



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109891269 B

(45) 授权公告日 2023.11.10

(21) 申请号 201780065886.X

(72) 发明人 M·A·查波

(22) 申请日 2017.10.18

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109891269 A

72002

(43) 申请公布日 2019.06.14

专利代理人 王英 刘炳胜

(30) 优先权数据

62/412,876 2016.10.26 US

(51) Int.CI.

G01T 1/20 (2006.01)

G01T 1/202 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2019.04.24

(56) 对比文件

CN 103620445 A, 2014.03.05

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2017/076550 2017.10.18

CN 103443652 A, 2013.12.11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02018/077681 EN 2018.05.03

CN 103339527 A, 2013.10.02

(73) 专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

US 2008023637 A1, 2008.01.31

CN 104285162 A, 2015.01.14

JP 2010216893 A, 2010.09.30

CN 104838286 A, 2015.08.12

审查员 牛琳

权利要求书2页 说明书6页 附图6页

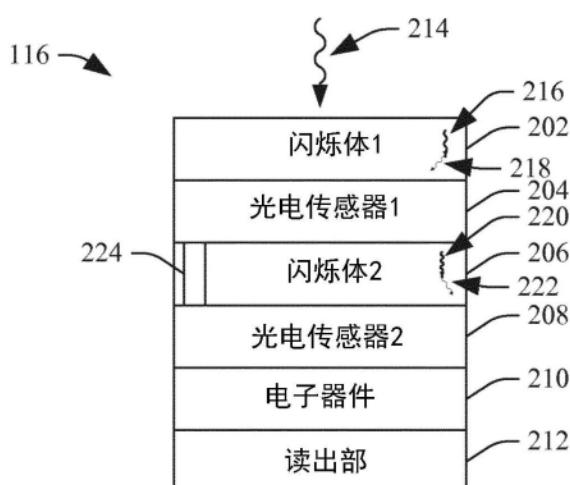
(54) 发明名称

具有整体通孔互连件的辐射探测器闪烁体

(57) 摘要

一种闪烁体层(206)，包括：多个闪烁体像素(337)、围绕所述多个闪烁体像素中的每个闪烁体像素的非闪烁材料(336)的壁、以及针对像素的至少一个导电互连件(224)，其中，所述至少一个导电互连件在所述像素的壁内沿着所述壁的整个深度延伸。多能量探测器阵列(114)包括探测器拼片(116)，所述探测器拼片具有上部闪烁体层(202)、被光学地耦合到所述上部闪烁体层的上部光电传感器(204)、被电学地耦合到所述上部光电传感器的下部闪烁体层(206)，以及被光学地和电学地耦合到所述下部闪烁体层的下部光电传感器(208)。所述下部闪烁体层包括由非闪烁材料(336)的至少一个壁围绕的至少一个闪烁体像素(337)，并且所述壁包括从所述壁的顶部边缘延伸到所述壁的底部边缘的至少一个导电互连件(224)。

B
CN 109891269
CN



1. 一种辐射探测器拼片(116)的闪烁体层(206),包括:

多个闪烁体像素(337);

围绕所述多个闪烁体像素中的每个闪烁体像素的非闪烁材料和光反射材料的壁(336),其中,围绕所述多个闪烁体像素中的闪烁体像素的所述壁不是彼此绝缘的;以及

针对像素的至少一个导电互连件(224),其中,所述至少一个导电互连件在所述像素的壁内沿着所述壁的整个深度延伸,并且其中,所述导电互连件包括导电纳米材料或导电抗散射材料中的至少一种。

2. 根据权利要求1所述的闪烁体层,还包括:

针对所述闪烁体像素的至少第二导电互连件,其中,所述至少第二导电互连件被设置在所述闪烁体像素的相同的壁中。

3. 根据权利要求1所述的闪烁体层,针对所述闪烁体像素的至少第二导电互连件,其中,所述至少第二导电互连件被设置在所述闪烁体像素的不同的第二壁中。

4. 根据权利要求1至3中的任一项所述的闪烁体层,其中,所述至少一个导电互连件被设置在所述闪烁体像素的两个壁相交的拐角中。

5. 根据权利要求1所述的闪烁体层,其中,所述壁是所述闪烁体层的外壁。

6. 根据权利要求1所述的闪烁体层,其中,所述壁是所述闪烁体层的内壁。

7. 一种多能量探测器阵列(114),包括:

探测器拼片(116),其包括:

上部闪烁体层(202);

上部光电传感器(204),其被光学地耦合到所述上部闪烁体层;

下部闪烁体层(206),其被电学地耦合到所述上部光电传感器并且包括由非闪烁材料和光反射材料的壁(336)围绕的至少一个闪烁体像素(337);以及

下部光电探测器(208),其被光学地和电学地耦合到所述下部闪烁体层;并且

其中,所述壁包括至少一个导电互连件(224),所述至少一个导电互连件从所述上部光电传感器处的顶部边缘(334)延伸到所述下部光电探测器处的底部边缘(340),并且所述壁不是彼此绝缘的,并且其中,所述导电互连件包括导电纳米材料或导电抗散射材料中的至少一种。

8. 根据权利要求7所述的探测器阵列,其中,所述至少一个导电互连件还包括导电金属。

9. 根据权利要求7至8中的任一项所述的探测器阵列,其中,所述上部光电传感器包括与所述至少一个导电互连件电接触的上部电读出触点(310)。

10. 根据权利要求9所述的探测器阵列,其中,所述电读出触点位于上部光电传感器像素(306)的边缘(312)处,并且所述上部光电传感器包括被设置在所述上部光电传感器像素(306)的中心区域处的上部读出电极(304)以及电连接所述上部读出电极与所述电读出触点的导电迹线(308)。

11. 根据权利要求7至8中的任一项所述的探测器阵列,其中,所述下部光电探测器包括:

顶部电触点(348),其在下部光电传感器像素(352)的上部边缘(350)处并且与所述下部闪烁体层的所述至少一个导电互连件电接触;

底部电触点(354),其在所述下部光电传感器像素(352)的下部边缘(362)处;
电互连件(358),其电学地连接所述顶部电触点与所述底部电触点;以及
下部读出电极(364),其在所述下部光电传感器像素(352)的中心区域处。

12.根据权利要求7至8中的任一项所述的探测器阵列,还包括:

处理电子器件(210),其被电学地耦合到所述下部光电探测器。

13.根据权利要求11所述的探测器阵列,其中,集成电路与所述下部光电探测器的所述底部电触点和所述下部光电探测器的所述下部读出电极两者电连通。

具有整体通孔互连件的辐射探测器闪烁体

技术领域

[0001] 下文总体涉及一种用于辐射探测器的闪烁体，并且更具体涉及一种闪烁体阵列，其中，在所述闪烁体阵列的至少一个闪烁体像素的至少一个壁中具有至少一个通孔互连件，并且在本文中被描述为具体应用于计算机断层摄影(CT)，但是也能适用于其他成像模态。

背景技术

[0002] 计算机断层摄影(CT)辐射探测器包括被直接安装到诸如光电二极管的固态光电探测器的晶体或石榴石闪烁体。闪烁体材料响应于吸收X射线光子而产生可见光子(light photon)，并且所述可见光子由所述光电探测器转换为电信号。处理所述电信号以生成图像。多层谱(多能量)CT探测器包括垂直布置的探测器或者水平布置的探测器。这两种类型的探测器都包括至少两个(双能量)堆叠的闪烁体，一个闪烁体在另一个闪烁体之上，其中，一个闪烁体更靠近辐射源，而另一个闪烁体更远离所述辐射源，并且每个闪烁体被调谐到不同的光子能量范围。

[0003] 利用垂直布置的探测器，所述光电探测器被安装到所述闪烁体的侧面。利用水平布置的探测器，至少光电探测器被安装在闪烁体之间。这样，水平布置的探测器需要电线(flex)或者其他电路对来自闪烁体之间的、所述闪烁体的下部周围的光电探测器的信号进行路由，以及路由到所述处理电子器件以用于图像生成。遗憾的是，这样的电线或者其他电路位于X射线射束的路径中并且对X射线光子造成衰减，这降低了剂量效率，因为穿过患者的一些X射线被所述电线或者其他电路衰减而未被探测到，并且因此辐照所述患者但是对最终图像没有贡献。

发明内容

[0004] 在本文中所描述的各方面解决了前述问题和/或其他问题。

[0005] 在一个方面中，一种闪烁体层，包括：多个闪烁体像素，围绕所述多个闪烁体像素中的每个闪烁体像素的非闪烁材料的壁，以及针对像素的至少一个导电互连件(224)，其中，所述至少一个导电互连件在所述像素的壁内沿着所述壁的整个深度延伸。

[0006] 在另一方面中，一种多能量探测器阵列，包括堆叠的探测器拼片(tile)，所述堆叠的探测器拼片包括：上部闪烁体层；上部光电传感器，其被光学地耦合到所述上部闪烁体层；下部闪烁体层，其被电学地耦合到所述上部光电传感器；以及下部光电探测器，其被光学地和电学地耦合到所述下部闪烁体层。所述下部闪烁体层包括由非闪烁材料的至少一个壁围绕的至少一个闪烁体像素，并且所述至少一个壁包括至少一个导电互连件，所述至少一个导电互连件从所述上部光电传感器处的所述壁的顶部边缘延伸到所述下部光电探测器处的所述壁的底部边缘。

[0007] 在另一方面中，一种用于在堆叠的多能量探测器拼片中对光电传感器信号进行路由的方法，所述堆叠的多能量探测器拼片至少包括：上部闪烁体层；上部光电传感器，其被

光学地耦合到所述上部闪烁体层；下部闪烁体层，其被电学地耦合到所述上部光电传感器；以及下部光电探测器，其被光学地和电学地耦合到所述下部闪烁体层，所述方法包括：在所述上部闪烁体层处接收包括第一能量X射线光子和第二能量X射线光子的X射线光子，其中，所述第一能量小于所述第二能量；利用所述上部闪烁体层将所述第一能量X射线光子转换为第一可见光子；利用所述上部光电传感器探测所述第一可见光子并且产生指示所述第一可见光子的第一电信号；通过所述下部闪烁体层的侧壁中的通孔互连件将所述第一电信号路由到所述下部光电探测器；并且利用所述下部光电探测器将所述第一电信号路由到处理电子器件。

[0008] 本发明可以采取各种部件和部件布置以及各种步骤和步骤安排的形式。附图仅仅是出于例示说明优选实施例的目的，而不应当被解释为限制本发明。

附图说明

[0009] 图1示意性图示了具有探测器模块的范例成像系统，所述探测器模块具有探测器拼片，所述探测器拼片包括具有整体通孔互连件的闪烁体层。

[0010] 图2示意性图示了探测器拼片的范例，所述探测器拼片包括具有整体通孔互连件的闪烁体层。

[0011] 图3示意性图示了探测器拼片的子部分的分解视图，包括具有整体通孔互连件的闪烁体层以及具有对应的电互连件的上部光电传感器和下部光电传感器。

[0012] 图4示意性图示了在图3中所描述的光电传感器互连件的变型。

[0013] 图5-图10示意性图示了所述闪烁体层中的整体通孔互连件的位置的变化。

[0014] 图11图示了根据本文中的实施例的范例方法。

具体实施方式

[0015] 图1示意性图示了诸如计算机断层摄影(CT)扫描器的成像系统100。成像系统100包括大致固定的机架102以及旋转机架104。旋转机架104由固定机架102通过轴承(未示出)等可旋转地支撑，并且关于纵轴或z轴围绕检查区域106旋转。诸如X射线管的辐射源108由旋转机架104支撑并且与旋转机架104一起旋转，并且发射贯穿检查区域106的X射线辐射。诸如卧榻的对象支撑体110支撑检查区域106中的对象或目标。计算机充当地操作者控制台112并且包括诸如显示器的人类可读输出设备以及诸如键盘和/或鼠标的输入设备。驻留在控制台112上的软件允许操作者控制成像系统100的操作，并且查看由重建器113生成的图像。

[0016] 多能量(谱)辐射敏感探测器阵列114跨检查区域106对着辐射源108呈角度弧，探测穿过检查区域106的辐射，并且生成和输出指示所述辐射的电信号。多能量(谱)辐射敏感阵列114包括多个探测器拼片116，每个探测器拼片具有针对每种不同的能量的多个闪烁层/光电传感器层对。图2示出了被配置用于双能量的探测器拼片116的非限制性范例。然而，在本文中还设想到了用于超过两种能量的探测器拼片116。探测器拼片116包括多个水平堆叠的层，其包括：第一(上部)闪烁体层202；第一(上部)光电传感器层204，其被光学地耦合到所述第一(上部)闪烁体层；第二(下部)闪烁体层206，其被电学地耦合到所述第一(上部)光电传感器层；第二(下部)光电传感器层208，其被光学地和电学地耦合到所述第二

(下部)闪烁体层;处理电子器件(例如,专用集成电路或ASIC)210,其被电学地耦合到所述第二(下部)光电传感器层;以及读出电子器件212,其被电学地耦合到所述处理电子器件。探测器拼片116以及其中的部件的相对几何结构(即,形状、尺寸等)并非是限制性的。在于2012年5月7日提交的并且题为“Multi-layer Horizontal Computed Tomography (CT) Detector Array with at least one Thing Photosensor Array Layer Disposed Between at least Two Scintillator Array Layers”的专利US 9012857 B2中描述了双层水平堆叠的探测器的范例,在此通过引用将其全部内容并入本文。

[0017] 每个探测器拼片116在成像系统100中在空间上被取向,使得第一(上部)闪烁体层202最靠近辐射源108以及由辐射源108发射的X射线光子214。较低能量的X射线光子216由第一(上部)闪烁层202吸收,第一(上部)闪烁层202将这些X射线光子转换为可见光子218。较高能量的X射线光子220穿过第一(上部)闪烁层202并且由第二(下部)闪烁层206吸收,第二(下部)闪烁层206将这些X射线光子转换为可见光子222。通常,由第一(上部)闪烁体层202和第二(下部)闪烁体层206的吸收取决于闪烁材料的厚度和/或(一种或多种)闪烁体材料的类型。适合的材料的范例包括闪烁纳米材料、量子点等,硫氧化钆(“GOS”)、硒化锌(ZnSe)、钨酸镉(CdWO₄)或者其他闪烁材料。在2015年8月7日提交的并且题为“Quantum Dot Based Imaging Detector”的专利申请No.62/202397中描述了具有一个或多个量子点闪烁体层的探测器的范例,在此通过引用将其全部内容并入本文。在2014年9月23日提交的题为“Encapsulated materials in porous particles”的申请序列号EP 14186022.1中描述了量子点的范例,在此通过引用将其全部内容并入本文。

[0018] 第一(上部)光电传感器层204探测由第一(上部)闪烁层202产生的可见光子218并且生成指示所述可见光子218的电信号。如下文更详细描述的,该电信号通过围绕第二(下部)闪烁体层206的闪烁体像素的至少一个壁中的至少一个导电互连件224(例如,整体垂直互连件接入口(VIA))并且通过第二(下部)光电传感器层208被路由到处理电子器件210。结果,探测器拼片116不需要被设置在第二(下部)闪烁体层206上方的电线或者其他电路来绕过第二(下部)闪烁体层206并且将所述电信号从第一(上部)光电传感器层204路由到处理电子器件210。这样,相对于在第一(上部)光电传感器层204与第二(下部)闪烁体层206之间安装电线或者其他电路的配置,改善了剂量效率,降低了复杂性和组装成本,并且提高了可靠性。第二(下部)光电传感器层208探测由第二(下部)闪烁层206产生的可见光子222并且生成指示所述可见光子222的电信号。所述电信号被直接路由到处理电子器件210,并且经由读出电子器件212发送到重建器113。

[0019] 返回到图1,重建器113重建由多能量(谱)辐射敏感探测器阵列114输出的信号并且生成体积三维图像数据。在一个范例中,针对双能量配置,这包括利用来自第一(上部)光电传感器层204的信号重建较低能量图像数据和/或利用来自第二(下部)光电传感器层208的信号重建较高能量图像数据。能够组合所述图像数据以逼近来自非谱扫描器的图像数据。另外地或备选地,首先组合来自第一(上部)光电传感器层204的信号与来自第二(下部)光电传感器层208的信号,并且然后,重建器113重建类似于来自非谱扫描器的常规非谱图像数据的图像数据。另外地或备选地,重建器113重建所述较低能量图像数据和所述较高能量图像数据以及类似于所述非谱扫描器的单幅图像。通常,能够针对多能量配置中的每个能量水平和/或所述能量水平的组合来生成图像数据。

[0020] 转到图3,示意性图示了探测器拼片116的分解视图,其示出了第一(上部)光电传感器层204、具有整体导电互连件224的第二(下部)闪烁体层206以及第二(下部)光电传感器层208。为了清楚和简洁起见,下文描述了与探测器拼片116的单个像素的单个壁相连接的整体导电互连件224。然而,应当理解,探测器拼片116的其他壁,包括多个壁和/或其他像素,被类似地配置。

[0021] 所述分解视图示出了第一(上部)光电传感器层204的从第一(上部)光电传感器层204的底部302的透视视图。光电传感器像素306的读出电极304被设置在底部302上。指示由光电传感器像素306收集的光的电信号从读出电极304路由出光电传感器像素306。所图示的读出电极304位于光电传感器像素306的中心区域处。在变型中,读出电极304位于光电传感器像素306的中心区域的偏心或外部。电迹线308沿着底部302从读出电极304延伸到光电传感器像素306的边缘312处的电触点310。

[0022] 在314处,示出了从光电传感器像素306的侧面316的视图。在所图示实施例中,光电传感器像素306包括具有正(p-)型区域318、本征区域320以及负(n-)型区域322的PIN二极管。负(n-)型区域322通过导电构件324与读出电极304电接触。在326处,示出了从光电传感器像素306的侧面328的视图。通常,侧面316和侧面328对于正方形或矩形像素是垂直的。图4示出了变型,其中,导电构件324在第一(上部)光电传感器层204的内部直接从负(n-)型区域322延伸到光电传感器像素306的边缘312处的电触点310,并且读出电极304和电迹线308被省略。

[0023] 返回到图3,所述分解视图还示出了从第二(下部)闪烁体层206的顶部330的透视视图。在该范例中,导电互连件224从邻近于壁336的闪烁体像素337的壁336的顶部边缘334处的顶部触点332延伸到第二(下部)闪烁体层206的底部342处的壁336的底部边缘340处的底部触点338。通常,壁336(以及围绕每个闪烁体像素的其他壁)包括非闪烁材料和光反射材料(例如,涂层、膜、涂料等),其朝向底部342并且因此朝向第二(下部)光电传感器层208反射光,从而改善收集效率并且减少串扰。第一(上部)光电传感器层204的电触点310和第二(下部)闪烁体层206的顶部触点332在组装结构中物理接触和电接触。在344处,图示了从第二(下部)闪烁体层206的底部342的透视视图,其示出了导电互连件224以及在第二(下部)闪烁层206的底部边缘340处的触点338。

[0024] 通常,第二(下部)闪烁体层206由与在常规CT闪烁体中所使用的(一种或多种)相同材料并且以相同的方式制成,除了导电材料(导电金属、导电纳米材料、量子点(例如,硅)等)被构造成一个或多个闪烁像素的一个或多个侧壁。例如,第二(下部)闪烁体层206能够是印刷、模制、烧结等的结构,其中,导电互连件224形成在壁336中。在另一实例中,首先形成在壁336中具有导电互连件224的壁,并且然后,将闪烁体材料(例如,粉末、固体等)设置在像素壁之间的开放区域中。壁336中的导电材料可以进一步降低闪烁体像素之间的串扰。壁336还在导电互连件224外部包括非导电材料(例如,非导电纳米材料、量子点等)。范例壁厚小于200微米,包括但不限于160微米、100微米和30纳米。

[0025] 在变型中,壁336(和/或第二(下部)闪烁体层206的其他壁)包括导电抗散射材料。在一个实例中,壁336(和/或第二(下部)闪烁体层206的其他壁)是导电互连件224并且拐角是绝缘的。在另一实例中,导电互连件224在壁336(和/或第二(下部)闪烁体层206的其他壁)中是绝缘的,并且拐角可以是绝缘的或可以不是绝缘的。

[0026] 所述分解视图还示出了从第二(下部)光电传感器层208的顶部346的透视视图。顶部触点348位于第二(下部)光电传感器层208的光电传感器像素352的顶部表面350处。底部触点354(在该视图中不可见,但是在360处的视图中可见)位于光电传感器像素352的底部356处。互连件358从顶部触点348延伸到底部触点354。第二(下部)闪烁体层206的底部触点338和第二(下部)光电传感器层208的顶部触点348是在组装结构中物理接触和电接触。在360处,从底部356的透视视图示出了互连件358、在第二(下部)光电传感器层208的边缘362处的底部触点354,以及针对第二(下部)光电传感器层208的底部触点364。

[0027] 处理电子器件210(图2)包括针对第二(下部)光电传感器层208的底部触点354与第二(下部)光电传感器层208的底部触点364两者的电触点,所述底部触点354用于路由来自第一(上部)光电传感器层204的光电传感器像素306的信号,所述底部触点364用于路由来自第二(下部)光电传感器层208的光电传感器像素352的信号。图2将处理电子器件210示为单个层。然而,将意识到,处理电子器件210可以是单个ASIC,包括针对第一(上部)光电传感器层204和第二(下部)光电传感器层208中的每个光电传感器层的ASIC等。在其包括针对光电传感器层的每个光电传感器层的ASIC的情况下,来自底部触点354的信号被路由到一个ASIC,并且来自底部触点364的信号被路由到另一ASIC。

[0028] 图5-图10示出了导电互连件224的路由的变化。在图5中,每个闪烁体像素502、504、506、508、510和512在相邻的壁526、528、530、532、534和536中具有相关联的通孔互连件514、516、518、520、522和524,以用于路由来自其上方的第一(上部)光电传感器层204的对应像素的信号。在图6中,单个闪烁体像素602具有多个通孔互连件604和606,每个通孔互连件被设置在不同的壁608和610中。在图7中,单个闪烁体像素702具有关于单个壁706不对称地设置的多个通孔互连件704。在图8中,单个闪烁体像素802具有关于单个壁806对称地设置的多个通孔互连件804。在图9中,单个闪烁体像素902具有通孔互连件904,通孔互连件904被设置在壁908与壁910之间的拐角906处,其中,壁908与壁910相交。在图10中,两个相邻的闪烁体像素1002和1004共享被设置在两个闪烁体像素1002与1004之间的壁1008中的单个通孔互连件1006。

[0029] 在本文中还设想到了其他变型。

[0030] 图11图示了根据在本文中所描述的实施例的范例方法。

[0031] 在1102处,第一(上部)闪烁体层202吸收较低能量的X射线光子并且将其转换为第一可见光子。

[0032] 在1104处,第一(上部)光电传感器层204接收所述第一可见光子并且产生指示所述第一可见光子的第一电信号。

[0033] 在1106处,所述第一电信号通过整体在第二(下部)闪烁体层206的壁336中的导电互连件224并且通过第二(下部)光电传感器208的互连件358路由到处理电子器件210。

[0034] 在1108处,第二(下部)闪烁体层206吸收较高能量的X射线光子并且将其转换为第二可见光子。

[0035] 在1110处,第二(下部)光电传感器208接收所述第二可见光子并且产生指示所述第二可见光子的第二电信号。

[0036] 在1112处,所述第二电信号从第二(下部)光电传感器208的电极360路由到处理电子器件210。

[0037] 在1114处,处理所述第一信号和所述第二信号以生成图像数据。

[0038] 已经参考优选实施例描述了本发明。在阅读和理解前文的详细描述后,他人可以想到修改和变化。本发明旨在被构造为包括所有这些修改和变化,只要其落入所附的权利要求或者其等同物的范围之内。

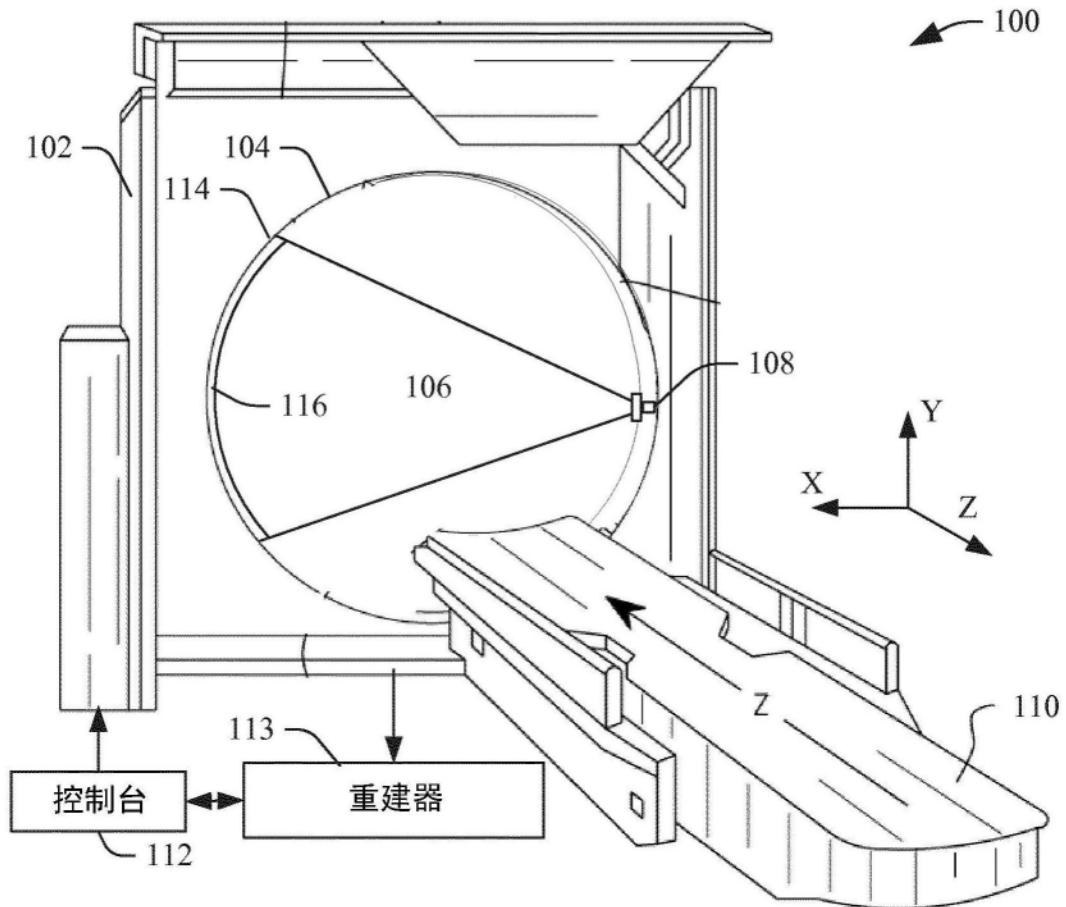


图1

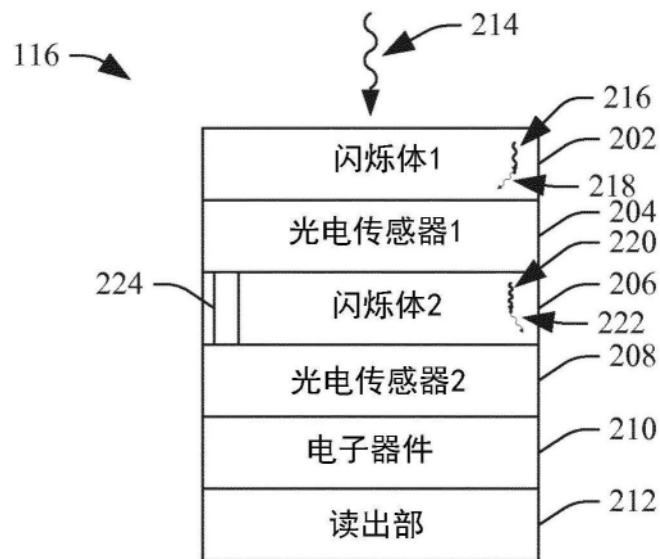
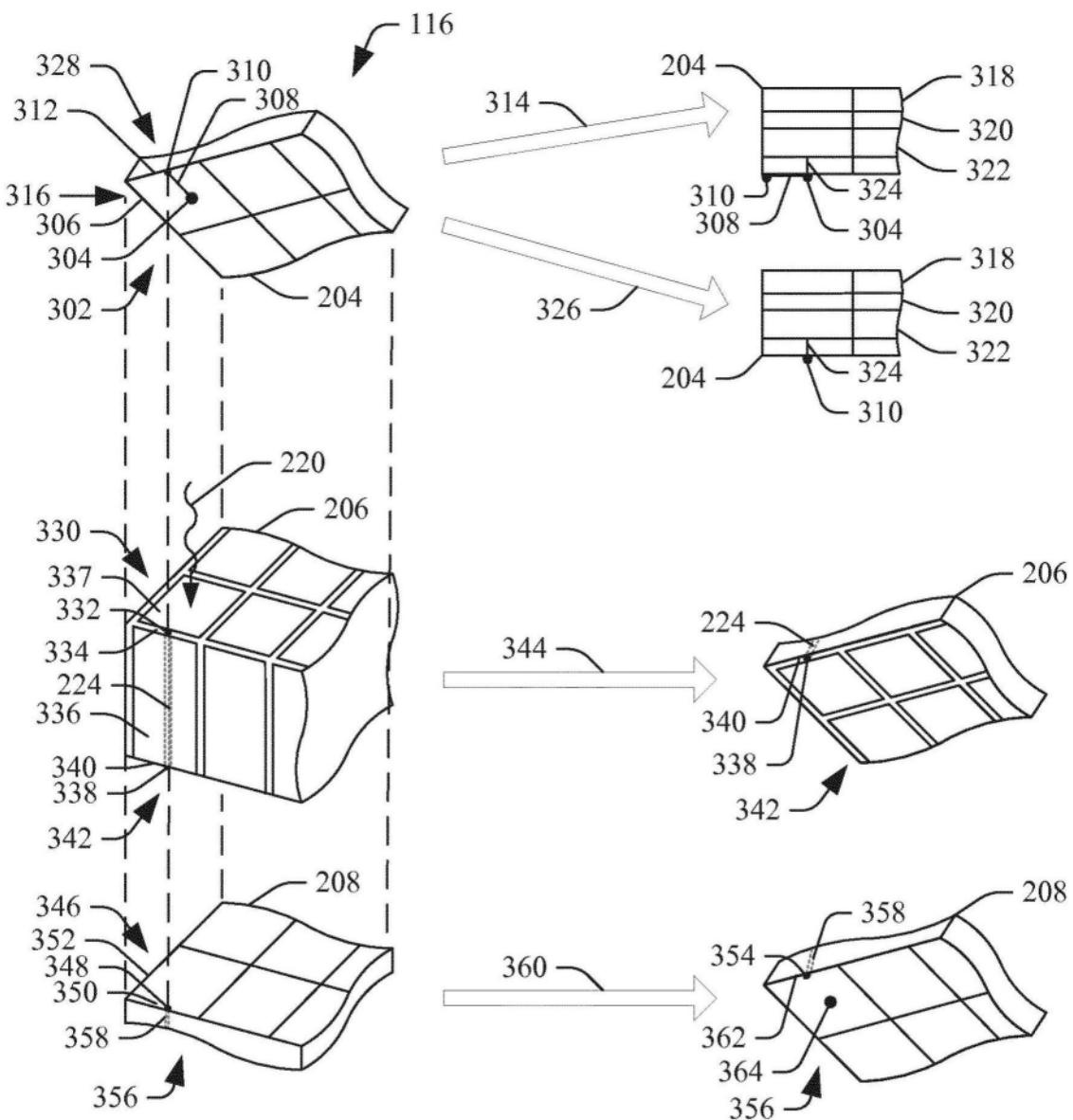


图2



冬 3

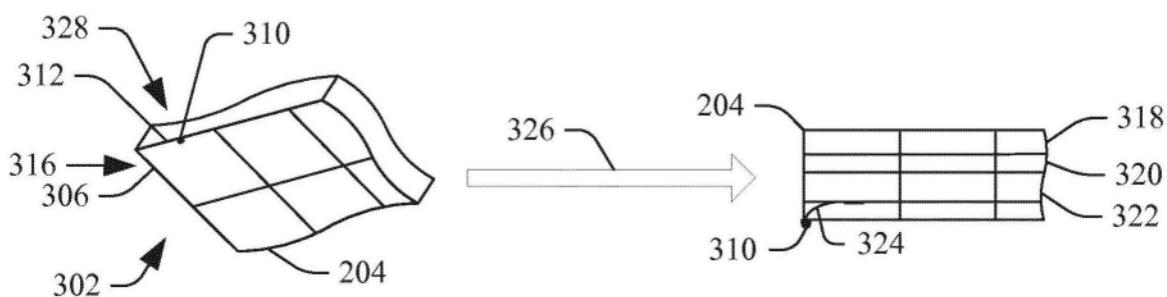


图4

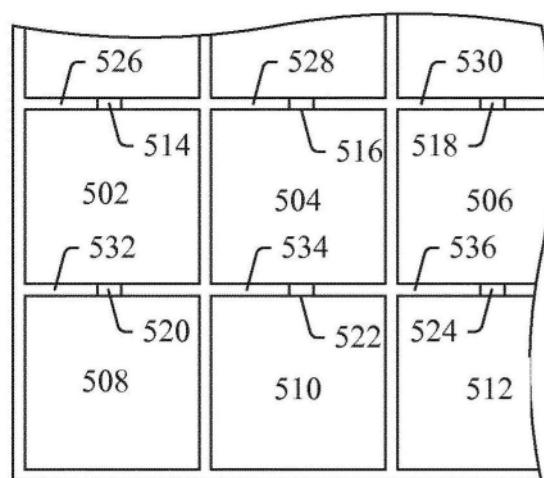


图5

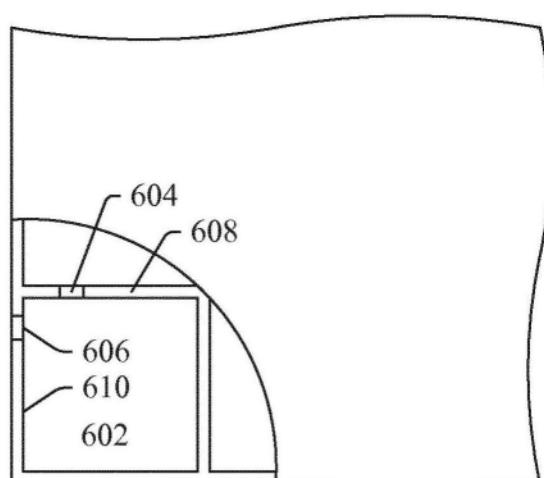


图6

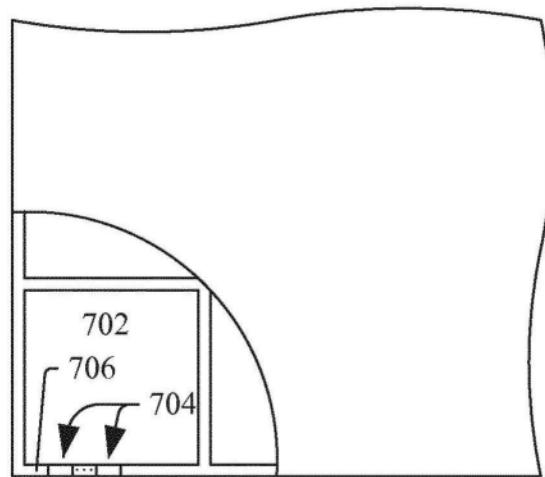


图7

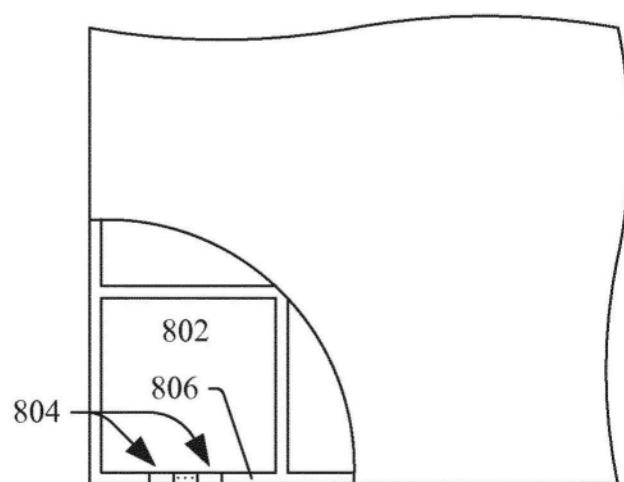


图8

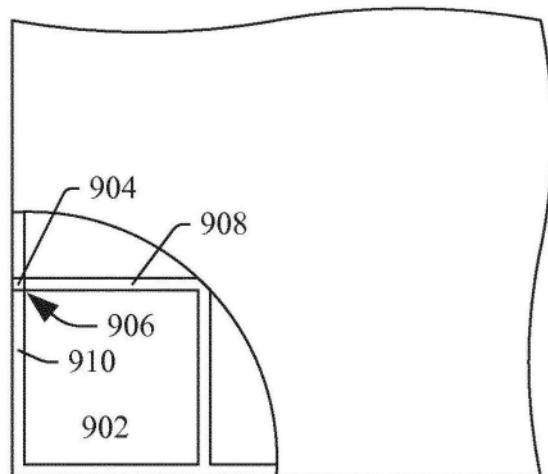


图9

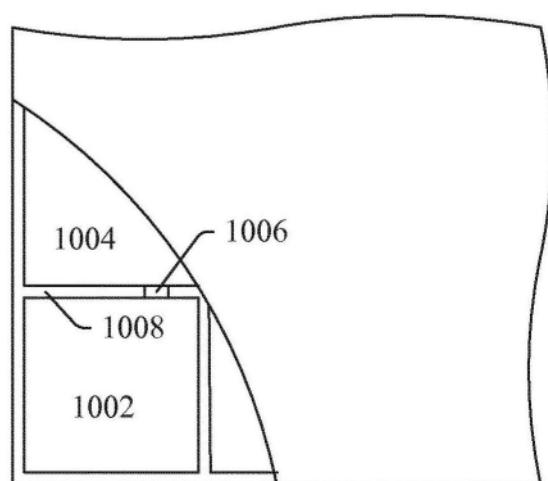


图10

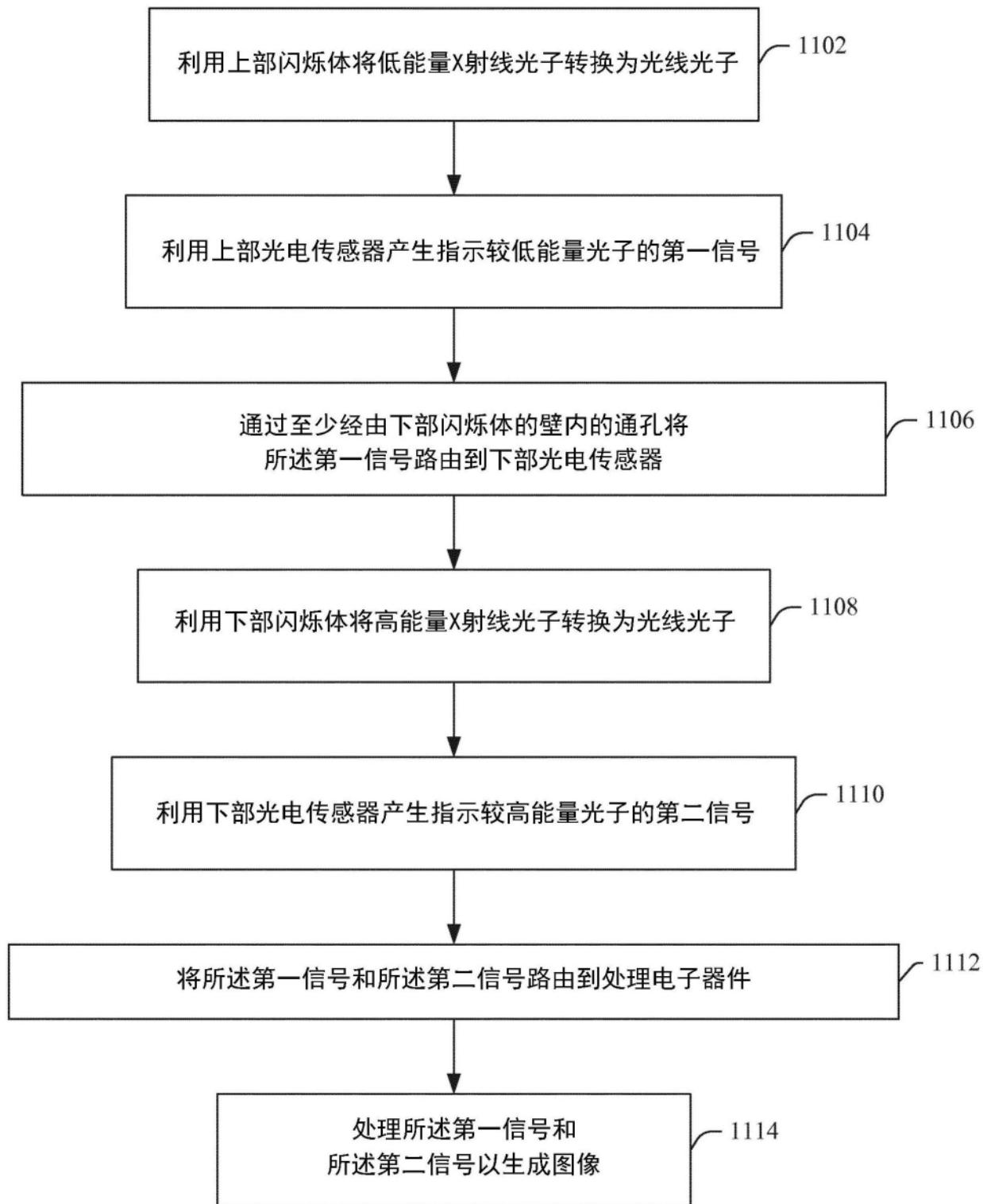


图11