

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-37101
(P2013-37101A)

(43) 公開日 平成25年2月21日(2013.2.21)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G02B 7/28 (2006.01)	G02B 7/11	2 H 011
G02B 7/34 (2006.01)	G02B 7/11	2 H 151
G02B 7/36 (2006.01)	G02B 7/11	5 C 122
G03B 13/36 (2006.01)	G03B 3/00	A
HO4N 5/232 (2006.01)	HO4N 5/232	H

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2011-171662 (P2011-171662)	(71) 出願人	000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
(22) 出願日	平成23年8月5日(2011.8.5)	(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
		F ターム (参考)	2H011 BA23 BA33 BB03 CA22 2H151 BA06 BA45 CB09 CB22 CB26 CE14 CE32 CE33 CE34 DA02 DA08 DA10 DA34 EA08 5C122 DA04 EA37 EA68 FB04 FB05 FB16 FC02 FD01 FD06 FD07 HA82 HA88 HB01

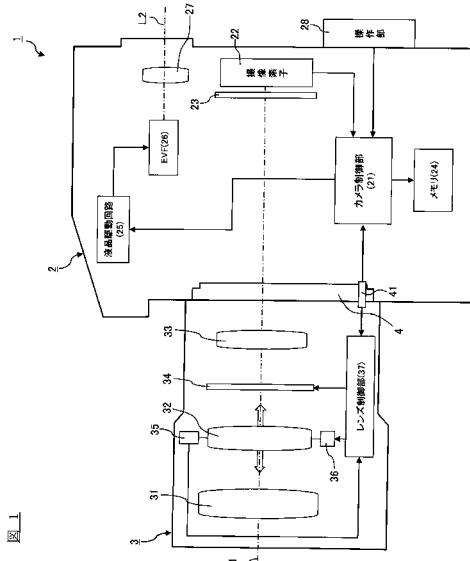
(54) 【発明の名称】 焦点検出装置および撮像装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 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。

【解決手段】 焦点調節光学系を有する光学系31, 32, 33による像を撮像し画像信号を出力する撮像部22と、前記撮像部の受光面に備えられ前記光学系による像面のずれ量を繰り返し検出する位相差検出部と、前記撮像部により出力された画像信号に基づいて前記光学系の焦点状態を検出するコントラスト検出部と、前記光学系の光軸方向に焦点調節光学系32を駆動させる駆動部36と、前記位相差検出部に前記光学系の焦点状態の検出を行わせた結果、前記位相差検出部により検出されたずれ量の信頼性が所定回数連続して所定の第1閾値未満であった場合に、前記駆動部に前記焦点調節光学系を所定の方向に駆動させながら前記位相差検出部および前記コントラスト検出部に前記光学系の焦点状態の検出を行わせるスキャン駆動を実行する制御部21とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

焦点調節光学系を有す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部と、

前記撮像部の受光面に備えられ、前記撮像部による前記像の撮像中に、位相差を用いて前記光学系による像面のずれ量を繰り返し検出することで、前記光学系の焦点状態を検出する位相差検出部と、

前記撮像部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と、

前記光学系の光軸方向に、前記焦点調節光学系を駆動させる駆動部と、

前記位相差検出部に前記光学系の焦点状態の検出を行わせた結果、前記位相差検出部により検出されたずれ量の信頼性が所定回数連続して、所定の第1閾値未満であった場合に、前記駆動部に、前記焦点調節光学系を所定の方向に駆動させながら、前記位相差検出部および前記コントラスト検出部に前記光学系の焦点状態の検出を行わせるスキャン駆動を実行する制御部と、を備えることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の焦点検出装置において、

前記第1閾値は、ずれ量の信頼性が該第1閾値未満である場合に、該ずれ量に基づいて光軸方向のうち合焦位置が存在する方向を判断できるに留まるような閾値であることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の焦点検出装置において、

前記制御部は、前記スキャン駆動中に、前記位相差検出部により信頼性が所定の第2閾値以上であるずれ量が検出された場合には、前記駆動部に、該ずれ量に基づいて、前記焦点調節光学系の合焦駆動を行なわせることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の焦点検出装置において、

前記第2閾値は、前記第1閾値よりも高い値であることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の焦点検出装置において、

前記第2閾値は、前記第1閾値よりも低い値であることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 6】

焦点調節光学系を有す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部と、

前記撮像部の受光面に備えられ、前記撮像部による前記像の撮像中に、位相差を用いて前記光学系による像面のずれ量を繰り返し検出することで、前記光学系の焦点状態を検出する位相差検出部と、

前記撮像部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と、

前記光学系の光軸方向に、前記焦点調節光学系を駆動させる駆動部と、

前記位相差検出部に前記光学系の焦点状態の検出を行わせた結果、前記位相差検出部により連続して検出された第1の所定数のずれ量のうち、信頼性が所定の第1閾値未満であるずれ量の数が、第2の所定数以上であった場合に、前記駆動部に、前記焦点調節光学系を所定の方向に駆動させながら、前記位相差検出部および前記コントラスト検出部に前記光学系の焦点状態の検出を行わせるスキャン駆動を実行する制御部と、を備えることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の焦点検出装置を備えた撮像装置。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】**【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、光学系の焦点調節を行なう際に、焦点調節精度を高めるために、まず、位相差検出方式により光学系の焦点状態の検出を行い、位相差検出方式による検出結果に基づいて、焦点調節レンズを合焦位置近傍まで駆動し、次いで、合焦位置近傍において、コントラスト検出方式によって光学系の焦点状態の検出を行い、該コントラスト検出方式による検出結果に基づいて、焦点調節レンズを合焦位置まで駆動する技術が知られている（たとえば、特許文献1参照）。

10

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献1】特開2006-84545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、まず、位相差検出方式による焦点検出を行い、これに続いて、コントラスト検出方式による焦点検出を行うものであるため、焦点検出に時間が掛かってしまうという問題があった。

20

【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。

30

【0007】

[1]本発明の第一の観点に係る焦点検出装置は、焦点調節光学系を有する光学系（31, 32, 33）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部（22）と、前記撮像部の受光面に備えられ、前記撮像部による前記像の撮像中に、位相差を用いて前記光学系による像面のずれ量を繰り返し検出することで、前記光学系の焦点状態を検出する位相差検出部（222a, 222b）と、前記撮像部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（221）と、前記光学系の光軸方向に、前記焦点調節光学系（32）を駆動させる駆動部（36）と、前記位相差検出部に前記光学系の焦点状態の検出を行わせた結果、前記位相差検出部により検出されたずれ量の信頼性が所定回数連続して、所定の第1閾値未満であった場合に、前記駆動部に、前記焦点調節光学系を所定の方向に駆動させながら、前記位相差検出部および前記コントラスト検出部に前記光学系の焦点状態の検出を行わせるスキャン駆動を実行する制御部（21）と、を備えることを特徴とする。

40

【0008】

[2]本発明の焦点検出装置において、前記第1閾値が、ずれ量の信頼性が該第1閾値未満である場合に、該ずれ量に基づいて光軸方向のうち合焦位置が存在する方向を判断できるに留まるような閾値である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、前記制御部（21）が、前記スキャン駆動中に、

50

前記位相差検出部により信頼性が所定の第2閾値以上であるずれ量が検出された場合には、前記駆動部(36)に、該ずれ量に基づいて、前記焦点調節光学系(32)の合焦駆動を行なわせる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、前記第2閾値が、前記第1閾値よりも高い値であ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、前記第2閾値が、前記第1閾値よりも低い値であるように構成することができる。

【0012】

[6]本発明の第二の観点に係る焦点検出装置は、焦点調節光学系を有する光学系(31, 32, 33)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部(22)と、前記撮像部の受光面に備えられ、前記撮像部による前記像の撮像中に、位相差を用いて前記光学系による像面のずれ量を繰り返し検出することで、前記光学系の焦点状態を検出する位相差検出部(222a, 222b)と、前記撮像部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(221)と、前記光学系の光軸方向に、前記焦点調節光学系(32)を駆動させる駆動部(36)と、前記位相差検出部に前記光学系の焦点状態の検出を行なわせた結果、前記位相差検出部により連続して検出された第1の所定数のずれ量のうち、信頼性が所定の第1閾値未満であるずれ量の数が、第2の所定数以上であった場合に、前記駆動部に、前記焦点調節光学系を所定の方向に駆動させながら、前記位相差検出部および前記コントラスト検出部に前記光学系の焦点状態の検出を行なわせるスキャン駆動を実行する制御部(21)と、を備えることを特徴とする。

10

20

30

40

【0013】

[7]本発明に係る撮像装置は、上記焦点検出装置を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

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】

【0015】

【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。

【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の焦点検出画素列22a付近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、撮像画素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、撮像画素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、焦点検出画素222a, 222bの大きさを説明するための図である。

【図9】図9は、従来の位相差検出モジュールに備えられているラインセンサを構成する各画素の大きさを説明するための図である。

【図10】図10は、図3のX-X線に沿う断面図である。

【図11】図11は、本実施形態に係るカメラの動作を示すフローチャートである。

【図12】図12は、本実施形態に係るサーチ動作における、フォーカスレンズ位置と焦点評価値との関係、およびフォーカスレンズ位置と時間との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

50

【0017】

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。

【0018】

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。

【0019】

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。

10

【0020】

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。

20

【0021】

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。

30

【0022】

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關するので、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。

【0023】

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。

40

【0024】

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。

【0025】

50

絞り 3 4 は、上記撮影光学系を通過して撮像素子 2 2 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 L 1 を中心にした開口径が調節可能に構成されている。絞り 3 4 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 2 1 からレンズ制御部 3 7 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 2 8 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 2 1 からレンズ制御部 3 7 に入力される。絞り 3 4 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 3 7 で現在の開口径が認識される。

【 0 0 2 6 】

レンズ制御部 3 7 は、カメラ制御部 2 1 とマウント部 4 に設けられた電気信号接点部 4 1 により電気的に接続され、カメラ制御部 2 1 からの指令に基づき、フォーカスレンズ 3 2 の駆動、絞り 3 4 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 3 2 の位置、絞り 3 4 の開口径などのレンズ情報をカメラ制御部 2 1 に送信する。

10

【 0 0 2 7 】

一方、カメラ本体 2 には、上記撮影光学系からの光束 L 1 を受光する撮像素子 2 2 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 2 3 が設けられている。撮像素子 2 2 は C C D や C M O S 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 2 1 に送出する。カメラ制御部 2 1 に送出された撮影画像情報は、逐次、液晶駆動回路 2 5 に送出されて観察光学系の電子ビューファインダ (E V F) 2 6 に表示されるとともに、操作部 2 8 に備えられたレリーズボタン (不図示) が全押しされた場合には、その撮影画像情報が、記録媒体であるカメラメモリ 2 4 に記録される。なお、カメラメモリ 2 4 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。撮像素子 2 2 の構造の詳細は後述する。

20

【 0 0 2 8 】

カメラ本体 2 には、撮像素子 2 2 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 (E V F) 2 6 と、これを駆動する液晶駆動回路 2 5 と、接眼レンズ 2 7 とを備えている。液晶駆動回路 2 5 は、撮像素子 2 2 で撮像され、カメラ制御部 2 1 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 2 6 を駆動する。これにより、ユーザは、接眼レンズ 2 7 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 L 2 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。

30

【 0 0 2 9 】

カメラ本体 2 にはカメラ制御部 2 1 が設けられている。カメラ制御部 2 1 は、マウント部 4 に設けられた電気信号接点部 4 1 によりレンズ制御部 3 7 と電気的に接続され、このレンズ制御部 3 7 からレンズ情報を受信するとともに、レンズ制御部 3 7 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 2 1 は、上述したように撮像素子 2 2 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 2 6 の液晶駆動回路 2 5 やカメラメモリ 2 4 に出力する。また、カメラ制御部 2 1 は、撮像素子 2 2 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。

40

【 0 0 3 0 】

また、カメラ制御部 2 1 は、上記に加えて、撮像素子 2 2 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。

【 0 0 3 1 】

操作部 2 8 は、シャッターレリーズボタンや、動画撮影開始スイッチなどの撮影者がカメラ 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換や、オーディオフォーカスモードの中でも、ワンショット

50

トモード / コンティニュアスモードの切換が行えるようになっている。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、シャッターレリーズボタンは、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 を含む。

【0032】

次に、本実施形態に係る撮像素子 22 について説明する。

【0033】

図 2 は、撮像素子 22 の撮像面を示す正面図、図 3 は、図 2 の焦点検出画素列 22a 付近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。

10

【0034】

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 223 (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 223 を単位として、当該画素群 223 を撮像素子 22 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 22 が構成されている。

20

【0035】

なお、単位画素群 223 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。

【0036】

図 4 は、撮像画素 221 の一つを拡大して示す正面図、図 6 は断面図である。一つの撮像画素 221 は、マイクロレンズ 2211 と、光電変換部 2212 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 22 の半導体回路基板 2213 の表面に光電変換部 2212 が造り込まれ、その表面にマイクロレンズ 2211 が形成されている。光電変換部 2212 は、マイクロレンズ 2211 により撮影光学系の射出瞳 (たとえば F1.0) 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。

30

【0037】

また、撮像素子 22 の撮像面には、上述した撮像画素 221 に代えて焦点検出画素 222a, 222b が配列された 5 つの焦点検出画素列 22a ~ 22e 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 222a および 222b が、互いに隣接して交互に、横一列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 222a および 222b は、ベイヤー配列された撮像画素 221 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。

40

【0038】

なお、図 2 に示す焦点検出画素列 22a ~ 22e 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、三箇所、あるいは四箇所とすることもでき、また、六箇所以上の位置に配置することもできる。また、図 3 においては、16 個の焦点検出画素 222a, 222b により、焦点検出画素列を構成する例を示しているが、焦点検出画素列を構成する焦点検出画素の数は、この例に限定されるものではない。

【0039】

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 7 (A) は、焦点検出画素 222a の断面図である。また、図 5 (B) は、焦点検出画素 222b の一つを拡大して示す正面図、図 7 (B) は、焦点検出画素 222b の断面図である。焦点検出

50

画素 222a は、図 5 (A) に示すように、マイクロレンズ 2221a と、半円形状の光電変換部 2222a とから構成され、図 7 (A) の断面図に示すように、撮像素子 22 の半導体回路基板 2213 の表面に光電変換部 2222a が造り込まれ、その表面にマイクロレンズ 2221a が形成されている。また、焦点検出画素 222b は、図 5 (B) に示すように、マイクロレンズ 2221b と、光電変換部 2222b とから構成され、図 7 (B) の断面図に示すように、撮像素子 22 の半導体回路基板 2213 の表面に光電変換部 2222b が造り込まれ、その表面にマイクロレンズ 2221b が形成されている。そして、これら焦点検出画素 222a および 222b 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 22a ~ 22c を構成する。

10

【0040】

ここで、各焦点検出画素 222a, 222b は、図 8 に示すように、その構造上、撮像素子 221 と略同一のサイズとする必要があるため、撮像素子 221 と略同一のサイズ、すなわち、縦幅 L1 および横幅 L2 がともに、通常、10 μm 以下程度の大きさに設定される。一方、従来の位相差検出モジュールに備えられるラインセンサ（位相差検出専用のセンサ）においては、図 9 に示すように、そのサイズに特に制約がないため、ラインセンサ 50 の各画素 50a の大きさは、通常、縦幅 L3 が数百 μm 程度、横幅 L4 が数十 μm ~ 数百 μm 程度の大きさに設定されている。すなわち、従来のラインセンサ 50 の各画素 50a の大きさは、数百 μm × 数十 μm ~ 数百 μm であるのに対し、焦点検出画素 222a, 222b は、10 μm 四方以下のサイズに設定されている。なお、図 8 は、焦点検出画素 222a, 222b の画素の大きさを説明するための図であり、図 9 は、従来の位相差検出モジュールに備えられているラインセンサを構成する各画素の大きさを説明するための図である。

20

【0041】

なお、焦点検出画素 222a, 222b の光電変換部 2222a, 2222b は、マイクロレンズ 2221a, 2221b により撮影光学系の射出瞳の所定の領域（たとえば F2.8）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 222a, 222b 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、撮像素子 221 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。

30

【0042】

また、図 5 (A)、図 5 (B) に示す焦点検出画素 222a, 222b の光電変換部 2222a, 2222b は半円形状としたが、光電変換部 2222a, 2222b 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。

30

【0043】

ここで、上述した焦点検出画素 222a, 222b 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。

40

【0044】

図 10 は、図 3 の X-X 線に沿う断面図であり、撮影光軸 L1 近傍に配置され、互いに隣接する焦点検出画素 222a-1, 222b-1, 222a-2, 222b-2 が、射出瞳 350 の測距瞳 351, 352 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 10 においては、複数の焦点検出画素 222a, 222b のうち、撮影光軸 L1 近傍に位置するもののみを例示して示したが、図 10 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、一対の測距瞳 351, 352 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。

【0045】

ここで、射出瞳 350 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 222

50

a, 222bのマイクロレンズ2221a, 2221b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351, 352とは、焦点検出画素222a, 222bのマイクロレンズ2221a, 2221bにより、それぞれ投影された光電変換部2222a, 2222bの像をいう。

【0046】

なお、図10において焦点検出画素222a-1, 222b-1, 222a-2, 222b-2の配列方向は一対の測距瞳351, 352の並び方向と一致している。

【0047】

また、図10に示すように、焦点検出画素222a-1, 222b-1, 222a-2, 222b-2のマイクロレンズ2221a-1, 2221b-1, 2221a-2, 2221b-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2221a-1, 2221b-1, 2221a-2, 2221b-2の背後に配置された各光電変換部2222a-1, 2222b-1, 2222a-2, 2222b-2の形状が、各マイクロレンズ2221a-1, 2221b-1, 2221a-2, 2221b-2から測距距離Dだけ離れた射出瞳350上に投影され、その投影形状は測距瞳351, 352を形成する。

【0048】

すなわち、測距距離Dにある射出瞳350上で、各焦点検出画素の光電変換部の投影形状（測距瞳351, 352）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。

【0049】

図10に示すように、焦点検出画素222a-1の光電変換部2222a-1は、測距瞳351を通過し、マイクロレンズ2221a-1に向う光束AB1-1によりマイクロレンズ2221a-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222a-2の光電変換部2222a-2は測距瞳351を通過し、マイクロレンズ2221a-2に向う光束AB1-2によりマイクロレンズ2221a-2上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。

【0050】

また、焦点検出画素222b-1の光電変換部2222b-1は測距瞳352を通過し、マイクロレンズ2221b-1に向う光束AB2-1によりマイクロレンズ2221b-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222b-2の光電変換部2222b-2は測距瞳352を通過し、マイクロレンズ2221b-2に向う光束AB2-2によりマイクロレンズ2221b-2上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。

【0051】

そして、上述した2種類の焦点検出画素222a, 222b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222a, 222bの光電変換部2222a, 2222bの出力を、測距瞳351と測距瞳352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351と測距瞳352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ズレ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ズレ量を検出することができる。

【0052】

そして、得られた像ズレ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。

10

20

30

40

50

【0053】

なお、これら位相差検出方式による像ズレ量の演算と、これに基づくデフォーカス量の演算は、カメラ制御部21により実行される。

【0054】

また、カメラ制御部21は、撮像素子22の撮像画素221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22の撮像画素221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。

10

【0055】

そして、カメラ制御部21は、レンズ制御部37に制御信号を送出してフォーカスレンズ32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32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32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。

【0056】

次いで、本実施形態におけるカメラ1の動作例を、図11に示すフローチャートに沿って説明する。以下においては、たとえば、以下においては、カメラ1により静止画撮影が行なわれる場合における動作例を説明する。なお、以下における動作は、カメラ1の電源がオンされることにより開始される。

20

【0057】

まず、ステップS1では、カメラ制御部21によるスルー画像の生成、および観察光学系の電子ビューファインダ26による、スルー画像の表示が開始される。具体的には、撮像素子22により露光動作が行なわれ、カメラ制御部21により、撮像画素221の画素データの読み出しが行なわれる。そして、カメラ制御部21は、読み出したデータに基づきスルー画像を生成し、生成されたスルー画像は液晶駆動回路25に送出され、観察光学系の電子ビューファインダ26に表示される。そして、これにより、接眼レンズ27を介して、ユーザは被写体の動画を視認することが可能となる。なお、スルー画像の生成、およびスルー画像の表示は、所定の間隔で繰り返し実行される。

30

【0058】

ステップS2では、カメラ制御部21により、位相差検出方式によるデフォーカス量の検出処理が開始される。本実施形態では、位相差検出方式によるデフォーカス量の検出処理は、次のように行なわれる。すなわち、まず、カメラ制御部21により、撮像素子22の5つの焦点検出画素列22a～22d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の読み出しが行なわれる。この場合、使用者の手動操作により、特定の焦点検出位置が選択されているときは、その焦点検出位置に対応する焦点検出画素からのデータのみを読み出すような構成としてもよい。そして、カメラ制御部21は、読み出された一対の像データに基づいて像ズレ検出演算処理(相關演算処理)を実行し、5つの焦点検出画素列22a～22dに対応する焦点検出位置における像ズレ量を演算し、さらに像ズレ量をデフォーカス量に変換する。また、カメラ制御部21は、検出したデフォーカス量の信頼性の評価を行う。なお、デフォーカス量の信頼性の評価は、たとえば、一対の像データの一一致度やコントラストなどに基づいて行なわれる。そして、このような位相差検出方式によるデフォーカス量の検出処理は、所定の間隔で繰り返し実行される。

40

【0059】

なお、本実施形態では、カメラ制御部21は、位相差検出方式によるデフォーカス量の検出処理を実行する際には、デフォーカス量の検出に加えて、検出されたデフォーカス量

50

の信頼性の評価も併せて実行する。すなわち、本実施形態では、カメラ制御部21は、たとえば、一対の像データの一致度やコントラストなどに基づいて、検出されたデフォーカス量の信頼性を、「高」、「中」、「低」、および「測距不能」の4段階で評価する。

【0060】

具体的には、カメラ制御部21は、デフォーカス量の信頼性を評価するために、第1判定値、第2判定値、および第3判定値の3つの判定値を、カメラ制御部21のメモリに予め記憶しており、この3つの判定値を用いて、デフォーカス量の信頼性を評価する。

【0061】

第1判定値は、デフォーカス量の信頼性が第1判定値以上であれば、このデフォーカス量に基づいて焦点調節を行うことで、焦点調節後におけるデフォーカス量が、被写体の被写界深度の範囲内となると判断できるような値に設定されている。そのため、カメラ制御部21は、たとえば、デフォーカス量の信頼性が、第1判定値以上である場合には、このデフォーカス量に基づいてフォーカスレンズ32を駆動することで、被写体にピントを合わせることができるものと判断し、このようなデフォーカス量の信頼性を「高」と評価する。また、デフォーカス量の信頼性が、第1判定値未満であり、かつ、後述する第2判定値以上である場合には、カメラ制御部21は、このようなデフォーカス量に基づいてフォーカスレンズ32を駆動することで、被写体に比較的高い確率でピントを合わせることができ、被写体にピントを合わせることができない場合でも、焦点調節後のフォーカスレンズ32のレンズ位置を、合焦位置近傍と判断できるような位置とることができ、このようなデフォーカス量の信頼性を「中」と評価する。

10

20

30

【0062】

また、第2判定値は、第1判定値よりも低い値であり、デフォーカス量の信頼性が第2判定値未満である場合には、このデフォーカス量に基づいて、合焦位置が、光軸方向のうち無限遠側に存在するか至近側に存在するかを判断できるに留まるような値に設定されている。さらに、第3判定値は、第1判定値および第2判定値よりもさらに低い値であり、デフォーカス量の信頼性が第3判定値未満である場合には、合焦位置が存在する方向も判断することができないような値に設定されている。そのため、カメラ制御部21は、デフォーカス量の信頼性が、第2判定値未満であり、かつ、第3判定値以上である場合には、このデフォーカス量に基づいて、合焦位置が、光軸方向のうち無限遠側に存在するのか、至近側に存在するのかを判断することができるものと判断し、このようなデフォーカス量の信頼性を「低」と評価する。また、カメラ制御部21は、デフォーカス量の信頼性が、第3判定値未満である場合には、デフォーカス量の信頼性を「測距不能」と評価する。

【0063】

なお、このようなデフォーカス量の検出、およびデフォーカス量の信頼性の評価は、このカメラ1の動作が行われている間、所定の間隔で繰り返し実行される。また、このように得られたデフォーカス量およびデフォーカス量の信頼性は、デフォーカス量の履歴データとして、メモリ24に記憶される。

【0064】

ステップS3では、カメラ制御部21により、焦点評価値の算出処理が開始される。本実施形態では、焦点評価値の算出処理は、撮像素子22の撮像画素221の画素出力を読み出し、読み出した画素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により行われる。焦点評価値の算出は、使用者の手動操作により、あるいは、被写体認識モードなどにより、特定の焦点検出位置が選択されているときには、選択された焦点検出位置に対応する撮像画素221の画素出力のみを読み出すような構成としてもよい。なお、焦点評価値の算出処理は、所定の間隔で繰り返し実行される。

40

【0065】

ステップS4では、カメラ制御部21により、操作部28に備えられたシャッターレリーズボタンの半押し（第1スイッチSW1のオン）がされたかどうかの判断が行なわれる。第1スイッチSW1がオンした場合はステップS5に進む。一方、第1スイッチSW1がオンしていない場合は、第1スイッチSW1がオンされるまで、ステップS4を繰り返

50

す。すなわち、第1スイッチSW1がオンされるまで、スルー画像の生成・表示、位相差検出方式によるデフォーカス量の検出処理、および焦点評価値の算出処理が繰り返し実行される。

【0066】

ステップS5では、カメラ制御部21により、位相差検出方式によるデフォーカス量の検出処理によって、信頼性が「高」または「中」であるデフォーカス量が検出されたか否かの判定が行なわれる。すなわち、信頼性の値が、上述した第2判定値以上であるデフォーカス量が検出されたか否かの判定が行なわれる。信頼性が「高」または「中」であるデフォーカス量が検出された場合には、ステップS13に進み、一方、信頼性が「高」または「中」であるデフォーカス量が検出できなかつた場合には、すなわち、信頼性が「低」または「測距不能」であるデフォーカス量しか検出されなかつた場合には、ステップS6に進む。なお、位相差検出方式によって、信頼性が「高」または「中」であるデフォーカス量が検出されたか否かの判定は、第1スイッチSW1がオンされた後のデフォーカス量検出処理の結果を用いてもよいし、あるいは、第1スイッチSW1がオンされる直前のデフォーカス量検出処理の結果を用いてもよい。

10

【0067】

ステップS5において、信頼性が「高」または「中」であるデフォーカス量が検出されたと判断された場合には、ステップS13に進み、位相差検出方式により検出されたデフォーカス量に基づく、合焦動作が行なわれる。具体的には、ステップS13では、位相差検出方式により検出されたデフォーカス量に基づいて、フォーカスレンズ32を、合焦位置まで駆動させる処理が行なわれる。具体的には、カメラ制御部21により、位相差検出方式により検出されたデフォーカス量から、フォーカスレンズ32を合焦位置まで駆動するのに必要となるレンズ駆動量の算出が行なわれ、算出されたレンズ駆動量が、レンズ制御部37を介して、レンズ駆動モータ36に送出される。そして、レンズ駆動モータ36は、カメラ制御部21により算出されたレンズ駆動量に基づいて、フォーカスレンズ32を合焦位置まで駆動させる。

20

【0068】

なお、本実施形態においては、レンズ駆動モータ36を駆動させ、フォーカスレンズ32を合焦位置まで駆動させている間においても、カメラ制御部21は、位相差検出方式によるデフォーカス量の検出を繰り返し行い、その結果、新たなデフォーカス量（信頼性が「高」または「中」であるデフォーカス量）が検出された場合には、カメラ制御部21は、新たなデフォーカス量に基づいて、フォーカスレンズ32を駆動させる。

30

【0069】

また、ステップS13においては、フォーカスレンズ32を、合焦位置まで駆動させる処理とともに、カメラ制御部21により、スキャン動作禁止処理が行なわれる。具体的には、カメラ制御部21により、スキャン動作禁止指令が、レンズ制御部37に送出され、スキャン動作が禁止状態とされる。なお、スキャン動作については、後述する。

【0070】

そして、フォーカスレンズ32の合焦位置への駆動が完了すると、ステップS15に進む。

40

【0071】

一方、ステップS5において、信頼性が「高」または「中」であるデフォーカス量が検出されなかつた場合には、ステップS6に進み、ステップS6では、カメラ制御部21により、位相差検出方式によるデフォーカス量の検出処理によって、信頼性が「低」または「測距不能」であるデフォーカス量が予め定められた所定回数回連続して検出されたか否かの判定が行なわれる。すなわち、信頼性の値が、上述した第2判定値未満であるデフォーカス量が所定回数回連続して検出されたか否かの判定が行なわれる。信頼性が「低」または「測距不能」であるデフォーカス量が所定回数回連続して検出された場合、すなわち、所定回数回連続して信頼性が「高」または「中」であるデフォーカス量が検出されなかつた場合には、ステップS7に進み、後述するスキャン動作が実行される。一方

50

、信頼性が「低」または「測距不能」であるデフォーカス量が検出されたものの、所定回数回連続していない場合には、ステップS5に戻り、信頼性が「高」または「中」であるデフォーカス量が検出されたか否かの判定が繰り返し実行される。そして、信頼性が「高」または「中」であるデフォーカス量が検出された場合には、ステップS13に進み、検出されたデフォーカス量に基づいて、フォーカスレンズ32を合焦位置まで駆動させる処理が行なわれ、一方、ステップS5、S6の動作を繰り返し実行した結果、信頼性が「低」または「測距不能」であるデフォーカス量が所定回数回連続して検出された場合には、ステップS7に進み、後述するスキャン動作が実行される。

【0072】

なお、所定回数としては、特に限定されないが、たとえば、位相差検出方式によるデフォーカス量の検出処理における、信頼性ばらつきの影響や、撮影者による手ブレの影響を充分に解消できるような値に設定することができる。すなわち、本来であれば信頼性が「高」または「中」であるデフォーカス量が検出可能な状況であるような場面において、信頼性ばらつきの影響や、撮影者による手ブレの影響により、信頼性が「低」または「測距不能」であるデフォーカス量が検出されてしまった場合に、誤って信頼性が「高」または「中」であるデフォーカス量が検出できない場面であると判断してしまうことを防止できるような値に、所定回数を設定することができる。たとえば、所定回数は、好ましくは5以上、より好ましくは5～10程度に設定することができる。

10

【0073】

信頼性が「低」または「測距不能」であるデフォーカス量が所定回数回連続して検出された場合には、ステップS7に進み、ステップS7では、カメラ制御部21により、スキャン動作の開始処理が行なわれる。本実施形態のスキャン動作は、フォーカスレンズ駆動モータ36により、フォーカスレンズ32を、所定の駆動速度でスキャン駆動させながら、カメラ制御部21により、位相差検出方式によるデフォーカス量の検出、および焦点評価値の算出を、所定の間隔で同時にを行い、これにより、位相差検出方式による合焦位置の検出と、コントラスト検出方式による合焦位置の検出とを、所定の間隔で、同時に実行する動作である。

20

【0074】

具体的には、カメラ制御部21は、レンズ制御部37にスキャン駆動開始指令を送出し、レンズ制御部37は、カメラ制御部21からの指令に基づき、フォーカスレンズ駆動モータ36を駆動させ、フォーカスレンズ32を光軸L1に沿って、所定の駆動速度でスキャン駆動させる。なお、スキャン動作を行なう際ににおける、フォーカスレンズ32の駆動速度としては、特に限定されないが、たとえば、位相差検出方式によるデフォーカス量の検出に適した速度、具体的には、位相差検出方式によるデフォーカス量の検出が可能な速度のうち最大の速度、あるいは、位相差検出方式によるデフォーカス量の検出が可能な速度のうち最大の速度よりも所定速度遅い速度（たとえば、速度誤差や検出誤差等を考慮した速度のうち、最大の速度）とすることができる。また、フォーカスレンズ32のスキャン駆動は、無限遠端位置から至近端位置に向かって、あるいは、至近端位置から無限遠端位置に向かって行なう。なお、この場合における、無限遠端位置は、レンズ鏡筒3の構造によって決められる機械的なリミット位置よりも、至近側となる所定の位置（無限遠側ソフトリミット位置）に設定される。また、同様に、至近端位置も、レンズ鏡筒3の構造によって決められる機械的なリミット位置よりも、無限遠側となる所定の位置（至近側ソフトリミット位置）に設定される。

30

【0075】

そして、カメラ制御部21は、フォーカスレンズ32を所定の駆動速度で駆動させながら、所定間隔で、撮像素子22の焦点検出画素222a, 222bから一対の像に対応した一対の像データの読み出しを行い、これに基づき、位相差検出方式により、デフォーカス量の検出および検出されたデフォーカス量の信頼性の評価を行なうとともに、フォーカスレンズ32を所定の駆動速度で駆動させながら、所定間隔で、撮像素子22の撮像画素221から画素出力の読み出しを行い、これに基づき、焦点評価値を算出し、これにより、

40

50

異なるフォーカスレンズ位置における焦点評価値を取得することで、コントラスト検出方式により合焦位置の検出を行う。

【0076】

ステップS8では、カメラ制御部21により、スキャン動作を行なった結果、位相差検出方式により、信頼性が「高」であるデフォーカス量、すなわち、信頼性が上述した第1判定値以上であるデフォーカス量が検出された場合には、ステップS13に進み、一方、信頼性が「高」であるデフォーカス量が検出できなかった場合には、ステップS9に進む。

【0077】

ステップS9では、カメラ制御部21により、スキャン動作を行なった結果、コントラスト検出方式により、合焦位置の検出ができたか否かの判定が行なわれる。コントラスト検出方式により、合焦位置の検出ができた場合には、ステップS14に進み、一方、合焦位置の検出ができなかった場合には、ステップS10に進む。

10

【0078】

ステップS10では、カメラ制御部21により、スキャン動作を、フォーカスレンズ32の駆動可能範囲の全域、すなわち、無限遠端位置から至近端位置の間の全域について行なったか否かの判定が行なわれる。フォーカスレンズ32の駆動可能範囲の全域について、スキャン動作を行なっていない場合には、ステップS8に戻り、ステップS8～S10を繰り返すことにより、スキャン動作、すなわち、フォーカスレンズ32を、所定の駆動速度で駆動させながら、位相差検出方式によるデフォーカス量の検出、およびコントラスト検出方式による合焦位置の検出を、所定の間隔で同時に実行する動作を継続して行なう。一方、フォーカスレンズ32の駆動可能範囲の全域について、スキャン動作の実行を完了している場合には、ステップS11に進む。

20

【0079】

そして、スキャン動作を実行した結果、ステップS8において、位相差検出方式により、信頼性が「高」であるデフォーカス量が検出できたと判定された場合には、スキャン動作を停止し、ステップS13に進み、上記と同様にして、位相差検出方式により検出されたデフォーカス量に基づく、合焦動作が行なわれる。そして、フォーカスレンズ32の合焦位置への駆動が完了すると、ステップS15に進む。

30

【0080】

また、スキャン動作を実行した結果、ステップS9において、コントラスト検出方式により、合焦位置が検出できたと判定された場合には、スキャン動作を停止し、ステップS14に進み、コントラスト検出方式により検出された合焦位置に基づく、合焦動作が行なわれる。すなわち、ステップS14では、コントラスト検出方式により検出された合焦位置に基づいて、フォーカスレンズ32を、合焦位置まで駆動させる合焦駆動処理が行なわれる。ここで、図12に、スキャン動作の結果、コントラスト検出方式により合焦位置が検出された場合における、フォーカスレンズ位置と焦点評価値との関係、およびフォーカスレンズ位置と時間との関係を表す図を示す。図12に示すように、スキャン動作開始時には、フォーカスレンズ32は、図12に示すP0に位置しており、P0から、無限遠側から至近側に向けてフォーカスレンズ32を所定の駆動速度で駆動させながら、焦点評価値の取得を行う。そして、フォーカスレンズ32を、図12に示すP1の位置に移動させた時点において、焦点評価値のピーク位置（合焦位置）が検出されると（ステップS9=Yess）、スキャン動作を停止し、フォーカスレンズ32を合焦位置（図12中、P2の位置）まで駆動するための合焦駆動（ステップS14）が行なわれる。また、合焦駆動を行う際には、カメラ制御部21により、スキャン動作を停止するとともに、スキャン動作禁止処理が行なわれる。

40

【0081】

なお、本実施形態においては、ステップS9において、コントラスト検出方式により、合焦位置が検出できたと判定され、コントラスト検出方式による検出結果に基づいて、フォーカスレンズ32を合焦位置への駆動を行なう際には、フォーカスレンズ32の合焦位

50

置への駆動が完了するまでは、位相差検出方式による焦点検出結果に基づく、フォーカスレンズ32の駆動を禁止する。すなわち、コントラスト検出方式により、合焦位置が検出できたと判定された後においては、位相差検出方式によりデフォーカス量が検出できた場合でも、位相差検出方式の結果に基づいたフォーカスレンズ32の駆動を禁止する。これにより、フォーカスレンズ32のハンチング現象を抑制することができる。

【0082】

そして、フォーカスレンズ32の合焦位置への駆動が完了すると、ステップS15に進む。

【0083】

なお、本実施形態のスキャン動作においては、上述したステップS8～S10を繰り返し実行することで、フォーカスレンズ32を、所定の駆動速度でスキャン駆動させながら、位相差検出方式によるデフォーカス量の検出、およびコントラスト検出方式による合焦位置の検出を所定の間隔で同時に実行する。そして、上述したステップS8～S10を繰り返し実行した結果、位相差検出方式およびコントラスト検出方式のうち、先に信頼性が「高」であるデフォーカス量の検出、または合焦位置の検出ができた検出方式による、焦点検出結果を用いて、フォーカスレンズ32を、合焦位置まで駆動させる処理を行なう。また、上述したように、本実施形態のスキャン動作においては、位相差検出方式により信頼性が「高」であるデフォーカス量が検出できたか否かを判断した（ステップS8）後に、コントラスト検出方式により合焦位置の検出ができたか否かの判断を行う（ステップS9）ことで、位相差検出方式とコントラスト検出方式とで同時期に信頼性が「高」であるデフォーカス量の検出および合焦位置の検出ができた場合に、位相差検出方式による焦点検出結果を、コントラスト検出方式による焦点検出結果よりも優先して、採用するものである。

10

20

30

40

50

【0084】

そのため、本実施形態によれば、位相差検出方式により撮影光学系の焦点状態の検出がし難い場合（たとえば、反射率が同じで、異なる色の被写体を撮影する場合や、低輝度被写体を撮影する場合）や、コントラスト検出方式により撮影光学系の焦点状態の検出がし難い場合（たとえば、輝度が低い被写体を撮影する場合）のいずれの場合でも、撮影光学系の焦点検出を適切に行なうことができる。また、本実施形態によれば、位相差検出方式によるデフォーカス量の検出、およびコントラスト検出方式による合焦位置の検出を同時に実行し、先に焦点検出ができた方式により、撮影光学系の焦点調節を行なうため、従来技術（すなわち、位相差検出方式により合焦位置近傍までフォーカスレンズ32を駆動し、次いで、合焦位置近でコントラスト検出方式による合焦位置の検出を行う技術）と比較して、撮影光学系の焦点調節を短い時間で行なうことができる。

【0085】

一方、ステップS10において、所定の駆動範囲について、スキャン動作の実行が完了していると判定された場合には、ステップS11に進む。ステップS11では、スキャン動作を行なった結果、位相差検出方式およびコントラスト検出方式のいずれの方式によつても、焦点検出を行うことができなかつたため、スキャン動作の終了処理が行なわれ、次いで、ステップS12に進み、非合焦処理が行なわれる。非合焦処理としては、たとえば、非合焦を示す表示を、電子ビューファインダ26に表示するとともに、フォーカスレンズ32を予め定められた所定の位置に駆動させることにより実行される。

【0086】

また、ステップS13、S14において位相差検出方式またはコントラスト検出方式による結果に基づいて合焦位置までフォーカスレンズ32の駆動を行なった場合には、フォーカスレンズ32の駆動が完了した後、ステップS15に進み、操作部28に備えられたシャッターレリーズボタンの全押し（第2スイッチSW2のオン）がされたか否かの判定が行われる。シャッターレリーズボタンの全押し（第2スイッチSW2のオン）がされた場合には、ステップS16に進み、被写体像の撮影（本撮影）が実行され、ステップS1に戻る。一方、シャッターレリーズボタンの全押し（第2スイッチSW2のオン）がされて

いない場合には、ステップ S 17 に進む。

【0087】

ステップ S 17 では、カメラ制御部 21 により、合焦位置までフォーカスレンズ 32 の駆動を行った後、現在のレンズ位置において、位相差検出方式により、信頼性が「高」または「中」であるデフォーカス量が検出されたか否かの判定が行なわれる。信頼性が「高」または「中」であるデフォーカス量が検出できた場合には、ステップ S 19 に進む。一方、信頼性が「高」または「中」であるデフォーカス量が検出できなかった場合、すなわち、信頼性が「低」または「測距不能」であるデフォーカス量しか検出されなかった場合には、ステップ S 18 に進む。

【0088】

ステップ S 18 では、上述したステップ S 6 と同様に、カメラ制御部 21 により、位相差検出方式により、信頼性が「低」または「測距不能」であるデフォーカス量が予め定められた所定回数 回連続して検出されたか否かの判定が行なわれる。信頼性が「低」または「測距不能」であるデフォーカス量が所定回数 回連続して検出された場合には、ステップ S 7 に戻り、再度、上述したスキャン動作が実行される。一方、信頼性が「低」または「測距不能」であるデフォーカス量が検出されたものの、所定回数 回連続していない場合には、ステップ S 18 に戻り、信頼性が「高」または「中」であるデフォーカス量が検出されたか否かの判定が繰り返し実行される。そして、信頼性が「高」または「中」であるデフォーカス量が検出された場合には、ステップ S 19 に進む一方で、ステップ S 17、S 18 の動作を繰り返し実行した結果、信頼性が「低」または「測距不能」であるデフォーカス量が所定回数 回連続して検出された場合には、ステップ S 7 に戻り、再度、上述したスキャン動作が実行される。

【0089】

ステップ S 17 において、位相差検出方式により、信頼性が「高」または「中」であるデフォーカス量が検出された場合には、ステップ S 19 に進み、ステップ S 19 では、光学系の焦点状態が変化したか否かの判断が行なわれる。具体的には、位相差検出方式によるデフォーカス量の値が所定値以上であった場合（たとえば、デフォーカス量の値が被写界深度を超えた値となった場合）に、光学系の焦点状態が変化したと判断することができる。そして、ステップ S 19 において、光学系の焦点状態が変化したと判断された場合には、ステップ S 13 に戻り、検出された最新のデフォーカス量に基づいて、フォーカスレンズ 32 を駆動する処理が行われる。一方、光学系の焦点状態が変化していないと判断された場合には、ステップ S 15 に戻り、再度、ステップ S 15 ~ S 19 の処理を繰り返し実行する。

【0090】

以上のように、本実施形態に係るカメラ 1 は動作する。

【0091】

本実施形態においては、位相差検出方式により、信頼性が「低」または「測距不能」であるデフォーカス量が検出された場合でも、即座にスキャン動作に移行せず、信頼性が「低」または「測距不能」であるデフォーカス量が所定回数 回連続して検出された場合に初めてスキャン動作に移行する。そのため、本実施形態によれば、本来であれば信頼性が「高」または「中」であるデフォーカス量が検出可能な状況であるような場面において、信頼性ばらつきの影響や、撮影者による手ブレの影響により、信頼性が「低」または「測距不能」であるデフォーカス量が検出されてしまった場合に、誤って信頼性が「高」または「中」であるデフォーカス量が検出できない場面であると判断し、スキャン動作に移行することで、頻繁にスキャン動作が実行されてしまうという不具合を有効に防止することができる。特に、頻繁にスキャン動作が実行されてしまうと、位相差検出方式による検出結果によるフォーカスレンズ 32 の合焦駆動と、スキャン動作によるフォーカスレンズ 32 のスキャン駆動との間でハンチングを起こしてしまう可能性が高くなってしまう一方で、本実施形態によれば、このような不具合の発生を有効に防止することができる。

【0092】

10

20

30

40

50

加えて、本実施形態においては、信頼性が「低」または「測距不能」であるデフォーカス量が所定回数回連続して検出され、スキャン動作に移行した後は、信頼性が「高」であるデフォーカス量が検出されない限り、位相差検出方式により検出されたデフォーカス量に基づくフォーカスレンズ32の合焦駆動を実行しないようにする。すなわち、スキャン動作に移行した後は、信頼性が「中」であるデフォーカス量が検出された場合であっても、位相差検出方式により検出されたデフォーカス量に基づくフォーカスレンズ32の合焦駆動を実行しないようにする。これにより、本実施形態によれば、スキャン動作による焦点検出精度をより高めることが可能となる。特に、信頼性が「低」または「測距不能」であるデフォーカス量が所定回数回連続して検出された場合には、位相差検出方式により撮影光学系の焦点状態の検出がし難い場合(たとえば、反射率が同じで、異なる色の被写体を撮影する場合や、低輝度被写体を撮影する場合)であると考えられるため、このように、スキャン動作中には、信頼性が「高」であるデフォーカス量が検出された場合に限り、位相差検出方式により検出されたデフォーカス量に基づくフォーカスレンズ32の合焦駆動を実行するような構成とすることにより、位相差検出方式による誤検出の発生を有效地に防止することができる。

10

【0093】

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。

20

【0094】

たとえば、上述した実施形態においては、スキャン動作中においては、信頼性が「高」であるデフォーカス量が検出されない限り、位相差検出方式により検出されたデフォーカス量に基づくフォーカスレンズ32の合焦駆動を実行しないような構成としたが、信頼性「高」に加えて、信頼性「中」または「低」である場合でも、検出されたデフォーカス量に基づいてフォーカスレンズ32の合焦駆動を実行するような構成としてもよい。特に、スキャン動作中においては、フォーカスレンズ32を駆動させながら、位相差検出方式によりデフォーカス量の検出を実行することとなるため、フォーカスレンズ32が停止した状態で、デフォーカス量の検出を行う場合と比較して、得られるデフォーカス量の信頼性が低く出てしまう傾向にある。すなわち、たとえば、フォーカスレンズ32が停止した状態では、デフォーカス量の信頼性が「高」となる場面でも、フォーカスレンズ32を駆動させた状態とすると、デフォーカス量の信頼性が「低」となってしまうような場合もあり、そのため、このような場合でも、検出されたデフォーカス量に基づいてフォーカスレンズ32の合焦駆動を実行するような構成とすることにより、撮影光学系の焦点調節を短い時間で実行することが可能となる。

30

【0095】

また、上述した実施形態では、信頼性が「低」または「測距不能」であるデフォーカス量が所定回数回連続して検出された場合に、スキャン動作に移行するような構成としたが、所定回数回連続して検出されたデフォーカス量のうち、信頼性が「低」または「測距不能」であるデフォーカス量の数が、所定個数(<)以上である場合に、スキャン動作に移行するような構成としてもよい。すなわち、一例として、10回連続して検出されたデフォーカス量のうち、8以上のデフォーカス量が信頼性「低」または「測距不能」である場合に、スキャン動作に移行するような構成とができる。

40

【0096】

さらに、上述した実施形態において、信頼性が「低」または「測距不能」であるデフォーカス量が所定回数回連続して検出された場合に、スキャン動作に移行する前に、フォーカスレンズ32をウォブリング駆動させながら、位相差検出方式による合焦位置の検出と、コントラスト検出方式による合焦位置の検出とを同時に実行するウォブリング動作を実行してもよい。そして、この場合には、ウォブリング動作を実行した結果、位相差検出方式により、信頼性が「高」であるデフォーカス量が検出された場合には、スキャン動作

50

に移行することなく、検出されたデフォーカス量に基づいて、フォーカスレンズ32を合焦位置に駆動することができ、また、ウォブリング動作を実行した結果、コントラスト検出方式により合焦位置が検出できた場合には、スキャン動作に移行することなく、コントラスト検出方式により検出された合焦位置にフォーカスレンズ32を合焦駆動させることができる。また、この場合においては、スキャン動作を実行する際ににおける、フォーカスレンズ32のスキャン駆動方向を、ウォブリング動作における、位相差検出方式およびコントラスト検出方式による焦点検出結果に基づいて、決定することができる。すなわち、ウォブリング動作を実行した際ににおける、位相差検出方式またはコントラスト検出方式による焦点検出の結果、現在のレンズ位置よりも無限遠側に合焦位置が存在すると判断できる場合（たとえば、コントラス検出方式において、無限遠側に向かって焦点評価値が高くなる結果となった場合）には、スキャン動作を行なう際ににおける、フォーカスレンズ32の駆動方向を、現在のレンズ位置から、無限遠方向とすることができます。あるいは、ウォブリング動作を実行した際ににおける、位相差検出方式またはコントラスト検出方式による焦点検出の結果、現在のレンズ位置よりも至近側に合焦位置が存在すると判断できる場合（たとえば、コントラス検出方式において、至近側に向かって焦点評価値が高くなる結果となった場合）には、スキャン動作を行なう際ににおける、フォーカスレンズ32の駆動方向を、現在のレンズ位置から、至近方向とすることができます。

10

20

【符号の説明】

【0097】

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 ... 撮画像素

2 2 2 a , 2 2 2 b ... 焦点検出画素

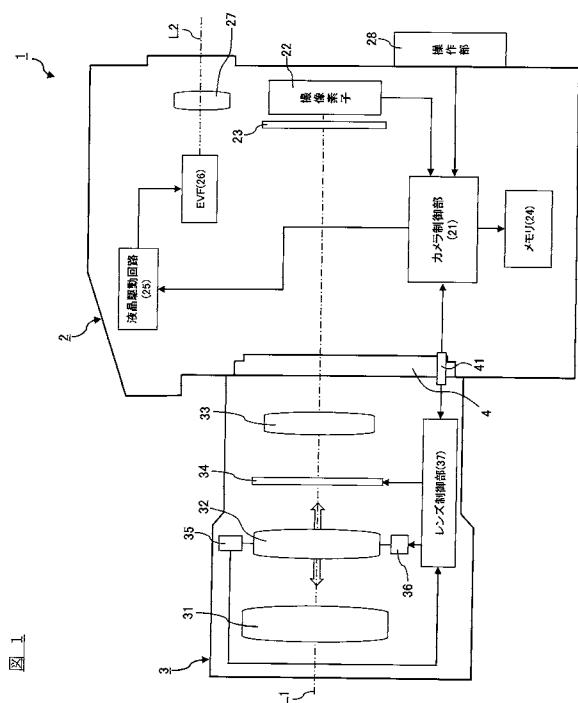
3 ... レンズ鏡筒

3 2 ... フォーカスレンズ

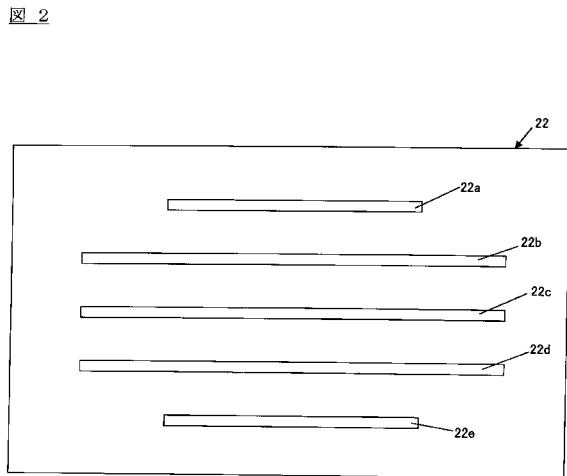
3 6 ... フォーカスレンズ駆動モータ

3 7 ... レンズ制御部

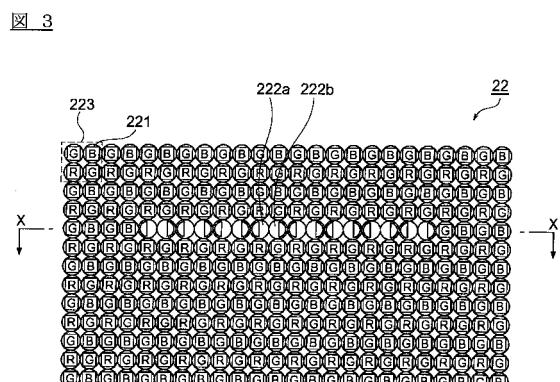
【図 1】



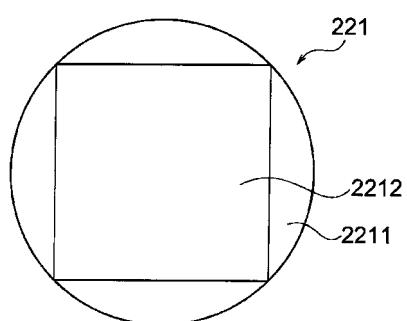
【図 2】



【図 3】

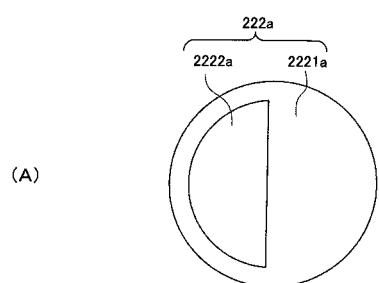


【図 4】

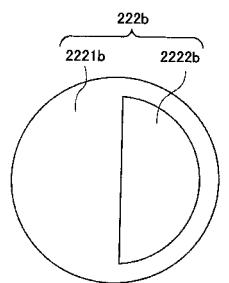


【図5】

図5

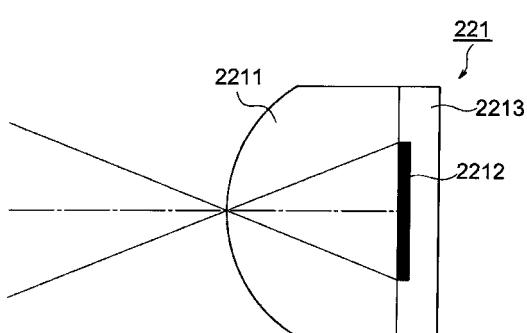


(B)



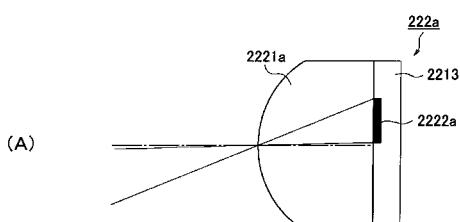
【図6】

図6

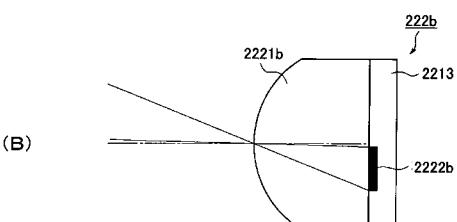


【図7】

図7

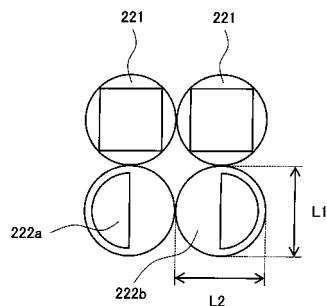


(A)



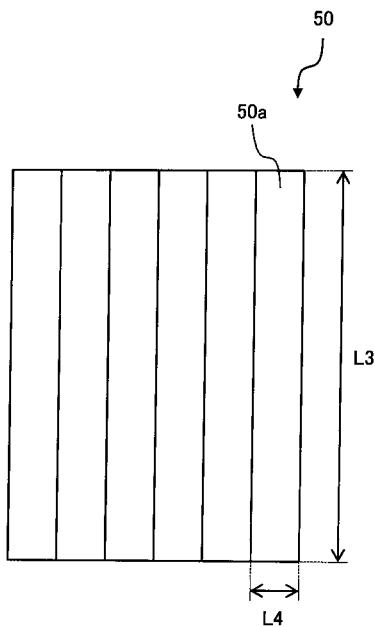
【図8】

図8



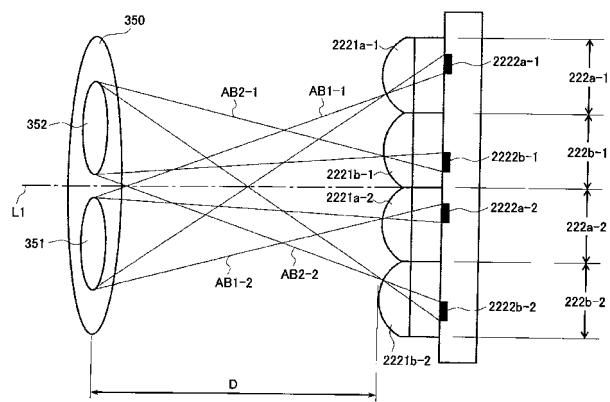
【図9】

図9

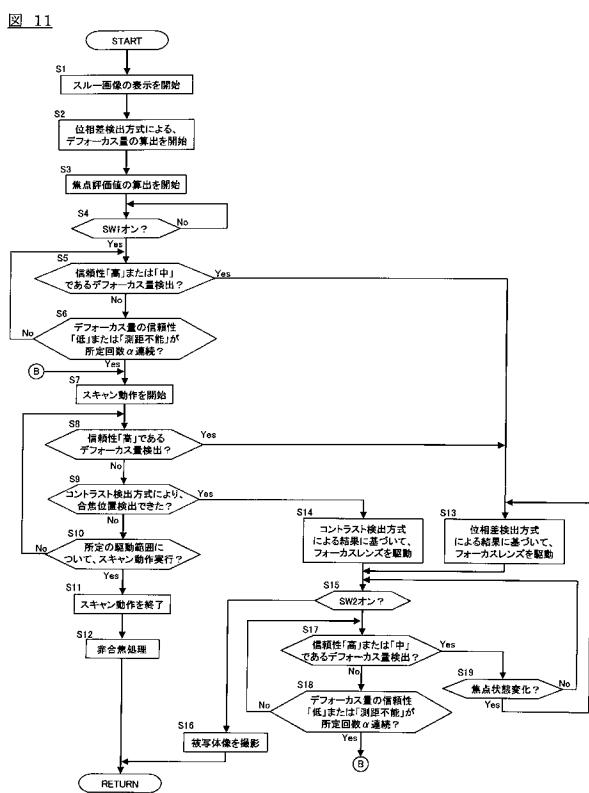


【図10】

図10



【図11】



【図12】

