

(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 I	テーマコード (参考)
G02B 7/28 (2006.01)	G02B 7/11 N	2H011
G02B 7/34 (2006.01)	G02B 7/11 C	2H151
G02B 7/36 (2006.01)	G02B 7/11 D	5C122
G03B 13/36 (2006.01)	G03B 3/00 A	
H04N 5/232 (2006.01)	H04N 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
(22) 出願日	平成23年8月5日 (2011.8.5)		株式会社ニコン
			東京都千代田区有楽町1丁目12番1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
		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

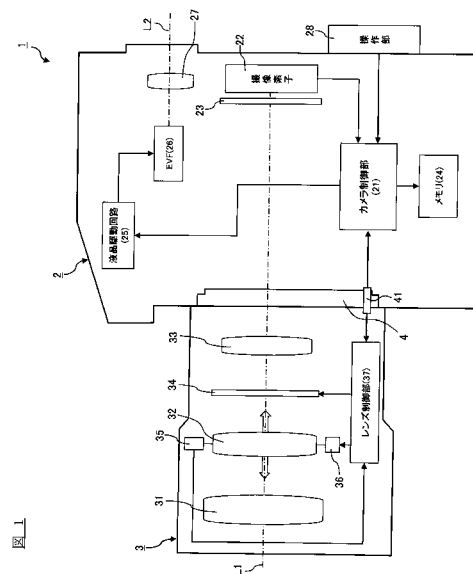
(54) 【発明の名称】 焦点検出装置および撮像装置

(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、

10

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。

20

【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。

30

【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、

40

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。

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（２１）と、を備えることを特徴とする。

【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。

【 0 0 1 7 】

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。

【 0 0 1 8 】

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 3 1、3 2、3 3、および絞り 3 4 を含む撮影光学系が内蔵されている。

【 0 0 1 9 】

レンズ 3 2 は、フォーカスレンズであり、光軸 L 1 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 3 2 は、レンズ鏡筒 3 の光軸 L 1 に沿って移動可能に設けられ、エンコーダ 3 5 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 3 6 によってその位置が調節される。

【 0 0 2 0 】

このフォーカスレンズ 3 2 の光軸 L 1 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 3 2 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 3 6 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 3 2 が光軸 L 1 に沿って直進移動することになる。

【 0 0 2 1 】

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 3 2 は光軸 L 1 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 3 6 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 3 6 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 3 6 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 3 2 が光軸 L 1 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 3 6 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 3 2 は光軸 L 1 の逆方向へ直進移動することになる。

【 0 0 2 2 】

フォーカスレンズ 3 2 の位置はエンコーダ 3 5 によって検出される。既述したとおり、フォーカスレンズ 3 2 の光軸 L 1 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。

【 0 0 2 3 】

本実施形態のエンコーダ 3 5 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。

【 0 0 2 4 】

フォーカスレンズ 3 2 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 L 1 方向に移動することができる。ちなみに、エンコーダ 3 5 で検出されたフォーカスレンズ 3 2 の現在位置情報は、レンズ制御部 3 7 を介して後述するカメラ制御部 2 1 へ送出され、フォーカスレンズ駆動モータ 3 6 は、この情報に基づいて演算されたフォーカスレンズ 3 2 の駆動位置が、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駆動する。

【 0 0 2 5 】

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。

【００２６】

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。

【００２７】

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、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、記録媒体であるカメラメモリ２４に記録される。なお、カメラメモリ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。撮像素子２２の構造の詳細は後述する。

【００２８】

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。

【００２９】

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やカメラメモリ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。

【００３０】

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。

【００３１】

操作部２８は、シャッターリリースボタンや、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替や、オードフォーカスモードの中でも、ワンショッ

10

20

30

40

50

トモード/コンティニユ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 2 8 により設定された各種モードはカメラ制御部 2 1 へ送出され、当該カメラ制御部 2 1 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 SW 1 と、ボタンの全押しで ON となる第 2 スイッチ SW 2 とを含む。

【0032】

次に、本実施形態に係る撮像素子 2 2 について説明する。

【0033】

図 2 は、撮像素子 2 2 の撮像面を示す正面図、図 3 は、図 2 の焦点検出画素列 2 2 a 付近を拡大して焦点検出画素 2 2 2 a , 2 2 2 b 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 2 2 は、図 3 に示すように、複数の撮像画素 2 2 1 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 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。

20

【0035】

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。

【0036】

図 4 は、撮像画素 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。一つの撮像画素 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。

30

【0037】

また、撮像素子 2 2 の撮像面には、上述した撮像画素 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 5 つの焦点検出画素列 2 2 a ~ 2 2 e 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画素 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。

40

【0038】

なお、図 2 に示す焦点検出画素列 2 2 a ~ 2 2 e 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 2 2 2 a , 2 2 2 b 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 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

50

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。

10

【 0 0 4 0 】

ここで、各焦点検出画素 2 2 2 a , 2 2 2 b は、図 8 に示すように、その構造上、撮像素素 2 2 1 と略同一のサイズとする必要があるため、撮像素素 2 2 1 と略同一のサイズ、すなわち、縦幅 L 1 および横幅 L 2 がともに、通常、10 μ m 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 5 0 の各画素 5 0 a の大きさは、通常、縦幅 L 3 が数百 μ m 程度、横幅 L 4 が数十 μ m ~ 数百 μ m 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 5 0 の各画素 5 0 a の大きさは、数百 μ m \times 数十 μ m ~ 数百 μ m であるのに対し、焦点検出画素 2 2 2 a , 2 2 2 b は、10 μ m 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 2 2 2 a , 2 2 2 b 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

【 0 0 4 1 】

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、撮像素素 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。

30

【 0 0 4 2 】

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。

【 0 0 4 3 】

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 4 】

図 1 0 は、図 3 の X - X 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 1 0 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 1 0 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。

40

【 0 0 4 5 】

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

50

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。

【 0 0 4 6 】

なお、図 1 0 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 7 】

また、図 1 0 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。

【 0 0 4 8 】

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 9 】

図 1 0 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 5 0 】

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 5 1 】

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对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。

【 0 0 5 2 】

そして、得られた像ズレ量に一对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

【 0 0 5 3 】

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 2 1 により実行される。

【 0 0 5 4 】

また、カメラ制御部 2 1 は、撮像素子 2 2 の撮像画素 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 の撮像画素 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。

10

【 0 0 5 5 】

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 2 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 2 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 2 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 6 】

次いで、本実施形態におけるカメラ 1 の動作例を、図 1 1 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

【 0 0 5 7 】

まず、ステップ S 1 では、カメラ制御部 2 1 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 2 6 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 2 2 により露光動作が行なわれ、カメラ制御部 2 1 により、撮像画素 2 2 1 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 2 1 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 2 5 に送出され、観察光学系の電子ビューファインダ 2 6 に表示される。そして、これにより、接眼レンズ 2 7 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

【 0 0 5 8 】

ステップ S 2 では、カメラ制御部 2 1 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 2 1 により、撮像素子 2 2 の 5 つの焦点検出画素列 2 2 a ~ 2 2 d を構成する各焦点検出画素 2 2 2 a , 2 2 2 b 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 2 1 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(相関演算処理)を実行し、5 つの焦点検出画素列 2 2 a ~ 2 2 d 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 2 1 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

【 0 0 5 9 】

なお、本実施形態では、カメラ制御部 2 1 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、一对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することができ、このようなデフォーカス量の信頼性を「中」と評価する。

【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のか、至近側に存在するの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 の撮像素素 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素素 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。

【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リリースボタンの半押し（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 を繰り返す。

す。すなわち、第 1 スイッチ S W 1 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。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 5 では、カメラ制御部 2 1 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 S 1 3 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 6 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 S W 1 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 S W 1 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。

【 0 0 6 7 】

ステップ S 5 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 S 1 3 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 S 1 3 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 3 2 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 2 1 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 3 2 を合焦位置まで駆動させ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 3 7 を介して、レンズ駆動モータ 3 6 に送出される。そして、レンズ駆動モータ 3 6 は、カメラ制御部 2 1 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 3 2 を合焦位置まで駆動させる。

【 0 0 6 8 】

なお、本実施形態においては、レンズ駆動モータ 3 6 を駆動させ、フォーカスレンズ 3 2 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 2 1 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 2 1 は、新たなデフォーカス量に基づいて、フォーカスレンズ 3 2 を駆動させる。

【 0 0 6 9 】

また、ステップ S 1 3 においては、フォーカスレンズ 3 2 を、合焦位置まで駆動させる処理とともに、カメラ制御部 2 1 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 2 1 により、スキャン動作禁止指令が、レンズ制御部 3 7 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。

【 0 0 7 0 】

そして、フォーカスレンズ 3 2 の合焦位置への駆動が完了すると、ステップ S 1 5 に進む。

【 0 0 7 1 】

一方、ステップ S 5 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った場合には、ステップ S 6 に進み、ステップ S 6 では、カメラ制御部 2 1 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った場合には、ステップ S 7 に進み、後述する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 5 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 1 3 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 3 2 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 S 5、S 6 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十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。

【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 S 7 に進み、ステップ S 7 では、カメラ制御部 2 1 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 3 6 により、フォーカスレンズ 3 2 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 2 1 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。

【0074】

具体的には、カメラ制御部 2 1 は、レンズ制御部 3 7 にスキャン駆動開始指令を送出し、レンズ制御部 3 7 は、カメラ制御部 2 1 からの指令に基づき、フォーカスレンズ駆動モータ 3 6 を駆動させ、フォーカスレンズ 3 2 を光軸 L 1 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おける、フォーカスレンズ 3 2 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 3 2 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りミット位置よりも、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りミット位置よりも、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。

【0075】

そして、カメラ制御部 2 1 は、フォーカスレンズ 3 2 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 2 2 の焦点検出画素 2 2 2 a, 2 2 2 b 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うとともに、フォーカスレンズ 3 2 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 2 2 の撮像素子 2 2 1 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、

10

20

30

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。

【 0 0 7 6 】

ステップ S 8 では、カメラ制御部 2 1 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 S 1 3 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 S 9 に進む。

【 0 0 7 7 】

ステップ S 9 では、カメラ制御部 2 1 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 S 1 4 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 S 1 0 に進む。

【 0 0 7 8 】

ステップ S 1 0 では、カメラ制御部 2 1 により、スキャン動作を、フォーカスレンズ 3 2 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 3 2 の駆動可能範囲の全域について、スキャン動作を行っていない場合には、ステップ S 8 に戻り、ステップ S 8 ~ S 1 0 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 3 2 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 3 2 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 S 1 1 に進む。

【 0 0 7 9 】

そして、スキャン動作を実行した結果、ステップ S 8 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 S 1 3 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 3 2 の合焦位置への駆動が完了すると、ステップ S 1 5 に進む。

【 0 0 8 0 】

また、スキャン動作を実行した結果、ステップ S 9 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 S 1 4 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 S 1 4 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 3 2 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 1 2 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 1 2 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 3 2 は、図 1 2 に示す P 0 に位置しており、P 0 から、無限遠側から至近側に向けてフォーカスレンズ 3 2 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 3 2 を、図 1 2 に示す P 1 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 S 9 = Y e s）、スキャン動作を停止し、フォーカスレンズ 3 2 を合焦位置（図 1 2 中、P 2 の位置）まで駆動するための合焦駆動（ステップ S 1 4）が行なわれる。また、合焦駆動を行う際には、カメラ制御部 2 1 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。

【 0 0 8 1 】

なお、本実施形態においては、ステップ S 9 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 3 2 を合焦位置への駆動を行なう際には、フォーカスレンズ 3 2 の合焦位

10

20

30

40

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。

【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っても、焦点検出を行うことができなかったため、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リリースボタンの全押し（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。シャッターリリースボタンの全押し（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、シャッターリリースボタンの全押し（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 1 7 に進む。

【 0 0 8 7 】

ステップ S 1 7 では、カメラ制御部 2 1 により、合焦位置までフォーカスレンズ 3 2 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 1 9 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 1 8 に進む。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 1 8 では、上述したステップ S 6 と同様に、カメラ制御部 2 1 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 1 8 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 1 9 に進む一方で、ステップ S 1 7、S 1 8 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。

【 0 0 8 9 】

ステップ S 1 7 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 1 9 に進み、ステップ S 1 9 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 1 9 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 1 3 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 3 2 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 1 5 に戻り、再度、ステップ S 1 5 ~ S 1 9 の処理を繰り返し実行する。

【 0 0 9 0 】

以上のように、本実施形態に係るカメラ 1 は動作する。

【 0 0 9 1 】

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 3 2 の合焦駆動と、スキャン動作によるフォーカスレンズ 3 2 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。

【 0 0 9 2 】

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 3 2 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 3 2 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 3 2 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効に防止することができる。

10

20

30

40

50

【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。

【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 3 2 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 3 2 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 3 2 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 3 2 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 3 2 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 3 2 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 3 2 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。

【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することができる。

【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 3 2 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

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 3 2 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 3 2 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おける、フォーカスレンズ 3 2 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、コントラスト検出方式において、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おける、フォーカスレンズ 3 2 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る。あるいは、ウォブリング動作を実行した際における、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、コントラスト検出方式において、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おける、フォーカスレンズ 3 2 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る。

10

【符号の説明】

【 0 0 9 7 】

20

- 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 ... 撮像画素
 - 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】

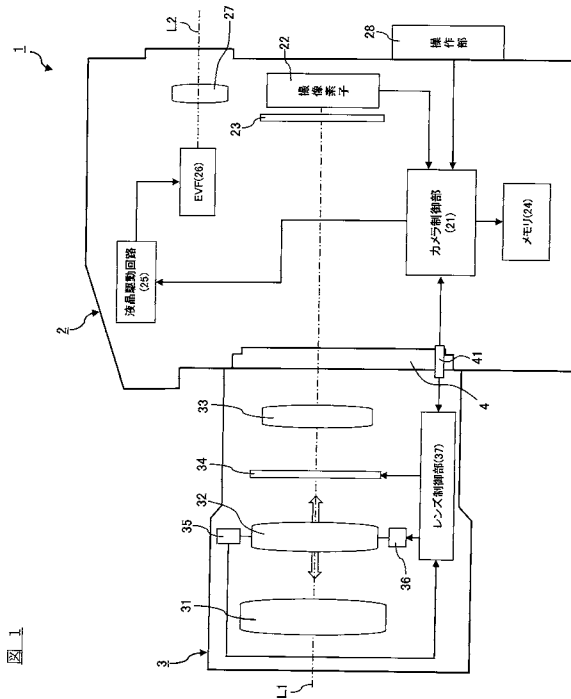


図 1

【図 2】

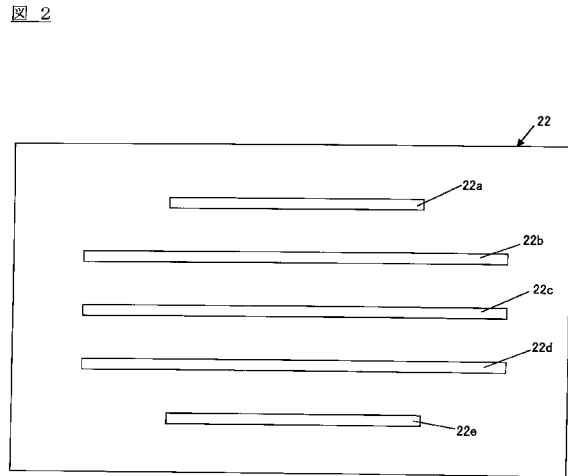
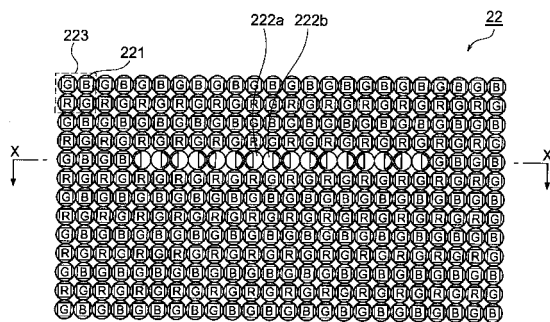


図 2

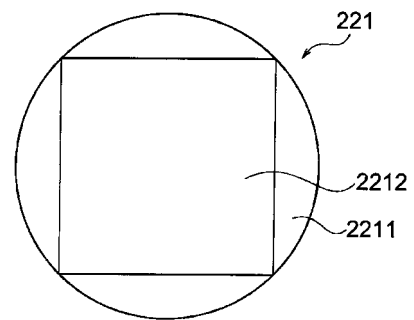
【図 3】

図 3



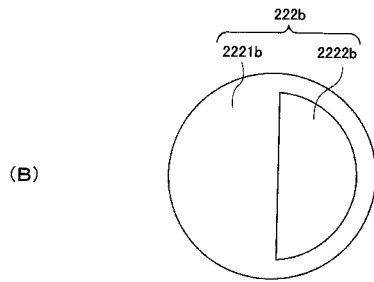
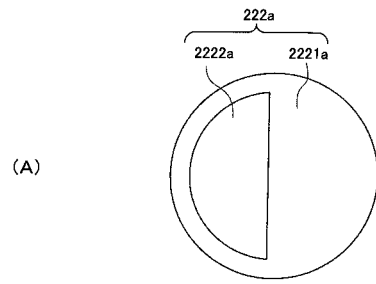
【図 4】

図 4



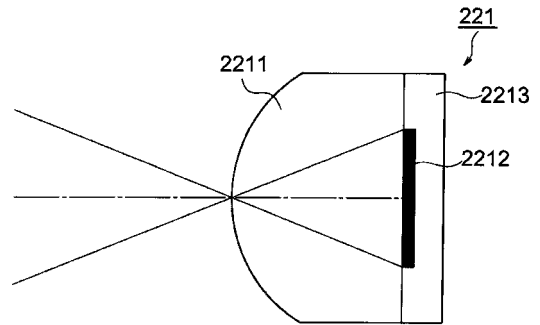
【図 5】

図 5



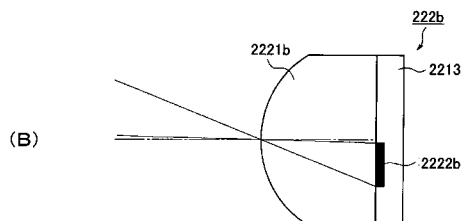
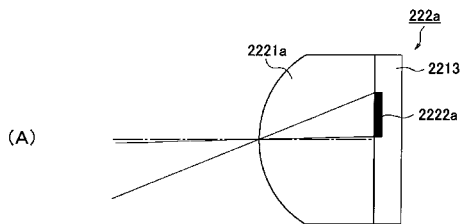
【図 6】

図 6



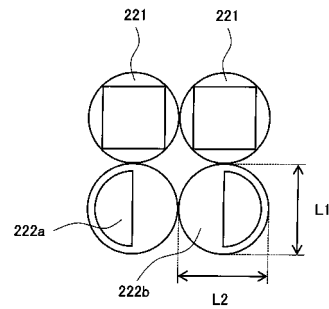
【図 7】

図 7



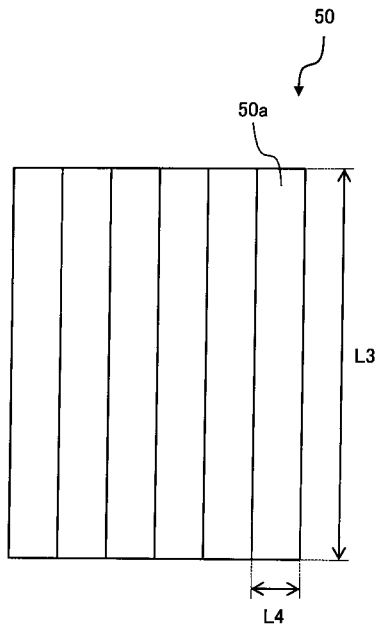
【図 8】

図 8



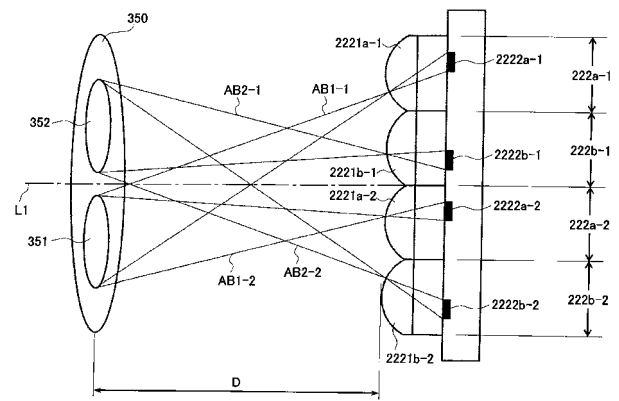
【図 9】

図 9



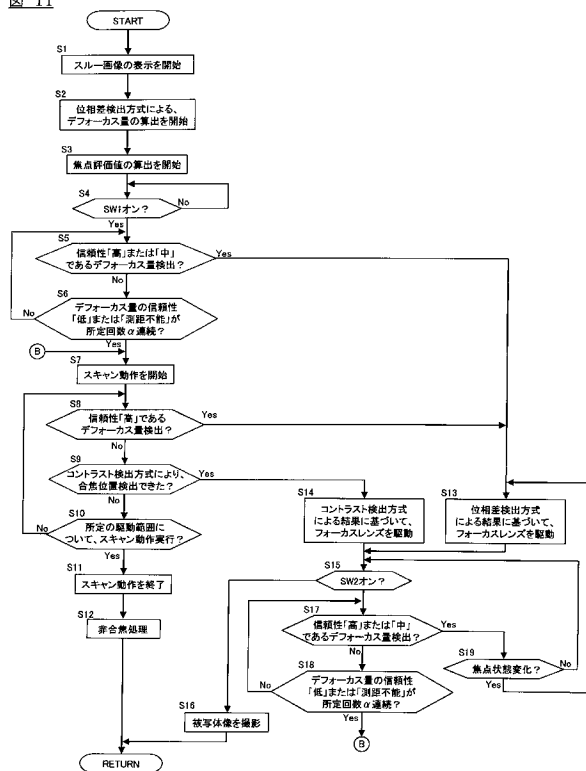
【図 10】

図 10



【図 11】

図 11



【図 12】

図 12

