

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6388608号
(P6388608)

(45) 発行日 平成30年9月12日(2018.9.12)

(24) 登録日 平成30年8月24日(2018.8.24)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 T 1/24 (2006.01)
A 6 1 B 6/03 (2006.01)G O 1 T 1/24
A 6 1 B 6/03 3 2 O R

請求項の数 12 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2015-559598 (P2015-559598)
 (86) (22) 出願日 平成26年2月28日(2014.2.28)
 (65) 公表番号 特表2016-510111 (P2016-510111A)
 (43) 公表日 平成28年4月4日(2016.4.4)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2014/059334
 (87) 国際公開番号 W02014/132232
 (87) 国際公開日 平成26年9月4日(2014.9.4)
 審査請求日 平成29年2月27日(2017.2.27)
 (31) 優先権主張番号 61/771,279
 (32) 優先日 平成25年3月1日(2013.3.1)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エヌ
 ヴェ
 KONINKLIJKE PHILIPS
 N. V.
 オランダ国 5656 アーエー アイン
 ドーフェン ハイテック キャンパス 5
 High Tech Campus 5,
 NL-5656 AE Eindhoven
 (74) 代理人 110001690
 特許業務法人M&Sパートナーズ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 検出器、検出方法、投影データ生成システム、投影データ生成方法及びコンピュータプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

陽極、陰極、並びに放射線を電子及び正孔に変換するための中間直接変換材料であって、電子は前記陽極によって集めることができ、前記中間直接変換材料は前記陽極と前記陰極との間に配置され、前記中間直接変換材料は入射面を含み、前記陰極は前記入射面上に配置される、前記陽極、前記陰極、及び前記中間直接変換材料と、

集められた前記電子に応じて検出信号を生成するための検出信号生成器と、

広帯域可視光及び/又は広帯域赤外光である照明光で前記中間直接変換材料を照明するための照明器であって、前記照明器は

回折を生じさせる光学構造体を有する板と、

放射線の外側に位置し、放射線の経路の外側から照明光を放つ光源と、

照明光を前記板の側面を介して前記板内へと入力させる結合要素であって、照明光が、前記光学構造体で回折され、前記陰極内の開口部を前記中間直接変換材料まで横断される、前記結合要素と、

を含む、照明器と、

前記中間直接変換材料の分極度を示す分極度値を決定するための分極度決定ユニットと

を含む放射線を検出するための検出器であって、

照明光の波長は、少なくとも100nmの広さの波長域を含み、

前記照明器は前記分極度値に応じて照明光のパラメータを制御し、前記中間直接変換材

10

20

料を照明する、
検出器。

【請求項 2】

前記光学構造体は、照明光が前記陰極を横断する前に照明光を回折させる、請求項 1 に記載の検出器。

【請求項 3】

前記照明器は、前記陽極、前記陰極、及び前記中間直接変換材料に対して移動可能な別の要素である、請求項 1 に記載の検出器。

【請求項 4】

前記照明器は、照明光の強度を変調する強度変調モードで前記中間直接変換材料を照明する、請求項 1 に記載の検出器。

10

【請求項 5】

前記照明器は、生成された検出信号に応じて照明光のパラメータを選択し、前記中間直接変換材料を照明する、請求項 1 に記載の検出器。

【請求項 6】

前記分極度決定ユニットは、前記陰極から前記陽極に移動するのに電子によって必要とされる時間を測定し、測定された時間に応じて前記分極度値を決定する、請求項 1 に記載の検出器。

【請求項 7】

対象体の投影データを生成するための投影データ生成システムであって、前記投影データ生成システムは、

20

対象体を横断するための放射線を供給するための放射線源と、

検出された放射線に応じて検出信号を生成し、生成された前記検出信号に応じて前記投影データを生成するために、対象体を横断した後に放射線を検出するための請求項 1 に記載の検出器とを含む、投影データ生成システム。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の検出器を使用することによって放射線を検出するための検出方法であって、前記検出方法は、

前記陽極と前記陰極との間に配置される前記中間直接変換材料によって放射線を電子及び正孔に変換するステップであって、電子は前記陽極によって集められる、変換するステップと、

30

集められた電子に応じて前記検出信号生成器によって前記検出信号を生成するステップと、

前記照明器により、広帯域可視光及び／又は広帯域赤外光である照明光で前記中間直接変換材料を照明するステップとを含む、検出方法。

【請求項 9】

対象体の投影データを生成するための投影データ生成方法であって、前記投影データ生成方法は、

対象体を横断するための放射線を放射線源によって与えるステップと、

請求項 1 に記載の検出器により、対象体を横断した後に放射線を検出し、検出された放射線に応じて前記検出信号を生成するステップと、

40

生成された前記検出信号に応じて前記投影データを生成するステップとを含む、投影データ生成方法。

【請求項 10】

放射線を検出するための検出コンピュータプログラムであって、前記検出コンピュータプログラムは、前記検出器を制御するコンピュータ上で実行されるとき、請求項 8 に記載の検出方法の各ステップを請求項 1 に記載の検出器に実行させるためのプログラムコード手段を含む、検出コンピュータプログラム。

【請求項 11】

対象体の投影データを生成するための投影データ生成コンピュータプログラムであって

50

、前記投影データ生成コンピュータプログラムは、前記投影データ生成システムを制御するコンピュータ上で実行されるとき、請求項 9 に記載の投影データ生成方法の各ステップを請求項 7 に記載の投影データ生成システムに実行させるためのプログラムコード手段を含む、投影データ生成コンピュータプログラム。

【請求項 1 2】

照明光の少なくとも 1 つの前記波長域は、380 nm ~ 780 nm の間の広帯域可視光の波長を含む、請求項 1 に記載の検出器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、放射線を検出するための、とりわけ X 線放射線又はガンマ放射線を検出するための検出器、検出方法、及び検出コンピュータプログラムに関する。本発明は更に、対象体の投影データを生成するための投影データ生成システム、投影データ生成方法、及び投影データ生成コンピュータプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

米国特許出願公開第 2010 / 0086098 A1 号は、陽極、陰極、及び X 線放射線を電子及び正孔に変換するための陽極と陰極との間の CZT 結晶を含む光子計数 CdZnTe (CZT) 画素化検出器を開示し、電子は陽極によって集められ、集められた電子に
20 応じて検出信号が生成される。検出器の性能は、CZT 結晶の荷電の影響を大いに受け、かかる荷電は陽極及び陰極に印加されるバイアス電圧を打ち消す内部電場を引き起こす。この検出器の分極は、1 つ又は複数の特定波長を有する赤外光を使用することによって減らされる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

本発明の目的は、分極の改善された低減を可能にする検出器、検出方法、及び検出コンピュータプログラムを提供することである。本発明の更なる目的は、検出器を使用することによって対象体の投影データを生成するための投影データ生成システム、投影データ生成方法、及び投影データ生成コンピュータプログラムを提供することである。
30

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の第 1 の態様では、放射線を検出するための検出器が提示され、この検出器は、
- 陽極、陰極、並びに放射線を電子及び正孔に変換するための中間直接変換材料であって、電子は陽極によって集めることができる、陽極、陰極、及び中間直接変換材料と、
- 集められた電子に
40 応じて検出信号を生成するための検出信号生成器と、
- 広帯域可視光及び / 又は広帯域赤外光である照明光で直接変換材料を照明するための照明器と
を含む。

40

【0005】

照明器は直接変換材料を赤外光の 1 つ又は幾つかの特定波長だけで照明するのではなく、例えば広帯域赤外光である照明光で照明するので、トラップ正孔が様々なトラップレベルで直接励起され得る。これにより、トラップ及びデトラップアクションにより通常は比較的遅く動く正孔がより速く動くことになる。従って、直接変換材料内の正孔電荷の正味蓄積、よって分極を減らす、具体的には分極を無くし又は防ぐことができるように、それらの正孔は直接変換材料からより素早く出ることができる。更に、広帯域赤外照明光は直接変換材料が加熱されるものでも良く、かかる加熱も分極を減らすこと、具体的には分極を無くし又は防ぐことにつながり得る。広帯域可視光が使用される場合、照明光がトラップ正孔に移動する電子を作り出し、電子と正孔との再結合によって分極が減らされ、具体
50

的には無くされ得る。

【 0 0 0 6 】

直接変換材料は、選択的にCdTe結晶やCZT結晶等の直接変換結晶である。直接変換材料は、X線放射線及び/又はガンマ放射線を電子及び正孔に変換するように選択的に適合される。

【 0 0 0 7 】

直接変換材料が陰極を介して照明光で照明されるように、照明器及び陰極が適合されることが好ましい。陰極は照明光に対して透過的である陰極材料で作られても良く、及び/又はそこを通して直接変換材料が照明光によって照らされ得る開口部を含むことができる。

10

【 0 0 0 8 】

光源及び陰極は、直接変換材料が均一に照明されるように選択的に適合される。ほぼ均一の照明を与えるために、照明器は照明光を供給するための光源と、直接変換材料が陰極を介して照明光によってほぼ均一に照明されるように照明光を導くための光ガイド要素とを含むことができる。光ガイド要素は、陰極を横断する前に照明光を拡散し及び/又は回折するための、拡散要素及び/又は回折要素である配光要素であり得る。具体的には、配光要素は、光源の照明光を結合することができ、そこから照明光がほぼ均一に出力され得る拡散板及び/又は回折板であり得る。選択的に、配光要素は陰極上に配置される。

【 0 0 0 9 】

直接変換材料は、検出される放射線が直接変換材料に入る入射面を選択的に含み、照明器は照明光を供給するための光源を含み、照明光が配光要素内に入力されるように配光要素及び光源が適合され、検出される放射線が直接変換材料に到達するのを光源が妨げないように光源が入射面の横に配置され、配光要素は配光要素から陰極に向けて光を出力するための光学構造体を含み、陰極は開口部を含み、配光要素の光学構造体及び陰極の開口部が互いに整列されるように配光要素及び陰極が適合される。照明光による直接変換材料のほぼ均一な照明が実現され得るように、開口部及び光学構造体は選択的に入射面に沿って均一に分散される。

20

【 0 0 1 0 】

更なる実施形態では、直接変換材料は、検出される放射線が直接変換材料に入る入射面を含み、その入射面上には陰極が配置され、入射面に対して傾斜している照明方向にある照明光によって直接変換材料が照明されるように照明器が適合される。従ってこの実施形態では、照明方向が入射面に対して平行でも垂直でもない。更にこの実施形態では、照明器が、異なる照明方向から入射面を照明するための少なくとも2つの光源を含むことができる。例えば入射面は、検出器の2つの対向する側から照らされ得る。これにより、必ずしも照明器の部品を入射面上に配置する必要なしに、照明光によって直接変換材料を照らせるようになる。従って、検出される放射線、具体的にはX線放射線又はガンマ放射線との相互作用を考慮せずに照明器が構築され得る。

30

【 0 0 1 1 】

更に好ましい実施形態では、直接変換材料は、放射線が直接変換材料に入る入射面を含み、その入射面上には陰極が配置され、検出される放射線に対して透過的である光源を照明器が陰極上に含む。更にこの光源は、少なくとも2つの電極及び中間発光材料を選択的に含み、発光材料は少なくとも2つの電極に電圧が印加される場合に発光するように適合され、光源の電極の1つは入射面上の陰極によって形成される。光源は、選択的に有機発光素子(OLED)又は別の発光素子である。このことは、照明器を含む検出器の非常にコンパクトな構造を可能にする。

40

【 0 0 1 2 】

更なる実施形態では、照明器は、陽極、陰極、及び直接変換材料に対して移動可能なように別個の要素である。この分離は、対象体の投影データを生成するための投影データ生成システムによって検出器が使用される場合に特に有用であり、システムは対象体を横断するための放射線を供給するための放射線源と、対象体を横断した後に放射線を検出し、

50

検出された放射線に応じて検出信号を生成するための検出器とを含み、投影データは生成される検出信号に基づいて生成され、本システムは回転子及び固定子を更に含み、回転子は固定子に対して回転可能である。この例では、検出器の放射線源、陽極、陰極、及び直接変換材料が回転子上に装着されても良く、検出器の別個の照明器が固定子上に装着されても良く、投影データ生成システムの全円領域を照明するように照明器が適合可能であり、投影データ生成システムにより、回転されている間に陰極が動かされる。従って、照明器を検出器と一緒に回転させる必要がない場合があり、それにより回転子上の検出器の構造を単純化することができる。

【 0 0 1 3 】

好ましい実施形態では、照明器が強度変調モード、とりわけパルスモードで直接変換材料を照明するように適合される。更に、或る時点において、直接変換材料が光によって照明されるか、又は検出信号が生成されるように照明器及び検出信号生成器が適合され得る。これにより、生成される検出信号に対する照明光の一般にあり得る悪影響を減らすことができる。具体的には、生成される検出信号が照明光からの寄与を全く得ず、それにより検出信号の質を改善するように、パルス照明光と例えばX線放射線やガンマ放射線の検出とが同期され得る。別の実施形態では、直接変換材料を連続モードで照明するように照明器が適合され得る。

【 0 0 1 4 】

照明器は、生成された検出信号に応じて直接変換材料を照明するように適合され得る。例えば照明器は、直接変換材料をパルスモードで照明するように適合されても良く、照明器は光パルスによって直接変換材料を照明する時間及び/又は光パルスの強度が、生成された検出信号によって決まるように適合され得る。具体的には、照明器は、検出信号によって示されるX線強度の増加と共にパルス周波数を高めるように適合され得る。生成された検出信号に応じて照明光による直接変換材料の照明をこのように制御することにより、照明光による照明の改善をもたらすことができる。照明器は、例えばX線放射線源や核放射線源の放射線源によって放たれる放射線に応じて直接変換材料を照明するようにも適合され得る。放射線源は、例えば放射束を示す信号を検出器に与えることができ、照明器は放射束に応じて直接変換材料を照明するように適合され得る。放射線源によって与えられる信号及び/又は生成される検出信号、具体的には放射束に対する照明の依存関係は予め定められても良く、参照表内に記憶され得る。この依存関係はキャリブレーション測定を使用することによって予め定められても良く、放射束等の放射線源の少なくとも1つの所与のそれぞれのパラメータ、及び/又は生成されるそれぞれの検出信号について分極の低減が最大限にされるように、照明光の強度、照明光パルスの時間等の照明パラメータが選択される。

【 0 0 1 5 】

直接変換材料の分極度を示す分極度値を決定するための分極度決定ユニットを検出器が含むことが更に好ましく、照明器は分極度値に応じて直接変換材料を照明するように適合される。具体的には、分極度決定ユニットは、陰極から陽極に移動するのに電子によって必要とされる時間を測定し、測定された時間に応じて分極度値を決定するように適合される。例えば分極度決定ユニットは、飛行時間と見なされ得る測定時間が長い場合は大きい分極を示す分極度値を決定し、測定時間が短い場合は小さい分極を示す分極度値を決定するように適合され得る。飛行時間を測定するために、陰極にだけ近い電子を生成する可視光で陰極が選択的に照明される。従って、陰極において電子が生成される生成時間を定めるために、照明光を放つ時間が照明器によって与えられても良く、この生成時間は、検出信号生成器によって測定される陽極における電子の到達時間と共に飛行時間、従って分極度値を決定するために使用され得る。従って、必ずしも分極を測定するための追加の構成要素を必要とすることなく、直接変換材料の分極度が決定され得る。更に、決定された分極度値に応じて直接変換材料を照明することにより、照明光による照明を直接変換材料内に実際に存在する分極に適合することができ、このことは更に改善された照明、従って更に改善された分極の低減を可能にする。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 6 】

好ましい実施形態では、検出器が、生成された検出信号に応じて放射線を示す検出値を決定するための検出値決定ユニット、及び照明光による直接変換材料の照明に応じて検出値を補正するための検出値補正ユニットを更に含む。照明光による直接変換材料の照明は検出値に悪影響を与える可能性があり、検出値は検出される放射線だけを示すべきであり、照明光を示すべきではない。照明光による直接変換材料の照明に応じてこれらの検出値を補正することにより、決定される検出値に対する照明光の一般にあり得る寄与が検出値から減らされ又は除去され、それにより検出値の質を改善することができる。

【 0 0 1 7 】

本発明の更なる態様では、対象体の投影データを生成するための投影データ生成システムが提示され、このシステムは、

- 対象体を横断するための放射線を供給するための放射線源と、
 - 検出された放射線に応じて検出信号を生成し、生成された検出信号に応じて投影データを生成するために、対象体を横断した後に放射線を検出するための請求項 1 に記載の検出器と
- を含む。

【 0 0 1 8 】

投影データ生成システムは、選択的に投影データから対象体の画像を再構築するように更に適合される。従って、投影データ生成システムは、陽電子放射断層撮影システムや単一光子放射型コンピュータ断層撮影システムのような、コンピュータ断層撮影システムや核撮像システム等の撮像システムであると更に見なされ得る。但し、投影データ生成システムは、X線Cアームシステム等、投影データを生成するための他のシステムとすることもできる。投影データ生成システムは、様々な取得方向で投影データを取得するために対象体の周りを回転可能であるように選択的に適合される。様々な取得方向で取得された投影データは、例えば逆投影技法等の再構築技法を使用することによって対象体の画像を再構築するために使用され得る。

【 0 0 1 9 】

一実施形態では、投影データ生成システムは、固定子に対して回転可能である回転子を含むことができ、検出器の放射線源、陽極、陰極、及び直接変換材料が回転子上に装着され、検出器の照明器が固定子上に装着され、投影データ生成システムの全円領域を照明するように照明器が適合され、投影データ生成システムにより、回転されている間に陰極が動かされる。更に、同じ又は別の実施形態では、投影データ生成システムは、検出器サブユニットとも見なされ得る幾つかの検出器を含むことができ、検出器の照明器は、それぞれの検出器の生成された検出信号に応じて、及び/又は放射線源によって放たれる放射線に応じてそれぞれの検出器の直接変換材料を照明光によって照明するように適合され、検出器の少なくとも2つについて、生成される検出信号及び/又は放射線源によって放たれる放射線に対する照明の依存度が異なる。これにより、生成される検出信号及び/又は放射線源から得られる放射束に応じて照明が制御できるようになり得る。更に、投影データ生成システムの異なる検出器ごとに依存関係が異なり得るので、大きい放射束を受け取ることが概して予期される検出器は、低い放射束を受け取ることが予期される検出器と比べて異なるように扱われても良い。分極度は放射束に依存するので、放射束の状態に対するこの照明の適合は、分極の低減を更に改善することができる。

【 0 0 2 0 】

本発明の更なる態様では、請求項 1 に記載の検出器を使用することによって放射線を検出するための検出方法が提示され、この検出方法は、

- 陽極と陰極との間に配置される中間直接変換材料によって放射線を電子及び正孔に変換するステップであって、電子は陽極によって集められる、変換するステップと、
- 集められた電子に応じて検出信号生成器によって検出信号を生成するステップと、
- 照明器により、広帯域可視光及び/又は広帯域赤外光である照明光で直接変換材料を照明するステップと

を含む。

【0021】

本発明の更なる態様では、対象体の投影データを生成するための投影データ生成方法が提示され、この方法は、

- 対象体を横断するための放射線を放射線源によって与えるステップと、
 - 請求項1に記載の検出器により、対象体を横断した後に放射線を検出し、検出された放射線に応じて検出信号を生成するステップと、
 - 生成された検出信号に応じて投影データを生成するステップと
- を含む。

【0022】

本発明の更なる態様では、放射線を検出するための検出コンピュータプログラムが示され、その検出コンピュータプログラムは、検出器を制御するコンピュータ上で実行されるとき、請求項12に記載の検出方法のステップを請求項1に記載の検出器に実行させるためのプログラムコード手段を含む。

【0023】

本発明の更なる態様では、対象体の投影データを生成するための投影データ生成コンピュータプログラムが示され、そのコンピュータプログラムは、投影データ生成システムを制御するコンピュータ上で実行されるとき、請求項13に記載の投影データ生成方法のステップを請求項11に記載の投影データ生成システムに実行させるためのプログラムコード手段を含む。

【0024】

請求項1に記載の検出器、請求項11に記載の投影データ生成システム、請求項12に記載の検出方法、請求項13に記載の投影データ生成方法、請求項14に記載の検出コンピュータプログラム、及び請求項15に記載の投影データ生成コンピュータプログラムが、とりわけ従属請求項の中で定められる同様の及び/又は同一の好ましい実施形態を有することが理解されるべきである。

【0025】

本発明の好ましい実施形態は、それぞれの独立請求項と従属請求項又は上記の実施形態との任意の組合せとすることもできることを理解すべきである。

【0026】

本発明のこれらの及び他の態様が、以下に記載の実施形態から明らかになり、かかる実施形態に関して説明される。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】投影データ生成システムの一実施形態を概略的且つ例示的に示す。

【図2】投影データ生成システムの検出器の一実施形態を概略的且つ例示的に示す。

【図3】検出器の更なる実施形態の構成要素を概略的且つ例示的に示す。

【図4】検出器の更なる実施形態の構成要素を概略的且つ例示的に示す。

【図5】検出器の更なる実施形態を概略的且つ例示的に示す。

【図6】検出器の更なる実施形態を概略的且つ例示的に示す。

【図7】検出器の更なる実施形態を概略的且つ例示的に示す。

【図8】検出器の更なる実施形態を概略的且つ例示的に示す。

【図9】投影データ生成システムの更なる実施形態を概略的且つ例示的に示す。

【図10】投影データ生成システムの更なる実施形態を概略的且つ例示的に示す。

【図11】検出器の陰極付近の生成された電子及び正孔を概略的且つ例示的に示す。

【図12】検出器の照明器の制御の一実施形態を概略的且つ例示的に示す。

【図13】検出器の更なる実施形態を概略的且つ例示的に示す。

【図14】検出器の更なる実施形態を概略的且つ例示的に示す。

【図15】対象体の投影データを生成するための投影データ生成方法の一実施形態を例示的に説明する流れ図を示す。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0028】

図1は、対象体の投影データを生成するための投影データ生成システム20の一実施形態を概略的且つ例示的に示す。この実施形態では、投影データ生成システムがコンピュータ断層撮影システムである。コンピュータ断層撮影システム20は、z方向に平行に伸びる回転軸Rの周りを固定子(図1には不図示)に対して回転することができる架台1、即ち回転子を含む。放射線源2は、この実施形態では架台1上に装着されるX線管である。放射線源2は、この実施形態では放射線源2によって生成される放射線から円錐放射線ビーム4を形成するコリメータ3を備える。放射線は、検査区域5内で患者等の対象体(不図示)を横断する。検査区域5を横断した後、放射線ビーム4が架台1上に装着された検出器6に当たる。

10

【0029】

検出器6は、検出された放射線に応じて検出信号を生成し、生成された検出信号に応じて投影データ、即ち検出値を生成するように適合される。放射線を検出する間、様々な取得方向で投影データを取得できるように架台1が検査区域5の周りを回転する。ディスプレイ34上に表示され得る対象体の画像を再構築するために投影データが再構築ユニット33に与えられる。再構築ユニット33は、フィルタ逆投影アルゴリズム、ラドン逆変換アルゴリズム等の知られているコンピュータ断層撮影再構築アルゴリズムを使用することができる。

【0030】

20

図2は、検出器6の一実施形態をより詳しく概略的且つ例示的に示す。検出器6は、陽極10、陰極8、及び放射線4を電子及び正孔に変換するための中間直接変換材料9を含み、電子は陽極10によって集められる。空間分解された電子を集めるために、陽極10は選択的に画素化される。検出器6は、集められた電子に応じて検出信号を生成するための検出信号生成器11、及び直接変換材料9を照明するための照明器7を更に含み、この実施形態では照明光は広帯域可視光である。検出信号生成器11は、生成された検出信号に応じて検出値を決定するように更に適合され得る。そのために、検出信号生成器11は相応に適合された特定用途向け集積回路(ASIC)を含むことができる。中間直接変換材料9は、CdTe結晶やCZT結晶等の直接変換結晶である。

【0031】

30

照明器7及び陰極8は、直接変換材料9が照明光によって陰極8を介して照明されるように適合される。この実施形態では、陰極8は、X線放射線が直接変換結晶9に入る直接変換結晶9の全入射面17上で途切れずにあり、照明光に対して透過的である。陰極8は、例えば広帯域可視照明光に対して透過的なインジウム錫酸化物(ITO)又は別の導電材料を含む。

【0032】

この実施形態では、照明器は直接変換結晶9内にほぼ均一に照明光を放つ光源7である。選択的に、光源7は陽極及び陰極に印加される高電圧から隔離されるOLEDである。更なる実施形態では、陰極8がOLED7の電極層としても使用され得るように光源7及び陰極8を構成することができ、OLED7はこの電極層8、更なる電極層、及びそれらの2つの電極層の間の有機材料を含み、OLED7の電極層に電圧が印加される場合、照明光が直接変換結晶9内に放たれる。図3から図8に関して以下で説明されるように、更なる実施形態では検出器が開口部を有する陰極を含むことができ、その開口部を通して直接変換結晶が照明光によって照らされ得る。

40

【0033】

図3は、図5及び図6に概略的且つ例示的に示されている検出器106の幾つかの構成要素の側面図を概略的且つ例示的に示し、図4はその上面図を示す。具体的には、図3及び図4は、開口部116を有する有孔陰極108と画素化された陽極110とを有する直接変換結晶109を示す。

【0034】

50

図5は、検出器106の側面図を概略的且つ例示的に示し、図6はその上面図を概略的且つ例示的に示す。検出器106の照明器は、マクロ構造と見なすこともできる光学構造体114を有する回折板112と、結合要素120を使用することにより、回折板112の側面を介して回折板112内に比較的均一に輸入される照明光115を与えるための光源113とを含む。照明光115は、光学構造体114において出力される。直接変換結晶109を照明するために、回折板112から出力される照明光が陰極108を横断するように、光学構造体114及び陰極108内の開口部116が互いに整列される。回折板112及び陰極108は、検出されるX線放射線が直接変換結晶109に入る直接変換結晶109の入射面117上に配置される。更に、この実施形態でも、検出信号生成器111が陽極110によって集められる電子に応じて検出信号を生成し、生成された検出信号に応じて検出値を生成する。

10

【0035】

図7は、検出器の更なる実施形態206の側面図を概略的且つ例示的に示し、図8はその検出器の上面図を概略的且つ例示的に示す。更に、この検出器は、直接変換結晶209の入射面217上の開口部216を有する陰極208と、画素化された陽極210とを含む。更にこの実施形態でも、検出器206は、画素化された陽極210によって集められる電子に応じて検出信号を生成し、生成された検出信号に応じて検出値を生成するための検出信号生成器211を含む。更にこの実施形態でも、照明器が光源213を含む。しかし、図5及び図6に関して上記で説明された実施形態と比較し、この実施形態では照明器が回折板112の代わりに拡散板212を含む。結合要素220を使用することにより、光源213によって与えられる光215が拡散板212内に結合され、そこでその光がミクロ構造によって直接変換結晶209内に輸入される。拡散板及び回折板は、選択的にどちらもX線放射線に対して透過的である。更に、光源によって与えられる照明光に対して透過的である材料で陰極が作成されても良い。検出器のこれらの実施形態、更には他の実施形態において透過的な陰極を提供するために、陰極をITO、フッ素ドープ酸化錫(FTO)、ZnO:Al、錫金属層、又は照明光に対して透過的である他の導電材料で作ることができる。透過的な陰極の材料を提供するために、とりわけ発光素子(LED)業界及び/又は太陽電池業界から生じる材料が使用され得る。

20

【0036】

投影データ生成システムは、記載された検出器の幾つかを含むことができる。従って、投影データ生成システムは、例えば図2から図8に関して上記で説明された検出器のうちの検出器の幾つかを含む検出装置を含み得る。幾つかの検出器を含む検出装置を有する投影データ生成システムについては、図9及び図10に関して以下で説明される。

30

【0037】

図9は、同じ投影データ生成システム320を2つの異なる方向において概略的且つ例示的に示し、即ち図9はX-y面を示し、図10はy-z面を示す。投影データ生成システム320は、対象体321を横断するX線放射線304をもたらすためのX線放射線源302を含む。対象体321を横断した後、X線放射線304が検出器306によって検出される。各検出器306は、ボックス318によって図9及び図10内に示されている陽極、陰極、中間直接変換材料、及び検出信号生成器を含む。陰極、陽極、直接変換材料、及び検出信号生成器は、図2から図8に関して上記で説明された対応する要素と同様であり得る。従って、例えばこの実施形態でも、陰極は照明光に対して透過的であり及び/又は開口部を含む。各検出器306は、この実施形態では光源313である照明器を更を含む。具体的にはこの実施形態でも、直接変換材料は、検出される放射線が直接変換材料に入る入射面を含み、その入射面上には陰極が配置され、入射面317に対して傾斜している照明方向にある照明光によって直接変換材料が照明されるように照明器313が適合される。従ってこの実施形態では、照明方向が入射面317に対して平行でも垂直でもない。

40

【0038】

検出器306は2つの行を形成し、各行は投影データ生成システムの弓形を成して配置

50

される。陽極、陰極、及び検出信号生成器を有する直接変換結晶の各対から横方向に、即ち図10では左右に、別々の光源313が設けられる。従って、図9及び図10に示す投影データ生成システム320は、検出器306によって形成される検出器配列の弓形に沿う2つの行に別々の光源313を含む。

【0039】

照明器313は、例えば陽極、陰極、及び直接変換材料に対して移動可能なように別個の要素なので、放射線源、陽極、陰極、及び直接変換材料が投影データ生成システムの回転子上に装着されても良く、検出器の別個の照明器は投影データ生成システムの固定子上に装着されても良く、投影データ生成システムの全円領域を照明するように照明器313が適合可能であり、投影データ生成システムにより、回転されている間に陰極が動かされる。更に他の実施形態では、照明器が、陰極、直接変換材料、陽極、検出信号生成器等の検出器の他の構成要素から分離していても良い。例えば、図5から図8に関して上記で説明された実施形態に関し、回折板又は拡散板のそれぞれが架台の内側に装着され得る。従って、拡散材料及び/又は回折材料内に入力される照明光が架台の内側全体に拡散され及び/又は回折されるように、架台の内側がほぼ環状であり得る拡散材料及び/又は回折材料で覆われても良い。直接変換材料は架台内で回転し、それにより拡散光及び/又は回折光によって照明される。

【0040】

CdTe及びCZTは、X線検出器、特に天体物理学及び医療用の高線束のX線検出器を製造するのに良く適した広バンドギャップ半導体材料である。これらの種類の検出器は、固体核医学システムやスペクトラルコンピュータ断層撮影システム等の応用例において非常に重要である。これらの応用例は、単一光子X線計数に基づく。

【0041】

知られているCdTe及びCZT検出器の性能は、検出器のバルク材料の荷電の影響をしばしば大いに受け、かかる荷電は内部電場の構築を引き起こし、印加バイアス電圧を打ち消す。この効果は、検出器の分極として知られている。分極は特に高線束のX線露光条件下で生じ、例えばスペクトラルコンピュータ断層撮影の光子計数の性能を強く制限し、例えばパルス幅が露光によって変化し、時間的に安定していないスペクトル応答の原因になり得る。

【0042】

許容放射線線量を増やすために、1つ又は幾つかの所定波長を有する赤外光でCdTe結晶又はCZT結晶を照明することが可能である。この赤外光は、主にトラップ正孔である特定の荷電欠陥によってのみ吸収される。光の吸収後、それらの光はデトラップされ、システム内の電荷量を減らし、分極を先送りにする。或いは結晶が加熱されても良い。しかし何れの場合にも、電子よりも20倍から50倍遅く流動する正孔は除去されるのではなく、陰極にたどり着く間に単に再びトラップされるために解放されるので、結晶内に正電荷が比較的長時間にわたる。もう1つの好ましい方法は、高速電子との再結合により正孔をキャンセルすることである。そのために、主にトラップ正孔である正孔が電子/正孔の再結合によって除去されるように、陰極付近で比較的大きな電子密度を注入することができるオーム接触様のインジウムが使用され得る。しかしこの技法には、電子が永続的に注入され、相対的な高いオフセット電流を引き起こし、その結果それらのオフセット電流が露光と共に適時変化し、読出し電子機器の性能を下げる不都合がある。

【0043】

高線束状態下にある検出器の分極を抑制するために、必要な場合、即ち高露光の場合にのみ陰極付近に電子を与えることが有利であり得る。更に良いことには、検出器が光子計数を定期的に停止し得る非常に短い時間間隔内に所要の電子が制御パルスとして注入され得る。従って、図1から図10に関して上記で説明された検出器は、電子の経時的注入を可能にし、それにより分極を引き起こす正孔トラップの中和を可能にする広帯域可視照明光を伴う陰極電極の特別な構成を含み得る。照明光の低いエネルギーにより、即ちエネルギーがX線放射線のエネルギーよりもはるかに低いことにより、吸収は直接変換材料の主に最初

の数マイクロメートル内で起こる。このことは、電子及び正孔が40で示されている図11に概略的且つ例示的に示す直接変換材料内で、応用場の下で正孔トラップへ移動する電子、更に正孔を作り出す。この実施形態は1つ又は幾つかの特定波長だけを有する赤外光を使用することとは異なり、それは、その1つ又は幾つかの特定波長を有する赤外光が欠陥によって直接吸収されて正孔を解放するのに対し、広帯域可視光が使用される場合、トラップ正孔は解放されず、高密度の自由電子によって直接消滅させられるからである。

【0044】

図1から図10に関して上記で説明された検出器は、例えば陰極側に透過的な及び/又は穿孔された電極パターンを備え、陽極側に画素化された電極パターンを備えるCZT結晶を含むことができる。ブロッキングコンタクトを提供するために、選択的に、CZTに対する高い電位壁を有するプラチナ等の金属がどちらの側でも選択される。一実施形態では陰極と直接変換材料との間に電気絶縁体が配置されても良く、電気絶縁体は選択的に比較的薄く、即ち1nmから1μmの厚さを有し得る。この電気絶縁体は低い電流レベルをもたらすことができ、分極を減らすのに依然として十分な電子が電気絶縁体を介して注入され得る。

【0045】

吸収されたX線光子は、CZT結晶内に無数の電子正孔対を作り出し、電場により電子が陽極の方に流れ、読み出しチップによって、即ち検出信号生成器によって集められる。このようにして、それぞれの入射光子のエネルギーが検知される。正孔は陰極の方に流れる。正孔は電子よりもはるかに遅く、正孔トラップ内に容易にトラップされ得る。このことは検出器の分極を引き起こし、特に高線束のX線露光条件下で生じる。分極は、高線束での光子計数技法の完全な失敗を引き起こす可能性がある。

【0046】

分極は、トラップ正孔を中和することによって抑制され得る。中和は、陰極側で電子を経時的に注入することによって実現され得る。通常の動作条件下では、陰極接点がブロック又は半注入しており、暗電流レベル又は例えばX線放射線下の電流レベルであり得る低い若しくは中位の電流レベルをもたらす、正確なエネルギー弁別を可能にする。電子の経時的注入は、照明光に対して透過的であり及び/又は穿孔された、特別に設計された陰極を通る広帯域可視照明光の短いパルスによって選択的に開始される。照明光の吸収は検出器の最初の数マイクロメートル内で生じ、陰極付近で正孔及び電子を作り出し、印加電場が電子を直接変換材料内に移動させる。電子が直接変換材料内に追いやられると、それらの電子がトラップ正孔を中和することができる。このことがひいては検出器の分極を抑制する。他方で、陰極付近の生成された正孔は、大抵は数百ナノメートルしか流れる必要がないので陰極によって容易に集めることができ、そのため正孔トラップの問題は非常に小さい。

【0047】

電子を注入するために、照明器がパルスモードで直接変換材料を照明するように適合され得る。読み出し電子機器、即ち検出信号生成器を、即ちパルス照明光を有する分極抑制光パルスと同期することにより、注入される電子がカウントされないことが確実にされ得る。従って、或る時点において、直接変換材料が照明光によって照明されるか、又はX線放射線を示す検出信号が生成されるように照明器及び検出信号生成器が適合され得る。

【0048】

所与のX線について、パルス照明光の放射線線量パラメータが予め定められ、例えば参照表内に記憶されても良く、動作中に照明光による照明が参照表から得られるパラメータに従って制御され得る。参照表内に記憶され得るパラメータは、パルス時間、デューティサイクル、及びパルス照明光の強度であり得る。これらのパラメータはキャリブレーション手順内で決定されても良く、かかる手順では、照明光の様々なX線放射線線量及びパラメータについて分極が測定され、それぞれのX線放射線線量について分極の抑制が最大限にされた照明光のパラメータが選択される。従って単純な事例では、パルスパラメータが統計的に選択されても良く、即ち明確に定義されたパルスが検出器の停止中に、即ち検出

信号生成器がX線放射線を示す検出信号を生成しないときに様に適用されても良い。但し一実施形態では、検出器が、直接変換材料の分極度を示す分極度値を決定するための分極度決定ユニットも含むことができ、照明器は分極度値に応じて直接変換材料を照明するように適合され得る。例えば分極度決定ユニットは、陽極によって集められるために電子によって必要とされる時間を測定し、その測定時間に応じて分極度値を決定するように適合され得る。例えば、電子を注入するために陰極に照明光パルスを加える時間、及びそれらの電子を陽極において検出する時間がそれらの電子の飛行時間を決定するために使用されても良く、その電子の飛行時間に応じて分極度値が決定され得る。分極度決定ユニットは、飛行時間の増加につれて増加する分極を示す分極度値を決定するように適合され得る。飛行時間に対する分極度値及び分極度値に対する照明光パルスパラメータの依存関係はキャリブレーション測定によって予め決定されても良く、所与の飛行時間について、分極の抑制が最大限にされるように照明光のパラメータが決定される。分極度決定ユニットは、分極度値として飛行時間値を直接与えるように適合されても良く、又は飛行時間に依存し、直接変換材料の分極度を示す別の分極度値を与えるように適合されても良い。分極度決定ユニットが分極度値として飛行時間値を直接与える場合、飛行時間測定値と照明光パラメータとの間の依存関係を与えることだけが要求される。これらの依存関係は、参照表内に記憶されても良く、照明光パルスのパラメータを直接変換材料の実際の分極に適合させるために使用され得る。

10

【0049】

検出器は、照明光パルスと同期的な方法で使用されても良く、それにより検出器は照明光パルスによって作り出される電子の飛行時間を測定する。このようにして分極度を決定することが可能であり、分極の増加は飛行時間の延長をもたらすことが予期される。例えば、飛行時間が長くなることを検出することにより、更に多くの電子を生成することによって分極がより強く抑制されるように、その後の照明光パルスの時間及び/又は強度が適合され得る。

20

【0050】

分極の抑制を最大限にするために、照明光のパラメータが選択的に最適化される。具体的には、広帯域照明光の波長域及び/又は照明光パルスのタイミングが最適化され得る。例えば、照明光パルスは100 ps から1 μ s 又は数 μ s の範囲内の、更に好ましくは100 ps から10 ns の範囲内の、一層好ましい100 ps から1 ns の範囲内の時間的な持続時間を有することができる。多くの電子が注入され、その後、トラップ正孔と再結合するための時間を有するように「標準」の場の状態下で減速され得る。これにより、検出器の長い不動作時間を回避することができる。更に、最長時間であって、リセットパルスとも見なされ得るかかる照明光パルスがその後加えられるべき、最長時間が、照明光のパラメータとして定められても良い。この最長時間はX線放射線に依存し得る。例えば、リセット時間とも見なされ得るこの最長時間を、X線束等のX線放射線の1つ又は幾つかのパラメータに応じて定める参照表が使用され得る。X線束を決定するために、検出信号生成器によって生成される検出信号が使用されても良い。但し、X線源によって放たれるX線束を使用し、次いで検出装置の様々な検出器についてX線束と最長時間との間の様々な依存関係を使用すること、即ち別の参照表を使用することも可能である。例えば、検出装置の一部の検出器が他の検出器よりも低いX線束を概して受け取るように構成されていることが分かっている場合、X線源によって放たれるX線束と最長時間との間の依存関係は、低中性子束域では、検出装置の高中性子域よりも最長時間が長いものであり得る。

30

40

【0051】

上記の実施形態では照明器が直接変換材料をパルス光で照明するように適合されるが、照明光の強度を別の方法で変調するように照明器が適合されても良い。例えば、可変強度を有する照明光で直接変換材料を継続的に照明するように照明器が適合されても良い。更にこの場合、照明光のパラメータが例えば現在の分極度に依存し得る。更に、予期される分極度に応じて直接変換材料を照明するように照明器が適合されても良い。例えば、予期される分極度は、加えられる将来のX線放射線に応じて、即ち例えば次のサイクルのX線

50

放射線に応じて決定可能であり、予期される分極度を決定するために、X線強度やX線エネルギー等のX線放射線パラメータと予期される分極度との間の指定を含む参照表が使用されても良い。

【0052】

図1から図10に関して上記で説明された検出器は、照明光による直接変換材料の照明に応じて検出値を補正するための検出値補正ユニットを更に含むことができる。例えば、検出値の質を改善するために、照明光のパルスレートに応じて検出値が補正されても良い。

【0053】

以下、照明器の制御及び補正済み検出値の決定について図12に関して例示的に説明する。

10

【0054】

図12は、照明器313、X線源302、並びに陰極、陽極、及び検出信号生成器を有する直接変換材料を表すボックス318を概略的に示す。コントローラ319が、分極度決定ユニット325及び検出値補正ユニット331を含む。コントローラ319は、照明器313を制御し、放たれたX線束等、放たれたX線放射線321に関する情報をX線源302から受け取るように適合される。分極度を決定するために、陰極付近で電子を生成するために陰極に加えられる照明光パルス315を開始するように、及び飛行時間を求めるためにその照明光パルスの開始と陽極における生成された電子の検出との間の時間を決定するようにコントローラ319が適合されても良く、飛行時間は分極度値を決定するために使用され得る。コントローラ319は、実際に決定された分極度値に応じて1つ又は幾つかのその後の照明光パルスのパラメータを制御するように更に適合され得る。

20

【0055】

コントローラ319は、検出信号生成器と一体化されても良く、又は例えばコンピュータ断層撮影システムの回転子上に位置しなくても良い別個の要素とすることもできる。更に、分極度決定ユニット及び/又は検出値補正ユニットはコントローラの一部でなくとも良く、代わりに互いに及び/又はコントローラと通信することができる別個のユニットとすることができる。

【0056】

先に説明された実施形態では照明光がパルス光だが、照明光は連続光でも良い。更に、先に説明された実施形態では照明光が広帯域可視光だが、照明光は広帯域赤外光でも良い。広帯域赤外光が使用される場合、広帯域赤外光は直接変換材料内で2つの効果を引き起こし得る。直接変換材料の広帯域赤外照明は直接変換材料を加熱する場合があり、その熱が分極を防ぎ又は先送りすることにつながる可能性がある。更に、広帯域赤外照明はトラップ正孔、とりわけ深準位トラップ正孔を、事前に知られている特定のトラップレベルだけでなくありとあらゆる様々なトラップレベルで直接励起することができる。これらのトラップの再結合により、分極が防がれ又は先送りにされ得る。どちらの効果も相まって非常に効率的な分極抑制をもたらす。従って上記の実施形態、具体的には図1から図10に関して上記で説明された実施形態は、直接変換材料に広帯域赤外照明光を当てることによっても使用され得る。その場合、陰極が赤外光に対して透過的であるべきである。これらの実施形態は、広帯域可視光と広帯域赤外光との組合せを加えるためにも適合され得る。

30

40

【0057】

赤外照明の広帯域度は、多くの異なるトラップレベルでトラップされた正孔が励起されデトラップされることを確実にするので、上記の従来技術の文献内で開示されている特定波長の赤外技法では必要とされる、非常に困難であり不安定である可能性が高いトラップレベルを調べる、及び同じく概して非常に困難である、発見されたトラップレベルに特定の赤外波長を整合させる必要がない。

【0058】

従って広帯域赤外光は、スペクトルによる複数の深い及び浅いトラップのデトラップを行うために、1つ又は幾つかの特定波長を含むだけでなく幅広い層の波長も含む。更に、

50

直接変換材料をほぼ均一に加熱するために広帯域赤外光が選択的に使用され、直接変換材料内のグラジエントを防ぐために陰極上に絶縁層が配置されても良い。絶縁層は冷却を防ぐことができ、即ち直接変換材料をより高温に加熱し、加熱の均一性を高めることができる。

【0059】

広帯域赤外光を使用することにより、トラップ励起による直接のデトラップと、直接変換材料を加熱することによる間接的なデトラップとの組合せが可能になる。広帯域赤外光の一部は、正孔の間接的なデトラップを引き起こすために直接変換材料を間接的に加熱するためにも使用され得る。例えば、広帯域赤外光は、直接変換材料ではないシステムの一部を直接加熱することによって架台内の温度を高めるために使用されても良く、生成される熱は直接変換材料を間接的に加熱する。コンピュータ断層撮影システム等の撮像システム内に広帯域赤外光照明を組み込むために、上記の回折板や拡散板等の赤外光ガイドが使用され得る。

10

【0060】

上記の実施形態では、広帯域可視光及び/又は広帯域赤外光で直接変換材料を照明する特定の方法が説明されているが、他の実施形態では照明が他の方法で与えられても良い。例えば、光源によって与えられるより広いスペクトルを有する光の広帯域可視部分及び/又は広帯域赤外部分だけが直接変換材料に到達できるようにするフィルタで検出器が覆われても良い。検出器の弓形を形成する、二次検出器と見なされ得る幾つかの検出器がある場合、その弓形が対応する湾曲したフィルタによって覆われても良い。

20

【0061】

上記の実施形態では照明器が陰極を通る照明光によって直接変換材料を照明するが、別の実施形態では、直接変換材料の別の面を介して直接変換材料を照明するように照明器が適合され得る。例えば図13及び図14に概略的且つ例示的に示すように、陰極及び陽極によって覆われていない側面を介して直接変換材料が照らされても良い。図13は側面図を示し、図14は上面図を示す。図13及び図14に示されている検出器406は、直接変換材料409、陰極408、画素化された陽極410、及び検出信号生成器411を含む。更に照明器は、照明光を供給するための幾つかの光源413を含む。直接変換材料409、画素化された陽極410、検出信号生成器411、及び光源413は、図1から図10に関して上記で説明された検出器の対応する構成要素と同様であり得る。しかしこの実施形態では、照明光415が陰極408によって覆われていない側面を介して直接変換材料409内に入力されるので、陰極408は光源413によって与えられる照明光に対して透過的である必要がない。照明光415を直接変換材料409内に結合するために、結合要素420が使用されても良い。

30

【0062】

広帯域可視光は、選択的に100nmを上回る広さ、更に好ましい200nmを上回る広さ、一層好ましい300nmを上回る広さを有する。この広さは500nm未満でも良い。広帯域赤外光は、選択的に100nmを上回る広さ、更に好ましい200nmを上回る広さ、一層好ましい300nmを上回る広さを有する。広帯域可視光は、選択的に380nmから780nmの波長範囲内にある。広帯域可視光は、この全可視波長範囲を対象として含むことができ、又はこの可視波長範囲の一部だけを対象として含んでも良い。広帯域赤外光は、選択的に780nmから1mmの波長範囲内にあり、更に好ましい780nmから15μmの波長範囲内にある。広帯域赤外光は、それぞれの全波長範囲を対象として含むことができ、又はそれぞれの波長範囲の一部だけを対象として含んでも良い。

40

【0063】

以下、対象体の投影データを生成するための投影データ生成方法の一実施形態について、図15に示す流れ図に関して例示的に説明する。

【0064】

ステップ501で、放射線源が対象体を横断するための放射線を供給する。ステップ502で、対象体を横断した後で放射線が検出され、検出された放射線に応じて上記の検出

50

器の少なくとも1つによって検出信号が生成される。この検出過程は、陽極と陰極との間に配置される直接変換材料によって放射線を電子及び正孔に変換するステップであって、電子は陽極によって集められる、変換するステップと、集められた電子に応じて検出信号生成器によって検出信号を生成するステップと、照明器による広帯域可視光及び/又は広帯域赤外光である照明光で直接変換材料を照明するステップとを含む。直接変換材料の照明は、検出信号生成器が検出信号を生成しないときに選択的に実行され、即ち、その間は検出信号が生成されない検出器の停止時にのみ直接変換材料が照明光によって照明されるように、照明光による直接変換材料の照明と検出信号の生成とが選択的に同期される。ステップ503で、生成された検出信号に応じて投影データ、即ち検出値が生成される。

【0065】

10

ステップ502で実行される、電子及び正孔への放射線の変換、検出信号の生成、及び照明光による直接変換材料の照明は、放射線を検出するための検出方法のステップであると思われ得る。更に、この投影データ生成方法は、様々な方向で投影データを取得するために放射線源及び検出器を対象体の周りで回転させるステップ等の更なるステップを含むことができ、それらの投影データは、ディスプレイ上に表示され得るコンピュータ断層撮影画像を再構築するために使用され得る。

【0066】

分極等を減らすための特定の材料、構成、技法が上記で説明されたが、検出器は他の材料及び構成も含むことができ、広帯域可視光及び/又は広帯域赤外光で直接変換材料を照明することにより分極を減らすための他の技法を提供することができる。例えば、CZTの代わりに別の直接変換材料が検出器によって使用されても良い。照明器の光源は選択的に広帯域LEDである。しかし、広帯域可視光及び/又は広帯域赤外光で直接変換材料を照明するために、広帯域OLED、熱フィラメント光源、薄膜光源等の他の光源も使用され得る。

20

【0067】

上記の実施形態では検出器がX線放射線を検出するように適合されるが、ガンマ放射線等の別の種類の放射線を検出するように検出器が適合されても良い。実際に、本検出器は選択的にX線撮像システム又は核撮像システム内で使用されるように適合され、検出器はX線放射線又はガンマ放射線をそれぞれ検出する。

【0068】

30

開示した実施形態の他の改変形態が、図面、本開示、及び添付の特許請求の範囲を検討することにより、特許請求の範囲に記載の本発明を実施する際に当業者によって理解され、果たされ得る。

【0069】

特許請求の範囲では、「含む」という語は他の要素又はステップを排除せず、不定冠詞「a」又は「an」は複数形を排除しない。

【0070】

単一のユニット又は装置が、特許請求の範囲に列挙される幾つかのアイテムの機能を実現しても良い。或る手段が互いに異なる従属請求項の中で列挙されているという単なる事実は、これらの手段の組合せが有利に使用されてはならないことを示すものではない。

40

【0071】

1つ又は幾つかのユニット若しくは装置によって実行される分極度値の決定、飛行時間の決定、検出信号の生成、検出値の決定、検出値の補正等の手順は、他の任意の数のユニット又は装置によって実行されても良い。投影データ生成方法による投影データ生成システムのこれらの手順及び/又は制御、並びに/又は検出方法に応じた検出器の制御は、コンピュータプログラムのプログラムコード手段として及び/又は専用ハードウェアとして実装され得る。

【0072】

コンピュータプログラムは、他のハードウェアと共に供給される、又は他のハードウェアの一部として供給される、光学記憶媒体やソリッドステート媒体等の適当な媒体上に記

50

憶／分散され得るが、インターネットや他の有線又は無線通信システムによって等、他の形態で分散されても良い。

【 0 0 7 3 】

特許請求の範囲の中の如何なる参照符号も、範囲を限定するものとして解釈すべきでない。

【 0 0 7 4 】

本発明は、放射線、とりわけコンピュータ断層撮影システム内で使用されるX線放射線を検出するための検出器に関する。検出器は、電気検出信号を生成するために使用される電子及び正孔に放射線を変換するための直接変換材料を含む。直接変換材料は、検出される放射線によって横断されているときに起こり得る、及び検出性能を下げ得る直接変換材料の分極を減らすための、とりわけ無くするための広帯域可視光及び／又は広帯域赤外光である照明光で照明される。直接変換材料の分極を減らすことにより、検出性能が改善され得る。

10

【 図 1 】

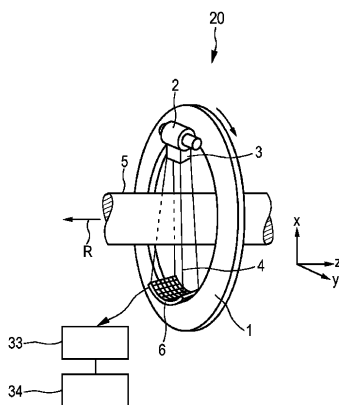


FIG. 1

【 図 2 】

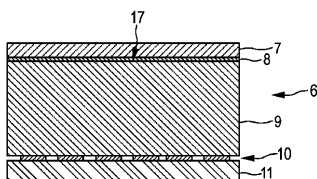


FIG. 2

【 図 3 】

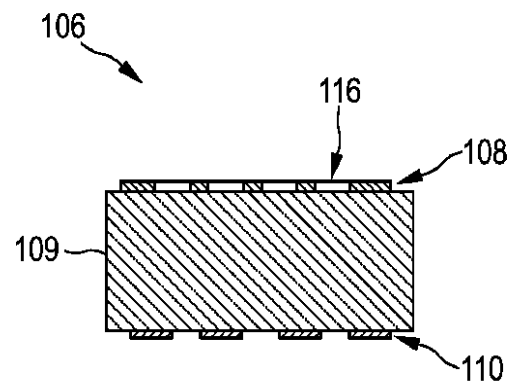


FIG. 3

【図 4】

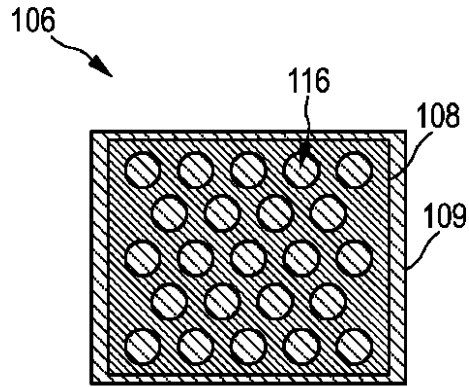


FIG. 4

【図 5】

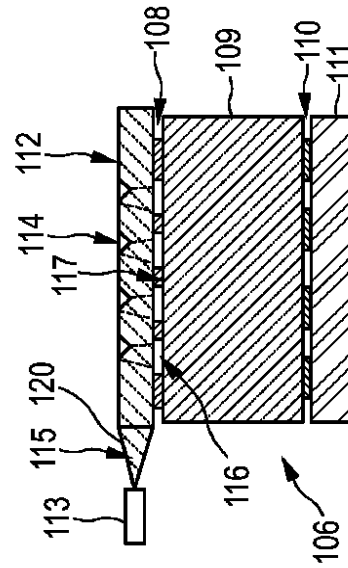


FIG. 5

【図 6】

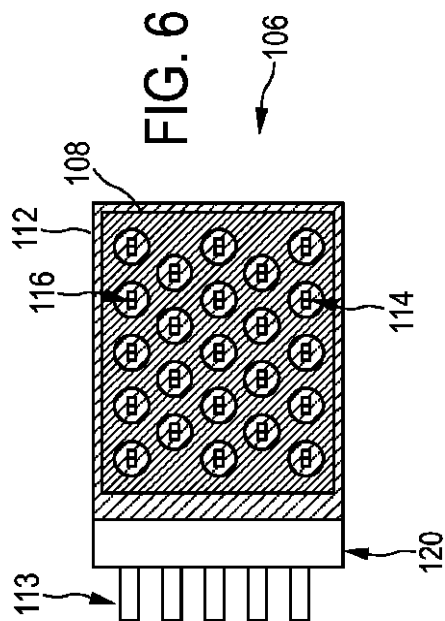


FIG. 6

【図 7】

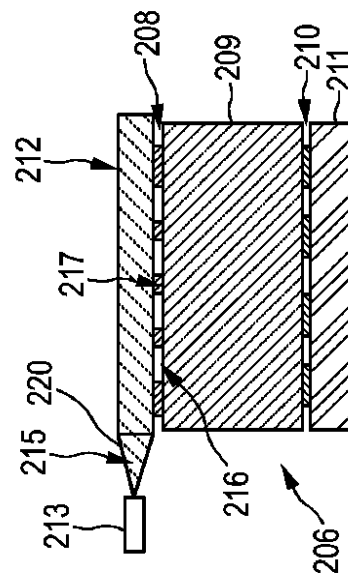
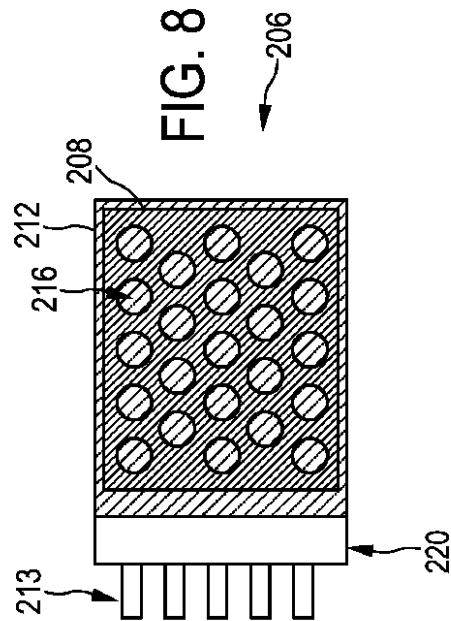


FIG. 7

【図 8】



【図 9】

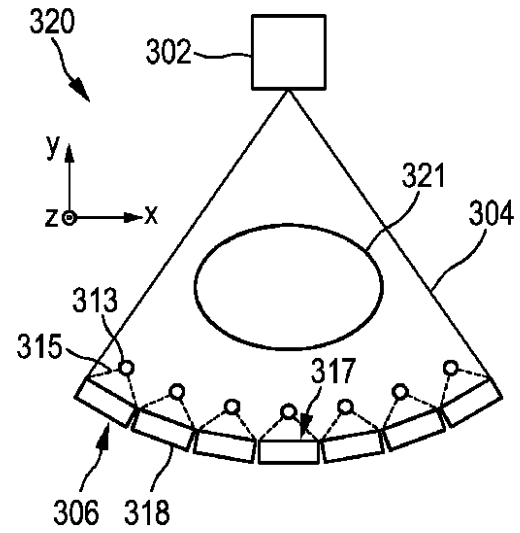


FIG. 9

【図 10】

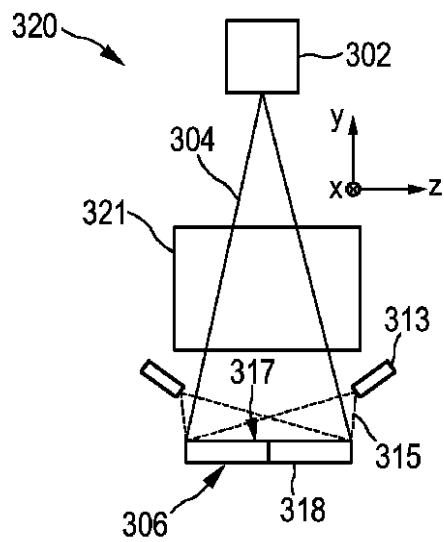


FIG. 10

【図 11】

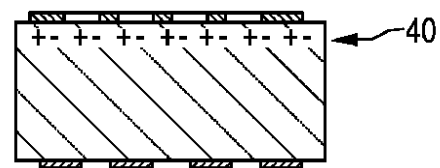


FIG. 11

【図 1 2】

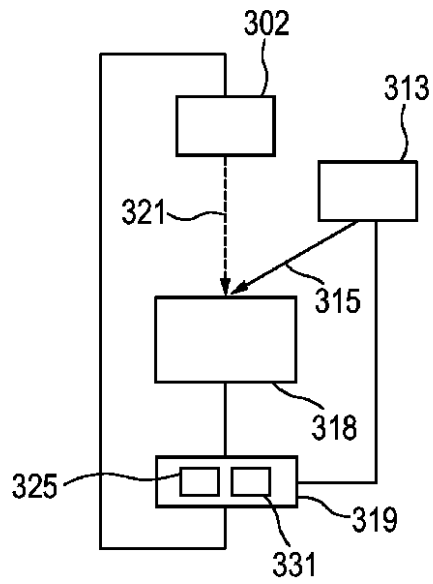


FIG.12

【図 1 3】

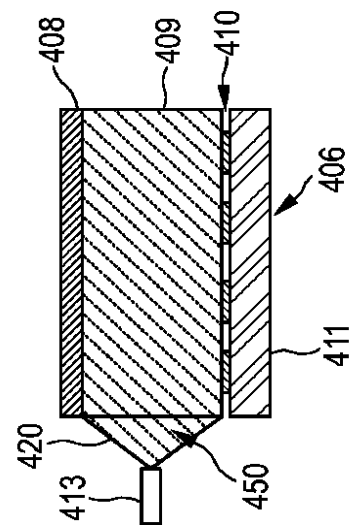


FIG. 13

【図 1 4】

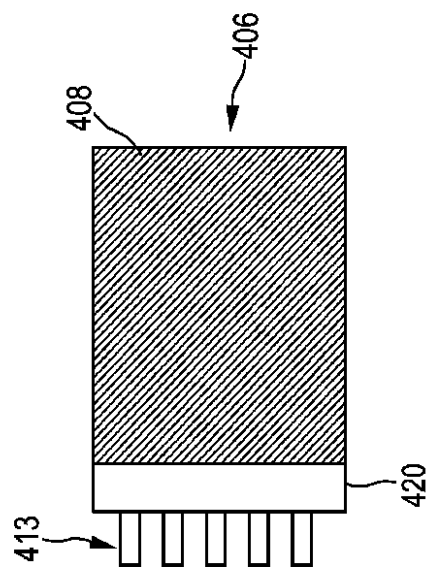


FIG. 14

【図 1 5】

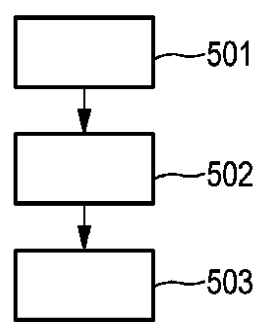


FIG. 15

フロントページの続き

- (72)発明者 ヴェルバケル フランク
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング
5
- (72)発明者 エンゲル クラウス ユルゲン
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング
5
- (72)発明者 ネリセン アントニウス ヨハネス マリア
ドイツ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング
5
- (72)発明者 ウィチョレク ハーフリート カール
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング
5
- (72)発明者 バン グルンスペン エリック コーネリス エグバートス
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング
5
- (72)発明者 ブレヴィス イラ マイカ
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング
5
- (72)発明者 ステッドマン ブッカー ロジャー
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング
5

審査官 藤原 伸二

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2010/0086098(US, A1)
国際公開第01/001176(WO, A1)
特開2008-180846(JP, A)
特表2010-510514(JP, A)
特開2004-146769(JP, A)
特開平04-134290(JP, A)
米国特許出願公開第2010/0078559(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 1 T 1 / 0 0 - 1 / 1 6
G 0 1 T 1 / 1 6 7 - 7 / 1 2
A 6 1 B 6 / 0 0 - 6 / 1 4
G 0 2 B 6 / 1 2 - 6 / 1 4