

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7289996号
(P7289996)

(45)発行日 令和5年6月12日(2023.6.12)

(24)登録日 令和5年6月2日(2023.6.2)

(51)国際特許分類	F I
H 0 4 N 25/68 (2023.01)	H 0 4 N 25/68
H 0 4 N 25/677 (2023.01)	H 0 4 N 25/677
H 0 4 N 25/48 (2023.01)	H 0 4 N 25/48
H 0 4 N 25/11 (2023.01)	H 0 4 N 25/11

請求項の数 20 (全57頁)

(21)出願番号	特願2022-565279(P2022-565279)	(73)特許権者	306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号
(86)(22)出願日	令和3年11月18日(2021.11.18)	(74)代理人	110001519 弁理士法人太陽国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/042370	(72)発明者	増田 智紀 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目32 4番地 富士フイルム株式会社内
(87)国際公開番号	WO2022/113866	(72)発明者	田中 康一 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目32 4番地 富士フイルム株式会社内
(87)国際公開日	令和4年6月2日(2022.6.2)	審査官	鈴木 明
審査請求日	令和5年3月8日(2023.3.8)		
(31)優先権主張番号	特願2020-194566(P2020-194566)		
(32)優先日	令和2年11月24日(2020.11.24)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 検出装置、撮像装置、検出方法、及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

プロセッサと、
前記プロセッサに接続又は内蔵されたメモリと、を備え、
前記プロセッサは、
第1方向及び前記第1方向と交差する第2方向に配列された複数の物理画素を有するイメージセンサの移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素とは異なる第2物理画素が隣接する箇所に移動後の前記第1物理画素が位置する箇所へ前記イメージセンサを移動させる制御を行い、
移動前後で前記イメージセンサに対して撮像を行わせ、
前記イメージセンサによって撮像されることにより得られた複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の前記第2物理画素及び移動後の前記第1物理画素にそれぞれ対応する画像画素間の画素値の相違度に基づいて、前記複数の物理画素から欠陥物理画素を検出する
検出装置。

10

【請求項2】

前記プロセッサは、
前記イメージセンサによって撮像されることにより得られた前記複数の画像を前記メモリに記憶させる処理を行い、
前記メモリに記憶された前記複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち前記画

20

像画素間の画素値の相違度に基づいて、前記欠陥物理画素を検出する

請求項 1 に記載の検出装置。

【請求項 3】

前記複数の物理画素間の前記第 1 方向又は前記第 2 方向のピッチを 1 としたときに、前記プロセッサは、前記イメージセンサを、1 より大きい小数である移動量で、前記第 1 方向又は前記第 2 方向に移動させる制御を行う

請求項 1 又は請求項 2 に記載の検出装置。

【請求項 4】

前記複数の物理画素間の前記第 1 方向又は前記第 2 方向のピッチを p とし、自然数を n とし、純小数を d としたときに、

前記プロセッサは、前記イメージセンサを、 $(n + d) \times p$ の移動量で、前記第 1 方向又は前記第 2 方向に移動させる制御を行う

請求項 1 から請求項 3 の何れか一項に記載の検出装置。

【請求項 5】

前記プロセッサは、

前記欠陥物理画素に対応する第 1 画像画素の画素値を、前記第 1 画像画素に隣接する第 2 画像画素の画素値に基づいて補正する

請求項 1 から請求項 4 の何れか一項に記載の検出装置。

【請求項 6】

前記プロセッサは、前記欠陥物理画素の位置に対応する位置情報を出力する

請求項 1 から請求項 5 の何れか一項に記載の検出装置。

【請求項 7】

前記プロセッサは、画素値が予め定められた範囲を外れる規定外画像画素の画素値と、前記規定外画像画素に隣接する画像画素の画素値との相違度に基づいて、前記欠陥物理画素を検出する

請求項 1 から請求項 6 の何れか一項に記載の検出装置。

【請求項 8】

前記イメージセンサは、モノクロタイプのイメージセンサである

請求項 1 から請求項 7 の何れか一項に記載の検出装置。

【請求項 9】

前記複数の物理画素間の前記第 1 方向又は前記第 2 方向のピッチを p としたときに、前記プロセッサは、前記イメージセンサを、 $1.5 \times p$ の移動量で、前記第 1 方向又は前記第 2 方向に移動させる制御を行う

請求項 8 に記載の検出装置。

【請求項 10】

前記イメージセンサは、前記複数の物理画素に異なる色のカラーフィルタが周期性を有する基底配列で割り当てられたカラータイプのイメージセンサであり、

前記複数の物理画素間の前記第 1 方向又は前記第 2 方向のピッチを p とし、自然数を n とし、前記基底配列の 1 周期あたりの物理画素数を T としたときに、

前記プロセッサは、前記イメージセンサを、 $\{(T - 1) + 0.5\} \times n \times p$ の移動量で、前記第 1 方向又は前記第 2 方向に移動させる制御を行う

請求項 1 から請求項 7 の何れか一項に記載の検出装置。

【請求項 11】

前記基底配列は、ベイヤ配列であり、

前記移動量は、 $1.5 \times p$ で規定されている

請求項 10 に記載の検出装置。

【請求項 12】

前記基底配列は、X - T r a n s (登録商標) 型配列であり、

前記移動量は、 $5.5 \times p$ で規定されている

請求項 10 に記載の検出装置。

10

20

30

40

50

【請求項 1 3】

前記イメージセンサは、前記複数の物理画素に異なる色のカラーフィルタが周期性を有する基底配列で割り当てられたカラータイプのイメージセンサであり、

前記プロセッサは、前記イメージセンサの移動前後の物理画素配置において、移動前の第 3 物理画素と同じ色のカラーフィルタが割り当てられた第 4 物理画素と重なる箇所に移動後の前記第 3 物理画素が位置する箇所へ前記イメージセンサを移動させる制御を行い、移動前後で前記イメージセンサに対して撮像を行わせ、

前記イメージセンサによって撮像されることにより得られた前記複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の前記第 4 物理画素及び移動後の前記第 3 物理画素にそれぞれ対応する同じ色の画像画素間の画素値の相違度に基づいて、前記複数の物理画素から欠陥物理画素を検出する

10

請求項 1 から請求項 7 の何れか一項に記載の検出装置。

【請求項 1 4】

前記イメージセンサは、前記複数の物理画素に異なる色のカラーフィルタが周期性を有する基底配列で割り当てられたカラータイプのイメージセンサであり、

前記プロセッサは、前記イメージセンサの移動前後の物理画素配置において、移動前の前記第 1 物理画素と同じ色のカラーフィルタが割り当てられた前記第 2 物理画素が隣接する箇所に移動後の前記第 1 物理画素が位置する箇所へ前記イメージセンサを移動させる制御を行い、

移動前後で前記イメージセンサに対して撮像を行わせ、

20

前記イメージセンサによって撮像されることにより得られた前記複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の前記第 2 物理画素及び移動後の前記第 1 物理画素にそれぞれ対応する同じ色の画像画素間の画素値の相違度に基づいて、前記複数の物理画素から欠陥物理画素を検出する

請求項 1 から請求項 7、及び請求項 1 3 の何れか一項に記載の検出装置。

【請求項 1 5】

前記複数の物理画素間の前記第 1 方向又は前記第 2 方向のピッチを p とし、 m を 2 以上の自然数とし、純小数を d としたときに、

前記プロセッサは、前記イメージセンサを、 $(m + d) \times p$ の移動量で、前記第 1 方向又は前記第 2 方向に移動させる制御を行う

30

請求項 1 4 に記載の検出装置。

【請求項 1 6】

前記移動量は、 $2.5 \times p$ で規定されている

請求項 1 5 に記載の検出装置。

【請求項 1 7】

前記プロセッサは、

前記複数の画像を超解像化し、前記カラーフィルタの各色について複数の単色超解像化画像を生成し、

前記複数の単色超解像化画像を合成する

請求項 1 3 から請求項 1 6 の何れか一項に記載の検出装置。

40

【請求項 1 8】

請求項 1 から請求項 1 7 の何れか一項に記載の検出装置と、

前記イメージセンサと、

前記イメージセンサを前記第 1 方向及び前記第 2 方向のうち少なくとも 1 つの方向に移動させる移動機構と、

を備えた撮像装置。

【請求項 1 9】

第 1 方向及び前記第 1 方向と交差する第 2 方向に配列された複数の物理画素を有するイメージセンサの移動前後の物理画素配置において、移動前の第 1 物理画素とは異なる第 2 物理画素が隣接する箇所に移動後の前記第 1 物理画素が位置する箇所へ前記イメージセン

50

サを移動させる制御を行うこと、

移動前後で前記イメージセンサに対して撮像を行わせること、及び、

前記イメージセンサによって撮像されることにより得られた複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の前記第 2 物理画素及び移動後の前記第 1 物理画素にそれぞれ対応する画像画素間の画素値の相違度に基づいて、前記複数の物理画素から欠陥物理画素を検出すること、

を含む検出方法。

【請求項 20】

コンピュータに、

第 1 方向及び前記第 1 方向と交差する第 2 方向に配列された複数の物理画素を有するイメージセンサの移動前後の物理画素配置において、移動前の第 1 物理画素とは異なる第 2 物理画素が隣接する箇所に移動後の前記第 1 物理画素が位置する箇所へ前記イメージセンサを移動させる制御を行うこと、

10

移動前後で前記イメージセンサに対して撮像を行わせること、及び、

前記イメージセンサによって撮像されることにより得られた複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の前記第 2 物理画素及び移動後の前記第 1 物理画素にそれぞれ対応する画像画素間の画素値の相違度に基づいて、前記複数の物理画素から欠陥物理画素を検出すること、

を含む処理を実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本開示の技術は、検出装置、撮像装置、検出方法、及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、垂直 CCD 部と、電荷蓄積ゲート部と、水平 CCD 部と、フローティングディフュージョンアンプとを備えたことを特徴とする光検出器が開示されている。垂直 CCD 部は、光を電荷に変換しかつ発生した電荷を垂直方向に転送する TDI 機能を持つ。電荷蓄積ゲート部は、垂直 CCD 部から転送された電荷を、外部からの駆動信号に基づいて、1 画素分又は複数画素分の時間蓄積する。水平 CCD 部は、電荷蓄積ゲート部から転送された電荷を水平方向に転送する。フローティングディフュージョンアンプは、水平 CCD 部から転送された電荷を、外部からの駆動信号に基づいて、1 画素分又は複数画素分の時間の電荷蓄積を行い、蓄積された電荷量に応じた強度の電圧信号に変換して出力する。

30

【0003】

特許文献 2 には、光学系によって結像した被写体像に対して、撮像素子の位置を相対的に変位させないで撮像データを得、また水平、垂直方向に所定量だけ相対的に変位させて 1 枚以上の撮像データを得、それらを合成して 1 枚の画像データを作成する固体撮像装置が開示されている。この固体撮像装置は、撮像する画像データの枚数の異なる複数の撮像モードを有することを特徴とする。

【0004】

40

特許文献 3 には、カメラの高画質イメージ生成方法が開示されている。このカメラの高画質イメージ生成方法では、シフト回路手段を介して CCD (電荷結合素子) から出力される元来の映像信号を所定方向に所定距離ほどシフトさせ臨時メモリに保存させ、臨時メモリに保存された映像信号を合成し信号処理した後、記録媒体に記録又は映像表示装置へ出力する。このカメラの高画質イメージ生成方法では、上記 CCD から出力される元来の映像信号を水平方向に $N/2$ ピクセルのピッチ、 N ピクセルのピッチ、及び $3N/2$ ピクセルのピッチに該当する距離シフトさせ、垂直方向に $N/2$ ピクセルのピッチ、 N ピクセルのピッチ、及び $3N/2$ ピクセルのピッチに該当する距離シフトさせる。そして、このカメラの高画質イメージ生成方法では、元来の映像信号マトリクスが持つピクセル数より $2N$ 倍のピクセル数を有する映像信号マトリクスを生成する。

50

【 0 0 0 5 】

特許文献 4 には、デジタル画像データの記録装置が開示されている。このデジタル画像データの記録装置は、一駒の画像を表わすフレーム単位画像データを記録媒体に記録する記録領域の大きさ及び上記フレーム単位画像データを記録するために要する記録時間があるから定められており、上記フレーム単位画像データを 2 つのフィールド単位画像データに分割した上で上記記録領域に記録する装置である。このデジタル画像データの記録装置は、撮像手段、分割手段、記憶手段、読出手段、及び記録制御手段を備える。撮像手段は、一駒の画像について上記フレーム単位画像データの n 倍 (n は 2 以上の正の整数) のデータ量の画像データを生成する固体電子撮像素子を含み、上記固体電子撮像素子を用いて被写体を撮像して得られた被写体像を表わす画像データを出力する。分割手段は、上記撮像手段から出力された画像データを、それぞれが一駒の画像を表わす $2n$ 個の上記フィールド単位画像データに分ける。記憶手段は、上記分割手段によって分けられた $2n$ 個の上記フィールド単位画像データのうちの $(2n - 1)$ 個のフィールド単位画像データを一時記憶する。読出手段は、上記記憶手段に記憶された $(2n - 1)$ 個の上記フィールド単位画像データを、上記フィールド単位画像データごとに順に上記記憶手段から読出す。記録制御手段は、上記分割手段によって分けられた $2n$ 個の上記フィールド単位画像データのうちの上記記憶手段に記憶された上記フィールド単位画像データを除く 1 つの上記フィールド単位画像データと、上記読出手段により上記記憶手段から読出された $(2n - 1)$ 個の上記フィールド単位画像データとを、 n 個の記録領域にわたって n 倍の記録時間で上記記録媒体に順次記録する。

10

20

【 0 0 0 6 】

特許文献 5 には、複数の固体撮像素子と、サンプリング回路と、抽出回路と、第 1 の演算処理回路と、第 2 の演算処理回路と、第 3 の演算処理回路と、第 4 の演算処理回路と、論理積回路と、補正回路とを備えた画素欠陥補正装置が開示されている。複数の固体撮像素子は、第 1 の固体撮像素子に対し第 2 の固体撮像素子が半画素ずれた位置に配置されている。サンプリング回路は、複数の固体撮像素子から読み出された信号をサンプルする。抽出回路は、サンプリング回路の出力から第 1 の固体撮像素子の第 1 の画素の値と、第 1 の画素に半画素隣接する第 2 の固体撮像素子の第 2、第 3 の画素の値と、第 1 の画素に 1 画素隣接する第 1 の固体撮像素子の第 4、第 5 の画素の値を抽出する。第 1 の演算処理回路は、第 1 の画素の値と第 4 の画素の値との差を求め、第 1 の一定値と比較する。第 2 の演算処理回路は、第 1 の画素の値と第 5 の画素の値との差を求め、第 2 の一定値と比較する。第 3 の演算処理回路は、第 2 の画素の値と第 4 の画素の値との差を求め、第 1 の画素の値と第 4 の画素の値との差を第 3 の係数倍した値と比較する。第 4 の演算処理回路は、第 3 の画素の値と第 5 の画素の値との差を求め、第 1 の画素の値と第 5 の画素の値との差を第 4 の係数倍した値と比較する。論理積回路は、第 1、第 2、第 3、及び第 4 の演算処理回路の出力の論理積をとる。補正回路は、論理積回路の出力によりサンプリング回路の出力を補正する。

30

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

40

【 文献 】特開 2 0 0 8 - 2 3 6 1 5 6 号公報

特開 2 0 0 6 - 2 7 9 9 9 0 号公報

特開 2 0 0 0 - 2 4 4 9 3 7 号公報

特開平 1 0 - 5 1 7 3 6 号公報

特開平 6 - 2 4 5 1 4 9 号公報

【 発明の概要 】

【 0 0 0 8 】

本開示の技術に係る一つの実施形態は、一つの側面として、イメージセンサの移動前後にイメージセンサによって撮像されることにより得られた複数の画像に基づいて、イメージセンサが有する複数の物理画素から欠陥物理画素を検出できる検出装置、撮像装置、検

50

出方法、及びプログラムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本開示の技術に係る第1の態様は、プロセッサと、プロセッサに接続又は内蔵されたメモリと、を備え、プロセッサは、第1方向及び第1方向と交差する第2方向に配列された複数の物理画素を有するイメージセンサの移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素とは異なる第2物理画素が隣接する箇所に移動後の第1物理画素が位置する箇所へイメージセンサを移動させる制御を行い、移動前後でイメージセンサに対して撮像を行わせ、イメージセンサによって撮像されることにより得られた複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の第2物理画素及び移動後の第1物理画素にそれぞれ

10

【0010】

本開示の技術に係る第2の態様は、プロセッサが、イメージセンサによって撮像されることにより得られた複数の画像をメモリに記憶させる処理を行い、メモリに記憶された複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち画像画素間の画素値の相違度に基づいて、欠陥物理画素を検出する、第1の態様に係る検出装置である。

【0011】

本開示の技術に係る第3の態様は、複数の物理画素間の第1方向又は第2方向のピッチを1としたときに、プロセッサは、イメージセンサを、1より大きい小数である移動量で、第1方向又は第2方向に移動させる制御を行う、第1の態様又は第2の態様に係る検出装置である。

20

【0012】

本開示の技術に係る第4の態様は、複数の物理画素間の第1方向又は第2方向のピッチを p とし、自然数を n とし、純小数を d としたときに、プロセッサが、イメージセンサを、 $(n+d) \times p$ の移動量で、第1方向又は第2方向に移動させる制御を行う、第1の態様から第3の態様の何れか1つの態様に係る検出装置である。

【0013】

本開示の技術に係る第5の態様は、プロセッサが、欠陥物理画素に対応する第1画像画素の画素値を、第1画像画素に隣接する第2画像画素の画素値に基づいて補正する、第1の態様から第4の態様の何れか1つの態様に係る検出装置である。

30

【0014】

本開示の技術に係る第6の態様は、プロセッサが、欠陥物理画素の位置に対応する位置情報を出力する、第1の態様から第5の態様の何れか1つの態様に係る検出装置である。

【0015】

本開示の技術に係る第7の態様は、プロセッサが、画素値が予め定められた範囲を外れる規定外画像画素の画素値と、規定外画像画素に隣接する画像画素の画素値との相違度に基づいて、欠陥物理画素を検出する、第1の態様から第6の態様のいずれか1つの態様に係る検出装置である。

【0016】

40

本開示の技術に係る第8の態様は、イメージセンサが、モノクロタイプのイメージセンサである、第1の態様から第7の態様の何れか1つの態様に係る検出装置である。

【0017】

本開示の技術に係る第9の態様は、複数の物理画素間の第1方向又は第2方向のピッチを p としたときに、プロセッサが、イメージセンサを、 $1.5 \times p$ の移動量で、第1方向又は第2方向に移動させる制御を行う、第8の態様に係る検出装置である。

【0018】

本開示の技術に係る第10の態様は、イメージセンサが、複数の物理画素に異なる色のカラーフィルタが周期性を有する基底配列で割り当てられたカラータイプのイメージセンサであり、複数の物理画素間の第1方向又は第2方向のピッチを p とし、自然数を n とし

50

、基底配列の1周期あたりの物理画素数をTとしたときに、プロセッサが、イメージセンサを、 $\{(T - 1) + 0.5\} \times n \times p$ の移動量で、第1方向又は第2方向に移動させる制御を行う、第1の態様から第7の態様の何れか1つの態様に係る検出装置である。

【0019】

本開示の技術に係る第11の態様は、基底配列が、ベイヤ配列であり、移動量が、 $1.5 \times p$ で規定されている、第10の態様に係る検出装置である。

【0020】

本開示の技術に係る第12の態様は、基底配列が、X-Trans（登録商標）型配列であり、移動量が、 $5.5 \times p$ で規定されている、第10の態様に係る検出装置である。

【0021】

本開示の技術に係る第13の態様は、イメージセンサが、複数の物理画素に異なる色のカラーフィルタが周期性を有する基底配列で割り当てられたカラータイプのイメージセンサであり、プロセッサが、イメージセンサの移動前後の物理画素配置において、移動前の第3物理画素と同じ色のカラーフィルタが割り当てられた第4物理画素と重なる箇所へ移動後の第3物理画素が位置する箇所へイメージセンサを移動させる制御を行い、移動前後でイメージセンサに対して撮像を行わせ、イメージセンサによって撮像されることにより得られた複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の第4物理画素及び移動後の第3物理画素にそれぞれ対応する同じ色の画像画素間の画素値の相違度に基づいて、複数の物理画素から欠陥物理画素を検出する、第1の態様から第7の態様の何れか1つの態様に係る検出装置である。

【0022】

本開示の技術に係る第14の態様は、イメージセンサが、複数の物理画素に異なる色のカラーフィルタが周期性を有する基底配列で割り当てられたカラータイプのイメージセンサであり、プロセッサが、イメージセンサの移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素と同じ色のカラーフィルタが割り当てられた第2物理画素が隣接する箇所へ移動後の第1物理画素が位置する箇所へイメージセンサを移動させる制御を行い、移動前後でイメージセンサに対して撮像を行わせ、イメージセンサによって撮像されることにより得られた複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の第2物理画素及び移動後の第1物理画素にそれぞれ対応する同じ色の画像画素間の画素値の相違度に基づいて、複数の物理画素から欠陥物理画素を検出する、第1の態様から第7の態様、及び第13の態様の何れか1つの態様に係る検出装置である。

【0023】

本開示の技術に係る第15の態様は、複数の物理画素間の第1方向又は第2方向のピッチをpとし、mを2以上の自然数とし、純小数をdとしたときに、プロセッサが、イメージセンサを、 $(m + d) \times p$ の移動量で、第1方向又は第2方向に移動させる制御を行う、第14の態様に係る検出装置である。

【0024】

本開示の技術に係る第16の態様は、移動量が、 $2.5 \times p$ で規定されている、第15の態様に係る検出装置である。

【0025】

本開示の技術に係る第17の態様は、プロセッサが、複数の画像を超解像化し、カラーフィルタの各色について複数の単色超解像化画像を生成し、複数の単色超解像化画像を合成する、第13の態様から第16の態様の何れか1つの態様に係る検出装置である。

【0026】

本開示の技術に係る第18の態様は、第1の態様から第17の態様の何れか1つの態様に係る検出装置と、イメージセンサと、イメージセンサを第1方向及び第2方向のうち少なくとも1つの方向に移動させる移動機構と、を備えた撮像装置である。

【0027】

本開示の技術に係る第19の態様は、第1方向及び第1方向と交差する第2方向に配列された複数の物理画素を有するイメージセンサの移動前後の物理画素配置において、移動

10

20

30

40

50

前の第1物理画素とは異なる第2物理画素が隣接する箇所に移動後の第1物理画素が位置する箇所へイメージセンサを移動させる制御を行うこと、移動前後でイメージセンサに対して撮像を行わせること、及び、イメージセンサによって撮像されることにより得られた複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の第2物理画素及び移動後の第1物理画素にそれぞれ対応する画像画素間の画素値の相違度に基づいて、複数の物理画素から欠陥物理画素を検出すること、を含む検出方法である。

【0028】

本開示の技術に係る第20の態様は、コンピュータに、第1方向及び第1方向と交差する第2方向に配列された複数の物理画素を有するイメージセンサの移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素とは異なる第2物理画素が隣接する箇所に移動後の第1物理画素が位置する箇所へイメージセンサを移動させる制御を行うこと、移動前後でイメージセンサに対して撮像を行わせること、及び、イメージセンサによって撮像されることにより得られた複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の第2物理画素及び移動後の第1物理画素にそれぞれ対応する画像画素間の画素値の相違度に基づいて、複数の物理画素から欠陥物理画素を検出すること、を含む処理を実行させるためのプログラムである。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】撮像装置の外観の一例を示す斜視図である。

【図2】図1に示す撮像装置の背面側の外観の一例を示す背面図である。

【図3】図1に示す撮像装置のハードウェア構成の一例を示す概略構成図である。

【図4】図3に示すコントローラの構成の一例を示すブロック図である。

【図5】図4に示すCPUの要部機能の一例を示すブロック図である。

【図6】第1実施形態に係るイメージセンサの構成の一例を示す正面図である。

【図7A】図6に示すイメージセンサによって複数の画像が撮像される様子の一例を説明する概念図である。

【図7B】図7Aに示す複数の画像から超解像化画像が生成される様子の一例を説明する概念図である。

【図7C】図7Bに示す超解像化画像に基づいて欠陥物理画素が検出される様子の一例を説明する概念図である。

【図8】図5に示すCPUによって実行される撮像処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図9】第2実施形態に係るイメージセンサの構成の一例を示す正面図である。

【図10A】図9に示すイメージセンサによって複数の画像が撮像される様子の一例を説明する概念図である。

【図10B】図10Aに示す複数の画像から超解像化画像が生成される様子の一例を説明する概念図である。

【図10C】図10Bに示す超解像化画像に基づいて欠陥物理画素が検出される様子の一例を説明する概念図である。

【図11】第3実施形態に係るイメージセンサの構成の一例を示す正面図である。

【図12A】図11に示すイメージセンサによって複数の画像が撮像される様子の一例を説明する概念図である。

【図12B】図12Aに示す複数の画像から超解像化画像が生成される様子の一例を説明する概念図である。

【図12C】図12Bに示す超解像化画像に基づいて欠陥物理画素が検出される様子の一例を説明する概念図である。

【図13A】第4実施形態に係るイメージセンサによって複数の画像が撮像され、この複数の画像から複数の単色画像が生成される様子の一例を説明する概念図である。

【図13B】図13Aに示す複数の単色画像から複数の単色超解像化画像が生成される様子の一例を説明する概念図である。

10

20

30

40

50

【図 1 3 C】図 1 3 B に示す単色超解像化画像を拡大した一例を示す拡大図である。

【図 1 4】撮像装置の第 1 変形態様の一例を示すブロック図である。

【図 1 5】撮像装置の第 2 変形態様の一例を示すブロック図である。

【図 1 6】超解像化画像の第 1 比較例を示す正面図である。

【図 1 7】超解像化画像の第 2 比較例を示す正面図である。

【図 1 8】超解像化画像の第 3 比較例を示す正面図である。

【図 1 9】単色超解像化画像の比較例を示す正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、添付図面に従って本開示の技術に係る検出装置、撮像装置、検出方法、及びプログラムの実施形態の一例について説明する。

10

【0031】

まず、以下の説明で使用される文言について説明する。

【0032】

CPUとは、“Central Processing Unit”の略称を指す。RAMとは、“Random Access Memory”の略称を指す。ICとは、“Integrated Circuit”の略称を指す。ASICとは、“Application Specific Integrated Circuit”の略称を指す。PLDとは、“Programmable Logic Device”の略称を指す。FPGAとは、“Field-Programmable Gate Array”の略称を指す。SoCとは、“System-on-a-chip”の略称を指す。SSDとは、“Solid State Drive”の略称を指す。USBとは、“Universal Serial Bus”の略称を指す。HDDとは、“Hard Disk Drive”の略称を指す。EEPROMとは、“Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory”の略称を指す。ELとは、“Electro-Luminescence”の略称を指す。I/Fとは、“Interface”の略称を指す。UIとは、“User Interface”の略称を指す。CMOSとは、“Complementary Metal Oxide Semiconductor”の略称を指す。CCDとは、“Charge Coupled Device”の略称を指す。LANとは、“Local Area Network”の略称を指す。WANとは、“Wide Area Network”の略称を指す。

20

【0033】

本明細書の説明において、「垂直」とは、完全な垂直の他に、本開示の技術が属する技術分野で一般的に許容される誤差であって、本開示の技術の趣旨に反しない程度の誤差を含めた意味合いでの垂直を指す。本明細書の説明において、「一致」とは、完全な一致の他に、本開示の技術が属する技術分野で一般的に許容される誤差であって、本開示の技術の趣旨に反しない程度の誤差を含めた意味合いでの一致を指す。

30

【0034】

[第1実施形態]

はじめに、第1実施形態について説明する。一例として図1に示すように、撮像装置10は、レンズ交換式で、かつ、レフレックスミラーが省略されたデジタルカメラである。撮像装置10は、撮像装置本体12と、撮像装置本体12に交換可能に装着される交換レンズ14と、を備えている。

【0035】

なお、撮像装置10の一例として、レンズ交換式で、かつ、レフレックスミラーを用いないデジタルカメラが挙げられている。しかし、本開示の技術はこれに限定されず、レンズ固定式のデジタルカメラであってもよいし、レフレックスミラーを用いるデジタルカメラであってもよいし、スマートデバイス、ウェアラブル端末、細胞観察装置、眼科観察装置、又は外科顕微鏡等の各種の電子機器に内蔵されるデジタルカメラであってもよい。

40

【0036】

撮像装置本体12には、イメージセンサ40が設けられている。イメージセンサ40は、一例としてCMOSイメージセンサである。イメージセンサ40は、被写体群を含む撮像領域を撮像する。交換レンズ14が撮像装置本体12に装着された場合に、被写体を示す被写体光は、交換レンズ14を透過してイメージセンサ40に結像され、被写体の画像を示す画像データがイメージセンサ40によって生成される。

50

【 0 0 3 7 】

なお、イメージセンサ 4 0 として C M O S イメージセンサを例示しているが、本開示の技術はこれに限定されず、例えば、イメージセンサ 4 0 が C C D イメージセンサ等の他種類のイメージセンサであっても本開示の技術は成立する。

【 0 0 3 8 】

撮像装置本体 1 2 の上面には、リリースボタン 1 8 及びダイヤル 2 0 が設けられている。ダイヤル 2 0 は、撮像系の動作モード及び再生系の動作モード等の設定の際に操作され、ダイヤル 2 0 が操作されることによって、撮像装置 1 0 では、動作モードとして撮像モードと再生モードとが選択的に設定される。

【 0 0 3 9 】

リリースボタン 1 8 は、撮像準備指示部及び撮像指示部として機能し、撮像準備指示状態と撮像指示状態との 2 段階の押圧操作が検出可能である。撮像準備指示状態とは、例えば待機位置から中間位置（半押し位置）まで押下される状態を指し、撮像指示状態とは、中間位置を超えた最終押下位置（全押し位置）まで押下される状態を指す。

【 0 0 4 0 】

なお、以下では、「待機位置から半押し位置まで押下される状態」を「半押し状態」といい、「待機位置から全押し位置まで押下される状態」を「全押し状態」という。撮像装置 1 0 の構成によっては、撮像準備指示状態とは、ユーザの指がリリースボタン 1 8 に接触した状態であってもよく、撮像指示状態とは、操作するユーザの指がリリースボタン 1 8 に接触した状態から離れた状態に移行した状態であってもよい。

【 0 0 4 1 】

一例として図 2 に示すように、撮像装置本体 1 2 の背面には、タッチパネル・ディスプレイ 2 2 及び指示キー 2 4 が設けられている。タッチパネル・ディスプレイ 2 2 は、ディスプレイ 2 6 及びタッチパネル 2 8 を備えている。ディスプレイ 2 6 の一例としては、有機 E L ディスプレイが挙げられる。ディスプレイ 2 6 は、有機 E L ディスプレイではなく、液晶ディスプレイ又は無機 E L ディスプレイなどの他種類のディスプレイであってもよい。

【 0 0 4 2 】

ディスプレイ 2 6 は、画像及びノ又は文字情報等を表示する。ディスプレイ 2 6 は、撮像装置 1 0 が撮像モードの場合に、ライブビュー画像用の撮像、すなわち、連続的な撮像が行われることにより得られたライブビュー画像の表示に用いられる。「ライブビュー画像」とは、イメージセンサ 4 0 によって撮像されることにより得られた画像データに基づく表示用の動画像を指す。ライブビュー画像は、一般的には、スルー画像とも称されている。

【 0 0 4 3 】

ディスプレイ 2 6 は、撮像装置 1 0 に対してリリースボタン 1 8 を介して静止画像用の撮像の指示が与えられた場合に、静止画像用の撮像が行われることにより得られた静止画像の表示にも用いられる。さらに、ディスプレイ 2 6 は、撮像装置 1 0 が再生モードの場合の再生画像の表示及びメニュー画面等の表示にも用いられる。

【 0 0 4 4 】

タッチパネル 2 8 は、透過型のタッチパネルであり、ディスプレイ 2 6 の表示領域の表面に重ねられている。タッチパネル 2 8 は、指又はスタイラスペン等の指示体による接触を検知することにより、ユーザからの指示を受け付ける。なお、以下では、説明の便宜上、上述した「全押し状態」には、撮像開始用のソフトキーに対してユーザがタッチパネル 2 8 を介してオンした状態も含まれる。

【 0 0 4 5 】

また、本実施形態では、タッチパネル・ディスプレイ 2 2 の一例として、タッチパネル 2 8 がディスプレイ 2 6 の表示領域の表面に重ねられているアウトセル型のタッチパネル・ディスプレイを挙げているが、これはあくまでも一例に過ぎない。例えば、タッチパネル・ディスプレイ 2 2 として、オンセル型又はインセル型のタッチパネル・ディスプレイ

10

20

30

40

50

を適用することも可能である。

【 0 0 4 6 】

指示キー 2 4 は、各種の指示を受け付ける。ここで、「各種の指示」とは、例えば、各種メニューを選択可能なメニュー画面の表示の指示、1 つ又は複数のメニューの選択の指示、選択内容の確定の指示、選択内容の消去の指示、ズームイン、ズームアウト、及びコマ送り等の各種の指示等を指す。また、これらの指示はタッチパネル 2 8 によってされてもよい。

【 0 0 4 7 】

一例として図 3 に示すように、交換レンズ 1 4 は、撮像レンズ 3 0 を備えている。撮像レンズ 3 0 は、対物レンズ 3 0 A、フォーカスレンズ 3 0 B、及び絞り 3 0 C を備えている。対物レンズ 3 0 A、フォーカスレンズ 3 0 B、及び絞り 3 0 C は、被写体側（物体側）から撮像装置本体 1 2 側（像側）にかけて、光軸 O A（図 1 も参照）に沿って、対物レンズ 3 0 A、フォーカスレンズ 3 0 B、及び絞り 3 0 C の順に配置されている。

10

【 0 0 4 8 】

また、交換レンズ 1 4 は、スライド機構 3 2、モータ 3 4、及びモータ 3 6 を備えている。スライド機構 3 2 には、光軸 O A に沿ってスライド可能にフォーカスレンズ 3 0 B が取り付けられている。また、スライド機構 3 2 にはモータ 3 4 が接続されており、スライド機構 3 2 は、モータ 3 4 の動力を受けて作動することによりフォーカスレンズ 3 0 B を光軸 O A に沿って移動させる。絞り 3 0 C は、開口の大きさが可変な絞りである。絞り 3 0 C にはモータ 3 6 が接続されており、絞り 3 0 C は、モータ 3 6 の動力を受けて作動することにより露出を調節する。なお、交換レンズ 1 4 の構成物及び/又は動作方法は、必要に応じて変更可能である。

20

【 0 0 4 9 】

モータ 3 4 及びモータ 3 6 は、マウント（図示省略）を介して撮像装置本体 1 2 に接続されており、撮像装置本体 1 2 からの命令に従って駆動が制御される。なお、モータ 3 4 及びモータ 3 6 の一例として、ステッピングモータが採用されている。したがって、モータ 3 4 及びモータ 3 6 は、撮像装置本体 1 2 からの命令によりパルス信号に同期して動作する。図 3 に示す例では、モータ 3 4 及びモータ 3 6 が交換レンズ 1 4 に設けられている例が示されている。しかし、これに限らず、モータ 3 4 及びモータ 3 6 のうち一方が撮像装置本体 1 2 に設けられていてもよいし、モータ 3 4 及びモータ 3 6 の双方が撮像装置本体 1 2 に設けられていてもよい。

30

【 0 0 5 0 】

撮像装置本体 1 2 は、イメージセンサ 4 0、信号処理回路 4 2、振れ量検出センサ 4 4、及び振れ補正機構 4 6 を備えている。

【 0 0 5 1 】

イメージセンサ 4 0 は、受光面 4 0 A を有する。イメージセンサ 4 0 は、一例として、光電変換素子である。イメージセンサ 4 0 は、固体撮像素子と称される場合がある。イメージセンサ 4 0 は、一例として、受光面 4 0 A の中心と光軸 O A とが一致するように撮像装置本体 1 2（図 1 参照）内に配置されている。イメージセンサ 4 0 は、モノクロタイプのイメージセンサでも、複数の物理画素に異なる色のカラーフィルタが割り当てられたカラータイプのイメージセンサでもよい。第 1 実施形態では、一例として、イメージセンサ 4 0 は、モノクロタイプのイメージセンサである。なお、第 1 実施形態に係るモノクロタイプのイメージセンサ 4 0 は、一例として、複数のカラーフィルタを備えないイメージセンサであるが、本開示の技術はこれに限定されない。単色の複数のカラーフィルタが複数の物理画素に割り当てられたモノクロタイプのイメージセンサでも、第 1 実施形態と同様の効果が得られる。

40

【 0 0 5 2 】

信号処理回路 4 2 は、イメージセンサ 4 0 と接続されている。交換レンズ 1 4 が撮像装置本体 1 2 に装着された場合、撮像レンズ 3 0 に入射された被写体光は、撮像レンズ 3 0 によって受光面 4 0 A に結像される。イメージセンサ 4 0 は、後述する光電変換素子ドラ

50

イバ68の制御下で、受光面40Aによって受光された被写体光を光電変換し、被写体光の光量に応じた電気信号を、被写体光を示すアナログ画像データとして信号処理回路42に出力する。信号処理回路42は、イメージセンサ40から入力されたアナログ画像データをデジタル化することによりデジタル画像データを生成する。

【0053】

振れ量検出センサ44は、例えば、ジャイロセンサを含むデバイスであり、光軸OAに対して垂直な方向への撮像装置10の振れ量を検出する。振れ量検出センサ44は、検出した振れ量を後述するCPU60Aに出力する。

【0054】

振れ量検出センサ44は、光軸OAに対して垂直な方向の一例として、X方向及びY方向の各方向への撮像装置10の振れ量を検出する。一例として、X方向は、撮像装置10のピッチ軸と平行な方向であり、Y方向は、撮像装置10のヨー軸と平行な方向である。X方向及びY方向は、互いに直交している。振れ量検出センサ44に含まれるジャイロセンサは、撮像装置10のピッチ軸、ヨー軸、及びロール軸（光軸OAに平行な軸）の各軸周りの回転振れ量を検出する。振れ量検出センサ44は、ジャイロセンサによって検出されたピッチ軸周りの回転振れ量及びヨー軸周りの回転振れ量をピッチ軸及びヨー軸に平行な2次元状の面内での振れ量に変換することにより、X方向及びY方向の各方向への撮像装置10の振れ量を検出する。

【0055】

なお、振れ量検出センサ44の一例としてジャイロセンサを含むデバイスが挙げられているが、これはあくまでも一例であり、振れ量検出センサ44は、加速度センサであってもよい。加速度センサは、撮像装置10のピッチ軸とヨー軸に平行な2次元状の面内での振れ量を検出する。

【0056】

また、振れ量検出センサ44という物理的なセンサによって振れ量を検出される形態例が挙げられているが、本開示の技術はこれに限定されない。例えば、後述する画像メモリ62に記憶された時系列的に前後する画像を比較することにより得た動きベクトルを振れ量として用いてもよい。また、物理的なセンサによって検出された振れ量と、画像処理によって得られた動きベクトルとに基づいて最終的に使用される振れ量が導出されるようにしてもよい。

【0057】

振れ補正機構46は、モータ（例えば、ボイスコイルモータ）等の駆動源によって生成された動力をイメージセンサ40に付与することによりイメージセンサ40を光軸OAに対して垂直な方向に移動させ、これによって振れを補正する機構である。振れ補正機構46は、光軸OAに対して垂直な方向の一例として、X方向及びY方向にイメージセンサ40を移動させる。振れ補正機構46は、本開示の技術に係る「移動機構」の一例である。

【0058】

振れ補正機構46は、変位用ドライバ50、アクチュエータ52、及び位置検出センサ54を備えている。振れ補正機構46による振れの補正方法には、周知の種々の方法を採用することができる。振れの補正方法として、振れ量検出センサ44によって検出された振れ量に基づいて、変位用ドライバ50がCPU60Aからの指示に従ってアクチュエータ52を介してイメージセンサ40を移動させることにより振れを補正する方法が採用されている。具体的には、振れを打ち消す方向に、振れを打ち消す量だけイメージセンサ40を移動させることにより振れの補正が行われるようにしている。

【0059】

アクチュエータ52は、例えばボイスコイルモータが搭載されたシフト機構であり、ボイスコイルモータを駆動させることによりイメージセンサ40をX方向及びY方向に移動させる。なお、アクチュエータ52の一例として、ボイスコイルモータが搭載されたシフト機構が採用されているが、本開示の技術はこれに限定されず、ボイスコイルモータに代えて、ステッピングモータ又はピエゾ素子等の他の動力源を適用してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 0 】

位置検出センサ 5 4 は、イメージセンサ 4 0 の位置を検出し、検出した位置を示す位置信号を出力する。位置検出センサ 5 4 の一例として、ホール素子を含むデバイスが採用されている。位置検出センサ 5 4 によって検出されるイメージセンサ 4 0 の位置とは、イメージセンサ 4 0 の受光面 4 0 A と平行な二次元平面内の位置を指す。この二次元平面は、光軸 O A に対して垂直な面である。なお、本実施形態では、位置検出センサ 5 4 の一例として、ホール素子を含むデバイスが採用されているが、本開示の技術はこれに限定されず、ホール素子に代えて、磁気センサ又はフォトセンサなどを採用してもよい。

【 0 0 6 1 】

また、撮像装置本体 1 2 は、コントローラ 6 0、画像メモリ 6 2、UI 系デバイス 6 4、外部 I / F 6 6、光電変換素子ドライバ 6 8、メカニカルシャッタドライバ 7 4、メカニカルシャッタアクチュエータ 7 6、メカニカルシャッタ 7 8、及び入出力インタフェース 8 0 を備えている。

10

【 0 0 6 2 】

入出力インタフェース 8 0 には、コントローラ 6 0、画像メモリ 6 2、UI 系デバイス 6 4、外部 I / F 6 6、光電変換素子ドライバ 6 8、メカニカルシャッタドライバ 7 4、信号処理回路 4 2、振れ量検出センサ 4 4、及び変位用ドライバ 5 0 が接続されている。

【 0 0 6 3 】

コントローラ 6 0 は、CPU 6 0 A、ストレージ 6 0 B、及びメモリ 6 0 C を備えている。CPU 6 0 A は、本開示の技術に係る「プロセッサ」の一例であり、メモリ 6 0 C 及び画像メモリ 6 2 は、本開示の技術に係る「メモリ」の一例であり、コントローラ 6 0 は、本開示の技術に係る「検出装置」及び「コンピュータ」の一例である。

20

【 0 0 6 4 】

CPU 6 0 A、ストレージ 6 0 B、及びメモリ 6 0 C は、バス 8 2 を介して接続されており、バス 8 2 は入出力インタフェース 8 0 に接続されている。

【 0 0 6 5 】

なお、図 3 に示す例では、図示の都合上、バス 8 2 として 1 本のバスが図示されているが、複数本のバスであってもよい。バス 8 2 は、シリアルバスであってもよいし、データバス、アドレスバス、及びコントロールバス等を含むパラレルバスであってもよい。

【 0 0 6 6 】

ストレージ 6 0 B は、各種パラメータ及び各種プログラムを記憶している。ストレージ 6 0 B は、不揮発性の記憶装置である。ストレージ 6 0 B の一例として、EEPROM が採用されている。EEPROM はあくまでも一例に過ぎず、EEPROM に代えて、又は、EEPROM と共に、HDD、及び/又は SSD 等をストレージ 6 0 B として適用してもよい。また、メモリ 6 0 C は、各種情報を一時的に記憶し、ワークメモリとして用いられる。メモリ 6 0 C の一例としては、RAM が挙げられるが、これに限らず、他の種類の記憶装置であってもよい。

30

【 0 0 6 7 】

ストレージ 6 0 B には、各種プログラムが記憶されている。CPU 6 0 A は、ストレージ 6 0 B から必要なプログラムを読み出し、読み出したプログラムをメモリ 6 0 C 上で実行する。CPU 6 0 A は、メモリ 6 0 C 上で実行するプログラムに従って撮像装置本体 1 2 の全体を制御する。図 3 に示す例では、画像メモリ 6 2、UI 系デバイス 6 4、外部 I / F 6 6、光電変換素子ドライバ 6 8、メカニカルシャッタドライバ 7 4、及び変位用ドライバ 5 0 が CPU 6 0 A によって制御される。

40

【 0 0 6 8 】

光電変換素子ドライバ 6 8 には、イメージセンサ 4 0 が接続されている。光電変換素子ドライバ 6 8 は、イメージセンサ 4 0 によって行われる撮像のタイミングを規定する撮像タイミング信号を、CPU 6 0 A からの指示に従ってイメージセンサ 4 0 に供給する。イメージセンサ 4 0 は、光電変換素子ドライバ 6 8 から供給された撮像タイミング信号に従って、リセット、露光、及び電気信号の出力を行う。

50

【 0 0 6 9 】

メカニカルシャッタ78は、一例として、フォーカルプレーンシャッタであり、絞り30Cと受光面40Aとの間に配置されている。メカニカルシャッタ78は、先幕(図示省略)及び後幕(図示省略)を備えている。先幕及び後幕の各々は、複数枚の羽根を備えている。先幕は、後幕よりも被写体側に配置されている。

【 0 0 7 0 】

メカニカルシャッタアクチュエータ76は、先幕用ソレノイド(図示省略)及び後幕用ソレノイド(図示省略)を有するアクチュエータである。先幕用ソレノイドは、先幕の駆動源であり、先幕に機械的に連結されている。後幕用ソレノイドは、後幕の駆動源であり、後幕に機械的に連結されている。メカニカルシャッタドライバ74は、CPU60Aからの指示に従って、メカニカルシャッタアクチュエータ76を制御する。

10

【 0 0 7 1 】

先幕用ソレノイドは、メカニカルシャッタドライバ74の制御下で動力を生成し、生成した動力を先幕に付与することにより先幕の巻き上げ及び引き下ろしを選択的に行う。後幕用ソレノイドは、メカニカルシャッタドライバ74の制御下で動力を生成し、生成した動力を後幕に付与することにより後幕の巻き上げ及び引き下ろしを選択的に行う。撮像装置10では、先幕の開閉と後幕の開閉とがCPU60Aによって制御されることにより、イメージセンサ40に対する露光量が制御される。

【 0 0 7 2 】

撮像装置10では、ライブビュー画像用撮像と、静止画像及び/又は動画像を記録するための記録画像用の撮像とが露光順次読み出し方式(ローリングシャッタ方式)で行われる。イメージセンサ40は、電子シャッタ機能を有しており、ライブビュー画像用撮像は、メカニカルシャッタ78を全開状態にしたまま作動させずに、電子シャッタ機能を働かせることにより実現される。

20

【 0 0 7 3 】

これに対し、本露光を伴う撮像、すなわち、静止画像用の撮像(以下、「本露光撮像」とも称する)は、電子シャッタ機能を働かせ、かつ、メカニカルシャッタ78を先幕閉状態から後幕閉状態に遷移させるようにメカニカルシャッタ78を作動させることにより実現される。ライブビュー画像用撮像と、静止画像及び/又は動画像を記録するための記録画像用の撮像が行われることにより得られる画像は、本開示の技術に係る「画像」の一例である。

30

【 0 0 7 4 】

画像メモリ62には、信号処理回路42で生成されたデジタル画像データが画像として記憶される。CPU60Aは、画像メモリ62からデジタル画像データを取得し、取得したデジタル画像データを用いて各種処理を実行する。

【 0 0 7 5 】

UI系デバイス64は、ディスプレイ26を備えており、CPU60Aは、ディスプレイ26に対して各種情報を表示させる。また、UI系デバイス64は、受付デバイス84を備えている。受付デバイス84は、タッチパネル28及びハードキー部86を備えている。ハードキー部86は、指示キー24(図2参照)を含む複数のハードキーである。CPU60Aは、タッチパネル28によって受け付けられた各種指示に従って動作する。なお、UI系デバイス64にはハードキー部86が含まれているが、本開示の技術はこれに限定されず、例えば、ハードキー部86は、外部I/F66に接続されていてもよい。

40

【 0 0 7 6 】

外部I/F66は、撮像装置10の外部に存在する装置(以下、「外部装置」とも称する)との間の各種情報の授受を司る。外部I/F66の一例としては、USBインタフェースが挙げられる。USBインタフェースには、スマートデバイス、パーソナル・コンピュータ、サーバ、USBメモリ、メモリカード、及び/又はプリンタ等の外部装置(図示省略)が直接的又は間接的に接続される。

【 0 0 7 7 】

50

交換レンズ14は、レンズCPU（図示省略）を備えている。レンズCPUは、交換レンズ14に設けられたCPUであり、既定のプログラムを実行することにより、交換レンズ14の動作を制御する。また、交換レンズ14内には、第1モータドライバ（図示省略）及び第2モータドライバ（図示省略）が設けられている。レンズCPUは、第1モータドライバを介してモータ34に接続されている。また、レンズCPUは、第2モータドライバを介してモータ36に接続されている。モータ34は、第1モータドライバ及びレンズCPUを介して撮像装置本体12の入出力インタフェース80に接続されており、モータ36は、第2モータドライバ及びレンズCPUを介して撮像装置本体12の入出力インタフェース80に接続されている。レンズCPUは、CPU60Aから入出力インタフェース80を介して与えられた指示に従って交換レンズ14の動作を制御する。

10

【0078】

レンズCPUは、CPU60Aからの指示に従って、第1モータドライバを介してモータ34を制御する。このように、モータ34が制御されることによって、スライド機構32を介してフォーカスレンズ30Bの光軸OA上での位置が制御される。また、レンズCPUは、CPU60Aからの指示に従って、第2モータドライバを介してモータ36を制御する。このように、モータ36が制御されることによって、絞り30Cの開口の大きさが制御される。

【0079】

変位用ドライバ50は、アクチュエータ52に接続されている。CPU60Aは、振れ量検出センサ44によって検出された振れ量を取得し、取得した振れ量に基づいて振れ補正機構46を制御する指令を変位用ドライバ50に出力する。

20

【0080】

一例として図4に示すように、ストレージ60Bには、撮像処理プログラム88が記憶されている。撮像処理プログラム88は、本開示の技術に係る「プログラム」の一例である。CPU60Aは、ストレージ60Bから撮像処理プログラム88を読み出し、読み出した撮像処理プログラム88をメモリ60C上で実行する。CPU60Aは、メモリ60C上で実行する撮像処理プログラム88に従って撮像処理を行う。

【0081】

一例として図5に示すように、CPU60Aは、撮像処理プログラム88を実行することによって、撮像制御部90、記憶処理部92、生成部94、検出部96、補正部98、及び出力部100として動作する。

30

【0082】

一例として図6に示すように、イメージセンサ40は、複数の物理画素48を有する。複数の物理画素48は、一例として、X方向及びY方向に配列されている。一例として、複数の物理画素48間のX方向のピッチは同一であり、複数の物理画素48間のY方向のピッチは同一である。また、一例として、複数の物理画素48間のX方向のピッチは、複数の物理画素48間のY方向のピッチと同一である。なお、複数の物理画素48間のX方向のピッチは、複数の物理画素48間のY方向のピッチと異なっていてもよい。

【0083】

X方向は、本開示の技術に係る「第1方向」の一例であり、Y方向は、本開示の技術に係る「第1方向と交差する第2方向」の一例である。複数の物理画素48間のX方向のピッチとは、X方向における複数の物理画素48の中心間の距離に相当する。複数の物理画素48間のY方向のピッチとは、Y方向における複数の物理画素48の中心間の距離に相当する。

40

【0084】

図6に示す例では、複数の物理画素48のうちの一部、すなわち、 $3 \times 3 = 9$ 個の物理画素48が示されている。また、図6には、複数の物理画素48のX方向のアドレス及びY方向のアドレスが示されている。例えば、アドレス(1, 1)はX方向のアドレスが1及びY方向のアドレスが1を表しており、アドレス(2, 1)はX方向のアドレスが2及びY方向のアドレスが1を表している。複数の物理画素48は、受光面40A（図3も参

50

照)に面している。複数の物理画素48の各々は、一例として、フォトダイオードを有しており、受光した光を光電変換し、受光量に応じた電気信号を出力する。

【0085】

一例として図7Aに示すように、撮像制御部90は、イメージセンサ40をX方向に移動させる制御を振れ補正機構46のアクチュエータ52に対して行う。このとき、撮像制御部90は、後述する超解像化画像120(図7B参照)が得られるように、イメージセンサ40を移動させる制御を行う。

【0086】

例えば、イメージセンサ40がモノクロタイプのイメージセンサであることに対応して、撮像制御部90は、次のように、イメージセンサ40を移動させる制御を行う。すなわち、複数の物理画素48間のピッチを $p[\mu\text{m}]$ としたときに、撮像制御部90は、イメージセンサ40のY方向の位置を固定したまま、イメージセンサ40を、 $1.5 \times p[\mu\text{m}]$ の移動量で、X方向に移動させる制御を行う。

【0087】

また、撮像制御部90は、光電変換素子ドライバ68を制御することにより、移動前後でイメージセンサ40に対して撮像を行わせる。これにより、撮像制御部90は、移動前後にイメージセンサ40によって撮像されることにより得られた画像110A及び110Bを取得する。画像110Aは、移動前のイメージセンサ40によって撮像されることにより得られた画像であり、画像110Bは、移動後のイメージセンサ40によって撮像されることにより得られた画像である。画像110Bは、画像110Aに対して、 $1.5 \times p[\mu\text{m}]$ だけX方向にずれた位置でイメージセンサ40によって撮像されることにより得られた画像である。図7Aに示す例では、画像110Aと画像110Bとの区別を容易にするために、移動後のイメージセンサ40によって撮像されることにより得られた画像110Bにはドット状のハッチングが付されている。画像110A及び画像110Bは、本開示の技術に係る「複数の画像」の一例である。

【0088】

画像110Aには、複数の画像画素Aが含まれており、画像110Bには、複数の画像画素Bが含まれている。複数の画像画素Aは、移動前のイメージセンサ40の複数の物理画素48に対応しており、複数の画像画素Bは、移動後のイメージセンサ40の複数の物理画素48に対応している。図7Aに示す例では、イメージセンサ40の移動前に得られた複数の画像画素Aのうちの一部、及びイメージセンサ40の移動後に得られた複数の画像画素Bのうちの一部、すなわち、 $3 \times 3 = 9$ 個の画像画素Aと、 $3 \times 3 = 9$ 個の画像画素Bとが示されている。例えば、アドレス(1, 1)の画像画素A及びBは、アドレス(1, 1)の物理画素48に対応しており、アドレス(2, 1)の画像画素A及びBは、アドレス(2, 1)の物理画素48に対応している。なお、以下では、説明の便宜上、画像画素Aと画像画素Bとを区別して説明する必要がない場合、符号を付さずに「画像画素」と称する。

【0089】

記憶処理部92は、イメージセンサ40によって撮像されることにより得られた画像110A及び110Bを画像メモリ62に記憶させる処理を行う。

【0090】

一例として図7Bに示すように、生成部94は、イメージセンサ40によって撮像されることにより得られた複数の低解像度画像(例えば、画像110A及び110B)を超解像化する。ここで、超解像化とは、例えば、複数の低解像度画像を画像画素の位置をずらして合成することにより、低解像度画像よりも高解像度の画像である高解像度画像を生成する処理を指す。このようにして生成された高解像度画像は、一般的に超解像化画像とも称される。

図7Bに示す例では、生成部94は、イメージセンサ40によって撮像されることにより得られた画像110A及び110Bを超解像化することにより超解像化画像120を生成する。モノクロタイプのイメージセンサ40が用いられた場合の超解像化は、例えば、

次の要領で実現される。すなわち、イメージセンサ 40 の移動前後にそれぞれ得られた X 方向に並ぶ 3 個の画像画素 A 及び B についてイメージセンサ 40 の移動前後の絶対位置に基づいて並び順が決定される。絶対位置は、画像画素 A の中心と画像画素 B の中心とを基準にした位置である。

次いで、イメージセンサ 40 の移動前に得られた画像 110 A に含まれる複数の画像画素 A とイメージセンサ 40 の移動後に得られた画像 110 B に含まれる複数の画像画素 B が上記並び順に基づいて配列される。これにより、画像 110 A 及び画像 110 B が超解像化された超解像化画像 120 が得られる。図 7 B に示す例では、超解像化画像 120 の一部、すなわち、イメージセンサ 40 の移動前後にそれぞれ得られた $9 \text{ 個} \times 2 = 18 \text{ 個}$ の画像画素 A 及び B が示されている。

【0091】

上記例示のように、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 40 を、 $1.5 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で、X 方向に移動させる制御を行う。これにより、超解像化画像 120 において表されるように、移動前の任意の物理画素 48 に対応する画像画素 A を第 1 画像画素 A とし、この第 1 画像画素 A とは異なる別の画像画素 A を第 2 画像画素 A とし、移動後の前述の任意の物理画素 48 に対応する画像画素 B を第 1 画像画素 B とした場合、第 1 画像画素 B は、第 2 画像画素 A に隣接する。

図 7 A 及び図 7 B に示す例では、例えば、アドレス (1, 1) の画像画素 A を第 1 画像画素 A とし、アドレス (2, 1) の画像画素 A を第 2 画像画素 A とし、アドレス (1, 1) の画像画素 B を第 1 画像画素 B とした場合に、アドレス (1, 1) の画像画素 B、すなわち、第 1 画像画素 B は、アドレス (2, 1) の画像画素 A、すなわち、第 1 画像画素 A に隣接する。

【0092】

複数の画像画素 A 及び B の各々は、イメージセンサ 40 の移動前後の複数の物理画素 48 の各々の位置に対応している。よって、超解像化画像 120 は、イメージセンサ 40 の移動前後の物理画素配置を表している。例えば、上述の第 1 画像画素 A 及び第 1 画像画素 B に対応する物理画素 48 を第 1 物理画素とし、第 2 画像画素 A に対応する物理画素 48 を第 2 物理画素とした場合に、撮像制御部 90 は、超解像化画像 120 で表されるイメージセンサ 40 の移動前後の物理画素配置において、移動前の第 1 物理画素とは異なる第 2 物理画素が隣接する箇所に移動後の第 1 物理画素が位置する箇所へイメージセンサ 40 を移動させる制御を行う。

換言すると、撮像制御部 90 は、超解像化画像 120 で表されるイメージセンサ 40 の移動前後の物理画素配置が、超解像化画像 120 に含まれる隣接する画像画素を互いに異なる物理画素 48 に対応する画像画素にする物理画素配置となるようにイメージセンサ 40 を移動させる。

このような制御の一例として、上記例示では、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 40 を、 $1.5 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で、X 方向に移動させる制御を行う。イメージセンサ 40 の移動前後の物理画素配置は、上述の通り、例えば、超解像化画像 120 で表されるものであり、イメージセンサ 40 の物理画素間に物理画素 1 個分のスペースがあってもなくても、上記物理画素配置は実現される。

【0093】

なお、図 7 A 及び図 7 B に示す例では、例えば、アドレス (1, 1) の物理画素 48 をイメージセンサ 40 の移動前の第 1 物理画素であるとした場合、このアドレス (1, 1) の物理画素 48 は、本開示の技術に係る「第 1 物理画素」の一例に相当し、移動前のアドレス (1, 1) の物理画素 48 とは異なる第 2 物理画素であるアドレス (2, 1) の物理画素 48 は、本開示の技術に係る「第 2 物理画素」の一例に相当する。

また、例えば、アドレス (1, 1) の画像画素 A は、本開示の技術に係る「移動前の第 1 物理画素に対応する画像画素」の一例であり、アドレス (2, 1) の画像画素 A は、本開示の技術に係る「移動前の第 1 物理画素とは異なる第 2 物理画素に対応する画像画素」の一例であり、アドレス (1, 1) の画像画素 B は、本開示の技術に係る「移動後の第 1

10

20

30

40

50

物理画素に対応する画像画素」の一例である。

【 0 0 9 4 】

一例として図 7 C に示すように、検出部 9 6 は、超解像化画像 1 2 0 に含まれる複数の画像画素 A 及び複数の画像画素 B のうち、移動前の第 2 物理画素及び移動後の第 1 物理画素にそれぞれ対応する画像画素 A 及び B 間の画素値の相違度を算出する。イメージセンサ 4 0 が X 方向に移動する場合には、X 方向に互いに隣接する画像画素が選択される。なお、イメージセンサ 4 0 が Y 方向に移動する場合には、Y 方向に互いに隣接する画像画素が選択される。画像画素 A の画素値は、画像画素 A に対応する物理画素 4 8 から出力された電気信号の値に比例しており、画像画素 B の画素値は、画像画素 B に対応する物理画素 4 8 から出力された電気信号の値に比例している。

10

検出部 9 6 は、算出した相違度に基づいて、複数の物理画素 4 8 から欠陥物理画素を検出する。欠陥物理画素とは、欠陥している物理画素 4 8 を指す。一例として、検出部 9 6 は、欠陥物理画素の検出対象（以下、単に「検出対象」と称する）となる全ての画像画素 A 及び B 間の画素値の相違度を順次算出する。図 7 C には、検出対象となる画像画素 A 及び B の一例として、アドレス (2 , 1) の画像画素 A とアドレス (1 , 1) の画像画素 B にハイライト表示（円による表示）が付されている。そして、このアドレス (2 , 1) の画像画素 A とアドレス (1 , 1) の画像画素 B との間の画素値の相違度が算出される様子が示されている。

【 0 0 9 5 】

検出部 9 6 による欠陥物理画素の検出手法には、種々の手法を適用することが可能である。例えば、検出部 9 6 は、次の要領で欠陥物理画素を検出する。

20

【 0 0 9 6 】

すなわち、例えば、検出部 9 6 は、検出対象となる画像画素 A 及び B 間の画素値の減算値又は除算値を、検出対象となる画像画素 A 及び B 間の画素値の相違度として算出し、算出した相違度が予め設定された閾値を上回る場合に、相違度の算出対象とされた画像画素 A 及び B の各画素値と、その周辺の画像画素 A 及び B の各画素値をそれぞれ取得する。例えば、アドレス (2 , 1) の画像画素 A とアドレス (1 , 1) の画像画素 B との間の画素値の相違度が予め設定された閾値を上回る場合、検出部 9 6 は、アドレス (2 , 1) の画像画素 A の画素値及びアドレス (1 , 1) の画像画素 B の画素値を取得し、かつ、その周辺のアドレス (1 , 1) の画像画素 A、アドレス (3 , 1) の画像画素 A、アドレス (2 , 1) の画像画素 B、及びアドレス (3 , 1) の画像画素 B の各々の画素値を取得する。

30

【 0 0 9 7 】

そして、検出部 9 6 は、取得した複数の画素値の並びである画素値パターンが、アドレス (2 , 1) の画像画素 A 及びこれに対応するアドレス (2 , 1) の画像画素 B が白キズ又は黒キズとして予め定められた異常画素値パターンと一致する場合に、アドレス (2 , 1) の画像画素 A 及びアドレス (2 , 1) の画像画素 B に対応するアドレス (2 , 1) の物理画素 4 8 が欠陥物理画素であると検出する。

なお、この場合、検出部 9 6 は、取得した画素値パターンと、白キズを含む異常画素値パターンとが一致する場合に、アドレス (2 , 1) の画像画素 A 及びアドレス (2 , 1) の画像画素 B が白キズであると検出してもよい。また、検出部 9 6 は、取得した画素値パターンと、黒キズを含む異常画素値パターンとが一致する場合に、アドレス (2 , 1) の画像画素 A 及びアドレス (2 , 1) の画像画素 B が黒キズであると検出してもよい。

40

白キズとは、欠陥物理画素から出力される電気信号が最大値で保持される欠陥により、画素が白く見える現象を指す。黒キズとは、欠陥物理画素から電気信号が出力されない欠陥により、画素が黒く見える現象を指す。

【 0 0 9 8 】

また、検出部 9 6 は、取得した複数の画素値の並びである画素値パターンと、アドレス (1 , 1) の画像画素 B 及びこれに対応するアドレス (1 , 1) の画像画素 A が白キズ又は黒キズとして予め定められた異常画素値パターンとが一致する場合に、アドレス (1 , 1) の画像画素 B 及びアドレス (1 , 1) の画像画素 A に対応するアドレス (1 , 1) の

50

物理画素48が欠陥物理画素であると検出する。

なお、この場合、検出部96は、取得した画素値パターンと、白キズを含む異常画素値パターンとが一致する場合に、アドレス(1,1)の画像画素B及びアドレス(1,1)の画像画素Aが白キズであると検出してもよい。また、検出部96は、取得した画素値パターンと、黒キズを含む異常画素値パターンとが一致する場合に、アドレス(1,1)の画像画素B及びアドレス(1,1)の画像画素Aが黒キズであると検出してもよい。

【0099】

補正部98は、検出部96によって検出された欠陥物理画素に対応する画像画素の画素値を、この画像画素に隣接する画像画素の画素値に基づいて補正する。画素値を補正する手法には、種々の手法を適用することが可能である。例えば、補正部98は、次の要領で画素値を補正する。

10

【0100】

すなわち、補正部98は、検出部96によって検出された欠陥物理画素に対応する第1画像画素の画素値を、この第1画像画素に隣接する第2画像画素の画素値の平均値又は中央値とすることにより補正する。

例えば、アドレス(2,1)の物理画素48が欠陥物理画素であると検出された場合、補正部98は、アドレス(2,1)の画像画素Aを、このアドレス(2,1)の画像画素Aに隣接する画像画素A及びBの画素値の平均値又は中央値とすることにより補正し、アドレス(2,1)の画像画素Bを、このアドレス(2,1)の画像画素Bに隣接する画像画素A及びBの画素値の平均値又は中央値とすることにより補正する。また、例えば、アドレス(1,1)の物理画素48が欠陥物理画素であると検出された場合、補正部98は、アドレス(1,1)の画像画素Bを、このアドレス(1,1)の画像画素Bに隣接する画像画素A及びBの画素値の平均値又は中央値とすることにより補正し、アドレス(1,1)の画像画素Aを、このアドレス(1,1)の画像画素Aに隣接する画像画素A及びBの画素値の平均値又は中央値とすることにより補正する。このように、欠陥物理画素に対応する画像画素の画素値が補正されることにより、補正済みの超解像化画像120が得られる。例えば、欠陥物理画素に対応する画像画素が白キズ又は黒キズである場合には、この白キズ又は黒キズが目立たないように補正された超解像化画像120が得られる。

20

【0101】

なお、本例示において、アドレス(2,1)の物理画素48が欠陥物理画素であると検出された場合、アドレス(2,1)の画像画素A及びアドレス(2,1)の画像画素Bは、本開示の技術に係る「欠陥物理画素に対応する第1画像画素」の一例に相当し、アドレス(2,1)の画像画素A及びアドレス(2,1)の画像画素Bのそれぞれに隣接する画像画素A及びBは、本開示の技術に係る「第1画像画素に隣接する第2画像画素」の一例に相当する。また、アドレス(1,1)の物理画素48が欠陥物理画素であると検出された場合、アドレス(1,1)の画像画素B及びアドレス(1,1)の画像画素Aは、本開示の技術に係る「欠陥物理画素に対応する第1画像画素」の一例に相当し、アドレス(1,1)の画像画素Bに隣接する画像画素A、及びアドレス(1,1)の画像画素Aに隣接する画像画素Bは、本開示の技術に係る「第1画像画素に隣接する第2画像画素」の一例に相当する。

30

40

【0102】

出力部100は、補正済みの超解像化画像120をディスプレイ26に出力する処理を行う。これにより、欠陥物理画素に対応する画像画素の画素値が補正された状態で超解像化画像120がディスプレイ26に表示される。例えば、欠陥物理画素に対応する画像画素が白キズ又は黒キズである場合には、この白キズ又は黒キズが目立たないように補正された超解像化画像120がディスプレイ26に表示される。

【0103】

次に、第1実施形態に係る撮像装置10の作用(撮像装置10の動作)について図8を参照しつつ説明する。

【0104】

50

図 8 には、撮像装置 10 に対して撮像モードが設定された場合に CPU 60A によって実行される撮像処理の流れの一例が示されている。

【0105】

図 8 に示す撮像処理では、まず、ステップ ST 100 で、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 40 を X 方向に移動させる制御を振れ補正機構 46 のアクチュエータ 52 に対して行う。また、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 40 を移動させる制御を行う際に、光電変換素子ドライバ 68 を制御することにより、イメージセンサ 40 の移動前後でイメージセンサ 40 に対して撮像を行わせる。

【0106】

次のステップ ST 102 で、記憶処理部 92 は、イメージセンサ 40 によって撮像されることにより得られた画像 110A 及び 110B を画像メモリ 62 に記憶させる処理を行う。

10

【0107】

次のステップ ST 104 で、生成部 94 は、イメージセンサ 40 によって撮像されることにより得られた画像 110A 及び 110B を超解像化することにより超解像化画像 120 を生成する。

【0108】

次のステップ ST 106 で、検出部 96 は、超解像化画像 120 に含まれる画像画素 A 及び B のうち、移動前の第 2 物理画素及び移動後の第 1 物理画素にそれぞれ対応する画像画素 A 及び B 間の画素値の相違度を算出する。また、検出部 96 は、算出した相違度に基づいて、複数の物理画素 48 から欠陥物理画素を検出する。

20

【0109】

次のステップ ST 108 で、補正部 98 は、検出部 96 によって検出された欠陥物理画素に対応する画像画素の画素値を、この画像画素に隣接する画像画素の画素値に基づいて補正する。

【0110】

次のステップ ST 110 で、出力部 100 は、補正済みの超解像化画像 120 をディスプレイ 26 に出力する処理を行う。

【0111】

以上説明したように、撮像装置 10 では、複数の物理画素 48 を有するイメージセンサ 40 の移動前後の物理画素配置において、移動前の任意の第 1 物理画素とは異なる第 2 物理画素が隣接する箇所に移動後の任意の第 1 物理画素 48 が位置する箇所へイメージセンサ 40 を移動させる制御が行われる。また、撮像制御部 90 によって光電変換素子ドライバ 68 を介してイメージセンサ 40 が制御されることにより、移動前後にイメージセンサ 40 によって撮像が行われる。そして、イメージセンサ 40 によって撮像されることにより得られた画像 110A 及び 110B の各々に含まれる複数の画像画素 A 及び複数の画像画素 B のうち、移動前の第 2 物理画素に対応する画像画素 A と移動後の第 1 物理画素に対応する画像画素 B との間の画素値の相違度に基づいて、複数の物理画素 48 から欠陥物理画素が検出される。したがって、移動前後にイメージセンサ 40 によって撮像されることにより得られた画像 110A 及び 110B に基づいて、複数の物理画素 48 から欠陥物理画素を検出できる。

30

40

【0112】

また、撮像装置 10 では、イメージセンサ 40 により撮像されることにより得られた画像 110A 及び 110B を画像メモリ 62 に記憶させる処理が行われる。そして、画像メモリ 62 に記憶された画像 110A 及び 110B の各々に含まれる複数の画像画素 A 及び複数の画像画素 B のうち上述の画像画素 A 及び B 間の画素値の相違度に基づいて、複数の物理画素 48 から欠陥物理画素が検出される。したがって、画像メモリ 62 に記憶された画像 110A 及び 110B に基づいて、複数の物理画素 48 から欠陥物理画素を検出できる。

【0113】

50

また、撮像装置 10 では、欠陥物理画素に対応する第 1 画像画素の画素値が、この第 1 画像画素に隣接する第 2 画像画素の画素値に基づいて補正される。したがって、欠陥物理画素に対応する画像画素の欠陥を是正できる。

【0114】

また、撮像装置 10 では、一例として、イメージセンサ 40 は、モノクロタイプのイメージセンサである。したがって、モノクロタイプのイメージセンサ 40 に含まれる複数の物理画素 48 から欠陥物理画素を検出できる。

【0115】

また、撮像装置 10 では、一例として、複数の物理画素 48 間のピッチを p としたときに、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 40 を、 $1.5 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で X 方向に移動させる制御を行う。したがって、モノクロタイプのイメージセンサ 40 の移動前後の物理画素配置において、移動前の第 1 物理画素とは異なる第 2 物理画素が隣接する箇所に移動後の第 1 物理画素を位置させることができる。

10

【0116】

また、撮像装置 10 は、欠陥物理画素を検出するコントローラ 60 と、イメージセンサ 40 と、イメージセンサ 40 を移動させる振れ補正機構 46 と、を備える。したがって、撮像装置 10 の中で、イメージセンサ 40 による撮像、イメージセンサ 40 の移動、及び欠陥物理画素の検出を連続して行うことができる。

【0117】

なお、上記第 1 実施形態において、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 40 を X 方向に移動させるが、Y 方向に移動させてもよい。また、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 40 を X 方向及び Y 方向に移動させてもよい。また、イメージセンサ 40 が Y 方向に移動する場合、又は、イメージセンサ 40 が X 方向及び Y 方向に移動する場合においても、上記第 1 実施形態と同様の手法により、複数の物理画素 48 から欠陥物理画素が検出される処理、及び、欠陥物理画素に対応する第 1 画像画素の画素値が、この第 1 画像画素に隣接する第 2 画像画素の画素値に基づいて補正される処理が実行されてもよい。

20

【0118】

また、上記第 1 実施形態において、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 40 を $1.5 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で移動させるが、複数の物理画素 48 間のピッチを 1 としたときに、撮像制御部 90 は、上記超解像化画像 120 が得られる条件下で、イメージセンサ 40 を 1 より大きい小数である移動量で X 方向又は Y 方向に移動させてもよい。この構成によっても、イメージセンサ 40 の移動前後の物理画素配置において、移動前の第 1 物理画素とは異なる第 2 物理画素が隣接する箇所に移動後の第 1 物理画素を位置させることができる。

30

【0119】

また、上記第 1 実施形態において、自然数を n とし、純小数を d としたときに、撮像制御部 90 は、上記超解像化画像 120 が得られる条件下で、イメージセンサ 40 を、 $(n + d) \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で、X 方向又は Y 方向に移動させてもよい。この構成によっても、イメージセンサ 40 の移動前後の物理画素配置において、移動前の第 1 物理画素とは異なる第 2 物理画素が隣接する箇所に移動後の第 1 物理画素を位置させることができる。

【0120】

なお、撮像制御部 90 がイメージセンサ 40 を $1.5 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で移動させると、例えば、 $1.5 \times p$ より大きい小数である移動量又は $1.5 \times p$ より小さく $1.0 \times p [\mu\text{m}]$ より大きい小数である移動量でイメージセンサ 40 を移動させる場合に比して、解像度の高い超解像化画像 120 を得ることができる。

40

【0121】

また、上記第 1 実施形態において、出力部 100 は、欠陥物理画素の位置に対応する位置情報を出力してもよい。この位置情報は、例えば、物理画素 48 のアドレスに対応する情報である。この構成によれば、出力された欠陥物理画素の位置に対応する位置情報に基づいて、欠陥物理画素の位置を特定することができる。

【0122】

50

また、上記第1実施形態において、検出部96は、複数の画像画素のうち画素値が予め定められた範囲を外れる規定外画像画素を抽出し、この規定外画像画素の画素値と、この規定外画像画素に隣接する画像画素の画素値との相違度に基づいて、欠陥物理画素を検出してよい。この構成によれば、全ての移動前の第2物理画素及び移動後の第1物理画素にそれぞれ対応する画像画素間の画素値の相違度を算出する場合に比して、相違度の算出回数を減らすことができる。

【0123】

また、上記第1実施形態において、検出部96は、超解像化画像120が生成される過程で複数の物理画素48から欠陥物理画素を検出するが、本開示の技術はこれに限定されない。例えば、超解像化画像120が生成される過程とは別の処理において、検出部96は、上記と同様の手法により、移動前後にイメージセンサ40により撮像されることにより得られた画像110A及び110Bに基づいて複数の物理画素48から欠陥物理画素を検出してよい。

10

【0124】

なお、図16には、第1実施形態に対する比較例によって得られた超解像化画像420が示されている。この超解像化画像420は、上述のイメージセンサ40(図7A参照)を、 $1.5 \times p [\mu\text{m}]$ で移動させる代わりに、 $0.5 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で移動させることにより得られた画像である。この場合には、イメージセンサ40の移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素が隣接する箇所に移動後の第1物理画素が位置する。したがって、超解像化画像420において隣接する画像画素間の画素値が同じであるので、複数の物理画素から欠陥物理画素を検出することができない。

20

【0125】

[第2実施形態]

次に、第2実施形態について説明する。第2実施形態では、第1実施形態に対し、撮像装置10の構成が次のように変更されている。なお、第2実施形態において、第1実施形態と同様の要素及び部材等については第1実施形態と同一の符号を付して、詳細な説明を省略する。また、第2実施形態に係る撮像装置10の全体的構成については、図1~図5を参照することとする。

【0126】

一例として図9に示すように、第2実施形態では、カラータイプのイメージセンサ130が用いられている。イメージセンサ130は、複数の物理画素138を有する。複数の物理画素138は、一例として、X方向及びY方向に配列されている。一例として、複数の物理画素138間のX方向のピッチは同一であり、複数の物理画素138間のY方向のピッチは同一である。また、一例として、複数の物理画素138間のX方向のピッチは、複数の物理画素138間のY方向のピッチと同一である。なお、複数の物理画素138間のX方向のピッチは、複数の物理画素138間のY方向のピッチと異なっていてもよい。

30

【0127】

図9に示す例では、複数の物理画素138のうちの一部、すなわち、 $4 \times 3 = 12$ 個の物理画素138が示されている。複数の物理画素138には、異なる色のカラーフィルタが周期性を有する基底配列で割り当てられている。基底配列は、例えば、ストライプ配列、デルタ配列、ベイヤ配列、及びX-Trans(登録商標)型配列等のような配列でもよい。イメージセンサ130には、基底配列の一例として、ベイヤ配列が適用されている。

40

【0128】

ベイヤ配列とは、例えば、 $2 \times 2 = 4$ 個のカラーフィルタをひとまとまりとした配列である。この $2 \times 2 = 4$ 個のカラーフィルタは、赤色の波長域に対応する1個のカラーフィルタと、緑色の波長域に対応する2個のカラーフィルタと、青色の波長域に対応する1個のカラーフィルタである。以降、複数の物理画素138に割り当てられたカラーフィルタを用いて複数の物理画素138を識別する場合には、赤色の波長域に対応するカラーフィルタが割り当てられた物理画素138をR物理画素と称し、緑色の波長域に対応するカラ

50

ーフィルタが割り当てられた物理画素 138 を G 物理画素と称し、青色の波長域に対応するカラーフィルタが割り当てられた物理画素 138 を B 物理画素と称する。

【0129】

2 × 2 = 4 個の物理画素 138 は、次のように配列されている。すなわち、第 1 列目の 2 個の物理画素 138 は、R 物理画素及び G 物理画素の順に配列されている。第 2 列目の 2 個の物理画素 138 は、G 物理画素及び B 物理画素の順に配列されている。

【0130】

図 9 には、複数の物理画素 138 の X 方向のアドレス及び Y 方向のアドレスが示されている。例えば、アドレス (1, 1) は X 方向のアドレスが 1 及び Y 方向のアドレスが 1 を表しており、アドレス (2, 1) は X 方向のアドレスが 2 及び Y 方向のアドレスが 1 を表している。複数の物理画素 138 の各々は、一例として、フォトダイオードを有しており、受光した光を光電変換し、受光量に応じた電気信号を出力する。

10

【0131】

続いて、第 2 実施形態に係る撮像制御部 90、記憶処理部 92、生成部 94、検出部 96、及び出力部 100 (図 6 参照) を説明する。

【0132】

一例として図 10A に示すように、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 130 を X 方向に移動させる制御を振れ補正機構 46 のアクチュエータ 52 に対して行う。このとき、撮像制御部 90 は、後述する超解像化画像 150 (図 10B 参照) が得られるように、イメージセンサ 130 を移動させる制御を行う。

20

【0133】

例えば、イメージセンサ 130 が、異なる色のカラーフィルタがベイア配列で割り当てられたカラータイプのイメージセンサであることに対応して、撮像制御部 90 は、次のように、イメージセンサ 130 を移動させる制御を行う。すなわち、複数の物理画素 138 間のピッチを p [μm] とし、自然数を n とし、ベイア配列の 1 周期あたりの物理画素数を T としたときに、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 130 の Y 方向の位置を固定したまま、イメージセンサ 130 を、 $\{(T - 1) + 0.5\} \times n \times p$ [μm] の移動量で、X 方向に移動させる制御を行う。例えば、ベイア配列の 1 周期あたりの物理画素数 T は 2 であるから、 $n = 1$ とした場合には、移動量は、 $1.5 \times p$ で規定されていることになる。一例として、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 130 を、 $1.5 \times p$ [μm] の移動量で移動させる制御を行う。

30

【0134】

また、撮像制御部 90 は、光電変換素子ドライバ 68 を制御することにより、移動前後でイメージセンサ 130 に対して撮像を行わせる。これにより、撮像制御部 90 は、移動前後にイメージセンサ 130 によって撮像されることにより得られた画像 140A 及び 140B を取得する。画像 140A は、移動前のイメージセンサ 130 によって撮像されることにより得られた画像であり、画像 140B は、移動後のイメージセンサ 130 によって撮像されることにより得られた画像である。画像 140B は、画像 140A に対して、 $1.5 \times p$ [μm] だけ X 方向にずれた位置でイメージセンサ 130 によって撮像されることにより得られた画像である。図 10A に示す例では、画像 140A と画像 140B との区別を容易にするために、移動後のイメージセンサ 130 によって撮像されることにより得られた画像 140B にはドット状のハッチングが付されている。画像 140A 及び画像 140B は、本開示の技術に係る「複数の画像」の一例である。

40

【0135】

画像 140A には、複数の画像画素 A が含まれており、画像 140B には、複数の画像画素 B が含まれている。複数の画像画素 A は、移動前のイメージセンサ 130 の複数の物理画素 48 に対応しており、複数の画像画素 B は、移動後のイメージセンサ 130 の複数の物理画素 48 に対応している。以降、画像画素 A 及び B の色で画像画素 A 及び B を識別する場合には、赤色の画像画素 A 及び B を R 画像画素 A 及び B と称し、緑色の画像画素 A 及び B を G 画像画素 A 及び B と称し、青色の画像画素 A 及び B を B 画像画素 A 及び B と称

50

する。図10Aに示す例では、イメージセンサ130の移動前に得られた複数の画像画素Aのうちの一部、及びイメージセンサ130の移動後に得られた複数の画像画素Bのうちの一部、すなわち、 $4 \times 3 = 12$ 個の画像画素Aと、 $4 \times 3 = 12$ 個の画像画素Bとが示されている。例えば、アドレス(1, 1)のR画像画素A及びBは、アドレス(1, 1)のR物理画素に対応しており、アドレス(2, 1)のG画像画素A及びBは、アドレス(2, 1)のG物理画素に対応している。なお、以下では、説明の便宜上、画像画素Aと画像画素Bとを区別して説明する必要がない場合、符号を付さずに「画像画素」と称する。

【0136】

記憶処理部92は、イメージセンサ130によって撮像されることにより得られた画像140A及び140Bを画像メモリ62に記憶させる処理を行う。

10

【0137】

一例として図10Bに示すように、生成部94は、イメージセンサ130によって撮像されることにより得られた複数の低解像度画像(例えば、画像140A及び140B)を超解像化する。ここで、超解像化とは、例えば、複数の低解像度画像を画像画素の位置をずらして合成することにより、低解像度画像よりも高解像度の画像である高解像度画像を生成する処理を指す。このようにして生成された高解像度画像は、一般的に超解像化画像とも称される。

図10Bに示す例では、生成部94は、イメージセンサ130によって撮像されることにより得られた画像140A及び140Bを超解像化することにより超解像化画像150を生成する。異なる色のカラーフィルタがベイア配列で割り当てられたカラータイプのイメージセンサ130が用いられた場合の超解像化は、例えば、次の要領で実現される。すなわち、イメージセンサ130の移動前後にそれぞれ得られたX方向に並ぶ4個の画像画素A及びBについてイメージセンサ130の移動前後の絶対位置に基づいて並び順が決定される。絶対位置は、画像画素Aの中心と画像画素Bの中心とを基準にした位置である。

20

次いで、イメージセンサ130の移動前に得られた画像140Aに含まれる複数の画像画素Aとイメージセンサ130の移動後に得られた画像140Bに含まれる複数の画像画素Bが上記並び順に基づいて配列される。これにより、画像140A及び画像140Bが超解像化された超解像化画像150が得られる。図10Bに示す例では、超解像化画像150の一部、すなわち、イメージセンサ130の移動前後にそれぞれ得られた $12 \text{個} \times 2 = 24$ 個の画像画素A及びBが示されている。

30

【0138】

上記例示のように、撮像制御部90は、イメージセンサ130を、 $1.5 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で、X方向に移動させる制御を行う。これにより、超解像化画像150において表されるように、移動前の任意の物理画素138に対応する画像画素Aを第1画像画素Aとし、この第1画像画素Aとは異なる別の画像画素Aを第2画像画素Aとし、移動後の前述の任意の物理画素138に対応する画像画素Bを第1画像画素Bとした場合、第1画像画素Bは、第2画像画素Aに隣接する。

図10A及び図10Bに示す例では、例えば、アドレス(1, 1)のR画像画素Aを第1画像画素Aとし、アドレス(2, 1)のG画像画素Aを第2画像画素Aとし、アドレス(1, 1)のR画像画素Bを第1画像画素Bとした場合に、アドレス(1, 1)のR画像画素B、すなわち、第1画像画素Bは、アドレス(2, 1)のG画像画素A、すなわち、第2画像画素Aに隣接する。

40

【0139】

複数の画像画素A及びBの各々は、イメージセンサ130の移動前後の複数の物理画素138の各々の位置に対応している。よって、超解像化画像150は、イメージセンサ130の移動前後の物理画素配置を表している。例えば、上述の第1画像画素A及び第1画像画素Bに対応する物理画素138を第1物理画素とし、第2画像画素Aに対応する物理画素138を第2物理画素とした場合に、撮像制御部90は、超解像化画像150で表されるイメージセンサ130の移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素とは異なる第2物理画素が隣接する箇所に移動後の第1物理画素が位置する箇所へイメージ

50

センサ 130 を移動させる制御を行う。

換言すると、撮像制御部 90 は、超解像化画像 150 で表されるイメージセンサ 130 の移動前後の物理画素配置が、超解像化画像 150 に含まれる隣接する画像画素を互いに異なる物理画素 138 に対応する画像画素にする物理画素配置となるようにイメージセンサ 130 を移動させる。

このような制御の一例として、上記例示では、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 130 を、 $1.5 \times p$ [μm] の移動量で、X 方向に移動させる制御を行う。イメージセンサ 130 の移動前後の物理画素配置は、上述の通り、例えば、超解像化画像 150 で表されるものであり、イメージセンサ 130 の物理画素間に物理画素 1 個分のスペースがあってもなくても、上記物理画素配置は実現される。

【0140】

なお、図 10A 及び図 10B に示す例では、例えば、アドレス (1, 1) の R 物理画素をイメージセンサ 130 の移動前の第 1 物理画素であるとした場合、このアドレス (1, 1) の R 物理画素は、本開示の技術に係る「第 1 物理画素」の一例に相当し、移動前のアドレス (1, 1) の R 物理画素とは異なる第 2 物理画素であるアドレス (2, 1) の G 物理画素は、本開示の技術に係る「第 2 物理画素」の一例に相当する。

また、例えば、アドレス (1, 1) の R 画像画素 A は、本開示の技術に係る「移動前の第 1 物理画素に対応する画像画素」の一例であり、アドレス (2, 1) の G 画像画素 A は、本開示の技術に係る「移動前の第 1 物理画素とは異なる第 2 物理画素に対応する画像画素」の一例であり、アドレス (1, 1) の R 画像画素 B は、本開示の技術に係る「移動後の第 1 物理画素に対応する画像画素」の一例である。

【0141】

一例として図 10C に示すように、検出部 96 は、超解像化画像 150 に含まれる複数の画像画素 A 及び複数の画像画素 B のうち、移動前の第 2 物理画素及び移動後の第 1 物理画素にそれぞれ対応する画像画素 A 及び B 間の画素値の相違度を算出する。イメージセンサ 130 が X 方向に移動する場合には、X 方向に互いに隣接する画像画素が選択される。なお、イメージセンサ 130 が Y 方向に移動する場合には、Y 方向に互いに隣接する画像画素が選択される。画像画素 A の画素値は、画像画素 A に対応する物理画素 138 から出力された電気信号の値に比例しており、画像画素 B の画素値は、画像画素 B に対応する物理画素 138 から出力された電気信号の値に比例している。

検出部 96 は、算出した相違度に基づいて、複数の物理画素 138 から欠陥物理画素を検出する。欠陥物理画素とは、欠陥している物理画素 138 を指す。一例として、検出部 96 は、欠陥物理画素の検出対象 (以下、単に「検出対象」と称する) となる全ての画像画素 A 及び B 間の画素値の相違度を順次算出する。図 10C には、検出対象となる画像画素 A 及び B の一例として、アドレス (2, 1) の G 画像画素 A とアドレス (1, 1) の R 画像画素 B にハイライト表示 (円による表示) が付され、このアドレス (2, 1) の G 画像画素 A とアドレス (1, 1) の R 画像画素 B との間の画素値の相違度が算出される様子が示されている。

【0142】

検出部 96 による欠陥物理画素の検出手法には、種々の手法を適用することが可能である。例えば、検出部 96 は、次の要領で欠陥物理画素を検出する。

【0143】

すなわち、例えば、検出部 96 は、検出対象となる画像画素 A 及び B 間の画素値の減算値又は除算値を、検出対象となる画像画素 A 及び B 間の画素値の相違度として算出し、算出した相違度が予め設定された閾値を上回る場合に、相違度の算出対象とされた画像画素 A 及び B の各画素値と、その周辺の画像画素 A 及び B の各画素値をそれぞれ取得する。例えば、アドレス (2, 1) の G 画像画素 A とアドレス (1, 1) の R 画像画素 B との間の画素値の相違度が予め設定された閾値を上回る場合、検出部 96 は、アドレス (2, 1) の G 画像画素 A の画素値及びアドレス (1, 1) の R 画像画素 B の画素値を取得し、かつ、その周辺のアドレス (1, 1) の R 画像画素 A、アドレス (3, 1) の R 画像画素 A、

10

20

30

40

50

アドレス(2, 1)のG画像画素B、及びアドレス(3, 1)のR画像画素B、及びアドレス(4, 1)のG画像画素Bの各々の画素値を取得する。

【0144】

そして、検出部96は、取得した複数の画素値の並びである画素値パターンが、アドレス(2, 1)のG画像画素A及びこれに対応するアドレス(2, 1)のG画像画素Bが白キズ又は黒キズとして予め定められた異常画素値パターンと一致する場合には、アドレス(2, 1)のG画像画素A及びアドレス(2, 1)のG画像画素Bに対応するアドレス(2, 1)のG物理画素が欠陥物理画素であると検出する。

なお、この場合、検出部96は、取得した画素値パターンと、白キズを含む異常画素値パターンとが一致する場合には、アドレス(2, 1)のG画像画素A及びアドレス(2, 1)のG画像画素Bが白キズであると検出してもよい。また、検出部96は、取得した画素値パターンと、黒キズを含む異常画素値パターンとが一致する場合には、アドレス(2, 1)のG画像画素A及びアドレス(2, 1)のG画像画素Bが黒キズであると検出してもよい。

10

【0145】

また、検出部96は、取得した複数の画素値の並びである画素値パターンが、アドレス(1, 1)のR画像画素B及びこれに対応するアドレス(1, 1)のR画像画素Aが白キズ又は黒キズとして予め定められた異常画素値パターンと一致する場合には、アドレス(1, 1)のR画像画素B及びアドレス(1, 1)のR画像画素Aに対応するアドレス(1, 1)のR物理画素が欠陥物理画素であると検出する。

20

なお、この場合、検出部96は、取得した画素値パターンと、白キズを含む異常画素値パターンとが一致する場合には、アドレス(1, 1)のR画像画素B及びアドレス(1, 1)のR画像画素Aが白キズであると検出してもよい。また、検出部96は、取得した画素値パターンと、黒キズを含む異常画素値パターンとが一致する場合には、アドレス(1, 1)のR画像画素B及びアドレス(1, 1)のR画像画素Aが黒キズであると検出してもよい。

【0146】

補正部98は、検出部96によって検出された欠陥物理画素に対応する画像画素の画素値を、この画像画素に隣接する画像画素の画素値に基づいて補正する。画素値を補正する手法には、種々の手法を適用することが可能である。例えば、補正部98は、次の要領で画素値を補正する。

30

【0147】

すなわち、補正部98は、検出部96によって検出された欠陥物理画素に対応する第1画像画素の画素値を、この第1画像画素に隣接する第2画像画素の画素値の平均値又は中央値とすることにより補正する。

例えば、アドレス(2, 1)のG物理画素が欠陥物理画素であると検出された場合、補正部98は、アドレス(2, 1)のG画像画素Aを、このアドレス(2, 1)のG画像画素Aに隣接する画像画素A及びBの画素値の平均値又は中央値とすることにより補正し、アドレス(2, 1)のG画像画素Bを、このアドレス(2, 1)のG画像画素Bに隣接する画像画素A及びBの画素値の平均値又は中央値とすることにより補正する。また、例えば、アドレス(1, 1)のR物理画素が欠陥物理画素であると検出された場合、補正部98は、アドレス(1, 1)のR画像画素Bを、このアドレス(1, 1)のR画像画素Bに隣接する画像画素A及びBの画素値の平均値又は中央値とすることにより補正し、アドレス(1, 1)のR画像画素Aを、このアドレス(1, 1)のR画像画素Aに隣接する画像画素A及びBの画素値の平均値又は中央値とすることにより補正する。このように、欠陥物理画素に対応する画像画素の画素値が補正されることにより、補正済みの超解像化画像150が得られる。例えば、欠陥物理画素に対応する画像画素が白キズ又は黒キズである場合には、この白キズ又は黒キズが目立たないように補正された超解像化画像150が得られる。

40

【0148】

50

なお、本例示において、アドレス(2, 1)のG物理画素が欠陥物理画素であると検出された場合、アドレス(2, 1)のG画像画素A及びアドレス(2, 1)のG画像画素Bは、本開示の技術に係る「欠陥物理画素に対応する第1画像画素」の一例に相当し、アドレス(2, 1)のG画像画素A及びアドレス(2, 1)のG画像画素Bのそれぞれに隣接する画像画素A及びBは、本開示の技術に係る「第1画像画素に隣接する第2画像画素」の一例に相当する。また、アドレス(1, 1)のR物理画素が欠陥物理画素であると検出された場合、アドレス(1, 1)のR画像画素B及びアドレス(1, 1)のR画像画素Aは、本開示の技術に係る「欠陥物理画素に対応する第1画像画素」の一例に相当し、アドレス(1, 1)のR画像画素Bに隣接する画像画素A、及びアドレス(1, 1)のR画像画素Aに隣接する画像画素Bは、本開示の技術に係る「第1画像画素に隣接する第2画像画素」の一例に相当する。

10

【0149】

出力部100は、補正済みの超解像化画像150をディスプレイ26に出力する処理を行う。これにより、欠陥物理画素に対応する画像画素の画素値が補正された状態で超解像化画像150がディスプレイ26に表示される。例えば、欠陥物理画素に対応する画像画素が白キズ又は黒キズである場合には、この白キズ又は黒キズが目立たないように補正された超解像化画像150がディスプレイ26に表示される。

【0150】

なお、第2実施形態に係る撮像装置10の作用(撮像装置10の動作)については、第1実施形態と同様である。

20

【0151】

以上説明したように、第2実施形態に係る撮像装置10では、複数の物理画素138を有するイメージセンサ130の移動前後の物理画素配置において、移動前の任意の第1物理画素とは異なる第2物理画素が隣接する箇所に移動後の任意の第1物理画素138が位置する箇所へイメージセンサ130を移動させる制御が行われる。また、撮像制御部90によって光電変換素子ドライバ68を介してイメージセンサ130が制御されることにより、移動前後にイメージセンサ130によって撮像が行われる。そして、イメージセンサ130によって撮像されることにより得られた画像140A及び140Bの各々に含まれる複数の画像画素A及び複数の画像画素Bのうち、移動前の第2物理画素に対応する画像画素Aと移動後の第1物理画素に対応する画像画素Bとの間の画素値の相違度に基づいて、複数の物理画素138から欠陥物理画素が検出される。したがって、移動前後にイメージセンサ130によって撮像されることにより得られた画像140A及び140Bに基づいて、複数の物理画素138から欠陥物理画素を検出できる。

30

【0152】

また、第2実施形態に係る撮像装置10では、イメージセンサ130により撮像されることにより得られた画像140A及び140Bを画像メモリ62に記憶させる処理が行われる。そして、画像メモリ62に記憶された画像140A及び140Bの各々に含まれる複数の画像画素A及び複数の画像画素Bのうち上述の画像画素A及びB間の画素値の相違度に基づいて、複数の物理画素138から欠陥物理画素が検出される。したがって、画像メモリ62に記憶された画像140A及び140Bに基づいて、複数の物理画素138から欠陥物理画素を検出できる。

40

【0153】

また、第2実施形態に係る撮像装置10では、欠陥物理画素に対応する第1画像画素の画素値が、この第1画像画素に隣接する第2画像画素の画素値に基づいて補正される。したがって、欠陥物理画素に対応する画像画素の欠陥を是正できる。

【0154】

また、第2実施形態に係る撮像装置10では、一例として、イメージセンサ130は、複数の物理画素138に異なる色のカラーフィルタが周期性を有する基底配列で割り当てられたカラータイプのイメージセンサである。したがって、カラータイプのイメージセンサ130に含まれる複数の物理画素138から欠陥物理画素を検出できる。

50

【0155】

また、第2実施形態に係る撮像装置10では、一例として、複数の物理画素138間のピッチを p としたときに、撮像制御部90は、イメージセンサ130を、 $1.5 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量でX方向に移動させる制御を行う。したがって、ベイヤ配列を有するカラータイプのイメージセンサ130の移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素とは異なる第2物理画素が隣接する箇所に移動後の第1物理画素を位置させることができる。

【0156】

また、第2実施形態に係る撮像装置10は、欠陥物理画素を検出するコントローラ60と、イメージセンサ130と、イメージセンサ130を移動させる振れ補正機構46と、を備える。したがって、撮像装置10の中で、イメージセンサ130による撮像、イメージセンサ130の移動、及び欠陥物理画素の検出を連続して行うことができる。

【0157】

なお、上記第2実施形態において、撮像制御部90は、イメージセンサ130をX方向に移動させるが、Y方向に移動させてもよい。また、撮像制御部90は、イメージセンサ130をX方向及びY方向に移動させてもよい。また、イメージセンサ130がY方向に移動する場合、又は、イメージセンサ130がX方向及びY方向に移動する場合においても、上記第2実施形態と同様の手法により、複数の物理画素138から欠陥物理画素が検出される処理、及び、欠陥物理画素に対応する第1画像画素の画素値が、この第1画像画素に隣接する第2画像画素の画素値に基づいて補正される処理が実行されてもよい。

【0158】

また、上記第2実施形態において、撮像制御部90は、イメージセンサ130を $1.5 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で移動させるが、複数の物理画素138間のピッチを1としたときに、撮像制御部90は、上記超解像化画像150が得られる条件下で、イメージセンサ130を1より大きい小数である移動量でX方向又はY方向に移動させてもよい。この構成によっても、イメージセンサ130の移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素とは異なる第2物理画素が隣接する箇所に移動後の第1物理画素を位置させることができる。

【0159】

また、上記第2実施形態において、自然数を n とし、純小数を d としたときに、撮像制御部90は、上記超解像化画像150が得られる条件下で、イメージセンサ130を、 $(n + d) \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で、X方向又はY方向に移動させてもよい。この構成によっても、イメージセンサ130の移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素とは異なる第2物理画素が隣接する箇所に移動後の第1物理画素を位置させることができる。

【0160】

また、上記第2実施形態において、自然数を n とし、基底配列の1周期あたりの物理画素数を T としたときに、撮像制御部90は、イメージセンサ130を、 $\{(T - 1) + 0.5\} \times n \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で、X方向又はY方向に移動させてもよい。この構成によっても、イメージセンサ130の移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素とは異なる第2物理画素が隣接する箇所に移動後の第1物理画素を位置させることができる。

【0161】

なお、撮像制御部90がイメージセンサ130を $1.5 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で移動させると、例えば、 $1.5 \times p$ より大きい小数である移動量又は $1.5 \times p$ より小さく $1.0 \times p [\mu\text{m}]$ より大きい小数である移動量でイメージセンサ130を移動させる場合に比して、解像度の高い超解像化画像150を得ることができる。

【0162】

また、上記第2実施形態において、出力部100は、欠陥物理画素の位置に対応する位置情報を出力してもよい。この位置情報は、例えば、物理画素138のアドレスに対応する情報である。この構成によれば、出力された欠陥物理画素の位置に対応する位置情報に基づいて、欠陥物理画素の位置を特定することができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 6 3 】

また、上記第2実施形態において、検出部96は、複数の画像画素のうち画素値が予め定められた範囲を外れる規定外画像画素を抽出し、この規定外画像画素の画素値と、この規定外画像画素に隣接する画像画素の画素値との相違度に基づいて、欠陥物理画素を検出してよい。この構成によれば、全ての移動前の第2物理画素及び移動後の第1物理画素にそれぞれ対応する画像画素間の画素値の相違度を算出する場合に比して、相違度の算出回数を減らすことができる。

【 0 1 6 4 】

また、上記第2実施形態において、検出部96は、超解像化画像150が生成される過程で複数の物理画素138から欠陥物理画素を検出するが、本開示の技術はこれに限定されない。例えば、超解像化画像150が生成される過程とは別の処理において、検出部96は、上記と同様の手法により、移動前後にイメージセンサ130により撮像されることにより得られた画像140A及び140Bに基づいて複数の物理画素138から欠陥物理画素を検出してよい。

10

【 0 1 6 5 】

なお、図17には、第2実施形態に対する比較例によって得られた超解像化画像450が示されている。この超解像化画像450は、上述のイメージセンサ130(図10A参照)を、 $1.5 \times p [\mu\text{m}]$ で移動させる代わりに、 $0.5 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で移動させることにより得られた画像である。この場合には、イメージセンサ130の移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素が隣接する箇所に移動後の第1物理画素が位置する。したがって、超解像化画像450において隣接する画像画素間の画素値が同じであるので、複数の物理画素から欠陥物理画素を検出することができない。

20

【 0 1 6 6 】

[第3実施形態]

次に、第3実施形態について説明する。第3実施形態では、第1実施形態に対し、撮像装置10の構成が次のように変更されている。なお、第3実施形態において、第1実施形態と同様の要素及び部材等については第1実施形態と同一の符号を付して、詳細な説明を省略する。また、第3実施形態に係る撮像装置10の全体的構成については、図1～図5を参照することとする。

【 0 1 6 7 】

一例として図11に示すように、第3実施形態では、カラータイプのイメージセンサ160が用いられている。イメージセンサ160は、複数の物理画素168を有する。複数の物理画素168は、一例として、X方向及びY方向に配列されている。一例として、複数の物理画素168間のX方向のピッチは同一であり、複数の物理画素168間のY方向のピッチは同一である。また、一例として、複数の物理画素168間のX方向のピッチは、複数の物理画素168間のY方向のピッチと同一である。なお、複数の物理画素168間のX方向のピッチは、複数の物理画素168間のY方向のピッチと異なっていてもよい。

30

【 0 1 6 8 】

図11に示す例では、複数の物理画素168のうちの一部、すなわち、 $7 \times 7 = 49$ 個の物理画素168が示されている。複数の物理画素168には、異なる色のカラーフィルタが周期性を有する基底配列で割り当てられている。イメージセンサ160には、基底配列の一例として、X - T r a n s (登録商標)型配列が適用されている。

40

【 0 1 6 9 】

X - T r a n s (登録商標)型配列とは、例えば、 $6 \times 6 = 36$ 個のカラーフィルタをひとまとまりとした配列である。この $6 \times 6 = 36$ 個のカラーフィルタは、赤色の波長域に対応する8個のカラーフィルタと、緑色の波長域に対応する20個のカラーフィルタと、青色の波長域に対応する8個のカラーフィルタである。以降、複数の物理画素168に割り当てられたカラーフィルタを用いて複数の物理画素168を識別する場合には、赤色の波長域に対応するカラーフィルタが割り当てられた物理画素168をR物理画素と称し、緑色の波長域に対応するカラーフィルタが割り当てられた物理画素168をG物理画素

50

と称し、青色の波長域に対応するカラーフィルタが割り当てられた物理画素 168 を B 物理画素と称する。

【0170】

6 × 6 = 36 個の物理画素 168 は、次のように配列されている。すなわち、第 1 列目の 6 個の物理画素 168 は、G 物理画素、R 物理画素、B 物理画素、G 物理画素、B 物理画素、及び R 物理画素の順に配列されている。第 2 列目の 6 個の物理画素 168 は、B 物理画素、G 物理画素、G 物理画素、R 物理画素、G 物理画素、及び G 物理画素の順に配列されている。第 3 列目の 6 個の物理画素 168 は、R 物理画素、G 物理画素、G 物理画素、B 物理画素、G 物理画素、及び G 物理画素の順に配列されている。第 4 列目の 6 個の物理画素 168 は、G 物理画素、B 物理画素、R 物理画素、G 物理画素、R 物理画素、及び B 物理画素の順に配列されている。第 5 列目の 6 個の物理画素 168 は、R 物理画素、G 物理画素、G 物理画素、B 物理画素、G 物理画素、及び G 物理画素の順に配列されている。第 6 列目の 6 個の物理画素 168 は、B 物理画素、G 物理画素、G 物理画素、R 物理画素、G 物理画素、及び G 物理画素の順に配列されている。

10

【0171】

図 11 には、複数の物理画素 168 の X 方向のアドレス及び Y 方向のアドレスが示されている。例えば、アドレス (1, 1) は X 方向のアドレスが 1 及び Y 方向のアドレスが 1 を表しており、アドレス (2, 1) は X 方向のアドレスが 2 及び Y 方向のアドレスが 1 を表している。複数の物理画素 168 の各々は、一例として、フォトダイオードを有しており、受光した光を光電変換し、受光量に応じた電気信号を出力する。

20

【0172】

続いて、第 3 実施形態に係る撮像制御部 90、記憶処理部 92、生成部 94、検出部 96、及び出力部 100 (図 6 参照) を説明する。

【0173】

一例として図 12A に示すように、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 160 を X 方向に移動させる制御を振れ補正機構 46 のアクチュエータ 52 に対して行う。このとき、撮像制御部 90 は、後述する超解像化画像 180 (図 12B 参照) が得られるように、イメージセンサ 160 を移動させる制御を行う。

【0174】

例えば、イメージセンサ 160 が、異なる色のカラーフィルタが X - T r a n s (登録商標) 型配列で割り当てられたカラータイプのイメージセンサであることに対応して、撮像制御部 90 は、次のように、イメージセンサ 160 を移動させる制御を行う。すなわち、複数の物理画素 168 間のピッチを p [μm]、自然数を n とし、X - T r a n s (登録商標) 型配列の 1 周期あたりの物理画素数を T としたときに、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 160 の Y 方向の位置を固定したまま、イメージセンサ 160 を、 $\{(T - 1) + 0.5\} \times n \times p$ [μm] の移動量で、X 方向に移動させる制御を行う。例えば、X - T r a n s (登録商標) 型配列の 1 周期あたりの物理画素数 T は 6 であるから、 $n = 1$ とした場合には、移動量は、 $5.5 \times p$ で規定されていることになる。一例として、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 160 を、 $5.5 \times p$ [μm] の移動量で移動させる制御を行う。

30

【0175】

また、撮像制御部 90 は、光電変換素子ドライバ 68 を制御することにより、移動前後でイメージセンサ 160 に対して撮像を行わせる。これにより、撮像制御部 90 は、移動前後にイメージセンサ 160 によって撮像されることにより得られた画像 170A 及び 170B を取得する。画像 170A は、移動前のイメージセンサ 160 によって撮像されることにより得られた画像であり、画像 170B は、移動後のイメージセンサ 160 によって撮像されることにより得られた画像である。画像 170B は、画像 170A に対して、 $5.5 \times p$ [μm] だけ X 方向にずれた位置でイメージセンサ 160 によって撮像されることにより得られた画像である。図 12A に示す例では、画像 170A と画像 170B との区別を容易にするために、移動後のイメージセンサ 160 によって撮像されることにより得られた画像 170B にはドット状のハッチングが付されている。画像 170A 及び画

40

50

像 170B は、本開示の技術に係る「複数の画像」の一例である。

【0176】

画像 170A には、複数の画像画素 A が含まれており、画像 170B には、複数の画像画素 B が含まれている。複数の画像画素 A は、移動前のイメージセンサ 160 の複数の物理画素 168 に対応しており、複数の画像画素 B は、移動後のイメージセンサ 160 の複数の物理画素 168 に対応している。図 12A に示す例では、イメージセンサ 160 の移動前に得られた複数の画像画素 A のうちの一部、及びイメージセンサ 160 の移動後に得られた複数の画像画素 B のうちの一部、すなわち、 $7 \times 3 = 21$ 個の画像画素 A と、 $7 \times 3 = 21$ 個の画像画素 B とが示されている。例えば、アドレス (1, 1) の G 画像画素 A 及び B は、アドレス (1, 1) の G 物理画素に対応しており、アドレス (6, 1) の B 画像画素 A 及び B は、アドレス (6, 1) の B 物理画素に対応している。なお、以下では、説明の便宜上、画像画素 A と画像画素 B とを区別して説明する必要がない場合、符号を付さずに「画像画素」と称する。

10

【0177】

記憶処理部 92 は、イメージセンサ 160 によって撮像されることにより得られた画像 170A 及び 170B を画像メモリ 62 に記憶させる処理を行う。

【0178】

一例として図 12B に示すように、生成部 94 は、イメージセンサ 160 によって撮像されることにより得られた複数の低解像度画像 (例えば、画像 170A 及び 170B) を超解像化する。ここで、超解像化とは、例えば、複数の低解像度画像を画像画素の位置をずらして合成することにより、低解像度画像よりも高解像度の画像である高解像度画像を生成する処理を指す。このようにして生成された高解像度画像は、一般的に超解像化画像とも称される。

20

図 12B に示す例では、生成部 94 は、イメージセンサ 160 によって撮像されることにより得られた画像 170A 及び 170B を超解像化することにより超解像化画像 180 を生成する。異なる色のカラーフィルタが X - T r a n s (登録商標) 型配列で割り当てられたカラータイプのイメージセンサ 160 が用いられた場合の超解像化は、例えば、次の要領で実現される。すなわち、イメージセンサ 160 の移動前後にそれぞれ得られた X 方向に並ぶ 7 個の画像画素 A 及び B についてイメージセンサ 160 の移動前後の絶対位置に基づいて並び順が決定される。絶対位置は、画像画素 A の中心と画像画素 B の中心とを基準にした位置である。

30

次いで、イメージセンサ 160 の移動前に得られた画像 170A に含まれる複数の画像画素 A とイメージセンサ 160 の移動後に得られた画像 170B に含まれる複数の画像画素 B が上記並び順に基づいて配列される。これにより、画像 170A 及び画像 170B が超解像化された超解像化画像 180 が得られる。図 12B に示す例では、超解像化画像 180 の一部、すなわち、イメージセンサ 160 の移動前後にそれぞれ得られた $42 \text{ 個} \times 2 = 84$ 個の画像画素 A 及び B が示されている。

【0179】

上記例示のように、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 160 を、 $5.5 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で、X 方向に移動させる制御を行う。これにより、超解像化画像 180 において表されるように、移動前の任意の物理画素 168 に対応する画像画素 A を第 1 画像画素 A とし、この第 1 画像画素 A とは異なる別の画像画素 A を第 2 画像画素 A とし、移動後の前述の任意の物理画素 168 に対応する画像画素 B を第 1 画像画素 B とした場合、第 1 画像画素 B は、第 2 画像画素 A に隣接する。

40

図 12A 及び図 12B に示す例では、例えば、アドレス (1, 1) の G 画像画素 A を第 1 画像画素 A とし、アドレス (6, 1) の B 画像画素 A を第 2 画像画素 A とし、アドレス (1, 1) の G 画像画素 B を第 1 画像画素 B とした場合に、アドレス (1, 1) の G 画像画素 B、すなわち、第 1 画像画素 B は、アドレス (6, 1) の B 画像画素 A、すなわち、第 2 画像画素 A に隣接する。

【0180】

50

複数の画像画素 A 及び B の各々は、イメージセンサ 160 の移動前後の複数の物理画素 168 の各々の位置に対応する。よって、超解像化画像 180 は、イメージセンサ 160 の移動前後の物理画素配置を表している。例えば、上述の第 1 画像画素 A 及び第 1 画像画素 B に対応する物理画素 168 を第 1 物理画素とし、第 2 画像画素 A に対応する物理画素 168 を第 2 物理画素とした場合に、撮像制御部 90 は、超解像化画像 180 で表されるイメージセンサ 160 の移動前後の物理画素配置において、移動前の第 1 物理画素とは異なる第 2 物理画素が隣接する箇所に移動後の第 1 物理画素が位置する箇所へイメージセンサ 160 を移動させる制御を行う。

換言すると、撮像制御部 90 は、超解像化画像 180 で表されるイメージセンサ 160 の移動前後の物理画素配置が、超解像化画像 180 に含まれる隣接する画像画素を互いに異なる物理画素 168 に対応する画像画素にする物理画素配置となるようにイメージセンサ 160 を移動させる。

10

このような制御の一例として、上記例示では、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 160 を、 $5.5 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で、X 方向に移動させる制御を行う。イメージセンサ 160 の移動前後の物理画素配置は、上述の通り、例えば、超解像化画像 180 で表されるものであり、イメージセンサ 160 の物理画素間に物理画素 1 個分のスペースがあってもなくても、上記物理画素配置は実現される。

【0181】

なお、図 12A 及び図 12B に示す例では、例えば、アドレス (1, 1) の G 物理画素をイメージセンサ 160 の移動前の第 1 物理画素であるとした場合、このアドレス (1, 1) の G 物理画素は、本開示の技術に係る「第 1 物理画素」の一例に相当し、移動前のアドレス (1, 1) の G 物理画素とは異なる第 2 物理画素であるアドレス (6, 1) の B 物理画素は、本開示の技術に係る「第 2 物理画素」の一例に相当する。

20

また、例えば、アドレス (1, 1) の G 画像画素 A は、本開示の技術に係る「移動前の第 1 物理画素に対応する画像画素」の一例であり、アドレス (6, 1) の B 画像画素 A は、本開示の技術に係る「移動前の第 1 物理画素とは異なる第 2 物理画素に対応する画像画素」の一例であり、アドレス (1, 1) の G 画像画素 B は、本開示の技術に係る「移動後の第 1 物理画素に対応する画像画素」の一例である。

【0182】

一例として図 12C に示すように、検出部 96 は、超解像化画像 180 に含まれる複数の画像画素 A 及び複数の画像画素 B のうち、移動前の第 2 物理画素及び移動後の第 1 物理画素にそれぞれ対応する画像画素 A 及び B 間の画素値の相違度を算出する。イメージセンサ 160 が X 方向に移動する場合には、X 方向に互いに隣接する画像画素が選択される。なお、イメージセンサ 160 が Y 方向に移動する場合には、Y 方向に互いに隣接する画像画素が選択される。画像画素 A の画素値は、画像画素 A に対応する物理画素 168 から出力された電気信号の値に比例しており、画像画素 B の画素値は、画像画素 B に対応する物理画素 168 から出力された電気信号の値に比例している。

30

検出部 96 は、算出した相違度に基づいて、複数の物理画素 168 から欠陥物理画素を検出する。欠陥物理画素とは、欠陥している物理画素 168 を指す。一例として、検出部 96 は、欠陥物理画素の検出対象（以下、単に「検出対象」と称する）となる全ての画像画素 A 及び B 間の画素値の相違度を順次算出する。図 12C には、検出対象となる画像画素 A 及び B の一例として、アドレス (6, 1) の B 画像画素 A とアドレス (1, 1) の G 画像画素 B にハイライト表示（円による表示）が付され、このアドレス (6, 1) の B 画像画素 A とアドレス (1, 1) の G 画像画素 B との間の画素値の相違度が算出される様子が示されている。

40

【0183】

検出部 96 による欠陥物理画素の検出手法には、種々の手法を適用することが可能である。例えば、検出部 96 は、次の要領で欠陥物理画素を検出する。

【0184】

すなわち、例えば、検出部 96 は、検出対象となる画像画素 A 及び B 間の画素値の減算

50

値又は除算値を、検出対象となる画像画素 A 及び B 間の画素値の相違度として算出し、算出した相違度が予め設定された閾値を上回る場合に、相違度の算出対象とされた画像画素 A 及び B の各画素値と、その周辺の画像画素 A 及び B の各画素値をそれぞれ取得する。

すなわち、例えば、検出部 96 は、検出対象となる画像画素 A 及び B 間の画素値の減算値又は除算値を、検出対象となる画像画素 A 及び B 間の画素値の相違度として算出し、算出した相違度が予め設定された閾値を上回る場合に、相違度の算出対象とされた画像画素 A 及び B の各画素値と、その周辺の画像画素 A 及び B の各画素値をそれぞれ取得する。

例えば、アドレス (6, 1) の B 画像画素 A とアドレス (1, 1) の G 画像画素 B との間の画素値の相違度が予め設定された閾値を上回る場合、検出部 96 は、アドレス (6, 1) の B 画像画素 A 及びアドレス (1, 1) の G 画像画素 B の画素値を取得し、かつ、その周辺のアドレス (1, 1) の G 画像画素 A、アドレス (2, 1) の B 画像画素 A、アドレス (3, 1) の R 画像画素 A、アドレス (4, 1) の G 画像画素 A、アドレス (5, 1) の R 画像画素 A、アドレス (7, 1) の G 画像画素 A、アドレス (2, 1) の B 画像画素 B、アドレス (3, 1) の R 画像画素 B、アドレス (4, 1) の G 画像画素 B、アドレス (5, 1) の R 画像画素 B、アドレス (6, 1) の R 画像画素 B、及びアドレス (7, 1) の G 画像画素 B の各々の画素値を取得する。

【0185】

そして、検出部 96 は、取得した複数の画素値の並びである画素値パターンが、アドレス (6, 1) の B 画像画素 A 及びこれに対応するアドレス (6, 1) の B 画像画素 B が白キズ又は黒キズとして予め定められた異常画素値パターンと一致する場合には、アドレス (6, 1) の B 画像画素 A 及びアドレス (6, 1) の B 画像画素 B に対応するアドレス (6, 1) の B 物理画素が欠陥物理画素であると検出する。

なお、この場合、検出部 96 は、取得した画素値パターンと、白キズを含む異常画素値パターンとが一致する場合には、アドレス (6, 1) の B 画像画素 A 及びアドレス (6, 1) の B 画像画素 B が白キズであると検出してもよい。また、検出部 96 は、取得した画素値パターンと、黒キズを含む異常画素値パターンとが一致する場合には、アドレス (6, 1) の B 画像画素 A 及びアドレス (6, 1) の B 画像画素 B が黒キズであると検出してもよい。

【0186】

また、検出部 96 は、取得した複数の画素値の並びである画素値パターンと、アドレス (1, 1) の G 画像画素 B 及びこれに対応するアドレス (1, 1) の G 画像画素 A が白キズ又は黒キズとして予め定められた異常画素値パターンとが一致する場合に、アドレス (1, 1) の G 画像画素 B 及びアドレス (1, 1) の G 画像画素 A に対応するアドレス (1, 1) の G 物理画素が欠陥物理画素であると検出する。

なお、この場合、検出部 96 は、取得した画素値パターンと、白キズを含む異常画素値パターンとが一致する場合に、アドレス (1, 1) の画像画素 B 及びアドレス (1, 1) の画像画素 A が白キズであると検出してもよい。また、検出部 96 は、取得した画素値パターンと、黒キズを含む異常画素値パターンとが一致する場合に、アドレス (1, 1) の画像画素 B 及びアドレス (1, 1) の画像画素 A が黒キズであると検出してもよい。

【0187】

補正部 98 は、検出部 96 によって検出された欠陥物理画素に対応する画像画素の画素値を、この画像画素に隣接する画像画素の画素値に基づいて補正する。画素値を補正する手法には、種々の手法を適用することが可能である。例えば、補正部 98 は、次の要領で画素値を補正する。

【0188】

すなわち、補正部 98 は、検出部 96 によって検出された欠陥物理画素に対応する第 1 画像画素の画素値を、この第 1 画像画素に隣接する第 2 画像画素の画素値の平均値又は中央値とすることにより補正する。例えば、アドレス (6, 1) の B 物理画素が欠陥物理画素であると検出された場合、補正部 98 は、アドレス (6, 1) の B 画像画素 A を、このアドレス (6, 1) の B 画像画素 A に隣接する画像画素 A 及び B の画素値の平均値又は中

10

20

30

40

50

中央値とすることにより補正し、アドレス(6, 1)のB画像画素Bを、このアドレス(6, 1)のB画像画素Bに隣接する画像画素A及びBの画素値の平均値又は中央値とすることにより補正する。また、例えば、アドレス(1, 1)のG物理画素が欠陥物理画素であると検出された場合、補正部98は、アドレス(1, 1)のG画像画素Bを、このアドレス(1, 1)のG画像画素Bに隣接する画像画素A及びBの画素値の平均値又は中央値とすることにより補正し、アドレス(1, 1)のG画像画素Aを、このアドレス(1, 1)のG画像画素Aに隣接する画像画素A及びBの画素値の平均値又は中央値とすることにより補正する。このように、欠陥物理画素に対応する画像画素の画素値が補正されることにより、補正済みの超解像化画像180が得られる。例えば、欠陥物理画素に対応する画像画素が白キズ又は黒キズである場合には、この白キズ又は黒キズが目立たないように補正された超解像化画像180が得られる。

10

【0189】

なお、本例示において、アドレス(6, 1)のB物理画素が欠陥物理画素であると検出された場合、アドレス(6, 1)のB画像画素A及びアドレス(6, 1)のB画像画素Bは、本開示の技術に係る「欠陥物理画素に対応する第1画像画素」の一例に相当し、アドレス(6, 1)のB画像画素A及びアドレス(6, 1)のB画像画素Bのそれぞれに隣接する画像画素A及びBは、本開示の技術に係る「第1画像画素に隣接する第2画像画素」の一例に相当する。また、アドレス(1, 1)のG物理画素が欠陥物理画素であると検出された場合、アドレス(1, 1)のG画像画素B及びアドレス(1, 1)のG画像画素Aは、本開示の技術に係る「欠陥物理画素に対応する第1画像画素」の一例に相当し、アドレス(1, 1)のG画像画素Bに隣接する画像画素A、及びアドレス(1, 1)のG画像画素Aに隣接する画像画素Bは、本開示の技術に係る「第1画像画素に隣接する第2画像画素」の一例に相当する。

20

【0190】

出力部100は、補正済みの超解像化画像180をディスプレイ26に出力する処理を行う。これにより、欠陥物理画素に対応する画像画素の画素値が補正された状態で超解像化画像180がディスプレイ26に表示される。例えば、欠陥物理画素に対応する画像画素が白キズ又は黒キズである場合には、この白キズ又は黒キズが目立たないように補正された超解像化画像180がディスプレイ26に表示される。

【0191】

なお、第3実施形態に係る撮像装置10の作用(撮像装置10の動作)については、第1実施形態と同様である。

30

【0192】

以上説明したように、第3実施形態に係る撮像装置10では、複数の物理画素168を有するイメージセンサ160の移動前後の物理画素配置において、移動前の任意の第1物理画素とは異なる第2物理画素が隣接する箇所に移動後の任意の第1物理画素168が位置する箇所へイメージセンサ160を移動させる制御が行われる。また、撮像制御部90によって光電変換素子ドライバ68を介してイメージセンサ160が制御されることにより、移動前後にイメージセンサ160によって撮像が行われる。そして、イメージセンサ160によって撮像されることにより得られた画像170A及び170Bの各々に含まれる複数の画像画素A及び複数の画像画素Bのうち、移動前の第2物理画素に対応する画像画素Aと移動後の第1物理画素に対応する画像画素Bとの間の画素値の相違度に基づいて、複数の物理画素168から欠陥物理画素が検出される。したがって、イメージセンサ160の移動前後で撮像されることにより得られた画像170A及び170Bに基づいて、複数の物理画素168から欠陥物理画素を検出できる。

40

【0193】

また、第3実施形態に係る撮像装置10では、イメージセンサ160により撮像されることにより得られた画像170A及び170Bを画像メモリ62に記憶させる処理が行われる。そして、画像メモリ62に記憶された画像170A及び170Bの各々に含まれる複数の画像画素A及び複数の画像画素Bのうち上述の画像画素A及びB間の画素値の相違

50

度に基づいて、複数の物理画素 168 から欠陥物理画素が検出される。したがって、画像メモリ 62 に記憶された画像 170A 及び 170B に基づいて、複数の物理画素 168 から欠陥物理画素を検出できる。

【0194】

また、第3実施形態に係る撮像装置 10 では、欠陥物理画素に対応する第1画像画素の画素値が、この第1画像画素に隣接する第2画像画素の画素値に基づいて補正される。したがって、欠陥物理画素に対応する画像画素の欠陥を是正できる。

【0195】

また、第3実施形態に係る撮像装置 10 では、一例として、イメージセンサ 160 は、複数の物理画素 168 に異なる色のカラーフィルタが周期性を有する基底配列で割り当てられたカラータイプのイメージセンサ 160 である。したがって、カラータイプのイメージセンサ 160 に含まれる複数の物理画素 168 から欠陥物理画素を検出できる。

10

【0196】

また、第3実施形態に係る撮像装置 10 では、一例として、複数の物理画素 168 間のピッチを p としたときに、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 160 を、 $5.5 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で X 方向に移動させる制御を行う。したがって、X-Trans (登録商標) 型配列を有するカラータイプのイメージセンサ 160 の移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素とは異なる第2物理画素が隣接する箇所に移動後の第1物理画素を位置させることができる。

【0197】

また、第3実施形態に係る撮像装置 10 は、欠陥物理画素を検出するコントローラ 60 と、イメージセンサ 160 と、イメージセンサ 160 を移動させる振れ補正機構 46 と、を備える。したがって、撮像装置 10 の中で、イメージセンサ 160 による撮像、イメージセンサ 160 の移動、及び欠陥物理画素の検出を連続して行うことができる。

20

【0198】

なお、上記第3実施形態において、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 160 を X 方向に移動させるが、Y 方向に移動させてもよい。また、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 160 を X 方向及び Y 方向に移動させてもよい。また、イメージセンサ 160 が Y 方向に移動する場合、又は、イメージセンサ 160 が X 方向及び Y 方向に移動する場合においても、上記第3実施形態と同様の手法により、複数の物理画素 168 から欠陥物理画素が検出される処理、及び、欠陥物理画素に対応する第1画像画素の画素値が、この第1画像画素に隣接する第2画像画素の画素値に基づいて補正される処理が実行されてもよい。

30

【0199】

また、上記第3実施形態において、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 160 を $5.5 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で移動させるが、複数の物理画素 168 間のピッチを 1 としたときに、撮像制御部 90 は、上記超解像化画像 180 が得られる条件下で、イメージセンサ 160 を 1 より大きい小数である移動量で X 方向又は Y 方向に移動させてもよい。この構成によっても、イメージセンサ 160 の移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素とは異なる第2物理画素が隣接する箇所に移動後の第1物理画素を位置させることができる。

40

【0200】

また、上記第3実施形態において、自然数を n とし、純小数を d としたときに、撮像制御部 90 は、上記超解像化画像 180 が得られる条件下で、イメージセンサ 160 を、 $(n + d) \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で、X 方向又は Y 方向に移動させてもよい。この構成によっても、イメージセンサ 160 の移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素とは異なる第2物理画素が隣接する箇所に移動後の第1物理画素を位置させることができる。

【0201】

また、上記第3実施形態において、自然数を n とし、基底配列の1周期あたりの物理画素数を T としたときに、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 160 を、 $\{(T - 1) + 0 .$

50

5} × n × p [μm]の移動量で、X方向又はY方向に移動させてもよい。この構成によっても、イメージセンサ160の移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素とは異なる第2物理画素が隣接する箇所に移動後の第1物理画素を位置させることができる。

【0202】

なお、撮像制御部90がイメージセンサ160を5.5 × p [μm]の移動量で移動させると、例えば、5.5 × pより大きい小数である移動量又は5.5 × pより小さく5.0 × pより大きい小数である移動量でイメージセンサ160を移動させる場合に比して、解像度の高い超解像化画像180を得ることができる。

【0203】

また、上記第3実施形態において、出力部100は、欠陥物理画素の位置に対応する位置情報を出力してもよい。この位置情報は、例えば、物理画素168のアドレスに対応する情報である。この構成によれば、出力された欠陥物理画素の位置に対応する位置情報に基づいて、欠陥物理画素の位置を特定することができる。

10

【0204】

また、上記第3実施形態において、検出部96は、複数の画像画素のうち画素値が予め定められた範囲を外れる規定外画像画素を抽出し、この規定外画像画素の画素値と、この規定外画像画素に隣接する画像画素の画素値との相違度に基づいて、欠陥物理画素を検出してよい。この構成によれば、全ての移動前の第2物理画素及び移動後の第1物理画素にそれぞれ対応する画像画素間の画素値の相違度を算出する場合に比して、相違度の算出回数を減らすことができる。

20

【0205】

また、上記第3実施形態において、検出部96は、超解像化画像180が生成される過程で複数の物理画素168から欠陥物理画素を検出するが、本開示の技術はこれに限定されない。例えば、超解像化画像180が生成される過程とは別の処理において、検出部96は、上記と同様の手法により、移動前後にイメージセンサ160により撮像されることにより得られた画像170A及び170Bに基づいて複数の物理画素168から欠陥物理画素を検出してよい。

【0206】

なお、図18には、第3実施形態に対する比較例によって得られた超解像化画像480が示されている。この超解像化画像480は、イメージセンサ160(図12A参照)を、5.5 × p [μm]で移動させる代わりに、0.5 × p [μm]の移動量で移動させることにより得られた画像である。この場合には、イメージセンサ160の移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素が隣接する箇所に移動後の第1物理画素が位置する。したがって、超解像化画像480において隣接する画像画素間の画素値が同じであるので、複数の物理画素から欠陥物理画素を検出することができない。

30

【0207】

[第4実施形態]

次に、第4実施形態について説明する。第4実施形態では、第2実施形態に対し、撮像装置10の構成が次のように変更されている。なお、第4実施形態において、第2実施形態と同様の要素及び部材等については第2実施形態と同一の符号を付して、詳細な説明を省略する。また、第4実施形態に係る撮像装置10の全体的構成については、図1～図5、及び図9を参照することとする。

40

【0208】

第4実施形態では、カラータイプのイメージセンサ130の一例として、複数の物理画素に異なる色のカラーフィルタがベイア配列で割り当てられたイメージセンサ130(図9参照)が用いられている。

【0209】

第4実施形態に係る撮像制御部90、記憶処理部92、生成部94、検出部96、及び出力部100(図6参照)は、次のように構成されている。

【0210】

50

一例として図13A～図13Cに示すように、撮像制御部90は、後述する複数の単色超解像化画像200R、200G、200B（図13B参照）が得られるように、イメージセンサ130を移動させる制御、及び移動前後にイメージセンサ130を撮像させる制御を行う。図13A及び図13Bにおいて、「R」は赤色のカラーフィルタが割り当てられた物理画素及びこれに対応する赤色の画像画素を表し、「G」は緑色のカラーフィルタが割り当てられた物理画素及びこれに対応する緑色の画像画素を表し、「B」は青色のカラーフィルタが割り当てられた物理画素及びこれに対応する青色の画像画素を表している。

【0211】

一例として図13Aに示されるように、撮像制御部90は、移動前のイメージセンサ130に対して撮像を行わせる制御を行う。これにより、複数のカラーフィルタの配列に対応する画像1-1が得られる。次いで、撮像制御部90は、 $1.0 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で、イメージセンサ130を+X方向に移動させる制御を行い、移動後のイメージセンサ130に対して撮像を行わせる制御を行う。これにより、画像1-2が得られる。次いで、撮像制御部90は、 $1.0 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で、イメージセンサ130を-Y方向に移動させる制御を行い、移動後のイメージセンサ130に対して撮像を行わせる制御を行う。これにより、画像1-3が得られる。次いで、撮像制御部90は、 $1.0 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で、イメージセンサ130を-X方向に移動させる制御を行い、移動後のイメージセンサ130に対して撮像を行わせる制御を行う。これにより、画像1-4が得られる。図13Aでは、画像1-1～1-4の一部、すなわち、イメージセンサ130の移動前後にそれぞれ得られた $4 \times 4 = 16$ 個の画像画素分の画像がそれぞれ示されている。

【0212】

このようにして得られた画像1-1～1-4は、イメージセンサ130の移動前後の物理画素配置を表している。撮像制御部90は、上述の通り、イメージセンサ130を、 $1.0 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で、X方向又はY方向に移動させる制御を行う。これにより、例えば、画像1-1～1-4において、移動前の任意の物理画素を移動前の第3物理画素とし、この移動前の第3物理画素と同じ色のカラーフィルタが割り当てられた移動前の物理画素を第4物理画素とした場合、移動後の第3物理画素は、移動前の第4物理画素と重なる。例えば、図13Aに示す例では、画像1-1が得られた位置での緑色の物理画素は、画像1-3が得られた位置では別の緑色の物理画素と重なる。同様に、図13Aに示す例では、画像1-2が得られた位置での緑色の物理画素は、画像1-4が得られた位置では別の緑色の物理画素と重なる。

【0213】

このように、撮像制御部90は、画像1-1～1-4が得られるように、イメージセンサ130の移動前後の物理画素配置において、移動前の第3物理画素と同じ色のカラーフィルタが割り当てられた第4物理画素と重なる位置に移動後の第3物理画素が位置する箇所へイメージセンサ130を移動させる制御を行う。

【0214】

図13Aに示す例では、画像1-1が得られた位置での緑色の物理画素をイメージセンサ130の移動前の任意の物理画素であるとした場合、この緑色の物理画素は、本開示の技術に係る「第3物理画素」の一例に相当し、画像1-3が得られた位置での別の緑色の物理画素は、本開示の技術に係る「第4物理画素」の一例に相当する。また、図13Bに示す例では、画像1-2が得られた位置での緑色の物理画素をイメージセンサ130の移動前の任意の物理画素であるとした場合、この緑色の物理画素は、本開示の技術に係る「第3物理画素」の一例に相当し、画像1-4が得られた位置での別の緑色の物理画素は、本開示の技術に係る「第4物理画素」の一例に相当する。

【0215】

また、例えば、イメージセンサ130が、異なる色のカラーフィルタがベイア配列で割り当てられたカラータイプのイメージセンサであることに対応して、撮像制御部90は、次のように、イメージセンサ130を移動させる制御を行う。すなわち、複数の物理画素間のピッチを $p [\mu\text{m}]$ 、2以上の自然数を m とし、純小数を d としたときに、撮像制御

部 90 は、イメージセンサ 130 の Y 方向の位置を固定したまま、イメージセンサ 130 を、 $(m + d) \times p [\mu m]$ の移動量で、+ X 方向に移動させる制御を行う。一例として、 $m = 2$ 、 $d = 0.5$ とした場合には、移動量は、 $2.5 \times p$ で規定されていることになる。一例として、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 130 を、 $2.5 \times p [\mu m]$ の移動量で + X 方向に移動させる制御を行う。そして、撮像制御部 90 は、移動後のイメージセンサ 130 に対して撮像を行わせる制御を行う。これにより、画像 2 - 1 が得られる。また、撮像制御部 90 は、上述の画像 1 - 2 ~ 1 - 4 が得られたときと同様の要領で、イメージセンサ 130 を移動させる制御及び移動後のイメージセンサ 130 に対して撮像を行わせる制御を行う。これにより、画像 2 - 2 ~ 2 - 4 が得られる。

【0216】

同様に、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 130 の X 方向の位置を固定したまま、イメージセンサ 130 を、 $2.5 \times p [\mu m]$ の移動量で - Y 方向に移動させる制御を行う。そして、撮像制御部 90 は、移動後のイメージセンサ 130 に対して撮像を行わせる制御を行う。これにより、画像 3 - 1 が得られる。また、撮像制御部 90 は、上述の画像 1 - 2 ~ 1 - 4 が得られたときと同様の要領で、イメージセンサ 130 を移動させる制御及び移動後のイメージセンサ 130 に対して撮像を行わせる制御を行う。これにより、画像 3 - 2 ~ 3 - 4 が得られる。

【0217】

同様に、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 130 の Y 方向の位置を固定したまま、イメージセンサ 130 を、 $2.5 \times p [\mu m]$ の移動量で - X 方向に移動させる制御を行う。そして、撮像制御部 90 は、移動後のイメージセンサ 130 に対して撮像を行わせる制御を行う。これにより、画像 4 - 1 が得られる。また、撮像制御部 90 は、上述の画像 1 - 2 ~ 1 - 4 が得られたときと同様の要領で、イメージセンサ 130 を移動させる制御及び移動後のイメージセンサ 130 に対して撮像を行わせる制御を行う。これにより、画像 4 - 2 ~ 4 - 4 が得られる。

【0218】

記憶処理部 92 は、イメージセンサ 130 によって撮像されることにより得られた複数の画像 1 - 1 ~ 4 - 4 を画像メモリ 62 に記憶させる処理を行う。

【0219】

一例として図 13A に示すように、生成部 94 は、複数の画像 1 - 1 ~ 4 - 4 に基づいて、カラーフィルタの各色について複数の単色画像 R - 1 ~ B - 4 を生成する。単色画像 R - 1 は、画像 1 - 1 ~ 1 - 4 のうちの赤色の画素に基づいて生成された赤色の画像であり、単色画像 R - 2 は、画像 2 - 1 ~ 2 - 4 のうちの赤色の画素に基づいて生成された赤色の画像であり、単色画像 R - 3 は、画像 3 - 1 ~ 3 - 4 のうちの赤色の画素に基づいて生成された赤色の画像であり、単色画像 R - 4 は、画像 4 - 1 ~ 4 - 4 のうちの赤色の画素に基づいて生成された赤色の画像である。

【0220】

同様に、単色画像 G - 1 は、画像 1 - 1 ~ 1 - 4 のうちの緑色の画素に基づいて生成された緑色の画像であり、単色画像 G - 2 は、画像 2 - 1 ~ 2 - 4 のうちの緑色の画素に基づいて生成された緑色の画像であり、単色画像 G - 3 は、画像 3 - 1 ~ 3 - 4 のうちの緑色の画素に基づいて生成された緑色の画像であり、単色画像 G - 4 は、画像 4 - 1 ~ 4 - 4 のうちの緑色の画素に基づいて生成された緑色の画像である。

【0221】

同様に、単色画像 B - 1 は、画像 1 - 1 ~ 1 - 4 のうちの青色の画素に基づいて生成された青色の画像であり、単色画像 B - 2 は、画像 2 - 1 ~ 2 - 4 のうちの青色の画素に基づいて生成された青色の画像であり、単色画像 B - 3 は、画像 3 - 1 ~ 3 - 4 のうちの青色の画素に基づいて生成された青色の画像であり、単色画像 B - 4 は、画像 4 - 1 ~ 4 - 4 のうちの青色の画素に基づいて生成された青色の画像である。

【0222】

複数の画像 1 - 1 ~ 4 - 4 に基づいた単色画像 R - 1 ~ B - 4 の生成は、例えば、次の

10

20

30

40

50

要領で実現される。すなわち、カラーフィルタの各色について、イメージセンサ130の移動前後にそれぞれ得られた複数の画像画素についてイメージセンサ130の移動前後の絶対位置に基づいて並び順が決定される。絶対位置は、画像画素Aの中心と画像画素Bの中心とを基準にした位置である。次いで、イメージセンサ130の移動前後に得られた複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素が上記並び順に基づいて配列される。例えば、イメージセンサ130の移動前後で重なる画像画素の画素値は、この重なる画像画素の平均値又は中央値が採用される。これにより、単色画像R-1~B-4が得られる。図13Aでは、単色画像R-1~B-4の一部、すなわち、 $4 \times 4 = 16$ 個の画像画素分の画像がそれぞれ示されている。

【0223】

一例として図13Bに示すように、生成部94は、イメージセンサ40によって撮像されることにより得られた複数の単色画像R-1~B-4を超解像化することにより、カラーフィルタの各色について複数の単色超解像化画像200R、200G、200Bを生成する。単色超解像化画像200Rは、単色画像R-1~4に基づいて生成された赤色の超解像化画像であり、単色超解像化画像200Gは、単色画像G-1~4に基づいて生成された緑色の超解像化画像であり、単色超解像化画像200Bは、単色画像B-1~4に基づいて生成された青色の超解像化画像である。

【0224】

複数の単色画像R-1~B-4に基づいた単色超解像化画像200R、200G、200Bの超解像化は、例えば、次の要領で実現される。すなわち、カラーフィルタの各色について、イメージセンサ130の移動前後にそれぞれ得られた複数の画像画素についてイメージセンサ130の移動前後の絶対位置に基づいて並び順が決定される。絶対位置は、画像画素の中心と画像画素の中心とを基準にした位置である。次いで、イメージセンサ130の移動前後に得られた複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素が上記並び順に基づいて配列される。これにより、単色超解像化画像200R、200G、200Bが得られる。図13Bでは、単色超解像化画像200R、200G、200Bの一部、すなわち、 $8 \times 8 = 64$ 個の画像画素分の画像がそれぞれ示されている。

【0225】

一例として図13Cには、青色の単色超解像化画像200Bが示されている。図13Cでは、青色の単色超解像化画像200Bの一部、すなわち、イメージセンサ130の移動前後にそれぞれ得られた $13 \times 12 = 156$ 個の画像画素分の画像がそれぞれ示されている。また、図13には、複数の画像画素のX方向のアドレス及びY方向のアドレスが示されている。X方向のアドレスx及びY方向のアドレスyは、1以上の任意の自然数を表している。

【0226】

上記例示のように、撮像制御部90は、イメージセンサ130を $1.0 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で+X方向に移動させ、次いで、イメージセンサ130を $1.0 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で-Y方向に移動させ、次いで、イメージセンサ130を $1.0 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で-X方向に移動させ、次いで、イメージセンサ130を $2.5 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量でX方向又はY方向に移動させる制御を繰り返し行う。これにより、青色の単色超解像化画像200Bにおいて表されるように、移動前の任意の物理画素に対応する画像画素を第1画像画素とし、この第1画像画素と同じ色のカラーフィルタが割り当てられた別の画像画素を第2画像画素とし、移動後の前述の任意の物理画素に対応する画像画素を第1画像画素とした場合、第1画像画素は、第2画像画素に隣接する。

図13Cに示す例では、例えば、アドレス(x, y)の画像画素を第1画像画素とし、アドレス(x+1, y)の画像画素を第2画像画素とし、アドレス(x, y)の画像画素を第1画像画素とした場合に、第1画像画素であるアドレス(x, y)の画像画素は、第2画像画素であるアドレス(x+1, y)の画像画素に隣接する。

【0227】

複数の画像画素の各々は、イメージセンサ130の移動前後の複数の物理画素の各々の

10

20

30

40

50

位置に対応する。よって、単色超解像化画像 200B は、イメージセンサ 130 の移動前後の物理画素配置を表している。例えば、上述の第 1 画像画素に対応する物理画素を第 1 物理画素とし、第 2 画像画素に対応する物理画素を第 2 物理画素とした場合に、撮像制御部 90 は、超解像化画像 120 で表されるイメージセンサ 130 の移動前後の物理画素配置において、移動前の第 1 物理画素とは異なる第 2 物理画素が隣接する箇所に移動後の第 1 物理画素が位置する箇所へイメージセンサ 130 を移動させる制御を行う。換言すると、撮像制御部 90 は、単色超解像化画像 200B で表されるイメージセンサ 130 の移動前後の物理画素配置が、単色超解像化画像 200B に含まれる隣接する画像画素を互いに異なる物理画素に対応する画像画素にする物理画素配置となるようにイメージセンサ 130 を移動させる。

10

このような制御の一例として、上記例示では、撮像制御部 90 は、イメージセンサ 130 を $1.0 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で +X 方向に移動させ、次いで、イメージセンサ 130 を $1.0 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で -Y 方向に移動させ、次いで、イメージセンサ 130 を $1.0 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で -X 方向に移動させ、次いで、イメージセンサ 130 を $2.5 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で X 方向又は Y 方向に移動させる制御を繰り返し行う。イメージセンサ 130 の移動前後の物理画素配置は、上述の通り、例えば、超解像化画像 120 で表されるものであり、イメージセンサ 130 の物理画素間に物理画素 1 個分のスペースがあってもなくても、上記物理画素配置は実現される。

【0228】

なお、図 13C に示す例では、例えば、アドレス (x, y) の物理画素をイメージセンサ 130 の移動前の第 1 物理画素であるとした場合、このアドレス (x, y) の物理画素は、本開示の技術に係る「第 1 物理画素」の一例に相当し、移動前のアドレス (x, y) の物理画素とは異なる第 2 物理画素であるアドレス $(x + 1, y)$ の物理画素は、本開示の技術に係る「第 2 物理画素」の一例に相当する。また、例えば、移動前のアドレス (x, y) の画像画素は、本開示の技術に係る「移動前の第 1 物理画素に対応する画像画素」の一例であり、アドレス $(x + 1, y)$ の画像画素は、本開示の技術に係る「移動前の第 1 物理画素とは異なる第 2 物理画素に対応する画像画素」の一例であり、移動後のアドレス $(1, 1)$ の画像画素は、本開示の技術に係る「移動後の第 1 物理画素に対応する画像画素」の一例である。

20

【0229】

一例として図 13C に示すように、検出部 96 は、単色超解像化画像 200B に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の第 2 物理画素及び移動後の第 1 物理画素にそれぞれ対応する同じ色の画像画素間の画素値の相違度を算出する。一例として、検出部 96 は、対象となる全ての画像画素間の画素値の相違度を順次算出する。図 13C には、対象となる画像画素の一例として、アドレス (x, y) の画像画素とアドレス $(x + 1, y)$ の画像画素にハイライト表示（円による表示）が付され、このアドレス (x, y) の画像画素とアドレス $(x + 1, y)$ の画像画素との間の画素値の相違度が算出される様子が示されている。

30

【0230】

また、検出部 96 は、算出した相違度に基づいて、複数の物理画素から欠陥物理画素を検出する。欠陥物理画素を検出する手法には、種々の手法を適用することが可能である。例えば、検出部 96 は、上述の第 2 実施形態で説明したように、相違度を算出した画像画素及びその周辺の画像画素の画素値のパターンと予め定められた異常画素値パターンとを比較するパターンマッチングの手法を用いて欠陥物理画素を検出する。

40

【0231】

また、検出部 96 は、単色超解像化画像 200B と同様に、赤色の単色超解像化画像 200R 及び緑色の単色超解像化画像 200G についても欠陥物理画素を検出する。

【0232】

なお、上述の通り、単色画像 R - 1 ~ B - 4 が生成される過程では、移動前の任意の物理画素を移動前の第 3 物理画素とし、この移動前の第 3 物理画素と同じ色のカラーフィル

50

タが割り当てられた移動前の物理画素を第4物理画素とした場合に、移動後の第3物理画素は移動前の第4物理画素に重なる。検出部96は、図13Aに示すように単色画像R-1~B-4が生成される過程で、移動後の第3物理画素が移動前の第4物理画素に重なることを利用して欠陥物理画素を検出してもよい。すなわち、検出部96は、複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の第4物理画素及び移動後の第3物理画素にそれぞれ対応する同じ色の画像画素間の画素値の相違度に基づいて、複数の物理画素から欠陥物理画素を検出してもよい。また、一例として、検出部96は、対象となる全ての画像画素間の画素値の相違度を順次算出してもよい。そして、検出部96は、算出した相違度に基づいて、複数の物理画素から欠陥物理画素を検出してもよい。また、複数の単色超解像化画像200B、200R、200Gのうち何れか1つ又は2つについてのみ欠陥物理画素の検出をしてもよい。

10

【0233】

補正部98は、検出部96によって検出された欠陥物理画素に対応する画像画素の画素値を、この画像画素に隣接する画像画素の画素値に基づいて補正する。画素値を補正する手法には、種々の手法を適用することが可能である。例えば、補正部98は、上述の第2実施形態で説明したように、検出部96によって検出された欠陥物理画素に対応する画像画素の画素値を、この画像画素に隣接する画像画素の画素値の平均値又は中央値とすることにより補正する。

【0234】

なお、本例示において、アドレス(x, y)の物理画素が欠陥物理画素であると検出された場合、アドレス(x, y)の画像画素は、本開示の技術に係る「欠陥物理画素に対応する第1画像画素」の一例に相当し、アドレス(x, y)の画像画素に隣接する画像画素は、本開示の技術に係る「第1画像画素に隣接する第2画像画素」の一例に相当する。

20

【0235】

また、検出部96は、単色超解像化画像200Bと同様に、赤色の単色超解像化画像200R及び緑色の単色超解像化画像200Gについても欠陥物理画素に対応する画像画素の画素値を、この画像画素に隣接する画像画素の画素値に基づいて補正する。

【0236】

出力部100は、補正済みの複数の単色超解像化画像200R、200G、200Bを合成し、この合成した合成画像をディスプレイ26に出力する処理を行う。これにより、欠陥物理画素に対応する画像画素の画素値が補正された状態で補正済みの複数の単色超解像化画像200R、200G、200Bが合成された合成画像がディスプレイ26に表示される。例えば、欠陥物理画素に対応する画像画素が白キズ又は黒キズである場合には、この白キズ又は黒キズが目立たないように補正された合成画像がディスプレイ26に表示される。

30

【0237】

なお、第4実施形態に係る撮像装置10の作用(撮像装置10の動作)については、第1実施形態と同様である。

【0238】

以上説明したように、第4実施形態に係る撮像装置10では、複数の物理画素を有するイメージセンサ130の移動前後の物理画素配置において、移動前の任意の第1物理画素とは異なる第2物理画素が隣接する箇所に移動後の任意の第1物理画素が位置する箇所へイメージセンサ130を移動させる制御が行われる。また、移動前後にイメージセンサ130を撮像させる制御が行われる。そして、イメージセンサ130によって撮像されることにより得られた複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の第2物理画素及び移動後の第1物理画素にそれぞれ対応する画像画素間の画素値の相違度に基づいて、複数の物理画素から欠陥物理画素が検出される。したがって、移動前後にイメージセンサ130によって撮像されることにより得られた複数の画像に基づいて、複数の物理画素から欠陥物理画素を検出できる。

40

【0239】

50

また、第4実施形態に係る撮像装置10では、イメージセンサ130の移動前後の物理画素配置において、移動前の任意の第1物理画素と同じ色のカラーフィルタが割り当てられた第2物理画素が隣接する箇所に移動後の第1物理画素が位置する箇所へイメージセンサ130を移動させる制御が行われる。また、移動前後にイメージセンサ130を撮像させる制御が行われる。そして、イメージセンサ130によって撮像されることにより得られた複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の第2物理画素及び移動後の第1物理画素にそれぞれ対応する同じ色の画像画素間の画素値の相違度に基づいて、複数の物理画素から欠陥物理画素が検出される。したがって、例えば、異なる色の画像画素間の画素値の相違度に基づいて、複数の物理画素から欠陥物理画素を検出する場合に比して、欠陥物理画素の検出精度を高めることができる。

10

【0240】

また、第4実施形態に係る撮像装置10では、例えば、イメージセンサ130の移動前後の物理画素配置において、移動前の第3物理画素と同じ色のカラーフィルタが割り当てられた第4物理画素と重なる位置に移動後の第3物理画素が位置する箇所へイメージセンサ130を移動させる制御が行われる。また、移動前後にイメージセンサ130を撮像させる制御が行われる。そして、イメージセンサ130によって撮像されることにより得られた複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の第4物理画素及び移動後の第3物理画素にそれぞれ対応する同じ色の画像画素間の画素値の相違度に基づいて、複数の物理画素から欠陥物理画素が検出される。したがって、イメージセンサ130によって撮像されることにより得られた複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の第2物理画素及び移動後の第1物理画素にそれぞれ対応する同じ色の画像画素間の画素値の相違度に基づいてのみ、複数の物理画素から欠陥物理画素が検出される場合に比して、欠陥物理画素の検出精度を高めることができる。

20

【0241】

また、第4実施形態に係る撮像装置10では、イメージセンサ130により撮像されることにより得られた複数の画像を画像メモリ62に記憶させる処理が行われる。そして、画像メモリ62に記憶された複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち上述の画像画素間の画素値の相違度に基づいて、複数の物理画素から欠陥物理画素が検出される。したがって、画像メモリ62に記憶された複数の画像に基づいて、複数の物理画素から欠陥物理画素を検出できる。

30

【0242】

また、第4実施形態に係る撮像装置10では、欠陥物理画素に対応する第1画像画素の画素値が、この第1画像画素に隣接する第2画像画素の画素値に基づいて補正される。したがって、欠陥物理画素に対応する画像画素の欠陥を是正できる。

【0243】

また、第4実施形態に係る撮像装置10では、複数の画像が超解像化され、カラーフィルタの各色について複数の単色超解像化画像200R、200G、200Bが生成され、複数の単色超解像化画像200R、200G、200Bが合成される。したがって、超解像化されていない画像が出力される場合に比して、解像度の高い画像をディスプレイ26に表示させることができる。

40

【0244】

また、撮像装置10は、欠陥物理画素を検出するコントローラ60と、イメージセンサ130と、イメージセンサ130を移動させる振れ補正機構46と、を備える。したがって、撮像装置10の中で、イメージセンサ130による撮像、イメージセンサ130の移動、及び欠陥物理画素の検出を連続して行うことができる。

【0245】

なお、上記第4実施形態において、撮像制御部90は、イメージセンサ130を $1.0 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で+X方向に移動させ、次いで、イメージセンサ130を $1.0 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で-Y方向に移動させ、次いで、イメージセンサ130を $1.0 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で-X方向に移動させ、次いで、イメージセンサ130を $2.5 \times p [\mu\text{m}]$ の

50

移動量でX方向又はY方向に移動させる制御を繰り返し行うが、イメージセンサ130を移動させる順序及び方向は上記以外でもよい。

【0246】

また、上記第4実施形態において、撮像制御部90は、イメージセンサ130を $2.5 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で移動させるが、複数の物理画素間のピッチを1としたときに、撮像制御部90は、上記単色超解像化画像200R、200G、200Bが得られる条件下で、イメージセンサ130を1より大きい小数である移動量でX方向又はY方向に移動させてもよい。この構成によっても、イメージセンサ130の移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素とは異なる第2物理画素が隣接する箇所に移動後の第1物理画素を位置させることができる。

10

【0247】

また、上記第4実施形態において、自然数を n とし、純小数を d としたときに、撮像制御部90は、上記単色超解像化画像200R、200G、200Bが得られる条件下で、イメージセンサ130を、 $(n+d) \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で、X方向又はY方向に移動させてもよい。この構成によっても、イメージセンサ130の移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素とは異なる第2物理画素が隣接する箇所に移動後の第1物理画素を位置させることができる。

【0248】

また、上記第4実施形態において、 m を2以上の自然数とし、純小数を d としたときに、撮像制御部90は、上記超解像化画像120が得られる条件下で、イメージセンサ130を、 $(m+d) \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で、X方向又はY方向に移動させてもよい。この構成によっても、イメージセンサ130の移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素とは異なる第2物理画素が隣接する箇所に移動後の第1物理画素を位置させることができる。

20

【0249】

なお、撮像制御部90がイメージセンサ130を $2.5 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で移動させると、例えば、 $2.5 \times p$ より大きい小数である移動量又は $2.5 \times p$ より小さく $2.0 \times p$ より大きい小数である移動量でイメージセンサ130を移動させる場合に比して、解像度の高い超解像化画像120を得ることができる。

【0250】

また、上記第4実施形態において、出力部100は、欠陥物理画素の位置に対応する位置情報を出力してもよい。この位置情報は、例えば、物理画素のアドレスに対応する情報である。この構成によれば、出力された欠陥物理画素の位置に対応する位置情報に基づいて、欠陥物理画素の位置を特定することができる。

30

【0251】

また、上記第4実施形態において、検出部96は、複数の画像画素のうち画素値が予め定められた範囲を外れる規定外画像画素を抽出し、この規定外画像画素の画素値と、この規定外画像画素に隣接する画像画素の画素値との相違度に基づいて、欠陥物理画素を検出してよい。この構成によれば、全ての移動前の第2物理画素及び移動後の第1物理画素にそれぞれ対応する画像画素間の画素値の相違度を算出する場合に比して、相違度の算出回数を減らすことができる。

40

【0252】

また、上記第4実施形態においては、検出部96は、単色超解像化画像200R、200G、200Bが生成される過程で複数の物理画素から欠陥物理画素を検出している。しかし、単色超解像化画像200R、200G、200Bが生成される過程とは別の処理において、上記と同様の手法により、移動前後にイメージセンサ130によって撮像されることにより得られた複数の画像に基づいて複数の物理画素から欠陥物理画素を検出してよい。

【0253】

また、上記第4実施形態では、カラータイプのイメージセンサ130の一例として、ベ

50

イヤ配列を有するカラータイプのイメージセンサが用いられている。しかし、例えば、ストライプ配列、デルタ配列、ベイヤ配列、及び X - T r a n s (登録商標)型配列等のその他の配列を有するカラータイプのイメージセンサが用いられてもよい。このようなその他の配列を有するカラータイプのイメージセンサが用いられた場合にも、上記と同様の手法により、移動前後にイメージセンサ 130 によって撮像されることにより得られた複数の画像に基づいて複数の物理画素から欠陥物理画素を検出することができる。

【0254】

なお、図 19 には、第 4 実施形態に対する比較例によって得られた超解像化画像 500 が示されている。この超解像化画像 500 は、イメージセンサ 130 (図 13A 参照)を、 $2.5 \times p [\mu\text{m}]$ で移動させる代わりに、 $0.5 \times p [\mu\text{m}]$ の移動量で移動させることにより得られた画像である。この場合には、イメージセンサ 130 の移動前後の物理画素配置において、移動前の第 1 物理画素が隣接する箇所に移動後の第 1 物理画素が位置する。したがって、超解像化画像 500 において隣接する画像画素間の画素値が同じであるので、複数の物理画素から欠陥物理画素を検出することができない。

10

【0255】

次に、上記実施形態に共通の変形例について説明する。上記実施形態では、撮像装置 10 内のコントローラ 60 によって撮像処理が実行される形態例を挙げて説明したが、本開示の技術はこれに限定されない。例えば、図 14 に示すように、LAN 又は WAN 等のネットワーク 310 を介して撮像装置 10 と通信可能に接続された外部装置 312 内のコンピュータ 314 によって撮像処理が実行されるようにしてもよい。図 14 に示す例では、コンピュータ 314 は、CPU 316、ストレージ 318、及びメモリ 320 を備えている。ストレージ 318 には、カテゴリデータベース 322 が構築されており、撮像処理プログラム 88 が記憶されている。

20

【0256】

撮像装置 10 は、ネットワーク 310 を介して外部装置 312 に対して撮像処理の実行を要求する。これに応じて、外部装置 312 の CPU 316 は、ストレージ 318 から撮像処理プログラム 88 を読み出し、撮像処理プログラム 88 をメモリ 320 上で実行する。CPU 316 は、メモリ 320 上で実行する撮像処理プログラム 88 に従って撮像処理を行う。そして、CPU 316 は、撮像処理が実行されることにより得られた処理結果を、ネットワーク 310 を介して撮像装置 10 に提供する。

30

【0257】

また、撮像装置 10 と外部装置 312 とが撮像処理を分散して実行するようにしてもよいし、撮像装置 10 と外部装置 312 を含む複数の装置とが撮像処理を分散して実行するようにしてもよい。

【0258】

また、上記実施形態では、撮像装置 10 として物理的なカメラ (以下、「物理カメラ」とも称する) を例示している。しかし、本開示の技術はこれに限定されず、物理カメラに代えて、異なる位置に設定された複数の物理カメラによって撮像されることにより得られた撮像画像データに基づいて仮想的な視点から被写体を仮想的に撮像することにより仮想視点画像データを生成する仮想カメラを適用してもよい。この場合、仮想視点画像データにより示される画像、すなわち、仮想視点画像が本開示の技術に係る「画像」の一例である。

40

【0259】

また、上記実施形態では、ストレージ 60B に撮像処理プログラム 88 が記憶されている形態例を挙げて説明した。しかし、本開示の技術はこれに限定されない。例えば、図 15 に示すように、撮像処理プログラム 88 が記憶媒体 330 に記憶されていてもよい。記憶媒体 330 は、非一時的記憶媒体である。記憶媒体 330 の一例としては、SSD 又は USB メモリなどの任意の可搬型の記憶媒体が挙げられる。

【0260】

記憶媒体 330 に記憶されている撮像処理プログラム 88 は、コントローラ 60 にイン

50

ストールされる。CPU 60Aは、撮像処理プログラム88に従って撮像処理を実行する。

【0261】

また、通信網（図示省略）を介してコントローラ60に接続される他のコンピュータ又はサーバ装置等の記憶部に撮像処理プログラム88を記憶させておき、撮像装置10の要求に応じて撮像処理プログラム88がダウンロードされ、コントローラ60にインストールされるようにしてもよい。

【0262】

なお、コントローラ60に接続される他のコンピュータ又はサーバ装置等の記憶部、又はストレージ60Bに撮像処理プログラム88の全てを記憶させておく必要はなく、撮像処理プログラム88の一部を記憶させておいてもよい。

【0263】

図15に示す例では、撮像装置10にコントローラ60が内蔵されている態様が示されているが、本開示の技術はこれに限定されず、例えば、コントローラ60が撮像装置10の外部に設けられるようにしてもよい。

【0264】

図15に示す例では、CPU 60Aは、単数のCPUであるが、複数のCPUであってもよい。また、CPU 60Aに代えてGPUを適用してもよい。

【0265】

図15に示す例では、コントローラ60が例示されているが、本開示の技術はこれに限定されず、コントローラ60に代えて、ASIC、FPGA、及び/又はPLDを含むデバイスも適用してもよい。また、コントローラ60に代えて、ハードウェア構成及びソフトウェア構成の組み合わせを用いてもよい。

【0266】

上記実施形態で説明した撮像処理を実行するハードウェア資源としては、次に示す各種のプロセッサを用いることができる。プロセッサとしては、例えば、ソフトウェア、すなわち、プログラムを実行することによって、撮像処理を実行するハードウェア資源として機能する汎用的なプロセッサであるCPUが挙げられる。また、プロセッサとしては、例えば、FPGA、PLD、又はASIC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が挙げられる。何れのプロセッサにもメモリが内蔵又は接続されており、何れのプロセッサもメモリを使用することによって撮像処理を実行する。

【0267】

撮像処理を実行するハードウェア資源は、これらの各種のプロセッサのうちの1つで構成されてもよいし、同種または異種の2つ以上のプロセッサの組み合わせ（例えば、複数のFPGAの組み合わせ、又はCPUとFPGAとの組み合わせ）で構成されてもよい。また、撮像処理を実行するハードウェア資源は1つのプロセッサであってもよい。

【0268】

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み合わせで1つのプロセッサを構成し、このプロセッサが、撮像処理を実行するハードウェア資源として機能する形態がある。第2に、SoCなどに代表されるように、撮像処理を実行する複数のハードウェア資源を含むシステム全体の機能を1つのIC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、撮像処理は、ハードウェア資源として、上記各種のプロセッサの1つ以上を用いて実現される。

【0269】

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としては、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を用いることができる。また、上記の撮像処理はあくまでも一例である。従って、主旨を逸脱しない範囲内において不要なステップを削除したり、新たなステップを追加したり、処理順序を入れ替えたりしてもよいことは言うまでもない。

【0270】

10

20

30

40

50

以上に示した記載内容及び図示内容は、本開示の技術に係る部分についての詳細な説明であり、本開示の技術の一例に過ぎない。例えば、上記の構成、機能、作用、及び効果に関する説明は、本開示の技術に係る部分の構成、機能、作用、及び効果の一例に関する説明である。よって、本開示の技術の主旨を逸脱しない範囲内において、以上に示した記載内容及び図示内容に対して、不要な部分を削除したり、新たな要素を追加したり、置き換えたりしてもよいことは言うまでもない。また、錯綜を回避し、本開示の技術に係る部分の理解を容易にするために、以上に示した記載内容及び図示内容では、本開示の技術の実施を可能にする上で特に説明を要しない技術常識等に関する説明は省略されている。

【0271】

本明細書において、「A及び/又はB」は、「A及びBのうちの少なくとも1つ」と同義である。つまり、「A及び/又はB」は、Aだけであってもよいし、Bだけであってもよいし、A及びBの組み合わせであってもよい、という意味である。また、本明細書において、3つ以上の事柄を「及び/又は」で結び付けて表現する場合も、「A及び/又はB」と同様の考え方が適用される。

10

【0272】

本明細書に記載された全ての文献、特許出願及び技術規格は、個々の文献、特許出願及び技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

【0273】

以上の実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

20

【0274】

(付記1)

プロセッサと、

前記プロセッサに接続又は内蔵されたメモリと、を備え、

前記プロセッサは、

第1方向及び前記第1方向と交差する第2方向に配列された複数の物理画素を有するイメージセンサの移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素とは異なる第2物理画素が隣接する箇所に移動後の前記第1物理画素が位置する箇所へ前記イメージセンサが移動する移動前後に前記イメージセンサによって撮像されることにより得られた複数の画像を取得し、

30

取得した前記複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の前記第2物理画素及び移動後の前記第1物理画素にそれぞれ対応する画像画素間の画素値の相違度を算出し、

前記相違度に基づいて、前記複数の物理画素から欠陥物理画素を検出する

検出装置。

(付記2)

プロセッサと、

前記プロセッサに接続又は内蔵されたメモリと、を備え、

前記プロセッサは、

複数の物理画素に異なる色のカラーフィルタが周期性を有する基底配列で割り当てられたカラータイプのイメージセンサの移動前後の物理画素配置において、移動前の第3物理画素と同じ色のカラーフィルタが割り当てられた第4物理画素と重なる箇所に移動後の前記第3物理画素が位置する箇所へ前記イメージセンサを移動させる制御を行い、

40

移動前後で前記イメージセンサに対して撮像を行わせ、

前記イメージセンサによって撮像されることにより得られた複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の前記第4物理画素及び移動後の前記第3物理画素にそれぞれ対応する同じ色の画像画素間の画素値の相違度に基づいて、前記複数の物理画素から欠陥物理画素を検出する

検出装置。

(付記3)

50

プロセッサと、

前記プロセッサに接続又は内蔵されたメモリと、を備え、

前記プロセッサは、

複数の物理画素に異なる色のカラーフィルタが周期性を有する基底配列で割り当てられたカラータイプのイメージセンサの移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素と同じ色のカラーフィルタが割り当てられた第2物理画素が隣接する箇所に移動後の前記第1物理画素が位置する箇所へ前記イメージセンサを移動させる制御を行い、

移動前後で前記イメージセンサに対して撮像を行わせ、

前記イメージセンサによって撮像されることにより得られた複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の前記第2物理画素及び移動後の前記第1物理画素にそれぞれ対応する同じ色の画像画素間の画素値の相違度に基づいて、前記複数の物理画素から欠陥物理画素を検出する

検出装置。

(付記4)

プロセッサと、

前記プロセッサに接続又は内蔵されたメモリと、を備え、

前記プロセッサは、

複数の物理画素に異なる色のカラーフィルタが周期性を有する基底配列で割り当てられたカラータイプのイメージセンサの移動前後の物理画素配置において、移動前の第1物理画素と同じ色のカラーフィルタが割り当てられた第2物理画素が隣接する箇所に移動後の前記第1物理画素が位置する箇所と、移動前の第3物理画素と同じ色のカラーフィルタが割り当てられた第4物理画素と重なる箇所に移動後の前記第3物理画素が位置する箇所とへ前記イメージセンサをそれぞれ移動させる制御を行い、

移動前後で前記イメージセンサに対して撮像を行わせ、

前記イメージセンサによって撮像されることにより得られた複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の前記第2物理画素及び移動後の前記第1物理画素にそれぞれ対応する同じ色の画像画素間の画素値の相違度に基づいて、前記複数の物理画素から欠陥物理画素を検出する

検出装置。

(付記5)

前記プロセッサは、前記イメージセンサによって撮像されることにより得られた前記複数の画像の各々に含まれる複数の画像画素のうち、移動前の前記第4物理画素及び移動後の前記第3物理画素にそれぞれ対応する同じ色の画像画素間の画素値の相違度に基づいて、前記複数の物理画素から欠陥物理画素を検出する

付記4に記載の検出装置。

【符号の説明】

【0275】

10 撮像装置

12 撮像装置本体

14 交換レンズ

18 レリーズボタン

20 ダイヤル

22 タッチパネル・ディスプレイ

24 指示キー

26 ディスプレイ

28 タッチパネル

30 撮像レンズ

30A 対物レンズ

30B フォーカスレンズ

32 スライド機構

10

20

30

40

50

3 4	モータ	
3 6	モータ	
4 0	イメージセンサ	
4 0 A	受光面	
4 2	信号処理回路	
4 4	振れ量検出センサ	
4 6	振れ補正機構	
4 8	物理画素	
5 0	変位用ドライバ	
5 2	アクチュエータ	10
5 4	位置検出センサ	
6 0	コントローラ	
6 0 A	C P U	
6 0 B	ストレージ	
6 0 C	メモリ	
6 2	画像メモリ	
6 4	UI系デバイス	
6 6	外部I/F	
6 8	光電変換素子ドライバ	
7 4	メカニカルシャッタドライバ	20
7 6	メカニカルシャッタアクチュエータ	
7 8	メカニカルシャッタ	
8 0	入出力インタフェース	
8 2	バス	
8 4	受付デバイス	
8 6	ハードキー部	
8 8	撮像処理プログラム	
9 0	撮像制御部	
9 2	記憶処理部	
9 4	生成部	30
9 6	検出部	
9 8	補正部	
1 0 0	出力部	
1 1 0 A、1 1 0 B	画像	
1 2 0	超解像化画像	
1 3 0	イメージセンサ	
1 3 8	物理画素	
1 4 0 A、1 4 0 B	画像	
1 5 0	超解像化画像	
1 6 0	イメージセンサ	40
1 6 8	物理画素	
1 7 0	画像	
1 7 0 A、1 7 0 B	画像	
1 8 0	超解像化画像	
2 0 0 R、2 0 0 G、2 0 0 B	単色超解像化画像	
3 1 0	ネットワーク	
3 1 2	外部装置	
3 1 4	コンピュータ	
3 1 8	ストレージ	
3 2 0	メモリ	50

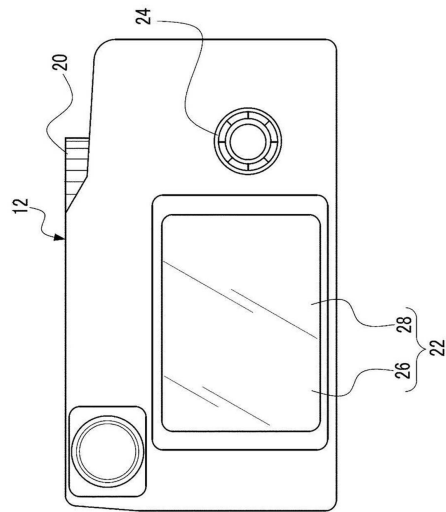
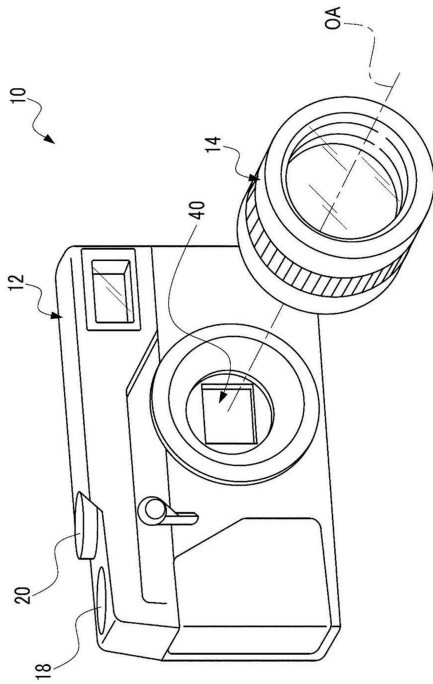
- 3 2 2 カテゴリデータベース
- 3 3 0 記憶媒体
- 4 2 0 超解像化画像
- 4 5 0 超解像化画像
- 4 8 0 超解像化画像
- 5 0 0 超解像化画像
- A、B 画像画素
- 1 - 1 ~ 1 - 4 画像
- R - 1 ~ 4 赤色の単色画像
- G - 1 ~ 4 緑色の単色画像
- B - 1 ~ 4 青色の単色画像
- O A 光軸

10

【図面】

【図 1】

【図 2】



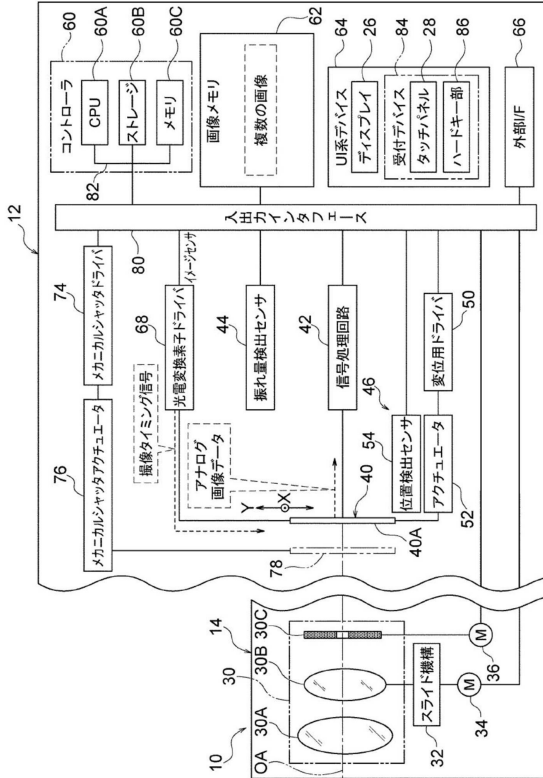
20

30

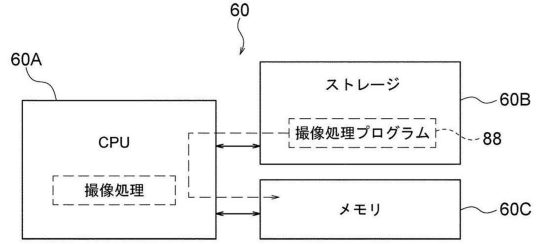
40

50

【図3】



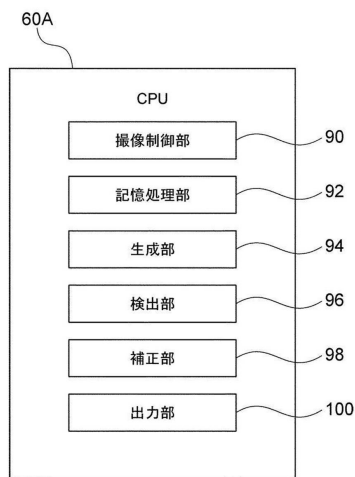
【図4】



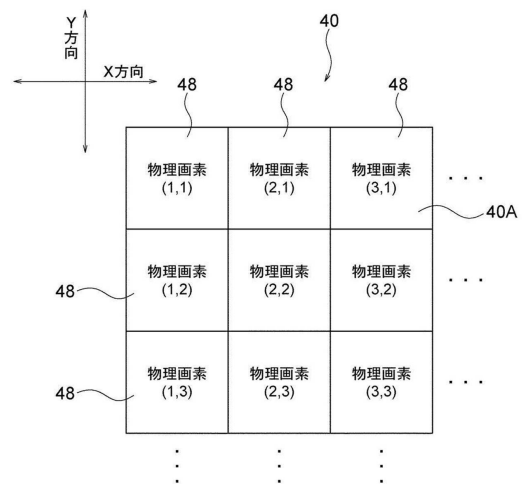
10

20

【図5】



【図6】

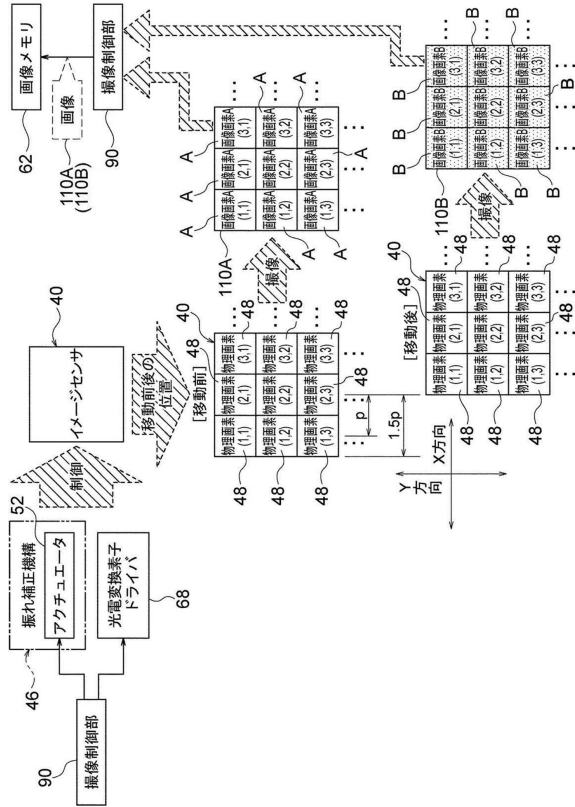


30

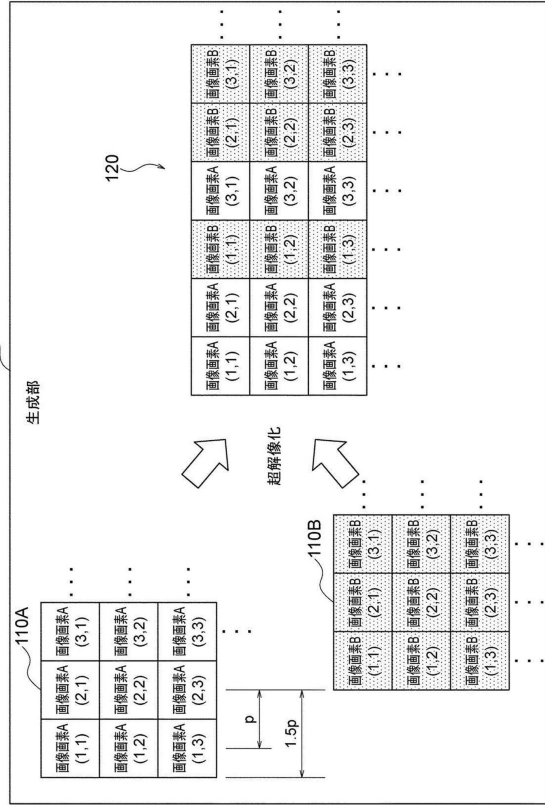
40

50

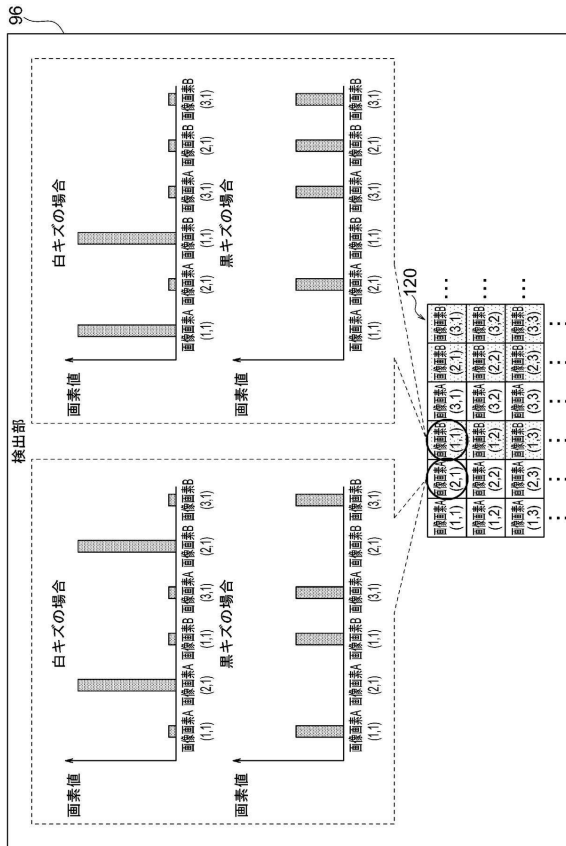
【図7A】



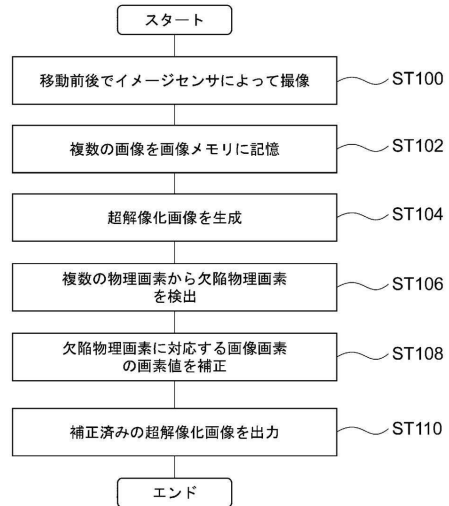
【図7B】



【図7C】



【図8】



10

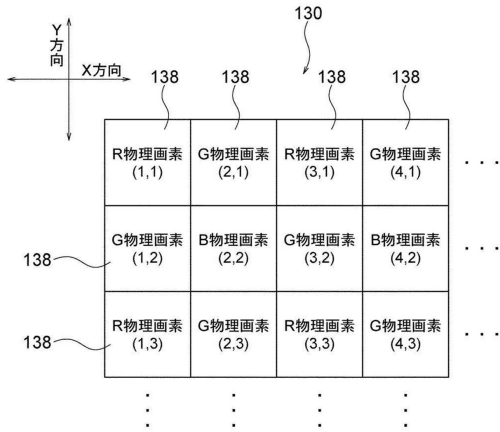
20

30

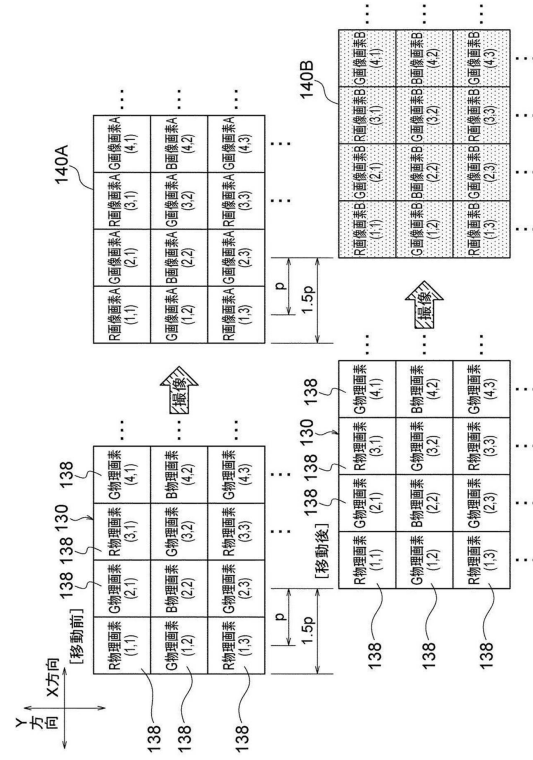
40

50

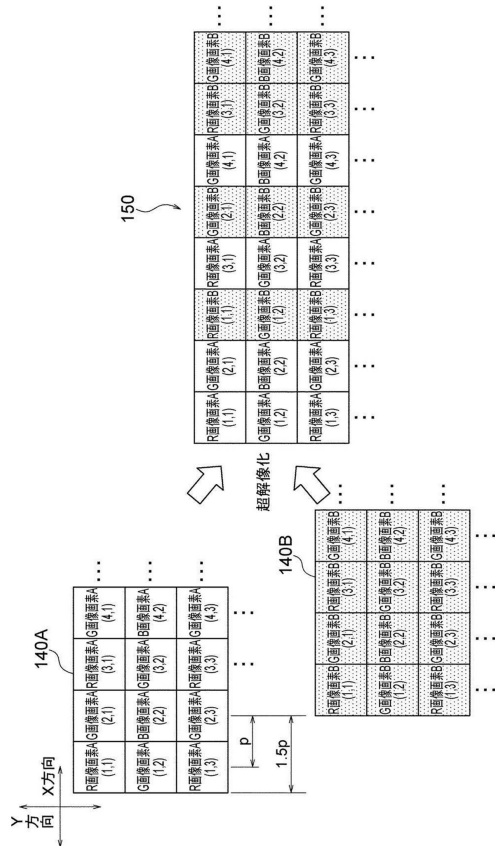
【図9】



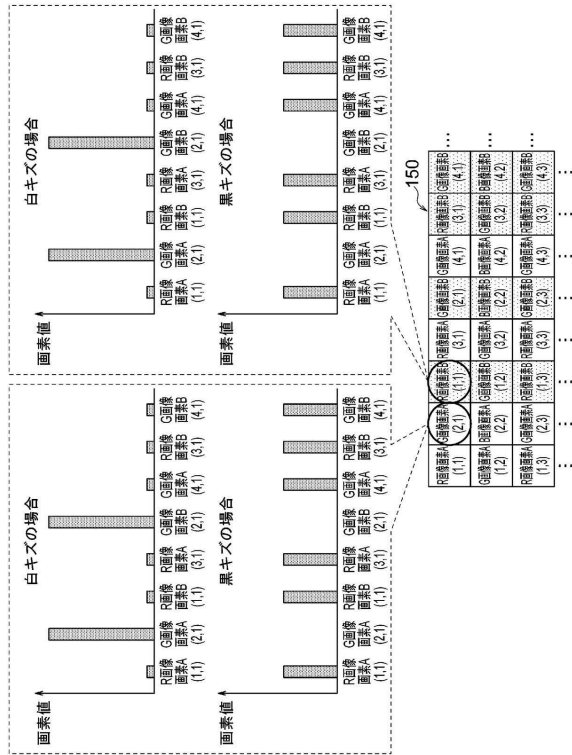
【図10A】



【図10B】



【図10C】



10

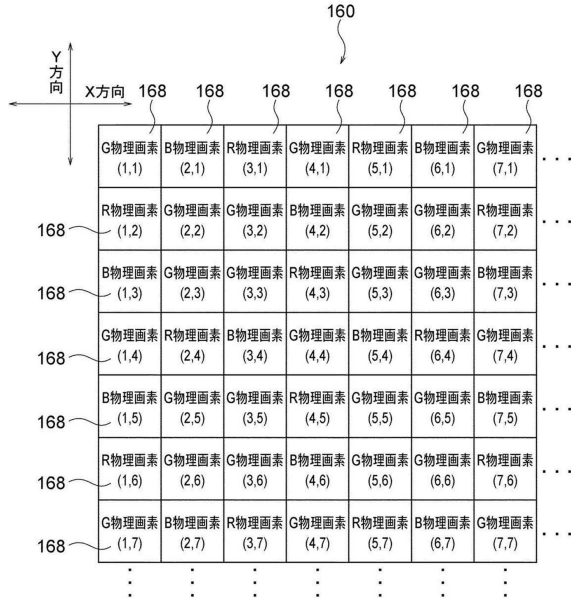
20

30

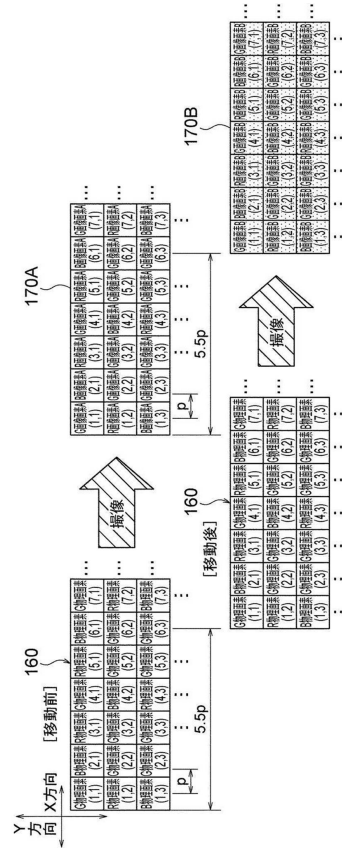
40

50

【図 1 1】



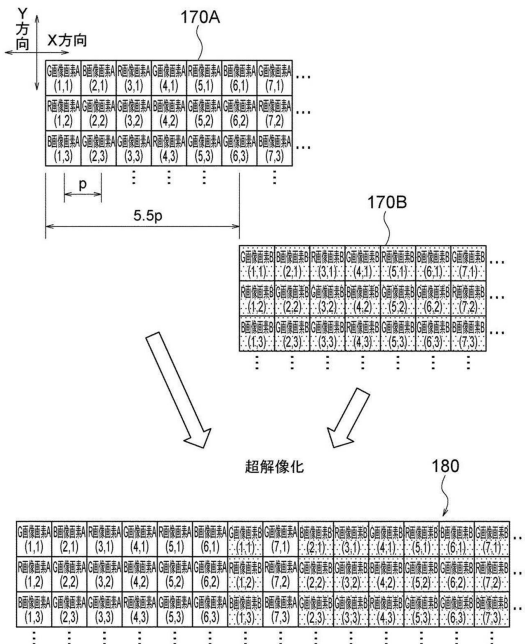
【図 1 2 A】



10

20

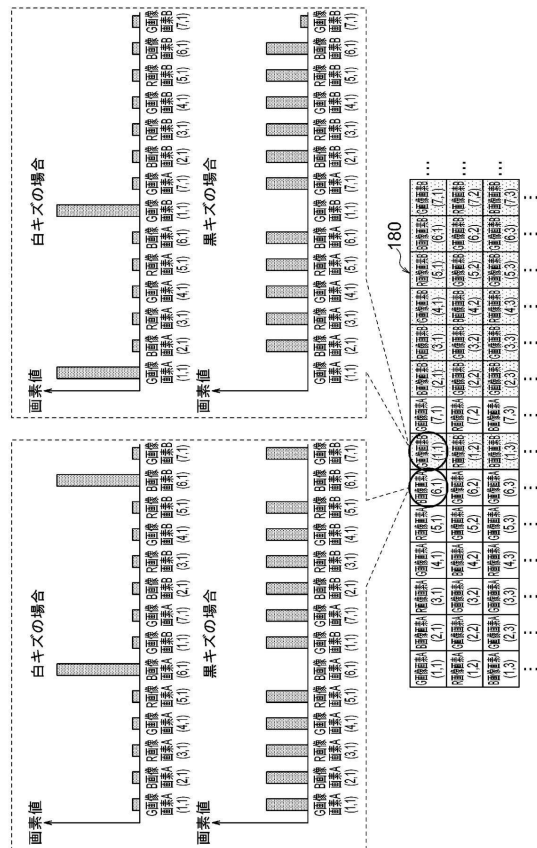
【図 1 2 B】



30

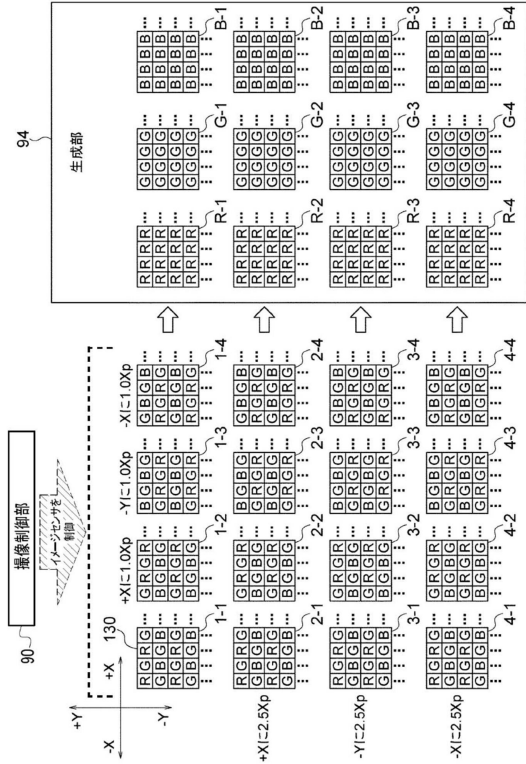
40

【図 1 2 C】

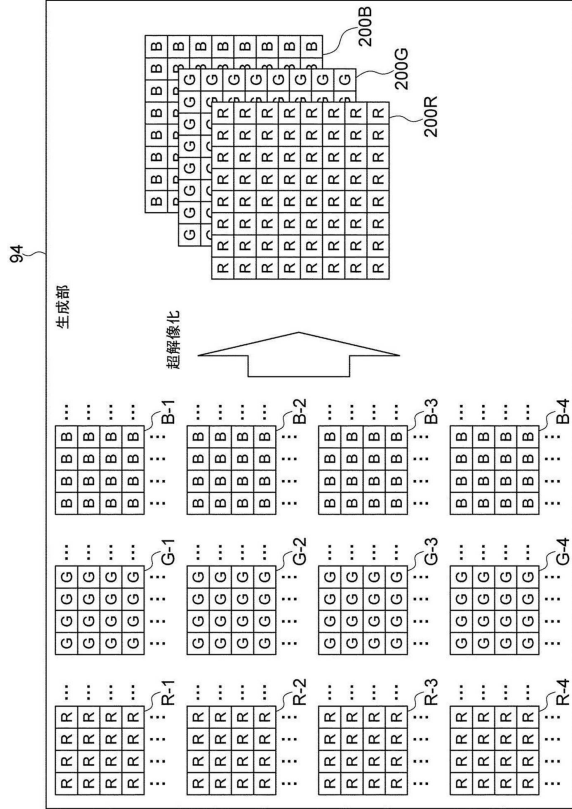


50

【図 1 3 A】



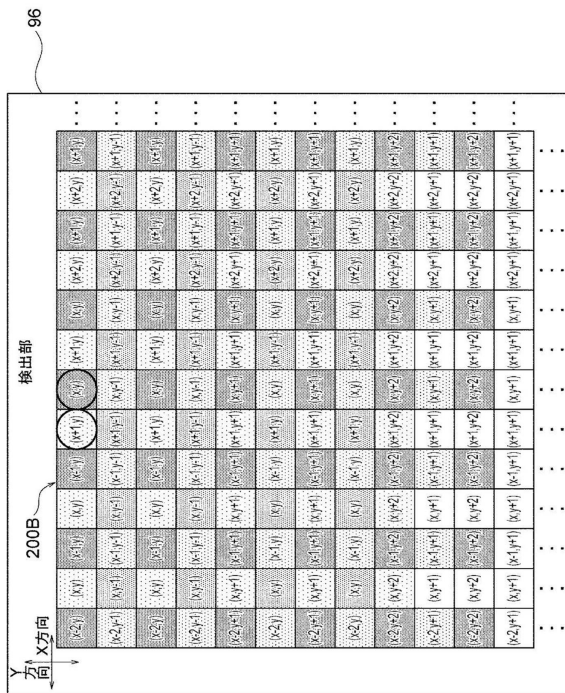
【図 1 3 B】



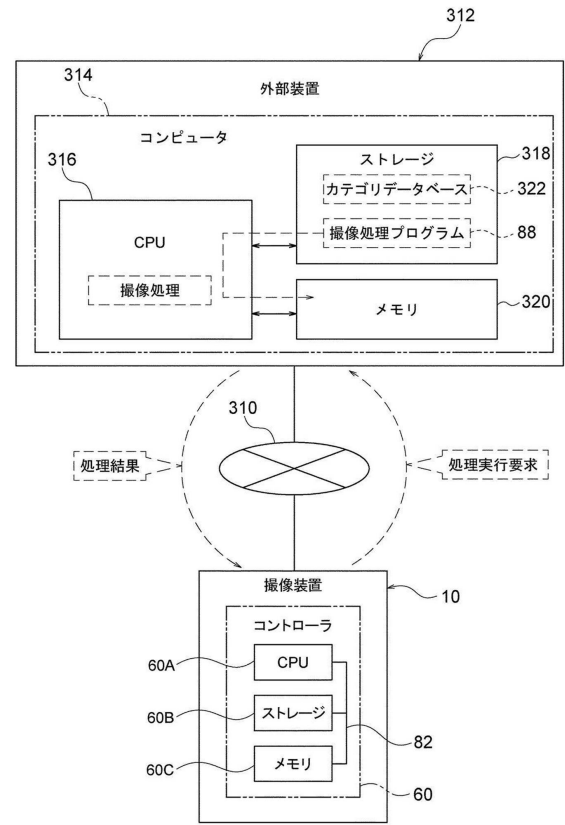
10

20

【図 1 3 C】



【図 1 4】

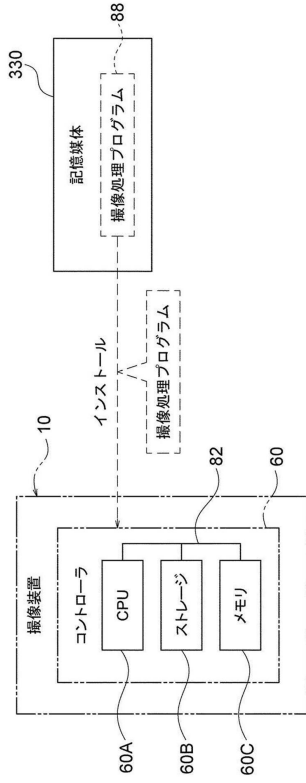


30

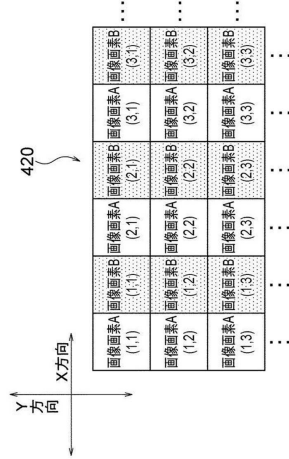
40

50

【図 15】



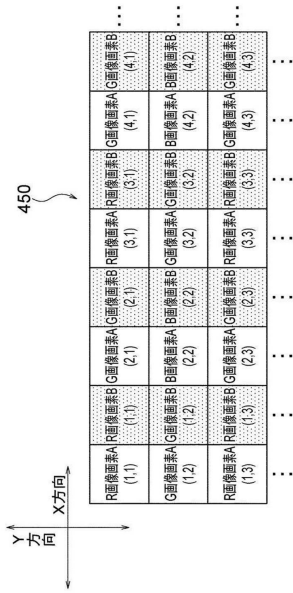
【図 16】



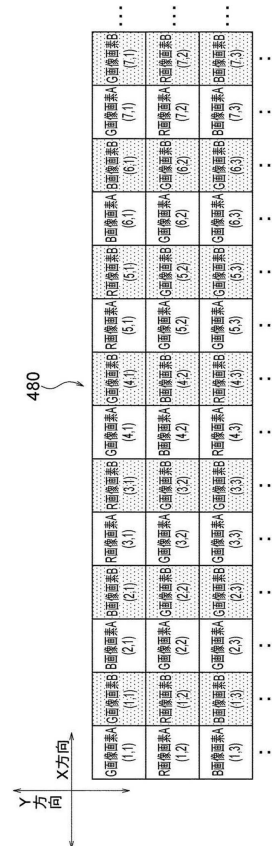
10

20

【図 17】



【図 18】

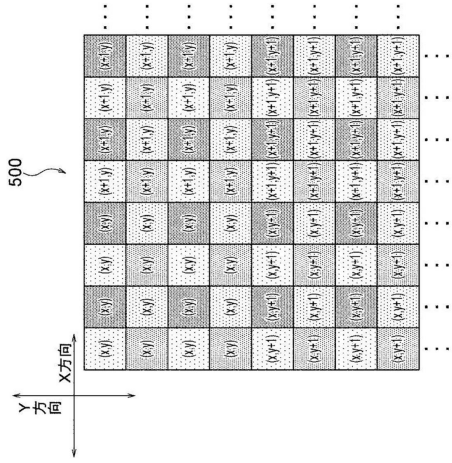


30

40

50

【 19 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 1 3 0 8 1 8 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 5 9 7 8 3 (J P , A)
特開平 7 - 3 2 2 1 5 1 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 4 N 2 5 / 0 0 - 2 5 / 7 9