

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6478774号
(P6478774)

(45) 発行日 平成31年3月6日 (2019.3.6)

(24) 登録日 平成31年2月15日 (2019.2.15)

(51) Int. Cl.

F I

HO 4 N 5/357 (2011.01)
GO 1 T 1/17 (2006.01)
A 6 1 B 6/00 (2006.01)
A 6 1 B 6/03 (2006.01)

HO 4 N 5/357
GO 1 T 1/17 C
A 6 1 B 6/00 3 O O S
A 6 1 B 6/03 3 5 O H

請求項の数 10 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2015-79394 (P2015-79394)
(22) 出願日 平成27年4月8日 (2015.4.8)
(65) 公開番号 特開2016-201634 (P2016-201634A)
(43) 公開日 平成28年12月1日 (2016.12.1)
審査請求日 平成30年3月14日 (2018.3.14)

(73) 特許権者 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人 100090273
弁理士 國分 孝悦
(72) 発明者 佃 明
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内

審査官 橋 高志

(56) 参考文献 特開2009-284358 (JP, A
)
特開2010-166479 (JP, A
)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置、撮像方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

行方向と列方向に複数の有効画素が配置された第1の領域と、該有効画素の領域の行又は列に共通のオフセット成分を補正するために利用される画素が配置された第2の領域と、を含む複数の領域から複数のフレームの画像を取得するための撮像装置であって、

取得されたフレームの前記画素から得られたデータを空間的な高周波成分と低周波成分とに分割する分割手段と、

第1の数のフレームの前記低周波成分と、前記第1の数の数に比べて多い第2の数のフレームの前記高周波成分と、に基づいて、前記有効画素の行又は列に共通のオフセット成分を補正するためのデータを生成する生成手段とを有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記生成手段は、前記第1の数のフレームの前記低周波成分に基づいて、前記オフセット成分を補正するためのデータの低周波成分を生成し、前記第1の数の数に比べて多い第2の数のフレームの前記高周波成分に基づいて、前記オフセット成分を補正するためのデータの高周波成分を生成し、前記オフセット成分を補正するためのデータのの前記高周波成分と前記低周波成分とを加算することにより、前記オフセット成分を補正するためのデータを生成することを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記生成手段は、補正対象の対象フレーム及び前記対象フレームよりも前に得られた前

フレームそれぞれの前記高周波成分と、前記対象フレームの前記低周波成分と、に基づいて前記オフセット成分を補正するためのデータを生成することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

行方向と列方向に複数の有効画素が配置された第 1 の領域と、該有効画素の領域の行又は列に共通のオフセット成分を補正するために利用される画素が配置された第 2 の領域と、を含む複数の領域から複数のフレームの画像を取得するための撮像装置であって、

取得されたフレームの前記画素から得られたデータを空間的な高周波成分と低周波成分とに分割する分割手段と、

複数のフレームの前記低周波成分に対する、補正対象の対象フレームの低周波成分の利用比率を第 1 の利用比率として、前記対象フレームを含む前記複数のフレームの前記低周波成分に基づいて、前記有効画素の行又は列に共通のオフセット成分を補正するためのデータの低周波成分を生成する第 1 の生成手段と、

前記複数のフレームの前記高周波成分に対する、補正対象の対象フレームの高周波成分の利用比率を、前記第 1 の利用比率に比べて低い第 2 の利用比率として、前記複数のフレームの前記高周波成分に基づいて、前記オフセット成分を補正するためのデータの高周波成分を生成する第 2 の生成手段と、

前記オフセット成分を補正するためのデータの前記高周波成分と前記低周波成分とを加算することにより、前記オフセット成分を補正するためのデータを生成する第 3 の生成手段と

を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 5】

前記撮像装置の受光量の変化量に基づいて、前記第 1 の利用比率を決定する決定手段をさらに有することを特徴とする請求項 4 に記載の撮像装置。

【請求項 6】

各列の前記画素から得られたデータの代表値の近似曲線を求める曲線導出手段をさらに有し、

前記分割手段は、前記近似曲線に基づいて、前記画素から得られたデータを、前記高周波成分と前記低周波成分に分割することを特徴とする請求項 1 乃至 5 何れか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記分割手段は、空間的帯域通過フィルタを有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 何れか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 8】

行方向と列方向に複数の有効画素が配置された第 1 の領域と、該有効画素の領域の行又は列に共通のオフセット成分を補正するために利用される画素が配置された第 2 の領域と、を含む複数の領域から複数のフレームの画像を取得するための撮像装置が実行する撮像方法であって、

取得されたフレームの前記画素から得られたデータを空間的な高周波成分と低周波成分とに分割する分割ステップと、

第 1 の数のフレームの前記低周波成分と、前記第 1 の数に比べて多い第 2 の数のフレームの前記高周波成分と、に基づいて、前記有効画素の行又は列に共通のオフセット成分を補正するためのデータを生成するオフセットデータ生成ステップとを含むことを特徴とする撮像方法。

【請求項 9】

行方向と列方向に複数の有効画素が配置された第 1 の領域と、該有効画素の領域の行又は列に共通のオフセット成分を補正するために利用される画素が配置された第 2 の領域と、を含む複数の領域から複数のフレームの画像を取得するための撮像装置が実行する撮像方法であって、

取得されたフレームの前記画素から得られたデータを空間的な高周波成分と低周波成分

10

20

30

40

50

とに分割する分割ステップと、

複数のフレームの前記低周波成分に対する、補正対象の対象フレームの低周波成分の利用比率を第1の利用比率として、前記対象フレームを含む前記複数のフレームの前記低周波成分に基づいて、前記有効画素の行又は列に共通のオフセット成分を補正するためのデータの低周波成分を生成する第1の生成ステップと、

前記複数のフレームの前記高周波成分に対する、補正対象の対象フレームの高周波成分の利用比率を、前記第1の利用比率に比べて低い第2の利用比率として、前記複数のフレームの前記高周波成分に基づいて、前記オフセット成分を補正するためのデータの高周波成分を生成する第2の生成ステップと、

前記オフセット成分を補正するためのデータの前記高周波成分と前記低周波成分とを加算することにより、前記オフセット成分を補正するためのデータを生成する第3の生成ステップと

を含むことを特徴とする撮像方法。

【請求項10】

請求項8又は9に記載の撮像方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置、撮像方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

撮像装置において、アーチファクトをもたらすオフセット成分の除去は大きな課題である。撮像装置のオフセット成分除去の方法として、オプティカルブラックを用いた方法が広く普及している。特許文献1には、撮像素子の配列の列毎にオプティカルブラック画素の信号量平均値を求め、その平均値を有効画素領域の信号から減算することでオフセット成分を除く方法が開示されている。また特許文献2には、固体撮像素子のオプティカルブラック領域における一水平走査線分の出力信号を、所定のフィールド又はフレーム周期で動作する再帰型デジタルフィルタに通してオフセット成分を求める方法が開示されている。これにより、固体撮像素子の温度上昇によるオフセット成分を除去することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2004-15712号公報

【特許文献2】特開2004-208240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、特許文献1の方法では、列毎のオフセット成分が増加する場合がある。また、特許文献2の方法では、列毎のオフセット成分は減少するものの、特に光量が大きく変化する状況において、変化後の画像に、本来現れるはずのないアーチファクトが数フレームに渡って生じる場合がある。

【0005】

本発明はこのような問題点に鑑みなされたもので、アーチファクトの少ない画像を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

そこで、本発明は、行方向と列方向に複数の有効画素が配置された第1の領域と、該有効画素の領域の行又は列に共通のオフセット成分を補正するために利用される画素が配置された第2の領域と、を含む複数の領域から複数のフレームの画像を取得するための撮像

10

20

30

40

50

装置であって、取得されたフレームの前記画素から得られたデータを空間的な高周波成分と低周波成分とに分割する分割手段と、第1の数のフレームの前記低周波成分と、前記第1の数に比べて多い第2の数のフレームの前記高周波成分と、に基づいて、前記有効画素の行又は列に共通のオフセット成分を補正するためのデータを生成する生成手段とを有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、アーチファクトの少ない画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】撮像装置を示す図である。

【図2】パネルを示す図である。

【図3】画像処理装置のソフトウェア構成を示す図である。

【図4】撮像処理を示すフローチャートである。

【図5】OB補正処理における詳細な処理を示すフローチャートである。

【図6】分割処理の説明図である。

【図7】オフセットデータ生成処理の説明図である。

【図8】第1の変更例に係るOB補正部を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施形態について図面に基づいて説明する。

【0010】

図1は、撮像装置を示す図である。本実施形態においては、撮像装置の一例として、X線撮像装置を例に説明する。X線管球100から放出されるX線は、撮像装置110にて、X線からデジタル値へ変換される。図示されていない操作者は、操作装置120を通じて撮影を指示する。指示された撮影はコンピュータ130と制御装置140を通じて、X線管球100と不図示の光電変換部に撮影の指示を行う。制御装置140は、X線管球100と光電変換部を同期させる役割を持つ。撮像により得られた画像は、撮像装置110の画像処理装置112を経てコンピュータ130に転送される。コンピュータ130は、必要な画像処理を行った後液晶ディスプレイ等の表示装置150に画像を表示する。

【0011】

撮像装置110は、パネル111と、画像処理装置112とを有している。画像処理装置112は、アナログ/デジタル変換器(A/D変換器)113と、field-programmable gate array(FPGA)等を用いた中央演算処理装置(CPU)114とを有している。画像処理装置112はまた、主記憶装置115と、記録装置116と、通信装置117とを有している。主記憶装置115は、ダイナミック・ランダム・アクセス・メモリ等である。記録装置116は、フラッシュメモリ等である。通信装置117は、ユニバーサル・シリアル・バス、ローカル・エリア・ネットワーク、Camera Link(TM)、Serial Rapid I/O(登録商標)等である。

【0012】

コンピュータ130は、既知の要素である中央演算処理装置(CPU)131と、ダイナミック・ランダム・アクセス・メモリ等の主記憶装置132と、ハードディスクドライブやフラッシュメモリ等の記録装置133とを有している。コンピュータ130はまた、通信装置134と、グラフィック・ボードと呼ばれる画面形成装置135とを有している。通信装置134は、例えばユニバーサル・シリアル・バス、ローカル・エリア・ネットワーク、Camera Link(TM)、Serial Rapid I/O(登録商標)等である。CPU131、主記憶装置132及び画面形成装置135は、例えば、断層画像の再構成処理等の比較的負荷のかかる画像処理を行うために用いられる。通信装置134は、制御装置140、操作装置120及び撮像装置110と有線又は無線で接続する

10

20

30

40

50

ために用いられる。記録装置 133 は、画像処理後の画像を保存する。画面形成装置 135 は、表示装置 150 を制御する。

【0013】

X線撮像装置は、2次元撮影及び3次元撮影が可能である。2次元撮影では、例えば、手術中のカテーテル位置を確認するための透視撮影等の用途が想定される。また3次元撮影では、例えば手技の結果を確認するためのコンピュータ断層撮影が想定される。本実施形態のX線撮像装置は、断層撮影を行うために、架台160上の被写体Aの周囲について、X線管球100と撮像装置110を180度以上回転させて投影像を取得するための機構を有している。また、X線撮像装置は、コンピュータ断層撮影の再構成アルゴリズムとしてフィルタードバックプロジェクション法を用いるものとする。なお、X線撮像装置は、これ以外の再構成手法、例えばAlgebraic Reconstruction Technique (ART)を用いてもよい。こうした断層画像再構成等の手法は、コンピュータ130でプログラムとして実装される。

【0014】

図2は、パネル111を示す図である。パネル111には、オフセット成分除去のために利用されるオプティカルブラック画素(OB画素)200と、有効画素201とが配置されている。本実施形態においては、パネル111の行方向(横方向)Aと列方向(縦方向)Bに格子状に画素が配置されている。図2に示すように、本実施形態のパネル111においては、端部から所定の行数の領域にOB画素200が配置されている。OB画素が配置された領域をオプティカルブラック領域(OB領域)210と称する。また、これ以外の行の領域には、有効画素201が配置されている。以下、有効画素201が配置された領域を、有効画素領域211と称する。

【0015】

また、220は、列を示している。各列220がOB画素領域210及び有効画素領域211を含んでいる。また、列方向Bに沿って、回路に電流を供給するための電流線230が設けられている。またシステム・オン・チップ技術を使い、図示されていない水平シフトレジスタや垂直シフトレジスタ、信号の増幅を行うための回路が形成されている。集積回路をパネル111上に作ることが難しい場合(パネルの素材が非晶質シリコン等の場合がこれに当たる)、こうした回路は駆動用や増幅用の集積回路チップで代替される。なお、X線撮像装置の上部には、X線を観測可能な信号に変換する部分、例えばヨウ化セシウム等のシンチレータが設けられている。

【0016】

図3は、画像処理装置112のソフトウェア構成を示す図である。画像処理装置112は、コンピュータ130や制御装置140から受信した指令に基づいて、パネル111を駆動する。画像処理装置112はまた、比較的負担の少ない画像処理を行う。画像処理装置112は、OB補正部300と、前処理部340と、パネル制御部350とを有している。OB補正部300は、入力フレーム、すなわち処理対象の対象フレームに対し、OB補正を行う。前処理部340は、対象フレームに対し、オフセット補正、ゲイン補正及び欠陥補正を行う。パネル制御部350は、画像(フレーム)を取得するためにパネル111や集積回路の制御を行う。

【0017】

OB補正部300は、欠陥補正部301と、代表値導出部302と、分割部310と、オフセットデータ生成部320と、有効画素減算部330とを有している。分割部310は、曲線導出部311と、減算器312とを有している。オフセットデータ生成部320は、乗算器321と、加算器322と、乗算器323と、前フレーム保存部324と、加算器325とを有している。分割部310は、OB画素から得られたデータを空間的な高周波成分と低周波成分とに分割する。オフセットデータ生成部320は、高周波成分及び低周波成分に基づいて、OB補正のためのオフセットデータを生成する。有効画素減算部330は、対象フレームに対し、オフセットデータを用いたOB補正を施す。なお、OB補正部300の各部の処理については、図4等を参照しつつ後に詳述する。

【 0 0 1 8 】

なお、これらの構成は、CPU 114 が主記憶装置 115 等に格納されているプログラムを読み出し、このプログラムを実行することにより実現されるものとする。また、他の例としては、各部は、電気的な回路で実行されてもよい。また、他の例としては、各部は、FPGA の回路として実現されてもよい。また、図 3 を参照しつつ説明した各部の処理のうち少なくとも一部の処理を、撮像装置 110 に替えて、コンピュータ 130 が行うこととしてもよい。撮像装置 110 とコンピュータ 130 の処理速度等に応じて、撮像装置 110 及びコンピュータ 130 それぞれに割り当てる処理を定めることとしてもよい。

【 0 0 1 9 】

図 4 は、撮像装置による撮像処理を示すフローチャートである。まず、S 400 において、撮像装置 110 はコンピュータ 130 の制御の下、オフセット画像を所定枚数撮影する。これにより、後述の OB 補正に用いられる、オフセットデータの初期データも得られる。次に、S 401 において、撮像装置 110 は、オフセット画像の撮影が完了したか否かを確認する。撮像装置 110 は、例えば 32 枚等所定枚数のオフセット画像の撮影が完了した場合に、撮影完了と判断する。撮像装置 110 は、オフセット画像の撮影が完了した場合には (S 401 で Yes)、処理を S 402 へ進める。

【 0 0 2 0 】

S 402 において、撮像装置 110 の画像処理装置 112 は、オフセット画像の平均作業を行い、平均化されたオフセット画像を主記憶装置 115 に記録する。なお、平均作業が終わるまでの間、コンピュータ 130 は、「起動中」等のメッセージを表示装置 150 に表示し、操作者からの操作を受け付けないこととする。画像処理装置 112 はまた、オフセット画像のうち OB 画素から得られたデータを、オフセットデータの初期データとして、主記憶装置 115 にロードする。またコンピュータ 130 は、「起動中」の間に撮像装置 110 へ、ゲイン補正に用いるゲイン画像と、欠陥補正に用いる欠陥マップをロードするよう指示を出す。このロードにより、撮像装置 110 の記録装置 116 から主記憶装置 115 へゲイン画像と欠陥マップがロードされる。

【 0 0 2 1 】

オフセット画像の取得が終了した後は、被写体の存在する X 線画像、すなわち対象画像 (対象フレーム) の撮影が可能となり、S 403 において、撮像装置 110 は、操作者の操作に従い、対象画像の撮影を行う。次に、S 404 において、前処理部 340 は、対象画像に対するオフセット補正を行う。次に、S 405 において、OB 補正部 300 は、対象画像に対する OB 補正を行う。次に、S 406 において、前処理部 340 は、対象画像に対するゲイン補正を行う。次に、S 407 において、前処理部 340 は、対象画像に対する欠陥補正を行う。なお、オフセット補正、ゲイン補正及び欠陥補正は、既知の方法により実行されるものとする。なお、各処理の前に、オフセット画像、OB 補正に用いられるオフセットデータの初期データ、ゲイン画像及び欠陥補正画像が主記憶装置 115 にロードされているものとする。

【 0 0 2 2 】

次に、S 408 において、撮像装置 110 は、対象画像の撮影が終了したか否かを確認する。具体的には、操作装置 120 から撮影終了の指示を受け付けた場合に、撮影終了と判断する。撮像装置 110 は、撮影が終了したと判断した場合には (S 408 で Yes)、制御装置 140 に撮影終了を示す指令を出し、撮像処理を終了する。制御装置 140 は、撮影終了と共に、X 線管球 100 の曝射も終了する。撮像装置 110 は、撮影が終了していないと判断した場合には (S 408 で No)、処理を S 403 へ進め、撮影を継続する。なお、断層画像撮影時は、撮像装置 110 は撮影終了の指示を受け付けたか否かに替えて、必要な枚数の撮影が完了したか否かに基づいて、撮影終了か否かを判断する。

【 0 0 2 3 】

図 5 は、OB 補正部 300 による、OB 補正処理 (S 405) における詳細な処理を示すフローチャートである。以下、OB 補正処理に沿って、図 3 に示す OB 補正部 300 の各部の処理について説明する。OB 補正処理 (S 405) は、対象フレームからパネル 1

10

20

30

40

50

11の列に共通なオフセット成分を除くための補正である。S500において、欠陥補正部301は、OB領域の欠陥を補正する。OB領域に欠陥が存在する場合、有効画素減算部330による減算後に縦方向のノイズが生じる。そのため、このように、OB領域に関する有効画素減算部330による演算前にOB領域の欠陥補正を行う必要がある。欠陥補正部301は、キャリブレーションとして、機器仕様前に取得されるオフセット補正後のダーク画像を用いて、OB画素の画素値と閾値を比較することにより、OB領域の欠陥を抽出する。なお、OB領域の欠陥補正を行う際、欠陥補正に用いる画素は同じ列の画素とするのが望ましい。前述のように、OB補正は、列に共通なオフセット成分を求め、除去することにあるからである。なお、欠陥補正部301の処理は、前処理部340が行うこととしてもよい。

10

【0024】

次に、S501において、代表値導出部302は、各列に属するOB画素から得られたデータの代表値を求める。具体的には、代表値導出部302は、処理対象の列に所属するすべてのOB画素それぞれから得られたデータの平均値を代表値として求める。代表値導出部302は、同様の処理を各列に対して行うことにより、各列の代表値を得る。なお、代表値導出部302は、列に所属するOB画素の各データに基づいて、各データを代表するような値を代表値として求めればよく、そのための処理等は実施形態に限定されるものではない。他の例としては、代表値導出部302は、列に属するすべてのOB画素のデータの間値等を代表値として求めてもよい。こうして得られた代表値は、列に共通のオフセットを求め、除去するために利用される。なお、行に共通のオフセット成分を除く場合には、代表値導出部302は、列に替えて、行毎の代表値を求めればよい。

20

【0025】

次に、S502において、分割部310は、列毎の代表値それぞれを空間的な高周波成分と低周波成分とに分割する（分割処理）。具体的には、曲線導出部311は、図6(a)に示すように、列ナンバーを横軸、代表値を縦軸とするグラフに、S501において得られた代表値600をプロットする。なお、列ナンバーは、列の識別情報であり、パネル111における列の配列順に沿って割り当てられる。そして、曲線導出部311は、図6(a)に示す代表値のフィッティング曲線（近似曲線）を求める。なお、曲線導出部311は、このフィッティング曲線を低周波成分として得る。曲線導出部311は、最小二乗法、移動平均等の計算方法によりフィッティング曲線を求めることができる。図6(b)は、図6(a)に示す代表値から得られたフィッティング曲線610を示す図である。さらに、減算器312は、各列の代表値600からフィッティング曲線610の値を減算し、減算により得られた値を高周波成分として得る。図6(c)は、図6(a)に示す代表値600と図6(b)に示すフィッティング曲線610から得られた高周波成分620を示す図である。

30

【0026】

次に、S503において、オフセットデータ生成部320は、対象フレームと、対象フレームの直前に得られた直前フレーム、それぞれの高周波成分に基づいて、オフセットデータの高周波成分を再帰的に生成する。具体的には、オフセットデータ生成部320は、乗算器321、加算器322、乗算器323及び前フレーム保存部324を用いて、(式1)により、オフセットデータの高周波成分を生成する。

40

$$OBrec(N) = OBnew + (1 - \alpha) OBrec(N-1) \quad \dots (式1)$$

ここで、分割部310により得られた、対象フレームの高周波成分をOBnew、前フレームの高周波成分をOBrec(N-1)、更新により得られた対象フレームの高周波成分をOBrec(N)とする。 α は、再帰係数である。再帰係数は任意の値であり、再帰係数を変化させることにより、前フレームの情報の重み付け量を調整することができる。ここで、 α は、対象フレームの高周波成分の利用比率の一例である。(式1)により得られた高周波成分は、次のフレームの処理において、OBrec(N-1)の値として使用

50

すべく、前フレーム保存部 324 に記録される。

【0027】

なお、OB補正部 300 は、図 4 を参照しつつ説明したオフセット画像撮影処理 (S400) において得られるオフセット画像を利用して、高周波成分の初期値を求め、これを前フレーム保存部 324 に保存しておくものとする。撮像装置 110 は、例えば、32 枚のオフセット画像を撮影した後に、さらに 32 枚の OB 領域の画像を取得する。そして、撮像装置 110 は、OB 領域の画像からオフセット画像を撮影した時の OB 領域のオフセット画像を減算した画像を初期値とする。なお、本処理は、S405 の処理前に完了していればよい。

【0028】

次に、S504 において、オフセットデータ生成部 320 は、加算器 325 を用いて、S503 において生成された高周波成分と、S502 において得られた低周波成分とを結合 (加算) する。これにより、有効画素を得るための減算に利用される列毎のオフセット成分を含むオフセットデータが得られる。すなわち、S503、S504 において、オフセットデータ生成部 320 は、対象フレームの低周波成分に基づいて、オフセットデータの低周波成分を生成する。オフセットデータ生成部 320 は、さらに、対象フレームと、直前フレーム、それぞれの高周波成分に基づいて、オフセットデータの高周波成分を再帰的に生成する。ここで、直前フレームの高周波成分は、さらに前のフレームの高周波成分に基づいて生成されている。すなわち、対象フレームのオフセットデータの高周波成分は、対象フレームと、対象フレームよりも前に得られた複数のフレームそれぞれの高周波成分に基づいて生成されるものである。そして、オフセットデータ生成部 320 は、得られたオフセットデータの低周波成分と高周波成分とを加算することにより、オフセットデータを生成する。ここで、S503 及び S504 の処理は、オフセットデータ生成処理の一例である。

【0029】

次に、S505 において、有効画素減算部 330 は、補正対象の対象フレームの有効画素領域の画素値から、S504 で得られたオフセット成分を減算する。以上で、OB 補正処理 (S405) が終了する。これにより、有効画素領域の列方向オフセット成分を除去することができる。以上のように、本実施形態に係る X 線撮像装置は、アーチファクトの少ない画像を得ることができる。

【0030】

ここで、本実施形態に係る X 線撮像装置が、減算を行う補正として、オフセット補正と OB 補正の 2 種類の補正を共に行うことの効果について説明する。オフセット成分は、ノイズ量が撮像素子の温度に依存することが知られている。すなわち、撮影を続けると撮像素子の温度が上昇し、これに伴いオフセット成分が変化し、画像に現れる。そのため、オフセット画像は時間変化 (温度変化) がある程度大きくなった時に更新することが望ましい。ところが動画の撮像装置では、こうしたオフセット画像の更新が難しい状況がある。例えば、X 線の動画撮像においては、連続 X 線による撮影 (X 線を曝射し続けての撮影) がしばしば行われる。この連続 X 線による撮影では、操作者が X 線曝射を止めるまで X 線の曝射が続くため、オフセット画像として用いるダーク画像の撮影が不可能となる場合がある。ダーク画像の更新が不可能な状況では、対象画像のオフセット成分が時間の経過に伴い変化するため、時間の経過につれてオフセット成分が画像に徐々に表れることになる。

【0031】

ところで時間変化するオフセット成分は、必ずしも画素毎とは限らない。例えば、列に共通する回路が温度変化で変化する場合、ある列のみの画素値が共通して変化し、縦線や横線となって現れる。こうした行や列に共通の成分を取り除くためなら、オフセット画像を新規に取得しなくても、上記実施形態において説明した OB 補正を用いればよい。なぜなら、こうしたオフセット成分は行や列に共通な成分なので、列の一部のダーク画素を用いることで列全体の画素値変化を求めることができるからである。そこで、本実施形態に

10

20

30

40

50

係るX線撮像装置においては、オフセット成分のうち、列に共通な時間（温度）変化の成分を除くために、オフセット補正に加えてOB補正を行うこととした。なお、オフセット成分がほとんど列方向のアーチファクトであることが予めわかっているような場合には、X線撮像装置は、オフセット補正を行うことなく、OB補正のみを行うこととしてもよい。また、また画素の線形性が用途に対して十分であることが予めわかっているような場合には、X線撮像装置は、ゲイン補正を省略してもよい。

【0032】

次に、本実施形態に係るX線撮像装置が、OB画素から得られたデータを高周波成分と低周波成分に分割し、高周波成分のみ、前フレームのデータを再帰的に用いて、オフセット値を生成することの効果について、図7を参照しつつ説明する。図7(a)は、動画の撮影において、Nフレーム目で撮像装置110のX線の受光量が急激に変化する状況を示す図である。受光量が急激に変化する場合としては、例えば、高速の断層撮影において、ある撮影領域が、被写体がなくX線が直に照射される領域から、被写体領域に変化し、これに伴い受光量が急激に減少する場合等がある。

10

【0033】

この場合、本来感光しないはずのOB画素領域210の画素値が照射されるX線量に応じて変化する可能性がある。このようなX線量に応じた、列毎の代表値の変化を図7(b)に示す。この時の列毎の代表値を計算すると、代表値の分布は、グラフ700からグラフ701のようにその形状が変化する。

20

【0034】

さらに、図2に示す電流線230の電流変化によるOBの列毎の代表値の時間変化を検討すると、高周波成分は受光量にかかわらず値の変化が緩い一方、低周波成分は受光量に依存して値が変化する可能性がある。図7(c)がその結果を示す図である。高周波成分の変化が少ない理由は、高周波成分の由来は列回路の温度特性によるものであるからである。一方、低周波成分の変化は電流線230の電流変化によるもので、電流量は信号の量、すなわち受光量に大きく依存するため、受光量が大きく変化した時に急激に変化する。

【0035】

以上のことから、オフセットデータを生成するために、光量に依存する低周波成分については過去のフレームの情報をを用いることは好ましくない。一方温度特性は光量変化と比べて急激に変化しないため、過去のフレームの情報をを用いることで、適切なオフセットデータが得られる。

30

【0036】

また、X線撮像装置は、正確なオフセット値を求めるために、高周波成分については、低周波成分と比較して、より多くのフレーム数を用いることとする。これは、オフセットの高周波成分が列方向の情報のみ用いて定められている（列方向の平均値がオフセットの高周波成分である）のに対し、低周波成分は列方向の情報の他、フィッティングにより行方向の情報も用いて定められるためである。したがって、X線撮像装置では、正確なオフセットの高周波成分を求めるために、対象フレームの情報だけでなく過去フレーム（前フレーム）の情報も用いることとした。

40

【0037】

例えば、図7に示すN番目のフレームに対し、高周波成分と低周波成分とを分割することなく、過去のフレームのOBのデータを再帰的に用いてOB補正を行ったとする。この場合、過去フレームに存在する光量依存の低周波成分が減算されることとなるため、OB補正後の画像には、過去成分のアーチファクトが現れることになる。これに対し、本実施形態に係るX線撮像装置は、温度依存の高周波成分と、光量依存の低周波成分を分割し、各成分で異なるフレームのデータに基づいて生成したオフセット値を利用するので、こうしたアーチファクトを回避することができる。

【0038】

次に、本実施形態に係るX線撮像装置が、OB補正を行うことの効果について説明する。断層画像を生成するアルゴリズムであるフィルタードバックプロジェクションでは、投

50

影画像の高周波成分が強調される場合が多い。そのため、時間変化により投影画像に縦筋（本実施形態においては、列に共通なオフセット成分がこれに当たる）等の高周波オフセット成分が画像に現れると、フィルタードバックプロジェクションの過程でこうした高周波オフセット成分が強調される。その結果、高周波オフセット成分を持つ画像から生成された断層画像には同心円状のアーチファクト（リングアーチファクト）が現れる。このため、断層撮像装置では、できる限り高周波パターンを除去することが非断層撮影と比較して特に重要である。これに対し、本実施形態に係るX線撮像装置では、OB補正により、投影画像からオフセット成分を除くことが可能となり、こうした同心円状のアーチファクト（リングアーチファクト）を大幅に軽減することができる。

【0039】

10

一方投影画像に複数フレームにわたるアーチファクトが現れた場合は、角度の変化にしたがって減衰するアーチファクトが生じる。そのため、こうした複数フレームにわたるアーチファクトを抑えることが断層撮影で重要な課題である。これに対し、本実施形態に係るX線撮像装置は、OB補正により、変化後の画像に本来現れるはずのないアーチファクトが数フレームに渡って生じる現象を軽減し、断層画像のアーチファクトを抑えることができる。すなわち、本実施形態に係るX線撮像装置は、断層画像に現れる各種アーチファクトを軽減することが可能になる。また、断層撮影の場合だけでなく通常の2次元動画撮影においても、こうしたアーチファクトが生じないことが望ましい。本実施形態に係るX線撮像装置は、このような2次元動画撮影においても、アーチファクトを軽減し、画質を改善することができる。

20

【0040】

本実施形態に係るX線撮像装置の第1の変更例としては、高周波成分に対しても、過去のフレーム（前フレーム）のデータを用いてオフセット値を生成してもよい。光量に依存する成分でも、平均のサンプリング数が足りない場合は前フレームの情報を用いることで、より望ましい補正結果を得ることが可能な場合がある。これに対し、第1の変更例に係るX線撮像装置は、光量に依存する低周波成分についても、前フレームのデータを再帰的に利用してオフセットデータを得る。

【0041】

図8は、第1の変更例に係るX線撮像装置のOB補正部800を示す図である。なお、図3を参照しつつ説明したOB補正部300の各部と同一の部には同一の番号を付している。OB補正部800は、欠陥補正部301と、代表値導出部302と、分割部310と、オフセットデータ生成部810と、有効画素減算部330とを有している。オフセットデータ生成部810は、高周波成分生成部820と、低周波成分生成部830と、加算器840とを有している。高周波成分生成部820は、乗算器321と、加算器322と、乗算器323と、前フレーム保存部324とを有している。低周波成分生成部830は、乗算器831と、加算器832と、乗算器833と、前フレーム保存部834とを有している。

30

【0042】

高周波成分生成部820は、オフセットデータ生成部320と同様に、乗算器321、加算器322、乗算器323及び前フレーム保存部324を用いて、（式1）により、オフセットデータの高周波成分を生成する。同様に、低周波成分生成部830は、乗算器831、加算器832、乗算器833及び前フレーム保存部834を用いて、（式2）により、オフセットデータの高周波成分を生成する。

40

$$OB\ low(N) = OB\ low_new + (1 - \quad) OB\ low(N - 1) \\ \dots (式2)$$

ここで、分割部310により得られた低周波成分をOB low_new、前フレームの低周波成分をOB low(N - 1)、更新により得られた高周波成分をOB low(N)とする。また、 \quad は、再帰係数である。再帰係数は任意の値であり、再帰係数を変化させる

50

ことにより、前フレームの情報の重み付け量を調整することができる。ここで、 α は、対象フレームの低周波成分の利用比率の一例である。

【0043】

なお、高周波成分と低周波成分とにおいて、オフセットデータに対する前フレームの寄与率を異なるものとすべく、再帰係数 α と再帰係数 β は、異なる値が設定されてもよい。これらの再帰係数を変化させることにより、前フレームの情報の重み付け量を調整することができる。加算器 840 は、高周波成分生成部 820 により生成された高周波成分と、低周波成分生成部 830 により得られた低周波成分とを加算し、オフセットデータを出力する。

【0044】

正確なオフセット値を求めるためには高周波成分に対し低周波成分に比べて、過去フレームの利用比率を高くして、オフセットデータを生成するのが好ましい。。すなわち、X線撮像装置において、 $\alpha < \beta$ となるような再帰係数 α 、 β が設定されているのが好ましい。なお、図3に示すように、低周波成分のオフセット値を求める際に、対象フレームのみのデータのみを用いるのは、 $\alpha = 1$ の場合に相当する。

【0045】

第1の変更例において、さらに撮像装置が、受光量の変化量を検出し、受光量の変化量に基づいて、 α の値を決定してもよい。撮像装置は、例えば、有効画素領域 211 の画素値を取得し、その平均値を受光量とし、定期的に受光量を特定することにより、受光量の変化量を特定することができる。そして、撮像装置は、受光量の変化量が閾値を超えた場合に、 α の値を、1よりも小さい、所定の値に変更してもよい。また、撮像装置は、変化量が大きくなる程、大きくなるような α の値を決定してもよい。

【0046】

第2の変更例としては、X線撮像装置の分割部 310 は、フィッティングにより列毎の高周波成分と、低周波の成分とを分割したが、分割のための処理は、実施形態に限定されるものではない。他の例としては、分割部 310 は、例えば空間的帯域通過フィルタにより、低周波成分と高周波成分とを分割してもよい。

【0047】

第3の変更例としては、本実施形態においては、X線の撮像装置を例に説明したが、撮像装置の種類はこれに限定されるものではなく、例えば、可視光の撮像装置であってもよい。この場合も、撮像装置の構成は、実施形態において説明したX線の撮像装置の構成とほぼ同様である。このような可視光の撮像装置においては、例えば、照度の高い屋外から照度の低い屋内へ撮像装置を移動させた時にオフセット成分によるアーチファクトの少ない画像を得ることができる。なお、可視光の撮像装置における、X線の撮像装置との主要な変更部分は以下の通りである。すなわち、X線を可視光に変換する必要がないためシンチレータが不要である。可視光の像を結像するための光学系と、カラー撮影を行う場合は分光のためのカラーフィルタを用意する。CPUとしては、ASIC(application specific integrated circuit)等の特定用途向け集積回路を用いてもよい。記録装置として、挿入や取り出しの可能な媒体が用いられてもよい。動画圧縮処理等の画像処理を行う回路を設けてもよい。

【0048】

<その他の実施形態>

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア(プログラム)を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給する。そして、そのシステム或いは装置のコンピュータ(又はCPUやMPU等)がプログラムを読み出して実行する処理である。

【0049】

以上、上述した各実施形態によれば、アーチファクトの少ない画像を得ることができる。

【0050】

以上、本発明の好ましい実施形態について詳述したが、本発明は係る特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

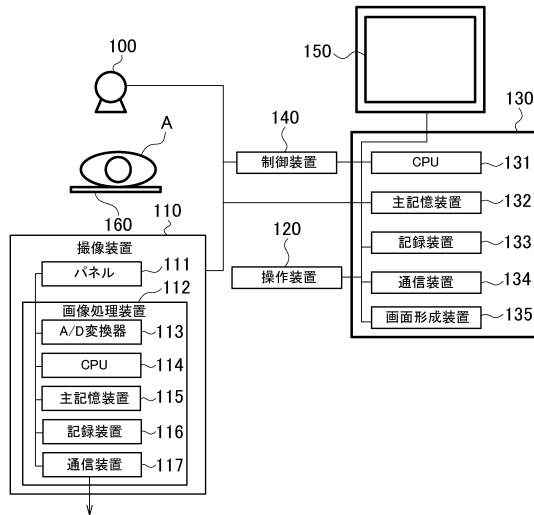
【符号の説明】

【 0 0 5 1 】

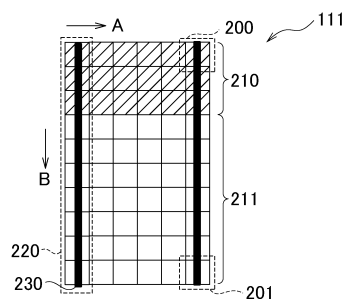
- 1 0 0 X線管球
- 1 1 0 撮像装置
- 1 1 1 パネル
- 1 1 2 画像処理装置
- 3 0 0 OB補正部
- 3 1 0 分割部
- 3 2 0 オフセットデータ生成部

10

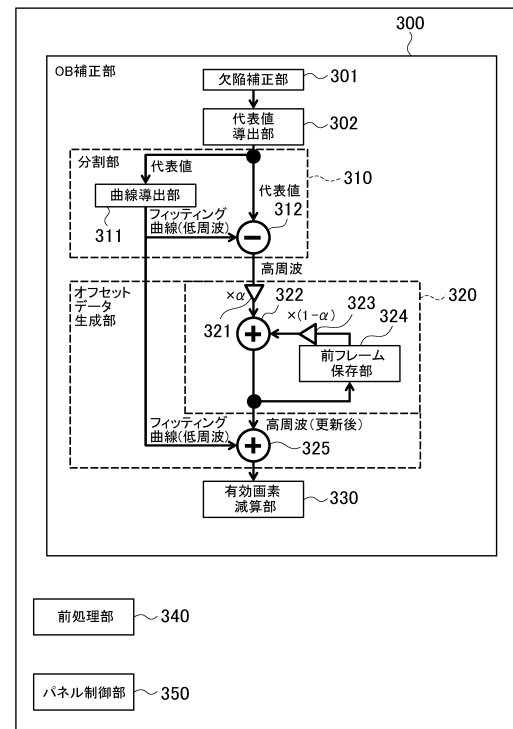
【図 1】



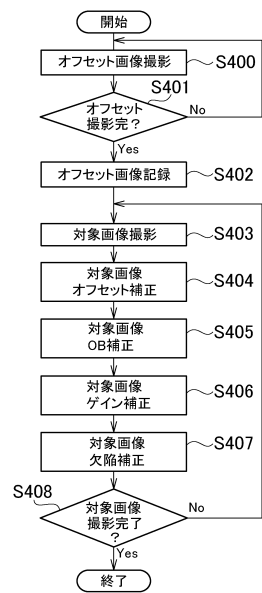
【図 2】



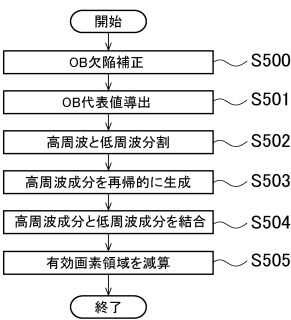
【図 3】



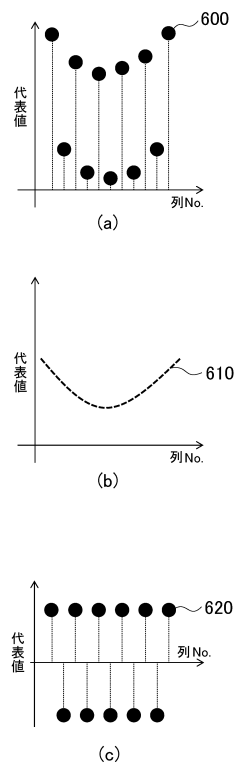
【図 4】



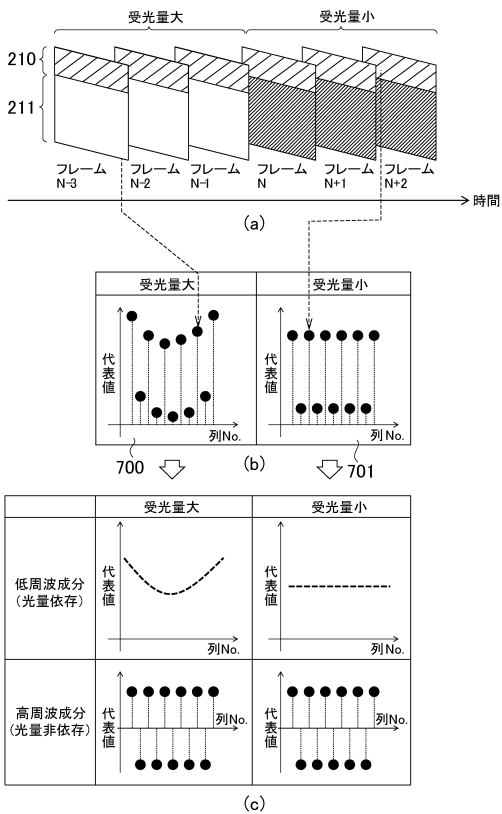
【図 5】



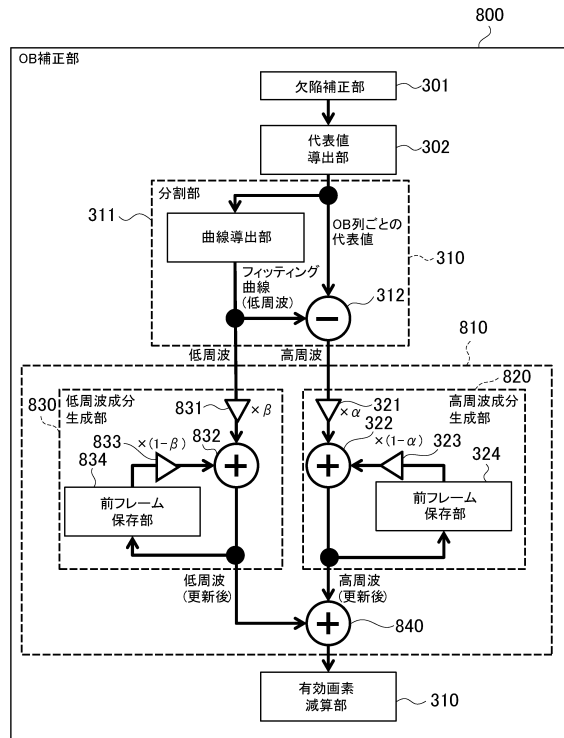
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 N	5 / 3 5 7
A 6 1 B	6 / 0 0
A 6 1 B	6 / 0 3
G 0 1 T	1 / 1 7