



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116648207 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 25

(21) 申请号 202180087083.0

(22) 申请日 2021.12.22

(30) 优先权数据

63/129,906 2020.12.23 US

63/129,921 2020.12.23 US

17/555,777 2021.12.20 US

17/556,299 2021.12.20 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.06.21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2021/064795 2021.12.22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/140509 EN 2022.06.30

(71) 申请人 美敦力导航股份有限公司

地址 美国科罗拉多州

(72) 发明人 B·雅各布森 M·F·巴尔内斯

R·维格 S·哈特曼

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

专利代理师 陈颖 周全

(51) Int.Cl.

A61B 34/10 (2006.01)

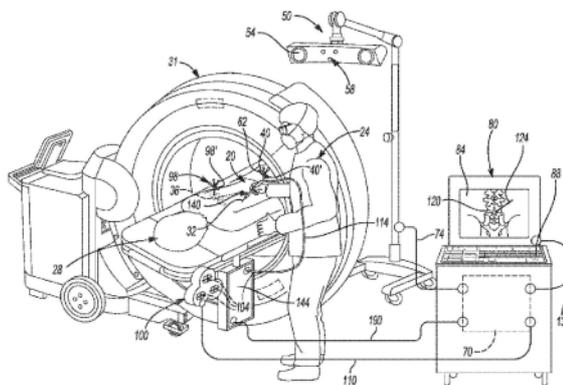
权利要求书5页 说明书16页 附图8页

(54) 发明名称

动力钻组件

(57) 摘要

公开了一种用于操作诸如动力钻组件等组件的系统和方法。该组件可用以向用户提供关于动力钻系统的选定位置和/或条件的反馈。该动力钻系统可用于向选定工具提供动力或驱动该选定工具,该选定工具诸如为切除或磨削工具。



1. 一种控制仪器的操作的系统,所述系统包括:
跟踪装置,所述跟踪装置被配置为与所述仪器相关联;
导航系统,所述导航系统被配置为基于跟踪所述跟踪装置而确定所述仪器的位姿;和
仪器控制器,所述仪器控制器被配置为根据选定操作参数来操作所述仪器,其中所述仪器控制器包括处理器模块,所述处理器模块被配置为执行指令以至少基于所述仪器的所确定的位姿而改变所述仪器的所述操作参数;
其中所述操作参数至少包括全旋转参数和振荡参数。
2. 根据权利要求1或2中任一项所述的系统,其中所述仪器是被配置为使工具旋转的钻具,并且所述控制器被配置为改变所述钻具的操作以改变所述工具的旋转。
3. 根据权利要求1所述的系统,所述系统还包括:
边界确定系统,所述边界确定系统被配置为确定图像中的边界;
其中基于所述仪器相对于所述边界的所确定的位姿而改变所述操作参数。
4. 根据权利要求3所述的系统,其中所述边界确定系统包括:
显示装置,所述显示装置被配置为显示图像;和
输入系统,所述输入系统被配置为允许用户关于所述图像中显示的至少一部分的边界的输入。
5. 根据权利要求3所述的系统,其中所述边界确定系统包括被配置为分割受试者的图像的图像分割系统。
6. 根据权利要求1或6中任一项所述的系统,所述系统还包括:
边界确定系统,所述边界确定系统被配置为确定边界;
操作参数输入系统,所述操作参数输入系统被配置为输入并存储操作参数;
其中在受试者的图像内确定边界,并且当所述仪器相对于所述边界处于选定位姿时存储关于所述仪器的操作的操作参数。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的系统,所述系统还包括:
成像系统,所述成像系统被配置为对所述受试者进行成像;和
边界确定系统,所述边界确定系统被配置为确定所述图像内的边界。
8. 根据权利要求7所述的系统,其中所述边界确定系统包括用以选择至少种子部分的用户输入。
9. 根据权利要求7所述的系统,其中在相对于所述图像中的边界的某一距离处选择所述振荡参数。
10. 根据权利要求7所述的系统,其中所述边界确定系统包括被配置为分割所述受试者的所述图像的图像分割系统。
11. 根据权利要求1至10中任一项所述的系统,其中在相对于所述图像中的边界的某一距离处选择所述振荡参数。
12. 根据权利要求1至11中任一项所述的系统,其中所述处理器模块被配置为执行其他指令以至少基于基于机器学习的算法而改变所述仪器的所述操作参数。
13. 一种控制仪器的操作的方法,所述方法包括:
利用被配置为确定所述仪器的位置的导航系统来确定所述仪器的位置;以及
根据选定操作参数来控制所述仪器的操作,其中控制所述操作包括利用处理器模块执

行指令以基于所述仪器的所确定的位置而改变所述仪器的所述操作参数；

其中所述操作参数至少包括全旋转参数和振荡参数。

14. 根据权利要求13所述的方法,所述方法还包括:

跟踪与所述仪器相关联的跟踪装置;

其中所确定的位置是基于跟踪所述跟踪装置。

15. 根据权利要求13或14中任一项所述的方法,所述方法还包括:

将所述仪器配置为钻具,所述钻具被配置为使工具旋转或使所述工具振荡。

16. 根据权利要求13至15中任一项所述的方法,所述方法还包括:

确定图像中的边界;

其中基于所述仪器相对于所述边界的所确定的位置而控制所述仪器的所述操作。

17. 根据权利要求13至16中任一项所述的方法,所述方法还包括:

显示所述图像;以及

输入关于所述图像中显示的至少一部分的所述边界的用户选择。

18. 根据权利要求14所述的方法,所述方法还包括:

确定图像中的边界;

其中控制所述仪器的所述操作包括使所述工具从所确定的边界旋转第一距离以及使所述工具从所述边界振荡第二距离。

19. 根据权利要求18所述的方法,其中所述第二距离小于所述第一距离。

20. 根据权利要求13所述的方法,所述方法还包括:

利用成像系统获取图像;以及

确定所述图像内的边界。

21. 根据权利要求20所述的方法,其中确定所述图像内的所述边界包括接收用以选择至少种子部分的用户输入。

22. 根据权利要求21所述的方法,其中在相对于所述图像中的所确定的边界的某一距离处选择所述振荡参数。

23. 一种控制钻具的操作的方法,所述方法包括:

确定图像内的边界;

利用导航系统确定仪器相对于所述边界的位置;以及

根据选定操作参数来控制所述仪器的操作,包括利用处理器模块执行指令以基于所述仪器相对于所确定的边界的所确定的位置而改变所述仪器的操作;

其中所述操作至少包括由所述仪器驱动的工具在相对于所述边界的第一位置处的全旋转以及由所述仪器驱动的所述工具在相对于所述边界的第二位置处的振荡。

24. 一种控制钻具的操作的系统,所述系统包括:

传感器,所述传感器被配置为感测所述钻具的马达的至少一个操作并且基于所述至少一个操作而传输传感器信号;

处理器模块,所述处理器模块被配置为接收所述传感器信号并且执行指令以操作所述钻具并至少基于所述传感器信号而改变所述钻具的操作参数;

其中所述传感器信号至少包括第一信号和第二信号;

其中所述钻具的所述操作至少包括当接收到所述第一信号时的全旋转以及当接收到

所述第二信号时的振荡。

25. 根据权利要求24所述的系统,其中所述传感器包括电压传感器,所述电压传感器被配置为感测所述钻具的马达的反向电压;

其中所述第一信号是第一反向电压,并且所述第二信号是第二反向电压。

26. 根据权利要求24或25中任一项所述的系统,所述系统还包括:

跟踪装置,所述跟踪装置被配置为与所述钻具相关联;

导航系统,所述导航系统被配置为基于跟踪所述跟踪装置而确定所述钻具的位姿;并且

其中所述处理器模块被配置为执行其他指令以基于所述钻具的所确定的位姿而改变所述操作参数;

其中基于以下两者而选择所述钻具的所述操作参数:(i) 第一传感器信号或第二传感器信号;和(ii) 所确定的位姿。

27. 根据权利要求26所述的系统,所述系统还包括:

边界确定系统,所述边界确定系统被配置为确定图像中的边界;

其中基于所述钻具相对于所述边界的所确定的位置而改变所述操作参数。

28. 根据权利要求27所述的系统,其中所述边界确定系统包括:

显示装置,所述显示装置被配置为显示图像;和

输入系统,所述输入系统被配置为允许用户关于所述图像中显示的至少一部分的边界的输入。

29. 根据权利要求26所述的系统,所述系统还包括:

成像系统,所述成像系统被配置为对所述受试者进行成像;和

边界确定系统,所述边界确定系统被配置为确定所述图像内的边界。

30. 根据权利要求26所述的系统,其中所述边界确定系统包括用以选择至少种子部分的用户输入。

31. 根据权利要求24至30中任一项所述的系统,其中在相对于所述图像中的边界的某一距离处选择振荡参数。

32. 根据权利要求24至31中任一项所述的系统,所述系统还包括:

辅助传感器,所述辅助传感器能够操作为感测通过神经传输的电信号;

其中所述处理器模块被进一步配置为从所述辅助传感器接收辅助传感器信号。

33. 根据权利要求26所述的系统,其中所述边界确定系统包括被配置为分割所述受试者的图像的图像分割系统。

34. 一种控制钻具的操作的系统,所述系统包括:

传感器,所述传感器被配置为感测通过受试者中的神经传输的电信号并且基于所述电信号而传输传感器信号;

处理器模块,所述处理器模块被配置为接收所述传感器信号并且执行指令以操作所述钻具并基于所述传感器信号而改变所述钻具的操作参数;

其中所述传感器信号至少包括第一信号和第二信号;

其中所述钻具的所述操作至少包括当接收到所述第一信号时的全旋转以及当接收到所述第二信号时的振荡。

35. 根据权利要求34所述的系统,其中所述第一信号不包括神经信号,并且所述第二信号包括神经信号。

36. 根据权利要求35所述的系统,所述系统还包括:

跟踪装置,所述跟踪装置被配置为与所述钻具相关联;

导航系统,所述导航系统被配置为基于跟踪所述跟踪装置而确定所述钻具的位姿;并且

其中所述处理器模块被配置为执行其他指令以基于所述钻具的所确定的位姿而改变所述操作参数;

其中基于以下两者而选择所述钻具的所述操作参数:(i) 第一传感器信号或第二传感器信号;和(ii)所确定的位姿。

37. 根据权利要求36所述的系统,所述系统还包括:

边界确定系统,所述边界确定系统被配置为确定图像中的边界;

其中基于所述钻具相对于所述边界的所确定的位姿而改变所述操作参数。

38. 根据权利要求37所述的系统,其中所述边界确定系统包括:

显示装置,所述显示装置被配置为显示图像;和

输入系统,所述输入系统被配置为允许用户关于所述图像中显示的至少一部分的边界的输入。

39. 根据权利要求38所述的系统,所述系统还包括:

成像系统,所述成像系统被配置为对所述受试者进行成像;和

边界确定系统,所述边界确定系统被配置为确定所述图像内的边界。

40. 根据权利要求39所述的系统,其中所述边界确定系统包括用以选择至少种子部分的用户输入。

41. 根据权利要求40所述的系统,其中在相对于所述图像中的所述边界的某一距离处选择振荡参数。

42. 一种控制钻具的操作的方法,所述方法包括:

确定来自传感器的传感器信号,所述传感器被配置为感测与所述钻具相关的条件;

利用导航系统确定所述钻具的位姿,所述导航系统被配置为确定所述钻具的位姿;以及

根据选定操作参数来控制所述钻具的操作,其中控制所述操作包括利用处理器模块执行指令以基于以下两者而改变所述钻具的操作参数:(i) 所述钻具的所确定的位姿;和(ii) 所述传感器信号;

其中控制所述钻具的所述操作至少包括所述钻具的全旋转和所述钻具的振荡。

43. 根据权利要求42所述的方法,其中确定所述传感器信号包括以下中的至少一者:

电信号,并且基于所述电信号而传输传感器信号,或者

所述钻具的马达的至少一个操作。

44. 根据权利要求43所述的方法,所述方法还包括:

确定图像中的边界;

其中基于以下两者而控制仪器的操作:(i) 所述仪器相对于所述边界的所确定的位姿;和(ii) 所述传感器信号。

45. 根据权利要求44所述的方法,所述方法还包括:

显示所述图像;以及

输入关于所述图像中显示的至少一部分的所述边界的用户选择。

46. 根据权利要求45所述的方法,其中确定所述图像内的所述边界包括接收用以选择至少种子部分的用户输入。

47. 根据权利要求44所述的方法,其中在相对于所述图像中的所确定的边界的某一距离处选择所述钻具的所述振荡。

动力钻组件

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求美国临时申请63/129,906号(代理人档案号5074A-000229-US-PS1)和美国临时申请63/129,921号(代理人档案号5074A-000230-US-PS1)的权益,并且本申请要求美国申请17/555,777号(代理人档案号5074A-000229-US)和美国专利申请17/556,299号(代理人档案号5074A-000230-US)的权益。上述申请的全部公开内容以引用方式并入本文。

技术领域

[0003] 本公开涉及一种动力钻,并且尤其涉及一种具有选定反馈的动力钻组件。

背景技术

[0004] 在选定手术期间,马达可用以向钻具马达提供动力,钻具马达移动工具,诸如具有工具尖端或工作端的工具。例如,工具可以选定的速度旋转,诸如约100转每分钟(RPM)至约10,000RPM。与马达互连的工具可连接到驱动轴,该驱动轴被配置为由马达提供动力以旋转。然后,当由马达提供动力时,可利用旋转工具尖端执行手术。

[0005] 在诸如外科手术等选定手术期间,工具的用户(例如,外科医生)可能需要仅依靠视觉提示和经验来确定工具尖端的位置。在手术期间,工具的至少一个工作端可被隐藏而不能被用户直接观察到或完全直接观察到。因此,可能需要开放经验来恰当地执行手术。

发明内容

[0006] 本部分提供本公开的一般概述,并且不是本公开的完整范围或其全部特征的全面公开。

[0007] 可以提供一种动力钻以由用户执行手术。可以任何适当的方式向动力钻提供动力,诸如气动动力、电力或其他适当的动力系统,以在选定的和/或可选择的速度下旋转,该速度包括约100RPM至约100,000RPM,包括约75,000RPM。动力钻可向工具提供动力,以对选定受试者(诸如人类患者或其他适当受试者或非人类受试者)执行手术。动力钻可受驱动以使工具旋转,诸如用于钻孔、形成颅骨钻孔等。

[0008] 在手术期间,受试者可以具有预定义位置或部分以供在其上执行手术。例如,可以选择患者颅骨以在其中形成颅骨钻孔。颅骨钻孔的位置、大小等可以在计划手术期间预定义。然而,也可以在手术期间选择选定手术区域或体积。动力钻可用以在受试者的选定部分中形成颅骨钻孔。

[0009] 动力钻还可用以执行其他手术。例如,动力钻可用以执行脊柱手术。在各种实施方案中,可以手术切除脊椎骨进行融合和/或椎间盘置换。

[0010] 动力钻可用以和/或受控制以在仪器的使用期间向用户提供反馈。导航系统可跟踪工具,诸如动力钻、动力锯和/或包括马达或动力系统的其他适当物品,该马达或动力系统可在其使用期间更改以改变参数,诸如切割速度。替代地和/或另外,可以提供传感器来感测马达功率和/或应力。此外,可以提供或使用无传感器的马达,并且可以感测其他参数,

诸如马达本身上的反向反应,例如马达线圈上的反电动势(EMF),以确定马达操作性质。

[0011] 马达可以选定的和/或不同的方式操作以向用户提供反馈,诸如触觉反馈。因此,系统可以在动力钻的操作期间向用户提供反馈。反馈可以与工具的位置、工具所接触的材料类型等有关。

[0012] 根据本文提供的描述,另外的适用性领域将变得显而易见。本概述中的描述和具体示例仅旨在用于说明的目的,并且不旨在限制本公开的范围。

附图说明

[0013] 本文所述的附图仅用于选定实施方案的说明性目的,而不是所有可能的具体实施,并且不旨在限制本公开的范围。

[0014] 图1为履带式机动组件的环境视图;

[0015] 图2为从两个方向看的脊柱的一部分的示意图;

[0016] 图3为根据各种实施方案的系统以及选定输入和输出的示意图;

[0017] 图4为根据各种实施方案的系统的操作的流程图;

[0018] 图5A至图5E为根据各种实施方案的系统的操作的环境视图;并且

[0019] 图6为示出根据各种实施方案的基于来自各种传感器的输入的系统的操作的曲线图;

[0020] 图7A至图7D为根据各种实施方案的系统的操作的环境视图。

[0021] 在所有附图的若干个视图中,对应的附图标记指示对应的零部件。

具体实施方式

[0022] 现在将参考附图更完整地描述示例性实施方案。

[0023] 图1为正由用户24使用以对受试者(例如,患者)28执行手术的仪器(诸如动力钻组件20)的环境视图。动力钻组件20可受驱动以使马达和/或工具以选定的和/或可选择的速度旋转,该速度包括约100RPM至约100,000RPM,包括约200RPM至约75,000RPM。在各种实施方案中,动力钻组件20可包括用于执行选定手术的动力解剖工具32,诸如在患者28的颅骨中形成颅骨钻孔、在脊椎骨36上进行手术或其他选定手术。然而,应当理解,动力钻组件20可用于执行其他手术,诸如相对于脊椎骨和/或在脊椎骨中去除材料。

[0024] 例如,动力钻组件20可用以在选定手术中去除一部分脊椎骨,包括椎板切除术手术或其他适当的脊柱手术。此外,应当理解,动力钻组件20可用于对非活体受试者执行手术,诸如在机身、汽车车架等中钻孔。因此,动力钻组件20不需要用于活体受试者,诸如人类患者。

[0025] 动力钻组件20可以包括根据各种系统和/或手术相对于受试者28跟踪和/或导航的机动钻具。例如,如本文中进一步讨论,跟踪系统可以包括跟踪装置40,该跟踪装置可以连接到动力钻组件20以跟踪工具相对于受试者28(诸如脊椎骨36)的位置。适当的跟踪系统包括在美国专利8,842,893号中公开的那些系统,该美国专利以引用方式并入本文。应当理解,可以获取受试者28的图像数据以创建图像,如本文中所讨论。为了获取图像数据,可以在开始手术之前或者在手术已经开始之后使用成像系统31,该手术可以包括动力钻20的操作。成像系统31可以包括由美敦力公司(Medtronic, Inc.)出售的O-arm[®]成像系统和/或可

以包括在美国专利7,188,998号、7,108,421号、7,106,825号、7,001,045号和6,940,941号中公开的那些系统;所有这些美国专利以引用方式并入本文。其他可能的成像系统可以包括还可以生成患者28的三维视图的C型臂荧光成像系统。

[0026] 跟踪系统可为导航系统的一部分以帮助执行选定手术,诸如对受试者28执行的外科手术,并且可以包括本领域公知的那些手术。例如,导航系统可以包括在美国专利5,772,594号、5,913,820号、5,592,939号、5,983,126号、7,751,865号和8,842,893号以及9,737,235号中所公开的那样,以及美国专利申请公开2004/0199072号中所公开的那样,所有这些文献以引用方式并入本文。由于受试者或真实空间的位置与图像空间的配准,所跟踪的位置可显示在图像上或相对于图像显示,也如上文并入的美国专利和公开案中所公开的那样。此外,跟踪系统可包括全部由美敦力导航公司(Medtronic Navigation, Inc.)出售的StealthStation[®] S8[®]跟踪系统和AxiEM[™]跟踪系统。

[0027] 跟踪系统可以包括各种特征,诸如光学跟踪系统、EM跟踪系统、超声跟踪系统等。然而,如图1所示,例如,跟踪系统可以包括一个或多个定位器,该一个或多个定位器可以包括带有用于接收和/或传输用于跟踪的信号的光学相机和/或天线的部分。定位器可以包括光学定位器50,该光学定位器包括可检测或“观察”连接到动力钻20的跟踪装置40的一个或多个相机54。包括相机54的定位器50可以发射选定辐射,诸如来自发射器58的红外辐射,该选定辐射被与跟踪装置40相关联的一个或多个可跟踪部分62反射。相机54可以观察到可跟踪部分62,并且信号可以被传输到导航处理器单元70。导航处理器单元70可以包括各种特征部,诸如导航探测接口(NPI),如本文中进一步讨论。导航处理器单元70还可以包括用于各种类型的跟踪系统的线圈阵列控制器(CAC)。诸如NPI、CAC或其他部分等各种特征可提供为与导航处理器单元70分离的单元或用于与导航系统的各个部分交互的单独模块,如此项技术中通常已知。

[0028] 然而,定位器50可以经由选定的通信线路74与导航处理器单元70通信。通信线路74可为与导航处理器单元70的有线或无线通信。导航处理器单元70可以与选定系统(诸如工作站、终端等)通信,该选定系统包括具有显示屏84和一个或多个用户输入88的显示系统或显示模块80。然而,应当理解,显示器84可以与处理器单元70分离和/或除此之外为诸如投影显示器、头戴式显示器(例如,增强现实系统)。用户输入88可以包括键盘、鼠标、触摸屏或其他战术输入。其他输入还可以包括脚踏开关、口头输入、视觉输入等。

[0029] 受试者跟踪装置98还可以相对于受试者28被连接,诸如固定。在各种实施方案中,受试者跟踪装置96可以固定到脊椎骨。通常,受试者跟踪装置相对于受试者28的选定部分固定。

[0030] 在各种实施方案中,可提供替代或额外的跟踪系统,诸如包括电磁跟踪阵列(诸如线圈阵列100)的电磁跟踪系统。线圈阵列100可以包括发射和/或接收来自电磁(EM)跟踪装置的电磁信号的一个或多个线圈元件104,该电磁跟踪装置诸如为与患者28相关联和/或连接到该患者的受试者跟踪装置98或者连接到动力钻20的跟踪装置40'。线圈阵列100可以经由与从定位器装置50到导航处理单元70的通信线路74类似的通信线路110而与导航处理单元70通信。此外,跟踪装置中的每个跟踪装置可以经由选定通信线路(诸如通信线路114)与导航处理单元70通信,以使得可使用导航处理单元70确定选定跟踪装置(包括跟踪装置40和跟踪装置98)的位置。应当理解,在选定手术期间可以同时和/或连续地使用一个或更多于

一个跟踪系统。

[0031] 显示屏84可以显示受试者28的一部分的图像120, 诸如脊椎骨36的图像。如上文所讨论, 图像120可以基于使用成像系统31获取的图像数据或通过使用该成像系统获取的图像数据而产生。相对于图像120显示的和/或叠加在患者28的图像120上的可为图形表示, 也称为图标124。图标124可以表示可包括工具32的动力钻组件20相对于受试者28的位置, 诸如位姿。所表示的位置也可为组件20的仅一部分。动力钻组件20或其一部分相对于受试者28的位置可以通过相对于受试者28配准动力钻组件20并此后跟踪动力钻组件20相对于受试者28的位置来确定。

[0032] 配准可以包括各种技术, 诸如在美国专利RE44, 305号、7, 697, 972号、8, 644, 907号、8, 238, 631号和8, 842, 893号中所公开的那样, 以及在美国专利申请公开2004/0199072号中所公开的那样, 所有这些文献以引用方式并入本文。通常, 配准包括受试者空间与图像空间之间的映射。这可通过识别受试者空间(即, 基准部分)中的点并识别图像中的相同点(即, 图像基准)来完成。然后, 可以诸如通过导航系统进行图像空间到受试者空间的映射。例如, 可以在图像数据中(诸如在图像120中)每年、自动地或以它们的组合识别点。

[0033] 可以在诸如由受试者28定义的受试者空间中识别相关点。例如, 用户24可以识别图像120中的棘突, 并且由一个或多个跟踪系统(包括定位器50、100)跟踪的仪器可以用于识别脊椎骨36处的棘突。一旦在图像120的图像空间和受试者28的受试者空间两者中识别出适当数目的点, 就可以在这两个空间之间进行映射。该映射允许由受试者定义的受试者空间(也称为导航空间)与由图像120定义的图像空间之间的配准。因此, 可以利用选定的跟踪系统来跟踪仪器或任何适当的部分, 并且可以利用图形表示124相对于图像120来识别或表示仪器的位姿。

[0034] 如上文所讨论, 可以在手术中的选定点进行动力钻组件20相对于受试者28的配准, 诸如与受试者跟踪装置98或相对于该受试者跟踪装置的配准。然后图像120可以显示在显示屏84上, 并且动力钻组件20的所跟踪的位置可以显示为相对于图像120的图标124。图标124可以叠加在图像120上以显示动力钻组件20的至少选定部分(诸如由动力钻组件20提供动力的工具32的远侧端部)的位姿。该位姿可以包括带有三个空间自由度(例如, 包括XYZ位置中的至少一个位置)的位置以及选定数目的(例如, 三个)自由度定向信息位置(例如, 包括偏航、俯仰和滚动定向中的至少一者)。该位姿可以由导航处理单元70确定和/或计算, 并经由诸如通信线路130等选定通信线路传送给显示装置80。通信线路130可为有线或无线或其他适当的通信线路。此外, 应当理解, 导航处理器单元70可以包括各种特征部, 诸如选定处理器(例如, 专用集成电路(ASIC)、通用处理器等)。导航处理器单元70还可以包括存储器系统(例如, 包括旋转硬盘、非易失性固态存储器等的非暂时性存储器系统), 该存储器系统包括选定指令, 诸如用以执行跟踪、配准、将图标124叠加在图像120上等的指令。因此, 动力钻组件20的所确定的位姿(例如, 动力钻组件20的选定部分, 如本文中进一步讨论)可通过与图像120有关的图标124相对于受试者28显示。然后, 用户24可能观察显示屏84, 以通过观察显示器84来观察和/或理解动力钻组件20的选定部分相对于受试者28的特定位姿。

[0035] 在各种实施方案中, 动力钻组件20可以包括各种部件, 这些部件可以包括马达组件或部件143(图5A)的马达壳体140。钻具20可以包括适当的马达部件, 诸如由美敦力公司出售的LEGENDMR8[®]和/或LEGEND EHSSTYLUS[®]马达系统。马达部件可以包括诸如气动

马达等动力马达,诸如LEGEND MR7[®] 马达,但也可使用诸如电动马达LEGEND EHS STYLUS[®] 马达等其他动力马达或驱动器。

[0036] 马达组件可以具有经由线路114传输到马达组件和/或从马达组件传输的电力和/或其他信号,该线路与也可包括电源的控制器144连接。控制器144可为任何适当的控制器144,诸如由美敦力公司出售的IPC[®]集成动力系统。然而,应当理解,马达部件可为任何适当的马达组件,诸如由电子电源或其他适当的电源提供动力的马达组件。因此,气动钻具不旨在限制本公开或未决权利要求。此外,马达部件可以包括在美国专利7,011,661号或7,001,391号中公开的那些马达部件,这些美国专利以引用方式并入本文。

[0037] 如上文所讨论,可以对受试者28执行手术。对受试者28执行的手术可以利用钻具组件20来执行,该钻具组件具有从其延伸的仪器工具32。如上文所讨论,可以相对于受试者28对钻具组件20进行导航。在各种实施方案中,可发生图像引导程序或图像引导导航。因此,显示屏84上的图像120可以包括受试者28的成像部分。例如,如图2所示,可以在显示屏84上将内侧至外侧(ML)(或反之亦然)图像部分120a和前侧至后侧(AP)(或反之亦然)图像视图120b示出为图像120。因此,图像120可以包括各种部分,诸如第一或ML视图120a以及第二或AP视图120b。然而,应当理解,也可以出于各种目的,诸如从下到上或相对于其的选定角度,来观察额外视图或图像。

[0038] 在各种实施方案中,可以出于诸如计划选定手术等各种目的对图像的一部分进行分割。如上文所讨论,钻具组件20可以包括用于对受试者28执行诸如椎板切除术、脊椎减压、椎体间融合或其他选定手术等手术的工具32。手术可以包括移动工具32以去除受试者28的选定部分,诸如脊椎骨36的解剖结构的选定部分。如图2所示,脊椎骨36可以包括第一脊椎骨36和第二脊椎骨36a。脊椎骨可以包括各种部分,诸如小关节150或其边缘,包括棘突154。脊椎骨36可以包括每个脊椎骨上所包括的部分,诸如小关节150、棘突154和横突158。在各种实施方案中,小关节(facet/facet joint)150可被切除选定的量以执行选定手术,如上所述。然而,在手术期间,可以选择仅使工具32接触脊椎骨36的部分,诸如在小关节150处。脊椎骨36通常由骨材料形成,并且可以通过工具32切除。

[0039] 非骨组织或软组织可以靠近或邻近脊椎骨36。例如,受试者的脊髓162可以延伸穿过多个脊椎骨36。此外,各种神经或神经根166可以从脊髓162延伸。脊髓162以及其各种神经部分通常可被选择为在选定手术期间不被切除。此外,一个或多个椎间盘168可以形成于各个脊椎骨36之间。

[0040] 图像120可以被分割以分割各种部分,诸如脊椎骨部分36、脊髓162和/或神经根166。例如,如图2所示,脊椎骨可以分割为脊椎骨或骨部分,并且其图形表示可以包括用小虚线、选定颜色等对其进行图示。软组织或任何适当的部分(包括脊髓162)可以被分割并且用大虚线、选定颜色等示出。应当理解,可以进行任何适当的识别,诸如颜色、线条粗细等。还应当理解,不需要做出分割的特定视觉表示。

[0041] 此外,可以任何适当的方式,诸如自动地、手动地,或者利用手动输入并且之后自动地,来形成图像120的分割。例如,用户24可以选择区域或区(例如,像素、体素、区域等),并且诸如导航处理器70等系统可以执行选定指令来分割图像120。应当理解,除了导航处理单元70之外或者与该导航处理单元相结合,可以使用任何适当类型的处理单元。因此,不需

要利用导航处理单元70来执行诸如分割等各种成像处理。然而,应当理解,处理单元通常可为通用处理器并且能够实行用于执行来自存储介质的各种任务的选定指令。

[0042] 图像120,无论是否被分割,都可以用来识别用于执行手术的计划。通常,计划可以包括各种特征或部分,诸如计划区或体积174。计划174可以包括可以用工具32切除的轨迹、体积或其他部分。此外,计划可以包括实现选定切除和/或切除量的路径。计划还可以包括要避免或警告的区域。例如,脊髓162可被识别为不与仪器32接触、不被该仪器穿透或接入的区域或区。

[0043] 诸如包括导航处理器70的系统可以自动地识别要被识别为所避开区或体积的选定区。因此,系统可以自动分割并识别脊髓162。此外,然而,除此之外或作为替代方案,用户24可以识别图像120中被分割的区。而且,可以在图像120中识别要避免的各种区,并保存这些区以供稍后接入,诸如在相对于受试者28移动工具32的手术期间。

[0044] 在图像中或利用图像,可以在受试者28中识别要避免的区和/或用于执行手术的区。可以利用被跟踪的第一仪器来识别要避免的区。例如,跟踪/导航指针探头可以被跟踪以识别受试者28的受试者空间中的体积,诸如相对于脊椎骨36。用户24可以移动跟踪仪器以识别要避免的区和/或要在上面做手术或供在第一时间执行手术的区。此外,这些区接着可以被保存并且在第二时间被调用,诸如在保存它们之后,以及在用于向用户24提供选定反馈的手术期间。

[0045] 因此,在选定手术期间,诸如导航系统等系统可用于确定或向用户24提供工具32相对于选定预定义或保存区(诸如要避免的区或体积)的位置的反馈。此外,如上文所讨论,用于动力钻24的控制器144还可以提供选定反馈和/或从动力钻20接收信号,并且基于可以在图像120中和/或在受试者28中识别的所保存和所识别的区而提供反馈。此外,所保存的区可保存在选定存储器系统中,诸如保存在导航处理单元70所包括的存储器系统中。动力钻20的控制器144可以经由诸如通信线路190等选择通信线路与处理单元70通信。如上文所讨论,通信线路190可为任何适当的类型,诸如有线、无线或它们的组合通信信道。因此,导航处理单元70可以与控制器144通信,以用于提供关于动力钻20的跟踪或导航位置的信号和/或来自与动力钻组件20相关联的传感器的信号。

[0046] 继续参考图1并另外参考图3,如上文所讨论,钻具组件或仪器组件20可由钻具控制器144控制。钻具控制器144可以包括可接收诸如输入200等各种输入的处理模块。如本文中进一步讨论,可以根据选定指令处理输入200,以向用户24提供选定输出和/或用于钻具组件20的操作。应当理解,钻具组件20是示例性仪器,并且在本文中作为选定仪器的操作的示例进行讨论,其他仪器可包括动力锯等。然而,如上文所讨论,钻具组件20可以具有用以使工具32旋转以进行选定手术的钻具马达。如上文所讨论,选定手术可以包括切除或去除选定骨部分,诸如脊椎骨36的小关节。因此,下文的讨论示例性地描述了利用由可以与导航处理单元70通信的钻具控制器144控制的钻具组件20来去除脊椎骨36的小关节150的一部分或全部。

[0047] 通常,如上文所讨论,可以将选定输入提供到钻具控制器144。同样如上文所讨论,钻具控制器144可以包括选定处理器和/或控制器,以控制钻具组件20的操作。然而,应当理解,导航处理单元70也可以用于控制钻具组件20,并且控制器144可以简单地实现选定输入和/或输出与钻具20的通信。然而,输入200可以向控制器144提供输入以控制钻具组件20。

[0048] 如上文所讨论,所识别的要避开的区或区域或体积可以被识别为回避空间或体积210。回避空间也可以包括警戒区。例如,回避空间可以包括脊髓162的直接边界,并且警戒区可以与该脊髓相距某一距离,诸如1毫米(mm),包括约0.5mm至约2mm等。诸如可以利用导航处理单元70来保存并调用回避空间。回避空间或警戒区可以被选择或确定为具有可取决于接近方向和/或仪器在接近期间或接近时的位姿而变化的选定距离。例如,通向解剖特征的前路可以包括1mm回避空间,而后路可以包括3mm回避空间。因此,相对于cc的回避空间可以取决于接近特征的方向而变化。如本文所讨论,可以利用导航来确定仪器的接近方向和/或位姿。因此,可以将这些输入提供给控制器144以用于控制钻具组件20。此外,在选定手术期间,也可以通过控制器144输入来自导航处理单元70的跟踪或导航数据70i。导航数据可以包括对钻具组件20和/或工具32和/或工具尖端32t的位姿的确定。工具尖端32t可以包括工具32的工作端或远侧端部,并且可为任何适当的工具尖端。例如,工具尖端32t可为钻头、丝锥、毛刺或其他适当的工具尖端。

[0049] 除了作为输入的来自导航处理器70的导航数据70i和回避空间210的识别之外,还可以提供其他选定传感器以提供关于钻具组件20的操作的信息。例如,马达传感器220可以包括在钻具组件20中。马达传感器220可以包括任何适当类型的传感器,并且可以包括马达位置传感器,包括或设置成确定来自钻具组件的马达的反向电压或EMF等。在各种实施方案中,马达传感器220可以包括关于反向电压的电压传感器或工具32相对于输入电压的实际速度和/或工具32的选定输入速度的速度传感器。因此,传感器220和/或与其相关的信号可以提供关于工具32相对于选定输入速度的速度的信息。

[0050] 还可以提供额外工具或工具尖端传感器230。工具尖端传感器230可以包括电传感器或连续性传感器234(参见图7A至图7D)。作为传感器230中的一个传感器的电传感器234可为用于神经完整性监测系统的任何适当的传感器,以感测通过诸如脊髓162等选定神经传输的或传输信号通过该选定神经的连续性或电信号。电传感器234可为神经完整性监测系统(NIMS)的一部分并且可以在感测中提供关于与脊髓162或其他适当神经的接近度的输入。适当的NIMS可以包括由美敦力公司出售的NIM[®]神经监测系统,诸如全部由美敦力公司出售的NIM 3.0神经监测器、NIM-Response[®]3.0和NIM-NEURO[®]3.0监测系统。此外,传感器230还可以包括振动、声音或超声传感器,这些传感器可以感测在工具尖端32t、工具32或相对于工具32的其他位置处或附近的振动。根据各种实施方案,传感器230还可以提供在工具32的工作端32t附近或该工作端处感测到的振动和/或声音、力和其他参数的指示。此外,可以提供多于一个传感器,或者可以将几个传感器集成到单个单元中。

[0051] 所有输入信息200可以提供给控制器144。此外,用户24可以输入各种参数240。选定操作参数可以包括诸如对用户24的选定反馈、钻具组件20的操作或用户的其他适当反馈或通知等参数。此外,参数可以包括与回避空间210相距的距离,以提供反馈和/或钻具组件20的其他操作。

[0052] 基于输入200的钻具控制器144以及选定操作参数240可以作出选定确定和/或反馈或控制。通常,钻具控制器144可以在框250处确定接近度,在框260处确定工具组件20和/或工具32的运动学,并且在框270中确定接触。确定接近度250可以基于选定信息,诸如导航信息或来自包括导航组件或处理单元70的跟踪系统的输入70i。框260中的确定运动学还可

以至少部分地基于导航数据70i,该导航数据可以用于确定钻具组件20和/或工具32的移动的速度、方向等。此外,框270中的确定接触可被确定或正确定工具32(包括工具尖端32t)是否正在接触解剖结构的选定部分(包括选定骨部分)。本文中进一步讨论的由图3所示的钻具控制器144确定的确定仅仅是系统的确定或操作的示例性说明。

[0053] 然而,钻具控制器144的确定可以进一步包括在框280中确定钻具操作参数。框280中的确定钻具参数可以包括钻具组件20的选定操作参数,如本文中进一步讨论。框280中所确定的操作参数然后可以用于在框284中可选地通知用户。框284中的通知用户24可以包括显示屏84上的视觉指示、音频或可听信号或者其他适当的反馈,诸如利用钻具组件20中的触觉引擎提供触觉反馈。因此,可以诸如利用显示屏84向用户24提供与钻具20分离的反馈。

[0054] 在框290中,钻具控制器144还可以根据所确定的参数来控制钻具20。例如,钻具控制器144可以如在来自框280的操作参数中确定的选定方式来控制钻具组件20,诸如钻具组件20的马达。如本文中进一步讨论,钻具马达的操作可以包括使钻具马达和相关联的工具32以选定速度旋转,使工具32以选定量和/或选定速度振荡,和/或停止钻具马达在工具32上的操作。还可以基于由控制器144控制的仪器组件20的操作而向用户24提供反馈。因此,对用户24的通知也可以基于钻具组件20的操作和工具32的相关操作。

[0055] 选定输入200可以用于在钻具控制器中作出用于钻具组件20的操作的选定确定。钻具组件20然后可以基于来自钻具控制器144的输出而进行操作,以便控制钻具组件20的马达的操作并且因此控制工具32的操作。

[0056] 包括钻具控制器144的控制器可以接收各种输入,诸如来自用户24和/或来自各种传感器的输入,如上文所讨论。继续参考图1和图2并且进一步参考图4至图7D,将讨论仪器20的操作,该仪器可以包括钻具马达。应当理解,本文的讨论是根据各种实施方案进行的,并且各种所公开特征和输入可以适当组合和/或在没有选定输入的情况下用于仪器20的操作。本文对所有各种传感器和输入的讨论是为了当前讨论的完整性,并且本领域技术人员应当理解,可以不提供各种输入和传感器以用于具有控制器144的仪器20的操作。

[0057] 首先参考图4,示出了过程或方法310。过程310可以由处理器执行,诸如由处理器系统70和/或包括在钻具控制器144中的处理器执行。处理器可以被设计成执行特定指令和/或为执行从存储器系统保存并调用的特定指令的通用处理器。然而,过程310可以用来帮助操作钻具组件20以用于控制工具32和/或通知用户24,如本文中进一步讨论。

[0058] 通常,过程310从开始框320开始。过程310然后可以在框324中定义或调用回避空间。如上文所讨论,回避空间可为由用户24识别的、根据预定限制或选择而调用的或其他适当机构。如上文所讨论,在各种实施方案中,图像数据和图像可以被分割。用户24然后可以识别所分割图像的各个部分和/或帮助分割。例如,用户34可以识别脊髓162和/或其他部分,诸如从脊髓延伸的根或神经166。这些部分可以在图像120中被视觉识别和/或在相对于受试者28的导航空间中被识别。

[0059] 回避空间的定义或调用可以用来确定钻具20的操作,如本文中进一步讨论。系统还可以在框328中定义或调用仪器操作参数。仪器操作参数可以包括用于操作工具32的钻具马达20的操作。在各种实施方案中,工具32可以在单个方向上连续旋转,诸如围绕轴线420旋转。通常,工具32可以围绕其轴线旋转或以选定速度围绕轴线旋转。因此,对连续旋转和速度的选择可以基于各种输入来确定并调用,如本文中进一步讨论。

[0060] 另外,也可以使工具32振荡。即,工具将在第一方向上旋转选定量,然后停止,然后在另一方向上旋转。例如,工具32可以在第一方向上从起始点旋转约90度,然后停止,并且旋转选定量,诸如在其最初来自的方向上旋转约90度至约180度。然后可以操作或控制工具32以继续围绕其轴线振荡选定量,诸如约90度至约180度。还应当理解,振荡的量可以在振荡的选定范围内改变和/或选择,该选定范围诸如为约1度至约1500度,包括约30度至约240度等。在各种实施方案中,振荡的量可以包括全旋转,诸如在一个方向上的一个或甚至两个全旋转(360度或720度),并且接着在相反方向上旋转选定(诸如相同)的量。可以出于各种目的来选择振荡的量,以便降低钻孔或材料去除速度(例如,移动、钻孔或移动穿过骨)。振荡还可以减少组织包裹的可能性和/或量,特别是与连续的一个方向旋转相比。此外,还可以选择振荡速度并将其用于工具32的操作。此外,工具32可以停止和/或开始,以便启动或停止用于操作工具32的钻具马达20的任何其他参数。如本文中进一步讨论,仪器操作参数可以由用户24基于或针对何时满足某些条件来选择。因此,用户24可以在框240中选择用于操作钻具20的参数的输入。在各种实施方案中,马达控制器144可以包括用户24可选择的预设或默认参数和/或用户24可从中选择的操作参数菜单。然而,在各种实施方案中,出于各种目的,参数可完全由用户24定制。

[0061] 框324中的定义或调用回避空间以及框328中的定义或调用仪器操作可以基于钻具20的操作的初始操作或“设置”,并且其可以被理解为准备或调用阶段框332。然后,在操作框340中,可以由马达控制器144执行钻具20的操作。操作框340可以包括根据参数操作钻具20并且接收输入以确定哪些参数应用于钻具和相关联的工具32的钻孔操作。

[0062] 在操作框340中,马达控制器144可以在框344中接收关于仪器20和/或工具32的输入。如上文所讨论,接收输入可以包括来自框200的输入。因此,输入可以包括框210中的可在框324中调用的预定回避空间和/或框70i中的导航数据。其他输入可以包括框230中的附件或工具传感器以及框220中的马达传感器。不管基于在框344中接收到的输入的钻具20的操作如何,当用户24已经选择通电或对钻具20供电时,可以改变或选择钻具20的操作。因此,框340中的操作可以在用户24已经选择对钻具20操作或供电之后进行。

[0063] 基于所接收的输入或在框344中接收输入之后,可对框332中的操作参数输入进行比较。操作参数可以包括如上文所讨论的回避空间和警戒区,这与框324中的回避空间和警戒区以及框328中的钻具马达和工具的操作相关。将所接收的输入与操作参数进行比较可为确定工具32是否靠近或处于回避空间、确定钻具是否处于全旋转或振荡模式和/或其他比较。如本文中进一步讨论,例如,工具32可以在与回避空间相距选定距离处以全旋转操作,并且在相对于回避空间的第二距离(例如,警戒区)处以振荡操作。因此,可以在框348中进行框348中所接收的输入与来自框332的操作参数的比较。在框348中进行比较之后,可以在框352中确定钻具20的操作。如上文所讨论,钻具20的操作可以基于相对于或相比于所定义参数或其他旋转的选定输入,如上文所讨论。钻具20可以被确定为以全旋转、振荡或如框328中定义的其他适当操作参数来操作。

[0064] 在框352中确定钻具操作之后,在框358中进行所确定的操作与当前操作的比较。当前操作可为钻具的选定操作,诸如由于比较中的先前输入而引起的全旋转。在各种实施方案中,可以选定频率更新或检查输入,诸如每秒一次、每秒十次、每毫秒一次或任何适当速率。此外,更新速率可以基于钻具的速度而改变,诸如基于由导航确定的旋转速度和/或

行进速度。然而,可以将所确定的操作框352与框358中的当前操作进行比较。

[0065] 在框358中的比较之后,可以在框362中确定是否需要改变钻具的操作。举例来说,如果框358中的比较发现所确定的操作与当前操作之间的匹配(确定框362),那么确定不需要改变并且可遵循“否”路径366。然而,如果框358中的比较发现所确定的操作与当前操作之间不存在匹配,那么框362中的确定可为钻具的操作确实需要改变并且遵循“是”路径370。

[0066] 在操作中,可以通过执行选定指令和/或算法在框362中作出确定。在各种实施方案中,可以考虑关于仪器的运动和位姿的物理性质和/或机器学习算法可以用来集成若干数据源和输入以作出确定。各种情况可以经由多个传感器和使用机器学习来检测以确定刮削和骨穿透。因此,来自输入或传感器200的多个数据流可用以和/或用以确定钻具操作。导航数据70i包括跟踪数据(例如,当前和最近的工具位置和定向)以及成像数据(例如,相对于患者解剖结构和在患者解剖结构内的工具)两者。一个示例是使用导航数据70i来经由基于物理的算法260确定运动学,使用导航数据70i和回避空间210数据来经由基于物理和/或机器学习的算法确定接近度250。此外,所有这些以及系统参数240可以用来经由基于优化和/或机器学习的算法280确定钻具参数。另外,使用导航数据70i和马达感测220和/或其他感测数据230可以用来经由物理、统计或机器学习算法确定接触270。此外,同样,所有这些以及系统参数可以用来经由优化或机器学习算法确定钻具参数280。

[0067] 因此,如果遵循“否”路径366,那么可在框374中确定是否接收到关闭信号。如果没有接收到关闭信号(即,停止钻具20的操作),那么可以遵循“否”路径378以在框344中再次接收输入。因此,钻具的操作可以循环,直到在框374确定接收到关闭信号为止。因此,如果在框374中接收到所接收的关闭信号,那么可以遵循“是”路径382并且可以停止钻具的操作或可以在框386中关闭钻具。

[0068] 如上文所讨论,确定框362可为所确定的操作与当前操作不匹配。此后,可以遵循“是”路径370。在遵循“是”路径370时,在框390中可以可选地向用户24通知钻具20的操作将改变。向用户24通知钻具20的操作将改变可为视觉指示(诸如显示在显示屏84上)、听觉通知、触觉或触感反馈或其他适当的通知。框390中的通知用户可以向用户24识别或指示钻具20的操作将在选定时间改变,诸如立即、在选定时间段之后等。

[0069] 然后可以在框394中改变仪器或钻具的操作。如上文所讨论,钻具20可以选定的或根据选定的操作参数进行操作,诸如在框328中所调用的那些操作参数。因此,如果确定所确定的操作与当前操作的比较不匹配,那么“是”路径370可引起在框394中改变仪器操作。在各种实施方案中,如本文中进一步讨论,操作的改变可为从全旋转到振荡、速度改变(例如,速度的增大或减小)或框394中仪器或钻具的操作中的其他改变。在框394中改变钻具的操作之后,操作过程340可以再次循环以在框344中接收输入。

[0070] 因此,钻具20可以根据过程340以大体上循环的方式操作,直到接收到关闭钻具的信号为止。该信号可为来自用户24的诸如利用脚踏开关、手动开关或其他适当开关产生的手动信号。其他关闭信号还可以包括在选定时间段、选定移动距离等之后停止钻具操作的关闭信号。

[0071] 继续参考图3和图4并且另外参考图5A、图5B、图5C、图5D和图5E,在各种实施方案中,可以操作钻具20以相对于受试者28的各个部分(诸如脊椎骨36)操作或移动工具32(诸

如工具的尖端32t)。钻具20或者仪器20的任何适当部分可以由用户24握住。然而,应当理解,钻具20也可以用选定机构固持或定位,诸如机器人系统(例如,由美敦力公司出售的Mazor X StealthEdition[®]机器人辅助手术系统),其可以在选定方向上例如大体上沿工具32的轴线400轴向地固持、控制和/或移动钻具20。然而,工具32(诸如具有钻具20)也可以用大体上刚性的构件等固持以便操作或移动或固持工具32。如本文所讨论,工具32可以围绕轴线400(和/或大致平行于轴线的线)旋转和/或围绕轴线400(和/或大致平行于轴线的线)振荡。

[0072] 如上文所讨论,工具32可以根据选定操作参数进行操作以用于执行选定手术。例如,工具32可以包括工具尖端,该工具尖端可用以去除脊椎骨36的选定部分,诸如小关节150的一部分或全部。脊椎骨36可以包括各种类型的骨部分,诸如在骨小关节150的外部处或附近形成的皮质骨部分404以及可以相对于皮质骨404在骨内(诸如在骨36的内部附近)形成的松质骨部分408。因此,皮质骨部分404可以包括第一皮质骨部分404a和第二皮质骨部分404b。如图5A所示,第一皮质骨部分404a靠近脊椎骨36的棘突412并且相对于受试者28大体上靠后。因此,第二皮质骨部分404b靠近脊髓162并且比受试者28更靠前。然而,应当理解,皮质骨部分404可以包围骨中的松质骨部分408,诸如脊椎骨36。

[0073] 通常,皮质骨404比松质骨部分408更致密。因此,与松质骨408相比,可能需要更大的力(诸如更大的扭矩)来去除或钻通皮质骨404。因此,如本文中进一步讨论,马达传感器220可以感测用于操作工具32的马达143的操作,该操作可以由于不同的骨部分或骨类型(诸如皮质骨404和松质骨408)而变化。考虑到骨中的差异,缓慢地移动穿过皮质骨可能需要更小的扭矩,而更快地移动穿过松质骨可能需要更大的扭矩。这些条件和操作参数可用于操作。例如,组合导航和马达数据可以比单独的导航或马达数据更可靠地确定接触类型。

[0074] 在工具32相对于脊椎骨36移动期间,诸如在朝向和/或相对于脊髓162移动穿过皮质骨404和/或松质骨408期间,导航系统可以相对于工具32和/或钻具20跟踪跟踪装置98、98'。在工具32的操作期间,包括马达143的钻具20可以向工具32提供动力并且相对于脊椎骨36移动工具32。跟踪装置98、98'可以用来确定工具32相对于脊椎骨36和/或脊髓162的位置。如上文所讨论,脊髓162的边界和/或脊椎骨36的边界可以用来定义各个回避空间或体积。

[0075] 在工具32相对于选定回避空间的选定位置期间,诸如在脊髓162处或附近,工具32可以由马达20以大体上全旋转的方式操作,如圆圈420所示,大致或大体上围绕轴线400或围绕大致平行于轴线的线。在以选定速度(诸如最大速度)全旋转时,工具尖端32t可以选定最大速率移动穿过骨,诸如小关节150。因此,可以选定速度钻通皮质骨404a和松质骨408。此外,跟踪装置98、98'可以用来确定工具尖端32t相对于图像数据的任何适当部分(诸如脊髓162)的位置。因此,如上文所讨论,在可包括脊髓162的边界的工具尖端32t的选定所确定(例如,导航)位置(诸如在远离回避空间的距离处)期间,钻具20可以在最大旋转速度下操作以用于有效并快速地钻通或移动穿过小关节150。

[0076] 在钻具20的操作期间,具有工具尖端32t的工具32可以接合皮质骨404和松质骨408。皮质骨404由于其更硬而可以在工具尖端32t上引起更大的阻力。因此,马达传感器220可以感测到来自马达的关于以工具32的选定或所确定速度或旋转来使工具32旋转所需的额外力的第一反向电压。马达传感器220还可以在工具遇到松质骨408时感测第二反向电

压,该松质骨可能不如皮质骨404致密,并且工具32的速度可以更容易实现。因此,可以感测到至少两个或不同的反向电压,这可能是因为工具32遇到不同的骨头。如上文所讨论,马达还可以无传感器的方式操作,其中马达本身可以用来确定反EMF以用于控制马达。

[0077] 此外,可以用选定跟踪装置98、98' 来跟踪和确定工具32和工具尖端32t的位置。如本领域技术人员通常所理解的,工具尖端32t可以具有与跟踪装置98、98' 相距的已知距离,该跟踪装置可以连接到钻具20。因此,当钻具20移动时,跟踪装置98、98' 可以移动并且工具尖端32t的位置可为已知的。

[0078] 如图5A所示,工具尖端32t可以定位在与小关节150相距某一距离处。然而,如图5B所示,工具尖端32可以接合小关节150。当工具尖端32t接合小关节150时,该工具尖端可以首先接合皮质骨404a。跟踪装置98、98' 可以跟踪工具尖端32t的位置,并且导航系统可以确定和/或显示工具尖端32t的位置。由于工具尖端32t位于皮质骨404a处,并且与脊髓162相距选定的距离,所以工具32可以被选择为以选定方向和/或速度旋转,如上文所讨论。因此,当工具尖端32t与脊髓162或其他选定回避区或区域远离选定距离时,工具32和相关联的工具尖端可以选定速度旋转,该选定速度可由用户24选择。

[0079] 此外,只要工具32处于选定的计划位置,工具32可以选定速度旋转而不改变该速度。如图5A和图5B所示,可以相对于小关节150识别平面430。平面430可以包括工具32(包括工具尖端32t)的几何形状或体积或轨迹。因此,只要工具32处于选定位置,诸如在计划体积或区域430内,并且与回避区域(包括脊髓162)相距选定距离,工具32就可以诸如在方向420上旋转选定速度和/或方向或类型。因此,当在计划的选定部分处导航时,工具32可继续以全旋转并以选定速度操作。此外,传感器220可以感测到马达的反向电压,以帮助确定工具尖端32t处于皮质骨404a中或正穿过该皮质骨。

[0080] 参考图5C,跟踪装置98、98' 可以用来确定或导航工具尖端32t的位置。如图5C所示,工具尖端32可以在计划轨迹430内,也可以与脊髓162相距选定距离或确定距离450,该选定距离或确定距离可以被确定为回避空间。因此,钻具20可用以使工具32大致或大体上围绕轴线400或围绕大致平行于轴线的线振荡。在使工具振荡时,工具32可以沿箭头454的方向旋转第一距离,停止,然后沿箭头458的方向旋转第二距离。如图5C所示,两个箭头可以彼此相对以示出工具32的振荡。

[0081] 距离450可为与脊髓162相距的选定距离,以使得如上文所讨论的操作参数可以允许较大振荡。如图5C所示,围绕工具32的轴线400的振荡可为约280度至约360度。因此,较大振荡仍可实现脊椎骨36的有效或快速切割,然而对用户提供更多关于工具32的跟踪位置的控制和/或反馈。

[0082] 此外,如图5C所示,工具尖端32可以定位在松质骨408内。因此,马达传感器220可以感测到用于马达操作的反向电压。马达传感器220可以用来感测施加到工具尖端32t以移动穿过骨的扭矩,并且进一步帮助确定工具尖端32相对于脊椎骨36和/或脊髓162的位置。如上文所讨论,可以确定和/或分割解剖结构的各个部分,因此可以确定并知道相对于脊髓162的骨的类型。除了诸如马达传感器220等其他传感器之外和/或作为其他传感器的替代方案,钻具20和相关工具32的跟踪位置可以用来确定相对于回避空间的位置,其他传感器可以用来帮助确定或感测被计数的骨的类型。

[0083] 参考图5D,工具尖端32t已经移动到离脊髓162更近的距离462。工具尖端32t的跟

踪或导航位置可以利用跟踪装置98、98' 来确定。距离462可为进一步改变工具32的操作或旋转的选定距离。如图5D所示,工具尖端可继续沿箭头454、458所示的方向振荡,但振荡较小,大致或大体上围绕轴线400或围绕大致平行于轴线的线振荡。例如,如图5D所示,工具的振荡可以包括等于小于图5C所示的总弧的弧。例如,在箭头454的方向上的振荡可以沿着约50度至约120度(包括约90度)的弧470。此外,在箭头458的方向上的振荡可以沿着弧474,该弧可为选定距离,诸如约50度至约120度,并且包括约90度。因此,图5D中所示的当工具尖端32t与回避空间(诸如脊髓162)相距距离462时的振荡可以小于当工具尖端32t与回避空间相距距离450时的振荡。例如,如图5D所示,随着工具尖端32更接近回避空间,工具32的振荡可以减小。此外,可以减小振荡的速度。因此,用户24可以接收由于钻具20的操作而产生的关于工具尖端32t相对于回避空间的位置的反馈。

[0084] 参考图5D,工具尖端32可以进入或正在进入皮质骨404b。如上文所讨论,当工具尖端32t遇到皮质骨404b时,马达传感器220可以感测到马达的高电压。从松质骨408到皮质骨404b的变化可以用马达传感器220来确定或感测。因此,利用跟踪装置98、98' 跟踪的位置和通过马达传感器220对马达操作的感测两者均可以用来帮助确定工具尖端32t相对于回避空间(诸如脊髓162)的位置。

[0085] 最后,如图5E所示,工具尖端32可以穿过脊椎骨36。因此,工具尖端32t可以与脊髓162相距距离480,该距离可为回避空间。在此位置,工具32可以停止,以使得工具32不再旋转。工具尖端32t的位置可以基于对跟踪装置98、98' 的跟踪来确定。此外,马达传感器220可以用来感测工具不再接合或不再遇到与工具尖端32穿过或部分穿过脊椎骨同样大的阻力。因此,传感器220还可以提供对马达143的操作的感测以帮助确定工具尖端32t的位置。

[0086] 因此,工具32可以用来执行手术。跟踪装置98、98' 的跟踪位置可以用来确定工具尖端32t的位置。基于工具尖端32t的跟踪位置,钻具20的马达可用以实现马达和工具32以选定速度全旋转、振荡选定量、减少振荡和/或停止操作。这可以向用户提供关于工具尖端32t的位置的反馈和/或帮助高效地或有效地钻通脊椎骨36或受试者24的选定部分,同时基于预定的选定空间或体积而具有工具32的反馈和操作。

[0087] 如图5A至图5E中所讨论和示出,包括了根据各种实施方案的如图3所示的钻具20的输入和操作以及如图4所示的过程310的示例性应用。如上文所讨论,可以初始输入或调用钻具20的各种操作参数。基于跟踪并确定工具32和/或工具尖端32t的位置,钻具20可用以改变速度、方向、旋转和/或振荡,或停止。因此,可以基于钻具20和/或工具32和/或工具尖端32t的跟踪或确定位置而根据预定和/或所调用的工具操作参数来操作钻具20。另外,诸如马达传感器220等传感器可以被设置成包括或提供用于钻具20的操作的额外输入。因此,可以基于输入参数和跟踪位置和/或感测到的马达操作来操作钻具20。

[0088] 例如,如图6所示,钻具20可以包括基于工具尖端32t相对于受试者的位置而操作的电动马达143。图6示出了钻具20相对于工具32和脊椎骨36的操作的曲线图500。Y轴表示由马达传感器220感测到的电压,并且X轴表示时间。另外,顶栏504示出了工具32的旋转或移动类型随时间的变化。因此,如上文所讨论,工具32可以在508具有初始停止或启动,在时间510诸如沿箭头420的方向旋转,在时间512如上文所讨论那样振荡,并且再次在516停止。该曲线图示出了由马达传感器220感测到的电压变化,该电压变化可以与如行504所示的不同类型的旋转相关。

[0089] 沿着Y轴的底栏520示出了可能与所感测的电压的各种变化相关联的骨的类型。该变化或不同电压可为预定的。如上文所讨论, 脊椎骨36的骨可以包括皮质部分404a、松质部分408和第二皮质部分404b。当工具尖端32t接合不同类型的骨时, 如行520所示, 在马达传感器220处感测到的电压可以如曲线图500中所示的那样改变。传感器220可以向马达控制器144发送信号以帮助确定或改变马达钻具20的操作。因此, 在马达传感器220处感测到的电压可以帮助操作或确定钻具20的操作。

[0090] 参考图7A、图7B、图7C和图7D, 钻具20可再次用以与受试者的选定部分(诸如脊椎骨36, 包括小关节150)接合或相互作用。同样, 脊髓162通常可以靠近或位于脊椎骨36处。例如, 脊髓162可再次被识别为回避空间或区。此外, 各种神经束166可以从脊髓162延伸。神经束166还可以类似于以上关于脊髓162所讨论的方式被定义为回避空间或体积。此外, 回避空间可被识别并显示在显示屏82上和/或被发送并调用以用于各种目的, 诸如操作钻具20。

[0091] 因此, 如上文所讨论, 回避空间可以相对于或由脊髓162和/或其附近的神经166限定, 并且可以用来选择钻具20的操作。跟踪装置98、98' 可以与钻具20相关联, 诸如连接到该钻具。因此, 导航系统或跟踪系统可以跟踪并确定钻具20和与其相关的工具32的位置。工具32可以包括选定工具, 诸如毛刺或剝削部分, 以去除解剖结构的选定部分, 诸如小关节150的一部分。工具132通常可以通过沿箭头540的方向移动来去除小关节材料。通过沿箭头540的方向移动, 包括工具尖端32t的工具32可去除小关节150的选定部分。

[0092] 除了与钻具20相关联的跟踪装置98、98' 之外, 额外传感器也可以与钻具20相关联。如上文所讨论, 马达传感器220可以被设置成感测由马达施加的操作或电压和/或对马达的反馈。除了传感器之外, 或者作为马达传感器220和/或跟踪装置98、98' 的替代方案, 电导率或完整性传感器234可以设置在工具32附近。电导率传感器234可以包括神经完整性监测装置传感器, 该神经完整性监测装置传感器可以感测通过脊髓162和/或诸如神经166等其他神经通路提供的信号。电导率传感器234可以包括由美敦力公司出售的 NIM[®] 监测系统所包括的那些传感器或类似于其所包括的那些传感器。因此, 完整性传感器234可以感测信号并将该信号传输到适当的位置以供处理, 诸如钻具马达控制器144。

[0093] 如图7A所示, 例如, 与钻具20相关联的工具32可以利用跟踪装置98、98' 来跟踪并确定该工具的位置。在初始位置550处, 工具32可以选定速度旋转, 诸如大致沿箭头560的方向, 大致或大体上围绕轴线400或围绕大致平行于轴线的线旋转。钻具20可以大致沿箭头540的方向移动, 以启动或去除骨的选定部分, 诸如脊椎骨36。工具32可继续大致沿箭头540的方向移动, 这可将工具32移动得更靠近神经166。此外, 可以基于跟踪装置98、98' 而跟踪或确定工具32的位置。

[0094] 在选定的第二距离(诸如距离564)处, 工具32仍可大致沿箭头560所示的整个旋转方向旋转, 但可基于根据各种所调用参数(诸如上文在操作子例程340中和马达控制器144中所讨论的那些参数)的钻具的操作而具有改变的速度。此外, 钻具20和相关联的工具32的操作可以基于各种确定。预定操作参数可以基于所确定的接近度(诸如对神经16的接近度)、所确定的运动学(诸如在框260中确定的运动学)等。这可以基于随时间跟踪跟踪装置98来确定。因此, 如果工具32以选定速度(诸如大于1mm或1厘米每分钟)在距离564处移动, 那么沿箭头560的方向的旋转速度可以改变, 诸如减小。因此, 工具32的移动速度和方向可以用来帮助选择用于在选定时间控制钻具20的参数。

[0095] 参考图7C,完整性传感器234可以在神经166附近。在选定的接近度处,完整性传感器234可以感测通过神经166的信号。通过完整性传感器234的完整性传感器信号和/或利用跟踪装置98、98' 确定的位置可以用来确定钻具20的操作参数的变化。在选定距离和/或完整性传感器234的信号感测处,工具32的操作可变为振荡,诸如由两个箭头580和584所示,大致或大体上围绕轴线400或围绕大致平行于轴线的线振荡。此外,振荡可为任何选定的振荡,诸如通常在选定方向上的弧中,诸如约50度至约140度的弧,诸如包括弧586和588。因此,包括在框250中确定的接近度、在框260中确定的运动学和在框270中确定的接触等各种输入可以用来帮助确定或选择钻具20对工具32的操作。此外,可以基于用户选择的输入以及如上文所讨论的传感器中的一个或多个传感器的各种输入而操作钻具20。

[0096] 如图7D所示,完整性传感器234可以感测到与神经166的接触或产生与该神经的接触。因此,完整性传感器234可以基于此而传输信号,并且可以确定应当停止工具32的确定。因此,可以消除工具32的旋转。此外,完整性传感器234可以感测到与神经166的接触或大体上接近接触。另外,如上文所讨论,可以利用跟踪装置98、98' 来跟踪钻具20的位置。各种输入可以用来根据过程310(包括操作过程部分340)和基于控制器144的执行的各種输入来确定钻具20的操作,也如上文所讨论。

[0097] 因此,可以提供各种传感器来感测钻具20的操作和/或钻具20或工具32的移动。各种输入可以用来确定与工具32相关的各种参数,诸如接触、接近度和运动学,以帮助选择和/或确定钻具20的操作。操作参数可以基于用导航系统(诸如用跟踪装置98、98') 确定的位置,并且还可以提供一个或多个其他传感器输入。如上文所讨论,可以提供马达传感器220、完整性传感器234和其他适当的传感器以提供输入以供执行选定指令以操作钻具20。

[0098] 提供了示例性实施方案,使得本公开将是彻底的,并且将向本领域技术人员充分传达本公开的范围。阐述了许多具体细节,诸如特定部件、装置和方法的示例,以提供对本公开的实施方案的透彻理解。对于本领域技术人员显而易见的是,不需要采用特定细节,示例性实施方案可能以许多不同的形式体现,并且不应被解释为限制本公开的范围。在一些示例性实施方案中,未详细描述众所周知的过程、众所周知的装置结构和众所周知的技术。

[0099] 指令可以由处理器执行,并且可包括软件、固件和/或微代码,并且可以指代程序、例程、函数、类、数据结构和/或受试者。术语共享处理器电路涵盖执行来自多个模块的某些或所有代码的单个处理器电路。术语成组处理器电路涵盖结合另外的处理器电路来执行来自一个或多个模块的某些或所有代码的处理器电路。对多个处理器电路的引用涵盖离散裸片上的多个处理器电路、单个裸片上的多个处理器电路、单个处理器电路的多个核心、单个处理器电路的多个线程或上述组合。术语共享存储器电路涵盖存储来自多个模块的某些或所有代码的单个存储器电路。术语成组存储器电路涵盖结合另外的存储器来存储来自一个或多个模块的某些或所有代码的存储器电路。

[0100] 本申请中描述的设备和方法可以部分或完全由通过配置通用计算机以执行计算机程序中实施的一个或多个特定功能而创建的专用计算机来实施。计算机程序包括存储在至少一个非暂时性、有形计算机可读介质上的处理器可执行指令。计算机程序还可以包括或依赖于所存储的数据。计算机程序可以包括与专用计算机的硬件交互的基本输入/输出系统(BIOS)、与专用计算机的特定装置交互的装置驱动器、一个或多个操作系统、用户应用程序、背景服务、背景应用程序等。

[0101] 所述计算机程序可以包括：(i) 汇编代码；(ii) 由编译器从源代码生成的目标代码；(iii) 供解释器执行的源代码；(iv) 供即时编译器编译并执行的源代码，(v) 用于解析的描述性文本，诸如超文本标记语言 (HTML) 或可扩展标记语言 (XMT) 等。仅作为实例，源代码可以 C、C++、C#、Objective-C、Haskell、Go、SQL、Lisp、Java[®]、ASP、Perl、Javascript[®]、HTML5、Ada、活动服务器页面 (ASP)、Perl、Scala、Erlang、Ruby、Flash[®]、Visual Basic[®]、Lua 或 Python[®] 来编写。

[0102] 通信可以包括本公开中描述的无线通信，其可以完全或部分地遵循 IEEE 标准 802.11-2012、IEEE 标准 802.16-2009 和/或 IEEE 标准 802.20-2008 来进行。在各种实施方案中，IEEE 802.11-2012 可以由草案 IEEE 标准 802.11ac、草案 IEEE 标准 802.11ad 和/或草案 IEEE 标准 802.11ah 来补充。

[0103] 处理器或模块或“控制器”可以用术语“电路”代替。术语“模块”可以指专用集成电路 (ASIC)、是 ASIC 的一部分或包括 ASIC；数字、模拟或混合模拟/数字分立电路；数字、模拟或混合模拟/数字集成电路；组合逻辑电路；现场可编程门阵列 (FPGA)；执行代码的处理器电路 (共享、专用或成组)；存储由处理器电路执行的代码的存储器电路 (共享、专用或成组)；提供所描述功能的其他合适的硬件部件；或者上述各者的一些或全部的组合，诸如在片上系统中。

[0104] 出于说明和描述的目的，已经提供了对实施方案的前述描述。上述描述并不旨在是详尽的或对本发明进行限制。特定实施方案的单独元件或特征通常不限于该特定实施方案，而是在适用的情况下，可互换并且也可以在选定实施方案中使用，即使未具体示出或描述。同一元件或特征可以多种方式变化。此类变型不会被视为脱离本发明，并且所有此类修改旨在包括在本发明的范围内。

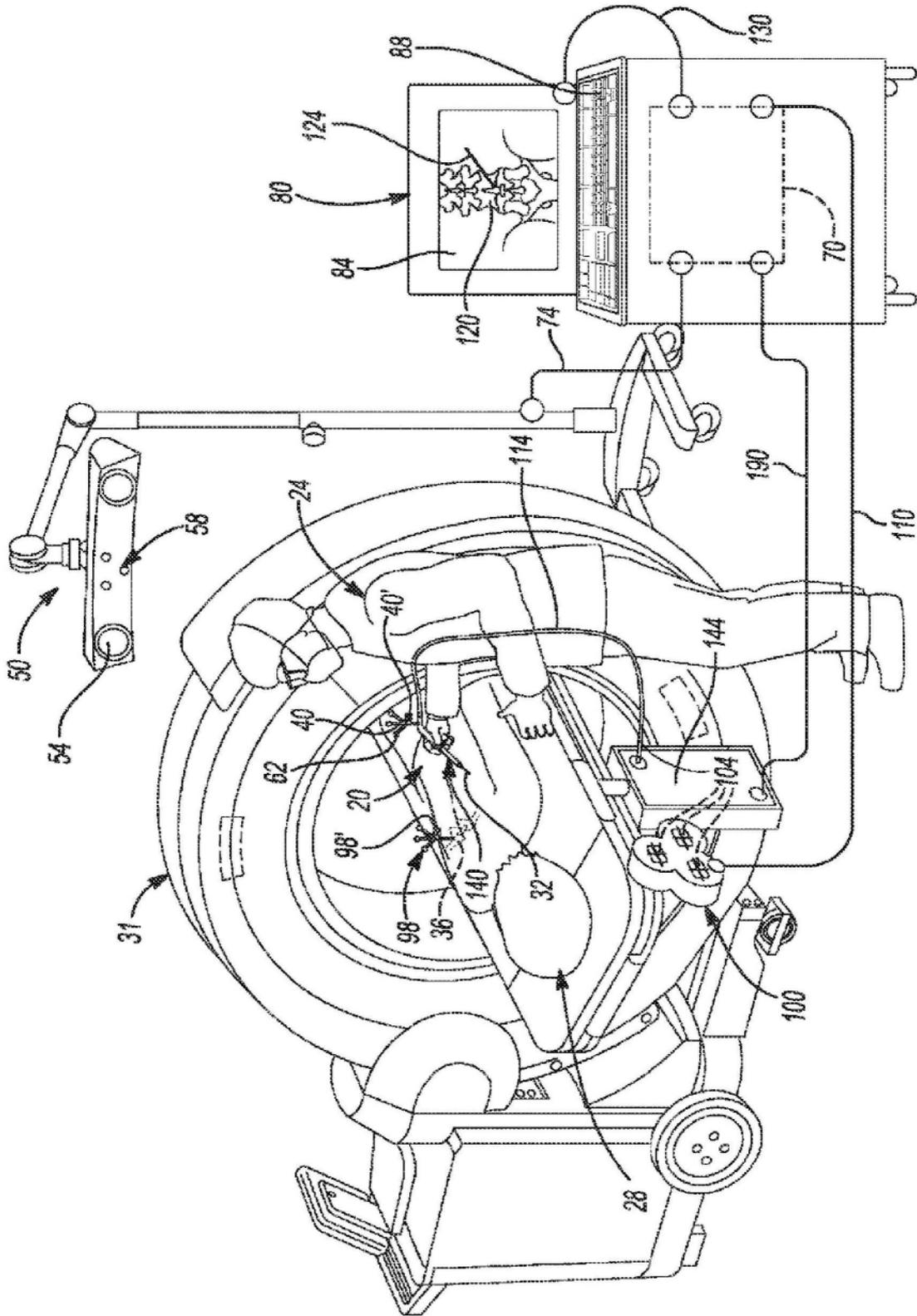


图1

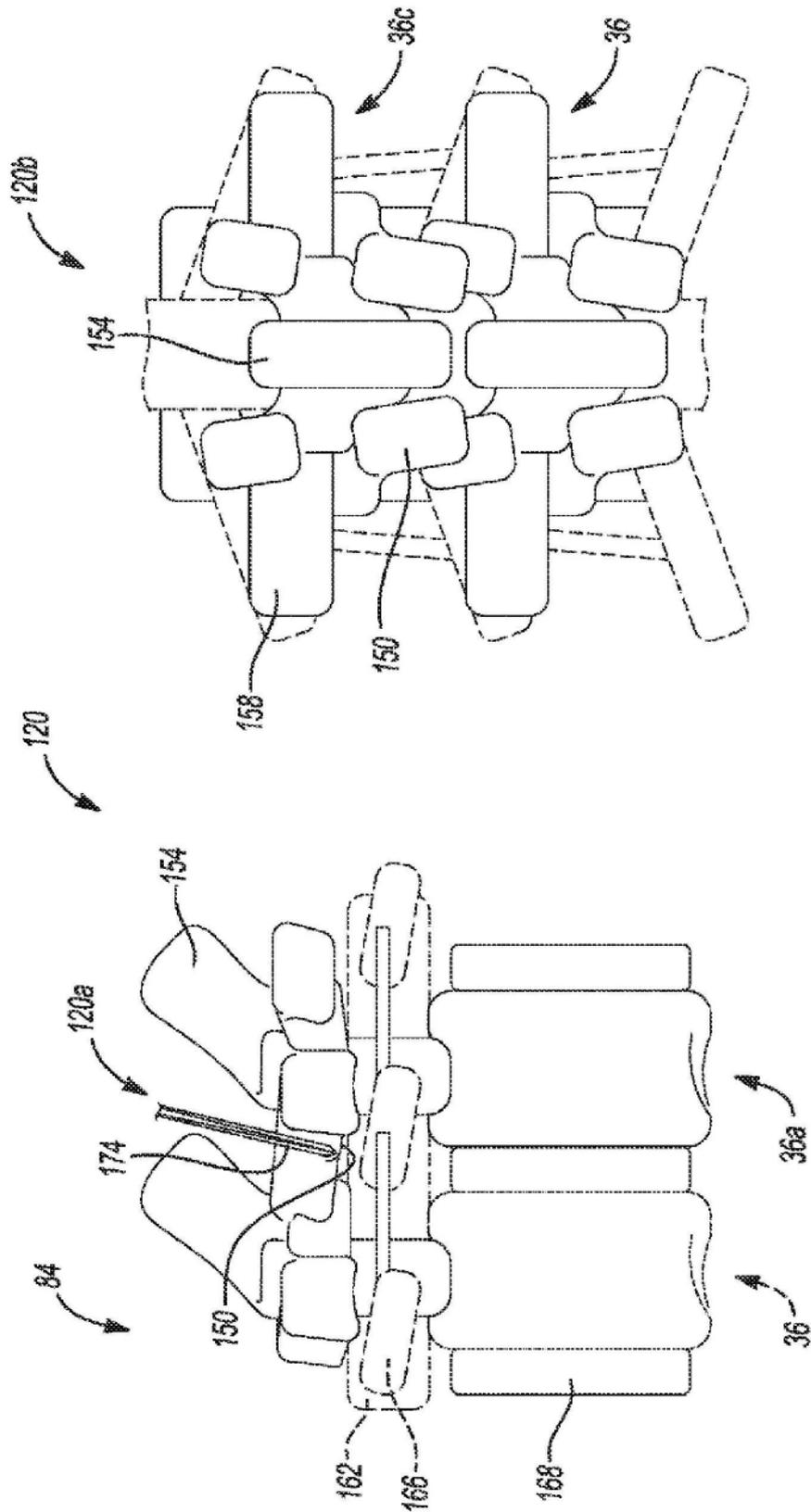


图2

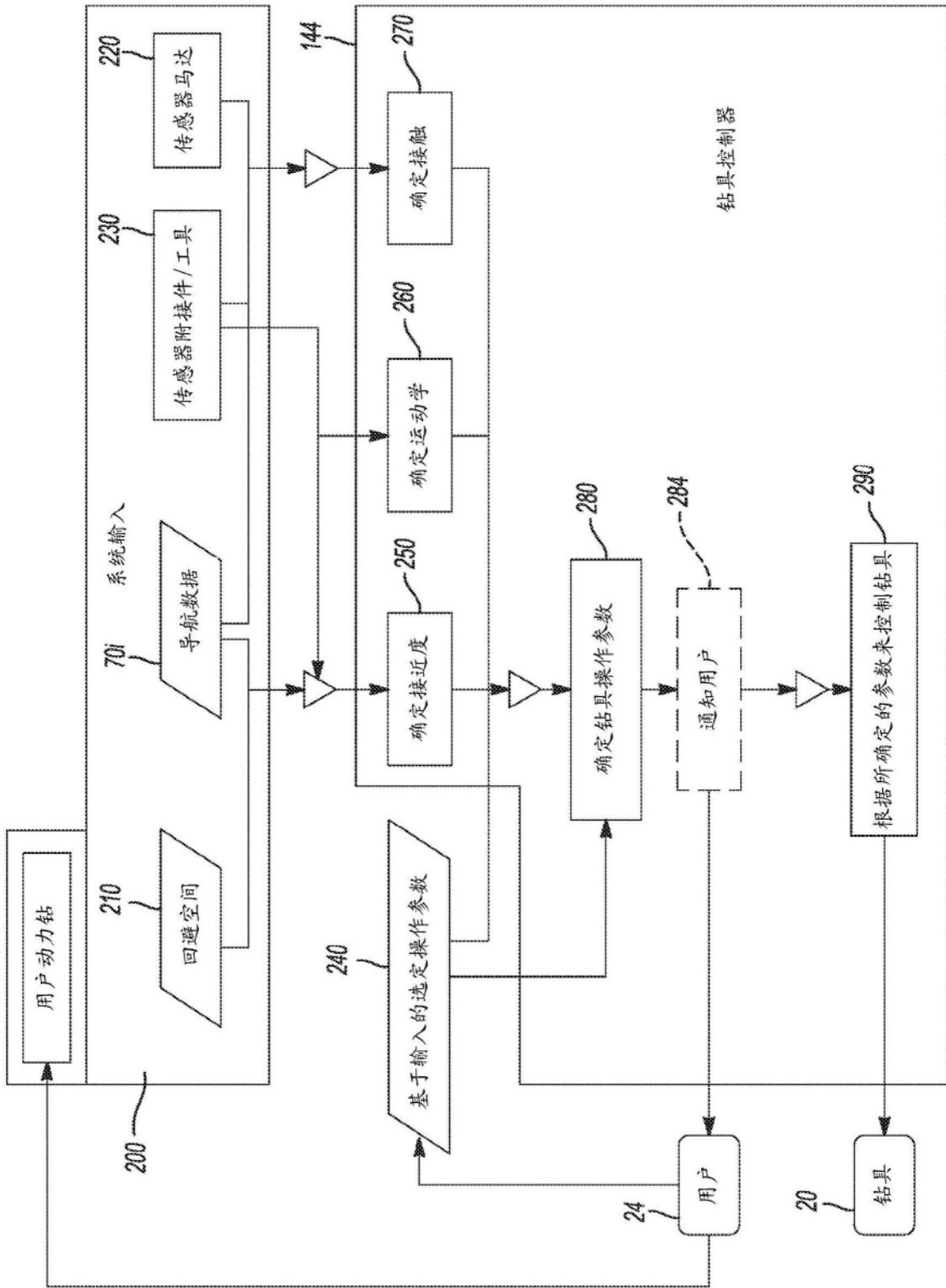


图3

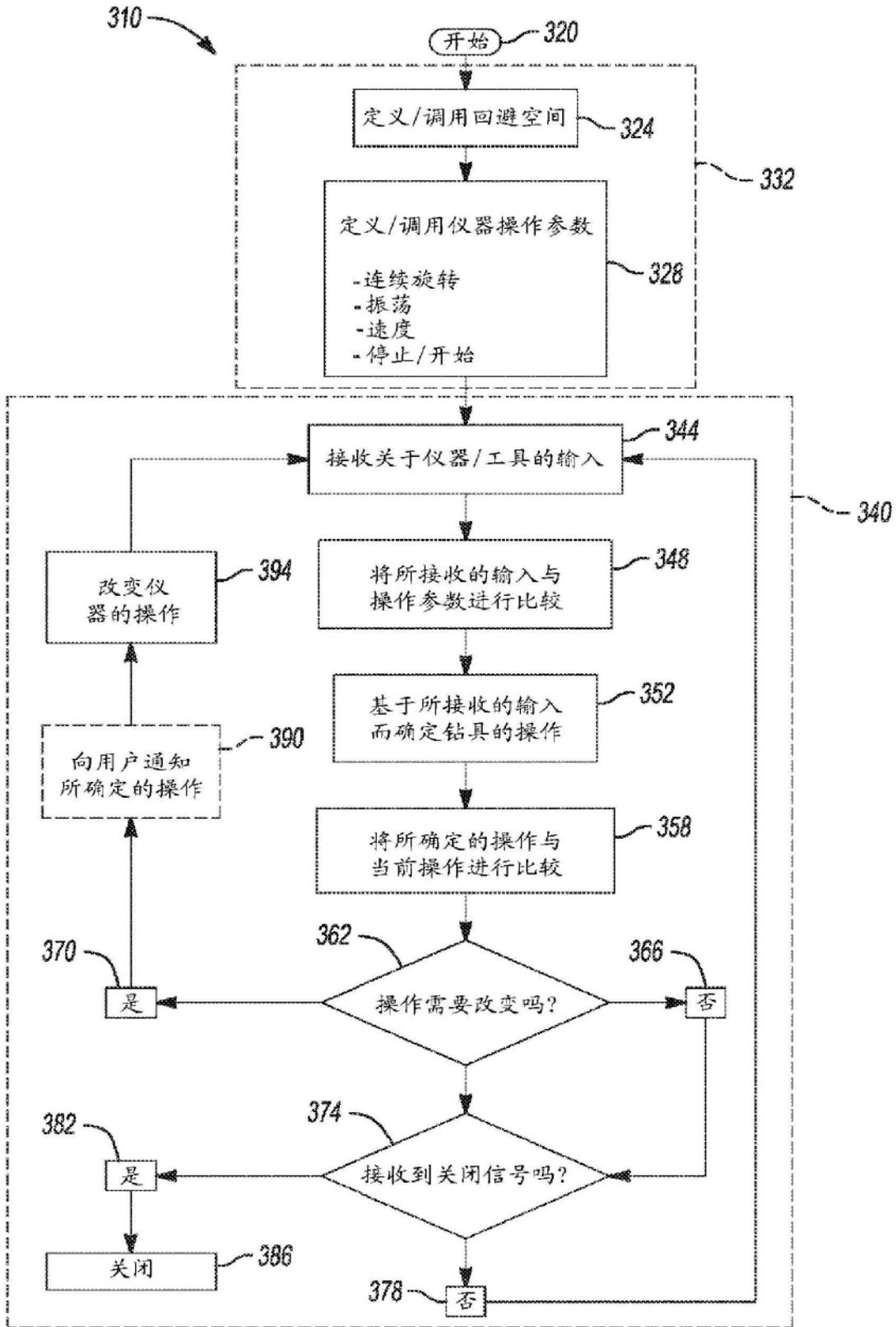


图4

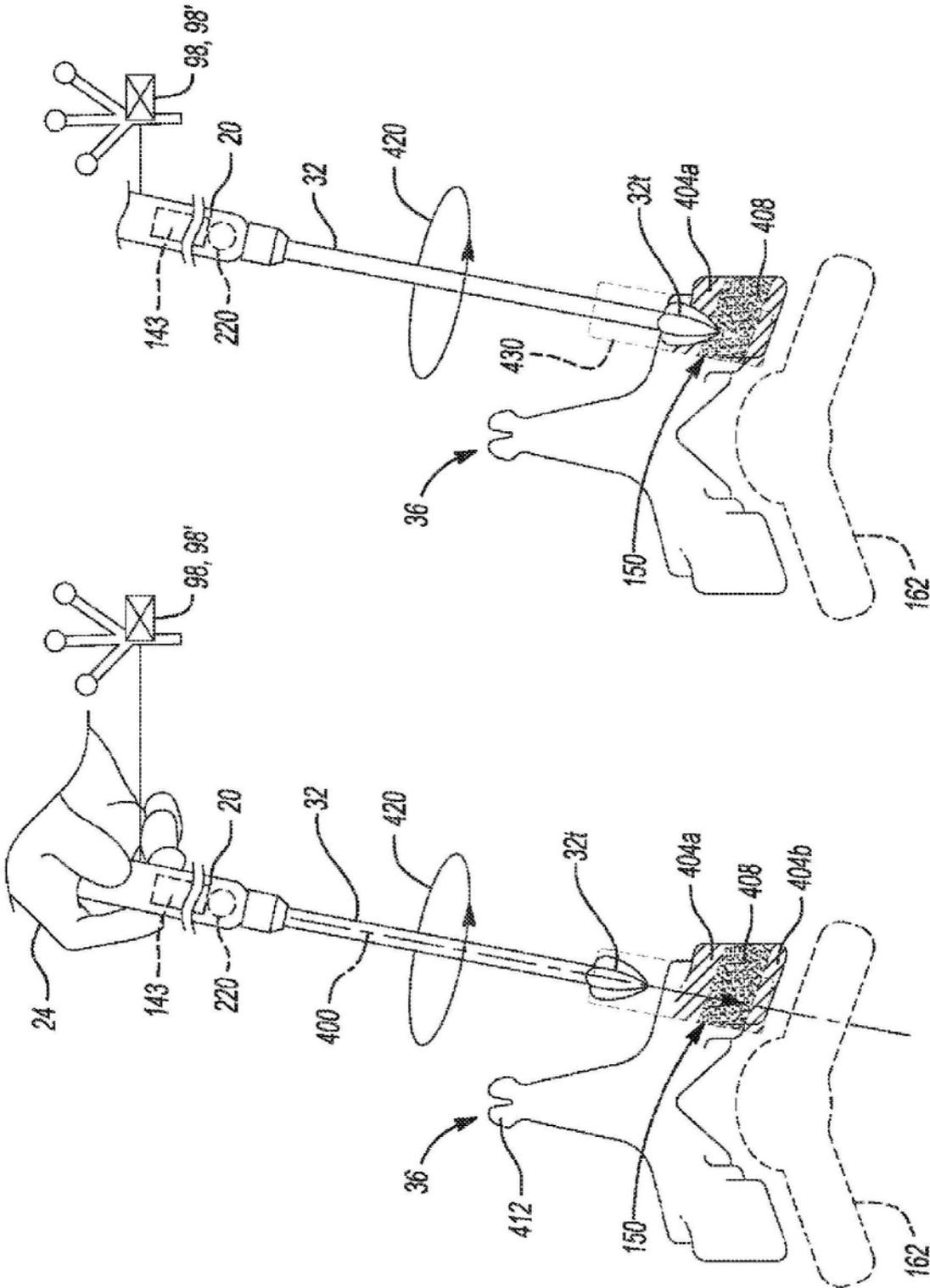


图 5B

图 5A

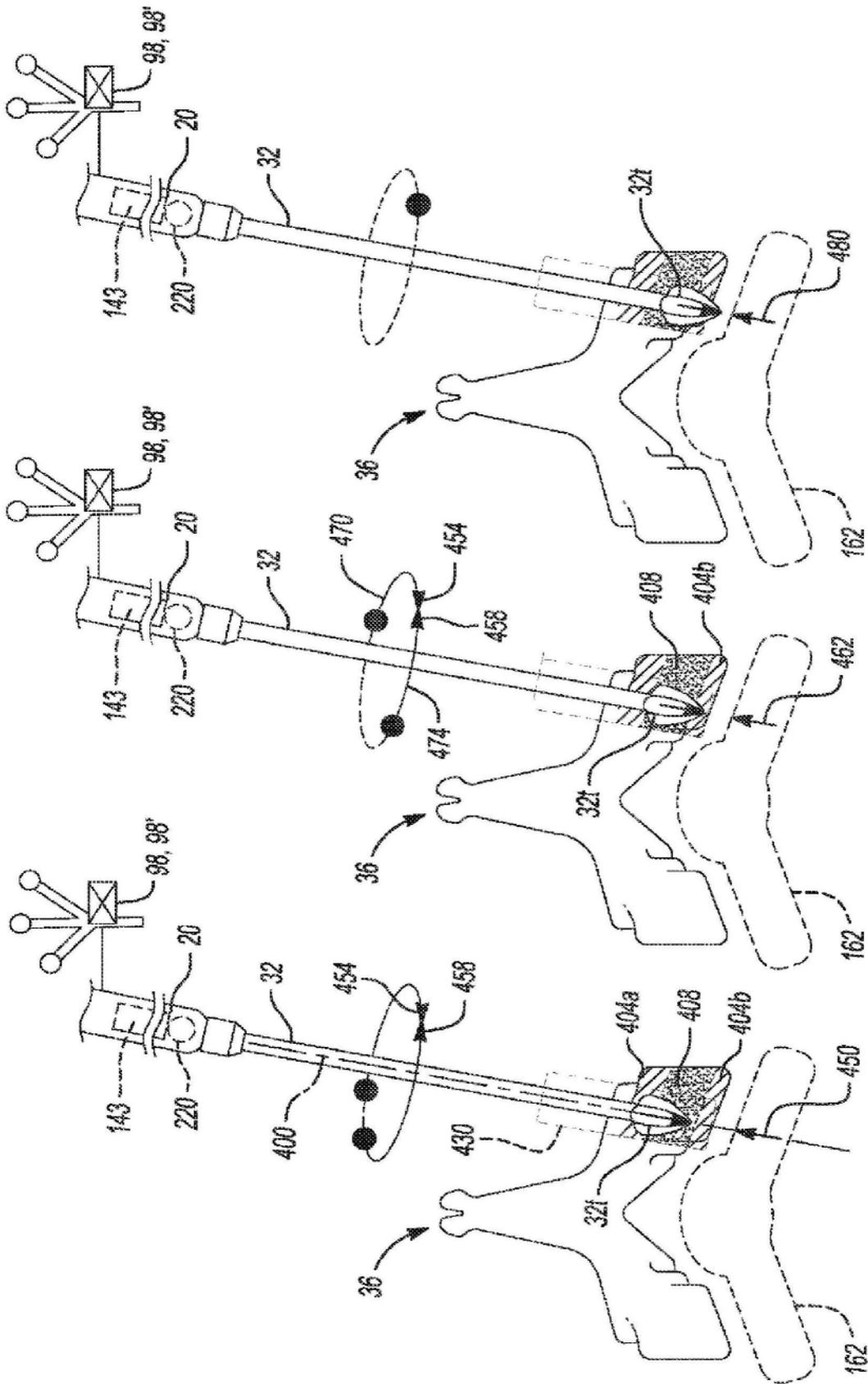


图 5E

图 5D

图 5C

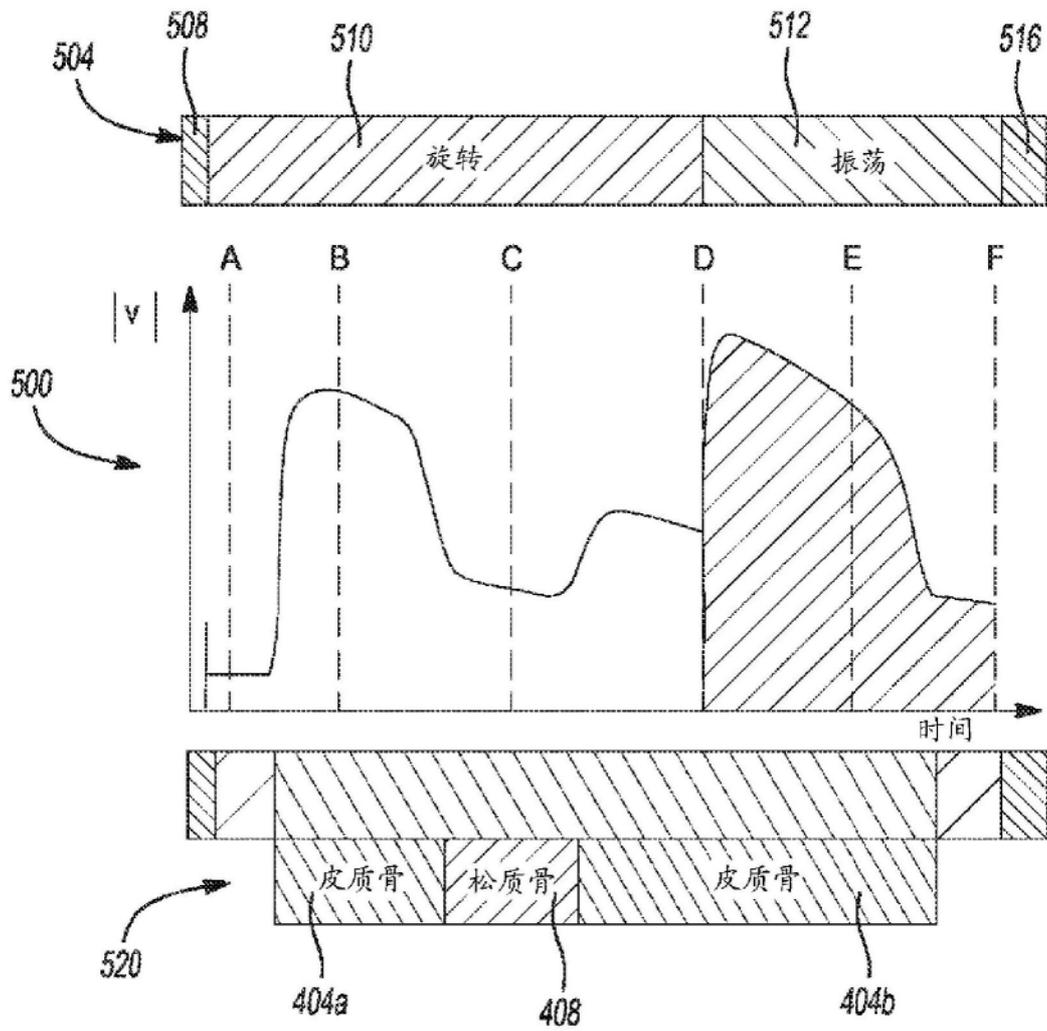


图6

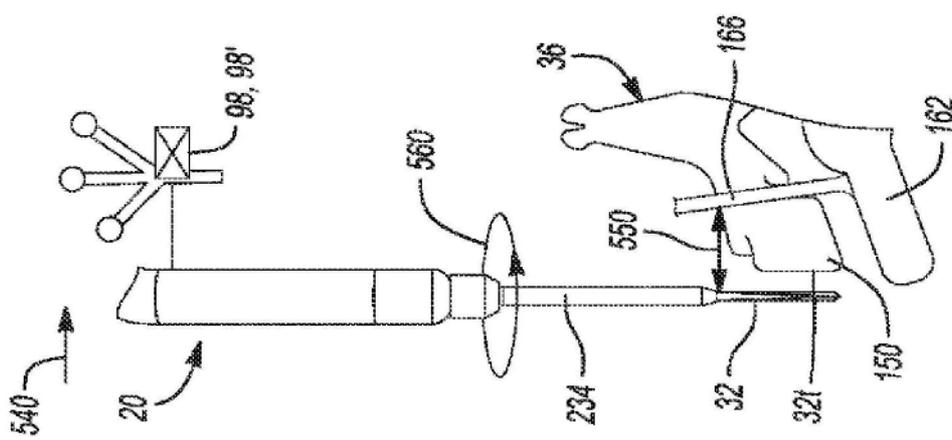


图7A

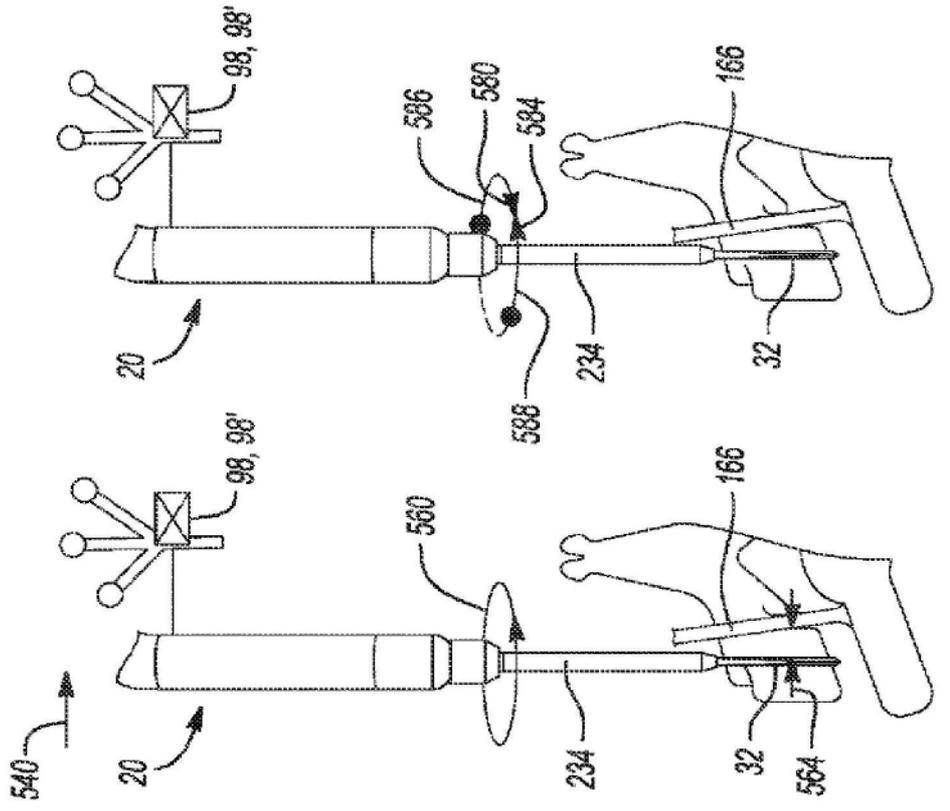


图7C

图7B

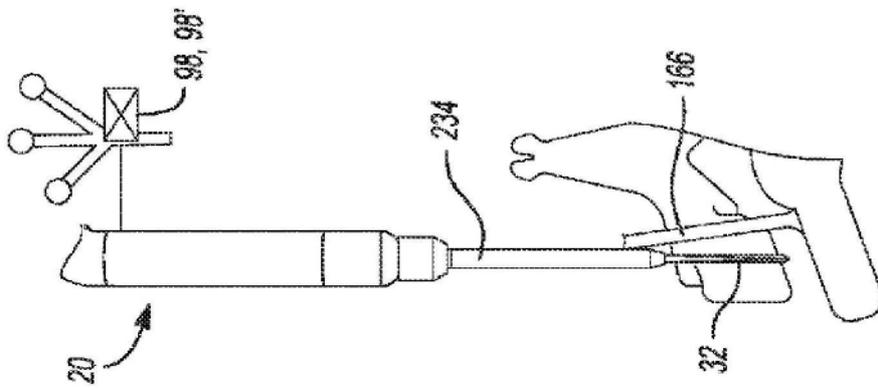


图7D