

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-219665

(P2013-219665A)

(43) 公開日 平成25年10月24日(2013.10.24)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
H 0 4 N 5/367 (2011.01) H 0 4 N 5/335 6 7 0 5 C 0 2 4
H 0 4 N 5/374 (2011.01) H 0 4 N 5/335 7 4 0

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2012-90267 (P2012-90267)
 (22) 出願日 平成24年4月11日 (2012.4.11)

(71) 出願人 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100094112
 弁理士 岡部 譲

(74) 代理人 100096943
 弁理士 臼井 伸一

(74) 代理人 100101498
 弁理士 越智 隆夫

(74) 代理人 100107401
 弁理士 高橋 誠一郎

(74) 代理人 100106183
 弁理士 吉澤 弘司

(74) 代理人 100128668
 弁理士 齋藤 正巳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置、その制御方法およびプログラム

(57) 【要約】

【課題】点滅欠陥画素の欠陥画素補正による解像感の劣化を抑えた画像を提供する。

【解決手段】撮影条件と点滅欠陥画素補正レベルと画像合成枚数を対応付けた点滅欠陥画素補正テーブルを有し、点滅欠陥画素補正テーブルに従って所定数の画像合成と点滅欠陥画素補正を行い、点滅欠陥画素補正対象の画素数を減少させることを特徴とする撮像装置。

【選択図】図9

ISO感度	補正すべき 欠陥レベル(mV)	点滅欠陥画素の数 (全画素に対する比率)	画像合成枚数
1 0 0	10mV	0.08%	1
2 0 0	6mV	0.12%	2
4 0 0	4mV	0.31%	3
8 0 0	3mV	0.89%	5
1 6 0 0	2mV	2.20%	8

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の画素を有する撮像素子を備えた撮像装置であり、

前記撮像素子により被写体を撮影して画像信号を出力する撮像手段と、

前記撮像手段による撮影の異なる撮影条件と各撮影条件に対応した少なくとも欠陥画素の第 1 の補正条件及び第 2 の補正条件とを保持する保持手段と、

前記撮影条件の非露光状態において前記撮像手段から出力される画像信号を用いて、前記保持手段に保持されている前記撮影条件に対応する第 1 の補正条件に従って欠陥画素を検出し、該検出された欠陥画素の情報を前記保持手段に保持する欠陥画素検出手段と

前記被写体の撮影条件および前記保持手段に保持された前記撮影条件に対応する第 2 の補正条件に従って前記撮像手段で前記被写体を撮影し、当該撮影で得た画像信号を合成する画像合成手段と、

前記画像合成手段で合成された画像信号に対して、前記保持手段に保持されている前記欠陥画素の情報に従って欠陥画素の補正を行なう欠陥画素補正手段と、を備えることを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記保持手段に保持されている第 1 の補正条件は、各撮影条件に対応した欠陥レベルの情報であり、前記第 2 の補正条件は前記画像合成手段による合成数の情報であり、当該欠陥レベルは、前記撮影条件で前記撮像手段から出力された前記画像信号に基づいて決定され、前記合成数は前記欠陥画素検出手段で検出された欠陥画素の情報と対応していることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記画像合成手段は、前記被写体を前記撮像手段で前記合成数だけ撮影して得られた画像信号を加算し、当該加算の結果を前記合成数で平均化することで画像信号を合成することを特徴とする請求項 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記保持手段は、前記欠陥レベルに基づく判定レベルを保持し、前記欠陥画素検出手段は判定対象の画素とその周辺画素との差分値を前記判定レベルと比較して欠陥画素を検出することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記判定レベルは、非定常的に異常なレベルを出力する点滅欠陥画素の判定レベルであることを特徴とする請求項 4 に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記欠陥画素補正手段は、前記補正される欠陥画の周囲の画素を用いた補間処理で該欠陥画素を補正することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記撮影条件は、ISO 感度であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項 8】

複数の画素を有し、被写体を撮影して画像信号を出力する撮像素子の欠陥画素の補正方法であり、

前記被写体の異なる撮影条件と各撮影条件に対応した少なくとも欠陥画素の第 1 の補正条件及び第 2 の補正条件とを保持手段に保持する保持ステップと、

前記撮影条件の非露光状態において前記撮像素子から出力される画像信号を用いて、前記保持手段に保持されている前記撮影条件に対応する第 1 の補正条件に従って欠陥画素を検出し、該検出された欠陥画素の情報を前記保持手段に保持する欠陥画素検出ステップと

前記被写体の撮影条件および前記保持手段に保持された前記撮影条件に対応する第 2 の補正条件に従って前記被写体を撮影し、当該撮影で得た画像信号を合成する画像合成ステップと、

前記画像合成ステップで合成された画像信号に対して、前記保持手段に保持されている

10

20

30

40

50

前記欠陥画素の情報に従って欠陥画素の補正を行なう欠陥画素補正ステップと、を備えることを特徴とする欠陥画素の補正方法。

【請求項 9】

コンピュータを、

複数の画素を有する撮像素子により被写体を撮影して画像信号を出力する撮像手段を備えた撮像装置の制御方法において、

前記撮像手段による撮影の異なる撮影条件と各撮影条件に対応した少なくとも欠陥画素の第 1 の補正条件及び第 2 の補正条件とを保持する保持手段と、

前記撮影条件の非露光状態において前記撮像手段から出力される画像信号を用いて、前記保持手段に保持されている前記撮影条件に対応する第 1 の補正条件に従って欠陥画素を検出し、該検出された欠陥画素の情報を前記保持手段に保持する欠陥画素検出手段と

前記被写体の撮影条件および前記保持手段に保持された前記撮影条件に対応する第 2 の補正条件に従って前記撮像手段で前記被写体を撮影し、当該撮影で得た画像信号を合成する画像合成手段と、

前記画像合成手段で合成された画像信号に対して、前記保持手段に保持されている前記欠陥画素の情報に従って欠陥画素の補正を行なう欠陥画素補正手段と、を備えることを特徴とする撮像装置。

として機能させるプログラム。

【請求項 10】

請求項 9 のプログラムを記録したコンピュータが読み取り可能な記録媒体。

【請求項 11】

コンピュータを、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載された撮像装置の各手段として機能させるプログラム。

【請求項 12】

コンピュータを、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載された撮像装置の各手段として機能させるプログラムを格納した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は撮像装置及びその制御方法に関し、特に撮像装置が用いる撮像素子の欠陥画素の補正技術に関する。

【背景技術】

【0002】

撮像素子である CMOS センサ、CCD 等を構成する多くの画素には、結晶欠陥やダストなどにより正規の出力信号を発生しない欠陥画素が存在することが知られている。欠陥画素は、その出力信号レベルの時間的な変化の有無で主に 2 種類に分類できる。

【0003】

1 つは、定常的に正規のレベルの出力信号を発生しない（本発明では異常出力と呼ぶ）定常欠陥画素、他の 1 つは、正規の出力信号と異常出力信号とが非定常的に出力される点滅欠陥画素である（RTS (Random Telegraph Signal) ノイズとも言われる）。

【0004】

CMOS センサにおいては、定常欠陥画素と点滅欠陥画素では、異常出力時の出力特性として異なる特性を持つことが知られている。定常欠陥画素では、ダスト、開口むら等の感度依存性欠陥を除いた場合、受光部の結晶欠陥による白点欠陥が多くを占める。よって、本願では白点欠陥画素を定常欠陥画素と定義する。

【0005】

この白点欠陥は暗信号増加を伴うため、異常出力レベルは、温度および蓄積時間に依存し、ほぼ安定的に発生する特性を有する。

【0006】

一方、点滅欠陥画素は結晶欠陥が発生する箇所が定常欠陥画素の場合の受光部とは異な

10

20

30

40

50

るため、異常出力レベルは温度および蓄積時間にほとんど依存せず、欠陥レベルも、プラス方向、ほぼ0、マイナス方向の3種類をランダムに発生する特性を有する。

【0007】

次に、点滅欠陥画素の結晶欠陥が発生する箇所を、図10を用いて説明する。

【0008】

図10は、CMOSセンサの画素回路の一般的な構成を示す。

同図において、1001は受光部であるフォトダイオード(PD)、1002は蓄積された電荷をリセットするリセットMOSトランジスタ、1003は電荷検出を行うフローティングディフュージョン(FD)である。また、1004は画素ソースフォロアMOSトランジスタである。

10

【0009】

上述の定常欠陥画素の多くは、PD部(1001)の結晶欠陥に因るものである。

【0010】

一方、点滅欠陥画素は、画素ソースフォロア部(1004)の結晶欠陥により、MOSトランジスタの界面準位で電子が捕獲、放出を繰り返すことでRTSノイズを発生することによると考えられている。

【0011】

上述した、非定常的に信号を出力する点滅欠陥画素の検出方法および補正方法として、以下が提案されている(特許文献1)。

【0012】

20

複数の撮像によって得られる複数枚の検出対象画像データの各位置の画素の画素値の最大値を画素値とする最大値画像データと、欠陥画素検出用のしきい値を比較する。この比較により、点滅欠陥画素および異常出力レベルを検出し、異常レベルに基づき、そのレベルが大きい上位N個の欠陥画素を選択することで、異常出力レベルが大きい画素値の補正を優先的に行っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】特開2008-131273号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

昨今のデジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラでは、

- 1、多画素化により撮像素子の微細化が進み、点滅欠陥画素の個数が一段と増加し、また
- 2、高感度化により、点滅欠陥画素の補正対象数が増加している。

【0015】

1、2の事情により、上述の特許文献1に開示された従来技術では、本来補正すべき点滅欠陥画素の数の増加に対し、レベルが大きい上位の欠陥画素のみでは欠陥画素補正数に不足が生じ、高感度撮影時に白点キズが目立つケースがあった。

【0016】

40

この対策として、本来補正すべき点滅欠陥画素全てに対して補正を行うと、全画素数に対し点滅欠陥画素の占める割合が大きくなり、欠陥画素補正の誤補正の頻度が増えて解像度劣化問題が生じる。

【0017】

特に、点滅欠陥画素の発生箇所である画素ソースフォロア部は、周囲の画素で共有に使用されるケースが昨今多い。例えば、画素ソースフォロア部を縦4画素で共有している場合、縦4画素が連なって点滅欠陥画素となる可能性が高い。すなわち欠陥画素が画面内のある領域に集中してしまうことになる。

【0018】

通常、欠陥画素の補正は欠陥画素の周囲画素からの補間で行い、値を置き換える処理を

50

する。欠陥画素が特定の画像領域に集中する場合や、全画素に対し欠陥画素の占める割合が大きい場合では、欠陥画素の周囲の画素も欠陥画素になる可能性が高くなり、周囲画素からの補間が正しい値の置き換えにならない頻度が高くなる。

【 0 0 1 9 】

低周波の被写体撮影時では影響が小さいが、高周波成分が含まれた被写体、例えばビル等を遠くから撮影した場合等では、周囲画素からの補間処理が正しい値の置き換えにならない頻度が高くなり、著しく解像度が劣化してしまう。

【 0 0 2 0 】

また、欠陥画素の補正対象数を増やすことは、欠陥画素のアドレスやレベルを記憶するためのメモリの容量を大きくする必要があるので、撮像装置のコストアップにもつながるという問題も発生する。

【 0 0 2 1 】

本発明はこのような従来技術の課題に鑑みてなされたもので、撮像装置のコストアップなしに、欠陥画素の補正対象の数の増加を抑制し、かつ解像度の劣化を低減することが可能な撮像装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 2 】

本発明によれば、撮像装置は、複数の画素を有する撮像素子により被写体を撮影して画像信号を出力する撮像手段をそなえ、撮像素子により被写体を撮影して画像信号を出力する撮像手段と、撮像手段による撮影の異なる撮影条件と各撮影条件に対応した少なくとも欠陥画素の第1の補正条件及び第2の補正条件とを保持する保持手段と、撮影条件の非露光状態において撮像手段から出力される画像信号を用いて、保持手段に保持されている撮影条件に対応する第1の補正条件に従って欠陥画素を検出し、該検出された欠陥画素の情報を保持手段に保持する欠陥画素検出手段と、被写体の撮像条件および保持手段に保持された撮影条件に対応する第2の補正条件に従って撮像手段で被写体を撮影し、当該撮影で得た画像信号を合成する画像合成手段と、画像合成手段で合成された画像信号に対して、保持手段に保持されている欠陥画素の情報に従って欠陥画素の補正を行なう欠陥画素補正手段と、を備える。

【発明の効果】

【 0 0 2 3 】

本発明によれば、点滅欠陥画素の欠陥画素補正対象の数の増加を抑制し、かつ点滅欠陥画素補正による解像感の劣化を抑えた画像を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 4 】

【図1】本発明の実施形態に係る撮像装置であるデジタルスチルカメラのブロック図

【図2】本発明の第一の実施例に係わる点滅欠陥画素補正動作のフローチャートを示す図

【図3】本発明の第一の実施例に係わる点滅欠陥画素補正テーブルの生成動作のフローチャートを示す図

【図4】本発明の第一の実施例に係わる点滅欠陥画素検出動作のフローチャートを示す図

【図5】本発明の第一の実施例に係わる画像合成と点滅欠陥画素補正動作のフローチャートを示す図

【図6】欠陥画素の欠陥レベル推移を模式的に表す図

【図7】ISOを固定して画像合成枚数を変えたときの点滅欠陥画素数の変化を示す図

【図8】補正する点滅欠陥画素数と画像合成枚数との対応表を示す図

【図9】点滅欠陥画素補正テーブルを示す図

【図10】CMOSセンサの一般的な画素回路の構成を示す図

【図11】ベイヤー配列での画素配列を示す図

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 5 】

以下、添付図面を参照して、本発明の例示的な実施形態を詳細に説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

図 1 は本発明の一実施形態に係る撮像装置の一例としてのデジタルスチルカメラのブロック図である。

図において、102は光電変換素子である撮像素子であり、被写体の光学像を画素単位のアナログ映像信号に変換して出力する。本実施形態では撮像素子102はCMOSイメージセンサとする。レンズ100は被写体の光学像を撮像素子102上に結像する。メカニカルシャッター（メカシャッター）101は、レンズ100と撮像素子102との間の光路を開閉させる。タイミングジェネレータ（TG）103は、撮像素子102の駆動信号を生成する。レンズ100、メカニカルシャッター101と撮像素子102とは、本実施形態に係る撮像装置の撮像手段を構成する。

10

【 0 0 2 7 】

A/D変換部104は撮像素子102から出力されるアナログ画像信号をデジタル画像信号（画像データ）へ変換する。デジタル画像信号はRAW画像データとして、記憶部105の画像用メモリ106に一時記憶させる。画像用メモリ106は例えばDRAMで構成される。

【 0 0 2 8 】

記憶部105は例えば半導体記憶装置から構成され、画像用メモリ106、欠陥画素情報メモリ107、欠陥画素補正テーブル108、欠陥画素検出条件テーブル109を有する。

【 0 0 2 9 】

欠陥画素判定部110は、欠陥画素の種類の判別と異常出力信号レベルの判定を行う。本実施形態において、欠陥画素判定部110は点滅欠陥画素と定常欠陥画素の判別を行うが、他の種類を判別可能に構成してもよい。

20

【 0 0 3 0 】

欠陥画素補正部111は、欠陥画素判定部110で欠陥画素と判定された画素について、欠陥画素判定部110で判別された欠陥画素の種別に応じて補正を行う。

【 0 0 3 1 】

画像処理部112は、画像用メモリ106に一時記憶されたRAW画像データに予め定められた画像処理を適用し、最終的な出力画像フォーマット、例えばDCF (Design rule for camera file system) に準拠したJPEG形式の画像データに変換する。そして、画像処理部112は、例えば半導体メモリカードである記録媒体113に、撮像画像データを最終画像フォーマットで記録する。

30

【 0 0 3 2 】

制御部114は例えばCPU、ROM及びRAMを含み、ROMに記憶されたプログラムをRAMに展開してCPUで実行することにより、後述する欠陥画素の検出処理や補正処理を始めとしたデジタルスチルカメラ全体の動作を制御する。

【 0 0 3 3 】

操作部116は電源ON/OFFボタン、シャッターボタン、メニューボタン、方向キー、決定ボタンなど、各種ボタンやキーなどを有する入力デバイス群である。操作部116は、デジタルスチルカメラ120の操作者がデジタルスチルカメラ120に各種の指示を与えるために用いられる。操作部116の操作は、制御部114によって検出される。

40

【 実施例 1 】

【 0 0 3 4 】

次に、図2、図3、図4および図5のフローチャートを用いて、本発明の第一の実施例に係る欠陥画素の補正動作を説明する。

【 0 0 3 5 】

図2は、本実施例に係る欠陥画素の補正動作全体のフローチャートを示す図、図3は、図2のS201の動作の詳細なフローチャートを示す図である。また、図4は、図2のS202の動作の詳細なフローチャートを示す図、図5は、図2のS203の動作の詳細なフローチャートを示す図である。

50

【 0 0 3 6 】

まず、図 2 のフローチャートを用いて本実施例の欠陥画素の補正動作全体の流れを説明する。

【 0 0 3 7 】

S 2 0 1 は、点滅欠陥画素の補正対象数が少なくなるように、撮影条件に対応した点滅欠陥画素の補正条件を与える補正テーブルを作成する動作である。詳細については図 3 のフローチャートを用いて説明する。この動作は、後述するように、カメラの設計段階において行なうが、製品段階において変更、更新できるようにしてもよい。

【 0 0 3 8 】

S 2 0 2 は、点滅欠陥画素補正テーブルの補正対象となる点滅欠陥画素を検出する動作である。点滅欠陥画素検出の動作の詳細は、図 4 のフローチャートを用いて説明する。

10

【 0 0 3 9 】

S 2 0 3 は画像の撮影時に行なう欠陥画素の補正動作である。S 2 0 2 で検出された点滅欠陥画素を S 2 0 1 で作成された点滅欠陥画素補正テーブルに従って、所定枚数の画像の撮像、合成処理を行った後、欠陥画素補正（例えば補間処理）を行う動作である。

【 0 0 4 0 】

次に、S 2 0 1 の詳細フローである、図 3 のフローチャートを説明する。本実施例では、点滅欠陥画素補正テーブルの作成をカメラ設計段階で行なうものとして説明する。

【 0 0 4 1 】

まず、S 3 0 2 で I S O 感度毎に、欠陥画素補正閾値、すなわち補正すべき欠陥レベルを決定する。補正すべき欠陥レベルとは、最終的な出力画像フォーマット（本実施例では J P E G ）上で、白点キズ、黒点キズとして目立ち始めるレベルを表している。

20

【 0 0 4 2 】

図 9 は、各 I S O 感度と補正すべき欠陥レベルの関係の一例を示す図で、各 I S O 感度に対して、補正すべき欠陥レベルが C M O S のアナログ信号レベル（m V ）で記載されている。これらのアナログ信号レベル（m V ）は、最終的な出力画像フォーマット（本実施例では J P E G ）上で、目立ち始めるレベルを複数シーンの実写を行って決定することが望ましい。

【 0 0 4 3 】

次に S 3 0 3 で、各 I S O 感度において、図 9 の補正すべき欠陥レベルで点滅欠陥画素の検出を行い、S 3 0 4 において、検出される点滅欠陥画素の個数の全体画素数に対する比率を算出する。なお、本実施例では点滅欠陥画素数を全画素数に対する比率で表わし（図 8 及び 9）、また、点滅欠陥画素の検出方法は、後述する図 4 のフローチャートによる動作と同様に行われる。

30

【 0 0 4 4 】

次に S 3 0 5 で、図 8 の点滅欠陥画素の数と画像合成枚数のテーブルに従って、S 3 0 4 で算出した比率（点滅欠陥画素の数）に応じた画像合成枚数を決定する。

【 0 0 4 5 】

例えば、I S O 感度 4 0 0 の場合、補正すべき欠陥レベル 4 m V （第 1 の補正条件）で点滅欠陥画素の検出調整を行った結果、検出数として全画素数に対する比率が 0 . 3 1 % であつた場合、図 8 のテーブルから、該当する画像合成枚数（第 2 の補正条件）、3 を決定する。

40

【 0 0 4 6 】

なお、ここで画像合成とは一般的に同一被写体の複数枚撮影を行い、画像を加算平均処理して最終的に 1 枚の画像とする信号処理のことである。例えば、本発明の実施形態に係わる撮像装置の撮像素子 1 0 2 の C M O S センサの画素を原色ベイヤー配列とした場合、G r e e n の色フィルタを有する 1 画素に着目すれば、当該画素の n 枚撮影時の G r e e n の加算平均出力値を、次のように表わす。

[式 1]

$$G_{Ave} = (A_1 + \dots + A_n) / n$$

50

なお、式中、 A_1 、 A_2 、 \dots 、 A_n は、各撮影画像での上記画素の値である。ここで、本実施例に従って画像合成を行うことにより、点滅欠陥画素の補正対象画素数を減らせる理由を図6および図7を用いて説明する。

【0047】

図6(a)は、一つの定常欠陥画素(本願では受光部の結晶欠陥による白点欠陥として説明している)の撮影毎の欠陥レベルの推移を表している。

【0048】

通常、定常欠陥画素は、温度、露光時間が同じ条件であれば、図6(a)のようにレベル変動の小さい安定した欠陥レベルの推移を示す特性を持つ。

【0049】

一方、点滅欠陥画素は非定常的に異常なレベルを出力する。点滅欠陥画素のある一つの画素の欠陥レベルの推移は、図6(b)に示すように、欠陥レベルがプラス方向、ほぼ0、マイナス方向の3種類がランダムに発生する推移を示す特性を持つ。

【0050】

図6中の点線は、欠陥レベルを撮影枚数毎に加算平均した場合の推移を示す。特徴的なのは、点滅欠陥画素の加算平均の推移が、撮影枚数を重ねる毎に、欠陥レベルの0に近づくことである。この現象は、原理的に欠陥レベルがプラス方向、ほぼ0、マイナス方向にランダムに発生していることによるものである。

【0051】

本実施例では、この特性を生かし、補正すべき点滅欠陥画素の数が増加する撮影条件の場合には、画像合成枚数を増やす、すなわち加算平均枚数を増やすことで、補正すべき点滅欠陥画素総数の増加を抑制している。

【0052】

図7は、ISOが800の場合の、画像合成枚数と補正すべき点滅欠陥画素の数の推移を示す。同図によれば、画像合成枚数を増やせば増やすほど、補正すべき点滅欠陥画素数が減少していく特性を有していることが分かる。従って、点滅欠陥画素が多いほど画像合成枚数を増やすことで点滅欠陥画素の補正による画質劣化を抑制することが可能となる。図8の表は、この点を考慮して作成されている。

【0053】

例えば、ISO800の場合の画像合成枚数を決定する場合、点滅欠陥画素の補正総数を点線以下に抑えたい場合、図7のグラフから画像合成枚数、5が決定される。

【0054】

上記の手法で、各ISO毎について画像合成枚数を決定した結果の表が図8である。

【0055】

上述の通り、図8に基づいて、撮影条件(ISO感度)と補正条件(補正すべき欠陥レベル、欠陥画素の検出数、画像の合成数)との関係を規定する点滅欠陥補正テーブルを作成し、欠陥画素補正テーブル108に記録する。図9はこのように作成された欠陥画素補正テーブル108を示す。

【0056】

次に、S202の詳細フローである、図4のフローチャートを説明する。

なお、図4のフローチャートは、点滅欠陥画素の検出動作である。ここでは点滅欠陥画素の検出をデジタルスチルカメラの動作開始時に行う一例を示すが、カメラ動作終了時、またはカメラ動作中のいずれかのタイミングで、またはデジタルスチルカメラ出荷前の工場調整で行っても構わない。

【0057】

点滅欠陥画素の欠陥レベルは、前述の通り温度依存性がほとんどないため、本実施例では定常欠陥画素の影響を受けにくいデジタルスチルカメラの温度が低い状態である電源オン動作時に点滅欠陥画素の検出を行う。

【0058】

まず、図4フローチャートのS401で、撮影者が撮影を開始するために、デジタルス

10

20

30

40

50

チルカメラの電源オン動作を開始する。

【 0 0 5 9 】

カメラ電源ON動作の開始後、欠陥画素検出用ダーク画像撮影のために、S 4 0 2 でメカシャッター 1 0 1 を閉じる（非露光状態）。次に、S 4 0 3 で点滅欠陥撮影条件を、欠陥画素検出条件テーブル 1 0 9 から取得し、取得した撮影条件でダーク画像の撮影を行う。

【 0 0 6 0 】

点滅欠陥画素の検出は、定常欠陥画素を分離して検出できるように、温度が低く、かつ蓄積時間が短い条件にすることが望ましい。

【 0 0 6 1 】

また、点滅欠陥画素の欠陥レベルはプラス方向、ほぼ 0、マイナス方向、の 3 種類をランダムに発生する特性を持つことから、複数回の撮影を行って決定するのが望ましい。具体的には、複数回の撮影中の各画素のプラス方向またはマイナス方向の最大出力レベルを点滅欠陥画素異常出力レベルとする、ピークホールド方式で検出することが望ましい。

【 0 0 6 2 】

最大出力レベルを検出するには撮影回数は多い方が望ましいが、当然のことながら撮影時間が増加するため、撮影時間と撮影回数の検出効率度合いを考慮して、バランスの取れた撮影回数とすることが望ましい。

【 0 0 6 3 】

S 4 0 3 において点滅欠陥画素検出の撮影条件下でダーク R A W 画像を撮影した後は、S 4 0 4 および S 4 0 5 で R A W 画像の各画素について欠陥画素の判定を行う。

【 0 0 6 4 】

欠陥画素の判定方法の例を、図 1 1 を用いて説明する。この方法は、判定対象の画素と同色の周辺画素との差分値を計算して欠陥画素の判定を行う方法である。

【 0 0 6 5 】

図 1 1 は、原色ベイヤー配列の一部（5 × 5）領域のみを示す図である。

【 0 0 6 6 】

今、判定対象の画素を領域の中心にある画素 R_{33} とした場合、判定対象の画素の同色周囲画素、即ち図の画素 R_{11} 、 R_{13} 、 R_{15} 、 R_{31} 、 R_{35} 、 R_{51} 、 R_{53} 、 R_{55} の画素値の平均値を $A V E_{R_{33}}$ とする。

[式 2]

$$A V E_{R_{33}} = (R_{11} + R_{13} + R_{15} + R_{31} + R_{35} + R_{51} + R_{53} + R_{55}) / 8$$

であり、この加算平均値 $A V E_{R_{33}}$ と R_{33} との差分値 $D_{R_{33}}$ を、

[式 3]

$$D_{R_{33}} = | R_{33} - A V E_{R_{33}} |$$

とする（S 4 0 4）。

【 0 0 6 7 】

そして S 4 0 5 で、点滅欠陥画素の判定レベルを K_t とし、 K_t と $D_{R_{33}}$ との比較を行う。

【 0 0 6 8 】

欠陥画素の判定しきい値 K_t は、点滅欠陥画素検出撮影条件と定常欠陥画素検出撮影条件が異なることから、点滅欠陥画素検出用と定常欠陥画素検出用、それぞれを設定することが望ましい。

【 0 0 6 9 】

また、欠陥画素の判定しきい値については、事前に撮像素子 1 0 2 の所定の撮影条件で、撮像素子間のばらつきを含めたデータ取りを行って決定し、欠陥画素検出条件テーブル 1 0 9 に記録する。このしきい値を図 9 の補正すべき欠陥レベルに基づいて適宜決定することで、上述した点滅欠陥画素の検出調整を行なうことが可能となる。

【 0 0 7 0 】

S 4 0 5 において $K_t > D_{R_{33}}$ の場合は、 R_{33} は正規の値を出力している、すなわち点

10

20

30

40

50

減欠陥画素ではないと判断する (S 4 0 7)。

【0 0 7 1】

$K_t < D_{R_{33}}$ の場合は、 R_{33} は点減欠陥画素であると判断し、当該画素 R_{33} の X アドレスと Y アドレス及び欠陥レベルを、欠陥画素情報メモリ 1 0 7 に記録する。

【0 0 7 2】

次に、 R_{33} の欠陥画素情報が欠陥画素情報メモリ 1 0 7 に記録されていない場合は、新規に記録する。既に、 R_{33} の欠陥画素情報 (例えば定常欠陥画素) が欠陥画素情報メモリ 1 0 7 に記録されている場合は、既記録欠陥画素情報と点減欠陥画素アドレス情報をまとめて欠陥画素情報メモリ 1 0 7 に記録する (S 4 0 6)。

【0 0 7 3】

S 4 0 4 - S 4 0 8 と同様の動作を、欠陥画素検出領域の全画素について繰り返し行い、点減欠陥画素の検出を終了する (S 4 0 9)。

【0 0 7 4】

次に、S 2 0 3 の詳細フローである、図 5 のフローチャートを説明する。

なお、図 5 は、S 2 0 1 で作成された点減欠陥画素補正テーブルを使用して撮影を行なう動作のフローチャートである。

【0 0 7 5】

S 4 0 9 で点減欠陥画素の検出を終了した後、ユーザーが操作部 1 1 6 を操作して撮影の開始状態に入る (S 5 0 1)。

【0 0 7 6】

ユーザーにより操作部 1 1 6 のシャッターボタンが半押しされた状態で、ISO 感度、シャッタースピード、絞り等の撮影条件を記録する (S 5 0 2)。

【0 0 7 7】

次に S 5 0 3 で、S 2 0 1 で作成した点減欠陥画素補正テーブルを参照することで、S 5 0 2 で記録された撮影条件から、画像の合成数を決定する (S 5 0 4)。

【0 0 7 8】

決定された画像合成枚数に従って、画像合成部 1 1 5 で前述の式 1 の通り枚数分の画像の加算平均処理を行う (S 5 0 5)。そして加算平均処理後の画像に対して、欠陥画素補正部 1 1 1 で、欠陥画素情報メモリ 1 0 7 に記録してアドレス情報に従って欠陥画素補正を行う (S 5 0 6)。

【0 0 7 9】

なお、本実施例では、画像合成方法として加算平均処理を行う例を示したが、最終的に平均化される処理であればその他の方法でも構わない。

【0 0 8 0】

S 5 0 6 の欠陥画素補正の一例として、補正対象の画素に隣接する同色画素から補間する方法を以下に説明する。

【0 0 8 1】

図 1 1 の R_{33} が欠陥画素の場合、隣接同色の上下または左右の画素から補間する。上下方向または左右方向どちらから補正処理を行うかは、予め設定しておくか、または被写体に応じて適応的に判断しても良い。これらは、製品後に適宜プログラムを修正して更新することにより対処できる

上下方向の補完方法の一例としては、

[式 4]

$$R_{33} = (R_{31} + R_{35}) \div 2$$

により画素 R_{33} の補間を行なう。

他方、左右方向の補完方法の一例としては、

[式 5]

$$R_{33} = (R_{13} + R_{53}) \div 2$$

により画素 R_{33} の補間を行なう。

【0 0 8 2】

10

20

30

40

50

S 5 0 6 の欠陥画素補正を、欠陥画像情報メモリ 1 0 7 に記録されている欠陥画素全てに対して行い、画像処理部 1 1 1 で画像処理を行って最終的な出力画像フォーマットの画像データとして、記録媒体 1 1 3 に記録し、撮影を完了する。

上述した本発明の実施例によれば、点滅欠陥画素の検出の調整と検出数に応じた数の画像の合成を行なうことにより、欠陥画素の補正対象の数の増加を抑制し、かつ解像度の劣化を低減することが可能となる。

【 0 0 8 3 】

また、上述した実施形態において図 2 乃至 5 に示した各処理は、各処理の機能を実現する為のプログラムをメモリから読み出して制御部 1 1 4 の C P U が実行することによりその機能を実現させるものである。

10

【 0 0 8 4 】

尚、上述した構成に限定されるものではなく、図 2 乃至 5 に示した各処理の全部または一部の機能を専用のハードウェアにより実現してもよい。また、上述したメモリは、光磁気ディスク装置、フラッシュメモリ等の不揮発性のメモリや、C D - R O M 等の読み出しのみが可能な記録媒体、R A M 以外の揮発性のメモリから構成されてよい。また、それらの組合せによるコンピュータ読み取り、書き込み可能な記録媒体より構成されてもよい。

【 0 0 8 5 】

また、図 2 乃至 5 に示した各処理の機能を実現する為のプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより各処理を行っても良い。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、O S や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。具体的には、記憶媒体から読み出されたプログラムが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書きこまれる。その後、そのプログラムの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わる C P U などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含む。

20

【 0 0 8 6 】

また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、R O M、C D - R O M 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。例えば、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムが送信された場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発メモリ (R A M) である。

30

【 0 0 8 7 】

また、上記プログラムは、このプログラムを記憶装置等に格納したコンピュータシステムから、伝送媒体を介して、あるいは、伝送媒体中の伝送波により他のコンピュータシステムに伝送されてもよい。ここで、プログラムを伝送する「伝送媒体」は、インターネット等のネットワーク (通信網) や電話回線等の通信回線 (通信線) のように情報を伝送する機能を有する媒体のことをいう。

【 0 0 8 8 】

また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現する為のものであっても良い。さらに、前述した機能をコンピュータシステムに既に記録されているプログラムとの組合せで実現できるもの、いわゆる差分ファイル (差分プログラム) であっても良い。

40

【 0 0 8 9 】

また、上記のプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体等のプログラムプロダクトも本発明の実施形態として適用することができる。上記のプログラム、記録媒体、伝送媒体およびプログラムプロダクトは、本発明の範疇に含まれる。

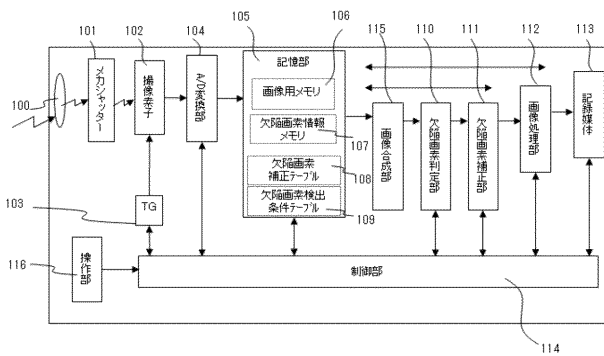
【 0 0 9 0 】

上記実施形態は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化の一例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。

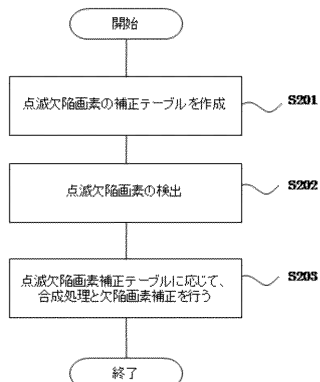
50

すなわち本発明はその技術思想、またはその主要な特徴から逸脱することはなく、様々な形で実施することが出来る。

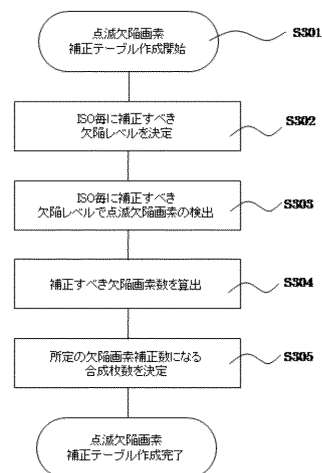
【図 1】



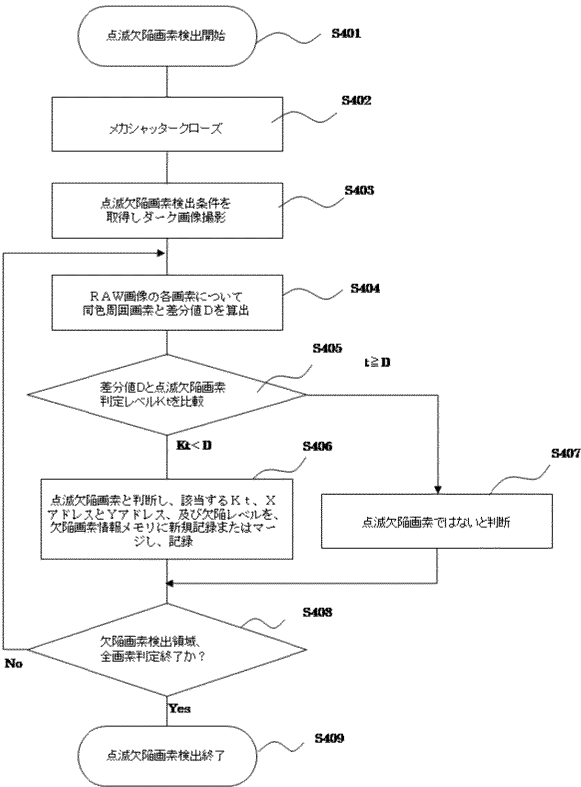
【図 2】



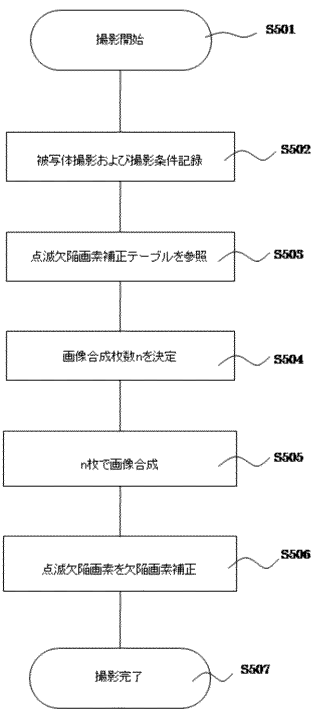
【図 3】



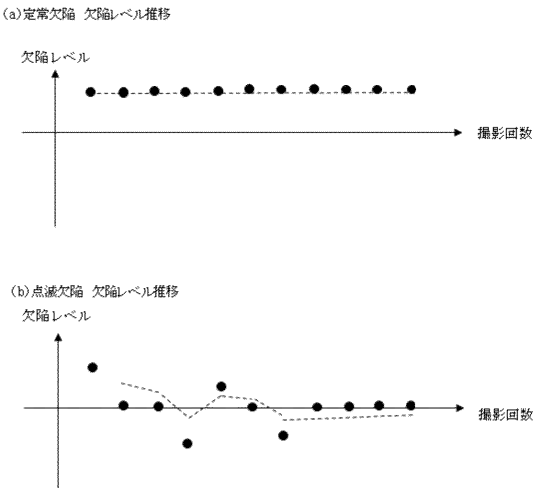
【 図 4 】



【 図 5 】



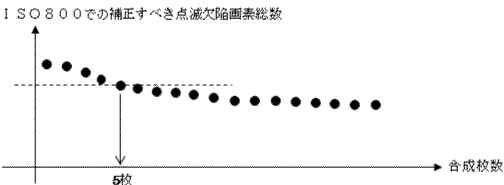
【 図 6 】



【 図 8 】

点減欠陥画素の数 (全画素に対する比率)	画像合成枚数
～ 0.09%	1
0.10% ～ 0.19%	2
0.20% ～ 0.39%	3
0.40% ～ 0.69%	4
0.70% ～ 1.19%	5
1.20% ～ 1.99%	6
2.00% ～ 2.99%	8
3.00% ～ 4.99%	10
5.00%～	12

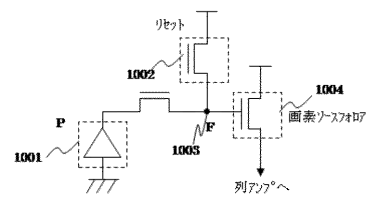
【 図 7 】



【 図 9 】

ISO感度	補正すべき欠陥レベル(mV)	点減欠陥画素の数 (全画素に対する比率)	画像合成枚数
100	10mV	0.08%	1
200	6mV	0.12%	2
400	4mV	0.31%	3
800	3mV	0.89%	5
1600	2mV	2.20%	8

【図 10】



【図 11】

R ₁₁	Gr ₂₁	R ₃₁	Gr ₄₁	R ₅₁
Gb ₁₂	B ₂₂	Gb ₃₂	B ₄₂	Gb ₅₂
R ₁₃	Gr ₂₃	R ₃₃	Gr ₄₃	R ₅₃
Gb ₁₄	B ₂₄	Gb ₃₄	B ₄₄	Gb ₅₄
R ₁₅	Gr ₂₅	R ₃₅	Gr ₄₅	R ₅₅

フロントページの続き

(74)代理人 100134393

弁理士 木村 克彦

(74)代理人 100174230

弁理士 田中 尚文

(72)発明者 山口 利朗

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 5C024 AX01 CX22 CX23 GX03 GY31 HX14 HX29 HX40