

(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2016-31446
(P2016-31446A)

(43) 公開日 平成28年3月7日(2016.3.7)

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

GO2B 7/34 (2006.01)

GO3B 13/36 (2006.01)

HO4N 5/232 (2006.01)

GO2B 7/34

GO3B 13/36

HO4N 5/232

H

2H011

2H151

5C122

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2014-153464 (P2014-153464)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成26年7月29日 (2014.7.29)		キヤノン株式会社
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
		(74) 代理人	100114775
			弁理士 高岡 亮一
		(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
		Fターム(参考)	2H011 AA01 BA23 BB03
			2H151 BA06 BA14 CB09 CB22 CE26
			DA11
			5C122 DA03 DA04 EA37 FB05 FD01
			FD07 HA82 HA88 HB01

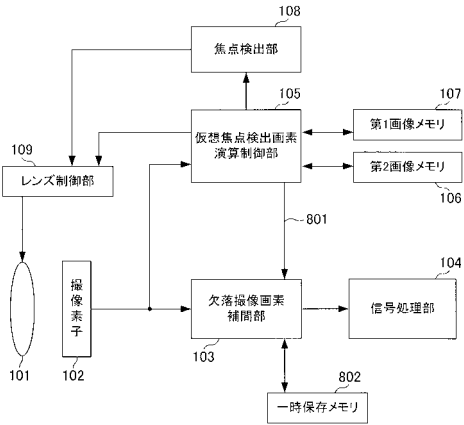
(54) 【発明の名称】 撮像装置及びその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 撮像素子にて焦点検出画素の分布密度が低い場合でも、焦点検出精度の低下を抑えられる焦点検出信号の演算処理を提供すること。

【解決手段】 撮像素子は、マイクロレンズを通してそれぞれ入射する光を受光する焦点検出画素及び撮像素子を有する。演算制御部105は、第1露光によって焦点検出画素及び撮像素子からそれぞれ出力される画素信号を取得し、焦点調節レンズの駆動により所定距離だけ焦点位置を移動させた第2露光によって焦点検出画素及び撮像素子からそれぞれ出力される画素信号を取得する。演算制御部105は、焦点検出画素の画素値と併せて、焦点検出画素の間に配置される撮像素子の光電変換部が複数に分割された領域から構成されとした場合に各領域で得られる画素値から焦点検出信号を算出する。焦点検出部108は焦点検出画素の画素値及び撮像素子の画素値から算出される焦点検出信号を使用して瞳分割による撮像面位相差検出を行う。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像光学系を構成する焦点調節レンズと、マイクロレンズをそれぞれ通した光を受光する焦点検出画素及び撮像画素を有する撮像素子とを備える撮像装置であって、

前記焦点調節レンズの駆動手段と、

前記撮像画素の画素値及び前記焦点検出画素の画素値から焦点検出信号を演算する演算手段を備え、

前記演算手段は、前記焦点調節レンズを通した第 1 露光によって前記焦点検出画素及び撮像画素からそれぞれ出力される第 1 の画素信号と、前記駆動手段が前記焦点調節レンズを前記第 1 露光での位置から光軸方向に移動させた第 2 露光によって前記焦点検出画素及び撮像画素からそれぞれ出力される第 2 の画素信号を取得し、前記焦点検出画素の間に配置された前記撮像画素の光電変換部が複数に分割された領域から構成されるとした場合にそれぞれの領域で得られる画素信号を算出することにより、当該撮像画素の画素値及び前記焦点検出画素の画素値から焦点検出信号を演算することを特徴とする撮像装置。

10

【請求項 2】

前記演算手段による前記焦点検出信号からデフォーカス量を算出し、前記駆動手段により前記焦点調節レンズを移動させることで焦点調節を行う制御手段を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記演算手段による前記焦点検出信号を取得し、前記焦点検出画素の周囲に配置された前記撮像画素の画素値を用いて当該焦点検出画素の位置での画素値を補正する補正手段を備えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の撮像装置。

20

【請求項 4】

前記演算手段は、絞り値と前記焦点調節レンズの位置から、前記第 2 露光における撮像面と、前記第 1 露光における撮像面との距離に相当する光軸方向の焦点面距離を算出して前記第 2 露光での焦点位置を決定することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記演算手段は、絞り値、前記焦点調節レンズの位置、及びズーム機構を有する場合のズームレンズ位置から前記焦点面距離を算出することを特徴とする請求項 4 に記載の撮像装置。

30

【請求項 6】

前記演算手段は、瞳分割された像の移動量と、前記焦点調節レンズの移動量との比を算出して、光軸方向と直交する画素配列方向の画素ピッチに乗算することで前記焦点面距離を算出することを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記演算手段は、前記第 1 露光にて前記第 1 の画素信号から撮像された画像データを取得した後、前記第 2 露光にて前記第 2 の画素信号を取得して前記焦点検出信号の演算を行い、

前記補正手段は、前記演算手段から前記焦点検出信号を取得し、前記第 1 露光もしくは第 2 露光、または前記第 1 露光及び第 2 露光で取得した画素値を補正して記録することを特徴とする請求項 3 に記載の撮像装置。

40

【請求項 8】

前記焦点検出画素は、光電変換部への入射光を遮光する遮光部を有することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 9】

前記焦点検出画素は、前記マイクロレンズを共有する複数の光電変換部を有することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 10】

前記第 2 露光にて前記撮像画素及び焦点検出画素は、前記第 1 露光に対して画素配列方

50

向に画素ピッチ分だけずれて入射される光をそれぞれ受光して画素値を出力し、

前記演算手段は、前記第2の画素信号と前記第1の画素信号の差分から、前記撮像素子にて複数に分割された領域での画素信号を算出することを特徴とする請求項1から9のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項11】

撮像光学系を構成する焦点調節レンズ及びその駆動手段と、マイクロレンズをそれぞれ通した光を受光する焦点検出画素及び撮像素子を有する撮像素子とを備える撮像装置にて実行される制御方法であって、

前記焦点調節レンズを通した第1露光によって前記焦点検出画素及び撮像素子からそれぞれ出力される第1の画素信号と、前記駆動手段が前記焦点調節レンズを前記第1露光での位置から光軸方向に移動させた第2露光によって前記焦点検出画素及び撮像素子からそれぞれ出力される第2の画素信号を、演算手段が取得するステップと、

前記焦点検出画素の間に配置された前記撮像素子の光電変換部が複数に分割された領域から構成されるとした場合にそれぞれの領域で得られる画素信号を前記演算手段が算出することにより、当該撮像素子の画素値及び前記焦点検出画素の画素値から焦点検出信号を演算するステップを有することを特徴とする制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、焦点検出画素及び撮像素子を有する撮像素子の信号処理に関し、特に焦点検出信号を得るための演算処理に関するものである。

【背景技術】

【0002】

瞳分割位相差方式の焦点検出では、撮影レンズの通過光束を分割した一对の瞳分割像を用いる。この一对の瞳分割像の像ズレを検出することによって、撮影レンズのデフォーカス量とデフォーカス方向を検出できる。この原理に従い、撮像素子の画素に遮光層を形成した焦点検出用画素を備える固体撮像素子がある。特許文献1では、通常画素の間に焦点検出画素が埋め込まれた固体撮像素子を用いて、瞳分割位相差方式の焦点検出を行う方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第4797606号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に開示の技術では、焦点検出画素の位置にて撮像素子が欠落することになるため、周囲の撮像素子から補間して画像を生成する必要がある。そのため、全画素数に対して焦点検出画素数の占める割合が高いほど、画質低下が起こり易くなる。画質低下を抑えるために、撮像素子にて焦点検出画素の分布密度（または配置密度）を下げたのでは、焦点検出精度が低下してしまう。そこで、本発明の目的は、撮像素子にて焦点検出画素の分布密度が低い場合でも、焦点検出精度の低下を抑えられる焦点検出信号の演算処理を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明に係る装置は、撮像光学系を構成する焦点調節レンズと、マイクロレンズをそれぞれ通した光を受光する焦点検出画素及び撮像素子を有する撮像素子とを備える撮像装置であって、前記焦点調節レンズの駆動手段と、前記撮像素子の画素値及び前記焦点検出画素の画素値から焦点検出信号を演算する演算手段を備える。前記演算手段は、前記焦点調節レンズを通した第1露光によって前記焦点検出画素及び撮像素子からそれぞれ出力され

る第1の画素信号と、前記駆動手段が前記焦点調節レンズを前記第1露光での位置から光軸方向に移動させた第2露光によって前記焦点検出画素及び撮像素子からそれぞれ出力される第2の画素信号を取得し、前記焦点検出画素の間に配置された前記撮像素子の光電変換部が複数に分割された領域から構成されるとした場合にそれぞれの領域で得られる画素信号を算出することにより、当該撮像素子の画素値及び前記焦点検出画素の画素値から焦点検出信号を演算する。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、撮像素子にて焦点検出画素の分布密度が低い場合でも、焦点検出精度の低下を抑えられる焦点検出信号の演算処理を提供できる。

10

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の実施形態に係る撮像装置のブロック図である。

【図2】第1実施形態に係る撮像素子の画素断面図（A）と第2実施形態に係る撮像素子の画素断面図（B）である。

【図3】撮像素子の画素配列を例示する図である。

【図4】撮像素子と光線の関係図である。

【図5】仮想焦点検出画素の配列図である。

【図6】第1実施形態における処理例を説明するフローチャートである。

【図7】第3実施形態における処理例を説明するフローチャートである。

20

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下に、本発明の各実施形態を、添付図面に基づいて詳細に説明する。

〔第1実施形態〕

図1に示す撮像装置の構成を説明する前に、撮像素子の構造について説明する。図2（A）は本実施形態で使用する撮像素子の画素構造を模式的に示す断面図である。図2（A）には撮像素子（撮像素子）と焦点検出画素（焦点検出用画素）を1つずつ示す。各画素はマイクロレンズ201をそれぞれ備え、配線層202が設けられている。撮像素子の光電変換部203は、マイクロレンズ201を通して受光した光を光電変換し、電気信号を出力する。焦点検出画素の光電変換部204に対しては、配線を利用して部分的な遮光を行う遮光部205が形成されている。光電変換部204は、マイクロレンズ201を通り、遮光部205により一部が遮られた光を受光して光電変換し、電気信号を出力する。撮像面位相差検出では、このような構造をもつ複数の焦点検出画素を配置することによって瞳分割された像の信号が得られる。

30

【0009】

図3は撮像素子の一部である5行8列の画素配列を例示したレイアウト図である。

円形枠で示す撮像素子301は2次元アレイ状に配列されており、半円枠で示す焦点検出画素302、303が分散して配置されている。撮像素子301はその受光面全体に亘って光電変換を行う。焦点検出画素302、303は、図2（A）に示す遮光部205を有するので、受光面の一部で受光した光に対して光電変換を行う。以下、図3に例示する配列にしたがい、図4を参照して検出原理について説明する。

40

【0010】

図4は、画素配列と演算内容を説明する模式図である。図3の第3行に示す6個の撮像素子301と、焦点検出画素302及び303にそれぞれ入射する光線を示す。説明の便宜のため、各画素にはP0からP7と、Q0からQ6で示す識別記号を付しており、各画素値を同様にP0からP7、またはQ0からQ6で表記する。例えば、P0、Q0は焦点検出画素302の画素値を表し、P6、Q6は焦点検出画素303の画素値を表す。P1からP5、Q1からQ5は、それぞれに対応する撮像素子301の画素値を表す。

【0011】

図4の上段には第1露光における撮像面上での画素配列及び画素配列方向の各画素値を

50

示している。第1露光によって得られる第1の画素信号に関し、それぞれの画素値 P_0 から P_7 で示す。また、下段には第2露光における撮像面上での画素配列を示しており、第2露光により得られる第2の画素信号に関し、それぞれの画素値 Q_0 から Q_6 で示す。

【0012】

第2露光における撮像面は、第1露光における撮像面に対して、光軸方向にて焦点面距離 A だけ離間している。焦点調節レンズ（フォーカスレンズ）の駆動制御により、当該レンズをずらすことで瞳分割された像は、瞳分割方向に移動する。瞳分割された像の移動量と、フォーカスレンズの移動量との比を K 値と記すことにすると、 K 値は瞳面までの距離と瞳の形状で決まる。したがって、レンズの設計情報と現在の絞り値やフォーカスレンズの位置情報等から計算により K 値を求める事ができる。

10

【0013】

第1露光では、焦点検出画素302への入射光のうち、遮光部によって遮光された事により光電変換されないエリアに B_0 を付記して区別するとともに、その出力値を B_0 と記す。また、焦点検出画素302への入射光のうちで光電変換されるエリアに A_0 を付記して区別するとともに、その出力値を A_0 と記す。つまり、遮光されるエリアでの出力値 B_0 と、遮光されないエリアでの出力値 A_0 との和が画素値 P_0 である。また、自然数変数の添え字 i を導入し、画素値 P_i （ $i=1\sim5, 7$ ）において2つのエリアにそれぞれ A_i と B_i を付記して区別するとともに、各エリアの出力値を A_i 、 B_i と記す。例えば、画素値 P_1 は A_1 と B_1 との和に等しい。図4にて画素配列方向の右端に位置する撮像素素 P_7 については、その出力値 A_7 のみを示す。

20

【0014】

一方、焦点検出画素303（ P_6 参照）への入射光のうち、遮光部により遮光されずに光電変換が行われるエリアに A_6 を付して区別するとともに、その出力値を A_6 と記す。エリア A_6 への入射光は、 P_6 への入射光の半分として受光されるため、画素の光軸中心に対して、偏心した角度から入射している光に相当する。画素 P_6 にてエリア A_6 で光電変換される光束が、ちょうど画素1つ分だけ、画素配列方向（図4の左右方向）にずれる場合を想定し、そのときの焦点面の距離を焦点面距離 A とする。焦点面距離 A は、光軸方向に直交する方向における画素ピッチ（距離）に K 値を乗算することにより算出される。本実施形態では、レンズの設計情報と制御情報に基づいて焦点面距離 A を計算する処理が実行され、フォーカスレンズを焦点面距離 A だけずらす駆動制御が行われた後、第2露光が実行される。

30

【0015】

第2露光によって得られる信号の画素値 Q_0 から Q_6 について説明すると、画素値 Q_0 は、画素 P_1 で光電変換される出力値 A_1 に相当する。その理由は、出力値 A_1 に相当する受光量は、 Q_0 にて遮られないからである。また、画素値 Q_1 は、 P_2 での出力値 A_2 と、 P_0 での出力値 B_0 との和に相当する。画素値 Q_2 は、 P_3 の出力値 A_3 と、 P_1 での出力値 B_1 との和に相当する。以下、同様にして画素値 Q_3 から Q_6 が求まる。

【0016】

焦点検出画素302と303との間に位置する5個の撮像素素は、本来的には焦点検出画素ではない。しかし、画素値 P_i （ $i=1\sim5$ ）は2分割されたエリア A_i と B_i の各出力値の和であるから、 A_i と B_i の値をそれぞれに算出できるのであれば焦点検出画素として利用できる。つまり、エリア A_i での各出力値から A 像信号を得るとともに、エリア B_i での各出力値から B 像信号を得ることにより、両者の相関演算結果から像ずれ量を算出することができる。その意味で $A_1\sim A_5$ と $B_1\sim B_5$ のそれぞれを組として有する撮像素素を、「仮想焦点検出画素」と呼ぶことにする。以下、エリア A_i 及び B_i の各出力値を算出する演算処理について説明する。

40

【0017】

第1露光における各画素値 $P_0\sim P_6$ と、 $A_0\sim A_6$ 及び $B_1\sim B_5$ との関係は下式で表すことができる。

【数 1】

$$P_0 = A_0$$

$$P_1 = A_1 + B_1$$

$$P_2 = A_2 + B_2$$

$$P_3 = A_3 + B_3$$

$$P_4 = A_4 + B_4$$

$$P_5 = A_5 + B_5$$

10

$$P_6 = A_6 \quad (\text{式 1})$$

【0 0 1 8】

第 2 露光における各画素値 $Q_0 \sim Q_6$ と、 $A_1 \sim A_7$ 及び $B_0 \sim B_4$ との関係は下式で表すことができる。

【数 2】

$$Q_0 = A_1$$

$$Q_1 = A_2 + B_0$$

$$Q_2 = A_3 + B_1$$

20

$$Q_3 = A_4 + B_2$$

$$Q_4 = A_5 + B_3$$

$$Q_5 = A_6 + B_4$$

$$Q_6 = A_7 \quad (\text{式 2})$$

【0 0 1 9】

第 1 露光にて $A_0 (= P_0)$ と $A_6 (= P_6)$ が既知であり、第 2 露光にて $A_1 (= Q_0)$ と $A_7 (= Q_6)$ が既知である。よって、これらの値から残りの仮想焦点検出画素の画素値を求めることができる。具体的には、前記の式 1 と式 2 から逆算することで、下式から仮想焦点検出画素の画素値が算出される。

30

【数 3】

$$A_1 = Q_0$$

$$B_1 = P_1 - A_1$$

$$A_3 = Q_2 - B_1$$

$$B_3 = P_3 - A_3$$

$$A_5 = Q_4 - B_3$$

$$B_5 = P_5 - A_5$$

$$A_6 = P_6$$

$$B_4 = Q_5 - A_6$$

$$A_4 = P_4 - B_4$$

$$B_2 = Q_3 - A_4$$

$$A_2 = P_2 - B_2$$

$$B_0 = Q_1 - A_2 \quad (\text{式 3})$$

40

50

【0020】

このようにして得られた仮想焦点検出画素の画素値を使用することで、図5に示すように焦点検出画素302と303とともに、焦点検出素子を稠密に配列させた画素構造と実質的に等価な構造を実現できる。つまり、図5の第3行目において2分割の画素501で示すように、高密度に焦点検出画素が配置されている場合と同等の焦点検出性能が得られることになる。各画素501の画素値を用いて、第1焦点検出信号と第2焦点検出信号を取得できるとともに、両信号を加算した信号は撮像信号として使用できる。なお、前記の式では理解のし易さを考慮し、画素値P0からP6に関して記述した。これと同様の配列をさらに連続させた画素構造の場合には、配列する画素数に応じて拡張した式を適用することにより、さらに長い配列を有する仮想焦点検出画素の画素値を算出することができる。

【0021】

次に、図1を参照して本実施形態に係る撮像装置の構成例を説明する。図1は撮像装置の構成において本発明に関連する部分を抽出した構成部のブロック図である。

撮像光学系を構成するレンズ部101は、絞りやフォーカスレンズ等の光学素子を備える。レンズ部101がズーム機構を有する場合にはズームレンズとその位置検出部が設けられる。撮像素子102（図2、図3参照）はレンズ部101を通して結像する光を光電変換し、撮像画素と焦点検出画素の各画素信号を出力する。欠落撮像画素補間部（以下、画素補間部という）103は、撮像素子102から焦点検出画素の信号を取得するとともに、当該焦点検出画素の周囲に位置する撮像画素の信号を取得して補間する。画素補間部103により焦点検出画素の位置での信号が補間処理により生成されるので、通常の撮像素子の場合と同様に、撮像面の全面に亘って撮像画素信号が得られる。撮像画素信号と、焦点検出画素の位置で補間処理により算出された信号は、信号処理部104に出力される。信号処理部104は所定のフォーマットに従う画像データの記録処理や画像表示処理に適した信号処理等を実行する。信号処理部104以降の回路部が行う処理については、本発明にて本質的ではないため、説明を省略する。

【0022】

仮想焦点検出画素演算制御部（以下、演算制御部という）105は、撮像素子102から出力される信号を取得し、前記した仮想焦点検出画素の演算制御を行う。演算制御部105は、第1露光によって取得した信号を保存する第1画像メモリ107と、第2露光によって取得した信号を保存する第2画像メモリ106に接続されている。第1露光によって取得した信号とは、前記の例では画素値P0からP7の信号であり、第2露光によって取得した信号とは、前記の例では画素値Q0からQ6の信号である。演算制御部105は、前記の演算により仮想焦点検出画素の画素値を算出し、焦点検出画素302及び303の各画素値とともに焦点検出部108へ出力する。焦点検出部108は、焦点検出画素及び仮想焦点検出画素の各画素値に基づいて既知の相関演算を行い、撮像面位相差検出によって像ずれ量を算出してデフォーカス量に換算する。

【0023】

レンズ制御部109は、レンズ部101の絞りやフォーカスレンズ等の光学素子を制御する。演算制御部105は第2露光を制御する場合と、焦点検出部108による焦点検出結果に基づいて焦点調節動作の制御を行う場合に、レンズ制御部109に対して制御信号を送信する。焦点検出部108は、焦点検出画素及び仮想焦点検出画素の各画素値に基づいて一対の像（A像とB像）データを生成し、その位相差を用いてデフォーカス量の検出を行う。レンズ制御部109は、焦点検出部108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を駆動して焦点調節動作を制御する。なお、出力801及び一時保存メモリ802については後述の実施形態で説明する。

【0024】

図6は演算制御部105が行う処理例を示すフローチャートである。以下の処理は撮像装置全体の制御を行うシステム制御部のCPU（中央演算処理装置）が実行するプログラムにしたがって行われる。

【0025】

10

20

30

40

50

S 6 0 1では、システム制御部による同期信号で処理が開始し、S 6 0 2に進む。S 6 0 2で第1露光が行われる。第1露光における焦点位置は、できるだけ合焦近傍である事が望ましいため、演算制御部105が動作を開始する前に、焦点検出部108は大まかな焦点検出を行う。第1露光で得られた像のデータは第1画像メモリ107へ転送されて記憶される。なお、第1画像メモリ107には、画面全体に亘るデータを保存する必要はなく、焦点検出画素と、焦点検出画素近傍における、前記演算に必要な撮像画素の各画素値を示すデータが記憶される。このことは後述する第2露光において第2画像メモリ106に記憶するデータについても同じである。

【0026】

S 6 0 3で演算制御部105は第2露光での焦点位置を決定するために、焦点面距離Aを算出する。焦点面距離Aは、焦点位置、絞り値、及びズーム機構のあるレンズ部の場合にはさらにズームレンズ位置で決まる瞳分割の基線長から計算される。基線長から焦点面距離と像の横ずれの倍率を示す値Kを求めることができる。そして、1ピクセル分の像ずれ量に相当する焦点面距離Aが算出される。S 6 0 4で演算制御部105は、焦点面距離Aに相当する距離だけフォーカスレンズを移動させるために、レンズ制御部109へ制御信号を送信し、レンズ制御の完了を待つ。次のS 6 0 5で第2露光が行われる。第1露光の時点から第2露光の時点までの時間は、できるだけ短い事が望ましい。第2露光で得られた像のデータは第2画像メモリ106へ転送されて記憶される。

【0027】

S 6 0 6で演算制御部105は、第1露光と第2露光における各画像データに基づき、前記の式3を適用して仮想焦点検出画素の画素値を算出する。算出された画素値のデータは、S 6 0 7で焦点検出部108に転送されて、焦点検出処理が実行される。つまり、焦点検出部108は、仮想焦点検出画素の画素値のデータを受信したことを受けて焦点検出処理を開始する。レンズ制御部109は位相差検出情報に基づく既知の焦点調節制御を実行し、フォーカスレンズを合焦位置へと移動させる。

【0028】

本実施形態では、このような手順に従って第1露光と第2露光とでそれぞれ取得される画素値を用いて、前記の演算により仮想焦点検出画素の画素値を算出することができる。すなわち、第2露光にて撮像画素及び焦点検出画素は、第1露光に対して画素ピッチ分だけずれて入射される光をそれぞれ受光して画素値を出力する。第2露光時の画素信号と第1露光時の画素信号の差分から、仮想焦点検出画素（画素配列方向にて焦点検出画素の間に位置する撮像画素）にて分割された領域での画素信号を算出することができる。よって、撮像面上で撮像画素に比べて分布密度の低い焦点検出画素の信号だけでなく、仮想焦点検出画素を含めた分布密度の高い焦点検出画素の信号が得られるので、画質低下を抑えつつ焦点検出の精度を向上させることができる。

【0029】

〔第2実施形態〕

次に、本発明の第2実施形態を説明する。なお、本実施形態にて第1実施形態の場合と同様の構成要素については既に使用した符号を用いることによって、それらの詳細な説明を省略し、主に相違点を説明する。このような説明の省略については後述の実施形態でも同じである。

【0030】

図2(B)は本実施形態に係る撮像素子の断面構造を例示する。焦点検出画素は遮光部を有しておらず、通常画素の光電変換部203に対して、半分の大きさの光電変換部701、702を有する。光電変換部701、702は共に、同一のマイクロレンズ201を共有している。この構造により、第1実施形態のように遮光部を有する場合と同様に瞳分割が可能である。図4と同じ配列で図2(B)の焦点検出画素を配置した場合に、画素値が既知である画素はA0、B0、A1、B1、A6、B6、A7、B7となる。よって本実施形態では、第1実施形態の場合に比べて、画素情報が増えた分だけ、検算による信頼性および精度が向上する。

10

20

30

40

50

【0031】

[第3実施形態]

次に、本発明の第3実施形態を説明する。図1において、本実施形態と第1実施形態との相違点は以下の通りである。

- ・演算制御部105は、出力801として仮想焦点検出画素の画素情報を、画素補間部103に転送すること。
- ・一時保存メモリ802が画素補間部103に接続されており、本露光時の画像データを一時的に保存すること。

本露光とは、撮像された画像データを記録媒体等に記録するために行われる露光であり、焦点検出のための第1露光や第2露光とは区別される。例えば、第1露光や第2露光とは別に露光を行う場合には当該露光が本露光となる。ただし、露光回数を削減するために、第1露光もしくは第2露光のどちらかを本露光に兼用してもよく、また第1露光及び第2露光の両方を本露光と兼用してもよい。その場合には画素補間部103が、第1露光もしくは第2露光、または第1露光及び第2露光で取得された画素値を補正して記録する。なお、撮像素子の構造については第1実施形態の場合と同様である（図2及び図4参照）。

【0032】

本実施形態では、本露光とその後露光（第3露光）を行う場合を説明する。本露光における画像データを使った仮想焦点検出画素の画素値のデータが作成される。作成された仮想焦点検出画素の画素値のデータに基づいて、P0、P6の画素欠落部分の画素値B0、B6を、それぞれ画素値P0、P6に加算して画素値を補正する処理が行われる。

図7は、本実施形態の本露光による撮影に同期した演算制御部105の処理を説明するフローチャートである。不図示のシステム制御部により、本露光による撮影制御への移行の指示があると、S901の処理が開始する。

【0033】

S902で本露光が行われ、撮像素子102から読み出された画素信号は画素補間部103と演算制御部105に入力される。演算制御部105は、本露光による画素信号を第1画像メモリ107に保存する。また画素補間部103は本露光により得られた画像データを一時保存メモリ802に保存する。

【0034】

S903では第1実施形態の場合と同様に焦点面距離Aが算出される。S904ではレンズ制御部109により、焦点面距離Aにしたがってフォーカスレンズを移動させる制御が実行される。S905で演算制御部105は第3露光を行い、焦点検出画素近傍の画素データを、第2画像メモリ106に記憶する。S906で演算制御部105は、本露光による画像、第3露光による画像の各画素値に基づいて第1実施形態にて記載した計算式を用いて仮想焦点検出画素の画素値を算出する。S907で演算制御部105は、仮想焦点検出画素の画素値を画素補間部103に出力する（図1：出力801）。画素補間部103は、一時保存メモリ802に保存されている本露光による画像データを取得する。画素補間部103は、焦点検出画素の位置において、遮光部がないとした場合に本来入射されるべき光の受光量に相当する画素値を加算することにより、撮像画素値として使用できるように補正する。具体的には、P0およびP6の欠落部分である画素値B0、B6をそれぞれ、画素値P0、P6に加算することで補正が行われる。なお、画素値B6については、図4のP0からP6と同様の画素配列が連続して繰り返される構造において、画素P7からP12の画素値を用いることでB0の場合と同様に計算される。

【0035】

本実施形態では、本露光後において、算出した仮想焦点検出画素の画素値を用いて、焦点検出画素の位置での画素補正を行うことができるので、撮影画像や記録画像の画質向上に寄与する。なお、前記の実施形態では瞳分割を2分割として説明した。これに限らず、1つのマイクロレンズに対して分割された複数の光電変換部を持つ構造が可能であり、4分割や9分割といった、2分割よりも多い瞳分割を行ってもよい。

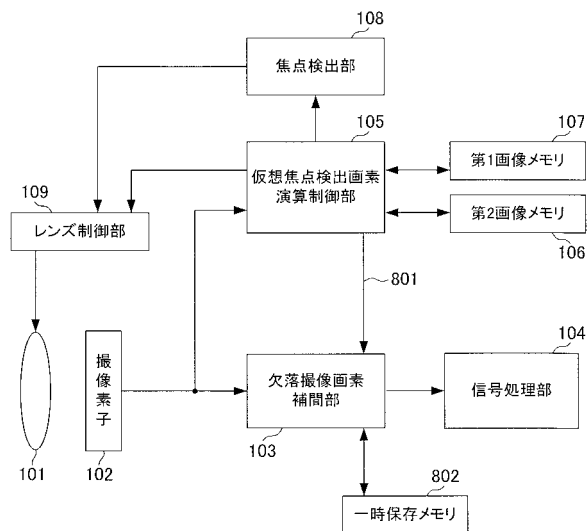
【符号の説明】

【0036】

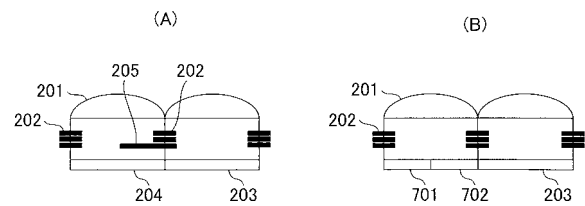
- 102 … 撮像素子
 103 … 欠落撮像画素補間部
 105 … 仮想焦点検出画素演算制御部
 106 … 第2画像メモリ
 107 … 第1画像メモリ
 108 … 焦点検出部
 203 … 撮像画素の光電変換部
 204, 701, 702 … 焦点検出画素の光電変換部

10

【図1】



【図2】



【図 7】

