(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112673286 B
(45)授权公告日 2024.11.01

(21)申请号 201980059041.9
(22)申请日 2019.08.29
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112673286 A
(43)申请公布日 2021.04.16
(30)优先权数据
18193337.5 2018.09.10 EP
19154188.7 2019.01.29 EP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.03.10
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2019/073103 2019.08.29
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/052987 EN 2020.03.19

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司
地址 荷兰艾恩德霍芬
(72)发明人 J·W·M·雅各布斯
(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司 72002
专利代理师 刘兆君

(51)Int.Cl.
G01T 1/20(2006.01)
G01T 1/24(2006.01)
(56)对比文件
US 2017200762 A1,2017.07.13
US 2010282972 A1,2010.11.11
US 2015276939 A1,2015.10.01
US 2015331115 A1,2015.11.19
审查员 王浩洋

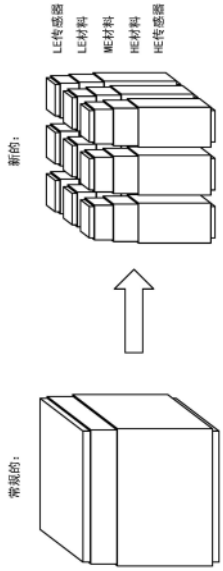
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

双传感器子像素辐射探测器

(57)摘要

本发明涉及一种辐射探测器(1000),其包括:两个衬底(1100),其中,所述两个衬底中的每个衬底包括传感器(1110),其中,每个传感器包括电子阵列电路(1112),所述电子阵列电路包括数据读出像素(DRP)的阵列并被配置为获取由于暴露于辐射而产生的图像数据,所述图像数据以矩阵形式提供与数据读出像素(DRP)的阵列相对应的数据结构;其中,每个传感器包括电子像素电路(1114)的阵列,其中,每个电子像素电路被分配给数据读出像素的阵列的至少一个像素;其中,每个电子像素电路(1114)包括:分配的信号元件(1114-SE)的阵列;以及对应的分配的辐射转换元件(1114-RCE)的阵列;其中,每个分配的信号元件与一个对应的分配的辐射转换元件一起形成一个子像素(SP);其中,每个电子像素电路(1114)被配置为接收来自分配的信号元件的阵列的每个分配的信号元件的子像素数据信号以生成像素数据;其中,所述电子阵列电路被配置为接收来自每个电子像素电路的所述像素数据,以便获取所述图像数据;并且其中,两个传感器至少部分地等距地彼此面对。



CN 112673286 B

1.一种辐射探测器(1000),包括:

两个衬底(1100),

其中,所述两个衬底中的每个衬底包括传感器(1110),

其中,每个传感器(1110)包括电子阵列电路(1112),所述电子阵列电路(1112)包括数据读出像素(DRP)的阵列并被配置为获取由于暴露于辐射而产生的图像数据,所述图像数据以矩阵形式提供与数据读出像素(DRP)的阵列相对应的数据结构;

其中,每个传感器(1110)包括电子像素电路(1114)的阵列,其中,每个电子像素电路(1114)被分配给数据读出像素(DRP)的阵列的至少一个像素;

其中,每个电子像素电路(1114)包括:

i)分配的信号元件(1114-SE)的阵列;以及

ii)对应的分配的辐射转换元件(1114-RCE)的阵列;

其中,每个分配的信号元件(1114-SE)与一个对应的分配的辐射转换元件(1114-RCE)一起形成一个子像素(SP);

其中,每个电子像素电路(1114)被配置为接收来自分配的信号元件(1114-SE)的阵列的每个分配的信号元件(1114-SE)的子像素数据信号以生成像素数据;

其中,所述电子阵列电路(1112)被配置为接收来自每个电子像素电路(1114)的所述像素数据,以便获取所述图像数据;并且

其中,两个传感器(1110)至少部分地等距地彼此面对,

其中,至少两个子像素(SP)是以下子像素(SP):在所述子像素之间具有不同尺寸和/或不同大小和/或不同距离间隙和/或不同辐射转换材料和/或不同材料成分。

2.根据权利要求1所述的辐射探测器,

其中,辐射吸收元件(1114-RAE)被提供在所述两个衬底(1100)的所述两个传感器(1110)中的至少一个传感器的所述辐射转换元件(1114-RCE)的至少部分之间。

3.根据权利要求1或2所述的辐射探测器,

其中,所述分配的信号元件(1114-SE)中的至少一个分配的信号元件是光电二极管,并且所述辐射转换元件(1114-RCE)中的至少一个辐射转换元件包括在闪烁体方面的辐射转换材料;其中,所述辐射转换材料的成分和/或所述辐射转换材料的厚度在至少两个子像素(SP)之间变化。

4.根据权利要求3所述的辐射探测器,

其中,在要被分配给一个传感器像素的所述至少两个子像素(SP)之间变化的所述辐射转换材料的所述成分是以下各项中的至少一项:i)所述辐射转换材料的掺杂水平,ii)掺杂材料,和/或iii)掺杂材料的组合。

5.根据权利要求3所述的辐射探测器,

其中,所述辐射转换材料是:碘化铯,任选地掺杂有铊;碘化镥,任选地掺杂有铈;硫氧化钆,任选地掺杂有铽或者任选地掺杂有镨;钨酸钙;氧化正硅酸镥钇;碘化钠;硫化锌;镥钆镓石榴石;钇铝石榴石或氧化铋锗或钙钛矿。

6.根据权利要求1或2中的任一项所述的辐射探测器,

其中,所述分配的信号元件(1114-SE)中的至少一个分配的信号元件是导电电极,并且所述辐射转换元件中的至少一个辐射转换元件是光电导体,其中,所述光电导体的成分和/

或所述光电导体的厚度在至少两个子像素(SP)之间变化。

7.根据权利要求6所述的辐射探测器,

其中,在要被分配给一个传感器像素的至少两个子像素(SP)之间变化的所述光电导体的所述成分是以下各项中的至少一项:i)所述光电导体的掺杂水平,ii)掺杂材料,和/或iii)掺杂材料的组合。

8.根据权利要求6所述的辐射探测器,

其中,所述光电导体是以下各项中的至少一项:i)非晶硒,ii)碲锌镉,iii)碲化镉,iv)钙钛矿,v)砷化镓,vi)碘化汞,vii)氧化铅,viii)溴化铊,以及ix)嵌入有机基质中的无机光电导体纳米颗粒。

9.根据权利要求1或2所述的辐射探测器,

其中,所述子像素(SP)被布置为以下子像素的非均匀分布:所述不同尺寸的所述子像素(SP)和/或所述不同大小的所述子像素(SP)和/或具有所述不同距离间隙和/或所述不同辐射转换材料的所述子像素(SP)和/或在所述子像素(SP)之间具有所述不同材料成分。

10.根据权利要求1或2所述的辐射探测器,

其中,数据读出像素(DRP)的阵列是一维阵列或二维阵列。

11.根据权利要求1或2所述的辐射探测器,

其中,所述子像素(SP)被配置为提供空间分辨率、谱能量分辨率或动态范围或谱能量范围。

12.根据权利要求1或2所述的辐射探测器,

其中,所述衬底(1100)中的至少一个衬底包括平坦的或基本平坦的或弯曲的形状。

13.根据权利要求1或2所述的辐射探测器,

其中,所述衬底(1100)中的至少一个衬底包括硅、玻璃或聚合物箔。

双传感器子像素辐射探测器

技术领域

[0001] 本发明涉及基于混合探测技术的探测器,特别地,本发明涉及双传感器子像素辐射探测器。

背景技术

[0002] 近年来,出现了新的和先进的X射线和计算机断层摄影CT应用,它们需要先进的成像特征,例如,谱,还有“多能量”成像、更高的动态范围和更高的空间分辨率。

[0003] 先进的X射线和CT应用的示例是例如谱CT、谱X射线、差分相衬成像、DPCI、暗场X射线成像、DAX以及所谓的多模态XSPECT成像、SPECT的集成产品(单光子发射计算机断层摄影)以及用于提供清晰的临床细节和准确的疾病测量的图像重建期间的CT数据。

[0004] 当前的X射线和CT探测器性能有限,无法满足要求的规格水平,导致无法以可接受的成本水平启用这些新的应用。

[0005] US 2002/054954 A1描述了一种用于探测电磁辐射的多维探测器阵列,其中,制造了层复合材料,其具有传感器层和载体层,传感器层具有对辐射敏感的材料。

[0006] US 2010/0282972 A1描述了一种用于探测辐射的间接辐射探测器,所述探测器包括:像素阵列,每个像素被细分成至少第一子像素和第二子像素,每个子像素具有平行于像素阵列的表面平面的横截面面积。

[0007] US 2017/0200762 A1公开了通过使用标准的硅半导体处理材料和技术以及通过转换材料与屏蔽材料的集成而得到的额外功能化形成的辐射探测器的弯曲的柔性阵列。所得到的柔性阵列能够被处理、集成、进一步功能化以及部署用于常规传感器无法为其提供期望功能、外形尺寸和/或可靠性的各种各样的应用。

[0008] US 2010/0282972 A1公开了一种用于探测辐射的间接辐射探测器(例如,用于医学成像系统的辐射探测器)。该探测器具有像素的阵列,每个像素至少被细分成第一子像素和第二子像素。每个子像素具有平行于阵列的表面平面的横截面面积。第一子像素的横截面面积不同于(例如小于)第二子像素的横截面面积,以提供动态范围的可探测通量密度。

[0009] WO 2014/087295 A1公开了一种探测器阵列,该探测器阵列包括至少一个探测器像素,该至少一个探测器像素具有限定三维体积的腔体。该腔体的表面包括至少两个光敏区域以及在这至少两个光敏区域之间的非光敏区域,从而限定至少两个子像素,这至少两个子像素探测在三维腔体内横穿的光子并产生指示该光子的相应信号。

发明内容

[0010] 可能需要克服现有的X射线探测器的实施方式中的缺点。

[0011] 独立权利要求的主题满足了这种需求。根据从属权利要求和以下描述,其他示例性实施例是显而易见的。

[0012] 本发明的第一方面涉及一种辐射探测器。所述辐射探测器包括两个衬底,其中,所述两个衬底中的每个衬底包括传感器,其中,每个传感器包括电子阵列电路,所述电子阵列

电路包括数据读出像素的阵列并被配置为获取由于暴露于辐射而产生的图像数据,所述图像数据以矩阵形式提供与数据读出像素的阵列相对应的数据结构。

[0013] 对于本辐射探测器,每个传感器包括电子像素电路的阵列,其中,每个电子像素电路被分配给数据读出像素的阵列的至少一个像素;其中,每个电子像素电路包括:i)分配的信号元件的阵列;以及ii)对应的分配的辐射转换元件的阵列。

[0014] 每个分配的信号元件与一个对应的分配的辐射转换元件一起形成或者定义一个子像素;其中,每个电子像素电路被配置为接收来自分配的信号元件的阵列的每个分配的信号元件的子像素数据信号以生成像素数据;其中,所述电子阵列电路被配置为接收来自每个电子像素电路的所述像素数据,以便获取所述图像数据;并且其中,两个传感器至少部分地等距地彼此面对。

[0015] 本发明有利地使用了用于医学成像的谱探测器,其特征在于优异的能量分辨率和空间分辨率,并且同时几乎完全吸收所有入射的X射线,即,吸收能量占入射在探测器上的宽X射线谱中的能量总和的分数接近于100%。

[0016] 当前的谱双层探测器主要包括由一种类型的“低能量”(缩写为LE)闪烁体层和一种类型的“高能量”(缩写为HE)闪烁体层构成的像素。在探测器内,这些闪烁体层同时分离并放置LE X射线光子和HE X射线光子,从而使得能够同时创建匹配的谱图像和常规的非谱图像,例如还能够进行3D重建。

[0017] 任选地,LE闪烁体层和HE闪烁体层由中间滤波层分隔开,该滤波层吸收特定的“中等能量”(缩写为ME)X射线,以便提高LE图像与HE图像之间的谱能量分离。

[0018] 本发明提供了一种具有以下优点的双传感器子像素辐射探测器,并且特别解决了谱X射线探测器和谱CT探测器的以下特定问题:

[0019] 本发明提供了解决关于能量分辨率差的缺点。与基于新颖的X射线生成、kV切换或双源的谱CT系统相比,基于双层探测器的系统可以为某些特定的成像应用提供更低的能量分辨率或谱区分能力。

[0020] 本发明通过在单个像素中组合多种不同的LE辐射转换材料和HE辐射转换材料和ME滤波器(甚至具有不同厚度)来提高探测器的能量分辨率。

[0021] 本发明提供了解决关于空间分辨率差的缺点。通常,由于由X射线吸收生成的光学光子的横向扩散,空间分辨率随着闪烁体层厚度(X射线吸收)的增大而降低。

[0022] 因此,这主要适用于双层X射线探测器,例如,所谓的欧洲H2020 ICT光子学驱动项目“下一代X射线成像系统”NEXIS,基于LE闪烁体和HE闪烁体对介入X射线成像系统的图像质量和功能方面的光子学驱动的改进。碘化铯、陶瓷型GOS闪烁体具有有限的空间分辨率,在闪烁体层较厚的情况下尤其如此,这是在医学应用中充分吸收X射线(>80%)所必需的。即使在非常厚的闪烁体层上,由小闪烁体件构成的高纵横比子像素的设计方案也可以提供优异的空间分辨率。

[0023] 本发明有利地提供了关于剂量损失的问题的解决方案。谱NDT和安全成像应用有时会在与读出传感器连接的单个层中使用由具有不同闪烁体或光电导体类型的像素组成的单层或单个层探测器。

[0024] 然而,由于入射在探测器上的X射线谱的相对较大的部分没有被吸收(即,会发生不可接受的剂量损失),因此这些方案不适合用于医学成像。对于多件式单层或单个层探测

器也是如此。当前的本发明的双传感器方法提供了选择不同闪烁体光电导体组合的可能性,使得针对每个子像素的X射线吸收至少接近高达100％的分数。

[0025] 基于本发明,可以基于系统来提供X射线探测器,该系统的医学探测器供应商随后能够容易地重复使用所开发的微型LED显示技术,以实现成本高效地制造多件式辐射探测器。过去,对于衍生自相应的显示器、LCD、半导体、CMOS图像传感器的当前的非晶Si和CMOS平板探测器来说,关键的使能技术也发生了类似的转移。

[0026] 根据本发明的实施例,辐射吸收元件被提供在所述两个衬底的所述两个传感器中的至少一个传感器的所述辐射转换元件的至少部分之间。

[0027] 根据本发明的实施例,所述信号元件中的至少一个信号元件是光电二极管,并且所述辐射转换元件中的至少一个辐射转换元件包括在闪烁体方面的辐射转换材料,其中,所述辐射转换材料的成分和/或所述辐射转换材料的厚度在至少两个子像素之间变化。

[0028] 根据本发明的实施例,在要被分配给一个传感器像素的所述至少两个子像素之间变化的所述辐射转换材料的所述成分是以下各项中的至少一项:i)所述辐射转换材料的掺杂水平,ii)掺杂材料,和/或iii)掺杂材料的组合。

[0029] 根据本发明的实施例,所述辐射转换材料是:碘化铯,任选地掺杂有铊;碘化镥,任选地掺杂有铈;硫氧化钆,任选地掺杂有铽或者任选地掺杂有镨;钨酸钙;氧化正硅酸镥钇;碘化钠;硫化锌;镥钆镓石榴石;钇铝石榴石或氧化铋锗或钙钛矿。

[0030] 根据本发明的实施例,所述信号元件中的至少一个信号元件是导电电极,并且所述辐射转换元件中的至少一个辐射转换元件是光电导体,其中,所述光电导体的成分和/或所述光电导体的厚度在至少两个子像素之间变化。

[0031] 根据本发明的实施例,在要被分配给一个传感器像素的至少两个子像素之间变化的所述光电导体的所述成分是以下各项中的至少一项:i)所述光电导体的掺杂水平,ii)掺杂材料,和/或iii)掺杂材料的组合。

[0032] 根据本发明的一个实施例,所述光电导体是以下各项中的至少一项:i)非晶硒,ii)碲锌镉,iii)碲化镉,iv)钙钛矿,v)砷化镓,vi)碘化汞(II),vii)氧化铅(II),viii)溴化铊(I),以及ix)嵌入有机基质中的无机光电导体纳米颗粒。

[0033] 根据本发明的实施例,至少两个子像素是以下子像素:在所述子像素之间具有不同尺寸和/或不同大小和/或不同距离间隙和/或不同辐射转换材料和/或不同材料成分。

[0034] 根据本发明的实施例,所述子像素被布置为以下子像素的非均匀分布:所述不同尺寸的所述子像素和/或所述不同大小的所述子像素和/或具有所述不同距离间隙和/或所述不同辐射转换材料的所述子像素和/或在所述子像素之间具有所述不同材料成分。

[0035] 根据本发明的实施例,数据读出像素的阵列是一维阵列或二维阵列。

[0036] 根据本发明的实施例,所述子像素被配置为提供空间分辨率、谱能量分辨率或动态范围或谱能量范围。这有利地提供了改善的X射线探测器性能。

[0037] 根据本发明的实施例,所述衬底中的至少一个衬底包括平坦的,至少基本上平坦的或弯曲的形状。术语“基本上平坦”可以指低于某个阈值的表面平坦度。术语“基本上平坦”可以指可以在与平面的最小二乘拟合方面的平坦度(“统计平坦度”)、最坏情况平坦度或整体平坦度(两个最接近的平行平面之间的距离)。术语“基本上平坦”可以指例如包括至多1cm的最小弯曲半径的平坦度。

[0038] 根据本发明的实施例,所述衬底中的至少一个衬底包括硅、玻璃或聚合物箔。

[0039] 参考下文描述的实施例,本发明的这些方面和其他方面将变得显而易见并且得到阐明。

附图说明

[0040] 下面,参考附图来更详细地描述本发明的实施例。

[0041] 图1示出了根据本发明的实施例的像素设计的示意图。

[0042] 图2示出了根据本发明的实施例的辐射探测器的不同像素设计的示意图。

[0043] 图3示出了根据本发明的实施例的辐射探测器的不同像素设计的示意图。

[0044] 图4示出了根据本发明的实施例的具有3×3子像素的基本网格的辐射探测器的示意图。

[0045] 原则上,在附图中相同或对应的部分被提供有相同的附图标记。

具体实施方式

[0046] 附图中的图示是示意性的且并没有按比例绘制。在不同附图中,相似或相同的元件被提供有相同的附图标记。

[0047] 通常,在附图中相同的部分、单元、实体或步骤被提供有相同的附图标记。

[0048] 本发明所使用的术语“数据读出像素”可以指栅格图像中的物理点,或者,如果在硬件背景中理解,则是最小的可寻址点——至少在考虑图像数据的数据处理的情况下——由传感器设备提供的所有点都可寻址的图像中的元件,换句话说,数据读出像素是由传感器捕获的图片中的最小的可控制元件。

[0049] 本发明所使用的术语“子像素”可以指像素的任何种类的子实体,例如,像素或数据读出像素的子实体,它们分别描述像素或数据读出像素的内部结构。

[0050] 基本上,与所有数据读出像素将由单个像素形成的情况下所预期的分辨率相比,本发明所使用的术语“子像素”具有更高的分辨率。然而,例如,基于数据读出像素,子像素的信息不可以单独地和直接地用于输出图像中的较高空间分辨率,而是可以例如用于图像的更好的谱分辨率。

[0051] 根据本发明的实施例,图1示出了根据本发明的实施例的用于辐射探测器的像素和子像素的示意图。本发明的优点在于如图1所示通过用由不同辐射转换材料组成的多个小子像素所组成的像素代替该标准单个像素的方法而给出的。

[0052] 特别地,根据本发明的实施例,图1示出了从像素到子像素的方法。左图所示的常规探测器提供的是:像素是由一种辐射转换材料组成的,或者最多是由两种材料组成的。然而,图像像素对应于传感器像素,或者,换句话说,图像中的像素基于一个对应的硬件像素。

[0053] 根据本发明的实施例,由本发明所示的实施例限定的探测器提供的是:像素至少包括由多种转换材料的不同成分或分数组成的多个子像素。对于常规的双传感器探测器,给出了以下内容:像素是由两层转换材料组成的。相比之下,根据本发明的实施例,对于由本发明所限定的双传感器探测器,给出了以下内容:每个数据像素包括由不同转换材料组成的多个子像素。

[0054] 根据本发明的实施例,可以根据辐射探测器的需求来实施对像素、传感器和相关

探测器电子器件的设计,但是这在很大程度上是由辐射转换层的选择设计来决定的。

[0055] 根据本发明的实施例,来自子像素的信号能够借助于在闪烁体件之间的间隙中的光学反射层以及在光电导体件之间的间隙中的电隔离层而彼此分离。

[0056] 在间接转换探测器中,LE传感器元件和HE传感器元件是被连接到相应的LE闪烁体材料件和HE闪烁体材料件的光电二极管,而在直接转换探测器中,LE传感器元件和HE传感器元件是被连接到相应的LE光电导体材料件和HE光电导体材料件的金属电极。任选地,将ME滤波材料件插入LE材料件与HE材料件之间。

[0057] 在本发明的实施例中,作为示例,图2示出了如何根据由1×2子像素组成的简单像素来构建双传感器探测器,在所述由1×2子像素组成的简单像素中,使用了两种不同的LE闪烁体或光电导体材料1、2以及两种不同HE闪烁体或光电导体材料3、4。

[0058] 根据本发明的实施例,在直接转换探测器的情况下,需要施加公用的HV偏置电极,以便跨LE光电导体层和HE光电导体层产生电场。这能够以不同方式来实现,例如,薄的金属箔(例如,铝箔或铜箔)、蒸发的或溅射的金属膜,或通过基于以下材料的基于墨水的打印而提供的导电材料的打印层:石墨烯、碳纳米管、聚(3,4-乙烯二氧噻吩)(PEDOT)或氧化铟锡(ITO——铟、锡和氧的三元组成物,其成分比例不同)。

[0059] 辐射探测器或传感器的本发明的实施例是在箔或薄玻璃衬底上具有非晶Si光电二极管的后减薄式CMOS图像传感器、后减薄式Si光电二极管阵列和TFT背板阵列(非晶Si、IGZO、LTPS)。在附图中未示出在LE材料、HE材料和/或ME材料顶部的以及在(子)像素之间的反射层和/或隔离层。

[0060] 图2示出了双传感器探测器的两个横截面视图,该双传感器探测器是由1×2子像素组成的像素所构成的,所述由1×2子像素组成的像素是分别根据闪烁体材料(上图)和光电导体材料(下图)构成的。图2在底部示出:在LE光电导体层与HE光电导体层之间应用公用的HV偏置电极。

[0061] 图3示出了双传感器探测器的示例,该双传感器探测器是由1×3子像素组成的像素所构成的,在所述由1×3子像素组成的像素中,使用了三种不同的LE转换材料2、8、9,三种不同的HE转换材料4、5、6以及三种不同的ME材料1、3、7。

[0062] 根据本发明的实施例,ME材料能够被配置为用作X射线吸收滤波器以使LE信号与HE信号之间的能量分离最大化,但是也能够被配置为增强LE信号或HE信号。在间接转换探测器中,ME闪烁体能够生成额外的光子,而在直接转换探测器中,ME光电导体能够生成额外的电荷。

[0063] 图4示出了根据由3×3子像素组成的像素构建的双传感器探测器的示例,在所述由3×3子像素组成的像素中,使用了27种不同转换材料,其中,9种用于LE,9种用于ME,并且9种用于HE。根据本发明的实施例的双传感器探测器可以用于医学、牙科、非破坏性测试以及安全领域中的谱X射线和CT成像应用,以在不引起损坏的情况下评价材料、部件或系统的性质。

[0064] 图4描绘了多件式双传感器探测器的部分的侧视图,其中,可以看见4×3像素的阵列,每个4×3像素由3×3子像素组成。

[0065] 根据本发明的实施例,多件式组装方法提供了通过优化诸如材料类型、材料厚度、子像素大小以及子像素之间的距离间隙之类的设计参数来增强双传感器探测器的特定特

征的可能性。

[0066] 根据本发明的实施例,图4示出了包括两个衬底1100的辐射探测器1000,其中,这两个衬底中的每个衬底包括传感器1110。

[0067] 根据本发明的实施例,每个传感器包括电子阵列电路1112,电子阵列电路1112包括数据读出像素DRP的阵列并被配置为获取由于暴露于辐射而产生的图像数据,该图像数据以矩阵形式提供与数据读出像素的阵列相对应的数据结构。

[0068] 根据本发明的实施例,辐射探测器1000的每个传感器1110包括电子像素电路1114的阵列,其中,每个电子像素电路被分配给数据读出像素的阵列的至少一个像素。

[0069] 根据本发明的实施例,每个电子像素电路1114包括:

[0070] 分配的信号单元1114-SE的阵列;以及

[0071] 对应的分配的辐射转换元件1114-RCE的阵列。

[0072] 根据本发明的实施例,每个分配的信号元件与一个或多个对应的分配的辐射转换元件一起形成一个子像素SP。换句话说,子像素SP可以包含一种或一种以上的闪烁体(或光电导体)材料。

[0073] 根据本发明的实施例,每个电子像素电路1114被配置为接收来自分配的信号元件的阵列的每个分配的信号元件的子像素数据信号以生成像素数据。例如,该电子阵列电路被配置为接收来自每个电子像素电路的像素数据,以便获取图像数据,其中,两个传感器至少部分地等距地彼此面对。

[0074] 图4清楚地示出了电子阵列电路1112包括数据读出像素DRP的阵列或者被连接到数据读出像素DRP的阵列。每个数据读出像素DRP包括子像素SP的阵列(在图4中为九个超像素SP),每个子像素SP包括分配的信号元件以及一个对应的分配的辐射转换元件。

[0075] 根据本发明的实施例,SPECT探测器和PET探测器的像素大小通常太大以至于不能利用空间分辨率的提高,但是可能设想产生其他特定优点,如表1所示。

[0076] 表1

功能/特征	如何实现	应用
能量/空间分辨率提高的谱 X 射线或 CT 探测器射线	具有 LE、ME、HE 的众多种类的小子像素	先进的 3D X 和 CT 应用
提高的探测灵敏度 处于较宽的能量谱中 相互作用深度（DoI） 针对 PET 探测器的测量能力	LE、ME、HE 的众多种类 使用闪烁体材料的堆叠	SPECT 或 XPECT 先进的 PET

[0077]

[0078] 表1限定了针对特定应用使用多件式双传感器探测器的改进功能/特征的示例。

[0079] 示例

[0080] 通过以下示例进一步解释本发明。

[0081] 第一示例由一种辐射探测器给出,所述辐射探测器包括:

[0082] i)衬底;

[0083] ii)传感器,其被耦合到所述衬底,所述传感器包括:

[0084] 传感器像素的第一阵列;

[0085] 信号读出元件的第二阵列;以及

[0086] 电子电路,其被配置为基于从所述信号读出元件接收的信号来提供图像数据;

[0087] iii)换能器,其被耦合到所述衬底和所述传感器,所述换能器包括:

[0088] 子像素的第三阵列,其中,至少两个子像素被分配给一个传感器像素;其中,信号读出元件的所述第二阵列和子像素的所述第三阵列彼此对应;其中,所述子像素中的每个子像素包括辐射转换材料。

[0089] 第二示例由根据第一示例的辐射探测器给出,其中,所述信号读出元件中的至少一个信号读出元件是光电二极管,并且所述子像素中的每个子像素的所述辐射转换材料是闪烁体;其中,所述辐射转换材料的成分和/或所述辐射转换材料的厚度在被分配给一个传感器像素的至少两个子像素之间变化。

[0090] 第三示例由根据第二示例的辐射探测器给出,其中,在要被分配给一个传感器像素的所述至少两个子像素之间变化的所述辐射转换材料的所述成分是以下各项中的至少一项:i)所述辐射转换材料的掺杂水平,ii)掺杂材料,和/或iii)掺杂材料的组合。

[0091] 第四示例由根据第二示例或第三示例的辐射探测器给出,其中,所述辐射转换材料是:碘化铯,任选地掺杂有铊;碘化镱,任选地掺杂有铈;硫氧化钆,任选地掺杂有铽或者任选地掺杂有镨;钨酸钙;氧化正硅酸镥钇;碘化钠;硫化锌;镥钆镓石榴石;钇铝石榴石或氧化铋锗。

[0092] 第五示例由根据前述示例中的任一个的辐射探测器给出,其中,所述信号读出元件中的至少一个信号读出元件是导电电极,并且所述子像素中的每个子像素的所述辐射转换元件是光电导体,其中,所述光电导体的成分和/或所述光电导体的厚度在被分配给一个传感器像素的至少两个子像素之间变化。

[0093] 第六示例由根据前述示例中的任一个的辐射探测器给出,其中,在要被分配给一个传感器像素的至少两个子像素之间变化的所述光电导体的所述成分是以下各项中的至少一项:i)所述光电导体的掺杂水平,ii)掺杂材料,和/或iii)掺杂材料的组合。

[0094] 第七示例由根据前述示例中的任一个的辐射探测器给出,其中,所述光电导体是以下各项中的至少一项:i)非晶硒,ii)碲锌镉,iii)碲化镉,iv)钙钛矿,v)砷化镓,vi)碘化汞(II),vii)氧化铅(II),viii)溴化铊(I),以及ix)嵌入有机基质中的无机光电导体纳米颗粒。

[0095] 第八示例由根据前述示例中的任一个的辐射探测器给出,其中,被分配给一个传感器像素的所述至少两个子像素是以下子像素:在所述子像素之间具有不同尺寸和/或不同大小和/或不同距离间隙和/或不同辐射转换材料和/或不同材料成分。

[0096] 第九示例由根据前述示例中的任一个的辐射探测器给出,其中,所述第三阵列包括以下子像素的非均匀分布:所述不同尺寸的所述子像素和/或所述不同大小的所述子像素和/或具有所述不同距离间隙和/或所述不同辐射转换材料的所述子像素和/或在所述子像素之间具有所述不同材料成分。

[0097] 第十示例由根据前述示例中的任一个的辐射探测器给出,其中,传感器像素的所述第一阵列和/或信号读出元件的所述第二阵列和/或子像素的所述第三阵列是二维阵列。

[0098] 第十一示例由根据前述示例中的任一个的辐射探测器给出,其中,传感器像素的所述第一阵列和/或信号读出元件的所述第二阵列和/或子像素的所述第三阵列是一维阵列。

[0099] 第十二示例由根据前述示例中的任一个的辐射探测器给出,其中,信号读出元件的所述第二阵列和/或子像素的所述第三阵列限定传感器像素的所述第一阵列的子阵列方案。

[0100] 第十三示例由根据前述示例中的任一个的辐射探测器给出,其中,信号读出元件的所述第二阵列和/或子像素的所述第三阵列被配置为提供空间分辨率、谱能量分辨率或动态范围或谱能量范围。

[0101] 第十四示例由根据前述示例中的任一个的辐射探测器给出,其中,所述衬底包括平坦的或基本上平坦的或弯曲的形状。

[0102] 第十五示例由根据前述示例中的任一个的辐射探测器给出,其中,所述衬底包括硅、玻璃或聚合物箔。

[0103] 必须指出,本发明的实施例是参考不同主题来描述的。特别地,一些实施例是参考方法型权利要求来描述的,而其他实施例是参考装置型权利要求来描述的。

[0104] 然而,除非另有说明,本领域技术人员将从以上和以下的描述中推断出:除了属于一种类型的主题的特征的任意组合之外,涉及不同主题的特征之间的任意组合也被认为在本申请中得到公开。然而,所有的特征都能够被组合来提供多于特征的简单加合的协同效应。

[0105] 虽然已经在附图和前面的描述中详细图示和描述了本发明,但是这样的图示和描述应当被认为是图示性或示例性的,而非限制性的;本发明不限于所公开的实施例。本领域技术人员通过研究附图、公开内容以及权利要求,在实践请求保护的发明时能够理解并实现对所公开的实施例的其他变型。

[0106] 在权利要求中,“包括”一词不排除其他元件或步骤,并且词语“一”或“一个”不排除多个。单个处理器或控制器或其他单元可以实现在权利要求中记载的若干项的功能。虽然某些措施被记载在互不相同的从属权利要求中,但是这并不指示不能有利地使用这些措施的组合。权利要求中的任何附图标记都不应被解释为对范围的限制。

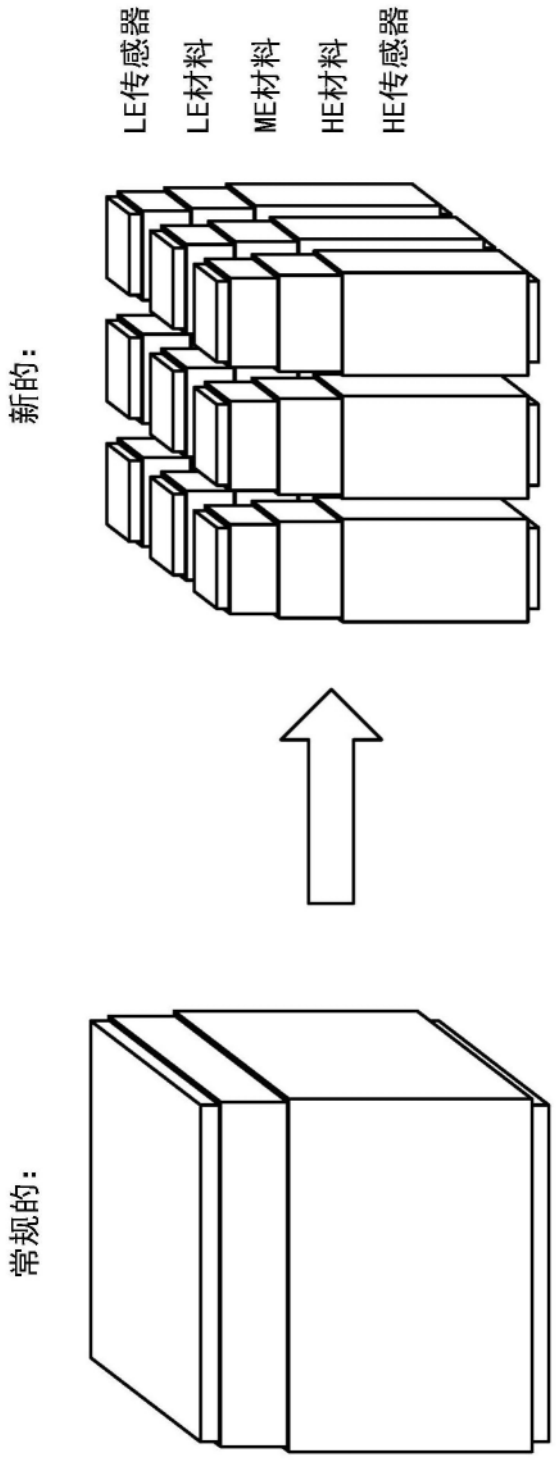


图1

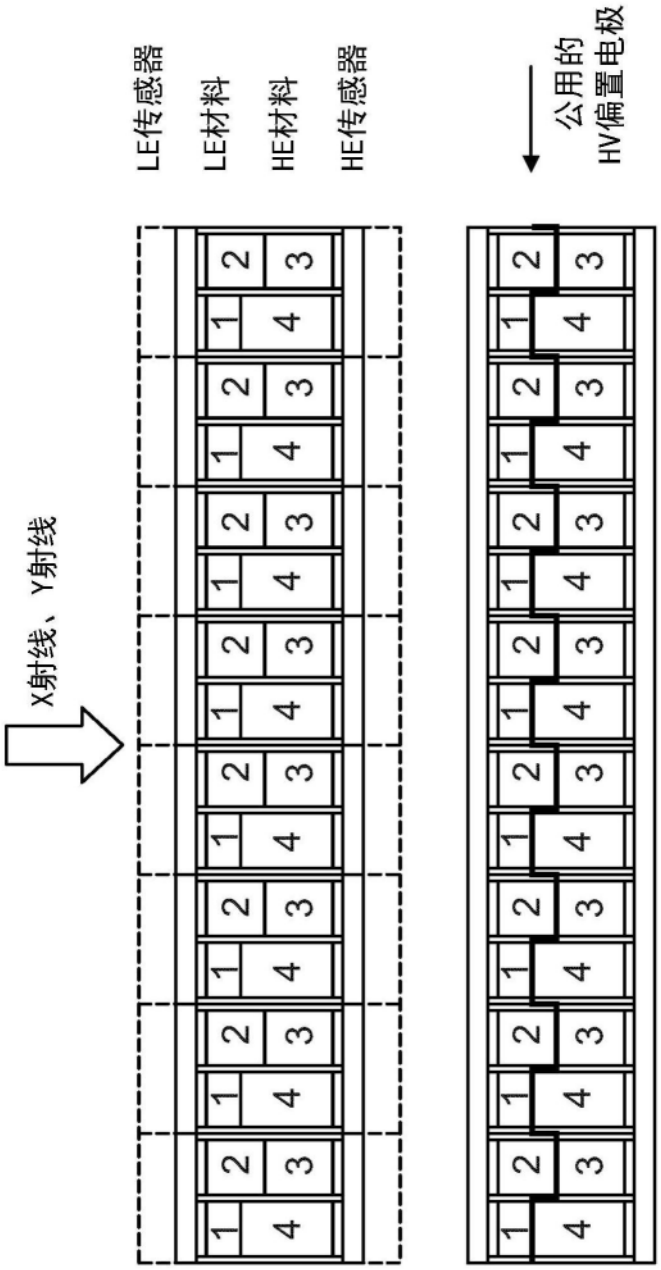


图2

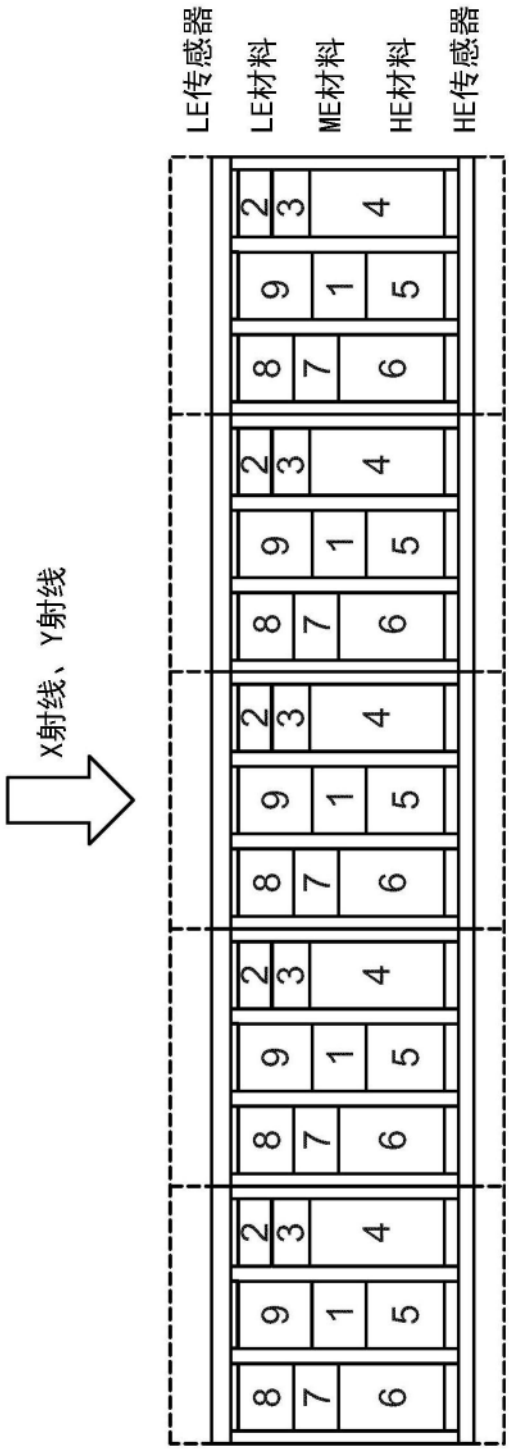


图3

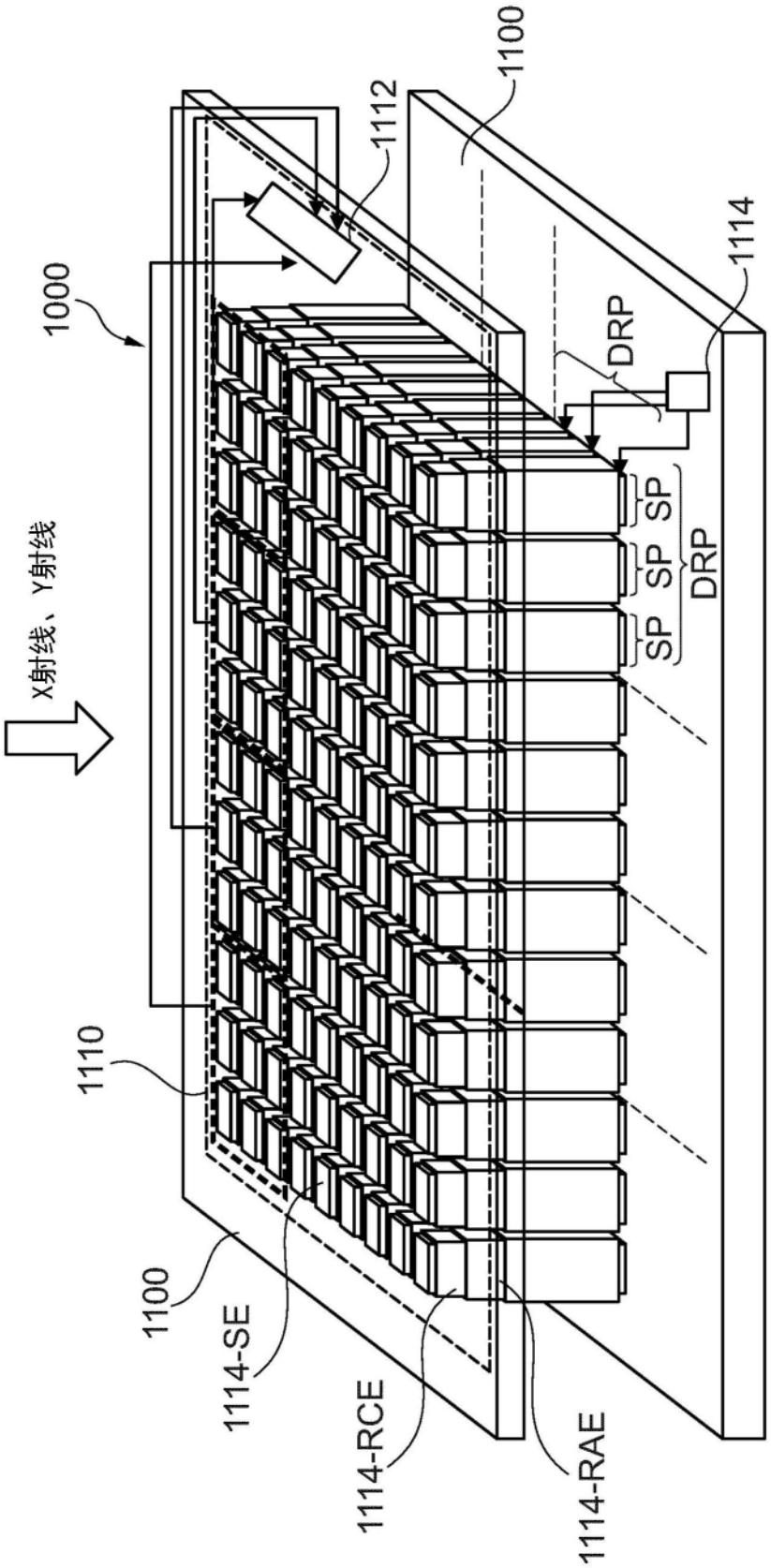

1100
1112
1114
1000
DRP
SP
SP
SP
DRP
X射线、Y射线
1110
1100
1114-SE
1114-RCE
1114-RAE

图4