

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6000520号  
(P6000520)

(45) 発行日 平成28年9月28日 (2016. 9. 28)

(24) 登録日 平成28年9月9日 (2016. 9. 9)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 B 7/28 (2006. 01)

G O 2 B 7/28 N

G O 2 B 7/34 (2006. 01)

G O 2 B 7/34

G O 2 B 7/36 (2006. 01)

G O 2 B 7/36

G O 3 B 13/36 (2006. 01)

G O 3 B 13/36

H O 4 N 5/232 (2006. 01)

H O 4 N 5/232 H

請求項の数 12 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2011-162093 (P2011-162093)

(22) 出願日 平成23年7月25日 (2011. 7. 25)

(65) 公開番号 特開2013-25246 (P2013-25246A)

(43) 公開日 平成25年2月4日 (2013. 2. 4)

審査請求日 平成26年7月22日 (2014. 7. 22)

(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 100094112

弁理士 岡部 譲

(74) 代理人 100096943

弁理士 臼井 伸一

(74) 代理人 100101498

弁理士 越智 隆夫

(74) 代理人 100107401

弁理士 高橋 誠一郎

(74) 代理人 100106183

弁理士 吉澤 弘司

(74) 代理人 100128668

弁理士 齋藤 正巳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置およびその制御方法およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のマイクロレンズと、前記複数のマイクロレンズのそれぞれに複数の光電変換部が対応して画像信号を出力する撮像素子とを含む撮像装置において、

前記各マイクロレンズに対応する複数の前記光電変換部からの画像信号をシフトして、ピント位置の異なる画像を生成する像生成手段と、

前記像生成手段により生成された前記画像のコントラストの評価値を計算し、前記コントラストの評価値に基づいてコントラストピント位置を決定するコントラスト評価手段と

、

前記各マイクロレンズに対応する複数の光電変換部から得られる画像信号間の相関の評価値を計算し、前記相関の評価値に基づいて相関ピント位置を決定する相関計算手段と、

前記相関ピント位置と、前記像生成手段によりシフトが可能なピント評価位置の範囲とを比較し、前記相関ピント位置の絶対値が前記像生成手段によりシフトが可能なピント評価位置の範囲の絶対値よりも大きいとき、前記コントラスト評価手段による決定を省略して前記相関計算手段により決定された前記相関ピント位置に基づいて被写体のピント評価位置を決定し、前記相関ピント位置の絶対値が前記像生成手段によりシフトが可能なピント評価位置の範囲の絶対値以下のとき、前記コントラスト評価手段により決定された前記コントラストピント位置に基づいて前記被写体のピント評価値を決定するピント評価手段と、

を備えることを特徴とする撮像装置。

10

20

## 【請求項 2】

前記像生成手段は、前記撮像素子及び前記複数のマイクロレンズの構造に基づいて決まる、前記シフトが可能なシフト量の範囲で、前記ピント位置の異なる画像を生成することを特徴とする請求項 1 記載の撮像装置。

## 【請求項 3】

前記像生成手段は、前記撮像素子の画素ピッチおよび前記複数のマイクロレンズの角度分解能と角度分割数に基づいて、前記シフトが可能な前記ピント評価位置の範囲を決定することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の撮像装置。

## 【請求項 4】

前記撮像装置は、前記ピント評価手段により決定された前記ピント評価位置に従って前記被写体を撮影する撮影モードを有し、前記撮影モードは静止画撮影モードと動画撮影モードとを有し、前記動画撮影モードは前記ピント評価手段による前記ピント評価位置の決定を予め決められた所定時間ごとに行なうことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の撮像装置。

10

## 【請求項 5】

撮影レンズをさらに備え、

前記複数のマイクロレンズは、各マイクロレンズに対応して複数の画素グループに分割し、前記マイクロレンズは対応する画素グループの各画素を前記撮影レンズの異なる射出瞳領域からの光束に対応させることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の撮像装置。

20

## 【請求項 6】

前記相関計算手段は、前記各マイクロレンズに対応する複数の光電変換部から得られる画像信号間の位相差を計算することで前記相関の評価値を計算することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の撮像装置。

## 【請求項 7】

前記像生成手段により生成された前記画像を記憶する記憶手段および前記記憶手段に記憶された画像を表示する表示手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の撮像装置。

## 【請求項 8】

複数のマイクロレンズと、前記複数のマイクロレンズのそれぞれに複数の光電変換部が対応して画像信号を出力する撮像素子とを含む撮像装置の制御方法において、

30

前記各マイクロレンズに対応する複数の前記光電変換部からの画像信号をシフトして、ピント位置の異なる画像を生成する像生成ステップと、

前記像生成ステップで生成された前記画像のコントラストの評価値を計算し、前記コントラストの評価値に基づいてコントラストピント位置を決定するコントラスト評価ステップと、

前記各マイクロレンズに対応する複数の光電変換部から得られる画像信号間の相関の評価値を計算し、前記相関の評価値に基づいて相関ピント位置を決定する相関計算ステップと、

前記相関ピント位置と、前記像生成ステップによりシフトが可能なピント評価位置の範囲とを比較し、前記相関ピント位置の絶対値が前記像生成ステップによりシフトが可能なピント評価位置の範囲の絶対値よりも大きいとき、前記コントラスト評価ステップでの決定を省略して前記相関計算ステップで決定された前記相関ピント位置に基づいて被写体のピント評価位置を決定し、前記相関ピント位置の絶対値が前記像生成ステップによりシフトが可能なピント評価位置の範囲の絶対値以下のとき、前記コントラスト評価ステップで決定された前記コントラストピント位置に基づいて前記被写体のピント評価値を決定するピント評価ステップを備えたことを特徴とする制御方法。

40

## 【請求項 9】

コンピュータを、

複数のマイクロレンズと、前記複数のマイクロレンズのそれぞれに複数の光電変換部が

50

対応して画像信号を出力する撮像素子とを含む撮像装置において、

前記各マイクロレンズに対応する複数の前記光電変換部からの画像信号をシフトして、ピント位置の異なる画像を生成する像生成手段、

前記像生成手段により生成された前記画像のコントラストの評価値を計算し、前記コントラストの評価値に基づいてコントラストピント位置を決定するコントラスト評価手段と、

前記各マイクロレンズに対応する複数の光電変換部から得られる画像信号間の相関の評価値を計算し、前記相関の評価値に基づいて相関ピント位置を決定する相関計算手段、

前記相関ピント位置と、前記像生成手段によりシフトが可能なピント評価位置の範囲とを比較し、前記相関ピント位置の絶対値が前記像生成手段によりシフトが可能なピント評価位置の範囲の絶対値よりも大きいとき、前記コントラスト評価手段による決定を省略して前記相関計算手段により決定された前記相関ピント位置に基づいて被写体のピント評価位置を決定し、

前記相関ピント位置の絶対値が前記像生成手段によりシフトが可能なピント評価位置の範囲の絶対値以下のとき、前記コントラスト評価手段により決定された前記コントラストピント位置に基づいて前記被写体のピント評価値を決定するピント評価手段として機能させるプログラム。

【請求項 10】

請求項 9 のプログラムを記録したコンピュータが読み取り可能な記録媒体。

【請求項 11】

コンピュータを、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の撮像装置の各手段として機能させるプログラム。

【請求項 12】

コンピュータを、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の撮像装置の各手段として機能させるプログラムを格納した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被写体像を光電変換する撮像素子を有する撮像装置およびその制御方法に関し、特に撮像素子から出力される光電変換信号に基づくオートフォーカス（以下 A F ）制御装置および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、デジタルカメラなどでのピント調整のためのオートフォーカス制御として、例えば主にデジタル一眼レフカメラで使用される位相差 A F 制御とコンパクトカメラなどに使用されるコントラスト A F 制御がある。これらの A F 制御の特徴は、例えば位相差 A F では高速なピント調整が可能であること、またコントラスト A F では厳密なピント合わせが可能であることである。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、位相差 A F センサの信号に基づいてコントラスト評価を行う方法が開示されている。また、特許文献 2 には、異なる瞳領域を通過した光束を個別に受光可能な撮像素子を使用し、撮像素子から出力された撮像信号を用いて（即ち撮像後に）ピント調整を行った画像を生成する手法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 7 - 199052 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 4471 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 5 】

しかしながら、上述の特許文献に開示された従来技術では、十分なピント精度が得られず、狙った被写体にピントが合わない像しか得られない場合がある。すなわち特許文献 1 では、コントラスト計算を行うセンサと撮像を行うセンサが異なっているので必ずしもピント精度を向上できない場合がある。特許文献 2 では、撮影後にピント位置を変化させた像を得ることができるが、ピントを正確に変化させることができる範囲には限界があり、それを越えた場合には正常に像を得ることが困難となる。

そこで、本発明の目的は、撮像素子に入射する異なる瞳領域を通過した光束の情報に基づいて位相差 A F とコントラスト A F を同時に実現することで、高速かつ合焦精度の高い A F を行う撮影を可能にした撮像装置を提供することである。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 6 】

上記本発明の目的を達成するため、本発明の撮像装置は、複数のマイクロレンズと、前記複数のマイクロレンズのそれぞれに複数の光電変換部が対応して画像信号を出力する撮像素子とを含む撮像装置において、前記各マイクロレンズに対応する複数の前記光電変換部からの画像信号をシフトして、ピント位置の異なる画像を生成する像生成手段と、前記像生成手段により生成された前記画像のコントラストの評価値を計算し、前記コントラストの評価値に基づいてコントラストピント位置を決定するコントラスト評価手段と、前記各マイクロレンズに対応する複数の光電変換部から得られる画像信号間の相関の評価値を計算し、前記相関の評価値に基づいて相関ピント位置を決定する相関計算手段と、前記相  
関ピント位置が、前記像生成手段が生成する画像のピント位置より合焦位置から遠いとき、前記コントラスト評価手段による決定を省略して前記相関計算手段により決定された前記相関ピント位置に基づいて被写体のピント評価位置を決定し、前記相関ピント位置が、前記像生成手段が生成する画像のピント位置より合焦位置に近いとき、前記コントラスト評価手段により決定された前記コントラストピント位置に基づいて前記被写体のピント評  
価値を決定するピント評価手段と、を備える。

20

## 【発明の効果】

## 【 0 0 0 7 】

本発明によれば、高速かつ合焦精度の高い A F 制御を可能にした撮影を行える撮像装置を提供することができる。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 0 8 】

【図 1】本発明の実施形態に係わる撮影装置のシステム構成を示すブロック図

【図 2】本発明の第 1 の実施例に係わる撮影動作のフローチャートを示す図

【図 3】本発明の第 1 の実施例に係わる撮影装置の光学系の概念図

【図 4】本発明の第 1 の実施例に係わる A F 制御のフローチャートを示す図

【図 5】本発明の第 1 の実施例に係わる A F 制御のフローチャートを示す図

【図 6】像の再構成動作を示す概念図

【図 7】本発明に適用可能な光学系の概念図

## 【発明を実施するための形態】

40

## 【 0 0 0 9 】

以下に、本発明の好ましい実施の形態を、添付の図面に基づいて詳細に説明する。

## 【実施例 1】

## 【 0 0 1 0 】

以下、図 1 から図 7 を参照して、本発明の第 1 の実施例に係わる撮影装置を説明する。

## 【 0 0 1 1 】

図 1 は本発明に係わる撮影装置としてのデジタルカメラのシステム構成を示すブロック図である。本カメラシステムは、撮影モードとして静止画撮影モードと動画撮影モードを有し、本件発明が目的とする A F 制御を各撮影モードにおいて達成する構成を有する。

## 【 0 0 1 2 】

50

本撮像装置１００はカメラ１０１およびレンズ１０２からなり、撮像系、画像処理系、記録再生系、制御系を有する。撮像系は撮影光学系１０３、撮像素子１０６を含み、画像処理系は画像処理部１０７を含む。また、記録再生系はメモリ手段１０８、表示手段１０９を含み、制御系はカメラシステム制御回路１０５、操作検出部１１０、およびレンズシステム制御回路１１２、レンズ駆動手段１１３を含む。レンズ駆動手段１１３は、焦点レンズ、ブレ補正レンズ、絞りなどを駆動することができる。

#### 【００１３】

撮像系は、被写体からの光（光学像）を、撮影レンズを有する撮影光学系１０３を介して撮像素子１０６の撮像面に結像する光学処理系である。撮影素子１０６の表面（受光面）にはマイクロレンズが格子状に配置され、いわゆるマイクロレンズアレイ（以下 M L A）を形成している。M L Aは本実施例において瞳分割手段を構成する。M L Aの機能や配置の詳細については図３を用いて後述するが、この瞳分割手段があるために、撮影素子１０６の出力信号からピント評価量／適当な露光量が得られるので、この情報に基づいて適切に撮影光学系１０３が調整される。これにより、適切な光量の被写体光を撮像素子１０６に露光することおよび撮像素子１０６の近傍で被写体像が結像することが可能となる。

#### 【００１４】

画像処理部１０７は、内部にＡ／Ｄ変換器、ホワイトバランス回路、ガンマ補正回路、補間演算回路等を有しており、記録用の画像を画像処理により生成することができる。また、本発明の要部である、像シフト手段、像生成手段、コントラスト評価手段、相関計算手段等を含めることもできる。実施例ではこれらの要素はカメラシステム制御内に制御プログラムとして構成されている。

#### 【００１５】

メモリ部１０８は、実際にデータを記憶する記憶部だけではなく、記録に必要な処理回路を備えている。メモリ部１０８は、記録部へ出力を行うとともに、表示手段１０９に出力する像を生成、保存する。また、メモリ部１０８は、予め定められた方法を用いて画像、動画、音声などの圧縮処理も行う。

#### 【００１６】

カメラシステム制御回路１０５は、撮像の際のタイミング信号などを生成して出力するとともに、外部操作に応動して撮像系、画像処理系、記録再生系をそれぞれ制御する。例えば、不図示のシャッターレリーズ釦の押下を操作検出回路１１０が検出して、撮像素子１０６の駆動（光電変換）、画像処理部１０７の動作、メモリ部１０８の圧縮処理などを制御する。さらにカメラシステム制御回路１０５、表示手段１０９によって液晶モニタ等に情報表示を行うための情報表示装置の各セグメントの状態をも制御する。

#### 【００１７】

制御系による光学系の調整動作について説明する。カメラシステム制御回路１０５には画像処理部１０７が接続されており、撮像素子１０６からの画像信号に基づいて撮影条件に適切な焦点位置、絞り位置を求める。カメラシステム制御回路１０５は、電気接点１１１を介してレンズシステム制御回路１１２に指令を送信し、レンズシステム制御回路１１２は指令に従いレンズ駆動手段１１３を制御する。さらにレンズシステム制御回路１１２には不図示の手ぶれ検出センサが接続されており、手ぶれ補正を行うモードにおいては、手ぶれ検出センサの信号に基づいてレンズ駆動手段１１３を介して手ぶれ補正レンズを制御する。

#### 【００１８】

撮像装置１００全体の動作を、図２を用いて説明する。図２は本発明の撮像装置の動作の概略を説明するためのフローチャートである。図２（ａ）は電源ＯＮから電源ＯＦＦまでの動作を、図２（ｂ）は静止画撮影モードの要部の動作を、図２（ｃ）は動画撮影モードの要部の動作をそれぞれ示している。これらの動作は、カメラシステム制御回路１０５が図示しない記憶装置から各フローチャートに対応する制御プログラムをロードして実行することにより達成される。

#### 【００１９】

図2(a)から各ステップ順に説明する。ステップS201は電源のONを示している。ステップS202は電源がOFFされたかどうかを検出するステップである。この検出は、カメラの図示しない電源スイッチまたは他の操作部(例えばメニュー画面に表示された電源ボタン)などが操作されたことをカメラシステム制御回路105による制御に従って操作検出部110が行なう。電源のOFFが検出された場合はステップS205に進み、そうでない場合はステップS203に処理を進める。ステップS203はカメラシステム制御回路105による制御に従って操作検出部110によりユーザー操作を検出するステップである。ユーザーによる撮像装置100への操作があった場合はステップS204に進み、そうでない場合はステップS202に戻って電源OFFやユーザー操作の検出を繰り返す。ステップS204では、検出されたユーザー操作に応じた処理を行うステップである。例えば、操作検出部110で静止画撮影モードの選択操作が検出されたときは、カメラシステム制御部105は静止画撮影モードの動作を開始する。このほかの操作として、動画撮影モードの実行、メモリ手段に記録されたデータの再生や、撮像装置100の設定を変更する操作などがある。

10

#### 【0020】

図2(b)、図2(c)を参照して、ステップ204で行なわれる処理としての静止画撮影モードおよび動画撮影モードの動作を説明する。

#### 【0021】

図2(b)は静止画撮影モードを行う時の撮像装置100の動作を示すフローチャートである。ステップS211は静止画撮影モードの開始を示す。

20

#### 【0022】

ステップS212は、カメラシステム制御回路105による制御に従って操作検出部110が図示しないリリースボタンの1段目のスイッチ(以下SW1)がオンされたかどうかを判断するステップである。静止画撮影ではリリースボタンの押下に応じて、撮影動作や撮影予備動作が行われる。一般的にリリースボタンは2段階のスイッチになっており、1段目のスイッチのオンで撮影予備動作を、2段目のスイッチのオンで撮影動作を行う。ここでいう撮影予備動作とは、測光、測距等を行い、撮影光学系3のAF調整や撮像素子6の露出条件を決定する動作のことを言う。

#### 【0023】

ステップS212においてSW1のオンが検出された場合はステップS214に、検出されない場合はステップS213に処理を進める。ステップS213では、SW1以外の操作に応じた処理がなされる。例えば、撮影設定の変更などがあげられるが、本発明の要部ではないのでここでの説明を割愛する。

30

#### 【0024】

ステップS214は、撮影予備動作としての測距を行う。他の撮影予備動作も同時に行われるが、本発明の要部ではないのでここでは説明を簡単にするために測距動作とそれに関連した動作のみを示している。

#### 【0025】

ステップS215では、ステップS214の結果に基づいて必要であれば、撮影光学系3の調整のためのレンズ駆動を行う。なお、ステップS214の結果、現在ピントが合っている状態であると判断されれば、焦点の調整のためのレンズ駆動は行う必要がない。

40

ステップS216は、SW1のリリースを監視する。SW1をユーザーが離したと判断された場合は、ステップS212に戻ってSW1のオンの検出待機状態に戻る。ユーザーがSW1を継続している場合はステップS217に進む。

#### 【0026】

ステップS217では、カメラ制御回路105の制御に従い操作検出部110がリリースボタンの2段目のスイッチ(以下SW2)のオンを検出する。SW2のオンが検出された場合はステップS218に、検出されない場合はステップS216に戻る。

#### 【0027】

ステップS218では、撮影動作を行うステップである。撮像素子106を撮影予備動

50

作の結果に従って適宜露光させて被写体の光学像を電気信号として取得し、画像処理部 7 で処理したのちにメモリ手段 108 に記録する。

【0028】

ステップ S 119 は静止画撮影の終了を示す。

【0029】

図 2 (b) で説明したように、静止画撮影モードにおいては、S W 1 のオンに連動してステップ S 112, S 114, S 115 に対応する測距および光学系の調整動作が行われる。なお、サーボ A F やコンティニュアス A F と呼ばれる測距および光学系の調整方法においてはこの限りではないが、ここでは静止画撮影の基本的な動作を例示す。

【0030】

図 2 (c) は動画撮影を行う時の撮像装置 100 の動作を示すフローチャートである。ステップ S 221 は動画撮影のモードの開始を示す。

【0031】

ステップ S 222 では、図示しない録画ボタン (動画撮影の開始を意味するボタン) のオンを操作検出部 110 により検出する。ステップ S 222 において録画ボタンのオンが検出された場合はステップ S 224 に、検出されない場合はステップ S 223 に進む。

【0032】

ステップ S 223 では、録画ボタン以外の操作に応じた処理がなされる。例えば、撮影設定の変更などがあげられるが、本発明の要部ではないので説明を割愛する。

【0033】

ステップ S 224 は、撮影予備動作として測距を行う。他の撮影予備動作も同時に行われるが、本発明の要部ではないので説明を簡単にするために測距動作とそれに関連した動作のみを示している。

【0034】

ステップ S 225 では、ステップ S 224 の結果に基づいて必要であれば、撮影光学系 3 の調整のためのレンズ駆動を行う。ステップ S 224 の結果、現在合焦状態であると判断されれば、焦点の調整のためのレンズ駆動は行う必要がない。ステップ S 224, S 225 において録画開始前に光学系を調整することで、録画開始直後のピント状態などが適切に定められ、取得される映像の品位が向上する。

【0035】

ステップ S 226 では、録画を開始する。具体的には、予め設定されたサンプリング間隔で撮像素子 106 から画像信号を読み出し、画像処理手段 7 で符号化処理などを施したのちに、メモリ手段 8 へ記録する動作を開始する。

【0036】

ステップ S 227 では、操作検出部 110 により録画停止ボタンの操作を検出する。ステップ S 227 において録画停止ボタンの操作が検出された場合はステップ S 229 に、検出されない場合はステップ S 228 に進む。

【0037】

ステップ S 228 では、測距を行うためのタイマーの計測時間を判断する。タイマーの計測時間に従い、予め設定された間隔毎にステップ S 224 に進み、それ以外の時はステップ S 227 に戻り録画終了ボタンの操作を待つ。タイマー S 228 の計測時間を判断することによって、予め設定された所定時間ごとに測距動作 S 224 を実行し、録画中にも測距および光学系の調整を行う。ステップ S 229 は動画撮影の終了を示す。

【0038】

図 2 (c) で説明したように、動画撮影においては、録画ボタンの操作およびタイマーの時間計測に連動してステップ S 122, S 124, S 125、S 128 に対応する測距および光学系の調整動作が行われる。

【0039】

次に、図 3 は本実施例における撮影光学系の要部を説明する図である。同図において、第 1 図と同じ要素は同じ符号を付して示す。本発明を適用するためには、いわゆる光線空

10

20

30

40

50

間情報等といわれる光線の位置に加えて角度の情報を取得する必要がある。本実施例では、角度情報の取得のために撮影光学系 103 の結像面近傍に M L A を配置するとともに、M L A を構成する 1 つのマイクロレンズに対して複数の画素を対応させる。

#### 【0040】

図 3 ( a ) は撮像素子 106 と M L A 320 の対応関係を概念的に示す図である。図 3 ( b ) は撮像素子 106 の画素と M L A 320 との対応を示す概念図である。図 3 ( c ) は M L A 320 によって M L A の下に設けられた画素が特定の瞳領域と対応づけられることを示す図である。

#### 【0041】

図 3 ( a ) に示すように、撮像素子 106 上には M L A 320 が設けられており、M L A 320 の前側主点は撮影光学系 103 の結像面近傍になるように配置されている。図 3 ( a ) は撮像素子 106 の側面図と、M L A 320 の正面図を示しており、M L A 320 のレンズが撮像素子 106 上の画素を覆うように配置されている。なお、図 3 ( a ) では M L A 320 を構成する各マイクロレンズを見やすくするために大きく記載したが、実際には各マイクロレンズは画素の数倍程度の大きさしかない。実際の大きさについては図 3 ( b ) を用いて説明する。

#### 【0042】

図 3 ( b ) は図 3 ( a ) の M L A 320 の正面図の一部を拡大した図である。図 3 ( b ) に示す格子状の枠は、撮像素子 106 の各画素を示している。一方、M L A 320 を構成する各マイクロレンズは太い円 320 a , 320 b , 320 c , 320 d で示した。図 3 ( b ) から明らかなように、マイクロレンズ 1 つに対して複数の画素が割り当てられており、図 3 ( b ) の例では、5 行 x 5 列 = 25 個の画素グループが 1 つのマイクロレンズに対して設けられている。すなわち各マイクロレンズの大きさは画素の大きさの 5 倍 x 5 倍の大きさである。

#### 【0043】

図 3 ( c ) は撮像素子 106 を、マイクロレンズの光軸を含み撮像素子の長手方向 ( X 方向 ) が図の横方向になるように切断したときの一つのマイクロレンズについての切断面を示す図である。図 3 ( c ) の 321、322、323、324、325 は撮像素子 106 の画素 ( 1 つの光電変換部 ) を示している。一方、図 3 ( c ) の上方に示した図は撮影光学系 103 の射出瞳面を示している。実際には、図 3 ( c ) の下方に示したセンサの図と方向を合わせると、射出瞳面 ( X - Y 面 ) は図 3 ( c ) の紙面垂直方向 ( y 方向 ) と平行になるが、説明のために投影方向を変化させている。また、図 3 ( c ) については説明を簡単にするために、1 次元の投影 / 信号処理について説明する。即ち、瞳分割が 331 - 335 だけの一次元であり、対応する画素配列も、例えば図 3 ( b ) の 321 a - 325 a だけの一次元とする。この仮定は図 6 の説明においても適用する。実際の装置での 2 次元の投影 / 信号処理への拡張は容易にできる。

#### 【0044】

図 3 ( c ) の画素 321、322、323、324、325 は図 3 ( b ) の 321 a、322 a、323 a、324 a、325 a とそれぞれ対応する位置関係にある。図 3 ( c ) に示すように、マイクロレンズ 320 によって各画素は撮影光学系 103 の射出瞳面上の特定の射出瞳領域と共役になるように設計されている。図 3 ( c ) の例では画素 321 と領域 331 が、画素 322 と領域 332 が、画素 323 と領域 333 が、画素 324 と領域 334 が、画素 325 と領域 335 がそれぞれ対応している。すなわち画素 321 には撮影光学系 103 の射出瞳面上の領域 331 を通過した光束のみが入射する。他の画素も同様である。結果として、瞳面上での通過領域と撮像素子 106 上の位置関係から入射光束の角度の情報を取得することが可能となる。

#### 【0045】

なお、図 3 ( c ) に示す記号  $x$  および  $\theta$  はそれぞれ撮像素子 106 の画素ピッチおよび角度分解能である。後述するように、これらは角度の分割数を  $N$  ( 図 3 の例では  $N=5$  ) とともにコントラスト  $AF$  が可能な範囲  $d_{max}$  を与える。画素ピッチ  $x$  は撮像素子

10

20

30

40

50



106の形状によって決定され、角度分解能は光線の角度を取得する範囲と角度分割数Nで決定されるので物理的な構造(撮像素子106およびMLA320の構造)のみによってこれらのパラメータは決定される。

【0046】

次に、図7を用いて図3の撮影光学系における仮想的な結像面での像の再構成について説明する。同図において、図1および図3の構成要素と同じ構成要素は同じ符号を付して示す。図7は物体(被写体)からの光線が撮像素子106上に結像する状態を概念的に示した図である。図7(a)は図3で説明した光学系と対応しており、撮影光学系103の結像面近傍にMLA320を配置した例である。図7(b)は撮影光学系103の結像面よりも被写体寄りにMLA320を配置した例である。図7(c)は撮影光学系103の結像面よりも被写体から遠い側にMLA320を配置した例である。

10

【0047】

図7において、106は撮像素子、320はMLA、331から335は図3で用いた瞳領域、751は物体平面、751a, 751bは物体上の適当な点、752は撮影光学系の瞳平面をそれぞれ示す、また、761、762、771, 772, 773, 781, 782, 783, 784はMLA上の特定のマイクロレンズをそれぞれ示している。図7(b)および(c)に示した106aは仮想的な結像面に位置する撮像素子を、320aは仮想的な結像面に位置するMLAを示している。これらは、図7(a)との対応関係を明確にするための参考として示した。また、物体上の点751aから出て瞳平面上の領域331および333を通過する光束を実線で、物体上の点751bから出て瞳平面上の領域331および333を通過する光束を破線で図示した。

20

【0048】

図7(a)の例では、図1でも説明したように、撮影光学系103の結像面近傍にMLA320を配置することで、撮像素子106と撮影光学系の瞳平面752が共役の関係にある。さらに、被写体平面751とMLA320が共役の関係にある。このため被写体上の点751aから出た光束はマイクロレンズ761に、751bを出た光束はマイクロレンズ62に到達し、領域331から335それぞれを通過した光束はマイクロレンズ下に設けられたそれぞれ対応する画素に到達する。

【0049】

図7(b)の例では、マイクロレンズ320で撮影光学系103からの光束を結像させ、その結像面に撮像素子106を設ける。このように配置することで、被写体平面751と撮像素子106は共役の関係にある。被写体上の点751aから出で瞳平面上の領域331を通過した光束はマイクロレンズ771に到達し、被写体上の点751aから出で瞳平面上の領域333を通過した光束はマイクロレンズ772に到達する。被写体上の点751bから出で瞳平面上の領域331を通過した光束はマイクロレンズ772に到達し、被写体上の点751bから出で瞳平面上の領域333を通過した光束はマイクロレンズ773に到達する。各マイクロレンズを通過した光束は、マイクロレンズ下に設けられたそれぞれ対応する画素に到達する。このように被写体上の点は、瞳平面上の通過領域によって、撮像素子の異なる位置にそれぞれ結像される。これらを、仮想的な結像面106a上の位置に並べなおせば、図7(a)と同様の情報(像の再構成)を得ることができる。すなわち、通過した瞳領域(入射角度)と撮像素子上の位置の情報を得ることができる、瞳分割手段としての機能が達成される。

30

40

【0050】

図7(c)の例では、マイクロレンズ320で撮影光学系103からの光束を再結像せ(一度結像した光束が拡散する状態にあるものを結像させるので再結像と呼んでいる)、その結像面に撮像素子106を設ける。このように配置することで、被写体平面751と撮像素子106は共役の関係にある。被写体上の点751aから出で瞳平面上の領域331を通過した光束はマイクロレンズ782に到達し、被写体上の点751aから出で瞳平面上の領域333を通過した光束はマイクロレンズ381に到達する。被写体上の点751bから出で瞳平面上の領域331を通過した光束はマイクロレンズ784に到達し、

50

被写体上の点 7 5 1 b から出で瞳平面上の領域 3 3 3 を通過した光束はマイクロレンズ 3 8 3 に到達する。各マイクロレンズを通過した光束は、マイクロレンズ下に設けられたそれぞれ対応する画素に到達する。図 7 ( b ) と同様に、仮想的な結像面 1 0 6 a 上の位置に並べなおせば、図 7 ( a ) と同様の情報 ( 像の再構成 ) を得ることができる。すなわち、通過した瞳領域 ( 入射角度 ) と撮像素子上の位置の情報を得ることができ、瞳分割手段としての機能が達成される。

#### 【 0 0 5 1 】

図 7 では M L A ( 位相変調素子 ) を瞳分割手段として用いて、位置情報と角度情報を取得可能な例を示したが、位置情報と角度情報 ( 瞳の通過領域を制限することと等価 ) を取得可能なものであれば他の光学構成も利用可能である。例えば、適当なパターンを施したマスク ( ゲイン変調素子 ) を撮影光学系の光路中に挿入する方法も利用できる。

10

#### 【 0 0 5 2 】

本実施例に示した撮影光学系を利用して、撮像素子 1 0 6 の信号からピント評価値を得る処理について図 4、図 5 及び図 6 を用いて説明する。

#### 【 0 0 5 3 】

図 4 および図 5 を用いて本発明の要部である測距動作について説明する。

#### 【 0 0 5 4 】

図 4 および図 5 は本発明の撮像装置の測距動作を説明するためのフローチャートである。図 4 ( a ) は測距動作全体の動作を、図 4 ( b ) は相関計算手段の動作をそれぞれ示すフローチャートである。また、図 5 ( a ) はコントラスト評価手段の動作を、図 5 ( b ) は像生成手段の動作を、図 5 ( c ) はコントラスト評価手段の動作をそれぞれ示すフローチャートである。図 4 ( a ) から各ステップ順に本発明の測距動作を説明する。

20

#### 【 0 0 5 5 】

ステップ S 4 0 1 は測距動作の開始を示している。例としては、静止画撮影モードにおいて、図 1 に示す操作検出部 1 1 0 が撮影者によるリリースボタンの一段目のスイッチ S W 1 の動作を検出した時 ( 図 2 ( b ) のステップ S 2 1 2 ) などが該当する。

#### 【 0 0 5 6 】

ステップ S 4 0 2 では、カメラシステム制御回路 1 0 5 の制御の下で撮像素子 1 0 6 を撮影予備動作の結果に従って露光して読み出す ( A / D 変換する ) ことによりデータ ( 被写体の撮像信号 ) を取得する。この時の露光時間と露光量から撮影における露出量を計算することもできるが、本発明の要部ではないので説明は割愛する。

30

#### 【 0 0 5 7 】

ステップ S 4 0 3 では、カメラシステム制御回路 1 0 5 が相関計算手段を動作させて相関値に基づく相関最良ピント位置を得る。相関計算手段の動作の詳細は図 4 ( b ) のフローチャートを用いて後述する。

#### 【 0 0 5 8 】

ステップ S 4 0 4 では、カメラシステム制御回路 1 0 5 の制御の下にコントラスト評価判断を行ない、ステップ S 4 0 5 ではカメラ制御回路 1 0 5 が後述するピント評価範囲決定手段として動作する。すなわち、ステップ S 4 0 4 は、ステップ S 4 0 3 で得られた相関量評価に基づく最良ピント位置 ( 図中では “ 相関最良ピント位置 ” と表記した ) の絶対値とステップ S 4 0 5 で入力される閾値  $d_{max}$  の絶対値とを比較する。相関量評価に基づく最良ピント位置の絶対値のほうが大きい場合はステップ S 4 1 2 に、相関量評価に基づく最良ピント位置の絶対値が閾値  $d_{max}$  の絶対値以下の場合はステップ S 4 0 6 に進む。

40

#### 【 0 0 5 9 】

ここでステップ S 4 0 5 のピント評価範囲決定手段から与えられる閾値は、ステップ S 4 0 6 からステップ S 4 1 1 で行うコントラストによるピント評価を行う場合 ( 像シフト量が決定可能な場合 ) の閾値であり次式であたえられる。この閾値を超える位置での仮想的な結像面では、図 3 および図 7 を用いて説明した像の再構成において被写体情報が欠落することがあり、コントラスト A F の精度が低下する可能性がある。

## 【数 1】

$$d_{\max} = \frac{N_{\theta} \Delta x}{\tan \Delta \theta}$$

## 【0060】

ただし  $N$ 、 $x$ 、 $\theta$  は図 3 で説明したように、撮影条件などに寄らず、撮像装置 100 の物理的な構造によって決定される。このため予め計算された値をメモリに記憶しておきステップ S 405 で読み出して用いれば良い。

## 【0061】

ステップ S 406 からステップ S 40 はループを形成している。ステップ S 406 ではピント評価位置（図 7 を用いて説明した仮想的な結像面に対応）を予め与えられた初期値から予め与えられた所定の位置（ステップ）だけずらしながら予め与えられた終了値まで計算を繰り返す。この初期値と終了値は、 $d_{\max}$  を利用して決定すれば良い。図 4 の例では  $-d_{\max} \sim +d_{\max}$  の範囲を評価範囲とした。

10

## 【0062】

ステップ S 407 では、カメラシステム制御回路 105 が像シフト手段を動作させて像シフト量を得る。像シフト手段の動作の詳細は図 5 (a) のフローチャートを用いて後述する。

## 【0063】

ステップ S 408 では、カメラシステム制御回路 105 が像生成手段を動作させて像生成を行なう。像生成手段の動作の詳細は図 5 (b) のフローチャートを用いて後述する。

20

## 【0064】

ステップ S 409 では、カメラシステム制御回路 105 がコントラスト評価手段を動作させてコントラスト評価値に基づくコントラスト最良ピント位置を得る。コントラスト評価手段の動作の詳細は図 5 (c) のフローチャートを用いて後述する。

## 【0065】

ステップ S 411 ではピント評価値として、ステップ S 406 ~ ステップ S 410 で求めたコントラスト評価に基づく最良ピント位置（図中では“コントラスト最良ピント位置”と表記した）を採用する。

## 【0066】

結果として、撮像素子 106 の読み出しはステップ S 402 で 1 回のみ行うことで、コントラスト評価値を含むピント評価値を得ることができ、処理の高速化が可能となる。

30

## 【0067】

ステップ S 412 に進んだ場合は、コントラストに基づくピント評価を省略して、ピント評価値として相関評価に基づく相関最良ピント位置を採用する。

## 【0068】

図 4 (b) のフローチャートを用いて相関計算手段について説明する。ステップ S 421 は相関計算手段の動作開始を示している。

## 【0069】

ステップ S 422 からステップ S 431 はループを形成している。ステップ S 422 ではピント評価位置の数（いわゆる測距視野数）に対応して繰り返し演算を行う。測距視野数は多くなると画面全体を覆うことが可能となるが評価に時間がかかるという問題がある。ユーザーの設定などにより適宜設定する。

40

## 【0070】

ステップ S 423 では評価を行う評価点の数と、評価枠の大きさ（例えば評価点を中心とする枠）を設定する。ここでいう評価点の数とは、ステップ S 424 で行う相関値を求める点数で有り、撮影条件やレンズ 102 の種類などに応じて適宜設定される。また、評価点の数は像をシフトさせながら相関を求める場合のシフト量に対応しており、これは撮像装置 100 においては焦点合わせの探索を行うピントの深さに対応している。評価点の数は多くなると画面全体を覆うことが可能となるが評価に時間がかかるという問題がある

50

ので、ユーザーの設定などにより適宜設定する。一方、評価枠を大きくすると局所的にはあまりパターンを有していないテクスチャであってもピントを合わせることが可能となるが、大きすぎると距離の異なる被写体の像を同時に評価するいわゆる遠近競合が発生してしまう。これらの問題を解決できるように評価枠の大きさを適宜設定する。

#### 【0071】

ステップS424からステップS429はループを形成している。ステップS424では、ステップS423で決定された評価点に対応した評価値を得るように繰り返し演算を行う。

#### 【0072】

ステップS425からステップS427はループを形成している。ステップS425では、ステップS423で決定された評価枠内の画素について相関計算を行う。相関計算はステップS426において、例えば  $|A_i - B_i|$  で計算する。ここで、 $A_i$  は特定の瞳領域を通過したi番目の画素の輝度を示している。 $B_i$  は $A_i$ とは異なる瞳領域を通過したi番目の画素の輝度を示している。例えば図3において、画素322に対応する画素のみを並べたものを $A_i$ 、画素324に対応する画素のみを並べたものを $B_i$ とすれば良い。どの瞳領域の画素を選択するかは、基線長の長さ、瞳面のケラレ状況、等によって決定すればよい。

#### 【0073】

上記のように設定することで、異なる瞳領域を通過した画像間の相関を計算でき、いわゆる位相差AFに基づく評価量を得ることができる。ステップS28では、得られた相関値を評価量としてメモリ108に格納する。

#### 【0074】

上記に示した  $|A_i - B_i|$  という評価式においては、相関値が小さくなった個所が最もピント状態が良い個所（相関ピント位置）に対応している。ここでは差分の絶対値を加算する方法で相関計算を行ったが、最大値を加算する方法、最小値を加算する方法、差分2乗値を加算する方法など他の計算方法によって相関計算を行っても良い

#### 【0075】

ステップS430では相関評価値が最良となる点を相関量評価に基づく最良ピント位置として更新する。前述したステップS426の式においては、相関評価値が最良となる点は相関値が小さくなった所だが、その他の指標も併用して最良の位置を決定しても良い。

#### 【0076】

この演算を各視野で行い、最終的に相関量評価に基づく最良ピント位置を得てステップS432に進み、本ルーチンの呼び出し元のステップS403に戻る。

#### 【0077】

図5(a)のフローチャートを用いて像シフト手段について説明する。ステップS501は像シフト手段の動作開始を示している。

#### 【0078】

ステップS502からステップS506はループを形成している。ステップS502では瞳分割数に応じた数（一つのマイクロレンズに対応する撮像素子画素の）だけループ計算が実行される。例えば、図3に示した例では、 $5 \times 5 = 25$ 個に分割されていたので（二次元）、25個のそれぞれの瞳位置に応じた像シフト量の計算がなされる。図6を用いて後述するように、像の再構成において同じ再構成面であっても入射角度が異なると像をシフトさせる量が異なる。これを像生成に反映させるためのループである。

#### 【0079】

ステップS503ではステップS504からのデータをもとに、評価位置に対応する各瞳領域でのシフト量を計算する。ステップS504には、撮像素子106上の各画素とMLAとの対応関係が保存されており、各画素がどの瞳領域の光線を受光しているかが分かる情報が格納されている。

#### 【0080】

ステップS505ではステップS503の情報をもとに同じ入射角の光線を得ている（同じ瞳領域からの光線を得ている）画素をシフトさせる。同じ入射角の光線を得ている画

10

20

30

40

50

素は例えば図3(b)の325aと325bが該当する。このような画素がMLAを構成するマイクロレンズの数だけ存在している。

【0081】

ステップS507において、本処理ルーチンを呼び出し元のステップS407に戻る。

【0082】

図5(b)のフローチャートを用いて像生成手段の動作の詳細を説明する。ステップS551は像生成手段の動作開始を示している。

【0083】

ステップS512では、ステップS515での加算のための領域のデータを初期化(0で埋める)する。この時のデータ領域の大きさはMLAの数だけあれば良く、データの諧調は元のデータの諧調と瞳分割数の積を格納できるだけあれば都合がよい。例えば元のデータが8bitで25分割の場合、13bit ( $> 8\text{bit} + \log_2 25$ ) あれば演算処理でのデータの桁あふれを考慮する必要がなくなる。

【0084】

ステップS513からステップS517はループを形成している。ステップS513ではMLAを構成するマイクロレンズの数に応じて(即ち各マイクロレンズについて)ループ計算が実行される。例えば、図3に示した例では、元の撮像素子の画素数÷25(瞳分割数)がマイクロレンズの数となる。

【0085】

ステップS514からステップS516はループを形成している。ステップS514では、瞳分割数に応じた数だけループ計算が実行される。例えば、図3に示した例では、 $5 \times 5 = 25$ 個に分割されていたので、25個のそれぞれの瞳位置からの光束がステップS515で加算される。シフト量が画素の整数倍でない場合は、加算S515において、適宜に内分して加算する。例えば、重なっている面積に応じて適宜加算する。これにより、各評価位置での像が再生される。生成された画像の画像データはカメラシステム制御回路105の制御によりメモリ108または図示しない記憶手段に記憶される。従って、生成画像の再生、表示が可能となる。

【0086】

ステップS518において、本処理ルーチンの呼び出し元のステップS408に戻る。

【0087】

図5(c)のフローチャートを用いてコントラスト評価手段の動作の詳細を説明する。ステップS521はコントラスト評価手段の動作開始を示している。

【0088】

ステップS522では、コントラスト評価を行う評価視野の数と、評価枠の大きさを設定する。評価視野の数や大きさの設定は、相関計算手段で説明した内容に従って行えばよい。

【0089】

ステップS523からステップS531はループを形成している。ステップS523では、ステップS522で決定された評価視野数に対応した評価値を得るように繰り返し演算を行う。

【0090】

ステップS524からステップS526はループを形成している。ステップS524では、ステップS522で決定された各評価枠内の画素について一次コントラスト演算を行う。一次コントラスト演算はステップS525にあるように  $|S_i - S_{i-1}|$  で計算する。ここで、 $S_i$  はi番目の像生成手段から出力された輝度を示している。このようにすることで隣接画素間の輝度差を積分することができる。ただしこのステップの説明においては、説明を明瞭にするために画像が1次元的に配置されている場合に対応する式を示す。2次元の画像においては、縦横両方向の輝度差を積分しても良いし、適宜一方向の輝度差のみを積分しても良い。

【0091】

10

20

30

40

50

ステップS527からステップS529はループを形成している。ステップS527では、ステップS522で決定された評価枠内の画素について二次コントラスト演算を行う。二次コントラスト演算はステップS528にあるように  $(S_i - S_{i-1})^2$  で計算する。このステップの説明においても、説明を明瞭にするために画像が1次元的に配置されている場合に対応する式を示す。

【0092】

一次コントラストは、なだらかに輝度が増加するような被写体（例えば空など）を撮影した場合には顕著に変化が見られない。一方で、二次コントラストはピント位置に応じて大きく変化する。（より高周波成分の影響が強い。）

そこでステップS630では、二次コントラストを一次コントラストの二乗で割ることでコントラスト評価値としている。このようにすることで輝度に対して正規化されるとともに、ピント位置に応じた被写体のコントラスト評価値を得ることができる。

10

【0093】

本実施例では上記のような方法でコントラスト評価値を得たが、ピント変動にともなうコントラスト評価値で有れば他の計算方法にすることも可能である。

【0094】

ステップS532では、コントラスト評価値が最良となる点（コントラストピント位置）をコントラスト評価に基づく最良ピント位置として更新する。

【0095】

ステップS533において、本処理ルーチンの呼び出し元ステップS409に戻る。

20

【0096】

次に図6を用いて像シフトおよび像生成を模式的に示し、像の再構成によるコントラスト計算の有用性について述べる。

【0097】

図6において、図6(b)は実際に撮像素子6が存在して画像を取得した面を、図6(a)は図6(b)よりも被写体側の再構成面（再構成面1）を、図6(c)は図6(b)よりも被写体側から遠い側の再構成面（再構成面2）をそれぞれ示している。なお、上述のように同図においては、説明を明瞭とするために瞳分割方向および画素配列はそれぞれ1次元としている。

【0098】

30

図6(b)において、 $X_{1,i}$ 、 $X_{2,i}$ 、 $X_{3,i}$ 、 $X_{4,i}$ 、 $X_{5,i}$  はそれぞれ瞳領域1、2、3、4、5を通過してマイクロレンズ $X_i$ に入射して得られたデータ（画像データ）を示している。すなわち、添え字のうち前半は通過する瞳領域を、後半はマイクロレンズの番号を示している。物理的な位置との関係においては、 $X_{1,i}$ は図3(c)の321領域から得られるデータを、 $X_{2,i}$ は図3(c)の322領域から得られるデータを、以下添え字の3、4、5は領域323、324、325に対応していることを示している。

【0099】

取得面での画像を生成するためには、図6(b)に示すように、マイクロレンズ $X_i$ に入射したデータ（輝度）を加算すればよい。具体的には、 $S_i = X_{1,i} + X_{2,i} + X_{3,i} + X_{4,i} + X_{5,i}$  で $X_i$ に入射した光の角度方向の積分値を得ることができる。これをすべてのマイクロレンズについて行なうことにより通常のカメラと同様の像が生成される。

40

【0100】

次に再構成面1での像の生成方法を考える。図3で説明したように、本実施例の撮影光学系は、各画素に入射する光束を特定の瞳領域に限定しているために、入射角度が既知である。この角度に沿って再構成面での各画素の位置を再構成する。具体的には $X_{1,i}$ のように瞳領域の添え字が1のものは図6の右側の図において641で示すような角度で入射しているとする。以下瞳領域の添え字2、3、4、5はそれぞれ642、643、644、645に対応しているとする。この時、再構成面1でのマイクロレンズ $X_i$ に入射した光束は、取得面においては、 $X_{i-2}$ から $X_{i+2}$ （一次元）に分散して入射していることになる。より具体的には、 $X_{1,i-2}$ 、 $X_{2,i-1}$ 、 $X_{3,i}$ 、 $X_{4,i+1}$ 、 $X_{5,i+2}$ に分散している。 $X_i$ に限らず再構成

50

面 1 での像を復元するためには、入射角度に応じて像をシフトさせて加算すれば良いことが分かる。再構成面 1 での像を生成するためには、瞳領域の添え字が 1 のものは右に 2 画素シフト、瞳領域の添え字が 2 のものは右に 1 画素シフト、瞳領域の添え字が 3 のものはシフトなしとする。さらに、瞳領域の添え字が 4 のものは左に 1 画素シフト、瞳領域の添え字が 5 のものは左に 2 画素シフトとすることで入射角度に応じたシフトを与えることができる。その後図 6 ( a ) に示す縦方向の加算によって再構成面 1 でのデータを得ることができる。具体的には、 $S_i = X_{1,i-2} + X_{2,i-1} + X_{3,i} + X_{4,i+1} + X_{5,i+2}$  で再構成面 1 において、 $X_i$  に入射した光の角度方向の積分値を得ることができる。これにより再構成面での画像が得られた。

【 0 1 0 1 】

10

ここで、再構成面 1 において、 $X_i$  に輝点があったとすると、取得面においては  $X_{1,i-2}$ 、 $X_{2,i-1}$ 、 $X_{3,i}$ 、 $X_{4,i+1}$ 、 $X_{5,i+2}$  に分散していわゆるボケ状態にある。しかしながら、上述した再構成面 1 での像を生成すると、再び  $X_i$  に輝点が生じコントラストの高い像が得られる。すなわち像を再構成してコントラストを計算することで、いわゆるコントラスト A F を行うことが可能となる。

【 0 1 0 2 】

また、図 6 ( c ) から分かるように、再構成面 2 においても再構成面と全く同様の方法で像を生成することができる。再構成面を配置する方向が異なると ( 物体に対して反対側という意味 ) シフトさせる方向を反転させれば良いだけである。

【 0 1 0 3 】

20

以上に説明したように、本実施例によれば、撮像装置の構造に応じて決まる結像位置に応じて位相差 A F とコントラスト A F を使い分けて高い A F 精度を維持することが可能な撮像装置を提供することができる。しかも、本発明の撮像装置では、コントラスト A F の精度が保証されない結像位置では位相差 A F のみが実行される。結果として、高速かつピンポイント精度の高い A F を行うことを可能にした撮像装置を提供することが出来る。また、A F 用の光束情報を得るために必要な撮像動作は ( 撮像素子の蓄積、読み出し )、一回だけでよい。そのため、合焦制御動作のさらなる高速化が可能となる。

【 0 1 0 4 】

上述した実施形態において図 2 及び図 4 - 5 示した各処理は、各処理の機能を実現する為のプログラムをメモリから読み出して制御系の C P U が実行することによりその機能を実現させるものである。

30

【 0 1 0 5 】

尚、上述した構成に限定されるものではなく、図 2 及び図 4 - 5 に示した各処理の全部または一部の機能を専用のハードウェアにより実現してもよい。また、上述したメモリは、光磁気ディスク装置、フラッシュメモリ等の不揮発性のメモリや、C D - R O M 等の読み出しのみが可能な記録媒体、R A M 以外の揮発性のメモリが可能である。また、それらの組合せによるコンピュータ読み取り、書き込み可能な記録媒体より構成されていてもよい。

【 0 1 0 6 】

40

また、図 2 及び図 4 - 5 に示した各処理の機能を実現する為のプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより各処理を行っても良い。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、O S や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。具体的には、記憶媒体から読み出されたプログラムが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書きこまれた場合である。このプログラムの指示に基づき、機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わる C P U などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も本件発明に含まれる。

【 0 1 0 7 】

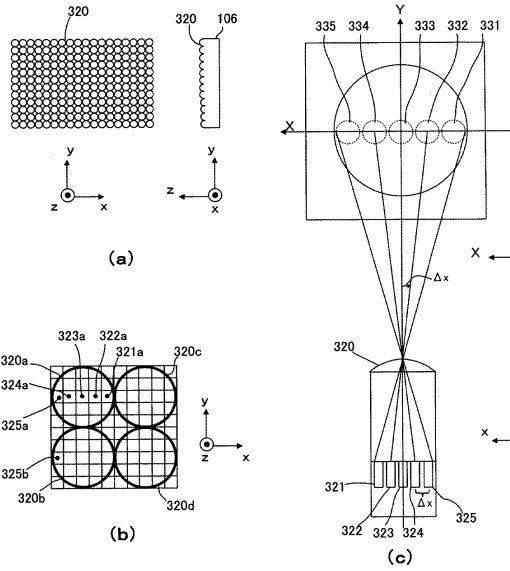
また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気

50

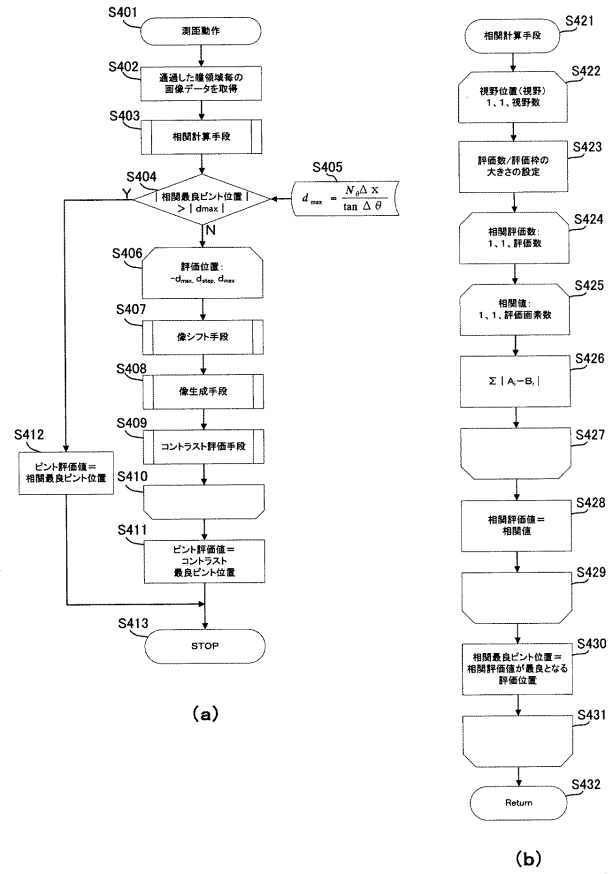




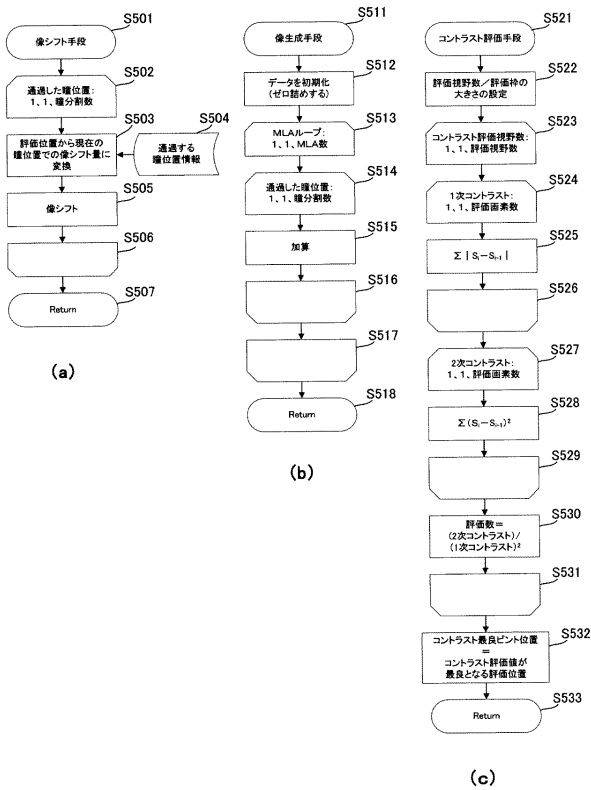
【図3】



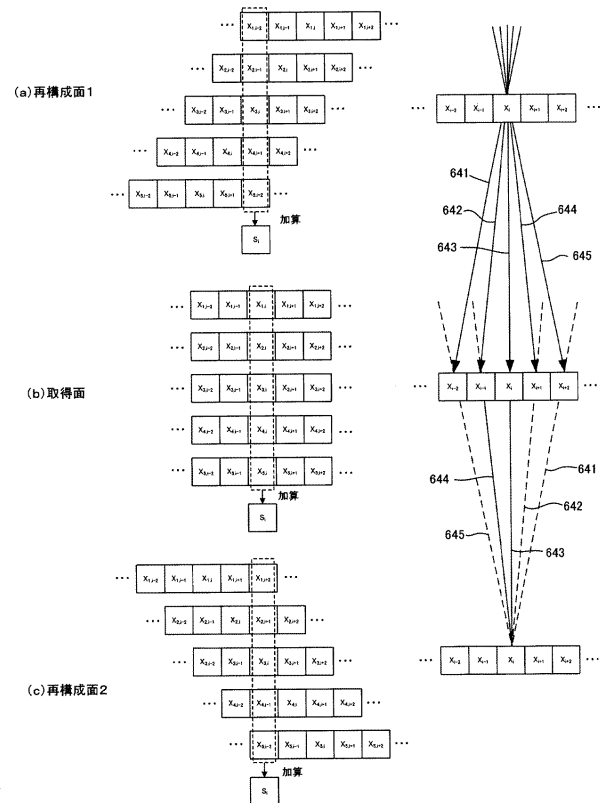
【図4】



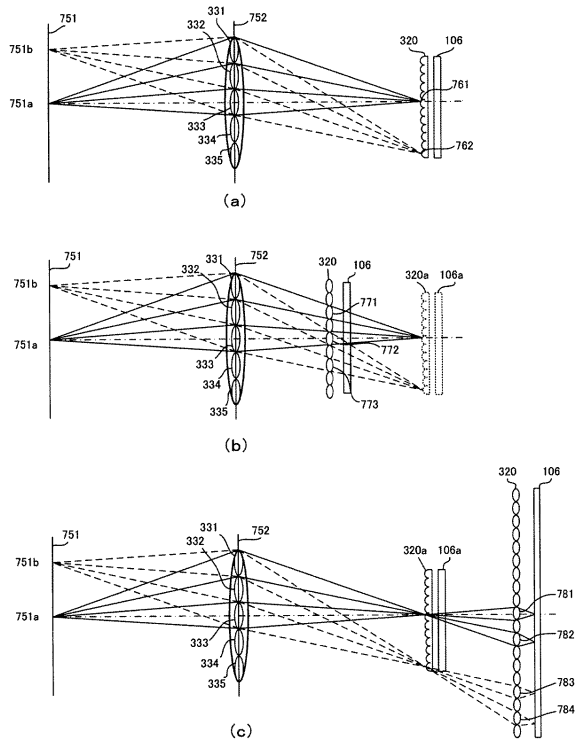
【図5】



【図6】



【図 7】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100134393

弁理士 木村 克彦

(74)代理人 100174230

弁理士 田中 尚文

(72)発明者 木村 正史

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

(72)発明者 福田 浩一

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 齋藤 卓司

(56)参考文献 特開2009-258610(JP,A)

特開2011-139282(JP,A)

特開2011-023812(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 7/28

G02B 7/34

G02B 7/36

G03B 13/36

H04N 5/232