

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5095921号
(P5095921)

(45) 発行日 平成24年12月12日(2012.12.12)

(24) 登録日 平成24年9月28日(2012.9.28)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 L 27/144 (2006.01)

GO 1 T 1/24 (2006.01)

HO 1 L 31/02 (2006.01)

HO 1 L 27/14 K

GO 1 T 1/24

HO 1 L 31/02 A

請求項の数 4 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2005-131323 (P2005-131323)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成17年4月28日 (2005.4.28)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2005-322908 (P2005-322908A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、リバーロード、1番
(43) 公開日	平成17年11月17日 (2005.11.17)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成20年4月24日 (2008.4.24)		弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	10/838,892	(74) 代理人	100105588
(32) 優先日	平成16年5月4日 (2004.5.4)		弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100106541
			弁理士 伊藤 信和
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 食違い配置の検出区域を有するモノリシックX線検出器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

C Z T 及び H g I₂ より成る群から選択され、前面 (1 4) 及び後面 (2 0) を持つモノリシック検出器素子 (1 2) と、

前記前面 (1 4) 上の少なくとも 1 つの陰極 (2 2) と、

前記後面 (2 0) 上に配置された少なくとも 2 列の陽極 (2 4) であって、その各列が 1 つの軸線に沿って相隔たる独立の検出領域 (1 5) を規定しており、また相異なる列の検出領域 (1 5) の中心が、列に沿って測ったとき、互いに対してずれている、当該少なくとも 2 列の陽極 (2 4) と、

を有し、

前記独立の検出領域 (1 5) は、前記陽極 (2 4) を囲むステアリング電極によって画成された平行四辺形の周縁を有し、

前記列の端にあるモノリシック検出器素子 (1 2) の少なくとも 1 つの端部は前記平行四辺形の一辺に平行であり、複数のモノリシック検出器素子 (1 2) は端と端とをつなげて配列して、ギャップを生じること無く又はこれらのモノリシック検出器素子 (1 2) の中心間隔を変えること無く検出領域 (1 5) の列を延長させることができる、ことを特徴とする固体 X 線検出器 (1 0 , 1 0 ') 。

【請求項 2】

前記ずれは前記軸線に沿った検出領域 (1 5) の幅の半分である、請求項 1 記載の固体 X 線検出器 (1 0 , 1 0 ') 。

【請求項 3】

前記列の端にある検出領域(15)の面積が、前記列の端にない検出領域(15)の面積よりも小さく、また、複数のモノリシック検出器素子(12)は端と端とをつなげて配列して、これらの検出器素子(12)の中心間隔を変えることなく検出領域(15)の列を延長させることができる、請求項1記載の固体X線検出器(10, 10')。

【請求項 4】

更に、各々の前記陽極(24)から独立の電流を読み取る読出し回路(40)を含んでいる請求項1記載の固体X線検出器(10, 10')。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は一般的に云えばX線検出器に関し、具体的には定量的X線イメージングのために使用されるテルル化カドミウム亜鉛(CZT)検出器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

2種類の異なるX線エネルギーで或る物体によるX線吸収量を測定すると、その物体の組成についての情報を2種類の選択された基本的物質に分解されるものとして表すことができる。医学の分野では、選択された基本的物質を骨と柔らかい組織とにすることが多い。骨を周囲の柔らかい組織から区別できれば、X線画像から、骨粗鬆症及び他の骨の病気の診断のために生体内骨密度についての定量的情報を得ることが可能になる。

20

【0003】

選択された基本的物質として異なるものを選ぶことにより、二重エネルギーX線測定を他の目的に使用することが可能である。例えば、二重エネルギーX線測定は、身体組成の分析のために脂肪と脂肪のない組織とを区別するように、或いは荷物を走査するために爆発物と非爆発物とを区別するように使用することができる。

【0004】

二重エネルギーX線システムで被測定物体を通過するX線を測定するためにテルル化カドミウム亜鉛(CZT)検出器を使用することができる。このような検出器は、各入射フォトンについて該フォトンのエネルギーに比例した電荷を解放し、従ってパルスの高さによって分類されるような高及び低エネルギーX線を別々に測定することができる。

30

【特許文献1】米国特許第5666395号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般に、CZT検出器は多数の別々のCZT結晶を用いており、その各々の結晶は該結晶の区域によって規定されたピクセル内のX線を検出するために前面及び後面電極を有する。CZT検出器を構成するには、多数の別々のCZT結晶を組み立てることが必要であり、これは困難なことがある。ピクセルの大きさをより小さくした高分解能検出器では、より小さい結晶が必要となり、組み立ての問題をより難しくする。

【課題を解決するための手段】

40

【0006】

本発明は、モノリシックCZT結晶で構成されて、その一面上に、多数のピクセルを規定するための複数の電極を配置した高分解能CZT検出器を提供する。このモノリシック設計により、多数の別々の小さい結晶を使用することによって生じる組み立ての問題が排除される。しかしながら、ピクセル相互の間の領域は、隣り合うピクセル相互の間(「ギャター(gutter)」領域)に吸収されたX線を計数するときに、蓄積電荷を相互に共有することに起因して効率が悪いことが知られている。その上、スロット走査用途では、モノリス(monolith)の延長した線形配列を使用することによって有意な区域をカバーすることがより効率的である。これは必然的に、複数の結晶を互いに対して端部同士で突合せ接触させなければならない、その結果として結晶相互の間に不感域が生じることを意味している。こ

50

これらの理由で、本発明では各結晶上に複数列の食違い配置のピクセル (staggered pixels) を設ける。食違い配置のピクセル列を使用して走査することにより、後の列の検出器素子が前の列の効率の悪い領域をカバーすることが可能になる。列に沿ったピクセル・ピッチを中断することなく又はモノリス相互の間のギャップに起因する効率の低下を生じること無く、複数のモノリシック素子のタイリング (tiling) を可能にするために、モノリスを平行四辺形の形状に製作する。

【 0 0 0 7 】

これらの特徴、目的及び利点は、特許請求の範囲内に入る幾つかの実施形態のみに適用することができ、従って本発明の範囲を規定するものではない。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 0 8 】

ここで図 1 を参照して説明すると、固体二重エネルギー X 線検出器システム 10 はモノリシック CZT 結晶 12 を含むことができ、該結晶 12 は、通常は X 線フォトン 16 及び 18 の発生源に面している前面 14 と、該前面とは CZT 結晶の反対側にある後面 20 と有している。代替例では、CdTe 及び HgI₂ のような他の検出器材料を使用することができる。

【 0 0 0 9 】

陰極 22 が CZT 結晶 12 の前面 14 に設けられ、且つ陽極 24 が CZT 結晶 12 の後面 20 に設けられて、両電極の間にバイアス電界を生成する。一般に、陰極 22 は前面 14 の全体を覆うが、陽極は後面 20 の中心合わせされた小さい区域のみを覆う。陰極 22 及び陽極 24 の両方は、例えば、スパッタリングによって、CZT 結晶 12 に直接適用してよく、好ましくは、白金のような導電性金属で形成される。CZT 結晶 12 の前面 14 はまた、アルミニウム被覆マイラーのような光不透明で X 線透過性の材料によって保護してもよい。

【 0 0 1 0 】

陽極 24 はガター領域 25 によって互いから分離されている。本発明の一実施形態では、陽極 24 は面積がほぼ 1.5 mm × 2.5 mm であり、ガター領域 25 は幅がほぼ 150 ~ 200 ミクロンである。ガター領域 25 は陽極 24 を電氣的に隔離するように作用して、各ピクセル領域 15 について軸線 23 に沿って前面 14 上の陰極 22 と後面 20 上の陽極 24 との間で解放された電荷のバーストを独立に測定できるようにする。このピクセル相互間 (ガター) 領域内の電界は弱いので、電荷収集の効率が悪い。好ましい実施形態ではステアリング (steering) 電極 (図示していない) を使用してよいが、X 線吸収によって生成された有限の幅の電荷蓄積に起因して、その中の電荷が 2 つのピクセルの間で分割される領域 (典型的には、0.1 ~ 0.2 mm) が常に存在する。

【 0 0 1 1 】

結晶 12 内に蓄積された電荷の収集を効率よくするために、バイアス電圧源 31 からのバイアス電圧を各ピクセル領域 15 の対向する陰極 22 と陽極 24 との間に印加して、電界 32 を生成する。前面 14 上の陰極 22 を通過した X 線フォトン 16 がモノリシック結晶 12 に入射して電荷担体 34 (本例では電子として示す) を解放させ、該電荷担体 34 は次いで後面 20 上の陽極 24 によって収集されて、各ピクセル領域 15 についての別々の導線 36 を介して、アースを基準とした電荷積分器 38 へ導かれる。各フォトン 16 によって解放される電荷の量は、X 線フォトン 16 のエネルギーを表す。電荷積分器 38 からの出力は処理用コンピュータ 40 によって受け取られ、処理用コンピュータ 40 は当該技術分野で周知の手法に従って X 線フォトン 16 の定量的画像を生成することができる。

【 0 0 1 2 】

ピクセル領域 15 内部に衝突する X 線フォトン 16 とは対照的に、ガター領域 25 のモノリシック結晶 12 に入射する X 線フォトン 18 は電荷担体 39 を生成し、これらの電荷担体 39 はピクセル領域 15 の中へ移動して後面 20 上の陽極 24 によって収集されることがある。これらの電荷担体 39 はモノリシック設計の検出器システム 10 の定量精度及び空間分解能を劣化させ、X 線フォトン 16 から収集された電荷に対して実効ノイズ成分

10

20

30

40

50

を増大させる。

【 0 0 1 3 】

ここで図 2 も参照して説明すると、一般的に X 線検出器システム 1 0 は単一の C Z T 結晶 1 2 上に複数の検出器素子を設けることができる。この場合、複数の陽極 2 4 が C Z T 結晶 1 2 上に配置されて、各々ステアリング電極 3 0 によって囲まれており、また、相互接続し且つ単一の陰極 2 2 によって被覆することができる。

【 0 0 1 4 】

各々の陽極 2 4 を囲むステアリング電極 3 0 は、その周縁によってピクセル領域 1 5 を画成する。ピクセル領域 1 5 は、X 線フォトン 1 6 を独立に検出して定量的検出値を生成することができる区域を画成し、該定量的検出値は、画像を形成する個々のピクセルにマッピングすることができる。

10

【 0 0 1 5 】

図 2 に示されている実施形態では、ピクセル領域 1 5 は大体平行四辺形であって、縦方向に斜めにして縦横にタイリング（すなわち、タイル張り状に配列）している。この実施形態では、各々の平行四辺形のピクセル領域 1 5 は、患者の一区域にわたって情報を収集するために X 線検出器システム 1 0 を走査する走査方向 5 4 に対して大体直角な第 1 の底辺 5 2 を持つ。平行四辺形すなわちピクセル領域 1 5 の側壁 5 6 は角度を付けられていて、その角度は、第 1 列のピクセル領域 1 5 についての陽極 2 4 の中心によって大体規定されるピクセル領域 1 5 の中心を通る経路 6 0 が、第 2 列のピクセル領域 1 5 についてのピクセル領域 1 5 の中心を通る経路 6 2 と交互に配置されるようになっている。このようにして、より大きくしたピクセル領域 1 5 によって、より高い空間分解能サンプリングを行うことができ、得られる画像が改善される。更に、一つの列におけるガター領域から失われたデータが、食違い配置の次の列において回復される。

20

【 0 0 1 6 】

次に図 3 を参照して説明すると、代替実施形態では、ピクセル領域 1 5 を矩形にし、第 1 列のピクセル領域 1 5 を第 2 列に対して食違い配置にして、前の場合と同様に経路 6 0 及び 6 2 を交互に配置する。図 2 の矩形のピクセル領域 1 5 は一層コンパクトな検出領域の利点を提供し、得られる画像の明確さを低下させることのあるコンボリューション・カーネル（走査方向 5 4 に対して直角な線に沿ったピクセル領域 1 5 の投影幅の関数）の有効寸法を制限する。

30

【 0 0 1 7 】

更に図 3 を参照して説明すると、X 線検出器システム 1 0 のための都合の良い形状因子は、各列が 8 個のピクセル領域 1 5 を持つ 2 つの列を有する。この又は同様な形状因子の複数の検出器システム 1 0 を端縁方向に連結して、任意に列を延長させることができる。矩形のピクセル領域 1 5 を持つ X 線検出器システム 1 0 の場合、X 線検出器システム 1 0 の右側端縁の第 1 及び第 2 の列にあるピクセル領域 1 5 a 及び 1 5 b を走査方向 5 4 に対して角度を成すように切断して、ピクセル領域 1 5 a 及び 1 5 b の面積を等しく減縮することができる。次の X 線検出器システム 1 0 ' の左側端縁の第 1 及び第 2 の列にある同様に減縮したピクセル領域 1 5 c 及び 1 5 d を、それぞれの対応するピクセル領域 1 5 b 及び 1 5 a に緊密に接近させて配置することができる。各ピクセル領域 1 5 a ~ 1 5 d の面積は X 線検出器システム 1 0 及び 1 0 ' の間の接合ギャップの幅の半分だけ減縮し、これにより他のピクセル領域 1 5 の側方の規則性を保持する。別の実施形態では、各ピクセル領域 1 5 a ~ 1 5 d の面積は、X 線検出器システム 1 0 及び 1 0 ' の間の接合ギャップに対処するために半分より僅かに小さくなるように減縮する。これは 2 つの実質的なピクセル領域を提供し、その第 1 はピクセル領域 1 5 a 及び 1 5 d からの信号の組合せであり、その第 2 はピクセル領域 1 5 b 及び 1 5 c の組合せである。これらの検出器の実質的なピクセル領域の僅かに減縮された検出面積は、信号を受け取るコンピュータによって加えられる重み係数によって数学的に補正することができる。

40

【 0 0 1 8 】

本発明は多角形の電極領域に適用可能であるばかりでなく、他の形状にも同様に適用可

50

能である。

【 0 0 1 9 】

本発明は本書に含まれている実施形態及び図示例に制限されるのではなく、それらの実施形態の一部を含むそれらの実施形態の修正した形態、並びに特許請求の範囲内に入るような異なる実施形態の要素の組合せを含むことを特に意図している。また、図面の符号に対応する特許請求の範囲中の符号は、単に本願発明の理解をより容易にするために用いられているものであり、本願発明の範囲を狭める意図で用いられたものではない。そして、本願の特許請求の範囲に記載した事項は、明細書に組み込まれ、明細書の記載事項の一部となる。

【図面の簡単な説明】

10

【 0 0 2 0 】

【図 1】ガター領域から隣接のピクセル領域への電荷担体移動を示す本発明によるモノリシック CZT 検出器の断面図であり、またモノリシック検出器のバイアスの初期化のため及び規定されたピクセル内での補間のために使用される検出器回路も示している。

【図 2】モノリシック CZT 検出器の後面の平面図であり、ステアリング電極を格子パターンに配置することを示すと共に、走査 X 線装置におけるサンプリングを改善するために陽極を食違い配置の平行四辺形の構成で配置することを示している。

【図 3】図 2 と同様な図であり、矩形の検出器素子を使用した代替の食違い配置の電極の構成を示している。

【符号の説明】

20

【 0 0 2 1 】

1 0 固体二重エネルギー X 線検出器システム

1 2 モノリシック CZT 結晶

1 4 前面

1 5 ピクセル領域

1 6、1 8 X 線フォトン

2 0 後面

2 2 陰極

2 3 軸線

2 4 陽極

30

2 5 ガター領域

3 0 ステアリング電極

3 1 バイアス電圧源

3 2 電界

3 4 電荷担体

3 6 導線

3 8 電荷積分器

3 9 電荷担体

4 0 処理用コンピュータ

5 2 第 1 の底辺

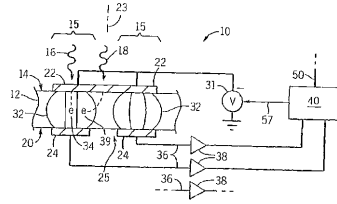
40

5 4 走査方向

5 6 側壁

6 0、6 2 経路

【図 1】



【図 2】

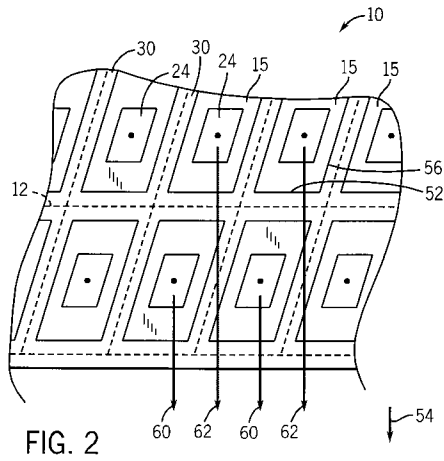


FIG. 2

【図 3】

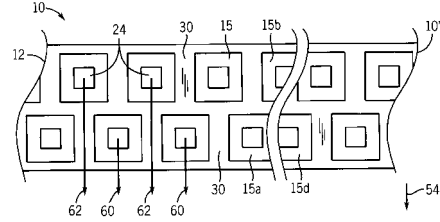


FIG. 3

フロントページの続き

- (72)発明者 ジェームズ・エイ・ウェア
アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、マディソン、ウエスト・ローン・アベニュー、2254番
- (72)発明者 ロバート・エイ・ウォッシュenko
アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、マディソン、ウォーリングフォード・サークル、13番
- (72)発明者 ランドール・ケイ・ペイン
アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、マディソン、ラ・クレセンタ・サークル、25番

審査官 空 哲次

- (56)参考文献 特開平01-114741(JP,A)
特開平02-305063(JP,A)
特開昭57-141178(JP,A)
特開2002-158343(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------|
| H01L | 27/144 |
| G01T | 1/24 |
| H01L | 31/02 |