

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7320556号
(P7320556)

(45)発行日 令和5年8月3日(2023.8.3)

(24)登録日 令和5年7月26日(2023.7.26)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 T 1/24 (2006.01) G 0 1 T 1/24

請求項の数 18 外国語出願 (全19頁)

(21)出願番号	特願2021-76202(P2021-76202)	(73)特許権者	520119910 クロメック グループ ピーエルシー KROMEK GROUP, PLC イギリス国 カウンティー ダラム ティ ーエス 2 1 3 エフディー セジフィール ド トーマス ライト ウェイ ネットパーク
(22)出願日	令和3年4月28日(2021.4.28)	(74)代理人	100147485 弁理士 杉村 憲司
(65)公開番号	特開2021-183961(P2021-183961 A)	(74)代理人	230118913 弁護士 杉村 光嗣
(43)公開日	令和3年12月2日(2021.12.2)	(74)代理人	100205833 弁理士 宮谷 昂佑
審査請求日	令和3年8月25日(2021.8.25)	(72)発明者	ブライアン ウィリアム ハリス アメリカ合衆国 ペンシルベニア州 1 5 0 4 4 ギブソニア グランドビュード 最終頁に続く
(31)優先権主張番号	16/868,948		
(32)優先日	令和2年5月7日(2020.5.7)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

(54)【発明の名称】 ピクセルのサブセットからの光子相互作用特性

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光子検出器ピクセルアレイ内で発生する光子相互作用を受け取るステップであって、前記光子検出器ピクセルアレイは複数のピクセルを含むステップと、

前記光子相互作用から生成される光電子雲を決定するステップであって、前記光子検出器ピクセルアレイは電場を含み、静電反発力が前記光電子雲に光子を分散させるステップと、

前記光子相互作用に関連する前記複数のピクセルのサブセットを識別するステップであって、前記複数のピクセルの前記サブセットの各々は、前記光電子雲によって活性化されるピクセルに対応し、前記複数のピクセルの前記サブセットは、中央ピクセル及び複数の隣接ピクセルを含み、前記中央ピクセルは、前記光子相互作用に対して最も高い振幅応答を有するピクセルを含むステップと、

前記光電子雲から、前記光子相互作用の特性を決定するステップであって、前記特性は、前記光子相互作用の時間、位置、及びエネルギーのうち少なくとも1つを含み、前記複数の隣接ピクセルの各々のエネルギーにより表される補正係数としての比を追加して前記中央ピクセルのエネルギーを補正することで前記特性を決定するステップと、を含む、方法。

【請求項 2】

前記光子検出器ピクセルアレイは、アノードと、前記光子内に静電反発力を発生させるカソードと、を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記中央ピクセルは、負の電流誘導を受け取る、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記複数の隣接ピクセルの各々は、正の電流誘導を受け取る、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記特性は、前記光子相互作用の位置を含み、前記光子相互作用の位置を決定するステップは、少なくとも 2 つの隣接ピクセルからのパルス高さを比較することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記特性は、前記光子相互作用のエネルギーを含み、前記エネルギーは、前記中央ピクセル及び前記複数の隣接ピクセルへの応答を追加することに基づく、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 7】

前記特性は、前記光子相互作用の位置を含み、前記光子相互作用の位置を決定するステップは、少なくとも 2 つの隣接ピクセルからのレイテンシを比較することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記中央ピクセルの応答と前記複数の隣接ピクセルの応答とを含む複数の応答は、前記光子検出器ピクセルアレイのカソードからの応答に対応しない、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記光子検出器ピクセルアレイは、CdZnTe を含むピクセル化半導体検出器のアレイを含む、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 10】

複数のピクセルを含む光子検出器ピクセルアレイと、
前記光子検出器ピクセルアレイに動作可能に結合されるプロセッサと、
前記光子検出器ピクセルアレイ内で発生する光子相互作用を受け取るステップであって、前記光子検出器ピクセルアレイは複数のピクセルを含むステップと、
前記光子相互作用から生成される光電子雲を決定するステップであって、前記光子検出器ピクセルアレイは電場を含み、静電反発力は前記光電子雲に光子を分散させるステップと、

30

前記光子相互作用に関連する複数のピクセルのサブセットを識別するステップであって、前記複数のピクセルのサブセットの各々は、前記光電子雲によって活性化されるピクセルに対応し、前記複数のピクセルの前記サブセットは、中央ピクセル及び複数の隣接ピクセルを含み、前記中央ピクセルは、前記光子相互作用に対して最も高い振幅応答を有するピクセルを含むステップと、

前記光電子雲から前記光子相互作用の特性を決定するステップであって、前記特性は、前記光子相互作用の時間、位置、及びエネルギーのうちの少なくとも 1 つを含み、前記複数の隣接ピクセルの各々のエネルギーにより表される補正係数としての比を追加して前記中央ピクセルのエネルギーを補正することで前記特性を決定するステップと、

を前記プロセッサによって実行可能な命令を記憶するメモリデバイスと、
を備える、デバイス。

40

【請求項 11】

前記光子検出器ピクセルアレイは、アノードと、前記光子内に静電反発力を発生するカソードと、を含む、請求項 10 に記載のデバイス。

【請求項 12】

前記中央ピクセルは、負の電流誘導を受け取る、請求項 10 に記載のデバイス。

【請求項 13】

前記複数の隣接ピクセルの各々は、正の電流誘導を受け取る、請求項 10 に記載のデバイス。

【請求項 14】

50

前記特性は、前記光子相互作用の位置を含み、前記光子相互作用の位置を決定するステップは、少なくとも2つの隣接ピクセルからのパルス高さを比較することを含む、請求項10に記載のデバイス。

【請求項15】

前記特性は、前記光子相互作用のエネルギーを含み、前記エネルギーは、前記中央ピクセル及び前記複数の隣接ピクセルへの応答を追加することに基づく、請求項10に記載のデバイス。

【請求項16】

前記特性は、前記光子相互作用の位置を含み、前記光子相互作用の位置を決定するステップは、少なくとも2つの隣接ピクセルからのレイテンシを比較することを含む、請求項10に記載のデバイス。

10

【請求項17】

前記中央ピクセルの応答と前記複数の隣接ピクセルの応答とを含む複数の応答は、前記光子検出器ピクセルアレイのカソードからの応答に対応しない、請求項10に記載のデバイス。

【請求項18】

デバイスに、

光子検出器ピクセルアレイ内で生じる光子相互作用を受け取るステップであって、前記光子検出器ピクセルアレイは複数のピクセルを含むステップと、

前記光子相互作用から生成される光電子雲を決定するステップであって、前記光子検出器ピクセルアレイは電場を含み、静電反発力は前記光電子雲に光子を分散させるステップと、

20

前記光子相互作用に関連する複数のピクセルのサブセットを識別するステップであって、前記複数のピクセルの前記サブセットの各々は、前記光電子雲によって活性化されるピクセルに対応し、前記複数のピクセルの前記サブセットは、中央ピクセル及び複数の隣接ピクセルを含み、前記中央ピクセルは、前記光子相互作用に対する最も高い振幅応答を有するピクセルを含むステップと、

前記光電子雲から前記光子相互作用の特性を決定するステップであって、前記特性は、前記光子相互作用の時間、位置、及びエネルギーのうちの少なくとも1つを含み、前記複数の隣接ピクセルの各々のエネルギーにより表される補正係数としての比を追加して前記中央ピクセルのエネルギーを補正することで前記特性を決定するステップと、を含む動作を実行させるためのコンピュータプログラムを記録した、プログラム製品。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、一般に、撮像に関し、より詳細には、サブピクセル化解像度で光子相互作用の特性を決定することに関する。

【背景技術】

【0002】

撮像デバイスは、医療画像、保安検査、画像取得等の多くの異なる機能を実行する。画像のソースは、放射線源、可視光、非可視光、又は撮像デバイスが検出可能な任意のタイプのソースであり得る。例えば、医療現場では、患者に放射線剤を注入し、診断分析のために撮像デバイスにより患者の身体からの放射線の放出を撮像することができる。撮像デバイスは、放出源に敏感なカメラ、例えば、放出源に敏感であるか、或いは放出源に反応する特定の物質又は物体を含むカメラを含んでもよい。カメラは、放射された信号の位置、エネルギー、タイミング、及び強度を画像により決定することができる個々のピクセルを含んでもよい。

40

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

50

要約すると、1つの態様は、光子検出器ピクセルアレイ内で発生する光子相互作用を受け取るステップであって、前記光子検出器ピクセルアレイは複数のピクセルを含むステップと、前記光子相互作用から生成される光電子雲を決定するステップであって、前記光子検出器ピクセルアレイは電場を含み、静電反発力は前記光電子雲に光子を分散させるステップと、前記光子相互作用に関連する前記複数のピクセルのサブセットを識別するステップであって、前記複数のピクセルの前記サブセットの各々は、前記光電子雲によって活性化されるピクセルに対応し、前記複数のピクセルの前記サブセットは、中央ピクセル及び複数の隣接ピクセルを含み、前記中央ピクセルは、前記光子相互作用に対して最も高い振幅応答を有するピクセルを含むステップと、前記光電子雲から前記光子相互作用の特性を決定するステップであって、前記特性は、前記相互作用の時間、位置、及びエネルギーのうちの少なくとも1つを含むステップと、を含む方法を提供する。

10

【0004】

別の態様は、複数のピクセルを含む光子検出器ピクセルアレイと、前記光子検出器ピクセルアレイに動作可能に結合されるプロセッサと、前記光子検出器ピクセルアレイ内で発生する光子相互作用を受け取るステップであって、前記光子検出器ピクセルアレイは複数のピクセルを含むステップと、前記光子相互作用から生成される光電子雲を決定するステップであって、前記光子検出器ピクセルアレイは電場を含み、静電反発力は前記光電子雲に光子を分散させるステップと、前記光子相互作用に関連する複数のピクセルのサブセットを識別するステップであって、前記複数のピクセルのサブセットの各々は、前記光電子雲によって活性化されるピクセルに対応し、前記複数のピクセルの前記サブセットは、中央ピクセル及び複数の隣接ピクセルを含み、前記中央ピクセルは、前記光子相互作用に対して最も高い振幅応答を有するピクセルを含むステップと、前記光電子雲から前記光子相互作用の特性を決定するステップであって、前記特性は、前記相互作用の時間、位置、及びエネルギーのうちの少なくとも1つを含むステップと、を前記プロセッサによって実行可能な命令を記憶するメモリデバイスと、を備えるデバイスを提供する。

20

【0005】

更なる態様は、コードを記憶する記憶デバイスであって、前記コードは、プロセッサによって実行可能であり、光子検出器ピクセルアレイ内で生じる光子相互作用を受け取るコードであって、前記光子検出器ピクセルアレイは複数のピクセルを含むコードと、前記光子相互作用から生成される光電子雲を決定するコードであって、前記光子検出器ピクセルアレイは電場を含み、静電反発力は前記光電子雲に光子を分散させるコードと、前記光子相互作用に関連する複数のピクセルのサブセットを識別するコードであって、前記複数のピクセルの前記サブセットの各々は前記光電子雲によって活性化されるピクセルに対応し、前記複数のピクセルの前記サブセットは、中央ピクセル及び複数の隣接ピクセルを含み、前記中央ピクセルは、前記光子相互作用に対する最も高い振幅応答を有するピクセルを含むコードと、前記光電子雲から前記光子相互作用の特性を決定するコードであって、前記特性は、前記相互作用の時間、位置、及びエネルギーのうちの少なくとも1つを含むコードと、を含む記憶デバイスを備える製品を提供する。

30

【0006】

上記は要約であり、従って、簡略化、一般化、及び詳細の省略を含む場合があり、結果的に、当業者は、要約が単なる例示であり、決して限定することを意図していないことを理解するであろう。

40

【0007】

他の更なる特徴及び利点と共に実施形態をより理解するために、添付図面と併せて以下の説明を参照する。本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲に指摘される。

【図面の簡単な説明】**【0008】**

【図1】例示的な実施形態のフロー図を示す。

【図2】電子雲の生成の例示的な実施形態を示す。

【図3】サブピクセル化補正の例示的な実施形態を示す。

50

【図4】3つの連続するピクセルからのカウントデータの実施例を示す。

【図5】2×2サブピクセル化のファクタの例示的なデータを示す。

【図6】中央ピクセル及び周囲の8つの隣接ピクセルの例示的なデータを示す。

【図7】情報処理デバイス回路の一例を示す。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本明細書の図面において一般的に説明及び図示される実施形態の構成要素は、説明される例示的な実施形態に加えて、多種多様な異なる構成で配置及び設計され得ることが容易に理解されよう。従って、図面に示される例示的な実施形態の以下のより詳細な説明は、特許請求されるように、実施形態の範囲を限定することを意図するものではなく、単に例示的な実施形態を代表するものである。

10

【0010】

本明細書全体を通して「一実施形態」又は「実施形態」(等)への言及は、実施形態に関連して説明される特定の特徵、構造、又は特性が少なくとも一実施形態に含まれることを意味する。従って、本明細書全体を通して様々な箇所における「一実施形態では」又は「実施形態では」等の語句の出現は、必ずしも全て同じ実施形態を指しているわけではない。

【0011】

更に、説明される特徵、構造、又は特性は、1つ以上の実施形態において任意の適切な方法で組み合わせることができる。以下の説明では、実施形態を完全に理解するために、多数の特定の詳細が提供されている。しかしながら、当業者であれば、様々な実施形態が1つ以上の特定の詳細なしに、又は他の方法、構成要素、材料等を用いて実施可能であることを認識するであろう。他の例では、不明化を避けるために、周知の構造、材料、又は操作は詳細に図示又は説明されていない。

20

【0012】

撮像デバイスのユーザは、しばしば、高空間分解能及び高エネルギー分解能の画像出力を望んでいる。例えば、高空間、時間、及びエネルギー分解能を持つ医療画像では、患者の体内の対象位置に医師を誘導することにより、患者のケアに影響を与える場合がある。多くの撮像デバイスは、画像を正確に取得するために、撮像される放出タイプに敏感なカメラを使用する。画像を取得するために、カメラ画像は離散領域又は画素(ピクセル)に分割され、この場合、各ピクセルは、取得された画像内の位置と強度との両方を表し得る。

30

【0013】

例として、核医学(分子イメージング)の医療現場では、患者は、放射線剤が注入され、撮像デバイス(ガンマカメラ)は、診断分析のために患者の身体からのガンマ光子放射線の発光を捕捉することができる。ガンマカメラ内の検出器は、CdZnTe、CdTe、HgI₂、及びSi等の半導体直接変換材料を含んでもよい。半導体直接変換検出器材料を含むガンマ光子検出器ピクセルアレイは、優れたエネルギー及び空間分解能を含む、シンチレータ光子検出器ガンマカメラに勝る利点を有する。しかしながら、このようなピクセル化された半導体検出器アレイの欠点は、個々のピクセルのエネルギースペクトルの歪みであり、正孔電荷トラップ又は隣接ピクセルとの電荷共有のために、カウントのいくつかは光電ピークよりも低いエネルギーで記録される。画像形成は、典型的には光電ピークを密接に取り囲むエネルギー範囲内においてのみカウントを受け入れることを必要とし得るので、より低いエネルギースペクトルのテール内のカウントは画像には含まれない。これは、各々のカメラの厚さがガンマ光子に対して同じ阻止能を提供するとしても、ガンマカメラは、シンチレータカメラよりも明らかに効率が悪い場合があることを意味する。本発明は、電荷共有及び正孔トラッピングのスペクトルのテール問題に対する新規な解決策を提供する。

40

【0014】

この発明を導いた原理は、CdZnTe検出器における光子相互作用とピクセル化CdZnTe検出器における信号形成との深い独自の理解に依存する。しかしながら、本発明

50

は、高いレベルで理解することができる。ガンマ光子が好ましくはカソード側からピクセル化 CdZnTe 検出器に入射されると、光子は、光電相互作用においてその残りのエネルギーを堆積させる前に、零又は複数回のコンプトン散乱を起こしてもよい。これらの相互作用は、単一のピクセル内で、又は複数のピクセル内で起こり得る。相互作用は、電子及び正孔の電荷雲に直接変換される。検出器は典型的には約 100 ボルト/mm の電場下にあり、ピクセル化されたアノードは接地電位にあり、典型的にはモノリシックカソードは高い負電圧にある。従って、正孔はカソードに向かって加速され、電子はピクセル化されたアノードに向かって加速される。正孔の移動度は典型的には電子の移動度よりもはるかに小さいため、電子よりも正孔を掃引するには時間がかかり、結晶欠陥に正孔をトラップする可能性がより大きい。ピクセルが検出器の厚さよりも小さい場合、「小さいピクセル効果」のために、デバイスは、正孔よりも電子に対してはるかに敏感である

10

【0015】

電子雲がアノードに近づくと、誘起電圧が複数のアノード及び/又はピクセル上で検出される。電荷雲がアノード面に達すると、電荷は1つ又はいくつかのピクセルに集まる。次いで、誘起電圧を検出した任意の隣接ピクセルは、任意の非電荷収集ピクセルに対する時間にわたる積分が零になるように、逆極性電圧を検出することになる。従って、複数のピクセル間で信号を共有することができるいくつかの方法がある。電子電荷雲がいくつかのピクセルに重なった際に電荷を共有することができ、コンプトン散乱又は k エスケープ x 線のために、光子相互作用はいくつかのピクセル内で発生した可能性があり、過渡的な誘起電圧は、複数の隣接ピクセル上で検出される可能性がある。もちろん、正孔電荷はカソード上に集められ、その情報は入射光子に対する相互作用の深さを推定するために使用され得る。しかしながら、本発明は、光子相互作用の特性を決定するためにいかなるカソード信号も使用しないことは明白である。更に、本発明は、アノードピクセル信号の正及び負のピーク振幅のみを使用する。これは、相互作用特性の決定を複数のアノードピクセルのピーク信号振幅からの情報を組み合わせる比較的単純なこととする非常に単純化されたものである。

20

【0016】

他のデバイスと同様に、検出器上の信号の位置及びエネルギーを決定する問題が存在する。光子又は粒子は、入射光子又は粒子と撮像ユニットの材料との相互作用によって、信号が複数のピクセル又は検出領域で生成されるように、受信撮像ユニットに入射することがある。この問題は、角度付けられた軌道で撮像ユニットに入射する光子の例で発生し得る。検出ユニットに入射する光子は、1つ又は複数のピクセルに当たることがある。換言すると、光子は、ある角度で検出器に入り、光子軌道の終了前にピクセル検出領域又は複数のピクセル領域を通過し得る。

30

【0017】

現行のシステムは、ピクセル又はピクセルのサブセット上の正しい相互作用に検出された電荷を帰属することが困難であり、それによって、より低い精度を有する画像が得られる。現行では、多くの撮像デバイスは、相互作用の位置を識別するために、個々のピクセルからの1つ又は複数の信号に依存する。撮像技術は、撮像デバイスの検出ユニットからの個々のピクセルからの信号を取ることができる。このようにして、撮像ユニットは、受信信号の「ピクセル化」画像を受信し得る。従って、1つの中央ピクセルは高い値を有し、隣接ピクセルは低い値を有し得る。しかしながら、この撮像技術では、隣接ピクセル値が中央ピクセル値とどのように相関するかというデータが失われる可能性がある。例えば、光子が撮像検出ユニットに入射すると、光子は複数のピクセルと相互作用し、それによって相互作用した全てのピクセルから信号を生成し得る。例えば、主な相互作用を有するピクセルは、光子から最大エネルギーを受け取ったピクセル及び隣接ピクセルがより少ないエネルギー値を有し得ることを示す信号を提供し得る。しかしながら、光子がピクセル領域のどこに衝突したかを正確に決定することは困難である。隣接ピクセルのデータの損失又はピクセル内の解像度自体さえも、撮像ユニットの解像度を低下させる。撮像ユニットのより低い解像度は、医療における効率の減少につながり得る。例えば、患者は、更な

40

50

る撮像を必要とし、診断が見逃され、画像化セッションがより長くなり、コストが上昇する等である。

【0018】

従って、一実施形態は、サブピクセル化レベルでピクセル化アレイとの光子相互作用を決定するためのシステム及び方法を提供する。一実施形態によると、光子相互作用は、光子検出器ピクセルアレイ内で受け入れられてもよい。光子ピクセルアレイは、複数のピクセルを含んでもよい。光電子雲が発生させられてもよい。光電子雲は、電場（E場）を用いて、検出器、すなわちCdZnTe（CZT）結晶を横切ってドリフトしてもよい。光電子雲は、E場内の電子センサに向かってドリフトしてもよい。ドリフト経路に沿って、静電反発力は、光電子の拡散を引き起こしてもよい。静電反発力は、光電子が他の光電子と同じ電荷であることによるものであってもよい。拡散は、主に光電子雲の運動方向に垂直であってもよい。この拡散は、電子センサ領域に到達する前に光電子雲の拡散を引き起こしてもよい。E場は、アノードとカソードとの間にあってもよい。光電子雲は、光子検出器ピクセルアレイによって決定されてもよい。一実施形態において、本方法又はシステムは、光子相互作用に関連する複数のピクセルのサブセットを識別してもよい。複数のピクセルのサブセットの各々は、光電子雲によって活性化されるピクセルに対応してもよい。一実施形態において、複数のピクセルのサブセットは、中央ピクセル及び複数の隣接ピクセルを含んでもよい。一実施形態において、中央ピクセルは、光子相互作用に対する最も高い振幅応答を有するピクセルであってもよい。一実施形態において、本方法又はシステムは、光電子雲からの光子相互作用の特性を決定してもよい。特性は、相互作用の時間、位置、エネルギー等を含んでもよい。

10

20

【0019】

そのようなシステム及び方法は、現在の撮像技術に技術的改善を提供する。本明細書に記載される実施形態は、検出器のカソード及びアノードの両方からの信号を必要とするのではなく、中央アノードピクセル及び隣接アノードピクセルの両方から情報を捕捉する。これらの値を使用して、本システムは、サブピクセル解像度を識別することができ、それによって、取得が困難であり得るカソード信号を必要とすることなく、相互作用に関する特性をより正確に識別することができ、それによって、より高い分解能を有する画像を提供するためのシステム及び方法を提供することができる。本システムは、隣接アノードからの信号を使用することができ、中央ピクセルと隣接ピクセルとの間で共有される電荷を説明することができる。典型的には、これらの共有イベントはカウントされない。その情報を再結合し、相互作用に関する特性を修正することが可能であり得る。相互作用に関する特性を補正することにより、エネルギー分解能を改善することができる。これらの改善は、医用画像、撮像試薬の患者への投与量の低減、検査/処置時間の短縮等にとって重要であり得る。

30

【0020】

図示された例示的な実施形態は、図面を参照することによって最も良く理解されるのであろう。以下の説明は、例としてのみ意図され、特定の例示的な実施形態を単に示す。

【0021】

様々な実施形態のピクセル化検出器、ガンマカメラ、及び/又はピクセル化アレイは、様々なタイプの撮像システム、とりわけ、例えばポジトロン断層（PET）撮像システム、スペクト（SPECT）撮像システム、及び/又はx線撮像システム、並びにx線コンピュータ断層撮影（CT）撮像システム等の核医学（NM）撮像システムの一部として提供されてもよい。本システムは、ガントリ中心穴の周囲に配向されたロータを更に含む一体型ガントリに取り付けられてもよい。ロータは、ガンマカメラ、SPECT検出器、多層ピクセル化カメラ（例えばコンプトンカメラ）、及び/又はPET検出器等であるが、これらに限定されず、1つ又は複数のピクセル化カメラを支持するように構成される。医療用撮像システムがCTカメラ又はx線カメラを含む場合、医療用撮像システムは、検出器に向けてx線放射を放出するx線管も含むことに留意されたい。様々な実施形態において、本明細書でより詳細に説明するように、カメラは、ピクセル化された検出器から形成

40

50

される。ロータは、更に、検査軸を中心として軸方向に回転するように構成される。撮像システムの操作及び制御は、当技術分野で知られている任意の方法で実行されてもよい。様々な実施形態は、回転ガントリ又は静止ガントリを含む撮像システムに関連して実施され得ることに留意されたい。

【0022】

一実施形態において、撮像デバイスは、セキュリティスキャンのための場所に設置されてもよい。例えば、デバイスは、空港のセキュリティチェックポイント、又は手荷物スクリーニング場所等にあってもよい。デバイスは、複数のx線源と、複数のピクセル化された光子検出器アレイとを含んでもよい。一実施形態において、撮像デバイスは、永久的に固定されてもよく、可動であってもよく、又は完全に携帯可能であってもよい。例えば、撮像デバイスは、第1の応答者、警備、又は評価チームによって使用される手持ち型のデバイスであってもよい。セキュリティ現場以外の他の用途も考えられ、開示される。当業者によって理解されるように、ヘルスケア撮像及びセキュリティスクリーニングの両方は単なる実施例である。本明細書に記載される技術の他の可能な用途が可能であり、企図される。

10

【0023】

一実施形態において、受信機器は、放射線粒子又は光子に感応するセンサを含んでもよい。受信機器は、受信機器内に配置されたセンサのアレイ上に、相互作用とも呼ばれる通信イベントを記録してもよい。アレイ内のセンサの各々は、最終画像内のピクセルとして表されてもよい。撮像過程において、光子又は粒子は、1つ又は複数のピクセル検出ユニットに当たってもよい。一実施形態において、1つ又は複数のピクセル検出ユニットから受信した信号は、光子相互作用の特性を決定するために使用されてもよい。これによって、ヘルスケア現場では、医療専門家は、より少ない時間で、且つ、より良好な治療計画をもたらす、医療コストを低減することができる患者に対するより少ない放射能標識で、より良好な撮像を達成することができ、例えば、より良好な解像度を達成することができ、撮像化セッションの持続時間を低減することができる。

20

【0024】

撮像デバイスの一実施形態は、ヘルスケア現場、セキュリティスクリーニング、製造、又は撮像デバイスを利用することができる任意の用途にあってもよい。例えば、撮像デバイスは、(粒子又は光子からなる)放射性物質が患者の身体を透過するか、或いは患者の身体に注入され、患者の身体から放出される放射線撮像デバイスであってもよい。別の実施例は、セキュリティ目的のために照射又は他の対象材料をスキャンするために使用される空港又は入力デバイスのポートを含んでもよい。撮像デバイスの別の実施例は、環境条件及び/又は位置の安全性を決定するために、第1の応答者によって使用されてもよい。他の用途も考えられ、開示される。

30

【0025】

図1を参照して、101にて、一実施形態は、光子相互作用、又は光子検出器ピクセルアレイ内で生じる相互作用を受け取り又は捕捉してもよい。光子は、カソードに向かって進行するユニットのカソード側からデバイスに入射してもよい(図2を参照)。相互作用を受け取り又は補足することは、1つ又は複数のピクセル検出ユニットから1つ又は複数のピクセル検出ユニットとの相互作用が発生したことを示す1つ又は複数の信号を受信することを含んでもよい。読み易さのために、本明細書での議論は、相互作用を引き起こし、信号をもたらす目的として光子に言及する。しかしながら、物体は、光子、任意のスペクトル光、放射線粒子、又は検出ユニットが検出可能な任意のタイプのエネルギーを含んでもよいことを理解されたい。光子検出器ピクセルアレイは、1つ又は複数のピクセル検出器ユニットであってもよい。光子検出器ピクセルアレイは、グリッド、ブリックパターン、又は散在パターン等の任意の構成に編成されてもよい。光子検出器ピクセルアレイは、平坦面又は湾曲面等に配向されてもよい。換言すると、光子検出器ピクセルアレイは、発光源からの相互作用を検出するのに適する方法で配置されてもよく、異なる用途に対して異なってもよい。例えば、発光源からの光子は、医療現場における撮像ユニットの一部

40

50

として、光子ピクセルアレイ上の1つ又は複数のピクセルと相互作用してもよい。

【0026】

102にて、一実施形態において、本システム又は方法は、光子相互作用から生成される光電子雲を決定してもよい。一実施形態において、本デバイスは、カソード及びアノードを有してもよい(例示的なデバイス構成については図2を参照されたい)。光子又は光子相互作用は、カソード端でデバイスに入射してもよい。一実施形態において、カソード又はアノードは、デバイス又はモジュールを横切る単一面であってもよい。平面は、撮像化用途に適した平坦性又は曲率を有してもよい。カソードは、負の高電圧に保持されてもよく、及び/又はAC結合されてもよい。アノードは、ピクセル化された検出素子を有してもよく、電氣的に接地されてもよく、及び/又はDC結合されてもよい。一実施形態において、CdZnTe(CZT)結晶又は他のタイプの半導体材料がカソードとアノードとの間にある。読み易さのために、本明細書では、CZT結晶に言及するが、説明するシステムは、これに限定されず、任意のタイプの半導体材料又は撮像材料を利用することができ、撮像デバイスの用途に基づくことができる。

10

【0027】

一実施形態において、CZT又は他の半導体材料との光子相互作用によって、電子雲及び正孔雲が生成又は発生してもよい。電子雲は、雲がアノードチャンネルに向かってドリフトする際に、静電反発力によってサイズが増大してもよい。光電子雲の初期生成は、 $eE/4.64 eV$ の数によって表すことができる。一実施形態において、電子雲は、電場(E場)に対してCZT結晶を通して、アノード及びピクセル検出アレイに向かう方向にドリフトしてもよい。電子雲は、1つ又は複数のピクセル及び/又は関連するASICチャンネルに負の電荷信号を生成してもよい。1つ又は複数のピクセルは、電荷感応プリアンプ及び/又は整形アンプに接続されてもよい。ピクセル及び関連する電子機器は、電荷が検出されると、データ収集のためにトリガされてもよい。

20

【0028】

半導体検出器材料を有する実施形態において、光子検出器ピクセルアレイは、半導体検出器結晶上に堆積される金属電極を伴う2つの側面を有してもよい。第1の側面は、ピクセル化側とも呼ばれ、複数のピクセルを含んでもよく、グリッドパターンで配列されてもよい。この側面は、ピクセル化側からの信号を捕捉することができる読み出し回路に結合してもよい。電子移動度が正孔移動度よりもはるかに大きいCdZnTe又はCdTeの場合、ピクセル化側は、アレイのアノード側であってもよく、アノード信号を提供してもよい。いくつかの構成では、こちら側が接地電位に接続されてもよい。一実施形態において、検出器ピクセルアレイの第2の側は、第1の側と実質的に反対であってもよく、例えば、厚いシート状の検出器の場合、第1の側は、下側であってもよく、第2の側は、上側であってもよく、典型的には、ガンマ光子が検出器に入射し得る側であってもよい。検出器ピクセルアレイの第2の側は、カソードであってもよく、負の電圧バイアスに接続されてもよい。

30

【0029】

一実施形態において、最大カウントを受け取るピクセルとして定義される中央ピクセルは、負の電荷誘導信号を受け取ってもよい。対照的に、中央ピクセルを囲む隣接ピクセルは、正の電荷誘導信号を受け取ってもよい。図2の例は、中央ピクセルに影響を及ぼす電子雲を左側により多く示す。一例として、図2の挿入図は、中央ピクセル及び2つの隣接ピクセルによって測定されるような例示的な電荷誘導を示す。中央ピクセルは、実線で示されるように、最大のパルス高さ又はカウントと、負の電荷誘導とを受け取る。2つの隣接ピクセルは、両方とも正の電荷誘導を受け取った。例えば、左側のピクセルは、右側のピクセルに比べて振幅が大きく、レイテンシが短くなる。このようなデータは、右側に比べて左側により近い位置で中央ピクセルによって電荷雲が受け取られたことを示してもよい。これは、例示的なデータであり、本明細書で説明するように、より複雑である。例えば、中央ピクセルは、誘導電荷の位置を更に正確に示すために、中央ピクセルを囲む8つの隣接ピクセルを有してもよい。

40

50

【 0 0 3 0 】

103にて、一実施形態において、本方法又はシステムは、光子相互作用に関連する複数のピクセルのサブセットを識別してもよい。一実施形態において、ピクセル（図3を参照）は、撮像領域のサブセットのみであってもよい撮像ハードウェア表面上の離散位置を指す。ピクセルのサブセットは、光電子雲によって活性化されるピクセルに対応してもよい。ピクセルのサブセットは、中央ピクセル及び複数の隣接ピクセルを含んでもよい。中央ピクセルは、光子相互作用に対する最も高い振幅応答又はカウントを有するピクセルとして定義されてもよい。1つ又は複数のピクセルからのデータ又は通信は、1つ又は複数のピクセルからの合成として画像を形成するために使用されてもよい。

【 0 0 3 1 】

一実施形態において、本システム及び方法は、光子の相互作用に関連する複数のピクセルを識別してもよい。例えば、光子が検出器と相互作用する場合、1つ又は複数のピクセルは、その相互作用に対応する信号を生成する。一例として、光子がピクセルアレイを移動すると、光子は異なるピクセルと相互作用する。次いで、これらのピクセルの各々は、何らかの形の相互作用又は接触を示す信号を生成する。一実施形態において、中央ピクセルが識別されてもよい。この中央ピクセルは、光子の「休止」の位置、例えば、光電相互作用の位置に関連付けられてもよい。換言すると、光子は、ピクセルアレイの中を移動しなくなった。中央ピクセルの識別は、1つ又は複数の特性を使用して実行されてもよい。例えば、中央ピクセルは、光子イベントから検出される最も高いエネルギーを有するピクセルとして識別されてもよい。しかしながら、中央ピクセルは、光子相互作用によって検出される最も高いエネルギーを有するピクセルを表さない可能性がある。一例として、2つのピクセルが同じレベルの相互作用を共有する場合、それらは同じ最も高いエネルギー値を提供してもよい。この場合、ピクセルは、単に、中央ピクセルとして特徴付けられてもよい。

【 0 0 3 2 】

中央ピクセルに加えて、本システムは、1つ又は複数の隣接ピクセルを識別してもよい。一実施形態において、1つ又は複数の識別された隣接ピクセルは、中央ピクセルに対して任意の物理的位置にあってもよい。換言すると、隣接ピクセルは、中央ピクセルの直接的な隣接である必要はなく、又は中央ピクセルに直接的に隣接する必要はない。むしろ、1つ又は複数の隣接ピクセルは、中央ピクセルによって受け取られるエネルギー未満の光子からエネルギーを受け取るピクセルとして識別されてもよい。換言すれば、光子がピクセルアレイを移動すると、それは、例えば、コンプトン散乱によって、中央ピクセル以外のピクセルと相互作用してもよい。これらのピクセルは、隣接ピクセルとして識別されてもよい。1つ又は複数の隣接ピクセルは、中央ピクセルに対して任意のタイプの構成であってもよい。例えば、隣接ピクセルは、中央ピクセルの周囲の「リング」又は「ボックス」の構成であってもよい。別の実施例として、1つ又は複数の隣接ピクセルは、中央ピクセルの1つ又は複数の側面に位置してもよい。最終例として、隣接ピクセルは、中央ピクセルに隣接する単一のピクセルであってもよい。隣接ピクセルの各々は、互いに及び/又は中央ピクセルに対して異なる信号を有してもよい。換言すると、隣接ピクセルからの信号の各々は、他の隣接ピクセル及び/又は中央ピクセルに関して、同じであっても、異なっても、又はそれらの組み合わせであってもよい。

【 0 0 3 3 】

撮像デバイスは、ピクセルから通信イベントを検出するために多くの方法を使用してもよい。例えば、民生用カメラでは、ピクセルは、ピクセルによって検出される可視光の強度及び波長を表す。別の実施例として、癌スクリーニング、放射線検出器等で使用される放射線撮像デバイスは、放射線源によって放出され、関連する電気回路構成を有するセンサによって測定可能な一種の原子粒子又は光子を使用して、検出された放射線粒子又は光子の位置及び強度（又はカウント密度）の両方を提供する。ピクセルからの通信イベントを使用して、ピクセルからの通信イベントの位置、強度、及びエネルギー又は波長に基づいて、画像が作成されてもよい。換言すると、一実施形態は、撮像中にピクセルから送信

10

20

30

40

50

される信号を使用して、信号内に含まれる情報に基づいて画像を作成してもよい。データは、より大きな領域の画像を生成するために、複数のピクセルから収集されてもよい。

【0034】

図3を参照して、一実施形態において、各ピクセルは、サブピクセル又はサブピクセル化領域に分割されてもよい。一実施形態において、ピクセルは、行及び列を有する格子状構造でラベル付けされてもよい。説明を容易にするために、正方形のピクセルが図示されているが、異なる幾何学的形状及び嵌合形状が使用されてもよい。行及び列の命名には、列が*i*と定義され、行が*j*と定義されてもよい。例えば、中央ピクセルは「*i*、*j*」として位置識別子が与えられてもよく、その左のピクセルは「*i*-1、*j*」であり、その上のピクセルは「*i*、*j*+1」である。代替的に、列及び行は、単に番号識別子が与えられてもよい。例えば、列及び行は、左から右へ、及び下から上へ等の数値的順序で識別されてもよい。

10

【0035】

例えば、中央ピクセルは、光子の「残り」の2D位置を示す相互作用の場所であってもよい。中央ピクセルは、光子相互作用に関して最も高いエネルギー信号を提供したピクセルである。隣接ピクセルは、エネルギー信号を提供したが、中央ピクセルほど大きくはなかったピクセルを示す。例えば、トリガピクセルとしても知られる中央ピクセルは「*i*、*j*」として定義されてもよく、中央ピクセルの周りのボックス又はリング内の左側の隣接ピクセルは「*i*-1、*j*」であり、その上の隣接ピクセルは「*i*、*j*+1」である。

【0036】

ピクセルは、更に細分されてもよく、又はサブピクセル化されてもよい。例えば、単一のピクセルは、2×2のサブピクセル化領域に分割されてもよい(図3を参照)。例えば、規則的な3×3ピクセル領域は、ある処理方法を使用して「仮想」の6×6サブピクセル化領域に変換されてもよい。この特定の例に対して、単一のピクセルは、ピクセル境界内に4つのサブピクセルを有するであろう。換言すると、単一のピクセルは、4つの領域のサブピクセル化領域に分割されてもよい。他の分割も考えられ、開示されており、2×2サブピクセル化は例示的な例である。別の実施例として、3×3サブピクセル化領域以上のファクタが使用されてもよい。サブピクセル化は、より低い電気ノイズ及び/又は製造コストでより高い解像度を提供する。

20

【0037】

104にて、一実施形態において、本システム及び方法は、光子相互作用の特性を光電子雲から決定してもよい。特性は、時間、位置、又はエネルギー等を含んでもよい。一実施形態において、本方法又はシステムは、上述したようにトリガ信号を受け取ってもよい。例えば、本システムは、ピクセル(*i*、*j*)等の中央ピクセルであってもよいトリガを受け取ってもよい。次に、本システムは、NE(*i*-1、*j*)及び(*i*+1、*j*)等の隣接ピクセルの負のエネルギー又は負の電荷誘導を取得してもよい。本システムは、較正ステップを実行してもよい。較正は、 $NE'(i, j) = (NE(i, j) - \text{baseLineNoise}(i, j)) * \text{gain}(i, j)$ によって表されてもよい。更に、補正係数が使用されてもよい。補正は、アンダーレンジカットであってもよい。補正は、 $(NE'(i+1, j) - NE'(i-1, j)) / (NE'(i-1, j) + NE'(i+1, j))$ で表されてもよい。一実施形態において、補正係数は、トリガピクセル(*i*、*j*)に追加されてもよい。

30

40

【0038】

図4を参照して、中央ピクセル及び2つの隣接ピクセルからのサンプルデータの例が示されている。例えば、59.0 keVのピークカウントにおいて、ボトム隣接、中央ピクセル、及びトップ隣接が図示されている。例示的なデータは、光ピークデータ及びピクセルギャップの両方を示す。一例として、ピクセル間の実際の物理的ギャップは75 µmであってもよい。実施例のデータは~200 µmまでの見かけのギャップを示し、光子のビームがギャップ間領域を照射している際の電荷共有の支配的な効果によるものであり得る。場合によっては、電子雲の大部分は、2つに分割され(従って、2つ以上のピクセルに記録され)、各々は、見かけのより低いエネルギーを有する。y軸は特定のエネルギーウィンドウからのピークカウントであるので、このような信号はいずれも収集されない。ピ

50

クセルギャップの幅は、 x 、 y 、及び z 軸におけるピクセルアレイの移動のための可動治具と併せて、高フラックススクリーン予測スペクトルのためのX線管源を使用して決定されてもよい。一例として、X線管は、固定されてもよく、検出器システムは、例えば $20 \sim 40 \mu\text{m}$ の小さな増分で移動される。或いは、 x 線は、静的検出器システムで移動されてもよい。この方法は、サブピクセル化技術を最終データに適用して、本方法の精度又は微調整を確認するために使用されてもよい。

【0039】

図5を参照して、一実施形態において、本システム及び方法は、 2×2 サブピクセル化技術を使用してもよい。図5は、 2×2 ピクセル化の例示的な実施形態を統計的に表す。例えば、光子及び結果として生じる光子雲が中央ピクセルの片側により近くに発生する場合、本システム及び方法は、ミリメートル未満の精度で位置を識別し得る。この技術はまた、このレベルの解像度及び精度を得るために、光子源と併せてコリメータを使用してもよい。図示した実施例では、光子源は、列33から列34の方向にアレイを横切って移動されている。 2×2 サブピクセル化技術を使用する各ピクセルに対して、カウントは距離にわたってプロットされてもよい。この実施例では、ピークカウントは 59.0 keV である。しかしながら、他のピークカウント、例えば 67.2 keV が使用されてもよい。

【0040】

図6を参照して、誘導電荷の量は、距離(μm 測定値)にわたってプロットされてもよい。この実施例では、中央ピクセルは、図の中心に位置され、隣接する8つのピクセルデータが表示される。トリガピクセル(中央ピクセル)は#126としてラベル付けされる。中央ピクセルは、光子雲から最大の信号を受け取る。ピクセル#127を参照して、ピクセル#125と比較してより多くの誘導電荷が存在し、光子相互作用の位置が#125より#127に近いことを実証する。このような技術は、ピクセルアレイ上のハードウェアのより良好な空間解像度を可能にする。

【0041】

一実施形態において、本システム又は方法は、相互作用の特性を決定することができるか否かを識別してもよい。本システムは、相互作用に関して多くの異なる特性を決定してもよく、例えば、特性は、時間、位置(深さを含んでもよい)、エネルギー、又は強度等を含んでもよい。特性を決定するために、本システムは、例えば、中央ピクセル及び隣接ピクセル等の1つ又は複数のピクセルから信号を受け取ってもよい。例えば、光子は、直角入射角で検出器ピクセルアレイに入射しなくてもよい。従って、光子は、検出器を通過して進行する際、複数のピクセルと相互作用してもよい。換言すると、光子が検出器ピクセル平面に入ると、相互作用は、1つ又は複数の隣接ピクセルと特性(すなわち、エネルギー)を「共有」し得る。中央ピクセルだけでなく隣接ピクセルから受け取った信号を用いて、異なる特性が決定されてもよい。本システムは、これらの信号を使用して、特性を直接識別してもよく、又はこれらの信号を他のピクセルからの信号に帰属させてもよい。本システムは、1つ又は複数の特性を同時に又は異なる時間に決定してもよい。

【0042】

一実施形態において、決定された特性は、相互作用の深さを含んでもよい。一実施形態において、相互作用の深さは、複数の軸に沿ったピーク信号の振幅応答を含む、2以上の次元の多次元空間を最初に識別することによって決定されてもよい。1)中央ピクセルの正の極性、2)隣接ピクセルの正の極性、及び任意で、3)隣接ピクセルの負の極性。次のステップは、深さに依存する、ピクセル間の電荷共有又は正孔トラップの1つ又は複数のメカニズムを表す、この多次元空間内の1つ又は複数のクラスタを識別することである。

【0043】

これらのピクセル及びサブピクセル信号の各々は、例えば、信号の相互作用エネルギーを表す関連振幅を有してもよい。従って、ピクセルからの信号は、正の極性信号のピーク振幅及び負の極性信号のピーク振幅を有する信号を含んでもよい。中央及び隣接ピクセルからのこれらの信号を用いて、本システムは、例えば、多次元空間におけるこれらの信号をクラスタリングすることによって、相互作用の時間、位置、エネルギー、及び深さを決

10

20

30

40

50

定してもよい。上述のように、本明細書に記載された本システム及び方法は、検出器のアノード部分からピーク振幅信号のみを捕捉する。従って、全てのピクセル（例えば、中央ピクセル及び隣接ピクセル）からの正及び負の極性信号の両方の振幅ピークを分析及び相関させることによって、本システムは、どのような深度で相互作用が生じたかを決定することができる。従って、本システムは、相互作用の深さを含む位置特性を決定することができる。

【0044】

また、本システムは、中央ピクセルからの信号に加えて、1つ又は複数の隣接ピクセルからの信号を使用して、他の特性を決定してもよい。例えば、中央ピクセルに加えて、1つ又は複数の隣接ピクセルからの信号を使用することは、時間、位置、又はエネルギー等の特性に関してより良い解像度を可能にしてもよい。これらの特性のいくつかの決定は、隣接ピクセルからの信号が中央ピクセルの信号と共に考慮されることを除いて、従来技術を用いて完了されてもよく、特性のより正確な決定を提供する。

10

【0045】

例えば、本システムは、従来システム及び方法よりも正確な2次元位置に関する相互作用の位置を決定してもよい。例えば、隣接ピクセルとの光子の相互作用は、単なるピクセル解像度ではなく、サブピクセル解像度に光子の位置を調整してもよい。一例として、図2を参照して、相互作用は、ピクセルの仮想中心線に関して、中央ピクセルの左側で生じる。隣接ピクセルからの情報を用いて、本システムは、相互作用が中央ピクセルで生じたことを単に識別する代わりに、この相互作用が中央ピクセルの左側で生じたことを識別してもよい。本システムは、例えば、隣接ピクセルからの信号を識別することによって、他の隣接ピクセルと比較して、どの隣接ピクセルがより高い信号を有していたかを決定することができる。相互作用により近いピクセルがより高い信号を有するという事実のため、相互作用が中央から外れて起こる場合、相互作用により近い隣接ピクセルは、相互作用からより遠いピクセルよりも高い信号を提供することになる。従って、どのピクセルがより高い信号を有するかを識別することによって、本システムは、どのピクセルの側で相互作用が生じたかを決定することができる。

20

【0046】

例えば、本システムは、サブピクセルの位置情報を識別するために、加重平均を使用してもよい。例として、1つの隣接ピクセルが中央ピクセルの外側で起きる相互作用の2/3を受け取り、且つもう1つの隣接ピクセルが中央ピクセルの外側で起きる相互作用の1/3を受け取る光子の相互作用を、検出器ピクセルアレイが受け取った場合、本システムは、中央ピクセルに沿ったこれら2つの相互作用を重み付けることによって、2つのピクセルの中心線に沿ってイベントが生じた場所を決定してもよい。換言すると、相互作用は、ピクセル領域の中央には当てはまらず、隣接ピクセルは、相互作用する光子のより正確な位置を決定することを可能にする。

30

【0047】

より正確又は精密な特性の決定の別の実施例として、本システムは、相互作用のより精密なエネルギーを決定することができる。光子がピクセルと相互作用する際、隣接ピクセルは、相互作用の一部を受け取ってもよい。これは共有電荷と称される。従って、本システムは、隣接ピクセルによって受け取られた電荷を中央ピクセルに属性させ、相互作用の実際のエネルギーのより正確な表現を提供し得る。このより正確な表現を提供するために、本システムは、中央ピクセルから受け取ったエネルギー値を補正してもよい。この補正は、1つ又は複数の隣接ピクセルの共有電荷を中央ピクセルの応答に加算することを含んでもよい。換言すれば、光子の相互作用がピクセルアレイによって検出される場合、隣接ピクセルによって検出される電荷は、中央ピクセルの電荷の値に加算されてもよい。一例として、電荷の80%が中央ピクセルで受け取られ、且つ電荷の20%が隣接ピクセルで受け取られる検出器ピクセルアレイと光子との相互作用の場合、隣接ピクセルの20%電荷は、中央ピクセルに割り当てられてもよい。

40

【0048】

50

104にて、1つ又は複数の特性が相互作用について決定され得ない場合、本システムは、101にて、相互作用を無視し、新しい相互作用に関連する情報を受け取ってもよい。一方で、本システムが104にて1つ又は複数の特性を決定することができる場合、本システムは、105にて相互作用に関連するデータを記録してもよい。この記録されたデータは、リアルタイムで分析されてもよく、又は後の分析のために保存されてもよい。更に、記録されたデータは、撮像デバイスを使用して走査されている対象物の1つ又は複数の画像を生成するために、本明細書で説明するシステムによって使用されてもよい。

【0049】

従って、本明細書に記載される様々な実施形態は、画像化される材料に対して高い感度及び解像度を必要とし得る撮像デバイスに対する技術的改善を表す。一実施形態は、光子による相互作用の特性を決定するためのサブピクセル化の使用を可能にする。本明細書に記載の技術を使用すると、より長い撮像セッション及び/又はより高い放射線量を必要としないで、より短い撮像セッション持続時間及び/又はより低い放射線量でより完全な画像が達成され得る。そのようなシステムは、より正確な撮像、より少ないデバイスの休止時間、及び撮像手順に付随するより低いコストをもたらす。

【0050】

様々な他の回路、電子回路構成又は構成要素が情報処理デバイスにおいて利用されてもよいが、本明細書に記載される様々な実施形態のいずれか1つに従うピクセルのサブセット上で電子雲の特性を決定するためのデバイスに関して、図7にその一例が示される。デバイス電子回路構成10'は、例えば、特定のコンピューティングプラットフォーム（例えば、モバイルコンピューティング、デスクトップコンピューティング等）に見られるチップ設計上の測定システムを含んでもよく、ソフトウェア及びプロセッサは、単一のチップ11'に組み合わされる。プロセッサは、当技術分野で周知のように、内部演算ユニット、レジスタ、キャッシュメモリ、バス、I/Oポート等を備える。内部バス等は、様々なベンダに依存するが、本質的に全ての周辺デバイス（12'が単一のチップ11'に取り付けられ得る。電子回路構成10'は、プロセッサ、メモリ制御、及びI/Oコントローラハブを全て単一のチップ11'に結合する。また、このタイプのシステム10'は、通常、SATA又はPCI又はLPCを使用しない。例えば、一般的なインタフェースは、SDIO及びI2Cを含む。

【0051】

電源（図示せず）への接続によって再充電され得る、例えば充電電池14'を介して供給される電力を管理する、例えば充電管理ユニット（BMU）等の電力管理チップ13'がある。少なくとも1つの設計では、11'等の単一のチップがBIOS等の機能性及びDRAMメモリを供給するために使用される。

【0052】

システム10'は、典型的には、電気通信ネットワーク及び無線インターネットデバイス、例えばアクセスポイント等の様々なネットワークに接続するための1つ又は複数のWWANトランシーバ15'及びWLANトランシーバ16'を含む。更に、デバイス12'、例えば、送信及び受信アンテナ、発振器、PLL等が一般に含まれる。システム10'は、データ入力及び表示/レンダリング（例えば、ユーザが容易にアクセス可能な単一のビームシステムから離れて位置する計算場所）のための入力/出力デバイス17'を含む。システム10'は、また、典型的には、様々なメモリデバイス、例えばフラッシュメモリ18'及びSDRAM19'を含む。

【0053】

以上のことから、1つ又は複数のシステム又はデバイスの電子部品は、少なくとも1つの処理ユニット、メモリ、及びメモリを含む様々な構成要素を処理ユニットに結合する通信バス又は通信手段を含んでもよいが、これらに限定されないことを理解することができる。システム又はデバイスは、様々なデバイス可読媒体を含んでもよく、又は様々なデバイス可読媒体へのアクセスを有してもよい。システムメモリは、読み出し専用メモリ（ROM）及び/又はランダムアクセスメモリ（RAM）等の揮発性及び/又は不揮発性メモ

10

20

30

40

50

りの形態のデバイス可読記憶媒体を含んでもよい。限定ではなく例として、システムメモリは、また、オペレーティングシステム、アプリケーションプログラム、他のプログラムモジュール、及びプログラムデータを含んでもよい。本開示のシステムは、ピクセルのサブセット上の電子雲の特性を決定するための機器の一実施形態において使用されてもよい。

【0054】

当業者によって理解されるように、様々な態様は、システム、方法、又はデバイスプログラム製品として具現化され得る。従って、態様は、完全にハードウェアの実施形態、又は本明細書で一般に「回路」、「モジュール」、又は「システム」と呼ばれるソフトウェアを含む実施形態の形態を取り得る。更に、態様は、それと共に具現化されるデバイス可読プログラムコードを有する1つ以上のデバイス可読媒体にて具現化されるデバイスプログラム製品の形態を取り得る。

10

【0055】

当業者によって理解されるように、様々な態様は、システム、方法、又はデバイスプログラム製品として具現化され得る。従って、態様は、完全にハードウェアの実施形態、又は本明細書で一般に「回路」、「モジュール」、又は「システム」と呼ばれるソフトウェアを含む実施形態の形態を取り得る。更に、態様は、それと共に具現化されるデバイス可読プログラムコードを有する1つ以上のデバイス可読媒体にて具現化されるデバイスプログラム製品の形態を取り得る。

【0056】

本明細書で説明する様々な機能は、プロセッサによって実行される非信号記憶デバイス等のデバイス可読記憶媒体に格納された命令を使用して実装可能であることに留意されたい。本明細書の文脈において、記憶デバイスは信号ではなく、「非一時的」とは、信号媒体を除く全ての媒体を含む。

20

【0057】

操作を実行するためのプログラムコードは、1つ以上のプログラミング言語の任意の組み合わせで書かれてもよい。プログラムコードは、完全に単一のデバイスで、一部を単一のデバイスで、スタンド-アロンソフトウェアパッケージとして、一部を単一のデバイス且つ一部を別のデバイスで、又は完全に他のデバイスで実行することができる。場合によっては、デバイスは、ローカルエリアネットワーク(LAN)若しくはワイドエリアネットワーク(WAN)を含む任意のタイプの接続若しくはネットワークを介して接続されてもよく、或いは他のデバイスを介して(例えば、インターネットサービスプロバイダを使用するインターネットを介して)、例えば近距離通信等の無線接続を介して、又はUSB接続のようなハードウェア接続を介して接続されてもよい。

30

【0058】

本明細書で説明する様々な機能は、プロセッサによって実行される非信号記憶デバイス等のデバイス可読記憶媒体に格納された命令を使用して実装可能であることに留意されたい。記憶デバイスは、例えば、電子、磁気、光学、電磁気、赤外線、若しくは半導体システム、デバイス、若しくはデバイス、又はそれらの任意の適切な組み合わせであり得る。記憶媒体のより具体的な例には、ポータブルコンピュータディスク、ハードディスク、ランダムアクセスメモリ(RAM)、読み取り専用メモリ(ROM)、消去可能プログラマブル読み取り専用メモリ(EPROM又はフラッシュメモリ)、光ファイバ、ポータブルコンパクトディスク読み取り専用メモリ(CD-ROM)、光記憶デバイス、磁気記憶デバイス、又はそれらの任意の適切な組み合わせが含まれる。本明細書の文脈において、記憶デバイスは、信号ではなく、「非一時的」とは、信号媒体を除く全ての媒体を含む。

40

【0059】

記憶媒体上で具現化されるプログラムコードは、限定されないが、無線、有線、光ファイバケーブル、RF等、又はそれらの任意の適切な組み合わせを含む、任意の適切な媒体を使用して送信され得る。

【0060】

操作を実行するためのプログラムコードは、1つ以上のプログラミング言語の任意の組

50

み合わせて書かれてもよい。プログラムコードは、完全に単一のデバイスで、一部を単一のデバイスで、スタンド・アローンソフトウェアパッケージとして、一部を単一のデバイス且つ一部を別のデバイスで、又は完全に他のデバイスで実行することができる。場合によっては、デバイスは、ローカルエリアネットワーク（LAN）若しくはワイドエリアネットワーク（WAN）を含む任意のタイプの接続若しくはネットワークを介して接続されてもよく、或いは、他のデバイスを介して（例えば、インターネットサービスプロバイダを使用するインターネットを介して）、例えば近距離通信等の無線接続を介して、又はUSB接続のようなハードウェア接続を介して接続されてもよい。

【0061】

本明細書では、様々な例示的な実施形態による例示的な方法、デバイス、及びプログラム製品を示す図面を参照して、例示的な実施形態を説明する。動作及び機能は、少なくとも部分的にプログラム命令によって実装可能であることが理解されよう。これらのプログラム命令は、デバイスのプロセッサを介して実行される命令が、特定の機能/作用を実行するマシンを生成するように、デバイスのプロセッサ、専用情報処理デバイス、又は他のプログラム可能なデータ処理デバイスに提供される。

10

【0062】

本明細書で提供される値は、用語「約」の使用によって示される等価値を含むと解釈されるべきであることに留意されたい。等価値は、当業者には明らかであるが、少なくとも、最小有効数字の通常の丸めによって得られる値を含む。

【0063】

図面には特定のブロック図が使用されており、ブロックの特定の順序が示されているが、これらは非限定的な例であることは注目に値する。特定の文脈において、2つ以上のブロックを組み合わせる、1つのブロックを2つ以上のブロックに分割する、又は特定のブロックを適宜並べ替え若しくは再編成することができる。明示的に図示された実施例は説明のみを目的として使用されており、制限するものとして解釈されるべきではない。

20

【0064】

本明細書で使用される場合、単数形の「a」及び「an」は、特に明記しない限り、複数形「1つ以上」を含むと解釈され得る。

【0065】

本開示は、例示及び説明の目的で提示されているが、網羅的又は限定的であることを意図するものではない。当業者には多くの修正及び変形が明らかであろう。例示的な実施形態は、原理及び実際の用途を説明するために選択及び説明したものであって、考えられる特定の用途に適するように本開示の多様な実施形態に様々な変更を加えることが可能であることを当業者は理解されよう。

30

【0066】

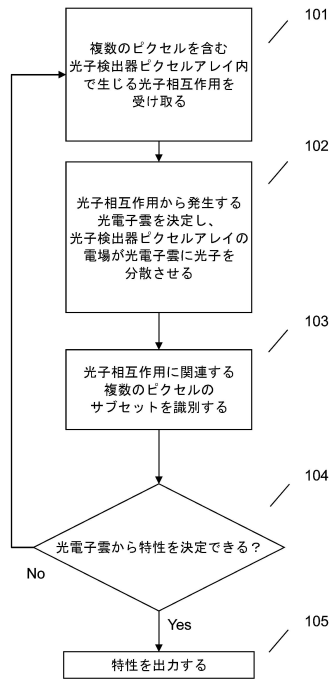
従って、例示的な実施形態を添付の図面を参照して本明細書で説明したが、この説明は限定するものではなく、本開示の範囲又は精神から逸脱することなく、当業者によって様々な他の変更及び修正が可能であることを理解されたい。

40

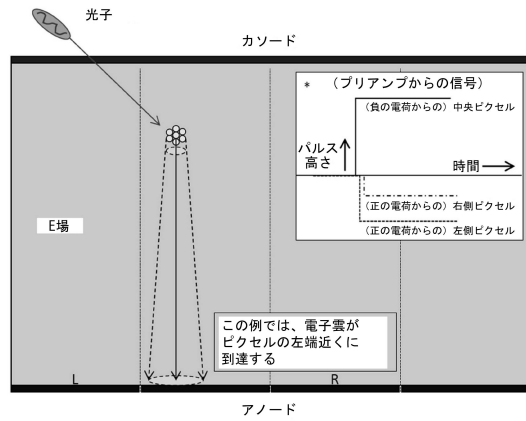
50

【 図面 】

【 図 1 】



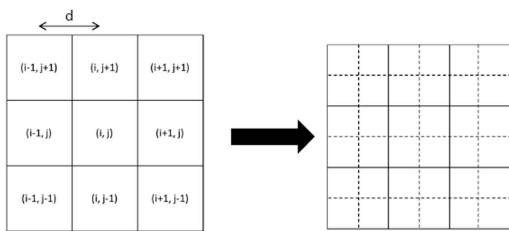
【 図 2 】



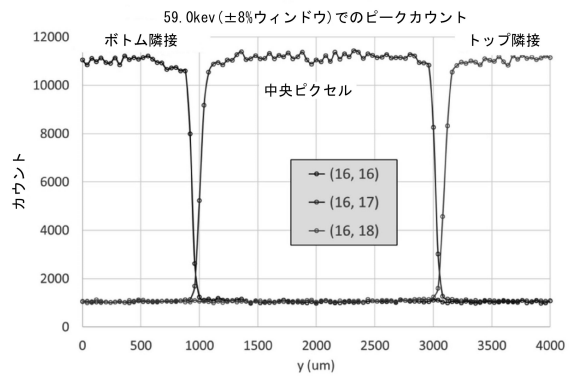
10

20

【 図 3 】



【 図 4 】

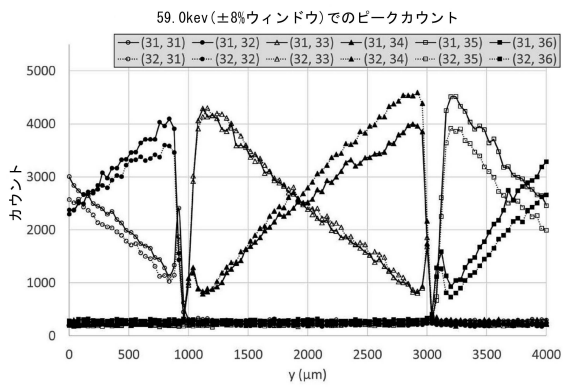


30

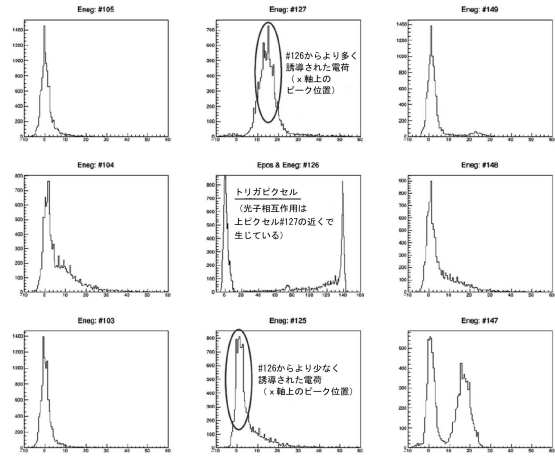
40

50

【 図 5 】

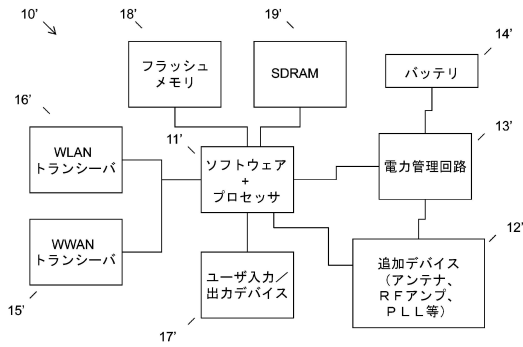


【 図 6 】



10

【 図 7 】



20

30

40

50

フロントページの続き

ライブ 4 1 3 3

(72)発明者 富田 秀文

アメリカ合衆国 ペンシルベニア州 1 5 2 1 8 ピッツバーグ ウェスト ハッチンソン アヴェニ
ュー 4 2 2

審査官 松平 佳巳

(56)参考文献 特表 2 0 1 5 - 5 3 0 5 9 7 (J P , A)

特開 2 0 2 0 - 0 3 8 1 4 5 (J P , A)

特表 2 0 1 3 - 5 1 6 6 0 9 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 T 1 / 2 4