



(43) 申请公布日 2022.11.18

权利要求书3页 说明书37页 附图23页

1. 一种定位目标乳头的方法,所述方法包括:
将输尿管镜通过患者尿路的至少一部分前移到患者的肾的目标盏;
确定与所述输尿管镜相关联的一个或多个位置传感器与至少部分暴露于所述目标盏内的所述肾的目标乳头之间的位置偏移;以及
至少部分地基于所述一个或多个位置传感器的当前位置和所述偏移中的一者或多者来确定经皮进入目标。
2. 根据权利要求1所述的方法,还包括通过瞄准所述经皮进入目标将经皮进入器械前移到所述目标盏。
3. 根据权利要求1所述的方法,还包括:
使所述目标乳头与所述输尿管镜接触;
记录与所述接触相关联的所述输尿管镜的位置;
使所述输尿管镜缩回远离所述目标乳头;以及
使所述输尿管镜停放在与所述位置偏移相关联的偏移位置处。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述位置偏移指示至少五个自由度。
5. 一种定位外科手术器械的方法,所述方法包括:
将医疗器械前移到患者的治疗部位,所述医疗器械包括相机;
使用所述医疗器械的所述相机来生成所述治疗部位的实时视频;
显示用户界面,在所述用户界面的窗口中包括所述实时视频;以及
在所述用户界面的所述窗口的中心处投影解剖特征瞄准图标。
6. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述瞄准图标包括十字准线。
7. 根据权利要求5所述的方法,还包括操纵所述医疗器械以使所述瞄准图标居中位于所述实时视频中的目标解剖特征的表示上方。
8. 根据权利要求7所述的方法,还包括在所述用户界面的所述窗口中围绕所述窗口的所述中心投影一个或多个界定特征,其中所述一个或多个界定特征具有与所述医疗器械的位置无关的大小。
9. 根据权利要求8所述的方法,还包括操纵所述医疗器械以使所述目标解剖特征的所述表示契合在所述一个或多个界定特征内。
10. 根据权利要求9所述的方法,其中,所述操纵所述医疗器械以使所述目标解剖特征的所述表示契合在所述一个或多个界定特征内涉及使所述医疗器械缩回远离所述目标解剖特征,使得所述目标解剖特征的所述表示在所述用户界面的窗口中收缩。
11. 根据权利要求8所述的方法,其中,所述一个或多个界定特征具有至少部分框形式。
12. 根据权利要求5所述的方法,还包括:
接收指示经皮进入针在电磁场内的三维位置的传感器数据;
至少部分地基于所述传感器数据来确定所述针的远侧端部相对于所述相机的位置;以及
在所述用户界面的所述窗口中显示针投影图标,所述针投影图标指示所述针的所述远侧端部相对于所述实时视频的位置。
13. 根据权利要求12所述的方法,还包括确定所述针的所述远侧端部的位置在所述用户界面的所述窗口之外,其中所述针投影图标指示所述针的所述远侧端部相对于所述窗口

的所述位置的方向。

14. 根据权利要求12所述的方法, 还包括操纵所述医疗器械以使所述针投影图标居中位于所述用户界面的所述窗口中。

15. 根据权利要求12所述的方法, 还包括在所述相机的图像空间中校准与所述针相关联的传感器。

16. 根据权利要求12所述的方法, 还包括响应于所述针的所述远侧端部逼近所述医疗器械而修改所述针投影图标的形式。

17. 根据权利要求12所述的方法, 其中, 所述针投影图标的形式指示所述针的所述远侧端部与所述医疗器械的距离。

18. 一种瞄准解剖特征的方法, 所述方法包括:

将内窥镜前移到患者的目标解剖内腔中, 所述内窥镜包括与所述内窥镜的远侧端部部分相关联的位置传感器;

使用所述位置传感器来记录与在所述目标解剖内腔内的所述内窥镜的多个位置相关联的位置数据;

至少部分地基于所述位置数据来估计所述目标解剖内腔的表面; 以及

至少部分地基于所述目标解剖内腔的所估计的表面来确定所述目标解剖内腔的轴线。

19. 根据权利要求18所述的方法, 还包括至少部分地基于所述目标解剖内腔的所确定的轴线来用经皮进入针瞄准所述目标解剖内腔。

20. 根据权利要求19所述的方法, 其中, 所述瞄准所述目标解剖内腔涉及沿基本上平行于所述目标解剖内腔的所确定的轴线的路径前移经皮进入针。

21. 根据权利要求18所述的方法, 其中:

所述位置传感器是电磁传感器装置; 并且

使用至少部分地安置在所述患者外部的电磁场发生器来执行所述记录所述位置数据。

22. 根据权利要求18所述的方法, 其中, 所述估计所述目标解剖内腔的所述表面涉及插值所述位置数据。

23. 根据权利要求18所述的方法, 其中, 所述确定所述目标解剖内腔的所述轴线涉及确定与所述目标解剖内腔的所估计的表面相关联的多个表面法向量。

24. 根据权利要求23所述的方法, 还包括对所述多个表面法向量求平均。

25. 根据权利要求18所述的方法, 其中所述确定所述目标解剖内腔的所述轴线至少部分地基于所述目标解剖内腔的映射图和所述内窥镜的轨迹中的一者或多者。

26. 一种医疗系统, 包括:

内窥镜, 所述内窥镜被配置为进入患者的目标解剖内腔, 所述内窥镜具有相机和与其远侧端部相关联的电磁位置传感器;

通信接口, 所述通信接口被配置为从所述内窥镜接收视频数据;

电子显示装置; 和

控制电路, 所述控制电路通信地耦接到所述通信接口和所述电子显示装置, 并且被配置为:

从所述通信接口的所述内窥镜接收所述患者内部的治疗部位的实时视频数据;

使所述用户界面显示在所述电子显示器上, 所述用户界面在所述用户界面的窗口中包

括所述实时视频;以及

使解剖特征瞄准图标显示在所述用户界面的所述窗口的中心处。

27. 根据权利要求26所述的医疗系统,其中,所述瞄准图标包括十字准线。

28. 根据权利要求26所述的医疗系统,其中,所述控制电路还被配置为使一个或多个界定特征在所述用户界面的所述窗口中围绕所述窗口的所述中心显示。

29. 根据权利要求28所述的医疗系统,其中,相对于所述实时视频中的目标解剖特征的表示的所述一个或多个界定特征的大小基于所述目标解剖特征与所述内窥镜的所述相机的距离。

30. 根据权利要求29所述的医疗系统,其中,所述一个或多个界定特征具有至少部分框形式。

31. 根据权利要求26所述的医疗系统,其中,所述控制电路还被配置为:

接收指示经皮进入针在电磁场内的三维位置的传感器数据;

至少部分地基于所述传感器数据来确定所述针的远侧端部相对于所述内窥镜的位置;
以及

使针投影图标显示在所述用户界面的所述窗口中;

其中所述针投影图标指示所述针的所述远侧端部相对于所述实时视频的位置。

32. 一种计算装置,包括:

内窥镜界面;和

控制电路系统,所述控制电路系统包括一个或多个处理器以及一个或多个数据存储装置,所述控制电路系统被配置为:

从安置在患者的目标解剖内腔内的内窥镜接收位置数据,所述位置数据指示与所述内窥镜的远侧端部部分相关联的位置传感器的多个位置;

至少部分地基于所述位置数据来估计所述目标解剖内腔的表面;以及

至少部分地基于所述目标解剖内腔的所估计的表面来确定所述目标解剖内腔的轴线。

33. 根据权利要求32所述的计算装置,其中,所述控制电路被配置为至少部分地通过插值所述位置数据来估计所述目标解剖内腔的所述表面。

34. 根据权利要求32所述的计算装置,其中,所述控制电路被配置为至少部分地通过确定与所述目标解剖内腔的所估计的表面相关联的多个表面法向量来确定所述目标解剖内腔的所述轴线。

目标解剖特征定位

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求2020年3月30日提交的名称为“TARGET ANATOMICAL FEATURE LOCALIZATION”的美国临时申请63/001,870的优先权,该申请的公开内容在此以全文引用的方式并入。

背景技术

技术领域

[0003] 本公开涉及医疗规程领域。

[0004] 相关技术

[0005] 各种医疗规程涉及使用一个或多个窥镜和/或经皮进入器械。此类装置的不当定位或前移可能导致特定生理和规程并发症。

发明内容

[0006] 本文描述了用于基于可使用例如窥镜装置或其他医疗器械获得的特定基于传感器和/或图像的位置信息来促进识别、跟踪和瞄准各种解剖特征的系统、装置和方法。例如,根据本公开各方面的目标解剖特征定位可促进结合医疗规程(诸如肾镜检查或进入肾解剖结构的其他规程)对解剖特征的瞄准。

[0007] 在一些具体实施中,本公开涉及一种定位目标乳头的方法。该方法包括:将输尿管镜通过患者尿路的至少一部分前移到患者的肾的目标盏;确定与输尿管镜相关联的一个或多个位置传感器与至少部分暴露于目标盏内的肾的目标乳头之间的位置偏移;以及至少部分地基于该一个或多个位置传感器的当前位置和偏移中的一者或多者来确定经皮进入目标。

[0008] 该方法还可包括通过瞄准经皮进入目标将经皮进入器械前移到目标盏。在一些实施方案中,该方法还包括:使目标乳头与输尿管镜接触;记录与所述接触相关联的输尿管镜的位置;使输尿管镜缩回远离目标乳头;以及使输尿管镜停放在与位置偏移相关联的偏移位置处。位置偏移可指示例如至少五个自由度。

[0009] 在一些具体实施中,本公开涉及一种定位外科手术器械的方法。该方法包括:将医疗器械前移到患者的治疗部位,该医疗器械包括相机;使用医疗器械的相机生成治疗部位的实时视频;显示用户界面,在该用户界面的窗口中包括实时视频;以及在用户界面的窗口的中心处投影解剖特征瞄准图标。

[0010] 瞄准图标可包括任何类型的形式或形状,或它们的组合,包括十字准线。该方法还可包括操纵医疗器械以使瞄准图标居中位于实时视频中的目标解剖特征的表示上方。例如,该方法可包括在用户界面的窗口中围绕窗口的中心投影一个或多个界定特征,其中该一个或多个界定特征具有与医疗器械的位置无关的大小。在一些实施方案中,该方法还包括操纵医疗器械以使目标解剖特征的表示契合在该一个或多个界定特征内。操纵医疗器械

以使目标解剖特征的表示契合在该一个或多个界定特征内可涉及使医疗器械缩回远离目标解剖特征,使得目标解剖特征的表示在用户界面的窗口中收缩。在一些实施方案中,该一个或多个界定特征具有至少部分框形式。

[0011] 该方法还可包括:接收指示经皮进入针在电磁场内的三维位置的传感器数据;至少部分地基于传感器数据来确定针的远侧端部相对于相机的位置;以及在用户界面的窗口中显示针投影图标,该针投影图标指示针的远侧端部相对于实时视频的位置。一些实施方案涉及呈现表示所投影的针进入点进入目标解剖特征(例如,乳头)中的一个或多个图标。例如,指示器可表示针的位置,以通过显示针将从何处进入来提供关于针轨迹的态势感知和/或信息。针投影/轨迹指示器可将针取向显示为线型形式/形状。例如,针的近侧点和远侧点中的一者或两者可被投影和/或用线型表示连接。

[0012] 该方法还可包括确定针的远侧端部的位置在用户界面的窗口之外,其中针投影图标指示针的远侧端部相对于窗口的位置的方向。在一些实施方案中,该方法还包括操纵医疗器械以使针投影图标居中位于用户界面的窗口中。在一些实施方案中,该方法还包括在相机的图像空间中校准与针相关联的传感器。该方法可包括响应于针的远侧端部逼近医疗器械而修改针投影图标的形式。

[0013] 针投影图标的大小可基于所确定的针投影/预测准确度而改变/修改。在存在大量解剖运动的情况下,这可能导致针投影误差,可以相对较大的大小呈现针投影图标以表示相对于针投影/轨迹的相对较大的确定误差。在一些实施方案中,针投影图标的形式指示针的远侧端部与医疗器械的距离。

[0014] 在一些具体实施中,本公开涉及一种瞄准解剖特征的方法。该方法包括:将内窥镜前移到患者的目标解剖内腔中,该内窥镜包括与内窥镜的远侧端部部分相关联的位置传感器;使用位置传感器记录与内窥镜在目标解剖内腔内的多个位置相关联的位置数据;至少部分地基于位置数据来估计目标解剖内腔的表面;以及至少部分地基于目标解剖内腔的所估计的表面来确定目标解剖内腔的轴线。

[0015] 该方法还可包括至少部分地基于目标解剖内腔的所确定的轴线,用经皮进入针瞄准目标解剖内腔。例如,瞄准目标解剖内腔可涉及沿基本上平行于目标解剖内腔的所确定的轴线的路径前移经皮进入针。在一些实施方案中,位置传感器是电磁传感器装置,并且使用至少部分地安置在患者外部的电磁场发生器来执行记录位置数据。

[0016] 在一些实施方案中,估计目标解剖内腔的表面可涉及插值该位置数据。确定目标解剖内腔的轴线可涉及确定与目标解剖内腔的所估计的表面相关联的多个表面法向量。例如,该方法可包括对该多个表面法向量求平均。在一些实施方案中,确定目标解剖内腔的轴线至少部分地基于目标解剖内腔的映射图和内窥镜的轨迹中的一者或多者。

[0017] 在一些具体实施中,本公开涉及一种医疗系统,该医疗系统包括:内窥镜,该内窥镜被配置为进入患者的目标解剖内腔,该内窥镜具有相机和与其远侧端部相关联的电磁位置传感器;通信接口,该通信接口被配置为从内窥镜接收视频数据;电子显示装置;和控制电路,该控制电路通信地耦接到通信接口和电子显示装置。控制电路被配置为:从通信接口的内窥镜接收患者内部的治疗部位的实时视频数据;使用户界面显示在电子显示器上,在该用户界面的窗口中包括实时视频;以及使解剖特征瞄准图标显示在用户界面的窗口的中心处。瞄准图标可包括例如十字准线等。

[0018] 控制电路还可被配置为使一个或多个界定特征在用户界面的窗口中围绕窗口的中心显示。该一个或多个界定特征相对于实时视频中目标解剖特征的表示的大小可基于目标解剖特征与内窥镜的相机的距离。在一些实施方案中,该一个或多个界定特征具有至少部分框形式。

[0019] 控制电路还可被配置为:接收指示经皮进入针在电磁场内的三维位置的传感器数据;至少部分地基于传感器数据来确定针的远侧端部相对于内窥镜的位置;以及使针投影图标显示在用户界面的窗口中。针投影图标可指示针的远侧端部相对于实时视频的位置。

[0020] 在一些具体实施中,本公开涉及一种计算装置,该计算装置包括内窥镜界面和控制电路系统,该控制电路系统包括一个或多个处理器和一个或多个数据存储装置。控制电路被配置为从安置在患者的目标解剖内腔内的内窥镜接收位置数据,该位置数据指示与内窥镜的远侧端部部分相关联的位置传感器的多个位置。与本文中对位置和位置传感器的所有其他描述一样,此类位置可包括位置和取向方面/信息。控制电路还被配置为至少部分地基于位置数据来估计目标解剖内腔的表面,以及至少部分地基于目标解剖内腔的所估计的表面来确定目标解剖内腔的轴线。

[0021] 在一些实施方案中,控制电路被配置为至少部分地通过插值该位置数据来估计目标解剖内腔的表面。在一些实施方案中,控制电路被配置为至少部分地通过确定与目标解剖内腔的所估计的表面相关联的多个表面法向量来确定目标解剖内腔的轴线。

[0022] 出于概括本公开的目的,已经描述了特定方面、优点和新颖特征。将理解,根据任何特定实施方案,可实现不一定所有此类优点。因此,可通过实现或优化本文教导的一个优点或一组优点而不一定实现本文可教导或提出的其他优点的方式执行所公开的实施方案。

附图说明

[0023] 出于说明性目的在附图中描绘了各种实施方案,并且绝不应被解释为限制本发明的范围。另外,可组合不同的所公开的实施方案的各种特征以形成作为本公开的部分的附加实施方案。在整个附图中,可重复使用附图标记以指示参考元件之间的对应关系。

[0024] 图1示出了根据一个或多个实施方案的机器人医疗系统的实施方案。

[0025] 图2示出了根据一个或多个实施方案的可在图1的医疗系统中实施的示例性机器人系统。

[0026] 图3示出了根据一个或多个实施方案的可在图1的医疗系统中实施的示例性控制系统。

[0027] 图4示出了根据一个或多个实施方案的安置在患者泌尿系统部分的输尿管镜。

[0028] 图5-1和图5-2提供了说明根据一个或多个实施方案的用于执行引导式经皮肾镜取石术的过程的流程图。

[0029] 图6-1和图6-2示出了根据一个或多个实施方案的分别对应于与图5-1和图5-2的过程相关联的各种框、状态和/或操作的特定图像。

[0030] 图7是示出根据一个或多个实施方案的用于定位目标解剖特征的过程的流程图。

[0031] 图8示出了根据一个或多个实施方案的安置在目标盂内的用于目标定位的窥镜装置。

[0032] 图9示出了根据一个或多个实施方案的被布置以促进在患者体内导航窥镜的机器

人医疗系统。

[0033] 图10A和图10B示出了根据一个或多个实施方案的肾解剖结构,其中输尿管镜停放在各种位置处。

[0034] 图11示出了根据一个或多个实施方案的包括窥镜瞄准特征的窥镜相机视图/窗口的配置。

[0035] 图12A和图12B示出了根据一个或多个实施方案的包括目标界定特征的窥镜相机视图/窗口的配置。

[0036] 图13示出了根据一个或多个实施方案的被布置成促进经皮进入患者的肾解剖结构的机器人医疗系统。

[0037] 图14-1和图14-2示出了根据一个或多个实施方案的包括一个或多个针轨迹特征的窥镜相机视图/窗口的配置。

[0038] 图15示出了根据一个或多个实施方案的安置在目标肾解剖结构内的用于盞映射的窥镜装置。

[0039] 图16示出了根据一个或多个实施方案的与基于图像的目标定位系统有关的图像。

[0040] 图17示出了根据一个或多个实施方案的由记录的窥镜位置形成的盞映射图。

[0041] 图18示出了根据一个或多个实施方案的包括表面法线和盞轨迹指示符的盞表面映射图。

[0042] 图19示出了根据一个或多个实施方案的包括距离测量工具的内窥镜的远侧部分。

具体实施方式

[0043] 本文提供的标题仅出于方便起见,并且不一定影响要求保护的发明的范围或含义。尽管下文公开了特定优选实施方案和示例,但是本发明主题超出具体公开的实施方案延伸到其他替代实施方案和/或用途以及其修改和等同物。因此,本文可能出现的权利要求的范围不受下文描述的特定实施方案中的任一特定实施方案限制。例如,在本文公开的任何方法或过程中,方法或过程的动作或操作可以任何合适的序列执行,并且不一定限于任何特定公开的序列。继而可通过可能有助于理解特定实施方案的方式将各种操作描述为多个分立的步骤。然而,描述的顺序不应被解释为暗示这些操作依赖于顺序。另外,本文描述的结构、系统和/或装置可体现为集成部件或单独部件。出于比较各种实施方案的目的,描述了这些实施方案的特定方面和优点。不一定通过任何特定实施方案实现所有此类方面或优点。因此,例如,可通过实现或优化本文教导的一个优点或一组优点而不一定实现本文也可能教导或提出的其他方面或优点的方式来执行各种实施方案。

[0044] 在本文中使用特定标准的位置解剖术语来指代动物的解剖结构,并且该动物相对于优选实施方案即为人类。尽管在本文中使用特定空间相对术语,诸如“外部”、“内部”、“上部”、“下部”、“下方”、“上方”、“竖直”、“水平”、“顶部”、“底部”和类似术语来描述一个装置/元件或解剖结构与另一装置/元件或解剖结构的空間关系,但是应理解,在本文中是出于描述方便起见而使用这些术语,以描述元件/结构之间的位置关系,如附图中示出的。应当理解,空间相对术语旨在涵盖元件/结构在使用中或操作中的除了附图中所描绘的取向之外的不同取向。例如,描述为在另一元件/结构“上方”的元件/结构可表示相对于受试者患者或元件/结构的替代取向在此类其他元件/结构下方或旁边的位置,且反之亦然。

[0045] 概述

[0046] 本公开涉及用于定位和瞄准患者的目标解剖特征以辅助特定医疗规程的系统、装置和方法。尽管本文中在肾、泌尿和/或肾脏规程(诸如肾结石去除/治疗规程)的背景中详细描述了本公开的特定方面,但是应当理解,提供这种背景是出于方便和清楚起见,并且本文公开的解剖特征定位和瞄准概念适用于任何合适的医疗规程。然而,如所述,下文呈现了对肾/泌尿解剖结构和相关联的医疗问题和规程的描述,以辅助描述本文公开的发明概念。

[0047] 肾结石疾病,也称为尿石病,是相对常见的医学病症,涉及在尿路中形成一块固体材料,该固体材料被称为“肾结石(kidney stones)”、“尿结石”、“肾结石(renal calculi)”、“肾结石(renal lithiasis)”或“肾结石(nephrolithiasis)”。可在肾、输尿管和膀胱(称为“膀胱结石”)中形成和/或发现尿结石。此类尿结石由于浓缩矿物质而形成,并且一旦它们达到足以阻止尿液流过输尿管或尿道的大小便可引起显著的腹痛。尿结石可由钙、镁、氨、尿酸、半胱氨酸或其他化合物形成。

[0048] 为了从膀胱和输尿管中去除尿结石,外科医生可通过尿道将输尿管镜插入到尿路中。通常,输尿管镜包括在其远侧端部处的内窥镜,该内窥镜被配置为使该尿路能够可视化。该输尿管镜还可包括截石机构来捕获或打散尿结石。在输尿管镜检查规程期间,一位医师/技术人员可控制输尿管镜的位置,同时另一位医师/技术人员可控制截石机构。

[0049] 为了从肾中去除相对较大的结石(即,“肾结石”),医师可使用经皮肾镜取石术(“PCNL”)技术,该经皮肾镜取石术技术涉及将肾镜插入穿过皮肤(即,经皮)以打碎和/或去除结石。在一些具体实施中,可使用荧光镜检查来实现肾结石的定位,为肾镜的插入提供目标。然而,由于荧光镜本身的成本以及技术人员操作荧光镜的成本,荧光镜检查一般会增加肾镜取石术规程的成本。荧光镜检查还使患者在相对长时间内暴露于辐射。即使使用荧光镜检查,准确地形成经皮切口以接近肾结石也是很困难的,并且是不期望地不精确的。此外,一些肾镜取石术技术涉及两天或三天的住院。总之,特定肾镜取石术方案可能相对昂贵并且对患者而言是有困难的。

[0050] 根据本公开的各方面,根据特定外科手术规程,内窥镜(例如,输尿管镜)可配备有一个或多个位置传感器,其中该一个或多个传感器的位置用作经皮进入的目标,诸如对于PCNL而言。例如,可使用配备有电磁传感器的输尿管镜和/或配备有电磁传感器的经皮进入针来引导经皮肾接近进行肾结石去除等。在此类规程中,外科医生/医师可将输尿管镜驱动到肾的目标盏,并且使用与输尿管镜的远侧端部/顶端相关联的电磁传感器(例如,信标)作为该针的经皮进入目标。一般来讲,到目标盏的经皮轴线的功效可至少部分地取决于医师相对于(例如)可通过其对目标盏进行经皮进入的目标盏和/或乳头的位置和/或前进方向在哪里定位/停放输尿管镜。对于其中输尿管镜的远侧端部/顶端用作经皮进入目标的一些规程,可能期望输尿管镜的远侧顶端在经皮进入/逼近期间尽可能接近乳头/盏界面。

[0051] 术语“窥镜”和“内窥镜”在本文中根据其广泛和普通含义来使用,并且可指具有图像生成、查看和/或捕获功能并且被配置为引入到身体的任何类型的器官、腔、内腔、腔室或空间中的任何类型的细长医疗器械。例如,本文提及窥镜或内窥镜可指输尿管镜、膀胱镜、肾镜、支气管镜、关节镜、结肠镜、腹腔镜、管道镜等。在一些情况下,窥镜/内窥镜可包括刚性或柔性管,并且尺寸可被设定成在外护套、导管、导引器或其他内腔类型装置内通过,或者可在没有此类装置的情况下使用。

[0052] 机器人辅助式经皮规程可结合各种医疗规程(诸如肾结石去除规程)来实施,其中机器人工具可使医师/泌尿科医师能够执行内窥镜(例如,输尿管镜检查)目标进入以及经皮进入/治疗。有利的是,本公开的各方面涉及医疗规程中的实时目标跟踪/定位,操作医师可利用该实时目标跟踪/定位诸如通过响应于此类实时目标跟踪信息而自动调整内窥镜位置和对准来引导经皮进入器械(例如,针或其他刚性工具)和/或引导机器人仪表化。为了促进此类功能,本公开的实施方案可有利地提供用于解剖特征目标定位、跟踪和/或三维位置估计的机制,以辅助医师(例如,泌尿科医师)实现各种外科手术操作(诸如肾镜检查)的相对高效且准确的经皮进入。尽管本文出于方便起见而在输尿管镜指导的肾镜检查的背景下描述本公开的各方面,但是应当理解,本公开的发明方面可在任何合适或期望类型的经皮和/或内窥镜医疗规程中实施,而无论是不是机器人。

[0053] 医疗系统

[0054] 图1示出了根据本公开的各方面的用于执行各种医疗规程的示例性医疗系统100。医疗系统10可用于例如输尿管镜规程。如上文所提及和描述的,特定输尿管镜规程涉及检查输尿管异常和/或治疗/去除肾结石。在一些具体实施中,肾结石治疗可受益于特定机器人技术/装置(诸如可类似于图1中所示并且在下文详细描述的那些)的辅助。机器人医疗解决方案可提供相对于特定器械的相对较高的精度、较优异的控制和/或较优异的手眼协调。例如,根据一些规程对肾的机器人辅助式经皮进入可有利地使得泌尿科医师能够执行操作目标内窥镜进入和经皮进入两者。然而,根据一些解决方案,关于目标输尿管镜的正确对准/定位以及/或者确定与目标漏斗、盏和/或乳头基本上成直线的目标经皮进入路径,经皮肾进入可能遇到某些困难。在一些具体实施中,本公开涉及用于提供用于输尿管镜和/或经皮进入器械(例如,针)的智能引导的系统(例如,系统100)、装置和方法。例如,本公开的实施方案涉及结合特定自动目标定位、跟踪和/或3D医生估计功能的系统、装置和方法,这些系统、装置和方法可有利地辅助泌尿科医师或其他技术人员实现有效且准确的经皮肾进入。尽管本公开的实施方案是在输尿管镜和/或人体肾解剖结构的背景下呈现的,但是应当理解,本文公开的原理可在任何类型的内窥镜规程中实施。

[0055] 医疗系统100包括机器人系统10,该机器人系统被配置为接合和/或控制医疗器械32(例如,输尿管镜)以对患者13执行规程。医疗系统10还包括控制系统50,该控制系统被配置为与机器人系统10介接,提供关于规程的信息以及/或者执行多种其他操作。例如,控制系统50可包括一个或多个显示器42,该一个或多个显示器被配置为呈现特定信息来辅助医师5和/或其他技术人员或个体。医疗系统10可包括被配置为托住患者13的台面15。系统10还可包括电磁(EM)场发生器18,该电磁场发生器可由机器人系统10的机器人臂12中的一个或多个机器人臂保持,或者可以是独立装置。

[0056] 在一些具体实施中,系统10可用于执行经皮规程,诸如经皮肾镜取石术(PCNL)。为了说明,如果患者13具有太大而不能通过尿路(60、63、65)去除/通过尿路的肾结石80,则医师5可执行通过与患者13的肋腹/侧面相关联的经皮进入点/路径去除肾结石80的规程。在一些实施方案中,医师5可与控制系统50和/或机器人系统10交互以使得/控制机器人系统10将医疗器械32(例如,窥镜)从尿道65,穿过膀胱60,沿输尿管63向上前移和导航进入到结石80所在的肾70的盏网络中。控制系统50可经由显示器42提供与医疗器械32相关联的信息,诸如由该医疗器械捕获的实时内窥镜图像,以辅助医师5导航/控制该医疗器械。

[0057] 在本文参考与本发明概念的方面相关的特定医疗规程来描述肾解剖结构。大致在图1中的典型解剖位置示出的肾70一般包括在腹膜后腔中分别位于左侧和右侧的两个豆形器官。在成年人类中,肾的高度/长度一般是约11cm。肾从成对的肾动脉接收血液;血液经由成对的肾静脉流出肾,出于视觉清晰起见而未在图1中示出该成对的肾静脉中的任一者。每个肾70流体地联接到输尿管63,该输尿管一般包括将分泌出的尿液从肾70载运到膀胱60的管子。

[0058] 肾70通常在腹腔中相对高地定位并且以轻微斜角位于腹膜后位置。一般由肝的位置引起的腹腔内的不对称性通常导致右肾(在图1中详细示出)略微低于且小于左肾,并且放置成比左肾略微更靠中间。每个肾的顶部是肾上腺(未示出)。肾的上部部分被第11根肋骨和第12根肋骨部分地保护。每个肾及其肾上腺一般被两层脂肪包围:存在于肾筋膜与肾小囊之间的肾周脂肪和在肾筋膜之上的肾旁脂肪。

[0059] 肾70参与控制各种体液隔室、流体渗透压、酸碱平衡、各种电解质浓度和毒素去除的量。肾70通过分泌特定物质以及再吸收其他物质来提供过滤功能。分泌到尿液中的物质的示例是氢、铵、钾和尿酸。另外,肾还执行各种其他功能,诸如激素合成等。

[0060] 肾70的凹边界上的凹入区域是肾门78,肾动脉(未示出)在此进入肾70,并且肾静脉(未示出)和输尿管63离开此处。肾70被坚韧的纤维组织包围,肾小囊74本身被肾周脂肪、肾筋膜和肾旁脂肪包围。这些组织的前(前方)表面是腹膜,而后(后方)表面是腹横筋膜。

[0061] 肾70的功能物质或实质分为两个主要结构:外部肾皮质77和内部肾髓质87。这些结构呈多个一般锥形肾瓣的形状,每个锥形肾瓣包含包围被称为肾锥体72的髓质的一部分的肾皮质。在肾锥体72之间是被称为肾柱73的皮质突起。肾元(图1中未详细示出)(肾的尿液产生功能结构)跨越皮质77和髓质87。肾元的初始过滤部分是肾小体,其位于皮质中并且之后是从皮质深入髓质锥体的肾小管。肾皮质的部分,即髓质射线,是排入单个集尿管中的肾小管集合。

[0062] 每个锥体的顶端/尖端或乳头79将尿液清空到相应的肾小盏75中;肾小盏75清空到肾大盏76中,并且肾大盏76清空到肾盂71中,该肾盂过渡到输尿管63。在肾门78处,输尿管63和肾静脉离开肾并且肾动脉进入。肾门脂肪和具有淋巴结的淋巴组织包围这些结构。肾门脂肪与被称为肾窦的充满脂肪的腔邻接。肾窦共同包含肾盂71和肾盏75、76并将这些结构与肾髓质组织分离。与盏相关联的漏斗状/管状解剖结构可称为漏斗(infundibulum/infundibula)。也就是说,漏斗一般导致盏的终止,在那里乳头暴露于盏内。

[0063] 进一步参考医疗系统10,医疗器械(例如,窥镜)32可通过尿路前移到肾70中。一旦在肾结石80的部位处(例如,在结石80可进入的肾70的目标盏75内),便可使用医疗器械32指定/标识用于经皮进入肾70的目标位置。为了使对肾和/或周围解剖结构的损伤最小化,医师5可将肾70的特定乳头79指定为用于使用经皮进入器械(例如,针;未示出,参见例如图13)进入肾70的目标位置/解剖特征。然而,可指定或确定其他目标位置。一旦经皮进入器械已经到达该目标位置(例如,肾盏75),就可使用所利用的经皮进入路径从患者13抽取肾结石80。术语“经皮进入器械”在本文中根据其广泛含义和普通含义使用,并且可指被配置为穿刺或插入通过人类皮肤和/或其他组织/解剖结构的外科手术工具或装置(诸如针、手术刀、导丝等)。然而,应当理解,经皮进入器械在本公开的上下文中可指其他类型的医疗器械。

[0064] 在图1的示例中,医疗器械32被实施为窥镜。然而,医疗器械32可各自被实施为任何合适类型的医疗器械,诸如导管、导丝、碎石机、篮取回装置等。在一些实施方案中,医疗器械32是可转向装置。

[0065] 窥镜(诸如系统100的窥镜32)可被配置为在人类解剖结构内导航,诸如在人类解剖结构的天然孔口或内腔内导航。窥镜可包括(例如)输尿管镜(例如,用于进入尿路)、腹腔镜、肾镜(例如,用于进入肾)、支气管镜(例如,用于进入气道,诸如支气管)、结肠镜(例如,用于进入结肠)、关节镜(例如,用于进入关节)、膀胱镜(例如,用于进入膀胱)等。

[0066] 参考示出了根据本公开的一个或多个实施方案的图1的机器人系统10的示例性实施方案的图1和图2,机器人系统10可被布置为至少部分地促进医疗规程的执行。机器人系统10可按照多种方式配置,这取决于特定规程。机器人系统10可包括一个或多个机器人臂12,该一个或多个机器人臂被配置为接合和/或控制例如窥镜32(和/或经皮进入器械;未示出)以执行规程的一个或多个方面。如图所示,每个机器人臂12可包括耦接到关节的多个臂段23,该多个臂段可提供多个移动度/自由度。在图1的示例中,机器人系统10被定位成靠近患者的腿,并且机器人臂12被致动以接合并定位窥镜32以便进入到进入点,诸如患者13的尿道65。当机器人系统100正确定位时,可通过机器人使用机器人臂12、由医师5手动地或两者组合将窥镜32插入患者13体内。

[0067] 机器人系统10可耦接到医疗系统100的任何部件,诸如控制系统50、工作台15、EM场发生器18、窥镜32和/或经皮进入器械(例如,针;参见例如图12)。在一些实施方案中,机器人系统10通信地耦接到控制系统50。例如,机器人系统10可被配置为从控制系统50接收控制信号以执行操作,诸如以便以特定方式定位一个或多个机器人臂12、操纵窥镜32等。作为响应,机器人系统10可使用机器人系统10的特定控制电路202、致动器207和/或其他部件来控制机器人系统10的部件以执行操作。在一些实施方案中,机器人系统10被配置为从窥镜32接收表示患者13的内部解剖结构(即,关于图1的特定描绘的泌尿系统)的图像和/或图像数据,以及/或者将图像/图像数据发送到控制系统50(然后可在显示器42或其他输出装置上显示)。此外,在一些实施方案中,机器人系统10以允许从其接收流体、光学器件、电力等的方式耦接到医疗系统10的部件,诸如控制系统50。机器人系统10可包括一个或多个通信接口206、电源/接口、电子显示器242和/或其他输入/输出部件210。

[0068] 参考示出了根据本公开的一个或多个实施方案的图1的控制系统50的示例性实施方案的图1和图3,控制系统50可被配置为提供各种功能以辅助执行医疗规程。在一些实施方案中,控制系统50可耦接到机器人系统10并且与机器人系统10协同操作以对患者13执行医疗规程。例如,控制系统50可经由无线或有线连接与机器人系统10通信(例如,以控制机器人系统10和/或窥镜32、接收由窥镜32捕获的图像等),经由一个或多个流体通道向机器人系统10提供流体,经由一个或多个电连接向机器人系统10提供电力,经由一根或多根光纤或其他部件向机器人系统10提供光学器件等。此外,在一些实施方案中,控制系统50可与针和/或肾镜通信以从其接收位置数据。此外,在一些实施方案中,控制系统50可与台面15通信以将台面15定位成特定取向或以其他方式控制台面15。此外,在一些实施方案中,控制系统50可与EM场发生器18通信以控制患者13周围的区域中的EM场的生成。

[0069] 系统10可包括被配置为执行本文描述的特定功能的特定控制电路,包括机器人系统10的控制电路202和/或控制系统50的控制电路302。也就是说,系统10的控制电路可是机

机器人系统10、控制系统50或两者的一部分。因此,本文对控制电路任何提及可指体现在机器人系统、控制系统或医疗系统(诸如在图1中示出的医疗系统100)的任何其他部件中的电路系统。术语“控制电路系统”在本文中根据其广泛和普通含义而使用,并且可指以下各项的任何集合:处理器、处理电路系统、处理模块/单元、芯片、管芯(例如,包括一个或多个有源和/或无源装置和/或连接性电路系统的半导体管芯)、微处理器、微控制器、数字信号处理器、微型计算机、中央处理单元、现场可编程门阵列、可编程逻辑装置、状态机(例如,硬件状态机)、逻辑电路系统、模拟电路系统、数字电路系统和/或基于电路系统和/或操作指令的硬编码来操纵信号的任何装置。本文提及的控制电路系统还可包括一个或多个电路衬底(例如,印刷电路板)、导电迹线和通孔和/或安装垫、连接器和/或部件。本文提及的控制电路系统还可包括一个或多个存储装置,该一个或多个存储装置可体现在单个存储器装置、多个存储器装置和/或装置的嵌入式电路系统中。此类数据存储装置可包括只读存储器、随机存取存储器、易失性存储器、非易失性存储器、静态存储器、动态存储器、闪存、缓存、数据存储寄存器 and/或存储数字信息的任何装置。应当注意,在控制电路系统包括硬件和/或软件状态机、模拟电路系统、数字电路系统和/或逻辑电路系统的实施方案中,存储任何相关联的操作指令的数据存储装置/寄存器可嵌入在包括该状态机、该模拟电路系统、该数字电路系统和/或该逻辑电路系统的电路系统内或在该电路系统外部。

[0070] 控制电路202和/或302可包括计算机可读介质,该计算机可读介质存储和/或被配置为存储硬编码和/或操作指令,这些硬编码和/或操作指令对应于在本图中的一个或多个图中示出的和/或在本文中描述的步骤和/或功能中的至少一些步骤和/或功能。在一些情况下,此类计算机可读介质可包括在制品中。控制电路202/302可完全在本地维护/安置,或者可至少部分地远程定位(例如,经由局域网和/或广域网间接地通信地耦接)。

[0071] 关于机器人系统10,控制电路202的至少一部分可与机器人系统10的基座25、柱14和/或控制台16集成,并且/或者与通信地耦接到机器人系统10的另一系统集成。关于控制系统50,控制电路302的至少一部分可与控制系统50的控制台基座51和/或显示单元42集成。应当理解,本文对功能控制电路或相关功能的任何描述可理解为体现在机器人系统10、控制系统50或两者中,并且/或者至少部分地体现在一个或多个其他本地或远程系统/装置中。

[0072] 参考图2,机器人系统10一般包括细长支撑结构14(还称为“柱”)、机器人系统基座25以及在柱14的顶部处的控制台16。柱14可包括用于支持一个或多个机器人臂12(在图2中示出三个)的部署的一个或多个肘支架17(还称为“托架”)。肘支架17可包括可单独配置的臂支座,该臂支座沿垂直轴线旋转以调整机器人臂12的基座,以便相对于患者更好地定位。肘支架17还包括柱接口19,该柱接口允许肘支架17沿柱14竖直地平移。

[0073] 在一些实施方案中,柱接口19通过狭槽(诸如狭槽20)连接到柱14,该狭槽定位在柱14的相对侧上以引导肘支架17的竖直平移。狭槽20包含竖直平移接口以将肘支架17相对于机器人系统基座25定位并保持在各种竖直高度处。肘支架17的竖直平移允许机器人系统10调整机器人臂12的范围以满足多种台面高度、患者体形和医师偏好。类似地,肘支架17上的可单独配置的臂支座可允许机器人臂12的机器人臂基座21以多种构型成角度。

[0074] 机器人臂12一般可包括被一系列连杆23分隔的机器人臂基座21和端部执行器22,该一系列连杆由一系列关节24连接,每个关节包括一个或多个独立的致动器207。每个致动

器可包括可独立控制的马达。每个可独立控制的关节24可提供或表示机器人臂可用的独立自由度。在一些实施方案中,该臂12中的每个臂具有七个关节,并且因此提供七个自由度,包括“冗余”自由度。冗余自由度允许机器人臂12使用不同的连杆方位和关节角度将其相应的端部执行器22定位在空间中的特定方位、取向和轨迹处。这允许系统从空间中的期望点定位和导向医疗器械,同时允许医师使臂关节运动到远离患者的临床有利方位,以产生更大的接近,同时避免臂碰撞。

[0075] 机器人系统基座25在地板上平衡柱14、肘支架17和臂12的重量。因此,机器人系统基座25可容纳较重的部件,诸如电子器件、马达、电源以及选择性地使该机器人系统能够移动和/或固定的部件。例如,机器人系统基座25包括允许机器人系统在规程之前容易地围绕房间移动的轮形脚轮28。在到达适当位置之后,可使用轮锁将脚轮28固定,以在规程期间将机器人系统10保持在适当位置。

[0076] 定位在柱14的上端处的控制台16允许用于接收用户输入的用户界面和向医师用户提供术前和术中数据的显示屏(或两用装置,诸如触摸屏26)两者。触摸屏26上的潜在术前数据可包括从术前计算机化断层摄影(CT)扫描导出的术前计划、导航和标测数据和/或来自术前患者面谈的记录。显示器上的术中数据可以包括从工具、传感器提供的光学信息和来自传感器的坐标信息以及重要的患者统计,诸如呼吸、心率和/或脉搏。控制台16可被定位和倾斜成允许医师从柱14的与肘支架17相对的侧面接近控制台。从此位置,医师可在从机器人系统10后面操作控制台16的同时查看控制台16、机器人臂12和患者。如图所示,控制台16还可包括辅助操纵和稳定机器人系统10的手柄27。

[0077] 机器人臂12中的每个机器人臂的端部执行器22可包括器械装置操纵器(IDM),该器械装置操纵器可使用机构转换器接口(MCI)附接。在一些实施方案中,可移除IDM并且替换成不同类型的IDM,例如,第一类型的IDM可操纵内窥镜,而第二类型的IDM可操纵腹腔镜。MCI可包括用于将气动压力、电力、电信号和/或光学信号从机器人臂12传递到IDM的连接器。IDM可被配置为使用包括(例如)直接驱动、谐波驱动、齿轮驱动、皮带和滑轮、磁驱动等的技术操纵诸如窥镜32的医疗器械(例如,外科手术工具/器械)。

[0078] 参考图3,控制系统50可包括各种I/O部件310,这些I/O部件被配置为辅助医师5或其他人执行医疗规程。例如,输入/输出(I/O)部件310可被配置为允许用户输入来控制窥镜32,诸如以在患者13体内导航窥镜32。在一些实施方案中,例如,医师5可向控制系统50和/或机器人系统10提供输入,其中响应于此类输入,可将控制信号发送到机器人系统10以操纵窥镜32。另外如图1所示,控制系统50可包括一个或多个显示装置42以提供关于规程的各种信息。例如,显示器42可提供关于窥镜32的信息。例如,控制系统50可接收由窥镜32捕获的实时图像并经由显示器42显示这些实时图像。另外地或替代地,控制系统50可从与患者13相关联的医疗监测器和/或传感器接收信号(例如,模拟信号、数字信号、电信号、声学/声信号、气动信号、触觉信号、液压信号等),并且显示器42可呈现关于患者13的健康或环境的信息。此类信息可包括经由医疗监测器显示的信息,包括例如与心率(例如,ECG、HRV等)、血压/血率、肌肉生物信号(例如,EMG)、体温、血氧饱和度(例如,SpO₂)、CO₂、脑波(例如,EEG)、环境和/或局部或核心体温等相关的信息。

[0079] 为了促进控制系统50的功能,该控制系统可包括各种部件(有时称为“子系统”)。例如,控制系统50可包括控制电子器件/电路302,以及一个或多个电源/接口308、气动装

置、光源、致动器、数据存储装置304和/或通信接口306。在一些实施方案中,控制系统50包括控制电路,该控制电路包括基于计算机的控制系统,该基于计算机的控制系统被配置为存储在被执行时致使实施与本文描述的功能相关的各种操作的可执行指令。在一些实施方案中,控制系统50是可移动的,而在其他实施方案中,控制系统50是基本上静止的系统。尽管将各种功能和部件讨论为由控制系统50实施,但是此类功能和/或部件中的任一者都可集成到其他系统和/或装置(诸如机器人系统10、台面15等)中和/或由这些其他系统和/或装置执行。

[0080] 进一步参考图1,医疗系统10可提供多种益处,诸如提供引导以辅助医师执行规程(例如,器械跟踪、器械对准信息等),使得医师能够从人体工程学位置执行规程而不需要不方便的手臂运动和/或位置,使得单个医师能够用一个或多个医疗器械执行规程,避免辐射暴露(例如,与荧光镜检查技术相关联的辐射暴露),使得能够在单个操作环境中执行规程,提供连续吸力以更高效地去除物体(例如,去除肾结石)等。例如,医疗系统100可提供指导信息以辅助医师使用各种医疗器械进入目标解剖特征,同时使出血和/或对解剖结构(例如,关键器官、血管等)的损伤最小化。此外,医疗系统100可提供不基于辐射的导航和/或定位技术,以减少医师和患者的辐射暴露和/或减少手术室中的设备的数量。此外,医疗系统100可提供分布在至少控制系统50与机器人系统10之间的功能,该功能能够独立地移动。功能和/或移动的此类分布可使得控制系统50和/或机器人系统10能够放置在对于特定医疗规程最佳的位置处,这可使患者周围的工作区域最大化并且/或者为医师执行规程提供最佳位置。

[0081] 系统100的各种部件可在网络上彼此通信地耦接,该网络可包括无线网络和/或有线网络。示例性网络包括一个或多个个人区域网络(PAN)、局域网(LAN)、广域网(WAN)、互联网区域网络(IAN)、蜂窝网络、互联网等。此外,在一些实施方案中,系统10的各种部件可经由一根或多根支撑电缆、管等进行连接以用于数据通信、流体/气体交换、电力交换等。

[0082] 机器人系统10和/或控制系统50包括特定用户控件246、346,这些特定用户控件可包括任何类型的用户输入(和/或输出)装置或装置接口,诸如一个或多个按钮、键、操纵杆、手持式控制器(例如,视频游戏类型控制器)、计算机鼠标、触控板、跟踪球、控制垫和/或捕获手势和手指姿势的传感器(例如,运动传感器或相机)、触摸屏和/或针对它们的接口/连接器。用户控件246、346分别通信地和/或物理地耦接到控制电路202、302中的至少一些控制电路。

[0083] 在一些实施方案中,用户控件246、346和/或相关联的控制电路被配置为接收用户输入以允许用户控制医疗器械诸如可至少部分地由机器人系统(例如,内窥镜或肾镜)操纵的器械,以使用控件控制器械的远侧端部的俯仰和偏航运动。例如,可将操纵杆上的移动映射到窥镜/装置的远侧端部中的偏航和俯仰运动。在一些实施方案中,用户控件被配置为向用户提供触觉反馈。例如,操纵杆或其他控制机构可振动以指示无效或潜在有问题的输入。在一些实施方案中,控制系统50和/或机器人系统10还可提供视觉反馈(例如,弹出消息)和/或音频反馈(例如,蜂鸣声)以指示与机器人操作相关联的问题。

[0084] 在一些具体实施中,控制电路202/302可使用患者解剖结构的三维(3D)映射图和/或患者的预先确定的计算机模型来控制医疗器械(例如,内窥镜)。例如,控制电路202可被配置为向机器人系统10的机器人臂12提供控制信号以操纵相关器械,以在目标位置、位置

和/或取向/对准下定位该相关器械。对于实施3D映射的实施方案,位置控制模式可能需要对患者解剖结构的充分准确的映射。

[0085] 在一些实施方案中,用户可在不使用电子用户控件的情况下手动地操纵机器人系统10的机器人臂12。例如,在外科手术手术室中的设置期间,用户可移动机器人臂12和/或任何其他医疗器械以提供对患者的期望的进入。机器人系统10可依赖来自用户的力反馈和惯性控制来确定机器人臂12和相关联的器械的适当配置。

[0086] 控制系统50的显示装置42可与用户控件346集成,例如,作为具有用于用户输入的触摸屏的平板计算机装置。显示装置42可被配置为使用集成的显示触摸控件向机器人系统10提供数据和输入命令。显示装置42可被配置为显示图形用户界面,该图形用户界面基于由一个或多个位置传感器提供的信息而示出关于在患者体内和/或系统内操作的各种器械的位置和取向的信息。在一些实施方案中,与医疗器械(例如,内窥镜)相关联的位置传感器可被配置为生成指示位置的信号并且在耦接到该传感器的电线和/或传输器上传输该信号。此类连接性部件可被配置为将位置信息传输到控制台基座51,以便由控制电路302对该位置信息进行处理并且经由显示装置呈现。

[0087] 在图3的示例中,控制系统50被示为推车式系统,其可通过一个或多个轮子312进行移动。然而,控制系统50可实施为集成到另一系统/装置中的固定系统等。尽管图3中示出了控制系统50的特定部件,但应当理解,在根据本公开的实施方案中可包括未示出的附加部件。此外,在一些实施方案中可省略某些示出的部件。尽管在图3的图示中控制电路302被示为单独的部件,但应当理解,控制系统50的任何或所有剩余部件可至少部分地体现在控制电路302中。

[0088] 定位部件314可包括指令和/或控制电路,该指令和/或控制电路被配置为执行一个或多个定位技术以确定和/或跟踪对象(诸如医疗器械)和/或目标解剖特征(例如,乳头)的位置和/或取向。例如,定位部件314可处理输入数据(例如,来自医疗器械的传感器数据、关于患者解剖结构的模型数据、患者的位置数据、术前数据、机器人命令和/或运动学数据等),以生成一个或多个医疗器械的位置/取向数据320。位置/取向数据320可指示一个或多个医疗器械相对于参考系的位置和/或取向。参考系可以是相对于患者解剖结构、已知对象(例如,EM场发生器)、坐标系/坐标空间、在机器人系统/推车上定义的坐标系等的参考系。

[0089] 在一些实施方案中,定位部件314可处理术前数据以确定对象的位置和/或取向。可通过执行计算机断层摄影(CT)扫描(诸如低剂量CT扫描)来生成术前数据(有时称为“映射数据”)。在一些实施方案中,本公开提供了用于基于使用安置在目标解剖结构(例如,患者的肾的盂网络)内的内窥镜电磁传感器记录的电磁场位置数据来确定/生成映射数据的机制。此外,在一些实施方案中,定位部件314可指导基于视觉的技术来确定目标解剖特征的位置和/或取向。例如,医疗器械可配备相机、距离传感器(有时称为“深度传感器”)、雷达装置等,以提供视觉数据形式的传感器数据。

[0090] 定位部件314可指导视觉数据的处理以促进医疗器械的基于视觉的位置跟踪。例如,可结合视觉数据使用术前模型数据,以使得能够对医疗器械(例如,内窥镜)进行基于计算机视觉的跟踪。此外,在一些实施方案中,可执行其他类型的基于视觉的技术来确定对象的位置和/或取向。例如,医疗系统10可被配置为跟踪以确定图像传感器(例如,相机或其他传感器)的运动,并且因此确定与图像传感器相关联的医疗器械的运动。映射数据的使用还

可增强基于视觉的算法或技术。此外,定位部件314可指导光流处理(另一种基于计算机视觉的技术)的使用来分析视觉数据中的视频序列中的图像像素的位移和/或平移,以推断相机移动。光流技术的示例可包括运动检测、对象分割计算、亮度、运动补偿编码、立体视差测量等。

[0091] 在一些实施方案中,定位部件314和控制电路302可使用电磁跟踪来确定对象的位置和/或取向。例如,定位部件314可使用实时EM跟踪来确定医疗器械在坐标系/坐标空间中的实时位置,该坐标系/坐标空间可被配准到患者的解剖结构,该解剖结构可由术前模型或其他模型表示。在EM跟踪中,包括一个或多个传感器线圈的EM传感器(或跟踪器)可嵌入在医疗器械(例如,窥镜、针等)中的一个或多个位置和/或取向。EM传感器可测量由定位在已知位置处的一个或多个静态EM场发生器产生的EM场的变化。由EM传感器检测到的位置信息可被存储为EM数据。定位部件314可处理EM数据以确定对象(诸如医疗器械)的位置和/或取向。可将EM场发生器(或发射器)放置在患者附近(例如,在预定距离内),以产生EM传感器可检测到的低强度磁场。磁场可在EM传感器的传感器线圈中感应小电流,可对该小电流进行分析以确定EM传感器与EM场发生器之间的距离和/或角度。这些距离和/或取向可在手术中“配准”到患者解剖结构(例如,术前模型),以便确定将坐标系中的单个位置与患者解剖结构的术前模型中的位置对准的几何变换。一旦配准,位于医疗器械的一个或多个位置(例如,内窥镜的远侧顶端、针等)中的EM传感器(例如,嵌入式EM跟踪器)可提供穿过患者解剖结构的医疗器械的位置和/或取向的实时指示。

[0092] 在一些实施方案中,定位部件314和控制电路302可组合地使用输入数据。例如,控制电路302可使用概率方法,其中将置信度权重分配给根据多种形式的输入数据确定的位置/取向。为了说明,如果EM数据不可靠(可能存在EM干扰的情况),则EM数据可与相对低的置信度值相关联,并且可依赖于其他形式的输入数据,诸如视觉数据、机器人命令和运动学数据等。

[0093] 目标/轨迹部件316可被配置成确定目标位置在人类解剖结构和/或坐标空间/坐标系内的位置。应当理解,如本公开中描述的“目标”也可作为解剖区域/特征(诸如乳头的表面)的参考。例如,在一些实施方案中,可基于误差源(诸如传感器校准)捕获目标的位置和与目标的位置相关联的不确定性两者。目标位置可表示人体解剖结构和/或坐标空间/坐标系内的点/点集。例如,目标/轨迹部件316可识别坐标系内的目标位置的一个或多个点,识别该一个或多个点的坐标(例如,每个点的X坐标、Y坐标、Z坐标),并将这些坐标与目标位置相关联。在一些实施方案中,目标/轨迹部件316可使用医疗器械的位置和/或取向来确定目标位置的位置。例如,可将窥镜导航到接触目标位置或在与目标位置的接近度内(例如,停放在目标位置的前面)。

[0094] 目标位置可表示人体解剖结构和/或坐标空间/坐标系内的固定点或可移动点。例如,如果乳头初始被指定为目标位置,则可随着规程的进行和乳头的移动,确定和更新目标位置的坐标(例如,由于医疗器械的插入)。在此,可随时间推移跟踪窥镜的位置(其可在与乳头的接近度内),并使用该位置来更新目标位置的坐标。在一些实施方案中,目标/轨迹部件316可估计/确定目标位置(例如,目标解剖特征)的位置。

[0095] 在一些实施方案中,可相对于一个或多个解剖平面/轴线来定义/表示目标轨迹和/或医疗器械的轨迹。例如,轨迹可被定义/表示为相对于冠状平面/矢状平面/横向平面

或另一平面/轴线的角度(例如,20度的头尾角、10度的内外角等)。为了说明,控制系统50可确定医疗器械相对于EM场发生器的姿态和/或目标相对于EM场发生器的位置。控制系统50还可基于机器人运动学来确定EM场发生器相对于机器人系统的姿态。在一些情况下,控制系统50可推断/确定机器人系统与床平行。基于此类信息,控制系统50可确定目标轨迹和/或医疗器械相对于解剖平面的轨迹,诸如床上患者相对于解剖平面的角度。

[0096] 目标/轨迹部件316还可被配置成确定医疗器械或另一对象的目标轨迹。目标轨迹可表示用于进入目标位置和/解剖特征的期望路径。目标轨迹可基于多种信息来确定,诸如:医疗器械(例如,针、窥镜等)的位置、人体解剖结构内的目标位置、患者的位置和/或取向、患者的解剖结构(例如,患者体内器官相对于目标位置的位置)等。例如,目标轨迹可包括从医疗器械的位置和/或患者皮肤上的位置延伸到/穿过患者内的目标位置的位置的线。在示例中,医师可分析人体解剖结构的图像或模型并提供输入以诸如通过在患者的内部解剖结构的图像上绘制线,指定目标轨迹。在一些实施方案中,目标/轨迹部件316可初始计算目标轨迹和/或在整个规程中更新目标轨迹。例如,随着目标位置在规程期间的移动,可由于目标位置的位置变化而更新目标轨迹。在估计目标位置的示例中,目标轨迹可表示到达目标位置的估计路径。

[0097] 用户界面部件318可被配置为促进一个或多个用户界面(也称为“一个或多个图形用户界面(GUI)”)。例如,用户界面部件318可生成表示窥镜和/或针引导界面324的用户界面数据322,该窥镜和/或针引导界面包括一个或多个可视化部以指示医疗器械的取向和/或位置。用户界面部件318可使用关于一个或多个医疗器械的位置/取向数据320、关于目标位置的信息和/或关于目标轨迹的信息,以如接口数据322所示呈现一个或多个指示目标窥镜位置、针轨迹等的视觉特征/图标。此外,此类图标/特征可相对地呈现/表示和/或覆盖在窥镜视觉/图像数据/表示上。例如,针和/或窥镜引导特征可覆盖在窥镜图像窗口上以提供增强的窥镜图像视图/窗口。用户界面部件318可将用户界面数据322或其他数据提供给一个或多个显示器42和/或其他显示器,用于呈现该显示器的显示。

[0098] 一个或多个通信接口306可被配置为与一个或多个装置/传感器/系统通信,诸如通过无线和/或有线网络连接通信。根据本公开的实施方案的网络可包括局域网(LAN)、广域网(WAN)(例如,互联网)、个人局域网(PAN)、体域网(BAN)等。在一些实施方案中,一个或多个通信接口1206可实现无线技术,诸如蓝牙、Wi-Fi、近场通信(NFC)等。

[0099] 尽管图3中未示出,但控制系统50可包括和/或可控制其他部件,诸如一个或多个泵、流量计、阀控件和/或流体进入部件,以便向医疗器械(例如,窥镜)、可通过医疗器械部署的装置等提供受控的冲洗和/或抽吸能力。在一些实施方案中,冲洗和抽吸能力可通过单独的电缆直接递送到医疗器械。在一些实施方案中,控制系统50可通过一个或多个电缆或连接件(未示出)耦接到机器人系统10、工作台15和/或医疗器械(诸如窥镜32和/或针)或其他经皮进入器械(未示出)。

[0100] 图4示出了根据本公开的一个或多个实施方案的安置在患者的泌尿系统的部分中的输尿管镜440。如上文所提及,可实施输尿管镜规程以检查人体输尿管的异常和/或治疗该异常。例如,可实施输尿管镜规程以治疗和/或去除肾结石。此类规程可至少部分地手动地和/或至少部分地使用机器人技术(诸如在图1中示出的机器人系统10)执行来实施。例如,与完全手动的规程相比,将机器人装置和/或系统用于特定内窥镜规程可提供相对较好

的精度、控制和/或协调。在一些实施方案中,窥镜440包括用于部署医疗器械(例如,碎石机、装篮装置、镊子等)、冲洗和/或抽吸到窥镜的远侧端部处的操作区域的工作通道444。

[0101] 窥镜440可以是可铰接的(诸如相对于该窥镜的至少远侧部分),使得可在人体解剖结构内使窥镜转向。在一些实施方案中,窥镜440被配置为以例如五个自由度进行铰接,包括XYZ坐标移动,以及俯仰和偏航。在一些实施方案中,针传感器提供六个自由度,包括X、Y和Z坐标位置,以及俯仰、横滚和偏航。窥镜440的位置传感器可同样相对于该位置传感器产生/提供的位置信息具有类似的自由度。附图示出了根据一些实施方案的窥镜440的多个运动程度。如图4中所示,窥镜440的顶端442可相对于其纵轴线406(还称为“横滚轴线”)定向为零偏转。

[0102] 为了沿顶端442的不同取向捕获图像,机器人系统可被配置为沿正偏航轴线402、负偏航轴线403、正俯仰轴线404、负俯仰轴线405或横滚轴线406偏转顶端442。窥镜442的顶端442或主体445可沿纵轴线406、x轴线408或y轴线409伸长或平移。窥镜440可包括参考结构(未示出)以校准窥镜的位置。例如,机器人系统可测量窥镜440相对于参考结构的偏转。该参考结构可位于例如内窥镜440的近侧端部上,并且可包括键、狭槽或凸缘。该参考结构可联接到第一驱动机构以用于初始校准并且耦接到第二驱动机构以执行外科手术规程。

[0103] 对于机器人具体实施,机器人系统的机器人臂可被配置为/能够被配置为使用细长移动构件来操纵窥镜440。该细长移动构件可包括一根或多根拉线((例如,拉线或推线)、缆线、纤维或柔性轴。例如,机器人臂可被配置为致动耦接到窥镜440的多根拉线以使窥镜440的顶端442偏转。拉线可包括任何合适的或期望的材料,诸如金属和非金属材料,诸如不锈钢、Kevlar、钨、碳纤维等。在一些实施方案中,窥镜440被配置为响应于由细长移动构件施加的力而展现出非线性行为。该非线性行为可基于窥镜的刚度和压缩系数,以及不同的细长移动构件之间的松弛度或刚度的变化性。

[0104] 窥镜(例如,内窥镜/输尿管镜)440可包括管状柔性医疗器械,该管状柔性医疗器械被配置为插入到患者的解剖结构中以捕获该解剖结构的图像。在一些实施方案中,窥镜440可容纳电线和/或光纤以传输去往/来自光学部件和窥镜440的远侧端部442的信号,该远侧端部可包括成像装置448,诸如光学相机。

[0105] 相机/成像装置448可用于捕获内部解剖空间的图像,诸如肾70的目标盏/乳头。窥镜440还可被配置为容纳光纤,以将来自位于近侧的光源(诸如,发光二极管)的光载送到该窥镜的远侧端部442。窥镜440的远侧端部442可包括在使用相机/成像装置时供光源照亮解剖空间的端口。在一些实施方案中,窥镜440被配置为由机器人系统控制,该机器人系统在一个或多个方面类似于在图1和图2中示出的机器人系统10。成像装置可包括光纤、光纤阵列和/或镜头。光学部件与窥镜440的顶端一起移动,使得该窥镜的该顶端的移动导致由成像装置448捕获的图像的变化。

[0106] 对于经皮肾镜取石术(PCNL)规程,通过患者的皮肤和中间组织进入目标盏。一般来讲,对肾的盏的优选进入是通过软组织乳头结构,其中通过此类组织进入一般可与出血和/或其他并发症的降低的风险相关联。在针通过乳头结构插入的情况下,除了免于出血之外,此类路径可提供对肾的互连内部通道(例如,盏)的完全进入。

[0107] 尽管PCNL表示用于治疗较大的肾结石的相对有效的方法,但许多医师部分地由于难以准确地瞄准目标乳头/盏而选择其他规程。更具体地,执行PCNL涉及使用针通过患者的

肋腹获得对肾的目标盏的经皮进入。此步骤对于规程的最终成功可被认为是极其重要的，因为医师必须选择到肾的针路径，该针路径不会横穿周围的器官并且还允许刚性器械到达和治疗尿结石。如果医师无法有效地进行，则他们会承受导致内脏或胸膜损伤或不能完全治疗结石的风险。由于这些挑战，与在合适的患者位置(例如，修改后的仰卧位置)处获得经皮针进入以执行PCNL相关联的学习曲线非常高。

[0108] 在一些规程中，医师研究患者的术前计算机断层扫描(CT)图像以确定尿结石的位置、周围器官和骨性结构的位置，并且检查盏的形态测定。利用此知识，医师可在心里生成经皮针路径的术前计划。通常，医师必须识别进行穿刺以容纳刚性器械的后盏。具体地，后盏一般提供进入肾盂的相对笔直的途径。医师必须尝试通过乳头将针插入肾中，以避免损坏肾脉管系统并引起出血。在规程进行时，医师在一些规程中依赖于荧光镜检查或超声，以引导针与目标盏的对准和插入。然而，与此类成像技术相关联的分辨率和解译难题可导致令人满意地执行针穿刺的难度相对较高。因此，提供对诸如乳头和盏的目标解剖特征的改进的跟踪和可视化的本公开的实施方案可提高操作结果，并且与其他PCNL方法相比对更多的医师有吸引力。

[0109] 在一些实施方案中，医疗器械(例如，窥镜)440包括传感器，该传感器被配置为生成传感器位置数据和/或将传感器位置数据发送到另一装置。传感器位置数据可指示医疗器械440(例如，其远侧端部442)的位置和/或取向，以及/或者可用于确定/推断该医疗器械的位置/取向。例如，传感器(有时称为“位置传感器”)可包括具有导电材料线圈或天线的其他形式/实施方案的电磁(EM)传感器。

[0110] 图4示出了EM场发生器415，该EM场发生器被配置为广播EM场90，由医疗器械上的EM传感器检测该EM场。磁场90可在EM位置传感器的线圈中感应出小电流，可对该小电流进行分析以确定EM传感器与EM场发生器415之间的距离和/或角度/取向。此外，医疗器械/窥镜440可包括其他类型的传感器，诸如形状感测光纤、加速度计、陀螺仪、基于卫星的定位传感器(例如，全球定位系统(GPS)传感器)、射频收发器等。在一些实施方案中，医疗器械上的传感器可向控制系统提供传感器数据，该传感器数据然后用于确定医疗器械的位置和/或取向。在一些实施方案中，位置传感器定位在医疗器械440的远侧端部442上，而在其他实施方案中，该传感器定位在医疗器械上的另一位置处。可将输尿管镜驱动到接近目标乳头的位置。

[0111] 在一些具体实施中，如在下文进一步详细地描述，可将输尿管镜440的远侧端部前移以接触目标解剖特征(例如，乳头)。在与窥镜440的远侧端部相关联的位置传感器接触和/或接近目标解剖特征的情况下，可将窥镜440的远侧端部的位置记录为经皮进入器械(例如，针)可被引导通过乳头进入目标盏的目标经皮进入位置。

[0112] 本公开的特定实施方案有利地辅助使医师自动化和引导医师经过用于获得对目标解剖特征的经皮进入的过程。例如，可一起使用电磁定位和窥镜图像以引导将针插入患者体内。此解决方案可允许非专家医师在例如修改后的仰卧位置获得对肾的进入并且能够执行PCNL。

[0113] 本公开的特定实施方案涉及对目标治疗部位(诸如肾中的目标位置)的位置传感器引导式经皮进入。例如，在窥镜440装配有一个或多个电磁传感器并且肾镜进入针也包括一个或多个电磁传感器并且此类传感器经受由场发生器415产生的电磁场90的情况下，相

关联的系统控制电路可被配置为检测和跟踪这些电磁传感器的位置。在一些实施方案中，输尿管镜440的顶端在用户插入经皮进入针时充当引导信标。此类解决方案可允许用户从多种途径命中目标，从而避免需要依赖于荧光检查或超声成像模态。

[0114] 在一些实施方案中，与窥镜440相关联的控制系统(在图4中未示出)被配置为实施定位(localization/positioning)技术以确定和/或跟踪医疗器械诸如窥镜440和/或经皮进入针(未示出)的位置(location/position)。在一些示例中，如上所述，EM场发生器415被配置为在患者的环境内提供EM场90。窥镜440和/或经皮进入针可包括EM传感器，该EM传感器被配置为检测EM信号并将关于检测到的EM信号的传感器数据发送到控制系统。该控制系统可分析该传感器数据以确定窥镜440的位置和/或取向(例如，EM传感器与EM场发生器415之间的距离和/或角度/取向)。替代地或另外地，在一些示例中，控制系统可使用其他技术来确定窥镜440的位置和/或取向。例如，窥镜440(和/或针)可包括形状感测光纤、加速度计、陀螺仪、加速度计、基于卫星的定位传感器(例如，全球定位系统(GPS))、射频收发器等。该控制系统可从窥镜440接收传感器数据并确定该窥镜的位置和/或取向。在一些实施方案中，该控制系统可相对于患者的坐标系和/或解剖结构实时跟踪窥镜440的位置和/或取向。

[0115] 窥镜440可以是能够基于用户输入或自动地以任何合适或期望的方式控制的。控件411、412提供可用于接收用户输入的示例。在一些实施方案中，窥镜440的控件位于该窥镜的近侧手柄上，当输尿管镜的取向改变时，该近侧手柄在一些规程姿势/位置中可能相对难以抓握。在一些实施方案中，如在图像412中，使用双手控制器控制窥镜440。尽管控制器411、412被示出为手持式控制器，但是可使用任何类型的I/O装置(诸如触摸屏/垫、鼠标、键盘、麦克风等)接收用户输入。

[0116] 图5(以部分5-1和5-2表示)是示出根据本公开的一个或多个实施方案的用于进入患者的目标盏或其他器官的过程500的流程图。图6(以部分6-1和6-2表示)示出了根据一个或多个实施方案的对应于与图5的过程相关联的各种框、状态和/或操作的特定图像。过程500可涉及经皮进入肾70以去除肾结石(例如，PCNL)。对于抽取经由输尿管镜去除是不切实际的或不期望的充分大的结石，此类经皮进入可以是期望的。例如，结石的直径可大于2cm，而特定输尿管镜具有可借以去除结石或碎片的直径为约1.2mm的工作通道。尽管在许多情况下将结石破裂为较小的碎片以经由输尿管镜检查进行去除是行之有效的，但研究已经表明，残留的结石碎屑常常是新结石形成源，从而需要将来的类似治疗。本文描述的过程虽然在输尿管镜的背景下进行了描述，但可应用于利用位置传感器(例如，电磁场传感器)和/或相机来跟踪诸如乳头或尿结石的目标解剖特征的任何其他类型的外科规程。

[0117] 在框502处，过程500涉及使用输尿管镜540通过患者的输尿管进入肾，如上文所描述。具体地，框502的操作可涉及将窥镜540前移通过输尿管63，经过肾盂71，并且进入一个或多个盏处的区域或接近一个或多个盏的区域。

[0118] 在框504处，过程500涉及使用与内窥镜的远侧端部542相关联的图像捕获装置(例如，相机)来定位待治疗的患者的肾结石580。例如，作为过程500的目的，可至少部分地抽取肾结石580。

[0119] 在框506处，过程500涉及识别暴露于目标盏575内的目标乳头579，可通过该目标盏实现对肾结石580的进入。识别目标乳头579对于产生可经由经皮进入来进入肾结石580所通过的可行道可以是重要的。例如，可能需要确定适合于通过相对刚性的肾镜进入的角

度,以便进入可到达肾结石580所通过的盏(例如,肾小盏575)。在一些具体实施中,可能期望或需要通过后盏到达肾结石580,以便提供对输尿管肾盂结点71的充分笔直的进入。一般来讲,目标肾小盏可被认为是相对小的目标。例如,这种盏的直径可以是大约5mm至8mm。因此,精确的瞄准可能是关键的,以便有效地抽取肾结石。

[0120] 实现针/肾镜对目标盏575的进入所通过的路径可有利地尽可能直,以便避免碰到在与针/肾镜可穿过其定位的乳头579相关联的肾锥体576周围的血管。此外,患者的各种关键解剖结构的位置可能需要导航穿过患者的组织/解剖结构的受约束窗。例如,在第12根肋骨下方的下极盏可提供避开肺胸膜的合适的进入。此外,进入路径可有利地在后腋线的内侧(例如,在第12根肋骨的顶端下方大约1cm以及在该顶端内侧1cm),以避免结肠和/或椎旁肌。另外,该进入路径可有利地避免紧密接近肋骨,以避免肋间神经。此外,通过瞄准在盏575的轴向中心的区域中的入口,在一些情况下可避开大动脉和/或其他血管。

[0121] 在框508处,过程500涉及标识/记录暴露于目标盏579内的乳头579的位置,可通过该目标盏实现期望的进入。例如,可在三维空间诸如电磁场空间或机器人空间(例如,坐标系)中表示/识别位置信息/数据。

[0122] 为了记录乳头579的位置,可将窥镜540前移以物理地触摸/接触目标乳头579,如所前移的窥镜顶端543所示,窥镜540和/或操作员可结合此将此类接触位置识别和/或以其他方式指示为目标位置。在一些具体实施中,与输尿管镜的远侧端部/顶端542相关联的电磁信标或其他传感器装置可指示目标位置,从而配准电磁场空间中的目标位置。在接触/触摸乳头579并记录位置之后,可缩回窥镜的端部542,并且以某种方式测量此类缩回的深度。在一些具体实施中,可通过监测一般在进行接触时会被遮挡/变黑的由此生成的相机图像而向操作员告知窥镜540的远侧端部543已经接触乳头579。在一些具体实施中,用户输入装置(例如,侧接)可用于向系统告知已经与目标解剖特征接触。

[0123] 在框510处,过程500涉及将医疗器械550(诸如针)经皮引入患者体内。例如,在一些具体实施中,可经由患者的肋腹进行此类进入。在框512处,过程500涉及将经皮前移的医疗器械550引导向目标位置以最终横穿目标乳头579并且穿过该目标乳头进入目标盏575。

[0124] 在一些实施方案中,可通过窥镜540的相机提供针550的顶端进入目标盏575的视觉确认。例如,如上文所描述,窥镜540可从目标位置后退,从而提供包括盏575内的乳头579的视野,使得针550的顶端在穿过乳头579的表面突出时可看到该顶端。

[0125] 在记录了目标位置的情况下,经皮插入的医疗器械(例如,针550)可被引导向所记录的位置。然而,在此类记录的位置是静态的情况下,在记录目标位置之后发生的解剖运动可能导致该目标位置未准确地反映与期望进入所通过的目标解剖特征相关联的实时位置。例如,将针550插入患者体内的动作可能导致目标器官(例如,肾70)周围的特定解剖结构和/或目标器官本身以某种方式迁移和/或变形/畸形,从而使目标解剖特征(例如,乳头579)呈现与在记录目标进入位置时不同的位置/形状。关于肾规程,输尿管镜540可固定到肾盂71的位置,使得肾70相对于输尿管镜的变形和/或运动可能导致此类目标位置损坏。因此,一旦将解剖运动引入系统中,就无法准确地跟踪乳头579。

[0126] 一旦针已进入盏575,就可为针550更换更大直径的装置以提供用于去除结石的更大端口。在一些具体实施中,针550包括管心针和套管。在针顶端前移到盏575中的情况下,可去除管心针,从而留下套管形成到肾结石位置的开放端口。通过该套管,可放置导丝并将

该导丝用于执行去除结石580的过程的剩余部分。例如,可使用该导丝沿该导丝传递无气球囊或扩张器。可使该球囊或扩张器膨胀以产生大到足以将中空抽吸管(诸如肾盂引流管)直接引入到盂575中的端口。此时,可将肾镜或许多其他器械中的任一器械引入到抽吸管中以辅助去除结石580。例如,可使用碎石机、激光、超声、篮、抓手、引流管等去除结石或其碎片,和/或可沿抽吸管部署诸如肾造口术导管的引流管以减小肾内压力。此类功能的任何组合可体现于肾镜(未示出)和/或输尿管镜540中。

[0127] 目标定位

[0128] 本公开的各个方面涉及用于结合医疗规程的目标(例如,目标解剖特征)定位的系统、装置和方法。具体地,根据本公开的目标定位可涉及各种步骤和/或功能,包括使用内窥镜(例如,输尿管镜)记录/标识目标解剖特征(例如,乳头)的位置,确定/配准目标解剖特征与内窥镜(例如,与其相关联的位置传感器)之间的位置偏移/平移,以用于以下目的:基于与目标解剖特征不物理接触的内窥镜的位置来确定目标解剖特征的位置,以及/或者基于与输尿管镜相关联的电磁传感器和/或相机数据来动态地更新与目标解剖特征相关联的目标位置。如所描述,可配准/记录静态位置标志以识别与目标解剖特征/界标相关联的目标位置。在一些实施方案中,本公开提供了用于鉴于特定目标定位技术而至少部分地基于静态位置标志来引导和/或自动化内窥镜和/或经皮进入器械的系统、装置和方法。根据本公开的实施方案的目标定位可应用于任何类型的机器人内窥镜规程。

[0129] 图7是示出根据一个或多个实施方案的用于定位目标解剖特征的过程700的流程图。通常,可实施目标定位以定位目标解剖特征(例如,乳头)相对于输尿管镜的位置。目标位置可相对于电磁场发生器/空间、机器人坐标系和/或由例如肾映射限定的解剖坐标系进行记录/保存。在框710处,过程700涉及将医疗器械(诸如窥镜(例如,输尿管镜))前移到治疗部位,诸如至少部分地安置在目标器官内的内腔或腔室。例如,框710的操作可涉及将医疗器械前移到患者的肾的目标盂。

[0130] 如上文所提及,根据本公开的方面的机器人内窥镜引导式经皮进入可利用相对于目标解剖特征的目标定位技术以引导/确定用于进入目标解剖特征/部位的经皮进入路径。例如,可实施与医疗器械的远侧端部(例如,窥镜)和/或经皮进入器械(例如,针)相关联的位置跟踪机构/传感器,以便指导医师/技术人员将经皮进入器械与治疗部位(例如,目标盂)对准。如通过本公开的方面实现的准确、实时目标定位/跟踪可实现对治疗部位的相对精确的单棍进入。

[0131] 在框720处,过程700涉及确定目标解剖特征的位置。例如,确定目标解剖特征的位置可以任何合适或期望的方式执行,诸如使用至少部分基于接触的位置确定子过程722或者至少部分基于图像的位置确定子过程721,下面分别结合框724和723来描述这些子过程。

[0132] 关于特定基于接触的位置确定过程,在框722处,过程700涉及使用医疗器械的远侧端部接触治疗部位中的目标解剖特征。例如,该医疗器械可包括传感器装置,诸如电磁传感器/信标,该电磁传感器/信标可指示医疗器械的远侧端部的位置,并且因此,在该医疗器械的远侧端部抵靠着和/或邻近于目标解剖特征而安置的情况下,可依赖此类位置读数来指示目标解剖特征的当前位置。当实施图像处理方法来提供目标的3D位置(location/position)时,可能不需要基于接触的位置确定。例如,在框723处,过程700涉及使用来自内窥镜相机的图像数据输入来确定目标解剖特征的位置。

[0133] 过程700进行至子过程730,该子过程可涉及在手术时期内沿目标解剖特征的方向在进入路径上/沿进入路径前移经皮进入器械(诸如针等)的同时跟踪/定位目标解剖特征。在一些具体实施中,电磁(EM)位置感测技术用于跟踪/定位目标解剖特征。例如,如上文所描述,目标解剖特征(例如,乳头)可在一个或多个位置/区域处与窥镜的远侧端部部分接触,其中可基于在该处相对于窥镜的位置来确定目标特征(例如,漏斗轴线)的局部位置和取向。在一些实施方案中,如下文关于图15至图17所详细描述,可基于来自EM传感器数据的多个记录位置来生成目标部位(例如,目标盏/乳头和相关联的漏斗)的映射。

[0134] 可通过各种方式实施子过程730。例如,如子过程732处所示,可实施实况直读式器械(例如,窥镜)瞄准/跟踪以提供对目标解剖特征的手术跟踪。例如,在整个相关手术时期内,可维持医疗器械的远侧端部与目标解剖特征接触(框734),使得由医疗器械指示的位置传感器数据可提供目标解剖特征的实时准确位置。因此,如框736处所示,可瞄准医疗器械的实况位置以提供期望的经皮进入路径。然而,在医疗器械的远侧端部与目标解剖特征紧密接近/接触的情况下,由于特征本身在相机的视野中阻挡目标解剖特征,对目标解剖特征的实时可视化可能是无法实现的或不够清晰的。也就是说,与局部器械相关联的相机可被大部分目标解剖特征充分阻挡或遮挡,从而阻止医师/用户对经皮进入器械(例如,针)穿透目标解剖特征进行视觉确认。

[0135] 示出用于跟踪目标解剖特征同时仍然在经皮进入器械逼近期间维持目标解剖特征的清晰视觉的替代性子过程731。子过程731涉及使用窥镜的位置与目标解剖特征的位置之间的所确定的位置偏移/平移来定位目标解剖特征,并且通过将该偏移/平移应用于窥镜的当前位置来确定目标解剖特征的实况/当前位置。

[0136] 在框733处,子过程731可涉及记录与和上文描述的框720的操作结合实施的与目标解剖特征的接触相关联的目标特征接触位置的所确定的位置。作为示例,用户可通过以某种方式标识/配准目标解剖特征的暴露面(例如,暴露于目标盏内的乳头面)的位置来提供输入以向相关控制/医疗系统通知目标解剖特征的特征接触位置。此类标识可通过以某种方式提供用户输入来实施,或者可基于感知的组织接触等而是基本上自动的。位置数据可在如本文所示出和所描述的特定控制电路的易失性和/或非易失性数据存储中捕获。

[0137] 在确定目标解剖特征的位置(location/position)之后,窥镜可以使得其面向目标解剖特征(例如,乳头)的方式缩回和/或停放,以提供该目标解剖特征的可视化,如框735所示。可借助于在相机视图界面窗口上或周围/附近呈现的特定窥镜引导特征/覆盖来执行此类停放,在下文关于图9至图13详细描述。

[0138] 代替继续维持医疗器械(例如,窥镜)与目标解剖特征接触/接近以提供与子过程732一样的实况操作跟踪,子过程731可涉及基于在停放窥镜的位置/取向与目标解剖特征的位置/取向之间的确定位置偏移/平移来确定目标解剖特征的位置。当停放窥镜时,可使窥镜缩回到距目标解剖特征一定距离的地方(例如,沿近侧方向),从而允许医疗器械清楚地捕获与其相关联的相机的视野中的目标解剖特征。例如,在一些具体实施中,当医疗器械已经停放在远离目标解剖特征的期望距离处时,医师/用户可通过某种方式告知系统。

[0139] 通过澄清的方式,应当注意,子过程731、732表示子过程730的替代性具体实施。也就是说,过程700可大体上涉及子过程732或子过程731而不是两者的具体实施。

[0140] 在一些情况下,可假设在窥镜保持在目标盏内部的情况下,乳头-窥镜偏移/平移

一般随时间推移而保留。在目标解剖特征相对于窥镜位置传感器不存在相对移动的情况下,可基于所确定的当前窥镜位置连续地更新目标位置。可使用与窥镜缩回/再取向相关联而收集的位置数据(例如,EM数据)来确定乳头位置/取向相对于窥镜的偏移/平移。例如,根据一个用例,窥镜的缩回/定位可在乳头前面大约5mm并且向左2mm。此类位置偏移可用于确定目标相对于窥镜的当前位置的位置。平移/偏移信息还可并入取向信息,该取向信息可以任何合适或期望的方式启用。在目标解剖特征与窥镜之间发生相对移动的情况下,所确定的偏移/平移可能变得不可靠。在一些具体实施中,当窥镜与目标解剖特征之间的相对位置/取向发生改变时,可实施相对移动补偿以补偿和/或调整偏移/平移。

[0141] 子过程731可包括或不包括接触724步骤和缩回735步骤,其中用户物理地接触目标乳头位置并缩回窥镜以在窥镜的视野中示出乳头。例如,在结合框720实施基于图像的标识721的情况下,可能不需要物理地接触目标解剖特征以确定其位置/定位。而是,可使用目标识别机制基于由窥镜/器械的一个或多个相机捕获/生成的图像数据来确定位置/定位。例如,在一些实施方案中,使用多个图像/视觉和/或位置(例如,EM)数据帧来识别和跟踪目标。在下文结合图18描述此类目标位置确定的示例。在一些具体实施中,通过从两个不同位置和/或比对观察目标解剖特征(例如,乳头),可相对于三维空间估计/确定目标位置,如下文关于图18所描述。

[0142] 在框739处,子过程731涉及使用经皮进入器械瞄准目标解剖特征的跟踪位置。例如,可在经皮进入器械的目标位置处使用治疗部位的实时图像中的识别的乳头形状或形态的质心。在框740处,过程700涉及对目标解剖特征进行穿刺,其中相对于子过程732没有对目标解剖特征进行视觉确认,或者根据子过程731进行视觉确认,这取决于过程700的特定具体实施。

[0143] 结合本公开的实施方案而使用的各种位置传感器,诸如用于在框733处确定/记录特征接触位置或在框736处瞄准实况器械位置的位置传感器,可以是任何类型的位置传感器。作为示例,此类传感器可以是电磁(EM)传感器/探针。关于窥镜,该位置传感器可与其顶端附接或集成、在该顶端的近侧。替代地,传感器可包括线圈,该线圈连接到延伸了窥镜长度的电线,该线圈连接到外部控制电路系统,该外部控制电路系统被配置为解译在该线圈处生成的电信号并且沿该电线传输。可结合本公开的实施方案实施的位置传感器装置的类型示例包括(但不限于)加速度计、陀螺仪、磁力计、光纤形状感测(例如,经由布拉格光栅、瑞利散射、干涉测量或相关技术)等。根据具体实施,对诸如CT扫描的单独形态的患者影像的配准可能需要或可能不需要提供用于在患者体内定位尿结石的参考系。

[0144] 关于EM型传感器,诸如线圈或其他天线,此类传感器装置可被配置为在EM传感器在场内(例如,在肾内)移动时检测EM场的变化。因此,使用被配置为发射由EM传感器拾取和/或影响的EM场的一个或多个EM发生器来实施特定实施方案。可以任何合适或期望的方式调制EM发生器,使得当它们发射的场由EM传感器捕获/影响并且由适当的控制电路处理时,来自不同EM发生器的信号可分离以提供位置信息的附加维度/自由度。EM发生器可在时间上或在频率上经过调制,并且可使用正交调制,使得每个信号尽管有可能在时间上重叠也可与每个其他信号完全分离。此外,单独的EM发生器可在笛卡尔空间中以非零非正交角度相对于彼此定向,使得EM传感器的取向的变化将导致EM传感器在任何时刻从EM发生器中的至少一个EM发生器接收至少某一信号。

[0145] 进一步参考图7的框733处的对特征接触位置的记录,可将EM位置数据配准到使用除了EM(或用于捕获对准传感器数据的任何机制)之外的不同技术(诸如CT扫描)捕获的患者的图像,以便为EM数据建立参考系/空间。除了窥镜之外,经皮进入针可包括一个或多个位置/对准传感器,诸如EM传感器。可与如上文所描述的窥镜位置数据类似地接收和处理从针EM传感器接收的位置/对准数据。应当理解,本文描述的各种过程可完全或部分手动地执行和/或完全或部分使用机器人来执行。

[0146] 本文公开的过程可结合除了肾结石去除手术之外的规程来实施,诸如胆囊结石去除、肺(肺部/经胸腔)肿瘤活检等。一般来讲,可通过使用根据本公开的实施方案的被配置为捕获图像数据以便使用神经网络处理进行特征识别和跟踪的内窥镜来执行任何类型的经皮规程。附加的示例包括胃手术、食道手术和肺手术等。此外,将要去除的物体不一定需要是尿结石,它们可以是任何物体,诸如外来物或在人体内产生的物体。

[0147] 过程700可被实施为至少部分地基于从目标解剖特征确定窥镜偏移/平移来定位目标解剖特征,如可结合本文公开的实施方案中的任一实施方案所实施的。结合在输尿管镜的远侧端部部分中的电磁传感器可具有任何合适或期望的形式和/或配置,包括一个或多个导体线圈、环、圆柱体等,其中由此类导电元件引起的广播电磁场中的局部失真可提供与其位置有关的信息。

[0148] 使用电磁定位系统,包括电磁场发生器和一个或多个电磁传感器/信标,可跟踪乳头的当前位置以促进经皮进入器械(例如,针)实时瞄准乳头。例如,可基于电磁传感器数据,诸如和与内窥镜的远侧端部相关联的一个或多个传感器/信标有关的实时电磁传感器数据,实时更新乳头的瞄准位置。在一些具体实施中,即使在不存在实时视觉确认和/或与窥镜和目标解剖特征相关联的其他图像数据的情况下,可依赖窥镜的位置和/或取向以确定目标解剖特征的实时跟踪位置。

[0149] 内窥镜和目标特征位置平移

[0150] 图8示出了根据一个或多个实施方案的安置在目标盏812内的用于目标定位的窥镜装置840。可实施特定过程以确定和/或维持在所记录的乳头接触位置801与内窥镜840的远侧端部847的当前位置之间的已知偏移 $P_{\text{偏移}}$ 。窥镜840的位置传感器/信标可被配置为提供指示相对于窥镜840的位置的具有五个或六个自由度(DOF)的传感器数据。例如,线圈或其他类型的传感器装置可具有圆柱形类型的形状,或允许三维位置数据以及偏航和/或俯仰数据的任何其他形状。在一些实施方案中,位置传感器/信标不提供横滚信息,诸如在包括具有五个DOF的传感器的实施方案中。在一些实施方案中,多个具有五个DOF的传感器可相对于彼此以相对轴向角度进行使用/组合和安置,其中基于此类位置传感器/信标提供/生成的组合数据可限定能够用于构造六个DOF以提供窥镜横滚信息的平面。

[0151] 在一些具体实施中,可在窥镜偏移确定/维护过程的至少一部分期间对患者执行呼吸保持,这可允许执行此类操作而不需要与肺循环相关联的解剖运动。例如,可在该过程的至少标识和缩回部分期间对患者进行呼吸保持。在一些具体实施中,如果假设在确定偏移之后经历的任何解剖运动可以类似的方式影响停放的内窥镜和目标解剖特征(例如,乳头),则可能不需要实时更新所确定的平移 $P_{\text{偏移}}$,使得两个位置之间的变换/平移能够被假设为基本上恒定的,而与解剖运动和/或其他因素无关。

[0152] 在停放窥镜的端部847与先前记录的乳头接触位置801之间的相对变换 $P_{\text{偏移}}$ 的确定

可使用严格的电磁位置传感器数据来确定,或者可使用如本文所描述的图像处理来确定。例如,窥镜相机相对于电磁场空间的校准可允许视觉确定接触位置801与缩回位置847之间的距离和/或位置变化。

[0153] 窥镜的位置841与窥镜的位置840之间的缩回路径808可以是线性的或可以不是线性的。在一些具体实施中,诸如相对于下极目标盏/乳头,缩回路径可至少部分地呈弧形。因此,平移 $P_{\text{偏移}}$ 不仅可相对于直线距离进行确定,还可结合窥镜取向和/或其他位置相关参数进行确定。因此,平移 $P_{\text{偏移}}$ 在一些具体实施中可被认为是六个自由度的平移/变换。此类平移确定可至少部分地考虑其中目标盏812和/或相关联的漏斗可能具有中心轴线/质心的情况,该中心轴线/质心不一定与由窥镜840获得的缩回路径对准。因此,可能期望相对于六个或更多个自由度的平移以产生充分地表示位置801与位置847之间的位置偏移 $P_{\text{偏移}}$ 的映射平移/变换。

[0154] 在一些具体实施中,可收集特定图像数据并用于识别目标解剖特征。例如,本公开的系统、装置和方法可提供在实时内窥镜图像中对目标解剖特征的识别,其中识别图像中的目标解剖特征可促成特定响应动作。例如,通信地耦接到机器人内窥镜和/或经皮进入装置的控制电路可被配置为跟踪目标特征的移动并采取动作,诸如铰接内窥镜的一个或多个部分(例如,远侧端部部分847)或调整目标位置数据。例如,该控制电路可被配置为使内窥镜铰接以便使目标位置/点居中位于内窥镜相机的界面和/或图像场的视野中心处或附近,以及/或者维持窥镜与目标解剖特征之间的期望位置偏移(例如, $P_{\text{偏移}}$)。

[0155] 通过利用机器人辅助式经皮进入,医师可能够执行操作目标进入和治疗。此外,根据在下文更详细地描述的本公开的方面,可利用自动目标识别和跟踪来进一步辅助经皮进入,可依赖此来准确地维持用于经皮进入引导的目标位置。根据本公开的方面的由窥镜实现的目标跟踪引导的皮肤进入可以是相对不技能密集型的。在一些具体实施中,单个操作员或机器人系统可执行该过程。此外,可避免对荧光镜检查的需要。

[0156] 窥镜偏移/停放引导

[0157] 如上文所描述,本公开的发明特征可用于基于内窥镜/输尿管镜的瞄准,以用于经皮肾进入,其中配备电磁信标/传感器的输尿管镜和/或配备电磁信标/传感器的经皮进入器械(例如,针)用于通过目标乳头并进入目标盏获得经皮肾进入。关于目标瞄准规程,经皮进入到目标位置/部位的功效,诸如进入其中停放窥镜的目标盏的功效,可取决于医师/技术人员相对于目标盏/乳头停放窥镜远侧端部的位置。具体地,如根据本公开的实施方案所描述的内窥镜/输尿管镜的远侧端部的停放可涉及输尿管镜的远侧端部相对于目标乳头的位置和/或前进方向,通过目标乳头进行经皮进入。为了向本文公开的各种窥镜停放特征提供进一步的上下文,下文描述了与内窥镜停放有关的特定外科系统和环境。

[0158] 图9示出了根据一个或多个实施方案的被布置成促进在患者体内导航窥镜的机器人医疗系统900。例如,医师5可将内窥镜92连接到机器人系统10的机器人臂12(c),以及/或者将窥镜92至少部分地定位在医疗器械(例如,导管/护套)和/或患者13体内。窥镜92可在任何时间连接到机器人臂112(c),诸如在规程之前或在规程期间(例如,在定位机器人系统10之后)。然后,医师5可与控制系统50(诸如与I/O装置46)交互,以在患者13体内导航窥镜92。例如,医师5可经由I/O装置46提供输入,以控制机器人臂112(c)来导航窥镜92通过尿道65、膀胱60、输尿管63,并直至肾70。

[0159] 如图所示,控制系统50可经由显示器42呈现包括一个或多个窥镜引导界面950的屏幕910,以查看由窥镜92捕获的实时相机图像/视图952,从而辅助医师5控制窥镜92。医师5可导航窥镜92以定位例如肾结石、目标解剖特征等。在一些实施方案中,控制系统50可被配置为实施特定定位技术以确定窥镜92的位置和/或取向,这可由医师5通过显示器42进行观察,从而也有助于控制窥镜92。此外,在一些实施方案中,可通过显示器42呈现其他类型的信息,以辅助医师5控制窥镜92,诸如患者13的内部解剖结构的X射线图像。

[0160] 医师5可使用控件46来驱动窥镜92以找到/识别肾结石908或被瞄准的其他人为现象以用于去除/治疗。医师5还可驱动窥镜以定位目标乳头并占据期望的停放位置。此类窥镜驱动可至少部分地由窥镜引导界面950的窥镜停放引导特征954引导,在下文详细描述该窥镜引导界面。

[0161] 图10A和图10B示出了根据一个或多个实施方案的肾解剖结构,其中输尿管镜停放在各种位置处。图10A示出了安置在肾1010的输尿管63、肾盂71和/或盏(例如,肾大盏和/或肾小盏)内的输尿管镜1040。例如,操作员/医师可将窥镜1040驱动到盏1012,并且使用与窥镜1040的远侧端部/顶端相关联的电磁信标作为可引导经皮进入器械(例如,针)的目标。在一些实施方案中,窥镜1040用于配准目标乳头1079的位置,在将窥镜1040缩回一定量之后将其停放在距乳头1079一定距离的地方以提供窥镜的期望位置,以用于使用窥镜1040的相机对经皮进入进行可视化。在一些具体实施中,可基于窥镜1040相对于目标乳头1079或其他解剖特征的已知偏移距离、取向和/或位置来确定由经皮进入器械(未示出)瞄准的目标位置。因此,如本文所描述,本文公开的功能能够促进可实施和依赖以用于动态瞄准目的的窥镜装置的适当/期望停放。

[0162] 关于盏的经皮进入(诸如可实施以便达到/治疗肾结石的盏),通过肾锥体1057/乳头1079的进入可能是必要的或期望的,以便在没有过度出血的情况下进入目标盏1012。此外,通过乳头1079的进入可提供对肾1010的盏网络的完全进入。

[0163] 目标盏1012包围乳头1079(即,肾锥体尖端;为了清楚起见,在图10A和图10B中以虚线形式示出),通过该乳头可获得对目标盏1012的适当经皮进入。通常,窥镜1040的远侧顶端/端部处或附近的一个或多个点可用作经皮进入的目标。例如,如上文所描述,窥镜1040的远侧顶端/端部可具有与其相关联的一个或多个电磁传感器或信标,以用于确定该窥镜在电磁场中的位置/取向。图10A的图解示出了窥镜1040的远侧端部的三个不同的可能的示例性停放位置(1042、1044、1046)。图10A还示出了与每个窥镜停放位置相关联的相应同轴轨迹(1002、1004、1006)。此类轨迹可基于与窥镜停放位置中的每个位置有关的导出位置和/或取向/对准信息定来确定,并且这些轨迹可表示可能的路径,沿这些可能的路径可引导/实现经皮肾进入。

[0164] 图10A示出了停放位置1046,其中窥镜1040的远侧端部一般与目标盏1012和/或相关联的漏斗的中心轴线1006对准。图10A还示出了另一停放位置1042,其中窥镜1040的远侧端部被定位成不期望远离乳头1079的距离为 d_2 的远处,以及/或者未与目标盏1012和/或相关的漏斗的中心轴线对准。例如,如轨迹1002所示,停放位置1042一般可产生不以乳头1079和/或相关联的肾锥体为中心的目标轨迹1002。图10还示出了未与目标盏1012、乳头1079和/或相关联的漏斗的轴线对准的另一停放位置1044。

[0165] 图10B示出了与所示出的示例性窥镜停放位置中的每个位置对应的最小道经皮进

入路径。具体地,图10示出了与停放位置1042相关联的最小道路径1001,其中窥镜1040不期望远离目标乳头1079停放和/或未与该目标乳头的中心对准。图10B还示出了与未对准的停放位置1044相关联的最小道路径1005。与停放位置1046相关联的进入路径1003一般可与盥1012的中心区域对准。基于图10A和图10B所示的进入路径,停放位置1046可被认为是用于查看和/或进入盥1012的合适或期望的停放位置。

[0166] 本公开的特定实施方案有利地提供了用于估计或确定目标盥/乳头位置的各种机制和装置,以及特定可视化机制/装置,以促进引导操作员以有效定位、对准和/或取向将输尿管镜正确地停放在目标盥处以用于经皮进入瞄准。本公开的实施方案有利地提供了特定视觉引导/辅助特征和/或功能,以促进内窥镜在目标部位(诸如患者肾内目标盥处或附近的输尿管镜)处的有效停放。

[0167] 图11、图12A、图12B、图14-1和图14-2示出了特定窥镜引导特征,这些特征可用于引导操作员/医师在相对于目标乳头的期望位置处停放/定位内窥镜。可以任何合适或期望的方式或形式生成和/或显示此类特征。例如,以在与机器人控制系统相关联的显示装置上呈现的相机视图上或周围生成和/或显示一个或多个标记/图标,其中此类标记/图标指引医师/操作员关于内窥镜应该如何操纵或致动以将内窥镜的远侧端部定位在合适或最有效的停放位置。窥镜停放引导特征可指引用户/操作员将例如输尿管镜与目标乳头对准,使得可使用经皮进入器械(例如,针)有效地瞄准输尿管镜的远侧端部的位置。

[0168] 图11示出了根据本公开的一个或多个实施方案的来自与内窥镜诸如输尿管镜的远侧端部相关联的相机的示例性图像1101。图像1101可呈现在窥镜引导界面上,诸如图9中所示并且如上文所描述。图像1101可表示被配置为显示包括与内窥镜相关联的相机的视野的至少一部分的相机视图的窗口或窗口的一部分(例如,子窗口)。

[0169] 在一些实施方案中,相机视图界面/窗口1101可能具有覆盖在其上的一个或多个图标或特征1150,这些图标或特征指示相机视图1101内的目标解剖特征的目标定位。目标图标/特征1150可用于引导操作员关于将内窥镜的远侧端部与目标解剖特征(例如,乳头)正确对准。在一些实施方案中,可生成和/或显示目标解剖特征对准引导图标/特征1150,使得即使在其中显示的相机图像随窥镜移动而移动或变化时,也可将图标/特征1150保持在窗口1101中基本上相同的位置。也就是说,窥镜的操作员可操纵/致动窥镜的远侧端部,从而改变相机的视野和/或其中捕获的代表性解剖结构。当相机的视野1101改变时,图标/特征1150可保持在窗口/图像1101的中心处或附近的覆盖表示中,如图11所示。因此,操作员能够移动相机的视野,诸如通过改变窥镜的位置来移动相机的视野,以便选择性地将图标/特征1150定位在感兴趣的目标解剖特征(诸如乳头或其他解剖特征)上方。

[0170] 对准图标/特征1150可指引操作员定位相机的视野,使得图标/特征1150被定位和/或居中位于感兴趣的解剖特征1116(例如,乳头)上方。例如,如图像1103中所示,其表示在操作员移动窥镜之后与窥镜相关联的相机的变化视野,可使用图标/特征1150来引导操作员将图标/特征1150居中位于目标乳头1116上方,而在初始视野1101中,目标乳头1116一般不居中位于相机的视野内或相对于目标图标/特征1150居中。为了将视野更改为使图标/特征1150居中(如图像1103中所示),内窥镜和/或与其相关联的相机的远侧端部(如图标1140所示)可被摇摄到例如左侧,从而与图像1101相比将目标乳头/特征1116更大程度地引入到相机的视野中(如图像1103中所示)。

[0171] 图标/特征1150可具有任何合适或期望的形状、形式、配置和/或数量的视觉特征。例如,一些实施方案,诸如图11中所示的实施方案,包括十字准线型特征,这些特征指示由在两个或更多个轴线中取向的线或其他特征的外推交叉点限定的中心点。所示出的图标/特征1150可另外地或替代地包括一个或多个圆形形式,如图所示,其中该图标/特征的中心轴线表示图标/特征1150的中心点。一般来讲,图标/特征1150指示操作员应使图标/特征1152的中心点与目标解剖特征1116的中心(例如,体积和/或几何中心)大体上对准。

[0172] 图11中所示的图标/特征1150可促进内窥镜相对于目标解剖特征的正确对准。除了对准引导之外(或作为对准引导的替代方案),本公开的实施方案涉及内窥镜停放引导特征,这些特征促进内窥镜相对于该内窥镜距目标解剖特征(例如,乳头1116)的距离/深度的正确定位。在一些实施方案中,特定图标/特征被生成和/或显示在相机视图上,其中该图标/特征被配置为使得与相机视图中的目标解剖特征的表示的大小相比,该图标/特征的相对大小指示窥镜是否定位在适当的距离/深度处,以及/或者应该如何移动窥镜以便到达距目标解剖特征的适当距离/深度。此外,在一些实施方案中,深度定位图标/特征还可包括也指示对准引导的图标/特征。

[0173] 图12A和图12B示出了根据一个或多个实施方案的包括目标界定特征1260的窥镜相机视图/窗口的配置,其中目标界定特征1260引导操作员关于窥镜的适当深度/偏移定位。图12A和图12B示出了根据本公开的一个或多个实施方案的来自与内窥镜诸如输尿管镜的远侧端部相关联的相机的示例性图像1201a、1201b。图像1201a、1201b可呈现在窥镜引导界面上,诸如图9中所示并且如上文所描述。图像1201a、1201b可表示被配置为显示包括与内窥镜相关联的相机的视野的至少一部分的相机视图的窗口或窗口的一部分(例如,子窗口)。

[0174] 在一些实施方案中,相机视图界面/窗口1201a、1201b可能具有覆盖在其上的一个或多个图标或特征1260,这些图标或特征指示相机视图1201a、1201b内的目标解剖特征1216的目标深度。偏移图标/特征1260可包括例如一个或多个托架、界定框和/或代表在此类图标/特征之间或之内显示的图像内容的约束的其他形状或特征。界定框或其他类似类型的特征可显示在相机的视野和/或示出相机视图的窗口的中心处或周围,其中此类特征可指示或指引操作员将目标解剖特征的全部或至少一部分(例如,至少中心部分)维持在界定框形式/特征内,以防止内窥镜停放在太接近目标解剖特征1216的位置处。例如,在一些实施方案中,界定框特征1260可指引操作员和/或指示操作员应维持和/或契合在相对于一个或多个轴线(例如,水平和/或竖直)由偏移引导特征1260限定和/或指示的边界内的相机图像上表示的解剖特征1216的至少大部分区域。除了降低内窥镜将停放在太接近目标解剖特征1216处的可能性之外,通过指引操作员用目标解剖特征基本上填充偏移特征/图标1260的界定区域,或指引操作员将相机维持在某一位置,使得由偏移特征/图标1260界定的大部分区域被目标解剖特征(例如,乳头)的代表性图像填充/覆盖,偏移特征/图标1260可降低内窥镜将停放在距目标解剖特征1216太远的地方的可能性。

[0175] 关于图12A和图12B所示的图像1201a、1201b和1203,图像1201a、1201b示出了围绕窗口1201a、1201b的中心而配置和/或定位的偏移特征/图标1260。如图所示,在图像1201a中,目标解剖特征(例如,乳头)1216未充分填充偏移未来1260的边界。后续图像1203可由如图像1240a所表示的内窥镜的操纵引起,以使内窥镜和/或相关联的相机更接近目标解剖特

征1216,使得所得图像1203示出目标解剖特征1216基本上填充偏移特征/图标1260的边界。

[0176] 关于图12B,图像1201b示出了偏移特征/图标1260,其中目标解剖特征1216的表示基本上在偏移特征1260的边界之外延伸,这是由于内窥镜相机太接近目标解剖特征1216,从而可能导致模糊目标解剖特征1216的可见性,诸如当目标解剖特征1216由于经皮进入器械(例如,针)前移到其中/穿过其中而变得变形时。

[0177] 后续图像1203可由如图像1240b所表示的内窥镜的操纵引起,以抽出内窥镜以远离目标解剖特征1216,使得目标解剖特征1216或其相关部分的大部分相对于图像1204的一个或两个维度/轴线处于偏移特征/图标1260的边界内。

[0178] 在特定实施方案中,如图12A和图12B所示,界定(bounded)/界定(bounding)框1260可显示在视图窗口(1201a、1201b、1203)的中心处或周围,从而指引/指示用户将目标解剖特征1216(例如,乳头)的视图表示全部或至少部分(例如,超过一半)维持在界定框1260的边界内,该界定框可有利地减少窥镜停放太远(如在图像1201a中以及/或者与图10A和图10B中所示的窥镜位置1042有关)或太接近(如在图12B的图像1201b中以及/或者与图10A和图10B的窥镜位置1044有关)的出现率和/或可能性。

[0179] 界定框特征1260可在减少对医师的技能和/或经验和/或患者的特定解剖结构的依赖性的情况下,有利地促进不同用户/医师如何相对于不同大小和跨不同患者的目标解剖特征操作窥镜的标准化,使得实现针对窥镜的合适位置。在一些实施方案中,该窥镜管理系统包括装置,这些装置被配置为实施至少部分地自动定位窥镜以将目标解剖特征至少部分地定位和/或维持在界定框特征的边界内。因此,导致目标解剖特征相对于窥镜相机的相对位移的解剖运动可使用图像处理功能和/或用于自动确定目标解剖特征相对于界定框特征的相对位置的其他装置或机制自动补偿。

[0180] 在一些实施方案中,界定框特征1260的大小和/或其他特征可至少部分地取决于患者的特定解剖规格。例如,可能期望定位在相对小的盏中的窥镜被定位成相对更接近目标乳头,以减少窥镜滑动/移动的风险。例如,叠加/显示在内窥镜视图窗口上的引导特征(例如,界定框特征)可具有固定大小(例如,像素大小)。这可使用户能够被引导以更接近较小的盏停放。也就是说,为了使相对较小的乳头契合在界定、偏移引导图标中,可能需要相对更接近地停放窥镜。如果盏小,则窥镜可能具有从盏掉落的风险,这就是为什么可能期望更接近的停放。因此,即使在目标盏/乳头的大小未知的情况下,通过实施固定大小的瞄准/界定图标/特征,并指引用户停放窥镜,使得图标/特征基本上(例如,大于50%、60%、75%、80%、90%或其他百分比)填充有目标解剖特征/区域,可针对不同盏实现自适应停放距离。应当理解,此类示例是许多可能的示例中的一个示例,其中界定框特征中的特性至少部分地取决于由技术人员手动输入的患者解剖结构和/或参数的具体确定的特性生成和/或呈现。上文关于图12A和图12B描述的各种偏移引导特征可通过控制窥镜相对于目标解剖特征的距离和/或位置的范围来有利地界定/限制经皮进入瞄准的潜在误差。

[0181] 图13示出了根据一个或多个实施方案的被布置成促进经皮进入患者的肾解剖结构的机器人医疗系统。如图13中所示,医师5可通过定位针17以用于插入到目标位置中来实施经皮肾进入。在一些实施方案中,医师5可基于对关于患者13的解剖结构的了解、来自先前执行规程的经验、对患者13的CT/X射线图像或其他术前信息的分析等,使用他/她的最佳判断来将针17放置在患者13身上切口部位处。此外,在一些实施方案中,控制系统50可提供

关于将针17放置在患者13身上的位置的信息。医师5可尝试避开患者13的关键解剖结构,诸如肺、胸膜、结肠、椎旁肌、肋骨、肋间神经等。在一些示例中,控制系统50可使用CT/X射线/超声图像来提供关于将针17放置在患者13身上的位置的信息。

[0182] 控制系统50可包括控制电路,该控制电路被配置为确定用于插入针17以辅助医师5到达目标位置(例如,乳头914)的目标轨迹902。目标轨迹902可表示用于进入目标位置的期望路径。目标轨迹902可基于一种或多种医疗器械(例如,针17、窥镜92等)的位置、患者解剖结构内的目标位置、患者13的位置和/或取向、患者的解剖结构(例如,患者内的器官相对于目标位置的位置)等确定。在一些具体实施中,目标轨迹902表示穿过乳头914和针17的点的直线。轨迹可大致与目标盏相关联的漏斗的轴线成直线。然而,目标轨迹502可采用其他形式(包括弯曲路径),和/或可以其他方式被限定。在一些示例中,针17被实施为至少部分柔性针和/或斜尖针。控制系统50可被配置为提供信息以引导用户/医师5前移针,诸如以补偿针轨迹的偏差或将用户维持在目标轨迹上。

[0183] 尽管图13的示例示出了同轴地延伸通过乳头914的目标轨迹902,但目标轨迹902可具有另一位置、角度和/或形式。例如,目标轨迹可利用下极进入点来实施,诸如通过图13中所示的位于肾结石908下方的乳头来实现,具有通过该乳头的非同轴角度,这可用于避开髋部。在一些具体实施中,在进入目标盏/乳头时获取最小道路径/轨迹。

[0184] 如上文所描述,控制系统50可经由显示器42呈现包括一个或多个窥镜引导界面950的屏幕910,以查看由窥镜92捕获的实时相机图像/视图952,以辅助医师5控制窥镜92。在经皮进入期间,如图13中所示,窥镜92可停放在目标盏中并且提供目标乳头914的可见性。当针17沿目标乳头914的方向前移时,可至少部分地通过一个或多个针轨迹对准/位置引导特征956来引导窥镜92的调节,在下文详细描述这些针轨迹对准/位置引导特征。此类特征956可以包括指示针17的投影呈现(例如,投影在窥镜相机图像窗口上的针顶端位置)的图标的方式促进将窥镜92定位在窥镜相机的视场952内的目标盏中。例如,当所投影的针进入点进入目标盏中和/或通过目标乳头914的位置在窥镜相机的视场952之外时,界面特征956可通知医师5可移动窥镜92以使所投影的针进入点进入到相机视图952中的方向。

[0185] 一旦用针17到达目标位置,则医师5可将另一医疗器械(诸如,导管、真空、肾镜等)插入到由针17形成的路径中和/或针17上方和/或安置在进入路径中的扩张器(未示出)中。医师5可使用其他医疗器械和/或窥镜92来从肾70中粉碎并去除肾结石的碎片。

[0186] 在一些实施方案中,医疗器械的位置可用点/点集来表示,并且/或者医疗器械的取向可表示为相对于轴线/平面的角度/偏移。例如,医疗器械的位置可用坐标系内的点/点集的坐标(例如,一个或多个X、Y、Z坐标)来表示,并且/或者医疗器械的取向可用相对于坐标系的轴线/平面的角度(例如,相对于X轴/平面,Y轴/平面和/或Z轴/平面的角度)来表示。在此,医疗器械的取向的变化可对应于医疗器械相对于轴线/平面的角度的变化。此外,在一些实施方案中,医疗器械的取向用偏航、俯仰和/或横滚信息来表示。

[0187] 在一些实施方案中,轨迹是指姿态。例如,医疗器械的轨迹可指医疗器械的姿态,包括/指示医疗器械的位置和取向两者。类似地,目标轨迹可指目标姿态,包括/指示期望路径的位置和取向。然而,在其他实施方案中,轨迹是指取向或位置。

[0188] 在一些实施方案中,输尿管镜92和针或其他经皮进入器械17具有共同的定位坐标系(诸如在利用电磁场发生器18并且窥镜92和针17中的每一者具有可利用的与其相关联的

相应电磁传感器/信标的具体实施中),确定窥镜92和针17在共同的电磁场空间中的相应位置。例如,在涉及使用内窥镜和/或经皮进入针的医疗规程之前,可利用窥镜的相机来校准与窥镜的远侧端部相关联的传感器/信标,以确定相机的视觉图像空间与和在相机的图像场中描绘的以及/或者以其他方式出现在相机的图像场中的图像/特征相关联的电磁场中的位置之间的变换/关系。此类校准可允许基于相机的图像空间(例如,视场)内的特征/对象表示的位置、大小和/或配置/取向确定和/或投影位置信息。因此,当如由与其相关联的电磁传感器/信标指示的经皮针的位置相对于相机和/或相关联的传感器/信标的位置被确定和/或投影时,可至少部分地基于相机的校准将此类位置确定/生成和/或显示在窥镜相机视图界面952上显示的视场图像上方,如上文所描述。例如,如下文更详细地描述的,可依赖相机校准以在相机视图窗口上覆盖/呈现针轨迹图标/特征,其中此类图标/特征指示在针接近目标时经皮针预期投影/出现在/通过的视场中的期望位置/投影位置。

[0189] 窥镜引导界面950可被配置为示出特定针轨迹对准/位置引导特征956,这些针轨迹对准/位置引导特征可结合(例如,覆盖或邻近)窥镜相机视图/窗口952呈现。例如,针轨迹对准/位置引导特征956可包括一个或多个图标或特征,该一个或多个图标或特征被显示为界面950的一部分并且指示相对于相机视图952的位置,在该位置处预期经皮进入器械(例如针)进入相机的视场以及/或者穿刺目标解剖特征/乳头。此类针轨迹对准/位置引导特征可促进窥镜操作员将经皮进入器械的投影进入点维持在相机的视场952内。指示经皮进入器械的投影位置的特征956可具有任何合适或期望的形状、形式和/或表示,与本文公开的其他界面图标/特征一样。

[0190] 图14-1和图14-2示出了根据一个或多个实施方案的包括一个或多个针轨迹特征的窥镜相机视图/窗口的配置。图14-1示出了根据本公开的一个或多个实施方案的来自与内窥镜诸如输尿管镜的远侧端部相关联的相机的示例性图像1401。图像1401可呈现在针轨迹窥镜引导界面上,诸如图13中所示以及上文描述。图像1401可表示窗口或窗口的一部分(例如,子窗口),该窗口或窗口的一部分被配置为显示包括与内窥镜(例如,输尿管镜)相关联的相机的视场的至少一部分的相机视图。

[0191] 目标解剖特征(例如,乳头)1416的位置可被跟踪/定位并且用作经皮进入到腔室导管或内窥镜被安置/停放的其他区域(例如,盂)的目标。例如,在一些具体实施中,目标解剖特征1416(例如,乳头)的位置可至少部分地基于以下中的一者或多者确定:根据具体实施的所记录的乳头的接触位置,这些具体实施涉及使乳头与内窥镜的远侧端部接触并记录与和此类接触结合的内窥镜相关联的位置信息;以及目标解剖特征1416在相机的图像/视场中的大小、形状和/或配置/取向,其可基于相机的校准提供位置信息。关于依赖于相机校准信息的实施方案,将目标解剖特征1416的相对大小、形状和/或取向/配置与该目标解剖特征在窥镜已经从与目标解剖特征接触缩回/撤回一些量之后适时的后续时间点的视觉特性相比,可提供指示目标解剖特征1416的当前位置的信息。相机图像和电磁场空间的校准可以任何合适或期望的方式实现和/或执行。例如,在一些具体实施中,可使用已知形状、大小和/或配置的棋盘类型或其他对象/图案来确定对象表示在相机图像中的位置。

[0192] 在一些具体实施中,可利用对在相机空间中的三维电磁空间定位与位置/配置之间的平移的确定来在相机图像窗口(诸如图14的相机图像窗口1401、1403)上生成/显示针轨迹图标/特征。例如,经皮针(未示出)的顶端的当前位置和/或投影位置可在相机窗口

1401、1403上被可视化/表示,以在针穿刺解剖特征1416和/或周围的解剖结构时,向操作员提供关于将窥镜相机定位在何处以在其视场中捕获针的方向。针轨迹对准/位置引导特征/图标956的呈现可促进确认经皮针成功和/或不成功进入/穿刺以进入目标解剖部位。

[0193] 指示针的位置的图标/特征(例如,1470、1475、1480)的表示可有助于目标解剖特征/组织在经皮针穿入其中/穿过其中时变得至少部分变形的状况,该状况在一些情况下可能导致视觉障碍。也就是说,当针前移更接近时,目标解剖特征的可见性可能变得更加不确定,并且因此对经皮针的成功和/或不成功瞄准的确认可能难以在没有根据本公开的方面的针轨迹特征的情况下确定。

[0194] 图像1401示出了在投影和/或当前的针位置在相机视场1401之外的背景下的示例性图像和相关联的针轨迹/位置特征1470、1475。在这种状况下,可生成和/或显示图标/特征1470、1475以指示相对于视场1401的方向和/或位置,其中针的投影或当前的位置将相对于图像的当前视场1401。例如,箭头或其他图标1470可显示在窗口1401之外的区域中,指示与针轨迹相关联的窗口1401之外的方向/位置。替代地或另外地,一个或多个图标/特征1475可覆盖在图像1401上以指示图像1401的视场之外的方向和/或位置,其中如果图像1401的视场大小较大,则将对针位置进行投影。

[0195] 图像1403示出了在窥镜和/或相关联相机的远侧端部的特定铰接/移动之后的相机视图。例如,根据图像1401中所示的指示的针轨迹(例如,1470或1475),由图标1440表示的相机可沿指示的针轨迹的方向拍摄,以使针的投影位置进入到相机的视场中。图像1403还可反映窥镜/相机1440的略微向上俯仰,以使针轨迹图标/特征1480进一步进入到相机的视场中以及/或者一般沿其中心方向。图标/特征1480可表示或对应于针顶端的位置,或者其可对应于投影的针进入点。

[0196] 在一些实施方案中,针轨迹图标1480可被配置为相对于其一个或多个其他特征/特性改变大小、颜色、形状,以表示针顶端的距离、对准和/或其他位置相关特性。在一些实施方案中,当针顶端更接近窥镜/相机时,图标1480变大(或变小)。在一些实施方案中,当针相对地离得更远时,图标1480可更大,以表示投影的针顶端位置的误差范围,而当针顶端更靠近窥镜/相机时,相对于在针穿刺目标解剖结构时其将出现的特定位置肯定也更大,并且因此图标1480的区域可较小以反映针可能出现在其中的区域。一般来讲,一些实施方案可包括具有表示针的三维对准、取向、形状和/或位置的特定视觉特性的图标,如相机的二维图像空间中所表示的。例如,可生成和/或呈现包括尖端或其他方向形状/特征的锥图标或其他图标以指示相对于针的投影位置或确定位置的深度感知。在一些实施方案中,特定遮蔽特征与针轨迹图标/特征(例如,1470、1475和/或1480)结合以指示与针有关的附加定位、对准和/或取向信息。

[0197] 针对准/位置引导特征956可包括如图像1401和/或1403中所表示的针轨迹图标,并且还可包括提供用于前移经皮针以将针指引朝向所跟踪的目标解剖特征的方向的特定视觉表示/界面。例如,可提供一个或多个针视角界面特征以指引针的对准、取向和/或定位,以引导其前移,然而可呈现附加的窥镜视角界面和相关联的针轨迹图标/特征以提供指示相对于窥镜相机的针定位的附加确认和/或引导。

[0198] 针投影图标1480的大小可基于所确定的针投影/预测准确度而改变/修改。在存在大量解剖运动的情况下,这可能导致针投影误差,可以相对较大的大小呈现针投影图标以

表示相对于针投影/轨迹的相对较大的确定误差。

[0199] 图14-2示出了图像1405,其包括从针投影图标1480视觉投影的针轨迹投影特征1483。特征1483可具有特定视觉特性,这些特定视觉特性指示针1475沿该针被投影行进的路径的三维投影。图像1407示出了穿刺通过解剖特征1416的针1475和沿由投影特征1483指示的路径的投影。也就是说,图像1407示出了在刺穿解剖特征1416并进入治疗部位之后的针尖1475,然而在图像1405中,针顶端在解剖特征1416内部/后面。图像1405包括针轴上的顶端位置图标1480和叠层1483两者,以指示针位姿。图像1407示出了针轴上的顶端位置以及叠层两者的取向指示器,以指示针位姿的三维感知。

[0200] 用于乳头定位的盏/漏斗轴线估计

[0201] 可结合本文公开的实施方案中的任何实施方案来实施盏和/或漏斗轴线估计,以便提供用于乳头定位/跟踪的乳头偏移轨迹信息。可以各种方式估计/确定盏和/或相关联的漏斗的轴线。例如,盏映射可被实施为确定盏/漏斗的轴线的步骤,如下文详细描述。

[0202] 根据本公开的实施方案,肾映射可用于定位目标乳头以用于经皮进入针瞄准和/或目标定位的目的。在一些具体实施中,如可使用本文公开的方法中的任何方法来生成的肾映射图可用于估计/确定与目标盏相关联的表面法线,该表面法线可继而用于确定盏/漏斗轴线。在一些具体实施中,可利用目标乳头/盏的取向来确定和/或对准到目标解剖部位的经皮进入路径,该经皮进入路径在一些情况下可大致与相关联的漏斗的中心轴线成直线。在一些具体实施中,向上引出到目标盏/乳头的内窥镜的远侧端部部分的轨迹可用于确定和/或估计与目标盏相关联的漏斗的轴线。例如,可以某种方式线性化窥镜的路径以生成轴线路径/估计。即使在内窥镜未与目标乳头/盏对准的情况下,本公开的方面也提供用于确定目标盏/乳头的取向的机制,该机制可用于经皮进入和/或用于目标定位的目标轨迹。

[0203] 图15示出了根据一个或多个实施方案的安置在目标肾解剖结构内的用于盏映射的窥镜装置1550。参考图15,肾盏的映射可涉及在盏网络内前移和/或操纵输尿管镜1550。例如,输尿管镜1550可被前移到一个或多个盏的终止点(例如,在各自的乳头处)以及/或者抵靠盏的壁或其他边界,其中可实施周期性或散发性位置标记/记录1501至1504以生成盏的横穿区域的骨骼映射。例如,可指引输尿管镜1540的操作员铰接窥镜以在目标盏内部标记多个点1501至1504。此类点1501至1504可用于构造盏的形状,其中所构造的盏的中心可用作经皮进入目标并且/或者可在将当前的窥镜位置平移偏移距离/位置以定位乳头时跟随该中心。在一些具体实施中,窥镜1550可在扫掠运动中铰接,如所示,以勾勒/覆盖横穿区域。

[0204] 在一些具体实施中,盏的映射可用于确定漏斗轴线和/或取向。例如,可映射肾的基本上所有盏网络,或盏网络的子集。在一些具体实施中,仅目标盏和/或相关联的漏斗可被映射以确定盏和/或漏斗的取向/轴线。可至少部分地基于所确定的盏/漏斗轴线和/或与目标盏/乳头相关联的其他局部拓扑确定乳头瞄准轨迹和/或乳头偏移定位。例如,如上文关于图8所详细讨论的,目标乳头定位可至少部分地通过实施乳头窥镜偏移平移(例如, $P_{\text{偏移}}$)以及将平移/偏移施加到内窥镜的当前位置(例如,在电磁场空间内)来实现。窥镜到乳头偏移/平移的确定可至少部分地基于盏和/或相关联的漏斗的轴线。也就是说,目标盏正指向的轨迹的确定可用于确定来自窥镜的远侧端部的目标乳头偏移。例如,可沿盏或漏斗

取向/轴线方向将所确定的窥镜偏移添加到窥镜的当前位置以确定目标位置。在一些情况下,目标盏可沿与相关联的漏斗大致相同的方向/取向进行取向。然而,关于在肾和/或盏网络的下极中可能一般更常见的融合盏,可依赖盏的取向而不考虑漏斗轴线。

[0205] 在将窥镜驱动到目标乳头/盏时,可沿路径标记/记录与窥镜的远侧端部部分相关联的多个位置,以提供盏网络(例如,目标盏和/或相关联的漏斗)的至少一部分的散点图型映射。例如,图16示出了盏网络的映射图1600,该盏网络包括从输尿管1663引出的多个盏,即肾大盏和肾小盏两者。图16中示出的各种盏轴线1615可基于沿窥镜的行进路径(未示出)所记录的窥镜位置确定。具体地,个别示出的圆圈(例如,1610)可表示窥镜的标记/记录位置。在一些具体实施中,可沿报告的轨迹或其一部分在目标盏1612和/或相关联的漏斗1613内实施高斯插值,其中此类插值用于相对于盏网络的至少一部分生成表面估计。

[0206] 在一些具体实施中,可实施表面和/或体积估计算法/机制以确定目标盏和/或相关联的漏斗的中心/轴线。图17示出了所生成的以任何合适的方式诸如使用高斯插值生成的三维表面映射图1700。例如,在确定/生成盏和/或漏斗表面的情况下,可至少部分地基于所估计的表面确定盏/漏斗轴线1715。在一些实施方案中,可针对表面1705的各个区域确定多个表面法线1701,其中表面法线1701是相对于与相应表面法线1701相关联的起始点处的表面1705基本上正交的向量/轨迹。可至少部分地基于围绕和/或在形式/结构1700的相对侧上延伸的表面法线的平均确定漏斗/盏的内部轴线。例如,可对表面法向量求和以确定盏网络1700的每个相应部分的中心轴线。可外推此类轴线以提供盏轨迹1715。在一些实施方案中,盏轨迹的确定可至少部分地基于对表面法向量的求和以及/或者对盏/漏斗轴线的确定。

[0207] 在一些实施方案中,如图15中所示,可在窥镜中实现圆周运动以生成目标盏的足够位置图,其中盏映射图由该足够位置图形成。可根据盏映射图1700估计盏取向1715,其中此类轨迹1715可提供可沿其投影/确定窥镜/乳头偏移的路径。针对由于针插入期间的组织变形而相对于盏、漏斗和/或乳头轴线改变窥镜前进方向的情况,这可允许更稳健地更新目标位置。根据特定规程,出于经皮进入瞄准的目的,可能无需映射出肾的完整盏网络。例如,在一些具体实施中,可仅映射与目标乳头相关联的盏。在一些具体实施中,可映射多个盏以提供增加的空间信息/映射。

[0208] 与实施荧光镜透视检查以找到目标盏的位置以用于瞄准目的的解决方案相比,本公开的实施方案可消除对以不同角度获得收集系统的一个或多个荧光镜透视检查图像以确定目标乳头/盏的位置和取向的需要。此外,本公开的实施方案可有利地提供目标解剖特征瞄准,而不需要逆行安装对比度材料或空气以可视化目标解剖特征。因此,可实施本公开的实施方案而不需要进行先前膀胱镜检查或/或输尿管导管插入术。与出于确定目标盏的决策的目的而实施超声波以用于瞄准目的的解决方案相比,超声波可仅示出收集系统的二维图像以及/或者提供输尿管窥镜和/或经皮进入针的相对有限的可视化。

[0209] 基于视觉的目标定位

[0210] 在一些具体实施中,可实施基于视觉的过程以确定漏斗/盏的方向/轴线,诸如可在正将窥镜驱动到目标盏/乳头时实施。例如,可在相对于目标乳头的不同位置/取向处获得与内窥镜相关的多个相机图像和基于EM的位置数据,其中可基于此类数据确定乳头相对于窥镜的三维(3D)位置。

[0211] 可使用任何合适的图像处理机制/功能来实现对目标解剖特征(例如,目标乳头)的定位。例如,医疗系统的控制电路可从窥镜相机接收图像数据,并且在其上运行特定图像处理过程/功能以识别目标解剖特征。在一些具体实施中,处理目标解剖特征的至少两个单独图像以便跟踪其位置。例如,如图18中所示,可从窥镜相机的第一视角/位置1807捕获包括目标解剖特征1806的图像1801,其中可在捕获第一图像1801之前或之后由窥镜相机捕获第二图像1802,其中从窥镜相机的不同视角/位置1808捕获第二图像1802。在一些具体实施中,可实施运动恢复结构技术以至少部分地基于图像1801、1802确定目标解剖特征1806的三维位置。图像1801、1802可表示掩蔽和/或以其他方式解析/处理的特征描绘图像,其中目标解剖特征1806被划分,如图18中所示。可结合本文公开的定位和瞄准过程来实施任何计算机视觉算法或过程。例如,此类图像处理过程可以是相对精心制作的轮廓检测过程、黑框机器学习过程等。

[0212] 根据本公开的方面的用于目标解剖特征定位目的的三维(3D)位置估计可根据任何合适或期望的技术或机制实施。例如,在一些实施方案中,可基于图像中的解剖特征1806的代表性大小估计内窥镜相机与目标解剖特征之间的距离。

[0213] 在一些实施方案中,可使用与窥镜和/或解剖特征的移动角度有关的信息来确定3D位置。例如,电磁场/空间中的电磁传感器/信标可提供此类移动角度信息。通过将电磁传感器数据与图像数据组合,在此距离的移动之后捕获的所得图像中的距目标解剖特征的距离与目标解剖特征的大小之间的映射可用于估计后续图像中的特征的深度/距离。在一些实施方案中,当接触目标解剖特征(例如,乳头)并将窥镜缩回远离此类特征以将窥镜停放在提供期望视场的位置时,可使用例如电磁传感器数据对行进的距离进行配准。此外,后续图像可提供关于解剖特征在此类图像中显得有多大的信息,并且因此可确定特征大小与距离之间的关系/映射并用于将来的位置确定;如本文所描述,可出于此类目的实施相机校准。在一些具体实施中,可利用机器学习对图像进行分类并且基于此类图像中的特征的大小来确定位置信息。

[0214] 在一些实施方案中,可利用与医疗器械(例如,窥镜)相关联的特定传感器来获得目标的3D位置。例如,结构化照明传感器和/或飞行时间传感器可用于确定3D定位。根据一些实施方案,可实施几何平移方法以检测目标解剖特征的3D位置。例如,与本公开的其他特定实施方案一样,可捕获与单独的时间戳相关联的图像1801、1802。结合此类图像,可使用可基于来自任何合适或期望的传感器或装置的传感器信息而确定的相对于相机(1807、1808)的旋转平移信息来对此类图像在3D空间中的位置进行三角测量和/或确定这些位置,从而提供指示目标解剖特征1806在3D空间中的3D位置的信息。该旋转平移信息可基于机器人致动器移动和/或位置传感器信息,该机器人致动器移动和/或位置传感器信息诸如来自与相机和/或窥镜相关联的电磁信标装置,并且指示相机在电磁场空间中的位置。

[0215] 在给出相机(1807、1808)的固有和非固有参数(主点、焦距和失真因子、相对运动)的情况下,可至少部分地基于图像1801、1802上的跟踪的目标二维(2D)位置计算目标解剖特征1806的3D位置。对于固有参数,可考虑相机主点和焦距。可考虑的额外数据可包括径向和切向失真因子。基于传感器读数(例如,基于机器人或/EM的传感器读数),还可获得非固有参数,包括窥镜在拍摄两个图像的位置之间的旋转 R 和平移 T 。出于方便起见,可将 K 表示为包含固有参数的矩阵,将 H 表示为包含第一图像的相机位置(C_1)与第二图像的相机位置

(C_{t+1}) 之间的非固有旋转和平移的4乘4矩阵。

[0216] 对于 C_t , 可将3D-2D的投影关系表达为 $x_t = KX$, 其中 X 是3D坐标w.r.t. C_t 和 x_t 是图像 t 上的2D坐标(目标的检测到的质心)。此处, K 是可表达为下式的三乘4矩阵:

$$[0217] \quad K = \begin{bmatrix} K_{(1)} \\ K_{(2)} \\ K_{(3)} \end{bmatrix},$$

[0218] 其中 $K_{(n)}$ 是 K 中的第 n 行。

[0219] 类似地, 对于 C_{t+1} , $x_{t+1} = K'X$, 其中:

$$[0220] \quad K' = KH = \begin{bmatrix} K'_{(1)} \\ K'_{(2)} \\ K'_{(3)} \end{bmatrix}.$$

[0221] 因为 x_t 和 KX 是平行向量, 所以 $x_t \times KX = 0$, 并且类似地, $x_{t+1} \times K'X = 0$ 。此处, “ $\times$ ”是交叉乘积操作符。因此:

$$[0222] \quad x_t \times KX = 0 \Rightarrow \det \begin{bmatrix} i & j & k \\ u_t & v_t & 1 \\ K_{(1)}X & K_{(2)}X & K_{(3)}X \end{bmatrix} = 0,$$

[0223] 以上可产生: $i(v_t K_{(3)}X - K_{(2)}X) - j(u_t K_{(3)}X - K_{(1)}X) + k(u_t K_{(2)}X - v_t K_{(1)}X) = 0$, 其中 u_t 和 v_t 是 x_t 的2D坐标。因此:

$$[0224] \quad v_t K_{(3)}X - K_{(2)}X = 0$$

$$[0225] \quad u_t K_{(3)}X - K_{(1)}X = 0$$

$$[0226] \quad u_t K_{(2)}X - v_t K_{(1)}X = 0$$

[0227] 在此, 仅可需要前两个方程, 因为第三方程是前两个方程的线性组合。类似地, 对于 C_{t+1} , 可获得以下两个方程:

$$[0228] \quad v_{(t+1)} K'_{(3)}X - K'_{(2)}X = 0$$

$$[0229] \quad u_{(t+1)} K'_{(3)}X - K'_{(1)}X = 0$$

[0230] 在堆叠 C_t 和 C_{t+1} 的方程之后, 可产生以下结果:

$$[0231] \quad AX = 0,$$

[0232] 其中, A 是4乘4矩阵:

$$[0233] \quad A = \begin{bmatrix} v_t K_{(3)} - K_{(2)} \\ u_t K_{(3)} - K_{(1)} \\ v_{t+1} K'_{(3)} - K'_{(2)} \\ u_{t+1} K'_{(3)} - K'_{(1)} \end{bmatrix}.$$

[0234] 由于 A 中的元素是已知的(检测到的2D坐标、固有和非固有参数), 因此可通过对 A

执行单数值分解 (SVD) 来计算X:

[0235] $A=U\Sigma V^T$,

[0236] 并且V的最后一列是X的解。

[0237] 因此,鉴于前述公开内容,可利用本文公开的各种发明概念来执行自动目标定位,包括目标检测、目标跟踪和/或三维位置估计。在一些实施方案中,本公开的方面有利地允许在不需要与目标解剖特征的物理接触的情况下跟踪目标解剖特征,这可促进输尿管镜使用的改进的人体工程学。

[0238] 在一些具体实施中,可利用结构化光和/或其他非接触式光学感测机制,诸如光学相干断层扫描或其他干涉测量技术可用于确定深度/偏移信息。此类技术可有利地提供3D乳头/盏位置信息。然而,类似结构的装置可能相对较大并且可能增加与其配置的输尿管窥镜的轮廓。在一些实施方案中,输尿管窥镜包括飞行时间相机,该飞行时间相机被配置为允许对抗并接收其反射,其中在发射与接收光之间的时间可用于确定肾内的距离信息。

[0239] 距离/角度测量工具

[0240] 图19示出了根据本公开的一个或多个方面的配备有偏移距离测量工具1970的内窥镜1940诸如输尿管镜的远侧端部部分。例如,偏移距离测量工具1970可以是尺型距离和/或角度测量工具,其可被配置为从窥镜1940的工作通道1944延伸。测量工具1970自窥镜1940的远侧端部的延伸/投影可提供用于当测量工具1970被投影到足够远以接触和/或紧密接近目标乳头时出于乳头定位的目的来估计窥镜到乳头距离的机制。

[0241] 在一些实施方案中,测量工具1970包括与测量工具1970的远侧部分和/或近侧(未示出)部分相关联的特定视觉标记。此类标记可指示超过相机1948和/或窥镜1940的远侧端部投影的测量工具1970的距离/长度L的量。尽管在工具1970的远侧端部部分上示出了可具有任何合适或期望形式的标记1971,但在一些实施方案中,标记未呈现在工具1970的远侧端部上,而是与工具的靠近窥镜1940所示部分的一部分相关联。例如,这些标记可与工具1970的可在近侧暴露于窥镜1940的部分相关联,使得工具1970靠近窥镜1940的相对移动可指示工具1970从窥镜1940的远侧端部投影的程度。在一些实施方案中,在从窥镜1940的远侧端部延伸之前以及/或者在工具1970与目标解剖特征接触之后,可相对于该工具的位置在测量工具1970的近侧部分和/或远侧部分上手动制造标记。

[0242] 在一些具体实施中,电磁传感器可安置和/或以其他方式附接或耦接到目标解剖特征(例如,乳头)上。例如,电磁可见线可被引导通过窥镜1940(例如,在工作通道1944内)并且至少部分地嵌入目标解剖特征中,使得其电磁传感器/信标特征可在整个瞄准/定位过程中维持与目标解剖特征接触或靠近,从而提供用于经皮进入的准确实时目标。在一些实施方案中,电磁传感器/信标装置可使用粘合剂或其他附接装置来耦接到目标解剖特征。在一些实施方案中,可将导电粘合剂施加到目标解剖特征,其中导电粘合剂本身充当电磁场空间内的可见电磁材料。在一些实施方案中,球囊型装置可至少部分地植入/嵌入在目标解剖特征(例如,乳头)内,其中球囊可被配置为在目标解剖特征内膨胀,从而固定到其本身上。此类球囊型电磁传感器/信标或其他可膨胀机械电磁传感器/信标装置可有利地为经皮进入器械(例如,针)提供相对大的目标以进行瞄准。被配置为耦接到目标解剖特征以及/或者至少部分地嵌入目标解剖特征内的电磁传感器/信标装置的实施方案可允许/倾向与目标解剖特征的移动和/或变形一起移动,从而提供相对于目标解剖特征的变形和/或移动而

相对稳健的定位/瞄准解决方案。

[0243] 附加实施方案

[0244] 依据实施方案,可按照不同的顺序执行、可添加、合并或完全忽视本文描述的过程或算法中的任一者的特定动作、事件或功能。因此,在特定实施方案中,不是所有描述的动作或事件对于过程的实践都是必要的。

[0245] 除非另外特别说明或在所使用的上下文内以其他方式理解,否则本文所用的条件语言,诸如“可”、“能够”、“可能”、“可以”、“例如”等,是指其普通意义,并且一般旨在传达特定实施方案包括而其他实施方案不包括特定特征、元件和/或步骤。因此,此类条件语言一般不旨在暗示一个或多个实施方案无论如何都需要特征、元件和/或步骤,或者一个或多个实施方案一定包括用于在有或没有作者输入或提示的情况下决定这些特征、元件和/或步骤是否包括在任何特定实施方案中或者是否将在任何特定实施方案中执行的逻辑。术语“包括”、“包含”、“具有”等是同义的,并且在它们的普通意义上使用,并且以开放式方式包含性地使用,并且不排除附加的元件、特征、动作、操作等。而且,术语“或”在其包含性意义上(而不是在其排他性意义上)使用,使得当用于例如连接一系列元件时,术语“或”是指该系列的元件中的一个、一些或全部。除非另有特别说明,否则诸如措辞“X、Y和Z中的至少一者”的结合语言在一般使用的背景下被理解为传达项目、术语、元件等可以是X、Y或Z。因此,此类结合语言一般不旨在暗示特定实施方案需要X中的至少一者、Y中的至少一者和Z中的至少一者各自都要存在。

[0246] 应当理解,在以上对实施方案的描述中,为了简化本公开并辅助理解各种发明方面中的一个或多个发明方面,有时将各种特征在单个实施方案、图或其描述中分组在一起。然而,本公开的此方法不应理解为反映了以下意图:任何权利要求要求比那项权利要求中所明确叙述的特征更多的特征。此外,本文的特定实施方案中说明和/或描述的任何部件、特征或步骤可应用于任何其他实施方案或与任何其他实施方案一起使用。此外,对于每个实施方案,没有部件、特征、步骤或部件、特征或步骤的组是必需的或不可缺少的。因此,期望本文公开和下文要求保护的本发明的范围不受上文描述的特定实施方案限制,而是应仅通过公正地阅读随附权利要求书来确定。

[0247] 应当理解,为了便于参考,可提供特定序数术语(例如,“第一”或“第二”),并且不一定暗示物理特性或排序。因此,如本文所用,用于修改诸如结构、部件、操作等元件的序数术语(例如,“第一”、“第二”、“第三”等)不一定指示该元件相对于任何其他元件的优先级或顺序,而是可大体上将该元件与具有类似或相同名称(但是用于使用序数术语)的另一元件区分开来。另外,如本文所用,不定冠词(“一个(a)”和“一个(an)”)可指示“一个或多个”而不是“一个”。此外,“基于”某一条件或事件而执行的操作还可基于未明确叙述的一个或多个其他条件或事件来执行。

[0248] 除非另有定义,否则本文所用的所有术语(包括技术和科技术语)具有与示例性实施方案所属领域的普通技术人员通常理解的相同含义。将进一步理解,术语,诸如在常用字典中定义的术语,应当被解释为具有与它们在相关领域的背景下的含义一致的含义,并且不以理想化或过于正式的意义进行解释,除非本文明确如此定义。

[0249] 为了便于描述,在本文中可使用空间相对术语“外部”、“内部”、“上部”、“下部”、“下方”、“上方”、“竖直”、“水平”和类似术语来描述在附图中绘示的一个元件或部件与另一

元件或部件之间的关系。应当理解,空间相对术语旨在涵盖装置在使用中或操作中的除附图中描绘的取向之外的不同取向。例如,在附图中示出的装置被翻转的情况下,位于另一装置“下方”或“之下”的装置可放置在另一装置“上方”。因此,说明性术语“下方”可包括下部位置和上部位置两者。装置还可沿另一方向定向,并且因此空间相对术语可根据取向进行不同解释。

[0250] 除非另有明确说明,否则比较和/或定量术语,诸如“更少”、“更多”、“更大”等,旨在涵盖等式概念。例如,“更少”可不仅是指在最严格的数学意义上的“较少”,而且可指“小于或等于”。

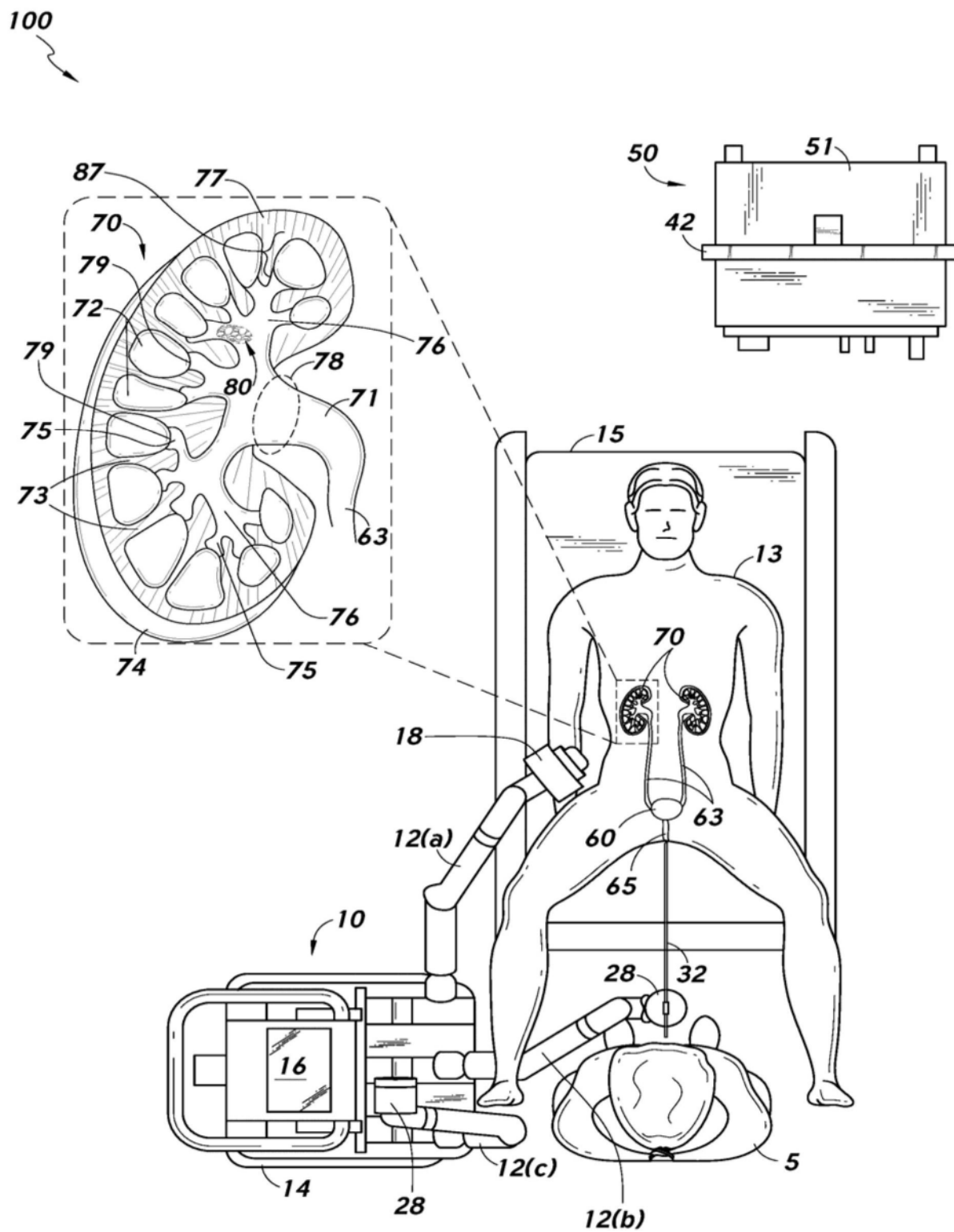


图1

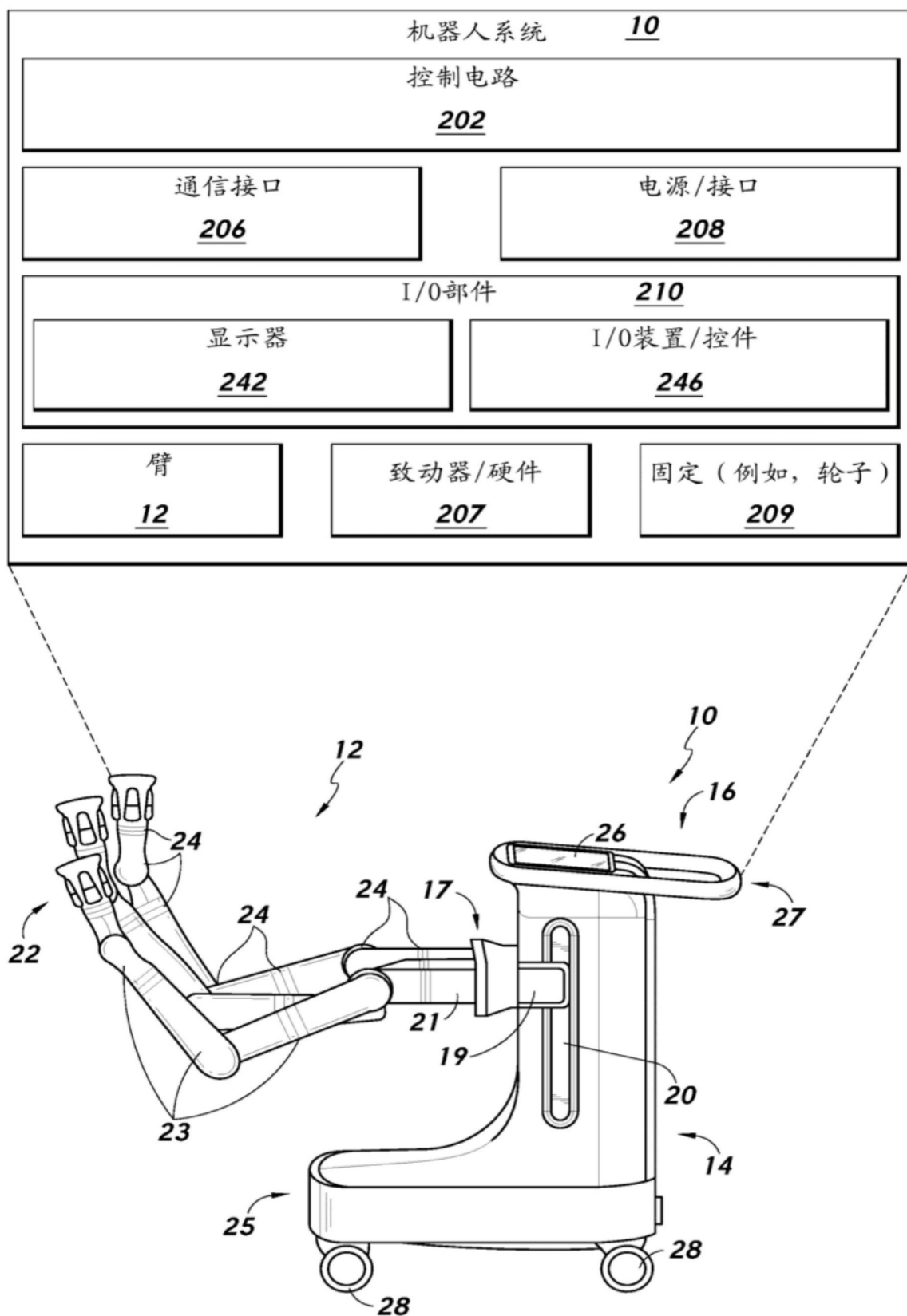


图2

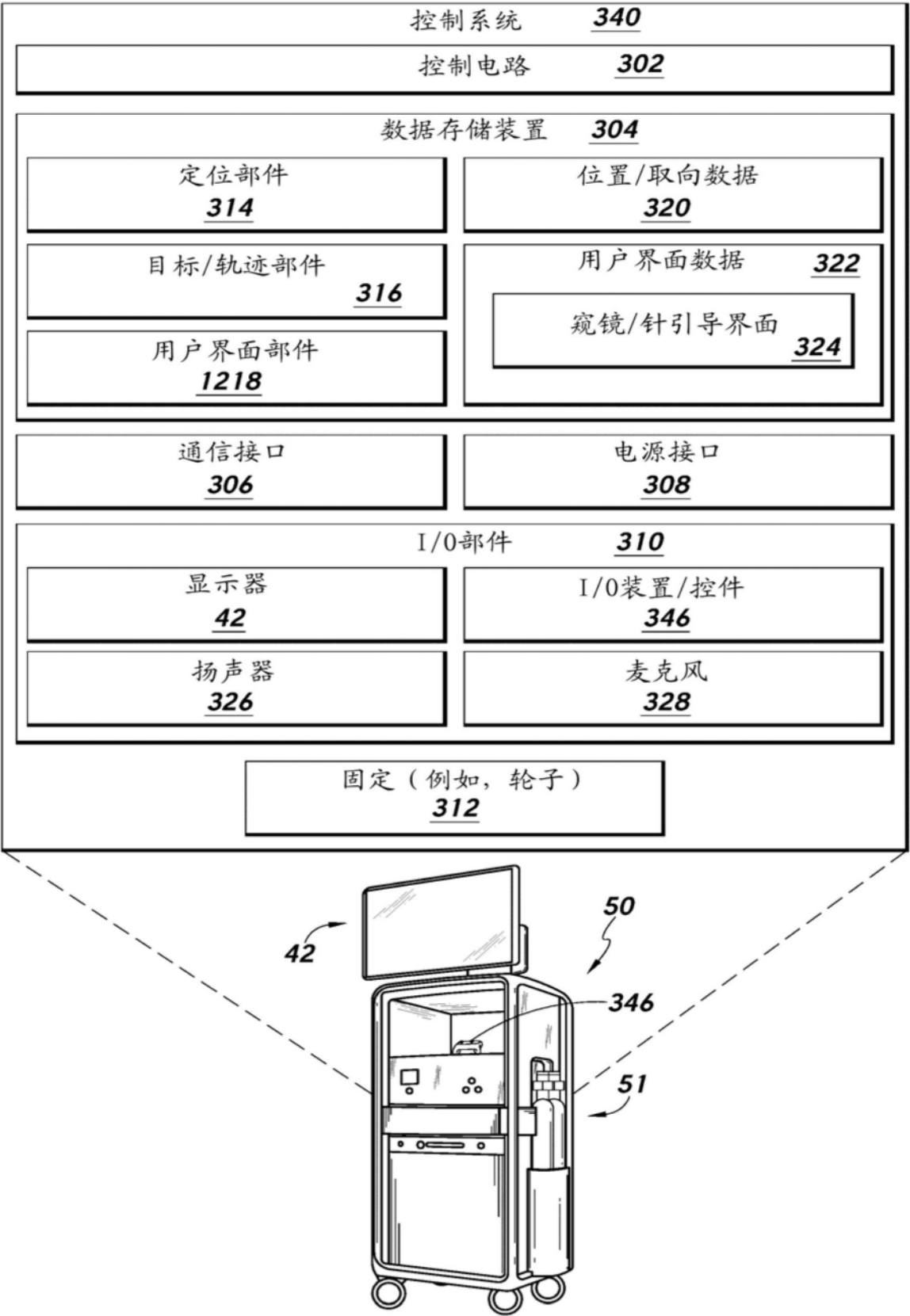


图3

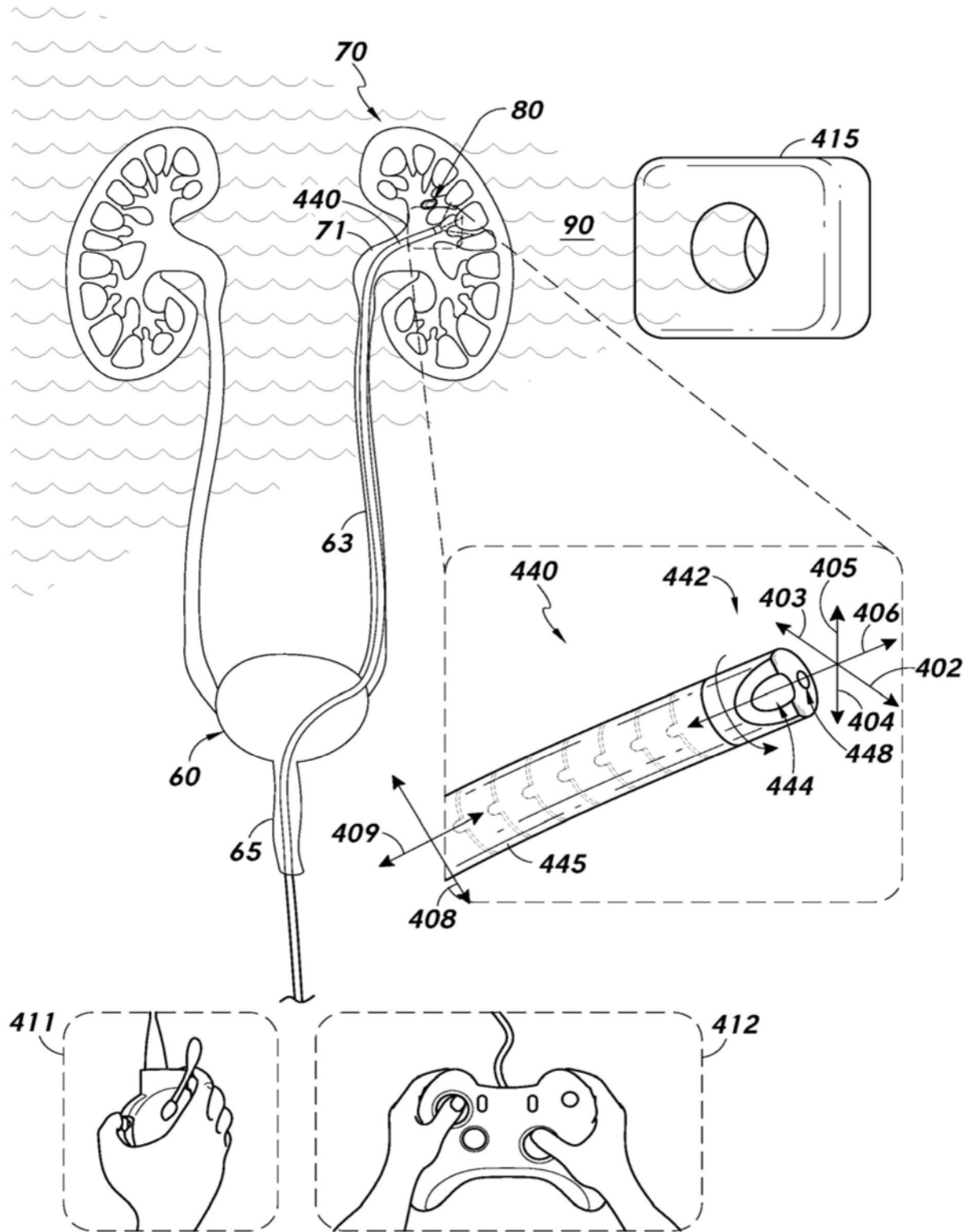


图4

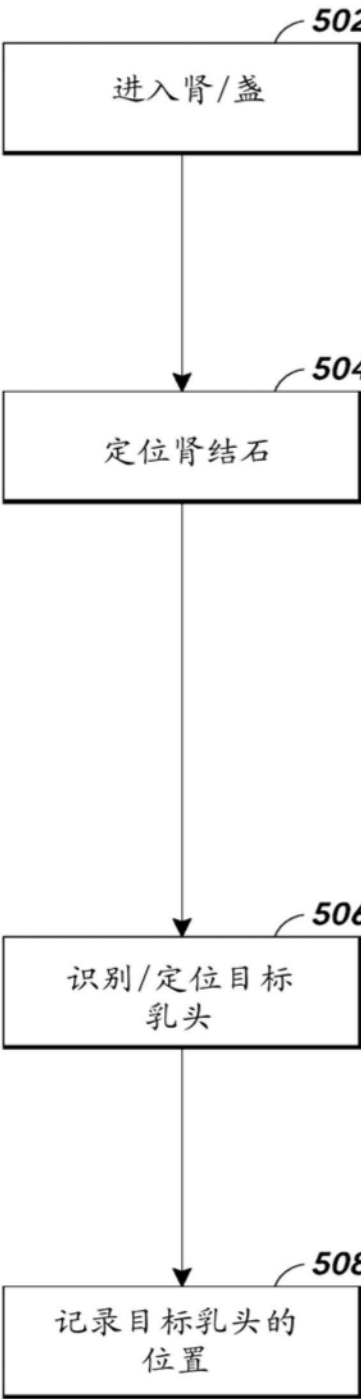


图5-1

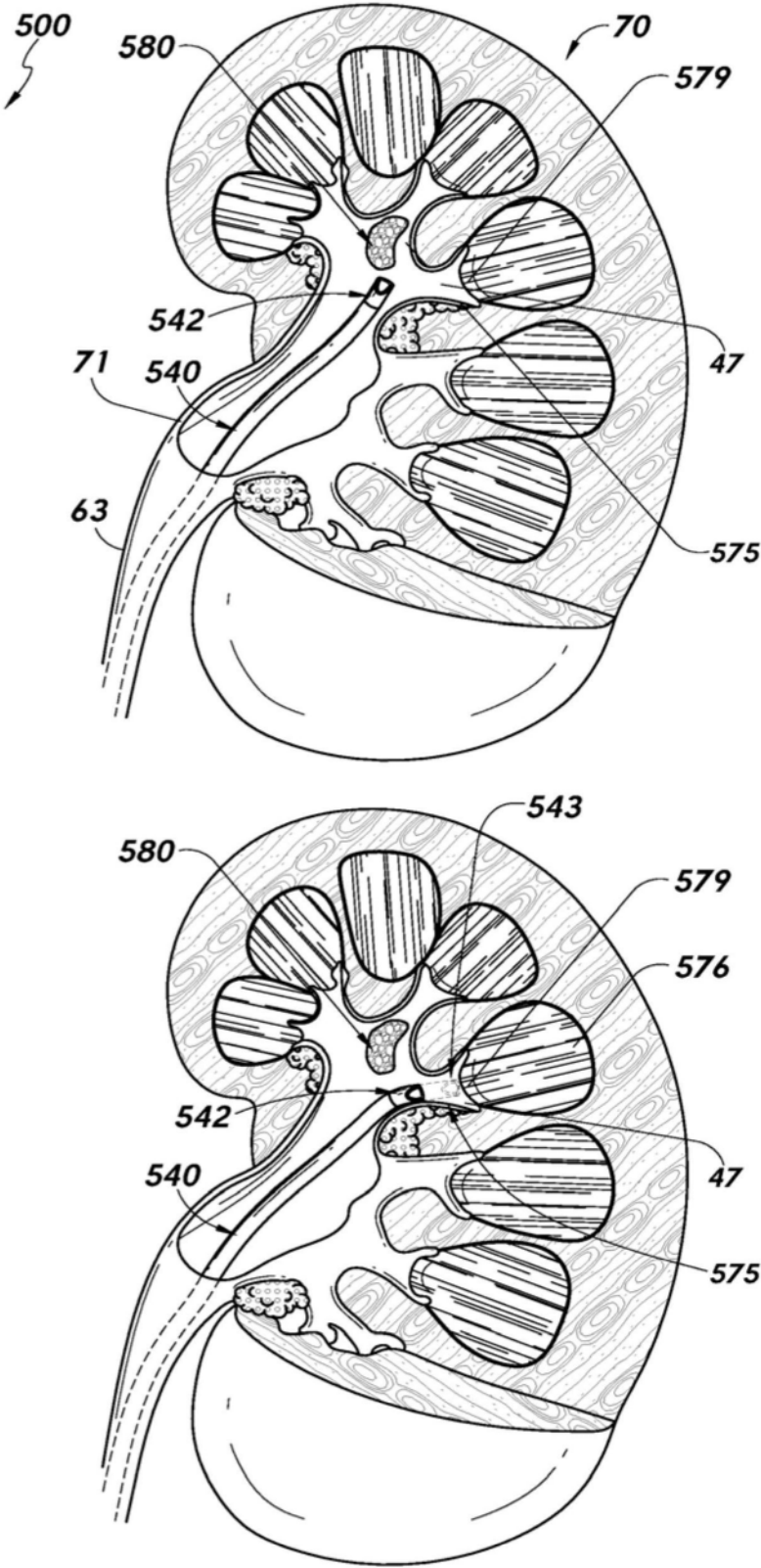


图6-1

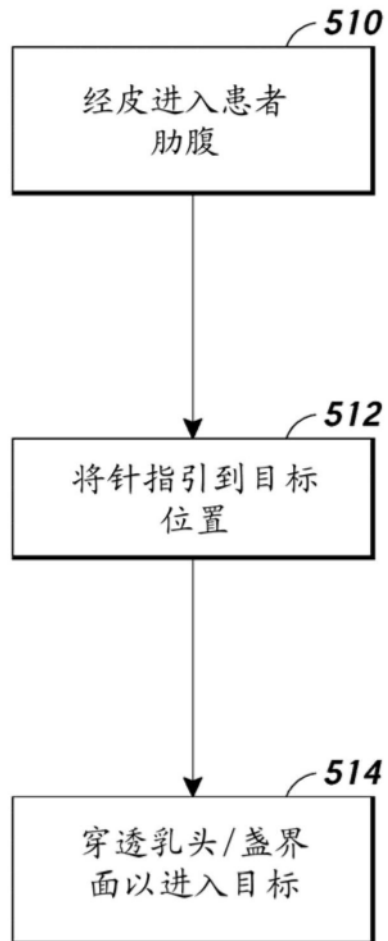


图5-2

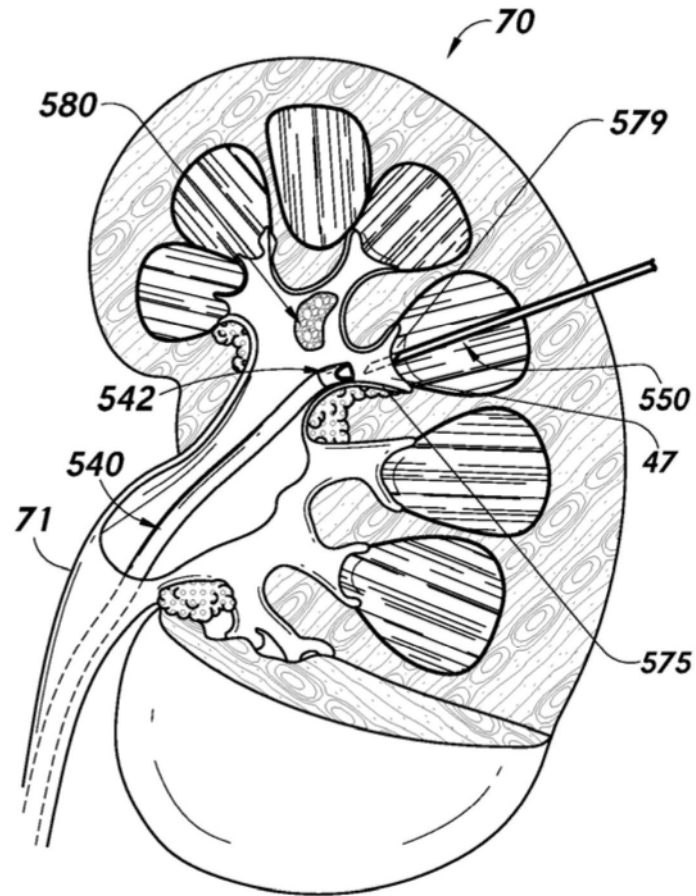


图6-2

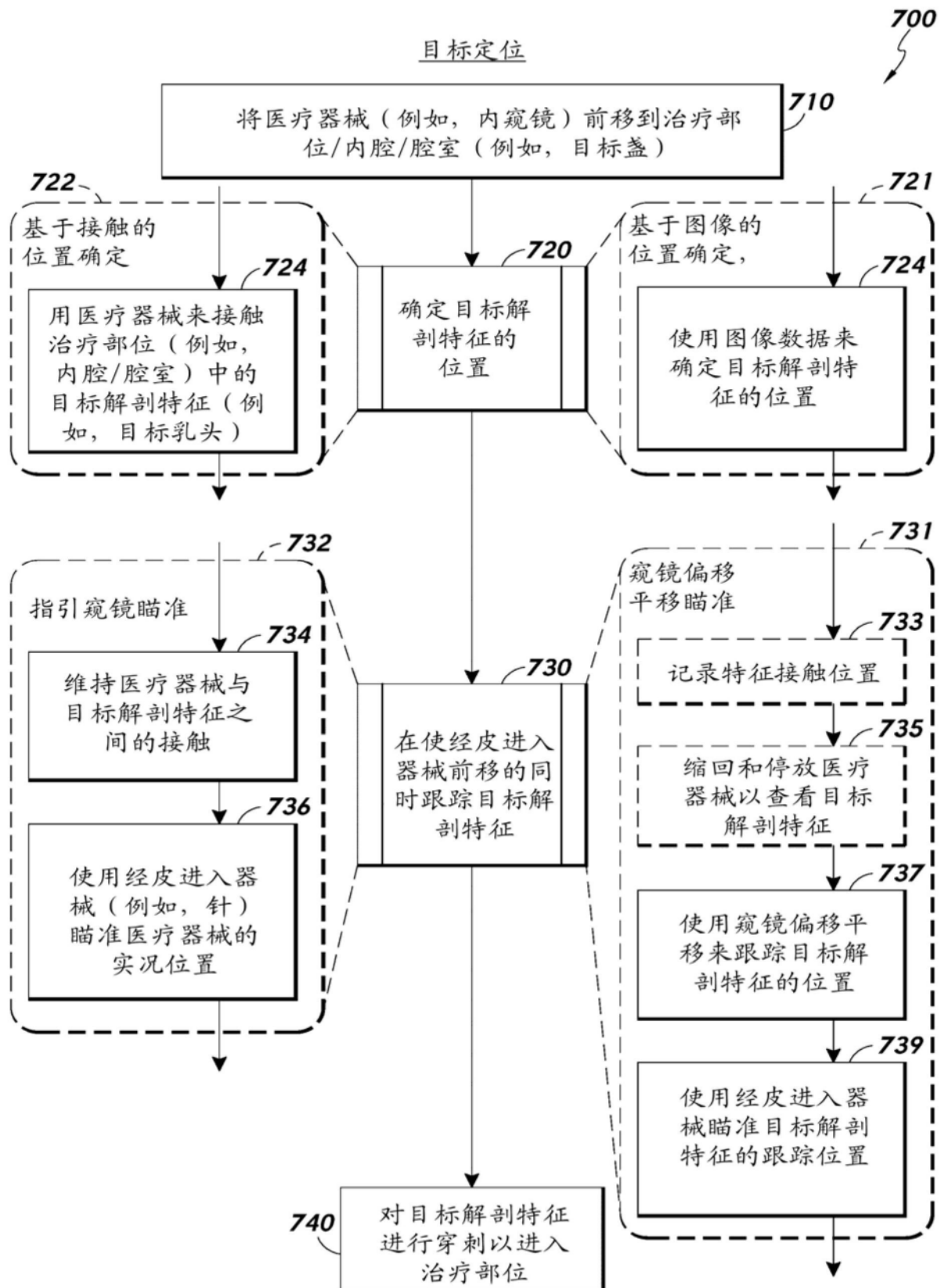


图7

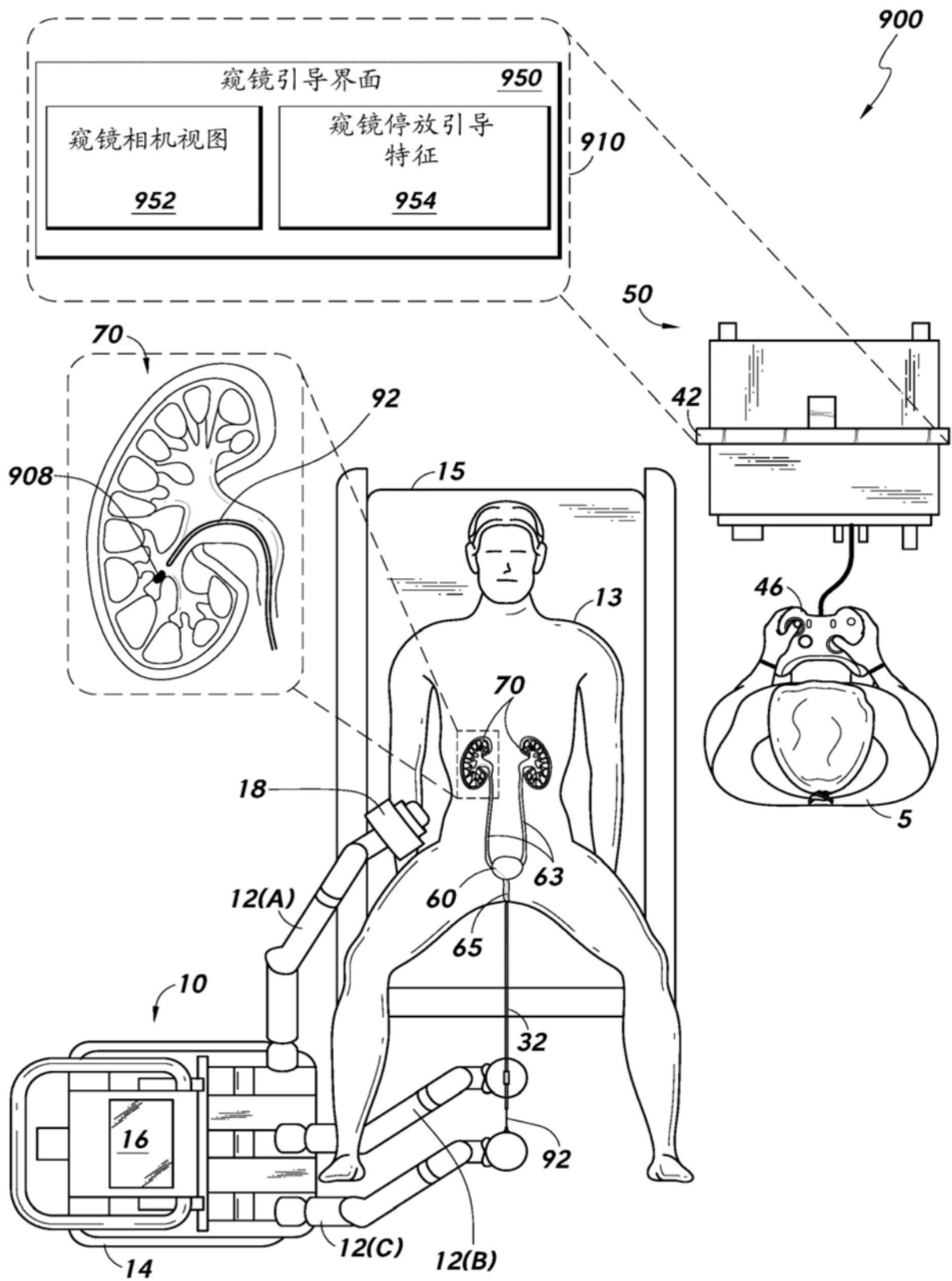


图9

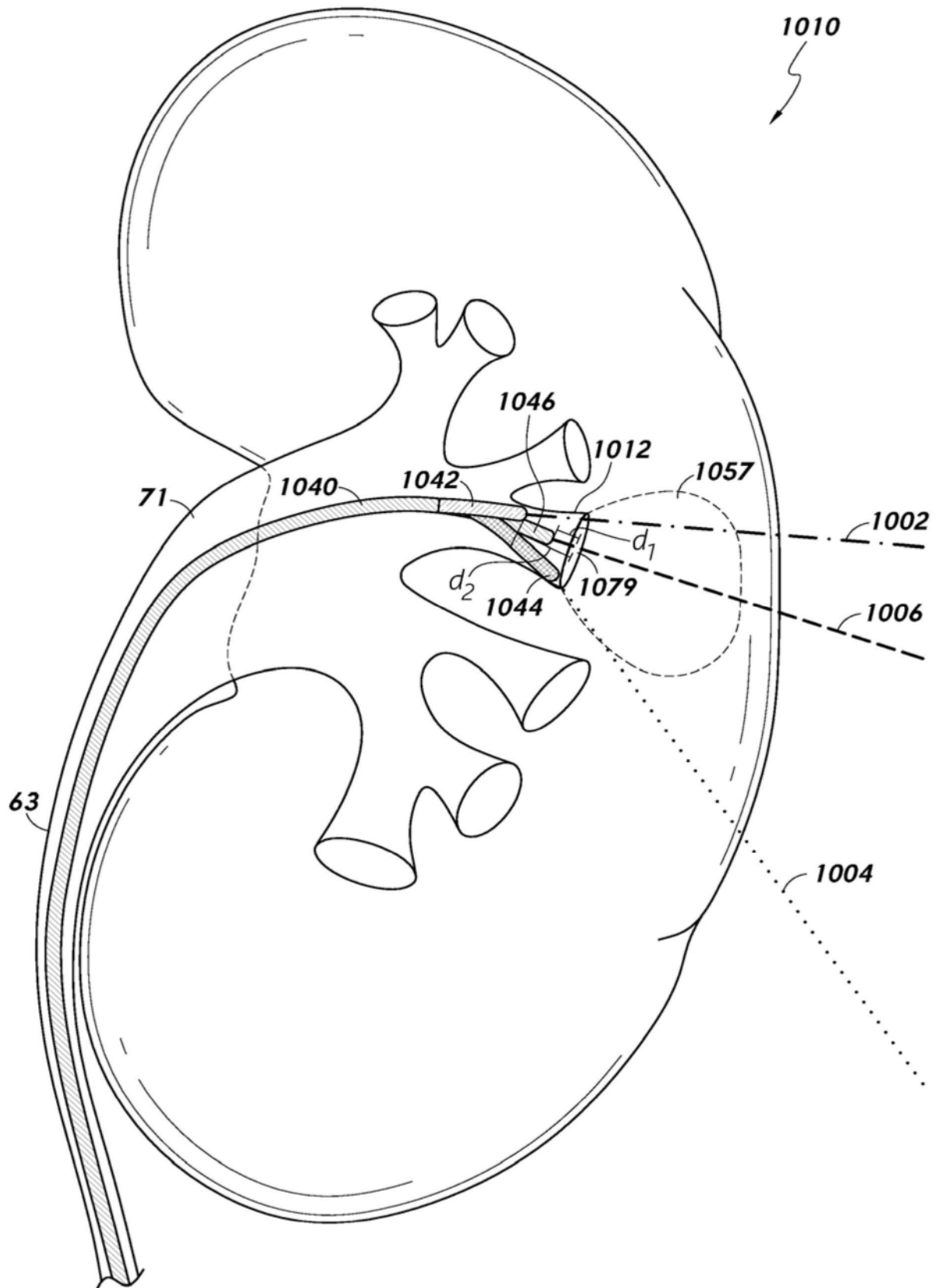


图10A

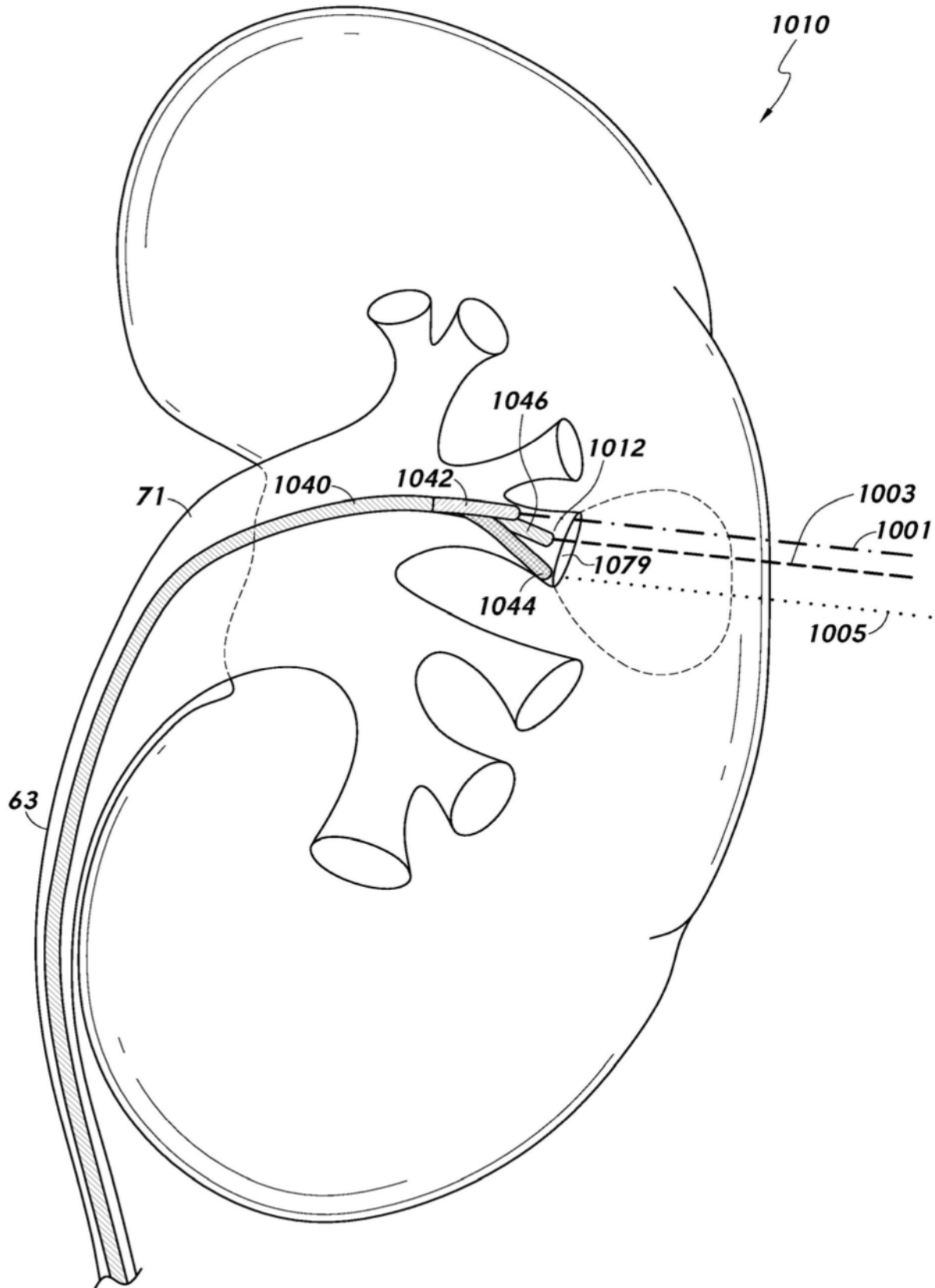


图10B

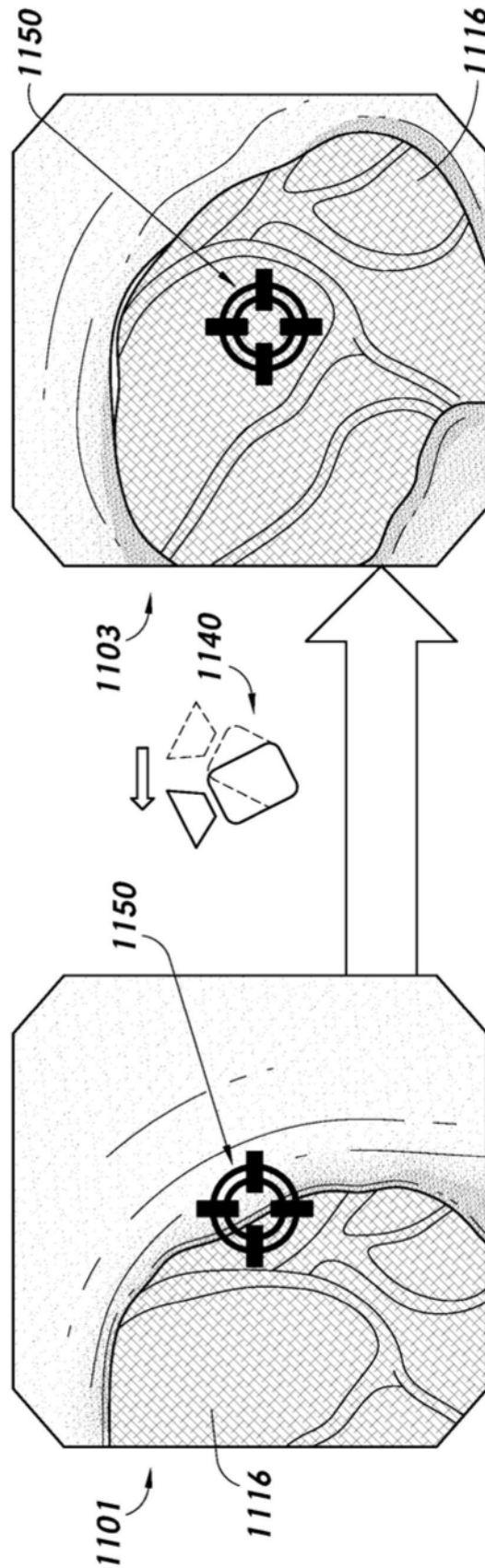


图11

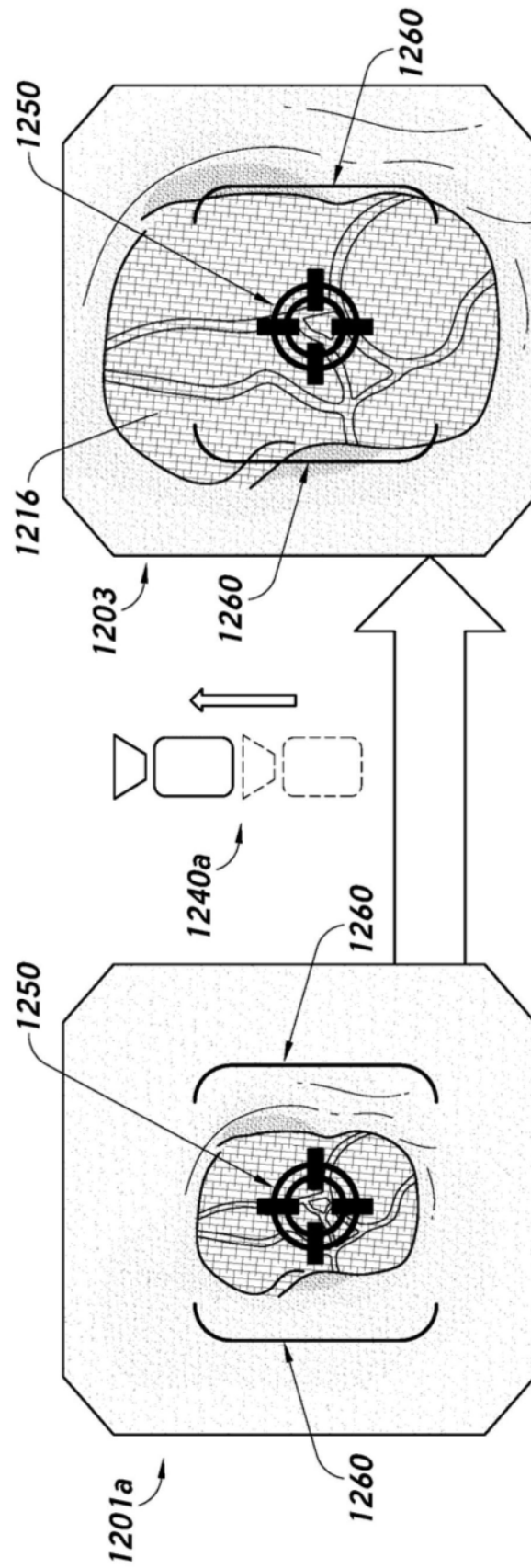


图12A

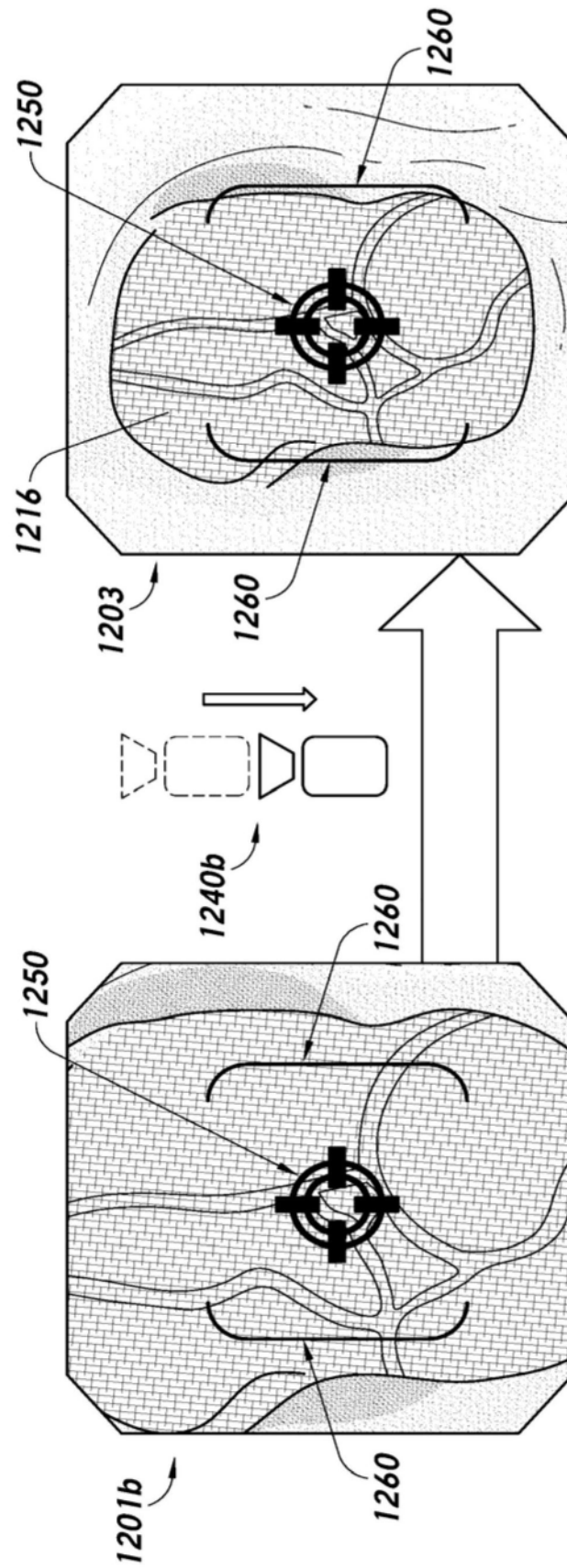


图12B

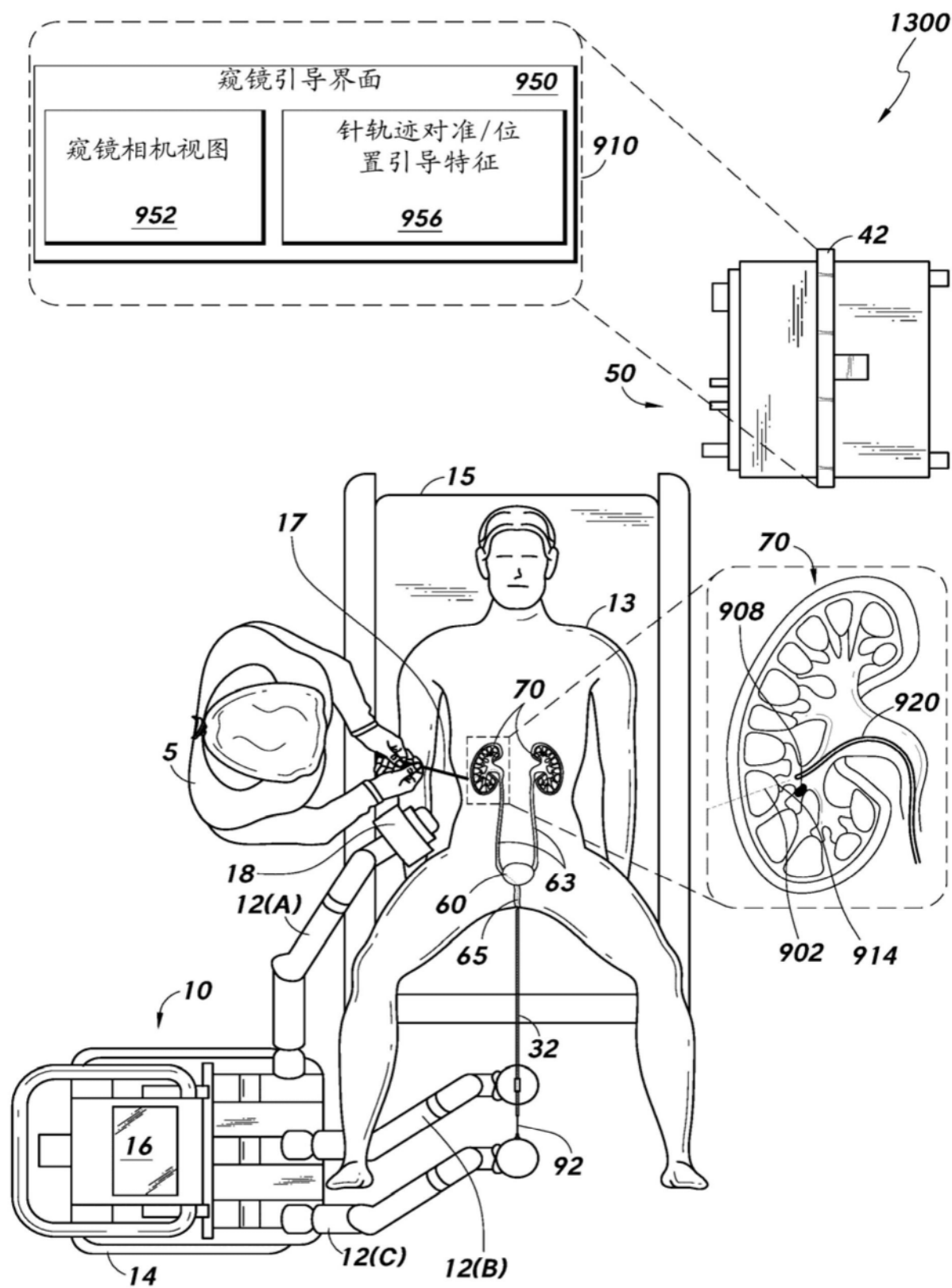


图13

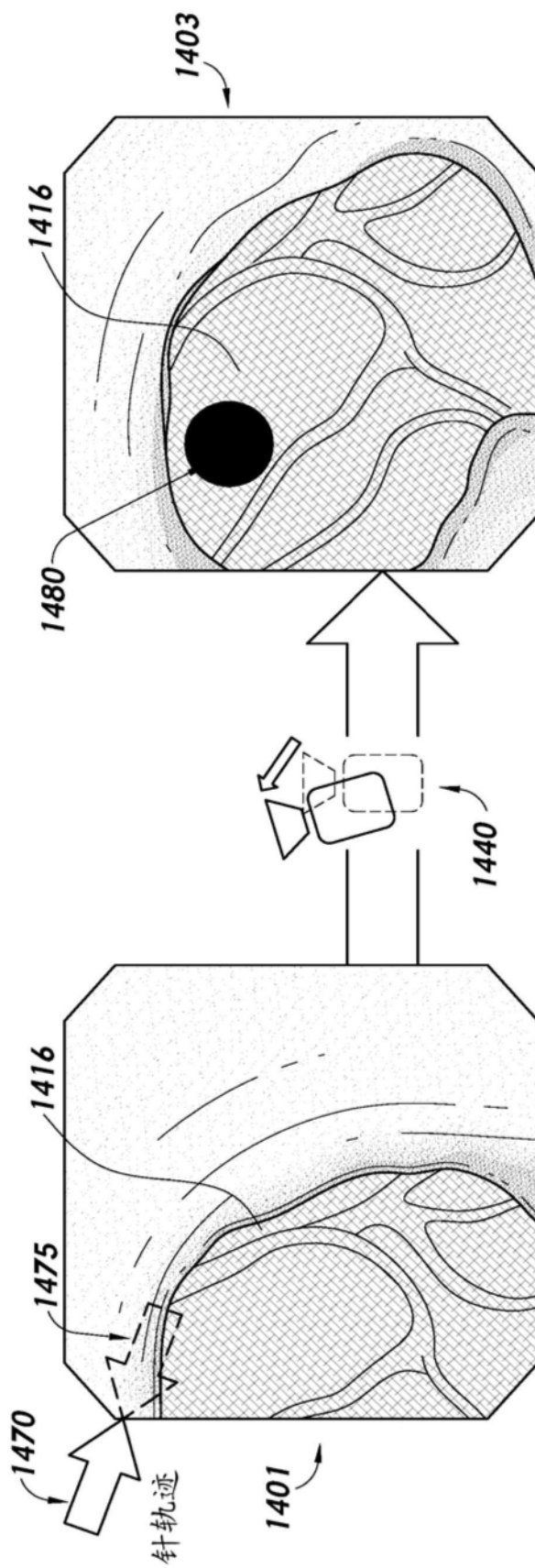


图14-1

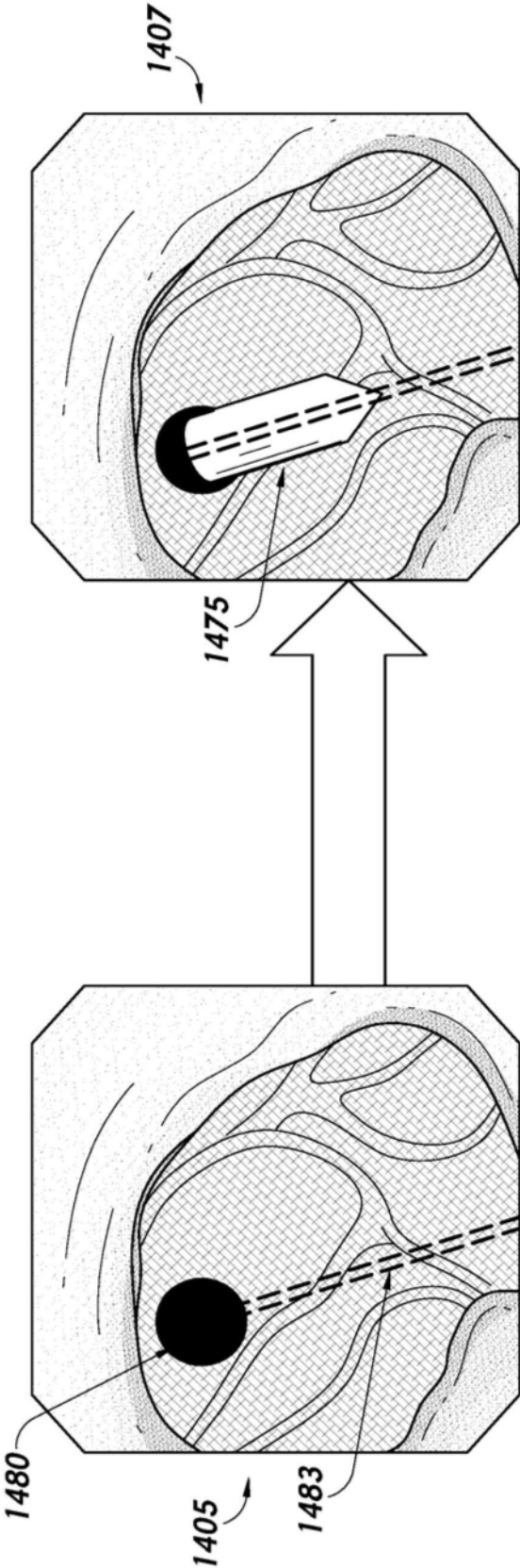


图14-2

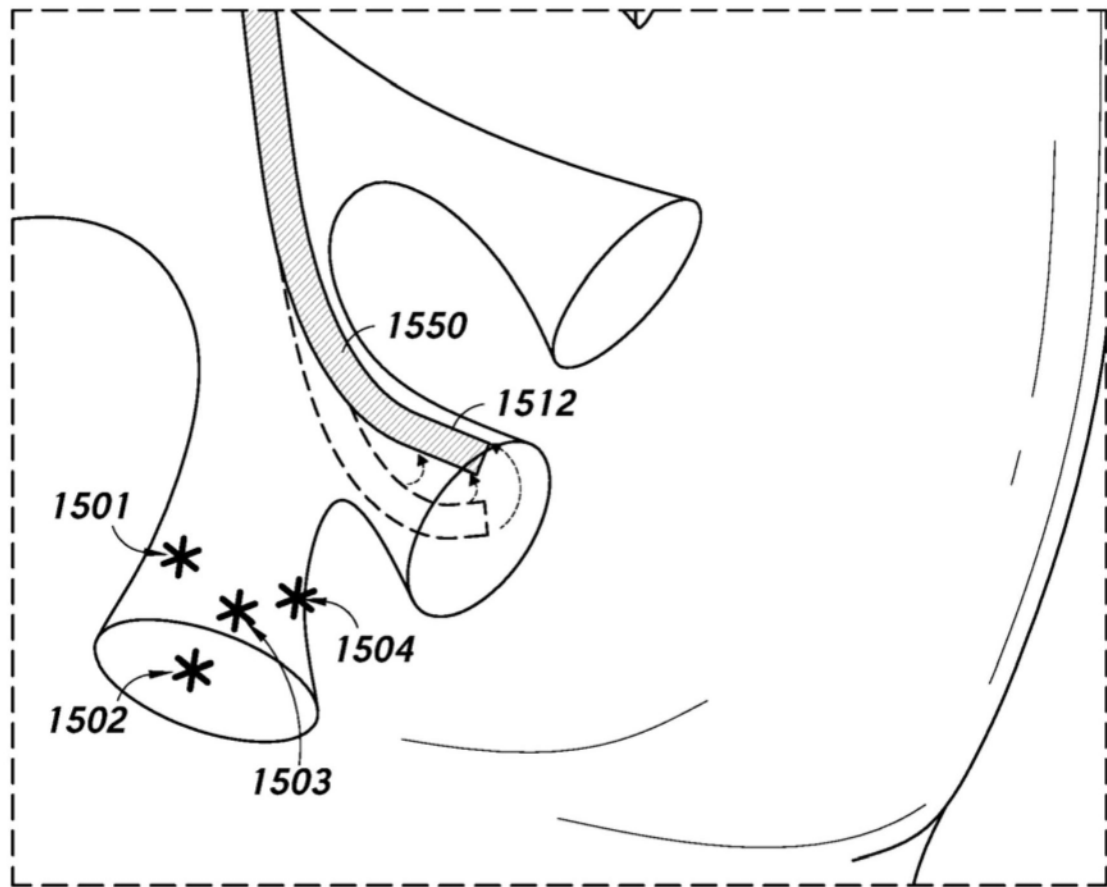


图15

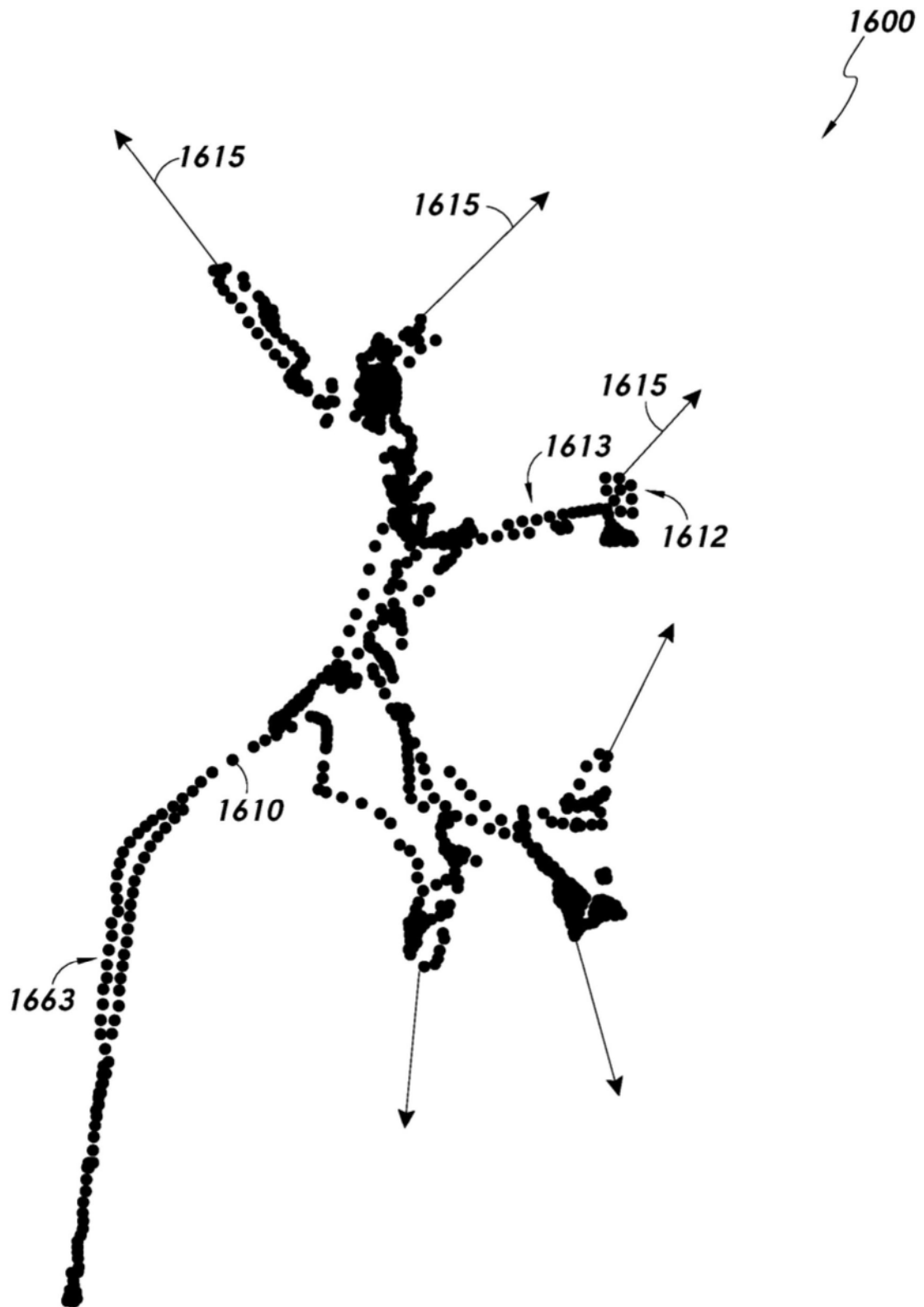


图16

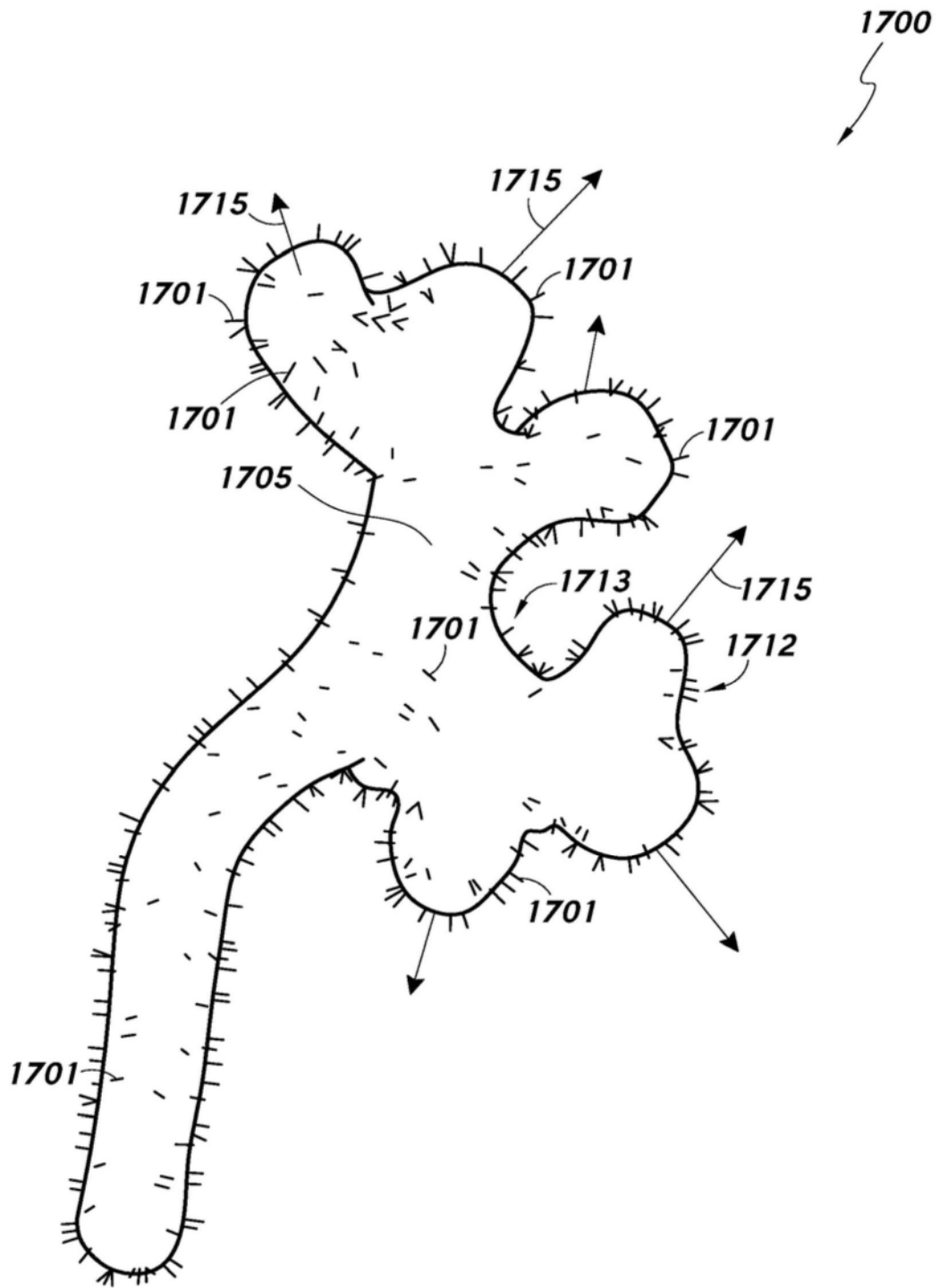


图17

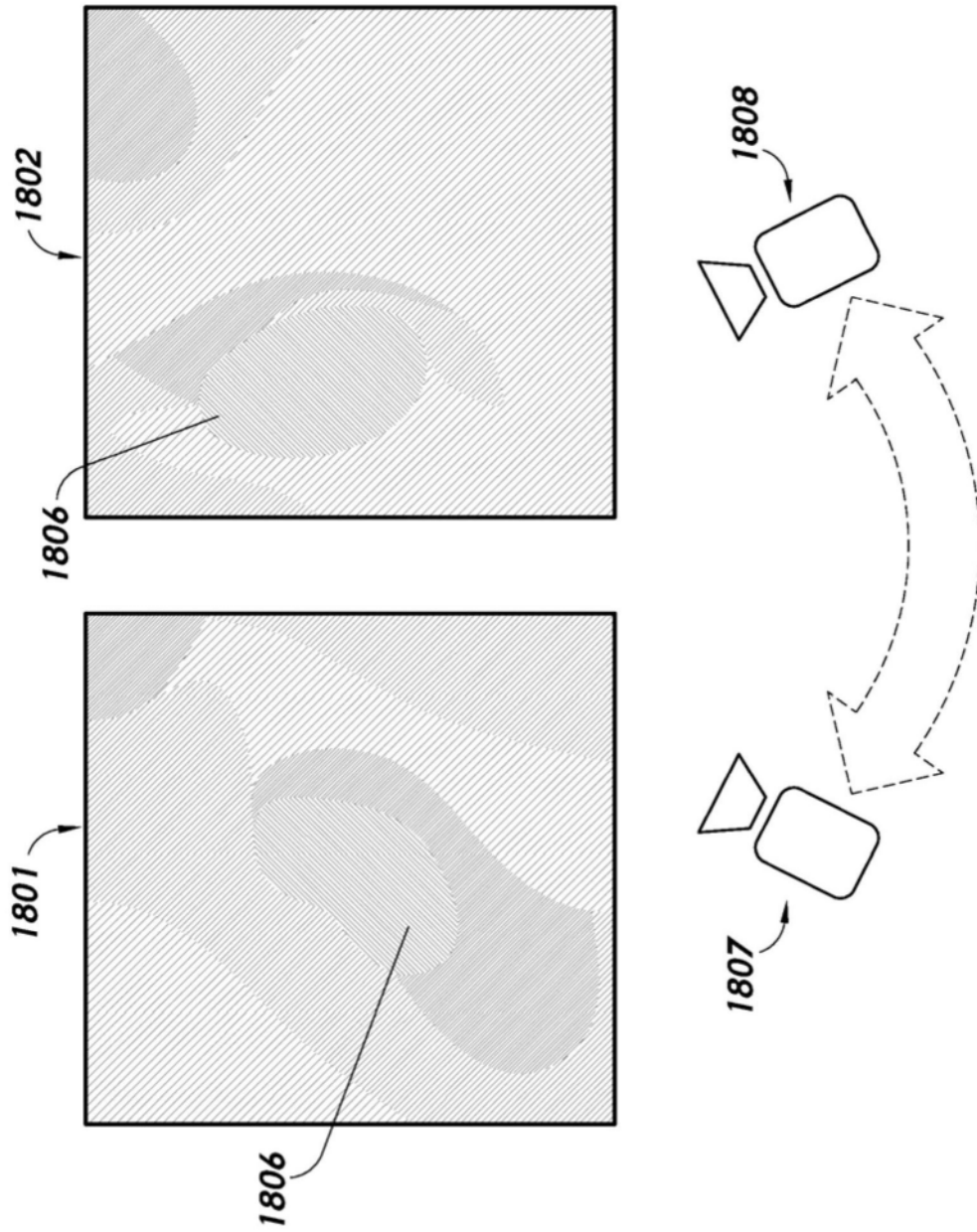


图18

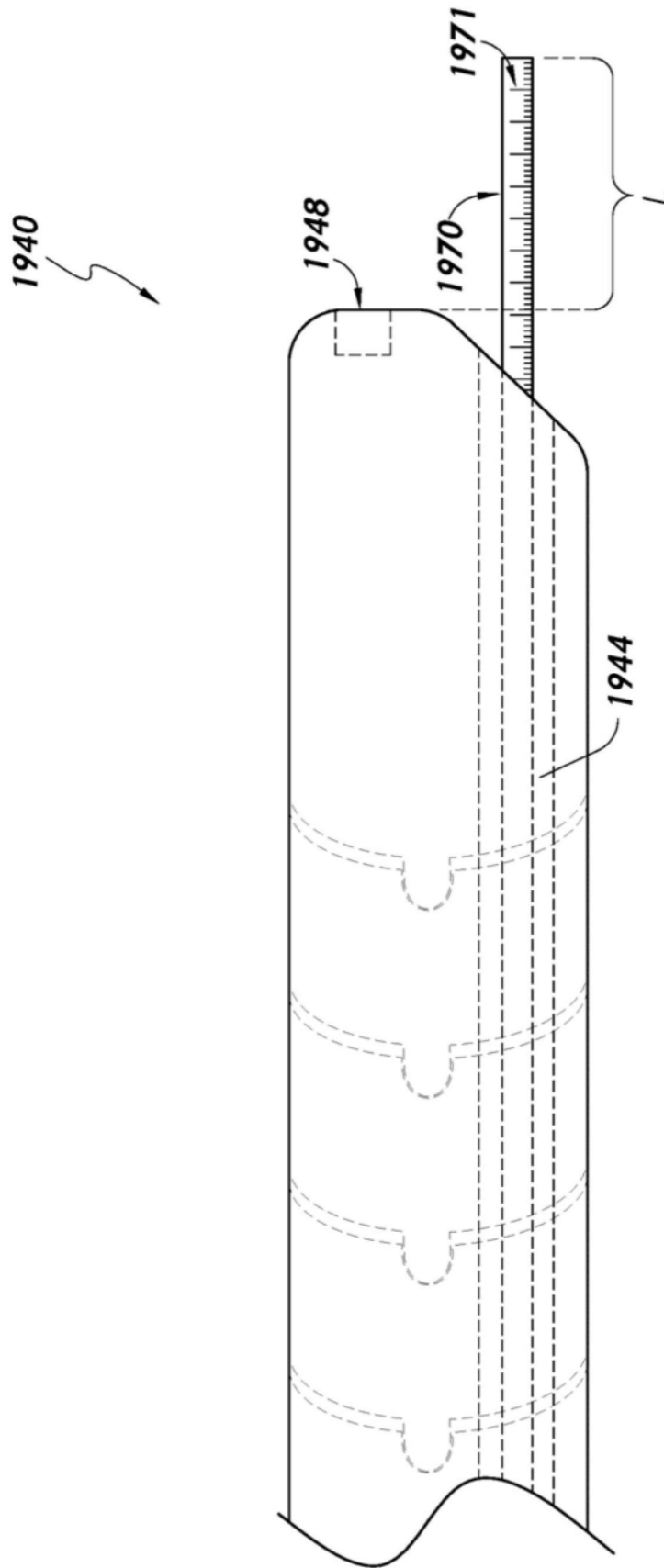


图19