

(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2014-106476
(P2014-106476A)

(43) 公開日 平成26年6月9日(2014.6.9)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
GO2B 7/34 (2006.01)	GO2B 7/11	2H011
GO3B 13/36 (2006.01)	GO3B 3/00	2H151
HO4N 5/232 (2006.01)	HO4N 5/232	5C122

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2012-261392 (P2012-261392)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成24年11月29日 (2012.11.29)	(74) 代理人	100110412 弁理士 藤元 亮輔
		(74) 代理人	100104628 弁理士 水本 敦也
		(74) 代理人	100121614 弁理士 平山 優也
		(72) 発明者	國枝 秀太郎 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		(72) 発明者	小川 武志 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

最終頁に続く

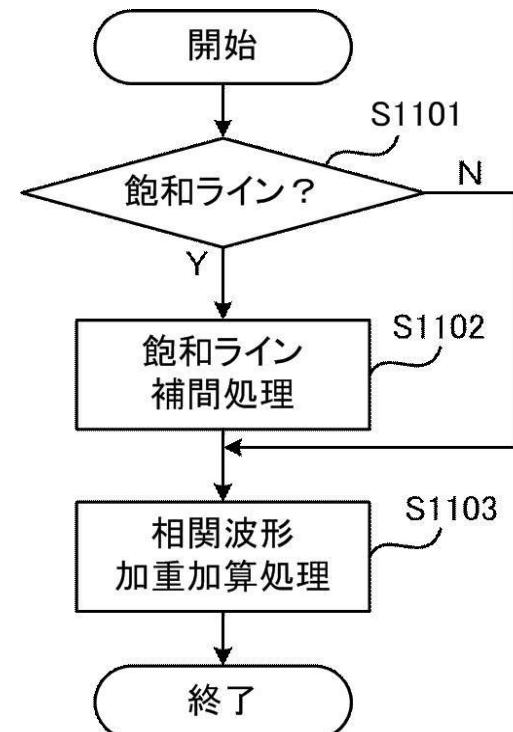
(54) 【発明の名称】焦点検出装置、撮像装置、撮像システム、焦点検出方法、プログラム、および、記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】飽和画素が含まれる場合でも焦点検出精度の劣化を低減可能な焦点検出装置を提供する。

【解決手段】焦点検出装置は、一つのマイクロレンズを共有する第1および第2の画素を備えた撮像素子を用いて位相差方式の焦点検出を行う焦点検出装置であって、焦点検出領域の複数の範囲において、複数の第1の画素を含む第1の画素配列と複数の第2の画素を含む第2の画素配列とを相対的に変位させて、複数の範囲のそれぞれにおける相関波形を算出する算出手段と、複数の範囲のそれぞれにおける第1の画素配列または第2の画素配列に飽和画素が含まれるか否かを判定する判定手段と、複数の範囲のそれぞれにおいて算出された相関波形の加算処理を行う加算手段とを有し、加算手段は、複数の範囲のうち第1の範囲における第1の画素配列または第2の画素配列に飽和画素が含まれる場合、第1の範囲において算出された相関波形の影響を小さくするように加算処理を行う。

【選択図】図1-1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

一つのマイクロレンズを共有する第1の画素および第2の画素を備えた撮像素子を用いて位相差方式の焦点検出を行う焦点検出装置であって、

焦点検出領域の複数の範囲において、複数の前記第1の画素を含む第1の画素配列と複数の前記第2の画素を含む第2の画素配列とを相対的に変位させて、該複数の範囲のそれにおける相関波形を算出する算出手段と、

前記複数の範囲のそれぞれにおける前記第1の画素配列または前記第2の画素配列に飽和画素が含まれるか否かを判定する判定手段と、

前記複数の範囲のそれぞれにおいて算出された前記相関波形の加算処理を行う加算手段と、を有し、

前記加算手段は、前記複数の範囲のうち第1の範囲における前記第1の画素配列または前記第2の画素配列に前記飽和画素が含まれる場合、該第1の範囲において算出された前記相関波形の影響を小さくするように前記加算処理を行う、ことを特徴とする焦点検出装置。

【請求項 2】

前記加算手段は、前記第1の範囲における前記第1の画素配列または前記第2の画素配列に前記飽和画素が含まれる場合、該第1の範囲に隣接する第2の範囲における前記第1の画素配列または前記第2の画素配列の相関波形を前記第1の範囲における相関波形として用いることを特徴とする請求項1に記載の焦点検出装置。

【請求項 3】

前記加算手段は、前記第1の範囲における前記第1の画素配列または前記第2の画素配列に前記飽和画素が含まれる場合、該第1の範囲のうち該飽和画素が存在する範囲に対して、該第1の範囲に隣接する第2の範囲における前記相関波形を前記第1の範囲における前記相関波形として用いることを特徴とする請求項2に記載の焦点検出装置。

【請求項 4】

前記加算手段は、前記第1の範囲における前記第1の画素配列または前記第2の画素配列に前記飽和画素が含まれる場合、該飽和画素の数に応じた係数を該第1の範囲における前記相関波形に掛けて前記加算処理を行うことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の焦点検出装置。

【請求項 5】

前記係数は、前記飽和画素の数が少ないほど1に近づき、該飽和画素の数が多いほど0に近づくように設定されることを特徴とする請求項4に記載の焦点検出装置。

【請求項 6】

前記加算手段は、前記第1の範囲における前記第1の画素配列または前記第2の画素配列に前記飽和画素が含まれる場合、該第1の範囲における前記相関波形を用いずに前記加算処理を行うことを特徴とする請求項1に記載の焦点検出装置。

【請求項 7】

前記加算手段は、前記第1の画素配列および前記第2の画素配列の両方に前記飽和画素が含まれる場合、前記第1の範囲において算出された前記相関波形の影響を小さくするように前記加算処理を行うことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の焦点検出装置。

【請求項 8】

請求項1乃至7のいずれか1項に記載の焦点検出装置を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 9】

前記第1の画素および前記第2の画素は、射出瞳のうち瞳分離方向において互いに異なる領域を通過した光束を受光して前記相関波形の算出に用いられる信号を生成し、

前記加算手段は、前記複数の領域のそれぞれの前記相関波形を前記瞳分離方向と直交する方向に加算することを特徴とする請求項8に記載の撮像装置。

10

20

30

40

50

【請求項 1 0】

請求項 8 または 9 に記載の撮像装置と、
前記撮像装置に着脱可能なレンズ装置と、を有し、
前記撮像装置は、前記焦点検出装置から得られた信号に基づいて前記レンズ装置の駆動制御を行うことを特徴とする撮像システム。

【請求項 1 1】

一つのマイクロレンズを共有する第 1 の画素および第 2 の画素を備えた像素子を用いて位相差方式の焦点検出を行う焦点検出方法であって、

焦点検出領域の複数の範囲において、複数の前記第 1 の画素を含む第 1 の画素配列と複数の前記第 2 の画素を含む第 2 の画素配列とを相対的に変位させて、該複数の範囲のそれぞれにおける相関波形を算出する算出ステップと、

前記複数の範囲のそれぞれにおける前記第 1 の画素配列または前記第 2 の画素配列に飽和画素が含まれるか否かを判定する判定ステップと、

前記複数の範囲のそれぞれにおいて算出された前記相関波形の加算処理を行う加算処理ステップと、を有し、

前記加算処理ステップは、前記複数の範囲のうち第 1 の範囲における前記第 1 の画素配列または前記第 2 の画素配列に前記飽和画素が含まれる場合、該第 1 の範囲において算出された前記相関波形の影響を小さくするように前記加算処理を行う、ことを特徴とする焦点検出方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載の焦点検出方法の手順が記述されたコンピュータで実行可能なプログラム。

【請求項 1 3】

コンピュータに、請求項 1 1 に記載の焦点検出方法の各工程を実行させるためのプログラムが記憶されたコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は、1つのマイクロレンズを共有する複数の光電変換部を備えた像素子を用いて位相差方式の焦点検出を行う焦点検出装置に関する。

【背景技術】**【0 0 0 2】**

従来から、1つのマイクロレンズを共有する複数の光電変換部を備えた固体像素子を用いて、撮像とともに位相差方式の焦点検出を行う焦点検出方法が知られている。特許文献 1 には、1つのマイクロレンズに対して分割された2つの光電変換部が瞳分割された画像信号を取得し、位相差方式の焦点検出処理を行う構成が開示されている。また特許文献 1 には、同一のマイクロレンズに対応する2つの光電変換部の加算出力値を1画素の出力として扱い、撮像用の画像信号を取得する構成が開示されている。

【0 0 0 3】

特許文献 2 には、1つのマイクロレンズを共有する複数の光電変換部からの像信号を選択的に A 像または B 像として読み出し、相関演算を行う構成が開示されている。特許文献 3 には、非破壊読み出しにより、分割された複数の光電変換部の一部の電荷読み出しを行った後、各光電変換部の合成成分値を読み出す構成が開示されている。そして、合成成分値と一部の光電変換部の画素値との差分から他方の分割された光電変換部の画素値を推定することで、読み出し画素数を低減させる。

【0 0 0 4】

特許文献 1、2 のような構成では、分割された複数の光電変換部の加算値を用いて撮像用の画像信号の出力値を生成するため、各光電変換部における光電変換可能な光量の上限値は、光電変換部を分割しない構成の場合と比較して小さくなる。すなわち、各光電変換部の一方にのみ飽和レベルを超える強度の光が当たっている場合、飽和分の電荷は撮像用

10

20

30

40

50

の画像信号に反映されないため、撮像用の画像信号が正確に生成されない。

【0005】

また、撮像素子を利用して位相差方式による焦点検出を行う際に、各画素を瞳分割した画素信号から列方向の相関値変化を求めた相関波形を複数の測距領域毎に算出することが考えられる。このとき、複数の測距領域から算出された複数の相関波形を加算し、加算された相関波形から像ずれ量を求めてピントのずれ量を算出することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2001-83407号公報

10

【特許文献2】特開2007-133087号公報

【特許文献3】特許第4691930号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、撮像素子を用いて位相差方式による焦点検出を行う際に、飽和画素を含む領域で相関波形を算出すると、相関波形に基づいて得られる像ずれ量が0となり誤ったピントずれ量が算出され、焦点検出精度が劣化してしまう。

【0008】

そこで本発明は、飽和画素が含まれる場合でも焦点検出精度の劣化を低減可能な焦点検出装置、撮像装置、撮像システム、および、焦点検出方法を提供する。また本発明は、その焦点検出方法をコンピュータに実行させるためのプログラム、および、そのプログラムを記憶した記憶媒体を提供する。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一側面としての焦点検出装置は、一つのマイクロレンズを共有する第1の画素および第2の画素を備えた撮像素子を用いて位相差方式の焦点検出を行う焦点検出装置であって、焦点検出領域の複数の範囲において、複数の前記第1の画素を含む第1の画素配列と複数の前記第2の画素を含む第2の画素配列とを相対的に変位させて、該複数の範囲のそれぞれにおける相関波形を算出する算出手段と、前記複数の範囲のそれぞれにおける前記第1の画素配列または前記第2の画素配列に飽和画素が含まれるか否かを判定する判定手段と、前記複数の範囲のそれぞれにおいて算出された前記相関波形の加算処理を行う加算手段とを有し、前記加算手段は、前記複数の範囲のうち第1の範囲における前記第1の画素配列または前記第2の画素配列に前記飽和画素が含まれる場合、該第1の範囲において算出された前記相関波形の影響を小さくするように前記加算処理を行う。

30

【0010】

本発明の他の側面としての撮像装置は、前記焦点検出装置を有する。

【0011】

本発明の他の側面としての撮像システムは、前記撮像装置と、前記撮像装置に着脱可能なレンズ装置とを有し、前記撮像装置は、前記焦点検出装置から得られた信号に基づいて前記レンズ装置の駆動制御を行う。

40

【0012】

本発明の他の側面としての焦点検出方法は、一つのマイクロレンズを共有する第1の画素および第2の画素を備えた撮像素子を用いて位相差方式の焦点検出を行う焦点検出方法であって、焦点検出領域の複数の範囲において、複数の前記第1の画素を含む第1の画素配列と複数の前記第2の画素を含む第2の画素配列とを相対的に変位させて、該複数の範囲のそれぞれにおける相関波形を算出する算出ステップと、前記複数の範囲のそれぞれにおける前記第1の画素配列または前記第2の画素配列に飽和画素が含まれるか否かを判定する判定ステップと、前記複数の範囲のそれぞれにおいて算出された前記相関波形の加算処理を行う加算処理ステップとを有し、前記加算処理ステップは、前記複数の範囲のうち

50

第1の範囲における前記第1の画素配列または前記第2の画素配列に前記飽和画素が含まれる場合、該第1の範囲において算出された前記相關波形の影響を小さくするように前記加算処理を行う。

【0013】

本発明の他の側面としてのプログラムは、前記焦点検出方法の手順が記述されたコンピュータで実行可能なプログラムである。

【0014】

本発明の他の側面としての記憶媒体は、コンピュータに、前記焦点検出方法の各工程を実行させるためのプログラムが記憶されたコンピュータが読み取り可能な記憶媒体である。

10

【0015】

本発明の他の目的及び特徴は、以下の実施例において説明される。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、飽和画素が含まれる場合でも焦点検出精度の劣化を低減可能な焦点検出装置、撮像装置、撮像システム、および、焦点検出方法を提供することができる。また本発明によれば、その焦点検出方法をコンピュータに実行させるためのプログラム、および、そのプログラムを記憶した記憶媒体を提供することができる。

【画面の簡単な説明】

【0017】

【図1】各実施例における像素子の概略構成図である。

【図2】各実施例における画素アレイの1画素の概略図である。

【図3】各実施例における画素アレイの概略図である。

【図4】各実施例において、撮影レンズの射出瞳から出た光束が像素子に入射する概念図である。

20

【図5】各実施例における焦点検出装置による焦点検出の模式図である。

【図6】各実施例における像素子の測距領域の概略図である。

【図7】各実施例における測距演算処理を示すフローチャート図である。

【図8】各実施例における相關波形の算出処理を示すフローチャートである。

【図9】各実施例における相關波形とピントとの関係を示す図である。

【図10】各実施例において、飽和画素の有無に応じた相關波形を示す図である。

【図11】実施例1における相關波形の加算処理を示すフローチャートである。

【図12】実施例2における相關波形の加算処理を示すフローチャート図である。

【図13】各実施例における撮像システムの概略図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施例について、図面を参照しながら詳細に説明する。各図において、同一の部材については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。

【実施例1】

【0019】

まず、図1を参照して、本発明の実施例1における像素子の構成について説明する。

図1は、本実施例における像素子の概略構成図である。図1において、像素子100は、画素アレイ101(画素部)、画素アレイ101における行を選択する垂直選択回路102、および、画素アレイ101における列を選択する水平選択回路104を備えて構成される。また像素子100は、画素アレイ101の画素のうち垂直選択回路102により選択される画素の信号を読み出す読み出し回路103、各回路の動作モードなどを外部から決定するシリアルインターフェイス105を有する。

【0020】

読み出し回路103は、信号を蓄積するメモリ、ゲインアンプ、A/D変換器などの構成要素を列毎に有する。像素子100は、図1に示される構成要素以外にも、例えば、垂

40

50

直選択回路 102、水平選択回路 104、信号読み出し部 103 などにタイミングを提供するタイミングジェネレータまたは制御回路を備える。典型的には、垂直選択回路 102 は、画素アレイ 101 の複数の行を順に選択し、選択された画素信号を読み出し回路 103 に読み出す。水平選択回路 104 は、読み出し回路 103 に読み出された複数の画素信号を列毎に順に選択する。

【0021】

続いて図 2 を参照して、画素アレイ 101 における 1 画素の構成について説明する。図 2 は、画素アレイ 101 における 1 画素の概略図である。201 は、画素アレイ 101 における 1 画素である。202 はマイクロレンズである。1 つの画素 201 は、1 つのマイクロレンズ 202 を有する。203、204 はフォトダイオードである。1 つの画素 201 は、2 つのフォトダイオード 203、204 (以下、「PD」という。) を有する。なお、画素 201 は、図 2 に示される構成要素以外にも、例えば、PD203、204 の信号を列読み出し回路 103 に読み出すための画素増幅アンプ、行を選択する選択スイッチ、PD203、204 の信号をリセットするリセットスイッチなどを備えて構成される。

【0022】

続いて、図 3 を参照して、画素アレイ 101 の全体構成について説明する。図 3 は、画素アレイ 101 の概略図である。画素アレイ 101 は、2 次元の画像を提供するため、図 2 で示されるような 1 画素を 2 次元アレイ状に複数配列して構成される。301、302、303、304 は画素である。301L、302L、303L、304L はフォトダイオード (PD) であり、図 2 中の PD203 に相当する。301R、302R、303R、304R はフォトダイオード (PD) であり、図 2 中の PD204 に相当する。

【0023】

次に、図 4 を参照して、図 3 に示される画素構成を有する撮像素子 100 における受光の様子について説明する。図 4 は、撮影レンズの射出瞳から出た光束が撮像素子 100 に入射する概念図である。図 4 において、画素アレイ 101 の断面が示されている。402 はマイクロレンズ、403 はカラーフィルタである。406 は撮影レンズの射出瞳である。本実施例において、1 つのマイクロレンズ 402 を共有する 2 つのフォトダイオード (PD203、204) に対して、射出瞳 406 から出た光束の中心を光軸 409 とする。射出瞳 406 から出た光は、光軸 409 を中心として撮像素子 100 に入射する。

【0024】

407、408 は、それぞれ、撮影レンズの射出瞳のうち互いに異なる領域 (一部領域) である。410 は、射出瞳 406 の領域 407 を通過する光の最外周の光線である。411 は、射出瞳 406 の領域 408 を通過する光の最外周の光線である。図 4 に示されるように、射出瞳 406 から出る光束のうち、光軸 409 を境にして、上側の光束 (領域 407 を通過する光) は PD204 に入射し、下側の光束 (領域 408 を通過する光) は PD203 に入射する。すなわち、PD203 と PD204 は、それぞれ、撮影レンズの射出瞳 406 の互いに異なる領域 (領域 407、408) の光を受光している。

【0025】

本実施例では、図 2 および図 4 に示されるように、1 つのマイクロレンズ 202 (402) に対して 2 つのフォトダイオード (PD203、204) を有する構成が採用されている。しかし本実施例は、これに限定されるものではなく、ある画素は片側の PD、隣の画素は反対側の PD のみ備えた構成でも、位相差方式による焦点検出は可能である。また、遮光層などでマイクロレンズ 202 の片側から入る光を遮るように構成しても、位相差方式による焦点検出を行うことができる。また本実施例は、撮影レンズの射出瞳 406 から出る光束の情報を別々に (独立して) 取得可能な構成で 2 次元に配置された画素を有する撮像素子であれば、前述の構成に限定されるものではない。

【0026】

本実施例の撮像装置は焦点検出装置を有し、撮像素子 100 により撮影レンズの射出瞳の互いに異なる領域の像を取得して、位相差方式による焦点検出を行う。すなわち撮像装置 (焦点検出装置) は、一つのマイクロレンズ 202 を共有する第 1 の画素 (PD202)

) および第2の画素 (P D 2 0 3) を備えた撮像素子 1 0 0 を用いて位相差方式の焦点検出を行う。

【 0 0 2 7 】

次に図5および図6を参照して、2像のずれ量に基づいて撮影レンズを駆動する処理について説明する。まず図5を参照して、本実施例の焦点検出装置による焦点検出(測距)の概略について説明する。図5は、焦点検出装置による焦点検出の模式図であり、図5の上部は撮像素子100の焦点検出領域(測距領域)の1行に配置された画素配置を示し、下部は横軸が画素位置、縦軸が信号レベルで各ピント位置での像を示す。また、図5(a)は合焦状態、図5(b)は前ピン状態、図5(c)は後ピン状態をそれぞれ示す。撮像素子100は、撮影レンズの互いに異なる射出瞳からの光を受光するAライン画素およびBライン画素が2次元状に配置されている。

10

【 0 0 2 8 】

図3を参照して説明すると、行305のうち、P D 3 0 1 L、3 0 2 L、3 0 3 L、3 0 4 L (A像画素、第1の画素)により、Aライン(第1の画素配列)が構成される。また、P D 3 0 1 R、3 0 2 R、3 0 3 R、3 0 4 R (B像画素、第2の画素)によりBライン(第2の画素配列)が構成される。図5に示されるように、AラインおよびBラインの出力は、合焦状態、前ピン状態、および、後ピン状態のいずれであるかに応じて、2像の間隔(像間隔)が異なるように変化する。合焦状態における像間隔になるように、撮影レンズのフォーカス用レンズを移動させて、ピントを合わせる。すなわち、フォーカス用レンズの移動量は、2像のずれ量から計算して求めることができる。

20

【 0 0 2 9 】

続いて図6を参照して、撮像素子100上での焦点検出領域(測距領域)について説明する。図6は、撮像素子100上での測距領域の概略図である。図6(a)は、測距領域を示している。本実施例において、測距領域(測距演算範囲)は、測距領域中心601を中心にして、X方向(横方向)がpからq列、Y方向(縦方向)がrからs行の範囲に設定されている。また、シフト量は、-imaxから+imaxまでである。本実施例において、測距可能な測距領域は、シフト量をも含んで構成される領域603である。領域603内において、焦点検出装置は、Aラインの出力とBラインの出力とを比較する。

【 0 0 3 0 】

図6(b)は、画素アレイ101中の測距領域が図6(a)に示される測距領域と異なる位置に設定された状態について示している。図6(b)に示されるように、測距領域をずらす(移動させる)ことにより、画面上の任意の場所で測距演算(焦点検出演算)を行うことが可能である。

30

【 0 0 3 1 】

次に、図7乃至図11を参照して、本実施例における測距演算処理(焦点検出方法)について説明する。図7は、測距演算処理を示すフローチャートであり、測距演算を行ってからレンズ(撮影レンズ)を駆動するまでの一連の処理を示している。本実施例では、図6(a)に示されるような測距演算範囲での処理について説明する。なお、図7の各ステップは、撮像装置(焦点検出装置)の制御部(例えば、制御部1309)の指令に基づいて実行される。

40

【 0 0 3 2 】

図7において測距演算が開始すると、まずステップS701において、測距演算範囲における測距領域の相関波形Cm(I)を求めるサブルーチンに入る。ここで、図8を参照して、ステップS701のサブルーチン、すなわち相関波形Cm(I)の算出方法について説明する。図8は、撮像素子100から得られた像データ(像信号)に基づいて、図6(a)に示される測距領域(焦点検出領域)における相関波形Cm(I)の算出方法を示すフローチャートである。なお、図8の各ステップは、撮像装置(焦点検出装置)の制御部(例えば、制御部1309)の指令に基づいて実行される。

【 0 0 3 3 】

図8において、相関波形算出が開始すると、まずステップS800において、最初の行

50

$Y = r$ を選択する。次にステップ S 801において、飽和画素検出を行う。飽和画素は、各画素（の信号値）が予め設定された一定の飽和レベルに達しているか否かにより判定される。ステップ S 801において、画素が飽和レベルに達している場合、その画素を飽和画素であると判定し、画素信号に飽和ビットを付与する。なお、飽和ビットの付与は、画素信号の一部を飽和ビットとして取り扱う構成に変更してもよく、また、極性についても限定されるものではない。

【0034】

次にステップ S 802において、 $I_y = -I_{max}$ に設定する。ここでは $Y = r$ 行であるため、 r 行での像ずれ量を求める。続いてステップ S 803において、B 像（B ライン）の像データを I_y 画素シフトする。そしてステップ S 804において、A 像（A ライン）の像データ）および B 像（B ラインの像データ）の I_y 画素シフト時の相関値（相関波形）を求める。具体的には、相関値（相関波形 $Cm(I_y)$ ）は、以下の式（1）で表されるように、A ラインと B ラインの各画素での 2 像の差（像データの差）の絶対値を求ることで算出される。

【0035】

【数1】

$$Cm(I_y) = \sum_{x=p}^q |A_x - B_{x+I_y}| \quad \dots \quad (1)$$

10

20

【0036】

式（1）において、 A_x 、 B_x は、指定した行における各々の A ライン、B ラインの x 座標の出力をそれぞれ示す。すなわち、 $Cm(I_y)$ は、測距領域 m における B ラインを I_y 画素シフトさせたときの A ラインの像データと B ラインの像データとの差の絶対値の総和である。

【0037】

また、本実施例における相関値は、式（1）を用いた算出に限定されるものではなく、例えば、以下の式（2）を用いることもできる。

【0038】

【数2】

$$Cm(I_y) = \sum_{x=p}^q |A_{x+I_y} - B_{x-I_y}| \quad \dots \quad (2)$$

30

【0039】

式（2）では、B ラインの像データだけをシフトするのではなく、A ラインの像データも同時に逆方向にシフトして、これらの像データの差の絶対値の総和を求めている。このとき、ステップ S 803において、A ラインの像データを I_y 画素シフトし、B ラインの像データを $-I_y$ 画素シフトする。

【0040】

また、本実施例における相関値は、A ラインの像データと B ラインの像データとの差の絶対値に基づいて算出する以外にも、以下の式（3）で表されるように、各画素の画素値（像データ）のうち大きいほうの画素値を用いて算出することが可能である。

【0041】

【数3】

$$Cm(I_y) = \sum_{x=p}^q \max(A_x, B_{x+I_y}) \quad \dots \quad (3)$$

40

【0042】

50

式(3)において、 $\max(A, B)$ は、AとBの大きい方の値を選択することを表す。また、具体的な式については記載しないが、AとBの小さい方の値を選択する演算を用いて相関値(相関波形)を求めるこどもできる。このように本実施例では、焦点検出領域の複数の範囲において、複数の第1の画素を含む第1の画素配列と複数の第2の画素を含む第2の画素配列とを相対的に変位させて、複数の範囲のそれぞれにおける相関波形を算出する。相関波形の算出は、例えば、図13中の制御部1309(算出手段)により行われる。なお、ステップS804における相関値の算出方法は特に限定されるものではない。

【0043】

次に、ステップS805において、 $I_y + 1$ を I_y に代入することにより、1画素だけ10
ずらす。続いてステップS806において、 I_y が I_{max} よりも大きい($I_y > I_{max}$)か否かを判定する。 I_y が I_{max} よりも大きい場合、ステップS807に進む。一方、 I_y が I_{max} 以下である場合、ステップS803に戻り、ステップS803～S805を繰り返す。

【0044】

次に、ステップS807において、 $Cm(I_y) + Cm(I)$ を $Cm(I)$ に代入する。すなわち、制御部1309(加算手段)は、焦点検出領域の複数の範囲のそれぞれにおいて算出された相関波形の加算処理を行う。

【0045】

続いてステップS808において、 $Y + 1$ を Y に代入することにより1行進ませる。そしてステップS809において、 $Y > s$ であるか否かを判定する。 $Y > s$ の場合、相関波形の算出を終了する。一方、 $Y > s$ でない場合、ステップS802に戻り、ステップS802～S808を繰り返す。本実施例のステップS807では、各行の相関波形 $Cm(I_y)$ を加算して相関波形 $Cm(I)$ を生成する。そして、これを行 r から行 s まで繰り返し行うことにより、各行の相関波形 $Cm(I_y)$ から全行加算された相関波形 $Cm(I)$ が算出される。

【0046】

続いて、図9を参照して、相関波形について説明する。図9は、相関波形の模式図であり、図9(a)は合焦状態、図9(b)は前ピン状態、図9(c)は後ピン状態をそれぞれ示している。相関波形 $Cm(I)$ は、シフト量 I だけずらした場合のAラインの像データとBラインの像データとの相関値である。相関値を求めるためにこれらの像データの差の絶対値の総和を用いる場合、相関波形 $Cm(I)$ の出力が最も低い場所のシフト量 I が最も相関を有するシフト量 I となる。

【0047】

図9(a)に示されるように、合焦時において、相関波形 $Cm(I)$ のうち最も相関を有するシフト量 I は、相関波形 $Cm(I)$ の出力が最も低い場所のシフト量($I = 0$)となる。一方、図9(b)および図9(c)に示されるように、ピントがずれている場合、ピントのずれ量に応じた像ずれがシフト量 I となる。すなわち、シフト量 I は像ずれ量と等価であり、シフト量 I = 像ずれ量 I が実質的に成立する。

【0048】

次に、図10を参照して、図8のステップS807について詳述する。図10(a)は、測距演算範囲602における飽和画素を含むラインでのA像とB像の画素値(強度分布)と水平位置との関係を示している。A像が実線、B像が点線でそれぞれ示されており、飽和画素があるラインでは、A像およびB像ともに画素値が大きくなっている。

【0049】

図10(b)は、測距演算範囲602における飽和画素を含むラインでのSAD(差の絶対値の総和:プロットはlog値)とデフォーカス量との関係を示している。飽和画素のある区間で相関値は大きくなり、デフォーカス量が±0の位置でSADの値が小さくなっている。ただし、デフォーカス量によらず飽和画素の影響により飽和画素が全くないライン(図10(d))と比較して、全体のSADの値が大きくなっている。

【0050】

図10(c)は、測距演算範囲602において飽和画素を含まないラインでのA像およびB像の画素値(強度分布)と水平位置との関係を示している。図10(d)は、測距演算範囲602において飽和画素を含まないラインでのSADとデフォーカス量との関係を示している。図10(d)に示されるように、デフォーカス量が+10でSADの値が小さくなっている。しかし、飽和画素の影響を受けないため、デフォーカス量が+10の位置で飽和画素を含むライン(図10(b))と比較して、SADの値が小さくなっている。このことから、飽和画素を含むラインの相関波形を加算することでデフォーカス量が0になるため、求めるべきデフォーカス量は+10とは異なった値となる。1ラインでも飽和画素を含むラインにて相関波形の加算処理を行うと、相関波形の値が全体的に大きくなり、デフォーカス情報の誤検知を起こす可能性がある。

10

【0051】

次に、図11を参照して、本実施例における相関波形の加算処理について説明する。図11は、相関波形の加算処理を示すフローチャートである。なお、図11の各ステップは、撮像装置(焦点検出装置)の制御部(例えば、制御部1309)の指令に基づいて実行される。

20

【0052】

まずステップS1101において、制御部1309(判定手段)は、焦点検出領域の複数の範囲のそれぞれにおけるAライン(第1の画素配列)またはBライン(第2の画素配列)に飽和画素が含まれるか否かを判定する(飽和ライン判定)。すなわち、図8のステップS801にて飽和画素が検出されたか否かが判定される。ステップS1101にて飽和ラインであると判定された場合、すなわち飽和画素が検出された場合、ステップS1102に進む。

20

【0053】

ステップS1102において、制御部1309(加算手段)は、複数の範囲のうち第1の範囲(第I行)における第1の画素配列または第2の画素配列に飽和画素が含まれる場合、第1の範囲において算出された相関波形の影響を小さくするように加算処理を行う。具体的には、本実施例では、飽和画素を含む相関波形に対して前後の相関波形を用いて飽和ラインの補間処理を行う。飽和ラインの補間処理について前の1ライン分の相関波形を補間する場合、すなわち前置補間を行う場合、以下の式(4)で表されるように補間される。

30

【0054】

$$Cm(I) = Cm(I-1) \dots (4)$$

また、前後の1ライン分の相関波形を用いて飽和ラインを補間する場合、以下の式(5)で表されるように補間される。

【0055】

$$Cm(I) = (Cm(I-1) + Cm(I+1)) / 2 \dots (5)$$

40

このように本実施例において、加算手段は、第1の範囲における第1の画素配列または第2の画素配列に飽和画素が含まれる場合、第1の範囲に隣接する第2の範囲の第1の画素配列または第2の画素配列の相関波形を第1の範囲の相関波形として用いる。例えば第1の範囲が第I行である場合、第2の範囲は第I+1行または第I-1行である。

【0056】

また本実施例において、飽和画素が存在する範囲で相関波形の補間処理を行うように構成してもよい。このとき加算手段は、第1の範囲における第1の画素配列または第2の画素配列に飽和画素が含まれる場合、第1の範囲のうち飽和画素が存在する範囲に対して、第1の範囲に隣接する第2の範囲における相関波形を第1の範囲における相関波形として用いる。例えば、図10(c)の飽和画素なしの区間の相関波形を用いて、図10(a)の飽和画素ありの区間の相関波形を補間することができる。

【0057】

次に、ステップS1103において、以下の式(6)で表されるように、相関波形の加

50

重加算処理を行う。

【0058】

$$Cm(I) = Cm(I) + k \times Cm(Iy) \dots (6)$$

式(6)において、kは加重加算の係数であり、0.0~1.0の範囲の値をとる。

【0059】

このとき加算手段は、第1の範囲における第1の画素配列または第2の画素配列に飽和画素が含まれる場合、飽和画素の数に応じた係数kを第1の範囲における相関波形に掛けて加算処理を行う。係数kは、飽和画素の数が少ないほど1に近づき、飽和画素の数が多いほど0に近づくように設定されることが好ましい。また、図8のステップS801における飽和画素検出により、あるラインの画素の全てが飽和画素の場合、k=0としてもよい。

10

【0060】

本実施例において、第1の画素(A像画素)および第2の画素(B像画素)は、射出瞳のうち瞳分離方向において互いに異なる領域を通過した光束を受光して相関波形の算出に用いられる信号を生成する。そして加算手段は、複数の領域のそれぞれの相関波形を瞳分離方向と直交する方向に加算する。本実施例において、A像とB像の瞳分離方向を行方向とし、相関波形の加算方向を列方向としているが、これに限定されるものではない。逆に、A像とB像の瞳分離方向を列方向とし、相関波形の加算方向を行方向としてもよい。

20

【0061】

図7のステップS701において相関波形Cm(I)を算出して最適な像ずれ量Iを求める(図8の相関波形の算出処理が終了すると)、ステップS702に進む。ステップS702において、ステップS701で算出された最適な像ずれ量Iを換算してピントずれLを求める。像ずれ量Iからピントのずれ量Lへの換算は、F値毎の係数を乗算または加算することにより行うことができる。続いてステップS703において、撮像装置のレンズ駆動部(不図示)は、ステップS702で算出されたピントずれ量Lに基づいてレンズ(撮影レンズ)を駆動し、測距演算処理を終了する。

20

【0062】

本実施例によれば、飽和画素を含む測距領域において、飽和画素が検出された各ラインに応じて相関波形を加算する際に加重加算や相関波形の飽和部分の補間を行うことにより、S/N比を向上させてデフォーカス量を算出することができる。

30

【実施例2】

【0063】

次に、本発明の実施例2における撮像装置および焦点検出装置(焦点検出方法)について説明する。本実施例において、図1~図10を参照して説明した内容は実施例1と同様であるため、それら説明は省略する。

30

【0064】

図12を参照して、本実施例における相関波形の加算処理について説明する。図12は、相関波形の加算処理を示すフローチャートである。なお、図12の各ステップは、撮像装置(焦点検出装置)の制御部の指令に基づいて実行される。

40

【0065】

まずステップS1201において、飽和ライン判定が行われる。すなわち、図8のステップS801にて飽和画素が検出されたか否かが判定される。ステップS1201にて飽和ラインではないと判定された場合、すなわち飽和画素が検出されない場合、ステップS1202において、以下の式(7)で表されるように相関波形の加算処理を行う。

【0066】

$$Cm(I) = Cm(I) + Cm(Iy) \dots (7)$$

一方、ステップS1201にて飽和ラインであると判定された場合、すなわち飽和画素が検出された場合、飽和ラインは相関波形のSADの値が大きいため、相関波形の加算処理を行わない。このように制御部1309(加算手段)は、第1の範囲における第1の画素配列または第2の画素配列に飽和画素が含まれる場合、第1の範囲における相関波形を

50

用いずに加算処理を行う。

【0067】

以上のとおり、本実施例では、飽和画素を含む測距領域において飽和画素が検出されたラインに応じて相関波形を加算する際に、飽和画素がないラインについては通常通り加算し、飽和画素を含むラインについては相関波形を加算しない。このため、飽和ラインを除いてS/N比を向上させたデフォーカス量を算出することが可能である。

(撮像システムへの応用)

次に、図13を参照して、各実施例における撮像装置を適用可能な撮像システムについて説明する。図13は、撮像システム1300の概略図である。

【0068】

図13において、1301は被写体の光学像を撮像素子1305(固体撮像素子)に結像させるレンズ部(レンズ装置)である。レンズ部1301は、レンズ駆動装置1302によってズーム制御、フォーカス制御、絞り制御などが行われる。1303はメカニカルシャッターである。メカニカルシャッター1303は、シャッター制御手段1304により制御される。

【0069】

1305は、レンズ部1301で結像された被写体を画像信号として取り込むための撮像素子である。1306は、撮像素子1305から出力される画像信号に各種の補正を行い、また、データを圧縮する撮像信号処理回路である。1307は、撮像素子1305および撮像信号処理回路1306に対して、各種タイミング信号を出力する駆動手段としてのタイミング発生回路である。1309は、各種演算と撮像装置全体を制御する制御部である。1308は、画像データを一時的に記憶する為のメモリ部(記憶手段)である。1310は、記録媒体に記録または読み出しを行うためのインターフェースである。1311は、画像データの記録または読み出しを行うための半導体メモリ等の着脱可能な記録媒体である。1312は、各種情報や撮影画像を表示する表示部である。

【0070】

次に、前述の構成における撮影時のデジタルカメラ(撮像システム1300)の動作について説明する。メイン電源がオンされると、コントロール系の電源がオンし、更に撮像信号処理回路1306などの撮像系回路の電源がオンされる。続いて、レリーズボタン(図示せず)が押されると、撮像素子1305からのデータを元に測距演算を行い、測距結果に基づいて被写体までの距離の演算を制御部1309で行う。その後、レンズ駆動装置1302によりレンズ部1301を駆動して合焦か否かを判断し、合焦していないと判断した場合、再びレンズ部1301を駆動し測距(焦点検出)を行う。測距演算は、撮像素子1305からのデータで求める以外にも、測距専用装置(不図示)で行ってもよい。

【0071】

そして、合焦が確認された後に撮影動作が開始する。撮影動作が終了すると、撮像素子1305から出力された画像信号は撮像信号処理回路1306で画像処理をされ、制御部1309によりメモリ部1308に書き込まれる。撮像信号処理回路1306では、並べ替え処理、加算処理やその選択処理が行われる。メモリ部1308に蓄積されたデータは、制御部1309の制御により記録媒体制御I/F部1310を通り、半導体メモリ等の着脱可能な記録媒体1311に記録される。また、外部I/F部(図示せず)を通り直接コンピュータ等に入力して画像の加工を行ってもよい。なお、撮像システム1300は、撮像装置(撮像装置本体)と、撮像装置に着脱可能なレンズ部1301(レンズ装置)とを備えて構成されており、撮像装置は各実施例の焦点検出装置から得られた信号に基づいてレンズ部1301の駆動制御を行う。ただし各実施例はこれに限定されるものではなく、撮像装置本体とレンズ部が一体的に構成されていてもよい。

【0072】

各実施例によれば、飽和画素が含まれる場合でも焦点検出精度の劣化を低減可能な焦点検出装置、撮像装置、撮像システム、および、焦点検出方法を提供することができる。

【0073】

10

20

30

40

50

特に各実施例の撮像装置では、撮像素子の第1の画素（A像画素）と第2の画素（B像画素）のそれぞれの信号（独立した信号）を焦点検出信号として利用し、第1の画素と第2の画素の加算信号を撮像信号として利用する。このとき、より高品位な撮影画像を得るために、第1の画素または第2の画素の一方が飽和に近づいた場合に積極的に他方に電荷を移動させることにより、高品位な撮影画像を得ることが可能となる。このため各実施例の撮像素子は、第1の画素と第2の画素との間のポテンシャルを下げるなどの構造を採用することが好ましい。このような構造を採用すると、第1の画素および第2の画素の両方が飽和する可能性が大きくなる。両方の光電変換部が飽和すると、焦点検出の際ににおける大きな誤差要因となる。このため、加算手段は、第1の画素配列および第2の画素配列の両方に飽和画素が含まれる場合、第1の範囲において算出された相関波形の影響を小さくするように加算処理を行うことが好ましい。このように各実施例は、上記構成を有する撮像装置（撮像素子）において特に効果的である。

10

【0074】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

(他の実施形態)

本発明の目的は以下のようにしても達成できる。すなわち、前述した各実施形態の機能を実現するための手順が記述されたソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体を、システムまたは装置に供給する。そしてそのシステムまたは装置のコンピュータ（またはC P U、M P U等）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出して実行するのである。

20

【0075】

この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が本発明の新規な機能を実現することになり、そのプログラムコードを記憶した記憶媒体およびプログラムは本発明を構成することになる。

【0076】

また、プログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスクなどが挙げられる。また、C D - R O M、C D - R、C D - R W、D V D - R O M、D V D - R A M、D V D - R W、D V D - R、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、R O M等も用いることができる。

30

【0077】

また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行可能とすることにより、前述した各実施形態の機能が実現される。さらに、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼動しているO S（オペレーティングシステム）等が実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した各実施形態の機能が実現される場合も含まれる。

【0078】

更に、以下の場合も含まれる。まず記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書き込まれる。その後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるC P U等が実際の処理の一部または全部を行う。

40

【0079】

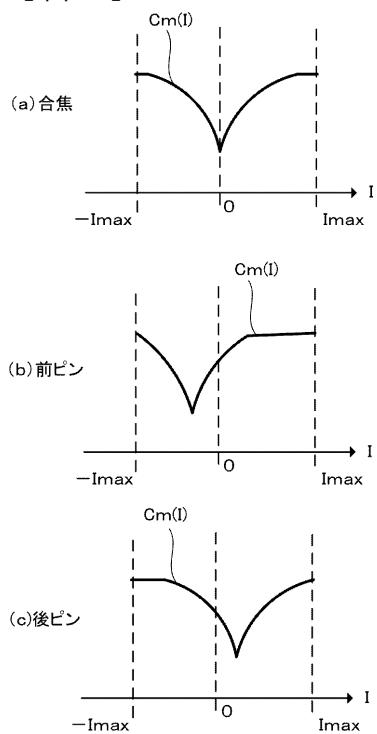
また、本発明はデジタルカメラのような撮影を主目的とした機器にかぎらず、携帯電話、パーソナルコンピュータ（ラップトップ型、デスクトップ型、タブレット型など）、ゲーム機など、撮像装置を内蔵もしくは外部接続する任意の機器に適用可能である。従って、本明細書における「撮像装置」は、撮像機能を備えた任意の電子機器を包含することが意図されている。

【符号の説明】

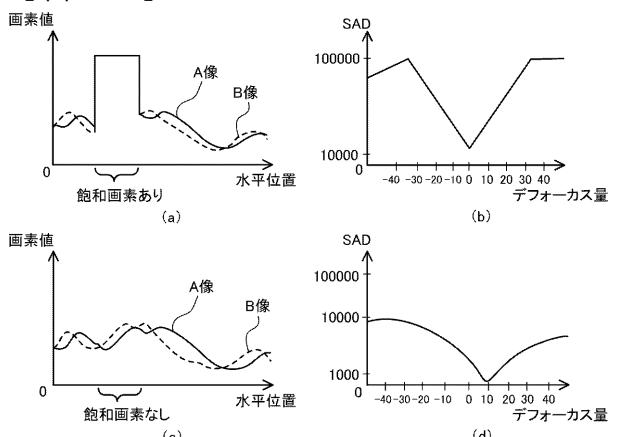
【0080】

201 マイクロレンズ
 203、204 フォトダイオード
 1309 制御部

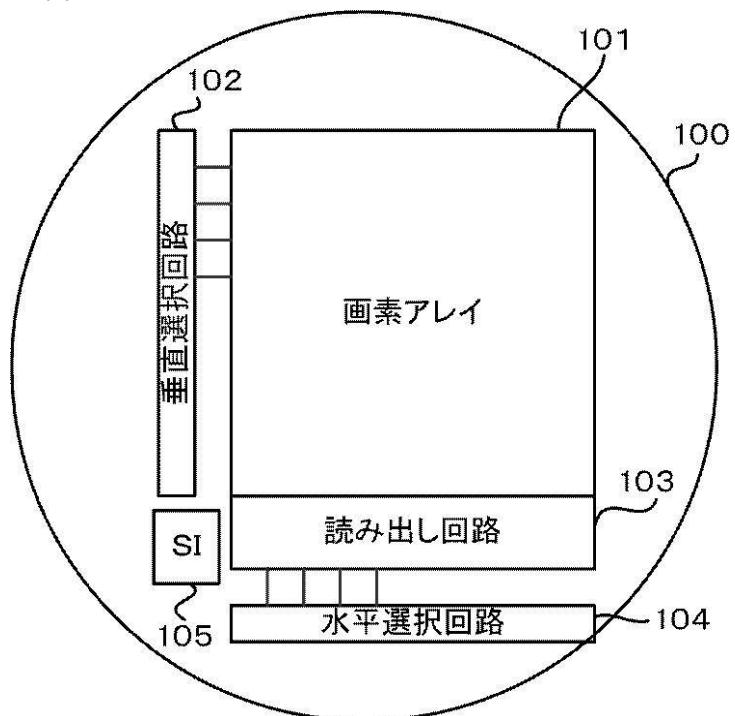
【図9】



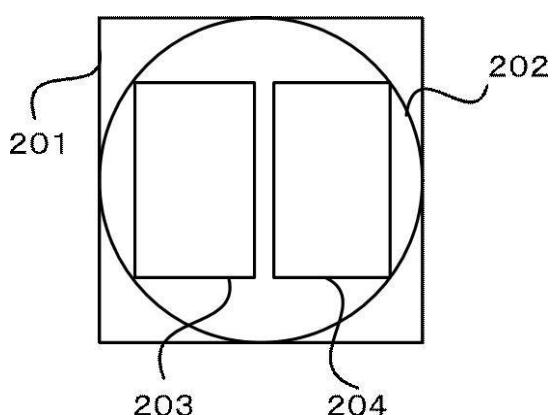
【図10】



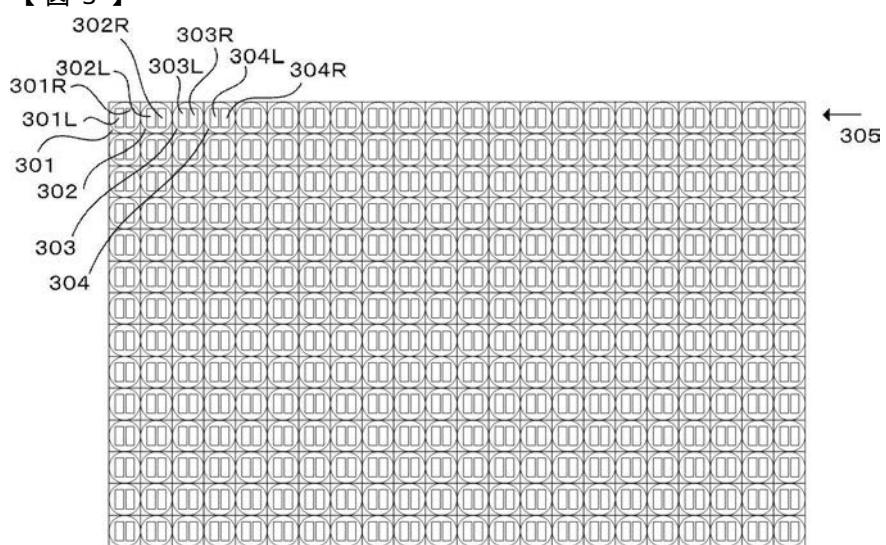
【図 1】

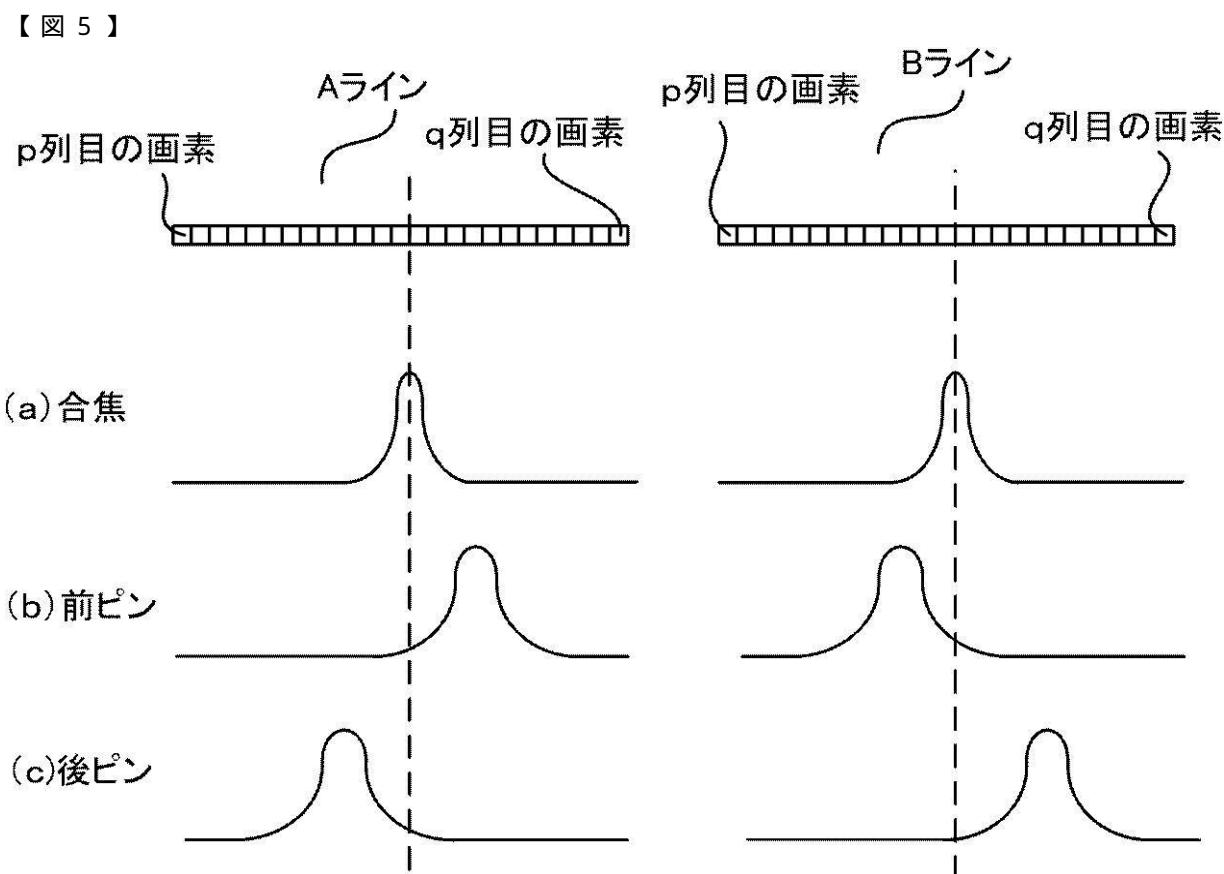
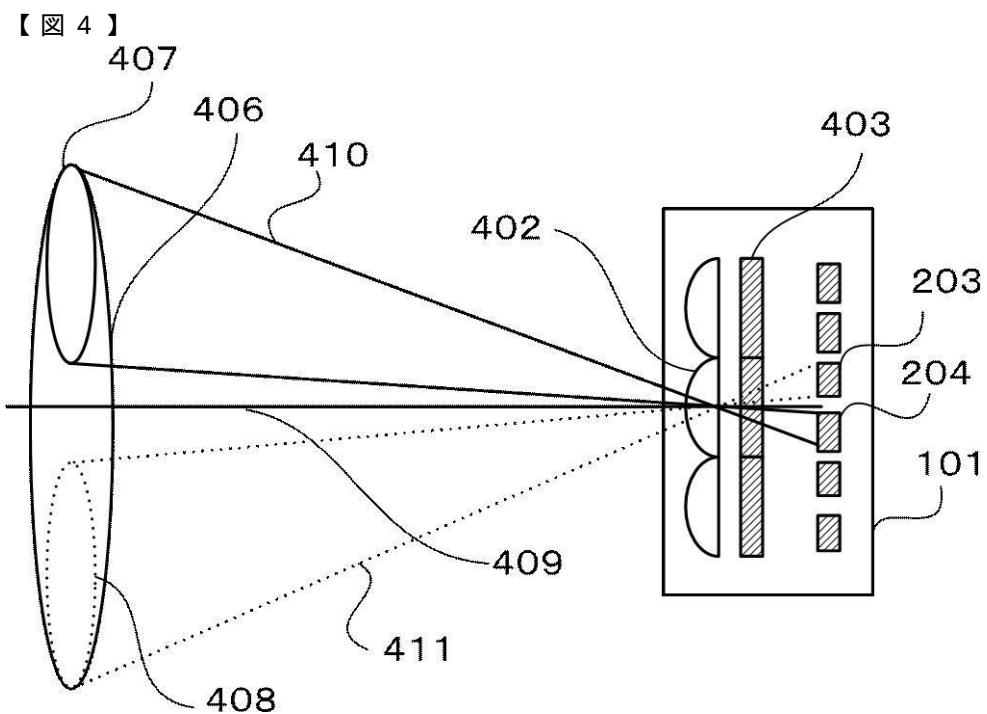


【図 2】

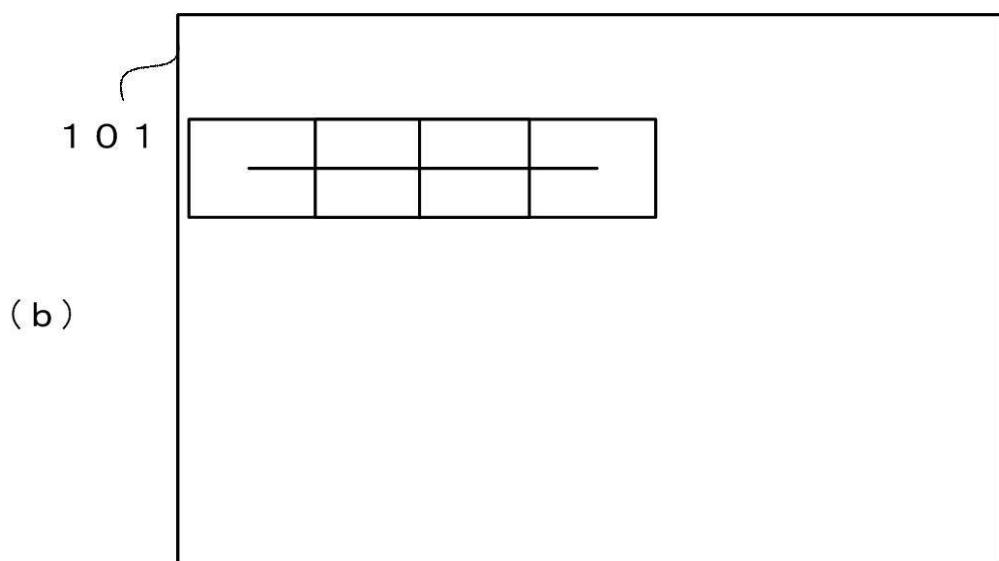
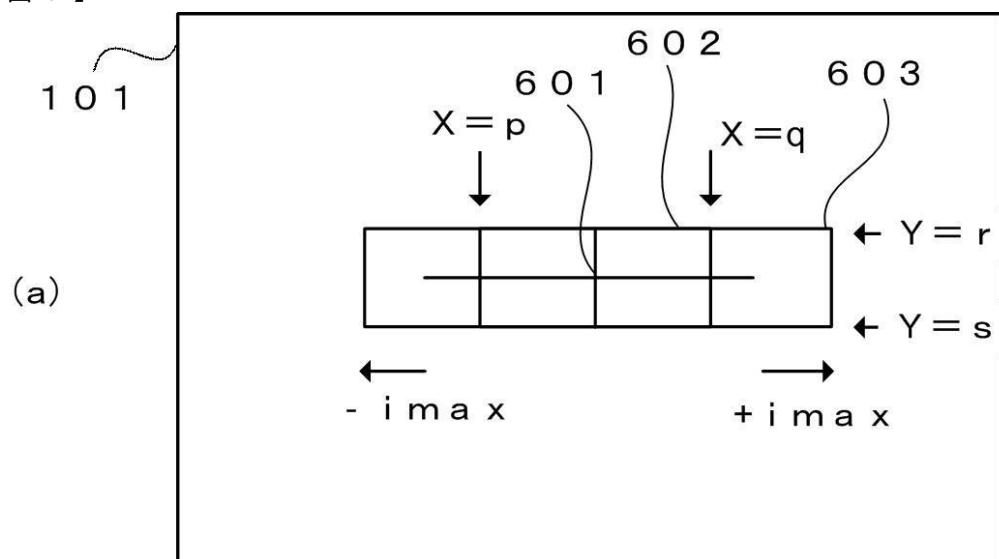


【図 3】

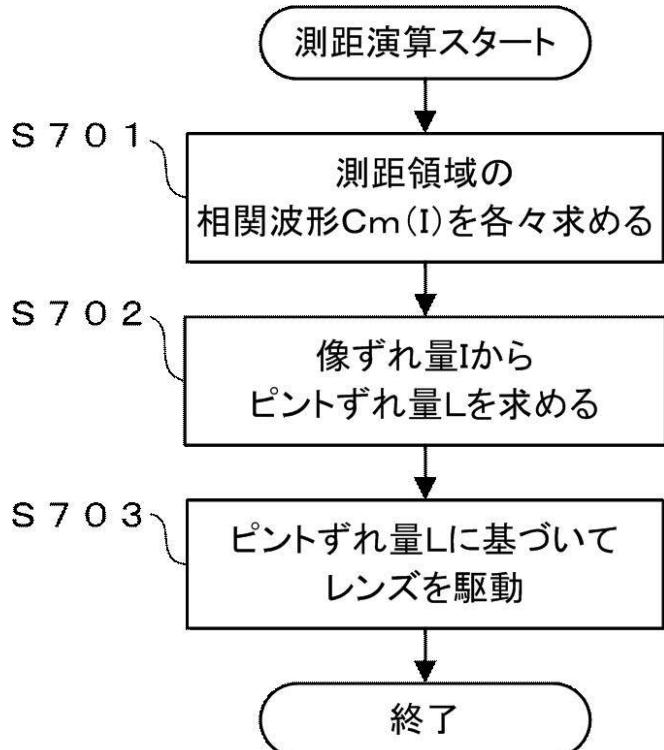




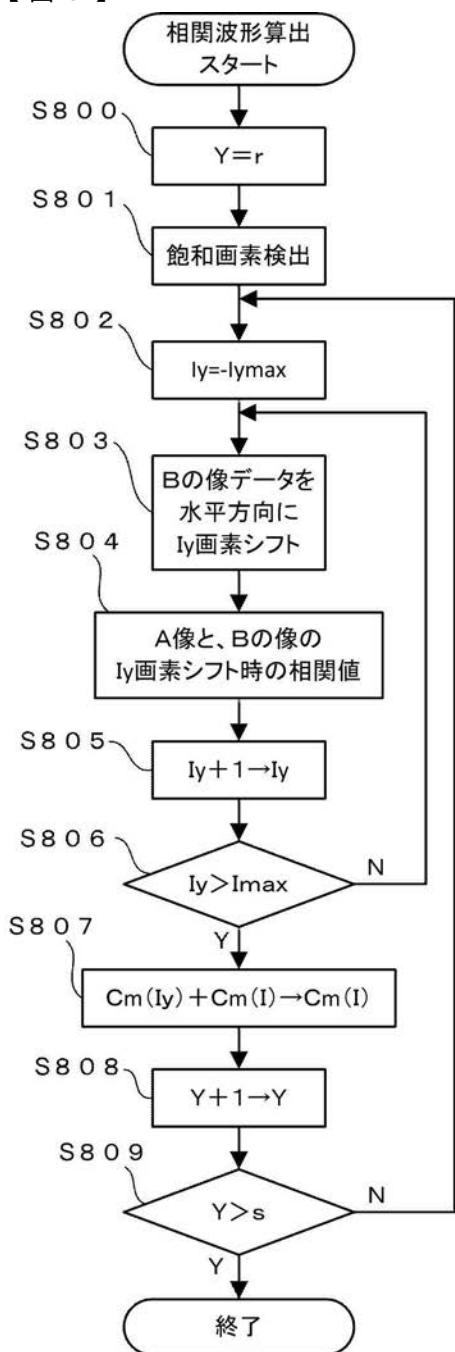
【図6】



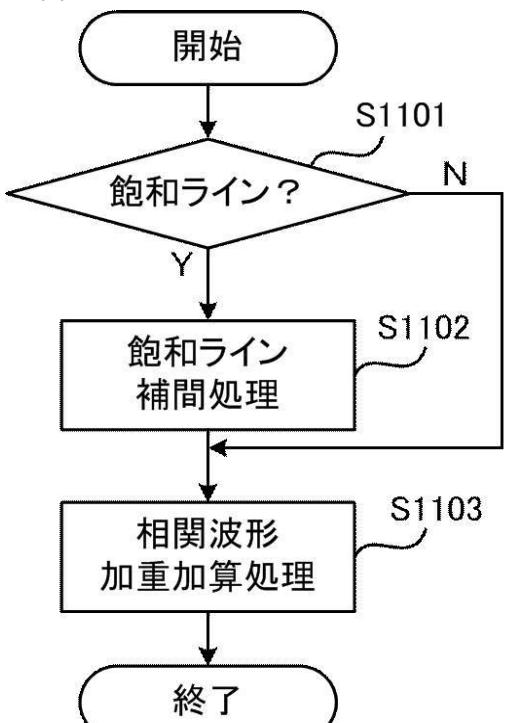
【図7】



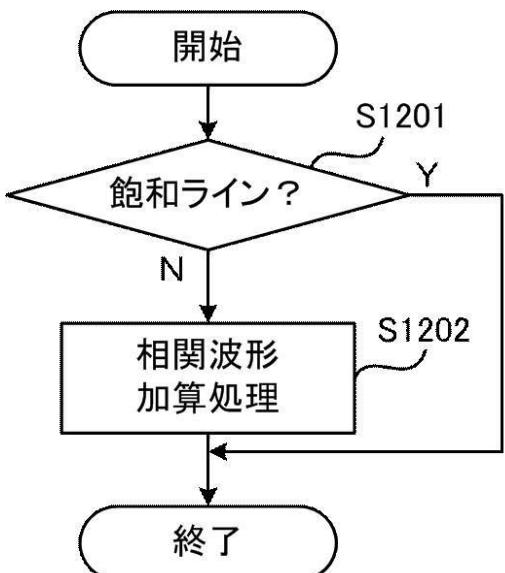
【図8】



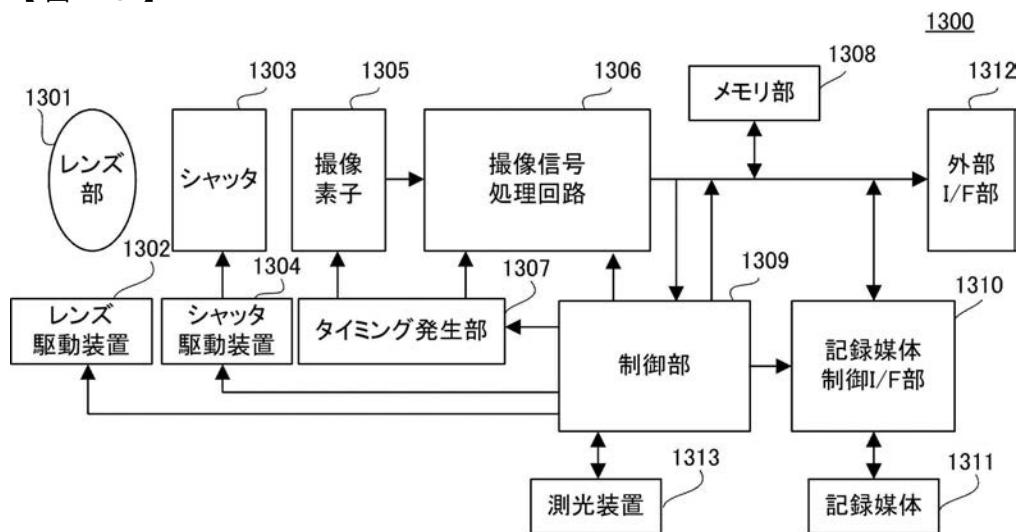
【図 1 1】



【図 1 2】



【図13】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H011 AA01 AA02 BA23 BB03
2H151 BA06 CA04 CB09 CB26 CD01 CE24 CE33 DA10 EA09
5C122 DA04 EA06 FB04 FB05 FC06 FD01 FD07 HA13 HA35 HA86
HA88 HB01 HB06 HB10