

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6559250号
(P6559250)

(45) 発行日 令和1年8月14日(2019.8.14)

(24) 登録日 令和1年7月26日(2019.7.26)

(51) Int.Cl.

G 0 1 T 7/00 (2006.01)
A 6 1 B 6/00 (2006.01)

F 1

G 0 1 T 7/00
A 6 1 B 6/00 3 0 0 S

請求項の数 17 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2017-551007 (P2017-551007)
 (86) (22) 出願日 平成27年12月18日 (2015.12.18)
 (65) 公表番号 特表2018-508789 (P2018-508789A)
 (43) 公表日 平成30年3月29日 (2018.3.29)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2015/080478
 (87) 國際公開番号 WO2016/102360
 (87) 國際公開日 平成28年6月30日 (2016.6.30)
 審査請求日 平成30年12月5日 (2018.12.5)
 (31) 優先権主張番号 14199524.1
 (32) 優先日 平成26年12月21日 (2014.12.21)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
歐州特許庁 (EP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 506035566
イオンビーム アプリケーションズ、 エス. エー.
ベルギー, ビー-1 3 4 8 ルーベン-ラ
ーニューブ, チェミン ドゥ チズクロト
ロン 3
(74) 代理人 100087479
弁理士 北野 好人
(72) 発明者 メニケリ, デイビッド
ベルギー, ビー-1 3 4 8 ルーベン-ラ
ーニューブ, チェミン ドゥ チズクロト
ロン 3, イオンビーム アプリケーシ
ョンズ, エス. エー. 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】放射線センサおよび放射線イメージセンサを構成する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のピクセル (33、34、35、36) を含む放射線検出器アレイ (21) と、
複数の接点を有する少なくとも 2 つの読み出しコネクタ (11、12) であって、前記
読み出しコネクタのそれぞれが読み出しモジュールを受けるように構成されている少なく
とも 2 つの読み出しコネクタ (11、12) と、

前記複数のピクセル (33、34) のそれぞれからの電気信号を、前記読み出しコネクタ
(11、12) の対応する接点にルーティングするために構成された導体を有するル
ーティング回路 (10) と

を有する放射線センサ (1) であって、

前記複数のピクセルは、2つ又はそれ以上の複数のピクセルのグループ (33、34)
にグループ分けされており、第 1 の複数のピクセルのグループ (33) の少なくとも 2 つ
のピクセルは、前記放射線検出器アレイ (21) における他の複数のピクセルのグループ
(34) から少なくともひとつのピクセルにより分離されており、前記ルーティング回路
は、前記第 1 の複数のピクセルのグループ (33) のピクセルからの信号を第 1 の読み出
しコネクタ (11) に導き、前記他の複数のピクセルのグループ (34) のピクセルから
の信号を第 2 の読み出しコネクタ (12) に導くように構成されている

ことを特徴とする放射線センサ。

【請求項 2】

請求項 1 記載の放射線センサにおいて、

10

20

前記 2 つの複数のピクセルのグループ (3 3 、 3 4) は、前記放射線検出器アレイ (2 1) において、均一に分布され混合されていることを特徴とする放射線センサ。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の放射線センサにおいて、少なくとも 2 つの前記読み出しモジュール (3 1 、 3 2) を更に有することを特徴とする放射線センサ。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の放射線センサにおいて、前記少なくとも 2 つの複数のピクセルのグループの少なくとも 2 つの異なるグループのピクセルは空間的に混合されていることを特徴とする放射線センサ。 10

【請求項 5】

請求項 4 記載の放射線センサにおいて、前記少なくとも 2 つの複数のピクセルのグループの少なくとも 2 つの異なるグループのピクセルは少なくとも第 1 の方向と第 2 に方向において空間的に混合されていることを特徴とする放射線センサ。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の放射線センサにおいて、前記放射線検出器アレイ (2 1) は、ピクセルのトラックであって、前記少なくとも 2 つのグループのうちの 2 つの異なるグループのピクセルを前記トラックに沿って交互に配置することより空間的に混合されたピクセルのトラックを有し、前記トラックはラインに沿って隣接するピクセルの数として定義されていることを特徴とする放射線センサ。 20

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の放射線センサにおいて、前記少なくとも 2 つの複数のピクセルのグループは、前記放射線検出器アレイにわたって分布された第 1 の複数のピクセルのグループ (3 3) を有し、前記放射線検出器アレイ (2 1) にわたって前記第 1 の複数のピクセルのグループ (3 3) のピクセルが実質的に均一に分布している 30

ことを特徴とする放射線センサ。

【請求項 8】

請求項 7 記載の放射線センサにおいて、前記少なくとも 2 つの複数のピクセルのグループは、前記放射線検出器アレイにわたって分布された第 2 の複数のピクセルのグループ (3 4) を有し、前記放射線検出器アレイ (2 1) にわたって前記第 2 の複数のピクセルのグループ (3 4) のピクセルが実質的に均一に分布している

ことを特徴とする放射線センサ。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の放射線センサにおいて、前記少なくとも 2 つの複数のピクセルのグループは、更なる複数のピクセルのグループ (3 5) を有し、前記更なる複数のピクセルのグループ (3 5) が前記放射線検出器アレイ (2 1) にわたる 1 つ又はそれ以上の領域に分布され、前記 1 つ又はそれ以上の領域において前記更なる複数のピクセルのグループ (3 5) のピクセルが実質的に均一に分布している

ことを特徴とする放射線センサ。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の放射線センサにおいて、前記ルーティング回路 (1 0) はプリント回路基板を含むことを特徴とする放射線センサ。 40 50

【請求項 1 1】

請求項 1 乃至 1 0 のいずれか 1 項に記載の放射線センサにおいて、

前記少なくとも 2 つの読み出しコネクタ (11、12) の各読み出しコネクタは、その除去及び / 又は置き換えを可能とするように、対応する読み出しモジュール (31、32) の機械的な切断を可能にするように適合されている

ことを特徴とする放射線センサ。

【請求項 1 2】

請求項 1 乃至 1 1 のいずれか 1 項に記載の放射線センサにおいて、

前記少なくとも 2 つの読み出しコネクタ (11、12) の各読み出しコネクタは、読み出しモジュールを受けるための少なくとも 1 つのソケットを有する

10

ことを特徴とする放射線センサ。

【請求項 1 3】

請求項 1 乃至 1 2 のいずれか 1 項に記載の放射線センサにおいて、

前記放射線検出器アレイ (21) は、ピクセルの線形アレイ、ピクセルの 2 次元アレイ又はピクセルの 3 次元アレイである

ことを特徴とする放射線センサ。

【請求項 1 4】

放射線イメージセンサを構成する方法 (100) であって、

複数のピクセル (33、34) を有する放射線検出器アレイ (21) を提供するステップと、

20

複数の接点を有する少なくとも 2 つの読み出しコネクタ (11、12) であって、それそれが読み出しモジュールを受けるように構成されている少なくとも 2 つの読み出しコネクタ (11、12) を提供するステップと、

前記複数のピクセル (33、34) のそれぞれからの電気信号を、前記読み出しコネクタ (11、12) の対応する接点にルーティングするために構成された導体を有するルーティング回路 (10) を提供するステップと、

前記複数のピクセルを、2 つ又はそれ以上の複数のピクセルのグループ (33、34) にグループ分けするステップであって、第 1 の複数のピクセルのグループの少なくとも 2 つのピクセルは、前記放射線検出器アレイにおける他の複数のピクセルのグループから少なくともひとつのピクセルにより分離されているステップと、

30

前記ルーティング回路を、前記第 1 の複数のピクセルのグループのピクセルを第 1 の読み出しコネクタ (11) に導き、前記他の複数のピクセルのグループのピクセルを第 2 の読み出しコネクタ (12) に導くように構成するステップと

を有することを特徴とする方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 記載の方法 (100) において、

前記グループ分けするステップは、

前記 2 つの複数のピクセルのグループ (33、34) が前記放射線検出器アレイ (21) において均一に分布され混合されている

ことを特徴とする方法。

40

【請求項 1 6】

請求項 1 4 又は 1 5 記載の方法 (100) において、

前記放射線検出器アレイ (21) を提供するステップは、前記 2 つの複数のピクセルのグループの少なくとも 2 つの相違するグループのピクセルが空間的に混合されているような前記放射線検出器アレイ (21) を提供するステップを有する

ことを特徴とする方法。

【請求項 1 7】

請求項 1 4 乃至 1 6 のいずれか 1 項に記載の方法 (100) において、

前記放射線検出器アレイ (21) を提供するステップは、前記少なくとも 2 つの複数のピクセルのグループが、前記放射線検出器アレイにわたって分布する第 1 の複数のピクセ

50

ルのグループ(33)であって、前記放射線検出器アレイ(21)にわたって前記第1の複数のピクセルのグループ(33)のピクセルが実質的に均一な分布するような第1の複数のピクセルのグループ(33)を有するような、前記放射線検出器アレイ(21)を提供するステップを有する

ことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射線センサの分野に関する。より詳細には、本発明は、放射線検出器アレイからの電気信号を複数の電子読み出し回路に送るための電気回路を有する放射線センサに関する。

【背景技術】

【0002】

検出器ピクセルの一次元又は二次元アレイを含む検出器は、一般に、例えば、核医学、放射線、放射線療法又はプロトン治療などの医療用途において、放射線撮像のために使用される。放射線検出器アレイにおいて、各ピクセル(pixel:画素)は、そのピクセルに入射する放射線に関連する線量又は放射量を示す、電流、電荷又は電位のような信号を生成するように適合されている。例えば、シリコンダイオードと電離箱(ionization chamber)が、放射線検出用途のためのピクセル素子において一般に使用される。

【0003】

ピクセル信号は、複数のマルチチャネル集積回路を含むフロントエンド電子サブシステムを使用して並行して読み出される。例えば、この技術分野で知られているイメージングアレイにおいて、IBAMA tr iXXアレイ、1024個の電離箱からの電流は、それぞれ64個の入力チャネルを有する、16個の専用チップによって並列に一体化されている。したがって、このような撮像システムは、また、フロントエンド電子サブシステムの読み出しチャネルのピクセルからの信号のルーティングとスイッチングのための効率的な手段を必要とする。この信号のルーティングは、装置によって生成される画像のダイナミックレンジ及び画像品質に影響を及ぼし、更に、ルーティングのための利用可能な領域の限界に起因して達成可能な検出器領域及びピクセルピッチにさらに影響を及ぼす可能性がある。

【0004】

少なくとも1つのインターポーラープリント回路基板(PCB)は、読み出しチップにセンサピクセルを接続する。例えば、全ての信号線は、検出器アレイの一体部分を形成するPCB上に設けられ、読み出しチップは、例えば、容易に交換及び/又は維持を可能にするコネクタ機構を使用して、これらの信号線に接続される。例えば、各読み出しチップは、コネクタを使用してインターポーラーPCBに差し込むことができる小型のキャリアPCB上にはんだ付けすることができる。

【0005】

米国公開公報第2005/286682号は、放射線撮像システムで使用するための検出器を開示している。この検出器モジュールは、X線信号を電気信号に変換するためのセンサアレイと、電気信号を対応するデジタル信号に変換する少なくとも1つの電子デバイスと、センサアレイからの電気信号を電子デバイスに送るスイッチ回路とを有している。

【0006】

イメージングアプリケーションのためのX線検出器は、例えば、米国公開公報第2004/0136493号及び米国公開公報第2005/0173642号により知られている。これらの検出器は、2次元アレイのピクセルを有する。これらのピクセルは、n行×m列に編成され、各ピクセルにおいて、FETのような切換え素子を必要とする。このピクセルは、n個の走査線を順次アドレス指定し、m本のデータ線を介して各線のm個のピクセルからピクセル値を取得することによりアクセスされる。このような設計は、m個のチャネルの読み出し回路のみが必要であるという利点を有する。スイッチング素子は、

10

20

30

40

50

特に、弱い信号値が予想される場合に許容できない測定誤差を招く。さらに、検出器が、放射線治療機械 Q A や、オンライン又はオフライン治療計画検証のような高線量用途で使用される場合、スイッチング素子は高い線量に耐性でなくてもよい。

【 0 0 0 7 】

ピクセル化された光子計数モード検出器は、米国公開公報第 2 0 0 5 / 1 3 9 7 5 7 号から知られている。この検出器では、A S I C チップに実装された読み出し回路は、第 1 の側に形成された複数のはんだボールと、第 2 の側に形成された複数の電気接点とを有するボールグリッドアレイパッケージを介して検出器アレイに接続されている。読み出し回路は各ピクセルの幾何学的領域内にある。読み出し回路は、対応する検出器のすぐ近くに配置され、同じ放射線フィールドに差し出される。

10

【 0 0 0 8 】

フロントエンドエレクトロニクスへのピクセル信号のルーティングは複雑な作業である。アレイピクセルと読み出しチップの入力チャネルとの間のルーティングは、配線レイアウトを簡素化する、及び / 又は、良好な性能を得るために、最適化される。例えば、このような設計の最適化によって調整され得るパラメータは、信号線の長さ、信号線インピーダンス、ピア接続の数、チャネル間のクロストーク、電磁妨害に対する感度及び電磁妨害の放射である。

【 0 0 0 9 】

しかし、読み出し電子回路の全体的なコストは、例えば、特に多くのピクセルを持つ検出器に対して、全体的な検出器の価格の大部分を表す。最先端の読み出しチップは非常に高価であり、同様に高度なプリント基板に搭載することが必要とされる。例えば、多数のシリコンダイオードピクセル、例えば約 2 0 0 0 ピクセル以上を含む、定位ボディ放射線治療 (S B R T) イメージングアレイでは、読み出し電子回路のコストは、生産コストの約 4 0 % に達する可能性がある。

20

【 0 0 1 0 】

高い空間分解能と、検出器アレイ内の小さなピクセルピッチとを達成することが特に有利である。例えば、小さなピクセルピッチを有する 2 次元検出器は、例えば、定位放射線療法の応用に対する、高線量勾配によって特徴つけられた、正確な定位放射線治療用途のために使用される。しかし、所定の領域をカバーする 2 次元検出器アレイに対しては、ピクセル数は、 $(1 / \text{ピッチ})^2$ に比例する。したがって、コストと設計の複雑さは、 $(1 / \text{ピッチ})^2$ に比例して増加する。これは、例えば、コスト対ユーザの利益によって決定されるように、最適なトレードオフは、空間分解能とデバイスの複雑さとの間で求められることを意味している。

30

【 0 0 1 1 】

一実施例として、 $12 \times 12 \text{ cm}^2$ のアクティブ領域が 3 mm のピクセルピッチで覆われている場合、1 6 0 0 個のチャネルが必要とされる。ピッチは 2.5 mm に僅かに縮小されると、必要とされるチャネルは 2 3 0 4 個に上昇する。ピクセルアレイのコストは、P C B 又はモノリシックシリコン上に実装された電離箱のような技術に対して、主に領域に依存する一方で、対応する読み出し電子回路のコストはピクセル数と共に上昇する。

【 発明の概要 】

40

【 0 0 1 2 】

本発明の実施形態の目的は、信号を検出器アレイから複数の読み出し装置に送るための良好で効率的な手段及び方法を提供することである。

【 0 0 1 3 】

簡単かつ安価な手段及び方法が、例えば、少なすぎるチャネルが提供されるような性能不足のリスクを招くことなく、又は、例えば、多すぎるチャネルが提供されるような不均衡なコストがかかることなく、特定の応用の要件にピクセル化検出器の空間分解能を調整するために提供されることが、本発明の実施形態の利点である。

【 0 0 1 4 】

上記目的は、本発明による方法および装置によって達成される。

50

【0015】

第1の態様では、本発明は、複数のピクセルを含む放射線検出器アレイと；複数の接点を有する少なくとも2つの読み出しこネクタであって、前記読み出しこネクタの各々が読み出しほじュールを受けるように構成された少なくとも2つの読み出しこネクタと；前記複数のピクセルの各々からの電気信号を、前記読み出しこネクタの1つの対応するコンタクトにルーティングするように構成された導電体を有するルーティング回路を有する放射線センサとであって、前記複数のピクセルは2つ以上のピクセルグループにグループ分けされ、第1のピクセルグループの少なくとも2つのピクセルは前記放射線検出器アレイ内の他のピクセルグループから少なくとも1つのピクセルによって分離され、前記ルーティング回路は、前記第1のピクセルグループのピクセルからの信号を第1の読み出しこネクタに導く、前記他のピクセルグループのピクセルからの信号を第2の読み出しこネクタに導くように構成されている放射線センサに関する。 10

【0016】

好ましくは、前記2つのグループのピクセルは、前記放射線検出器アレイ内に均一に分布され混合されている。

【0017】

本発明は、また、放射線検出器アレイを含む放射線イメージセンサに関する。放射線検出器アレイは、少なくとも2つのピクセルグループ、例えば少なくとも2つの分離されたピクセルセットを含む。放射線イメージセンサは、更に、この少なくとも2つのピクセルグループに対応する少なくとも2つの読み出しこネクタを有し、例えば、放射線イメージセンサは、各ピクセルグループに対して単一の別個の読み出しこネクタを有してもよい。放射線イメージセンサは、また、少なくとも2つの読み出しこネクタの対応する読み出しこネクタに少なくとも2つのピクセルグループの各々からの電気信号をルーティングするように構成された電気ルーティング回路を有する。少なくとも2つの読み出しこネクタの各々は、読み出しほじュールを受けるように構成され、その結果、少なくとも2つのピクセルグループのサブセットグループのそれぞれが、少なくとも1つの読み出しほじュールを前記少なくとも2つの読み出しこネクタの対応する少なくとも1つの読み出しこネクタに接続することにより選択可能となる。 20

【0018】

好ましくは、読み出しほじュールは、少なくとも2つの読み出しこネクタの1つに差し込むことができるプラグ可能な読み出しほじュールである。この目的のために、少なくとも2つの読み出しこネクタの各読み出しこネクタは、対応する読み出しほじュールの取り外し及び/又は交換を可能にするように、対応する読み出しほじュールの機械的切断を可能にするように適合されている。 30

【0019】

本発明のいくつかの実施形態による放射線イメージセンサは、少なくとも1つの読み出しほじュール、例えば1つの読み出しほじュールを更に有している。本発明のいくつかの実施形態による放射線イメージセンサでは、少なくとも2つのピクセルグループのうちの少なくともいくつかの異なるピクセルグループのピクセルが空間的に混合されている。

【0020】

所与の線に沿ってグループAのピクセル間にグループBの1つ又はそれ以上のピクセルが存在する場合又はその逆の場合に、2つの異なるグループAとグループBのピクセルは空間的に混合される。線は、例えば、2次元配列の行又は列(又は行の一部又は列の一部)である、又は検出器上の対角線又は他の任意の線である。 40

【0021】

例えば、2つのグループAとグループBを有する一次元アレイに対して、グループAとグループBの空間的に混合されたピクセルのいくつかの例は、次の通り、A B A B A B A B A B A B B、B A B A B A B A B A、A A B B A A B B A A B B、A A A B B B A A A B B B、A B B B、. . . .である。

【0022】

他の実施例では、3つのピクセルグループA、B、Cがある場合、3つのグループアレイ構成において、グループAとグループBの空間的に混合されたピクセルには複数の可能性がある。そのような3つのグループを有するアレイのグループAとグループBの混合されたピクセルの実施例は、次の通り、ABCABCABC...、CCCABABABC...、ABABABC...、ABC...である。

【 0 0 2 3 】

3つのピクセルグループA、B、Cが存在する2次元アレイの他の実施例では、グループA、Bのピクセルは、例えば、行及び／又は列で空間的に混合されてもよく、例えば、追加の対角線又はグループCのピクセルのみを含む検出器上の他の線上にあってもよい。

【 0 0 2 4 】

少なくとも 2 つの異なるグループ A、B のピクセルを空間的に混合する利点は、グループ A のための 1 つの読み出しモジュールを差し込むことによって、検出器は第 1 の解像度を有し、グループ B のための追加の読み出しモジュールを差し込むことによって、検出器は第 2 の改善された解像度を有することである。

【 0 0 2 5 】

本発明のいくつかの実施形態による放射線イメージセンサでは、少なくとも2つのピクセルのグループのうちの少なくともいくつかの異なるグループのピクセルは、少なくとも第1の方向と第2の方向に、例えば、少なくとも第1の方向と第1の方向に直交する第2の方向に空閑的に混合されてもよい。

【 0 0 2 6 】

2次元アレイの例では、少なくとも第1の方向と第2の方向にグループAとグループBのピクセルを空間的に混ぜることは、行と列に沿って空間的に混合することに対応する。例えば、次の数1に示す通りである。

【 0 0 2 7 】

【数1】

AABBAABBA
B
A
A
B
B

本発明のいくつかの実施形態による放射線イメージセンサにおいては、放射線検出器アレイは空間的に混合されたピクセルのトラックを有し、それは、前記少なくとも2つのグループの2つの異なるグループの前記トラックピクセルに沿って交互に空間的に混合される。トラックは、線に沿った多数の隣接したピクセルとして定義される。

【 0 0 2 8 】

好みの実施形態による検出器アレイでは、トラックは、2つの異なるグループのトラックピクセルに沿ってピクセルが交互に空間的に混合される場所で識別される。

【 0 0 2 9 】

2次元アレイでは、トラックは、例えば、行又は列又は対角（行又は列又は対角の一部）とすることができます。 トラックに沿って交互にすることは、第1のグループAの各ピクセルが第2のグループBのピクセルに先行している、及び / 又は、後にあると解釈されなければならない。

【 0 0 3 0 】

他の実施形態では、放射線検出器アレイは、2つの異なるグループの少なくとも2つのトラックピクセルの各々に沿って交互に空間的に混合された少なくとも2つのトラックピクセルを含む。

[0 0 3 1]

10

20

30

10

50

例えば、2次元アレイでは、1つのトラックを行にして、別のトラックを列にすることができる。

【0032】

以下の実施例では、次の数2に示す通り、グループAのピクセルとグループBのピクセルが、グループAのピクセルとグループBのピクセルとを2つのトラックに沿って交互に混合される2つのトラック（行と列）が存在する。

【0033】

【数2】

ABABABABA	10
A	
B	
A	
B	

本発明のいくつかの実施形態による放射線イメージセンサにおいて、少なくとも2つのピクセルグループは、放射線検出器アレイ上に分布された第1のピクセルグループを含んでもよく、放射線検出器アレイ上の第1のグループのピクセルが実質的に均一に分布する。本発明の実施形態による放射線イメージセンサにおいて、少なくとも2つのピクセルグループは、第2のピクセルグループを有してもよく、この第2のピクセルグループは、放射線検出器アレイ上に分布して、放射線検出器アレイ上に第2のピクセルグループが実質的に均一に分布する。

【0034】

本発明のいくつかの実施形態による放射線イメージセンサにおいて、少なくとも2つのピクセルグループは更なるピクセルグループを含むことができ、更なるピクセルグループは、放射線検出器アレイ上に分布して、放射線検出器アレイ上に更なるピクセルグループが集中的に分布する。

【0035】

本発明のいくつかの実施形態による放射線イメージセンサにおいて、ルーティング回路はプリント回路基板を含むことができる。

【0036】

本発明のいくつかの実施形態による放射線イメージセンサにおいて、少なくとも2つの読み出しコネクタの各読み出しコネクタは、対応する接続可能な読み出しモジュールの機械的切断を可能にし、その取り外し及び／又は交換を可能にするように適合されてもよい。

【0037】

本発明のいくつかの実施形態による放射線イメージセンサにおいて、少なくとも2つの読み出しコネクタの各読み出しコネクタは、接続可能な読み出しモジュールを受けるための少なくとも1つのソケットを有してもよい。

【0038】

本発明のいくつかの実施形態による放射線イメージセンサにおいて、放射線検出器アレイは、ピクセルの線形アレイ、例えば、線形1次元アレイ、2次元ピクセルアレイ、3次元ピクセルアレイでもよい。

【0039】

第2の態様では、本発明は、放射線イメージセンサを構成する方法に関し、この方法は、複数のピクセルを含む放射線検出器アレイを提供するステップと、読み出しモジュールを受けるように構成された複数の接点を有する少なくとも2つの読み出しコネクタを設けるステップと、前記複数のピクセルの各々からの電気信号を前記読み出しコネクタの1つの対応する接点にルーティングするように構成された導体を有するルーティング回路を提供するステップと、放射線検出器アレイ内の他のピクセルグループから少なくとも1つの

10

20

30

40

50

ピクセルによって分離された第1のピクセルグループの少なくとも2つのピクセルを2以上のピクセルグループにグループ分けするステップと、前記ルーティング回路を、前記第1のピクセルグループのピクセルを第1の読み出しコネクタに、前記他のピクセルグループから第2の読み出しコネクタにピクセルを構成するように構成するステップとを含む。

【0040】

好ましくは、前記グループ分けは、前記2つのグループのピクセルが前記放射線検出器アレイ内に均一に分布されて混合されることである。

【0041】

本発明は、また、放射線イメージセンサ、例えば、本発明の第1の態様の実施形態による放射線イメージセンサを構成するための方法に関する。この方法は、ピクセルの少なくとも2つのグループと、ピクセルの少なくとも2つのグループに対応する少なくとも2つの読み出しコネクタとを有する放射線検出器アレイを提供するステップを含む。この方法は、更に、少なくとも2つの読み出しコネクタの対応する読み出し用コネクタに、ピクセルの少なくとも2つのグループの各々からの電気信号をルーティングするステップを含む。この方法は、また、少なくとも2つの読み出しコネクタに接続された対応する少なくとも1つの読み出しコネクタに少なくとも1つのプラグ可能読み出しモジュールを接続して、少なくとも2つのピクセルグループのグループのグループ又はサブセットが選択されるようにするステップを含む。

10

【0042】

本発明の特定の好ましい態様は、添付の独立請求項及び従属請求項に記載される。従属請求項の特徴は、独立請求項の特徴及び他の従属請求項の特徴と適宜組み合わせることができ、請求項に明示的に記載されているだけではない。

20

【0043】

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を参照して明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】図1は、本発明の実施形態による電気回路基板を示す。

【図2】図2は、本発明の実施形態による例示的な電気回路基板を示す。

【図3】図3は、本発明の実施形態による電気回路基板の第1の例示的なルーティング構成を示す。

30

【図4】図4は、本発明の実施形態による電気回路基板の第2の例示的なルーティング構成を示す。

【図5】図5は、本発明の実施形態による例示的な方法を示す。

【図6】図6は、本発明の実施形態による電気回路基板の第3の例示的なルーティング構成を示す。

【0045】

図面は概略のみであり非限定的である。図面では、いくつかのエレメントの大きさは、説明のために誇張されており、縮尺通りに描かれていない場合がある。

【0046】

40

特許請求の範囲における参照符号は、その範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。

【0047】

異なる図面において、同じ参照符号は、同じ又は類似のエレメントを指し示す。

【発明の詳細な説明】

【0048】

本発明は特定の実施形態について一定の図面を参照しながら説明するが、本発明はこれのみ特許請求の範囲によって限定されるものではない。記載された図面は概略のみであり非限定的である。図面において、いくつかのエレメントの大きさは誇張され、説明のため縮尺通りに描かれていない。寸法及び相対的な寸法は、本発明の実施の実際の低減に対応

50

していない。

【0049】

更に、本明細書及び特許請求の範囲における、第1の、第2の、などの用語は、ランキングや他の方法における、時間的、空間的のいずれかの順序を説明するため、類似の要素間を区別するために使用されるが必ずしも必要でない。そのように使用される用語は、適切な状況下で交換可能であり、本明細書に記載された本発明の実施形態は、本明細書に記載又は図示されている以外の順序で動作可能であることを理解されたい。

【0050】

また、本明細書及び特許請求の範囲における、上の、下の、などの用語は、相対的な位置を説明するための図式を説明するために使用されるが必ずしも必要でない。そのように使用される用語は、適切な状況下で交換可能であり、本明細書に記載された本発明の実施形態は、本明細書に記載又は図示されている以外の方向で動作可能であることを理解されたい。

10

【0051】

特許請求の範囲で使用される用語「comprising（含む、有する）」は、その後列挙される手段に限定されるものとして解釈されるべきではなく、他の要素又はステップを排除するものではないことに留意されたい。したがって、それは、言及された特徴、整数、ステップ又は要素の存在を特定するものとして解釈されるべきことであり、1つ以上の他の特徴、整数、ステップ又は要素、又はそのグループの存在又は追加を排除するものではない。したがって、「a device comprising means A and B（手段Aと手段Bとを含むデバイス）」なる表現は「devices consisting only of components A and B（要素と要素Bとのみからなるデバイス）」に限定されるべきではない。これは、本発明に関して、デバイスの関連する唯一の要素がAとBであることを意味する。

20

【0052】

本明細書における「one embodiment（ひとつの実施形態）」又は「an embodiment（ある実施形態）」への言及は、実施形態に関連して記載される特定の特徴、構造又は特性が本発明の少なくとも1つの実施形態に含まれることを意味する。したがって、本明細書を通して様々な箇所で「in one embodiment（ひとつの実施形態において）」又は「in an embodiment（ある実施形態において）」成る句の出現は、必ずしも全て同じ実施形態を参考していることではないが、そうであってもよい。更に、特定の特徴、構造又は特性は、1つ又は複数の実施形態において、本開示から当業者に明らかであるように、任意の適切な方法で組み合わせることができる。

30

【0053】

同様に、本発明の例示的な実施形態の説明において、本発明の様々な特徴は、開示を合理化し、1つ又はそれ以上の様々な発明の態様を理解する目的のために、単一の実施形態、図面、又はその説明において、時々は一緒にグループ化される。しかしながら、この開示の方法は、請求された発明が各請求項に明示的に記載されているよりも多くの特徴を必要とするという意図を反映するものとして解釈されるべきではない。むしろ、以下の特許請求の範囲が反映するように、本発明の態様は、単一の前述の開示された実施形態の全ての特徴より少ないとある。したがって、詳細な説明に続く請求項は、本発明の別個の実施形態として独立している各請求項と共に、この詳細な説明に明確に組み込まれる。

40

【0054】

更にまた、本明細書に記載のいくつかの実施形態は、他の実施形態に含まれるいくつかの他の特徴を含む一方で、異なる実施形態の特徴の組合せが、当業者によって理解されるように、本発明の範囲内にあること及び異なる実施形態を形成することを意味する。例えば、以下の特許請求の範囲において、特許請求された実施形態のいずれかは、任意の組み合わせで使用することができる。

【0055】

本明細書で提供される説明において、多数の特定の詳細が記載されている。しかしながら、本発明の実施形態はこれらの特定の詳細なしに実施できることを理解されたい。他の

50

例では、周知の方法、構造及び技術は、この発明の説明の理解を不明瞭にしないために詳細に示されていない。

【0056】

第1の態様において、本発明は、少なくとも2つのピクセルのグループ、例えば、少なくとも2つの分離したセットのピクセルを含む放射線検出器アレイを含む放射線イメージセンサに関する。放射線イメージセンサは、更に、これらすくなくとも2つのグループのピクセルに対応する少なくとも2つの読み出しコネクタを含む。例えば、放射線イメージセンサは、ピクセルの各グループのための單一で別個の読み出しコネクタを含んでもよい。放射線イメージセンサは、また、少なくとも2つの読み出しコネクタのうちの対応する読み出しコネクタに、少なくとも2つのグループのピクセルの各々からの電気信号をルーティングするために構成されたルーティング回路を有する。少なくとも2つの読み出しコネクタの各々は、少なくとも1つの読み出しモジュールを対応する少なくとも1つの読み出しコネクタに接続することによって、少なくとも2つのグループのピクセルの各グループ又はサブセットが選択可能となるように読み出しモジュールを受けるように構成されている。好ましくは、読み出しモジュールは、可逆的に少なくとも2つの読み出しコネクタの1つを切断/接続することができる、可逆的に接続/切断可能モジュールである。読み出しモジュールは、有利には、少なくとも2つのうちの1つに差し込むことができるプラグ可能な読み出しモジュールであってもよい。この目的のために、少なくとも2つの読み出しコネクタの各読み出しコネクタは、対応する読み出しモジュールの取り外し及び/又は交換を可能にするように、対応する読み出しモジュールの機械的切断を可能にするように適合されている。

10

【0057】

図1は、本発明の実施形態による放射線イメージセンサ1を示す。この放射線イメージセンサは、ピクセルの少なくとも2つのグループを含む放射線検出器アレイ21を含む。放射線検出器アレイ21に配置された複数のピクセルは、例えば、複数の電離箱検出器、シンチレーション検出器、チレンコフ(Cerenkov)カウンター、及び/又は、例えば、シリコン、ゲルマニウム又はダイヤモンドカウンタの半導体検出器のような固体の検出器を含む。本発明は、例えば、赤外線、可視光及び/又は紫外線スペクトラムの光子のような非電離放射線を検出するための放射線撮像センサ基板21上の複数のピクセルを含む放射線イメージセンサ1に関するものでもよいが、本発明の実施形態による、電離放射線を検出するための放射線撮像センサ基板21上の複数のピクセルを含む放射線イメージセンサ1は特に有利である。

20

【0058】

本発明の原理は、可視光画像検出のような非電離放射線にも適用することができるが、当技術分野で知られているような検出器は、屈折、回折及び/又は反射を有利に使用することにより、極端な小型化及び集積化に適している。検出器の小型化と統合は、電離放射線イメージングのために、より大きなスケールに限定され、例えば、電離放射線のフィールドイメージングは、大面積の検出器を必要とする。また、電離放射線は、ピクセル検出器と支持電子機器、例えば、電子読み出し回路モジュール22に損傷を与える可能性がある。電離放射線の検出は、また、医学における用途に関連しており、そこでは、取得された画像の精度、再現性、較正に厳しい要件が課され、イメージングシステムのコンポーネントが容易にメンテナンスしたり交換したりすることが特に有利である。本発明の実施形態の利点は、システムの容易な保守、交換及び/又はアップグレードを可能にするような撮像システム用のモジュール式コンポーネントが提供されることである。

30

【0059】

放射線イメージセンサ21は、ピクセルの線形アレイ、ピクセルの1次元アレイ、ピクセルの2次元アレイ、又はピクセルの3次元アレイであってもよい。放射線検出器アレイ21は、センサアレイに入射する放射の空間分布に対応する複数の電気信号を生成するように構成されていてもよい。例えば、この放射線検出器アレイ21は、複数の電離箱、電離放射線のための固体検出器、線形アレイ、例えば、1次元アレイ、グリッド、例えば、

40

50

2次元アレイ、又は、ボリューム行列、例えば、3次元アレイ、に編成された他の放射線検出器を有する。

【0060】

放射線イメージセンサは、撮像システムにおける使用のために適合させることができる。例えば、このような撮像システムは、被写体を介してX線放射を送信するように構成されたオブジェクトの空間的関係に配置されたX線源を有してもよい。撮像システムは、X線放射線を対応する電気信号、例えば、対応するコネクタに接続したときにプラグイン可能な読み出しモジュール22によって提供されるデジタル出力信号に変換するように構成された放射線イメージセンサを有してもよい。イメージングシステムは、また、オブジェクトの画像表現を形成するために、例えばデジタル出力信号である電気信号を処理する、例えばプロセッサのような処理手段を有してもよい。

10

【0061】

放射線検出器アレイ21は、少なくとも2つのピクセルのグループ33、34を有する。少なくとも2つのピクセルのグループのうちの少なくともいくつかの異なるグループのピクセルは、空間的に混合されてもよい。例えば、第1のグループの全てのピクセルを包囲しながら最小面積を有する凸面全体は、また、第2のグループの少なくともひとつのピクセルを包囲してもよく、例えば、第2のグループのピクセルの一定部分、例えば、少なくとも10%、又は少なくとも25%、例えば、少なくとも50%、又は少なくとも75%、少なくとも90%、又は少なくとも95%を包囲してもよい。少なくとも2つのグループのピクセルのうち少なくともいくつかの異なるグループのピクセルは、少なくとも第1の方法及び第2の方向において、例えば、第1の方向と、第1の方向に略直交する、例えば、第1の方向に直交する第2の方向において空間的に混合される。少なくとも2つのグループのうち少なくともいくつかの異なるグループのピクセルは、ピクセルレベルで空間的に混合されてもよい。例えば、第1のグループの各ピクセルは、別のグループの少なくとも1つの隣接するピクセルを有していてもよい。さらに、第1のグループの各ピクセルは、別のグループ又は他のグループの隣接するピクセルのみを有していてもよい。

20

【0062】

これら少なくとも2つのグループの第1のグループ33内のピクセルの数は、放射線検出器アレイのピクセルの合計数の約半分より少ない又は等しくてもよいが、実施形態はこれに限定されない。例えば、この第1のグループのピクセルの数が、放射線検出器アレイのピクセルの数の55%より少ない又は等しくてもよい。ピクセル33のこの第1のグループは、更にまた、放射線検出器アレイ21上、例えば、放射線検出器アレイの活性領域上、例えば、ピクセルにより覆われた検出器アレイの全面積上に、第1のグループのピクセル33が実質的に均一に分布するように、放射線検出器アレイ上に分散されてもよい。

30

【0063】

更にまた、本発明のいくつかの実施形態では、少なくとも2つのグループのピクセルは、また第2のグループのピクセル34を有してもよく、そこでは、放射線検出器アレイ21上の第2のグループのピクセル34のピクセルが実施的に均一に分布するように、この第2のグループのピクセル34もまた放射線検出器アレイ上に分散される。本発明の実施形態は、また、デバイス1に関し、そこでは、少なくとも2つのグループのピクセルがN個のグループのピクセルを有し、ただし、N>2であり、例えば、3個のグループ、4個のグループ、5個のグループ、6個のグループ、7個のグループ、8個のグループ、9個のグループ、10個のグループ、又はそれ以上の個数のグループであり、各グループのピクセルは、放射線検出器アレイ21上にピクセルのグループを実質的に均一に分布するように、放射線検出器アレイ上に分布される。本発明のいくつかの実施形態による放射線イメージセンサでは、少なくとも2つのグループのピクセルは、放射線検出器アレイ21上の更なるグループのピクセル35のピクセルの集中分布を得るように、放射線検出器アレイ上に分散されているピクセル35のさらなるグループを有してもよい。例えば、更なるグループのピクセル35は、検出器アレイ21の全てのピクセルの集合の幾何学的中心から大きく異なっていてもよい。したがって、特定の対象領域は、更なるグループのピクセ

40

50

ルで覆うようにしてもよい。本発明の例示的な実施形態では、検出器のアレイは、アレイの中央領域における第1のグループと、第1の領域の周辺である第2のグループに分割することができる。これにより、所定の検出器アレイは、第1のグループに対応する読み出し用コネクタにおける読み出しモジュールを設置することにより、小さなフィールドを検出し、第2のグループに対応する読み出し用コネクタにおける読み出しモジュールを設置することにより、大きなフィールドを検出するように構成することができる。用語「更なるグループ」は、ここで参照される「第1のグループ」及び/又は「第2のグループ」が本発明の同じ実施形態に必ず存在することを意味するものではなく、単にピクセルのグループの可能な構成を区別するのに役立つものである。

【0064】

10

放射線イメージセンサ1は、さらに、少なくとも2つのグループのピクセルに対応する少なくとも2つの読み出しコネクタを有する。例えば、第1の読み出しコネクタが動作可能に第1の読み出し集積回路に接続するように適合され、第2の読み出しコネクタが動作可能に第2の読み出し集積回路に接続するように適合されてもよい。本発明の実施形態による放射線イメージセンサ1は、少なくとも1つのプラグイン可能な読み出しモジュール31、32を有してもよく、例えば、放射線イメージセンサ1は1つのプラグイン可能な読み出しモジュール31を有してもよい、少なくとも2つの読み出しコネクタ11、12の各読み出しコネクタは、除去及び/又は交換を可能にするよう、対応するプラグイン可能な読み出しモジュール31、32の機械的な切断を可能にするために適合されてもよい。少なくとも2つの読み出しコネクタ11、12の各読み出しコネクタは、プラグイン可能な読み出しモジュールを受けるための少なくとも1つのソケットを有してもよい。少なくとも2つの読み出しコネクタ11、12は、これらのピクセルに入射する放射線に応答してアレイ21のピクセルによって生成された電気信号を読み出すために適合されてもよい。プラグイン可能な読み出しモジュールは、電気信号を対応するデジタル信号に変換する電子読み出し装置であってもよい。例えば、各電子読み出し回路は、例えば、複数のピクセルの対応するピクセルにより提供される各電気信号のような複数の電気信号を受けるために適合され、例えば、例えば、電子読み出し回路の対応する複数の互いに独立した入力チャネルを介して入力される。各電子読み出し回路は、受信された電気信号のそれを、增幅し、フィルタリングし、及び/又は、デジタル化するように適合されてもよい。各電子読み出し回路は、イメージセンサのフロントエンド読み出しチップであってもよい。プラグイン可能な読み出しモジュール、例えば、電子読み出し回路は、実質的に同一であってもよく、本質的に交換可能である。

【0065】

20

放射線イメージセンサ1は、また、例えば、少なくとも2つの読み出しコネクタの対応する読み出しコネクタに少なくとも2つのピクセルのグループの各々からの電気信号をルーティングするように構成された電気ルーティング回路10を有する。例えば、電気ルーティング回路10は、プリント回路基板(PCB)又は、電子回路基板のような電気回路基板上の電気ルーティング手段を有してもよく、電気回路基板は、例えば、フレキシブル回路基板のような機械的に指示され電気的に接続する電子部品に対する既知の代替物のようなものでもよい。電気ルーティング回路は、基板上及び/又は基板内に設けられた導電性バスを有してもよく、その導電性バスは、2酸化ケイ素又は非導電性ポリマーのような電気絶縁材料の基板上に提供された導電性金属からなるストリップ、バンド、レイヤ及び/又はワイヤのようなものでもよい。これらの導電性バスは、例えば、炭素系導電性材料、例えば、基板上に印刷された導電性カーボンインクを含んでもよい。このような炭素系材料の利点は、良好な電波透明性を達成することができること、例えば、導電性経路が測定されるガンマ線分布のような関心領域の放射線場を大幅に減衰させないことがある。いくつかの実施形態では、電気回路基板の形態の電気ルーティング回路10は、ボンドパッドのような複数のピクセルに電気回路基板を電気的に接続する接続手段18を有してもよい。したがって、電気回路基板は、電気回路基板の接続手段18を放射線撮像センサボード21上の相補的接続手段に電気的に接続するように、放射線撮像センサ基板21に電気

40

50

回路基板を接触させることにより複数のピクセルに操作可能な接続するように適合されてもよい。しかしながら、他の実施形態では、放射線検出器アレイ21と電気ルーティング回路10は、単一の電気回路基板上に集積されてもよい。例えば、複数のピクセルは、ルーティング回路を含む電気回路基板上又は電気回路基板内で統合されてもよい。したがって、電気回路基板は、複数のピクセルと電気ルーティング回路を含む放射線イメージセンサ基板であってもよい。例えば、複数のピクセルは電気回路基板の第1の主面上に設けられていてもよく、一方、信号をピクセルに及びピクセルからルーティングする電気ルーティング手段は、電気回路基板の第2の主面上に設けられ、基板を通過するピアにより、それに接続されてもよい。

【0066】

10

電気ルーティング回路10は、放射線検出器アレイ21に配置された複数のピクセルからの電気信号を複数の読み出しコネクタにルーティングするように適合され、各読み出し用コネクタがプラグイン可能な読み出しモジュール22と共に設けられている。ルーティング手段は、第1の読み出しコネクタに第1のピクセルグループを電気的に接続し、第2の読み出しコネクタに第2のピクセルグループを電気的に接続するように適合されてもよい。これらの電気信号は、そのピクセルに入射する放射線の性質を表すピクセル毎に電気信号を含んでいてもよく、例えば、信号は、その信号が関連するピクセルに対して検出器積分時間の間に受信される放射線のピークエネルギー、平均エネルギー、エネルギー bandwidth幅、強度、及び/又は品質に関する情報を伝える。電気ルーティング回路10は、放射線検出器アレイ21に電気的インターフェースを提供するためのインターポーラ回路であつてもよい。

【0067】

20

電気ルーティング回路10は、複数の電子読み出し回路22に複数のピクセルからの電気信号をルーティングするように適合されてもよい。これらの電子読み出し回路22は、放射線検出器ピクセルの前記アレイ21を読み出すために適合されてもよい。例えば、電子読み出し回路の各電子読み出し回路は、複数の電気信号を受信するために適合されてもよく、例えば、各電気信号は、例えば、電子読み出し回路の対応する複数の互いに独立した入力チャネルを介して、複数のピクセルの対応するピクセルにより提供される。各電子読み出し回路22は、増幅フィルタリングする、及び/又は、受信された各電気信号をデジタル化するように適合されてもよい。例えば、各電子読み出し回路は、イメージセンサのフロントエンド読み出しチップであってもよい。電子読み出し回路22は、並列的に、時間的に連続的に、又はその組合せで、それに接続されたピクセルの読み出しを制御するために適合されてもよい。電子読み出し回路22は、また、それに接続されたピクセルの信号取得を制御するために適合されてもよい。例えば、電子読み出し回路22は、複数の行選択スイッチ、複数のピクセルリセットスイッチ、複数のピクセル電圧電位ソース、及び/又はピクセル信号転送ゲートスイッチを制御するためのコントローラを有してもよい。

【0068】

30

本発明による実施形態では、各読み出しコネクタは、プラグイン可能な読み出しモジュールを受けるように構成されており、ピクセルの各グループ、又はピクセルのグループのサブセットは、対応する少なくとも1つの読み出しコネクタに、少なくとも1つのプラグイン可能な読み出しモジュールを接続することにより選択可能である。特に、各読み出し用コネクタは、プラグイン可能な読み出しモジュールを受けるように構成されてもよく、各プラグイン可能な読み出しモジュール22が実質的に同一であり、例えば、各他のプラグイン可能な読み出しモジュールと本質的に交換可能であってもよい。本発明の実施の形態の利点は、実施形態によるデバイス1が複数の交換可能な電子読み出し回路と組み合わせて動作するように適合できることにあり、例えば、後述するように、より詳細な空間情報の収集に前に割り当てられた読み出し回路によって、粗い空間レベルに関する本質的な情報を提供する読み出し回路の不良品を容易に交換可能にする。

【0069】

40

50

電気ルーティング回路 10 がプラグイン可能な読み出しモジュール 31 に動作可能に接続するための第 1 の読み出しコネクタ 11 を有してもよい。例えば、複数のプラグイン可能な読み出しモジュール 22 は、アレイ 21 の粗い解像度読み出しを提供するための少なくとも 1 つの第 1 の集積回路 31 を含んでもよい。電気回路基板 10 は、また、第 2 のプラグイン可能な読み出しモジュール 32 に動作可能に接続するための第 2 の読み出しコネクタ 12 を有してもよい。例えば、粗い解像度読み出しと組み合わせた場合、複数の電子読み出し回路 22 は、アレイ 21 の詳細な読み出しを提供する少なくとも 1 つの第 2 のプラグイン可能な読み出しモジュール 32 を有してもよい。

【0070】

例えば、第 1 及び / 又は第 2 の読み出し用コネクタ 11、12、又は本明細書において以下に説明する更なる読み出し用コネクタは、読み出し集積回路の対応する少なくとも 1 つを受けるための少なくとも 1 つのソケットを有してもよい。例えば、読み出し用コネクタは、1 つ又はそれ以上の読み出し集積回路、例えば読み出しチップを受け入れるための 1 つ又はそれ以上のソケットを備えていてもよい。各読み出しチップは、読み出しコネクタに差し込むことができるチップモジュールを形成するために PCB 上に実装されてもよい。少なくとも 1 つの読み出し集積回路に動作可能に接続するように適合されるような読み出しコネクタを実装するための他の手段は、当業者の能力の範囲内であり、例えば、はんだバンプ、ボンドパッド及び / 又はワイヤプラグを含んでもよい。

【0071】

しかしながら、特に有利な実施形態では、第 1 及び / 又は第 2 の読み出しコネクタ 11、12、又は、以下にさらに説明する更なる読み出しコネクタ 13、14 は、その取り外し及び交換を可能にするように、対応する少なくとも 1 つの読み出し集積回路を、機械的に切断することを可能にするために適合されてもよい。例えば、モジュール設計では、単にチップモジュールを読み出しコネクタに抜き差しすることによって、読み出し集積回路を追加し、又は、システムから除去することができる。これは、欠陥部品を容易に交換可能にするという更なる利点を有する。

【0072】

第 1 の読み出しコネクタ 11 は、イメージセンサの低解像度読み出しを提供する少なくともひとつ読み出し集積回路 31 に動作可能に接続するように適合されてもよく、そこでは、低解像度は、例えば、複数のピクセルのピクセルピッチにより決定されるように、イメージセンサにより得ることができる最大空間解像度よりも実質的に低い空間解像度のことである。最大空間解像度よりも実質的に低い空間解像度は、例えば、ピクセルアレイの少なくとも 1 つの方向の最大空間分解能の半分、又はそれより低く、例えば、ピクセルアレイの少なくとも 1 つの方向の最大空間分解能の 1/3、又は、ピクセルアレイの少なくとも 1 つの方向の最大空間分解能の 1/4 であってもよい。また、最大空間解像度よりも実質的に低い空間解像度は、例えば、ピクセルアレイのすべての主方向に対する最大空間分解能の半分、又はそれよりも低くてもよい。

【0073】

電気回路基板 10 は、また、放射線検出器アレイの第 1 の複数のピクセル 33 を第 1 の読み出しコネクタ 11 に電気的に接続し、放射線検出器アレイの第 2 の複数のピクセルを第 2 の読み出しコネクタ 12 に電気的に接続する電気ルーティング手段 19 を有する。例えば、電気的なルーティング手段は、例えば、アレイの各ピクセルに接続するためのボンドパッドとそれに対応する読み出しコネクタから、各ピクセル間で信号をルーティングするために電気回路基板内に及び / 又は電気回路基板上に設けられた導電路を有してもよい。第 1 の複数のピクセルと第 2 の複数のピクセルは、放射線検出器アレイのピクセルの全体集合を分割して形成してもよい。しかし、本明細書で更に以下説明するように、電気ルーティング手段 19 は、また、放射線検出器アレイの少なくとも 1 つのさらなる複数のピクセル 34, 35 を対応する少なくとも 1 つの更なる読み出しコネクタ 13、14 に電気的に接続するように適合されてもよい。そのような場合には、第 1 の複数のピクセルと第 2 の複数のピクセルと全てのさらなる複数のピクセルは、放射線検出器アレイの全体集合

10

20

30

40

50

の分割を形成してもよい。したがって、電気ルーティング手段は、第1の読み出しコネクタ、第2の読み出しコネクタ又は少なくとも1つのさらなる読み出しコネクタの正確に1つの読み出しコネクタに放射線検出器アレイの各ピクセルを接続するように適合されてもよい。

【0074】

第1の複数のピクセル33の数は、放射線検出器アレイのピクセルの数の約半分以下であり、第1の複数のピクセルは、第1の複数のピクセルが実質的に均一な分布、例えば、放射線検出器アレイの領域にわたって、ピクセルの離散的な性質によって適応され得る限りの均一な分布を得るように、放射線検出器アレイ上に分散されている。例えば、第1の複数のピクセル33は、放射線検出器アレイの活性領域上のピクセルの第1の複数のピクセルの実質的に均一な密度が得られるように、放射線検出器アレイの他のピクセルとの間で分散されてもよい。したがって、画像は、第1の複数のピクセル33のみを用いて放射線検出器アレイのほぼ全域にわたって得ることができ、例えば、少なくともひとつの第1の読み出し集積回路31を用いて検出器アレイを読み出すのみにより得ができる。したがって、アレイは、第1の少なくとも1つの読み出し集積回路を第1の読み出しコネクタに接続することにより低解像度で動作させることができ、したがって、より高い空間分解能が必要とされない場合には、第2の少なくとも1つの読み出し集積回路を接続するコストを回避することができる。更に、読み出し集積回路において故障が発生した場合、他の読み出し集積回路は依然として全検出器領域上の有用な画像を、低減された空間分解能を犠牲にして、提供することができる。第1の少なくとも1つの集積回路はそのような減少した空間分解能を提供し、第2の少なくとも1つの集積回路が故障であることは明らかである。しかし、第1の複数のピクセル33は、前記放射線検出器アレイの領域上に第1の複数のピクセルの実質的に均一な密度を得るように、アレイの他のピクセルとの間で分配され、また、第1の複数のピクセルに割り当てられていないピクセルは、放射線検出器アレイの領域上に第1の複数のピクセルの実質的に均一に分配されている。したがって、第1の少なくとも1つの集積読み出し回路の故障は、全ての読み出しコネクタが対応する少なくとも1つの統合読み出し回路に接続されるとき、例えば、全てのコネクタソケットが読み出しチップに提供されているとき、空間分解能のコストで補償することができる。

【0075】

本発明の実施形態による複数の電子読み出しコネクタ11、12に放射線検出器アレイ21に配置された複数のピクセルから電気信号をルーティングするための例示的な電気ルーティング回路10が、図2に示されている。

【0076】

この例示的な実施形態では、放射線検出器アレイはリニアアレイであり、例えば、複数のピクセルが1次元の線に沿って配置されている。しかし、本発明の実施形態は、例えば、図1、3、4に示された2次元アレイにより示されているように、1次元配列に限定されるものではない。本発明の他の実施形態は、例えば、ピクセルが列と行に配置された、2次元アレイに関してもよく、例えば、ピクセルが列、行及び積層に配置された、3次元アレイに関してもよい。ピクセルの数は、一般に、アレイの次元で急激に増加するので、本明細書の背景技術の項で既に論じたように、2次元又は3次元のアレイに関する本発明の実施形態は、例えば、アプリケーション固有の要件によって決定されるような読み出し電子回路のコストの管理において、特に有利である。

【0077】

この実施例では、第1の複数のピクセル33の数は、放射線検出器アレイのピクセル数の半分以下であり、例えば、ピクセルの数は半分と同じであってもよく、第1の複数のピクセルは、第1の複数のピクセルの実質的に均一な分布が得られるように、放射線検出器アレイ上に分布される。例えば、図示するように、第1の複数のピクセル33と第2の複数のピクセル34は交互であってもよい。したがって、アレイは、第1の読み出しコネクタに第1の少なくとも1つの読み出し集積回路を接続することにより、低解像度で動作さ

10

20

30

40

50

せることができる。本発明による実施形態では、第2の複数のピクセル34の数は、放射線検出器アレイのピクセルの数の半分でもよく、第2の複数のピクセルは、第2の複数のピクセルの実質的に均一な分布が得られるように、放射線検出器アレイ上に分散されてもよいことに留意されたい。したがって、デバイスは、低解像度の画像を取得することができ、例えば、第1の少なくともひとつの読み出し集積回路31、又は第2の少なくともひとつある読み出し集積回路32のみを使用して、検出器アレイの達成可能な最大の空間分解能の半分の画像を取得することができ、一方、両方を使用してフル解像度の画像を取得することができる。したがって、デバイスは、カスタマイズを提供することができ、例えば、以前に設置されなかった少なくとも1つの読み出し集積回路を設置することによって、解像度のアップグレードを容易に達成することができ、例えば、少なくとも1つの読み出し集積回路のいずれかの障害が低解像度を提供するフェールセーフモードを提供することができる。

【0078】

本発明の実施形態による電気ルーティング回路10は、複数の電子読み出し回路22の少なくとも1つの読み出し集積回路に動作可能に接続するための少なくとも1つの更なる読み出しコネクタ13、14を有してもよい。更に、電気ルーティング手段19は、放射線検出器アレイ21の電気的に対応する少なくとも1つの更なる複数のピクセル35、36を対応する少なくとも1つの更なるひとつの読み出し集積回路に電気的に接続するように適合させている。例えば、図3及び図4は、2次元アレイの複数のピクセルを、それぞれ4つの読み出しコネクタ11、12、13、14にルーティングするための2つの典型的なスキームを示し、例えば、これら実施例において、少なくとも1つの更なる複数のピクセルは、第3の複数のピクセル、第4の複数のピクセルのそれぞれを参照してもよい。なお、この数は単なる例示であり、本発明の実施形態は、更なる複数のピクセルが任意の数を有してもよいことは、当業者によって理解されるであろう。

【0079】

図3、図4の実施例から分かるように、本発明の放射線センサのルーティング回路は、読み出しコネクタ11、12、13、14が、放射線検出器アレイが配置されている領域から離れた位置に配置されるように設計されてもよい。これにより、読み出しモジュールは、放射線センサが使用されているときに出射される放射線の外側となる。これは、読み出しモジュールの電子回路が放射線によって損傷することを防ぐことができる。放射線検出器21アレイと読み出しコネクタ11、12、13、14との間の距離は、用途のニーズに応じて適合させることができる。

【0080】

本発明の実施形態による電気回路により検出器アレイのピクセル信号をルーティングするための第1の可能なスキームは、図3に示されている。例えば、放射線検出器アレイは、より大きな2次元アレイのためのモジュールであってもよい。モジュールは、例えば、512個のピクセルを有し、例えば、 16×32 ピクセルのマトリクスを搬送してもよい。ピクセルは、各々が128個の入力チャネルを有する、チップ#1(Chip #1)からチップ#4(Chip #4)と呼ばれる4つのチップによって読み出されてもよい。各チップは、センサモジュール上のコネクタに差し込むことができるチップモジュール上に実装されてもよい。

【0081】

モジュールの各ピクセルの電気信号は、例えば、この例示的なモジュールの行が上から下に1~16の番号が付けられ、モジュールの列が左から右へ32に1の番号が付けられ場合、第1の複数のピクセル33が奇数行インデックスと奇数列インデックスの両方を有する放射線検出器アレイの全てのピクセルを有する、本発明の実施形態に係る電気回路基板10によってルーティングされる。したがって、本発明の実施形態では、第1の複数のピクセルは、第1の複数のピクセルが隣接する対のピクセルを含まないように配置されていてもよい。

【0082】

10

20

30

40

50

本発明による実施形態では、第1の複数のピクセルの各ピクセルは、放射線検出器アレイ21のピクセルピッチの所定の整数k(>1)倍である第1の複数のピクセルの最も近い隣接するピクセルと所定の距離を有する。例えば、kは、2、3、4、5であってもよく、又はそれ以上、例えば8、10、15、20であってもよい。

【0083】

同様に、第2の複数のピクセル34は、偶数行インデックス及び偶数列インデックスを有する放射線検出器の全てのピクセルを含んでもよく、一方、第3の複数のピクセル35と第4の複数のピクセル36は、偶数行インデックス及び奇数列インデックスと、奇数行インデックス及び偶数列インデックスとを、それぞれ、同時に有する放射線検出器の全てのピクセルを含んでもよい。従って、本発明の実施形態において、第1の複数のピクセル、第2の複数のピクセル、及び/又は任意の複数のピクセル、又は少なくともひとつの更なる複数のピクセルは、第1の複数のピクセル、第2の複数のピクセル、及び/又は任意の複数のピクセル、又は少なくともひとつの更なる複数のピクセル内で、隣接するピクセルの対が含まれないように配置されてもよい。

10

【0084】

この実施例では、スマート信号ルーティングは、アレイの空間分解能をシステムへの読み出しチップを追加することによって改善させる意味で提供され、いくつかの組み合わせが可能である。例えば、第1の少なくとも1つの読み出し集積回路31、例えば、チップ#1が使用される場合、空間分解能は、水平方向と垂直方向で2-L、対角線に沿って2.8-L、とすることができます。ただし、Lは検出器アレイ21のピクセルピッチである。これは低成本の解決策と考えられる。

20

【0085】

しかしながら、第1及び第2の少なくとも1つの読み出し集積回路31、32の両方が使用される場合、例えば、例えばチップ#1と#2が一緒に使用される場合、対角線に沿ったピッチは、1.4-Lに減少される。第1及び第3の少なくとも1つの読み出し集積回路31、33、例えば、チップ#1と一緒にチップ#3は、ピッチの低減を水平方向でしまで可能にし、一方、第1及び第4の少なくとも1つの読み出し集積回路31、34、例えば、チップ#1と一緒にチップ#4は、ピッチの低減を垂直方向でLまで可能にする。最終的に、全て読み出し集積回路が設置されて使用される場合、ピッチは、水平方向及び垂直方向でL、対角線に沿って1.4-Lとなり、これはハイエンドの解決策となる。

30

【0086】

図4には、本発明の実施形態による電気回路によって検出器アレイのピクセル信号をルーティングするための第2の可能なスキームが示されている第1の複数のピクセル33は、複数の奇数行インデックス及び奇数列インデックスの両方を有する放射線検出器アレイのすべてのピクセルを含んでもよい。したがって、本発明の実施形態では、第1の複数のピクセルは、第1の複数のピクセルが隣接するピクセルの対を含まないように配置されてもよい。しかしながら、前の例示的な構成とは異なり、これは、第2、第3及び第4の複数のピクセルには適用されない。ここでは、検出領域が、各ゾーンが第2、第3、第4の複数のピクセル34、35、36のひとつに対応する、連続する複数のゾーンに分割されてもよい。例えば、電気ルーティング手段19を用いて既には第1の読み出し用コネクタ11に接続されていない各ゾーン内のピクセルは、特定のゾーンに対応するように第2、第3又は第4の読み出しコネクタ12,13,14に接続されてもよい。

40

【0087】

この例では、スマート信号ルーティングは、アレイの空間分解能がシステムへの読み出しチップを追加することによって局所的に改善することができるという意味で、提供され、そしていくつかの組み合わせが可能である。例えば、第1の少なくとも1つの読み出し集積回路31、例えばチップ#1が使用される場合、空間分解能は、水平方向と垂直方向で2-Lとなり、対角線に沿って2.8-Lとなる。ただし、Lは検出器アレイ21のピクセルピッチである。これは、低成本の解決策と考えてもよい。

【0088】

50

しかしながら、第1の少なくとも1つの読み出し集積回路31が、第2、第3又は第4の少なくとも1つの読み出し集積回路32、33、34と組み合わされている場合、ピッチは、水平及び垂直方向に沿ってLまで改善され、対角線に沿って1.4Lまで改善されるが、第2、第3又は第4の少なくとも1つの読み出し集積回路に対応する配列の特定の領域においてのみ用いられる。全て読み出し集積回路が設置されて使用される場合、完全なアレイの活性領域にわたって、ピッチは、水平及び垂直方向でLであり、対角線に沿って1.4-Lとなる。これは、ハイエンドな解決策と考えられる。

【0089】

図6は本発明の他の例示的な実施形態を示し、それは、放射線検出器アレイのピクセルの少なくとも2つのグループが分離された5個のピクセルのグループを含む。第1のグループ61と第2のグループ62は、検出器の中央領域上で、第1の方向と第2の方向の両方で空間的に混合されている。第3のグループ63は、広い領域にわたって検出範囲を広い領域に拡張するための線形水平アレイと線形垂直アレイを含む。第4の複数のピクセルのグループ64は、第3のグループ63と第4のグループ64を組合せて選択することにより第3のグループ63の空間分解能を向上させるように、第3の複数のピクセルのグループ63と共に散在している。

【0090】

第2の態様において、本発明は、放射線イメージセンサ、例えば、本発明の第1の態様の実施形態による放射線イメージセンサを構成するための方法に関する。この方法は、なくとも2つのピクセルのグループと、少なくとも2つのピクセルのグループに対応する少なくとも2つの読み出しのコネクタを有する放射線検出器アレイを提供するステップを含む。この方法は、さらに、少なくとも2つの読み出しコネクタの対応する読み出しコネクタに少なくとも2つのピクセルのグループの各々からの電気信号をルーティングするステップを含む。この方法は、また、少なくとも2つのピクセルのグループのグループ又はグループのサブセットが選択されるように、少なくとも2つの読み出しコネクタの対応する少なくとも1つの読み出しコネクタに少なくとも1つのプラグイン可能な読み出しモジュールを接続するステップを含む。

【0091】

本発明の実施形態による放射線イメージセンサを構成するための方法は、例えば、空間分解能要件に応じて、放射線イメージセンサを構成するための方法であってもよい。空間分解能要件は、例えば、放射線イメージセンサの活性領域全体にわたって所望の最小空間解像度であってもよい。しかしながら、空間分解能要件は、放射線イメージセンサ上の位置の関数として定義された所望の最小の空間分解能であってもよい。本発明の実施形態による放射線イメージセンサを構成するための方法は、例えば、検出器領域の要件、例えば、視野要件に応じて、放射線イメージセンサを構成するための方法であってもよい。

【0092】

図5に、本発明の実施形態による例示的な方法100を示す。この方法100は、少なくとも2つの複数のピクセルのグループ33、34と、少なくとも2つの複数のピクセルのグループ33、34に対応する少なくとも2つの読み出しコネクタ11、12を有する放射線検出器アレイ21を提供するステップ102を有してもよい。放射線検出器アレイ21を提供するステップ102は、少なくともいくつかの異なる複数のピクセルのグループと、少なくとも2つの複数のピクセルのグループが空間的に混在しているような検出器アレイ21を提供するステップを含んでもよい。放射線検出器アレイ21を提供するステップ102は、少なくとも2つの複数のピクセルのグループが、放射線検出器アレイ21のピクセル数の約半分以下の数のピクセルからなる第1の複数のピクセルのグループ33を有し、第1の複数のピクセルのグループ33が、放射線検出器アレイ21上で第1の複数のピクセルのグループ33が実質的に均一な分布するように放射線検出器アレイ上に分布されるような検出器アレイ21を提供するステップを含んでもよい。

【0093】

この方法100は、また、少なくとも2つの読み出しコネクタ11、12の対応する読

10

20

30

40

50

み出しコネクタに少なくとも 2 つのピクセルのグループ 3 3、3 4 のそれぞれから電気信号をルーティングするステップ 104 を有する。例えば、この方法は、放射線検出器アレイ 21 の第 1 の複数のピクセル 33 によって生成された電気信号を第 1 の読み出しコネクタ 11 にルーティングするステップを有し、そこでは、第 1 の複数のピクセル 33 のピクセルの数が放射線検出器アレイ 21 のピクセルの数の約半分以下であり、第 1 の複数のピクセルのグループ 33 が、放射線検出器アレイ 21 の活性領域上で第 1 の複数のピクセルのグループ 33 が実質的に均一に分布するように放射線検出器アレイ上で分布される。この電気信号をルーティングするステップ 104 は、第 2 の複数のピクセル 34 によって生成された電気信号を第 2 の読み出しコネクタ 12 にルーティングするステップを含んでもよい。

10

【 0094 】

この方法は、また、少なくとも 2 つのピクセルのグループのうちのひとつのグループ又はグループのサブセットが選択されるように、少なくとも 1 つのプラグイン可能な読み出し部 31、32 を少なくとも 2 つの読み出しコネクタ 11 の接続された対応する少なくとも 1 つの読み出しコネクタに接続するステップを有する。この接続するステップ 106 は、例えば、少なくともひとつの読み出し集積回路を第 1 の読み出しコネクタ及び/又は第 2 の読み出しコネクタに接続するステップを含み、この接続するステップは、空間分解能又は検出器領域の要件を考慮する。例えば、検出器の全領域にわたる所望の最小の空間分解能が、放射線検出器アレイ 21 の活性領域上の第 1 の複数のピクセル 33 の均一な分布により提供される空間分解能以下である場合、読み出し集積回路は第 1 の読み出しコネクタに接続されてもよいし、いかなる読み出し集積回路が第 2 の読み出しコネクタに接続されてもよい。しかしながら、所望の空間分解能が、放射線検出器アレイ 21 の活性領域上の第 1 の複数のピクセル 33 の均一な分布によって与えられるこの空間解像度よりも高い場合、読み出し集積回路は、第 1 と第 2 の読み出しコネクタの両方に接続してもよい。

20

【 0095 】

1 つ又はそれ以上の読み出しチップを除去することにより、空間分解能は、検出器アレイの少なくとも一部で減少させることができる。したがって、放射線イメージセンサの機能性と使いやすさを損なうことなく、空間分解能や視野を本発明の実施形態に従って容易に再構成することができる。

30

【図1】

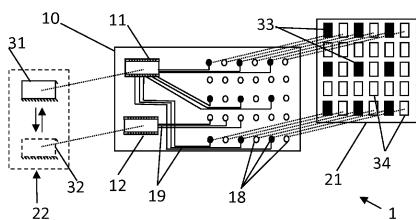


FIG. 1

【図3】

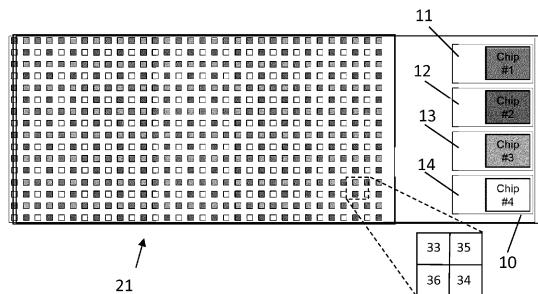


FIG. 3

【図2】

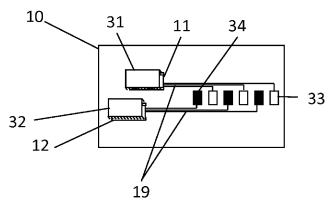


FIG. 2

【図4】

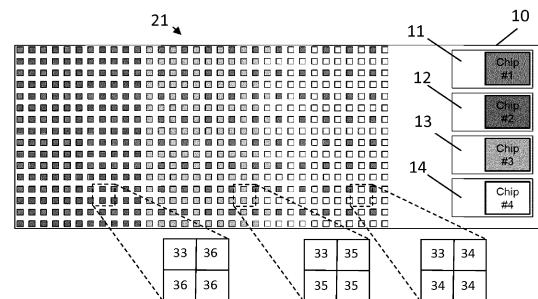


FIG. 4

【図5】

- 100 →
- 102—放射線検出器アレイを提供する
- 104—ピクセルのグループから読み出しこネクタに信号をルーティングする
- 106—プラグイン可能な読み出しこネクタに読み出しこネクタに接続する

FIG. 5

【図6】

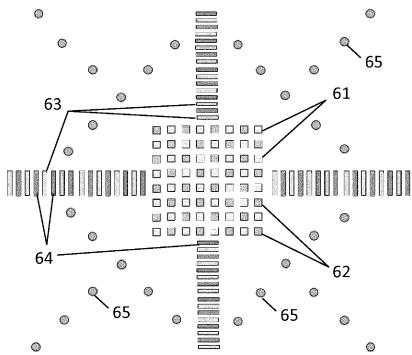


FIG. 6

フロントページの続き

(72)発明者 トニオ , ミシェル

ベルギー , ピー - 1348 ルーベン - ラ - ニューブ , チェミン ドゥ チズクロトロン 3 ,
イオンピーム アプリケーションズ , エス . エー . 内

(72)発明者 フリードル , フリードリヒ

ベルギー , ピー - 1348 ルーベン - ラ - ニューブ , チェミン ドゥ チズクロトロン 3 ,
イオンピーム アプリケーションズ , エス . エー . 内

審査官 藤本 加代子

(56)参考文献 特開2013-157793 (JP, A)

特開2007-203063 (JP, A)

特開2006-271721 (JP, A)

国際公開第2013/065645 (WO, A1)

国際公開第2004/064385 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 01 T 1 / 00 - 1 / 16

G 01 T 1 / 167 - 7 / 12

A 61 B 6 / 00