[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
*A61B 6/02* (2006.01)
*G01N 23/04* (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780009914.2

[43] 公开日 2009 年 4 月 8 日

[11] 公开号 CN 101404939A

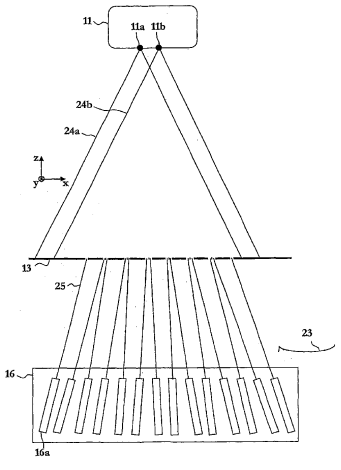
[22] 申请日 2007.3.13
[21] 申请号 200780009914.2
[30] 优先权
[32] 2006.3.21 [33] SE [31] 0600636-5
[86] 国际申请 PCT/SE2007/000239 2007.3.13
[87] 国际公布 WO2007/108736 英 2007.9.27
[85] 进入国家阶段日期 2008.9.19
[71] 申请人 爱克斯康特有限公司
地址 瑞典丹德吕德
[72] 发明人 克里斯特·乌尔贝里 汤姆·弗兰克
[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司
代理人 黄纶伟
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 发明名称

# 基于双源扫描的电离辐射检测

[57] 摘要

一种基于双源扫描的辐射检测设备，该设备包括至少两个辐射源(11a、11b)，其用于发射电离辐射；排列成阵列的多个方向敏感的线检测器(16a)；和用于使所述线检测器(16a)在扫描方向(x)上对待检验物体进行扫描的装置(17-19，21-22)，其中所述阵列中的线检测器指向所述辐射源；并且所述用于扫描的装置被设置为在扫描期间使所述线检测器与所述辐射源保持对准，以使各个线检测器能够记录所述对象的多个线图像。根据本发明，所述阵列中的线检测器(16a)是方向敏感的并且交替地指向所述辐射源中的不同辐射源；并且所述辐射源被排列在所述扫描方向(x)所在的平面中。



1. 一种基于双源扫描的辐射检测设备，所述设备包括：

至少两个辐射源（11a、11b），其用于发射电离辐射；

排列成阵列的多个方向敏感线检测器（16a）；

用于使所述线检测器（16a）在扫描方向（x）上对待检验对象进行扫描的装置（17-19，21-22），其中

所述阵列中的线检测器指向所述辐射源；并且

所述用于扫描的装置被设置为在扫描期间使所述线检测器与所述辐射源保持对准，以使所述线检测器中的各个线检测器能够记录所述对象的多个线图像，所述设备的特征在于：

所述线检测器（16a）是方向敏感的；

所述阵列中的线检测器交替地指向所述辐射源中的不同辐射源；并且

所述辐射源被排列在所述扫描方向（x）所在的平面中。

2. 根据权利要求 1 所述的设备，其中

所述辐射源用于形成不同能量的电离辐射；并且

所述用于扫描的装置被设置为扫描至少相当于所述线检测器中两个相邻线检测器之间距离的 N 倍的距离，其中 N 为所述辐射源的数量，由此使得能够在所述不同能量的各个能量处记录足以形成所述对象的二维图像的线图像。

3. 根据权利要求 1 所述的设备，其中所述用于扫描的装置被设置为扫描足以使各个线检测器扫过整个对象的长度，以针对各个线检测器得到以多个不同角度中的各个角度穿过所述对象的辐射的二维图像。

4. 根据权利要求 1-3 中任意一项所述的设备，其中所述辐射源的数量是两个。

5. 根据权利要求 1-3 中任意一项所述的设备，其中所述辐射源的数量是三个或更多。

6. 根据权利要求 1-5 中任意一项所述的设备，其中所述线检测器

（16a）中的每一个线检测器都是基于气态的电离检测器，其中作为由进入所述线检测器的电离辐射导致的电离的结果而释放的电子在与所述进入的电离辐射的方向基本垂直的方向上被加速，并且可选择地被雪崩放大。

7. 根据权利要求 6 所述的设备，其中所述线检测器（16a）中的每一个线检测器都包括基本上指向所述辐射源中任意一个的读出条。

8. 根据权利要求 1-5 中任意一项所述的设备，其中所述线检测器中的每一个线检测器都是基于闪烁体的检测器、PIN 二极管阵列、TFT 阵列、CCD 阵列、基于气态的检测器、基于液态的检测器、固态的检测器、或者 CMOS 检测器中的任意一种。

9. 根据权利要求 1-8 中任意一项所述的设备，其中从所述检测设备看，所述辐射源中相邻的辐射源被分隔开至少 0.2 度，优选地是至少 5 度，更优选地是至少 30 度，并且最优选地是至少 60 度。

10. 根据权利要求 1-9 中任意一项所述的设备，其中所述辐射源沿基本与所述扫描方向（x）平行的直线排列。

11. 根据权利要求 1-9 中任意一项所述的设备，其中所述线检测器中的多个检测器指向所述辐射源中的各个辐射源。

12. 根据权利要求 11 所述的设备，其中所述线检测器被排列在基本上与所述扫描方向（x）平行的平面中。

13. 根据权利要求 12 所述的设备，其中所述线检测器沿着基本与所述扫描方向平行的直线排列。

14. 一种基于双源扫描的辐射检测方法，所述方法包括以下步骤：

通过排列在平面中的至少两个辐射源（11a、11b）形成电离辐射；

使所述电离辐射穿过被检验的对象；

在使所述电离辐射穿过所述对象后，通过排列成阵列的多个线检测器检测电离辐射，其中所述阵列中的线检测器指向所述辐射源；并且

在使所述线检测器与所述辐射源保持对准的同时，使所述线检测器（16a）扫描所述对象，以使各个所述线检测器能够记录所述对象的多个线图像，所述方法的特征在于:

在使所述电离辐射穿过所述对象后，通过排列成阵列的多个方向敏感线检测器（16a）检测所述电离辐射，其中所述阵列中的线检测器交替地指向所述辐射源中不同的辐射源；并且

在设置所述辐射源的所述平面中的方向(x)上进行所述扫描。

15. 根据权利要求 14 所述的方法，其中

通过所述辐射源形成不同能量的电离辐射；并且

在使所述线检测器与所述辐射源保持对准的同时，使所述线检测器扫描相当于所述线检测器中的两个相邻线检测器之间距离的 N 倍的距离，其中 N 为所述辐射源的数量，其中各个所述线检测器记录所述对象的足够数量的线图像，以在各个所述不同能量下形成所述对象的二维图像。

16. 根据权利要求 15 所述的方法，其中通过两个辐射源形成不同能量的电离辐射。

17. 根据权利要求 14-16 中任意一项所述的方法，其中从所述阵列看，所述电离辐射是由彼此距离至少 0.2 度的，优选地是至少 5 度的，更优选地是至少 30 度的，并且最优选地是至少 60 度的辐射源形成的。

18. 根据权利要求 14-17 中任意一项所述的方法，其中所述电离辐射是由沿与所述扫描方向（x）基本平行的线排列的辐射源形成的。

# 基于双源扫描的电离辐射检测

## 技术领域

本发明大体涉及基于双源扫描的辐射检测设备和方法。

## 背景技术

在本领域中已知各种用于检测电离辐射的线检测器。这些检测器提供即时一维成像，只能在与一维线检测器阵列交叉的方向上对线检测器（可选地，辐射源）进行扫描才能进行二维成像。这种基于扫描的检测是费时的。在扫描过程中被检测的对象可能发生移动，这将严重地降低所获得的图像质量。

本领域中还有已知的双能检测器，即，利用不同能量的辐射产生两幅图像并且将这两幅图像组合成为单个图像以加强该图像中不同元素的检测器。通常，根据光电吸收和康普顿（Compton）散射这两种衰减机制，衰减是 X 射线能量的函数。这两种机制在具有不同原子序数的材料之间是不同的。由于这个原因，可以利用两个能量上的测量来区分不同的元素。

例如在医学成像中可以利用双能 X 射线技术来将骨骼组织与软组织区分开，或者例如在行李扫描中辨认出危险物品。

## 发明内容

本发明的主要目标是提供基于双源扫描的电离辐射检测设备和方法，用于记录具有高空间和时间分辨率的二维图像。

在这个方面，一个具体目标是提供这样的一种设备和这样一种方法，即，所述设备和方法是不复杂的并且能够产生具有良好的信噪比、动态范围和图像对比度的双源高质量二维图像。

本发明的另一个目标是提供这样的一种设备和这样的一种方法，即，

通过所述设备和方法可以进行双能辐射检测。

本发明的又一个目标是提供这样的一种设备和这样的一种方法，即，通过所述设备和方法可以揭示所检测的对象的元素组成。

本发明的又一个目标是提供这样的一种设备和这样的一种方法，即，所述设备和方法能够对待检验的整个对象进行快速扫描。

本发明的又一个目标是提供这样的一种设备和这样的一种方法，即，所述设备和方法是可靠的、准确的且不昂贵的。

这些及其他目标都通过所附的权利要求书所请求保护的设备和方法得以实现。

根据本发明的一个方面，提供了一种基于双源扫描的辐射检测设备，所述设备包括至少两个辐射源，被排列成阵列的多个方向敏感线检测器和用于使所述线检测器在扫描方向（x）上对待检验对象进行扫描的装置。根据本发明，所述阵列中的线检测器交替地指向不同的辐射源，并且在扫描过程中所述用于扫描的装置使所述线检测器与所述辐射源保持对准以使所述线检测器中的各个线检测器能够记录所述对象的多个线图像。因此，揭示了关于所述对象的额外信息，特别是在沿辐射的方向上。

所述辐射源应当被排列在所述扫描方向所在的平面中。

由于所述阵列中的线检测器交替地指向不同的辐射源，可以获得高的时间分辨率。

在一个实施方式中，辐射源形成不同能量的电离辐射，并且至少按与两个相邻的线检测器之间距离的 N 倍相应的距离（其中 N 是辐射源的数量）进行扫描，由此在不同的能量上都能记录足以形成对象的二维图像的线图像。也就是说，如果 N=2，则至少按两倍于两个相邻线检测器之间距离的距离进行扫描。

本发明的这个方面提供了灵活的解决方案，其中由于不同的辐射源提供了不同的能量，可以自由地选择不同的能量。

在另一个实施例中，辐射源形成近似能量的电离辐射，并且进行扫描的距离使得各个线检测器扫过整个对象，从而对于每个线检测器都得到以多个不同角度中的各个角度透过所述对象的辐射的二维图像。该图

像数据可以用于层析 X 射线照相组合重构处理。

当所述辐射源在 x 方向上被间隔开时，可以通过增加辐射源之间的距离（与通常期望的相反），在所记录的图像的深度一致的方向（即 Z 方向）上提高空间分辨率。因此，从检测器看，相邻的辐射源被分隔开至少 0.2 度，优选地是至少 5 度，更优选地是至少 30 度，最优选地是至少 60 度。

一维检测器单元优选地但是不排他地是基于气态的平行板检测器单元。其他可以使用的检测器单元包括二极管阵列、基于闪烁体的阵列、CCD 阵列、基于 TFT 和基于 CMOS 的检测器、液体检测器和固态检测器，例如具有 X 射线的侧向(edge-on)、近侧向或垂直入射的一维 PIN 二极管阵列。

根据在此之后提供的本发明的优选实施例的详细描述和附图 1-2，本发明的其他特性及其优点将变得明显，这些特性和优点仅通过示例给出，因此它们并不限制本发明。

附图说明

图 1 示意性地示出了根据本发明一个优选实施方式的用于基于双源扫描的 X 射线成像的设备的侧视图。

图 2 是图 1 所示设备的一些组件的沿 A-A 线所取的示意性放大截面图。

具体实施方式

图 1-2 中所示的设备从上到下包括辐射或 X 射线源装置 11、扇束准直器装置 13、载物台或支架 15 和辐射检测器 16。

辐射源装置 11 包括至少两个辐射源 11a 及 11b, 优选地是 X 射线管，其中每个都具有发射电子的阴极和响应于被电子撞击而发射 X 射线的阳极。优选地提供两个 X 射线管，以放射以各自的基本平行于 Z 轴的对称线为中心的具有相等或不同能量的辐射。在图 2 中，由辐射源 11a 所发出的辐射以标号 24a 指示，而由辐射源 11b 所发出的辐射以标号 24b 指

示。

辐射源装置 11 还可以包括正好处于 X 射线管下方的滤波器装置 12，该滤波器装置 12 通常包括用作吸收对于图像质量贡献不大的最低（并且有时也吸收最高）能量光子的滤波器的薄金属片。优选地是，滤波器装置 12 在不同的 X 射线管的前面具有不同的滤波器部分，使得能够对来自不同 X 射线管的不同辐射进行不同的滤波。所述滤波器装置 12 一般是可选的，但是如果两个辐射源发出具有类似能量的辐射，可能需要该滤波器装置来提供不同能量的辐射。该滤波器装置可以另选地被设置在扇束准直器 13 之中或之上。参考了本申请人的未决美国专利申请 10/442,208，其内容通过引证并入于此。

扇束准直器 13（可选）可以是例如钨的具有被蚀刻成的狭窄的可透过辐射的狭缝的薄金属片。该狭缝与检测器 16 的相应线形敏感区域或入射狭缝对准，使得穿过所述扇束准直器 13 的狭缝的 X 射线束能够达到所述检测器 16 的敏感区域。X 射线束在图 2 中由标号 25 示意性指示。另外可选的是，另外一个准直器可以设置在所述检测器的前面（即，待成像对象的下游）。

检测器 16 包括设置成阵列的多个方向敏感线检测器 16a，每个检测器都沿 Y 方向延伸，以便记录 Y 方向上的一维图像。线检测器 16a 中的各个检测器优选地是基于气态的电离化检测器，其中作为进入线检测器的电离辐射所引发的电离的结果而被释放的电子在与进入的电离辐射的方向基本垂直的方向上被加速，并且可选地被雪崩放大。这样的线检测器被称为基于气态的侧向检测器（gaseous-based edge-on detector）。

这样的检测器及其阵列还在下述的颁发给 Tom Francke 等人的美国专利中描述:6,337,482； 6,447,223； 6,476,397； 7,016,458； 7,006,597； 6,940,942； 6,970,533； 6,856,669； 6,873,682； 6,784,436； 6,794,656； 6,818,901； 6,627,897； 和 6,522,722 以及其引用文献，本文在这里通过引证并入其全部内容。

然而，可替换地是线检测器 16a 中的各个检测器可以是基于闪烁体的检测器、PIN 二极管阵列、TFT 阵列、CCD 阵列、基于气态的检测器、

基于液态的检测器、固态的检测器或者 CMOS 检测器中的任意一种。

根据本发明，所述阵列中的线检测器 16a 交替地指向两个辐射源 11a、11b 中的不同辐射源。 也就是说，每隔一个的线检测器指向辐射源 11a 而每隔一个的线检测器指向辐射源 11b。

线检测器的方向敏感性意味着它们中的每一个仅测量来自它所指向的辐射源的辐射。通常每个线检测器在 X 方向上的开角可以低至 0.1 度。

如果线检测器是基于气态的侧向检测器，它们中的每一个都包括基本上指向辐射源 11a、11b 中任意一个的读出条。这表示每个线检测器中的读出条被设置成扇形结构，其中读出条的延长线汇聚于辐射源 11a、11b 中的任意一个上。

辐射源 11、可选的扇束准直器 13 和检测器 16 被连接到公共 E 形臂 17 上，而公共 E 形臂 17 又通过大约在 E 形臂装置的重心处（但也可以在 E 形臂装置内的任何位置处）的轴 19 被可旋转地附接到垂直架 18 上。这样，辐射源装置 11、可选的扇束准直器 13 和检测器 16 可以相对于被设置在载物台 15 上的待检验对象以共同的绕轴旋转运动来移动，以对该对象进行扫描。该绕轴旋转运动示意性地以箭头 23 指示，即，该运动基本上在 X 方向上进行。载物台 15 被牢固地连接到支架 20 上，而支架 20 又被牢固地连接到垂直架 18 上。为此，在 E 形臂 17 中设置有凹进部分或类似的部分（以虚线示出）。在扫描过程中，使对象尽可能保持静止。

另外，检测器设备包括微处理器或计算机 21 和电源 22，其中微处理器或计算机 21 具有适当的软件以控制该设备以及由线检测器 16 记录的数据的读取和后处理，电源 21 用于向检测器 16 和微处理器或计算机 21 供电并驱动装在垂直架 18 中的步进电机等，以驱动轴 19 并由此驱动 E 形臂 17。

在扫描期间，使线检测器 16a 与辐射源 11a、11b 保持对准以使各个线检测器 16a 能够记录对象的多个线图像。

本发明的基于双源扫描的 X 射线成像设备具有沿平行于扫描方向（即，x 方向）的直线设置的辐射源 11a、11b，该设备的几何结构提供了通过可靠的、成本低的技术、方法和设备进行高速的高空间和时间分辨

率的二维图像的记录。

或者，辐射源 11a、11b 位于扫描方向（即，x 方向）所在的平面中（例如，xy 平面）。xy 平面还基本上垂直于电离辐射的传播方向（或至少其中心对称线（即，z 方向））。

优选地是，如图所示，多个线检测器 16a 被指向各个辐射源 11a、11b。

如图所示，线检测器可以沿直线设置，该直线基本平行于扫描方向或 x 方向，但是也可以以其他几何结构设置。例如，线检测器 16a 可以设置在基本平行于扫描方向的平面中（即，xy 平面或 xz 平面中）。

如果将辐射源 11a、11b 用于形成不同能量的电离辐射，优选地，至少扫描一段相当于线检测器 16a 中两个相邻检测器之间距离的两倍的距离，由此能够在各个不同的能量下记录足以形成对象的二维图像的线图像。

然后可以在计算机 21 中对图像进行后分析以揭示关于所检测对象的元素组成的信息。这是在文献中充分描述的过程。一种常见做法是以低能谱操作一个 X 射线源，其中在对象中所选元素（例如，骨骼中的钙）中更多的 X 射线被光电吸收，而非康普顿散射。利用高 X 射线能谱操作第二 X 射线源，其中在对象中更多的 X 射线被康普顿散射而非光电吸收。将根据两个 X 射线源得到的图像相减，得到显示所选择的组织类型（例如，骨骼（钙））的结果图像。利用多于两个源时，使用本方法可以同时对多种元素进行图像增强。

应该理解的是，如在上面所引证的美国专利 6，940，942 中所描述的那样，图 1 中的检测设备可以被改进和设置为使辐射源装置 11、可选扇束准直器 13 和检测器 16 相对于被检测对象作线性移动（例如，在 x 方向上）。

还或者，可选的扇束准直器 13 和检测器 16 可以相对于被检测对象在水平面（即 xy 平面）中旋转。在上述引证的美国专利 6,794,656 中公开了这样的基于旋转的扫描。

还要理解的是，图 1 中的设备还可以被改进为在扫描期间使对象移动，而使辐射源装置 11、可选的扇束准直器 13 和检测器 16 保持静止。

另外要注意的是图 1 和 2 中的设备可以配备多于两个的辐射源。在通常情况下，各个辐射源形成具有不同能量的辐射，线检测器交替地指向不同的辐射源，并且至少扫描一段相当于相邻两个线检测器之间距离的 N 倍的距离，其中 N 为辐射源的数量，由此能够在不同能量下记录足以形成对象的二维图像的线图像。

对于给定的线检测器阵列和给定的扫描速度来说，使用的辐射源越多，则确定的对象的谱信息也越多（该谱信息可以被转换成关于对象的成分或元素结构的信息），但是需要扫描的距离也越长，这会造成更耗时的测量和更低的时间分辨率。

在一个实施方式中，相邻辐射源之间的距离保持尽可能的短，从而通过对象的相近部分中的交互作用，逐像素地记录在不同能量处记录的二维图像。优选地是，辐射源相互靠近排列。

然而，在另一个实施方式中，尤其是如果所记录的数据被用于层析 X 射线照相组合，使相邻辐射源之间的距离更长以揭示对象在深度（即，在 Z 方向上）上的更多信息。因此，从检测器 16 看，相邻的辐射源被分隔开至少 0.2 度，优选地是至少 5 度，更优选地是至少 30 度，并且最优选地是至少 60 度。这里，扫描足以使得各个线检测器 16a 扫过整个对象的长度，对于各个线检测器 16a 获得以多个不同角度中的各个角度穿过对象的辐射的二维图像。这样的图像数据可以用于层析 X 射线照相组合方法，以在任意平面和方向重构对象的二维图像，甚至是对象的三维图像。

要理解的是，本发明的各种实施方式可以组合起来实现本发明的其他实施方式。在本发明的一些实施方式中所规定的各种特征和细节可以被等同地应用于其它实施方式。

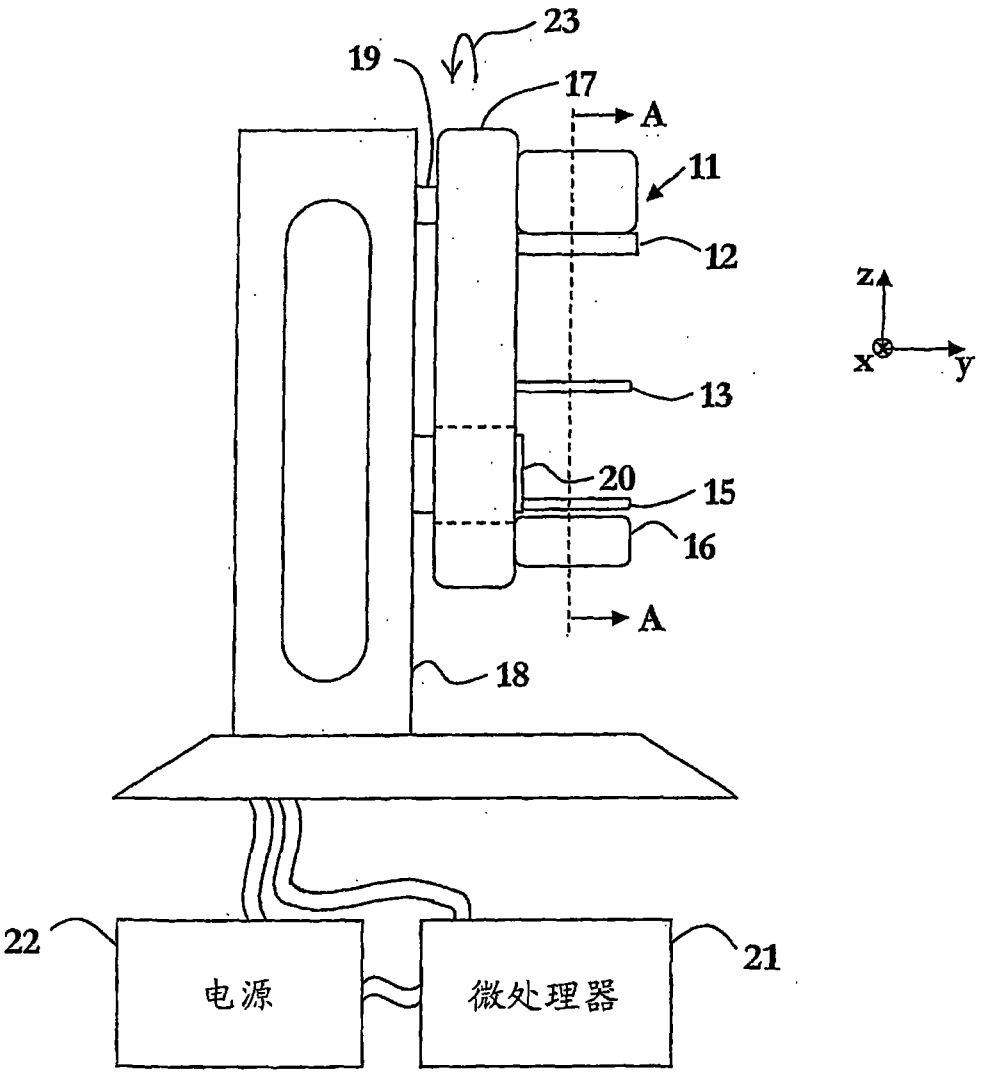



图 1

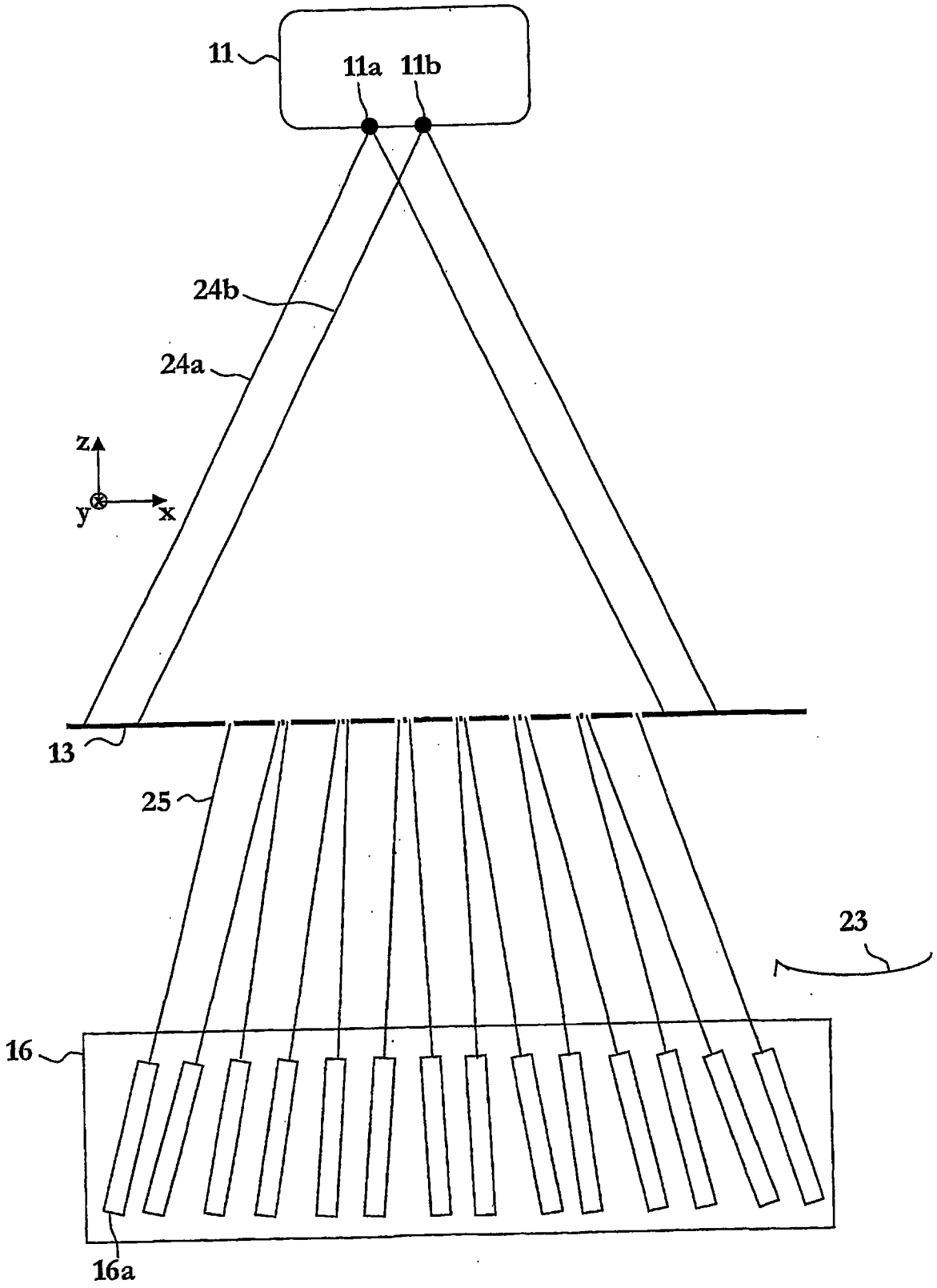



图 2