

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5923900号
(P5923900)

(45) 発行日 平成28年5月25日 (2016. 5. 25)

(24) 登録日 平成28年4月28日 (2016. 4. 28)

(51) Int. Cl.

F 1

G 0 2 B 7/28 (2006. 01)

G O 2 B 7/28 N

G 0 2 B 7/34 (2006. 01)

G O 2 B 7/34

G 0 2 B 7/36 (2006. 01)

G O 2 B 7/36

G 0 3 B 13/36 (2006. 01)

G O 3 B 13/36

H 0 4 N 5/232 (2006. 01)

H O 4 N 5/232 H

請求項の数 6 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-196729 (P2011-196729)
 (22) 出願日 平成23年9月9日 (2011. 9. 9)
 (65) 公開番号 特開2013-57839 (P2013-57839A)
 (43) 公開日 平成25年3月28日 (2013. 3. 28)
 審査請求日 平成26年9月5日 (2014. 9. 5)

(73) 特許権者 000004112
 株式会社ニコン
 東京都港区港南二丁目15番3号
 (74) 代理人 110000486
 とこしえ特許業務法人
 (72) 発明者 竹村 朗
 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
 株式会社ニコン内
 審査官 荒井 良子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 焦点検出装置および撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

焦点調節光学系を備える光学系による像を撮像し、撮像した像に対応する画像信号を出力する撮像用画素と、瞳分割された一対の光束を受光する一対の焦点検出用画素列とを有する撮像部と、

前記光学系を通過し、前記撮像部に入射する光束を制限する絞りと、

前記一対の焦点検出用画素列からそれぞれ出力された第1データ列および第2データ列を、一次元状に相対的にシフトさせながら、前記第1データ列と前記第2データ列との間の相関量を演算するシフト演算を、予め定められた所定のシフト範囲全域について行い、該シフト演算結果に基づいて、前記相関量の極値が得られるシフト量を検出することで、前記光学系の焦点状態を検出する位相差検出部と、

前記絞りによる絞り値に基づいて、前記絞り値に対応する、前記相関量の極値を得るための有効シフト範囲を設定する設定部と、を備え、

前記位相差検出部は、前記所定のシフト範囲全域について行ったシフト演算結果のうち、前記絞りの絞り値に応じた有効シフト範囲における演算結果を用いて、前記相関量の極値が得られるシフト量の検出を行う焦点検出装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の焦点検出装置において、

前記位相差検出部による焦点状態の検出結果に基づいて、前記焦点調節光学系を光軸方向に駆動させることで、前記光学系の焦点調節を行なう焦点調節部をさらに備え、

10

20

前記位相差検出部は、

前記焦点調節部により前記焦点調節光学系を駆動させた結果、前記焦点調節光学系が、合焦位置を含む合焦位置近傍に位置していると判断できる場合には、

前記所定のシフト範囲全域についてシフト演算を行なう代わりに、前記相関量の演算を、シフト量の絶対値が最も小さなものから開始し、前記シフト量の絶対値を順に大きくしていきながら前記相関量の演算および前記相関量の極値が得られるシフト量の検出を逐次行うとともに、前記相関量の極値が得られるシフト量が検出された場合には、前記相関量の極値が得られるシフト量が検出された時点で、前記相関量の演算を終了し、前記相関量の極値が得られるシフト量に基づいて、前記光学系の焦点状態の検出を行う焦点検出装置。

10

【請求項 3】

請求項 1 に記載の焦点検出装置において、

前記位相差検出部による焦点状態の検出結果に基づいて、前記焦点調節光学系を光軸方向に駆動させることで、前記光学系の焦点調節を行なう焦点調節部をさらに備え、

前記位相差検出部は、前記焦点調節部により前記焦点調節光学系を駆動させた結果、前記焦点調節光学系が、合焦位置を含む合焦位置近傍に位置していないと判断できる場合には、前記所定のシフト範囲全域において、前記相関量の演算および前記相関量の極値が得られるシフト量の検出を行う焦点検出装置。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の焦点検出装置であって、

20

前記設定部は、前記絞りによる絞り値が大きいほど、前記有効シフト範囲を小さい範囲にする焦点検出装置。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の焦点検出装置であって、

前記撮像用画素により出力された前記画像信号に基づいて、前記光学系による像のコントラストに関する評価値を算出することで、前記光学系の焦点状態を検出するコントラスト検出部をさらに備える焦点検出装置。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の焦点検出装置を備える撮像装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、焦点検出装置および撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、撮像素子に一对の焦点検出用画素列を備え、一对の焦点検出用画素列から出力される第 1 データ列と第 2 データ列とを相対的にシフトさせながら、第 1 データ列と第 2 データ列との間の相関量を演算し、相関量の極値が得られるシフト量に基づいて、デフォーカス量を算出する焦点検出装置が知られている（たとえば、特許文献 1）。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2011 - 90143 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来技術では、所定のシフト範囲の全域について、第 1 データ列と第 2 データ列とを相対的にシフトさせながら相関量を演算し、所定のシフト範囲の全域にて演算した相関量に基づいて相関量の極値を算出し、算出した極値に対応するシフト量からデフォーカス量を算出するものであるため、光学系に設けられた絞りの絞り値によっては、

50

偽合焦となってしまうという問題があった。

【0005】

本発明が解決しようとする課題は、光学系の焦点検出を適切に行なうことができる焦点検出装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、以下の解決手段によって上記課題を解決する。なお、以下においては、本発明の実施形態を示す図面に対応する符号を付して説明するが、この符号は本発明の理解を容易にするためだけのものであって発明を限定する趣旨ではない。

【0007】

[1]本発明に係る焦点検出装置は、焦点調節光学系(32)を備える光学系による像を撮像し、撮像した像に対応する画像信号を出力する撮像用画素(221)と、瞳分割された一对の光束を受光する一对の焦点検出用画素列(22a, 22b, 22c)とを有する撮像部(22)と、前記光学系を通過し、前記撮像部に入射する光束を制限する絞り(34)と、前記一对の焦点検出用画素列からそれぞれ出力された第1データ列および第2データ列を、一次元状に相対的にシフトさせながら、前記第1データ列と前記第2データ列との間の相関量を演算するシフト演算を、予め定められた所定のシフト範囲全域について行い、該シフト演算結果に基づいて、前記相関量の極値が得られるシフト量を検出することで、前記光学系の焦点状態を検出する位相差検出部(21)と、前記絞りによる絞り値に基づいて、前記絞り値に対応する、前記相関量の極値を得るための有効シフト範囲を設定する設定部(21)と、を備え、前記位相差検出部は、前記所定のシフト範囲全域について行ったシフト演算結果のうち、前記絞りの絞り値に応じた有効シフト範囲における演算結果を用いて、前記相関量の極値が得られるシフト量の検出を行う。

【0008】

[2]本発明の焦点検出装置において、前記位相差検出部による焦点状態の検出結果に基づいて、前記焦点調節光学系(32)を光軸方向に駆動させることで、前記光学系の焦点調節を行なう焦点調節部(36)をさらに備え、前記位相差検出部(21)が、前記焦点調節部により前記焦点調節光学系を駆動させた結果、前記焦点調節光学系が、合焦位置を含む合焦位置近傍に位置していると判断できる場合には、前記所定のシフト範囲全域についてシフト演算を行なう代わりに、前記相関量の演算を、シフト量の絶対値が最も小さなものから開始し、前記シフト量の絶対値を順に大きくしていきながら前記相関量の演算および前記相関量の極値が得られるシフト量の検出を逐次行うとともに、前記相関量の極値が得られるシフト量が検出された場合には、前記相関量の極値が得られるシフト量が検出された時点で、前記相関量の演算を終了し、前記相関量の極値が得られるシフト量に基づいて、前記光学系の焦点状態の検出を行うように構成することができる。

【0009】

[3]本発明の焦点検出装置において、前記位相差検出部による焦点状態の検出結果に基づいて、前記焦点調節光学系(32)を光軸方向に駆動させることで、前記光学系の焦点調節を行なう焦点調節部(36)をさらに備え、前記位相差検出部(21)が、前記焦点調節部(36)により前記焦点調節光学系(32)を駆動させた結果、前記焦点調節光学系が、合焦位置を含む合焦位置近傍に位置していないと判断できる場合には、前記所定のシフト範囲全域において、前記相関量の演算および前記相関量の極値が得られるシフト量の検出を行うように構成することができる。

【0010】

[4]本発明の焦点検出装置において、前記設定部(21)は、前記絞り(34)による絞り値が大きいほど、前記有効シフト範囲を小さい範囲にするように構成することができる。

【0011】

[5]本発明の焦点検出装置において、前記撮像用画素(221)により出力された前記画像信号に基づいて、前記光学系による像のコントラストに関する評価値を算出すること

10

20

30

40

50

で、前記光学系の焦点状態を検出するコントラスト検出部(21)をさらに備えるように構成することができる。

【0012】

[6]本発明に係る撮像装置は、上記焦点検出装置を備える。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、光学系の焦点検出を適切に行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、本実施形態に係るカメラを示すブロック図である。

10

【図2】図2は、図1に示す撮像素子の撮像面を示す正面図である。

【図3】図3は、図2のIII部を拡大して焦点検出画素222a, 222bの配列を模式的に示す正面図である。

【図4】図4は、撮像素素221の一つを拡大して示す正面図である。

【図5】図5(A)は、焦点検出画素222aの一つを拡大して示す正面図、図5(B)は、焦点検出画素222bの一つを拡大して示す正面図である。

【図6】図6は、撮像素素221の一つを拡大して示す断面図である。

【図7】図7(A)は、焦点検出画素222aの一つを拡大して示す断面図、図7(B)は、焦点検出画素222bの一つを拡大して示す断面図である。

【図8】図8は、図3のVIII-VIII線に沿う断面図である。

20

【図9】図9は、本実施形態に係るカメラ1における位相差検出方式による像ずれ量の演算処理を示すフローチャート(その1)である。

【図10】図10は、本実施形態に係るカメラ1における位相差検出方式による像ずれ量の演算処理を示すフローチャート(その2)である。

【図11】図11(A)は、絞り値がF2.8である場合の射出瞳と焦点検出画素の測距瞳との関係の一例を示す図であり、図11(B)は、絞り値がF2.8である場合の第1データ列および第2データ列の信号強度の一例を示すグラフである。

【図12】図12(A)は、絞り値がF5.6である場合の射出瞳と焦点検出画素の測距瞳との関係の一例を示す図であり、図12(B)は、絞り値がF5.6である場合の第1データ列および第2データ列の信号強度の一例を示すグラフである。

30

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0016】

図1は、本発明の実施形態に係るデジタルカメラ1を示す要部構成図である。本実施形態のデジタルカメラ1(以下、単にカメラ1という。)は、カメラ本体2とレンズ鏡筒3から構成され、これらカメラ本体2とレンズ鏡筒3はマウント部4により着脱可能に結合されている。

【0017】

レンズ鏡筒3は、カメラ本体2に着脱可能な交換レンズである。図1に示すように、レンズ鏡筒3には、レンズ31, 32, 33、および絞り34を含む撮影光学系が内蔵されている。

40

【0018】

レンズ32は、フォーカスレンズであり、光軸L1方向に移動することで、撮影光学系の焦点距離を調節可能となっている。フォーカスレンズ32は、レンズ鏡筒3の光軸L1に沿って移動可能に設けられ、エンコーダ35によってその位置が検出されつつフォーカスレンズ駆動モータ36によってその位置が調節される。

【0019】

このフォーカスレンズ32の光軸L1に沿う移動機構の具体的構成は特に限定されない。一例を挙げれば、レンズ鏡筒3に固定された固定筒に回転可能に回転筒を挿入し、この

50

回転筒の内周面にヘリコイド溝（螺旋溝）を形成するとともに、フォーカスレンズ３２を固定するレンズ枠の端部をヘリコイド溝に嵌合させる。そして、フォーカスレンズ駆動モータ３６によって回転筒を回転させることで、レンズ枠に固定されたフォーカスレンズ３２が光軸Ｌ１に沿って直進移動することになる。

【００２０】

上述したようにレンズ鏡筒３に対して回転筒を回転させることによりレンズ枠に固定されたフォーカスレンズ３２は光軸Ｌ１方向に直進移動するが、その駆動源としてのフォーカスレンズ駆動モータ３６がレンズ鏡筒３に設けられている。フォーカスレンズ駆動モータ３６と回転筒とは、たとえば複数の歯車からなる変速機で連結され、フォーカスレンズ駆動モータ３６の駆動軸を何れか一方向へ回転駆動すると所定のギヤ比で回転筒に伝達され、そして、回転筒が何れか一方向へ回転することで、レンズ枠に固定されたフォーカスレンズ３２が光軸Ｌ１の何れかの方向へ直進移動することになる。なお、フォーカスレンズ駆動モータ３６の駆動軸が逆方向に回転駆動すると、変速機を構成する複数の歯車も逆方向に回転し、フォーカスレンズ３２は光軸Ｌ１の逆方向へ直進移動することになる。

10

【００２１】

フォーカスレンズ３２の位置はエンコーダ３５によって検出される。既述したとおり、フォーカスレンズ３２の光軸Ｌ１方向の位置は回転筒の回転角に相関するので、たとえばレンズ鏡筒３に対する回転筒の相対的な回転角を検出すれば求めることができる。

【００２２】

本実施形態のエンコーダ３５としては、回転筒の回転駆動に連結された回転円板の回転をフォトインタラプタなどの光センサで検出して、回転数に応じたパルス信号を出力するものや、固定筒と回転筒の何れか一方に設けられたフレキシブルプリント配線板の表面のエンコーダパターンに、何れか他方に設けられたブラシ接点を接触させ、回転筒の移動量（回転方向でも光軸方向の何れでもよい）に応じた接触位置の変化を検出回路で検出するものなどを用いることができる。

20

【００２３】

フォーカスレンズ３２は、上述した回転筒の回転によってカメラボディ側の端部（至近端ともいう）から被写体側の端部（無限端ともいう）までの間を光軸Ｌ１方向に移動することができる。ちなみに、エンコーダ３５で検出されたフォーカスレンズ３２の現在位置情報は、レンズ制御部３７を介して後述するカメラ制御部２１へ送出され、フォーカスレンズ駆動モータ３６は、この情報に基づいて演算されたフォーカスレンズ３２の駆動位置が、カメラ制御部２１からレンズ制御部３７を介して送出されることにより駆動する。

30

【００２４】

絞り３４は、上記撮影光学系を通過して撮像素子２２に至る光束の光量を制限するとともにボケ量を調整するために、光軸Ｌ１を中心にした開口径が調節可能に構成されている。絞り３４による開口径の調節は、たとえば自動露出モードにおいて演算された適切な開口径が、カメラ制御部２１からレンズ制御部３７を介して送出されることにより行われる。また、カメラ本体２に設けられた操作部２８によるマニュアル操作により、設定された開口径がカメラ制御部２１からレンズ制御部３７に入力される。絞り３４の開口径は図示しない絞り開口センサにより検出され、レンズ制御部３７で現在の開口径が認識される。

40

【００２５】

レンズ制御部３７は、カメラ制御部２１とマウント部４に設けられた電気信号接点部４１により電氣的に接続され、カメラ制御部２１からの指令に基づき、フォーカスレンズ３２の駆動、絞り３４による開口径の調節などを行なうとともに、フォーカスレンズ３２の位置、絞り３４の開口径などのレンズ情報をカメラ制御部２１に送信する。

【００２６】

一方、カメラ本体２には、上記撮影光学系からの光束Ｌ１を受光する撮像素子２２が、撮影光学系の予定焦点面に設けられ、その前面にシャッター２３が設けられている。撮像素子２２はＣＣＤやＣＭＯＳなどのデバイスから構成され、受光した光信号を電気信号に変換してカメラ制御部２１に送出する。カメラ制御部２１に送出された撮影画像情報は、

50

逐次、液晶駆動回路 25 に送出されて観察光学系の電子ビューファインダ (EVF) 26 に表示されるとともに、操作部 28 に備えられたリリースボタン (不図示) が全押しされた場合には、その撮影画像情報が、記録媒体であるメモリ 24 に記録される。メモリ 24 は着脱可能なカード型メモリや内蔵型メモリの何れをも用いることができる。なお、撮像素子 22 の撮像面の前方には、赤外光をカットするための赤外線カットフィルタ、および画像の折り返しノイズを防止するための光学的ローパスフィルタが配置されている。撮像素子 22 の構造の詳細は後述する。

【0027】

カメラ本体 2 には、撮像素子 22 で撮像される像を観察するための観察光学系が設けられている。本実施形態の観察光学系は、液晶表示素子からなる電子ビューファインダ (EVF) 26 と、これを駆動する液晶駆動回路 25 と、接眼レンズ 27 とを備えている。液晶駆動回路 25 は、撮像素子 22 で撮像され、カメラ制御部 21 へ送出された撮影画像情報を読み込み、これに基づいて電子ビューファインダ 26 を駆動する。これにより、ユーザは、接眼レンズ 27 を通して現在の撮影画像を観察することができる。なお、光軸 L2 による上記観察光学系に代えて、または、これに加えて、液晶ディスプレイをカメラ本体 2 の背面等に設け、この液晶ディスプレイに撮影画像を表示させることもできる。

【0028】

カメラ本体 2 にはカメラ制御部 21 が設けられている。カメラ制御部 21 は、マウント部 4 に設けられた電気信号接点部 41 によりレンズ制御部 37 と電氣的に接続され、このレンズ制御部 37 からレンズ情報を受信するとともに、レンズ制御部 37 へデフォーカス量や絞り開口径などの情報を送信する。また、カメラ制御部 21 は、上述したように撮像素子 22 から画素出力を読み出すとともに、読み出した画素出力について、必要に応じて所定の情報処理を施すことにより画像情報を生成し、生成した画像情報を、電子ビューファインダ 26 の液晶駆動回路 25 やメモリ 24 に出力する。また、カメラ制御部 21 は、撮像素子 22 からの画像情報の補正やレンズ鏡筒 3 の焦点調節状態、絞り調節状態などを検出するなど、カメラ 1 全体の制御を司る。

【0029】

また、カメラ制御部 21 は、上記に加えて、撮像素子 22 から読み出した画素データに基づき、位相検出方式による撮影光学系の焦点状態の検出、およびコントラスト検出方式による撮影光学系の焦点状態の検出を行う。なお、具体的な焦点状態の検出方法については、後述する。

【0030】

操作部 28 は、シャッターリリースボタンやユーザがカメラ 1 の各種動作モードを設定するための入力スイッチであり、オートフォーカスモード / マニュアルフォーカスモードの切替や、オートフォーカスモードの中でも、ワンショットモード / コンティニュアスモードの切替が行えるようになっている。ここで、ワンショットモードとは、一度調節したフォーカスレンズ 32 の位置を固定し、そのフォーカスレンズ位置で撮影するモードであるのに対し、コンティニュアスモードとは、フォーカスレンズ 32 の位置を固定することなく被写体にに応じてフォーカスレンズ位置を調節するモードである。この操作部 28 により設定された各種モードはカメラ制御部 21 へ送出され、当該カメラ制御部 21 によりカメラ 1 全体の動作が制御される。また、シャッターリリースボタンは、ボタンの半押しで ON となる第 1 スイッチ SW1 と、ボタンの全押しで ON となる第 2 スイッチ SW2 とを含む。

【0031】

次に、本実施形態に係る撮像素子 22 について説明する。

【0032】

図 2 は、撮像素子 22 の撮像面を示す正面図、図 3 は、図 2 の III 部を拡大して焦点検出画素 222a, 222b の配列を模式的に示す正面図である。

【0033】

本実施形態の撮像素子 22 は、図 3 に示すように、複数の撮像画素 221 が、撮像面の

10

20

30

40

50

平面上に二次元的に配列され、緑色の波長領域を透過するカラーフィルタを有する緑画素 G と、赤色の波長領域を透過するカラーフィルタを有する赤画素 R と、青色の波長領域を透過するカラーフィルタを有する青画素 B がいわゆるベイヤー配列 (Bayer Arrangement) されたものである。すなわち、隣接する 4 つの画素群 2 2 3 (稠密正方格子配列) において一方の対角線上に 2 つの緑画素が配列され、他方の対角線上に赤画素と青画素が 1 つずつ配列されている。このベイヤー配列された画素群 2 2 3 を単位として、当該画素群 2 2 3 を撮像素子 2 2 の撮像面に二次元状に繰り返し配列することで撮像素子 2 2 が構成されている。

【0034】

なお、単位画素群 2 2 3 の配列は、図示する稠密正方格子以外にも、たとえば稠密六方格子配列にすることもできる。また、カラーフィルタの構成や配列はこれに限定されることはなく、補色フィルタ (緑: G、イエロー: Y e、マゼンタ: M g, シアン: C y) の配列を採用することもできる。

【0035】

図 4 は、撮像素子 2 2 1 の一つを拡大して示す正面図、図 6 は断面図である。一つの撮像素子 2 2 1 は、マイクロレンズ 2 2 1 1 と、光電変換部 2 2 1 2 と、図示しないカラーフィルタから構成され、図 6 の断面図に示すように、撮像素子 2 2 の半導体回路基板 2 2 1 3 の表面に光電変換部 2 2 1 2 が造り込まれ、その表面にマイクロレンズ 2 2 1 1 が形成されている。光電変換部 2 2 1 2 は、マイクロレンズ 2 2 1 1 により撮影光学系の射出瞳 (たとえば F 1 . 0) を通過する撮像光束を受光する形状とされ、撮像光束を受光する。

【0036】

また、撮像素子 2 2 の撮像面の中心、ならびに中心から左右対称位置の 3 箇所には、上述した撮像素子 2 2 1 に代えて焦点検出画素 2 2 2 a, 2 2 2 b が配列された焦点検出画素列 2 2 a, 2 2 b, 2 2 c が設けられている。そして、図 3 に示すように、一つの焦点検出画素列は、複数の焦点検出画素 2 2 2 a および 2 2 2 b が、互いに隣接して交互に、横一列 (2 2 a, 2 2 c, 2 2 c) に配列されて構成されている。本実施形態においては、焦点検出画素 2 2 2 a および 2 2 2 b は、ベイヤー配列された撮像素子 2 2 1 の緑画素 G と青画素 B との位置にギャップを設けることなく密に配列されている。

【0037】

なお、図 2 に示す焦点検出画素列 2 2 a ~ 2 2 c の位置は図示する位置にのみ限定されず、何れか一箇所、二箇所にすることもでき、また、四箇所以上の位置に配置することもできる。また、実際の焦点検出に際しては、複数配置された焦点検出画素列 2 2 a ~ 2 2 cの中から、撮影者が操作部 2 8 を手動操作することにより所望の焦点検出画素列を、焦点検出位置として選択することもできる。

【0038】

図 5 (A) は、焦点検出画素 2 2 2 a の一つを拡大して示す正面図、図 7 (A) は、焦点検出画素 2 2 2 a の断面図である。また、図 5 (B) は、焦点検出画素 2 2 2 b の一つを拡大して示す正面図、図 7 (B) は、焦点検出画素 2 2 2 b の断面図である。焦点検出画素 2 2 2 a は、図 5 (A) に示すように、マイクロレンズ 2 2 2 1 a と、半円形状の光電変換部 2 2 2 2 a とから構成され、図 7 (A) の断面図に示すように、撮像素子 2 2 の半導体回路基板 2 2 1 3 の表面に光電変換部 2 2 2 2 a が造り込まれ、その表面にマイクロレンズ 2 2 2 1 a が形成されている。また、焦点検出画素 2 2 2 b は、図 5 (B) に示すように、マイクロレンズ 2 2 2 1 b と、光電変換部 2 2 2 2 b とから構成され、図 7 (B) の断面図に示すように、撮像素子 2 2 の半導体回路基板 2 2 1 3 の表面に光電変換部 2 2 2 2 b が造り込まれ、その表面にマイクロレンズ 2 2 2 1 b が形成されている。そして、これら焦点検出画素 2 2 2 a および 2 2 2 b は、図 3 に示すように、互いに隣接して交互に、横一列に配列されることにより、図 2 に示す焦点検出画素列 2 2 a ~ 2 2 c を構成する。

【0039】

なお、焦点検出画素 2 2 2 a , 2 2 2 b の光電変換部 2 2 2 2 a , 2 2 2 2 b は、マイクロレンズ 2 2 2 1 a , 2 2 2 1 b により撮影光学系の射出瞳の所定の領域（たとえば F 2 . 8 ）を通過する光束を受光するような形状とされる。また、焦点検出画素 2 2 2 a , 2 2 2 b にはカラーフィルタは設けられておらず、その分光特性は、光電変換を行うフォトダイオードの分光特性と、図示しない赤外カットフィルタの分光特性を総合したものとなっている。ただし、撮像画素 2 2 1 と同じカラーフィルタのうちの一つ、たとえば緑フィルタを備えるように構成することもできる。

【 0 0 4 0 】

また、図 5 (A)、図 5 (B) に示す焦点検出画素 2 2 2 a , 2 2 2 b の光電変換部 2 2 2 2 a , 2 2 2 2 b は半円形状としたが、光電変換部 2 2 2 2 a , 2 2 2 2 b の形状はこれに限定されず、他の形状、たとえば、楕円形状、矩形状、多角形状とすることもできる。

10

【 0 0 4 1 】

ここで、上述した焦点検出画素 2 2 2 a , 2 2 2 b の画素出力に基づいて撮影光学系の焦点状態を検出する、いわゆる位相差検出方式について説明する。

【 0 0 4 2 】

図 8 は、図 3 のVIII-VIII線に沿う断面図であり、撮影光軸 L 1 近傍に配置され、互いに隣接する焦点検出画素 2 2 2 a - 1 , 2 2 2 b - 1 , 2 2 2 a - 2 , 2 2 2 b - 2 が、射出瞳 3 5 0 の測距瞳 3 5 1 , 3 5 2 から照射される光束 A B 1 - 1 , A B 2 - 1 , A B 1 - 2 , A B 2 - 2 をそれぞれ受光していることを示している。なお、図 8 においては、複数の焦点検出画素 2 2 2 a , 2 2 2 b のうち、撮影光軸 L 1 近傍に位置するもののみを例示して示したが、図 8 に示す焦点検出画素以外のその他の焦点検出画素についても、同様に、一对の測距瞳 3 5 1 , 3 5 2 から照射される光束をそれぞれ受光するように構成されている。

20

【 0 0 4 3 】

ここで、射出瞳 3 5 0 とは、撮影光学系の予定焦点面に配置された焦点検出画素 2 2 2 a , 2 2 2 b のマイクロレンズ 2 2 2 1 a , 2 2 2 1 b の前方の距離 D の位置に設定された像である。距離 D は、マイクロレンズの曲率、屈折率、マイクロレンズと光電変換部との距離などに応じて一義的に決まる値であって、この距離 D を測距瞳距離と称する。また、測距瞳 3 5 1 , 3 5 2 とは、焦点検出画素 2 2 2 a , 2 2 2 b のマイクロレンズ 2 2 2 1 a , 2 2 2 1 b により、それぞれ投影された光電変換部 2 2 2 2 a , 2 2 2 2 b の像をいう。

30

【 0 0 4 4 】

なお、図 8 において焦点検出画素 2 2 2 a - 1 , 2 2 2 b - 1 , 2 2 2 a - 2 , 2 2 2 b - 2 の配列方向は一对の測距瞳 3 5 1 , 3 5 2 の並び方向と一致している。

【 0 0 4 5 】

また、図 8 に示すように、焦点検出画素 2 2 2 a - 1 , 2 2 2 b - 1 , 2 2 2 a - 2 , 2 2 2 b - 2 のマイクロレンズ 2 2 2 1 a - 1 , 2 2 2 1 b - 1 , 2 2 2 1 a - 2 , 2 2 2 1 b - 2 は、撮影光学系の予定焦点面近傍に配置されている。そして、マイクロレンズ 2 2 2 1 a - 1 , 2 2 2 1 b - 1 , 2 2 2 1 a - 2 , 2 2 2 1 b - 2 の背後に配置された各光電変換部 2 2 2 2 a - 1 , 2 2 2 2 b - 1 , 2 2 2 2 a - 2 , 2 2 2 2 b - 2 の形状が、各マイクロレンズ 2 2 2 1 a - 1 , 2 2 2 1 b - 1 , 2 2 2 1 a - 2 , 2 2 2 1 b - 2 から測距距離 D だけ離れた射出瞳 3 5 0 上に投影され、その投影形状は測距瞳 3 5 1 , 3 5 2 を形成する。

40

【 0 0 4 6 】

すなわち、測距距離 D にある射出瞳 3 5 0 上で、各焦点検出画素の光電変換部の投影形状（測距瞳 3 5 1 , 3 5 2 ）が一致するように、各焦点検出画素におけるマイクロレンズと光電変換部の相対的位置関係が定められ、それにより各焦点検出画素における光電変換部の投影方向が決定されている。

【 0 0 4 7 】

50

図 8 に示すように、焦点検出画素 2 2 2 a - 1 の光電変換部 2 2 2 2 a - 1 は、測距瞳 3 5 1 を通過し、マイクロレンズ 2 2 2 1 a - 1 に向う光束 A B 1 - 1 によりマイクロレンズ 2 2 2 1 a - 1 上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。同様に、焦点検出画素 2 2 2 a - 2 の光電変換部 2 2 2 2 a - 2 は測距瞳 3 5 1 を通過し、マイクロレンズ 2 2 2 1 a - 2 に向う光束 A B 1 - 2 によりマイクロレンズ 2 2 2 1 a - 2 上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。

【 0 0 4 8 】

また、焦点検出画素 2 2 2 b - 1 の光電変換部 2 2 2 2 b - 1 は測距瞳 3 5 2 を通過し、マイクロレンズ 2 2 2 1 b - 1 に向う光束 A B 2 - 1 によりマイクロレンズ 2 2 2 1 b - 1 上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。同様に、焦点検出画素 2 2 2 b - 2 の光電変換部 2 2 2 2 b - 2 は測距瞳 3 5 2 を通過し、マイクロレンズ 2 2 2 1 b - 2 に向う光束 A B 2 - 2 によりマイクロレンズ 2 2 2 1 b - 2 上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。

【 0 0 4 9 】

そして、上述した 2 種類の焦点検出画素 2 2 2 a , 2 2 2 b を、図 3 に示すように直線状に複数配置し、各焦点検出画素 2 2 2 a , 2 2 2 b の光電変換部 2 2 2 2 a , 2 2 2 2 b の出力を、測距瞳 3 5 1 と測距瞳 3 5 2 とのそれぞれに対応した出力グループにまとめることにより、測距瞳 3 5 1 と測距瞳 3 5 2 とのそれぞれを通過する焦点検出光束が焦点検出画素列上に形成する一対の像の強度分布に関するデータが得られる。そして、この強度分布データに対し、相関演算処理または位相差検出処理などの像ずれ検出演算処理を施すことにより、いわゆる位相差検出方式による像ずれ量を検出することができる。

【 0 0 5 0 】

そして、得られた像ずれ量に一対の測距瞳の重心間隔に応じた変換演算を施すことにより、予定焦点面に対する現在の焦点面（予定焦点面上のマイクロレンズアレイの位置に対応した焦点検出位置における焦点面をいう。）の偏差、すなわちデフォーカス量を求めることができる。

【 0 0 5 1 】

なお、これら位相差検出方式による像ずれ量の演算と、これに基づくデフォーカス量の演算は、カメラ制御部 2 1 により実行される。

【 0 0 5 2 】

また、カメラ制御部 2 1 は、撮像素子 2 2 の撮像素素 2 2 1 の出力を読み出し、読み出した画素出力に基づき、焦点評価値の演算を行う。この焦点評価値は、たとえば撮像素子 2 2 の撮像素素 2 2 1 からの画像出力の高周波成分を、高周波透過フィルタを用いて抽出し、これを積算することで求めることができる。また、遮断周波数が異なる 2 つの高周波透過フィルタを用いて高周波成分を抽出し、それぞれを積算することでも求めることができる。

【 0 0 5 3 】

そして、カメラ制御部 2 1 は、レンズ制御部 3 7 に制御信号を送出してフォーカスレンズ 3 3 を所定のサンプリング間隔(距離)で駆動させ、それぞれの位置における焦点評価値を求め、該焦点評価値が最大となるフォーカスレンズ 3 3 の位置を合焦位置として求める、コントラスト検出方式による焦点検出を実行する。なお、この合焦位置は、たとえば、フォーカスレンズ 3 3 を駆動させながら焦点評価値を算出した場合に、焦点評価値が、2 回上昇した後、さらに、2 回下降して推移した場合に、これらの焦点評価値を用いて、内挿法などの演算を行うことで求めることができる。

【 0 0 5 4 】

次いで、本実施形態に係るカメラ 1 における位相差検出方式による像ずれ量の演算処理について、図 9、図 10 に示すフローチャートを参照して、さらに詳細に説明する。なお、以下に説明する処理は、たとえば、カメラ 1 の電源がオンとされることにより開始する。

【 0 0 5 5 】

10

20

30

40

50

まず、ステップ S 1 0 1 では、カメラ制御部 2 1 により、レンズ制御部 3 7 を介して、絞り 3 4 の絞り値の取得が行われる。

【 0 0 5 6 】

次いで、ステップ S 1 0 2 では、カメラ制御部 2 1 により、ステップ S 1 0 1 で取得した絞り値に基づいて、有効シフト範囲を決定するための処理が行なわれる。

【 0 0 5 7 】

ここで、図 1 1、図 1 2 を参照して、絞り値と、一对のデータ列のずれ量との関係について説明する。図 1 1 (A) は、絞り値が F 2 . 8 である場合の射出瞳 3 5 0 と焦点検出画素の測距瞳 3 5 1、3 5 2 との関係の一例を示す図であり、図 1 2 (A) は、絞り値が F 5 . 6 である場合の射出瞳 3 5 と焦点検出画素の測距瞳 3 5 1、3 5 2 との関係の一例を示す図である。なお、図 1 1 (A) および図 1 2 (A) はともに、デフォーカス量がたとえば同じく 1 mm である場面（フォーカスレンズ 3 2 のレンズ位置が合焦位置まで像面移動である場面）を例示している。また、図 1 1 (B) および図 1 2 (B) において、横軸は、焦点検出用画素列 2 2 a、2 2 b、2 2 c の各画素の画素位置を示している。

10

【 0 0 5 8 】

図 1 1 (A) に示す例においては、絞り値が F 2 . 8 であり、図 1 2 (A) に示す例と比較して、射出瞳 3 5 0 が大きいため、測距瞳 3 5 1、3 5 2 の大部分が射出瞳 3 5 0 に含まれている。そのため、図 1 1 (A) に示す例では、射出瞳 3 5 0 に含まれる測距瞳 3 5 1、3 5 2 の受光領域も大きく、測距瞳 3 5 1 の受光領域の重心位置 3 5 1 a（測距瞳 3 5 1 の受光領域の重心点の位置）と、測距瞳 3 5 2 の受光領域の重心位置 3 5 2 a（測距瞳 3 5 2 の受光領域の重心点の位置）との間の重心間距離 L_1 も長くなる。その一方で、図 1 2 (A) に示す例においては、絞り値が F 5 . 6 であり、図 1 1 (A) に示す例と比較して、射出瞳 3 5 0 が小さいため、射出瞳 3 5 0 に含まれる測距瞳 3 5 1、3 5 2 の受光領域も小さい。そのため、図 1 2 (A) に示す例では、測距瞳 3 5 1 の受光領域の重心位置 3 5 1 a と測距瞳 3 5 2 の受光領域の重心位置 3 5 2 a との間の重心間距離 L_2 も短くなる。

20

【 0 0 5 9 】

また、図 1 1 (B) は、絞り値が F 2 . 8 である場合における、一对の焦点検出用画素列 2 2 a、2 2 b、2 2 c を構成する各焦点検出画素 2 2 2 a、2 2 2 b から出力された第 1 データ列および第 2 データ列の信号強度の一例を示すグラフである。図 1 1 (B) に示す例においては、各焦点検出画素 2 2 2 a からの出力に基づくデータ列を第 1 データ列、各焦点検出画素 2 2 2 b からの出力に基づくデータ列を第 2 データ列として示している。

30

【 0 0 6 0 】

同様に、図 1 2 (B) は、絞り値が F 5 . 6 である場合における、一对の焦点検出用画素列 2 2 a、2 2 b、2 2 c を構成する各焦点検出画素 2 2 2 a、2 2 2 b から出力された第 1 データ列および第 2 データ列の信号強度の一例を示すグラフであり、図 1 2 (B) においても、各焦点検出画素 2 2 2 a からの出力に基づくデータ列を第 1 データ列、各焦点検出画素 2 2 2 b からの出力に基づくデータ列を第 2 データ列として示している。なお、図 1 1 (A) および図 1 2 (A) と同様に、図 1 1 (B) および図 1 2 (B) もともに、デフォーカス量がたとえば同じく 1 mm である場面を例示している。

40

【 0 0 6 1 】

図 1 1 (B) に示すように、絞り値が F 2 . 8 の場合では、図 1 2 (B) に示すように、絞り値が F 5 . 6 である場合と比べて、測距瞳 3 5 1、3 5 2 の受光領域の重心位置 3 5 1 a、3 5 2 a 間の重心間距離 L_1 が長いため、第 1 データ列と第 2 データ列との間のずれ量 W_1 は大きくなる。一方、図 1 2 (B) に示すように、絞り値が F 5 . 6 である場合では、図 1 1 (B) に示すように絞り値が F 2 . 8 である場合と比べて、測距瞳 3 5 1、3 5 2 の受光領域の重心位置 3 5 1 a、3 5 2 a 間の重心間距離 L_2 が短いため、第 1 データ列と第 2 データ列との間のずれ量 W_2 は小さくなる。このように、デフォーカス量が同じ場合でも、絞り値に応じて、第 1 データ列と第 2 データ列との間のずれ量が異なる

50

こととなる。

【 0 0 6 2 】

そして、この場合においては、図 1 1 (B) に示す例においては、第 1 データ列と、第 2 データ列とをシフトさせ、第 1 データ列と、第 2 データ列とがほぼ重なる状態とするためには、図 1 2 (B) に示す例と比較して、第 1 データ列と、第 2 データ列とをシフトさせるためのシフト量が比較的大きくなる。すなわち、デフォーカス量が同じ場合でも、絞り値が小さい場合（開放側である場合）には、絞り値が大きい場合（絞り込み側である場合）と比較して、第 1 データ列と、第 2 データ列とをシフトさせるためのシフト量を比較的大きくする必要がある。

【 0 0 6 3 】

あるいは、逆に、絞り値が大きい場合（絞り込み側である場合）には、絞り値が小さい場合（開放側である場合）と比較して、第 1 データ列と、第 2 データ列とをシフトさせるためのシフト量を大きくした場合には、対応するデフォーカス量も大きくなってしまい、このような場合において、相関量の極小値が検出されたとしても、光学系の焦点状態を適切に検出できておらず、たとえば、偽合焦となってしまう可能性が高くなる。

【 0 0 6 4 】

そのため、本実施形態では、このような問題を解消するために、絞り 3 4 の絞り値に応じて、第 1 データ列と第 2 データ列とをシフトさせながら、相関量の演算を行なう際にける有効シフト範囲 S_{na} を設定する。具体的には、下記式 (1) に基づいて、有効シフト範囲 S_{na} を設定する。

$$S_{na} = S_o \times (k_1 / k_2) \quad \cdots (1)$$

なお、上記式 (1) において、 S_o は、有効シフト範囲 S_{na} を決定するための基準となる基準シフト範囲であり、たとえば、絞り値が $F5.6$ 、デフォーカス量が 1mm である場合に、第 1 データ列と第 2 データ列とを相対的にシフトさせることで、第 1 データ列と第 2 データ列との間の相関量の極小値を得ることができるシフト範囲とすることができる。あるいは、 S_o は、たとえば、所定の絞り値において、デフォーカス量が 5mm である場合に、第 1 データ列と第 2 データ列との相関量の極小値を得ることができるシフト範囲とすることもできる。また、上記式 (1) において、 k_1 は、相関量の極小値が得られるシフト量をデフォーカス量に変換するための変換係数（変換係数については後述する。）のうち、基準となるシフト範囲 S_o の絞り値に対応する変換係数であり、たとえば、基準となるシフト範囲 S_o が、絞り値が $F2.8$ 、デフォーカス量が 1mm である場合に、相関量の極小値を得ることができるシフト範囲として設定されている場合には、 k_1 は、絞り値 $F2.8$ に対応する変換係数となる。さらに、上記式 (1) において、 k_2 は、相関量の極小値が得られるシフト量をデフォーカス量に変換するための変換係数のうち、ステップ $S101$ で取得された絞り値に対応する変換係数である。

【 0 0 6 5 】

たとえば、基準シフト範囲 S_o が、絞り値が $F5.6$ 、デフォーカス量が 1mm である場合に相関量の極小値を得ることができるシフト範囲であり、ステップ $S101$ で取得された絞り値が $F2.8$ である場合において、絞り値 $F5.6$ における変換係数 k_1 が、たとえば絞り値 $F2.8$ における変換係数 k_2 の 2 倍の値となる場合には、上記式 (1) に基づいて、有効シフト範囲 S_{na} を、絞り値 $F5.6$ におけるシフト範囲 S_o の 2 倍の大きさの範囲として決定することができる。なお、 S_{na} 、 S_o はともに整数であり、本実施系形態では有効シフト範囲 S_{na} を求める際に、 $S_o \times (k_1 / k_2)$ の小数部分を切り捨て、あるいは四捨五入等することにより、 S_{na} を整数として算出する。

【 0 0 6 6 】

なお、有効シフト範囲を決定する方法は、上述した方法に特に限定されず、たとえば、絞り値に応じた変換係数と絞り値とはほぼ線形の関係の有するため、シフト量をデフォーカス量に変換するための変換係数に代えて、絞り値をそのまま用いて、有効シフト範囲を決定してもよい。具体的には、下記式 (2) に基づいて、有効シフト範囲 S_{na} を決定してもよい。

$$S_{na} = S_o \times (f_1 / f_2) \quad \dots (2)$$

なお、上記式(2)において、 f_1 は、基準シフト範囲 S_o における絞り値であり、 f_2 は、ステップ S_{101} で取得された絞り値である。

【0067】

次いで、ステップ S_{103} に進み、カメラ制御部21により、撮像素子22の焦点検出用画素列22a, 22b, 22cを構成する各焦点検出画素222a, 222bから一対の像に対応した一対の像データ、すなわち、第1データ列および第2データ列の読み出しが行なわれる。

【0068】

次いで、ステップ S_{104} では、カメラ制御部21により、フォーカスレンズ32が、合焦位置を含む合焦位置近傍に位置すると判断できるか否かの判定が行なわれる。たとえば、撮影者により、操作部28に備えられたリリースボタンの半押しが行なわれておらず、位相差検出方式による焦点検出の結果に基づくフォーカスレンズ32の合焦駆動が実行されていない場合など、フォーカスレンズ32が、合焦位置近傍に位置すると判断できない場合には、ステップ S_{105} に進む。一方、撮影者により、リリースボタンの半押しが行なわれ、位相差検出方式による焦点検出の結果に基づくフォーカスレンズ32の合焦駆動が行われた場合など、フォーカスレンズ32が、合焦位置または合焦位置近傍に位置すると判断できる場合には、図10に示すステップ S_{201} に進む。

【0069】

なお、ステップ S_{104} において、フォーカスレンズ32が、合焦位置を含む合焦位置近傍に位置すると判断できるか否かの判定は、フォーカスレンズ32が、合焦位置を含む合焦位置近傍に実際に位置するか否かを判断するものではなく、位相差検出方式による焦点検出の結果に基づく合焦駆動を実行した後など、フォーカスレンズ32が、合焦位置を含む合焦位置近傍に位置すると判断できるような場合に、合焦位置を含む合焦位置近傍に位置すると判断できると判定するものである。そのため、ステップ S_{104} においては、フォーカスレンズ32が、合焦位置を含む合焦位置近傍に実際に位置していない場合でも、位相差検出方式による焦点検出の結果に基づく合焦駆動を実行した後など、フォーカスレンズ32が、合焦位置を含む合焦位置近傍に位置すると判断できるような場合には、合焦位置を含む合焦位置近傍に位置すると判断できると判定するものである。

【0070】

そして、ステップ S_{104} において、位相差検出方式による焦点検出の結果に基づくフォーカスレンズ32の合焦駆動が実行されていない場合など、フォーカスレンズ32が、合焦位置近傍に位置すると判断できない場合には、ステップ S_{105} に進み、ステップ S_{105} では、カメラ制御部21により、予め設定された所定のシフト範囲 S_a 全域について、相関演算が実行される。なお、所定のシフト範囲 S_a は、たとえば、各焦点検出画素列22a~22cを構成する、各焦点検出画素222a, 222bの画素数などに基づいて設定されるシフト範囲であり、たとえば、絞り34が開放絞りである場合に、相関演算を適切に行なうことができるようなシフト範囲に設定することができる。

【0071】

具体的には、カメラ制御部21は、ステップ S_{103} において、各焦点検出画素列22a, 22b, 22cから読み出した第1データ列 a_1, a_2, \dots, a_n と、第2データ列 b_1, b_2, \dots, b_n とを、予め設定された所定のシフト範囲 S_a 全域において、一次元状に相対的にシフトさせながら、下記式(3)に示す相関演算を実行する。

$$C(h) = |a(n+h) - b(n)| \quad \dots (3)$$

なお、上記式(3)において、演算は n についての累積演算(相和演算)を示す。また、 h はシフト量に対応する変数であり、上記式(3)の演算結果においては、第1データ列と第2データ列との間の相関が高いほど、相関量 $C(h)$ は小さくなる。本実施形態では、このような相関演算を、予め設定された所定のシフト範囲 S_a 全域について実行する。

【0072】

次いで、ステップ S 1 0 6 では、カメラ制御部 2 1 により、ステップ S 1 0 5 で演算された所定のシフト範囲 S a 全域における相関量の演算結果のうち、シフト量が、ステップ S 1 0 2 で決定された有効シフト範囲 S n a 内である演算結果を用いて、相関量の極小値を検出する処理が実行される。すなわち、たとえば、ステップ S 1 0 5 で相関演算を行なった所定のシフト範囲 S a がシフト量 = - 2 0 ~ + 2 0 の範囲であり、一方、ステップ S 1 0 2 で決定された有効シフト範囲 S n a がシフト量 = - 1 0 ~ + 1 0 である場合には、シフト量 = - 1 0 ~ + 1 0 とした場合における相関量の演算結果のみを用いて、相関量の極小値を検出する処理を行なう。

【 0 0 7 3 】

なお、相関量の極小値の検出は、たとえば、下記式 (4) ~ (7) に示す 3 点内挿の手法を用いて、連続的な相関量に対する極小値 C (x) が得られるシフト量 x を求めることにより行なわれる。ここで、下記式に示す C (h j) は、上記式 (3) により算出された相関量 C (h) のうち最も小さい値である。

$$D = \{ C (h j - 1) - C (h j + 1) \} / 2 \quad \dots (4)$$

$$C (x) = C (h j) - | D | \quad \dots (5)$$

$$x = h j + D / S L O P \quad \dots (6)$$

$$S L O P = M A X \{ C (h j + 1) - C (h j) , C (h j - 1) - C (h j) \} \quad \dots (7)$$

【 0 0 7 4 】

次いで、ステップ S 1 0 7 においては、ステップ S 1 0 6 において、有効シフト範囲 S n a 内において、相関量の極小値が検出できたか否かの判定が行なわれる。相関量の極小値が検出できた場合には、ステップ S 1 0 8 に進み、一方、相関量の極小値が検出できなかった場合には、ステップ S 1 0 9 に進む。

【 0 0 7 5 】

そして、ステップ S 1 0 8 では、ステップ S 1 0 6 において検出された相関量の極小値 C (x) が得られるシフト量 x に基づいて、下記式 (8) に従い、デフォーカス量 d f を算出する。

$$d f = x \cdot k \cdot p \quad \dots (8)$$

なお、上記式 (8) において、k は、相関量の極小値 C (x) が得られるシフト量 x をデフォーカス量に変換するための変換係数である。上述したように、絞り値に応じて、相関量の極小値が得られるシフト量は異なるため、変換係数は、絞り値に応じて予め設定されている。また、p は焦点検出画素列 2 2 a ~ 2 2 c を構成する焦点検出画素 2 2 2 a , 2 2 2 b のピッチ幅によって定まる定数である。

【 0 0 7 6 】

そして、このようにして算出されたデフォーカス量は、撮影者により操作部 2 8 に備えられたリリースボタンの半押しが行なわれた場合に、フォーカスレンズ 3 2 を駆動することで光学系の焦点調節を行なう際に使用される。

【 0 0 7 7 】

一方、ステップ S 1 0 9 では、有効シフト範囲 S n a 内において、相関量の極小値が検出できなかったため、デフォーカス量が検出不能であると判定する。

【 0 0 7 8 】

そして、ステップ S 1 0 8 において、デフォーカス量を算出した場合、およびステップ S 1 0 9 において、デフォーカス量が検出不能であると判定された場合のいずれも、ステップ S 1 0 1 に戻り、撮影者により、操作部 2 8 に備えられたリリースボタンの半押しが行なわれておらず、位相差検出方式による焦点検出の結果に基づくフォーカスレンズ 3 2 の合焦駆動が実行されていない場合など、フォーカスレンズ 3 2 が、合焦位置近傍に位置すると判断できない状態が続く限り (ステップ S 1 0 4 = N o)、ステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 9 の処理を繰り返し行なう。

【 0 0 7 9 】

一方、上述したステップ S 1 0 4 において、撮影者により、操作部 2 8 に備えられたレ

10

20

30

40

50

リーズボタンの半押しが行なわれ、位相差検出方式による焦点検出の結果に基づくフォーカスレンズ 32 の合焦駆動が行われた後など、フォーカスレンズ 32 が、合焦位置を含む合焦位置近傍に位置すると判断できると判定された場合には、図 10 に示すステップ S 201 に進み、図 10 に示すステップ S 201 ~ S 210 において、上述したステップ S 105 ~ S 109 とは異なる方法で、デフォーカス量の算出が実行される。

以下、フォーカスレンズ 32 が、合焦位置を含む合焦位置近傍に位置すると判断できると判定された場合におけるデフォーカス量の算出方法について説明する。

【0080】

まず、図 10 に示すステップ S 201 において、カメラ制御部 21 により、シフト演算に用いる変数 N を、 $N = 1$ とする処理が行なわれた後、ステップ S 202 に進み、カメラ制御部 21 により、シフト量 = 0 にて、相関量演算が行われる。

10

【0081】

具体的には、まず、カメラ制御部 21 は、上述したステップ S 103 において、各焦点検出画素列 22a, 22b, 22c から読み出した第 1 データ列 a_1, a_2, \dots, a_n と、第 2 データ列 b_1, b_2, \dots, b_n とを用いて、上記式 (3) にしたがって、シフト量 = 0 における相関量演算を実行し、シフト量 = 0 における相関量 $C(0)$ を算出する。

【0082】

次いで、ステップ S 203 に進み、ステップ S 203 では、カメラ制御部 21 により、シフト量 = + N にて、相関量演算が行われる。すなわち、上記式 (3) において、 $h = + N$ として、シフト量 = + N における相関量 $C(+N)$ の算出が行なわれる。たとえば、 $N = + 1$ である場合には、上記式 (3) にしたがって、シフト量 = + 1 における相関量演算を実行し、シフト量 = + 1 における相関量 $C(+1)$ を算出する。

20

【0083】

そして、ステップ S 203 においては、カメラ制御部 21 により、算出された相関量 $C(h)$ を用いて、相関量の極小値の検出が行われる。なお、相関量の極小値の検出は、上述したステップ S 106 と同様に、上記式 (4) ~ (7) に示す 3 点内挿の手法を用いて、連続的な相関量に対する極小値 $C(x)$ が得られるシフト量 x を求めることにより行なわれる。なお、本実施形態において、たとえば、最も小さい相関量である相関量 $C(h_j)$ が得られている場合でも、相関量 $C(h_j + 1)$ 、 $C(h_j - 1)$ が算出されていない場合 (たとえば、最も小さい相関量が、 $C(+1)$ である場合に、 $C(+2)$ が算出されていない場合) には、相関量の極小値の検出を行うことができないため、相関量の極小値の検出については実行しない。

30

【0084】

次いで、ステップ S 204 においては、ステップ S 203 において、相関量の極小値が検出できたか否かの判定が行なわれる。相関量の極小値が検出できた場合には、ステップ S 209 に進み、一方、相関量の極小値が検出できなかった場合には、ステップ S 205 に進む。

【0085】

ステップ S 205 では、カメラ制御部 21 により、シフト量 = - N にて、相関量演算が行われる。すなわち、上記式 (3) において、 $h = - N$ として、シフト量 = - N における相関量 $C(-N)$ の算出が行なわれる。たとえば、 $N = - 1$ である場合には、上記式 (3) にしたがって、シフト量 = - 1 における相関量演算を実行し、シフト量 = - 1 における相関量 $C(-1)$ を算出する。

40

【0086】

そして、ステップ S 205 においては、上述したステップ S 203 と同様に、カメラ制御部 21 により算出された相関量 $C(h)$ を用いて、上記式 (4) ~ (7) に示す 3 点内挿の手法を用いて、相関量の極小値の検出を行う。なお、ステップ S 205 においても、たとえば、最も小さい相関量である相関量 $C(h_j)$ が得られている場合でも、相関量 $C(h_j + 1)$ 、 $C(h_j - 1)$ が算出されていない場合には、相関量の極小値の検出を行

50

うことができないため、相関量の極小値の検出については実行しない。

【 0 0 8 7 】

次いで、ステップ S 2 0 6 においては、ステップ S 2 0 5 において、相関量の極小値が検出できたか否かの判定が行なわれる。相関量の極小値が検出できた場合には、ステップ S 2 0 9 に進み、一方、相関量の極小値が検出できなかった場合には、ステップ S 2 0 7 に進む。たとえば、相関量 $C(-1)$ 、 $C(0)$ 、 $C(+1)$ が算出されており、これらの相関量のうち $C(0)$ である場合に、上記式 (4) ~ (7) にしたがって、極小値 $C(x)$ が得られた場合には、ステップ S 2 0 9 に進む。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 2 0 7 では、ステップ S 1 0 2 で決定した有効シフト範囲 S_{na} について、相関量演算が終了したか否かの判定が行なわれる。有効シフト範囲 S_{na} について、相関演算が終了していないと判定された場合には、ステップ S 2 0 8 に進み、 $N = N + 1$ とする処理が実行され、ステップ S 2 0 3 に戻り、再度、相関量演算が実行される。すなわち、たとえば、有効シフト範囲 $S_{na} = -10 \sim +10$ に設定されている場合に、相関量演算が終了している範囲がシフト量 $= -1 \sim +1$ である場合には、ステップ S 2 0 8 において、 $N = 2$ ($N = 1 + 1$) とし、ステップ S 2 0 3 に戻る。そして、ステップ S 2 0 3 において、シフト量 $= +2$ における相関量 $C(+2)$ の演算が行われ、相関量の極小値 $C(x)$ が検出できない場合には、さらに、ステップ S 2 0 5 において、シフト量 $= -2$ における相関量 $C(-2)$ の演算が実行される。このように本実施形態では、相関量の極小値 $C(x)$ が検出されるまで、シフト量を $0, +1, -1, +2, -2, +3, -3, \dots$ と絶対値の大きなシフト量に変更しながら、相関演算を行う。

【 0 0 8 9 】

そして、相関演算の結果、ステップ S 2 0 3 またはステップ S 2 0 5 において、相関量の極小値 $C(x)$ が検出された場合には、ステップ S 2 0 4 またはステップ S 2 0 6 から、ステップ S 2 0 9 に進み、ステップ S 2 0 9 において、デフォーカス量の算出が行なわれる。具体的には、ステップ S 2 0 9 では、相関量の極小値 $C(x)$ が検出されたため、カメラ制御部 2 1 は、相関量演算を終了し、上述したステップ S 1 0 8 と同様に、検出された相関量の極小値 $C(x)$ が得られるシフト量 x に基づいて、上記式 (8) に従い、デフォーカス量 d_f を算出する。

【 0 0 9 0 】

そして、このようにして算出されたデフォーカス量に基づいて、フォーカスレンズ 3 2 の駆動が必要か否かの判定が行なわれ、フォーカスレンズ 3 2 の駆動が必要な場合 (たとえば、デフォーカス量が所定値以上である場合) には、算出されたデフォーカス量に基づいて、フォーカスレンズ 3 2 の駆動が行なわれ、これにより光学系の焦点調節が実行される。

【 0 0 9 1 】

一方、ステップ S 1 0 2 で決定した有効シフト範囲 S_{na} について、相関量演算を行なった結果、相関量の極小値 $C(x)$ が検出できなかった場合には、ステップ S 2 1 0 に進み、デフォーカス量が検出不能であると判定する。

【 0 0 9 2 】

そして、ステップ S 2 0 9 において、デフォーカス量を算出した場合、およびステップ S 2 1 0 において、デフォーカス量が検出不能であると判定された場合のいずれも、ステップ S 1 0 1 に戻り、フォーカスレンズ 3 2 が、合焦位置近傍に位置すると判断できる状態が続く限り (ステップ S 1 0 4 = Yes)、ステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 4、S 2 0 1 ~ S 2 1 0 の処理を繰り返し実行する。そして、その一方で、フォーカスレンズ 3 2 が、合焦位置近傍に位置すると判断できない状態となった場合 (ステップ S 1 0 4 = No) には、上述したステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 9 の処理を実行することとなる。

【 0 0 9 3 】

本実施形態においては、位相差検出方式により、デフォーカス量の算出を行なう際において、フォーカスレンズ 3 2 が、合焦位置近傍に位置すると判断できない場合には、まず

、予め設定された所定のシフト範囲 S_a 全域について相関演算を行い、次いで、相関演算結果を用いて相関量の極小値を算出する際に、所定のシフト範囲 S_a 全域について実行された相関演算結果のうち、絞り 3 4 の絞り値に基づいて設定される有効シフト範囲 S_{na} 内の相関演算結果のみを用いて、相関量の極小値を算出する。そして、相関量の極小値が得られるシフト量に基づいて、デフォーカス量を算出する。そのため、本実施形態によれば、絞り 3 4 の絞り値によっては、相関量の極小値が検出されたとしても、光学系の焦点状態を適切に検出できておらず、偽合焦となってしまうという問題（たとえば、絞り 3 4 の絞り値が比較的大きい場合であり、かつ、比較的大きなシフト量において、相関量の極小値が検出されてしまう場合など）を有効に解決することができ、これにより、光学系の焦点検出を良好に行うことができる。

10

【0094】

加えて、本実施形態によれば、位相差検出方式により、デフォーカス量の算出を行なう際において、フォーカスレンズ 3 2 が、合焦位置近傍に位置すると判断できる場合には、相関量の演算をシフト量 = 0 から開始し、シフト量の絶対値を順に大きくしていきながら相関量の演算および相関量の極小値の検出を逐次行い、相関量の極小値が検出された場合には、相関量の極小値が検出された時点で、相関量の演算を終了する。そして、相関量の極小値が得られるシフト量に基づいて、デフォーカス量を算出する。そのため、本実施形態によれば、デフォーカス量を算出するために要する時間の短縮化が可能となる。特に、フォーカスレンズ 3 2 が、合焦位置近傍に位置すると判断できる場合には、相関量の極小値は、シフト量の絶対値が小さな範囲、具体的には、シフト量 = 0 近傍に存在する場合が多くなる。そして、このような場合において、本実施形態のように、相関量の演算をシフト量 = 0 から開始し、シフト量の絶対値を順に大きくしていきながら相関量の演算および相関量の極小値の検出を逐次行った場合には、比較的短時間で、相関量の極小値を検出することが可能となり、これにより、デフォーカス量を算出するために要する時間を短縮することができる。また、これに加えて、本実施形態によれば、相関量演算に要する演算負荷を低減することもできる。

20

【0095】

なお、以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。したがって、上記の実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

30

【0096】

たとえば、上述した実施形態では、所定のシフト範囲 S_a 全域について実行された相関演算結果のうち、絞り 3 4 の絞り値に基づいて設定される有効シフト範囲 S_{na} 内の相関演算結果を用いて、相関量の極小値を算出する態様を例示したが、たとえば、前回処理時において、相関量の極小値が得られるシフト量が得られている場合（特に、相関量の極小値が得られるシフト量が得られており、かつ、フォーカスレンズ 3 2 が合焦位置に向かって駆動している場合）には、得られたシフト量に基づいて、有効シフト範囲 S_{na} よりも狭いシフト範囲 S_{np} を設定し、所定のシフト範囲 S_a 全域について実行された相関演算結果のうち、設定したシフト範囲 S_{np} 内の相関演算結果のみを用いて、相関量の極小値を算出するような構成としてもよい。

40

【0097】

あるいは、上述した実施形態では、位相差検出方式により焦点検出を行う構成を例示して説明したが、このような構成に加えて、たとえば、位相差検出方式により焦点検出を行い、位相差検出方式では焦点状態を検出できない場合に、フォーカスレンズ 3 2 を駆動させながら、コントラスト検出方式により焦点検出を行う構成としてもよい。あるいは、位相差検出方式により焦点検出を行い、位相差検出方式では焦点状態を検出できない場合に、フォーカスレンズ 3 2 を駆動させながら、位相差検出方式による焦点検出と、コントラスト検出方式により焦点検出とを同時に行う構成としてもよい。

【0098】

50

なお、上述した実施形態のカメラ 1 は特に限定されず、例えば、デジタルビデオカメラ、一眼レフデジタルカメラ、レンズ一体型のデジタルカメラ、携帯電話用のカメラなどのその他の光学機器に本発明を適用してもよい。

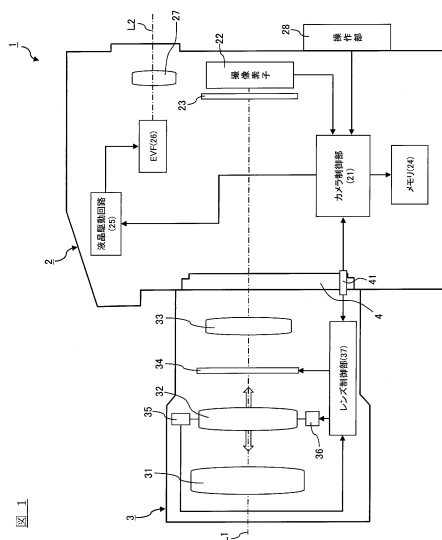
【符号の説明】

【 0 0 9 9 】

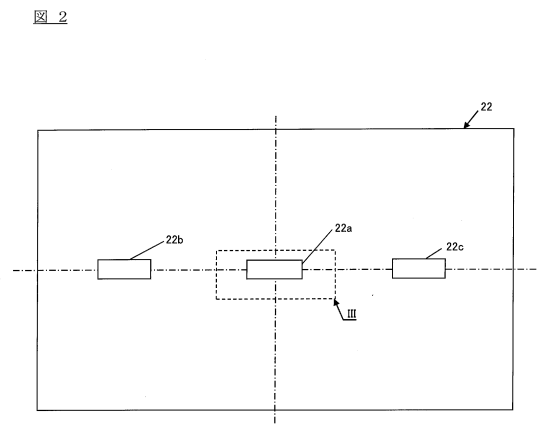
- 1 ... デジタルカメラ
- 2 ... カメラ本体
 - 2 1 ... カメラ制御部
 - 2 2 ... 撮像素子
 - 2 2 1 ... 撮像素素
 - 2 2 2 a , 2 2 2 b ... 焦点検出画素
 - 2 4 ... メモリ
 - 2 8 ... 操作部
- 3 ... レンズ鏡筒
 - 3 2 ... フォーカスレンズ
 - 3 6 ... フォーカスレンズ駆動モータ
 - 3 7 ... レンズ制御部

10

【 図 1 】

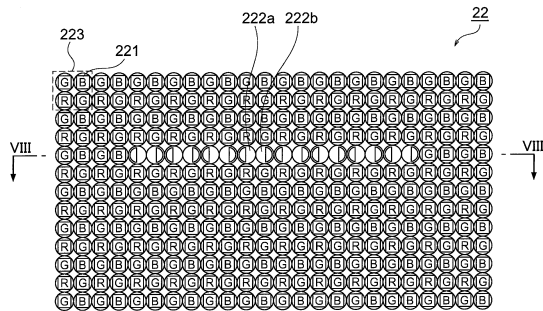


【 図 2 】



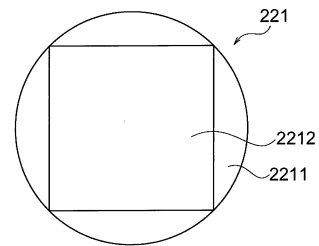
【図 3】

図 3



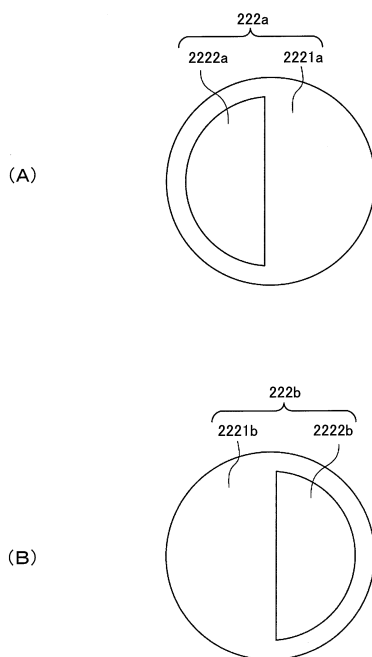
【図 4】

図 4



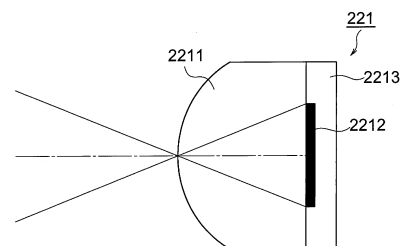
【図 5】

図 5



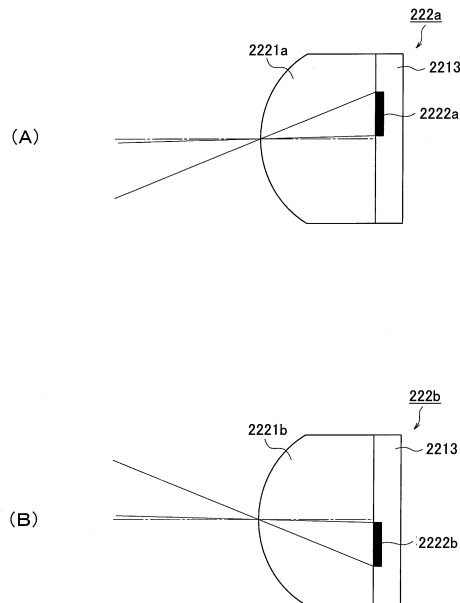
【図 6】

図 6



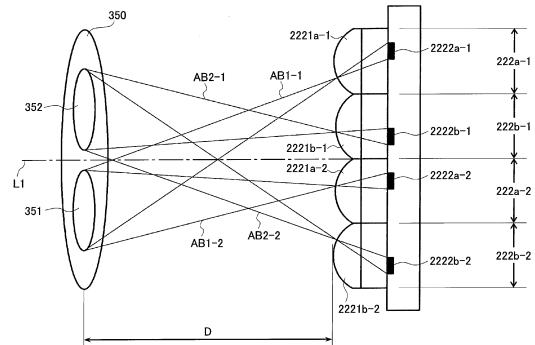
【図 7】

図 7



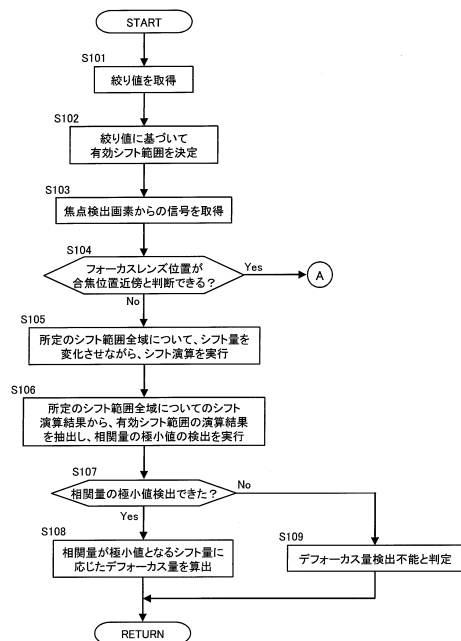
【図 8】

図 8



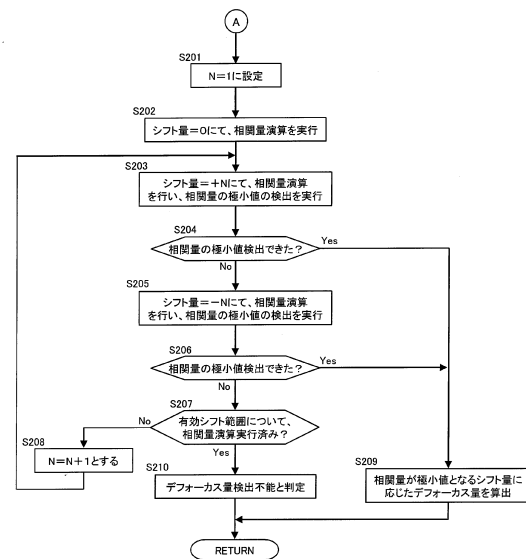
【図 9】

図 9



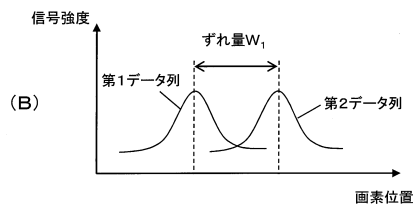
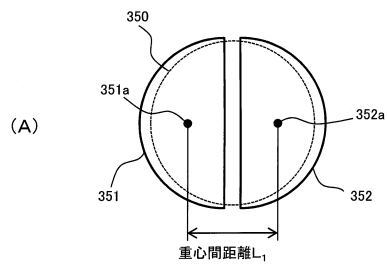
【図 10】

図 10



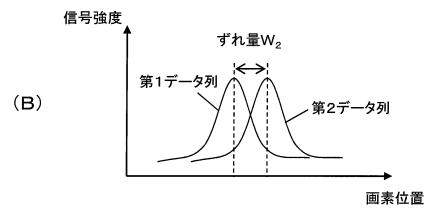
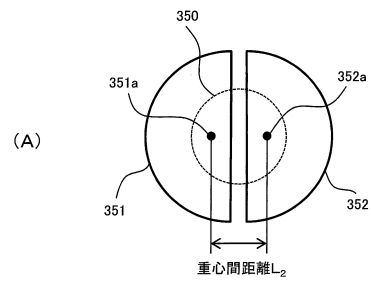
【図 11】

図 11



【図 12】

図 12



 フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 H 0 4 N 5/238 (2006.01) H 0 4 N 5/238 Z

(56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 2 7 1 5 2 3 (J P , A)
 特開昭 6 2 - 1 3 9 5 3 5 (J P , A)
 特開 2 0 1 0 - 0 9 1 9 9 1 (J P , A)
 特開平 0 5 - 0 2 7 1 5 8 (J P , A)
 特開平 0 6 - 0 9 4 9 8 7 (J P , A)
 特開昭 6 2 - 2 0 5 3 2 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
 G 0 3 B 1 3 / 3 6
 G 0 2 B 7 / 2 8
 G 0 2 B 7 / 3 4
 G 0 2 B 7 / 3 6
 H 0 4 N 5 / 2 3 2
 H 0 4 N 5 / 2 3 8