

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5452242号  
(P5452242)

(45) 発行日 平成26年3月26日 (2014. 3. 26)

(24) 登録日 平成26年1月10日 (2014. 1. 10)

(51) Int. Cl.

F I

**A 6 1 B** 1/04 (2006. 01)**G O 2 B** 23/24 (2006. 01)**G O 6 T** 1/00 (2006. 01)

A 6 1 B 1/04 3 7 0

G O 2 B 23/24 B

G O 6 T 1/00 2 9 0 Z

請求項の数 16 (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2010-6859 (P2010-6859)  
 (22) 出願日 平成22年1月15日 (2010. 1. 15)  
 (65) 公開番号 特開2011-143100 (P2011-143100A)  
 (43) 公開日 平成23年7月28日 (2011. 7. 28)  
 審査請求日 平成24年11月13日 (2012. 11. 13)

(73) 特許権者 000000376  
 オリンパス株式会社  
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号  
 (74) 代理人 100104710  
 弁理士 竹腰 昇  
 (74) 代理人 100124682  
 弁理士 黒田 泰  
 (74) 代理人 100090479  
 弁理士 井上 一  
 (72) 発明者 佐々木 寛  
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ  
 リンパス株式会社内

審査官 増渕 俊仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、内視鏡システム、プログラム及び画像処理装置の作動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1～第3の色信号で構成される画像を受けて、前記画像の各画素において、前記第1～第3の色信号のうちの欠落した色信号を補間処理する補間処理部と、

前記補間処理部からの補間処理後の画像に基づいて出力画像を出力する画像出力部と、  
 を含み、

前記補間処理部は、

第1の光波長帯域における情報を有する第1の画像に対して、画素位置に応じて異なる補間処理が行われるスペースバリエーションな補間処理を行い、第2の光波長帯域における情報を有する第2の画像に対して、画素位置に依らない補間処理が行われるスペースインバリエーションな補間処理を行うことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

請求項1において、

前記第1の画像は、前記第1の光波長帯域の情報として白色光の波長帯域の情報を有する画像であり、

前記第2の画像は、前記第2の光波長帯域の情報として、前記白色光の波長帯域における、前記白色光の波長帯域よりも狭い帯域である特定の波長帯域の情報を有する画像であることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 3】

請求項1または2において、

前記第 1 ～ 第 3 の色信号で構成される画像は、各色信号の画素が異なった画素位置に配列されたモザイク画像であり、

前記第 1 の色信号の画素は、

前記第 2、第 3 の色信号の画素よりも高密度に配列されることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかにおいて、

前記補間処理部は、

前記第 1 の色信号が欠落した補間対象画素での前記第 1 の色信号の複数の補間画素値を算出する補間画素値算出部と、

前記複数の補間画素値と、前記第 2 の色信号または前記第 3 の色信号の画素値との色差である複数の色差を算出する色差算出部と、

色差選択部と、

を有し、

前記色差選択部は、

前記スペースバリエーションな補間処理を行う場合には、前記複数の色差のうちからいずれかの色差を選択し、前記スペースインバリエーションな補間処理を行う場合には、前記複数の色差のうちの特定の色差を出力することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 5】

請求項 4 において、

前記補間画素値算出部は、

前記補間対象画素の縦方向に隣接する画素の前記第 1 の色信号の画素値に基づく縦補間画素値と、前記補間対象画素の横方向に隣接する画素の前記第 1 の色信号の画素値に基づく横補間画素値と、前記補間対象画素の縦方向及び横方向に隣接する画素の前記第 1 の色信号の画素値に基づく 4 画素平均画素値とを、前記複数の補間画素値として求め、

前記色差算出部は、

前記第 2 の色信号または前記第 3 の色信号の画素値と前記縦補間画素値との差分値である縦補間色差と、前記第 2 の色信号または前記第 3 の色信号の画素値と前記横補間画素値との差分値である横補間色差と、前記第 2 の色信号または前記第 3 の色信号の画素値と前記 4 画素平均画素値との差分値である 4 画素平均色差とを、前記複数の色差として求め、

前記色差選択部は、

前記スペースバリエーションな補間処理を行う場合には、前記縦補間色差と前記横補間色差と前記 4 画素平均色差のいずれかを選択し、前記スペースインバリエーションな補間処理を行う場合には、前記 4 画素平均色差を前記特定の色差として出力することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 6】

請求項 5 において、

前記色差算出部は、

前記第 2 の色信号に対するローパスフィルタ処理と、前記第 3 の色信号に対するローパスフィルタ処理を行うローパスフィルタを有し、

前記スペースバリエーションな補間処理を行う場合には、ローパスフィルタ処理後の第 2 の色信号またはローパスフィルタ処理後の第 3 の色信号と前記 4 画素平均画素値との差分値を、前記 4 画素平均色差として求めることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 7】

請求項 4 において、

前記補間処理部は、

前記複数の色差に対応する複数の色差類似度を算出する色差類似度算出部を有し、

前記色差類似度算出部は、

前記補間対象画素間での色差の差分値を求め、前記差分値の絶対値を求め、前記補間対象画素を含む所定の範囲内において前記絶対値の和を求めることで、色差類似度を算出し

10

20

30

40

50

、  
前記色差選択部は、  
前記スペースバリエーションな補間処理を行う場合には、前記複数の色差類似度のうちの最小の色差類似度に対応する色差を選択し、前記スペースインバリエーションな補間処理を行う場合には、前記複数の色差のうちの前記特定の色差を出力することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 8】

請求項 7 において、  
前記補間画素値算出部は、  
前記補間対象画素の縦方向に隣接する画素の前記第 1 の色信号の画素値に基づく縦補間画素値と、前記補間対象画素の横方向に隣接する画素の前記第 1 の色信号の画素値に基づく横補間画素値と、前記補間対象画素の縦方向及び横方向に隣接する画素の前記第 1 の色信号の画素値に基づく 4 画素平均画素値とを、前記複数の補間画素値として求め、

10

前記色差算出部は、  
前記第 2 の色信号または前記第 3 の色信号の画素値と前記縦補間画素値との差分値である縦補間色差と、前記第 2 の色信号または前記第 3 の色信号の画素値と前記横補間画素値との差分値である横補間色差と、前記第 2 の色信号または前記第 3 の色信号の画素値と前記 4 画素平均画素値との差分値である 4 画素平均色差と、を前記複数の色差として求め、

前記色差類似度算出部は、  
前記縦補間色差の縦方向の差分値から縦色差類似度を求め、前記横補間色差の横方向の差分値から横色差類似度を求め、前記 4 画素平均色差の縦方向の差分値及び横方向の差分値及び斜め方向の差分値から 4 画素平均類似度を求め、

20

前記色差選択部は、  
前記スペースバリエーションな補間処理を行う場合には、前記縦色差類似度と前記横色差類似度と前記 4 画素平均類似度のうちの最小の色差類似度に対応する色差を選択し、前記スペースインバリエーションな補間処理を行う場合には、4 画素平均色差を前記特定の色差として出力することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 9】

請求項 4 乃至 8 のいずれかにおいて、  
前記色差選択部は、  
前記補間対象画素では、選択した色差である出力色差と前記第 2 の色信号または前記第 3 の色信号とを加算して、前記第 1 の色信号の出力画素値として出力し、前記補間対象画素以外の画素では、前記補間処理部に入力される前記画像の第 1 の色信号の画素値を前記出力画素値として出力し、

30

前記補間処理部は、  
前記色差選択部からの前記出力色差と前記出力画素値とに基づいて、前記画像の各画素に対して、前記第 1 ～ 第 3 の色信号の画素値を求める同時化補間処理部を有し、

前記同時化補間処理部は、  
前記スペースバリエーションな補間処理を行う場合には、前記出力画素値に対して第 1 のカットオフ周波数の第 1 のローパスフィルタ処理を行い、前記スペースインバリエーションな補間処理を行う場合には、前記出力画素値に対して、前記第 1 のカットオフ周波数よりも低周波数の第 2 のカットオフ周波数の第 2 のローパスフィルタ処理を行うことを特徴とする画像処理装置。

40

【請求項 10】

請求項 9 において、  
前記同時化補間処理部は、  
前記出力色差を第 2 の色信号の出力色差と第 3 の色信号の出力色差とに分離し、前記第 2 の色信号の出力色差に対して前記第 2 のローパスフィルタ処理を行って、各画素における第 2 の色信号の色差を求め、前記第 3 の色信号の出力色差に対して前記第 2 のローパスフィルタ処理を行って、各画素における第 3 の色信号の色差を求め、

50

前記スペースバリエーションな補間処理を行う場合には、前記各画素における第2の色信号の色差と前記第1のローパスフィルタ処理後の前記出力画素値とを加算して、各画素における第2の色信号の画素値を求め、前記各画素における第3の色信号の色差と前記第1のローパスフィルタ処理後の前記出力画素値とを加算して、各画素における第3の色信号の画素値を求め、

前記スペースインバリエーションな補間処理を行う場合には、前記各画素における第2の色信号の色差と前記第2のローパスフィルタ処理後の前記出力画素値とを加算して、各画素における第2の色信号の画素値を求め、前記各画素における第3の色信号の色差と前記第2のローパスフィルタ処理後の前記出力画素値とを加算して、各画素における第3の色信号の画素値を求めることを特徴とする画像処理装置。

10

【請求項11】

請求項1において、

前記補間処理部は、

第1の色信号が欠落した補間対象画素に隣接する画素の前記第1の色信号に基づいて、前記補間対象画素での前記第1の色信号の補間画素値の算出手法を判定する判定部と、

複数の算出手法のうちのいずれかの算出手法により前記補間画素値を算出する補間画素値算出部と、

前記補間対象画素での第2の色信号または第3の色信号と、前記補間画素値算出部からの前記補間画素値との差分値を色差として出力する色差出力部と、

を有し、

20

前記スペースバリエーションな補間処理を行う場合には、前記補間画素値算出部は、前記判定部によって判定された算出手法により前記補間画素値を算出し、前記スペースインバリエーションな補間処理を行う場合には、前記補間画素値算出部は、前記複数の算出手法のうちの特定の算出手法により前記補間画素値を算出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項12】

請求項2において、

前記第1の画像および前記第2の画像は生体内を写した生体内画像であり、

前記生体内画像に含まれる前記特定の波長帯域は、血液中のヘモグロビンに吸収される波長の波長帯域であることを特徴とする画像処理装置。

【請求項13】

30

請求項12において、

前記特定の波長帯域は、390ナノメートル～445ナノメートル、または530ナノメートル～550ナノメートルであることを特徴とする画像処理装置。

【請求項14】

生体内の被写体に対し、白色光及び特定の波長帯域の光を照射する光源部と、

第1～第3の色信号で構成される画像を受けて、前記画像の各画素において、前記第1～第3の色信号のうちの欠落した色信号を補間処理する補間処理部と、

前記補間処理部からの補間処理後の画像に基づいて出力画像を出力する画像出力部と、

前記画像出力部からの前記出力画像を表示する表示部と、

を含み、

40

前記補間処理部は、

前記白色光の波長帯域における情報を有する第1の画像に対して、画素位置に応じて異なる補間処理が行われるスペースバリエーションな補間処理を行い、前記特定の波長帯域における情報を有する第2の画像に対して、画素位置に依らない補間処理が行われるスペースインバリエーションな補間処理を行うことを特徴とする内視鏡システム。

【請求項15】

第1～第3の色信号で構成される画像を受けて、前記画像の各画素において、前記第1～第3の色信号のうちの欠落した色信号を補間処理する補間処理部と、

前記補間処理部からの補間処理後の画像に基づいて出力画像を出力する画像出力部として、

50

コンピュータを機能させ、  
前記補間処理部は、

第1の光波長帯域における情報を有する第1の画像に対して、画素位置に応じて異なる補間処理が行われるスペースバリエーションな補間処理を行い、第2の光波長帯域における情報を有する第2の画像に対して、画素位置に依らない補間処理が行われるスペースインバリエーションな補間処理を行うことを特徴とするプログラム。

【請求項16】

補間処理部と画像出力部とを含む画像処理装置の作動方法において、

前記補間処理部が、第1～第3の色信号で構成される画像の各画素において、前記第1～第3の色信号のうちの欠落した色信号を補間処理する場合に、

10

前記補間処理部は、第1の光波長帯域における情報を有する第1の画像に対しては、画素位置に応じて異なる補間処理が行われるスペースバリエーションな補間処理を行い、

前記補間処理部は、第2の光波長帯域における情報を有する第2の画像に対しては、画素位置に依らない補間処理が行われるスペースインバリエーションな補間処理を行い、

前記画像出力部は、補間処理後の画像に基づいて出力画像を出力することを特徴とする画像処理装置の作動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、内視鏡システム、プログラム及び画像処理装置の作動方法等に関する。

20

【背景技術】

【0002】

単板の撮像素子によりカラー画像を撮像する場合、ベイア配列のカラーフィルタを用いた撮像素子を使用することが一般的である。この単板の撮像素子により得られた画像に対しては、各画素にRGBの色信号を生成するデモザイキング処理（例えば、特許文献1、2に開示された手法）を行うことが必要である。このデモザイキング処理では、画像のエッジ部分等に偽色が発生する場合がある。この偽色を低減する手法として、例えば色相関を利用した手法（例えば、特許文献2に開示された手法）がある。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平8-237672号公報

【特許文献2】特開2009-44594号公報

【特許文献3】特開2006-68113号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、あらゆる撮像画像に対して色相関を利用したデモザイキング処理を行うと、処理後の画像に不要なアーティファクトを生じてしまう場合がある。例えば内視鏡では、GとBの狭帯域光を照射して撮像する手法（例えば、特許文献3に開示された手法）がある。この手法では、GとBの狭帯域光で異なる血管像が得られるため、撮像画像の色相関が小さい。そのため、色相関を利用したデモザイキング処理を行うと、不要なアーティファクトを生じてしまう可能性がある。

40

【0005】

本発明の幾つかの態様によれば、デモザイキング処理を切り替え可能な画像処理装置、内視鏡システム、プログラム及び画像処理方法等を提供できる。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様は、第1～第3の色信号で構成される画像を受けて、前記画像の各画素

50

において、前記第１～第３の色信号のうちの欠落した色信号を補間処理する補間処理部と、前記補間処理部からの補間処理後の画像に基づいて出力画像を出力する画像出力部と、を含み、前記補間処理部は、第１の光波長帯域における情報を有する第１の画像に対して、画素位置に応じて異なる補間処理が行われるスペースバリエーションな補間処理を行い、第２の光波長帯域における情報を有する第２の画像に対して、画素位置に依らない補間処理が行われるスペースインバリエーションな補間処理を行う画像処理装置に係する。

【０００７】

本発明の一態様によれば、第１の光波長帯域における情報を有する第１の画像に対してスペースバリエーションな補間処理が行われ、第２の光波長帯域における情報を有する第２の画像に対してスペースインバリエーションな補間処理が行われる。これにより、画像に応じて補間処理を切り替え、画像に応じた適切な補間処理を行うことができる。

10

【０００８】

また、本発明の他の態様は、生体内の被写体に対し、白色光及び特定の波長帯域の光を照射する光源部と、第１～第３の色信号で構成される画像を受けて、前記画像の各画素において、前記第１～第３の色信号のうちの欠落した色信号を補間処理する補間処理部と、前記補間処理部からの補間処理後の画像に基づいて出力画像を出力する画像出力部と、前記画像出力部からの前記出力画像を表示する表示部と、を含み、前記補間処理部は、前記白色光の波長帯域における情報を有する第１の画像に対して、画素位置に応じて異なる補間処理が行われるスペースバリエーションな補間処理を行い、前記特定の波長帯域における情報を有する第２の画像に対して、画素位置に依らない補間処理が行われるスペースインバリエーションな補間処理を行う内視鏡システムに係する。

20

【０００９】

また、本発明の他の態様は、第１～第３の色信号で構成される画像を受けて、前記画像の各画素において、前記第１～第３の色信号のうちの欠落した色信号を補間処理する補間処理部と、前記補間処理部からの補間処理後の画像に基づいて出力画像を出力する画像出力部として、コンピュータを機能させ、前記補間処理部は、第１の光波長帯域における情報を有する第１の画像に対して、画素位置に応じて異なる補間処理が行われるスペースバリエーションな補間処理を行い、第２の光波長帯域における情報を有する第２の画像に対して、画素位置に依らない補間処理が行われるスペースインバリエーションな補間処理を行うプログラムに係する。

30

【００１０】

また、本発明の他の態様は、第１～第３の色信号で構成される画像の各画素において、前記第１～第３の色信号のうちの欠落した色信号を補間処理する場合に、第１の光波長帯域における情報を有する第１の画像に対しては、画素位置に応じて異なる補間処理が行われるスペースバリエーションな補間処理を行い、第２の光波長帯域における情報を有する第２の画像に対しては、画素位置に依らない補間処理が行われるスペースインバリエーションな補間処理を行い、補間処理後の画像に基づいて出力画像を出力する画像処理方法に係する。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

40

【図１】図１（Ａ）、図１（Ｂ）は、単板撮像素子のカラーフィルタの配置構成例。

【図２】特殊光画像に対する色相関を利用したデモザイキング処理の説明図。

【図３】白色光画像に対するデモザイキング処理の説明図。

【図４】特殊光画像に対するデモザイキング処理の説明図。

【図５】本実施形態の構成例。

【図６】本実施形態の白色光画像に対する動作説明図。

【図７】本実施形態の特殊光画像に対する動作説明図。

【図８】内視鏡システムの構成例。

【図９】回転フィルタの構成例。

【図１０】白色光を透過する色フィルタの分光特性例。

50

- 【図 1 1】狭帯域光を透過する色フィルタの分光特性例。
- 【図 1 2】画像処理部の構成例。
- 【図 1 3】補間処理部の構成例。
- 【図 1 4】G 補間色差算出部の構成例。
- 【図 1 5】図 1 5 ( A ) ~ 図 1 5 ( C ) は、G 信号の補間画素値の説明図。
- 【図 1 6】図 1 6 ( A ) ~ 図 1 6 ( D ) は、色差類似度の説明図。
- 【図 1 7】G 変動量算出部の説明図。
- 【図 1 8】同時化補間処理部の構成例。
- 【図 1 9】第 1、第 2 のローパスフィルタ処理の説明図。
- 【図 2 0】コンピュータシステムのシステム構成例。
- 【図 2 1】コンピュータシステムの本体部の構成例。
- 【図 2 2】デモザイキング処理のフローチャート。
- 【図 2 3】G 補間色差算出処理のフローチャート。
- 【図 2 4】同時化補間処理のフローチャート。
- 【図 2 5】G 補間色差算出部の変形例。
- 【発明を実施するための形態】
- 【 0 0 1 2 】

以下、本実施形態について説明する。なお、以下に説明する本実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また本実施形態で説明される構成の全てが、本発明の必須構成要件であるとは限らない。

【 0 0 1 3 】

1. 本実施形態の概要

まず本実施形態の概要について説明する。本実施形態は、デモザイキング処理によるアーティファクト（実際には無い模様）を抑止するために、画像によってデモザイキング処理を切り替える。この本実施形態の手法について、図 1 ( A ) ~ 図 4 を用いて説明する。

【 0 0 1 4 】

図 1 ( A )、図 1 ( B ) には、単板撮像素子のカラーフィルタの配置構成例を示す。この配置構成例はベイア配列のカラーフィルタであり、各画素に 1 色の原色フィルタがモザイク状に配置される。すなわち、 $2 \times 2$  画素の領域の対角位置に 2 つの G フィルタが配置され、残りの位置に R フィルタと B フィルタが配置される。そして、その  $2 \times 2$  画素の単位が、水平方向と垂直方向に繰り返し配列される。

【 0 0 1 5 】

この単板撮像素子により得られた色信号は、それぞれ空間的に異なる位置でのサンプリング信号となる。すなわち、G 信号と R 信号、G 信号と B 信号では異なるサンプリング密度を持つ色信号となる。カラー画像を再構成するには、この 1 画素当たり 1 つの色信号を持つ画像から 1 画素当たり 3 つの色信号を生成するデモザイキング処理が必要である。

【 0 0 1 6 】

このデモザイキング処理では、色信号のサンプリング密度と位相の違いにより、高周波成分を含むエッジ領域で偽色が発生するという課題がある。そして、この偽色の発生量の低減を図ると、解像度の維持が困難となるという課題がある。

【 0 0 1 7 】

例えば、上述の特許文献 1 に開示された手法では、他の色信号を考慮せず色信号毎に補間処理を行う。この手法では、各画素での補間処理の周波数特性を合わせるために、3 つの信号を生成する補間位置を本来のサンプリング位置からずらしている。

【 0 0 1 8 】

しかしながら、この手法では、撮像素子のナイキスト周波数の半分より高い周波数帯域の構造領域において、各色信号の補間処理の周波数特性の違いにより偽色を生じてしまう。そして、この偽色を抑制するためには、撮像素子の結像画像の周波数帯域を光学ローパスフィルタでナイキスト周波数の半分より低い周波数に制限する必要がある。すなわち、偽色の抑制により、解像度が劣化してしまう。

## 【 0 0 1 9 】

この課題を改善する手法として、例えば、上述の特許文献 2 に開示された手法がある。この手法では、色相関（色信号間の相関）を利用したデモザイキング処理を行う。具体的には、G 信号が欠落した画素での G 信号のエッジ方向を色差周辺類似度に基づき推定し、その推定されたエッジ方向に応じた補間処理を行う（適応方向判別補間）。

## 【 0 0 2 0 】

さて、上述の特許文献 3 には、内視鏡システムにおいて、白色光画像（通常光画像）と特殊光画像を用いて診断を行う手法が開示されている。白色光画像を用いた診断では、体腔内の組織に対して白色光（通常光、R G B 3 原色）を照射し、それらの反射光画像から白色光画像を取得する。一方、特殊光画像を用いた診断（N B I）では、2 種類の狭帯域光 G 2、B 2 を順次照射し、それらの反射光画像から特殊光画像を取得する。

10

## 【 0 0 2 1 】

この狭帯域光 G 2、B 2 は、白色光の G、B 成分とは波長帯域の異なる光である。そして、血管のヘモグロビンの吸収特性と、波長による生体への深さ方向の減衰量の違いから、狭帯域光 G 2 と B 2 とで異なる生体画像が得られる。狭帯域光 B 2 では、表層の毛細血管と表層の粘膜構造の画像が得られ、狭帯域光 G 2 では、深層のより太い血管の画像が得られる。

## 【 0 0 2 2 】

ここで、この内視鏡システムで得られる画像に対して、上述の色相関を利用したデモザイキング処理を適用したと仮定する。そうすると、白色光画像では、画像に色相関があるため、高解像のデモザイキング処理が可能である。一方、特殊光画像では、画像に色相関が非常に小さいため、処理後の画像にアーティファクトを生ずる可能性がある。この点について、図 2 を用いて説明する。

20

## 【 0 0 2 3 】

図 2 の A 1 は、狭帯域光 G 2 による血管像を示す。A 2 に示すように、この血管像は、ベイア配列の撮像素子により G 信号として取得される。A 3 に示す網掛けの画素は、G 信号が欠落した画素である。一方、A 4 には、狭帯域光 B 2 による血管像を示す。A 5 に示すように、この血管像はベイア配列の撮像素子により B 信号として取得される。

## 【 0 0 2 4 】

例えば、A 6 に示す G 信号の欠落画素では、血管（エッジ）が縦方向に走っており、A 7 に示す G 信号の欠落画素では、血管が横方向に走っている。このとき、A 8 に示すように、血管が縦方向に走る画素では、縦方向の周辺画素の G 信号を用いて補間処理が行われる。また、A 9 に示すように、血管が横方向に走る画素では、横方向の周辺画素の G 信号を用いて補間処理が行われる。そして、この補間後の G 信号を用いて、B 信号の補間処理が行われる。

30

## 【 0 0 2 5 】

このようなエッジ方向を考慮した補間処理では、補間処理後の G 信号に含まれる高周波成分が、B 信号と R 信号に付加されることとなる。また、エッジ方向の誤判定が生じた場合には、その誤判定の影響が B 信号と R 信号に付加されることとなる。そのため、A 1 0 に示すように、付加された成分がアーティファクトとして埋め込まれ、画質低下を招いてしまう。

40

## 【 0 0 2 6 】

この課題を解決するために、本実施形態では、画像に応じてデモザイキング処理を切り替える。具体的には、図 3 に示すように、白色光画像に対して色相関を利用したデモザイキング処理を行う。すなわち、エッジ方向を考慮したスペースバリエーションな補間処理を行う。これにより、色信号間に相関（色相関。例えば、形状的な相関）のある白色光画像において、偽色の発生が少なく解像度の十分な画像を取得できる。

## 【 0 0 2 7 】

一方、図 4 に示すように、特殊光画像に対しては、色相関を利用しないデモザイキング処理を行う。すなわち、エッジ方向を考慮しないスペースインバリエーションな補間処理を行

50



う。例えば、図4のB1、B2に示すように、どの欠落画素においても同じ補間手法を用いて補間を行う。これにより、エッジ判定による高周波成分の付加や、エッジ方向の誤判定の影響を無くし、デモザイキング処理によるアーティファクトの発生を抑止できる。

#### 【0028】

##### 2. 本実施形態の構成例

図5に、上述のようなデモザイキング処理の切り替えができる本実施形態の構成例を示す。この構成例は、補間画素値算出部10、色差算出部20、色差類似度算出部30、色差出力部40、同時化補間処理部50を含む。なお、以下では、内視鏡システムにより得られた白色光画像と特殊光画像のデモザイキング処理を例に説明する。但し、本実施形態は、他の撮像装置により得られた色相関の大きい画像と、小さい画像のデモザイキング処理にも適用できる。

10

#### 【0029】

補間画素値算出部10には、撮像により得られたモザイク画像（広義には画像）が入力される。このモザイク画像の各画素には、RGBいずれか1つの色信号の画素値が存在する。補間画素値算出部10は、G信号が欠落した画素を補間対象画素として、その補間対象画素における補間画素値を求める。具体的には、図13等で後述するように、補間画素値算出部10は、縦補間により縦補間画素値 $G_v$ を算出し、横補間により横補間画素値 $G_h$ を算出し、4画素平均により4画素平均画素値 $G_a$ を算出する。

#### 【0030】

色差算出部20は、X信号（R信号、またはB信号）と補間画素値との差分値である色差を求める。すなわち、色差算出部20は、縦補間色差 $X - G_v$ 、横補間色差 $X - G_h$ 、4画素平均色差 $X - G_a$ を求める。

20

#### 【0031】

色差類似度算出部30は、補間対象画素の色差と、周辺の補間対象画素の色差の差分値に基づいて色差類似度を算出する。具体的には、色差類似度算出部30は、縦補間色差 $X - G_v$ から縦色差類似度 $S_v$ を求め、横補間色差 $X - G_h$ から横色差類似度 $S_h$ を求め、4画素平均色差 $X - G_a$ から4画素平均色差類似度 $S_a$ を求める。この色差類似度 $S_v$ 、 $S_h$ は、それぞれ縦方向、横方向のエッジに対応し、色差類似度 $S_a$ は、斜め方向のエッジと、エッジのない平坦部に対応する。

#### 【0032】

30

色差出力部40は、色差 $X - G_v$ 、 $X - G_h$ 、 $X - G_a$ のいずれかを選択し、選択した色差を補間対象画素における出力色差 $X - G'$ として出力する。また、色差出力部40は、出力色差 $X - G'$ とX信号に基づいて補間対象画素におけるG信号を求める。そして、色差出力部40は、モザイク画像の元のG信号と合わせて、全画素のG信号の出力画素値 $G''$ を出力する。色差出力部40には、図示しない制御部等から照明光設定情報L（照明光判定情報）が入力される。そして、後述するように、色差出力部40は、照明光設定情報Lに応じて処理を変更する。

#### 【0033】

同時化補間処理部50は、同時化補間処理を行う。すなわち、同時化補間処理部50は、出力色差 $X - G'$ と出力画素値 $G''$ に基づいて、全画素におけるRGBの画素値RQ、GQ、BQを出力する。

40

#### 【0034】

図6、図7を用いて、本実施形態の動作について説明する。図6には、白色光画像を補間処理する場合の動作例を示す。なお、図6の色差出力部40に示すスイッチは、色差出力部40が色差を選択する動作を模式的に図示したものである。図6に示すように、本実施形態は、白色光画像に対してスペースバリエーションな補間処理を行う。すなわち、本実施形態は、画素位置に応じて異なる補間処理を行う。具体的には、色差出力部40には、白色光に対応する照明光設定情報L（例えば $L = 1$ ）が入力される。このとき、色差出力部40は、色差類似度 $S_v$ 、 $S_h$ 、 $S_a$ に基づいて色差を選択する。すなわち、色差出力部40は、G信号の補間対象画素でのエッジが縦方向と判定した場合には色差 $X - G_v$ を選

50

折し、横方向と判定した場合には色差  $X - G_h$  を選択し、斜め方向または平坦部と判定した場合には色差  $X - G_a$  を選択する。

【 0 0 3 5 】

図 7 には、特殊光画像を補間処理する場合の動作例を示す。なお、図 7 の色差出力部 40 に示す破線は、色差出力部 40 が固定の色差を出力する動作を模式的に図示したものである。図 7 に示すように、本実施形態は、特殊光画像に対してスペースインバリエントな補間処理を行う。すなわち、本実施形態は、画素位置に依らない補間処理を行う。具体的には、色差出力部 40 には、特殊光に対応する照明光設定情報  $L$  (例えば  $L = 0$ ) が入力される。このとき、色差出力部 40 は、4 画素平均色差  $X - S_a$  (特定の色差) を出力色差  $X - G'$  として出力する。

10

【 0 0 3 6 】

3. 内視鏡システム

上述の本実施形態の画像処理装置を内視鏡システムに適用した場合、生体への照射光に応じて適切なデモザイキング処理を行うことができる。図 8 に、本実施形態の画像処理装置を適用した内視鏡システムの構成例を示す。この構成例は、光源部 100、挿入部 200 (スコープ)、制御装置 300 (プロセッサ部)、表示部 400、外部 I/F 部 500 (外部インターフェース部) を含む。

【 0 0 3 7 】

光源部 100 は、生体に照射するための白色光と特殊光を発生する。具体的には、光源部 100 は、白色光源 101 と、複数の分光透過率を持った回転色フィルタ 102 と、回転色フィルタ 102 を駆動する回転駆動部 103 と、回転色フィルタ 102 を透過した光をライトガイドファイバ 201 の入射端面に集光させる集光レンズ 104 を含む。

20

【 0 0 3 8 】

図 9 に示すように、回転色フィルタ 102 は、例えば白色光の分光透過率を示す色フィルタ 801 と、狭帯域光 (特殊光) の分光透過率を示す色フィルタ 802 と、回転色フィルタ 102 を回転させるモータ 803 から構成される。

【 0 0 3 9 】

図 10 に示すように、色フィルタ 801 は、例えば 380 nm ~ 650 nm の波長帯域の光を透過する分光特性を有する。また、図 11 に示すように、色フィルタ 802 の分光特性は、例えば 390 ~ 445 nm (B2) と 530 ~ 550 nm (G2) の波長帯域の光を透過する透過率特性を有する。

30

【 0 0 4 0 】

回転駆動部 103 は、制御装置 300 の制御部 302 からの制御信号に基づいて、撮像素子 204 の撮像期間に同期して、回転色フィルタ 102 を所定回転数で回転させる。例えば、所定回転数は、撮像素子 204 の 2 撮像期間につき 1 回転となる回転数である。

【 0 0 4 1 】

挿入部 200 は、例えば体腔への挿入を可能にするために、細長くかつ湾曲可能に形成されている。挿入部 200 は、ライトガイドファイバ 201、照明レンズ 202、対物レンズ 203、撮像素子 204 を含む。

【 0 0 4 2 】

40

ライトガイドファイバ 201 は、光源部 100 の集光レンズ 104 で集光された光を、挿入部 200 の先端に導く。照明レンズ 202 は、ライトガイドファイバ 201 により先端まで導かれた光を拡散させて、観察対象 (観察領域、被写体) に照射する。対物レンズ 203 は、観察対象からの反射光を集光し、撮像素子の受光面に観察対象を結像させる。撮像素子 204 は、集光された反射光を検出し、結像された観察対象を撮像する。例えば、撮像素子 204 は、図 1 (A) で上述したベイヤ配列の原色単板撮像素子である。

【 0 0 4 3 】

制御装置 300 は、内視鏡システムの各構成要素の制御や、撮像画像の画像処理、表示部 400 への表示画像の出力等を行う。制御装置 300 は、画像処理部 301 (画像処理装置)、制御部 302、A/D 変換部 205 (Analog-to-Digital Converter) を含む。

50

## 【 0 0 4 4 】

A / D 変換部 2 0 5 は、撮像素子 2 0 4 の撮像（光電変換）により得られたアナログ信号を、デジタル信号に変換する。画像処理部 3 0 1 は、A / D 変換部 2 0 5 からの画像データを画像処理する。例えば、画像処理部 3 0 1 は、デモザイキング処理や、エッジ強調処理、色彩強調処理等を行う。制御部 3 0 2 は、画像処理部 3 0 1 や光源部 1 0 0 の制御を行う。また、制御部 3 0 2 は、外部 I / F 部 5 0 0 からのユーザー入力情報を受けて、撮影モードの切り替え制御等を行う。

## 【 0 0 4 5 】

表示部 4 0 0 は、例えば C R T や液晶モニタ等の動画表示可能な表示装置で構成され、画像処理部 3 0 1 により画像処理された撮像画像を表示する。内視鏡システムのユーザーは、表示部 4 0 0 の表示を観察して観察部位の診断を行う。

10

## 【 0 0 4 6 】

外部 I / F 部 5 0 0 は、内視鏡システムに対するユーザーからの入力等を行うためのインターフェースである。例えば、電源のオン / オフを行うための電源スイッチ、撮影操作を開始するためのシャッターボタン、撮影モードやその他各種のモードを切り換えるためのモード切替ボタンなどを含んで構成されている。そして、この外部 I / F 部 5 0 0 は、入力された情報を制御部 3 0 2 へ出力する。

## 【 0 0 4 7 】

## 4 . 画像処理部

図 1 2 に、光源に応じて補間処理を切り替える画像処理部の詳細な構成例を示す。この構成例は、プレ処理部 7 0 1、補間処理部 7 0 2、画像出力部 7 0 7 を含む。

20

## 【 0 0 4 8 】

プレ処理部 7 0 1 は、A / D 変換部 2 0 5 からの画像データのプレ処理を行い、プレ処理後の画像データを補間処理部 7 0 2 に出力する。具体的には、A / D 変換部 2 0 5 は、単板撮像素子 2 0 4 からの原色ベイア配列のアナログ信号出力を、例えば 1 2 ビットのデジタルデータに変換する。プレ処理部 7 0 1 は、そのデジタルデータの R 信号、G 信号、B 信号に対して、それぞれ O B クランプ処理やホワイトバランス処理、ノイズ低減処理を行う。また、プレ処理部 7 0 1 は、特殊光撮影時（2 チャンネルの信号の場合）には、チャンネル間信号のバランス補正処理を行う。

## 【 0 0 4 9 】

補間処理部 7 0 2 は、プレ処理部 7 0 1 からのベイア配列のデジタル画像を受けて、そのデジタル画像の補間処理を行う。補間処理部 7 0 2 には、制御部 3 0 2 からの照明光設定情報（照明光判定情報）が入力される。補間処理部 7 0 2 は、その照明光設定情報に基づいて、空間的に同一の画素位置に対して 3 つの色信号を有するカラー画像を生成する。補間処理部 7 0 2 の詳細については、図 1 4 等で後述する。

30

## 【 0 0 5 0 】

画像出力部 7 0 7 は、補間処理部 7 0 2 からのカラー画像を白色光画像と特殊光画像に分離し、分離後の画像を表示部 4 0 0 に出力する。具体的には、画像出力部 7 0 7 は、選択部 7 0 3、第 1 画像生成部 7 0 4（第 1 画像取得部）、第 2 画像生成部 7 0 5（第 2 画像取得部）、出力画像生成部 7 0 6 を含む。

40

## 【 0 0 5 1 】

選択部 7 0 3 は、制御部 3 0 2 からの照明光設定情報に基づいて、補間処理部 7 0 2 からのカラー画像を分離する。選択部 7 0 3 は、照明光設定情報が白色光を示す場合には、カラー画像を第 1 画像生成部 7 0 4 に出力し、照明光設定情報が特殊光を示す場合に、カラー画像を第 2 画像生成部 7 0 5 に出力する。

## 【 0 0 5 2 】

第 1 画像生成部 7 0 4 は、第 1 の画像として白色光画像を生成する。例えば、第 1 画像生成部 7 0 4 は、入力されたカラー画像を表示部 4 0 0 の表示装置の色域に色変換処理する。例えば、表示装置は C R T や液晶モニタで構成され、表示装置の色域は s R G B の色空間である。また、第 1 画像生成部 7 0 4 は、所定の階調変換特性（表示部 4 0 0 の階調

50

特性に応じた階調変換特性)に基づく階調変換処理や、拡大縮小回転処理、構造強調処理等を行う。そして、第1画像生成部704は、これらの処理によって表示部400へ出力可能な白色光画像を生成し、生成した画像を出力画像生成部706に出力する。

#### 【0053】

第2画像生成部705は、第2の画像として特殊光画像を生成する。例えば、第2画像生成部705は、入力されたカラー画像を所定の擬似カラーに変換処理する。ここで、上述の図11の分光特性により、第2画像生成部705に入力されるカラー画像は、G信号とB信号にのみ画像情報が含まれ、R信号はノイズ成分となる。したがって、擬似カラーへの変換処理は、2つの色信号から3つの色信号への変換処理となる。例えば、第2画像生成部705は、入力画像のG信号を出力画像のR信号とし、入力画像のB信号を出力画像のG信号、B信号とする。また、第2画像生成部705は、所定の階調変換特性に基づく階調変換処理や、拡大縮小回転処理、構造強調処理等を行う。そして、第2画像生成部705は、これらの処理によって表示部400へ出力可能な特殊光画像を生成し、生成した画像を出力画像生成部706に出力する。

10

#### 【0054】

出力画像生成部706は、第1画像生成部704からの白色光画像と第2画像生成部705からの特殊光画像に基づいて最終的な出力画像を生成し、生成した出力画像を表示部400に出力する。例えば、出力画像生成部706は、特殊光画像を用いて病変部検出(注目領域検出)を行なう。具体的には、出力画像生成部706は、特殊光画像のRGB成分から色相(H)成分を求め、所定色相(例えば $H = 5 \sim 30$ )の領域を抽出する。そして、出力画像生成部706は、その抽出領域どうしが隣接する場合に、隣接する領域をグルーピングし、グルーピング後の領域面積が所定の閾値以上であるか否かの判定を行なう。出力画像生成部706は、領域面積が所定の閾値以上と判定された場合には、グルーピング領域を囲む矩形あるいは円形領域を病変部領域として設定する。

20

#### 【0055】

また、出力画像生成部706は、白色光画像と特殊光画像の動き補償を行う。すなわち、図8で上述のように、回転フィルタ102を用いた場合、白色光と特殊光で撮像タイミングが異なっている。そのため、出力画像生成部706は、この撮像タイミングの違いを動き補償により補償する。例えば、出力画像生成部706は、白色光画像のB信号と特殊光画像のB信号を用いてグローバルな動きベクトルを算出する。例えば、画像を格子状のブロックに切り分け、パターンマッチング等により各ブロックの動きベクトルを求める。そして、出力画像生成部706は、求めた動きベクトルを用いて特殊光画像を補正する。出力画像生成部706は、補正後の特殊光画像の病変部領域に対応する白色光画像の領域に対して、ターゲット色の付加や、特殊光画像の病変部領域のオーバーラップあるいは上書きを行って、最終出力画像を生成する。

30

#### 【0056】

##### 5. 補間処理部

図13に、上述の補間処理部702の詳細な構成例を示す。この構成例は、G補間色差算出部1001(第1色信号補間色差算出部)、同時化補間処理部1002を含む。

#### 【0057】

G補間色差算出部1001は、G欠落画素(第1色信号欠落画素、補間対象画素)における補間G信号(補間第1色信号、補間画素値)の算出と、G欠落画素における色差の算出を行う。ここで、G欠落画素は、例えばベイア配列のモザイク画像において、G信号が欠落し、R信号またはB信号が存在する画素である。具体的には、G補間色差算出部1001は、G欠落画素の周辺画素のG信号に基づいて、補間G信号を生成し、全ての画素位置がG信号で埋められたG信号画像を出力する。また、G補間色差算出部1001は、R信号の画素位置における色差信号 $R - G$ と、B信号の画素位置における色差信号 $B - G$ を生成し、G欠落画素に色差信号が存在する色差信号画像を出力する。

40

#### 【0058】

同時化補間処理部1002は、G補間色差算出部1001からのG信号画像と色差信号

50

画像に基づいて、同時化補間処理を行う。すなわち、同時化補間処理部 1 0 0 2 は、空間的に同一位置の各画素に対して、G 信号と色差信号  $R - G$ 、 $B - G$  の 3 種類の信号値を補間処理により求める。そして、同時化補間処理部 1 0 0 2 は、色差信号と G 信号を加算することで、G 信号と空間的に同一位置の各画素における R 信号と B 信号を生成し、RGB のカラー画像を生成する。

#### 【 0 0 5 9 】

G 補間色差算出部 1 0 0 1 と同時化補間処理部 1 0 0 2 には、制御部 3 0 2 からの制御信号が入力される。例えば、G 補間色差算出部 1 0 0 1 と同時化補間処理部 1 0 0 2 は、制御部 3 0 2 からの照明光設定情報に応じて補間処理の切り替えを行う。

#### 【 0 0 6 0 】

##### 6 . G 補間色差算出部

図 1 4 に、上述の G 補間色差算出部 1 0 0 1 の詳細な構成例を示す。この構成例は、メモリ 1 2 0 1、1 2 0 2、1 2 1 0、1 2 1 1、1 2 1 2、1 2 1 7、縦補間 G 算出部 1 2 0 3、横補間 G 算出部 1 2 0 4、4 画素平均 G 算出部 1 2 0 5、ローパスフィルタ 1 2 0 6、縦色差算出部 1 2 0 7 (減算器)、横色差算出部 1 2 0 8 (減算器)、4 画素平均色差算出部 1 2 0 9 (減算器)、縦色差類似度算出部 1 2 1 3、横色差類似度算出部 1 2 1 4、4 画素平均類似度算出部 1 2 1 5、G 変動量算出部 1 2 1 6、重み乗算部 1 2 1 8 (乗算器)、判定部 1 2 1 9、色差選択部 1 2 2 0、G 信号出力部 1 2 2 1、X 信号選択部 1 2 2 2 を含む。

#### 【 0 0 6 1 】

この G 補間色差算出部 1 0 0 1 は、白色光の場合には、判定部 1 2 1 9 の判定結果に基づいて色差を選択することで、スペースバリエーションな補間処理を行う。また、ローパスフィルタ 1 2 0 6 により処理された X 信号を用いることで、色相関を利用した補間処理を行う。一方、特殊光の場合には、特定の色差である 4 画素平均色差  $X - G_a$  を出力することで、スペースインバリエーションな補間処理を行う。また、ローパスフィルタ 1 2 0 6 により処理されない元の X 信号を用いることで、色相関を利用しない補間処理を行う。

#### 【 0 0 6 2 】

具体的には、メモリ 1 2 0 1 は、G 補間色差算出部 1 0 0 1 に入力されたベイア配列のデジタル画像の X 信号 (R 信号と B 信号) を格納 (記憶、保存) する。メモリ 1 2 0 2 は、G 補間色差算出部 1 0 0 1 に入力されたベイア配列のデジタル画像の G 信号を格納する。

#### 【 0 0 6 3 】

縦補間 G 算出部 1 2 0 3 は、メモリ 1 2 0 2 に格納された G 信号を受けて、G 欠落画素を縦補間し、補間後の G 信号である  $G_v$  信号 (縦補間画素値) を出力する。具体的には、図 1 5 (A) に示すように、縦補間 G 算出部 1 2 0 3 は、G 欠落画素 ( $k, l$ ) の上下方向の周辺 G 信号である  $G(k, l - 1)$ 、 $G(k, l + 1)$  を用いて補間処理する。例えば、 $G_v(k, l) = \{G(k, l - 1) + G(k, l + 1)\} / 2$  を出力する。ここで、画素位置 ( $k, l$ ) の  $k$  は、画像処理における水平方向の座標であり、 $l$  は、画像処理における垂直方向の座標である。また、 $k, l$  は自然数である。

#### 【 0 0 6 4 】

横補間 G 算出部 1 2 0 4 は、メモリ 1 2 0 2 に格納された G 信号を受けて、G 欠落画素を横補間し、補間後の G 信号である  $G_h$  信号 (横補間画素値) を出力する。具体的には、図 1 5 (B) に示すように、横補間 G 算出部 1 2 0 4 は、G 欠落画素 ( $k, l$ ) の左右方向の周辺 G 信号である  $G(k - 1, l)$ 、 $G(k + 1, l)$  を用いて補間処理する。例えば、 $G_h(k, l) = \{G(k - 1, l) + G(k + 1, l)\} / 2$  を出力する。

#### 【 0 0 6 5 】

4 画素平均 G 算出部 1 2 0 5 は、メモリ 1 2 0 2 に格納された G 信号を受けて、G 欠落画素を 4 画素平均により補間し、補間後の G 信号である  $G_a$  信号 (4 画素平均画素値) を出力する。具体的には、図 1 5 (C) に示すように、G 欠落画素 ( $k, l$ ) の上下左右方向の周辺 G 信号である  $G(k, l - 1)$ 、 $G(k, l + 1)$ 、 $G(k - 1, l)$ 、 $G(k$

10

20

30

40

50

+ 1, 1) を用いて補間処理する。例えば、 $G_h(k, 1) = \{G(k, 1 - 1) + G(k, 1 + 1) + G(k - 1, 1) + G(k + 1, 1)\} / 4$  を出力する。

【0066】

縦色差算出部 1207 は、縦補間 G 算出部 1203 からの  $G_v$  信号とメモリ 1201 に格納される X 信号とに基づいて、 $X - G_v$  信号（縦補間色差）を出力する。具体的には、図 15 (A) に示すように、 $G_v(k, 1)$  と同一画素位置の  $X(k, 1)$  を減算し、 $X(k, 1) - G_v(k, 1)$  を出力する。

【0067】

横色差算出部 1208 は、横補間 G 算出部 1204 からの  $G_h$  信号とメモリ 1201 に格納される X 信号とに基づいて、 $X - G_h$  信号（横補間色差）を出力する。具体的には、図 15 (B) に示すように、 $G_h(k, 1)$  と同一画素位置の  $X(k, 1)$  を減算し、 $X(k, 1) - G_h(k, 1)$  を出力する。

【0068】

ローパスフィルタ 1206 は、メモリ 1201 に格納された X 信号を受けて、その X 信号のローパスフィルタ処理を行い、ローパスフィルタ処理後の X 信号である  $X_L$  信号を出力する。具体的には、ローパスフィルタ 1206 は、R 信号の周辺位置の R 信号を用いて R 信号の高周波成分をカットし、B 信号の周辺位置の B 信号を用いて B 信号の高周波成分をカットする。例えば、ローパスフィルタ 1206 は、ナイキスト周波数の  $1/2$  の周波数をカットオフ周波数とするローパスフィルタ処理を行う。

【0069】

X 信号選択部 1222 は、制御部 302 からの照明光設定情報 L に基づいて X 信号を選択する。具体的には、X 信号選択部 1222 は、白色光光源を示す  $L = 1$ （第 1 の論理レベル）の場合には、ローパスフィルタ 1206 からの  $X_L$  信号を出力し、特殊光光源を示す  $L = 0$ （第 2 の論理レベル）の場合には、メモリ 1201 に格納された X 信号を出力する。

【0070】

4 画素平均色差算出部 1209 は、4 画素平均 G 算出部 1205 からの  $G_a$  信号と X 信号選択部 1222 からの X 信号とに基づいて、 $X - G_a$  信号（4 画素平均色差）を出力する。具体的には、図 15 (C) に示すように、白色光の場合には、 $G_a(k, 1)$  と同一画素位置の  $X_L(k, 1)$  を減算し、 $X_L(k, 1) - G_a(k, 1)$  を出力する。特殊光の場合には、 $G_a(k, 1)$  と同一画素位置の  $X(k, 1)$  を減算し、 $X(k, 1) - G_a(k, 1)$  を出力する。

【0071】

G 変動量算出部 1216 は、G 信号の変動量に基づいて重み  $w$  を算出する。具体的には、G 変動量算出部 1216 は、G 欠落画素の周辺の複数の G 信号に基づいて、G 欠落画素の周辺における G 信号の変動量を求める。そして、図 17 に示すように、G 変動量算出部 1216 は、G 信号の変動量を 0 ~ 1 の範囲の重み  $w$  に変換して出力する。この重み  $w$  は、画像の G 変動量が小さい平坦部ほど小さい値となる。

【0072】

メモリ 1210 は、縦色差算出部 1207 からの  $X - G_v$  信号を格納する。メモリ 1211 は、横色差算出部 1208 からの  $X - G_h$  信号を格納する。メモリ 1212 は、4 画素平均色差算出部 1209 からの  $X_L - G_a$  信号または  $X - G_a$  信号を格納する。メモリ 1217 は、G 変動量算出部 1216 からの重み  $w$  を格納する。

【0073】

縦色差類似度算出部 1213 は、メモリ 1210 に格納された  $X - G_v$  信号に基づいて、G 欠落画素における縦色差類似度  $S_v$  を算出する。具体的には、図 16 (A) に示すように、縦色差類似度算出部 1213 は、画素位置  $(k, 1)$  の周辺領域  $(k = -2 \sim 2; 1 = -2 \sim 2)$  の色差の上下方向の差分絶対値和により縦色差類似度  $S_v(k, 1)$  を算出する。例えば、縦色差類似度算出部 1213 は、下式 (1) により  $S_v(k, 1)$  を求める。なお、各絶対値に重み付けがされてもよい。

10

20

30

40

50

$$\begin{aligned}
S_v(k, l) &= | \{ X - G_v \} (k - 2, l - 2) - \{ X - G_v \} (k - 2, l) | \\
&+ | \{ X - G_v \} (k - 2, l) - \{ X - G_v \} (k - 2, l + 2) | \\
&+ \dots \\
&+ | \{ X - G_v \} (k + 2, l) - \{ X - G_v \} (k + 2, l + 2) | \\
&\dots \quad (1)
\end{aligned}$$

ここで、 $\{ X - G_v \} (k, l)$  は、 $X(k, l) - G_v(k, l)$  を意味し、以下  $\{ X - G_h \} (k, l)$ 、 $\{ X - G_a \} (k, l)$  等も同様である。

#### 【0074】

横色差類似度算出部1214は、メモリ1211に格納された $X - G_h$ 信号に基づいて、 $G$ 欠落画素における横色差類似度 $S_h$ を算出する。具体的には、図16(B)に示すように、横色差類似度算出部1214は、画素位置 $(k, l)$ の周辺領域 $(k = -2 \sim 2; l = -2 \sim 2)$ の色差の左右方向の差分絶対値和により横色差類似度 $S_h(k, l)$ を算出する。例えば、横色差類似度算出部1214は、下式(2)により $S_h(k, l)$ を求める。なお、各絶対値に重み付けがされてもよい。

$$\begin{aligned}
S_h(k, l) &= | \{ X - G_h \} (k - 2, l - 2) - \{ X - G_h \} (k, l - 2) | \\
&+ | \{ X - G_h \} (k, l - 2) - \{ X - G_h \} (k + 2, l - 2) | \\
&+ \dots \\
&+ | \{ X - G_h \} (k, l + 2) - \{ X - G_h \} (k + 2, l + 2) | \\
&\dots \quad (2)
\end{aligned}$$

#### 【0075】

4画素平均類似度算出部1215は、メモリ1212に格納された $X - G_a$ 信号に基づいて、 $G$ 欠落画素における4画素平均類似度 $S_a$ を算出する。具体的には、図16(C)及び図16(D)に示すように、4画素平均類似度算出部1215は、画素位置 $(k, l)$ の周辺領域 $(k = -2 \sim 2; l = -2 \sim 2)$ において、 $(k, l)$ の色差と周辺の色差との差分絶対値和により4画素平均類似度 $S_a(k, l)$ を算出する。例えば、白色光の場合には、下式(3)により $S_a(k, l)$ を求め、特殊光の場合には、下式(4)により $S_a(k, l)$ を求める。なお、各絶対値に重み付けがされてもよい。

$$\begin{aligned}
S_a(k, l) &= \{ | \{ X_L - G_a \} (k - 2, l - 2) - \{ X_L - G_a \} (k, l) | \\
&+ | \{ X_L - G_a \} (k, l - 2) - \{ X_L - G_a \} (k, l) | \\
&+ \dots \\
&+ | \{ X_L - G_a \} (k - 2, l) - \{ X_L - G_a \} (k, l) | \} \\
&+ \{ | \{ X_L - G_a \} (k - 1, l - 1) - \{ X_L - G_a \} (k + 1, l + 1) | \\
&+ | \{ X_L - G_a \} (k + 1, l - 1) - \{ X_L - G_a \} (k - 1, l + 1) | \} \\
&\dots \quad (3)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
S_a(k, l) &= \{ | \{ X - G_a \} (k - 2, l - 2) - \{ X - G_a \} (k, l) | \\
&+ | \{ X - G_a \} (k, l - 2) - \{ X - G_a \} (k, l) | \\
&+ \dots \\
&+ | \{ X - G_a \} (k - 2, l) - \{ X - G_a \} (k, l) | \} \\
&+ \{ | \{ X - G_a \} (k - 1, l - 1) - \{ X - G_a \} (k + 1, l + 1) | \\
&+ | \{ X - G_a \} (k + 1, l - 1) - \{ X - G_a \} (k - 1, l + 1) | \} \\
&\dots \quad (4)
\end{aligned}$$

#### 【0076】

重み乗算部1218は、メモリ1217からの重み $w(k, l)$ と4画素平均類似度算出部1215からの4画素平均類似度 $S_a(k, l)$ を乗算し、重み付けされた4画素平均類似度 $w(k, l) \times S_a(k, l)$ を出力する。

#### 【0077】

10

20

30

40

50

判定部 1 2 1 9 は、制御部 3 0 2 からの照明光判定情報 L に応じて、色差選択部 1 2 2 0 に対して色差種別情報を出力する。具体的には、 $L = 1$  (白色光) の場合には、判定部 1 2 1 9 は、色差類似度  $S_v(k, l)$  と  $S_h(k, l)$  と  $w(k, l) \times S_a(k, l)$  の最小値を判定し、最小値の色差類似度に対応する色差の色差種別情報を出力する。一方、 $L = 0$  (特殊光) の場合には、判定部 1 2 1 9 は、強制的に固定された特定の色差種別情報として、4 画素平均色差の色差種別情報を出力する。

【0078】

$L = 1$  の場合に判定に用いられる色差類似度  $S_v$ 、 $S_h$ 、 $w S_a$  は、値が小さいほど色差類似度が高い。すなわち、縦方向のエッジがある画素では  $S_v$  が小さく、横方向のエッジがある画素では  $S_v$  が小さく、斜め方向にエッジがある画素または平坦部の画素では  $S_a$  が小さい。そのため、最小の色差類似度を判定することでエッジ方向を判定できる。また、エッジが無い平坦部ほど重み  $w$  は値が小さく、 $w S_a$  も小さい。そのため、平坦部では  $w S_a$  が最小値と判定されやすくなり、ノイズによるエッジの誤判定を抑止できる。

【0079】

色差選択部 1 2 2 0 は、判定部 1 2 1 9 からの色差種別情報に対応する色差を、メモリ 1 2 1 0、1 2 1 1、1 2 1 2 に格納された X -  $G_v$  信号、X -  $G_h$  信号、X -  $G_a$  信号から選択し、選択した色差を出力色差 X - G として出力する。

【0080】

G 信号出力部 1 2 2 1 は、色差選択部 1 2 2 0 からの色差とメモリ 1 2 0 1 からの X 信号とを減算器により減算し、G 欠落画素における G 信号を算出する。また、G 信号出力部 1 2 2 1 は、メモリ 1 2 0 2 からの G 信号を出力する。このようにして、G 信号出力部 1 2 2 1 は、全画素における G 信号を出力する。

【0081】

上述のように、本実施形態は、制御部 3 0 2 からの照明光設定情報 L に応じて処理を切り替える。この切り替え動作と、各処理における G 補間色差算出部 1 0 0 1 の出力色差について具体的に説明する。

【0082】

白色光 ( $L = 1$ ) である場合、本実施形態は色相関利用モードに設定される。このモードでは、判定部 1 2 1 9 は、色差類似度の最小値判定を行う。すなわち、本実施形態は、R 信号と G 信号との相関性あるいは B 信号と G 信号との相関性を利用した補間を行う。具体的には、G 信号の欠落位置の G 信号を、その相関の高い方向に沿って隣接する G 信号を用いて補間し、補間後の G 信号を用いて色差を算出する。

【0083】

また、このモードでは、色差類似度  $w(k, l) \times S_a(k, l)$  が選択された場合、ローパスフィルタ 1 2 0 6 からの X L 信号を選択し、色差 X L -  $G_a$  を求める。そのため、色差出力部 1 2 2 1 は、色差 X L -  $G_a$  と X 信号の差分  $X - (X L - G_a) = G_a + (X - X L) = G_a + X$  を算出する。すなわち、4 画素平均された低周波成分の  $G_a$  に対して、X 信号の高周波成分である X を加算することになる。このようにして、色相関を利用した G 信号が生成される。

【0084】

なお、色差類似度  $S_v(k, l)$ 、 $S_h(k, l)$  が選択された場合には、色差出力部 1 2 2 1 は G 信号  $G_v$ 、 $G_h$  を出力する。これらの G 信号に含まれるエッジの高周波成分は、同時化補間処理部 1 0 0 2 により R、B 信号に加算される。

【0085】

一方、特殊光 ( $L = 0$ ) である場合、本実施形態は非色相関利用モードに設定される。このモードでは、判定部 1 2 1 9 は、強制的に  $S_a(k, l) \times w(k, l)$  を選択する。すなわち、本実施形態は、R 信号と G 信号との相関性あるいは B 信号と G 信号との相関性を利用しない補間を行う。具体的には、G 信号の欠落位置の G 信号を、その周辺の 4 つの G 信号で補間 (平均値) し、補間後の G 信号を用いて色差を算出する。

【0086】



また、このモードでは、メモリ1201からのX信号を選択し、色差 $X - G_a$ を求める。そのため、色差出力部1221は、色差 $X - G_a$ とX信号の差分 $X - (X - G_a) = G_a$ を算出する。このようにして、G信号にはX信号の高周波成分が加算されず、色相関を利用しない4画素平均のG信号が生成される。

【0087】

#### 7. 同時化補間処理部

図18に、上述の同時化補間処理部1002の詳細な構成例を示す。この構成例は、色差選別部1301（色差分離部）、メモリ1302、1303、1304、第1の補間算出部1308、第2の補間算出部1307、第3の補間算出部1305、第4の補間算出部1306、R信号算出部1309（加算器）、B信号算出部1310（加算器）、G信号選択部1311を含む。

10

【0088】

この同時化補間処理部1002は、白色光の場合には、広帯域の補間算出部1308で処理されたG信号を用いてR信号とB信号を算出することで、色相関を利用した補間処理を行う。一方、特殊光の場合には、低帯域の補間算出部1307で処理されたG信号を用いてR信号とB信号を算出することで、色相関を利用しない補間処理を行う。

【0089】

具体的には、色差選別部1301は、G補間色差算出部1001からの $X - G$ 信号をR - G信号とB - G信号に分離する。R - G信号の画像データは、ペイア配列のR信号の画素位置にR - G信号が存在する画像データとなる。B - G信号の画像データは、ペイア配列のB信号の画素位置にB - G信号が存在する画像データとなる。

20

【0090】

メモリ1302は、色差選別部1301によって分離されたR - G信号を格納する。メモリ1303は、色差選別部1301によって分離されたB - G信号を格納する。メモリ1304は、G補間色差算出部1001からのG信号を格納する。

【0091】

補間算出部1308は、メモリ1304に格納されたG信号に対して、第1のローパスフィルタ特性の補間フィルタ処理を行い、補間フィルタ処理後のG信号GHを出力する。具体的には、補間算出部1308は、処理対象画素位置（所定位置）の周辺領域（所定領域）のG信号に対して、第1のローパスフィルタ特性に対応するフィルタ係数（補間係数）を乗算して、その処理対象画素位置におけるG信号を生成する。この補間フィルタ処理では、全画素にG信号が生成される。

30

【0092】

補間算出部1307は、メモリ1304に格納されたG信号に対して、第1のローパスフィルタ特性とは異なる第2のローパスフィルタ特性の補間フィルタ処理を行い、補間フィルタ処理後のG信号であるGLを出力する。具体的には、補間算出部1307は、処理対象画素位置（所定位置）の周辺領域（所定領域）のG信号に対して、第2のローパスフィルタ特性に対応するフィルタ係数を乗算して、その処理対象画素位置におけるG信号を生成する。この補間フィルタ処理では、全画素にG信号が生成される。

【0093】

補間算出部1305は、メモリ1302に格納されたR - G信号に対して、第2のローパスフィルタ特性の補間フィルタ処理を行い、補間フィルタ処理後のR - G信号であるRL - GLを出力する。具体的には、補間算出部1305は、処理対象画素位置（所定位置）の周辺領域（所定領域）のR - G信号に対して、第2のローパスフィルタ特性に対応するフィルタ係数を乗算して、その処理対象画素位置におけるR - G信号を生成する。この補間フィルタ処理では、全画素にR - G信号が生成される。

40

【0094】

補間算出部1306は、メモリ1303に格納されたB - G信号に対して、第2のローパスフィルタ特性の補間フィルタ処理を行い、補間フィルタ処理後のB - G信号であるBL - GLを出力する。具体的には、補間算出部1306は、処理対象画素位置（所定位置

50

）の周辺領域（所定領域）のB - G信号に対して、第2のローパスフィルタ特性に対応するフィルタ係数を乗算して、その処理対象画素位置におけるB - G信号を生成する。この補間フィルタ処理では、全画素にB - G信号が生成される。

【0095】

G信号選択部1311は、制御部302からの照明光設定情報Lが $L = 1$ （白色光）である場合には、補間算出部1308からのGH信号を出力し、 $L = 0$ （特殊光）である場合には、補間算出部1307からのGL信号を出力する。

【0096】

R信号算出部1309は、補間算出部1305からのR - G信号とG信号選択部1311からのGH信号（またはGL信号）を加算し、加算後のR信号RQを出力する。

10

【0097】

B信号算出部1310は、補間算出部1306からのB - G信号とG信号選択部1311からのGH信号（またはGL信号）を加算し、加算後のB信号BQを出力する。

【0098】

上述のように、同時化補間処理部1002は、色相関を利用した補間処理と色相関を利用しない補間処理を照明光に応じて切り替える。この切り替え動作について、具体的に説明する。

【0099】

図19のB1に示すように、補間算出部1308の第1のローパスフィルタ特性は、ナイキスト周波数NFで減衰する周波数特性である。B2に示すように、補間算出部1305、1306、1307の第2のローパスフィルタ特性は、ナイキスト周波数の半分 $NF/2$ で減衰する周波数特性である。

20

【0100】

白色光の場合には、G信号選択部1311は、補間算出部1308からの信号GHを出力する。そのため、R信号算出部1309は、ナイキスト周波数の帯域を持った信号GHとナイキスト周波数の半分の帯域を持った信号RL - GLを加算することとなる。これは、ナイキスト周波数の半分の帯域のR信号に対して、ナイキスト周波数の半分より高周波数の帯域のG信号（G信号のエッジ成分）を加算することと等価である。すなわち、色相関を利用したR信号の生成が行われる。B信号についても同様に色相関を利用したB信号の生成が行われる。

30

【0101】

一方、特殊光の場合には、G信号選択部1311は、補間算出部1307からの信号GLを出力する。そのため、R信号生成部1309は、ナイキスト周波数の半分の帯域を持った信号GLとナイキスト周波数の半分の帯域を持った信号RL - GLを加算することとなる。この加算では、ナイキスト周波数の半分の帯域のR信号のみが残り、G信号の高周波数成分は加算されない。すなわち、色相関を利用しないR信号の生成が行われる。B信号についても同様に色相関を利用しないB信号の生成が行われる。

【0102】

なお、同時化補間処理部1002は、補間算出部1308からの信号GHを出力信号GQとして出力する。特殊光の場合には、出力信号GQは、出力信号RQ、BQに対して2倍の周波数帯域を持つ。但し、本実施形態では、信号RQ、GQ、BQが全て同一周波数帯域であってもよい。すなわち、同時化補間処理部1002は、特殊光の場合に、補間算出部1307から出力されるGL信号を出力信号GQとして出力してもよい。

40

【0103】

ここで、上記の本実施形態では、制御部302からの照明光判定情報Lが、回転色フィルタ102の制御情報と同期して画像処理部301に入力される場合を例に説明した。但し、本実施形態では、この限定されず、例えば画像処理部301のブレ処理部701の出力であるG信号とR信号の一画面分の総和を算出し、G信号の総和が第1の所定閾値 $Th1$ より大きく、R信号の総和が第2の所定閾値 $Th2$ より小さい場合には、特殊光で照明された画像信号であると判定し、照明判定情報に利用してもよい。この場合、誤判定を防

50

止するために、 $Th1 > Th2$ となるように閾値を設定することが望ましい。

【0104】

また、上記の本実施形態では、図1(A)に示すベイア配列の原色単板撮像素子を例に説明したが、例えば図1(B)に示す45度傾けたベイア配列の原色単板撮像素子を適用可能なことは言うまでもない。この場合には、G欠落画素に対する周辺G信号を用いた補間処理を、右斜め上の方向と右斜め下の方向で補間処理するように変更すればよい。

【0105】

8. ソフトウェア

上記の本実施形態では、画像処理部301を構成する各部をハードウェアで構成することとしたが、これに限定されるものではない。例えば、カプセル内視鏡などの撮像装置を用いて予め取得された画像に対して、CPUが各部の処理を行う構成とし、CPUがプログラムを実行することによってソフトウェアとして実現することとしてもよい。あるいは、各部が行う処理の一部をソフトウェアで構成することとしてもよい。

【0106】

撮像部を別体とし、画像処理部301の各部が行う処理をソフトウェアとして実現する場合には、ワークステーションやパソコン等の公知のコンピュータシステムを画像処理装置として用いることができる。そして、画像処理部301の各部が行う処理を実現するためのプログラム(画像処理プログラム)を予め用意し、この画像処理プログラムをコンピュータシステムのCPUが実行することによって実現できる。

【0107】

図20は、本変形例におけるコンピュータシステム600の構成を示すシステム構成図であり、図21は、このコンピュータシステム600における本体部610の構成を示すブロック図である。図20に示すように、コンピュータシステム600は、本体部610と、本体部610からの指示によって表示画面621に画像等の情報を表示するためのディスプレイ620と、このコンピュータシステム600に種々の情報を入力するためのキーボード630と、ディスプレイ620の表示画面621上の任意の位置を指定するためのマウス640とを備える。

【0108】

また、このコンピュータシステム600における本体部610は、図21に示すように、CPU611と、RAM612と、ROM613と、ハードディスクドライブ(HDD)614と、CD-ROM660を受け入れるCD-ROMドライブ615と、USBメモリ670を着脱可能に接続するUSBポート616と、ディスプレイ620、キーボード630およびマウス640を接続するI/Oインターフェース617と、ローカルエリアネットワークまたは広域エリアネットワーク(LAN/WAN)N1に接続するためのLANインターフェース618を備える。

【0109】

さらに、このコンピュータシステム600には、インターネット等の公衆回線N3に接続するためのモデム650が接続されるとともに、LANインターフェース618およびローカルエリアネットワークまたは広域エリアネットワークN1を介して、他のコンピュータシステムであるパソコン(PC)681、サーバ682、プリンタ683等が接続される。

【0110】

そして、このコンピュータシステム600は、所定の記録媒体に記録された画像処理プログラム(例えば図22~図24)を参照して、後述する処理手順を実現するための画像処理プログラムを読み出して実行することで画像処理装置を実現する。ここで、所定の記録媒体とは、CD-ROM660やUSBメモリ670の他、MOディスクやDVDディスク、フレキシブルディスク(FD)、光磁気ディスク、ICカード等を含む「可搬用の物理媒体」、コンピュータシステム600の内外に備えられるHDD614やRAM612、ROM613等の「固定用の物理媒体」、モデム650を介して接続される公衆回線N3や、他のコンピュータシステム(PC)681またはサーバ682が接続されるロー

10

20

30

40

50

カルエリアネットワークまたは広域エリアネットワークN1等のように、プログラムの送信に際して短期にプログラムを記憶する「通信媒体」等、コンピュータシステム600によって読み取り可能な画像処理プログラムを記録するあらゆる記録媒体を含む。

#### 【0111】

すなわち、画像処理プログラムは、「可搬用の物理媒体」「固定用の物理媒体」「通信媒体」等の記録媒体にコンピュータ読み取り可能に記録されるものであり、コンピュータシステム600は、このような記録媒体から画像処理プログラムを読み出して実行することで画像処理装置を実現する。なお、画像処理プログラムは、コンピュータシステム600によって実行されることに限定されるものではなく、他のコンピュータシステム(PC)681またはサーバ682が画像処理プログラムを実行する場合や、これらが協働して画像処理プログラムを実行するような場合にも、本発明を同様に適用することができる。

10

#### 【0112】

各部が行う処理の一部をソフトウェアで構成する場合の一例として、あらかじめ取得された画像に対して、画像処理部301の処理をソフトウェアで実現する場合の処理手順を、図22のフローチャートを用いて説明する。あらかじめ取得された画像は、例えば、A/D変換部205が出力するベイア配列の出力画像を、RAWファイルとして記録媒体に記録した画像である。

#### 【0113】

図22に示すように、この処理が開始されると、ユーザーにより指定されたファイル名に対応するRAWファイルを取り込む(S1800)。取り込んだRAWファイルのヘッダ情報を抽出し、RAWファイルに対するサイズや階調レベル数、色フィルタ配列情報、照明光判定情報、撮影条件、色マトリックス係数等の属性情報を取得する(S1801)。

20

#### 【0114】

取得したRAWファイルの属性情報に基づいて、G欠落画素におけるG信号の補間画素値を算出し、この補間画素値に基づいてG欠落画素における色差を算出する(S1802)。算出したG信号と色差により同時化補間処理を行い、その補間処理後の同一画素位置におけるG信号と色差を加算処理し、R信号及びB信号を生成(復元)する(S1803)。

#### 【0115】

属性情報である照明光設定情報が、特殊光を示す情報であるか否かを判定する(S1804)。特殊光でない場合は、復元されたR、G、B信号を、カラーマトリックス処理により、例えばsRGB等の所定色空間に変換する。そして、変換後のR、G、B信号を、補正処理により、例えば8ビットのR、G、B信号に変換し、そのR、G、B信号に対して拡大縮小回転処理及び構造強調処理を行う(S1805)。

30

#### 【0116】

一方、特殊光である場合は、復元されたR、G、B信号を、カラーマトリックス処理により、疑似カラー化する。そして、疑似カラー化したR、G、B信号を、補正処理により、例えば8ビットのR、G、B信号に変換し、そのR、G、B信号に対して拡大縮小回転処理及び構造強調処理を行う(S1806)。

40

#### 【0117】

拡大縮小回転及び構造強調処理したR、G、B信号を、例えばYUV信号に変換し、JPEG等の圧縮処理を施し、現像処理済み画像ファイルとして保存する(S1807)。ユーザーがファイル名を指定したRAWファイルが残っているか否かを判定する(S1808)。残っている場合は、ステップS1800の処理へ戻り、現像処理を繰り返す。一方、残っていない場合は処理を終了する。

#### 【0118】

次に、図23に示すフローチャートを用いて、G補間色差算出処理(S1802)について詳細に説明する。

#### 【0119】

50

この処理が開始されると、ステップ S 1 8 0 0 の処理で取り込んだ R A W ファイルと、ステップ S 1 8 0 1 で取得した属性情報とに基づいて、G 欠落画素の上下に隣接する G 信号を用いて、その G 欠落画素での縦補間画素値  $G_v$  を算出する。また、その G 欠落画素と同一画素位置の X 信号と、算出した  $G_v$  から色差  $X - G_v$  を算出する。そして、 $G_v$  と  $X - G_v$  をメモリに保存する ( S 1 9 0 0 )。同様に、G 欠落画素の左右に隣接する G 信号を用いて横補間画素値  $G_h$  を算出し、色差  $X - G_h$  を算出し、 $G_h$  と  $X - G_h$  をメモリに保存する ( S 1 9 0 1 )。

#### 【 0 1 2 0 】

ステップ S 1 8 0 1 の処理で取得した属性情報である照明光設定情報が、特殊光を示す情報か否かを判定する ( S 1 9 0 2 )。特殊光でない場合は、G 欠落画素の上下左右に隣接する G 信号を用いて 4 画素平均画素値  $G_a$  を算出する。また、その G 欠落画素と同一画素位置の X 信号として、G 欠落画素の周辺の X 信号を用いて高周波成分をカットした X L 信号を求め、その X L 信号と  $G_a$  から色差  $X L - G_a$  を算出する。そして、 $G_a$  と  $X L - G_a$  をメモリに保存する ( S 1 9 0 3 )。

#### 【 0 1 2 1 】

一方、特殊光である場合は、G 欠落画素の上下左右に隣接する G 信号を用いた 4 画素平均画素値  $G_a$  を算出する。また、その G 欠落画素と同一画素位置の X 信号と、算出した  $G_a$  から色差  $X - G_a$  を算出する。そして、 $G_a$  と  $X - G_a$  をメモリに保存する ( S 1 9 0 4 )。

#### 【 0 1 2 2 】

G 欠落画素の周辺の G 信号を用いて、G 信号の変化量を絶対値和で定義した G 信号変動量を算出する。そして、図 1 7 等で上述のように、G 信号変動量を重み係数  $w$  に変換し、重み係数  $w$  をメモリに保存する ( S 1 9 0 5 )。

#### 【 0 1 2 3 】

ステップ S 1 9 0 0 ~ S 1 9 0 4 の処理で算出した各色差候補  $X - G_v$ 、 $X - G_h$ 、 $X L - G_a$  ( $X - G_a$ ) に対応する色差類似度  $S_v$ 、 $S_h$ 、 $S_a$  を算出する ( S 1 9 0 6 )。この色差類似度のうち、平坦部分の G 信号に適した補間 ( 方向依存性の無い 4 画素平均による補間 ) で算出された色差類似度  $S_a$  に対して、同一画素位置での重み  $w$  を乗算し、新たな色差類似度  $w \times S_a$  を算出する ( S 1 9 0 7 )。

#### 【 0 1 2 4 】

照明光設定情報が特殊光を示す情報であるか否かを判定する ( S 1 9 0 8 )。特殊光でない場合は、算出した 3 つの色差類似度  $S_v$ 、 $S_h$ 、 $w \times S_a$  の中で最も類似度が高くなる色差を選択する ( S 1 9 0 9 )。一方、特殊光である場合は、 $w \times S_a$  の色差種別である 4 画素平均色差  $X - G_a$  を強制的に選択する ( S 1 9 1 0 )。そして、選択された色差と、その色差の画素位置の R 信号または B 信号を加算処理して G 信号を算出する ( S 1 9 1 1 )。

#### 【 0 1 2 5 】

G 欠落画素に未処理画素があるか否かを判定 ( S 1 9 1 2 ) し、残っている場合はステップ S 1 9 0 0 へ戻って G 補間色差算出処理を繰り返し、残っていない場合は G 補間色差算出処理を終了する。

#### 【 0 1 2 6 】

次に、図 2 4 に示すフローチャートを用いて、同時化補間処理 ( 図 2 2 のステップ S 1 8 0 3 ) について詳細に説明する。

#### 【 0 1 2 7 】

この処理が開始されると、ステップ S 1 8 0 2 で算出された  $X - G$  信号を R - G 信号と B - G 信号に分離し、それぞれメモリに保存する ( S 2 0 0 0 )。メモリに保存されている R - G 信号の所定領域を抽出し、上述の図 1 9 の B 2 に示す第 2 の周波数特性の補間フィルタ ( 例えば  $8 \times 8$  タップ ) を用いて、所定位置に補間した R - G 信号を算出する。同様に、所定位置に補間した B - G 信号を算出する ( S 2 0 0 1 )。

#### 【 0 1 2 8 】

メモリに保存されているG信号の所定領域を抽出し、上述の図19のB1に示す第1の周波数特性の補間フィルタ（例えば8×8タップ）を用いて、所定位置に補間したG信号を算出する（S2002）。

【0129】

ステップS1801の処理で取得した属性情報である照明光設定情報が特殊光を示す情報か否かを判定する（S2003）。特殊光でない場合は、第1の周波数帯域のG信号と第2の周波数帯域のR-G信号とを加算処理して、第1の周波数帯域を持つR信号を生成する（S2004）。また、第1の周波数帯域を持つG信号と第2の周波数帯域を持つB-G信号とを加算処理して、第1の周波数帯域を持つB信号を生成する（S2005）。

【0130】

一方、特殊光である場合は、メモリに保存されているG信号の所定領域を抽出し、上述の図19のB2に示す第2の周波数特性の補間フィルタ（例えば8×8タップ）を用いて、所定位置に補間したG信号を算出する（S2006）。算出した第2の周波数帯域を持つG信号と第2の周波数帯域を持つR-G信号とを加算処理し、第2の周波数帯域を持つR信号を生成する（S2007）。また、第2の周波数帯域を持つG信号と第2の周波数帯域を持つB-G信号とを加算処理し、第2の周波数帯域を持つB信号を生成する（S2008）。

【0131】

算出すべき各補間画素に未処理画素があるか否かを判定（S2009）し、残っている場合はステップS2000へ戻って同時化補間処理を繰り返し、残っていない場合は同時化補間処理を終了する。

【0132】

このようにして、本実施形態では、照明光設定情報が特殊光の場合には、色相関を使用しないデモザイキング処理でRGB信号を算出し、照明光設定情報が白色光の場合には、色相関を積極的に使用したデモザイキング処理でRGB信号を算出する。

【0133】

#### 9. 本実施形態の手法

以上に詳細に説明した本実施形態の手法について、以下にその概要のまとめを説明する。上述のように、色相関の大きい白色光画像と色相関の小さい特殊画像の双方を取得する内視鏡システムでは、色相関が大きいことを前提としたデモザイキング処理を常時行くと、特殊光画像のデモザイキング処理によってアーティファクトを生じるという課題がある。一方、色相関を利用しないデモザイキング処理を常時行くと、白色光のデモザイキング処理において十分な解像度を得られないという課題がある。

【0134】

この点、本実施形態では、補間処理部702（補間処理手段）は、第1～第3の色信号RGBで構成される画像（モザイク画像）を受けて、その画像の各画素において、第1～第3の色信号RGBのうちの欠落した色信号を補間処理（デモザイキング処理）する。画像出力部707（画像出力手段）は、補間処理部702からの補間処理後の画像（信号RQ、GQ、BQ）に基づいて出力画像を出力する。そして、補間処理部701は、第1の光波長帯域における情報を有する第1の画像（白色光画像）に対して、画素位置に応じて異なる補間処理が行われるスペースバリエーションな補間処理を行う。一方、補間処理部702は、第2の光波長帯域における情報を有する第2の画像（特殊光画像）に対して、画素位置に依らない補間処理が行われるスペースインバリエーションな補間処理を行う。

【0135】

これにより、画像（照射光）に応じた補間処理の切り替えが可能になる。すなわち、スペースバリエーションな補間処理を行うことで、第1の画像に対して色相関を利用した補間処理を行うことができる。具体的には、G信号とR信号で同じ位置に同じ方向のエッジがあること、及びG信号とB信号で同じ位置に同じ方向のエッジがあることを利用した補間処理を行うことができる。このようにして、第1の画像の補間処理において、解像度を向上できる。一方、スペースインバリエーションな補間処理を行うことで、第2の画像に対して色

10

20

30

40

50

相関を利用しない補間処理を行うことができる。具体的には、G信号のエッジ成分を考慮しない補間処理を行うことができる。これにより、第2の画像の補間処理において、デモザイキング処理によるアーティファクトの発生を抑止できる。

#### 【0136】

ここで、上記の第1の波長帯域における情報を有する第1の画像とは、例えば第1の波長帯域の照射光を生体の観察領域に照射し、その観察領域を撮像することで取得される画像のことである。同様に、上記の第2の波長帯域における情報を有する第2の画像とは、例えば第2の波長帯域の照射光を生体の観察領域に照射し、その観察領域を撮像することで取得される画像のことである。

#### 【0137】

また、本実施形態では、第1の画像は、第1の光波長帯域の情報として白色光（通常光）の波長帯域の情報を有する画像（白色光画像）であり、第2の画像は、第2の光波長帯域の情報として特定の波長帯域の情報を有する画像（特殊光画像）である。

#### 【0138】

これにより、RGBで同一の血管像（生体像）が撮像されるため色相関の大きい白色光画像に対して、スペースバリエーションな補間処理を行うことができる。一方、G信号とB信号で異なる血管像が撮像されるため色相関の小さい特殊光画像に対して、スペースインバリエーションな補間処理を行うことができる。

#### 【0139】

また、本実施形態では、補間処理部702に入力される画像は、各色信号の画素が異なった画素位置に配列（ベイア配列）されたモザイク画像であり、第1の色信号Gの画素は、第2、第3の色信号R、Bの画素よりも高密度に配列される。

#### 【0140】

これにより、スペースバリエーションな補間処理による高解像度なデモザイキング処理を行うことができる。すなわち、高密度のG信号の高周波成分を用いて、G信号より低密度のR、B信号の補間処理を行うことで、高解像度の補間処理を行うことができる。

#### 【0141】

また、本実施形態では、補間G算出部1203～1205（補間画素値算出部10）は、第1の色信号Gが欠落した補間対象画素（G欠落画素）での第1の色信号Gの複数の補間画素値G<sub>v</sub>、G<sub>h</sub>、G<sub>a</sub>（複数の補間G信号）を算出する。色差算出部1207～1209（色差算出部20）は、複数の補間画素値G<sub>v</sub>、G<sub>h</sub>、G<sub>a</sub>と、第2の色信号Rまたは第3の色信号Bの画素値との色差である複数の色差X - G<sub>v</sub>、X - G<sub>h</sub>、X - G<sub>a</sub>を算出する。そして、色差選択部1220（色差出力部40）は、スペースバリエーションな補間処理を行う場合には、複数の色差X - G<sub>v</sub>、X - G<sub>h</sub>、X - G<sub>a</sub>のうちからいずれかの色差を選択し、スペースインバリエーションな補間処理を行う場合には、複数の色差のうちの特定の色差X - G<sub>a</sub>を出力する。

#### 【0142】

これにより、複数の色差X - G<sub>v</sub>、X - G<sub>h</sub>、X - G<sub>a</sub>のうちからいずれかの色差を選択することで、G欠落画素毎に異なる補間処理を行うことができる。また、複数の色差のうちの特定の色差X - G<sub>a</sub>を出力することで、G欠落画素の位置に依らない補間処理を行うことができる。

#### 【0143】

より具体的には、本実施形態では、縦補間G算出部1203は、補間対象画素（G欠落画素）の縦方向に隣接する画素の第1の色信号Gの画素値に基づく縦補間画素値G<sub>v</sub>（縦補間G信号）を求める。横補間G算出部1204は、補間対象画素の横方向に隣接する画素の第1の色信号Gの画素値に基づく横補間画素値G<sub>h</sub>（横補間G信号）を求める。4画素平均G算出部1205は、補間対象画素の縦方向及び横方向に隣接する画素の第1の色信号Gの画素値に基づく4画素平均画素値G<sub>a</sub>（4画素平均G信号）を求める。そして、縦色差算出部1207は、第2の色信号Rまたは前記第3の色信号Bの画素値Xと縦補間画素値G<sub>v</sub>との差分値である縦補間色差X - G<sub>v</sub>を求める。横色差算出部1208は、画

10

20

30

40

50

素値  $X$  と横補間画素値  $G_h$  との差分値である横補間色差  $X - G_h$  を求める。4画素平均色差算出部 1209 は、画素値  $X$  と4画素平均画素値  $G_a$  との差分値である4画素平均色差  $X - G_a$  を求める。

【0144】

これにより、複数の補間  $G$  信号として、縦方向のエッジに対応する  $G_v$ 、横方向のエッジに対応する  $G_h$ 、平坦部及び斜め方向のエッジに対応する  $G_a$  を求めることができる。そして、色差  $X - G_v$ 、 $X - G_h$ 、 $X - G_a$  のいずれかを選択することで、エッジ方向に応じた補間処理を行うことができる。また、色差  $X - G_a$  を特定の色差として出力することで、エッジ方向に依らない補間処理を行うことができる。

【0145】

10

また、本実施形態では、ローパスフィルタ 1206（色差算出部 20）は、第2の色信号  $R$  に対するローパスフィルタ処理と、第3の色信号  $B$  に対するローパスフィルタ処理を行う。そして、4画素平均色差算出部 1209（色差算出部 20）は、スペースバリエーションな補間処理を行う場合には、ローパスフィルタ処理後の第2の色信号  $R_L$  またはローパスフィルタ処理後の第3の色信号  $B_L$  と4画素平均画素値  $G_a$  との差分値  $X_L - G_a$  を求める。

【0146】

これにより、スペースバリエーションな補間処理を行う場合に、色相関を利用した  $G$  信号の補間処理を行うことができる。すなわち、色差  $X_L - G_a$  が選択された場合に、 $G$  信号出力部 1221 が、 $X$  信号の高周波成分が付加された  $G_a$  信号を出力できる。

20

【0147】

また、本実施形態では、色差類似度算出部 1213 ~ 1215（色差類似度算出部 30）は、複数の色差  $G_v$ 、 $G_h$ 、 $G_a$  に対応する複数の色差類似度  $S_v$ 、 $S_h$ 、 $S_a$  を算出する。色差類似度算出部 1213 ~ 1215 は、補間対象画素間（ $G$  欠落画素）での色差の差分値を求め、その差分値の絶対値を求め、補間対象画素を含む所定の範囲（例えば図 16（A）に示す範囲）内において絶対値の和を求めることで、色差類似度を算出する。そして、色差選択部 1220（色差出力部 40）は、スペースバリエーションな補間処理を行う場合には、複数の色差類似度  $S_v$ 、 $S_h$ 、 $S_a$  のうちの最小の色差類似度に対応する色差を選択する。

【0148】

30

これにより、スペースバリエーションな補間処理を行う場合に、最小の色差類似度に対応する色差を選択することで、色差類似度に応じた色差の選択を行うことができる。

【0149】

より具体的には、本実施形態では、縦色差類似度算出部 1213 は、縦補間色差  $X - G_v$  の縦方向の差分値から縦色差類似度  $S_v$  を求める。横色差類似度算出部 1214 は、横補間色差  $X - G_h$  の横方向の差分値から横色差類似度を求める。4画素平均類似度算出部 1215 は、4画素平均色差  $X - G_a$ （ $X_L - G_a$ ）の縦方向の差分値及び横方向の差分値及び斜め方向の差分値から4画素平均類似度  $S_a$  を求める。

【0150】

これにより、最小の色差類似度に対応する色差を選択することで、エッジ方向に応じた色差の選択を行うことができる。すなわち、色差の差分値は、エッジ方向に沿った方向で小さくなることを利用して、エッジ方向を判定できる。また、色差の差分値を求めることで、色信号間のオフセット（ $RGB$  信号間の差分値）の影響（例えば、デモザイキング処理により彩度が落ちる）を抑止できる。

40

【0151】

また、本実施形態では、 $G$  信号出力部 1221（色差出力部 40）は、補間対象画素（ $G$  欠落画素）では、出力色差  $X - G$  と第2、第3の色信号  $X$  とを加算して、出力画素値  $G$  として出力する。一方、補間対象画素以外の画素では、入力画像の第1の色信号  $G$  の画素値を出力画素値  $G$  として出力する。同時化補間処理部 1002（同時化補間処理部 50）は、出力色差  $X - G$  と出力画素値  $G$  とに基づいて、画像の各画素に対して、色信号  $RGB$

50



の画素値を求める。そして、同時化補間処理部 1002 は、スペースバリエーションな補間処理を行う場合には、出力画素値 G に対して第 1 のカットオフ周波数 (NF) の第 1 のローパスフィルタ処理を行い、スペースインバリエーションな補間処理を行う場合には、出力画素値 G に対して第 2 のカットオフ周波数 (NF/2) の第 2 のローパスフィルタ処理を行う。

#### 【0152】

また、本実施形態では、同時化補間処理部 1002 は、出力色差 X - G を色差 R - G と B - G とに分離する。同時化補間処理部 1002 は、色差 R - G、B - G に対して第 2 のローパスフィルタ処理 (NF/2) を行って、各画素における色差 RL - GL、BL - GL を求める。そして、スペースバリエーションな補間処理を行う場合には、同時化補間処理部 1002 は、色差 RL - GL、BL - GL と第 1 のローパスフィルタ処理 (NF) 後の出力画素値 GH とを加算して、各画素における画素値 RQ、BQ を求める。スペースインバリエーションな補間処理を行う場合には、同時化補間処理部 1002 は、色差 RL - GL、BL - GL と第 2 のローパスフィルタ処理 (NF/2) 後の出力画素値 GL とを加算して、各画素における画素値 RQ、BQ を求める。

#### 【0153】

これにより、同時化補間処理を行い、各画素に RGB 信号が配置された 3 板のカラー画像を生成できる。また、スペースバリエーションな補間処理において、色相関を利用した補間処理を行い、G 信号のエッジ成分を R、B 信号に対して付加できる。一方、スペースインバリエーションな補間処理において、色相関を利用しない補間処理を行い、G 信号のエッジ成分が付加されない R、B 信号を出力できる。

#### 【0154】

また、本実施形態では、上述の特定の波長帯域は、白色光の波長帯域よりも狭い帯域である。具体的には、上述の第 1 の画像および第 2 の画像は、生体内を写した生体内画像であり、その生体内画像に含まれる特定の波長帯域の情報は、血液中のヘモグロビンに吸収される波長の波長帯域の情報である。例えば、ヘモグロビンに吸収される特定の波長帯域は、390 ナノメートル ~ 445 ナノメートル (B2)、または 530 ナノメートル ~ 550 ナノメートル (G2) である。

#### 【0155】

これにより、狭帯域光画像 (NBI 画像) を特殊光画像として取得できる。そして、2 つの狭帯域光 (G2、B2) によって異なる血管像を取得し、その色相関の小さい狭帯域光画像に対して色相関を利用しない補間処理を行うことができる。また、狭帯域光画像を取得することで、生体の表層部及び深部に位置する血管の構造を観察することが可能になる。そして、得られた信号を特定のチャンネル (R, G, B) に入力することで、扁平上皮癌等の通常光では視認が難しい病変などを褐色等で表示することができ、病変部の見落としを抑止することができる。なお、390 nm ~ 445 nm または 530 nm ~ 550 nm とは、ヘモグロビンに吸収されるという特性及び、それぞれ生体の表層部または深部まで到達するという特性から得られた数字である。ただし、この場合の波長帯域はこれに限定されず、例えばヘモグロビンによる吸収と生体の表層部又は深部への到達に関する実験結果等の変動要因により、波長帯域の下限值が 0 ~ 10 % 程度減少し、上限値が 0 ~ 10 % 程度上昇することもある。

#### 【0156】

また、本実施形態では、内視鏡システムは、生体内の被写体に対して白色光及び特定の波長帯域の光を照射する光源部 100 と、第 1 ~ 第 3 の色信号で構成される画像を受けて、前記画像の各画素において、欠落した色信号を補間処理する補間処理部 702 と、補間処理後の画像に基づいて出力画像を出力する画像出力部 707 と、出力画像を表示する表示部 400 を含む。

#### 【0157】

これにより、生体への照射光に応じて補間処理を切り替える内視鏡システムを構成できる。すなわち、白色光を照射することで得られた第 1 の画像に対してスペースバリエーション

10

20

30

40

50

な補間処理を行い、特定の波長帯域の光を照射することで得られた第2の画像に対してスペースインバリエントな補間処理を行うことができる。

【0158】

また、本実施形態では、第1～第3の色信号で構成される画像を受けて、欠落した色信号を補間処理する補間処理部702と、補間処理後の画像に基づいて出力画像を出力する画像出力部707として、コンピュータを機能させてもよい。そして、補間処理部702として機能するコンピュータは、第1の光波長帯域における情報を有する第1の画像に対して、スペースバリエントな補間処理を行い、第2の光波長帯域における情報を有する第2の画像に対して、スペースインバリエントな補間処理を行ってもよい。

【0159】

これにより、例えばカプセル型内視鏡などのように、まず画像データを蓄積し、その後、蓄積された画像データに対してPC等のコンピュータシステムでソフトウェア的に処理を行うことが可能になる。

【0160】

また本実施形態は、本実施形態の各部（補間画素値算出部、色差算出部、色差出力部、色差類似度算出部、同時化補間処理、画像出力部等）を実現するプログラムコードが記録されたコンピュータプログラムプロダクトにも適用できる。

【0161】

ここで、プログラムコードとは、第1～第3の色信号で構成される画像を受けて、その画像の各画素において、第1～第3の色信号のうちの欠落した色信号を補間処理する補間処理部と、補間処理部からの補間処理後の画像に基づいて出力画像を出力する画像出力部と、を実現する。そして、第1の光波長帯域における情報を有する第1の画像に対して、画素位置に応じて異なる補間処理が行われるスペースバリエントな補間処理を行い、第2の光波長帯域における情報を有する第2の画像に対して、画素位置に依らない補間処理が行われるスペースインバリエントな補間処理を行う補間処理部を実現する。

【0162】

またコンピュータプログラムプロダクトは、例えば、プログラムコードが記録された情報記憶媒体（DVD等の光ディスク媒体、ハードディスク媒体、メモリ媒体等）、プログラムコードが記録されたコンピュータ、プログラムコードが記録されたインターネットシステム（例えば、サーバとクライアント端末を含むシステム）など、プログラムコードが組み込まれた情報記憶媒体、装置、機器或いはシステム等である。この場合に、本実施形態の各構成要素や各処理プロセスは各モジュールにより実装され、これらの実装されたモジュールにより構成されるプログラムコードは、コンピュータプログラムプロダクトに記録される。

【0163】

10. G補間色差算出部の変形例

上記の構成例では、G補間色差算出部1001が、先に3つの色差 $X - G_v$ 、 $X - G_h$ 、 $X - G_a$ を求め、その後に色差を選択する構成である場合について説明した。但し、本実施形態では、G補間色差算出部1001が、先にG信号の補間手法を判定し、その後に色差を求めてもよい。

【0164】

図25に、このG補間色差算出部1001の変形例を示す。図25に示すG補間色差算出部1001は、メモリ1401、1402、G補間種別判定部1403（算出手法設定部）、補間選択部1404、縦補間G算出部1407、横補間G算出部1408、4画素平均G算出部1409、ローパスフィルタ1410、選択部1411、色差算出部1412（減算器）、G信号出力部1413（減算器）を含む。

【0165】

メモリ1401は、G補間色差算出部1001に入力されたベイヤ配列のデジタル画像のX信号（R信号とB信号）を格納する。メモリ1402は、G信号を格納する。

【0166】

10

20

30

40

50

G補間種別判定部1403は、メモリ1401からのX信号とメモリ1402からのG信号に基づいてG欠落画素の補間種別(補間手法)を判定し、判定された補間種別に対応する補間種別情報を出力する。具体的には、G補間種別判定部1403は、G欠落画素に縦方向に隣接する画素のG信号の差分値の絶対値(縦方向の相関値)と、G欠落画素に横方向に隣接する画素のG信号の差分値の絶対値(横方向の相関値)を求める。そして、縦方向の相関値と横方向の相関値の大小関係により補間種別を判定する。この相関値は、エッジ方向に沿ったものの方が小さい値である。G補間種別判定部1403は、縦方向の相関値と横方向の相関値の差分値が所定閾値より大きい場合には横補間を指示し、小さい場合には縦補間を指示し、所定閾値以下の場合には4画素平均を指示する。

【0167】

10

補間選択部1404は、G補間種別判定部1403からの補間種別情報によって指示された補間種別を選択する。すなわち、補間選択部1404は、縦補間G算出部1407、横補間G算出部1408、4画素平均G算出部1409のうちの、補間種別情報に対応する算出部に対してG信号を出力する。

【0168】

縦補間G算出部1407は、縦補間が選択された場合に、G欠落画素の上下に隣接する画素のG信号を用いて、そのG欠落画素でのGv信号を算出する。

【0169】

横補間G算出部1408は、横補間が選択された場合に、G欠落画素の左右に隣接する画素のG信号を用いて、そのG欠落画素でのGh信号を算出する。

20

【0170】

4画素平均G算出部1409は、4画素平均が選択された場合に、G欠落画素の上下左右に隣接する画素のG信号を用いて、そのG欠落画素でのGa信号を算出する。

【0171】

ローパスフィルタ1410は、メモリ1401に格納されているX信号に対して、そのX信号の周辺領域(例えば5×5画素領域)に含まれる同種X信号を用いて帯域制限を行い、帯域制限後のX信号であるXL信号を出力する。

【0172】

選択部1411は、制御部302からの照明光設定情報Lが白色光(L=1)の場合には、メモリ1401からのX信号を出力し、特殊光(L=0)の場合には、ローパスフィルタ1410からのXL信号を出力する。

30

【0173】

色差算出部1412は、選択部1411からのX信号(XL信号)と選択された補間G信号(Gv信号、Gh信号、Ga信号のいずれか)とを減算して色差X-Gを算出する。

【0174】

G信号出力部1413は、メモリ1401からのX信号と色差出力部1412からの色差X-Gとの減算を行い、G欠落画素でのG信号を算出する。また、G信号出力部1413は、メモリ1402からのG信号を、G信号が欠落していない画素でのG信号として出力する。

【0175】

40

上述のように、この変形例では、先に補間種別を判定してG信号を補間処理する。この変形例における、照明光に応じた補間処理の切り替えについて説明する。

【0176】

照明光設定情報が白色光(L=1)を示す場合、本実施形態は、色相関利用モードに設定される。このモードでは、G補間種別判定部1403は、G欠落画素の補間種別を判定し、縦補間、横補間、4画素平均のいずれかに対応する補間種別情報を出力する。すなわち、画素位置に応じて異なる補間処理が行われる。また、4画素平均と判定された場合、選択部1411は、ローパスフィルタ1410から出力されるXL信号を選択する。そして、色差出力部1412は、 $X - (XL - Ga) = Ga + (X - XL) = Ga + X$ を算出する。すなわち、低周波成分のGaに対してX信号の高周波成分Xが加算される。この

50

ようにして、白色光の場合には、R信号とG信号との相関性、及びB信号とG信号との相関性を利用した補間処理を行う。

#### 【0177】

一方、照明光判定情報が特殊光 ( $L = 0$ ) を示す場合、本実施形態は、非色相関利用モードに設定される。このモードでは、G補間種別判定部1403は、強制的に4画素平均に対応する補間種別情報を出力する。すなわち、画素位置に依らない補間処理が行われる。また、選択部1411は、メモリ1401からのX信号を選択する。そして、色差出力部1412は、 $X - (X - G_a) = G_a$ を算出する。すなわち、 $G_a$ にはX信号の高周波成分が加算されない。このようにして、特殊光の場合には、色相関を利用しない補間処理を行う。

10

#### 【0178】

以上の本実施形態によれば、G補間種別判定部1403(判定部)は、第1の色信号Gが欠落した補間対象画素(G欠落画素)に隣接する画素の第1の色信号Gに基づいて、補間対象画素での第1の色信号Gの補間画素値の算出手法を判定する。補間G算出部1407~1409(補間画素値算出部)は、複数の算出手法(縦補間、横補間、4画素平均)のうちのいずれかの算出手法により補間画素値( $G_v$ 、 $G_h$ 、 $G_a$ のいずれか)を算出する。色差出力部1412は、補間対象画素での第2の色信号Rまたは第3の色信号Bと、補間G算出部1407~1409(補間画素値算出部)からの補間画素値との差分値を色差 $X - G$ として出力する。そして、スペースバリエーションな補間処理を行う場合には、補間G算出部1407~1409(補間画素値算出部)は、G補間種別判定部1403によっ

20

#### 【0179】

このようにすれば、スペースバリエーションな補間処理を行うことで、色相関を利用した補間処理を行い、高解像度のデモザイキング処理を行うことができる。また、スペースインバリエーションな補間処理を行うことで、色相関を利用しない補間処理を行い、例えば特殊光で撮像された色相関の小さい画像のデモザイキング処理でアーティファクトが生ずることを抑止できる。

#### 【0180】

30

以上、本発明を適用した実施形態およびその変形例について説明したが、本発明は、各実施やその変形例そのままに限定されるものではなく、実施段階では、発明の要旨を逸脱しない範囲内で構成要素を変形して具体化することができる。また、上述した各実施形態や変形例に開示されている複数の構成要素を適宜組み合わせることによって、種々の発明を形成することができる。例えば、各実施形態や変形例に記載した全構成要素からいくつかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態や変形例で説明した構成要素を適宜組み合わせてもよい。このように、発明の主旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用が可能である。

#### 【0181】

また、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語(第1の画像、第2の画像等)と共に記載された用語(白色光画像、特殊光画像等)は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。

40

#### 【符号の説明】

#### 【0182】

10 補間画素値算出部、20 色差算出部、30 色差類似度算出部、  
40 色差出力部、50 同時化補間処理部、100 光源部、101 白色光源、  
102 回転フィルタ、103 回転駆動部、104 集光レンズ、200 挿入部、  
201 ライトガイドファイバ、202 照明レンズ、203 対物レンズ、  
204 撮像素子、205 A/D変換部、300 制御装置、301 画像処理部、  
302 制御部、400 表示部、500 外部I/F部、

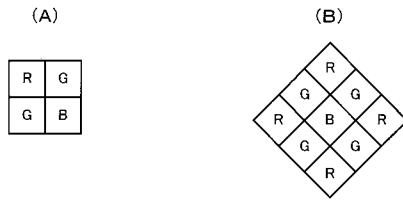
50

6 0 0 コンピュータシステム、6 1 0 本体部、6 1 1 CPU、6 1 2 RAM、  
 6 1 3 ROM、6 1 4 ハードディスクドライブ、6 1 5 CD-ROMドライブ、  
 6 1 6 USBポート、6 1 7 I/Oインターフェース、  
 6 1 8 LANインターフェース、6 2 0 ディスプレイ、6 2 1 表示画面、  
 6 3 0 キーボード、6 4 0 マウス、6 5 0 モデム、6 6 0 CD-ROM、  
 6 7 0 USBメモリ、6 8 1 PC、6 8 2 サーバ、6 8 3 プリンタ、  
 7 0 1 プレ処理部、7 0 2 補間処理部、7 0 3 選択部、  
 7 0 4 第1画像生成部、7 0 5 第2画像生成部、7 0 6 出力画像生成部、  
 7 0 7 画像出力部、8 0 1、8 0 2 色フィルタ、8 0 3 モータ、  
 1 0 0 1 G補間色差算出部、1 0 0 2 同時化補間処理部、  
 1 2 0 3 縦補間G算出部、1 2 0 4 横補間G算出部、  
 1 2 0 5 4画素平均G算出部、1 2 0 6 ローパスフィルタ、  
 1 2 0 7 縦補間色差算出部、1 2 0 8 横補間色差算出部、  
 1 2 0 9 4画素平均色差算出部、1 2 1 3 縦色差類似度算出部、  
 1 2 1 4 横補間色差類似度算出部、1 2 1 5 4画素平均色差類似度算出部、  
 1 2 1 6 G変動量算出部、1 2 1 8 重み乗算部、1 2 1 9 判定部、  
 1 2 2 0 色差選択部、1 2 2 1 G信号出力部、1 3 0 1 色差選別部、  
 1 3 0 5 ~ 1 3 0 8 補間算出部、1 3 0 9 R信号算出部、  
 1 3 1 0 B信号算出部、1 3 1 1 G信号選択部、1 4 0 3 G補間種別判定部、  
 1 4 0 4 補間選択部、1 4 0 7 縦補間G算出部、1 4 0 8 横補間G算出部、  
 1 4 0 9 4画素平均G算出部、1 4 1 0 ローパスフィルタ、1 4 1 1 選択部、  
 1 4 1 2 色差出力部、1 4 1 3 G信号出力部、  
 G 第1の色信号、R 第2の色信号、B 第3の色信号、L 照明光設定情報、  
 G<sub>v</sub> 縦補間画素値、G<sub>h</sub> 横補間画素値、G<sub>a</sub> 4画素平均画素値、  
 X - G<sub>v</sub> 縦補間色差、X - G<sub>h</sub> 横補間色差、X - G<sub>a</sub> 4画素平均色差、  
 S<sub>v</sub> 縦補間色差類似度、S<sub>h</sub> 横補間色差類似度、S<sub>a</sub> 4画素平均色差類似度、  
 w 重み、N F ナイキスト周波数

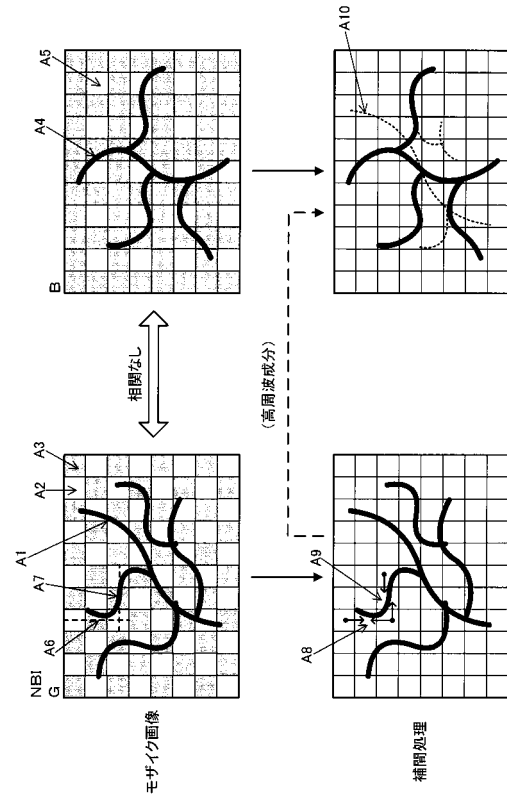
10

20

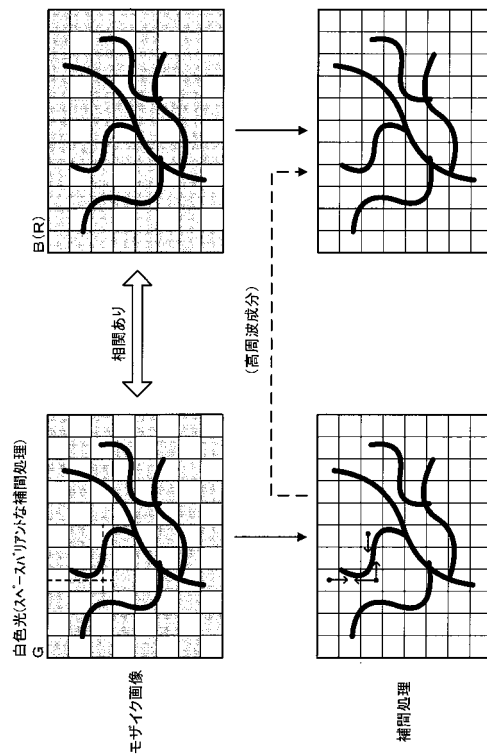
【図 1】



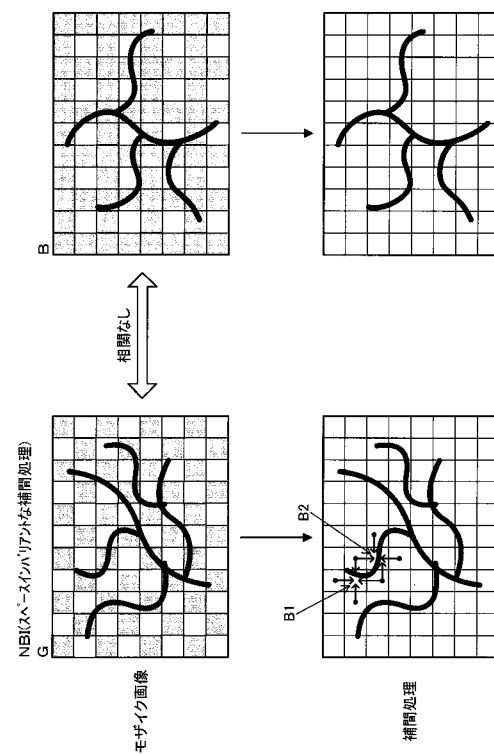
【図 2】



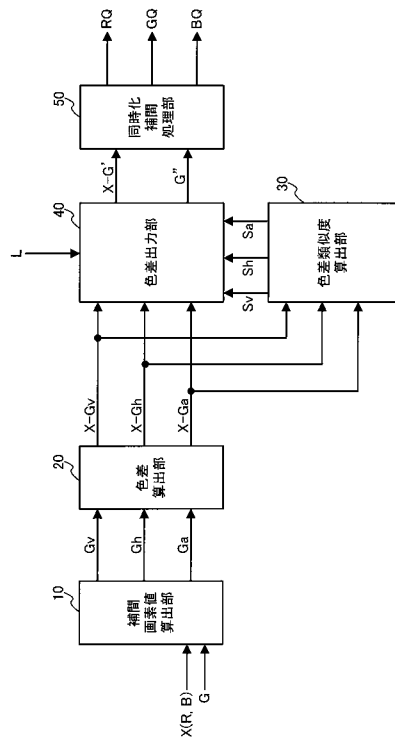
【図 3】



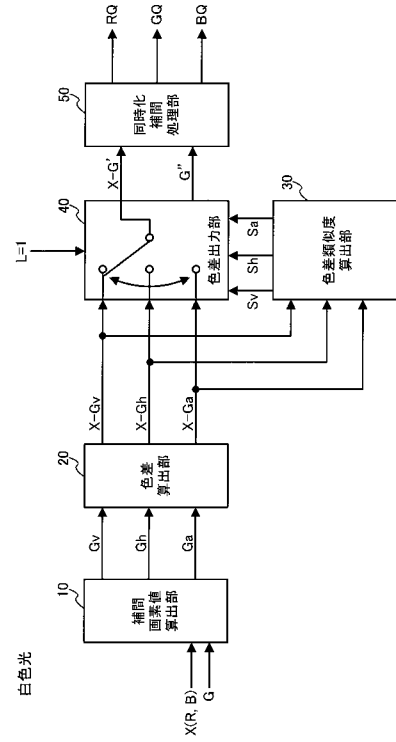
【図 4】



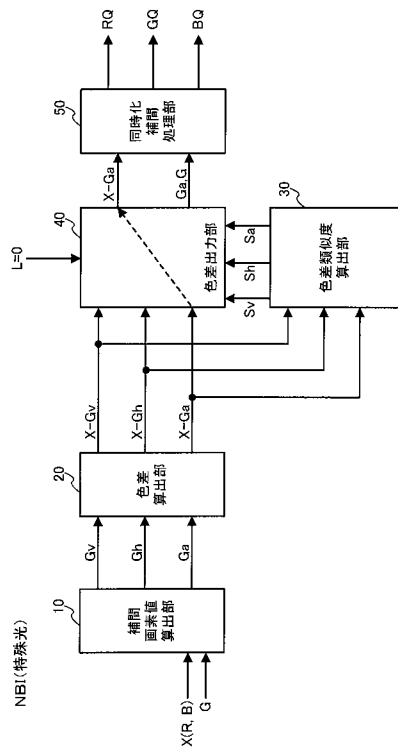
【図5】



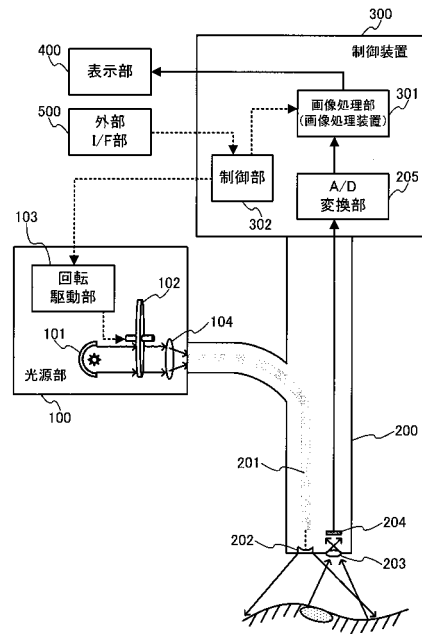
【図6】



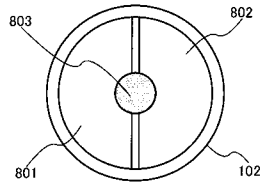
【図7】



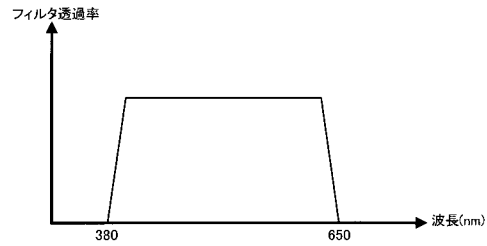
【図8】



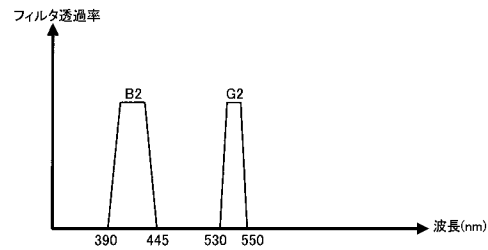
【図 9】



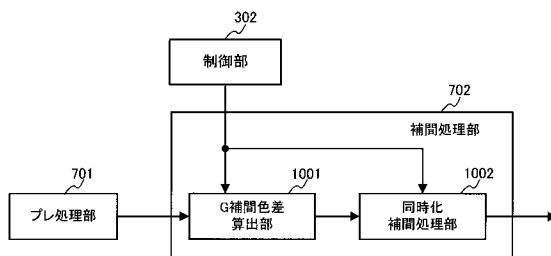
【図 10】



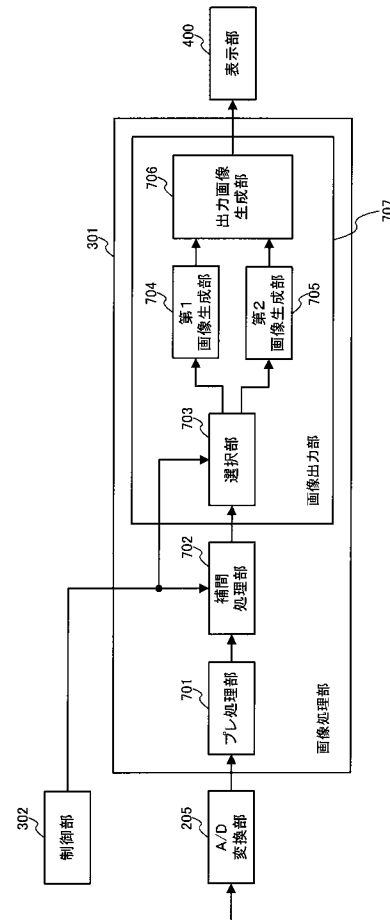
【図 11】



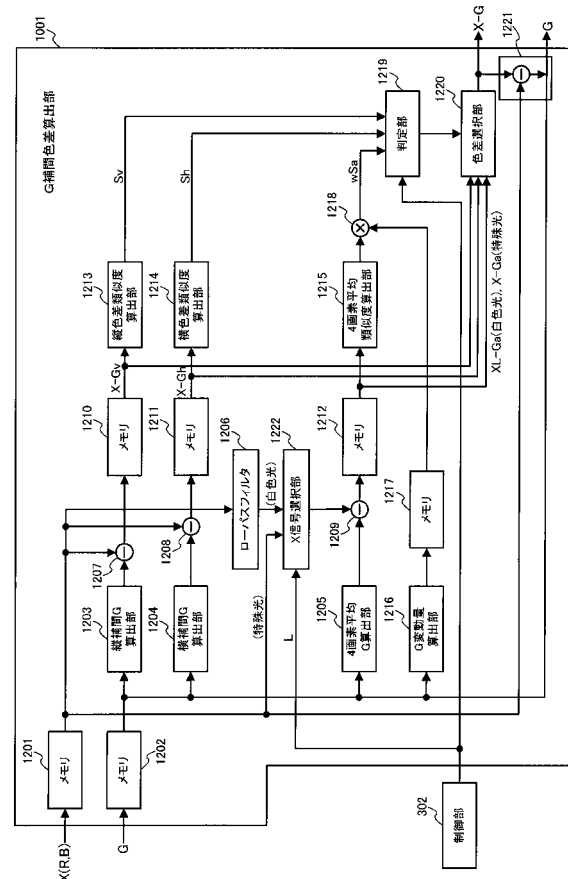
【図 13】



【図 12】

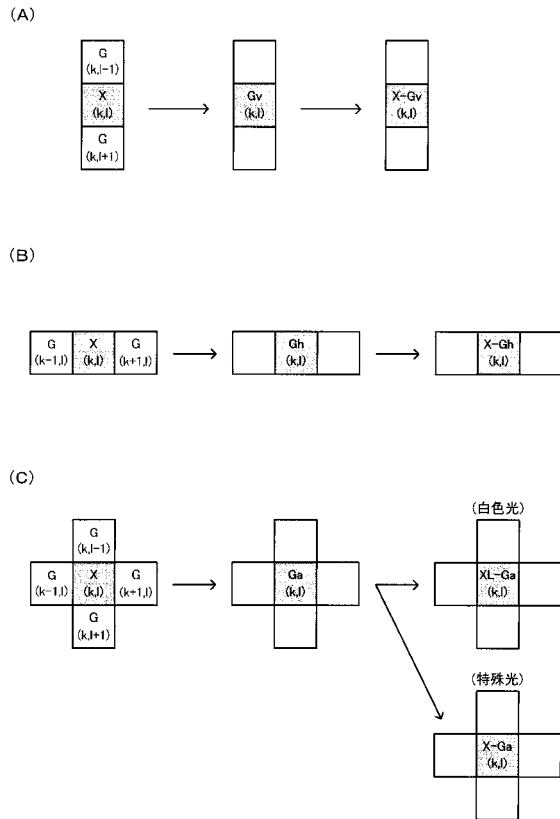


【図 14】

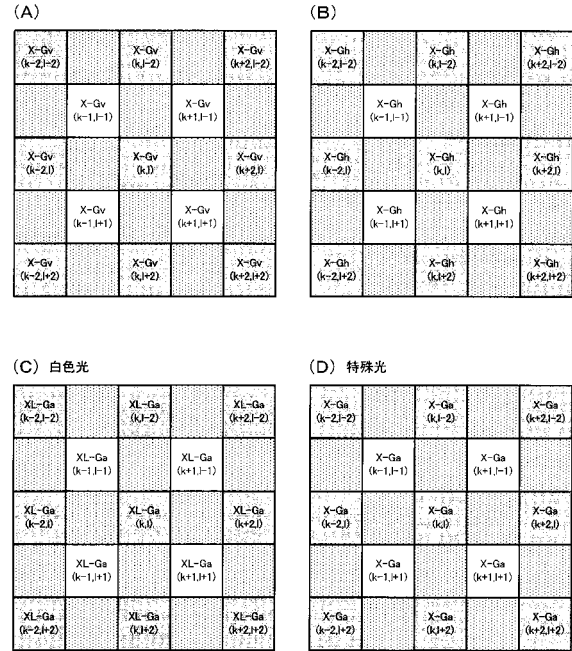




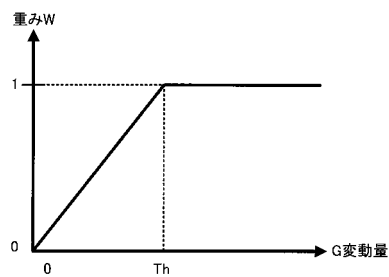
【図 15】



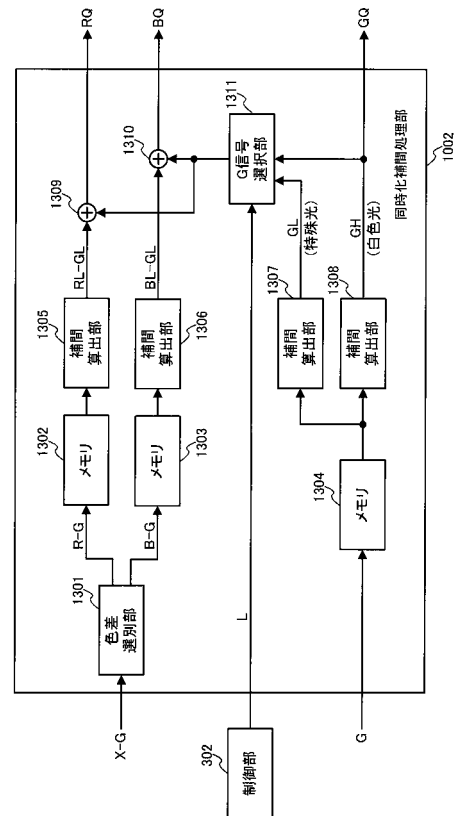
【図 16】



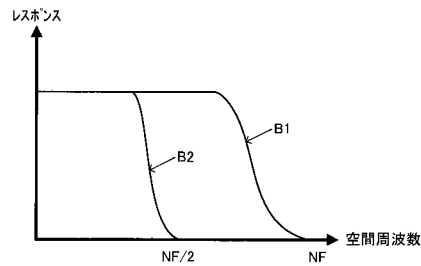
【図 17】



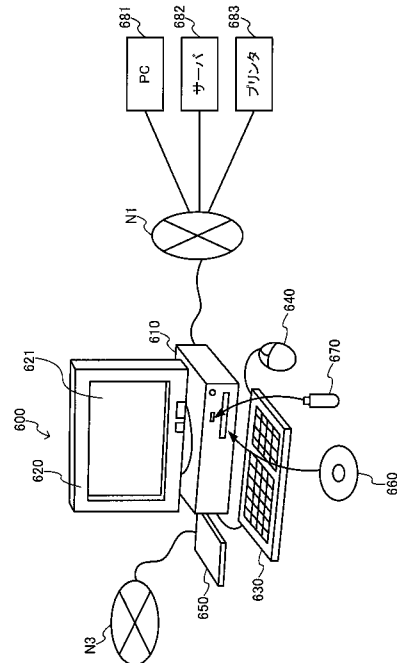
【図 18】



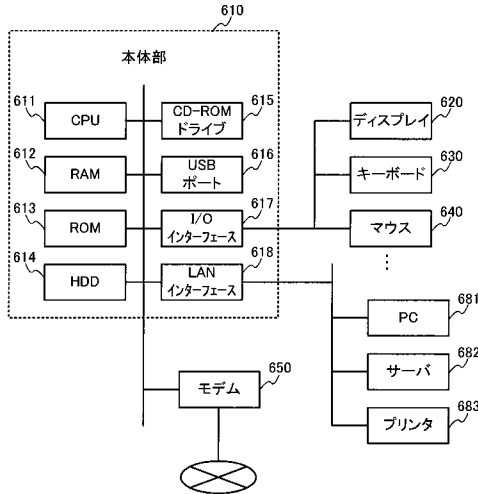
【図 19】



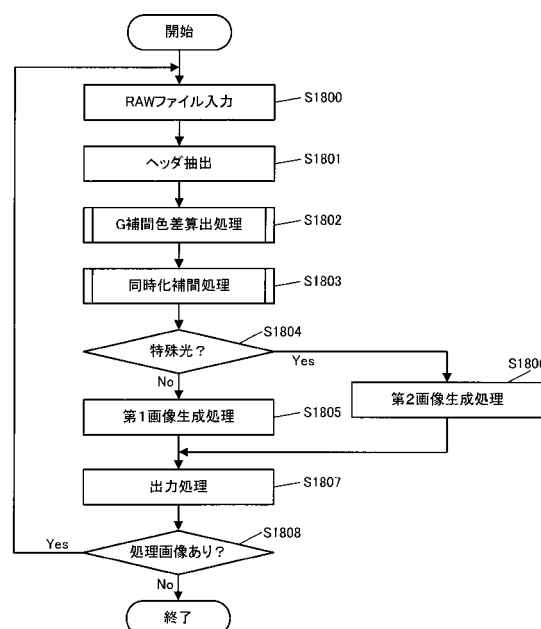
【図 20】



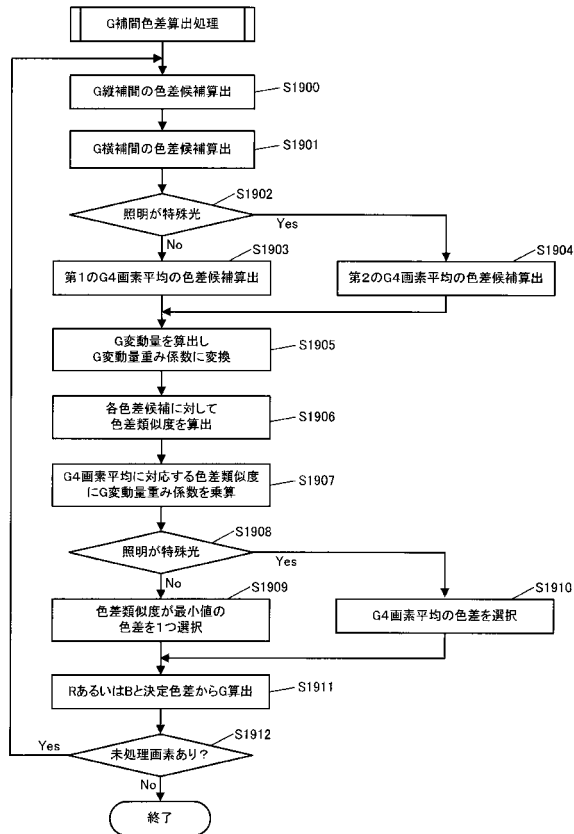
【図 21】



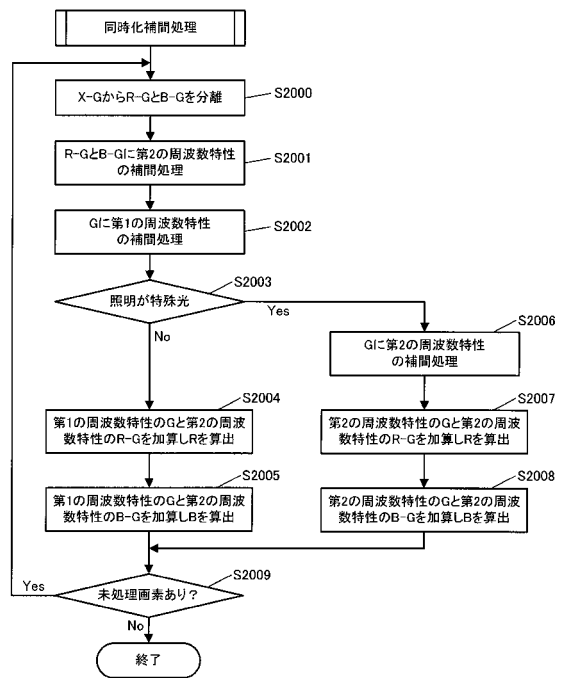
【図 22】



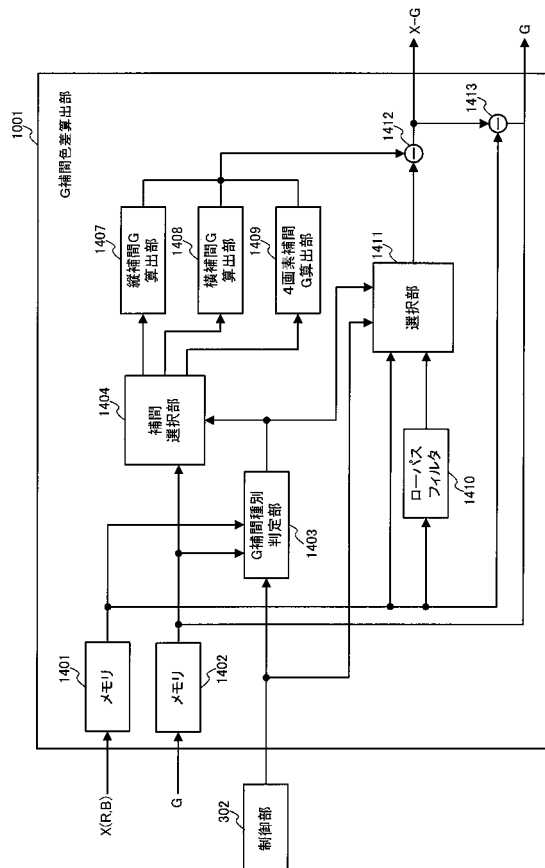
【図 23】



【図 24】



【図 25】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-066121(JP,A)  
特開2009-044594(JP,A)  
特開2005-006856(JP,A)  
特開平08-237672(JP,A)  
特開2006-068113(JP,A)  
国際公開第2007/058126(WO,A1)  
特開2005-260675(JP,A)  
特開平10-013845(JP,A)  
特開平11-215512(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 1/00 - 1/32  
H04N 9/04 - 9/11

专利名称(译)	图像处理设备，内窥镜系统，程序和方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP5452242B2</a>	公开(公告)日	2014-03-26
申请号	JP2010006859	申请日	2010-01-15
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	佐々木寛		
发明人	佐々木 寛		
IPC分类号	A61B1/04 G02B23/24 G06T1/00		
CPC分类号	G06T3/4015		
FI分类号	A61B1/04.370 G02B23/24.B G06T1/00.290.Z A61B1/00.513 A61B1/04 A61B1/045.610 G06T7/00.612		
F-TERM分类号	2H040/CA11 2H040/CA23 2H040/GA02 2H040/GA05 2H040/GA11 4C061/AA00 4C061/BB00 4C061/CC06 4C061/DD00 4C061/MM05 4C061/NN01 4C061/NN05 4C061/QQ02 4C061/QQ10 4C061/SS11 4C061/SS22 4C061/TT07 4C061/WW08 4C161/AA00 4C161/BB00 4C161/CC06 4C161/DD00 4C161/DD07 4C161/MM05 4C161/NN01 4C161/NN05 4C161/QQ02 4C161/QQ10 4C161/SS11 4C161/SS22 4C161/TT07 4C161/WW08 5B057/CA01 5B057/CA08 5B057/CA12 5B057/CA16 5B057/CB01 5B057/CB08 5B057/CB12 5B057/CB16 5B057/CE02 5B057/CE17 5L096/BA06 5L096/CA02 5L096/DA01 5L096/EA33 5L096/FA15 5L096/FA23 5L096/FA32 5L096/FA69 5L096/GA06 5L096/GA07 5L096/JA06		
代理人(译)	黑田靖 井上 一		
其他公开文献	JP2011143100A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

# 摘要(译)

要解决的问题：提供能够切换去马赛克处理的图像处理器，内窥镜系统，程序和图像处理方法。解决方案：图像处理器包括：插值处理部分，用于接收包括第一至第三色度信号RGB的图像，并且对图像的各个像素中的第一至第三色度信号RGB的缺失色度信号进行插值;以及图像输出部分，用于输出图像。基于插值处理部分的插值处理后的图像输出图像。内插处理部分执行空间变量内插处理，其对应于具有第一光学波长带中的信息的第一图像执行与像素位置相对应的不同内插处理，并且执行空间不变内插处理，其执行独立于像素位置的内插处理到第二图像位置。具有第二光波长带中的信息的图像。Z

图 4

