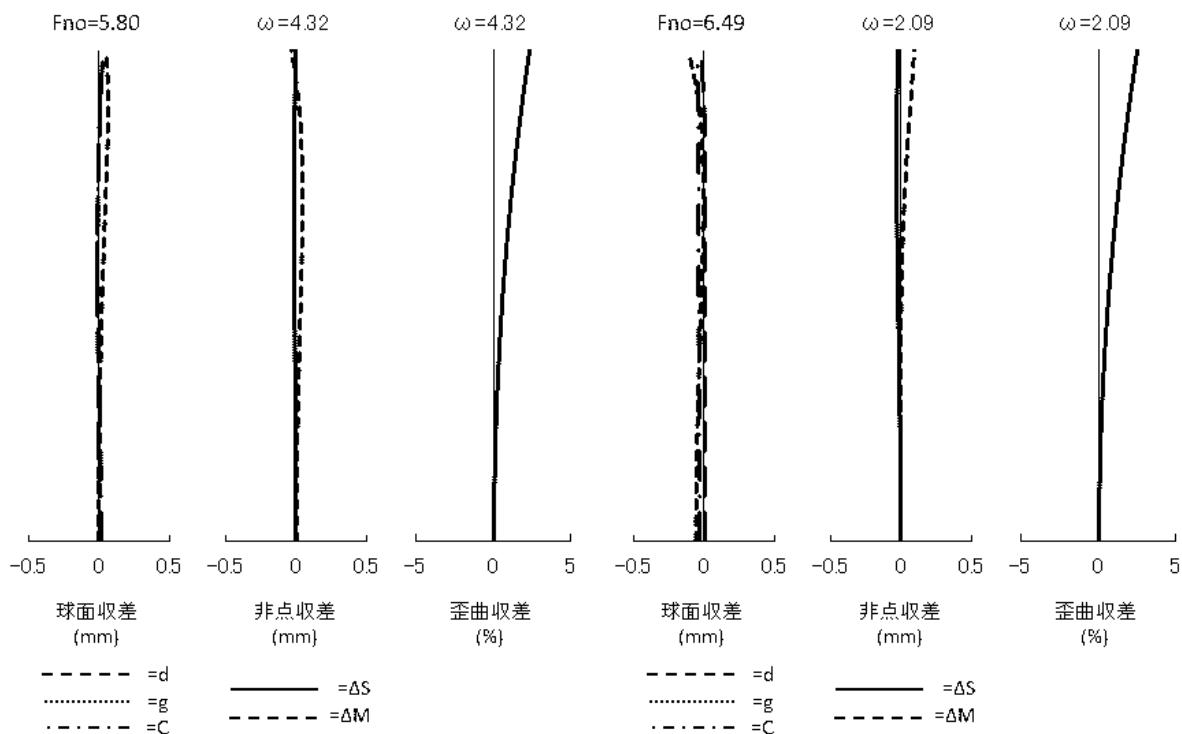
20

30

40

50

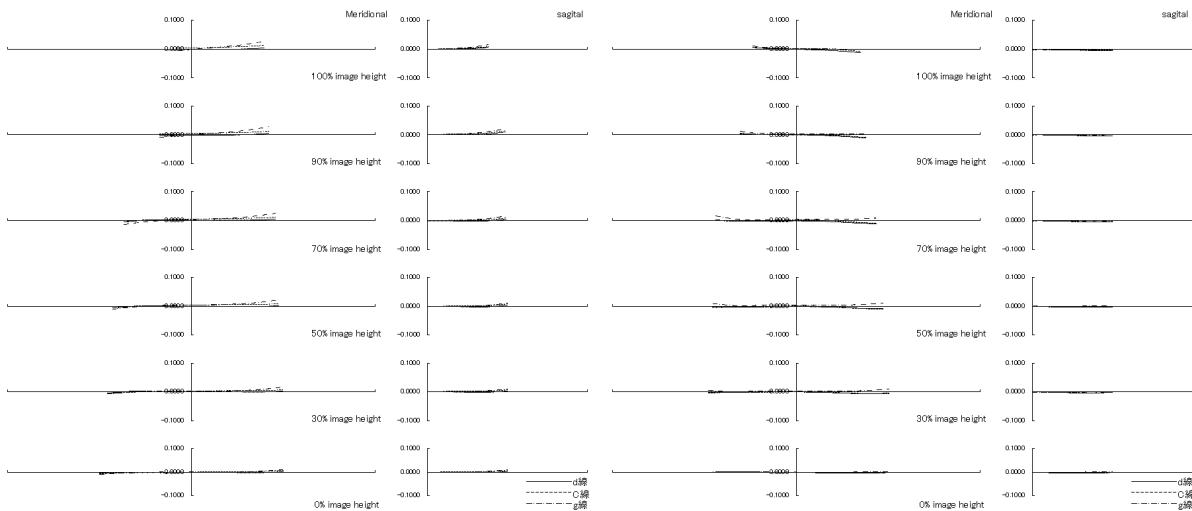
【図 7 3】



10

20

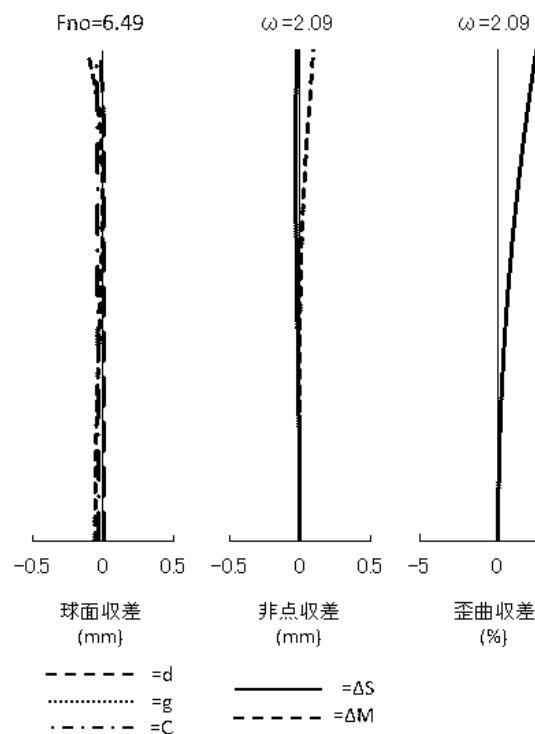
【図 7 5】



30

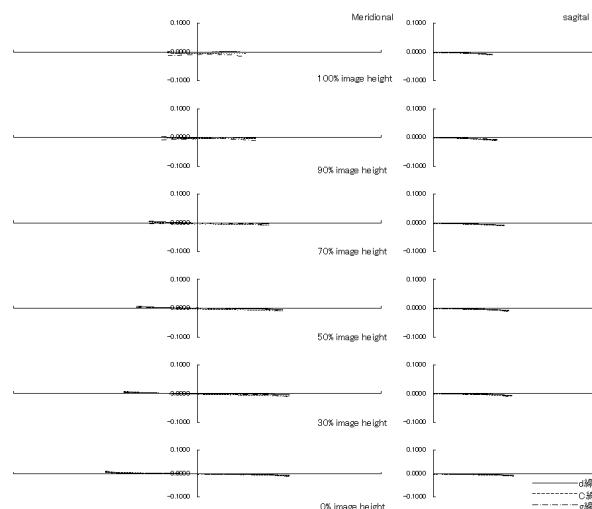
40

【図 7 4】

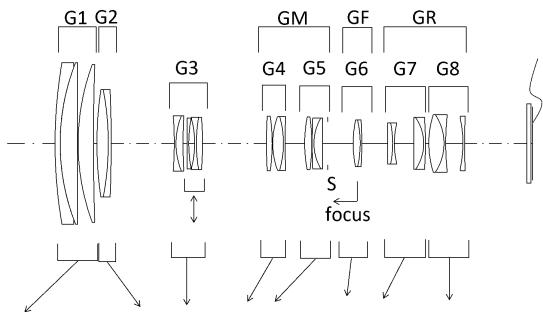


50

【図 7 7】

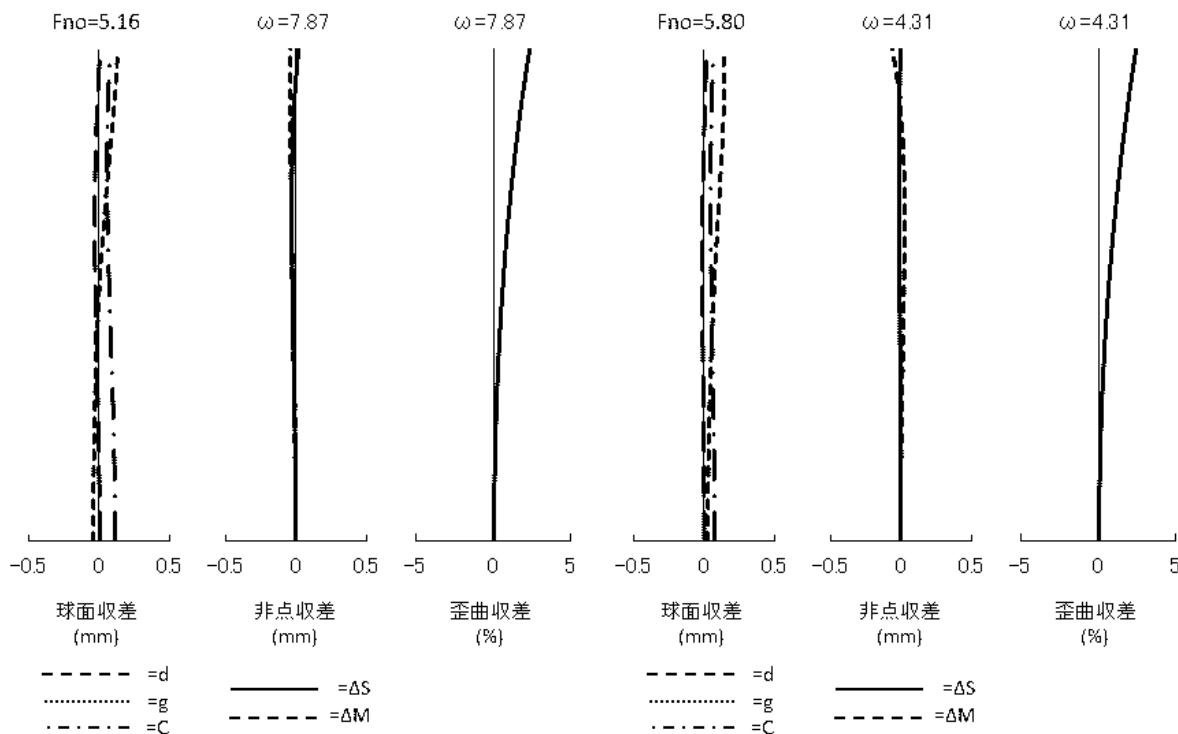


【図 7 8】



10

【図 7 9】



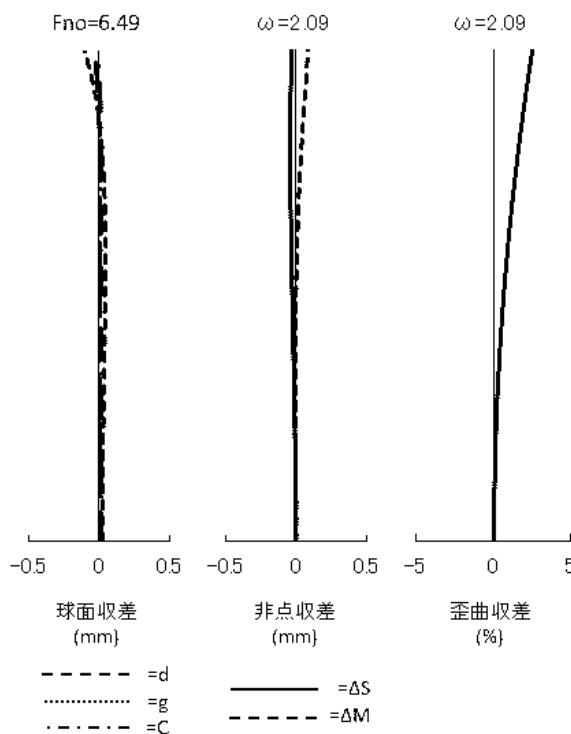
20

30

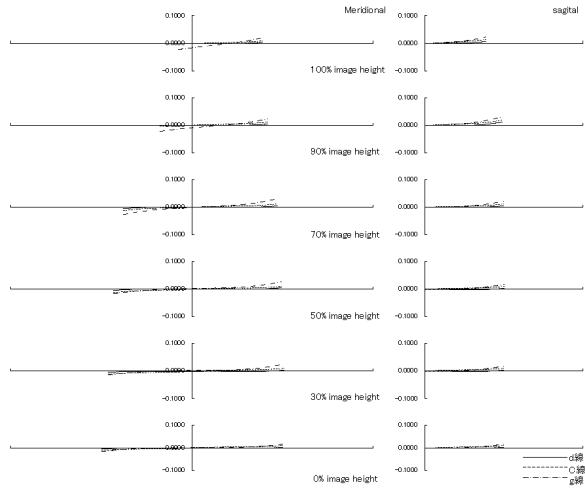
40

50

【図 8 1】



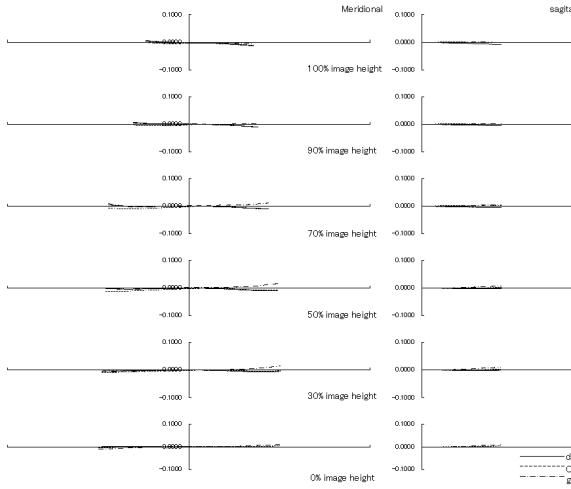
【図 8 2】



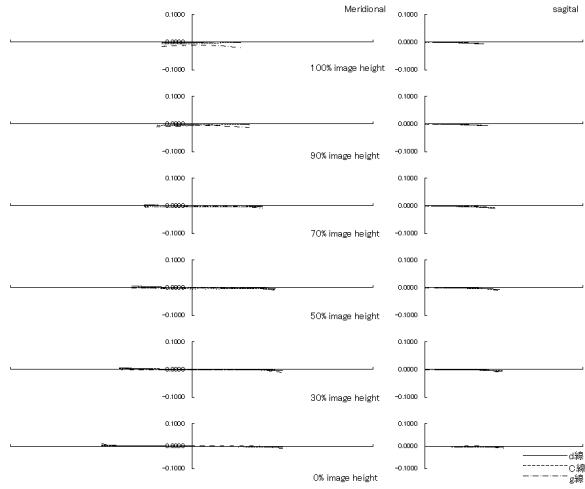
10

20

【図 8 3】



【図 8 4】

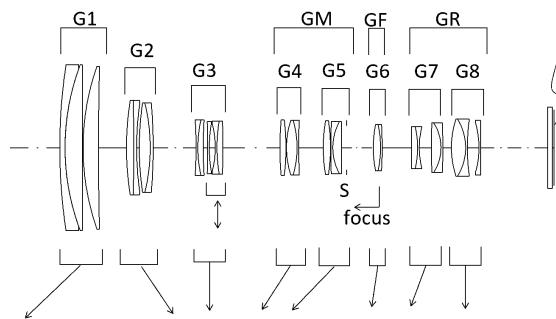


30

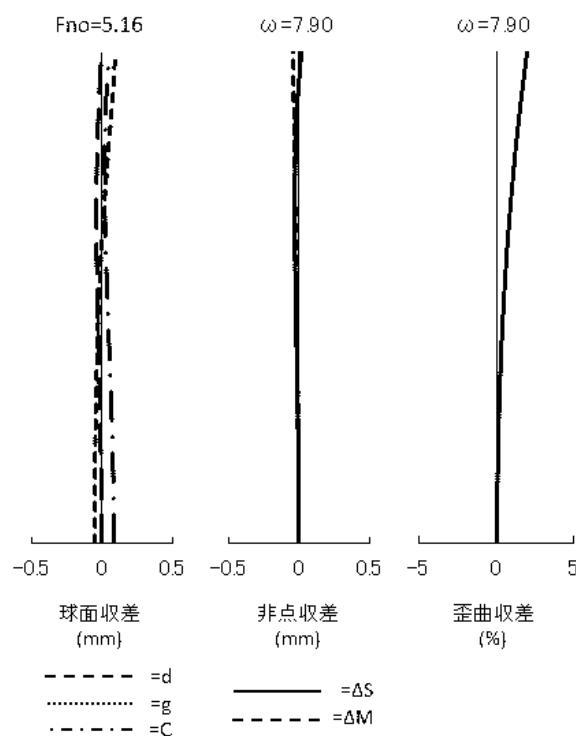
40

50

【図 8 5】



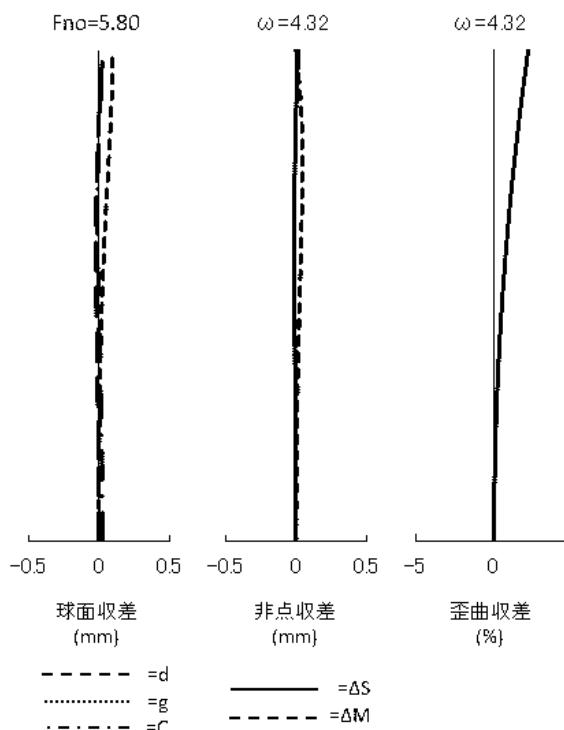
【図 8 6】



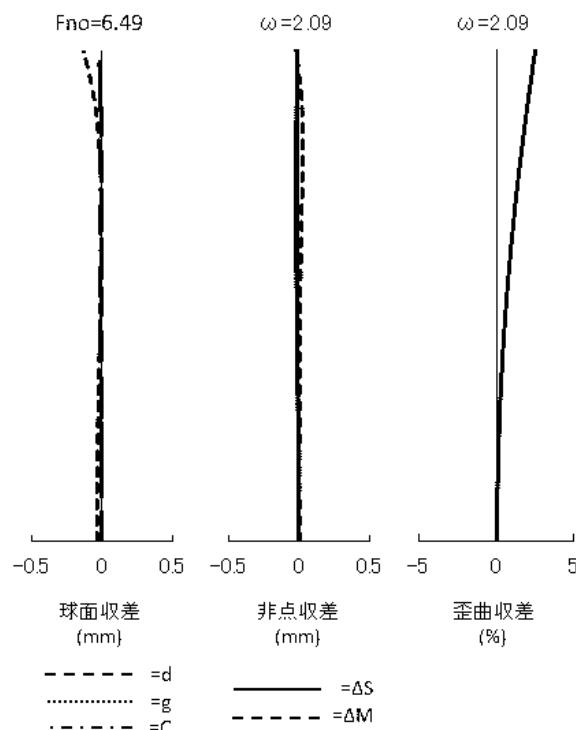
10

20

【図 8 7】



【図 8 8】

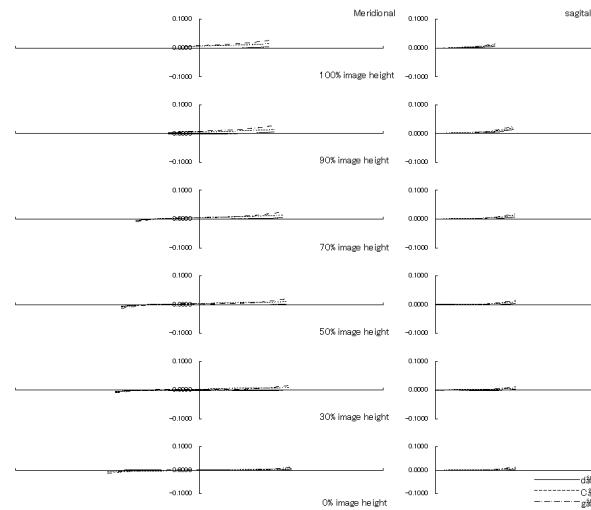


30

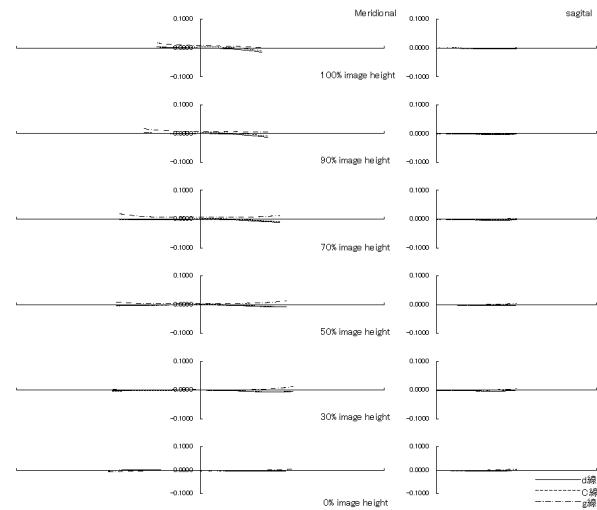
40

50

【図 8 9】

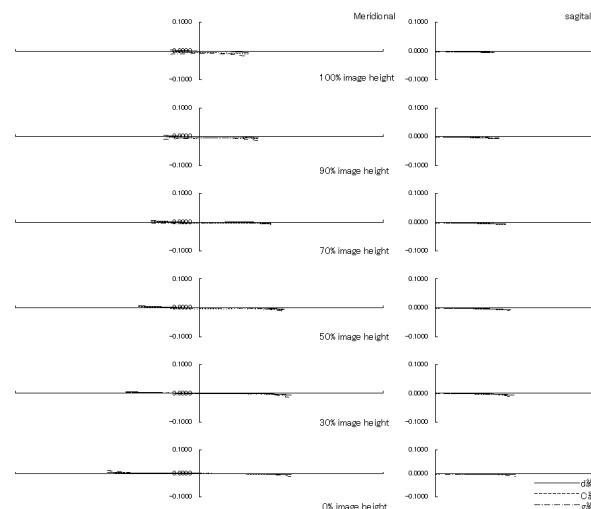


【図 9 0】

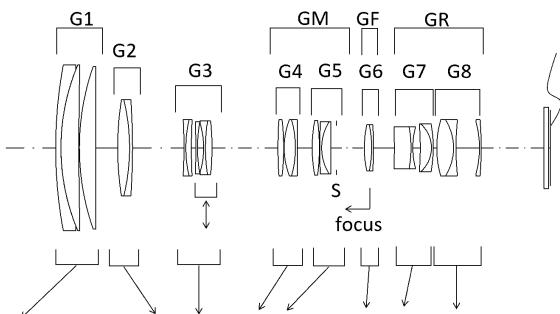


10

【図 9 1】



【図 9 2】



20

30

40

50

【図 9 3】

 $Fno=5.16$ $\omega=7.90$ $\omega=7.90$ 球面収差
(mm)非点収差
(mm)歪曲収差
(%)

— =d
····· =g
- - - - =C

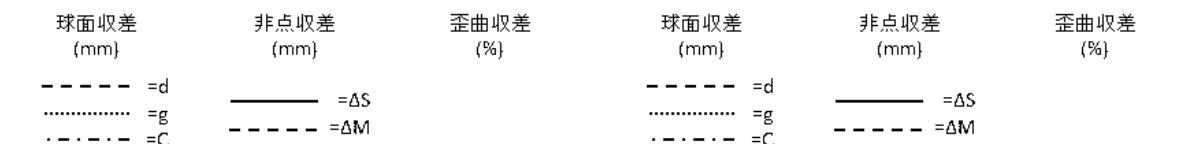
— = ΔS
- - - = ΔM

【図 9 4】

 $Fno=5.80$ $\omega=4.33$ $\omega=4.33$ 球面収差
(mm)非点収差
(mm)歪曲収差
(%)

— =d
····· =g
- - - - =C

— = ΔS
- - - = ΔM



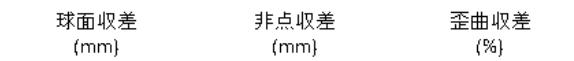
10

【図 9 5】

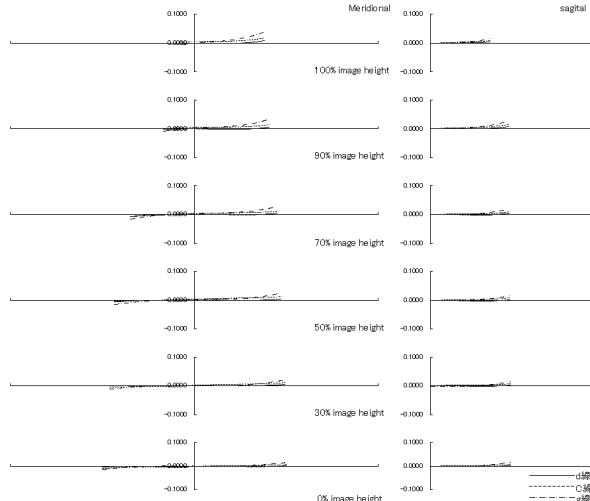
 $Fno=6.49$ $\omega=2.10$ $\omega=2.10$ 球面収差
(mm)非点収差
(mm)歪曲収差
(%)

— =d
····· =g
- - - - =C

— = ΔS
- - - = ΔM



【図 9 6】

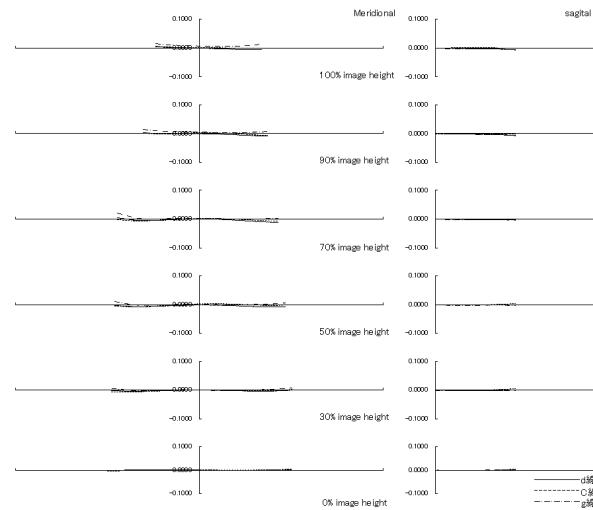


30

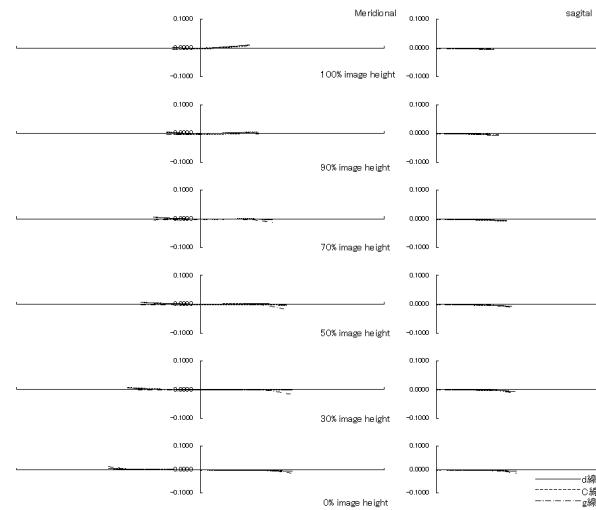
40

50

【図 9 7】

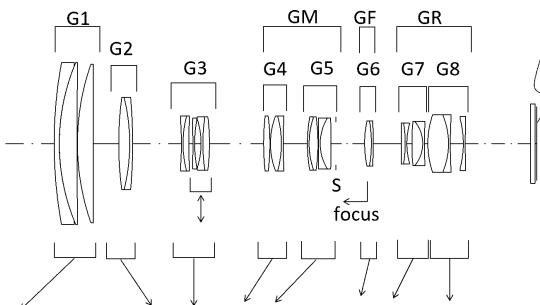


【図 9 8】

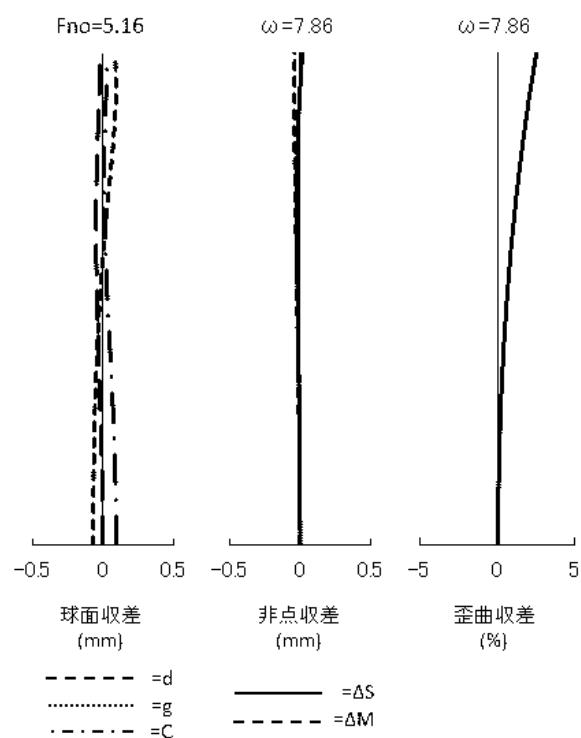


10

【図 9 9】



【図 1 0 0】



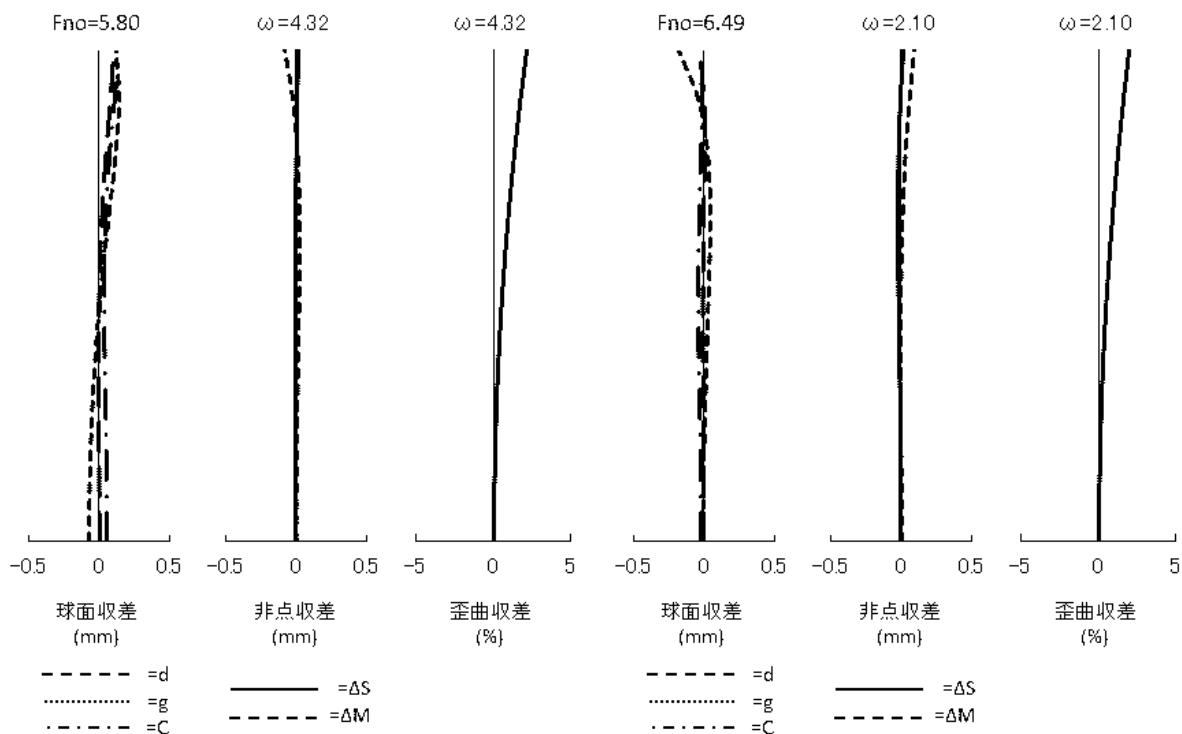
20

30

40

50

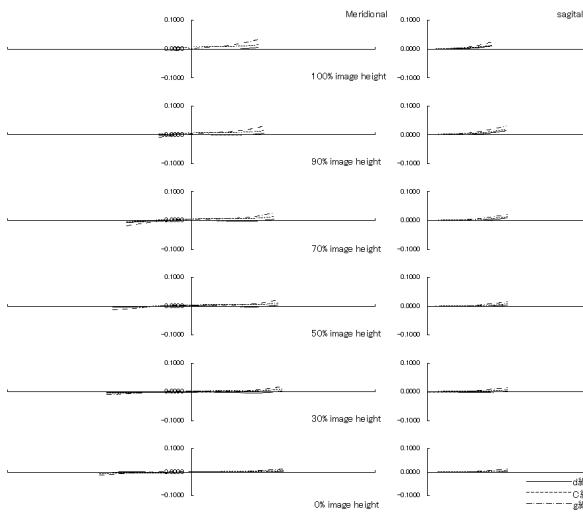
【図 101】



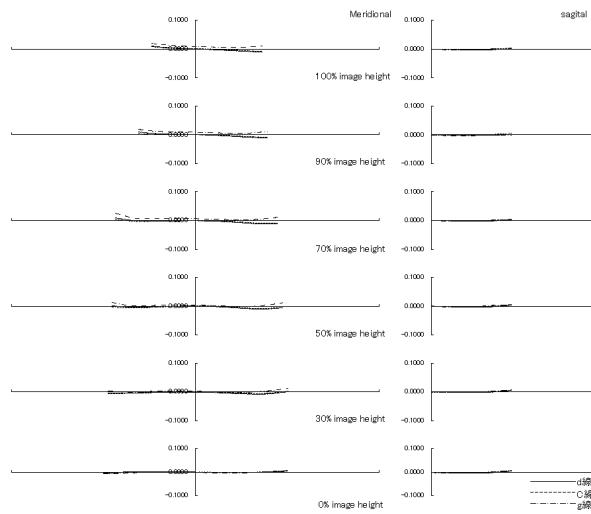
10

20

【図 103】



【図 104】

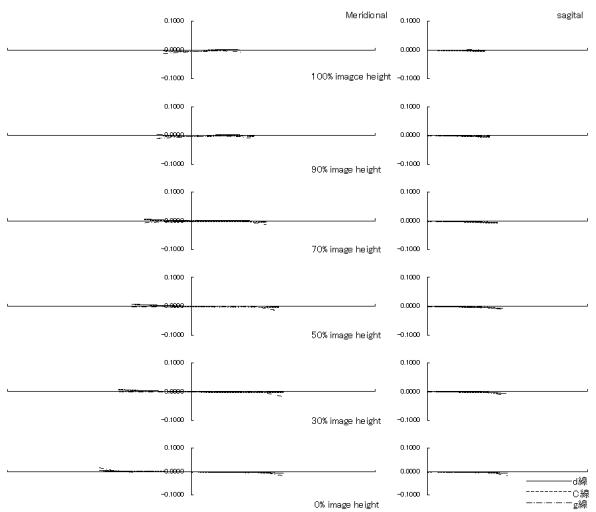


30

40

50

【図 1 0 5】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-295250(JP,A)
 特開2017-040874(JP,A)
 国際公開第2021/220579(WO,A1)
 特開2004-094056(JP,A)
 特開2012-037871(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 G02B 9/00 - 17/08
 G02B 21/02 - 21/04
 G02B 25/00 - 25/04