



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108778148 B

(45) 授权公告日 2021.05.14

(21) 申请号 201680080182.5

(22) 申请日 2016.12.28

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108778148 A

(43) 申请公布日 2018.11.09

(30) 优先权数据

62/387,317 2015.12.28 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2018.07.26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IL2016/051396 2016.12.28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02017/115370 EN 2017.07.06

(73) 专利权人 赞克特机器人有限公司

地址 以色列凯撒利亚

(72) 发明人 I·罗斯 M·肖查特 C·莱文

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 蔡洪贵

(51) Int.CI.

A61B 17/00 (2006.01)

A61B 5/05 (2021.01)

(56) 对比文件

CN 103654965 A, 2014.03.26

JP 2005074196 A, 2005.03.24

CN 102446355 A, 2012.05.09

审查员 郭星木

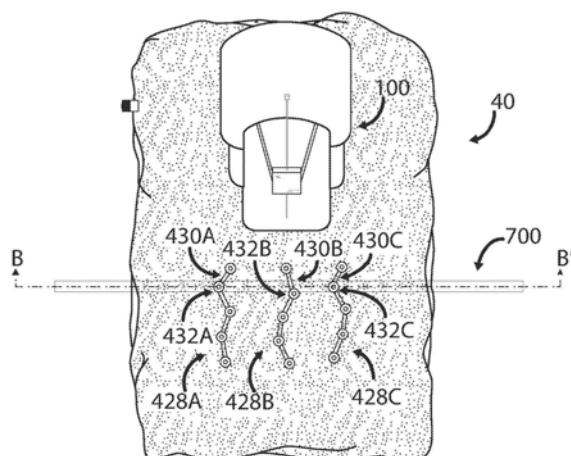
权利要求书6页 说明书21页 附图17页

(54) 发明名称

可调节的配准框架

(57) 摘要

一种用于在图像引导医疗过程期间确定医疗装置相对于图像空间的位置和定向的系统。该系统包括安装在受治疗者上的柔性垫，使得部件覆盖关注区域。该垫结合有可检测的配准构件。在该过程之前，将该装置联接到垫，然后该垫被硬化，使得配准构件相对于彼此以及相对于该装置不存在移动。该装置和配准构件之间的固定关系是通过初始图像确定的，例如，使用附接到该装置的可检测标记，从而即使该装置远离关注区域也启用该装置相对于稍后待确定的关注区域的图像空间的姿态。这使受治疗者和医务人员对辐射的暴露最小化。



1. 一种用于在图像引导过程期间确定自动化医疗装置相对于图像空间的位置和定向的系统,所述系统包括:

安装设备,所述安装设备包括:

至少一个柔性元件,所述至少一个柔性元件适于安装在受治疗者的身体上并用于将所述自动化医疗装置联接到所述至少一个柔性元件;以及

一个或多个配准构件,所述一个或多个配准构件位于所述至少一个柔性元件上或内部;

其中,所述至少一个柔性元件和所述一个或多个配准构件中的至少一个能够从可模制状态变换为结构更为稳定的状态,使得在所述变换时,所述一个或多个构件与所述自动化医疗装置之间基本上没有相对移动,并且在所述一个或多个配准构件之中也基本上没有相对移动;以及

处理器,所述处理器被配置为:

(a) 在从成像系统获得的图像中检测所述一个或多个配准构件的至少一部分;

(b) 确定所述一个或多个配准构件的所述至少一部分相对于所述图像空间的位置和定向;以及

(c) 基于所确定的所述一个或多个配准构件的所述至少一部分相对于所述图像空间的位置和定向以及所述自动化医疗装置和所述一个或多个配准构件之间的预定关系来确定所述自动化医疗装置相对于所述图像空间的位置和定向。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个配准构件包括铰接杆组件,每个铰接杆组件包括一个或多个杆。

3. 根据权利要求2所述的系统,其中,所述处理器的动作(b)包括将所述处理器配置为计算所述一个或多个杆中的任意两个杆之间的空间角度。

4. 根据权利要求2和3中的任一项所述的系统,其中,所述处理器的动作(b)还包括将所述处理器配置为计算所述一个或多个杆中的任意两个杆之间的最小距离。

5. 根据权利要求4所述的系统,其中,所述处理器的动作(b)还包括将所述处理器配置为计算所述两个杆中的每个杆上的最小距离点以及所述两个杆在所述图像空间中的杆坐标系。

6. 根据权利要求5所述的系统,其中,所述处理器的动作(b)还包括将所述处理器配置为计算至少一个杆坐标系相对于所述图像空间的位置和定向。

7. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述一个或多个配准构件包括半柔性元件。

8. 根据权利要求7所述的系统,其中,所述处理器的动作(b)包括将所述处理器配置为对所述半柔性元件中的每一个确定所述图像空间中的包含所述半柔性元件的预定部分的平面。

9. 根据权利要求8所述的系统,其中,所述半柔性元件的所述预定部分是沿着所述半柔性元件的长度连接所述半柔性元件的宽度的中心点的线。

10. 根据权利要求8和9中的任一项所述的系统,其中,所述处理器的动作(b)还包括将所述处理器配置为计算所述图像空间中的所述平面中的任意两个之间的角度。

11. 根据权利要求8和9中的任一项所述的系统,其中,所述处理器的动作(b)还包括将所述处理器配置为计算所述平面中的任意两个的交线。

12. 根据权利要求11所述的系统,其中,所述处理器的动作(b)还包括将所述处理器配置为对所述交线中的任意两个计算所述两个交线中的至少一个交线上的最小距离点以及所述两个交线的交线坐标系。

13. 根据权利要求12所述的系统,其中,所述处理器的动作(b)还包括将所述处理器配置为计算至少一个交线坐标系相对于所述图像空间的位置和定向。

14. 根据权利要求7所述的系统,其中,所述一个或多个配准构件还包括基本上水平地定位到所述一个或多个半柔性元件的一个或多个丝线,并且所述处理器的动作(b)包括将所述处理器配置为检测所述一个或多个半柔性元件与所述一个或多个丝线之间的至少一个交点。

15. 根据权利要求14所述的系统,其中,所述处理器的动作(b)还包括将所述处理器配置为计算所述至少一个交点的一个或多个坐标系。

16. 根据权利要求15所述的系统,其中,所述处理器的动作(b)还包括将所述处理器配置为计算所述至少一个交点的所述一个或多个坐标系相对于所述图像空间的位置和定向。

17. 根据权利要求1到3中的任一项所述的系统,其中,所述至少一个柔性元件包括被封在柔性覆盖物内的颗粒材料。

18. 根据权利要求17所述的系统,其中,所述至少一个柔性元件被配置为通过将真空施加到所述至少一个柔性元件而从所述可模制状态变换到所述结构更为稳定的状态。

19. 一种用于在图像引导过程期间确定自动化医疗装置相对于图像空间的位置和定向的系统,所述系统包括:

安装设备,所述安装设备包括:

至少一个柔性元件,所述至少一个柔性元件适于安装在受治疗者的身体上并用于将所述自动化医疗装置联接到所述至少一个柔性元件;以及

一个或多个配准构件,所述一个或多个配准构件被定位在所述至少一个柔性元件上或内部;以及

处理器,所述处理器被配置为:

(a) 获得所述安装设备和与所述安装设备联接的所述自动化医疗装置的一个或多个初始图像;

(b) 在所述一个或多个初始图像中检测所述一个或多个配准构件;

(c) 计算一个或多个预定几何参数,以限定所述一个或多个配准构件之间的关系;

(d) 存储所述一个或多个预定几何参数的计算值;

(e) 计算所述一个或多个配准构件相对于所述一个或多个初始图像的所述图像空间的位置和定向;

(f) 计算所述自动化医疗装置相对于所述一个或多个初始图像的所述图像空间的位置和定向;

(g) 基于计算出的所述自动化医疗装置和所述一个或多个配准构件相对于所述一个或多个初始图像的所述图像空间的位置和定向来确定所述一个或多个配准构件相对于所述自动化医疗装置的位置和定向;

(h) 获得关注区域的一个或多个实时图像,所述一个或多个实时图像包括所述一个或多个配准构件中的至少一个的至少两个部分;

(i) 在所述一个或多个实时图像中检测所述一个或多个配准构件的所述至少一个的所述至少两个部分；

(j) 实时计算所述一个或多个预定几何参数，以限定所述一个或多个实时图像中的所述一个或多个配准构件中的所述至少一个的所述至少两个部分之间的关系；

(k) 将所述一个或多个预定几何参数的实时值与所述一个或多个预定几何参数的存储值进行比较，并识别所述一个或多个配准构件中的所述至少一个；

(l) 计算识别出的所述一个或多个配准构件中的所述至少一个相对于所述一个或多个实时图像的所述图像空间的位置和定向；以及

(m) 基于计算出的识别出的所述一个或多个配准构件中的所述至少一个相对于所述一个或多个实时图像的所述图像空间的位置和定向以及确定的所述一个或多个配准构件中的所述至少一个相对于所述自动化医疗装置的位置和定向来确定所述自动化医疗装置相对于所述一个或多个实时图像的所述图像空间的位置和定向。

20. 根据权利要求19所述的系统，其中，所述至少一个柔性元件被配置为从可模制状态变换为结构更为稳定的状态，并且在将所述至少一个柔性元件变换到其结构更为稳定的状态时，所述一个或多个配准构件相对于彼此并且相对于所述自动化医疗装置基本上不移动。

21. 根据权利要求19和20中的任一项所述的系统，其中，所述预定几何参数包括以下中的一个或多个：角度、距离、长度、形状、平面、相对位置和坐标系。

22. 根据权利要求19和20中的任一项所述的系统，其中，所述系统还包括：附接到所述自动化医疗装置的一个或多个配准标记，并且所述处理器还被配置为检测所述一个或多个配准标记。

23. 一种用于在图像引导过程期间使用包括处理器和安装设备的系统来确定自动化医疗装置相对于图像空间的位置和定向的方法，所述安装设备具有：至少一个柔性元件，所述至少一个柔性元件适于安装在受治疗者的身体上并用于将所述自动化医疗装置联接到所述至少一个柔性元件；以及一个或多个配准构件，所述一个或多个配准构件被定位在所述至少一个柔性元件上或内部，其中，所述至少一个柔性元件和所述一个或多个配准构件中的至少一个能够从可模制状态变换为结构更为稳定的状态，使得在所述变换时，所述一个或多个配准构件相对于彼此并且相对于所述自动化医疗装置基本没有移动，所述方法包括：

(a) 在使所述至少一个柔性元件和所述一个或多个配准构件中的所述至少一个从所述可模制状态变换为所述结构更为稳定的状态之后，在从成像系统获得的图像中检测所述一个或多个配准构件中的至少一个配准构件的至少两个部分；

(b) 确定所述一个或多个配准构件中的所述至少一个的所述至少两个部分相对于所述图像空间的位置和定向；以及

(c) 基于如在步骤(b)中所确定的所述一个或多个配准构件中的所述至少一个的所述至少两个部分相对于所述图像空间的位置和定向以及所述自动化医疗装置和所述一个或多个配准构件之间的预定关系来确定所述自动化医疗装置相对于所述图像空间的位置和定向。

24. 根据权利要求23所述的方法，其中，所述一个或多个配准构件包括铰接杆组件，每

个铰接杆组件包括一个或多个杆。

25. 根据权利要求24所述的方法,其中,步骤(b)包括:

计算所述一个或多个杆中的至少两个杆之间的最小距离、所述至少两个杆上的最小距离点以及所述至少两个杆的杆坐标系;以及

计算所述杆坐标系相对于所述图像空间的位置和定向。

26. 根据权利要求25所述的方法,其中,步骤(b)还包括计算所述一个或多个杆中的至少两个杆之间的空间角度的步骤。

27. 根据权利要求23所述的方法,其中,所述一个或多个配准构件包括半柔性元件。

28. 根据权利要求27所述的方法,其中,步骤(b)包括:对于所述半柔性元件中的至少两个,找到至少包含所述半柔性元件的预定部分的平面。

29. 根据权利要求28所述的方法,其中,步骤(b)还包括找到所述平面中的任意两个的交线。

30. 根据权利要求29所述的方法,其中,步骤(b)还包括:对于所述交线中的任意两个,计算所述两个交线之间的最小距离、所述两个交线中的至少一个上的最小距离点以及所述两个交线的交线坐标系。

31. 根据权利要求30所述的方法,其中,步骤(b)还包括计算所述交线坐标系相对于所述图像空间的位置和定向。

32. 根据权利要求28至31中的任一项所述的方法,其中,步骤(b)还包括计算所述平面中的任意两个之间的角度的步骤。

33. 一种用于使用安装设备和处理器来确定自动化医疗装置相对于图像空间的位置和定向的方法,所述安装设备具有:至少一个柔性元件,所述至少一个柔性元件适于安装在受治疗者的身体上并用于将所述自动化医疗装置联接到所述至少一个柔性元件;以及一个或多个配准构件,所述一个或多个配准构件被定位在所述至少一个柔性元件上或内部,所述方法包括:

(a) 获得所述安装设备和与所述安装设备联接的所述自动化医疗装置的一个或多个初始图像;

(b) 在所述一个或多个初始图像中检测所述一个或多个配准构件;

(c) 计算一个或多个预定几何参数,以限定所述一个或多个配准构件之间的关系;

(d) 存储所述一个或多个预定几何参数的计算值;

(e) 计算所述一个或多个配准构件相对于所述一个或多个初始图像的所述图像空间的位置和定向;

(f) 计算所述自动化医疗装置相对于所述一个或多个初始图像的图像空间的位置和定向;

(g) 基于计算出的所述自动化医疗装置和所述一个或多个配准构件相对于所述一个或多个初始图像的所述图像空间的位置和定向来确定所述一个或多个配准构件相对于所述自动化医疗装置的位置和定向;

(h) 获得关注区域的一个或多个实时图像,所述一个或多个实时图像包括所述一个或多个配准构件中的至少一个的至少两个部分;

(i) 在所述一个或多个实时图像中检测所述一个或多个配准构件中的所述至少一个的

所述至少两个部分；

(j) 实时计算所述一个或多个预定几何参数，以限定所述一个或多个实时图像中的所述一个或多个配准构件中的所述至少一个的所述至少两个部分之间的关系；

(k) 将所述一个或多个预定几何参数的实时值与所述一个或多个预定几何参数的存储值进行比较，并且识别所述一个或多个配准构件中的所述至少一个；

(l) 确定识别出的所述一个或多个配准构件中的所述至少一个相对于所述一个或多个实时图像的所述图像空间的位置和定向；以及

(m) 基于确定的识别出的所述一个或多个配准构件中的所述至少一个相对于所述一个或多个实时图像的所述图像空间的位置和定向以及确定的所述一个或多个配准构件中的所述至少一个相对于所述自动化医疗装置的位置和定向来确定所述自动化医疗装置相对于所述一个或多个实时图像的所述图像空间的位置和定向。

34. 根据权利要求33所述的方法，其中，所述至少一个柔性元件被配置为从可模制状态变换为结构更为稳定的状态，并且在将所述至少一个柔性元件变换到所述结构更为稳定的状态时，所述一个或多个配准构件相对于彼此并且相对于所述自动化医疗装置基本上不移动。

35. 根据权利要求33和34中的任一项所述的方法，其中，所述预定几何参数包括以下中的一个或多个：角度、距离、长度、形状、平面、相对位置和坐标系。

36. 一种用于在图像引导过程期间确定自动化医疗装置相对于图像空间的位置和定向的系统，所述系统包括：

附接到所述自动化医疗装置的至少一个配准标记；

安装设备，所述安装设备包括：

至少一个柔性元件，所述至少一个柔性元件适于安装在受治疗者的身体上并用于将所述自动化医疗装置联接到所述至少一个柔性元件；以及

可调节的配准框架，所述可调节的配准框架包括位于所述至少一个柔性元件中的至少一个上或内部的一个或多个配准构件；

其中，所述至少一个柔性元件和所述可调节的配准框架中的至少一个能够从可模制状态变换为结构更为稳定的状态，使得在所述变换时，所述可调节的配准框架与所述自动化医疗装置之间基本上没有相对移动，并且在所述可调节的配准框架的所述配准构件之中基本上没有相对移动；以及

处理器，所述处理器被配置为：

(a) 获得所述安装设备和与所述安装设备联接的所述自动化医疗装置的一个或多个初始图像；

(b) 在所述一个或多个初始图像中检测所述至少一个配准标记和所述可调节的配准框架；

(c) 确定所述自动化医疗装置相对于所述一个或多个初始图像的所述图像空间的位置和定向；

(d) 确定所述可调节的配准框架相对于所述一个或多个初始图像的所述图像空间的位置和定向；

(e) 基于确定的所述自动化医疗装置和所述可调节的配准框架相对于所述一个或多个

初始图像的所述图像空间的位置和方向,确定所述可调节的配准框架相对于所述自动化医疗装置的位置和定向;

(f) 获得关注区域的一个或多个实时图像,所述一个或多个实时图像包括所述可调节的配准框架的至少一部分;

(g) 在所述一个或多个实时图像中检测所述可调节的配准框架的所述至少一部分;

(h) 确定所述可调节的配准框架的所述至少一部分相对于所述一个或多个实时图像的位置和定向;以及

(i) 基于确定的所述可调节的配准框架的所述至少一部分相对于所述一个或多个实时图像的位置和定向以及确定的所述可调节的配准框架相对于所述自动化医疗装置的位置和定向来确定所述自动化医疗装置相对于所述一个或多个实时图像的位置和定向。

37. 一种用于在图像引导过程期间使用包括至少一个配准标记、安装设备和至少一个处理器的系统来确定自动化医疗装置相对于图像空间的位置和定向的方法,所述至少一个配准标记被附接到所述自动化医疗装置,所述安装设备具有:至少一个柔性元件,所述至少一个柔性元件适于安装在受治疗者的身体上并用于将所述自动化医疗装置联接到所述至少一个柔性元件;和可调节的配准框架,所述可调节的配准框架被定位在所述至少一个柔性元件上或内部,所述方法包括:

(a) 获得所述安装设备和与所述安装设备联接的所述自动化医疗装置的一个或多个初始图像;

(b) 在所述一个或多个初始图像中检测所述至少一个配准标记和所述可调节的配准框架;

(c) 确定所述自动化医疗装置相对于所述一个或多个初始图像的位置和定向;

(d) 确定所述可调节的配准框架相对于所述一个或多个初始图像的位置和定向;

(e) 基于确定的所述自动化医疗装置和所述可调节的配准框架相对于所述一个或多个初始图像的位置和定向,确定所述可调节的配准框架相对于所述自动化医疗装置的位置和定向;

(f) 获得关注区域的一个或多个实时图像,所述一个或多个实时图像包括所述可调节的配准框架的至少一部分;

(g) 在所述一个或多个实时图像中检测所述可调节的配准框架的所述至少一部分;

(h) 确定所述可调节的配准框架的所述至少一部分相对于所述一个或多个实时图像的位置和定向;以及

(i) 基于确定的所述可调节的配准框架的所述至少一部分相对于所述一个或多个实时图像的位置和定向以及确定的所述可调节的配准框架相对于所述自动化医疗装置的位置和定向来确定所述自动化医疗装置相对于所述一个或多个实时图像的位置和定向。

38. 根据权利要求37所述的方法,其中,所述至少一个柔性元件被配置为从可模制状态变换为结构更为稳定的状态,并且在将所述至少一个柔性元件变换为所述结构更为稳定的状态时,所述可调节的配准框架与所述自动化医疗装置之间基本上没有相对移动。

可调节的配准框架

技术领域

[0001] 本公开涉及图像引导介入术领域，并且具体地，涉及用于在图像引导过程期间确定自动化医疗装置相对于图像空间的位置和定向的系统和方法。

背景技术

[0002] 现代临床实践中采用的许多常规治疗涉及经皮插入医疗工具(例如针和导管)，用于活检、药物递送及其它诊断和治疗过程。插入过程的目的是将适当的医疗工具的尖端安全且准确地放置在目标区域中，该目标区域可以是病变、肿瘤、器官或血管。需要插入这种医疗工具的治疗示例包括接种、血液/流体采样、局部麻醉、组织活检、导管插入、低温消融、电解消融、近距治疗、神经外科手术、深部脑刺激和各种微创手术。

[0003] 针在软组织中的引导和转向是一项复杂的任务，其需要良好的三维协调、对患者解剖结构的了解以及极为丰富的经验。因此，已经提出了图像引导的自动化(例如，机器人)系统来执行这些功能。在这些系统中有在授予Stoianovici的美国专利No.7,008,373“荧光检查下的用于机器人瞄准的系统和方法(System and method for robot targeting under fluoroscopy)”、授予Glozman等人的美国专利No.8,348,861“柔性针的受控转向(Controlled Steering of a Flexible Needle)”、授予Neubach等人的美国专利No.8,663,130“用于柔性针转向的超声引导的机器人(Ultrasound Guided Robot for Flexible Needle Steering)”、Gupta等人的美国申请公开文献No.2006/0229641“引导和插入系统(Guidance and Insertion System)”、Cleary等人的美国申请公开文献No.2014/0371584“介入术中用于针引导的患者安装的可MRI和CT兼容机器人(Patient Mounted MRI and CT Compatible Robot for Needle Guidance in Interventional Procedures)”以及Glozman等人的美国专利申请公开文献No.2016/0249990“通过轴操作的针转向(Needle Steering by Shaft Manipulation)”中所描述的那些系统。

[0004] 当使用自动插入装置时，必须知道该装置相对于图像空间的确切位置，以便将医疗工具(通常从远程位置)正确且准确地朝向目标转向。通常使用基准标记来完成该装置相对于图像空间的位置的确定，这些基准标记定位在该装置上的不同位置处并且由可在使用成像系统(例如，X射线、CT、MRI)获取的图像中检测到的材料制造而成。在获取的图像中检测和识别这些标记是将该装置配准到图像空间的处理过程中的关键步骤，这允许用户在整个过程中的任意时刻获知该装置相对于图像空间的确切位置和/或定向。

[0005] 由于配准标记位于该装置自身上，因此为了能够进行配准处理，需要在手术期间获取的扫描中包括该装置的在其上包括标记的至少一部分。然而，在一些情况下，由于例如所需的插入角度，导致该装置与受治疗者的关注区域之间可能存在相当大的物理距离。因此，当在图像引导过程中利用诸如X射线和CT之类的成像模态时，扫描足够大的体积以包括关注区域和该装置的其上具有标记的至少一部分(通常是机器人末端执行器)，将患者和医务人员暴露于相当大的辐射量。

[0006] 因此，需要这样的系统和方法，其可以在插入过程期间在任何给定时刻(实时)、在

扫描的体积中确定插入装置相对于图像空间的位置和定向,而不需要包括该装置或其任何部分。

[0007] 本专利说明书的本部分和其它部分中提及的每篇公开文献的公开内容被通过引用全部结合到本文中。

发明内容

[0008] 公开了这样的系统和方法,其能够在自动化医疗装置位于扫描体积之外时,在图像引导的医疗过程期间的任何时刻(实时)确定自动化医疗装置相对于图像空间的位置和定向。

[0009] 在一些实施方案中,例如,自动化插入装置包括机器人臂或安装基座,其可以被联接到患者的床。在其它实施方案中,插入装置可以是身体安装的,即,直接定位在患者的身体上并固定到该身体。在后一种情况下,插入装置随着患者(例如,由于咳嗽,位置调节等)移动而与他/她一起移动。

[0010] 根据一些实施方案,除了定位在插入装置本身上的配准标记之外,还提供了定位在安装垫中/上的配准构件,该安装垫被配置为用于安装在受治疗者的身体上。安装垫还被配置成用于联接到插入装置。这些配准构件在下文中可以被称为“配准框架”或“可调节的配准框架”。安装垫应该被安装在受治疗者的身体上,使得可调节的配准框架的至少一部分位于关注区域的上方或非常接近该关注区域。

[0011] 可调节的配准框架可以包括若干自由度,使得它可以与安装垫一起进行自我调节,这是因为该垫调节成适合于患者身体的形状而与其在身体上的位置无关。在放置在身体上之后,可以迫使安装垫和/或可调节的配准框架在特定的空间结构中采用更为刚性的状态。一旦安装垫和可调节的配准框架呈现它们更为刚性的状态,可调节的配准框架相对于插入装置的位置就被固定住并且是不可改变的。

[0012] 根据一些实施方案,可调节的配准框架被放置在一介质内,该介质可被操纵以防止框架相对于插入装置移动。例如,它可以被放置在柔性安装垫的内部,该安装垫在施加真空、冷却/加热等时会硬化。这种安装垫可以至少部分地填充有颗粒,这些颗粒例如在施加真空时相互靠靠,因此导致安装垫变硬。将会明白的是,术语“颗粒”可以指的是任何适用类型的天然或人造颗粒,例如咖啡豆、大米、沙子、塑料珠等。

[0013] Voge1e的美国专利申请公开文献No. 2012/0266898 “固定装置(Immobilization Device)”公开了一种可模制的真空操纵衬垫。然而,该衬垫被用于固定患者,并且它并不包括可调节的配准框架。此外,在Voge1e中,标记被固定到被从外部附接到衬垫的适配器板,使得它们远离该适配器板突出。这种突出标记可能阻碍临床医生的查看或行动。此外,它们具有受损乃至破裂的风险。此外,患者可见的突出标记可能对患者存在恐吓并对患者产生负面的心理影响。

[0014] 在一些实施方案中,所公开的可调节的配准框架被定位在安装垫的内部,使得它并不处于临床医生操作的路径中,不太可能承受损坏或破裂,并且是患者不可见的。甚至在配准构件位于安装垫外部的实施方案中,它们也是足够小而扁平的,这对患者和临床医生而言都是不显眼的。

[0015] 在一些实施方案中,可调节的配准框架本身可以被配置为例如通过冷却/加热等

来硬化或“冻结”。例如,它可以具有可以被远程锁定的接头,或者它可以由一种柔性的材料制成,但可以被远程操纵而变硬。

[0016] 在一些实施方案中,共同形成可调节的配准框架的配准构件被配置为铰接杆组件,每个铰接杆组件由一个或多个杆组成。在这种实施方案中,可以基于杆相对于当前图像空间的位置和定向以及先前计算出的(且固定的)杆相对于插入装置的位置和定向来确定插入装置相对于当前图像空间的位置和定向(即,其就当前图像的坐标系而言的位置)。

[0017] 在一些实施方案中,配准构件被配置为半柔性元件/带条(术语“半柔性元件”和“半柔性带条”可以在本公开中被可互换地使用),并且基于半柔性带条相对于当前图像空间的位置和定向以及先前计算出的(且固定的)半柔性带条相对于插入装置的位置和定向来确定插入装置相对于当前图像空间的位置和定向。

[0018] 根据一些实施方案,使用公开的可调节的配准框架的配准方法如下:

[0019] 准备阶段:在将插入装置联接到安装垫并且使得安装垫和/或可调节的配准框架呈现它们结构更为稳定的状态之后,获得初始扫描。术语“扫描”可以指的是在扫描体积内获取的一个或多个图像帧。术语“图像帧”、“帧”和“片”在整个公开内容中被可互换地使用。初始扫描包括整个配准框架和插入装置,使得可以计算插入装置就初始图像空间的坐标系(“CS”)而言的位置和定向(也被称为“平移和旋转”或“变换”)以及配准框架就初始图像空间的坐标系而言的位置和方向。一旦已经计算了插入装置和配准框架就初始图像空间的坐标系而言的位置和方向,就可以计算配准框架就插入装置的坐标系而言的位置和定向,即其相对于插入装置的位置和定向。配准框架就插入装置的坐标系而言的位置和定向保持不变,直到致使安装垫和/或可调节的配准框架返回到其可模制状态为止。

[0020] 实时:在使用身体安装的插入装置的情况下,插入装置相对于图像空间的位置和定向可以在获取初始扫描之后由于患者(例如,由于咳嗽,位置调节)移动而改变。然而,只要安装垫和/或配准框架保持处于其结构更为稳定的状态,配准框架相对于插入装置的位置和定向就保持不变。因此,配准框架的移动必然表明了插入装置的相同移动。实时扫描在体积上被最小化以仅包括关注区域和配准框架的最小必要部分。每个实时图像包括配准框架的至少一部分,因此可以计算配准框架就实时图像CS而言的变换。该变换连同从初始扫描中获知的配准框架就插入装置CS而言的变换用于确定插入装置就在整个插入过程中获得的每个实时图像的CS而言的变换。

[0021] 所公开的装置、系统和方法允许限制扫描体积,这是因为扫描体积(而并不包括插入装置,该插入装置可能远离关注区域或由于插入角度而导致需要待对大体积进行扫描)仅包括可以被放置在关注区域的上方或非常接近于该关注区域的可调节框架的最小部分。因此,患者和医务人员对辐射的暴露被最小化。

[0022] 因此,根据本公开中所述的装置的示例性实施方案提供了一种用于在图像引导过程期间确定自动化医疗装置相对于图像空间的位置和定向的系统,该系统包括:

[0023] (i) 安装设备,其包括:

[0024] 至少一个柔性元件,该适于安装在受治疗者的身体上并用于将自动化医疗装置联接到该至少一个柔性元件;以及

[0025] 一个或多个配准构件,该位于至少一个柔性元件上或内部;

[0026] 其中,至少一个柔性元件和一个或多个配准构件中的至少一个能够从可模制状态

变换为结构更为稳定的状态,使得在该变换时,一个或多个构件与自动化医疗装置之间基本上没有相对移动,并且在一个或多个配准构件之中基本上没有相对移动;以及

[0027] (ii) 处理器,该被配置为:

[0028] 在从成像系统获得的图像中检测一个或多个配准构件的至少一部分;

[0029] 确定一个或多个配准构件的至少一部分相对于图像空间的位置和定向;以及

[0030] 基于确定的一个或多个配准构件的至少一部分相对于图像空间的位置和定向以及自动化医疗装置和一个或多个配准构件之间的预定关系来确定自动化医疗装置相对于图像空间的位置和定向。

[0031] 在这种系统中,至少一个柔性元件可以包括被封在柔性覆盖物内的颗粒材料。在这种情况下,至少一个柔性元件可以被配置为通过将真空施加到至少一个柔性元件而从可模制状态变换到结构更为稳定的状态。此外,一个或多个配准构件可以是可联接至至少一个柔性元件的柔性覆盖物。

[0032] 在这种系统的其它实施方案中,一个或多个配准构件可以包括铰接杆组件,每个铰接杆组件包括一个或多个杆。在这种系统中,处理器应该还被配置为计算一个或多个杆中的任意两个杆之间的空间角度。它还可以被配置为计算一个或多个杆中的任意两个杆之间的最小距离,乃至计算两个杆中的每个杆上的最小距离点以及两个杆在图像空间中的杆坐标系。在后一种情况下,处理器被配置为确定一个或多个配准构件中的至少一部分相对于图像空间的位置和定向可以包括处理器被配置为计算至少一个杆坐标系相对于图像空间的位置和定向。

[0033] 在上述系统中的任一种中,一个或多个配准构件可以包括半柔性元件,并且随后处理器还可以被配置为对半柔性元件中的每一个确定图像空间中包含该半柔性元件的预定部分的平面。半柔性元件的预定部分应该是沿着半柔性元件的长度连接半柔性元件的宽度的中心点的线,在这种情况下,处理器还可以被配置为计算图像空间中的平面中的任意两个之间的角度,或者计算平面中的任意两个的交线。在后一种情况下,处理器还被配置为对交线中的任意两个计算两个交线中的至少一个交线上的最小距离点以及这两个交线的交线坐标系。如果这种处理器被配置为确定一个或多个配准构件的至少一部分相对于图像空间的位置和定向,则它可以被配置为计算至少一个交线坐标系相对于图像空间的位置和定向。

[0034] 根据包括半柔性元件的另一个这种实施方案,一个或多个配准构件还可以包括基本上水平地定位到一个或多个半柔性元件的一个或多个丝线,并且处理器还被配置为检测一个或多个半柔性元件与一个或多个丝线之间的至少一个交点。此外,处理器还可还被配置为计算至少一个交点的一个或多个坐标系。在后一种情况下,处理器被配置为确定一个或多个配准构件的至少一部分相对于图像空间的位置和定向可以包括处理器被配置为计算至少一个交点的一个或多个坐标系相对于图像空间的位置和定向。

[0035] 在上述系统中的其它实施方案中,处理器还被配置为从成像系统获取图像。

[0036] 附加实施方案可以包括如上所述的系统,其中,安装设备还包括可联接到至少一个柔性元件的基板,基板被配置为接收自动化医疗装置。在这种情况下,至少一个柔性元件可以包括放置元件和与放置元件分离开的配准元件,并且放置元件包括基板,配准元件包括一个或多个配准构件。

[0037] 此外,在前述系统中的任一种中,安装设备还可以包括一个或多个带条,其被配置为将至少一个柔性元件固定到受治疗者的身体。最后,成像系统可以是X射线荧光透视系统、CT系统、锥形束CT系统、CT荧光透视系统、MRI系统和超声系统中的任一种。

[0038] 根据本公开的示例性系统的替代实施方案还可以涉及一种用于在图像引导过程期间确定自动化医疗装置相对于图像空间的位置和定向的系统,该系统包括:

[0039] (i) 安装设备,其包括:

[0040] 至少一个柔性元件,其适于安装在受治疗者的身体上并用于将自动化医疗装置联接到至少一个柔性元件;以及

[0041] 一个或多个配准构件,其被定位在至少一个柔性元件上或内部;以及 (ii) 处理器,其被配置为:

[0042] 获得安装设备和与该安装设备联接的自动化医疗装置的一个或多个初始图像;

[0043] 在一个或多个初始图像中检测一个或多个配准构件;

[0044] 计算一个或多个预定几何参数,以限定一个或多个配准构件之间的关系;

[0045] 存储一个或多个预定几何参数的计算值;

[0046] 计算一个或多个配准构件相对于一个或多个初始图像的图像空间的位置和定向;

[0047] 计算自动化医疗装置相对于一个或多个初始图像的图像空间的位置和定向;

[0048] 基于计算出的自动化医疗装置和一个或多个配准构件相对于一个或多个初始图像的图像空间的位置和定向来确定一个或多个配准构件相对于自动化医疗装置的位置和定向;

[0049] 获得关注区域的一个或多个实时图像,这一个或多个实时图像包括一个或多个配准构件中的至少一个的至少两个部分;

[0050] 在一个或多个实时图像中检测一个或多个配准构件中的至少一个的至少两个部分;

[0051] 实时计算一个或多个预定几何参数,以限定一个或多个实时图像中的一个或多个配准构件中的至少一个的至少两个部分之间的关系;

[0052] 将一个或多个预定几何参数的实时值与一个或多个预定几何参数的存储值进行比较,并识别一个或多个配准构件中的至少一个;

[0053] 计算识别出的一个或多个配准构件中的至少一个相对于一个或多个实时图像的图像空间的位置和定向;以及

[0054] 基于计算出的识别出的一个或多个配准构件中的至少一个相对于一个或多个实时图像的图像空间的位置和定向以及确定的一个或多个配准构件中的至少一个相对于自动化医疗装置的位置和定向来确定自动化医疗装置相对于一个或多个实时图像的图像空间的位置和定向。

[0055] 在这种系统中,至少一个柔性元件可以被配置为从可模制状态变换为结构更为稳定的状态,并且在将至少一个柔性元件变换到结构更为稳定的状态时,一个或多个配准构件相对于彼此并且相对于自动化医疗装置应当基本上不移动。作为选择或另外,一个或多个配准构件被配置为从可模制状态变换为结构更为稳定的状态,使得在变换时,一个或多个配准构件相对于彼此以及相对于自动化医疗装置应当基本上不移动。

[0056] 在前两段描述的系统中,一个或多个配准构件可以包括铰接杆组件,每个铰接杆

组件包括一个或多个杆。作为选择,一个或多个配准构件可以包括半柔性元件。另外,预定几何参数可以包括以下中的一个或多个:角度、距离、长度、形状、平面、相对位置和坐标系。最终,这些系统中的任一种还可以包括附接到自动化医疗装置的一个或多个配准标记,并且处理器还被配置为检测一个或多个配准标记。

[0057] 其它示例性实施方案可以涉及一种用于在图像引导过程期间使用包括处理器和安装设备的系统来确定自动化医疗装置相对于图像空间的位置和定向的方法,该安装设备具有:至少一个柔性元件,其适于安装在受治疗者的身体上并用于将自动化医疗装置联接到至少一个柔性元件;以及一个或多个配准构件,其被定位在至少一个柔性元件上或内部,其中,至少一个柔性元件和一个或多个配准构件中的至少一个能够从可模制状态变换为结构更为稳定的状态,使得在变换时,一个或多个配准构件相对于彼此以及相对于自动化医疗装置基本没有相对运动,该方法包括:

[0058] (i) 在将至少一个柔性元件和一个或多个配准构件中的至少一个从可模制状态变换为结构更为稳定的状态之后,在从成像系统获得的图像中检测一个或多个配准构件中的至少一个配准构件的至少两个部分;

[0059] (ii) 确定一个或多个配准构件中的至少一个的至少两个部分相对于图像空间的位置和定向;以及

[0060] (iii) 基于确定的一个或多个配准构件中的至少一个的至少两个部分相对于图像空间的位置和定向以及自动化医疗装置和一个或多个配准构件之间的预定关系来确定自动化医疗装置相对于图像空间的位置和定向。

[0061] 在这种方法中,一个或多个配准构件可以包括铰接杆组件,每个铰接杆组件包括一个或多个杆。在这种情况下,确定一个或多个配准构件中的至少一个的至少两个部分相对于图像空间的位置和定向的步骤可以包括:

[0062] 计算一个或多个杆中的至少两个杆之间的最小距离、至少两个杆上的最小距离点以及至少两个杆的杆坐标系;以及

[0063] 计算杆坐标系相对于图像空间的位置和定向。

[0064] 该方法还可以包括计算一个或多个杆中的至少两个杆之间的空间角度的步骤。此外,一个或多个配准构件可以包括半柔性元件,在这种情况下,确定一个或多个配准构件中的至少一个的至少两个部分相对于图像空间的位置和定向的步骤可以包括:对于半柔性元件中的至少两个,找到至少包含半柔性元件的预定部分的平面。然后,确定一个或多个配准构件中的至少一个的至少两个部分相对于图像空间的位置和定向的步骤还包括找平面中的任意两个的交线。如果执行此步骤,则确定一个或多个配准构件中的至少一个的至少两个部分相对于图像空间的位置和定向的步骤还可以包括对于交线中的任意两个,计算这两个交线之间的最小距离、这两个交线中的至少一个上的最小距离点以及这两个交线的交线坐标系。确定一个或多个配准构件中的至少一个的至少两个部分相对于图像空间的位置和定向的步骤还可以包括计算交线坐标系相对于图像空间的位置和定向。

[0065] 上述方法中的任一种还可以包括计算平面中的任意两个之间的角度的步骤。

[0066] 此外,在上述方法中的任一种中,其中,一个或多个配准构件包括半柔性元件,一个或多个配准构件还可以包括基本水平地定位到一个或多个半柔性元件的一个或多个丝线,并且确定一个或多个配准构件中的至少一个的至少两个部分相对应图像空间的位置和

定向的步骤可以包括检测一个或多个半柔性元件与一个或多个丝线之间的至少一个交点。在这种情况下,确定一个或多个配准构件中的至少一个的至少两个部分相对于图像空间的位置和方向的步骤还可以包括计算至少一个交点的一个或多个坐标系。然后,确定一个或多个配准构件中的至少一个的至少两个部分相对于图像空间的位置和定向的步骤还可以包括计算至少一个交点的一个或多个坐标系相对于图像空间的位置和定向。

[0067] 最后,上述方法中的任一种可还包括从成像系统获得图像的步骤。

[0068] 其它实施方案执行一种用于使用安装设备和处理器来确定自动化医疗装置相对于图像空间的位置和定向的方法,该安装设备具有:至少一个柔性元件,其适于安装在受治疗者的身体上并用于将自动化医疗装置联接到该至少一个柔性元件;以及一个或多个配准构件,其被定位在至少一个柔性元件上或内部,该方法包括:

[0069] 获得安装设备和与该安装设备联接的自动化医疗装置的一个或多个初始图像;

[0070] 在一个或多个初始图像中检测一个或多个配准构件;

[0071] 计算一个或多个预定几何参数,以限定一个或多个配准构件之间的关系;

[0072] 存储一个或多个预定几何参数的计算值;

[0073] 计算一个或多个配准构件相对于一个或多个初始图像的图像空间的位置和定向;

[0074] 计算自动化医疗装置相对于一个或多个初始图像的图像空间的位置和定向;

[0075] 基于计算出的自动化医疗装置和一个或多个配准构件相对于一个或多个初始图像的图像空间的位置和定向来确定一个或多个配准构件相对于自动化医疗装置的位置和定向;

[0076] 获得关注区域的一个或多个实时图像,这一个或多个实时图像包括一个或多个配准构件中的至少一个的至少两个部分;

[0077] 在一个或多个实时图像中检测一个或多个配准构件中的至少一个的至少两个部分;

[0078] 实时计算一个或多个预定几何参数,以限定一个或多个实时图像中的一个或多个配准构件中的至少一个的至少两个部分之间的关系;

[0079] 将一个或多个预定几何参数的实时值与一个或多个预定几何参数的存储值进行比较,并且识别一个或多个配准构件中的至少一个;

[0080] 确定识别出的一个或多个配准构件中的至少一个相对于一个或多个实时图像的图像空间的位置和定向;以及

[0081] 基于确定的识别出的一个或多个配准构件中的至少一个相对于一个或多个实时图像的图像空间的位置和定向以及确定的一个或多个配准构件中的至少一个相对于自动化医疗装置的位置和定向来确定自动化医疗装置相对于一个或多个实时图像的图像空间的位置和定向。

[0082] 在这种方法中,至少一个柔性元件可以被配置为从可模制状态变换为结构更为稳定的状态,并且在将至少一个柔性元件变换到结构更为稳定的状态时,一个或多个配准构件相对于彼此并且相对于自动化医疗装置应当基本上不移动。作为选择或另外,一个或多个配准构件被配置为从可模制状态变换为结构更为稳定的状态,使得在一个或多个配准构件变换到结构更为稳定的状态时,一个或多个配准构件相对于彼此以及相对于自动化医疗装置应当基本上不移动。

[0083] 在后面的多种方法中的任何一种中,一个或多个配准构件可以包括铰接杆组件,每个铰接杆组件包括一个或多个杆,并且一个或多个配准构件可以包括半柔性元件。

[0084] 最后,在这些方法中,预定几何参数可以包括以下中的一个或多个:角度、距离、长度、形状、平面、相对位置和坐标系。

[0085] 根据本公开的系统的其它实施方案,提供了一种用于在图像引导过程期间确定自动化医疗装置相对于图像空间的位置和定向的系统,该系统包括:

[0086] (i)附接到自动化医疗装置的至少一个配准标记;

[0087] (ii)安装设备,其包括:

[0088] 至少一个柔性元件,其适于安装在受治疗者的身体上并用于将自动化医疗装置联接到该至少一个柔性元件;以及

[0089] 可调节的配准框架,其包括位于至少一个柔性元件中的至少一个上或内部的一个或多个配准构件;

[0090] 其中,至少一个柔性元件和可调节的配准框架中的至少一个能够从可模制状态变换为结构更为稳定的状态,使得在变换时,可调节的配准框架与自动化医疗装置之间基本上没有相对运动,并且在可调节的配准框架的配准构件之中基本上没有相对移动;以及

[0091] (iii)处理器,其被配置为:

[0092] 获得安装设备和与该安装设备联接的自动化医疗装置的一个或多个初始图像;

[0093] 在一个或多个初始图像中检测至少一个配准标记和可调节的配准框架;

[0094] 确定自动化医疗装置相对于一个或多个初始图像的图像空间的位置和定向;

[0095] 确定可调节的配准框架相对于一个或多个初始图像的图像空间的位置和定向;

[0096] 基于确定的自动化医疗装置和可调节的配准框架相对于一个或多个初始图像的图像空间的位置和方向,确定可调节的配准框架相对于自动化医疗装置的位置和定向;

[0097] 获得关注区域的一个或多个实时图像,这一个或多个实时图像包括可调节的配准框架的至少一部分;

[0098] 在一个或多个实时图像中检测可调节的配准框架的至少一部分;

[0099] 确定可调节的配准框架的至少一部分相对于一个或多个实时图像的位置和定向;以及

[0100] 基于确定的可调节的配准框架的至少一部分相对于一个或多个实时图像的位置和定向以及确定的可调节的配准框架相对于自动化医疗装置的位置和定向来确定自动化医疗装置相对于一个或多个实时图像的位置和定向。

[0101] 在该系统中,一个或多个配准构件可以包括铰接杆组件,每个铰接杆组件包括一个或多个杆。作为选择和另外地,一个或多个配准构件可以包括半柔性元件。

[0102] 本公开中描述的其它示例性实施方案涉及一种用于在图像引导过程期间使用包括至少一个配准标记、安装设备和至少一个处理器的系统来确定自动化医疗装置相对于图像空间的位置和定向的方法,该至少一个配准标记附接到自动化医疗装置,该安装设备具有:至少一个柔性元件,其适于安装在受治疗者的身体上并用于将自动化医疗装置联接到该至少一个柔性元件;和可调节的配准框架,其被定位在至少一个柔性元件上或内部,该方法包括:

[0103] 获得安装设备和与该安装设备联接的自动化医疗装置的一个或多个初始图像;

- [0104] 在一个或多个初始图像中检测至少一个配准标记和可调节的配准框架；
[0105] 确定自动医疗装置相对于一个或多个初始图像的位置和定向；
[0106] 确定可调节的配准框架相对于一个或多个初始图像的位置和定向；
[0107] 基于确定的自动医疗装置和可调节的配准框架相对于一个或多个初始图像的位置和定向，确定可调节的配准框架相对于自动医疗装置的位置和定向；
[0108] 获得关注区域的一个或多个实时图像，这一个或多个实时图像包括可调节的配准框架的至少一部分；
[0109] 在一个或多个实时图像中检测可调节的配准框架的至少一部分；
[0110] 确定可调节的配准框架的至少一部分相对于一个或多个实时图像的位置和定向；以及
[0111] 基于确定的可调节的配准框架的至少一部分相对于一个或多个实时图像的位置和定向以及确定的可调节的配准框架相对于自动医疗装置的位置和定向来确定自动医疗装置相对于一个或多个实时图像的位置和定向。
[0112] 在这种方法中，至少一个柔性元件被配置为从可模制状态变换为结构更为稳定的状态，并且在将至少一个柔性元件变换到结构更为稳定的状态时，可调节的配准框架与自动化医疗装置之间应当基本上没有相对移动。另外，在该方法中，可调节的配准框架可以被配置为从可模制状态变换为结构更为稳定的状态，并且在可调节的配准框架变换到结构更为稳定的状态时，可调节的配准框架与自动化医疗装置之间应当基本上没有相对移动。
[0113] 在后面的方法中的任一种中，可调节的配准框架可以包括一个或多个铰接杆组件，每个铰接杆组件包括一个或多个杆。作为选择或另外地，可调节的配准框架可以包括一个或多个半柔性元件。
[0114] 上述系统和方法的实施方案还可以包括本公开中描述的特征中的任一个，其包括上文关于其它系统或方法实施方案描述的特征中的任一种。
[0115] 将会明白的是，尽管贯穿本公开内容使用的示例涉及用于将针插入到受治疗者的体内的系统和方法，但是这些系统和方法并不意味着受限于插入针，而是被理解为包括出于诊断和/或治疗目的想要插入到受治疗者的体内的任何工具（包括针、端口、导引器、导管（例如，消融导管）、套管、手术工具、流体输送工具或任何其它这种可插入的工具）的插入。
[0116] 此外，将会明白的是，虽然贯穿本公开使用的示例涉及插入装置和插入过程，但是所公开的系统和方法可以在任何医疗装置中以及在被图像引导并且需要将装置配准到图像空间的任何过程中实现。
[0117] 术语“用户”、“医生”、“医师”、“临床医生”、“技术人员”、“医务人员”和“医护人员”贯穿本公开是可互换地使用的，并且它们可以指的是参与所执行的医疗过程的任何人。

附图说明

- [0118] 参照附图描述本公开的方法和系统的一些示例性实施方案。在附图中，相似的附图标记表示相同或基本相似的元件。
[0119] 图1示出了用于将医疗工具插入到受治疗者的体内的示例性系统的示意图。
[0120] 图2示意性地示出了安装在受治疗者的身体上并位于所扫描的体积之外的自动插入装置。

[0121] 图3A示意性地示出了在将插入装置联接到安装垫之前的具有可调节的配准框架的安装垫和插入装置。

[0122] 图3B-3D示意性地示出了具有可调节的配准框架的示例性安装垫。

[0123] 图4A示出了在将真空施加到安装垫之前的具有可调节的配准框架的示例性安装垫和与其联接的插入装置的透视图。

[0124] 图4B示出了在将真空施加到安装垫之后的图4A的具有示例性可调节的配准框架的示例性安装垫和插入装置的透视图。

[0125] 图5示出了在使用图4B的可调节的配准框架的配准过程的示例性初始阶段中执行的步骤的流程图。

[0126] 图6示出了插入装置坐标系和两个示例性杆、杆之间的最小距离、最小距离点和杆对的坐标系。

[0127] 图7A示出了图4B的示例性安装垫、可调节的配准框架和插入装置以及示例性扫描体积的俯视图。

[0128] 图7B示出了图7A的扫描体积的示例性图像帧。

[0129] 图8示出了在用于在工具插入过程期间使用图4B的可调节的配准框架确定插入装置相对于图像空间的位置和定向的示例性方法中执行的步骤的流程图。

[0130] 图9A示出了在将真空施加到安装垫之前的具有另一个可调节的配准框架的示例性安装垫和与其联接的插入装置的透视图。

[0131] 图9B示出了在将真空施加到安装垫之后的具有图9A的示例性可调节的配准框架的示例性安装垫和插入装置的透视图。

[0132] 图10示出了在使用图9B的可调节的配准框架的配准过程的示例性初始阶段中执行的步骤的流程图。

[0133] 图11A示出了图9B的示例性安装垫、可调节的配准框架和插入装置以及示例性扫描体积的俯视图。

[0134] 图11B示出了图11A的扫描体积的示例性图像帧。

[0135] 图12示出了在用于在工具插入过程期间使用图9B的可调节的配准框架确定插入装置相对于图像空间的位置的示例性方法中执行的步骤的流程图。

具体实施方式

[0136] 图1示出了用于将医疗工具(例如,针)110插入到受治疗者的体内的系统10的示意图。该系统包括自动插入装置100,该自动插入装置100可以被另外配置成用于在将针插入到受治疗者的身体15中期间使针转向。针110可被可移除地联接到插入装置100,使得可以与新的针一起反复地使用该插入装置100。

[0137] 在一些实施方案中,系统10可包括成像系统,或者它可以被配置成以与成像系统相结合的方式操作,使得插入过程是图像引导的。所利用的成像模态可以是X射线荧光透视、CT、锥形束CT、CT荧光透视、MRI、超声波或任何其它适用的成像模态中的任一种。

[0138] 如图1中所示,插入装置100可被配置成被直接安装在受治疗者的身体15上,或者它可被配置成被联接到被固定到受治疗者的床上的专用臂或基座、被联接到被邻近于患者床放置的手推车或被联接到例如在上述美国专利申请公开文献No.2016/0249990中所述的

成像装置。

[0139] 该系统10还包括计算机130及显示器131,该计算机130包括用于图像处理、计算最佳针插入路径等的至少一个处理器(未示出)。计算机130可以是个人计算机(PC)、笔记本电脑、平板电脑、智能手机或任何其它基于处理器的装置。计算机130可还包括用户界面132,该用户界面132可以呈按钮、开关、按键、键盘、计算机鼠标、操纵杆、触敏屏幕等形式。显示器131和用户界面132可以是两个分离的部件,或者在利用例如触敏屏幕(“触摸屏”)的情况下,它们可以共同形成单个部件。

[0140] 计算机130尤其可以被配置为在显示器131上接收、处理和可视化来自成像系统的图像,以基于来自用户的输入来计算用于针110的最佳路径,即,入口点、目标和用以避开途中物体(en route)的区域,并以闭环方式控制针转向,即,向插入装置100生成运动命令,并接收关于针110的实际位置的反馈,该反馈随后被用于实时路径修正。该最佳路径可在二维平面中或在三维空间中进行计算。

[0141] 该系统10还包括控制器120(例如,机器人控制器),用于控制插入装置100的移动并且将针110朝向受治疗者的身体15内的目标(例如,病变或肿瘤)转向。控制器120可以是如图1中所示的分离的部件。作为选择,控制器120的至少一部分可被嵌置在插入装置100内和/或计算机130内。

[0142] 图2示意性地示出了被安装在受治疗者的身体15上的自动插入装置100。在一些实施方案中,在将插入装置安装在受治疗者的身体上之前,用户在关注区域的初始扫描(术语“扫描”在整个本公开中指代一个或多个帧)上标记出初始入口点、目标和从该入口点到该目标的途中的任何可能障碍物。然后,系统软件可以计算最佳针轨迹,该最佳针轨迹可以是例如在患者的组织上提供最小侧压的轨迹。在一些实施方案中,最佳轨迹的计算可以包括确定针在入口点处的进入角度。在其它实施方案中,用户必须在轨迹计算之前输入进入角度。用于规划插入轨迹的方法例如公开在Shochat的共同拥有的国际专利申请No.PCT/IL2015/050230“用于针插入的动态规划方法(Dynamic Planning Method for Needle Insertion)”中,该申请的全部内容被通过参引结合到文本中。

[0143] 在针插入过程期间,可能需要多次扫描以便确认针的实际位置,并在需要的情况下相应地调节该轨迹。为了使患者和医务人员对辐射的暴露最小化,扫描体积4通常被选择为是尽可能小的。因此,在一些情况下,例如当用于到达目标8的最佳轨迹需要相对于CT系统的轴向框架(即,在轴向平面中产生的垂直于患者的身体的长轴的框架)的适中的/大的插入角度(例如大于25-30度)时,插入装置100可以完全位于扫描体积4的外部,如图2中所示。通常,配准标记被联接于插入装置的部件中的一个或多个,因此在该装置位于扫描体积之外的情况下,使用现有技术的方法不可能将装置100的位置相对于图像空间进行配准,而该配准对于在针插入过程期间为插入装置100提供准确的移动/转向指示是必需的。

[0144] 图3A示意性地示出了联接之前的插入装置100和安装垫30。插入装置100可以可移除地联接到安装垫30,使得插入装置100和安装垫30是两个分离的单元,并且插入装置100可以联接到安装垫30并且随后从安装垫30上移除。作为选择,插入装置100和安装垫30可以刚性地彼此联接或者它们可以进一步被配置为单个单元。安装垫30可以包括基板310,在身体安装装置的情况下,插入装置100被连接于该基板310,并且安装垫30还可以包括一个或多个带条或带子312,其固定安装垫30,并且因此将插入装置100固定到受治疗者的身体。基

板310和一个或多个带条312可以是安装垫30的组成部分,或者它们可以是可移除地联接到安装垫30的分离的部件。此外,一个或多个带条312可以被刚性地或可拆卸地联接到安装垫30或基板310。基板310可以是“U”形的,如图3A中所示,或者它可包括任何其它适用的形状,这取决于插入装置100和/或安装垫30的设计。

[0145] 根据一些实施方案,安装垫30可以被配置为至少部分地填充有天然或人造的颗粒322(例如,咖啡豆、大米、沙子、塑料珠等)的柔性囊/衬垫。安装垫30还可以包括真空阀324,使得当通过阀324将真空施加到安装垫30时,颗粒322被彼此压靠并且安装垫30变硬。在施加真空之后,安装垫30的形状不能被改变,直到真空被取消并且允许空气回到垫中。将会明白的是,为了加固该安装垫而使用真空仅仅是一个示例,并且可以使用任何其它适用的方法(例如,加热或冷却)使安装垫变硬。

[0146] 如将在下文中详细解释的那样,安装垫30还包括一个或多个配准构件328(例如,基准标记),这些配准构件328共同形成用于确定插入装置100的位置/移动的可调节的配准框架。

[0147] 在一些实施方案中,配准构件328可以与颗粒322一起设置在安装垫30的内部,使得当该垫处于其柔性的/可模制的形式中时,例如,在施加真空之前,配准构件328可以在安装垫30内或在安装垫30的有限部分内到处移动。在其它实施方案中,配准构件328可被联接到安装垫的盖,作为盖的组成部分或被可移除地联接到该盖,以及或者联接到盖的外表面,使得配准构件328面向外部环境,或联接到其内表面,使得配准构件328面向垫30内的颗粒322。在配准构件328被联接到安装垫的盖的情况下,随后当垫处于其柔性形式中时,配准构件328可仅与盖一起移动。一旦将真空施加到安装垫30并且安装垫30转变成其更为坚固/刚性的形式,配准构件328就不再能够不相对于彼此、不相对于安装垫的盖和颗粒以及不相对于插入装置100移动。此外,一旦施加真空,垫30的底部部分就可以符合受治疗者的身体15的形状和轮廓,从而为插入装置100提供稳定性并且使受治疗者的不适感最小化。在一些实施方案中,一旦施加真空,紧固条带312和接收受治疗者的身体的形状的安装垫的组合可以防止整个安装垫30以及与其联接的插入装置在插入过程期间相对于受治疗者的身体移动。在一些实施方案中,安装垫30可以被配置为使得在施加真空时仅垫30的一部分与受治疗者的身体15的形状相一致。例如,仅包括基板310的该部分可以符合受治疗者的身体15的形状,而包括配准构件328的该部分可以例如通过具有被配置为相对于安装垫30所附接的表面保持略微抬高的刚性底部,而保持略微悬置在受治疗者的身体上方,使得例如由于呼吸所引起的移动将并不导致安装垫30的该部分的移动。这可能在下列情况中是最为重要的,例如,垫的基板部分定位在其上的身体区域并不受到呼吸的影响(即,并不移动),而垫的包括配准构件的该部分位于其上的身体区域受到呼吸的影响,并且因此当实际上并不存在插入装置100的移动时,检测到的标记的移动可能被错误地确定为插入装置100的对应移动。

[0148] 配准构件328至少部分地由能够在使用成像系统(例如,X射线、CT、MRI)获取到的图像中检测到的材料制造而成,并且明显区别于所有其它安装垫元件(例如盖和颗粒)。此外,配准构件的材料应该被选择成使得它们将并不产生成像伪影。例如,在使用CT系统的情况下,这种材料可以是碳、铝、聚醚醚酮(PEEK)等。将会明白的是,除了位于插入装置100本身上的标记(未示出)之外,还提供了配准构件328。

[0149] 安装垫30可以以多种形状和尺寸提供。它可以是对称的,例如具有U形的形状,如

图3B和图3C中所示,或者它可以是不对称的,例如具有从垫的一侧向外延伸的套筒状部分,如图3D中所示。安装垫30可以被配置为使用一个或多个带条312或任何其它适用的附接装置附接到受治疗者的身体的衬垫或枕垫,或者它可以被配置为由受治疗者佩戴并且被配置为指定的衬衫、背心、背带等。为了允许针110进入患者的身体,安装垫30可以包括开口326,如图3A、图3C和图3D中所示,或者它可以被配置为是“开放式”的,如例如在图3B中所示。

[0150] 在一些实施方案中,安装垫30可以包括两个(或更多个)分离的垫-放置垫和配准垫(未示出)-它们可以可移除地彼此联接。在这种情况下,配准垫包括配准构件328,并且它被用于确定插入装置100的位置和定向,并且放置垫可被用于例如当意在将插入装置放置在身体的弯曲区域上和/或放置在仅允许插入装置100和身体之间存在有限接触区域的区域上时,使插入装置100能够稳定地放置在受治疗者的身体上。放置垫还可以被用于在插入装置100的下方提供填料(padding),以便将由于插入装置100直接放置在他/她的身体上而导致的受治疗者的任何不适或疼痛最小化。如果使用基板310,则放置垫可以包括该基板。当没有配准垫的情况下使用时,放置垫可以保持处于其柔性状态,并且不需要将其变换为刚性状态,这是由于在这种情况下放置垫并不用于配准。将会明白的是,当是分离的时,使用放置垫是可选的,并且医生可以选择不使用放置垫并将插入装置或基板直接放置在受治疗者的身体上。在这种情况下,配准垫可以是可连接到基板310或直接连接到插入装置100的。此外,当是分离的时,配准垫的使用也可以是可选的,即,在根据最佳轨迹的情况下,插入装置、入口点和目标的位置使得插入装置的至少一部分在任何需要的扫描中必定位于扫描区域内,因此可能不需要配准垫。当两个垫被一起使用时,它们彼此联接,使得一旦施加真空,两个垫之间就不存在相对移动,并且它们实际上共同形成单个垫。

[0151] 现在参照示出了本公开的系统和方法的示例性实施方案的图4A-图8。在该实施方案中,安装垫40的配准构件被配置为铰接杆组件428,每个铰接杆组件由一个或多个杆430构成,杆430可以通过接头432连接,并且插入装置相对于当前图像空间的位置和定向(即,其就当前图像的坐标系而言的位置和定向)被基于计算杆相对于当前图像空间的转换(即,位置和定向)以及先前计算(和固定)的杆相对于插入装置的变换来确定,如将在下文中详细解释的那样。

[0152] 图4A示出了在将真空施加到安装垫40之前,被配置为填充有颗粒422的柔性囊/衬垫的示例性安装垫40以及与其联接的插入装置100的透视图。将会明白的是,尽管未示出,但是仅在已将安装垫40固定到受治疗者的身体之后,例如通过使用带条或带子(图4A中未示出)来实现施加真空。插入装置100可以在将安装垫40放置在受治疗者的身体上之前或之后联接到安装垫40。

[0153] 在图4A中所示的实施方案中,配准框架由三个铰接杆组件428组成,每个铰接杆组件具有四个杆430和五个接头432。将会明白的是,配准框架并不限于上述数量的铰接杆组件、杆和/或接头,并且它可以由具有任意数量的铰接杆组件组成,这些铰接杆组件具有带有任意数量的接头的任何数量的杆,只要启用对于配准过程所需的杆组的唯一识别(参见下文)即可。接头432应优选地允许每个杆具有至少三个自由度(DOF)-上/下、左/右和旋转。接头432可以被配置为例如球形接头。在通过阀424向安装垫40施加真空之前,杆430自由地相对于彼此移动,使得安装垫40的移动可以导致铰接杆组件428在垫内的多个不同的空间布置结构。

[0154] 如图4B中所示,一旦将真空施加到安装垫40,颗粒422就被彼此压靠并压靠在铰接杆组件428上,使得每个铰接杆组件428变得被固定在一种配置中,并且不再存在铰接杆组件428相对于彼此的任何移动和/或每个铰接杆组件428的杆430相对于同一组件428的其它杆的任何移动。此外,一旦施加真空,也不存在铰接杆组件428相对于插入装置100的移动。因此,配准框架和插入装置100可以被视为一个实心(solid)本体,使得配准框架的移动必然表明插入装置的相同移动。因此,即使插入装置位于扫描体积之外,插入装置相对于图像空间的位置和定向也可以在插入过程期间的任何点处基于计算出的配准框架(或其一部分)相对于图像空间的位置和定向来计算,如下文中详细描述的那样。

[0155] 虽然在图4B中未示出,但可以理解的是,当将真空施加到安装垫40时,垫40的底部部分可完全或部分地符合受治疗者的身体的形状。

[0156] 在已将安装垫40固定到受治疗者的身体上之后,插入装置100已经被联接到安装垫40,并且已将真空施加到安装垫40,临床医生可以启动配准过程的初始阶段,其也被称之为“准备阶段”。

[0157] 图5示出了在使用铰接杆组件的配准过程的示例性初始/准备阶段中执行的步骤的流程图500。

[0158] 在步骤501中,获得整个配准框架和插入装置的初始扫描。该初始扫描包括整个配准框架(所有的铰接杆组件共同和构成该配准框架)和插入装置。在初始扫描期间获取到的图像的数量和图像之间的间距可以由用户确定,或者它们可以由系统软件规定。可以使用通信模块(例如,越过局域网传送DICOM文件)或者使用外部存储单元(例如CD、DVD、USB便携式驱动器等)以任何适用的方法(例如直接(即,嵌入式系统))从成像系统中获取检索图像。在一些实施方案中,扫描可以由用户手动发起。在其它实施方案中,扫描可以由插入系统的软件自动启动。

[0159] 在步骤502中,使用图像处理技术来检测插入装置的基准标记。附接到插入装置的这些标记具有已知的参数,例如尺寸和形状。

[0160] 在步骤503中,计算插入装置就初始图像空间的坐标系而言的位置和定向。

[0161] 在步骤504中,使用图像处理技术检测初始扫描中的所有杆。如前所述,构成配准框架的杆至少部分由可通过成像系统(例如,X射线、CT、MRI)获取到的图像中识别的材料制成。

[0162] 在步骤505中,计算并存储配准框架的每两个杆之间的最小距离和空间角度。该数据定义了每个杆对。在一些实施方案中,对配准框架中的每个和每两个杆组合执行上述计算。在其它实施方案中,在执行过滤/筛选处理之后,对于在同一扫描中认为不可能出现或极不可能出现的杆对,不执行上述计算。这种对可以是例如属于同一铰接杆组件但并不相邻的两个杆构成的对(即,不通过接头连接的杆)。

[0163] 两个杆之间的三维空间中的最小距离(如果两个杆不平行并且它们及它们的延长线彼此不相交)是唯一同时垂直于两个杆的线段的长度。如果两个杆或它们的延长线相交,则它们之间的最小距离为零。每两个杆之间的空间角度是随机的且是不同的。因此,如果获知最小距离和空间角度,则任何杆对都可以稍后被追踪。

[0164] 在步骤506中,对于在步骤505中计算并存储最小距离和空间角度的每两个杆,计算并存储最小距离点(下文中也称为“MDP”)。如果两个杆不平行并且互不交叉,并且其长度

是两个杆之间的最小距离，则MDP是两个杆上的两个杆彼此最为接近的唯一点，即这两个点是由唯一同时垂直于两个杆的线段连结的两个点。这些MDP可以位于杆本身上，或者它们可以位于杆的无限延长线上（即，处于杆的范围之外），其为那些线的受限子集。如果两个杆或它们的无限延长线相交，则它们的MDP是联在一起的（joined）。

[0165] 根据与其配对的其它杆的数量，每个杆可以具有多个MDP。例如，如果配准框架由三个各具有五个杆的铰接杆组件构成，使得配准框架总共由十五个杆组成，则每个杆可以具有十四个MDP，这是由于它可以与其它十四个杆中的每个杆配对，其包括属于其铰接杆组件的四个杆。

[0166] 在步骤506中同样就初始图像空间的坐标系而言对每个杆对计算和存储的是杆对坐标系（在下文中也称之为“RPCS”），即，RPCS相对于图像空间坐标系的位置和定向。RPCS的原点位于杆的MDP处，并且其XYZ向量由杆或其延长线、联接杆的MDP的向量以及前两个向量的叉积所限定，如图6中所示。

[0167] 在一些实施方案中，如果配准框架包括n个杆，则理论上每个杆可以与其余n-1个杆中的每一个配对，使得对于每个杆找到并存储n-1个MDP和RPCS。例如，如果配准框架由三个铰接杆组件构成，每个杆组件具有五个杆，则每个杆可以具有十四个MDP和十四个RPCS。在其它实施方案中，对于配对可能存在特定的限制，从而导致针对每个杆计算出的少于n-1个MDP和RPCS。例如，可以执行过滤处理，使得每个杆可以与参考框架中的所有其它杆配对，其它杆例如不包括作为与该特定杆处于同一铰接杆组件的一部分的杆。此外，在一些实施方案中，针对每个杆对仅计算出一个RPCS，如图6中所示。

[0168] 在步骤507中，在已经分别在步骤503和506中计算了插入装置和RPCS就初始图像空间的坐标系而言的位置和定向之后，基于上述两个计算来计算RPCS就插入装置的坐标系而言的位置和定向。

[0169] 由于在将真空施加到安装垫之后在配准框架和插入装置之间不存在相对移动，因此RPCS就插入装置的坐标系而言的位置和定向将保持不变，直到真空被取消。这使得插入装置能够被定位于扫描体积之外，这是因为在遍及该插入过程获得的插入装置的就每个图像的坐标系而言的位置和定向可以被基于RPCS就插入装置的坐标系而言的已知位置和定向以及被包括在扫描体积中的RPCS就特定新图像的坐标系而言的位置和定向的计算来进行计算，如下文中在图8中详细描述的那样。

[0170] 图6示出了插入装置的坐标系60以及两个示例性杆630A和630B。同样示出的是两个杆之间的最小距离633，即，垂直于两个杆或其延长线的线段的长度，如图6中所示。进一步示出的是杆彼此相关的MDP 635A和635B以及杆对630A、630B的杆对坐标系63。由于所讨论的杆对是(630A, 630B)，因此在此示例中，RPCS 63的原点位于杆630A的MDP 635A处。杆对(630B, 630A)的RPCS的原点会位于杆630B的MDP 635B处。RPCS 63的X'Y'Z'向量由杆630A（或其无限延长线）、联接杆630B的MDP 635B的向量以及前两个向量的叉积所限定。

[0171] 图7A示出了在已将真空施加到安装垫40之后，图4A-图4B的示例性安装垫40及联接于其的插入装置100的俯视图。一旦施加真空，就不存在任何杆或杆组件相对于另一杆或杆组件的运动，也不存在任何杆或杆组件相对于插入装置100的运动。图7A中所示的实施例中的配准框架由三个铰接杆组件428A、428B和428C组成，每个铰接杆组件428A、428B和428C各自具有四个杆和五个接头。在开始针插入过程之前，进行初始扫描，其包括整个安装垫

40,其中具有配准框架及与其联接的插入装置100。随后以与上文中参照图5详细解释的相同的方式计算和存储空间角度、MDP和RPCS。

[0172] 在插入过程期间,获取实时扫描,这些扫描在体积方面是受限的,以便使受治疗者和医务人员受到的辐射照射最小化。扫描期间获取的帧的数量和帧之间的间隔可由用户(例如,医生)确定,或者它们可以是系统要求。

[0173] 所扫描的体积700可以是横向的,如图7A中所示,或者它可以是斜的或相对于安装垫40的轴线具有任何其它定向。示例性扫描体积700包括三个铰接杆组件428A、428B和428C中的每一个的一个杆-杆430A、430B和430C的若干部分以及三个铰接杆组件428A、428B和428C中的每一个的一个接头-接头432A、432B和432C-的若干部分。然而,将会明白的是,扫描体积不一定包括配准框架的所有铰接杆组件428A、428B和428C的杆。此外,扫描体积700可包括同一铰接杆组件的不止一个杆。

[0174] 图7B示出了扫描体积700的示例性图像帧710。该示例性图像帧710示出了患者的身体15和位于患者的身体15上的安装垫40的沿图7A中的轴线BB'获取到的横截面。被包括在图像帧710中的是配准框架的一个杆430B和两个接头432A和432C的横截面。

[0175] 图8示出了在用于使用图4A-图4B中所示的可调节的配准框架在插入过程期间的任何时刻确定插入装置100相对于图像空间的位置和定向的示例性方法中执行的步骤的流程图800。

[0176] 在步骤801中,获得包括如图7A-7B中所示的配准框架的一部分的关注区域的扫描。例如,可以确定待扫描的关注区域,使得它包围目标(例如,肿瘤)和/或针尖。

[0177] 在步骤802中,使用图像处理技术来检测被包括在扫描中的所有杆。被包括在特定扫描中的所有杆可以被称为“杆组”。

[0178] 在步骤803中,计算被包括在扫描中的每两个杆(即,杆组中的每个杆对)之间的最小距离和空间角度。将会明白的是,如果该杆组包括不止两个杆,则为了唯一地限定该杆组,对于仅若干个两杆子组计算最小距离和空间角度可能就足够了。例如,如果杆组包括三个杆:杆a、杆b和杆c,则例如由于杆b和杆c之间的最小距离和空间角度由杆a和杆b之间以及杆a和杆c之间的最小距离和空间角度所决定,因此计算杆a与杆b之间以及杆a与杆c之间的最小距离和空间角度可能就足够了。

[0179] 可以理解的是,为了确定两个杆之间的最小距离和空间角度,需要在扫描体积内获取到的至少两个图像帧。

[0180] 在步骤804中,将计算出的最小距离和空间角度与在配准过程的准备阶段期间计算和存储的最小距离和空间角度进行比较(参见图5中的步骤505),并且确定参考杆组,即,识别出哪些杆的整体或其多个部分出现在该扫描中,并且这些杆将用作用于确定配准框架相对于当前图像空间的坐标系的位置和定向的参考组。由于只要保持真空,杆之间的最小距离和空间角度就不会改变,因此最小距离和空间角度可被用于跟踪杆并且确定哪些杆出现在该扫描中。

[0181] 可能了解到的是,该步骤可包括若干次迭代,直到最佳匹配的杆组被确定为参考杆组为止。由于扫描中存在噪声,因此当与存储的最小距离和空间角度进行比较时,计算出的最小距离和空间角度可能产生若干个可能的参考杆对。然而,某些杆对的组合(即,两个或更多个杆对一起)在地理上可能是不可能的,即,它们可能位于配准框架上,使得它们不

可能一起被包括在扫描体积中。因此,参考杆组可以是在若干次迭代之后就两个计算值-最小距离和空间角度-以及地理逻辑而言被确定为最佳匹配组的杆组。

[0182] 鉴于上述情况,可以进一步了解到的是,为了实现对于参考杆组的有效识别,应将配准框架优选地设计为使得至少三个杆总是被包括在扫描体积中,而不管如何选择扫描体积和/或应该如何选择扫描体积,使得在其中至少包括三个杆。

[0183] 在步骤805中,对于参考杆组中的每两个杆,计算MDP及RPCS就当前图像的坐标系而言的位置和定向。

[0184] 在步骤806中,计算插入装置就当前图像空间的坐标系而言的位置和定向。由于在对安装垫施加真空之后在配准框架和插入装置之间不存在相对移动,因此只要真空未被取消,如在配准过程的准备阶段(参见图5)所计算出的RPCS就插入装置的坐标系而言的位置和定向就保持不变。因此,插入装置就当前图像空间的坐标系而言的位置和定向可以被使用被包括在扫描体积中的RPCS(即,参考杆组的RPCS)就插入装置的坐标系而言的已知位置和定向以及那些RPCS就当前图像空间的坐标系而言的位置和定向来计算,如在步骤805中所计算的那样。

[0185] 由于在步骤805中对每个RPCS分别计算就当前图像的坐标系而言的位置和定向,因此在一些实施方案中,为了计算插入装置就当前图像坐标系而言的位置和定向,在步骤805中计算出的RPCS的所有位置和定向被组合在一起以确定产生最小整体误差的优化变换(例如,使用最小二乘法)。在其它实施方案中,基于每个RPCS的位置和定向分别计算插入装置就当前图像坐标系而言的位置和定向,并且随后将计算出的插入装置就每个RPCS而言的位置和定向组合以确定插入装置就当前图像坐标系而言的优化变换。

[0186] 一旦已经确定插入装置就当前图像空间的坐标系而言的位置和定向,插入系统的操作者就可以向插入装置提供用于使医疗工具(例如,针)朝向目标转向的准确指令。

[0187] 现参照图9A-图12,其示出了本公开的系统和方法的另一示例性实施方案。在该实施方案中,安装垫的一个或多个配准构件被配置为半柔性元件(例如条带),并且插入装置相对于当前图像空间的位置被基于计算半柔性条带相对于当前图像空间的位置和定向以及先前计算的(且固定的)半柔性条带相对于插入装置的位置和定向来确定,如下文中将详细解释的那样。

[0188] 图9A示出了在将真空施加在安装垫90上之前,被配置为填充有颗粒922的柔性囊/衬垫的示例性安装垫90以及与其联接的插入装置100的透视图。将会明白的是,尽管未示出,但是仅在已将安装垫90放置在受治疗者的身体上并且例如使用带条(图9A中未示出)将其固定到该身体上之后才执行真空的施加。插入装置100可以在将安装垫90放置在受治疗者的身体上之前或之后被联接到安装垫90。在该实施方案中,配准框架由四个半柔性带条928组成。将会明白的是,使用四个带条仅是一个示例,并且配准框架可以包括任意数量的半柔性带条,只要启用了配准过程(参见下文)所需的对每次扫描中所包括的半柔性带条进行唯一识别即可。半柔性带条928优选地在一个方向上是柔性的并且在垂直于第一方向的方向上是刚性的,例如,被配置为电缆扎带/束带。如图9A中所示,可调节的配准框架可以包括源自单个顶点的多个半柔性带条928。然而,可以了解到的是,半柔性带条928可以另外定位成彼此完全分开。带条928可以被联接到安装垫的盖,或者作为盖的组成部分或者被可移除地联接到其上。在这种情况下,条带928可以被联接到盖的外表面(即,面向外部环境)或

其内表面(即,面向颗粒922)。如果带条928被联接到安装垫的盖,则当垫90处于其柔性可模制的形式时,带条928只能与其盖一起移动。一旦将真空施加到安装垫90并且它变换成其固化/刚性形式,如图9B中所示,则带条928不能再移动并且它们变得被固定住。因此,条带928相对于插入装置100同样不存在移动。虽然在图9B中未示出,但是可以了解到的是,当将真空施加到安装垫90时,垫90的底部部分可以完全或部分地符合受治疗者的身体的形状。

[0189] 在已将安装垫固定到受治疗者的身体之后,插入装置100已经被联接到安装垫90,并且真空已经被施加到安装垫90,临床医生可以启动配准过程的初始/准备阶段。

[0190] 图10示出了在使用图9A-图9B中所示的半柔性带条/元件的配准过程的示例性初始/准备阶段中执行的步骤的流程图1000。

[0191] 在步骤1001中,获得整个配准框架和插入装置的初始扫描。在初始扫描期间获取到的图像数量和图像之间的间距可以由用户确定,或者它们可以由系统软件规定。可以使用通信模块(例如,越过局域网传输DICOM文件)或者使用外部存储单元(例如CD、DVD、USB便携式驱动器等)以任何适用的方法(例如直接(即,嵌入式系统))从成像系统中检索图像。在一些实施方案中,扫描可以由用户手动启动。在其它实施方案中,扫描可以由插入系统的软件自动启动。

[0192] 在步骤1002中,使用图像处理技术来检测联接到插入装置的所有标记。

[0193] 在步骤1003中,计算插入装置就初始图像空间的坐标系而言的位置和定向。

[0194] 在步骤1004中,使用图像处理技术在初始扫描中检测所有半柔性元件(或-带条)。

[0195] 在步骤1005中,对于每个半柔性元件,找到如下定义的包含该元件的平面。由于半柔性元件可以具有宽度而不是被配置为一维弦,因此包含该半柔性元件的平面可以指的是例如包含其纵向中心线(即,沿该元件的长度连接该元件的宽度的中心点的线)的平面。由于半柔性元件仅在一个方向上是柔性的并且在垂直于第一方向的方向上是刚性的(即,它们不能侧向弯曲),因此对于每个半柔性元件仅存在一个这样的平面。可以明白的是,只要在用于所有元件的平面中存在一致性,就改为可以找到与上述平面平行的任何平面。

[0196] 在步骤1006中,对于在步骤1005中找到的每两个平面,计算并存储这两个平面之间的角度。由于对于每个半柔性元件,只存在一个包含那个元件的纵向中心线的平面,因此这两个平面之间的角度是唯一的并因此可以被用于追踪出现在后续扫描中的半柔性元件。

[0197] 可以了解到的是,使用平面之间的角度来识别特定扫描中包括哪些半柔性元件(即,如将在下文中描述的那样通过将计算出的角度与所存储的角度进行比较)仅仅是可如何识别半柔性元件的一个示例。可以使用任何其它适用的方法来识别半柔性元件,例如使用具有不同特性(例如,宽度)的元件或材料来将识别标记添加到多个或全部元件(例如,小突起、刚毛等)、计算并比较不同平面的交线之间的角度(参见下文)等等。

[0198] 在步骤1007中,对于在步骤1005中找到的每两个平面,找到两个平面相交的线。由于对于每个半柔性元件,只存在一个包含那个元件的纵向中心线的平面,因此两个元件的这种平面相交的线是单一且唯一的。

[0199] 在步骤1008中,对于在步骤1007中找到的每两个交线,计算最小距离点("MDP")以及交线的坐标系(在下文中也称为"ILCS")就初始图像空间的坐标系而言的位置和定向。如果两个交线彼此相交,则它们之间的最小距离为零,并且存在单个MDP-交点。

[0200] 在步骤1009中,基于插入装置就初始图像空间的坐标系而言的位置和定向(如在

步骤1003中所计算的那样)以及ILCS就初始图像空间的坐标系而言的位置和定向(如在步骤1008中所计算的那样),计算ILCS就插入装置的坐标系而言的位置和定向。

[0201] 由于在将真空施加到安装垫之后在配准框架和插入装置之间不存在相对移动,因此ILCS就插入装置的坐标系而言的位置和定向保持不变,直到真空被取消为止。这使得插入装置能够被定位于扫描体积之外,这是因为可以基于ILCS就插入装置的坐标系而言的已知位置和定向以及被包括在扫描体积中的ILCS就特定新图像的坐标系而言的位置和定向的计算,计算插入装置就在整个插入过程中获得的每个图像的坐标系而言的位置和定向,如下文中在图12中详细描述的那样。

[0202] 图11A示出了图9B的示例性安装垫90的俯视图,其中,插入装置100被联接到该安装垫90。由于已将真空施加到安装垫90,因此在不同的半柔性元件/带条928之中、在带条928与表面(即,安装垫90的盖)之间以及在该表面与插入装置100之间不存在相对运动。所示出的示例性配准框架由四个条带928组成。在开始针插入过程之前,获取包括整个安装垫90的参考扫描,其中,安装垫90具有配准框架,并且插入装置100与安装垫90相联接。随后找到包含每个半柔性带条的纵向中心线的平面,且计算并存储每两个平面之间的角度。随后,找到每两个平面相交的线,并且计算并存储它们的MDP以及它们的ILCS就初始图像空间的坐标系而言的变换。全部如上文中参照图10详细解释的那样。随后,在插入过程期间获取的实时扫描在体积上受到限制,以使受治疗者和医务人员的辐射暴露最小化。可以在扫描体积内获取多个图像帧。扫描期间获取的帧数和帧之间的间隔可以由用户确定,或者它们可以是系统要求。

[0203] 在图11A中,安装垫90被倾斜地放置在受治疗者的身体(未示出)上,并且因此示例性扫描体积1100相对于安装垫90的X轴成角度“a”。可以了解到的是,扫描体积1100不一定包括每个半柔性带条928的若干部分。

[0204] 图11B示出了扫描体积1100的示例性图像帧1110。由于在这种情况下安装垫90被倾斜地放置在受治疗者的身体上,因此示例性图像帧1110是沿图11A中的轴线BB'获取的安装垫90的斜截面,并且它包括四个半柔性带条928的斜截面。如图11A-图11B中描绘的实施方案中所示,半柔性带条928被联接到安装垫的盖的内表面。

[0205] 图12示出了在用于使用图9A-图9B中所示的半柔性元件/带条在针插入过程期间的任何时刻确定插入装置100相对于图像空间的位置和定向的示例性方法中执行的步骤的流程图1200。

[0206] 在步骤1201中,获得如图11A-图11B所示的包括配准框架的一部分的关注区域的扫描。例如,关注区域可以被确定为使得它包围目标(例如,肿瘤)和/或针尖。

[0207] 在步骤1202中,使用图像处理技术来检测被包括在扫描中的所有半柔性元件(或-带条)或其多个部分。

[0208] 在步骤1203中,对于该扫描中的每个半柔性元件,找到包含那个半柔性元件的平面或与该平面平行的任何其它平面。如之前关于图10中的步骤1005所述,包含半柔性元件的平面例如可以指的是包含其纵向中心线的平面。

[0209] 在步骤1204中,对于在步骤1203中找到的每两个平面,计算这两个平面之间的角度。如前所述,由于对于每个半柔性元件,仅存在一个包含该元件的纵向中心线的平面,因此,例如,这两个平面之间的角度是唯一的,并因此可以被用于跟踪扫描中出现的半柔性元

件。可以了解到的是,为了找到所描述的唯一平面,需要在扫描体积内获取至少两个图像帧。

[0210] 在步骤1205中,将计算出的角度与在配准过程的准备阶段期间计算和存储的角度进行比较(参见图10中的步骤1006)。然后基于在计算角度和存储角度之间找到的最高相关性确定参考区段及其定向,并且然后可以确定扫描中包括哪些半柔性元件。

[0211] 可以了解到的是,使用平面之间的角度来识别哪些半柔性元件被包括在特定扫描中仅仅是可如何识别半柔性元件的一个示例。可以使用任何其它适用的方法来识别半柔性元件,例如使用具有不同特性(例如,宽度)或材料的元件来识别若干或所有元件上的标记(例如,小突起、刚毛等)等。

[0212] 一旦已经确定扫描中出现了哪些半柔性元件,就计算那些元件相对于当前图像空间的位置和定向,如下所示:

[0213] 在步骤1206中,对于在步骤1203中找到的每两个平面,找到两个平面相交的线。由于对于每个半柔性元件,仅存在包含那个元件的纵向中心线的一个平面,因此在两个这种平面相交的位置处也仅存在一条线。

[0214] 在步骤1207中,针对在步骤1206中找到的每两条交线,计算最小距离点(“MDP”)以及交线的坐标系(“ILCS”)就当前图像空间的坐标系而言的位置和定向。

[0215] 在步骤1208中,计算插入装置就当前图像空间的坐标系而言的位置和定向。由于在向安装垫施加真空之后在配准框架和插入装置之间不存在相对移动,因此只要真空未被取消,ILCS就插入装置的坐标系而言的位置和定向(如配准过程的准备阶段(参见图10)中所计算的那样)就保持不变。因此,可以使用与至少部分包括在参考区段中的半柔性元件相关的ILCS就插入装置的坐标系而言的已知位置和定向以及那些ILCS就当前图像空间的坐标系而言的计算位置和定向(参见步骤1207),计算插入装置就当前图像空间的坐标系而言的位置和定向。

[0216] 在存在不止一个ILCS的情况下,即,如果在扫描体积内存在不止三个半柔性元件,则在步骤1207中对每个ILCS分别计算插入装置就当前图像坐标系而言的变换。因此,在一些实施方案中,为了计算插入装置就当前图像坐标系而言的变换,将在步骤1207中计算出的ILCS的所有变换组合在一起以确定一个优化变换,该优化变换产生最小的整体误差(例如,使用最小二乘法)。在其它实施方案中,基于每个ILCS的转换分别计算插入装置就当前图像CS而言的变换,并且随后将计算出的插入装置的变换组合,以确定插入装置就当前图像CS而言的优化变换。

[0217] 一旦已经确定了插入装置就当前图像空间的坐标系而言的位置和定向,插入系统的操作者就可以向插入装置提供用于使医疗工具朝向目标转向的准确指令。

[0218] 在替代实施方案中,除了半柔性带条之外,配准框架可以包括一个或多个基本上水平地横穿半柔性带条的丝线。例如,这些丝线可以以直线或拱形方式横跨半柔性带条拉伸,即例如与半柔性带条一起形成蛛网状图案。这些丝线应由通过成像系统(例如,CT、MRI)可见的材料(例如丝)制成。

[0219] 在该实施方案中,可以在将真空施加到安装垫之后进行的初始扫描中检测丝线和半柔性带条之间的交点。与上述实施方案类似,初始扫描既包括插入装置,又包括整个配准框架。然后可以相对于初始图像空间计算多个坐标系,每个坐标系的原点均位于交点(因此

其也称为“交点坐标系”或“IPCS”)。在一些实施方案中,IPCS的X'Y'Z'向量可以由半柔性带条、垂直于至少由半柔性带条和丝线形成于交点的紧邻的周围环境处的平面的向量以及前两个向量的叉积所定义。

[0220] 还计算插入装置相对于初始图像空间的变换,并且基于这两个计算,计算IPCS就插入装置坐标系而言的变换。由于在将真空施加到安装垫之后,在配准框架和插入装置之间不存在相对移动,因此IPCS就插入装置坐标系而言的变换保持不变,直到真空被取消为止。

[0221] 随后可以基于IPCS就插入装置坐标系而言的固定变换以及新计算出的IPCS就新图像而言的变换,计算医疗过程期间获取的连续实时扫描中的插入装置就图像空间而言的变换。

[0222] 应该注意,在实时扫描中检测到交点之后,并且在计算IPCS之前,可能需要图像处理的附加步骤(例如,表面匹配),以便正确识别出现在扫描中的安装垫区段及其定向,并因此正确地确定哪些交点是扫描中检测到的交点。附加图像处理步骤可以在包括在扫描中的整个安装垫区段上执行,或者可以在每个交点的紧邻周围环境上单独执行。此外,附加图像处理步骤可以首先在被包括在扫描中的整个安装垫区段上执行,并且随后出于微调的目的在每个交点的紧邻周围环境上执行。例如,可以使用视觉/图像描述符来完成该附加图像处理步骤,这些描述符例如为半柔性带条中的不同边缘或拐角、安装垫的表面中的不同图案或位于扫描体积中的颗粒中的不同图案。

[0223] 尽管在此已经详细公开了具体实施方案,但是这仅仅是处于说明的目的而作为示例来完成的,并且并不旨在于所附权利要求的范围方面是限制性的。具体地,所设想到的是,在不脱离由权利要求限定的本公开的精神和范围的情况下可以进行多种替换、更改和修改。例如,在附图中描绘并在此描述的逻辑流程不一定要求所示的特定顺序或连续顺序来实现期望的结果。其它方面、优点和修改被视为处于下列权利要求的范围内。所呈现的权利要求表示本文中公开的实施方案和特征。同样设想到其它未要求保护的实施方案和特征。因此,其它实施方案在所附权利要求的范围内。

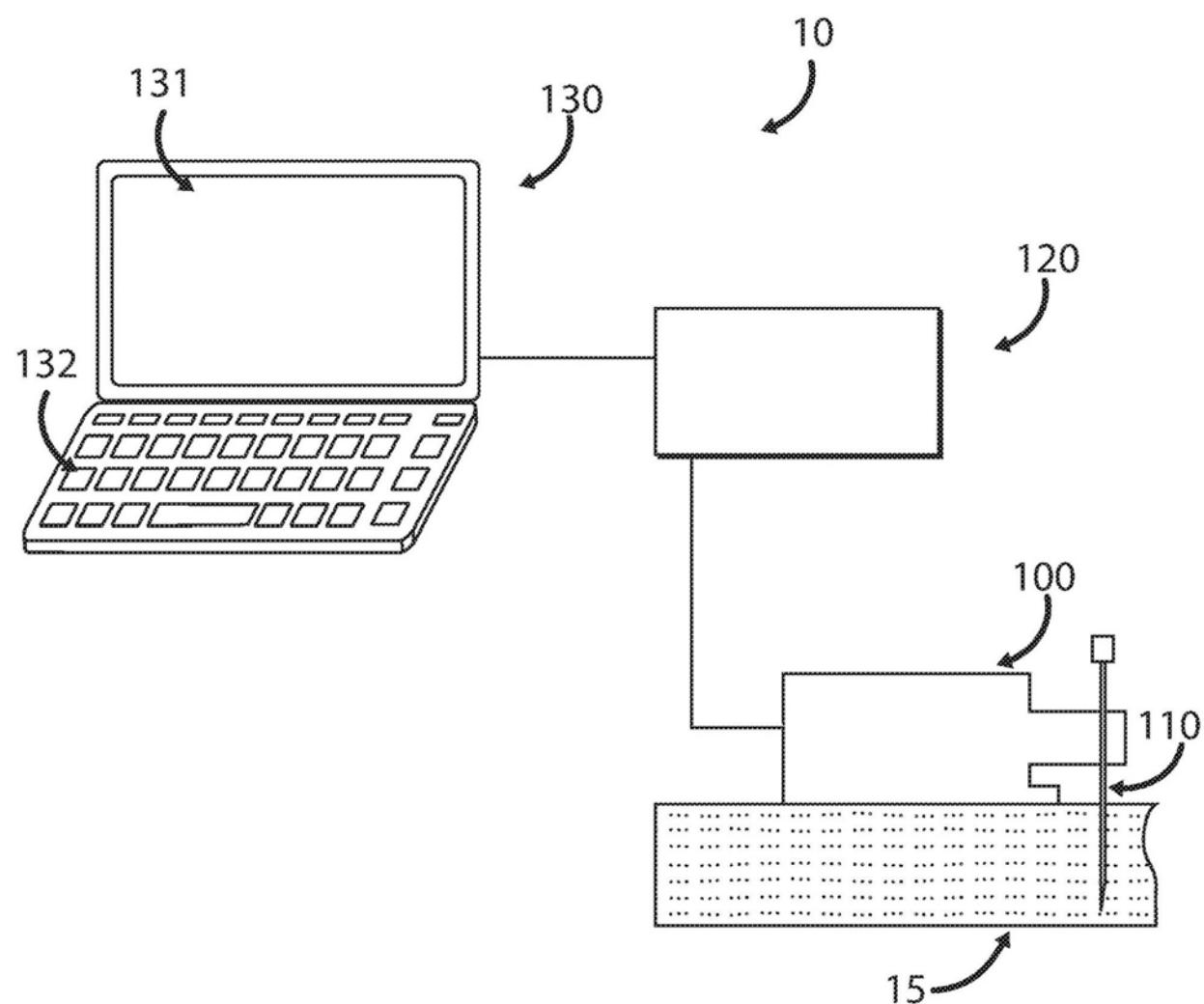


图1

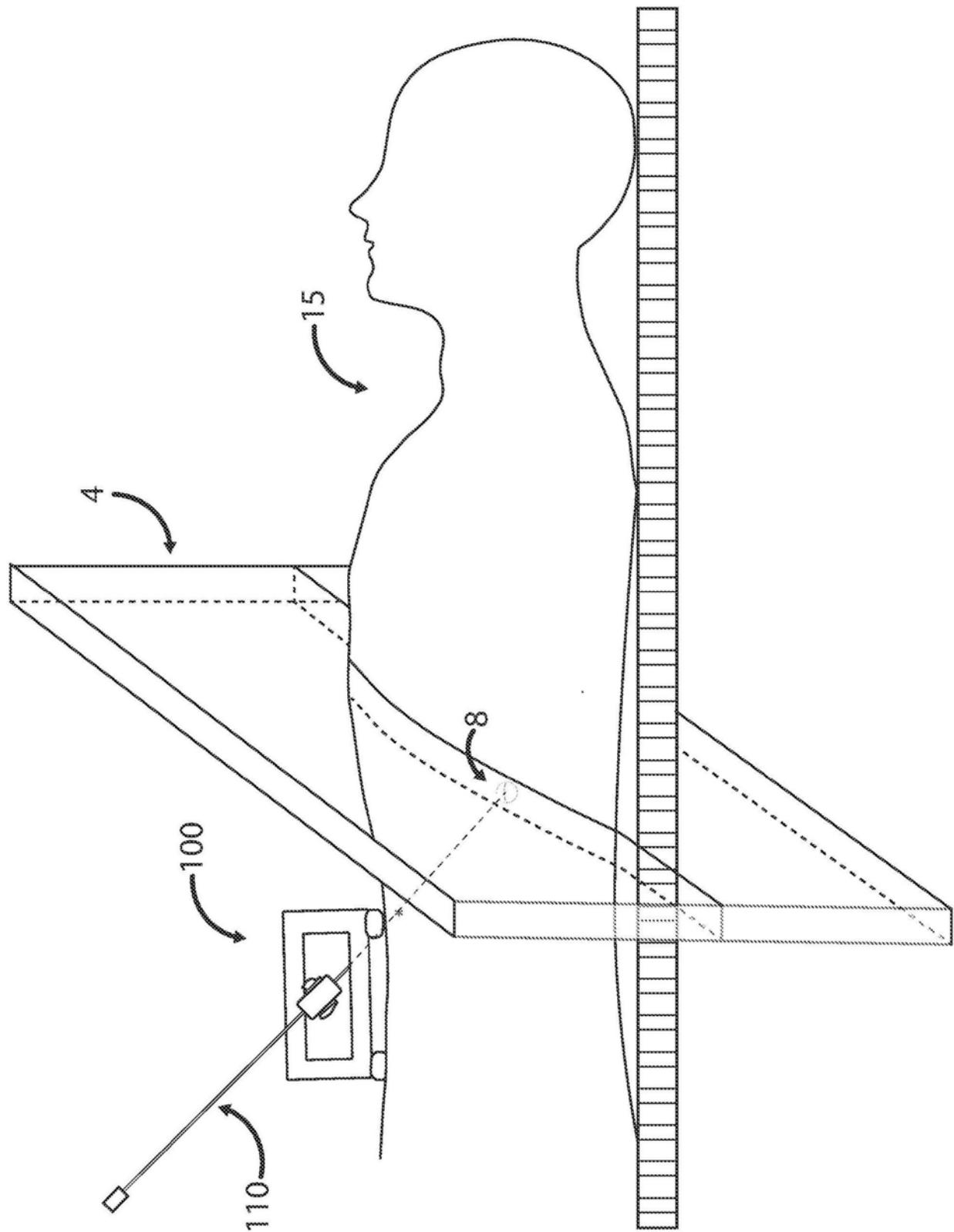


图2

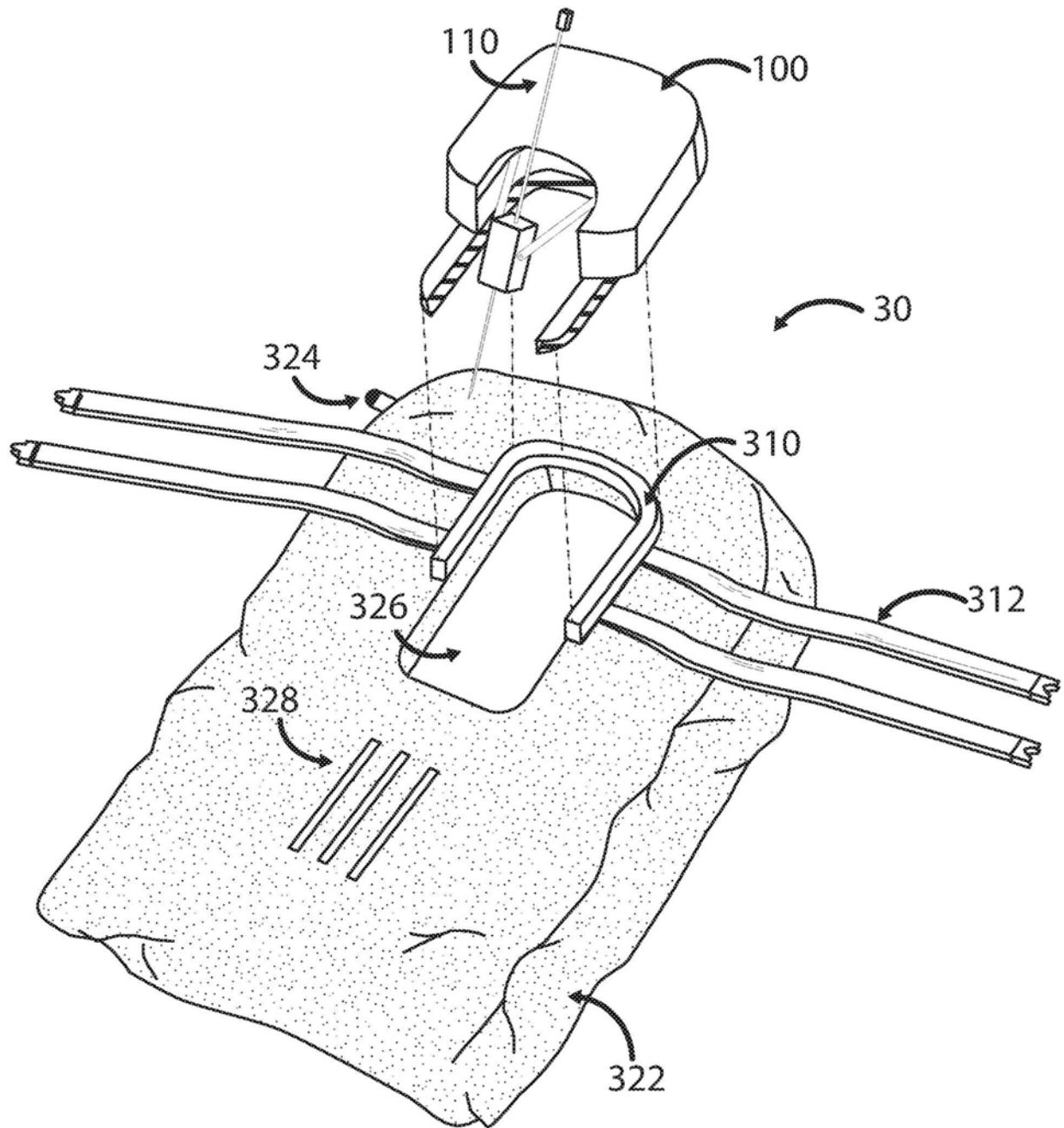
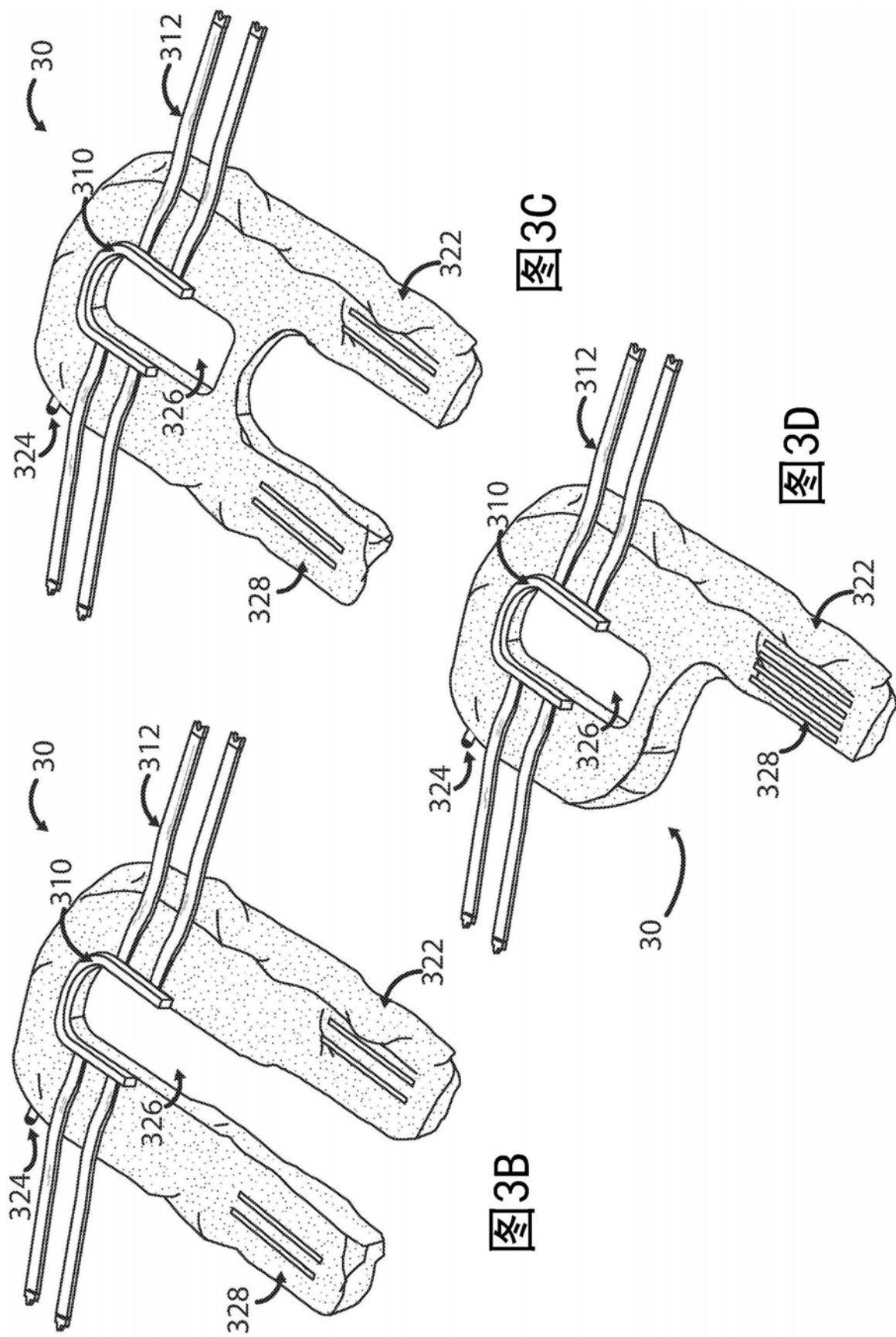


图3A



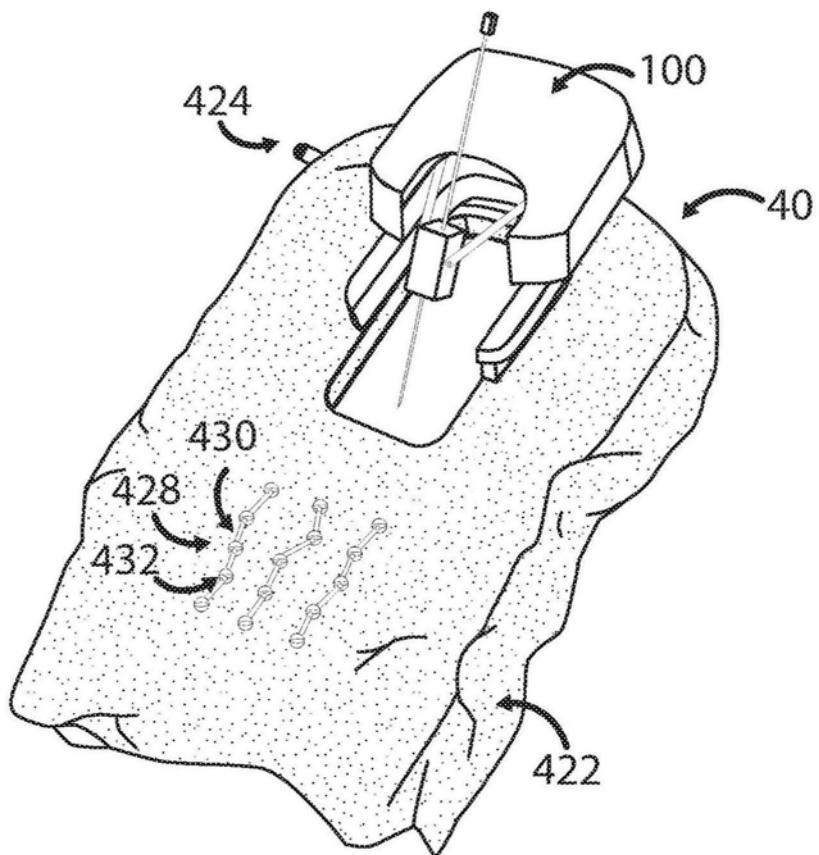


图4A

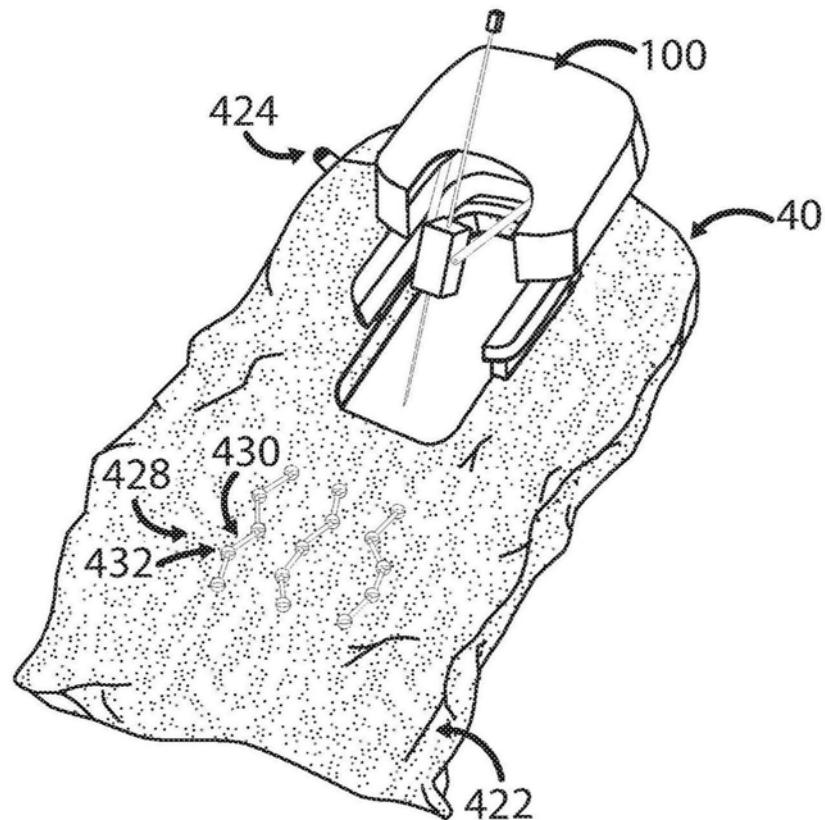


图4B

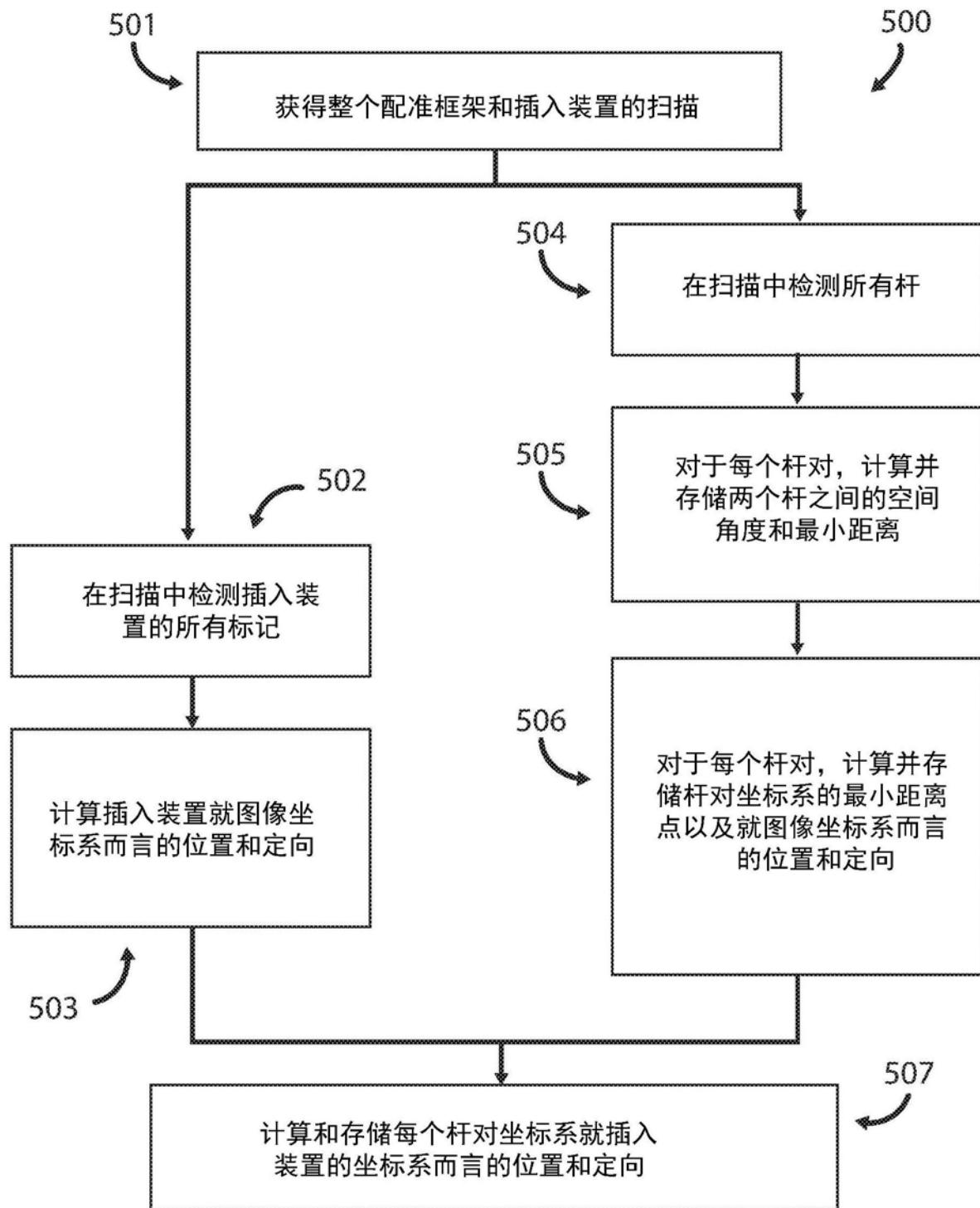


图5

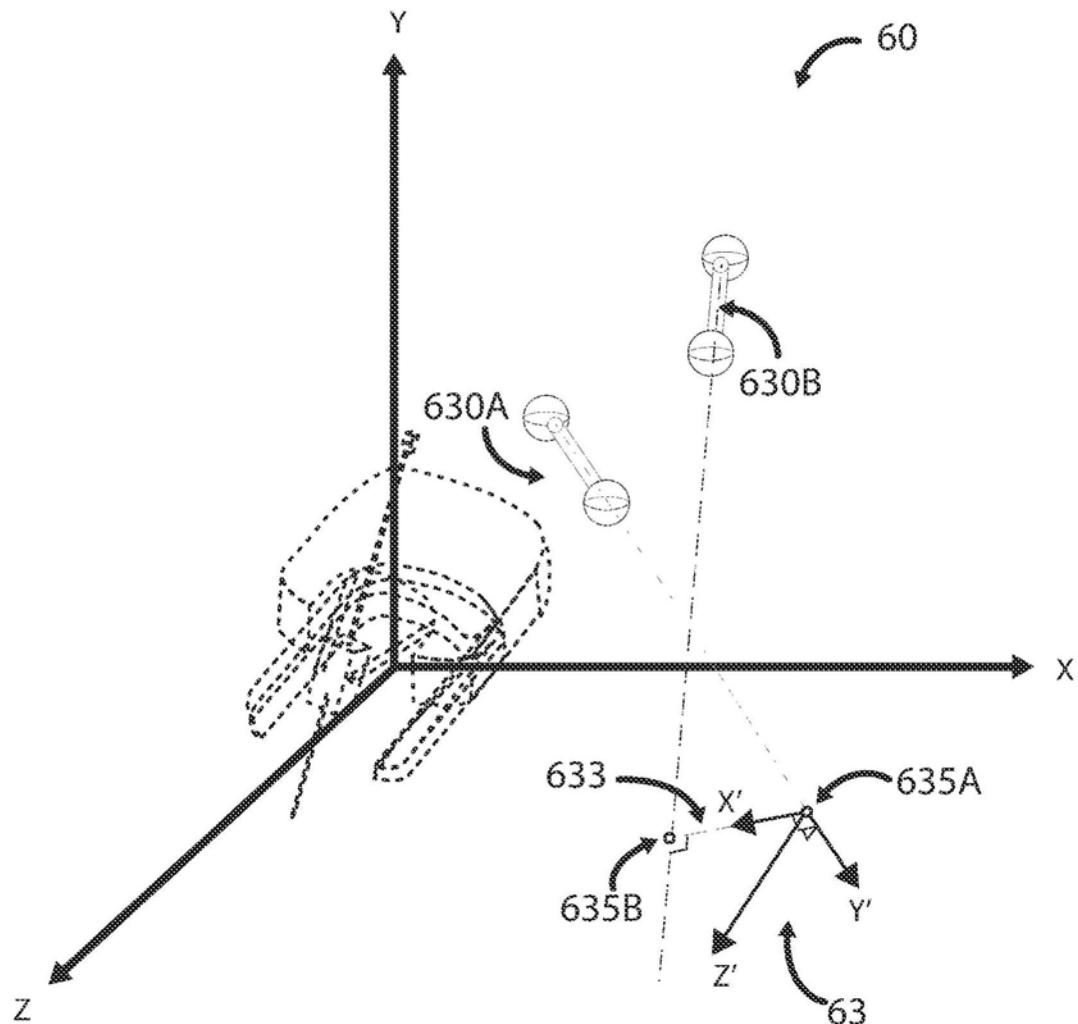


图6

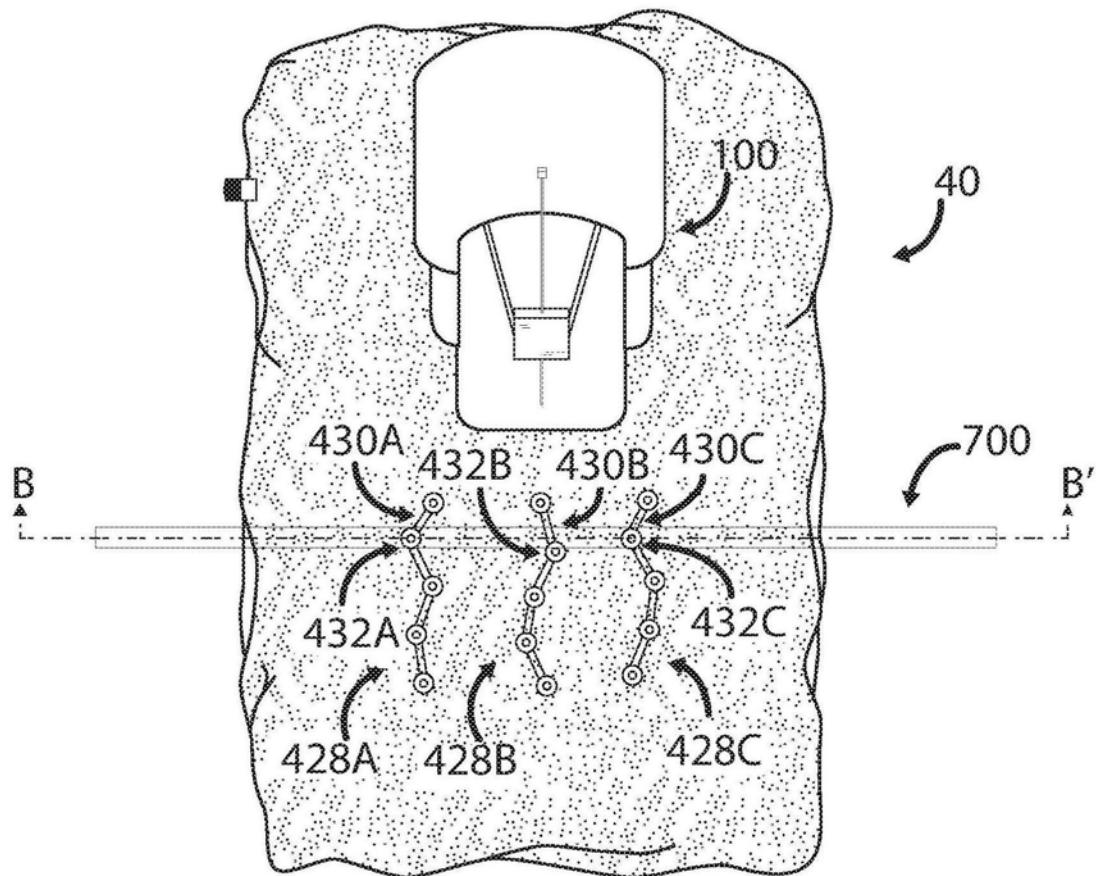


图7A

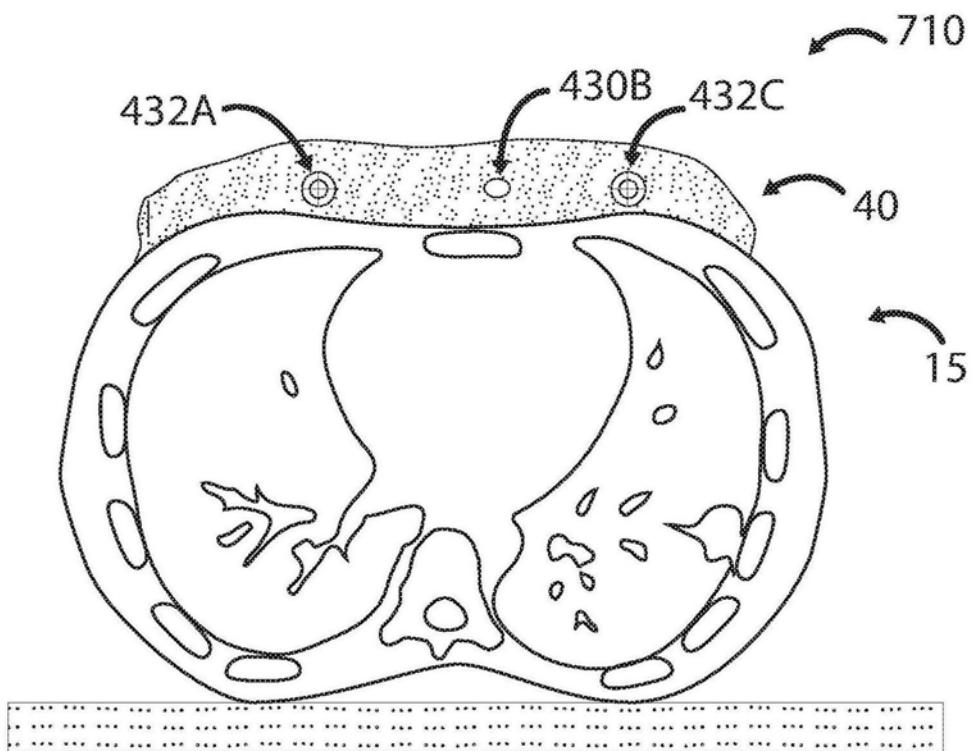


图7B

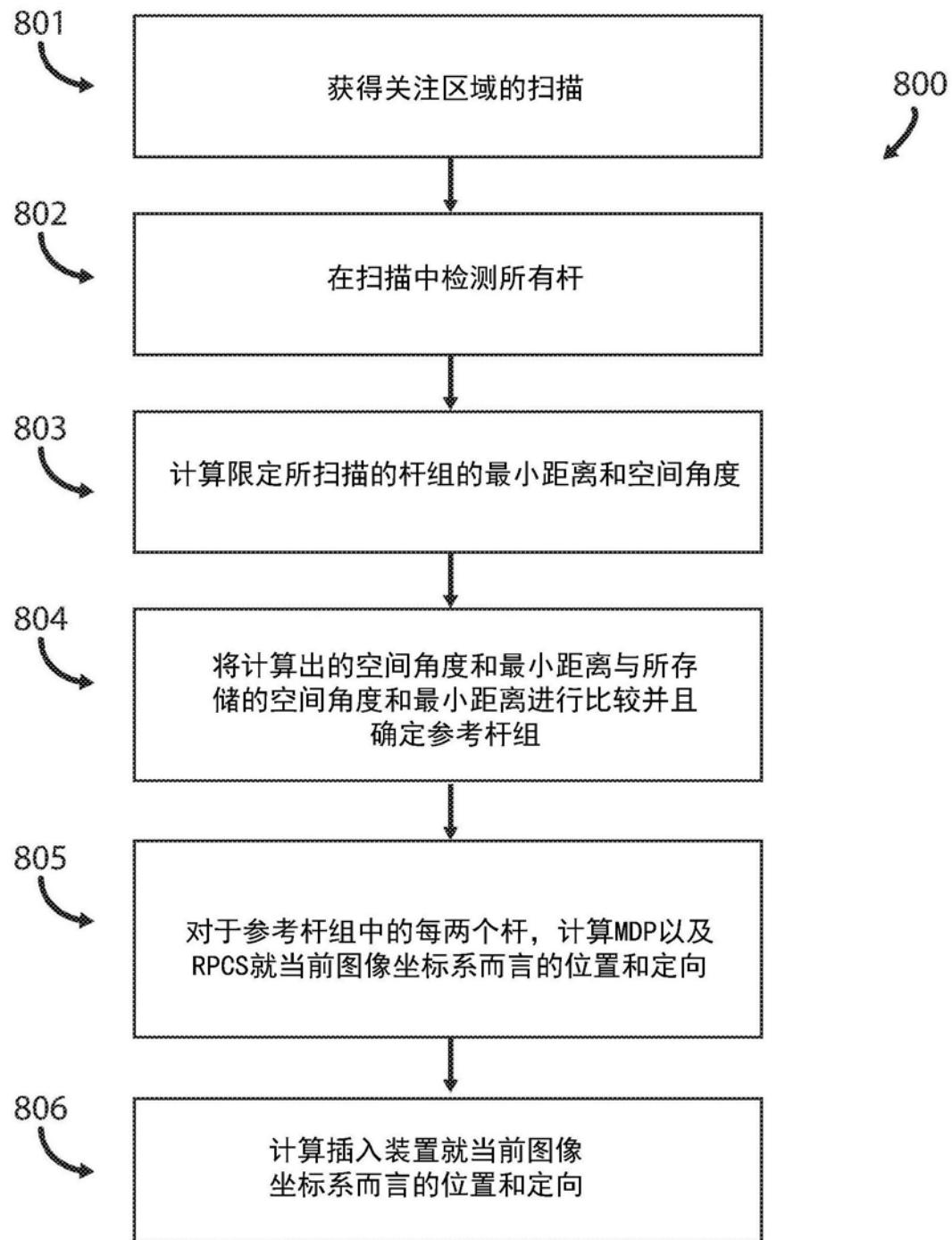


图8

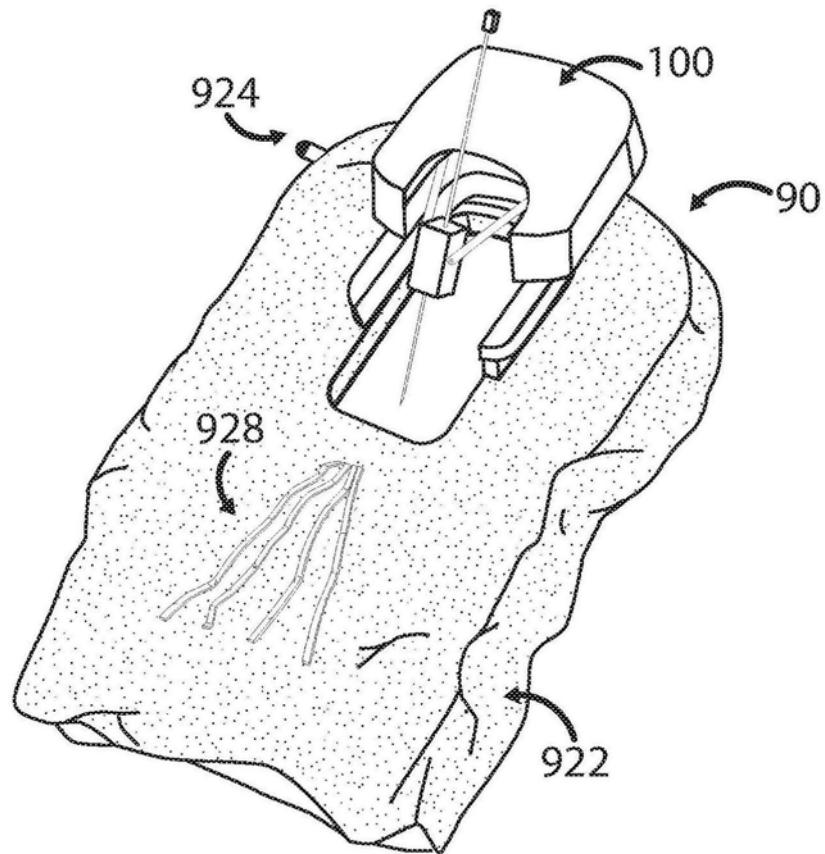


图9A

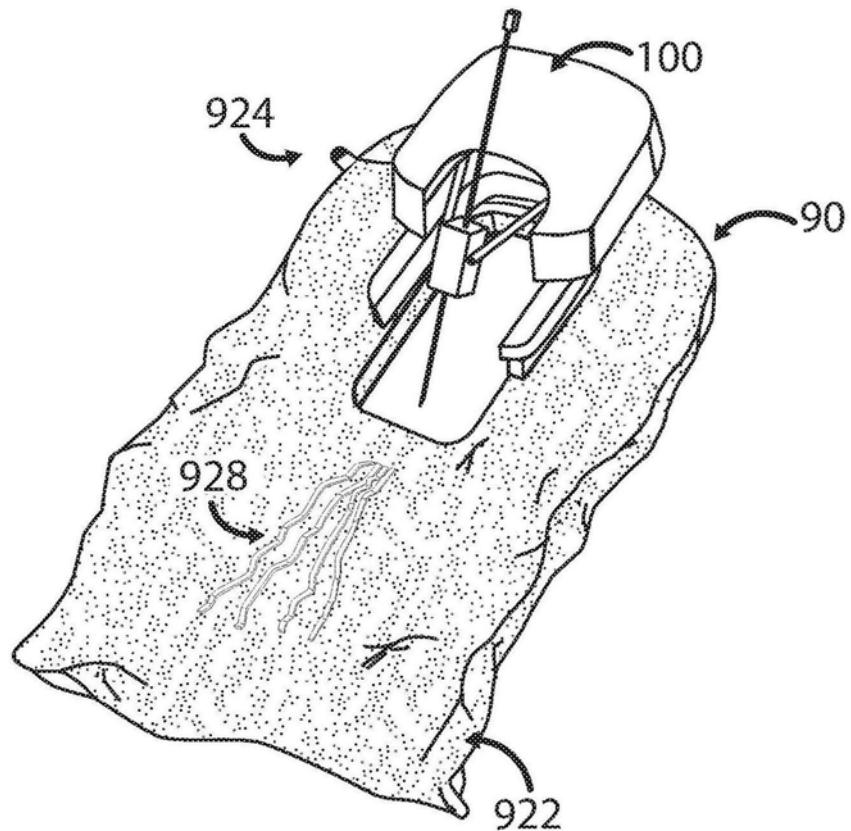


图9B

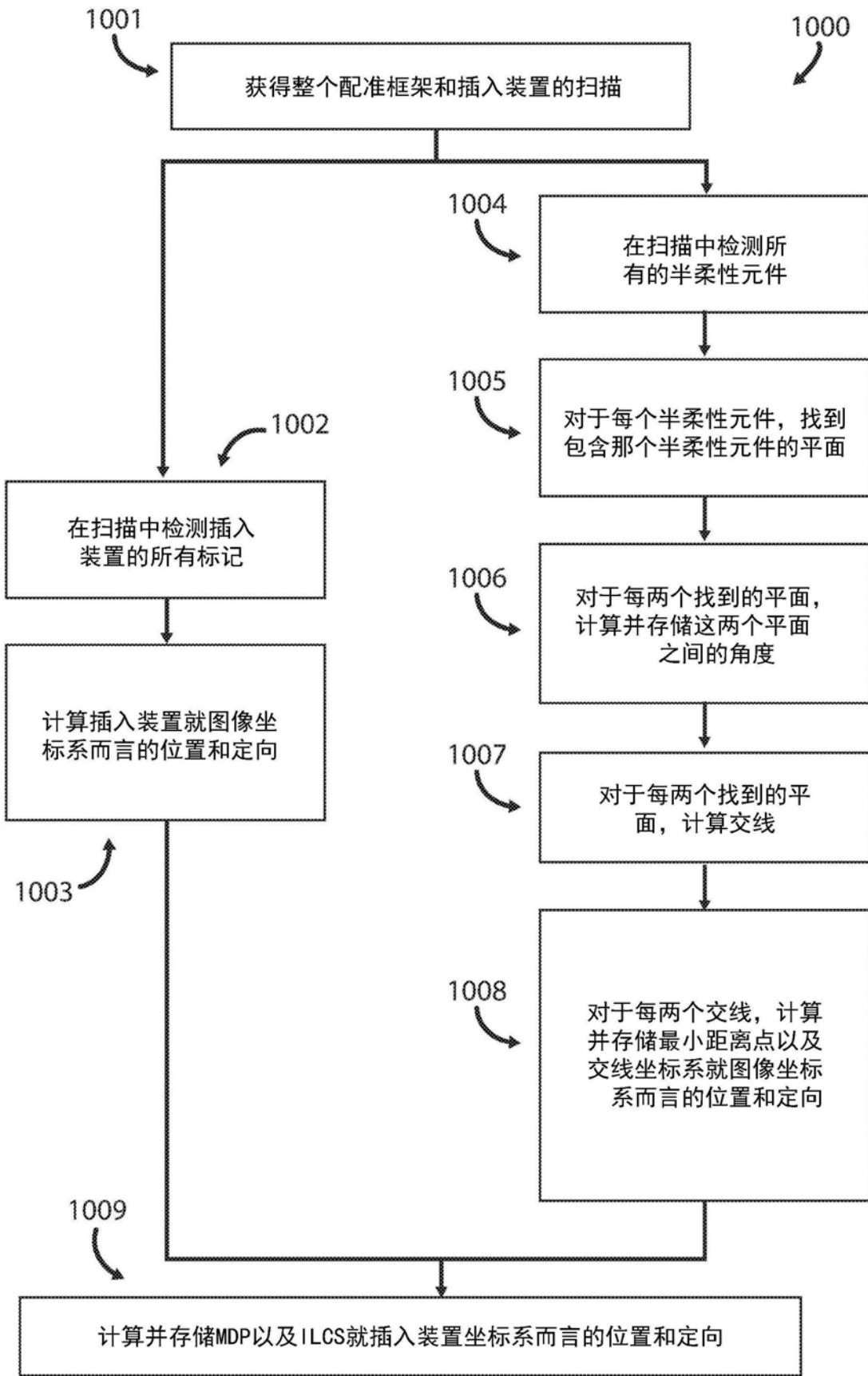


图10

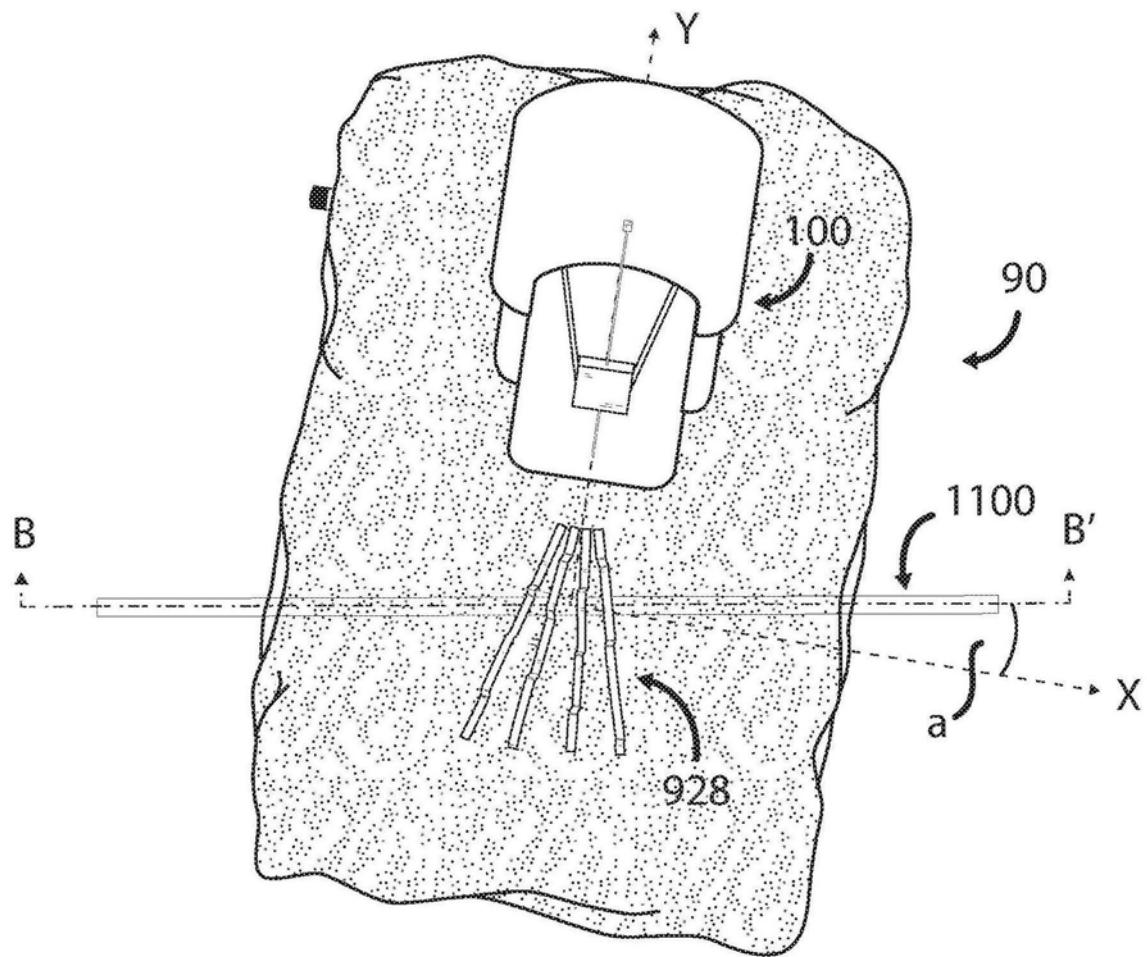


图11A

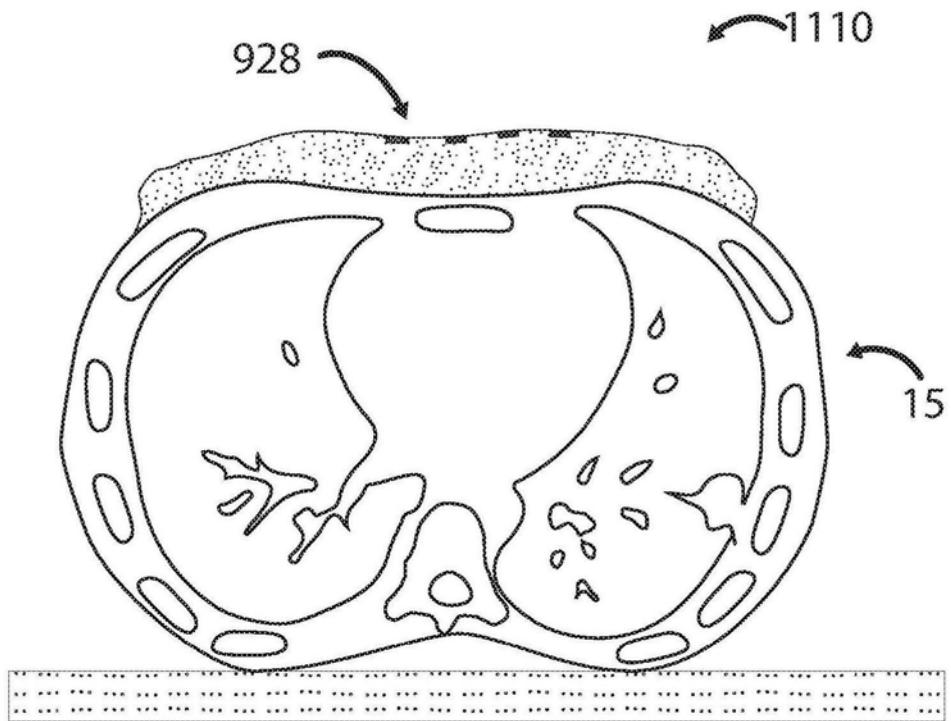


图11B

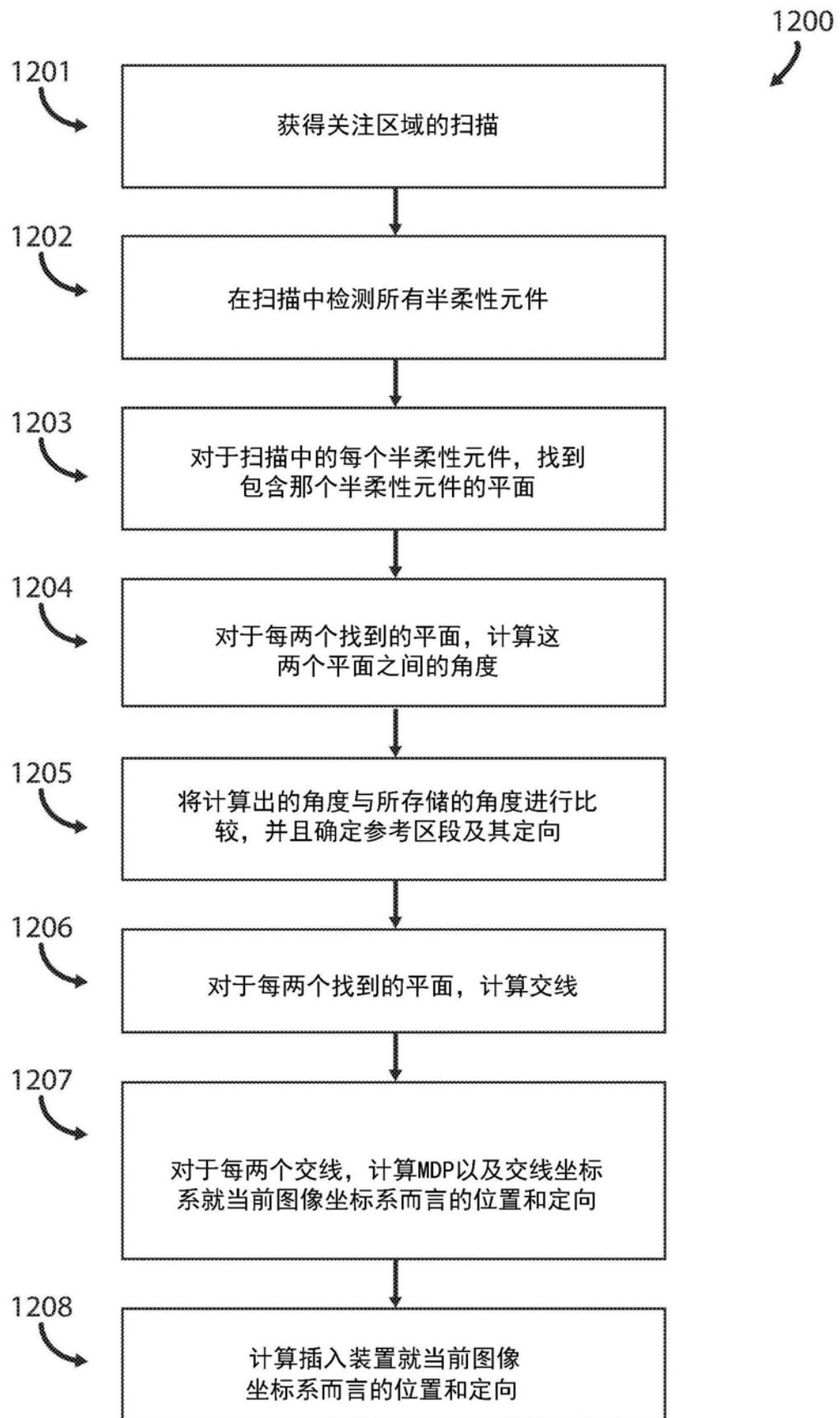


图12