

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 95191730.7

[43]公开日 1997年2月26日

[11] 公开号 CN 1144032A

[22]申请日 95.2.2

[30]优先权

[32]94.2.3 [33]US[31]08 / 191,428

[86]国际申请 PCT / US95 / 01377 95.2.02

[87]国际公布 WO95 / 21515 英 95.8.10

[85]进入国家阶段日期 96.8.21

[71]申请人 模拟公司

地址 美国马萨诸塞州

[72]发明人 伯纳德·M·戈登 约翰·多布斯

戴维·班克斯

[74]专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

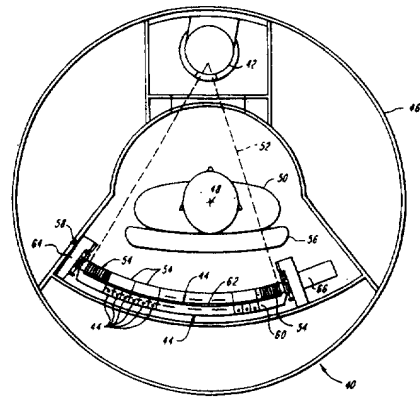
代理人 邵 伟

权利要求书 6 页 说明书 12 页 附图页数 6 页

[54]发明名称 用于提高扫描影像质量的层析X射线照相装置及方法

[57]摘要

一种带有台架的层析 X 射线扫描装置，所述台架包括一个用于支撑 X 射线源（42）和检测器阵列（44）并绕中心轴线（48）转动的盘（46）。可采用多次扫描来减小物体移动造成的影响并提高影像质量。另外，检测器阵列由支撑装置（60、64）支撑并可绕 X 射线源的焦点转动一小角度，从而在一种操纵方式中，检测器阵列在扫描时能从一个位置移动到至少另一位置，这样增加了 X 射线路径的数目并提高影像的质量。在第二种操纵方式中，检测器阵列能从中心射线处偏置，从而形成 1/4 的检测器间距偏置。



权 利 要 求 书

1. 一种层析X射线照相装置, 包括:

(a) . 层析X射线扫描装置, 该扫描装置包括: (i) 一个X射线源, 和 (ii) X射线检测装置, 该检测装置包括许多位于扫描平面内与X射线源对准的检测器, 所述检测器用于为得到每一层析X射线扫描图象而检测从X射线源发出的沿预定的各射线路径发射的X射线, 所述各射线路径沿扫描平面在射线源和每一检测器之间延伸, 从而得到是检测到的X射线和相应射线路径的函数的影像数据;

(b) . 用于在扫描平面内围绕转动轴线至少转动X射线源的装置, 从而能够进行为其需要影像数据的层析X射线扫描;

(c) . 用于在进行层析X射线扫描时, 在扫描平面内移动射线路径的装置, 从而在扫描时增加各射线路径的数目。

2. 如权利要求1所述的层析X射线照相装置, 其特征在于, X射线源包括一焦点, 转动轴线在平面的转动中心处穿过扫描平面, 转动装置包括用于绕转动轴线转动X射线检测装置及X射线源的装置, 所述层析X射线装置还包括:

用于检测X射线扫描装置绕转动中心的角度位置的传感器装置;

其中用于移动射线路径的装置包括移动装置, 当层析X射线扫描装置位于一个或更多的预定角度位置时, 该移动装置可以响应传感装置, 用来相对于过焦点和转动中心的直线在是该直线位置和每一检测器间距的函数的至少两个位置之间移动X射线检测装置, 从而使所述X射线检测装置绕所述焦点在所述至少两个位置之间进行近似转动的移动。

3. 如权利要求2所述的层析X射线照相装置, 其特征在于, 所述用于围绕转动轴线转动X射线检测装置及X射线源的装置包括用于转动检测装置和射线源经过至少两次从中获取影像数据的连续360°循环转动的装置, 当所述传感装置检测到所述第一次360°循环转动结束时, 所述移动装置能响应该传感装置, 从而在第二次360°循环转动之前相对于过焦点和转动中心的直线在所述两个位置之间移动X射线检测装置。

4. 如权利要求3所述的层析X射线照相装置, 其特征在于, 它还包括用于将在每一次循环中获取的影像数据累加到层析X射线扫描过程中每另一次循环所获取的影像数据上的装置。

5. 一种层析X射线照相装置, 包括: (a) 层析X射线扫描装置, 该装置包括 (i) 有一焦点的X射线源, 和 (ii) X射线检测装置, 该检测装置包括许多位于扫描平面内与X射线源对准的检测器, 所述检测器用于检测从所述X射线源发出的X射线; (b) 用于在扫描平面内围绕转动轴线转动所述层析X射线扫描装置的装置, 从而在扫描平面内确定了转动中心并在层析X射线扫描过程中产生影像数据; 其特征在于, 包括:

用于扫描时相对于从焦点向转动中心延伸的中心线在至少两个位置之间移动所述X射线检测装置的移动装置, 所述的这两个位置是 (1) 中心线和 (2) 每一检测器间距的函数, 从而使所述X射线检测装置绕所述焦点在第一和第二位置之间进行近似转动的移动。

6. 如权利要求5所述的层析X射线照相装置, 其特征在于, 所述用于在所述至少两个位置之间移动所述X射线检测装置的装置包括与所述层析X射线扫描装置的转动同步的装置, 这样X射线检测装置在所述层析X射线扫描时会从所述层析X射线扫描装置的一个预定位置移动到至少另一预定位置。

7. 如权利要求6所述的层析X射线照相装置, 其特征在于, 所述两个位置之一确定了一个 $n/8$ 的检测器间距偏置位置, 所述两个位置中的另一个确定了一个 $n/8 \pm 1/4$ 的检测器间距偏置位置, 其中 n 是奇数1, 3, 5或7。

8. 如权利要求7所述的层析X射线照相装置, 其特征在于, 在所述位置之一处获取的影像数据补充了在所述位置中的另一处获取的影像数据。

9. 如权利要求5所述的层析X射线照相装置, 其特征在于, 所述的用于在所述至少两个位置之间移动所述X射线检测装置的装置至少可用两种方式操作, 第一种方式是在层析X射线扫描时所述检测装置可从第一位置向第二位置移动, 第二种方式是在所述扫描之前检测装置可向第三位置移动并在所述扫描过程中保持在所述第三位置上。

10. 如权利要求9所述的层析X射线照相装置, 其特征在于, 所述第一种方式的所述两个位置之一确定了一个 $n/8$ 检测器间距的偏置位置, 所述两个位置中的

另一个确定了一个 $n/8 \pm 1/4$ 的检测器间距偏置位置，其中n是奇数1, 3, 5或7；用于相对于所述直线在所述至少两个位置之间移动所述X射线检测装置的所述装置包括与所述扫描装置的转动同步的装置，从而在所述层析X射线扫描过程中X射线检测装置可在所述层析X射线扫描装置的一个预定位置上移动。所述第二种方式中的第三位置确定了一个 $1/4$ 检测器间距的偏置。

11. 如权利要求5所述的层析X射线照相装置，其特征在于，所述X射线检测装置包括一个检测器阵列，所述照相装置还包括用于把所述阵列固定到一个其曲率中心大致与所述焦点重合的圆弧上的装置，其中用于相对所述直线移动所述X射线检测装置的所述装置包括用于在所述两个位置之间移动所述阵列的装置，这样所述阵列在每一所述位置上都保持在所述圆弧上。

12. 如权利要求11所述的层析X射线照相装置，其特征在于，用于在所述两个位置之间移动所述阵列的所述装置包括一个用于支撑所述阵列的支撑装置，这样所述阵列被强迫移动，就好象是在绕所述焦点转动。

13. 如权利要求12所述的层析X射线照相装置，其特征在于，所述支撑装置包括四杆支撑系统，其中包括两个在每一所述位置上大致与所述曲率中心对准的连接件，用于在所述层析X射线扫描装置上支撑所述阵列；所述支撑装置还包括用于移动所述阵列的装置，从而使所述阵列在所述连接件上绕焦点进行近似转动的移动。

14. 如权利要求13所述的层析X射线照相装置，其特征在于，该装置还包括X射线源、用于支撑所述X射线源和所述X射线检测装置并可绕所述轴线转动的支撑装置、和用于支撑所述阵列的阵列支撑装置，其中所述每个连接件包括一个柔性板，该柔性板一端与所述动力源装置相连，另一端与所述阵列支撑装置相连。

15. 如权利要求14所述的层析X射线照相装置，其特征在于，所述每个连接件还包括安装在所述柔性板上的加强装置，从而确定了四杆支撑系统的四个枢点。

16. 如权利要求14所述的层析X射线照相装置，其特征在于，所述阵列支撑装置是一个弧形梁构件。

17. 如权利要求14所述的层析X射线照相装置，其特征在于，用于使所述X射线检测装置和所述X射线源相互之间相对移动的所述装置包括一个电机和一个与电机和所述阵列支撑装置连接的驱动装置，从而向一个方向操纵所述电机会使所

述阵列支撑装置从所述第一位置向所述第二位置移动，而向另一方向操纵所述步进电机则使所述阵列支撑装置在某一方向上从所述第二位置向所述第一位置移动。

18. 如权利要求14所述的层析X射线照相装置，其特征在于，还包括用于偏置所述每一连接件的装置，从而使阵列支撑装置在所述第一和第二位置上与所述X射线源保持一个大致固定的距离。

19. 如权利要求5所述的层析X射线照相装置，其特征在于，所述的层析X射线扫描装置在扫描时绕转动轴线转动至少两个循环，使在每一次所述循环中都获得数据，所述检测装置在所述扫描的第一次循环时位于所述位置之一上，而在所述扫描的第二次循环时位于所述位置中的另一位置上。

20. 在一种层析X射线照相装置中，带有一形成一焦点的射线源，一检测器阵列，一个用于支撑所述射线源和阵列使其绕中心轴线转动的盘装置，这样一个中心线穿过焦点和中心轴线，所述装置还包括：

一个用于将所述检测器阵列安装到所述盘上的安装装置，所述安装装置包括：

(a) . 用于支撑所述阵列的基座；

(b) . 用于相对所述盘支撑所述基座的支撑装置；

(c) . 用于在所述第一和第二位置之间相对于所述射线源和所述中心线改变所述检测器阵列的角度位置的装置。

21. 如权利要求20所述的层析X射线照相装置，其特征在于，所述支撑装置包括第一和第二连接支撑体，每一支撑体用于把所述基座与所述盘装置相连以形成四杆支撑系统，所述每个连接支撑体包括可让所述基座移动的铰链装置，从而使基座在第一和第二位置之间绕所述焦点进行近似转动的移动。

22. 如权利要求21所述的安装装置，其特征在于，每一所述连接支撑体包括一柔性板。

23. 如权利要求22所述的安装装置，其特征在于，每一所述连接支撑体还包括用于限制每一所述柔性板弯曲成两个狭窄平行区域的加强装置，其中每一所述区域确定了所述铰链装置。

24. 如权利要求23所述的安装装置, 其特征在于, 所述柔性板大致位于穿过所述焦点的各平面内。

25. 如权利要求22所述的安装装置, 其特征在于, 还包括用于拉紧所述基座以使所述阵列与所述焦点之间的距离保持恒定的装置。

26. 如权利要求21所述的安装装置, 其特征在于, 用于在所述第一和第二位置之间改变所述检测器的角度位置的所述装置包括扫描时用于在第一和第二位置之间自动移动所述检测器阵列的自动移动装置。

27. 如权利要求26所述的安装装置, 其特征在于, 所述自动移动装置包括能响应移动信号的可正反转的电机装置, 用于将所述电机装置与所述基座相连以操纵所述电机装置在所述第一和第二位置之间移动所述阵列的装置, 用于产生所述移动信号的装置, 该信号是所述盘装置位置的函数。

28. 如权利要求21所述的安装装置, 其特征在于, 所述阵列中的所述检测器在每一所述第一和第二位置上相对于所述焦点都对应一个相同的角度。

29. 如权利要求28所述的安装装置, 其特征在于, 所述第一和第二位置隔开 $1/4$ 的检测器间距。

30. 一种用层析X射线扫描装置对物体进行扫描的方法, 该扫描装置包括: 确定了一个焦点的射线源; 间隔相等的射线检测器阵列, 所述检测器排列成弧形, 弧形的曲率中心大致与所述焦点重合, 从而使检测器绕所述焦点对应相同的角度; 用于绕转动轴线转动所述射线源和阵列的装置; 用于在转动时从所述检测器采集周期性输出测量值的装置; 以及用于用所述输出测量值产生所述物体的密度影像的装置; 所述方法包括以下步骤:

a. 进行第一次转动扫描循环, 以得到第一组检测器输出测量值;

b. 相对于过焦点和所述中心轴线的直线移动检测器阵列, 使其经过一个绕所述射线源的小转动角度, 该角度是每一所述检测器间距的函数;

c. 进行第二次转动扫描循环, 以得到与所述第一组值不同的第二组检测器输出测量值; 以及

d. 使用这两组检测器输出测量值来产生一个单一的密度影像。

31. 如权利要求30所述的方法, 其特征在于, 所述的移动所述检测器阵列的步骤包括把检测器阵列移动 $1/4$ 检测器间距的步骤。

32. 如权利要求30所述的方法, 其特征在于, 在不中断扫描转动的情况下进行步骤a、b和c。

33. 如权利要求30所述的方法, 其特征在于, 所述扫描器转动循环之一是在当检测器位于从所述射线源的直线到所述穿过检测器的中心轴线的距离大致等于 $1/8$ 检测器间距的位置时进行。

说 明 书

用于提高扫描影像质量的层析X射线照相装置及方法

相关申请

与本申请相关的申请有：申请人为John Dobbs、共同申请人为David Banks、转让给本申请的受让人（代理人备审卷号ANA-23）的在审理中的美国专利申请第08/190,945号和申请人为John Dobbs、共同申请人为David Banks和Leonhardkatz、转让给本申请的受让人（代理人备审卷号ANA-47）的美国专利申请第08/191,426号。

发明领域

本发明一般涉及计算机辅助层析X射线照相技术（CAT），尤其涉及提高CAT扫描影像的质量。

发明背景

第三代CAT扫描设备包括分别装在一环形盘直径方向两端的一X射线源和X射线检测装置。该盘可转动地装在一台架上，从而扫描时该盘围绕一转动轴线连续转动，同时X射线从该X射线源穿过一放置在该盘开口中的一物体而射到该检测装置。

该检测装置一般包括形状呈圆弧形的一排检测器阵列，该圆弧的曲率中心称为“焦点”，射线即在该“焦点”从X射线源射出。该X射线源和检测器阵列放置成该X射线源与每一个传感器之间的X射线路径都在与该盘的转动轴线正交的同一平面内（下面称为“断层平面”或“扫描平面”）。由于X射线路径大致从一点光源发出而与各检测器相交成不同角度，因此这些光路呈扇形，从而常用“扇形光束”一词描述任一时刻的所有射线路径，扫描时某一测量时刻由一检测器检测到的X射线称为一根“光线”。该光线部分地被其光路中的所有质量衰减，从而光强测定值是该衰减量并从而是该光路中的质量密度的函数。投影也即X射线光强的测量一般在该盘的许多角位的每一角位上进行。

根据扫描过程中从所有投影角度获得的数据重现的影像将是穿过被扫描物体的扫描平面上的一断层的影像。为了“重现”该物体的“断层”在该扫描平面中的密度影像，该影像一般以一像素阵列重现，其中，该阵列中的每一像素相当于表示那些在扫描期间位于扫描平面内穿过其相应位置的所有光线的衰减程度的值。

由于X射线和检测器围绕该物体转动，因此光线从不同方向或投射角穿透该物体，从而穿过不同的象素位置的组合。从这些测量值中可算出该物体在该断层平面中的密度分布，而每一象素的亮度值即代表该分布。结果是由不同亮度值的象素构成的阵列表示出该断层平面的密度影像。

为了进行影像的再现工作，各射线必须对应适当的象素，即各象素应位于各射线分别经过的路径上。当各射线对应不适当的象素时，不仅那些受影响的象素的密度值会出错，而且由于Radon算法，影像中会呈现环状物和其它几何图案并且变得模糊。

因为一般的扫描包括上百万条射线，为了不经大量的校准工作而使射线精确地通过象素区，非常一致和精确地定位检测器并使在精确转动的间隔计量的测量值正好等于阵列中的检测器间距是非常有用的。在题目为“层析X射线照相装置的模式化检测装置”、共同申请人为John Dobbs和David Banks、转让给本申请的受让人（代理人备审卷号ANA-23）的同在审理中的美国专利申请第08/190,945号中，描述了支撑梁上用于非常精确的定位和排列检测器的模式化装置。为了使检测器相对X射线源和病人精确地定位和排列，并且容易调整安装装置，需要在转动盘上安装该梁。

除了检测器不精确的排列，扫描时，病人即使是很微小的移动，也会引起射线无法正确地对应象素。因此，能够在很短几秒钟内完成扫描是很有好处的，这样，病人就可以在扫描时保持静止，甚至在需要时屏住呼吸。

这种更快的扫描可以帮助减小运动的影响，但恰当的扫描仍需要最小的辐射量（比如一般的大脑扫描要求一般的X射线源接收总量为300-400毫安·秒的能量以提供足够的X射线辐照量），并且在相同的X射线辐照量下进行更快扫描时，由于辐照时间的缩短每一检测器接收到的光子数量必然减少。因此，缩短扫描时间必然意味着射线管必须在更高辐射量的情况下工作以提供使扫描得以完成的足够光子。当动力源无法提供足够的高功率能量时，通常认为扫描速度必须大大降低才能在360°转动中提供足够的光子以产生足够的扫描用图像数据。这当然就增加了由物体移动产生的错误。如果病人在扫描时移动，则在扫描后期采集的数据将与之前采集的数据不一致。物体的数据将与移动量有关。

一种解决方法是在既不增加整体扫描时间也不增加X射线辐照量的情况下，提供高速、多次扫描，例如，通过平分一次360°扫描（即一次4秒扫描）时间，并重复该扫描来累加数据，即进行两次连续的2秒360°扫描，再总计两次扫描获

得的累加数据，从而叠合两次扫描影像，则由物体移动造成的错误会减少。因此，如果病人仅在第一个2秒扫描内移动，第二次扫描将不受物体移动的影响。两次扫描的总计结果是将一次2秒的有物体移动的扫描与一次2秒的没有物体移动的扫描数据累加。如果病人在4秒内连续移动，在每一次2秒扫描中的物体数据将比在较慢的4秒扫描中的物体数据小，这样累加相片将包括取代一个较大物体的两个小物体。由于该物体的形成是非线性的，所以小的移动比大的移动对影像质量的影响要小，且这种影响程度并不成比例。

影响影像质量的另一参数涉及到各扫描射线路径的总数。通常，对应恰当影像像素的各扫描射线路径的数目越大，影像效果越好。为了从增加对应于重现影像像素的各扫描射线路径的数目获益，众所周知应相对于射线源和转盘的转动中心（即“等角点”）安装检测器阵列，这样射线的方位偏置了一个固定的 $1/4$ 检测器间距。该偏置距离指从过射线源的焦点和等角点的中心线到阵列中的一个检测器间的距离。当不存在这一偏置时，中心射线与检测器中心成一条直线。在存在一个固定的 $1/4$ 检测器偏置间距时，中心射线从检测器中心偏置一个固定的 $1/4$ 检测器间距。在这一固定偏置间距的情况下，在第二个 180° 扫描期间所有的检测器将从第一个 180° 扫描时各检测器位置处偏移 $1/2$ 的检测器间距。这将在不产生多余信息的情况下，使一次 360° 转动扫描中从中心装置发出的各射线路径的数目增加一倍。

图1-3是对这种已有技术进行说明的参考附图。图1和图2中绘出了X射线源的焦点12、一个位于层析X射线扫描装置的检测器阵列16中的特定检测器14和置于射线源与检测器间的病人身体的一部位18，部位18表示测量区域。图1表示了当X射线源12位于顶部、检测器14位于底部的一时刻。图2表示在同一次扫描中装置转动 180° 后的时刻，此时检测器14位于顶部，射线源12位于底部。穿过射线源12和检测器14的点划线20也穿过等角点或转动中心22。等角点22是转动的中心，也即支撑射线源12和检测器阵列16的转盘的转动轴线穿过该装置的扫描平面的地方。点划线20在两个地方被打断，这表示当把检测器14和目标部位18以大致相同的比例尺绘制时，为了便于图示，必须将它们与射线源之间的距离大大缩短。

在由单个检测器检测到的X射线束中已限定了一根射线。由于由检测器14检测到的射线总通过转动中心22，所以可将这些射线称为“中央射线”。每幅图中的剖面线区域26表示在图示两个位置上的每一位置上目标部位18被中央射线辐照的区域。因为检测器偏置了一个与 $1/4$ 检测器间距 $(w/4)$ 相等的距离 L_1 ，所以对区域24进行辐照并由检测器14进行检测的中央射线的中心28（该射线中心是从射线源12画到检测器14的中心）并不通过中心22而是如图1所示向左偏移一个正比

于 $1/4$ 检测器间距的距离，且在图2中向右偏移一个正比于 $1/4$ 检测器间距的距离。因此，参见图3，图1和图2中所示的射线20的中心28在两图中偏移了一个与 $1/2$ 射线间距 ($w/2$) 相等的距离 L_2 ，这样在第二个 180° 中产生的、用于图2 所示位置处的检测器的射线位置 (以指向上方的虚线箭头表示) 将精确地位于在第一个 180° 中产生的、用于图1所示的直径上反向位置处的检测器的射线位置 (以指向下方的虚线箭头表示) 之间。结果是，在图2所示的表示测量时刻目标部位18 上被中央射线穿过的区域 (即剖面线区域26) 从在图1 所示测量时刻被中央射线穿过的上述区域偏移一个正比于 $1/2$ 的检测器间距的距离，如图2中序号 30所示。同样，这种在 360° 转动中所有射线都如此。结果是，从第二个 180° 扫描中获得的测量数据代表了在第一次 180° 扫描获得的数据之间的一半间隔上的取样。这使各射线路径数量增加一倍并极利于提高重现影像的清晰度。在一个新式的实际装置中，可以是例如八个检测器对应一度的转角，并且检测器中心偏置约1.8 毫米，这一偏置仅代表着一度的 $1/32$ 并且比大约0.05毫米还小。

本发明的目的

因此，本发明的目的是扫描时在不增加对病人的X 射线辐照量的情况下减小物体移动对层析X射线照相的影响。

本发明的另一目的是提供一种改进的层析X射线扫描技术，其优点是在实际不增加扫描时间和X射线辐照量的情况下，从数量统计的角度来说延长了扫描时间。

本发明的再一目的是提供一种改进的层析X射线扫描技术，使当动力源不足以提供高功率能量时仍能完成这一扫描。

本发明的再一目的是提高带有以固定的 $1/4$ 检测器间距偏置的检测器阵列的CAT扫描装置所产生的重现影像的质量。

本发明的再一目的是提供一种比采用标准的 $1/4$ 检测器间距偏置的已有装置所产生的射线路径还多的、能产生附加射线路径的改进的层析X射线装置。

本发明的再一目的是提供一种在层析X 射线装置中用于支撑检测器阵列的改进的安装装置，该装置能相对于X 射线源和等角点使检测器精确定位并有足够的强度承受大的角加速度力，还能够使检测器阵列绕焦点在至少两个精确位置之间在至少一个小角度范围内转动。

本发明的再一目的是提供一种在层析X射线装置中用于支撑检测器阵列的改进的安装装置，其中，可用输入设备（比如键盘）对检测器的精确位置进行方便的调整，使安装层析X射线装置、在安装时调整装置、甚至必要时在运转基座上校准检测器的位置等操作更加容易。

本发明的再一个目的是提供一种改进的层析X射线照相装置，它能为得到两种不同质量的影像而采用至少两种形式的特定扫描中的任一种操作。

本发明的概述

上述目的可由一种改进的检测器支撑装置实现，该装置包括有用于使检测器阵列相对于过焦点和等角点的直线在至少两个位置之间移动的装置。检测器可在各次扫描之间和/或在扫描时移动。最好能进行检测器移动，这样可以增加扫描时射线路径的数目。例如，下文中结合附图描述的优选实施例就设计成用于包括两个360°扫描的多次扫描。正如下文所详述的那样，尽管为每一位置所选择的检测器间距位置可以改变，但仍确定了两个位置，以为第一次360°扫描提供1/8检测器间距设置和为第二次360°扫描提供3/8检测器间距设置。将两次扫描所得的影像数据叠加，就可以得到比单次360°扫描中由偏置1/4检测器间距所产生的影像质量更高的再现影像。在该优选装置中，检测器阵列也可移动到1/4的检测器间距偏置以提供第二种操作方式。把检测器阵列固装在层析X射线扫描装置上的安装装置最好是一支撑装置，比如四杆支撑系统，以允许检测器阵列相对于射线源绕焦点大致转动一个与1/4检测器间距移动量相等的小角度，或转动依据CAT扫描装置的设计形式而定的其它角度。

本发明的上述以及其它目的将分别从后文中表现出来。如上，本发明包括具有某种构造、元件组合和部件布置的装置和包括具有若干步骤且这些步骤相互之间有一定关系和顺序的方法，所有这些内容均在下文详细举例说明且将在权利要求中表明。

附图简述

图1和图2是依据已有技术所述的表示检测器阵列偏置时的效果的附图；

图3是表示图1和图2所示的在径向相互面对的两个投影视图中的射线布局的附图；

图4是本发明优选实施例的CAT扫描器的轴向图；

图5是为把安装装置中的梁装到转盘上的立柱式支撑件的轴向图；

图6是图5所示的立柱式支撑件的切向图；

图7是图5和图6所示的立柱式支撑件的径向图；

图8是图5-7所示的立柱式支撑件的局剖切向图（与图6所示视图方向相反）；

图9是本发明优选支撑装置的分解立体图；

图10和图11分别是表示依据本发明所述的对检测器阵列进行空间调整的简图和视图；

图12是表示依据本发明的优选方法形成的射线布局的示意图；

图13是检测器阵列运动控制系统框图。

对附图的详细说明

为更充分地理解本发明，首先请参见图4，它表示一台可体现本发明原理的层析X射线扫描器40。为提供CAT扫描数据，扫描器40包括一个X射线源42和带有检测器阵列并装在转盘46上的检测组件44。X射线源42和检测组件44绕制动轴线48（与图4所示图面垂直延伸）转动，从而在进行CAT扫描时绕穿过转盘的中心开口的物体50转动。物体50可以是病人身体的某一部分，例如头或躯干。X射线源42在扫描平面（与转动轴线48垂直）中持续发射扇形X射线束52，该射线束52在穿过物体50后由检测组件44检测到。在物体50和检测组件44之间有一防散射板阵列54以大致防止散射射线被检测器检测到。在优选实施例中，共有384个检测器，它们排成 48° 的圆弧，尽管这一数目和角度可以变动。最好用铝等轻质金属材料制成的转盘46围绕轴48迅速、平稳地转动。转盘46是一种开口框架结构，这样物体50可以位于转盘开口中。物体50可用例如托台56支撑，当然X射线可用穿过该托台56。当转盘56转动时，检测组件44周期性地取样，以获得在扫描平面中从诸多投影角穿过物体50的射线的离散测量值。接着这些代表影像数据的测量值经过适当的信号处理设备（未表示）依据公知的数学方法进行电子处理而产生最终的影像信息。然后，这种影像信息可以由存储器存储在计算机内进行分析或进行适当地显影。

如果一次标准的单周 360° 循环扫描是以预选的X射线辐照量在预定时间间隔内进行的，那么在大致相同的时间间隔内以同样的X射线辐照量进行两次或更多地连续 360° 循环扫描（这里称为“多次扫描”）会取得更好的效果。每次 360° 循环扫描取得的影像数据与另一次 360° 循环扫描取得相应的影像数据累加起来，从而可以消减在多次扫描中运动物体对最终影像产生的影响。由于检测器阵列相对于X射线源安装，所以在整个扫描中该阵列都是固定的，例如，中心线或穿过焦点和转盘等角点的射线与相对X射线源的焦点以相同角度正对着的所有检测器形成的阵列中一个检测器中心对齐，这样每 360° 大致重复一次扫描，并且每次 360° 扫描所得到的数据会叠加到已取得的影像数据上。因此，通过缩短多次扫描中的每次循环时间，就会有更大的可能使病人在每次更短的 360° 转动周期内移动得少些，并且，通过至少提供从第二次 360° 转动中获得的第二组数据、并

将该第二组数据叠加到第一组数据上，将会减少由物体造成的错误的影晌。另外，在测量期间穿过病人的全部X射线辐照量将不会明显变化。这样，在不明显地增大病人的X射线辐照量的情况下，就可以减少病人移动所产生的影响。

例如，如果在4秒钟的时间间隔内进行一次标准的单周360°循环扫描，在扫描结束时的最终投影视图中获得的数据必须与扫描开始时的最早投影视图相一致。病人在这4秒内的移动将导致这种一致性无法实现。通过进行两次循环的多次扫描，即例如以相同的辐照量和相同的4秒钟间隔（以两倍的转动速度）在两个连续的360°循环内采集数据，在第一次循环结束时的最终投影视图必须与该次循环开始时的最早投影视图相一致，但这种情况下病人仅在2秒内的移动将会导致上述一致性无法实现。同样的一致性也必须在第二次循环中达到，但第二次仅受到病人在2秒内的移动的影响。把第一次循环获得的数据与第二次循环获得的数据累加，从而得到与4秒单周循环扫描辐照量相同而从一次历时4秒的多次扫描中获得的数据，这就不增加对病人的X射线辐照量的情况下实现了多次扫描。

依据本发明，为了提高影像质量，检测组件44安装在转盘上，以相对于射线源42和转动轴48精确定位，但检测组件44还可绕与射线源42的焦点重合的中心点在至少两个位置间的一个小转动角度范围内运动，从而在多次扫描中各射线路径的数量比带有固定的1/4检测器偏置间距的射线路径的数量增加。在这种情况下，因为第二次循环射线路径不同，所以第二次循环中所采集的数据并不与第一次扫描循环中所采集的数据重复。第二次循环的射线路径与第一次循环的射线路径交错排列以形成高质量的重现影像。

图5-11进一步表示了本发明支撑装置的实施例，该装置在具有所希望的强度的情况下可以简化检测器阵列所需的精确调整。图示固定装置58最好包括一根用于沿弧线62（见图4，图10和图11）支撑检测组件44和防散射线板54的检测器和防散射线板支撑梁60。所述弧线62的曲率中心位于X射线源42的焦点处（在图10中以点124表示），这样每个检测器正对着绕该中心的一个相同的角度。固定装置还包括两个立柱式支撑件64，每一支撑件安装在转盘46上并位于梁60的各一端。一台可正反转的步进电机66可安装在两个支撑件64之一上。该步进电机的每次步进可提供非常小的精确运动，从而如下文详述的那样，可进行自动的检测器阵列角度调整。依据本发明原理，通过始终监视步进数目，可以在任一瞬时确定检测器阵列的精确位置，从而实现检测器阵列的精确定位。

图5-8表示了用于把立柱式支撑件64分别安装在梁60的两端和转盘46上的适当位置，图9是该装置的部分分解装配图。在这些图中，把支撑件64上靠近X射线

源42的一端作为顶部。支撑件64的主要元件包括一在图5中用螺栓安装在转盘46上的支撑体70和一个在其相对两端分别用螺栓紧固到支撑体70和梁60上的柔性安装薄板72，该板72最好用具有高柔韧性和高强度的金属（比如不锈钢）制成。

出于将在下文更清楚地描述的理由，柔性板72夹在三对刚性表面之间，其中五个表面分别位于加强板76、78、80、82和84上。从图6中看得最清楚，第一加强板76通过螺栓75或类似物把板72的上部固定到支撑体70上。可用穿过加强板78和板72而旋入加强板80中的螺栓79将一对加强板78和80固定在板72的中部的相对两侧上。同样，可用螺栓83将一对加强板82和84紧固在板72的下部的相对两侧上。从图5和图6中看得最清楚，附加螺栓85穿过加强板82和84以及板72而旋入梁60一端的螺孔中，用以把梁60紧固到加强板84上进而紧固到立柱式支撑件64上。

从图5和图9中看得最清楚，可用位于每一支撑体70顶部的一根杆90、一枢球92、一螺钉94对梁60的径向位置进行微调从而使其靠近或远离射线源42，以保证所有检测器与焦点相距同一距离。杆90的一端穿过板72上的一矩形孔96（见图9）。螺钉94穿过杆90的另一端并旋入支撑体70的顶部。一部分沉入支撑体70、一部分沉入杆90的球92用作支点，从而当螺钉94旋进支撑体70时使板72抬升，反之亦然。板72上供螺栓75穿过的长孔98可适应在加强板76紧固之前的这种调节。支撑体70上的一对与板72上的槽99和加强板76配合的暗销97保证了径向校准，其中各槽的宽度制成可使相应的暗销紧紧插入的尺寸。

可用一对穿过支撑体70上的槽101并深入到板72上的孔102中的张紧杆100使板72始终张紧而在受到操作力时无法移动。这两根张紧杆100在一根共用的枢轴棒104上在槽101内上下转动，该棒104穿过支撑体70和张紧杆100。从图8中看得最清楚，通过一推杆106、一叠压缩垫圈108和一张紧螺钉110可以推动每一张紧杆100。这些压缩垫圈在一定移动范围内始终把一压力施加到推杆106上从而始终张紧板72。可依据所需张紧力的大小选择垫圈型号，而按最终调节所需移动量选择该堆垫圈的数量。

为了使梁移动，电动机66驱动螺钉112旋转（见图5和图9）并抵住加强板构件84。这样，以某一方向操纵电动机就可移动螺钉，使其抵住加强板，从而抵住柔性板72的张力而使梁向某一方向移动。而以另一相反方向操纵电动机可使螺钉背离加强板构件84移动，从而在柔性板张力的作用下使梁向与前述相反方向移动。

现在将具体描述为移动检测器而进行的微小的精确移动。虽然实施本发明也可不要加强板76、78、80、82和84，但它们在部分中极为有用。它们限制了柔

性板72弯曲成两个横跨板宽度的狭窄、无支撑区域，这两个区域可等效为两个铰链。因为检测器阵列垂吊在两个这样的约束板上，所以实际上该检测器阵列由四个铰链支撑，通常称作四杆支撑系统。为了便于理解这种装置的操作方式和它的优点，请参见图10和图11。

图10表示了一个四杆支撑系统，它与由两个支撑件64和梁60组成的装置相似。两个枢轴点P1、P2是固定的；另外两个枢轴点P3和P4可移动。刚性梁L1、L2和L3分别将P1和P3、P2和P4以及P3和P4连接起来。P3被限制在以P1为圆心的一段圆弧上移动，P4被限制在以P2为圆心的一段圆弧上移动。因为L3连接着P3和P4，所以P3和P4必须以相同方向—顺时针或逆时针方向一起移动。当P3向图中箭头120所示的左上方移动时，P4则向图示中箭头122所示的左下方移动。箭头120不仅与绕P1点的圆相切，也与其圆心在P1和P3连线上的任一圆相切。同样，决定着四杆系统右侧部分运动的箭头122也与其圆心在P2和P4连线上的任一圆相切。因此，在很小的距离内，梁L3的运动非常近似于绕点124的转动运动，所述点124是两线的公共点，即图中以虚线表示的L1的延长线与L2的延长线之交点。

下面从图10转到图11，点P1和P2与位于相邻加强板之间的那些点大致对应。L1和L2与用加强板78和80来加强的中间部分对应。点124与X射线源42的焦点位置相对应。当用调节螺钉112（由步进电机66决定）改变梁60的位置时，整个检测器阵列沿以焦点为圆心的圆弧移动一个很小的距离。因为各检测器沿以焦点为圆心的弧线62安装在梁60上，所以这样调整仅仅使该阵列转动而不改变射线源和任一检测器之间的距离，这样每一检测器仍对应相同的角度。应注意到，加强板76、78、80、82和84提供了一定有利条件，但在没有它们时该系统仍近似为四杆支撑。同样，也应理解到可用一对适当的铰链代替安装在转盘和梁上以实现本发明的每个板72。

检测器阵列最好能在下述两个位置之间移动，第一个位置是在两次循环扫描中的第一次360°转动过程中，检测器阵列偏置检测器间距的 $n/8$ ，其中 n 是奇数1、3、5或7，第二个位置是在两次循环扫描中的第二次360°转动过程中，检测器阵列偏置检测器间距的 $n/8 \pm 1/4$ 。例如，该阵列可在检测器阵列偏置 $1/8$ 的检测器间距（ $w/8$ ）的位置和在两次循环扫描中的第二次360°转动过程中检测器阵列偏置 $3/8$ 的检测器间距的位置之间移动。在这个例子中，同样结果下，即可在第一次360°转动中，也可在第二次360°转动中进行 $1/8$ 的检测器间距偏置设置。当进行第一次360°扫描时可以精确地进行所述移动。因为进行移动需要时间，所以在检测器准备为两次循环扫描中的第二次360°循环提供影像数据之前，转盘46将转动一个预定值。当获取影像数据后，在转盘两次循环间的转盘实际转动量是

转盘转动速度、检测器支撑件和移动机构的响应时间的函数。如果例如检测器为多次扫描中的第一次 360° 转动提供了数据，则在检测器移动期间（在没有获取数据时）转盘转动 40° ，接着检测器将开始为下次 360° 转动提供数据，这样在一回包括两次循环的多次扫描中转盘实际转动了 760° 。

为了更容易地表现在两次循环扫描中假定转盘转动了 760° 的情况，图12表示了转盘46在四个位置时的射线位置：在取得数据后的第一次循环中的 180° 和 360° ，和转盘在两次循环扫描中的第二循环中的与上述相同的位置（ 540° 和 720° ）。假定第一次 360° 转动时检测器偏置 $1/8$ 的检测器间距（ $w/8$ ），第二次 360° 转动时检测器偏置 $3/8$ 的检测器间距（ $3w/8$ ），箭头28a、28b、28c和28d表示当已得到投影视图时与转盘之 0° （ 720° ）、 180° 、 360° 和 540° 位置相对应的射线中心线，这样，在第二次 360° 循环中的射线与第一次 360° 循环中的射线交错排列。从两次循环得到的各射线位置间隔 $1/4$ 的检测器间距（ $w/4$ ），是已有技术中由 $1/4$ 检测器偏置距离提供的射线路径数目的两倍。如果如图2所示用步进电机66驱动调整螺钉112，则可不必较大地减慢转动循环而很容易地进行这种移动。这种装置，例如可在约0.2秒中提供移动，这样当一次循环用约2秒时，在移动时，在第二次循环内再次获得数据之前，转盘46转动约 $1/10$ 的循环（ 36° ）。还可在另一种方案中采取用一电磁线圈在两个位置间驱动梁60的形式。

应理解到因为是通过以一种操纵方式操纵步进电机66而使检测器装置在 $1/8$ 检测器（ $w/8$ ）偏置和 $3/8$ 检测器（ $3w/8$ ）偏置之间移动以在射线路径间得到与 $1/4$ 检测器间距（ $w/4$ ）相等且相互面对的间距，所以该装置也可用第二种操作方式操纵，其中在扫描前预设一个具有固定的 $1/4$ 检测器间距偏置（ $w/4$ ）的阵列，该阵列是通过操纵步进电机66来移动检测器而形成的。

因此，本发明的安装装置提供了简化装配所需的微调和在各次扫描之间及扫描过程中的运动，以及提供了迅速加速和减速所需的坚固耐用性。因为本发明的安装装置有这些需要，所以依据本发明的方法也应以一种新方式使用该装置，通过在扫描中建立附加的单一射线路径，可大大地提高影像的质量。特别是在扫描过程中，当盘转动时，如果检测器阵列以适当数值快速、准确地移动到转盘的某一精确位置，则将产生一组全新的射线路径，从而大大提高影像质量。还应理解到，此装置可以其它方式工作，和/或制成可使检测器相对中心射线以其它间距移动，所述这一移动可能需要一回多次扫描中附加的全部或部分的循环，或可在转盘的单周 360° 循环中全部完成。例如，检测器间距的 $w/8$ 和 $7w/8$ 的移动，或检测器间距的 $3w/8$ 和 $5w/8$ 的移动在带有两次循环的多次扫描中会工作得同样好。在一种相似的方式中，一个包括四次循环的多次扫描将在多次扫描的4次循环中分

别采用相对中心射线的 $w/16$ 、 $3w/16$ 、 $5w/16$ 、 $7w/16$ 、 $9w/16$ 、 $11w/16$ 、 $13w/16$ 、和 $15w/16$ 的检测器间距的检测器位置，多次扫描中转盘在每次 360° 转动后进行移动。

图13表示用于完成依据本发明原理所述的偏置移动的控制系统的框图。如图所示，位置测量装置140用于测量射线源42和检测器阵列44的角位，以便使检测器的移动能与转盘46的转动同步。位置测量装置140用于对检测器阵列在两次循环扫描中规定的 360° 转动时的移动进行计时，而且它可以是用于测定位于即将进行移动的规定位置上的转动物体的角位的任一设备。例如，在射线源与检测器阵列的精确角位处，可用一个与转盘46同时转动的凸轮控制一个微动开关，或一块安装在转盘上的磁铁激发起固定传感器中的触发信号，在优选方法中，可用一传感器装置检测到一种在盘的圆周面上带有记号的轴编码器，该编码器用于对检测器的取样周期和检测器阵列的移动时间进行计时。优选的位置测量装置已在同在审理中的美国专利申请第08/162,653号中加以说明；该申请的名称为“用于测量转动设备的几何位置和运动参数的装置和方法”，申请日为1993年12月6日，申请人为Bernard M. Gordon、David Winston、Paul Wagoner和Douglas Abraham，并已转让给本申请的受让人。在这里包括了该申请的技术内容。该位置测量装置的输出端与控制装置142相连，该控制装置142用于输出移动信号来控制步进电机66。输出信号能控制正反转步进电机在某一瞬时向任一方向转动一步，因此，步进数目需要在三个位置中移动检测器阵列，例如，用于检测器移动操纵方式的 $1/8$ 和 $3/8$ 的检测器移动和用于 $1/4$ 检测器移动偏置操纵方式的 $1/4$ 检测器移动。操纵者输入的信号146可以控制控制装置142，用以选择操纵方式。这样，在进行每种操纵方式时，一开始控制信号就可以设置检测器阵列的位置；在两次循环扫描中的第一次 360° 转动进行之后需要对检测器进行移动的操纵方式下，该控制装置所提供的控制信号会使步进电机转动足够量，从而使检测器阵列在 $1/8$ 和 $3/8$ 的检测器间距之间移动。控制装置还具有另一优点，即图中序号146所示的操作者输入装置可以是键盘等容易操作的装置，这样，不必单独操作CAT扫描装置就可以在任一时间设置和改变检测器阵列的位置。这样就可以很容易地调整检测器的精确位置，更容易地装载层析X射线照相装置，并可在安装时调整此装置以及必要时在运转机座上校正检测器的位置。

我们已经描述了在层析X射线扫描过程中通过建立附加射线路径使附加数据与其它数据交错排列来得到质量更高的层析X射线扫描影像的装置和方法。通过把快速多次扫描与移动射线路径相结合，可以在不增加对病人的X射线辐照量的情况下，减少扫描时因物体移动对层析X射线照相产生的影响。这种结合提高了层析X射线扫描技术，即从时间统计的角度来说，该技术在不实际增加扫描时间

及X射线辐照量的情况下，带来了更长时间扫描的优点，以及在动力源不足以传递高功率能量时，仍能实现扫描。在扫描时通过移动检测器来增加附加射线路径的数量可提高重现影像的投影质量，该重现影像是由带有以固定的1/4 检测器间距偏置的检测器阵列的CAT扫描装置产生的。用于支撑检测器阵列的改进的安装装置提供了检测器相对于X 射线源和中心的精确位置并有足够的强度承受大的角加速度力，并能使检测器阵列在绕焦点的至少两个精确确定的位置之间的一个小角度内转动。该装置还允许并简化由一个输入设备（如键盘）对检测器进行方便的调整，更容易地装载层析X射线装置、在安装时调整此装置以及必要时在运转机座上校正检测器的位置。该检测器移动安装装置可以移动检测器阵列以使层析X射线照相装置能为了得到两种不同质量的影像而进行至少两种形式的操作。

因为在不脱离本发明范围的情况下对上述装置可以做出适当的改变，所以应理解到在上述说明书以及附图中所包含的全部内容都是解释性的而非限制性的。

说明书附图

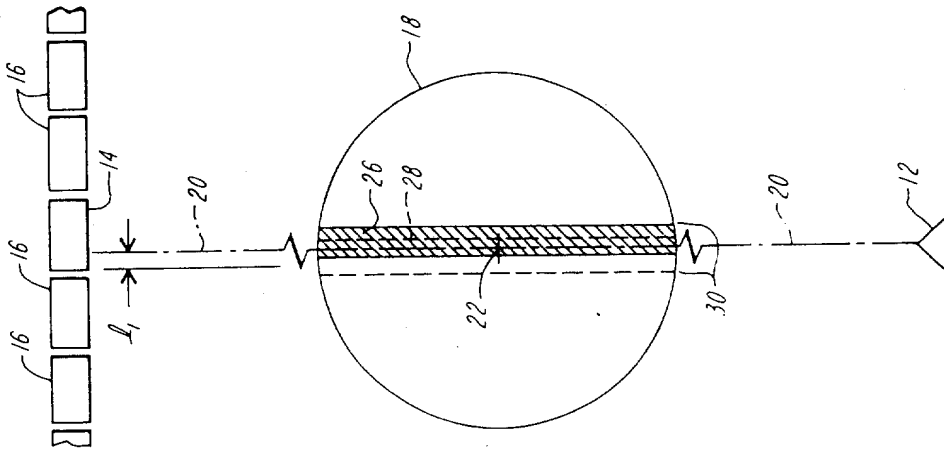


图2

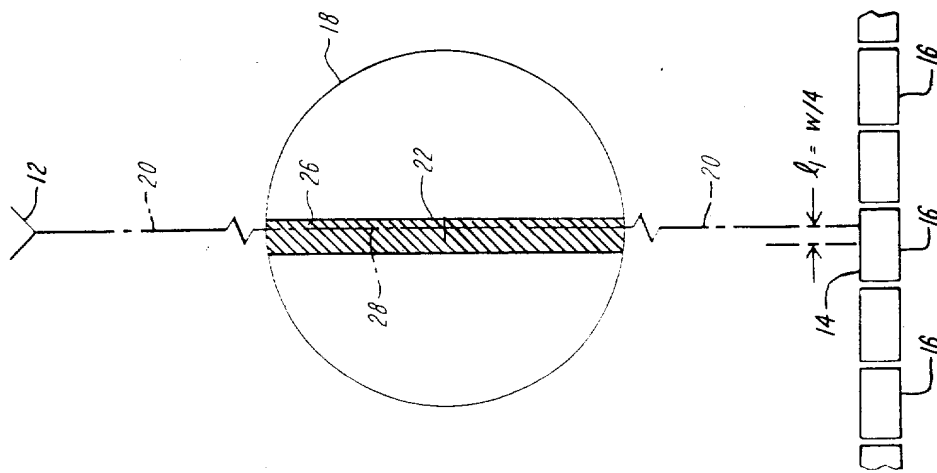


图1

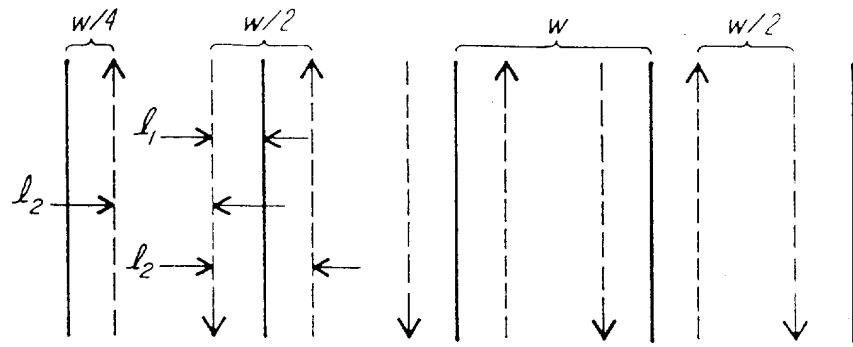


图3

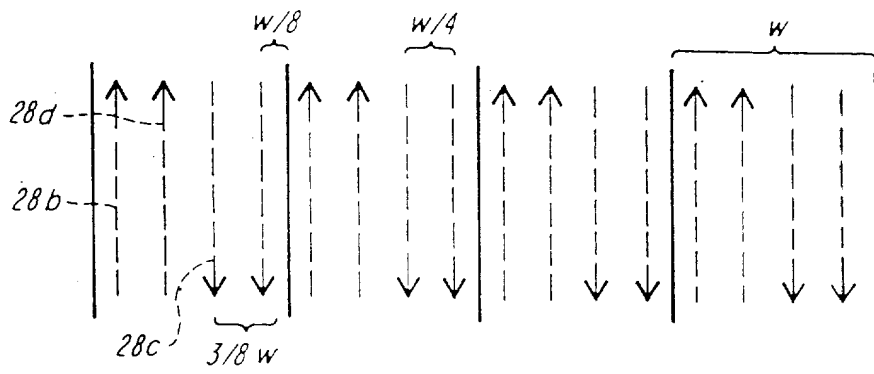


图12

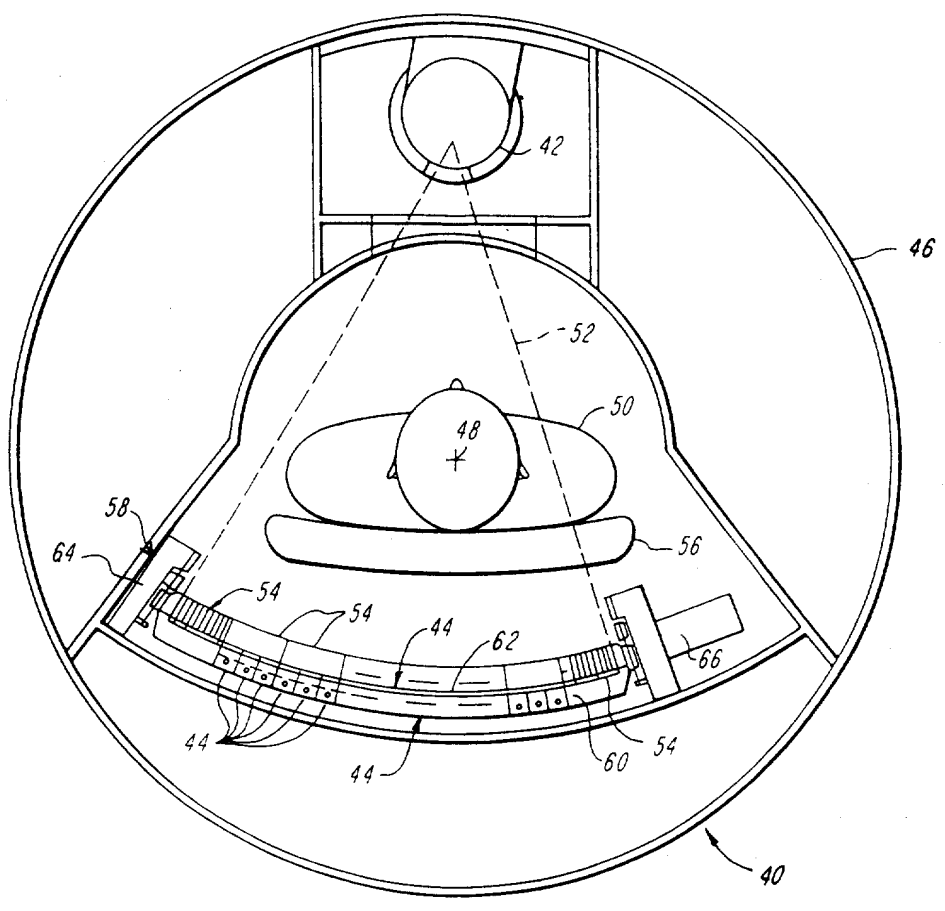


图4

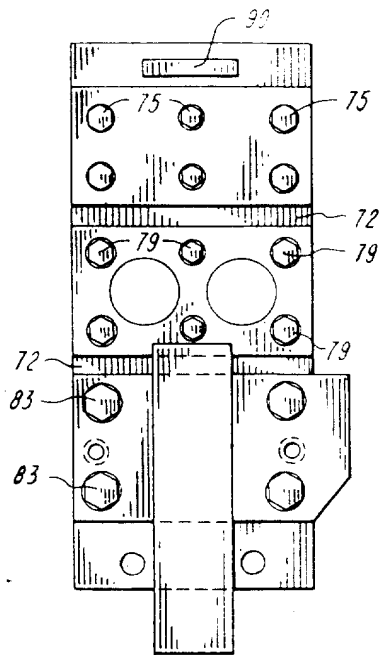


图6

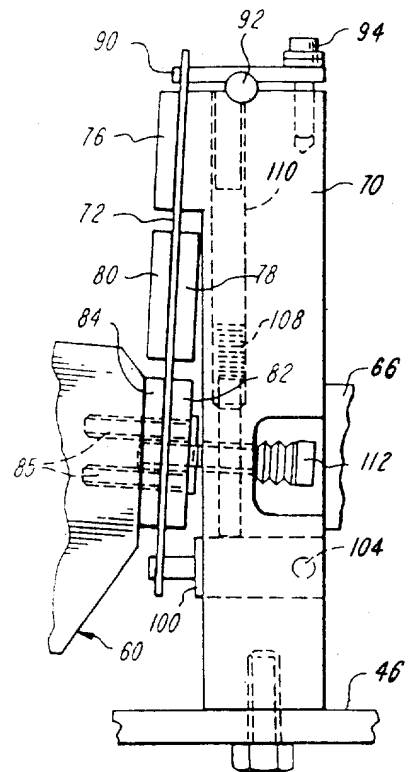


图5

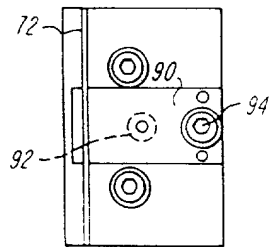


图7

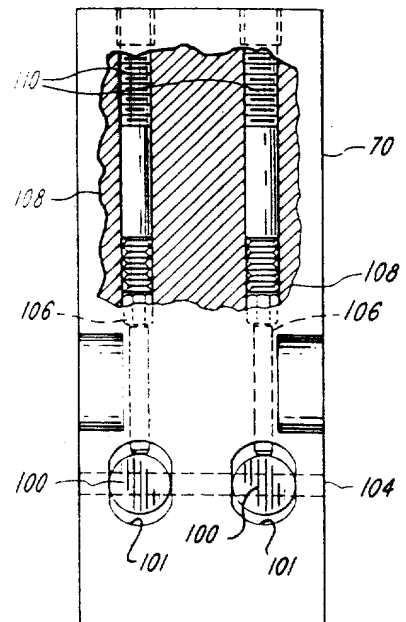


图8

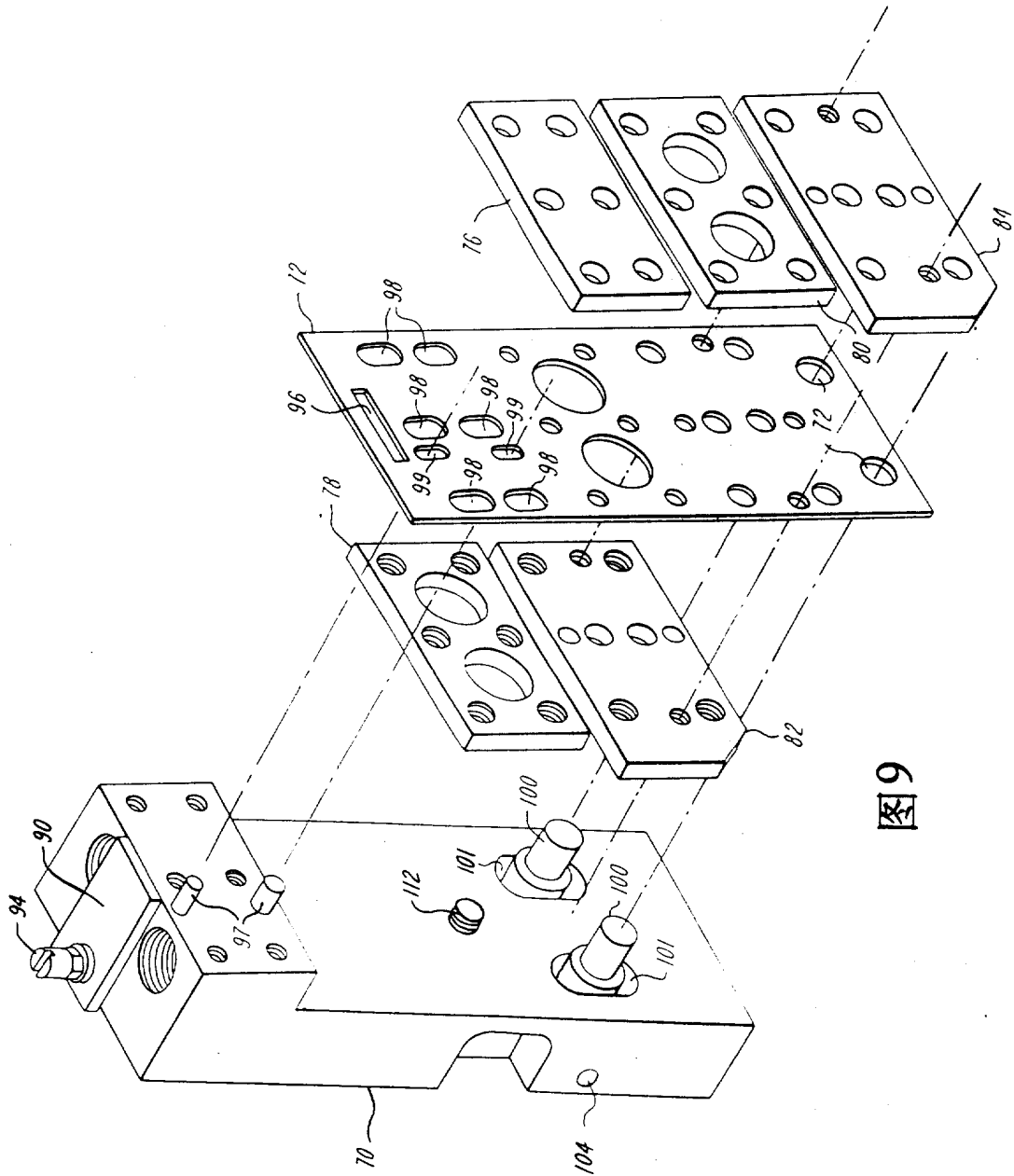


图9

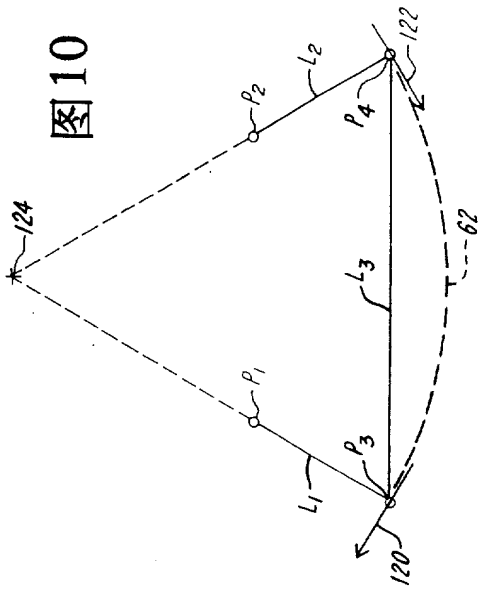


图10

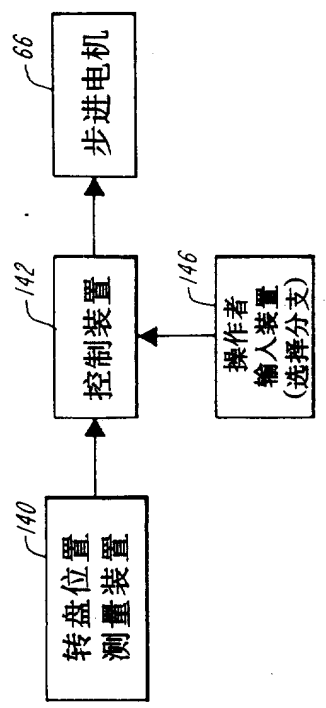


图13

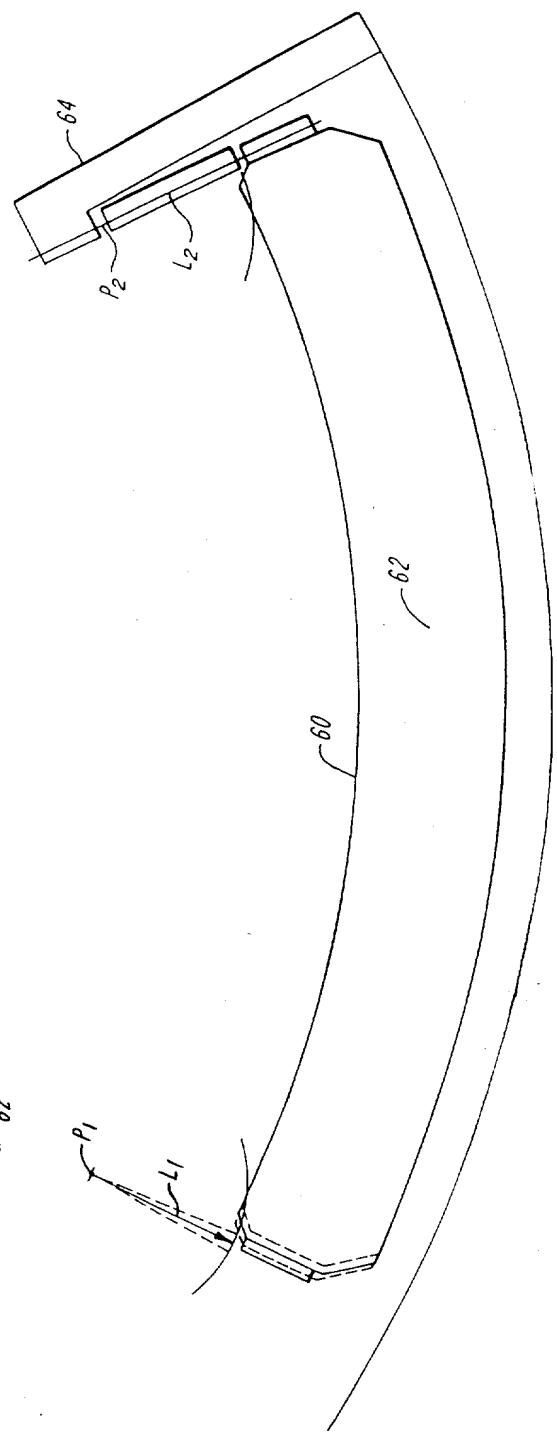


图11