



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114088748 A

(43) 申请公布日 2022.02.25

(21) 申请号 202110888712.1

(22) 申请日 2021.08.03

(30) 优先权数据

20189361.7 2020.08.04 EP

(71) 申请人 梅特勒-托莱多有限责任公司

地址 美国俄亥俄州

(72) 发明人 G·曼克 B·霍夫曼

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 周家新

(51) Int.Cl.

G01N 23/083 (2018.01)

G01N 23/04 (2018.01)

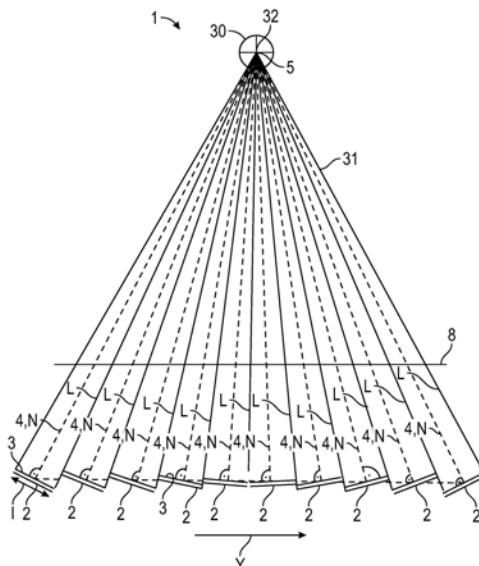
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

探测器阵列及包括所述探测器阵列的用于吸收成像的设备

(57) 摘要

本发明涉及一种用于探测电磁辐射的探测器阵列(1)，所述探测器阵列(1)包括沿着在第一方向(Y)上延伸的扫描线连续布置的多个探测器元件(2)，所述多个探测器元件(2)中的每个探测器元件(2)具有用于接收电磁辐射并能够操作为将接收到的电磁辐射转换为对应的探测信号的探测表面(3)，其中，各个所述探测表面(3)的表面法线(4,N)在公共平面(S)中延伸并会聚到公共焦点(5)，其中，公共平面(S)在所述第一方向(Y)上延伸，对于至少两个探测器元件(2)，公共焦点(5)与探测表面(3)之间沿相应的表面法线(4,N)的距离是不同的。此外，本发明涉及一种包括所述探测器阵列(1)的射线透照检查系统(20)。



1. 一种用于探测电磁辐射的探测器阵列(1)，所述探测器阵列(1)包括沿着在第一方向(Y)上延伸的扫描线连续布置的多个探测器元件(2)，所述多个探测器元件(2)中的每个探测器元件(2)具有用于接收电磁辐射并能够操作为将接收到的电磁辐射转换为对应的探测信号的探测表面(3)，其中，各个所述探测表面(3)的表面法线(4)在公共平面(S)中延伸并会聚到公共焦点(5)，其特征在于，所述公共平面(S)沿所述第一方向(Y)延伸，并且对于至少两个探测器元件(2)，所述公共焦点(5)与探测表面(3)之间沿相应的表面法线方向(N)的距离是不同的。

2. 根据权利要求1所述的探测器阵列(1)，其中，至少两个相邻的探测器元件(2)的面对的端面(6)沿穿过所述公共焦点(5)的直线(L)对正。

3. 根据权利要求1或2所述的探测器阵列(1)，其中，对于所述多个探测器元件(2)中的每个探测器元件(2)，存在至少一个相邻的探测器元件(2)，使得对于两个相邻的探测器元件(2)，所述公共焦点(5)与探测表面(3)之间沿相应的表面法线方向(N)的距离是不同的。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的探测器阵列(1)，其中，对于每个所述探测表面(3)，在相应探测表面(3)的质心(7)处存在会聚到所述公共焦点(5)的表面法线(4)。

5. 根据权利要求4所述的探测器阵列(1)，其中，所述探测表面(3)的所述质心(7)沿直线(G)对正。

6. 根据权利要求4所述的探测器阵列(1)，其中，对于所述多个探测器元件(2)中的至少一对探测器元件(2)，对于分别位于一对探测器元件(2)中的相应探测器元件(2)的探测表面(3)的质心(7)处的表面法线(4)与用于布置待检查的物品的检查平面(8)的交点处的两个点A和B，点A和点B分别与所述公共焦点(5)之间的距离a和b以及点A和点B分别与相应的探测表面(3)之间的距离a'和b'之间，存在恒定的距离比 $a/a' = b/b'$ 。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的探测器阵列(1)，其中，探测表面(3)中的至少一个包括平坦表面。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的探测器阵列(1)，其中，探测表面(3)中的至少一个具有矩形外周。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的探测器阵列(1)，其中，探测器元件(2)适用于探测X射线辐射。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的探测器阵列(1)，其中，所述多个探测器元件(2)中的每个探测器元件(2)包括堆叠型双能X射线探测器元件，所述堆叠型双能X射线探测器元件包括彼此上下堆叠的第一探测器构件(2a)和第二探测器构件(2b)。

11. 根据前述权利要求中任一项所述的探测器阵列(1)，其中，所述多个探测器元件(2)中的每个探测器元件(2)包括闪烁体。

12. 根据前述权利要求中任一项所述的探测器阵列(1)，所述探测器阵列(1)还包括支撑件，其中，每个探测器元件(2)可拆卸地安装在所述支撑件上。

13. 一种射线透照检查系统(20)，所述系统(20)包括：

辐射源(30)，其用于产生辐射束(31)，辐射束(31)包括一束射线(33)，所述射线(33)形成辐射平面(RP)，所述辐射束(31)包括焦点(32)；

根据前述权利要求中任一项所述的探测器阵列(1)；

传输装置(40)，其用于沿横向于所述辐射平面(RP)的传输路径(T)传输待检查的物品

(50) ,所述传输路径 (T) 置于所述辐射源 (30) 与所述探测器阵列之间 (1) ,

其中,所述探测器阵列 (1) 被布置为使得所述公共平面 (S) 与所述辐射平面 (RP) 重合,并且所述公共焦点 (5) 与所述焦点 (32) 重合。

14.根据权利要求13所述的系统 (20) ,其中,所述传输装置 (40) 包括传送带 (41) 。

15.根据权利要求13或14所述的系统 (20) ,其中,所述辐射源 (30) 包括X射线源。

探测器阵列及包括所述探测器阵列的用于吸收成像的设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于探测电磁辐射的探测器阵列，所述探测器阵列包括沿着在第一方向上延伸的扫描线连续布置的多个探测器元件，所述多个探测器元件中的每个具有用于接收电磁辐射并且能够操作为将接收到的电磁辐射转换为对应的探测信号的探测表面，其中，各个所述探测表面的表面法线在公共平面中延伸并且会聚到公共焦点。此外，本发明涉及一种射线透照检查系统，所述系统包括所述探测器阵列。

背景技术

[0002] 用于射线透照检查的探测器阵列可以包括具有以二维布置结构、例如 $m \times n$ 矩阵布置的多个探测器元件的探测器，例如在US 2002/0110216 A1中所公开的。可替代地，具有在第一方向上延伸的扫描线的多个探测器阵列可以被布置在垂直于第一方向的方向上，以产生二维布置结构，例如在EP 1 010 021 B1中所公开的。探测器元件包括用于接收电磁辐射并且能够操作为将接收到的电磁辐射转换为对应的探测信号的探测表面。探测表面可以包括适合于将电磁辐射转换为由光电二极管可探测的辐射的闪烁体。光电二极管可以布置在每个探测器元件上。

[0003] 射线透照检查系统可包括探测器阵列、辐射源和传输装置，辐射源用于产生包括一束射线的辐射束，所述射线形成(span)辐射平面，传输装置用于沿横向于所述辐射平面的传输路径传输待检查的物品，所述传输路径置于辐射源与探测器阵列之间。辐射源可以是X射线源。

[0004] 例如，在射线透照检查系统的已知设置中，如在EP 3 078 944 A1中所述，待检查的物品在传送带上沿置于辐射源与探测器阵列之间的传输路径传输。通常，辐射源的电磁辐射被发射为扇形平面射线束。探测器具有沿着在第一方向上延伸的扫描线布置的线性形式的探测器元件的阵列。由扇形的辐射束形成的辐射平面以及探测器阵列位于基本上垂直于物品的传输路径延伸的平面中。当物品移动穿过该平面时，探测器的更新频率与传送带的速度相协调，使得由探测器阵列产生的信号序列可被转化为具有不同亮度值的光栅点图案，所述光栅点图案代表置于辐射源与辐射探测器之间的物品的阴影图像。阴影图像对应于物品的透射图像，即，阴影图像对应于被物品吸收并透射过物品的X射线。然后从透射图像确定吸收。这样就可以生成待检查的物品的二维图像。如果扫描的物品包含对辐射源的射线的透射率比扫描的物品低的异物、例如金属碎片，则射线透照图像将此类异物显示为扫描的物品的透明阴影图像内的较暗区域。

[0005] 射线透照检查有许多应用，包括但不限于食品和饮料行业、或法医学，其中，在食品和饮料行业，射线透照检查用于探测物品中的异物。例如，上述射线透照检查系统可用于探测食物中的异物、例如肉中的异物。

[0006] 在许多应用中，使用X射线的吸收成像用于对包含多种未知厚度的材料的物品进行成像。在这种情况下，以下是有益的：记录同一物体在不同X射线能量下的多张图像，而不是仅记录一张X射线吸收图像。从这些图像中，可以基于材料的依赖于能量的X射线吸收来

区分不同的材料。

[0007] 记录同一物品在不同X射线能量下的多个图像的最常用方法是双能X射线成像。在这种方法下,同一物品暴露在变化的X射线能量下,或者使用能够分辨两种或更多种不同能量的探测器。

[0008] 能够分辨两种或更多种不同能量的探测器有多种技术实现方式。通常,这样的探测器包括能够相互独立地记录X射线信号的多个探测器元件。现代半导体探测器可以测量单个X射线光子(光子计数)的能量,因此可以分辨每个探测器元件中的X射线光子能量。

[0009] 双能X射线探测器的另一种可行方式是使用闪烁体将X射线光子转换为可见光,并使用光电二极管来探测所发射的光。通常,包括具有不同闪烁体材料和厚度的闪烁体的第一探测器构件和第二探测器构件的探测器元件被用于形成双能X射线探测器。

[0010] 每个探测器元件的第一探测器构件和第二探测器构件可以并排放置。可替代地,可以堆叠第一探测器构件和第二探测器构件,如US 4,511,799中所公开的。对于堆叠型双能X射线探测器,面向X射线源的第一(“上”)探测器构件通常记录低能量图像。在上探测器构件的下方,可以布置滤波器、例如薄金属板,以阻止低能量X射线到达布置在下方并适于记录高能量图像的第二(“下”)探测器构件。

[0011] 如上文解释的并且参考示出了射线透照检查系统的示意性截面图的图5进一步解释的,用于对移动的物品进行成像的射线透照检查系统可以包括探测器阵列100和辐射源120,所述探测器阵列100包括沿着在第一方向Y上延伸的扫描线连续布置的多个探测器元件101,辐射源120发射包括一束射线132的辐射束,所述射线132形成辐射平面。探测器元件101包括用于接收电磁辐射并能够操作为将接收到的电磁辐射转换为对应的探测信号的探测表面。探测表面垂直于辐射平面布置。探测器阵列100可以相对于辐射束130的焦点131对称布置。因此,入射到探测器阵列100的探测表面上的辐射在探测器阵列100的中心处C可以具有大约90°的入射角 α 。然而,朝向探测器阵列100的外端,入射角 α 不同于90°。

[0012] 在以下情况下:探测器阵列100包括堆叠型双能X射线探测器元件101,每个探测器元件包括上探测器构件102和下探测器构件103,其中,探测器构件102、103中的每一个均具有探测表面,如图5中所示,上探测器构件102、下探测器构件103的探测表面上的入射角 α 不同于90°可能具有以下后果:在平面探测器阵列100的边缘101a处,入射到探测器阵列100上的射线132可入射到一个探测器元件101的上探测器构件102上,但是所述射线132不入射到同一探测器元件101的下探测器构件103上。而是,所述射线132入射到相邻的探测器元件101的下探测器构件103上。这降低了探测器阵列100的分辨率。

[0013] 为了改善这种情况,在本领域中已知的是将探测器阵列100的探测器元件101连续地布置在弧上(见图6)。每个探测器元件101具有用于接收电磁辐射的探测表面104,各个所述探测表面104的表面法线105在公共平面中延伸并且会聚成公共焦点107。当探测器阵列100和辐射源120相对于彼此被布置为使得公共平面与从辐射源120发射的辐射束130的射线132形成的辐射平面重合并且公共焦点107与辐射束130的焦点131重合时,每个探测器元件101在其质心106处被辐射束130以90°角照射。

[0014] X射线成像技术的当前发展已经使得X射线探测器中像素尺寸减小。这一发展是为了满足对更好图像质量的需求、例如以在食品检查中探测较小的污染物。这一发展为构建X射线探测器带来了额外的挑战。虽然上述各个探测器元件的弧形布置意味着:电磁辐射以

大约90°的角度在堆叠型双能X射线探测器元件的上、下探测器构件上的每个探测表面的质心处入射到上、下探测器构件上,但对于单个探测器元件的边缘不再如此。在这里,会出现偏离90°的入射角。因此,如平面探测器阵列的情况那样,入射到探测器元件的上探测器构件上的射线可能不会入射到同一探测器元件的下探测器构件上。这种效应可能与当今可用的0.4毫米尺寸的探测器元件有关。因此,可能会损失小探测器元件的分辨率增益。

[0015] 本领域已知的探测器阵列的另一个挑战是探测器元件沿第一方向的精确对正。当所有探测器元件都排列在一个圆弧上时,两个相邻探测器元件之间的间隙应尽可能小,因为在间隙中探测不到辐射。这需要仔细对正探测器元件,并且在安装过程中存在损坏探测器元件边缘的风险。否则,相邻探测器元件之间可能存在相对较大的间隙,这会降低探测器阵列的分辨率。

发明内容

[0016] 鉴于现有技术存在的问题,本发明的目的在于进一步开发一种以上提及的探测器阵列和射线检查系统,以达到探测精度高、制作简单的目的。

[0017] 根据本发明的第一方面,该目的通过进一步开发一种以上提及的探测器阵列来实现,在该探测器阵列中,公共平面沿所述第一方向延伸,对于至少两个探测器元件,公共焦点与探测表面之间沿法线方向的距离是不同的。

[0018] 根据本发明的第一方面,提供了一种用于探测电磁辐射的探测器阵列,所述探测器阵列包括多个探测器元件。所述多个探测器元件可以包括两个、三个或更多个探测器元件。探测器元件沿着在第一方向上延伸的扫描线连续布置。这种布置实现了“一维”探测器阵列。在探测器阵列的使用过程中,待检查的物品沿横向于扫描线、例如垂直于扫描线的传输路径移动,以创建二维图像。根据本发明的多个探测器阵列可以沿横向于扫描线、例如垂直于扫描线的方向来布置。

[0019] 所述多个探测器元件中的每个探测器元件具有用于接收电磁辐射并能够操作为将接收到的电磁辐射转换为对应的探测信号的探测表面。探测信号可以是电信号。每个探测表面包括多个表面法线。对于每个探测表面,存在至少一个表面法线,使得表面法线在公共平面中延伸,并且所述公共平面在所述第一方向上延伸。即,所有这些表面法线都位于公共平面内。沿表面法线的方向表示为法线方向。此外,表面法线都会聚到公共焦点。公共焦点可以是一个点或一个区域。例如,当探测器元件布置在中心点为M的圆弧上时,如现有技术中已知的(见图6),公共焦点对应于中心M,并且表面法线垂直于各个探测器元件的探测表面的质心。

[0020] 根据本发明的第一方面,对于至少两个探测器元件,公共焦点与探测表面之间沿法线方向的距离是不同的。即,如果将两个探测器元件中的一个探测器元件的探测表面与公共焦点之间沿这个探测器元件的会聚到公共焦点的表面法线的距离定义为d1,并且如果将所述两个探测器元件中的另一个探测器元件的探测表面与公共焦点之间沿所述两个探测器元件中的所述另一个探测器元件的会聚到公共焦点的表面法线的距离定义为d2,则d1不同于d2。即,至少两个探测器元件在公共平面中彼此偏移。这与所有探测器元件都布置在弧上的布置不同。当布置在弧上时,对于所有探测器元件,公共焦点与探测表面之间沿法线方向的距离是相同的。

[0021] 所述多个探测器元件中的至少两个探测器元件的偏移简化了相邻探测器板之间的对正,允许容易地安装大量的小探测器元件并且由于可以降低探测器阵列的高度而减小了探测器阵列的体积。探测器阵列的高度可以限定为探测器阵列在公共平面中的最大延伸。

[0022] 在根据本发明的探测器阵列的一个实施例中,至少两个相邻的探测器元件的面对的端面可以沿着穿过公共焦点的直线对正。面对的端面在第一方向上彼此面对。在该实施例中,在两个相邻的探测器元件之间不存在来自位于探测器阵列公共焦点中的辐射源的辐射束、例如扇形的辐射束发射的辐射不能被探测器阵列探测到的区域。即,在第一方向上相邻的探测器元件之间不存在辐射不可探测的间隙。从而,提高了探测器阵列的探测效率。在一个可能的示例中,每对相邻的探测器元件的面对的端面可以沿穿过公共焦点的直线对正。以这种方式,可以进一步提高探测效率。

[0023] 根据本发明的探测器阵列的另一实施例,对于所述多个探测器元件中的每个探测器元件,可以存在至少一个相邻的探测器元件,使得对于两个相邻的探测器元件,公共焦点与探测表面之间沿法线方向的距离是不同的。这种布置允许最小化探测器阵列在法线方向上的延伸。即,可以减小探测器阵列的高度。

[0024] 在根据本发明的探测器阵列的另一实施例中,对于每个所述探测表面,相应探测表面的质心处的表面法线会聚到所述公共焦点。以这种方式,辐射在沿第一方向的每个探测表面的质心处的入射角为90°。然而,本发明不限于这种配置。例如,对于每个所述探测表面,在沿第一方向的探测表面的端部可以存在表面法线,所述表面法线会聚到公共焦点。当辐射源布置在探测器阵列的公共焦点中时,辐射在沿第一方向的每个探测表面的端部处的入射角为90°。

[0025] 此外,所述探测表面的所述质心可以沿直线对正。所述直线可以在第一方向上延伸。以这种方式,探测器阵列的高度可受到探测表面的尺寸限制。因此,可以进一步降低探测器阵列的高度。

[0026] 在根据本发明的探测器阵列的一个实施例中,可以通过以下设置来实现所得图像中更恒定的放大因子:对于多个探测器元件中的至少一对探测器元件,对于分别位于一对探测器元件中的相应探测器元件的探测表面的质心处的表面法线与用于布置待检查的物品的检查平面的交点处的两个点A和B,点A和点B分别与所述公共焦点之间的距离a和b以及点A和点B分别与相应的探测表面之间的距离a'和b'之间,存在恒定的距离比 $a/a' = b/b'$ 。在使用探测器阵列时,被检查的物品布置在探测平面中。然后,对于至少一对第一探测器元件和第二探测器元件,可以识别位于第一探测器元件的探测表面的质心处的表面法线与探测平面的交点处的点A。此外,可以识别位于第二探测器元件的探测表面的质心处的表面法线与探测平面的交点处的点B。然后,公共焦点与点A之间的距离通过a表示,点B与公共焦点之间的距离通过b表示。此外,点A与其在第一探测器元件上的投影之间的距离通过a'表示,B点与其在第二探测器元件上的投影之间的距离通过b'表示。由于探测器元件布置在探测器阵列中,使得对于至少两个探测器元件距离比 $a/a' = b/b'$ 是相同的,所以可以保证更恒定的放大因子。即,点A附近的物品的尺寸为s的区域和点B附近的物品的尺寸为s的区域在探测器阵列处被放大为大致相同尺寸的图像。以这种方式,克服了现有技术的探测器阵列中放大因子在整个探测器阵列上不是恒定的问题。优选地,对于探测器阵列的多个探测器

元件中的每对探测器元件,距离比 $a/a'=b/b'$ 是相同的。

[0027] 探测器元件的探测表面存在多种可能的几何形状。例如,探测表面中的至少一个可以包括平坦表面。这种探测表面特别容易制造。附加地或替代地,所述探测表面可以具有矩形外周。此时,质心对应于矩形的中心。这有利于沿第一方向连续布置探测器元件。

[0028] 上述探测器阵列可用于探测任意波长的电磁辐射。在根据本发明的探测器阵列的一种可能的实施例中,探测器元件可以适于探测X射线辐射。此时,根据本发明的探测器可以用于例如X射线吸收成像。

[0029] 在本发明的一个实施例中,探测器元件可以包括堆叠型双能X射线探测器元件。堆叠型双能X射线探测器元件包括彼此上下堆叠的第一探测器构件和第二探测器构件。第一探测器构件和第二探测器构件分别包括第一探测表面和第二探测表面。第一探测表面和第二探测表面能够操作为将接收到的电磁辐射转换为对应的探测信号。第一探测表面和第二探测表面包括表面法线,其中,对于第一探测表面上的每个表面法线,可以存在第二探测表面上的表面法线,使得这两个表面法线沿一条直线对正。第一探测表面和第二探测表面可以包括彼此平行布置的平坦表面。在探测器阵列的使用期间面向辐射源的第一(“上”)探测器构件适于探测第一辐射能量E1。布置在上探测器构件下方的第二(“下”)探测器构件适于探测具有第二能量E2的电磁辐射。第一探测器构件和第二探测器构件适于使得上探测器构件探测的能量低于下探测器构件探测的能量,即 $E1 < E2$ 。在上探测器构件与下探测器构件之间,可以布置滤波器、例如薄金属板,以防止低能量辐射到达下探测器构件。

[0030] 在根据本发明的探测器阵列的一个实施例中,所述多个探测器元件中的每个探测器元件可以包括闪烁体。闪烁体可以适于将电磁辐射转换为光电二极管可探测的辐射。每个探测器元件可以包括适于探测从闪烁体发射的辐射的光电二极管。

[0031] 在根据本发明的探测器阵列的另一示例中,探测器阵列还可以包括支架,每个探测器元件可以可拆卸地安装在所述支架上。这允许非常容易地更换损坏的探测器元件。例如,每个探测器元件可以包括突起,并且所述支撑件可以包括适于接收所述突起的多个凹部,使得探测器元件能够稳定地安装在所述支撑件上。

[0032] 根据本发明的第二方面,提供了一种射线透照检查系统,所述系统包括:辐射源,其用于产生辐射束,辐射束包括一束射线,所述射线形成辐射平面,所述辐射束包括焦点;根据本发明的探测器阵列;传输装置,其用于沿横向于所述辐射平面的传输路径传输待检查物品,所述传输路径置于所述辐射源与所述探测器阵列之间,其中,所述探测器阵列被布置为使得所述公共平面与所述辐射平面重合并且所述公共焦点与所述焦点重合。

[0033] 根据本发明的一个实施例,所述传输装置可以包括传送带。传输路径可以垂直于所述辐射平面。

[0034] 根据本发明的另一方面,所述辐射源可以包括X射线源。射线透照检查系统可以是用于吸收成像的系统、特别是用于X射线吸收成像的系统。辐射源可以发射扇形的辐射束,所述辐射束的射线形成辐射平面。

附图说明

[0035] 在以下描述中,将参考附图通过示例更详细地说明本发明。在附图中:

[0036] 图1是根据本发明的探测器阵列的侧视图,其中,探测器阵列的公共焦点布置在辐

射源的焦点中；

- [0037] 图2是与图1所示相似的视图,示出了探测器阵列的几何关系;
- [0038] 图3是图2中的区域D的放大图;
- [0039] 图4是根据本发明的射线透照检查系统的立体图;
- [0040] 图5是根据现有技术的探测器阵列和辐射源的侧视图;
- [0041] 图6是根据现有技术的射线透照检查系统的立体图。

具体实施方式

[0042] 图1是根据本发明的探测器阵列1的侧视图。探测器阵列1包括沿着在第一方向Y上延伸的扫描线连续布置的多个探测器元件2。

[0043] 图1还示出了发射电磁辐射的辐射源30,该电磁辐射包括一束射线。在图1中,辐射束呈扇形的辐射束31的形式,但本发明不限于此。辐射束的射线形成辐射平面RP。在图1中,辐射平面RP与纸平面重合。

[0044] 待检查的物品可被传输穿过辐射平面RP。为此,传送带可被使用。传送带可在横向于、特别是垂直于所述辐射平面RP的检查平面8中传输物品。

[0045] 每个所述探测器元件2具有用于接收电磁辐射并能够操作为将接收到的电磁辐射转换为对应的探测信号的探测表面3。各个探测表面3的表面法线4在公共平面S中延伸,所述公共平面S在所述第一方向Y上延伸。表面法线4会聚到公共焦点5。即,表面法线4都位于公共平面S内。每个表面法线4限定法线方向N。与本领域已知的探测器元件的弧形布置不同,对于每个探测器元件2均存在相邻的探测器元件2,使得对于两个相邻的探测器元件2,公共焦点5与探测表面3之间沿法线方向N的距离是不同的。即,如果将这两个探测器元件2中的一个探测器元件2的探测表面3与公共焦点5之间沿这个探测器元件2的会聚到公共焦点5的表面法线N的距离定义为d1,并且如果将这两个相邻探测器元件2中的另一个探测器元件2的探测表面3与公共焦点5之间沿另一个探测器元件2的会聚到公共焦点的表面法线N的距离定义为d2,则d1不同于d2。从图1中可以立即清楚地看出,探测器阵列1的高度、即探测器阵列1在公共平面S中的延伸受到图1中所示的探测表面3的长度I的限制。以这种方式可以实现探测器元件的非常紧凑的布置,并因此实现非常紧凑的探测器阵列1。此外,探测器阵列1允许容易地安装和/或更换单独的探测器元件2。

[0046] 此外,如在图3中最佳地可见,图3是图1和2所示实施例的区域D的放大图,相邻探测器元件2的面对的端面6沿穿过公共焦点5的直线L对正。以这种方式,在第一方向Y上相邻的探测器元件2之间不存在无法探测扇形辐射束31的辐射的间隙。与相邻探测器元件之间存在间隙导致不能从两个相邻探测器元件2中的任一个接收到辐射的布置相比,这提高了探测器阵列1的探测效率。

[0047] 此外,在图1所示的实施例中,对于每个所述探测表面3,在各自探测表面3的质心7处存在表面法线4,所述表面法线4会聚到公共焦点5(参见图3的放大图)。探测表面3可以具有矩形外周并且可以是平坦的。此时,质心7对应于平坦的矩形探测表面的中心。即,在图1所示的辐射源30的焦点32与探测器阵列1的公共焦点5重合的情况下,扇形的辐射束31中发射的辐射以90°角在探测器元件2的探测表面3的质心7中入射到探测器元件2的探测表面3(见图3)。

[0048] 图1所示实施例的每个探测器元件2均可以包括堆叠型双能X射线探测器元件。这将在下文参考图3更详细地解释。

[0049] 如上所述,探测器元件2可以包括具有平坦表面的探测表面3。此外,所述探测表面3可以具有矩形外周。以此方式,将探测器元件2布置在探测器阵列1中可以是特别容易的。

[0050] 在吸收成像中,待检查的物品的尺寸为s的区域在探测器阵列上被表示为图像,其中,该区域的图像的尺寸s'大于物品的区域的尺寸s。这种效果称为放大,s'/s称为放大因子。现有技术的探测器阵列的一个问题是非恒定的放大因子。即,待检查的物品的两个相同尺寸的区域在探测器处被表示为不同尺寸的图像。本发明的探测器阵列可以克服这个问题。为此,参考图2,图2是与图1中所示的视图类似的视图,其示出了探测器阵列1的几何关系。A和B表示两个点,两个点分别位于第一探测器元件2和第二探测器元件2的探测表面3的质心7处的表面法线4与检查平面8的交点处。公共焦点5与点A之间的距离将表示为a,公共焦点5与点B之间的距离表示为b,点A与探测器阵列1的第一探测器元件之间沿表面法线4的距离表示为a',点B与探测器阵列1的第二探测器元件之间沿表面法线4的距离表示为b'。此时,由于探测器元件2的所有质心7都布置在单个直线G上,因此从截距定理得出距离 $a/a' = b/b'$ 是恒定的。由于这种关系,可以保证更恒定的放大因子。即,在检查平面8中,传送带上的在A点附近的物品的尺寸为s的区域和在B点附近的物品的尺寸为s的区域将在探测器阵列1的相应探测器元件2处被放大为(大约)相同尺寸的图像。优选地,上文定义的距离比对于每对探测器元件2是相同的。

[0051] 图3是图2中的区域D的放大图。图2示出了包括堆叠型双能X射线探测器元件的探测器元件2。每个探测器元件2包括彼此上下堆叠的第一探测器构件2a和第二探测器构件2b。第一探测器构件2a面向辐射源30。第一探测器构件2a可适于探测能量为E1的辐射,第二探测器构件2b可适于探测能量为E2的辐射,其中,E2大于E1。即,第一探测器构件2a可以被认为是低能量探测器,第二探测器构件2b可以被认为是高能量探测器。由于第一探测器构件2a和第二探测器构件2b彼此上下堆叠,所以辐射束31的射线33在第一探测器构件2a和第二探测器构件2b的探测表面3的质心7处以90°角入射。第一探测器构件2a和第二探测器构件2b之间可以存在距离。因此,利用根据本发明的探测器阵列防止了现有技术的问题,即入射到探测器元件的上探测器构件的射线不入射到同一探测器元件的下探测器构件而是入射到相邻的探测器元件。以此方式,与现有技术中探测表面呈直线布置的布置方式相比,探测器阵列1的分辨率得到改进。

[0052] 图4是根据本发明的射线透照检查系统20的立体图。射线透照检查系统20包括辐射源30。辐射源30可以是X射线源。辐射源产生扇形的辐射束31,其中,所述辐射束的射线形成辐射平面RP。扇形的辐射束31包括焦点32。

[0053] 射线透照检查系统20还包括根据本发明的探测器阵列1。探测器阵列1可以是图1和图2所示的探测器阵列1。

[0054] 此外,射线透照检查系统20包括用于沿横向、特别是垂直于所述辐射平面RP的传输方向T传输待检查的物品50的传输装置40。传输装置40包括传送带41,以沿传输方向T传输物品50。物品在检查平面8中传输。传输路径T置于辐射源30与探测器阵列1之间。探测器阵列1被布置为使得公共平面S与辐射平面RP重合。此外,上述探测器阵列1的公共焦点5与辐射源30的焦点32重合。图4中所示的射线透照检查系统20非常紧凑,因为探测器阵列1非

常紧凑。此外，根据本发明的探测器阵列1允许对待检查的物品50进行高精度成像。射线透照检查系统20可用于X射线吸收成像。

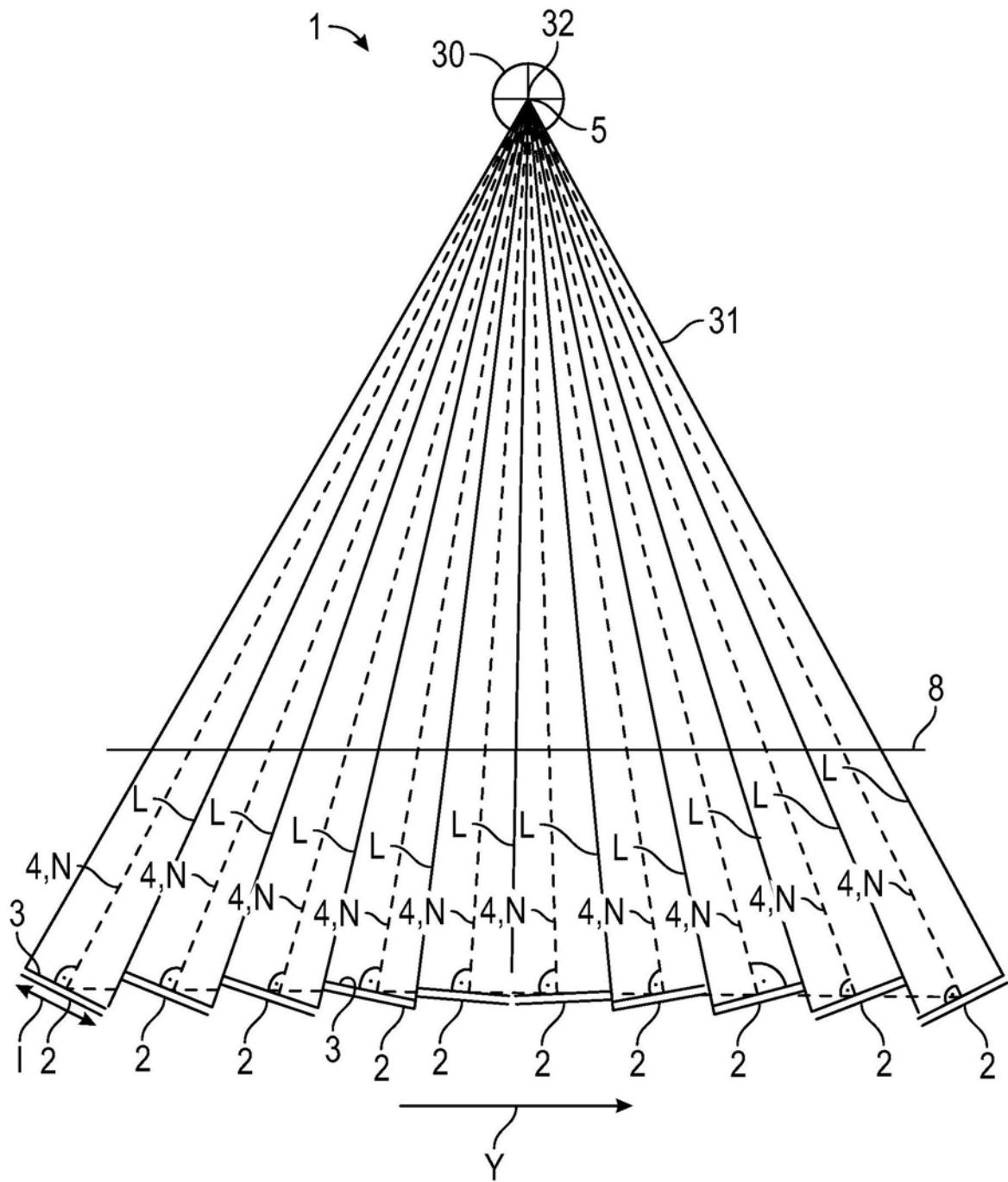
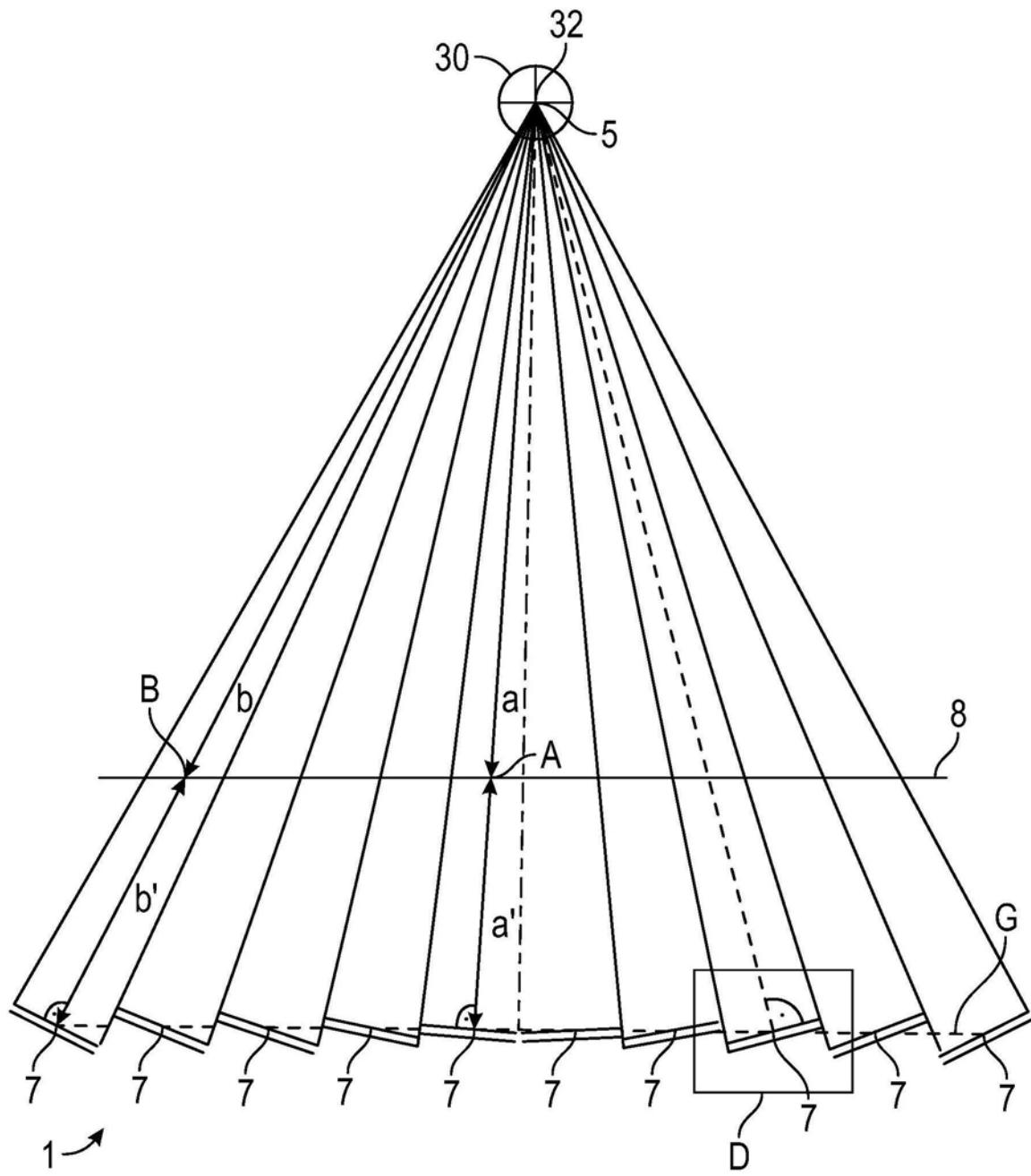


图1



$$\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'}$$

图2

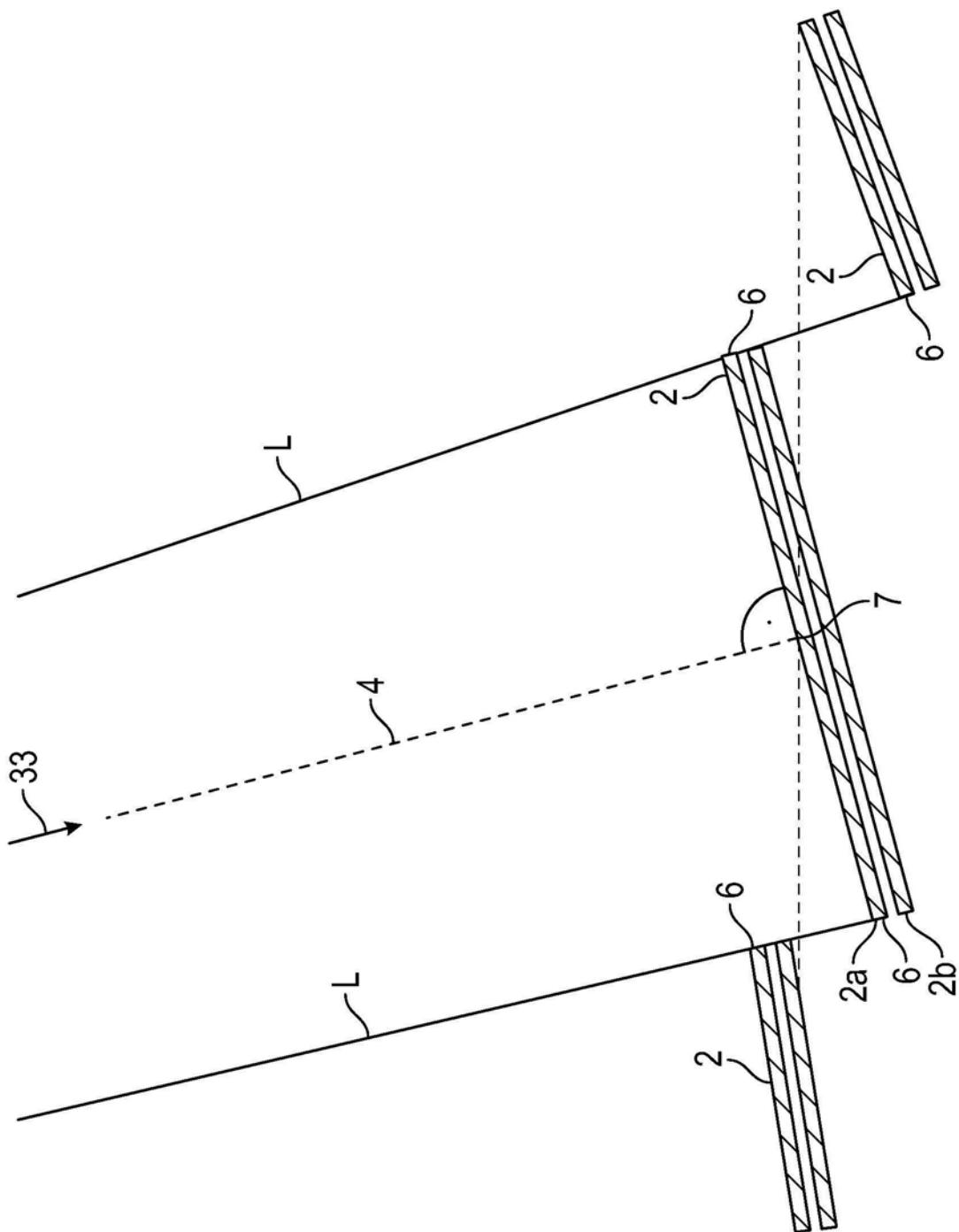


图3

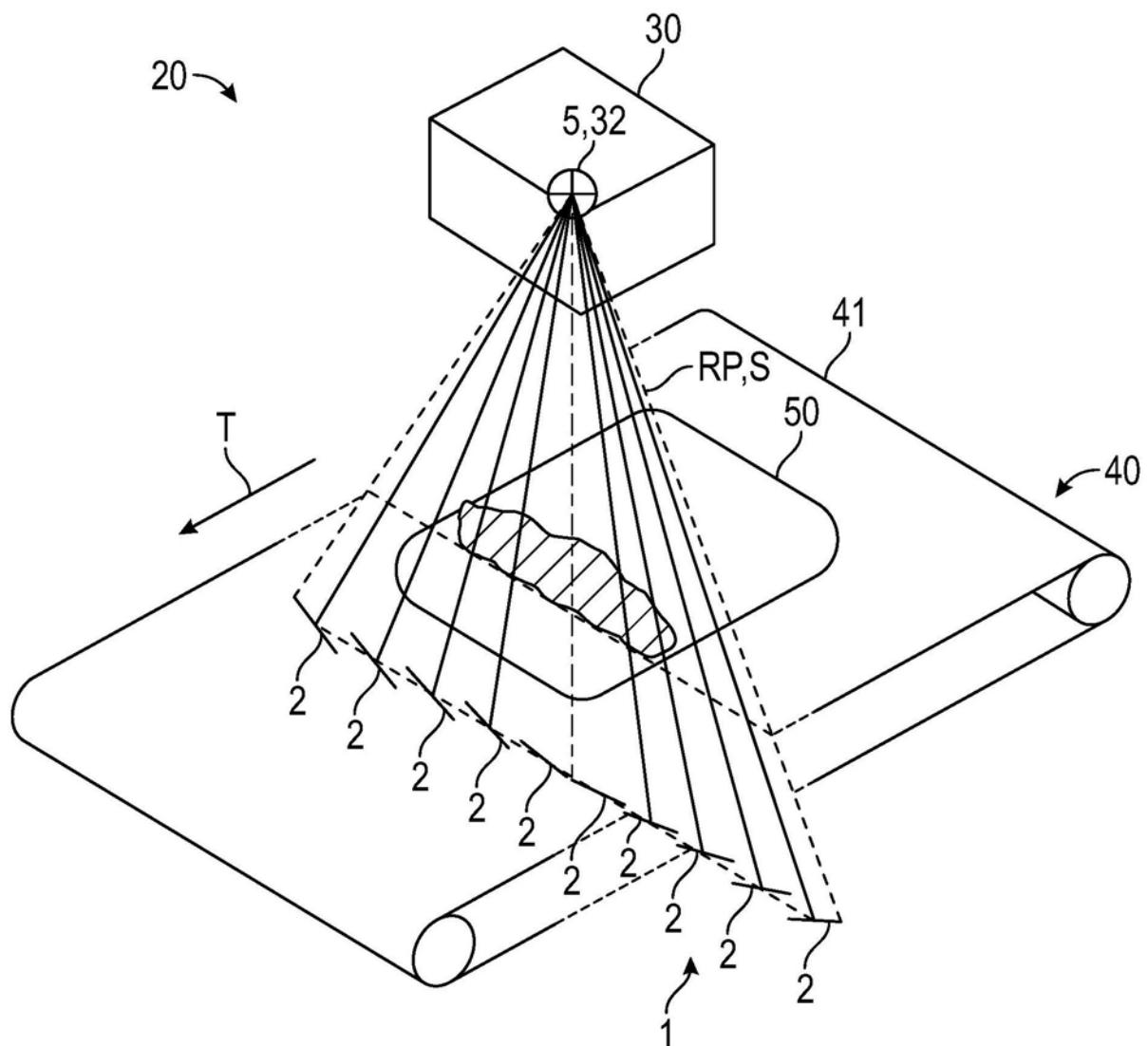


图4

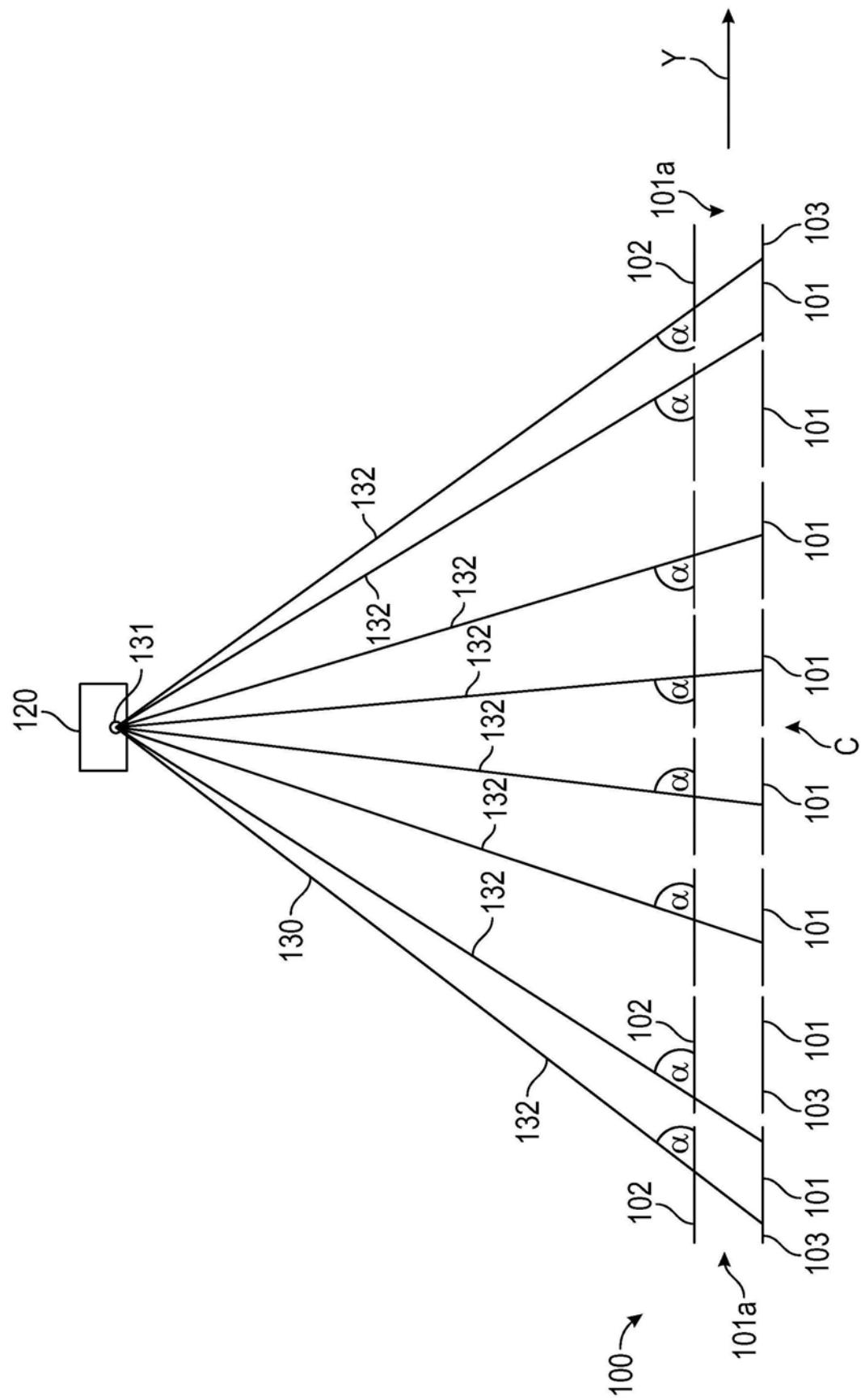


图5

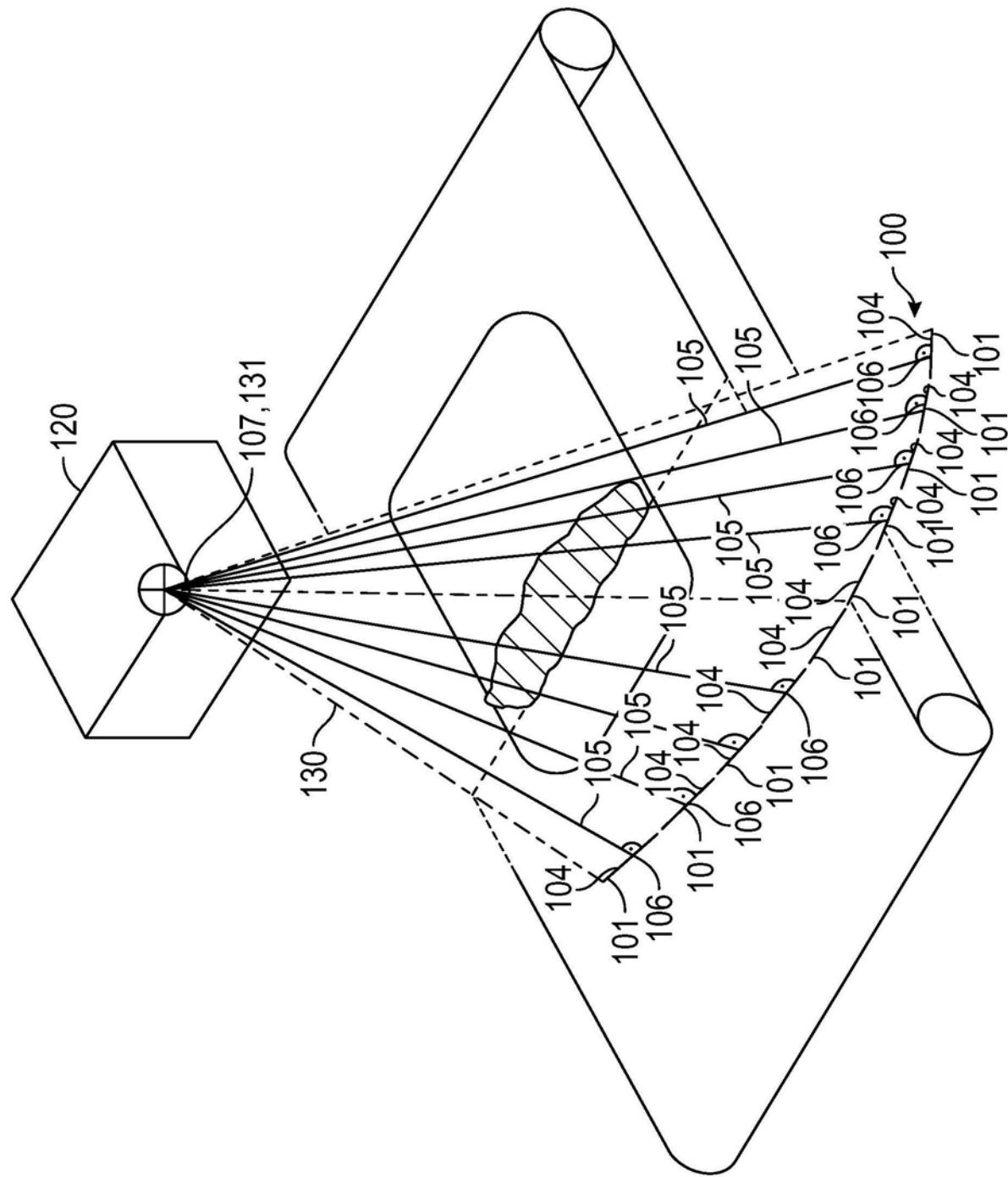


图6