

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5664255号
(P5664255)

(45) 発行日 平成27年2月4日(2015.2.4)

(24) 登録日 平成26年12月19日(2014.12.19)

(51) Int.Cl.

H04N 5/367 (2011.01)

F 1

H04N 5/335 670

請求項の数 8 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2011-6464 (P2011-6464)
 (22) 出願日 平成23年1月14日 (2011.1.14)
 (65) 公開番号 特開2012-151528 (P2012-151528A)
 (43) 公開日 平成24年8月9日 (2012.8.9)
 審査請求日 平成26年1月6日 (2014.1.6)

(73) 特許権者 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 100093241
 弁理士 宮田 正昭
 (74) 代理人 100101801
 弁理士 山田 英治
 (74) 代理人 100086531
 弁理士 澤田 俊夫
 (74) 代理人 100095496
 弁理士 佐々木 榮二
 (74) 代理人 110000763
 特許業務法人大同特許事務所

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】画像処理装置、および画像処理方法、並びにプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像のテクスチャ方向を判定するテクスチャ方向判定部と、
 複数の隣接画素から構成される画素集合に含まれる画素の画素値平均である画素集合平均画素値を算出し、

複数の画素集合を含む画素集合ブロックにおいて、同一の特定方向で隣接する隣接画素集合間の平均画素値の差分値(グラディエント)を算出し、

前記画素集合ブロックにおいて、前記特定方向の同一ライン上の隣接画素集合に基づいて算出した複数の差分値(グラディエント)の平均値をライン対応差分平均値(g)として算出し、

前記画素集合ブロックにおいて、前記特定方向と同一方向の異なるライン単位で算出した複数のライン対応差分平均値(g)中の最小値を欠陥検出用平均値($safe_m$)として設定し、

(1) 欠陥判定対象となる画素集合 a を含む前記特定方向のライン対応差分平均値(g)が予め規定した閾値以上であること、

(2) 前記画素集合 a の画素集合平均画素値(ma)と前記欠陥検出用平均値($safe_m$)との差分絶対値: $abs(ma - safe_m)$ 、および、

前記画素集合 a と前記特定方向で隣接する隣接画素集合 b の画素集合平均画素値(mb)と前記欠陥検出用平均値($safe_m$)との差分絶対値: $abs(mb - safe_m)$ 、

10

20

これら 2 つの差分絶対値の間に、

a b s (m a - s a f e _ m) > a b s (m b - s a f e _ m)

上記式が成立すること、

(3) 前記特定方向が、前記テクスチャ方向判定部の判定したテクスチャ方向に一致すること、

上記 (1) ~ (3) の条件を全て満たす場合に、前記画素集合 a が欠陥画素を含むと判定する欠陥画素検出部と、

前記画素集合 a に含まれる画素を補正対象として補正する補正部を有する画像処理装置

。

【請求項 2】

10

前記欠陥画素検出部は、

画素値の読み出し回路を共有する複数画素の画素集合単位で画素集合平均画素値の算出および欠陥画素検出を実行する請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

20

前記テクスチャ方向判定部は、

水平、垂直、右上がり、右下がりの 4 方向のいずれがテクスチャ方向であるかを判定する処理を実行し、

前記欠陥画素検出部は、

前記特定方向を水平、垂直、右上がり、右下がりの 4 方向に設定して、4 方向各々について欠陥画素検出処理を実行する請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

20

前記テクスチャ方向判定部は、

注目画素を中心とする近傍領域に含まれる所定方向の画素値に基づく微分値を複数算出し、該複数の微分値をソートし、値の小さいデータのみを複数選択して統計量を算出し、該統計量の比較に基づいてテクスチャ方向を判定する請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記補正部は、

前記欠陥画素位置の画素値をテクスチャ方向にある近傍画素を参照画素として、該参照画素の画素値に基づいて決定する処理を実行する請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

30

前記欠陥画素検出部は、

前記テクスチャ方向判定部において判定したテクスチャ方向に等しい画素集合配列方向のみを処理対象として、欠陥画素検出処理を実行する請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

画像処理装置において実行する画像処理方法であり、

テクスチャ方向判定部が、画像のテクスチャ方向を判定するテクスチャ方向判定ステップと、

欠陥画素検出部が、

複数の隣接画素から構成される画素集合に含まれる画素の画素値平均である画素集合平均画素値を算出し、

複数の画素集合を含む画素集合ブロックにおいて、同一の特定方向で隣接する隣接画素集合間の平均画素値の差分値（グラディエント）を算出し、

前記画素集合ブロックにおいて、前記特定方向の同一ライン上の隣接画素集合に基づいて算出した複数の差分値（グラディエント）の平均値をライン対応差分平均値（g）として算出し、

前記画素集合ブロックにおいて、前記特定方向と同一方向の異なるライン単位で算出した複数のライン対応差分平均値（g）中の最小値を欠陥検出用平均値（s a f e _ m）として設定し、

（ 1 ）欠陥判定対象となる画素集合 a を含む前記特定方向のライン対応差分平均値（g）が予め規定した閾値以上であること、

40

50

(2) 前記画素集合 a の画素集合平均画素値 (ma) と前記欠陥検出用平均値 (safe_m)との差分絶対値: abs(ma - safe_m)、および、
前記画素集合 a と前記特定方向で隣接する隣接画素集合 b の画素集合平均画素値 (mb) と前記欠陥検出用平均値 (safe_m)との差分絶対値: abs(mb - safe_m)、

これら 2 つの差分絶対値の間に、

$abs(ma - safe_m) > abs(mb - safe_m)$

上記式が成立すること、

(3) 前記特定方向が、前記テクスチャ方向判定部の判定したテクスチャ方向に一致すること、

上記(1)～(3)の条件を全て満たす場合に、前記画素集合 a が欠陥画素を含むと判定する欠陥画素検出ステップと、

補正部が、前記画素集合 a に含まれる画素を補正対象として補正する補正ステップを実行する画像処理方法。

【請求項 8】

画像処理装置において画像処理を実行させるプログラムであり、

テクスチャ方向判定部に、画像のテクスチャ方向を判定させるテクスチャ方向判定ステップと、

欠陥画素検出部に、

複数の隣接画素から構成される画素集合に含まれる画素の画素値平均である画素集合平均画素値を算出する処理、

複数の画素集合を含む画素集合ブロックにおいて、同一の特定方向で隣接する隣接画素集合間の平均画素値の差分値(グラディエント)を算出する処理、

前記画素集合ブロックにおいて、前記特定方向の同一ライン上の隣接画素集合に基づいて算出した複数の差分値(グラディエント)の平均値をライン対応差分平均値(g)として算出する処理、

前記画素集合ブロックにおいて、前記特定方向と同一方向の異なるライン単位で算出した複数のライン対応差分平均値(g)中の最小値を欠陥検出用平均値(safe_m)として設定する処理、

(1) 欠陥判定対象となる画素集合 a を含む前記特定方向のライン対応差分平均値(g)が予め規定した閾値以上であること、

(2) 前記画素集合 a の画素集合平均画素値 (ma) と前記欠陥検出用平均値 (safe_m)との差分絶対値: abs(ma - safe_m)、および、

前記画素集合 a と前記特定方向で隣接する隣接画素集合 b の画素集合平均画素値 (mb) と前記欠陥検出用平均値 (safe_m)との差分絶対値: abs(mb - safe_m)、

これら 2 つの差分絶対値の間に、

$abs(ma - safe_m) > abs(mb - safe_m)$

上記式が成立すること、

(3) 前記特定方向が、前記テクスチャ方向判定部の判定したテクスチャ方向に一致すること、

上記(1)～(3)の条件を全て満たす場合に、前記画素集合 a が欠陥画素を含むと判定する処理を実行させる欠陥画素検出ステップと、

補正部に、

前記画素集合 a に含まれる画素を補正対象として補正させる補正ステップを実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、および画像処理方法、並びにプログラムに関し、特に固体撮

10

20

30

40

50

像装置に含まれる欠陥画素から出力される信号を補正して、欠陥画素によってもたらされる画質劣化を抑制する画像処理装置、および画像処理方法、並びにプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、CCD (Charge Coupled Device), CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) センサなどの固体撮像素子には、欠陥画素が生じることが知られている。

【0003】

すなわち、固体撮像素子において、半導体の局部的な結晶欠陥などによる異常な撮像信号を出力する欠陥画素を生じ、これに起因する画質劣化を生じることが知られている。これらには、たとえば黒傷欠陥画素や白傷欠陥画素などがある。これら欠陥画素を信号処理によって補正するための方式や回路構成が各種提案されている。

10

【0004】

欠陥画素を補正する技術を開示した従来技術には、例えば特許文献1（特開2009-290653号公報）、特許文献2（特許第4343988号）、特許文献3（特許第4307318号）などがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-290653号公報

20

【特許文献2】特許第4343988号

【特許文献3】特許第4307318号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、前述の従来技術において、欠陥画素が連続して発生した場合や、複数の画素で共有している回路（例えば、トランジスタ）部分に欠陥が生じ、複数の画素に欠陥が発生している場合には、テクスチャ方向を正しく求めることができずに、十分に欠陥画素を補正することができなくなるという問題があった。

【0007】

30

また、前記の従来技術に開示された補正処理を適用した場合、補正対象となる画素は、欠陥補正に使用する近傍領域のうちの中央画素だけであり、例えば、欠陥補正のために使用した近傍領域を使って後段の信号処理を行う場合、中央画素以外に欠陥が含まれてしまうと、補正されていない欠陥画素の影響が発生し、補正の効果を得ることができない。そのために、前記の従来手法では、一度、全ての画素について欠陥補正を行ってから後段の信号処理を行う必要があり、回路規模の増大や、処理速度の遅延が生じる問題があった。

【0008】

本発明は、例えばこれらの問題を解決する画像処理装置、および画像処理方法、並びにプログラムを提供する。本発明は、テクスチャの方向判定の際に欠陥の影響を減少させた判定処理を実行し、近傍領域の中に複数の欠陥画素が存在する場合にも欠陥検出と補正を効率的に実行することができる画像処理装置、および画像処理方法、並びにプログラムを提供する。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の第1の側面は、

画像のテクスチャ方向を判定するテクスチャ方向判定部と、

複数画素の画素集合単位で画素値平均を算出し、画素集合の配列方向に応じた画素値平均の差分情報に基づいて欠陥画素位置を検出する欠陥画素検出部と、

前記テクスチャ方向判定部において判定したテクスチャ方向に等しい画素集合配列方向の差分情報に基づいて検出された欠陥画素位置を補正対象として補正する補正部を有する

50

画像処理装置にある。

【0010】

さらに、本発明の画像処理装置の一実施態様において、前記欠陥画素検出部は、画素値の読み出し回路を共有する複数画素の画素集合単位で画素値平均を算出し、画素集合の配列方向に応じた画素値平均の差分情報に基づいて欠陥画素位置を検出する。

【0011】

さらに、本発明の画像処理装置の一実施態様において、前記欠陥画素検出部は、同じ配列方向にある隣接する複数配列中、複数の画素集合単位の平均値の差分が小さい平坦領域における複数の画素集合単位の平均値を基準値 (s a f e _ m W) として、該基準値との差分値に応じて欠陥画素であるか否かを判定する。 10

【0012】

さらに、本発明の画像処理装置の一実施態様において、前記テクスチャ方向判定部は、水平、垂直、右上がり、右下がりの4方向のいずれがテクスチャ方向であるかを判定する処理を実行し、前記欠陥画素検出部は、水平、垂直、右上がり、右下がりの4方向について、画素集合の配列方向に応じた画素値平均の差分情報に基づいて欠陥画素位置を検出する。

【0013】

さらに、本発明の画像処理装置の一実施態様において、前記テクスチャ判定部は、注目画素を中心とする近傍領域に含まれる所定方向の画素値に基づく微分値を複数算出し、該複数の微分値をソートし、値の小さいデータのみを複数選択して統計量を算出し、該統計量の比較に基づいてテクスチャ方向を判定する。 20

【0014】

さらに、本発明の画像処理装置の一実施態様において、前記補正部は、前記欠陥画素位置の画素値をテクスチャ方向にある近傍画素を参照画素として、該参照画素の画素値に基づいて決定する処理を実行する。

【0015】

さらに、本発明の画像処理装置の一実施態様において、前記欠陥画素検出部は、前記テクスチャ方向判定部において判定したテクスチャ方向に等しい画素集合配列方向のみを処理対象として、複数画素の画素集合単位で画素値平均を算出し、画素集合の配列方向に応じた画素値平均の差分情報に基づいて欠陥画素位置を検出する。 30

【0016】

さらに、本発明の第2の側面は、

画像処理装置において実行する画像処理方法であり、

テクスチャ方向判定部が、画像のテクスチャ方向を判定するテクスチャ方向判定ステップと、

欠陥画素検出部が、複数画素の画素集合単位で画素値平均を算出し、画素集合の配列方向に応じた画素値平均の差分情報に基づいて欠陥画素位置を検出する欠陥画素検出ステップと、

補正部が、前記テクスチャ方向判定部において判定したテクスチャ方向に等しい画素集合配列方向の差分情報に基づいて検出された欠陥画素位置を補正対象として補正する補正ステップを実行する画像処理方法による。 40

【0017】

さらに、本発明の第3の側面は、

画像処理装置において画像処理を実行させるプログラムであり、

テクスチャ方向判定部に、画像のテクスチャ方向を判定させるテクスチャ方向判定ステップと、

欠陥画素検出部に、複数画素の画素集合単位で画素値平均を算出させ、画素集合の配列方向に応じた画素値平均の差分情報に基づいて欠陥画素位置を検出させる欠陥画素検出ステップと、

補正部に、前記テクスチャ方向判定部において判定したテクスチャ方向に等しい画素集 50

合配列方向の差分情報に基づいて検出された欠陥画素位置を補正対象として補正させる補正ステップを実行させるプログラムにある。

【0018】

なお、本発明のプログラムは、例えば、様々なプログラム・コードを実行可能な汎用システムに対して、コンピュータ可読な形式で提供する記憶媒体、通信媒体によって提供可能なプログラムである。このようなプログラムをコンピュータ可読な形式で提供することにより、コンピュータ・システム上でプログラムに応じた処理が実現される。

【0019】

本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施例や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。なお、本明細書においてシステムとは、複数の装置の論理的集合構成であり、各構成の装置が同一筐体内にあるものには限らない。

10

【発明の効果】

【0020】

本発明の一実施例構成によれば、撮像画像に発生する欠陥画素の検出と補正を実行する構成が実現される。具体的には、画像のテクスチャ方向を判定し、複数画素の画素集合単位で画素値平均を算出し、画素集合の配列方向に応じた画素値平均の差分情報に基づいて欠陥画素位置を検出する。テクスチャ方向に等しい画素集合配列方向において検出された欠陥画素を補正対象として補正する。テクスチャ方向に沿った位置で、例えば読み出し回路共有画素集合単位での欠陥画素検出を実行することで効率的な欠陥画素位置の検出が可能となる。

20

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の一実施例に係る画像処理装置の構成例について説明する図である。

【図2】本発明の一実施例に係る画像処理装置の画像処理部の構成例について説明する図である。

【図3】本発明の画像処理装置の実行する処理シーケンスについて説明するフローチャートを示す図である。

【図4】本発明の一実施例に係る画像処理装置の欠陥画素補正処理の実行構成例について説明する図である。

30

【図5】本発明の一実施例に係る画像処理装置の欠陥画素補正処理において実行するテクスチャ方向判定処理について説明する図である。

【図6】本発明の一実施例に係る画像処理装置の実行するテクスチャ方向判定処理において実行する水平方向微分値算出処理について説明する図である。

【図7】本発明の一実施例に係る画像処理装置の実行するテクスチャ方向判定処理において実行する垂直方向微分値算出処理について説明する図である。

【図8】本発明の一実施例に係る画像処理装置の実行するテクスチャ方向判定処理において実行する右上がり方向微分値算出処理について説明する図である。

【図9】本発明の一実施例に係る画像処理装置の実行するテクスチャ方向判定処理において実行する右下がり方向微分値算出処理について説明する図である。

40

【図10】本発明の一実施例に係る画像処理装置の欠陥補正手段118内の欠陥画素検出手段203の実行する処理の詳細について説明する図である。

【図11】本発明の一実施例に係る画像処理装置の欠陥補正手段118内の欠陥画素検出手段203の実行する処理例について説明する図である。

【図12】本発明の一実施例に係る画像処理装置の欠陥補正手段118内の欠陥画素検出手段203の変形例について説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、図面を参照しながら本発明の画像処理装置、および画像処理方法、並びにプログラムの詳細について説明する。ここで説明する実施例は、本発明を内部に実装した撮像裝

50

置システムの例である。はじめにシステム全体の構成と動作について説明し、その後、本発明に関連深い処理の部分について詳細に説明する。説明は以下の項目に従って行う。

1. 画像処理装置の構成例について
2. 本発明に従った画像処理の詳細について
3. 欠陥補正手段の構成と処理の詳細について
4. 欠陥補正手段内の近傍領域抽出手段の実行する処理の詳細について
5. 欠陥補正手段内のテクスチャ方向判定手段の実行する処理の詳細について
6. 欠陥補正手段内の欠陥画素検出手段の実行する処理の詳細について
7. 欠陥画素補正手段の処理について

【0023】

10

[1 . 画像処理装置の構成例について]

図1は本発明の画像処理装置の一実施例である撮像装置（デジタルビデオカメラ）の全体図である。この撮像装置は、大別して光学系、信号処理系、記録系、表示系、および、制御系から構成される。レンズ等から構成される光学系を通過して例えばCMOS等の撮像素子101に到達した入射光は、まずCMOS撮像面上の各受光素子に到達し、受光素子での光電変換によって電気信号に変換される。さらに、相関2重サンプリング回路(CDS)102によってノイズ除去され、A/Dコンバータ103によるデジタル化処理によりデジタルデータに変換された後、DSP104中の画像メモリに一時格納され、DSP104内で各種の信号処理が行われる。

【0024】

20

撮像中の状態においては、一定のフレームレートによる画像取り込みを維持するようにタイミングジェネレータ(TG)114が信号処理系を制御するようになっている。

【0025】

A/Dコンバータ103は、DSP104へ一定のレートで画素ストリームを出力し、DSP104において各種の画像処理を実行した後、画像データはLCDドライバ112もしくはCODEC105あるいはその両方に送られる。LCDドライバ112はDSP104から送られる画像データをアナログ信号に変換し、それをLCD113に出力表示させる。このLCD113は例えばカメラのファインダの役割を担っている。また、CODEC105はDSP104から送られる画像データの符号化を行い、符号化された画像データはメモリ106に記録される。

30

【0026】

ここで、メモリ106は半導体、磁気記録媒体、光磁気記録媒体、光記録媒体などを用いた記録装置などであってよい。

CPU115は、例えば予め記憶部に格納されたプログラムに従って撮影処理、画像処理全般の処理制御を実行する。

入力部116はユーザによる操作部である。

以上が本実施例のデジタルビデオカメラのシステム全体の説明である。

【0027】

図1に示す撮像装置において、本発明に関する処理を実行するのは例えば主にDSP104である。以下、本発明の画像処理について詳細に説明する。なお、以下の実施例では、本発明の画像処理をDSP104において実行するものとして説明するが、本発明の処理は、DSP104に限らず、その他のハードウェアやソフトウェアを利用した処理として実行可能である。例えばCMOS101において実行するなど、他の構成要素において実行することも可能である。

40

【0028】

[2 . 本発明に従った画像処理の詳細について]

前述のように、本発明に従った画像処理は、例えばDSP104で実行可能である。

従って、以下において説明する実施例の構成においては、画像処理は、DSP104内部の演算ユニットが、DSP104に入力された画像信号のストリームに対して、所定のプログラムコードに従って演算を順次実行することで行う例について説明する。

50

【 0 0 2 9 】

以下に説明する実施例では、プログラム中の各処理単位を機能ブロックとして説明し、また各処理が実行される順序をフローチャートで説明する。しかしながら、本発明は本実施例で説明するようなプログラムという形態以外にも、以降で説明する機能ブロックと同等の処理を実現するハードウェア回路を実装してハードウェアによって実行することも可能である。

【 0 0 3 0 】

図2は本発明の画像処理を実行する画像処理部の構成例を説明するブロック図である。前述したように、この画像処理部は例えば図1に示すDSP104に構成される。なお、本図において、平行な水平2本線で示される図形（モザイク画像117、Y画像124、C画像125）はデータあるいはデータを格納するメモリを表し、その他の構成（欠陥補正手段118～YC変換手段123）は画像処理部内で実行する処理や処理手段を示している。

【 0 0 3 1 】

図2に示すように、画像処理部は、欠陥補正手段118、ホワイトバランス手段119、デモザイク手段120、マトリックス手段121、ガンマ補正手段122、YC変換手段123を有する。モザイク画像117は画像処理部への入力画像をあらわし、これはすなわち図1で図示したA/Dコンバータ103によってデジタイズされDSP104へ入力される画像信号である。

【 0 0 3 2 】

モザイク画像117は図1に示す撮像素子101の各画素にR、G、Bのどれかの色に対応する強度信号（画素値）を格納しており、その色配列は、例えば原色系ペイヤー配列である。

Y画像124およびC画像125は画像処理部からの出力画像である。これは図1で示したDSP104から出力されCODEC105へ入力されるYCbcr画像信号に相当する。

【 0 0 3 3 】

図2に示す画像処理部の各手段の実行する処理について説明する。

欠陥補正手段118は、図1に示すA/Dコンバータ103から入力するモザイク画像117に対して、欠陥画素位置の画素値を正しい値に補正する。

ホワイトバランス手段119は、欠陥補正されたモザイク画像に対して、無彩色の被写体領域の色バランスが無彩色になるように、各画素強度の持つ色に応じて適切な係数をかける。

【 0 0 3 4 】

デモザイク手段120はホワイトバランスの調整がなされたモザイク画像の各画素位置にR、G、Bすべての強度をそろえる補間処理をおこなう。デモザイク手段120からの出力は、各画素位置にR、G、Bの3つの色の画素値が個別に設定された3つの画像となる。

【 0 0 3 5 】

マトリックス手段121はあらかじめ係数が設定された3行3列のリニアマトリックスをデモザイク手段120の出力の各画素[R, G, B]に適用し、3原色の画素値（強度値[R_m, G_m, B_m]）に変換する。リニアマトリックスの係数は、最適な色再現を発揮するために重要な設計項目であるが、本発明は欠陥補正処理に関するものであり、マトリックス処理は欠陥補正処理後に適用されるので、リニアマトリックス係数の具体値は本発明と関係なく設計してかまわない。

【 0 0 3 6 】

マトリックス手段121の出力は、色補正されたR_m, G_m, B_mの3つの色に対応する3つの画像となる。マトリックス処理後、ガンマ補正手段122が色補正された3チャネル画像に対してガンマ補正をおこなう。

YC変換手段123はガンマ補正された3チャネル画像にYCマトリックス処理および

10

20

30

40

50

クロマ成分に対する帯域制限を行うことで Y 画像 124 および C 画像 125 を生成する。

【0037】

次に、図 2 に示す画像処理部において実行する処理のシーケンスについて、図 3 に示すフロー チャートを参照して説明する。

画像処理部はまずステップ S101において、撮像素子 101 の出力信号に基づくモザイク画像を取得する。図 2 に示すモザイク画像 117 である。

次にステップ S102において、欠陥補正手段 118 がモザイク画像に対して欠陥補正処理をおこなう。

【0038】

次に、ステップ S103において、ホワイトバランス手段 119 が欠陥補正されたモザイク画像に対してホワイトバランス処理をおこなう。10

次にステップ S104において、デモザイク手段 120 がホワイトバランス処理が施されたモザイク画像の各画素位置に R, G, B すべての強度（画素値）を設定するデモザイク処理を行う。

【0039】

次にステップ S105において、マトリックス手段 121 が 3 チャネル画像の各画素にリニアマトリックスを適用し、RGB 3 チャネル画像を得る。

次にステップ S106において、ガンマ補正手段 122 がマトリックス処理で色補正された 3 チャネル画像の各画素にガンマ補正をおこなう。

次にステップ S107において、YC 変換手段 123 が、ガンマ補正された 3 チャネル画像に YC 変換をおこない Y 画像 124 および C 画像 125 を生成する。20

最後にステップ S108において、生成された Y 画像 124 および C 画像 125 を出力する。

以上で画像処理部の動作を終了する。

【0040】

[3 . 欠陥補正手段の構成と処理の詳細について]

次に、本発明の本質部分である欠陥補正手段 118 において実行する画像補正処理の詳細について説明する。

図 4 に欠陥補正手段 118 の内部構成を説明するブロックダイアグラムを示す。

図 4 に示すように、欠陥補正手段 118 は大きく分けて近傍領域抽出手段 201、テクスチャ方向判定手段 202、欠陥画素検出手段 203、欠陥画素補正手段 204 から構成される。30

【0041】

近傍領域抽出手段 201 は、欠陥補正手段 118 への入力であるモザイク画像 117、すなわち、図 1 に示す撮像素子 101 の出力信号に基づくモザイク画像 117 から、注目画素位置周囲の決まった大きさの近傍領域 211 を切り出す。本実施例においては、近傍領域 211 は、注目画素位置を中心とした 7 × 7 画素の矩形領域とする。

【0042】

テクスチャ方向判定手段 202 は 7 × 7 画素の矩形領域の中心位置に設定された注目画素位置について、複数の方向の中から、欠陥画素の検出処理を行う方向を決定する。本実施例では、テクスチャ方向判定手段 202 の判定する複数の方向は、40

水平方向（H 方向）、

垂直方向（V 方向）、

右上がり斜め方向（A 方向）、

右下がり斜め方向（D 方向）、

これらの 4 方向とする。

【0043】

欠陥画素検出手段 203 は、テクスチャ方向判定手段 202 が決定した欠陥画素の検出処理を行う方向に従って、欠陥画素の検出を行う。

欠陥画素補正手段 204 は、欠陥画素検出手段 203 が検出した欠陥画素位置の画素値50

を、近傍領域 211 の画素を用いて補正する。

【0044】

欠陥補正手段 118 では、このような一連の処理により、欠陥画素の補正を実行する。以下、欠陥補正手段 118 を構成する各処理手段の具体的な処理例について、順次説明する。

【0045】

[4 . 欠陥補正手段内の近傍領域抽出手段の実行する処理の詳細について]

まず、欠陥補正手段 118 内の近傍領域抽出手段 201 の実行する処理の詳細について説明する。

近傍領域抽出手段 201 は、注目画素位置近傍の 7×7 の矩形領域内の画素情報へのアクセスを確保する動作を行う。その具体的な方法としては様々な手法が適用可能である。例えば本発明をソフトウェアとして実現する場合は、注目画素位置を中心とした近傍 7×7 の矩形領域内の画素値を例えば座標位置と対応づけた配列の形でメモリ上に確保する動作をすればよい。

【0046】

また、ハードウェアで実現する場合は、通常撮像装置の信号処理系ではセンサからの信号は水平ライン順次の画素強度の 1 次元系列としてデータを流すように実装することが多く、その場合は通常、1 水平ライン分の画素強度（画素値）を保持できるディレイラインを用いて上下に隣接する水平ラインの画素へのアクセスを確保する。

7×7 の矩形領域へのアクセスを確保するには、最低個 6 のディレイラインを用意すればよい。

【0047】

[5 . 欠陥補正手段内のテクスチャ方向判定手段の実行する処理の詳細について]

次に、欠陥補正手段 118 内のテクスチャ方向判定手段 202 の実行する処理の詳細について説明する。

図 5 は、テクスチャ方向判定手段 202 の詳細構成と動作を説明する図である。

テクスチャ方向判定手段 202 は、注目画素の近傍領域（本例では 7×7 画素領域）の画素値解析を行う以下の微分値算出手段を有している。

（1）水平方向の微分値を算出手段 311、

（2）垂直方向の微分値を算出手段 312、

（3）右上がり斜め方向の微分値を算出手段 313、

（4）右下がり斜め方向の微分値を算出手段 314、

なお、本実施例では、近傍領域は、注目画素を中心とした 7×7 画素の領域であり、この近傍領域に対して解析を実行する。

【0048】

テクスチャ方向判定手段 202 は、さらに前記の 4 つの各方向に沿って算出された微分値から統計量を算出手段 321a ~ 321d と、前記各方向の統計量を比較して、近傍領域 211 のテクスチャの方向を決定する統計量比較手段 331 を有している。

【0049】

水平方向の微分値を算出手段 311 の処理について、図を参照して説明する。

図 6 は、水平方向微分値算出手段 311 の処理を説明する図である。図 6 には注目画素を中心とした 7×7 画素の近傍領域を示している。

水平方向を x、垂直方向を y 座標としている。 7×7 画素の近傍領域の中心、すなわち、 $(x, y) = (4, 4)$ が注目画素位置に対応する。

【0050】

テクスチャ方向判定に用いる画素は W で示してある。画素位置 (x, y) における、水平方向の微分値 $g_{r a d H}(x, y)$ は、

$$g_{r a d H}(x, y) = a b s(w(x - 1, y) - w(x + 1, y))$$

10

20

30

40

50

上記式に従って求める。

ここで、 $a b s()$ は、絶対値を求める関数である。

$w(x - 1, y)$ は、座標位置 $(x - 1, y)$ におけるWの画素値(強度)、

$w(x + 1, y)$ は、座標位置 $(x + 1, y)$ におけるWの画素値(強度)、

である。

【0051】

水平方向微分値算出手段311は、図6中に示した画素位置において微分値 $g r a d H$ を求める。

例えば、 $(x, y) = (2, 1)$ の位置の印の位置では、水平方向両隣のWの画素値(強度)に基づいて、微分値 $g r a d H$ を求める。 10

すなわち、 $(x, y) = (1, 1)$ と、 $(x, y) = (3, 1)$ の2つのW画素の画素値を用いて、微分値 $g r a d H(2, 1)$ を算出する。

図6に示すで示した18個の画素位置において微分値 $g r a d H$ が求められる。

【0052】

次に垂直方向の微分値を算出手段312の処理について説明する。

図7は、垂直方向微分値算出手段312の処理を説明する図である。図7には注目画素を中心とした 7×7 画素の近傍領域を示している。

水平方向を x 、垂直方向を y 座標としている。 7×7 画素の近傍領域の中心、すなわち、 $(x, y) = (4, 4)$ が注目画素位置に対応する。 20

【0053】

テクスチャ方向判定に用いる画素をWで図示してある。画素位置 (x, y) における、垂直方向の微分値 $g r a d V(x, y)$ は、

$$g r a d V(x, y) = a b s(w(x, y - 1) - w(x, y + 1))$$

上記式に従って求める。

ここで、 $a b s()$ は、絶対値を求める関数である。

$w(x, y - 1)$ は、座標位置 $(x, y - 1)$ におけるWの画素値(強度)、

$w(x, y + 1)$ は、座標位置 $(x, y + 1)$ におけるWの画素値(強度)、

である。

【0054】

垂直方向微分値算出手段312は、図7中に示した画素位置において微分値 $g r a d V$ を求める。 30

例えば、 $(x, y) = (1, 2)$ の位置の印の位置では、垂直方向両隣のWの画素値(強度)に基づいて、微分値 $g r a d V$ を求める。

すなわち、 $(x, y) = (1, 1)$ と、 $(x, y) = (1, 3)$ の2つのW画素の画素値を用いて、微分値 $g r a d V(1, 2)$ を算出する。

図7に示すで示した18個の画素位置において微分値 $g r a d V$ が求められる。

【0055】

次に右上がり方向の微分値を算出手段313の処理について説明する。 40

図8は、右上がり方向微分値算出手段313の処理を説明する図である。図8には注目画素を中心とした 7×7 画素の近傍領域を示している。

水平方向を x 、垂直方向を y 座標としている。 7×7 画素の近傍領域の中心、すなわち、 $(x, y) = (4, 4)$ が注目画素位置に対応する。

【0056】

テクスチャ方向判定に用いる画素をWで図示してある。画素位置 (x, y) における、右上がり方向の微分値 $g r a d A(x, y)$ は、

$$g r a d A(x, y) = a b s(w(x, y) - w(x + 1, y - 1))$$

上記式に従って求める。

ここで、 $a b s()$ は、絶対値を求める関数である。 50

$w(x, y)$ は、座標位置 (x, y) における W の画素値（強度）、
 $w(x + 1, y - 1)$ は、座標位置 $(x + 1, y - 1)$ における W の画素値（強度）、
 である。

【0057】

右上がり方向微分値算出手段 313 は、図 8 中の点線内に存在する W 画素位置において微分値 $gradA$ を求める。

例えば、 $(x, y) = (1, 3)$ の位置の W 印の位置では、自画素と、右上方向隣接の W の画素値（強度）に基づいて、微分値 $gradA$ を求める。

すなわち、 $(x, y) = (1, 3)$ と、 $(x, y) = (2, 2)$ の 2 つの W 画素の画素値を用いて、微分値 $gradA(1, 3)$ を算出する。10

図 8 に示す点線内に存在する 18 個の W 画素位置において微分値 $gradA$ が求められる。

【0058】

次に右下がり方向の微分値を算出する右下がり方向微分値算出手段 314 の処理について説明する。

図 9 は、右下がり方向微分値算出手段 314 の処理を説明する図である。図 9 には注目画素を中心とした 7×7 画素の近傍領域を示している。

水平方向を x 、垂直方向を y 座標としている。 7×7 画素の近傍領域の中心、すなわち、 $(x, y) = (4, 4)$ が注目画素位置に対応する。20

【0059】

テクスチャ方向判定に用いる画素を W で図示してある。画素位置 (x, y) における、右下がり方向の微分値 $gradD(x, y)$ は、

$$gradD(x, y) = abs(w(x, y) - w(x + 1, y + 1))$$

上記式に従って求める。

ここで、 $abs()$ は、絶対値を求める関数である。

$w(x, y)$ は、座標位置 (x, y) における W の画素値（強度）、

$w(x + 1, y + 1)$ は、座標位置 $(x + 1, y + 1)$ における W の画素値（強度）、
 である。

右下がり方向微分値算出手段 314 は、図 9 中の点線内に存在する W 画素位置において微分値 $gradD$ を求める。30

例えば、 $(x, y) = (1, 1)$ の位置の W 印の位置では、自画素と、右下方向隣接の W の画素値（強度）に基づいて、微分値 $gradD$ を求める。

すなわち、 $(x, y) = (1, 1)$ と、 $(x, y) = (2, 2)$ の 2 つの W 画素の画素値を用いて、微分値 $gradD(1, 1)$ を算出する。

図 9 に示す点線内に存在する 18 個の W 画素位置において微分値 $gradD$ が求められる。

【0060】

次に、統計量算出手段 321a～d の処理について説明する。

統計量算出手段 321a～d は、前述の

(1) 水平方向微分値算出手段 311、40

(2) 垂直方向微分値算出手段 312、

(3) 右上がり方向微分値算出手段 313、

(4) 右下がり方向微分値算出手段 314、

これらの各微分値算出手段において算出された、微分値 $gradH$ 、 $gradV$ 、 $gradA$ 、 $gradD$ それぞれについて、微分値の大きさに基づいてソート（並び替え）を行い、小さい方から順に n 番目までの微分値を用いて平均値 $mHgrad$ 、 $mVgrad$ 、 $mAgrad$ 、 $_mDgrad$ を算出する。

【0061】

先に、図 6～図 9 を参照して説明したように、1 つの注目画素を中心とした 7×7 の近傍領域の画素解析によって、以下の微分値を算出している。50

- (1) 水平方向微分値算出手段 3 1 1 は 18 個の水平方向微分値 grad H、
- (2) 垂直方向微分値算出手段 3 1 2 は 18 個の垂直方向微分値 grad V、
- (3) 右上がり方向微分値算出手段 3 1 3 は 18 個の右上がり方向微分値 grad A、
- (4) 右下がり方向微分値算出手段 3 1 4 は 18 個の右下がり方向微分値 grad D、

【0062】

統計量算出手段 3 2 1 a ~ d は、これら複数の微分値に基づく統計量として、微分値の大きさに基づいてソート（並び替え）を行い、小さい方から順に n 番目までの微分値を用いて、それぞれの平均値 m H grad、m V grad、m A grad、m D grad を算出する。

【0063】

ここで、n はソートされた微分値の長さ N 以下の値である。上記の例では N = 18 である。

n の値は近傍領域 2 1 1 に存在することが想定される連続欠陥の大きさによって決定される。例えば、近傍画素内に存在する連続欠陥画素が 2 × 2 画素であった場合、欠陥の影響を受けて正しく求められない微分値は、最大で 4 画素であるので、

$n = N - 4$ を用いれば良い。

【0064】

次に、統計量比較手段 3 3 1 の処理について説明する。

統計量比較手段 3 3 1 は、前記の各方向、すなわち水平、垂直、右上がり、右下がり各方向について、統計量算出手段 3 2 1 a ~ d で算出された統計量 m H grad、
m V grad、m A grad、m D grad の比較を行い、最も統計量が小さい方向をテクスチャ方向であると判定する。

例えば、m H grad が最も小さい値だった場合、近傍領域 2 1 1 のテクスチャ方向は、水平方向であると判定する。

欠陥補正手段 1 1 8 内のテクスチャ方向判定手段 2 0 2 は、このようにしてテクスチャ方向を判定し、判定情報としてのテクスチャ方向情報 (dir) を欠陥画素検出手段 2 0 3 に出力する。

なお、テクスチャ方向情報 (dir) とは、輝度変化や画素値変化のもっとも小さい方向に対応する。

【0065】

[6 . 欠陥補正手段内の欠陥画素検出手段の実行する処理の詳細について]

次に、欠陥補正手段 1 1 8 内の欠陥画素検出手段 2 0 3 の実行する処理の詳細について図 10 を参照して説明する。

【0066】

図 10 は欠陥画素検出手段 2 0 3 の実行する処理および構成を説明する図である。

欠陥画素検出手段 2 0 3 は、近傍領域 2 1 1 （本例では注目画素を中心とした 7 × 7 画素の領域）を構成する画素について、画素出力読み出し回路を共有（FD 共有）している複数画素からなる共有画素集合単位で処理を実行する。なお、共有画素集合は読み出し回路を共有する画素の集合である。

【0067】

共有画素統計量算出手段 4 1 1 は、画素出力読み出し回路を共有（FD 共有）している複数画素からなる共有画素集合単位の統計量を算出する。

【0068】

さらに、共有画素統計量算出手段 4 1 1 で算出された統計量を用いて近傍領域 2 1 1 における各方向の欠陥画素と推定される画素を検出する以下の手段を有する。すなわち、

- (1) 水平方向に欠陥検出を行う水平方向欠陥検出手段 4 2 1、
- (2) 垂直方向に欠陥検出を行う垂直方向欠陥検出手段 4 2 2、
- (3) 右上がり方向に欠陥検出を行う右あがり方向欠陥検出手段 4 2 3、
- (4) 右下がり方向に欠陥検出を行う右下がり方向欠陥検出手段 4 2 4、

これらの 4 方向対応の欠陥検出手段を有する。

10

20

30

40

50

【0069】

さらに、前述のテクスチャ方向判定手段202で判定されたテクスチャ方向情報(*dir*)を入力し、テクスチャ方向情報(*dir*)に従って、前段の欠陥検出手段421～424で欠陥画素として推定された画素から、補正対象とすべき補正対象欠陥画素位置を選択する欠陥画素位置選択手段431を有する。

【0070】

例えば、固体撮像装置の共有画素構成としては、図11に示される8画素単位の共有画素構成がある。

図11は、実線で結ばれた8画素を共有画素とする構成例を示している。

すなわち、図11に示す例は、1つの画素出力読み出し回路を8画素単位で利用した共有画素集合(FD共有)構成を示している。 10

【0071】

図11に示した共有画素パターンの場合、

注目画素を含む共有画素(8画素)の画素集合をFD01とする。

注目画素を含む共有画素FD01の左、左下、下、右下、右方向の隣合う共有画素を順にFD00、FD10、FD11、FD12、FD22で表す。 20

すなわち、注目画素を中心とした7×7画素領域に、

上段左側から、FD00, FD01, FD02,

下段左側から、FD10, FD11, FD12,

これらの8画素単位の共有画素(8画素)の画素集合が設定される。 20

【0072】

共有画素集合単位で画素出力読み出し回路が共有されると、その集合中の1つの画素が欠陥である場合、あるいは読み出し回路の不具合等により、出力値が正常値と離れた値に設定される場合がある。例えば図11に示す画素集合FD00の構成画素の全てが欠陥画素となる可能性もある。

【0073】

以下、1つの処理例として、FD01とFD11のいずれかが欠陥である場合の処理例について説明する。

まず、共有画素統計量算出手段411は、近傍領域211内の共有画素集合単位でW画素の画素値平均値を算出する。なお、近傍領域211は、本例では注目画素を中心画素とする7×7画素領域である。 30

【0074】

例えば、図11に示す7×7画素からなる画素領域中の、中心の点線で囲まれた画素を含む共有画素集合(FD01)に含まれるW画素の平均値を(mW01)とする。なお、共有画素集合は前述したように読み出し回路を共有する画素の集合である。

【0075】

同様に、

画素共有集合(FD00)に含まれるW画素の平均値を(mW00)とする。

画素共有集合(FD01)に含まれるW画素の平均値を(mW01)とする。

画素共有集合(FD02)に含まれるW画素の平均値を(mW02)とする。 40

画素共有集合(FD10)に含まれるW画素の平均値を(mW10)とする。

画素共有集合(FD11)に含まれるW画素の平均値を(mW11)とする。

画素共有集合(FD12)に含まれるW画素の平均値を(mW12)とする。

【0076】

なお、上記の共有画素集合単位の平均値(mW00～mW12)の6個の平均値からなる平均値群を平均値群1とする。

すなわち、平均値群1は、注目画素(図11に示す7×7画素領域中の中心の点線で囲まれた画素)を含む画素共有集合(FD01)と、その左(FD00)、左下(FD10)、下(FD11)、右下(FD12)、右方向(FD02)の隣合う共有画素集合単位の計2×3個の平均値群1である。 50

【0077】

この平均値群1は、図11に示す6個の共有画素集合FD00～FD12に対応して算出される。この他、注目画素を含む共有画素集合(FD01)と、その左(FD00)、左上(図示なし(FD00の上))、上(図示なし(FD01の上))、右上(図示なし(FD02の上))、右方向(FD02)の隣合う共有画素集合の計2×3個の平均値群2を利用する構成としてもよい。

【0078】

平均値群1か、平均値群2のどちらを用いるかは、注目画素の位相と、共有画素のパターンによって決定する。つまり、FD00を共有しているW画素の平均値をmW00で表し、その他のFDについても同様に表す。

10

【0079】

水平方向欠陥検出手段421の処理について説明する。水平方向欠陥検出手段421は、まず、前段の共有画素統計量算出手段411が算出した共有画素集合単位の2×3個の平均値(mW00～mW12)に基づいて、以下の共有画素集合単位の水平方向差分値(グラディエント:gH00～gH11)を算出する。すなわち、

$$gH00 = abs(mW00 - mW01),$$

$$gH01 = abs(mW01 - mW02),$$

$$gH10 = abs(mW10 - mW11),$$

$$gH11 = abs(mW11 - mW12),$$

を算出する。

20

なお、これらの差分値(グラディエント)は一次微分値に相当する。

【0080】

さらに、水平方向欠陥検出手段421は、共有画素集合単位の水平方向差分値(グラディエント:gH00～gH11)に基づいて、以下の差分平均値を算出する。

上段の水平方向差分値(グラディエント:gH00, gH01)の平均値

$$gH0 = (gH00 + gH01) / 2,$$

下段の水平方向差分値(グラディエント:gH10, gH11)の平均値

$$gH1 = (gH10 + gH11) / 2,$$

【0081】

さらに、水平方向欠陥検出手段421は、

30

上段の水平方向差分値(グラディエント)の平均値である差分平均値($gH0 = (gH00 + gH01) / 2$)と、

下段の水平方向差分値(グラディエント)の平均値である差分平均値($gH1 = (gH10 + gH11) / 2$)と、

これらを比較して、比較結果に応じて、以下のように水平方向欠陥検出用平均値(safe_mW)を算出する。

【0082】

(a) $gH0 < gH1$ ならば、

$$safe_mW = (mW00 + mW01 + mW02) / 3,$$

(b) $gH0 > gH1$ ならば、

$$safe_mW = (mW10 + mW11 + mW12) / 3,$$

40

上記(a), (b)のいずれかによって、水平方向欠陥検出用平均値safe_mWを求める。

この処理は、上段と下段から、より画素値変化の少ない平坦な領域を選択してその平均値を水平方向欠陥検出用平均値(safe_mW)として算出する処理である。

【0083】

次に、水平方向欠陥検出手段421は、

欠陥判定対象の共有画素集合(FD01)を含む上段の水平方向差分値(グラディエント)の差分平均値($gH0$)の値が、予め規定した閾値(threshold)以上であり、かつ、下記条件式、

50

$a b s (mW01 - safe_mW) > a b s (mW00 - safe_mW)$

上記式を満たす場合は、

F D 0 1 が欠陥であると判定する。

【0084】

上記判定処理は、欠陥判定対象の共有画素集合 (F D 0 1) を含む上段の水平方向差分値 (グラディエント) の差分平均値 (g H 0) が所定の閾値以上であり、かつ、

欠陥判定対象の共有画素集合 (F D 0 1) の画素値平均 (m W 0 1) と水平方向欠陥検出用平均値 (safe_mW) との差分が、共有画素集合 (F D 0 1) の水平方向に隣接する左隣の共有画素集合 (F D 0 0) の画素値平均 (m W 0 0) と水平方向欠陥検出用平均値 (safe_mW) との差分より大きいときに、欠陥判定対象の共有画素集合 (F D 0 1) が欠陥であると判定する処理である。 10

【0085】

さらに、欠陥判定対象の共有画素集合 (F D 1 1) を含む下段の水平方向差分値 (グラディエント) の差分平均値 (g H 1) の値が、予め規定した閾値 (threshold) 以上であり、かつ、下記条件式、

$a b s (mW11 - safe_mW) > a b s (mW10 - safe_mW)$

である場合は、

F D 1 1 が欠陥であると判定する。

【0086】

上記判定処理は、下段の水平方向差分値 (グラディエント) の差分平均値 (g H 1) が所定の閾値以上であり、かつ、 20

欠陥判定対象の共有画素集合 (F D 1 1) の画素値平均 (m W 1 1) と水平方向欠陥検出用平均値 (safe_mW) との差分が、共有画素集合 (F D 1 1) の左隣の共有画素集合 (F D 1 0) の画素値平均 (m W 1 0) と水平方向欠陥検出用平均値 (safe_mW) との差分より大きいときに、欠陥判定対象の共有画素集合 (F D 1 1) が欠陥であると判定する処理である。

【0087】

次に、垂直方向欠陥検出手段 4 2 2 の処理について説明する。

垂直方向欠陥検出手段 4 2 2 は、前段の共有画素統計量算出手段 4 1 1 が算出した共有画素集合単位の 2×3 個の平均値 (m W 0 0 ~ m W 1 2) に基づいて、以下の共有画素集合単位の垂直方向差分値 (グラディエント: g V 0 ~ g V 1) を算出する。すなわち、 30

左列 (F D 0 0, F D 1 0) の共有画素集合単位の垂直方向差分値 (グラディエント) : g V 0

$g V 0 = a b s (mW00 - mW10),$

右列 (F D 0 1, F D 1 1) の共有画素集合単位の垂直方向差分値 (グラディエント) : g V 1

$g V 1 = a b s (mW01 - mW11),$

これらを算出する。

【0088】

さらに、垂直方向欠陥検出手段 4 2 2 は、これら 2 つの共有画素集合単位の垂直方向差分値 (グラディエント: g V 0, g V 1) を比較して、比較結果に基づいて、以下の垂直方向欠陥検出用平均値 (safe_mW) を算出する。 40

【0089】

(a) $g V 0 < g V 1$ ならば、

$safe_mW = (mW00 + mW10) / 2,$

(b) $g V 0 > g V 1$ ならば、

$safe_mW = (mW01 + mW11) / 2,$

上記 (a), (b) のいずれかによって、垂直方向欠陥検出用平均値 safe_mW を求める。

この処理は、2 つの隣接する垂直列にある共有画素集合の列、すなわち左列 (F D 0 0) 50

, F D 1 0) と右列 (F D 0 1 , F D 1 1) から、より画素値変化の少ない平坦な領域を選択してその平均値を垂直方向欠陥検出用平均値 (s a f e _ m W) として算出する処理である。

【 0 0 9 0 】

次に、垂直方向欠陥検出手段 4 2 2 は、

欠陥判定対象の共有画素集合 (F D 0 1) を含む垂直向差分値 (グラディエント) g V 1 の値が、予め規定した閾値 (t h r e s h o l d) 以上であり、かつ、下記条件式、
 $a b s (m W 0 1 - s a f e _ m W) > a b s (m W 1 1 - s a f e _ m W)$

上記式を満たす場合は、

F D 0 1 が欠陥であると判定する。

10

【 0 0 9 1 】

上記判定処理は、欠陥判定対象の共有画素集合 (F D 0 1) を含む垂直方向の列の垂直方向差分値 (グラディエント) (g V 1) が所定の閾値以上であり、かつ、

欠陥判定対象の共有画素集合 (F D 0 1) の画素値平均 (m W 0 1) と垂直方向欠陥検出用平均値 (s a f e _ m W) との差分が、共有画素集合 (F D 0 1) の垂直方向に隣接する下隣の共有画素集合 (F D 1 1) の画素値平均 (m W 1 1) と垂直方向欠陥検出用平均値 (s a f e _ m W) との差分より大きいときに、欠陥判定対象の共有画素集合 (F D 0 1) が欠陥であると判定する処理である。

【 0 0 9 2 】

次に、垂直方向欠陥検出手段 4 2 2 は、

20

欠陥判定対象の共有画素集合 (F D 1 1) を含む垂直向差分値 (グラディエント) g V 1 の値が、予め規定した閾値 (t h r e s h o l d) 以上であり、かつ、下記条件式、
 $a b s (m W 1 1 - s a f e _ m W) > a b s (m W 0 1 - s a f e _ m W)$

である場合は、

F D 1 1 が欠陥であると判定する。

【 0 0 9 3 】

上記判定処理は、欠陥判定対象の共有画素集合 (F D 1 1) を含む垂直方向の列の垂直方向差分値 (グラディエント) (g V 1) が所定の閾値以上であり、かつ、

欠陥判定対象の共有画素集合 (F D 1 1) の画素値平均 (m W 1 1) と垂直方向欠陥検出用平均値 (s a f e _ m W) との差分が、共有画素集合 (F D 1 1) の垂直方向に隣接する上隣の共有画素集合 (F D 0 1) の画素値平均 (m W 0 1) と垂直方向欠陥検出用平均値 (s a f e _ m W) との差分より大きいときに、欠陥判定対象の共有画素集合 (F D 1 1) が欠陥であると判定する処理である。

30

【 0 0 9 4 】

次に、右上がり方向欠陥検出手段 4 2 3 の処理について説明する。

右上がり方向欠陥検出手段 4 2 3 は、前段の共有画素統計量算出手段 4 1 1 が算出した共有画素集合単位の 2×3 個の平均値 (m W 0 0 ~ m W 1 2) に基づいて、以下の共有画素集合単位の右上がり方向差分値 (グラディエント : g A 0 ~ g A 1)) を算出する。すなわち、

右上がり方向に隣接する (F D 1 0 , F D 0 1) の共有画素集合単位の右上がり方向差分値 (グラディエント) : g A 0

$g A 0 = a b s (m W 1 0 - m W 0 1)$ 、

右上がり方向に隣接する (F D 1 1 , F D 0 2) の共有画素集合単位の右上がり方向差分値 (グラディエント) : g A 1

$g A 1 = a b s (m W 1 1 - m W 0 2)$ 、

これらを算出する。

40

【 0 0 9 5 】

さらに、右上がり方向欠陥検出手段 4 2 3 は、これら 2 つの共有画素集合単位の右上がり方向差分値 (グラディエント : g A 0 , g A 1) を比較して、比較結果に基づいて、以下の右上がり方向欠陥検出用平均値 (s a f e _ m W) を算出する。

50

(a) $g A 0 < g A 1$ ならば、
 $safe_mW = (mW10 + mW01) / 2$ 、
(b) $g A 0 > g A 1$ ならば、
 $safe_mW = (mW11 + mW02) / 2$ 、
上記 (a), (b) のいずれかによって、右上がり方向欠陥検出用平均値 $safe_mW$ を求める。

【0096】

この処理は、2つの隣接する右上がり方向ライン上の共有画素集合の隣接データ、すなわち ($FD10, FD01$) と ($FD11, FD02$) から、より画素値変化の少ない平坦な領域を選択してその平均値を右上がり方向欠陥検出用平均値 ($safe_mW$) として算出する処理である。 10

【0097】

次に、右上がり方向欠陥検出手段 423 は、
欠陥判定対象の共有画素集合 ($FD01$) を含む右上がり直向差分値 (グラディエント) $gA0$ の値が、予め規定した閾値 ($threshold$) 以上であり、かつ、下記条件式、
 $abs(mW01 - safe_mW) > abs(mW10 - safe_mW)$
上記式を満たす場合は、
 $FD01$ が欠陥であると判定する。

【0098】

上記判定処理は、欠陥判定対象の共有画素集合 ($FD01$) を含む右上がり方向のライン上の右上がり方向差分値 (グラディエント) ($gA1$) が所定の閾値以上であり、かつ、

欠陥判定対象の共有画素集合 ($FD01$) の画素値平均 ($mW01$) と右上がり方向欠陥検出用平均値 ($safe_mW$) との差分が、共有画素集合 ($FD01$) の右上がり上方向ライン上で隣接する左下隣の共有画素集合 ($FD10$) の画素値平均 ($mW10$) と右上がり方向欠陥検出用平均値 ($safe_mW$) との差分より大きいときに、欠陥判定対象の共有画素集合 ($FD01$) が欠陥であると判定する処理である。

【0099】

次に、右上がり方向欠陥検出手段 423 は、
欠陥判定対象の共有画素集合 ($FD11$) を含む右上がり方向差分値 (グラディエント) $gA1$ の値が、予め規定した閾値 ($threshold$) 以上であり、かつ、下記条件式、
 $abs(mW11 - safe_mW) > abs(mW02 - safe_mW)$
である場合は、
 $FD11$ が欠陥であると判定する。

【0100】

上記判定処理は、欠陥判定対象の共有画素集合 ($FD11$) を含む右上がり方向のライン上の右上がり方向差分値 (グラディエント) ($gA1$) が所定の閾値以上であり、かつ、

欠陥判定対象の共有画素集合 ($FD11$) の画素値平均 ($mW11$) と右上がり方向欠陥検出用平均値 ($safe_mW$) との差分が、共有画素集合 ($FD11$) の右上がり上方向ライン上で隣接する右上隣の共有画素集合 ($FD02$) の画素値平均 ($mW02$) と右上がり方向欠陥検出用平均値 ($safe_mW$) との差分より大きいときに、欠陥判定対象の共有画素集合 ($FD11$) が欠陥であると判定する処理である。 40

【0101】

次に、右下がり方向欠陥検出手段 424 の処理について説明する。
右下がり方向欠陥検出手段 424 は、前段の共有画素統計量算出手段 411 が算出した共有画素集合単位の 2×3 個の平均値 ($mW00 \sim mW12$) に基づいて、以下の共有画素集合単位の右下がり方向差分値 (グラディエント: $gD0 \sim gD1$) を算出する。す 50

なわち、

右下がりがり方向に隣接する (F D 0 0 , F D 1 1) の共有画素集合単位の右下がり方向差分値 (グラディエント) : g D 0

$$g D 0 = a b s (m W 0 0 - m W 1 1),$$

右下がり方向に隣接する (F D 0 1 , F D 1 2) の共有画素集合単位の右下がり方向差分値 (グラディエント) : g D 1

$$g D 1 = a b s (m W 0 1 - m W 1 2),$$

これらを算出する。

【0102】

さらに、右下がり方向欠陥検出手段 4 2 4 は、これら 2 つの共有画素集合単位の右下がり方向差分値 (グラディエント: g D 0 , g D 1) を比較して、比較結果に基づいて、以下の右下がり方向欠陥検出用平均値 (s a f e _m W) を算出する。 10

(a) $g D 0 < g D 1$ ならば、

$$s a f e _m W = (m W 0 0 + m W 1 1) / 2,$$

(b) $g D 0 > g D 1$ ならば、

$$s a f e _m W = (m W 0 1 + m W 1 2) / 2,$$

上記 (a) , (b) のいずれかによって、右下がり方向欠陥検出用平均値平均値 s a f e _m W を求める。

【0103】

この処理は、2 つの隣接する右下がり方向ライン上の共有画素集合の隣接データ、すなわち (F D 0 0 , F D 1 1) と (F D 0 1 , F D 1 2) から、より画素値変化の少ない平坦な領域を選択してその平均値を右下がり方向欠陥検出用平均値 (s a f e _m W) として算出する処理である。 20

【0104】

次に、右下がり方向欠陥検出手段 4 2 4 は、

欠陥判定対象の共有画素集合 (F D 0 1) を含む右下がり直向差分値 (グラディエント) g D 1 の値が、予め規定した閾値 (t h r e s h o l d) 以上であり、かつ、下記条件式、

$$a b s (m W 0 1 - s a f e _m W) > a b s (m W 1 2 - s a f e _m W)$$

である場合は、

F D 0 1 が欠陥であると判定する。 30

【0105】

上記判定処理は、欠陥判定対象の共有画素集合 (F D 0 1) を含む右下がり方向のライン上の右下がり方向差分値 (グラディエント) (g D 1) が所定の閾値以上であり、かつ、

欠陥判定対象の共有画素集合 (F D 0 1) の画素値平均 (m W 0 1) と右下がり方向欠陥検出用平均値 (s a f e _m W) との差分が、共有画素集合 (F D 0 1) の右下がり上方向ライン上で隣接する右下隣の共有画素集合 (F D 1 2) の画素値平均 (m W 1 2) と右上がり方向欠陥検出用平均値 (s a f e _m W) との差分より大きいときに、欠陥判定対象の共有画素集合 (F D 0 1) が欠陥であると判定する処理である。 40

【0106】

次に、右下がり方向欠陥検出手段 4 2 4 は、

欠陥判定対象の共有画素集合 (F D 1 1) を含む右下がり方向差分値 (グラディエント) g D 0 の値が、予め規定した閾値 (t h r e s h o l d) 以上であり、かつ、下記条件式、

$$a b s (m W 1 1 - s a f e _m W) > a b s (m W 0 0 - s a f e _m W)$$

である場合は、

F D 1 1 が欠陥であると判定する。

【0107】

上記判定処理は、欠陥判定対象の共有画素集合 (F D 1 1) を含む右下がり方向のライ

ン上の右下がり方向差分値（グラディエント）（g D 0）が所定の閾値以上であり、かつ、

欠陥判定対象の共有画素集合（F D 1 1）の画素値平均（m W 1 1）と右下がり方向欠陥検出用平均値（s a f e _ m W）との差分が、共有画素集合（F D 1 1）の右下がり上方向ライン上で隣接する左上隣の共有画素集合（F D 0 0）の画素値平均（m W 0 0）と右下がり方向欠陥検出用平均値（s a f e _ m W）との差分より大きいときに、欠陥判定対象の共有画素集合（F D 1 1）が欠陥であると判定する処理である。

【0108】

次に、欠陥画素位置選択手段431の処理について説明する。

欠陥画素位置選択手段431は、前述した各方向の欠陥検出手段421～424が検出した画素位置の中から、先に説明したテクスチャ方向判定手段202が判定したテクスチャ方向（d i r）の検出結果を選択する。 10

【0109】

すなわち、

テクスチャ方向判定手段202が判定したテクスチャ方向（d i r）が、水平方向（H）である場合、水平方向欠陥検出手段421の検出結果を選択する。すなわち、水平方向欠陥検出手段421が共有画素集合F x y（例えばF 0 1）を欠陥画素として判定している場合は、この共有画素集合F x yを補正対象の欠陥画素として選択する。

【0110】

また、テクスチャ方向判定手段202が判定したテクスチャ方向（d i r）が、垂直方向（V）である場合、垂直方向欠陥検出手段422の検出結果を選択する。すなわち、垂直方向欠陥検出手段422が共有画素集合F x y（例えばF 0 1）を欠陥画素として判定している場合は、この共有画素集合F x yを補正対象の欠陥画素として選択する。 20

【0111】

また、テクスチャ方向判定手段202が判定したテクスチャ方向（d i r）が、右上がり方向（A）である場合、右上がり方向欠陥検出手段423の検出結果を選択する。すなわち、右上がり方向欠陥検出手段423が共有画素集合F x y（例えばF 0 1）を欠陥画素として判定している場合は、この共有画素集合F x yを補正対象の欠陥画素として選択する。

【0112】

また、テクスチャ方向判定手段202が判定したテクスチャ方向（d i r）が、右下がり方向（D）である場合、右下がり方向欠陥検出手段424の検出結果を選択する。すなわち、右下がり方向欠陥検出手段424が共有画素集合F x y（例えばF 0 1）を欠陥画素として判定している場合は、この共有画素集合F x yを補正対象の欠陥画素として選択する。 30

【0113】

この欠陥画素位置選択手段431の実行する補正対象欠陥画素の選択処理は、各欠陥検出手段421～424が欠陥であると推定した欠陥画素から、さらに、テクスチャ方向判定手段202が判定したテクスチャ方向（d i r）に対応する方向の位置にあるもののみを実際の欠陥である可能性が高いと判定して、これを補正対象として選択する処理である。 40

【0114】

この選択処理について説明する。

各欠陥検出手段421～424では、各方向に応じて変化の大きい共有画素集合を欠陥画素である可能性があるものとして、これらを欠陥画素として決定している。

しかし、これらの各欠陥検出手段421～424が判定した欠陥画素は、補正の必要な欠陥画素でなく真の画素値を出力している場合もある。

【0115】

欠陥画素位置選択手段431は、これらの各欠陥検出手段421～424が欠陥画素であると判定した画素から補正すべき欠陥画素を選択する。この選択処理のためにテクスチ 50

ヤ方向情報 (dir) を適用する。

テクスチャ方向は、本来、画素値の変化が少ない方向である。

各欠陥検出手段 421～424 では、各方向に応じて変化の大きい共有画素集合を欠陥画素である可能性が高いとして、これらを欠陥画素として決定している。

欠陥画素位置選択手段 431 は、これらの出力からテクスチャ方向に対応するもののみを補正の必要な本当の欠陥画素として選択する。その他は、実際の画素値を出力している可能性が高いと判定して補正対象から除外する。

【0116】

なお、図 10 を参照して説明した欠陥画素検出手段 203 の構成では、

水平方向欠陥検出手段 421、

10

垂直方向欠陥検出手段 422、

右上がり方向欠陥検出手段 423、

右下がり方向欠陥検出手段 424、

これらの各検出手段において欠陥画素と推定される画素集合を決定した後、欠陥画素位置選択手段 431 においてテクスチャ方向情報を用いて、各欠陥検出手段 421～424 の出力から 1 つの出力のみを補正対象として選択する設定としている。

【0117】

このような設定とせず、例えば、テクスチャ方向情報に従って、各欠陥検出手段 421～424 から、テクスチャ方向と同じ方向の欠陥検出を実行する欠陥検出手段の実を選択的に動作させる設定としてもよい。

20

【0118】

例えば図 12 に示すように、欠陥画素位置選択手段 431 においてテクスチャ方向情報を用いてスイッチ 432 を制御して各欠陥検出手段 421～424 のどの検出手段を動作させるかを決定して、いずれか 1 つの検出手段のみを動作させる設定としてもよい。

【0119】

また、本実施例では、欠陥検出に一次微分値 (グラディエント) を用いた例を説明するが、一次微分値 (グラディエント) の他、例えば二次微分値 (ラプラシアン) を用いた構成としてもよい。

【0120】

[7 . 欠陥画素補正手段の処理について]

30

次に、図 4 に示す欠陥画素補正手段 204 の処理について説明する。

欠陥画素補正手段 204 は、前述した欠陥画素検出手段 203 が検出した欠陥画素に対する補正を行う。

補正手段は、検出された欠陥画素について、テクスチャ方向判定手段 202 で判定されたテクスチャ方向に基づき、近傍画素を用いて補正画素値を決定する。

【0121】

補正画素値の決定方法としては、様々な手法、例えば近傍画素の画素値を参照した補正処理が適用可能である。例えばテクスチャ方向に沿って、欠陥画素位置と最も近い位置の画素値と置き換える手法などの補正処理が実行される。また、テクスチャ方向に沿って、共有画素統計量算出手段 411 が算出した 2×3 個の平均値から選択する処理を適用してもよい。

40

【0122】

以上、特定の実施例を参考しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が実施例の修正や代用を成し得ることは自明である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、限定的に解釈されるべきではない。本発明の要旨を判断するためには、特許請求の範囲の欄を参照すべきである。

【0123】

また、明細書中において説明した一連の処理はハードウェア、またはソフトウェア、あるいは両者の複合構成によって実行することが可能である。ソフトウェアによる処理を実行する場合は、処理シーケンスを記録したプログラムを、専用のハードウェアに組み込ま

50

れたコンピュータ内のメモリにインストールして実行させるか、あるいは、各種処理が実行可能な汎用コンピュータにプログラムをインストールして実行させることができる。例えば、プログラムは記録媒体に予め記録しておくことができる。記録媒体からコンピュータにインストールする他、LAN (Local Area Network)、インターネットといったネットワークを介してプログラムを受信し、内蔵するハードディスク等の記録媒体にインストールすることができる。

【0124】

なお、明細書に記載された各種の処理は、記載に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的にあるいは個別に実行されてもよい。また、本明細書においてシステムとは、複数の装置の論理的集合構成であり、各構成の装置が同一筐体内にあるものには限らない。10

【産業上の利用可能性】

【0125】

以上、説明したように、本発明の一実施例構成によれば、撮像画像に発生する欠陥画素の検出と補正を実行する構成が実現される。具体的には、画像のテクスチャ方向を判定し、複数画素の画素集合単位で画素値平均を算出し、画素集合の配列方向に応じた画素値平均の差分情報に基づいて欠陥画素位置を検出する。テクスチャ方向に等しい画素集合配列方向において検出された欠陥画素を補正対象として補正する。テクスチャ方向に沿った位置で、例えば読み出し回路共有画素集合単位での欠陥画素検出を実行することで効率的な欠陥画素位置の検出が可能となる。20

【符号の説明】

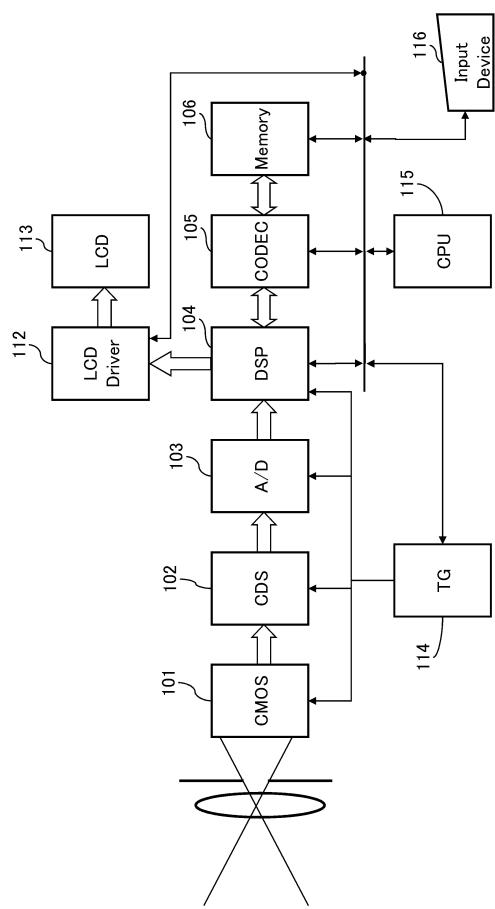
【0126】

- 101 撮像素子
- 102 相関2重サンプリング回路(CDS)
- 103 A/Dコンバータ
- 104 DSP
- 105 CODEC
- 106 メモリ
- 112 LCDドライバ
- 113 LCD
- 114 タイミングジェネレータ(TG)
- 115 CPU
- 116 入力部
- 117 モザイク画像
- 118 欠陥補正手段
- 119 ホワイトバランス手段
- 120 デモザイク手段
- 121 マトリックス手段
- 122 ガンマ補正手段
- 123 YC変換手段
- 124 Y画像
- 125 C画像
- 201 近傍領域抽出手段
- 202 テクスチャ方向判定手段
- 203 欠陥画素検出手段
- 204 欠陥画素補正手段
- 211 近傍領域
- 311 水平方向微分値算出手段
- 312 垂直方向微分値算出手段
- 313 右上がり方向微分値算出手段

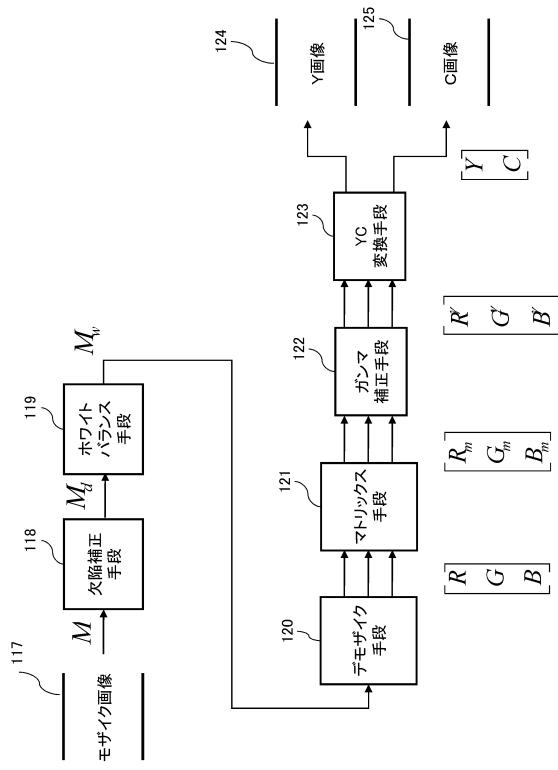
1020304050

- 3 1 4 右下がり方向微分値算出手段
 3 2 1 a ~ d 統計量算出手段
 3 3 1 統計量比較手段
 4 1 1 共有画素統計量算出手段
 4 2 1 水平方向欠陥検出手段
 4 2 2 垂直方向欠陥検出手段
 4 2 3 右上がり方向欠陥検出手段
 4 2 4 右下がり方向欠陥検出手段
 4 3 1 欠陥画素位置検出手段
 4 3 2 スイッチ

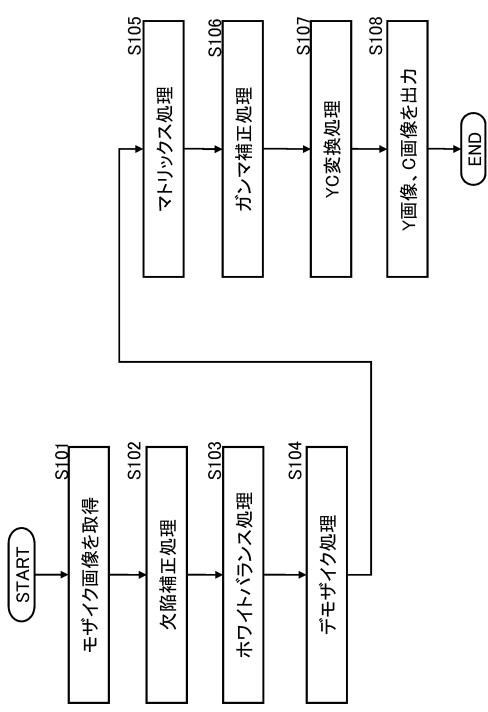
【図 1】



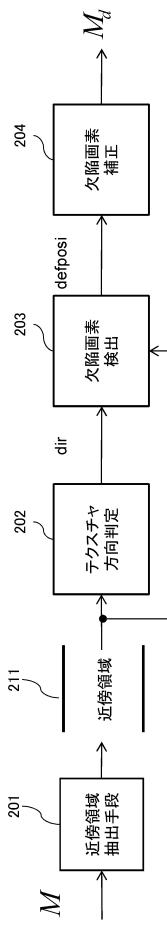
【図 2】



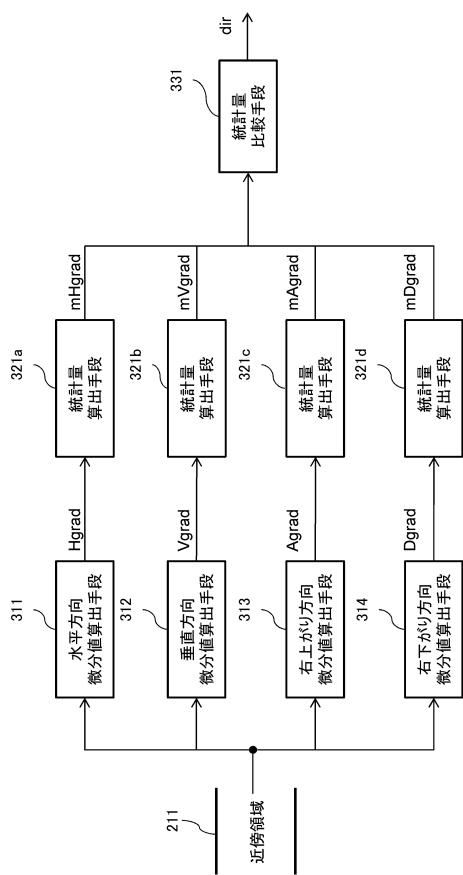
【図3】



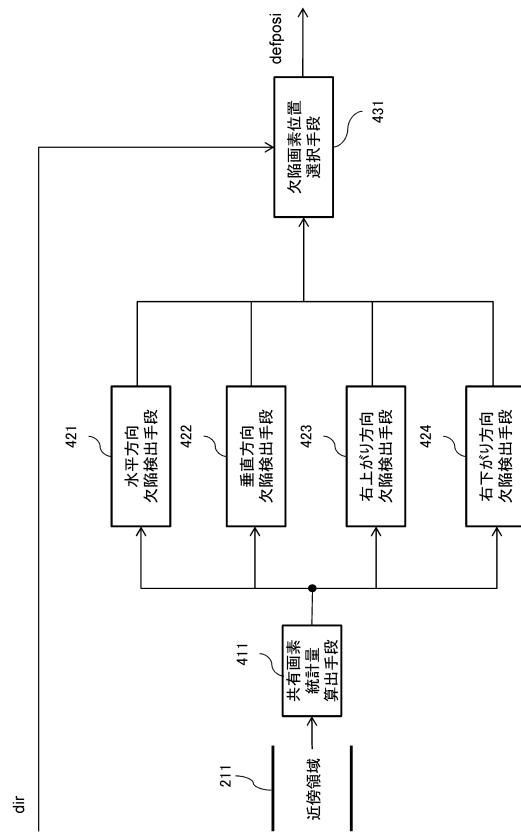
【図4】



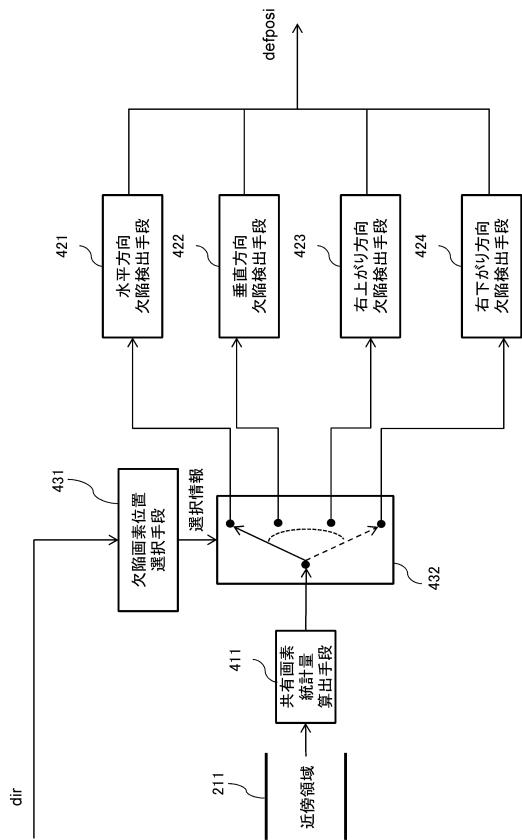
【図5】



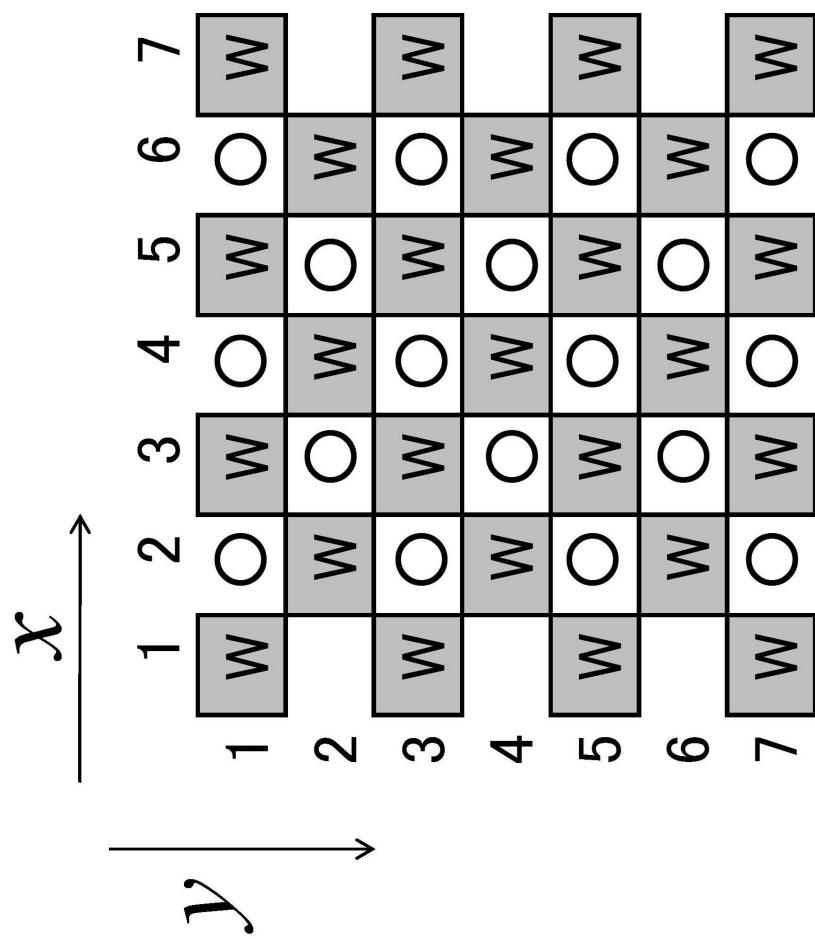
【図10】



【図12】

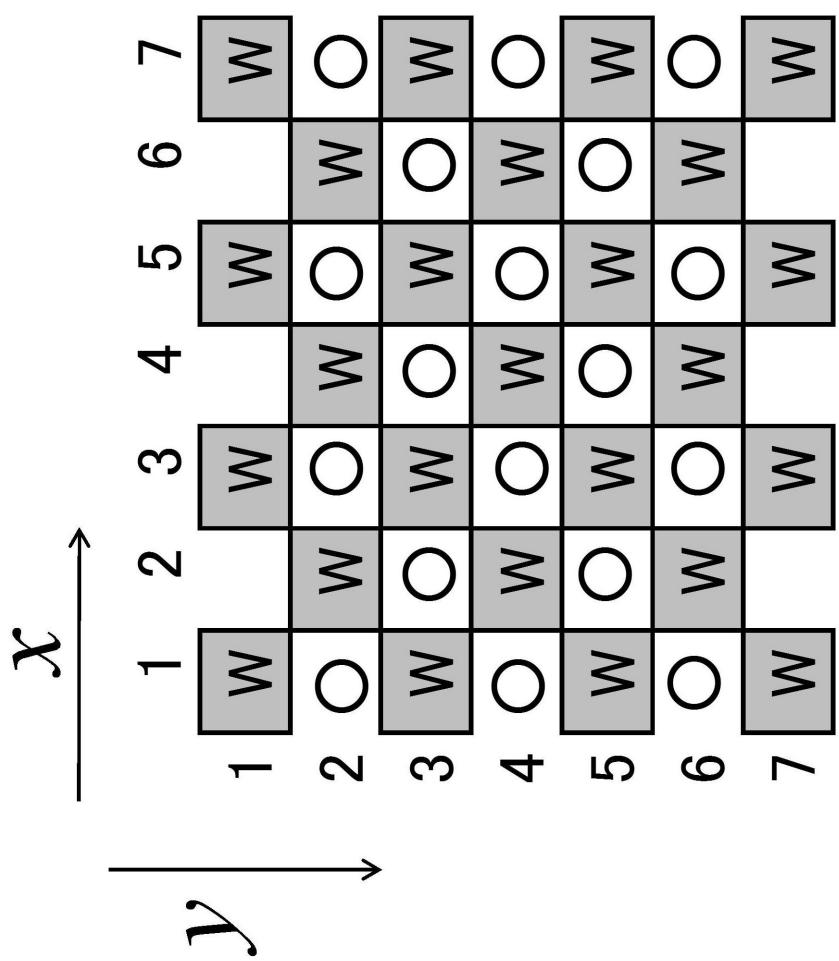


【図6】



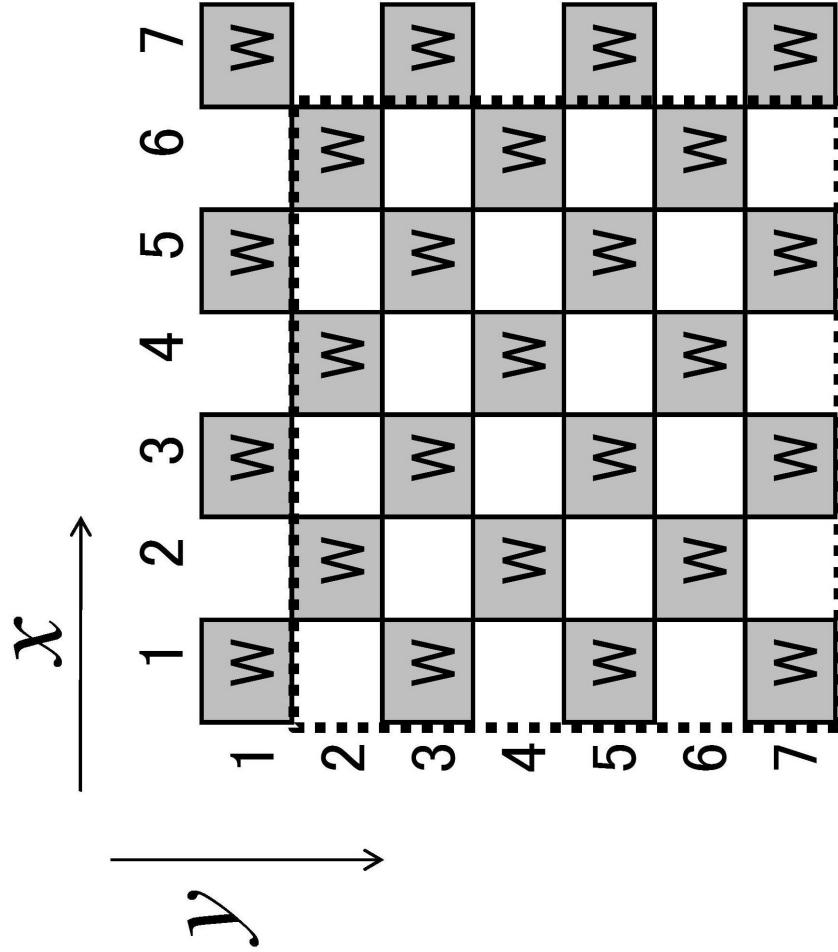
$$gradH(x, y) = |w(x-1, y) - w(x+1, y)|$$

【図7】



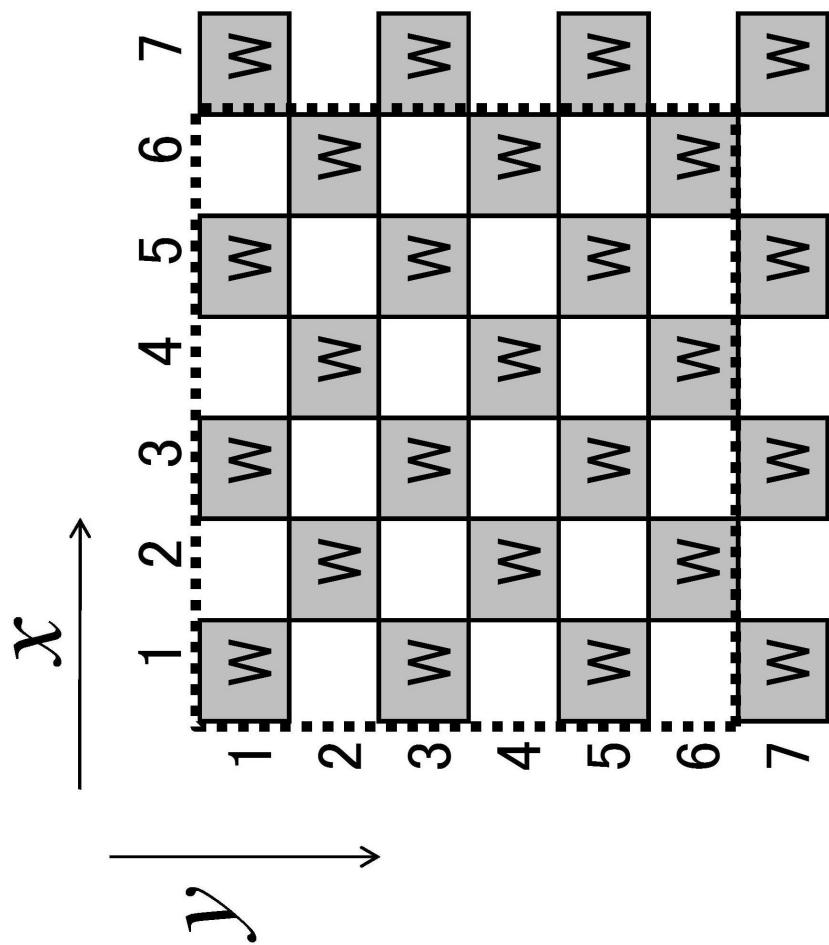
$$gradV(x, y) = |w(x, y-1) - w(x, y+1)|$$

【図8】



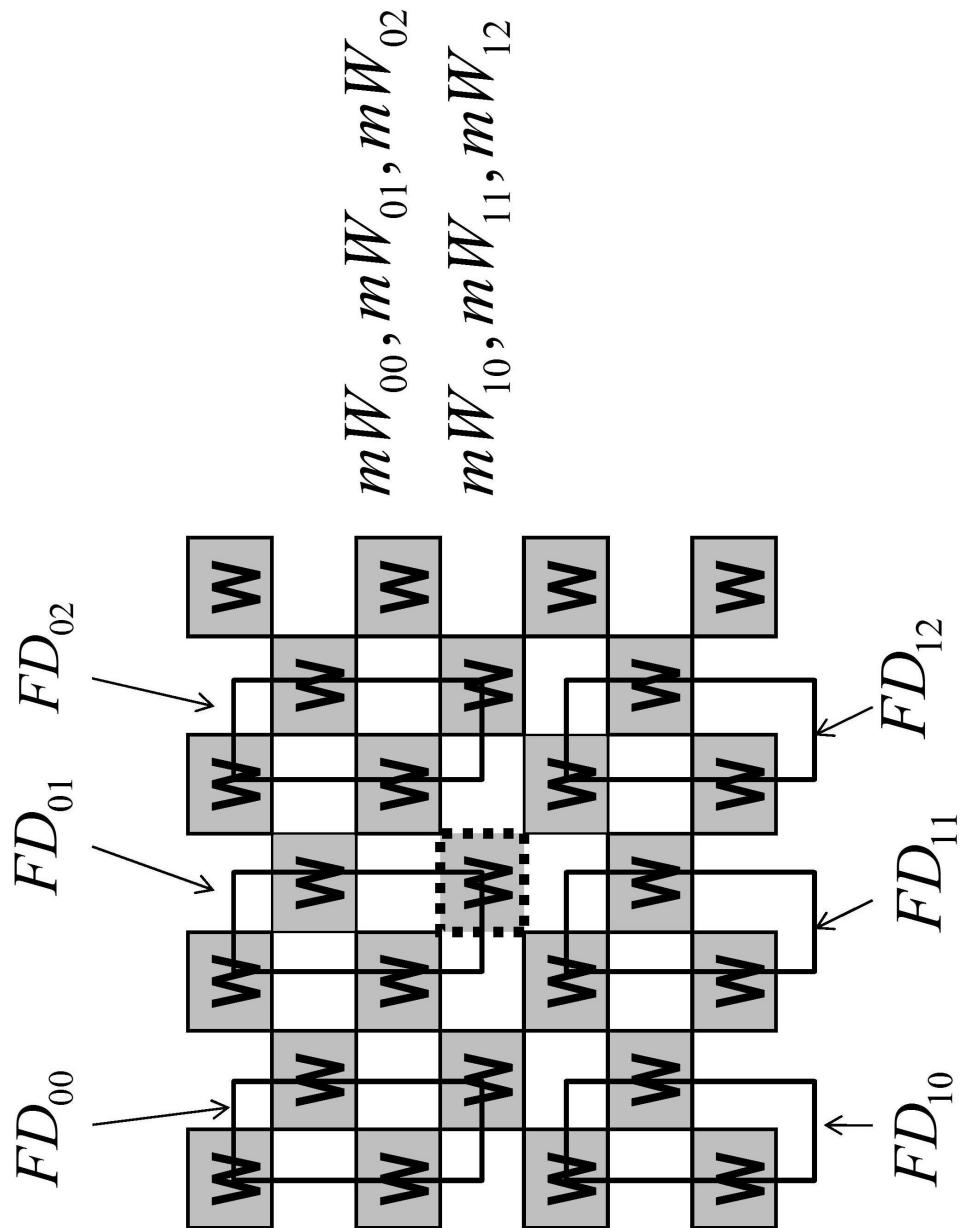
$$gradA(x, y) = |w(x, y) - w(x+1, y-1)|$$

【図9】



$$gradD(x, y) = |w(x, y) - w(x+1, y+1)|$$

【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 安間 文仁
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 松永 隆志

(56)参考文献 特開2008-154276(JP,A)
特開2008-180696(JP,A)
特開平11-103423(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/367