



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105813571 B

(45)授权公告日 2020.06.30

(21)申请号 201480067140.9

(22)申请日 2014.12.04

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105813571 A

(43)申请公布日 2016.07.27

(30)优先权数据
13196323.3 2013.12.09 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.06.08

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2014/076474 2014.12.04

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/086412 EN 2015.06.18

(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 P·M·米尔曼

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 李光颖 王英

(51)Int.Cl.
A61B 6/06(2006.01)
G21K 1/04(2006.01)

(56)对比文件
US 2012/0128120 A1,2012.05.24,
US 2008/0317212 A1,2008.12.25,
CN 1748648 A,2006.03.22,
US 8031834 B2,2011.10.04,
US 4953192 A,1990.08.28,

审查员 洪虹

权利要求书3页 说明书10页 附图8页

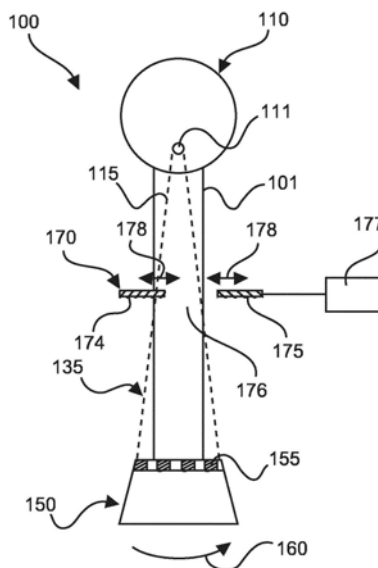
(54)发明名称

扫描X射线成像设备和用于操作其的方法

(57)摘要

提出了一种扫描X射线成像设备(100)。所述设备可以特别适于乳房摄影应用。所述设备包括X射线源(110)、X射线探测器(150)、场限制器布置(170)以及观察体积(135)。所述场限制器布置(170)包括至少两个可变屏蔽板(174、175)和位移机构(177)，所述两个可变屏蔽板包括开口(176)。所述屏蔽板可以借助于位移机构而相对于X射线束(115)的中心轴位移，从而改变场板(174、175)之间的开口(176)的横截面和位置中的至少一个，其中，X射线束(115)的至少部分被发送通过所述开口(176)。屏蔽板可以借助于位移机构(177)而彼此独立地位移。这样的设备(100)可以操作用于执行扫描运动，从而使X射线束的至少部分扫描通过观察体积(135)内的感兴趣区域，并且同时控制位移机构(177)，使得在扫描运动期间场板(174、175)之间的开口(176)首先被连续地打开到较大的横截面并且接着再连续地关闭到较小的横截面。由此，可以在整个图

像采集流程中使X射线剂量水平和X射线曝光时间保持恒定，并且可以使总体剂量水平最小化。



1. 一种扫描X射线成像设备(100),包括:
X射线源(110);
X射线行探测器(150);
场限制器布置(170);
观察体积(135);
其中,所述X射线源适于朝向所述X射线行探测器发射X射线束(115);
移动机构(130),其被耦合到所述X射线源和所述X射线行探测器中的至少一个,所述移动机构适于执行扫描运动,从而使所述X射线束(115)的至少部分扫描通过所述观察体积(135)内的感兴趣区域;
其中,所述观察体积被布置在所述X射线源与所述X射线行探测器之间;
其中,所述场限制器布置被布置在所述X射线源与所述观察体积之间;
其中,所述场限制器布置包括至少两个可变屏蔽板(174、175)以及位移机构(177);
其中,所述屏蔽板能够借助于所述位移机构相对于所述X射线束的中心轴位移,从而改变所述屏蔽板之间的开口(176)的横截面,所述X射线束的至少部分被发送通过所述开口;
并且
其中,所述屏蔽板能够借助于所述位移机构而彼此独立地位移;
其中,所述屏蔽板(174、175)的所述独立地位移是由所述位移机构(177)控制的,使得在所述扫描运动期间所述屏蔽板(174、175)之间的所述开口(176)首先被连续地打开到较大的横截面,并且接着相继地再次被关闭到较小的横截面,并且以这种方式来获得均匀的剂量水平分布。
2. 根据权利要求1所述的X射线成像设备,其中,所述X射线行探测器包括在正交于所述X射线束的行方向上布置的多行(155)X射线探测器元件,并且其中,所述位移机构适于使所述屏蔽板中的每个在正交于所述行方向的方向上位移。
3. 根据权利要求2所述的X射线成像设备,其中,所述X射线行探测器包括比七行X射线探测器元件更多行的X射线探测器元件。
4. 根据权利要求1所述的X射线成像设备,其中,所述X射线源和所述X射线行探测器被耦合到所述移动机构(130),使得所述X射线束的中心轴能够关于正交于所述中心轴的轴旋转。
5. 根据权利要求4所述的X射线成像设备,其中,所述移动机构适于移动所述X射线束,从而使所述X射线束的所述中心轴在所述观察体积内位移,以便由此使所述X射线束扫描通过所述观察体积内的感兴趣区域。
6. 根据权利要求1至5中的任一项所述的X射线成像设备,其中,所述屏蔽板中的每个适于充分地吸收X射线。
7. 根据权利要求1至5中的任一项所述的X射线成像设备,其中,所述X射线成像设备是扫描乳房摄影X射线成像设备。
8. 一种用于操作根据权利要求1-7中的任一项所述的X射线成像设备(100)的方法,所述方法包括:
控制所述移动机构(130)来执行扫描运动,以使X射线束(115)的至少部分扫描通过观察体积(135)内的感兴趣区域;

控制所述位移机构以实现均匀的剂量水平分布,使得在扫描运动期间屏蔽板(174、175)之间的开口(176)首先被连续地打开到较大的横截面并且接着相继地再次关闭到较小的横截面。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中,所述位移机构被控制为使得在所述扫描运动期间,所述屏蔽板之间的所述开口的中心相对于X射线行探测器移动。

10. 根据权利要求8所述的方法,其中,在所述扫描运动期间的图像采集流程的开始时,所述位移机构被控制为使得通过所述屏蔽板之间的所述开口而被辐照的较靠近X射线行探测器的第一边缘的X射线探测器元件的行的数量比远离所述第一边缘的被辐照的行的数量更少,并且在所述扫描运动期间的图像采集流程的结束时,所述位移机构被控制为使得通过所述屏蔽板之间的所述开口而被辐照的较靠近与所述第一边缘相对的所述X射线行探测器的第二边缘的X射线探测器元件的行的数量比远离所述第二边缘的被辐照的行的数量更少。

11. 根据权利要求8至10中的任一项所述的方法,其中,所述屏蔽板之间的所述开口在侧向方向上的位移速度足够高,以使被发送通过所述开口的所述X射线束的部分以这样的速度侧向位移,使得在所述X射线行探测器的表面的位置处,所述X射线束比所述X射线行探测器本身的运动更快地移动。

12. 根据权利要求1至5中的任一项所述的X射线成像设备,其中,所述X射线成像设备适于执行根据权利要求8至11中的任一项所述的方法。

13. 一种用于操作根据权利要求1-7中的任一项所述的X射线成像设备(100)的装置,所述装置包括:

用于控制所述移动机构(130)来执行扫描运动以使X射线束(115)的至少部分扫描通过观察体积(135)内的感兴趣区域的单元;

用于控制所述位移机构以实现均匀的剂量水平分布使得在扫描运动期间屏蔽板(174、175)之间的开口(176)首先被连续地打开到较大的横截面并且接着相继地再次关闭到较小的横截面的单元。

14. 根据权利要求13所述的装置,其中,所述位移机构被控制为使得在所述扫描运动期间,所述屏蔽板之间的所述开口的中心相对于X射线行探测器移动。

15. 根据权利要求13所述的装置,其中,在所述扫描运动期间的图像采集流程的开始时,所述位移机构被控制为使得通过所述屏蔽板之间的所述开口而被辐照的较靠近X射线行探测器的第一边缘的X射线探测器元件的行的数量比远离所述第一边缘的被辐照的行的数量更少,并且在所述扫描运动期间的图像采集流程的结束时,所述位移机构被控制为使得通过所述屏蔽板之间的所述开口而被辐照的较靠近与所述第一边缘相对的所述X射线行探测器的第二边缘的X射线探测器元件的行的数量比远离所述第二边缘的被辐照的行的数量更少。

16. 根据权利要求13至15中的任一项所述的装置,其中,所述屏蔽板之间的所述开口在侧向方向上的位移速度足够高,以使被发送通过所述开口的所述X射线束的部分以这样的速度侧向位移,使得在所述X射线行探测器的表面的位置处,所述X射线束比所述X射线行探测器本身的运动更快地移动。

17. 一种存储计算机可读指令的非暂态计算机可读介质,当由处理器运行时,所述计算

机可读指令使所述处理器执行根据权利要求8-11中的任一项所述的方法。

扫描X射线成像设备和用于操作其的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及扫描X射线成像设备和用于操作这样的设备的方法。另外,本发明涉及包括计算机可读代码的计算机程序产品以及包括在其中存储的这样的计算机程序产品的计算机可读介质,所述计算机可读代码用于执行本发明方法。

背景技术

[0002] X射线成像被应用于各种技术领域,以便获得关于对象内的感兴趣区域内的内部结构的信息。例如,医学X射线成像设备被用于获得关于在患者的身体内的内部结构的信息。

[0003] 基本上,X射线成像设备至少包括被布置其中放置有感兴趣区域的观察体积的相对侧处的X射线源和X射线探测器。

[0004] 在固定的途径中,X射线源和X射线探测器都被布置在固定位置处,并且来自X射线源的X射线被发送通过观察体积中的感兴趣区域并在其中部分地衰减,并且接着由X射线探测器探测到。在这样的途径中,X射线探测器典型地是具有被以二维矩阵布置的多个探测器元件的二维X射线探测器。在这样的途径中,视场一般是由二维X射线探测器的大小确定的。

[0005] 在备选的途径中,X射线源和X射线探测器中的至少一个不是固定的,而是在图像采集流程期间移动。在这样的途径中,X射线探测器典型地基本小于感兴趣区域的横截面,使得针对感兴趣区域的所有子区域可能并不同时采集整个感兴趣区域的图像。因此,在这样的动态途径中,通过沿着感兴趣区域连续地扫描X射线束和/或X射线探测器来采集整幅图像。对于感兴趣区域的子区域中的每个连续地采集图像信息,并且通过将所有子区域的图像信息组合可以推导出整幅图像。例如,可以使用包括被布置为一维矩阵的(即沿一行布置的)多个X射线探测器元件的X射线行探测器,通过在垂直于探测器的行方向的方向上扫描所述行探测器,来采集感兴趣区域的整幅图像。

[0006] 在这样的扫描途径的又一改进的实施例中,X射线探测器不仅包括单个X射线线型探测器,而且包括关于扫描方向一个接一个布置的多个X射线线型探测器。在这样的途径中,感兴趣区域中的子区域的大多数不仅由单个X射线行探测器扫描,而且在图像采集流程期间,通过X射线行探测器的多重性来连续地采集针对该子区域的图像信息。

[0007] 例如,WO 2007/050025 A2公开了一种与X射线成像有关的方法和布置,其中,X射线装置包括X射线源,其用于生成从焦斑、多狭缝准直器、线型探测器组件以及布置在准直器与探测器组件之间的曝光体积出现的X射线。行探测器组件包括多行X射线探测器元件。X射线源、准直器和探测器组件被串联布置,使得每个探测器行与对应的准直器狭缝对齐并且能通过相对于所述曝光体积的扫描运动而同步地位移。

[0008] 然而,已经观察到,利用扫描X射线成像的常规途径,至少当采集针对感兴趣区域内的子区域中的一些的图像信息时,存在过度X射线剂量曝光的风险。这样的X射线过曝光的问题具体可能发生在仅具有短扫描距离或角度的应用中。而且,可能存在源于在X射线图像采集期间的患者移动的运动模糊的风险。

发明内容

[0009] 因此,存在对于扫描X射线成像设备以及用于操作这样的设备的方法的需求,所述设备使得在图像采集期间能够减少X射线剂量曝光并且使得能够采集高质量X射线图像。而且,存在对于指导计算机执行所述方法的计算机程序产品以及对于包括在其上存储的这样的计算机程序产品的计算机可读介质的需要。

[0010] 可以利用独立权利要求的主题名称来满足这样的需要。在从属权利要求中并在随后的说明书中定义了本发明的另外的实施例。

[0011] 根据本发明的第一方面,提出了一种扫描X射线成像设备。所述设备包括:X射线源、X射线行探测器、场限制器布置和观察体积。所述X射线源适于朝向所述X射线行探测器发射X射线束。移动机构被耦合到所述X射线源和所述X射线行探测器中的至少一个,所述移动机构适于执行扫描运动,从而使X射线束的至少部分扫描通过所述观察体积内的感兴趣区域。所述观察体积被布置在所述X射线源与所述X射线行探测器之间。所述场限制器布置被布置在所述X射线源与所述观察体积之间。另外,优选地可以将准直器布置在所述X射线源与所述观察体积之间,以根据X射线敏感行探测器的X射线敏感元件来对X射线场进行成形。所述场限制器布置包括至少两个可变屏蔽板以及位移机构。其中,所述屏蔽板可以借助于所述位移机构相对于所述X射线束的中心轴位移,从而改变所述屏蔽板之间的开口的横截面和/或位置,所述X射线束的至少部分被发送通过所述开口。而且,所述屏蔽板可以借助于所述位移机构而彼此独立地位移。所述屏蔽板的独立位移是由所述位移机构控制的,使得在扫描运动期间所述屏蔽板之间的所述开口首先被连续地打开到较大的横截面,并且接着再被连续地关闭到较小的横截面。

[0012] 根据实施例,所述X射线行探测器包括在正交于所述X射线束的行方向上布置的多行X射线探测器元件。其中,所述位移机构适于使所述屏蔽板中的每个在正交于所述行方向的方向上位移。换言之,所述X射线行探测器可以包括多行探测器元件,每行被布置为正交于扫描方向,并且探测器元件的各行沿所述X射线探测器的所述扫描方向被一个接一个地布置。其中,所述X射线探测器的所述扫描方向是在用于采集整个感兴趣区域的X射线图像的扫描运动期间所述X射线探测器沿着其移动的方向。所述屏蔽板应当能正交于探测器布置的各行位移,即例如基本平行或反向平行于所述扫描方向位移。

[0013] 具体地,在这样的实施例中,所述X射线行探测器可以包括比在扫描运动期间采集具有足够图像质量的图像信息所要求的更多行的X射线探测器元件。换言之,例如取决于扫描速度,可以使用七行X射线探测器元件来采集针对所述感兴趣区域中的子区域中的每个的图像信息是足够的,其中,在扫描流程期间,X射线探测器元件的各行中的每个连续地采集相应的子区域的图像信息,并且可以基于全部这七行X射线探测器元件的信息以足够整体图像质量来获得针对该子区域的最终图像信息。然而,所述X射线行探测器不仅包括七行X射线探测器元件,而且包括明显更多行,例如28行X射线探测器元件。

[0014] 根据本发明的实施例,所述X射线源和所述X射线行探测器被耦合到移动机构,使得所述X射线束的中心轴可以关于正交于所述中心轴的轴旋转。换言之,在扫描运动期间,所述X射线源和所述X射线行探测器可以由所述移动机构移动,使得两个部件都不是固定的,但两个部件以同步的方式移动,使得在所述扫描运动期间,在朝向所述X射线探测器的方向上由所述X射线源发射的所述X射线束以及尤其是这样的X射线束的中心轴旋转,即改

变其取向。例如,所述X射线源和所述X射线行探测器都可以被布置在中间观察体积的相对侧的两个位置处的公共臂上,其中,在扫描运动中所述臂以及所述X射线源和所述X射线行探测器可以绕轴旋转。

[0015] 在这样的实施例中,所述移动机构可以适于移动所述X射线束,从而使所述X射线束的中心轴在所述观察体积内位移,以便由此使所述X射线束扫描通过所述观察体积内的所述感兴趣区域。换言之,在由所述移动机构执行的扫描运动中,不仅旋转所述X射线束,而且使其中心轴侧在所述观察体积内侧向地位移,使得在所述扫描运动期间所述X射线束被发送通过所述感兴趣区域的各个子区域中的每个。

[0016] 根据实施例,所述屏蔽板中的每个适于充分地吸收X射线。例如,所述屏蔽板可以包括重材料(例如铅),并且可以具有足够的厚度,以便吸收入射X射线的至少70%,优选地至少90%。

[0017] 根据本发明的实施例,所述X射线成像是扫描乳房摄影X射线成像设备。例如,所述设备可以适于将女性乳房支撑在所述观察体积内,并相对于所述女性乳房移动所述X射线源和/或所述X射线探测器,以便对乳房内的感兴趣区域进行扫描。具体而言,乳房摄影X射线成像设备可以适于通过从不同查看角度采集至少两幅图像来提供准3D成像,有时也被称为立体成像。例如,这样的准3D成像可以具体地有助于活检监测,其中,当活检针被引入诸如女性乳房的身体部分中时,必须观察活检针。

[0018] 根据本发明的第二方面,提出了一种用于操作如以上所述的X射线成像设备的方法。所述方法包括:控制移动机构来执行扫描运动,从而使X射线束的至少部分扫描通过观察体积内的感兴趣区域;并且控制位移机构,使得在扫描运动期间屏蔽板之间的开口首先被连续地打开到较大的横截面并且接着再连续地关闭到较小的横截面。换言之,在扫描运动期间,所述移动机构应当移动X射线源和/或X射线行探测器,使得X射线束被连续地发送通过感兴趣区域的所有子区域,即令所述X射线束扫描。与这样的扫描运动同步地,应当使用所述位移机构以如下方式来将场限制器布置的屏蔽板位移:即首先将所述屏蔽板之间的开口从最小开口横截面连续地扩大到最大开口横截面,并且接着,朝向所述扫描运动的末端将该开口再连续地关闭到最小横截面。如以下解释的,对扫描运动和所述场限制器布置的所述屏蔽板的位移的这种组合可以使图像采集期间的X射线剂量曝光最小化,并且可以额外地提供感兴趣区域上的更均匀的图像质量。

[0019] 根据实施例,所述位移机构被控制为使得在扫描运动期间,在所述场限制器布置的所述屏蔽板之间的开口的中心与X射线行探测器无关联地移动。换言之,在扫描运动期间,可以使用所述位移机构以以下的方式来移动所述场限制器布置的所述屏蔽板:即所述屏蔽板之间的所述开口在大体平行于所述X射线行探测器的平面中侧向移动,并且由此相对于所述X射线行探测器移动,并且因此,被发送通过该开口的X射线束的部分沿着所述X射线行探测器的表面移动。因此,在扫描运动期间,由所述X射线源发射的所述X射线束的部分不仅被扫描通过所述感兴趣区域,而且所述X射线行探测器的表面上由所述X射线束的该部分辐照的部分区域在扫描运动流程期间沿着该表面移动。

[0020] 根据实施例,在扫描运动期间的图像采集流程的开始时,所述位移机构被控制为使得较靠近所述X射线探测器的第一边缘的X射线探测器元件的最小数量的行通过所述屏蔽板之间的所述开口而被照射,并且在扫描运动期间的图像采集流程的结束时,所示位移

机构被控制为使得较靠近所述X射线探测器的与所述第一边缘相对的第二边缘的X射线探测器元件的最小数量的行通过所述屏蔽板之间的所述开口而被照射。在这种情况下,所述第一边缘和所述第二边缘不必与扫描运动的方向有关。换言之,在图像采集流程中,所述位移机构可以在开始时被控制为使得所述场限制器布置的所述屏蔽板之间的所述开口具有最小横截面,并且由此所述X射线探测器上的X射线探测器元件的最小数量的行被照射。在图像采集流程期间,所述位移机构接着被控制为在再次连续地关闭所述开口之前,朝向图像采集流程的结束进一步打开所述屏蔽板之间的所述开口。然而,在这样的打开和关闭过程中,开口的中心可能并不保持固定,而是可以沿着所述X射线探测器的表面移动,使得在图像采集流程的开始时,较靠近所述X射线探测器的第一边缘的X射线探测器元件被辐照,而在图像采集流程的结束时,较靠近X射线探测器的第二相对边缘的X射线探测器元件被辐照。

[0021] 根据另外的实施例,在扫描运动期间所述X射线探测器移动的移动速度小于在扫描运动期间被发送通过所述屏蔽板之间的所述开口的X射线束的部分在通过X射线探测器运动而生成的表面上位移的速度。换言之,所述场限制器布置的所述屏蔽板可以被位移,使得所述屏蔽板之间的所述开口在侧向方向上的位移速度足够高,以使被发送通过该开口的所述X射线束的部分以这样的速度侧向位移,所述速度使得在所述X射线探测器的表面的位置处所述X射线束比X射线探测器本身的运动更快地移动。因此,当在扫描运动期间所述X射线探测器和被发送通过所述场限制器布置的所述开口的X射线束部分都侧向移动时,所述被发送的X射线束部分以比所述X射线探测器的更高的速度移动,并且因此也相对于所述X射线探测器位移。

[0022] 根据另外的实施例,所述X射线成像设备适于执行根据如上所述的实施例的方法。

[0023] 根据第三方面,本发明涉及一种包括计算机可读代码的计算机程序产品,当由计算机执行时,所述计算机可读代码指导所述计算机执行根据如上所述的实施例的方法。所述代码可以包括以任何计算机编程语言的计算机可读指令。

[0024] 根据本发明的第四方面,提出了一种包括在其上存储的如以上所述的计算机程序产品的计算机可读介质。其中,所述计算机可读介质可以是在其上可以存储计算机可读代码的任何介质,例如CD、DVD、闪存等。

[0025] 简单总结,本发明的实施例所隐含的想法可以被理解为尤其基于以下想法和观察:为了在X射线成像期间,具体为在扫描X射线乳房摄影期间,减少X射线剂量和局部对象曝光时间,提出了使用一种新型的可变场限制器,其中,两个屏蔽板能够以非耦合的方式移动。通过以特定方式控制这样的屏蔽板的移动,可以对由被发送通过所述可变场限制器的X射线束的部分辐照的感兴趣区域的部分进行调节,使得可以减少被施加到患者的总体剂量,并且成像质量可以基本是同质的和/或得到提高。

[0026] 应当注意,在本文中部分地关于扫描X射线成像设备并部分地关于操作这样的设备的方法描述了本发明的实施例的可能的特征和优势。本领域技术人员将意识到可以以合适的方式组合、替换或调整所述成像设备的特征和所述方法的特征,以便得到本发明的另外的实施例。

附图说明

[0027] 以下将参考附图来描述本发明的实施例,其中,说明和附图都不应被解释为限制本发明。

[0028] 图1和图2示意性地图示了可以在其中应用本发明的实施例的扫描乳房摄影X射线成像设备。

[0029] 图3(a-图3(c)图示了在扫描运动的三个阶段中具有常规场限制器布置的扫描X射线成像设备,所述常规场限制器布置包括固定的屏蔽板。

[0030] 图4图示了图3的设备的操作原理。

[0031] 图5图示了图3的设备的剂量水平分布。

[0032] 图6示意性地图示了根据本发明的实施例的、具有包括两个可变屏蔽板的场限制器布置的扫描X射线成像设备。

[0033] 图7(a)-图7(d)图示了图6的设备的操作原理。

[0034] 图8图示了图7的设备的操作原理。

[0035] 图9图示了图7的设备的剂量水平分布。

[0036] 附图仅是示意性的而且并非按比例绘制。在所有附图中,相同的附图标记指代相同或类似的特征。

[0037] 附图标记列表:

[0038] 100 扫描X射线成像设备

[0039] 101 臂

[0040] 110 X射线源

[0041] 115 X射线束

[0042] 120 准直器

[0043] 130 移动机构

[0044] 135 观察体积

[0045] 140 压板

[0046] 145 细X射线束的束

[0047] 150 X射线行探测器

[0048] 155 X射线探测器元件的行

[0049] 160 扫描方向

[0050] 170 场限制器布置

[0051] 171 固定屏蔽板

[0052] 172 固定屏蔽板

[0053] 173 开口

[0054] 174 左可变屏蔽板

[0055] 175 右可变屏蔽板

[0056] 176 开口

[0057] 177 位移机构

[0058] 178 位移方向

[0059] 200 探测器宽度

- [0060] 210 图像宽度
- [0061] 220 局部剂量和曝光时间
- [0062] 230 扫描长度
- [0063] 240 在扫描方向的运动步骤
- [0064] 250 场限制器宽度

具体实施方式

[0065] 图1和图2示出了可以对其应用本发明的实施例的原理的扫描乳房摄影X射线成像设备100。扫描乳房摄影X射线成像设备100是用于数字乳房摄影的适于采集二维投影图像的多狭缝X射线扫描器。通过一束细X射线束145来辐照患者,所述一束射束中的每个由X射线行探测器150的探测器元件的对应行155探测。每个射束可以具有典型地为几厘米(例如4cm)宽和几十微米(例如50 μm)厚的矩形横截面。通过使由X射线源110发射的初始X射线束115通过准直器120来创建窄X射线束145。该准直器120是具有若干窄线性孔径(也被称为狭缝)的金属板。对于每个狭缝,在X射线行探测器150中存在探测器元件的一个对应行155。对于探测器元件,这样的行155可以是像素探测器的一维硅阵列。行155被布置为实质上到秒患者的同意区域,产生冗余信息并使得噪声减少。在图1中,行探测器155被安装在X射线行探测器150的组件中。可以使用压板140来压缩待辐照的女性乳房。X射线源110和X射线行探测器150被耦合到相同的臂101,并且相对于压板140与X射线行探测器150之间的观察体积135而被布置在相对的侧上。在图1和图2示出的范例中,臂101可以关于位于靠近X射线源110的铰链而绕轴转动,其中,可以由移动机构130来驱动绕轴运动。在图2中,通过箭头160指示了绕轴运动或扫描运动,并且使得X射线束115的中心轴关于正交于该中心轴的轴旋转。

[0066] 在作为或类似于图1和图2所示的设备100的扫描X射线成像设备中,当以有限的扫描长度,即沿方向160的有限的运动距离来操作射束设备时,本发明的实施例的特征可以有损于减少患者X射线剂量和局部曝光时间。例如,能够使用根据本发明的实施例的经修改的扫描X射线成像设备,以便执行产生与活检目标有关的图像可能所需的立体扫描。

[0067] 具体地,在这样的扫描X射线成像设备中,建立最终图像可能需要一定数量的探测器行155。经过感兴趣对象的行155越多,递送的X射线剂量就越多。利用探测器元件的许多行155可以具有各种优势,例如减少X射线源110的工作负担,使得能够减少随机噪声,并且在其他参数保持恒定的情况下产生更大的断层摄影角度(当相同的设备也被用于断层融合时),这是因为行越多,探测器布置就越宽。

[0068] 然而,具有许多探测器行155的较宽的探测器布置也可以具有一些缺点。在不是完全的探测器布置的所有探测器行都经过的图像区域中,即在开始区域和结束区域中,将具有剂量轮廓线(profile)。这可能导致在这些区域中具有更多噪声的较低的图像质量。具体而言,如果扫描长度相对于探测器布置宽度是短的,则该影响可能是明显的。

[0069] 这样的情况的一个范例是在所示探测器布置在患者支撑里面倾斜的情况下产生立体图像。在这样的场景中,图像应当尽可能宽,但是由于几何原因,扫描长度必须被保持到最小。而且,X射线剂量曝光和局部曝光时间应当被保持到最小。

[0070] 在下文中,将参考图3至图9来描述常规扫描X射线成像设备与根据本发明的扫描X

射线成像设备的实施例之间的设备结构以及操作原理的差异。其中,图3至图5涉及常规设备,而图6至图9涉及根据本发明的实施例的设备。

[0071] 具体地,图3示出了具有场限制器布置的常规扫描X射线成像设备的主要特征,其中,所示场限制器布置具有固定或静止的屏蔽板;并且图3(a)至图3(c)的序列图示了这样的设备的操作原理。图4和图5分别图示了在正常操作期间,即在短扫描长度的图像采集流程期间,这样的常规设备的X射线行探测器中的X射线探测器元件的行是如何被辐照的,以及对应的剂量水平分布。图6示出了根据本发明的具有场限制器布置的扫描X射线成像设备的实施例,所述场限制器布置具有两个可变的(即可位移的)屏蔽板。图7(a)-图7(d)的序列图示了这样的设备的操作原理。图8和图9分别图示了本发明的这样的设备的X射线行探测器的X射线探测器元件的行的辐照特征以及对应的剂量水平分布。

[0072] 图3所示的常规扫描X射线成像设备100以及图6和图7所示的根据本发明的实施例的扫描X射线成像设备都包括X射线源110、X射线行探测器150、场限制器布置170和观察体积135。X射线源110和X射线行探测器150经由臂101而被机械地耦合到彼此。尽管图3、图6和图7仅是非常概括的并且仅示出了扫描X射线成像设备的这些基本特征,但本领域技术人员将理解,这样的设备100可以包括额外的结构特征和元件,并且在附图中示出的特征和元件可以被以比附图中示出的更复杂的方式来体现。

[0073] X射线源110可以是具有管焦点111的常规X射线管,从所述管焦点111朝向X射线行探测器150发射X射线束115。

[0074] X射线行探测器150一般包括多行X射线探测器元件155。每个行155包括在基本正交于X射线束115的行方向上线性布置的多个X射线探测器元件。在图3和图6中,该行方向正交于纸面。因此,当X射线行探测器150通过移动机构130而沿着扫描方向160位移时,使X射线探测器元件的行155中的若干行扫描通过位于观察体积135内的对象的感兴趣区域。

[0075] 在附图中示出的具体示范性实施例中,X射线行探测器150包括四个模块,每个模块包括七行X射线探测器元件,使得X射线行探测器150包括总共28行X射线探测器元件155(其中在附图中,仅描绘了这些行155中的四行)。X射线行探测器150的宽度大约为67mm。将以如下方式来对沿扫描方向160的扫描速度进行调谐:即在七行X射线探测器元件155的扫描之后达到标称图像质量。这里,标称图像质量典型地指在X射线筛查中使用的图像质量。在X射线行探测器150的平面中所要求的图像宽度是93mm。对于活检应用,这样的图像宽度可以是相关的。在如图所示的X射线行探测器150的情况下,扫描移动将是与55mm相对应的23行。

[0076] 在该范例中扫描操作可以是立体扫描。这意味着围绕为 $\pm 15^\circ$ 的扫描臂101的标称角度来执行两个小的二维扫描。其中,旋转轴围绕管焦点111。例如扫描臂101的角度跨度可以是 $12.4^\circ-17.6^\circ$ 。

[0077] 本文中解释的原理也可以与其他维度相关的,只要扫描长度相对于探测器宽度是短的。

[0078] 以上提出的小扫描长度的原因可以是探测器移动一般被限于患者支撑台的总高度。为了创建足够大的图像(即在探测器平面上是93mm的情况下),扫描速度需要是低的,使得来自几个探测器行的贡献将足以达到期望的图像质量,并且使具有不足贡献的被移除的区域最小化。为了维持可行的X射线管负荷和期望水平的数据冗余以及剂量均匀性,至少一

个探测器模块(即至少七行X射线探测器元件)必须经过感兴趣对象。因此,为了获得在扫描方向上的图像大小,在七行X射线探测器元件已经经过之后,可以将扫描速度下调以给出(与典型的筛查乳房摄影剂量相比的)标称的剂量水平。应当优选地使由少于七行经过的对象区域对于X射线剂量屏蔽,这是因为结果得到的X射线图像将不能达到期望的或所要求的图像质量。在七行X射线探测器元件已经经过之后利用减慢扫描速度来创建图像的方法可能是必要的,以最终得到图像大小与患者支撑台的总高度之间的可行关系。

[0079] 然而,在如图3所示的常规设备中,这样的方法可能导致严重的问题。在这样的常规设备100中,场限制器布置170一般地包括具有开口173的固定屏蔽板171、172,所述开口173具有这些屏蔽板之间的固定横截面。图像中更处于中心的区域一般由比需要的七行X射线探测器元件155更多的行来扫描。这一般将增强被给予患者的组织的剂量水平以及该组织的局部曝光时间两者。

[0080] 在示出的范例中,X射线行探测器150包括28行X射线探测器元件。如果扫描长度将比探测器宽度更长,则对象的中心部分将接收比标称剂量所要求的高出大约4倍的剂量和曝光时间。然而,范例设备100的几何结构可以限制剂量,这在某种程度上是由于扫描长度比探测器宽度更短。所要求的图像宽度在探测器平面上大约是93mm,并且这要求55mm的扫描长度。假设探测器宽度是67mm。这意味着最大将由24行X射线探测器元件155来扫描图像的中心部分,给出 $24/7=3.4$ 倍的额外(不必要)剂量的因子。相同的额外因子对于局部曝光时间也是相关的。

[0081] 在图3(a)-图3(c)所示的序列图示了具有固定屏蔽板171、172的常规扫描X射线成像设备的操作原理。图3(a)示出了开始位置,其中,有7行被左屏蔽板171所屏蔽。图3(b)示出了中间位置,其中,没有X射线探测器元件的行155被屏蔽板171、172中的任何一个屏蔽。图3(c)示出了结束位置,其中,七行X射线探测器元件155被右屏蔽板172屏蔽。

[0082] 图4图示了图3中的具有在扫描运动的开始和结束时截断七行X射线探测器元件155的普通固定场限制器布置170的扫描X射线成像设备100的操作原理。附图图示了由箭头200指示的,具有28行X射线探测器元件155的X射线行探测器150从左到右的移动。如由箭头210指示的,灰色区域表示包括总共93mm或39行探测器元件155的结果得到的图像。每个灰色列的总数指示剂量水平和曝光时间,其以如由箭头220指示的由七行X射线探测器元件150创建的标称剂量开始和结束。扫描长度由箭头230指示,并且包括与探测器平面上的55mm相对应的23行探测器元件155。图4中的非灰色区域指示由标准固定场限制器布置170屏蔽的探测器行155,这是由于在这样的区域中用于采集图像信息的行155的数量将少于七个,并且由此图像质量将不能达到标称水平。箭头240指示在扫描运动期间的步骤。

[0083] 图5图示了当在如以上参考图3和图4描述地采集扫描X射线图像时的剂量水平分布。在图像采集期间被辐照的X射线探测器元件的行的数量与剂量水平相对应,并且图5中的包括39行155的图像宽度上表示。

[0084] 如根据图5证明的,剂量水平和局部曝光时间将在图像宽度上变化。当在开始位置和停止位置处时,标称剂量水平与七行X射线探测器元件相对应,剂量水平在图像的中间处升高到23行X射线探测器元件。因此,在具有固定或不变的场限制器布置170的常规扫描X射线成像设备中,在图像的中间出现过量的剂量水平或X射线曝光,并且整体剂量水平比采集具有足够图像质量的扫描X射线图像所要求的更高。

[0085] 图6示意性地图示了根据本发明的实施例的扫描X射线成像设备100。大多数部件与以上参考图3的常规设备100所描述的部件相同或相似,并且因此由相同的附图标记指示。

[0086] 然而,图6的设备100不同于常规设备,在于场限制器布置170不包括固定的屏蔽板171、172,而是包括可以彼此独立地位移的可变屏蔽板174、175。换言之,尤其,可变屏蔽板174、175尤其可以相对于彼此位移。因此,通过使可变屏蔽板174、175位移,可以改变可变屏蔽板174、175之间的开口176的横截面区域。而且,可变屏蔽板174、175可以特定地位移,以使得开口176的中心的位置相对于X射线行探测器150位移。

[0087] 位移机构177被提供用于使可变屏蔽板174、175中的每个位移。其中,位移机构177可以使可变屏蔽板174、175在平行于X射线行探测器150的探测表面的平面中并且在与X射线探测器元件的行155被定向的行方向正交的方向178上位移。

[0088] 图7(a)至图7(d)示出了使用图6的根据本发明的扫描X射线成像设备在图像采集流程的扫描运动期间执行的一系列操作步骤。

[0089] 在图7(a)所示的第一步骤中,场限制器布置170被控制为使得X射线行探测器150的探测器元件的所有行155都被屏蔽,即完全关闭场限制器布置170。左屏蔽板174屏蔽七行探测器元件155,并且在空间上是稳定的。右板175被布置为直接与左板174相邻。探测器扫描以相对速度1开始。右屏蔽板175以大于16/7,即大约比探测器的速度的快2倍的相对速度开始位移。

[0090] 在图7(b)所示的第二步骤中,其中,探测器150已经移动了7步,即7行探测器元件155,左屏蔽板174不再屏蔽探测器元件的任何行155。屏蔽板174、175之间的开口176或间隙已经以线性运动(即以恒定速度)打开到16行探测器元件155。在这样的阶段中,左屏蔽板174以与右屏蔽板175相同的速度,即以16/7的相对速度开始移动。

[0091] 在图7(c)所示的第三步骤中,其中,探测器150已经移动了18行探测器元件155,开口176仍然被打开到16行探测器元件155。在该阶段中,左屏蔽板174屏蔽13行探测器元件155,右屏蔽板175不屏蔽探测器元件的行155。这里,右屏蔽板175停止移动,并且在空间上保持稳定。左屏蔽板174继续以相同的速度即16/7的相对速度移动。

[0092] 在图7(d)所示的第四步骤中,其中,探测器150已经移动了23行探测器元件155,开口176再次完全关闭,并且探测器元件的所有行155被屏蔽。探测器扫描,即图像采集流程,可以在该阶段中停止。产生的图像的宽度是39行,即在探测器平面中为大约93mm。

[0093] 总体地,在图7(a)-图7(d)图示的图像采集流程期间,移动机构130被控制为执行扫描运动,使得X射线束的至少部分在方向160上扫描通过观察体积内的感兴趣区域,并且与此同时,位移机构177被控制为使得可变屏蔽板174、175之间的开口176被首先连续地打开到较大的横截面,然后暂时保持在恒定的横截面,并且接着最终再连续地关闭到较小的横截面。在屏蔽板174、175的位移运动期间,其间的开口176在图7(c)所示的方向179上相对于X射线行探测器150连续地移动。

[0094] 因此,在图像采集流程的开始(在图7(a)所示的阶段中和不久之后的阶段中),屏蔽板174、175仅被稍微打开,并且开口176较靠近X射线探测器150的左边缘。接着,在图像采集流程的中间(图7(b)和图7(c)所示的阶段之间的阶段),屏蔽板174、175被打开到最大,并且开口176位于X射线探测器150的左边缘与右边缘之间的某处。在图像采集流程的结束时

(在图7(d)所示的阶段中和不久之前的阶段中),屏蔽板174、175再次仅被稍微打开,并且开口176较靠近X射线探测器150的右边缘。

[0095] 图8图示了图6和图7中的具有包括可变屏蔽板174、175的场限制器布置170的根据本发明的扫描X射线成像设备100的操作原理。类似于图4,图8图示了由箭头200指示的,具有28行X射线探测器元件155的X射线行探测器150的从左到右的移动。如由箭头210指示的,灰色区域表示包括总共93mm或39行探测器元件155的结果得到的图像。每个灰色列的总和指示剂量水平。

[0096] 与图4示出的常规情况相反,如由箭头220指示的,根据本发明的实施例的设备允许针对被扫描的感兴趣区域的所有子区域的剂量水平和曝光时间保持恒定。这意味着图像质量也将是均匀的。在所提出的范例中,也如图9所示,剂量水平和曝光时间恒定地与7行探测器元件155相对应。扫描长度由箭头230指示,并且包括与探测器平面上的55mm相对应的23行探测器元件155。图8中的非灰色区域指示由场限制器布置170屏蔽的探测器行155,这是因为在这样的区域中用于采集图像信息的行155的数量将少于七个并且由此图像质量将不能达到标称水平。箭头240指示扫描运动期间的步骤。箭头250指示与38mm相对应的16行探测器元件155的最大开口176,即最大场限制器宽度。

[0097] 图9图示了当如以上参考图7和图8所描述地采集扫描X射线图像时的剂量水平分布。在图像采集期间被辐照的X射线探测器元件的行155的数量与剂量水平相对应,并且在图5中的包括39行155的图像宽度上表示。在整个图像宽度上X射线探测器元件的行155的数量是恒定的。因此,根据本发明的具有可变场限制器布置170的扫描X射线成像设备中,在图像的中间处不会出现过量剂量水平或X射线曝光,并且总体剂量水平被永久地保持在足够的图像质量所要求的最小值。

[0098] 总之,提出了一种扫描X射线成像设备100。所述设备可以特别适于乳房摄影应用。所述设备包括X射线源110、X射线行探测器150、场限制器布置170以及观察体积135。所述场限制器布置170包括至少两个可变屏蔽板174、175和位移机构177,所述两个可变屏蔽板包括开口176。所述屏蔽板可以借助于位移机构而相对于X射线束115的中心轴位移,从而改变屏蔽板174、175之间的开口176的横截面和/或位置中的至少一个,其中,X射线束115的至少部分被发送通过所述开口176。屏蔽板可以借助于位移机构177而彼此独立地位移。这样的设备100可以操作用于执行扫描运动,从而使X射线束的至少部分扫描通过观察体积135内的感兴趣区域,并且同时控制位移机构177,使得在扫描运动期间屏蔽板174、175之间的开口176首先被连续地打开到较大的横截面并且接着再连续地关闭到较小的横截面。由此,可以在整个图像采集流程中使X射线剂量水平和X射线曝光时间保持恒定,并且可以使总体剂量水平最小化。

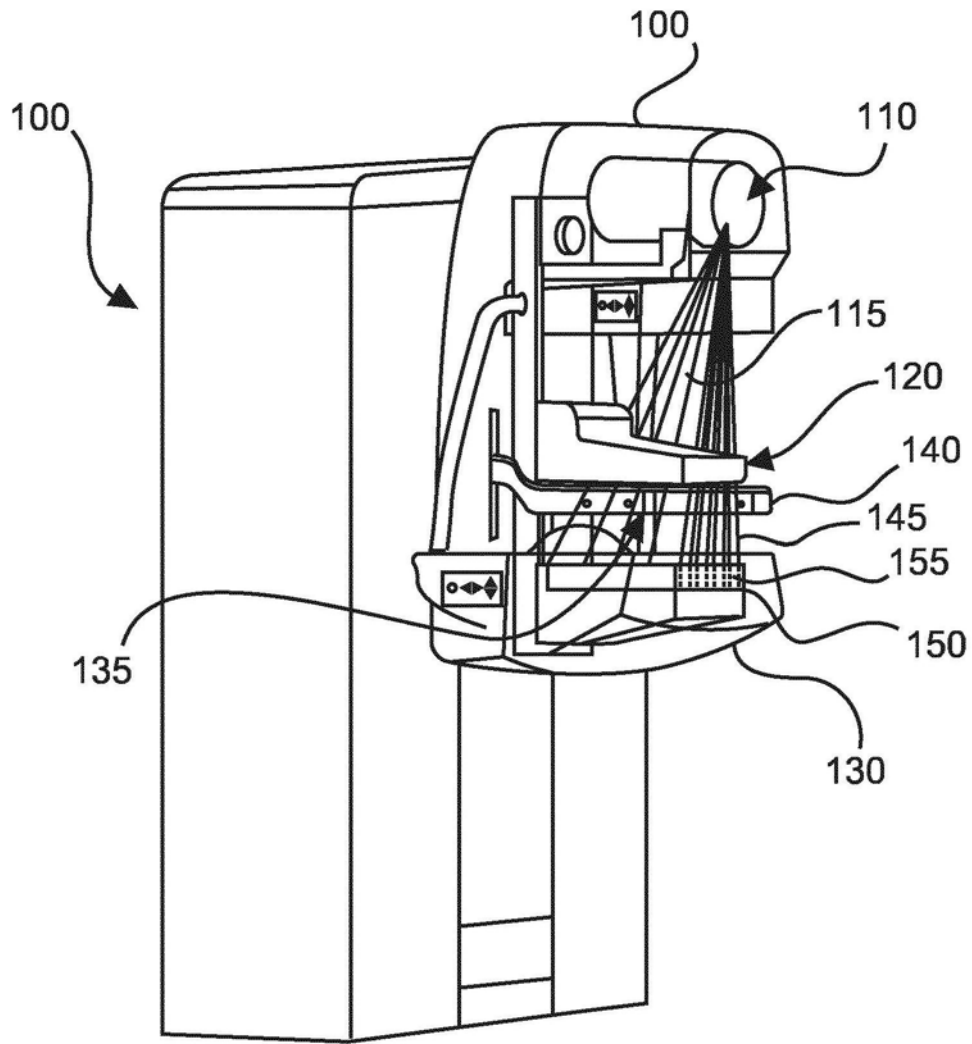


图1

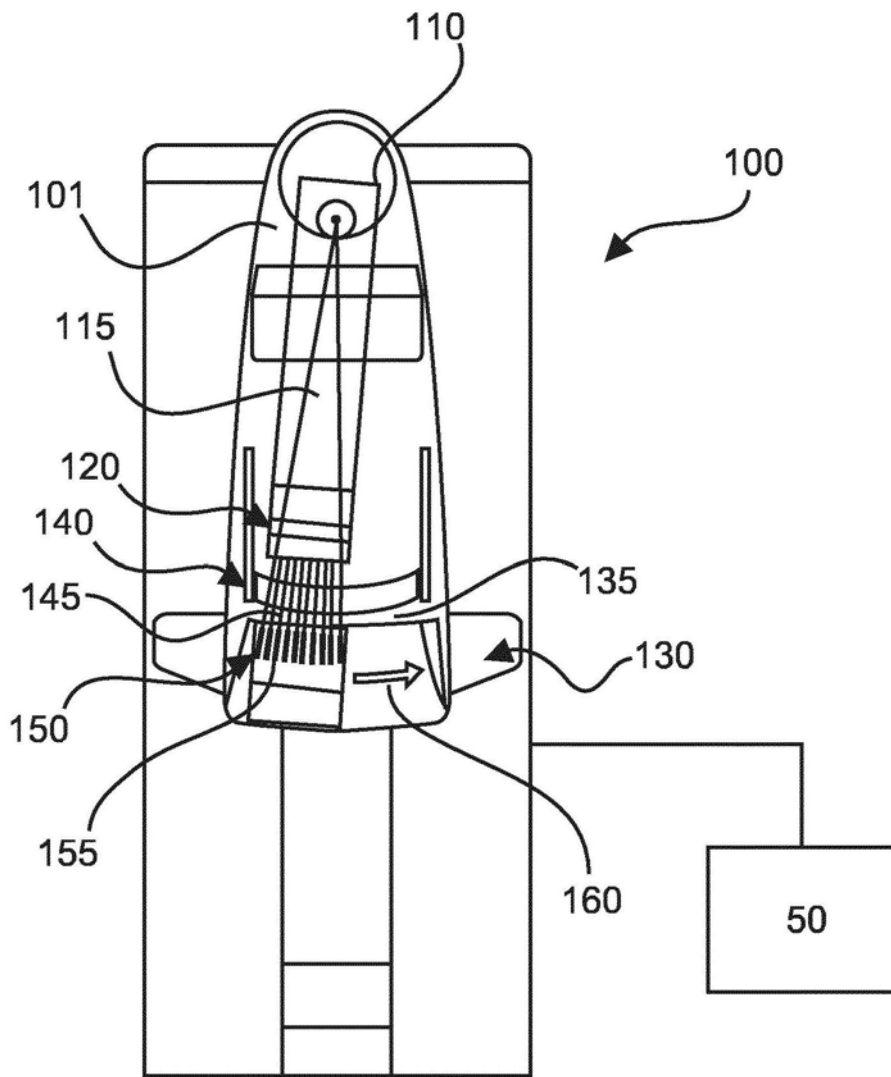


图2

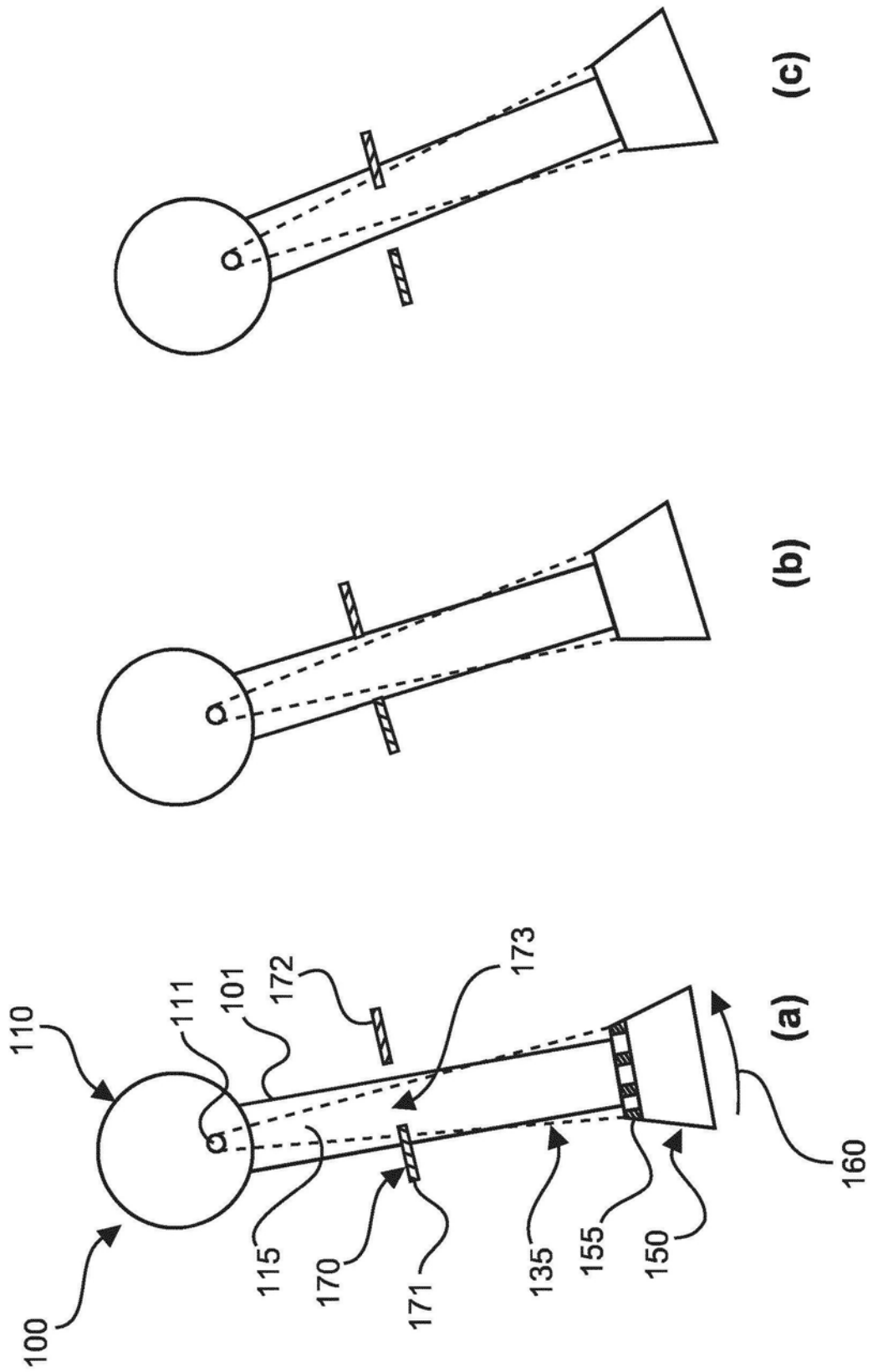


图3

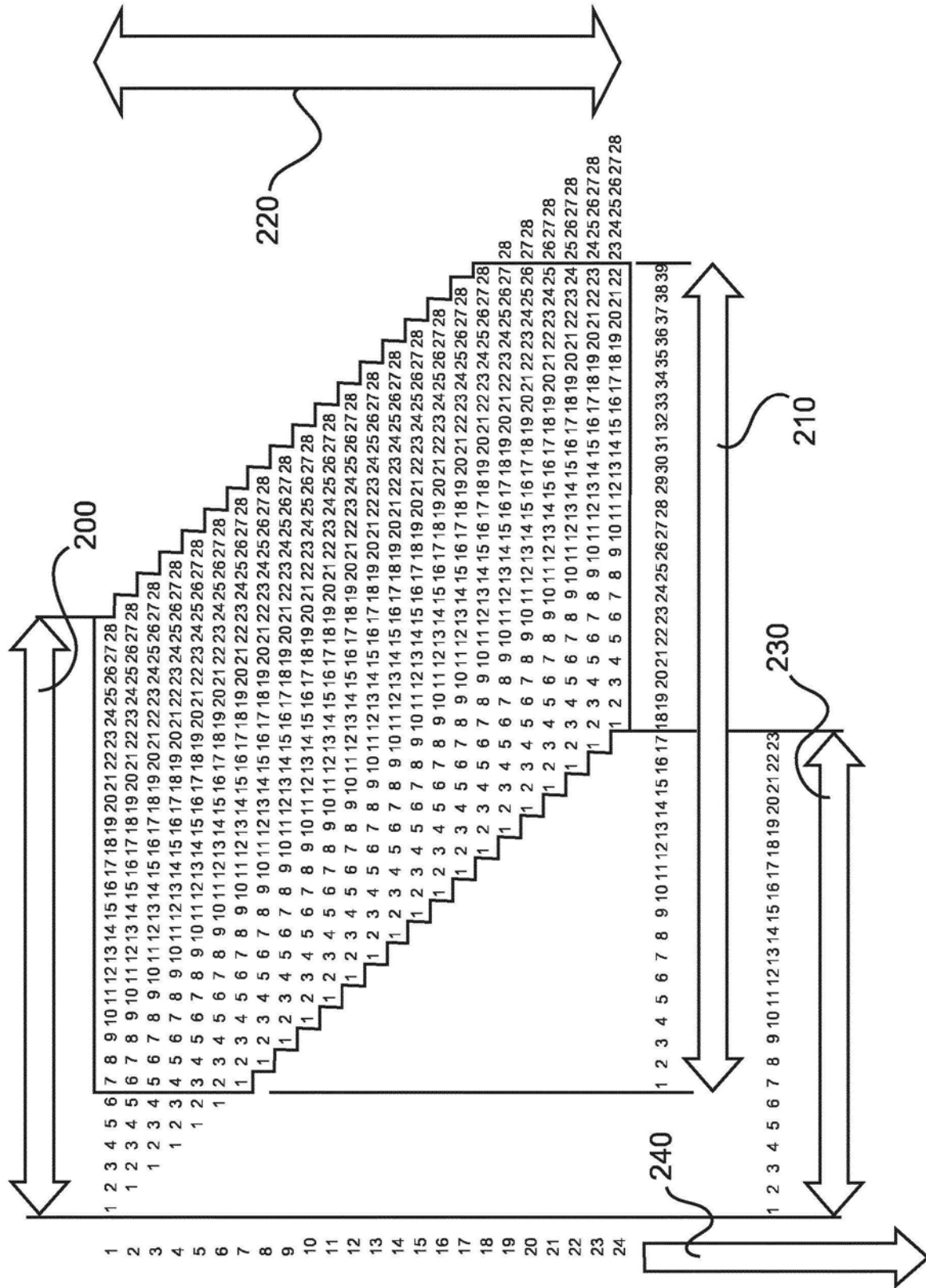


图4

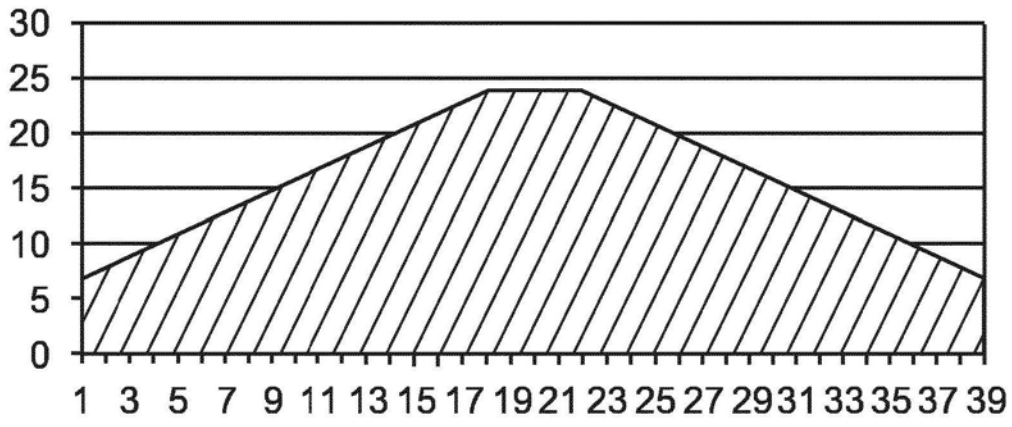


图5

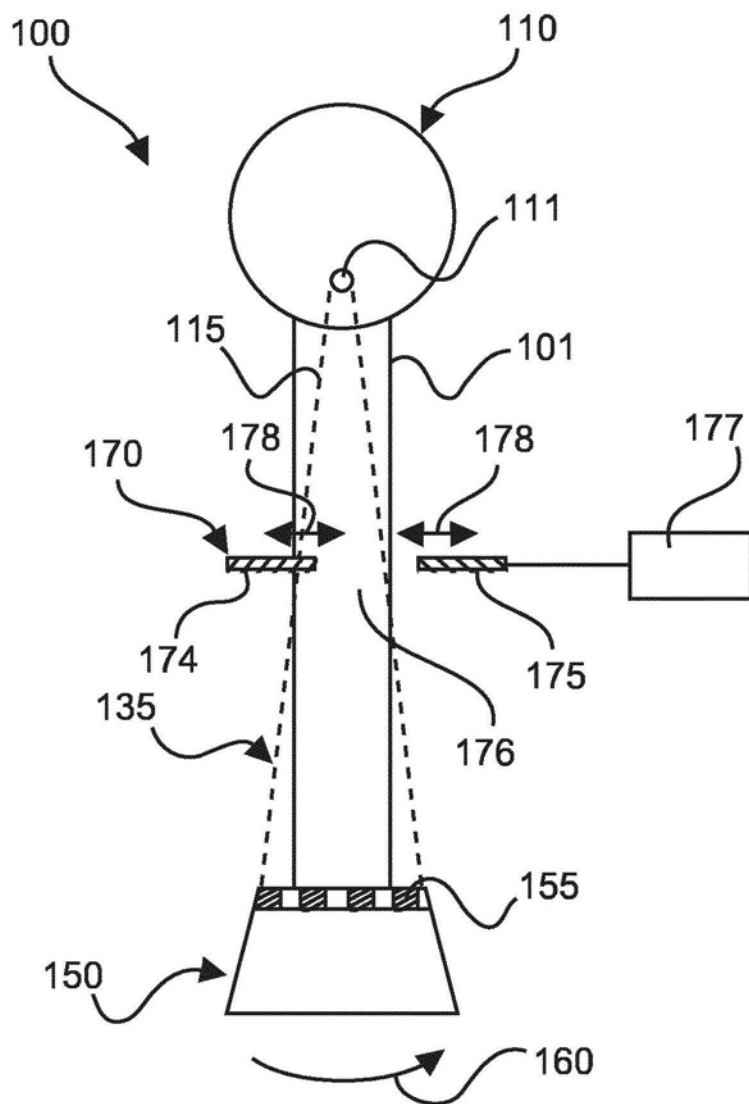


图6

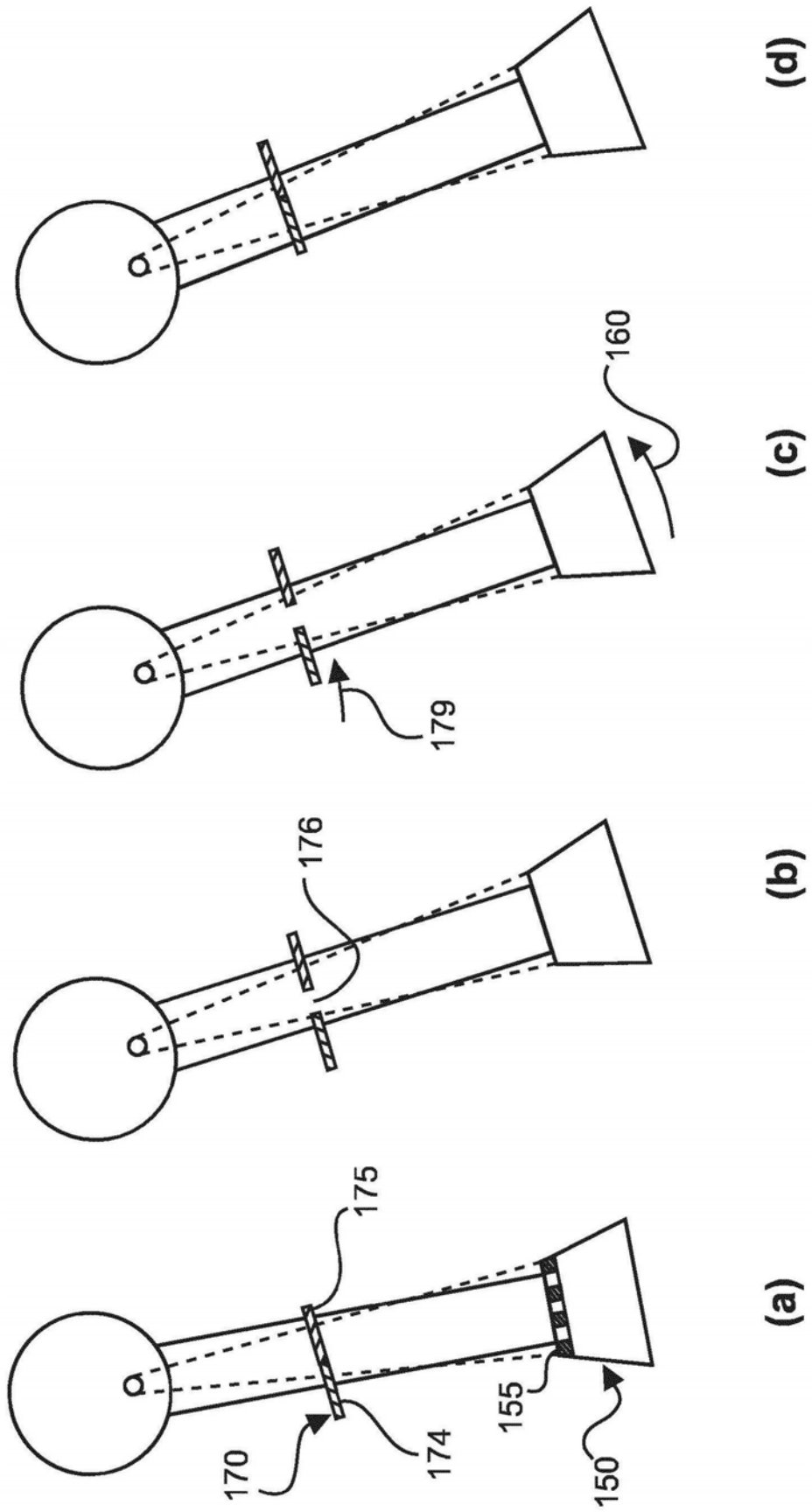


图7

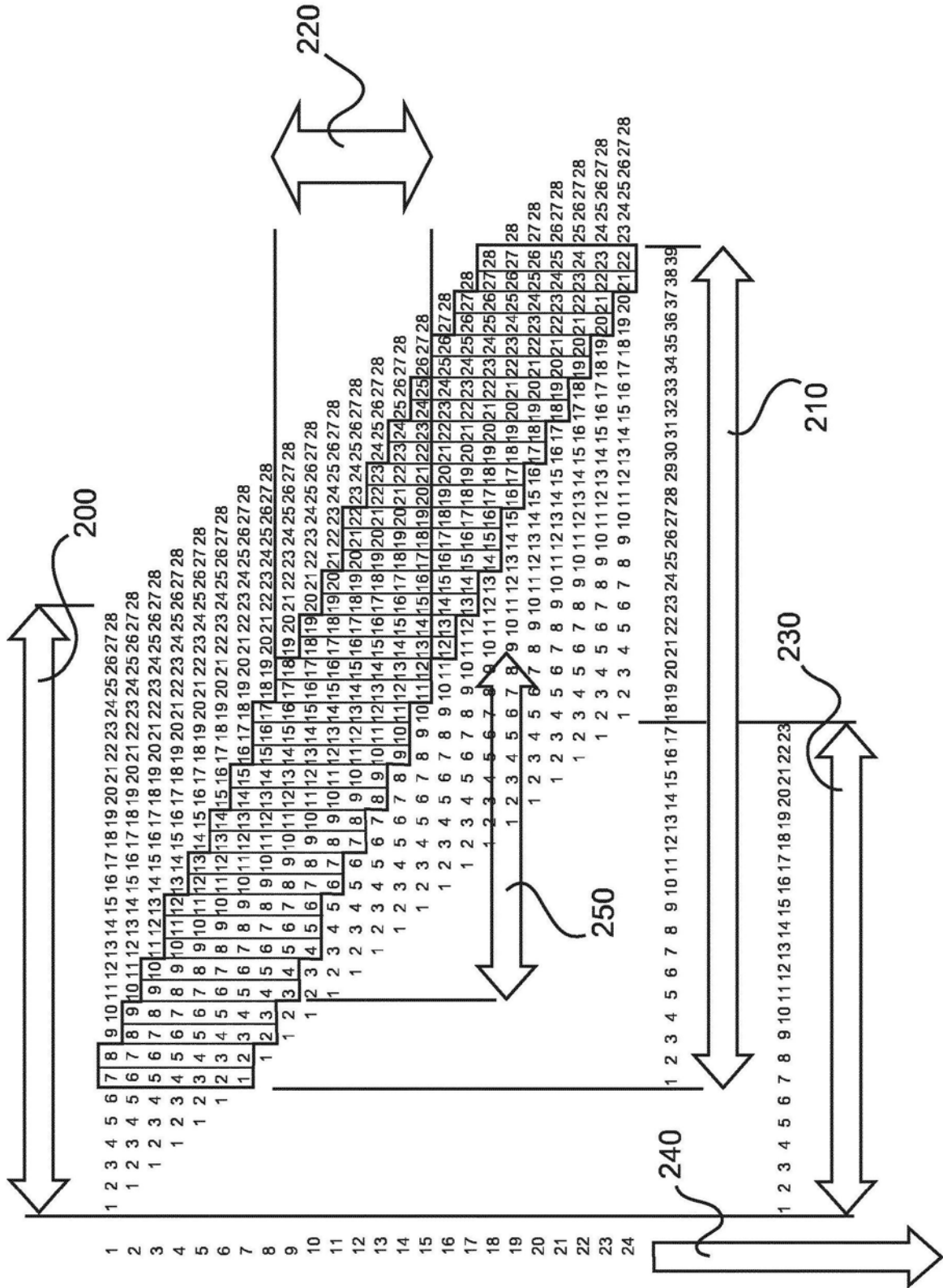


图8

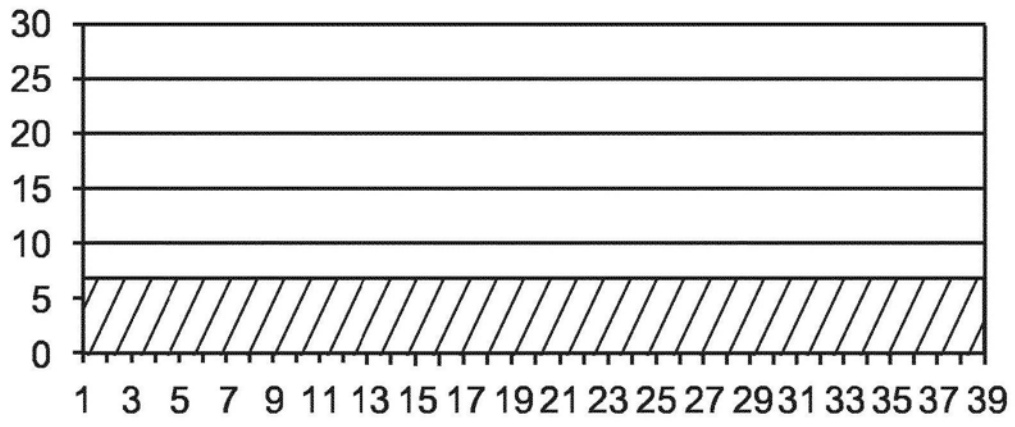


图9