

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6758859号
(P6758859)

(45) 発行日 令和2年9月23日 (2020.9.23)

(24) 登録日 令和2年9月4日 (2020.9.4)

(51) Int.Cl.

H04N 9/07 (2006.01)

F I

H04N 9/07

A

請求項の数 19 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2016-38706 (P2016-38706)
 (22) 出願日 平成28年3月1日 (2016.3.1)
 (65) 公開番号 特開2017-157999 (P2017-157999A)
 (43) 公開日 平成29年9月7日 (2017.9.7)
 審査請求日 平成31年2月26日 (2019.2.26)

(73) 特許権者 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
 (74) 代理人 100094112
 弁理士 岡部 譲
 (74) 代理人 100101498
 弁理士 越智 隆夫
 (74) 代理人 100106183
 弁理士 吉澤 弘司
 (74) 代理人 100128668
 弁理士 齋藤 正巳
 (72) 発明者 岩倉 靖
 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】 撮像装置、撮像システム、および画像処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の画素と、前記第1の画素の周囲に配置されるとともに前記第1の画素よりも感度が高い複数の第2の画素とが行列状に配置された画素部と、

複数の前記第2の画素の値の差分に基づき輝度分布の方向を判定する方向性判定部と、

複数の前記第2の画素の値の相関値を算出する相関値算出部と、

前記相関値が複数の前記第2の画素の値におけるノイズ信号強度に基づく閾値よりも大きい場合、複数の前記第2の画素の値から、前記輝度分布の方向に基づいて前記第1の画素の値を補間し、前記相関値が前記閾値以下である場合、複数の前記第2の画素の値から、前記輝度分布の方向に依存せずに前記第1の画素の値を補間する補間処理部とを有し、
 前記第1の画素は複数の前記第2の画素に囲まれていることを特徴とする撮像装置。

10

【請求項 2】

第1の画素と、前記第1の画素の周囲に配置されるとともに前記第1の画素よりも感度が高い複数の第2の画素とが行列状に配置された画素部と、

複数の前記第2の画素の値の差分に基づき輝度分布の方向を判定する方向性判定部と、

複数の前記第2の画素の値の相関値を算出する相関値算出部と、

前記相関値が複数の前記第2の画素の値におけるノイズ信号強度に基づく閾値よりも大きい場合、複数の前記第2の画素の値から、前記輝度分布の方向に基づいて前記第1の画素の値を補間し、前記相関値が前記閾値以下である場合、複数の前記第2の画素の値から、前記輝度分布の方向に依存せずに前記第1の画素の値を補間する補間処理部とを有し、

20

前記相関値は、前記第 1 の画素の周囲に位置する複数の前記第 2 の画素の値の分散であることを特徴とする撮像装置。

【請求項 3】

前記相関値は、前記第 1 の画素の周囲に位置する複数の前記第 2 の画素の値の差分の絶対値であることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

第 1 の画素と、前記第 1 の画素の周囲に配置されるとともに前記第 1 の画素よりも感度が高い複数の第 2 の画素とが行列状に配置された画素部と、

複数の前記第 2 の画素の値の差分に基づき輝度分布の方向を判定する方向性判定部と、

複数の前記第 2 の画素の値の相関値を算出する相関値算出部と、

前記相関値が複数の前記第 2 の画素の値におけるノイズ信号強度に基づく閾値よりも大きい場合、複数の前記第 2 の画素の値から、前記輝度分布の方向に基づいて前記第 1 の画素の値を補間し、前記相関値が前記閾値以下である場合、複数の前記第 2 の画素の値から、前記輝度分布の方向に依存せずに前記第 1 の画素の値を補間する補間処理部とを有し、

前記相関値は、前記第 1 の画素の周囲に位置する複数の前記第 2 の画素の値の平均値に対する輝度弁別限値であることを特徴とする撮像装置。

【請求項 5】

前記第 2 の画素は、前記第 1 の画素の分光感度特性よりも広い半値幅の分光感度特性を有することを特徴とする請求項 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 2 の画素は白画素である請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 7】

第 1 の画素と、前記第 1 の画素の周囲に配置されるとともに前記第 1 の画素よりも感度が高い複数の第 2 の画素とが行列状に配置された画素部と、

複数の前記第 2 の画素の値の差分に基づき輝度分布の方向を判定する方向性判定部と、

複数の前記第 2 の画素の値の相関値を算出する相関値算出部と、

前記相関値が複数の前記第 2 の画素の値におけるノイズ信号強度に基づく閾値よりも大きい場合、複数の前記第 2 の画素の値から、前記輝度分布の方向に基づいて前記第 1 の画素の値を補間し、前記相関値が前記閾値以下である場合、複数の前記第 2 の画素の値から、前記輝度分布の方向に依存せずに前記第 1 の画素の値を補間する補間処理部とを有し、

複数の前記第 1 の画素を備え、複数の前記第 1 の画素は、赤画素、緑画素、青画素から構成されることを特徴とする撮像装置。

【請求項 8】

第 1 の画素と、前記第 1 の画素の周囲に配置されるとともに前記第 1 の画素よりも感度が高い複数の第 2 の画素とが行列状に配置された画素部と、

複数の前記第 2 の画素の値の差分に基づき輝度分布の方向を判定する方向性判定部と、

複数の前記第 2 の画素の値の相関値を算出する相関値算出部と、

前記相関値が複数の前記第 2 の画素の値におけるノイズ信号強度に基づく閾値よりも大きい場合、複数の前記第 2 の画素の値から、前記輝度分布の方向に基づいて前記第 1 の画素の値を補間し、前記相関値が前記閾値以下である場合、複数の前記第 2 の画素の値から、前記輝度分布の方向に依存せずに前記第 1 の画素の値を補間する補間処理部とを有し、

複数の前記第 1 の画素を備え、複数の前記第 1 の画素は、シアン画素、マゼンタ画素、イエロ画素から構成されることを特徴とする撮像装置。

【請求項 9】

第 1 の画素と、前記第 1 の画素の周囲に配置されるとともに前記第 1 の画素よりも感度が高い複数の第 2 の画素とが行列状に配置された画素部と、

複数の前記第 2 の画素の値の差分に基づき輝度分布の方向を判定する方向性判定部と、

複数の前記第 2 の画素の値の相関値を算出する相関値算出部と、

前記相関値が複数の前記第 2 の画素の値におけるノイズ信号強度に基づく閾値よりも大きい場合、複数の前記第 2 の画素の値から、前記輝度分布の方向に基づいて前記第 1 の画

10

20

30

40

50

素の値を補間し、前記相関値が前記閾値以下である場合、複数の前記第 2 の画素の値から、前記輝度分布の方向に依存せずに前記第 1 の画素の値を補間する補間処理部とを有し、前記第 2 の画素の数は前記第 1 の画素の数の 3 倍以上であることを特徴とする撮像装置。

【請求項 1 0】

前記閾値は、複数の前記第 2 の画素の値のゲインに対応して予め用意されたノイズ像標本に基づき求められ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 1 1】

前記閾値は、第 1 のフレームにおける複数の前記第 2 の画素の値と第 2 のフレームにおける複数の前記第 2 の画素の値とのフレーム間の差分に基づき、求められ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 1 2】

前記閾値は、前記第 1 のフレームおよび前記第 2 のフレームにおいて画像の動きが検出されなかった場合に求められることを特徴とする請求項 1 1 に記載の撮像装置。

【請求項 1 3】

第 1 の画素と、前記第 1 の画素の周囲に配置されるとともに前記第 1 の画素よりも感度が高い複数の第 2 の画素とが行列状に配置された画素部と、

複数の前記第 2 の画素の値の差分に基づき輝度分布の方向を判定する方向性判定部と、
複数の前記第 2 の画素の値の相関値を算出する相関値算出部と、

前記相関値が複数の前記第 2 の画素の値におけるノイズ信号強度に基づく閾値よりも大きい場合、複数の前記第 2 の画素の値から、前記輝度分布の方向に基づいて前記第 1 の画素の値を補間し、前記相関値が前記閾値以下である場合、複数の前記第 2 の画素の値から、前記輝度分布の方向に依存せずに前記第 1 の画素の値を補間する補間処理部とを有し、

前記方向性判定部は、複数の前記第 2 の画素のうちの 1 対の第 2 の画素の値の差分と、前記第 1 の画素の重心から前記 1 対の第 2 の画素の重心までの距離とに基づき前記方向を判定することを特徴とする撮像装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 から 1 3 のいずれか 1 項に記載の撮像装置と、前記撮像装置から出力された画像データを処理する画像処理部とを備えたことを特徴とする撮像システム。

【請求項 1 5】

第 1 の画素と、前記第 1 の画素の周囲に配置されるとともに前記第 1 の画素よりも感度が高い複数の第 2 の画素とを含む画素部から出力された信号を処理する画像処理方法であって、

複数の前記第 2 の画素の値の差分に基づき輝度分布の方向を判定するステップと、

複数の前記第 2 の画素の値の相関値を算出するステップと、

前記相関値が複数の前記第 2 の画素の値におけるノイズ信号強度に基づく閾値よりも大きい場合、複数の前記第 2 の画素の値から、前記輝度分布の方向に基づいて前記第 1 の画素の値を補間し、前記相関値が前記閾値以下である場合、複数の前記第 2 の画素の値から、前記輝度分布の方向に依存せずに前記第 1 の画素の値を補間するステップとを有し、

前記第 1 の画素は複数の前記第 2 の画素に囲まれていることを特徴とする画像処理方法。

【請求項 1 6】

色画素と前記色画素以外の白画素とが行列状に配置され、複数の前記白画素は前記色画素の周囲に位置する画素部と、

複数の前記白画素の値の差分に基づき輝度分布の方向を判定する方向性判定部と、

複数の前記白画素の値の相関値を算出する相関値算出部と、

前記相関値が複数の前記白画素の値におけるノイズ信号強度に基づく閾値よりも大きい場合、複数の前記白画素の値から、前記輝度分布の方向に基づいて前記色画素の値を補間し、前記相関値が前記閾値以下である場合、複数の前記白画素の値から、前記輝度分布の

10

20

30

40

50

方向に依存せずに前記色画素の値を補間する補間処理部とを有し、

前記色画素は複数の前記白画素に囲まれていることを特徴とする撮像装置。

【請求項 17】

色画素と前記色画素以外の白画素とが行列状に配置され、複数の前記白画素は前記色画素の周囲に位置する画素部と、

複数の前記白画素の値の差分に基づき輝度分布の方向を判定する方向性判定部と、

複数の前記白画素の値の相関値を算出する相関値算出部と、

前記相関値が複数の前記白画素の値におけるノイズ信号強度に基づく閾値よりも大きい場合、複数の前記白画素の値から、前記輝度分布の方向に基づいて前記色画素の値を補間し、前記相関値が前記閾値以下である場合、複数の前記白画素の値から、前記輝度分布の方向に依存せずに前記色画素の値を補間する補間処理部とを有し、

前記相関値は、前記色画素の周囲に位置する複数の前記白画素の値の分散であることを特徴とする撮像装置。

【請求項 18】

前記相関値は、前記色画素の周囲に位置する複数の前記白画素の値の差分の絶対値であることを特徴とする請求項 16 に記載の撮像装置。

【請求項 19】

色画素と前記色画素以外の白画素とが行列状に配置され、複数の前記白画素は前記色画素の周囲に位置する画素部と、

複数の前記白画素の値の差分に基づき輝度分布の方向を判定する方向性判定部と、

複数の前記白画素の値の相関値を算出する相関値算出部と、

前記相関値が複数の前記白画素の値におけるノイズ信号強度に基づく閾値よりも大きい場合、複数の前記白画素の値から、前記輝度分布の方向に基づいて前記色画素の値を補間し、前記相関値が前記閾値以下である場合、複数の前記白画素の値から、前記輝度分布の方向に依存せずに前記色画素の値を補間する補間処理部とを有し、

前記相関値は、前記色画素の周囲に位置する複数の前記白画素の値の平均値に対する輝度弁別限値であることを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置、撮像システム、および画像処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

CMOSイメージセンサ、CCDイメージセンサなどの撮像装置においては、2次元状に配置された複数の光電変換素子上に、特定波長の光を透過するカラーフィルタが形成されている。このカラーフィルタの組合せには様々なタイプがあり、例えば加法混色の原色である赤(R)、緑(G)、青(B)の組合せ、あるいは減法混色の原色であるシアン(Cy)、マゼンタ(Mg)、イエロ(Ye)の組合せが知られている。これらの各色のフィルタを備えた画素(以下、色画素と称する)からの信号に基づき、カラーの画像データが生成される。固体撮像装置の感度の向上、画像データにおける信号対ノイズ比(S/N比)の向上のため、輝度情報を得やすい色の画素の割合を増やす構成が知られている。例えば、G、Yeの色画素の割合を増し、あるいは可視光域の光を広く透過させる白(ホワイト、W、若しくはクリア)の画素(以下、W画素と称する)をさらに備えた固体撮像装置が提案されている。また、各色のフィルタの配列についても、いわゆるベイヤ配列等、カラー画像データの生成に適した種々の配列が提案されている。

【0003】

特許文献1には、R、G、Bの色画素と白画素とからなる所謂RGBW配列を有する固体撮像装置、各画素の出力信号に基づきRGBのカラー画像データを補間および生成する画像処理装置が開示されている。特許文献1においては、補間対象の色画素の周囲に位置する複数のW画素の画素値の勾配からエッジ方向を検出し、エッジ方向に基づき色画素に

10

20

30

40

50

おけるW画素相当の画素値を補間処理している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2011-91483号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載の技術においては、画像に重畳されたノイズ信号が大きい場合には、エッジ方向が誤検出され、画素値を正確に補間することができなくなる。この結果、偽パターンが生成され、画像の品位が損なわれてしまう。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様における撮像装置は、第1の画素と、前記第1の画素の周囲に配置されるとともに前記第1の画素よりも感度が高い複数の第2の画素とが行列状に配置された画素部と、複数の前記第2の画素の値の差分に基づき輝度分布の方向を判定する方向性判定部と、複数の前記第2の画素の値の相関値を算出する相関値算出部と、前記相関値が複数の前記第2の画素の値におけるノイズ信号強度に基づく閾値よりも大きい場合、複数の前記第2の画素の値から、前記輝度分布の方向に基づいて前記第1の画素の値を補間し、前記相関値が前記閾値以下である場合、複数の前記第2の画素の値から、前記輝度分布の方向に依存せずに前記第1の画素の値を補間する補間処理部とを有し、前記第1の画素は複数の前記第2の画素に囲まれていることを特徴とする。

20

【0007】

また、本発明における固体撮像装置の製造方法は、第1の画素と、前記第1の画素の周囲に配置されるとともに前記第1の画素よりも感度が高い複数の第2の画素とを含む画素部から出力された信号を処理する画像処理方法であって、複数の前記第2の画素の値の差分に基づき輝度分布の方向を判定するステップと、複数の前記第2の画素の値の相関値を算出するステップと、前記相関値が複数の前記第2の画素の値におけるノイズ信号強度に基づく閾値よりも大きい場合、複数の前記第2の画素の値から、前記輝度分布の方向に基づいて前記第1の画素の値を補間し、前記相関値が前記閾値以下である場合、複数の前記第2の画素の値から、前記輝度分布の方向に依存せずに前記第1の画素の値を補間するステップとを有し、前記第1の画素は複数の前記第2の画素に囲まれていることを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、偽パターンの生成を抑制し、高品位の画像を生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1実施形態における撮像システムのブロック図である。

【図2】第1実施形態における撮像装置のブロック図である。

40

【図3】第1実施形態における撮像装置の画素および列増幅部の回路図である。

【図4A】第1実施形態における加法混色のカラーフィルタを備えた撮像装置の図である。

【図4B】第1実施形態における加法混色のカラーフィルタを備えた撮像装置の図である。

【図4C】第1実施形態における加法混色のカラーフィルタを備えた撮像装置の図である。

【図5A】第1実施形態における減法混色のカラーフィルタを備えた撮像装置の図である。

【図5B】第1実施形態における減法混色のカラーフィルタを備えた撮像装置の図である。

50

。
【図５Ｃ】第１実施形態における減法混色のカラーフィルタを備えた撮像装置の図である

。
【図５Ｄ】第１実施形態における減法混色のカラーフィルタを備えた撮像装置の図である

。
【図６】第１実施形態における信号処理部のブロック図である。

【図７】第１実施形態における方向性判定処理を説明するための図である。

【図８】第１実施形態における補間処理の結果の一例の図である。

【図９】第１実施形態における画像処理方法のフローチャートである。

【図１０】第２実施形態における画像処理方法のフローチャートである。

10

【図１１】第３実施形態における画像処理方法のフローチャートである。

【図１２】第３実施形態における撮像装置の画素配列の図である。

【図１３】第４実施形態における方向性判定処理を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

以下、図面を参照しながら各実施形態の撮像装置について説明する。

【００１１】

(第１の実施形態)

図１は、本実施形態に係る撮像システムのブロック図である。撮像システムは撮像装置を用いて静止画、動画等を取得する装置であり、例えばデジタルスチルカメラ、デジタルカムコーダ、監視カメラ、スマートフォン等である。撮像システム１は、バリア１ａ、レンズ１ｂ、絞り１ｃ、撮像装置２、信号処理部３、タイミング発生部４、一時記憶部５、外部Ｉ／Ｆ部６、記録媒体Ｉ／Ｆ部７、記録媒体８、全体制御・演算部９を有する。撮像装置２は、ＣＣＤイメージセンサ、ＣＭＯＳイメージセンサなどの固体撮像素子であって、被写体１０１から発せられた光学像１０２を電気信号に変換し、後段の信号処理部３へ出力する。レンズ１ｂは被写体１０１の光学像１０２を撮像装置２に結像させる。絞り１ｃは、レンズ１ｂを経て、撮像装置２に結像される光学像１０２の光量を調整する。レンズ１ｂを保護するバリア１ａは必要に応じて配置される。

20

【００１２】

信号処理部３はデジタル信号処理部を有し、撮像装置２から出力される信号に対して各種の補正、圧縮を行い、画像データを出力する。撮像装置２から出力される信号がアナログ信号である場合、信号処理部３はアナログ／デジタル変換（Ａ／Ｄ変換）回路をデジタル信号処理部の前段に備え得る。なお、信号処理部３は撮像装置２に設けられても良く、また撮像システム１の外部のコンピュータに設けられても良い。

30

【００１３】

タイミング発生部４は撮像装置２、信号処理部３にクロック信号、同期信号などのタイミング信号を出力する。なお、タイミング信号は撮像システム１の外部から供給されても良い。一時記憶部５は画像データを一時的に記憶するためのバッファメモリである。外部Ｉ／Ｆ（インターフェース）部６は外部のコンピュータ、画像処理装置、ネットワーク等と通信するための回路である。記録媒体Ｉ／Ｆ部７は記録媒体８への記録または読出しを行うためのインターフェースである。記録媒体８は、半導体メモリ、光磁気記録媒体等であって、撮像システム１に着脱可能または内蔵され得る。全体制御・演算部９は撮像システム１の全体を制御する。

40

【００１４】

図２は本実施形態における撮像装置２のブロック図である。撮像装置２は、複数の画素２１が行列状に配された画素部２０、垂直走査回路２２、列増幅部２３、水平走査回路２４、出力部２５を有する。画素部２０は行列状に配置された複数の画素２１を備え、それぞれの画素２１は光電変換素子ＰＤを備える。光電変換素子ＰＤは照射された光に応じた電荷を生じさせ、画素２１は電荷に基づく電圧を出力する。垂直走査回路２２は、画素２１のトランジスタを導通状態（オン）または非導通状態（オフ）に制御するための制御信

50

号を供給する。画素部 20 は、画素 21 から画素信号を読出すために垂直信号線 206 を有する。画素 21 から垂直信号線 206 に転送された画素信号は画素列毎に読出される。水平走査回路 24 は各画素列の増幅器に接続されたスイッチと、該スイッチをオンまたはオフに制御するための制御信号を供給する。出力部 25 はバッファアンプ、差動増幅器などから構成され、列増幅部 23 からの画素信号を撮像装置 2 の外部の信号処理部 3 に出力する。出力された画素信号は信号処理部 3 によって、アナログ/デジタル変換、入力データの補正などの処理が行われる。なお、撮像装置 2 はアナログ/デジタル変換の機能を備えても良い。

【0015】

図 3 は本実施形態における撮像装置 2 の画素 21、列増幅部 23 の回路図である。ここでは、説明を容易にするため、列増幅部 23 のうちの 1 列分の回路と、1 つの画素 21 とが示されている。画素 21 は光電変換素子 PD、浮遊拡散容量 FD、転送トランジスタ M1、リセットトランジスタ M2、増幅トランジスタ M3、選択トランジスタ M4 を備える。なお、画素 21 は、複数の光電変換素子 PD が浮遊拡散容量 FD、リセットトランジスタ M2、増幅トランジスタ M3、選択トランジスタ M4 を共有する構成を備えていても良い。また、トランジスタ M2 ~ M4 は N チャンネル MOS に限定されず、P チャンネル MOS によって構成されても良い。

【0016】

光電変換素子 PD はフォトダイオードなどから構成され、照射された光を電子（電荷）に光電変換する。転送トランジスタ M1 のゲートには信号 TX が供給され、信号 TX がハイレベルになると、転送トランジスタ M1 は光電変換素子 PD に発生した電荷を浮遊拡散容量 FD に転送する。浮遊拡散容量 FD は、転送トランジスタ M1 のドレイン端子を兼ねており、転送トランジスタ M1 を介して光電変換素子 PD から転送される電荷を保持可能である。リセットトランジスタ M2 のゲートには信号 RES が供給され、信号 RES がハイレベルになると、リセットトランジスタ M2 は浮遊拡散容量 FD の電圧をリセット電圧 VDD にリセットする。転送トランジスタ M1 とリセットトランジスタ M2 を同時にオンにさせることにより、光電変換素子 PD の電子がリセットされる。増幅トランジスタ M3 のゲートは、浮遊拡散容量 FD に接続される。

【0017】

増幅トランジスタ M3 のソースは、選択トランジスタ M4 を介して列ごとに共通の垂直信号線 206 のノード PDOUT に電氣的に接続され、ソースフォロアを構成する。選択トランジスタ M4 のゲートには信号 SEL が印加され、信号 SEL がハイレベルとなると、垂直信号線 206 と増幅トランジスタ M3 が電氣的に接続される。これにより、選択された画素 21 から画素信号が読み出される。

【0018】

画素 21 に供給される信号 TX、信号 RES、信号 SEL は垂直走査回路 22 から出力される。垂直走査回路 22 はこれらの信号レベルを制御することによって、画素 21 を行単位で走査する。電流源 207 は垂直信号線 206 を介して画素 21 に電流を供給し、垂直信号線 206 は信号 PL によって駆動されるスイッチ SW0 を介して列増幅部 23 に接続されている。

【0019】

列増幅部 23 は、列増幅器 231、入力容量 C0、帰還容量 C1、C2、スイッチ SW1 ~ SW7、容量 CTN、CTS を有する。列増幅器 231 は反転入力ノード、非反転入力ノード、出力ノードを備える差動増幅回路から構成されている。列増幅器 231 の反転入力ノードはスイッチ SW0、入力容量 C0 を介して垂直信号線 206 に電氣的に接続され、非反転入力ノードには基準電圧 VREF が印加されている。反転入力ノードと出力ノードとは並列接続された 3 つの帰還回路を介して互いに接続されている。第 1 の帰還回路は直列に接続されたスイッチ SW1 および帰還容量 C1 から構成され、第 2 の帰還回路は直列に接続されたスイッチ SW2 および帰還容量 C2 から構成され、第 3 の帰還回路はスイッチ SW3 から構成されている。スイッチ SW1 ~ SW3 のオン、オフを適宜制御する

10

20

30

40

50

ことにより、列増幅器 231 の増幅率を変更することができる。すなわち、スイッチ SW 1 のみがオンとなると、増幅率は C_0 / C_1 となり、スイッチ SW 2 のみがオンとなると、増幅率は C_0 / C_2 となる。また、スイッチ SW 1、SW 2 がオンとなると、増幅率は $C_0 / (C_1 + C_2)$ となり、スイッチ SW 3 のみがオンとなると、列増幅器 231 はボルテージフォロアとして動作する。スイッチ SW 1 ~ SW 3 は信号 $C \sim C_2$ によってそれぞれ制御される。

【0020】

列増幅器 231 の出力ノードは、信号 CTN によって制御されるスイッチ SW 4 を介して容量 CTN に接続されている。同様に、列増幅器 231 の出力ノードは、信号 CTS によって制御されるスイッチ SW 5 を介して容量 CTS に接続されている。浮遊拡散容量 FD のリセット時において、スイッチ SW 4 がオン、スイッチ SW 5 がオフとなり、リセット時の画素信号 (N 信号) が容量 CTN にサンプルホールドされる。光電変換された電荷が浮遊拡散容量 FD に転送された後、スイッチ SW 4 がオフ、スイッチ SW 5 がオンとなり、光電変換された電荷に基づく画素信号 (S 信号) が容量 CTS にサンプルホールドされる。

【0021】

容量 CTN はスイッチ SW 6 を介して出力部 25 の第 1 入力ノードに接続され、容量 CTS はスイッチ SW 7 を介して出力部 25 の第 2 入力ノードに接続されている。水平走査回路 24 が各列の信号 H_n を順にハイレベルとすることにより、水平走査が行われる。すなわち、信号 H_n がハイレベルとなると、スイッチ SW 6 は容量 CTN に保持された N 信号を出力部 25 の第 1 入力ノードに出力し、スイッチ SW 7 は容量 CTS に保持された S 信号を出力部 25 の第 2 入力ノードに出力する。

【0022】

出力部 25 は差動増幅回路から構成されており、入力された S 信号、N 信号の差分を増幅および出力することにより、リセット時のノイズ成分が除去された画素信号を出力する。なお、N 信号、S 信号をアナログ/デジタル変換した後に、相関二重サンプリングを行っても良い。

【0023】

図 4A ~ 4C、図 5A ~ 5D は、本実施形態に適用可能な様々な撮像装置 2 の上面図を表している。単板の撮像装置 2 は、カラー画像を生成するためのカラーフィルタを各画素 21 に備える。カラーフィルタは光電変換素子 PD に対して被写体からの光が入射される側に配置され、色強度を表す画素信号が画素 21 から出力され、画素信号に基づきカラー画像が生成される。本実施形態においては以下に示すように様々なカラーフィルタを有する撮像装置 2 を適用可能である。

【0024】

図 4A ~ 図 4C は加法混色のカラーフィルタを備えた撮像装置 2 を示している。図 4A の撮像装置 2 は、カラーフィルタ 21r を備えた R 画素、カラーフィルタ 21g を備えた G 画素、カラーフィルタ 21b を備えた B 画素、クリアフィルタ 21w を備えた W 画素有する。赤画素 (R 画素)、緑画素 (G 画素)、青画素 (B 画素)、白画素 (W 画素) はベイア配列に従って配置され、R 画素、G 画素、B 画素の色画素 (第 1 の画素) の 4 方向には W 画素 (第 2 の画素) が配置されている。図 4B の撮像装置 2 は、R 画素、G 画素、B 画素有し、R 画素、B 画素の色画素 (第 1 の画素) の周囲には 8 個の G 画素 (第 2 の画素) が配置されている。図 4C の撮像装置 2 は、R 画素、G 画素、B 画素、W 画素有し、R 画素、G 画素、B 画素の色画素 (第 1 の画素) の周囲には 8 個の W 画素 (第 2 の画素) が配置されている。4x4 の 16 画素のうち、R : G : B : W = 1 : 2 : 1 : 12 の個数比で各画素が配置されており、この配置は RGBW 12 配列と称される。RGBW 12 配列においては、色画素である R、G、B の各画素が 8 個の W 画素で囲まれており、W 画素の比率が全画素の 3/4 を占めている。すなわち、RGBW 12 配列は、第 2 の画素群として W 画素有し、第 1 の画素群として色画素 (RGB 画素) を有している。第 2 の画素群の画素数の総和は第 1 の画素群の画素数の総和の 3 倍以上 (2 倍より多い) であり

10

20

30

40

50

、第2の画素群の解像度情報は第1の画素群の解像度情報よりも多い。

【0025】

図5A～図5Dは減法混色のカラーフィルタを備えた撮像装置2を示している。図5Aの撮像装置2はカラーフィルタ21cyを備えたシアン画素(Cy画素)、カラーフィルタ21mgを備えたマゼンタ画素(Mg画素)、カラーフィルタ21yeを備えたイエロ画素(Ye画素)、クリアフィルタ21wを備えた白画素(W画素)を有する。Cy画素、Mg画素、Ye画素、W画素はベイア配列に従って配置され、Cy画素、Mg画素、Ye画素の色画素(第1の画素)の4方向にはW画素(第2の画素)が配置されている。図5Bの撮像装置2はCy画素、Mg画素、Ye画素を備え、Cy画素、Mg画素の色画素(第1の画素)の4方向にはYe画素(第2の画素)が配置されている。図5Cの撮像装置2はCy画素、Mg画素、Ye画素、G画素、W画素を備える。Cy画素、Mg画素、Ye画素の色画素(第1の画素)の周囲には8個のW画素が配置されている。図5Dの撮像装置2はCy画素、Mg画素、Ye画素、W画素を備え、Cy画素、Mg画素、Ye画素の色画素(第1の画素)の周囲には8個のW画素(第2の画素)が配置されている。

10

【0026】

図4A～図4C、図5A～図5Dのいずれの撮像装置2においても、第1の画素の周囲には、第1の画素から得られる輝度情報よりも多くの輝度情報を得ることが可能な第2の画素が配置されている。特にW画素を第2の画素として用いた場合、W画素はG画素、Ye画素に比べてより広い半値幅の分光感度特性を有している。このため、W画素を色画素の周囲に配置することによって、より多くの輝度情報を得ることが可能となる。例えば、図4Aの撮像装置2は加法混色の原色(R、G、B)の画素に加えてW画素を有し、図5Aの撮像装置2は減法混色の原色(Mg、Cy、Ye)の画素に加えてW画素を有している。これらの撮像装置2はベイア配列を有する撮像装置に比べて感度を高くすることができる。また、W画素は、可視波長域に加えて光電変換素子PDが検知しうる波長域において感度を有し得る。なお、撮像装置2には、有効な画素以外に、オプティカルブラック画素、光電変換部を有さないダミー画素などのように画像を出力しない画素が含まれ得る。但し、これらのオプティカルブラック画素、ダミー画素は第1の画素、第2の画素には含まれない。

20

【0027】

図4B、図5Bに示された撮像装置2は、加法及び減法混色の原色の画素の中で輝度に対する感度が高い色の画素を多く含み、多くの輝度情報を得ることができる。図4C、図5C、5Dの撮像装置2においては、色画素の数とW画素の数との比率は1:3である。このため、輝度に対して高い感度を有するとともに、高解像度である撮像装置2を実現することができる。

30

【0028】

上述した撮像装置2はいずれも単版式であるため、各画素からは特定の色成分(情報)の信号が出力される。このため、他の色成分の信号を補間処理によって生成することにより、高精細のカラー画像を生成している。例えば、R画素はG、Bの情報を有していないが、R画素の近傍に位置するG画素およびB画素の値に基づき、R画素の位置におけるG、Bの画素値を推定することができる。図4B、4C、図5B、5C、5Dにおいて、色画素の周囲には、G画素、Ye画素、またはW画素が配置されている。G画素、Ye画素、W画素は他の色画素に比べて輝度に対して高い感度を有しており、輝度に対して鋭敏に知覚され得る。従って、色画素の周囲のG画素、Ye画素、またはW画素の値を用いることにより、当該色画素の位置におけるG、Ye、またはWの輝度情報を類推し易くなる。また、それぞれの色画素の周囲にW画素などのように輝度に対して鋭敏な画素を配置することにより、色画素の位置における輝度値を高精度に補間することができる。

40

【0029】

図6は本実施形態における信号処理部3のブロック図である。信号処理部3は、前段処理部31、分離処理部32、方向性判定部33、相関値算出部34、補間処理部35、合成処理部36、画像処理部37を備える。撮像装置2からの画素信号は前段処理部31に

50

入力される。ここでは、撮像装置 2 は R G B W 1 2 配列を有するものとして説明するが、他の画素配列を用いても良い。前段処理部 3 1 は画素信号のオフセット補正、ゲイン補正を含む様々な補正を実行する。撮像装置 2 から出力された画素信号がアナログ信号である場合には、A / D 変換を前段処理部 3 1 で実施してもよい。

【 0 0 3 0 】

前段処理部 3 1 は、入力された画素信号 D_{in} のオフセット補正、ゲイン補正、等の補正を適宜実施して、補正後の出力 D_{out} を生成する。この処理は、典型的には以下の式で表わされる。

【 数 1 】

$$D_{out} = (D_{in} - OFFSET) \cdot GAIN$$

10

【 0 0 3 1 】

この補正は様々な回路単位で行い得る。例えば、画素毎に補正を行ってもよく、さらには、列増幅器毎、アナログデジタル変換部 (A D C)、出力増幅器のそれぞれの回路毎に補正を行ってもよい。補正を行うことで、いわゆる固定パターンノイズが低減され、より高品質な画像データ 3 a を得ることができる。画像データ 3 a は一時記憶部 5 または信号処理部 3 のバッファメモリに保持される。また、絞り値、シャッタースピード、距離の値とともに、画像データ 3 a のゲイン値 X も保存される。

【 0 0 3 2 】

分離処理部 3 2 は、画像データ 3 a を輝度情報のための画像データ (輝度信号) 3 b と色情報のための R G B の画像データ (色信号) 3 c とに分離する。画像データ 3 b において、「 ? 」で示された画素の値は不明であるため、当該画素の値は後述する補間処理によって求められる。なお、以下の説明において、補間処理の対象となる画素を着目画素と称する。

20

【 0 0 3 3 】

方向性判定部 3 3 は画像データ 3 b のそれぞれの画素値の差分 (相関) を算出し、この差分から画像データ 3 b における輝度分布の方向性を判定する。例えば、着目画素の周囲の W 画素において上下方向、左右方向、斜め方向の差分を比較することにより、被写体のエッジなどの方向性を判定することができる。この差分を画素の重心間の距離で除算しても良く、被写体のエッジの有無、孤立点の有無に基づき、方向性を判定しても良い。また、画素値の分散を求めることにより方向性を判定しても良い。

30

【 0 0 3 4 】

相関値算出部 3 4 は画像データ 3 b における複数の W 画素の値の相関値を算出する。相関値は、例えば、着目画素の周囲に位置する複数の W 画素の値の分散、差分の絶対値、または、平均値に対する輝度弁別限值に基づき算出され得る。

【 0 0 3 5 】

補間処理部 3 5 は、画像データ 3 b における画素値の相関値がノイズ信号強度に基づく閾値よりも大きい場合には、画素値の差分が小さい方向に位置する複数の W 画素に基づき着目画素の画素値を補間する。例えば、R 画素を着目画素として、W の信号を補間する場合には、差分が小さい 2 個の W 画素の値を参照し、補間値を算出する。差分に基づき被写体のエッジなどの輝度分布を推定することにより、高精度の補間を行うことができる。差分が大きい W 画素の値を参照する場合に比べて、R 画素における W の画素値を高精度に補間することができる。

40

【 0 0 3 6 】

補間処理部 3 5 は、輝度の相関値がノイズ信号強度に基づく閾値以下である場合には、方向に依存しない画素値に基づき着目画素の値を補間する。例えば、画像データ 3 b における (3 , 3) の座標の W 画素の値は、着目画素の周囲の 8 画素の平均値で補間され得る。

【数 2】

$$iWb_{(3,3)} = \frac{W_{(2,2)} + W_{(3,2)} + W_{(4,2)} + W_{(2,3)} + W_{(4,3)} + W_{(2,4)} + W_{(3,4)} + W_{(4,4)}}{8}$$

【0037】

本実施形態によれば、W画素の値の変化（輝度振幅）が被写体あるいはノイズのいずれに起因するかを判定することにより、方向性の誤判定に起因する偽パターンの生成を回避することができる。

【0038】

信号値が不明な画素の信号を、周囲の画素の信号値から補間する処理を行う。なお、4×4の画素群を表記しているが、このパターンが繰り返されるため、iWr、iWgなども周囲8画素の情報から補間を行うことができる。図中、補間により生成されたW画素の値をiWr、iWb、iWgr、iWgbと表記する。

10

【0039】

合成処理部36は補間後のWの画像データ3d、カラーの画像データ3cに基づき、Rデータ、Gデータ、Bデータを生成する。Rデータ、Gデータ、Bデータの生成には、さまざまな方法を用いることができる。例えば、カラーの画像データ3cを正規化し、色の比からRデータ、Gデータ、Bデータを生成しても良い。この方法では、以下の式で色の比を算出する。

【数 3】

$$RGB_ratio = \left[\frac{R}{R+G+B} \quad \frac{G}{R+G+B} \quad \frac{B}{R+G+B} \right]$$

20

但し、 $G = (Gr + Gb) / 2$ である。

【0040】

また、カラーの画像データ3cと、補間値iWr、iWg、iWbとの比を算出しても良い。この場合には、次式により色の比を算出する。

【数 4】

$$RGB_ratio = \left[\frac{R}{iWr} \quad \frac{Gr+Gb}{iWgr+iWgb} \quad \frac{B}{iWb} \right]$$

【0041】

色の比RGB__ratioと、Wの画素値あるいは補間値iWr、iWgr、iWgb、iWbの信号を用いて、各画素におけるR、G、Bのそれぞれの値を以下のように求めることができる。このようにして、各々が4×4の16画素を有する、Rデータ、Gデータ、Bデータが得られる。

30

【数 5】

$$RGB = [R_ratio \cdot W \quad G_ratio \cdot W \quad B_ratio \cdot W]$$

【0042】

ここで、R__ratio、G__ratio、B__ratioはRGB__ratioのそれぞれの色の比を表している。

【数 6】

$$RGB_ratio = [R_ratio \quad G_ratio \quad B_ratio]$$

40

【0043】

画像処理部37は、Rデータ、Gデータ、Bデータに対して、ホワイトバランス処理、ガンマ処理、ノイズリダクション処理などを行う。また、Rデータ、Gデータ、Bデータをアップコンバート処理により、水平および垂直解像度を例えば2倍のデータに変換し、画像処理を行っても良い。アップコンバート処理の手法としては、最近傍内挿（ニアレストネイバー）法、バイリニア法、バイキュービック法等を用いることができる。アップコンバート処理後にモザイク処理を行っても良く、最近傍内挿法を用いることで、データ処理誤差の蓄積を防ぐことができる。

50

【 0 0 4 4 】

なお、それぞれ複数フレームのWの画像データ、カラーの画像データを平均化しても良い。また、Nフレーム（Nは1以上の数）のWの画像データを平均化し、Nフレームよりも多いフレーム数のMフレームのカラーの画像データを平均化しても良い。この場合には、解像感の低下を抑えながら、色ノイズを低減した画像を生成することができる。また、Wデータのフレーム間の変化（相関）を判断し、判断結果に基づきフレーム間処理のフレーム数（重み付け）を変更しても良い。例えば、被写体に動体が含まれることを検出した場合には、Wデータの平均化を行わず、1フレームのWの画像データと、複数フレームのカラーの画像データとを用いて補間処理を行っても良い。この場合には、被写体のブレを抑えながら、色ノイズを低減した画像を得ることができる。また、被写体に動体が含まれていないことが検出された場合には、画像処理部37は、Wの画像データ、カラーの画像データをそれぞれ複数フレームずつ平均化して画像を生成する。一方、被写体に動体が含まれていることが検出された場合には、画像処理部37が、各フレームのWの画像データ、カラーの画像データから画像を生成するようにしても良い。これにより、動きの大きな被写体における色残像などの色ノイズを抑制することができる。

10

【 0 0 4 5 】

図7は本実施形態における方向性判定処理を説明するための図である。図7（a）～（e）は、RGBW12配列における相関値（方向性）の算出判定処理を示している。図7（b）～（e）は、図7（a）の8×8画素のうちの5×5の画素において、相関値の算出に用いる2個のW画素を矢印で示している。また、座標（3, 3）のB画素は着目画素である。方向性判定部33は、着目画素の周囲のW画素において、W画素値の差分の絶対値を重み付け加算し、相関値を算出する。重み付けの係数は、対をなす2個のW画素の間の位置からB画素までの距離に応じて定められ得る。例えば、W画素とB画素との距離が短いほど、重み付け係数を大きくしても良い。ここで画素間の距離は、一方の画素の重心から他方の画素の重心までの距離と定義し得る。また、画素の重心は、マイクロレンズの重心あるいは光電変換素子PDの重心と定義し得る。

20

【 0 0 4 6 】

図7（b）は、横方向の差分和に用いる画素を矢印で示している。方向性判定部33は、隣接する2個の画素値の差分の絶対値を加算することにより、横方向の差分和を算出することができる。矢印で示されたW画素の対はそれぞれB画素から等距離にあるため、重み付け係数はすべて等しい。

30

$$\begin{aligned} \text{差分和（横）} = & |W(2, 2) - W(3, 2)| \times 2 \\ & + |W(3, 2) - W(4, 2)| \times 2 \\ & + |W(2, 4) - W(3, 4)| \times 2 \\ & + |W(3, 4) - W(4, 4)| \times 2 \end{aligned}$$

【 0 0 4 7 】

図7（c）は、縦方向の差分和の算出に用いられる画素を矢印で示している。横方向と同様に、縦方向の差分和は次式にて求められる。

$$\begin{aligned} \text{差分和（縦）} = & |W(2, 2) - W(2, 3)| \times 2 \\ & + |W(2, 3) - W(2, 4)| \times 2 \\ & + |W(4, 2) - W(4, 3)| \times 2 \\ & + |W(4, 3) - W(4, 4)| \times 2 \end{aligned}$$

40

【 0 0 4 8 】

図7（d）は、左斜方向の差分和の算出に用いられる画素を矢印で示している。方向性判定部33は、それぞれの差分に距離の重み付けを行い、差分の絶対値の総和を求める。例えば、座標（1, 2）、（2, 3）のW画素の対は、座標（2, 3）、（3, 4）のW画素の対よりもB画素から離れている。このため、B画素から離れたW画素の対の重み付け係数は「1」となっている。

$$\begin{aligned} \text{差分和（左斜）} = & |W(1, 2) - W(2, 3)| \\ & + |W(2, 3) - W(3, 4)| \times 2 \end{aligned}$$

50

$$\begin{aligned}
&+ |W(3, 4) - W(4, 5)| \\
&+ |W(2, 1) - W(3, 2)| \\
&+ |W(3, 2) - W(4, 3)| \times 2 \\
&+ |W(4, 3) - W(5, 4)|
\end{aligned}$$

【0049】

図7(e)は、右斜方向の差分和の算出に用いられる画素を矢印で示している。左斜方向と同様に、それぞれの差分に距離の重みづけを行い、差分の絶対値の総和を求めることができる。

$$\begin{aligned}
\text{差分和(右斜)} &= |W(1, 4) - W(2, 3)| \\
&+ |W(2, 3) - W(3, 2)| \times 2 \\
&+ |W(3, 2) - W(4, 1)| \\
&+ |W(2, 5) - W(3, 4)| \\
&+ |W(3, 4) - W(4, 3)| \times 2 \\
&+ |W(4, 3) - W(5, 2)|
\end{aligned}$$

10

【0050】

4方向の差分和の算出式のそれぞれにおいて、差分の重み付け係数の合計が8になっている。これにより、4方向の差分和同士の重み付けを同等にすることができる。また、差分和を算出するためのW画素の対(矢印)は、着目画素(B画素)に対して、線対称に位置している。差分和の対称性をよくすることで、方向性判定のエラーを少なくすることができる。斜め方向の差分和を求める場合には、着目画素に近接する画素対の重み付け係数を2とし、着目画素から離れた画素対の重み付け係数を1としている。このように、着目画素からの距離に応じて差分の重み付けを行うことにより、差分和の精度を高めることができる。なお、判定の対象となる方向は必ずしも4方向に限られず、横および縦の2方向、または斜めの2方向であっても良い。

20

【0051】

以上の処理により求められた4個の差分和(横、縦、左斜、右斜)のうち、最も小さい差分和を有する方向が、輝度の差分の小さい、すなわち相関が高いことを示す。従って、最小の差分和を有する方向の複数の画素を用いることにより、着目画素を高精度に補間することが可能となる。

【0052】

30

図8に補間処理の結果の一例を示す。図8(a)は、撮像装置2の撮像面における被写体の露光パターンを示している。露光パターンは横方向に延在する細線またはエッジなどのように、横方向の差分和が小さい画像を含んでいる。図8(a)において、横方向に延在する2本の線が撮像面に露光され、各画素の信号強度が模式的に示されている。

【0053】

図8(b)は、図8(a)の画像をRGBW12配列で撮像した場合の画素値の大きさを示している。図中の「?」はW画素以外の色画素(R, G, B)であり、座標(3, 3)のB画素を着目画素とする。W画素の濃淡は画素値の大きさを表している。方向性判定部33は、着目画素の近傍のW画素において、各方向の差分和を算出し、差分和が最小となる方向を判定する。横方向の細線においては、横方向の差分和が最も小さくなることから、横方向の輝度分布の相関性が高くなる。図8(c)では、補間処理部35は、着目画素の横方向に位置するとともに、着目画素を挟む2個のW画素の値の平均値を算出し、この平均値を着目画素における補間値とする。座標(3, 3)の着目画素の横方向には、座標(2, 3)のW画素と座標(4, 3)のW画素がそれぞれ位置している。補間処理部35は座標(2, 3)のW画素の値と座標(4, 3)のW画素の値との平均値を座標(3, 3)の値とする。

40

【0054】

このように、方向性判定部33は、着目画素の近傍の複数のW画素において、エッジまたは細線などの輝度分布の相関性がある方向を判定する。補間処理部35は、着目画素に対して、相関性が高い(差分和が小さい)方向に位置する複数のW画素の値に基づき、着

50

目画素の値を補間することができる。この様に補間することで、1画素単位での差分の情報をもとに補間処理を実行することができるため、解像度を向上させることができる。

【0055】

図9は、本実施形態における撮像システムの画像処理方法のフローチャートを示す。ここで撮像装置2は、図4Cに示されたRGBW12配列のカラーフィルタを有するものとする。

【0056】

撮像システム1が動作を開始すると、全体制御・演算部9は、撮像者により入力された絞り値、シャッタースピード、距離、ゲイン値X等の撮像設定値を外周部6を介して取得する(ステップS900)。ゲイン値Xは、画素21から信号処理部3までの信号経路におけるゲインの総和であって、例えば列増幅器231におけるゲイン、信号処理部3におけるデジタルゲイン等を含む。

【0057】

次に、全体制御・演算部9は取得した撮像設定値を撮像装置2に送信し、撮像装置2は撮像設定値に基づく撮像動作を行う。撮像装置2は画素信号を信号処理部3に出力し、信号処理部3の前段処理部31は画素信号をアナログデジタル変換した画像データ3aを一時記憶部5に保持する(ステップS901)。分離処理部32は原画像である画像データ3aをWの画像データ3bとカラーの画像データ3cとに分離し、一時記憶部5に保持する。

【0058】

全体制御・演算部9には、ゲイン値Xに対応したノイズ像標本 F_x とノイズ信号強度の標準偏差(F_x)との対照情報(テーブル)が格納されている。ノイズ像標本 F_x は、画素部20に光が照射されていない状態において得られた画像データであって、ノイズのみを含む画像データである。また、ノイズ像標本 F_x はゲイン値X毎に予め用意され得る。信号処理部3は、ノイズ信号強度の標準偏差(F_x)のテーブルを参照し(ステップS902)、入力されたゲイン値Xに対応したノイズ信号強度の標準偏差(F_x)を取得する(ステップS903)。信号処理部3は、次式に従い、ノイズ信号強度の標準偏差(F_x)からノイズ強度RNを得る(ステップS904)。

【数7】

$$RN = \frac{1}{\sqrt{2}} \sigma(Fx)$$

【0059】

次に、信号処理部3は、着目画素の周囲のW画素の値(輝度)の輝度振幅が被写体の画像あるいはノイズのいずれに起因するかを判定する。まず、相関値算出部34は、補間処理の対象となる色画素を着目画素の周囲のW画素の画素値 W_i を取得する。相関値算出部34は複数の画素値 W_i の平均輝度 W_{avg} を求める(ステップS905)。画素値を取得するW画素の範囲は、着目画素を中心に上下左右斜めに1~3画素程度の距離の範囲が好ましい。そして、補間処理部35は、ステップS905で取得したW画素の画素値 W_i と平均輝度 W_{avg} を基に、次式に従い着目画素の周囲のW画素の輝度分散(相関値) σ_w を求める(ステップS906)。なお次式におけるnは、W画素の輝度分散を求める際に対象となっているW画素の個数を表す。

【数8】

$$\sigma_w = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (W_i - W_{avg})^2}$$

【0060】

次に、補間処理部35はW画素の輝度分散 σ_w とノイズ強度RNとを比較する(ステップS907)。ノイズ強度RNがW画素の輝度分散 σ_w に比べて小さい場合($\sigma_w > RN$)、着目する色画素の周囲に位置するW画素の輝度振幅は被写体の画像に起因すると判定

できる。この場合（ステップS907でYES）、補間処理部35は、着目画素の周囲に位置するW画素の輝度分布の方向性判定に基づいて、着目画素におけるW画素相当の画素値（輝度）を補間できる（ステップS908）。すなわち、補間処理部35は、方向性判定部33によって判定された方向のW画素に基づき、着目画素に対応するWの画素値を求める。従って、輝度分布の方向性を推定することにより、被写体の高周波成分を維持した高精度の補間を実現することができる。

【0061】

ノイズ強度RNがW画素の輝度分散 σ_w に比べて等しいか大きい場合（ $\sigma_w \leq RN$ ）、着目する色画素の周囲に位置するW画素の輝度振幅が被写体の画像あるいはノイズのいずれに起因するかを分別できない。従って、この場合（ステップS907でNO）、補間処理部35は着目画素の周囲のW画素の平均輝度 W_{avg} を、着目画素におけるW画素相当の画素値（輝度）とみなして補間処理を行う（ステップS909）。すなわち、着目画素の値は平均輝度 W_{avg} となる。従って、方向性の誤判定による偽パターンの生成を回避することが可能となる。

【0062】

以上述べたように、本実施形態によれば、着目する色画素の周囲のW画素の輝度振幅が被写体の画像あるいはノイズのいずれに起因するかを判定することができる。色画素の周囲のW画素の輝度振幅が被写体の画像と判定しがたい場合には、輝度分布の方向に依存しない補間を行うことにより、偽パターンの生成を回避することができる。従って、画像データの高周波成分を維持しつつ、ノイズを抑制した高品位の画像を得ることが可能となる。

【0063】

なお、各ステップの処理の順序は必ずしもフローチャートに示された順序に限定されない。また、フローチャートに示された画像処理を撮像システムの外部の汎用のコンピュータにおいて実行しても良く、また、撮像装置2において実行しても良い。相関値との比較に用いられる閾値は、ノイズ強度RNに基づく値であればよく、例えばノイズ強度RNに所定の係数を乗じた値であっても良く、またノイズ強度RNに定数を加算または減算した値であっても良い。

【0064】

（第2の実施形態）

第2の実施形態における撮像システムを説明する。図10は、本実施形態における撮像システムの画像処理方法のフローチャートを示す。第1実施形態と同様に、撮像装置2は、図4Cに示されたRGBW12配列のカラーフィルタを有するものとする。本実施形態においては、時間的に連続した複数フレームの画像データを処理可能である。以下、第1実施形態と異なる構成を中心に説明する。

【0065】

撮像システム1が動作を開始すると、全体制御・演算部9は、撮像者により入力された撮像設定値（絞り値、シャッタースピード、距離、ゲイン値X等）を外部I/F部6を介して取得する（ステップS1000）。次に、全体制御・演算部9は取得した撮像設定値を撮像装置2に送信し、撮像装置2は撮像設定値に基づく撮像動作を行う。前段処理部31は撮像装置2からの各フレームの画像データを一時記憶部5に保持する（ステップS1001）。ここで、連続した2フレーム（第1、第2フレーム）の画像データ F_1 、 F_2 が一時記憶部5に記憶されており、画像データ F_2 の撮像時刻は画像データ F_1 の撮像時刻の後であるとする。フレームレートは例えば1/60秒、1/30秒等、任意の値に定め得る。信号処理部3は、2つの画像データ F_1 、 F_2 の間で動きの有無の判定を行う（ステップS1002）。動きの判定は、例えば2つの画像データ F_1 、 F_2 の差分の大きさに基づき行い得るが、様々な判定方法を用いることができる。画像データ F_1 、 F_2 の間で動きがあると判定された場合（ステップS1002でYES）、信号処理部3はステップS1001の処理を再び実行し、撮像装置2からの次フレームの画像データを取得する。一時記憶部5において前の時刻の画像データ F_1 は後の時刻の画像データ F_2 に置き換

えられ、画像データ F_2 が画像データ F_1 となる。信号処理部 3 は、撮像装置 2 から新たに出力された次フレームの画像データを画像データ F_2 として一時記憶部 5 に記憶する。

【 0 0 6 6 】

画像データ F_1 、 F_2 の間で動きがないと判定されるまで（ステップ S 1 0 0 2 で N O）、信号処理部 3 はステップ S 1 0 0 1 ~ S 1 0 0 2 の処理を繰り返し実行する。画像に動きがないと判定された場合（ステップ S 1 0 0 2 で N O）、信号処理部 3 は画像データ F_1 、 F_2 を静止画とみなし、画像データ F_1 、 F_2 の差分画像（ノイズ像）を求める（ステップ S 1 0 0 3）。差分演算によって、被写体の画像が除去され、ノイズ成分のみが抽出される。

【 0 0 6 7 】

次に、相関値算出部 3 4 は、画像データ F_1 、 F_2 の差分画像においてノイズ信号強度に対する出現画素数の統計解析を行い、2 フレーム間の差分画像の標準偏差（ $F_1 - F_2$ ）を得る（ステップ S 1 0 0 4）。信号処理部 3 は、次式に従い、ノイズ信号強度の標準偏差（ F_x ）からノイズ強度 R N を得る（ステップ S 1 0 0 5）。

【 数 9 】

$$RN = \frac{1}{\sqrt{2}} \sigma(F_1 - F_2)$$

【 0 0 6 8 】

次に、新しい時刻の画像データ F_2 での着目画素の周囲の W 画素の値（輝度）の輝度振幅が被写体の画像あるいはノイズのいずれに起因するかを判定する。まず、補間処理部 3 5 は、着目画素の周囲の複数の W 画素の値 W_i から平均輝度 W_{AVG} を求める（ステップ S 1 0 0 6）。

【 0 0 6 9 】

そして、相関値算出部 3 4 は、W 画素の平均輝度 W_{AVG} を着目画素に対する背景輝度とみなして、次式に従い輝度弁別限 J N D（Just Noticeable Difference）を求める（ステップ S 1 0 0 7）。ここで、係数 K_{JND} は、ウェーバー・フェヒナーモデルに基づいて決定され、ある明るさの背景に明るさの異なる 2 物体が置かれた際に、2 物体間の明るさを弁別できる背景と物体との最小輝度比である。

【 数 1 0 】

$$JND = K_{JND} \times W_{AVG}$$

【 0 0 7 0 】

そして、補間処理部 3 5 は、輝度弁別限 J N D に対してノイズ強度 R N との大小を判定する（ステップ S 1 0 0 8）。輝度弁別限 J N D がノイズ強度 R N よりも大きい場合（J N D > R N：ステップ S 1 0 0 8 で Y E S）、補間処理部 3 5 は方向性判定部 3 3 によって判定された方向の W 画素に基づき、着目画素に対応する W の画素値を補間する。例えば、輝度弁別限 J N D がノイズ強度 R N よりも十分に大きい場合、着目画素の周囲の W 画素における輝度振幅は被写体の画像に起因すると判定できる。この場合、補間処理部 3 5 は着目画素の周囲の W 画素の輝度分布の方向性判定に基づいて、着目画素における W 画素相当の画素値（輝度）を補間する（ステップ S 1 0 0 9）。ノイズ強度 R N が輝度弁別限 J N D に比べて小さい限り（J N D > R N）、着目画素の周囲に位置する W 画素の輝度振幅は被写体の信号に由来するとみなすことができ、判定された方向性に基づく補間処理を行うことができる。なお、ステップ S 1 0 0 8 の判定において、ノイズ強度 R N に所定の係数を乗算した値を閾値として用いても良い。

【 0 0 7 1 】

一方、輝度弁別限 J N D がノイズ強度 R N 以下である場合（ステップ S 1 0 0 8 で N O）、第 1 実施形態と同様に W 画素の輝度分散 w に基づく判定を行う（ステップ S 1 0 1 0 ~ S 1 0 1 1）。すなわち、着目画素の周囲の W 画素の輝度振幅が被写体あるいはノイズのいずれに起因するかを輝度分散 w に基づき判定する。ステップ S 1 0 1 0 において、補間処理部 3 5 は着目画素の周囲に位置する W 画素の輝度分散 w を求める（次式）。

なお、次式における n は、 W 画素の輝度分散を求める際に対象となっている W 画素の個数を表す。

【数 1 1】

$$\sigma_w = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (W_i - W_{AWG})^2}$$

【0072】

次に、ステップ S 1011 において、補間処理部 35 は、 W 画素の輝度分散 σ_w とノイズ強度 R_N とを比較する。ノイズ強度 R_N が W 画素の輝度分散 σ_w に比べて小さい場合 ($\sigma_w > R_N$)、着目する色画素の周囲に位置する W 画素の輝度振幅は被写体の画像に起因すると判定できる。この場合 (ステップ S 1011 で YES)、補間処理部 35 は、色画素の周囲に位置する W 画素の輝度分布の方向性判定に基づいて、色画素に対する W 画素相当の画素値 (輝度) を補間する。ノイズ強度 R_N が W 画素の輝度分散 σ_w に比べて等しいか大きい場合 ($\sigma_w \leq R_N$)、所望の色画素の周囲に位置する W 画素の輝度振幅が信号あるいはノイズのいずれに由来するかを分別できない。従って、この場合 (ステップ S 1011 で NO)、着目画素の周囲の W 画素の平均輝度 W_{AVG} を、着目画素における W 画素相当の画素値 (輝度) とみなして補間処理を行う (ステップ S 1012)。

【0073】

本実施形態においても、第 1 実施形態と同様の効果を奏することが可能である。すなわち、着目する色画素の周囲の W 画素の輝度振幅が被写体の画像あるいはノイズのいずれに起因するかを判定することにより、方向性の誤判定を回避することができる。例えば、被写体の画像のショットノイズが無視し得ない場合においても、 W 画素の輝度分布に関する方向性の誤判定を防ぎ、偽パターンの生成を抑制することができる。従って、画像データの高周波成分を維持しつつ、ノイズを抑制した像品位の画像を得ることが可能となる。

【0074】

また、本実施形態において、ノイズ強度は複数フレームの画像データの差分に基づき算出される。このため、ゲイン値 X に対応したノイズの標準偏差テーブルを用意する必要がなくなる。さらに、 W 画素の輝度分散 σ_w に加えて、輝度弁別限 JND を相関値として用いることにより、輝度分布の方向性をさらに正確に推定することができ、より高精度の補間を行うことが可能となる。

【0075】

(第 3 の実施形態)

続いて、第 3 の実施形態における撮像システムを説明する。以下、第 1 および第 2 実施形態と異なる構成を中心に説明する。

【0076】

図 12 は本実施形態における撮像装置の画素配列を示している。図 12 において、着目画素 C_{33} を中心に 5 行 5 列の画素が示されている。撮像装置 2 においては、同様の画素配列が繰り返し配置されているものとする。図 12 (a) の画素配列は、色画素 C_{11} 、 C_{13} 、 \dots 、 C_{55} 、 W 画素 W_{12} 、 W_{14} 、 \dots 、 W_{54} を有している。それぞれの色画素は 8 個の W 画素に囲まれており、色画素の数と W 画素の数との比は 1 : 3 となっている。 W 画素は色画素に比べて輝度に対して鋭敏に知覚される画素であって、画素の輝度分布の方向性を判定するために用いられる。色画素は色情報を取得するための画素であり、加法混色の原色である RGB 画素、あるいは減法混色の原色である CMY 画素である。

【0077】

図 12 (b) の画素配列は、色画素 C_{11} 、 C_{13} 、 \dots 、 C_{55} 、 G 画素 G_{12} 、 G_{14} 、 \dots 、 G_{54} を有している。また、図 12 (c) の画素配列は色画素 C_{11} 、 C_{13} 、 \dots 、 C_{55} 、 Ye 画素 Ye_{12} 、 Ye_{14} 、 \dots 、 Ye_{54} を有している。 G 画素、 Ye 画素は色画素 C に比べて輝度に対して鋭敏に知覚される画素であり、輝度

10

20

30

40

50

情報を多く含む。これらの画素配列においても、それぞれの色画素は 8 個の G 画素または Y e 画素に囲まれており、色画素の数と G 画素または Y e 画素の数との比は 1 : 3 となっている。

【 0 0 7 8 】

図 1 1 は本実施形態における撮像システムの画像処理方法のフローチャートを示している。以下の説明において、本実施形態における撮像装置 2 は図 1 2 (a) の画素配列を有するものとするが、他の画素配列を用いても良い。

【 0 0 7 9 】

ステップ S 1 1 0 0 ~ S 1 1 0 4 までの処理は、第 1 の実施形態における撮像システムの処理 (ステップ S 9 0 0 ~ S 9 0 4) と同様であるため、その説明を省略する。信号処理部 3 は、着目画素 C_{33} の周囲の W 画素において、輝度振幅が被写体の画像あるいはノイズのいずれに起因するかを判定する。ステップ S 1 1 0 5 において、信号処理部 3 は、着目画素 C_{33} の周囲の W 画素の値 W_i 、 W_j を取得する。ここで、 i 、 j は、着目画素の周囲における互いに異なる位置を示している。そして、信号処理部 3 は、着目画素 C_{33} を挟んで対向する 2 個の W 画素の値の差分 (輝度値差) の絶対値 $|W_i - W_j|$ を演算する。例えば、対となる画素は、 (W_{32}, W_{34}) 、 (W_{23}, W_{43}) 、 (W_{22}, W_{44}) 、 (W_{24}, W_{42}) の 4 組である。信号処理部 3 は、次式に従い、これら 4 組の輝度値差の絶対値 $|W_i - W_j|$ を方向性判定のための相関値 D_R 、 D_U 、 D_{LU} 、 D_{RU} にそれぞれ割り当てる (ステップ S 1 1 0 6)。ここで、相関値 D_R は左右 (横) の方向性を表し、相関値 D_U は上下 (縦) の方向性を表す。相関値 D_{LU} は左上と右下との斜めの方向性を表し、相関値 D_{RU} は右上と左下との斜めの方向性を表す。

【 数 1 2 】

$$D_R = |W_i - W_j| = |W_{34} - W_{32}|$$

$$D_U = |W_i - W_j| = |W_{23} - W_{43}|$$

$$D_{LU} = |W_i - W_j| = |W_{22} - W_{44}|$$

$$D_{RU} = |W_i - W_j| = |W_{24} - W_{42}|$$

【 0 0 8 0 】

なお、相関値の算出に用いられる 1 対の W 画素は、着目画素 C_{33} の周囲に位置するとともに、当該相関値に関連づけられた方向に位置していれば良い。1 対の W 画素は着目画素 C_{33} に必ずしも隣接していなくても良く、着目画素 C_{33} から離間して配置されていても良い。例えば、横方向の相関値 D_R の算出のための 1 対の W 画素は、着目画素 C_{33} に対して左上に位置するとともに互いに隣接した画素 W_{22} 、 W_{21} 、着目画素 C_{33} から離間した位置にある画素 W_{12} 、 W_{14} であっても良い。相関値の算出のために組み合わせが可能な W 画素を次式に示す。

【数 1 3】

$$D_R = |W_{14}-W_{12}|, |W_{22}-W_{21}|, |W_{23}-W_{22}|, |W_{24}-W_{23}|, |W_{25}-W_{24}|,$$

$$|W_{34}-W_{32}|, |W_{42}-W_{41}|, |W_{43}-W_{42}|, |W_{44}-W_{43}|, |W_{45}-W_{44}|, |W_{54}-W_{52}|$$

$$D_U = |W_{25}-W_{45}|, |W_{14}-W_{24}|, |W_{24}-W_{34}|, |W_{34}-W_{44}|, |W_{44}-W_{54}|,$$

10

$$|W_{23}-W_{43}|, |W_{12}-W_{22}|, |W_{22}-W_{32}|, |W_{32}-W_{42}|, |W_{42}-W_{52}|, |W_{21}-W_{41}|$$

$$D_{LU} = |W_{14}-W_{25}|, |W_{12}-W_{23}|, |W_{23}-W_{34}|, |W_{34}-W_{45}|, |W_{22}-W_{44}|,$$

$$|W_{21}-W_{32}|, |W_{32}-W_{43}|, |W_{43}-W_{54}|, |W_{41}-W_{52}|$$

20

$$D_{RU} = |W_{12}-W_{21}|, |W_{14}-W_{23}|, |W_{23}-W_{32}|, |W_{32}-W_{41}|, |W_{24}-W_{42}|,$$

$$|W_{25}-W_{34}|, |W_{34}-W_{43}|, |W_{43}-W_{52}|, |W_{45}-W_{54}|$$

【0 0 8 1】

次に、信号処理部 3 は、相関値 D_R 、 D_U 、 D_{LU} 、 D_{RU} から最小値と最大値を抽出する（ステップ S 1 1 0 7）。ここで、最小値を D_{min} 、最大値を D_{max} とする。最小値 D_{min} を有する相関値に関連付けられた方向の 1 対の W 画素は、他の相関値に関連付けられた方向の 1 対の W 画素と比較して、互いに近似した画素値（輝度値）を有している。従って、着目画素 C_{33} の値は、最小値 D_{min} を有する相関値に関連付けられた方向の画素値と相関を有している。すなわち、最小値 D_{min} を有する相関値によって表された方向は、画素の値の勾配（変化）が小さい方向であると推定し得る。例えば、相関値 D_R が最小値 D_{min} を有する場合、横方向に位置する複数の W 画素の値の変化は小さく、画像のエッジ等の輝度分布が横方向であると推定し得る。

30

【0 0 8 2】

推定された方向に基づく補間処理は、他の方向の 2 個の W 画素の相関値、特に相関値の最大値 D_{max} が、最小値 D_{min} にノイズ輝度振幅分を加算した値より大きいことを前提としている。このため、信号処理部 3 は、方向性の判定結果を補間処理において用いるか否かを判定している（ステップ S 1 1 0 8 ~ S 1 1 0 9）。まず、ステップ S 1 1 0 8

40

【数 1 4】

$$Th_{RN} = D_{min} + RN = D_{min} + \frac{\sigma(Fx)}{\sqrt{2}}$$

【0 0 8 3】

次に、ステップ S 1 1 0 9 において、信号処理部 3 は、相関値の最大値 D_{max} と閾値 Th_{RN} とを比較して、方向性の判定結果を補間処理において用いるか否かを判定している。相関値の最大値 D_{max} が閾値 Th_{RN} より大きい場合、すなわち $D_{max} > Th_{RN}$ である場合（ステップ S 1 1 0 9 で YES）、着目画素の周囲に位置する W 画素の輝度

50

振幅は被写体の画像に由来するとみなし得る。この場合、信号処理部 3 は、最小値 D_{min} を有する相関値に関連付けられた方向の W 画素の値に基づき、着目画素の補間値を演算する（ステップ S 1100）。例えば、横方向の相関値 D_R が最小値を D_{min} を有する場合には、信号処理部 3 は着目画素 C_{33} に対して横方向に位置する 2 個の画素 W_{32} 、 W_{34} の補間値を着目画素 C_{33} の値とすることができる。

【0084】

一方、相関値での最大値 D_{max} が閾値 Th_{RN} と等しいあるいは小さい場合（ $D_{max} \leq Th_{RN}$ ）、着目画素の周囲に位置する W 画素の輝度振幅が被写体の画像あるいはノイズのいずれに起因するのかを区別が出来ない。この場合（ステップ S 1109 で NO）、信号処理部 3 は、着目画素の周囲に位置する W 画素の平均輝度 W_{avg} を、着目画素における W 画素相当の画素値（輝度）とみなして補間処理を行う。

10

【0085】

以上述べたように、本実施形態によれば、着目する色画素の周囲に位置する W 画素の輝度振幅（勾配）が被写体の画像あるいはノイズのいずれに起因するかを判定することができる。画像のエッジ部分の抽出を行うとともに、エッジ部分抽出の誤判定を抑制できるため偽パターンの生成を回避することができる。従って、画像データの像品位を高めることが可能となる。

【0086】

（第 4 の実施形態）

本実施形態の撮像システムについて、第 1 実施形態と異なる構成を中心に説明する。図 13 は本実施形態における方向性判定処理を説明するための図である。本実施形態の信号処理部 3 は、方向性を判定する画素までの距離に応じた重みづけを行って差分和を求める。

20

【0087】

図 13（a）は、RGBW12 の画素配列において、座標（3, 3）の着目画素から、差分を算出する 2 個の W 画素までの距離を示す図である。ここで、着目画素の重心から、差分を算出する 2 個の W 画素の重心までの距離を、単演算距離と定義する。画素の重心は、例えば、画素部 20 の半導体基板上の 1 つの画素に対応して設けられた 1 つのマイクロレンズの重心であり得る。また、光電変換素子 PD を 1 つのみ有する画素においては、画素の重心を光電変換素子 PD の重心とすることができる。2 個の画素の重心は、それぞれ画素の重心を結ぶ直線の中点となる。また、画素のピッチを 2 と仮定し、単演算距離を以下のように算出する。

30

【0088】

図 13（a）において、縦方向の差分 $|W(2, 2) - W(2, 3)|$ と $B(3, 3)$ との単演算距離 131 は 3 となる。また、縦方向の差分 $|W(2, 1) - W(2, 2)|$ と $B(3, 3)$ との単演算距離 132 は、画素のピッチを 2 とすると、13 である。また、斜め方向の差分 $|W(3, 2) - W(4, 3)|$ と $B(3, 3)$ との単演算距離 133 は 2 となる。また、斜め方向の差分 $|W(4, 3) - W(5, 4)|$ と $B(3, 3)$ との単演算距離 134 は 10 となる。

【0089】

このようにして算出された単演算距離と、差分の重み付け係数とを乗算し、乗算結果の総和を演算距離と定義する。たとえば、第 1 実施形態に縦方向の差分の重み付け係数を 2 とすると、演算距離（縦）は以下のように計算される。

40

$$\text{演算距離（縦）} = 2 \times 3 + 2 \times 3 + 2 \times 3 + 2 \times 3 = 8 \quad 3$$

【0090】

同様に、他の方向の演算距離は以下のように計算される。

$$\text{演算距離（横）} = 8 \quad 3$$

$$\text{演算距離（右斜め）} = 4 \quad 2 + 4 \quad 10$$

$$\text{演算距離（左斜め）} = 4 \quad 2 + 4 \quad 10$$

【0091】

50

上述の例において、縦横方向の演算距離は約 13.8、斜め方向の演算距離は約 18.3 であり、2つの演算距離の比は約 1.3 となる。それぞれの方向の演算距離が異なるということは、空間的な方向性の判定がそれぞれの方向によって異なることを意味する。差分和演算距離がそれぞれの方向で異なると、方向性を判定する際にエラーが生じ得る。このため、それぞれの方向における演算距離が同等であることが好ましく、演算距離の最大値と最小値の比が 2 以下であると好ましい。

【0092】

本実施形態では、図 13 (b)、図 13 (c)、図 13 (d)、図 13 (e) の矢印で示す隣接画素において差分を取得し、それぞれの差分に以下の重み付け係数を乗じた差分和を得る。それぞれの方向における差分和は以下のように求められる。

10

$$\begin{aligned} \text{差分和 (横)} = & |W(1, 2) - W(2, 2)| \\ & + |W(2, 2) - W(3, 2)| \times 3 \\ & + |W(3, 2) - W(4, 2)| \times 3 \\ & + |W(4, 2) - W(5, 2)| \\ & + |W(1, 4) - W(2, 4)| \\ & + |W(2, 4) - W(3, 4)| \times 3 \\ & + |W(3, 4) - W(4, 4)| \times 3 \\ & + |W(4, 4) - W(5, 4)| \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{差分和 (縦)} = & |W(2, 1) - W(2, 2)| \\ & + |W(2, 2) - W(2, 3)| \times 3 \\ & + |W(2, 3) - W(2, 4)| \times 3 \\ & + |W(2, 4) - W(2, 5)| \\ & + |W(4, 1) - W(4, 2)| \\ & + |W(4, 2) - W(4, 3)| \times 3 \\ & + |W(4, 3) - W(4, 4)| \times 3 \\ & + |W(4, 4) - W(4, 5)| \end{aligned}$$

20

$$\begin{aligned} \text{差分和 (左斜)} = & |W(1, 2) - W(2, 3)| \times 2 \\ & + |W(2, 3) - W(3, 4)| \times 2 \\ & + |W(3, 4) - W(4, 5)| \times 2 \\ & + |W(2, 1) - W(3, 2)| \times 2 \\ & + |W(3, 2) - W(4, 3)| \times 2 \\ & + |W(4, 3) - W(5, 4)| \times 2 \end{aligned}$$

30

$$\begin{aligned} \text{差分和 (右斜)} = & |W(1, 4) - W(2, 3)| \times 2 \\ & + |W(2, 3) - W(3, 2)| \times 2 \\ & + |W(3, 2) - W(4, 1)| \times 2 \\ & + |W(2, 5) - W(3, 4)| \times 2 \\ & + |W(3, 4) - W(4, 3)| \times 2 \\ & + |W(4, 3) - W(5, 2)| \times 2 \end{aligned}$$

40

【0093】

上述の差分和において、それぞれの方向の演算距離は以下になる。

$$\text{演算距離 (横)} = 4 \quad 13 + 12 \quad 3$$

$$\text{演算距離 (縦)} = 4 \quad 13 + 12 \quad 3$$

$$\text{演算距離 (左斜)} = 8 \quad 10 + 8 \quad 2$$

$$\text{演算距離 (右斜)} = 8 \quad 10 + 8 \quad 2$$

【0094】

縦横方向の演算距離は約 35.2、斜め方向の演算距離は約 36.6 であり、その比は約 1.04 である。本実施形態によれば、それぞれの方向に演算距離を同等にすることが

50

でき、輝度分布の方向性をより正確に判定することができる。また、本実施形態においても、輝度分布が被写体の画像またはノイズのいずれに起因するかを判定することにより、方向性の誤判定による偽パターンの生成を回避することができる。

【 0 0 9 5 】

(他 の 実 施 形 態)

以上、本発明に係る撮像装置を説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜修正および変形することを妨げるものではない。例えば、上述の第１～第４実施形態の構成を組み合わせることも可能である。また、撮像システムは必ずしも撮像装置を備えなくても良く、撮像装置から出力された画像信号を処理するコンピュータなどの画像処理装置であっても良い。この場合、撮像装置は画素信号からのRAWデータを入力し、上述の処理を実行することができる。また、撮像装置が信号処理部を備えることにより、撮像装置が上述の処理を実行しても良い。

【符号の説明】

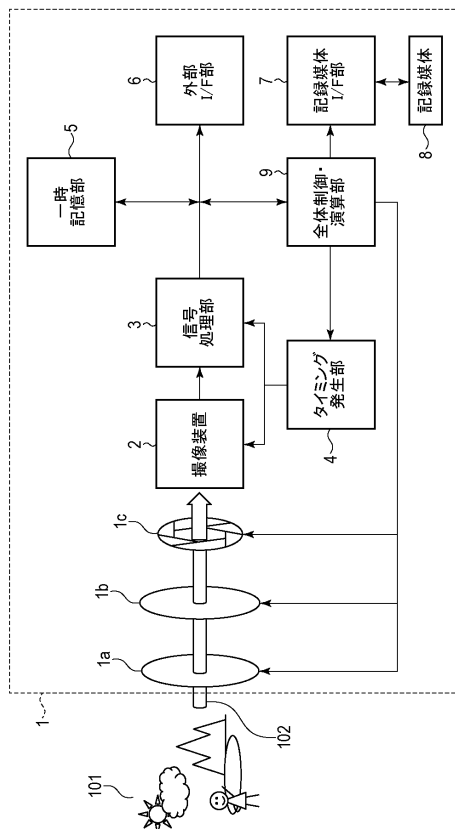
【 0 0 9 6 】

- | | |
|-----|--------|
| 1 | 撮像システム |
| 2 | 撮像装置 |
| 3 | 信号処理部 |
| 2 0 | 画素部 |
| 3 3 | 方向性判定部 |
| 3 4 | 相関値算出部 |
| 3 5 | 補間処理部 |
| 3 7 | 画像処理部 |

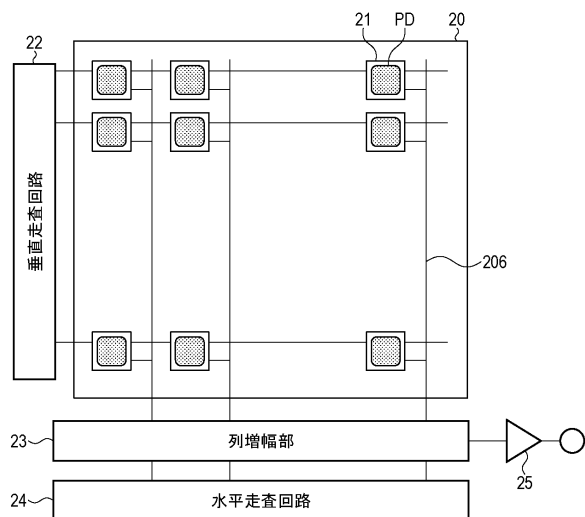
10

20

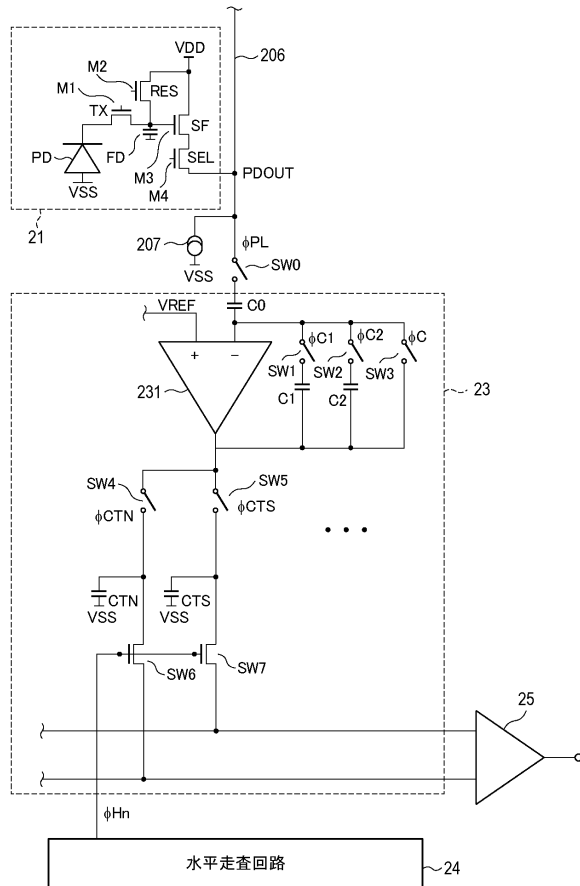
【 図 1 】



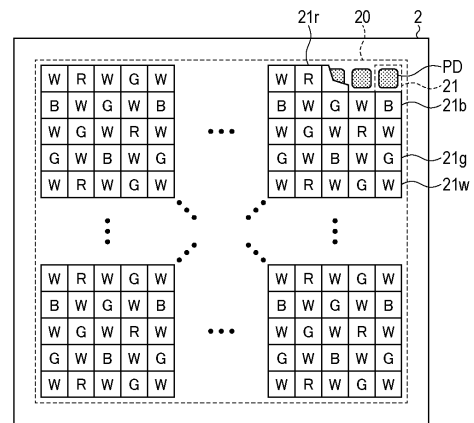
【圖 2】



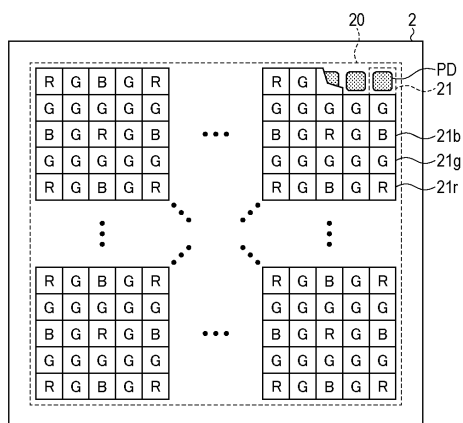
【図 3】



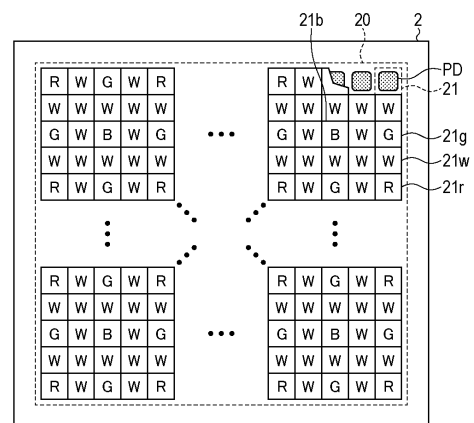
【図 4 A】



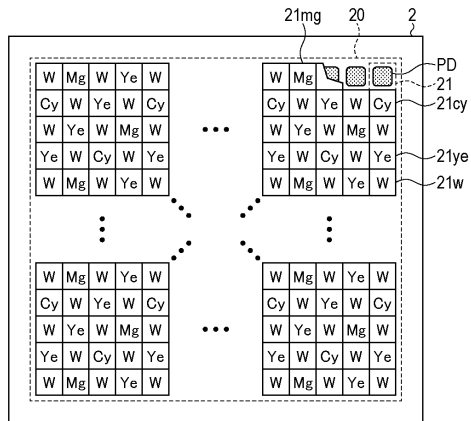
【図 4 B】



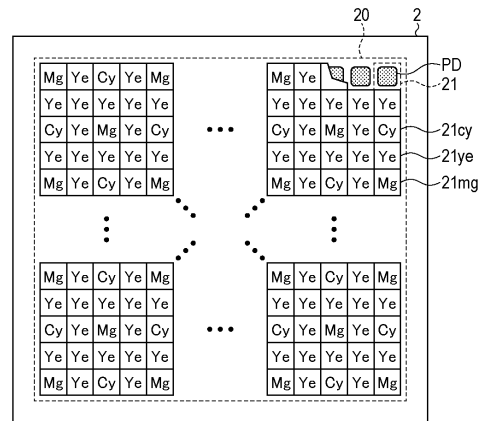
【図 4 C】



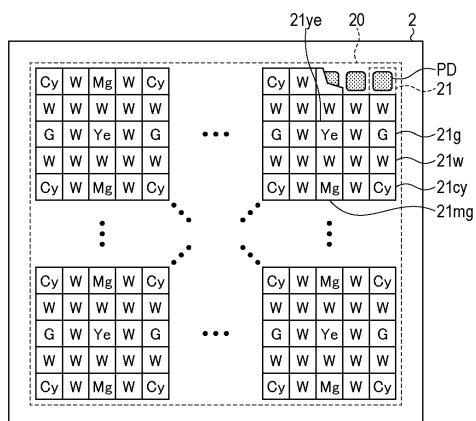
【図 5 A】



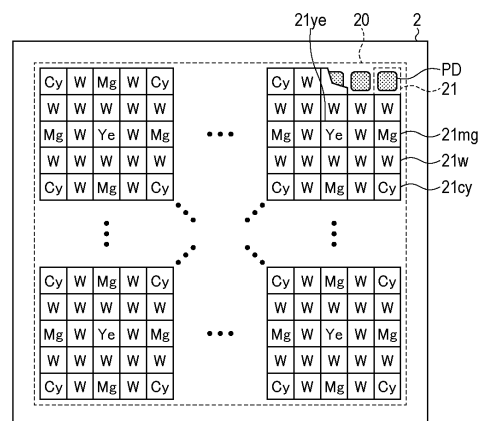
【図 5 B】



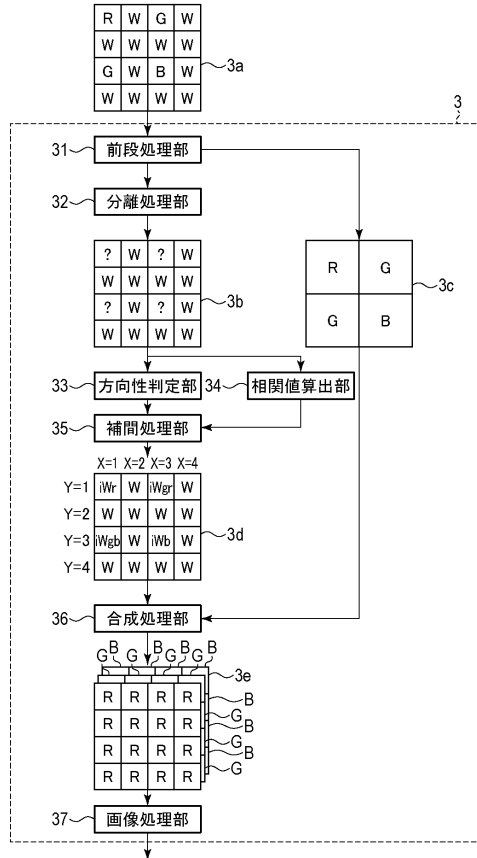
【図 5 C】



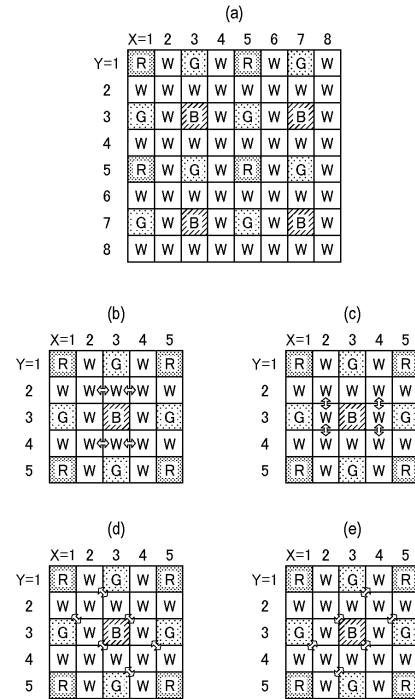
【図 5 D】



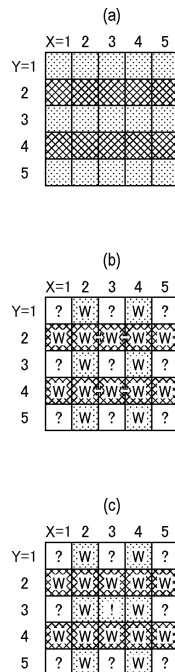
【図 6】



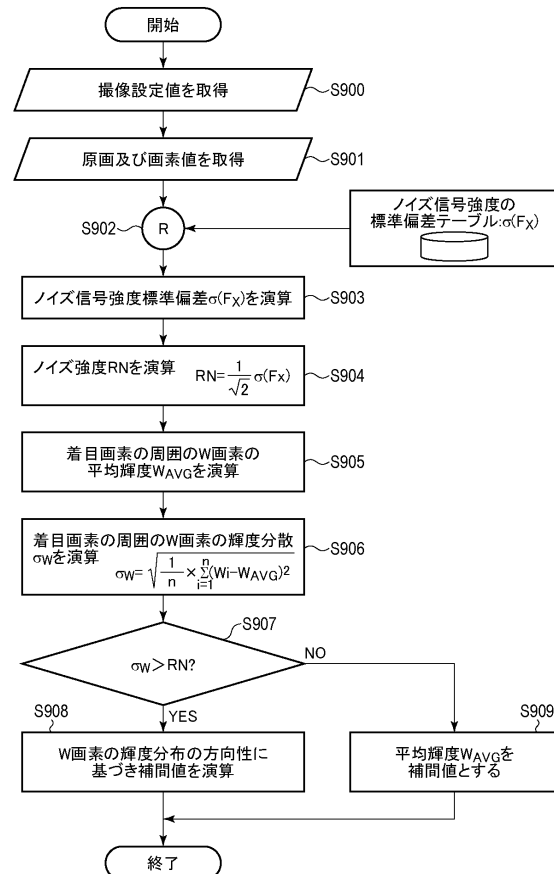
【図 7】



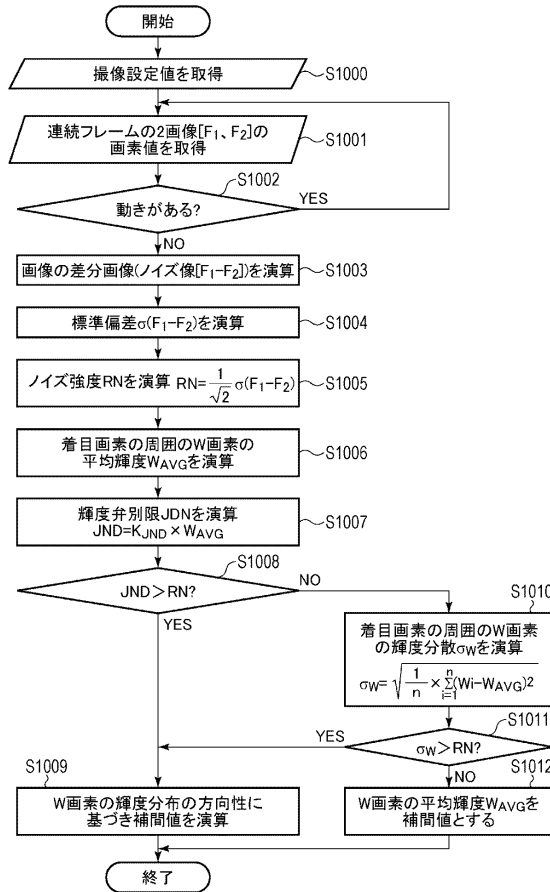
【図 8】



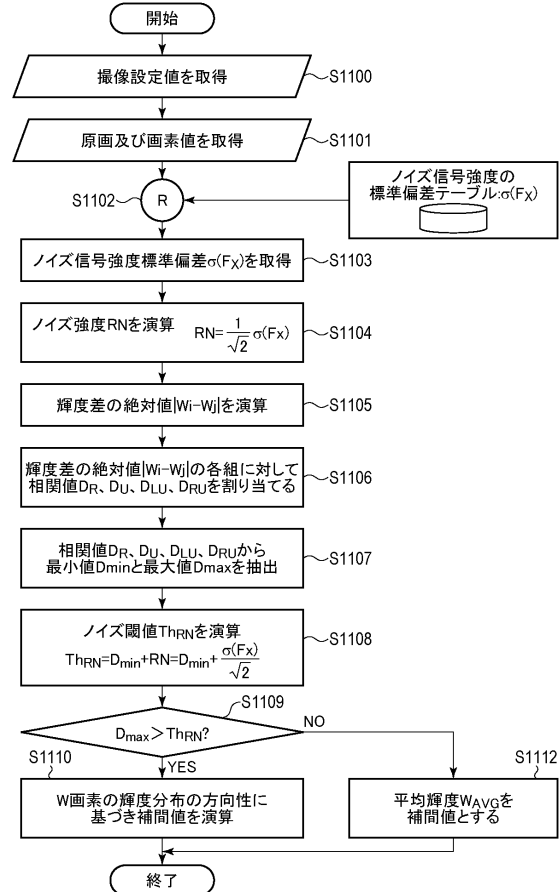
【図 9】



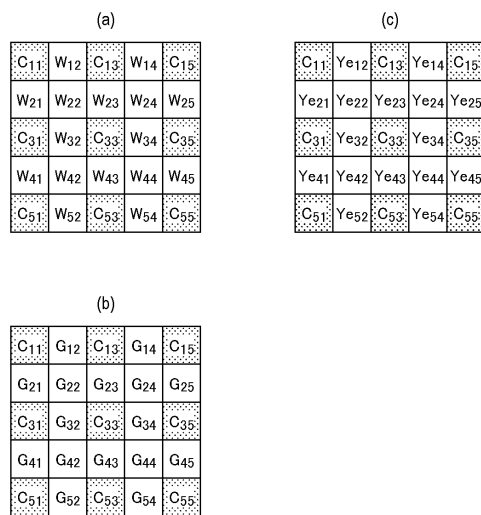
【図 10】



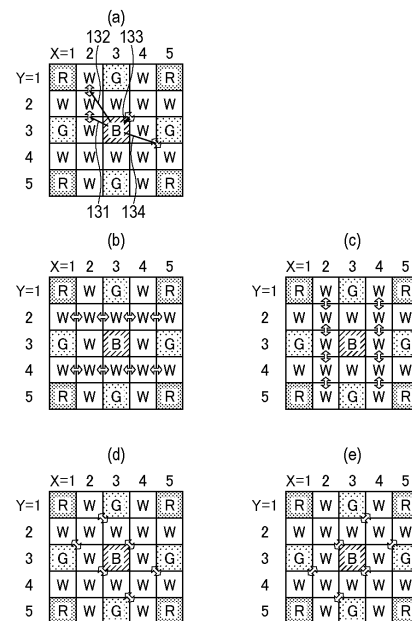
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 川野 藤雄

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

審査官 大室 秀明

(56)参考文献 特開2002-010279(JP,A)

特開平11-122626(JP,A)

特開2015-139141(JP,A)

特開2000-261793(JP,A)

特開2008-306379(JP,A)

特開2007-036765(JP,A)

米国特許出願公開第2010/0097495(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 1/00 - 1/40

G06T 3/00 - 5/50

G06T 9/00 - 9/40

H04N 9/04 - 9/11