

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5738904号
(P5738904)

(45) 発行日 平成27年6月24日(2015.6.24)

(24) 登録日 平成27年5月1日(2015.5.1)

(51) Int.Cl.

F 1

H04N	9/07	(2006.01)
G06T	3/40	(2006.01)
H04N	5/232	(2006.01)

H04N	9/07	A
H04N	9/07	D
G06T	3/40	705
H04N	5/232	Z

請求項の数 15 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2013-12817(P2013-12817)
(22) 出願日	平成25年1月28日(2013.1.28)
(65) 公開番号	特開2014-146872(P2014-146872A)
(43) 公開日	平成26年8月14日(2014.8.14)
審査請求日	平成26年10月9日(2014.10.9)

早期審査対象出願

(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43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	菊地 直 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ リンパス株式会社内

審査官 吉川 康男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】画像処理装置、撮像装置、画像処理方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のバンドのカラーフィルタがアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子を用いて撮像された互いに撮像時刻の異なる複数フレーム分の撮像データを取得する画像取得部と、

取得された前記複数フレーム分の撮像データの位置合わせ処理を行い、統合撮像データを生成する位置合わせ処理部と、

前記複数のバンドの中から参照画像生成用の参照バンドを選択する参照バンド選択部と、

前記統合撮像データにおける前記参照バンドに対応するカラーフィルタの画像データに対して、第1の補間処理を行うことにより、全ての画素に対して前記参照バンドの画素値が求められた第1の補間画像である参照画像を生成する参照画像生成部と、

前記統合撮像データにおける前記参照バンドとは異なるバンドに対応するカラーフィルタの画像データに対して、前記参照画像に基づいて第2の補間処理を行うことにより、全ての画素に対して、前記参照バンドとは異なるバンドの画素値が求められた第2の補間画像を生成する補間画像生成部と、

を含み、

前記参照バンド選択部は、

基準フレームよりも過去の時刻のフレームである過去フレームの前記第1の補間処理により生成された前記第1の補間画像である前記参照画像と、前記過去フレームの前記第2

10

20

の補間処理により生成された前記第2の補間画像とにおいて、前記複数のバンドの中から前記参照バンドを選択する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、

前記参照バンド選択部により選択された前記参照バンドの種類に基づいて、前記参照画像生成部で使用する参照画像生成用フレーム数を決定する使用フレーム数決定部を含むことを特徴とする画像処理装置。

【請求項3】

請求項2において、

前記画像取得部は、

第1のカラーフィルタと、前記第1のカラーフィルタよりもサンプル密度が低い第2のカラーフィルタを含む前記カラーフィルタアレイを有する前記撮像素子を用いて撮像された前記複数フレーム分の撮像データを取得し、

前記使用フレーム数決定部は、

前記参照バンドが前記第1のカラーフィルタに対応するバンドである場合には、前記参照画像生成用フレーム数を第1のフレーム数に決定し、

前記参照バンドが前記第2のカラーフィルタに対応するバンドである場合には、前記参照画像生成用フレーム数を、前記第1のフレーム数よりも多い第2のフレーム数に決定することを特徴とする画像処理装置。

【請求項4】

請求項3において、

前記第1のカラーフィルタは、

前記カラーフィルタアレイにおいて、奇数行の奇数列及び偶数行の偶数列、又は奇数行の偶数列及び偶数行の奇数列に配置されるカラーフィルタであり、

前記第2のカラーフィルタは、

前記カラーフィルタアレイにおいて、前記第1のカラーフィルタとは異なる位置に配置されるカラーフィルタであることを特徴とする画像処理装置。

【請求項5】

請求項1乃至4のいずれかにおいて、

前記参照バンド選択部により選択された前記参照バンドの種類に基づいて、前記補間画像生成部で使用する補間画像生成用フレーム数を決定する使用フレーム数決定部を含む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、

前記画像取得部は、

第1のカラーフィルタと、前記第1のカラーフィルタよりもサンプル密度が低い第2のカラーフィルタを含む前記カラーフィルタアレイを有する前記撮像素子を用いて撮像された前記複数フレーム分の撮像データを取得し、

前記使用フレーム数決定部は、

前記参照バンドが前記第1のカラーフィルタに対応するバンドである場合には、前記補間画像生成用フレーム数を第3のフレーム数に決定し、

前記参照バンドが前記第2のカラーフィルタに対応するバンドである場合には、前記補間画像生成用フレーム数を、前記第3のフレーム数よりも少ない第4のフレーム数に決定することを特徴とする画像処理装置。

【請求項7】

請求項2乃至6のいずれかにおいて、

撮像データのフレーム間の相関を判定するフレーム相関判定部をさらに含み、

前記使用フレーム数決定部は、

前記フレーム相関判定部の判定結果に基づいて、使用フレーム数を決定することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかにおいて、

前記参照バンド選択部は、

前記過去フレームの前記第 1 の補間処理により求められた前記参照画像及び前記過去フレームの前記第 2 の補間処理により求められた前記第 2 の補間画像において、前記複数のバンドのうち、被写体の色特性と最も強い相関を持つバンドを前記参照バンドとして選択することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれかにおいて、

前記参照バンド選択部は、

前記過去フレームの前記第 1 の補間処理により求められた前記参照画像及び前記過去フレームの前記第 2 の補間処理により求められた前記第 2 の補間画像において、高周波成分及び輝度の少なくとも一方の評価を行うことにより、前記参照バンドを選択することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれかにおいて、

前記参照バンド選択部は、

画像を複数の領域に分割した部分領域毎に、前記参照バンドを選択することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれかにおいて、

前記画像取得部は、

奇数行の奇数列及び偶数行の偶数列、又は奇数行の偶数列及び偶数行の奇数列に配置される第 1 のカラーフィルタと、前記第 1 のカラーフィルタとは異なる位置に配置され、前記第 1 のカラーフィルタよりもサンプル密度が低い第 2 のカラーフィルタとを含む前記カラーフィルタアレイを有する前記撮像素子を用いて撮像された前記複数フレーム分の撮像データを取得し、

前記参照画像生成部は、

前記参照バンド選択部により前記参照バンドが未選択の場合には、前記第 1 のカラーフィルタの画像データに対して前記補間処理を行うことにより、前記参照画像を生成することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 のいずれかにおいて、

前記画像取得部は、

分光感度特性が異なる 4 バンド以上のカラーフィルタが配置された前記カラーフィルタアレイを有する前記撮像素子を用いて撮像された前記複数フレーム分の撮像データを取得することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載の画像処理装置を含むことを特徴とする撮像装置。

【請求項 14】

複数のバンドのカラーフィルタがアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子を用いて撮像された互いに撮像時刻の異なる複数フレーム分の撮像データを取得し、

取得された前記複数フレーム分の撮像データの位置合わせ処理を行い、統合撮像データを生成し、

前記複数のバンドの中から参照画像生成用の参照バンドを選択し、

前記統合撮像データにおける前記参照バンドに対応するカラーフィルタの画像データに対して、第 1 の補間処理を行うことにより、全ての画素に対して前記参照バンドの画素値が求められた第 1 の補間画像である参照画像を生成し、

前記統合撮像データにおける前記参照バンドとは異なるバンドに対応するカラーフィル

10

20

30

40

50

タの画像データに対して、前記参照画像に基づいて第2の補間処理を行うことにより、全ての画素に対して、前記参照バンドとは異なるバンドの画素値が求められた第2の補間画像を生成し、

基準フレームよりも過去の時刻のフレームである過去フレームの前記第1の補間処理により生成された前記第1の補間画像である前記参照画像と、前記過去フレームの前記第2の補間処理により生成された前記第2の補間画像とにおいて、前記複数のバンドの中から前記参照バンドを選択することを特徴とする画像処理方法。

【請求項15】

複数のバンドのカラーフィルタがアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子を用いて撮像された互いに撮像時刻の異なる複数フレーム分の撮像データを取得する画像取得部と、

取得された前記複数フレーム分の撮像データの位置合わせ処理を行い、統合撮像データを生成する位置合わせ処理部と、

前記複数のバンドの中から参照画像生成用の参照バンドを選択する参照バンド選択部と、

前記統合撮像データにおける前記参照バンドに対応するカラーフィルタの画像データに対して、第1の補間処理を行うことにより、全ての画素に対して前記参照バンドの画素値が求められた第1の補間画像である参照画像を生成する参照画像生成部と、

前記統合撮像データにおける前記参照バンドとは異なるバンドに対応するカラーフィルタの画像データに対して、前記参照画像に基づいて第2の補間処理を行うことにより、全ての画素に対して、前記参照バンドとは異なるバンドの画素値が求められた第2の補間画像を生成する補間画像生成部として、

コンピューターを機能させ、

前記参照バンド選択部は、

基準フレームよりも過去の時刻のフレームである過去フレームの前記第1の補間処理により生成された前記第1の補間画像である前記参照画像と、前記過去フレームの前記第2の補間処理により生成された前記第2の補間画像とにおいて、前記複数のバンドの中から前記参照バンドを選択することを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、画像処理装置、撮像装置、画像処理方法及びプログラム等に関係する。

【背景技術】

【0002】

フルカラー画像を撮像するために、R(Red) G(Green) B(Blue)の3バンドのカラーフィルタを撮像素子前面に設けた撮像装置が知られている。単板撮像素子を有する撮像装置では、高周波成分を多く含む解像感が高い補間画像を生成するために、高周波成分を精度良く取得可能なバンドの情報を参照して、補間画像を生成する手法が有効である。

【0003】

40

ここで、高周波成分を取得可能なバンドは、第1に、サンプル密度が高く配置されていることと、第2に、被写体の色特性に強い相関を持っていること、という2つの条件を満たすことが必要である。そこで、特許文献1では補間画像を生成する際に参照するバンドを、被写体の色特性に応じて補間方法を切り替える手法が提案されている。

【0004】

また、被写体の忠実な色再現を目的として、マルチバンド撮像が注目されている。マルチバンド撮像装置としては、複数枚の撮像を行うものや複数台のカメラを使用するものがある。例えば、特許文献2では、4バンド以上のカラーフィルタを撮像素子に設けた単板のマルチバンド撮像素子を用いる手法が提案されている。

【先行技術文献】

50

【特許文献】**【0005】**

【特許文献1】特開2009-94577号公報

【特許文献2】特開2003-87806号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

前述した特許文献1で示されている手法では、参照バンドとして使用するバンドのサンプル密度を高くすることは出来ず、3バンドのベイヤー配列においてGよりもサンプル密度の低いRやBを参照バンドとして使用しても、Gを参照バンドとして使用する程の高周波成分は再現できない。

10

【0007】

さらに、前述した特許文献2で示されているような、3バンド撮像素子よりも各バンドのサンプル密度が低くなってしまうマルチバンド撮像素子においては、被写体の色特性と強い相関を持つとして参照バンドに選択されたバンドがサンプル密度の低いバンドである場合には、高周波成分を再現することがさらに難しくなる。この問題はマルチバンド撮像素子のバンド数が増える程に顕著となる。

【0008】

また、複数枚を撮像して見掛けの画素密度を向上させる手法では、被写体の色特性に関わらず高周波成分を多く含む解像感が高い画像を生成可能であるが、処理の複雑化、メモリの増大、フレームレートの低下といった問題がある。

20

【0009】

本発明の幾つかの態様によれば、被写体の色特性に関わらず、フレームレートを維持したまま、高周波成分を多く含む解像感が高い補間画像を生成することができる画像処理装置、撮像装置、画像処理方法及びプログラム等を提供することができる。

【課題を解決するための手段】**【0010】**

本発明の一態様は、複数のバンドのカラーフィルタがアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子を用いて撮像された互いに撮像時刻の異なる複数フレーム分の撮像データを取得する画像取得部と、取得された前記複数フレーム分の撮像データの位置合わせ処理を行い、統合撮像データを生成する位置合わせ処理部と、出力画像を生成する基準フレームよりも過去の時刻のフレームである過去フレームにおける出力画像において、前記複数のバンドの中から参照画像生成用の参照バンドを選択する参照バンド選択部と、前記統合撮像データにおける前記参照バンドに対応するカラーフィルタの画像データに対して、補間処理を行うことにより、参照画像を生成する参照画像生成部と、前記統合撮像データにおける前記参照バンドとは異なるバンドに対応するカラーフィルタの画像データに対して、前記参照画像に基づいて補間処理を行うことにより、補間画像を生成する補間画像生成部と、を含む画像処理装置に関する。

30

【0011】

本発明の一態様では、出力画像を生成する基準フレームよりも過去の時刻のフレームである過去フレームにおける出力画像において、複数のバンドの中から参照画像生成用の参照バンドを選択する。そして、取得した複数フレーム分の撮像データの位置合わせ処理を行い、統合撮像データを生成する。さらに、統合撮像データにおける参照バンドに対応するカラーフィルタの画像データに対して、補間処理を行うことにより、参照画像を生成する。そして、統合撮像データにおける参照バンドとは異なるバンドに対応するカラーフィルタの画像データに対して、参照画像に基づいて補間処理を行うことにより、補間画像を生成する。

40

【0012】

よって、サンプル密度が低いバンドでもフレームレートを維持したままサンプル密度の高い情報として使用することができ、被写体の色特性に関わらず高周波成分を多く含む解

50

像感が高い画像を生成可能となる。

【0013】

また、本発明の一態様では、前記参照バンド選択部により選択された前記参照バンドの種類に基づいて、前記参照画像生成部で使用する参照画像生成用フレーム数を決定する使用フレーム数決定部を含んでもよい。

【0014】

これにより、参照バンドの種類に応じて、参照画像を生成するために必要な数のフレームだけを読み出すこと等が可能となる。

【0015】

また、本発明の一態様では、前記画像取得部は、第1のカラーフィルタと、前記第1のカラーフィルタよりもサンプル密度が低い第2のカラーフィルタを含む前記カラーフィルタアレイを有する前記撮像素子を用いて撮像された前記複数フレーム分の撮像データを取得し、前記使用フレーム数決定部は、前記参照バンドが前記第1のカラーフィルタに対応するバンドである場合には、前記参照画像生成用フレーム数を第1のフレーム数に決定し、前記参照バンドが前記第2のカラーフィルタに対応するバンドである場合には、前記参照画像生成用フレーム数を、前記第1のフレーム数よりも多い第2のフレーム数に決定してもよい。10

【0016】

これにより、参照バンドのサンプル密度に応じて、参照画像生成用フレーム数を決定すること等が可能になる。20

【0017】

また、本発明の一態様では、前記第1のカラーフィルタは、前記カラーフィルタアレイにおいて、奇数行の奇数列及び偶数行の偶数列、又は奇数行の偶数列及び偶数行の奇数列に配置されるカラーフィルタであり、前記第2のカラーフィルタは、前記カラーフィルタアレイにおいて、前記第1のカラーフィルタとは異なる位置に配置されるカラーフィルタであってもよい。

【0018】

これにより、例えば、市松状に配置されたバンドが参照バンドの場合には、1フレーム分のデータだけでも高精度な参照画像を生成し、市松状に配置されていないバンドが参照バンドの場合にも、複数フレーム分のデータを使用することで高精度な参照画像を生成すること等が可能となる。30

【0019】

また、本発明の一態様では、前記参照バンド選択部により選択された前記参照バンドの種類に基づいて、前記補間画像生成部で使用する補間画像生成用フレーム数を決定する使用フレーム数決定部を含んでもよい。

【0020】

これにより、参照バンドの種類に応じて、補間画像を生成するために必要な数のフレームだけを読み出すこと等が可能となる。

【0021】

また、本発明の一態様では、前記画像取得部は、第1のカラーフィルタと、前記第1のカラーフィルタよりもサンプル密度が低い第2のカラーフィルタを含む前記カラーフィルタアレイを有する前記撮像素子を用いて撮像された前記複数フレーム分の撮像データを取得し、前記使用フレーム数決定部は、前記参照バンドが前記第1のカラーフィルタに対応するバンドである場合には、前記補間画像生成用フレーム数を第3のフレーム数に決定し、前記参照バンドが前記第2のカラーフィルタに対応するバンドである場合には、前記補間画像生成用フレーム数を、前記第3のフレーム数よりも少ない第4のフレーム数に決定してもよい。40

【0022】

これにより、参照バンドのサンプル密度に応じて、補間画像生成用フレーム数を決定すること等が可能になる。50

【 0 0 2 3 】

また、本発明の一態様では、撮像データのフレーム間の相関を判定するフレーム相関判定部をさらに含み、前記使用フレーム数決定部は、前記フレーム相関判定部の判定結果に基づいて、使用フレーム数を決定してもよい。

【 0 0 2 4 】

これにより、例えばシーンが大幅に変わり、フレーム間の相関が無い場合でも、位置合わせ処理の精度低下によるアーティファクト発生を抑えること等が可能となる。

【 0 0 2 5 】

また、本発明の一態様では、前記参照バンド選択部は、前記過去フレームにおける前記出力画像において、前記複数のバンドのうち、被写体の色特性と最も強い相関を持つバンドを前記参照バンドとして選択してもよい。10

【 0 0 2 6 】

これにより、被写体の色特性に基づいて、補間画像の生成処理等を行うこと等が可能になる。

【 0 0 2 7 】

また、本発明の一態様では、前記参照バンド選択部は、前記過去フレームの前記出力画像の高周波成分及び輝度の少なくとも一方の評価を行うことにより、前記参照バンドを選択してもよい。

【 0 0 2 8 】

これにより、高精度に参照バンドを判別すること等が可能となる。20

【 0 0 2 9 】

また、本発明の一態様では、前記参照バンド選択部は、画像を複数の領域に分割した部分領域毎に、前記参照バンドを選択してもよい。

【 0 0 3 0 】

これにより、例えば部分領域毎に異なる参照バンドを使用することで、1つのシーン内で複数種類の色特性の偏った被写体が存在する場合でも、高周波成分を多く含む解像感が高い補間画像を生成すること等が可能となる。

【 0 0 3 1 】

また、本発明の一態様では、前記画像取得部は、奇数行の奇数列及び偶数行の偶数列、又は奇数行の偶数列及び偶数行の奇数列に配置される第1のカラーフィルタと、前記第1のカラーフィルタとは異なる位置に配置され、前記第1のカラーフィルタよりもサンプル密度が低い第2のカラーフィルタとを含む前記カラーフィルタアレイを有する前記撮像素子を用いて撮像された前記複数フレーム分の撮像データを取得し、前記参照画像生成部は、前記参照バンド選択部により前記参照バンドが未選択の場合には、前記第1のカラーフィルタの撮像データに対して前記補間処理を行うことにより、前記参照画像を生成してもよい。30

【 0 0 3 2 】

これにより、例えば、最もサンプル密度が高いバンドを参照バンドとして使用して、他のバンドを参照バンドとして使用するよりも高精度な補間画像を生成すること等が可能となる。40

【 0 0 3 3 】

また、本発明の一態様では、前記画像取得部は、分光感度特性が異なる4バンド以上のカラーフィルタが配置された前記カラーフィルタアレイを有する前記撮像素子を用いて撮像された前記複数フレーム分の撮像データを取得してもよい。

【 0 0 3 4 】

これにより、マルチバンド撮像素子を用いて補間画像を生成する場合においても、被写体の色特性に関わらず高周波成分を多く含む解像感が高い画像を生成すること等が可能となる。

【 0 0 3 5 】

また、本発明の他の態様では、前記画像処理装置を含む撮像装置に関係する。50

【0036】

また、本発明の他の態様では、複数のバンドのカラーフィルタがアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子を用いて撮像された互いに撮像時刻の異なる複数フレーム分の撮像データを取得し、取得された前記複数フレーム分の撮像データの位置合わせ処理を行い、統合撮像データを生成し、出力画像を生成する基準フレームよりも過去の時刻のフレームである過去フレームにおける出力画像において、前記複数のバンドの中から参照画像生成用の参照バンドを選択し、前記統合撮像データにおける前記参照バンドに対応するカラーフィルタの画像データに対して、補間処理を行うことにより、参照画像を生成し、前記統合撮像データにおける前記参照バンドとは異なるバンドに対応するカラーフィルタの画像データに対して、前記参照画像に基づいて補間処理を行うことにより、補間画像を生成する画像処理方法に関係する。

10

【0037】

また、本発明の他の態様では、上記各部としてコンピューターを機能させるプログラムに関係する。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】補間処理の説明図。

【図2】図2(A)～図2(H)は、複数枚撮像技術の説明図。

【図3】第1の実施形態の画像処理装置のシステム構成例。

【図4】第1の実施形態の撮像装置のシステム構成例。

20

【図5】第1の実施形態の撮像装置の詳細なシステム構成例。

【図6】カラーフィルタアレイの例。

【図7】第1の実施形態の処理の流れを説明するフローチャート。

【図8】第1の実施形態の処理の流れを時系列順に説明するフローチャート。

【図9】1フレームを用いた参照画像生成処理の説明図。

【図10】2フレームを用いた参照画像生成処理の説明図。

【図11】分光感度特性の説明図。

【図12】3バンドのカラーフィルタアレイの説明図。

【図13】第1の実施形態の画像処理装置の他のシステム構成例。

【図14】第1の実施形態の他の処理の流れを説明するフローチャート。

30

【図15】第2の実施形態の画像処理装置のシステム構成例。

【図16】第2の実施形態の処理の流れを説明するフローチャート。

【図17】第2の実施形態の他の処理の流れを説明するフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0039】

以下、第1の実施形態及び第2の実施形態について説明する。まず、各実施形態の背景の概要をまとめて説明する。次に、実施形態毎にシステム構成例と処理の詳細と変形例を説明する。そして、最後に第1の実施形態と第2の実施形態の手法についてまとめて説明する。なお、以下に説明する各実施形態は、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。また各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。

40

【0040】

1. 概要

フルカラー画像を撮像するために、R(Red) G(Green) B(Blue)の3バンドのカラーフィルタを撮像素子前面に設けた撮像装置が知られている。単板撮像素子を有する撮像装置では、高周波成分を多く含む解像感が高い補間画像を生成するために、図1に示すように、高周波成分を精度良く取得可能なバンドの情報を参照して、補間画像を生成する手法が有効である。

【0041】

具体的に、図1に示す手法では、C1～C3の3バンドに対応するカラーフィルタを用

50

いて撮像された撮像画像 PIM から、C1 を参照バンドとして選択して、撮像画像 PIM に対して C1 の補間処理を行って、参照画像 RIM を生成する。その後に、生成した参照画像 RIM に基づいて、C2 と C3 のそれぞれについて補間処理を行って、C2 の補間画像 IIM1 と C3 の補間画像 IIM2 とを生成する。

【0042】

ここで、高周波成分を取得可能なバンドは、第1に、サンプル密度が高く配置されていることと、第2に、被写体の色特性に強い相関を持っていること、という2つの条件を満たすことが必要である。

【0043】

そこで、前述した特許文献1では補間画像を生成する際に参照するバンドを、被写体の色特性に応じて補間方法を切り替える手法が提案されている。10

【0044】

しかしながら、前述した特許文献1で示されている手法では、参照バンドとして使用するバンドのサンプル密度を高くすることは出来ない。そのため、例えばサンプル密度の高いバンドが被写体の色特性と相関が低い場合などに、被写体の色特性との相関は高いが、サンプル密度が低いバンドを参照バンドとして使用してしまうと、高周波成分の再現が難しくなる。具体的には、RGBの3バンドのベイダー配列においてGよりもサンプル密度の低いRやBを参照バンドとして使用しても、Gを参照バンドとして使用する程は、高周波成分の再現を期待できない。

【0045】

一方で、被写体の忠実な色再現を目的として、マルチバンド撮像が注目されている。マルチバンド撮像装置としては、複数枚の撮像を行うものや複数台のカメラを使用するものがある。例えば、前述した特許文献2では、4バンド以上のカラーフィルタを撮像素子に設けた単板のマルチバンド撮像素子を用いる手法が提案されている。この手法は、例えば後述する図6に示すようなマルチバンド撮像素子を用いることで、画像を1枚撮像することによりマルチバンド画像を取得可能であり、装置の小型化、フレームレートの保持等のメリットがある。このようなマルチバンド撮像素子を用いた際でも高周波成分を多く含む解像感が高い補間画像を生成するには、高周波成分を精度良く取得可能なバンドの情報を参照画像として使用して、補間画像を生成する手法が有効である。20

【0046】

しかし、3バンド撮像素子よりも各バンドのサンプル密度が低くなってしまう図6に示すようなマルチバンド撮像素子においては、被写体の色特性と強い相関を持つとして参照バンドに選択されたバンドがサンプル密度の低いバンドである場合には、高周波成分を再現することはさらに難しくなる。この問題はマルチバンド撮像素子のバンド数が増える程に顕著となる。30

【0047】

また、複数枚を撮像して見掛けの画素密度を向上させる手法では、被写体の色特性に関わらず高周波成分を多く含む解像感が高い画像を生成可能であるが、処理の複雑化、メモリの増大、フレームレートの低下といった問題がある。例えば、図6に示すマルチバンド撮像素子を用いて補間処理を行わずに全画素位置に全バンドの情報を得るためにには、図2(A)～図2(H)に示すように8枚の画像を撮像する必要がある。このように補間処理を行わずに見掛けの画素密度を向上させるには、補間処理を行う場合に比べて、より多くの枚数の撮像が必要となってしまう。40

【0048】

以下で説明する第1の実施形態及び第2の実施形態の画像処理装置等では、上記の問題点に鑑み、3バンド以上の異なる分光感度特性を有する単板撮像素子を用いて、被写体の色特性に関わらず、フレームレートを維持したまま、高周波成分を多く含む解像感が高い補間画像の生成を可能にする。

【0049】

2. 第1の実施形態50

第1の実施形態では、前フレームの出力画像から参照画像として使用するバンド（参照バンド）を選択し、2フレーム分のRAWデータを補間画像生成に使用する例について説明する。

【0050】

2.1 システム構成例

次に、本実施形態の画像処理装置の構成例を図3に示す。画像処理装置は、画像取得部101と、位置合わせ処理部102と、参照画像生成部103と、補間画像生成部104と、参照バンド選択部105と、を含む。

【0051】

次に各部の接続について説明する。画像取得部101は、位置合わせ処理部102に接続されている。位置合わせ処理部102は、参照画像生成部103に接続されている。参照画像生成部103は、補間画像生成部104に接続されている。補間画像生成部104は、参照バンド選択部105に接続されている。参照バンド選択部105は、参照画像生成部103に接続されている。

【0052】

次に各部で行われる処理について説明する。

【0053】

まず、画像取得部101は、複数のバンドのカラーフィルタがアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子120を用いて撮像された互いに撮像時刻の異なる複数フレーム分の撮像データを取得する。なお、撮像素子120については後述する。

【0054】

次に、位置合わせ処理部102は、取得された複数フレーム分の撮像データの位置合わせ処理を行い、統合撮像データを生成する。

【0055】

そして、参照画像生成部103は、統合撮像データにおける参照バンドに対応するカラーフィルタの画像データに対して、補間処理を行うことにより、参照画像を生成する。

【0056】

さらに、補間画像生成部104は、統合撮像データにおける参照バンドとは異なるバンドに対応するカラーフィルタの画像データに対して、参照画像に基づいて補間処理を行うことにより、補間画像を生成する。

【0057】

そして、参照バンド選択部105は、出力画像を生成する基準フレームよりも過去の時刻のフレームである過去フレームにおける出力画像において、複数のバンドの中から参照画像生成用の参照バンドを選択する。

【0058】

なお、画像取得部101と、位置合わせ処理部102と、参照画像生成部103と、補間画像生成部104と、参照バンド選択部105との機能は、各種プロセッサー（CPU等）、ASIC（ゲートアレイ等）などのハードウェアや、プログラムなどにより実現できる。

【0059】

また、図3の画像処理装置のシステム構成を備えた本実施形態の撮像装置の構成例を図4に示す。撮像装置は、前述した画像処理装置を実現するデジタルプロセス回路100と、撮像素子120と、を含む。

【0060】

さらに、図5は撮像装置の詳細な全体像を例示するものである。図5の撮像装置は、各種レンズ（撮像レンズ）から構成される撮像レンズ系202と、撮像レンズ系202の伸縮駆動や撮像レンズ系202内のズームレンズ及びフォーカスレンズの駆動を行うためのレンズ駆動機構203と、レンズ駆動機構203を制御するためのレンズドライバ204と、撮像レンズ系202の絞り及びシャッタ内を制御するための露出制御機構205と、露出制御機構205を制御するための露出制御ドライバ206と、被写体像を光電変換す

10

20

30

40

50

るための3種類以上の異なる分光感度特性を有するカラーフィルタを内蔵した撮像素子120と、撮像素子120を駆動するための撮像素子ドライバ207と、アナログアンプ及びA/D変換器等を含むプリプロセス回路208と、記録画像生成のための色信号処理、圧縮伸張処理、その他各種のデジタル処理を行うためのデジタルプロセス回路100と、外部の記録媒体であるメモリカード209とのインターフェースであるカードインターフェース210と、LCD画像表示系211と、レリーズスイッチ、設定ボタンなど各種スイッチからなる操作スイッチ系212と、操作状態及びモード状態等を表示するための操作表示系213と、各種設定情報等を設定するための不揮発性メモリ214と、各部を統括的に制御するためのシステムコントローラ215と、を備えている。

【0061】

10

具体的に、図5の撮像装置では、撮像素子120から得られた複数フレーム分のRAWデータをメモリ106で保持し、位置合わせ処理部102では、複数フレーム分のRAWデータの位置合わせ処理を行う。

【0062】

そして、参照画像生成部103では、位置合わせ処理部102で生成された複数フレーム分のデータに対して、参照バンド選択部105で選択された被写体の色特性と最も強い相関を持つバンド（参照バンド）の補間処理を行い、参照画像を生成する。参照バンド選択部105の結果が得られていない最初のフレームの場合には、予め参照画像生成部103に記憶しているバンドを参照バンドとして使用する。

【0063】

20

さらに、補間画像生成部104では、位置合わせ処理部102で生成された複数フレーム分のデータに対して、参照画像生成部103で生成された参照画像を用いて、参照画像生成部103で使用していないバンドの補間処理を行い、補間画像を生成する。

【0064】

そして、参照バンド選択部105では、補間画像生成部104で生成された補間画像を用いて、被写体の色特性と最も強い相関を持つバンドを判別し、次のフレームの参照バンドの情報を参照画像生成部103へ送る。

【0065】

また、図5の撮像装置においては、システムコントローラ215が全ての制御を統括的に行っている。具体的には、まずレンズドライバ204、露出制御ドライバ206及び撮像素子ドライバ207による撮像素子120の駆動を制御して露光（電化蓄積）及び信号の読み出しを行う。そして、読み出した露光及び信号を、プリプロセス回路208を介してA/D変換した後に、デジタルプロセス回路100に取り込み、デジタルプロセス回路100内の信号処理部216で各種信号処理を施して、カードインターフェース210を介してメモリカード209に記録する。

30

【0066】

また、図6は、撮像素子120を構成する各画素上に配置される3バンド以上の異なる分光感度特性を有するカラーフィルタアレイの例として、5バンドの分光感度特性を有するカラーフィルタアレイ（以下CFA）を示している。ここで、C1画素は他のバンドの画素に比べてサンプル密度が高く、3バンドベイヤー配列におけるG画素と同様に市松状に配置されている。

40

【0067】

なお、画像処理装置及びこれを含む撮像装置は、図3、図4及び図5の構成に限定されず、これらの一部の構成要素を省略したり、他の構成要素を追加したりするなどの種々の変形実施が可能である。また、本実施形態の画像処理装置又は撮像装置の一部又は全部の機能は、画像処理装置又は撮像装置と通信により接続されたサーバーにより実現されてもよい。

【0068】

2.2 処理の詳細

次に、図7のフローチャートを用いて本実施形態の処理の流れを説明する。

50

【0069】

まず、撮像素子 120 からメモリ 106 に蓄えられた RAW データの読み出しフレームを設定し (S401)、メモリ 106 に複数フレーム分の RAW データが保持されているか否かの判定を行う (S402)。なお、RAW データとは、画像処理前の撮像画像のデータのことと指す。

【0070】

次に、1 フレーム分の RAW データしかない場合には、1 フレーム分の RAW データを読み込み、次のステップへ進む (S403)。

【0071】

一方で、複数フレーム分の RAW データを保持している場合には、複数フレームの RAW データを読み込み (S404)、位置合わせ処理を行った後に次のステップへ進む (S405)。10

【0072】

そして、ステップ S403 又はステップ S405 の後に、参照バンドとして使用するバンドを選択する (S406)。後述するステップ S409 により参照バンド判別結果が得られている場合には、判別結果に基づき参照バンドを選択する。ステップ S409 の参照バンド判別結果が得られていない 1 フレーム目の場合には、CFA の中で最もサンプル密度の高いバンドとして、参照画像生成部 103 に予め記憶されている C1 バンドを参照バンドとして選択する。

【0073】

次に、ステップ S403 若しくはステップ S404 により得られた RAW データに対して、ステップ S406 で選択された参照バンドの補間処理を行い、参照画像を生成する (S407)。20

【0074】

そして、ステップ S403 若しくはステップ S404 により得られた RAW データに対して、ステップ S407 で得られた参照画像を用いて、参照バンドとして選択されていないバンドの補間処理を行い、補間画像を生成する (S408)。

【0075】

さらに、生成した補間画像から被写体の色特性と最も強い相関を持つバンドを判別し、次のフレームの参照バンド判別結果とする (S409)。30

【0076】

次に、図 7 の処理の流れを、図 8 のフローチャートを用いて時系列に沿って示す。

【0077】

1 フレーム目は、メモリ 106 に 1 フレーム分の RAW データしか保持されておらず、さらに参照バンド判別結果も得られていないために、2 フレーム目以降の処理とは異なっている。2 フレーム目以降では、複数フレーム分の RAW データを使用し、さらに前フレームの補間画像から被写体の色特性と最も強い相関を持つバンドと判別されたバンドを参照バンドとして設定する。

【0078】

次に、各ステップの処理の具体的な内容について詳細に説明する。まず、ステップ S405 の位置合わせ処理について説明する。40

【0079】

2 枚の画像の位置合わせ処理では、画像間の位置ずれ量 (動きベクトル) を算出し、この位置ずれ量をキャンセルするように各画素をシフトしながら基準となる画像の各画素に位置合わせを行う。

【0080】

本実施形態では、位置ずれ量を求める手法としてブロックマッチング処理を用いる。ブロックマッチング処理では、基準フレーム画像において一定の大きさのブロック (例えば 8 画素 × 8 ライン) に分割し、このブロック単位で前フレーム画像の一定範囲の画素との差を計算し、この差の絶対値の和 (SAD : Sum absolute difference) が最小となるブ50

ロックを探索する。マッチングの基準ブロック領域 I および対象とするブロック領域 I' において、画素位置を $p \in I$ および $q \in I'$ 、画素レベルを L_p 、 L_q とすると、SAD は下記の式(1)で定義され、値が小さいほど相関が高いと評価する。なお、 p 、 q は 2 次元の値を持つ量であり、 I 及び I' は 2 次元の領域である。また、 $p \in I$ は、座標 p が領域 I に含まれていることを示し、 $q \in I'$ は、座標 q が領域 I' に含まれていることを示す。

【0081】

【数1】

$$SAD(I, I') = \sum_{p \in I, q \in I'} \|Lp - Lq\| \quad \cdots \quad (1)$$

10

そして、ブロックマッチング処理により得られた位置ずれ量に基づいて、前フレーム画像の位置ずれを補正する。

【0082】

本実施形態では、ブロックマッチングにより位置ずれ量を算出し、位置合わせ処理を行う例を説明したが、当然この手法に限られるものではない。位相限定相関法や、SIFT 等の特徴点マッチングを利用することも可能である。また、評価値も SAD に限られるものではなく、下記の式(2)で表される二乗誤差 (SSD) や正規化相互相関 NCC 等の他の指標値を用いることも可能であり、サブピクセル精度での処理も可能である。

20

【0083】

【数2】

$$SSD(I, I') = \sum_{p \in I, q \in I'} (Lp - Lq)^2 \quad \cdots \quad (2)$$

次に、ステップ S 407 の参照画像の生成処理について説明する。

【0084】

本実施形態では、参照画像の生成処理においてガウシアン補間 (G I) を用いる。G I は、画素値を推定したい画素位置周辺の局所的な情報の重み付き平均として、画素値を推定する方法であり、画素位置 x_p に対する推定画素値 $S^{GI}(x_p)$ は下記の式(3)のように表される。

30

【0085】

【数3】

$$S^{GI}(x_p) = \frac{1}{\varpi^{GI}(x_p)} \sum_{x_i \in N_{xp}} k(x_i - x_p) M(x_i) S(x_i) \quad \cdots \quad (3)$$

ここで、 N_{xp} は画素位置 x_p の周辺画素の画素位置集合を、 x_i は画素位置集合 N_{xp} 内の任意の画素位置を、 $S(x_i)$ は画素位置 x_i の画素値を、 $M(x_i)$ は画素位置 x_i のバイナリマスクを、 $k(x_i - x_p)$ は画素位置 x_p からの距離に基づく重みを、 $\varpi^{GI}(x_p)$ は正規化係数、すなわち重みの和を表す。なお、バイナリマスク $M(x_i)$ は画素値が存在する場所で 1、それ以外で 0 となる。

40

【0086】

例えば、メモリ 106 に保持している RAW データが 1 フレーム分であり、C1 バンドを参照バンドとして選択して、参照画像を生成する例を図 6 に示す。図 6 の撮像画像 PIM9 のように、RAW データから取得した C1 バンドの情報は市松状に配置されており、このデータに対して上記の補間処理を行うことにより、全画素位置に C1 バンドの情報を持った参照画像 RIM9 を生成する。

【0087】

一方、メモリ 106 に保持している RAW データが 2 フレーム分であり、C4 バンドを

50

参照バンドとして使用する例を図10に示す。図10の画像PIM10は、参照画像生成用の2フレームの撮像画像に対して位置合わせ処理を行った結果得られた画像である。そして、図10の画像PIM10内には、参照バンドとして使用するC4バンドを明示的に示している。図6において、C4画素は画素位置(4、1)、(2、3)、(4、5)の3か所でしか情報を得られていないが、異なる撮像時刻で撮像位置がずれた2フレーム目の撮像画像と位置合わせ処理を行うことで、C4画素のサンプル密度が高くなっている(太枠で囲んだ画素が増えた画素を表す)。2フレーム分のRAWデータを使用することで増えるC4画素が、どの画素位置になるかはステップS405の位置合わせ処理の結果により異なる。この場合も図9と同様に補間処理により、全画素位置にC4バンドの情報を持った参照画像RIM10を生成する。

10

【0088】

次に、ステップS408の補間画像の生成処理について説明する。

【0089】

本実施形態では、参照画像を用いた補間処理として、ガイデッドフィルタ(Guided Filter、ガイデッドイメージフィルタ)を用い、補間処理前の画像に対して補間処理を行って出力画像を生成する。ガイデッドフィルタでは、出力画像は参照画像の線形変換で表されると考える。そして、下記の式(4)に示すように、画素値を推定したい画素位置周辺での局所領域 k のコスト関数 $E(a_k, b_k)$ を最小化するように、最小二乗法により係数 a_k 及び b_k が算出される。

【0090】

【数4】

$$E(a_k, b_k) = \frac{1}{\omega_k} \sum_i M_i ((a_k I_i + b_k - p_i)^2 + \varepsilon a_k^2) \quad \dots \quad (4)$$

ここで、 i は画素の番号を、 k は局所領域の番号を、 I_i は参照画像における画素 i の画素値を、 p_i は補間処理前の画像における画素 i の画素値(信号成分)を、 ω_k は、補間処理前の画像の局所領域 k 内において信号成分を有する画素の画素数を、 M_i は所与の平滑化パラメータを、 M_i は、画素 i におけるバイナリマスクを表す。 M_i は、補間処理前の画像において信号成分を有する画素に対しては1となり、信号成分を有しない画素に対しては0となる。また、 a_k 、 b_k は、下式(5)で用いるために算出されるべき係数パラメータであり、計算開始時には適当な初期値が用いられる。

【0091】

そして、全局所領域に対する係数 a_k 及び b_k が算出されると、補間対象となる信号成分を有さない画素に対して式(5)により出力画素値 q_i が算出される。

【0092】

【数5】

$$q_i = \frac{1}{|\omega|} \sum_{k:i \in \omega_k} (a_k I_i + b_k) \quad \dots \quad (5)$$

40

なお、式(5)において、 $|\omega|$ は、局所領域内の全画素数(局所領域数)である。

本実施形態では、ステップS407で得られた補間画像を参照画像として使用し、参照画像とは異なるバンドを1バンドずつ補間対象の画像として使用する。参照画像を用いた補間処理を行うことで、参照画像の高周波成分を保持した補間画像を生成することが可能である。

【0093】

なお、上記の説明では、参照画像は全てステップS407で得られた画像であるものとして説明したが、分光感度特性の相関を利用し、参照画像として用いる画像を順々に切り替えながら補間処理を行うことも可能である。例えば、図11に示す分光感度特性を有す

50

る C F A を用いる場合においては、まず参照バンドとして C 5 バンドを選択している場合には、C 5 バンドを参照画像として C 4 バンドの補間画像を生成し、次に C 4 バンドの補間画像を参照画像として C 1 バンドの補間画像を生成してもよい。このように、分光感度特性が隣り合うバンドの画像を参照画像として使用して補間処理を行う。この処理により、参照バンドと相関の弱いバンドに対する補間処理においても、高周波成分を保持した補間画像が生成可能である。

【 0 0 9 4 】

次に、ステップ S 4 0 9 の参照バンド判別処理について説明する。

【 0 0 9 5 】

参照バンドの判別には、ステップ S 4 0 8 で得られた補間画像の各バンドの画像毎に高周波成分の検出を行い、最も多く高周波成分を含むバンドを被写体の色特性と最も相関の強いバンドとして判定する。10

【 0 0 9 6 】

また、高周波成分の検出にはハイパスフィルタを使用する。ここで、ハイパスフィルタはラプラシアンフィルタであり、ラプラシアン演算の絶対値の総和が評価値として求められる。この処理をバンド毎に行い、評価値が最も高いバンドを選択する。

【 0 0 9 7 】

このように、補間画像から参照バンドを選択することで、R A W データから選択するよりも高精度に高周波成分の検出を行うことが可能である。

【 0 0 9 8 】

本実施形態では、参照バンドの判別方法として高周波成分を検出する方法を用いたが、これに限定されるものではない。例えば簡易的な処理として、補間画像の各バンドの画像毎に輝度値の総和、平均値等の評価値を用いて判別することも可能である。被写体の色特性に強い相関を持つバンドの画像は、輝度値が高いことが想定されるため、輝度値による判断も有効である。輝度値により判断する場合であっても、R A W データから選択するよりも補間画像から選択することで、高精度に参照バンドを選択することが可能である。20

【 0 0 9 9 】

これらの処理により、被写体の色特性に関わらず高周波成分を多く含む解像感が高い補間画像の生成が可能となる。本実施形態では、C F A においてサンプル密度が低いバンドであっても、複数フレームの R A W データを使用することにより、サンプル密度の高いデータとして使用することができる。その結果、高周波成分を保持した参照画像を用いて補間処理を行うことができ、高精度な補間画像を生成することができる。さらに、参照バンドの判別処理を補間画像から行うことで、被写体の色特性と相関の高いバンドを高精度に選択することが可能となる。30

【 0 1 0 0 】

また、本実施形態では、3 バンド以上の異なる分光感度特性を有する C F A の例として、図 6 に示す 5 バンドの分光感度特性を有する C F A を用いて説明を行ったが、図 1 2 に示す 3 バンドのベイヤー配列を用いても同様の処理が可能である。

【 0 1 0 1 】

さらに、本実施形態では、画像全体に対して 1 つのバンドを参照バンドとして使用したが、画像を複数の部分領域に分割し、部分領域毎に異なるバンドを参照バンドとして選択して、上記の処理を行ってもよい。部分領域毎に異なる参照バンドを使用することで、1 つのシーン内で複数種類の色特性の偏った被写体が存在する場合でも、高周波成分を多く含む解像感が高い補間画像を生成することができる。本実施形態では、参照バンドの判別を前フレームの補間結果の画像から行うために、R A W データの状態で参照バンドを選択する場合に比べて、部分領域内の各バンドのサンプル密度が高くなり、部分領域毎の参照バンドの判別をより正確に行うことが可能である。この効果は撮像素子 1 2 0 のバンド数が増える程に顕著となる。40

【 0 1 0 2 】

また、上記では、使用するフレーム数が 2 フレームである場合について説明したが、当50

然 3 フレーム以上を使用して上記の処理を行うことも可能である。

【0103】

2.3 変形例

本変形例では、複数フレームの位置合わせ処理の結果、フレーム間に相関が無いと判定された場合には 1 フレームだけを使用するように補間画像生成処理の内容を切り替える例について説明する。

【0104】

本変形例では、第 1 の実施形態の構成を基本としてデジタルプロセス回路 100 内での処理が異なる。具体的には、図 13 に示す通り、フレーム相関判定部 108 が新たに追加される。なお、フレーム相関判定部 108 の機能は、各種プロセッサー (C P U 等)、A S I C (ゲートアレイ等)などのハードウェアや、プログラムなどにより実現できる。
10

【0105】

次に、本変形例での補間画像の生成処理の流れを図 14 のフローチャートに示す。なお、図 7 に示す第 1 の実施形態と同様のステップについては説明を省略する。

【0106】

ステップ S1102において、メモリ 106 に複数フレーム分の R A W データを保持していると判定された場合には、複数フレーム分の R A W データを読み込み (S1104)、位置合わせ処理を行った後に (S1105)、複数フレーム間に相関があるか否かの判定を行う (S1106)。
20

【0107】

この判定では、ステップ S1105 の位置合わせ処理時の位置ずれ量が所定の閾値 1 以上または評価値 (S A D) が所定の閾値 2 以上であれば、フレーム間に相関がないと判定する。

【0108】

フレーム間に相関が無いと判定された場合には、読み込み対象のフレーム以外のフレームの情報を削除し (S1107)、少なくとも 1 フレーム分の R A W データを保持したまま次のステップへ進む。

【0109】

一方で、フレーム間に相関があると判定された場合には、フレームの削除処理を行わず (S1107)、参照バンド選択処理を行う (S1108)。
30

【0110】

これら処理により、シーンが大幅に変わり、フレーム間に相関が無い場合でも、位置合わせ処理の精度低下によるアーティファクト発生を抑えることが可能となる。

【0111】

3. 第 2 の実施形態

3.1 システム構成例

本実施形態では、参照バンド選択部での判別結果に基づき、使用するフレーム数を切り替える例について説明する。

【0112】

本実施形態では、図 3 に示す第 1 の実施形態の構成を基本としてデジタルプロセス回路 100 内での処理が異なる。具体的には、図 15 に示す通り、使用フレーム数決定部 107 が新たに追加される。なお、使用フレーム数決定部 107 の機能は、各種プロセッサー (C P U 等)、A S I C (ゲートアレイ等)などのハードウェアや、プログラムなどにより実現できる。
40

【0113】

3.2 処理の詳細

次に、本実施形態の補間画像の生成処理の流れを図 16 のフローチャートを用いて説明する。なお、図 7 に示す第 1 の実施形態と同様のステップについては説明を省略する。

【0114】

参照バンドを選択する際に、ステップ S1310 の参照バンド判別処理の結果が得られ
50

ていない場合、もしくはステップ S 1 3 1 0 の参照バンド判別処理の結果が C 1 バンドだった場合には(S 1 3 0 3)、1 フレーム分の R A W データを読み込み、次のステップへ進む(S 1 3 0 4)。参照バンドが C 1 バンドの場合には、1 フレーム分の R A W データだけでもサンプル密度は高いため、複数フレーム分の R A W データを使用しなくても高周波成分を多く含む解像感が高い補間画像を生成することが可能である。

【 0 1 1 5 】

一方、参照バンドが C 1 バンドと異なる場合には、第 1 の実施形態と同様にメモリに複数フレーム分の R A W データが保持されているか判定を行い(S 1 3 0 5)、判定結果に応じたフレーム分の R A W データを読み込み(S 1 3 0 6)、次のステップへ進む。参照バンドが C 1 バンド以外の場合には、1 フレーム分の R A W データだけではサンプル密度が低く、高周波成分を精度良く再現することが難しいために複数フレーム分の R A W データを使用する。10

【 0 1 1 6 】

これら処理により、前フレームの補間画像から判別された参照バンドの種類に応じて、補間画像生成に必要なフレーム分の R A W データだけを読み込む処理を行うことが可能となる。一般的な被写体では C 1 バンドを用いて 1 フレームで参照画像を生成するために位置合わせ処理の簡略化、メモリの節約が可能となる。

【 0 1 1 7 】

3 . 3 変形例

本変形例では、参照画像生成部 1 0 3 で使用するフレーム数と補間画像生成部 1 0 4 で使用するフレーム数を独立して設定する例について説明する。20

【 0 1 1 8 】

本変形例では、図 1 5 に示す第 2 の実施形態と同様のシステム構成をとるが、デジタルプロセス回路 1 0 0 内での処理が異なる。具体的には、使用フレーム数決定部 1 0 7 と補間画像生成部 1 0 4 での処理が異なる。

【 0 1 1 9 】

次に、本変形例での補間画像の生成処理の流れを図 1 7 のフローチャートを用いて説明する。なお、図 7 に示す第 1 の実施形態と同様のステップについては説明を省略する。

【 0 1 2 0 】

まず、メモリ 1 0 6 に複数フレーム分の R A W データが保持されているかの判定を行い(S 1 4 0 3)、メモリ 1 0 6 に複数フレーム分の R A W データが保持されていると判定した場合には、続けて参照バンドが C 1 バンドであるか否かの判定を行う(S 1 4 0 5)
。

【 0 1 2 1 】

そして、参照バンドが C 1 バンドである場合には、参照画像を生成するために複数フレーム分のデータを使用するか否かの判定を行う(S 1 4 0 6)。ここで、予め使用フレーム数決定部 1 0 7 に設定されている情報を読み込む。参照バンドが C 1 バンドである場合には、第 2 の実施形態と同様に、1 フレーム分のデータだけで参照画像を生成しても高精度な画像を生成可能である。ただし、複数フレームを使用することで、より高精度な参照画像を生成可能であるため、C 1 バンドが参照バンドの場合であっても複数フレーム分のデータを使用することは効果的である。40

【 0 1 2 2 】

ステップ S 1 4 0 6 において、参照画像の生成処理で 1 フレーム分のデータのみを使用すると判定された場合には、続けて、補間画像の生成処理に複数フレーム分のデータを使用するか否かの判定処理を行う(S 1 4 0 7)。ステップ S 1 4 0 7 の判定処理では、過去フレームにおいて補間画像を生成するために使用したフレーム数と過去フレームの位置合わせ処理の結果に基づいて判定する。

【 0 1 2 3 】

例えば、過去フレームにおいて、補間画像を生成するために 1 フレームを使用していれば注目フレームでも 1 フレームのみを使用する。この場合には、1 フレーム分の入力データ50

タを読み込み(S1404)、ステップS1416～S1418の処理を行う。また、過去フレームにおいて、補間画像を生成するために複数フレームを使用していた場合には、過去フレームの位置合わせ処理時の情報からフレーム間に相関があるか否かの判定を行い、フレーム間に相関が無い場合には、注目フレームでは1フレームを使用する(S1404)。

【0124】

一方、フレーム間に相関がある場合には、補間画像を生成するために注目フレームでも複数フレームを使用する。そして、ステップS1407で補間画像を生成するために複数フレーム分のデータを使用すると判定した場合には、複数フレーム分のRAWデータを読み込み(S1408)、位置合わせ処理を行い(S1409)、ステップS1416～S1418の処理を行う。10

【0125】

次に、ステップS1405で参照バンドがC1バンド以外である場合、もしくは参照バンドがC1バンドであってもステップS1406で参照画像の生成処理において複数フレーム分のデータを使用するとした場合には、複数フレーム分のRAWデータを読み込み(S1410)、位置合わせ処理を行う(S1411)。

【0126】

そして、読み込んだ複数フレーム分のRAWデータに相関があるか否かの判定を行い(S1412)、相関がある場合にはそのまま次のステップへ進み、相関が無い場合には相関の無いフレームを削除してから(S1413)次のステップへ進む。20

【0127】

さらに、ステップS1412で複数フレームに相関があると判定された場合には、参照画像生成処理に使用するフレーム数を複数フレームに設定し、ステップS1412で複数フレームに相関が無いと判定された場合には、参照画像の生成処理に使用するフレーム数を1フレームに設定する(S1414)。

【0128】

次に、ステップS1412で複数フレームに相関があると判定された場合には、予め使用フレーム数決定部107に記憶されている情報を読み込み、補間画像の生成処理において使用するフレーム数を1フレーム又は複数フレームのどちらかに設定する(S1415)。複数フレームを使用する方がより高精度な画像が生成可能であるが、処理時間やメモリ等を考慮し、1フレームを使用するように設定しておくことも可能である。一方で、ステップS1412で複数フレームに相関が無いと判定された場合には、補間画像の生成処理において使用するフレーム数を1フレームに設定する。そして、ステップS1416～S1418の処理を行う。30

【0129】

以上のように、参照バンドがC1バンドの場合には、参照画像の生成処理及び補間画像の生成処理に使用するデータが、1フレーム分のデータだけであっても高精度な画像を生成可能である。ただし、補間画像の生成処理に複数フレーム分のデータを使用できる場合には、より高精度な画像を生成可能である。さらに、参照画像の生成において複数フレーム分のC1バンドを使用できる場合には、例えば補間画像の生成に使用するデータが1フレーム分のデータだけであっても、高精度な画像を生成可能であり、補間画像の生成にも複数フレーム分のデータを使用すれば、さらに高精度な画像を生成可能である。40

【0130】

一方で、参照バンドがC1バンド以外のバンドである場合には、参照画像の生成処理には複数フレーム分のデータを使用することで高精度な画像を生成可能である。ただし、複数フレーム間に相関が無い場合には、1フレームのみを用いて補間画像の生成処理を行うことで、位置合わせ処理の失敗による画質低下を避けることが可能になる。また、参照画像の生成処理において複数フレームを使用できる場合には、補間画像の生成処理にも複数フレーム分のデータを使用することで高精度な画像を生成可能である。一方、補間画像の生成処理に1フレーム分のデータだけを使用する場合であっても、参照画像の生成および50

補間画像の生成を1フレーム分のデータだけで行う場合に比べると、高精度な画像を生成可能である。さらに、参照画像を生成した後に過去のフレームのデータを削除することが可能となり、メモリの節約が可能となる。

【0131】

これら処理により、前フレームの補間画像から判別された参照バンドの種類と使用するフレーム数に応じて、高精度な補間画像を生成可能となる。

【0132】

4. 本実施形態の手法

以上の本実施形態の手法について説明する。

【0133】

本実施形態の画像処理装置は、複数のバンドのカラーフィルタがアレイ状に配置されたカラーフィルタアレイを有する撮像素子120を用いて撮像された互いに撮像時刻の異なる複数フレーム分の撮像データを取得する画像取得部101と、取得された複数フレーム分の撮像データの位置合わせ処理を行い、統合撮像データを生成する位置合わせ処理部102と、出力画像を生成する基準フレームよりも過去の時刻のフレームである過去フレームにおける出力画像において、複数のバンドの中から参照画像生成用の参照バンドを選択する参照バンド選択部105と、統合撮像データにおける参照バンドに対応するカラーフィルタの画像データに対して、補間処理を行うことにより、参照画像を生成する参照画像生成部103と、統合撮像データにおける参照バンドとは異なるバンドに対応するカラーフィルタの画像データに対して、参照画像に基づいて補間処理を行うことにより、補間画像を生成する補間画像生成部104と、を含む。

10

【0134】

本実施形態では、出力画像を生成する基準フレームよりも過去の時刻のフレームである過去フレームにおける出力画像において、複数のバンドの中から参照画像生成用の参照バンドを選択する。この点が前述した特許文献1に開示されている手法と異なる。

【0135】

ここで、参照バンドとは、撮像素子120が有するカラーフィルタアレイに配置されるカラーフィルタに対応する複数のバンドのうち、参照画像を生成するために用いられるバンドのことをいう。

【0136】

20

そして、取得した複数フレーム分の撮像データの位置合わせ処理を行い、統合撮像データを生成する。

【0137】

ここで、統合撮像データとは、複数フレーム分の撮像データの位置合わせ処理を行った結果、生成される画像データのことをいう。例えば、前述した図10の画像PIM10は、2フレーム分の撮像データの位置合わせ処理を行った結果、取得された統合撮像データである。

【0138】

さらに、統合撮像データにおける参照バンドに対応するカラーフィルタの画像データに対して、補間処理を行うことにより、参照画像を生成する。

40

【0139】

ここで、統合撮像データにおける参照バンドに対応するカラーフィルタの画像データとは、例えば前述した図10の例では、参照バンドがC4バンドであるため、画像PIM10中のC4バンドの画素値のことを指す。すなわち、図10の例では、画像PIM10内に明示的に示したC4バンドの画素値が求められている画素以外の画素（白い空欄の画素）では、C4バンドの画素値が欠落した状態であるため、この欠落した画素に対して、C4バンドの画素値の補間処理を行い、図10の画像RIM10のような参照画像を生成する。

【0140】

また、参照画像とは、参照バンドの画素値のみが、全ての画素に対して求められた画像

50

のことをいう。例えば、図1では画像RIMが、図9では画像RIM9が、図10では画像RIM10が参照画像である。

【0141】

そして、統合撮像データにおける参照バンドとは異なるバンドに対応するカラーフィルタの画像データに対して、参照画像に基づいて補間処理を行うことにより、補間画像を生成する。

【0142】

ここで、補間画像とは、カラーフィルタアレイに配置されるカラーフィルタに対応する複数のバンドのうち、参照バンド以外の一つのバンドの画素値のみが、全ての画素に対して求められた画像のことをいう。例えば、図1では、画像IM1はC2バンドの補間画像であり、画像IM3はC3バンドの補間画像である。

10

【0143】

よって、複数フレーム分の情報を使用して補間処理することで、サンプル密度が低いバンドでもフレームレートを維持したままサンプル密度の高い情報として使用することができ、被写体の色特性に関わらず高周波成分を多く含む解像感が高い画像を生成可能となる。

【0144】

また、参照バンド選択部105により選択された参照バンドの種類に基づいて、参照画像生成部103で使用する参照画像生成用フレーム数を決定する使用フレーム数決定部107を含んでもよい。

20

【0145】

これにより、参照バンドの種類に応じて、参照画像を生成するために必要な数のフレームだけを読み出すこと等が可能となる。例えば、図6のカラーフィルタアレイを用いる場合には、一般的な被写体では、最もサンプル密度の高いC1バンドを参照バンドとして用いる。その結果、1フレームで参照画像を生成するために、位置合わせ処理の簡略化、メモリの節約が可能となる。

【0146】

具体的に、参照画像生成用フレーム数を決定する際には、他のバンドに比べてサンプル密度の高いバンドが参照バンドである場合には、サンプル密度の低いバンドが参照バンドである場合に比べて、参照画像の生成時に用いるフレーム数を少なくしても良い。

30

【0147】

すなわち、画像取得部101は、第1のカラーフィルタと、第1のカラーフィルタよりもサンプル密度が低い第2のカラーフィルタを含むカラーフィルタアレイを有する撮像素子120を用いて撮像された複数フレーム分の撮像データを取得してもよい。そして、使用フレーム数決定部107は、参照バンドが第1のカラーフィルタに対応するバンドである場合には、参照画像生成用フレーム数を第1のフレーム数に決定し、参照バンドが第2のカラーフィルタに対応するバンドである場合には、参照画像生成用フレーム数を、第1のフレーム数よりも多い第2のフレーム数に決定してもよい。

40

【0148】

例えば図6のカラーフィルタアレイを用いる場合には、第1のカラーフィルタはC1バンドであり、第2のカラーフィルタはC2バンド～C5バンドのうちのいずれかのバンドである。

【0149】

これにより、参照バンドのサンプル密度に応じて、参照画像生成用フレーム数を決定すること等が可能になる。

【0150】

また、第1のカラーフィルタは、カラーフィルタアレイにおいて、奇数行の奇数列及び偶数行の偶数列、又は奇数行の偶数列及び偶数行の奇数列に配置されるカラーフィルタであってもよい。そして、第2のカラーフィルタは、カラーフィルタアレイにおいて、第1

50

のカラーフィルタとは異なる位置に配置されるカラーフィルタであってもよい。

【0151】

すなわち、この場合には、第1のカラーフィルタは図6のC1バンドの画素のように市松状に配置され、第2のカラーフィルタはC2～C5バンドの画素のようにC1バンドの画素以外の位置に配置される。

【0152】

これにより、例えば、市松状に配置されたバンドが参照バンドの場合には、1フレーム分のデータだけでも高精度な参照画像を生成し、市松状に配置されていないバンドが参照バンドの場合にも、複数フレーム分のデータを使用することで高精度な参照画像を生成すること等が可能となる。

10

【0153】

また、参照バンド選択部105により選択された参照バンドの種類に基づいて、補間画像生成部104で使用する補間画像生成用フレーム数を決定する使用フレーム数決定部107を含んでもよい。

【0154】

これにより、参照バンドの種類に応じて、補間画像を生成するために必要な数のフレームだけを読み出すこと等が可能となる。

【0155】

前述したように補間画像は、参照バンド以外のバンドに対応する画像であるため、参照バンドがサンプル密度の高いバンドである場合には、補間画像はサンプル密度の低いバンドに対応する画像になる。そのため、補間画像生成用フレーム数を決定する際には、他のバンドに比べてサンプル密度の高いバンドが参照バンドである場合には、サンプル密度の低いバンドが参照バンドである場合に比べて、参照画像の生成時とは逆に、補間画像の生成時に用いるフレーム数を多くすることが望ましい。

20

【0156】

すなわち、画像取得部101は、第1のカラーフィルタと、第1のカラーフィルタよりもサンプル密度が低い第2のカラーフィルタを含むカラーフィルタアレイを有する撮像素子120を用いて撮像された複数フレーム分の撮像データを取得してもよい。そして、使用フレーム数決定部107は、参照バンドが第1のカラーフィルタに対応するバンドである場合には、補間画像生成用フレーム数を第3のフレーム数に決定し、参照バンドが第2のカラーフィルタに対応するバンドである場合には、補間画像生成用フレーム数を、第3のフレーム数よりも少ない第4のフレーム数に決定してもよい。

30

【0157】

なお、第3のフレーム数は前述した第1のフレーム数と同じ数であってもよく、第4のフレーム数は前述した第2のフレーム数と同じ数であってもよい。

【0158】

これにより、参照バンドのサンプル密度に応じて、補間画像生成用フレーム数を決定すること等が可能になる。

【0159】

以上により、例えば市松状に配置されたバンドが参照バンドである場合に、参照画像を1フレーム分のデータから生成し、補間画像を複数フレーム分のデータから生成することが可能となり、高精度な補間画像が生成可能となる。

40

【0160】

一方で、例えば市松状に配置されていないバンドが参照バンドである場合には、参照画像を複数フレーム分のデータから生成し、補間画像を1フレーム分のデータから生成することが可能となり、参照画像生成・補間画像生成の両方を1フレーム分のデータだけで行うよりも高精度な補間画像が生成可能となる。

【0161】

また、撮像データのフレーム間の相関を判定するフレーム相関判定部108をさらに含んでもよい。そして、使用フレーム数決定部107は、フレーム相関判定部108の判定

50

結果に基づいて、使用フレーム数を決定してもよい。

【0162】

これにより、例えばシーンが大幅に変わり、フレーム間の相関が無い場合でも、位置合わせ処理の精度低下によるアーティファクト発生を抑えること等が可能となる。

【0163】

また、参照バンド選択部105は、過去フレームにおける出力画像において、複数のバンドのうち、被写体の色特性と最も強い相関を持つバンドを参照バンドとして選択してもよい。

【0164】

これにより、被写体の色特性に基づいて、補間画像の生成処理等を行うこと等が可能になる。 10

【0165】

また、参照バンドは高周波成分を保持しているバンドを使う必要がある。

【0166】

そこで、参照バンド選択部105は、過去フレームの出力画像の高周波成分及び輝度の少なくとも一方の評価を行うことにより、参照バンドを選択してもよい。

【0167】

これにより、高精度に参照バンドを判別すること等が可能となる。また、前述したように過去フレームの出力画像により評価することで、RAWデータで評価するよりも高周波成分の検出をより高精度に行うことが可能となる。 20

【0168】

また、参照バンド選択部105は、画像を複数の領域に分割した部分領域毎に、参照バンドを選択してもよい。

【0169】

これにより、例えば部分領域毎に異なる参照バンドを使用することで、1つのシーン内で複数種類の色特性の偏った被写体が存在する場合でも、高周波成分を多く含む解像感が高い補間画像を生成すること等が可能となる。

【0170】

また、画像取得部101は、奇数行の奇数列及び偶数行の偶数列、又は奇数行の偶数列及び偶数行の奇数列に配置される第1のカラーフィルタと、第1のカラーフィルタとは異なる位置に配置され、第1のカラーフィルタよりもサンプル密度が低い第2のカラーフィルタとを含むカラーフィルタアレイを有する像素子120を用いて撮像された複数フレーム分の撮像データを取得してもよい。そして、参照画像生成部103は、参照バンド選択部105により参照バンドが未選択の場合には、第1のカラーフィルタの画像データに対して補間処理を行うことにより、参照画像を生成してもよい。 30

【0171】

これにより、例えば、過去フレームの出力画像から参照バンドの情報が得られていない場合であっても、最もサンプル密度が高いバンドを参照バンドとして使用することで、他のバンドを参照バンドとして使用するよりも高精度な補間画像を生成すること等が可能となる。 40

【0172】

また、画像取得部101は、分光感度特性が異なる4バンド以上のカラーフィルタが配置されたカラーフィルタアレイを有する像素子120を用いて撮像された複数フレーム分の撮像データを取得してもよい。

【0173】

これにより、マルチバンド像素子を用いて補間画像を生成する場合においても、被写体の色特性に関わらず高周波成分を多く含む解像感が高い画像を生成すること等が可能となる。

【0174】

なお、本実施形態の画像処理装置及び撮像装置等は、その処理の一部または大部分をブ 50

ログラムにより実現してもよい。この場合には、C P U等のプロセッサーがプログラムを実行することで、本実施形態の画像処理装置及び撮像装置等が実現される。具体的には、情報記憶媒体に記憶されたプログラムが読み出され、読み出されたプログラムをC P U等のプロセッサーが実行する。ここで、情報記憶媒体（コンピューターにより読み取り可能な媒体）は、プログラムやデータなどを格納するものであり、その機能は、光ディスク（D V D、C D等）、H D D（ハードディスクドライブ）、或いはメモリー（カード型メモリー、R O M等）などにより実現できる。そして、C P U等のプロセッサーは、情報記憶媒体に格納されるプログラム（データ）に基づいて本実施形態の種々の処理を行う。即ち、情報記憶媒体には、本実施形態の各部としてコンピューター（操作部、処理部、記憶部、出力部を備える装置）を機能させるためのプログラム（各部の処理をコンピューターに実行させるためのプログラム）が記憶される。

【0175】

以上のように本実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるであろう。従って、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれるものとする。例えば、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と共に記載された用語は、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。また、画像処理装置、撮像装置及びプログラムの構成、動作も、第1の実施形態又は第2の実施形態で説明したものに限定されず、種々の変形実施が可能である。

【符号の説明】

【0176】

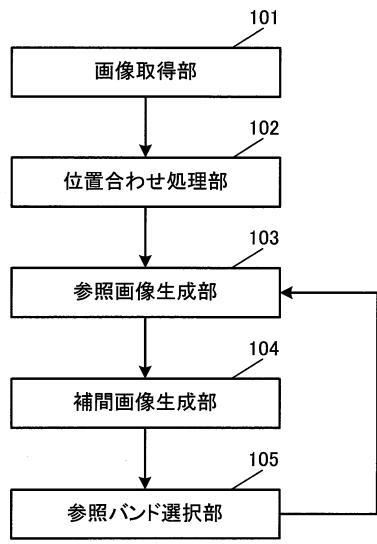
- 100 デジタルプロセス回路、101 画像取得部、102 位置合わせ処理部、
103 参照画像生成部、104 補間画像生成部、105 参照バンド選択部、106
メモリ、
107 使用フレーム数決定部、108 フレーム相関判定部、120 撮像素子、
202 撮像レンズ系、203 レンズ駆動機構、204 レンズドライバ、
205 露出制御機構、206 露出制御ドライバ、207 撮像素子ドライバ、
208 プリプロセス回路、209 メモリカード、210 カードインターフェース、
211 画像表示系（L C D）、212 操作スイッチ系、213 操作表示系、
214 不揮発性メモリ（E E P R O M）、215 システムコントローラ、
216 信号処理部

10

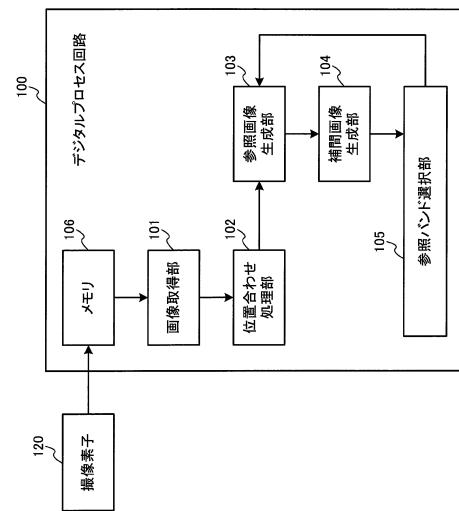
20

30

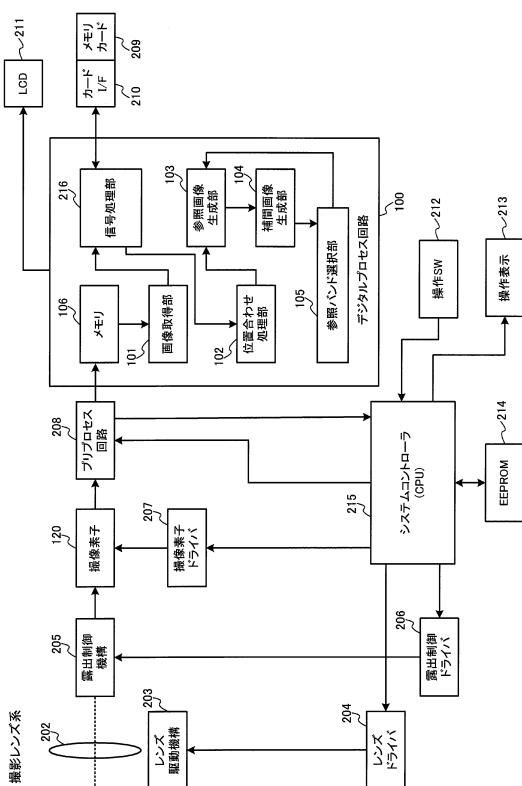
【図3】



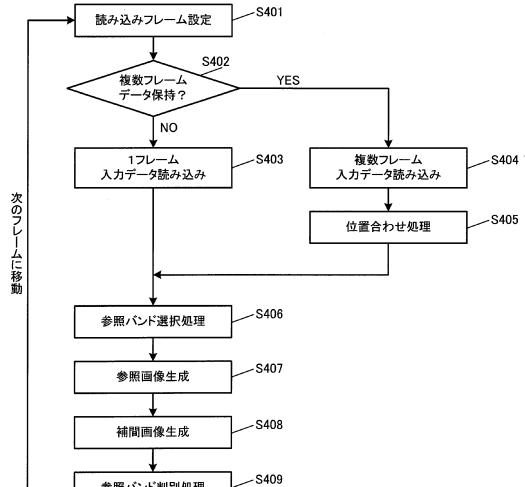
【図4】



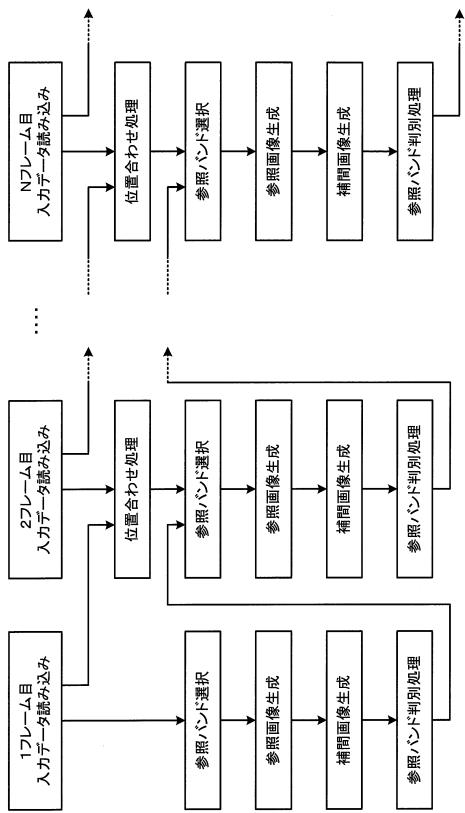
【図5】



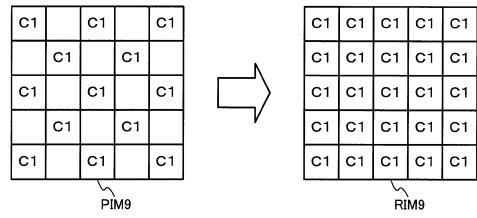
【図7】



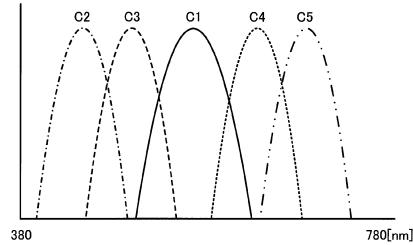
【図 8】



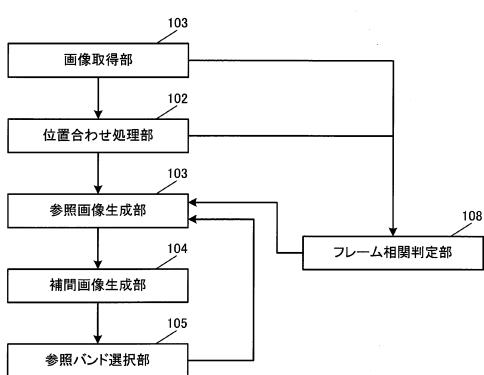
【図 9】



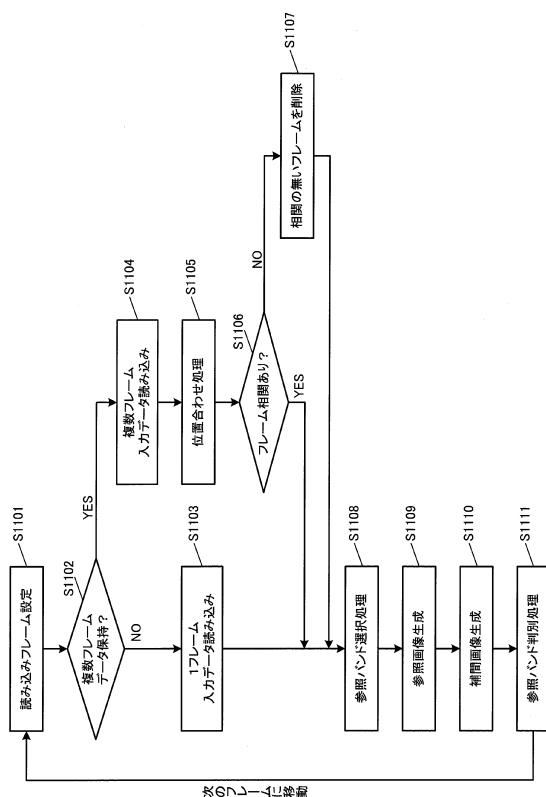
【図 11】



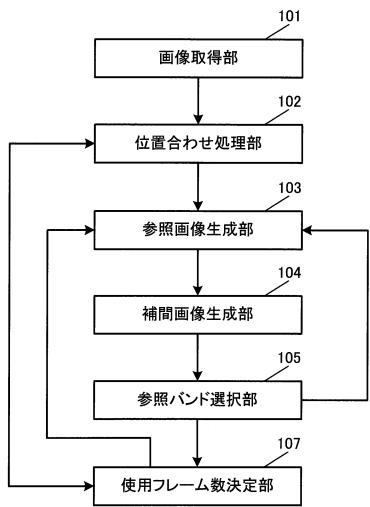
【図 13】



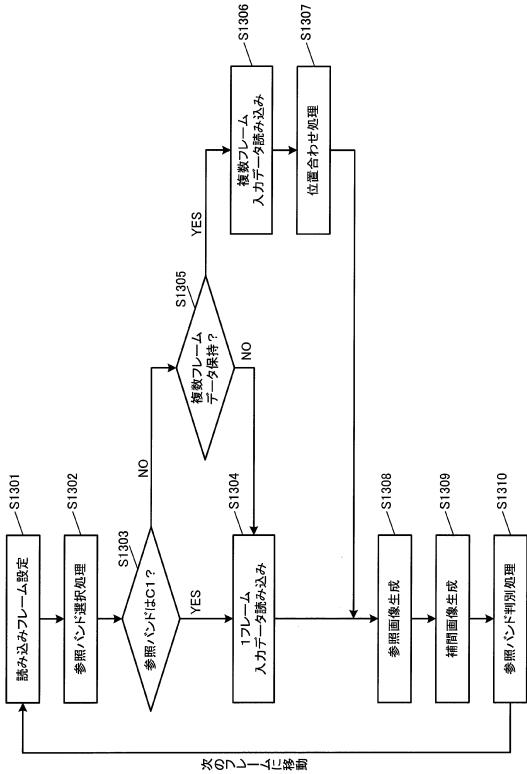
【図 14】



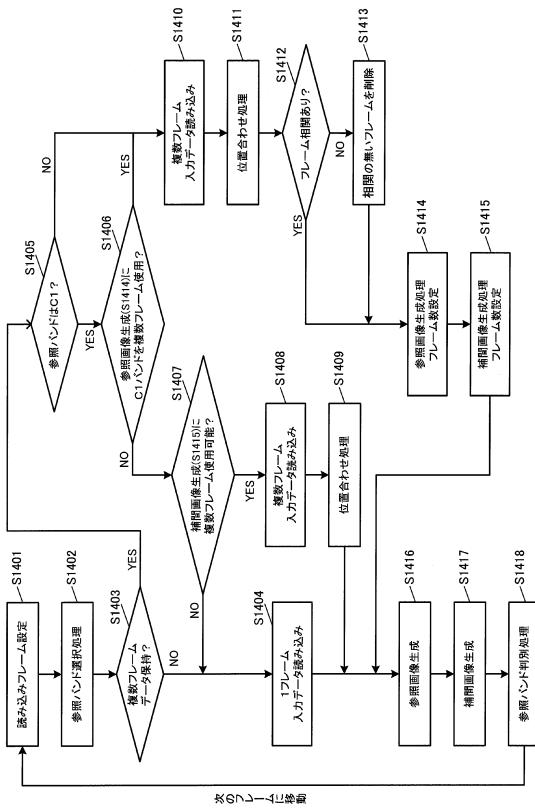
【図15】



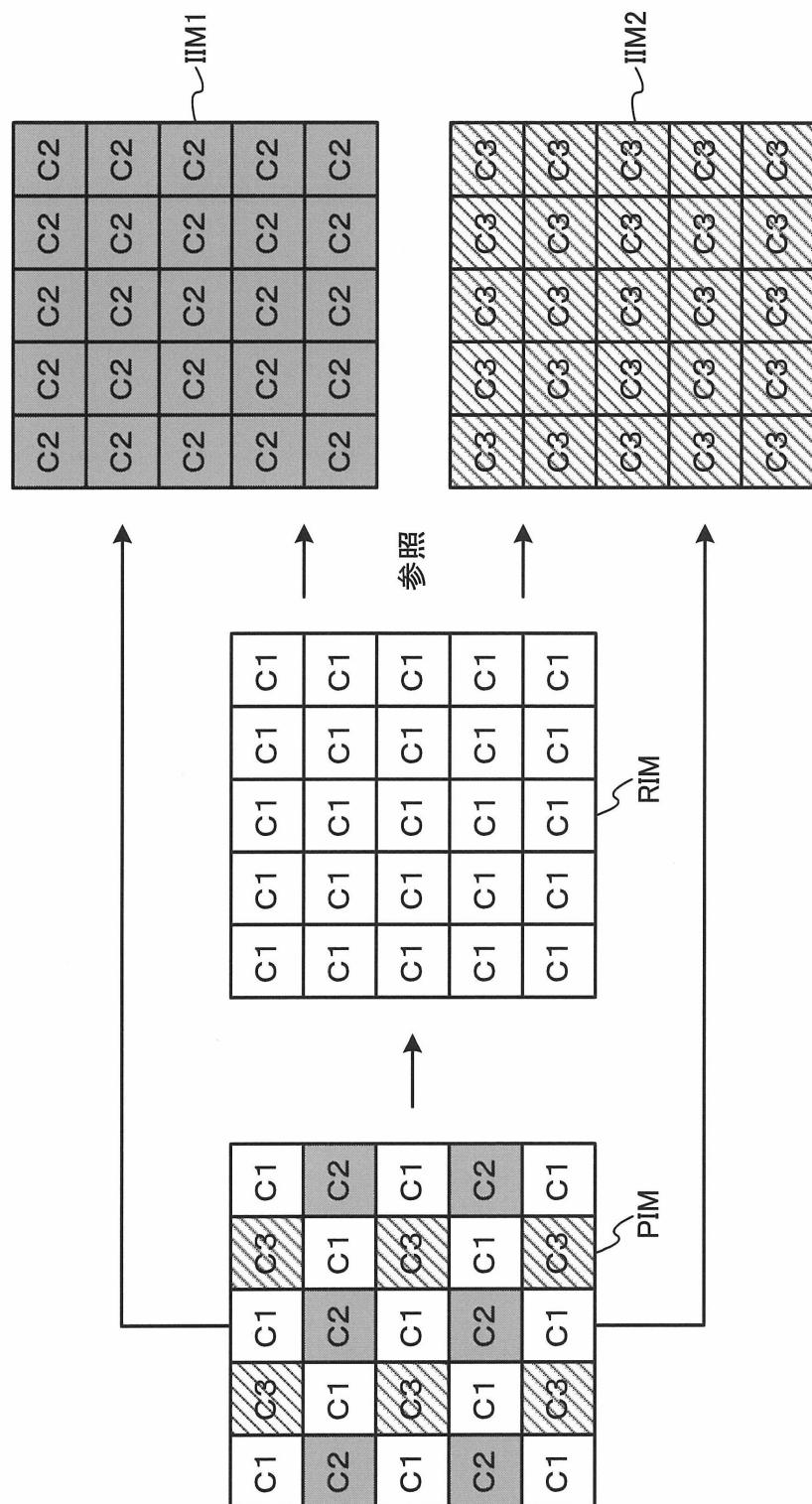
【図16】



【図17】



【図1】



【図2】

C1	C5	C1	C4	C1
C2	C1	C3	C1	C2
C1	C4	C1	C5	C1
C3	C1	C2	C1	C3
C1	C5	C1	C4	C1

C1	C4	C1	C5	C1
C3	C1	C2	C1	C3
C1	C5	C1	C4	C1
C2	C1	C3	C1	C2
C1	C4	C1	C5	C1

C1	C1	C5	C1	C4
C3	C1	C2	C1	C3
C1	C5	C1	C4	C1
C2	C1	C3	C1	C2
C1	C4	C1	C5	C1

C3	C1	C2	C1	C3
C1	C5	C1	C4	C1
C2	C1	C3	C1	C2
C1	C4	C1	C5	C1
C3	C1	C2	C1	C3

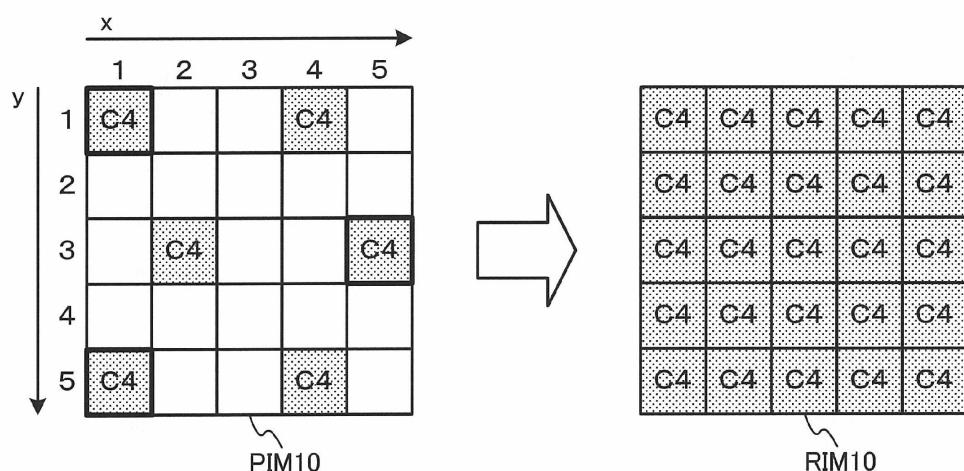
C1	C2	C3	C1	C1
C5	C1	C4	C1	C5
C1	C3	C1	C2	C1
C4	C1	C5	C1	C4
C1	C2	C1	C3	C1

C2	C1	C3	C1	C2
C1	C4	C1	C5	C1
C3	C1	C2	C1	C3
C1	C5	C1	C4	C1
C2	C1	C3	C1	C2

【図6】

C1	C5	C1	C4	C1
C2	C1	C3	C1	C2
C1	C4	C1	C5	C1
C3	C1	C2	C1	C3
C1	C5	C1	C4	C1

【図10】



【図12】

C1	C3	C1	C3	C1
C2	C1	C2	C1	C2
C1	C3	C1	C3	C1
C2	C1	C2	C1	C2
C1	C3	C1	C3	C1

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2012/008143 (WO, A1)
特開2005-175590 (JP, A)
特開2010-028374 (JP, A)
特表2008-532449 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04 N	9 / 07
G 06 T	3 / 40
H 04 N	5 / 232