

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6624834号
(P6624834)

(45) 発行日 令和1年12月25日 (2019. 12. 25)

(24) 登録日 令和1年12月6日 (2019. 12. 6)

(51) Int. Cl.	F I
G O 2 B 7/34 (2006. 01)	G O 2 B 7/34
G O 2 B 7/28 (2006. 01)	G O 2 B 7/28 N
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 1 2 O

請求項の数 11 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2015-152694 (P2015-152694)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成27年7月31日 (2015. 7. 31)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2017-32787 (P2017-32787A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成29年2月9日 (2017. 2. 9)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成30年7月24日 (2018. 7. 24)		弁理士 大塚 康徳
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

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

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像素子から得られる信号に基づいて、複数対の像信号を生成する生成手段と、
 前記複数対の像信号の少なくとも1対に関して、相対的に位置をずらしながら演算した
 相関量に基づいて、像信号のずれ量を検出する演算手段と、
 前記演算手段が演算したずれ量に基づいてデフォーカス量を算出する算出手段と、
 前記デフォーカス量に基づいてフォーカスレンズの位置を制御する制御手段と、を有し
 、
 前記生成手段は、前記複数対の像信号として、検出可能なデフォーカス量の範囲と、デ
 フォーカス量の検出精度とが異なる複数の信号対を生成し、
 前記演算手段は前記生成手段が生成した前記複数対の像信号の各対に関して、同一の被
 写体が含まれる実質的に同一の視野内で前記ずれ量を検出する、
 ことを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記算出手段は、前記演算手段が検出した複数の前記ずれ量のうち1つに基づいて前記
 デフォーカス量を算出する、
 ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記ずれ量の信頼性を評価する評価手段をさらに有し、
 前記算出手段は、前記演算手段が検出した複数の前記ずれ量のうち、前記信頼性に基

いて選択された 1 つに基づいて前記デフォーカス量を算出する、
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】

前記算出手段は、前記演算手段が検出した複数の前記ずれ量のうち、前記デフォーカス量の検出精度が高い像信号に対するずれ量から順に前記信頼性があるか否かを判定し、前記信頼性があると判定されたずれ量に基づいて前記デフォーカス量を算出する、
ことを特徴とする請求項 3 に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記生成手段が、前記撮像素子から得られる 1 対の像信号のデータ量を、異なる圧縮率で圧縮することにより、前記複数対の像信号を生成することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

10

【請求項 6】

前記演算手段は、
前記相関量を演算する 1 対の像信号に、前記相関量の演算に用いる区間と、相対的な位置の最大ずらし量とを設定して前記相関量の演算を行い、
前記撮像素子から得られる前記 1 対の像信号における範囲が等しくなるように、前記複数対の像信号のそれぞれに前記区間を設定する、
ことを特徴とする請求項 5 に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記演算手段は、前記圧縮率の高い像信号ほど、前記最大ずらし量の前記区間に対する割合が大きくなるように前記最大ずらし量と前記区間を設定することを特徴とする請求項 6 に記載の撮像装置。

20

【請求項 8】

撮像素子から得られる信号に基づいて、複数対の像信号を生成する生成手段と、
前記複数対の像信号の少なくとも 1 対に関して、相対的に位置をずらしながら演算した相関量に基づいて、像信号のずれ量を検出する演算手段と、
前記演算手段が演算したずれ量に基づいてデフォーカス量を算出する算出手段と、
前記デフォーカス量に基づいてフォーカスレンズの位置を制御する制御手段と、を有し、

前記生成手段は、前記撮像素子から得られる 1 対の像信号のデータ量を、異なる圧縮率で圧縮することにより、前記複数対の像信号を生成し、

30

前記演算手段は前記生成手段が生成した前記複数対の像信号の各対に関して、同一の被写体が含まれる実質的に同一の視野内で前記ずれ量を検出する、
ことを特徴とする撮像装置。

【請求項 9】

生成手段が、撮像素子から得られる信号に基づいて、複数対の像信号を生成する生成工程と、

演算手段が、前記複数対の像信号の少なくとも 1 対に関して、相対的に位置をずらしながら演算した相関量に基づいて、像信号のずれ量を検出する演算工程と、

算出手段が、前記演算工程が演算したずれ量に基づいてデフォーカス量を算出する算出工程と、

40

制御手段が、前記デフォーカス量に基づいてフォーカスレンズの位置を制御する制御工程と、を有し、

前記生成工程において前記生成手段は、前記複数対の像信号として、検出可能なデフォーカス量の範囲と、デフォーカス量の検出精度とが異なる複数の信号対を生成し、

前記演算工程において前記演算手段は、前記生成手段が生成した前記複数対の像信号の各対に関して、同一の被写体が含まれる実質的に同一の視野内で前記ずれ量を検出する、
ことを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項 10】

生成手段が、撮像素子から得られる信号に基づいて、複数対の像信号を生成する生成工

50

程と、

演算手段が、前記複数対の像信号の少なくとも 1 対に関して、相対的に位置をずらしながら演算した相関量に基づいて、像信号のずれ量を検出する演算工程と、

算出手段が、前記演算工程が演算したずれ量に基づいてデフォーカス量を算出する算出工程と、

制御手段が、前記デフォーカス量に基づいてフォーカスレンズの位置を制御する制御工程と、を有し、

前記生成工程において前記生成手段は、前記撮像素子から得られる 1 対の像信号のデータ量を、異なる圧縮率で圧縮することにより、前記複数対の像信号を生成し、

前記演算手段は前記生成手段が生成した前記複数対の像信号の各対に関して、同一の被写体が含まれる実質的に同一の視野内で前記ずれ量を検出する、
ことを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項 11】

撮像装置が有するコンピュータを、請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の撮像装置の各手段として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は撮像装置およびその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラのような撮像装置（電子機器が内蔵する撮像装置を含む）は、一般にオートフォーカス（自動焦点検出または AF）機能を有している。オートフォーカス機能には位相差検出方式とコントラスト検出方式とがある。従来、位相差検出方式は撮像素子とは別の AF センサが必要であったが、近年では撮像素子から得られる信号を用いた位相差検出方式のオートフォーカス機能が実現され、撮像面位相差 AF などと呼ばれている。

【0003】

位相差検出方式には、デフォーカス量とデフォーカス方向の両方を同時に検出できるという利点があるが、1 対の像信号について相対的なシフト量を変更しながら相関演算を繰り返し実行する必要があるため、演算量が多い。高速な焦点検出や、消費電力低減を実現するため、位相差検出方式における演算量を削減する提案がなされている。

【0004】

特許文献 1 には、1 対の像信号のシフト量の絶対値が小さい状態からシフト量を増加させながら相関演算を行い、相関量の極値が検出された時点で相関演算を終了することが開示されている。これにより、シフト範囲全体について演算を行うよりも少ない演算量で相関演算を終了できる可能性が高くなる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2013 - 54261 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献 1 に記載の方法では、デフォーカス量が小さい被写体についての極値が検出された時点で相関演算が終了されてしまうため、撮影者の意図する被写体に合焦できない場合があった。

【0007】

本発明はこのような従来技術の課題に鑑みてなされたものである。本発明は、焦点検出すべき被写体のさまざまなデフォーカス状態において、焦点検出のための相関演算量を低減可能な撮像装置およびその制御方法の提供を目的とする。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述の目的は、撮像素子から得られる信号に基づいて、複数対の像信号を生成する生成手段と、複数対の像信号の少なくとも1対に関して、相対的に位置をずらしながら演算した相関量に基づいて、像信号のずれ量を検出する演算手段と、演算手段が演算したずれ量に基づいてデフォーカス量を算出する算出手段と、デフォーカス量に基づいてフォーカスレンズの位置を制御する制御手段と、を有し、生成手段は、複数対の像信号として、検出可能なデフォーカス量の範囲と、デフォーカス量の検出精度とが異なる複数の信号対を生成し、演算手段は生成手段が生成した複数対の像信号の各対に関して、同一の被写体が含まれる実質的に同一の視野内でずれ量を検出する、ことを特徴とする撮像装置によって達成される。

10

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、焦点検出すべき被写体のさまざまなデフォーカス状態において、焦点検出のための相関演算量を低減可能な撮像装置およびその制御方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施形態に係る撮像装置の一例としてのデジタルカメラの機能構成例を示す図

【図2】図1の撮像素子122における撮像画素と焦点検出画素の配置例を模式的に示す図

20

【図3】図2に示した撮像画素の構成を模式的に示した平面図および断面図

【図4】図3に示した画素構造と瞳分割との対応関係を示した概略説明図

【図5】(a)は実施形態の撮像素子と瞳分割との対応関係を示した図、(b)は実施形態におけるデフォーカス量と第1焦点検出信号と第2焦点検出信号間の像ずれ量の関係を示す図

【図6】実施形態における焦点検出領域の配置例を模式的に示した図

【図7】実施形態における焦点調節動作の全体を説明するためのフローチャート

【図8】第1の実施形態の焦点検出信号生成処理を説明するためのフローチャート

【図9】第1の実施形態のデフォーカス量算出処理を説明するためのフローチャート

30

【図10】第1の実施形態の相関演算の設定例を示す図

【図11】第2の実施形態におけるデフォーカス量算出処理を説明するためのフローチャート

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、添付図面を参照して本発明の例示的な実施形態について説明する。なお、以下では本発明を撮像装置の一例としてのデジタルカメラに適用した実施形態について説明するが、本発明は位相差検出方式のオートフォーカス機能を有するカメラを備える任意の電子機器に適用することができる。このような電子機器の例には、パーソナルコンピュータ、タブレット端末、ゲーム機、携帯電話機、ロボット、ドライブレコーダ、家電製品などが含まれるが、これらに限定されない。

40

【0012】

(第1の実施形態)

(構成の説明 - レンズユニット)

図1は、本発明の実施形態に係る撮像装置の一例としての、レンズ交換式のデジタルカメラ100の機能構成例を示すブロック図である。本実施形態のデジタルカメラ100は、カメラ本体120と、着脱可能なレンズユニット110とを有する。レンズユニット110は点線で示されるマウントMを介して、カメラ本体120に装着することができる。なお、デジタルカメラ100はレンズ交換式でなくてもよい。

【0013】

50

レンズユニット１１０は、光学系（第１レンズ群１０１、絞り１０２、第２レンズ群１０３、フォーカスレンズ群（以下、単に「フォーカスレンズ」という）１０４）および、駆動／制御系を有する。

【００１４】

第１レンズ群１０１はレンズユニット１１０の先端に配置され、光軸方向ＯＡに移動可能に保持される。絞り１０２は、撮影時の光量を調節する機能のほか、静止画撮影時には露出時間を制御するメカニカルシャッタとしても機能する。絞り１０２および第２レンズ群１０３は一体で光軸方向ＯＡに移動可能であり、第１レンズ群１０１と連動して移動することによりズーム機能を実現する。フォーカスレンズ１０４も光軸方向ＯＡに移動可能であり、フォーカスレンズ１０４の位置により、レンズユニット１１０が合焦する被写体距離（合焦距離）が定まる。したがって、フォーカスレンズ１０４の光軸方向ＯＡにおける位置を制御することにより、レンズユニット１１０の合焦距離を調節することができる。

10

【００１５】

駆動／制御系は、ズームアクチュエータ１１１、絞りアクチュエータ１１２、フォーカスアクチュエータ１１３、ズーム駆動回路１１４、絞り駆動回路１１５、フォーカス駆動回路１１６、レンズＭＰＵ１１７、およびレンズメモリ１１８を有する。

【００１６】

ズーム駆動回路１１４は、ズームアクチュエータ１１１を用いて第１レンズ群１０１や第３レンズ群１０３を光軸方向ＯＡに駆動し、レンズユニット１１０の光学系の画角を制御する。絞り駆動回路１１５は、絞りアクチュエータ１１２を用いて絞り１０２を駆動し、絞り１０２の開口径や開閉動作を制御する。フォーカス駆動回路１１６はフォーカスアクチュエータ１１３を用いてフォーカスレンズ１０４を光軸方向ＯＡに駆動し、レンズユニット１１０の光学系の合焦距離を制御する。また、フォーカス駆動回路１１６は、フォーカスアクチュエータ１１３を用いてフォーカスレンズ１０４の現在位置を検出する。

20

【００１７】

レンズＭＰＵ（プロセッサ）１１７は、レンズユニット１１０に係る全ての演算、制御を行い、ズーム駆動回路１１４、絞り駆動回路１１５、フォーカス駆動回路１１６を制御する。また、レンズＭＰＵ１１７は、マウントＭを通じてカメラＭＰＵ１２５と接続され、コマンドやデータを通信する。例えばレンズＭＰＵ１１７はフォーカスレンズ１０４の位置を検出し、カメラＭＰＵ１２５からの要求に対してレンズ位置情報を通知する。このレンズ位置情報は、フォーカスレンズ１０４の光軸方向ＯＡにおける位置、光学系が移動していない状態の射出瞳の光軸方向ＯＡにおける位置および直径、射出瞳の光束を制限するレンズ枠の光軸方向ＯＡにおける位置および直径などの情報を含む。またレンズＭＰＵ１１７は、カメラＭＰＵ１２５からの要求に応じて、ズーム駆動回路１１４、絞り駆動回路１１５、フォーカス駆動回路１１６を制御する。レンズメモリ１１８は自動焦点検出に必要な光学情報が予め記憶されている。カメラＭＰＵ１２５は例えば内蔵する不揮発性メモリやレンズメモリ１１８に記憶されているプログラムを実行することで、レンズユニット１１０の動作を制御する。

30

【００１８】

（構成の説明 - カメラ本体）

カメラ本体１２０は、光学系（光学ローパスフィルタ１２１および撮像素子１２２）と、駆動／制御系とを有する。レンズユニット１１０の光学系（第１レンズ群１０１、絞り１０２、第２レンズ群１０３、フォーカスレンズ１０４）と、カメラ本体１２０の光学ローパスフィルタ１２１とにより、被写体光学像を形成する撮像光学系を構成する。

40

【００１９】

光学ローパスフィルタ１２１は、撮影画像に生じる偽色やモアレを軽減する。撮像素子１２２は例えばＣＭＯＳイメージセンサと周辺回路で構成され、一般には行列状に配置された数百万～数千万の画素を有している。本実施形態の撮像素子１２２は、瞳分割機能を有し、撮像素子１２２の出力信号を用いた撮像面位相差ＡＦを実現できる。画像処理回路

50

124は、撮像素子122の出力信号から、位相差AF用の画像データと、表示、記録、およびコントラストAF（以下、TVAFという）用の画像データとを生成する。

【0020】

駆動／制御系は、センサ駆動回路123、画像処理回路124、カメラMPU125、表示器126、操作スイッチ群127、記録媒体128、位相差AF部129、TVAF部130を有する。

【0021】

センサ駆動回路123は、撮像素子122の動作を制御するとともに、撮像素子122の出力する画像信号をA/D変換して画像処理回路124およびカメラMPU125に供給する。画像処理回路124は、センサ駆動回路123から供給される画像データに対し、例えば変換、ホワイトバランス調整処理、色補間処理、圧縮符号化処理など、デジタルカメラで行われる一般的な画像処理を行う。画像処理回路124は表示、記録、およびTVAF用の画像データと、位相差AF用の画像データとを生成する。

【0022】

カメラMPU（プロセッサ）125は、カメラ本体120に係る全ての演算、制御を行い、センサ駆動回路123、画像処理回路124、表示器126、操作スイッチ群127、記録媒体128、位相差AF部129、TVAF部130を制御する。カメラMPU125はマウントMの信号線を介してレンズMPU117と接続され、レンズMPU117とコマンドやデータを通信する。カメラMPU125はレンズMPU117に対し、レンズユニット110の光学情報やフォーカスレンズ104の位置の取得を要求する。また、カメラMPU125はレンズMPU117に対し、絞り102、フォーカスレンズ104、変倍レンズ（第1レンズ群101および第3レンズ群103）の駆動を要求する。カメラMPU125は、カメラ本体120の動作を制御するプログラムを格納したROM125a、プログラムをロードしたり変数を記憶したりするために用いるRAM125b、設定値やGUIデータなどを記憶するEEPROM125cを有している。

【0023】

表示器126はLCDなどから構成され、撮影モードに関する情報、撮影前のプレビュー画像と撮影後の確認用画像、メニュー画面、焦点検出時の合焦状態表示画像（合焦枠）、検出された被写体を示す画像（顔枠など）、設定値などを表示する。操作スイッチ（SW）群127は、電源スイッチ、リリーススイッチ、ズーム操作スイッチ、撮影モード選択スイッチ、メニューボタン、方向キー、実行ボタンなどのスイッチ、ボタンなどの入力デバイス群である。なお、表示器126がタッチパネルディスプレイの場合、タッチパネルも操作スイッチに含まれる。記録媒体128は、例えば着脱可能な半導体メモリカードや内蔵不揮発性メモリであり、撮影によって得られた静止画、動画、音声などのデータを格納する。

【0024】

位相差AF部129は、画像処理回路124により得られる位相差AF用の画像データを用い、位相差検出方式の焦点検出を行う。より具体的には、画像処理回路124が、レンズユニット110の光学系の射出瞳内の一対の瞳領域の一方を通過する光束で形成される像と、他方を通過する光束で形成される像とのデータを位相差AF用の画像データとして生成する。そして、位相差AF部129は位相差AF用の画像データを構成する一対の像のデータの位相差（ずれ量）に基づいて焦点ずれ量を検出する。このように、本実施形態の位相差AF部129は、専用のAFセンサを用いず、撮像素子122の出力に基づく位相差AF（撮像面位相差AF）を行う。位相差AF部129の動作については後で詳細に説明する。

【0025】

TVAF部130は、画像処理回路124が生成するTVAF用の画像データ、より具体的にはAF評価値（画像データのコントラスト情報）に基づいてコントラスト検出方式の焦点検出（TVAF）を行う。TVAFは、フォーカスレンズ104の異なる位置で撮影された画像から、AF評価値が最大となるフォーカスレンズ104の位置を合焦位置と

10

20

30

40

50

して検出する。

このように、本実施形態のデジタルカメラ 100 は、位相差 AF と T V A F の両方を実行可能であり、状況に応じて選択的に使用したり、組み合わせて使用したりすることができる。

【0026】

(構成の説明 - 撮像素子)

図2は、本実施形態の撮像素子 122 に行列上に配置された画素のうち、撮像素子の 4 列 × 4 行分を模式的に示している。本実施形態において撮像素子 122 は、撮像素子の 1 画素分の信号を得るための撮像素子の各々の光電変換領域が行方向に 2 等分され、光電変換領域ごとの出力を取得することができる。光電変換領域ごとの出力を用いて撮像素子 122 の位相差 AF 用の画像データを生成可能であるため、個々の光電変換領域は焦点検出画素とみなすことができる。したがって、図2は、焦点検出画素の 8 列 × 4 行分ともいえる。

【0027】

撮像素子 122 には、撮像素子の 2 行 × 2 列を繰り返し単位 200 とした原色ベイヤー配列のカラーフィルタが設けられている。繰り返し単位 200 は、G (緑) のカラーフィルタが設けられた 2 つの撮像素子 200 G と、R (赤) のカラーフィルタが設けられた 1 つの撮像素子 200 R と、B (青) のカラーフィルタが設けられた 1 つの撮像素子 200 B とから構成される。本明細書では、設けられたカラーフィルタの色を撮像素子の色として記載する場合がある。また、単に画素と呼ぶ場合には撮像素子を指すものとする。例えば、画素 200 G は緑画素、200 R は赤画素、200 B は青画素である。また、図2の右上の画素に代表的に示すように、各撮像素子は、横 2 × 縦 1 に等分割された光電変換部を有しており、左半分の光電変換部が第 1 焦点検出画素 201、右半分の光電変換部が第 2 焦点検出画素 202 として利用可能である。撮像素子として利用する場合には、2 つの光電変換部で得られた信号を加算した信号を撮像素子信号として用いる。

【0028】

図2に示した 4 × 4 の撮像素子 (8 × 4 焦点検出画素) の配列を撮像素子 122 の撮像素子面に多数配置することにより、撮像素子面から取得しつつ、画面の様々な位置を焦点検出領域として用いた撮像素子面位相差検出方式の焦点検出を行うことができる。本実施形態では、撮像素子のピッチ (周期) P が縦横とも 4 μm で、画素数 N は、横 5575 × 縦 3725 = 約 2075 万画素であるものとする。また、焦点検出画素の縦方向のピッチ P は撮像素子と同じであるが、横方向のピッチ P_{AF} は 2 μm であり、従って焦点検出画素数 N_{AF} が横 11150 × 縦 3725 = 約 4150 万画素であるものとする。

【0029】

図2に示した 1 つの撮像素子 (ここでは 200 G とする) を、撮像素子の受光面側 (+z 側) から見た平面図を図3(a)に示し、図3(a)の a-a 断面を -y 側から見た断面図を図3(b)に示す。

【0030】

図3に示すように、本実施形態の画素 200 G では、各画素の受光側に入射光を集光するためのマイクロレンズ 305 が形成され、x 方向に N_H 分割 (2 分割)、y 方向に N_V 分割 (1 分割) された光電変換部 301 と光電変換部 302 が形成される。光電変換部 301 と光電変換部 302 が、それぞれ、第 1 焦点検出画素 201 と第 2 焦点検出画素 202 に対応する。

【0031】

光電変換部 301 と光電変換部 302 は、p 型層と n 型層の間にイントリンシック層を挟んだ p i n 構造フォトダイオードとしても良いし、必要に応じて、イントリンシック層を省略し、p n 接合フォトダイオードとしてもよい。

【0032】

各画素には、マイクロレンズ 305 と、光電変換部 301 および光電変換部 302 との間に、カラーフィルタ 306 が形成される。また、必要に応じて、第 1 焦点検出画素 201 と第 2 焦点検出画素 202 とでカラーフィルタの分光透過率を変えても良いし、カラー

10

20

30

40

50

フィルタを省略してもよい。

【0033】

図3に示した画素200Gに入射した光は、マイクロレンズ305により集光され、カラーフィルタ306で分光されたのち、光電変換部301と光電変換部302で受光される。

【0034】

光電変換部301と光電変換部302では、受光量に応じて電子とホールが対生成し、空乏層で分離された後、負電荷の電子はn型層に蓄積され、ホールは定電圧源（不図示）に接続されたp型層300を通じて撮像素子122の外部へ排出される。

【0035】

光電変換部301と光電変換部302のn型層に蓄積された電子は、転送ゲートを介して、静電容量部（FD）に転送され、電圧信号に変換される。

【0036】

図3に示した本実施形態の画素構造と瞳分割との対応関係を示した概略説明図を図4に示す。図4では、射出瞳面の座標軸と対応を取るために、断面図のx軸とy軸を図3に対して反転させている。

【0037】

図4で、第1焦点検出画素201の第1瞳部分領域501は、重心が-x方向に偏心している光電変換部301の受光面と、マイクロレンズ305によって、概ね共役関係になっており、第1焦点検出画素201で受光可能な瞳領域を表している。第1焦点検出画素201の第1瞳部分領域501は、瞳面上で+X側に重心が偏心している。

【0038】

図4で、第2焦点検出画素202の第2瞳部分領域502は、重心が+x方向に偏心している光電変換部302の受光面と、マイクロレンズ305によって、概ね共役関係になっており、第2焦点検出画素202で受光可能な瞳領域を表している。第2焦点検出画素202の第2瞳部分領域502は、瞳面上で-X側に重心が偏心している。

【0039】

また、図4で、瞳領域500は、光電変換部301と光電変換部302（第1焦点検出画素201と第2焦点検出画素202）を合わせた、画素200G全体で受光可能な瞳領域である。

【0040】

本実施形態の撮像素子と瞳分割との対応関係を示した概略図を図5（a）に示す。第1瞳部分領域501と第2瞳部分領域502の異なる瞳部分領域を通過した光束は、撮像素子の各（撮像）画素に、撮像面800からそれぞれ異なる角度で入射し、2×1分割された光電変換部301および302で受光される。なお、本実施形態は、瞳領域が水平方向に2つに瞳分割されているが、必要に応じて、垂直方向に瞳分割を行ってもよい。

【0041】

撮像素子122には、結像光学系の第1瞳部分領域501を通過する光束を受光する第1焦点検出画素201と、第1瞳部分領域と異なる結像光学系の第2瞳部分領域502を通過する光束を受光する第2焦点検出画素202を有する撮像画素が配列されている。従って、撮像画素は、結像光学系の第1瞳部分領域501と第2瞳部分領域502を合わせた瞳領域500を通過する光束を受光する。

【0042】

なお、撮像素子122が有する全ての画素が複数の光電変換部を有するのではなく、撮像画素、第1焦点検出画素、第2焦点検出画素を個別の画素構成としてもよい。あるいは、光電変換部を1つ有する撮像画素と、光電変換部を2つ有する（撮像画素としても使用可能な）焦点検出画素とが配置されても良い。

【0043】

本実施形態において画像処理回路124は、図2に示したカラーフィルタの繰り返し単位ごとに4つの第1焦点検出画素201の出力を加算して得られる信号を複数連結して1

10

20

30

40

50

つの位相差 A F 用の画像データ (A F 用像信号) を生成する (以下、 A 像という) 。また、画像処理回路 1 2 4 は、カラーフィルタの繰り返し単位ごとに 4 つの第 2 焦点検出画素 2 0 2 の出力を加算して得られる信号を複数連結してもう 1 つの A F 用像信号 (以下、 B 像という) を生成する。カラーフィルタの繰り返し単位内に存在する同種の焦点検出画素の出力を加算することで、 R , G , B それぞれの色成分を反映した信号が得られるため、分光感度の偏りが少ない輝度信号として扱うことができる。なお、撮像画像を得る場合には、画素単位で第 1 焦点検出画素 2 0 1 の出力と第 2 焦点検出画素 2 0 2 の出力とを加算した信号を取得する。

【 0 0 4 4 】

(デフォーカス量と像ずれ量の関係)

10

以下、本実施形態の画像処理回路 1 2 4 で生成される 1 対の位相差 A F 用の画像データ (A 像および B 像) の像ずれ量と、光学系のデフォーカス量との関係について説明する。

図 5 (b) に、デフォーカス量と、第 1 焦点検出信号 (A 像) - 第 2 焦点検出信号 (B 像) 間の像ずれ量との概略関係図を示す。撮像面 8 0 0 に撮像素子 1 2 2 が配置され、図 4、図 5 (a) を参照して説明したように、撮影光学系の射出瞳が、第 1 瞳部分領域 5 0 1 と第 2 瞳部分領域 5 0 2 に 2 分割される。

【 0 0 4 5 】

デフォーカス量 d の大きさ $|d|$ は、被写体の結像位置から撮像面 8 0 0 までの距離である。また、デフォーカス量 d が負 ($d < 0$) の場合は、被写体の結像位置が撮像面 8 0 0 より被写体側にある前ピン状態、正 ($d > 0$) の場合は、被写体の結像位置が撮像面 8 0 0 より被写体の反対側にある後ピン状態を意味する。そして、被写体の結像位置が撮像面 8 0 0 にある合焦状態で、デフォーカス量 d の大きさは 0 となる。図 5 (a) で、被写体 8 0 1 は合焦状態 ($d = 0$) にあり、被写体 8 0 2 は前ピン状態 ($d < 0$) の例を示している。前ピン状態 ($d < 0$) と後ピン状態 ($d > 0$) を合わせて、デフォーカス状態 ($|d| > 0$) と呼ぶ。

20

【 0 0 4 6 】

前ピン状態 ($d < 0$) では、被写体 8 0 2 からの光束のうち、第 1 瞳部分領域 5 0 1 (第 2 瞳部分領域 5 0 2) を通過した光束は、撮像面 8 0 0 より被写体側の位置で一度集光する。そして、その後、光束の重心位置 G_1 (G_2) を中心として幅 1 (2) に広がり、撮像面 8 0 0 でボケた像となる。ボケた像は、それを受光する複数の画素のそれぞれで第 1 焦点検出画素 2 0 1 (第 2 焦点検出画素 2 0 2) により電気信号に変換される。そして、上述したように、位相差 A F 部が、第 1 焦点検出画素 2 0 1 の信号から第 1 焦点検出信号 (A 像) を、第 2 焦点検出画素 2 0 2 の信号から第 2 焦点検出信号 (B 像) を生成する。よって、A 像 (B 像) は、撮像面 8 0 0 上の重心位置 G_1 (G_2) に、被写体 8 0 2 が幅 1 (2) にボケた被写体像として記録される。

30

【 0 0 4 7 】

被写体像のボケ幅 1 (2) は、デフォーカス量 d の大きさ $|d|$ の増加に概ね比例して増加する。同様に、第 1 焦点検出信号と第 2 焦点検出信号間の被写体像の像ずれ量 p (= 光束の重心位置の差 $G_1 - G_2$) の大きさ $|p|$ も、デフォーカス量 d の大きさ $|d|$ の増加に概ね比例して増加していく。後ピン状態 ($d > 0$) の場合、A 像と B 像との像ずれ方向が前ピン状態と反対となることをのぞき、デフォーカス量の大きさ $|d|$ と被写体像のボケ幅、像ずれ量 p との関係は同様である。

40

したがって、デフォーカス量の大きさの増加に伴い、A 像と B 像との像ずれ量の大きさが増加する。

【 0 0 4 8 】

(焦点検出)

[焦点検出領域]

まず、第 1 焦点検出信号と第 2 焦点検出信号とを生成するために用いる、撮像素子 1 2 2 の画素領域である、焦点検出領域について説明する。図 6 は、撮像素子 1 2 2 の有効画素領域 1 0 0 0 に設定された焦点検出領域の例と、焦点検出時に表示器 1 2 6 に表示され

50

る焦点検出領域の指標とを重ねて示したものである。本実施形態では行方向に3つ、列方向に3つの、計9個の焦点検出領域が設定されているものとするが、これは単なる一例であり、より多くの、もしくはより少ない数の焦点検出領域が設定されてもよい。また、焦点検出領域は等間隔で設定されなくてもよい。さらに、撮像素子122のように有効画素領域1000のどの画素も第1焦点検出画素および第2焦点検出画素を有する場合、焦点検出領域の位置やサイズを動的に設定してもよい。例えば、ユーザが指定した位置を中心に、所定の範囲を焦点検出領域として設定してもよい。

【0049】

図6において、行方向に n 番目、列方向に m 番目の焦点検出領域を $A(n, m)$ と表し、 $A(n, m)$ の焦点検出領域を表す矩形枠状の指標を $I(n, m)$ と表している。焦点検出領域内の第1焦点検出画素201と第2焦点検出画素202から得られる信号により、その焦点検出領域におけるデフォーカス量の検出に用いるA像およびB像が生成される。また、指標 $I(n, m)$ は通常、ライブビュー画像に重畳表示される。

【0050】

[焦点検出]

次に、カメラMPU125が主体となって実現する、デジタルカメラ100の焦点検出動作について、図7に示すフローチャートを用いて説明する。なお、この処理は、撮影スタンバイ時のようなライブビュー表示時（表示用動画撮影時）や、動画記録時（記録用動画撮影時）において実施される。

【0051】

S501でカメラMPU125は、操作スイッチ群127などを通じて焦点検出動作の開始指示が入力されたか調べ、入力されていれば処理をS502へ進め、入力されていなければ待機する。なお、カメラMPU125は、焦点検出開始指示の入力に限らず、ライブビュー表示や動画記録の開始をトリガとして処理をS502に進めてもよい。

【0052】

S502でカメラMPU125は、レンズユニット110のF値、レンズ枠情報やフォーカスレンズ位置、ピント補正量、最大デフォーカス量などの各種レンズ情報を、マウントMを介してレンズMPU117から取得する。

【0053】

S503でカメラMPU125は、逐次読み出されているフレーム画像データの、焦点検出領域内の画素データから、第1の焦点検出信号（A像）と第2の焦点検出信号（B像）を生成するように画像処理回路124に指示する。画像処理回路124は指示に従ってA像とB像を生成し、カメラMPU125に出力する。後述するように、本実施形態において画像処理回路124はA像、B像を複数対生成する。

【0054】

S504でカメラMPU125は、画像処理回路124が生成した複数対のA像、B像を位相差AF部129に供給する。位相差AF部129は、A像とB像の各対に対して公知の相関演算などを適用して像のずれ量を算出する。また、位相差AF部129は、検出されたずれ量の信頼性なども判定し、得られた複数のずれ量の1つをデフォーカス量に変換する。この処理の詳細は、後述する。位相差AF部129は、選択したデフォーカス量をカメラMPU125に出力する。

【0055】

S505でカメラMPU125は、S504で位相差AF部129から得られたデフォーカス量に基づき、レンズユニット110のフォーカスレンズ104の駆動方向および駆動量を算出する。なお、位相差AF部129が焦点検出不能と判定した場合、カメラMPU125はフォーカスレンズ104を停止させる。あるいはカメラMPU125は、フォーカスレンズ104の駆動モードをサーチ駆動モードに移行させるとともに、所定量のレンズ駆動を行うためのレンズ駆動量を算出する。たとえばカメラMPU125は、事前に決めた、被写体が存在する可能性が高い方向、例えば至近側に、所定量フォーカスレンズ104を駆動することを決定する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 6 】

S 5 0 6 でカメラ M P U 1 2 5 は、マウント M およびレンズ M P U 1 1 7 を介して、フォーカスレンズ 1 0 4 の駆動方向および駆動量の情報をフォーカス駆動回路 1 1 6 に送信する。フォーカス駆動回路 1 1 6 は、受信した駆動方向と駆動量の情報に基づいて、フォーカスレンズ 1 0 4 を駆動する。これにより、レンズユニット 1 1 0 の焦点調節が行われる。なお、図 7 の動作は、動画像データの次フレーム以降に対しても同様に実施されてよい。

【 0 0 5 7 】

次に、図 7 の S 5 0 3 で画像処理回路 1 2 4 が行う信号生成処理について、図 8 に示すフローチャートを用いて説明する。

10

まず、S 5 0 3 1 で、画像処理回路 1 2 4 は、焦点検出領域内の画素が有する第 1 焦点検出画素 2 0 1 と第 2 焦点検出画素 2 0 2 の出力を用いて、1 対の焦点検出信号を生成する。上述したように、画像処理回路 1 2 4 は、第 1 焦点検出画素 2 0 1 (第 2 焦点検出画素 2 0 2) の出力を、まずカラーフィルタの繰り返し単位ごとに加算してから、焦点検出方向に連結して焦点検出用の像信号である A 像 (B 像) を生成する。

【 0 0 5 8 】

次に S 5 0 3 2 で画像処理回路 1 2 4 は、S 5 0 3 1 で生成した 1 対の像信号を補正する。この補正には例えば、光学系の周辺光量低下 (ビネティング) に起因する像信号間のレベル差の補正や、画素感度のばらつきに起因する固定パターンノイズの補正が含まれる。画像処理回路 1 2 4 は、補正後の像信号を、例えばカメラ M P U 1 2 5 の R A M 1 2 5 b に一時的に保存する。

20

【 0 0 5 9 】

S 5 0 3 3 で、画像処理回路 1 2 4 は、補正後の像信号を R A M 1 2 5 b から読み出し、第 1 の信号を生成する。第 1 の信号は、補正後の A 像、B 像それぞれについて、データ量を削減した 1 対の像信号であり、画像処理回路 1 2 4 は例えばデータを間引きしたり、隣接する複数のデータを代表値で置換したりすることで生成する。

【 0 0 6 0 】

例えば、データ量を $1/3$ に圧縮した第 1 の信号を、連続する 3 つのデータを代表値 (ここでは平均値とする) で置換することにより生成するものとする。この場合、補正後の A 像および B 像をそれぞれ $A(k)$ 、 $B(k)$ ($1 \leq k \leq P$ の整数) で表すと、第 1 の信号 $A_2(m)$ 、 $B_2(m)$ ($1 \leq m \leq Q$ の整数) は、以下の式 (1)、(2) で表される。

30

$$A_2(m) = (A(m) + A(m+1) + A(m+2)) / 3 \quad (1)$$

$$B_2(m) = (B(m) + B(m+1) + B(m+2)) / 3 \quad (2)$$

これにより、第 1 の信号 $A_2(m)$ 、 $B_2(m)$ を形成するデータの数は、およそ $P/3$ 個に圧縮 (削減) される。画像処理回路 1 2 4 は、第 1 の信号をカメラ M P U 1 2 5 の例えば R A M 1 2 5 b に保存する。

【 0 0 6 1 】

S 5 0 3 4 で、で、画像処理回路 1 2 4 は、補正後の像信号を再び R A M 1 2 5 b から読み出し、第 2 の信号を生成する。第 2 の信号は、補正後の A 像、B 像それぞれについて、第 1 の信号よりデータ量の削減が少ない 1 対の像信号である。例えば、データ量の削減を行わない場合、画像処理回路 1 2 4 は読み出した補正後の A 像、B 像をそのまま第 2 の信号とすることができる。補正後の A 像および B 像をそれぞれ $A(k)$ 、 $B(k)$ ($1 \leq k \leq P$ の整数) で表すと、第 2 の信号 $A_3(n)$ 、 $B_3(n)$ ($1 \leq n \leq P$ の整数) は、以下の式 (3)、(4) で表される。

40

$$A_3(n) = A(n) \quad (3)$$

$$B_3(n) = B(n) \quad (4)$$

画像処理回路 1 2 4 は、第 2 の信号をカメラ M P U 1 2 5 の例えば R A M 1 2 5 b に保存する。

【 0 0 6 2 】

50

S 5 0 3 3、S 5 0 3 4で生成する第1の信号と第2の信号のデータ圧縮率（圧縮後のデータ量／圧縮前のデータ量（％））は、上述した例に限らない。例えば、記録画像のデータ圧縮率が高い場合には、第1の信号のデータ量を1／6に圧縮し、第2の信号のデータ量を1／2に圧縮するようにしてもよい。

S 5 0 3 4で第2の信号の生成を終えると、画像処理回路124は焦点検出用信号生成処理を終了する。

【0063】

次に、図7のS 5 0 4で位相差AF部129が行うデフォーカス量の検出処理について、図9に示すフローチャートを用いてさらに説明する。

S 5 0 4 1で位相差AF部129は、カメラMPU125から供給される第1の信号と第2の信号のうち、第1の信号のA像とB像に対する相関演算（第1の相関演算）を行う。位相差AF部129は、相関演算を行う際、視野内データ数とシフトデータ数を設定する。視野内データとは、相関演算を行う際の窓に相当し、焦点検出を行う領域の広さを決定する。視野内データ数を大きくすると、相関演算結果の信頼性を高めることができる一方、距離の異なる被写体が焦点検出領域内に存在する場合に遠近競合が発生しやすくなる。遠近競合とは、距離の異なる被写体に係る像信号の相関演算を行った場合に、デフォーカス量が検出できなかったり、デフォーカス量を検出する被写体を誤ったりする現象である。

【0064】

遠近競合の発生を抑制しつつ、精度の良いデフォーカス量を検出するには、被写体の大きさや光学系の焦点距離（画角）などの情報をもとに、A像とB像に、相関演算に用いる適切な範囲（区間）を設定する必要がある。この範囲の大きさを定めるのが視野内データ数であり、例えば位相差AF部129は、予め定められたパラメータの種類と値との組み合わせごとに視野内データ数が登録されたテーブルを参照するなどして設定することができる。また、シフトデータ数は、A像とB像の相対位置（位相差）を変化させながら相関量を算出する際の最大ずらし量に相当する。相関量算出時のA像とB像の最大ずらし量を大きくすると、ボケの大きな被写体に対するデフォーカス量の検出が可能になる反面、相関量の算出に要する演算量が増加し、焦点検出に要する時間が長くなる。

【0065】

本実施形態において、第1の信号は、第2の信号よりも圧縮率が高いため、圧縮前のA像とB像における同一ずらし量に対応するシフトデータ数は第2の信号よりも少なくなる。そのため、第2の信号に対する相関演算よりも、おおきなずらし量に対応するシフトデータ数を設定して相関演算を行い、より広いデフォーカス範囲の焦点検出を行う。

【0066】

第1の相関演算に用いる相関量COR1(h)は、例えば下記の式(5)で算出することができる。

【数1】

$$\text{COR1}(h) = \sum_{j=1}^{W1} |A2(j + h_{\max} - h) - B2(j + h_{\max} + h)| \quad (-h_{\max} \leq h \leq h_{\max}) \quad (5)$$

式(5)において、W1は視野内データ数に相当し、hmaxがシフトデータ数に相当する。位相差AF部129は各シフト量hについての相関量COR1(h)を求めた後、A像とB像の相関が最も高くなるシフト量h、すなわち、相関量COR1(h)が最小となるシフト量hの値を求める。なお、相関量COR1(h)の算出時におけるシフト量hは整数とするが、相関量COR1(h)が最小となるシフト量hを求める場合には、デフォーカス量の精度を向上させるため、補間処理などを行い、サブピクセル単位の値（実数値）を求める。

【0067】

なお、本実施形態では、相関量COR1の差分値の符号が変化するシフト量を、相関量COR1(h)が最小となるシフト量h（サブピクセル単位）として算出する。

まず、位相差 A F 部 1 2 9 は、相関量の差分値 D C O R 1 を以下の式 (6) に従って算出する。

$$D C O R 1 (h) = C O R 1 (h) - C O R 1 (h - 1) \quad (6)$$

そして、位相差 A F 部 1 2 9 は、相関量の差分値 D C O R 1 を用いて、差分量の符号が変化するシフト量 d h 1 を求める。差分量の符号が変化する直前の h の値を h 1、符号が変化した h の値を h 2 (h 2 = h 1 + 1) とすると、位相差 A F 部 1 2 9 はシフト量 d h 1 を、以下の式 (7) に従って算出する。

$$d h 1 = h 1 + | D C O R 1 (h 1) | / | D C O R 1 (h 1) - D C O R 1 (h 2) | \quad (7)$$

以上のようにして位相差 A F 部 1 2 9 は、第 1 の信号の A 像と B 像の相関が最大となるシフト量 d h 1 をサブピクセル単位で算出し、S 5 0 4 1 の処理を終える。なお、2 つの 1 次元像信号のずれ量 (位相差) を算出する方法は、ここで説明したものに限らず、公知の任意の方法を用いることができる。

【 0 0 6 8 】

次に、S 5 0 4 2 で、相関演算手段としての位相差 A F 部 1 2 9 は、第 2 の信号の A 像 (A 3) と B 像 (B 3) に対する相関演算 (第 2 の相関演算) を行う。ここでも位相差 A F 部 1 2 9 は、視野内データ数とシフトデータ数を設定する。視野内データ数は、上述のとおり被写体の遠近競合とデフォーカス検出精度とを考慮して設定する。本実施形態で位相差 A F 部 1 2 9 は、圧縮前の A 像および B 像において、第 1 の相関演算時に設定した視野内データ数に対応する範囲と概ね同一の範囲に対応する視野内データ数を設定する。これは、第 1 の信号と第 2 の信号とで相関演算に用いる信号の起点が共通の場合、圧縮率の差を考慮した視野内データ数を設定することにより実現できる。本実施形態では、第 1 の信号は第 2 の信号の 1 / 3 に圧縮されているため、第 2 の相関演算における視野内データ数は、第 1 の相関演算における視野内データ数の 3 倍とすればよい。

【 0 0 6 9 】

このように、第 1 の信号に対する相関演算と第 2 の信号に対する相関演算において、圧縮前の像信号において概ね同一領域を対象とするように視野内データ数を設定することにより、2 つの相関演算結果を切り替えて使用することが可能になる。2 つの相関演算が、圧縮前の像信号において異なる範囲を対象としていると、それぞれの相関演算結果が異なる被写体を対象としている可能性があり、2 つの相関演算結果を切り替えてフォーカスレンズを駆動した場合、合焦する被写体が変わってしまう場合がある。本実施形態では、第 1 の相関演算と第 2 の相関演算は、検出可能なデフォーカス量の範囲は異なるが、同じ像信号の範囲に基づいて相関演算を行っているため、合焦度合いに応じて両者を切り替えて用いることができる。

【 0 0 7 0 】

本実施形態において、第 2 の信号は、第 1 の信号に対して圧縮率が低いため、第 1 の信号よりも高周波成分を多く有している。そのため、光学系の収差の影響や F 値によらず、単位デフォーカス量あたりの像ずれ量を比較的大きく確保でき、第 1 の信号を用いる場合より精度の高いデフォーカス量を検出できる。一方、第 2 の信号は第 1 の信号よりもデータ数が多いため、シフト量ごとの相関量を得るための演算量が第 1 の信号よりも多くなる。さらに、同じデフォーカス量の範囲に対応する相関量を得るためのシフト回数が第 1 の信号よりも多いため、第 1 の相関演算と同じシフトデータ数を設定すると演算量がさらに多くなる。したがって、第 2 の相関演算では、第 1 の相関演算よりも、シフトデータ数を小さく設定し、より狭い範囲でデフォーカス量を検出する。

【 0 0 7 1 】

位相差 A F 部 1 2 9 は、第 2 の相関演算に用いる相関量 C O R 2 (g)、相関量の差分値 D C O R 2 (g) を、視野内データ数 W とシフトデータ数 h m a x の値が異なることをのぞき、相関量 C O R 1 (h)、相関量の差分値 D C O R 1 (h) と同様に算出する。また、位相差 A F 部 1 2 9 は、第 2 の信号の A 像と B 像の相関が最大となるシフト量 d h 2 も、d h 1 と同様にしてサブピクセル単位で算出する。

【 0 0 7 2 】

次に、S 5 0 4 3 で位相差 A F 部 1 2 9 は、第 2 の相関演算結果の信頼性を評価する。信頼性の評価は、例えば、C O R 2 (g) の極小値の大きさや、シフト量 d h 2 近傍の D C O R 2 (g) の大きさに基づいて行うことができる。C O R 2 (g) の極小値は、小さいほど A 像信号と B 像信号の一致度が高いことを示すため、小さいほど相関演算結果の信頼性は高いと評価できる。また、D C O R 2 (g) の大きさが大きいほど、シフト量に対する相関量の変化が大きいことを示すため、サブピクセル単位のシフト量 d h 2 の精度が高く、やはり相関演算結果の信頼性は高いと評価できる。位相差 A F 部 1 2 9 は、これら値の 1 つ以上を用いて、相関演算結果の信頼性を評価する。なお、評価に複数の値を用いる場合には、例えば個々の値が一定の信頼性を有しつつ、かつ少なくとも一方が高い信頼性に該当する場合に、相関演算結果の信頼性がある（高い）と評価することができる。なお、この評価基準は一例であり、他の評価基準も採用しうる。

10

【 0 0 7 3 】

S 5 0 4 3 で、第 2 の相関演算結果に信頼性があると判定されると、位相差 A F 部 1 2 9 は処理を S 5 0 4 5 に進め、第 2 の相関演算で得られたシフト量（ずれ量）に対して所定の感度を適用してデフォーカス量を算出する。そして位相差 A F 部 1 2 9 は、算出したデフォーカス量をカメラ M P U 1 2 5 に出力して処理を終了する。上述の通り、第 2 の信号を用いる第 2 の相関演算は、第 1 の信号を用いる第 1 の相関演算よりも検出可能なデフォーカス範囲は狭いが、検出精度は高い。したがって、第 2 の相関演算結果が信頼できる場合には、第 1 の相関演算結果よりも第 2 の相関演算結果を優先して用いてデフォーカス量を検出する。

20

【 0 0 7 4 】

一方、S 5 0 4 3 で第 2 の相関演算結果に信頼性がない（低い）と判定されると、位相差 A F 部 1 2 9 は処理を S 5 0 4 4 に進め、第 1 の相関演算結果について信頼性を評価する。信頼性の評価は、第 2 の相関演算結果と同様に行うことができるが、評価基準は第 2 の相関演算結果に用いるものより緩くしてもよい。第 1 の相関演算結果に信頼性がある（高い）と判定されると、位相差 A F 部 1 2 9 は処理を S 5 0 4 6 に進め、第 1 の相関演算で得られたシフト量（ずれ量）に対して所定の感度を適用してデフォーカス量を算出する。そして位相差 A F 部 1 2 9 は、算出したデフォーカス量をカメラ M P U 1 2 5 に出力して処理を終了する。第 2 の相関演算結果に信頼性がないと判定されているため、合焦近傍のデフォーカス状態ではない（デフォーカス量が大きい）と推定される。したがって、第 2 の相関演算よりも、検出可能なデフォーカス範囲が広い第 1 の相関演算の結果を用いてデフォーカス量を検出する。

30

【 0 0 7 5 】

また、S 5 0 4 4 で、第 1 の相関演算結果についても信頼性がない（低い）と判定された場合、位相差 A F 部 1 2 9 は処理を S 5 0 4 7 に進め、焦点検出不能と判定し、カメラ M P U 1 2 5 に通知して処理を終了する。

【 0 0 7 6 】

このように本実施形態では、第 1 の焦点検出信号と第 2 の焦点検出信号から、圧縮率の異なる複数対の信号を生成し、個々の信号対のずれ量を検出する。そして、信頼性が高いと判定されるずれ量のうち、圧縮率の低い方の（または最も低い）信号対のずれ量に基づいてデフォーカス量を算出するようにした。このような構成の利点について説明する。

40

【 0 0 7 7 】

図 1 0 は、本実施形態における第 1 の相関演算と第 2 の相関演算で用いられる視野内データ数 W とシフトデータ数 h m a x の組み合わせを示す図である。第 1 の相関演算の対象である第 1 の信号は、焦点検出信号（A 像、B 像）を位相差検出方向に 1 / 3 に圧縮した信号のため、視野内データ数 W 1 は第 2 の相関演算の視野内データ数 W 2 の 1 / 3 である。しかしながら、視野内データ数 W 1 と W 2 が対応する焦点検出信号の区間の大きさは、概ね同一となるように構成されている。また、第 1 の相関演算においては、第 2 の相関演算よりも大きなデフォーカス量（ずれ量）の検出に対応するようにシフトデータ量 S 1 を

50

設定する。そのため、シフトデータ数 S_1 の視野内データ数 W_1 に対する割合 S_1 / W_1 を、第 2 の相関演算のシフトデータ数 S_2 の視野内データ数 W_2 に対する割合 S_2 / W_2 より大きくなるように設定する。

【0078】

図 10 に示す圧縮率の場合、第 2 の相関演算において第 1 の相関演算と同様の範囲のデフォーカス量を検出可能にするには、シフトデータ数を S_1 の 3 倍に設定する必要がある。これにより広いデフォーカス検出範囲と精度の高い焦点検出とを両立できるが、シフト演算回数が、 $\pm 3 \times S_1$ 回と多くなってしまう。本実施形態では、検出するデフォーカス範囲と検出精度の確保を複数種の相関演算によって実現することにより、より少ないシフト回数 ($S_1 + S_2$) で、演算量の低減と演算精度の確保とを両立している。

10

【0079】

また、第 1 の相関演算と第 2 の相関演算に用いる第 1 の信号および第 2 の信号は同一時刻に生成された画像信号から生成されているため、被写体の経時変化の影響を受けることなく 2 つの相関演算結果を切り替えて利用することができる。例えば、上述の場合は精度の高い第 2 の相関演算を合焦近傍のデフォーカス範囲で使用するよう構成したが、低照度環境など S/N の悪い環境では、圧縮率の高い第 1 の相関演算結果の方が高精度に検出できる場合もある。したがって、予め定められた条件を満たし、かつ第 1 の相関演算結果に信頼性があると判定される場合には、第 1 の相関演算結果を優先して用いてデフォーカス量を算出するように構成してもよい。

【0080】

20

また、本実施形態では、2 種類の相関演算結果から 1 つを選択して用いるように構成したが、3 種類以上の相関演算結果を算出してもよい。これにより、検出するデフォーカス範囲と検出精度とのより細かい組み合わせに対応した相関演算結果を得ることができ、また、さらなる演算量低減を実現できる。また、1 つのずれ量を選択してからデフォーカス量を算出したが、個々のずれ量からデフォーカス量を算出し、デフォーカス量の 1 つを選択するようにしてもよい。相関演算結果 (ずれ量) が 3 つ以上算出されている場合、例えばデフォーカス量の検出精度の高い順に信頼性を評価し、最初に信頼性がある (高い) と判定されたずれ量に基づいてデフォーカス量を算出すればよい。

【0081】

以上説明したように本実施形態によれば、焦点検出画素の出力信号を用いた位相差検出方式の焦点検出において、検出可能なデフォーカス範囲や焦点検出精度の異なる複数の相関演算の結果の 1 つに基づいてデフォーカス量を検出するようにした。例えば、検出可能なデフォーカス範囲が広がるにつれて、焦点検出精度が低くなるような、データ量の異なる複数の信号対に関する相関演算の結果の 1 つを用いてデフォーカス量を検出する。これにより、1 つの相関演算によって広いデフォーカス検出範囲にわたって高精度の焦点検出精度を得る場合と比較して、デフォーカス状態に見合った精度を、より少ない演算量で求めることができる。

30

【0082】

(第 2 の実施形態)

図 11 を用いて、本発明の第 2 の実施形態について説明する。第 1 の実施形態では、個々の相関演算結果を得たあと、信頼性などに応じて 1 つの相関演算結果 (ずれ量) を選択する構成であった。一方、第 2 の実施形態では、相関演算を行う前に、複数種類の相関演算のうち、実行すべきものを選択することで、第 1 の実施形態よりも多くの演算量を低減可能とする。なお、第 1 の実施形態において説明した図 1 ~ 図 7 に関しては本実施形態と共通するため、説明は省略する。

40

【0083】

図 11 は、第 2 の実施形態における位相差 AF 部 129 が行うデフォーカス量の算出処理を示すフローチャートである。

S6041 で位相差 AF 部 129 は、例えばカメラ MPU 125 の RAM 125b から、レンズ情報を取得する。レンズ情報は、例えば S502 でカメラ MPU 125 がレンズ

50

M P U 1 1 7を通じて取得する情報で、レンズユニット110のF値、焦点検出結果の補正量、焦点調節が可能な範囲（最大デフォーカス量）などに関する情報である。カメラM P U 1 2 5は、デジタルカメラ100の起動時や、レンズユニット110の交換時などにレンズM P U 1 1 7からレンズ情報を取得し、例えばR A M 1 2 5 bの所定領域に記憶する。また、位相差A F部129は、焦点検出領域情報を取得する。焦点検出領域情報は、現在設定されている焦点検出領域の位置（像高）に関する情報であり、カメラM P U 1 2 5のR A M 1 2 5 bまたは位相差A F部129の内部メモリから取得することができる。

【0084】

次に、S 6 0 4 2で位相差A F部129は、実行すべき相関演算（もしくは相関演算の対象となる信号対）を選択もしくは決定する。第2の実施形態においても、第1の実施形態と同様に、検出可能なデフォーカス範囲や焦点検出精度の異なる相関演算を行うことが可能であるが、位相差A F部129は、S 6 0 4 1で取得した情報に基づいて選択した特定の信号対に対して相関演算を実行する。これにより、デフォーカス量の検出に要する相関演算量を低減することができる。

【0085】

例えば、光学系のF値が大きくなると、焦点検出に用いる信号の基線長が小さくなるため、相関演算で得られるずれ量（シフト量d h）からデフォーカス量を算出するために用いる敏感度が大きくなる。敏感度が大きくなると、同一範囲のシフト量で検出可能なデフォーカス範囲が広がる。そのため、位相差A F部129は例えば、取得したレンズ情報のF値が予め定められた値以上の場合には、第2の相関演算のみで、高精度かつ広範囲のデフォーカス検出が可能と判定し、第2の相関演算だけを実行することができる。なお、敏感度は、F値だけでなく焦点検出領域の像高によっても変化するため、F値だけでなく像高も予め定められた条件を満たす場合に第2の相関演算だけを実行するように決定してもよい。また、位相差A F部129は、撮影レンズの最大デフォーカス量が所定量より小さく、第2の相関演算のみで対応可能な場合も、第2の相関演算だけを実行するように決定することができる。

【0086】

一方、焦点検出結果の補正量が小さい場合、光学系の収差が小さいことを示している。したがって、補正量の大きさが、例えば第1の相関演算と第2の相関演算に対して期待できる焦点検出精度が、ほぼ同等と見なせる程度に光学系の収差が小さいことを示す場合、位相差A F部129は第1の相関演算だけを実行するように決定することができる。

【0087】

なお、実行する相関演算を、レンズ情報や焦点検出領域情報以外に基づいて選択してもよい。例えば位相差A F部129は、カメラM P U 1 2 5から現在の被写体輝度に関する情報を取得し、平均輝度が所定値未満の場合であれば、低照度環境で画像のS / Nが悪いと判定し、第1の相関演算だけを実行するように決定することができる。

【0088】

S 6 0 4 3で位相差A F部129は、選択もしくは決定された信号対に対する相関演算および、相関演算結果の信頼性評価を、第1の実施形態のS 5 0 4 1やS 5 0 4 2と同様に行う。

【0089】

S 6 0 4 4で位相差A F部129は、相関演算結果の信頼性がある（高い）か否かを判定する。信頼性があると判定された場合、位相差A F部129は処理をS 6 0 4 5に進め、第1の実施形態のS 5 0 4 5やS 5 0 4 6と同様にして、相関演算結果からデフォーカス量を算出し、カメラM P U 1 2 5に出力して処理を終了する。

【0090】

一方で、S 6 0 4 4で信頼性がない（低い）と判定された場合、位相差A F部129は処理をS 6 0 4 6に進め、第1の実施形態のS 5 0 4 7と同様にして焦点検出不能と判定し、カメラM P U 1 2 5に通知する。

【0091】

本実施形態によれば、検出可能なデフォーカス範囲や焦点検出精度の異なる複数の相関演算の1つを選択して実行し、その結果に基づいてデフォーカス量を検出するようにした。そのため、第1の実施形態と同様の効果を、より少ない演算量で実現することができる。

【0092】

(その他の実施形態)

本発明は、上述の実施形態の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がプログラムを読み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。

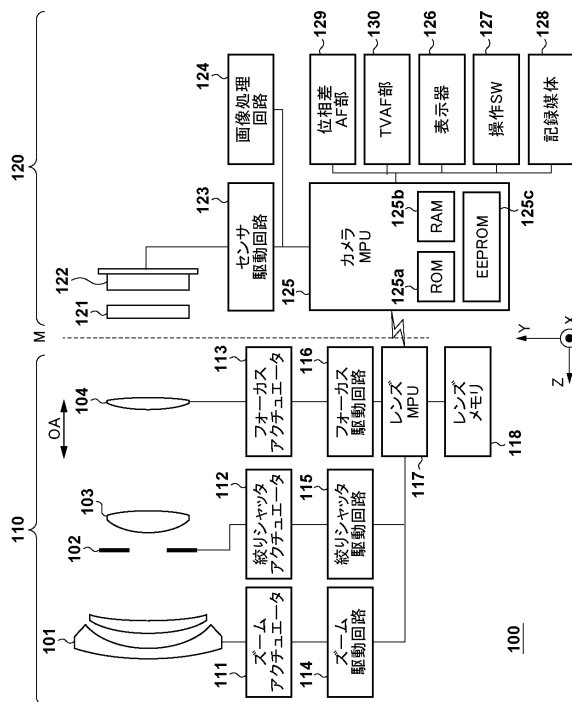
【符号の説明】

【0093】

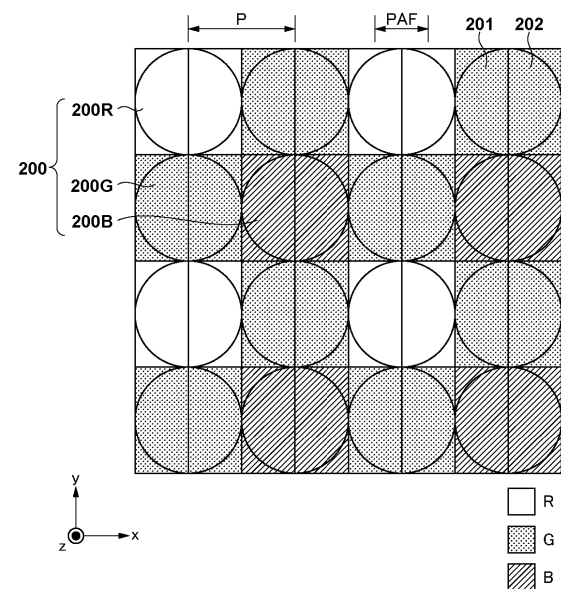
100...デジタルカメラ、104...フォーカスレンズ、110...レンズユニット、116...フォーカス駆動回路、117...レンズMPU、120...カメラ本体、125...レンズMPU、122...撮像素子、124...画像処理回路、129...位相差AF部

10

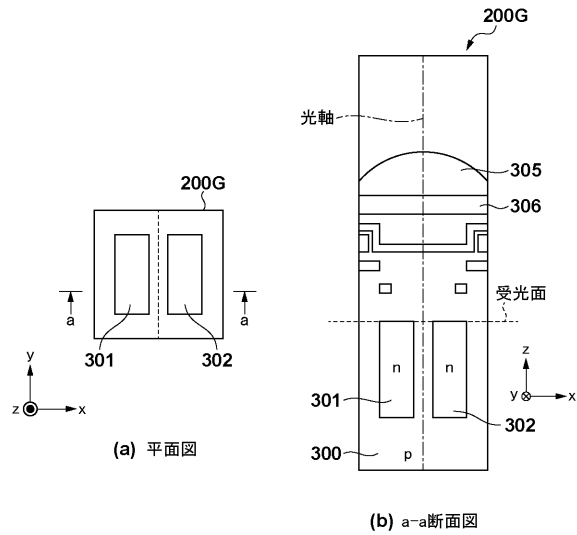
【図1】



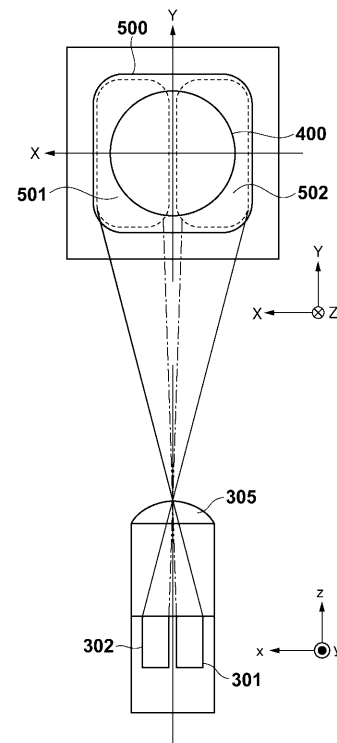
【図2】



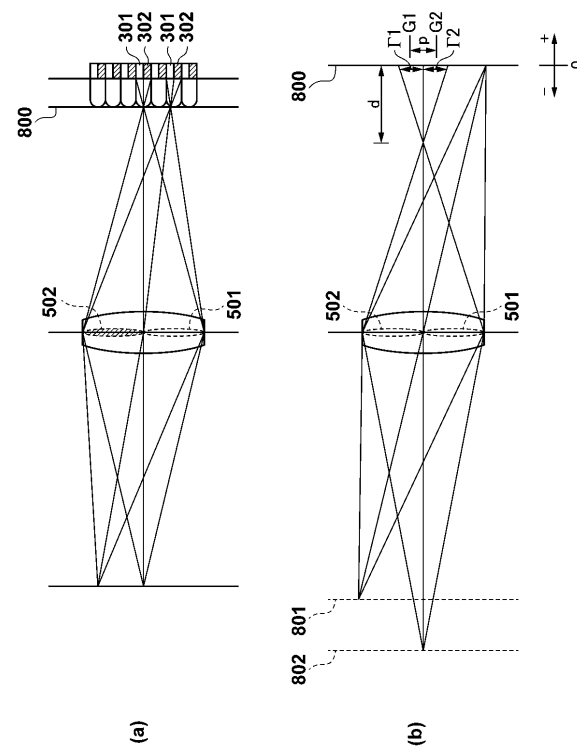
【図 3】



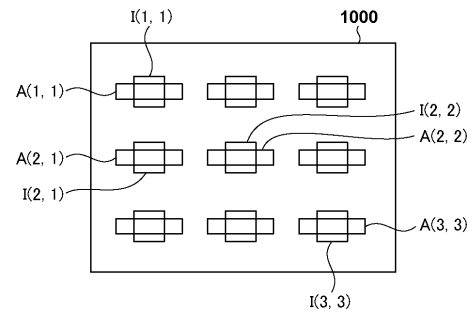
【図 4】



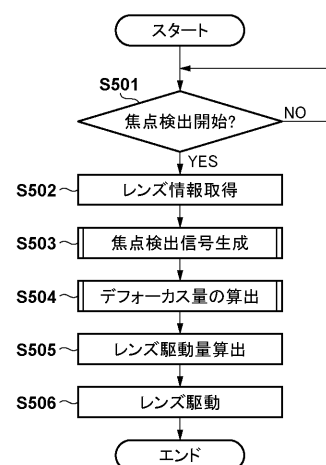
【図 5】



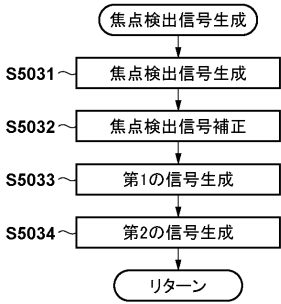
【図 6】



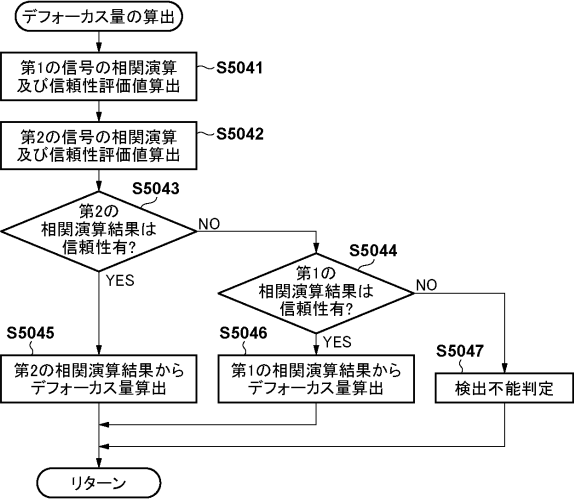
【図 7】



【図 8】



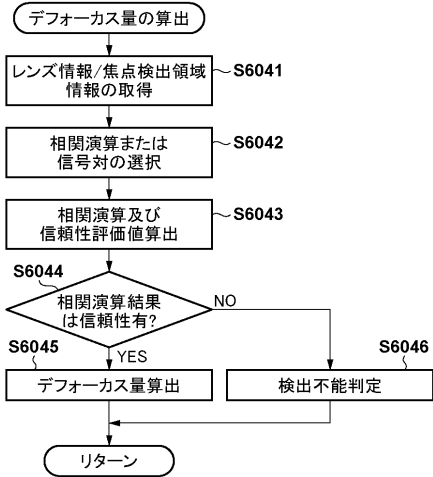
【図 9】



【図 10】

	圧縮率	視野内データ数(W)	シフトデータ数(hmax)
第1の相関演算	33%	$W1 (= W2 * 1/3)$	S1
第2の相関演算	100% (非圧縮)	W2	S2

【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 浜野 英之
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 高橋 雅明

(56)参考文献 特開2015-018205(JP,A)
特開2013-072906(JP,A)
特開2007-233034(JP,A)
特開2013-235047(JP,A)
特開2014-239507(JP,A)
特開2014-215551(JP,A)
特開2014-238554(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 7/34
G02B 7/28
G03B 13/36
H04N 5/232