

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-242472

(P2012-242472A)

(43) 公開日 平成24年12月10日(2012.12.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>GO2B 15/22 (2006.01)</b>	GO2B 15/22 A	2H087
<b>GO2B 13/18 (2006.01)</b>	GO2B 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2011-110165 (P2011-110165)	(71) 出願人	000131326
(22) 出願日	平成23年5月17日 (2011.5.17)		株式会社シグマ
			神奈川県川崎市麻生区栗木2丁目4番16号
		(72) 発明者	幸野 朋来
			神奈川県川崎市麻生区栗木2丁目4番16号 株式会社シグマ内
		Fターム(参考)	2H087 KA02 KA03 LA06 MA07 PA05 PA19 PB07 QA02 QA07 QA14 QA22 QA26 QA32 QA34 QA42 QA45 RA05 RA12 RA13 RA32

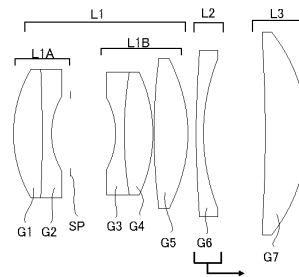
(54) 【発明の名称】 結像光学系

(57) 【要約】

【課題】 光線射出角を抑制し、迅速なフォーカスを行うことが可能で、かつ小型で光学性能が良好な結像光学系を提供する。

【解決手段】 物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2と正の屈折力の第3レンズ群L3で構成し、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して前記第2レンズ群L2を光軸に沿って像面側へ移動し、開口絞りを前記第1レンズ群L1に有し、さらに所定の条件式を満足させる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 と正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 で構成され、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して前記第 2 レンズ群 L 2 を光軸に沿って像面側へ移動し、開口絞りを前記第 1 レンズ群 L 1 に有し、以下の条件式を満足することを特徴とする結像光学系。

$$(1) \quad 5.0 < f_{1A} / f_{1B23} < 14.0$$

$$(2) \quad 1.1 < f / f_1 < 1.5$$

ただし、

$f_{1A}$  : 第 1 レンズ群 L 1 の開口絞りより物体側のレンズ群 L 1 A の焦点距離

10

$f_{1B23}$  : 第 1 レンズ群 L 1 の開口絞りより像側のレンズ群 L 1 B、第 2 レンズ群 L 2 および第 3 レンズ群 L 3 の無限遠状態の合成焦点距離

$f$  : 光学系全系の焦点距離

$f_1$  : 第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離

## 【請求項 2】

前記第 2 レンズ群 L 2 を 1 枚のレンズで構成することを特徴とする請求項 1 に記載の結像光学系。

## 【請求項 3】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の結像光学系。

$$(3) \quad m_2 / m_3 > 2.1$$

20

ただし、

$m_2$  : 第 2 レンズ群 L 2 の横倍率

$m_3$  : 第 3 レンズ群 L 3 の横倍率

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、デジタルカメラ、銀塩カメラ、ビデオカメラ等に用いられる撮像レンズに好適な結像光学系に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

30

近年、デジタルスチルカメラやビデオカメラ等の撮像装置の普及に伴い、撮像素子の画素数の増加が急速に進んでおり、より高画質の結像光学系が求められている。更に近年では高画質を得るために大型の撮像素子を採用するカメラが増加している。

## 【0003】

同じ画素数ならば、大型の撮像素子は小型のものに比べて画素あたりの面積が大きいいため、ノイズの少ない良好な画像を得ることが出来る。しかし撮像素子が大きくなると、当然ながら結像光学系も大型化する傾向がある。

## 【0004】

撮像装置に広く使用される撮像素子は一般に入射角の大きな光に対して感度が低下するという特性を持つ。撮像素子に対して、周辺部まで入射角を小さく保つためにはレトロフォーカス型の屈折力配置が有利となる。

40

## 【0005】

しかし、レトロフォーカス型の屈折力配置は、撮像素子の大きさに対して結像光学系の全長が大きくなりがちである。大型の撮像素子を使用する撮像装置においては、結像光学系の全長が大きくなると撮像装置全体が大型化してしまう。

## 【0006】

従って大型の撮像素子に対応する光学系としては、撮像素子への入射角、すなわち結像光学系からの光線射出角を抑えつつ可能な限り小型化することが課題となる。

## 【0007】

大型の撮像素子に対応するための、画角 50 ~ 60 ° 程度のコンパクトな結像光学系と

50

しては、例えば特許文献 1 乃至 3 に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献 1】特開 2003 - 241084 号公報

【0009】

【特許文献 2】特開 2009 - 258158 号公報

【0010】

【特許文献 3】特開 2010 - 101979 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

結像光学系においては、十分な小型化が課題となっているが、特に大型の撮像素子に対応する結像光学系においては、小型化に伴う性能の低下や製造誤差に対する敏感度の増大を最小限に抑えることが同時に必要になる。またフォーカシングに用いるレンズ群をなるべく軽くし、アクチュエータの小型化やフォーカシングの高速化も望まれる。

【0012】

特許文献 1 および特許文献 2 に記載の結像光学系は、絞りより物体側の第 1 レンズ群内に物体側から順に負レンズと正レンズを配置し、それらのレンズを近接して配置して合成屈折力を正とし、さらに絞りより像側の第 2 レンズ群を物体側の第 1 レンズ群よりも強い正の屈折力とすることで全長の小型化と光線射出角の抑制が達成されている。フォーカシングは 3 枚程度のレンズからなる正の屈折力の第 2 レンズ群のみで行うことによって一定の軽量化が達成でき、さらにフォーカシングの高速化やアクチュエータの小型化が可能となる。

【0013】

また、特許文献 1 および特許文献 2 に記載の結像光学系は、絞りよりも物体側の第 1 レンズ群では最も物体側の面を物体側に凸としつつ最も像側の面を像側に凹とし、また逆に、絞りよりも像側の第 2 レンズ群では最も物体側の面を物体側に凹としつつ最も像側の面を像側に凸としている。

【0014】

一般に、上記のように絞りに対しコンセントリックなレンズ形状とすることにより、軸外主光線の各面への入射角を小さくして各面での非点収差やコマ収差の発生を抑制できる。また、レンズの屈折力配置が開口絞りを中心として対称に近いと第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間でコマ収差、歪曲収差、倍率色収差等を打ち消し合い、光学系全体として良好な収差補正を実現できる。

【0015】

しかしながら、このような第 1 レンズ群と第 2 レンズ群のみからなる構成の結像光学系では、フォーカシングに伴って第 2 レンズ群を移動させることにより屈折力配置が大きく変化し、コマ収差、歪曲収差や倍率色収差の変動が大きくなるため、近距離撮影での光学性能が不十分となる。

【0016】

また、これらの収差は画角が大きくなるほど大きく発生するため、その補正および変動の抑制が難しくなる。このため、この形式の結像光学系は対角線全画角が 30° 程度の中望遠画角において主に使用されており、対角線全画角が 50° 程度の標準画角に使用された例は少ない。

【0017】

一方、特許文献 3 に記載の結像光学系は光学系の最も物体側に負のレンズエレメントが配置されたレトロフォーカス型の屈折力配置となっており、光線射出角を抑制している。また、フォーカシングを最も像側のレンズ 1 枚で行っているために非常に軽量である。

【0018】

10

20

30

40

50

その反面、レトロフォーカス型の屈折力配置により全長がやや長いという欠点がある。この光学系は絞りより物体側の群の合成屈折力を正として全長の短縮を図っているが、最も物体側に位置する２枚の負レンズの屈折力が大きく、絞りより物体側の群だけで強いレトロフォーカス型屈折力配置となっているため全長の短縮が難しい。

【 0 0 1 9 】

また、フォーカス移動量に対する像面位置の光軸方向の変化量の比であるフォーカス敏感度が小さく、製造誤差等によって発生する像面位置ずれを、フォーカスレンズを移動させて補正する場合には、フォーカスレンズを大きく移動させなければならず、フォーカス移動のあそび量が多く必要になり、フォーカス移動範囲を広く設定しなければならず、光学系全長が長くなるという問題があった。

10

【 0 0 2 0 】

本発明は、上記課題を解決し、光線射出角を抑制し、迅速なフォーカスを行うことが可能で、かつ小型で光学性能が良好な結像光学系を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 1 】

上記目的を達成するために、本発明を実施の結像光学系は、物体側から順に、正の屈折力の第１レンズ群 L 1、負の屈折力の第２レンズ群 L 2 と正の屈折力の第３レンズ群 L 3 で構成され、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して第２レンズ群 L 2 を光軸に沿って像面側へ移動し、開口絞りを第１レンズ群 L 1 に有し、以下の条件式を満足することを特徴とする。

20

$$(1) \quad 5.0 < f_{1A} / f_{1B23} < 14.0$$

$$(2) \quad 1.1 < f / f_1 < 1.5$$

ただし、

$f_{1A}$  : 第１レンズ群 L 1 の開口絞りより物体側のレンズ群 L 1 A の焦点距離

$f_{1B23}$  : 第１レンズ群 L 1 の開口絞りより像側のレンズ群 L 1 B、第２レンズ群 L 2 および第３レンズ群 L 3 の無限遠状態の合成焦点距離

$f$  : 光学系全系の焦点距離

$f_1$  : 第１レンズ群 L 1 の焦点距離

【 0 0 2 2 】

さらに本発明を実施の結像光学系は、上記発明において、第２レンズ群 L 2 を１枚のレンズで構成することを特徴とする。

30

【 0 0 2 3 】

さらに本発明を実施の結像光学系は、上記発明において、以下の条件式を満足することを特徴とする。

$$(3) \quad m_2 / m_3 > 2.1$$

ただし、

$m_2$  : 第２レンズ群 L 2 の横倍率

$m_3$  : 第３レンズ群 L 3 の横倍率

【発明の効果】

【 0 0 2 4 】

40

本発明を実施の結像光学系によれば、デジタルカメラ、銀塩カメラ、ビデオカメラ等に用いられる撮像光学系であって、光線射出角を抑制し、迅速なフォーカスを行うことが可能で、かつ小型で光学性能が良好な結像光学系を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 5 】

【図 1】本発明の結像光学系の実施例 1 に係る無限遠におけるレンズ構成図である。

【図 2】実施例 1 の結像光学系の無限遠における縦収差図である。

【図 3】実施例 1 の結像光学系の撮影距離 500 mm における縦収差図である。

【図 4】実施例 1 の結像光学系の無限遠における横収差図である。

【図 5】実施例 1 の結像光学系の撮影距離 500 mm における横収差図である。

50

【図 6】本発明の結像光学系の実施例 2 に係る無限遠におけるレンズ構成図である。

【図 7】実施例 2 の結像光学系の無限遠における縦収差図である。

【図 8】実施例 2 の結像光学系の撮影距離 500 mm における縦収差図である。

【図 9】実施例 2 の結像光学系の無限遠における横収差図である。

【図 10】実施例 2 の結像光学系の撮影距離 500 mm における横収差図である。

【図 11】本発明の結像光学系の実施例 3 に係る無限遠におけるレンズ構成図である。

【図 12】実施例 3 の結像光学系の無限遠における縦収差図である。

【図 13】実施例 3 の結像光学系の撮影距離 500 mm における縦収差図である。

【図 14】実施例 3 の結像光学系の無限遠における横収差図である。

【図 15】実施例 3 の結像光学系の撮影距離 500 mm における横収差図である。

10

【図 16】本発明の結像光学系の実施例 4 に係る無限遠におけるレンズ構成図である。

【図 17】実施例 4 の結像光学系の無限遠における縦収差図である。

【図 18】実施例 4 の結像光学系の撮影距離 500 mm における縦収差図である。

【図 19】実施例 4 の結像光学系の無限遠における横収差図である。

【図 20】実施例 4 の結像光学系の撮影距離 500 mm における横収差図である。

【図 21】本発明の結像光学系の実施例 5 に係る無限遠におけるレンズ構成図である。

【図 22】実施例 5 の結像光学系の無限遠における縦収差図である。

【図 23】実施例 5 の結像光学系の撮影距離 500 mm における縦収差図である。

【図 24】実施例 5 の結像光学系の無限遠における横収差図である。

【図 25】実施例 5 の結像光学系の撮影距離 500 mm における横収差図である。

20

【図 26】本発明の結像光学系の実施例 6 に係る無限遠におけるレンズ構成図である。

【図 27】実施例 6 の結像光学系の無限遠における縦収差図である。

【図 28】実施例 6 の結像光学系の撮影距離 500 mm における縦収差図である。

【図 29】実施例 6 の結像光学系の無限遠における横収差図である。

【図 30】実施例 6 の結像光学系の撮影距離 500 mm における横収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

本発明の結像光学系は、図 1、図 6、図 11、図 16、図 21、および図 26 に示すレンズ構成図からわかるように、物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 L1、開口絞り SP、負の屈折力の第 2 レンズ群 L2 および正の屈折力の第 3 レンズ群 L3 で構成され、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して第 2 レンズ群 L2 が光軸に沿って物体側へ移動する構成となっている。

30

【0027】

本発明の結像光学系は、以下の条件を満足する。

$$(1) \quad 5.0 < f_{1A} / f_{1B23} < 14.0$$

【0028】

この条件式 (1) は、第 1 レンズ群 L1 の開口絞り SP より物体側のレンズ群 L1A の焦点距離  $f_{1A}$  と、第 1 レンズ群 L1 の開口絞りより像側のレンズ群 L1B、第 2 レンズ群 L2 および第 3 レンズ群 L3 の無限遠状態での合成焦点距離  $f_{1B23}$  との比率を規定するものである。

40

【0029】

条件式 (1) の下限値を越えると、相対的に  $f_{1B23}$  の値が大きくなり屈折力が弱くなりすぎるので、射出瞳を物体側に移動させる効果が弱くなり光線射出角を小さくすることが困難となる。条件式 (1) の上限値を越えると、光線射出角を小さくすることは可能となるが、焦点距離  $f_{1A}$  の値が大きくなり屈折力が弱くなるので、レトロフォーカス型の屈折力配置に近づく。そのためバックフォーカスが長くなってしまい、結像光学系の小型化が困難となる。

【0030】

本発明の結像光学系は、さらに以下の条件を満足する。

$$(2) \quad 1.1 < f / f_1 < 1.5$$

50

## 【0031】

この条件式(2)は、光学系全系の焦点距離 $f$ と第1レンズ群L1の焦点距離 $f_1$ との比率を規定するものである。

## 【0032】

条件式(2)の下限値を越えると、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の合成倍率が1を下回るので、フォーカス群として機能する第2レンズ群L2から像側の光学系での拡大率が低くなり、光学性能に対するフォーカス群から像側の光学系の影響力が小さくなる。その結果、フォーカス時の収差変動を抑え易くなり、良好な光学性能を維持することが出来るが、フォーカス時のフォーカス群の移動量が大きくなり、結像光学系を小型化することが困難となるほかに、迅速なフォーカスを行うことが難しくなる。

10

## 【0033】

条件式(2)の上限値を越えると、第1レンズ群L1より後のレンズ系の倍率負担、つまり第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の合成倍率負担が大きくなる。その結果、フォーカス時のフォーカス群の移動量を小さくできて、結像光学系の小型化には有利となるが、第1レンズ群L1で発生する諸収差の拡大率が大きくなってしまい、球面収差や非点収差を良好に補正することが困難となる。

## 【0034】

また、本発明の結像光学系において、第2レンズ群L2を1枚のレンズから構成することが望ましい。フォーカス群として機能する第2レンズ群L2を1枚で構成することでフォーカス群を軽量にすることができ、より迅速なフォーカシングが可能となる。

20

## 【0035】

また、本発明の結像光学系は、以下の条件式をさらに満足することが望ましい。

$$(3) m_2 / m_3 > 2.1$$

## 【0036】

この条件式(3)は、第2レンズ群L2の横倍率 $m_2$ と第3レンズ群L3の横倍率 $m_3$ との比率を規定するものである。

## 【0037】

条件式(3)の範囲を越えると第2レンズ群L2の横倍率 $m_2$ が小さくなり、フォーカス移動量に対する像面位置の光軸方向の変化量の比であるフォーカス敏感度が小さくなってしまふ。フォーカス敏感度が小さくなりすぎると、製造誤差等によって発生する像面位置ずれを補正するために、フォーカス群を大きく移動させなければならず、フォーカス移動のあそび量が多く必要になる。その結果、フォーカス移動範囲を広く設定しなければならなくなり、結像光学系の小型化が困難となる。

30

## 【0038】

次に、本発明の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。

## 【実施例1】

## 【0039】

図1は、本発明の実施例1の結像光学系のレンズ構成図である。

## 【0040】

第1レンズ群L1は、物体側に凸面を向けた正レンズG1と像側に凹面を向けた負レンズG2とから成る接合レンズで構成されており、全体として正の屈折力を有するレンズ群L1Aと、物体側に凹面を向けた負レンズG3と像側に凸面を向けた正レンズG4とから成る接合レンズと、両凸形状の正レンズG5とで構成されており、全体として正の屈折力を有するレンズ群L1Bとで構成されている。

40

## 【0041】

第2レンズ群L2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズG6で構成されている。この第2レンズ群L2は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って像側に移動する。

## 【0042】

50

第3レンズ群L3は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズG7で構成されている。

【0043】

また、正レンズG5の両面と負メニスカスレンズG6の物体側レンズ面は、それぞれ所定の非球面形状となっている。

【実施例2】

【0044】

図6は、本発明の実施例2の結像光学系のレンズ構成図である。

【0045】

第1レンズ群L1は、物体側に凸面を向けた正レンズG1と像側に凹面を向けた負レンズG2とから成る接合レンズで構成されており、全体として正の屈折力を有するレンズ群L1Aと、物体側に凹面を向けた負レンズG3と像側に凸面を向けた正レンズG4とから成る接合レンズと、両凸形状の正レンズG5とで構成されており、全体として正の屈折力を有するレンズ群L1Bとで構成されている。

10

【0046】

第2レンズ群L2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズG6で構成されている。この第2レンズ群L2は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って像側に移動する。

【0047】

第3レンズ群L3は、両凸形状の正レンズG7で構成されている。

20

【0048】

また、正レンズG4の像面側レンズ面、負メニスカスレンズG6の物体側レンズ面と正レンズG7の物体側レンズ面は、それぞれ所定の非球面形状となっている。

【実施例3】

【0049】

図11は、本発明の実施例3の結像光学系のレンズ構成図である。

【0050】

第1レンズ群L1は、物体側に凸面を向けた正レンズG1と像側に凹面を向けた負レンズG2とから成る接合レンズで構成されており、全体として正の屈折力を有するレンズ群L1Aと、物体側に凹面を向けた負レンズG3と像側に凸面を向けた正レンズG4とから成る接合レンズと、両凸形状の正レンズG5とで構成されており、全体として正の屈折力を有するレンズ群L1Bとで構成されている。

30

【0051】

第2レンズ群L2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズG6で構成されている。この第2レンズ群L2は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って像側に移動する。

【0052】

第3レンズ群L3は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズG7で構成されている。

【0053】

また、正レンズG4の像面側レンズ面と負メニスカスレンズG6の像面側レンズ面は、それぞれ所定の非球面形状となっている。

40

【実施例4】

【0054】

図16は、本発明の実施例4の結像光学系のレンズ構成図である。

【0055】

第1レンズ群L1は、物体側に凸面を向けた正レンズG1と像側に凹面を向けた負レンズG2とから成る接合レンズで構成されており、全体として正の屈折力を有するレンズ群L1Aと、物体側に凹面を向けた負レンズG3と像側に凸面を向けた正レンズG4とから成る接合レンズと、両凸形状の正レンズG5とで構成されており、全体として正の屈折力

50

を有するレンズ群 L 1 B とで構成されている。

【 0 0 5 6 】

第 2 レンズ群 L 2 は、両凹形状の負レンズ G 6 で構成されている。この第 2 レンズ群 L 2 は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って像側に移動する。

【 0 0 5 7 】

第 3 レンズ群 L 3 は、両凸形状の正レンズ G 7 で構成されている。

【 0 0 5 8 】

また、正レンズ G 4 の像面側レンズ面は、所定の非球面形状となっている。

【実施例 5】

【 0 0 5 9 】

図 2 1 は、本発明の実施例 5 の結像光学系のレンズ構成図である。

【 0 0 6 0 】

第 1 レンズ群 L 1 は、物体側に凸面を向けた正レンズ G 1 と像側に凹面を向けた負レンズ G 2 とから成る接合レンズで構成されており、全体として正の屈折力を有するレンズ群 L 1 A と、物体側に凹面を向けた負レンズ G 3 と像側に凸面を向けた正レンズ G 4 とから成る接合レンズと、両凸形状の正レンズ G 5 とで構成されており、全体として正の屈折力を有するレンズ群 L 1 B とで構成されている。

【 0 0 6 1 】

第 2 レンズ群 L 2 は、両凹形状の負レンズ G 6 で構成されている。この第 2 レンズ群 L 2 は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って像側に移動する。

【 0 0 6 2 】

第 3 レンズ群 L 3 は、両凸形状の正レンズ G 7 で構成されている。

【 0 0 6 3 】

また、正レンズ G 5 の像面側レンズ面は、所定の非球面形状となっている。

【実施例 6】

【 0 0 6 4 】

図 2 6 は、本発明の実施例 6 の結像光学系のレンズ構成図である。

【 0 0 6 5 】

第 1 レンズ群 L 1 は、物体側に凸面を向けた正レンズ G 1 と像側に凹面を向けた負レンズ G 2 とから成る接合レンズで構成されており、全体として正の屈折力を有するレンズ群 L 1 A と、物体側に凹面を向けた負レンズ G 3 と像側に凸面を向けた正レンズ G 4 とから成る接合レンズと、両凸形状の正レンズ G 5 とで構成されており、全体として正の屈折力を有するレンズ群 L 1 B とで構成されている。

【 0 0 6 6 】

第 2 レンズ群 L 2 は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ G 6 で構成されている。この第 2 レンズ群 L 2 は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って像側に移動する。

【 0 0 6 7 】

第 3 レンズ群 L 3 は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ G 7 で構成されている。

【 0 0 6 8 】

また、正レンズ G 4 の像面側レンズ面と負メニスカスレンズ G 6 の物体側レンズ面は、それぞれ所定の非球面形状となっている。

【 0 0 6 9 】

以下に、前述した本発明の結像光学系の各実施例の具体的な数値データを示す。

【 0 0 7 0 】

[ 面データ ] において、面番号は物体側からのレンズ面の番号、 $r$  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  $587.56 \text{ nm}$  ) に対する屈折率、 $v_d$  は  $d$  線に対するアッペ数を示している。

【 0 0 7 1 】

10

20

30

40

50



第 1 列のレンズ面番号に付した \* (アスタリスク) は、そのレンズ面形状が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を表している。

【 0 0 7 2 】

[ 非球面データ ] には、[ 面データ ] において \* を付したレンズ面の非球面形状を与える各係数値を示している。非球面の形状は、非球面の形状は、光軸に直行する方向への光軸からの変位を  $y$ 、非球面と光軸の交点から光軸方向への変位 ( サグ量 ) を  $z$ 、基準球面の曲率半径を  $r$ 、コーニック係数を  $K$ 、4、6、8、10 次の非球面係数を  $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$  と置くととき、非球面の座標が以下の式で表されるものとする。

【 0 0 7 3 】

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

10

【 0 0 7 4 】

[ 各種データ ] には、撮影距離が I N F と 5 0 0 m m のときの各種データの値を示している。

【 0 0 7 5 】

[ レンズ群データ ] には、各レンズ群の最も物体側のレンズ面番号及び群全体の合成焦点距離を示している。

【 0 0 7 6 】

なお、以下の全ての諸元の値において、記載している焦点距離  $f$ 、曲率半径  $r$ 、レンズ面間隔  $d$ 、その他の長さの単位は特記のない限りミリ ( m m ) を使用するが、光学系では比例拡大と比例縮小とにおいても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。

20

【 0 0 7 7 】

また、これらの各実施例における条件式の対応値の一覧を示す。

【 0 0 7 8 】

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。

【 0 0 7 9 】

30

数値実施例 1

単位 mm

[ 面データ ]

面番号	$r$	$d$	$nd$	$vd$
物面		可変		
1	15.7534	3.5300	1.80420	46.50
2	-166.3280	1.1400	1.51742	52.15
3	9.0312	2.3200		
4(絞リ)		5.5600		
5	-9.1804	1.0500	1.67270	32.17
6	46.4106	3.5200	1.77250	49.62
7	-17.7502	0.1500		
8*	75.5735	4.1600	1.77250	49.62
9*	-17.8214	可変		
10*	99.9945	0.9000	1.73077	40.50
11	25.0947	可変		
12	-178.7378	5.1100	1.43700	95.10
13	-20.2116	BF		
像面				

40

50

## [非球面データ]

	8面	9面	10面
K	0	0	0
A4	3.04241E-06	4.06543E-05	-5.14816E-07
A6	0.00000E+00	-1.46750E-07	-2.14849E-07
A8	0.00000E+00	1.12864E-09	1.45607E-09
A10	0.00000E+00	0.00000E+00	-3.30120E-12

## [各種データ]

	INF	500mm	
焦点距離	30.04	-0.07	10
Fナンバー	2.89	2.90	
全画角2	50.60	-	
像高Y	14.20	14.20	
レンズ全長	57.49	57.49	
BF	21.46	21.46	
可変間隔			
物面		442.5118	
d9	1.0000	2.9298	
d11	7.5900	5.6602	20

## [レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
L1	1	25.13
L2	10	-46.08
L3	12	51.64
L1A	1	303.47
L1B	5	22.17

## 【0080】

## 数値実施例2

単位 mm

## [面データ]

面番号	r	d	nd	vd	
物面		可変			
1	16.7253	3.8300	1.74330	49.22	
2	-104.9573	0.8000	1.48749	70.44	
3	9.7633	5.1400			
4(絞り)		4.0000			
5	-10.1194	0.8000	1.68893	31.16	
6	15.0719	4.2400	1.77250	49.62	40
7*	-20.8181	0.1500			
8	94.5481	5.3400	1.77250	49.62	
9	-14.7538	可変			
10*	99.2663	0.9000	1.58913	61.25	
11	17.9289	可変			
12*	-898.1909	4.0300	1.49700	81.60	
13	-31.4090	BF			
像面					

## [非球面データ]

	7面	10面	12面
K	0	0	0
A4	8.99466E-05	-1.71449E-05	2.60341E-05
A6	6.68608E-07	1.31458E-07	-3.45356E-09
A8	0.00000E+00	-6.61703E-10	0.00000E+00
A10	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

## [各種データ]

	INF	500mm	
焦点距離	29.53	-0.07	10
Fナンバー	2.89	2.90	
全画角2	51.40	-	
像高Y	14.20	14.20	
レンズ全長	58.50	58.50	
BF	21.74	21.74	
可変間隔			
物面		441.5000	
d9	0.7000	1.9620	
d11	6.8300	5.5680	

20

## [レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
L1	1	20.80
L2	10	-37.29
L3	12	65.39
L1A	1	352.38
L1B	5	18.33

## 【0081】

## 数値実施例3

単位 mm

30

## [面データ]

面番号	r	d	nd	vd
物面		可変		
1	15.8614	3.2200	1.80420	46.50
2	-159.7009	0.8000	1.51680	64.19
3	9.9813	2.8300		
4(絞り)		5.2500		
5	-9.9216	0.8000	1.71736	29.50
6	19.6991	3.6200	1.77250	49.62
7*	-20.8255	0.1500		
8	176.0336	4.5100	1.80420	46.50
9	-15.2756	可変		
10	180.3167	1.0000	1.58913	61.25
11*	27.9373	可変		
12	-58.1994	4.0000	1.48749	70.44
13	-20.7894	BF		
像面				

40

## [非球面データ]

7面 11面

50

K	0	0
A4	6.61529E-05	1.25937E-05
A6	3.02021E-07	-9.72162E-09
A8	1.26617E-09	1.84431E-10
A10	0.00000E+00	-6.71194E-13

## [各種データ]

	INF	500mm	
焦点距離	29.24	-0.07	
Fナンバー	2.86	2.87	10
全画角2	51.80	-	
像高Y	14.20	14.20	
レンズ全長	55.03	55.03	
BF	19.62	19.62	
可変間隔			
物面		444.9662	
d9	0.7000	2.8349	
d11	8.5300	6.3951	

## [レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
L1	1	24.40
L2	10	-56.25
L3	12	64.10
L1A	1	149.78
L1B	5	22.55

20

## 【0082】

## 数値実施例4

単位 mm

## [面データ]

面番号	r	d	nd	vd	
物面		可変			
1	17.3849	3.7600	1.77250	49.62	
2	-67.4296	0.8100	1.48749	70.44	
3	9.6017	3.0000			
4(絞り)		4.0500			
5	-9.9289	0.8000	1.67270	32.17	
6	17.7670	3.2100	1.77250	49.62	
7*	-21.7770	0.6400			
8	76.7973	3.7100	1.77250	49.62	40
9	-15.3512	可変			
10	-37.9125	0.9800	1.51742	52.15	
11	20.2830	可変			
12	52.0062	4.9000	1.49700	81.60	
13	-23.4773	BF			
像面					

## [非球面データ]

K	0
---	---

50

A4	6.71674E-05
A6	4.96483E-07
A8	0.00000E+00
A10	0.00000E+00

## [各種データ]

	INF	500mm	
焦点距離	29.31	-0.07	
Fナンバー	2.87	2.92	
全画角2	51.70	-	10
像高Y	14.20	14.20	
レンズ全長	56.50	56.50	
BF	24.27	24.27	
可変間隔			
物面		443.5005	
d9	0.9500	2.1293	
d11	5.4200	4.2407	

## [レンズ群データ]

群	始面	焦点距離	
L1	1	22.37	20
L2	10	-25.39	
L3	12	33.26	
L1A	1	276.81	
L1B	5	20.16	

## 【0083】

## 数值実施例5

単位 mm

## [面データ]

面番号	r	d	nd	vd	
物面		可変			30
1	14.4563	3.9600	1.77250	49.62	
2	-196.0986	0.8000	1.51742	52.15	
3	8.8349	2.5300			
4(絞り)		6.2000			
5	-8.9742	0.8000	1.67270	32.17	
6	64.1487	3.7800	1.77250	49.62	
7	-15.1427	0.1500			
8	64.1217	4.2200	1.77250	49.62	
9*	-20.1095	可変			40
10	-176.3889	0.9000	1.58144	40.89	
11	23.1821	可変			
12	154.0928	5.6600	1.49700	81.60	
13	-23.1860	BF			
像面					

## [非球面データ]

	9面		
K		0	
A4	2.85821E-05		50

A6	2.59240E-08
A8	-4.17548E-10
A10	3.06945E-12

## [各種データ]

	INF	500mm	
焦点距離	29.39	-0.07	
Fナンバー	2.82	2.83	
全画角2	51.6	-	
像高Y	14.20	14.20	10
レンズ全長	57.10	57.10	
BF	20.49	20.49	
可変間隔			
物面		442.9000	
d9	0.9900	2.5569	
d11	6.6200	5.0531	

## [レンズ群データ]

群	始面	焦点距離	
L1	1	24.02	20
L2	10	-35.18	
L3	12	40.99	
L1A	1	213.04	
L1B	5	21.02	

## 【0084】

## 数値実施例6

単位 mm

## [面データ]

面番号	r	d	nd	vd	
物面		可変			30
1	16.0183	3.7500	1.77250	49.62	
2	-73.8929	1.6700	1.48749	70.44	
3	9.1476	3.1900			
4(絞り)		2.8700			
5	-9.6280	1.7400	1.72825	28.32	
6	25.0946	3.9400	1.77250	49.62	
7*	-15.1899	0.1500			
8	41.2586	3.9400	1.74400	44.90	
9	-25.6986	可変			
10*	526.0170	0.9000	1.58913	61.25	40
11	20.9087	可変			
12	-253.0094	4.9500	1.49700	81.60	
13	-19.7628	BF			
像面					

## [非球面データ]

	7面	10面	
K	0	0	
A4	2.25003E-05	-1.03984E-05	
A6	1.34580E-07	-2.84156E-08	50

A8	0.00000E+00	0.00000E+00
A10	0.00000E+00	0.00000E+00

## [各種データ]

	INF	500mm	
焦点距離	29.40	-0.07	
Fナンバー	2.81	2.85	
全画角2	51.6	-	
像高Y	14.20	14.20	
レンズ全長	55.50	55.50	10
BF	20.50	20.50	
可変間隔			
物面		444.5000	
d9	0.7000	2.3109	
d11	7.2000	5.5891	

## [レンズ群データ]

群	始面	焦点距離	
L1	1	23.95	
L2	10	-36.98	20
L3	12	42.83	
L1A	1	144.34	
L1B	5	21.32	

## 【0085】

## [条件式対応値]

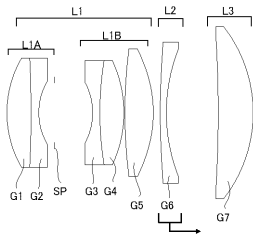
式	条件式(1)	条件式(2)	条件式(3)	
	$f1A/f1B23$	$f/f1$	$m2/m3$	
範囲	$5.0 < x < 14.0$	$1.1 < x < 1.5$	$x > 2.1$	
実施例1	11.51	1.20	3.4	
実施例2	13.38	1.42	3.2	30
実施例3	5.58	1.20	2.3	
実施例4	10.48	1.31	22.8	
実施例5	8.35	1.22	5.1	
実施例6	5.59	1.23	4.4	

## 【符号の説明】

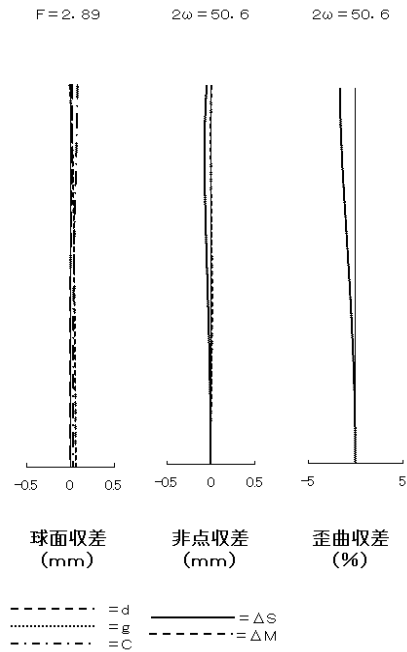
## 【0086】

L1	第1レンズ群	
L2	第2レンズ群	
L3	第3レンズ群	
L1A	第1レンズ群L1の開口絞りより物体側のレンズ群	40
L1B	第1レンズ群L1の開口絞りより像側のレンズ群	
SP	開口絞り	

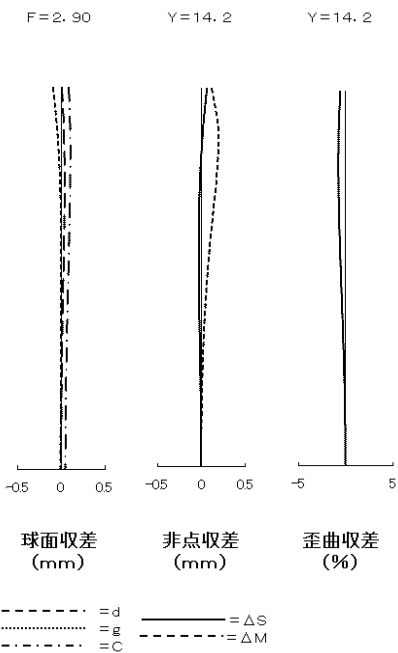
【 図 1 】



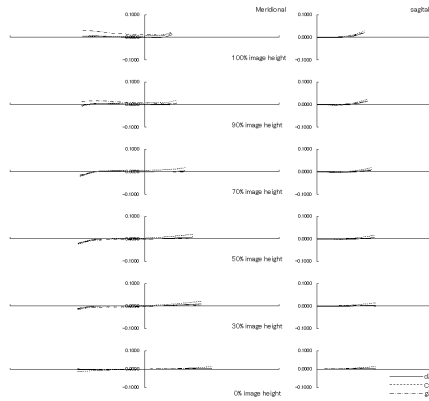
【 図 2 】



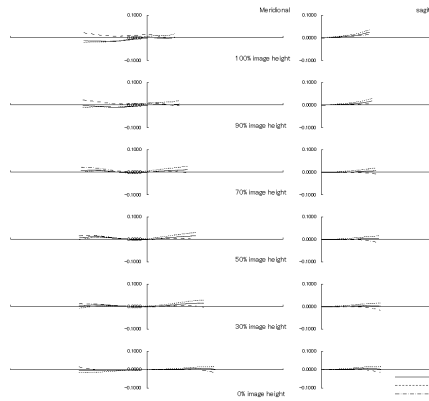
【 図 3 】



【 図 4 】

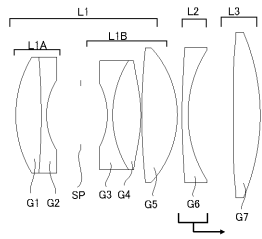


【 図 5 】

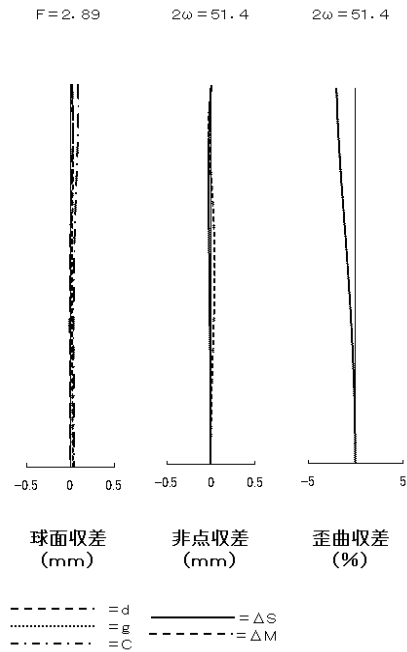




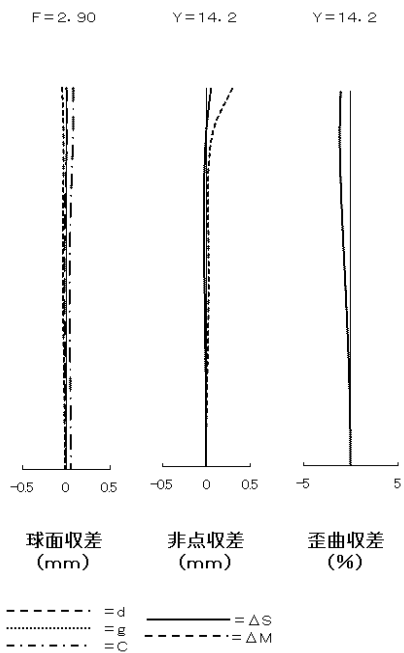
【 図 6 】



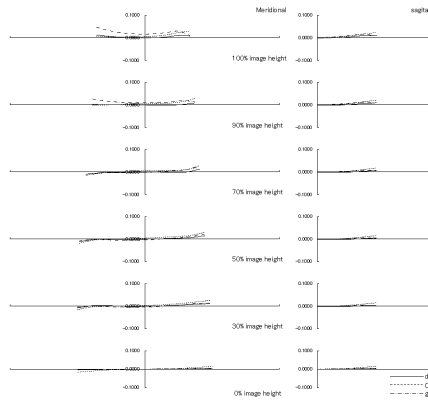
【 図 7 】



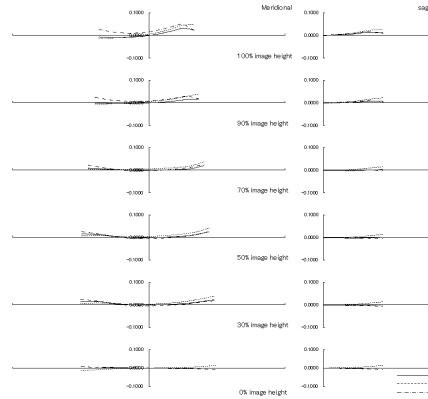
【 図 8 】



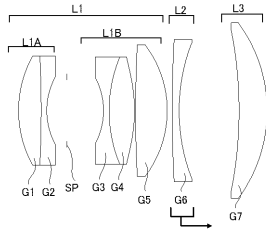
【 図 9 】



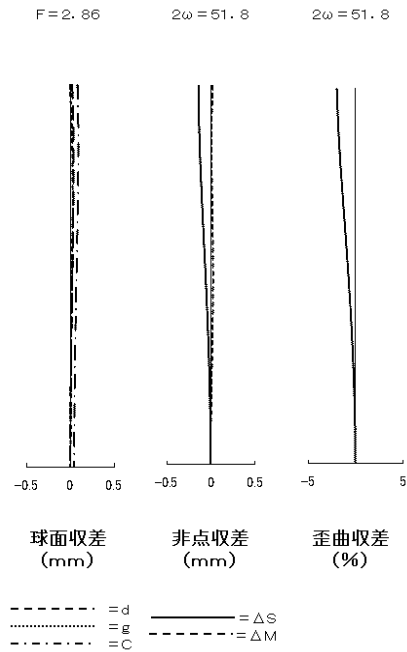
【 図 10 】



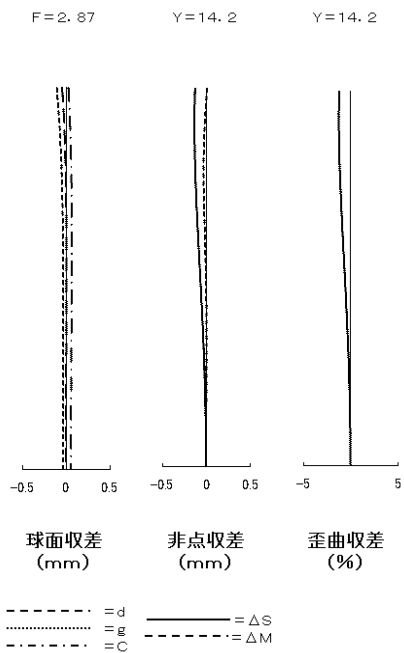
【 図 1 1 】



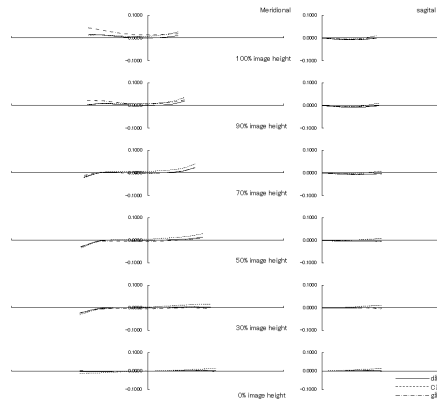
【 図 1 2 】



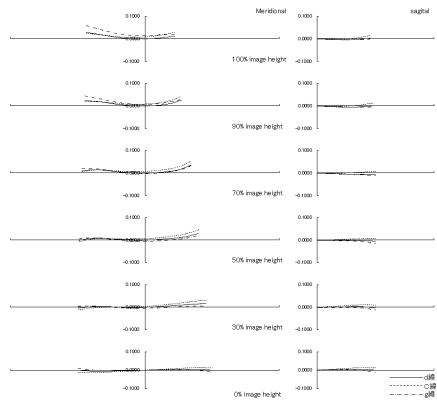
【 図 1 3 】



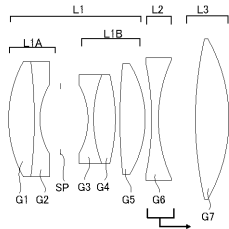
【 図 1 4 】



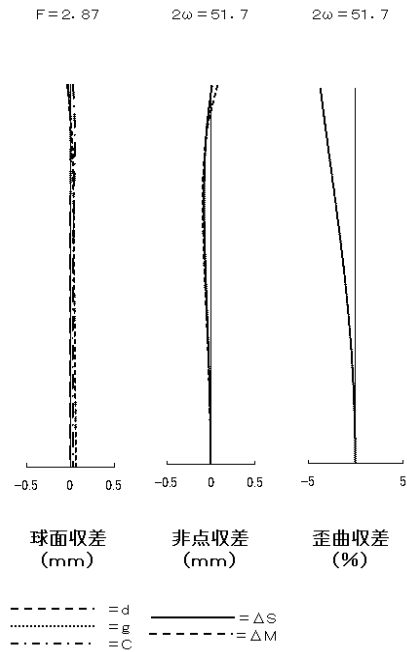
【 図 1 5 】



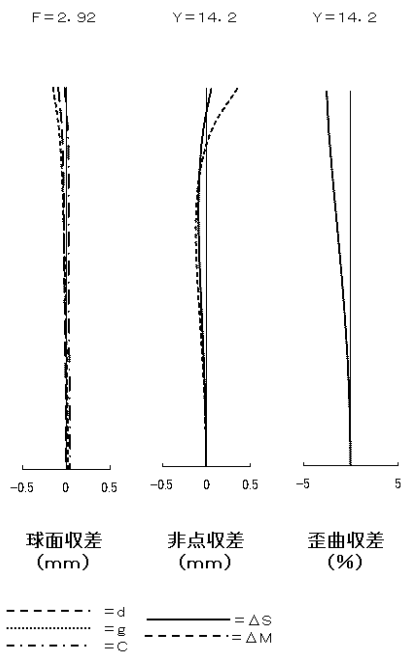
【 図 1 6 】



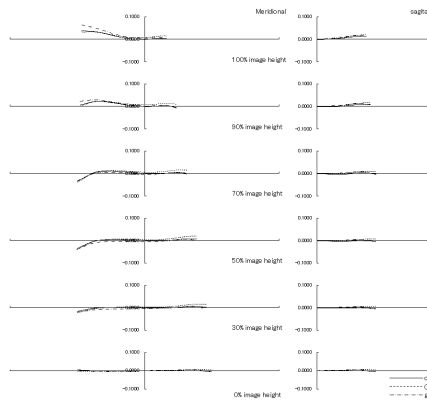
【 図 1 7 】



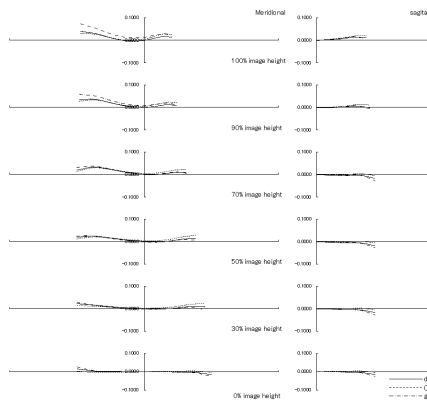
【 図 1 8 】



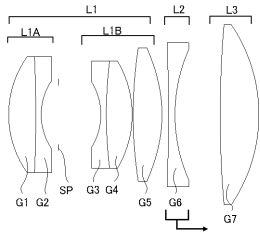
【 図 1 9 】



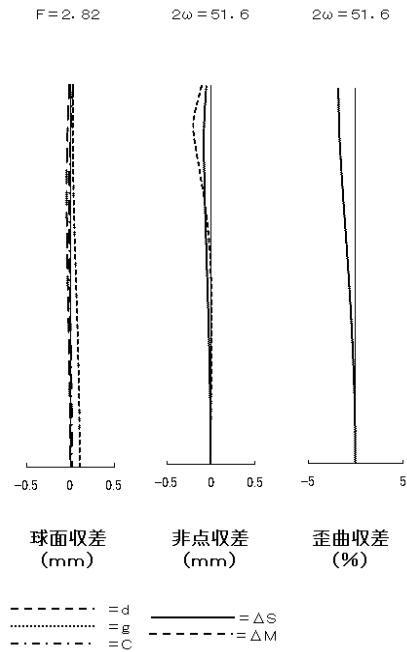
【 図 2 0 】



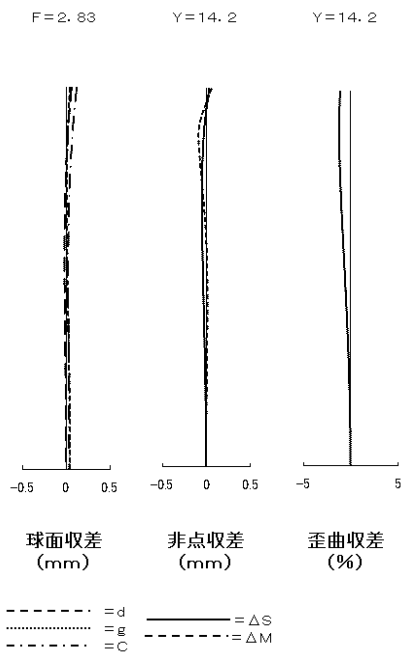
【 図 2 1 】



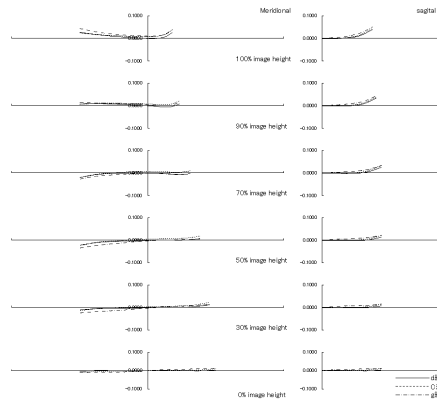
【 図 2 2 】



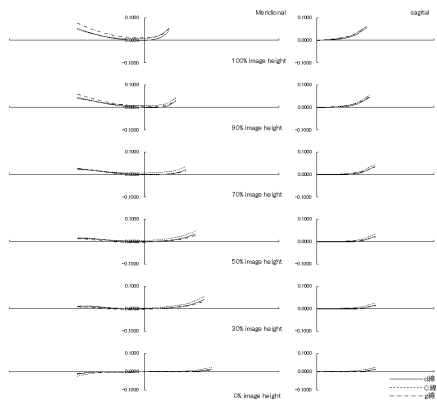
【 図 2 3 】



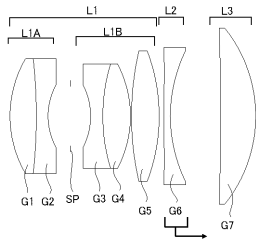
【 図 2 4 】



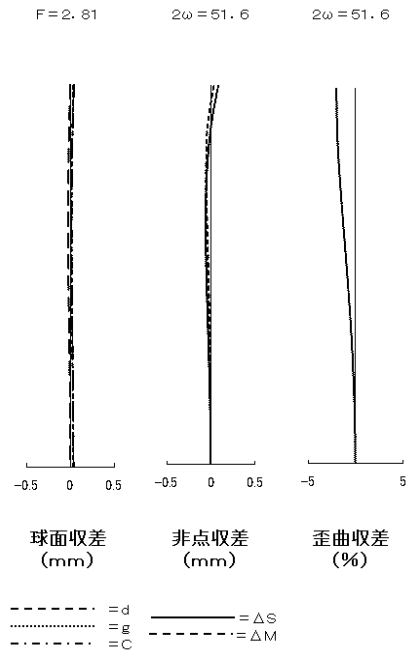
【 図 2 5 】



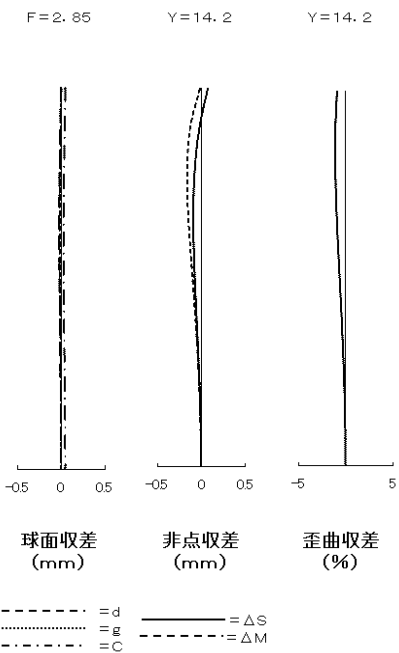
【 図 2 6 】



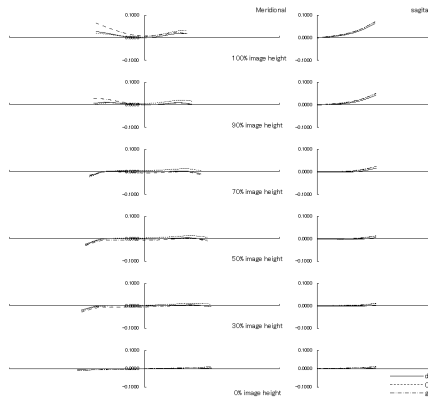
【 図 2 7 】



【 図 2 8 】



【 図 2 9 】



【 図 3 0 】

