



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115006744 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 06

(21) 申请号 202210633853.3

(74) 专利代理机构 北京市正见永申律师事务所
11497

(22) 申请日 2022.06.06

专利代理师 黄小临 冯玉清

(71) 申请人 中国医学科学院肿瘤医院
地址 100021 北京市朝阳区潘家园南里17号

(51) Int.Cl.
A61N 5/10 (2006.01)

申请人 陕西华明普泰医疗设备有限公司
清华大学 北京理工大学
北京航空航天大学
北京帕特斯科技有限公司
慧影医疗科技(北京)股份有限公司
北京信息科技大学

(72) 发明人 戴建荣 牛传猛 李彦飞 查皓
马攀 汪世溶 周付根 李宏达
李明辉 吕国政 柴象飞 彭宝营
张金艳

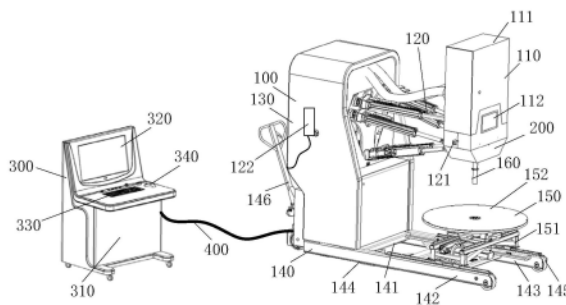
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种图像引导的放射治疗装置及控制方法

(57) 摘要

本发明涉及一种图像引导的放射治疗装置及控制方法。根据一具体实施例,所述放射治疗装置包括:治疗单元,其包括治疗头,所述治疗头用于产生放射治疗的射线;成像单元,其用于对患者靶区进行成像,所述成像单元与所述治疗头一体安装;以及计划单元,其通过线缆与所述治疗单元和所述成像单元连接。本发明的放射治疗装置可适用于体外放疗和术中放疗,并且具有较高的放疗精度。



1. 一种图像引导的放射治疗装置,包括:
治疗单元,其包括治疗头,所述治疗头用于产生放射治疗的射线;
成像单元,其用于对患者靶区进行成像,所述成像单元与所述治疗头一体安装;以及
计划单元,其通过线缆与所述治疗单元和所述成像单元连接。
2. 根据权利要求1所述的放射治疗装置,其中,所述治疗单元还包括:
底盘;
固定机架,其与所述底盘固定连接;
运动组件,其安装在所述固定机架上并至少部分嵌入所述固定机架,所述治疗头安装在所述运动组件上;
束挡组件,其可移动地布置在所述底盘上;以及
施照器组件,其共轴地布置在所述治疗头下方。
3. 根据权利要求1或2所述的放射治疗装置,其中,所述治疗头包括束流模块以及用于显示所述靶区的图像和/或所述束流模块的束流参数的显示屏。
4. 根据权利要求2所述的放射治疗装置,其中,所述治疗头配置为通过力控把手操控所述运动组件进行运动。
5. 根据权利要求2所述的放射治疗装置,其中,所述底盘包括底座、第一支撑腿和第二支撑腿,其中所述第一支撑腿、第二支撑腿固定连接在所述底座两侧,所述第一支撑腿、第二支撑腿和/或所述底座上设置有用于安装地脚螺栓的安装孔和/或用于安装滚轮和推车的安装接口,并且其中,所述束挡组件包括平移运动平台和束阻挡器,所述平移运动平台可滑动地设置在所述第一支撑腿、第二支撑腿上,所述束阻挡器相对所述支撑腿可运动地设置在所述平移运动平台上,所述束阻挡器为一中间厚、边缘薄的重金属块。
6. 根据权利要求2所述的放射治疗装置,其中,所述施照器组件包括适配器和施照器,所述施照器与所述适配器共轴布置在所述治疗头下方。
7. 根据权利要求1所述的放射治疗装置,其中,所述成像单元包括相机、光源,所述相机用于采集所述靶区的图像信息,所述光源安装在所述治疗头下方。
8. 根据权利要求7所述的放射治疗装置,其中,所述相机包括对称安装在所述治疗头两侧的两个相机。
9. 根据权利要求7所述的放射治疗装置,其中,所述成像单元还包括图像采集控制模块,其配置为对成像参数进行调节,并对生成的图像进行分割处理。
10. 一种放射治疗装置的控制方法,所述控制方法用于控制如权利要求1-9中任一项所述的放射治疗装置,其包括:
对放射治疗装置进行摆位,使得治疗区域的中心点与所述放射治疗装置的虚拟等中心重合;
使用成像单元获取所述治疗区域的光学图像;
使用计划单元基于所述光学图像生成靶区的解剖结构轮廓;以及
所述计划单元基于所述解剖结构轮廓,确定所述治疗单元的尺寸参数和/或运动参数,并将所述运动参数发送给治疗单元执行。

一种图像引导的放射治疗装置及控制方法

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及放射治疗设备领域,特别地,涉及一种放射治疗装置及控制方法。

背景技术

[0002] 放射治疗是当前肿瘤治疗的重要手段之一,在肿瘤治疗领域占有重要地位。按患者受照状态,放疗可分为体外放疗和术中放疗。体外放疗时,患者处于清醒状态,射线经过皮肤及正常组织到达肿瘤区域,在杀死肿瘤细胞的同时会对正常组织或器官造成一定损伤。术中放疗时,患者处于麻醉状态,肿瘤被手术切除后,射线直接对完全暴露的肿瘤瘤床或残存病灶区进行照射,对正常组织或器官的附带损伤小。

[0003] 体外放疗多采用C形臂直线加速器,通过旋转机架带动直线加速器绕患者旋转,实现射线照射。早期的术中放疗也是基于C形臂直线加速器开展的,患者需要从手术室转运至加速器机房,存在较大的感染风险。

[0004] 现有的放疗装置无法兼顾体外放疗和术中放疗,通用性差。例如,现有体外放疗装置无法移动,需要专用屏蔽机房,不适合术中放疗。而现有术中放疗装置结构复杂且操作不便,更无图像引导和计划系统支持,无法实现高精度放疗。

发明内容

[0005] 为了解决现有技术中存在的上述缺陷,本发明专利提出了一种图像引导的放射治疗装置和控制方法,其同时兼顾术中放疗和常规体外放疗,并且,通过光学成像系统获取治疗区的图像信息,完成模拟定位,可满足针对术中放疗、体外放疗的高精度操作要求。

[0006] 根据本发明一个方面,提供了一种图像引导的放射治疗装置,其包括:治疗单元,其包括治疗头,所述治疗头用于产生放射治疗的射线;成像单元,其用于对患者靶区进行成像,所述成像单元与所述治疗头一体安装;以及计划单元,其通过线缆与所述治疗单元和所述成像单元连接。

[0007] 在一些实施方式中,所述治疗单元还包括:底盘;固定机架,其与所述底盘固定连接;运动组件,其安装在所述固定机架上,所述治疗头安装在所述运动组件上;束挡组件,其可移动地布置在所述底盘上;以及施照器组件,其共轴地布置在所述治疗头下方。

[0008] 在一些实施方式中,所述治疗头包括束流模块以及用于显示所述靶区的图像和/或所述束流模块的束流参数的显示屏。

[0009] 在一些实施方式中,所述治疗头配置为通过力控把手操控所述运动组件进行运动。

[0010] 在一些实施方式中,所述底盘包括底座、第一支撑腿和第二支撑腿,其中所述第一支撑腿、第二支撑腿固定连接在所述底座两侧,所述第一支撑腿、第二支撑腿和/或所述底座上设置有用于安装地脚螺栓的安装孔和/或用于安装滚轮和推车的安装接口,并且所述束挡组件包括平移运动平台和束阻挡器,所述平移运动平台可滑动地设置在所述第一支撑

腿、第二支撑腿上,所述束阻挡器相对所述支撑腿可运动地设置在所述平移运动平台上,所述束阻挡器为一中间厚、边缘薄的重金属块。

[0011] 在一些实施方式中,所述施照器组件包括适配器和施照器,所述施照器与所述适配器共轴布置在所述治疗头下方。

[0012] 在一些实施方式中,所述成像单元包括相机、光源,所述相机用于采集所述靶区的图像信息,所述光源安装在所述治疗头下方。

[0013] 在一些实施方式中,所述相机包括对称安装在所述治疗头两侧的两个相机。

[0014] 在一些实施方式中,所述成像单元还包括图像采集控制模块,其配置为对成像参数进行调节,并对生成的图像进行分割处理。

[0015] 根据本发明的另一个方面,提供了一种放射治疗装置的控制方法,所述控制方法用于控制前面描述的放射治疗装置,方法可包括如下步骤:对放射治疗装置进行摆位,使得治疗区域的中心点与所述放射治疗装置的虚拟等中心重合;使用成像单元获取所述治疗区域的光学图像;使用计划单元基于所述光学图像生成靶区的解剖结构轮廓;以及所述计划单元基于所述解剖结构轮廓,确定所述治疗单元的尺寸参数和/或运动参数,并将所述运动参数发送给治疗单元执行。

[0016] 在一些实施方式中,获取治疗区域的光学图像包括将治疗单元推送至患者附近,使得治疗区中心点与虚拟等中心重合,之后根据指令来采集治疗区的光学表面图像。

[0017] 在一些实施方式中,所述虚拟等中心可设置在一个空间区域中的任意位置,并通过该空间区域的一个或多个参考点而确定,其中,所述参考点可相对于固定机架位置固定,且位于治疗单元左右对称平面内。

[0018] 在一些实施方式中,成像单元中的相机可在多自由度运动单元带动下绕虚拟等中心运动以对准治疗区,并根据图像采集控制模块的指令来采集治疗区的光学表面图像信息,光学表面图像可包括可见光图像和/或荧光图像,并进行图像分割,以确定治疗区轮廓。

[0019] 在一些实施方式中,计划单元可对治疗区的轮廓图像信息进行识别并生成靶区的解剖结构轮廓,替代地,也可由医生根据治疗区光学表面图像手动勾画得到。

[0020] 在一些实施方式中,计划单元还可将治疗区光学表面图像与其他模态图像进行配准得到融合图像。

[0021] 在一些实施方式中,当放射治疗装置应用于固定角度照射时,治疗单元的尺寸/运动参数可包括施照器类型或尺寸、放置角度、虚拟等中心坐标、束阻挡器的平移距离等参数。

[0022] 在一些实施方式中,当放射治疗装置应用于扫描照射时,治疗单元的尺寸/运动参数可包括限光筒尺寸、初始放置角度、虚拟等中心坐标、扫描范围、扫描路径等参数。

[0023] 本发明提供了一种放射治疗装置及控制方法,该装置和方法既可用于体外放疗,也可以用于术中放疗,通用性强;通过集成光学成像单元和计划单元,实现了高精度的放射治疗,治疗头发出的射线可准确地照射在预先识别的靶区,另外通过多自由度运动还可实现更加复杂的扫描照射,能避免对危及器官造成伤害,提高放疗效果。

[0024] 以上为了概述本申请的目的而描述了本发明的某些方面、优点和新颖特征。应当理解,根据本发明的任何特定实施例,不一定要实现所有这些优点。因此,可以实现或优化本文所教导的一个优点或一组优点的方式来实现或实施本发明,而不必实现本文所教导

或教示的其他优点。

附图说明

[0025] 下面参考附图讨论至少一个示例的各个方面,附图不旨在按比例绘制。包括附图是为了提供对各个方面和示例的说明和进一步理解,并且附图被并入并构成本说明书的一部分,但并不旨在作为本申请的限制的定。在附图中,在各图中示出的每个相同或几乎相同的部件由相同的数字表示。为清楚起见,并非在每个附图中标记每个部件。在图中:

[0026] 图1为根据本发明一实施例的放射治疗装置的结构示意图;

[0027] 图2为根据本发明一实施例的光学成像单元的结构示意图;

[0028] 图3为根据本发明一实施例的用放射治疗装置的控制方法的流程图。

具体实施方式

[0029] 为了使本发明实现的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解,以下将结合附图对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例仅是本发明一部分实施例,本发明并不局限于这些示范性实施例的精确形式。

[0030] 图1示出了根据本发明一实施例的放射治疗装置的结构示意图。如图1所示,本发明实施例的放射治疗装置可包括:治疗单元100、成像单元200和计划单元300。其中,治疗单元100和成像单元200一体安装,治疗单元100和成像单元200可通过电缆、光纤等连接线400与计划单元300相连,实现图像、治疗计划等数据的双向传输。

[0031] 其中,治疗单元100可包括用于实现放射治疗的治疗组件,其例如可包括用于产生放射治疗的射线的治疗头110,同时,成像单元200可包括用于对患者靶区进行成像的成像组件。如图1所示,成像单元和治疗头可一体安装在壳体中,两者位置相对固定。在放射治疗过程中,成像单元可用于对施照部位进行图像采集并确定靶区,治疗头射出的射线可精准地照射在该靶区上,从而实现了图像引导的放射治疗,提高了放疗精度。

[0032] 在本发明的一实施例中,治疗单元可以还包括多自由度运动组件120、固定机架130、底盘140、束挡组件150和施照器组件160。其中,治疗头110安装在多自由度运动组件120上,多自由度运动组件120可带动治疗头和成像单元200进行运动,其可安装在固定机架130上。固定机架130固定设置在底盘140上,其可与底盘140固定连接。束挡组件150可移动地布置在底盘140上,其可用于在放疗过程中屏蔽一部分治疗头发出的射线,从而避免射束漏射,进而使本发明的放射治疗装置能灵活应用于各种场景。施照器组件160可拆卸地安装在治疗头110和成像单元200的下方,例如,施照器组件160可共轴地布置在所述治疗头110下方,从而用于将治疗头发出的射线以一定形状引导至患者靶区。

[0033] 在一实施例中,固定机架130具有中空结构,部分治疗单元100和成像单元200的附件可布置在其中,例如一些连接部件、固态调制器、运动控制器、水冷机、等可安装在机架中使得治疗装置整体更为紧凑和便于操作。如图1所示,固定机架130由三段组成并整体呈S形,即从上至下分为第一段、第二段、第三段,其中,每段的长度都小于固定机架的整体长度。在一实施方式中,运动组件120至少部分地嵌入固定机架130,例如其连接到固定机架130的第一段、第二段上,如此,放射治疗装置的整体长度可缩短从而提高了装置的适用性。

[0034] 继续参照图1,治疗头110可包括束流模块111以及用于显示所述靶区的图像和/或

所述束流模块的束流参数的显示屏112。其中,束流模块111可产生射线束,射线束可为电子束和/或X射线,射束能量可调节从而满足不同的放射要求,在一具体示例中,射线束为6-12MeV的电子束。显示屏112可与成像单元和计划单元300数据连接以接收图像数据以及束流参数,并对这些数据进行显示以便于医生或相关人员在线获知相关放疗数据。多自由度运动组件120可包括多个机械臂,其例如为电动、气动或液压驱动机械臂,并可通过手动或程序控制下实现多个平移、旋转运动,从而使得安装在治疗头110下方的施照器对准治疗部位实施固定角度照射或扫描照射。在一示例中,多自由度运动组件120可通过力控把手进行控制,即治疗头110可通过该力控把手操控多自由度运动组件120而进行运动,例如,两个力控把手121安装在治疗头110的两侧,方便操作,或者多自由度运动组件120通过挂在机架130一侧的手控盒进行遥控运动。

[0035] 底盘140可包括底座141、第一支撑腿142和第二支撑腿143,其中第一支撑腿142、第二支撑腿143可固定连接在底座141的两侧,第一支撑腿142、第二支撑腿143和/或底座141上设置有用于安装地脚螺栓的安装孔144和/或用于安装滚轮145和推车146的安装接口。通过地脚螺栓可将底盘140固定在地面上,从而放射治疗装置可用于实施常规体外放射治疗,或者,可将滚轮和推车以枢转方式安装在底盘140上,从而可推动放射治疗装置在各手术间移动以灵活地用于实施术中放射治疗。如图1所述,可设置四个滚轮145,其分别安装在第一支撑腿142和第二支撑腿143的下方,滚轮145可以是普通万向轮,也可以是托特纳姆轮。推车146可设置在固定机架130的与多自由度运动组件120相对的一侧,例如,推车146固定连接到底座141上,推车可配置为电力或人力致动,用于实现放射治疗装置的平移和转向。

[0036] 束挡组件150包括平移运动平台151和束阻挡器152,所述平移运动平台151可滑动地设置在第一支撑腿142、第二支撑腿143上,束阻挡器152设置在平移运动平台151上,并相对支撑腿142、143可正交地进行三维运动。如图1所示,束阻挡器152可为圆形金属块,在一示例中,束阻挡器152可选择为一中间厚、边缘薄的重金属块(铅块等)以用于吸收穿过患者后的多余射线,例如束阻挡器的厚度从中心到边缘呈递减。在一示例中,束挡组件150的平移运动平台151可通过滑轨机构等而具有前后、左右两个方向的平移运动自由度,也可以通过滑轨机构、升降机构而具有前后、左右、上下三个方向的平移运动自由度实现束阻挡器152较大的运动范围,从而更好地适应于术中放疗。在一示例中,平移运动平台151和多自由度运动组件120可进行协同控制,即治疗头110和束阻挡器152能同步运动,以使得在治疗过程中治疗头110发出的射束的轴线可与束阻挡器152的中心共线。

[0037] 如前所述,施照器组件160可设置在治疗头110的下方以用于将治疗头中射出的射束根据需要以一定形状引导至靶区。在一实施中,参照图2,其示出了施照器组件的结构组成,施照器组件160可包括分体的适配器161和施照器162,所述施照器162与所述适配器161可共轴布置在所述治疗头110下方。例如,适配器161固定安装在容纳治疗头110的壳体中,施照器162可通过卡扣或螺纹连接等紧固方式安装到适配器161上。在图2的示例中,适配器161采用具有中心通孔的圆柱体的形状以便于与施照器162进行安装连接。如图2所示,施照器可根据不同的放疗应用可选择不同尺寸的圆柱形或方形限光筒162以用于固定角度照射或扫描照射,或球囊状施照器163、半球囊状施照器164以用于需要球状或半球状剂量分布的术中放疗。如图2所示,施照器组件可包括一套圆柱形或方形限光筒、一套球囊状施照器、

以及一套半球囊状施照器。球囊状施照器163或半球囊状施照器164可包括具有开口的中空壳体,在开口处可设置有散射箔(其可采用金属钨等高原子序数材料)以将来自治疗头110的射线束进行散射,并在囊状施照器163、164表面壳体外形成均匀的剂量分布。囊状施照器的壳体开口处可设置卡扣之类的连接结构而与限光筒进行连接,两者也可以一体设计而通过适配器安装在治疗头110下方。

[0038] 继续参照图2,其同时示出了本发明一实施例的光学成像单元的结构示意图,如图2所示,成像单元200可包括用于采集靶区图像信息的相机210和光源230,相机210可安装在容纳治疗头110的壳体中,光源230安装在治疗头的下方用于成像时提供照明,如图2所示,光源230可安装在相机210的下方并围绕适配器161进行设置。两个或更多个光源230可围绕治疗头的轴线进行布置,例如,可设置两个光源230,光源的光轴配置为与相机210的光轴平行以辅助靶区成像。

[0039] 如图2所示,相机210可包括两个相机210,其由功率源220供电,并可通过成像单元200的图像采集控制模块240进行成像控制。相机210可采用双光谱相机,既可进行可见光成像,也可进行荧光成像。两个相机210可对称安装在治疗头110的两侧以形成双目视觉,从而更好地获取治疗区域的图像信息,两个相机210的光轴线与治疗头110的轴线相交于一点。图像采集控制模块240可配置为对成像参数进行调节,并对生成的图像进行分割处理,从而勾画出治疗靶区轮廓。替代地,相机210也可采用一个相机进行可见光成像或荧光成像,该相机可安装在治疗头110的一侧,其也可以实现采集治疗区的图像信息。

[0040] 返回图1,本发明的放射治疗装置还可包括有计划单元300,其通过线缆与治疗单元和成像单元连接。计划单元300可包括有硬件系统和软件系统,其中硬件系统包括计算机310、显示器320、键盘330和鼠标340等部件,软件系统包括但不限于患者数据传输模块、图像数据处理模块、轮廓定义模块、计划设计和剂量计算模块、计划评估模块、以及系统配置模块等中的一个或多个模块以用于进行靶区图像处理 and 放疗计划设计。例如,图像处理数据模块在接收到由成像单元200获取的靶区图像之后进行图像识别以生成解剖结构轮廓,之后计划设计模块可基于解剖结构轮廓等信息确定出放射治疗装置的各部件(治疗单元、成像单元)的尺寸和/或运动等相关参数,这些模块的功能将在下面结合装置的控制方法进行更详细的介绍。

[0041] 根据本发明公开的实施例的射线照射装置,通过治疗单元、成像单元等的特定结构设置,可以兼顾体外放疗和术中放疗,并通过灵活设置的施照器组件、多自由度运动组件使得装置可适用于各种场景的放射治疗且提供更加复杂的扫描照射;另外,通过集成光学成像单元和计划单元,实现了高精度的放射治疗,射束可准确地照射在预先通过图像识别的靶区,能避免对危及器官造成伤害,提高放疗效果。

[0042] 图3为根据本发明一实施例的用放射治疗装置的控制方法的流程图。如图3所示,放射治疗装置的控制方法可包括如下步骤410,对放射治疗装置进行摆位,使得治疗区域的中心点与所述放射治疗装置的虚拟等中心重合;步骤420,使用成像单元获取治疗区域的光学图像;步骤430,使用计划单元基于所述光学图像生成靶区的解剖结构轮廓;以及步骤440,所述计划单元基于所述解剖结构轮廓,确定所述治疗单元的尺寸参数和/或运动参数,该确定的参数例如可与结合图1-2描述的放射治疗装置的施照器或限光筒的尺寸或位置相关联,从而可将确定的所述运动参数发送给治疗单元执行,以用于控制该放射治疗装置的

放疗操作。

[0043] 步骤410中,例如,首先将放射治疗装置推送至躺在治疗床上的患者附近,此时治疗单元100位于患者的上方,并通过手动或电动调节运动组件使得(患者)治疗区中心点与(治疗装置)虚拟等中心重合。基于虚拟等中心来对放射治疗装置的位置进行摆位使得放射治疗装置可根据需要进行移动,从而可以方便术中放疗等操作。所述虚拟等中心可设置到一个空间区域中的任意位置,例如通过该空间区域的一个或多个参考点而确定,其中,所述参考点可相对于固定机架130位置固定,且位于治疗单元左右对称平面内。例如,该空间区域可以是一个正方体空间,该正方体空间的几何中心即为参考点。

[0044] 步骤420中,可使用光学成像单元200来获取治疗靶区光学表面图像。由于成像单元与治疗单元一体安装,因此成像单元中的相机210可在多自由度运动组件120带动下绕虚拟等中心运动以对准治疗区,根据图像采集控制模块240的指令来采集治疗区的光学表面图像信息,例如可见光图像或荧光图像,并进行图像分割,以确定治疗区轮廓从而确定靶区。

[0045] 步骤430中,步骤420中获取的靶区图像信息可传输至计划单元300,计划单元的轮廓定义模块可对治疗区的轮廓图像信息进行识别并生成靶区的解剖结构及其轮廓。在不同的实施例中,可以采用各种适当的图像处理算法、目标识别算法来分析和识别治疗区的颜色、几何等图像信息。替代地,也可由医生根据治疗区光学表面图像手动勾画得到。

[0046] 在一实施例中,计划单元300的图像数据处理模块还可将治疗区光学表面图像与治疗部位的模态图像(例如,EPID、CBCT、MRI等图像)进行配准得到融合图像,从而更好地确定计划信息以保护危及器官。

[0047] 步骤440中,计划单元300可以基于步骤430中确定的解剖结构轮廓或融合图像确定出治疗单元110的尺寸、运动等参数。

[0048] 例如,当放射治疗装置应用于固定角度照射时,计划单元300的计划设计模块可以基于解剖结构轮廓或融合图像的形状、位置和大小等信息确定治疗单元的尺寸/运动参数,其可包括施照器类型或尺寸、放置角度、虚拟等中心坐标、束阻挡器的遮挡范围或平移距离等参数。在一些实施例中,当放射治疗装置应用于扫描照射时,治疗单元的尺寸/运动参数可包括施照器尺寸、初始放置角度、虚拟等中心坐标、扫描范围、扫描路径等参数。确定的尺寸参数可例如显示于计划单元的显示器320上,同时,确定的运动参数可发送给放射治疗装置的控制装置以用于治疗单元110执行相应运动操作。

[0049] 可以理解的是,在确定出治疗单元110的尺寸和运动参数等信息后,操作人员可选择相应的施照器并共轴安装到治疗头110的下方。之后,操作人员可利用力控把手121引导治疗头运动使得施照器末端中心点与虚拟等中心重合,如此可使射线束穿过施照器对准瘤床。在放射治疗过程中,放射治疗装置的控制装置可以根据确定的运动参数驱动治疗头进行运动来实施固定角度照射或扫描照射。实施放疗过程中,光学成像单元200可将获得的瘤床图像实时显示在计划单元300的显示器320和/或治疗头的显示屏112上,以便监测瘤床状态。

[0050] 上面已经参照特定实施例描述了本发明的原理。本领域技术人员将理解的是,本发明并不局限于上述实施例,而是在不脱离本发明的思想和范围的情况下可以进行细节和形式上的许多修改和变化,例如公开的实施例的某些变型、修改、改变、添加和子组合。本发

明的范围由所附权利要求及其等价物定义。

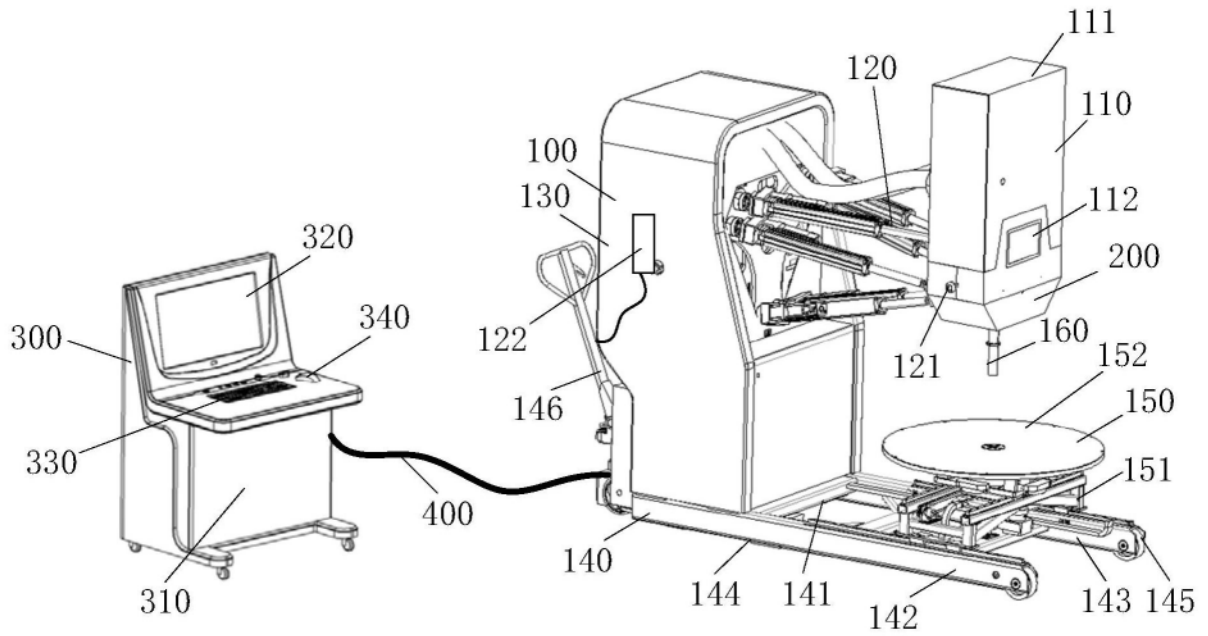


图1

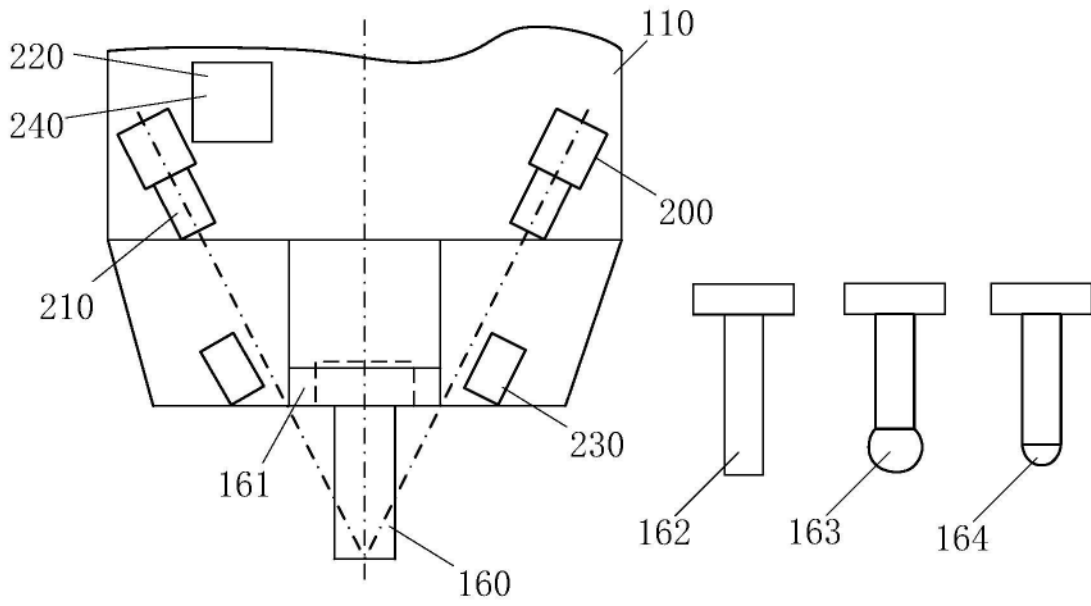


图2

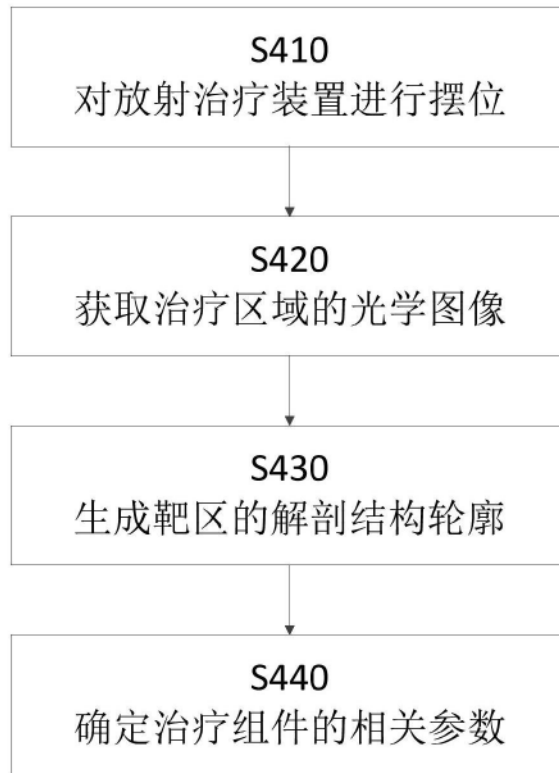


图3