



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105050659 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 11

(21) 申请号 201380071654. 7

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

(22) 申请日 2013. 10. 10

代理人 范胜杰 文志

(30) 优先权数据

2013-014153 2013. 01. 29 JP

(51) Int. Cl.

A61N 5/10(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 07. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2013/077640 2013. 10. 10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/119050 JA 2014. 08. 07

(71) 申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

申请人 国立大学法人北海道大学

(72) 发明人 高柳泰介 松田浩二 品川亮介

中岛千博 西村荒雄 白土博树

松浦妙子 清水伸一 鬼丸力也

梅垣菊男

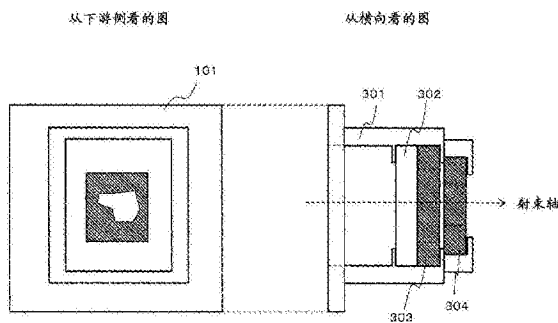
权利要求书1页 说明书8页 附图14页

(54) 发明名称

粒子束治疗系统

(57) 摘要

本发明的粒子束治疗系统具备由能量吸收体、第一准直器以及第二准直器构成的向短射程区域的照射补偿装置。所述照射补偿装置的特征在于，具备所述能量吸收体、第一准直器以及第二准直器的装卸机构。第一准直器被配置在射束直径小的上流侧，由此能够抑制所述补偿装置的宽度，有助于所述补偿装置的小型和轻量化。第二准直器被配置在下游侧，有助于半阴影的改善。



1. 一种粒子束治疗系统,其特征在于,具备:  
照射区域形成装置,其通过扫描照射法形成照射区域;以及  
向短射程区域的照射补偿装置,其具有能量吸收体、第一准直器、第二准直器、所述能量吸收体和所述第一准直器以及所述第二准直器的装卸机构,  
所述照射区域形成装置具有所述照射补偿装置的装卸机构。
2. 根据权利要求1所述的粒子束治疗系统,其特征在于,  
还具备具有横向形状不同的至少2种以上的所述能量吸收体、所述第一准直器以及所述第二准直器的所述照射补偿装置。
3. 根据权利要求1或2所述的粒子束治疗系统,其特征在于,  
在生成处方笺时,选择在最佳化计算时所述照射补偿装置的有无使用以及要使用的所述照射补偿装置的种类,将该选择的所述照射补偿装置的有无使用以及要使用的所述照射补偿装置的种类记录在所述处方笺中并输出。
4. 根据权利要求3所述的粒子束治疗系统,其特征在于,  
还具备在选择了使用所述照射补偿装置的情况下,对每个所述照射补偿装置限制能够配置点的范围以及可使用的射出射束能量来进行最佳化计算的所述治疗计划装置。
5. 根据权利要求3或4所述的粒子束治疗系统,其特征在于,  
还具备:  
质子束照射装置;  
具有监视所述照射补偿装置的装卸状况和设置的所述照射补偿装置的种类将其输出给照射控制装置的第一传感器的所述照射区域形成装置;以及  
当输入了从所述治疗计划装置输出的所述处方笺时,将输入的所述处方笺中记录的进行最佳化计算时所选择的所述照射补偿装置的有无使用以及所述照射补偿装置的种类的信息与从所述第一传感器输出的所述照射区域形成装置中的所述照射补偿装置的装卸状态以及设置的所述照射补偿装置的种类的信息进行对照,仅在两者一致的情况下,对所述质子束照射装置许可射束照射的所述照射控制装置。
6. 根据权利要求5所述的粒子束治疗系统,其特征在于,  
还具备:  
具有监视所述能量吸收体、所述第一准直器以及所述第二准直器的装卸状态将其输出给所述照射控制装置的第二传感器的所述照射补偿装置;以及  
仅在根据从所述第二传感器输出的信息识别出在所述处方笺中记录了使用所述照射补偿装置,并且所述能量吸收体、所述第一准直器以及所述第二准直器全部设置在所述照射补偿装置的情况下,对所述质子束照射装置许可射束照射的所述照射控制装置。

## 粒子束治疗系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种粒子束治疗系统。

### 背景技术

[0002] 在粒子束治疗中,扫描照射法正在普及。在扫描照射法中,将目标分割为微小区域(以下,称为点)来进行考虑,对每个点照射细直径的射束。当向某点赋予了既定的剂量时,停止射束的照射,向下一点扫描射束。在与射束的行进方向(以下,称为深度方向)垂直的方向(以下,称为横向)上扫描射束的情况下,使用扫描电磁铁。对于某深度,在对所有的点赋予了既定剂量时,在深度方向扫描射束。当在深度方向扫描射束的情况下,通过加速器或射程移位器变更射束的能量。最终,对所有的点,即对全体目标赋予一样的剂量。

[0003] 每个点的射束对于横向具有二维高斯分布的扩展。 $1\sigma$  在等中心面为 3~20mm 程度,越是高能量的射束越小。关于低能量的射束,基于多次库伦散射的每单位距离的角度发散量大,在经过照射区域形成装置内的过程中射束直径增大。

[0004] 因此,对于位于从被照射体的表面较浅的位置(以下,称为短射程区域)的目标,对剂量分布形成使用低能量的射束,因此半阴影增加。半阴影表示在目标外或目标与正常组织之间的边界近旁的区域中赋予剂量从 80%降低至 20%的横向距离,与射束直径具有正相关性。在此,将目标中心近旁的赋予剂量设为 100%。半阴影越小越可以说是与目标形状一致的高精细的剂量分布。

[0005] 对于这样的课题,在非专利文献 1 中公开了在被照射体的上流设置能量吸收体的方法。在该方法中,即使对段射程区域的目标也照射高能量的射束,通过能量吸收体在即将射入被照射体之前降低射束能量。抑制低能量状态下的射束的漂移距离,因此能够抑制射束直径,改善半阴影。此外,在非专利文献 2 中公开了使用准直器来屏蔽向目标外射入的射束,实现半阴影改善的方法。

[0006] 现有技术文件

[0007] 非专利文献

[0008] 非专利文献 1:U. Titt, et al., "Adjustment of the lateral and longitudinal size of scanned proton beam spot using a pre-absorber to optimize penumbræ and delivery efficiency" Phys. Med Biol. 55(2010) 7097-7106.

[0009] 非专利文献 2:M. Bues, et al., "Therapeutic step and shoot proton beam spot-scanning with a multi-leaf collimator:a monte carlo study" Radiat. Prot. Dosim. 115 164-9.

### 发明内容

[0010] 发明要解决的课题

[0011] 并用非专利文献 1 的能量吸收体和非专利文献 2 的准直器时,可以认为在向短射程区域的扫描照射中能够进一步改善半阴影。然而,关于向照射区域形成装置装卸这 2 个

装置的方法存在问题。对于从被照射体的表面较深的位置,即对短射程区域外的目标不使用这 2 个装置,因此需要从射束经过区域去除。

[0012] 当在照射区域形成装置内具备能量吸收体的驱动装置、多叶准直器时,装置的装卸自动化,能够减轻操作者的负担。然而,照射区域形成装置向深度方向大型化,因此照射区域形成装置内的射束的漂移距离增加,在高能量条件下射束直径增大。因此,虽然在向短射程区域的照射中可以通过能量吸收体和准直器的作用来改善半阴影,但在向短射程区域外的照射中相反半阴影增加。此外,随着照射区域形成装置的大型化旋转机架也大型化,粒子束治疗系统的成本增大。

[0013] 在照射区域形成装置的前端部分设置敷贴器的设置夹具,在操作者手动实施敷贴器的装卸的情况下,能够解决这样的课题。在此,将由能量吸收体和准直器构成的向短射程区域的照射补偿装置称为敷贴器。然而,通过扫描照射法形成照射区域的照射区域形成装置一般对于横向能够在 400mm×300mm 的范围内扫描射束,与这样的规格对应的敷贴器成为大型且重物。因此,向照射区域形成装置的敷贴器手动装卸成为操作者的大的负担。

[0014] 本发明的目的在于提供一种具备照射区域形成装置的粒子束治疗系统,其通过不会增加成本、短射程区域外的半阴影以及操作者的负担,能够改善短射程区域中的半阴影的扫描照射法来形成照射区域。

[0015] 解决课题的方法

[0016] 为了解决上述课题,本发明的粒子束治疗系统具有:照射区域形成装置,其通过扫描照射法形成照射区域;以及向短射程区域的照射补偿装置,其具有能量吸收体、第一准直器、第二准直器、所述能量吸收体和所述第一准直器以及所述第二准直器的装卸机构,所述照射区域形成装置具有所述照射补偿装置的装卸机构。

[0017] 发明效果

[0018] 根据本发明,在具备通过扫描照射法形成照射区域的照射区域形成装置的粒子束治疗系统中,不会增加成本、短射程区域外的半阴影以及操作者的负担,能够改善短射程区域中的半阴影。

## 附图说明

[0019] 图 1 是表示本发明的一实施方式的粒子束治疗系统的整体结构的框图。

[0020] 图 2 是本发明的一实施方式的照射区域形成装置的概要图。

[0021] 图 3 是本发明的一实施方式的短射程敷贴器的概要图。

[0022] 图 4 是本发明的一实施方式的支撑框的概要图。

[0023] 图 5 是本发明的一实施方式的准直器 A 和准直器 B 的概要图。

[0024] 图 6 是本发明的一实施方式的能量吸收体的概要图。

[0025] 图 7 是本发明的一实施方式的能量吸收体和准直器 A 的概要图。

[0026] 图 8 是本发明的一实施方式的能量吸收体和准直器 A 的其他例子的概要图。

[0027] 图 9 是表示本发明的一实施方式的向照射区域形成装置设置短射程敷贴器的设置方法的一例的概要图。

[0028] 图 10 是表示本发明的一实施方式的向照射区域形成装置设置短射程敷贴器的设置方法的一例的概要图。

[0029] 图 11 是表示本发明的一实施方式的向照射区域形成装置设置短射程敷贴器的设置方法的其他一例的概要图。

[0030] 图 12 是本发明的一实施方式的准直器 A 和准直器 B 的一例的概要图。

[0031] 图 13 是表示本发明的一实施方式的计划顺序的流程图。

[0032] 图 14 是本发明的一实施方式的计划装置的概要图。

[0033] 图 15 是表示本发明的一实施方式的使用短射程敷贴器时的互锁机构的框图。

[0034] 图 16 是表示本发明的一实施方式的使用短射程敷贴器时的互锁机构的动作的流程图。

## 具体实施方式

[0035] 以下,使用图 1 至图 16,对本发明的一实施方式的粒子束治疗系统的结构以及动作进行说明。图 1 是表示本发明的一实施方式的粒子束治疗系统的整体结构的框图。粒子束治疗系统具备向短射程区域的照射补偿装置(以下,称为短射程敷贴器)101 和质子束照射装置 102。在本实施例中,以质子束照射装置 102 为例进行了说明,但本发明也可以应用于使用质量比质子重的粒子(碳束等)的重粒子束照射装置。

[0036] 如图 1 所示,质子束照射装置 102 具有质子束产生装置 103、质子束输送装置 104 以及旋转式照射装置 105。另外,在本实施例中以具备旋转机架的旋转式照射装置 105 为例进行了说明,但照射装置也可以是固定式的。

[0037] 质子束产生装置 103 具有离子源 106、前段加速器 107(例如,直线加速器)以及同步加速器 108。在离子源 106 产生的质子离子首先通过前段加速器 107 加速。从前段加速器 107 射出的质子束(以下,称为射束)在通过同步加速器 108 加速至预定的能量后,从射出偏转器 109 向质子束输送装置 104 射出。最终,射束在经过旋转式照射装置 105 后向被照射体照射。旋转式照射装置 105 具有旋转机架(未图示)和照射区域形成装置 110。设置在旋转机架上的照射区域形成装置 110 与旋转机架一起旋转。将质子束输送装置 104 的一部分安装在旋转机架上。在本实施例中,作为质子束的加速装置采用了同步加速器 108,但也可以采用回旋加速器或直线加速器。

[0038] 接着,说明通过本实施例的照射区域形成装置 110 实现的扫描照射法的概要。在扫描照射法中,将照射范围分割成微小区域(点),向每个点照射射束。当对点赋予了既定剂量时,停止照射而向下一既定扫描射束。在横向的射束扫描中使用搭载在照射区域形成装置 110 上的扫描电磁铁(未图示)。对于某深度,当对所有的点赋予了既定剂量时,照射区域形成装置 110 向深度方向扫描射束。通过使用同步加速器 108 或搭载在照射区域形成装置 110 等上的射程移位器(未图示)来变更射束能量,由此实现向深度方向的射束扫描。重复这样的顺序,最终形成一样的剂量分布。

[0039] 每个点的射束的横向剂量分布在等中心面中以  $1\sigma = 3\text{mm} \sim 20\text{mm}$  的高斯分布状扩展。在本实施例中,在没有对扫描电磁铁进行励磁的状态下,将射束的中心通过的直线定义为射束轴。此外,将旋转式照射装置 105 的旋转轴与射束轴的交点定义为等中心。

[0040] 如图 2 所示,在照射区域形成装置 110 的前端部分具备短射程敷贴器设置用插槽 C201。

[0041] 图 3 表示短射程敷贴器的概要图。短射程敷贴器 101 由支撑框 301、能量吸收体

302、第一准直器 303(以下,称为准直器 A)、第二准直器 304(以下,称为准直器 B) 构成,在向短射程区域照射射束时,以改善半阴影 (penumbra) 为目的设置在照射区域形成装置 110 中。如图 4 所示,在支撑框 301 上具备用于收纳能量吸收体 302 和准直器 A303 的插槽 A401 和用于收纳准直器 B304 的插槽 B402

[0042] 本发明的特征在于,根据功能将短射程敷贴器 101 的准直器分割为准直器 A303 和准直器 B304。为了改善半阴影,要求尽量将准直器设置在下游侧。然而,越是下游侧射束直径越增大,因此为了屏蔽泄漏的射束,需要宽度宽且重量大的准直器。因此,将准直器分割为 a) 具有泄漏射束的屏蔽功能的准直器(准直器 A303) 和 b) 沿着目标形状形成射束的横向(针对射束行进方向垂直的方向)形状,具有改善半阴影功能的准直器(准直器 B304),从而解决了上述课题。通过将准直器 A303 配置在射束直径小的上流侧能够抑制宽度,有助于短射程敷贴器 101 的小型和轻量化。通过将准直器 B304 设置在下游侧,有助于半阴影的改善。准直器 B304 不需要泄漏射束的屏蔽功能,因此不需要图 3 所示的准直器 A303 程度的宽度。此外,成为分割准直器,对于支撑框 301 单个安装的结构,因此每个部件的重量减少,进一步减轻操作者的负担。

[0043] 使用图 5,对准直器 A303 和准直器 B304 的结构进行说明。为了屏蔽向照射区域周边泄漏的射束,在准直器 A 中使用厚度 20mm 的黄铜板。为了仅屏蔽向照射区域外泄漏的射束,在准直器 A303 的中心部分设有开口部 501。在本实施例中,仅在照射深度 100mm 以下的区域的情况下使用短射程敷贴器 101,因此通过上述规格能够得到足够的屏蔽效果,但需要根据使用条件变更准直器 A303 的材质和厚度(例如,在照射更深区域时也使用短射程敷贴器的情况下,需要增加厚度)。

[0044] 与准直器 A303 同样地,在准直器 B304 中使用厚度 20mm 的黄铜板。沿着目标形状形成射束的横向形状,以改善剂量分布的半阴影为目的而使用。如图 5 所示,与目标形状相符地在准直器 B304 中开设患者固有的开口部 502。与准直器 A303 同样地,在本实施方式中,仅在照射深度 100mm 以下的区域的情况下使用短射程敷贴器 101,因此通过上述规格能够得到足够的效果,但需要根据使用条件变更准直器 B304 的材质和厚度。

[0045] 图 6 表示能量吸收体 302 的概要图。在本实施例中,作为能量吸收体 302 使用水当量厚度 40mm 的 ABS 树脂,但也可以根据使用条件等使用材质、水当量厚度不同的材料。此外,如图 6 所示,本实施例的能量吸收体 302 的中心部分向下游侧凸出(具有中心凸部 601),如图 7 所示成为与准直器 A303 一体的结构。为了降低射束直径,缩短低能量状态下的射束的漂移距离,因此将能量吸收体 302 尽量设置在下游侧为有效。但是,也可以使能量吸收体 302 为图 8 所示的平板状的形式。该情况下,与图 6、图 7 相比,能量吸收体 302 位于上流侧,因此虽然有射束直径增加的缺点,但能量吸收体 302 的制作变得容易,短射程敷贴器 101 的制造成本降低。

[0046] 使用图 9 和图 10,表示向照射区域形成装置 110 设置短射程敷贴器 101 的设置顺序。如图 9 所示,首先,针对在照射区域形成装置 110 的前端部分具备的插槽 C201,从横向滑动地安装支撑框 301 的接合部 901,并用螺栓等固定件(未图示)固定。此时,从支撑框 301 装卸了能量吸收体 302、准直器 303A 以及准直器 B304。接着,如图 10 所示,针对插槽 A401 从横向滑动地安装与准直器 A303 一体结构的能量吸收体 302,并用固定件(未图示)固定。最后,针对插槽 B402 从横向滑动地安装准直器 B304,并用固定件(未图示)固定。

[0047] 在本实施例中,如上所述地假定了短射程敷贴器 101 的设置方法和顺序,但只要能够切实地在照射区域形成装置 110 固定能量吸收体 302、准直器 A303 以及准直器 B304 的方法,能够得到相同的效果。

[0048] 如图 11 所示,即使采用将能量吸收体 302、准直器 A303 以及准直器 B304 在深度方向分割成多个,并针对支撑框 301 单个进行设置的结构,也能够得到与本实施例相同的效果。每一个部件的重量减少,因此进一步减轻了设置短射程敷贴器 101 时的操作者的负担。

[0049] 质子束照射装置 101 在等中心面能够在  $400\text{mm}\times 300\text{mm}$  的范围照射射束,因此当针对假定的所有照射条件采用通用的短射程敷贴器 101 时,能量吸收体 302、准直器 A303 以及准直器 B304 必须大型化。因此,在本实施例的粒子束治疗系统中,如图 12 所示对每个治疗部位(例如,头颈部、脊椎等)具备专用形状的短射程敷贴器 101。对每个治疗部位大致决定在射线治疗中要求的照射区域形状。因此,如果使短射程敷贴器 101 为每个治疗部位的专用形状,能够将短射程敷贴器 101 小型化为各治疗所需要的足够的尺寸。在设置短射程敷贴器 101 时,能够进一步降低操作者的负担。

[0050] 使用图 13 表示的治疗计划流程图和图 14 表示的本实施例的粒子束治疗系统所具备的治疗计划装置的概要图,来表示应用短射程敷贴器 101 时的治疗计划顺序。如图 14 所示,治疗计划装置 1401 显示用于选择短射程敷贴器 101 有无使用以及要使用的短射程敷贴器 101 的类型的操作画面 1402,将在显示的操作画面 1402 中选择的短射程敷贴器 101 的有无使用以及要使用的短射程敷贴器 101 的种类记录在处方笺中,并输出给照射控制装置 1503(参照图 15)。此外,治疗计划装置 1401 在使用短射程敷贴器 101 的情况下,在进行最佳化计算时,将能够使用的点的配置以及能够使用的来自质子束产生装置 103 的射出射束限制在与使用的短射程敷贴器 101 对应的范围。并且,治疗计划装置 1401 记录与每个治疗部位的专用形状的短射程敷贴器 101 相关的信息、在操作画面 1402 中选择的短射程敷贴器 101 的有无使用以及要使用的短射程敷贴器 101 的种类。

[0051] 首先,操作者向治疗计划装置 1401 输入被照射体的 X 射线 CT 图像信息,并在操作画面 1402 上进行显示(步骤 1301)。接着,操作者一边确认操作画面 1402 上的 CT 图像 1403,一边使用鼠标等用户界面(未图示)来指定照射方向(即,旋转机架的角度)和目标范围(步骤 1302)。在本实施例中使用了 X 射线 CT 图像信息,但只要能够确认被照射体的内部结构的图像,能够得到相同的效果。

[0052] 在不使用短射程敷贴器 101 的情况下,操作者通过点击操作画面 1402 上的最佳化按钮 1404,治疗计划装置计算用于向指定的目标内赋予一样且足够量的剂量的恰当的点的配置、向各点的照射射束能量以及射束照射量,并将计算结果作为处方笺输出(步骤 1303)。

[0053] 另一方面,在使用短射程敷贴器 101 的情况下,操作者勾选操作画面 1402 上的相应的短射程敷贴器使用复选框 1405(步骤 1304)。例如当勾选了准直器 A 的宽度  $250\text{mm}\times 250\text{mm}$  的头颈部用短射程敷贴器栏 1405a 时,治疗计划装置 1401 在生成处方笺时所实施的最佳化计算时,所能够使用的点配置限制在  $200\text{mm}\times 200\text{mm}$  以内。此外,在进行最佳化计算时,把能够使用的来自质子束产生装置 103 的射出射束限制在射程 100mm 以下。之后,在点击了最佳化按钮 1404 时,从治疗计划装置 1401 输出点的配置在  $200\text{mm}\times 200\text{mm}$  以内,且将射束射程限制在 100mm 以下的处方笺(步骤 1303)。此外,在处方笺中还记载与短

射程敷贴器的种类相关的信息（例如，头颈部用、脊椎用等）。

[0054] 这样，本实施例的治疗计划装置 1401 具有能够防止设置短射程敷贴器 101 时的误照射的功能。如上所述，本实施例的短射程敷贴器 101 为了小型化，对每个治疗部位采用专用形状。然而，质子束照射装置 102 具有在等中心面能够向 400mm×300mm 范围照射射束的性能，因此必须具有防止万一向准直器 A303 的外侧照射射束的功能。在本实施方式中，针对宽度 250mm×250mm 的短射程敷贴器将点的配置限制设为 200mm×200mm 以内，但需要根据射束直径或泄漏剂量的尺度进行变更。

[0055] 此外，在本实施例中，将准直器 A303 和准直器 B304 的厚度设为 20mm。质子束照射装置 102 具有可照射能够容易透射该厚度的射程 300mm 为止的射束的性能，因此如本实施例那样，必须具有用于防止因操作者的错误等照射高能束的射束，即照射射程长的射束的功能。在本实施例中，将射程的限制设为 100mm 以下，但需要根据能量吸收体 302、准直器 A303 以及准直器 B304 的厚度进行变更。

[0056] 在本实施例中，质子束照射装置 102 和短射程敷贴器 101 还具备防止误照射的互锁机构。如图 15 的框图所示，在照射区域形成装置 110 的前端部的插槽 C201 中具备传感器 1501，在支撑框 301 的连接部 901 上具备 IC 芯片（第一传感器）1502。在 IC 芯片 1502 中记录有与短射程敷贴器 101 的种类（例如，头颈部用、脊椎用等）相关的信息。当按照上述顺序将支撑框 301 连接到照射区域形成装置 110 上时，传感器 1501 读取 IC 芯片 1502 的信息并发送给照射控制装置 1503。另一方面，为了监视能量吸收体 302、准直器 A303 以及准直器 B304 的装卸状况，在插槽 A401 和插槽 B402 具备限位开关（第二传感器）1504。仅在支撑框 301 上正确地设置了能量吸收体 302、准直器 A303 以及准直器 B304 的情况下，从限位开关 1504 经由传感器 1501 对照射控制装置 1503 输出信号。

[0057] 图 16 是表示上述互锁功能的动作的流程图。首先，为了实施向被照射体的射束照射，操作者进行操作以便从治疗计划装置 1401 向照射控制装置 1503 输入处方笺（步骤 1601）。于是，照射控制装置 1503 从处方笺读取这次射束照射中的短射程敷贴器 101 的有无应用和应用预定的短射程敷贴器 101 的种类。并且，照射控制装置 1503 将读取的所述信息与从照射区域形成装置 110 的传感器 1501 输出的 IC 芯片 1502 的信息进行对照（步骤 1602）。在确认了在照射区域形成装置 110 中设置了与处方笺相同的短射程敷贴器 101 后，照射控制装置 1503 确认从全部限位开关 1504 正在输出信号（1603）。在确认了从全部限位开关 1504 正在输出信号后，照射控制装置 1503 对质子束照射装置 102 发送射束照射开始许可信号（步骤 1604）。在本实施例中，使用了 IC 芯片 1502 和传感器 1501，但只要是能够识别短射程敷贴器 101 的种类的方法，则能够得到同样的效果。此外，在本实施例中使用了限位开关 1504，但若是能够监视各种装置的装卸状态的方法，则能够得到同样的效果。

[0058] 表示使用本发明的粒子束治疗系统向短射程区域照射射束的顺序。首先，向治疗室（未图示）所具备的患者躺椅（未图示）固定被照射体。患者躺椅可向 6 轴方向运动，通过操作者可以将被照射体移动至任意位置。接着，通过安装在旋转机架上的激光打标机（未图示）或 X 射线拍摄装置（未图示），计算被照射体的当前位置与治疗计划时的位置的偏移量，使患者躺椅动作来充分降低偏移量。并且，按照上述顺序将短射程敷贴器 101 设置在照射区域形成装置 110，使旋转机架旋转至与治疗计划时相同的角度。在进行上述治疗室的作业后，操作者向照射控制室（未图示）移动。最后，将使用治疗计划装置 1401 事前生



成的处方笺输入到照射控制装置 1503,开始照射射束。在确认了短射程敷贴器 101 正确地设置在照射区域形成装置 110 后,照射控制装置 1503 向质子束照射装置 102 发送射束照射许可信号。在接收到射束照射许可信号后,按照上述的扫描照射法的顺序,质子束照射装置 102 根据在处方笺中记载的信息对各点按顺序照射射束。

[0059] 这样,根据本发明,在具备通过扫描照射法形成照射区域的照射区域形成装置的粒子束治疗系统中,不会增加成本、短射程区域外的半阴影以及操作者负担,改善短射程区域内的半阴影。此外,由于应用短射程敷贴器,布拉格峰值的幅度增加,因此扩大布拉格峰值形成所需要的向深度方向的点数减少,剂量率提高。并且,通过布拉格峰值幅度的扩大,针对目的内剂量一样度的稳健性提高。

[0060] 另外,本发明并不局限于上述实施方式,可以进行各种变形、应用。

[0061] 符号说明

[0062] 101 照射补偿装置(短射程敷贴器)

[0063] 102 质子束照射装置

[0064] 103 质子束产生装置

[0065] 104 质子束输送装置

[0066] 105 旋转式照射装置

[0067] 106 离子源

[0068] 107 前段加速器

[0069] 108 同步加速器

[0070] 109 射出偏转器

[0071] 110 照射区域形成装置

[0072] 201 插槽 C

[0073] 301 支撑框

[0074] 302 能量吸收体

[0075] 303 准直器 A

[0076] 304 准直器 B

[0077] 401 插槽 A

[0078] 402 插槽 B

[0079] 501 准直器 A 的开口部

[0080] 502 准直器 B 的开口部

[0081] 601 能量吸收体的中心凸部

[0082] 901 支撑框的接合部

[0083] 1301 治疗计划顺序

[0084] 1302 治疗计划顺序

[0085] 1303 治疗计划顺序

[0086] 1304 治疗计划顺序

[0087] 1401 治疗计划装置

[0088] 1402 操作画面

[0089] 1403 被照射体的 X 射线 CT 图像

- [0090] 1404 最佳化按钮
- [0091] 1405 表示短射程敷贴器有无使用的复选框
- [0092] 1405a 表示要使用的短射程敷贴器的种类的复选框
- [0093] 1501 传感器
- [0094] 1502 IC 芯片
- [0095] 1503 照射控制装置
- [0096] 1504 限位开关
- [0097] 1601 到照射射束为止的顺序
- [0098] 1602 到照射射束为止的顺序
- [0099] 1603 到照射射束为止的顺序
- [0100] 1604 到照射射束为止的顺序

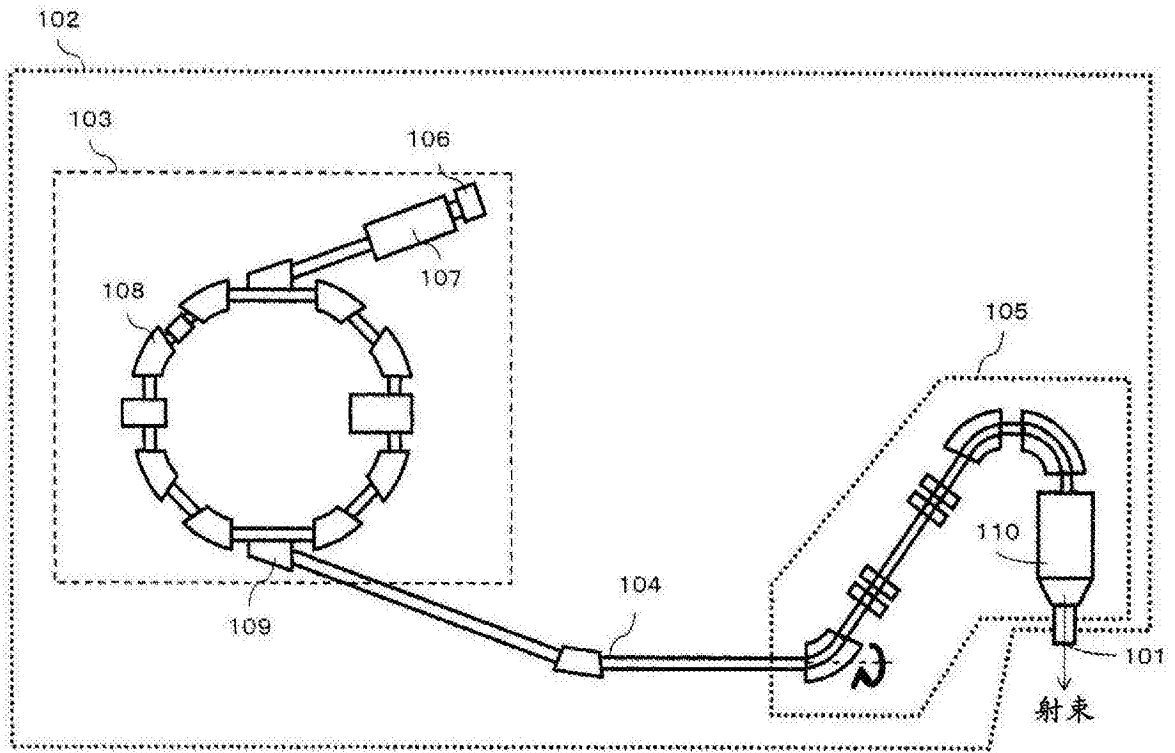


图 1

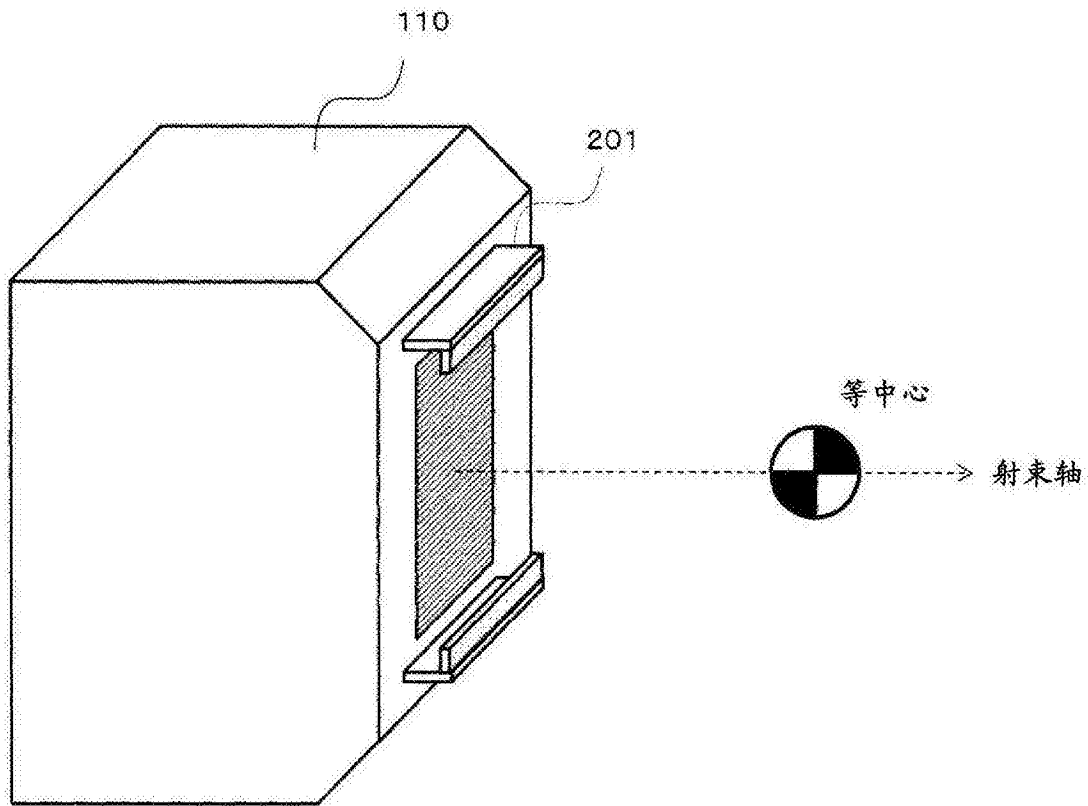


图 2

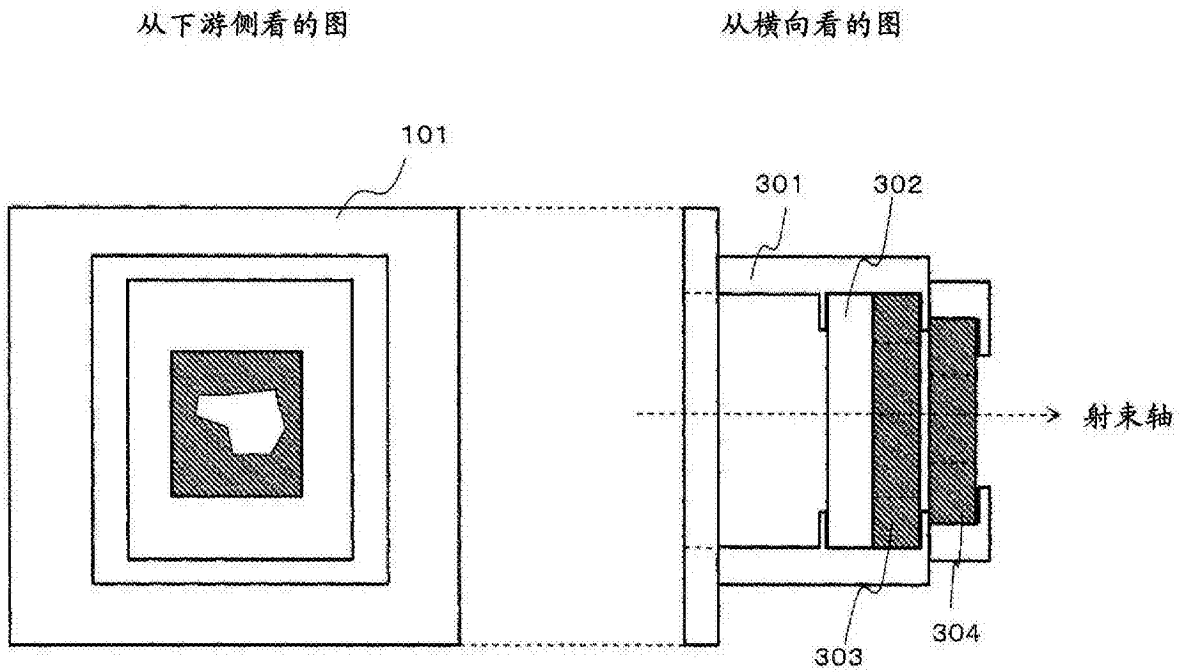


图 3

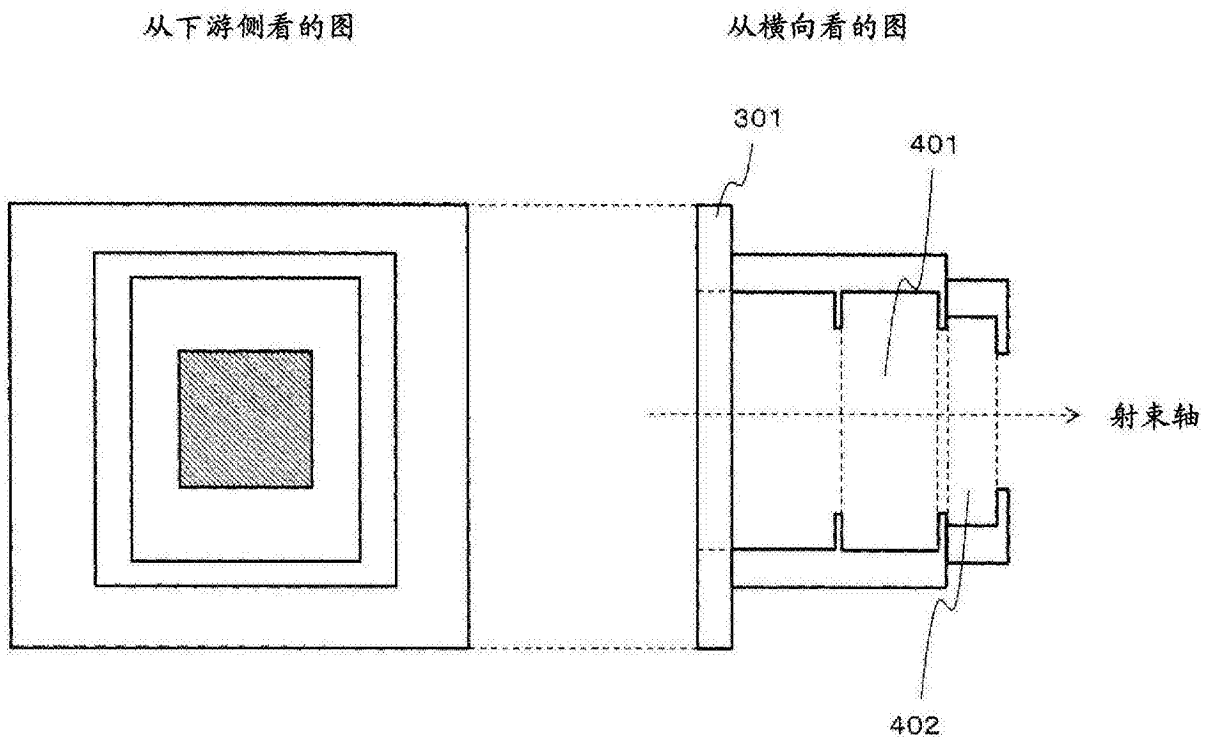


图 4

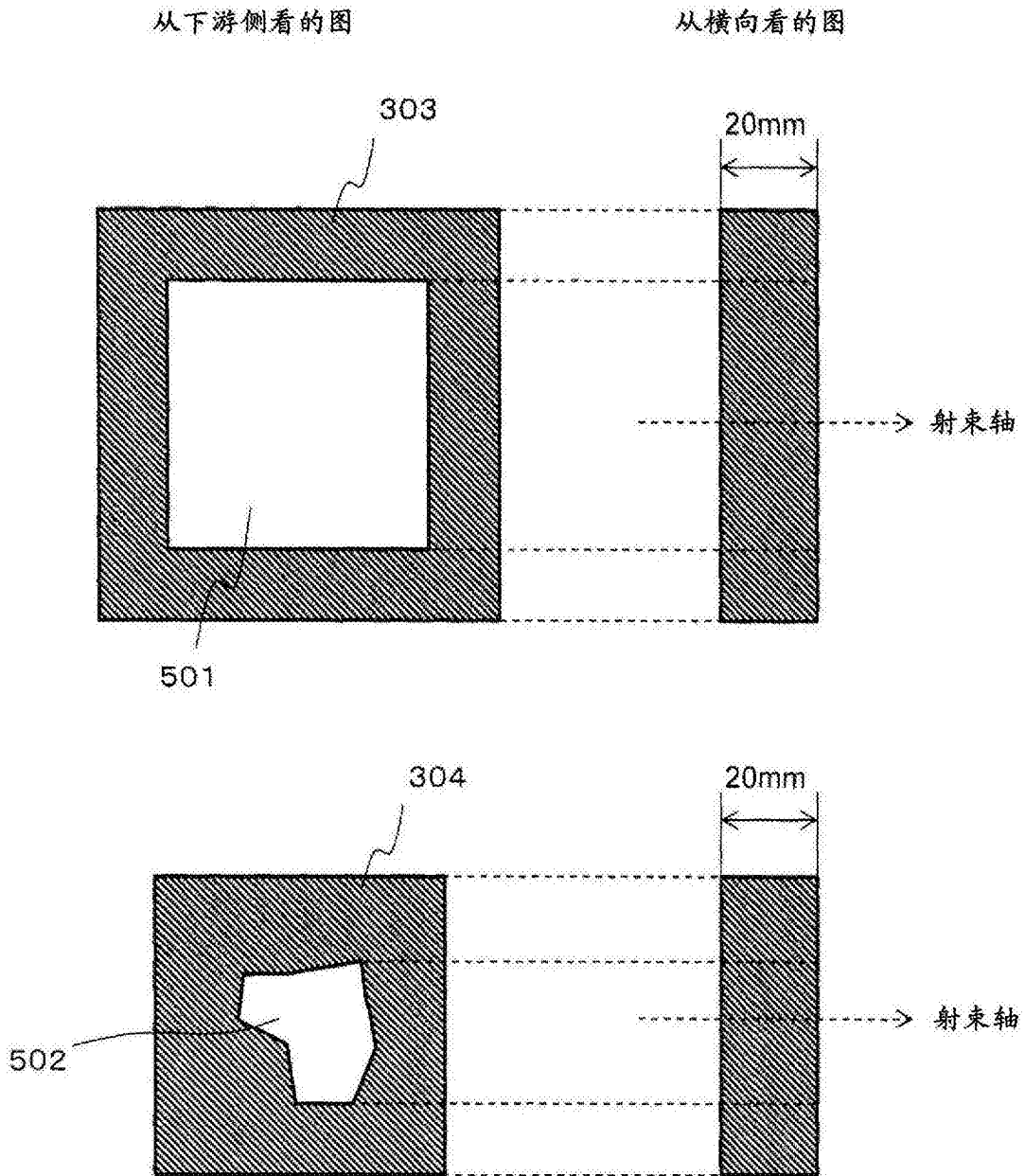


图 5

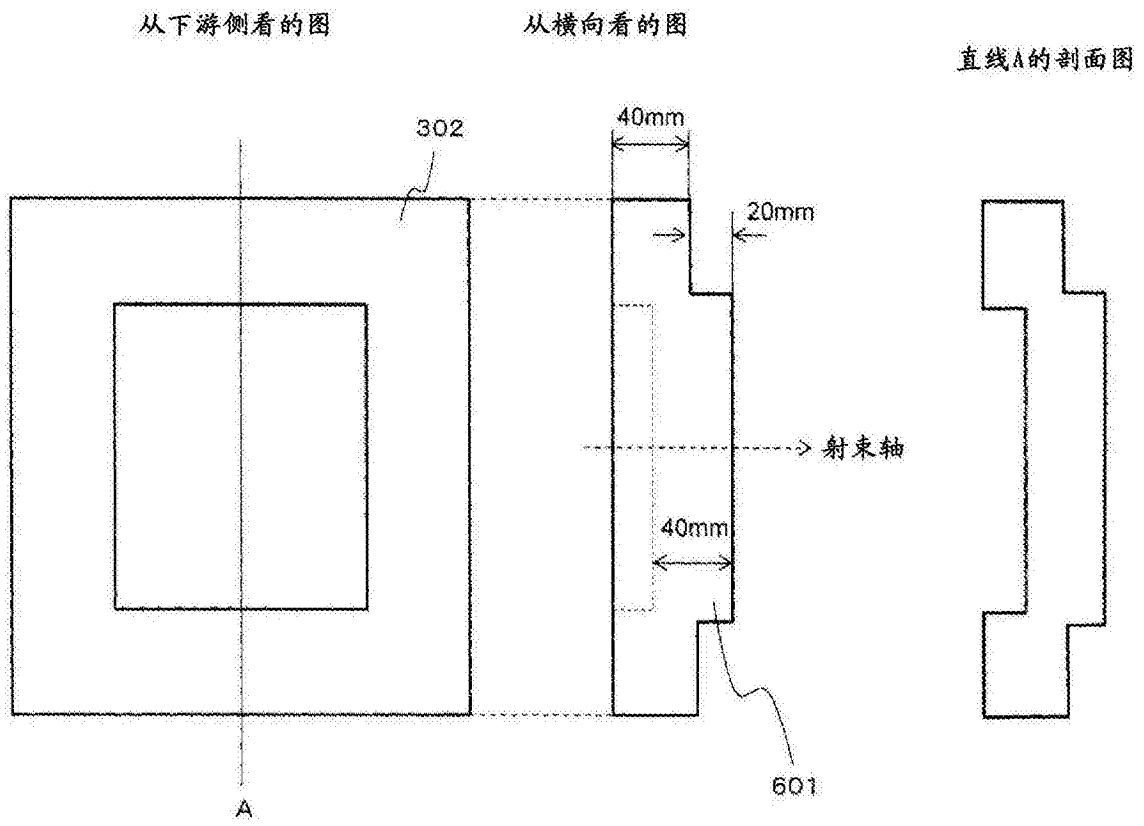


图 6

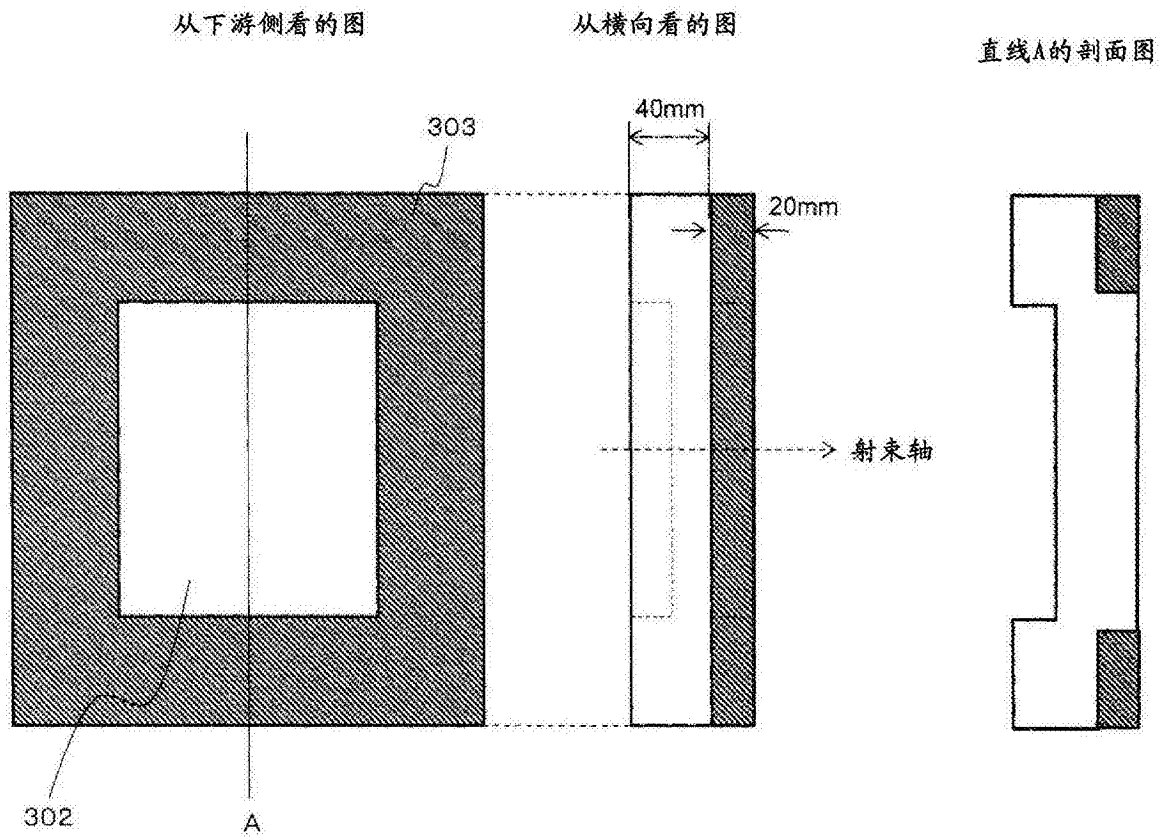


图 7

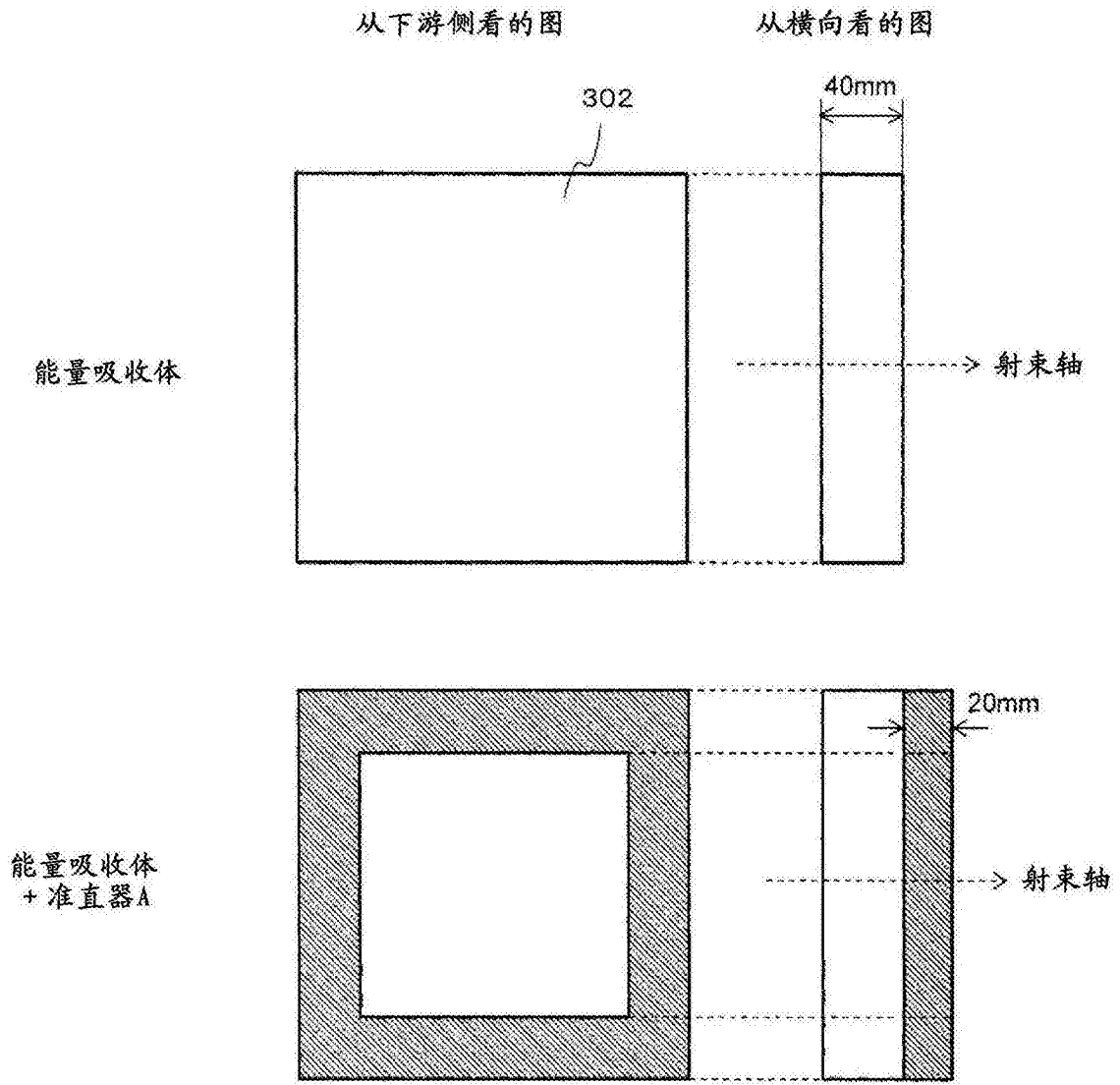


图 8



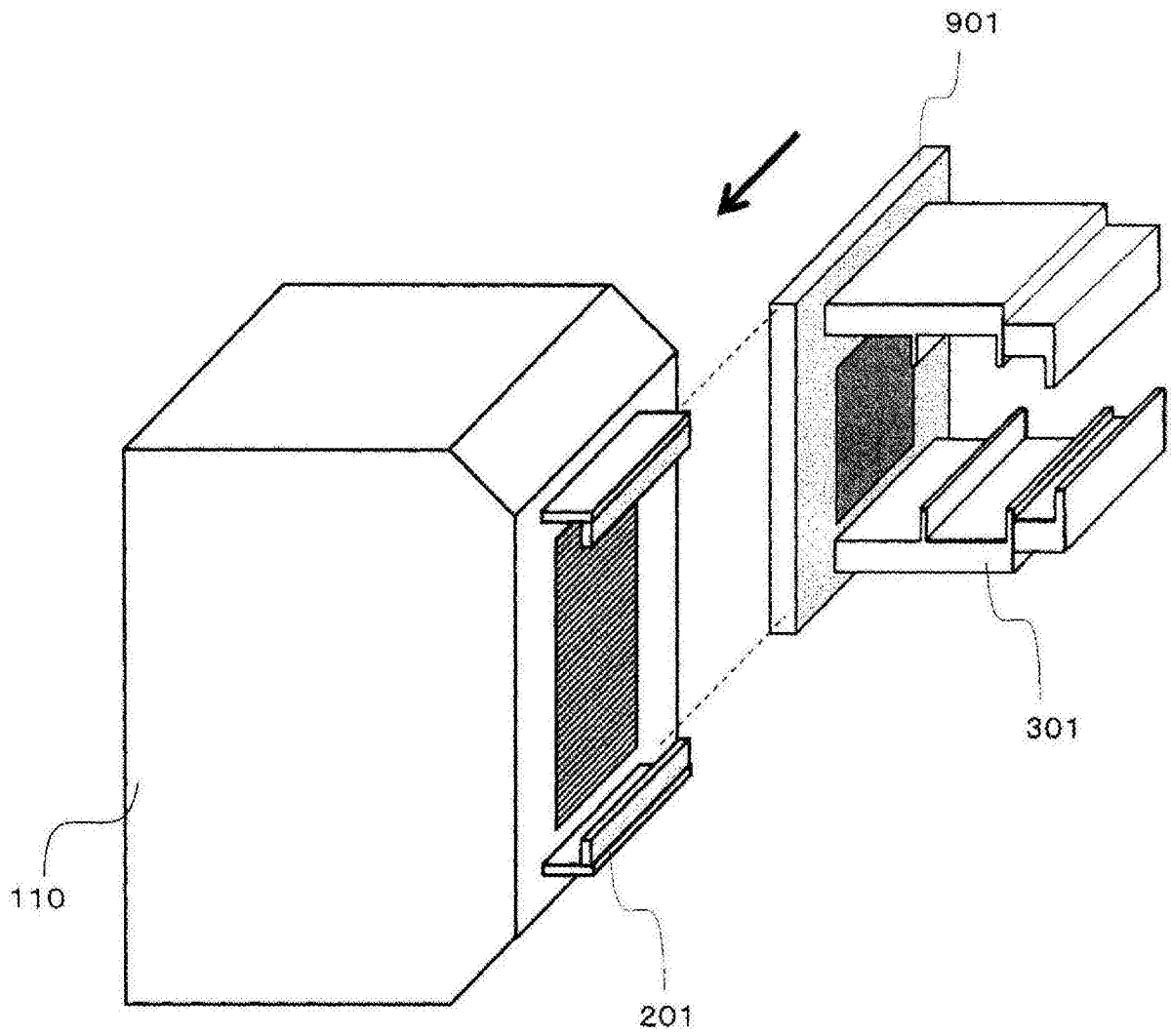


图 9

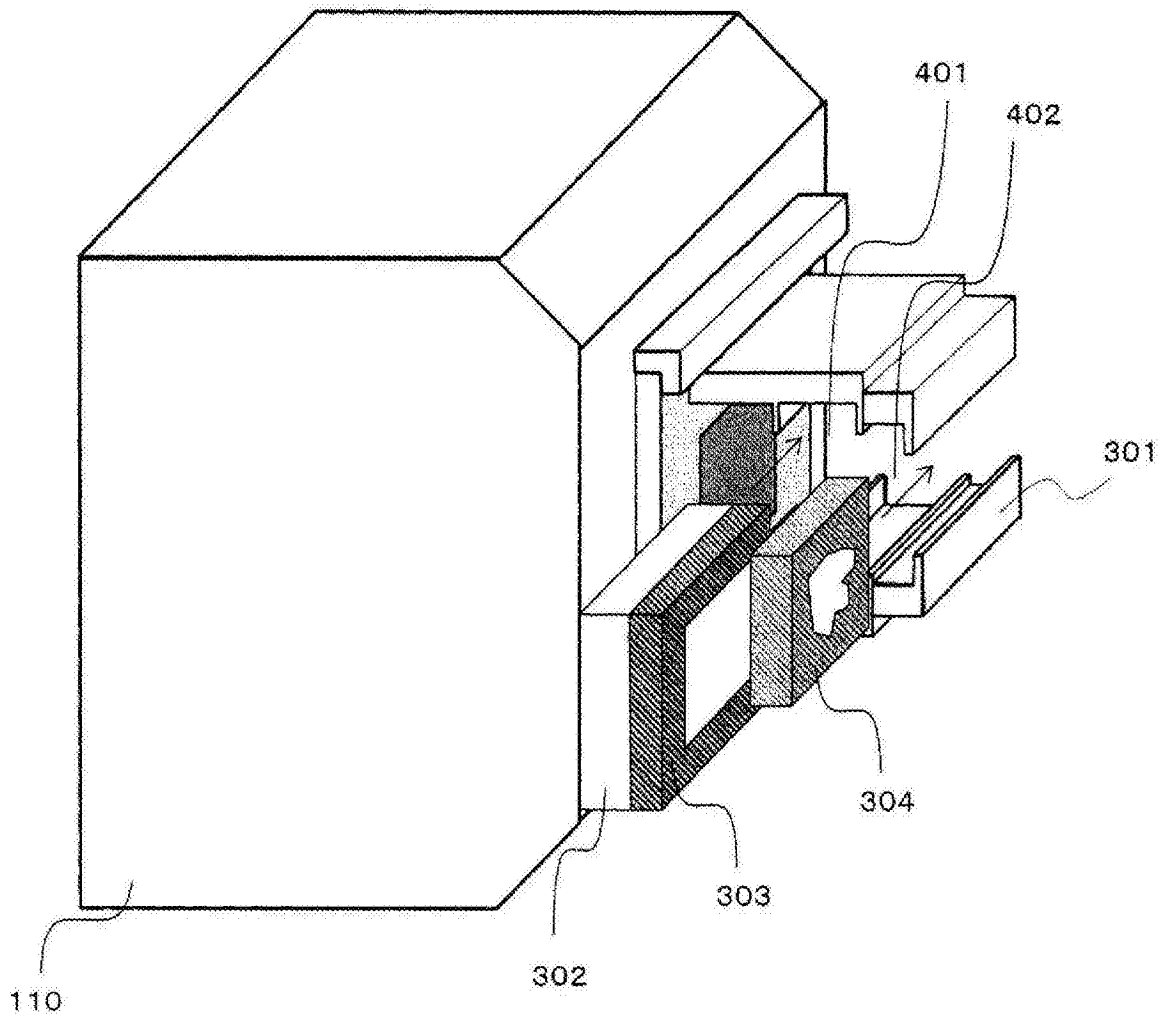


图 10

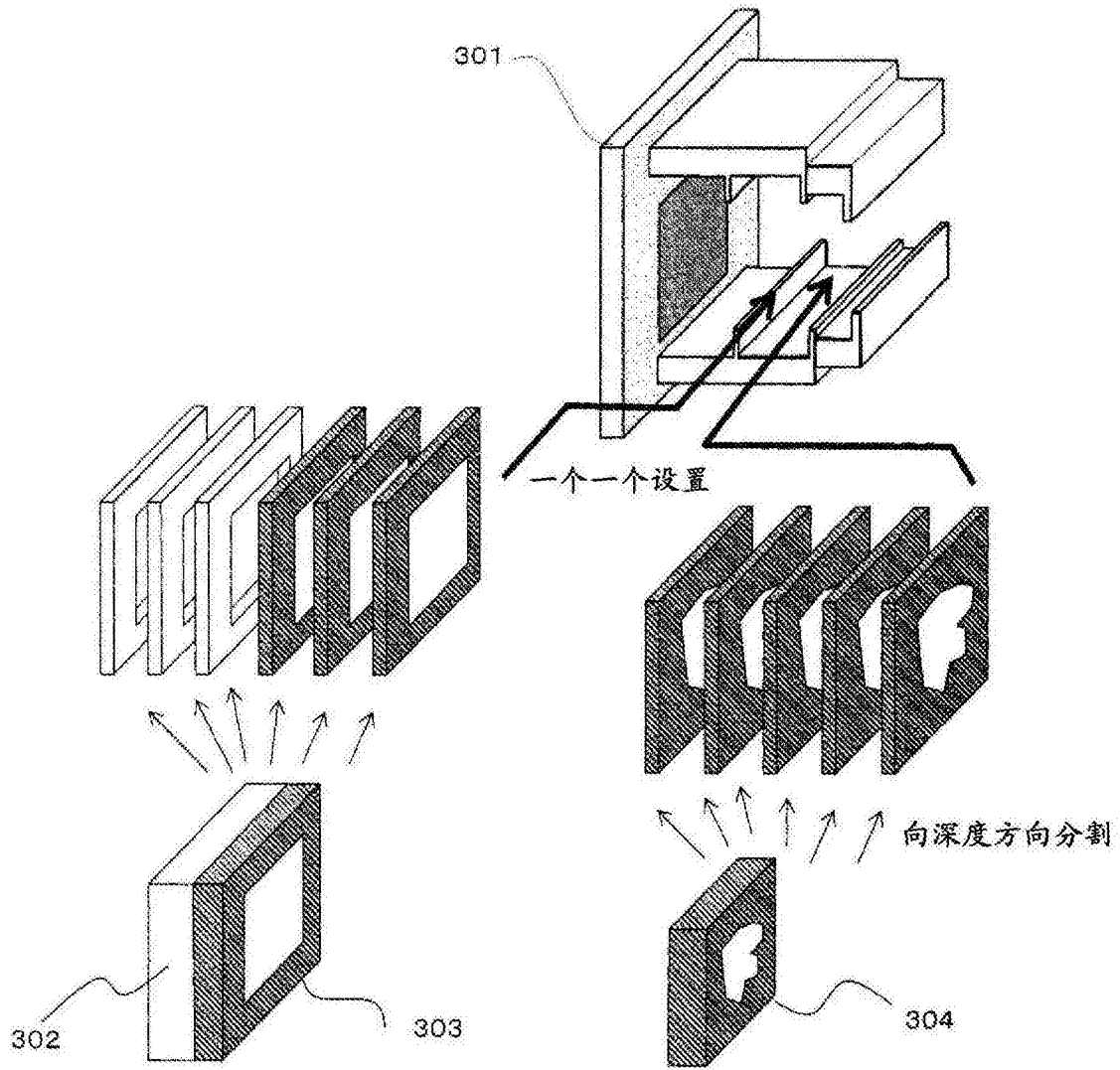
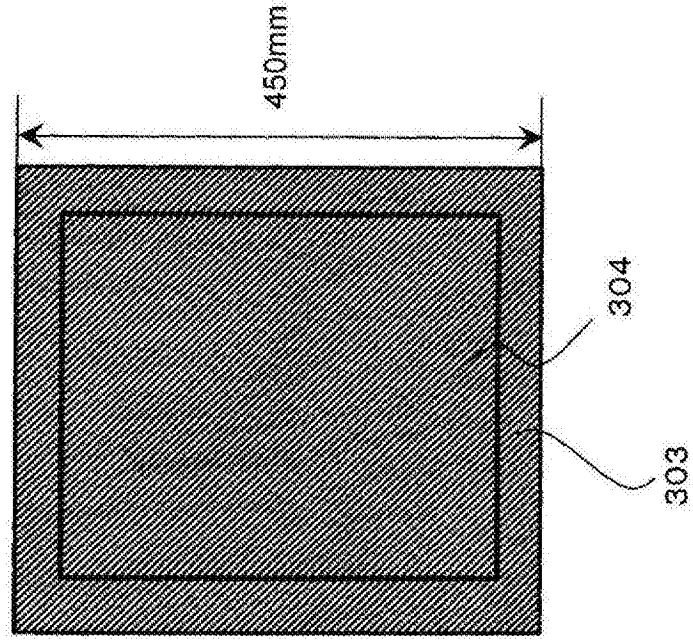
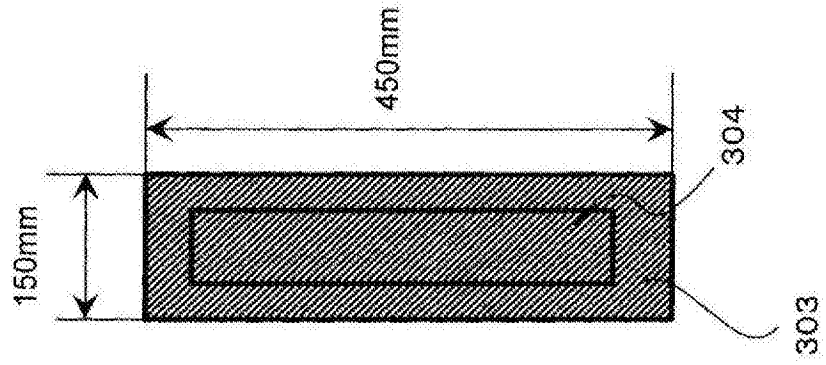


图 11

从下游侧观察短程敷贴器  
(通用)的准直器A的图



从下游侧观察短程敷贴器  
(脊椎用)的准直器A的图



从下游侧观察短程敷贴器  
(头部用)的准直器A和  
准直器B(全闭)的图

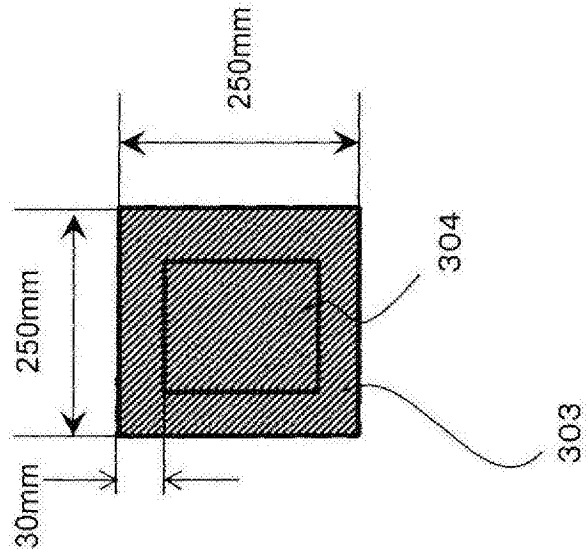


图 12

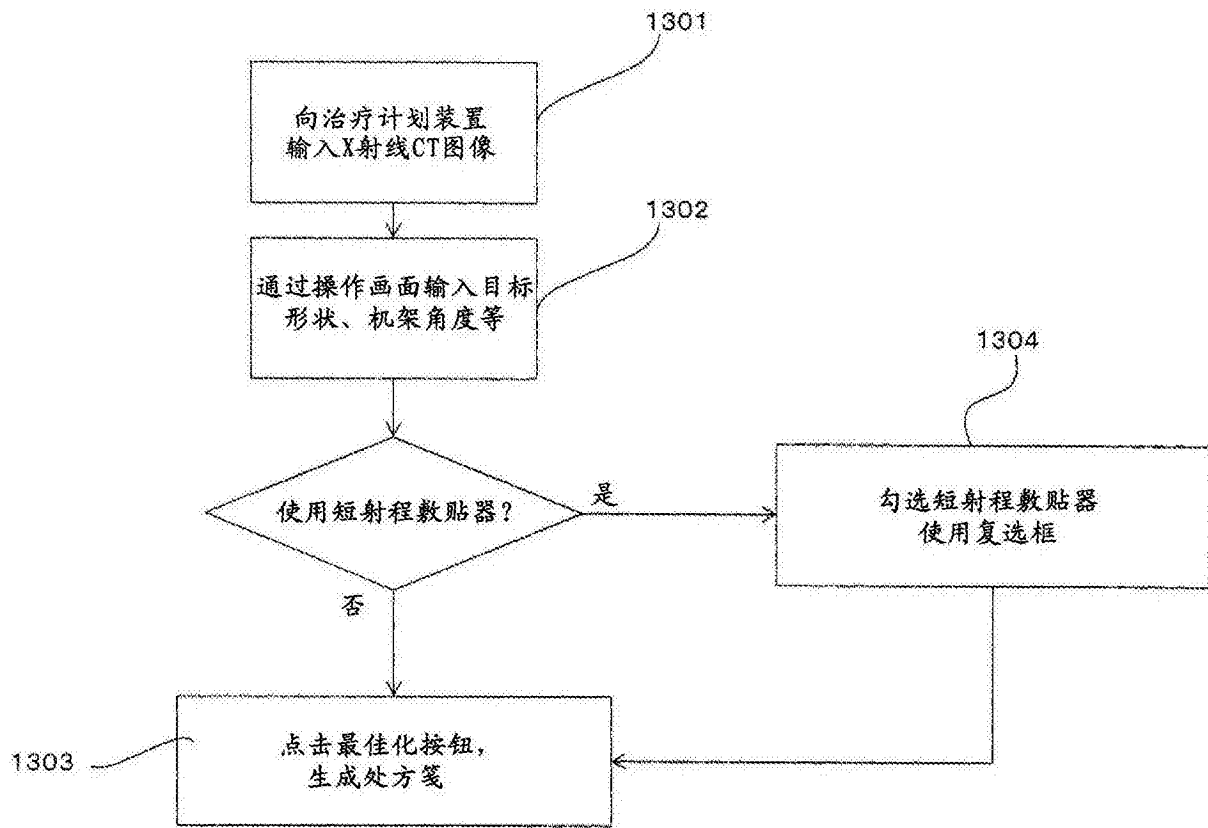


图 13

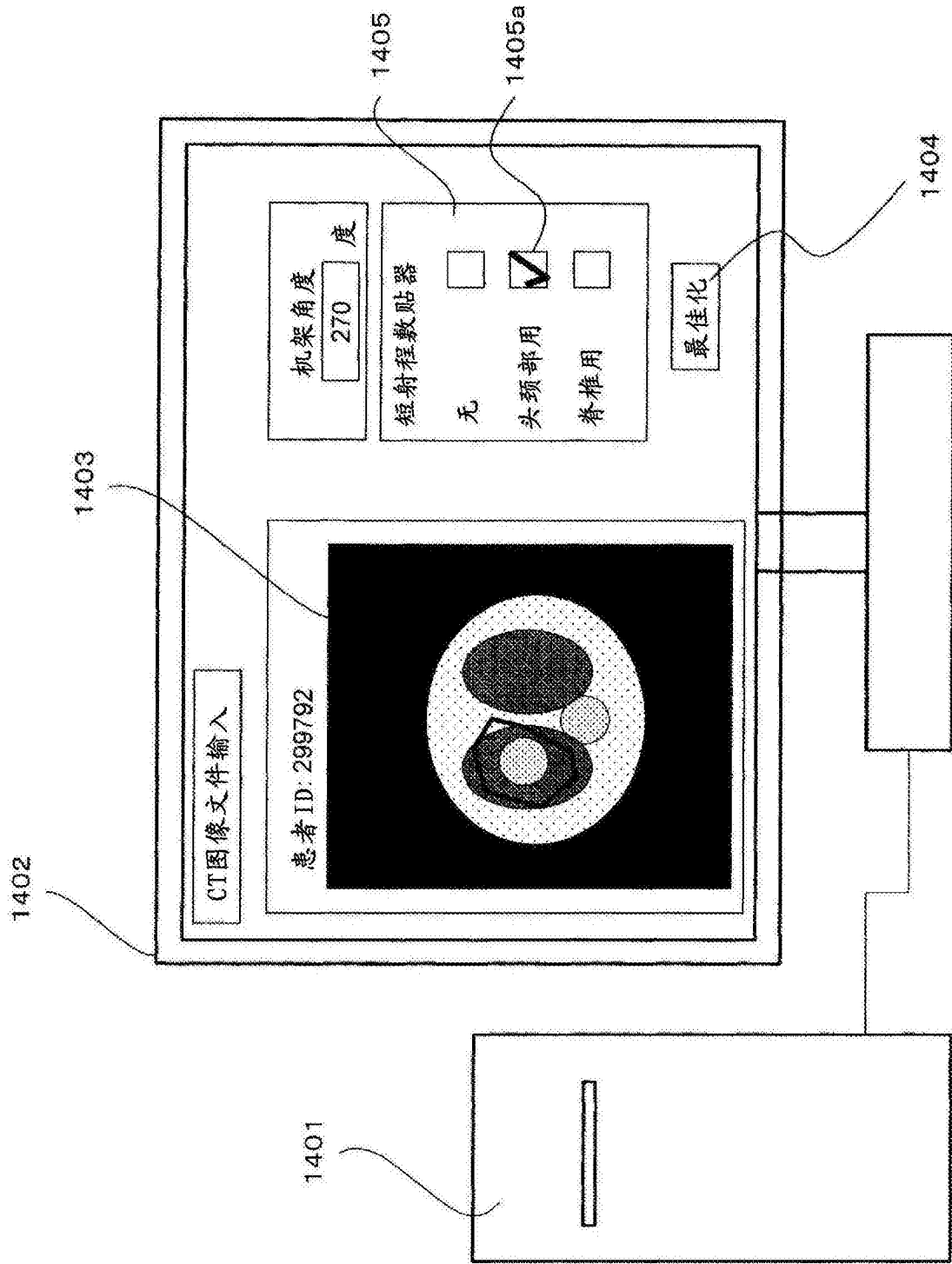


图 14

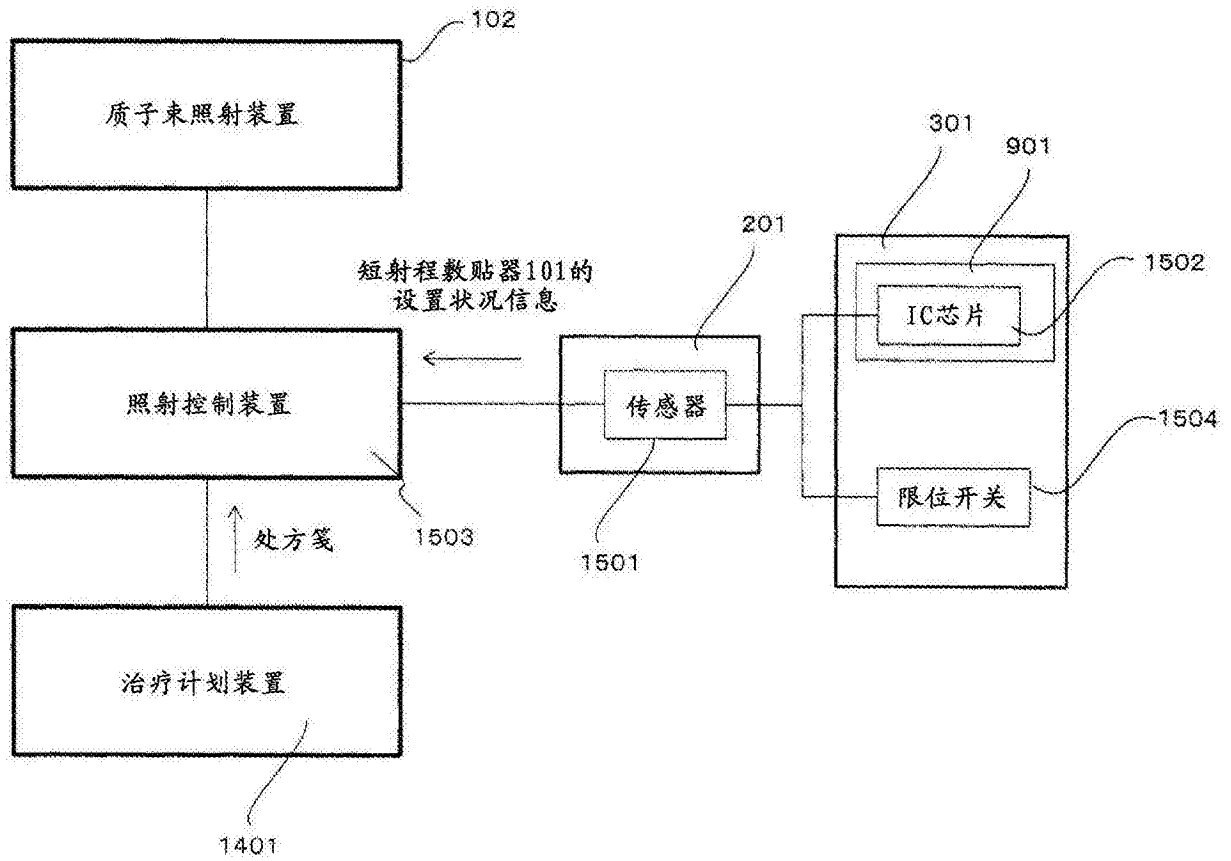


图 15

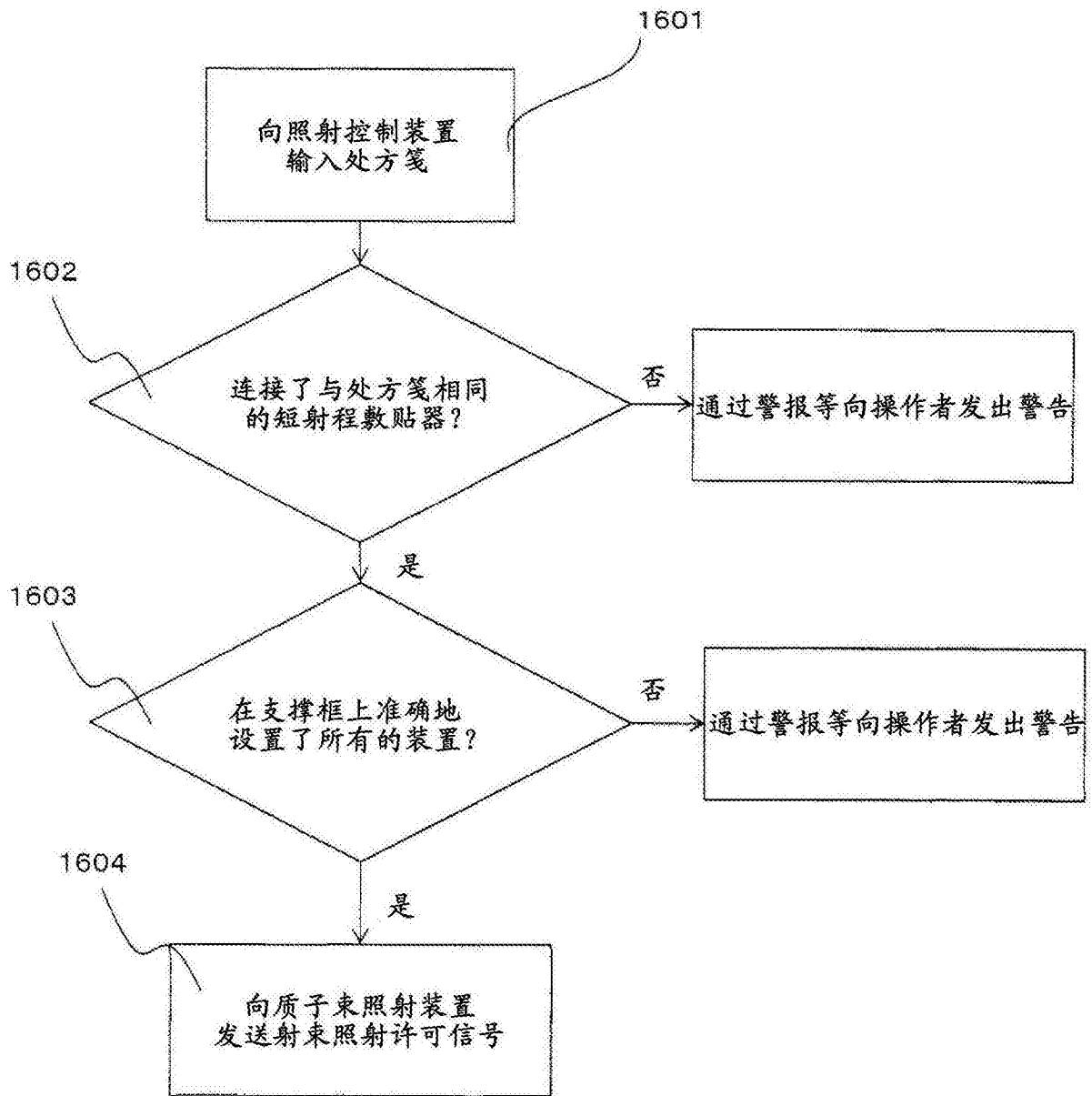


图 16