



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113905682 B

(45) 授权公告日 2024. 12. 24

(21) 申请号 202080038693.7
 (22) 申请日 2020.03.25
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 113905682 A
 (43) 申请公布日 2022.01.07
 (30) 优先权数据
 62/823,020 2019.03.25 US
 62/934,002 2019.11.12 US
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2021.11.24
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/IL2020/050355 2020.03.25
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02020/194302 EN 2020.10.01
 (73) 专利权人 福斯移动有限公司
 地址 美国佐治亚州

(72) 发明人 龙·艾金斯基 阿里·哈纳内尔
 盖伊·梅丹
 (74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
 责任公司 11240
 专利代理师 刘彬
 (51) Int.Cl.
 A61B 34/20 (2006.01)
 A61B 90/00 (2006.01)
 (56) 对比文件
 US 2004087852 A1, 2004.05.06
 WO 2019012520 A1, 2019.01.17
 CN 108601629 A, 2018.09.28
 US 2014243658 A1, 2014.08.28
 US 2016296292 A1, 2016.10.13
 审查员 周红静

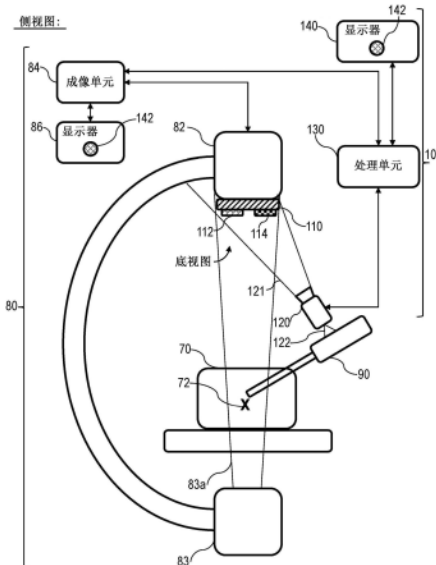
权利要求书5页 说明书33页 附图30页

(54) 发明名称

用于在X射线设备或超声设备环境中瞄准和对准治疗工具的系统和方法

(57) 摘要

总体上,公开了用于将治疗工具瞄准目标区域和/或将治疗工具相对于成像设备对准的系统和方法。该系统可确定治疗工具相对于成像设备的位置和方向,并在显示器上显示指示所确定的治疗工具的位置和方向的可视指示符。用户可以基于显示器上显示的可视指示符来瞄准和/或对治疗工具。



1. 一种用于在X射线设备环境中瞄准和对准治疗工具的系统,所述系统包括:
 - 校准板,能够附接到X射线设备并且在所述校准板内的预定位置处包括至少一个不透射线标记和至少一个光学标记;
 - 相机,能够在相对于所述治疗工具的预定位置和方向附接到所述治疗工具;
 - 处理单元,与所述相机和所述X射线设备的X射线成像单元通信,所述处理单元被配置为:
 - 从所述X射线成像单元接收包括所述至少一个不透射线标记的可视表示的X射线图像;
 - 基于所述至少一个不透射线标记在所述X射线图像中的所述可视表示、所述至少一个不透射线标记在所述校准板内的所述预定位置,以及所述X射线设备的指定参数确定所述校准板相对于所述X射线设备的位置和方向;
 - 从所述相机接收包括所述至少一个光学标记的可视表示的相机图像;
 - 基于所述至少一个光学标记在所述相机图像中的所述可视表示和所述至少一个光学标记在所述校准板内的所述预定位置,确定所述相机相对于所述校准板的位置和方向;以及
 - 基于所确定的所述校准板相对于所述X射线设备的位置和方向、所确定的所述校准板内所述相机的位置和方向,以及所述相机相对于所述治疗工具的所述预定位置和方向确定所述治疗工具相对于所述X射线设备的位置和方向,
 - 其中,所述系统还包括显示器,并且其中,所述处理单元被配置成在所述显示器上呈现指示所确定的所述治疗工具的位置和方向的可视指示符;以及
 - 其中,所述处理单元被配置为:
 - 确定所确定的所述治疗工具相对于所述X射线设备的位置和方向与所要求的所述治疗工具相对于所述X射线设备的位置和方向相比是否在允许的误差范围内;以及
 - 修改所述可视指示符以由此指示所述治疗工具相对于所述X射线设备的位置和方向是否在其所述允许的误差范围内。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述校准板包括以下至少一项:
 - 至少一个非对称的不透射线标记;以及
 - 多个对称的不透射线标记,不对称地定位在所述校准板内。
3. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述校准板包括多个光学标记。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的系统,其中,所述处理单元被配置成将所述可视指示符叠加在患者内的目标区域的X射线图像上。
5. 根据权利要求4所述的系统,其中,所述处理单元被配置为:
 - 检测或标记所述X射线图像中的所述目标区域;
 - 基于所确定的所述治疗工具的位置和方向以及所述X射线图像,确定所述治疗工具是否相对于所述目标区域对准;以及
 - 修改所述可视指示符以指示所述治疗工具是否相对于所述目标区域对准。
6. 根据权利要求1至3中任一项所述的系统,其中,所述处理单元被配置为:
 - 基于所确定的所述治疗工具相对于所述X射线设备的位置和方向生成治疗工具引导指令;以及
 - 在所述显示器上显示所述治疗工具引导指令。

7. 根据权利要求6所述的系统,其中,所述治疗工具引导指令指示所述治疗工具应当移动的一个或多个方向以及在所述一个或多个方向中的每一个方向上的移动的度量,以便将所述治疗工具带入在其允许误差范围内的位置和方向。

8. 根据权利要求6所述的系统,其中,所述处理单元被配置为显示以下中的至少一个:
治疗工具可视数据,包括所述治疗工具的至少一部分的可视表示;以及
系统组件可视数据,包括所述系统的至少一个组件的可视表示,并指示相应的至少一个组件相对于所述治疗工具的实际位置和方向。

9. 根据权利要求1至3中任一项所述的系统,其中,所述治疗工具是以下之一:聚焦超声换能器和介入治疗工具。

10. 一种在X射线设备环境中瞄准和对准治疗工具的方法,所述方法包括:
将校准板附接到X射线设备,其中,所述校准板包括位于所述校准板内的预定位置处的至少一个不透射线标记和至少一个光学标记;
在相对于所述治疗工具的预定位置和方向处将相机附接到所述治疗工具;
通过所述X射线设备获得所述校准板的X射线图像,其中,所述X射线图像包括所述至少一个不透射线标记的可视表示;

通过处理单元,基于所述至少一个不透射线标记在所述X射线图像中的所述可视表示、所述至少一个不透射线标记在所述校准板内的所述预定位置,以及所述X射线设备的指定参数确定所述校准板相对于所述X射线设备的位置和方向;

通过所述相机接收包括所述至少一个光学标记的可视表示的相机图像;
基于所述至少一个光学标记在所述相机图像中的所述可视表示和所述至少一个光学标记在所述校准板内的所述预定位置,确定所述相机相对于所述校准板的位置和方向;

基于所确定的所述校准板相对于所述X射线设备的位置和方向、所确定的所述校准板内所述相机的位置和方向,以及所述相机相对于所述治疗工具的所述预定位置和方向确定所述治疗工具相对于所述X射线设备的位置和方向;

在显示器上显示指示所确定的所述治疗工具的位置和方向的可视指示符;
确定所确定的所述治疗工具相对于所述X射线设备的位置和方向与所述治疗工具相对于所要求的所述X射线设备的位置和方向相比是否在允许的误差范围内;以及

修改所述可视指示符以由此指示所述治疗工具相对于所述X射线设备的位置和方向是否在其所述允许的误差范围内。

11. 根据权利要求10所述的方法,还包括将所述可视指示符叠加在患者内的目标区域的X射线图像上。

12. 根据权利要求11所述的方法,还包括:
检测或标记所述X射线图像中的所述目标区域;
基于所确定的所述治疗工具的位置和方向以及所述X射线图像,确定所述治疗工具是否相对于所述目标区域对准;以及

修改所述可视指示符以指示所述治疗工具是否相对于所述目标区域对准。

13. 根据权利要求10至12中任一项所述的方法,还包括:
基于所确定的所述治疗工具相对于所述X射线设备的位置和方向生成治疗工具引导指令;以及

在所述显示器上显示所述治疗工具引导指令。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中,所述治疗工具引导指令指示所述治疗工具应当移动的一个或多个方向以及在所述一个或多个方向中的每一个方向上的移动的度量,以便将所述治疗工具带入在其允许误差范围内的位置和方向。

15. 根据权利要求13所述的方法,还包括显示以下中的至少一项:

治疗工具可视数据,包括所述治疗工具的至少一部分的可视表示;以及

系统组件可视数据,包括所述系统的至少一个组件的可视表示,并指示相应的至少一个组件相对于所述治疗工具的实际位置和方向。

16. 根据权利要求10至12中任一项所述的方法,还包括根据显示在所述显示器上的所述可视指示符瞄准和对准所述治疗工具,而不使患者暴露于由所述X射线设备进行的X射线成像。

17. 一种用于在X射线设备环境中瞄准和对准治疗工具的系统,所述系统包括:

校准板,能够附接到治疗工具上,并在所述校准板内的预定位置处包括至少一个光学标记;

相机,能够附接到所述X射线设备;以及

处理单元,与所述相机和所述X射线设备的X射线成像单元通信,所述处理单元被配置为:

从所述相机接收包括所述至少一个光学标记的可视表示的相机图像;

基于所述至少一个光学标记在所述相机图像中的所述可视表示和所述至少一个光学标记在所述校准板内的所述预定位置,确定所述校准板相对于所述相机的位置和方向;以及

基于所确定的所述校准板相对于所述相机的位置和方向以及所述相机相对于所述X射线设备的位置和方向,确定所述治疗工具相对于所述X射线设备的位置和方向,

其中,所述系统还包括显示器,并且其中,所述处理单元被配置为在所述显示器上呈现指示所确定的所述治疗工具的位置和方向的可视指示符,

其中,所述处理单元被配置为:

确定所确定的所述治疗工具相对于所述X射线设备的位置和方向与所要求的所述治疗工具相对于所述X射线设备的位置和方向相比是否在允许的误差范围内;以及

修改所述可视指示符以由此指示所述治疗工具相对于所述X射线设备的位置和方向是否在其所述允许的误差范围内,

所述相机包括至少部分地设置在所述X射线设备的X射线源的视野内的至少一个不透射线标记;并且

所述处理单元被配置为:

接收包括所述至少一个不透射线标记的可视表示的X射线图像;以及

基于所述至少一个不透射线标记的所述可视表示来确定所述相机相对于所述X射线设备的位置和方向。

18. 根据权利要求17所述的系统,其中,所述相机的所述位置和方向是已知的。

19. 根据权利要求17至18中任一项所述的系统,其中,所述校准板包括多个光学标记。

20. 根据权利要求17至18中任一项所述的系统,其中,所述处理单元被配置成将所述可

视指示符叠加在患者内的目标区域的X射线图像上。

21. 根据权利要求20所述的系统,其中,所述处理单元被配置为:

检测或标记所述X射线图像中的所述目标区域;

基于所确定的所述治疗工具的位置和方向以及所述X射线图像,确定所述治疗工具是否相对于所述目标区域对准;以及

修改所述可视指示符以指示所述治疗工具是否相对于所述目标区域对准。

22. 根据权利要求17至18中任一项所述的系统,其中,所述处理单元被配置为:

基于所确定的所述治疗工具相对于所述X射线设备的位置和方向生成治疗工具引导指令;以及

在所述显示器上显示所述治疗工具引导指令。

23. 根据权利要求22所述的系统,其中,所述治疗工具引导指令指示所述治疗工具应当移动的一个或多个方向以及在所述一个或多个方向中的每一个方向上的移动的度量,以便将所述治疗工具带入在其允许的误差范围内的位置和方向。

24. 根据权利要求22所述的系统,其中,所述处理单元被配置为显示以下中的至少一个:

治疗工具可视数据,包括所述治疗工具的至少一部分的可视表示;以及

系统组件可视数据,包括所述系统的至少一个组件的可视表示,并指示相应的至少一个组件相对于所述治疗工具的实际位置和方向。

25. 根据权利要求17至18中任一项所述的系统,其中,所述治疗工具是以下之一:聚焦超声换能器和介入治疗工具。

26. 一种在X射线设备环境中瞄准和对准治疗工具的方法,所述方法包括:

将校准板附接到治疗工具上,其中,所述校准板包括位于所述校准板内的预定位置处的至少一个光学标记;

将相机附接到所述X射线设备上;

通过所述相机获得包括所述至少一个光学标记的可视表示的相机图像;

基于所述至少一个光学标记在所述相机图像中的所述可视表示和所述至少一个光学标记在所述校准板内的预定位置,确定所述治疗工具相对于所述相机的位置和方向;以及

基于所确定的所述校准板相对于所述相机的位置和方向以及所述相机相对于所述X射线设备的位置和方向来确定所述治疗工具相对于所述X射线设备的位置和方向;

在显示器上显示指示所确定的所述治疗工具的位置和方向的可视指示符;

确定所确定的所述治疗工具相对于所述X射线设备的位置和方向与所要求的所述治疗工具相对于所述X射线设备的位置和方向相比是否在允许的误差范围内;

修改所述可视指示符以由此指示所述治疗工具相对于所述X射线设备的位置和方向是否在其所述允许的误差范围内,

将所述相机附接到所述X射线设备,使得其至少一个不透射线标记至少部分地设置在X射线源的视野内;

获得包括所述至少一个不透射线标记的可视表示的X射线图像;以及

基于所述至少一个不透射线标记的所述可视表示来确定所述相机相对于所述X射线设备的位置和方向。

27. 根据权利要求26所述的方法,其中,所述相机的所述位置和方向是已知的。

28. 根据权利要求26至27中任一项所述的方法,还包括将所述可视指示符叠加在患者内的目标区域的X射线图像上。

29. 根据权利要求28所述的方法,进一步包括:

检测或标记所述X射线图像中的所述目标区域;

基于所确定的所述治疗工具的位置和方向以及所述X射线图像,确定所述治疗工具是否相对于所述目标区域对准;以及

修改所述可视指示符以指示所述治疗工具是否相对于所述目标区域对准。

30. 根据权利要求26至27中任一项所述的方法,进一步包括:

基于所确定的所述治疗工具相对于所述X射线设备的位置和方向生成治疗工具引导指令;以及

在所述显示器上显示所述治疗工具引导指令。

31. 根据权利要求30所述的方法,其中,所述治疗工具引导指令指示所述治疗工具应当移动的一个或多个方向以及在所述一个或多个方向中的每一个方向上的移动的度量,以便将所述治疗工具带入在其允许的误差范围内的位置和方向。

32. 根据权利要求30所述的方法,还包括显示以下中的至少一项:

治疗工具可视数据,包括所述治疗工具的至少一部分的可视表示;以及

系统组件可视数据,包括所述系统的至少一个组件的可视表示,并指示相应的至少一个组件相对于所述治疗工具的实际位置和方向。

33. 根据权利要求26至27中任一项所述的方法,还包括根据显示在所述显示器上的所述可视指示符瞄准和对准所述治疗工具,而不使患者暴露于由所述X射线设备进行的X射线成像。

用于在X射线设备或超声设备环境中瞄准和对准治疗工具的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于瞄准治疗工具的系统和方法领域,且更具体地,涉及用于使用X射线设备或超声设备瞄准治疗工具的系统和方法。

背景技术

[0002] 将治疗工具瞄准目标区域和/或将治疗工具相对于成像设备(例如,X射线设备、超声设备等)对准通常需要治疗工具和引导成像设备之间的刚性机械连接,以及能够以相对高的更新频率(例如,每秒多次)监视治疗工具和成像设备之间的相对位置和/或方位的昂贵和/或复杂的跟踪单元中的至少一个。使用X射线成像来跟踪治疗工具的治疗工具相对于例如X射线设备的瞄准和/或对准也可能需要患者多次暴露于X射线辐射。

[0003] 对于一种用于在成像设备的环境中瞄准和/或对准治疗工具的系统和方法存在未满足的需求,该系统和方法与当前过程相比可降低瞄准和/或对准的成本和复杂性,同时消除治疗工具和成像设备之间刚性机械连接的需求。关于X射线设备,对于用于在X射线设备的环境中瞄准和/或对准治疗工具的系统和方法存在未满足的需求,与当前程序相比,该系统和方法可以减少患者对X射线辐射的暴露。

发明内容

[0004] 一些实施例可以提供一种用于在X射线设备环境中瞄准和对准治疗工具的系统,该系统可以包括:校准板,可附接到X射线设备并且在校准板内的预定位置处包括至少一个不透射线标记和至少一个光学标记;相机,可在相对于治疗工具的预定位置和方向附接到治疗工具;以及处理单元,与相机和X射线设备的X射线成像单元通信,处理单元被配置为:从X射线成像单元接收包括至少一个不透射线标记的可视表示的X射线图像;基于至少一个不透射线标记在X射线图像中的可视表示、至少一个不透射线标记在校准板内的预定位置,以及X射线设备的指定参数确定校准板相对于X射线设备的位置和方向;从相机接收包括至少一个光学标记的可视表示的相机图像;基于至少一个光学标记在相机图像中的可视表示和至少一个光学标记在校准板内的预定位置,确定相机相对于校准板的位置和方向;以及基于校准板相对于X射线设备的位置和方向、校准板内相机的确定位置和方向,以及相机相对于治疗工具的预定位置和方向确定治疗工具相对于X射线设备的位置和方向。

[0005] 在一些实施例中,校准板可以包括以下中的至少一个:至少一个非对称的不透射线标记;以及多个对称的不透射线标记,它们不对称地定位在校准板内。

[0006] 在一些实施例中,系统可以包括显示器,并且其中,处理单元被配置成在显示器上呈现指示所确定的治疗工具的位置和方向的可视指示符。

[0007] 在一些实施例中,处理单元被配置成:确定所确定的治疗工具相对于X射线设备的位置和方向与所要求的治疗工具相对于X射线设备的位置和方向相比是否在允许的误差范围内;以及修改可视指示符以由此指示治疗工具的位置和方向是否在其允许的误差范围

内。

[0008] 在一些实施例中,处理单元被配置成将可视指示符叠加在患者内的目标区域的X射线图像上。

[0009] 在一些实施例中,处理单元被配置为:检测或标记X射线图像中的目标区域;基于所确定的治疗工具的位置和方向以及X射线图像,确定治疗工具是否相对于目标区域对准;以及修改可视指示符以指示治疗工具是否相对于目标区域对准。

[0010] 在一些实施例中,处理单元被配置为:基于所确定的治疗工具相对于X射线设备的位置和方向生成治疗工具引导指令;并在显示器上显示治疗工具引导指令。

[0011] 在一些实施例中,治疗工具引导指令表示治疗工具应当移动的一个或多个方向以及在一个或多个方向中的每一个方向上的移动的度量,以便将治疗工具带入在其允许误差范围内的位置和方向。

[0012] 在一些实施例中,处理单元被配置为显示以下中的至少一个:治疗工具可视数据,包括治疗工具的至少一部分的可视表示;以及系统组件可视数据,包括系统的至少一个组件的可视表示,并指示相应的至少一个组件相对于治疗工具的实际位置和方向。

[0013] 在一些实施例中,治疗工具是以下之一:聚焦超声换能器和介入治疗工具。

[0014] 一些实施例可以提供一种在X射线设备环境中瞄准和对准治疗工具的方法,该方法可以包括:将校准板附接到X射线设备,其中,校准板包括位于校准板内的预定位置的至少一个不透射线标记和至少一个光学标记;在相对于治疗工具的预定位置和方向处将相机附接到治疗工具;通过X射线设备获得校准板的X射线图像,其中,X射线图像包括至少一个不透射线标记的可视表示;通过处理单元,基于至少一个不透射线标记在X射线图像中的可视表示、至少一个不透射线标记在校准板内的预定位置,以及X射线设备的指定参数确定校准板相对于X射线设备的位置和方向;通过相机接收包括至少一个光学标记的可视表示的相机图像;基于至少一个光学标记在相机图像中的可视表示和至少一个光学标记在校准板内的预定位置,确定相机相对于校准板的位置和方向;以及基于校准板相对于X射线设备的确定位置和方向、校准板内相机的确定位置和方向,以及相机相对于治疗工具的预定位置和方向确定治疗工具相对于X射线设备的位置和方向。

[0015] 在一些实施例中,该方法可以包括在显示器上显示指示所确定的治疗工具的位置和方向的可视指示符。

[0016] 在一些实施例中,该方法可包括确定所确定的治疗工具相对于X射线设备的位置和方向与所要求的治疗工具相对于X射线设备的位置和方向相比是否在允许的误差范围内。

[0017] 在一些实施例中,该方法可以包括修改可视指示符以由此指示治疗工具的位置和方向是否在其允许的误差范围内。

[0018] 在一些实施例中,该方法可以包括将可视指示符叠加在患者内的目标区域的X射线图像上。

[0019] 在一些实施例中,该方法可以包括:检测或标记X射线图像中的目标区域;基于所确定的治疗工具的位置和方向以及X射线图像,确定治疗工具是否相对于目标区域对准;以及修改可视指示符以指示治疗工具是否相对于目标区域对准。

[0020] 在一些实施例中,该方法可以包括:基于所确定的治疗工具相对于X射线设备的位

置和方向生成治疗工具引导指令;以及在显示器上显示治疗工具引导指令。

[0021] 在一些实施例中,治疗工具引导指令表示治疗工具应当移动的一个或多个方向以及在一个或多个方向中的每一个方向上的移动的度量,以便将治疗工具带入在其允许误差范围内的位置和方向。

[0022] 在一些实施例中,该方法可以包括显示以下中的至少一项:治疗工具可视数据,包括治疗工具的至少一部分的可视表示;以及系统组件可视数据,包括系统的至少一个组件的可视表示,并指示相应的至少一个组件相对于治疗工具的实际位置和方向。

[0023] 在一些实施例中,该方法可包括根据显示在显示器上的可视指示符瞄准和对准治疗工具,而不使患者暴露于由X射线设备进行的X射线成像。

[0024] 一些实施例可提供一种用于在超声成像设备环境中瞄准和对准治疗工具的系统,该系统可包括:校准板,可附接到超声成像设备的超声成像探头上,并在校准板内的预定位置处包括至少一个光学标记;相机,可在相对于治疗工具的预定位置和方向附接到治疗工具;以及处理单元,与相机和超声成像设备的超声成像单元通信,处理单元被配置为:从相机接收包括至少一个光学标记的可视表示的相机图像;基于至少一个光学标记在相机图像中的可视表示和至少一个光学标记在校准板内的预定位置,确定相机相对于校准板的位置和方向;以及基于校准板相对于超声成像探头的预定位置和方向、所确定的相机相对于校准板的位置和方向以及相机相对于治疗工具的已知的位置和方向,确定治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向。

[0025] 在一些实施例中,系统可以包括显示器,并且其中,处理单元被配置成在显示器上呈现指示所确定的治疗工具的位置和方向的可视指示符。

[0026] 在一些实施例中,处理单元被配置为:确定所确定的治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向与所要求的治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向相比是否在允许的误差范围内;以及修改可视指示符以由此指示治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向是否在其允许的误差范围内。

[0027] 在一些实施例中,处理单元被配置成将可视指示符叠加在患者内的目标区域的超声图像上。

[0028] 在一些实施例中,处理单元被配置为:检测或标记超声图像中的目标区域;基于所确定的治疗工具的位置和方向以及超声图像,确定治疗工具是否相对于目标区域对准;以及修改可视指示符以指示治疗工具是否相对于目标区域对准。

[0029] 在一些实施例中,处理单元被配置为:基于所确定的治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向来生成治疗工具引导指令;并在显示器上显示治疗工具引导指令。

[0030] 在一些实施例中,治疗工具引导指令表示治疗工具应当移动的一个或多个方向以及在一个或多个方向中的每一个方向上的移动的度量,以便将治疗工具带入在其允许误差范围内的位置和方向。

[0031] 在一些实施例中,处理单元被配置为显示以下中的至少一个:治疗工具可视数据,包括治疗工具的至少一部分的可视表示;以及系统组件可视数据,包括系统的至少一个组件的可视表示,并指示相应的至少一个组件相对于治疗工具的实际位置和方向。

[0032] 在一些实施例中,治疗工具是以下之一:聚焦超声换能器和介入治疗工具。

[0033] 一些实施例可以提供一种在超声成像设备环境中瞄准和对准治疗工具的方法,该

方法可以包括：将校准板附接到超声成像设备的超声成像探头上，其中校准板包括位于校准板内预定位置处的至少一个光学标记；在相对于治疗工具的预定位置和方向处将相机附接到治疗工具；通过相机获得包括至少一个光学标记的可视表示的相机图像；基于至少一个光学标记在相机图像中的可视表示和至少一个光学标记在校准板内的预定位置，确定相机相对于校准板的位置和方向；以及基于所确定的校准板相对于超声成像探头的位置和方向、所确定的校准板内相机的位置和方向，以及相机相对于治疗工具的预定位置和方向确定治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向。

[0034] 在一些实施例中，该方法可包括在显示器上显示指示所确定的治疗工具的位置和方向的可视指示符。

[0035] 在一些实施例中，该方法可以包括确定所确定的治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向与所要求的治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向相比是否在允许的误差范围内。

[0036] 在一些实施例中，该方法可以包括修改可视指示符以指示治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向是否在其允许的误差范围内。

[0037] 在一些实施例中，该方法可以包括将可视指示符叠加在患者内的目标区域的超声图像上。

[0038] 在一些实施例中，该方法可以包括：检测或标记超声图像中的目标区域；检测或标记超声图像中的目标区域；基于所确定的治疗工具的位置和方向以及超声图像，确定治疗工具是否相对于目标区域对准；以及修改可视指示符以指示治疗工具是否相对于目标区域对准。

[0039] 在一些实施例中，该方法可以包括：基于所确定的治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向来生成治疗工具引导指令；以及在显示器上显示治疗工具引导指令。

[0040] 在一些实施例中，治疗工具引导指令表示治疗工具应当移动的一个或多个方向以及在一个或多个方向中的每一个方向上的移动的度量，以便将治疗工具带入在其允许误差范围内的位置和方向。

[0041] 在一些实施例中，该方法可以包括显示以下中的至少一项：治疗工具可视数据，包括治疗工具的至少一部分的可视表示；以及系统组件可视数据，包括系统的至少一个组件的可视表示，并指示相应的至少一个组件相对于治疗工具的实际位置和方向。

[0042] 在一些实施例中，该方法可以包括根据显示器上显示的可视指示符来瞄准和对准治疗工具。

[0043] 一些实施例可以提供一种用于在X射线设备环境中瞄准和对准治疗工具的系统，该系统可以包括：校准板，可附接到治疗工具上，并在校准板内的预定位置上包括至少一个光学标记；相机，可附接到X射线设备；以及处理单元，与相机和X射线设备的X射线成像单元通信，处理单元被配置为：从相机接收包括至少一个光学标记的可视表示的相机图像；基于至少一个光学标记在相机图像中的可视表示和至少一个光学标记在校准板内的预定位置，确定校准板相对于相机的位置和方向；以及基于所确定的校准板相对于相机的位置和方向以及相机相对于X射线设备的位置和方向，确定治疗工具相对于X射线设备的位置和方向。

[0044] 在一些实施例中，相机的位置和方向是已知的。

[0045] 在一些实施例中：相机包括至少部分地设置在X射线的X射线源的视野内的至少一

个不透射线标记;以及处理单元被配置为:接收包括至少一个不透射线标记的可视表示的X射线图像;以及基于至少一个不透射线标记的可视表示来确定相机相对于X射线设备的位置和方向。

[0046] 在一些实施例中,系统可以包括显示器,并且其中,处理单元被配置成在显示器上呈现指示所确定的治疗工具的位置和方向的可视指示符。

[0047] 在一些实施例中,处理单元被配置成:确定所确定的治疗工具相对于X射线设备的位置和方向与所要求的治疗工具相对于X射线设备的位置和方向相比是否在允许的误差范围内;以及修改可视指示符以由此指示治疗工具相对于X射线设备的位置和方向是否在其允许的误差范围内。

[0048] 在一些实施例中,处理单元被配置成将可视指示符叠加在患者内的目标区域的X射线图像上。

[0049] 在一些实施例中,处理单元被配置为:检测或标记X射线图像中的目标区域;基于所确定的治疗工具的位置和方向以及X射线图像,确定治疗工具是否相对于目标区域对准;以及修改可视指示符以指示治疗工具是否相对于目标区域对准。

[0050] 在一些实施例中,处理单元被配置为:基于所确定的治疗工具相对于X射线设备的位置和方向生成治疗工具引导指令;以及在显示器上显示治疗工具引导指令。

[0051] 在一些实施例中,治疗工具引导指令表示治疗工具应当移动的一个或多个方向以及在一个或多个方向中的每一个方向上的移动的度量,以便将治疗工具带入在其允许误差范围内的位置和方向。

[0052] 在一些实施例中,处理单元被配置为显示以下中的至少一个:治疗工具可视数据,包括治疗工具的至少一部分的可视表示;以及系统组件可视数据,包括系统的至少一个组件的可视表示,并指示相应的至少一个组件相对于治疗工具的实际位置和方向。

[0053] 在一些实施例中,治疗工具是以下之一:聚焦超声换能器和介入治疗工具。

[0054] 一些实施例可以提供一种在X射线设备环境中瞄准和对准治疗工具的方法,该方法可以包括:将校准板附接到治疗工具上,其中校准板包括位于校准板内预定位置处的至少一个光学标记;将相机安装到X射线设备上;通过相机获得包括至少一个光学标记的可视表示的相机图像;基于至少一个光学标记在相机图像中的可视表示和至少一个光学标记在校准板内的预定位置,确定治疗工具相对于相机的位置和方向;以及基于所确定的校准板相对于相机的位置和方向以及相机相对于X射线设备的位置和方向来确定治疗工具相对于X射线设备的位置和方向。

[0055] 在一些实施例中,相机的位置和方向是已知的。

[0056] 在一些实施例中,该方法可以包括:将相机附接到X射线设备,使得其至少一个不透射线标记至少部分地设置在X射线设备的X射线源的视野内;获得包括至少一个不透射线标记的可视表示的X射线图像;以及基于至少一个不透射线标记的可视表示来确定相机相对于X射线设备的位置和方向。

[0057] 在一些实施例中,该方法可以包括在显示器上显示指示治疗工具的确切位置和方向的可视指示符。

[0058] 在一些实施例中,该方法可包括确定所确定的治疗工具相对于X射线设备的位置和方向与所要求的治疗工具相对于X射线设备的位置和方向相比是否在允许的误差范围

内。

[0059] 在一些实施例中,该方法可以包括修改可视指示符以由此指示治疗工具相对于X射线设备的位置和方向是否在其允许的误差范围内。

[0060] 在一些实施例中,该方法可以包括将可视指示符叠加在患者内的目标区域的X射线图像上。

[0061] 在一些实施例中,该方法可以包括:检测或标记X射线图像中的目标区域;基于所确定的治疗工具的位置和方向以及X射线图像,确定治疗工具是否相对于目标区域对准;以及修改可视指示符以指示治疗工具是否相对于目标区域对准。

[0062] 在一些实施例中,该方法可以包括:基于所确定的治疗工具相对于X射线设备的位置和方向生成治疗工具引导指令;以及在显示器上显示治疗工具引导指令。

[0063] 在一些实施例中,治疗工具引导指令表示治疗工具应当移动的一个或多个方向以及在一个或多个方向中的每一个方向上的移动的度量,以便将治疗工具带入在其允许误差范围内的位置和方向。

[0064] 在一些实施例中,该方法可以显示以下中的至少一项:治疗工具可视数据,包括治疗工具的至少一部分的可视表示;以及系统组件可视数据,包括系统的至少一个组件的可视表示,并指示相应的至少一个组件相对于治疗工具的实际位置和方向。

[0065] 在一些实施例中,该方法可包括根据显示在显示器上的可视指示符瞄准和对准治疗工具,而不使患者暴露于由X射线设备进行的X射线成像。

[0066] 一些实施例可以提供一种用于在超声成像设备环境中瞄准和对准治疗工具的系统,该系统可以包括:校准板,可附接到治疗工具上,并在校准板内的预定位置上包括至少一个光学标记;相机,可在相对于超声成像探头的预定位置和方向附接到超声成像探头;以及处理单元,与相机和超声成像设备的超声成像单元通信,处理单元被配置为:从相机接收包括至少一个光学标记的可视表示的相机图像;基于至少一个光学标记在相机图像中的可视表示和至少一个光学标记在校准板内的预定位置,确定校准板相对于相机的位置和方向;以及基于校准板相对于治疗工具的预定位置和方向、所确定的校准板对于相机的位置和方向以及相机相对于超声成像探头的已知的位置和方向,确定治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向。

[0067] 在一些实施例中,系统可以包括显示器,并且其中,处理单元被配置成在显示器上呈现指示所确定的治疗工具的位置和方向的可视指示符。

[0068] 在一些实施例中,处理单元被配置为:确定所确定的治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向与所要求的治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向相比是否在允许的误差范围内;以及修改可视指示符以由此指示治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向是否在其允许的误差范围内。

[0069] 在一些实施例中,处理单元被配置成将可视指示符叠加在患者内的目标区域的超声图像上。

[0070] 在一些实施例中,处理单元被配置为:检测或标记超声图像中的目标区域;基于所确定的治疗工具的位置和方向以及超声图像,确定治疗工具是否相对于目标区域对准;以及修改可视指示符以指示治疗工具是否相对于目标区域对准。

[0071] 在一些实施例中,处理单元被配置为:基于所确定的治疗工具相对于超声成像探

头的位置和方向来生成治疗工具引导指令;并在显示器上显示治疗工具引导指令。

[0072] 在一些实施例中,治疗工具引导指令表示治疗工具应当移动的一个或多个方向以及在一个或多个方向中的每一个方向上的移动的度量,以便将治疗工具带入在其允许误差范围内的位置和方向。

[0073] 在一些实施例中,处理单元被配置为显示以下中的至少一个:治疗工具可视数据,包括治疗工具的至少一部分的可视表示;以及系统组件可视数据,包括系统的至少一个组件的可视表示,并指示相应的至少一个组件相对于治疗工具的实际位置和方向。

[0074] 在一些实施例中,治疗工具是以下之一:聚焦超声换能器和介入治疗工具。

[0075] 一些实施例可以提供一种在超声成像设备环境中瞄准和对准治疗工具的方法,该方法可以包括:将校准板附接到治疗工具上,其中校准板包括位于校准板内预定位置处的至少一个光学标记;在相对于治疗工具的预定位置和方向处将相机附接到超声成像设备的超声成像探头上;通过相机获得包括至少一个光学标记的可视表示的相机图像;基于至少一个光学标记在相机图像中的可视表示和至少一个光学标记在校准板内的预定位置,确定校准板相对于相机的位置和方向;以及基于校准板相对于治疗工具的预定位置和方向、所确定的校准板对于相机的位置和方向以及相机相对于超声成像探头的已知的位置和方向,确定治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向。

[0076] 在一些实施例中,该方法可以包括在显示器上显示指示所确定的治疗工具的位置和方向的可视指示符。

[0077] 在一些实施例中,该方法可以包括确定所确定的治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向与所要求的治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向相比是否在允许的误差范围内。

[0078] 在一些实施例中,该方法可以包括修改可视指示符以指示治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向是否在其允许的误差范围内。

[0079] 在一些实施例中,该方法可以包括将可视指示符叠加在患者内的目标区域的超声图像上。

[0080] 在一些实施例中,该方法可以包括:检测或标记超声图像中的目标区域;检测或标记超声图像中的目标区域;基于所确定的治疗工具的位置和方向以及超声图像,确定治疗工具是否相对于目标区域对准;以及修改可视指示符以指示治疗工具是否相对于目标区域对准。

[0081] 在一些实施例中,该方法可以包括:基于所确定的治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向生成治疗工具引导指令;以及在显示器上显示治疗工具引导指令。

[0082] 在一些实施例中,治疗工具引导指令表示治疗工具应当移动的一个或多个方向以及在一个或多个方向中的每一个方向上的移动的度量,以便将治疗工具带入在其允许误差范围内的位置和方向。

[0083] 在一些实施例中,该方法可以包括显示以下中的至少一个:治疗工具可视数据,包括治疗工具的至少一部分的可视表示;以及系统组件可视数据,包括系统的至少一个组件的可视表示,并指示相应的至少一个组件相对于治疗工具的实际位置和方向。

[0084] 在一些实施例中,该方法可以包括根据显示器上显示的可视指示符来瞄准和对准治疗工具。

[0085] 本发明的这些、附加和/或其他方面和/或优点在下面的详细描述中阐述;可能从详细描述中推断;和/或可通过本发明的实践学习。

附图说明

[0086] 为了更好地理解本发明的实施例并示出如何实现本发明,现在将纯粹通过示例的方式参考附图,在附图中,相同的数字表示相应的元件或部分。

[0087] 在附图中:

[0088] 图1是根据本发明的一些实施例的用于在X射线设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的系统的第二实施例的示意图;

[0089] 图2A和图2B是根据本发明的一些实施例的用于在X射线设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的系统的校准板的示意图;

[0090] 图2C是根据本发明的一些实施例的用于在X射线设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的系统的校准板的图像;

[0091] 图3是根据本发明的一些实施例的用于在X射线设备环境内瞄准和/或对准治疗工具的系统的校准板的X射线图像;

[0092] 图4是根据本发明的一些实施例的用于在X射线设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的系统的校准板的相机图像。

[0093] 图5A、图5B和图5C是根据本发明的一些实施例的用于在X射线设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的系统的示意图,其中治疗工具要求其相对于X射线设备对准;

[0094] 图5D是根据本发明的一些实施例的用于在X射线设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的系统的示意图,其中治疗工具具有X射线瞄准和对准设备;

[0095] 图5E和图5F是根据本发明的一些实施例的治疗工具的X射线瞄准和对准设备的可视表示以及由用于在X射线设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的系统的处理单元生成的可视指示符的示意图;

[0096] 图5G示出了根据本发明的一些实施例的用于在X射线设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的系统的示意图以及使用该系统的方法的流程图;

[0097] 图6是根据本发明的一些实施例的用于投射聚焦超声能量的系统的第二实施例的示意图;

[0098] 图7是根据本发明的一些实施例的在X射线设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的第一方法的流程图;

[0099] 图8是根据本发明的一些实施例的用于在超声成像设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的系统的第二实施例的示意图;

[0100] 图9A和图9B是根据本发明的一些实施例的用于在超声成像设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的系统的校准板的示意图;

[0101] 图10是根据本发明的一些实施例的用于在超声成像设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的系统的校准板的相机图像;

[0102] 图11是根据本发明的一些实施例的用于投射聚焦超声能量的系统的第二实施例的示意图;

[0103] 图12是根据本发明的一些实施例的在超声成像设备环境中瞄准和/或对准治疗工

具的第一方法的流程图；

[0104] 图13是根据本发明的一些实施例的用于在超声成像设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的系统的校准设置的示意图；

[0105] 图14A是根据本发明的一些实施例的在成像设备环境中引导治疗工具的瞄准和/或对准的方法的流程图；以及

[0106] 图14B是根据本发明的一些实施例的用于在成像设备环境中引导治疗工具的瞄准和/或对准的引导特征的示意图；

[0107] 图15A和图15B是根据本发明的一些实施例的用于在X射线设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的系统的第二实施例的示意图；

[0108] 图16是根据本发明的一些实施例的在X射线设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的第二方法的流程图；

[0109] 图17是根据本发明的一些实施例的用于在超声成像设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的系统的第二实施例的示意图；以及

[0110] 图18是根据本发明的一些实施例的在超声成像设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的第二方法的流程图。

[0111] 应该理解,为了说明的简单和清楚,图中所示的元件不一定是按比例绘制的。例如,为了清楚起见,相对于其他元件,一些元件的尺寸可能被夸大。此外,在认为适当的情况下,参考数字可以在图中重复以指示相应的或类似的元件。

具体实施方式

[0112] 在下面的描述中,描述了本发明的各个方面。出于说明的目的,阐述了具体的构造和细节,以便提供对本发明的透彻理解。然而,对于本领域的技术人员来说也很明显,本发明可以在没有本文提出的具体细节的情况下实施。此外,为了不使本发明变得模糊,可以省略或简化众所周知的特征。具体参考附图,强调所示的细节仅作为示例并用于本发明的说明性讨论,并且为了提供被认为是对本发明的原理和概念方面的最有用和最容易理解描述而呈现。在这一点上,没有试图比对本发明的基本理解所必需的更详细地示出本发明的结构细节,结合附图进行的描述使本领域技术人员明白本发明的几种形式如何在实践中实现。

[0113] 在详细解释本发明的至少一个实施例之前,应当理解,本发明的应用不限于以下描述中所述或附图中所示的部件的构造和布置的细节。本发明适用于可以以各种方式实践或执行的其他实施例以及公开的实施例的组合。此外,应理解,这里使用的短语和术语是为了描述的目的,而不应被视为限制。

[0114] 除非另有特别说明,如从下面的讨论中显而易见的那样,应理解,在整个说明书中,使用诸如“处理”、“核算”、“计算”、“确定”、“增强”等术语的讨论是指计算机或计算系统或类似电子计算设备的动作和/或过程,其操作和/或转换表示为物理量的数据,例如计算系统的寄存器和/或存储器中的电子量,转换为类似地表示为计算系统的存储器、寄存器或其他此类信息存储、传输或显示设备中的物理量的其他数据。所公开的模块或单元中的任何一个可以至少部分地由计算机处理器实现。

[0115] 现在参考图1,其是根据本发明的一些实施例的用于在X射线设备80环境中瞄准

和/或对准治疗工具90的系统100的第一实施例的示意图。

[0116] 根据一些实施例,系统100可以包括校准板110、相机120和处理单元130(例如,如图1所示)。图1示出了系统100的侧视图。系统100可以使治疗工具90能够瞄准患者70内的目标区域72和/或使治疗工具90相对于X射线设备80对准,同时与在没有系统100的情况下执行的治疗过程相比显著减少患者70对X射线辐射的暴露。

[0117] X射线设备80可以是任何类型的透视设备,例如,C臂型、G臂型或O臂型(例如,9英寸,12英寸平板设备),并且可以包括X射线增强器82、X射线源83、X射线成像单元84和X射线显示器86(例如,如图1所示)。

[0118] 治疗工具90可以是例如侵入性治疗工具(例如针(例如,活检针、射频针)和/或探针)或非侵入性治疗工具(例如,超声换能器或聚焦超声换能器),其需要相对于目标区域72瞄准和/或相对于X射线设备80对准。例如,图1示出了作为治疗工具90的示例的针。在另一示例中,图5A至图5G和图6示出了作为治疗工具90的示例的聚焦超声换能器。

[0119] 根据一些实施例,校准板110可包括至少一个不透射线标记112和至少一个光学标记114。不透射线标记112和光学标记114可以在预定和/或已知位置处定位在校准板110内(例如,在校准板的周边内,可选地在其表面上)。校准板110可以可连接或可移除地连接到X射线设备80,使得校准板110将处于X射线源83的视场83a中。例如,校准板110可以连接或可移除地连接到X射线设备80的X射线增强器82。下面参照图2A、图2B和图2C描述校准板110的各种实施例。

[0120] 根据一些实施例,相机120可连接或可移除地连接到治疗工具90。相机120可以相对于治疗工具90在预定和/或已知的位置和方向处连接到治疗工具90。

[0121] 相机120可连接到治疗工具90,使得例如在治疗过程期间,校准板110的至少一部分将在相机120的视场121内,和/或使得相机120在X射线设备80的视场83a外(或基本上在视场外)(例如,如图1所示)。

[0122] 在一些实施例中,系统100可以包括相机连接器122。相机连接器122可被配置成将相机120紧密且稳定地连接到治疗工具90,并防止相机120相对于治疗工具90的意外相对移动。在一些实施例中,相机连接器122可以由透辐射材料制成。以此方式,相机连接器122不干扰由X射线设备80执行的X射线成像。

[0123] 在一些实施例中,相机连接器122可以使相机120能够受控旋转。例如,当治疗工具90移动时,或者在X射线设备80的C形臂90°度倾斜的情况下,这可以使相机120能够跟随校准板110,以捕获患者解剖结构的侧视图。

[0124] 在一些实施例中,系统100可以包括第二相机。第二相机可以以相对于相机120的预定角度紧密且稳定地附接到治疗工具90(例如,使用类似连接器122的连接器)。例如,第二相机可以相对于相机120以90°的角度连接到治疗工具90。例如,如果校准板110例如由于用于捕获患者解剖结构的侧视图的治疗工具的90度移动或C形臂的90度倾斜而离开相机120的视场121,这可以使得能够通过第二相机捕获校准板110。

[0125] 根据一些实施例,处理单元130可以与相机120以及与X射线设备80的X射线成像单元84通信(例如,有线或无线)。

[0126] 根据一些实施例,处理单元130可以被配置成从X射线成像单元84接收校准板110的一个或多个X射线图像。校准板110的X射线图像可以包括不透射线标记112的可视表示

(例如,如下面关于图3所示和描述)。

[0127] 根据一些实施例,处理单元130可被配置成基于不透射线标记112的可视表示,基于不透射线标记物112在校准板110内的已知位置以及基于X射线设备80的指定参数或指定模型来确定校准板110相对于X射线设备80的位置和方向。例如,X射线设备80的指定参数/模型可以包括X射线源83到X射线增强器82的距离值和X射线增强器82的视场尺寸(例如,X射线增强器82上的图像像素的度量尺寸)。

[0128] 在一些实施例中,处理单元130可被配置成识别校准板110的X射线图像中的不透射线标记112的可视表示。可以使用例如模式匹配算法来利用其识别。

[0129] 在一些实施例中,处理单元130可进一步被配置为确定从X射线源83向X射线增强器82和附于其上的校准板110延伸并与校准板110相交的一个或多个向量。例如,向量可以表示由X射线源83产生的X射线。向量的确定可以基于例如X射线设备80的指定模型。

[0130] 在一些实施例中,处理单元130可进一步配置为确定对应的一个或多个向量与校准板110的一个或多个交点。

[0131] 在一些实施例中,处理单元130可进一步配置为将校准板110内的不透射线标记112的预定/已知位置与确定的向量与校准板110的交点进行比较。其比较可以使用例如点云匹配算法(例如,蛮力算法或迭代最近点算法)。

[0132] 在一些实施例中,处理单元130可进一步配置成基于校准板110内的不透射线标记112的预定/已知位置与确定的矢量与校准板110的交点之间的比较,确定校准板110相对于X射线设备80的位置和方向。可以使用例如,诸如奇异值分解(SVD)算法的对准算法来利用其确定。

[0133] 根据一些实施例,处理单元130可以被配置为从相机120接收校准板110的一个或多个相机图像。校准板110的相机图像可以包括光学标记114的可视表示(例如,如下面关于图4所示和描述)。

[0134] 根据一些实施例,处理单元130可被配置为基于相机图像中的光学标记114的可视表示、基于光学标记114在校准板110内的已知位置以及基于相机120的参数(例如,诸如畸变、视场121等)来确定相机120相对于校准板110(其可附接到例如X射线增强器82)的位置和方向。可以使用例如束调整/PNP算法来利用其确定。

[0135] 根据一些实施例,处理单元130可被配置成基于确定的校准板110相对于X射线设备80的位置和方向、确定的相机120相对于校准板110的位置和方向以及已知的相机120相对于治疗工具90的位置和方向来确定治疗工具90相对于X射线设备80的位置和方向。

[0136] 根据一些实施例,系统100可以包括显示器140。处理单元130可被配置为例如在显示器140和/或X射线显示器86上呈现指示所确定的治疗工具90的位置和方向的至少一个可视指示符142。

[0137] 在一些实施例中,处理单元130可被配置为确定所确定的治疗工具90相对于X射线设备80的位置和方向与所要求的治疗工具90相对于X射线设备80的位置和方向相比是否在允许的误差范围内。在一些实施例中,处理单元130可被配置为更新可视指示符142,从而指示治疗工具90的位置和方向是否在其允许的误差范围内。可视指示符142的修改例如可以包括可视指示符142的颜色和/或形状的改变(例如,根据预定规则)。

[0138] 在各种实施例中,处理单元130可被配置为将可视指示符142叠加在例如患者70的

目标区域72的X射线图像上以产生叠加图像,并将叠加图像显示在显示器140和/或X射线显示器86上。

[0139] 在一些实施例中,处理单元130可被配置为检测或标记其X射线图像中的目标区域72。在一些实施例中,可以基于用户的输入来进行标记。处理单元130可被配置为基于所确定的治疗工具90的位置和方向以及X射线图像来确定治疗工具90是否相对于目标区域72对准。在一些实施例中,处理单元130可被配置为更新可视指示符142,从而指示治疗工具90是否与目标区域72对准。

[0140] 在一些实施例中,处理单元130可基于所确定的治疗工具90相对于X射线设备80的位置和方向来生成治疗工具引导指令,并在显示器86/140上显示治疗工具引导指令(例如,如下文关于图14A和图14B所述)。引导指令可以指示治疗工具90应该在其中移动(例如,移位和/或倾斜)的一个或多个方向和/或在每个方向上的移动的度量,以便使治疗工具90进入其允许误差范围内的位置和方向。治疗工具引导指令例如可使治疗工具90相对于目标区域72和/或X射线设备80容易且直观地瞄准和/或对准。

[0141] 系统100可以使用户(例如,治疗医生)能够将治疗工具90对准目标区域72和/或对准(例如,平移、倾斜、俯仰、偏航、滚动等)使用显示在显示器140和/或X射线显示器86上的可视指示符142相对于X射线设备80的治疗工具90。可视指示符142可指示治疗工具90相对于X射线设备80的位置和方向,这消除(或基本上消除)在治疗工具90的瞄准和/或对准期间患者70的X射线成像的需要。当使用系统100时,仅在治疗工具90瞄准和/或对准的最后阶段才需要X射线成像,以便在应用治疗之前验证治疗工具90相对于X射线设备80的实际位置和方向与其所需的位置和方向相对应或在其允许的误差范围内。以这种方式,与在瞄准和/或对准治疗工具90期间需要患者70多次暴露于X射线辐射的当前治疗过程相比,系统100可以显著减少患者和/或用户在治疗过程中暴露于X射线辐射。

[0142] 参考图2A和图2B,根据本发明的一些实施例,它们是校准板200的示意图,该板可用于在X射线设备80环境中瞄准和/或对准治疗工具90(例如系统100)。

[0143] 还参考图2C,根据本发明的一些实施例,该图是校准板200的图像,该板可以用在用于瞄准和/或对准X射线设备80环境内的治疗工具90的系统(例如系统100)。

[0144] 根据一些实施例,校准板200可用于在X射线设备80环境内瞄准和/或对准治疗工具90的系统(例如,诸如上面关于图1描述的系统100)中。例如,校准板200可以是上面关于图1描述的校准板110。

[0145] 图2A、图2B和图2C示出了用光学和/或不透射线标记标记的校准板200的表面。

[0146] 根据一些实施例,校准板200可以在校准板200内的已知位置处包括至少一个不透射线标记210(例如,如图2A所示)。不透射线标记210可以相对于其轴中的至少一个轴是不对称的。例如,图2A示出了具有箭头形状(例如,相对于其横轴不对称)的单个不透射线标记210。在一些实施例中,不透射线标记210可以是上面关于图1描述的不透射线标记112。

[0147] 在图2A所示的实施例中,不透射线标记210可以具有任何非对称形状,其能够基于校准板200的X射线图像中的不透射线标记210的可视表示(例如,如上文关于图1所述)来确定/识别校准板200的位置和方向(例如,相对于X射线设备80)。

[0148] 根据一些实施例,校准板200可以包括多个不透射线标记220(例如,如图2B和图2C所示)。不透射线标记220可以是对称的或不对称的(例如,相对于它们的轴中的至少一个)。

例如,不透射线标记220可以是球体(例如,对称标记)或圆弧箭头(例如,不对称标记)。不透射线标记220可以不对称地分布在校准板220内(例如,相对于校准板220的至少一个轴)。在一些实施例中,不透射线标记220可以是上面关于图1描述的不透射线标记112。

[0149] 在图2B和图2C所示的实施例中,校准板200内的不透射线标记220的位置可以是预定的,以能够基于校准板200的X射线图像中的不透射线标记220的可视表示(例如,如上文关于图1所述)来确定/识别校准板200的位置和方向(例如,相对于X射线设备80)。

[0150] 在一些实施例中,处理单元(例如,上面关于图1描述的处理单元130)可以被配置成基于校准板200的X射线图像中的不透射线标记220的可视表示来检测和校正X射线图像相对于校准板200的先前X射线图像中的不透射线标记220的可视表示的旋转和/或翻转。在一些实施例中,对于每个获得的X射线图像,可以执行对X射线图像的旋转和/或翻转的检测,因为检测在计算时间上是快速的。

[0151] 根据一些实施例,校准板200包括定位在校准板200内预定位置处的多个光学标记230(例如,如图2A、图2B和图2C所示)。在一些实施例中,光学标记230可以是上面关于图1描述的光学标记114。

[0152] 在一些实施例中,光学标记230中的每一个可包括其唯一的可视标签。光学标记230的可视标签例如可以包括条形码、QR码、图形模式或形状、Aruco、april tag、ARtag等,其可以承载与可视标签相关联的附加数据。例如,可视标签可对校准板200内的光学标记230的位置进行编码。

[0153] 光学标记230的参数,例如,光学标记230的量、光学标记230的尺寸和/或光学标记230的可视标签可以基于例如相机120的分辨率来确定。可以进一步确定光学标记230的参数,以基于光学标记230在校准板200的相机图像中的可视表示来确定/识别相机(例如,如上文关于图1所述的相机120)相对于校准板200的位置和方向(例如,如上文关于图1所述)。

[0154] 根据各种实施例,校准板200可由透光材料和/或刚性材料制成。例如,校准板200可以由有机玻璃、纸板、发泡板和/或粘合剂材料制成。以此方式,可以防止校准板200的变形,从而防止不透射线标记210、220和光学标记230从其预定位置移动。

[0155] 在各种实施例中,不透射线标记(例如,不透射线标记210和/或220)可以嵌入或附接到校准板200的表面(例如,如图2C所示)。在一些实施例中,光学标记230可以印刷在校准板200的表面上(例如,如图2C所示)。

[0156] 在一些实施例中,校准板200可以具有哑光表面。例如,校准板200的哑光表面可减少来自手术室中光源的光反射,并消除(或基本上消除)由于其光反射而导致的相机图像中的眩光,从而避免从光学标记230获得的信息的丢失。

[0157] 现在参考图3,其是根据本发明的一些实施例的用于在X射线设备80环境(例如系统100)内瞄准和/或对准治疗工具90的系统的校准板(例如校准板110或200)的X射线图像300。

[0158] 图3描绘了例如校准板(例如,图2C中描绘的校准板200)的X射线图像300。可以在治疗过程之前或期间使用X射线设备80获得X射线图像300(例如,如上文关于图1所述)。X射线图像300包括不对称地定位在其在校准板内的预定位置处的不透射线标记的可视表示310(例如,图2C中描绘的不透射线标记220)。

[0159] 现在参考图4,其是根据本发明的一些实施例的用于在X射线设备80环境内瞄准/

对准治疗工具90的系统(例如系统100)的校准板(例如校准板110或200)的相机图像400。

[0160] 例如,图4描绘了校准板(例如,图2C中描绘的校准板200)的相机图像400。例如,在治疗过程期间,可以使用附着到治疗工具90的相机(例如,如上所述关于图1所述的相机120)来获得相机图像400。相机图像400可以包括定位在校准板内的预定位置的光学标记(例如,图2C中描绘的光学标记230)的可视表示410。

[0161] 现在参考图5A、图5B和图5C,它们是根据本发明的一些实施例的用于在X射线设备80环境中瞄准和/或对准治疗工具90的系统500的示意图,其中,治疗工具90要求其相对于X射线设备80对准。

[0162] 为了安全地应用治疗,一些治疗工具90需要相对于X射线设备80对准。例如,这种治疗工具的所需位置和方向(例如,上面关于图1描述的所需位置和方向)可以包括治疗工具90的中心纵向轴线90a与X射线设备80的中心纵向轴线81(例如,在X射线源83和X射线增强器82的中心之间延伸的轴线)的对准。这种治疗工具90的示例可包括聚焦超声(FUS)换能器,其被配置为将聚焦超声能量98投射到患者70内的目标区域72上,例如人类患者或任何其他哺乳动物,如图5A、图5B和图5C中示意性地示出的。

[0163] 例如,图5A示出沿着其中心纵轴90a与X射线设备80的中心纵轴81对准的治疗工具90。图5B和图5C示出了相对于X射线设备80的中心纵向轴线81未对准的治疗工具90。

[0164] 根据一些实施例,系统500可以包括校准板510、相机520和处理单元530(例如,如图5A所示)。例如,系统500可以是诸如上面关于图1描述的系统100的系统。

[0165] 根据一些实施例,校准板510可附接或可移除地附接至X射线设备80,使得校准板510将处于X射线源83的视场83a中。例如,校准板510可以是可连接或可移除地连接到X射线设备80的X射线增强器82。

[0166] 例如,校准板510可以是校准板110(上面关于图1描述)或校准板200(上面关于图2A、图2B和图2C描述)。不透射线标记512可以是不透射线标记112(上面关于图1描述)、不透射线标记210(上面关于图2A描述)或不透射线标记220(上面关于图2B和图2C描述)。光学标记514可以是光学标记114(上面关于图1描述)或光学标记230(上面关于图2A、图2B和图2C描述)。

[0167] 根据一些实施例,相机520可在相对于治疗工具90的预定/已知位置和方向处附着或可移除地附着到治疗工具90(例如,使用相机连接器522)。例如,相机520和相机连接器522可分别是上文关于图1描述的相机和连接器(例如相机120和相机连接器122)。

[0168] 根据一些实施例,处理单元530可以与X射线成像单元84和相机520通信(有线或无线)。例如,处理单元530可以是上面关于图1描述的处理单元130。

[0169] 处理单元530可以被配置为确定治疗工具90相对于X射线设备80的位置和方向(例如,如上文关于图1所述)。

[0170] 在各种实施例中,处理单元530可被配置成基于所确定的治疗工具90相对于X射线设备80的位置和方向来确定治疗工具90的中心纵轴90a是否沿着X射线设备80的中心纵轴81对准/未对准和/或它的未对准是否在允许的误差范围内(例如,上面关于图1描述的允许误差范围)。

[0171] 根据各种实施例,处理单元530可以被配置成例如在显示器540和/或X射线显示器86上显示指示治疗工具90相对于X射线设备80的确定位置和方向的可视指示符542(例如,

如上文关于图1所述)。可视指示符542可以是上文关于图1所述的可视指示符142。

[0172] 可视指示符542可进一步配置成指示治疗工具90的中心纵轴90a是否沿着X射线设备80的中心纵轴81对准或未对准和/或它们之间的未对准是否在允许的误差范围内。

[0173] 在一些实施例中,可视指示符542可包括第一可视构件542a和第二可视构件542b(例如,如图5A、图5B和图5C所示)。第一可视构件542a和第二可视标记542b可以具有不同的形状、尺寸或其他可视参数(例如,颜色、线宽等)。例如,第一可视构件542a和第二可视构件542b可以具有环形标记(例如“0”)、交叉标记(例如“+”)等的任何组合。

[0174] 例如,当处理单元530确定治疗工具90的中心纵轴90a沿着X射线设备80的中心纵轴81对准时,第一可视构件542a和第二可视构件542b在显示器540和/或X射线显示器86上显示时可以相对于彼此重合。

[0175] 然而,在该示例中,当处理单元530确定治疗工具90的中心纵轴90a相对于X射线设备80的中心纵轴81未对准时,当在显示器540和/或X射线显示器86上显示时,第一可视构件542a和第二可视构件542b相对于彼此不重合。

[0176] 在一些实施例中,处理单元530可以被配置成基于治疗工具90相对于X射线设备80的确定的位置和方向来更新可视指示符542(或第一可视构件542a和第二可视构件542b)的可视参数。

[0177] 例如,当治疗工具90的中心纵向轴线90a沿着X射线设备80的中心纵向轴线81对准时,或者当两者之间的未对准在允许的误差范围内时,可视指示符542可以具有例如绿色。

[0178] 然而,在该示例中,当治疗工具90的中心纵轴90a和X射线设备80的中心纵轴81之间的不对准未在允许的误差范围内时,可视指示符542可以具有例如红色。

[0179] 图5A、图5B和图5C示出了具有环形形状的第一可视构件542a和第二可视构件542b的非限制性示例,其中第二可视构件542b的直径小于第一可视构件542a的直径。

[0180] 在该示例中,当处理单元530确定治疗工具90的中心纵轴90a沿着X射线设备80的中心纵轴81对准时,第一可视构件542a和第二可视构件542b在显示器540和/或X射线显示器86上显示时可以相对于彼此重合(例如,如图5A所示)。

[0181] 然而,在该示例中,当处理单元530确定治疗工具90的中心纵轴90a相对于X射线设备80的中心纵轴81未对准并且当两者之间的未对准在允许的误差范围内时,当显示在显示器540和/或X射线显示器86上时,第二可视构件542b可以完全定位在第一可视构件542a内,但不与其重合(例如,如图5B所示)。

[0182] 然而,在该示例中,当处理单元530确定治疗工具90的中心纵轴90a和X射线设备80的中心纵轴81之间的不对准不在允许的误差范围内时,当显示在显示器540和/或X射线显示器86上时(例如,如图5C所示),第二可视构件542b可以仅部分地重叠在第一可视构件542a内,或者根本不重叠。

[0183] 现在参考图5D,其是根据本发明的一些实施例的用于在X射线设备80环境中瞄准和/或对准治疗工具90的系统500的示意图,其中治疗工具90具有X射线瞄准和对准设备92。

[0184] 还参考图5E和图5F,它们是根据本发明的一些实施例的治疗工具90的X射线瞄准和对准设备92的可视表示85和由系统500的处理单元530生成的用于在X射线设备80环境中瞄准和/或对准治疗工具90的可视指示符542的示意图。

[0185] 在实施治疗之前需要相对于X射线设备80对准的一些治疗工具(例如,如上文关于

图5A、图5B和图5C所述)可以包括X射线瞄准和对准设备92(例如,如图5D所示)。

[0186] 例如,X射线瞄准和对准设备92可以包括两个平行、全等并相对于彼此沿X射线瞄准和对准设备92的中心纵轴92c放置在一定距离处的放射不透明表面(例如,如图5D所示)(例如,第一放射不透明表面92a和第二放射不透明表面92b)。X射线瞄准和对准设备92可附接到治疗设备90,使得X射线瞄准和对准设备的中心纵轴92c沿着治疗设备90的中心纵轴90a对准。

[0187] X射线瞄准和对准设备92的X射线图像中的可视表示85(例如,第一表面92A的可视表示85A和第二表面92b的可视表示85b)可以提供与所需位置和方向相比,治疗工具90相对于X射线设备80的位置和方向是否在允许的误差范围内的指示。

[0188] 例如,当治疗工具90相对于X射线设备80的位置和方向与其所要求的位置和方向相比在允许的误差范围内时,第一表面92a的可视表示85a可与X射线瞄准和对准设备92的X射线图像上(例如显示在例如X射线显示器86上)的第二表面92b的可视表示85b一致(或基本一致)(例如,如图5D所示)。

[0189] 在一些实施例中,处理单元530可以生成对应于X射线瞄准和对准设备92的可视指示符542。例如,可视指示符542的第一可视标记542a和第二可视标记542b可分别具有与X射线瞄准和对准设备92的第一表面92a的可视表示85a和第二表面92b的可视表示85b相同(或基本相同)的形状和/或尺寸(例如,如图5D所示)。

[0190] 根据各种实施例,处理单元530可以被配置成在显示器540(例如,如图5D所示)和/或X射线显示器86上显示可视指示符542。在各种实施例中,处理单元530可以被配置成在显示器540和/或X射线显示器86上显示X射线瞄准和对准设备92的可视表示85和可视指示符542两者(例如,如图5E和图5F所示)。

[0191] 在各种实施例中,处理单元530可被配置成将X射线瞄准和/或对准设备92的可视表示85和可视指示符542叠加在显示器540和/或X射线显示器86上显示的患者70的目标区域72的X射线图像上。

[0192] 在一些实施例中,处理单元530可被配置为检测或标记其X射线图像中的目标区域72。处理单元530可以被配置为基于所确定的治疗工具90的位置和方向以及X射线图像来确定治疗工具90是否相对于目标区域72对准。在一些实施例中,处理单元530可以被配置为更新可视指示符542,从而指示治疗工具90是否与目标区域72对准。

[0193] 根据一些实施例,所确定的治疗工具90相对于X射线设备80的位置和方向可以与其实际位置和方向相差指定的误差值。指定的误差值可以依赖于例如X射线增强器82的度量分辨率中的误差、X射线源83和X射线增强器82之间的距离值中的误差、校准板510与X射线增强器82的不正确连接(例如,使得校准板510不平行于X射线增强器82)和/或相机520与治疗工具90的不正确连接(例如,使得相机520相对于治疗工具90不在预定位置和方向上)。

[0194] 在一些实施例中,处理单元530可以被配置为确定治疗工具90相对于X射线设备80的位置和方向,使得指定的误差值不超过毫米。

[0195] 当确定的治疗工具90相对于X射线设备80的位置和方向与其实际位置和方向不同时,可视指示符542可以相对于X射线瞄准和对准设备92的可视表示85(例如,其表示其实际位置和方向)移动——例如,如图5F中示意性所示。

[0196] 在一些实施例中,处理单元530可以被配置为基于X射线瞄准和对准设备92的可视

表示85,更新治疗工具90相对于X射线设备80的确定的位置和方向,从而最小化它们之间的误差并产生治疗工具90相对于X射线设备80的更新的位置和方向。可通过例如识别X射线瞄准和对准设备92的不透射线标记(例如,第一表面92a和第二表面92b),并基于其位置外推治疗区域72在其视场83a内的X射线源83和X射线增强器82之间的空间中的位置,以及进一步将不透射线标记的可视表示叠加在X射线图像上来利用更新。

[0197] 在一些实施例中,处理单元530可基于所确定的治疗工具90相对于X射线设备80的位置和方向来生成治疗工具引导指令,并在显示器86/540上显示治疗工具引导指令(例如,如下文关于图14A和图14B所述)。引导指令可以指示治疗工具90应该在其中移动(例如,移位和/或倾斜)的一个或多个方向和/或在每个方向上的移动的度量,以便使治疗工具90进入其允许误差范围内的位置和方向。治疗工具引导指令例如可使治疗工具90相对于目标区域72和/或X射线设备80容易且直观地瞄准和/或对准。

[0198] 注意,可以仅仅基于X射线瞄准和对准设备92的可视表示85和目标区域72的X射线图像来应用处理,而不依赖于虚拟指示符542。

[0199] 现在参考图5G,其示出了根据本发明的一些实施例的用于在X射线设备80环境中瞄准和/或对准治疗工具90的系统500的示意图以及使用系统500的方法的流程图。

[0200] 注意,该方法不限于图5G中所示的流程图和相应的描述。例如,在各种实施例中,该方法不需要移动通过每个所示的框或阶段,或者以与所示和描述的完全相同的顺序移动。

[0201] 例如,该方法的阶段590可以包括将治疗工具90瞄准患者70内的目标区域72和/或基于指示治疗工具90相对于X射线设备80的确定位置和方向(例如,如上文关于图5A、图5B、图5C、图5D、图5E和图5F所述)的可视指示符542(例如,显示在显示器540上)将治疗工具90相对于X射线设备80对准。例如,瞄准和/或对准可以包括治疗工具90的平移、倾斜、俯仰、偏航、滚动等。

[0202] 可以重复该方法的阶段590,直到例如,可视指示符542指示治疗工具90相对于X射线设备80的位置和方向与其所要求的位置和方向相比在允许的误差范围内(例如,如上面关于图5A、图5B、图5C、图5D、图5E和图5F所述)。

[0203] 该方法的阶段590可以在不获得治疗工具90/X射线瞄准和对准设备92的X射线图像的情况下执行,例如仅基于可视指示符542(例如,如上面关于图5A、图5B、图5C、图5D、图5E和图5F所述)。这与例如不使用系统500并且在瞄准和/或对准的这一阶段期间需要频繁地对治疗工具90和患者70进行X射线成像的当前治疗过程形成对比。

[0204] 该方法的阶段592例如可包括获得治疗工具90的X射线瞄准和对准设备92的X射线图像,以及可选地与可视指示符542一起在例如显示器540上显示X射线瞄准和对准设备92的可视表示85(例如,如上文关于图5A、图5B、图5C、图5D、图5E和图5F所述)。

[0205] 例如,该方法的阶段594可以包括基于X射线瞄准和对准设备92的可视表示85确定治疗工具90的实际位置和方向是否在相对于其所要求的位置和方向的允许误差范围内,例如,如上面关于图5A、图5B、图5C、图5D、图5E和图5F所述。

[0206] 如果治疗工具90的实际位置和方向在其允许的误差范围内,则该方法可以移动到阶段596,该阶段可以例如包括通过治疗工具90应用治疗。

[0207] 如果治疗工具90的实际位置和方向不在其允许的误差范围内,则该方法可包括重

复阶段590。

[0208] 现在参考图6,其是根据本发明的一些实施例的用于投射聚焦超声能量的系统600的第一实施例的示意图。

[0209] 根据一些实施例,系统600可以包括聚焦超声(FUS)换能器610,其被布置成产生FUS能量619(例如,上面关于图5A至图5G描述的治疗工具90)。

[0210] 根据一些实施例,系统600可以包括可附接到FUS换能器610的X射线瞄准和对准设备612(例如,上面关于图5D至图5G描述的X射线瞄准和对准设备92)。

[0211] 根据一些实施例,系统600可以包括适于容纳FUS换能器610的支架620。在一些实施例中,支架622可以是手持的。在一些实施例中,系统600可包括铰接臂622,在其第一端耦合到工作台88,以在其第二端支撑620。铰接臂622可以被布置成使得支架620和容纳在其中的FUS换能器610能够平移、倾斜、俯仰、偏航和/或滚动。

[0212] 根据一些实施例,系统600可以包括声学耦合器640,其被布置成将FUS换能器610声学耦合到患者70,从而使得能够将FUS能量619输送到患者70内的目标区域72。

[0213] 根据一些实施例,系统600可以包括可附接或可移除地附接到X射线设备80的校准板650,例如X射线增强器82(例如,上面关于图1描述的校准板110或上面关于图2A至图2C描述的校准板200)。

[0214] 根据一些实施例,系统600可以包括可移除地连接到支架620/FUS换能器610的相机660(例如,上面关于图1描述的相机120或上面关于图5A至图5G描述的相机520)。

[0215] 根据一些实施例,系统600可以包括处理单元670(例如,上面关于图1描述的处理单元130或上面关于图5A至图5G描述的处理单元530)。处理单元670可以被配置为确定FUS换能器610相对于X射线设备80的位置和方向(例如,如上文关于图5A至图5G所述)。

[0216] 根据一些实施例,系统600可以包括显示器680。处理单元670可以被配置成在显示器680和/或X射线显示器86上显示指示FUS换能器610的确定位置和方向的可视指示符682(例如,上面关于图5A至图5G描述的可视指示符542)。

[0217] 在各种实施例中,处理单元670可被配置为将可视指示符682叠加在例如患者70的目标区域72的X射线图像上以产生叠加图像,并将叠加图像显示在显示器680和/或X射线显示器86上。

[0218] 在一些实施例中,处理单元670可被配置为检测或标记其X射线图像中的目标区域72。处理单元130可被配置为基于所确定的治疗工具90的位置和方向以及X射线图像来确定治疗工具90是否相对于目标区域72对准。在一些实施例中,处理单元130可被配置为更新可视指示符142,从而指示治疗工具90是否与目标区域72对准。

[0219] 在一些实施例中,处理单元130可基于所确定的治疗工具90相对于X射线设备80的位置和方向来生成治疗工具引导指令,并在显示器670上显示治疗工具引导指令(例如,如下文关于图14A和图14B所述)。治疗工具引导指令例如可使治疗工具90相对于目标区域72和/或X射线设备80容易且直观地瞄准和/或对准。

[0220] 系统600可以使用户(例如,治疗医生)能够使用显示在显示器680和/或X射线显示器86上的可视指示符682将FUS换能器610对准患者70内的目标区域72和/或使FUS换能器610相对于X射线设备80对准。可视指示符682可以指示FUS换能器610相对于X射线设备80的确定位置和方向,这消除(或基本上消除)在FUS换能器610的瞄准和/或对准期间对患者70

的X射线成像的需要。当使用系统600时,仅在FUS换能器610的瞄准和/或对准的最后阶段才需要X射线成像,在应用治疗之前,FUS换能器610相对于X射线设备80的实际位置和方向对应于其所需的位置和方向或在其允许的误差范围内(例如,如上文关于图5A至图5G所述)。以这种方式,与在瞄准和/或对准FUS换能器610期间需要患者70多次暴露于X射线辐射的当前治疗过程相比,系统600可以显著减少患者和/或用户在治疗过程中暴露于X射线辐射。此外,与不利用系统600的当前处理过程相比,系统600可以显著减少处理过程的总持续时间。

[0221] 现在参考图7,其是根据本发明的一些实施例的在X射线设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的第一方法的流程图。

[0222] 该方法可以由用于在X射线设备环境中瞄准/对准治疗工具的系统(例如,上面关于图1描述的系统100或上面关于图5A至图5G描述的系统500)来实现,该系统可以被配置为实现该方法。注意,该方法不限于图7所示的流程图和相应的描述。例如,在各种实施例中,该方法不需要移动通过每个所示的框或阶段,或者以与所示和描述的完全相同的顺序移动。

[0223] 根据一些实施例,该方法包括将校准板附接(或可移除地附接)到X射线设备的X射线增强器,其中校准板包括位于校准板内的预定位置的至少一个不透射线标记和至少一个光学标记(阶段702)。

[0224] 例如,上面关于图1描述校准板110、不透射线标记112和光学标记114或上面关于图2A、图2B和图2C描述校准板200、不透射线标记210或220和光学标记230。

[0225] 一些实施例可包括在相对于治疗工具的预定位置和方向处将相机附接(或可移除地附接)到治疗工具(阶段704)(例如,如上文关于图1和图5A至图5G所述)。例如,上面关于图1描述的相机120或上面关于图5A至图5G描述的相机520。

[0226] 一些实施例可以包括通过X射线设备获得校准板的X射线图像,其中X射线图像包括至少一个不透射线标记的可视表示(阶段706)(例如,如上文关于图1和图3所述)。

[0227] 一些实施例可包括:由处理单元基于至少一个不透射线标记在X射线图像中的可视表示、至少一个不透射线标记在校准板内的预定位置和X射线设备的指定参数来确定校准板相对于X射线设备的位置和方向(阶段708)(例如,如上文关于图1所述)。例如,上面关于图1描述的处理单元130或上面关于图5A至图5G描述的处理单元530。

[0228] 一些实施例可包括识别校准板的X射线图像中的至少一个不透射线标记的可视表示(阶段709)。例如,通过利用模式匹配算法,如上面关于图1所述。

[0229] 一些实施例可包括基于X射线设备的指定模型,确定从X射线设备的X射线源向X射线增强器和附于其上的校准板延伸并与校准板相交的一个或多个向量(阶段710)(例如,如上文关于图1所述)。

[0230] 一些实施例可包括确定对应的一个或多个向量与校准板的一个或多个交点(阶段711)(例如,如上文关于图1所述)。

[0231] 一些实施例可以包括将校准板内的至少一个不透射线标记的预定/已知位置与确定的向量和校准板的交点进行比较(阶段712)。例如,通过利用如上面关于图1所述的点云匹配算法(例如,蛮力算法或迭代最近点算法)。

[0232] 一些实施例可包括基于校准板内的不透射线标记的预定/已知位置与确定的向量与校准板的交点之间的比较来确定校准板相对于X射线设备的位置和方向(阶段713)。例

如,通过使用如上文关于图1所述的对准算法(例如,诸如奇异值分解(SVD)算法)。

[0233] 一些实施例可以包括通过相机获得包括至少一个光学标记的可视表示的相机图像(级714)(例如,如上文关于图1和图4所述)。

[0234] 一些实施例可包括基于相机图像中的至少一个光学标记的可视表示和校准板内的至少一个光学标记的预定位置来确定相机相对于校准板的位置和方向(阶段716)(例如,如上文关于图1所述)。例如,通过利用如上文关于图1所述的束调整/PnP算法。

[0235] 一些实施例可包括基于所确定的校准板相对于X射线设备的位置和方向、所确定的相机相对于校准板的位置和方向以及相机相对于治疗工具的预定位置和方向来确定治疗工具相对于X射线设备的位置和方向(阶段718)(例如,如上文关于图1和图5A至图5G所述)。

[0236] 一些实施例可包括在显示器上显示指示所确定的治疗工具的位置和方向的可视指示符(阶段720)。例如,上面关于图1描述的可视指示符142或上面关于图5A至图5G描述的可视指示符542。

[0237] 一些实施例可包括确定所确定的治疗工具相对于X射线设备的位置和方向与所要求的治疗工具相对于X射线设备的位置和方向(阶段722)相比是否在允许的误差范围内(例如,如上文关于图1和图5A至图5G所述)。

[0238] 一些实施例可包括更新可视指示符以由此指示治疗工具相对于X射线设备的位置和方向是否在其允许的误差范围内(阶段724)(例如,如上文关于图1和图5A至图5G所述)。

[0239] 一些实施例可包括叠加可视指示符和患者的目标区域的X射线图像以产生叠加图像,并在显示器上显示叠加图像(阶段725)。

[0240] 一些实施例可包括检测或标记其X射线图像中的目标区域,以及基于所确定的治疗工具的位置和方向以及X射线图像来确定治疗工具是否相对于目标区域对准(阶段726)。

[0241] 一些实施例可包括更新可视指示符以指示治疗工具是否与目标区域对准(阶段727)。

[0242] 一些实施例可以包括在显示器上生成和显示治疗工具引导指令,该指令指示治疗工具90应该在其中移动(例如,移位和/或倾斜)的一个或多个方向和/或在每个方向上的移动的度量,以便使治疗工具进入其允许误差范围内的位置和方向(阶段728)。例如,如下面关于图14A和图14B所述,可以基于所确定的治疗工具相对于X射线设备的位置和方向来确定治疗工具引导指令。治疗工具引导指令例如可以使治疗工具90相对于目标区域和/或X射线设备容易且直观地瞄准和/或对准。

[0243] 一些实施例可以包括根据显示器上显示的可视指示符瞄准和对准治疗工具,而不使患者暴露于X射线设备的X射线成像(阶段729)(例如,如上文关于图1和图5A至图5G)。

[0244] 现在参考图8,其是根据本发明的一些实施例的用于在超声成像设备60环境中瞄准和/或对准治疗工具90的系统800的第一实施例的示意图。

[0245] 根据一些实施例,系统800可以包括校准板810、相机820和处理单元830。图8示出了系统800的侧视图。系统800可以使治疗工具90对准患者70内的目标区域72和/或使治疗工具90相对于超声成像探头62对准。

[0246] 超声成像设备60可以是任何类型的超声成像设备,例如手持设备、膝上型设备、连接到蜂窝电话或平板电脑的探头或便携式手推车上的系统,并且可以包括一个或多个探头

和其他附件。

[0247] 治疗工具90可以是例如需要相对于目标区域72瞄准和/或相对于超声成像探头62对准的侵入性治疗工具(例如针(例如,活检针、射频针)和/或探头)或非侵入性治疗工具(例如,超声换能器或聚焦超声换能器)。例如,图8示出了作为治疗工具90的示例的针。

[0248] 根据一些实施例,校准板810可以包括至少一个光学标记。光学标记可定位在校准板810内的预定和/或已知位置。校准板810可以是可连接或可移除地连接到超声成像设备60的超声成像探头62。下面参照图9A和图9B描述校准板810的各种实施例。

[0249] 根据一些实施例,相机820可连接或可移除地连接到治疗工具90。相机820可在相对于治疗工具90的预定和/或已知位置和方向处附接到治疗工具90。

[0250] 相机820可附接到治疗工具90,使得校准板810的至少一部分将在相机820的视场821内。

[0251] 在一些实施例中,系统800可包括相机连接器822。相机连接器822可被配置成将相机820紧密且稳定地附接到治疗工具90,并防止相机820相对于治疗工具90的意外相对移动。

[0252] 在一些实施例中,相机连接器822可使相机820能够受控旋转,例如,这可使例如当治疗工具90移动时能够跟随校准板810。

[0253] 在一些实施例中,系统800可以包括第二相机。第二相机可以以相对于相机820的预定角度紧密且稳定地附接到治疗工具90(例如,使用类似连接器822的连接器)。例如,第二相机可以相对于相机820以90°的角度连接到治疗工具90。例如,如果校准板810例如由于治疗工具90的移动而离开相机820的视场821,则这可以由第二相机捕获校准板810。

[0254] 根据一些实施例,处理单元830可以与相机820以及与超声成像设备60的超声成像单元64通信(例如,有线或无线)。

[0255] 根据一些实施例,处理单元830可以被配置为从相机820接收校准板810的一个或多个相机图像。校准板810的相机图像可以包括光学标记的可视表示(例如,如下面关于图9A和图9B所示和描述)。

[0256] 根据一些实施例,处理单元830可以被配置为基于相机图像中光学标记的可视表示、基于光学标记在校准板810内的已知位置以及基于相机820的参数(例如,诸如失真、视场821等)来确定相机820相对于校准板810(例如,可以附接到超声成像探头62)的位置和方向。可以使用例如束调整/PNP算法来利用其确定。

[0257] 根据一些实施例,处理单元830可被配置为基于校准板810相对于超声成像探头62的预定位置和方向、确定的相机820相对于校准板810的位置和方向以及已知的相机820相对于治疗工具90的位置和方向来确定治疗工具90相对于超声成像探头62的位置和方向。

[0258] 根据一些实施例,系统800可包括显示器840。处理单元830可以被配置为例如在显示器840和/或超声显示器66上呈现指示治疗工具90的确定位置和方向的至少一个可视指示符842。

[0259] 在一些实施例中,处理单元830可被配置为确定所确定的治疗工具90相对于超声成像探头62的位置和方向与所要求的治疗工具90相对于超声成像探头62的位置和方向相比是否在允许的误差范围内。处理单元830可以被配置为修改可视指示符842,从而指示治疗工具90相对于超声成像探头62的位置和方向是否在其允许的误差范围内。

[0260] 在各种实施例中,处理单元830可被配置为将可视指示符842叠加在例如患者70的目标区域72的超声图像上以产生叠加图像,并将叠加图像显示在显示器840和/或超声显示器66上。

[0261] 在一些实施例中,处理单元830可被配置为检测或标记其超声图像中的目标区域72。在一些实施例中,可以基于用户的输入来进行标记。处理单元830可以被配置为基于所确定的治疗工具90的位置和方向以及超声图像来确定治疗工具90是否相对于目标区域72对准。在一些实施例中,处理单元830可以被配置成更新可视指示符142,从而指示治疗工具90是否与目标区域72对准。

[0262] 在一些实施例中,处理单元830可基于所确定的治疗工具90相对于超声成像探头62的位置和方向来生成治疗工具引导指令,并在显示器86/840上显示治疗工具引导指令(例如,如下文关于图14A和图14B所述)。治疗工具引导指令可以指示治疗工具90应该在其中移动(例如,移位和/或倾斜)的一个或多个方向和/或在每个方向上的移动的度量,以便使治疗工具90进入在其允许的误差范围内和/或相对于目标区域72对准的位置和方向。治疗工具引导指令例如可使治疗工具90相对于目标区域72和/或超声成像探头62容易且直观地瞄准和/或对准。

[0263] 系统800可以使用户(例如,治疗医生)能够将治疗工具90对准目标区域72和/或使用显示在显示器840和/或超声显示器66上的可视指示符842将治疗工具90相对于超声成像探头62对准(例如,平移、倾斜、俯仰、偏航、滚动等)。可视指示符842可指示治疗工具90相对于超声成像探头62的位置和方向,这消除(或基本上消除)对治疗工具尖端的超声成像的需要。当使用系统800时,仅在瞄准和/或对准治疗工具90的最后阶段才需要治疗工具尖端的超声成像(在适用的情况下),以便在应用治疗之前验证治疗工具90相对于患者解剖结构的实际位置和方向是正确的。以这种方式,与当前治疗过程相比,系统800可以显著减少过程时间。

[0264] 参考图9A和图9B,其是根据本发明的一些实施例的用于在超声成像设备环境中瞄准和/或对准治疗工具90的系统(例如系统800)的校准板900的示意图。

[0265] 根据一些实施例,校准板900包括定位在校准板900内预定位置处的多个光学标记930(例如,如图9A和图9B所示)。

[0266] 在一些实施例中,光学标记930中的每一个可包括其唯一的可视标签。光学标记符930的可视标签例如可以包括条形码、QR码、图形模式或形状、Aruco、apriltag、ARtag等,其可以承载与可视标签相关联的附加数据。例如,可视标签可对校准板900内的光学标记930的位置进行编码。

[0267] 光学标记930的参数,例如光学标记930的数量、光学标记930的尺寸和/或光学标记930的可视标签可以基于例如相机的分辨率来确定(例如,如上文关于图8所描述的相机820)。可以进一步确定光学标记930的参数,以基于校准板900的相机图像中光学标记930的可视表示,能够确定/识别相机(例如,如上文关于图8所述的相机820)相对于校准板900的位置和方向(例如,如上文关于图8所述)。

[0268] 在一些实施例中,校准板900可以具有哑光表面。例如,校准板900的哑光表面可减少来自手术室中光源的光反射,并消除(或基本上消除)由于其光反射而导致的相机图像中的眩光,从而避免从光学标记930获得的信息的丢失。

[0269] 现在参考图10,其是根据本发明的一些实施例的用于在超声成像设备环境中瞄准/对准治疗工具90的系统(例如系统800)的校准板(例如校准板810或900)的相机图像1000。

[0270] 例如,图10示出了校准板(例如,图9B中所示的校准板900)的相机图像1000。例如,在治疗过程期间,可以使用附接到治疗工具90的相机(例如,关于图8所述的相机820)来获得相机图像1000。相机图像1000可以包括定位在光学示踪板内的预定位置处的光学标记(例如,图9B中描绘的光学标记930)的可视表示1010。

[0271] 现在参考图11,其是根据本发明的一些实施例的用于投射聚焦超声能量的系统1100的第二实施例的示意图。

[0272] 根据一些实施例,系统1100可以包括被布置成产生FUS能量1119的聚焦超声(FUS)换能器1110。

[0273] 根据一些实施例,系统1100可以包括超声成像探头62。

[0274] 根据一些实施例,系统1100可以包括适于容纳FUS换能器1110的支架1120。在一些实施例中,支架1120可以是手持式的。在一些实施例中,系统1100可以包括铰接臂1122,铰接臂1122在其第一端耦合到工作台88,以在其第二端支撑1120。铰接臂1122可以被布置成使得支架1120和容纳在其中的FUS换能器1110能够平移、倾斜、俯仰、偏航和/或滚动。

[0275] 根据一些实施例,系统1100可以包括声学耦合器1140,其被布置成将FUS换能器1110声学耦合到患者70,从而使得能够将FUS能量1119输送到患者70内的目标区域72。

[0276] 根据一些实施例,系统1100可以包括可移除地附接到超声成像探头62的校准板1150(例如,上面关于图8描述的校准板810或上面关于图9A至图9B描述的校准板900)。

[0277] 根据一些实施例,系统1100可以包括可移除地连接到支架1120或FUS换能器1110的相机1160(例如,上面关于图8描述的相机820)。

[0278] 根据一些实施例,系统1100可以包括处理单元1170(例如,上面关于图8描述的处理单元830)。处理单元1170可以被配置为确定FUS换能器1110相对于超声成像探头62的位置和方向。

[0279] 根据一些实施例,系统1100可以包括显示器1180。处理单元1170可以被配置成在显示器1180和/或超声显示器66上显示指示FUS换能器1110的确定位置和方向的可视指示符1142。

[0280] 在一些实施例中,处理单元1170可被配置为确定所确定的治疗工具90相对于超声成像探头62的位置和方向与治疗工具90相对于超声成像探头62的所需位置和方向相比是否在允许的误差范围内。处理单元1170可以被配置为修改可视指示符842,从而指示治疗工具90相对于超声成像探头62的位置和方向是否在其允许的误差范围内。

[0281] 在各种实施例中,处理单元1170可被配置为将可视指示符1142叠加在例如患者70的目标区域72的超声图像上以产生叠加图像,并将叠加图像显示在显示器1180和/或超声显示器66上。

[0282] 在一些实施例中,处理单元1170可被配置为检测或标记其超声图像中的目标区域72。处理单元1170可被配置为基于所确定的治疗工具90的位置和方向以及超声图像来确定治疗工具90是否相对于目标区域72对准。在一些实施例中,处理单元1170可被配置为更新可视指示符1142以由此指示治疗工具90是否与目标区域72对准。

[0283] 在一些实施例中,处理单元1170可以生成治疗工具引导指令并在显示器86/1180上显示治疗工具引导指令(例如,如下文关于图14A和图14B所述)。治疗工具引导指令可以基于治疗工具90相对于超声成像探头62的位置和方向(例如,如下文关于图14A和图14B所述)来确定。例如,治疗工具引导指令可以使治疗工具90相对于目标区域72和/或超声成像探头62容易且直观地瞄准和/或对准。

[0284] 系统1100可使用户(例如,治疗医生)使用显示器1180和/或超声显示器66上显示的可视指示符1142将FUS换能器1110对准患者70内的目标区域72和/或使FUS换能器1110相对于超声成像探头62对准。可视指示符1142可指示所确定的FUS换能器1110相对于超声成像探头62的位置和方向。以这种方式,与不利用系统1100的当前治疗过程相比,系统1100可以显著减少治疗过程的总持续时间。

[0285] 现在参考图12,其是根据本发明的一些实施例的在超声成像设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的第一方法的流程图。

[0286] 该方法可以由用于在超声成像设备环境中瞄准/对准治疗工具的系统(例如,上面关于图8描述的系统800或上面关于图11描述的系统1100)来实现,该系统可以被配置为实现该方法。注意,该方法不限于图12中所示的流程图和相应的描述。例如,在各种实施例中,该方法不需要移动通过每个所示的框或阶段,或者以与所示和描述的完全相同的顺序移动。

[0287] 根据一些实施例,该方法包括将校准板附接(或可移除地附接)到超声成像设备的超声成像探头,其中校准板包括位于校准板内预定位置处的至少一个光学标记(阶段1202)。

[0288] 例如,上面关于图8描述的校准板810或上面关于图9A和图9B描述的校准板900和光学标记930。

[0289] 一些实施例可包括在相对于治疗工具的预定位置和方向处将相机附接(或可移除地附接)到治疗工具(阶段1204)(例如,如上文关于图8所述)。例如,上面关于图8描述的相机820。

[0290] 一些实施例可以包括通过相机获得包括至少一个光学标记的可视表示的相机图像(阶段1206)(例如,如上文关于图8和图11所述)。

[0291] 一些实施例可包括基于相机图像中的至少一个光学标记的可视表示和校准板内的至少一个光学标记的预定位置来确定相机相对于校准板的位置和方向(阶段1208)(例如,如上文关于图8所述)。例如,通过利用如上文关于图8所述的束调整/PnP算法。

[0292] 一些实施例可包括基于校准板相对于超声成像探头的预定位置和方向、相机相对于校准板的确定位置和方向以及相机相对于治疗工具的预定位置和方向(阶段1210)(例如,如上文关于图8所述)来确定治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向。

[0293] 一些实施例可包括在显示器上显示指示治疗工具相对于超声成像探头的确定位置和方向的可视指示符(阶段1212)。例如,上面关于图8描述的可视指示符842。

[0294] 一些实施例可包括确定所确定的治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向与所要求的治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向相比是否在允许的误差范围内(阶段1213)。例如,这可以允许将治疗工具快速和准确地瞄准目标区域。

[0295] 一些实施例可包括修改可视指示符以由此指示治疗工具相对于超声成像探头的

位置和方向是否在其允许的误差范围内(阶段1214)。

[0296] 一些实施例可包括叠加可视指示符和患者的目标区域的超声图像以产生叠加图像,并在显示器上显示叠加图像(阶段1215)。

[0297] 一些实施例可以包括检测或标记其超声图像中的目标区域,以及基于所确定的治疗工具的位置和方向以及超声图像来确定治疗工具是否相对于目标区域对准(阶段1216)。

[0298] 一些实施例可包括更新可视指示符以指示治疗工具是否与目标区域对准(阶段1217)。

[0299] 一些实施例可以包括在显示器上生成和显示治疗工具引导指令,该指令指示治疗工具应该在其中移动(例如,移位和/或倾斜)的一个或多个方向和/或在每个方向上的移动的度量,以便使治疗工具进入在允许误差范围内的位置和方向(阶段1218)。例如,如下文关于图14A和图14B所述。这可以例如允许治疗工具快速和准确地瞄准目标区域。

[0300] 一些实施例可包括根据显示器上显示的至少一个可视指示符瞄准和/或对治疗工具(阶段1219)。

[0301] 现在参考图13,其是根据本发明的一些实施例的用于使用超声成像设备瞄准和/或对治疗工具的系统(诸如上文描述的系统800和1100)的校准设置1300的示意图。

[0302] 校准设备1300可用于校准超声成像设备环境中用于瞄准和/或对治疗工具的系统(例如,上文描述的系统800和1100)。例如,校准设备1300可用于确定校准板1324(例如,如上文描述的校准板810、900、1000或1150)相对于超声成像探头62的位置和方向(例如,在校准板1324附接到超声成像探头62之后)。如果校准板1324永久地附接到超声波探头62,则校准可以仅执行一次,例如在工厂,或者每次校准板1324可移除地附接到超声波探头62时可以重复校准。

[0303] 校准设备1300可以包括嵌入在声学透明介质1302(例如,超声凝胶、水)中的一个或多个成像目标1304。在一些实施例中,成像目标1304的位置可以是已知的。超声成像探头62可以相对于成像目标1304设置在已知的成像探头位置和方向处。校准板1324可以连接或可移除地连接到超声成像探头62。相机1311(例如,诸如上文所述的相机820或1160)可以相对于成像目标1304设置在已知的相机位置和方向处,使得校准板1324将至少部分地处于其视场1312中。

[0304] 超声成像探头62可获得成像目标1304的至少一个超声图像。相机1311可以获得附接到超声成像探头62的至少一个相机图像校准板1324。处理单元(例如,诸如上文描述的处理单元830、1170)可以接收成像目标1304的超声图像、校准板1324的相机图像1324。处理单元可至少基于超声图像、相机图像确定校准数据。例如,校准数据可以包括校准板1324相对于超声成像探头62的位置和方向。处理单元可以基于超声图像、相机图像、成像目标1304的已知位置、已知的成像探头位置和方向以及已知的相机位置和方向来确定校准板1324相对于超声成像探头62的位置和方向。

[0305] 校准数据可被存储并用于进一步处理。例如,校准数据可被加载到上面描述的处理单元830或处理单元1170,并由处理单元830、1170用于确定治疗工具90相对于超声成像探头62的位置和方向(例如,如上面关于图8描述的)。

[0306] 现在参考图14A,其是根据本发明的一些实施例的在成像设备环境中引导治疗工具的瞄准和/或对的方法的流程图。

[0307] 该方法可以由例如用于在成像设备环境中瞄准和/或对治疗工具的系统处理单元来执行,例如分别关于图1、图5A至图5D、图6、图8和图11所述的系统100、500、600、500和1100。

[0308] 还参考图14B,其是根据本发明的一些实施例、根据本发明的一些实施例、用于在成像设备环境中引导治疗工具的瞄准和/或对准的引导特征的示意图。

[0309] 根据一些实施例,该方法可以包括由处理单元1410在显示器1430上呈现至少一个可视指示符1420(阶段1402)。

[0310] 在各种实施例中,可视指示符1420可指示治疗工具相对于成像设备的实际位置和方向(例如,如上文关于图5D至图5F描述的X射线瞄准和对准工具92的可视表示85)和/或治疗工具相对于成像设备的确定的位置和方向(例如,如上文分别关于图1、图5A至图5D、图6、图8和图11描述的可视指示符142、542、682、842、1142)。可视指示符1420还可以指示治疗工具相对于成像设备的位置和方向是否在其允许的误差范围内。例如,这可以允许治疗工具快速和准确地瞄准目标区域。在一些实施例中,可将可视指示符1420叠加在由成像设备获得或正在获得的图像上(例如,如上文关于图1、图5A至图5D、图8)。

[0311] 根据一些实施例,该方法可以包括:由处理单元1410基于所确定的治疗工具相对于成像设备的位置和方向来生成治疗工具引导指令1440(阶段1404)。

[0312] 根据一些实施例,该方法可以包括通过处理单元1410在显示器1430上呈现治疗工具引导指令1440(阶段1406)。例如,治疗工具引导指令1440可以使治疗工具相对于目标区域和/或成像设备容易且直观地瞄准和/或对准。

[0313] 治疗工具引导指令1440可以显示在例如显示器1430上的指定区域1432中。例如,可以由处理单元1410选择指定区域1432,以便不妨碍在显示器1430上显示的任何重要信息。

[0314] 在各种实施例中,治疗工具引导指令1440可包括治疗工具移动数据,该数据指示治疗工具应该在其中移动(例如,移位和/或倾斜)的一个或多个方向和/或在每个方向上的移动的度量,以便将治疗工具带入其允许误差范围内的位置和方向。例如,每个方向可以使用箭头来呈现,其中箭头的长度可以指示在相应方向上所需的移动的度量。然而,也可以使用其他符号。例如,治疗工具引导指令1440可以允许将治疗工具快速且准确地瞄准目标区域。

[0315] 根据一些实施例,该方法可以包括通过处理单元1410在显示器1430上呈现治疗工具可视数据1450。例如,治疗工具可视数据1450可以包括治疗工具1452的至少一部分的可视表示。例如,治疗工具1452的可视表示可显示在治疗工具引导指令1440附近。

[0316] 根据一些实施例,该方法可以包括通过处理单元1410在显示器1430上呈现系统组件可视数据1460。系统组件可视数据1460可以例如包括系统的一个或多个组件(例如,相机)的可视表示,并且可以指示相应组件相对于例如治疗工具的实际位置方向。

[0317] 治疗工具可视数据1450和系统组件可视数据1460可以例如增强用户对治疗工具引导指令1440的理解。

[0318] 现在参考图15A和图15B,它们是根据本发明的一些实施例的用于在X射线设备80环境中瞄准和/或对治疗工具90的系统1500的第二实施例的示意图。

[0319] 根据一些实施例,系统1500可以包括校准板1510、相机1520和处理单元1530(例

如,如图15A和图15B所示)。图15A和图15B示出了系统1500的侧视图。系统1500可以使治疗工具90对准患者70内的目标区域72和/或使治疗工具90相对于X射线设备80对准,同时与在没有系统1500的情况下执行的治疗过程相比,显著减少患者70对X射线辐射的暴露。

[0320] 根据一些实施例,校准板1510可以包括至少一个光学标记1514。光学标记1514可以在预定和/或已知位置处定位在校准板1510的表面上。校准板1510可以连接或可移除地连接到治疗工具90。例如,校准板1510和光学标记1514可以类似于上面关于图1描述的校准板110(没有不透射线标记112)和光学标记114。

[0321] 根据一些实施例,相机1520可连接或可移除地连接到X射线设备80。相机1520可以相对于X射线设备80在预定和/或已知的位置和方向(例如,如图15A所示)处连接到X射线设备80。

[0322] 在一些实施例中,相机1520可以包括至少一个不透射线标记1512。在这种情况下,相机1520可附接到X射线设备80,使得其至少不透射线标记1512将设置在X射线源83的视场83a中。例如,相机1520可附接到X射线增强器82(例如,如图15B所示)。在图15B所示的实施例中,相机1520相对于X射线设备80的位置和方向可以是未知的,并且可以基于附接到相机1520的不透射线标记1512的X射线成像来确定(例如,如上文关于图1所述)。

[0323] 在一些实施例中,系统1500可以包括相机连接器1522。相机连接器1522可以被配置成将相机1520紧密且稳定地连接到X射线设备80,并防止相机1520相对于X射线设备80的意外相对移动。

[0324] 根据一些实施例,处理单元1530可以与相机1520以及与X射线设备80的X射线成像单元84通信(例如,有线或无线)。

[0325] 根据一些实施例,处理单元1530可以被配置为从相机1520接收校准板1510的一个或多个相机图像。校准板1510的相机图像可以包括光学标记1514的可视表示。

[0326] 根据一些实施例,处理单元1530可被配置为基于相机图像中光学标记1514的可视表示、基于光学标记1514在校准板1510内的已知位置以及基于相机1520的参数(例如,诸如畸变、视场121等)来确定校准板1510(其可附接到例如治疗工具90)相对于相机1520的位置和方向。可以使用例如束调整/PNP算法来利用其确定。

[0327] 根据一些实施例,处理单元1530可被配置成基于确定的校准板1510相对于相机1520的位置和方向以及已知的相机1520相对于X射线设备80的位置和方向来确定治疗工具90相对于X射线设备80的位置和方向。

[0328] 在图15B所示的实施例中,其中相机1520相对于X射线设备80的位置和方向是未知的,并且相机1520包括不透射线标记1512,处理单元1530可以被配置成接收包括至少一个不透射线标记的可视表示的X射线图像;以及基于至少一个不透射线标记的可视表示来确定相机相对于X射线设备的位置和方向。

[0329] 根据一些实施例,系统1500可以包括显示器1540。处理单元1530可以被配置为例如在显示器1540和/或X射线显示器86上呈现指示治疗工具90的确定位置和方向的至少一个可视指示符1542。

[0330] 在一些实施例中,处理单元1530可被配置为确定所确定的治疗工具90相对于X射线设备80的位置和方向与所要求的治疗工具90相对于X射线设备80的位置和方向相比是否在允许的误差范围内。在一些实施例中,处理单元1530可以被配置成更新可视指示符1542,

从而指示治疗工具90的位置和方向是否在其允许的误差范围内。可视指示符1542的修改例如可以包括可视指示符1542的颜色和/或形状的改变(例如,根据预定规则)。

[0331] 在各种实施例中,处理单元1530可被配置为将可视指示符1542叠加在例如患者70的目标区域72的X射线图像上以产生叠加图像,并将叠加图像显示在显示器1540和/或X射线显示器86上。

[0332] 在一些实施例中,处理单元1530可被配置为检测或标记其X射线图像中的目标区域72。处理单元1530可被配置为基于所确定的治疗工具90的位置和方向以及X射线图像来确定治疗工具90是否相对于目标区域72对准。在一些实施例中,处理单元1530可以被配置成更新可视指示符1542,从而指示治疗工具90是否与目标区域72对准。

[0333] 在一些实施例中,处理单元1530可基于所确定的治疗工具90相对于X射线设备80的位置和方向来生成治疗工具引导指令,并在显示器86/1540上显示治疗工具引导指令(例如,如上文关于图14A和图14B所述)。引导指令可以指示治疗工具90应该在其中移动(例如,移位和/或倾斜)的一个或多个方向和/或在每个方向上的移动的度量,以便使治疗工具90进入其允许误差范围内的位置和方向。治疗工具引导指令例如可使治疗工具90相对于目标区域72和/或X射线设备80容易且直观地瞄准和/或对准。

[0334] 系统1500可使用户(例如,治疗医师)能够将治疗工具90对准目标区域72和/或对准(例如,平移、倾斜、俯仰、偏航、滚动等)使用显示在显示器1540和/或X射线显示器86上的可视指示符1542相对于X射线设备80的治疗工具90。可视指示符1542可指示治疗工具90相对于X射线设备80的位置和方向,这消除(或基本上消除)在治疗工具90的瞄准和/或对准期间对患者70的X射线成像的需要。当使用系统1500时,仅在瞄准和/或对准治疗工具90的最后阶段才需要X射线成像,在应用治疗之前,治疗工具90相对于X射线设备80的实际位置和方向对应于其所需位置和方向或在其允许的误差范围内。以这种方式,与在瞄准和/或对准治疗工具90期间要求患者70多次暴露于X射线辐射的当前治疗过程相比,系统1500可以显著减少患者和/或用户在治疗过程中暴露于X射线辐射。

[0335] 现在参考图16,其是根据本发明的一些实施例的在X射线设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的第二方法的流程图。

[0336] 该方法可以由用于在X射线设备环境中瞄准/对准治疗工具的系统(例如上文关于图15A和图15B描述的系统1500)来实现,该系统可以被配置为实现该方法。注意,该方法不限于图16中所示的流程图和相应的描述。例如,在各种实施例中,该方法不需要移动通过每个所示的框或阶段,或者以与所示和描述的完全相同的顺序移动。

[0337] 根据一些实施例,该方法包括将校准板附接(或可移除地附接)到治疗工具,其中校准板包括定位在校准板内预定位置处的至少一个光学标记(阶段1602)。例如,上面关于图15A和图15B描述的校准板1510和光学标记1514。

[0338] 一些实施例可包括将相机附接(或可移除地附接)到X射线设备到X射线设备(阶段1604)(例如,如上文关于图15A和图15B所述)。例如,上面关于图15A和图15B描述的相机1520。

[0339] 一些实施例可以包括通过相机获得包括至少一个光学标记的可视表示的相机图像(阶段1606)(例如,如上文关于图1和图4所述)。

[0340] 一些实施例可包括基于相机图像中的至少一个光学标记的可视表示和至少一个

光学标记在校准板内的位置来确定校准板相对于相机的位置和方向(阶段1607)(例如,如上文关于图15A和图15B所述)。例如,通过利用如上文关于图15A和图15B所述的束调整/PnP算法。

[0341] 一些实施例可包括基于所确定的校准板相对于相机的位置和方向以及相机相对于X-Ry设备的位置和方向来确定治疗工具相对于X射线设备的位置和方向(阶段1608)(例如,如上文关于图15A和图15B所述)。

[0342] 在一些实施例中,相机相对于X射线设备的位置和方向可以是已知/预定的。

[0343] 在一些其它实施例中,相机可以在任意位置和方向上,至少部分地在X射线设备的X射线源的视场中附接到X射线设备,并且可以包括至少一个不透射线标记。这些实施例可以包括通过X射线设备获得相机的至少一部分的X射线图像,以及基于X射线图像中的至少一个不透射线标记的可视表示确定相机相对于X射线设备的位置和方向。

[0344] 一些实施例可包括在显示器上显示指示治疗工具的位置和方向的可视指示符(阶段1610)。例如,上面关于图15A和图15B描述的可视指示符1542。

[0345] 一些实施例可包括确定所确定的治疗工具相对于X射线设备的位置和方向与治疗工具相对于X射线设备的所需位置和方向相比是否在允许的误差范围内(阶段1612)(例如,如上文关于图15A和图15B所述)。

[0346] 一些实施例可包括更新可视指示符以由此指示治疗工具相对于X射线设备的位置和方向是否在其允许的误差范围内(阶段1614)(例如,如上文关于图15A和图15B所述)。

[0347] 一些实施例可包括叠加可视指示符和患者的目标区域的X射线图像以产生叠加图像,并在显示器上显示叠加图像(阶段1616)。

[0348] 一些实施例可以包括检测或标记其X射线图像中的目标区域,以及基于所确定的治疗工具的位置和方向以及X射线图像来确定治疗工具是否相对于目标区域对准(阶段1618)。

[0349] 一些实施例可包括更新可视指示符以指示治疗工具是否与目标区域对准(阶段1620)。

[0350] 一些实施例可以包括在显示器上生成和显示治疗工具引导指令,该指令指示治疗工具应该在其中移动(例如,移位和/或倾斜)的一个或多个方向和/或在每个方向上的移动的度量,以便使治疗工具进入其允许误差范围内的位置和方向(阶段1622)。例如,如上面关于图14A和图14B所述,可以基于所确定的治疗工具相对于X射线设备的位置和方向来确定治疗工具引导指令。治疗工具引导指令例如可以使治疗工具相对于目标区域和/或X射线设备容易且直观地瞄准和/或对准。

[0351] 一些实施例可包括根据显示器上显示的可视指示符瞄准和对准治疗工具,而不使患者暴露于X射线设备的X射线成像(阶段1624)(例如,如上文关于图15A和图15B所述)。

[0352] 现在参考图17,其是根据本发明的一些实施例的用于在超声成像设备60环境中瞄准和/或对准治疗工具90的系统1700的第二实施例的示意图。

[0353] 根据一些实施例,系统1700可以包括校准板1710、相机1720和处理单元1730。图17示出了系统1700的侧视图。系统1700可以使治疗工具90对准患者70内的目标区域72和/或使治疗工具90相对于超声成像探头62对准。

[0354] 超声成像设备60可以是任何类型的超声成像设备,例如手持设备、膝上型设备、连

接到蜂窝电话或平板电脑的探头或便携式手推车上的系统,并且可以包括一个或多个探头和其他附件。

[0355] 治疗工具90可以是例如需要相对于目标区域72瞄准和/或相对于超声成像探头62对准的侵入性治疗工具(例如针(例如,活检针、射频针)和/或探头)或非侵入性治疗工具(例如,超声换能器或聚焦超声换能器)。例如,图17示出了作为治疗工具90的示例的针。

[0356] 根据一些实施例,校准板1710可以包括至少一个光学标记。光学标记可定位在校准板1710内的预定和/或已知位置。校准板1710可以可连接或可移除地连接到治疗工具90。

[0357] 根据一些实施例,相机1720可连接或可移除地连接到超声设备60的超声成像探头62。相机1720可以相对于治疗工具90在预定和/或已知的位置和方向处附接到超声成像探头62。相机1720可附接到超声成像探头62,使得校准板1710的至少一部分将在相机1720的视场1721内。

[0358] 在一些实施例中,系统1700可以包括相机连接器1722。相机连接器1722可以被配置为紧密且稳定地将相机1720连接到超声成像探头62,并且防止相机1720相对于超声成像探头62的意外相对移动。

[0359] 根据一些实施例,处理单元1730可以与相机1720以及与超声成像设备60的超声成像单元64通信(例如,有线或无线)。

[0360] 根据一些实施例,处理单元1730可以被配置为从相机1720接收校准板1710的一个或多个相机图像。校准板1710的相机图像可以包括光学标记的可视表示。

[0361] 根据一些实施例,处理单元1730可以被配置为基于相机图像中光学标记的可视表示、基于光学标记在校准板1710内的已知位置以及基于相机1720的参数(例如,诸如畸变、视场1721等)来确定校准板1710相对于相机1720(其可以附接到例如超声成像探头62)的位置和方向。可以使用例如束调整/PNP算法来利用其确定。

[0362] 根据一些实施例,处理单元1730可被配置为基于校准板1710相对于治疗工具90的预定位置和方向、校准板1710相对于相机1720的确定位置和方向以及相机1720相对于超声成像探头62的已知位置和方向来确定治疗工具90相对于超声成像探头62的位置和方向。

[0363] 根据一些实施例,系统1700可以包括显示器1740。处理单元1730可以被配置为例如在显示器1740和/或超声显示器66上呈现指示所确定的治疗工具90的位置和方向的至少一个可视指示符1742。

[0364] 在一些实施例中,处理单元1730可被配置为确定所确定的治疗工具90相对于超声成像探头62的位置和方向与所要求的治疗工具90相对于超声成像探头62的位置和方向相比是否在允许的误差范围内。处理单元1730可以被配置为修改可视指示符1742,从而指示治疗工具90相对于超声成像探头62的位置和方向是否在其允许的误差范围内。

[0365] 在各种实施例中,处理单元1730可被配置为将可视指示符1742叠加在例如患者70的目标区域72的超声图像上以产生叠加图像,并将叠加图像显示在显示器1740和/或超声显示器66上。

[0366] 在一些实施例中,处理单元1730可以被配置为检测或标记其超声图像中的目标区域72。处理单元1730可以被配置为基于所确定的治疗工具90的位置和方向以及超声图像来确定治疗工具90是否相对于目标区域72对准。在一些实施例中,处理单元1730可以被配置成更新可视指示符142,从而指示治疗工具90是否与目标区域72对准。

[0367] 在一些实施例中,处理单元1730可基于所确定的治疗工具90相对于超声成像探头62的位置和方向来生成治疗工具引导指令,并在显示器86/1740上显示治疗工具引导指令(例如,如上文关于图14A和图14B所述)。治疗工具引导指令可以指示治疗工具90应该在其中移动(例如,移位和/或倾斜)的一个或多个方向和/或在每个方向上的移动的度量,以便使治疗工具90进入在其允许的误差范围内和/或相对于目标区域72对准的位置和方向。治疗工具引导指令例如可使治疗工具90相对于目标区域72和/或超声成像探头62容易且直观地瞄准和/或对准。

[0368] 系统1700可使用户(例如,治疗医师)能够使用显示器1740和/或超声显示器66上显示的可视指示符1742将治疗工具90对准目标区域72和/或使治疗工具90相对于超声成像探头62对准(例如,平移、倾斜、俯仰、偏航、滚动等)。可视指示符1742可指示治疗工具90相对于超声成像探头62的位置和方向,这消除(或基本上消除)对治疗工具尖端的超声成像的需要。当使用系统1700时,仅在治疗工具90的瞄准和/或对准的最后阶段才需要治疗工具尖端的超声成像(在适用的情况下),以便在应用治疗之前验证治疗工具90相对于患者解剖结构的实际位置和方向是正确的。以这种方式,与当前处理过程相比,系统1700可以显著减少过程时间。

[0369] 现在参考图18,其是根据本发明的一些实施例的在超声成像设备环境中瞄准和/或对准治疗工具的第二方法的流程图。

[0370] 该方法可以由用于在超声成像设备环境中瞄准/对准治疗工具的系统(例如上文关于图17描述的系统1700)来实现,该系统可以被配置为实现该方法。注意,该方法不限于图18所示的流程图和相应的描述。例如,在各种实施例中,该方法不需要移动通过每个所示的框或阶段,或者以与所示和描述的完全相同的顺序移动。

[0371] 根据一些实施例,该方法包括将校准板附接(或可移除地附接)到治疗工具,其中校准板包括位于校准板内预定位置处的至少一个光学标记(阶段1802)。例如,上面关于图17描述的校准板1710。

[0372] 一些实施例可包括在相对于超声成像探头的预定位置和方向处将相机附接(或可移除地附接)到超声成像探头(阶段1804)(例如,如上文关于图17所述)。例如,上面关于图17描述的相机1720。

[0373] 一些实施例可以包括通过相机获得包括至少一个光学标记的可视表示的相机图像(阶段1806)(例如,如上文关于图17所述)。

[0374] 一些实施例可包括基于相机图像中的至少一个光学标记的可视表示和校准板内的至少一个光学标记的预定位置来确定校准板相对于相机的位置和方向(阶段1808)(例如,如上文关于图17所述)。例如,通过利用如上文关于图17所述的束调整/PnP算法。

[0375] 一些实施例可包括基于校准板相对于治疗工具的预定位置和方向、校准板相对于相机的确定位置和方向以及相机相对于超声成像探头的预定位置和方向来确定治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向(阶段1810)(例如,如上文关于图17所述)。

[0376] 一些实施例可包括在显示器上显示指示治疗工具相对于超声成像探头的确定位置和方向的可视指示符(阶段1812)。例如,上面关于图17描述的可视指示符1742。

[0377] 一些实施例可包括确定所确定的治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向与所要求的治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向相比是否在允许的误差范围内(阶段

1813)。例如,这可以允许将治疗工具快速和准确地瞄准目标区域。

[0378] 一些实施例可包括修改可视指示符以由此指示治疗工具相对于超声成像探头的位置和方向是否在其允许的误差范围内(阶段1814)。

[0379] 一些实施例可包括叠加可视指示符和患者的目标区域的超声图像以产生叠加图像,并在显示器上显示叠加图像(阶段1815)。

[0380] 一些实施例可以包括检测或标记其超声图像中的目标区域,以及基于所确定的治疗工具的位置和方向以及超声图像来确定治疗工具是否相对于目标区域对准(阶段1816)。

[0381] 一些实施例可包括更新可视指示符以指示治疗工具是否与目标区域对准(阶段1817)。

[0382] 一些实施例可以包括在显示器上生成和显示治疗工具引导指令,该指令指示治疗工具应该在其中移动(例如,移位和/或倾斜)的一个或多个方向和/或在每个方向上的移动的度量,以便使治疗工具进入在允许误差范围内的位置和方向(阶段1818)。例如,如下文关于图14A和图14B所述。这可以例如允许治疗工具快速和准确地瞄准目标区域。

[0383] 一些实施例可包括根据显示器上显示的至少一个可视指示符瞄准和/或对治疗工具(阶段1819)。

[0384] 有利地,所公开的系统和方法可以使用户(例如,治疗医生)能够使用可视指示符(例如,显示在显示器上)(其被配置为指示治疗工具相对于成像设备的确定位置和方向)将治疗工具对准患者内的目标区域,和/或使治疗工具相对于成像设备对准。这可以在不需要将治疗工具机械连接到成像设备的情况下实现,并且不需要在当前过程中所需的复杂和/或昂贵的跟踪单元。此外,与不使用所公开的系统和方法的当前治疗过程相比,所公开的系统和方法可以增加治疗过程的精确度,减少其精确度对用户熟练程度的依赖性和/或减少治疗过程的持续时间。

[0385] 在X射线成像设备的情况下,所公开的系统和方法可以消除在瞄准和/或对治疗工具期间对患者进行X射线成像的需要,与在瞄准和/或对治疗工具期间需要对患者进行X射线成像的当前治疗过程相比,这可以显著减少患者和/或用户在治疗过程期间对X射线辐射的暴露和/或显著减少治疗过程的持续时间。当使用所公开的系统和方法时,仅在治疗工具的瞄准和/或对准的最后阶段才需要治疗工具和患者的X射线成像,以便在应用治疗之前验证治疗工具相对于X射线设备的实际位置和方向与其所需的位置和方向相对应或在其允许的误差范围内。

[0386] 上面参考根据本发明的实施例的方法,设备(系统)和计算机程序产品的流程图和/或部分图描述了本发明的各方面。将理解的是,流程图图示和/或部分图的每个部分以及流程图图示和/或部分图中的部分的组合可以通过计算机程序指令来实现。可以将这些计算机程序指令提供给通用计算机,专用计算机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生机器,使得经由计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令创建用于实现流程图和/或部分图中或其一部分中指定的功能/动作的设备。

[0387] 这些计算机程序指令也可以存储在计算机可读介质中,其可以指导计算机,其他可编程数据处理设备或其他设备以特定方式运行,从而使得存储在计算机可读介质中的指令产生包括指令的制品,该指令实现在流程图和/或其部分图中的一个或多个部分中指定的功能/动作。也可以将计算机程序指令加载到计算机,其他可编程数据处理设备或其他设

备上,以使在计算机,其他可编程设备或其他设备上执行一系列操作步骤,以产生计算机实现的过程,使得在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现流程图和/或其部分图的一部分或多个部分中指定的功能/动作的过程。

[0388] 前述流程图和图示出根据本发明的各个实施例的系统,方法和计算机程序产品的可能实现的架构,功能和操作。在这方面,流程图或部分图中的每个部分可以代表模块,代码段或代码部分,其包括用于实施指定的逻辑功能的一个或多个可执行指令。还应注意,在一些替代实施方式中,在该部分中指出的功能可以不按图中指出的顺序执行。例如,取决于所涉及的功能,实际上可以基本上同时执行连续示出的两个部分,或者有时可以以相反的顺序执行这些部分。还应注意,部分图和/或流程图图示的每个部分,以及部分图和/或流程图图示中的部分的组合,可以通过基于专用硬件的系统来实现,该系统执行指定的功能或动作,或者专用硬件和计算机指令的组合。

[0389] 在以上描述中,实施例是本发明的示例或实施方式。“一个实施例”,“实施例”,“某些实施例”或“一些实施例”的各种外观不一定都指相同的实施例。尽管可以在单个实施例的上下文中描述本发明的各种特征,但是这些特征也可以单独地或以任何合适的组合来提供。相反,尽管为了清楚起见,在此可以在单独的实施例的上下文中描述本发明,但是本发明也可以在单个实施例中实现。本发明的某些实施例可以包括来自以上公开的不同实施例的特征,并且某些实施例可以包括来自以上公开的其他实施例的元件。在特定实施例的上下文中,发明的要素的公开不应被视为仅在特定实施例中限制它们的使用。此外,应当理解,可以以各种方式来实施或实践本发明,并且本发明可以在除了以上描述中概述的实施例之外的某些实施例中实现。

[0390] 本发明不限于那些图或相应的描述。例如,流不必经过每个图示的框或状态,或以与图示和描述的顺序完全相同的顺序移动。除非另外定义,否则本文所使用的技术和科学术语的含义应被本发明所属领域的普通技术人员通常理解。尽管已经针对有限数量的实施例描述了本发明,但是这些不应被解释为对本发明范围的限制,而是作为一些优选实施例的示例。其他可能的变化,修改和应用也在本发明的范围内。相应地,本发明的范围不应受到迄今为止所描述的内容的限制,而是受所附权利要求及其法律等价物的限制。

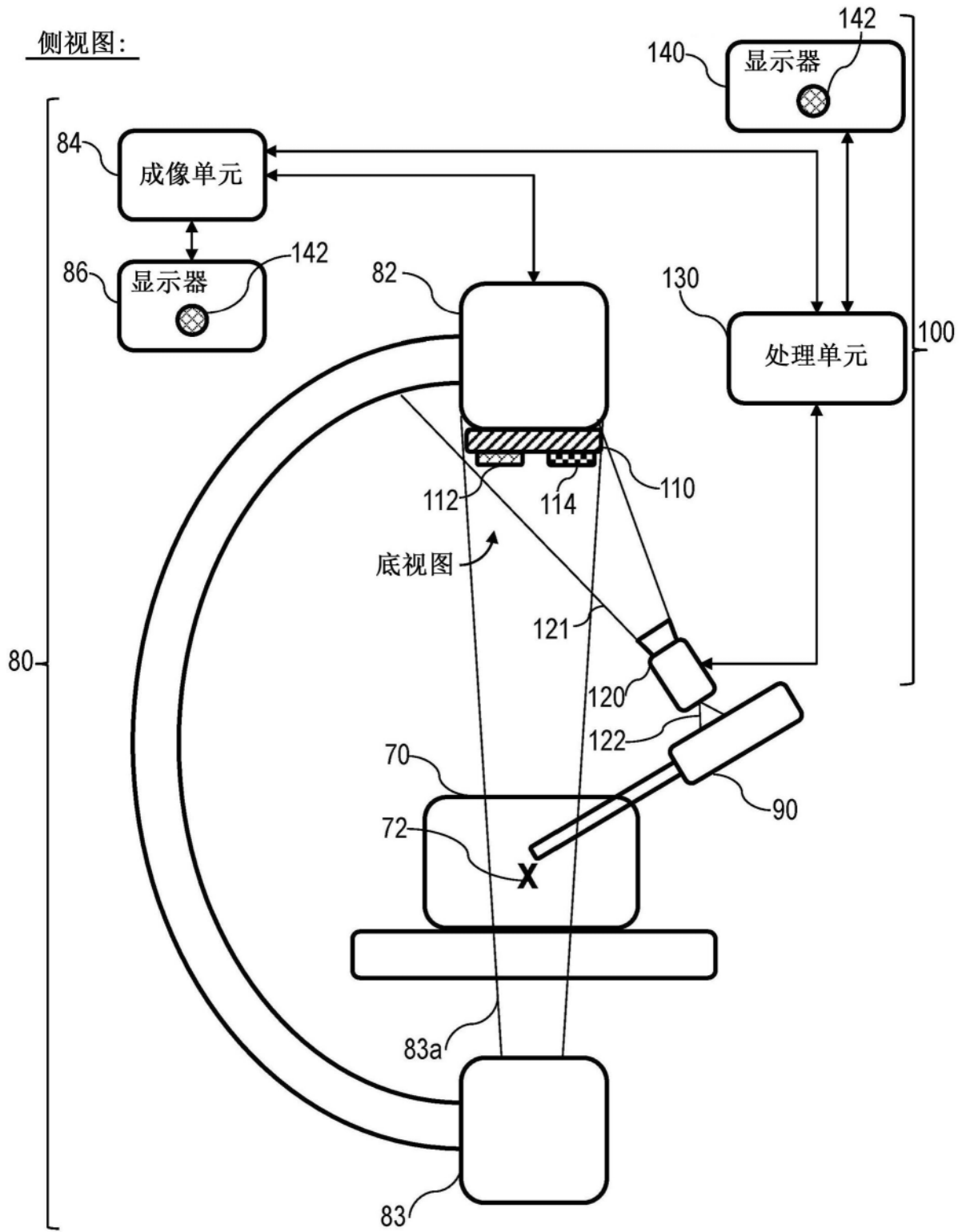


图1

底视图:

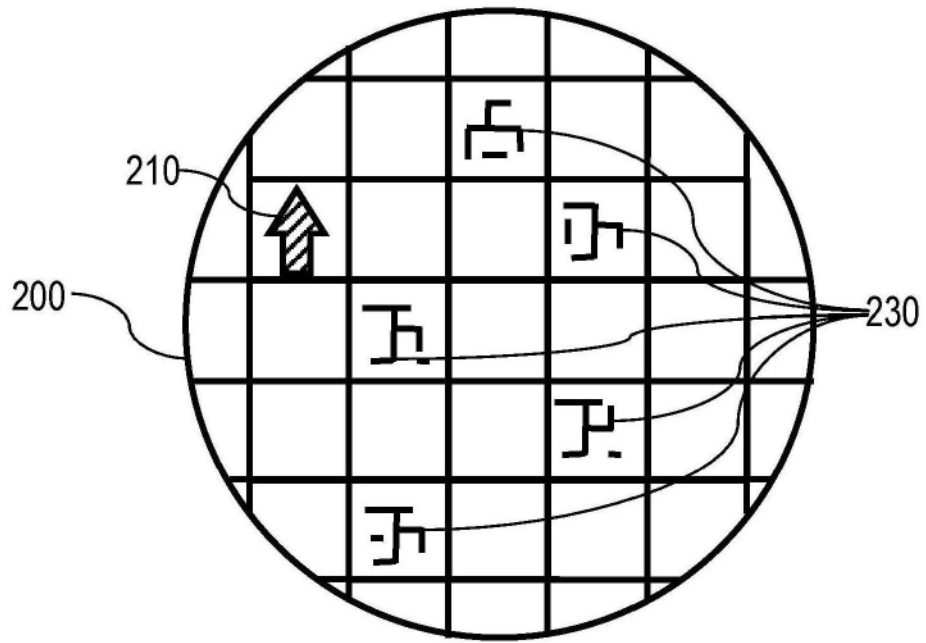


图2A

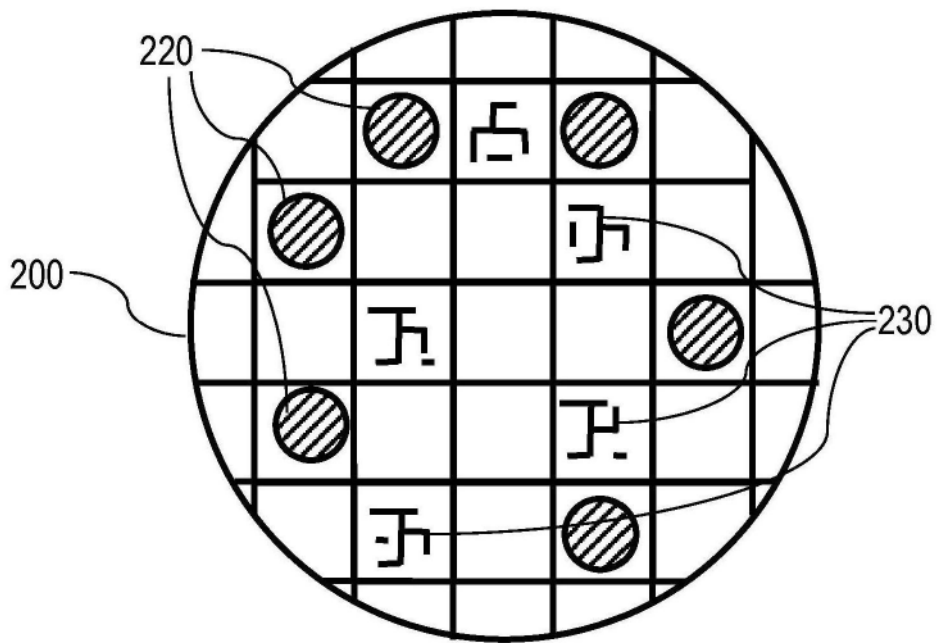


图2B

底视图:

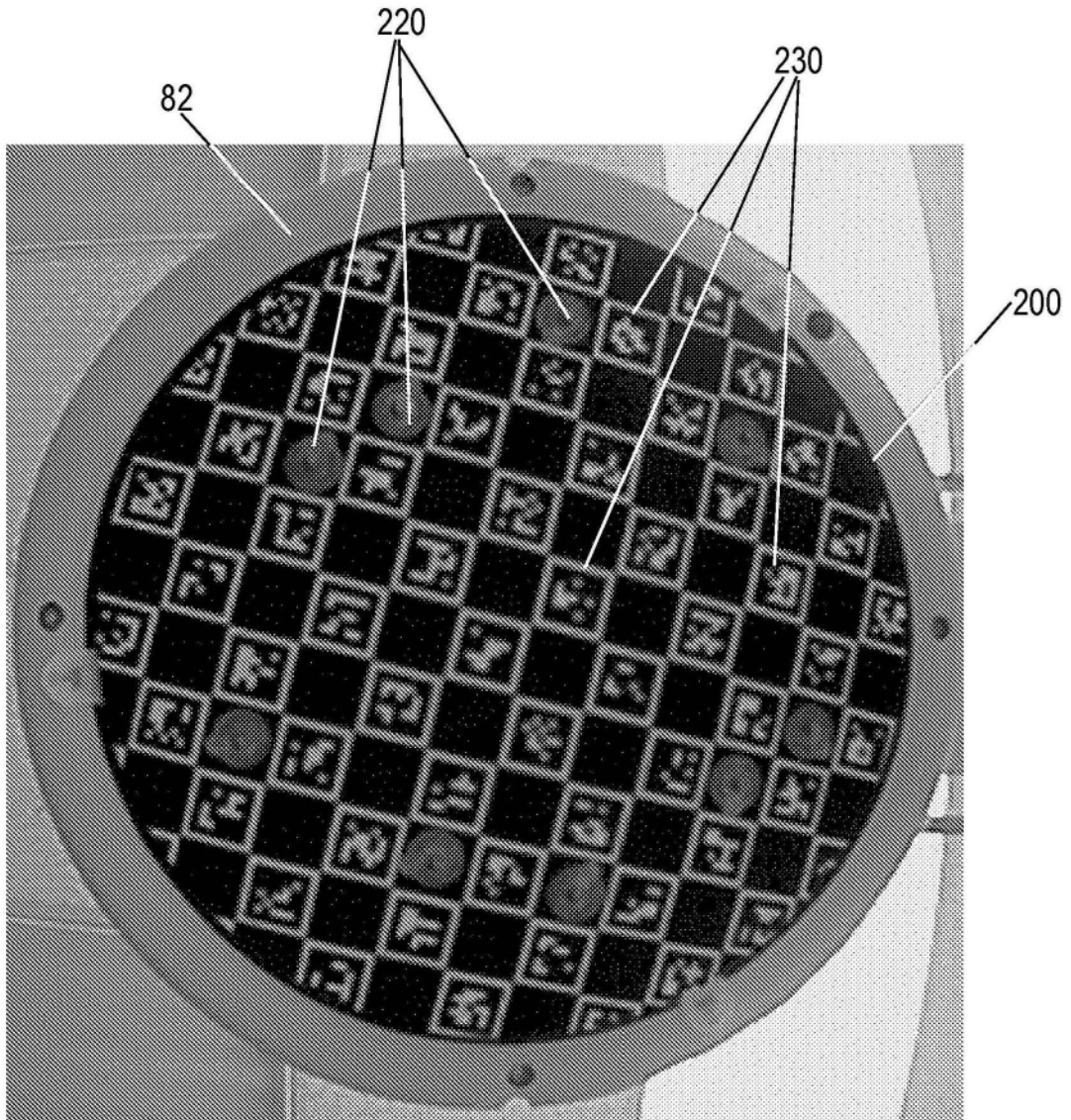


图2C

300

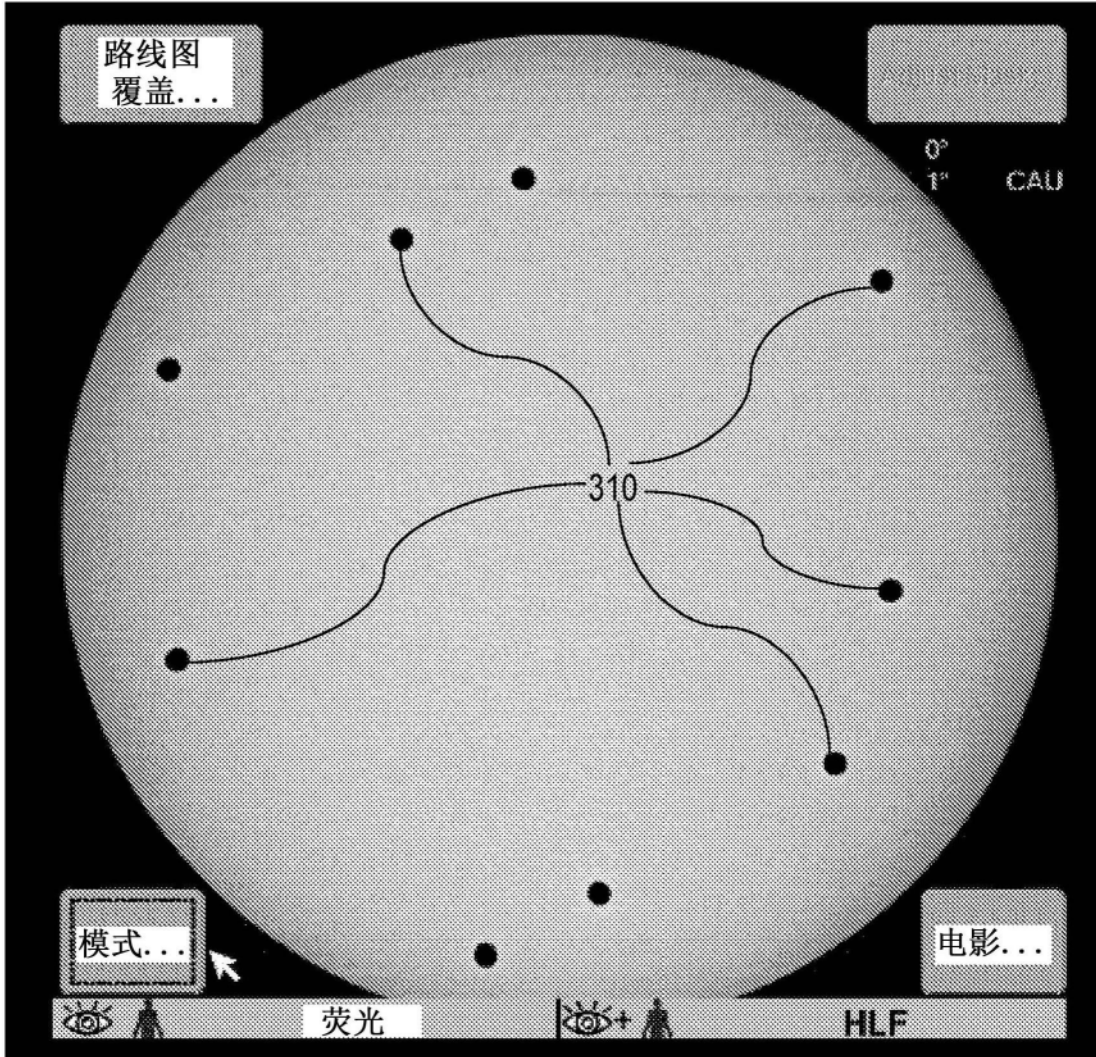


图3

400

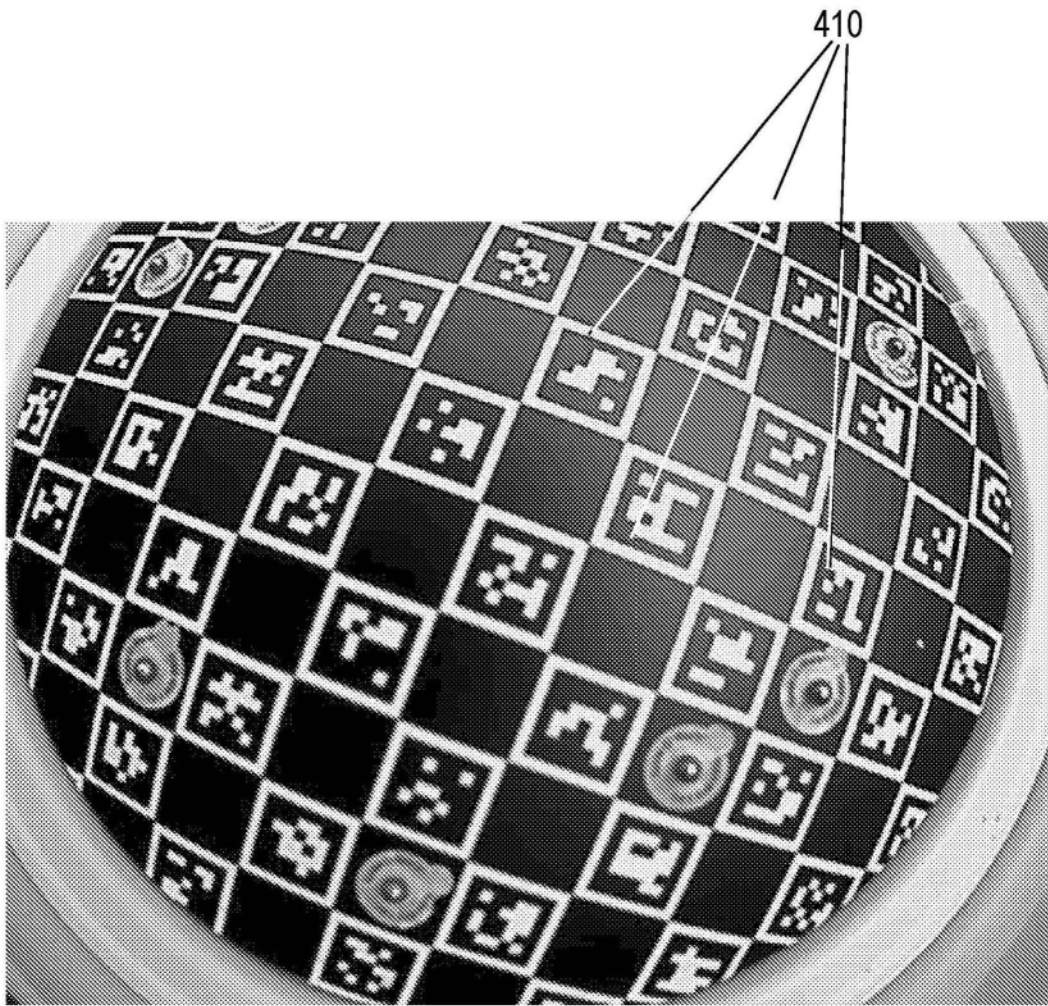


图4

侧视图:

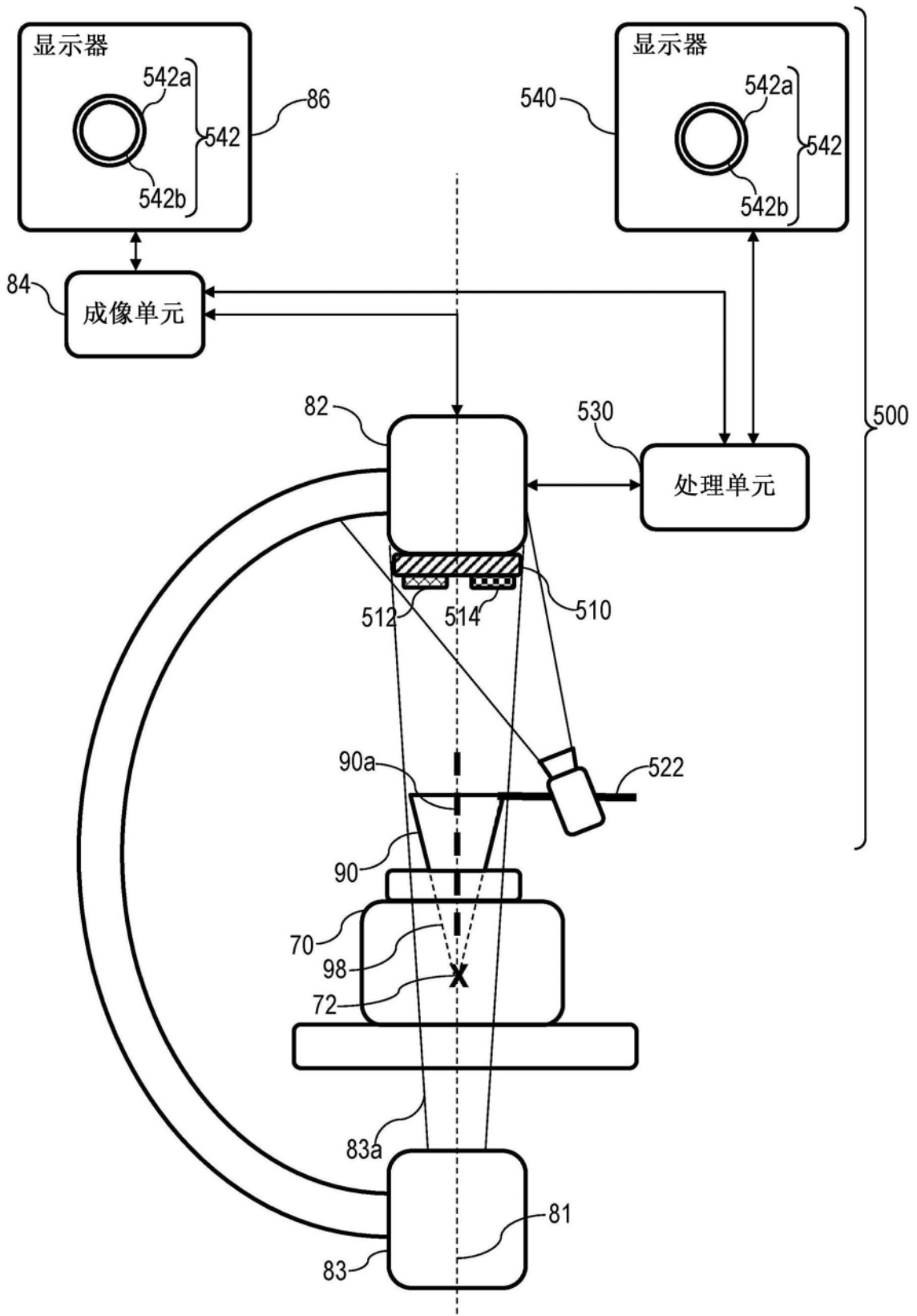


图5A

侧视图:

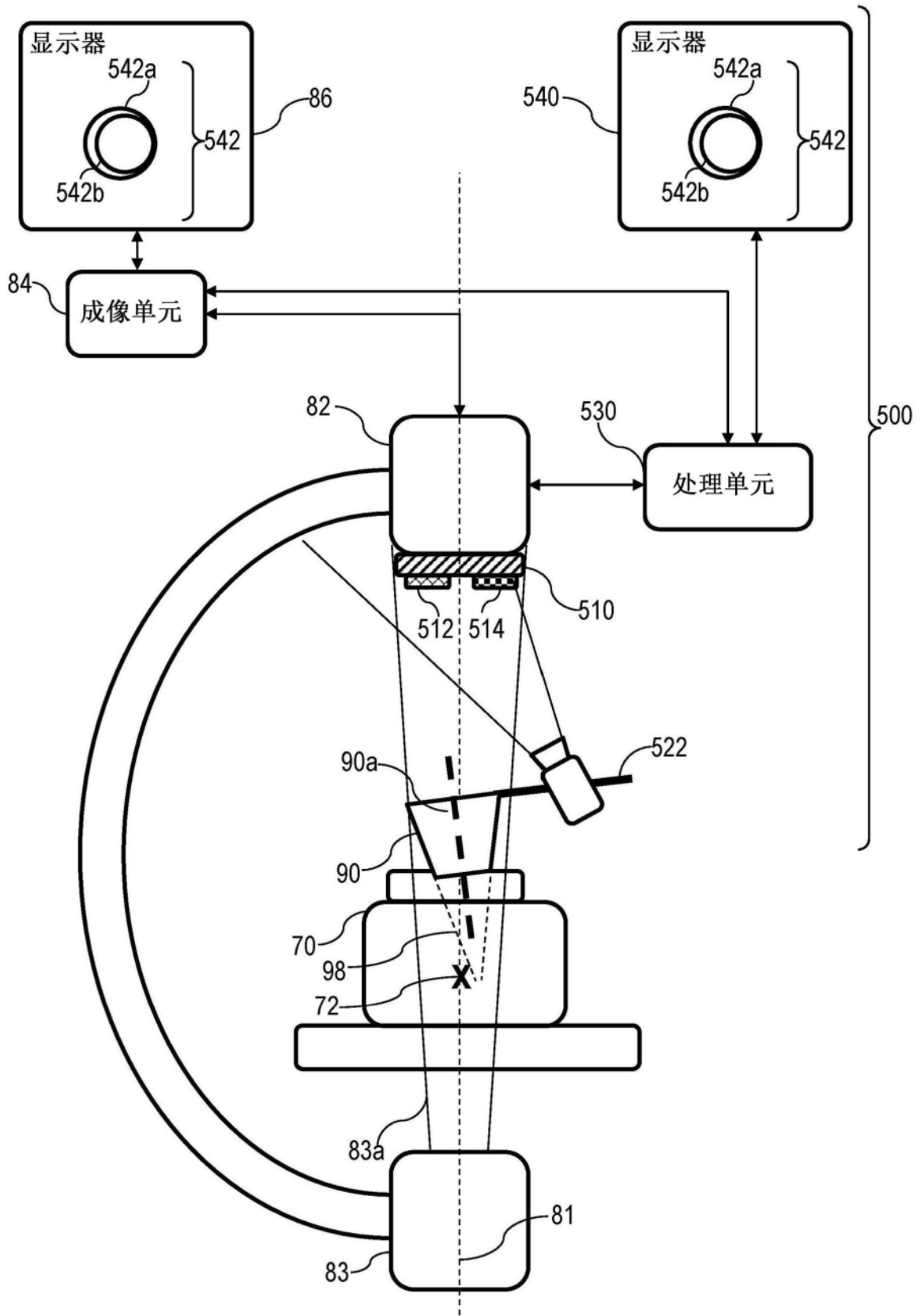


图5B

侧视图:

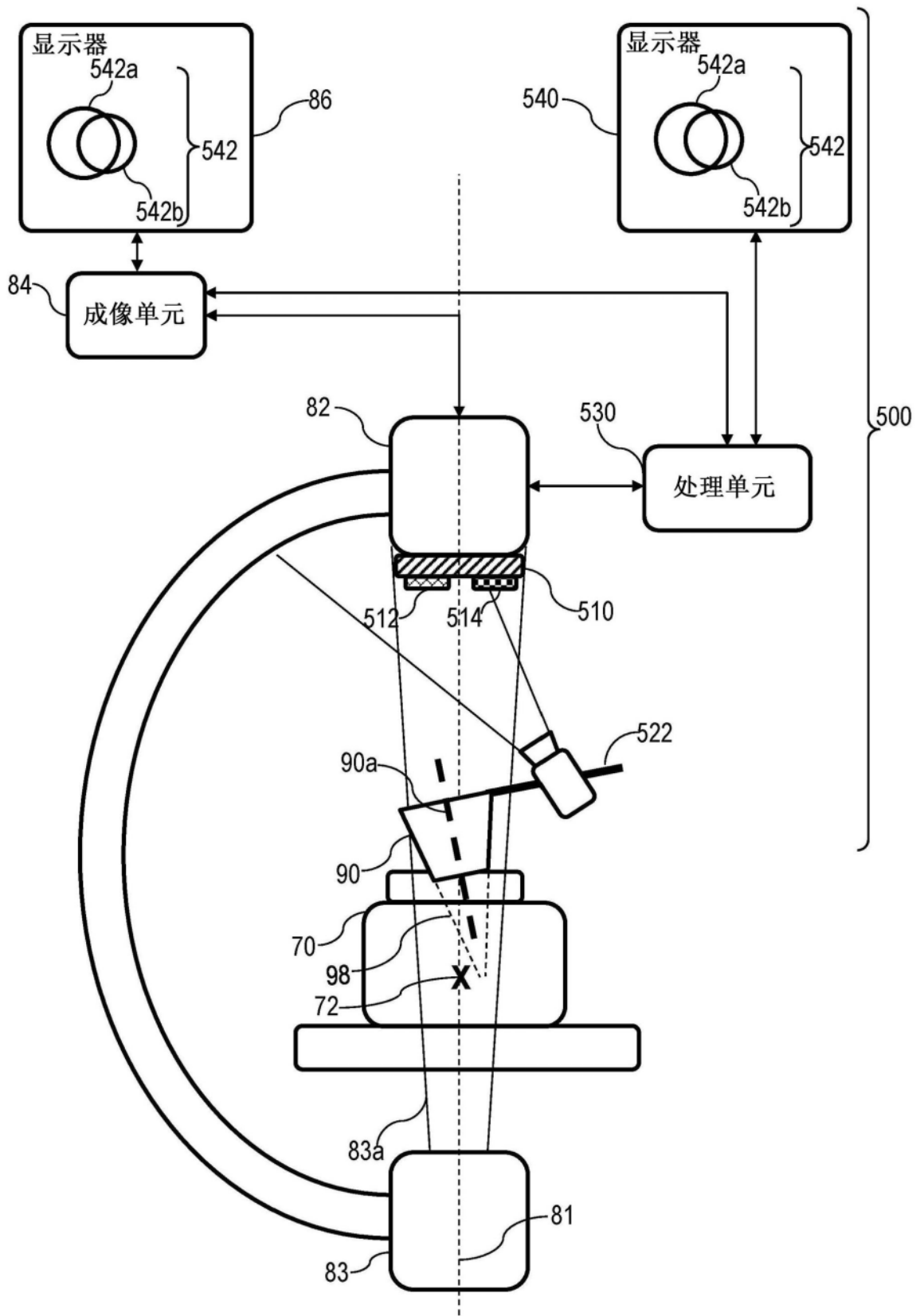


图5C

侧视图:

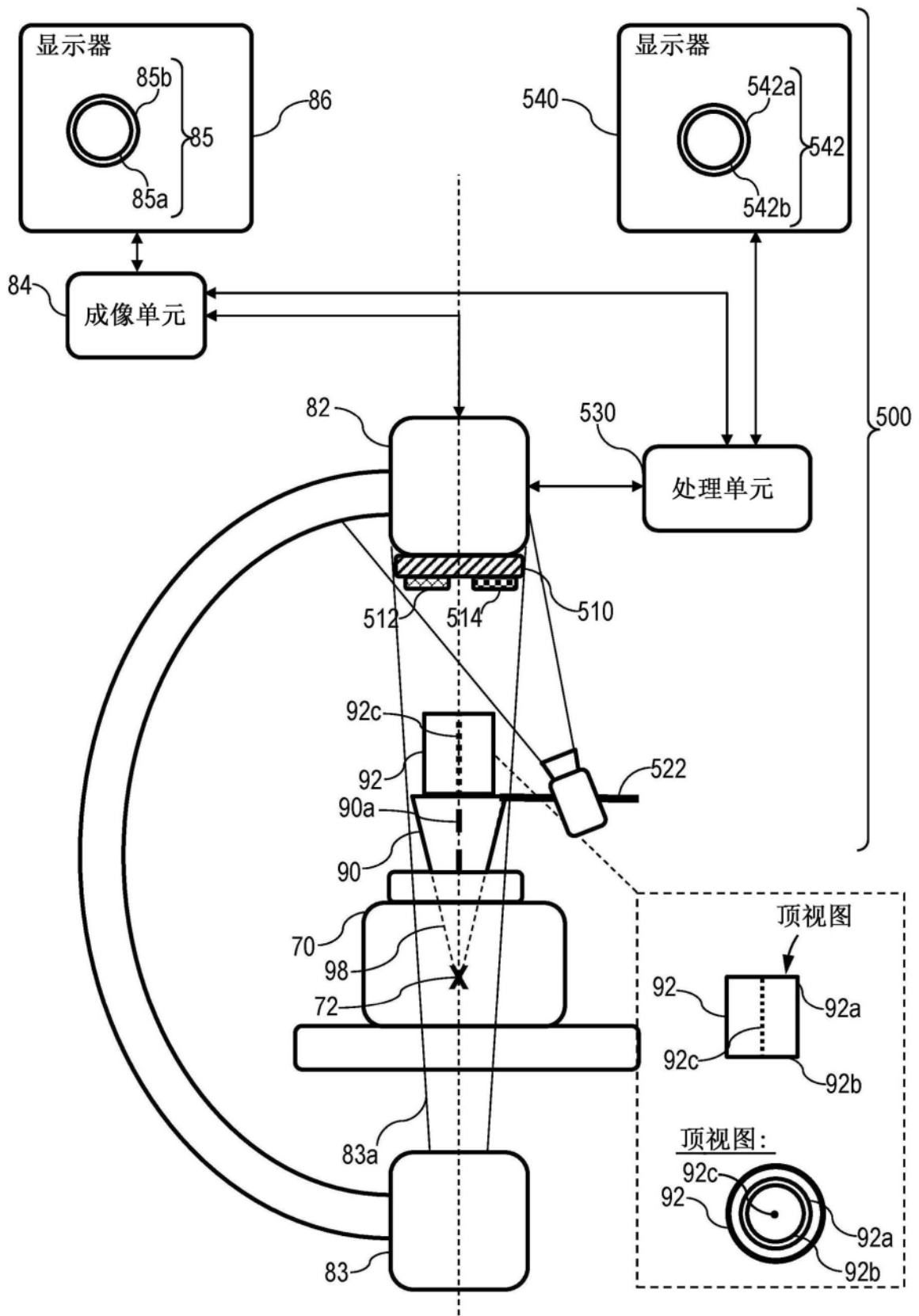


图5D

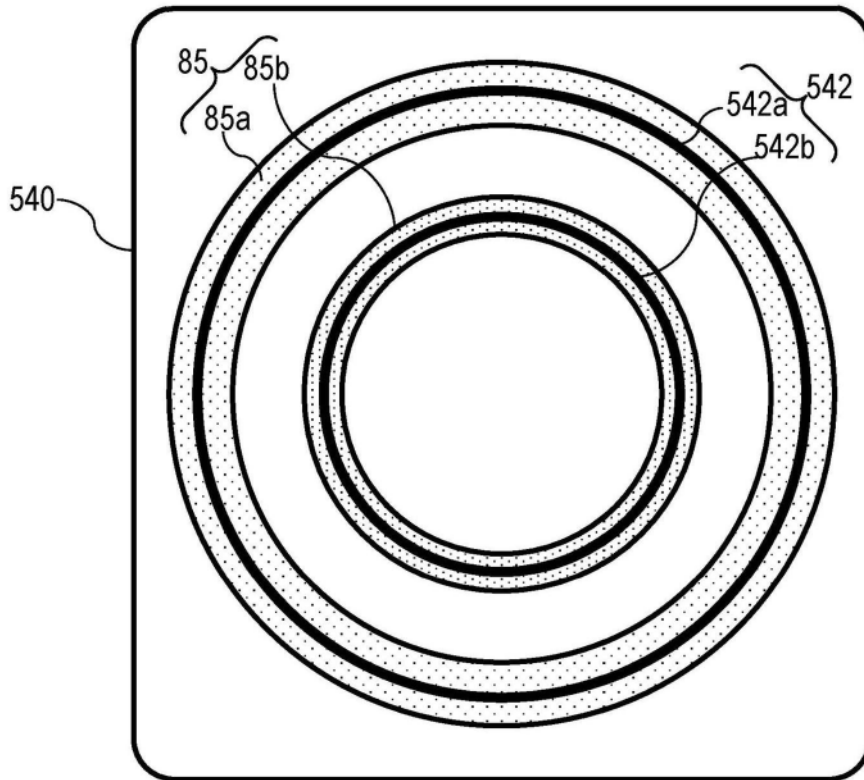


图5E

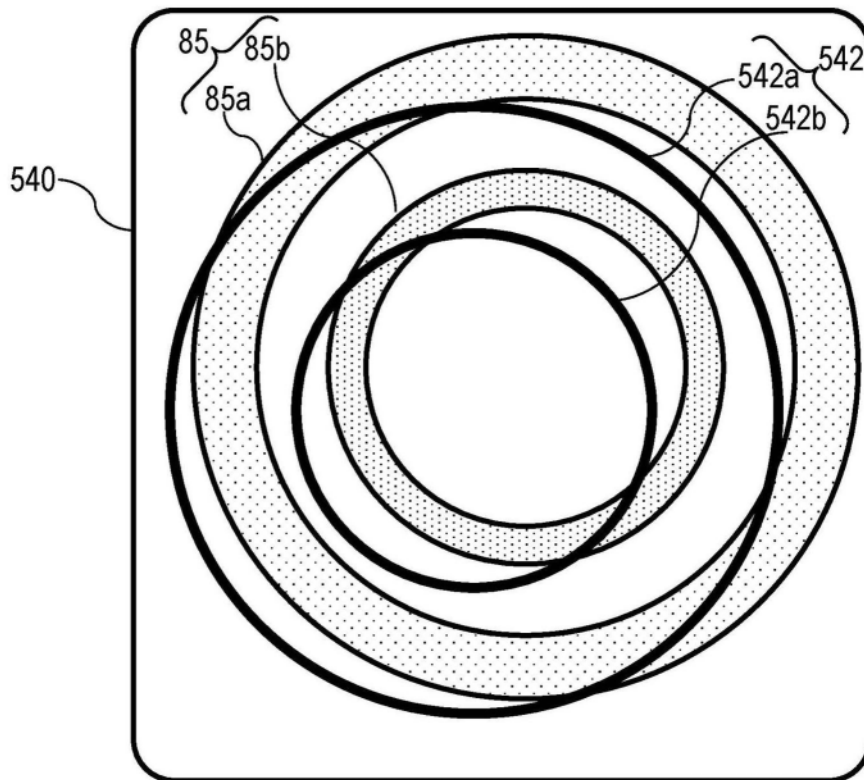


图5F

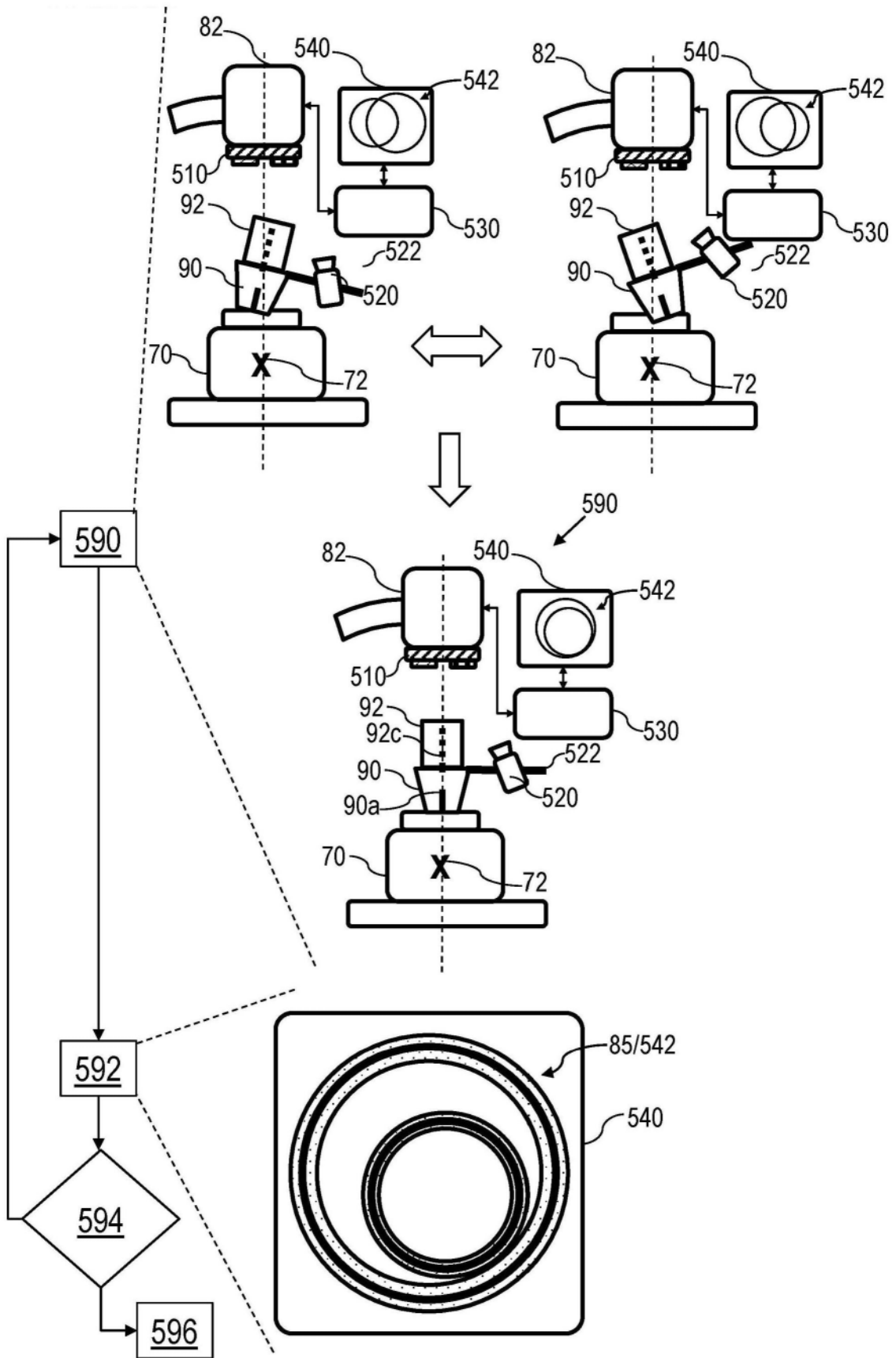


图5G

侧视图:

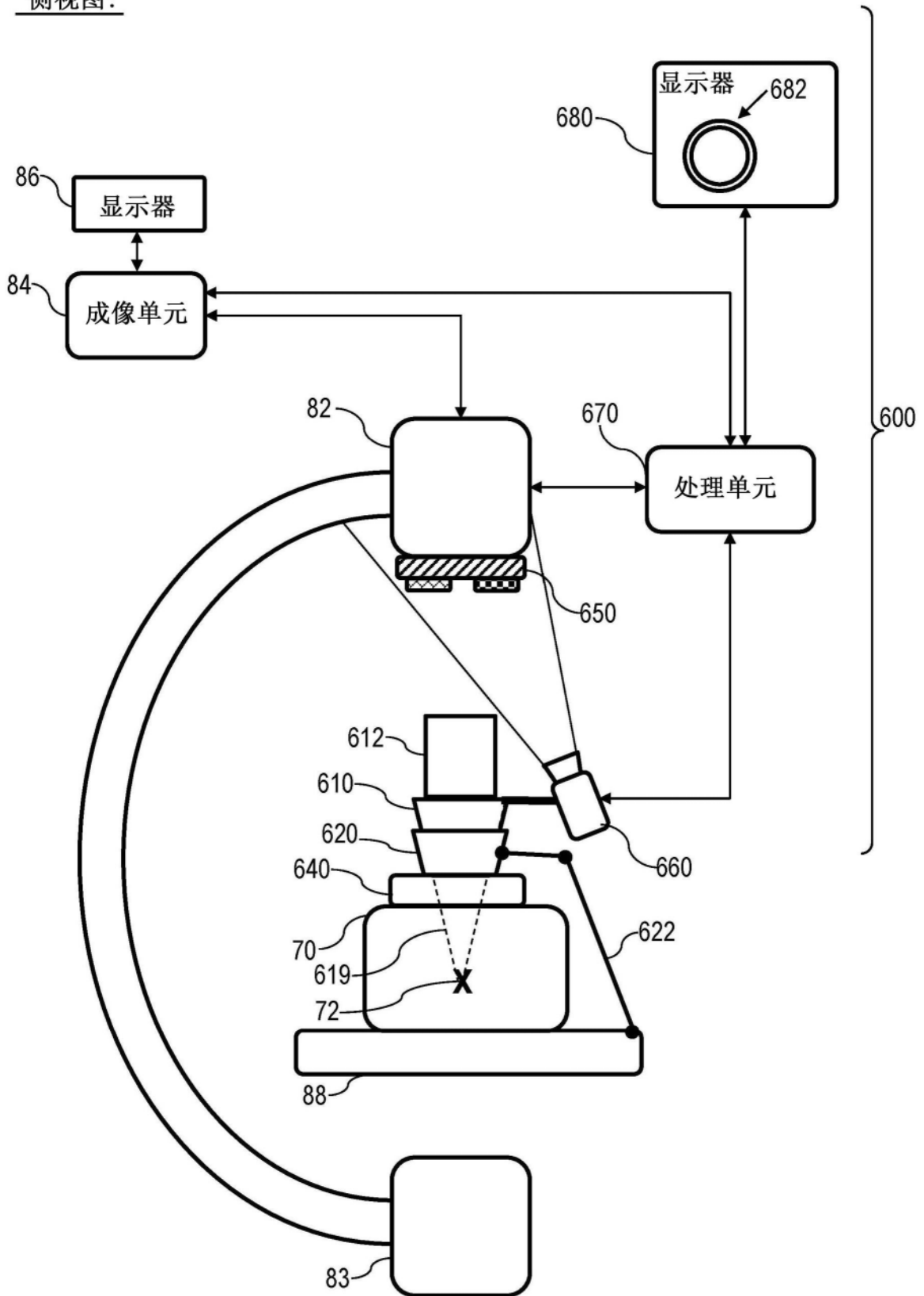


图6

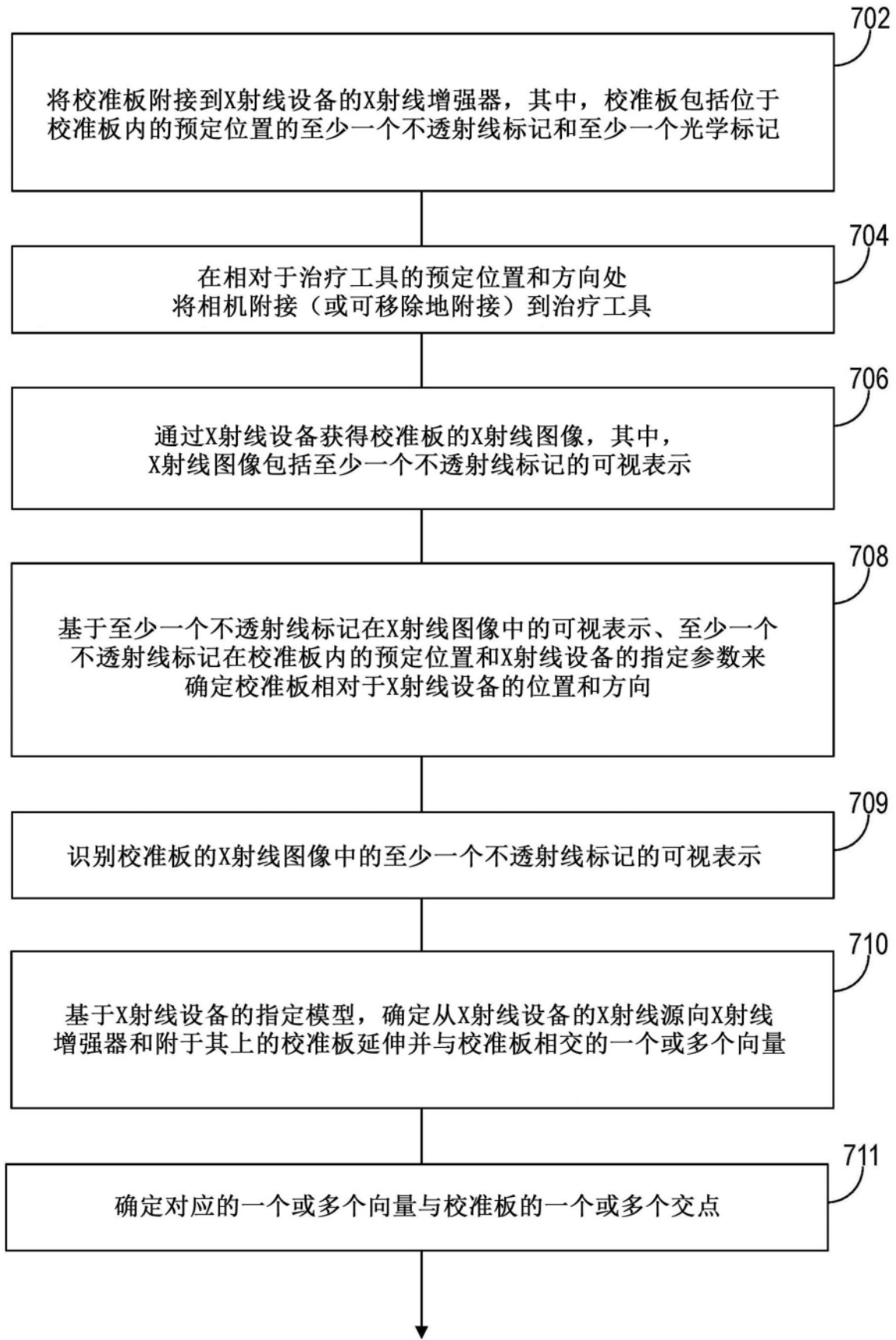


图7

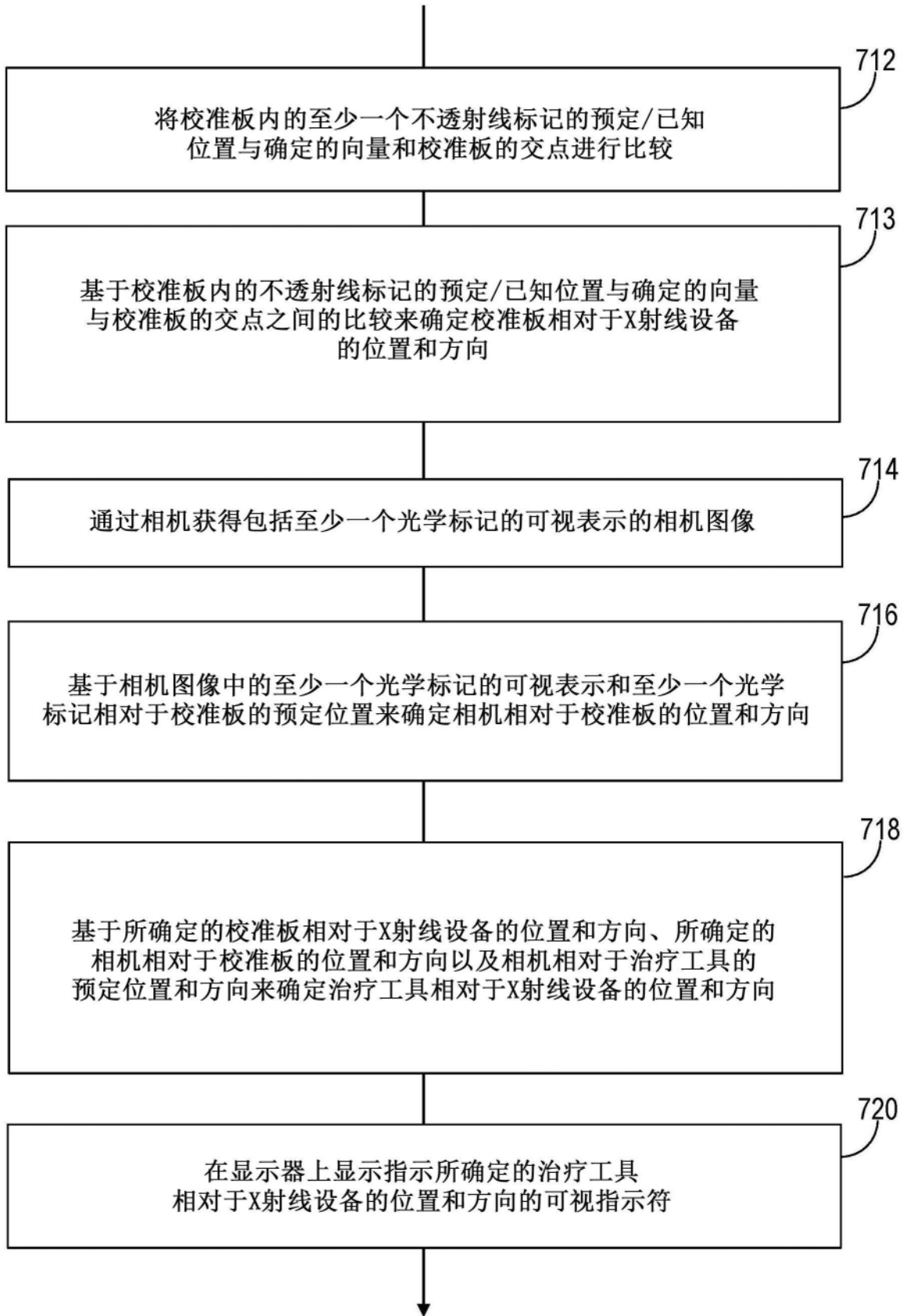


图7(续1)

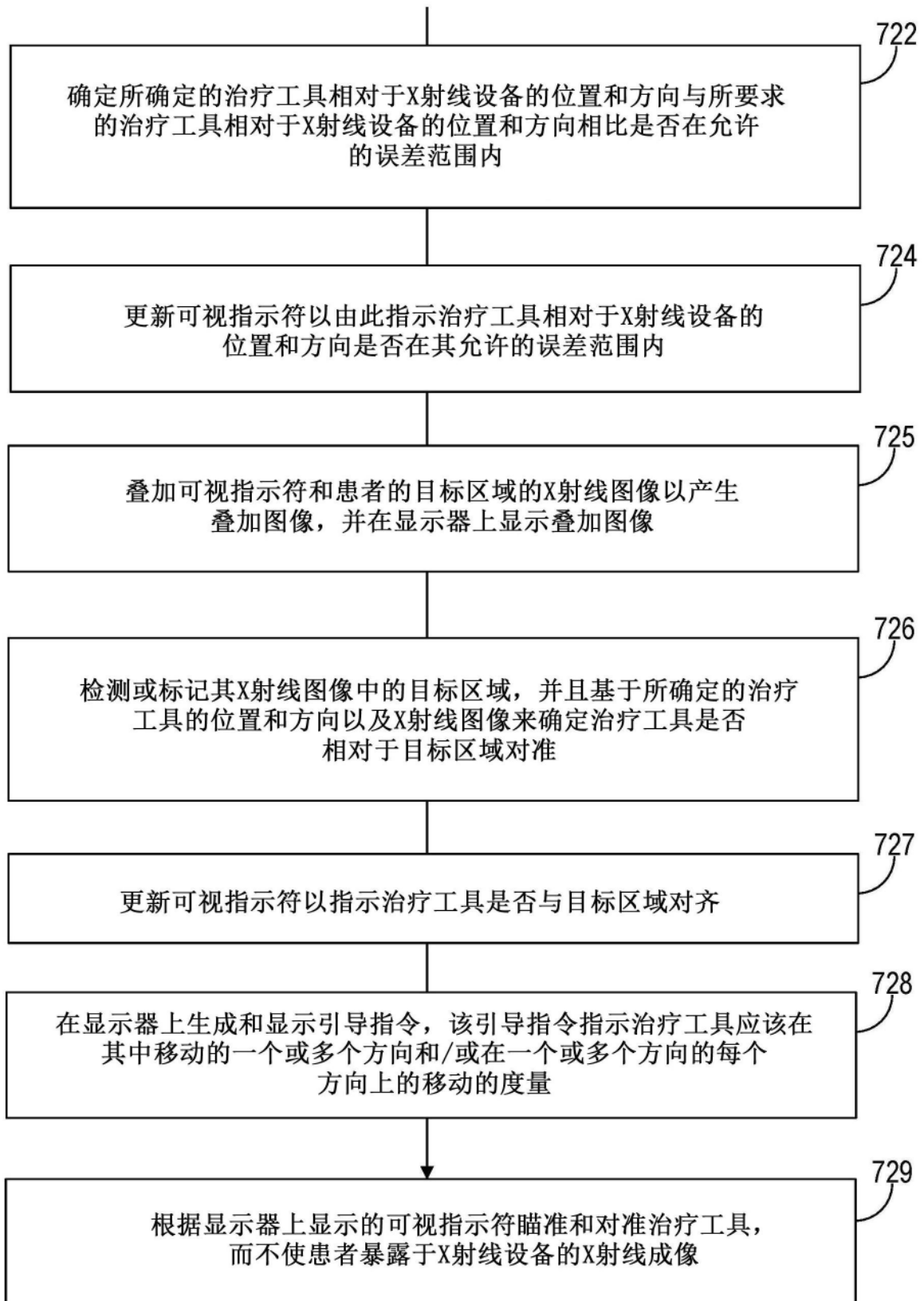


图7(续2)

侧视图:

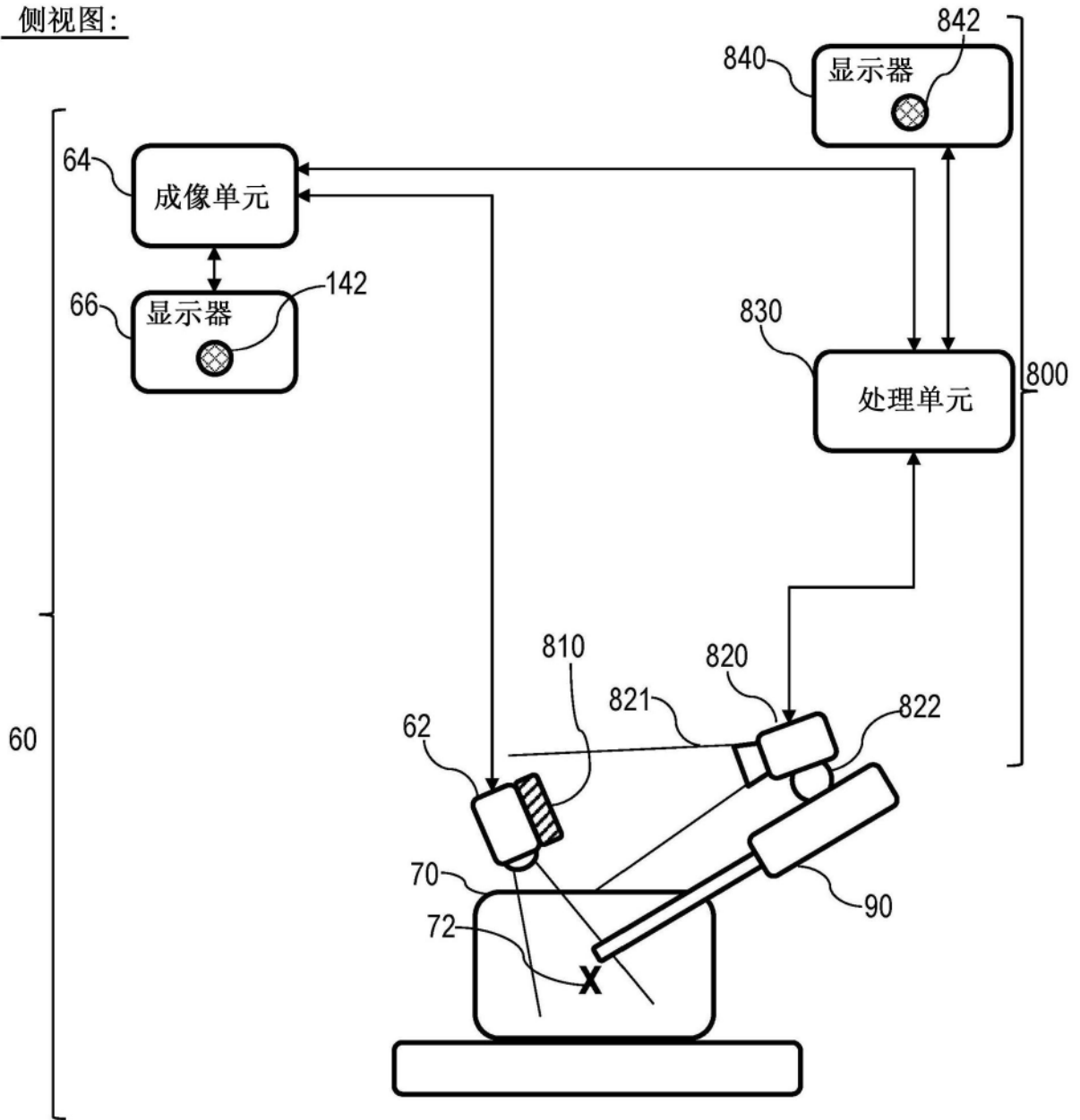


图8

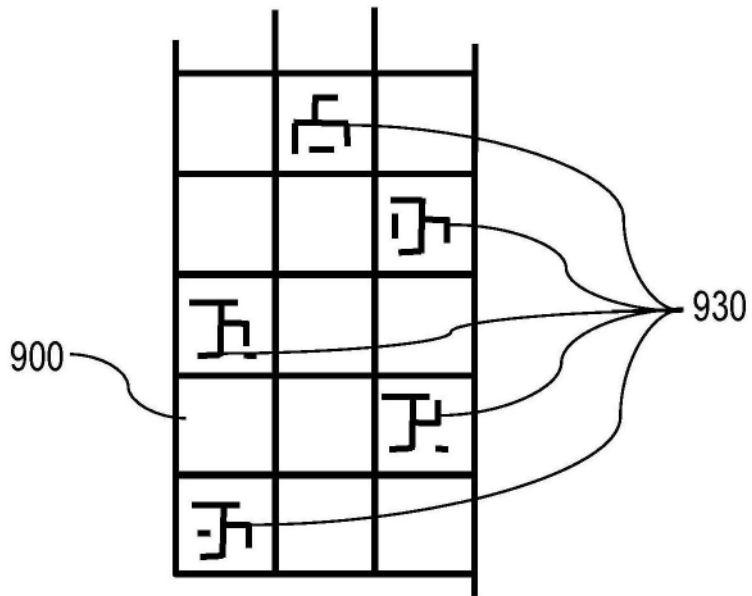


图9A

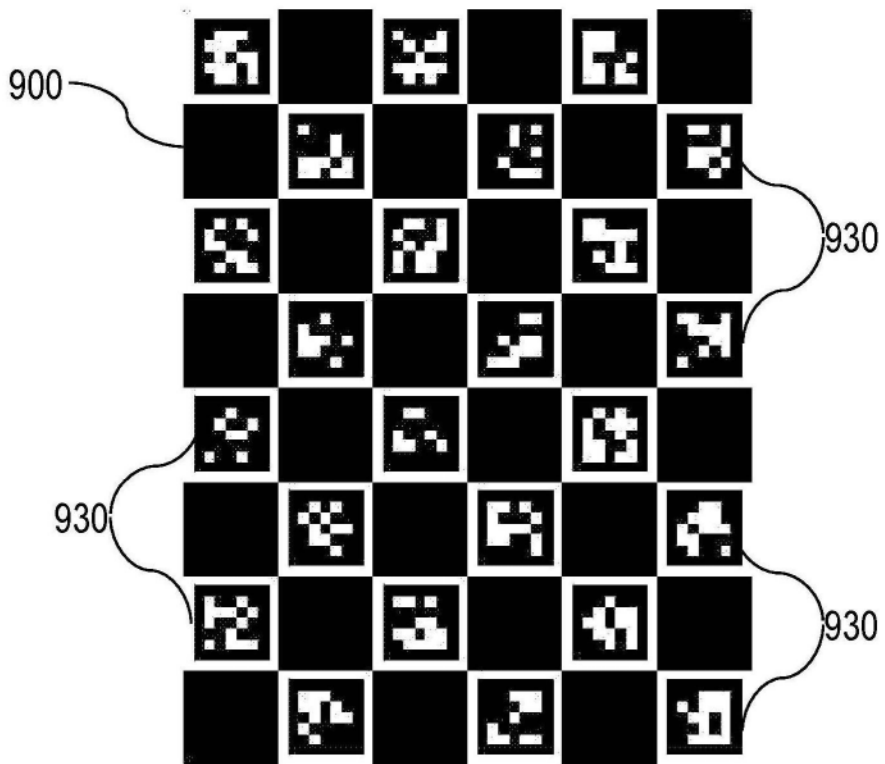


图9B

1000

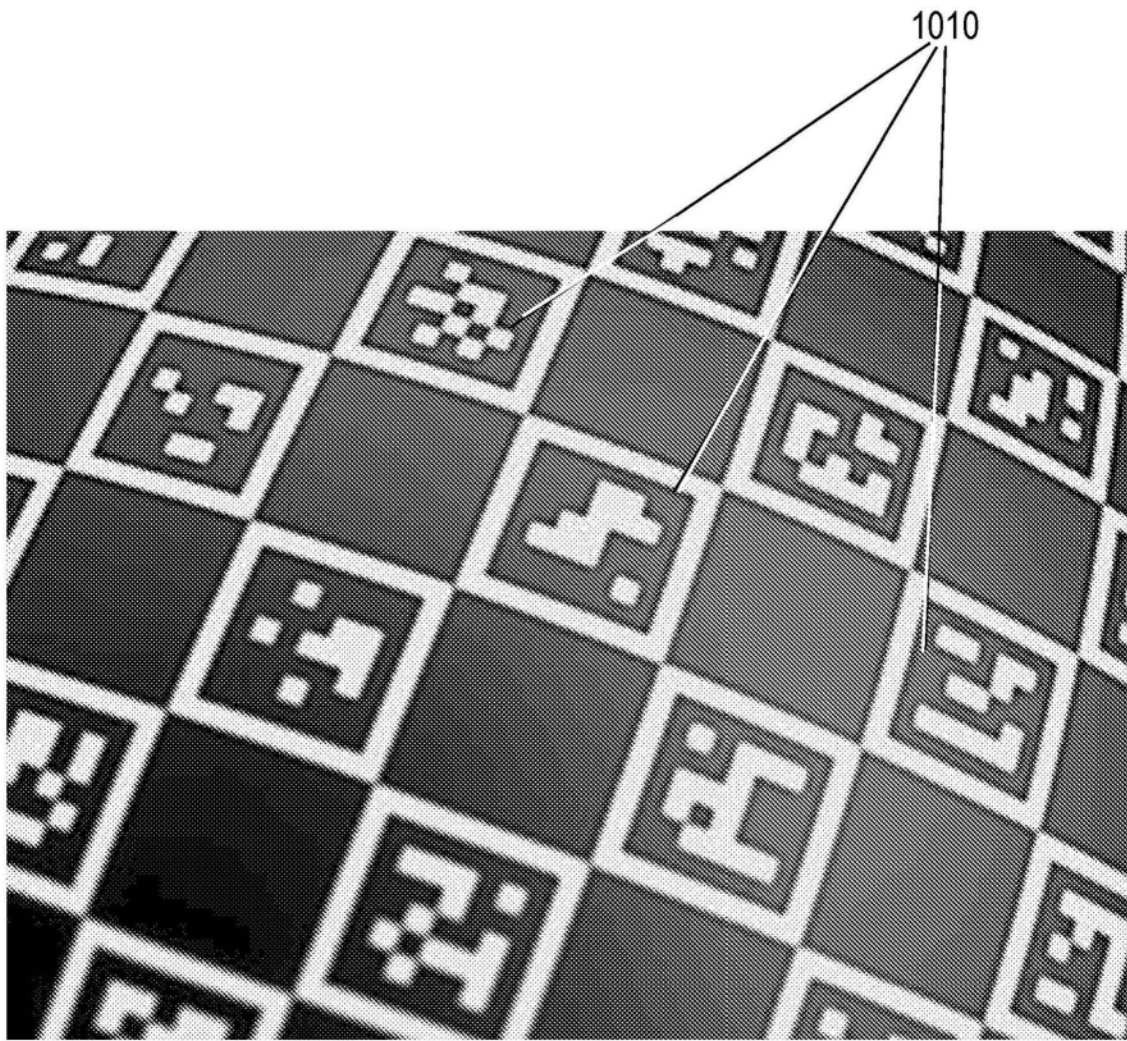


图10

侧视图:

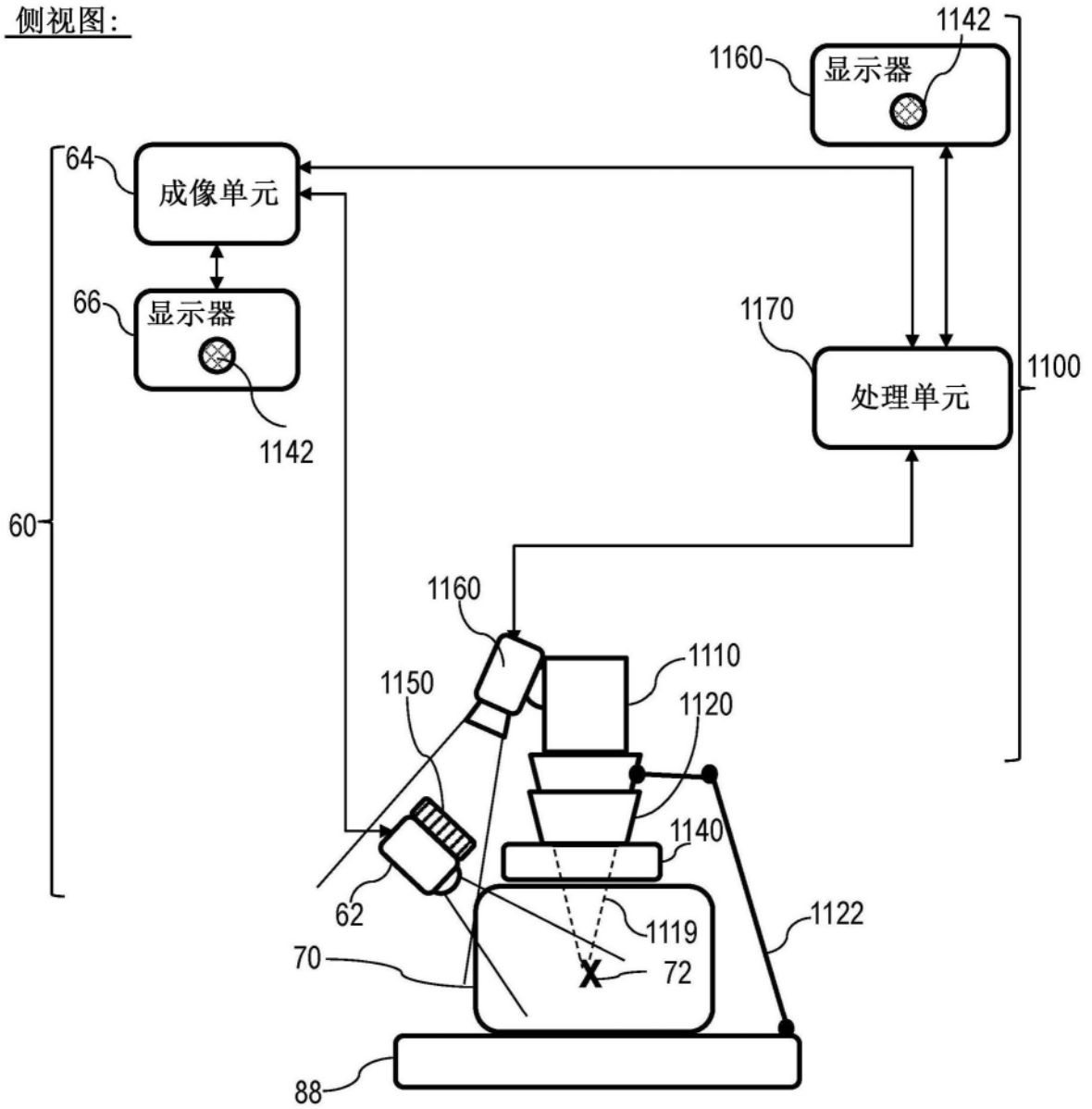


图11

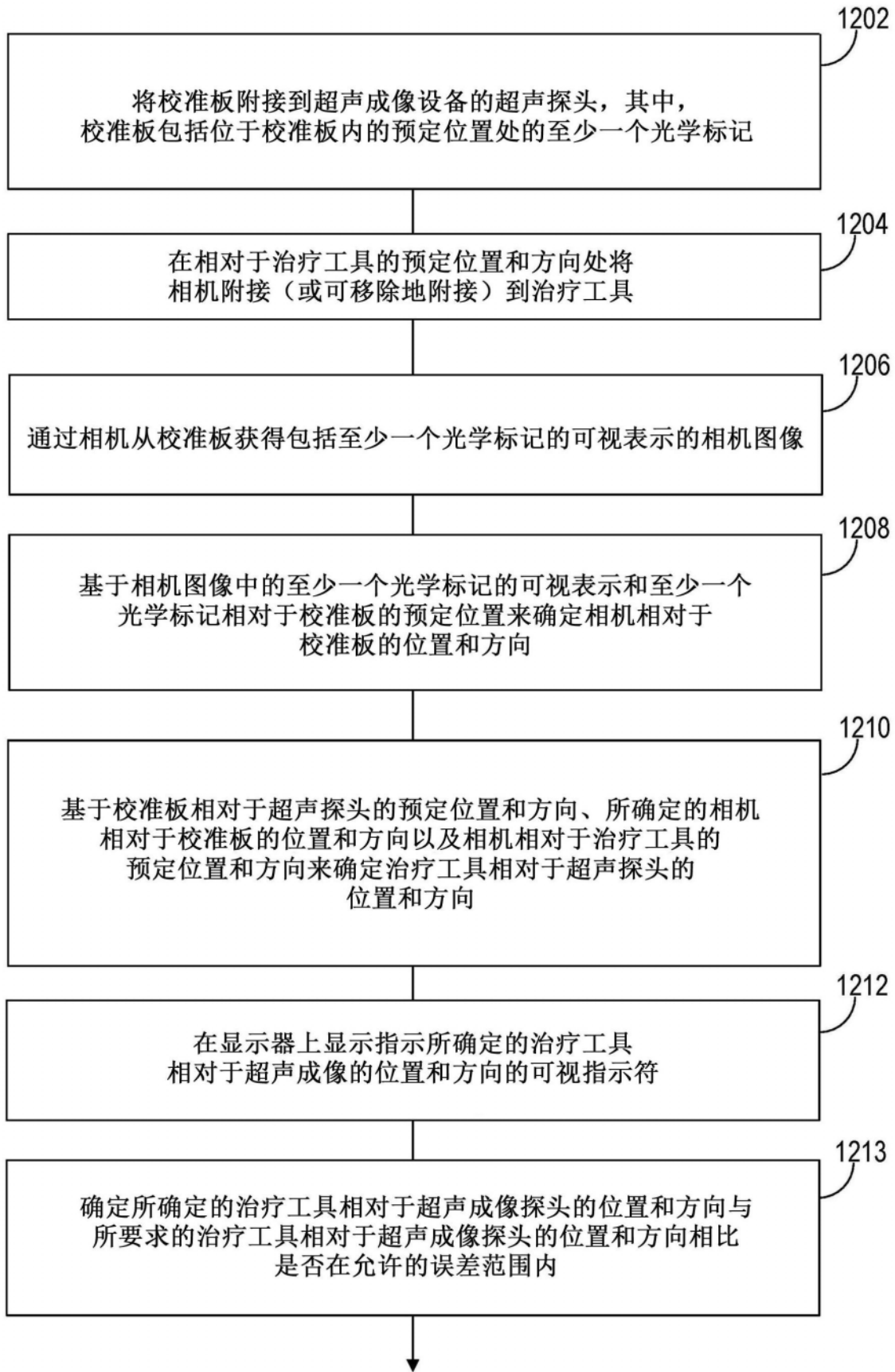


图12

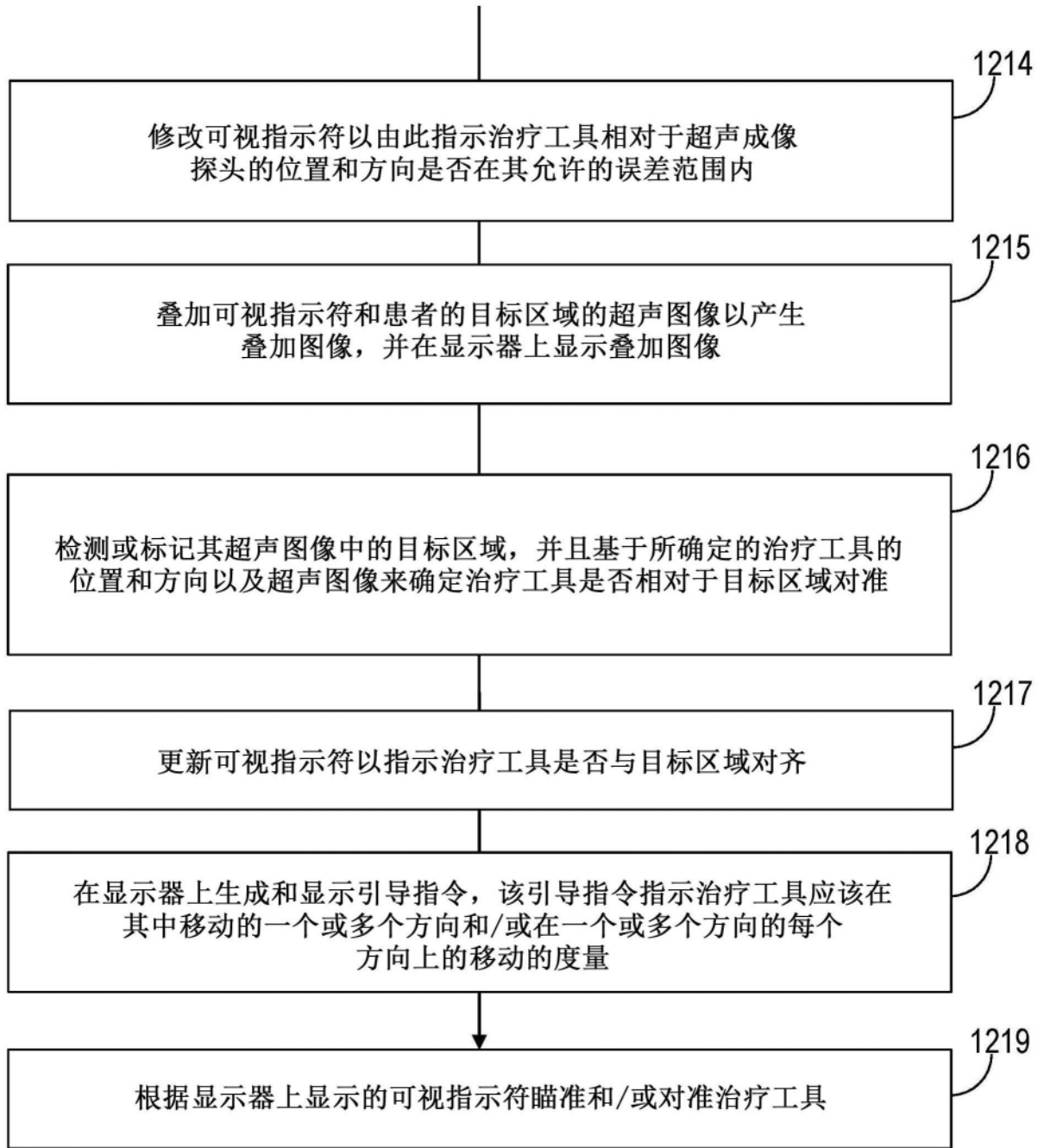


图12(续)

1300

侧视图:

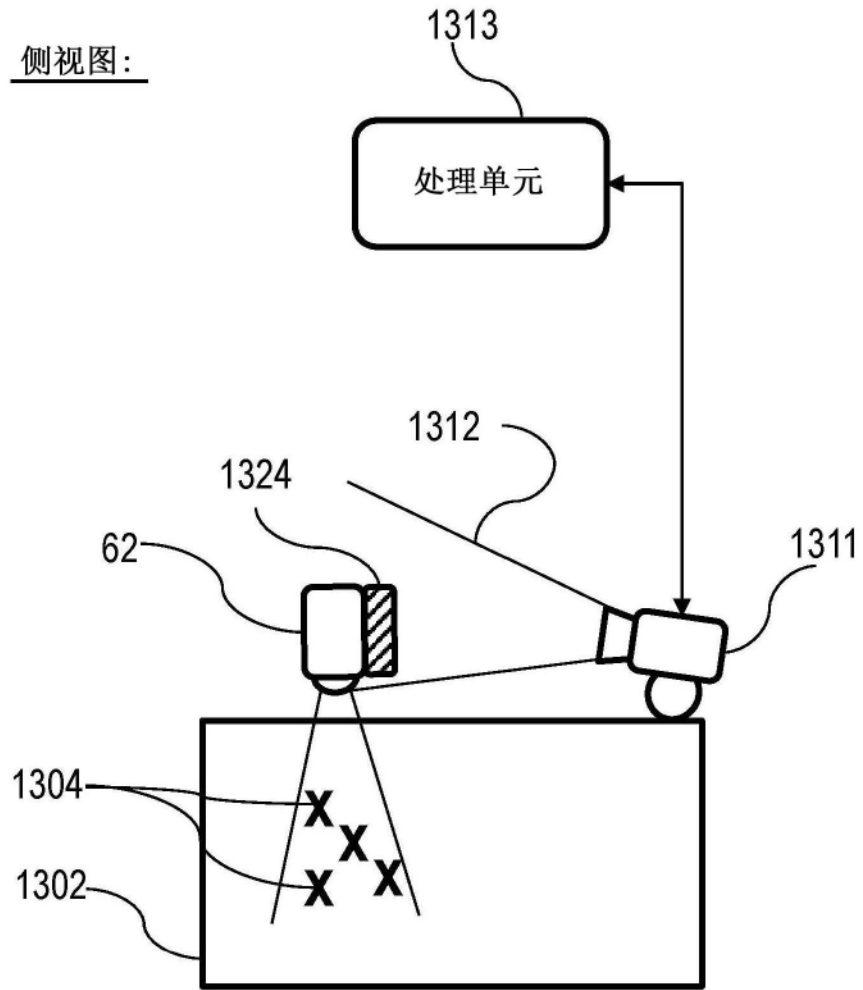


图13

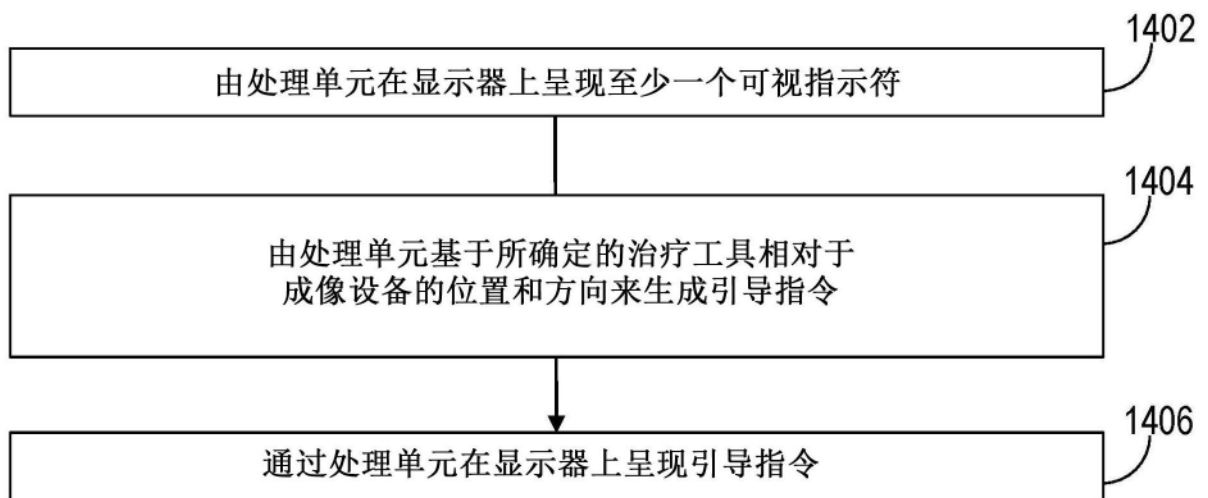


图14A

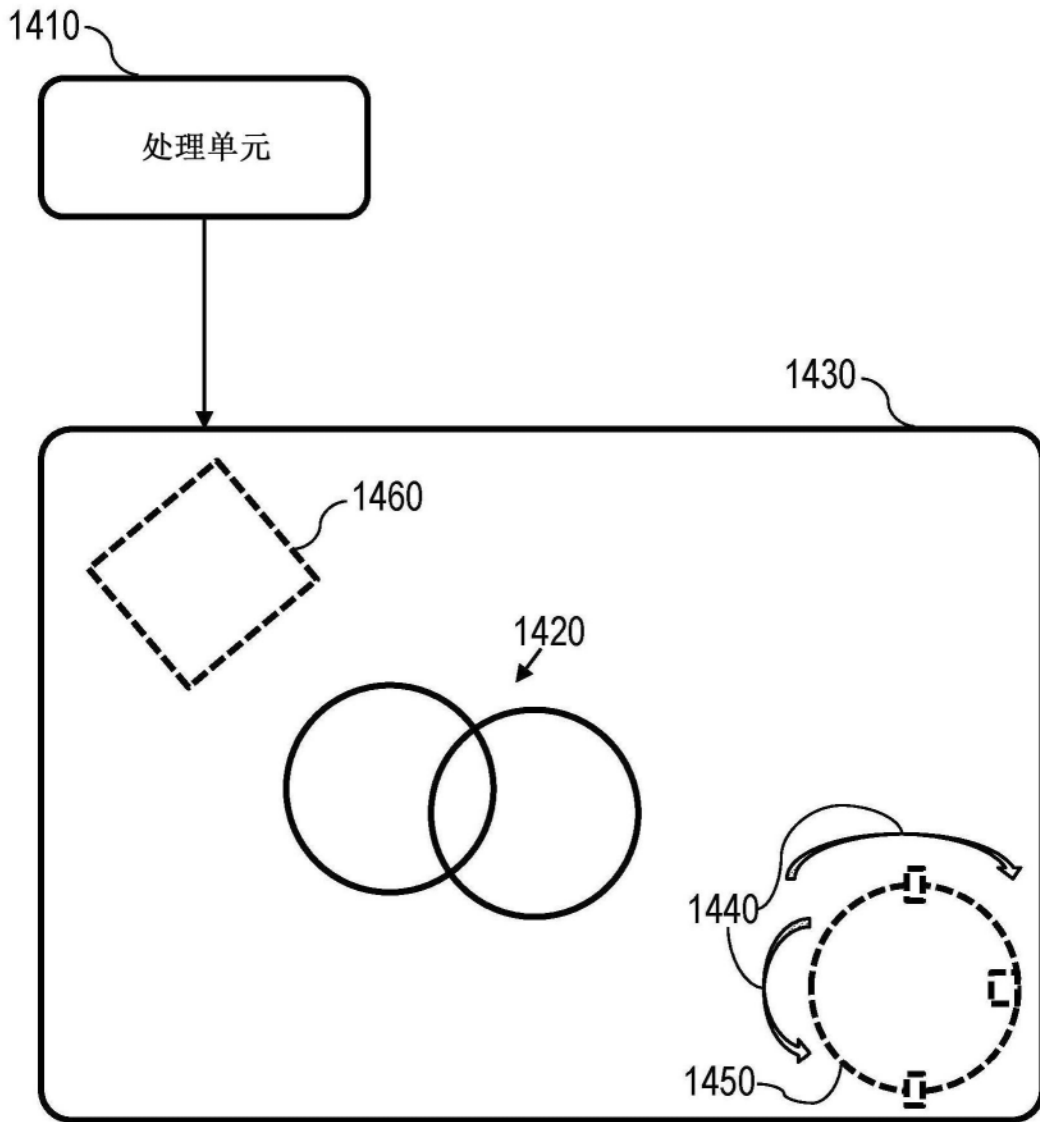


图14B

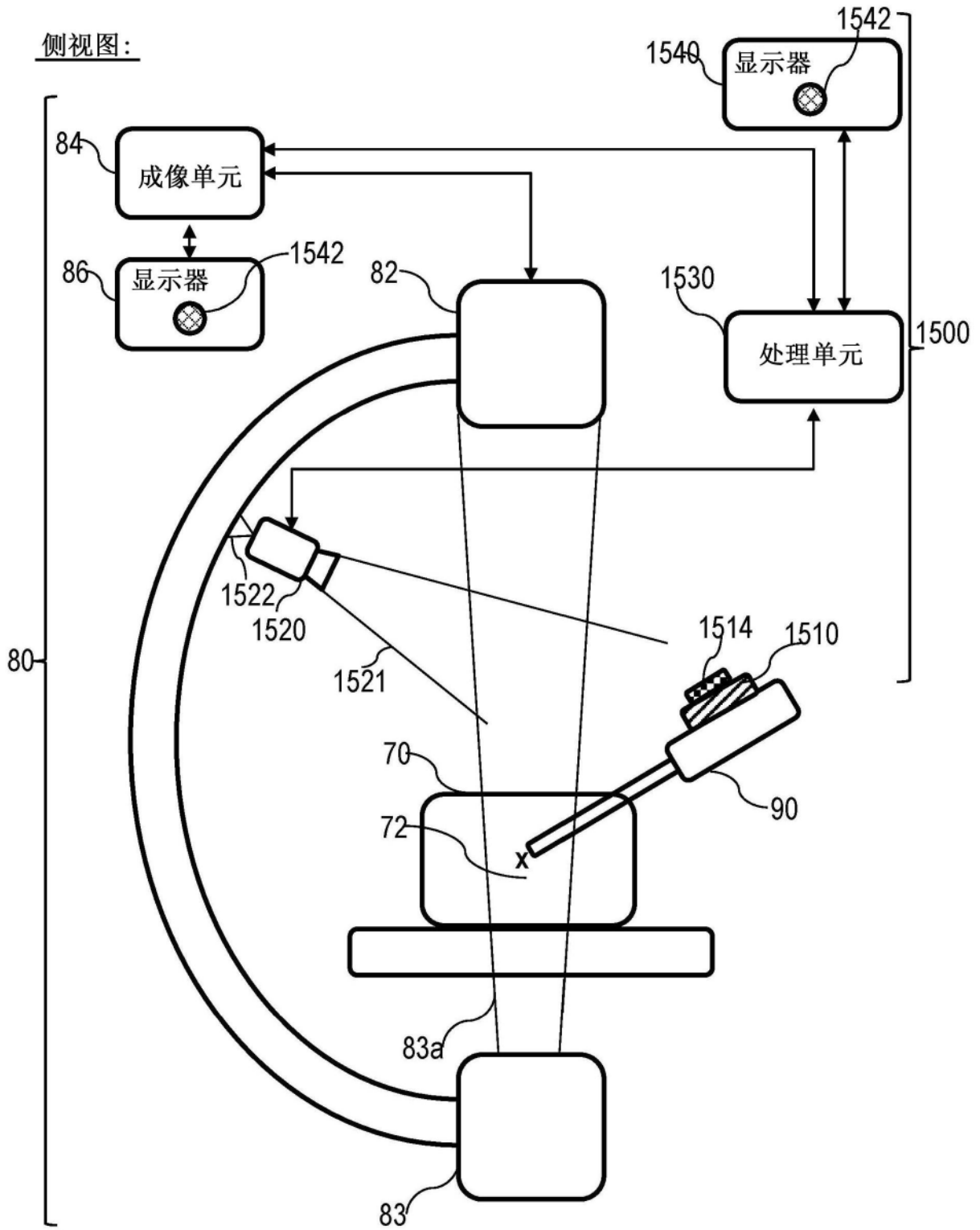


图15A

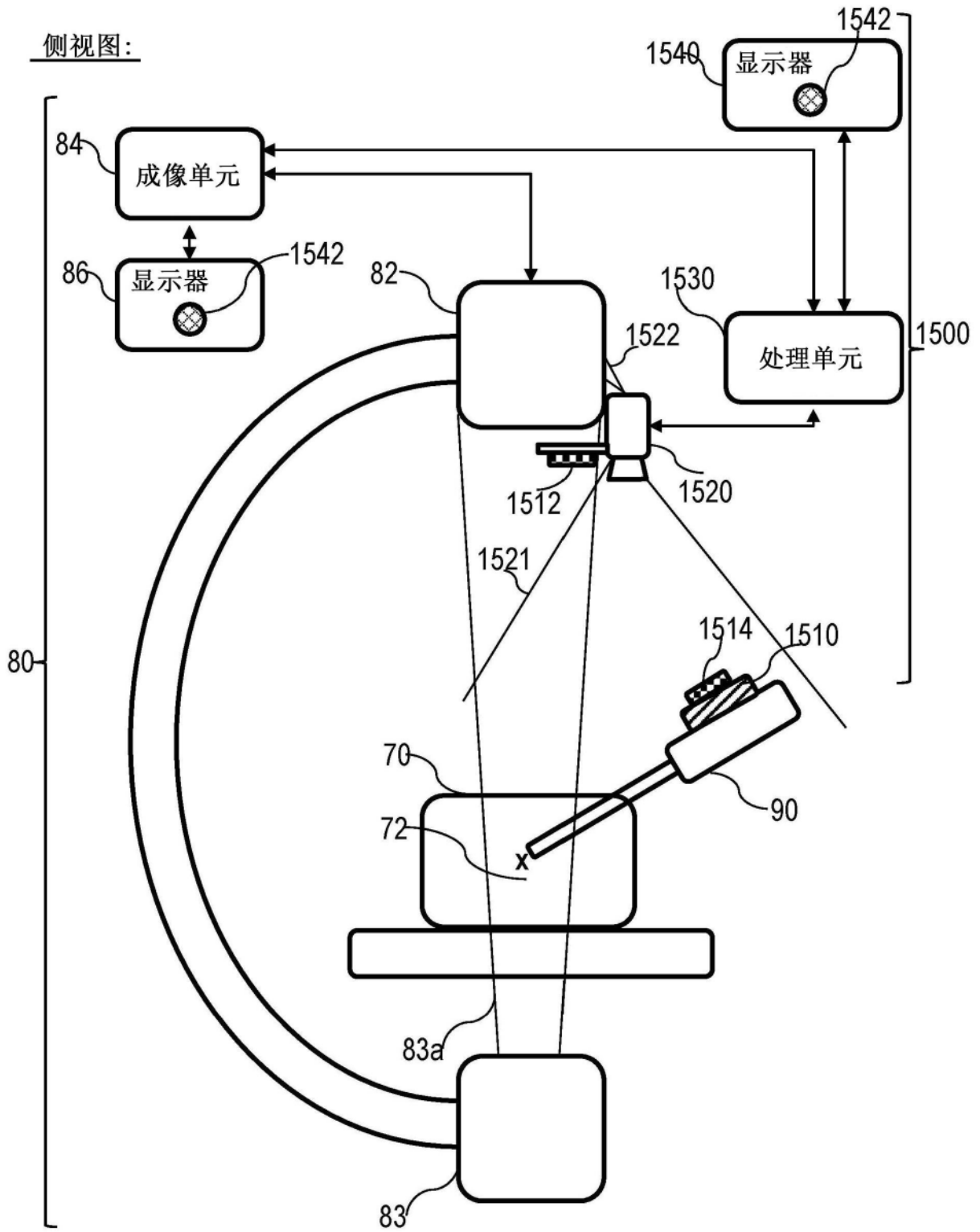


图15B

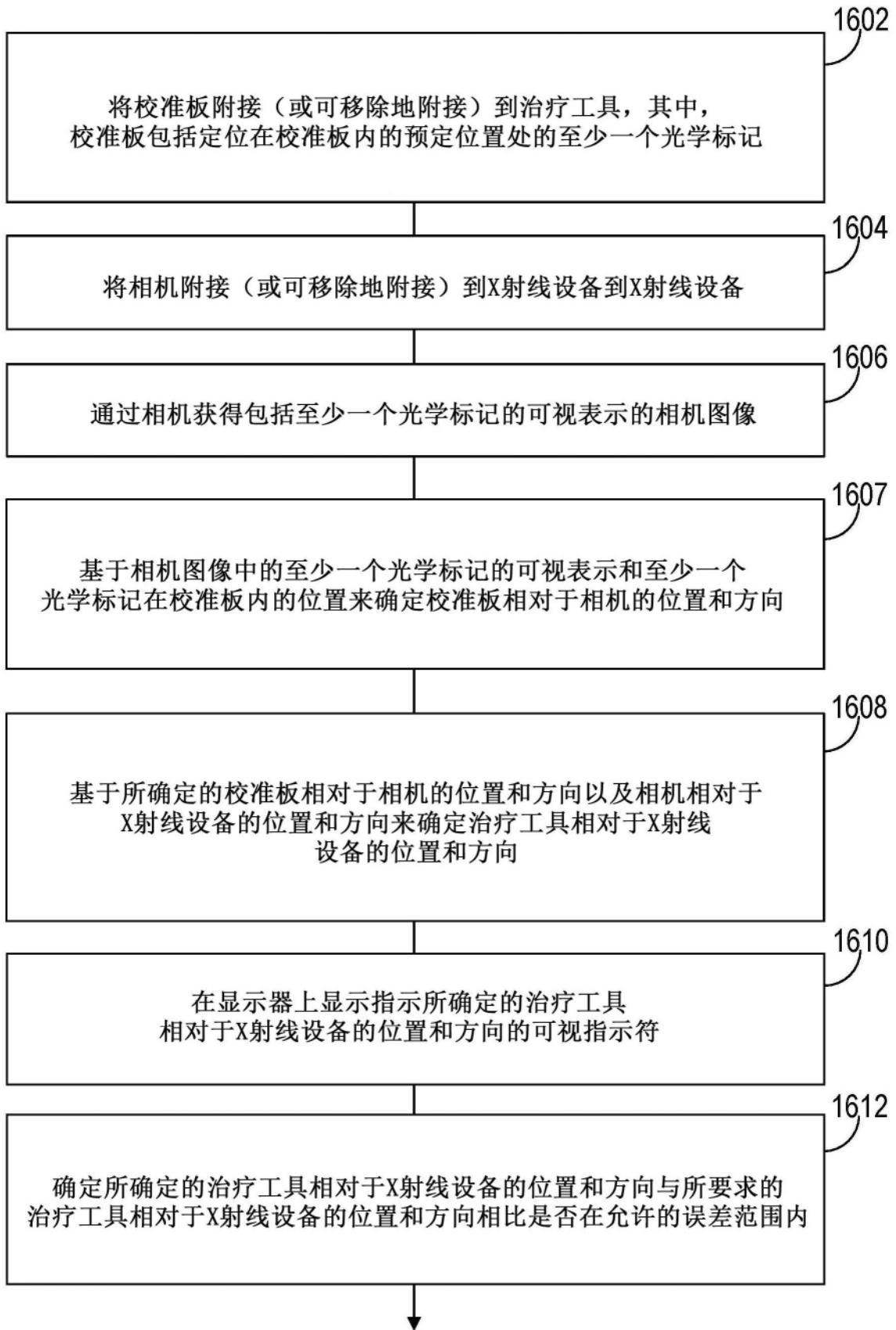


图16

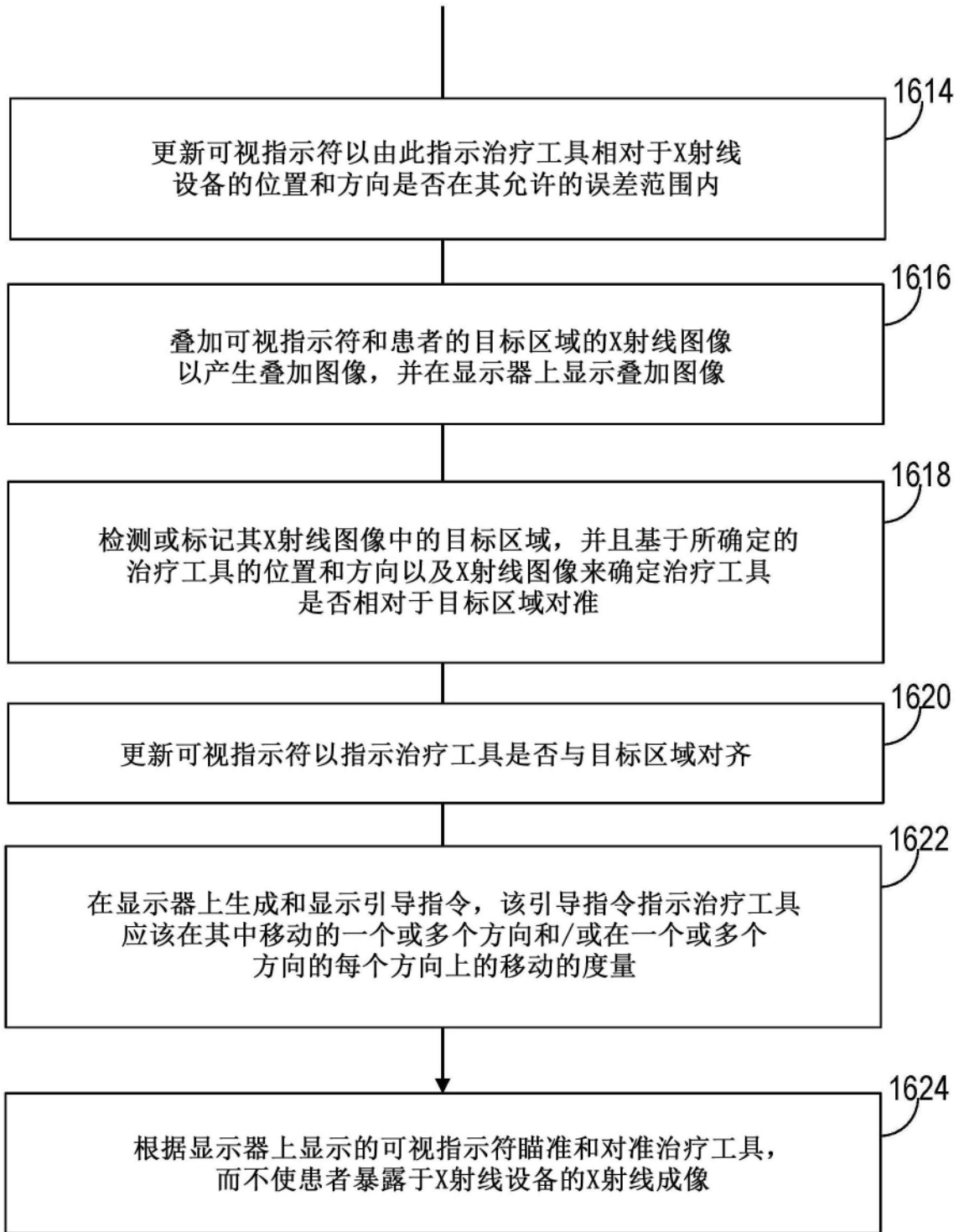


图16(续2)

侧视图:

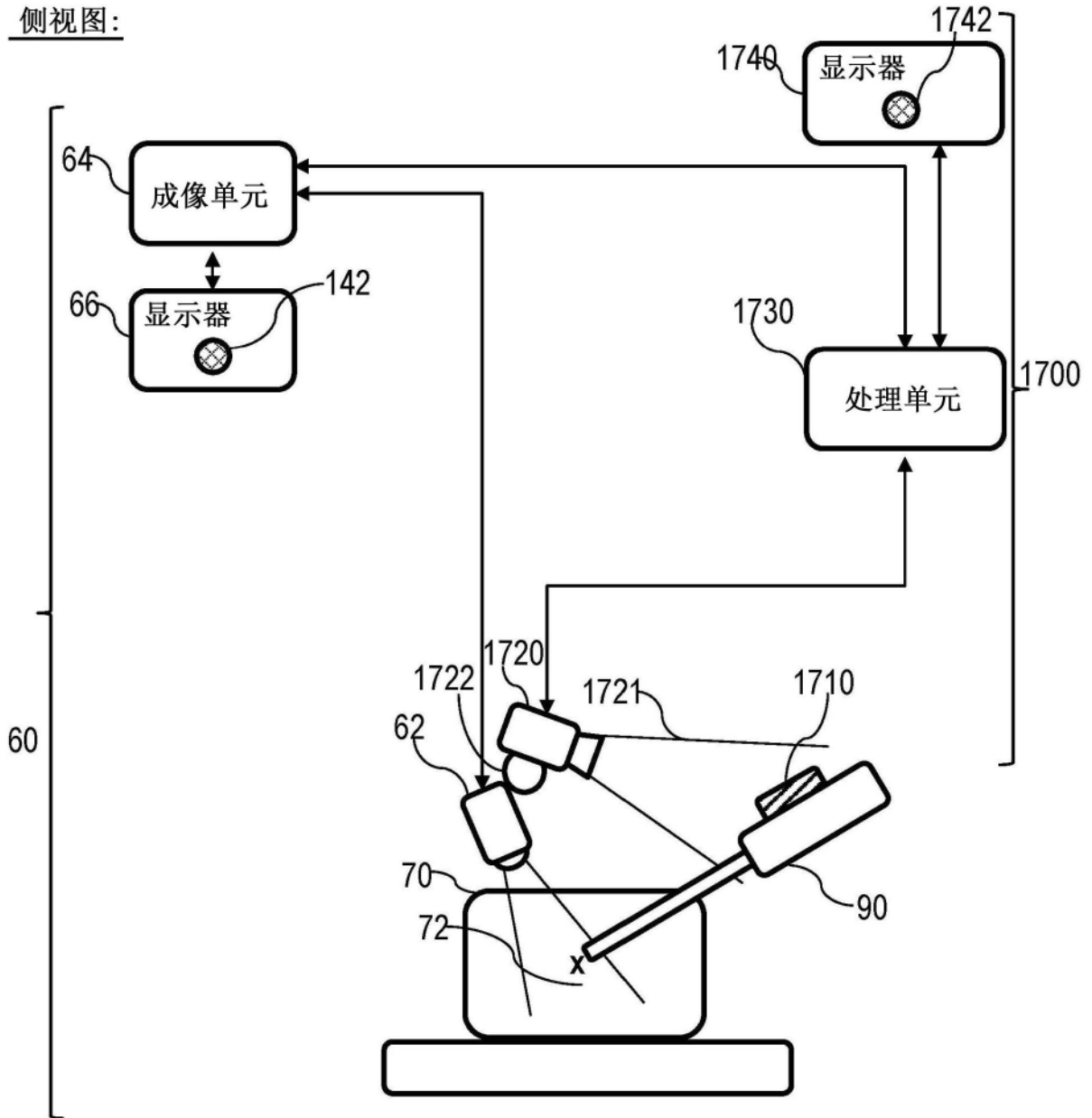


图17

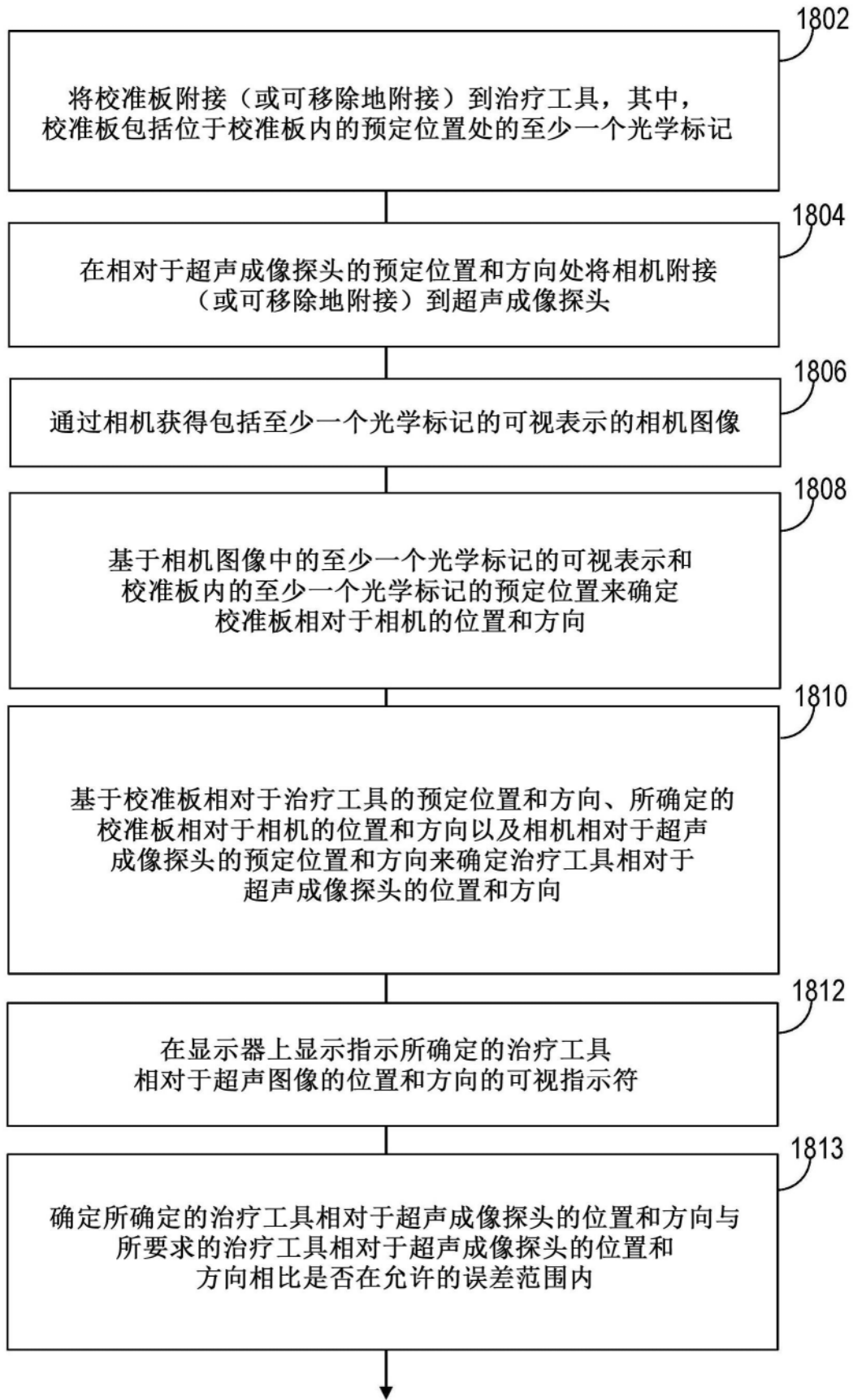


图18

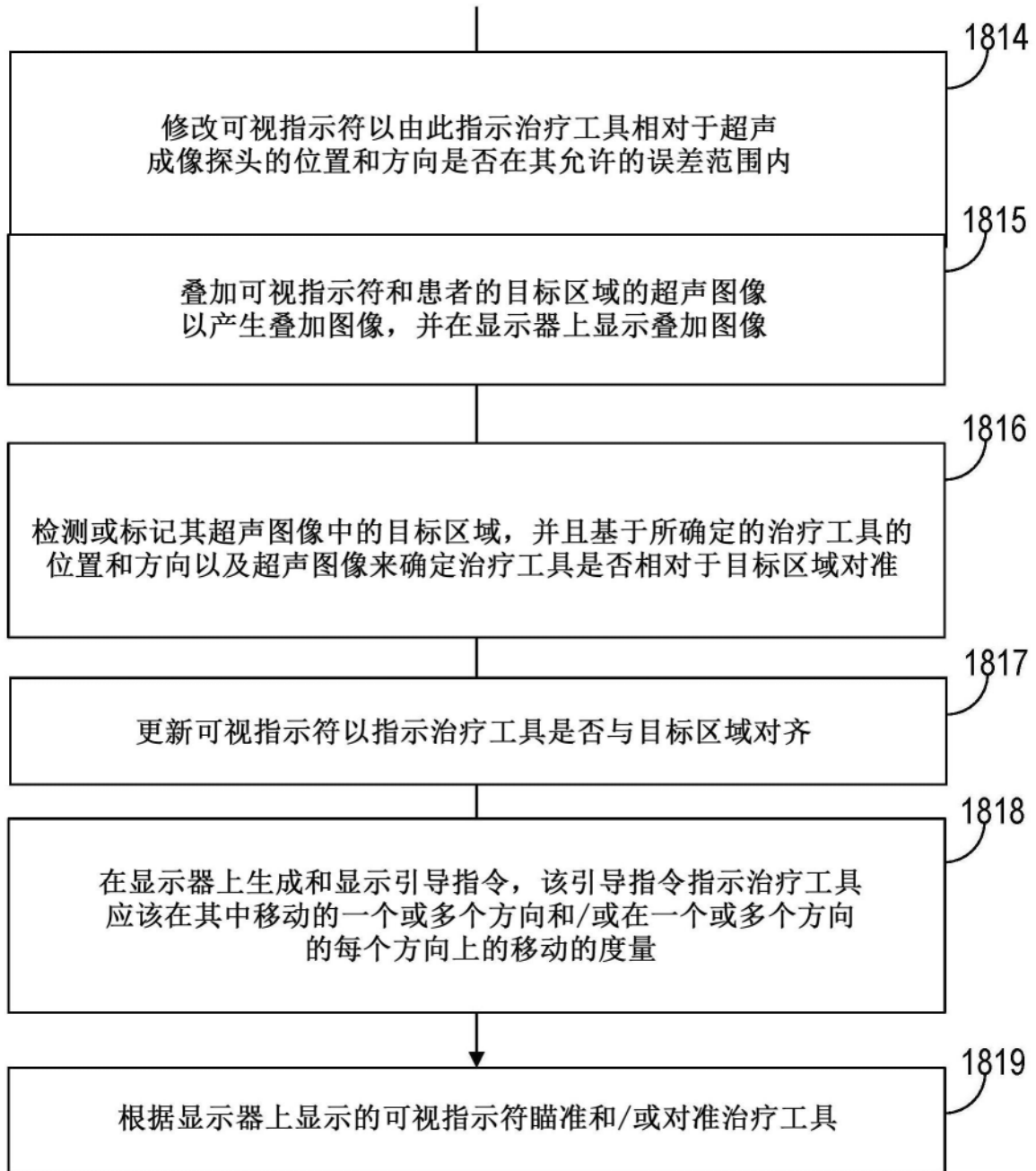


图18(续)