

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第1区分

【発行日】平成30年11月22日(2018.11.22)

【公表番号】特表2017-537310(P2017-537310A)

【公表日】平成29年12月14日(2017.12.14)

【年通号数】公開・登録公報2017-048

【出願番号】特願2017-519612(P2017-519612)

【国際特許分類】

G 01 T 1/20 (2006.01)

G 01 T 1/161 (2006.01)

【F I】

G 01 T 1/20 C

G 01 T 1/161 A

G 01 T 1/20 D

G 01 T 1/20 E

G 01 T 1/20 G

G 01 T 1/20 J

【手続補正書】

【提出日】平成30年10月11日(2018.10.11)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

平面内に配置された光センサのセンサアレイであり、各光センサがルミネセンスを感知するセンサアレイと、

4つの実質的に同じシンチレーション結晶バーであり、それぞれが4つの側面と第1の端面及び第2の端面とを有する長方形プリズムであり、それぞれが別のシンチレーションバーの側面にそれぞれ対向する2つの側面を有し、それぞれが、受光したガンマ光子と相互作用するのに応答して光シンチレーションを生成する、4つの実質的に同じシンチレーション結晶バーと、

前記4つの実質的に同じシンチレーション結晶バーの対向する側面の間にそれらと隣接して配置される第1の平面内に配置され、前記第1の端面に隣接する光共有部分、及び前記第2の端面に隣接する反射部分を有する第1の層と、

前記第1の平面に直交する第2の平面内に配置され、前記4つの実質的に同じシンチレーション結晶バーの対向する側面の間にそれらと隣接して配置され、前記第2の端面に隣接する光共有部分、及び前記第1の端面に隣接する反射部分を有する第2の層と、

前記4つの実質的に同じシンチレーション結晶バーのうちの1つのシンチレーション結晶バーの相互作用深さ推定値を、前記4つの実質的に同じシンチレーション結晶バーのうち互いに対角線上にあり、かつ前記4つの実質的に同じシンチレーション結晶バーのうちの前記1つのシンチレーション結晶バーに対向する2つのシンチレーション結晶バーの感知されるルミネセンスの比に基づいて、検出された事象から推定する、前記センサアレイに接続された信号処理ユニットと

を含む、光子検出器。

【請求項2】

他の実質的に同じシンチレーション結晶バーのうちの1つのシンチレーション結晶バー

の表面に対向しない前記 4 つの実質的に同じシンチレーション結晶バーの側面に隣接して配置されてそれらの側面を覆う、反射性の第 3 の層
をさらに含む、請求項 1 に記載の光子検出器。

【請求項 3】

前記第 1 の層の前記反射部分及び前記第 2 の層の前記反射部分が、反射フィルムを含み、前記第 1 の層の前記光共有部分及び前記第 2 の層の前記光共有部分が、前記隣接する対向する表面を互いに光学的に結合する、請求項 1 に記載の光子検出器。

【請求項 4】

感知されるルミネセンスの比を相互作用深さの対応する離散値と関連付ける、前記 4 つの実質的に同じシンチレーション結晶バーについての値を記憶する参照テーブル (LUT) をさらに含み、

前記信号処理ユニットが、記憶された前記値を使用して前記相互作用深さを推定する、請求項 1 に記載の光子検出器。

【請求項 5】

前記信号処理ユニットが、
前記センサアレイによって感知されるルミネセンスを示す信号を受信し、前記 4 つの実質的に同じシンチレーション結晶バーからの前記感知されるルミネセンスに基づいて前記検出された事象の総エネルギー値を決定し、及び / 又は

各検出された事象について総エネルギー値、時間値及び位置識別子を生成し、前記位置識別子が、相互作用深さ推定値と、前記 4 つの実質的に同じシンチレーション結晶バーのうちの前記 1 つのシンチレーション結晶バーの位置とを含む、

請求項 1 に記載の光子検出器。

【請求項 6】

前記 4 つの実質的に同じシンチレーション結晶バーのそれぞれについて、前記 4 つの実質的に同じシンチレーション結晶バーのうち、互いに対角線上にあり、かつ前記 4 つの実質的に同じシンチレーション結晶バーのうちの前記 1 つのシンチレーション結晶バーと対向する他の前記 2 つのシンチレーション結晶バーからの感知されるルミネセンスの較正済みの比の値と、対応する相互作用深さ推定値とを記憶する参照テーブル (LUT) をさらに含み、

前記信号処理ユニットが、感知されるルミネセンスの比を感知されるルミネセンスの前記較正済みの比と比較し、前記 LUT に記憶された前記対応する相互作用深さ推定値のうちの 1 つを決定された相互作用深さ推定値として使用することによって、前記相互作用深さ推定値を決定する、請求項 1 に記載の光子検出器。

【請求項 7】

感知されるルミネセンスの前記較正済みの比、及び前記対応する相互作用深さ推定値が、複数の結晶深さに向けられた電子コリメート放射ビームを用いた側方較正に基づき、及び / 又は

感知されるルミネセンスの前記較正済みの比、及び前記対応する相互作用深さ推定値が、入射表面較正及び単調変化する比からの深さ分離に基づく、

請求項 6 に記載の光子検出器。

【請求項 8】

複数の請求項 1 に記載の光子検出器と、

前記光センサの出力を受信し、

応答線 (LOR) を規定するシンチレーションの同時対を決定し、

各 LOR の端部を特定する光子検出器、各 LOR の端部を特定する前記光子検出器の各シンチレーションの時間値、及び各 LOR の端部を特定する各光子検出器の相互作用深さを特定し、

前記相互作用深さに基づいて各 LOR の端部位置を調節し、

前記 LOR を使用して飛行時間再構築を実行して、画像表現を生成する

1 つ又は複数のプロセッサと、

生成された前記画像表現を表示するディスプレイデバイスと
を含む、核医学撮像システム。

【請求項 9】

シンチレータアレイ中の 4 つの実質的に同じシンチレーション結晶バーのうちの 1 つのシンチレーション結晶バーにおいてある深さで検出された事象の光子を発するステップであり、前記 4 つのシンチレーション結晶バーがそれぞれ、4 つの側面と第 1 の端面及び第 2 の端面とを有する長方形プリズムであり、各シンチレーションバーが、別のシンチレーションバーの側面にそれぞれ対向する 2 つの側面を有し、各シンチレーション結晶バーが、受光したガンマ光子と相互作用するのに応答して光シンチレーションを生成し、前記シンチレータアレイが、前記 4 つの実質的に同じシンチレーション結晶バーの対向する側面の間にそれらと隣接して配置される第 1 の平面内に配置される、前記第 1 の端面に隣接する光共有部分及び前記第 2 の端面に隣接する反射部分を有する第 1 の層と、前記第 1 の平面に直交する第 2 の平面内に配置され、前記 4 つの実質的に同じシンチレーション結晶バーの対向する側面の間にそれらと隣接して配置される、前記第 2 の端面に隣接する光共有部分及び前記第 1 の端面に隣接する反射部分を有する第 2 の層とを含むステップと、

前記 4 つの実質的に同じシンチレーション結晶バーのうちの前記 1 つのシンチレーション結晶バーにおける光子シンチレーションの深さを、平面内に配置されたルミネセンスをそれぞれ感知する光センサのセンサアレイによる、前記 4 つの実質的に同じシンチレーション結晶バーのうち互いに対角線上にあり、かつ前記 4 つの実質的に同じシンチレーション結晶バーのうちの前記 1 つのシンチレーション結晶バーに対向する 2 つのシンチレーション結晶バーの感知されるルミネセンスの比に基づいて推定するステップと
を含む、光子を検出する方法。

【請求項 10】

前記 4 つの実質的に同じシンチレーション結晶バーからの前記感知されるルミネセンスの和に基づいて、前記光子シンチレーションの総エネルギーを決定するステップと、

前記シンチレータアレイからの前記感知されるルミネセンスに基づいて、前記光子シンチレーションの時間を決定するステップと
をさらに含み、

光センサの前記センサアレイの各光センサが、前記 4 つの実質的に同じシンチレーション結晶バーのうちの 1 つのシンチレーション結晶バーのセンサ端面と結合するようなサイズになっているフォトダイオードのアレイを含み、各光センサが、1 つの時間デジタル変換器 (TDC) に接続され、前記 4 つの実質的に同じシンチレーション結晶バーのそれぞれが、前記センサアレイの 4 つの光センサと結合される、請求項 9 に記載の光子を検出する方法。

【請求項 11】

前記光子シンチレーションの前記深さを推定する前記ステップが、前記 4 つの実質的に同じシンチレーション結晶バーの前記 1 つに対応する、感知されるルミネセンスの前記比を前記光子シンチレーションの深さの推定値の離散値に関連付ける記憶値を使用する、請求項 9 に記載の光子を検出する方法。

【請求項 12】

各検出された事象について総エネルギー値、時間値及び位置識別子を生成するステップであり、前記位置識別子が、前記光子シンチレーションの深さ推定値、及び前記 4 つの実質的に同じシンチレーション結晶バーのうちの前記 1 つのシンチレーション結晶バーの位置を含むステップと、

生成した前記総エネルギー値、時間値及び位置識別子をリストモード非一時的コンピュータメモリに記憶するステップと

をさらに含む、請求項 9 に記載の光子を検出する方法。

【請求項 13】

前記 4 つの実質的に同じシンチレーション結晶バーのそれぞれについて、前記 4 つの実質的に同じシンチレーション結晶バーのうち互いに対角線上にあり、前記 4 つの実質的に

同じシンチレーション結晶バーのうちの前記 1 つのシンチレーション結晶バーに対向する前記 2 つのシンチレーション結晶バーからの感知されるルミネセンスの較正済みの比、及び対応する相互作用深さ推定値の値を、参照テーブルに記憶するステップをさらに含み、

前記光子シンチレーションの前記深さを推定する前記ステップが、感知されるルミネセンスの前記比を感知されるルミネセンスの前記較正済みの比と比較し、前記光子シンチレーションの推定深さとして、前記参照テーブルからの前記対応する相互作用深さ推定値のうちの 1 つを使用する、請求項 9 に記載の光子を検出する方法。

【請求項 14】

感知されるルミネセンスの前記比、及び前記対応する相互作用深さ推定値を、第 1 の側面の反対側の第 3 の側面及び第 2 の側面の反対側の第 4 の側面のうちの少なくとも 1 つに沿ってセンタリングされた複数の結晶深さに向けられた電子コリメート放射ビームを用いた側方較正に基づいて較正するステップと、

前記第 1 の側面の中心に向けられた放射線を使用した前方較正に基づいて、感知されるルミネセンスの前記較正済みの比、及び前記対応する光子シンチレーション深さ推定値を妥当性検査して、光子シンチレーション深さ及び対応する感知されるルミネセンスの妥当性検査比の分布を生成するステップと

をさらに含む、請求項 13 に記載の光子を検出する方法。

【請求項 15】

ガンマ光子検出システムであって、

それぞれが 2 つの隣接するシンチレーション結晶と部分的に光学的に結合された 4 つのシンチレーション結晶であり、各シンチレーション結晶が、前記 2 つの隣接するシンチレーション結晶のうちの一方とは、入射端に隣接する光を選択的に通過させるように光学的に結合され、前記 2 つの隣接するシンチレーション結晶のうちの他方とは、光センサ端に隣接する光を選択的に通過させるように結合され、前記シンチレーション結晶が、ガンマ光子と相互作用するのに応答して光を発する、4 つのシンチレーション結晶、及び

前記シンチレーション結晶の前記光センサ端と光学的に結合された光センサ

をそれぞれ含む、撮像対象の被検体を受ける撮像領域の周りに配置された複数のガンマ光子検出器と、

発光している前記シンチレーション結晶内でガンマ光子との前記相互作用が起こる深さを、前記発光している結晶と部分的に光学的に結合された前記 2 つのシンチレーション結晶と光学的に結合された前記光センサの出力信号の比から決定する、前記光センサと接続された 1 つ又は複数のプロセッサと

を含む、ガンマ光子検出システム。