

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6655218号
(P6655218)

(45) 発行日 令和2年2月26日 (2020.2.26)

(24) 登録日 令和2年2月4日 (2020.2.4)

(51) Int. Cl.	F I
HO 4 N 9/07 (2006.01)	HO 4 N 9/07 A
HO 4 N 5/359 (2011.01)	HO 4 N 5/359
GO 3 B 13/36 (2006.01)	GO 3 B 13/36
GO 2 B 7/34 (2006.01)	GO 2 B 7/34

請求項の数 15 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2019-509792 (P2019-509792)	(73) 特許権者	306037311
(86) (22) 出願日	平成30年3月26日 (2018.3.26)		富士フイルム株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2018/012109		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(87) 国際公開番号	W02018/181164	(74) 代理人	100083116
(87) 国際公開日	平成30年10月4日 (2018.10.4)		弁理士 松浦 憲三
審査請求日	令和1年10月8日 (2019.10.8)	(74) 代理人	100170069
(31) 優先権主張番号	特願2017-68559 (P2017-68559)		弁理士 大原 一樹
(32) 優先日	平成29年3月30日 (2017.3.30)	(74) 代理人	100128635
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		弁理士 松村 潔
早期審査対象出願		(74) 代理人	100140992
			弁理士 松浦 憲政
		(72) 発明者	田中 康一
			埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
			番地 富士フイルム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置及び画像処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の方向及び前記第1の方向と直交する第2の方向に二次元的に複数の位相差検出用画素と複数の通常画素とが配置された撮像素子であって、

前記位相差検出用画素は、瞳分割用の開口部を有し、前記第1の方向に対する前記開口部の位置が互いに異なる第1の位相差画素と第2の位相差画素とからなり、かつ前記第1の位相差画素と前記第2の位相差画素とは互いに開口部が向き合って隣接配置され、

前記複数の通常画素には第1の周期的色配列で、輝度信号を得るために最も寄与する第1の色に対応する第1のフィルタと前記第1の色以外の2色以上の各色にそれぞれ対応する複数の第2のフィルタとが配置され、

前記第1の位相差画素及び第2の位相差画素には、それぞれ前記第1のフィルタが配置され、又は前記第1のフィルタの透過波長帯域よりも広い波長帯域の光が入射する、撮像素子と、

前記開口部が向き合って隣接配置された前記第1の位相差画素の画素値と前記第2の位相差画素の画素値とを加算し、前記第1の位相差画素と前記第2の位相差画素との間の画素位置における加算画素値を生成する画素値加算部と、

前記第1の位相差画素又は前記第2の位相差画素を注目画素とし、前記注目画素の画素位置における画素値を、前記注目画素の画素位置の周辺の画素の画素値を使用して生成する第1の補間部であって、前記画素値加算部により加算された前記加算画素値を前記周辺の画素のうちの1つの画素の画素値として使用する第1の補間部と、

10

20

を備えた撮像装置。

【請求項 2】

前記画素値加算部により加算された前記加算画素値に、設定されたレベル調整係数を乗算し、前記加算画素値を補正する加算画素レベル補正部を備え、

前記第 1 の補間部は、前記加算画素レベル補正部により補正された前記加算画素値を使用する請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記第 1 の補間部は、前記加算画素値及び前記第 1 のフィルタが配置された通常画素の画素値のうちの少なくとも一方の画素値を使用する請求項 1 又は 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記注目画素の画素位置の周辺の画素の信号勾配を算出する信号勾配算出部を備え、

前記第 1 の補間部は、前記周辺の画素のうちの前記算出された信号勾配に基づいて選択した画素の画素値を使用して前記注目画素の画素位置における画素値を補間演算する請求項 1 又は 2 に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記注目画素、前記注目画素に隣接する前記第 1 の位相差画素又は前記第 2 の位相差画素、及び前記注目画素に隣接する前記第 1 のフィルタが配置された通常画素のうちの少なくとも 1 つの画素の飽和を判定する飽和判定部を備え、

前記第 1 の補間部は、前記飽和判定部により前記画素が飽和していると判定されると、前記第 1 のフィルタが配置された通常画素の画素値のみを使用する請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記第 1 の位相差画素又は前記第 2 の位相差画素を注目画素とし、前記注目画素の画素位置における画素値をゲイン補間により生成する第 2 の補間部であって、前記注目画素の画素値と前記注目画素の画素位置に対して設定されるゲイン補間情報とに基づいて前記注目画素の画素位置における画素値をゲイン補間により生成する第 2 の補間部を備えた請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記第 1 の補間部により生成された前記注目画素の画素位置における画素値と、前記第 2 の補間部により生成された前記注目画素の画素位置における画素値の 2 つの画素値のうちのいずれか一方の画素値を選択し、又は前記 2 つの画素値を重み付け加算した画素値を生成し、前記注目画素の画素位置における最終の画素値を決定する最終画素値決定部を備えた請求項 6 に記載の撮像装置。

【請求項 8】

前記第 1 の補間部は、前記注目画素の画素位置が、前記第 2 のフィルタが配置される通常画素の画素位置に対応する場合、前記第 2 のフィルタが配置された通常画素のみを使用する請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 9】

前記第 1 のフィルタは、緑色の波長帯域を透過させる緑フィルタであり、前記複数の第 2 のフィルタは、赤色の波長帯域を透過させる赤フィルタ及び青色の波長帯域を透過させる青フィルタであり、

前記二次元的に配置された複数の位相差検出用画素及び複数の通常画素に配置される前記第 1 の周期的色配列は、

3×3 画素に対応する第 1 の配列であって、中心と 4 隅に前記緑フィルタが配置され、中心の前記緑フィルタを挟んで前記第 1 の方向に前記赤フィルタが配列され、前記第 2 の方向に前記青フィルタが配置された第 1 の配列と、3×3 画素に対応する第 2 の配列であって、中心と 4 隅に前記緑フィルタが配置され、中心の前記緑フィルタを挟んで第 1 の方向に前記青フィルタが配列され、第 2 の方向に前記赤フィルタが配置された第 2 の配列とが、交互に第 1 の方向及び第 2 の方向に配列されて構成され、

前記撮像素子は、前記第 1 の方向に前記緑フィルタが隣接する位置に前記第 1 の位相差

10

20

30

40

50

画素及び第 2 の位相差画素が配置された位相差画素行と、前記通常画素のみが前記第 1 の方向に配置された通常画素行とを有する請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 10】

前記複数の通常画素に配置される前記第 1 の周期的色配列は、ベイヤ配列であり、

前記撮像素子は、前記第 1 の位相差画素及び第 2 の位相差画素と前記通常画素とが前記第 1 の方向に配置された位相差画素行と、前記通常画素のみが前記第 1 の方向に配置された通常画素行とを有し、

前記位相差画素行は、前記第 1 の位相差画素及び前記第 2 の位相差画素と 1 つの前記通常画素の 3 画素を 1 周期として周期的に配列され、かつ前記第 1 の位相差画素及び前記第 2 の位相差画素には、緑色の波長帯域を透過させる緑フィルタが配置される請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

10

【請求項 11】

前記撮像素子の受光面に被写体像が結像させる撮像光学系と、

前記撮像素子の前記第 1 の位相差画素から取得した第 1 の画素値と前記第 2 の位相差画素から取得した第 2 の画素値との位相差を検出する位相差検出部と、

前記位相差検出部により検出された位相差に基づいて前記撮像光学系を制御するオートフォーカス制御部と、

を備えた請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 12】

20

第 1 の方向及び前記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に二次元的に複数の位相差検出用画素と複数の通常画素とが配置された撮像素子であって、

前記位相差検出用画素は、瞳分割用の開口部を有し、前記第 1 の方向に対する前記開口部の位置が互いに異なる第 1 の位相差画素と第 2 の位相差画素とからなり、かつ前記第 1 の位相差画素と前記第 2 の位相差画素とは互いに開口部が向き合って隣接配置され、

前記複数の通常画素には第 1 の周期的色配列で、輝度信号を得るために最も寄与する第 1 の色に対応する第 1 のフィルタと前記第 1 の色以外の 2 色以上の各色にそれぞれ対応する複数の第 2 のフィルタとが配置され、

前記第 1 の位相差画素及び第 2 の位相差画素には、それぞれ前記第 1 のフィルタが配置され、又は前記第 1 のフィルタの透過波長帯域よりも広い波長帯域の光が入射する、撮像素子を備えた撮像装置の画像処理方法において、

30

前記開口部が向き合って隣接配置された前記第 1 の位相差画素の画素値と前記第 2 の位相差画素の画素値とを加算し、前記第 1 の位相差画素と前記第 2 の位相差画素との間の画素位置における加算画素値を生成するステップと、

未処理の前記第 1 の位相差画素又は前記第 2 の位相差画素を注目画素として選択するステップと、

前記選択した注目画素の画素位置における画素値を、前記注目画素の画素位置の周辺の画素の画素値を使用して生成する補間ステップであって、前記加算画素値を前記周辺の画素のうちの 1 つの画素の画素値として使用する補間ステップと、

を含む画像処理方法。

40

【請求項 13】

前記加算画素値に、設定されたレベル調整係数を乗算し、前記加算画素値を補正するステップを含み、

前記補間ステップは、前記レベル調整係数により補正された前記加算画素値を使用する請求項 12 に記載の画像処理方法。

【請求項 14】

前記補間ステップは、前記加算画素値及び前記第 1 のフィルタが配置された通常画素の画素値のうちの少なくとも一方の画素値を使用する請求項 12 又は 13 に記載の画像処理方法。

【請求項 15】

50

前記注目画素の画素位置の周辺の画素の信号勾配を算出するステップを含み、

前記補間ステップは、前記周辺の画素のうちの前記算出された信号勾配に基づいて選択した画素の画素値を使用して前記注目画素の画素位置における画素値を補間演算する請求項12から14のいずれか1項に記載の画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は撮像装置及び画像処理方法に係り、特に位相差検出用画素を有する撮像素子を備えた撮像装置及び画像処理方法に関する。

【背景技術】

10

【0002】

昨今、オートフォーカス(AF:Autofocus)の高速化のために、撮像素子に位相差検出用画素として、瞳分割用の開口部の位置が互いに異なる一対の位相差画素を配置し、一対の位相差画素から得られる2組の画像信号の位相差に基づいて位相差AFを行う技術が普及している(特許文献1、2)。

【0003】

位相差画素は、通常画素の開口の一部を遮光膜で覆うことで形成される。例えば、撮像素子(イメージセンサ)面上で左右(水平)方向の位相差を検出したい場合、通常画素の左側を遮光した画素(第1の位相差画素)と、右側を遮光した画素(第2の位相差画素)を形成する。これらの第1の位相差画素及び第2の位相差画素から得られた画素値を用いて位相差検出を行う。このように位相差画素は通常画素と異なり、狭開口で指向性を持つことから、イメージセンサへの入射光線角度に対する依存性が強く、像高、F値、デフォーカス量等に依存して画素値が変動する。位相差を検出するには、このような画素を像面上に一定の間隔で配置する必要がある。通常画素と位相差画素とで画素特性が異なることから、位相差画素を適切に補正した上で記録用画像や表示用画像を生成する必要がある。

20

【0004】

特許文献1に記載の撮像素子は、緑(G)の光を検出する複数のG画素が所定のピッチで水平方向(X方向)に配列された第1の画素列と、青(B)の光を検出する複数のB画素及び赤(R)の光を検出するR画素が交互に所定のピッチで水平方向(Y方向)に配列された第2の画素列とを有する。複数の第1の画素列及び第2の画素列は、交互に所定のピッチでY方向に並置されている。また、第1の画素列及び第2の画素列は、互いにY方向に所定のピッチの半分ずれて配置されている。更に、撮像素子の各単位画素の各辺は、X方向及びY方向に対して45度傾くように配置されている(特許文献1の図5、段落020)。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2016-208042号公報

【特許文献2】特開2015-70432号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1に記載の撮像素子は、一対の位相差画素の画素値を加算して2倍にすることで、一対の位相差画素の中間位置にG画素(仮想的なG画素)を生成することが可能であるが、位相差画素以外の通常画素(位相差画素が割り当てられていないG画素、R画素及びB画素)も隣接する同色の2つの画素の画素値を加算する必要があり、記録用画像及び表示用画像の解像度が半減するという問題がある。

【0007】

また、特許文献1に記載の撮像素子は、加算した位相差画素の水平重心と、加算した通常画素の水平重心がズレないような特殊配列であり、また、加算後に形成される仮想的な

50

R画素、G画素及びB画素の色配列が正方配列のベイヤ配列となるため、撮像素子の各単位画素の各辺が、X方向及びY方向に対して45度傾くように配置された特殊な撮像素子になる。

【0008】

一方、特許文献2には、位相差画素の画素値を補間する際に、周辺の複数の通常画素の画素値を使用する平均値補間に関する記載があるものの、一对の位相差画素の画素値を加算する発想がなく、仮に一对の位相差画素の画素値を加算した場合（平均値補間に用いた場合）、特許文献2に記載の撮像素子に設けられた一对の位相差画素は隣接していないため、平均値補間の精度が低下する。

【0009】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、AF性能を確保するために撮像素子に位相差検出用画素を密に配置しても、位相差検出用画素の補正精度を高くすることができる撮像装置及び画像処理方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために本発明の一の態様に係る撮像装置は、第1の方向及び第1の方向と直交する第2の方向に二次元的に複数の位相差検出用画素と複数の通常画素とが配置された撮像素子であって、位相差検出用画素は、瞳分割用の開口部を有し、第1の方向に対する開口部の位置が互いに異なる第1の位相差画素と第2の位相差画素とからなり、かつ第1の位相差画素と第2の位相差画素とは互いに開口部が向き合って隣接配置され、複数の通常画素には第1の周期的色配列で、輝度信号を得るために最も寄与する第1の色に対応する第1のフィルタと第1の色以外の2色以上の各色にそれぞれ対応する複数の第2のフィルタとが配置され、第1の位相差画素及び第2の位相差画素には、それぞれ第1のフィルタが配置され、又は第1のフィルタの透過波長帯域よりも広い波長帯域の光が入射する、撮像素子と、開口部が向き合って隣接配置された第1の位相差画素の画素値と第2の位相差画素の画素値とを加算し、第1の位相差画素と第2の位相差画素との間の画素位置における加算画素値を生成する画素値加算部と、第1の位相差画素又は第2の位相差画素を注目画素とし、注目画素の画素位置における画素値を、注目画素の画素位置の周辺の画素の画素値を使用して生成する第1の補間部であって、画素値加算部により加算された加算画素値を周辺の画素のうちの1つの画素の画素値として使用する第1の補間部と、を備える。

【0011】

開口部が向き合って隣接配置された一对の第1の位相差画素の画素値と第2の位相差画素の画素値とを加算すると、一对の第1の位相差画素と第2の位相差画素との間に、仮想的な画素（第1のフィルタを有する画素）を作り出すことができる。

【0012】

本発明の一の態様によれば、補正対象である第1の位相差画素又は第2の位相差画素（注目画素）の画素位置における撮像用の画素値を、注目画素の周辺の画素の画素値を使用して補間する際に、上記のように仮想的に作り出される画素の画素値（加算画素値）を使用するため、位相差検出用画素（注目画素）の補正精度を高くすることができる。これにより、AF性能を確保するために撮像素子に位相差検出用画素を密に配置しても、密に配置することで低下する補間精度を、加算画素値を用いることで補うことができる。

【0013】

本発明の他の態様に係る撮像装置において、画素値加算部により加算された加算画素値に、設定されたレベル調整係数を乗算し、加算画素値を補正する加算画素レベル補正部を備え、第1の補間部は、加算画素レベル補正部により補正された加算画素値を使用することが好ましい。

【0014】

本発明の他の態様によれば、一对の第1の位相差画素の画素値と第2の位相差画素の画素値とを加算した加算画素値にレベル調整係数を乗算し、加算画素値を補正するようにし

10

20

30

40

50

たため、同じ画素位置に存在していれば得られる、第1のフィルタを有する通常画素の画素値と補正後の加算画素値とを完全に一致させることができる。

【0015】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、第1の補間部は、加算画素値及び第1のフィルタが配置された通常画素の画素値のうちの少なくとも一方の画素値を使用することが好ましい。即ち、第1の補間部は、加算画素値のみを補間に使用してもよいし、加算画素値及び通常画素の画素値の両方を補間に使用してもよいし、通常画素の画素値のみを補間に使用してもよく、いずれの画素値を補間に使用するかは、補間の態様やシーン等により適宜決定することができる。

【0016】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、注目画素の画素位置の周辺の画素の信号勾配を算出する信号勾配算出部を備え、第1の補間部は、周辺の画素のうちの算出された信号勾配に基づいて選択した画素の画素値を使用して注目画素の画素位置における画素値を補間演算することが好ましい。

【0017】

本発明の更に他の態様によれば、補正対象の注目画素の画素位置の周辺の画素の信号勾配に基づいて注目画素の補間に使用する画素を選択するため、位相差画素の補正精度を高くすることができる。例えば、周辺の画素の信号勾配が最小になる信号勾配方向に存在する、注目画素の画素位置の色と同じ色の複数の画素を検出し、検出した複数の画素の画素値を補間に使用することで、誤補間を防止する（補間精度を向上させる）ことができる。尚、信号勾配方向としては、第1の方向、第2の方向、第1の方向と第2の方向との間の第3の方向及び第4の方向の4方向が考えられる。

【0018】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、注目画素、注目画素に隣接する第1の位相差画素又は第2の位相差画素、及び注目画素に隣接する第1のフィルタが配置された通常画素のうちの少なくとも1つの画素の飽和を判定する飽和判定部を備え、第1の補間部は、飽和判定部により画素が飽和していると判定されると、第1のフィルタが配置された通常画素の画素値のみを使用することが好ましい。

【0019】

注目画素に隣接する第1のフィルタが配置された通常画素が飽和している場合、加算画素も通常飽和し、加算画素の加算画素値を飽和レベルにクリップすれば、飽和している通常画素の画素値が一致し、特段問題は起きない。一方、加算画素値を調整するレベル調整係数の値を正確に設定できない場合、レベル調整係数により調整された加算画素が飽和しない場合があり、この場合、調整された加算画素と通常画素との間に信号段差が発生する。このような場合、加算画素を補間に使用すべきではない。

【0020】

また、注目画素に隣接する第1のフィルタが配置された通常画素が飽和していない場合でも、高周波の強い光が注目画素、注目画素に隣接する第1の位相差画素又は第2の位相差画素に入射すると、これらの画素が飽和する場合がある。この場合、加算画素値には信頼性がなく、加算画素を補間に使用すべきではない。尚、画素の飽和とは、予め設定した飽和レベルを超える場合をいい、必ずしも撮像素子の画素から出力可能な最大値に限らない。

【0021】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、第1の位相差画素又は第2の位相差画素を注目画素とし、注目画素の画素位置における画素値をゲイン補間により生成する第2の補間部であって、注目画素の画素値と注目画素の画素位置に対して設定されるゲイン補間情報とに基づいて注目画素の画素位置における画素値をゲイン補間により生成する第2の補間部を備えることが好ましい。

【0022】

第1の位相差画素及び第2の位相差画素は、周辺の通常画素に入射する光量の約半分が

10

20

30

40

50

入射するため、通常画素よりも感度が低下する。「ゲイン補間」は、位相差検出用画素の感度低下分を補填するように位相差検出用画素の画素値に所定のゲイン補間情報を掛けることで、通常画素と信号レベルを合わせる補間をいう。位相差検出用画素の補間を行う場合、撮影シーン等によっては注目画素の周辺の画素を使用する「平均値補間」よりもゲイン補間の方が適切な場合があり、この場合には「ゲイン補間」を行う。

【0023】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、第1の補間部により生成された注目画素の画素位置における画素値と、第2の補間部により生成された注目画素の画素位置における画素値の2つの画素値のうちのいずれか一方の画素値を選択し、又は2つの画素値を重み付け加算した画素値を生成し、注目画素の画素位置における最終の画素値を決定する最終画素値決定部を備えることが好ましい。第1の補間部により「平均値補間」された画素値と第2の補間部により「ゲイン補間」された画素値のうちの選択したいずれか一方の画素値、又は2つの画素値を重み付け加算した画素値を、注目画素の画素位置における最終の画素値とする。

10

【0024】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、第1の補間部は、注目画素の画素位置が、第2のフィルタが配置される通常画素の画素位置に対応する場合、第2のフィルタが配置された通常画素のみを使用することが好ましい。一对の第1の位相差画素の画素値と第2の位相差画素の画素値とを加算した加算画素値は、第1のフィルタを有する仮想的な画素の画素値であるため、第2のフィルタに対応する注目画素の補間には使用することができないからである。

20

【0025】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、第1のフィルタは、緑色の波長帯域を透過させる緑フィルタであり、複数の第2のフィルタは、赤色の波長帯域を透過させる赤フィルタ及び青色の波長帯域を透過させる青フィルタであり、二次元的に配置された複数の位相差検出用画素及び複数の通常画素に配置される第1の周期的色配列は、 3×3 画素に対応する第1の配列であって、中心と4隅に緑フィルタが配置され、中心の緑フィルタを挟んで第1の方向に赤フィルタが配列され、第2の方向に青フィルタが配置された第1の配列と、 3×3 画素に対応する第2の配列であって、中心と4隅に緑フィルタが配置され、中心の緑フィルタを挟んで第1の方向に青フィルタが配列され、第2の方向に赤フィルタが配置された第2の配列とが、交互に第1の方向及び第2の方向に配列されて構成され、撮像素子は、第1の方向に緑フィルタが隣接する位置に第1の位相差画素及び第2の位相差画素が配置された位相差画素行と、通常画素のみが第1の方向に配置された通常画素行とを有することが好ましい。

30

【0026】

上記構成の第1の周期的色配列を有する撮像素子は、緑フィルタを有する画素（G画素）が、隣接して配置される 2×2 画素を有している。この 2×2 画素の第1の方向に隣接する2つのG画素の位置に、第1の位相差画素と第2の位相差画素とが配置することができる。 2×2 画素のうちの2つのG画素を、第1の位相差画素と第2の位相差画素に割り当てても、その周辺にはG画素（通常画素）が存在するため、補間精度の高い平均値補間が可能である。

40

【0027】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、複数の通常画素に配置される第1の周期的色配列は、ベイア配列であり、撮像素子は、第1の位相差画素及び第2の位相差画素と通常画素とが第1の方向に配置された位相差画素行と、通常画素のみが第1の方向に配置された通常画素行とを有し、位相差画素行は、第1の位相差画素及び第2の位相差画素と1つの通常画素の3画素を1周期として周期的に配列され、かつ第1の位相差画素及び第2の位相差画素には、緑色の波長帯域を透過させる緑フィルタが配置されることが好ましい。

【0028】

50

ベイヤ配列を有する撮像素子において、第1の位相差画素及び第2の位相差画素と1つの通常画素の3画素を1周期として周期的に配列された位相差画素行を設けることで、ベイヤ配列の緑フィルタと青フィルタとが交互に配置される行（GB行）に位相差画素行が形成されている場合、位相差画素行には緑フィルタを有する通常画素（G画素）と青フィルタを有する通常画素（B画素）とが含まれることになり、平均値補間を精度よく行うことができる。

【0029】

また、ベイヤ配列を有する撮像素子は、輝度信号を得るために最も寄与する第1の色に対応するG画素が、B画素又は赤フィルタを有する通常画素（R画素）に比べて多く（2倍）配置されているため、輝度の高域成分の再現を向上させ、ジャギネスを低減させるとともに、解像度感の向上を可能とすることができ、最も一般的な撮像素子であるが、第1の位相差画素及び第2の位相差画素に緑フィルタを配置することで、注目画素がG画素に対応する位置の場合、その注目画素の平均値補間を、周辺のG画素（数の多いG画素）の画素値及び／又は加算画素値を使用して精度よく行うことができる。

【0030】

本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、撮像素子の受光面に被写体像が結像させる撮像光学系と、撮像素子の第1の位相差画素から取得した第1の画素値と第2の位相差画素から取得した第2の画素値との位相差を検出する位相差検出部と、位相差検出部により検出された位相差に基づいて撮像光学系を制御するオートフォーカス制御部と、を備えることが好ましい。

【0031】

一对の第1の位相差画素と第2の位相差画素とは互いに開口部が向き合って隣接配置されているため、一对の第1の位相差画素と第2の位相差画素との間隔は最小となっている。これにより、位相差の空間サンプリング周波数を最大にすることができ、空間周波数の高い被写体に対する位相差AFを、一对の第1の位相差画素と第2の位相差画素とが通常画素を挟んで離れて配置されているものに比べて良好に（精度よく）行うことができる。

【0032】

更に他の態様に係る発明は、第1の方向及び第1の方向と直交する第2の方向に二次元的に複数の位相差検出用画素と複数の通常画素とが配置された撮像素子であって、位相差検出用画素は、瞳分割用の開口部を有し、第1の方向に対する開口部の位置が互いに異なる第1の位相差画素と第2の位相差画素とからなり、かつ第1の位相差画素と第2の位相差画素とは互いに開口部が向き合って隣接配置され、複数の通常画素には第1の周期的色配列で、輝度信号を得るために最も寄与する第1の色に対応する第1のフィルタと第1の色以外の2色以上の各色にそれぞれ対応する複数の第2のフィルタとが配置され、第1の位相差画素及び第2の位相差画素には、それぞれ第1のフィルタが配置され、又は第1のフィルタの透過波長帯域よりも広い波長帯域の光が入射する、撮像素子を備えた撮像装置の画像処理方法において、開口部が向き合って隣接配置された第1の位相差画素の画素値と第2の位相差画素の画素値とを加算し、第1の位相差画素と第2の位相差画素との間の画素位置における加算画素値を生成するステップと、未処理の第1の位相差画素又は第2の位相差画素を注目画素として選択するステップと、選択した注目画素の画素位置における画素値を、注目画素の画素位置の周辺の画素の画素値を使用して生成する補間ステップであって、加算画素値を周辺の画素のうちの1つの画素の画素値として使用する補間ステップと、を含む。

【0033】

本発明の更に他の態様に係る画像処理方法において、加算画素値に、設定されたレベル調整係数を乗算し、加算画素値を補正するステップを含み、補間ステップは、レベル調整係数により補正された加算画素値を使用することが好ましい。

【0034】

本発明の更に他の態様に係る画像処理方法において、補間ステップは、加算画素値及び第1のフィルタが配置された通常画素の画素値のうちの少なくとも一方の画素値を使用す

ることが好ましい。

【0035】

本発明の更に他の態様に係る画像処理方法において、注目画素の画素位置の周辺の画素の信号勾配を算出するステップを含み、補間ステップは、周辺の画素のうちの算出された信号勾配に基づいて選択した画素の画素値を使用して注目画素の画素位置における画素値を補間演算することが好ましい。

【発明の効果】

【0036】

本発明によれば、補正対象である第1の位相差画素又は第2の位相差画素（注目画素）の画素位置における撮像用の画素値を、注目画素の周辺の画素の画素値を使用して補間する際に、互いに開口部が向き合って隣接配置された一对の第1の位相差画素の画素値と第2の位相差画素の画素値とを加算し、一对の第1の位相差画素と第2の位相差画素との間に仮想的な画素を作り出し、仮想的に作り出した画素の画素値（加算画素値）を補間を使用するため、注目画素の補正精度を高くすることができる。これにより、AF性能を確保するために撮像素子に位相差検出用画素を密に配置しても、密に配置することで低下する補間精度を、加算画素値を用いることで補うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】図1は撮像装置の一例を示す斜視図である。

【図2】図2は図1に示した撮像装置の背面図である。

【図3】図3は図1に示した撮像装置の内部構成の一例を示すブロック図である。

【図4】図4は撮像素子のカラーフィルタ配列及び位相差検出用画素の配置の第1の実施形態を示す図である。

【図5】図5は図4に示した基本配列パターンPを3×3画素に4分割した図である。

【図6】図6は一对の第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PLを模式的に示した平面図である。

【図7】図7は第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PLの構成を示す要部拡大図である。

【図8】図8はある条件下における撮像素子の左右方向における、通常画素（G画素）、第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PLの感度を示すグラフである。

【図9】図9は図3に示した画像処理部24における補間処理部の第1の実施形態を示すブロック図である。

【図10】図10は第1の実施形態の撮像素子における位相差検出用画素に対する平均値補間を説明するための図である。

【図11】図11は図3に示した画像処理部24における補間処理部の第2の実施形態を示すブロック図である。

【図12】図12は図3に示した画像処理部24における補間処理部の第3の実施形態を示すブロック図である。

【図13】図13は図3に示した画像処理部24における補間処理部の第4の実施形態を示すブロック図である。

【図14】図14は注目画素（第1の位相差画素PR）を中心とする5×5画素のウィンドウ及びウィンドウ内の複数のG画素（G1～G10）を示す図である。

【図15】図15は本発明に係る画像処理方法の第1の実施形態を示すフローチャートである。

【図16】図16は本発明に係る画像処理方法の第2の実施形態を示すフローチャートである。

【図17】図17は撮像素子のカラーフィルタ配列及び位相差検出用画素の配置の第2の実施形態を示す図である。

【図18】図18は第2の実施形態の撮像素子における位相差検出用画素に対する平均値補間を説明するための図である。

10

20

30

40

50

【図 1 9】図 1 9 は第 2 の実施形態の撮像素子における位相差検出用画素に対する平均値補間を説明するための他の図である。

【図 2 0】図 2 0 は撮像装置の一実施形態であるスマートフォンの外観を示す図である。

【図 2 1】図 2 1 は図 2 0 に示したスマートフォン 1 0 0 の内部構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 3 8】

以下、添付図面に従って本発明に係る撮像装置及び画像処理方法の好ましい実施形態について詳説する。

【0 0 3 9】

〔撮像装置〕

図 1 及び図 2 は、それぞれ本発明に係る撮像装置の外観を示す斜視図及び背面図である。この撮像装置 1 0 は、レンズを通った光を撮像素子で受け、デジタル信号に変換して静止画又は動画の画像データとして記録メディアに記録するデジタルカメラである。

【0 0 4 0】

図 1 に示すように撮像装置 1 0 は、その正面に撮影レンズ 1 2、ストロボ 1 等が配設され、上面にはシャッターボタン 2、電源／モードスイッチ 3、モードダイヤル 4 等が配設されている。一方、図 2 に示すように、カメラ背面には、液晶モニタ 3 0、ズームボタン 5、十字ボタン 6、MENU／OK ボタン 7、再生ボタン 8、BACK ボタン 9 等が配設されている。

【0 0 4 1】

撮影レンズ 1 2 は、沈胴式のズームレンズで構成されており、電源／モードスイッチ 3 によってカメラの作動モードを撮影モードに設定することにより、カメラ本体から繰り出される。ストロボ 1 は、主要被写体にストロボ光を照射するものである。

【0 0 4 2】

シャッターボタン 2 は、いわゆる「半押し」と「全押し」とからなる 2 段ストローク式のスイッチで構成され、撮影準備指示部として機能するとともに、画像の記録指示部として機能する。

【0 0 4 3】

撮像装置 1 0 は、撮影モードとして静止画撮影モードが選択され、シャッターボタン 2 が「半押し」されると、AF (Autofocus) / AE (Auto Exposure) 制御を行う撮影準備動作を行い、シャッターボタン 2 が「全押し」されると、静止画の撮像及び記録を行う。

【0 0 4 4】

また、撮像装置 1 0 は、撮影モードとして動画撮影モードが選択され、シャッターボタン 2 が「全押し」されると、動画の録画を開始し、シャッターボタン 2 が再度「全押し」されると、録画を停止して待機状態になる。

【0 0 4 5】

電源／モードスイッチ 3 は、撮像装置 1 0 の電源を ON / OFF する電源スイッチとしての機能と、撮像装置 1 0 のモードを設定するモードスイッチとしての機能とを併せ持っており、「OFF 位置」と「再生位置」と「撮影位置」との間をスライド自在に配設されている。撮像装置 1 0 は、電源／モードスイッチ 3 をスライドさせて、「再生位置」又は「撮影位置」に合わせることにより、電源が ON になり、「OFF 位置」に合わせることにより、電源が OFF になる。そして、電源／モードスイッチ 3 をスライドさせて、「再生位置」に合わせることにより、「再生モード」に設定され、「撮影位置」に合わせることにより、「撮影モード」に設定される。

【0 0 4 6】

モードダイヤル 4 は、撮像装置 1 0 の撮影モードを設定するモード切替部として機能し、このモードダイヤル 4 の設定位置により、撮像装置 1 0 の撮影モードが様々なモードに設定される。例えば、静止画撮影を行う「静止画撮影モード」、動画撮影を行う「動画撮影モード」等である。

【0047】

液晶モニタ30は、撮影モード時のライブビュー画像の表示、再生モード時の静止画又は動画の表示を行うとともに、メニュー画面の表示等を行うことでグラフィカルユーザーインターフェースの一部として機能する。

【0048】

ズームボタン5は、ズームを指示するズーム指示手段として機能し、望遠側へのズームを指示するテレボタン5Tと、広角側へのズームを指示するワイドボタン5Wとからなる。撮像装置10は、撮影モード時に、このテレボタン5Tとワイドボタン5Wとが操作されることにより、撮影レンズ12の焦点距離が変化する。また、再生モード時に、このテレボタン5Tとワイドボタン5Wとが操作されることにより、再生中の画像が拡大、縮小する。

10

【0049】

十字ボタン6は、上下左右の4方向の指示を入力する操作部であり、メニュー画面から項目を選択したり、各メニューから各種設定項目の選択を指示したりするボタン（カーソル移動操作手段）として機能する。左／右キーは再生モード時のコマ送り（順方向／逆方向送り）ボタンとして機能する。

【0050】

MENU／OKボタン7は、液晶モニタ30の画面上にメニューを表示させる指令を行うためのメニューボタンとしての機能と、選択内容の確定及び実行などを指令するOKボタンとしての機能とを兼備した操作ボタンである。

20

【0051】

再生ボタン8は、撮影記録した静止画又は動画を液晶モニタ30に表示させる再生モードに切り替えるためのボタンである。

【0052】

BACKボタン9は、入力操作のキャンセルや一つ前の操作状態に戻すことを指示するボタンとして機能する。

【0053】

尚、本実施形態に係る撮像装置10において、ボタン／スイッチ類に対して固有の部材を設けるのではなく、タッチパネルを設けこれらボタン／スイッチ類の機能を実現するようにしてもよい。

30

【0054】

〔撮像装置の内部構成〕

図3は撮像装置10の内部構成の実施形態を示すブロック図である。この撮像装置10は、撮像した画像をメモリカード54に記録するもので、装置全体の動作は、中央処理装置（CPU: Central Processing Unit）40によって統括制御される。

【0055】

撮像装置10には、シャッターボタン2、電源／モードスイッチ3、モードダイヤル4、テレボタン5T、ワイドボタン5W、十字ボタン6、MENU／OKボタン7、再生ボタン8、BACKボタン9等の操作部38が設けられている。この操作部38からの信号はCPU40に入力され、CPU40は入力信号に基づいて撮像装置10の各回路を制御し、例えば、撮像素子の駆動制御、レンズ駆動制御、絞り駆動制御、撮影動作制御、画像処理制御、画像データの記録／再生制御、及び液晶モニタ30の表示制御などを行う。

40

【0056】

電源／モードスイッチ3により撮像装置10の電源がONされると、図示しない電源部から各ブロックへ給電され、撮像装置10の駆動が開始される。

【0057】

撮影レンズ12、絞り14、メカシャッター（機械的シャッター）15等を通過した光束は、CMOS（Complementary Metal-Oxide Semiconductor）型のカラーイメージセンサである撮像素子16に結像される。尚、撮像素子16は、CMOS型に限らず、XYアドレス型、又はCCD（Charge Coupled Device）型のカラーイメージセンサでもよい。

50

【0058】

撮像素子16は、多数の受光素子（フォトダイオード）が2次元配列されており、各フォトダイオードの受光面に結像された被写体像は、その入射光量に応じた量の信号電圧（又は電荷）に変換され、撮像素子16内のA/D（Analog/Digital）変換器を介してデジタル信号に変換されて出力される。

【0059】

＜撮像素子の第1の実施形態＞

撮像素子16は、第1の方向（水平方向）及び第1の方向と直交する第2の方向（垂直方向）に二次元的に配列された光電変換素子（フォトダイオード）で構成される複数の画素上に、赤（R）、緑（G）及び青（B）のカラーフィルタが、以下に例示する第1の周期的色配列で配設されている。

10

【0060】

また、撮像素子16は、複数の位相差検出用画素と撮像用の複数の通常画素（位相差検出用画素以外の画素）が配置されている。

【0061】

図4は、撮像素子16のカラーフィルタ配列及び位相差検出用画素の配置の第1の実施形態を示す図である。

【0062】

図4に示すように撮像素子16の複数の通常画素には、第1の色（緑色）に対応する第1のフィルタ、緑色以外の2色以上の各色（赤色及び青色）にそれぞれ対応する複数の第2のフィルタのうちのいずれかのカラーフィルタが、第1の周期的色配列で配置されている。

20

【0063】

第1の実施形態の撮像素子16のカラーフィルタの第1の周期的色配列は、X-T r a n s（登録商標）配列である。

【0064】

X-T r a n s配列は、赤色（R）の波長帯域を透過させる赤フィルタ（Rフィルタ）、青色（B）の波長帯域を透過させる青フィルタ（Bフィルタ）、及び緑色（G）の波長帯域を透過させる緑フィルタ（Gフィルタ）が、所定の周期性をもって配列されている。尚、Gフィルタは、第2の色（この実施形態では、R、Bの色）と比較して輝度信号を得るために最も寄与する第1の色に対応する第1のフィルタに対応し、Rフィルタ及びBフィルタは、それぞれ第1の色以外の2色以上の各色に対応する複数の第2のフィルタに対応している。

30

【0065】

X-T r a n s配列は、6×6画素に対応する正方配列パターンからなる基本配列パターンP（太枠で示したパターン）を含み、この基本配列パターンPが水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されている。

【0066】

図5は、図4に示した基本配列パターンPを、3×3画素に4分割した状態に関して示している。

40

【0067】

図5に示すように基本配列パターンPは、実線の枠で囲んだ3×3画素のA配列（第1の配列）と、破線の枠で囲んだ3×3画素のB配列（第2の配列）とが、水平方向及び垂直方向に交互に並べられた配列となっている。

【0068】

A配列は、3×3画素の中心と4隅にGフィルタが配置され、中心のGフィルタを挟んで水平方向にRフィルタが配列され、垂直方向にBフィルタが配置されている。

【0069】

B配列は、3×3画素の中心と4隅にGフィルタが配置され、中心のGフィルタを挟んで水平方向にBフィルタが配列され、垂直方向にRフィルタが配置されている。

50

【0070】

基本配列パターンPは、 2×2 画素に対応する正方配列のGフィルタを含んでいる。これは、Gフィルタが、A配列又はB配列における 3×3 画素において4隅と中央に配置され、この 3×3 画素が水平方向、垂直方向に交互に配置されることで、 2×2 画素に対応する正方配列のGフィルタが形成されるためである。

【0071】

撮像素子16は、位相差検出用画素が配置された位相差画素行と、通常画素のみが配置された通常画素行とを有し、図4に示す例では、第8行が位相差画素行に対応している。尚、図4では、位相差画素行が1行のみ図示されているが、位相差画素行は一定の間隔で（複数の通常画素行を挟んで）、センサ全面又は特定のAF領域に設けられている。

10

【0072】

また、位相差画素行は、Gフィルタを有する画素（G画素）が2画素連続する行に設けられており、位相差検出用画素は、連続するG画素の位置に配置されている。

【0073】

図6は、図4に示した位相差画素行（第8行）における位相差検出用画素（図4中の太枠Aで示した位相差検出用画素）を模式的に示した平面図である。

【0074】

図6に示すように、位相差検出用画素は、瞳分割用の開口部を有し、水平方向に対する開口部の位置が互いに異なる第1の位相差画素PRと第2の位相差画素PLとからなり、一对の第1の位相差画素PRと第2の位相差画素PLとは互いに開口部が向き合って隣接配置されている。

20

【0075】

第1の位相差画素PRは、画素の右半分に開口部を有する右開口画素であり、第2の位相差画素PLは、画素の左半分に開口部を有する左開口画素である。

【0076】

図7は第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PLの構成を示す要部拡大図である。

【0077】

図7に示すように第1の位相差画素PRのフォトダイオードPDの前面側（マイクロレンズL側）には、遮光膜16Aが配設され、一方、第2の位相差画素PLのフォトダイオードPDの前面側には、遮光膜16Bが配設される。マイクロレンズL及び遮光膜16A、16Bは瞳分割機能を有し、図6上で、遮光膜16Aは、フォトダイオードPDの受光面の左半分に遮光する。そのため、第1の位相差画素PRには、撮影レンズ12の射出瞳を通過する光束のうちの光軸の左側を通過する光束のみが受光される。また、カラーフィルタCFとして、GフィルタがマイクロレンズLの下方に配置されている。

30

【0078】

遮光膜16Bは、第2の位相差画素PLのフォトダイオードPDの受光面の右半分に遮光する。そのため、第2の位相差画素PLには、撮影レンズ12の射出瞳を通過する光束のうちの光軸の右側を通過する光束のみが受光される。このように、瞳分割機能を有するマイクロレンズL及び遮光膜16A、16Bにより、射出瞳を通過する光束が左右に分割され、それぞれ第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PLに入射する。

40

【0079】

図8は、ある条件下における撮像素子16の左右方向における、通常画素（G画素）、第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PLの感度を示すグラフである。

【0080】

図8に示すように開口部が遮光されていない通常画素（G画素）の感度が一番高く、第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PLの感度は、G画素よりも低い。また、第1の位相差画素PRと第2の位相差画素PLとは、開口の左半分及び右半分が遮光膜で遮光されていることから、第1の位相差画素PRと第2の位相差画素PLとの感度（信号値）は、センサ（＝画像）中心を基準として左右非対称な形となる。

50

【0081】

第1の位相差画素PRと第2の位相差画素PLとは、センサ中心で感度（信号値）が一致し、第1の位相差画素PRは、センサ左端側に位置する程、感度が高くなり（信号値が大きくなり）、一方、第2の位相差画素PLは、センサ右端側に位置する程、感度が高くなる（信号値が大きくなる）。

【0082】

いま、図8上で、センサ位置xに着目すると、センサ位置xにおけるG画素の信号値（G）と、第1の位相差画素PR、第2の位相差画素PLの信号値（PR, PL）との関係は、 $G > PL > PR$ となる。

【0083】

一方、一对の第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PLが設けられたセンサ位置にかかわらず、一对の第1の位相差画素PRと第2の位相差画素PLの信号値（画素値）を加算した加算画素値（ $PA (= PL + PR)$ ）は、同じ位置に設けられた通常画素（G画素）の信号値（G）とほぼ一致する（ $PA \approx G$ ）。

【0084】

即ち、図6に示すように一对の第1の位相差画素PRの画像信号（画素値）と第2の位相差画素PLの画像信号（画素値）とを加算すると、加算した画素値（加算画素値）は、通常画素（G画素）の画素値とほぼ等しくなり、また、加算した画素（加算画素）は、一对の第1の位相差画素PRと第2の位相差画素PLとの中間に存在するものとして扱うことができる。

【0085】

一对の第1の位相差画素PRと第2の位相差画素PLとの加算画素の画素値（本例では、通常画素のG画素の画素値に相当）は、第1の位相差画素PR又は第2の位相差画素PLの注目画素の画素位置におけるG画素の画素値を、平均値補間により補間演算する場合に利用することができる。尚、位相差画素の補正の詳細については後述する。

【0086】

図3に戻って、動画又は静止画の撮影時に撮像素子16から読み出された画像信号（画像データ）は、画像入力コントローラ22を介してメモリ（SDRAM(Synchronous Dynamic Random Access Memory)）48に一時的に記憶され、あるいは位相差検出部42、AE検出部44等に取り込まれる。

【0087】

CPU40は、操作部38での操作に基づいて撮像装置10の各部を統括制御するが、ライブビュー画像の撮影（表示）、及び動画の撮影（記録）中には、常時AF動作及びAE動作を行う。

【0088】

位相差検出部42は、位相差AF処理を行う部分であり、画像入力コントローラ22を介して取得される第1の位相差画素PR、第2の位相差画素PLの各出力信号を使用して位相差を検出する。尚、位相差検出部42による位相差検出の詳細については後述する。

【0089】

CPU40は、位相差検出部42から位相差を示す位相差データが入力されると、位相差データに基づいて位相差AFを行う焦点調節部として機能する。即ち、CPU40は、位相差データに基づいて撮影レンズ12によるピント位置と撮像素子16の結像面とのずれ量（デフォーカス量）を算出し、算出したデフォーカス量がゼロになるようにレンズ駆動部36を介して撮影レンズ12内のフォーカスレンズを移動させる。尚、デフォーカス量の算出は、位相差検出部42で行ってもよい。

【0090】

AE検出部44は、画像入力コントローラ22を介して取得される画像データ（例えば、画面全体のG画素の画素値）を積算し、又は画面中央部と周辺部とで異なる重みづけをした画像データ（G画素の画素値）を積算し、その積算値をCPU40に出力する。CPU40は、AE検出部44から入力される積算値より被写体の明るさ（撮影Ev値（expo

10

20

30

40

50

sure value)) を算出する。撮影モードが静止画撮影モードの場合には、シャッターボタン 2 の第 1 段階の押下 (半押し) があると、CPU 40 は、前述の AF 制御を再度行い、シャッターボタン 2 の全押しがあると、被写体の明るさ (撮影 Ev 値) を算出し、算出した撮影 Ev 値に基づいて絞り 14 の F 値及びメカシャッター 15 による露光時間 (シャッター速度) をプログラム線図にしたがって決定し、静止画の撮影 (露出制御) を行う。

【0091】

一方、撮影モードが動画撮影モードの場合には、シャッターボタン 2 の全押しがあると、CPU 40 は、動画の撮影及び記録 (録画) を開始させる。尚、動画撮影時には、メカシャッター 15 を開放し、撮像素子 16 から画像データを連続的に読み出し (例えば、フレームレートとして 30 フレーム/秒、60 フレーム/秒)、連続的に位相差 AF を行うとともに、被写体の明るさを算出し、シャッター駆動部 33 によりシャッター速度 (ローリングシャッターによる電荷蓄積時間) 及び/又は絞り駆動部 34 による絞り 14 を制御する。

10

【0092】

CPU 40 は、ズームボタン 5 からのズーム指令に応じてレンズ駆動部 36 を介してズームレンズを光軸方向に進退動作させ、焦点距離を変更させる。

【0093】

また、47 は、カメラ制御プログラム、撮像素子 16 の欠陥情報、画像処理等に使用する各種のパラメータやテーブルが記憶されている ROM (Read Only Memory)、又は EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) である。本例では、この ROM 47 に、撮像素子 16 の位相差画素行 (第 1 の位相差画素 PR、第 2 の位相差画素 PL の画素位置を含む)、通常画素行に関する情報、後述するゲイン補間情報、及びレベル調整係数等が記憶されている。

20

【0094】

画像処理部 24 は、動画又は静止画の撮影時に画像入力コントローラ 22 を介してメモリ 48 に一時的に記憶された未処理の画像データ (RAW データ) を読み出す。画像処理部 24 は、読み出した RAW データに対してオフセット処理、画素補間処理 (位相差検出用画素、傷画素等の補間処理)、ホワイトバランス補正、感度補正を含むゲインコントロール処理、ガンマ補正処理、同時化処理 (「デモザイク処理」ともいう)、輝度及び色差信号生成処理、輪郭強調処理、及び色補正等を行う。

【0095】

画像処理部 24 により処理された画像データであって、ライブビュー画像として処理された画像データは、VRAM (Video RAM Random access memory) 50 に入力される。

30

【0096】

VRAM 50 には、それぞれが 1 フレーム分の画像を表す画像データを記録する A 領域と B 領域とが含まれている。VRAM 50 において 1 フレーム分の画像を表す画像データが A 領域と B 領域とで交互に書き換えられる。VRAM 50 の A 領域及び B 領域のうち、画像データが書き換えられている方の領域以外の領域から、書き込まれている画像データが読み出される。

【0097】

VRAM 50 から読み出された画像データは、ビデオエンコーダ 28 においてエンコーディングされ、カメラ背面に設けられている液晶モニタ 30 に出力される。これにより、被写体像を示すライブビュー画像が液晶モニタ 30 に表示される。

40

【0098】

画像処理部 24 により処理された画像データであって、記録用の静止画又は動画として処理された画像データ (輝度データ (Y) 及び色差データ (Cb), (Cr)) は、再びメモリ 48 に記憶される。

【0099】

圧縮伸張処理部 26 は、静止画又は動画の記録時に、画像処理部 24 により処理され、メモリ 48 に格納された輝度データ (Y) 及び色差データ (Cb), (Cr) に対して圧縮処理を施す。静止画の場合には、例えば JPEG (Joint Photographic Experts Group) 形式で圧縮

50

し、動画の場合には、例えばH.264形式で圧縮する。圧縮伸張処理部26により圧縮された圧縮画像データは、メディアコントローラ52を介してメモ리카ード54に記録される。

【0100】

また、圧縮伸張処理部26は、再生モード時にメディアコントローラ52を介してメモ리카ード54から得た圧縮画像データに対して伸張処理を施す。メディアコントローラ52は、メモ리카ード54に対する圧縮画像データの記録及び読み出しなどを行う。

【0101】

[位相差AF]

オートフォーカス制御部として機能するCPU40は、位相差AFを行う場合、撮像素子16の少なくともAF領域内の位相差画素行の画像データを読み出す読出し指令をセンサ駆動部32に出力し、撮像素子16から対応する画像データを読み出す。

【0102】

動画（ライブビュー画像を含む）の撮影及び表示時には、CPU40は、撮像素子16から画像データを間引き読み出しするための間引き率を取得する。この間引き率は、予め設定された固定値でもよいし、複数の間引き率からユーザにより選択できるようにしてもよい。例えば、動画の画像サイズの選択、あるいはフレームレートの選択に連動して最適な間引き率を設定することができる。尚、間引き読み出しする行には、位相差画素行が含まれるようにすることが好ましい。

【0103】

CPU40は、間引き率に応じた間引きパターン（抽出パターン）を示す読出し指令をセンサ駆動部32に出力し、撮像素子16から画像データを間引き読み出しする。

【0104】

位相差検出部42は、読み出された位相差画素行からAF領域内の位相差検出用画素（第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PL）の出力データを抽出し、第1の位相差画素PRの出力データ（第1の画素値）と第2の位相差画素PLの出力データ（第2の画素値）との位相差を検出する。例えば、一对の第1の位相差画素PRの第1の画素値と第2の位相差画素PLの第2の画素値との相関が最大になるとき（一对の位相差画素の各画素値の差分絶対値の積算値が最小になるとき）の第1の画素値と第2の画素値との間の左右方向のシフト量から位相差を求める。

【0105】

そして、求めたシフト量を、一对の第1の位相差画素PRと第2の位相差画素PLとの水平方向の位置ずれ分だけ補正した値を位相差データとして算出することができる。尚、位相差の算出方法は、上記の方法に限らず、種々の方法を適用することができる。

【0106】

続いて、CPU40は、位相差検出部42により検出された位相差データに基づいて撮影レンズ12（撮像光学系）によるピント位置と撮像素子16の結像面とのずれ量（デフォーカス量）を算出する。尚、デフォーカス量の算出は、位相差検出部42で行ってもよい。

【0107】

CPU40は、算出したデフォーカス量に基づいてデフォーカス量がゼロになるようにレンズ駆動部36を介して撮影レンズ12内のフォーカスレンズを移動させ、これにより位相差AFを行う。

【0108】

撮像素子16は、一对の第1の位相差画素PRと第2の位相差画素PLとは互いに開口部が向き合って隣接配置されているため、一对の第1の位相差画素PRと第2の位相差画素PLとの間隔は最小となっている。これにより、位相差の空間サンプリング周波数を最大にすることができ、空間周波数の高い被写体に対する位相差AFを、一对の第1の位相差画素と第2の位相差画素とが通常画素を挟んで離れて配置されているものに比べて高精度に行うことができる。

10

20

30

40

50

【0109】

尚、動画生成時に撮像素子16から間引き読み出しされる行には、位相差検出用画素（第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PL）を有する位相差画素行を含めることができ、動画の撮影中においても適切に位相差AFを行うことができる。

【0110】

[補間処理部]

<補間処理部の第1の実施形態>

図9は、図3に示した画像処理部24における補間処理部の第1の実施形態を示すブロック図である。

【0111】

10

図9に示す第1の実施形態の補間処理部60は、静止画撮影モードに切り替えられ、静止画の撮影時に撮像素子16から読み出された画像データ（RAWデータ）に含まれる、位相差検出用画素（第1の位相差画素PR、第2の位相差画素PL）の画素値を補正（補間）する部分である。

【0112】

補間処理部60は、ゲイン補間部61、平均値補間部62、信号勾配算出部63、画素値加算部64、及び最終画素値決定部65を含んでいる。

【0113】

位相差検出用画素（第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PL）は、周辺の通常画素に入射する光量の約半分が入射するため、通常画素よりも感度が低下し、通常画素としてでは使用できない。

20

【0114】

第2の補間部として機能するゲイン補間部61は、位相差検出用画素の感度低下分を補填するように位相差検出用画素の画素値に所定のゲイン補間情報を掛けることで、通常画素と信号レベルを合わせる補間を行う。

【0115】

ここで、補間処理部60は、第1の位相差画素PR又は第2の位相差画素PLのうちの補正対象を注目画素とすると、RAWデータ中の注目画素の画素位置に対して設定されるゲイン補間情報を取得するゲイン補間情報取得部を含んでいる。

【0116】

30

ゲイン補間情報取得部は、注目画素の周辺のRAWデータに基づいて注目画素の画素位置に対応するゲイン補間情報を算出してもよいし、注目画素の画素位置毎にゲイン補間情報を記憶する記憶部（ROM47）から取得してもよい。尚、ゲイン補間情報は、RAWデータ中の注目画素の画素値と、その注目画素の周辺の同色の通常画素の平均の画素値との比により算出することができる。

【0117】

第1の補間部として機能する平均値補間部62は、注目画素の画素位置の周辺の通常画素の画素値、及び一対の第1の位相差画素PR、第2の位相差画素PLの加算画素の画素値のうちの少なくとも一方を使用して、注目画素の画素位置の画素値を生成する部分であり、平均値補間部62には、信号勾配算出部63により算出された信号勾配方向を示す情報と、画素値加算部64により加算された加算画素の加算画素値が加えられている。

40

【0118】

信号勾配算出部63は、注目画素の画素位置における画素値を生成する際に、注目画素の画素位置の周辺の画素の信号勾配が最小になる信号勾配方向を算出する。

【0119】

図10は、第1の実施形態の撮像素子における位相差検出用画素（第1の位相差画素PR）に対する平均値補間を説明するための図である。

【0120】

図10において、第1の位相差画素PRを注目画素とすると、注目画素を中心とする5×5画素の範囲内には、10個のG画素（G1～G10）が存在する。また、G11、G

50

12、G13は、それぞれG画素に相当する加算画素を示している。

【0121】

いま、図10に示すように、注目画素（第1の位相差画素PR）の周辺の画素に基づいて信号勾配方向を算出する場合、信号勾配算出部63は、注目画素の周辺のG画素の画素値を取得し、水平方向（第1の方向）の2つのG画素（例えば、G4とG5）の画素値の差分と画素間隔から水平方向の信号勾配を算出し、同様にして垂直方向（第2の方向）の2つのG画素（例えば、G4とG9）の画素値の差分と画素間隔から垂直方向の信号勾配を算出し、+45度方向（第3の方向）の2つのG画素（例えば、G2とG5）の画素値の差分と画素間隔から+45度方向の信号勾配を算出し、-45度方向（第4の方向）の2つのG画素（例えば、G1とG4）の画素値の差分と画素間隔から-45度方向の信号勾配を算出する。尚、信号勾配の算出に使用する画素は、上記の例に限らず、例えば、注目画素に近い2×2画素のG画素を使用してもよい。

10

【0122】

信号勾配算出部63は、上記のようにして算出した4方向の信号勾配のうちの信号勾配が最小になる信号勾配の方向を、信号勾配方向として算出する。

【0123】

ここで、信号勾配方向の算出にG画素の画素値を使用するのは、G画素の画素値は、R画素、G画素及びB画素の画素値のうち、輝度信号（Y）を得るために最も寄与するからであり、上記のようにして算出した信号勾配方向は、4つの方向のうちの輝度の相関が最も高い方向に相当する。

20

【0124】

画素値加算部64は、一对の第1の位相差画素PRの画素値と第2の位相差画素PLの画素値とを加算し、第1の位相差画素PRと第2の位相差画素PLとの間の画素位置における仮想的なG画素（加算画素）の画素値を生成する。

【0125】

図6及び図8を用いて説明したように、一对の第1の位相差画素PRの画素値と第2の位相差画素PLの画素値とを加算すると、加算した画素値（加算画素値）は、同じ画素位置における通常画素（G画素）の画素値と等しくなり、また、加算画素は、一对の第1の位相差画素PRと第2の位相差画素PLとの中間に存在するものとして扱うことができる。画素値加算部64により生成された加算画素の加算画素値は、平均値補間部62に出力される。

30

【0126】

平均値補間部62は、注目画素の画素位置における画素値を補間演算する場合、信号勾配算出部63により算出された信号勾配方向であって、注目画素の画素位置を基準にした信号勾配方向に存在する、注目画素の画素位置の色と同じ色の複数のG画素（G画素に相当する加算画素を含む）を検出し、検出した複数のG画素の画素値を補間して注目画素の画素位置の画素値を生成する。

【0127】

図10に示すように信号勾配方向が水平方向の場合、平均値補間部62は、水平方向のG画素に相当する加算画素（G11、G12）の画素値を補間（距離に応じた加重平均）して注目画素の画素位置の画素値を生成する。信号勾配方向が水平方向の場合、注目画素の水平方向には、通常画素（G画素）が存在しないため、平均値補間は、加算画素のみを使用する。

40

【0128】

一方、信号勾配方向が垂直方向の場合、平均値補間部62は、垂直方向の2つのG画素（G4、G9）を補間して注目画素の画素位置の画素値を生成し、信号勾配方向が+45度方向の場合、平均値補間部62は、+45度方向の2つのG画素（G5、G6）を補間して注目画素の画素位置の画素値を生成する。

【0129】

また、信号勾配方向が-45度方向の場合、平均値補間部62は、-45度方向の2つ

50

のG画素（G14、G15）を補間して注目画素の画素位置の画素値を生成することができる。この場合、G14、G15のG画素は、注目画素を中心とする5×5画素の範囲外の画素（比較的離れている画素）であるため、補間精度が低下することが考えられる。

【0130】

信号勾配方向が-45度方向の場合、平均値補間部62は、G4、G11の2つの画素、G4、G11、G6の3つの画素、G4、G11、G6、G9の4つの画素、又は-45度方向の2組のG1とG7、G3とG10の画素の画素値を補間して注目画素の画素位置の画素値を生成してもよいし、加算画素（G11）の画素値をそのまま採用してもよい。

【0131】

尚、平均値補間部62は、注目画素が第2の位相差画素PLの場合も上記と同様にして第2の位相差画素PLの画素位置における撮像用の画素値を補間演算することができる。また、信号勾配方向に応じて平均値補間する場合、その平均値補間に使用する画素は、上記の例に限定されない。

【0132】

最終画素値決定部65は、注目画素に対して、ゲイン補間部61により補間された画素値と平均値補間部62により補間された画素値のうちのいずれか一方の画素値を選択し、又は2つの画素値を重み付け加算した画素値を生成し、注目画素の画素位置における最終の画素値を決定する。例えば、注目画素の周辺の画像が平坦である場合、平均値補間した画素値が好ましく、注目画素の周辺の画像の空間周波数が高い場合、ゲイン補間した画素値が好ましい。また、ピントが合っていない領域では、平均値補間した画素値が好ましい。

【0133】

上記のように補間処理部60は、静止画の撮影時に撮像素子16から読み出されたRAWデータに含まれる、位相差検出用画素の画素値を補正（補間）し、これにより位相差検出用画素の画素位置の画素値が補正された、静止画のRAWデータが生成される。

【0134】

＜補間処理部の第2の実施形態＞

図11は、図3に示した画像処理部24における補間処理部の第2の実施形態を示すブロック図である。尚、図11において、図9に示した第1の実施形態と共通する部分には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0135】

図11に示す第2の実施形態の補間処理部60は、図9に示した第1の実施形態と比較して加算画素レベル補正部66が追加されている点で相違する。

【0136】

図11において、画素値加算部64により加算された一对の第1の位相差画素PRと第2の位相差画素PLの画素値を加算した加算画素値（ $PA (= PL + PR)$ ）は、同じ画素位置における通常画素（G画素）の画素値（G）に近い値になるが、厳密には一致しない。

【0137】

加算画素レベル補正部66は、予めレベル調整係数を記憶する記憶部（ROM47）から注目画素の画素位置に対応するレベル調整係数（K）を読み出し、もしくは画像データを解析することでレベル調整係数（K）を算出し、読み出し又は算出したレベル調整係数（K）を、画素値加算部64により加算された加算画素値（PA）に乗算し、乗算された（レベル調整された）加算画素値（ $(PA \times K) = G$ ）を、通常画素のG画素に相当する画素値（G）として平均値補間部62に出力する。

【0138】

第2の実施形態によれば、一对の第1の位相差画素PRの画素値と第2の位相差画素PLの画素値とを加算した加算画素値（ $PA (= PL + PR)$ ）にレベル調整係数（K）を乗算し、加算画素値を調整するようにしたため、調整後の加算画素値（ $PA \times K$ ）を、同

10

20

30

40

50

じ画素位置に存在していれば得られる通常画素（G画素）の画素値（G）と完全に一致させることができ、加算画素値を平均値補間に使用する場合に精度の高い補間を行うことができる。

【0139】

＜補間処理部の第3の実施形態＞

図12は、図3に示した画像処理部24における補間処理部の第3の実施形態を示すブロック図である。尚、図12において、図11に示した第2の実施形態と共通する部分には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0140】

図12に示す第3の実施形態の補間処理部60は、図11に示した第2の実施形態と比較して、主として飽和判定部67が追加されている点で相違する。

10

【0141】

飽和判定部67は、補間対象である注目画素、注目画素に隣接する第1の位相差画素PR又は第2の位相差画素PL、及び注目画素に隣接する通常画素（G画素）のうちの少なくとも1つの画素の飽和を判定し、判定結果を平均値補間部62に出力する。

【0142】

いま、注目画素に隣接するG画素に強い光が入射し、G画素が飽和する場合を考える。

【0143】

G画素は飽和するが、第1の位相差画素PRと第2の位相差画素PLのいずれ一方、もしくは両方が飽和していない場合、通常、 $G < PA \times K$ となる。調整後の加算画素値（ $PA \times K$ ）も飽和レベルを超える場合、飽和レベルでもって加算画素値をクリップすれば、加算画素とG画素とは一致し、特段問題は起きない。しかし、加算画素値（PA）を調整するレベル調整係数（K）の値を正確に設定できない場合、G画素が飽和していても調整後の加算画素値（ $PA \times K$ ）が飽和レベルを超えない場合があり、この場合には、加算画素と周辺のG画素との間に信号段差が発生する。このような場合、平均値補間部62は、平均値補間に加算画素を使用しないようにすべきである。

20

【0144】

図14に示すように注目画素を第1の位相差画素PRとしたとき、その周辺にあるG画素、例えばG4、G5、G6のいずれか、もしくは全てが飽和している場合、注目画素に隣接する加算画素を平均値補間に使用しないようにする。

30

【0145】

また、 $G = PA$ 、又は $G = PA \times K$ となる前提は、G画素への入射光量と、第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PLへの入射光量とが一定の場合（無地の被写体を撮影した場合）である。高周波な信号パターンを撮影した場合、注目画素に隣接するG画素が飽和していない場合でも、高周波の強い光が注目画素、注目画素に隣接する第1の位相差画素PR又は第2の位相差画素PLに入射すると、これらの画素が飽和する場合があり、この場合、加算画素値には信頼性がなく、また、 $G = PA$ 、又は $G = PA \times K$ となる前提が成り立たないため、加算画素を補間に使用すべきではない。

【0146】

そこで、少なくとも第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PLのうちのいずれかが予め定める飽和レベルSATLEVを超える場合には、注目画素に隣接する加算画素を平均値補間に使用しないようにする。例えば、撮像素子16から出力されるRAWデータの画素の深度が16bit（0～65535まで表現）であった場合に、SATLEV = 65000などと設定する。

40

【0147】

平均値補間部62は、補間対象である注目画素、注目画素に隣接する第1の位相差画素PR又は第2の位相差画素PL、及び注目画素に隣接する通常画素（G画素）のうちの少なくとも1つの画素が飽和しているとの判定結果を飽和判定部67から入力すると、加算画素を平均値補間に使用しないようにする。即ち、平均値補間部62は、飽和判定部67により補間対象である注目画素、注目画素に隣接する第1の位相差画素PR又は第2の位相差画素PL、及び注目画素に隣接するG画素のうちの少なくとも1つの画素が飽和して

50

いると判定されると、通常画素（G画素）のみを平均値補間に使用する。

【0148】

第3の実施形態によれば、平均値補間の精度を上げるために加算画素を用いる場合において、加算画素を用いることで画質低下を招く信号飽和が発生する条件では、加算画素を平均値補間に使用しないようにしたため、平均値補間の補間精度を維持（画質を維持）することが可能となる。

【0149】

＜補間処理部の第4の実施形態＞

図13は、図3に示した画像処理部24における補間処理部の第4の実施形態を示すブロック図である。尚、図13において、図12に示した第3の実施形態と共通する部分には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

10

【0150】

図13に示す第4の実施形態の補間処理部60は、図12に示した第3の実施形態と比較して、主として平坦判定部68が追加されている点で相違する。

【0151】

平坦判定部68は、注目画素の画素位置を基準にした所定のウィンドウ内の画像の平坦度を算出し、算出した平坦度によりウィンドウ内の画像が平坦か否かを判定する。

【0152】

本例の平坦判定部68は、信号勾配算出部63により算出された4つの方向（水平方向、垂直方向、+45度方向、-45度方向）の信号勾配を示す情報を入力し、4つの方向の信号勾配のうちの最大の信号勾配を算出し、算出した最大の信号勾配が、平坦を判定する閾値（第1の閾値）以下の場合、所定のウィンドウ内の画像は平坦であると判定する。

20

【0153】

また、平坦判定部68は、上記の例に限らず、図14に示すように注目画素（図14では、第1の位相差画素PR）を中心とする5×5画素の範囲を所定のウィンドウとする場合、ウィンドウ内の複数のG画素（G1～G10の10個のG画素）の画素値の標準偏差又は分散を算出し、算出した標準偏差又は分散が、平坦を判定する閾値（第2の閾値）以下の場合、ウィンドウ内の画像が平坦であると判定してもよい。尚、ウィンドウの大きさは、5×5画素の範囲に限定されず、M×N画素（M、Nは、3以上の奇数が好ましい）とすることができる。

30

【0154】

平均値補間部62は、補間対象である注目画素の画素位置を基準にした所定のウィンドウ内の画像が平坦であるとの判定結果を平坦判定部68から入力すると、加算画素を平均値補間に使用しないようにする。即ち、平均値補間部62は、平坦判定部68により所定のウィンドウ内の画像が平坦であると判定されると、通常画素（G画素）のみを平均値補間に使用する。

【0155】

また、平均値補間部62は、平坦判定部68により所定のウィンドウ内の画像が平坦であると判定されると、信号勾配算出部63により算出される信号勾配方向により平均値補間に使用する画素を使用しなくてもよく、ウィンドウ内の全てのG画素、又は一部のG画素を使用して平均値補間してもよい。

40

【0156】

加算画素と通常画素（本例ではG画素）との間に信号段差が発生している場合、加算画素を平均値補間に使用すると、平均値補間された注目画素が、平坦な画像内のG画素と異なる画素値となり、特に平坦な画像内で目立ちやすくなる。

【0157】

そこで、平均値補間部62は、平坦判定部68により所定のウィンドウ内の画像が平坦であると判定されると、加算画素を用いずに平均値補間を行う。尚、通常画素と加算画素とを重み付けして平均値補間を行う場合、加算画素に対する重みを小さくするようにしてもよい。

50

【0158】

第4の実施形態によれば、平均値補間の精度を上げるために加算画素を用いる場合において、加算画素と通常画素との間に信号段差があった場合に誤補正として目立ちやすい画像の平坦部では、通常画素のみ使用して（又は加算画素の重みを小さくした）平均値補間を行うことにより画質低下を防止することができる。

【0159】

〔画像処理方法〕

図15は、本発明に係る画像処理方法の第1の実施形態を示すフローチャートであり、特に図12に示した補間処理部60での処理手順に関して示している。

【0160】

図15において、図12に示す加算画素レベル補正部66は、加算画素のレベル調整係数（K）の設定を行う（ステップS10）。加算画素レベル補正部66は、予め設定されたレベル調整係数（K）、もしくはRAWデータを解析することで算出したレベル調整係数（K）に設定することができる。

【0161】

また、ゲイン補間部61に含まれるゲイン補間情報取得部は、予めゲイン補間情報を記憶する記憶部（ROM47）からゲイン補間情報を読み出し、又は画像データを解析することでゲイン補間情報を算出し、読み出し又は算出したゲイン補間情報の設定を行う（ステップS12）。

【0162】

補間処理部60は、未補間の位相差画素（第1の位相差画素PR、第2の位相差画素PL）を注目画素として選択する（ステップS14）。

【0163】

信号勾配算出部63は、ステップS14により選択された注目画素の周辺の信号勾配方向を、注目画素の周辺のG画素の画素値に基づいて算出する（ステップS16）。

【0164】

また、画素値加算部64は、一对の第1の位相差画素PRと第2の位相差画素PLの画素値を加算し、加算画素レベル補正部66は、加算画素の加算画素値に、ステップS10で設定したレベル調整係数を乗算し、加算画素のレベル調整を行う（ステップS18）。

【0165】

ゲイン補間部61は、ステップS14により設定された注目画素の画素値に、ステップS12で設定したゲイン補間情報を乗算し、通常画素と信号レベルを合わせるゲイン補間を行う（ステップS20）。

【0166】

平均値補間部62は、飽和判定部67から入力する判定結果により画素（注目画素、注目画素に隣接する第1の位相差画素PR又は第2の位相差画素PL、及び注目画素に隣接する通常画素（G画素）のうちの少なくとも1つの画素）が飽和しているか否かを判別し（ステップS22）、飽和していないと判別すると（「No」の場合）には、注目画素の周辺の通常画素（G画素）の他、ステップS18でレベル調整した加算画素も使用して注目画素の画素位置における撮像用の画素値を算出（平均値補間）する（ステップS24、補間ステップ）。一方、飽和していると判別すると（「Yes」の場合）には、ステップS18でレベル調整した加算画素を使用せずに、注目画素の周辺の通常画素（G画素）のみを使用して注目画素の画素位置における撮像用の画素値を算出（平均値補間）する（ステップS26、補間ステップ）。

【0167】

最終画素値決定部65は、注目画素に対して、ステップS20によりゲイン補間された画素値と、ステップS24又はステップS26により平均値補間された画素値のうちのいずれか一方の画素値を選択し、又は2つの画素値を重み付け加算した画素値を生成し、注目画素の画素位置における最終補間値（最終の画素値）を決定する（ステップS28）。

【0168】

補間処理部 60 は、撮像素子 16 内の全ての位相差画素（第 1 の位相差画素 P R、第 2 の位相差画素 P L）の補間（画素値の生成）が終了したか否かを判別し（ステップ S 39）、全位相差画素の補間が終了していない場合（「No」の場合）には、ステップ S 14 に戻り、ステップ S 14 からステップ S 28 の処理を繰り返し、全位相差画素の補間が終了した場合（「Yes」の場合）には、補間処理部 60 での処理を終了する。

【0169】

第 1 の実施形態の画像処理方法によれば、加算画素を使用することにより平均値補間の精度を上げることができ、また、加算画素を用いることで画質低下を招く信号飽和が発生する条件では、加算画素を平均値補間に使用しないようにしたため、平均値補間の補間精度を維持（画質を維持）することができる。

10

【0170】

図 16 は、本発明に係る画像処理方法の第 2 の実施形態を示すフローチャートであり、特に図 13 に示した補間処理部 60 での処理手順に関して示している。

【0171】

尚、図 16 において、図 15 に示した第 1 の実施形態と共通するステップには同一のステップ番号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0172】

図 16 に示す第 2 の実施形態の画像処理方法は、主として図 15 に示した第 1 の実施形態のステップ S 22 の代わりに、ステップ S 40 及びステップ S 42 の処理を行う点で、第 1 の実施形態と相違する。

20

【0173】

図 13 に示す平坦判定部 68 は、注目画素の画素位置を基準にした所定のウィンドウ内の画像の平坦度を算出し（ステップ S 40）、算出した平坦度からウィンドウ内の画像が平坦か否かを示す判定結果を平均値補間部 62 に出力する（ステップ S 40）。

【0174】

平均値補間部 62 は、平坦判定部 68 から入力する判定結果により、注目画素の画素位置の周辺（所定のウィンドウ内）の画像が平坦でないと判定されると（「No」の場合）、ステップ S 24 に遷移し、画像が平坦である判定されると（「Yes」の場合）、ステップ S 26 に遷移する（ステップ S 42）。平均値補間部 62 は、ステップ S 24 では、注目画素の周辺の通常画素（G 画素）の他、加算画素も使用して注目画素の平均値補間を行い、ステップ S 26 では、加算画素を使用せずに、注目画素の周辺の通常画素（G 画素）のみを使用して注目画素の平均値補間を行う。

30

【0175】

第 2 の実施形態の画像処理方法によれば、加算画素を使用することにより平均値補間の精度を上げることができ、また、加算画素を用いることで誤補正（誤補間）された場合に誤補正が目立ちやすい画質低下を招く画像の平坦部では、加算画素を平均値補間に使用しないようにしたため、平均値補間の補間精度（画質）を維持することができる。

【0176】

<撮像素子の第 2 の実施形態>

図 17 は、撮像素子 16 のカラーフィルタ配列及び位相差検出用画素の配置の第 2 の実施形態を示す図である。

40

【0177】

第 2 の実施形態の撮像素子 16 のカラーフィルタの第 1 の周期的色配列は、一般的なベイア配列である。

【0178】

ベイア配列を有する撮像素子 16 において、通常画素のみが水平方向（行方向）に配置された通常画素行は、R フィルタを有する画素（R 画素）と G フィルタを有する画素（G 画素）とが行方向に交互に配置された R G 行と、G 画素と B フィルタを有する画素（B 画素）とが行方向に交互に配置された G B 行とがある。また、R G 行と G B 行とは、垂直方向（列方向）に交互に配置されている。

50

【0179】

また、第2の実施形態の撮像素子16は、第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PLが設けられた位相差画素行と、通常画素のみが設けられている通常画素行とを有している。

【0180】

図17に示す撮像素子16の位相差画素行は、ベイア配列の特定のGB行において、一对の第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PLと1つの通常画素の3画素を1周期として周期的に行方向に配置されて構成されている。したがって、位相差画素行には、G画素とB画素とが行方向に2画素（一对の第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PL）置きに交互に配置されている。尚、本例の位相差画素行は、ベイア配列のGB行に設けられているが、これに限らず、RG行に設けるようにしてもよい。

10

【0181】

また、本例の第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PLには、それぞれGフィルタが配置されているが、例えば、Gフィルタを配置せずに、Gフィルタの透過波長帯域よりも広い波長帯域の光が入射できるようにしてもよい。

【0182】

位相差画素行における一对の第1の位相差画素PRの画素値と第2の位相差画素PLの画素値とを加算すると、加算した画素の画素値（加算画素値）は、通常画素（G画素）の画素値とほぼ等しくなり、また、加算した画素（加算画素）は、一对の第1の位相差画素PRと第2の位相差画素PLとの中間に存在するものとして扱うことができる。

20

【0183】

位相差画素の「平均値補間」は、X-T r a n s配列を有する第2の実施形態の撮像素子16と同様に、注目する位相差検出用画素（第1の位相差画素PR又は第2の位相差画素PL）の周辺に存在する複数の通常画素及び加算画素を使用して行うことができる。

【0184】

図18は、第2の実施形態の撮像素子における位相差検出用画素に対する平均値補間を説明するための図である。

【0185】

図18に示す補間対象の注目画素は、第1の位相差画素PRであり、注目画素の位置は、G画素の位置に対応している。

30

【0186】

図9に示す平均値補間部62は、注目画素の位置がG画素の位置に対応している場合、画素値加算部64により加算された加算画素の加算画素値を、その注目画素の周辺の画素うちの1つの画素の画素値として使用し、注目画素における画素値を補間演算する。

【0187】

信号勾配算出部63により算出された信号勾配方向が水平方向の場合、平均値補間部62は、水平方向のG画素に相当する加算画素（図18の太枠で示した2つの加算画素）の加算画素値を補間（距離に応じた加重平均）して注目画素の画素位置の画素値を生成する。

【0188】

また、信号勾配算出部63により算出された信号勾配方向が垂直方向の場合、平均値補間部62は、垂直方向のG画素（垂直方向の矢印で示した2つのG画素）の画素値を補間して注目画素の画素位置の画素値を生成する。

40

【0189】

同様に、信号勾配算出部63により算出された信号勾配方向が+45度方向の場合、平均値補間部62は、+45度方向のG画素（+45度方向の矢印で示した2つのG画素）を補間して注目画素の画素位置の画素値を生成し、信号勾配方向が-45度方向の場合、平均値補間部62は、-45度方向のG画素（-45度方向の矢印で示した2つのG画素）を補間して注目画素の画素位置の画素値を生成する。

【0190】

50

尚、注目画素の周辺の通常画素が飽和している場合、あるいは注目画素の周辺が平坦な画像の場合等では、加算画素値を平均値補間を使用しない方が好ましい。

【0191】

図19は、第2の実施形態の撮像素子における位相差検出用画素に対する平均値補間を説明するための他の図である。

【0192】

図19に示す補間対象の注目画素は、第2の位相差画素PLであり、注目画素の位置は、B画素の位置に対応している。

【0193】

平均値補間部62は、注目画素の位置がB画素の位置に対応している場合、画素値加算部64により加算された加算画素の加算画素値は使用せず、その注目画素の周辺のB画素のみを使用して注目画素における画素値を補間演算する。加算画素が、仮想的なG画素に対応するからである。

10

【0194】

信号勾配算出部63により算出された信号勾配方向が水平方向の場合、平均値補間部62は、水平方向のB画素（水平方向の矢印で示した2つのB画素）の画素値を補間（距離に応じた加重平均）して注目画素の画素位置の画素値を生成する。

【0195】

また、信号勾配算出部63により算出された信号勾配方向が垂直方向の場合、平均値補間部62は、垂直方向のB画素（垂直方向の矢印で示した2つのB画素）の画素値を補間して注目画素の画素位置の画素値を生成する。

20

【0196】

同様に、信号勾配算出部63により算出された信号勾配方向が+45度方向の場合、平均値補間部62は、+45度方向のB画素（+45度方向の矢印で示した2つのB画素）を補間して注目画素の画素位置の画素値を生成し、信号勾配方向が-45度方向の場合、平均値補間部62は、-45度方向のB画素（-45度方向の矢印で示した2つのB画素）を補間して注目画素の画素位置の画素値を生成する。

【0197】

本発明が適用可能な撮像装置の態様としては、図1に示した撮像装置10には限定されず、例えば、カメラ機能を有する携帯電話機やスマートフォン、PDA（Personal Digital Assistants）、及び携帯型ゲーム機等が挙げられる。以下、本発明を適用可能なスマートフォンの一例について説明する。

30

【0198】

＜スマートフォンの構成＞

図20は、撮像装置の一実施形態であるスマートフォンの外観を示す図である。

【0199】

図20に示すスマートフォン100は、平板状の筐体102を有し、筐体102の一方の面に表示部としての表示パネル121と、入力部としての操作パネル122とが一体となって形成される表示入力部120が設けられる。また、その筐体102は、スピーカ131と、マイクロホン132と、操作部140と、カメラ部141（撮像部）とを備える。尚、筐体102の構成はこれに限定されず、例えば、表示部と入力部とが独立して設けられる構成を採用したり、折り畳み構造やスライド機構を有する構成を採用することもできる。

40

【0200】

図21は、図20に示したスマートフォン100の内部構成を示すブロック図である。図21に示すように、スマートフォン100の主たる構成要素として、無線通信部110と、表示入力部120と、通話部130と、操作部140と、カメラ部141と、記憶部150と、外部入出力部160（出力部）と、GPS（global positioning system）受信部170と、モーションセンサ部180と、電源部190と、主制御部101とを備える。また、スマートフォン100の主たる機能として、基地局装置と移動通信網とを介し

50

た移動無線通信を行う無線通信機能を備える。

【0201】

無線通信部110は、主制御部101の指示に従って、移動通信網に接続された基地局装置との間で無線通信を行う。その無線通信が使用されて、音声データ及び画像データ等の各種ファイルデータや電子メールデータなどの送受信、及びウェブデータやストリーミングデータなどの受信が行われる。

【0202】

表示入力部120は、表示パネル121の画面上に配設された操作パネル122を備えたいわゆるタッチパネルであり、主制御部101の制御により、画像（静止画像及び動画像）や文字情報などを表示して視覚的にユーザに情報を伝達し、また表示した情報に対するユーザ操作を検出する。尚、操作パネル122を便宜上、タッチパネルとも称す。

10

【0203】

表示パネル121は、LCD(Liquid Crystal Display)又はOLED(Organic Electro-Luminescence Display)などを表示デバイスとして用いる。操作パネル122は、表示パネル121の表示面上に表示される画像が視認可能な状態で設けられ、ユーザの指や尖筆によって操作される1又は複数の座標を検出するデバイスである。そのデバイスがユーザの指や尖筆によって操作されると、操作パネル122は、操作に起因して発生する検出信号を主制御部101に出力する。次いで、主制御部101は、受信した検出信号に基づいて、表示パネル121上の操作位置（座標）を検出する。

20

【0204】

図20に例示されるスマートフォン100の表示パネル121と操作パネル122とは一体となって表示入力部120を構成し、操作パネル122が表示パネル121を完全に覆うような配置となっている。その配置を採用した場合、操作パネル122は、表示パネル121外の領域についても、ユーザ操作を検出する機能を備えてもよい。換言すると、操作パネル122は、表示パネル121に重なる重畳部分についての検出領域（以下、「表示領域」という）と、それ以外の表示パネル121に重ならない外縁部分についての検出領域（以下、「非表示領域」という）とを備えていてもよい。

【0205】

尚、表示領域の大きさと表示パネル121の大きさとを完全に一致させてもよいが、両者を必ずしも一致させる必要はない。また、操作パネル122が、外縁部分及びそれ以外の内側部分の2つの感応領域を備えていてもよい。更に、その外縁部分の幅は、筐体102の大きさなどに応じて適宜設計されるものである。更にまた、操作パネル122で採用される位置検出方式としては、マトリクススイッチ方式、抵抗膜方式、表面弾性波方式、赤外線方式、電磁誘導方式、及び静電容量方式などが挙げられ、いずれの方式が採用されてもよい。

30

【0206】

通話部130は、スピーカ131及びマイクロホン132を備え、マイクロホン132を通じて入力されたユーザの音声の主制御部101にて処理可能な音声データに変換して主制御部101に出力したり、無線通信部110或いは外部入出力部160により受信された音声データを復号してスピーカ131から出力したりする。また、図20に示すように、例えば、スピーカ131及びマイクロホン132を表示入力部120が設けられた面と同じ面に搭載することができる。

40

【0207】

操作部140は、キースイッチなどを用いたハードウェアキーであって、ユーザからの指示を受け付ける。例えば、図20に示すように、操作部140は、スマートフォン100の筐体102の側面に搭載され、指などで押下されるとスイッチオン状態となり、指を離すとバネなどの復元力によってスイッチオフ状態となる押しボタン式のスイッチである。

【0208】

記憶部150は、主制御部101の制御プログラムや制御データ、通信相手の名称や電

50

話番号などを対応づけたアドレスデータ、送受信した電子メールのデータ、ウェブブラウジングによりダウンロードしたウェブデータ、及びダウンロードしたコンテンツデータ等を記憶し、またストリーミングデータなどを一時的に記憶する。

【0209】

また、記憶部150は、スマートフォン内蔵の内部記憶部151と着脱自在な外部メモリスロットを有する外部記憶部152とにより構成される。尚、記憶部150を構成する内部記憶部151及び外部記憶部152のそれぞれは、フラッシュメモリタイプ、ハードディスクタイプ、マルチメディアカードマイクロタイプ、カードタイプのメモリ、RAM(Random Access Memory)、或いはROM(Read Only Memory)などの格納媒体を用いて実現される。

10

【0210】

外部入出力部160は、スマートフォン100に連結される全ての外部機器とのインターフェースの役割を果たし、通信等(例えば、USB(Universal Serial Bus)、IEEE1394など)又はネットワーク(例えば、無線LAN(Local Area Network)、ブルートゥース(Bluetooth)(登録商標)、RFID(Radio Frequency Identification)、赤外線通信(Infrared Data Association: IrDA)、UWB(Ultra Wideband)(登録商標)、ジグビー(ZigBee)(登録商標)など)により他の外部機器に直接的又は間接的に接続する。

【0211】

スマートフォン100に連結される外部機器としては、例えば、有線/無線ヘッドセット、有線/無線外部充電器、有線/無線データポート、カードソケットを介して接続されるメモリカード(Memory card)やSIM(Subscriber Identity Module)/UIM(User Identity Module)カード、オーディオ・ビデオI/O(Input/Output)端子を介して接続される外部オーディオビデオ機器、有線/無線接続される外部オーディオビデオ機器、スマートフォン、パーソナルコンピュータ、PDA(Personal Digital Assistant)、及びイヤホンなどがある。外部入出力部160は、このような外部機器から伝送を受けたデータをスマートフォン100の内部の各構成要素に伝達したり、スマートフォン100の内部のデータが外部機器に伝送されたりするように構成されてもよい。

20

【0212】

GPS受信部170は、主制御部101の指示に従って、GPS衛星ST1、ST2～STnから送信されるGPS信号を受信し、受信した複数のGPS信号に基づく測位演算処理を実行し、スマートフォン100の緯度、経度及び高度によって特定される位置情報(GPS情報)を取得する。GPS受信部170は、無線通信部110及び/又は外部入出力部160(例えば、無線LAN)から位置情報を取得できる場合には、その位置情報を用いて位置を検出することもできる。

30

【0213】

モーションセンサ部180は、例えば、3軸の加速度センサなどを備え、主制御部101の指示に従って、スマートフォン100の物理的な動きを検出する。スマートフォン100の物理的な動きを検出することにより、スマートフォン100の動く方向や加速度が検出される。その検出の結果は、主制御部101に出力される。

40

【0214】

電源部190は、主制御部101の指示に従って、スマートフォン100の各部に、バッテリー(図示しない)に蓄えられる電力を供給する。

【0215】

主制御部101は、マイクロプロセッサを備え、記憶部150が記憶する制御プログラムや制御データに従って動作し、スマートフォン100の各部を統括して制御する。また、主制御部101は、無線通信部110を通じて音声通信及びデータ通信を行うために、通信系の各部を制御する移動通信制御機能と、アプリケーション処理機能とを備える。

【0216】

アプリケーション処理機能は、記憶部150が記憶するアプリケーションソフトウェア

50

に従って主制御部１０１が動作することにより実現される。アプリケーション処理機能としては、例えば、外部入出力部１６０を制御することで対向機器とデータ通信を行う赤外線通信機能や、電子メールの送受信を行う電子メール機能、及びウェブページを閲覧するウェブブラウジング機能の他、本発明に係る画像処理機能などがある。

【０２１７】

また、主制御部１０１は、受信データやダウンロードしたストリーミングデータなどの画像データ（静止画像や動画のデータ）に基づいて、映像を表示入力部１２０に表示する等の画像処理機能を備える。また、画像処理機能には、図３に示した画像処理部２４により行われる画像処理を含む。

【０２１８】

更に、主制御部１０１は、表示パネル１２１に対する表示制御と、操作部１４０や操作パネル１２２を通じたユーザ操作を検出する操作検出制御とを実行する。

【０２１９】

表示制御の実行により、主制御部１０１は、アプリケーションソフトウェアを起動するためのアイコンや、スクロールバーなどのソフトウェアキーを表示したり、或いは電子メールを作成するためのウィンドウを表示する。尚、スクロールバーとは、表示パネル１２１の表示領域に収まりきれない大きな画像などについて、画像の表示部分を移動する指示を受け付けるためのソフトウェアキーのことをいう。

【０２２０】

また、操作検出制御の実行により、主制御部１０１は、操作部１４０を通じたユーザ操作を検出したり、操作パネル１２２を通じて、上記アイコンに対する操作や、上記ウィンドウの入力欄に対する文字列の入力を受け付けたり、或いはスクロールバーを通じた表示画像のスクロール要求を受け付ける。

【０２２１】

更に、操作検出制御の実行により主制御部１０１は、操作パネル１２２に対する操作位置が、表示パネル１２１に重なる重畳部分（表示領域）に該当するか、或いはそれ以外の表示パネル１２１に重ならない外縁部分（非表示領域）に該当するかを判定し、操作パネル１２２の感応領域やソフトウェアキーの表示位置を制御するタッチパネル制御機能を備える。

【０２２２】

また、主制御部１０１は、操作パネル１２２に対するジェスチャ操作を検出し、検出したジェスチャ操作に応じて、予め設定された機能を実行することもできる。ジェスチャ操作とは、従来の単純なタッチ操作ではなく、指などによって軌跡を描いたり、複数の位置を同時に指定したり、或いはこれらを組み合わせて、複数の位置から少なくとも１つについて軌跡を描く操作を意味する。

【０２２３】

カメラ部１４１は、主制御部１０１の制御により、撮像によって得た画像データを例えばＪＰＥＧ（Joint Photographic Experts Group）などの圧縮した画像データに変換し、その画像データを記憶部１５０に記録したり、外部入出力部１６０や無線通信部１１０を通じて出力したりすることができる。図２０に示すようにスマートフォン１００において、カメラ部１４１は表示入力部１２０と同じ面に搭載されているが、カメラ部１４１の搭載位置はこれに限らず、表示入力部１２０が設けられる筐体１０２の表面ではなく筐体１０２の背面にカメラ部１４１が搭載されてもよいし、或いは複数のカメラ部１４１が筐体１０２に搭載されてもよい。尚、複数のカメラ部１４１が搭載されている場合には、撮像に供するカメラ部１４１を切り替えて単独のカメラ部１４１によって撮像が行われてもよいし、或いは複数のカメラ部１４１を同時に使用して撮像が行われてもよい。

【０２２４】

また、カメラ部１４１はスマートフォン１００の各種機能に利用することができる。例えば、カメラ部１４１で取得した画像が表示パネル１２１に表示されてもよいし、操作パネル１２２の操作入力手法の一つとして、カメラ部１４１で撮像取得される画像が利用さ

10

20

30

40

50

れてもよい。また、GPS受信部170が位置を検出する際に、カメラ部141からの画像が参照されて位置が検出されてもよい。更には、カメラ部141からの画像が参照されて、3軸の加速度センサを用いずに、或いは、3軸の加速度センサと併用して、スマートフォン100のカメラ部141の光軸方向を判断することや、現在の使用環境を判断することもできる。勿論、カメラ部141からの画像をアプリケーションソフトウェア内で利用することもできる。

【0225】

その他、GPS受信部170により取得された位置情報、マイクロホン132により取得された音声情報（主制御部等により、音声テキスト変換を行ってテキスト情報となってもよい）、及びモーションセンサ部180により取得された姿勢情報等を静止画又は動画の画像データに付加して得られるデータを、記憶部150に記録したり、外部入出力部160や無線通信部110を通じて出力したりすることもできる。

【0226】

[その他]

本実施形態の撮像素子は、位相差検出用画素にはGフィルタが配置されているが、Gフィルタの透過波長帯域よりも広い波長帯域の光が入射できるように位相差検出用画素を構成してもよい。例えば、位相差検出用画素にはGフィルタを設けずに、透明フィルタとすることができる。これによれば、通常画素よりも開口部が小さい位相差検出用画素でも大きな画素値を取得する（位相差検出用画素を高感度にする）ことができる。

【0227】

また、図4に示した撮像素子の第1の実施形態、及び図17に示した撮像素子の第2の実施形態では、いずれも一对の第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PLと1つの通常画素の3画素を1周期として周期的に配置して位相差画素行が構成されているが、これに限らず、例えば、図4に示した撮像素子の第1の実施形態の場合には、一对の第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PLと4つの通常画素の6画素を1周期として周期的に配置して位相差画素行を構成してもよく、また、図17に示した撮像素子の第2の実施形態の場合には、一对の第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PLと3つの通常画素の5画素、又は第1のフィルタと前記第1の色以外の2色以上の各色にそれぞれ対応する複数の第2のフィルタと一对の第1の位相差画素PR及び第2の位相差画素PLと4つの通常画素の6画素を1周期として周期的に配置して位相差画素行を構成してもよい。

【0228】

更に、カラーフィルタ配列は、図4に示したX-T r a n s配列及び図17に示したベイア配列に限らず、輝度信号を得るために最も寄与する第1の色に対応する第1のフィルタと第1の色以外の2色以上の各色にそれぞれ対応する複数の第2のフィルタとが周期的に配置されたものであれば、いかなるものでもよい。

【0229】

また、本実施形態において、例えば、画像処理部24及び補間処理部60といった各種の処理を実行する処理部（processing unit）のハードウェア的な構造は、次に示すような各種のプロセッサ（processor）である。各種のプロセッサには、ソフトウェア（プログラム）を実行して各種の処理部として機能する汎用的なプロセッサであるCPU（Central Processing Unit）、FPGA（Field Programmable Gate Array）などの製造後に回路構成を変更可能なプロセッサであるプログラマブルロジックデバイス（Programmable Logic Device：PLD）、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）などの特定の処理を実行させるために専用に設計された回路構成を有するプロセッサである専用電気回路などが含まれる。

【0230】

1つの処理部は、これら各種のプロセッサのうちの1つで構成されていてもよいし、同種または異種の2つ以上のプロセッサ（例えば、複数のFPGA、あるいはCPUとFPGAの組み合わせ）で構成されてもよい。また、複数の処理部を1つのプロセッサで構成

してもよい。複数の処理部を1つのプロセッサで構成する例としては、第1に、1つ以上のCPUとソフトウェアの組合せで1つのプロセッサを構成し、このプロセッサが複数の処理部として機能する形態がある。第2に、システムオンチップ（System On Chip：SOC）などに代表されるように、複数の処理部を含むシステム全体の機能を1つのIC（Integrated Circuit）チップで実現するプロセッサを使用する形態がある。このように、各種の処理部は、ハードウェア的な構造として、上記各種のプロセッサを1つ以上用いて構成される。更に、これらの各種のプロセッサのハードウェア的な構造は、より具体的には、半導体素子などの回路素子を組み合わせた電気回路（circuitry）である。

【0231】

また、本発明は上述した実施形態に限定されず、本発明の精神を逸脱しない範囲で種々の変形が可能であることは言うまでもない。

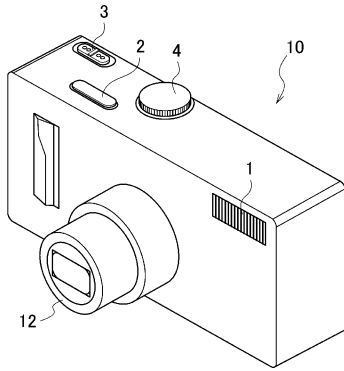
【符号の説明】

【0232】

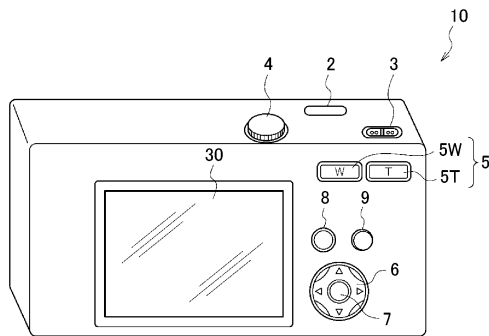
1	ストロボ	
2	シャッターボタン	
3	電源／モードスイッチ	
4	モードダイヤル	
5	ズームボタン	
5T	テレボタン	
5W	ワイドボタン	20
6	十字ボタン	
7	MENU／OKボタン	
8	再生ボタン	
9	BACKボタン	
10	撮像装置	
12	撮影レンズ	
14	絞り	
15	メカシャッター	
16	撮像素子	
16A、16B	遮光膜	30
22	画像入力コントローラ	
24	画像処理部	
26	圧縮伸張処理部	
28	ビデオエンコーダ	
30	液晶モニタ	
32	センサ駆動部	
33	シャッター駆動部	
34	絞り駆動部	
36	レンズ駆動部	
38	操作部	40
40	CPU	
42	位相差検出部	
44	AE検出部	
47	ROM	
48	メモリ	
50	VRAM	
52	メディアコントローラ	
54	メモリカード	
60	補間処理部	
61	ゲイン補間部	50

6 2	平均値補間部	
6 3	信号勾配算出部	
6 4	画素値加算部	
6 5	最終画素値決定部	
6 6	加算画素レベル補正部	
6 7	飽和判定部	
6 8	平坦判定部	
1 0 0	スマートフォン	
1 0 1	主制御部	
1 0 2	筐体	10
1 1 0	無線通信部	
1 2 0	表示入力部	
1 2 1	表示パネル	
1 2 2	操作パネル	
1 3 0	通話部	
1 3 1	スピーカ	
1 3 2	マイクロホン	
1 4 0	操作部	
1 4 1	カメラ部	
1 5 0	記憶部	20
1 5 1	内部記憶部	
1 5 2	外部記憶部	
1 6 0	外部入出力部	
1 7 0	G P S受信部	
1 8 0	モーションセンサ部	
1 9 0	電源部	
C F	カラーフィルタ	
L	マイクロレンズ	
P	基本配列パターン	
P D	フォトダイオード	30
P R	第 1 の位相差画素	
P L	第 2 の位相差画素	

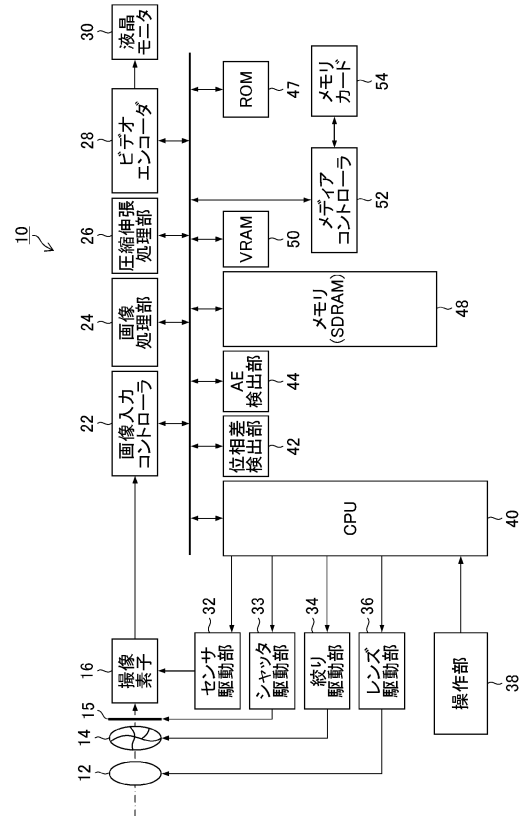
【図 1】



【図 2】



【図 3】



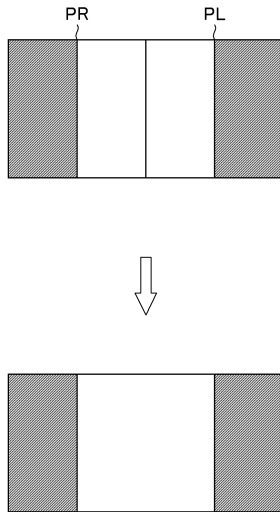
【図 4】

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	R	B	G	B	R	G	R	B	G	B	R	G	R	B	G	B	R	G
1	G	G	R	G	G	B	G	R	G	G	B	G	R	G	G	B	G	R
2	G	G	B	G	G	R	G	G	B	G	G	R	G	G	B	G	G	R
3	B	R	G	R	B	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G
4	G	G	B	G	G	R	G	G	B	G	G	R	G	G	B	G	G	R
5	G	G	R	G	G	B	G	G	R	G	G	B	G	G	R	G	G	B
6	R	B	G	B	R	G	R	B	G	B	R	G	R	B	G	B	R	G
7	G	G	R	G	G	B	G	G	R	G	G	B	G	G	R	G	G	B
8				B				R					R				B	
9	B	R	G	R	B	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G
10	G	G	B	G	G	R	G	G	B	G	G	R	G	G	B	G	G	R
11	G	G	R	G	G	B	G	G	R	G	G	B	G	G	R	G	G	B
12	R	B	G	B	R	G	R	B	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G
13	G	G	R	G	G	B	G	G	R	G	G	B	G	G	R	G	G	B
14	G	G	B	G	G	R	G	G	B	G	G	R	G	G	B	G	G	R
15	B	R	G	R	B	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G

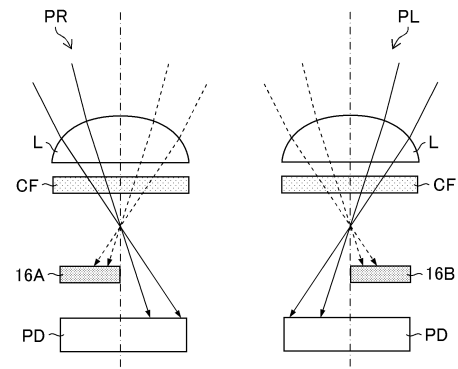
【図 5】

A配列			B配列		
G	B	G	G	R	G
R	G	R	B	G	B
G	B	G	G	R	G
G	R	G	G	B	G
B	G	B	R	G	R
G	R	G	G	B	G

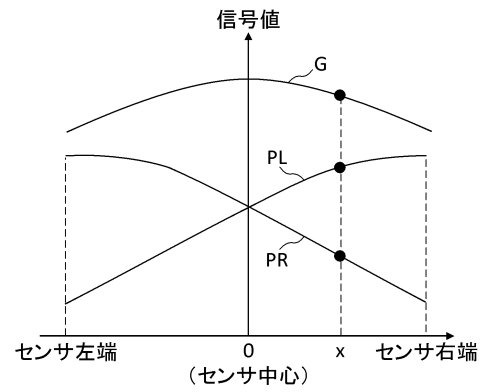
【図 6】



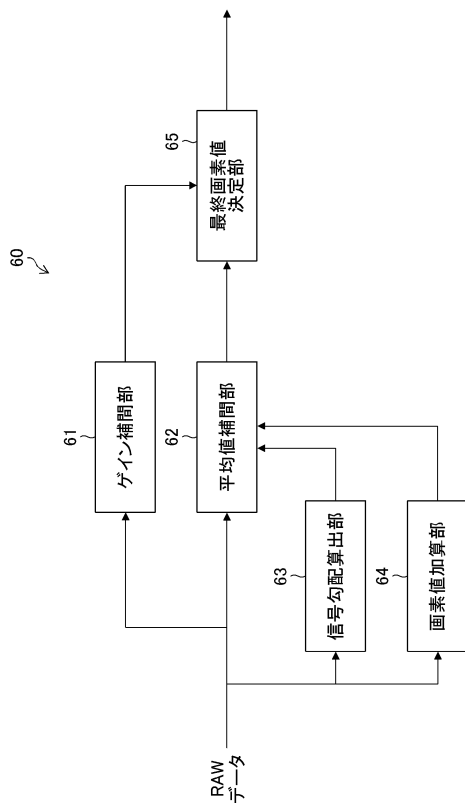
【図 7】



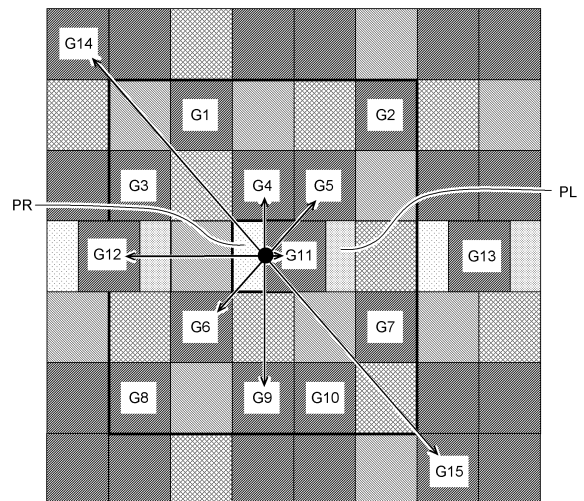
【図 8】



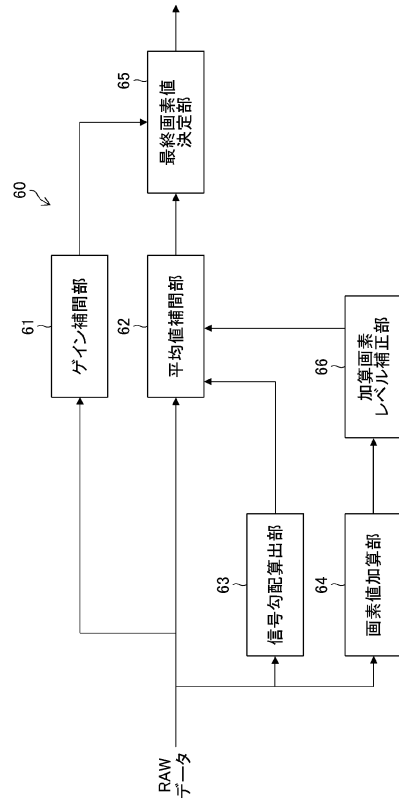
【図 9】



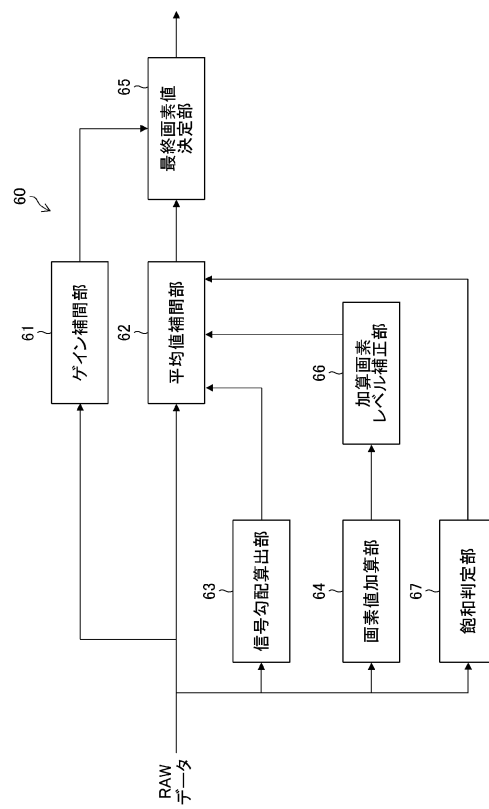
【図 10】



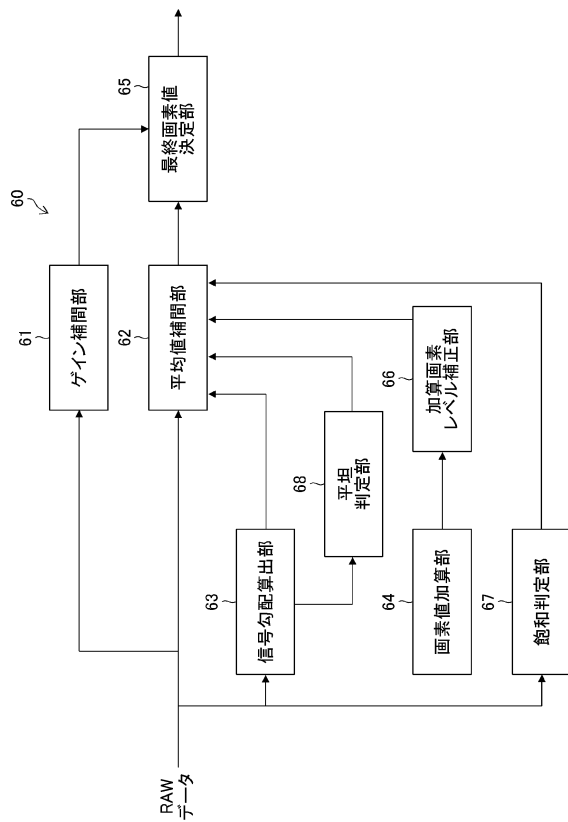
【図 1 1】



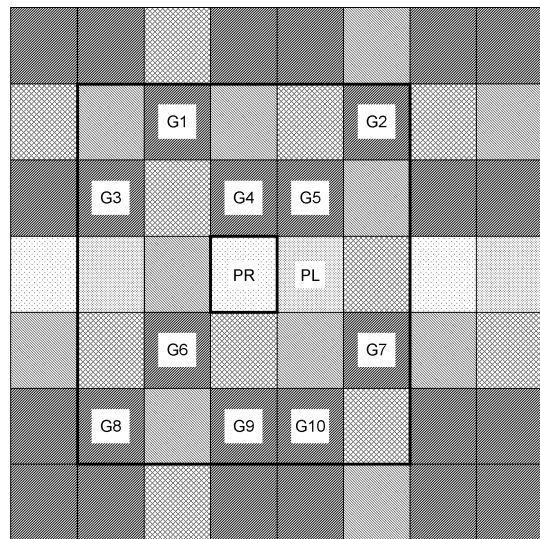
【図 1 2】



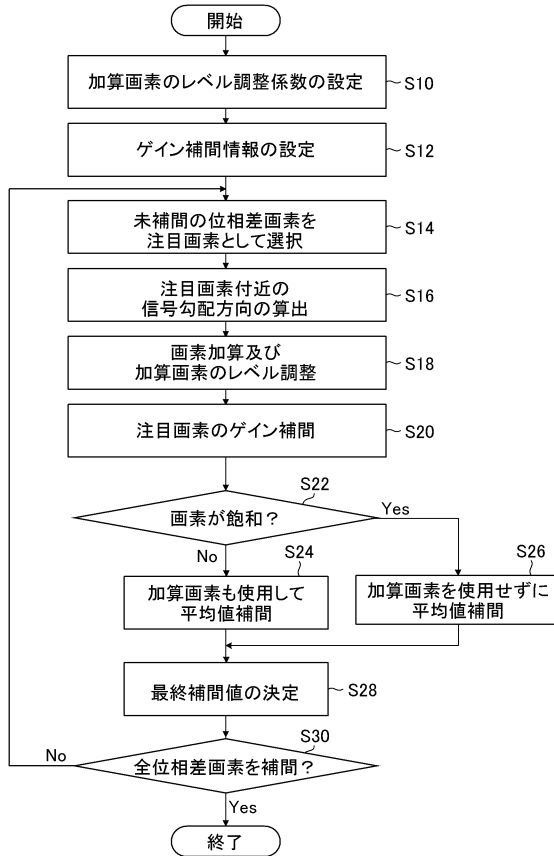
【図 1 3】



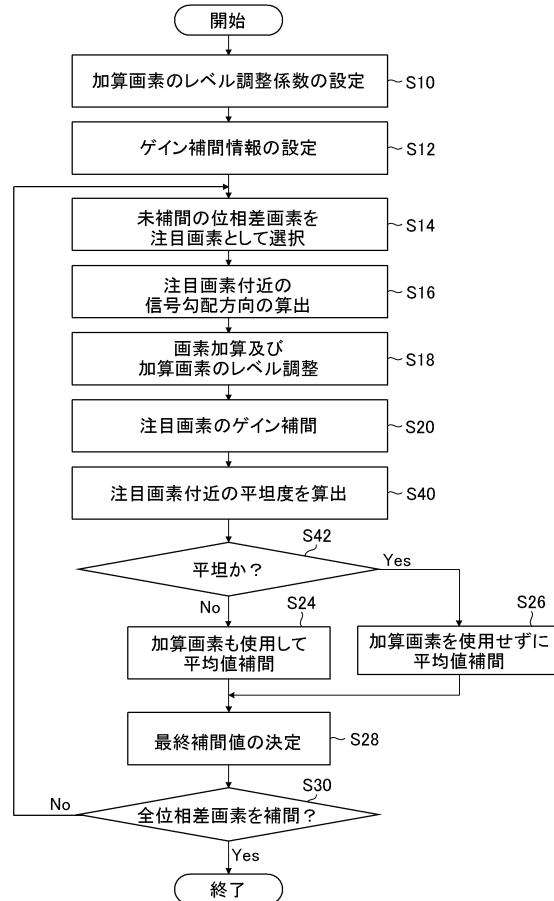
【図 1 4】



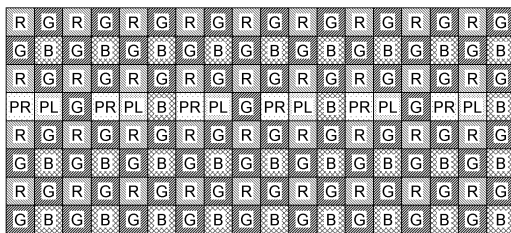
【図 15】



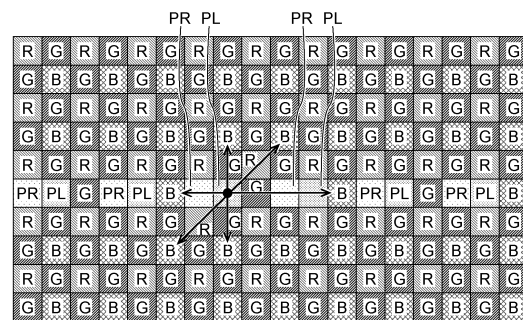
【図 16】



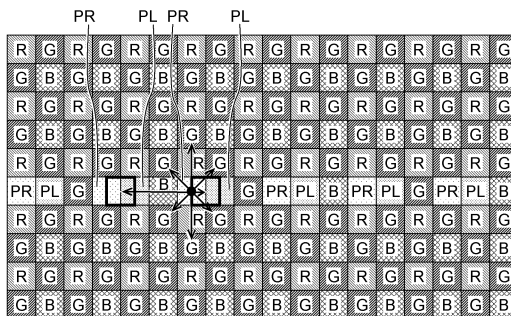
【図 17】



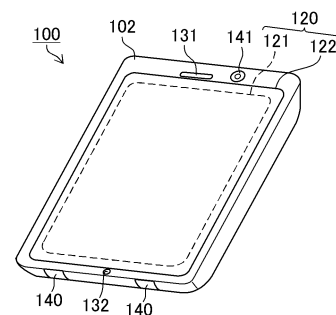
【図 19】



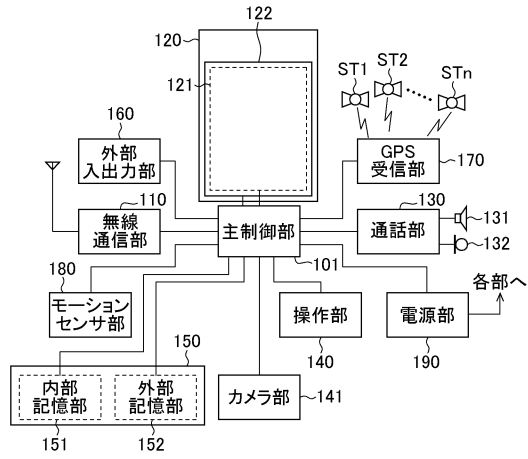
【図 18】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

- (72)発明者 田中 誠二
埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内
- (72)発明者 小林 誠
埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内
- (72)発明者 河合 智行
埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内

審査官 豊田 好一

- (56)参考文献 特開2016-28265 (JP, A)
特開2016-208042 (JP, A)
特開2016-45245 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| H04N | 9/07 |
| G02B | 7/34 |
| G03B | 13/36 |
| H04N | 5/359 |