

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7453215号
(P7453215)

(45)発行日 令和6年3月19日(2024.3.19)

(24)登録日 令和6年3月11日(2024.3.11)

(51)国際特許分類		F I		
G 0 1 T	1/20 (2006.01)	G 0 1 T	1/20	B
G 0 1 T	1/24 (2006.01)	G 0 1 T	1/20	E
A 6 1 B	6/42 (2024.01)	G 0 1 T	1/20	G
		G 0 1 T	1/24	
		A 6 1 B	6/42	5 0 0 Q
請求項の数 12 (全14頁) 最終頁に続く				
(21)出願番号	特願2021-512677(P2021-512677)			
(86)(22)出願日	令和1年9月10日(2019.9.10)			
(65)公表番号	特表2021-536580(P2021-536580 A)			
(43)公表日	令和3年12月27日(2021.12.27)			
(86)国際出願番号	PCT/EP2019/074036			
(87)国際公開番号	WO2020/053174			
(87)国際公開日	令和2年3月19日(2020.3.19)			
審査請求日	令和4年7月14日(2022.7.14)			
(31)優先権主張番号	18193337.5			
(32)優先日	平成30年9月10日(2018.9.10)			
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)			
(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 5 6 5 6 アーヘー アイン ドーフエン ハイテック キャンパス 5 2 High Tech Campus 52, 5 6 5 6 AG Eindhoven, N etherlands			
(74)代理人	100122769 弁理士 笛田 秀仙			
(74)代理人	100163809 弁理士 五十嵐 貴裕			
(72)発明者	ヤコブス ヨハネス ウィルヘルムス マ 最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 マルチピース単層放射線検出器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

放射線検出器であって、

i)基板と、

ii)前記基板に結合されるセンサであって、前記センサは、
複数のセンサ画素を有する第1のアレイ、
複数の信号読み出し要素を有する第2のアレイ、及び
前記信号読み出し要素から受信される信号に基づいて画像データを提供するように構成される電子回路
を有する、センサと、

iii)前記基板及び前記センサに結合されるトランスデューサであって、前記トランスデューサは、
複数のサブ画素を有する第3のアレイであって、少なくとも2つのサブ画素が1つのセンサ画素に割り当てられ、前記第2のアレイの前記複数の信号読み出し要素と前記第3のアレイの前記複数のサブ画素とは各々互いに対応しており、前記サブ画素の各々は放射線変換材料を有する、第3のアレイ
を有する、トランスデューサと
を有し、

前記信号読み出し要素の少なくとも1つは、導電性電極であり、前記サブ画素の各々の前記放射線変換材料は光導電体であり、前記光導電体の組成及び／又は前記光導電体の厚

さは、1つのセンサ画素に割り当てられる少なくとも2つのサブ画素間で変化し、
1つのセンサ画素に割り当てられる前記少なくとも2つのサブ画素の間で変化する前記光
導電体の組成が、i)前記光導電体のドーピングレベル、ii)ドーピング材料、及び／又はiii)
ドーピング材料の組み合わせの少なくとも1つである、
放射線検出器。

【請求項2】

放射線検出器であって、
i)基板と、
ii)前記基板に結合されるセンサであって、前記センサは、
複数のセンサ画素を有する第1のアレイ、
複数の信号読み出し要素を有する第2のアレイ、及び
前記信号読み出し要素から受信される信号に基づいて画像データを提供するように構成
される電子回路
を有する、センサと、
iii)前記基板及び前記センサに結合されるトランスデューサであって、前記トランスデ
ューサは、
複数のサブ画素を有する第3のアレイであって、少なくとも2つのサブ画素が1つのセ
ンサ画素に割り当てられ、前記第2のアレイの前記複数の信号読み出し要素と前記第3の
アレイの前記複数のサブ画素とは各々互いに対応しており、前記サブ画素の各々は放射線
変換材料を有する、第3のアレイ
を有する、トランスデューサと
を有し、

前記信号読み出し要素の少なくとも1つはフォトダイオードであり、前記サブ画素の各
々の前記放射線変換材料はシンチレータであり、前記放射線変換材料の組成及び／又は前
記放射線変換材料の厚さは、1つのセンサ画素に割り当てられる少なくとも2つのサブ画
素間で変化し、

1つのセンサ画素に割り当てられる少なくとも2つのサブ画素の間で変化する放射線変
換材料の組成は、i)前記放射線変換材料のドーピングレベル、ii)ドーピング材料、及び／
又はiii)ドーピング材料の組合せの少なくとも1つである、放射線検出器。

【請求項3】

前記放射線変換材料は、タリウムで随意にドーブされるヨウ化セシウム、セリウムで随
意にドーブされるヨウ化ルテチウム、テルビウムで随意にドーブされるか、又はプラセオ
ジウムで随意にドーブされる酸硫化ガドリニウム、タングステン酸カルシウム、ルテチウム
イットリウムオキシオルトシリケート、ヨウ化ナトリウム、硫化亜鉛、ルテチウムガドリ
ウムガリウムガーネット、イットリウムアルミニウムガーネット、又は酸化ビスマスゲル
マニウムである、請求項2に記載の放射線検出器。

【請求項4】

前記光導電体は、i)非晶質セレン、ii)テルル化カドミウム亜鉛、iii)テルル化カドミウム
、iv)ペロブスカイト、v)ヒ化ガリウム、vi)ヨウ化水銀(II)、vii)酸化鉛(II)、viii)臭化タ
リウム(I)、及びix)有機マトリックスに埋め込まれる無機光導電体ナノ粒子の少なくとも1
つである、請求項1に記載の放射線検出器。

【請求項5】

1つのセンサ画素に割り当てられる前記少なくとも2つのサブ画素は、異なる次元及び／
又は異なるサイズ及び／又は異なる距離空隙及び／又は異なる放射線変換材料及び／又は
前記サブ画素の間の異なる材料組成を有するサブ画素である、請求項1乃至4の何れか一
項に記載の放射線検出器。

【請求項6】

前記第3のアレイは、前記サブ画素の前記異なる次元及び／又は前記サブ画素の前記異
なるサイズ及び／又は前記サブ画素の異なる距離空隙及び／又は前記サブ画素の前記異
なる放射線変換材料及び／又は前記サブ画素の間の前記異なる材料組成の不均一な分布を有

10

20

30

40

50

する、請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載の放射線検出器。

【請求項 7】

前記第 1 のアレイ及び／又は前記第 2 のアレイ及び／又は前記第 3 のアレイは、2 次元アレイである、請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載の放射線検出器。

【請求項 8】

前記第 1 のアレイ及び／又は前記第 2 のアレイ及び／又は前記第 3 のアレイは、1 次元アレイである、請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載の放射線検出器。

【請求項 9】

前記第 2 のアレイ及び／又は前記第 3 のアレイは、前記第 1 のアレイのサブアレイスキームを定義する、請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載の放射線検出器。

【請求項 10】

前記第 2 のアレイ及び／又は前記第 3 のアレイは、空間解像度、スペクトルエネルギー分解能、又はダイナミックレンジ又はスペクトルエネルギーレンジを提供するように構成される、請求項 1 乃至 9 の何れか一項に記載の放射線検出器。

【請求項 11】

前記基板は、平坦又は湾曲形状を有する、請求項の 1 乃至 10 の何れか一項に記載の放射線検出器。

【請求項 12】

前記基板は、シリコン、ガラス又はポリマフォイルを有する、請求項 1 乃至 11 の何れか一項に記載の放射線検出器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は大きい領域画素化放射線検出器に関し、特に、本発明は放射線検出器に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、新しい進歩したX線及びコンピュータトモグラフィ、CT、アプリケーションが出現しており、これは、スペクトル、また「マルチエネルギー」、イメージング、より高いダイナミックレンジ、及びより高い空間分解能などの進歩したイメージング特徴を必要とする。例えば、スペクトルCT、スペクトルX線、微分位相コントラストイメージング、DPCI、暗視野X線、DAX、イメージング、及びいわゆるマルチモダリティXSPECTイメージング、SPECT単一光子放出コンピュータ断層撮影の完全な統合、ならびに疾患の鮮明な臨床的詳細及び正確な測定のための画像再構成中のCTデータである。

【0003】

現在のX線及びCT検出器は性能が限られており、これらの新しい用途を許容可能なコストレベルで可能にするために必要な仕様レベルを満たすことができない。

【0004】

US 2002/054954 A1は電磁放射線を検出するための多次元検出器アレイを記載しており、ここで、放射線に敏感な材料を有するセンサ層と、キャリア層とを有する層複合体が生成される。

【0005】

米国特許2010/0282972 A1は放射線を検出するための間接放射線検出器を記載し、該検出器は画素のアレイを含み、各画素は少なくとも第1及び第2のサブ画素にサブ分割され、各サブ画素は画素のアレイの表面平面に並列断面積を有する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

間接又は直接変換検出器における放射線変換の設計及び製造を容易にする必要性がある場合がある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この必要性は、独立請求項の主題によって満たされる。さらなる例示的な実施形態は、従属請求項及び以下の説明から明らかである。

【0008】

本発明の第1の態様は、基板と、該基板に結合されるセンサとを備える放射線検出器に関し、該センサは、センサ画素の第1のアレイと、信号読み出し要素の第2のアレイと、信号読み出し要素から受信される信号に基づいて画像データを提供するように構成される電子回路とを備える。

【0009】

放射線検出器は、基板及びセンサに結合されるトランスデューサをさらに含み、トランスデューサはサブ画素の第3のアレイを含み、少なくとも2つのサブ画素が1つのセンサ画素に割り当てられている。信号読み出し要素の第2のアレイ及びサブ画素の第3のアレイは互いに対応し、ここで、サブ画素のそれぞれは、放射線変換材料を含む。

10

【0010】

信号読み出し要素の第2のアレイ及びサブ画素の第3のアレイが互いに対応するという制約は、アレイが含む行及び列の数によって定義されるアレイのサイズに対応することを理解することができる。

【0011】

本発明は有利には(大面積)画素化放射線検出器の実現、すなわち、いわゆる「マイクロLED」によって実現されるようなフラットパネルディスプレイ技術を、例えば、X線／γ線検出のための放射線変換材料によって実現し、画素化される読み出しセンサによって受信基板を置き換えるために、カラーディスプレイ技術のアセンブリ概念を使用する。

20

【0012】

今後数年の間に、大型ディスプレイ産業は、LEDダイ(ピックアンドプレース)移転のための必要なプロセス組立技術及び装置を、ドナー基板から受入基板へ急速に発展させるのであろう。

【0013】

本発明に基づいて、医療検出器の提供者は、それから、開発されるマイクロLED技術を容易に再利用して、マルチピース放射線検出器のコスト効率の良い製造を実現することができる。電流a-Si及びCMOSフラットパネル検出器については、それぞれのディスプレイ、LCD、及び半導体、CMOSイメージセンサに由来するキーイネーブリング技術の同様の移転が過去に発生した。

30

【0014】

本発明の一実施形態によれば、信号読み出し要素の少なくとも1つはフォトダイオードであり、各サブ画素の放射線変換材料はシンチレータであり、放射線変換材料の組成及び／又は放射線変換材料の厚さは、1つのセンサ画素に割り当てられる少なくとも2つのサブ画素間で変化する。

【0015】

本発明の一実施形態によれば、1つのセンサ画素に割り当てられる少なくとも2つのサブ画素の間で変更される放射線変換材料の組成は、i)放射線変換材料のドーピングレベル、ii)ドーピング材料、及び／又はiii)ドーピング材料の組合せのうちの少なくとも1つである。

40

【0016】

本発明の一実施形態によれば、放射線変換材料は、タリウムで随意にドーブされる、ヨウ化セシウム、セリウムで随意にドーブされる、ヨウ化ルテチウム、テルビウムで随意にドーブされる、又はプラセオジウムで随意にドーブされる酸硫化ガドリニウム、タングステン酸カルシウム、オキシオルトケイ酸ルテチウムイットリウム、ヨウ化ナトリウム、硫化亜鉛、ルテチウムガドリニウムガリウムガーネット、イットリウムアルミニウムガーネット、又は酸化ビスマスゲルマニウムなどのシンチレーションガーネット材料である。

【0017】

本発明の一実施形態によれば、信号読み出し要素の少なくとも1つは導電性電極であり

50

、サブ画素の各々の放射線変換材料は光導電体であり、光導電体の組成及び／又は光導電体の厚さは、1つのセンサ画素に割り当てられる少なくとも2つのサブ画素の間で変化される。

【0018】

本発明の一実施形態によれば、1つのセンサ画素に割り当てられる少なくとも2つのサブ画素間で変化される光導電体の組成は、i)光導電体のドーピングレベルii)ドーピング材料、及び／又はiii)ドーピング材料の組み合わせのうちの少なくとも1つである。

【0019】

本発明の一実施形態によれば、光導電体は、i)非晶質セレン、ii)テルル化カドミウム亜鉛、iii)テルル化カドミウム、iv)ペロブスカイト、v)ヒ化ガリウム、vi)ヨウ化水銀(II)、vii)酸化鉛(II)、viii)臭化タリウム(I)、及びix)有機マトリックス中に埋め込まれた無機光導電体ナノ粒子のうちの少なくとも1つである。

【0020】

本発明の一実施形態によれば、1つのセンサ画素に割り当てられる少なくとも2つのサブ画素は、サブ画素間で異なるディメンション及び／又は異なるサイズ及び／又は異なる距離空隙及び／又は異なる放射線変換材料及び／又は異なる材料組成を有するサブ画素である。

【0021】

本発明の一実施形態によれば、第3のアレイは、サブ画素の異なるディメンション、及び／又はサブ画素の異なるサイズ、及び／又はサブ画素の異なる距離空隙、及び／又はサブ画素の異なる放射線変換材料、及び／又はサブ画素間の異なる材料組成の不均一な分布を含む。

【0022】

例えば、本発明の一実施形態によれば、サブ画素の不均一な分布は、使用される放射線変換材料の組成及び／又は厚さの不均一な分布によって提供されてもよい。

【0023】

本発明の一実施形態によれば、より厚いシンチレータを画素の中心領域に設けることができ、より厚いシンチレータと比較して、より薄いシンチレータを随意的非中心、例えば検出器の随意的周辺領域に設けることができる。

【0024】

本発明の一実施形態によれば、高品質で高価なシンチレータ、例えばCsIを画素の中心領域に設けることができ、低品質で安価なシンチレータ、例えばGOSを随意的非中心領域、例えば検出器の随意的周辺領域に設けることができる。

【0025】

例えば、本発明の一実施形態によれば、サブ画素の不均一な分布はサブ画素ビンニングのレベルの不均一な分布、例えば、中心領域から検出器の周辺に向かう4×4、3×3、2×2又は1×1ビンニングによって提供されてもよい。

【0026】

本発明の一実施形態によれば、これは、検出器領域全体にわたって等しい画素サイズを使用することによって実現することができる。

【0027】

本発明の一実施形態によれば、中心から周辺に向かって画素サイズを増大させることができる。これは、有利には中央での高い空間解像度及び周辺部でのより低い解像度をもたらし、一方、完全な領域にわたって4×4サブ画素ビンニングを有する検出器と比較して、電子機器の材料コストを節約する。

【0028】

本発明の一実施形態によれば、センサ画素の第1のアレイ及び／又は信号読み出し要素の第2のアレイ及び／又はサブ画素の第3のアレイは、2次元アレイである。

【0029】

本発明の一実施形態によれば、センサ画素の第1のアレイ及び／又は信号読み出し要素

10

20

30

40

50

の第2のアレイ及び／又はサブ画素の第3のアレイは、1次元アレイである。

【0030】

本発明の一実施形態によれば、信号読み出し要素の第2のアレイ及び／又はサブ画素の第3のアレイは、センサ画素の第1のアレイのサブアレイスキームを定義する。換言すれば、検出器の中心領域内の少なくとも小さな部分には、サブ画素が設けられる。

【0031】

本発明の一実施形態によれば、信号読み出し要素の第2のアレイ及び／又はサブ画素の第3のアレイは、空間解像度、スペクトルエネルギー分解能、又はダイナミックレンジ又はスペクトルエネルギーレンジを提供するように構成される。

【0032】

本発明の一実施形態によれば、基板は、平坦な、又はほぼ平坦な、又は湾曲形状を含む。本発明で使用する「ほぼ平坦」という用語は、1cmまでの最小曲げ半径を含む平坦度を指すことができる。

【0033】

本発明の一実施形態によれば、基板は、シリコン、ガラス、又はポリマフォイルを含む。本発明のさらなる実施形態は、説明の目的のために説明において提供される。

【0034】

本発明のこれら及び他の態様は以下に記載される実施形態から明らかになり、それを参照して説明される。

【0035】

本発明及びそれに付随する利点のより完全な理解は、縮尺通りではない以下の概略図を参照することによって、より明確に理解されるのであろう。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】本発明の一実施形態による放射線検出器の概略図を示す。

【図2】本発明の一実施形態による、間接検出器及び直接検出器を有する放射線検出器の概略図を示す。

【図3】本発明の一実施形態による読み出しセンサの概略図を示す。

【図4】本発明の一実施形態による放射線検出器のための画素及びサブ画素の概略図を示す。

【図5】本発明の一実施形態による基本的な画素及びサブ画素設計オプションを示す図である。

【図6】本発明の一実施形態による、1x2、1x3、1x4、2x2及び2x3サブ画素のベースグリッドから導出される、異なる画素設計のための概略図を示す。

【図7】本発明の一実施形態による、3x3、4x4、5x5、及び6x6サブ画素のベース2Dグリッドから導出される、異なる画素設計のための概略図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0037】

原則として、図面において、同一の部分には同一の参照符号が付されている。

【0038】

図面のイラストは概略的なものであり、縮尺通りではない。異なる図面において、類似又は同一の素子には同一の参照番号が付されている。

【0039】

一般に、同一の部分、ユニット、エンティティ、又はステップには、図面において同一の参照符号が付されている。

【0040】

図1は、本発明の一実施形態による放射線検出器の概略図を示す。

【0041】

図1は、基板110と、前記基板に結合されるセンサであって、センサ画素120の第1のアレイと、信号読み出し要素130の第2のアレイと、信号読み出し要素から受信される信号

10

20

30

40

50

に基づいて画像データを提供するように構成される電子回路とを備える、センサとを有する放射線検出器100を示す。

【0042】

放射線検出器100はさらに、基板及びセンサに結合されるトランスデューサを備え、トランスデューサはサブ画素140の第3のアレイを備え、図1に示される実施形態については4つのサブ画素が1つのセンサ画素に割り当てられ、また、4つの読み出し要素130が1つのセンサ画素に割り当てられ、サブ画素のそれぞれは放射線変換材料を備える。

【0043】

図2は、本発明の一実施形態による、間接検出器及び直接検出器を有する放射線検出器の概略図を示す。

【0044】

本発明の一実施形態によれば、間接又は直接変換検出器において放射線変換層を設計及び製造する方法が提供される。図2の左側に示されるような間接検出器は変換材料がシンチレータによって形成されることを提供し、画素読み出し要素は例えば、フォトダイオードに関して実現される。

【0045】

本発明の一実施形態によれば、代替概念として、図2の右側に示されるような直接検出器が変換材料として光導電体を使用することによって提供され、それから、画素読み出し要素は導電性電極に関して、又は金属電極に関して実現される。本発明の一実施形態によれば、光導電体の反対側に共通のHVバイアス電極を印加して、光導電体を横切る電界を実現する。

【0046】

本発明の一実施形態によれば、直接又は間接の両方の検出器は、読み出しセンサ、すなわち、少なくとも1つの電子スイッチ及び信号読み出し要素を備えるアドレス指定可能な画素の1次元アレイ又は2次元アレイを備える。

【0047】

本発明の一実施形態によれば、電子スイッチは、薄膜トランジスタに関して提供されてもよい。

【0048】

本発明の一実施形態によれば、信号読み出し要素は、放射線を電荷に変換(直接変換)する又は光子に変換(間接変換)する放射線変換材料に接続される。

【0049】

本発明の一実施形態によれば、直接変換検出器において、信号読み出し要素は光導電体に接続される金属電極からなり、一方、間接変換検出器において、信号読み出し要素は、シンチレータに接続されるフォトダイオードからなる。

【0050】

本発明の一実施形態によれば、センサ及び各画素は例えば、キャパシタ、増幅器、比較器、アナログ-デジタル変換器、又は随意のさらなるデジタル又はアナログ信号処理回路のような要素として、更なる電子回路を含むことができる。

【0051】

図3は、本発明の一実施形態による読み出しセンサの概略図を示す。

【0052】

本発明の一実施形態によれば、読み出しセンサの例は、

【0053】

i. アクティブ画素CMOSイメージセンサ又はSiフォトダイオードアレイ、

【0054】

ii. 例えば、ガラス又はフォイル基板上にアモルファス-Si又は有機フォトダイオードを有する、アモルファスSi、又はインジウムガリウム亜鉛酸化物、IGZO、又は低温ポリシリコン、LTPSとしてのTFTバックプレーンである。

10

20

30

40

50

【0055】

現在の放射線検出器では、各画素は主として、シンチレータなどの単一の放射線変換材料、例えばヨウ化セシウム、CsI、オキシ硫化ガドリニウム、GOSなどの材料、又は光導電体、例えばa-Se、テルル化カドミウム、CdTe、テルル化カドミウム亜鉛CZTなどの材料、又はさらなる光導電体材料から構成される。

【0056】

図4は、本発明の一実施形態による放射線検出器のための画素及びサブ画素の概略図を示す。基本的な考え方は図4に示すように、この標準画素を、異なる放射線変換材料で構成される複数の小さなサブ画素で構成される画素に置き換えることである。

【0057】

図4は画素からサブ画素へのアプローチを示す。左図に示す従来の検出器は、画素が単一の変換材料で構成されることを提供する。本発明の図示される実施形態によって定義される検出器は、画素が異なる変換材料から構成される複数のサブ画素を少なくとも備えることを提供する。円は、検出器上の入射X線スポットを示す。

【0058】

本発明の一実施形態によれば、画素、センサ及び関連する検出器電子機器の設計は放射線変換層の選択される設計によってある程度決定されるが、放射線検出器の要求に従って実施されてもよい。

【0059】

サブ画素からの信号は、シンチレータピース間の空隙内の光学的反射層と、光導電体ピース間の空隙内の電氣的絶縁層とによって、互いに分離することができる。

【0060】

図5は、本発明の一実施形態による基本的な画素及びサブ画素設計オプションを示す図である。

【0061】

本発明の一実施形態によれば、図5に概略的に示すように、以下の基本オプションのうちの1つ又は複数に従ってサブ画素を組み合わせることによって、異なる画素設計を構成することができる。

【0062】

i. 異なる材料を有するサブ画素（一実施形態によれば、随意に、異なる材料組成を有するが、同じ厚さを有するサブ画素）

【0063】

ii. 同じ材料だが厚さが異なるサブ画素

【0064】

iii. 異なる材料を有するサブ画素（一実施形態によれば、最適には、異なる材料組成及び異なる厚さを有するサブ画素

【0065】

iv. x-y方向に異なる大きさをもつサブ画素

【0066】

v. 互い(x-y方向のギャップ)の間の異なる距離を備えるサブ画素。

【0067】

本発明の一実施形態によれば、各サブ画素は、接続されている放射線変換材料片からの画像データ信号を個々に受信することができる。サブ画素の各信号は、標準的な検出器のように処理されて、出力画像を形成してもよく、この出力画像はさらなる画像処理のためにデータ処理ユニットに転送することができる。

【0068】

本発明の一実施形態によれば、代替的に、画素内のサブ画素及び／又は隣接する画素からの複数の信号は、出力画像を形成するために一緒にビニングされる。このようにして、画素設計は、空間解像度、スペクトルエネルギー分解能、ダイナミックレンジ、又はスペクトルエネルギーレンジなどの検出器の1つ又は複数の特定の機能又は性能特徴を改善す

10

20

30

40

50

るように構成することができる。

【0069】

本発明の一実施形態によれば、例えば、図4の円は、サブ画素のサイズが減少するにつれて空間解像度が増加することを示している。スペクトルエネルギー分解能は、画素内の異なるサブ画素に対して広範囲の厚さ及び／又は変換材料のタイプを選択することによって増加させることができる。小さいサブ画素で大きいものを組み合わせることにより、検出器のダイナミックレンジを改善できる。

【0070】

本発明の一実施形態によれば、検出可能なスペクトルエネルギースペクトルは、所望のエネルギーレンジをカバーするために、それぞれが特定のエネルギー吸収特性を有する異なる変換材料のセットを選択することによって決定することができる。

10

【0071】

例えば、X線又はCT検出器のための空間解像度の要件のために、より小さいサブ画素には、異なる専用シンチレータ又は光導電体材料が設けられる。これは、DPCI又はDAX画像、直接縞測定値のようなアプリケーションにおいて、又はX線又はCTシステムのための小さい最小画素を達成するために使用され得る。

【0072】

例えば、X線又はCT検出器のスペクトル微分又は分解能を要件とするために、サブ画素には、異なる専用シンチレータ又は光導電体材料の大きな変動が提供される。これは、X線管の特性(例えば、X線スポットサイズ、又はX線スペクトル)の組織分化、材料検出及び分離、又は非侵襲的測定のような用途において使用され得る。

20

【0073】

本発明の一実施形態によれば、X線又はCT検出器の動的微分又は解像度の要件のために、例えば、サブ画素には小さいサブ画素と大きいサブ画素との組み合わせが提供され、例えば、少なくとも2つのサブ画素のサイズは1つの画素内で変化させることができる。これは、材料のX線吸収特性に非常に大きな差を備える医療組織又は対象物の高コントラスト画像のような用途に使用することができる。

【0074】

本発明の一実施形態によれば、ハイブリッドカウントも適用することができ、積分検出器を使用することができ、光導電体タイプ又は材料又はドーピングを交互に有する画素又はサブ画素も使用することができ、低線量レジームでは光子カウントのためのシンチレータ材料を使用することができ、高線量レジームでは特定の閾値未満の線量レジームを定義し、高線量レジームではさらなる特定の閾値を超える線量レジームを定義する。

30

【0075】

さらなるアプローチは、ハイブリッドX線及びγ線検出器を使用することに基づくことができ、異なるシンチレータ又は光導電体材料及び／又は厚さを有する画素又はサブ画素が、X線及びSPECT撮像を組み合わせるために使用される。

【0076】

図6は、本発明の一実施形態による、1x2、1x3、1x4、2x2及び2x3サブ画素のベースグリッドから導出される、異なる画素設計のための概略図を示す。

40

【0077】

図6は、画素内のサブ画素の数が増加すると、可能な異なる画素設計の数が急激に増加することを示す。例えば、サイズが固定されるベースの2次元グリッド上の2x3サブ画素で構成される画素については、設計パラメータとしてサブ画素ビンニング及び材料タイプのみが変更されている場合、既に9つの異なる画素設計が可能である。材料の厚さ、サブ画素サイズ及びサブ画素間の距離空隙が変化しているとき、可能な異なる画素設計の数が無限大になることは明らかである。

【0078】

図7は、本発明の一実施形態による、ベース2次元、2D、3x3、4x4、5x5、及び6x6サブ画素のグリッドから導出される、異なる画素設計のための概略図を示す。

50

【0079】

図7は、3×3、4×4、5×5、及び6×6サブ画素の各基本2次元グリッドについて、非常に高いダイナミックレンジ、HDRを有する画素を生成するサブ画素の例示的な組み合わせを示す。同じパターンを有するサブ画素は、電子的にビニングされるか、又はより大きなサブ画素に物理的に結合され得る。

【0080】

本発明の一実施形態によれば、例えば、6x6サブ画素のベース2次元グリッドから、HDR画素は電氣的利得において十分なオーバーラップを確実にするために、表面領域(1、2、3、4、8、及び18)を増加させて6つのサブ画素から構成することができる。

【0081】

本発明の一実施形態によれば、X線検出器及びCT検出器の場合、サブ画素サイズは、5 μm乃至1mm、好ましくは10 μm乃至100 μmの範囲とすることができることが予想される。

【0082】

本発明の一実施形態によれば、ピックアンドブレースアセンブリ方法は例えば、中心からエッジに向かって画素サイズ又はサブ画素サイズを増加させるか、又は中心からエッジに向かって画素サイズ又はサブ画素サイズを減少させる、異なる画素領域又は表面積特性の勾配を有するセンサで構成される不均一な検出器の製造を可能にしてもよい。

【0083】

本発明の一実施形態によれば、単一光子計数、例えば、低線量レジーム、及び高線量レジームにおける電荷積分のために、光導電体及びシンチレータ材料を交互に有する画素又はサブ画素から構成されるハイブリッド検出器を設計することも可能である。

【0084】

本発明の一実施形態によれば、標準的な検出器は、例えば手荷物検査のようなセキュリティ用途のために、例えばセンサの特定の部分又は領域における高解像度ズームインのような、特定の特徴又は特性を備えたセンサの、例えば中心の、画素領域の特定の部分又は部分のみを備えることができる。

画素形状/サイズ	1x2	1x3	1x3	1x4	1x4	1x4	1x4	2x2	2x2	2x2
材料/高さ A	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
材料/高さ B	1	1	2	1	1	3	2	1	1	2
材料/高さ C		1		1	2			1	2	
材料/高さ D				1				1		
材料/高さ E										
材料/高さ F										
材料/高さ G										
サブ画素	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4

2x3	2x3	2x3	2x3	2x3	2x3	2x3	2x3	2x3	3x3	4x4	5x5	6x6
1	1	1	1	1	2	2	2	3	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	4	3	2	2	2	2
1	1	2	1	4	1	3			2	3	4	3
1	1	2	3		1				4	4	6	4
1	2				1					6	12	8
1												18
6	6	6	6	6	6	6	6	6	9	16	25	36

10

20

30

40

50

【0085】

本発明の実施形態は、異なる主題を参照して説明されることに留意される。特に、いくつかの実施形態は方法タイプの特許請求の範囲を参照して説明され、他の実施形態は装置タイプの特許請求の範囲を参照して説明される。

【0086】

しかしながら、当業者は上記及び以下の説明から、別段の通知がない限り、1つのタイプの主題に属する特徴の随意の組合せに加えて、異なる主題に関する特徴間の随意の組合せも、本出願で開示されると考えられることを理解するのであろう。しかしながら、全ての特徴を組み合わせて、特徴の単純な合計よりも多い相乗効果を提供することができる。

【0087】

本発明は図面及び前述の説明において詳細に図示及び説明されてきたが、そのような図示及び説明は例示的又は例示的であり、限定的ではないと考えられるべきであり、本発明は開示される実施形態に限定されない。開示される実施形態に対する他の変形は図面、開示、及び添付の特許請求の範囲の検討から、当業者によって理解され、実施され、特許請求される発明を実施することができる。

【0088】

特許請求の範囲において、単語「有する」は他の要素又はステップを排除するものではなく、不定冠詞「a」又は「an」は複数を排除するものではない。単一のプロセッサ又はコントローラ又は他のユニットは、特許請求の範囲に列挙されるいくつかのアイテムの機能を満たすことができる。特定の手段が相互に異なる従属請求項に記載されているという単なる事実は、これらの手段の組み合わせが有利に使用されることができないことを示すものではない。特許請求の範囲におけるいかなる参照符号も、範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

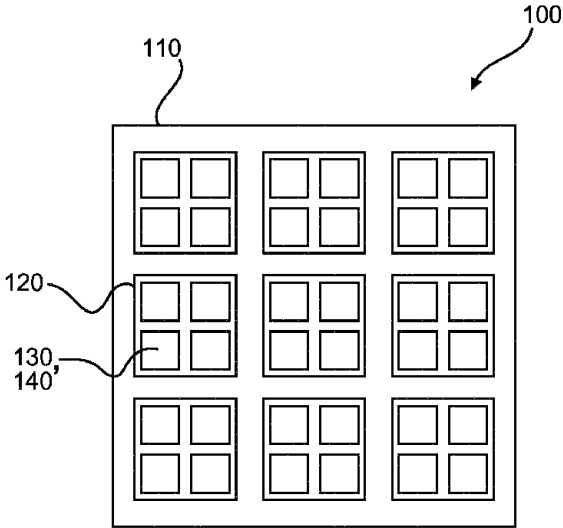
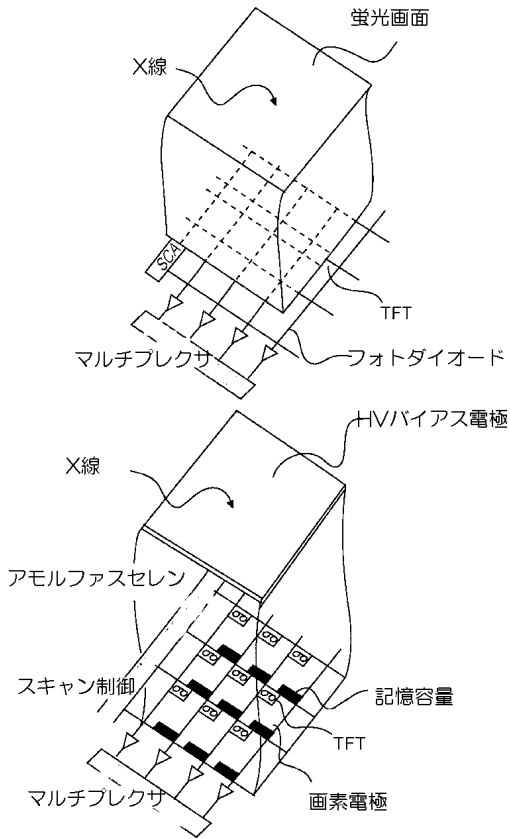
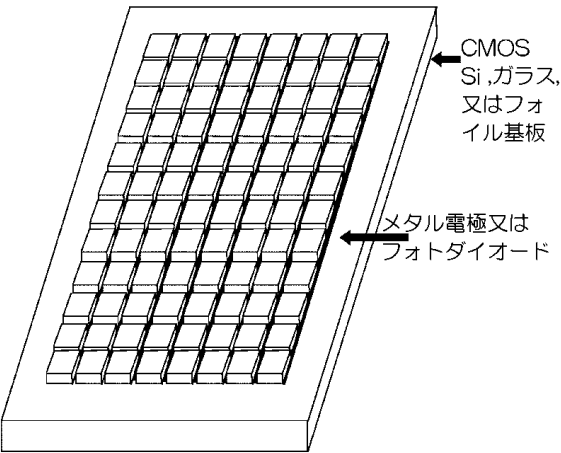


FIG. 1

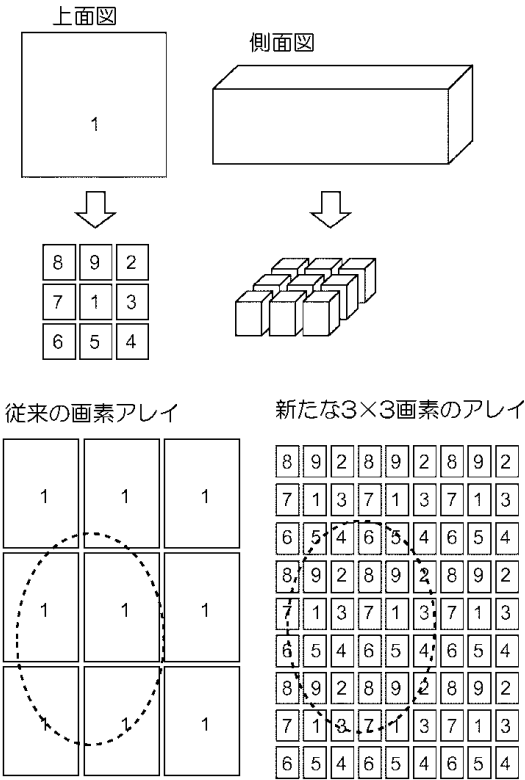
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

20

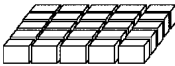
30

40

50

【図 5】

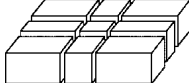
標準：同じ材料及び同じ厚さを備える物体



同じ材料だが異なる厚さを備えるサブ画素



異なるサイズを備えるサブ画素

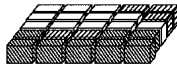


サブ画素の間のギャップのバリエーション



22	23	24	25	10
21	8	9	2	11
20	7	1	3	12
19	6	5	4	13
18	17	16	15	14

異なる材料だが同じ厚さを備えるサブ画素



異なる材料だが異なる厚さを備えるサブ画素

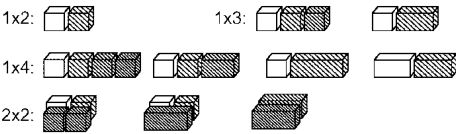


8	9	2
7	1	3
6	5	4

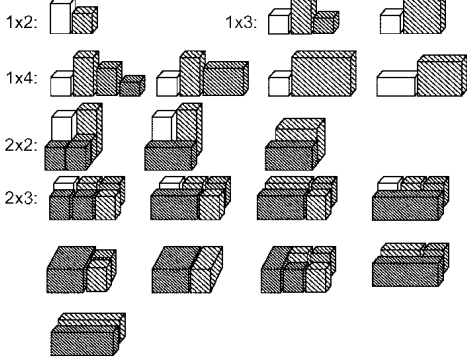
22	23	24	25	10	↓ y
21	8	9	2	11	↓ より小さな y
20	7	1	3	12	↓
19	6	5	4	13	↓
18	17	16	15	14	↓
→ x	→ より小さな x				

【図 6】

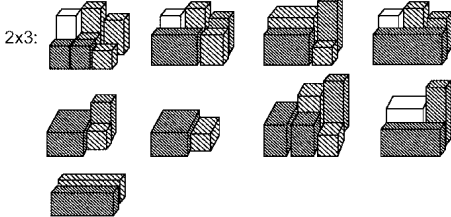
異なる材料



異なる材料及び厚さ



異なる材料及び厚さ

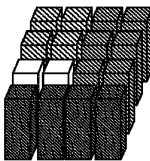


【図 7】

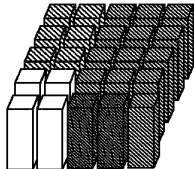
$3 \times 3 = 1 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 2 + 2 \times 2$:



$4 \times 4 = 1 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 3 + 2 \times 2 + 2 \times 3$:



$5 \times 5 = 1 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 4 + 2 \times 3 + 3 \times 4$:



$6 \times 6 = 1 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 3 + 1 \times 4 + 2 \times 4 + 3 \times 6$:

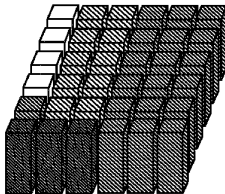


FIG. 7

フロントページの続き

(51)国際特許分類 F I
A 6 1 B 6/42 5 0 0 S

リア
(72)発明者 オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
ベーリンフ ロルフ カール オットー
(72)発明者 オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
ステッドマン ブッケル ロヘル
(72)発明者 オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
フォフトメイエール ヘレオン
(72)発明者 オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
ウィムメールス オンノ ヤン
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

審査官 佐藤 海
(56)参考文献

特開 2 0 1 6 - 1 1 8 5 3 3 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 0 1 3 3 3 8 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 3 3 9 5 7 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 1 6 1 4 5 6 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 1 1 8 0 6 0 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 1 7 8 7 6 2 (U S , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 1 3 5 4 6 3 (U S , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 2 8 2 9 7 2 (U S , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
G 0 1 T 1 / 2 0 , 1 / 2 4
A 6 1 B 6 / 4 2