

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 4 月 28 日(28.04.2011)

PCT

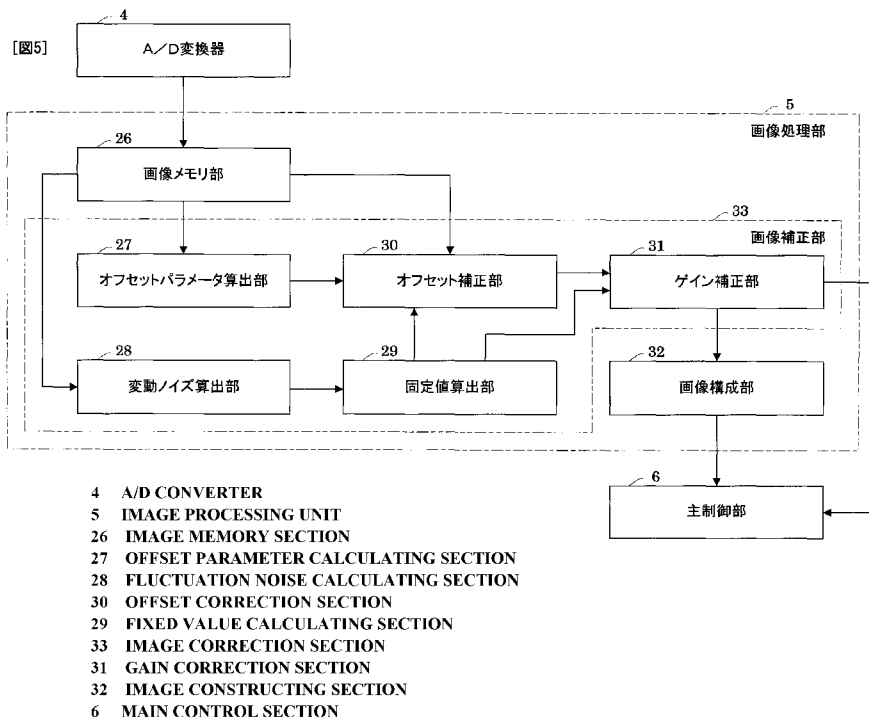
(10) 国際公開番号
WO 2011/048629 A1

- (51) 国際特許分類:
G01T 1/17 (2006.01) G01T 7/00 (2006.01)
A61B 6/00 (2006.01) H04N 5/335 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/005521
- (22) 国際出願日: 2009 年 10 月 21 日(21.10.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社島津製作所(SHIMADZU CORPORATION) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 足立 晋 (ADACHI, Susumu) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 杉谷 勉(SUGITANI, Tsutomu); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満 1 丁目 1 0 番 8 号 西天満第 1 1 松屋ビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,

[続葉有]

(54) Title: RADIATION IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 放射線撮像装置



(57) Abstract: A radiation imaging device, wherein an image correction section (33) performs offset correction on a detection value outputted from a radiation detector, in which pixels for detecting radiation are arranged in the form of a two-dimensional array, for each of the pixels. Furthermore, the image correction section (33) holds the noise components included in the detection values to perform the offset correction. As a result, when the noise included in the detection values outputted from the radiation detector is quantitatively evaluated, the noise can be calculated in consideration of negative noise as well as positive noise, thus enabling the accurate evaluation thereof.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/048629 A1



NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, 添付公開書類:

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
TD, TG).

本発明の放射線撮像装置は、放射線を検出する画素が２次元アレイ状に配列されている放射線検出器から出力される検出値に対して、画像補正部３３にて放射線検出器から出力される検出値を画素ごとにオフセットの補正をする。さらに、この画像補正部３３は、検出値に含まれるノイズ成分を保持してオフセットの補正をする。これより、放射線検出器から出力される検出値に含まれるノイズを定量的に評価する場合、正のノイズだけでなく負のノイズをも考慮して計算することができるので、正確に評価をすることができる。

明 細 書

発明の名称：放射線撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、医療分野や非破壊検査、およびR I（Radio Isotope）検査などの産業分野で用いられる放射線撮像装置に係り、特に、ノイズ量を正確に評価できる放射線撮像装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、放射線撮像装置に備わる放射線検出器として、放射線変換層が積層されているアクティブマトリックス基板を備えた放射線平面検出器が広く使われている。ここで放射線の中でも特にX線を例に採って説明する。X線平面検出器にアクティブマトリックス基板を用いると、アクティブ素子ごとにX線を検出する検出画素を形成することができる。すなわち、検出画素ごとに、X線の強度値を測定することができる。

[0003] X線変換層に半導体層を用いると、X線変換層に入射したX線が電荷信号（キャリア）へ変換される。この変換された電荷信号は検出画素ごとにコンデンサに蓄積される。蓄積された電荷信号はアクティブマトリックス基板により検出画素ごとに読み出される。読み出された電荷信号は電圧信号へ変換されるとともに増幅される。この電圧信号を基に、画像処理部にて透視画像が構成される。

[0004] このようにして画像処理部に送られる電圧信号には電気回路ノイズが含まれる。ここで、画像処理部に送られる電圧信号を画像信号と称し、各検出画素に対応する画像信号の値を画素値と称し、1フレーム分の画素値から構成されるデータを画像データと称す。画像処理部では、この電気回路ノイズを除去するために、X線がX線平面検出器に照射されていない時の暗画像におけるノイズ信号をオフセット成分として取得している。例えば、特許文献1では、撮像して得た画像信号からオフセット成分を除去するオフセット補正がなされている。

[0005] 特許文献1：特開平7-72256号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] 近年、IVR（Interventional Radiology）等に伴い、動画撮像を実施することが多くなっている。この動画撮像時には、フレーム遅れのラグ（残像）が生じる問題がある。そこで、このラグを正確に評価する必要性が高まってきている。

[0007] このラグを正確に評価する一つの指針としてDQE（Detective Quantum efficiency、検出量子効率）による評価がある。DQEとは、入力と出力との S/N の二乗の比である。このDQEによる評価をするには、暗画像における画像データに含まれるノイズを定量的に評価する必要がある。

[0008] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、放射線が無入力時のノイズを定量的に評価することのできる放射線撮像装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本願の発明者は鋭意研究した結果、次の知見を得ることができた。すなわち、従来のオフセット補正を実施すると、X線の照射にかかわらず、オフセット補正後の画素値には負の値が含まれない。取得した画像データからそのオフセット成分を差し引くデジタル補正をする際に、図7に示すように、オフセット補正により画素値がゼロ未満の負の値になる場合は、負の値となる画素値はゼロに置き換えられていた。このようなオフセット補正を実施しても、負の値の取り得る範囲が画素値の正の値の取り得る範囲と比較して格段に小さいので、通常の画像診断では問題がない。負の値となった画素値をゼロとすることで、画像データの取扱いが容易であり、画像処理の負担が低減される。

[0010] しかしながら、DQEの評価をする際、オフセット補正により負のノイズ値が削除されているので正のノイズ値だけを基にして計算がされる。これでは、DQEにより正確な評価をすることができない。つまり、オフセット補

正はDQEによる正確な評価をする妨げとなっている。

[0011] この発明は、このような目的を達成するために、次のような構成をとる。

すなわち、この発明に係る放射線撮像装置は、放射線を検出する画素が2次元アレイ状に配置された放射線検出器から出力される検出値を前記画素ごとにオフセットを補正して補正画像データを出力する画像補正部を備え、前記画像補正部は、前記検出値に含まれるノイズ成分を保持して前記オフセットの補正をすることを特徴とする。

[0012] この発明の放射線撮像装置によれば、放射線を検出する画素が2次元アレイ状に配列されている放射線検出器から出力される検出値に対して、画像補正部にて画素ごとにオフセットの補正をする。さらに、この画像補正部は、検出値に含まれるノイズ成分を保持して補正する。これより、放射線検出器から出力される検出値に含まれるノイズを定量的に評価する場合、正のノイズだけでなく負のノイズをも考慮して計算することができるので、正確に評価をすることができる。

[0013] さらに、画像補正部には、暗画像撮像時における検出値の画素ごとの時間平均であるオフセットパラメータを算出するオフセットパラメータ算出部と、暗画像撮像時における検出値の画素ごとの標準偏差である変動ノイズを算出する変動ノイズ算出部と、変動ノイズの値からノイズ振幅の負の値を保持するための補正定数を算出する補正定数算出部と、被検体を撮像した検出値からオフセットパラメータを減算し、さらに、補正定数を加算してオフセット補正值を算出するオフセット補正部と、オフセット補正值から補正定数を減算したものに画素の検出特性の違いを補正するゲイン補正係数を乗算し、さらに補正定数を加算して補正画像データを算出するゲイン補正部とを備えてもよい。

[0014] 上記の構成とすることで、オフセットパラメータ算出部にて、暗画像撮像時における検出値の各画素の時間平均であるオフセットパラメータを算出することができる。また、変動ノイズ算出部にて、暗画像撮像時における検出値の各画素の標準偏差である変動ノイズを算出することができる。さらに、

補正定数算出部にて、変動ノイズの値からノイズ振幅の負の値を保持するための補正定数を算出する。そして、オフセット補正部にて被検体を撮像した検出値からオフセットパラメータを減算し、さらに、補正定数を加算することでオフセット補正値を算出することができる。また、ゲイン補正部にて、オフセット補正値から補正定数を減算し、これに画素の検出特性の違いを補正するゲイン補正係数を乗算した上で補正定数を加算することで補正画像データを算出することができる。このようにして得られた補正画像には、負の値のノイズ値に補正定数が加算されるので、負の値のノイズ値が底上げされて補正画像データ中にノイズ振幅が正確に保管される。

[0015] また、補正定数算出部は、変動ノイズの3倍以上の値を基に補正定数を算出することが望ましい。これより、検出値に含まれるノイズ振幅は標準偏差の3倍以上の値内に含まれるので、負の値のノイズ値を正の値に底上げすることができる。また、補正定数を標準偏差の3倍の 3σ を基に算出してもよく、各画素の 3σ の最大値を補正定数としてもよい。

[0016] また、被検体の透視画像を表示する表示部と、補正定数の値を黒レベルの最低値または白レベルの最大値として補正画像データを表示部のダイナミックレンジに対応するように設定し、透視画像を構成する画像構成部とを備えてもよい。これより、表示部のダイナミックレンジを最大に利用することができ、透視画像のコントラストを上げることができる。

[0017] また、画像補正部には、暗画像撮像時における検出値の画素ごとの時間平均であるオフセットパラメータを算出するオフセットパラメータ算出部と、被検体を撮像した検出値からオフセットパラメータを減算してオフセット補正値を算出するオフセット補正部と、オフセット補正値に画素の検出特性の違いを補正するゲイン補正係数を乗算して補正画像データを算出するゲイン補正部とを備え、オフセット補正部およびゲイン補正部は正負の符号付き演算を実施し、ゲイン補正部でゲイン補正された補正画像データが正負の符号付きの画像データである構成でもよい。これより、補正画像が正負の符号付きの画像データであるので、暗画像時のノイズ信号が負の場合であっても、

ノイズ信号を正確に補正画像上に保管することができる。

発明の効果

[0018] この発明に係る放射線撮像装置によれば、放射線が無入力時のノイズを定量的に評価することのできる放射線撮像装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]実施例 1 に係る X 線撮像装置の全体構成を示すブロック図である。

[図2]実施例 1 に係る X 線平面検出器の構成を示すブロック図である。

[図3]実施例 1 に係る X 線平面検出器の X 線変換層周辺部の概略縦断面図である。

[図4]実施例 1 に係る電荷電圧変換部の構成を示す回路図である。

[図5]実施例 1 に係る画像処理部の構成を示すブロック図である。

[図6]実施例 2 に係る画像処理部の構成を示すブロック図である。

[図7]従来例に係るオフセット補正後の画像出力の説明図である。

符号の説明

[0020] 1 … X 線管
3 … X 線平面検出器 (F P D)
5、34 … 画像処理部
9 … 表示部
27、36 … オフセットパラメータ算出部
28 … 変動ノイズ算出部
29 … 固定値算出部
30、37 … オフセット補正部
31、38 … ゲイン補正部
32 … 画像構成部
33、40 … 画像補正部
DU … 検出画素

実施例 1

[0021] 以下、図面を参照してこの発明の実施例 1 を説明する。

図 1 は実施例 1 に係る X 線撮像装置の全体構成を示すブロック図であり、図 2 は X 線撮像装置に備わる X 線平面検出器の構成を示すブロック図であり、図 3 は X 線平面検出器の X 線変換層周辺部の概略縦断面図である。実施例 1 では、入射する放射線として X 線を例に採って説明するとともに、放射線撮像装置として X 線撮像装置を例に採って説明する。

[0022] < X 線撮像装置 >

図 1 に示すように、X 線撮像装置は、撮像対象である被検体 M に X 線を照射する X 線管 1 と、被検体 M を載置させる天板 2 と、被検体 M を透過した X 線量に応じて X 線を電荷信号に変換することで X 線を検出し、さらに、この電荷信号を電圧信号に変換して出力する X 線平面検出器（以下、FPD と称す）3 と、FPD 3 から出力される電圧信号をアナログからデジタルへ変換する A/D 変換器 4 とを備えている。

[0023] また、X 線撮像装置は、A/D 変換器 4 で変換されたデジタルの電圧信号を処理して透視画像を構成する画像処理部 5 と、X 線撮像に関する種々の制御を行う主制御部 6 と、主制御部 6 での制御に基づいて X 線管 1 に発生させる管電圧や管電流を制御する X 線管制御部 7 と、X 線撮像に関する様々な入力設定を行うことが可能な入力部 8 と、画像処理部 5 で得られた透視画像などを表示する表示部 9 と、画像処理部 5 で得られた透視画像などを記憶する記憶部 10 とを備えている。

[0024] 入力部 8 は、キーボード、マウスおよびジョイスティックから構成される。表示部 9 は CRT または液晶モニタから構成される。記憶部 10 は、ROM または RAM から構成される。画像処理部 5、主制御部 6 および X 線管制御部 7 は中央演算装置（CPU）から構成される。画像処理部 5、主制御部 6 および記憶部 10 はホストコンピュータ内に構成されてもよい。次に、X 線撮像装置の各部構成を詳細に説明する。

[0025] 図 2 に示すように、FPD 3 には、複数の検出画素 $DU(x, y)$ 、ゲート駆動回路 13、電荷電圧変換部 14、サンプル・ホールド部 15、マルチ

プレクサ 16 とが備えられている。これら複数の検出画素 $DU(x, y)$ はゲート線 $GL1 \sim GL10$ によりゲート駆動回路 13 と接続され、データ線 $DL1 \sim DL10$ により電荷電圧変換部 14 と接続されている。検出画素 $DU(x, y)$ は本発明における画素に相当し、FPD3 は本発明における放射線検出器に相当する。

[0026] 検出画素 $DU(x, y)$ は、入射された X 線に感応して電荷信号を出力するものであり、X 線が入射される X 線検出部 XD に縦横の 2 次元マトリックス状に配列されている。なお、添え字の (x, y) は各検出画素 DU の位置を示している。また、図 2 においては、検出画素 $DU(x, y)$ が縦 (Y) 方向に 10 行、横 (X) 方向に 10 列の 2 次元マトリックス状に配列したものを一例として図示しているが、実際の X 線検出部 XD には検出画素 $DU(x, y)$ が、例えば、縦 4096・横 4096 程度に 2 次元マトリックス状に配列されて用いられる。

[0027] 図 3 に示すように、検出画素 $DU(x, y)$ は、高電圧のバイアス電圧 V_a が印加される電圧印加電極 18 と、入射した X 線から電荷信号へ変換する X 線変換層 19 と X 線変換層 19 で変換された電荷信号の読み出し (出力) を行うアクティブマトリックス基板 20 とを備えている。

[0028] X 線変換層 19 は、X 線感応型半導体からなり、例えば、 α -Se (アモルファスセレン) や、多結晶化合物半導体である CdTe (テルル化カドミウム) または CdZnTe (テルル化亜鉛カドミウム) 等で形成されている。X 線変換層 19 に X 線が入射すると、この X 線のエネルギーに比例した所定個数の電荷信号 (キャリア) が直接生成される構成となっている。すなわち、FPD3 は直接変換型の X 線平面検出器である。また、生成された電荷信号は、電圧印加電極 18 にバイアス電圧 V_a が印加されていることで X 線変換層 19 内に発生する電界により、画素電極 22 ごとに収集される。

[0029] アクティブマトリックス基板 20 は図 3 に示すように、絶縁性のガラス基板 21 が設けられ、このガラス基板 21 上には、画素電極 22 ごとに収集された電荷信号を蓄積するコンデンサ C_a 、スイッチング素子としての薄膜ト

ランジスタ（以下TFTと称す）23、ゲート駆動回路13からTFT23を制御するためのゲート線GL1～GL10、TFT23から電荷信号が読み出されるデータ線DL1～DL10とが設けられている。

[0030] ゲート駆動回路13は、検出画素DU(x, y)で検出された電荷信号を順次選択的に取り出すために、各検出画素DU(x, y)のTFT23を動作させるものである。ゲート駆動回路13は、検出画素DU(x, y)の横行ごとに共通して接続されるゲート線GL1～GL10を順次選択してゲート信号を送る。この選択した行内の検出画素DU(x, y)のTFT23は、ゲート信号により一斉にスイッチオン状態になり、コンデンサCaに蓄積された電荷信号がデータ線DL1～DL10を通り電荷電圧変換部14に出力される。

[0031] 次に、電荷電圧変換部14には、図4に示すように、検出画素DU(x, y)の縦列ごとに設けられたデータ線DL1～DL10に対応した数（図2では10個）の電荷電圧変換アンプ24が備えられている。電荷電圧変換アンプ24は、各検出画素DU(x, y)から出力された電荷信号を電圧信号に変換する電荷検出増幅回路（CSA: Charge Sensitive Amplifier）である。電荷電圧変換アンプ24にて、データ線DL1～DL10から読み込まれた電荷信号を電圧信号に変換する。

[0032] 電荷電圧変換部アンプ24には、電源電圧として+5Vおよび-5Vがそれぞれ印加されている。また、従来であれば、電荷電圧変換アンプ24への入力信号が負の値の場合、電荷電圧変換アンプ24はゼロ値を出力していた。すなわち、従来の電荷電圧変換アンプの出力幅は0Vから+5Vであった。しかし、実施例1では、電荷電圧変換アンプ24への入力信号が負の値の場合には、負の値の電圧信号を出力するように構成されている。つまり、電荷電圧変換アンプ24は、-5Vから+5Vの出力幅で出力する。このように、正負の符号を持った電圧信号を、サンプル・ホールド部15に出力する。

[0033] 次に、サンプル・ホールド部15は、電荷電圧変換部14の電荷電圧変換

アンプ 24 の個数に対応した数のサンプル・ホールド回路が設けられている。電荷電圧変換アンプ 24 から出力された電圧信号を予め決められた時間においてサンプリングし、予め決められた時間が経過した時点での電圧信号を保持（ホールド）し、安定した状態の電圧信号をマルチプレクサ 16 に出力するものである。サンプル・ホールド部 15 においても、電圧信号が正負どちらの値でも処理できる。

[0034] 次に、マルチプレクサ 16 の内部には、サンプル・ホールド回路の数に対応した数のスイッチが設けられている。マルチプレクサ 16 はスイッチのいずれか一つを順次 ON 状態に切り替えて、各サンプル・ホールド回路から出力される電圧信号の一つずつを束ねた時分割信号として、A/D 変換器 4 へ出力する。A/D 変換器 4 は、マルチプレクサ 16 からの電圧信号について、所定のタイミングでサンプリングしてデジタルの電圧信号に変換し、画像処理部 5 に出力する。マルチプレクサ 16 および A/D 変換器 4 においても、電圧信号が正負どちらの値でも処理できる。

[0035] <画像処理部>

まず、画像処理部 5 へ入力される電圧信号からなる画像データについて説明する。放射線を照射しない時の暗画像を取得した場合に得られる暗画像データ $D I(x, y, t)$ は、時間変動ノイズを含まないオフセットパラメータ $I o(x, y)$ と時間変動ノイズ $I n(x, y, t)$ とで構成される。すなわち、暗画像データ $D I(x, y, t)$ は次のように表すことができる。

$$[0036] \quad D I(x, y, t) = I o(x, y) + I n(x, y, t) \quad \cdots \quad (1)$$

[0037] ここで、時間変動ノイズを含まないオフセットパラメータ $I o(x, y)$ は、暗画像を数十枚程度取得して検出画素 $D U(x, y)$ ごとの暗画像データ $D I(x, y, t)$ の時間平均を演算することで算出することができる。オフセットパラメータ $I o(x, y)$ は、画像データに含まれるノイズの中でも時間変動しないノイズ成分ともいえる。

$$I o(x, y) = A v e [D I(x, y, t)] \quad \cdots \quad (2)$$

[0038] つまり、時間変動ノイズ $I_n(x, y, t)$ とは、その時間平均を算出するとゼロとなるノイズ信号である。

$$Ave[I_n(x, y, t)] = 0 \quad \cdots (3)$$

[0039] 画像処理部5に入力される電圧信号が負の値を持つのは、電気回路ノイズである時間変動ノイズ $I_n(x, y, t)$ が原因である。そこで、この時間変動ノイズ $I_n(x, y, t)$ の変動幅の分だけ、入力される電圧信号を底上げすると、オフセット補正後の画像データを正の値とすることができる。すなわち、各検出画素 $DU(x, y)$ の時間変動ノイズ $I_n(x, y, t)$ の経時的な変動幅を標準偏差 σ として算出し、さらにこの標準偏差 σ の3倍の値である 3σ を算出する。

[0040] 時間変動ノイズ $I_n(x, y, t)$ の経時的な標準偏差 σ を変動ノイズ $N_s(x, y)$ とし、 3σ の値を揺らぎ値 $FA(x, y)$ とする。変動ノイズ $N_s(x, y)$ は、数十枚程度取得した暗画像データ $DI(x, y, t)$ の各検出画素 $DU(x, y)$ ごとに標準偏差を算出することで得られる。さらに、検出画素 $DU(x, y)$ ごとに算出された変動ノイズ $N_s(x, y)$ から算出される揺らぎ値 $FA(x, y)$ の全画素における最大値を固定値 M とする。固定値 M をオフセット補正およびゲイン補正の際に画素値に加算することで、放射線が照射されていないゼロ入力時のノイズも補正後の画像データに正確に残しつつ、補正後の画像データを正の値とすることができる。

$$[0041] \quad N_s(x, y) = \sigma$$

$$= StdDev[I_n(x, y, t)] \quad \cdots (4)$$

$$= StdDev[DI(x, y, t)] \quad \cdots (5)$$

$$[0042] \quad FA(x, y) = 3 \cdot \sigma$$

$$= 3 \cdot N_s(x, y) \quad \cdots (6)$$

[0043] 次に、被検体を透過したX線による撮像画像データ $I(x, y, t)$ について説明する。

撮像画像データ $I(x, y, t)$ には、画像成分 $I_a(x, y, t)$ と時間変動ノイズを含んだオフセット成分 $I_b(x, y, t)$ から構成される。こ

れより、撮像画像データ $I(x, y, t)$ は次のように表すことができる。

[0044]
$$I(x, y, t) = I_a(x, y, t) + I_b(x, y, t) \quad \cdots \quad (7)$$

[0045] また、オフセット成分 $I_b(x, y, t)$ には、時間が経過するとノイズ成分が変化する時間変動ノイズが含まれるので、撮像ごとにその値が変化する。オフセット成分 $I_b(x, y, t)$ はオフセットパラメータ $I_o(x, y)$ と時間変動ノイズ $I_n(x, y, t)$ とで次のように表すことができる。

$$I_b(x, y, t) = I_o(x, y) + I_n(x, y, t) \quad \cdots \quad (8)$$

[0046] すなわち、(1) 式と (8) 式より、オフセット成分 $I_b(x, y, t)$ は、被検体 M の撮像時において放射線を照射しなかった場合の暗画像時のノイズ成分ともいえる。

[0047] 次に画像処理部 5 の構成を説明する。画像処理部 5 は、図 5 に示すように、画像データを保管する画像メモリ部 26 と、画像メモリ部 26 に保管された画像データに対してオフセット補正およびゲイン補正を実施する画像補正部 33 と、ゲイン補正された撮像画像データから透視画像を構成する画像構成部 32 とを備える。画像補正部 33 は、オフセットパラメータを算出するオフセットパラメータ算出部 27 と、変動ノイズ $N_s(x, y)$ を算出する変動ノイズ算出部 28 と、画像データを底上げする固定値 M を算出する固定値算出部 29 と、撮像画像データからオフセットパラメータを除去するオフセット補正部 30 と、各検出画素 $D_U(x, y)$ の検出効率の違いを補正するゲイン補正部 31 とを備える。画像処理部 5 は、FPD 3 から A/D 変換器 4 を介して転送される画素値に対してオフセット補正およびゲイン補正を実施して透視画像を構成する。

[0048] A/D 変換器 4 から出力されるデジタルの電圧信号は各検出画素 $D_U(x, y)$ ごとの画像データである画素値として画像メモリ部 26 に記憶される。画像メモリ部 26 は画像データのバッファとしても機能する。

[0049] オフセットパラメータ算出部 27 は、予め、暗画像取得時にオフセットパ

ラメータ $I_o(x, y)$ を算出する。つまり、暗画像を数十枚取得し、画像メモリ部 26 に保管された暗画像データ $D I(x, y, t)$ を基に、検出画素 $D U(x, y)$ ごとの暗画像データ $D I(x, y, t)$ の平均値を (2) 式のように演算することで時間変動ノイズを含まないオフセットパラメータ $I_o(x, y)$ を算出する。算出されたオフセットパラメータ $I_o(x, y)$ はオフセット補正部 30 へ転送される。

[0050] 変動ノイズ算出部 28 では、画像メモリ部 26 に保管された数十枚程度の暗画像データ $D I(x, y, t)$ の標準偏差 σ を (5) 式のように算出することで、暗画像における検出画素 $D U(x, y)$ ごとの変動ノイズ $N_s(x, y)$ を算出する。暗画像における検出画素 $D U(x, y)$ ごとに算出された変動ノイズ $N_s(x, y)$ は固定値算出部 29 へ転送される。

[0051] 固定値算出部 29 では、変動ノイズ $N_s(x, y)$ の 3 倍の値である揺らぎ値 $F A(x, y)$ を (6) 式のように算出する。さらに、固定値算出部 29 では、検出画素 $D U(x, y)$ ごとに算出された揺らぎ値 $F A(x, y)$ の全検出画素 $D U(x, y)$ における最大値を算出し、これを固定値 M とする。固定値 M は算出された後、オフセット補正部 30 へ転送される。固定値 M は本発明における補正定数に相当し、固定値算出部 29 は本発明における補正定数算出部に相当する。

[0052] オフセット補正部 30 では、画像メモリ部 26 から転送された画像データ $I(x, y, t)$ と、オフセットパラメータ算出部 27 で算出されたオフセットパラメータ $I_o(x, y)$ との差分を演算するとともに固定値 M を加算してオフセット補正值 $J_1(x, y, t)$ を算出する。これより、画像データ $I(x, y, t)$ より時間変動しないノイズ成分であるオフセットパラメータ $I_o(x, y)$ を除去することができる。

[0053]
$$J_1(x, y, t) = M + I(x, y, t) - I_o(x, y)$$

$$= M + I_a(x, y, t) + \{ I_b(x, y, t) - I_o(x, y) \}$$

$$= I_a(x, y, t) + M + I_n(x, y, t) \quad \dots$$

(9)

[0054] (9) 式の最初の項は画像成分であり、第2項は時間変動ノイズの変動幅を保存するために底上げした成分であり、第3項は時間変動ノイズである。例えば、画像成分および時間変動ノイズが0の画素におけるオフセット補正值 $J_1(x, y, t)$ は固定値Mの値をとる。すなわち、画像データのゼロ点がオフセット補正前と比べて固定値Mの値に引き上げられている。これより、画像成分がゼロであり時間変動ノイズが負の値でも、固定値Mにより底上げされているので、オフセット補正值 $J_1(x, y, t)$ は正の値をとり、暗画像時の時間変動ノイズを正確に残すことができる。

[0055] ゲイン補正部31には、予め検出画素 $D_U(x, y)$ ごとにX線の変換効率を均一にするために求められたゲイン補正係数 $I_G(x, y)$ が保管されている。オフセット補正值 $J_1(x, y, t)$ と固定値Mとの差分にゲイン補正係数 $I_G(x, y)$ を乗算し、これに固定値Mを加算するとゲイン補正後の補正画像データ $K_1(x, y, t)$ を算出することができる。

[0056]
$$K_1(x, y, t) = \{J_1(x, y, t) - M\} \cdot I_G(x, y) + M$$
$$= I_a(x, y, t) \cdot I_G(x, y) + M + I_n(x, y, t) \cdot I_G(x, y) \cdots (10)$$

[0057] (10) 式の最初の項は、ゲイン補正された画像データである。第2項は時間変動ノイズの変動幅の分だけ底上げした成分である。第3項は、ゲイン補正された時間変動ノイズ成分である。ここで、ゲイン補正係数 $I_G(x, y)$ は1に近い値であるので、ゲイン補正された時間変動ノイズ成分の大きさが固定値Mの値を超えることはない。

[0058] これより、ある検出画素 $D_U(x, y)$ のゲイン補正された画像データがゼロの値であり、時間変動ノイズ $I_n(x, y, t)$ が負の値でも、固定値Mが加算されているので、補正画像データ $K_1(x, y, t)$ がゼロ値未満になる場合がない。このように、放射線が照射されていない時に撮像した場合に相当する画像データのノイズがゲイン補正後の補正画像データ $K_1(x, y, t)$ にも正確に保存されている。

[0059] 画像構成部 32 では、ゲイン補正部 31 によりゲイン補正された補正画像データ $K_1(x, y, t)$ を基に、透視画像を構成する。この時、固定値 M の値を黒レベルの最低値もしくは白レベルの最高値として、画像データをマッピングする。つまり、固定値 M よりも低い値の画素値は、透視画像上は、黒レベルの最低値もしくは白レベルの最高値の階調値に置き換えられる。また、画像構成部 32 では、透視画像に限らず、CT 撮像時には断層像を再構成することもできる。構成された透視画像は、主制御部 6 に転送され、表示部 9 で表示されるか、記憶部 10 にて保管される。また、ゲイン補正された補正画像データ $K_1(x, y, t)$ も主制御部 6 に転送され、記憶部 10 にて保管される。記憶部 10 に保管された補正画像データ $K_1(x, y, t)$ を基に DQE の評価を正しく実施することができる。

[0060] < X線撮像 >

次に、実施例 1 における X 線撮像装置で X 線撮像が実行される場合の動作を、図 1 ~ 図 5 を用いて説明する。

[0061] まず、入力部 8 において X 線撮像開始の指示がされると、主制御部 6 は、X 線管制御部 7 と FPD 3 とを制御する。X 線管制御部 7 は、主制御部 6 からの制御に基づいて管電圧や管電流を発生させ X 線管 1 を制御し、X 線管 1 から X 線が被検体 M に照射される。被検体 M を透過した X 線は、FPD 3 の検出画素 $DU(x, y)$ により被検体 M を透過した X 線量に応じた電荷信号に変換され、コンデンサ C_a に蓄積される。

[0062] 次に、ゲート駆動回路 13 がゲート線を順次選択する。実施例 1 では、ゲート線 $GL1, GL2, GL3, \dots, GL9, GL10$ の順に 1 つずつ選択するものとして説明する。ゲート駆動回路 13 がゲート線 $GL1$ を選択して、ゲート線 $GL1$ に接続された各検出画素 $DU(x, y)$ が指定される。指定された各検出画素 $DU(x, y)$ の TFT 23 のゲートは、ゲート信号が送られることで電圧が印加され、ON 状態となる。これより、指定された各 TFT 23 に接続されるコンデンサ C_a に蓄積された電荷信号が、TFT 23 を経由して、データ線 $DL1 \sim DL10$ に読み出される。次に、ゲート駆

動回路 13 がゲート線 $GL2$ を選択して、同様の手順で、ゲート線 $GL2$ に接続された各検出画素 $DU(x, y)$ が指定され、その指定された各検出画素 $DU(x, y)$ のコンデンサ Ca に蓄積された電荷信号が、データ線 $DL1 \sim DL10$ に読み出される。残りのゲート線 $GL3 \sim GL10$ についても同様に順に選択することで、2次元状に電荷信号を読み出す。

[0063] このように、ゲート駆動回路 13 がゲート線 $GL1 \sim GL10$ を順次選択することで、各ゲート線に接続された検出画素 $DU(x, y)$ が指定され、その指定された各検出画素 $DU(x, y)$ のコンデンサ Ca に蓄積された電荷信号が、データ線 $DL1 \sim DL10$ に読み出される。

[0064] 各データ線 $DL1 \sim DL10$ に読み出された電荷信号は電荷電圧変換部 14 において電圧信号へ変換されるとともに増幅される。そして、サンプル・ホールド部 15 では、電荷電圧変換部 14 にて変換された電圧信号をサンプリングするとともに一旦ホールドする。その後、マルチプレクサ 16 からサンプル・ホールド部 15 にホールドされた電圧信号を時分割信号として順次出力する。出力された電圧信号は、A/D変換器 4 にてアナログ値からデジタル値へ変換される。デジタル値へ変換された電圧信号は画像処理部 5 へ送られる。

[0065] 画像処理部 5 へ送られた電圧信号からなる撮像画像データ $I(x, y, t)$ は画像メモリ部 26 へ保管される。また、予め X 線を照射せずに画像データを収集した複数枚の暗画像データ $DI(x, y, t)$ も、画像メモリ部 26 に保管されている。複数枚の暗画像データ $DI(x, y, t)$ より、オフセットパラメータ算出部 27 にて、検出画素 $DU(x, y)$ ごとに平均化してオフセットパラメータ $Io(x, y)$ を算出する。また、変動ノイズ算出部 28 では、複数枚の暗画像データ $DI(x, y, t)$ の検出画素 $DU(x, y)$ ごとの標準偏差 σ を演算することで、変動ノイズ $Ns(x, y)$ を算出する。

[0066] 固定値算出部 29 は、変動ノイズ $Ns(x, y)$ の 3 倍の値である揺らぎ値 $FA(x, y)$ を算出する。さらに、検出画素 $DU(x, y)$ ごとに算出

した揺らぎ値 $FA(x, y)$ の全検出画素 $DU(x, y)$ における最大値である固定値 M を算出する。

[0067] 次に、画像メモリ部 26 に保管されている撮像画像データ $I(x, y, t)$ と、オフセットパラメータ算出部 27 にて算出されたオフセットパラメータ $Io(x, y)$ と、固定値算出部 29 にて算出された固定値 M とから、オフセット補正部 30 では、オフセット補正值 $J_1(x, y, t)$ を算出する。これより、画像データのゼロ点が固定値 M の値に引き上げられる。また、画像データ $I(x, y, t)$ から、時間変動しないノイズ成分であるオフセットパラメータ $Io(x, y)$ を除去したオフセット補正值 $J_1(x, y, t)$ を取得することができる。

[0068] さらに、オフセット補正值 $J_1(x, y, t)$ にゲイン補正を実施することで、検出画素 $DU(x, y)$ ごとに異なる検出効率を補正することができる。すなわち、オフセット補正值 $J_1(x, y, t)$ から固定値 M を一旦減算し、その値にゲイン補正係数を乗算したものに固定値 M を加算することでゲイン補正をすることができる。このゲイン補正された補正画像データ $K_1(x, y, t)$ にも、暗画像時の時間変動ノイズ $In(x, y, t)$ に相当するノイズが正確に残されている。これより、補正画像データ $K_1(x, y, t)$ から、撮像画像装置の DQE を評価することが可能である。

[0069] このようにして算出された補正画像データ $K_1(x, y, t)$ を基に画像構成部 32 は透視画像を構成する。この時、固定値 M の値を黒レベルの最低値もしくは白レベルの最高値として、画像データをマッピングする。つまり、表示部 9 のダイナミックレンジに対応するように、補正画像データ $K_1(x, y, t)$ を設定する。固定値 M よりも低い値の画素値は、透視画像上は、黒レベルの最低値もしくは白レベルの最高値の階調値に置き換えられる。構成された透視画像は、主制御部 6 に転送され、表示部 9 で表示されるか、記憶部 10 にて保管される。また、補正画像データ $K_1(x, y, t)$ も主制御部 6 を介して記憶部 10 に保管される。

[0070] 以上のように、実施例 1 によれば、画像補正部 33 は、撮像画像データ I

(x, y, t)に含まれる時間変動ノイズ $I_n(x, y, t)$ を保持してオフセット補正をすることができる。また、正負のノイズ振幅が正確にゲイン補正後の補正画像データに含まれるので、X線を照射していない時のノイズ量を定量的に評価することができる。これより、国際規格で定められたDQEを正確に計算することができる。

[0071] また、負の値を含めて演算するのであれば、画像データの階調の正の上限を従来の半分とするか、画像のビット数を上げなければならないところを、固定値Mを加算することで、従来と同じ画像ビット数でありながら、階調も維持することができる。これは、負のデータを含む変動ノイズが底上げされて、正の値となるからである。これより、補正された画像データは全てゼロ以上の正の値となるので、画像データのレンジを全て正の値とすることができ、高階調を維持することができる。

実施例 2

[0072] 上述した実施例1では、固定値Mを加算することで、ゲイン補正後の補正画像データ $K_1(x, y, t)$ は正の値であった。そこで、ゲイン補正後の補正画像データのビット数を上げ、符号専用ビットを設けるのであれば、ゲイン補正後の補正画像データにも負の値を残すことができるので、固定値Mを演算しなくてもよい。この場合、補正画像データの負の値はDQEの演算時にのみ使用する。

[0073] また、この場合の画像処理部34は、図6に示すように、画像メモリ部35、画像補正部40および画像構成部39で構成されている。画像補正部40は、オフセットパラメータ36、オフセット補正部37およびゲイン補正部38で構成されている。実施例1との違いは、固定値Mにて底上げしないのでゲイン補正後の補正画像データ $K_2(x, y, t)$ は負の値を持ちうることである。これより、補正定数算出部28に相当するものが実施例2には無い。以下、実施例1と実施例2との違いのみ説明し、共通する事項に関しては説明を省略する。

[0074] オフセットパラメータ算出部36は、予め、暗画像取得時にオフセットパ

ラメータ $I_o(x, y)$ を算出する。つまり、暗画像を数十枚取得し、画像メモリ部 35 に保管されている暗画像データ $D I(x, y, t)$ より、(2) 式のようにそれぞれの検出画素 $D U(x, y)$ ごとの暗画像データ $D I(x, y, t)$ の平均を演算することで時間変動ノイズ $I_n(x, y, t)$ を含まないオフセットパラメータ $I_o(x, y)$ を算出する。算出されたオフセットパラメータ $I_o(x, y)$ はオフセット補正部 37 へ転送される。

[0075] オフセット補正部 37 では、画像メモリ部 35 から転送された画像データ $I(x, y, t)$ と、オフセットパラメータ算出部 37 で算出されたオフセットパラメータ $I_o(x, y)$ との差分を演算してオフセット補正值 $J_2(x, y, t)$ を算出する。これより、画像データ $I(x, y, t)$ より時間変動しないノイズ成分であるオフセットパラメータ $I_o(x, y)$ を除去することができる。また、このとき、オフセット補正值 $J_2(x, y, t)$ は正負の符号を持つ値である。

$$\begin{aligned}
 [0076] \quad J_2(x, y, t) &= I(x, y, t) - I_o(x, y) \\
 &= I_a(x, y, t) + \{I_b(x, y, t) - I_o(x, y)\} \\
 &= I_a(x, y, t) + I_n(x, y, t) \quad \cdots (11)
 \end{aligned}$$

[0077] (11) 式の最初の項は画像成分であり、第 2 項は時間変動ノイズ成分である。第 2 項には負の値が含まれる場合もあるが、実施例 2 では画像データが正負の符号付きデータであるので、画像成分がゼロであり、時間変動ノイズが負の値でも、オフセット補正值 $J_2(x, y, t)$ は、暗画像時の時間変動ノイズを正確に残すことができる。

[0078] ゲイン補正部 38 には、予め検出画素 $D U(x, y)$ ごとに X 線の変換効率を均一にするために求められたゲイン補正係数 $I_g(x, y)$ が保管されている。オフセット補正值 $J_2(x, y, t)$ にゲイン補正係数 $I_g(x, y)$ を乗算するとゲイン補正後の画像データ $K_2(x, y, t)$ を算出することができる。

[0079]
$$K_2(x, y, t) = J_2(x, y, t) \cdot I_G(x, y)$$
$$= I_a(x, y, t) \cdot I_G(x, y) + I_n(x, y, t) \cdot I_G(x, y) \cdots (12)$$

[0080] (12)式の最初の項は、ゲイン補正された画像データである。第2項は、ゲイン補正された時間変動ノイズ成分である。これより、ゲイン補正された撮像画像データがゼロの画素においても、たとえ、時間変動ノイズ $I_n(x, y, t)$ が負の値で画素値がゼロ値以下である場合でも保存される。このように、オフセット無入力時の変動ノイズがゲイン補正後の補正画像データ $K_2(x, y, t)$ にも正確に保存されている。

[0081] 画像構成部39では、ゲイン補正部38によりゲイン補正された補正画像データ $K_2(x, y, t)$ を基に、透視画像を構成する。この時、ゼロ値を黒レベルの最低値もしくは白レベルの最高値として、各画像データをマッピングする。つまり、ゼロ値よりも低い値の画素値は、透視画像上は、黒レベルの最低値もしくは白レベルの最高値の階調値に置き換えられる。

[0082] 以上のように、実施例2によれば、撮像画像の画素値がゼロの場合でも、変動ノイズによる正負のノイズ振幅が正確に補正後の補正画像データに含まれるので、X線を照射していない時のノイズ量を定量的に評価することができる。これより、国際規格で定められたDQEを正確に計算することができる。

[0083] この発明は、上記実施形態に限られることはなく、下記のように変形実施することができる。

[0084] (1) 上述した実施例1では、標準偏差 σ の3倍の値である 3σ を揺らぎ値 $FA(x, y)$ としていたが、標準偏差の3倍以上の値を揺らぎ値 $FA(x, y)$ としてもよい。

[0085] (2) 上述した実施例1では、画像構成部32において、固定値 M の値を黒レベルの最低値もしくは白レベルの最高値として各画像データをマッピングしたが、ゼロ点を黒レベルの最低値もしくは白レベルの最高値として各画像データをマッピングしてもよい。また、他の値を黒レベルの最低値もしくは

は白レベルの最高値として各画像データをマッピングしてもよい。

請求の範囲

- [請求項1] 放射線を検出する画素が2次元アレイ状に配置された放射線検出器から出力される検出値を前記画素ごとにオフセットを補正して補正画像データを出力する画像補正部を備え、
- 前記画像補正部は、前記検出値に含まれるノイズ成分を保持して前記オフセットの補正をすることを特徴とする放射線撮像装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の放射線撮像装置において、前記画像補正部には、
- 暗画像撮像時における前記検出値の前記画素ごとの時間平均であるオフセットパラメータを算出するオフセットパラメータ算出部と、
- 暗画像撮像時における前記検出値の前記画素ごとの標準偏差である変動ノイズを算出する変動ノイズ算出部と、
- 前記変動ノイズの値から前記ノイズの振幅の負の値を保持するための補正定数を算出する補正定数算出部と、
- 前記被検体を撮像した前記検出値から前記オフセットパラメータを減算し、さらに、前記補正定数を加算してオフセット補正値を算出するオフセット補正部と、
- 前記オフセット補正値から前記補正定数を減算したものに前記画素の検出特性の違いを補正するゲイン補正係数を乗算し、さらに前記補正定数を加算して前記補正画像データを算出するゲイン補正部と
- を備えることを特徴とする放射線撮像装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の放射線撮像装置において、
- 前記補正定数算出部は前記画素における前記変動ノイズの3倍以上の値を基に前記補正定数を算出することを特徴とする放射線撮像装置。
- [請求項4] 請求項3に記載の放射線撮像装置において、
- 前記補正定数算出部は各前記画素の前記変動ノイズの3倍である 3σ を基に前記補正定数を算出することを特徴とする放射線撮像装置。
- [請求項5] 請求項4に記載の放射線撮像装置において、

前記補正定数算出部は前記補正定数として各前記画素の前記 3σ の最大値を算出することを特徴とする放射線撮像装置。

[請求項6]

請求項2から5のいずれか1つに記載の放射線撮像装置において、
前記被検体の透視画像を表示する表示部と、

前記補正定数の値を黒レベルの最低値または白レベルの最大値として前記補正画像データを前記表示部のダイナミックレンジに対応するように設定し、前記透視画像を構成する画像構成部と

を備えたことを特徴とする放射線撮像装置。

[請求項7]

請求項1に記載の放射線撮像装置において、前記画像補正部には、
暗画像撮像時における前記検出値の前記画素ごとの時間平均であるオフセットパラメータを算出するオフセットパラメータ算出部と、

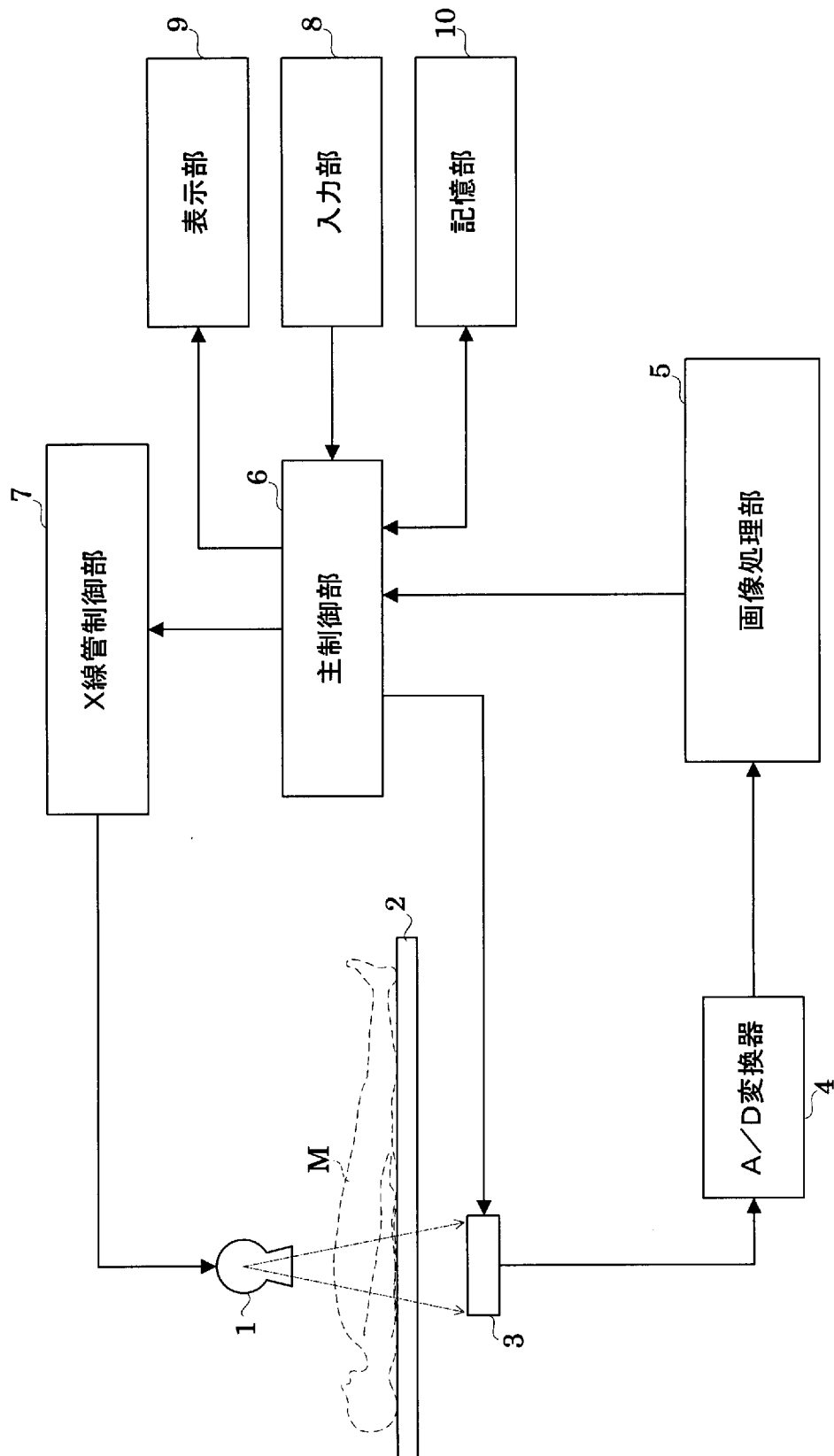
前記被検体を撮像した前記検出値から前記オフセットパラメータを減算してオフセット補正値を算出するオフセット補正部と、

前記オフセット補正値に前記画素の検出特性の違いを補正するゲイン補正係数を乗算して補正画像データを算出するゲイン補正部とを備え、

前記オフセット補正部および前記ゲイン補正部は正負の符号付き演算を実施し、前記ゲイン補正部でゲイン補正された前記補正画像データが正負の符号付きの画像データである

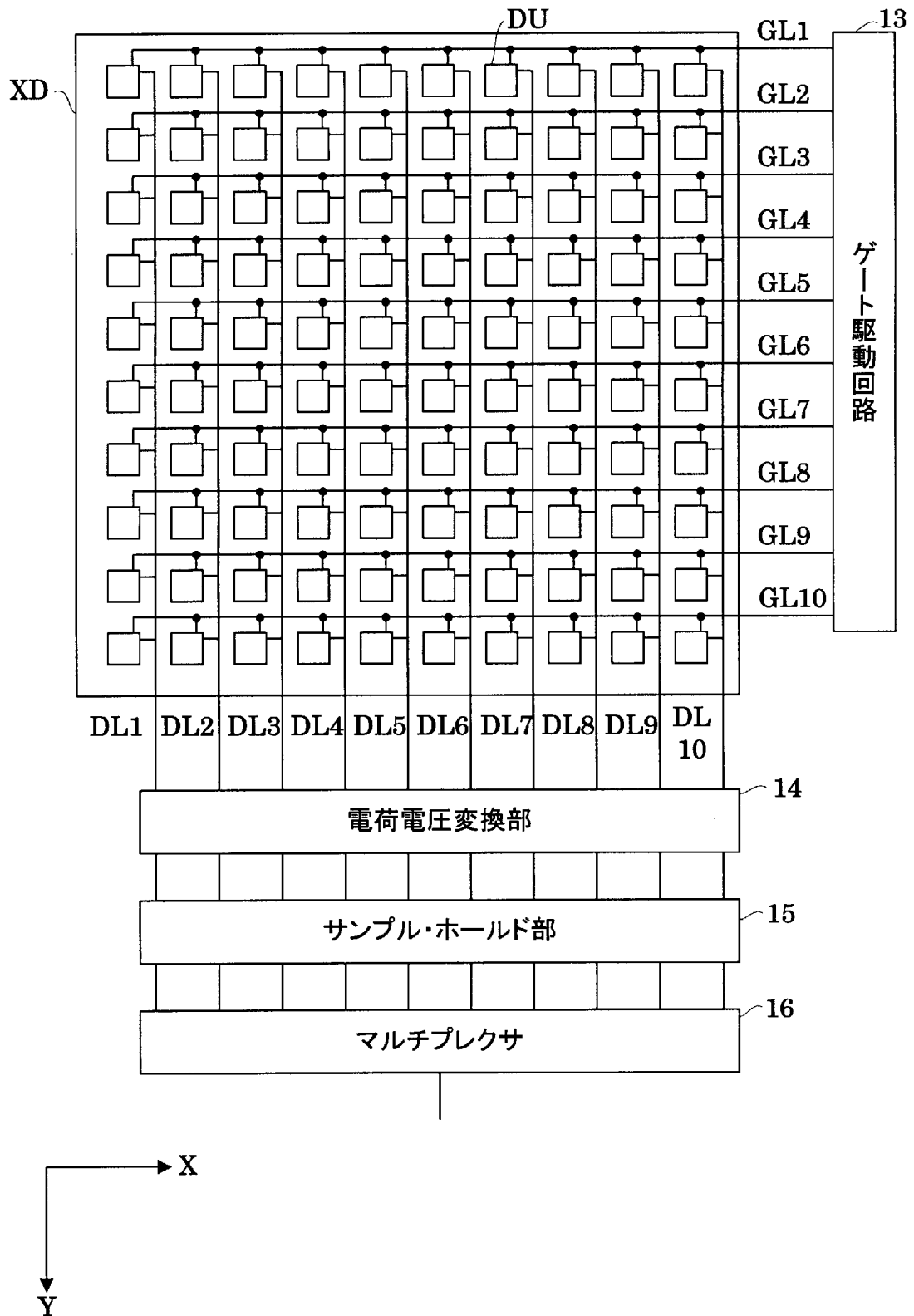
ことを特徴とする放射線撮像装置。

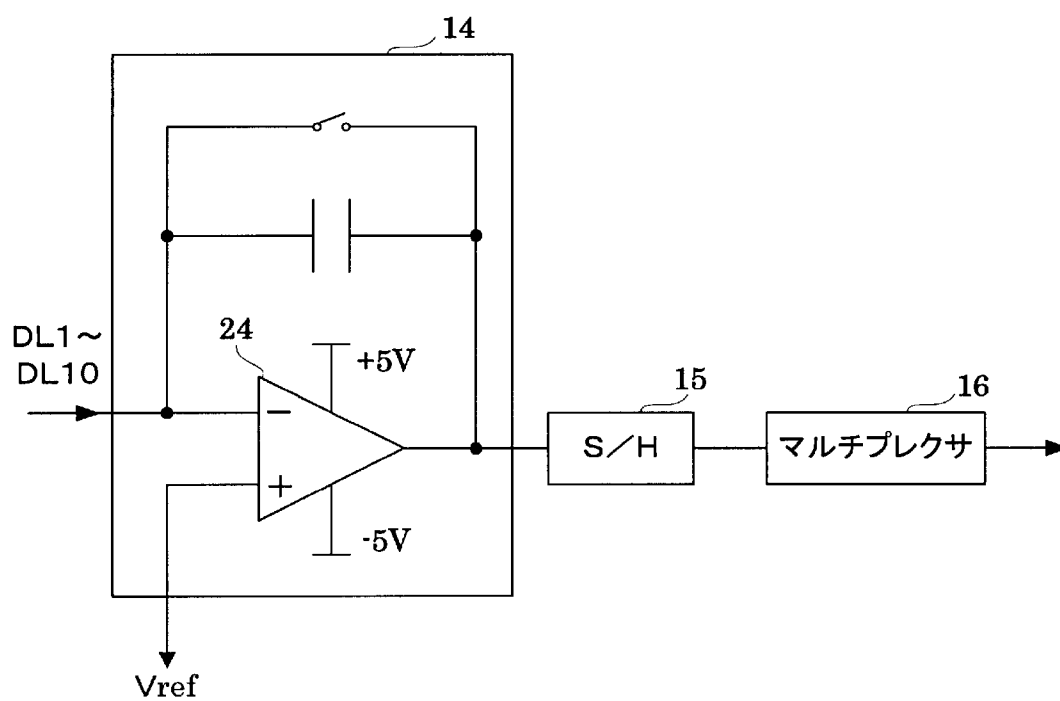
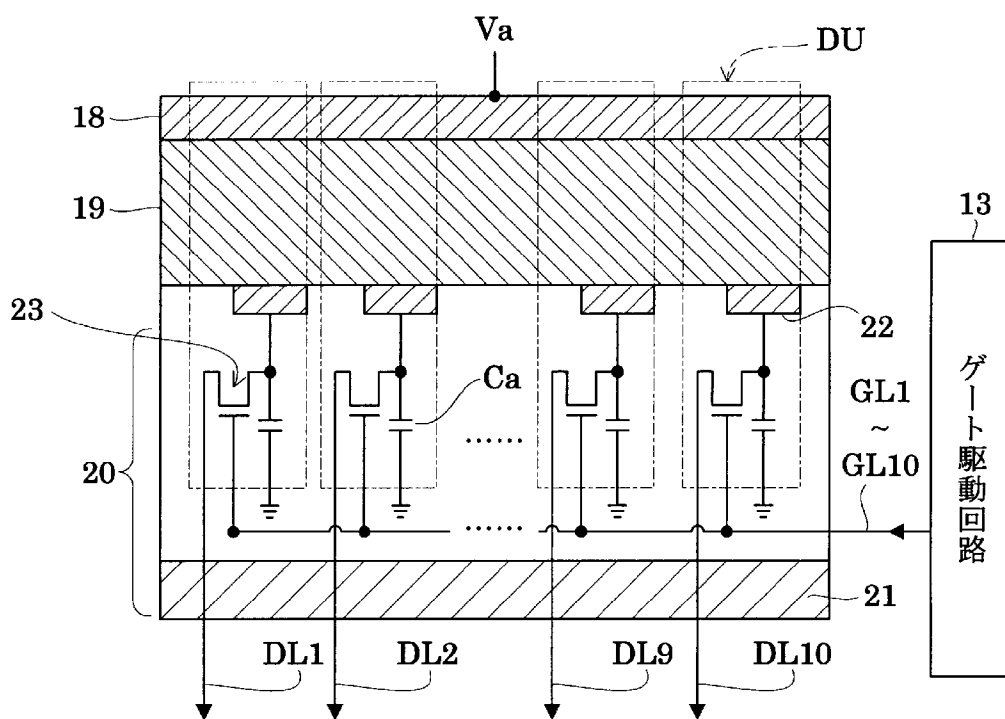
[図1]



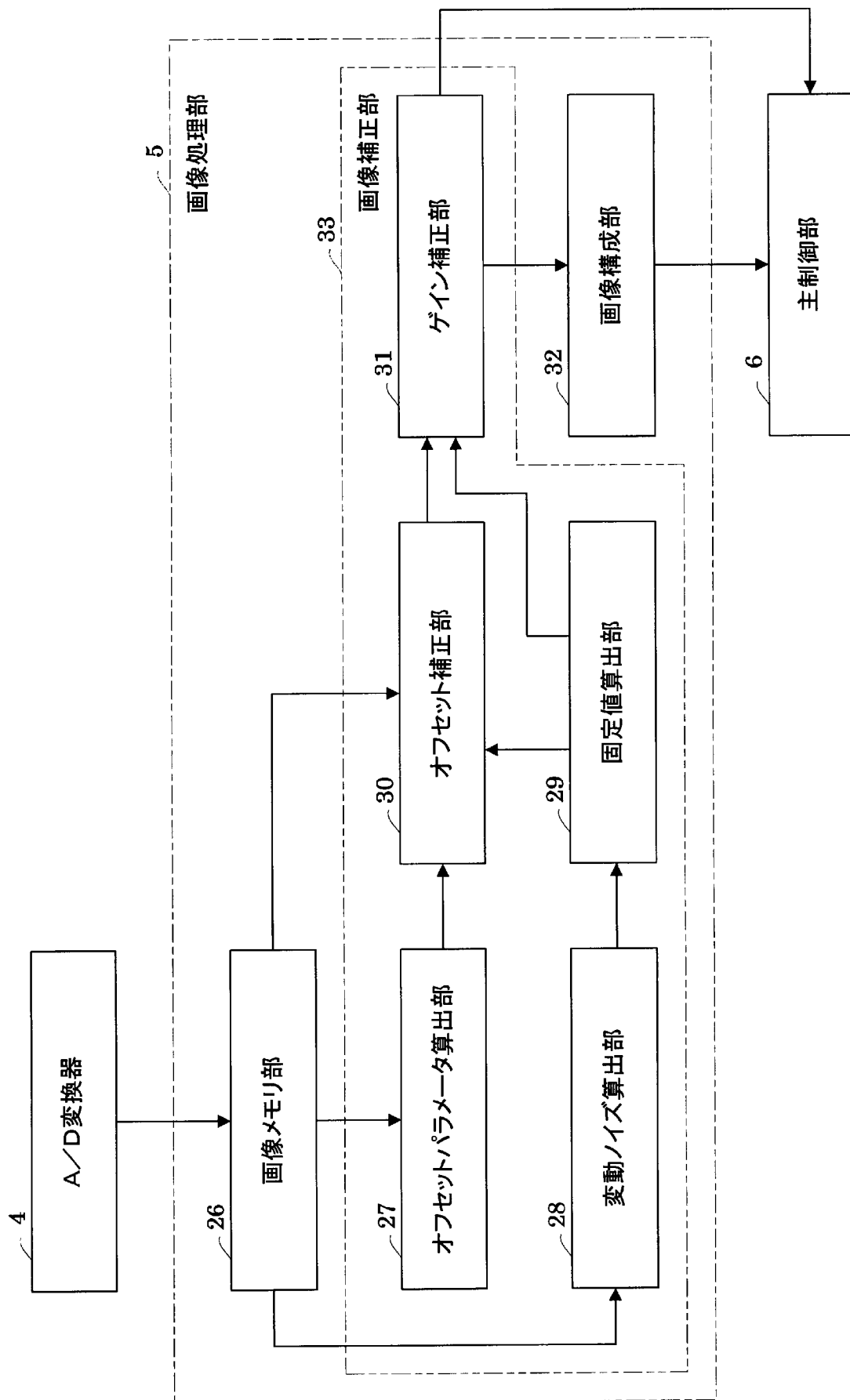
[図2]

3

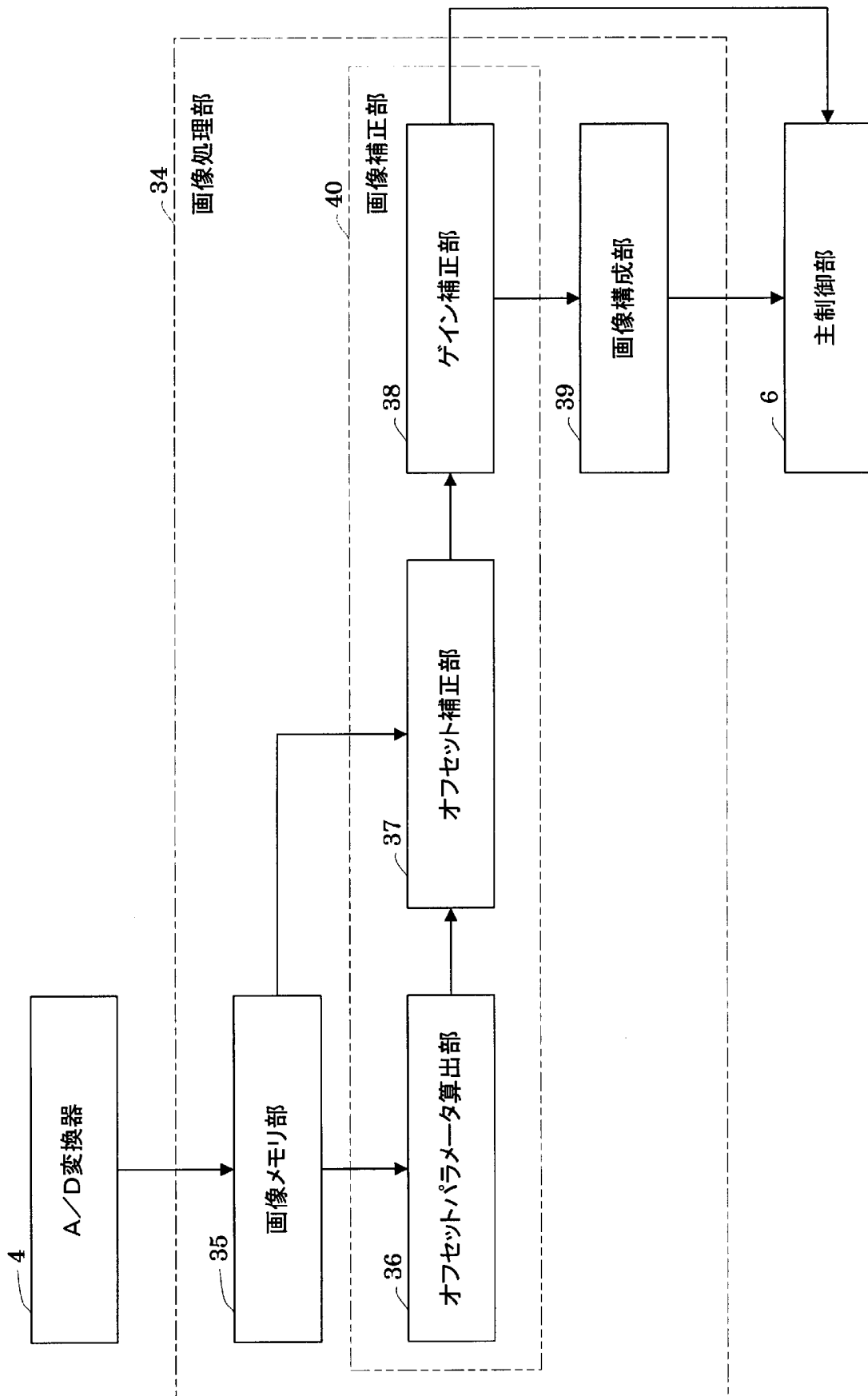




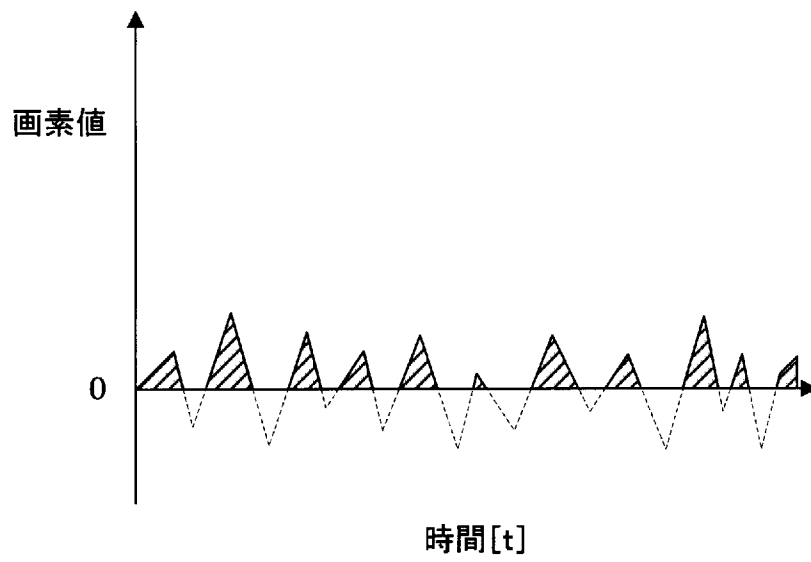
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/005521

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01T1/17(2006.01)i, A61B6/00(2006.01)i, G01T7/00(2006.01)i, H04N5/335(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01T1/00-7/12, A61B6/00-6/14, H04N5/30-5/335

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2009-189440 A (Canon Inc.), 27 August 2009 (27.08.2009), paragraphs [0012] to [0053]; fig. 1 to 2, 4 to 6 (Family: none)	1 2-8
A	JP 2006-305228 A (Shimadzu Corp.), 09 November 2006 (09.11.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2003-194949 A (Canon Inc.), 09 July 2003 (09.07.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
26 November, 2009 (26.11.09)

Date of mailing of the international search report
08 December, 2009 (08.12.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/005521

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-075598 A (Canon Inc.), 29 March 2007 (29.03.2007), entire text; all drawings & US 2007/0040099 A1	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G01T1/17(2006.01)i, A61B6/00(2006.01)i, G01T7/00(2006.01)i, H04N5/335(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G01T1/00 - 7/12, A61B6/00 - 6/14, H04N5/30 - 5/335			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 0 9 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 0 9 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 0 9 年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
X A	JP 2009-189440 A（キヤノン株式会社）2009.08.27, 段落【0012】 - 【0053】, 図 1-2, 4-6（ファミリーなし）	1 2-8	
A	JP 2006-305228 A（株式会社島津製作所）2006.11.09, 全文全図（ファミリーなし）	1-8	
A	JP 2003-194949 A（キヤノン株式会社）2003.07.09, 全文全図 （ファミリーなし）	1-8	
☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 2 6 . 1 1 . 2 0 0 9		国際調査報告の発送日 0 8 . 1 2 . 2 0 0 9	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号		特許庁審査官（権限のある職員） 村川 雄一 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 3	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-075598 A (キヤノン株式会社) 2007.03.29, 全文全図 & US 2007/0040099 A1	1-8