

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成29年4月13日(2017.4.13)

【公開番号】特開2015-176009(P2015-176009A)

【公開日】平成27年10月5日(2015.10.5)

【年通号数】公開・登録公報2015-062

【出願番号】特願2014-52919(P2014-52919)

【国際特許分類】

G 02 B 13/00 (2006.01)

G 02 B 13/18 (2006.01)

G 03 B 19/07 (2006.01)

【F I】

G 02 B 13/00

G 02 B 13/18

G 03 B 19/07

【手続補正書】

【提出日】平成29年3月9日(2017.3.9)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体の光学像を像面における互いに異なる領域にそれぞれ形成する複数の結像光学系を有する複眼光学機器であって、

前記複数の結像光学系は、互いに異なる焦点距離を有する結像光学系を含み、

前記複数の結像光学系を構成する複数のレンズであって光軸に直交する方向において互いに隣接する隣接レンズが一体に保持されており、

前記複数の結像光学系のうち最も焦点距離が短い結像光学系における最も物体側のレンズが、負の光学パワーを有し、かつ前記物体側に凸面を向けたメニスカスレンズであり、

前記凸面の最も物体側の点が他の結像光学系の最も物体側のレンズ面よりも物体側に位置していることを特徴とする複眼光学機器。

【請求項2】

前記隣接レンズは互いに同じ材料により形成され、かつ互いに異なる面形状を有する少なくとも2つのレンズを含むことを特徴とする請求項1に記載の複眼光学機器。

【請求項3】

前記隣接レンズは互いに同じ材料により形成され、かつ屈折力の符号が同じ少なくとも2つのレンズを含むことを特徴とする請求項1または2に記載の複眼光学機器。

【請求項4】

前記隣接レンズは互いに同じ材料により一体で形成されていることを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載の複眼光学機器。

【請求項5】

前記各結像光学系は、少なくとも3つのレンズにより構成されており、

前記隣接レンズのうちレンズ面の中心の前記光軸に沿った方向での位置が一致しない少なくとも2つのレンズのうち少なくとも一方のレンズがメニスカス形状を有することを特徴とする請求項1から4のいずれか一項に記載の複眼光学機器。

【請求項6】

前記各結像光学系は、フォーカシングに際して光軸に沿った方向に移動可能なフォーカスレンズ群と、該フォーカスレンズ群よりも像側に配置され、フォーカシングに際して不動の固定レンズ群とを含み、

前記複数の結像光学系において互いに焦点距離が異なる結像光学系のうち、焦点距離が短い方のワイド側結像光学系の焦点距離を f_w とし、該ワイド側結像光学系の前記フォーカスレンズ群の横倍率を $E S_w$ とし、該ワイド側結像光学系の前記固定レンズ群の横倍率を R_w とし、焦点距離が長い方のテレ側結像光学系の焦点距離を f_t とし、該テレ側結像光学系の前記フォーカスレンズ群の横倍率を $E S_t$ とし、該テレ側結像光学系の前記固定レンズ群の横倍率を R_t とするとき、

【数3】

$$0.8 < \frac{E S_w \cdot f_t^2}{E S_t \cdot f_w^2} < 1.2$$

ただし、 $E S_w = (1 - \frac{f_w^2}{f_t^2}) \cdot \frac{R_w^2}{R_t^2}$
 $E S_t = (1 - \frac{f_t^2}{f_w^2}) \cdot \frac{R_t^2}{R_w^2}$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1から5のいずれか一項に記載の複眼光学機器。

【請求項7】

前記複数の結像光学系は、互いに異なる焦点距離を有する結像光学系のいずれかと焦点距離が同じ結像光学系を含むことを特徴とする請求項1から6のいずれか一項に記載の複眼光学機器。

【請求項8】

前記複数の結像光学系がそれぞれ形成する複数の前記光学像を互いに異なる光電変換領域において光電変換する1つの撮像素子、または前記複数の光学像のそれぞれを光電変換する複数の撮像素子を有することを特徴とする請求項1から7のいずれか一項に記載の複眼光学機器。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】複眼光学機器

【技術分野】

【0001】

本発明は、複眼撮像を行うための撮像装置やレンズ装置等の複眼光学機器に関する。

【背景技術】

【0002】

ビデオカメラやデジタルカメラのような撮像装置として、結像光学系を複数に分割することにより小型化を実現する複眼撮像装置が提案されている。複眼は、昆虫の眼の構造を利用したものであり、例えば複数のレンズからなるレンズアレイによって結像光学系を構成し、各レンズを小径化および短焦点距離化することで撮像装置を小型化することができる。

【0003】

ただし、従来の複眼撮像装置に撮影画角を可変にする光学的なズーム機能を付加することは困難である。これは、結像光学系を構成するレンズを光軸方向に移動させて撮影画角を変更する光学的なズーム機能を複眼撮像装置に採用するためには、複数に分割された結像光学系のそれぞれのレンズを移動させる機構が必要であり、その結果、撮像装置が大型

化するためである。

【0004】

特許文献1には、画角が異なる短焦点レンズと長焦点レンズとが被写体の同じ部分を含むように撮像する複眼撮像装置が開示されている。この複眼撮像装置では、撮像素子のうち短焦点レンズに対応した撮像領域から得られた画像の一部に、長焦点レンズに対応した撮像領域から得られたズームアップ画像を嵌め込む。また、特許文献2には、互いに焦点距離が異なる複数の単焦点レンズを有し、撮影に使用する単焦点レンズの光軸上に撮像素子が移動することで撮影画角を変更する撮像装置が開示されている。さらに、特許文献3には、互いに焦点距離が異なる複数の個眼（光学系）のそれぞれを前群レンズと後群レンズとで構成した複眼撮像装置が開示されている。この複眼撮像装置では、複数の個眼における最も物体側のレンズ面の撮像素子からの距離を各個眼の視野が他の個眼によって遮られないように設定している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2005-303694号公報

【特許文献2】特開2001-330878号公報

【特許文献3】特開2005-341301号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1には、互いに焦点距離が異なる単焦点光学系を用いて得られた画像の画像処理によってズーミングを実現する構成が開示されているが、ズーム範囲を拡大するために必要となる結像光学系の広角化のための構成については開示されていない。また、特許文献3にて開示された複眼撮像装置では、複数の個眼のそれぞれの最も物体側のレンズ面のうち広角用個眼のレンズ面が最も撮像素子に近い位置に配置されている。このため、この広角用個眼をより広角化しようとしても、その視野が望遠用個眼によって遮られる。

【0007】

さらに、特許文献2にて開示された撮像装置では、複数の単焦点レンズに対して撮像素子が移動する構成によって撮像に使用する単焦点レンズが切り替えられるため、互いに画角が異なる複数の画像を同時に取得する複眼撮像装置として用いることはできない。

【0008】

本発明は、互いに焦点距離が異なる複数の結像光学系のうち広角側の結像光学系のさらなる広角化と視野の確保とを両立することができるようとした複眼光学機器を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一側面としての複眼光学機器は、物体の光学像を像面における互いに異なる領域にそれぞれ形成する複数の結像光学系を有する。該複数の結像光学系は、互いに異なる焦点距離を有する結像光学系を含み、該複数の結像光学系を構成する複数のレンズであって光軸に直交する方向において互いに隣接する隣接レンズが一体に保持されている。そして、複数の結像光学系のうち最も焦点距離が短い結像光学系における最も物体側のレンズが、負の光学パワーを有し、かつ物体側に凸面を向けたメニスカスレンズであり、該凸面の最も物体側の点が他の結像光学系の最も物体側のレンズ面よりも物体側に位置していることを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、互いに焦点距離が異なる複数の結像光学系を有する複眼光学機器において、広角側の結像光学系をより広角化しつつその視野も確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施例である複眼撮像装置の構成を示すブロック図。

【図2】実施例の複眼撮像装置の撮像部の構成を示す斜視図。

【図3】上記撮像部の正面図。

【図4】実施例の複眼撮像装置により取得される撮影画像を示す図。

【図5】実施例の複眼撮像装置におけるフォーカス駆動機構の構成を示す斜視図。

【図6】(A), (B), (C)および(D)はそれぞれ、参考例1(数値例1)の複眼撮像装置の複眼結像光学系を構成するワイド光学系、ワイドミドル光学系、テレミドル光学系およびテレ光学系の断面図。

【図7】(A), (B), (C)および(D)はそれぞれ、数値例1におけるワイド光学系、ワイドミドル光学系、テレミドル光学系およびテレ光学系の収差図。

【図8】(A), (B), (C)および(D)はそれぞれ、参考例2(数値例2)の複眼撮像装置の複眼結像光学系を構成するワイド光学系、ワイドミドル光学系、テレミドル光学系およびテレ光学系の断面図。

【図9】(A), (B), (C)および(D)はそれぞれ、数値例2におけるワイド光学系、ワイドミドル光学系、テレミドル光学系およびテレ光学系の収差図。

【図10】(A), (B), (C)および(D)はそれぞれ、参考例3(数値例3)の複眼撮像装置の複眼結像光学系を構成するワイド光学系、ワイドミドル光学系、テレミドル光学系およびテレ光学系の断面図。

【図11】(A), (B), (C)および(D)はそれぞれ、数値例3におけるワイド光学系、ワイドミドル光学系、テレミドル光学系およびテレ光学系の収差図。

【図12】(A), (B), (C)および(D)はそれぞれ、参考例4(数値例4)の複眼撮像装置の複眼結像光学系を構成するワイド光学系、ワイドミドル光学系、テレミドル光学系およびテレ光学系の断面図。

【図13】(A), (B), (C)および(D)はそれぞれ、数値例4におけるワイド光学系、ワイドミドル光学系、テレミドル光学系およびテレ光学系の収差図。

【図14】(A)および(B)はそれぞれ、実施例1(数値例5)の複眼撮像装置の複眼結像光学系を構成するワイド光学系およびテレ光学系の断面図。

【図15】(A)および(B)はそれぞれ、数値例5におけるワイド光学系、ワイドミドル光学系、テレミドル光学系およびテレ光学系の収差図。

【図16】(A)および(B)はそれぞれ、実施例2(数値例6)の複眼撮像装置の複眼結像光学系を構成するワイド光学系およびテレ光学系の断面図。

【図17】(A)および(B)はそれぞれ、数値例6におけるワイド光学系、ワイドミドル光学系、テレミドル光学系およびテレ光学系の収差図。

【図18】(A)および(B)はそれぞれ、参考例5(数値例7)の複眼撮像装置の複眼結像光学系を構成するワイド光学系およびテレ光学系の断面図。

【図19】(A)および(B)はそれぞれ、数値例7におけるワイド光学系およびテレ光学系での収差図。

【図20】実施例の複眼撮像装置の変形例を示す断面図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

【0013】

まず、本発明の実施例である複眼光学機器としての複眼撮像装置(以下、単に撮像装置という)の構成について説明し、その後、該撮像装置において用いられる複眼結像光学系の具体的な参考例及び実施例(数値例)について説明する。

【0014】

実施例の撮像装置は、複数の単焦点の結像光学系により構成される複眼結像光学系を有する。該複数の結像光学系は、互いに焦点距離が異なる少なくとも2つの結像光学系を含む。そして、該撮像装置は、複数の結像光学系により像面における互いに異なる領域にそれぞれ形成された物体(被写体)の光学像を、結像光学系ごとに対応する撮像領域(光電

変換領域)を有する1つの撮像素子により撮像(光電変換する)。または、結像光学系ごとに設けられた(つまりは複数設けられた)撮像素子により撮像する。撮像素子は、CCDセンサやCMOSセンサ等の光電変換素子である。

【0015】

実施例の撮像装置は、互いに焦点距離が異なる複数の結像光学系を用いて撮影画角が互いに異なる合焦点像を同時に(つまりは一度の撮像によって)取得することでズーミングを実現する。連続的なズーミングを行うズーム機能を実現するために、撮影画像の一部をトリミングし、トリミングした範囲を拡大することによって擬似的なズーミング効果を得るデジタルズームにより撮影画角間を補間する。また、実施例では、デジタルズームにより得られる中間画角の画像(デジタルズーム画像)の一部に、望遠用の結像光学系とこれに対応する撮像領域または撮像素子により得られる望遠画像を嵌め込む。これにより、望遠画像の部分の解像度をデジタルズーム画像の部分の解像度よりも高くした中間画角の画像を得ることができる。

【0016】

複数の結像光学系はそれぞれ、フォーカシングに際して光軸に沿った方向(以下、光軸方向という)に移動するフォーカスレンズ群を含む。ところが、撮影画角が互いに異なる複数の合焦点像を同時に取得するための複数の結像光学系をそれぞれ独立に設計すると、フォーカスレンズ群の移動量の違いによって、その駆動機構が結像光学系ごとに必要となる。例えば、駆動源としてのモータが結像光学系ごとに必要となる。また、モータを共用することができたとしても、結像光学系ごとに送りピッチが異なる送りねじやギア比が異なるギア列等が必要となる。この結果、撮像装置が大型化したり、フォーカスレンズ群の駆動機構(以下、フォーカス駆動機構という)が複雑になったりする。フォーカス駆動機構を単純な構成にするためには、焦点距離が互いに異なる複数の結像光学系においてフォーカシング時のフォーカスレンズ群の移動量を同じ量とする必要がある。

【0017】

ここで、互いに焦点距離が異なる2つの結像光学系のうち焦点距離が短い方の結像光学系(以下、ワイド側結像光学系という)の焦点距離を f_w とし、焦点距離が長い方の結像光学系(以下、テレ側結像光学系という)の焦点距離を f_t とする。また、ワイド側結像光学系のフォーカスレンズ群の横倍率を F_w とし、該フォーカスレンズ群よりも像面側(以下、像側という)に配置され、フォーカシングに際して不動の固定レンズ群である後レンズ群の横倍率を R_w とする。さらに、テレ側結像光学系のフォーカスレンズ群の横倍率を F_t とし、該フォーカスレンズ群よりも像側に配置され、フォーカシングに際して不動の固定レンズ群である後レンズ群の横倍率を R_t とする。このとき、ワイド側およびテレ側結像光学系のフォーカスレンズ群の位置敏感度(光軸方向への移動量に対するピント変動量の割合) ES_w , ES_t はそれぞれ次式(1), (2)で表される。

【0018】

$$ES_w = (1 - F_w^2) \cdot R_w^2 \quad \dots (1)$$

$$ES_t = (1 - F_t^2) \cdot R_t^2 \quad \dots (2)$$

ここで、ワイド側およびテレ側結像光学系のそれぞれのフォーカスレンズ群の移動量を同じとするために満足すべき近軸的な条件は、次式(3)のように表される。

【0019】

【数1】

$$\frac{ES_w \cdot f_t^2}{ES_t \cdot f_w^2} = 1 \quad \dots (3)$$

【0020】

式(3)は、ワイド側およびテレ側結像光学系の焦点距離の2乗の比とフォーカスレンズ群の位置敏感度の比とが等しい場合にフォーカシングレンズ群の移動量を同じにすることができる事を示している。実施例の撮像装置は、この式(3)の条件を満足するように

フォーカスレンズ群と後レンズ群の横倍率を設定している。

【0021】

なお、各結像光学系におけるフォーカスレンズ群の位置敏感度は、式(3)を完全に満足しなくても、ピントずれが許容錯乱円径内であれば足りる。例えば、近軸上の像面移動量 x とフォーカスレンズ群による像面移動量 A との差分をピントずれ量とし、許容錯乱円径 F を撮像面(イメージサークル)の $1/500$ から $1/1000$ 程度とすると、ピントずれ量は次式を満足すればよい。

$$|x - A| < (F \text{ 値}) \times$$

このため、実際には、以下の式(4)で示す条件を満足すれば、ピントずれ量はワイド側およびテレ側結像光学系の焦点深度内で収まっており、ワイド側およびテレ側結像光学系は、同一のフォーカスレンズ群の移動量で合焦画像の同時取得が可能となる。

【0022】

【数2】

$$0.8 < \frac{ES_W \cdot f_T^2}{ES_T \cdot f_W^2} < 1.2 \dots (4)$$

【0023】

つまり、互いに撮影画角が異なる合焦画像の同時取得とフォーカス駆動機構の単純化とを両立するためには、焦点距離が異なる結像光学系のそれぞれのフォーカスレンズ群を一体に保持し、式(4)の条件を満足するようにそれらの移動量を同じにすればよい。式(4)の条件の上限を超えると、テレ側結像光学系にてピントが合うようにフォーカスレンズ群を移動させた場合に、同じ移動量だけフォーカスレンズ群が移動したワイド側結像光学系ではその焦点深度の範囲からピントずれ量が物体側に超えてピントがぼける。一方、式(4)の条件の下限を下回ると、テレ側結像光学系にてピントが合うようにフォーカスレンズ群を移動させた場合に、同じ移動量だけフォーカスレンズ群が移動したワイド側結像光学系ではその焦点深度の範囲からピントずれ量が像側に超えてピントがぼける。

【0024】

このように、各結像光学系が有するフォーカスレンズ群と後レンズ群の横倍率を適切に設定することにより、互いに異なる焦点距離を有する結像光学系のフォーカスレンズ群の移動量を互いに同じとすることができます。これにより、互いに異なる撮影画角の合焦画像の同時取得とフォーカス駆動機構の単純化とを両立することができる。

【0025】

なお、実施例では、複眼結像光学系と撮像素子とを一体的に備えた撮像装置について説明するが、本発明の複眼光学機器には、撮像素子を有する撮像装置とは別に構成され、複眼結像光学系を有して撮像装置に対して取り外し可能に装着される交換レンズ装置を含む。

【0026】

以下、実施例の撮像装置の基本的な構成について説明する。図1には実施例の撮像装置1の構成を示しており、図2および図3には該撮像装置1の撮像部100の構成を示している。

【0027】

撮像装置1は、撮像部100、A/D変換器10、画像処理部20、システムコントローラ30、撮像制御部40、情報入力部50、画像記録媒体60および表示部70を有する。

【0028】

撮像部100は、それぞれ物体の光学像を形成する8つの結像光学系(単焦点結像光学系)110a, 110b, 120a, 120b, 130a, 130b, 140a, 140bと、8つの結像光学系のそれぞれに対応する8つの撮像素子210a~210hとを有する。図1には、撮像部100のうち結像光学系110a, 140aの光軸(図中に一点

鎖線で示す)を含む断面を示している。図2に示すように、8つの結像光学系110a, 120a, 130a, 140a, 110b, 120b, 130b, 140bは、それらの光軸が互いに平行になるように配置されている。

【0029】

各結像光学系は、フォーカシングのために光軸方向に移動可能なフォーカスレンズ群105Fと、フォーカスシング時には不動の後レンズ群(固定群)105Rとを有する。8つの結像光学系のフォーカスレンズ群105Fは、合焦すべき物体の位置の変化に対して互いに同じ移動量だけ移動するように、同一の保持部材300によって一体的に保持され、かつ駆動される。また、8つの結像光学系の後レンズ群105Rは、同一の保持部材310によって一体的に保持され、フォーカシングに際しては固定される。なお、各結像光学系には、不図示の絞り等の他の光学部材も含まれる。

【0030】

このように、フォーカシングに際して結像光学系の一部を一体で移動させる手法は部分フォーカスとして知られている。フォーカスレンズ群105Fは、1つ又は複数のレンズにより構成されている。8つの結像光学系を構成するフォーカスレンズ群を一体的に保持することにより、8つの結像光学系を撮像装置に対して組み込む際の各結像光学系の位置合わせ等の調整工程を簡略化することができる。

【0031】

8つの撮像素子210a～210hは一体で保持されて撮像素子ユニット200を構成する。撮像素子210aは結像光学系110aに対応し、撮像素子210bは結像光学系120aに対応する。撮像素子210cは結像光学系110bに対応し、撮像素子210dは結像光学系120bに対応する。撮像素子210eは結像光学系140aに対応し、撮像素子210fは結像光学系130aに対応する。撮像素子210gは結像光学系140bに対応し、撮像素子210hは結像光学系130bに対応する。

【0032】

8つの結像光学系110a, 120a, 130a, 140a, 110b, 120b, 130b, 140bのうち、参照符号として同じ数字にa, bが付された2つの結像光学系(例えば、110aと110b)は、互いに同じ焦点距離を有する。一方、参照符号としての数字が異なる4組の結像光学系110(a, b), 120(a, b), 130(a, b), 140(a, b)は互いに異なる焦点距離を有する。これら4組の結像光学系のうち結像光学系110(a, b)は最も短い焦点距離を有するワイド光学系であり、結像光学系120(a, b)は2番目に短い焦点距離を有するワイドミドル光学系である。また、結像光学系130(a, b)は2番目に長い(3番目に短い)焦点距離を有するテレミドル光学系であり、結像光学系140(a, b)は最も長い焦点距離を有するテレ光学系である。

【0033】

これら8つの結像光学系は、上段と下段のそれぞれにおいて水平方向に4つずつ並べられており、上側に配置された1つの結像光学系とその下側に配置された1つの結像光学系とで対をなす。具体的には、図3に示す正面視(光軸方向視)において左側から順に、ワイド光学系110aとテレ光学系140aが対をなし、ワイドミドル光学系120aとテレミドル光学系130aが対をなす。また、ワイド光学系110bとテレ光学系140bが対をなし、ワイドミドル光学系120bとテレミドル光学系130bが対をなす。このように、複数(8つ)の結像光学系は、互いに異なる焦点距離を有する2つの結像光学系が対をなすように複数対(四対)の結像光学系を含む。なお、実施例では、複数対(四対)の結像光学系のうち少なくとも一対の結像光学系(例えば110a, 140a)は、他の少なくとも一対の結像光学系(例えば、120a, 130a)とは焦点距離の組み合わせが異なっている。

【0034】

以下の説明において、各対の結像光学系のうち一方の結像光学系と他方の結像光学系のそれぞれのフォーカスレンズ群を構成するレンズであって光軸に直交する方向(上下方向

)にて互いに隣接するレンズ(隣接レンズ)をレンズ対と称する。このとき、保持部材300は、四対の結像光学系のフォーカスレンズ群を構成する4つのフォーカスレンズ対を一体に保持する。また、各対の結像光学系のうち一方の結像光学系と他方の結像光学系のそれぞれの後レンズ群を構成するレンズであって光軸に直交する上下方向にて互いに隣接するレンズ(隣接レンズ)もレンズ対と称する。このとき、保持部材310は、四対の結像光学系の後レンズ群を構成する4つのレンズ対を一体に保持する。

【0035】

図1および図2において、対の結像光学系110a, 140aのそれぞれにより形成された光学像は、撮像素子210a, 210eによる光電変換作用によってアナログ電気信号に変換される。同様に、対の結像光学系120a, 130aのそれぞれにより形成された光学像は、撮像素子210b, 210fによる光電変換作用によってアナログ電気信号に変換される。また、対の結像光学系110b, 140bのそれぞれにより形成された光学像は、撮像素子210c, 210gによる光電変換作用によってアナログ電気信号に変換される。さらに、対の結像光学系120b, 130bのそれぞれにより形成された光学像は、撮像素子210d, 210hによる光電変換作用によってアナログ電気信号に変換される。

【0036】

図1に示すA/D変換器10は、撮像素子210a～210hから出力されたアナログ電気信号をデジタル信号に変換して画像処理部20に供給する。画像処理部20は、A/D変換器10からの各デジタル信号に対して画素補間処理や色変換処理等の所定の画像処理を行いデジタル画像としての撮影画像を生成する。また、画像処理部20は、撮影画像のデータを用いて所定の演算処理を行う。画像処理部20による演算処理の結果を示すデータはシステムコントローラ30に送信される。

【0037】

情報入力部50は、ユーザが入力した撮像条件の情報を情報取得部51にて取得し、その情報をシステムコントローラ30に供給する。システムコントローラ30は、供給された各種データに基づいて撮像制御部40を制御する。撮像制御部40は、フォーカスレンズ群105Fの位置(移動量)、各結像光学系の絞り値および撮像素子210a～210hの露出時間等を制御して撮像を行う。

【0038】

図4には、結像光学系110a, 120a, 130a, 140aを用いて得られる撮影画像1110a, 1120a, 1130a, 1140aを示す。図4に示すように、ワイド光学系110aを用いて得られる撮影画像1110aは、最も広い撮影画角(被写体空間)を取り込んだ画像である。以下、ワイドミドル光学系120a、テレミドル光学系130aおよびテレ光学系140aを用いて得られる撮影画像1120a, 1130a, 1140aの順で撮影画角が狭くなる。

【0039】

図5には、撮像部100のフォーカス駆動機構の構成を示している。8つの結像光学系のフォーカスレンズ群105Fを保持する保持部材300は、各結像光学系の光軸に平行に延びる第1ガイドバー401および第2ガイドバー402にそれぞれ係合するスリーブ部403およびU溝部404を有する。スリーブ部403は第1ガイドバー401により光軸方向にガイドされ、U溝部404は第1ガイドバー401を中心とする保持部材300の回転を阻止する。

【0040】

また、フォーカス駆動機構には、不図示のステッピングモータ等のアクチュエータによって回転するリードスクリュー405と、該リードスクリュー405に噛合したラック406とを有する。ラック406は保持部材300に取り付けられている。リードスクリュー405の回転はラック406によって光軸方向への駆動力に変換され、この駆動力によって保持部材300はフォーカスレンズ群105Fとともに光軸方向に移動する。

【0041】

互いに焦点距離が異なる各対の結像光学系は、式(4)で示した条件を満足する。このことは、8つの結像光学系のうち互いに焦点距離が異なるいずれの2つの結像光学系についても同じである。このため、四対の結像光学系のフォーカスレンズ群105Fを一体に保持する保持部材300を移動させる、つまりはこれらフォーカスレンズ群105Fを同一の移動量だけ移動させることで、該四対の結像光学系を同一距離の物体に対して合焦させることができる。したがって、一度の撮像の制御によって互いに撮影画角が異なる四対の合焦画像(撮影画角が等しい2つずつの合焦画像)を取得することができる。

【0042】

なお、前述したように四対の結像光学系に含まれる4つのレンズ対を同一の保持部材300や保持部材310によって一体で保持することで、8つの結像光学系を組み立てる際の各結像光学系の位置合わせ等の調整を簡略化することができる。具体的には、保持部材に位置決めのためのマーカーを付けておくことで、組立時にはそのマーカーを所定の位置に合わせるように組み立てることで該保持部材によって保持した4つのレンズ対の位置合わせを一括して(1工程で)行うことができる。

【0043】

画像記録媒体60は、撮影画像のデータや、その撮影画像を取得した際の撮像条件等の情報を格納する。表示部70は、液晶表示素子等の表示デバイスにより構成され、撮影画像や他の情報を表示する。

【0044】

なお、図1および図2では、各結像光学系をフォーカスレンズ群Fと後レンズ群Rの2群で構成した場合を示すが、3群以上の多群構成の結像光学系を用いてもよい。

【0045】

また、実施例では、最も焦点距離が短いワイド光学系のうち最も物体側に配置されるレンズは、負の光学パワー(焦点距離の逆数)を有し、かつ物体側に凸面を向けたメニスカスレンズである。このようなメニスカスレンズを用いることで、ワイド光学系をより広角化した際の歪曲収差や像面彎曲を効果的に補正することができる。さらに、該メニスカスレンズの物体側凸面は、複数の結像光学系のうち最も物体側に配置されている。これにより、ワイド光学系をより広角化しても、他の結像光学系による光束のけられが生じず、ワイド光学系の視野が遮られることがない。このため、ワイド光学系に対応する広い撮影画角を含む互いに異なる撮影画角の複数の合焦画像を一度の撮像によって取得することができる。

【0046】

さらに、実施例においては、上述したレンズ対は互いに異なる面形状を有し、複数対の結像光学系のうち少なくとも一対の結像光学系におけるレンズ対が互いに同じ材料により形成されていることが望ましい。互いに異なる焦点距離を有する対の結像光学系に含まれるレンズ対が互いに異なる面形状を有することで、これらレンズ対を一体に保持した場合でも、その対の結像光学系において十分な結像性能を得ることが可能となる。さらに、少なくとも1対の結像光学系におけるレンズ対を同じ材料で形成することで、結像光学系を複数設ける場合でも、その製造コストを低減することができ、撮像装置全体としてのコストを低減することができる。

【0047】

この場合において、同じ材料で形成されたレンズ対を一体の部材として成形する(一体成形する)ことで、製造コストをより低減したり、対の結像光学系の組立てをより容易にしたりすることができる。図20には、例として、図1に示した一対の結像光学系におけるフォーカスレンズ群105Fのレンズ対と後レンズ群105Rのレンズ対とをそれぞれ同じ材料により一体成形した場合の該一対の結像光学系の断面を示している。保持部材300はフォーカスレンズ群105Fの一体成形レンズ対を保持し、保持部材310は後レンズ群105Rの一体成形レンズ対を保持している。レンズ対の一体成形の手法としては、従来の射出成型法や金型にガラスを入れてプレスするガラスモールド法等を用いることができる。

【0048】

このように互いに異なる焦点距離を有する対の結像光学系に含まれるレンズ対を同一材料により一体成形することで、製造や組立てに要する工程を削減することができ、コスト低減を図ることができる。

【0049】

また、レンズ対が同じ材料により形成された少なくとも一対の結像光学系のうち少なくとも一対の結像光学系のレンズ対の屈折力の符号が同じであることが好ましい。これにより、屈折力の符号が同じレンズ対を含む対の結像光学系における色収差を効果的に補正することができる。

【0050】

また、各結像光学系を少なくとも3つのレンズにより構成し、複数対の結像光学系のうちレンズ対の面中心の光軸方向での位置が一致しない少なくとも一対の結像光学系のレンズ対のうち少なくとも一方のレンズにメニスカス形状を与えることが望ましい。各結像光学系を3つ以上のレンズにより構成することで、各結像光学系の諸収差を効果的に補正することができる。さらに、部分フォーカスを行う際にフォーカスレンズ群を2つ以上のレンズで構成することが可能となるため、フォーカシングによる像面彎曲や色収差の変動を効果的に補正することができる。さらに、光軸方向での面中心の位置が一致しないレンズ対のうち少なくとも一方のレンズにメニスカス形状を与えることで、該レンズ対の接合部分の位置をより近づけることが可能となる。これにより、レンズ対をより容易に一体保持または一体成形することができる。

【0051】

本実施例の撮像装置の構成により、互いに焦点距離が異なる複数の結像光学系をそれぞれ複数のレンズで構成する場合の組立てを簡単にする（工数を削減する）ことができるとともに、ワイド側の結像光学系のさらなる広角化と視野の確保とを両立することができる。

【0052】

以下、複眼結像光学系の具体的な参考例、実施例およびそれに対応する数値例について説明する。

[参考例1]

【0053】

図6(A), (B), (C), (D)には、参考例1の複眼結像光学系を構成するワイド光学系、ワイドミドル光学系、テレミドル光学系およびテレ光学系の断面を示している。これらの断面図において、左側が物体側（前側）であり、右側が像側（後側：以下、像側ともいう）である。Fはフォーカスレンズ群を、Rは後レンズ群を示す。S Pは開口絞りを、I Pは像面を示す。像面I Pには、光学系ごとの撮像領域を有する1つの撮像素子または光学系ごとに用意された複数の撮像素子が配置される。これらの参照符号の説明は、後述する他の参考例及び実施例でも同じである。

【0054】

図7(A), (B), (C), (D)には、参考例1に対応する後述の数値例1のワイド光学系、ワイドミドル光学系、テレミドル光学系およびテレ光学系の諸収差を示す。これらの収差図において、球面収差におけるd-lineとg-lineはそれぞれd線とg線の球面収差を示し、非点収差におけるMとSはそれぞれメリディオナル像面およびサッジタル像面での非点収差を示す。歪曲はd線(d-line)により、倍率色収差はg線(g-line)によりそれぞれ示している。θは半画角、F noはFナンバーである。これらの記号の説明は後述する他の参考例及び実施例でも同じである。

【0055】

本参考例の複眼結像光学系を構成する各結像光学系は、前玉フォーカス方式の光学系であり、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最も物体側のレンズ群であるフォーカスレンズ群Fは物体側に移動し、後レンズ群Rは不動（固定）である。以下の説明において（後述する他の参考例及び実施例においても）、各レンズ群のレンズ構成に

についての説明は、物体側から像側の順での説明とする。

【0056】

図6(A)に示すワイド光学系のフォーカスレンズ群Fは、負の光学パワーを有して物体側に凸面を向けたメニスカスレンズと、両凸形状を有してアッベ数が68.3の正レンズと、負レンズとにより構成されている。この構成により、ワイド光学系を広角化した際の該ワイド光学系の小型化と、歪曲収差および色収差の効果的な補正とを可能としている。また、負のメニスカスレンズの物体側凸面が、光軸方向において、四対の結像光学系のそれぞれの最も物体側の面(第1面)と同じ位置、つまりは四対の結像光学系のうち最も物体側に位置する。このように、ワイド光学系の最も物体側の負のメニスカスレンズの物体側凸面を四対の結像光学系のうち最も物体側に配置することで、ワイド光学系の視野が他の結像光学系で遮られることがない。さらに、このような配置を探ることで、負のメニスカスレンズの外周部(コバ部)が他の結像光学系の最も物体側のレンズのコバ部とより近接するように配置することができる。これにより、レンズ対の保持部材による一体保持または一体成形レンズ対の一体結合部における接合をより簡単に行うことができる。

【0057】

後レンズ群Rは、両凸形状の正レンズと、正レンズと、負レンズとにより構成されている。

【0058】

また、図6(B)に示すワイドミドル光学系のフォーカスレンズ群Fは、負の光学パワーを有して物体側に凸面を向けたメニスカスレンズと、両凸形状を有してアッベ数が68.3の正レンズと、負レンズとにより構成されている。この構成により、ワイドミドル光学系の小型化と、歪曲収差および色収差の効果的な補正とが可能になる。後レンズ群Rは、両凸形状の正レンズと、負レンズと、負レンズとにより構成されている。

【0059】

図6(C)に示すテレミドル光学系のフォーカスレンズ群Fは、両凹形状を有する負レンズと、両凸形状を有してアッベ数が68.3の正レンズと、負レンズとにより構成されている。この構成により、テレミドル光学系の小型化と色収差の効果的な補正とが可能になる。後レンズ群Rは、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズと、正レンズと、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズとにより構成されている。

【0060】

図6(D)に示すテレ光学系のフォーカスレンズ群Fは、正レンズと、両凸形状を有してアッベ数が68.3の正レンズと、負レンズとにより構成されている。この構成により、テレ光学系の小型化と色収差の効果的な補正とが可能になる。後レンズ群Rは、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズと、正レンズと、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズとにより構成されている。

【0061】

本参考例では、それぞれの結像光学系を構成するレンズのコバ部が、物体側からの順番が同じレンズ同士(つまりはレンズ対同士)で近接するように配置されている。このため、物体側からの順番が同じレンズ同士をレンズ対として一体保持または一体成形することができる。

[参考例2]

【0062】

図8(A), (B), (C), (D)には、参考例2の複眼結像光学系を構成するワイド光学系、ワイドミドル光学系、テレミドル光学系およびテレ光学系の断面を示している。図9(A), (B), (C), (D)には、参考例2に対応する後述の数値例2のワイド光学系、ワイドミドル光学系、テレミドル光学系およびテレ光学系の諸収差を示す。

【0063】

本参考例の複眼結像光学系を構成する各結像光学系は、最も物体側に配置された前レンズ群と、それよりも像側に配置されたフォーカスレンズ群Fと、さらに像側に配置された後レンズ群とを有するインナーフォーカス方式の光学系である。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フォーカスレンズ群 F は像側に移動し、後レンズ群 R は不動（固定）である。

【0064】

図 8 (A) に示すワイド光学系の前レンズ群は、負の光学パワーを有して物体側に凸面を向けたメニスカスレンズと、正レンズとにより構成されている。これにより、ワイド光学系の小型化と歪曲収差の効果的な補正を可能としている。フォーカスレンズ群 F は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズと、両凸形状を有してアッベ数が 60.1 の正レンズとにより構成されて、色収差を効果的に補正する。後レンズ群 R は、両凸形状の正レンズと、負レンズとにより構成されている。

【0065】

図 8 (B) に示すワイドミドル光学系の前レンズ群は、負の光学パワーを有して物体側に凸面を向けたメニスカスレンズと、負レンズとにより構成されている。これにより、ワイドミドル光学系の小型化と歪曲収差の効果的な補正とを可能にしている。フォーカスレンズ群 F は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズと、両凸形状を有してアッベ数が 60.1 の正レンズとにより構成され、色収差を効果的に補正している。後レンズ群 R は、像側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズと、負レンズとにより構成されている。

【0066】

図 8 (C) に示すテレミドル光学系の前レンズ群は、両凹形状の負レンズと、正レンズとにより構成され、テレミドル光学系を効果的に小型化している。フォーカスレンズ群 F は、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズと、アッベ数が 60.1 の負レンズとにより構成されており、色収差を効果的に補正している。後レンズ群 R は、像側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズと、負レンズとにより構成されている。

【0067】

図 8 (D) に示すテレ光学系の前レンズ群は、正レンズと、正レンズとにより構成されており、テレ光学系を効果的に小型化している。フォーカスレンズ群 F は、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズと、アッベ数が 60.1 の負レンズとにより構成されており、色収差を効果的に補正している。後レンズ群 R は、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズと、正レンズとにより構成されている。

【0068】

本参考例でも、それぞれの結像光学系を構成するレンズのコバ部が、物体側からの順番が同じレンズ同士（つまりはレンズ対同士）で近接するように配置されている。このため、物体側からの順番が同じレンズ同士をレンズ対として一体保持または一体成形することができる。

[参考例 3]

【0069】

図 10 (A), (B), (C), (D) には、参考例 3 の複眼結像光学系を構成するワイド光学系、ワイドミドル光学系、テレミドル光学系およびテレ光学系の断面を示している。図 11 (A), (B), (C), (D) には、参考例 3 に対応する後述の数値例 3 のワイド光学系、ワイドミドル光学系、テレミドル光学系およびテレ光学系の諸収差を示す。

【0070】

本参考例の複眼結像光学系を構成する各結像光学系は、最も物体側に配置された前レンズ群と、それよりも像側に配置されたフォーカスレンズ群 F とを有し、フォーカスレンズ群よりも像側に配置された後レンズ群は有さないリアフォーカス方式の光学系である。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フォーカスレンズ群 F は物体側に移動し、後レンズ群 R は不動（固定）である。

【0071】

図 10 (A) に示すワイド光学系の前レンズ群は、負の光学パワーを有して物体側に凸面を向けたメニスカスレンズと、正レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負

レンズと、正レンズとにより構成されている。これにより、ワイド光学系の小型化と歪曲収差の効果的な補正を可能としている。フォーカスレンズ群 F は、両凸形状を有してアッベ数が 68.3 の正レンズと、負レンズとにより構成されて、色収差を効果的に補正する。

【0072】

図 10 (B) に示すワイドミドル光学系の前レンズ群は、負の光学パワーを有して物体側に凸面を向けたメニスカスレンズと、正レンズと、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズと、正レンズとにより構成されている。この構成により、ワイドミドル光学系の小型化と歪曲収差の効果的な補正とを可能にしている。フォーカスレンズ群 F は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状を有してアッベ数が 68.3 の正レンズと、負レンズとにより構成され、色収差を効果的に補正する。

【0073】

図 10 (C) に示すテレミドル光学系の前レンズ群は、負レンズと、正レンズと、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズと、正レンズとにより構成され、テレミドル光学系を効果的に小型化する。フォーカスレンズ群 F は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状を有してアッベ数が 68.3 の正レンズと、負レンズとにより構成され、色収差を効果的に補正する。

【0074】

図 10 (D) に示すテレ光学系の前レンズ群は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズと、正レンズと、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズと、負レンズとにより構成されており、テレ光学系を効果的に小型化する。フォーカスレンズ群 F は、アッベ数が 68.3 の正レンズと、像側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズとにより構成され、色収差を効果的に補正する。

【0075】

本参考例でも、それぞれの結像光学系を構成するレンズのコバ部が、物体側からの順番が同じレンズ同士（つまりはレンズ対同士）で近接するように配置されている。このため、物体側からの順番が同じレンズ同士をレンズ対として一体保持または一体成形することができる。

[参考例 4]

【0076】

図 12 (A), (B), (C), (D) には、参考例 4 の複眼結像光学系を構成するワイド光学系、ワイドミドル光学系、テレミドル光学系およびテレ光学系の断面を示している。図 13 (A), (B), (C), (D) には、参考例 4 に対応する後述の数値例 4 のワイド光学系、ワイドミドル光学系、テレミドル光学系およびテレ光学系の諸収差を示す。

【0077】

本参考例の複眼結像光学系を構成する各結像光学系は、前玉フォーカス方式の光学系であり、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フォーカスレンズ群 F は物体側に移動し、後レンズ群 R は不動である。

【0078】

図 12 (A) に示すワイド光学系のフォーカスレンズ群 F は、負の光学パワーを有して物体側に凸面を向けたメニスカスレンズと、アッベ数が 68.3 の正レンズと、負レンズとにより構成されている。この構成により、ワイド光学系の小型化と、歪曲収差および色収差の効果的な補正を可能としている。後レンズ群 R は、両凸形状の正レンズと、正レンズと、負レンズとにより構成されている。

【0079】

図 12 (B) に示すワイドミドル光学系のフォーカスレンズ群 F は、負レンズと、アッベ数が 68.3 の正レンズと、負レンズとにより構成されている。この構成により、ワイドミドル光学系の小型化と、歪曲収差および色収差の効果的な補正とを可能にしている。後レンズ群 R は、両凸形状の正レンズと、正レンズと、負レンズとにより構成されている

。

【0080】

図12(C)に示すテレミドル光学系のフォーカスレンズ群Fは、両凹形状の負レンズと、両凸形状を有してアッペ数が68.3の正レンズと、負レンズとにより構成されている。この構成により、テレミドル光学系の小型化と色収差の効果的な補正とを可能にしている。後レンズ群Rは、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズと、正レンズと、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズとにより構成されている。

【0081】

図12(D)に示すテレ光学系のフォーカスレンズ群Fは、正レンズと、アッペ数が68.3の正レンズと、負レンズとにより構成されている。この構成により、テレ光学系の小型化と色収差の効果的な補正とを可能にしている。後レンズ群Rは、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズと、正レンズと、像側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズとにより構成されている。

【0082】

本参考例でも、それぞれの結像光学系を構成するレンズのコバ部が、物体側からの順番が同じレンズ同士(つまりはレンズ対同士)で近接するように配置されている。このため、物体側からの順番が同じレンズ同士をレンズ対として一体保持または一体成形することができる。

【実施例1】

【0083】

図14(A), (B)には、実施例1の複眼結像光学系を構成するワイド光学系およびテレ光学系の断面を示している。図15(A), (B)には、実施例1に対応する後述の数値例5のワイド光学系およびテレ光学系の諸収差を示す。

【0084】

本実施例の複眼結像光学系を構成する各結像光学系は、前玉フォーカス方式の光学系であり、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フォーカスレンズ群Fは物体側に移動し、後レンズ群Rは不動である。

【0085】

図14(A)に示すワイド光学系のフォーカスレンズ群Fは、負の光学パワーを有して物体側に凸面を向けたメニスカスレンズと、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズとにより構成されている。この構成により、ワイド光学系の小型化と、歪曲収差および色収差の効果的な補正とを可能にしている。後レンズ群Rは、正レンズと、正レンズと、正負接合レンズと、両凹形状の負レンズとにより構成されている。

【0086】

図14(B)に示すテレ光学系のフォーカスレンズ群Fは、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズと、負正接合レンズと、正レンズとにより構成されている。後レンズ群Rは、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズと、像側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズとにより構成されている。

【0087】

本実施例では、ワイド光学系の最も物体側の負のメニスカスレンズのコバ部と物体側から3番目の正レンズのコバ部がそれぞれ、テレ光学系の最も物体側の正のメニスカスレンズのコバ部と物体側から4番目の負のメニスカスレンズのコバ部に近接する。このため、これらレンズ対を一体保持または一体成形することができる。

【実施例2】

【0088】

図16(A), (B)には、実施例2の複眼結像光学系を構成するワイド光学系およびテレ光学系の断面を示している。図17(A), (B)には、実施例2に対応する後述の数値例6のワイド光学系およびテレ光学系の諸収差を示す。

【0089】

本実施例の複眼結像光学系を構成する各結像光学系は、前玉フォーカス方式の光学系で

あり、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フォーカスレンズ群 F は物体側に移動し、後レンズ群 R は不動である。

【0090】

図 16 (A) に示すワイド光学系のフォーカスレンズ群 F は、負の光学パワーを有して物体側に凸面を向けたメニスカスレンズと、両凸形状の正レンズと、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズとにより構成されている。この構成により、ワイド光学系の小型化と、歪曲収差および色収差の効果的な補正とを可能としている。後レンズ群 R は、正レンズと、正レンズと、両凹形状の負レンズとにより構成されている。

【0091】

図 16 (B) に示すテレ光学系のフォーカスレンズ群 F は、両凹形状の負レンズと、正レンズと、正レンズとにより構成されている。後レンズ群 R は、像側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズと、正レンズと、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズとにより構成されている。

【0092】

本実施例では、ワイド光学系の物体側から 2 番目の正レンズとテレ光学系の物体側から 2 番目の正レンズとが同一材料により形成され、互いに異なる面形状を有し、さらに屈折力の符号が同じである。

【0093】

また、ワイド光学系の物体側から 4 番目の正レンズとテレ光学系の物体側から 4 番目の正レンズは、それらの面中心の光軸方向での位置が異なっており、テレ光学系の物体側から 4 番目の正レンズはメニスカス形状を有する。

【0094】

本実施例でも、それぞれの結像光学系を構成するレンズのコバ部が、物体側からの順番が同じレンズ同士（つまりはレンズ対同士）で近接するように配置されている。このため、物体側からの順番が同じレンズ同士をレンズ対として一体保持または一体成形することができる。

[参考例 5]

【0095】

図 18 (A), (B) には、参考例 5 の複眼結像光学系を構成するワイド光学系およびテレ光学系の断面を示している。図 19 (A), (B) には、参考例 5 に対応する後述の数値例 7 のワイド光学系およびテレ光学系の諸収差を示す。

【0096】

本参考例の複眼結像光学系を構成するワイド光学系は、前玉フォーカス方式の光学系であり、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フォーカスレンズ群 F は物体側に移動し、後レンズ群 R は不動である。一方、テレ光学系は、全体繰り出しによるフォーカス方式を採用しており、フォーカスレンズ群 F のみにより構成されている（後レンズ群は有さない）。

【0097】

図 18 (A) に示すワイド光学系のフォーカスレンズ群 F は、負の光学パワーを有して物体側に凸面を向けたメニスカスレンズと、両凸形状を有してアッペ数が 68.3 の正レンズと、負レンズとで構成されている。この構成により、光学系の小型化と、歪曲収差および色収差の効果的な補正とを可能としている。後レンズ群 R は、正レンズと、正レンズと、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズとにより構成されている。

【0098】

図 18 (B) に示すテレ光学系のフォーカスレンズ群 F は、両側凸形状の正レンズと両凸形状を有してアッペ数が 68.3 の正レンズと、負レンズと、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズと、正レンズと、正レンズとにより構成されている。

【0099】

本参考例でも、それぞれの結像光学系を構成するレンズのコバ部が、物体側からの順番が同じレンズ同士（つまりはレンズ対同士）で近接するように配置されている。このため

、物体側からの順番が同じレンズ同士をレンズ対として一体保持または一体成形することができる。

【0100】

次に、上記参考例及び実施例の複眼結像光学系に対応する数値例1～7を示す。各数値例において、 i は物体側から数えた面の番号を示す。 r_i は i 番目の光学面(第 i 面)の曲率半径である。 d_i は第 i 面と第($i+1$)面との光軸上での間隔である。 n_{d_i} および d_i はそれぞれ、 d 線に対する i 番目のレンズの材料の屈折率およびアッペ数である。 f は焦点距離であり、 F_{n_0} はFナンバー、 α は半画角である。間隔 d_i が0とは、その間隔を形成する前側の面と後側の面とが接合されていることを示す。焦点距離 f 、Fナンバー F_{n_0} および半画角 α はそれぞれ、無限遠物体に合焦したときの値を示す。BFは最終レンズ面から像面までの距離(バックフォーカス)の空気換算値を示している。

【0101】

また、非球面であるレンズ面(面番号に*を付す)の形状は、 R を該レンズ面の中心部の曲率半径とし、 H を光軸に直交する方向での位置として、非球面係数 K 、 A_3 、 A_4 、 A_5 、 A_6 、 A_7 、 A_8 、 A_9 、 A_{10} 、 A_{11} 、 A_{12} を用いて次式で与えられる。

【0102】

$$X = (H^2 / R) / [1 + \{1 - (1 + K)(H / R)^2\}^{1/2}]$$

$$+ A_3 \cdot H^3 + A_4 \cdot H^4 + A_5 \cdot H^5 + A_6 \cdot H^6 + A_7 \cdot H^7 + A_8 \cdot H^8$$

$$+ A_9 \cdot H^9 + A_{10} \cdot H^{10} + A_{11} \cdot H^{11} + A_{12} \cdot H^{12}$$

各非球面係数における「 $e \pm XX$ 」は、「 $\times 10^{\pm XX}$ 」を意味する。

【0103】

さらに、前述した式(4)の条件に対する各数値例での値を表1にまとめて示す。なお、参考例3、5については、後レンズ群は存在しないため、式(1)および式(2)中の R_W 、 R_T をそれぞれ1とすることで式(4)の値を算出した。

【0104】

(数値例1)

ワイド光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n_d	d	有効径
1*	40.382	1.30	1.62041	60.3	5.88
2*	2.411	2.67			4.00
3*	6.203	1.40	1.59240	68.3	3.87
4*	-11.433	0.50			3.49
5*	-62.116	0.80	1.80518	25.4	3.14
6*	15.255	0.10			3.13
7(絞り)		0.10			3.14
8*	6.018	1.20	1.64000	60.1	3.20
9*	-12.756	3.48			3.11
10*	9.928	1.80	1.59240	68.3	4.65
11*	-11.658	0.50			4.57
12*	-28.136	1.00	1.84666	23.8	4.44
13*	8.934				5.01

像面

非球面データ

第1面

$$K = -8.61567e+001 \quad A_4 = -9.22230e-004 \quad A_6 = 4.19663e-005$$

第2面

K = -9.30223e-001 A 4= 7.19408e-003 A 6= 6.36185e-004

第3面

K = 3.54414e+000 A 4= 2.81499e-003 A 6= 2.34019e-004

第4面

K = -3.53906e+000 A 4= 1.43935e-003 A 6= 1.07092e-004

第5面

K = 3.15676e+000 A 4= 1.79932e-003 A 6=-9.65503e-004

第6面

K = 4.96423e+001 A 4= 1.09416e-003 A 6=-7.97966e-004

第8面

K = -3.06847e+000 A 4=-1.51330e-004 A 6= 3.84651e-004

第9面

K = 9.75797e+000 A 4=-3.28928e-004 A 6= 5.50566e-004

第10面

K = -1.10481e+001 A 4= 2.90917e-004 A 6= 5.26599e-004

第11面

K = 1.72650e+001 A 4=-4.08824e-003 A 6= 9.11055e-004

第12面

K = -7.35482e+001 A 4=-1.54275e-002 A 6= 3.85072e-004

第13面

K = 7.43385e+000 A 4=-1.07701e-002 A 6= 4.92519e-004

各種データ

焦点距離	5.20
Fナンバー	2.88
半画角	36.69
像高	3.88
レンズ全長	17.91
BF	3.06
入射瞳位置	3.15
射出瞳位置	-4.86
前側主点位置	4.94
後側主点位置	-2.14

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-4.19
2	3	6.99
3	5	-15.14
4	8	6.55
5	10	9.34
6	12	-7.91

ワイドミドル光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1*	6.194	1.30	1.62041	60.3	5.61
2*	2.200	2.67			4.05
3*	6.346	1.40	1.59240	68.3	3.96

4*	-26.449	0.50			3.86
5*	-41.518	0.80	1.80518	25.4	3.76
6*	14.348	0.10			3.77
7(絞り)		0.10			3.75
8*	4.979	1.20	1.64000	60.1	3.89
9*	-7.878	3.48			3.82
10*	-7.653	1.80	1.59240	68.3	4.02
11*	-7.611	0.50			4.64
12*	-12.407	1.00	1.84666	23.8	4.60
13*	52.342				5.45

像面

非球面データ

第1面

K = -5.86699e+000 A 4=-8.96118e-004 A 6= 1.23087e-006

第2面

K = -1.11462e+000 A 4= 5.18382e-003 A 6= 7.47793e-004

第3面

K = 2.23083e+000 A 4= 2.29189e-003 A 6= 9.11689e-005

第4面

K = 3.98608e+001 A 4=-1.07969e-003 A 6=-1.03444e-004

第5面

K = -2.66134e+001 A 4= 2.91291e-004 A 6=-5.80559e-004

第6面

K = 3.25993e+001 A 4= 1.05064e-003 A 6=-3.89850e-004

第8面

K = -3.31035e+000 A 4= 9.36039e-004 A 6= 4.48060e-005

第9面

K = 1.62170e+000 A 4=-1.30807e-004 A 6= 1.97962e-004

第10面

K = -1.84308e+001 A 4=-9.71624e-003 A 6= 5.68105e-004

第11面

K = -2.88780e+001 A 4=-1.01570e-002 A 6= 1.38466e-004

第12面

K = -9.00000e+001 A 4=-1.47730e-002 A 6=-1.20913e-005

第13面

K = -5.42659e+001 A 4=-8.67083e-003 A 6= 3.90008e-004

各種データ

焦点距離	7.50
Fナンバー	2.88
半画角	27.32
像高	3.88
レンズ全長	17.91
BF	3.06
入射瞳位置	4.05
射出瞳位置	-4.94
前側主点位置	4.52
後側主点位置	-4.44

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-6.28
2	3	8.78
3	5	-13.16
4	8	4.95
5	10	138.07
6	12	-11.76

テレミドル光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1*	-14.915	1.30	1.62041	60.3	6.70
2*	69.090	2.67			6.19
3*	5.672	1.40	1.59240	68.3	5.30
4*	-7.487	0.50			5.08
5*	-9.447	0.80	1.80518	25.4	4.14
6*	-22.100	0.10			3.74
7(絞り)		0.10			3.67
8*	3.929	1.20	1.64000	60.1	3.60
9*	2.484	3.48			3.41
10*	6.037	1.80	1.59240	68.3	6.30
11*	21.097	0.50			6.25
12*	13.374	1.00	1.84666	23.8	6.25
13*	6.940				5.99

像面

非球面データ

第1面

K = 3.23218e+000 A 4=-3.05400e-004 A 6= 4.53521e-005

第2面

K =-9.00000e+001 A 4= 1.59130e-004 A 6= 5.15981e-005

第3面

K =-1.64767e+000 A 4= 2.27739e-003 A 6=-6.09668e-006

第4面

K =-7.51140e+000 A 4= 2.83658e-004 A 6= 7.41960e-005

第5面

K = 8.77500e+000 A 4= 1.90647e-004 A 6= 7.09546e-004

第6面

K = 7.06211e+000 A 4=-1.29880e-003 A 6= 6.54962e-004

第8面

K =-7.69118e-001 A 4=-1.53255e-003 A 6=-1.23634e-004

第9面

K =-9.82229e-001 A 4= 2.51720e-004 A 6=-1.95089e-004

第10面

K =-4.39310e+000 A 4= 2.05043e-003 A 6=-1.72957e-005

第11面

K = 3.04604e+001 A 4= 9.28199e-004 A 6=-1.81115e-004

第12面

K = 5.49088e+000 A 4=-1.18023e-003 A 6= 3.43330e-005

第13面

K = 2.34608e+000 A 4=-3.33103e-003 A 6= 1.61864e-004

各種データ

焦点距離 10.50
 Fナンバー 2.88
 半画角 20.26
 像高 3.88
 レンズ全長 17.91
 BF 3.06
 入射瞳位置 4.64
 射出瞳位置 -5.12
 前側主点位置 1.66
 後側主点位置 -7.44

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-19.66
2	3	5.67
3	5	-21.09
4	8	-15.62
5	10	13.67
6	12	-18.35

テレ光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1*	36.807	1.30	1.62041	60.3	7.62
2*	-41.677	2.67			7.15
3*	8.270	1.40	1.59240	68.3	5.38
4*	-7.910	0.50			4.98
5*	-9.885	0.80	1.80518	25.4	4.08
6*	-54.358	0.10			3.71
7(絞り)		0.10			3.66
8*	5.124	1.20	1.64000	60.1	3.45
9*	2.412	3.48			3.17
10*	10.272	1.80	1.59240	68.3	6.40
11*	16.743	0.50			6.42
12*	9.281	1.00	1.84666	23.8	6.58
13*	10.176				6.54

像面

非球面データ

第1面

K = -9.00000e+001 A 4= 3.25623e-005 A 6= 1.37046e-005

第2面

K = 6.54916e+001 A 4= 9.61894e-004 A 6= 1.97095e-005

第3面

K = -5.20341e-001 A 4= 2.82359e-003 A 6= 1.62204e-005

第4面

K = -1.07451e+001 A 4= 1.35610e-003 A 6= -1.75272e-005

第5面

K = 9.36306e+000 A 4= 3.65867e-003 A 6= 3.57432e-004

第6面

K = -1.69149e+001 A 4= 1.12483e-003 A 6= 6.25155e-004

第8面

K = -6.38373e-001 A 4= -3.54965e-003 A 6= 1.25622e-006

第9面

K = -9.28207e-001 A 4= -1.83232e-003 A 6= -1.58220e-004

第10面

K = 6.03894e-001 A 4= 1.13103e-003 A 6= 4.35985e-005

第11面

K = -8.36796e+000 A 4= 9.48431e-004 A 6= -5.05453e-005

第12面

K = -2.24043e+000 A 4= -9.07528e-004 A 6= 9.61281e-007

第13面

K = 6.10242e+000 A 4= -2.60010e-003 A 6= 1.92825e-005

各種データ

焦点距離 15.00

Fナンバー 2.88

半画角 14.48

像高 3.88

レンズ全長 17.91

BF 3.06

入射瞳位置 6.90

射出瞳位置 -6.27

前側主点位置 -2.20

後側主点位置 -11.94

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	31.71
2	3	7.05
3	5	-15.13
4	8	-8.61
5	10	40.66
6	12	82.43

(数値例 2)

ワイド光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1*	-42.834	1.30	1.72916	54.7	5.77
2*	3.863	1.95			4.01
3*	10.061	1.40	1.59240	68.3	3.55
4*	-254.805	0.97			3.15

5(絞り)	0.20			3.07	
6*	60.619	0.80	1.80518	25.4	3.13
7*	15.022	0.20			3.34
8*	12.585	1.20	1.64000	60.1	3.68
9*	-6.869	1.35			4.07
10*	6.405	1.80	1.59240	68.3	5.04
11*	-9.227	1.28			5.17
12*	42.308	1.00	1.84666	23.8	4.47
13*	4.861				4.27

像面

非球面データ

第1面

K = -9.00000e+001 A 4= 1.68209e-003 A 6= 2.18378e-005

第2面

K = 1.56201e+000 A 4= 2.31919e-004 A 6= 2.49857e-005

第3面

K = 1.56344e+001 A 4=-2.30989e-003 A 6=-3.90307e-004

第4面

K = -9.00000e+001 A 4= 8.76797e-004 A 6=-3.09096e-004

第6面

K = -9.00000e+001 A 4= 7.22417e-004 A 6= 1.69814e-004

第7面

K = -5.28938e+001 A 4= 3.20245e-003 A 6= 2.63310e-004

第8面

K = -3.31531e+001 A 4= 3.32480e-003 A 6=-1.76152e-005

第9面

K = -1.14135e+000 A 4=-8.15775e-004 A 6= 3.19305e-006

第10面

K = -8.67401e+000 A 4= 2.26418e-003 A 6=-3.63267e-004

第11面

K = 2.68548e+000 A 4=-2.16758e-003 A 6=-4.66522e-005

第12面

K = 9.00000e+001 A 4=-8.67976e-003 A 6= 6.91067e-004

第13面

K = -5.35623e+000 A 4= 9.73749e-004 A 6= 7.24657e-004

各種データ

焦点距離 5.20

Fナンバー 2.88

半画角 36.69

像高 3.88

レンズ全長 18.00

BF 4.55

入射瞳位置 2.89

射出瞳位置 -4.03

前側主点位置 4.94

後側主点位置 -0.65

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-4.80
2	3	16.37
3	6	-25.00
4	8	7.11
5	10	6.67
6	12	-6.57

ワイドミドル光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1*	7.207	1.30	1.72916	54.7	5.93
2*	4.000	1.95			4.48
3*	7.876	1.40	1.59240	68.3	3.66
4*	4.755	0.97			3.02
5(絞り)		0.20			3.10
6*	11.962	0.80	1.80518	25.4	3.19
7*	5.782	0.20			3.60
8*	7.462	1.20	1.64000	60.1	4.06
9*	-5.083	1.35			4.34
10*	4.011	1.80	1.59240	68.3	5.60
11*	7.357	1.28			5.12
12*	12.505	1.00	1.84666	23.8	5.07
13*	5.927				4.87

像面

非球面データ

第1面

K = -4.55173e+000 A 4= 1.04524e-003 A 6= 5.22673e-005

第2面

K = 1.07655e+000 A 4=-2.68944e-003 A 6= 1.76360e-004

第3面

K = -5.98889e+000 A 4=-7.72514e-003 A 6= 4.93606e-004

第4面

K = -6.75596e+000 A 4=-4.98007e-003 A 6= 5.07961e-004

第6面

K = -7.89069e+001 A 4=-2.69850e-003 A 6= 3.52609e-004

第7面

K = -2.27576e+001 A 4= 1.42455e-003 A 6=-1.01831e-005

第8面

K = -3.33768e+001 A 4= 4.50455e-003 A 6=-2.18686e-004

第9面

K = -2.68795e-002 A 4=-2.95824e-004 A 6= 1.05748e-004

第10面

K = -2.20833e+000 A 4= 3.37019e-003 A 6= 3.11853e-005

第11面

K = 1.71227e+000 A 4=-4.49146e-005 A 6= 1.17908e-004

第12面

K = 5.70869e-001 A 4=-3.54385e-003 A 6= 2.46582e-004

第13面

K = -1.78719e+000 A 4=-7.83362e-004 A 6= 3.59345e-004

各種データ

焦点距離 7.50
 Fナンバー 2.88
 半画角 27.32
 像高 3.88
 レンズ全長 18.00
 BF 4.55
 入射瞳位置 4.41
 射出瞳位置 -4.23
 前側主点位置 5.51
 後側主点位置 -2.95

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-14.87
2	3	-24.32
3	6	-14.75
4	8	4.91
5	10	12.41
6	12	-14.31

テレミドル光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1*	-15.000	1.30	1.72916	54.7	5.68
2*	17.960	1.95			5.41
3*	6.796	1.40	1.59240	68.3	5.21
4*	-7.146	0.97			5.03
5(絞り)	0.20				4.07
6*	-14.236	0.80	1.80518	25.4	4.05
7*	-98.169	0.20			4.23
8*	5.334	1.20	1.64000	60.1	4.68
9*	4.199	1.35			4.28
10*	5.372	1.80	1.59240	68.3	5.33
11*	9.899	1.28			5.01
12*	5.128	1.00	1.84666	23.8	5.36
13*	3.875				5.42

像面

非球面データ

第1面

K = 8.00699e+000 A 4=-1.47327e-003 A 6= 7.30169e-005

第2面

K = -3.65224e+001 A 4=-5.44314e-004 A 6= 5.29084e-005

第3面

K = -3.27830e+000 A 4= 9.82143e-004 A 6= 1.93818e-005

第4面

K = -1.26439e+000 A 4= 1.25692e-003 A 6=-7.42342e-006

第6面

K = -5.37243e+000 A 4= 1.00930e-003 A 6= 8.59265e-005

第7面

K = -9.00000e+001 A 4= 2.44487e-003 A 6= 1.02366e-004

第8面

K = -5.01056e+000 A 4= 8.62296e-003 A 6= 6.49491e-005

第9面

K = 6.14970e-001 A 4= 2.64291e-003 A 6= 4.35217e-004

第10面

K = 7.18277e-001 A 4= 3.35315e-003 A 6=-1.54486e-004

第11面

K = 1.51189e+000 A 4= 5.61145e-003 A 6=-1.70734e-004

第12面

K = 9.04194e-001 A 4=-6.62979e-003 A 6=-1.55750e-004

第13面

K = -6.57254e-003 A 4=-9.21593e-003 A 6= 2.82444e-005

各種データ

焦点距離	10.50
Fナンバー	2.88
半画角	20.26
像高	3.88
レンズ全長	18.00
BF	4.55
入射瞳位置	3.62
射出瞳位置	-4.01
前側主点位置	1.25
後側主点位置	-5.95

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-11.03
2	3	6.11
3	6	-20.77
4	8	-52.55
5	10	17.27
6	12	-29.54

テレ光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1*	33.245	1.30	1.72916	54.7	6.83
2*	144.445	1.95			6.48
3*	12.849	1.40	1.59240	68.3	5.67
4*	-9.797	0.97			5.38
5(絞り)		0.20			4.27
6*	-13.239	0.80	1.80518	25.4	4.27

7*	60.932	0.20			4.27
8*	5.788	1.20	1.64000	60.1	4.52
9*	4.534	1.35			4.21
10*	5.805	1.80	1.59240	68.3	5.00
11*	4.659	1.28			5.17
12*	5.752	1.00	1.84666	23.8	6.01
13*	6.534				5.99

像面

非球面データ

第1面

$K = -8.19456e+001$ $A_4 = -5.31853e-004$ $A_6 = -7.42778e-006$

第2面

$K = -9.00000e+001$ $A_4 = 9.14133e-005$ $A_6 = 1.43749e-005$

第3面

$K = -1.08476e+001$ $A_4 = 1.16459e-003$ $A_6 = -1.83197e-005$

第4面

$K = 9.72251e-001$ $A_4 = 1.35326e-004$ $A_6 = 7.81170e-006$

第6面

$K = -6.39115e+001$ $A_4 = 2.15637e-003$ $A_6 = 1.05300e-005$

第7面

$K = -9.00000e+001$ $A_4 = 4.80467e-003$ $A_6 = 7.24665e-005$

第8面

$K = -1.02518e+001$ $A_4 = 6.60769e-003$ $A_6 = 1.61089e-004$

第9面

$K = 1.25753e+000$ $A_4 = -2.95145e-005$ $A_6 = 3.76702e-004$

第10面

$K = -1.25455e+000$ $A_4 = -1.16553e-003$ $A_6 = 2.81324e-005$

第11面

$K = -4.99122e+000$ $A_4 = 1.63656e-003$ $A_6 = -1.60913e-004$

第12面

$K = -5.81002e-001$ $A_4 = -3.88415e-003$ $A_6 = 1.65437e-004$

第13面

$K = 1.22656e+000$ $A_4 = -4.86561e-003$ $A_6 = 1.16617e-004$

各種データ

焦点距離	15.00
Fナンバー	2.88
半画角	14.48
像高	3.88
レンズ全長	18.00
BF	4.55
入射瞳位置	5.25
射出瞳位置	-4.71
前側主点位置	-4.04
後側主点位置	-10.45

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1 1 58.93

2	3	9.60
3	6	-13.44
4	8	-52.19
5	10	-95.85
6	12	35.77

(数値例 3)

ワイド光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1*	-278.039	1.15	1.69680	55.5	7.35
2*	6.000	2.75			5.56
3*	-13.838	1.55	1.59240	68.3	4.28
4*	-4.335	0.50			4.19
5*	5.392	0.80	1.80518	25.4	2.95
6*	3.393	0.43			2.55
7(絞り)		1.56			2.59
8*	-20.462	1.20	1.64000	60.1	4.26
9*	-3.385	0.59			4.61
10*	11.995	1.65	1.59240	68.3	5.01
11*	-11.271	1.37			5.25
12*	-9.279	1.00	1.84666	23.8	4.65
13*	9.946				4.76

像面

非球面データ

第1面

K = -1.51839e+001 A 4= 6.01752e-004 A 6= 2.86999e-005

第2面

K = 1.96510e+000 A 4=-3.86322e-004 A 6=-1.66133e-005

第3面

K = 2.27610e+001 A 4=-8.92074e-004 A 6=-6.83728e-004

第4面

K = -7.29708e+000 A 4=-6.23057e-003 A 6=-1.69117e-004

第5面

K = -9.67598e-001 A 4=-7.68250e-003 A 6=-2.57460e-004

第6面

K = -4.96656e+000 A 4= 7.15623e-004 A 6= 8.72707e-006

第8面

K = -6.04476e-001 A 4=-1.54465e-003 A 6= 2.57992e-004

第9面

K = -1.00603e+000 A 4=-2.23851e-003 A 6=-9.07492e-005

第10面

K = -3.55816e+001 A 4= 7.39878e-005 A 6=-4.05799e-004

第11面

K = 3.15494e+000 A 4=-5.45664e-003 A 6= 4.27810e-005

第12面

K = -1.09737e+001 A 4=-4.17651e-003 A 6= 3.03530e-004

第13面

K = -1.89271e+001 A 4= 3.28962e-003 A 6= 1.01426e-004

各種データ

焦点距離	5.20
Fナンバー	2.88
半画角	36.69
像高	3.88
レンズ全長	18.00
BF	3.45
入射瞳位置	3.90
射出瞳位置	-4.05
前側主点位置	5.49
後側主点位置	-1.75

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-8.41
2	3	10.05
3	5	-13.83
4	8	6.17
5	10	10.07
6	12	-5.54

ワイドミドル光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1*	246.153	1.15	1.69680	55.5	5.74
2*	6.000	2.75			4.83
3*	27.183	1.55	1.59240	68.3	4.40
4*	-4.038	0.50			4.17
5*	5.849	0.80	1.80518	25.4	3.40
6*	3.626	0.43			3.20
7(絞り)		1.56			3.18
8*	-30.741	1.20	1.64000	60.1	3.90
9*	-6.722	0.59			4.13
10*	5.066	1.65	1.59240	68.3	4.77
11*	6.280	1.37			4.45
12*	18.583	1.00	1.84666	23.8	4.57
13*	6.571 (可変)				4.88

像面

非球面データ

第1面

K = 9.00000e+001 A 4=-8.39451e-004 A 6= 2.35285e-005

第2面

K = -5.34082e+000 A 4= 4.03329e-003 A 6=-1.66191e-005

第3面

K = 6.33715e+001 A 4= 2.67153e-003 A 6=-1.61664e-004

第4面

K =-5.22262e+000 A 4=-1.37728e-003 A 6= 2.77794e-005

第5面

K =-2.62749e+000 A 4=-9.55365e-003 A 6= 2.40785e-004

第6面

K =-5.84224e+000 A 4=-6.94200e-003 A 6= 1.86444e-004

第8面

K = 9.00000e+001 A 4= 8.35122e-003 A 6= 1.58826e-004

第9面

K =-1.03311e+001 A 4= 3.42515e-003 A 6= 6.46597e-004

第10面

K =-3.10477e+000 A 4= 3.57728e-003 A 6= 1.57487e-004

第11面

K =-3.74031e+000 A 4=-8.18470e-004 A 6= 4.37137e-004

第12面

K =-9.00000e+001 A 4=-7.97372e-003 A 6= 3.60044e-004

第13面

K =-1.19739e+001 A 4=-3.83591e-003 A 6= 4.12780e-004

各種データ

焦点距離 7.50
 Fナンバー 2.88
 半画角 27.32
 像高 3.88
 レンズ全長 18.00
 BF 3.45
 入射瞳位置 4.17
 射出瞳位置 -3.91
 前側主点位置 4.03
 後側主点位置 -4.05

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-8.84
2	3	6.05
3	5	-14.11
4	8	13.19
5	10	29.38
6	12	-12.48

テレミドル光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1*	42.658	1.15	1.69680	55.5	6.75
2*	8.092	2.75			6.22
3*	3.713	1.55	1.59240	68.3	5.17
4*	-32.881	0.50			4.75
5*	5.257	0.80	1.80518	25.4	3.65
6*	3.116	0.43			3.12
7(絞り)		1.56			3.11

8*	-5.288	1.20	1.64000	60.1	3.84
9*	-4.931	0.59			4.56
10*	5.092	1.65	1.59240	68.3	5.88
11*	5.827	1.37			5.27
12*	11.995	1.00	1.84666	23.8	5.52
13*	7.874				5.71

像面

非球面データ

第1面

K = -2.66383e+001 A 4=-2.18872e-003 A 6= 6.31429e-005

第2面

K = 2.08397e+000 A 4=-3.26063e-003 A 6= 2.84905e-005

第3面

K = 1.10583e-001 A 4= 2.75665e-004 A 6=-1.47214e-005

第4面

K = -6.74747e+001 A 4= 3.16266e-003 A 6=-8.64586e-005

第5面

K = -1.66566e+000 A 4=-3.71526e-003 A 6= 1.34066e-004

第6面

K = 5.41702e-001 A 4=-9.62595e-003 A 6= 1.70734e-004

第8面

K = 3.16668e+000 A 4= 4.62242e-003 A 6= 1.81580e-004

第9面

K = 1.69035e+000 A 4= 5.27071e-003 A 6= 1.69765e-004

第10面

K = 1.13673e+000 A 4= 3.22950e-006 A 6= 2.93792e-005

第11面

K = 2.99335e+000 A 4=-2.40678e-003 A 6= 7.59485e-005

第12面

K = -9.39873e+000 A 4=-2.70967e-003 A 6= 5.48169e-005

第13面

K = -8.61644e+000 A 4=-1.90799e-003 A 6= 9.68595e-005

各種データ

焦点距離	10.50
Fナンバー	2.88
半画角	20.26
像高	3.88
レンズ全長	18.00
BF	3.45
入射瞳位置	5.41
射出瞳位置	-4.58
前側主点位置	2.18
後側主点位置	-7.05

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-14.53
2	3	5.72

3	5	-11.40
4	8	49.39
5	10	37.12
6	12	-30.46

テレ光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1*	8.009	1.15	1.69680	55.5	7.69
2*	7.508	2.75			7.04
3*	3.702	1.55	1.59240	68.3	5.20
4*	88.710	0.50			4.61
5*	7.031	0.80	1.80518	25.4	3.83
6*	3.311	0.43			3.16
7(絞り)		1.56			3.15
8*	-9.083	1.20	1.64000	60.1	3.62
9*	25.053	0.59			4.35
10*	7.503	1.65	1.59240	68.3	5.50
11*	15.709	1.37			5.83
12*	5.989	1.00	1.84666	23.8	6.90
13*	7.775				6.75

像面

非球面データ

第1面

K = 5.90804e-001 A 4=-3.95356e-004 A 6=-1.87359e-005

第2面

K = 9.02179e-001 A 4=-6.68247e-004 A 6=-4.35238e-005

第3面

K = 7.86019e-002 A 4= 1.00348e-004 A 6= 5.36889e-006

第4面

K = 9.00000e+001 A 4= 2.36995e-003 A 6=-5.00552e-005

第5面

K =-5.90637e+000 A 4=-5.74098e-004 A 6= 1.24577e-004

第6面

K = 7.11639e-001 A 4=-6.13172e-003 A 6= 2.01076e-004

第8面

K = 9.12926e+000 A 4= 5.29083e-003 A 6=-8.33091e-004

第9面

K = 9.00002e+001 A 4= 6.28003e-003 A 6=-7.33225e-004

第10面

K = 1.72371e+000 A 4=-2.97948e-004 A 6=-2.54947e-006

第11面

K =-6.66245e+001 A 4=-1.60347e-003 A 6= 1.06542e-004

第12面

K =-3.71090e+000 A 4=-1.38172e-003 A 6= 1.02692e-004

第13面

K = 1.93714e+000 A 4=-3.41454e-003 A 6= 1.05240e-004

各種データ

焦点距離	15.00
Fナンバー	2.88
半画角	14.48
像高	3.88
レンズ全長	18.00
BF	3.45
入射瞳位置	8.15
射出瞳位置	-6.16
前側主点位置	-0.26
後側主点位置	-11.55

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-2975.24
2	3	6.48
3	5	-8.60
4	8	-10.28
5	10	22.56
6	12	24.50

(数値例4)

ワイド光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1*	-15.549	1.70	1.62041	60.3	9.32
2*	5.297	6.00			5.94
3*	-21.574	1.80	1.49700	81.5	4.31
4*	-6.160	0.50			4.30
5*	-60.682	0.80	1.84666	23.8	3.65
6*	-247.402	1.26			3.51
7(絞り)		2.16			3.60
8*	7.864	1.20	1.59240	68.3	5.23
9*	-65.198	3.81			5.42
10*	7.418	2.20	1.49700	81.5	6.38
11*	-4.540	0.50			6.37
12*	-2.561	1.00	1.84666	23.8	5.89
13*	-5.241				5.68

像面

非球面データ

第1面

K = -9.00000e+001 A 4= 2.40773e-003 A 6=-1.00607e-004 A 8= 2.29263e-006 A10= -2.45268e-008

第2面

K = -2.33052e+000 A 4= 8.76770e-003 A 6=-1.12324e-004 A 8= 1.59787e-005 A10= -3.95043e-007

第3面

K = -7.34310e+001 A 4=-4.21675e-003 A 6=-5.01453e-005 A 8= 2.53959e-005 A10=

-1.23794e-005

第4面

K =-3.31004e-001 A 4=-4.70929e-003 A 6= 9.40943e-004 A 8=-2.39785e-004 A10=1.39342e-005

第5面

K =-9.00000e+001 A 4= 1.91427e-003 A 6= 9.94935e-004 A 8=-2.72938e-004 A10=1.79532e-005

第6面

K =-9.00000e+001 A 4= 3.13282e-003 A 6= 4.08003e-004 A 8=-1.04956e-004 A10=3.69894e-006

第8面

K =-3.92356e+000 A 4= 6.68721e-005 A 6=-1.81875e-004 A 8= 1.27528e-005 A10=-7.29409e-007

第9面

K =-1.52035e+001 A 4=-8.29437e-004 A 6=-1.82468e-004 A 8= 1.31931e-005 A10=-5.81891e-007

第10面

K = 4.69580e-001 A 4= 8.49677e-005 A 6=-1.91505e-004 A 8=-1.85306e-007 A10=3.24269e-007

第11面

K =-1.29407e+001 A 4=-2.00018e-003 A 6=-1.00026e-004 A 8= 4.40120e-006 A10=8.21368e-008

第12面

K =-5.27817e+000 A 4= 6.66070e-003 A 6=-4.16248e-004 A 8=-4.05938e-006 A10=7.85917e-007

第13面

K =-1.56342e+001 A 4= 9.46117e-003 A 6= 1.14746e-004 A 8=-5.53169e-005 A10=2.24424e-006

各種データ

焦点距離	4.40
Fナンバー	2.88
半画角	41.37
像高	3.88
レンズ全長	27.87
BF	4.93
入射瞳位置	4.54
射出瞳位置	-11.77
前側主点位置	7.78
後側主点位置	0.53

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-6.18
2	3	16.70
3	5	-95.15
4	8	11.92
5	10	6.04
6	12	-7.13

ワイドミドル光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1*	-6.311	1.70	1.62041	60.3	8.53
2*	-15.124	6.00			6.79
3*	-16.852	1.80	1.49700	81.5	4.62
4*	-8.778	0.50			4.41
5*	-23.424	0.80	1.84666	23.8	4.40
6*	-85.378	1.26			4.43
7(絞り)		2.16			4.61
8*	5.516	1.20	1.59240	68.3	5.22
9*	-26.626	3.81			5.23
10*	-24.787	2.20	1.49700	81.5	4.87
11*	-4.618	0.50			4.96
12*	-2.450	1.00	1.84666	23.8	4.85
13*	-4.979				5.39

像面

非球面データ

第1面

K = -6.14800e+000 A 4= 3.70943e-003 A 6=-1.19809e-004 A 8= 2.73722e-006 A10= -2.86757e-008

第2面

K = -4.61616e+001 A 4= 4.57808e-003 A 6= 4.81717e-005 A 8=-4.17683e-006 A10= 2.31980e-007

第3面

K = -6.71054e+001 A 4=-1.25502e-003 A 6= 9.36993e-005 A 8=-1.48143e-005 A10= -5.60547e-007

第4面

K = 4.63442e-001 A 4=-3.77281e-003 A 6= 9.89592e-004 A 8=-1.41886e-004 A10= 6.01938e-006

第5面

K = 6.34661e+001 A 4=-2.18170e-003 A 6= 1.43846e-003 A 8=-1.94467e-004 A10= 1.04358e-005

第6面

K = 9.00000e+001 A 4=-5.67998e-004 A 6= 6.86542e-004 A 8=-8.66547e-005 A10= 4.00686e-006

第8面

K = -1.87501e+000 A 4= 1.01603e-003 A 6=-7.41257e-005 A 8= 1.05915e-005 A10= -8.59893e-007

第9面

K = -7.57858e+001 A 4=-2.99491e-004 A 6=-4.45123e-005 A 8= 7.88147e-006 A10= -7.18324e-007

第10面

K = 6.06182e+001 A 4=-5.70802e-004 A 6= 6.31739e-005 A 8=-3.12933e-005 A10= 3.63305e-006

第11面

K = -8.53567e-001 A 4= 2.29916e-003 A 6=-4.31596e-005 A 8=-4.69019e-005 A10= 2.10631e-006

第12面

K = -1.63511e+000 A 4= 5.28029e-003 A 6=-2.97920e-004 A 8= 2.96250e-006 A10= -2.68364e-006

第13面

K = -3.21078e+000 A 4= 4.29280e-003 A 6=-5.56892e-005 A 8= 1.00908e-005 A10= -1.04948e-006

各種データ

焦点距離 8.10
 Fナンバー 2.88
 半画角 25.57
 像高 3.88
 レンズ全長 27.87
 BF 4.93
 入射瞳位置 6.21
 射出瞳位置 -7.59
 前側主点位置 9.07
 後側主点位置 -3.17

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-18.85
2	3	34.32
3	5	-38.35
4	8	7.82
5	10	11.02
6	12	-6.96

テレミドル光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1*	4154.388	1.70	1.62041	60.3	9.82
2*	30.158	6.00			9.27
3*	7.145	1.80	1.49700	81.5	7.31
4*	-37.728	0.50			6.89
5*	-19.914	0.80	1.84666	23.8	6.39
6*	-37.975	1.26			5.88
7(絞り)		2.16			4.95
8*	4.833	1.20	1.59240	68.3	4.25
9*	3.773	3.81			4.11
10*	7.364	2.20	1.49700	81.5	6.12
11*	74.404	0.50			5.89
12*	4.514	1.00	1.84666	23.8	5.98
13*	3.251				5.89

像面

非球面データ

第1面

K = 9.00000e+001 A 4=-1.24610e-004 A 6=-4.39173e-006 A 8= 1.38407e-007 A10=

-1.64963e-010

第2面

K = -1.04824e+001 A 4=-1.76004e-005 A 6=-8.98575e-006 A 8= 2.94871e-007 A10=-1.37615e-009

第3面

K = -4.46949e+000 A 4= 1.98279e-003 A 6=-5.84120e-005 A 8= 1.69123e-006 A10=3.04561e-009

第4面

K = 5.46418e+001 A 4= 1.83346e-003 A 6=-1.23043e-004 A 8= 4.22163e-006 A10=-7.99090e-009

第5面

K = 6.34841e+000 A 4= 2.99260e-003 A 6=-8.63827e-005 A 8= 5.35571e-007 A10=1.25070e-007

第6面

K = 9.00000e+001 A 4= 2.60155e-003 A 6= 6.19116e-006 A 8=-3.70773e-006 A10=3.38238e-007

第8面

K = 1.72200e-001 A 4=-1.75958e-003 A 6=-2.06213e-004 A 8= 2.14482e-006 A10=6.85163e-007

第9面

K = -3.10596e-001 A 4=-2.00205e-003 A 6=-4.63580e-004 A 8= 1.96481e-005 A10=6.90382e-007

第10面

K = 9.19367e-001 A 4= 4.32065e-003 A 6=-3.08400e-004 A 8= 1.26359e-005 A10=-5.30893e-007

第11面

K = 2.29759e+001 A 4= 7.50550e-003 A 6=-2.91010e-004 A 8=-8.96536e-006 A10=3.41671e-007

第12面

K = -1.58103e-002 A 4=-8.58579e-003 A 6= 1.48904e-004 A 8=-6.94785e-006 A10=5.72281e-007

第13面

K = -2.83628e+000 A 4=-6.33802e-003 A 6= 3.87565e-004 A 8=-1.64786e-005 A10=8.57651e-007

各種データ

焦点距離 15.00

Fナンバー 2.88

半画角 14.48

像高 3.88

レンズ全長 27.87

BF 4.93

入射瞳位置 9.64

射出瞳位置 -6.52

前側主点位置 5.00

後側主点位置 -10.07

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1 1 -48.97

2 3 12.25

3	5	-50.48
4	8	-50.18
5	10	16.27
6	12	-21.56

テレ光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1*	16.751	1.70	1.62041	60.3	12.59
2*	210.161	6.00			12.38
3*	8.298	1.80	1.49700	81.5	7.39
4*	-81.483	0.50			6.66
5*	-16.474	0.80	1.84666	23.8	6.35
6*	1466.568	1.26			5.76
7(絞り)		2.16			5.23
8*	6.911	1.20	1.59240	68.3	4.20
9*	3.263	3.81			4.09
10*	12.252	2.20	1.49700	81.5	6.72
11*	16.214	0.50			6.66
12*	8.301	1.00	1.84666	23.8	6.99
13*	12.536				6.93

像面

非球面データ

第1面

K = -1.55876e+000 A 4= 2.92366e-005 A 6=-1.09631e-006 A 8=-2.08632e-008 A10=-3.05929e-010

第2面

K = -8.25615e+001 A 4= 8.52712e-005 A 6=-3.92623e-006 A 8= 1.40034e-008 A10=-2.69295e-010

第3面

K = -3.67293e+000 A 4= 2.26440e-003 A 6=-4.59917e-005 A 8= 1.04881e-006 A10=-6.76070e-008

第4面

K = -8.25640e+001 A 4= 2.95461e-003 A 6=-1.69702e-004 A 8= 2.78863e-006 A10=-9.81982e-009

第5面

K = -8.54818e+000 A 4= 3.23331e-003 A 6=-6.52295e-005 A 8= 2.60563e-007 A10=2.06459e-008

第6面

K = 9.00000e+001 A 4= 2.84444e-003 A 6= 5.54409e-005 A 8=-2.01728e-006 A10=1.47975e-008

第8面

K = 9.01024e-001 A 4=-3.18032e-003 A 6= 1.87699e-005 A 8= 1.35237e-006 A10=4.20761e-007

第9面

K = -5.97311e-001 A 4=-3.35059e-003 A 6=-8.80939e-005 A 8= 3.70614e-005 A10=-1.59924e-006

第10面

K = 4.33191e+000 A 4= 2.20495e-003 A 6=-1.96480e-004 A 8= 1.40411e-005 A10=-1.95281e-007

第11面

K = 1.80446e+001 A 4= 1.78097e-003 A 6=-1.22296e-004 A 8=-3.36184e-006 A10=4.67220e-007

第12面

K = 2.52838e+000 A 4=-2.56453e-003 A 6= 1.27725e-004 A 8=-3.82035e-006 A10=-8.84563e-008

第13面

K = 2.03545e+000 A 4=-2.86765e-003 A 6= 1.81150e-004 A 8=-1.65134e-006 A10=-1.51589e-007

各種データ

焦点距離 27.80
 Fナンバー 2.88
 半画角 7.94
 像高 3.88
 レンズ全長 27.87
 BF 4.93
 入射瞳位置 18.15
 射出瞳位置 -10.54
 前側主点位置 -4.00
 後側主点位置 -22.87

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	29.24
2	3	15.25
3	5	-19.24
4	8	-11.89
5	10	85.17
6	12	26.19

(数値例 5)

ワイド光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1*	7.404	1.30	1.55332	71.7	14.08
2*	3.200	10.31			9.19
3	-7.045	2.96	1.48749	70.2	5.70
4	-6.679	1.50			5.48
5(絞り)	0.50				3.58
6*	13.012	3.00	1.55332	71.7	3.92
7	-8.146	0.31			4.98
8	-83.682	2.10	1.49700	81.5	5.18
9	-5.101	0.10			5.48
10	31.259	1.71	1.49700	81.5	5.17
11	-6.100	0.80	1.84666	23.8	4.89
12	-12.542	0.10			4.84

13	-27.930	0.70	1.85400	40.4	4.74
14*	6.238	2.50			4.56
15		1.10	1.51633	64.1	6.04
16					6.57

像面

非球面データ

第1面

K =-5.79997e-001 A 4=-1.15761e-003 A 6= 1.54266e-005 A 8=-8.19803e-008 A10=-1.10277e-010

第2面

K =-6.05643e-001 A 4=-1.33299e-003 A 6=-4.73214e-006 A 8=-7.39960e-007 A10=3.09526e-008

第6面

K =-5.78386e+001 A 4= 9.45634e-004 A 6=-5.68033e-004 A 8= 6.51556e-005 A10=-5.52108e-006

第14面

K =-4.35595e-001 A 4= 2.17226e-003 A 6= 1.20849e-004 A 8=-4.57029e-006 A10=5.79376e-007

各種データ

焦点距離	4.40
Fナンバー	2.88
半画角	41.37
像高	3.88
レンズ全長	30.60
BF	1.60

入射瞳位置	7.64
射出瞳位置	-7.45
前側主点位置	9.90
後側主点位置	-2.80

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-11.45
2	3	72.17
3	6	9.54
4	8	10.83
5	10	10.43
6	11	-14.88
7	13	-5.91
8	15	0.00

テレ光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1*	12.459	2.30	1.55332	71.7	12.65
2*	55.949	4.21			12.09

3	12.550	0.76	1.72047	34.7	8.55
4	6.251	2.40	1.49700	81.5	7.57
5	15.618	2.41			6.61
6	22.631	1.50	1.67790	55.3	5.73
7	-1218.490	1.50			5.35
8(絞り)		1.51			4.61
9*	43.453	0.70	1.58313	59.4	4.76
10	6.355	3.69			4.77
11*	7.011	1.90	1.85135	40.1	7.18
12	9.435	4.01			6.87
13		1.10	1.51633	64.1	8.33
14					8.46

像面

非球面データ

第1面

$K = 6.31393e-001$ $A_4 = -4.37315e-005$ $A_6 = -1.22774e-007$ $A_8 = -9.35480e-009$ $A_{10} = 3.52194e-011$

第2面

$K = -3.41126e+001$ $A_4 = 5.89862e-005$ $A_6 = 6.47254e-008$ $A_8 = -7.02093e-009$ $A_{10} = 1.02481e-010$

第9面

$K = 8.83136e+001$ $A_4 = 1.38291e-004$ $A_6 = -2.27663e-005$ $A_8 = 2.98008e-006$ $A_{10} = -1.66891e-007$

第11面

$K = 0.00000e+000$ $A_4 = -1.58771e-004$ $A_6 = -1.89942e-006$ $A_8 = 1.81385e-007$ $A_{10} = -7.14087e-009$

焦点距離	27.80
Fナンバー	2.88
半画角	7.94
像高	3.88
レンズ全長	29.60
BF	1.60

入射瞳位置	26.19
射出瞳位置	-11.37
前側主点位置	-5.62
後側主点位置	-26.20

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	28.43
2	3	-18.21
3	4	19.33
4	6	32.79
5	9	-12.86

6	11	23.57
7	13	0.00

(数値例 6)

ワイド光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1*	6.429	1.00	1.53110	55.9	10.45
2*	2.669	4.50			7.34
3*	9.837	2.50	1.53110	55.9	6.99
4*	-98.190	2.69			6.48
5*	-6.284	1.00	1.63550	23.9	4.45
6*	-9.218	1.60			4.20
7(絞り)		0.10			3.14
8*	7.243	2.30	1.53110	55.9	3.38
9*	-10.895	0.10			4.21
10*	5.553	1.40	1.53110	55.9	4.43
11*	-6.770	0.50			4.34
12*	-9.637	0.75	1.63550	23.9	4.05
13*	4.578	2.86			3.85
14		1.10	1.51633	64.1	5.63
15					6.17

像面

非球面データ

第1面

K = -7.52241e+000 A 4=-7.77610e-004 A 6= 9.19501e-006 A 8= 1.03786e-006 A10=-3.49887e-008 A12= 3.60174e-010

第2面

K = -5.90705e-001 A 4=-4.81245e-003 A 6= 2.77982e-004 A 8=-2.95230e-005 A10=1.68607e-006 A12=-4.23676e-008

第3面

K = -2.62163e+001 A 4= 3.89577e-003 A 6=-3.51883e-004 A 8= 2.72508e-005 A10=-1.45133e-006 A12= 2.74768e-008

第4面

K = 8.99414e+001 A 4=-2.80469e-004 A 6=-7.35250e-005 A 8= 5.96298e-006 A10=-1.01667e-006 A12= 4.24368e-008

第5面

K = -1.81335e+001 A 4=-6.13463e-003 A 6= 1.42258e-003 A 8=-2.17486e-004 A10=1.27021e-005 A12= 2.80472e-007

第6面

K = -4.98314e+001 A 4=-5.26715e-003 A 6= 1.62525e-003 A 8=-2.95696e-004 A10=2.42489e-005 A12=-1.60854e-007

第8面

K =-1.68951e+001 A 4= 2.06255e-003 A 6=-2.09781e-004 A 8=-6.18359e-004 A10=2.24328e-004 A12=-2.92503e-005

第9面

K =-8.03453e+001 A 4=-1.34786e-002 A 6= 3.81624e-003 A 8=-1.47982e-003 A10=3.18316e-004 A12=-2.70026e-005

第10面

K =-7.88338e+000 A 4= 1.15156e-003 A 6= 1.01968e-003 A 8=-6.94152e-004 A10=1.77811e-004 A12=-1.38902e-005

第11面

K =-2.27187e+001 A 4=-1.17172e-002 A 6= 3.31804e-003 A 8=-7.68583e-004 A10=1.06684e-004 A12=-4.39744e-006

第12面

K =-5.42897e+000 A 4= 1.48342e-003 A 6= 7.30671e-004 A 8=-8.82770e-005 A10=-7.31461e-005 A12= 1.21843e-005

第13面

K =-3.89170e+000 A 4= 1.51003e-002 A 6=-6.14715e-004 A 8= 1.94468e-004 A10=-9.32100e-005 A12= 1.11024e-005

各種データ

焦点距離	5.20
Fナンバー	2.88
半画角	30.80
像高	3.10
レンズ全長	24.00
BF	1.60
入射瞳位置	6.83
射出瞳位置	-6.17
前側主点位置	8.55
後側主点位置	-3.60

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-9.47
2	3	16.97
3	5	-35.80
4	8	8.57
5	10	5.98
6	12	-4.79
7	14	0.00

テレ光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1*	-54.306	1.00	1.63550	23.9	9.16
2*	20.586	0.45			8.91
3*	9.015	3.50	1.53110	55.9	8.92
4*	-26.808	2.42			8.23
5*	-41.695	1.00	1.53110	55.9	6.37
6*	-11.690	1.60			6.07
7(絞り)		0.10			4.11
8*	5.540	1.00	1.53110	55.9	4.27
9*	7.601	1.64			4.20
10*	-69.043	1.70	1.53110	55.9	4.33
11*	-37.921	2.04			4.50
12*	-3.715	0.75	1.63550	23.9	4.60
13*	-10.264	0.85			5.45
14		1.10	1.51633	64.1	6.32
15					6.76
像面					

非球面データ

第1面

K = -8.84520e+001 A 4=-2.25983e-004 A 6=-1.20994e-005 A 8=-2.80693e-007 A10=5.52510e-008 A12=-1.34437e-009

第2面

K = 1.38800e+001 A 4= 1.09978e-005 A 6=-3.05777e-005 A 8=-1.57338e-008 A10=8.91102e-008 A12=-3.02913e-009

第3面

K = -4.66891e+000 A 4= 8.62431e-004 A 6=-3.37181e-005 A 8= 1.49470e-006 A10=-3.62389e-008 A12= 1.72247e-010

第4面

K = -7.81159e+001 A 4=-3.58663e-004 A 6= 1.52804e-005 A 8=-1.37675e-006 A10=6.07857e-008 A12=-6.35478e-010

第5面

K = -8.99851e+001 A 4= 5.44542e-004 A 6=-9.90697e-005 A 8= 4.84568e-006 A10=-3.08535e-008 A12= 7.53799e-009

第6面

K = 5.14367e+000 A 4= 1.14176e-003 A 6=-8.98927e-005 A 8= 9.07980e-006 A10=-4.31174e-007 A12= 2.16652e-008

第8面

K = -1.79852e+000 A 4= 1.59639e-003 A 6= 1.78374e-004 A 8=-1.65523e-004 A10=4.33873e-005 A12=-4.19605e-006

第9面

K = 4.95030e+000 A 4=-9.83568e-004 A 6=-4.45996e-004 A 8= 9.93118e-007 A10=1.48074e-005 A12=-3.26434e-006

第10面

K = 8.99185e+001 A 4= 8.54525e-004 A 6=-2.71729e-004 A 8=-1.18966e-005 A10=2.78388e-005 A12=-4.20505e-006

第11面

K = -8.99368e+001 A 4=-4.17169e-004 A 6=-2.11980e-004 A 8=-5.86487e-005 A10=4.49926e-005 A12=-5.01691e-006

第12面

K = -1.10359e+001 A 4=-3.52331e-002 A 6= 8.48054e-003 A 8=-2.56725e-003 A10= 4.70979e-004 A12=-3.30163e-005

第13面

K = -4.78616e+001 A 4=-1.23726e-002 A 6= 1.97321e-003 A 8=-4.10591e-004 A10= 5.79107e-005 A12=-3.07475e-006

各種データ

焦点距離 15.00
 Fナンバー 2.88
 半画角 11.68
 像高 3.10
 レンズ全長 20.75
 BF 1.60
 入射瞳位置 9.21
 射出瞳位置 -5.77
 前側主点位置 -6.32
 後側主点位置 -13.40

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-23.37
2	3	13.15
3	5	30.24
4	8	32.94
5	10	155.45
6	12	-9.59
7	14	0.00

(数値例7)

ワイド光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1*	9.963	1.30	1.62041	60.3	6.14
2*	2.063	3.16			4.23
3*	5.403	1.40	1.59240	68.3	4.07
4*	-11.150	0.60			3.69
5*	-43.751	0.80	1.80518	25.4	3.07
6*	15.608	0.10			3.02
7(絞り)		0.10			3.03
8*	4.764	1.20	1.64000	60.1	3.07
9*	-66.999	2.94			3.02
10*	14.404	1.80	1.59240	68.3	4.48
11*	-9.500	0.50			4.37
12*	-17.138	1.00	1.84666	23.8	4.29
13*	11.853				5.09

像面

非球面データ

第1面

K = -2.47869e+001 A 4=-2.02166e-003 A 6= 5.43003e-005

第2面

K = -1.79551e+000 A 4= 1.25374e-002 A 6=-4.89811e-005

第3面

K = 2.24981e+000 A 4= 2.67772e-003 A 6= 1.71832e-004

第4面

K = -2.15785e+001 A 4= 1.38585e-003 A 6=-4.29296e-005

第5面

K = -7.77189e+000 A 4= 2.90232e-003 A 6=-1.23226e-003

第6面

K = 5.52064e+001 A 4= 2.30902e-003 A 6=-9.38603e-004

第8面

K = 6.43691e-001 A 4= 1.22013e-003 A 6= 3.62473e-004

第9面

K = -6.95418e+001 A 4= 3.79577e-003 A 6= 8.00925e-004

第10面

K = -9.00000e+001 A 4= 5.32715e-003 A 6= 4.14940e-004

第11面

K = 1.36769e+001 A 4=-2.97992e-003 A 6= 1.43850e-003

第12面

K = -9.00000e+001 A 4=-2.16468e-002 A 6= 4.36176e-004

第13面

K = 1.40560e+001 A 4=-1.25552e-002 A 6= 5.78256e-004

各種データ

焦点距離	5.20
Fナンバー	2.88
半画角	36.69
像高	3.88
レンズ全長	17.77
BF	2.87
入射瞳位置	3.58
射出瞳位置	-4.59
前側主点位置	5.15
後側主点位置	-2.33

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-4.47
2	3	6.34
3	5	-14.20
4	8	6.99
5	10	9.94
6	12	-8.15

テレ光学系

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
-----	---	---	----	---	-----

1*	32.268	1.30	1.62041	60.3	8.47
2*	-51.647	3.16			8.11
3*	5.700	1.40	1.59240	68.3	5.55
4*	-12.800	0.60			5.22
5*	-9.999	0.80	1.80518	25.4	3.82
6*	191.283	0.10			3.38
7(絞り)		0.10			3.35
8*	5.214	1.20	1.64000	60.1	3.27
9*	2.487	2.94			3.24
10*	18.649	1.80	1.59240	68.3	6.46
11*	26.555	0.50			6.50
12*	8.399	1.00	1.84666	23.8	6.65
13*	11.838				6.78

像面

非球面データ

第1面

K = -1.92634e+001 A 4=-2.82433e-004 A 6= 3.81416e-006

第2面

K = 9.00000e+001 A 4= 3.23423e-004 A 6= 2.68125e-006

第3面

K = -8.60800e-001 A 4= 2.63313e-003 A 6= 4.15438e-005

第4面

K = -2.86471e+001 A 4= 8.10119e-004 A 6= 2.03306e-006

第5面

K = 9.11794e+000 A 4= 5.04006e-003 A 6= 2.54023e-004

第6面

K = 7.38599e+001 A 4= 2.81749e-003 A 6= 5.63571e-004

第8面

K = -8.57667e-001 A 4=-3.65406e-003 A 6=-4.84007e-004

第9面

K = -2.26017e-001 A 4=-3.68837e-003 A 6=-1.37027e-003

第10面

K = 1.65894e+001 A 4= 2.55538e-003 A 6= 1.45887e-005

第11面

K = 9.21247e+000 A 4= 2.90663e-004 A 6=-7.09973e-006

第12面

K = -7.20764e+000 A 4=-1.10889e-003 A 6=-5.90829e-005

第13面

K = 8.94495e+000 A 4=-3.28402e-003 A 6=-4.17715e-005

各種データ

焦点距離	15.00
Fナンバー	2.88
半画角	14.48
像高	3.88
レンズ全長	17.77
BF	2.87
入射瞳位置	8.12
射出瞳位置	-6.28

前側主点位置 -1.49

後側主点位置 -12.13

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	32.20
2	3	6.85
3	5	-11.78
4	8	-8.97
5	10	97.49
6	12	30.14

【0 1 0 5】

【表1】

	参考例1	参考例2	参考例3	参考例4	実施例1	実施例2	参考例5
条件式4	1.00	0.94	1.11	1.04	1.04	1.10	0.92

【0 1 0 6】

以上説明した各実施例は代表的な例にすぎず、本発明の実施に際しては、各実施例に対して種々の変形や変更が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0 1 0 7】

本発明は、良好な画像が得られる複眼撮像に用いられる撮像装置やレンズ装置等の複眼光学機器を提供できる。

【符号の説明】

【0 1 0 8】

1 複眼撮像装置

1 1 0 a , 1 1 0 b , 1 2 0 0 a , 1 2 0 b , 1 3 0 a , 1 3 0 b , 1 4 0 a , 1 4 0 b
結像光学系

2 1 0 a ~ 2 1 0 h 撮像素子

1 0 5 F フォーカスレンズ群

1 0 5 R 後レンズ群