(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 111133532 B
(45)授权公告日 2023.11.17

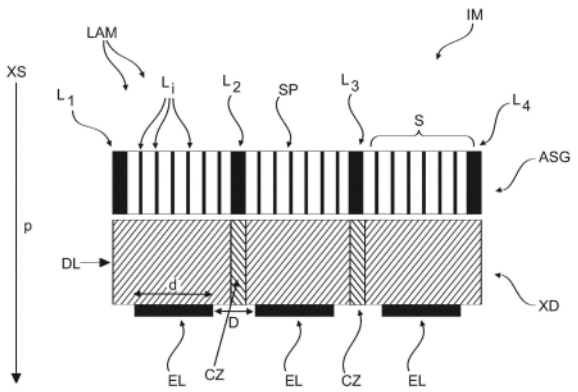
(21)申请号 201880062054.7
(22)申请日 2018.08.14
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111133532 A
(43)申请公布日 2020.05.08
(30)优先权数据
17186194.1 2017.08.14 EP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2020.03.24
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2018/072018 2018.08.14
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2019/034650 EN 2019.02.21
(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司
地址 荷兰艾恩德霍芬
(72)发明人 H•德尔 R•普罗克绍
(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 孟杰雄
(51)Int.Cl.
G21K 1/02(2006.01)
G01T 1/164(2006.01)
(56)对比文件
CN 103648388 A,2014.03.19
DE 102009031481 A1,2010.02.11
US 2013168567 A1,2013.07.04
JP 2008506945 A,2008.03.06
US 2010187429 A1,2010.07.29
CN 104569002 A,2015.04.29
CN 106575533 A,2017.04.19
CN 103765244 A,2014.04.30
CN 103364419 A,2013.10.23
李维姣;邬小玫;王威琪;沈天明;陈嘉敏.基于SiPM的阵列式X射线背散探测器设计.仪器仪表学报.2016,(05),1034-1041.
审查员 郭健
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

用于光子计数计算机断层摄影的低轮廓防散射和防电荷共享光栅

(57)摘要

一种用于X射线成像的防散射光栅(ASG),具有由多个条带(LAM)形成的表面(S)。所述多个条带包括在平行于所述表面的方向上比所述多个条带(LAM)中的一个或多个条带(l_i)更厚的至少两个保护条带(L_i、L_{i+1})。所述一个或多个条带(l_i)位于所述两个保护条带(L_i、L_{i+1})之间。



CN 111133532 B

1.一种用于X射线成像中的光子计数探测器(XD)的防散射光栅(ASG),所述防散射光栅(ASG)包括:

表面(S);和

形成所述表面的多个条带(LAM),所述多个条带包括在平行于所述表面的方向上比所述多个条带(LAM)中的一个或多个其他条带(l_i)更厚的至少两个保护条带(L_i、L_{i+1}),所述一个或多个其他条带(l_i)位于所述两个保护条带(L_i、L_{i+1})之间,

其中,所述保护条带被定位成与所述光子计数探测器的相邻的探测器像素之间的间隙对齐,并且具有平行于所述表面(S)且小于或等于位于所述间隙处的临界区(CZ)的大小的厚度,在该间隙中,在相邻的探测器像素之间产生的电荷云的一部分被E场引导到所述相邻的探测器像素中的一个探测器像素并且所述电荷云的另一部分被引导到所述相邻的探测器像素中的另一探测器像素。

2.根据权利要求1所述的防散射光栅,其中,所述至少两个保护条带(L_i、L_{i+1})或者所述至少一个其他条带(l_i)由箔形成。

3.根据权利要求2所述的防散射光栅,其中,所述箔是金属的。

4.根据权利要求3所述的防散射光栅,其中,所述箔包括以下中的任一项或组合:钼或铅、或钨。

5.根据权利要求1所述的防散射光栅,具有10至40的长宽比。

6.根据权利要求1所述的防散射光栅,其中,所述至少两个保护条带(L_i、L_{i+1})中的至少一个保护条带的厚度是20μm至200μm。

7.根据权利要求1所述的防散射光栅,其中,所述一个或多个其他条带(l_i)中的至少一个条带的厚度是5μm至50μm。

8.一种成像模块(IM),包括光子计数X射线探测器(XD),所述X射线探测器具有至少一个探测器像素(EL)和根据前述权利要求中的任一项所述的防散射光栅。

9.根据权利要求8所述的成像模块(IM),其中,所述至少两个保护条带(L_i、L_{i+1})中的至少一个保护条带被定位于两个探测器像素(EL)之间,从而降低由所述两个探测器像素(EL)中的两者对相同X射线辐射事件的探测的可能性。

10.根据权利要求8或9中的任一项所述的成像模块(IM),其中,所述至少一个像素(EL)的所述大小在50μm与1mm之间。

11.一种成像装置(XI),包括根据权利要求1-2中的任一项所述的防散射光栅或者根据权利要求8-9中的任一项所述的成像模块。

12.根据权利要求11所述的成像装置(XI),包括事件计数器(EC)。

13.根据权利要求12所述的成像装置(XI),其中,所述事件计数器(EC)被配置为支持谱成像。

14.根据权利要求11-13中的任一项所述的成像装置(XI),其中,所述成像装置是计算机断层摄影扫描器。

15.一种制造根据权利要求1所述的用于光子计数X射线探测器(XD)的防散射光栅(ASG)的方法,所述方法包括:

确定(S410)位于所述光子计数探测器的相邻的探测器像素之间的间隙处的临界区(CZ)的大小,其中,在相邻的探测器像素之间产生的电荷云的一部分被E场引导到所述相邻

的探测器像素中的一个探测器像素并且所述电荷云的另一部分被引导到所述相邻的探测器像素中的另一探测器像素;并且

基于所确定的大小来指定(S420)所述保护条带(L_i)的厚度。

用于光子计数计算机断层摄影的低轮廓防散射和防电荷共享光栅

技术领域

[0001] 本发明涉及防散射光栅、成像模块和成像装置。

背景技术

[0002] 一些X射线成像装置(诸如计算机断层摄影(CT)扫描器或其他)使用能量辨别探测器设备。与仅能量积分的更常规探测器不同,能量辨别探测器系统能够分析X辐射的能量谱。该额外信息提取允许例如谱成像以获悉成像样本的材料组成。

[0003] 一种类型的这样的能量辨别探测器系统是直接转换光子计数探测器。这些主要使用非结构化半导体以将X辐射转换为探测器信号。结构化或者“像素化”通过将多个电极布置在半导体上实现。电极记录由于撞击光子在半导体内形成的电荷云引起的光子事件。电极以能够处理为谱图像数据的电脉冲的形式提供探测器信号。

[0004] “电荷共享”的不期望的现象可以在这些类型的探测器或者类似事件计数器中发生。“电荷共享”是其中完全相同光子事件由电极中的超过一个记录的效果并且这能够干扰成像装置的能量辨别能力。

[0005] 降低电荷共享的影响的一种方式是使用分析不同像素的探测信号的算法。在电荷共享事件的情况下,具有小脉冲高度的许多脉冲在邻近像素内在相同时间实例处被探测。脉冲高度可以组合以恢复初始脉冲高度。

发明内容

[0006] 可能存在对于改进基于事件计数的成像的备选方式。

[0007] 本发明的目的由独立权利要求的主题解决;其他实施例被包含在从属权利要求中。应当注意,以下所描述的方面同样适用于成像模块和成像装置。

[0008] 根据本发明的第一方面,提供了一种用于X射线成像中的光子计数探测器的防散射光栅(ASG),具有由多个条带形成的表面,所述多个条带包括在平行于所述平面的方向上比所述多个条带中的一个或多个条带更厚的至少两个保护条带,所述一个或多个条带位于所述两个保护条带之间,其中,所述至少两个保护条带之间的距离对应于能够在所述探测器中形成的光子的平均电荷云直径或者平均散布的大小。

[0009] 根据一个实施例,所述至少两个保护条带由箔形成。

[0010] 根据一个实施例,所述箔是金属的。特别地并且根据一个实施例,所述箔包括以下中的任一项或组合:钼或铅、或钨。使用箔是成本有效的并且允许以大约1mm-4mm的ASG的总高度建造的特别低的轮廓。相同长宽比可以利用与具有针对相同长宽比高大约10倍的高度的常规ASG相比较更低的轮廓实现。

[0011] 根据一个实施例,ASG具有大约10至40的长宽比。

[0012] 根据一个实施例,所述至少两个保护条带中的至少一个的厚度是大约20μm至200μm。

[0013] 根据一个实施例,所述一个或多个条带中的至少一个的厚度是大约5μm至50μm。

[0014] 根据第二方面,提供了一种成像模块,包括:X射线探测器,其具有至少一个探测器像素;以及如上文所描述的ASG,其中,所述至少两个保护条带之间的距离对应于能够在所述探测器(XD)中形成的光子的平均电荷云直径或者平均散布。所述平均电荷云在直接转换类型探测器的转换层中形成,而光子的散布在间接类型探测器的闪烁体层中形成。

[0015] 根据一个实施例,所述至少两个保护条带中的至少一个位于两个探测器像素之间,从而降低由所述两个探测器像素对X辐射事件的探测的可能性。X辐射事件例如是由于X辐射影响形成的电荷云。

[0016] 根据一个实施例,所述至少一个像素的所述大小在50μm与1mm之间。

[0017] 根据第三方面,提供了一种成像装置,包括如上文所描述的防散射光栅或者如上文所描述的成像模块。

[0018] 根据一个实施例,所述成像装置或者所述成像模块包括事件计数器。

[0019] 根据一个实施例,所述事件计数器被配置为支持谱成像。

[0020] 根据一个实施例,所述成像装置是计算机断层摄影扫描器。

[0021] 换句话说,在本文中提出的事物是具有防电荷共享能力的ASG。因此,新提出的ASG具有双重功能:其降低散射,但是另外,它还针对电荷共享起作用。所述ASG在使用在具有相对小像素(大约100μm-500μm)的光子计数探测器系统中时是特别有益的。所述ASG优选地是具有大约1mm-4mm的高度的低轮廓。所述ASG可以具有一维条带图案。然而,还设想了2D布置,其中,存在两组条带,其中,来自不同组的条带是不平行的,特别地垂直的。

[0022] 在模块中,所述ASG与所述探测器如此对齐,使得更厚的保护条带与所述探测器的像素之间的间隙对齐。这特别地防止直接(不散射的)X射线光子到达所述探测器的转换层中的临界“电荷共享区”。这些区是位于所述电极间隙之间(当在平面视图中查看时)的转换层的身体内的空间部分。

[0023] 根据第四方面,提供了一种支持光子计数探测器的防散射光栅的制造的方法,散射光栅包括两个不同厚度的条带,所述方法包括:

[0024] -确定针对所述探测器的平均电荷云直径或者平均光子散布;并且

[0025] -基于所述直径,将所述条带中的较厚一个的厚度确定尺寸。

[0026] 所述探测器要么具有其中所述电荷云在所述转换层内形成的直接转换类型,要么所述探测器具有其中光子响应于X射线在闪烁体层内的特定散布处生成的间接转换类型。

[0027] 空间量词“近端/远端”和“顶部”/“底部”等在本文中关于ASG可安装到的成像装置的X射线源的位置使用。

附图说明

[0028] 现在将参考以下附图(其不按比例)描述本发明的示范性实施例,其中:

[0029] 图1示出了X射线成像装置的示意性框图;

[0030] 图2示出了包括防散射光栅的成像模块的截面视图;

[0031] 图3示出了通过探测器的转换层以图示电荷共享的截面视图;并且

[0032] 图4示出了支持防散射光栅的制造的方法的流程图。

具体实施方式

[0033] 参考图1,示出了X射线成像装置XI(在本文中也被称为“成像器”)的示意性框图。

[0034] X射线成像装置XI包括X射线源XS。设想的探测器优选地是数字的,特别地平板类型的,但是在本文中还设想了其他变型,诸如聚焦于X射线源XS的焦斑的曲线变型。在跨检查区域距X射线源XS一定距离处,布置了包括X射线敏感探测器XD的成像模块IM。成像器被配置为特别地相对于对象OB的内部结构和/或材料组成采集图像。

[0035] 对象OB可以是有生命或无生命的。特别地,对象是人类或者动物患者或其一部分。X射线成像器XI特别地被设想用于优选地医学领域中的谱成像,但是在本文中不排除非医学领域中的其他应用,诸如行李扫描或非破坏性材料测试等。

[0036] 在成像期间,要成像的对象OB驻留在X射线源XS与X射线探测器XD之间的检查区域中。X射线源XS通过控制单元(未示出)由用户激励。X射线源XS然后以横贯检查区域和要成像的对象的X射线射束XB的形式发射X辐射。X射线射束由通过X射线源XS生成的X辐射的谱定义的不同能量的光子组成。

[0037] 光子与对象OB中的物质相互作用。光子中的一些由物质吸收,而其他光子在对象的远侧处出现(如从X射线源查看的),并且然后与X射线敏感探测器XD相互作用。由于其与对象OB中的物质相互作用,而其他光子出现未散射,在对象OB的远侧处出现的光子中的一些已经散射。

[0038] 由探测器对散射光子造成的探测可能损坏图像质量。因此,X射线成像器XI包括作为图像模块IM的部分的额外部件,其被称为防散射光栅ASG。防散射光栅ASG被布置在要成像的对象OB与探测器XD之间。优选地,防散射光栅ASG被安装在探测器XD之上(再次然后,当从X射线源查看时)。防散射光栅基本上充当通过吸收滤出来自对象的散射光子的滤波器。因此,主要防止散射光子到达探测器XD。因此,散射光子由于ASG的存在基本上不受探测器影响。因此,其主要是使其穿过防散射光栅ASG并且然后实际上由探测器XD探测的未散射光子。未散射光子主要对成像有益。

[0039] 如本文中主要设想的X射线成像器XI能够进行事件计数以量化光子与探测器XD相互作用的方式。在一个特定实施例中,X射线成像器是允许探测的X辐射/光子的谱分析的谱成像器。该能力允许例如对象的材料分解。即,例如,探测的辐射可以被分析以识别对象中的不同类型的材料组织。

[0040] 如本文中提出的防散射光栅ASG具有新颖类型,因为其服务如关于图2将更详细解释的双重功能,但是简要地,新提出的防散射光栅ASG降低并消除散射的光子,并且另外,改进成像器XI的光子计数能力,因为如果允许更好地区分由光子引起的信号。下面将更详细地解释该操作。

[0041] 与X射线探测器XD相互作用的光子引起由数字采集系统DAS拾取和处理的电信号。DAS中的调节电路(诸如脉冲成形器)将这些信号形成为然后传递到事件计数器EC(诸如脉冲计数器)的电脉冲。事件计数器EC可以集成到成像模块中或者可以集成在成像器XI的其他部件中。在脉冲计数器EC中,脉冲针对一组阈值量化或数字化。换句话说,给定脉冲的高度与一个(优选地多个)阈值相比较,并且每次脉冲高度超过阈值的特定一个时,计数器针对该阈值和脉冲设定。以这种方式,在探测器XD处拾取的电信号被转换为表示探测的光子的能量谱的直方图数据结构。换句话说,直方图数据结构允许确定具有某个能量间隔(“分

箱”)中的能量的探测光子量。能量分箱对应于事件计数器EC中的阈值。

[0042] 在事件计数器EC处产生的这样量化的事件计数数据形成可以存储在存储器中或者由图像处理器IP处理为图像的原始计数数据。图像可以存储在图像存储设备DB中用于稍后参考或者可以绘制用于在显示单元DU上查看。例如,原始数据可以处理为谱图像,其中,图像的部分对应于构成成像的对象OB的内部的不同类型的材料。

[0043] 现在转到图2,这示出了通过成像模块IM的截面视图,部分平面平行于X辐射的主要传播方向p(参见图1)。在更详细地解释新提出的防散射光栅ASG之前,可以具有首先更详细地转到X射线探测器XD中的信号形成过程的益处。探测器XD优选地具有直接转换器类型。更特别地,探测器XD包括由适合的半导体形成的直接转换层DL。半导体具有晶体结构,诸如硅、CdTe、CZT、GaAs和Ge、和其他。正如探测器XD的全部一样,转换层DL通常具有矩形形状。在图2的视图中,它的其他长度尺寸延伸到附图的纸平面中。在该层DL中并且通过该层DL,入射光子生成电信号。特别地,转换层夹在成对的电极EL之间。仅阳极示出在图2的截面视图中,被布置在转换层DL的远端面处。电极LE在距离D处(“电极间距离”)并且在直接转换层DL的远端表面上的图案中分立隔开。每个电极EL具有大小d。电极EL定义其他未结构化的转换层DL的“像素化”。每个电极EL对应于一个探测器像素。电极EL有时在本文中被称为“像素”。跨电极和直接转换层DL施加电压。通常,阴极未像素化以跨层DL施加相同电压。在探测层DL的近端表面上,安装了防散射光栅ASG。

[0044] 穿过ASG的X射线光子(即,非散射光子)受探测器层DL中的晶体影响。取决于光子的能量,释放另外在晶体中受限的多个电子和空穴。这样释放的电子和空穴可以自己释放另外的电子和空穴。归因于施加的电压,电子和空穴的主要部分不能重新组合并且形成两个相应的电荷云。由施加的电压驱动,电子电荷云朝向阳极EL(向下)缓和以引起先前提到的电信号。电信号然后形成为用于电荷云的脉冲并且然后由如先前所描述的事件计数器EC处理以产生图像。

[0045] 现在,成像器的事件计数能力中的许多依赖于其在由不同光子引起的电荷云之间区分的能力。因此,理想地,每个电极对EL将每次响应于单个光子的电荷云。遗憾的是,由于电荷云的不可忽略的有限大小,这不总是发生。在邻近像素EL之间生成电荷云的情况下,云的一部分可以由E场引导到所述像素之一并且另一部分被引导到另一像素。该事实引起示出为图2的截面视图中的阴影部分的所谓的临界区的定义。这些临界区是电极EL之间的转换层DL内部的体积部分。如果光子影响所述临界区CZ中的直接转换层DL,则随后的云电荷可以由相应的临界区CZ的两侧的两个或更多个(特别地邻近)电极记录。该不期望的效应被称为“电荷共享”。换句话说,在两个或更多个阳极之间共享由通过与临界区中的直接转换层的相互作用的光子引起的云电荷。该电荷共享可能引起用于单个给定光子的双重或者多重计数,因为电荷在由阳极定义的像素中的两个或更多个中间共享。因此,电荷共享可以干扰成像器的能量辨别能力。

[0046] 电荷云被图示为根据图3的截面视图中的椭圆形。由电极生成的电场使得电子沿着示出为图3中的线的轨迹行进。场线在引起弯曲和发散轨迹的邻近电极之间的区域中弯曲。电荷云可以通过平均直径描述。可以看到,当电荷云中的电子溢出并且朝向一个或另一电极牵引时,电荷云越大,电荷共享事件越可能。因此,邻近区的宽度是平均电荷云直径(“ACD”)的函数。给定转换层的类型和由X射线源XS生成的X射线谱,ACD是可以实验确定的

数量。

[0047] 被布置在直接转换层DL之上的防散射光栅被配置为降低或者甚至消除相同事件的这样的多个计数。特别地，并且现在更详细地转到防散射光栅ASG，这具有还示出在图2中的截面中的光栅结构。多个条带(或薄层)LAM与间隔区SP并排布置以形成面向入射辐射/光子的面S。

[0048] 条带LAM中的每一个由高度包装的辐射材料形成，诸如钼、钨、铅或其他或任何这些金属的合金。伸长的条带具有在图2中延伸到纸平面中的长度。每个条带作为沿着或者平行于表面S的厚度，以及在表面S外部延伸并且跨其的“高度”。典型的高度在1-4mm之间并且典型的厚度是大约5-50μm，但是在本文中不排除其他尺寸。在示出的特定实施例中，条带的高度垂直于该表面延伸(因此沿着示出为图1中的p的入射X射线射束XB的主要传播方向)。在该实施例中，条带全部平行并且其厚度垂直于主要传播方向p。在一个实施例中，如图2所示，条带LAM的表面S是平面的，但是这是不必要的，因此在其中ASG表面S围绕位于源XS的焦斑处的点弯曲的所有实施例中。以这种方式，聚焦的ASG可以形成以实现探测器的较高的照明。在用于聚焦的ASG的其他实施例中，条带LAM仍然被布置在如图2中的平面表面S内，但是条带LAM中的一些个体地围绕其相应的纵轴旋转或成角。条带位于距离表面S的中间部分越远，旋转角越高，而没有中心条带处的旋转。

[0049] 如本文所提出的，光栅包括两种类型的条带，称为保护条带L_j(其中，示出三个，L_1-L_3)以及剩余的散射条带l_1-l_6。两种类型的条带交替布置以形成表面S。通常被称为“L_i”的保护条带比散射条带“l_i”(以使用类似通用符号)更厚。在图2的特定实施例中，散射条带l_i以六个的“延伸”或组布置。在散射条带的任何两个邻近延伸之间，布置相应的保护条带L_i。然而，该“≥-1”顺序布局仅是示范性的，并且在本文中还设想了其他布局(更一般地指代为“1-N-1”，N≥1)。

[0050] 两种类型的条带和其空间布置实现先前所提供的双重功能。散射条带l_i(就此而论保护条带L_i)以适合的长宽比布置以阻止散射光子因此降低到达探测器层DL的散射辐射量。长宽比是ASG规格并且是条带高度与两个连续条带之间的距离之间的比。长宽比定义接受角并且因此允许通过ASG的光子的比例。长宽比可以是由X射线源XS发射的X辐射/光子的平均能量的函数。

[0051] 除该功能之外，更厚的保护条带L被布置为降低电荷共享以及因此用于单个光子相互作用事件的多个计数的可能性。特别地，保护条带Lj的电荷共享降低能力发生，因为其厚度对应于临界区CZ的宽度D。

[0052] 在本文中提出与ACD成比例对保护条带的厚度标示尺寸。特别地，保护条带厚度大约是ACD的大小。ACD可以小于电极间距离D或其可以大约相等。因此，保护条带小于或等于D。如果ACD大于D，则可以相应选择厚度，尽管在本文中设想“修剪”大约D或大约1.5x D处的保护条带厚度以避免DQE的过度退化。在一些情况下，应当考虑大约80％的DQE，尽管可能存在降低该限制的好的原因。

[0053] 保护条带L_i对准，使得当在从X射线源XS在平面视图内查看时，保护条带位于任何两个邻近电极EL之间的临界区CZ之上。由于其调谐的厚度和其电极中的定位(在平面视图中)，保护条带L_i基本上防止入射光子到达直接转换层中的临界区CZ。因此，可以防止能够引起多个计数事件的电荷云的形成。

[0054] 还如图2的截面图中所示，在任何两个条带(散射条带l_i或保护条带L_i)之间，布置了由适合的辐射半透明填充物材料形成的相应的间隔区SP条带。适合的填充物材料包括诸如纸、塑料或胶水的纤维素。备选地，全部条带LAM部分或完全嵌入在填充物矩阵或填充物材料封装中。

[0055] 间隔区SP通过使ASG对剪切或其他变形有抵抗力添加完整性和稳定性并且定义条带之间的间隙d以形成“通道”以允许非散射光子通过。ASG的大小和形状通常适合于ASG要永久或可释放安装的X射线探测器XD的形状和大小。在探测器XD具有平板类型的实施例中，ASG然后具有相等矩形形状以匹配X射线探测器XD的辐射接收面的形状和大小。

[0056] 还将意识到，保护条带的厚度是ACD和因此要由保护条带覆盖的临界区CZ的宽度的函数。特别地，保护条带L_i中的一些或全部可以基本上与临界区宽一样厚。备选地，保护条带L_i中的一些或全部可以稍微比临界区宽度更厚。

[0057] “1-N-1”(每个块中的散射条带l_i的数目)的上文所描述的顺序图案取决于电极的大小d。换句话说，尽管保护条带的厚度对应于临界区CZ/ACD的宽度，但是在延伸中布置的散射条带的数目对应于阳极EL的大小。换句话说，连续条带l_i的块可以基本上与像素宽一样长或者稍微更长。关于保护条带L_j的定位，一旦ACD已知，则保护条带的中心线优选地与通过电极间距离D的中心线重合，其中，保护条带将中心线的任一侧延伸ACD/2。

[0058] 如果像素阳极EL的大小不同，则散射条带l_j的数目也将不同，并且如果临界区的宽度贯穿层DL不同，则保护条带L_j的厚度也将不同。优选地然而，保护条带L_j具有相同厚度并且存在每个延伸中使用的相同数目的散射条带l_i。保护条带可以比散射条带厚4或5倍。

[0059] ASG主要被设想为形成一维(“1D”)光栅，如图2所示。换句话说，所有条带LAM在没有横向方向上延伸的条带的情况下基本上平行。然而，在备选方案中，在本文中还设想了二维(“2D”)光栅，其中，由间隔区材料SP填充的条带间隙形成棋盘式板图案。换句话说，该类型的ASG包括各自形成如图2中的1D光栅的两组条带，其中，该两组以90°跨越彼此。在一个实施例中，诸如2D光栅可以根据依据图2的两个1D光栅构建。两个1D光栅以90°被布置在彼此之上以形成分层结构，期望的2D ASG。

[0060] ASG可以利用1D条带图案布置。备选地，ASG相反可以具有条带布置在垂直于彼此的两组方向上的2D条带图案。在1D变型中，电荷共享可以仅在一个方向上降低(即，在跨条带的方向上)。在2D ASG中，电荷共享可以在垂直于彼此的两个方向上减少。

[0061] 在一个实施例中，像素大小是大约d＝s＝500μm。临界区的示范性宽度D是大约40μm。相应地，保护条带的厚度同样是大约40μm。

[0062] 另外，每像素散射条带数是大约N＝6，其中，散射条带是各自大约t＝10μm厚。

[0063] 给定要求的DQE(探测量子效率)，间隔区厚度是(s,c,N,t)的函数。轮廓高度继而是间隔区厚度和长宽比的函数。

[0064] 例如，利用80％[＝(s-c-N*t)/s]的示范性几何DQE，这然后要求大约x＝57μm＝(s-c-N*t)/(N+1)的间隔区厚度。

[0065] 如果r＝25的长宽比是期望的，则高度变为～1.4mm＝x*r。

[0066] 本文中设想的典型的像素大小在50μm与1mm之间。典型的条带(l_i)的箔厚度在5μm与50μm之间，而保护条带(L_i)的箔厚度是大约20μm到200μm。尽管在一些示范性实施例中设想了这些或类似规格，这将不排除与以上规则不同的其他规格。

[0067] 如本文中设想的1D类型的上文所描述的ASG的制造的一种方法是由金属箔形成条带。箔可以容易冷轧成期望的厚度并且适合地通过切割和修剪确定大小。可以进行叠轧以增加吞吐量。备选地，如果仅单个厚度的板是可用的，则较厚的金属箔可以通过胶合或以其他方式附着可用箔板的多层形成。例如，针对保护条带的箔可以由针对散射条带的更薄的箔的多层形成。使用用于形成条带的箔已经发现是低成本的。

[0068] 用于保护条带的较大厚度的箔的板和用于散射条带的箔的其他较薄的板堆叠布置在彼此之上，其中，箔的任何两个板具有插入其间的间隔区材料SP的层。较厚和较薄的箔板以适合的变更被布置为实现期望的顺序图案1-N-1，其中，N(≥1)薄箔被布置在相应的子堆叠中，其中，用于保护条带的厚箔被布置在任何两个这样的子堆叠之间。以这种方式，分层夹层结构根据顺序图案交替由薄金属箔、较厚金属箔和间隔区材料层形成。间隔区材料层胶合或以其他方式附着在金属箔的两个相邻层(L_j、l_i)之间。一旦板的总数已经堆叠(这将取决于ASG的期望大小和探测器XD的视场)，则金属箔和间隔区材料的全部分层堆叠然后固化(如果使用胶水)。一旦堆叠已经稳定化，则切片穿过堆叠。部分平面垂直于堆叠中的箔板的面。每个切片然后对应于如本文中所设想的ASG，其中，每个这样的堆叠产生多个ASG。稳定化框架可以围绕这样形成的ASG结构的边缘延伸。

[0069] 将意识到，分别用于散射条带和保护条带的箔的金属材料可以不相同。例如，与用于散射条带l_i的更便宜或更不密集的、辐射更不透明的材料相反，更昂贵或更高密度或辐射不透明材料可以被用于保护条带L_i。备选地，相同箔使用在用于散射条带l_i和保护条带L_j的不同厚度中。

[0070] 如果要求ASG的2D变型，则两个这样的1D ASG可以放置并且附着在另一个之上，其中，其相对于彼此旋转90°。在该实施例中，2D ASG变型具有两倍1D ASG的轮廓高度。

[0071] 尽管如上文所描述的探测器XD具有直接转换类型，但是在备选方案中，在本文中还设想了使用额外层(闪烁体)的间接类型转换器。对于本文中设想的间接转换探测器的类型，闪烁体层包括多个可比较的有源光导或“管线”。例如，碘化铯(CsI)在柱状“针头状”结构中生长。每列CsI充当将从闪烁体接收到的可见光子引导到光探测器(例如，光电二极管)的光导。在列被支撑在CsI与光探测器之间的保护层(例如，玻璃衬底)上的情况下，可以在邻近像素之间共享光，因为光子在从闪烁体层发出时将具有特定散布。散布可以通过具有特定顶角的锥形几何地描述。该基于光子的效应可与使用如上文所解释的直接转换材料的探测器中的电荷共享的效应比较。

[0072] 现在参考图4的流程图，其中，示出了支持如上文所描述的防散射光栅ASG的制造的方法。

[0073] 在步骤S410处，针对给定转换层DL类型确定平均电荷云直径。这可以通过扫描探测器上的笔形X辐射射束用实验方法完成。孔径掩模或准直器可以被用于实现笔形射束。对于给定像素处的射束的每个位置，确定相邻像素的响应。距波束一定距离，每时间单位所测量的计数将下降到给定阈值以下(例如，到零)。如果这发生，则距离将提供针对ACD的好的近似。在贯穿探测器层的不同样本位置处重复流程。如此获得的ACD值然后可以平均以获得ACD。

[0074] 基于如此确定的ACD，在步骤S420处指定保护条带(Li)的厚度并且这可以被用于制备适合的厚度的箔，并且行进到例如根据如上文所描述的堆叠分层技术建立ASG。

[0075] 如果探测器具有间接转换类型，则可以进行类似测量。在这种情况下，“转换层”是将X射线转换为光的闪烁体层而不是将X射线转换为电荷的上文所讨论的转换层DL。在这种情况下，在步骤S420处测量的数量是闪烁体中生成的光子的平均散布。

[0076] 代替于上文所描述的箔分层方法，在备选实施例中，还设想了诸如溅射或其他层沉积技术的备选方案。

[0077] 应当指出，参考不同的主题描述本发明的实施例。特别地，参考方法类型权利要求描述一些实施例，而参考设备类型权利要求描述了其他实施例。然而，本领域的技术人员将从上文和以下描述意识到，除非另行指定，否则除属于一种类型的主题的特征的任何组合之外，与不同的主题有关的特征之间的任何组合还被认为是利用本申请公开。然而，所有特征可以被提供以提供超过特征的简单求和的协同效应。

[0078] 尽管已经在附图和前述描述中详细图示和描述本发明，但是这样的图示和描述将被认为是说明性或者示范性而非限制性的。本发明不限于所公开的实施例。通过研究附图、说明书和从属权利要求，本领域的技术人员在实践请求保护的本发明时可以理解和实现所公开的实施例的其他变型。

[0079] 在权利要求中，词语“包括”不排除其他元件或者步骤，并且词语“一”或“一个”不排除多个。单个处理器或者其他单元可以实现权利要求中记载的若干项的功能。互不相同的从属权利要求中记载了特定措施的仅有事实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不应当被解释为对范围的限制。

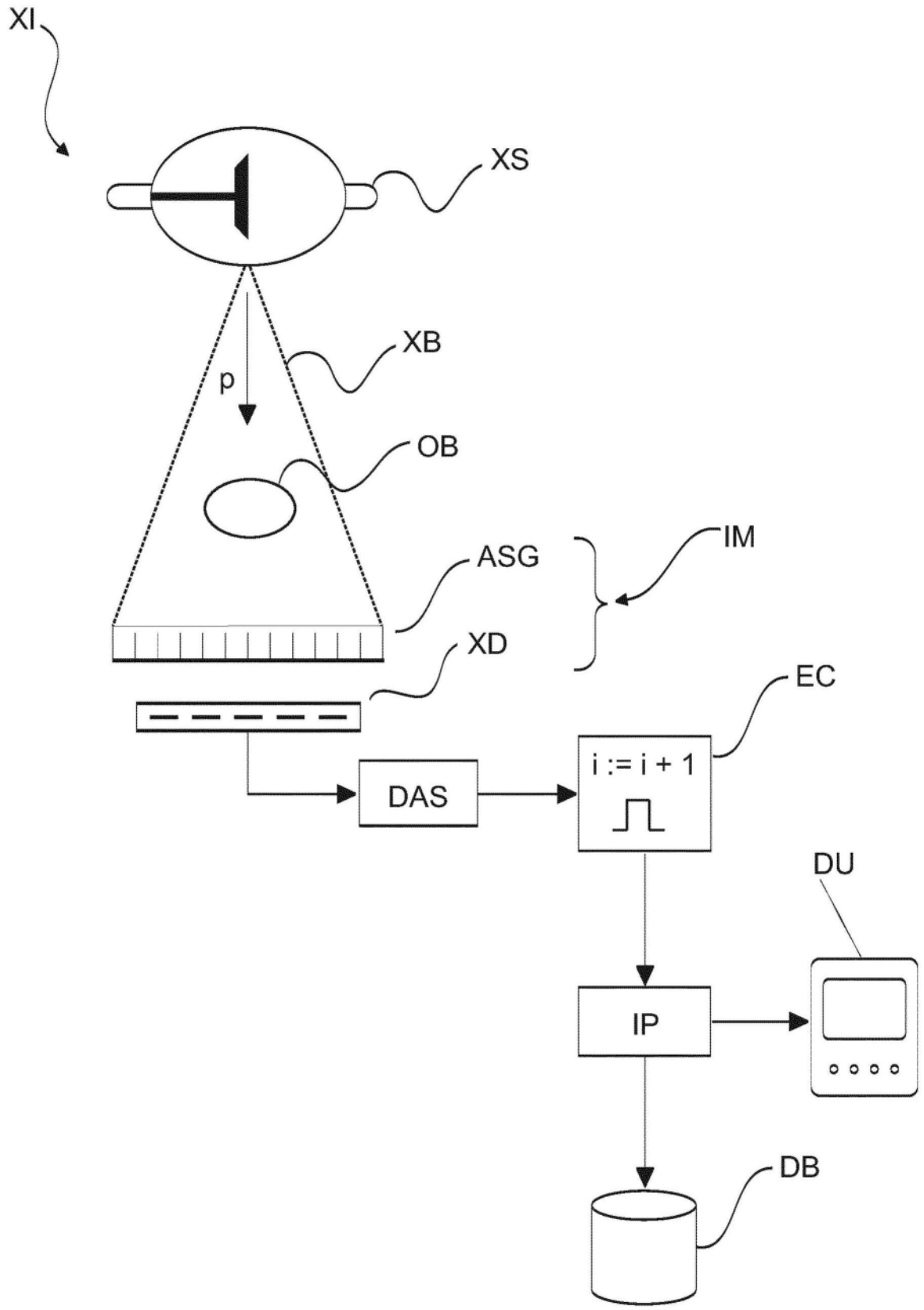


图1

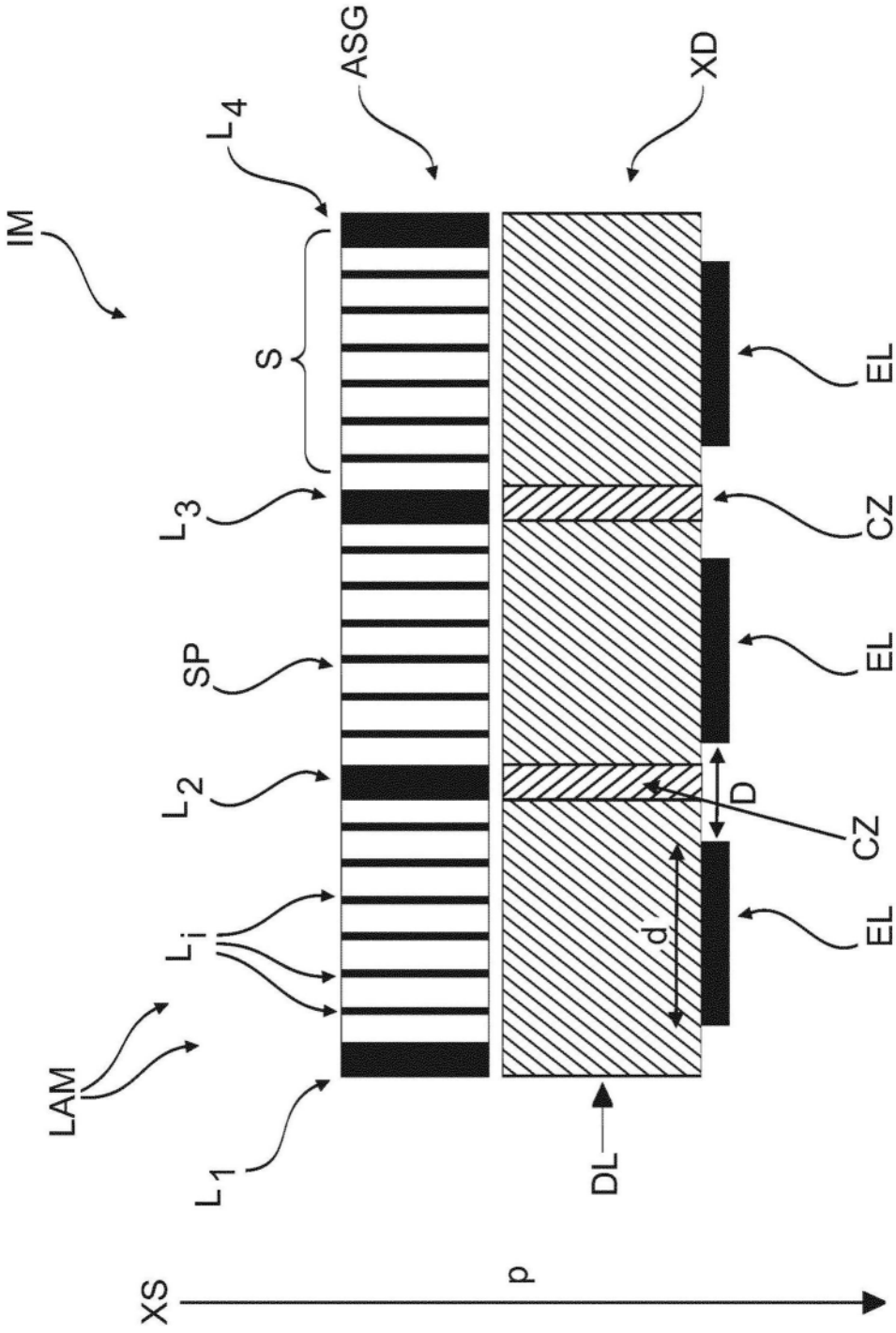


图2

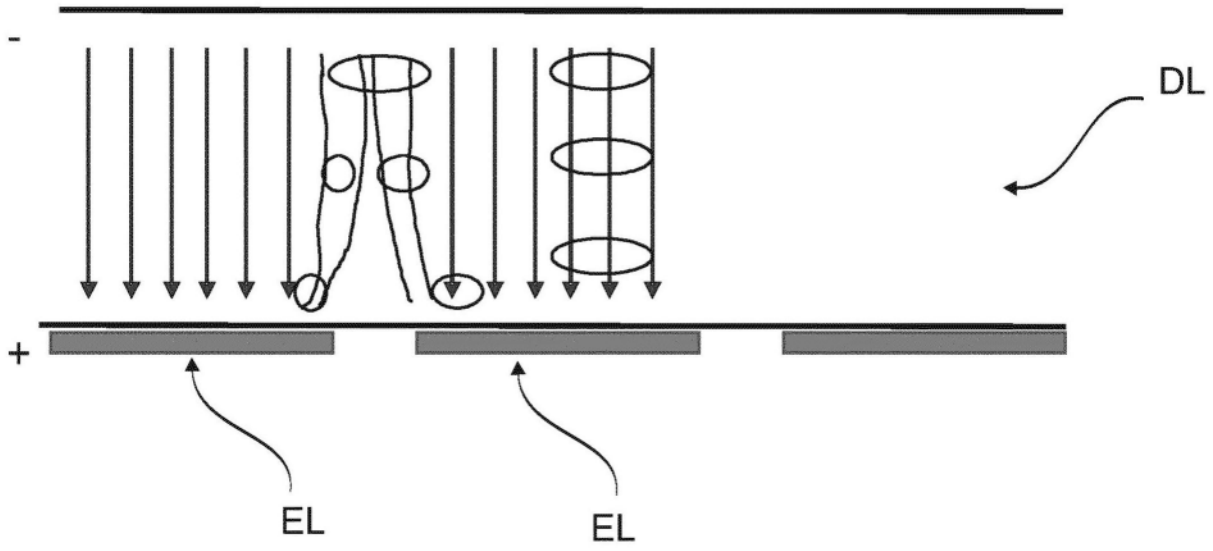


图3

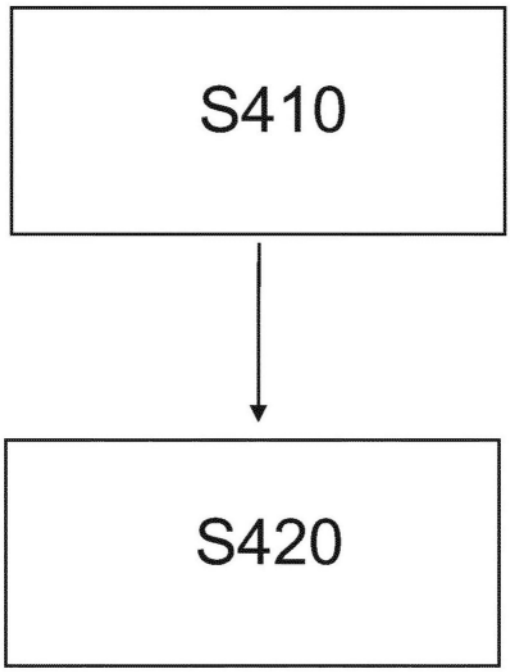


图4