



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106139389 B

(45)授权公告日 2019.05.03

(21)申请号 201610318127.7

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.05.12

A61N 1/10(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106139389 A

审查员 周丹

(43)申请公布日 2016.11.23

(30)优先权数据  
2015-098743 2015.05.14 JP

(73)专利权人 株式会社日立制作所  
地址 日本东京都

(72)发明人 泷泽贤一 浅野英仁

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243  
代理人 张敬强 金成哲

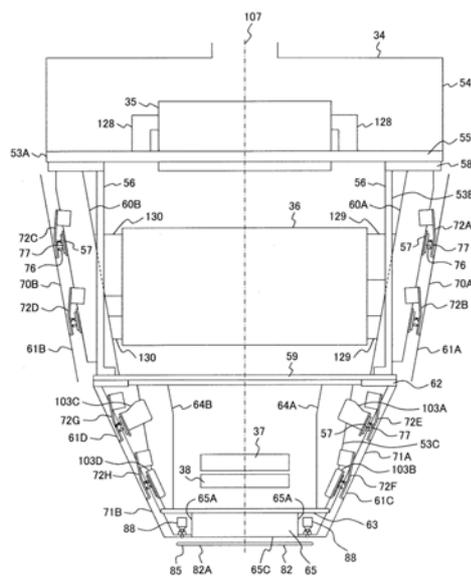
权利要求书2页 说明书18页 附图13页

(54)发明名称

粒子线照射系统

(57)摘要

本发明提供一种粒子线照射系统,其避免照射装置及床体中的至少一个的损坏。在旋转机架上安装的照射装置具有中间箱体部及下部箱体部。触摸式传感器装置(61A、61B)对置安装于中间箱体部,触摸式传感器装置(61C、61D)对置安装于下部箱体部。触摸式传感器装置(61A)具有作为照射装置的侧壁的罩及将罩安装于中间箱体部的支承部件的分别一对的罩支承装置(72A、72B)及安装于各罩支承装置的传感器部(76)。在照射装置回旋时,在罩与床体接触而向支承部件侧移动时,罩支承装置(72A)等的链杆使传感器部动作而输出接触信号。触摸式传感器装置(61B~61D)也与触摸式传感器装置(61A)同样地发挥功能。



CN 106139389 B

1. 一种粒子线照射系统,其特征在于,具备:  
对离子束进行加速的加速器;以及  
对从上述加速器射出的上述离子束进行引导的照射装置,  
上述照射装置包括第一触摸式传感器装置,该第一触摸式传感器装置对从与上述照射装置的中心轴相交的方向施加的力进行检测,  
其中,上述第一触摸式传感器装置包括:  
罩;  
多个罩支承装置,该多个罩支承装置中的每个分别包括安装于照射装置的固定部件、可旋转地安装于罩且可旋转地安装于固定部件的链杆以及安装于链杆的配重;以及  
多个传感器部,该多个传感器部中的每个均具有开关,且上述多个传感器部中的每个均安装于罩支承装置中的固定部件。
2. 根据权利要求1所述的粒子线照射系统,其特征在于,  
所述粒子线照射系统进一步包括:  
旋转机架,该旋转机架使照射装置围绕其中心线回旋,  
其中,上述第一触摸式传感器装置的罩面向照射装置的回旋方向。
3. 根据权利要求1所述的粒子线照射系统,其特征在于,  
上述第一触摸式传感器装置设置于上述照射装置的中间箱体部和下部箱体部。
4. 根据权利要求3所述的粒子线照射系统,其特征在于,  
所述粒子线照射系统进一步包括:  
第二触摸式传感器装置,其设置于上述照射装置的前端部,  
其中,上述第二触摸式传感器装置包括接触检测装置,上述接触检测装置具有圆杆状接触检测部。
5. 根据权利要求1所述的粒子线照射系统,其特征在于,  
上述粒子线照射系统进一步具备:  
旋转机架,该旋转机架使照射装置围绕其中心线回旋;以及  
第二触摸式传感器装置,其设置于上述照射装置的前端部,  
其中,上述第一触摸式传感器装置的罩面向照射装置的回旋方向,并且  
其中,上述第二触摸式传感器装置包括接触检测装置,上述接触检测装置具有圆杆状接触检测部。
6. 根据权利要求5所述的粒子线照射系统,其特征在于,  
上述罩形成为上述照射装置的侧壁,并且通过与物体或患者的接触进行移动。
7. 根据权利要求5所述的粒子线照射系统,其特征在于,  
上述配重设置在链杆的第一端,该第一端与罩安装的第二端相对。
8. 根据权利要求5所述的粒子线照射系统,其特征在于,  
上述配重在面向照射装置的中心轴的一侧安装于链杆,并且  
上述链杆通过一对销能够旋转地安装于罩和固定部件。
9. 根据权利要求5所述的粒子线照射系统,其特征在于,  
上述照射装置含有准直器收纳部,上述准直器收纳部配置于上述照射装置的前端部且安装于上述照射装置的下部箱体部,并且

上述第二触摸式传感器装置在上述照射装置的中心轴方向上与上述准直器收纳部的前端面分离地进行配置。

10. 根据权利要求9所述的粒子线照射系统,其特征在于,

上述第二触摸式传感器装置还包括检测部支承装置,

上述接触检测装置通过检测部支承装置安装于上述准直器收纳部。

11. 根据权利要求10所述的粒子线照射系统,其特征在于,

上述检测部支承装置具有第一支承部件及第二支承部件,上述第一支承部件经由弹簧部件安装于上述准直器收纳部的侧面,上述第二支承部件安装于上述接触检测装置且安装于上述第一支承部件,并且上述第二支承部件位于上述接触检测装置和上述第一支承部件之间。

12. 根据权利要求11所述的粒子线照射系统,其特征在于,

上述第二触摸式传感器装置还包括触摸式传感器部,

上述触摸式传感器部具有安装于上述第一支承部件的第一传感器部以及与上述第一传感器部接触并且安装于上述准直器收纳部的第二传感器部。

13. 根据权利要求11所述的粒子线照射系统,其特征在于,

上述第二触摸式传感器装置具有包含导向部件及定位部件的滑动机构,

上述导向部件安装于上述第一支承部件,并且上述定位部件安装于上述准直器收纳部,并且

上述定位部件插入于上述导向部件所形成的、在内面形成有导向面的孔部。

14. 根据权利要求11所述的粒子线照射系统,其特征在于,

上述第二触摸式传感器装置具有包含导向部件及定位部件的滑动机构,

上述导向部件安装于上述准直器收纳部,并且上述定位部件安装于上述第一支承部件,并且

上述定位部件插入于上述导向部件所形成的、在内面形成有导向面的孔部。

## 粒子线照射系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及粒子线照射系统,特别涉及适用于癌的治疗的合适的粒子线照射系统。

### 背景技术

[0002] 众所周知,粒子线照射系统大致分为具有同步加速器作为加速器的粒子线照射系统(例如,参照日本特开2004-358237号公报)及具有回旋加速器作为加速器的粒子线照射系统(例如,参照日本特开2011-92444号公报)。

[0003] 具有同步加速器的粒子线照射系统具备离子源、直线加速器、同步加速器、高能束输送系统(以下,称为HEBT系统)、机架束输送系统(以下,称为GABT系统)、旋转机架以及照射装置。经由直线加速器在同步加速器加速到设定能量的阳离子束(或碳离子束)在HEBT系统射出,并经由GABT系统到达安装于旋转机架的照射装置。阳离子束(以下称为离子束)从照射装置对躺在治疗台的患者患部进行照射。

[0004] 另外,具有回旋加速器的粒子线照射系统具备离子源、回旋加速器、HEBT系统、GABT系统、旋转机架及照射装置。具有回旋加速器的粒子线照射系统中的HEBT系统、GABT系统、旋转机架及照射装置实质上与具有同步加速器的粒子线照射系统中的这些构件的结构相同。在回旋加速器加速后射出的离子束通过HEBT系统及GABT系统而从照射装置照射患部。

[0005] 另外,如日本特开平8-257023号公报的图1所示,X射线CT装置具有在水平方向上形成有开口部的机架及床体。产生X射线的X射线管以在形成于机架的开口部的周围回旋的方式设置于机架内。床体具有床体基台及在床体基台的上部在水平方向上向该开口部移动的盖板。以受检者躺在盖板上的状态,将盖板和受检者一同插入该开口部内,一边在开口部的周围回旋X射线管,一边对受检者照射从X射线管放出的X射线。在日本特开平9-140700号公报中也记载了同样的X射线CT装置。

[0006] 这些公开公报记载的X射线CT装置分别在机架的、位于床体侧的侧面的开口部附近设有触摸式传感器。该触摸式传感器,特别是在机架倾斜时,检测在水平方向上移动的盖板或躺在盖板上的受检者向触摸式传感器的接触。在触摸式传感器检测到该接触时,停止盖板的移动。

[0007] 而且,在粒子线照射系统中,在从加速器射出的离子束从照射装置对躺在床体上的患者的患部进行照射前,需要将床体上的患者的患部相对于照射装置进行定位。日本特开平1-209077号公报记载了患部相对照射装置的定位的方法的一个示例。在日本特开平1-209077号公报中的患部的定位中,使用标准图像信息及正交的两个方向的当前的各X射线图像信息计算用于患部的定位的床体的移动量,上述标准图像信息基于在患部的定位前由X射线CT装置预先得到的体层图像信息而制成,上述正交的两个方向的当前的各X射线图像信息在照射离子束前使躺有患者的床体移动,从而使该患者的患部与照射装置对置,在此状态下,基于来自与在照射装置设置的X射线源对置并位于床体的下方的X射线检测装置的

X射线检测信号而制成。基于算出的床体的移动量,通过手动使床体移动,从而进行患部相对照射装置的定位。在日本特开平1-209077号公报中记载了基于该算出的床体的移动量使床体自动地移动。此外,在日本特开2006-239403号公报中也记载了计算床体的移动量及床体的旋转角度,基于算出的移动量及旋转角度,利用床体控制装置自动进行患部相对照射装置的定位。

[0008] 现有技术文献

[0009] 专利文献1:日本特开2004-358237号公报

[0010] 专利文献2:日本特开2011-92444号公报

[0011] 专利文献3:日本特开平8-257023号公报

[0012] 专利文献4:日本特开平9-140700号公报

[0013] 专利文献5:日本特开平1-209077号公报

[0014] 专利文献6:日本特开2006-239403号公报

[0015] 在粒子线照射系统中,在从照射装置向躺在床体上的患者的患部照射离子束前,需要通过旋转机架的旋转将照射装置的中心轴设定为在治疗计划中计划的、离子束向该患者的患部的照射方向。在手动进行患部的定位而使床体移动的情况下,进入旋转机架的治疗室内的技术人员监视床体的移动,并校核根据旋转机架进行回旋的照射装置与床体等的干涉。

[0016] 如上所述,为了进行患部的定位,正在讨论通过控制而使床体自动移动。在床体移动的自动控制中,万一,自动控制产生异常,在床体位于比回旋的照射装置的前端的轨迹更靠外侧的情况下,存在回旋的照射装置接触床体(或患者)的可能性。正在探讨在配置照射装置的、形成于旋转机架的治疗室内设置监视摄像机,对通过自动控制进行移动的床体的运动及床体是否到达预定位置进行监视,从而抑制如上述的、照射装置与床体(或患者)的接触。然而,仅通过利用监视摄像机进行的监视,存在不能将它们的接触防患于未然的可能性。

[0017] 因此,期望实现即使在自动控制床体的移动的情况下也能够避免这样的接触的担心的粒子线照射系统。

## 发明内容

[0018] 本发明的目的在于提供能够避免照射装置与床体的接触的可能性的粒子线照射系统。

[0019] 实现上述目的的本发明的特征在于,具备对离子束进行加速的加速器和对从加速器射出的离子束进行引导的照射装置,照射装置含有触摸式传感器装置,对从与照射装置的中心轴相交的方向施加的力进行检测。

[0020] 在躺有患者的床体与照射装置的触摸式传感器装置接触时,该触摸式传感器装置能够检测该接触并且能够使床体的移动停止。从而,能够避免照射装置及床体中的至少一个的损坏。

[0021] 本发明的效果如下。

[0022] 根据本发明,粒子线治疗系统能够避免照射装置及床体中的至少一个的损坏。

## 附图说明

- [0023] 图1是本发明优选的一个实施例,即实施例1的粒子线照射系统的结构图。
- [0024] 图2是图1所示的旋转机架的放大纵向剖面图。
- [0025] 图3是图2的III-III向视图。
- [0026] 图4是图1所示的照射装置的详细结构图。
- [0027] 图5是图4及图6的V-V向视图。
- [0028] 图6是图5的VI-VI向视图。
- [0029] 图7是图4所示的、配置于照射装置的侧面的触摸式传感器装置的放大图。
- [0030] 图8是图4所示的、配置于照射装置的前端的其它触摸式传感器装置的放大图。
- [0031] 图9是图8的IX-IX向视图。
- [0032] 图10是图8的X-X向视图。
- [0033] 图11是图9的XI部的放大图。
- [0034] 图12是图11的XI-XI向视图。
- [0035] 图13是表示照射装置的中心轴朝向水平方向的状态下的、图7所示的触摸式传感器装置的重力的作用的说明图。
- [0036] 图14是表示利用图7所示的触摸式传感器装置对照射装置的干涉进行检测的状态的说明图。
- [0037] 图15是表示在照射装置的中心轴相对于水平方向垂直的状态下的、图7所示的触摸式传感器装置的重力的作用的说明图。
- [0038] 图16是本发明的优选的其它实施方式,即实施例2的粒子线照射系统的结构图。
- [0039] 图中:1、1A—粒子线照射系统,2、2A—离子束发生装置,3—同步加速器,4—射束管,8—高频加速空腔,9—高频施加装置,15—高能束输送系统,16、21—射束路径,20—机架束输送系统,27—旋转机架,34—照射装置,35、36—扫描电磁铁,38—线量监视器,53A—上部箱体部,53B—中间箱体部,53C—下部箱体部,61A、61B、61C、61D、85、94A、94B—触摸式传感器装置,65—准直器收纳部,70A、70B、71A、71B—罩,72A、72B、72C、72D、72E、72F、72G、72H—罩支承装置,73—配重,74—链杆,76、95A、95B、95C、95D—传感器部,82—接触检测装置,87A、87B—检测部支承装置,94A、94B—触摸式传感器,108—控制系统,115—床体控制装置,119—回旋加速器,132A、132B—滑动机构。

## 具体实施方式

- [0040] 以下,对本发明的各实施例进行说明。
- [0041] [实施例1]
- [0042] 以下,使用图1~图3对本发明的优选的一个实施例的实施例1的粒子线照射系统进行说明。
- [0043] 本实施例的粒子线照射系统1配置于房屋(未图示)内,设置于房屋的地面上。如图1所示,该粒子线照射系统1具备离子束发生装置2、高能束输送系统(HEBT系统)15、机架束输送系统(GABT系统)20、旋转机架27、照射装置34及控制系统108。在粒子线照射系统1中,使用阳离子束作为照射癌的患部(射束照射对象)的离子束。也可以替换阳离子束,使用碳离子束。

[0044] 离子束发生装置2具有离子源(未图示)、作为前加速器的直线加速器14及同步加速器3。同步加速器3具有构成离子束的旋转轨道的环状射束管4、入射器5、对离子束施加高频电压的高频加速空腔(高频加速装置)8、多个偏转电磁铁6、多个四极电磁铁7、射出用高频施加装置9以及射出用切割电磁铁13。与射束管4连通的入射器5通过真空管与直线加速器14连接。离子源也与直线加速器14连接。高频施加装置9具有射出用高频电极10、高频电源11及开闭开关12。射出用高频电极10安装于环状的射束管4,而且经由开闭开关12与高频电源11连接。如图1所示,各偏转电磁铁6、各四极电磁铁7、高频加速空腔8及切割电磁铁13沿射束管4配置。

[0045] HEBT系统(第一射束输送系统)15具有与同步加速器13的切割电磁铁13连接的射束路径(射束管)16,并沿着该射束路径16,从同步加速器3向照射装置34配置多个四极电磁铁18、偏转电磁铁17及多个四极电磁铁19而构成。

[0046] GABT系统(第二射束输送系统)20具有射束路径(射束管)21,并沿着该射束路径21,从同步加速器3向照射装置34配置偏转电磁铁22、四极电磁铁25、26以及偏转电磁铁23及24而构成。GABT系统20的射束路径21及各电磁铁安装于旋转机架27。射束路径21在HEBT系统15与GABT系统20的结合部127与射束路径16进行连通。因为射束路径21根据旋转机架27进行旋转,所以射束路径21未与射束路径16直接连接。

[0047] 照射装置34具备两个扫描电磁铁(离子束扫描装置)35及36、射束位置监视器37及线量监视器38。照射装置34安装于旋转机架27,并配置于偏转电磁铁24的下游。扫描电磁铁35及36、射束位置监视器37及线量监视器38按照该顺序在照射装置34从偏转电磁铁24向照射装置34的离子束出口,沿照射装置34的中心轴107(参照图4)进行配置。扫描电磁铁35使离子束在与照射装置34的中心轴107垂直的平面内偏转而沿X方向扫描,扫描电磁铁36使离子束在该平面内偏转,进而在与X方向正交的Y方向进行扫描。躺患者102的治疗台39以与照射装置34的前端对置的方式进行配置。

[0048] 控制系统108具有喷嘴控制装置83、中央控制装置109、加速器·输送系统控制装置112、机架控制装置113、扫描控制装置114、床体控制装置115以及数据库116(参照图1)。中央控制装置109具有中央运算装置(CPU)110及与CPU110连接的存储器111。CPU110与加速器·输送系统控制装置112、扫描控制装置114、机架控制装置113以及床体控制装置115分别进行连接。数据库116与CPU110连接。粒子线照射系统1具有治疗计划装置117,治疗计划装置117与数据库116连接。喷嘴控制装置83与机架控制装置113及床体控制装置115分别进行连接。而且,喷嘴控制装置83与设于照射装置34的后文叙述的各传感器部76及触摸式传感器94A及94B分别进行连接。

[0049] 使用图2及图3对旋转机架27进行说明。旋转机架27具备圆筒状的旋转腔27,该旋转腔27具有环状的前环29及后环30。前环29由设置于房屋的地面46的支承装置31A支承,后环30由设置于该地面46的支承装置31B支承。支承装置31A包括一对辊支承部件32及多个支撑辊33A。多个支撑辊33A能够旋转地安装于各辊支承部件32。前环29由这些支撑辊33A支承。支承装置31B也与支承装置31A同样地包括一对辊支承部件32(未图示)及多个支撑辊33B。多个支撑辊33B能够旋转地安装于各辊支承部件32。后环30由这些支撑辊33B支承。使旋转机架27旋转的旋转装置(例如,电机)44与支承后环30的多个支撑辊33B中的一个支撑辊33B的旋转轴连结。测量旋转机架27的旋转角度的角度检测器45与支承前环29的多个

支撑辊33A中的一个支撑辊33A的旋转轴连结。

[0050] 在旋转腔27内设置由安装于旋转腔27的内面的多个支承部件42支承的治疗室40。治疗室40的前环29侧开口,治疗室40的后环30侧由隔壁41封锁。照射装置34安装于旋转腔27并朝向旋转腔27的中心延伸,直至治疗室40内的治疗笼43。如图2所示,与照射装置34连接的、GABT系统20的射束路径21朝向后环30侧延伸,并在位于旋转机架27的外侧的结合部127与HEBT系统15的射束路径16连通。此外,旋转机架27的中心线28A(参照图1及图2)为旋转机架27的旋转中心,并在结合部127通过射束路径21的入口的中心。

[0051] 如图2所示,治疗台39具备床体48、X方向驱动机构49、Y方向驱动机构50、上下方向驱动机构51以及旋转驱动机构52。这些驱动机构配置于旋转腔27的外侧。上下方向驱动机构51设置于X方向驱动机构49上,Y方向驱动机构50设置于上下方向驱动机构51上,以及,旋转驱动机构52设置于Y方向驱动机构50上。床体48设置于旋转驱动机构52上,并由各驱动机构支承。

[0052] 以下,使用图4~图12,对照射装置34的更详细结构进行说明。照射装置34除了具有上述的扫描磁铁35及36、射束位置监视器37以及线量监视器38以外,还具有作为箱体的上部箱体部53A、中间箱体部53B、下部箱体部53C、以及触摸式传感器装置61A、61B、61C及61D。上部箱体部53A、中间箱体部53B及下部箱体部53C以该顺序从在GABT系统20中位于最下游的偏转磁铁24向照射装置34的前端进行配置。

[0053] 中间箱体部53B具有矩形的上部凸缘58、矩形的下部凸缘59以及四根支柱部件56。四根支柱部件56的各自的一端部安装于上部凸缘58,这些支柱部件56的各下端部安装于下部凸缘59。对置的一对支承部件60A在一对支柱部件56之间相互间具有间隔而平行地进行配置,且安装于上部凸缘58及下部凸缘59。对置的一对支承部件60B在另一对支柱部件56之间相互间具有间隔而平行地进行配置,且安装于上部凸缘58及下部凸缘59。扫描磁铁36配置于四根支柱部件56之间,并通过多个支承部件129安装于一对支承部件60A的每一个,而且通过多个支承部件130安装于一对支承部件60B的每一个。

[0054] 上部箱体部53A具有矩形的凸缘55,并将扫描磁铁35通过多个支承部件128安装于凸缘55。凸缘55配置于上部凸缘58上,并能够拆卸地安装于上部凸缘58。在凸缘55能够拆卸地安装罩54。罩54具有包围扫描磁铁35而相互连接的四个侧壁,并在照射装置34的中心轴107方向覆盖扫描磁铁35。此外,罩54的扫描磁铁36侧开口。

[0055] 下部箱体部53C具备矩形的上部凸缘62、矩形的下部凸缘63、一对支承部件64A、一对支承部件64B以及准直器收纳部65。一对支承部件64A相互间具有间隔地平行配置,这些支承部件64A的两端部安装于上部凸缘62及下部凸缘63。一对支承部件64B相互间具有间隔地平行配置,这些支承部件64A的两端部也安装于上部凸缘62及下部凸缘63。射束位置监视器37及线量监视器38安装于一对支承部件64A及支承部件64B的每一个上而进行保持。准直器收纳部65安装于下部凸缘63。上部凸缘62与下部凸缘59的下面接触,并能够拆卸地安装于下部凸缘59。

[0056] 在下部箱体部53C中,在照射装置34的隔壁41侧配置罩104A,该罩104A形成照射装置34的一个侧壁(参照图5及图6),该罩104A分别固定于上部凸缘62及下部凸缘63。而且,在下部箱体部53C中,在照射装置34的与隔壁41的相反侧配置罩104B,该罩104B形成照射装置34的另一侧壁(参照图3、图5及图6),该罩104B也分别固定于上部凸缘62及下部凸缘63。罩

104A及104B形成下部箱体部53C存在的区域中的、照射装置34的对置的一对侧壁。

[0057] 在中间箱体部53B中,在照射装置34的隔壁41侧配置罩105A,该罩105A形成照射装置34的一个侧壁(参照图6),该罩105A分别固定于上部凸缘58及下部凸缘59。而且,在中间箱体部53B中,在照射装置34的与隔壁41的相反侧配置罩105B,该罩105B形成照射装置34的另一个侧壁(参照图3及图6),该罩105B也分别固定于上部凸缘58及下部凸缘59。罩105A及105B形成中间箱体部53B存在的区域中的、照射装置34的对置的一对侧壁。

[0058] 触摸式传感器装置(第一触摸式传感器装置)61A及61B设置于中间箱体部53B。触摸式传感器装置61A具有罩70A、一对罩支承装置72A、一对罩支承装置72B以及多个传感器部76。一对罩支承装置72A及一对罩支承装置72B分别安装于罩70A的背面。一个罩支承装置72A及一个罩支承装置72B如图4所示地在中心轴107方向上相互分离而安装于中间箱体部53B的一个支承部件60A。虽未图示,但是剩余的一个罩支承装置72A及剩余的一个罩支承装置72B也在中心轴107方向上相互分离而安装于另一个支承部件60A。因此,罩70A通过一对罩支承装置72A及一对罩支承装置72B保持于中间箱体部53B。

[0059] 触摸式传感器装置61B具有罩70B、一对罩支承装置72C、一对罩支承装置72D以及多个传感器部76。一对罩支承装置72C及一对罩支承装置72D分别安装于罩70B的背面。一个罩支承装置72C及一个罩支承装置72D如图4所示地在中心轴107方向上相互分离而安装于中间箱体部53B的一个支承部件60B。虽未图示,但是剩余的一个罩支承装置72C及剩余的一个罩支承装置72D也在中心轴107方向上相互分离而安装于另一个支承部件60B。因此,罩70B通过一对罩支承装置72C及一对罩支承装置72D保持于中间箱体部53B。

[0060] 保持于中间箱体部53B的罩70A及罩70B形成中间箱体部53B所存在的区域中的、照射装置34的对置的另一对侧壁。罩70A及罩70B为面向照射装置34的回旋方向的、照射装置34的侧壁。在照射装置34的、中间箱体部53B存在的区域,存在由罩70A、105A、70B及105B形成的四个侧壁。

[0061] 使用图7对罩支承装置72A的结构进行说明。罩支承装置72A具有配重73、链杆74以及固定部件77。链杆74形成为向一方折弯并反折的形状。配重73以在链杆74的反折的方向上突出的方式安装于链杆74的一端部。在链杆74的安装有配重73的一端部与链杆74的另一端部的中间形成于链杆74的、反折的一侧的一面的突出部78通过销(轴部件)80能够旋转地安装于在固定部件79设置的支承部79。能够旋转的安装于固定部件79的支承部79的链杆74以链杆74的、安装有配重73的一端部向固定部件77侧反折的方式弯折。

[0062] 链杆74的另一端部通过销75A能够旋转地安装于在罩70A的背面安装的连结部75。固定部件79安装于一个支承板57,该支承板57安装于中间箱体部53B的一个支承部件60A。

[0063] 罩支承装置72B、72C及72D也具有与罩支承装置72A同样的结构。具有开关76A的传感器部76以位于突出部78与销75A之间的方式,安装于罩支承装置72A、72B、72C及72D的各固定部件79。开关76A在突出部78与销75A之间与链杆74对置。

[0064] 在罩70A的背面的、安装另一个罩支承装置72A及一对罩支承装置72B中的每一个的三个地方的各位置也分别安装有连结部75。另一个罩支承装置72A的链杆74的一端部在安装该罩支承装置72A的位置通过销75A能够旋转地安装于在罩70A的背面安装的连结部75。同样地,一对罩支承装置72B的各链杆74的一端部在安装各罩支承装置72B的位置通过各自的销75A分别能够旋转地安装于在罩70A的背面安装的各连结部75。

[0065] 而且,上述的另一个罩支承装置72A的固定部件79安装于在另一支承部件60A安装的支承板57。一对罩支承装置72B的各固定部件79分别安装于在中间箱体部53B的一对支承部件60A分别安装的各支承板57。

[0066] 在触摸式传感器装置61B中,将链杆74的一端部通过销75A能够旋转地安装于罩70B的背面的四个地方,从而将一对罩支承装置72C及一对罩支承装置72D的每一个都安装于罩70B。一个罩支承装置72C及一个罩支承装置72D中的每一个的固定部件77安装于在一个支承部件60B安装的各支承板57。剩余的罩支承装置72C及罩支承装置72D中的每一个的固定部件77安装于在另一支承部件60B安装的各支承板57。

[0067] 这样,罩70A如上所述地通过一对罩支承装置72A及一对罩支承装置72B保持于中间箱体部53B,罩70B如上所述地通过一对罩支承装置72C及一对罩支承装置72D保持于中间箱体部53B。

[0068] 触摸式传感器装置(第一触摸式传感器装置)61C及61D设置于下部箱体部53C。触摸式传感器装置61C具有罩71A、一对罩支承装置72E、一对罩支承装置72F以及多个传感器部76。罩支承装置72E及72F具有与罩支承装置72A同样的结构。与罩支承装置72A的情况同样地,具有开关76A的传感器部76以位于突出部78与销75A之间的方式安装于罩支承装置72E及72F中的每一个的固定部件79。开关76A在突出部78与销75A之间与链杆74对置。一对罩支承装置72E及一对罩支承装置72F的每一个与罩支承装置72A同样地安装于罩71A的背面。一个罩支承装置72E及一个罩支承装置72F如图4所示地在中心轴107方向上相互分离而安装于下部箱体部53C的一个支承部件64A。具体而言,罩支承装置72E的固定部件79安装于在支承部件103A上安装的支承板57,支承部件103A安装于其中的一个支承部件64A。罩支承装置72F的固定部件79安装于在支承部件103B上安装的其它支承板57,支承部件103B安装于其中的一个支承部件64A。而且,虽未图示,但是剩余的一个罩支承装置72E及剩余的一个罩支承装置72F也分别在中心轴107方向上相互分离而同样地安装于另一个支承部件64A。因此,罩71A通过一对罩支承装置72E及一对罩支承装置72F保持于下部箱体部53C。

[0069] 触摸式传感器装置61D具有罩71B、一对罩支承装置72G、一对罩支承装置72H以及多个传感器部76。罩支承装置72G及72H具有与罩支承装置72A同样的结构。与罩支承装置72A的情况同样地,具有开关76A的传感器部76以位于突出部78与销75A之间的方式安装于罩支承装置72G及72H中的每一个的固定部件79。开关76A在突出部78与销75A之间与链杆74对置。一对罩支承装置72G及一对罩支承装置72H的每一个与罩支承装置72A同样地安装于罩71B的背面。一个罩支承装置72G及一个罩支承装置72H如图4所示地在中心轴107方向上相互分离而安装于下部箱体部53C的一个支承部件64B。即,罩支承装置72G的固定部件79安装于在支承部件103C上安装的支承板57,支承部件103C安装于其中的一个支承部件64B。罩支承装置72H的固定部件79安装于在支承部件103D上安装的其它支承板57,支承部件103D安装于其中的一个支承部件64B。而且,虽未图示,但是剩余的一个罩支承装置72G及剩余的一个罩支承装置72H也分别在中心轴107方向上相互分离而同样地安装于另一个支承部件64B。因此,罩71B通过一对罩支承装置72G及一对罩支承装置72H保持于下部箱体部53C。

[0070] 保持于下部箱体部53C的罩71A及罩71B形成下部箱体部53C所存在的区域中的、照射装置34的对置的另一对侧壁。罩71A及罩71B也是面向照射装置34的回旋方向的、照射装置34的侧壁。在照射装置34的、下部箱体部53C所存在的区域,存在由罩71A、104A、71B及

104B形成的四个侧壁。

[0071] 触摸式传感器装置61A的罩70A、触摸式传感器装置61B的罩70B、触摸式传感器装置61C的罩71A以及触摸式传感器装置61D的罩71B分别为照射装置34的侧壁,且为接触检测部。而且,罩支承装置72A、72B、72C、72D、72E、72F、72G以及72H为接触检测部的支承装置。罩支承装置72A、72B、72C、72D、72E、72F、72G以及72H中的每一个的传感器部76与喷嘴控制装置83连接。

[0072] 准直器收纳部65安装于下部箱体部53C的下部凸缘63,而且作为照射装置34的前端部的准直器收纳部65,在内部设置有准直器(未图示)。在准直器收纳部65形成离子束通过的矩形开口部69。

[0073] 而且,触摸式传感器装置85位于照射装置34的前端部。使用图8、图9、图10、图11以及图12,对触摸式传感器装置85的结构进行说明。

[0074] 触摸式传感器装置(第二触摸式传感器装置)85具有接触检测装置82、检测部支承装置87A及87B、滑动机构132A及132B以及触摸式传感器(触摸式传感器部)94A及94B。触摸式传感器装置85包括分别一对的滑动机构132A及132B,也包括分别一对的触摸式传感器94A及94B。接触检测装置82具有一对圆杆状接触检测部82A及一对圆杆状接触检测部82B(参照图8及图9参照)。各接触检测部82A及各接触检测部82B与准直器收纳部65的下面(前端面)65C平行,并配置于比该下面65C更靠下方。一对接触检测部82A分别具有除了两端的占大部分的直线部,这些直线部沿准直器收纳部65的对置的长边中的每一个的侧面65A进行配置。一对接触检测部82B分别具有除了两端的占大部分的直线部,这些直线部沿准直器收纳部65的、与侧面65A正交的短边的另一侧面65B进行配置。接触检测装置82使用一个接触检测部82B将一对接触检测部82A中的每一个的一端部连结,使用另一接触检测部82B将接触检测部82A中的每一个的另一端连结,从而形成矩形的环。

[0075] 将平板弯折成直角而构成的L字状的支承部件(第三支承部件)84A,该支承部件84A的平板部84Aa以与准直器收纳部65的一个侧面65A接触的状态安装于准直器收纳部65。将平板弯折成直角而构成的L字状的支承部件84(第四支承部件)B也同样地以与准直器收纳部65的另一侧面65A接触的状态安装于准直器收纳部65。

[0076] 接触检测装置82通过检测部支承装置87A及87B安装于准直器收纳部65。检测部支承装置87A及87B(参照图10)分别具有支撑杆131A及131B、支承部件88以及螺旋弹簧(弹簧部件)97A及97B。

[0077] 检测部支承装置87A(第一检测部支承装置)安装于在准直器收纳部65安装的支承部件84A。在检测部支承装置87A中,支撑杆(第二支承部件)131A及131B安装于接触检测部82A的直线部,并分别通过支承部件84A的、形成于平板部84Ab的两个地方的贯通孔101进而朝向准直器收纳部65延伸。各贯通孔101的内径比支撑杆131A及131B的各外径更大,基本不限制支撑杆131A及131B中的每一个的、向与每一个的中心轴正交的方向的活动。支撑杆131A及131B分别安装于在支承部件84A的平板部84Ab与下部凸缘63之间配置的板状的支承部件88(第一支承部件)。支承部件88的一端部通过一个螺旋弹簧97A安装于支承部件84A的平板部84Ab。具体而言,螺旋弹簧97A的一端安装于销部件99A,销部件99A通过螺丝与在平板部84Ab安装的安装部100A啮合。另外,该螺旋弹簧97A的另一端安装于销部件99B,销部件99B通过螺丝与在支承部件88的一端部安装的安装部100B啮合。支承部件88的另一端部通

过其它螺旋弹簧97B与螺旋弹簧97A同样地安装于支承部件84A的平板部84Ab。

[0078] 滑动机构132A具有导向部件90及定位部件92。导向部件90以与平板部84Ab对置的方式安装于支承部件88。导向部件90在导向部件90的、与平板部84Ab对置的平面侧形成圆孔90A,而且,形成有从该圆孔90A朝向支承部件88的圆锥状孔部90C。通过形成圆锥状的孔部90C,在导向部件90内形成从圆孔90A的内面朝向位于圆孔90A的中心线上的支承部件88侧的一点的倾斜面(导向面)90B。形成有定位部件92的基底部件91安装于平板部84Ab。定位部件92是从基底部件91朝向支承部件88延伸的突出部,而且插入圆孔90A及圆锥状的孔部90C内。定位部件92的前端部形成为半球形状。作为定位部件92的前端部的半球部与朝向该一点的倾斜面90B接触。

[0079] 滑动机构132B具有与滑动机构132A相同的结构。滑动机构132B的导向部件90安装于支承部件88,滑动机构132B的、形成有定位部件92的基底部件91安装于平板部84Ab。

[0080] 在滑动机构132A及132B中,也可以将导向部件90安装于平板部84Ab,将定位部件92安装于支承部件88。

[0081] 触摸式传感器94A及94B在滑动机构132A附近排列配置(参照图11及图12)。触摸式传感器94A包括传感器部95A及95B,触摸式传感器94B包括传感器部95C及95D。传感器部(第一传感器部)95A及95C安装于支承部件88,传感器部(第二传感器部)95B及95D安装于在平板部84Ab安装的支承部件93。传感器部95A与传感器部95B对置,传感器部95C与传感器部95D对置。触摸式传感器94A、具体而言为传感器部95A、及触摸式传感器94B、具体而言为传感器部95C分别与喷嘴控制装置83连接。

[0082] 螺旋弹簧97A及97B分别将支承部件88向支承部件84A的平板部84Ab侧拉拽。因此,作为定位部件92的前端部的半球部与朝向该一点的倾斜面90B的整个面接触,并稳定地保持。由于这样的螺旋弹簧97A及97B的作用,通常,传感器部95A与传感器部95B接触,以及传感器部95C与传感器部95D接触。

[0083] 其它触摸式传感器94A配置于滑动机构132B附近(参照图9),虽未图示,但是在该触摸式传感器94A的一侧存在排列配置的触摸式传感器94B。

[0084] 检测部支承装置87B(第二检测部支承装置)(参照图10)与检测部支承装置87A同样地安装于在准直器收纳部65安装的支承部件84B,并具有与检测部支承装置87A相同的结构。在检测部支承装置87B的支承部件88(第四支承部件)也与检测部支承装置87A同样地,安装有滑动机构132A及132B中的每一个的导向部件90、一对触摸式传感器94A的各传感器部95A以及一对触摸式传感器94B的各传感器部95C。此外,滑动机构132A及132B中的每一个的各基底部件91安装于支承部件84B的平板部84Ab,上述基底部件91安装于支承部件88,并形成有与滑动机构132A及132B中的每一个的导向部件90对置的定位部件92。另外,一对触摸式传感器94A的各传感器部95B及一对触摸式传感器94B的各传感器部95D安装于在支承部件84B的平板部84Ab安装的各支承部件93。

[0085] 以下,对使用了本实施例的粒子线照射装置1的向患者的患部照射离子束的方法进行说明。在向患部照射离子束前,进行患部相对于照射装置34的中心轴107的定位。在本实施例中,例如,如日本特开2006-239403号公报记载的那样,根据旋转机架27的旋转,进行X射线CT摄影及患部的定位。

[0086] 在进行患部的定位前,进行患者102的患部的X射线CT摄影。该X射线CT摄影在对患

者102的治疗计划立案前进行。通过X射线CT摄影得到的体层照片信息(以下,称为标准体层照片信息)存储于中央控制装置109的存储器111。

[0087] 而且,在照射离子束前而且在进行患部的定位前,使躺患者102的、治疗台39的床体48移动至治疗室40内的治疗笼43内的预定位置。该床体48的移动如下进行,操作员在控制室(未图示)内将使床体48移动至预定位置的床体操作指令设于在该控制室内设置的操作板(未图示),从而输入与CPU110连接的输入装置(未图示)。基于该床体操作指令从CPU110基于输出的控制指令输入床体控制装置115。床体控制装置115基于该控制指令分别对X方向驱动机构49、Y方向驱动机构50、上下方向驱动机构51以及旋转驱动机构52进行驱动,从而使床体48自动移动至预定的位置。

[0088] 然后,为了得到用于患部的定位所需要的当前体层照片信息,进行根据旋转机架27的旋转而进行的X射线CT摄影。对于该X射线CT摄影,使用设置于照射装置34的X射线管(未图示)及X射线透视图像摄影装置(未图示)。在操作员从控制室内的上述输入装置向CPU110输入X射线照射指令时,从CPU110输出的X射线照射控制指令分别输入X射线源控制装置(未图示)及摄影部移动控制装置(未图示)。X射线源控制装置如日本特开2006-239403号公报记载地,对设置于照射装置34并安装有X射线管的X射线源驱动装置(未图示)进行驱动,使该X射线管移动至中心轴107。摄影部移动控制装置对安装有X射线检测装置的摄影部移动装置进行驱动,使X射线检测装置移动至在床体48的下方与X射线管对置的、中心轴107的位置。

[0089] X射线源控制装置基于X射线照射控制指令从X射线管放射X射线。在操作员从上述输入装置向CPU110输入了旋转指令时,从CPU110输出的旋转控制指令输入机架控制装置112。此时,机架控制装置112驱动旋转装置44,使旋转机架27以中心线28A为中心,例如,在图3中沿顺时针方向从0°旋转至185°。通过旋转机架27的旋转,安装于照射装置34并放射X射线的X射线管、及X射线检测装置在躺在床体48上的患者102的周围回旋。从而,对患者102的患部照射该X射线。从X射线管放射的X射线透过患者102的患部等,并通过X射线检测装置进行检测。X射线检测装置根据透过的X射线的检测,输出多个X射线检测信号。这些X射线检测信号输入图像信息生成装置(未图示)。向该图像信息生成装置输入由上述的角度检测器45检测到的旋转机架27的旋转角度的测量值。

[0090] 在旋转机架27沿上述的顺时针方向旋转至185°时,即在照射装置34的中心轴107达到185°的位置时,输入角度检测器45的角度检测信号的机架控制装置112向旋转装置44输出旋转停止控制指令,使旋转装置44的驱动停止。此时,旋转机架27的旋转也停止,X射线从X射线管的放射也停止。然后,旋转机架控制装置113使旋转装置44逆向旋转。旋转机架27在图3中沿逆时针方向旋转,并在照射装置34的中心轴107达到180°的位置时,旋转机架控制装置113使旋转装置44停止。然后,旋转机架控制装置113再次驱动旋转装置44使旋转机架27沿上述的顺时针方向从180°旋转至5°。在该旋转机架27旋转的期间,从X射线管放射X射线,该X射线照射床体48上的患者102的患部。透过了该患部的X射线通过X射线检测装置进行检测,旋转机架27的旋转角度也通过角度检测器45进行检测。

[0091] 如上所述,使放射X射线的X射线管、及X射线检测装置在躺在床体48上的患者102的周围回旋,这便是对患者102在360°的范围内进行X射线CT。

[0092] 如日本特开2006-239403号公报所记载,图像信息生成装置基于从X射线检测装置

输出的X射线检测信号及由角度检测器45检测到的旋转机架27的旋转角度而生成患者102的患部等的当前体层照片信息。

[0093] 假设,为了生成当前体层照片信息而使放射X射线的X射线管根据旋转机架27的旋转进行回旋,在此之前,万一,由于床体48的移动,照射装置34与床体48或躺在床体48上的患者102接触,在该情况下,考虑患者102的安全性,需要停止照射装置34的回旋。照射装置34的回旋停止基于从触摸式传感器装置61A、61B、61C或61D、或触摸式传感器装置65或65输出的接触信号而进行。

[0094] 首先,对根据触摸式传感器装置61A、61B、61C及61D进行的照射装置34与床体48或躺在床体48上的患者102的接触的检测进行说明。因为根据触摸式传感器装置61A、61B、61C及61D进行该接触的检测的功能相同,所以,对根据触摸式传感器装置61D进行的该接触的检测进行说明。

[0095] 如上所述,在为了生成当前体层照片信息而使放射X射线的X射线管根据旋转机架27的旋转进行回旋之前,必须使床体48移动至治疗笼43内的预定的位置。在躺有患者102的床体48的该移动中,需要以床体48或患者102与回旋的照射装置34不接触的方式,使患者102及床体48位于比以中心线28A为中心的、照射装置34的前端根据回旋描绘的轨迹更靠内侧。然而,万一床体控制装置115等产生异常,则患者102及床体48便位于该轨迹的外侧的位置。

[0096] 之后,如上所述,旋转旋转机架27,照射装置34一边从X射线管放射X射线一边回旋(例如,照射装置34在图3中沿顺时针方向回旋)。必然地,回旋的照射装置34与床体48或患者102接触,而且,假设该接触例如被设置于照射装置34的触摸式传感器装置61D检测到。该情况下,根据照射装置34的回旋,触摸式传感器装置61D的罩71B与床体48或患者102接触。由于该接触,罩71B向下部箱体部53C侧移动。

[0097] 通过罩71B向下部箱体部53C侧移动,触摸式传感器装置61D的一对罩支承部件72G及72H中的每一个的链杆74以销80为中心进行旋转,从而各链杆74的、连结部75侧的端部向固定部件77侧移动(参照图14)。其结果,安装于罩支承部件72G及72H中的每一个的固定部件77的各传感器部76的开关76A被各链杆74的、连结部75侧的端部按压,从而从这些传感器部76输出接触信号。输出的各接触信号输入喷嘴控制装置83并在设于控制室内的控制板上的显示装置作为警报进行显示,而且,从喷嘴控制装置83分别输入机架控制装置113及X射线源控制装置。输入了接触信号的机架控制装置113将旋转装置44停止而使旋转机架27的旋转停止,输入了接触信号的X射线源控制装置使X射线的从X射线管的放射停止。

[0098] 然后,机架控制装置113使旋转装置44逆向旋转。旋转机架27也进行逆向旋转,触摸式传感器装置61D的罩71B从床体48或患者102分离。罩71B返回到接触前的位置。从而,罩支承部件72G及72H中的每一个的链杆74从图14所示的状态返回到图7所示的状态,停止从罩支承部件72G及72H的各传感器部76输出接触信号。

[0099] 将罩71B与床体48或患者102接触的原因消除(例如,完成对处于异常状态的床体控制装置115的修理),在床体48位于比以中心线28A为中心的、照射装置34的前端通过回旋描绘的轨迹更靠内侧时,一边从X射线管放射X射线,一边使旋转机架27旋转,从周围对躺在床体48上的患者102的患部照射该X射线。

[0100] 此外,在旋转机架27沿上述顺时针方向旋转时,在触摸式传感器装置61B的罩70B

与床体48或患者102接触时,从在触摸式传感器装置61B的一对罩支承部件72C及72D分别设置的各传感器部76输出接触信号。

[0101] 在旋转机架27沿上述逆时针方向旋转时,在触摸式传感器装置61C的罩71A与床体48或患者102接触时,从在触摸式传感器装置61C的一对罩支承部件72E及72F分别设置的各传感器部76输出接触信号。而且,在旋转机架27沿上述逆时针方向旋转时,在触摸式传感器装置61A的罩70A与床体48或患者102接触时,从在触摸式传感器装置61A的一对罩支承部件72A及72B分别设置的各传感器部76输出接触信号。

[0102] 接下来,对根据触摸式传感器装置85进行的、照射装置34与床体48或躺在床体48上的患者102的接触的接触的检测进行说明。

[0103] 如上所述,在使放射X射线的X射线管旋转前的、床体48向治疗笼43内的预定位置的移动中,万一床体控制装置115等发生异常,则患者102及床体48便位于该轨迹上。而且,在一边从X射线管放射X射线,一边使照射装置34在图3中沿顺时针方向回旋时,触摸式传感器装置85的接触检测装置82(例如,位于支承部件84B侧的接触检测部82A)与床体48或患者102接触。

[0104] 通过床体48或患者102向接触检测部82A的接触,安装于支承部件84B的检测部支承装置87B的支撑杆131A及131B向下部箱体部53C的下部凸缘63侧移动。检测部支承装置87B的结构与检测部支承装置87A的结构相同,因此,使用图9及图11所示的检测部支承装置87A,对检测部支承装置87B的作用进行说明。而且,使用图9及图11,也对伴随检测部支承装置87B的作用的、配置于支承部件84B侧的滑动机构132A及132B、一对触摸式传感器94A及一对触摸式传感器94B中的每一个的动作进行说明。

[0105] 在检测部支承装置87B的支撑杆131A及131B向下部箱体部53C的下部凸缘63侧移动时,通过螺旋弹簧97A及97B被向支承部件84B的平板部84Ab侧拉拽的、检测部支承装置87B的支承部件88克服螺旋弹簧97A及97B中的每一个的张力而向下部凸缘63侧移动。其结果,安装于该支承部件88的各触摸式传感器94A的传感器部95A及各触摸式传感器94B的传感器部95C与安装于在支承部件84B的平板部84Ab设置的支承部件93并与这些传感器部接触的各触摸式传感器94A的传感器部95B及各触摸式传感器94B的传感器部95D分离。在传感器部95A和传感器部95B为接触状态时,传感器部95A及95B为通电状态,而在传感器部95A和传感器部95B为分离状态时,这些传感器部为断电状态。另外,传感器部95C和传感器部95D为接触状态时,传感器部95C及95D也为通电状态,而在传感器部95C和传感器部95D为分离状态时,这些传感器部为断电状态。

[0106] 在传感器部95A和传感器部95B为分离状态而停止这些传感器部间的通电时,由与传感器部95A连接的电流计(未图示)测量的电流变为0。同样地,在停止传感器部95C与传感器部95D之间的通电时,由与传感器部95C连接的电流计(未图示)测量的电流变为0。从电流计输出的电流测量值0的信号、即,接触信号作为警报在设于控制板的显示装置进行显示,而且经由喷嘴控制装置83分别输入机架控制装置113及X射线源控制装置。输入了接触信号的机架控制装置113将旋转装置44停止而使旋转机架27的旋转停止,输入了接触信号的X射线源控制装置使X射线的从X射线管的放射停止。

[0107] 然后,机架控制装置113使旋转装置44逆向旋转,使旋转机架27逆向旋转。接触检测部82A与接触的床体48或患者102分离。此时,检测部支承装置87B的支承部件88通过螺旋

弹簧97A及97B每一个的张力而向支承部件84B的平板部84Ab侧移动。

[0108] 即使在接触检测部82A与床体48或患者102接触而检测部支承装置87B的支承部件88向下部凸缘63侧移动了时,在滑动机构132A及132B的每一个中,定位部件92也总是处于导向部件90的圆孔90A及圆锥状的孔部90C内。因此,如上所述,当支承部件88通过螺旋弹簧97A及97B的作用而向支承部件84B的平板部84Ab侧移动时,圆锥状的孔部90C的倾斜面90B与定位部件92的、半球状的前端部接触。检测部支承装置87B的支承部件88被螺旋弹簧97A及97B拉拽,因此,倾斜面90B与定位部件92的、半球状的前端部接触并滑动,滑动机构132A及132B中的每一个的导向部件90进行移动,直至导向部件90的中心轴与定位部件92的中心轴一致。在导向部件90的中心轴与定位部件92的中心轴一致时,定位部件92的、半球状的前端部的全周与圆锥状的孔部90C的倾斜面90B接触而停止导向部件90的移动,并且安装于支承部件88的、各触摸式传感器94A的传感器部95A与各传感器部95B接触。另外,安装于支承部件88的、各触摸式传感器94B的传感器部95C与各传感器部95D接触。传感器部95A和传感器部95B及传感器部95C和传感器部95D分别变成通电状态。

[0109] 在将触摸式传感器装置85的上述的接触检测部82A与床体48或患者102接触的原因消除(例如,处于异常状态的床体控制装置115的修理完成)而使床体48位于比以中心线28A为中心的、照射装置34的前端通过回旋而描绘的轨迹更靠内侧时,从X射线管放射的X射线为了生成当前体层照片信息而从周围对躺在床体48上的患者102的患部进行照射。

[0110] 在此,对在罩支承装置72A等设置的配重73的作用进行说明。旋转机架27旋转 $90^\circ$ ,照射装置34的中心轴107成为水平(参照图13)。偏转电磁铁24在图13中位于右侧。在该状态下,因为位于上方的罩70B的重量施加到罩支承装置72C的链杆74的销75A侧的端部,所以,该链杆74的销75A侧的端部被按下,安装于罩支承装置72C的传感器部76的开关76A被链杆74的该端部按压。其结果,不管罩70B与床体48或患者102接触与否,都从该传感器部76输出接触信号。另外,因为位于下方的罩70A的重量施加于罩支承装置72A的链杆74的销75A侧的端部,所以,该链杆74的销75A侧的端部向下方移动,并将安装于罩支承装置72A的传感器部76的开关76A与该链杆74分离。其结果,存在以下可能性:即使在床体48或患者102与罩70A接触时,开关76A也不动作。在开关76A不动作的情况下,不管罩70A与床体48,或者患者102与罩70A接触与否,都不从该传感器部76输出接触信号。

[0111] 安装于各罩支承装置的配重73消除这样的问题。在图13所示的、位于上方的罩70B安装有一对罩支承装置72C及一对罩支承装置72D,并将罩70B的重量 $W_1$ 通过四个罩支承装置支承。因此,在一个罩支承装置72C中,通过罩70B对使用销75A与连结部75连结的、链杆74的端部施加的重量 $M_1$ 为 $W_1/4$ 。设于罩支承装置72C的配重73的重量为 $M_2$ 。在照射装置34的中心轴107为水平的状态(图13)下,设销80与销75A之间的距离为 $L_1$ ,并设销80与配重73的重心之间的距离为 $L_2$ 。设定配重73的重量 $M_2$ ,使满足 $M_1 \times L_1 = M_2 \times L_2$ 。将在安装于罩70B的其它罩支承装置72C及一对罩支承装置72D上设置的各配重73的重量都设定为 $M_2$ 。其结果,能够在照射装置34的中心轴107为水平状态时,对安装于罩70B的一对罩支承装置72C及一对罩支承装置72D的每一个所施加的罩70B的重量被各罩支承装置的配重73的重量抵消,防止在罩支承装置72C及72D的每一个设置的传感器部76的开关76A由于罩70B的重量而发生动作。

[0112] 如图13所示,在位于下方的罩70A安装一对罩支承装置72A及一对罩支承装置72B,并将罩70A的重量 $W_1$ 使用四个罩支承装置支承。从而,设定罩支承装置72A的配重73的重量

$M_2$ ,使满足 $M_1 \times L_1 = M_2 \times L_2$ 。将在安装于罩70A的其它罩支承装置72A及一对罩支承装置72B设置的各配重73的重量都设定为 $M_2$ 。其结果,在照射装置34的中心轴107为水平状态时,对安装于罩70A的一对罩支承装置72A及一对罩支承装置72B的每一个所施加的罩70A的重量被各罩支承装置的配重73的重量抵消,在罩70A与床体48或患者102接触时,能够防止在罩支承装置72A及72B的每一个设置的传感器部76的开关76A不动作。

[0113] 在图13的状态中,在罩支承装置72G及72H分别设置的配重73与在罩支承装置72C及72D分别设置的配重73同样地进行动作,罩支承装置72G及72H安装于位于上方的罩71B。另外,在罩支承装置72E及72F分别设置的配重73与在罩支承装置72A及72B分别设置的配重73同样地进行动作,罩支承装置72E及72F安装于位于上方的罩71A。

[0114] 旋转机架27旋转 $270^\circ$ ,照射装置34的中心轴107变成水平(参照图13)。偏转电磁铁24在图13中位于左侧。安装于罩支承装置72A及72B、及罩支承装置72E及72F中的每一个的配重73与旋转机架27旋转 $90^\circ$ 时的、安装于罩支承装置72C及72D中的每一个的各配重73同样地进行动作,罩支承装置72A及72B安装于位于上方的罩70A,罩支承装置72E及72F安装于位于上方的罩71A。安装于罩支承装置72C及72D、及罩支承装置72G及72H中的每一个的配重73与旋转机架27旋转 $90^\circ$ 时的、安装于罩支承装置72A及72B中的每一个的各配重73同样地进行动作,罩支承装置72C及72D安装于位于上方的罩70B,罩支承装置72G及72H安装于位于上方的罩71B。

[0115] 旋转机架27旋转 $180^\circ$ ,照射装置34的中心轴107变成相对于地面46垂直(参照图15)。偏转电磁铁24在图15中位于下侧。罩70A和连结部75的安装点与罩支承装置72A的销75A之间及罩70B和连结部75的安装点与罩支承装置72C的销75A之间的每一个距离都是 $L_4$ 。罩支承装置72A的销75A与罩支承装置72A的配重73的重心之间及罩支承装置72C的销75A与罩支承装置72C的配重73的重心之间的每一个距离都是 $L_3$ 。通过罩70A对罩70A和连结部75的安装点施加的重量及通过罩70B对罩70B和连结部75的安装点施加的重量分别为 $M_1$ 。从而,在罩支承装置72A及72C中满足 $M_1 \times L_1 = M_2 \times L_2$ ,使罩支承装置72A的、链杆74的销75A的端部向固定部件77侧旋转的、向罩70A和连结部75的安装点施加的重量 $M_1$ 被罩支承装置72A的配重73的重量 $M_2$ 抵消。使罩支承装置72C的、链杆74的销75A的端部向固定部件77侧旋转的、向罩70B和连结部75的安装点施加的重量 $M_1$ 被罩支承装置72C的配重73的重量 $M_2$ 抵消。对于这样的罩支承装置72A及72C中的每一个的配重73的功能,安装于罩70A的罩支承装置72B、安装于罩70B的罩支承装置72D、安装于罩71A的罩支承装置72E及72F、以及安装于罩71B的罩支承装置72G及72H中的每一个的配重73都发挥此功能。

[0116] 与图15的状态相反,旋转机架27的旋转角度为 $0^\circ$ ,且照射装置34的中心轴107变成相对于地面46垂直,偏转电磁铁24在图15中位于上侧。此时,罩支承装置72A及72C满足 $M_1 \times L_1 = M_2 \times L_2$ 。在使罩支承装置72A的、链杆74的销75A的端部与固定部件77分离的方向上作用的、对罩70A和连结部75的安装点施加的重量 $M_1$ 被罩支承装置72A的配重73的重量 $M_2$ 抵消。另外,在使罩支承装置72C的、链杆74的销75A的端部与固定部件77分离的方向上作用的、对罩70B和连结部75的安装点施加的重量 $M_1$ 被罩支承装置72C的配重73的重量 $M_2$ 抵消。对于旋转机架27的旋转角度为 $0^\circ$ 时所产生的、这样的罩支承装置72A及72C中的每一个的配重73的功能,安装于罩70A的罩支承装置72B、安装于罩70B的罩支承装置72D、安装于罩71A的罩支承装置72E及72F、安装于罩71B的罩支承装置72G及72H中的每一个的配重73都发挥此功能。

[0117] 在为了生成当前体层照片信息而使放射X射线的X射线管在床体48上的患者102的周围回旋的情况下,在照射装置34与床体48或患者102不接触时,或在罩70A、70B、71A及71B以及接触检测部82A与床体48或患者102接触的时候将该接触的原因消除并使发射X射线的X射线管在床体48上的患者102的周围回旋时,如上所述地,生成患者102的患部的当前体层照片信息。

[0118] 如日本特开2006-239403号公报所记载,定位数据生成装置(未图示)基于从图像信息生成装置输入的当前体层照片信息,计算X-Y平面中的定位数据,即,X方向及Y方向上的床体48的移动量,以及床体48的旋转角,而且计算X-Z平面上的定位数据,即,Z方向(上下方向)上的床体48的移动量。将算出的X方向、Y方向及Z方向上的床体48的各移动量及床体48的旋转角输入CPU110,并存储于存储器111。CPU110将X方向、Y方向及Z方向上的床体48的各移动量及床体48的旋转角的信息输出至床体控制装置115。床体控制装置115基于输入的这些信息,分别使X方向驱动机构49、Y方向驱动机构50、上下方向驱动机构51以及旋转驱动机构52进行驱动而使床体48移动至预定的位置,从而进行患部相对于照射装置34的定位。

[0119] 在患部的定位结束后,向患部照射离子束。对向患部照射离子束的大概进行说明。在从照射装置34向患部照射离子束时,X射线管在与照射装置34的中心轴垂直的方向上移动至不遮挡该照射的离子束的位置。

[0120] 通过机架控制装置113对旋转装置44进行驱动来使旋转机架27旋转,使照射装置34的中心轴107与离子束对患部的照射方向一致。通过离子源产生的离子(例如,质子)通过直线加速器14进行加速,从直线加速器14射出的阳离子束(成为离子束)通过入射器5入射到同步加速器3的环状的射束管4。在射束管4内旋转的离子束通过高频加速空腔8加速至与照射离子束的、患部的一个层对应的能量。

[0121] 输入了来自CPU110的控制指令的扫描控制装置114对扫描电磁铁35及36进行控制,并使该层的离子束的照射位置与目标照射位置一致。输入了来自CPU110的控制指令的加速器、输送系统控制装置112将高频施加装置9的开闭开关12闭合。来自高频电源11的高频电压从射出用高频电极10施加至旋转的离子束,旋转的离子束从同步加速器3通过切割电磁铁13被射出至射束路径16。

[0122] 射出的离子束通过射束路径21到达照射装置34,并照射由扫描电磁铁35及36定位的、层内的目标照射位置。然后,对该层内的全部照射位置照射离子束,再对患部内的所有的层照射离子束。在离子束对全部的层的照射结束时,离子束向患部的照射结束。

[0123] 本实施例能够得到以下的各效果。

[0124] 在使躺有患者102的床体48通过根据床体控制装置115进行的自动控制移动至预定位置时,万一发生异常状态而使床体48位于比回旋的照射装置的前端的轨迹更靠外侧。在照射装置34在图3中绕顺时针方向回旋,位于照射装置34的侧面的触摸式传感器装置61D的罩71B与床体48接触的情况下,通过触摸式传感器装置61D的传感器部76检测该接触,并输出从该传感器部76输出的接触信号。基于输出的接触信号,机架控制装置113停止旋转机架27的旋转。从而,停止照射装置34的回旋,使照射装置34与床体48不强力地挤压,能够避免照射装置34及床体48中的至少一个的损坏。

[0125] 另外,在照射装置34的旋转时,在罩71B与床体48上的患者102接触而由触摸式传

感器装置61D的传感器部76检测到该接触的情况下,也同样地,停止旋转机架27的旋转,也停止照射装置34的回旋。其结果,能够避免将床体48上的患者102夹在回旋的照射装置34与床体48之间并被照射装置34按压的情况。因此,能够进一步提高接受通过离子束进行的治疗的患者102的安全性。

[0126] 在照射装置34在图3中沿顺时针方向回旋时,在触摸式传感器装置61B的罩70B与床体48接触而将该接触由触摸式传感器装置61B的传感器部76检测到的情况下,也与上述的触摸式传感器装置61D的情况相同,能够避免照射装置34及床体48中的至少一个的损坏。在罩70B与床体48上的患者102接触的情况下,也与上述的触摸式传感器装置61D的情况相同,能够进一步提高接受通过离子束进行的治疗的患者102的安全性。

[0127] 如果,照射装置34在图3中沿逆时针方向回旋,在该情况下也通过与具有罩71A的触摸式传感器装置61C或具有罩70A的触摸式传感器装置61A的、触摸式传感器装置61D同样的功能,能够避免照射装置34及床体48中至少一个的损坏,而且,能够进一步提高接受通过离子束进行的治疗的患者102的安全性。

[0128] 在照射装置34向图3中的顺时针方向回旋时,在触摸式传感器装置85的接触检测装置82(例如,位于支承部件84B侧的接触检测部82A)接触到床体48的情况下,配置于支承部件84B侧的触摸式传感器94A进行动作,输出接触信号。在该情况下,也与从上述的触摸式传感器装置61D的传感器部76输出接触信号的情况相同,将照射装置34的回旋停止。从而,能够避免照射装置34及床体48中的至少一个的损坏。在照射装置34向图3中的逆时针方向回旋时,在触摸式传感器装置85的接触检测装置82(例如,位于支承部件84A侧的接触检测部82A)与床体48接触的情况下,配置于支承部件84A侧的触摸式传感器94A进行动作而输出接触信号。因此,能够得到与位于支承部件84B侧的接触检测部82A与床体48接触的情况相同的效果。

[0129] 在位于支承部件84B侧的接触检测部82A与床体48上的患者102接触的情况及位于支承部件84A侧的接触检测部82A与床体48上的患者102接触的情况下,也同样地,因为将照射装置34的回旋停止,所以能够进一步提高接受通过离子束进行的治疗的患者102的安全性。

[0130] 在躺有患者102的床体48移动时,在患者102与触摸式传感器装置85的接触检测装置82接触时,从触摸式传感器装置85的触摸式传感器94A输出接触信号。在输出该接触信号时,停止床体48的移动。从而,能够进一步提高接受通过离子束进行的治疗的患者102的安全性。

[0131] 根据本实施例,触摸式传感器装置61A的罩70A、触摸式传感器装置61B的罩70B、触摸式传感器装置61C的罩71A以及触摸式传感器装置61D的罩71B分别为实质上检测与床体48或患者102的接触的接触检测部,而且,为面向照射装置34的回旋方向(顺时针方向的回旋及逆时针方向的回旋)的、照射装置34的侧壁。因此,比较于在照射装置34的固定的罩的表面安装触摸式传感器的情况,能够将照射装置34的结构简单化。

[0132] 另外,罩70A、70B、71A及71B为侧壁,且具有宽广的表面积,因此,触摸式传感器装置61A、61B、61C及61D的每一个都能够在宽广的范围内可靠地检测照射装置34与躺有患者102的床体48的接触以及照射装置34与床体48上的患者的接触。

[0133] 在支承罩的罩支承装置(例如,支承罩70A的、安装于中间箱体部53B的罩支承装置

70A)中,在通过销80能够旋转地安装于照射装置34的机架部(例如,中间箱体部53B)的链杆74的、以该销80为标准,位于与安装于罩的连结部75连结的一端部的相反侧的另一端部安装有配重73。从而,能够通过配重73将作用于链杆74的、与罩连结的一端部的罩的重量进行抵消,能够通过安装于照射装置34的机架部的触摸式传感器装置(例如,触摸式传感器装置61A)精度良好地检测与床体48或患者102的接触。

[0134] 在上述的实施例中,为了得到当前体层照片信息,如上所述,一边从X射线管放射X射线一边使旋转机架27旋转来使安装有X射线管的照射装置34回旋,放射X射线的X射线管也在床体48上的患者102的周围回旋。与之相对,上述的日本特开平1-209077号公报记载了不使放射X射线的X射线管在床体48上的患者102的周围回旋而进行的患部的定位。在进行这样的患部的定位的情况下,也能够使用本实施例的粒子线照射系统1。由于不旋转旋转机架27,因此将其旋转角度维持在 $0^{\circ}$ 。

[0135] 如上所述,通过床体控制装置115控制治疗台39的各驱动装置,并使躺有患者102的床体48移动至预定的位置。在该床体48的移动时,在床体48或患者102与触摸式传感器85的接触检测装置82接触的情况下,如上所述,输出接触信号。此时,停止床体48的移动。在将床体48或患者102与接触检测装置82的接触的原因消除后,对根据床体控制装置115进行的床体48的移动进行控制,将床体48移动至不发生床体48或患者102与接触检测装置82的接触的位置。在旋转机架27的旋转角度为 $0^{\circ}$ 的状态下,在该床体48的位置向患者102的患部照射从在照射装置34设置的X射线管放射的X射线。将透过患部的X射线通过与在照射装置34设置的X射线管对置而位于床体48的下方的X射线检测装置(未图示)进行检测。使用根据X射线的检测而从X射线检测装置输出的X射线检测信号,如日本特开平1-209077号公报所记载,分别求取X-Y平面上的床体48的移动量及床体48的旋转角、及X-Z平面上的床体48的移动量。

[0136] 将这些床体48的移动量及床体48的旋转角输入床体控制装置115,从而进行床体48的定位。然后,如上所述,为了使照射装置34的中心轴107与离子束向患部照射的方向一致,使旋转机架27旋转。在旋转旋转机架27而使照射装置34的中心轴107与离子束向患部照射的方向一致时,在照射装置34的罩70A、70B、71A及71B、及接触检测装置82中的任一个与床体48或患者102接触的情况下,如上所述,检测该接触,将旋转机架27的旋转或床体48的移动停止。在将该接触的原因消除并通过旋转旋转机架27使照射装置34的中心轴107与离子束向患部照射的方向一致后,如上所述,从照射装置34向床体48上地患者102的患部照射从同步加速器3射出的离子束。

[0137] 在日本特开平1-209077号公报记载的进行患部的定位的情况下,也能够通过使用本实施例的粒子线照射系统1而得到上述的各效果。

[0138] [实施例2]

[0139] 以下,使用图16对本发明的其它优选的实施例的实施例2的粒子线照射系统进行说明。

[0140] 实施例1的粒子线照射系统1使用包含同步加速器3的离子束发生装置2作为离子束发生装置,但是,本实施例的粒子线照射系统1A使用包含回旋加速器加速器119的离子束发生装置2A作为离子束发生装置。

[0141] 如图16所示,粒子线照射系统1A具备离子束发生装置2A、HEBT系统15、GABT系统

20、旋转机架27、照射装置34以及控制系统108。HEBT系统15、GABT系统20、旋转机架27及照射装置34中的每一个的结构都与实施例1的粒子线照射系统1中的这些的结构相同。

[0142] 在此,主要对与粒子线照射系统1不同的离子束发生装置2A进行说明。

[0143] 离子束发生装置2A包括离子源118及回旋加速器加速器119。回旋加速器加速器119具有圆形的真空容器124、偏转电磁铁120A及120B、高频加速装置121以及射出用切割电磁铁122。与离子源118连接的真空管125延伸至真空容器124的中心位置与该真空容器124连接。在水平面上弯曲着的入射用电极126在真空管125的开口端附近配置于真空容器124内。偏转电磁铁120A及120B分别形成为半圆形状,以使直线部相互对置的方式进行配置,并覆盖真空容器124的上面及下面。

[0144] 在真空容器124的离子束射出口设置的切割电磁铁122与HEBT系统15的射束路径16连接。具有金属制的多个板的衰减部123在切割电磁铁122与四极电磁铁18之间,安装于射束路径16。衰减部123具有对从回旋加速器加速器119射出的离子束的能量进行调节的功能,并具有不同厚度的多个金属制板(未图示)。这些金属制板在与射束路径16垂直的方向上能够移动。通过将不同厚度的这些金属制板以横切射束路径16的方式插入射束路径16内1块或多块,从而对通过射束路径16的离子束的能量的衰减量进行控制。其结果,能够改变向患者102的患部照射的离子束的能量,能够对存在于患部的深度方向上的各层照射离子束。

[0145] 在本实施例中,在照射装置34设置的触摸式传感器装置61A、61B、61C及61D以及触摸式传感器装置85也与实施例1的粒子线照射系统1中的这些相同地发挥功能。

[0146] 本实施例的粒子线照射系统1A能够得到在实施例1中产生的各效果。

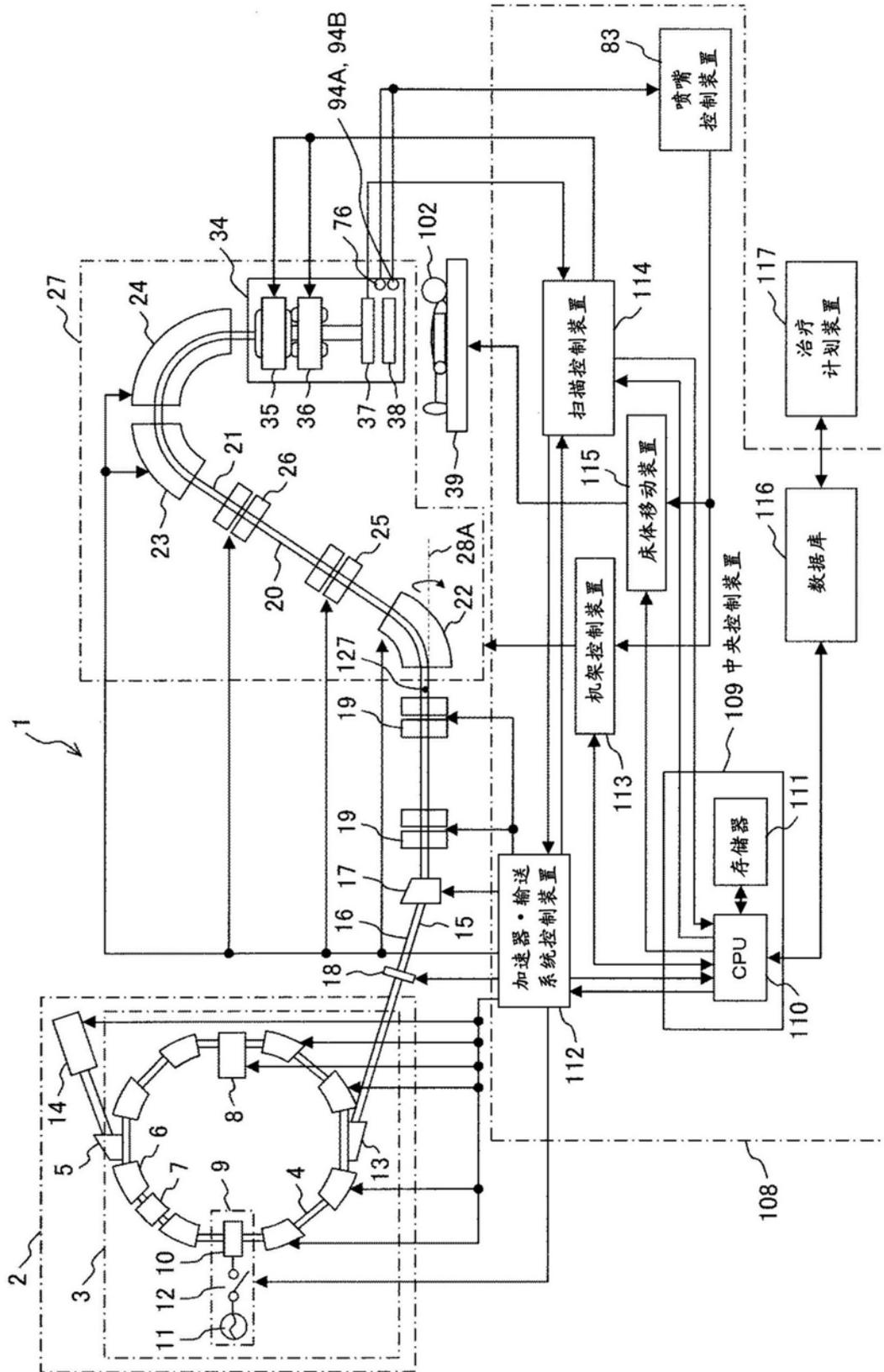


图1

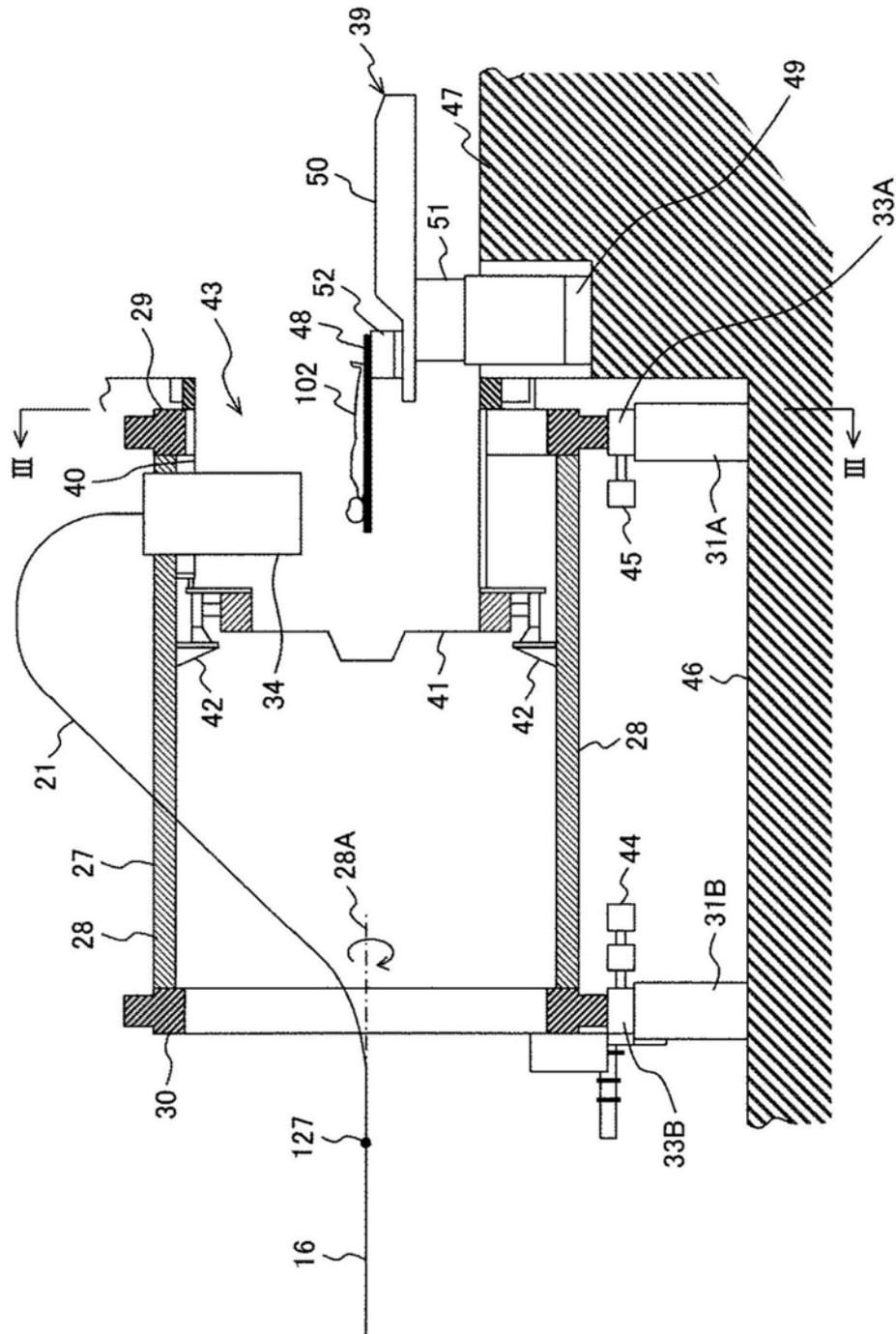


图2

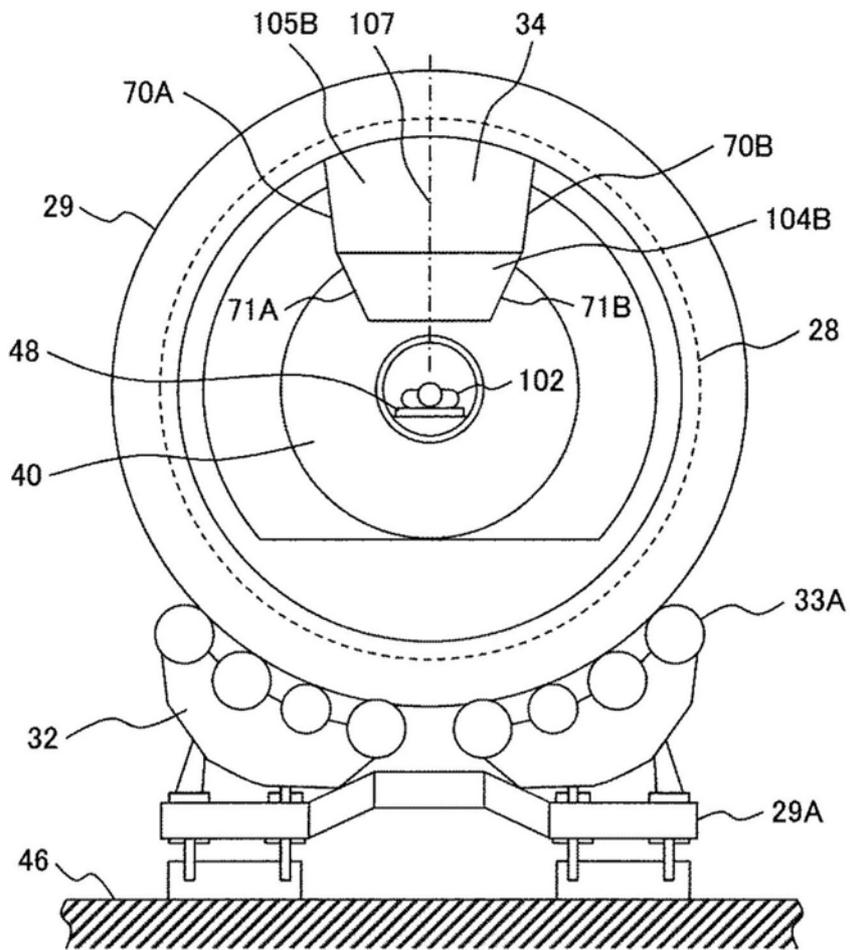


图3

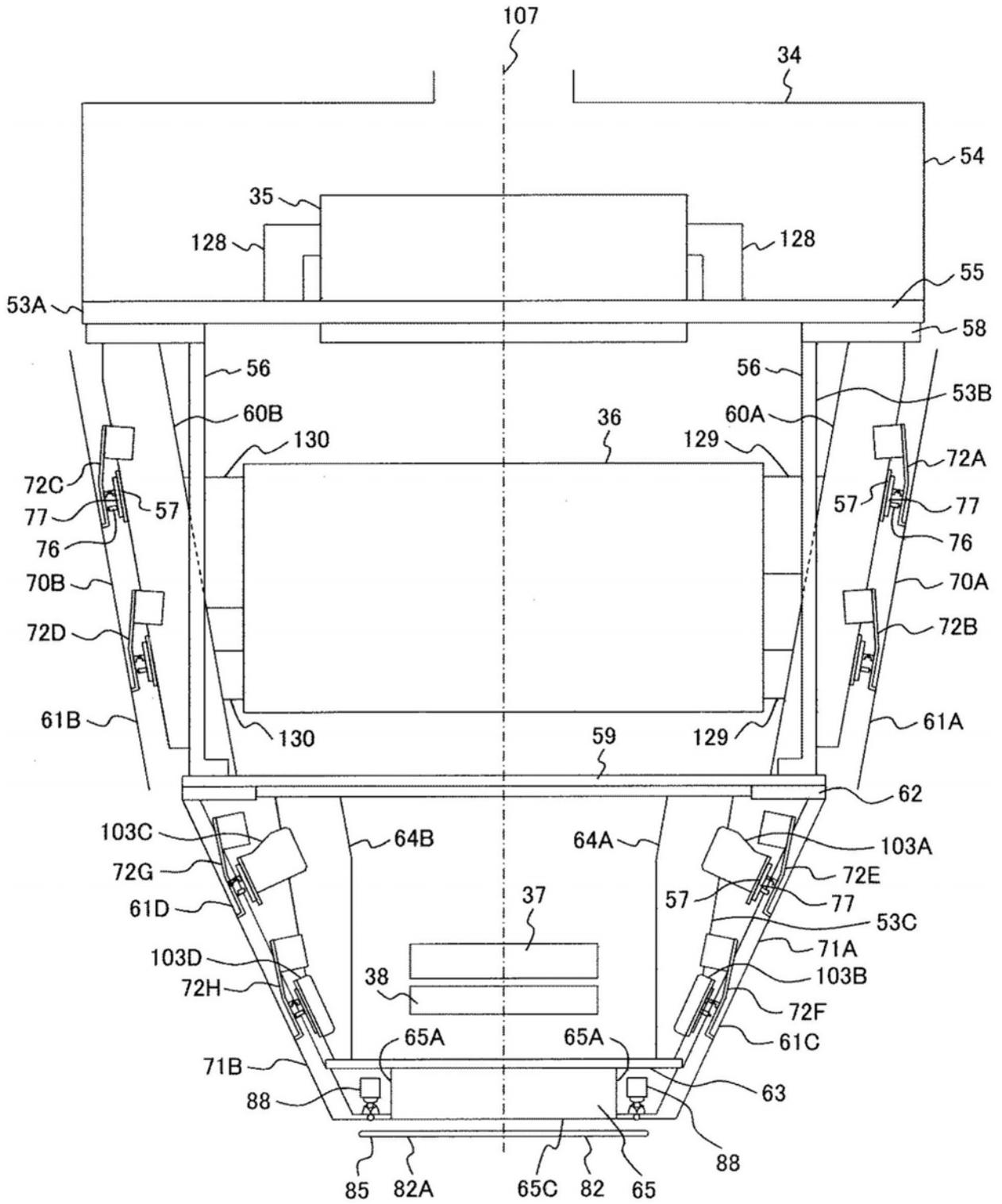


图4

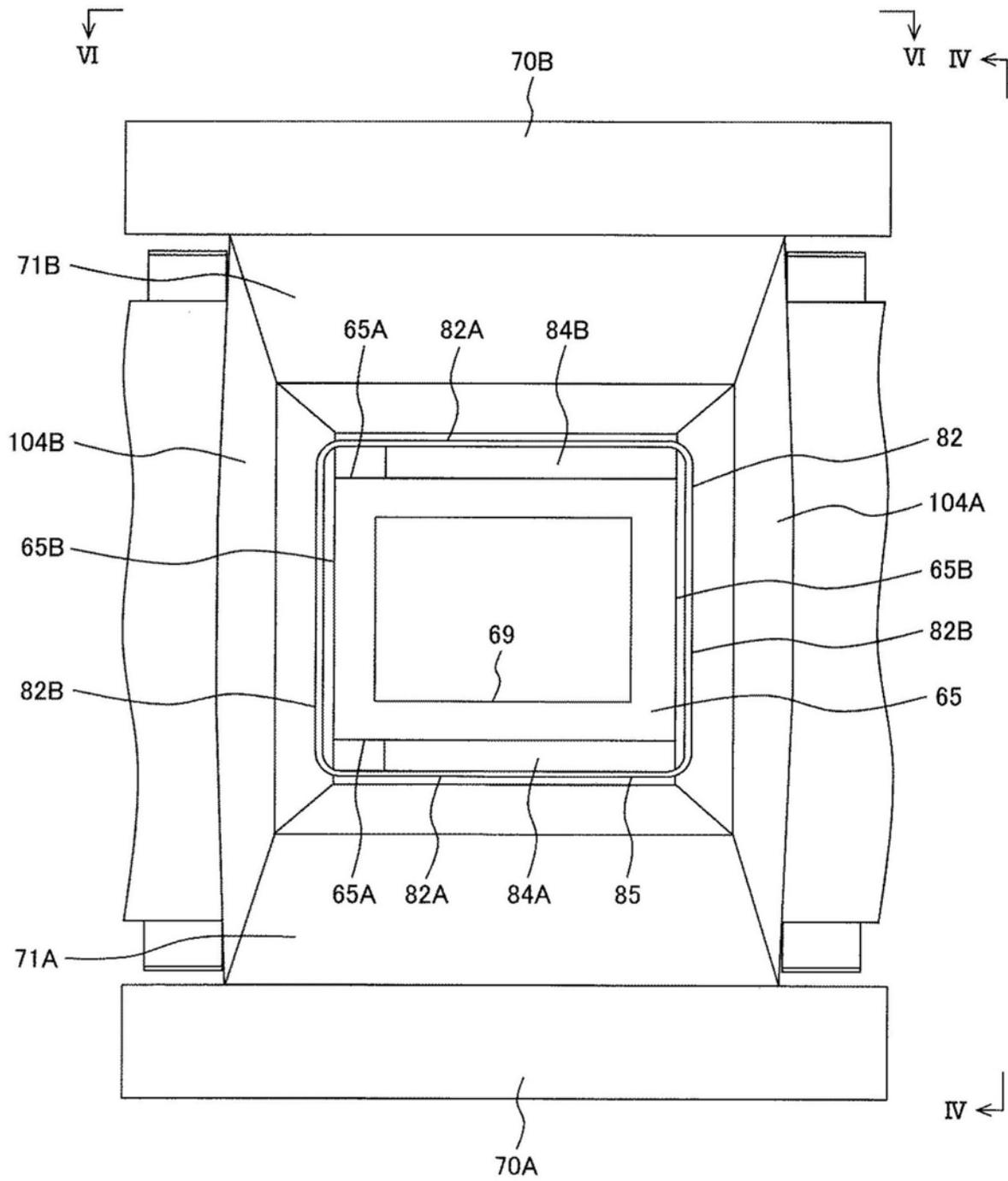


图5

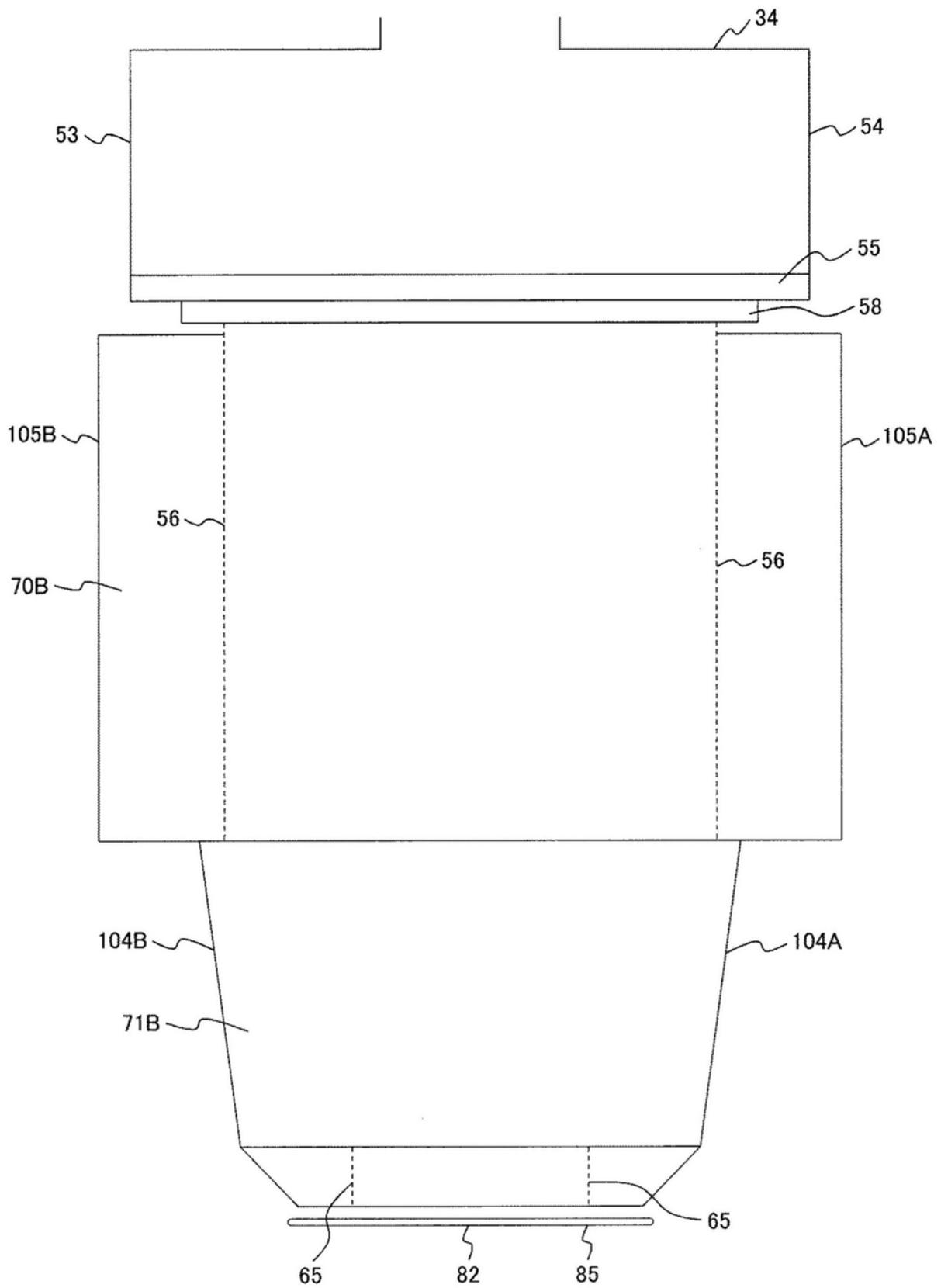


图6

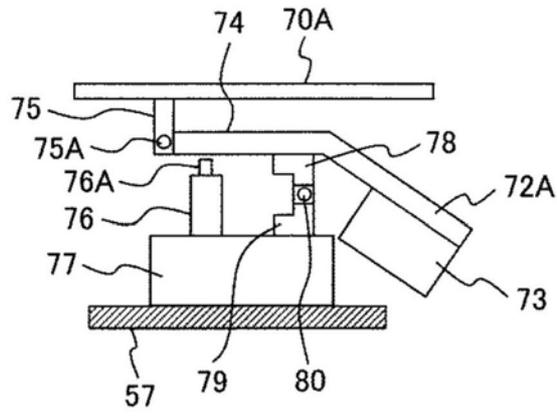


图7

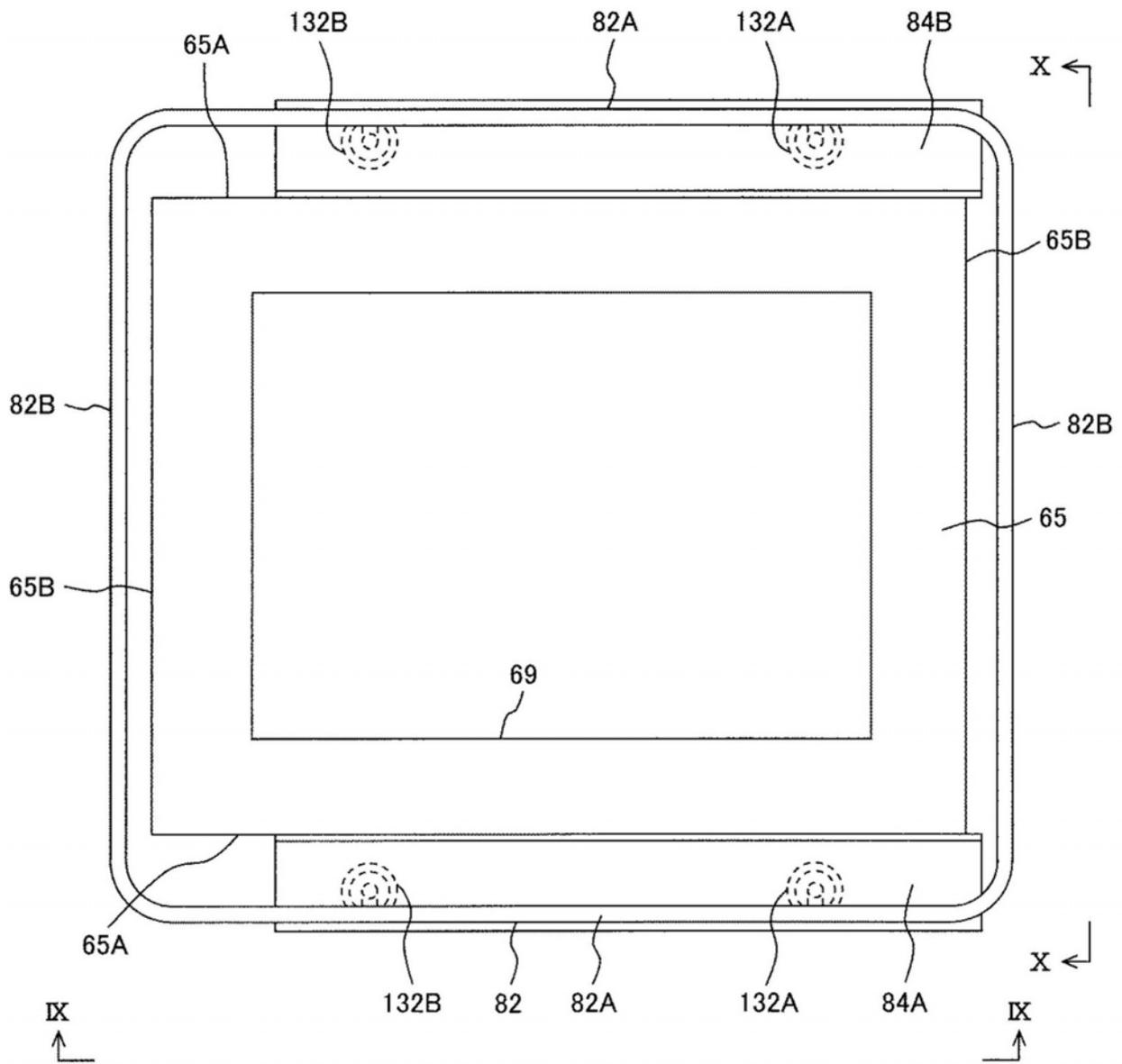


图8

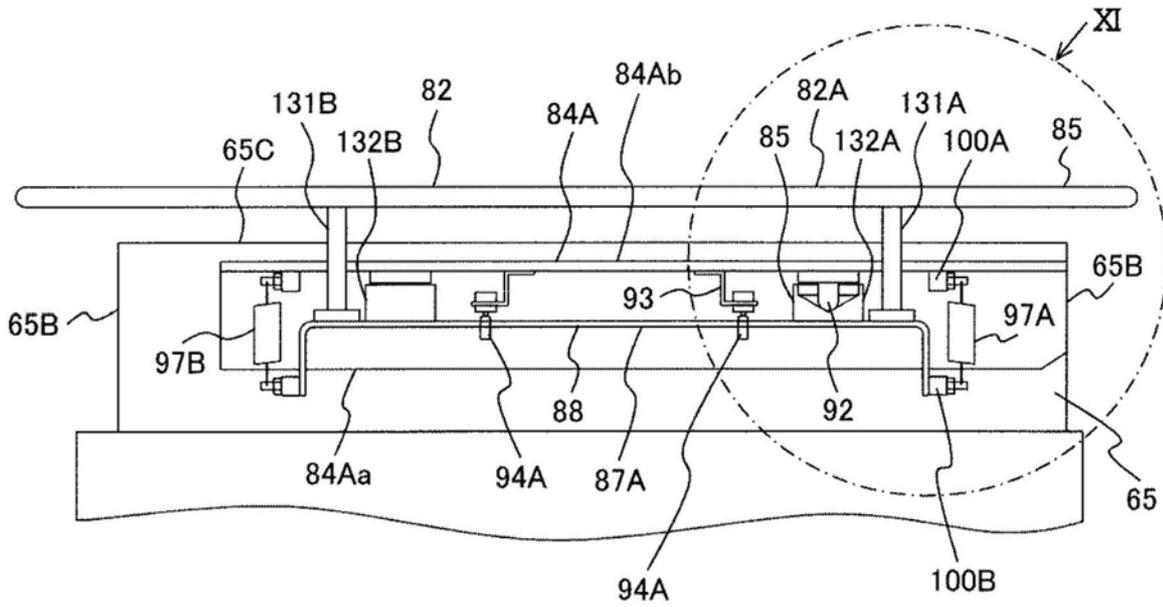


图9

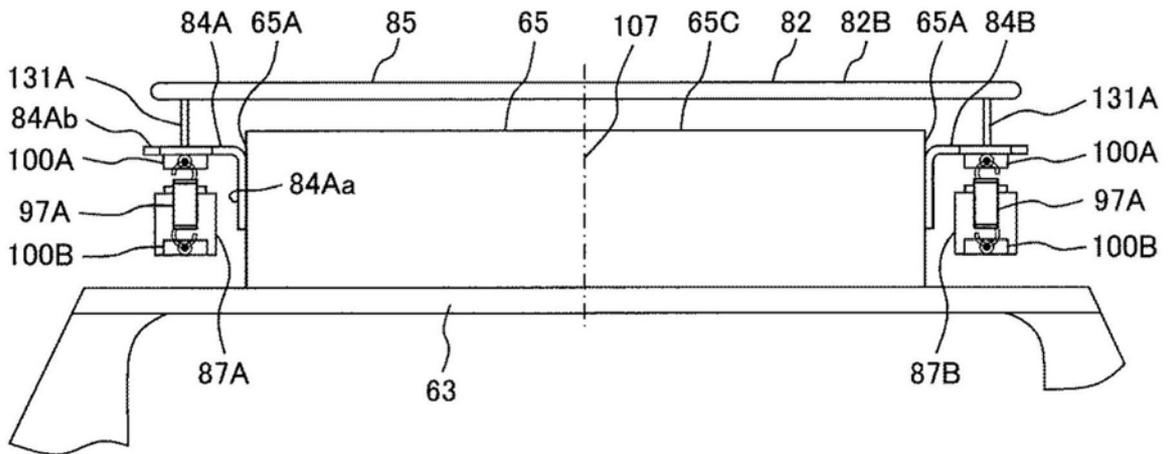


图10

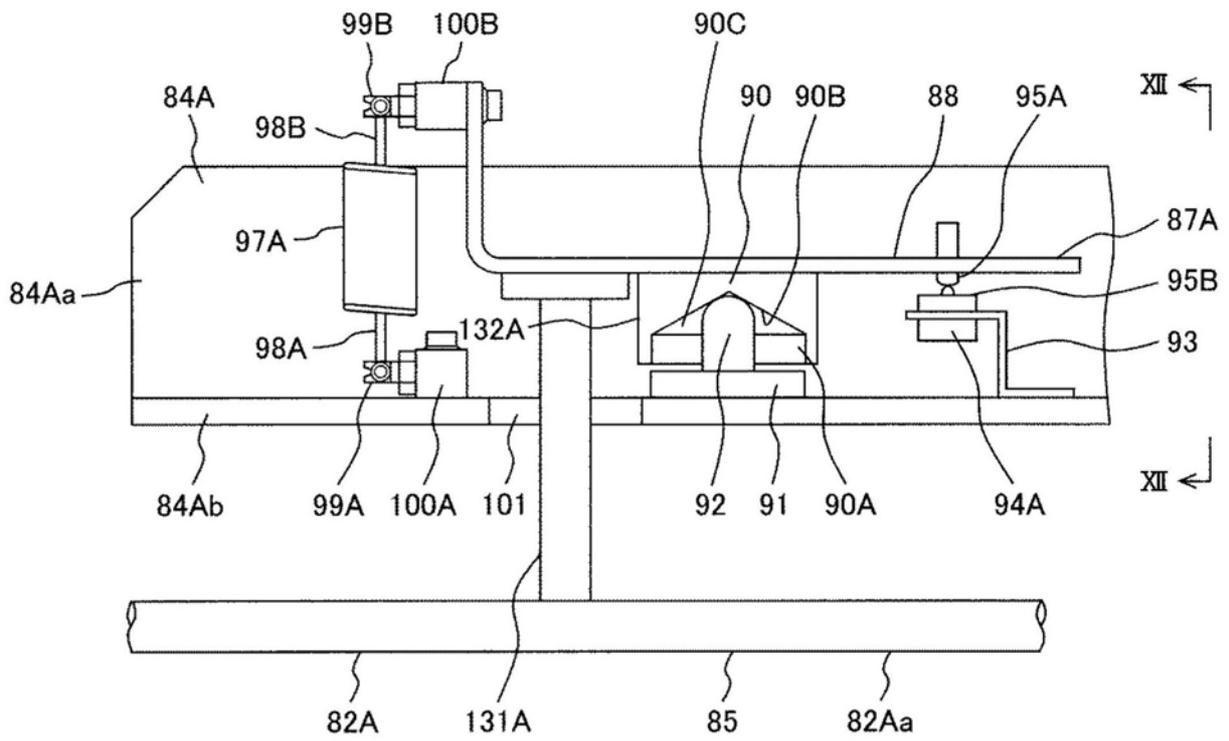


图11

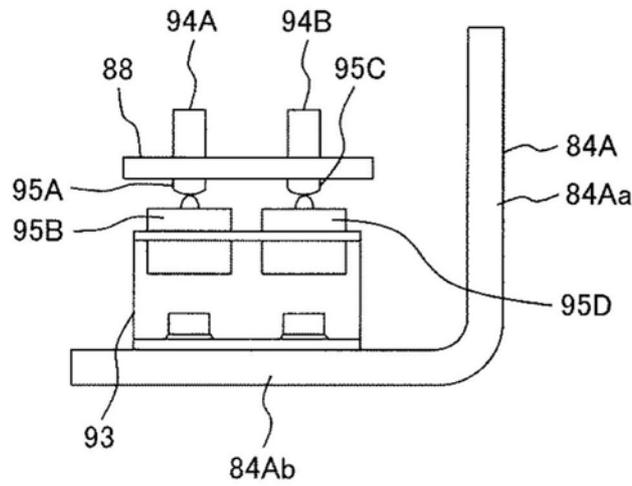


图12

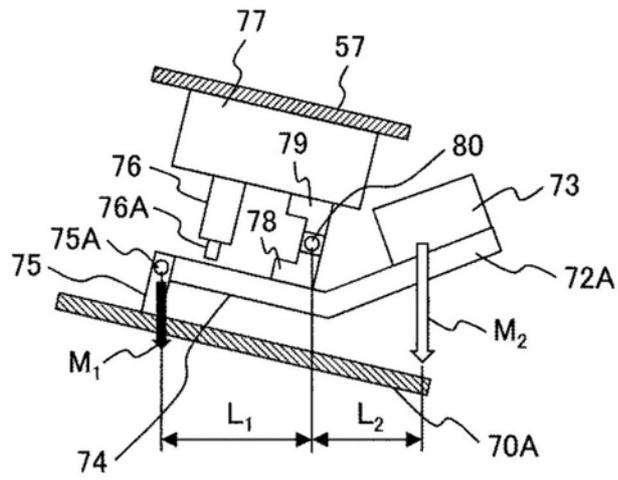
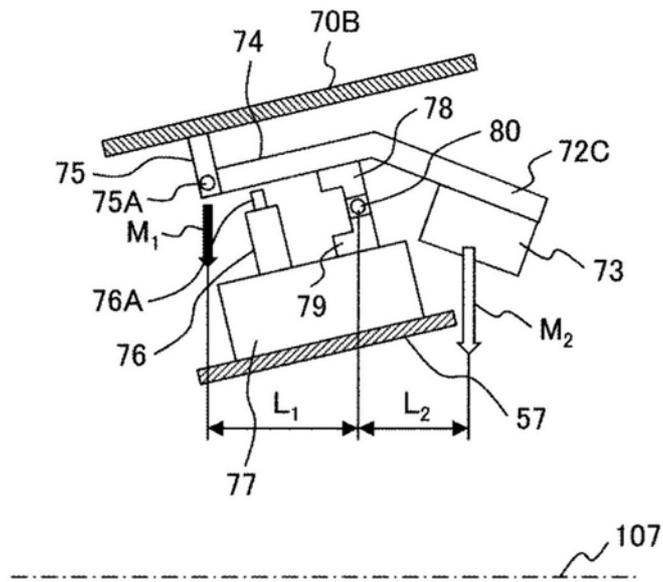


图13

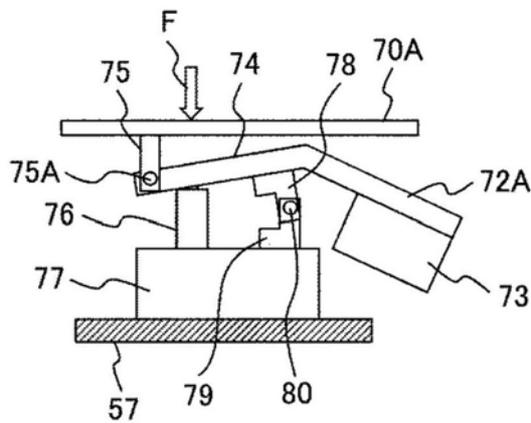


图14

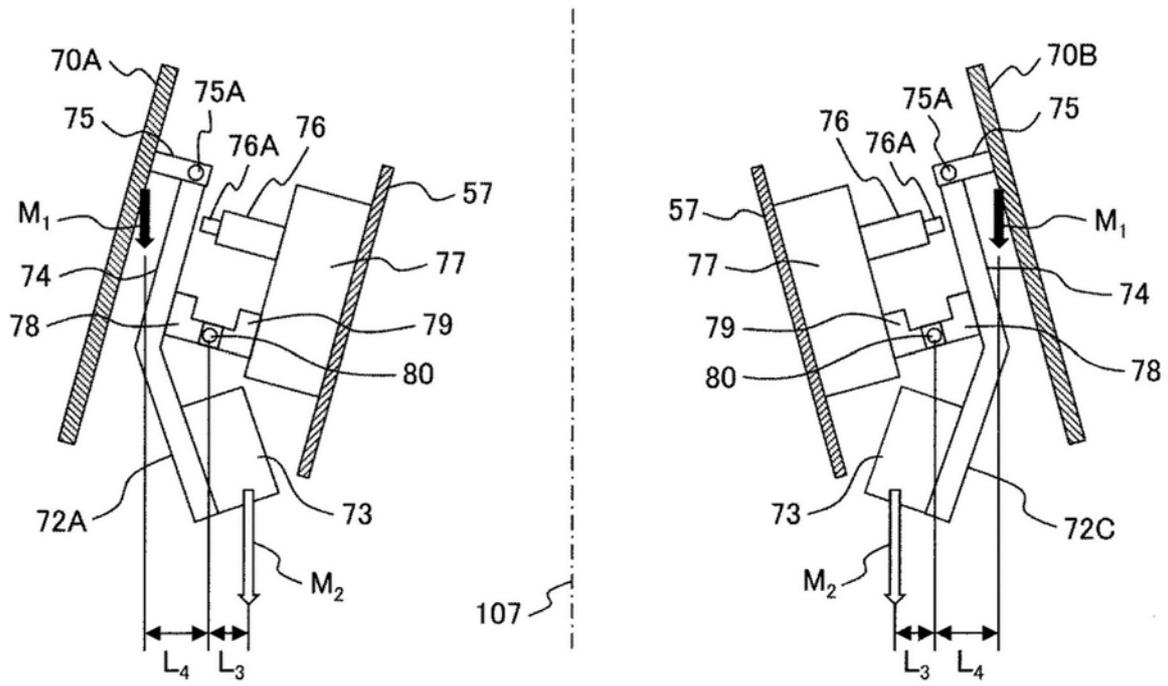


图15

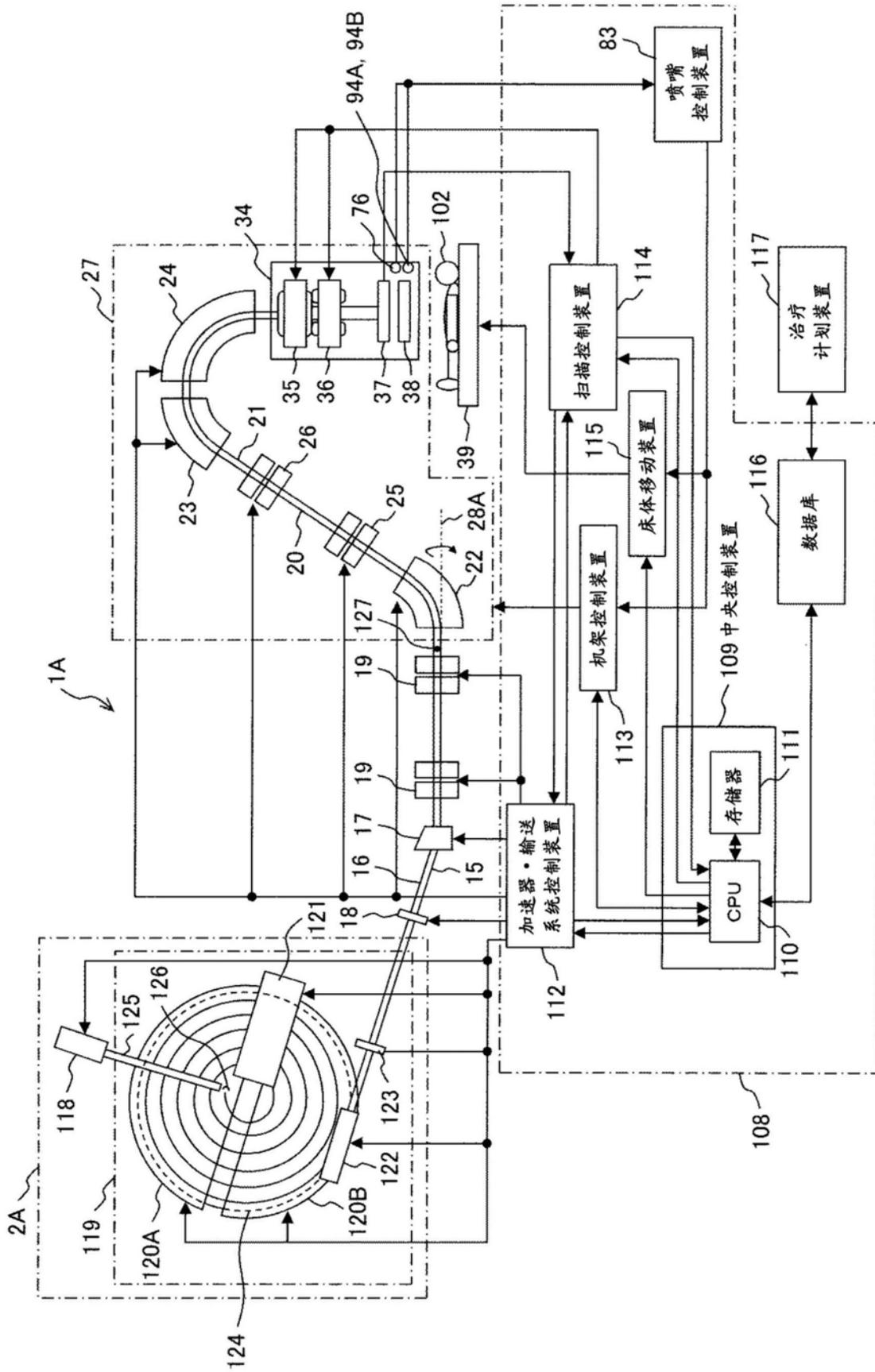


图16