

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5813091号
(P5813091)

(45) 発行日 平成27年11月17日(2015.11.17)

(24) 登録日 平成27年10月2日(2015.10.2)

(51) Int.Cl.	F I
HO 4 N 5/357 (2011.01)	HO 4 N 5/335 5 7 O
HO 4 N 5/32 (2006.01)	HO 4 N 5/32

請求項の数 34 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-501350 (P2013-501350)	(73) 特許権者	510248464
(86) (22) 出願日	平成23年3月21日(2011.3.21)		ホロジック、インコーポレーテッド
(65) 公表番号	特表2013-523051 (P2013-523051A)		アメリカ合衆国 O 1 7 3 O マサチュー
(43) 公表日	平成25年6月13日(2013.6.13)		セッツ州、ベッドフォード、クロズビー
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/029148		ドライブ 3 5
(87) 国際公開番号	W02011/119466	(74) 代理人	100107766
(87) 国際公開日	平成23年9月29日(2011.9.29)		弁理士 伊東 忠重
審査請求日	平成26年2月21日(2014.2.21)	(74) 代理人	100070150
(31) 優先権主張番号	61/316,266		弁理士 伊東 忠彦
(32) 優先日	平成22年3月22日(2010.3.22)	(74) 代理人	100091214
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 大貫 進介
		(72) 発明者	ストビアブハイ シャー, ダルヴィッシュ
			アメリカ合衆国 デラウェア州, ニューア
			ーク, ホウト・ブリオン・アヴェニュー
			1 8 8

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デジタルイメージングのための無相関チャネルサンプリング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

夫々のチャネルを当該チャネルに対応するサンプリング時間の間サンプリングすることによって第 1 の行内の複数のチャネルから画像の一部分を生成する装置と共同して、前記第 1 の行内の少なくとも第 1 及び第 2 のチャネルのサンプリング時間をオフセットして前記第 1 の行における前記第 1 及び第 2 のチャネルの間のノイズ相関を低減する回路

を有し、

前記回路は、相関二重サンプリングのための第 1 のスイッチド RC フィルタ及び第 2 のスイッチド RC フィルタを有する電荷増幅器を有し、

前記第 1 のスイッチド RC フィルタ及び前記第 2 のスイッチド RC フィルタの夫々のスイッチは、専用のプログラム可能遅延ラインによる入力を有する、装置。

10

【請求項 2】

サンプリング時間は、ランダム化及び疑似ランダム化のうち少なくとも一方により選択される、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記サンプリング時間の少なくとも 1 つは、他の全てのチャネルと相違する、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記第 1 の行内の夫々のチャネルのサンプリング時間は、前記第 1 の行内の他の全ての

20

チャンネルと相違する、
請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

複数の行が存在し、前記第 1 の行内の第 1 のチャンネルのサンプリング時間は、第 2 の行内の第 1 のチャンネルのサンプリング時間と相違する、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

複数の行が存在し、前記第 1 の行内の夫々のチャンネルのサンプリング時間は、第 2 の行内の全てのチャンネルと相違する、

請求項 1 に記載の装置。

10

【請求項 7】

前記サンプリング時間は、開始時間によって定義される、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記サンプリング時間は、終了時間によって定義される、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 9】

前記サンプリング時間は、総ピクセルデータ追跡時間である、

請求項 1 に記載の装置。

20

【請求項 10】

総ピクセルデータ追跡時間は、前記第 1 の行におけるチャンネル間で変化する、

請求項 9 に記載の装置。

【請求項 11】

総ピクセルデータ追跡時間は、第 1 の行と第 2 の行との間で第 1 のチャンネル内で変化する、

請求項 9 に記載の装置。

【請求項 12】

前記回路は、前記第 1 の行内のチャンネル間でランダムに分布した複数の開始時間スロットを有するピクセルサンプル開始ウィンドウを定義する、

請求項 1 に記載の装置。

30

【請求項 13】

前記回路は、複数の終了時間スロットを有するピクセルサンプル終了ウィンドウを定義する、

請求項 12 に記載の装置。

【請求項 14】

前記開始時間スロット及び前記終了時間スロットは、ピクセルサンプルインターバルの開始及びピクセルサンプルインターバルの終了を夫々制御するよう前記第 1 のスイッチド RC フィルタ及び前記第 2 のスイッチド RC フィルタのスイッチを駆動する、

請求項 13 に記載の装置。

40

【請求項 15】

前記プログラム可能遅延ラインは、ピクセルサンプルウィンドウの所定数の時間スロットの間のランダムな選択によってプログラムされる、

請求項 14 に記載の装置。

【請求項 16】

前記プログラム可能遅延ラインは、前記サンプリング時間が共通チャンネルにおける隣接行の間で変化するように、電荷増幅器読み出しの間で予めプログラムされる、

請求項 15 に記載の装置。

【請求項 17】

10 から 50 個のスロットに割り振られた 20 マイクロ秒のウィンドウサイズを特徴とする請求項 12 に記載の装置。

50

【請求項 1 8】

第 1 の行内の少なくとも第 1 及び第 2 のチャンネルのサンプリング時間をオフセットして前記第 1 の行における前記第 1 及び第 2 のチャンネルの間のノイズ相関を低減するステップを含み、夫々のチャンネルを当該チャンネルに対応するサンプリング時間の間サンプリングすることによって前記第 1 の行内の複数のチャンネルから画像の一部分を生成するステップと

第 1 のスイッチド R C フィルタ及び第 2 のスイッチド R C フィルタを有する電荷増幅器を用いて相関二重サンプリングを実行するステップと
を有し、

前記第 1 のスイッチド R C フィルタ及び前記第 2 のスイッチド R C フィルタの夫々のスイッチは、専用のプログラム可能遅延ラインによる入力により制御される、方法。

10

【請求項 1 9】

ランダム化及び疑似ランダム化のうち少なくとも一方によりサンプリング時間を選択するステップ

を含む請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記サンプリング時間の少なくとも 1 つを、他の全てのチャンネルと相違するよう選択するステップ

を含む請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記第 1 の行内の夫々のチャンネルのサンプリング時間を、前記第 1 の行内の他の全てのチャンネルのサンプリング時間と相違する値に設定するステップ

を含む請求項 1 8 に記載の方法。

20

【請求項 2 2】

複数の行が存在し、

前記第 1 の行内の第 1 のチャンネルのサンプリング時間を、第 2 の行内の第 1 のチャンネルのサンプリング時間と相違する値に設定するステップ

を含む請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 3】

複数の行が存在し、

前記第 1 の行内の夫々のチャンネルのサンプリング時間を、第 2 の行内の全てのチャンネルのサンプリング時間と相違する値に設定するステップ

を含む請求項 1 8 に記載の方法。

30

【請求項 2 4】

前記サンプリング時間に対応するサンプリング開始時間を設定するステップ

を含む請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 5】

前記サンプリング時間に対応するサンプリング終了時間を設定するステップ

を含む請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 6】

前記サンプリング時間に対応する総ピクセルデータ追跡時間を設定するステップ

を含む請求項 1 8 に記載の方法。

40

【請求項 2 7】

前記第 1 の行におけるチャンネルごとに異なった総ピクセルデータ追跡時間を設定するステップ

を含む請求項 2 6 に記載の方法。

【請求項 2 8】

第 1 の行と第 2 の行との間で第 1 のチャンネル内で異なった総ピクセルデータ追跡時間を設定するステップ

を含む請求項 2 6 に記載の方法。

50

【請求項 29】

前記第1の行内のチャンネル間でランダムに分布した複数の開始時間スロットを有するピクセルサンプル開始ウィンドウを定義するステップを含む請求項18に記載の方法。

【請求項 30】

複数の終了時間スロットを有するピクセルサンプル終了ウィンドウを定義するステップを含む請求項29に記載の方法。

【請求項 31】

前記開始時間スロット及び前記終了時間スロットを用いて、ピクセルサンプルインターバルの開始及びピクセルサンプルインターバルの終了を夫々制御する前記第1のスイッチドRCフィルタ及び前記第2のスイッチドRCフィルタのスイッチを駆動するステップを含む請求項30に記載の方法。

10

【請求項 32】

ピクセルサンプルウィンドウの所定数の時間スロットの間のランダムな選択によって前記プログラム可能遅延ラインをプログラムするステップを含む請求項31に記載の方法。

【請求項 33】

前記サンプリング時間が共通チャンネルにおける隣接行の間で変化するように、電荷増幅器読み出しの間で前記プログラム可能遅延ラインを予めプログラムするステップを含む請求項32に記載の方法。

20

【請求項 34】

10から50個のスロットに割り振られた20マイクロ秒のウィンドウサイズを設定するステップを含む請求項29に記載の方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、概して、デジタルイメージングの分野に関し、より具体的には、デジタル画像における相関又は構造化ノイズアーティファクトを低減することに関する。

【背景技術】

30

【0002】

X線、磁気共鳴、光学及び他のモダリティに基づくデジタル画像は、医療分野において広く使用されている。例えば、X線画像は、悪性腫瘍を示す石灰化、病変、塊又はパターンを選別するために放射線科医によって使用される。そのため、選別の精度は画像に依存することは明らかである。

【0003】

ノイズは望まないアーティファクトを画像において生じさせうることが知られている。例えば、X線画像の捕捉及び読み出しの間に導入される相関ノイズは、はっきりと識別できる帯を画像において引き起こしうる。電子X線検出器は二種類に分けることができる。1つは、直接的な方法がX線を電界に変換するために使用されるものであり、もう1つは、間接的な方法が使用されるものである。直接変換型及び間接変換型いずれの検出器も、X線照射の間に受け取られる電荷を蓄積して保持する。直接変換型検出器では、アモルファスセレン等のX線光伝導体がX線光子を電荷に直接変換する。間接変換型検出器では、X線エネルギーはシンチレータにより可視光に変換され、次いで、光エネルギーはアモルファスシリコンフォトダイオード配列又はCCD等の光検出器により電荷に変換される。いずれか一方のタイプ（直接変換型又は間接変換型）の典型的なX線検出器は、ピクチャ素子（すなわち、検出器ピクセル）のM行×N列（チャンネルとも呼ばれる）の配列に分割される。例えば、マンモグラフィ検出器は、4096行及び3585チャンネル毎行を有してよい。図1には、行12及びチャンネル14を有する検出器アレイ10の例が示されている。夫々のチャンネルは電荷増幅器16の1つへ結合され、一方、夫々の行は行ドライバ15の

40

50

1つへ結合される。X線照射の間、検出器アレイの夫々のピクセル位置における電荷は、蓄積されて保持される。電荷は、X線照射の間にピクセルで受け取られる光子の数と関連しており、個々の伝達されるX線が撮像対象を通るにつれて受ける減衰を表す。X線照射の後、検出器の電荷パターンは読み出されてデジタル画像に変換される。このとき、デジタル画像の個々のピクセルの輝度は、検出器ピクセルの電荷と直接関連しており、撮像対象の内部構造の視覚表現を可能にする。検出器読み出しの間、行は行ドライバによって順次アクセスされ、アクセスされる行の夫々のチャンネルにおけるピクセルの電荷は、電荷増幅器16によってサンプリングされる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

しかし、外部ノイズがピクセル電荷に影響を及ぼすことがあり、ノイズ効果は、サンプリング時間が相関する場合に相関する。これは、行間の相関ノイズ位相差が派生画像において帯として現れるので、問題がある。よって、様々なモダリティについて捕捉画像における相関ノイズの影響を低減することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一態様に従って、装置は、夫々のチャンネルを当該チャンネルに対応するサンプリング時間の間サンプリングすることによって第1の行内の複数のチャンネルから画像の一部分を生成する装置と共同して、前記第1の行内の少なくとも第1及び第2のチャンネルのサンプリング時間をオフセットして前記第1の行における前記第1及び第2のチャンネルの間のノイズ相関を低減する回路を有する。

20

【0006】

本発明の他の態様に従って、方法は、第1の行内の少なくとも第1及び第2のチャンネルのサンプリング時間をオフセットして前記第1の行における前記第1及び第2のチャンネルの間のノイズ相関を低減するステップを含み、夫々のチャンネルを当該チャンネルに対応するサンプリング時間の間サンプリングすることによって前記第1の行内の複数のチャンネルから画像の一部分を生成するステップを有する。

【0007】

本発明の少なくとも一実施形態に関連する利点は、相関ノイズ効果の低減である。この利点は、行内のチャンネルのピクセルサンプリング時間を互いに対してオフセットしてチャンネルサンプリングを無相関とすることによって、達成される。無相関は、様々な技術により達成されてよい。例えば、行内のチャンネルの開始時間、終了時間又はその両方がオフセットされてよい。これは、所定の組のサンプリング時間値を用いて、又はサンプリング時間値をランダム化することによって、達成されてよい。行内のサンプリング時間をオフセットすることは、ノイズ信号の異なった位相が夫々のチャンネルにおいてサンプリングされるので、その行におけるチャンネル間のノイズ相関を低減し、夫々の行内のチャンネルノイズを有効に鈍らせる又はディザする。例えば行間でチャンネルサンプリング時間を異ならせることによるチャンネル内のランダムサンプリングは、更に夫々のチャンネル内のノイズをディザする。

30

40

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】検出器アレイの例を表す。

【図2】ピクセルアレイの単一ピクセルの回路例を表す。

【図3】電荷増幅器の実施例の回路図である。

【図4】図3の電荷増幅器のスイッチドコンポーネントの動作を表すタイミング図である。

。

【図5】相関ノイズ効果に係る幾つかの範囲を表す画像である。

【図6A】電荷増幅器を駆動する従来技術を表す。

【図6B】電荷増幅器ごとにTH1及びTH2の独立制御を提供する技術の例を表す。

50

【図 7】夫々の P S S ウィンドウ及び P S E ウィンドウにおいて 6 個のピクセルサンプル開始時間スロット及び 6 個のピクセルサンプル終了時間スロットを有する本発明の一実施形態を表すタイミング図である。

【図 8】デジタル検出器に作用しうるノイズの例を表す。

【図 9 A】相関ノイズ効果を表す。

【図 9 B】ピクセルサンプル時間をランダムに異ならせることによる図 9 A の相関ノイズ効果の低減を表す。

【図 9 C】30 kHz のノイズの存在下で検出器によって取得されうるもののシミュレーション画像である。

【図 9 D】30 kHz のノイズの存在下で検出器によって取得されうるもののシミュレーション画像である。

【図 10】ノイズ周波数に対する取得画像の相関ノイズ振幅のグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明は、X 線画像に関連して記載される。しかし、本発明は X 線装置による使用に限られず、本発明が陽電子放出型断層撮影 (positron emission tomography) (PET)、単光子放出コンピュータ断層撮影 (single photon emission computed tomography) (SPECT)、磁気共鳴イメージング (magnetic resonance imaging) (MRI) 及び光学イメージング (例えば、CCD を用いるもの) を含むがそれらに限られない他の様々なモダリティとともに実施されてよいことは当業者に明らかである。また、本発明が医療用途に限られず、他の様々な目的のための画像処理において有用性を有することも明らかである。

【0010】

図 2 は、ピクセルアレイ 10 の単一のピクセル 18 の回路例を表す。ピクセル 18 は、薄膜トランジスタ (TFT) スイッチ 20 と、ピクセルキャパシタ 22 と、行ドライバ 24 と、電荷増幅器 26 とを有する。X 線 21 が検出器に衝突すると、電荷はピクセルキャパシタ 22 に蓄積する。X 線照射の後、ピクセルキャパシタ 22 は、そのピクセル位置での X 線減衰を表す電荷を保持する。行ドライバ 24 がアサートされる場合に、ピクセルキャパシタ 22 にかかる電圧は TFT 20 を介して電荷増幅器 26 へ伝えられる。電荷増幅器 26 は、X 線電荷を電圧に変換し、それをデジタル化のために ADC へ送る。

【0011】

図 3 は、電荷増幅器 26 の実施例の回路図である。電荷増幅器 26 は、図 2 の行ドライバ 24 及びピクセルキャパシタ 22 に結合されているように示される。キャパシタ C_p は、接地に対するソースライン (列ライン) のキャパシタンスを表す。これは、ソースラインが受け取る接地ノイズ又は外部ノイズに対するシステムの影響の受けやすさを高めて、相関ノイズを引き起こすノイズ利得を提供する。表される電荷増幅器 26 は、積分器リセットスイッチ 32 に結合される増幅器 30 を有する。電荷増幅器 26 は、一対のスイッチド RC フィルタ 34 及び 36 を有する。スイッチド RC フィルタ 34 及び 36 は、電荷増幅器に関連するオフセットを取り除き、且つ、相関二重サンプリング (Correlated Double Sampling) (CDS) スキームを用いて低周波ノイズを低減するよう、従来技術の電荷増幅器において使用されてきた。基本的な相関二重サンプリングスキームは、評価インターバルの間 2 つの電圧サンプルを取得することを有し、第 1 のサンプルは、第 1 の RC フィルタ 34 によりシステムオフセット及び低周波ノイズソースを記録し、第 2 のサンプルは、第 2 の RC フィルタ 36 により保持 TFT ピクセル電圧を記録する。次いで、基準サンプル電圧が、サンプリングされたピクセル電圧から減じられてよい。そのような配置は、低周波ノイズを低減し、コンポーネントに関連するオフセットを最終のピクセル値から除く。

【0012】

図 4 は、図 3 の電荷増幅器のスイッチドコンポーネントの動作を表すタイミング図である。Reset は、積分器リセットスイッチ 32 を制御する信号の値を反映し、TH1 及

10

20

30

40

50

びTH2は、RCフィルタ34及び36の夫々のスイッチの値を反映し、Gateは、行ドライバ24を制御する信号の値を反映する。夫々の評価インターバルの開始時(T_0)に、積分器リセットスイッチ32は、あらゆる前の電荷を増幅器から除くよう一時的にリセットされる。 T_1 で、Reset信号は解除され、スイッチTH1及びTH2は閉じられ、キャパシタC1及びC2があらゆる電荷増幅器オフセットを追跡することを可能にする。 T_2 (CDS1)で、スイッチTH1は開かれ、基準電圧(VR)がC1によって保持される。 T_3 で、Gate信号はオンされ、ピクセルキャパシタ22からの電荷は増幅器30のノード30aへ移動し、RCフィルタ36へ出力を供給してキャパシタC2を充電する。時間 T_4 (CDS2)で、スイッチTH2は開き、電圧VSがキャパシタC2で保持される。よって、“CDS時間”(すなわち、CDS1とCDS2との間の時間インターバル)の間、ピクセルキャパシタ22からの電荷は増幅され、フィルタをかけられ、電圧VSとして保持される。VRは、システムオフセットを除き、且つ、低周波ノイズを低減するよう、VSから減じられ、その差は、後に、デジタル化のためにA/Dコンバータへ転送される。

10

【0013】

CDSを使用するX線検出器が遭遇する1つの共通した問題は、水平相関ノイズである。CDS1時間及びCDS2時間は全てのチャンネルについて同じであるから、外部ノイズ信号は行内の全てのチャンネルに対して等しい影響を有する。しかし、ノイズ位相は行ごとに異なっており、異なった位相において捕捉されるノイズによって引き起こされる結果のオフセットは、派生画像にわたって帯に現れる行間のピクセル値オフセットを生じさせる。相関ノイズ効果の重大性は、他のノイズ源が有意に削減される場合に、検出器システムにおいて悪化する。図5は、相関ノイズに係る幾つかの範囲、例えば範囲52を表す画像50である。そのようなアーティファクトは、画像の全体的な品質を下げ、癌検診における使用のためのその有効性をおとしめる。

20

【0014】

本発明の一態様に従って、相関ノイズ効果は、行内のチャンネルのピクセルサンプリング時間を互いに対してオフセットすることによって低減されることが分かる。例えば、行内のチャンネルの開始時間(CDS1)、終了時間(CDS2)又はその両方がオフセットされてよい。これは、所定の組の疑似ランダムサンプリング時間値を用いて、又はサンプリング時間値をランダム化することによって、達成されてよい。行内のサンプリング時間をオフセットすることは、ノイズ信号の異なった位相が夫々のチャンネルでサンプリングされるので、その行におけるチャンネル間のノイズ相関を低減する。非相関チャンネルサンプリングと呼ばれるこの技術を用いることは、夫々の行内でチャンネルノイズを有効に鈍らせる又はディザする。行間でチャンネルCDS時間を異ならせることによるチャンネル内のサンプリングオフセットは、夫々のチャンネル内で更にノイズをディザする。

30

【0015】

CDS時間(総ピクセルデータ追跡時間)は、サンプルの開始時間CDS1におけるあらゆるシフトがサンプルの終了時間CDS2における対応するシフトを引き起こすように、望ましくは一定に保たれる。CDS1時間及びCDS2時間を変更しながらCDS時間を一定に保つことは、相関ノイズ効果の低減という更なる効果とともに、電荷増幅器が依然として同様にシステムオフセットを除き且つ低周波ノイズを低減することにおいて有効であることを確かにする。

40

【0016】

しかし、CDS時間を一定のままとすることは本発明の必要条件ではなく、ピクセル値の適切なサンプルを得るための少なくとも最小CDS時間が保たれることを条件として、CDS時間が共通の行におけるチャンネル間で及び行間のチャンネル内で変化する本発明の他の実施形態が想定されることに留意すべきである。

【0017】

よって、本発明は、ピクセルサンプル開始ウィンドウ(pixel sample start window)(PSSW)を想定する。PSSWは複数の開始時間スロットを有してよく、時間スロ

50

ットは、共通の行内のチャンネル間で、及び／又は共通チャンネルの行間で、ランダムに分配される。本発明は、更に、ピクセルサンプル終了ウィンドウ(pixel sample end window)(PSEW)を想定する。PSEWも複数の終了時間スロットを有し、それらの数はPSSWの開始時間スロットの数と一致してよい。しかし、それは本発明の必要条件ではない。開始時間スロット及び終了時間スロットは、夫々のTH1スイッチ及びTH2スイッチを駆動するために使用され、夫々ピクセルサンプルインターバルの開始及びピクセルサンプルインターバルの終了を制御する。

【0018】

ここで図6Aを参照すると、電荷増幅器16を駆動する従来技術は、全ての電荷増幅器(ここでは4つの電荷増幅器16A~16Dが示されている。)へ共通するTH1及びTH2信号を転送することを含む。対照的に、本発明は、TH1信号及びTH2信号の独立した制御を想定する。夫々の電荷増幅器16A~16Dに対してTH1信号及びTH2信号の独立した制御を提供する技術の一例は、図6Bに示されている。夫々のTH1/TH2入力は、専用のプログラム可能遅延ライン(全体としてグループ60によって示されている。)を有する。一実施形態において、プログラム可能遅延ラインは、所定数のスロットの間のランダムな選択によってプログラムされる。プログラム可能遅延ラインは、TH1信号及びTH2信号が共通チャンネルにおける行間で変化することを確かにするよう、有利に電荷増幅器読み出しの間でプログラムされるが、それは本発明の必要条件ではない。選択された組の時間スロットの間でTH1時間及びTH2時間をランダムに変化させる他の技術は、本発明の適用範囲に影響を及ぼすことなく、ここで代用されてよい。

【0019】

図7は、夫々のPSSウィンドウ及びPSEウィンドウにおいて6個のピクセルサンプル開始時間スロット及び6個のピクセルサンプル終了時間スロットを有する本発明の一実施形態を表すタイミング図である。チャンネルは、有限数のスロットからCDS1及びCDS2のためにPSSウィンドウ及びPSEウィンドウの間に時間スロットを割り当てられる。結果として、夫々のチャンネル及び派生画像に対する外部ノイズの影響によるノイズ信号の異なった位相はランダム化され、相関ノイズ効果は画像において可視的でなくなる。

【0020】

例えば、図8は、デジタル検出器に作用する外部ノイズを表す。所与の行における全てのチャンネルが1つの特定の位相でノイズをサンプリングし、ノイズの位相が行ごとに变化する場合に、累積ノイズオフセットは行間で変化しうることが容易に理解され得る。図8は、如何にしてノイズ信号がピクセル取得の間に5つの異なったチャンネルによってサンプリングされ得るのかを表す。ノイズは異なった位相においてサンプリングされるので、ノイズの影響はチャンネルにわたって且つ行間で平滑化され、望まれない相関ノイズ効果を低減する。図9A及び9Bは、20kHzのノイズの存在下で検出器によって取得されうるもののシミュレーション画像である。相関ノイズ効果は、図9Aにおいて明らかに見ることができ、上述されたようにピクセルサンプル時間をランダムに変化させることによって大幅に低減され、その結果は図9Bに示されている。図9C及び9Dは、30kHzのノイズの存在下で検出器によって取得されうるもののシミュレーション画像である。相関ノイズ効果は図9Cにおいて見ることができ、一方、ピクセルサンプル時間が行内のチャンネル間で及び行におけるチャンネル間でランダム化される場合には、相関ノイズは図9Dに示されるように大幅に低減される。図9B及び9Dの間の相関ノイズの低減は、本発明がより高い周波数ノイズに関して性能が高まることを示唆する。

【0021】

図10は、ノイズ周波数に対する取得画像の相関ノイズ振幅のグラフである。このシミュレーションにおいて、PSSW及びPSEWは夫々、50個の時間スロットに割り振られた10マイクロ秒ウィンドウである。チャンネルごとのピクセル開始時間は、10、20及び30マイクロ秒ウィンドウにおいて50個の時間スロットに割り当てられ、一方、総CDS時間は一定のままである。図10に示されるように、ディザウィンドウが大きければ大きいほど、ますます大きな相関ノイズの抑制が達成され得る。

【 0 0 2 2 】

本発明の一態様は、時間スロットの数並びに P S S 及び P S E ウィンドウのサイズを含む。スロットの数、ウィンドウのサイズ及びウィンドウ内のスロットの間隔は可変であり、概して設計選択事項であり、検出器のサイズ、検出器が使用される環境、検出器の望ましい速度並びに望ましい設計の費用及び複雑性に依存して様々であることは明らかである。よって、本発明は、如何なる特定の数のスロット又は如何なる特定のウィンドウサイズにも全く制限されない。それでもやはり、シミュレーションされた使用は、10 から 50 個のスロットに割り振られた 20 マイクロ秒のウィンドウサイズを用いて、デジタル画像における相関ノイズの低減を見出した。

【 0 0 2 3 】

然るべく、行内及び行間のチャネルサンプリングの時間的変化を介して相関ノイズアーティファクトを低減する改善された電荷増幅器サンプリングシステム及び方法が図示及び記載されてきた。チャネルサンプリング技術は、チャネル及び行の間でノイズオフセットを最小限とすることによって直接変換型及び間接変換型両方の X 線検出器の性能を改善するために使用されてよい。本発明は相関二重サンプリング電荷増幅器に付属するものとして記載されてきたが、当業者によって容易に理解されるように、本発明は二重サンプリング環境における使用に限られず、ノイズアーティファクトを欠点とする多くの他のデータサンプリングシステムとともに使用されてよい。同様に、本発明の特徴は、非一時的なコンピュータ読出可能媒体に記憶されるコンピュータプログラムを用いて実施されてよい。実施例を記載してきたが、上記の例は単なる例示であり、他の例も添付の特許請求の範囲の適用範囲内に包含されることは明らかである。

【 0 0 2 4 】

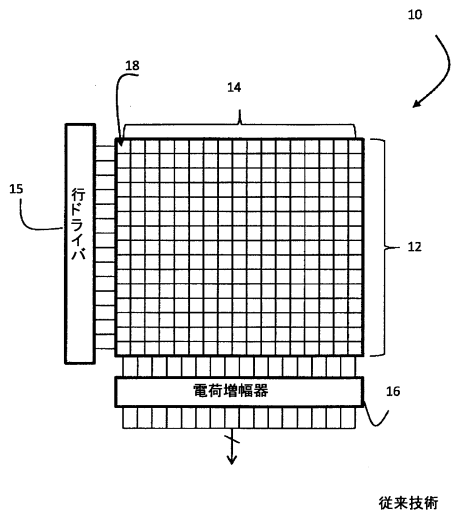
[関連出願の相互参照]

本願は、2010年3月22日付けで出願された米国特許仮出願第 61 / 316266 号 (発明の名称「System, Apparatus and Method for Decorrelated Channel Sampling in Image Detectors」) に基づく優先権を主張するものである。なお、当該米国出願の内容は、参照により本願に援用される。

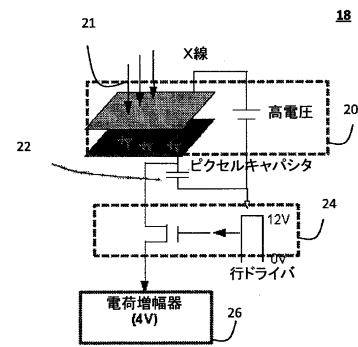
10

20

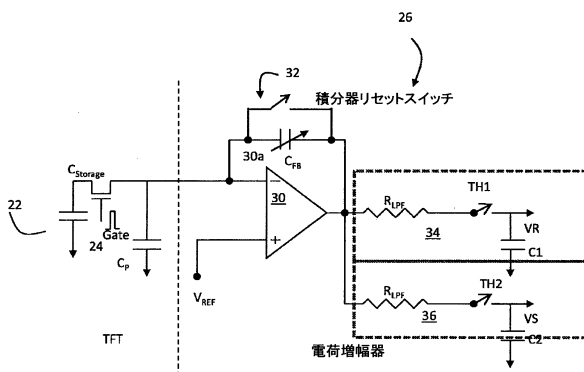
【図 1】



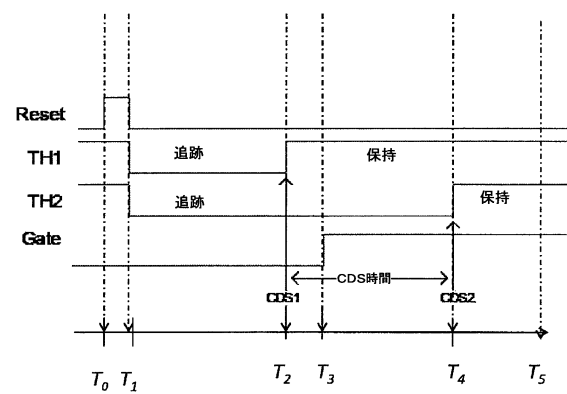
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

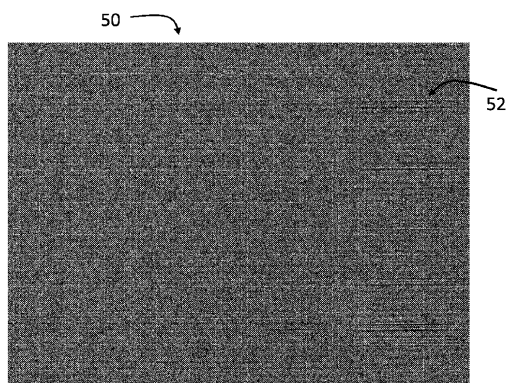


Figure 5

【図 6 A】

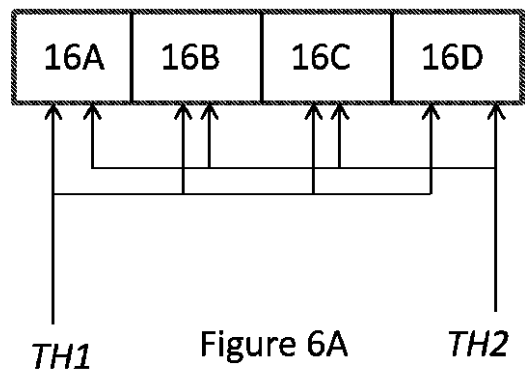
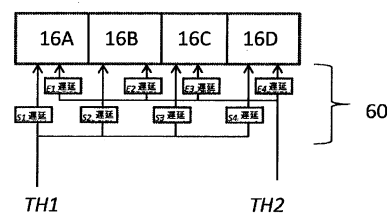
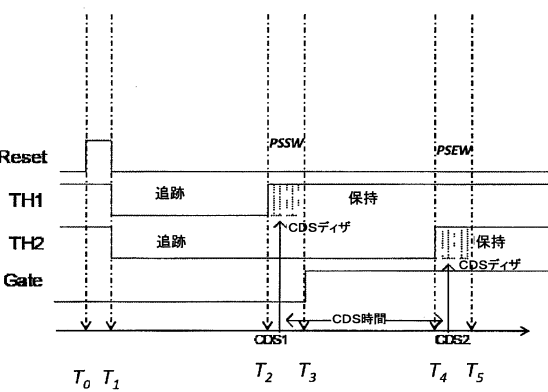


Figure 6A

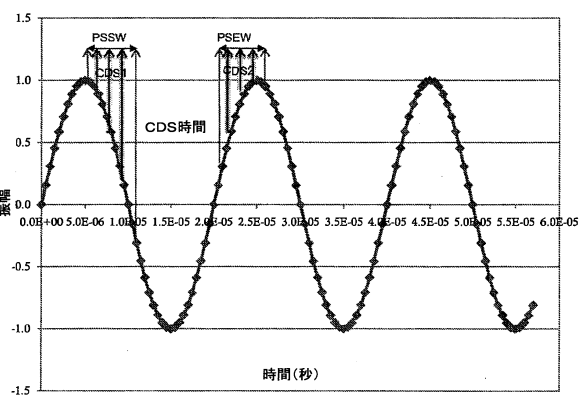
【図 6 B】



【図 7】



【図 8】



【図 9 A】

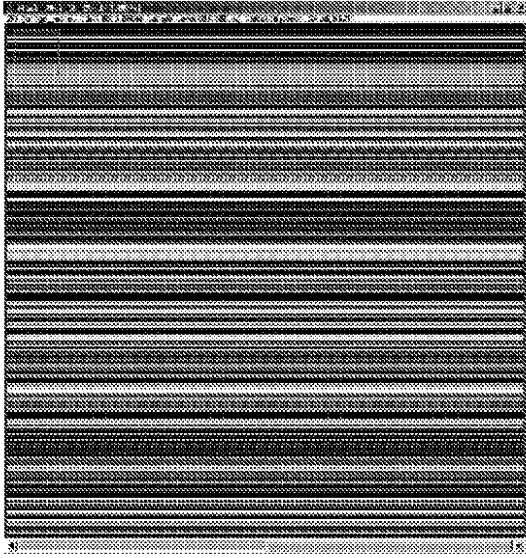


Figure 9A

【図 9 B】

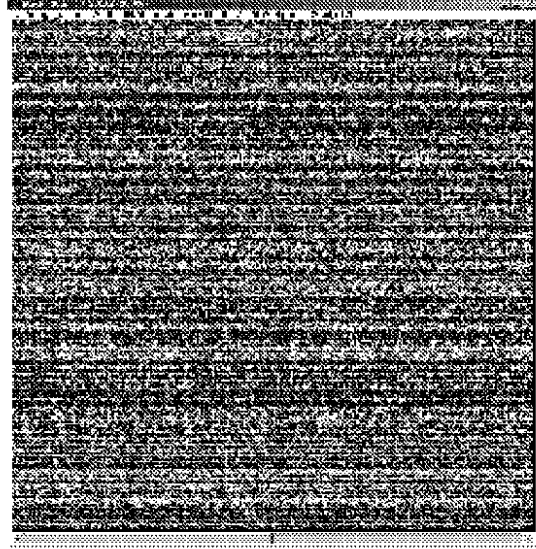


Figure 9B

【図 9 C】

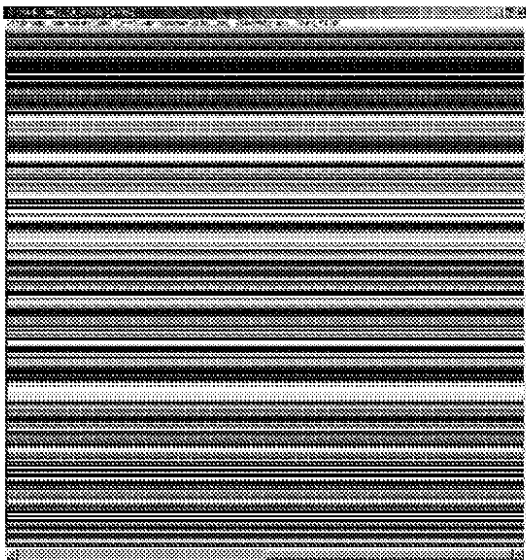


Figure 9C

【図 9 D】

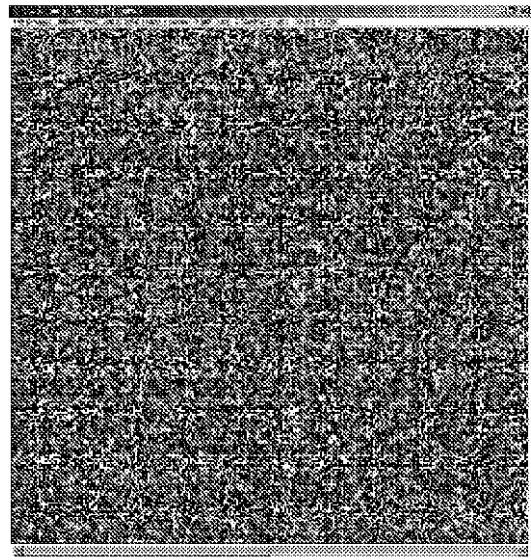
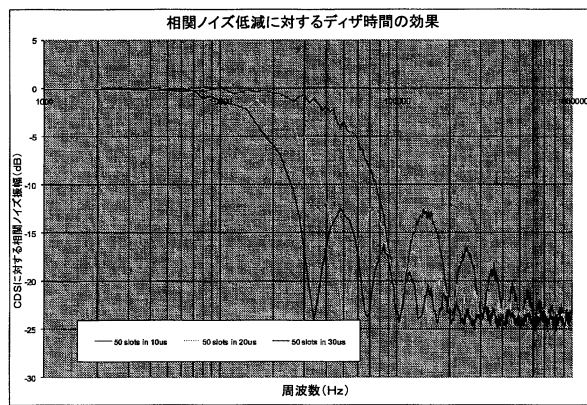


Figure 9D

【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 ポリスチュック, ブラッド
アメリカ合衆国 デラウェア州, ウィルミントン, ノース・ロドニー・ストリート 1 6 2 3
- (72)発明者 パレッキ, ユージーン
アメリカ合衆国 ペンシルヴァニア州, ランデンバーグ, ウィルキンソン・ドライブ 4
- (72)発明者 セロナ, アンソニー
アメリカ合衆国 ペンシルヴァニア州, リンカーンユニヴァーシティ, サンダー・ヒル・ロード
1 1 1 5
- (72)発明者 マイアーズ, ダグラス
アメリカ合衆国 ペンシルヴァニア州, ケネットスクエアー, ダブリュ・ストリート・ロード 4
8 3
- (72)発明者 ウォーカー, グレン
アメリカ合衆国 デラウェア州, ミドルタウン, ミルフォード・ドライブ 2 4 8

審査官 鈴木 明

- (56)参考文献 特開2008-086000(JP, A)
米国特許出願公開第2009/0040351(US, A1)
特開2005-269215(JP, A)
特開2007-300183(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N 5/30 - 5/378