

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-213292

(P2017-213292A)

(43) 公開日 平成29年12月7日(2017.12.7)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 B 6/00 (2006.01)	A 6 1 B 6/00 3 0 0 S	2 G 1 8 8
G 0 1 T 1/17 (2006.01)	G 0 1 T 1/17 C	4 C 0 9 3
H 0 4 N 5/32 (2006.01)	H 0 4 N 5/32	5 C 0 2 4
H 0 4 N 5/355 (2011.01)	H 0 4 N 5/355 5 5 0	

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-110616 (P2016-110616)
 (22) 出願日 平成28年6月2日 (2016.6.2)

(71) 出願人 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100120259
 弁理士 桂田 健志
 (72) 発明者 小林 剛
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
 ノン株式会社内
 Fターム(参考) 2G188 AA03 AA25 BB02 BB04 BB05
 BB06 CC28 CC37 DD05 EE07
 EE08 EE25 EE27 EE33 FF11
 FF14
 4C093 AA01 CA13 EB12 EB13 EB17
 FA34 FA43 FA54 FC11 FC18
 FD01

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射線撮影装置、放射線撮影システム、放射線撮影方法、及びプログラム

(57) 【要約】

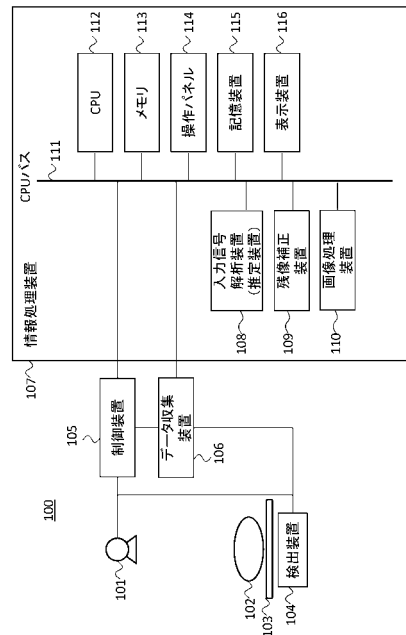
【課題】

検出装置のダイナミックレンジを超えるような過大な信号が入力された場合においても、入力された信号を適切に推定することができる。

【解決手段】

本発明の放射線画像撮影装置は、放射線を検出し、所定のフレームレートで放射線信号を読み出す第1の画素と、前記放射線を検出し、前記第1の画素より高いフレームレートで放射線信号を読み出す第2の画素とを含む検出手段と、前記第2の画素が読み出した前記放射線信号を用いて、前記第1の画素の飽和信号量を超える量の前記放射線信号を推定する推定手段と、を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

放射線を検出し、所定のフレームレートで放射線信号を読み出す第 1 の画素と、前記放射線を検出し、前記第 1 の画素より高いフレームレートで放射線信号を読み出す第 2 の画素とを含む検出手段と、

前記第 2 の画素が読み出した前記放射線信号を用いて、前記第 1 の画素の前記放射線信号を推定する推定手段と、

を備えることを特徴とする放射線撮影装置。

【請求項 2】

前記第 1 の画素は、2次元状に配置されており、

前記第 2 の画素は、前記 2次元状の配置内に含まれ、

前記推定手段は、前記第 2 の画素が読み出した前記放射線信号を用いて、前記第 1 の画素の飽和信号量を超える量の前記放射線信号を推定することを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影装置。

10

【請求項 3】

前記推定手段によって推定された前記放射線信号に基づいて、放射線画像の残像を補正する残像補正手段を備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の放射線撮影装置。

【請求項 4】

前記第 2 の画素は、前記第 1 の画素の前記放射線信号の読み出し時間において、前記第 1 の画素より多い読み出し回数で前記放射線信号を読み出すことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の放射線撮影装置。

20

【請求項 5】

前記第 2 の画素は、前記第 2 の画素の飽和信号量を超えない量で前記放射線信号を読み出すように、前記第 2 の画素の読み出し回数を設定することを特徴とする請求項 4 に記載の放射線撮影装置。

【請求項 6】

前記第 1 の画素及び前記第 2 の画素は、略同時に前記放射線信号の読み出しを開始することを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の放射線撮影装置。

【請求項 7】

前記推定手段は、前記第 1 の画素の前記放射線信号の読み出し時間において前記第 2 の画素が読み出した前記放射線信号を加算することにより、前記第 1 の画素の飽和信号量を超える量の前記放射線信号を推定することを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の放射線撮影装置。

30

【請求項 8】

前記推定手段は、前記第 2 の画素の前記放射線信号の読み出しに要する時間に基づいて、推定された前記放射線信号を補正することを特徴とする請求項 7 に記載の放射線撮影装置。

【請求項 9】

前記推定手段は、前記第 1 の画素の前記放射線信号の読み出し時間における前記第 2 の画素の前記放射線信号の読み出し回数に基づいて、推定された前記放射線信号を補正することを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の放射線撮影装置。

40

【請求項 10】

前記推定手段は、飽和信号量を超えた前記第 1 の画素が読み出した前記放射線信号を、推定された前記放射線信号で置換することを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の放射線撮影装置。

【請求項 11】

前記推定手段は、前記第 2 の画素に隣接する前記第 1 の画素の前記放射線信号が飽和信号量を超えた場合に、前記第 2 の画素から所定の範囲内に配置された前記第 1 の画素の前記放射線信号を、推定された前記放射線信号で置換することを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れか 1 項に記載の放射線撮影装置。

50

【請求項 1 2】

前記推定手段は、前記第 2 の画素に隣接する前記第 1 の画素の前記放射線信号が飽和信号量を超えない場合に、前記第 2 の画素の前記放射線信号を、隣接する前記第 1 の画素の前記放射線信号の平均で置換することを特徴とする請求項 1 乃至 1 1 の何れか 1 項に記載の放射線撮影装置。

【請求項 1 3】

前記推定手段は、前記第 2 の画素に隣接する前記第 1 の画素の前記放射線信号が飽和信号量を超えない場合に、前記第 2 の画素から所定の範囲内に配置された前記第 1 の画素の前記放射線信号を、前記第 2 の画素の周辺の他の第 2 の画素の前記放射線信号で置換することを特徴とする請求項 1 乃至 1 2 の何れか 1 項に記載の放射線撮影装置。

10

【請求項 1 4】

前記他の第 2 の画素に隣接する前記第 1 の画素の前記放射線信号が飽和信号量を超えていることを特徴とする請求項 1 3 に記載の放射線撮影装置。

【請求項 1 5】

前記残像補正手段は、前記推定手段により推定された前回撮影時の初期残像量と、前記検出手段の動作温度と、前記検出手段に特有の減衰係数と、前記放射線信号の読み出しを開始した時間と、前記放射線信号の読み出しを完了した時間とを用いて前回撮影時の残像成分を推定し、前記放射線画像から前記残像成分を減算することで前記補正を行うことを特徴とする請求項 3 に記載の放射線撮影装置。

【請求項 1 6】

放射線を発生する放射線発生手段と、
前記放射線を検出し、所定のフレームレートで放射線信号を読み出す第 1 の画素と、前記放射線を検出し、前記第 1 の画素より高いフレームレートで放射線信号を読み出す第 2 の画素とを含む検出手段と、
前記第 2 の画素が読み出した前記放射線信号を用いて、前記第 1 の画素の飽和信号量を超える量の前記放射線信号を推定する推定手段と、
を備えることを特徴とする放射線撮影システム。

20

【請求項 1 7】

放射線を検出し、所定のフレームレートで放射線信号を読み出す第 1 の読み出し工程と、
前記放射線を検出し、前記第 1 の読み出し工程より高いフレームレートで放射線信号を読み出す第 2 の読み出し工程と、
前記第 2 の読み出し工程で読み出した前記放射線信号を用いて、前記第 1 の読み出し工程の飽和信号量を超える量の前記放射線信号を推定する推定工程と、
を備えることを特徴とする放射線撮影方法。

30

【請求項 1 8】

コンピュータを請求項 1 乃至 1 5 の何れか 1 項に記載の放射線撮影装置の各手段として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、放射線撮影装置、放射線撮影システム、放射線撮影方法、及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、FPD (Flat Panel Detector) を用いた放射線撮影装置が広く普及している。これは、放射線を電気信号に変換するための半導体素子を 2 次元行列状に多数配設させた検出装置を利用したデジタルの放射線撮影装置である。

【0003】

FPD を用いた放射線撮影装置は、被写体を通過した放射線の情報を半導体素子に電荷

50

としてチャージした後、読み出し動作を行って電荷情報を転送し、A/D変換を施してデジタル画像情報を作成する。

【0004】

しかしながら、一度の転送動作でチャージした電荷を全て読み出すことは難しく、読み出し後にも電荷の一部が半導体素子に残留した状態となることがある。この状態で次の撮影を行うと、残留した電荷が残像として次の放射線画像に重畳される現象が起こり、以後の撮影において画質低下を招く場合がある。そのため、放射線撮影装置では、撮影時に前回撮影の残像の影響をいかに低減させるかが課題となっている。

【0005】

このような残像は、一般に前回撮影の撮影条件、特に、入力信号の量と前回撮影からの時間、及び検出装置の動作温度に影響されることが分かっており、この特徴を用いた残像補正処理がこれまで試みられてきた。

10

【0006】

例えば、特許文献1では、前回撮影時の撮影条件の情報を基に残像量を推測し、補正処理を行う技術が報告されている。また、特許文献2では、前回撮影が行われてから次の撮影が行われるまでに、非照射状態で画像を取得することにより、残像データを取得して補正に用いる技術が報告されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

20

【特許文献1】特開2006-135748号公報

【特許文献2】特開2009-201587号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

従来技術には、以下のような課題があった。特許文献1のように、前回撮影の撮影条件を利用するためには、入力信号の量を正確に把握することが重要となる。しかし、前回撮影で極端に強い信号が入力された場合には、画素に蓄えられる電荷量が検出装置（多くはA/D変換器）のダイナミックレンジを超え、飽和が発生してしまうため、得られる画像から本来の入力信号が正しく得られない状況が発生する。

30

【0009】

検出装置のダイナミックレンジを超えた領域においても、残像は入力強いほど大きく発生するため、このような状況下では残像量を過小に見積もってしまい、残像の補正残りが発生する恐れがあった。

【0010】

特許文献2では、飽和に伴う特許文献1の課題は解決できるものの、前回撮影と撮影の間に残像データを新たに取得するための時間コストを支払わなければならない。緊急を要する撮影手技を行う場合など、撮影間隔を短くせざるを得ないユースケースの場合は、残像データが取得できず、適切に残像を補正できなくなってしまうおそれがあった。

【0011】

40

本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、検出装置のダイナミックレンジを超えるような過大な信号が入力された場合においても入力信号を正確に得ることができる放射線撮影装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の放射線画像撮影装置は、放射線を検出し、所定のフレームレートで放射線信号を読み出す第1の画素と、前記放射線を検出し、前記第1の画素より高いフレームレートで放射線信号を読み出す第2の画素とを含む検出手段と、前記第2の画素が読み出した前記放射線信号を用いて、前記第1の画素の飽和信号量を超える量の前記放射線信号を推定する推定手段と、を備える。

50

【発明の効果】

【0013】

本発明の構成によれば、検出装置のダイナミックレンジを超えるような過大な信号が入力された場合においても、入力された信号を適切に推定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施形態に係る放射線撮影装置の構成の例を示すブロック図である。

【図2】検出装置の構成例である。

【図3】実施形態に係る放射線撮影装置が行う処理の例を示すフローチャートである。

【図4】検出装置における第1の画像撮影後の残像量の時間変化の例を示す図である。

【図5】入力信号解析処理の例を示すフローチャートである。

【図6A】検出装置に均一にX線を入力した場合における、第1の画素の出力信号の概略図である。

【図6B】検出装置に均一にX線を入力した場合における、第2の画素の出力信号の概略図である。

【図6C】検出装置に均一にX線を入力した場合における、第2の画素の出力信号の合計及び損失の概略図である。

【図7A】検出装置の画素配置の一例を示した図である。

【図7B】推定入力信号画像を作成する処理の例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、添付図面を参照し、本発明の好適な実施形態について説明する。

【0016】

まず、図1を用いて、本発明の実施形態に係る放射線撮影装置及び放射線撮影システムの構成について述べる。図1は、放射線撮影装置の基本的な構成の例を示すブロック図である。

【0017】

放射線撮影装置100は、放射線を発生する放射線発生装置101と、被写体102を寝かせる寝台103と、被写体102を通過した放射線に応じた画像データを出力する検出装置104と、放射線発生装置101の放射線発生タイミングと、放射線発生条件を制御する機構制御装置105と、各種デジタルデータを収集するデータ収集装置106と、ユーザーの指示に従って画像処理や機器全体の制御を行う情報処理装置107を備えている。

【0018】

情報処理装置107は、入力信号解析装置（推定装置）108と、残像補正装置109と、画像処理装置110と、CPU112と、メモリ113と、操作パネル114と、記憶装置115と、表示装置116とを備えている。これらは、CPUバス111を介して電氣的に接続されている。

【0019】

メモリ113は、CPU112での処理に必要な各種のデータなどが記憶されるものであるとともに、CPU112の作業用ワークメモリを含む。また、CPU112は、メモリ113を用いて、操作パネル114に入力されるユーザーの指示に従い、装置全体の動作制御などを行うようになっている。

【0020】

なお、本発明において放射線とは、一般的に用いられるX線だけに限らず、放射性崩壊によって放出される粒子（光子を含む）の作るビームである線、線、及び線などの他に、同程度以上のエネルギーを有するビーム、例えば粒子線や宇宙線なども含まれる。以下、放射線としてX線を用いる場合を例にとって説明する。

【0021】

次に、図2を用いて、本発明における検出装置104の構成例について述べる。図2は

10

20

30

40

50

、検出装置 104 の回路構成を示す等価回路図である。ここでは、3 行 3 列の画素が設けられている例を示すが、画素数はこの限りではない。

【0022】

検出装置 104 は、読み出し回路 201 と、電源回路 202 と、ゲート駆動回路 203 と、複数の画素が 2 次元状に配置された撮像領域 204 とを備える。画素は、光電変換素子とスイッチ素子から構成されている。画素は、スイッチを ON にした状態で入力された X 線の信号を電荷に変換し、信号量に応じた量の電荷を蓄積した後（以後、蓄積動作という）、スイッチを OFF にして信号線から電荷を読み出すことができる機能を有している。

【0023】

スイッチ素子は、例えば非晶質シリコンまたは多結晶シリコン（好ましくは多結晶シリコン）などの半導体で活性領域が構成された薄膜トランジスタ（TFT）から構成される。ここで、検出装置 104 においては、画素は大別して 2 種類の機能を持つ画素で構成されることが特徴となる。1 つは画像情報を取得するための第 1 の画素 213 と、もう 1 つは、入力信号解析用に散在して配置された第 2 の画素 214 である。第 1 の画素 213 は、放射線を検出し、所定のフレームレートで放射線信号を読み出す。第 2 の画素 214 は、第 1 の画素 213 より高いフレームレートで放射線信号を読み出す。

【0024】

第 1 の画素 213 は、2 次元状に配置されており、第 2 の画素 214 は、2 次元状の配置内に含まれる。入力信号解析装置（推定装置）108 は、第 2 の画素 214 が読み出した放射線信号を用いて、第 1 の画素 213 の飽和信号量を超える量の放射線信号を推定する。

【0025】

読み出し回路 201 は、A/D 変換器 205 と、マルチプレクサ 206 と、サンプルホールド回路 212 とを含み、各々の画素が、入力信号を電荷に変換した後、デジタル値に変換できるようになっている。

【0026】

A/D 変換器 205 によってデジタルデータとなった画像信号は、データ収集装置 106 で画像の形式に収集・整理された後、情報処理装置 107 に出力される。

【0027】

ここで、サンプルホールド回路 212 は、各々第 1 の信号線 207 と第 2 の信号線 208 に接続されている。第 1 の画素 213 には第 1 の信号線 207 が接続されており、第 2 の画素 214 には第 2 の信号線 208 が接続されており、各々の画素由来の信号を専用のサンプルホールド回路に入力できるようになっている。

【0028】

また、電源回路 202 にはバイアス配線 209 が接続されており、各々の画素に同一のバイアス電圧を与えるようになっている。

【0029】

ゲート駆動回路 203 からは、画素の行ごとにゲート配線が接続されており、各画素のスイッチを 1 行ごとに制御するための信号を制御している。検出装置 104 は、第 1 の画素 213 に接続された第 1 のゲート配線 210 と、第 2 の画素 214 に接続された第 2 のゲート配線 211 の 2 種類を含み、第 1 の画素 213 と第 2 の画素 214 で各々独立してスイッチを動作させることが可能となっている。

【0030】

以上の構成により、第 2 の画素 214 は、第 1 の画素 213 と異なるタイミングで信号の読み出しが可能となる。例えば、第 2 の画素 214 を第 1 の画素 213 より高速なフレームレートで動作させ、第 1 の画素 213 より多い回数で入力信号を複数回に分けて取得した後で、入力信号を合計する。この結果、入力信号の合計が A/D 変換器のダイナミックレンジを超えるほど大きいケースでも、飽和を起こすことなく入力信号を取得できる。

10

20

30

40

50

【0031】

なお、第1の画素213と第2の画素214の配置割合については、これを特に制限しない。例えば、 20×20 画素の第1の画素213に対して、1画素の第2の画素214があるような比率で、第2の画素214が画素中に均一に配置されるようにすると好適である。

【0032】

次に、図3を用いて、上述の構成を備える放射線撮影装置100の動作について説明する。図3は、実施例における放射線撮影装置が行う処理のフローチャートである。

【0033】

ステップS301において、放射線撮影装置100は、ユーザーの指示に従って、被写体102の撮影動作を開始する。まず、第1の画像撮影における撮影条件として、放射線発生装置及び検出装置の距離(SID)と、X線の照射条件(管電圧、管電流、照射時間)と、使用しているグリッドの種類及び有無と、検出器の感度情報と、検出装置104の動作温度Tと、第1の画像撮影を行った時間 t_0 とが取得される。時間 t_0 は、第1の画像撮影による残像が発生する起点となる時間であり、撮影に伴う検出装置104の電荷転送動作が完了した時間とする。

10

【0034】

ステップS302において、上述の撮影条件に従って、被写体102及び検出装置104にX線が照射されるとともに、検出装置104が読み出し動作を行い、第1の画像撮影が行われる。

20

【0035】

ステップS303において、検出装置104とデータ収集装置106及び入力信号解析装置(推定装置)108において、第1の画像撮影による取得画像の入力信号解析処理(推定処理)が行われる。入力信号解析装置(推定装置)108は、第2の画素214が読み出した放射線信号を用いて、第1の画素213の放射線信号を推定する。本処理により、撮影時に検出装置104のダイナミックレンジを超えるX線が入力された場合においても、入力された線量を正確に推定することが可能となる。本処理の詳細については後述する。

【0036】

ステップS304において、第1の画像に対して画像処理装置110によるノイズ低減処理、強調処理、階調変換処理などの各種画像処理が行われる。画像処理を行った画像は、ユーザーの指示に従って、記憶装置115への保存や表示装置116への表示などの操作が加えられる。

30

【0037】

ステップS305において、ユーザーの指示に従って第2の画像撮影が開始される。ここで、データ収集装置106は、第2の撮影条件として、放射線発生装置及び検出装置の距離(SID)と、X線の照射条件(管電圧、管電流、照射時間)と、使用しているグリッドの種類及び有無と、検出器の感度情報と、撮影開始時間 t_1 と、撮影完了時間 t_2 とを取得する。撮影開始時間 t_1 は、第2の画像撮影に伴う入力信号の受信を開始した時間とし、撮影完了時間 t_2 は、入力信号の受信を完了した時間とするのが望ましい。

40

【0038】

ステップS306において、第2の撮影条件に従って、被写体102及び検出装置104にX線が照射され、第2の画像撮影が行われる。

【0039】

ステップS307において、第2の画像に対して残像補正処理が行われる。残像補正装置109は、入力信号解析装置(推定装置)108によって推定された放射線信号に基づいて、放射線画像の残像を補正する。

【0040】

ここで、図4を用いて第1の画像撮影によって発生する残像の概要について説明する。図4は、縦軸に残像量、横軸に経過時間をプロットし、第1の画像撮影後の残像量の時間

50

変化を示したものである。

【0041】

発明者の実験により、第1の画像撮影によって発生する残像の量は、時間をパラメータとする減衰カーブ401を描くことが分かった。ここにおいて、第2の画像に発生する残像は、撮影に要する時間 $t_2 - t_1$ の間に重畳された信号の積分402となる。これを踏まえ、次の式(1)に基づいて、第2の画像における座標 (x, y) の残像成分 $L(x, y)$ を推定する。

【0042】

【数1】

$$L(x, y) = A(x, y) \int_{t_1}^{t_2} e^{-k(T)t} dt \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (1)$$

10

【0043】

ここで、 $A(x, y)$ は、座標 (x, y) における初期残像量であり、 $k(T)$ は、検出装置104に特有の減衰係数であり、動作温度 T によって変動する値である。初期残像量 $A(x, y)$ は、第1の画像撮影で入力された信号と比例関係にあり、次の式(2)に基づいて計算される。

【0044】

【数2】

$$A(x, y) = \alpha e^{\beta D(x, y)} \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (2)$$

20

【0045】

ここで、 α は、検出装置に特有の定数で、 $D(x, y)$ は、検出装置104において座標 (x, y) に到達した入力信号を示す画像である。推定入力信号画像 D の算出方法については後述する。なお、検出装置104に特有の減衰係数 $k(T)$ は、撮影前に予め取得しておき、撮影条件に応じて適切な値を代入するのが望ましい。上記式(1)及び式(2)によって推定された残像成分 $L(x, y)$ を第2の画像から減算することにより、残像補正処理が行われる。

30

【0046】

このように、残像補正装置109は、入力信号解析装置(推定装置)108により推定された前回撮影時の初期残像量と、検出装置の動作温度と、検出装置に特有の減衰係数と、放射線信号の読み出しを開始した時間と、放射線信号の読み出しを完了した時間とを用いて前回撮影時の残像成分を推定し、放射線画像から残像成分を減算することで補正を行う。

【0047】

ステップS308において、第2の画像に対して画像処理装置110によるノイズ低減処理、強調処理、及び階調変換処理などの各種画像処理が行われる。画像処理を行った画像は、ユーザーの指示に従って、記憶装置115への保存や表示装置116への表示などの操作が加えられる。

40

【0048】

なお、上記の例では、画像を続けて2枚撮影する場合の処理を示しているが、撮影枚数についてはこの限りではなく、3枚以上の撮影を行う場合も、同様に残像補正処理を行うことが可能である。その場合は、残像が重畳されることを考慮して、撮影された画像全てに対して残像推定を行い、各々の撮影画像由来の残像を積算したものを補正に用いるのが望ましい。

【0049】

次に、図5及び図6を用いて入力信号解析処理の詳細について説明する。図5は、入力信号解析処理のフローチャートである。

50

【0050】

ステップS501において、撮影条件に応じて、第2の画素214の読み出し回数Nを設定する。第2の画素214は、第1の画素213の放射線信号の読み出し時間において、第1の画素213より多い読み出し回数Nで放射線信号を読み出す。

【0051】

撮影条件としては、前述のS301にあったように、放射線発生装置と検出装置の距離(SID)や、X線の照射条件(管電圧、管電流、及び照射時間)と、使用しているグリッドの種類及び有無と、検出器の感度情報とを利用する。

【0052】

ここから入力信号量の概数を推定したうえで、1回の読み出しにおける入力信号量が、第2の画素214のA/D変換器のダイナミックレンジを超えないように、最小又は最小に近い回数を読み出し回数Nとして設定するのが望ましい。推定された入力信号量の概数を第2の画素214のA/D変換器のダイナミックレンジで除した値に基づいて、読み出し回数Nが設定されてもよい。このように、第2の画素214は、第2の画素214の飽和信号量を超えない量で放射線信号を読み出すように、第2の画素214の読み出し回数Nを設定する。

10

【0053】

ステップS502において、X線の照射タイミングに合わせて、検出装置104の画像撮影動作を開始する。第1の画素213及び第2の画素214は、略同時に放射線信号の読み出しを開始する。

20

【0054】

ステップS503において、第1の画素213の撮影動作が行われる。第1の画素213は、入力されるX線の照射時間より大きい蓄積時間を設定し、一度の読み出しで入力信号を全て読み出せるように動作する。入力信号が第1の画素213のダイナミックレンジを超える場合は、飽和が起こり、信号の多い部分の情報が一部欠損した状態になる可能性がある。

【0055】

ステップS504～S507では、第2の画素214の撮影動作が行われる。まず、ステップS504でカウンタをリセットし、ステップS505で第2の画素214の読み出し動作を行い、出力画像を入力信号解析装置108に転送する。この動作をN回繰り返す(ステップS506, S507)。

30

【0056】

ここで、第2の画素214が取得する信号の詳細について図6を用いて説明する。図6は検出装置104に均一にX線を入力したとき、画素が出力する信号の概略図である。図6Aは、第1の画素213の出力信号の概略図である。図6Bは、第2の画素214の出力信号の概略図である。図6Cは、第2の画素214の出力信号の合計及び損失の概略図である。

【0057】

なお、図2に示したように、検出装置104において、信号線207及び208は、各列で共用されているので、画素信号の電荷転送と、デジタル値に変換する動作とは1行ごとに行う必要がある。

40

【0058】

ここで、第1の画素213は、入力されたX線を1回で読み出すのが特徴である。そのため、X線の入力開始から終了まで、全列で蓄積動作を行ってにおいて、X線の入力が終わってから読み出し動作を開始することができる。図6Aに示すように、均一にX線を入力したときの第1の画素213の出力601は、全列で一定となる。

【0059】

これに対し、第2の画素214は、図6Bに示すように、入力されたX線を複数回で小分けにして読み出すことができるのが特徴である。図6Cに示すように、入力信号解析装置(推定装置)108は、第1の画素213の放射線信号の読み出し時間において第2の

50

画素 2 1 4 が読み出した放射線信号を加算することにより、第 1 の画素 2 1 3 の飽和信号量を超える量の放射線信号を推定する。

【 0 0 6 0 】

ある行が画素信号を転送するために必要な時間を t_s とすると、第 2 の画素 2 1 4 は、その間 X 線信号の蓄積動作ができない。そのため、図 6 C に示すように、1 回目の読み出しから N 回目の読み出しの出力の合計である合計出力 6 0 2 は、転送動作以外の時間では X 線信号の蓄積動作を行った場合、第 1 の画素 2 1 3 の出力 6 0 1 に比べて、信号損失 ($t_s \times N$) があることになる。

【 0 0 6 1 】

入力信号解析装置 (推定装置) 1 0 8 は、第 2 の画素 2 1 4 の放射線信号の読み出しに要する時間に基づいて、推定された放射線信号を補正する。また、入力信号解析装置 (推定装置) 1 0 8 は、第 1 の画素 2 1 3 の放射線信号の読み出し時間における第 2 の画素 2 1 4 の放射線信号の読み出し回数 N に基づいて、推定された放射線信号を補正する。

10

【 0 0 6 2 】

上記に基づき、ステップ S 5 0 8 において、入力信号解析装置 1 0 8 に送られた N 枚の第 2 の画素 2 1 4 の出力画像を加算し、加算画像 I_{sum} を算出する。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 5 0 9 において、信号損失 ($t_s \times N$) を補正する処理を加算画像 I_{sum} に行い、補正画像 I_{cor} を算出する。この補正は、X 線信号が照射時間中一定の強度で照射されることを仮定し、ステップ S 3 0 1 で取得した第 1 の画像撮影における撮影条件から、X 線の照射時間 (1 回目の読み出し時から N 回目の読み出し時) t_x を用いて、以下の式 (3) に従って行われる。座標 (i, j) は、第 2 の画素 2 1 4 が配置されている座標を示している。

20

【 0 0 6 4 】

【数 3】

$$I_{cor}(i, j) = I_{sum}(i, j) \times \frac{t_x}{(t_x - t_s \times N)} \quad \dots \quad (3)$$

【 0 0 6 5 】

ステップ S 5 1 0 において、第 1 の画素 2 1 3 の画像 I_1 と、S 5 0 9 で求めた I_{cor} の情報から、推定入力信号画像 D を作成する。推定入力信号画像 D の作成方法は、図 7 のフローチャートに従って行われる。入力信号解析装置 (推定装置) 1 0 8 は、飽和信号量を超えた第 1 の画素 2 1 3 が読み出した放射線信号を、推定された放射線信号 (信号損失を補正した放射線信号を含む) で置換する。

30

【 0 0 6 6 】

図 7 A は、検出装置 1 0 4 の画素配置の一例を示した図である。ここでは、検出装置 1 0 4 において、第 1 の画素 2 1 3 の $C \times C$ 画素に 1 つの割合で、第 2 の画素 2 1 4 が均等に配置されたものを考える。この図では、第 2 の画素 2 1 4 は、座標 (i, j) を中心として、座標 ($i - C, j - C$) などに、 $C \times C$ 画素に 1 つの割合で配置されている。

40

【 0 0 6 7 】

図 7 B は、推定入力信号画像 D を作成する処理のフローチャートである。

【 0 0 6 8 】

ステップ S 7 0 1 において、まず、第 2 の画素 2 1 4 の座標 (i, j) の周囲に隣接する 4 つの第 1 の画素 2 1 3 の少なくとも 1 つの値が飽和しているかどうかを判定する。周囲 4 つの第 1 の画素 2 1 3 の少なくとも 1 つが飽和している場合はステップ S 7 0 2 に進み、そうでない場合はステップ S 7 0 3 に進む。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 7 0 2 において、第 2 の画素 2 1 4 の座標 (i, j) の周囲に $C \times C$ 画素ある第 1 の画素 2 1 3 の領域 (図 7 A の分割領域 7 0 0) で飽和している第 1 の画素 2 1 3

50

の値を、座標 (i , j) の第 2 の画素 2 1 4 の値で置き換える。

【 0 0 7 0 】

このように入力信号解析装置 1 0 8 は、第 2 の画素 2 1 4 に隣接する第 1 の画素 2 1 3 の放射線信号が飽和信号量を超えた場合、第 2 の画素 2 1 4 から所定の範囲内 (C × C 画素) に配置された第 1 の画素 2 1 3 の放射線信号を、推定された放射線信号で置換する。これにより、第 1 の画素 2 1 3 で飽和して失われた到達線量の情報を適切に得ることが可能となる。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 7 0 3 は、第 1 の画素 2 1 3 において飽和が起こっておらず、第 1 の画素 2 1 3 の値をそのまま使用できるケースである。この場合、例えば、座標 (i , j) の第 2 の画素 2 1 4 の値として、式 (4) のように周囲 4 画素の平均が代入される。

10

【 0 0 7 2 】

【数 4】

$$D(i, j) = \frac{I_1(i-1, j) + I_1(i, j-1) + I_1(i+1, j) + I_1(i, j+1)}{4} \quad \dots \dots \dots (4)$$

【 0 0 7 3 】

このように、入力信号解析装置 (推定装置) 1 0 8 は、第 2 の画素 2 1 4 に隣接する第 1 の画素 2 1 3 の放射線信号が飽和信号量を超えない場合に、第 2 の画素 2 1 4 の放射線信号を、隣接する第 1 の画素 2 1 3 の放射線信号の平均で置換する。

20

【 0 0 7 4 】

なお、座標 (i , j) の第 2 の画素 2 1 4 の値を周囲画素で置換せずにそのまま用いてもよい。

【 0 0 7 5 】

ステップ S 7 0 4 において、座標 (i , j) の第 2 の画素 2 1 4 の周囲に C × C 画素ある第 1 の画素 2 1 3 の領域 (図 7 A の分割領域 7 0 0) で飽和している第 1 の画素 2 1 3 があるかどうか判断される。飽和している第 1 の画素 2 1 3 がある場合は、飽和している第 1 の画素 2 1 3 を、周囲 4 つの第 1 の画素 2 1 3 の少なくとも 1 つが飽和している第 2 の画素 2 1 4 であって、最も近隣の第 2 の画素 2 1 4 の値で置き換える。

【 0 0 7 6 】

30

このように、入力信号解析装置 1 0 8 は、第 2 の画素 2 1 4 に隣接する第 1 の画素 2 1 3 の放射線信号が飽和信号量を超えない場合に、第 2 の画素 2 1 4 から所定の範囲内 (C × C 画素) に配置された第 1 の画素 2 1 3 の放射線信号を、第 2 の画素 2 1 4 の周辺の他の第 2 の画素の放射線信号で置換する。本実施形態では、他の第 2 の画素 2 1 4 は、座標 (i , j) の周囲 8 つの第 2 の画素 2 1 4 のうち、飽和している第 1 の画素 2 1 3 に最も近接する第 2 の画素 2 1 4 である。そして、他の第 2 の画素 2 1 4 に隣接する第 1 の画素 2 1 3 の放射線信号が飽和信号量を超えているものとする。

【 0 0 7 7 】

なお、座標 (i , j) の周囲 8 つの第 2 の画素 2 1 4 に、周囲 4 つの第 1 の画素 2 1 3 の少なくとも 1 つが飽和している第 2 の画素 2 1 4 がいない場合、分割領域 7 0 0 で飽和している第 1 の画素 2 1 3 の値は置換せずにそのまま用いてもよい。

40

【 0 0 7 8 】

上記の構成により、本発明における放射線撮影装置は、A / D 変換器のダイナミックレンジが入力された場合においても入力信号を適切に得ることができる。この結果、追加で残像データを取得することなく、精度の高い残像補正処理を実現できる放射線撮影装置を提供することができる。

【 0 0 7 9 】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【 0 0 8 0 】

50

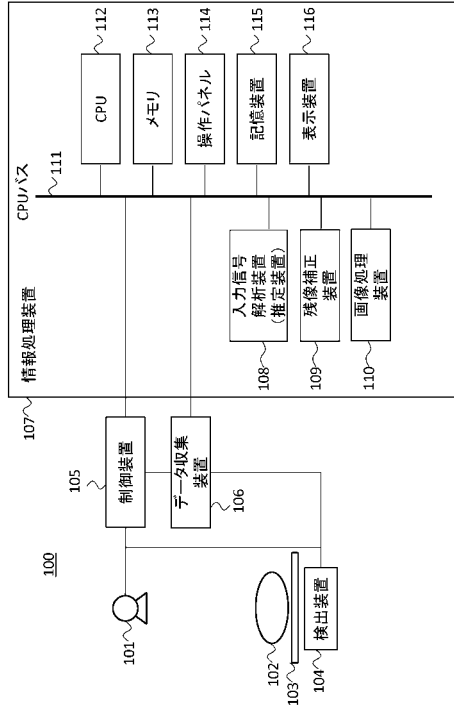
また、本発明は、実施形態の機能や処理を実現するソフトウェアのプログラムをシステム又は装置に直接（又は遠隔から）供給し、そのシステム又は装置のコンピュータが該供給されたプログラムコードを読み出して実行することによっても達成される場合を含む。

【符号の説明】

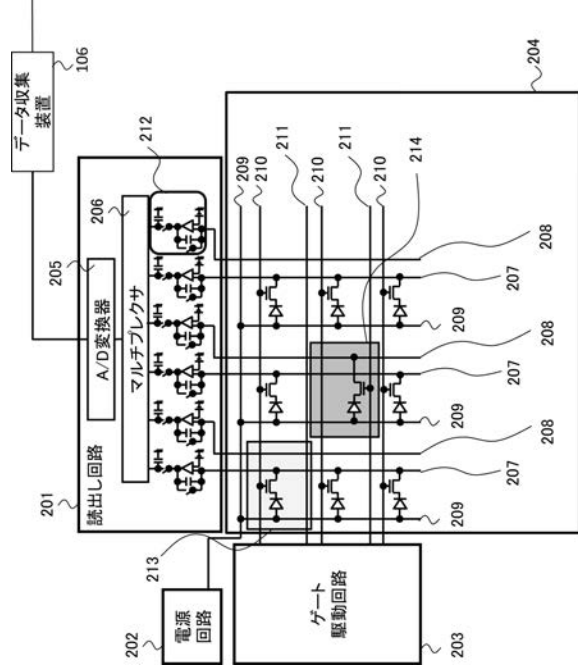
【 0 0 8 1 】

1 0 0	放射線撮影装置	
1 0 1	放射線発生装置	
1 0 2	被写体	
1 0 3	寝台	
1 0 4	検出装置	10
1 0 5	機構制御装置	
1 0 6	データ収集装置	
1 0 7	情報処理装置	
1 0 8	入力信号解析装置（推定装置）	
1 0 9	残像補正装置	
1 1 0	画像処理装置	
1 1 1	C P Uバス	
1 1 2	C P U	
1 1 3	メモリ	
1 1 4	操作パネル	20
1 1 5	記憶装置	
1 1 6	表示装置	
2 0 1	読み出し回路	
2 0 2	電源回路	
2 0 3	ゲート駆動回路	
2 0 4	撮像領域	
2 0 5	A / D変換器	
2 0 6	マルチプレクサ	
2 0 7	第 1 の信号線	
2 0 8	第 2 の信号線	30
2 0 9	バイアス配線	
2 1 0	第 1 のゲート配線	
2 1 1	第 2 のゲート配線	
2 1 2	サンプルホールド回路	
2 1 3	第 1 の画素	
2 1 4	第 2 の画素	

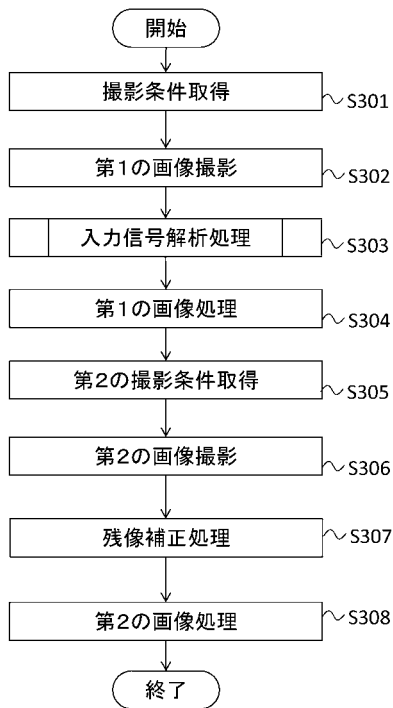
【 図 1 】



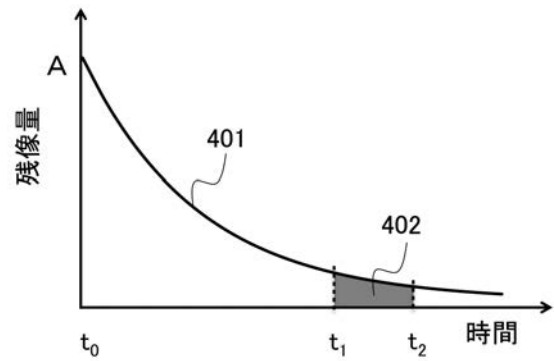
【 図 2 】



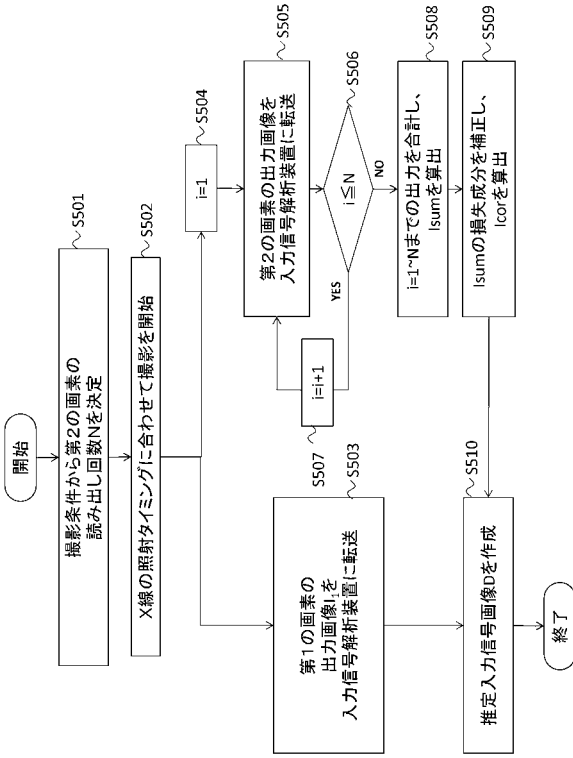
【 図 3 】



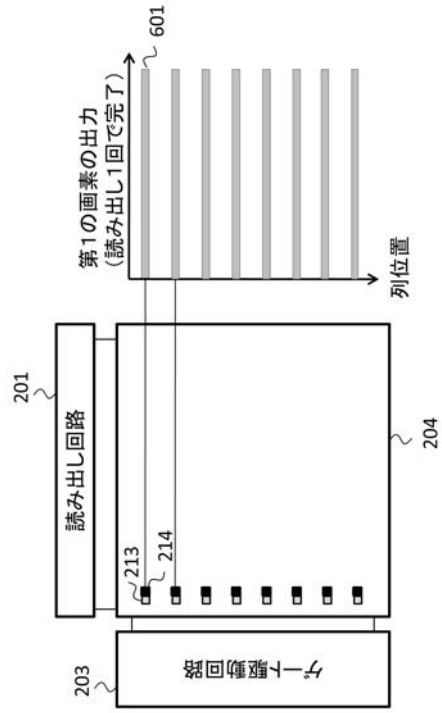
【 図 4 】



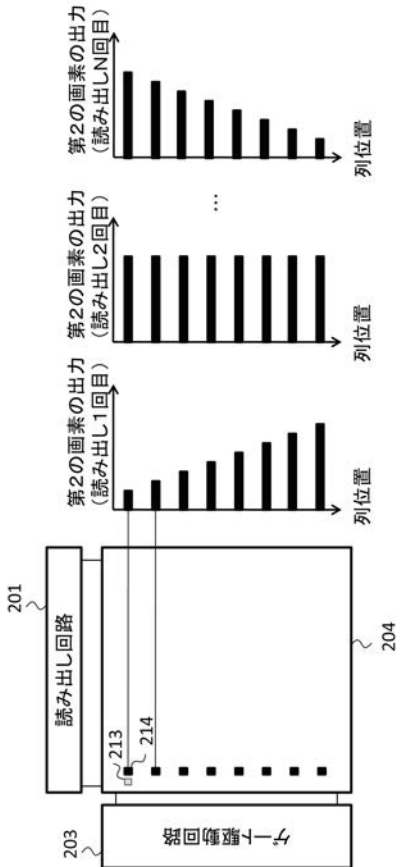
【 図 5 】



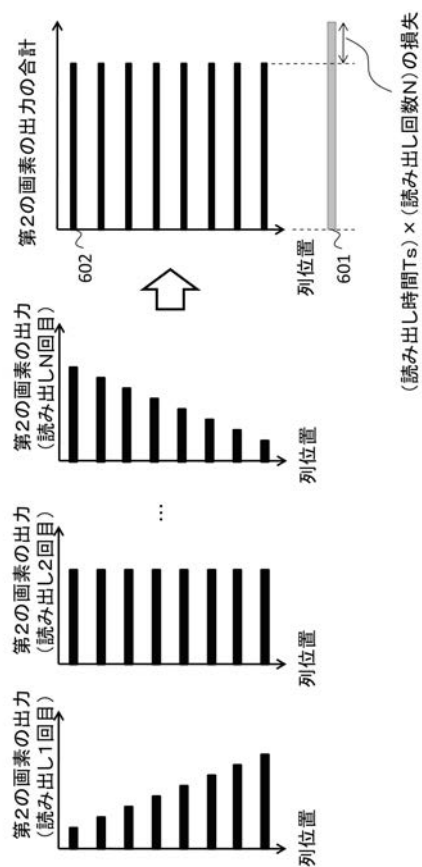
【 図 6 A 】



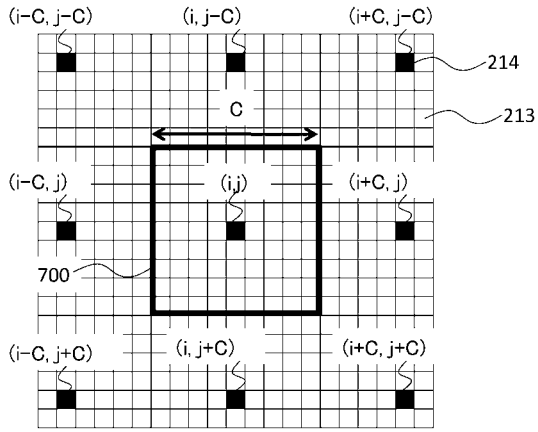
【 図 6 B 】



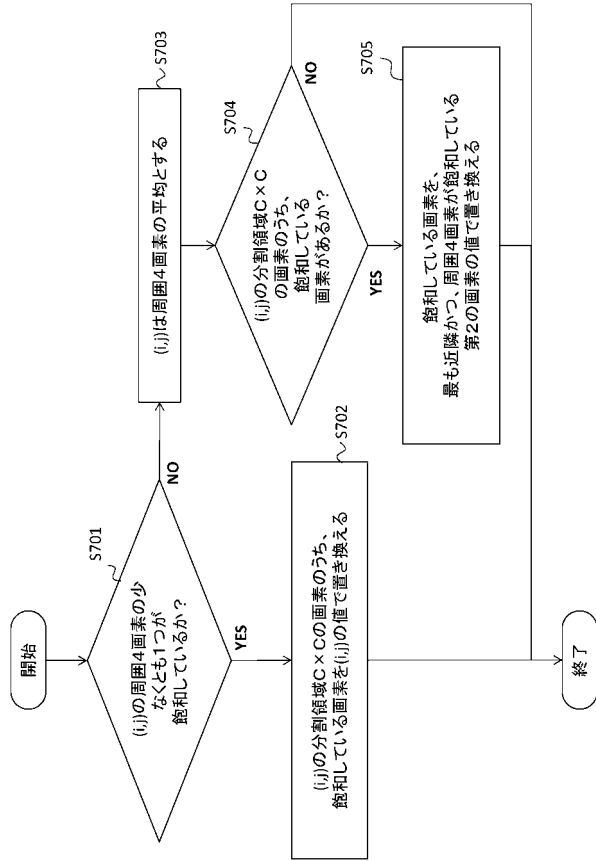
【 図 6 C 】



【 図 7 A 】



【 図 7 B 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5C024 AX11 AX16 CX43 GY31 HX14 HX23 HX28 HX30 HX31 HX32
JX41