

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6734193号
(P6734193)

(45) 発行日 令和2年8月5日 (2020. 8. 5)

(24) 登録日 令和2年7月13日 (2020. 7. 13)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 T 1/20 (2006. 01)

G O 1 T 1/20 B

G 2 1 K 4/00 (2006. 01)

G 2 1 K 4/00 A

G O 1 T 1/161 (2006. 01)

G O 1 T 1/20 G

G O 1 T 1/20 E

G O 1 T 1/161 E

請求項の数 15 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2016-543474 (P2016-543474)
 (86) (22) 出願日 平成26年9月10日 (2014. 9. 10)
 (65) 公表番号 特表2016-534369 (P2016-534369A)
 (43) 公表日 平成28年11月4日 (2016. 11. 4)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2014/064388
 (87) 国際公開番号 W02015/040527
 (87) 国際公開日 平成27年3月26日 (2015. 3. 26)
 審査請求日 平成29年9月7日 (2017. 9. 7)
 (31) 優先権主張番号 61/879, 269
 (32) 優先日 平成25年9月18日 (2013. 9. 18)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)

(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 アーヘー アイン
 ドーフェン ハイテック キャンパス 5
 2
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディテクタアレイ及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

イメージングシステムのためのディテクタアレイであって：

複数のシンチレータ結晶を配列したアレイであって、各々のシンチレータ結晶は、複数の側面を有し、各シンチレータ結晶は、前記複数の側面のうち少なくとも1つの側面の少なくとも一部分に形成された、光を拡散反射するためのマイクロフラクチャのパターンを有する、アレイ；及び

シンチレータ結晶の前記アレイに光学的に結合されたフォトディテクタのアレイ；

を有し、前記マイクロフラクチャのパターンを有する側面において、マイクロフラクチャが形成された部分は、マイクロフラクチャが形成されていない部分に隣接している、ディテクタアレイ。

【請求項 2】

前記パターンを有する側面において、前記マイクロフラクチャが形成された部分と前記マイクロフラクチャが形成されていない部分とが交互に配置されている、請求項 1 に記載のディテクタアレイ。

【請求項 3】

前記シンチレータ結晶のうち前記パターンを有する側面が前記シンチレータ結晶のうちの長い面であり、前記長い面は、前記シンチレータ結晶の一方端と前記フォトディテクタに光学的に結合される前記シンチレータ結晶の他方端との間に伸びる、請求項 1 又は 2 に記載のディテクタアレイ。

10

20

【請求項 4】

各々のシンチレータ結晶のうち単独の側面のみが前記パターンを有する、請求項 1 ないし 3 のうち何れか 1 項に記載のディテクタアレイ。

【請求項 5】

前記シンチレータ結晶の少なくとも 1 つの側面が、漸進的なパターン、斜交パターン、斜線パターン、ハニカムパターン又はグラデーションパターンのうちの何れかのパターンを有する、請求項 1 ないし 4 のうちの何れか 1 項に記載のディテクタアレイ。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つの側面が、前記シンチレータ結晶の一方端の近くでは多くのマイクロフラクチャが形成されたパターンを有し及び前記シンチレータ結晶の他方端の近くでは少ないマイクロフラクチャが形成されたパターンを有する、請求項 1 ないし 5 のうちの何れか 1 項に記載のディテクタアレイ。

10

【請求項 7】

各々のシンチレータ結晶は拡散反射コーティングでカバーされている、請求項 1 ないし 6 のうちの何れか 1 項に記載のディテクタアレイ。

【請求項 8】

前記フォトディテクタはシリコンフォトダイオード (SiPM) を含む、請求項 1 ないし 7 のうちの何れか 1 項に記載のディテクタアレイ。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 8 のうち何れか 1 項に記載のディテクタアレイ複数個；

20

前記フォトディテクタからの出力信号を画像に再構築する再構築プロセッサ；及び再構築された画像を表示するディスプレイ装置；
を有する核スキャナ。

【請求項 10】

研磨された複数のシンチレータ結晶各々の少なくとも 1 つの側面の少なくとも一部分をレーザエッチングするステップ；

前記複数のシンチレータ結晶に複数のフォトディテクタを光学的に結合するステップ；
を有し、前記レーザエッチングされたパターンを有する側面において、光を拡散反射するためのマイクロフラクチャが形成された部分は、マイクロフラクチャが形成されていない部分に隣接している、方法。

30

【請求項 11】

前記レーザエッチングするステップは、前記シンチレータ結晶の表面直下にマイクロフラクチャを作成する、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記シンチレータ結晶各々のレーザエッチングは、前記シンチレータ結晶の一方端と前記フォトディテクタに光学的に結合される前記シンチレータ結晶の他方端との間に伸びる長い側面をレーザエッチングすることを含む、請求項 10 又は 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記シンチレータ結晶各々の側面が、当該側面における、漸進的なパターン、斜交パターン、斜線パターン、ハニカムパターン又はグラデーションパターンをエッチングすることを含む、請求項 10 ないし 12 のうちの何れか 1 項に記載の方法。

40

【請求項 14】

拡散反射層で各々のシンチレータ結晶をカバーするステップ；及び

前記拡散反射層でカバーされたシンチレータ結晶をアレイに構成するステップ；
を更に含む、請求項 11 ないし 13 のうち何れか 1 項に記載の方法。

【請求項 15】

各々のシンチレータ結晶の単独の側面をレーザエッチングするステップを更に含む、請求項 10 ないし 14 のうち何れか 1 項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【0001】

本願はポジトロン放出トモグラフィ(positron emission tomography: PET)イメージングシステムにおいて具体的な用途が存在する。しかしながら、説明される技術は、シングルフォトン放出コンピュータ断層撮影(single photon emission computed tomography (SPECT)、その他の診断システム、その他のイメージングシステム、或いはその他のイメージング技術の用途も存在することが認められるであろう。

【背景技術】

【0002】

PET、SPECT及びその他の放出型の医療イメージングモダリティは、コンパクトでありかつロバストな放射(線)検出モジュールに関する共通する必要性を共有している。従来、SP
ECT及びPET放射線検出モジュールは、一般に、中間的な光ガイド層を利用するシンチレー
タ結晶に光学的に結合される光電子増倍管(photomultiplier tubes (PMTs))のアレイを
含んでゐる。シンチレータ結晶は、吸収した放射(線)粒子を、アンガーロジック(Anger
logic)を利用して光電子増倍管により方向付けられ局在化される光バーストに変換する。
或る種の放射線検出システムでは、光電子増倍管は、光バーストの強度に比例するアナロ
グ信号を生成するフォトダイオードで置換されている。フォトダイオードは、高い光シン
チレーションにおける光電子増倍管に対して、コスト効果的で低電圧の代替を提案する。
シリコン光電子増倍管(Silicon photomultipliers: SiPM)が開発されており、これは、
アナログフォトダイオードのコスト効果的で低電圧の性質を、高利得及び高安定性の光電
子増倍管に組み込む。

【0003】

現在のPETシステムは、光を結晶の方に反射して戻し、光の損失及び結晶間のクロスト
ークを防止するために、ポリテトラフルオロエチレン(polytetrafluoroethylene: PTFE)
テープで個別的にカバーされたルテチウム-イットリウムオキシオルトシリケート(luteti
um-yttrium oxy-orthosilicate: LYSO)結晶のアレイから構成される。

【発明の概要】

【0004】

様々な表面処置を利用して、シンチレーション結晶の光出力の増大化が試みられている。
。酸とともに結晶をエッチングする試みは貧弱な結果を招いている。結晶をグラインド(
研磨)することは光出力を増やす。しかしながら、結晶の実際の粗さを制御することは困
難であり、その理由は、同じ粒(grit)又はスラリーを利用して益々多くの結晶がグライン
ドされるので粒が時間とともに変化するからである。LYSOは或るグラインド粒子と比較
して固い。一方の側(又は側面)のみをグラインドすることは困難であり、その理由は、一
般的に結晶をグラインドするために使用される装置は2つの対向する側(両側)を一度にグ
ラインドするからである。グラインドは、結晶の飛行時間(time of flight: TOF)タイミ
ングの精度を劣化させてしまう。グラインドは、高価な材料を結晶から除去し、結晶の感
度を減らしてしまう。タイミングを維持しつつ光出力を増やす必要性がある。

【0005】

一形態によれば、イメージングシステムのためのディテクタアレイは：シンチレータ結
晶のアレイであって、各々のシンチレータ結晶は、複数の面を含み、少なくとも1つの結
晶面において光を拡散して反射するようにレーザエッチングされている、アレイと、シン
チレータ結晶のアレイに光学的に結合されるフォトディテクタのアレイとを含む。

【0006】

本願による好ましい方法は：複数のポリッシュされたシンチレータ結晶各々の少なくと
も一つの面をレーザエッチングするステップ；シンチレータ結晶をアレイ状に構成するス
テップ；及び、複数のシンチレータ結晶に複数のフォトディテクタを光学的に結合するス
テップ；を有する。

【0007】

別の実施形態による核スキャナは：複数のフォトディテクタに結合される複数のシンチ
レータ結晶であって、シンチレータ結晶は、光を拡散させるパターンを有する少なくと

1つの表面を含む、複数のシンチレータ結晶；複数のフォトディテクタからの出力信号を画像に再構築する再構築プロセッサ；及び、情報をユーザに表示するユーザインターフェース；を有する。

【0008】

本願による利点の1つは、レーザーエッチングプロセスを利用する場合に、材料の損失が無いことである。

【0009】

本願による別の利点は、光出力が増進されることである。

【0010】

本願による別の利点は、飛行タイミング時間が維持されることである。

10

【0011】

更に別の利点は、レーザーエッチングプロセスが、様々なパターンで、シンチレータ結晶において様々なパターンがエッチングされることを許容することである。

【0012】

以下の説明を参照及び理解することにより他の利点も当業者に明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0013】

図面は例示を目的としているに過ぎず、請求項を限定するように解釈されるべきではない。

【図1】図1はエッチングされたシンチレータ結晶を有するイメージングシステムを示す。

20

【図2】図2は漸進的パターンでエッチングされた一側面を有するシンチレータ結晶の3次元的な眺めを示す。

【図3】図3はエッチングされたシンチレータ結晶(左)及びエッチングされていないシンチレータ結晶(右)に対するタイミング分解能を並べて比較した様子を示す。

【図4】図4はエッチングされたシンチレータ結晶(左)及びエッチングされていないシンチレータ結晶(右)に対するエネルギー分解能を並べて比較した様子を示す。

【図5】図5はシンチレータ結晶に刻まれる斜交(クロスハッチ)パターンを示す。

【図6】図6はシンチレータ結晶に刻まれる斜線(ダイアゴナル)パターンを示す。

【図7】図7はシンチレータ結晶に刻まれる蜂の巣状(ハニカム)パターンを示す。

30

【図8】図8はシンチレータ結晶に刻まれる階調(グラデーション)パターンを示す。

【図9】図9はレーザーエッチされる結晶を有するディテクタアレイを構成する方法を示す。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本願はレーザーエッチされたシンチレータ結晶に関するシステム及び装置を提供する。シンチレータ結晶の全ての側面が鏡面反射性である場合、光は前後に反射して又は側壁面の間で捕らえられ、シンチレータから出ないようにする、又は、例えば比較的小さな振幅の長い持続時間のパルスのような伸張された時間にわたって徐々に出るようにすることが可能である。例えば、四角い結晶を有する鏡面リフレクタを利用する場合、その結果のリフレクタ構造の中に光を捕えることが可能である。そのような場合、結晶において生成される光子の一部分のみが、リフレクタによってカバーされていないシンチレータの底部表面に光学的に結合されるディテクタの中へ伝送される。光の大部分は、結晶内の全反射($n=1.82$)に起因して、結晶の6つの面のうちの他の5つの面の間で螺旋軌道で「無限」に反射される。本願による新たな特徴は、PET検出シンチレーション結晶アレイで使用されるシンチレーション結晶のうち1つ以上の面に或るパターンをエッチングすることにより、上記の問題を克服する。

40

【0015】

図1はイメージングシステム2を示す。イメージングシステム2は、PET、SPECT、マルチモータル等のうちの何れかを利用して患者をスキャンするスキャナ4を含む。スキャナ4は

50

、患者のイメージング放射線イベントを検出するディテクタ(又は検出器)6を含む。イメージングシステム2は、ディテクタ6からのイメージングイベントを、患者の画像に再構築する再構築プロセッサ8を含む。再構築された画像は、イメージングシステム2のユーザインターフェース10を利用してユーザに表示される。ディテクタ6は、ユーザにより決定されたパターン14でレーザエッチングされシンチレータ結晶12を含む。

【0016】

シンチレータ結晶12は、結晶12の表面の直下及び/又は直上における一連のマイクロフラクチャ(又は微小に加工された構造)を形成するレーザによりエッチングされる。レーザによるマイクロフラクチャは、拡散した角度で結晶内に光を散乱させて戻し、光が他方の側を通じて結晶から抜け出せるようにすることを可能にする。一形態では、結晶12は、表面下レーザエングレイブ技術(sub-surface laser engraving technique)を利用してエッチングされ、この技術では結晶表面の直下にマイクロフラクチャを形成するようにレーザが結晶表面の直下で焦点を結ぶ。

10

【0017】

シンチレータ結晶12は、PTEEのような拡散反射層16で被覆(又はカバー)される。選択的に、ポリッシュされた(又は磨かれた)金属箔のような光遮断材料の外部層が、PTEE層を包囲することが可能である。個々のエッチングされる結晶は、フォトダイオード、アバランシェフォトダイオード(APD)、シリコン光電子増倍管(SiPM)、光電子増倍管などのような個々のフォトディテクタ18に選択的に結合される。結晶12及びフォトディテクタ18の組み合わせは、任意の結晶/フォトディテクタの組み合わせで配置されてよい。フォトディテクタ18は、シンチレータに1:1で結合されるだけでなく；多：1，1：多，及び多：多(複数：複数)で結合されてもよい。アレイは、結晶内でのシンチレーションイベントを記録し、シンチレーションイベントデータをディテクタモジュールに送信し、保存及び患者画像の再構築のための再構築プロセッサ8への更なる伝送に備える。一形態において、シンチレータ結晶12は、光ガイド20を介してフォトディテクタ18に光学的に結合される。

20

【0018】

ガンマ線フォトンのような放射線がシンチレーション結晶に入ると、結晶ケース(crystal casing)と相互作用し、結晶の側壁により内的に反射される又は免れる(自由になる)。1つ以上の表面(例えば、上面、底面、又は側面)におけるパターンをエッチングしていることは、対向するリフレクタ構造同士の間での光フォトン閉じ込めを減らす。包囲するリフレクタを有するシンチレーション結晶の光出力は、結晶長の増加とともに著しく減少するが、一側面のエッチングは、(例えば、約1.5：1以上，2.5：1以上，3.5：1以上などのようなアスペクト比を有する)長い結晶の光出力を、かなり短い結晶の場合に到達可能な値に及ぶほど増やす。より長い結晶は、より大きな放射線停止能力(radiation-stopping capacity)を有し、PETで利用されるような高エネルギーの場合に特に有利である。

30

【0019】

一形態において、正反射リフレクタ16は、様々な屈折率を有する非常に薄いポリマ材料による複数層(例えば、一形態では40-100層)を含む。例えば、430nmにおいてピーク光出力を有するLYSOを使用する場合、正反射リフレクタ400-550nmの範囲内で光を反射するように最適化される。他の形態では、正反射リフレクタは、使用される特定の結晶のピーク光出力を包含する範囲内で光を反射するように最適化される。

40

【0020】

一形態において、正反射リフレクタは、結晶12の周囲に適用(又は塗布又は付加)される高反射率の鏡面加工光エンハンスメント膜である。別の形態では、正反射リフレクタは異なる材料の複数の交互層を含み、異なる材料の各々は異なる反射角を有する。別の形態では、リフレクタ層は、結晶内の全反射を最大化するように結晶/リフレクタの界面の屈折率を最適化する。

【0021】

図2の形態では、漸進的な(プログレッシブ)パターン30がシンチレータ結晶12の一側面にエッチングされ(又は刻まれ)ている。プログレッシブパターン30は、結晶のうち黒くさ

50

れている領域と明るい部分とが、別の外観(other face)のようにポリッシュされた状態で残されるようにレーザーエッチ部分を示す。プログレッシブパターン30は、結晶12の側面のかかなりの部分が接触されずに残されることに起因して、グラインド又はその他の方法及びプロセスによっては容易に達成できない。

【0022】

図3には、時間に対する光出力を記述するグラフが示されている。プログレッシブパターンエッチングされた結晶(左)とエッチングされていないポリッシュされた結晶(右)とに関する時間分解能のグラフが横並びで比較される。グラフから、プログレッシブパターンでエッチングされた結晶は、ポリッシュされた結晶よりも改善された時間分解能を提供することが分かる。左側のより狭いパルスは、エッチングされてない結晶(右)よりも、3ピコ秒のタイミング改善を反映している。

10

【0023】

図4には、多数の受信した511keVガンマ線光子についてのエネルギー分布を示す。側面にプログレッシブパターンがある結晶(左)とエッチングされていないポリッシュされた結晶(右)とに関するエネルギー分解能グラフが横並びで比較される。より狭いピークから、プログレッシブパターンがエッチングされた結晶(左)は、ポリッシュされた結晶(右)よりも改善されたエネルギー分布を提供することが分かる。グラフは、エッチングされてない結晶(右)よりも40%のエネルギー改善を示す。

【0024】

様々な所定のパターンがシンチレータ結晶12に刻まれることが可能である。ユーザは、コンピュータ支援設計(CAD)ソフトウェアを利用してパターンを作成することが可能である。図5には、クロスハッチ(斜交)パターンが示されており、黒い領域は、結晶表面14のうちエッチングされる部分を示す。図6には、交互のダイアゴナル(斜線)パターンが示されており、エッチングされる斜線が、エッチングされずにポリッシュされる結晶と交互になっている。図7には、ハニカム(蜂の巣状、又は、亀甲模様の)パターンが示されている。図8には、グラデーション(グラジエント又は階調)パターンが示されており、エッチング強度が一方から他方へ徐々に減少する。レーザは、レーザービームの強度、掃引速度又は残留時間を変化させることが可能であり、強度等は、エッチングされた面により拡散して反射される光の量に影響を及ぼす。より多くのパターンが、CADプログラムを利用して設計され、シンチレータ結晶12にエッチングされることが可能であることが認められる。

20

30

【0025】

シンチレータ結晶12は、上面、底面及び4つの側面を含む。シンチレータ12のうちの1つ以上の側面が、レーザにより或るパターンでエッチングされる。レーザーエッチングシステムは、材料をエッチングするために、レーザ及び出力レーザを制御するコントローラを含む。結晶をレーザエッチングするために使用されるレーザは、レーザのパワーがエッチングされる結晶を破壊せずに結晶にマイクロフラクチャを形成するように、選択及び調整される。レーザはレーザーエッチングプロセスにおいて重要な制御をもたらす。パターン14は、設計プログラムを利用することにより、レーザで達成される。CorelDrawTM (登録商標)等のような設計プログラムを利用して、結晶にレーザエッチングされるべきパターンを、ユーザは指定する。プログラムは、パターンのためのファイルを作成し、それをレーザーシステムのコントローラへアップロードする。レーザーシステムは、そのファイルを利用して、レーザービームで結晶にパターンをエッチングする。レーザの速度、出力パワー及び周波数は、ユーザにより規定されることが可能であり、ユーザにより規定できることは、結晶の方に散乱され直す光の量に影響する表面処置の変更に対する優れた制御性を提示する。このことは、それを行わないグラインディングのプロセスを上回る相当な制御性をもたらす。エッチングされる表面は、側面に限定されず、上面や底面であってもよいことが、認められるであろう。

40

【0026】

一形態において、シンチレーション結晶は、ルテチウムイットリウムオキシオルトシリケート(LYSO)である。ルテチウムオキシオルトシリケート(LSO)、ルテチウムガドリニウ

50

ム(LGS0)、ルテチウムガドリニウムイットリウムオキシオルトシリケート(LGYSO)等のような他のシンチレータも想定されている。臭化ランタン(LaBr)のような低密度シンチレータ、或いは、ゲルマン酸ビスマス(BGO)のような高密度シンチレータが使用されることも可能である。

【0027】

エッチングされる結晶12は、ファンクショナルスキャナディテクタのような同様な結晶の配列(アレイ)に使用される。一般に、結晶の長さは、シンチレーション材料の停止能力に依存する。例えば、PETに関してLYSOシンチレーション材料を利用する場合、10-25mmの長さの結晶が使用されてもよい。LaBrシンチレーション材料を利用する場合、20-35mmの結晶が使用されてもよい。別の例において、BGOシンチレーション材料が使用される場合、5-20mmの長さの結晶が使用される。結晶の長さの上記の例は例示的なものであること、及び、シンチレーション停止能力が増え、結晶長の削減が可能であることを示すように意図されていることは、認められるであろう。

10

【0028】

一形態において、結晶は滑らかにポリッシュされ(磨かれ)、一側面でエッチングされる。別の形態において、結晶は滑らかにポリッシュされ、アレイ状に配置される。アレイ状に配置される場合、全ての結晶の上面又は底面はエッチングされることが可能である。例えば、図示の1つ以上のレーザーエッチングパターン的一部分が、結晶の2つ以上の側面にわたって広がる可能性がある。

【0029】

20

別の形態において、PETスキャナは飛行時間(TOF)PETスキャナである。「TOF PETイメージング」は、ディテクタエレメントのペアにより、共通の消滅(annihilation)イベントからのガンマ線フォトンの受信同士の間での僅かな時間差を活用し、受信ディテクタの間で規定されるラインオブレスポンス(line-of-response : LOR)に沿う陽電子-電子消滅イベントを更に特定する。一般に、消滅イベントは、最初に生じたガンマ線検出イベントに近い地点でLORに沿って生じる。ディテクタの時間分解能の範囲内で同時に2つのガンマ線検出イベントが生じる場合、消滅イベントは、多くの場合、その投影の midpoint で生じているであろう。レーザーエッチされた結晶は、グランドされた結晶とは異なり、「TOF PETスキャナ」にとって重要なTOFタイミング(精度)を劣化させることなく、光出力を増やす。

【0030】

30

別の形態において、ファンクショナルスキャナは、単独フォトン放出コンピュータトモグラフィ(SPECT)スキャナである。SPECTイメージングでは、1つ以上の放射線医療品又は放射性同位体(ラジオアイソトープ)は、放出放射線が上述したようにそこから放出されるように、画像処理される対象(又は対象者)に対して管理される。回転ガントリに搭載されるディテクタヘッドは、複数の方向からの放射線を検出するように対象の回りに回転させられ、各々の方向は、ディテクタヘッドに結合されるコリメータにより規定される。ディテクタヘッドは、回転(円周)に沿う複数の離散的な又は連続的な位置でスキャンを行う回転において、イメージング対象の回りに回転させられてもよい。代替的に、ディテクタヘッドは、小さな円弧の上を回転指定もよいし、或いは、対象の回りに複数の回転を行ってもよい。ディテクタヘッドにより受信された放射データ、投影データ又は測定されたシノグラムは、SPECT画像を生成するように再構築される。放出データを再構築するために使用される再構築技術は、例えば、反復的再構築、フーリエ変換に基づく再構築、フィルタリングされた投影、又は、何らかの他の適切な再構築技術などを含んでよいが、これらに限定されない。

40

【0031】

別の形態において、ファンクショナルスキャナ(SPECT、PET、それらの変形など)は、磁気共鳴(MR)イメージャ(撮像装置)、コンピュータトモグラフィ(CT)スキャナ等のような追加的なイメージングデバイス及びファンクショナルスキャナを含むマルチモーダルスキャナデバイスに含まれる。

【0032】

50

更に、本願で説明される1つ以上の形態において、シンチレーション結晶が使用される
スキャナディテクタ(PET、SPECT等)はソリッドステートディテクタであることが認められ
るであろう。

【0033】

図9には、レーザーエッチされる結晶を有するディテクタアレイを構成する方法が示さ
れている。ステップ102において、ポリッシュされたシンチレータ結晶の或る側が、選択
されたパターンでレーザーエッチされる。ステップ104において、光を結晶の中へ反射さ
せ、結晶同士の間のクロストークを妨げるために、各結晶の周りにリフレクタ材料が適用
される。ステップ106において、シンチレータ結晶のアレイが構成される。ステップ108に
おいて、各々の結晶がフォトディテクタに光学的に結合される。ステップ110において、
結合されたアレイは、イメージングシステムで使用するためにディテクタモジュールに搭
載される。

10

【0034】

PET診断検査で本システムを利用する場合、ステップ112において、患者はスキャナの中
に配置され放射性医療品の注入を受ける。放射性医療品の放射性同位体半減期の崩壊によ
り、ステップ114において、一対の511keVのガンマ線が、斜めに対向する方向に沿って放
出させられる。ガンマ線は、対応するシンチレータ結晶と相互作用し、ステップ116にお
いて、特徴エネルギーのシンチレーション又は光フラッシュを生成する。ステップ118にお
いて、各々のシンチレーション結晶からの光は、対応するシンチレーション結晶を経て進
行する。ステップ120において、シンチレータ結晶内の光子は、レーザエッチングによ
り部分的に拡散され散乱されると同時に、ポリッシュされた面から部分的に反射される
。ステップ122において、シンチレーション結晶を免れた光は、拡散リフレクタ16により
拡散して反射され、及び/又は、拡散リフレクタ層を包囲する正反射リフレクタにより反
射される。ステップ124において、屈折され、反射され、或いは、光ガイド20に直接的に
伝わる光は、フォトディテクタ18により、電子パルスに変換される。電気パルスにはタイ
ムスタンプが付され、ステップ126において、タイムスタンプはLORを規定する同時対(coi
ncident pair)を発見するために比較される。ステップ128において、再構築プロセッサ8
は、LORを診断PET画像に再構築する。

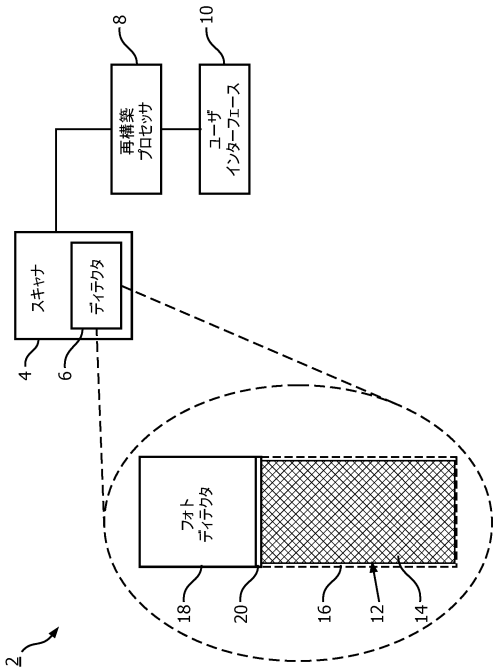
20

【0035】

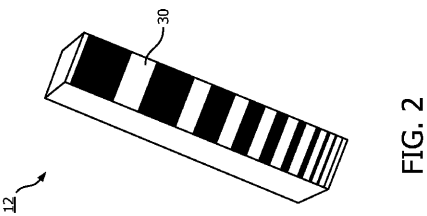
以上、本開示によるシステム及び方法がそれらの実施形態を参照しながら説明されてき
た、本開示はそのような実施形態に限定されない。むしろ、本願で開示されるシステム及
び方法は、本願の精神又は範囲から逸脱することなく、様々な修正、改善及び/又は変形
を受け入れる余地がある。従って、本開示は、添付の特許請求の範囲内のそのような修正
、改善及び/又は変形を統合及び包含する。

30

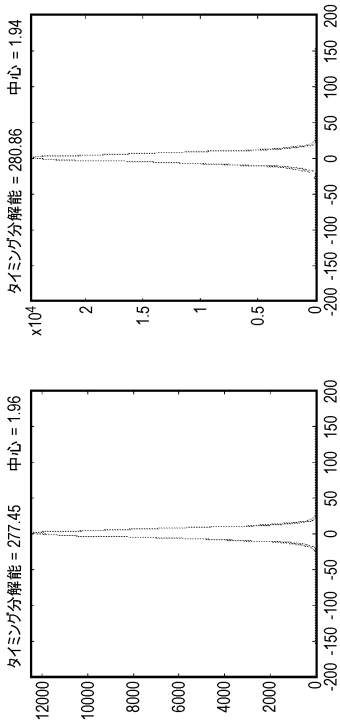
【図 1】



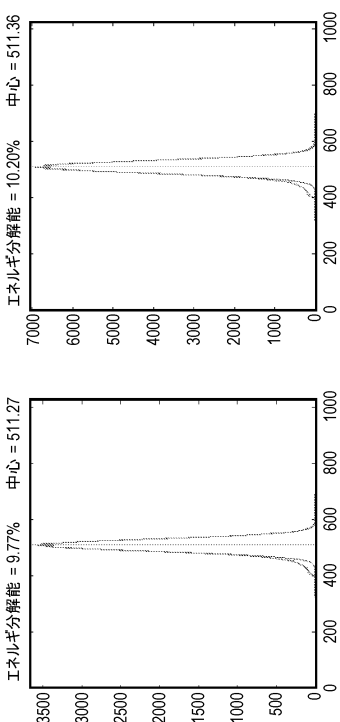
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

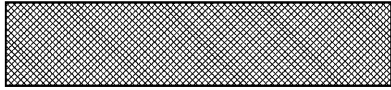


FIG. 5

【図 6】

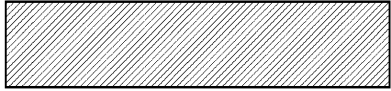


FIG. 6

【図 7】

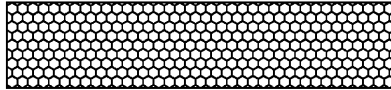


FIG. 7

【図 8】

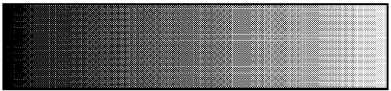
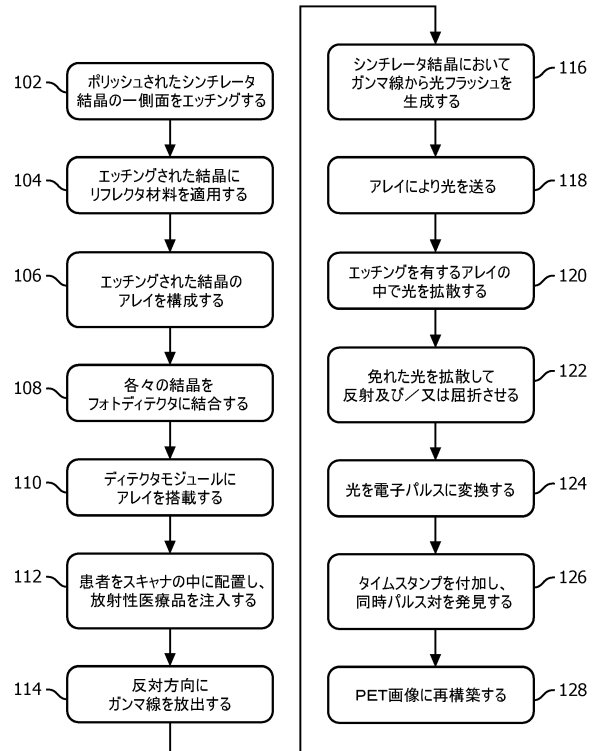


FIG. 8

【図 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 クーク, スティーヴン イー
オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス 5
- (72)発明者 モリヌー, ジョセフ リー
オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス 5

審査官 藤本 加代子

- (56)参考文献 特開2012-163368 (JP, A)
特開2011-069785 (JP, A)
特開昭63-025579 (JP, A)
特開2010-139383 (JP, A)
国際公開第2012/105292 (WO, A1)
特表2007-525652 (JP, A)
実開昭58-180484 (JP, U)
米国特許出願公開第2012/0235047 (US, A1)
特開2000-155200 (JP, A)
特開平06-289142 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|-----------|
| G 0 1 T | 1 / 2 0 |
| G 0 1 T | 1 / 2 0 2 |
| G 0 1 T | 1 / 1 6 1 |
| G 2 1 K | 4 / 0 0 |