

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4980131号
(P4980131)

(45) 発行日 平成24年7月18日(2012.7.18)

(24) 登録日 平成24年4月27日(2012.4.27)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 N 9/64 (2006.01)

H O 4 N 9/64 E

H O 4 N 9/04 (2006.01)

H O 4 N 9/04 B

G O 6 T 5/00 (2006.01)

G O 6 T 5/00 3 O O

H O 4 N 1/409 (2006.01)

H O 4 N 1/40 1 O 1 C

請求項の数 4 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2007-120622 (P2007-120622)
 (22) 出願日 平成19年5月1日(2007.5.1)
 (65) 公開番号 特開2008-278289 (P2008-278289A)
 (43) 公開日 平成20年11月13日(2008.11.13)
 審査請求日 平成22年2月24日(2010.2.24)

(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
 (74) 代理人 100073184
 弁理士 柳田 征史
 (74) 代理人 100090468
 弁理士 佐久間 剛
 (72) 発明者 大石 誠
 埼玉県朝霞市泉水3丁目11番46号 富士フイルム株式会社内

審査官 益戸 宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ノイズ低減装置および方法並びにプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像のノイズを低減する画像ノイズ低減手段を備えたノイズ低減装置において、

前記画像ノイズ低減手段は、前記画像における処理の対象となる対象画素および該対象画素の周囲の所定範囲の領域における画素の信号値の平均値が複数の色成分での色空間の原点位置となるように、前記対象画素の信号値のレベルをシフトし、該シフトされた前記対象画素に対してノイズ低減処理の演算を行い、前記ノイズが低減された前記対象画素の信号値のレベルを、前記シフト分に応じて戻す処理を行う演算手段と、

前記画像を取得した撮像素子に固有の係数に応じて前記対象画素のノイズ量を推定し、前記対象画素の信号値および前記所定範囲の領域の画素の信号値に基づいて、前記対象画素のノイズを表す統計値を算出し、前記推定されたノイズ量および前記統計値を比較し、該比較結果に基づいて前記ノイズ低減処理の演算に前記推定されたノイズ量および前記統計値のいずれを使用するかを決定する判定手段とを備えたことを特徴とするノイズ低減装置。

【請求項 2】

前記平均値は、前記所定範囲の領域における前記対象画素の信号値と該対象画素の周囲の所定範囲の領域に含まれる画素の信号値との比較結果に応じて、前記信号値の変化が比較的小さいグループに分類された画素における信号値の平均値であることを特徴とする請求項 1 記載のノイズ低減装置。

【請求項 3】

画像のノイズを低減するノイズ低減方法において、

前記画像における処理の対象となる対象画素および該対象画素の周囲の所定範囲の領域における画素の信号値の平均値が複数の色成分での色空間の原点位置となるように、前記対象画素の信号値のレベルをシフトし、該シフトされた前記対象画素に対してノイズ低減処理の演算を行い、前記ノイズが低減された前記対象画素の信号値のレベルを、前記シフト分に応じて戻す処理を行うに際し、

前記画像を取得した撮像素子に固有の係数に応じて前記対象画素のノイズ量を推定し、前記対象画素の信号値および前記所定範囲の領域の画素の信号値に基づいて、前記対象画素のノイズを表す統計値を算出し、前記推定されたノイズ量および前記統計値を比較し、該比較結果に基づいて前記ノイズ低減処理の演算に前記推定されたノイズ量および前記統計値のいずれを使用するかを決定することを特徴とするノイズ低減方法。

10

【請求項 4】

画像のノイズを低減するノイズ低減方法をコンピュータに実行させるためのプログラムにおいて、

前記画像における処理の対象となる対象画素および該対象画素の周囲の所定範囲の領域における画素の信号値の平均値が複数の色成分での色空間の原点位置となるように、前記対象画素の信号値のレベルをシフトし、該シフトされた前記対象画素に対してノイズ低減処理の演算を行い、前記ノイズが低減された前記対象画素の信号値のレベルを、前記シフト分に応じて戻す処理を行うに際し、

前記画像を取得した撮像素子に固有の係数に応じて前記対象画素のノイズ量を推定し、前記対象画素の信号値および前記所定範囲の領域の画素の信号値に基づいて、前記対象画素のノイズを表す統計値を算出し、前記推定されたノイズ量および前記統計値を比較し、該比較結果に基づいて前記ノイズ低減処理の演算に前記推定されたノイズ量および前記統計値のいずれを使用するかを決定する手順を有することを特徴とするプログラム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像にノイズを低減する処理を行うノイズ低減装置および方法、並びにノイズ低減方法をコンピュータに実行させるためのプログラムに関するものである。

【背景技術】

30

【0002】

デジタルカメラ等に用いられるCCDは高画素化、高感度化の一途をたどっているが、高感度化に伴い、撮影により取得された画像に含まれるノイズの影響が問題となってくる。このため、画像に含まれるノイズを低減するための種々の手法が提案されている。例えば、画像の各画素におけるノイズ量を推定するとともに撮影状況を推定し、撮影状況に応じて推定されたノイズを補正し、補正したノイズ量に基づいて画像のノイズを低減する手法が提案されている（特許文献1参照）。また、CCDから出力されたCCD-RAWデータをRGB各色成分に分離し、色成分間における相関を保持しつつノイズ低減処理を行う手法も提案されている（特許文献2参照）。

【0003】

40

ここで、特許文献2に記載された手法においては、画像における処理の対象となる対象画素および対象画素の周囲の所定範囲の領域における画素の信号値の平均値を、複数の色成分での色空間の原点位置となるように、対象画素の信号値のレベルをシフトし、シフトされた対象画素に対して、対象画素のノイズ量を表す統計値に基づいてノイズ低減処理の演算を行い、ノイズが低減された対象画素の信号値のレベルを、シフト分に応じて戻す処理を行う演算により、ノイズ低減処理を行っている。

【特許文献1】特開2004-88149号公報

【特許文献2】特開2006-60660号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 4 】

しかしながら、上記特許文献 2 に記載された手法においては、対象画素の信号値および対象画素の周囲の所定範囲の領域の画素の信号値に基づいて、対象画素のノイズを表す統計値を算出し、この統計値を用いてノイズ低減の演算を行っている。このため、撮影感度が高感度となってノイズ量が多くなると、ノイズ低減の効果が大きくなりすぎて、画像に含まれるエッジや細かな模様がぼけてしまうおそれがある。

【 0 0 0 5 】

本発明は、上記事情に鑑みなされたものであり、とくにノイズが多い場合により適切にノイズ低減処理を行うことができるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

【 0 0 0 6 】

本発明によるノイズ低減装置は、画像のノイズを低減する画像ノイズ低減手段を備えたノイズ低減装置において、

前記画像ノイズ低減手段は、前記画像における処理の対象となる対象画素および該対象画素の周囲の所定範囲の領域における画素の信号値の平均値が前記複数の色成分での色空間の原点位置となるように、前記対象画素の信号値のレベルをシフトし、該シフトされた前記対象画素に対してノイズ低減処理の演算を行い、前記ノイズが低減された前記対象画素の信号値のレベルを、前記シフト分に応じて戻す処理を行う演算手段と、

前記対象画素のノイズ量を推定し、前記対象画素の信号値および前記所定範囲の領域の画素の信号値に基づいて、前記対象画素のノイズを表す統計値を算出し、前記推定されたノイズ量および前記統計値を比較し、該比較結果に基づいて前記ノイズ低減処理の演算に前記推定されたノイズ量および前記統計値のいずれを使用するかを決定する判定手段とを備えたことを特徴とするものである。

20

【 0 0 0 7 】

なお、本発明によるノイズ低減装置においては、前記平均値を、前記所定範囲の領域における前記対象画素の信号値と該対象画素の周囲の所定範囲の領域に含まれる画素の信号値との比較結果に応じて、前記信号値の変化が比較的小さいグループに分類された画素における信号値の平均値としてもよい。

【 0 0 0 8 】

本発明によるノイズ低減方法は、画像のノイズを低減するノイズ低減方法において、

30

前記画像における処理の対象となる対象画素および該対象画素の周囲の所定範囲の領域における画素の信号値の平均値が前記複数の色成分での色空間の原点位置となるように、前記対象画素の信号値のレベルをシフトし、該シフトされた前記対象画素に対してノイズ低減処理の演算を行い、前記ノイズが低減された前記対象画素の信号値のレベルを、前記シフト分に応じて戻す処理を行うに際し、

前記対象画素のノイズ量を推定し、前記対象画素の信号値および前記所定範囲の領域の画素の信号値に基づいて、前記対象画素のノイズを表す統計値を算出し、前記推定されたノイズ量および前記統計値を比較し、該比較結果に基づいて前記ノイズ低減処理の演算に前記推定されたノイズ量および前記統計値のいずれを使用するかを決定することを特徴とするものである。

40

【 0 0 0 9 】

なお、本発明によるノイズ低減方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして提供してもよい。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、画像における処理の対象となる対象画素および対象画素の周囲の所定範囲の領域における画素の信号値の平均値を、複数の色成分での色空間の原点位置となるように、対象画素の信号値のレベルをシフトし、シフトされた対象画素に対してノイズ低減処理の演算を行い、ノイズが低減された対象画素の信号値のレベルを、シフト分に応じて戻す処理を行うに際し、対象画素のノイズ量を推定し、対象画素の信号値および対象画

50

素の周囲の所定範囲の領域の画素の信号値に基づいて、対象画素のノイズを表す統計値を算出し、推定されたノイズ量および統計値を比較し、比較結果に基づいてノイズ低減処理の演算にノイズ量および統計値のいずれを使用するかを決定するようにしたものである。

【0011】

推定したノイズ量は、画像におけるノイズ量をあくまでも推定したものである。一方、統計値は、実際の信号値に基づいて算出される値であるため、推定されたノイズ量とは必ずしも一致しない。ここで、対象画素の周囲の所定範囲の領域にエッジや細かな模様が含まれている場合、統計値の値が大きくなるため、統計値のみを用いてノイズ低減の演算を行ったのでは、エッジや細かな模様がぼけてしまうおそれがある。また、推定したノイズ量と統計値とが略等しい場合には、実測した統計値を用いた方が適切にノイズ量を低減することができる。

10

【0012】

本発明においては、推定されたノイズ量および統計値の比較結果に基づいてノイズ低減処理の演算にノイズ量および統計値のいずれを使用するかを決定しているため、エッジや細かな模様をぼかすことなく適切にノイズを低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図1は本発明の実施形態によるノイズ低減装置を適用したデジタルカメラの構成を示す概略ブロック図である。図1に示すようにこのデジタルカメラ1は、動作モードスイッチ、ズームレバー、上下左右ボタン、リリースボタンおよび電源スイッチ等の操作系2と、操作系2の操作内容をCPU40に伝えるためのインターフェース部分である操作系制御部3とを有している。

20

【0014】

撮像系6としては、撮影レンズ10を構成するフォーカスレンズ10aおよびズームレンズ10bを有している。各々のレンズは、モータとモータドライバとからなるフォーカスレンズ駆動部11およびズームレンズ駆動部12によって光軸方向に移動可能である。フォーカスレンズ駆動部11はAF処理部30から出力されるフォーカス駆動量データに基づいて、ズームレンズ駆動部12はズームレバーの操作量データに基づいて、各々のレンズの移動を制御する。

【0015】

30

また、絞り14は、モータとモータドライバとからなる絞り駆動部15によって駆動される。この絞り駆動部15は、AE/AWB処理部31から出力される絞り値データに基づいて絞り径の調整を行う。

【0016】

シャッター16は、メカニカルシャッターであり、モータとモータドライバとからなるシャッター駆動部17によって駆動される。シャッター駆動部17は、リリースボタンの押下により発生する信号と、AE/AWB処理部31から出力されるシャッタースピードデータとに応じて、シャッター16の開閉の制御を行う。

【0017】

光学系の後方には撮像素子であるCCD18を有している。CCD18は、多数の受光素子を2次的に配列した光電面を有しており、光学系を通過した被写体光がこの光電面に結像し、光電変換される。

40

【0018】

図2はCCD18の受光面の一部を示す図である。図2に示すように、CCD18は、市松状に受光素子が配置されたハニカム配列のアレイ構造を有するものであり、例えば列方向に4096個、行方向に1540個の受光素子が配置されている。したがって、このCCD18を用いて被写体を撮像することにより、列方向4096画素、行方向1540画素の被写体像を表す画像データが取得される。なお、受光素子のそれぞれから得られる信号値が画像の画素一つ一つの信号値に対応する。

【0019】

50

また、CCD18の多数の受光素子の受光面上には、R、G、B各色のフィルタが規則的に配列されたカラーフィルタアレイが配置されている。図2に示すように、カラーフィルタアレイは、赤色成分（R色成分）、青色成分（B色成分）、第1の緑色成分および第2の緑色成分（第1の緑色成分と第2の緑色成分とは同じ特性でもよい：G色成分）の複数の色成分のうち、いずれかの色成分を透過する特性を有する色フィルタが受光素子に対応して配置されている。赤色成分、青色成分、第1の緑色成分または第2の緑色成分を透過するフィルタにはそれぞれ、R、B、Gr、Gbの文字が付与されている。

【0020】

また、図2に示すように、奇数列の受光素子の受光面上には赤色の光成分を透過するフィルタと青色の光成分を透過するフィルタとが交互に形成されている。偶数列の受光素子の受光面上には第1の緑色の光成分を透過するフィルタと第2の緑色の光成分を透過するフィルタとが交互に形成されている。

【0021】

なお、CCD18の受光素子としては、図2に示すハニカム配列のアレイ構造を有するもののみならず、図3に示すように正方状に画素が配置されたベイア配列のアレイ構造を有するCCDも用いることができる。図3に示すベイア配列のCCDにおいては、奇数列の受光素子の受光面上には赤色の光成分を透過するフィルタと第1の緑色の光成分を透過するフィルタとが交互に形成されている。偶数列の受光素子の受光面上には第2の緑色の光成分を透過するフィルタと青色の光成分を透過するフィルタとが交互に形成されている。

【0022】

CCD18は、CCD制御部19から供給される垂直転送クロックおよび水平転送クロックに同期して、受光素子毎に蓄積された電荷を1ラインずつシリアルなアナログ撮影信号として出力する。各受光素子において電荷を蓄積する時間、すなわち、露光時間は、CCD制御部19から与えられる電子シャッタ駆動信号によって決定される。また、CCD18はCCD制御部19により、あらかじめ定められた大きさのアナログ撮像信号が得られるようにゲインが調整されている。

【0023】

CCD18から取り込まれたアナログ撮影信号は、アナログ信号処理部20に入力される。アナログ信号処理部20は、アナログ信号のノイズを除去する相関2重サンプリング回路（CDS）と、アナログ信号のゲインを調節するオートゲインコントローラ（AGC）と、アナログ信号をデジタル信号に変換するA/Dコンバータ（ADC）とからなる。なお、アナログ信号処理部20が行う処理をアナログ信号処理とする。このデジタル信号に変換された画像データは、画素毎にR、G、Bの濃度値を持つCCD-RAWデータである。すなわち、CCD-RAWデータは、受光素子の受光面上に形成されている色フィルタにしたがった色成分をもつものが一行分ずつシリアルに現れるものである。CCD-RAWデータにより表されるCCD-RAW画像の画素は、赤色成分、青色成分、第1の緑色成分または第2の緑色成分のいずれか一つの色成分の信号値によって表され、他の色成分の信号値は有していない。他の色成分の信号値については後述する色補間処理によって補間される。

【0024】

タイミングジェネレータ21は、タイミング信号を発生させるものであり、このタイミング信号をシャッタ駆動部17、CCD制御部19、およびアナログ信号処理部20に供給することにより、リリースボタンの操作、シャッタ16の開閉、CCD18の電荷の取込み、およびアナログ信号処理部20の処理の同期をとっている。

【0025】

フラッシュ制御部23は、撮影時にフラッシュ24を発光させる。

【0026】

画像入力コントローラ25は、アナログ信号処理部20から入力されたCCD-RAWデータをフレームメモリ26に書き込む。

【 0 0 2 7 】

フレームメモリ 2 6 は、画像データに対して後述の各種画像処理（信号処理）を行う際に使用する作業用メモリであり、例えば、一定周期のバスクロック信号に同期してデータ転送を行う S D R A M (Synchronous Dynamic Random Access Memory) が使用される。

【 0 0 2 8 】

表示制御部 2 7 は、フレームメモリ 2 6 に格納された画像データをスルー画像としてモニタ 2 8 に表示させたり、再生モード時に記録メディア 3 5 に保存されている画像データをモニタ 2 8 に表示させたりするためのものである。

【 0 0 2 9 】

A F 処理部 3 0 および A E / A W B 処理部 3 1 は、プレ画像に基づいて撮影条件を決定する。このプレ画像とは、リリースボタンが半押しされることによって発生する半押し信号を検出した C P U 4 0 が C C D 1 8 にプレ撮影を実行させた結果、フレームメモリ 2 6 に格納された画像データにより表される画像である。

【 0 0 3 0 】

A F 処理部 3 0 は、プレ画像に基づいて焦点位置を検出し、フォーカス駆動量データを出力する（A F 処理）。焦点位置の検出方式としては、例えば、所望とする被写体にピントが合った状態では画像のコントラストが高くなるという特徴を利用して合焦位置を検出するパッシブ方式が考えられる。

【 0 0 3 1 】

A E / A W B 処理部 3 1 は、プレ画像に基づいて被写体輝度を測定し、測定した被写体輝度に基づいて I S O 感度、絞り値およびシャッタースピード等を決定し、I S O 感度データ、絞り値データおよびシャッタースピードデータを露出設定値として決定するとともに（A E 処理）、撮影時のホワイトバランスを自動調整する（A W B 処理）。

【 0 0 3 2 】

図 4 は画像処理部 3 2 の電氣的構成を示すブロック図である。図 4 に示すように、画像処理部 3 2 は、ノイズ低減部 5 0、オフセット補正部 5 1、ゲイン補正部 5 2、色補正部 5 3、ガンマ補正部 5 4 および色補間処理部 5 5 において、本画像の C C D - R A W データに対して、ノイズ低減処理、オフセット補正処理、色補正処理、ガンマ補正処理および C C D - R A W データの各色成分を補間する色補間処理を行う。そして、Y C 処理部 5 6 において色成分が補間された C C D - R A W データを輝度信号である Y データと、青色色差信号である C b データおよび赤色色差信号である C r データとからなる Y C データに変換する Y C 処理を行う。

【 0 0 3 3 】

なお、本実施形態の特徴はノイズ低減部 5 0 において行われる処理にあるが、ノイズ低減部 5 0 において行われる処理については後述する。

【 0 0 3 4 】

ここで本画像とは、リリースボタンが全押しされることによって実行される本撮影により C C D 1 8 から取り込まれ、アナログ信号処理部 2 0、画像入力コントローラ 2 5 経由でフレームメモリ 2 6 に格納された画像データによる画像である。

【 0 0 3 5 】

圧縮 / 伸長処理部 3 3 は、画像処理部 3 2 によって処理が行われた本画像の C C D - R A W データに対して、例えば、J P E G 等の圧縮形式で圧縮処理を行い、画像ファイルを生成する。この画像ファイルには、E x i f フォーマット等に基づいて、撮影日時等の付帯情報が格納されたタグが付加される。また、圧縮 / 伸長処理部 3 3 は、再生モードの場合には、記録メディア 3 5 から圧縮された画像ファイルを読み出し、伸長処理を行う。伸長後の画像データはモニタ 2 8 に出力され、画像データの画像が表示される。

【 0 0 3 6 】

メディア制御部 3 4 は、記録メディア 3 5 にアクセスして画像ファイルの書き込みと読み込みの制御を行う。

【 0 0 3 7 】

内部メモリ 36 は、デジタルカメラ 1 において設定される各種定数、および CPU 40 が実行するプログラム等を記憶する。

【0038】

CPU 40 は、操作系 2 および AF 処理部 30 等の各種処理部からの信号に応じてデジタルカメラ 1 の本体各部を制御する。

【0039】

データバス 41 は、各種処理部、フレームメモリ 26 および CPU 40 等に接続されており、デジタル画像データおよび各種指示等のやり取りを行う。

【0040】

本実施形態によるデジタルカメラ 1 は以上の構成により、撮影により CCD 18 が取得した CCD - RAW データに対して画像処理部 32 が画像処理を施し、さらに圧縮 / 伸長処理部 33 が処理済みの画像データを圧縮し、さらにメディア制御部 34 が圧縮された画像データを記録メディア 35 に記録する。

【0041】

次いで、本実施形態において行われるノイズ低減処理について詳細に説明する。図 5 は本実施形態におけるノイズ低減部 50 の構成を示す概略ブロック図である。なお、本実施形態においては、CCD - RAW データの色成分のうち緑の色成分は、第 1 および第 2 の色成分 Gr, Gb からなるが、以降の説明においては色成分 Gr, Gb は同一の色成分として扱うものとする。図 5 に示すようにノイズ低減部 50 は、入力された CCD - RAW データ (R, G, B) を RGB 各色成分に分離して色成分画像 R, G, B を取得する第 1 の色成分分離部 61 と、CCD - RAW データ (R, G, B) に対してプレフィルタリング処理 (第 1 のノイズ低減処理) を施すプレフィルタリング部 62 (第 1 のノイズ低減処理手段) と、プレフィルタリング処理後の CCD - RAW データを RGB それぞれの色成分に分離して色成分画像 RL, GL, BL を取得する第 2 の色成分分離部 63 と、色成分画像 RL, GL, BL に後述するように信号分類処理を施す信号分類部 64 と、信号分類部 64 による分類結果に基づいて、色成分画像 R, G, B に対してノイズ低減処理を施してノイズ低減処理済みの色成分画像 Rs, Gs, Bs を取得する処理部 65 (画像ノイズ低減手段) と、色成分画像 Rs, Gs, Bs からノイズ低減処理済みの CCD - RAW データ (CCD - RAW') を生成する合成部 66 とを備える。

【0042】

以下、第 1 の色成分分離部 61、プレフィルタリング部 62、第 2 の色成分分離部 63、信号分類部 64 および処理部 65 の機能について、図 6 に示すフローチャートに基づいて説明する。上述したように本撮影が行われ、CCD - RAW データ (R, G, B) が画像処理部 32 のノイズ低減部 50 に入力されることにより処理が開始され、まず、第 1 の色成分分離部 61 が CCD - RAW データを RGB 各色成分に分離して色成分画像 R, G, B を取得する (ステップ ST1)。一方、プレフィルタリング部 62 が CCD - RAW データ (R, G, B) に対してプレフィルタリング処理を施す (ステップ ST2)。

【0043】

プレフィルタリング処理は、CCD - RAW データ (R, G, B) の画素配列にのみ基づき、各画素の色の分布を考慮することなく、処理対象となる対象画素および対象画素の周囲の画素に対してローパスフィルタによりフィルタリングを行う処理である。ここで、ローパスフィルタとしては、例えば処理対象となる対象画素および対象画素の周囲の 4 つの画素の信号値を平均または重みづけ平均するローパスフィルタを用いることができる。

【0044】

なお、CCD 18 が図 2 に示すハニカム配列のアレイ構造を有する場合において、対象画素の色成分が G であるとする、プレフィルタリング処理は図 7 (a)、(b) に示すように対象画素の右上、右下、左下および左上に位置する B の色成分の画素の信号値および R の色成分の画素の信号値を用いたフィルタリング処理となる。また、対象画素の色成分が R または B であるとする、プレフィルタリング処理は図 7 (c)、(d) に示すように対象画素の右上、右下、左下および左上に位置する G の色成分の画素の信号値を用い

10

20

30

40

50

たフィルタリング処理となる。

【 0 0 4 5 】

一方、CCD18が図3に示すベイア配列のアレイ構造を有する場合において、対象画素の色成分がGであるとする、プレフィルタリング処理は図8(a)、(b)に示すように対象画素の上下左右に位置するBの色成分の画素の信号値およびRの色成分の画素の信号値を用いたフィルタリング処理となる。また、対象画素の色成分がRまたはBであるとする、プレフィルタリング処理は図8(c)、(d)に示すように対象画素の上下左右に位置するGの色成分の画素の信号値を用いたフィルタリング処理となる。

【 0 0 4 6 】

なお、CCD18がハニカム配列の場合のプレフィルタリング処理を下記の式(1)～(3)に、ベイア配列の場合のプレフィルタリング処理を式(4)～(6)に示す。なお、式(1)～(6)において(0,0)は対象画素の座標を、(i,j)(i,j=-1~1、iは水平方向、jは垂直方向を表す)は対象画素の周囲の画素の座標をそれぞれ表す。またaはローパスフィルタのフィルタ係数である。また、式(2)は図7(b)の処理に、式(5)は図8(b)の処理にそれぞれ対応する。

【 0 0 4 7 】

$$RL_{0,0}=(a_{-1,-1}*G_{-1,-1}+a_{-1,1}*G_{-1,1}+a_{1,-1}*G_{1,-1}+a_{1,1}*G_{1,1}+a_{0,0}*R_{0,0})/(a_{-1,-1}+a_{-1,1}+a_{1,-1}+a_{1,1}+a_{0,0}) \quad (1)$$

$$GL_{0,0}=(a_{-1,-1}*R_{-1,-1}+a_{-1,1}*B_{-1,1}+a_{1,-1}*B_{1,-1}+a_{1,1}*R_{1,1}+a_{0,0}*G_{0,0})/(a_{-1,-1}+a_{-1,1}+a_{1,-1}+a_{1,1}+a_{0,0}) \quad (2)$$

$$BL_{0,0}=(a_{-1,-1}*G_{-1,-1}+a_{-1,1}*G_{-1,1}+a_{1,-1}*G_{1,-1}+a_{1,1}*G_{1,1}+a_{0,0}*B_{0,0})/(a_{-1,-1}+a_{-1,1}+a_{1,-1}+a_{1,1}+a_{0,0}) \quad (3)$$

$$RL_{0,0}=(a_{-1,0}*G_{-1,0}+a_{0,-1}*G_{0,-1}+a_{1,0}*G_{1,0}+a_{0,1}*G_{0,1}+a_{0,0}*R_{0,0})/(a_{-1,0}+a_{0,-1}+a_{1,0}+a_{0,1}+a_{0,0}) \quad (4)$$

$$GL_{0,0}=(a_{-1,0}*B_{-1,0}+a_{0,-1}*R_{0,-1}+a_{1,0}*B_{1,0}+a_{0,1}*R_{0,1}+a_{0,0}*G_{0,0})/(a_{-1,0}+a_{0,-1}+a_{1,0}+a_{0,1}+a_{0,0}) \quad (5)$$

$$BL_{0,0}=(a_{-1,0}*G_{-1,0}+a_{0,-1}*G_{0,-1}+a_{1,0}*G_{1,0}+a_{0,1}*G_{0,1}+a_{0,0}*B_{0,0})/(a_{-1,0}+a_{0,-1}+a_{1,0}+a_{0,1}+a_{0,0}) \quad (6)$$

このようにプレフィルタリング処理を行うことにより、CCD-RAWデータに含まれるランダムなノイズをある程度低減することができることとなる。

【 0 0 4 8 】

なお、本実施形態においては、色補間処理を行う前のCCD-RAWデータに対してプレフィルタリング処理を施しているが、これはCCD-RAWデータに含まれるノイズの空間的なランダム性が保たれているからである。すなわち、CCD-RAWデータに色補間処理を施した後では、各色成分画像においてノイズのランダム性が失われてしまうため、プレフィルタリング処理を行ってもノイズを低減することができない。したがって、本実施形態においては、色補間処理を行う前にプレフィルタリング処理を行っているものである。

【 0 0 4 9 】

次いで、第2の色成分分離部3がCCD-RAWデータ(RL, GL, BL)をRGB各色成分からなる色成分画像RL, GL, BLに分離する(ステップS13)。

【 0 0 5 0 】

図9は色成分の分離を説明するための図である。本実施形態においてはCCD-RAWデータ(RL, GL, BL)によって表される画像の画素配列が、RGB各色成分のみからなる画像を表すようにCCD-RAWデータが各色成分に分離されて色成分画像RL, GL, BLが取得される。

【 0 0 5 1 】

そして、信号分類部64が信号分類処理を行う。信号分類処理は、各色成分画像RL, GL, BLの列方向および行方向にそれぞれ9×9=81画素のノイズ低減の処理対象領域BAを設定し、処理対象領域BA内の各画素の信号値に基づいて処理対象領域BAの全

10

20

30

40

50

画素を、信号値の変化が小さい平坦部および信号値の変化が大きい信号部に分類する処理である。なお、処理対象領域 $B A$ のサイズは 8×8 画素に限定されるものではない。

【0052】

図10は信号分類処理のフローチャートである。なお、色成分画像 R_L , G_L , B_L に対する信号分類処理は同一であるため、ここでは緑の色成分画像 G_L に対する信号分離処理についてのみ説明する。信号分類処理の対象となる対象画素を最初の画素に設定し（ステップ $ST11$ ）、対象画素を中心とする $9 \times 9 = 81$ 画素の処理対象領域 $B A$ 内において、処理対象領域 $B A$ 内の一の画素（判定対象画素） (i, j) を最初の画素に設定し（ステップ $ST12$ ）、判定対象画素 (i, j) の信号値 $G_L(i, j)$ と処理対象領域 $B A$ の中央にある対象画素 $(5, 5)$ の信号値 $G_L(5, 5)$ との差の絶対値 $|G_L(i, j) - G_L(5, 5)|$ が、所定の領域判定しきい値 $Th1$ を超えるか否かを判定する（ステップ $ST13$ ）。なお、処理対象領域 $B A$ の座標は左上隅を $(1, 1)$ としている。また、差の絶対値 $|G_L(i, j) - G_L(5, 5)|$ に代えて、信号値 $G_L(i, j)$ と信号値 $G_L(5, 5)$ との比率を用いてもよい。

10

【0053】

ステップ $ST13$ が否定されると、判定対象画素 (i, j) は対象画素 $(5, 5)$ との間で相関性を有すると考えられるため、判定対象画素 (i, j) を信号値の変化が小さい平坦部のグループに分類し（ステップ $ST14$ ）、平坦部のグループに分類された画素の数 k のカウントを1増やす（ステップ $ST15$ ）。なお、 k の初期値は対象画素 $(5, 5)$ が基準となることから1である。

【0054】

20

一方、ステップ $ST13$ が肯定されると、判定対象画素 (i, j) は中央の対象画素 $(5, 5)$ との間で相関性を有しないと考えられるため、判定対象画素 (i, j) を平坦部のグループではなく、対象画素 $(5, 5)$ との信号値の差が大きい信号部に分類する（ステップ $ST16$ ）。

【0055】

ステップ $ST15$, $ST16$ に続いて、処理対象領域 $B A$ 内のすべての画素について分類を終了したか否かを判定し（ステップ $ST17$ ）、ステップ $ST17$ が否定されると、判定対象画素を次の画素に設定し（ステップ $ST18$ ）、ステップ $ST13$ に戻ってステップ $ST13$ 以降の処理を繰り返す。

【0056】

これにより、図11(a)に示す $9 \times 9 = 81$ 画素の処理対象領域 $B A$ が、図11(b)に示すように中央の対象画素（斜線を付与して示す）を基準とした太線で囲んだ平坦部とそれ以外の信号部とに分類される。なお、図11(b)に示す平坦部の画素数は56である。なお、平坦部に分類された画素については平坦部であることを表すために、色成分画像 R_L , G_L , B_L および色成分画像 R , G , B において参照符号を MG としている。なお、色成分画像 R_L , B_L において平坦部に分類された画素については参照符号を MR , MB とする。また、平坦部に分類された画素の信号値についても参照符号 MR , MG , MB を用いる場合があるものとする。

30

【0057】

そして、ステップ $ST17$ が肯定されると、処理対象領域 $B A$ 内において、平坦部のグループに分類された画素 MG の数 k が所定の処理判定しきい値 $Th2$ を超えるか否かを判定する（ステップ $ST19$ ）。ステップ $ST19$ が肯定されると、対象画素を後段のノイズ低減処理の対象に設定し（ステップ $ST20$ ）、処理対象領域 $B A$ 内における平坦部の画素 MG の位置および k を出力する（ステップ $ST21$ ）。一方、ステップ $ST19$ が否定されると、対象画素をノイズ低減処理の対象から除外する（ステップ $ST22$ ）。

40

【0058】

ここで、対象画素の周囲の処理対象領域 $B A$ 内において信号値の変化が小さい場合には、 k の値は比較的大きくなりしきい値 $Th2$ を超えるため、対象画素はノイズが目立つ平坦部に存在する可能性が高いことから、ノイズ低減処理の対象に設定される。逆に対象画素の周囲の処理対象領域 $B A$ 内において、エッジや細かな模様が存在すると信号値の変化が大きくなるため、 k の値は比較的小さくなりしきい値 $Th2$ 以下となる。このような場

50

合、対象画素に対してノイズ低減処理を施すとエッジや細かな模様がぼけてしまうことから、対象画素はノイズ低減処理の対象から除外される。

【 0 0 5 9 】

ステップ S T 2 1 , S T 2 2 に続いて、色成分画像 G L のすべての画素について分類を終了したか否かを判定し (ステップ S T 2 3)、ステップ S T 2 3 が否定されると、対象画素を次の画素に設定し (ステップ S T 2 4)、ステップ S T 1 2 に戻り、ステップ S T 1 2 以降の処理を繰り返す。ステップ S T 2 3 が肯定されると、信号分類処理を終了する。

【 0 0 6 0 】

図 6 に戻り、信号分類処理に続いて処理部 6 5 が色成分画像 R , G , B に対してノイズ低減処理を施す (ステップ S T 5)。図 1 2 はノイズ低減処理のフローチャートである。なお、色成分画像 R , G , B に対するノイズ低減処理は同一であるため、ここでは緑の色成分画像 G に対するノイズ低減処理についてのみ説明する。ノイズ低減処理の対象となる対象画素を最初の画素に設定し (ステップ S T 3 1)、対象画素が上記信号分類処理によりノイズ低減処理の対象に設定されているか否かを判定する (ステップ S T 3 2)。ステップ S T 3 2 が否定されると後述するステップ S T 3 9 に進む。

【 0 0 6 1 】

ステップ S T 3 2 が肯定されると、下記の式 (7) および (8) により、信号分類処理と同様のサイズを有する処理対象領域 B A 内における平坦部に分類された画素 M G の信号値の平均値 M G m を算出するとともに (ステップ S T 3 3)、処理対象領域 B A 内の信号値に基づくノイズ量を表す分散値 (ノイズを表す統計値) σ^2_{MG} を算出する (ステップ S T 3 4)。

【数 1】

$$MG_m = \frac{1}{\sum \sum w_{ij}} \sum \sum w_{ij} \cdot MG(i,j) \quad (7)$$

$$\sigma^2_{MG} = \frac{1}{k-1} \sum \sum (MG(i,j) - MG_m)^2 \quad (8)$$

【 0 0 6 2 】

なお、式 (7) において、 w_{ij} は信号値 $MG(i,j)$ に対する重み係数を示す。また、式 (7)、(8) において $\sum$ は k 個の信号値 $MG(i,j)$ をすべて加算することを示している。また、式 (7)、(8) において算出しているのは色成分画像 G の平均値および分散値であり、色成分画像 G L の平均値および分散値ではない。

【 0 0 6 3 】

一方、処理部 6 5 は、ステップ S T 3 3 において算出した平均値 MG_m を用いて、処理対象領域 B A 内のノイズ量を推定する (ステップ S T 3 5)。具体的には、下記の式 (9) に示すように、推定されたノイズ量を表すノイズ分散値 σ^2_{nMG} を算出する。ここで、式 (9) において、A , B , C は C C D 1 8 に固有のダークノイズ、光ショットノイズおよび固定パターンノイズにより決定される係数である。また、式 (9) の offset とは、C C D 1 8 のオフセット値である。なお、式 (8) により算出した分散値 σ^2_{MG} については、式 (9) により算出したノイズ分散値 σ^2_{nMG} と区別するために、信号分散値と称するものとする。

【数 2】

$$\sigma^2_{nMG} = A \cdot (MG_m - \text{offset})^2 + B \cdot (MG_m - \text{offset}) + C \quad (9)$$

10

20

30

40

50

【 0 0 6 4 】

次いで、処理部 6 5 は信号分散値 σ^2_{MG} に対するノイズ分散値 σ^2_{nMG} の比率 $\sigma^2_{MG} / \sigma^2_{nMG}$ が所定のしきい値 Th_3 未満であるか否かを判定する（ステップ S T 3 6）。ここで、上述した信号分類処理が適切に行われていれば、信号分散値 σ^2_{MG} とノイズ分散値 σ^2_{nMG} とは略等しくなるため、上記比率 $\sigma^2_{MG} / \sigma^2_{nMG}$ は 1 に近い値となる。一方、上述した信号分類処理においては、プレフィルタリング処理によりある程度ノイズが低減された色成分画像 R_L, G_L, B_L を用いているため、信号分類処理により対象画素が平坦部に分類された場合であっても、プレフィルタリング処理が施されていないノイズ低減処理の対象となっている色成分画像 R, G, B にはエッジや細かな模様が含まれている可能性がある。このような場合、信号分散値 σ^2_{MG} はノイズ分散値 σ^2_{nMG} よりも大きくなるため、上記比率 $\sigma^2_{MG} / \sigma^2_{nMG}$ は大きくなる。

10

【 0 0 6 5 】

このため、ステップ S T 3 6 が肯定された場合、対象画素は平坦部にあるとみなせることから、下記の式（10）において $\sigma^2_{XG} = \text{信号分散値 } \sigma^2_{MG}$ として対象画素のノイズを低減する（ステップ S T 3 7）。一方、ステップ S T 3 6 が否定された場合、対象画素は信号部である可能性が高いため、下記の式（10）において $\sigma^2_{XG} = \text{ノイズ分散値 } \sigma^2_{nMG}$ として対象画素のノイズを低減する（ステップ S T 3 8）。なお、式（10）において、 α はノイズ低減の程度を決定するための係数であり、 $0 \leq \alpha \leq 1$ である。

【 数 3 】

$$Gs = MG_m + \left(\frac{\sigma^2_{MG} - \alpha \cdot \sigma^2_{XG}}{\sigma^2_{MG}} \right) \cdot (G - MG_m) \quad (10)$$

20

【 0 0 6 6 】

式（10）において、対象画素の画素値 G から平均値 MG_m を減算することにより、処理対象領域 BA 内の画素の信号値が G の色成分を座標系にもつ色空間の原点位置にシフトされ、シフトされた対象画素に対して $(\sigma^2_{MG} - \alpha \cdot \sigma^2_{XG}) / \sigma^2_{MG}$ が乗算される。そして、乗算後に平均値 MG_m を加算することにより、対象画素の信号値が元の信号値に相当するレベルに戻される。ここで、 $(\sigma^2_{MG} - \alpha \cdot \sigma^2_{XG}) / \sigma^2_{MG}$ は 0 ~ 1 の間の値をとるため、処理済みの対象画素の画素値 G_s は処理前の画素値 G と平均値 MG_m との間の値をとることとなる。

30

【 0 0 6 7 】

したがって、例えば $\alpha = 1$ であるとする、比率 $\sigma^2_{MG} / \sigma^2_{nMG}$ が所定のしきい値 Th_3 未満である場合、 $\sigma^2_{XG} = \text{信号分散値 } \sigma^2_{MG}$ となつて、 $(\sigma^2_{MG} - \alpha \cdot \sigma^2_{XG}) / \sigma^2_{MG}$ は 0 となるため、処理済みの対象画素の信号値 G_s は平均値 MG_m となる。一方、比率 $\sigma^2_{MG} / \sigma^2_{nMG}$ が所定のしきい値 Th_3 以上である場合、 $\sigma^2_{XG} = \text{ノイズ分散値 } \sigma^2_{nMG}$ となり、 $\sigma^2_{MG} > \sigma^2_{nMG}$ であることから $(\sigma^2_{MG} - \alpha \cdot \sigma^2_{XG}) / \sigma^2_{MG}$ はより 1 に近い値となるため、処理済みの対象画素の信号値 G_s は処理前の信号値 G に近い値となる。

【 0 0 6 8 】

40

次いで、すべての画素についてノイズ低減処理を終了したか否かを判定し（ステップ S T 3 9）、ステップ S T 3 9 が否定されると対象を次の画素に設定し（ステップ S T 4 0）、ステップ S T 3 2 に戻りステップ S T 3 2 以降の処理を繰り返す。ステップ S T 3 9 が肯定されるとノイズ低減処理を終了する。

【 0 0 6 9 】

図 6 に戻り、合成部 6 6 が処理済みの色成分画像 R_s, G_s, B_s を合成して処理済みの CCD - RAW データ（CCD - RAW'）を生成し（ステップ S T 6）、ノイズ低減処理を終了する。ノイズ低減処理済みの CCD - RAW データは、オフセット補正部 5 1、ゲイン補正部 5 2、色補正部 5 3、ガンマ補正部 5 4 および色補間処理部 5 5 において、オフセット補正処理、色補正処理、ガンマ補正処理および CCD - RAW データの各色

50

成分を補間する色補間処理が施される。そして、YC処理部56において色成分が補間されたCCD-RAWデータを輝度信号であるYデータと、青色色差信号であるCbデータおよび赤色色差信号であるCrデータとからなるYCデータに変換される。

【0070】

そして、圧縮／伸長処理部33が、画像処理部32によって処理が行われたCCD-RAWデータに対して、JPEG等の圧縮形式で圧縮処理を行い、画像ファイルを生成する。生成された画像ファイルはメディア制御部34により記録メディア35に記録される。

【0071】

このように、本実施形態においては、信号分離処理を行うに際し、CCD-RAWデータ(R, G, B)に対してプレフィルタリング処理を施してある程度のノイズを低減する
10
ようにしたものである。ここで、プレフィルタリング処理を行うことなく、処理対象領域BA内の画素を平坦部および信号部に分類することもできる。しかしながら、CCD-RAWデータにより表されるCCD-RAW画像にノイズが多く含まれていると、各色成分画像R, G, Bにおける処理の対象となる対象画素の信号値と処理対象領域BAの各画素の信号値とを比較した場合に、ノイズの影響により比較結果に差異が生じないことから、処理対象領域BAの画素を平坦部および信号部に精度良く分類することができない。とくに、高感度で撮影を行うことにより取得したCCD-RAW画像には非常に多くのノイズが含まれるため、平坦部および信号部への分類がより困難なものとなる。

【0072】

本実施形態においては、CCD-RAWデータに対してプレフィルタリング処理を施す
20
ようにしたため、高感度撮影のようにCCD-RAW画像にノイズが多く含まれる場合であっても、CCD-RAWデータから取得した色成分画像R, G, Bに含まれるノイズを低減することができる。したがって、ノイズに影響されることなく、精度良く処理対象領域BA内の画素を平坦部および信号部に分類することができる。

【0073】

また、CCD-RAWデータに対して、画素配列にのみ基づく、すなわち色成分の分布を考慮することなくプレフィルタリング処理を行っているため、実質的に画像に含まれる色成分のそれぞれが有するナイキスト周波数以上の帯域においてノイズが低減されることとなる。したがって、プレフィルタリング処理が施された画像においては若干ボケが生じるものの、色成分毎に分離することにより取得される色成分画像RL, GL, BLにおい
30
てはボケが少なくなるため、ボケに影響されることなく処理対象領域BA内の画素を比較結果に応じて平坦部および信号部に分類することができる。

【0074】

ところで、画像の平坦部においては信号の変化がないまたは非常に少ないため、対象画素が平坦部に分類された場合、信号分散値 σ^2_{MG} はノイズの分散を表すものとなることから、信号分散値 σ^2_{MG} とノイズ分散値 σ^2_{nMG} とは理想的には一致する。しかしながら、ノイズ分散値 σ^2_{nMG} は上述した式(9)により算出したノイズ量を推定した値であるのに対し、信号分散値 σ^2_{MG} は、実際の信号値に基づいて画像上のある限られた範囲において算出される分散値であるため、画像上において信号分散値 σ^2_{MG} とノイズ分散値 σ^2_{nMG} とが
40
一致しない部分が生じる場合がある。このような場合、ノイズ分散値 σ^2_{nMG} のみを用いて上記式(10)の演算によりノイズ低減処理を行うと、信号分散値 σ^2_{MG} とノイズ分散値 σ^2_{nMG} とが一致しない部分の影響により、画像の平坦部に斑が生じてしまうおそれがある。

【0075】

一方、上述した信号分類処理においては、プレフィルタリング処理によりある程度ノイズが低減された色成分画像RL, GL, BLを用いているため、信号分類処理により対象画素が平坦部に分類された場合であっても、プレフィルタリング処理が施されていないノイズ低減処理の対象となっている色成分画像R, G, Bにはエッジや細かな模様が含まれている可能性がある。このような場合、信号分散値 σ^2_{MG} の値が大きくなるため、信号分散値 σ^2_{MG} のみを用いて式(10)の演算を行ったのでは、エッジや細かな模様がぼけて
50

しまうおそれがある。

【 0 0 7 6 】

ここで、信号分散値 σ^2_{MG} とノイズ分散値 σ^2_{nMG} とが略等しい、すなわち推定されたノイズ量と実測したノイズ量とが略等しい場合には、上記比率 $\sigma^2_{MG} / \sigma^2_{nMG}$ は 1 に近い値となる。この場合、本実施形態においては、対象画素は平坦部にあると見なして実測したノイズ量すなわち信号分散値 σ^2_{MG} を用いて式 (1 0) の演算を行っているため、斑を生じさせることなく平坦部のノイズを適切に低減することができる。一方、プレフィルタリング処理の影響によりノイズが低減されすぎてしまうと、信号分散値 σ^2_{MG} はノイズ分散値 σ^2_{nMG} よりも大きくなるため、上記比率 $\sigma^2_{MG} / \sigma^2_{nMG}$ は大きくなる。この場合、信号分散値 σ^2_{MG} とノイズ分散値 σ^2_{nMG} との比率 $\sigma^2_{MG} / \sigma^2_{nMG}$ はしきい値 $Th3$ 以上となり、対象画素は信号部にあると見なせるため、式 (1 0) において $\sigma^2_{MG} = \text{ノイズ分散値 } \sigma^2_{nMG}$ とすることにより、エッジや細かな模様がぼけることがなくなる。したがって、エッジや細かな模様をぼかすことなく、さらには平坦部に斑を生じさせることなくノイズを低減することができる。

10

【 0 0 7 7 】

また、信号分類処理において、信号部に分類された画素についてはノイズ低減処理の対象から除外しているため、エッジや細かな模様をぼかすことなくノイズを低減することができる。

【 0 0 7 8 】

なお、上記実施形態においては、判定対象画素 (i, j) の信号値と中央の対象画素 $(5, 5)$ の信号値との差の絶対値 $|GL(i, j) - GL(5, 5)|$ が、所定の領域判定しきい値 $Th1$ を超えるか否かを判定しているが、例えば、2つのしきい値 $Th1$ 、 $Th1'$ ($Th1 > Th1'$) を設定し、差の絶対値 $|GL(i, j) - GL(5, 5)|$ が $Th1'$ 未満であるか、 $Th1'$ 以上 $Th1$ 未満であるか、あるいは $Th1$ を超えるか否かを判定して、判定対象画素 $GL(i, j)$ を複数のグループに分類するようにしてもよい。具体的には、 $|GL(i, j) - GL(5, 5)| < Th1'$ の場合には判定対象画素 $GL(i, j)$ を平坦部のグループに、 $Th1' < |GL(i, j) - GL(5, 5)| < Th1$ の場合には、平坦部と信号部との中間のグループに、 $Th1 < |GL(i, j) - GL(5, 5)|$ の場合には信号部のグループに分類するようにしてもよい。この場合、平坦部に分類された画素の数 k のカウントは、中間のグループに分類された画素については $k = 1/2$ とみなして k のカウントに加えればよい。

20

30

【 0 0 7 9 】

また、上記実施形態においては、信号分類部 64 において色成分画像 RL, GL, BL の全画素について分類を行った後に処理部 65 においてノイズ低減処理を行っているが、信号分類部 64 における信号分類処理の結果を順次出力して、処理部 65 において対象画素に対して順次ノイズ低減処理を行うようにしてもよい。

【 0 0 8 0 】

また、上記実施形態においては、信号分類処理の分類結果に応じてノイズ低減処理を行っているが、信号分類処理を行うことなく、色成分画像 R, G, B に対して処理部 65 においてノイズ低減処理を行うようにしてもよい。この場合、平均値 MGM 、信号分散値 σ^2_{MG} およびノイズ分散値 σ^2_{nMG} は、処理対象領域 BA 内のすべての画素の信号値を用いて算出すればよい。

40

【 0 0 8 1 】

また、上記実施形態においては、ノイズ低減処理において、信号分散値 σ^2_{MG} に対するノイズ分散値 σ^2_{nMG} の比率 $\sigma^2_{MG} / \sigma^2_{nMG}$ に応じて、式 (1 0) に信号分散値 σ^2_{MG} およびノイズ分散値 σ^2_{nMG} のいずれを使用するかを決定しているが、信号分散値 σ^2_{MG} とノイズ分散値 σ^2_{nMG} との差または差の絶対値に応じて、式 (1 0) に信号分散値 σ^2_{MG} およびノイズ分散値 σ^2_{nMG} のいずれを使用するかを決定するようにしてもよい。

【 0 0 8 2 】

以上、本発明のノイズ低減装置の実施形態をデジタルカメラに適用しているが、デジタルカメラにより取得された $CCD-RAW$ データに対して、上記と同様にノイズ低減処理

50

を行うノイズ低減装置のみを提供してもよい。また、コンピュータを、上記のプレフィルタリング部 6 2、色成分分離部 7 3、信号分類部 6 4 および処理部 6 5 に対応する手段として機能させ、図 6、10、12 に示すような処理を行わせるプログラムも、本発明の実施形態の 1 つである。また、そのようなプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体も、本発明の実施形態の 1 つである。

【図面の簡単な説明】

【0083】

【図 1】本発明の実施形態によるノイズ低減装置を適用したデジタルカメラの構成を示す概略ブロック図

【図 2】CCD の受光面の一部を示す図（ハニカム配列）

10

【図 3】CCD の受光面の一部を示す図（ベイヤ配列）

【図 4】画像処理部の電氣的構成を示すブロック図

【図 5】本実施形態におけるノイズ低減部の構成を示す概略ブロック図

【図 6】本実施形態において行われる処理を示すフローチャート

【図 7】ハニカム配列のアレイ構造を有する CCD に対するプレフィルタリング処理を説明するための図

【図 8】ベイヤ配列のアレイ構造を有する CCD に対するプレフィルタリング処理を説明するための図

【図 9】色成分の分離を説明するための図

【図 10】信号分類処理のフローチャート

20

【図 11】信号分類処理を説明するための図

【図 12】ノイズ低減処理のフローチャート

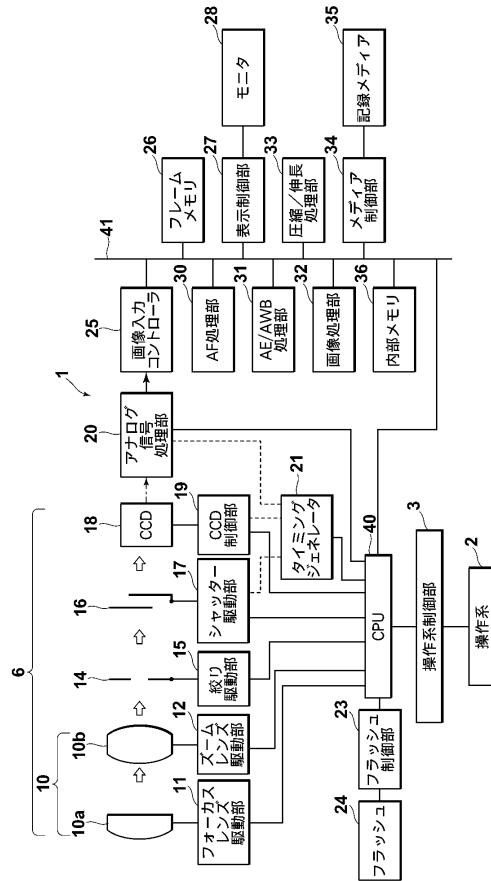
【符号の説明】

【0084】

- 1 デジタルカメラ
- 3 2 画像処理部
- 5 0 ノイズ低減部
- 6 1 第 1 の色成分分離部
- 6 2 プレフィルタリング部
- 6 3 第 2 の色成分分離部
- 6 4 信号分類部
- 6 5 処理部
- 6 6 合成部

30

【 図 1 】



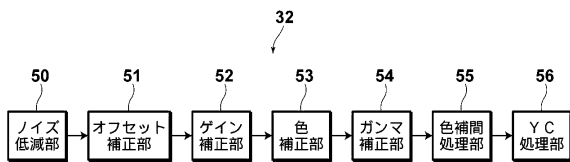
【 図 2 】

R		B		R		B		R		B		R
	Gr		Gb		Gr		Gb		Gr		Gb	
B		R		B		R		B		R		B
	Gb		Gr		Gb		Gr		Gb		Gr	
R		B		R		B		R		B		R
	Gr		Gb		Gr		Gb		Gr		Gb	
B		R		B		R		B		R		B
	Gb		Gr		Gb		Gr		Gb		Gr	
R		B		R		B		R		B		R
	Gr		Gb		Gr		Gb		Gr		Gb	
B		R		B		R		B		R		B
	Gb		Gr		Gb		Gr		Gb		Gr	
R		B		R		B		R		B		R
	Gr		Gb		Gr		Gb		Gr		Gb	
B		R		B		R		B		R		B
	Gb		Gr		Gb		Gr		Gb		Gr	
R		B		R		B		R		B		R
	Gr		Gb		Gr		Gb		Gr		Gb	
B		R		B		R		B		R		B
	Gb		Gr		Gb		Gr		Gb		Gr	
R		B		R		B		R		B		R

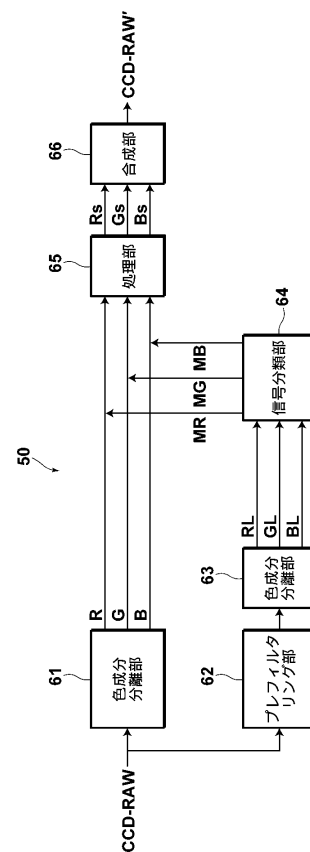
【 図 3 】

R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr
Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B
R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr
Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B
R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr
Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B
R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr
Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B
R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr
Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B
R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr
Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B
R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr
Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B
R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr	R	Gr
Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B	Gb	B

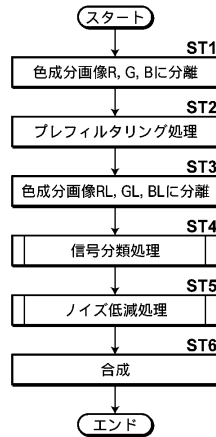
【 図 4 】



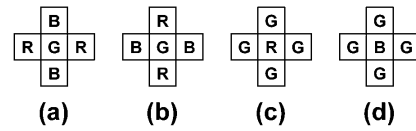
【 図 5 】



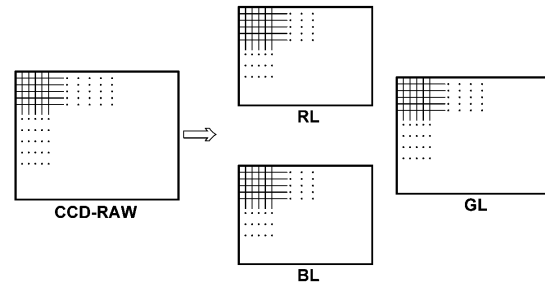
【 図 6 】



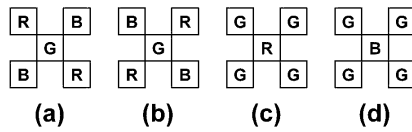
【 図 8 】



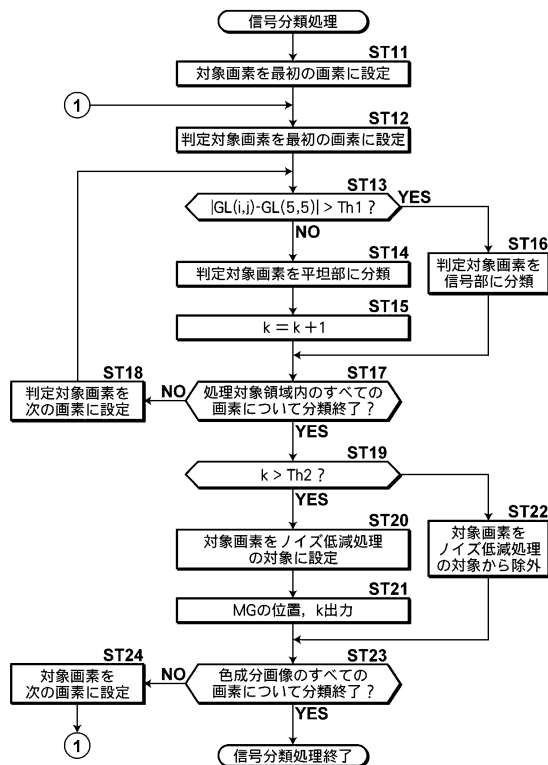
【 図 9 】



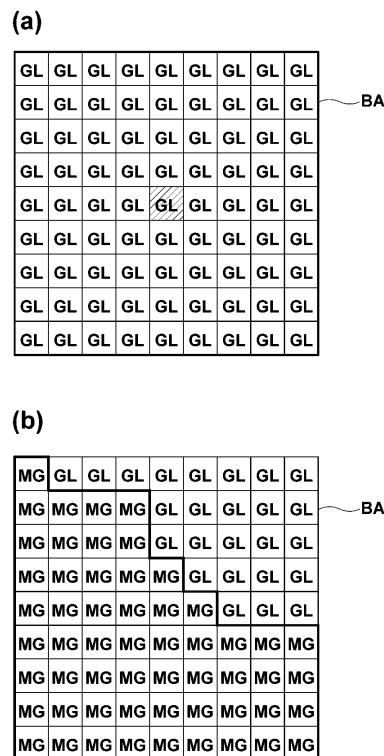
【 図 7 】



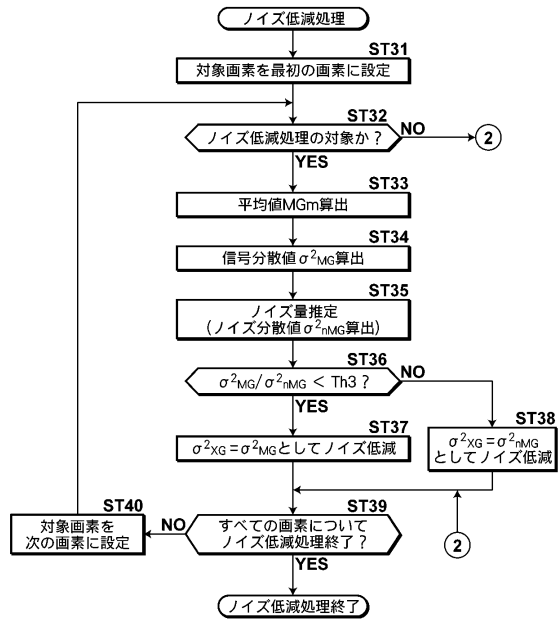
【 ㄨ 1 0 】



【 図 1 1 】



【図 12】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-060660(JP,A)
特開2006-245916(JP,A)
特開2000-023173(JP,A)
特開平06-086104(JP,A)
特表2002-503894(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N	9/64
H04N	9/04
H04N	1/409
G06T	5/00