(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6643060号
(P6643060)

(45)発行日　令和2年2月12日(2020.2.12)　(24)登録日　令和2年1月8日(2020.1.8)

(51)Int.Cl.　F I
H04N 5/225 (2006.01)　H04N 5/225 300
H04N 5/232 (2006.01)　H04N 5/232 290

請求項の数 8　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願2015-234510(P2015-234510)
(22)出願日　平成27年12月1日(2015.12.1)
(65)公開番号　特開2017-103576(P2017-103576A)
(43)公開日　平成29年6月8日(2017.6.8)
審査請求日　平成30年11月29日(2018.11.29)

(73)特許権者　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100110412
弁理士　藤元　亮輔
(74)代理人　100104628
弁理士　水本　敦也
(74)代理人　100121614
弁理士　平山　倫也
(72)発明者　井上　智暁
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号　キヤノン株式会社内

審査官　高野　美帆子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】撮像装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
それぞれが被写体の光学像を形成する複数の結像光学系と、
それぞれが前記複数の結像光学系に対応して設けられ、前記被写体の光学像を光電変換する複数の撮像素子と、
を有し、
前記複数の結像光学系のうち最も画角が広い第１結像光学系に対応する前記複数の撮像素子のうちの第１撮像素子の第１撮像領域における前記第１結像光学系の最大画角に対する水平画角の比率よりも、前記複数の結像光学系のうち前記第１結像光学系よりも狭い画角を有する第２結像光学系に対応する前記複数の撮像素子のうちの第２撮像素子の第２撮像領域における前記第２結像光学系の最大画角に対する水平画角の比率の方が大きく、
前記第１撮像領域における前記第１結像光学系の最大画角に対する垂直画角の比率よりも、前記第２撮像領域における前記第２結像光学系の最大画角に対する垂直画角の比率の方が大きいことを特徴とする撮像装置。
【請求項２】
前記第１撮像素子から得られる画像の一部に、前記第２撮像素子から得られる画像を合成し、前記一部の解像度がその他の部分の解像度に比べて高い中間画角の画像を生成する中間画角画像生成手段を有することを特徴とする請求項１に記載の撮像装置。
【請求項３】
前記中間画角の画像の外形形状と、前記第２撮像領域内であって前記第２結像光学系の

イメージサークル内である全ての領域の外形形状と、は異なることを特徴とする請求項２に記載の撮像装置。
【請求項４】
前記第２撮像領域の面積は、前記第２結像光学系のイメージサークルに内接する前記第１撮像領域の外形形状と相似な領域の面積よりも大きいことを特徴とする請求項１乃至３のうちいずれか１項に記載の撮像装置。
【請求項５】
前記第２撮像領域は、前記第２結像光学系のイメージサークルに一致することを特徴とする請求項１乃至４のうちいずれか１項に記載の撮像装置。
【請求項６】
前記第２撮像領域の外形形状は矩形であ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撮像装置。
【請求項７】
前記第２撮像領域は、前記第２結像光学系のイメージサークルの接線となる辺を含み、かつ、前記第２撮像領域の一部は前記第２結像光学系のイメージサークルの外部であることを特徴とする請求項６に記載の撮像装置。
【請求項８】
前記複数の結像光学系は、同一の画角を有する結像光学系を含むことを特徴とする請求項１乃至７のうちいずれか１項に記載の撮像装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、複数の撮影光学系を有する複眼撮像装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
特許文献１は、画角の異なる短焦点のレンズユニットと長焦点のレンズユニットを配置し、被写体の同じ部分を含むように撮像する複眼撮像装置を提案している。短焦点レンズに対応した撮像素子により得られるワイド画像の一部に、長焦点レンズに対応した撮像素子により得られるズームアップ画像を嵌め込むことで、一部の解像度が高く、その他の部分は解像度は低いが広い画角の画像を得ることができる。これは、監視カメラに有用であり、例えば、監視対象領域の全域を把握しつつ、中心領域の不審人物などをズームアップして詳細に監視することが可能となる。
【０００３】
また、このような撮像装置において光学的なズーム機能のような連続的画角変更を実現するために、離散的に有している異なる画角間の任意の画角についてはデジタルズームなどの画像処理技術によって生成する技術が知られている。「デジタルズーム」とは、撮影された画像に対して撮影画像内の一部をトリミングし、このトリミングした範囲を所定のサイズに拡大することによって擬似的に画角変更したのと同一の効果を得ることのできる手段として知られている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２００５－３０３６９４号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
デジタルズームは線形補間（バイリニア法）を用いているため、デジタルズーム領域の画像が劣化してしまう場合があり、デジタルズーム倍率が大きくなると、画質（解像度）が低下するという問題が発生する。特許文献１において、ワイド画像の一部にズームアップ画像を嵌め込んだ画像を用いてデジタルズーム処理を実行した場合も同様の問題が生じ

る。この場合、中心部のズームアップ画像を嵌め込んだ領域は、ズームアップ画像本来のサイズに拡大されるまでデジタルズームによる劣化はほぼ生じないが、ワイド画像部分はデジタルズーム倍率が大きくなるにつれて、解像度が大きく低下してしまう。

【０００６】

本発明の目的は、中間画角画像生成時の高解像度領域を広げることが可能な撮像装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明の撮像装置は、それぞれが被写体の光学像を形成する複数の結像光学系と、それぞれが前記複数の結像光学系に対応して設けられ、前記被写体の光学像を光電変換する複数の撮像素子と、を有する。前記複数の結像光学系のうち最も画角が広い第１結像光学系に対応する前記複数の撮像素子のうちの第１撮像素子の第１撮像領域における前記第１結像光学系の最大画角に対する水平画角の比率よりも、前記複数の結像光学系のうち前記第１結像光学系よりも狭い画角を有する第２結像光学系に対応する前記複数の撮像素子のうちの第２撮像素子の第２撮像領域における前記第２結像光学系の最大画角に対する水平画角の比率の方が大きい。また、前記第１撮像領域における前記第１結像光学系の最大画角に対する垂直画角の比率よりも、前記第２撮像領域における前記第２結像光学系の最大画角に対する垂直画角の比率の方が大きい。

【発明の効果】

【０００８】

本発明によれば、中間画角画像生成時の高解像度領域を広げることが可能な撮像装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】本発明の複眼撮像装置の構成図である。（実施例１、２）

【図２】図1に示す結像光学系のイメージサークルと撮像素子の有効撮像領域を説明する図である。(実施例１)

【図３】図１に示す撮像素子による撮影画像の説明図である。(実施例１)

【図４】図１に示す結像光学系が撮影する画角範囲の相対関係を説明する図である。(実施例１)

【図５】本発明の異画角画像合成処理を説明する図である。(実施例１)

【図６】図１に示す複眼撮像装置の撮影動作を説明するためのフローチャートである。(実施例１)

【図７】図1に示す結像光学系のイメージサークルと撮像素子の有効撮像領域を説明する図である。(実施例２)

【図８】本発明の異画角画像合成処理を説明する図である。(実施例２)

【発明を実施するための形態】

【００１０】

複眼撮像装置の更なる小型化を図るために、複数の結像光学系（撮像光学系）をズーム光学系ではなく離散的に異なる焦点距離または画角を有する単焦点光学系として構成し、撮像に用いる光学系を切り替えることで撮影画角を変更することを検討する。この場合、光学ズームのように連続的に画角を変更するためには、離散的な画角の間の任意の画角について画像処理を行う必要がある。

【００１１】

この画像処理にデジタルズームを利用することが考えられる。「デジタルズーム」とは、撮像装置で撮影された画像に対して撮影画像内の一部をトリミングし、このトリミングした範囲を所定のサイズに拡大することによって擬似的にズーミングしたのと同一の効果を得る方法である。デジタルズームと光学ズームとを組み合わせることで、より高変倍比を実現することができる。例えば、異なる画角を有する結像光学系を有する複眼撮像装置において、異なる画角間をデジタルズームにより補間することで擬似的にズーミングした

のと同一の効果を得ることができる。しかしながら、従来のデジタルズームでは、線形補間（バイリニア法）を用いているためデジタルズーム領域の画像が劣化してしまう場合がある。

【００１２】

別の手法として、サンプリング定理に基づいたｓｉｎｃ関数による補間を行うバイキュービック法がある。バイキュービック法は、演算上の負荷を軽減するためにｓｉｎｃ関数を近似した補間関数を原画像のサンプル点に対して畳み込むことで、サンプル点の間を補間し、画素数を増減する。また、平滑化効果があるため、ジャギーが目立ちにくいという利点もある。但し、平滑化効果により例えば補間時の仮定条件に当てはまらないエッジ部分を中心に、スムージングされた画像となり画像が全体的にボケた感じとなってしまう。

【００１３】

また、デジタルズームにより得られる画像の一部に、望遠レンズに対応した撮像素子により得られる望遠画像を嵌め込み、望遠画像を嵌め込んだ一部の解像度が高い中間画角の画像を得る方法（以下、「異画角画像合成処理」と呼ぶ）も知られている。

【００１４】

上記の手法により、異なる画角の画像を複数枚撮影取得しておくことで、撮影後に所望の画角画像を単純なデジタルズームよりも高画質に生成することができるが、デジタルズームにより解像度が大きく低下してしまう領域が大きいという課題がある。

【００１５】

以下、本発明の好ましい実施例を、添付図面に基づいて詳細に説明する。

【実施例１】

【００１６】

図１は、本発明の実施例１に係る複眼撮像装置１のブロック図である。複眼撮像装置１は、撮像ユニット１００、Ａ／Ｄ変換器１０３、画像処理部１０４、中間画角画像生成部（中間画角画像生成手段）１０５、システムコントローラ１０６、情報入力部１０７を有する。また、複眼撮像装置１は、画角選択部（画角選択手段）１０８、ＡＦゲート１０９、ＡＦ信号処理部１１０、結像光学系選択部（結像光学系選択手段）１１１、撮像制御部１１２、画像記録媒体１１３、表示制御部１１４、表示部２００を更に有する。

【００１７】

複眼撮像装置１は、レンズ一体型の撮像装置でもよいし、結像光学系（撮像光学系）を有するレンズ装置と、レンズ装置が着脱可能に装着されて撮像素子を有する撮像装置本体から構成されてもよい。本実施例では、レンズ一体型の撮像装置の場合について説明する。

【００１８】

図１に示すように、撮像ユニット１００は、４つの結像光学系と夫々に対応する撮像素子で構成されている。結像光学系１０１ａ、１０１ｂ、１０１ｃ、１０１ｄが複眼を構成する結像光学系である。撮像素子１０２ａ、１０２ｂ、１０２ｃ、１０２ｄは、それぞれ結像光学系１０１ａ、１０１ｂ、１０１ｃ、１０１ｄを介して素子面上に到達した被写体の光学像を電気信号に変換する。

【００１９】

このように、複数の撮像素子１０２ａ～ｄは、複数の結像光学系１０１ａ～ｄにそれぞれ対応する。より具体的には、撮像素子１０２ａ（第１撮像素子）は、結像光学系１０１ａ（第１結像光学系）が形成した被写体の光学像を光電変換する。撮像素子１０２ｂ（第２撮像素子）は、結像光学系１０１ｂ（第２結像光学系）が形成した被写体の光学像を光電変換する。撮像素子１０２ｃ（第２撮像素子）は、結像光学系１０１ｃ（第２結像光学系）が形成した被写体の光学像を光電変換する。撮像素子１０２ｄ（第２撮像素子）は、結像光学系１０１ｄ（第２結像光学系）が形成した被写体の光学像を光電変換する。第１結像光学系は複数の結像光学系のうち最も画角が広く、第２結像光学系は第１結像光学系よりも狭い画角を有する。

【００２０】

結像光学系１０１ａ（ワイド個眼）を４つの結像光学系の中で最も短い焦点距離を有する広角結像光学系として構成する。結像光学系１０１ｂ（ワイドミドル個眼）は、結像光学系１０１ａに比べて焦点距離が長く、結像光学系１０１ｃ（テレミドル個眼）は、結像光学系１０１ｂよりもさらに焦点距離が長い。結像光学系１０１ｄ（テレ個眼）は、結像光学系１０１ｃよりもさらに焦点距離が長くなるように構成している。Ａ／Ｄ変換器１０３は、撮像素子１０２ａ～ｄから出力されるアナログ信号をデジタル信号に変換して画像処理部１０４またはＡＦゲート１０９に供給する。

【００２１】

画像処理部１０４は、Ａ／Ｄ変換器１０３からの各画像データに対して所定の画素補間処理や色変換処理、デジタルズーム処理等を行い、また、撮像した各画像データを用いて所定の演算処理が行われる。画像処理部１０４が処理した結果はシステムコントローラ１０６に送信される。

【００２２】

画像処理部１０４は、中間画角画像生成部１０５を有する。中間画角画像生成部１０５は、離散的に異なる画角を有する結像光学系に対応する撮像素子によって撮像される、離散的に異なる画角の画像からその中間画角の画像を生成する。中間画角画像生成部１０５は、離散的に異なる焦点距離を有する上記の結像光学系の間の画角を補間するための、中間画角画像を生成する。中間画角画像の生成方法としては、デジタルズーム処理でもよいし、複数画像を用いた画像の高解像度化処理を行う超解像処理でもよい。超解像技術として、ＭＬ（Ｍａｘｉｍｕｍ－Ｌｉｋｅｌｉｈｏｏｄ）法、ＭＡＰ（Ｍａｘｉｍｕｍ Ａ Ｐｏｓｔｅｒｉｏｒ）法、ＰＯＣＳ（Ｐｒｏｊｅｃｔｉｏｎ Ｏｎｔｏ Ｃｏｎｖｅｘ Ｓｅｔ）法がある。また、ＩＢＰ（Ｉｔｅｒａｔｉｖｅ Ｂａｃｋ Ｐｒｏｊｅｃｔｉｏｎ）法、ＬＲ（Ｌｕｃｙ－Ｒｉｃｈａｒｄｓｏｎ）法などがある。

【００２３】

本実施例では、異画角画像合成処理を使用し、一部の解像度が高く、その他の部分の解像度は低い中間画角の画像を取得する。この結果、中間画角画像生成部１０５は、第１撮像素子から得られる画像の一部に、第２撮像素子から得られる画像を合成し、前記一部の解像度が高く、その他の部分の解像度は低い中間画角の画像を生成する。

【００２４】

ＡＦゲート１０９は、Ａ／Ｄ変換器１０３からの全画素出力信号のうち、システムコントローラ１０６が設定した焦点検出に用いられる領域（合焦点検出領域又はＡＦ枠）の信号のみをＡＦ信号処理部１１０に供給する。

【００２５】

ＡＦ信号処理部１１０は、ＡＦゲート１０９から供給される画素信号に対してフィルタを適用して高周波成分を抽出し、ＡＦ評価値を生成する。ＡＦ評価値は、システムコントローラ１０６に出力され、結像光学系のフォーカス位置を決定するために用いられる。

【００２６】

情報入力部１０７は、レバー、スイッチ、タッチスクリーンなどを含み、ユーザが所望の撮影条件（絞り値や露出時間など）を選択して入力する情報を検知してシステムコントローラ１０６にデータを供給する。情報入力部１０７は、例えば、レリーズ釦を有する。

【００２７】

レリーズ釦は、ユーザによる半押しに応じてＳＷ１信号をシステムコントローラ１０６に送信し、ユーザによる全押しに応じてＳＷ２信号をシステムコントローラ１０６に送信する。レリーズ釦は、撮影準備および撮影を指示する指示手段として機能する。本実施例では、レリーズ釦の半押しは撮影準備の指示に相当し、レリーズ釦の全押しは撮影の指示に相当する。

【００２８】

情報入力部１０７は画角選択部１０８を有する。画角選択部１０８は、ユーザが所望する画角を選択して入力する情報を検知してシステムコントローラ１０６にデータを供給する。システムコントローラ１０６は、複眼撮像装置１の各部を制御する制御手段であり、

マイクロコンピュータから構成される。

【００２９】

システムコントローラ１０６は、レリーズ釦によって生成されるＳＷ１信号に応じて、ＡＷＢ（オートホワイトバランス）処理、ＥＦ（フラッシュプリ発光）処理、顔検出等の撮影準備動作を開始する。また、システムコントローラ１０６は、レリーズ釦によって生成されるＳＷ２信号に応じて、不図示のシャッター駆動回路を駆動し、撮影光束を撮像素子１０２ａ～ｄに導き、露光（撮影）を行う。また、システムコントローラ１０６は、ＳＷ２信号に応じて、撮像素子１０２ａ～ｄからの信号読み出しから画像記録媒体１１３に画像データを書き込むまでの一連の撮影処理の動作を制御する。システムコントローラ１０６は、図６に示す制御方法を実行する。

【００３０】

結像光学系選択部１１１は、画角選択部１０８により得られた画角選択情報に基づいて撮影に使用するための結像光学系を選択する。システムコントローラ１０６は、供給されたデータに基づき結像光学系選択部１１１、撮像制御部１１２を制御する。撮像制御部１１２は、選択された結像光学系に対して、不図示の各結像光学系フォーカスレンズを移動させ、各結像光学系の絞り値、露出時間、夫々に対応した撮像素子を制御することで必要な画像を取得する。

【００３１】

画像記録媒体１１３は、複数の静止画や動画を格納する他、画像ファイルを構成する場合のファイルヘッダを格納する。表示制御部１１４は、上記離散的に異なる焦点距離を有する結像光学系に一義的に対応した焦点距離を強調して表示するように制御する。表示部２００は撮影時のプレビュー画像、撮影された画像、メニュー機能、ズーム範囲などを表示し、液晶表示素子などから構成される。

【００３２】

図２は、実施例１による、結像光学系１０１ａ～ｄのイメージサークルＩＣａ～ｄと撮像素子１０２ａ～ｄの有効撮像領域ＩＡａ～ｄを説明する図である。同図中、破線の円形で示されたものが、結像光学系１０１ａ～ｄのイメージサークルＩＣａ～ｄを表し、実線が撮像素子１０２ａ～ｄの有効撮像領域ＩＡａ～ｄの外形を表している。黒丸は各撮像素子１０２ａ～ｄの中心を示している。

【００３３】

撮像素子１０２ａでは、結像光学系１０１ａのイメージサークルＩＣａに内接するアスペクト比４：３の矩形形状の有効撮像領域（第１撮像領域）ＩＡａを有している。有効撮像領域ＩＡａの半対角長は、Ｒ＝３．８７５ｍｍである。ここで、結像光学系と有効撮像領域によって決まる撮影画角ωは、次式で表される。Ｙは有効撮像領域のサイズ、ｆは結像光学系の焦点距離である。

【００３４】

【数１】

$$\tan\omega = Y / f \quad \cdots (1)$$

【００３５】

結像光学系１０１ａの焦点距離はｆ＝４．３ｍｍであり、結像光学系１０１ａと有効撮像領域によって決まる半対角画角ω_Rは、ω_R＝４２度となる。

【００３６】

撮像素子１０２ａは、矩形形状の有効撮像領域ＩＡａを有し、対角方向が最大画角となるため、前記半対角画角が結像光学系１０１ａの最大画角となる。有効撮像領域ＩＡａの水平方向サイズはＨ＝３．１ｍｍとなり、結像光学系１０１ａと有効撮像領域ＩＡａによって決まる半水平画角ω_Hは、ω_H＝３５．８度となる。有効撮像領域ＩＡａの垂直方向

サイズはＶ＝２．３２５ｍｍとなり、結像光学系１０１ａと有効撮像領域ＩＡａによって決まる半垂直画角ω_Vは、ω_V＝２８．４度となる。

【００３７】

ここでは半画角を画角と表記するが、全画角で表現しても関係性は変わらないため、全画角表記でも構わない。結像光学系１０１ａの半対角画角と水平画角の比率をＲａｔｅ（１０１ａ＿ＨＲ）＝ω_H／ω_Rとし、半対角画角と垂直画角の比率をＲａｔｅ（１０１ａ＿ＶＲ）＝ω_V／ω_Rとする。このとき、第１結像光学系の最大画角に対する水平画角の比率は、Ｒａｔｅ（１０１ａ＿ＨＲ）＝０．８５となる。また、第１結像光学系の最大画角に対する垂直画角の比率は、Ｒａｔｅ（１０１ａ＿ＶＲ）＝０．６８となる。

【００３８】

撮像素子１０２ｂは、結像光学系１０１ｂのイメージサークルに一致する円形形状の有効撮像領域（第２撮像領域）ＩＡｂを有している。有効撮像領域ＩＡｂは、有効撮像領域ＩＡａの外形形状と相似で、かつ、イメージサークルＩＣｂに内接する従来の有効撮像領域よりも面積が大きい。有効撮像領域ＩＡｂのサイズは直径＝３．８７５ｍｍである。このとき、結像光学系１０１ｂの焦点距離はｆ＝７．５ｍｍであり、結像光学系１０１ｂと有効撮像領域ＩＡｂによって決まる半対角画角ω_Rは、ω_R＝２７．３度となる。つまり、結像光学系１０１ｂは、結像光学系１０１ａよりも焦点距離が長く、画角が狭い。

【００３９】

撮像素子１０２ｂは、円形形状の有効撮像領域ＩＡｂを有し、全方向が最大画角となる。すなわち、有効撮像領域ＩＡｂの対角方向サイズはＲ＝３．８７５ｍｍとなり、結像光学系１０１ｂと有効撮像領域ＩＡｂによって決まる半対角画角ω_Rは、ω_R＝２７．３度となる。有効撮像領域の水平方向サイズはＨ＝３．８７５ｍｍとなり、結像光学系１０１ｂと有効撮像領域ＩＡｂによって決まる半水平画角ω_Hは、ω_H＝２７．３度となる。有効撮像領域ＩＡｂの垂直方向サイズはＶ＝３．８７５ｍｍとなり、結像光学系１０１ｂと有効撮像領域ＩＡｂによって決まる半垂直画角ω_Vは、ω_V＝２７．３度となる。

【００４０】

ここでは半画角を画角と表記するが、全画角で表現しても関係性は変わらないため、全画角表記でも構わない。結像光学系１０１ｂの最大画角と水平画角の比率をＲａｔｅ（１０１ｂ＿ＨＲ）＝ω_H／ω_Rとし、最大画角と垂直画角の比率をＲａｔｅ（１０１ｂ＿ＶＲ）＝ω_V／ω_Rとする。このとき、第２結像光学系の最大画角に対する水平画角の比率は、Ｒａｔｅ（１０１ｂ＿ＨＲ）＝１となる。また、第２結像光学系の最大画角に対する垂直画角の比率は、Ｒａｔｅ（１０１ｂ＿ＶＲ）＝１となる。つまり、本実施例では、最も画角の広い結像光学系１０１ａに対して、Ｒａｔｅを水平、垂直方向ともに大きくなるように構成している。

【００４１】

撮像素子１０２ｃも、結像光学系１０１ｃのイメージサークルＩＣｃに一致する円形形状の有効撮像領域（第２撮像領域）ＩＡｃを有している。有効撮像領域ＩＡｃは、有効撮像領域ＩＡａの外形形状と相似で、かつ、イメージサークルＩＣｃに内接する従来の有効撮像領域よりも面積が大きい。有効撮像領域ＩＡｃのサイズは直径＝３．８７５ｍｍである。このとき、結像光学系１０１ｃの焦点距離はｆ＝１３．１ｍｍであり、結像光学系１０１ｃと有効撮像領域ＩＡｃによって決まる半対角画角ω_Rは、ω_R＝１６．５度となる。つまり、結像光学系１０１ｃは結像光学系１０１ａ、１０１ｂよりも焦点距離が長く、画角が狭い。

【００４２】

撮像素子１０２ｃは、円形形状の有効撮像領域ＩＡｃを有し、全方向が最大画角となる。すなわち、有効撮像領域ＩＡｃの対角方向サイズはＲ＝３．８７５ｍｍとなり、結像光学系１０１ｃと有効撮像領域ＩＡｃによって決まる半対角画角ω_Rは、ω_R＝１６．５度となる。有効撮像領域ＩＡｃの水平方向サイズはＨ＝３．８７５ｍｍとなり、結像光学系１０１ｃと有効撮像領域ＩＡｃによって決まる半水平画角ω_Hは、ω_H＝１６．５度となる。有効撮像領域ＩＡｃの垂直方向サイズはＶ＝３．８７５ｍｍとなり、結像光学系１０

１ｃと有効撮像領域ＩＡｃによって決まる半垂直画角ω$_{V}$は、ω$_{V}$＝１６．５度となる。

【００４３】

ここでは半画角を画角と表記するが、全画角で表現しても関係性は変わらないため、全画角表記でも構わない。結像光学系１０１ｃの最大画角と水平画角の比率をＲａｔｅ（１０１ｃ＿ＨＲ）＝ω$_{H}$／ω$_{R}$とし、最大画角と垂直画角の比率をＲａｔｅ（１０１ｃ＿ＶＲ）＝ω$_{V}$／ω$_{R}$とする。このとき、第２結像光学系の最大画角に対する水平画角の比率は、Ｒａｔｅ（１０１ｃ＿ＨＲ）＝１となる。また、第２結像光学系の最大画角に対する垂直画角の比率は、Ｒａｔｅ（１０１ｃ＿ＶＲ）＝１となる。つまり、本実施例において最も画角の広い結像光学系１０１ａに対して、Ｒａｔｅを水平、垂直方向ともに大きくなるように構成している。

【００４４】

撮像素子１０２ｄも、結像光学系１０１ｄのイメージサークルに一致する円形形状の有効撮像領域（第２撮像領域）ＩＡｄを有している。有効撮像領域ＩＡｄは、有効撮像領域ＩＡａの外形形状と相似で、かつ、イメージサークルＩＣｄに内接する従来の有効撮像領域よりも面積が大きい。有効撮像領域ＩＡｄのサイズは直径＝３．８７５ｍｍである。このとき、結像光学系１０１ｄの焦点距離はｆ＝２２．９ｍｍであり、結像光学系１０１ｄと有効撮像領域ＩＡｄによって決まる半対角画角ω$_{R}$は、ω$_{R}$＝９．６度となる。つまり、結像光学系１０１ｄは結像光学系１０１ａ、１０１ｂ、１０１ｃよりも焦点距離が長く、画角が狭い。

【００４５】

撮像素子１０２ｄは、円形形状の有効撮像領域ＩＡｄを有し、全方向が最大画角となる。すなわち、有効撮像領域ＩＡｄの対角方向サイズはＲ＝３．８７５ｍｍとなり、結像光学系１０１ｄと有効撮像領域ＩＡｄによって決まる半対角画角ω$_{R}$は、ω$_{R}$＝９．６度となる。有効撮像領域ＩＡｄの水平方向サイズはＨ＝３．８７５ｍｍとなり、結像光学系１０１ｄと有効撮像領域ＩＡｄによって決まる半水平画角ω$_{H}$は、ω$_{H}$＝９．６度となる。有効撮像領域ＩＡｄの垂直方向サイズはＶ＝３．８７５ｍｍとなり、結像光学系１０１ｄと有効撮像領域ＩＡｄによって決まる半垂直画角ω$_{V}$は、ω$_{V}$＝９．６度となる。

【００４６】

ここでは半画角を画角と表記するが、全画角で表現しても関係性は変わらないため、全画角表記でも構わない。結像光学系１０１ｄの最大画角と水平画角の比率をＲａｔｅ（１０１ｄ＿ＨＲ）＝ω$_{H}$／ω$_{R}$とし、最大画角と垂直画角の比率をＲａｔｅ（１０１ｄ＿ＶＲ）＝ω$_{V}$／ω$_{R}$とする。このとき、第２結像光学系の最大画角に対する水平画角の比率は、Ｒａｔｅ（１０１ｄ＿ＨＲ）＝１となる。また、第２結像光学系の最大画角に対する垂直画角の比率は、Ｒａｔｅ（１０１ｄ＿ＶＲ）＝１となる。つまり、本実施例において最も画角の広い結像光学系１０１ａに対して、Ｒａｔｅを水平、垂直方向ともに大きくなるように構成している。

【００４７】

図３は、上記の構成によって同一の被写体を撮影した場合に取得される、撮像素子１０２ａ～ｄによる撮像画像１０１０ａ～ｄの説明図である。同図に示すように、結像光学系１０１ａに対応する撮像画像１０１０ａが最も広い被写体空間を撮像しており、１０１ｂ、１０１ｃ、１０１ｄに対応する撮像画像１０１０ｂ，１０１０ｃ，１０１０ｄは焦点距離に応じて撮像される被写体空間が狭くなっている。また、夫々の撮像素子の有効撮像領域の形状によって、撮像画像１０１０ａは矩形の外形形状を有し、撮像画像１０１０ｂ，１０１０ｃ，１０１０ｄは円形の外形形状を有している。

【００４８】

図４は、夫々の結像光学系が撮影する画角範囲の相対関係を示す説明図である。結像光学系１０１ａ～ｄを通して撮影される画角範囲１ａ～ｄが示されている。

【００４９】

図５は、実施例１の異画角画像合成処理を説明する図である。結像光学系１０１ａ、ｂを通して撮影される撮像画像２ａ、ｂが示されている。一点鎖線で示す２ｍは、ユーザが

所望する中間画角画像範囲、破線で示す２ｎは従来構成時の一例として、有効撮像領域が全て同一アスペクト比である場合に撮影される画角領域を示している。

【００５０】

図５（Ａ）は、比較例として、従来構成である結像光学系によらず有効撮像領域のＲａｔｅが同一の場合における異画角画像合成処理を説明する図である。異画角画像合成処理において中間画角画像２ｍを生成するためには、広画角画像２ａから領域２ｍを切り出して拡大し、狭画角画像２ｎを縮小して図５（Ａ）の中図のように中心領域に合成する。中間画角の画像２ｍの外形形状と、その一部に合成される領域２ｎの画像の外形形状は同じである。このような処理によって、中心領域は高解像（Ｈ．Ｒ）となり、一点鎖線と破線で囲まれた周辺領域は低解像（Ｌ．Ｒ）の中間画角画像を得ることができる。しかしながら、図５（Ａ）から分かるように、特に画像の水平、垂直方向の領域において画角の狭い範囲から低解像領域が生じてしまう。

【００５１】

図５（Ｂ）は、本実施例の異画角画像合成処理を説明する図である。本実施例の異画角画像合成処理において中間画角画像２ｍを生成するためには、広画角画像２ａから領域２ｍを切り出して拡大し、狭画角画像である円形形状画像２ｂを縮小して図５（Ｂ）の中図のように中心領域に合成する。中間画角の画像２ｍの外形形状と、その一部に合成される領域２ｂの画像の外形形状と、は異なる。

【００５２】

図５（Ｂ）に示す処理によって、中心領域は高解像（Ｈ．Ｒ）となり、一点鎖線と実線の円形で囲まれた周辺領域は低解像（Ｌ．Ｒ）の中間画角画像を得ることができる。図５（Ｂ）の中図の一点鎖線と破線の間であって、かつ、実線の円形の内部の解像度は、図５（Ａ）のそれよりも高くなっている。このように、画角の狭い結像光学系において、最も画角の広い結像光学系１０１ａに対して、Ｒａｔｅを水平、垂直方向ともに大きくなるように有効撮像領域を構成することで、中間画角画像における高解像領域を拡大することができる。結像光学系１０１ｂを通して撮影される撮影画像２ｂは、狭画角画像２ｎよりも広い画像であるかぎり、円形形状画像２ｂのような円形でなくてもよい。

【００５３】

図６は、複眼撮像装置１においてシステムコントローラ１０６が実行する制御方法を説明するためのフローチャートであり、「Ｓ」はステップ（工程）を表している。また、「Ｙ」はＹｅｓ、「Ｎ」はＮｏを表している。図６に示すフローチャートは、コンピュータに各ステップを実行させるためのプログラムとして具現化が可能である。かかるプログラムは、複眼撮像装置１の記憶手段、その他の記憶手段（例えば、非一時的なコンピュータ可読記憶媒体）に記憶可能である。

【００５４】

まず、ユーザが複眼撮像装置１の電源を入れると、システムコントローラ１０６は、表示制御部１１４を制御して、表示部２００にズームインジケータを表示させる。（Ｓ１０１）。次に、システムコントローラ１０６は、ユーザが画角選択部１０８である不図示のメニュー釦、セット釦、移動釦等を操作し、所望の焦点距離が選択されたことを確認する。（Ｓ１０２）。

【００５５】

次に、システムコントローラ１０６は、選択された焦点距離が、実際に結像光学系が存在する焦点距離であるか否かを判定する（Ｓ１０３）。存在しない場合はＳ１１１に移行する。存在する場合はＳ１０４に移行する。

【００５６】

システムコントローラ１０６は、選択された焦点距離が、実際に結像光学系が存在する焦点距離である場合（Ｓ１０３のＹ）、結像光学系選択部１１１を制御し、選択された焦点距離位置に対応する結像光学系を選択する（Ｓ１０４）。また、システムコントローラ１０６は、表示制御部１１４を制御して、選択された結像光学系を通して撮影される画像を表示部２００に撮影プレビュー画像として表示する（Ｓ１０５）。

【００５７】
次に、システムコントローラ１０６は、レリーズ釦が半押しされたかどうかを判定する（Ｓ１０６）。半押しされた場合はＳ１０７に移行する。半押しがなされない場合又は半押しが解除された場合は、半押しがなされるまで待機する（Ｓ１０６）。
【００５８】
次に、システムコントローラ１０６は、半押しを確認すると、撮像制御部１１２を制御して不図示の結像光学系のフォーカスレンズの微小駆動を行う。より詳細には、画像中心領域又は情報入力部１０７を通してユーザから指定された領域を合焦点検出領域として決定し、決定した合焦点検出領域内の画像信号のみをＡＦ信号処理部１１０に供給するようにＡＦゲート１０９を設定する。更に、システムコントローラ１０６は、ＡＦ信号処理部１１０が合焦点検出領域内の画像信号に基づいて生成したＡＦ評価値を取得し、フォーカスレンズを微小量左右に移動させて再度ＡＦ評価値を取得する。システムコントローラ１０６は、前段の微小駆動動作から合焦判定を行い、その結果合焦状態であることが確認されれば撮像制御部１１２によりフォーカスレンズの駆動を完了する（ＡＦ動作完了）。同様に測光（ＡＥ）についてもシステムコントローラ１０６で評価を行い、露出に応じて適切な制御を行い、測光動作を完了する（Ｓ１０７）。
【００５９】
次に、システムコントローラ１０６は、レリーズ釦が全押しされたかどうかを判定する。全押しされた場合はＳ１０９に移行する。全押しがなされない場合は、Ｓ１０７に戻る（Ｓ１０８）。
【００６０】
次に、システムコントローラ１０６は、レリーズ釦の全押しを確認すると、撮像制御部１１２を制御し、選択された結像光学系に対応する撮像素子の露光を開始することで撮影を行う（Ｓ１０９）。Ａ／Ｄ変換器１０３は撮像素子から出力されるアナログ信号をデジタル信号に変換して画像処理部１０４に供給する。画像処理部１０４は、Ａ／Ｄ変換器１０３からの各画像データに対して所定の画素補間処理や色変換処理を行う。システムコントローラ１０６は、画像処理された画像データを画像記録媒体１１３に記録して撮影が完了する（Ｓ１１０）。
【００６１】
一方、システムコントローラ１０６は、選択された焦点距離が、実際に結像光学系が存在する焦点距離でない場合（Ｓ１０３のＮ）、結像光学系焦点距離の間の焦点距離（中間焦点距離）が選択されたか否かを判定する（Ｓ１１１）。中間焦点距離が選択されなかった場合はＳ１２０に移行し、中間焦点距離が選択された場合はＳ１１２に移行する。
【００６２】
次に、中間焦点距離が選択されている場合は、システムコントローラ１０６は、結像光学系選択部１１１を制御し、選択された焦点距離位置に隣接する２つの結像光学系を選択する（Ｓ１１２）。次に、選択された隣接する結像光学系のうちより焦点距離の短い結像光学系を通して得られる画像をトリミングし、拡大することで表示制御部１１４を介して表示部２００に撮影プレビュー画像として表示させる（Ｓ１１３）。
【００６３】
次のＳ１１４は、Ｓ１０６と同様であるため、説明を省略する。次に、選択された２つの結像光学系のそれぞれに対してＳ１０７の動作を実行する（Ｓ１１５）。次のＳ１１６は、Ｓ１０８である同様のため説明は省略する。次に、選択された２つの結像光学系のそれぞれに対してＳ１０９と同様の動作を実行する（Ｓ１１７）。
【００６４】
次に、Ａ／Ｄ変換器１０３は、撮像素子から出力されるアナログ信号をデジタル信号に変換して画像処理部１０４に供給する。画像処理部１０４は、Ａ／Ｄ変換器１０３からの各画像データに対して所定の画素補間処理や色変換処理を行う。中間画角画像生成部１０５によって、焦点距離の短い方の結像光学系を通して得られる画像からデジタルズームにより得られる画像の一部に、焦点距離の長い方の結像光学系を通して得られる望遠画像を

合成する異画角画像合成処理を実施する。この処理により前記一部の解像度が高く、その他の部分の解像度は低い中間画角の画像を生成する（Ｓ１１８）。システムコントローラ１０６は、生成された中間画角画像データを記録媒体１１３に記録して撮影が完了する（Ｓ１１９）。

【００６５】

一方、中間焦点距離が選択されていない場合は、システムコントローラ１０６は、結像光学系選択部１１１を制御し、最も望遠側の結像光学系１０１ｄを選択する（Ｓ１２０）。次に、選択された最も焦点距離の長い結像光学系を通して得られる画像をトリミングし、拡大することで表示制御部１１４を介して表示部２００に撮影プレビュー画像として表示する（Ｓ１２１）。Ｓ１２２～１２５は、Ｓ１０６～１０９と同様であるため、説明は省略する。

【００６６】

次に、Ａ／Ｄ変換器１０３は、撮像素子から出力されるアナログ信号をデジタル信号に変換して画像処理部１０４に供給する。画像処理部１０４は、Ａ／Ｄ変換器１０３からの各画像データに対して所定の画素補間処理や色変換処理、デジタルズーム処理を行い、デジタルズーム画像を生成する（Ｓ１２６）。システムコントローラ１０６は、生成されたデジタルズーム画像データを記録媒体１１３に記録して撮影が完了する（Ｓ１２７）。

【００６７】

本実施例のように、複数の異なる焦点距離を有する単焦点結像光学系を有することで連続ズームが可能となり、ズーム駆動装置などを必要としない構成を実現できるため、複眼撮像装置の薄型化に貢献することができる。

【００６８】

更に、狭画角結像光学系の最大画角を基準とした水平画角と垂直画角の夫々の比率が、広画角結像光学系の最大画角を基準とした水平画角と垂直画角の夫々の比率よりも大きいため、中間画角画像の高解像領域を拡大することができる。

【００６９】

本実施例では、全ての結像光学系が異なる焦点距離を有するように構成しているが、同一の画角と焦点距離を有する結像光学系が設けられていてもよい。同一の画角と焦点距離の結像光学系を有することでさらに画像合成などによりノイズ低減などの効果を得ることもできる。

【実施例２】

【００７０】

本発明の実施例２と実施例１との相違点は撮像素子の外形形状とサイズであり、その他の複眼撮像装置は図１と同様である。本実施例の撮像素子を、２０１ａ～ｄで表す。

【００７１】

図７は、実施例１による、結像光学系２０１ａ～ｄのイメージサークルＩＣａ～ｄと撮像素子２０２ａ～ｄの有効撮像領域ＩＡａ～ｄを説明する図である。同図中、破線の円形で示されたものが、結像光学系２０１ａ～ｄのイメージサークルＩＣａ～ｄを表し、実線が撮像素子１０２ａ～ｄの有効撮像領域ＩＡａ～ｄの外形を表している。黒丸は各撮像素子２０２ａ～ｄの中心を示している。

【００７２】

撮像素子２０２ａは、結像光学系２０１ａのイメージサークルＩＣａに内接するアスペクト比４：３の矩形形状の有効撮像領域（第１撮像領域）ＩＡａを有している。有効撮像領域ＩＡａの半対角長は、Ｒ＝３．８７５ｍｍである。結像光学系２０１ａの焦点距離はｆ＝４．３ｍｍであり、結像光学系２０１ａと有効撮像領域ＩＡａによって決まる半対角画角ω_Rは、ω_R＝４２度となる。

【００７３】

撮像素子２０２ａは、矩形形状の有効撮像領域ＩＡａを有し、対角方向が最大画角となるため、前記半対角画角が結像光学系２０１ａの最大画角となる。有効撮像領域ＩＡａの水平方向サイズはＨ＝３．１ｍｍとなり、結像光学系２０１ａと有効撮像領域ＩＡａによ

って決まる半水平画角ω_Hは、ω_H＝３５．８度となる。有効撮像領域ＩＡａの垂直方向サイズはＶ＝２．３２５ｍｍとなり、結像光学系２０１ａと有効撮像領域ＩＡａによって決まる半垂直画角ω_Vは、ω_V＝２８．４度となる。

【００７４】

ここでは半画角を画角と表記するが、全画角で表現しても関係性は変わらないため、全画角表記でも構わない。結像光学系２０１ａの半対角画角と水平画角の比率をＲａｔｅ（２０１ａ＿ＨＲ）＝ω_H／ω_R、半対角画角と垂直画角の比率をＲａｔｅ（２０１ａ＿ＶＲ）＝ω_V／ω_Rとする。このとき、第１結像光学系の最大画角に対する水平画角の比率は、Ｒａｔｅ（２０１ａ＿ＨＲ）＝０．８５となる。また、第１結像光学系の最大画角に対する垂直画角の比率は、Ｒａｔｅ（２０１ａ＿ＶＲ）＝０．６８となる。

【００７５】

撮像素子２０２ｂは、結像光学系２０１ｂのイメージサークルＩＣｂの水平方向に外接するアスペクト比４：３の矩形形状の撮像領域を有している。即ち、有効撮像領域ＩＡｂは、イメージサークルＩＣｂの接線となる辺を含み、イメージサークルＩＣｂから一部が突出している。

【００７６】

撮像素子２０２ｂの有効撮像領域（第２撮像領域）ＩＡｂを、撮像素子２０２ｂの撮像領域とイメージサークルＩＣｂが重畳している領域と定義する。有効撮像領域ＩＡｂは、有効撮像領域ＩＡａの外形形状と相似で、かつ、イメージサークルＩＣｂに内接する従来の有効撮像領域よりも面積が大きい。有効撮像領域ＩＡｂの半対角長は、Ｒ＝３．８７５ｍｍ、水平方向Ｈ＝３．８７５ｍｍ、垂直方向Ｖ＝２．９ｍｍとなる。結像光学系２０１ｂの焦点距離はｆ＝７．５ｍｍであり、結像光学系２０１ｂと有効撮像領域ＩＡｂによって決まる半対角画角ω_Rは、ω_R＝２７．３度となる。つまり、結像光学系２０１ｂは、結像光学系２０１ａよりも焦点距離が長く、画角が狭い。

【００７７】

撮像素子２０２ｂの最大画角は、対角方向、水平方向となる。すなわち、結像光学系２０１ｂと有効撮像領域ＩＡｂによって決まる半水平画角ω_Hは、ω_H＝２７．３度となる。結像光学系２０１ｂと有効撮像領域ＩＡｂによって決まる半垂直画角ω_Vは、ω_V＝２１．１度となる。

【００７８】

ここでは半画角を画角と表記するが、全画角で表現しても関係性は変わらないため、全画角表記でも構わない。結像光学系２０１ｂの最大画角と水平画角の比率をＲａｔｅ（２０１ｂ＿ＨＲ）＝ω_H／ω_R、最大画角と垂直画角の比率をＲａｔｅ（２０１ｂ＿ＶＲ）＝ω_V／ω_Rとする。このとき、第２結像光学系の最大画角に対する水平画角の比率は、Ｒａｔｅ（２０１ｂ＿ＨＲ）＝１となる。また、第２結像光学系の最大画角に対する垂直画角の比率は、Ｒａｔｅ（２０１ｂ＿ＶＲ）＝０．７７となる。つまり、本実施例では、最も画角の広い結像光学系２０１ａに対して、Ｒａｔｅを水平、垂直方向ともに大きくなるように構成している。

【００７９】

撮像素子２０２ｃも、結像光学系２０１ｃのイメージサークルＩＣｃの水平方向に外接するアスペクト比４：３の矩形形状の撮像領域を有している。即ち、撮像領域は、イメージサークルＩＣｃの接線となる辺を含み、イメージサークルＩＣｃから一部が突出している。

【００８０】

撮像素子２０２ｃの有効撮像領域ＩＡｃを、撮像素子２０２ｃの撮像領域とイメージサークルＩＣｃが重畳している領域と定義する。有効撮像領域ＩＡｃは、有効撮像領域ＩＡａの外形形状と相似で、かつ、イメージサークルＩＣｃに内接する従来の有効撮像領域よりも面積が大きい。有効撮像領域ＩＡｃの半対角長は、Ｒ＝３．８７５ｍｍ、水平方向Ｈ＝３．８７５ｍｍ、垂直方向Ｖ＝２．９ｍｍとなる。結像光学系２０１ｃの焦点距離はｆ＝１３．１ｍｍであり、結像光学系２０１ｃと有効撮像領域ＩＡｃによって決まる半対角

画角ω_Rは、ω_R＝１６．５度となる。つまり、結像光学系２０１ｃは結像光学系２０１ａ、２０１ｂよりも焦点距離が長く、画角が狭い。

【００８１】

撮像素子２０２ｃの最大画角は、対角方向、水平方向となる。すなわち、結像光学系２０１ｃと有効撮像領域ＩＡｃによって決まる半水平画角ω_Hは、ω_H＝１６．５度となる。結像光学系２０１ｃと有効撮像領域ＩＡｃによって決まる半垂直画角ω_Vは、ω_V＝１２．５度となる。

【００８２】

ここでは半画角を画角と表記するが、全画角で表現しても関係性は変わらないため、全画角表記でも構わない。結像光学系２０１ｃの最大画角と水平画角の比率をＲａｔｅ（２０１ｃ＿ＨＲ）＝ω_H／ω_R、最大画角と垂直画角の比率をＲａｔｅ（２０１ｃ＿ＶＲ）＝ω_V／ω_Rとする。このとき、第２結像光学系の最大画角に対する水平画角の比率は、Ｒａｔｅ（２０１ｃ＿ＨＲ）＝１となる。また、第２結像光学系の最大画角に対する垂直画角の比率は、Ｒａｔｅ（２０１ｃ＿ＶＲ）＝０．７６となる。つまり、本実施例では、最も画角の広い結像光学系２０１ａに対して、Ｒａｔｅを水平、垂直方向ともに大きくなるように構成している。

【００８３】

撮像素子２０２ｄも、結像光学系２０１ｄのイメージサークルＩＣｄの水平方向に外接するアスペクト比４：３の矩形形状の撮像領域を有している。即ち、撮像領域は、イメージサークルＩＣｄの接線となる辺を含み、イメージサークルＩＣｄから一部が突出している。

【００８４】

撮像素子２０２ｄの有効撮像領域ＩＡｄを、撮像素子２０２ｄの撮像領域とイメージサークルＩＣｄが重畳している領域と定義する。有効撮像領域ＩＡｄは、有効撮像領域ＩＡａの外形形状と相似で、かつ、イメージサークルＩＣｄに内接する従来の有効撮像領域よりも面積が大きい。有効撮像領域ＩＡｄの半対角長は、Ｒ＝３．８７５ｍｍ、水平方向Ｈ＝３．８７５ｍｍ、垂直方向Ｖ＝２．９ｍｍとなる。結像光学系２０１ｄの焦点距離はｆ＝２２．９ｍｍであり、結像光学系２０１ｄと有効撮像領域ＩＡｄによって決まる半対角画角ω_Rは、ω_R＝９．６度となる。つまり、結像光学系２０１ｄは結像光学系２０１ａ～ｃよりも焦点距離が長く、画角が狭い。

【００８５】

撮像素子２０２ｄの最大画角は、対角方向、水平方向となる。すなわち、結像光学系２０１ｄと有効撮像領域ＩＡｄによって決まる半水平画角ω_Hは、ω_H＝９．６度となる。結像光学系２０１ｄと有効撮像領域ＩＡｄによって決まる半垂直画角ω_Vは、ω_V＝７．２度となる。

【００８６】

ここでは半画角を画角と表記するが、全画角で表現しても関係性は変わらないため、全画角表記でも構わない。結像光学系２０１ｄの最大画角と水平画角の比率をＲａｔｅ（２０１ｄ＿ＨＲ）＝ω_H／ω_R、最大画角と垂直画角の比率をＲａｔｅ（２０１ｄ＿ＶＲ）＝ω_V／ω_Rとする。このとき、第２結像光学系の最大画角に対する水平画角の比率は、Ｒａｔｅ（２０１ｄ＿ＨＲ）＝１となる。また、第２結像光学系の最大画角に対する垂直画角の比率は、Ｒａｔｅ（２０１ｄ＿ＶＲ）＝０．７５となる。つまり、本実施例では、最も画角の広い結像光学系２０１ａに対して、Ｒａｔｅを水平、垂直方向ともに大きくなるように構成している。

【００８７】

図８は、実施例２の異画角画像合成処理を説明する図である。結像光学系２０１ａ、ｂを通して撮影される撮像画像２ａ、ｂが示されている。一点鎖線で示す２ｍは、ユーザが所望する中間画角画像範囲、破線で示す２ｎは従来構成時の一例として、有効撮像領域が全て同一サイズである場合に撮影される画角領域を示している。

【００８８】

図８（Ａ）は、比較例として、従来構成である結像光学系によらず有効撮像領域のＲａｔｅが同一の場合における異画角画像合成処理を説明する図である。異画角画像合成処理において中間画角画像２ｍを生成するためには、広画角画像２ａから領域２ｍを切り出して拡大し、狭画角画像２ｎを縮小して図８（Ａ）の中図のように中心領域に合成する。中間画角の画像２ｍの外形形状と、その一部に合成される領域２ｎの画像の外形形状は同じである。このような処理によって、中心領域は高解像（Ｈ．Ｒ）となり、一点鎖線と破線で囲まれた周辺領域は低解像（Ｌ．Ｒ）の中間画角画像を得ることができる。しかしながら、図８（Ａ）からわかるように、特に画像の水平、垂直方向の領域において画角の狭い範囲から低解像領域が生じてしまう。

【００８９】

図８（Ｂ）は、本実施例の異画角画像合成処理を説明する図である。本実施例の異画角画像合成処理において中間画角画像２ｍを生成するためには、広画角画像２ａから領域２ｍを切り出して拡大し、狭画角画像２ｂを縮小して図８（Ｂ）の中図のように中心領域に合成する。中間画角の画像２ｍの外形形状と、その一部に合成される領域２ｂの画像の外形形状と、は異なる。

【００９０】

図８（Ｂ）に示す処理によって、中心領域は高解像（Ｈ．Ｒ）となり、一点鎖線と実線で囲まれた周辺領域は低解像（Ｌ．Ｒ）の中間画角画像を得ることができる。図８（Ｂ）の中図の実線と破線の間の領域の解像度は、図８（Ａ）のそれもよりも高くなっている。このように、画角の狭い結像光学系において、最も画角の広い結像光学系２０１ａに対して、Ｒａｔｅを水平、垂直方向ともに大きくなるように有効撮像領域を構成することで、中間画角画像における高解像領域を拡大することができる。

【００９１】

本実施例のように、複数の異なる焦点距離を有する単焦点結像光学系を有することで連続ズームが可能となり、ズーム駆動装置などを必要としない構成を実現できるため、複眼撮像装置の薄型化に貢献することができる。

【００９２】

更に、狭画角結像光学系の最大画角を基準とした水平画角と垂直画角の夫々の比率が、広画角結像光学系の最大画角を基準とした水平画角と垂直画角の夫々の比率よりも大きいため、中間画角画像の高解像領域を拡大することができる。

【００９３】

また、中間画角画像の外形形状と、中間画角画像生成に用いられる中間領域の画角画像よりも狭い画角画像の外形形状が異なるようにすることで、撮像素子サイズに対する有効撮像領域を効率的に使用することができる。言い換えると、外形形状を同一とした場合には、撮像素子の有効利用率が低下してしまう。

【００９４】

以上、本発明の実施例について説明したが、本発明はその要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。本発明は、上述の実施例の１以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける１つ以上のプロセッサーがプログラムを読出し実行する処理でも実現可能である。また、１以上の機能を実現する回路（例えば、ＡＳＩＣ）によっても実現可能である。

【産業上の利用可能性】

【００９５】

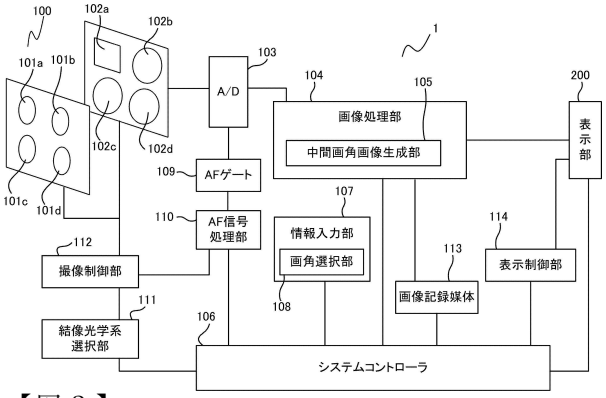
本発明は、複数の光学系を有する複眼撮像装置の用途に好適である。

【符号の説明】

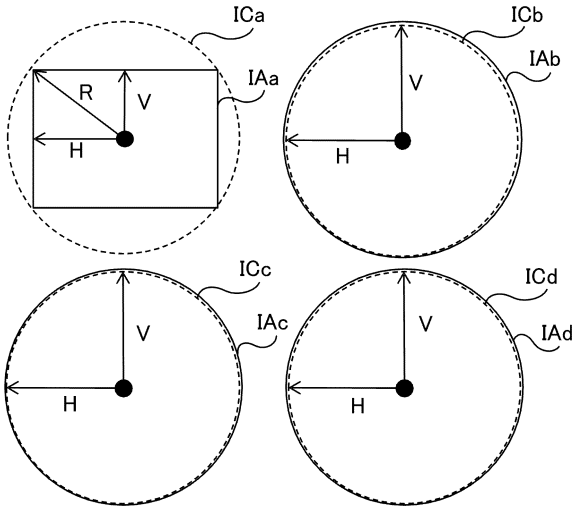
【００９６】

１…複眼撮像装置、１０１ａ…結像光学系（第１結像光学系）１０１ｂ～ｄ…結像光学系（第２結像光学系）、１０２ａ…撮像素子（第１撮像素子）１０２ｂ～ｄ…撮像素子（第２撮像素子）

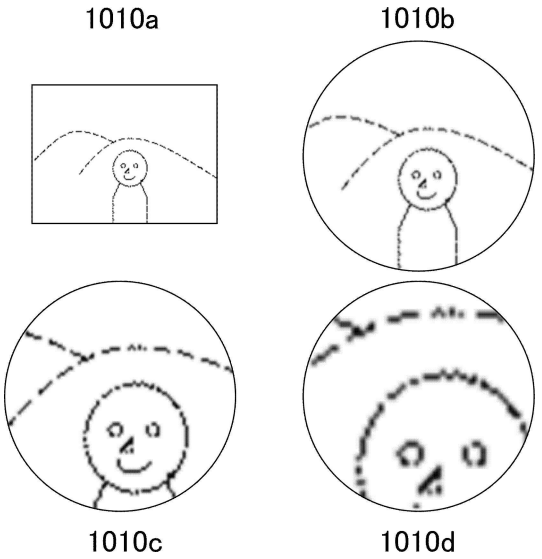
【図１】



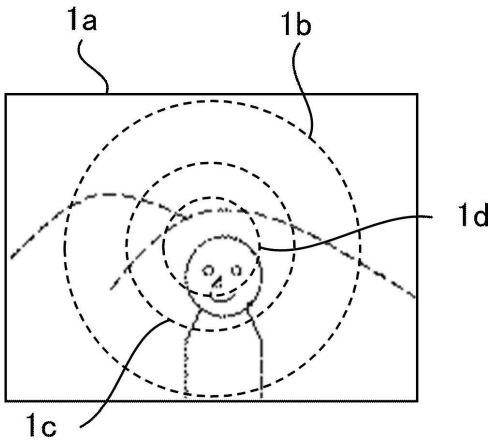
【図２】



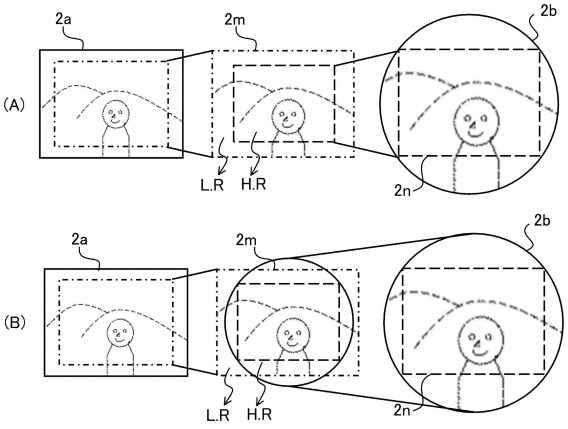
【図３】



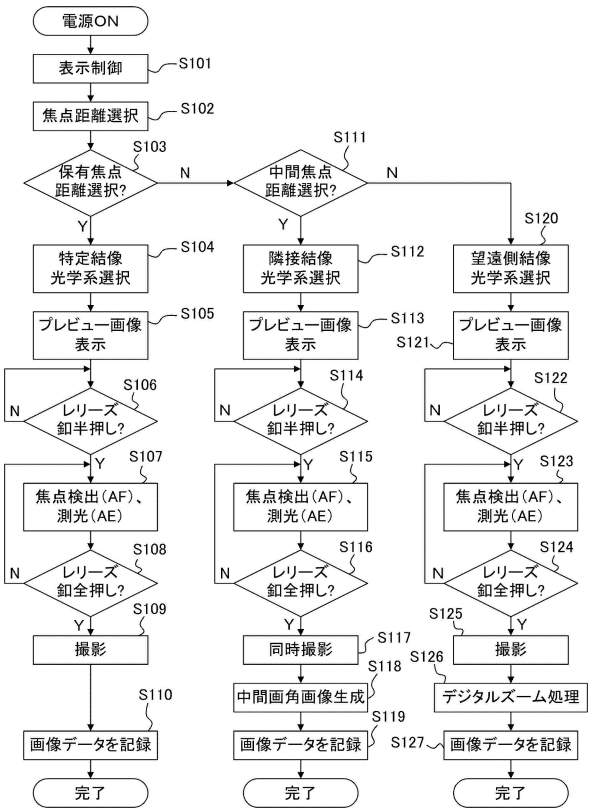
【図４】



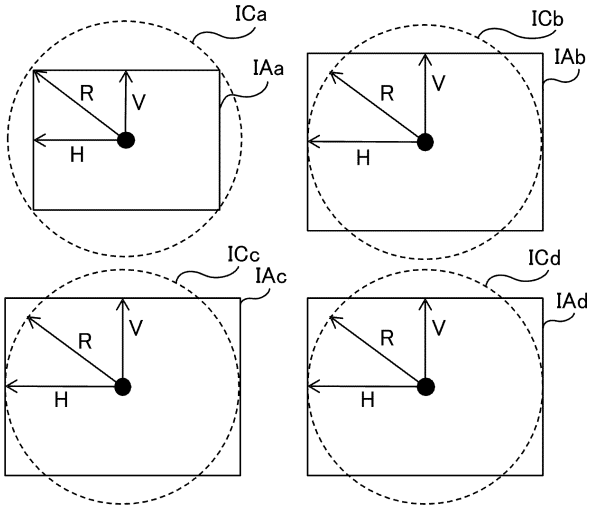
【図５】



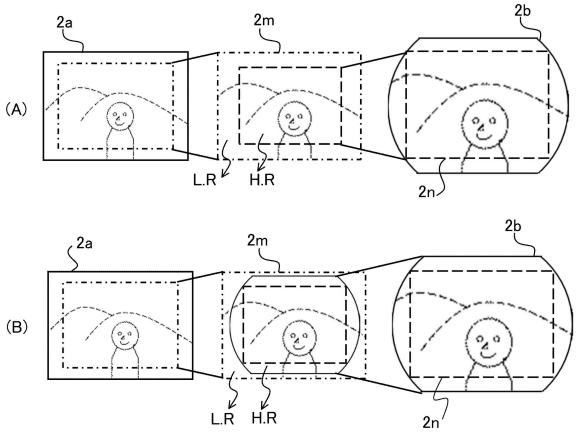
【図６】



【図７】


ICa
IAa
R
V
H
ICb
IAb
R
V
H
ICc
IAc
R
V
H
ICd
IAd
R
V
H

【図８】


(A)
2a
2m
2b
L.R
H.R
2n
(B)
2a
2m
2b
L.R
H.R
2n

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第２０１２／０９０３９８（WO，Ａ１）
特開２０１５－０６００４８（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－１６０９１７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０４Ｎ　　５／２２２－５／２５７