



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114098952 A

(43) 申请公布日 2022. 03. 01

(21) 申请号 202111334041.0

(22) 申请日 2021.11.11

(71) 申请人 深圳市精锋医疗科技股份有限公司

地址 518000 广东省深圳市龙岗区宝龙街道宝龙社区宝荷大道76号智慧家园二期2B1901

(72) 发明人 孙强

(51) Int.Cl.

A61B 34/00 (2016.01)

A61B 34/35 (2016.01)

A61B 34/30 (2016.01)

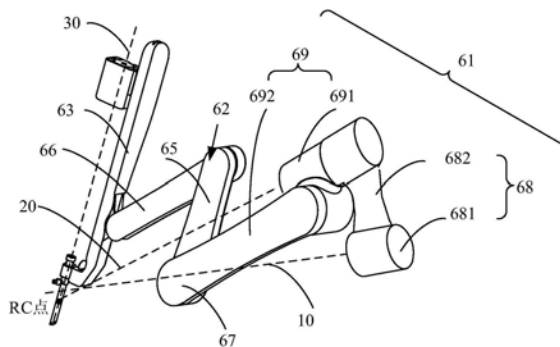
权利要求书4页 说明书16页 附图14页

(54) 发明名称

机械臂、从操作设备以及手术机器人

(57) 摘要

本申请公开了一种机械臂,所述机械臂与定向平台连接,所述机械臂包括操作臂以及与所述操作臂连接的调整臂连接,所述操作臂包括:偏转关节,具有穿过远程中心RC点的偏转轴线;旋风关节,一端与所述偏转关节连接,另一端与所述调整臂连接,具有不穿过所述RC点的旋风轴线,所述旋风轴线与所述偏转轴线不重合;所述调整臂用于在所述旋风关节围绕所述旋风轴线转动时,使所述RC点在定向平台坐标系下的坐标维持不变。本申请还公开了一种从操作设备和手术机器人。本申请可以使手术器械的长轴与患者身上的微创切口之间的接触点保持不动,从而避免对患者伤口造成撕拉。



1. 一种机械臂,所述机械臂与定向平台连接,其特征在于,所述机械臂包括操作臂以及与所述操作臂连接的调整臂连接,所述操作臂包括:

偏转关节,具有穿过远程中心RC点的偏转轴线;

旋风关节,一端与所述偏转关节连接,另一端与所述调整臂连接,具有不穿过所述RC点的旋风轴线,所述旋风轴线与所述偏转轴线不重合;

所述调整臂用于在所述旋风关节围绕所述旋风轴线转动时,使所述RC点在定向平台坐标系下的坐标维持不变。

2. 如权利要求1所述的机械臂,其特征在于,所述操作臂还包括平行四边形机构,所述平行四边形机构具有延长线穿过所述RC点的平行四边形第一边,所述平行四边形第一边与所述偏转轴线重合。

3. 如权利要求1所述的机械臂,其特征在于,所述操作臂还包括平行四边形机构,所述平行四边形机构具有延长线穿过所述RC点的平行四边形第一边,所述平行四边形第一边与所述偏转轴线偏离。

4. 如权利要求1所述的机械臂,其特征在于,所述操作臂还包括平行四边形机构以及穿过所述RC点的俯仰轴线,所述平行四边形机构围绕所述俯仰轴线进行俯仰。

5. 如权利要求4所述的机械臂,其特征在于,所述偏转轴线与所述俯仰轴线之间的角度为 90° 。

6. 如权利要求4所述的机械臂,其特征在于,所述旋风轴线与所述俯仰轴线异面。

7. 如权利要求4所述的机械臂,其特征在于,所述旋风轴线与所述俯仰轴线相交于非RC点位置。

8. 如权利要求1所述的机械臂,其特征在于,所述操作臂还包括穿过所述RC点的插入轴线,所述插入轴线与所述偏转轴线、所述平行四边形第一边共面。

9. 如权利要求8所述的机械臂,其特征在于,所述旋风轴线与所述插入轴线相交于非RC点位置。

10. 如权利要求1所述的机械臂,其特征在于,所述操作臂还包括平行四边形机构,所述平行四边形机构具有临近所述旋风轴线的平行四边形第一边;所述操作臂还具有俯仰轴线,所述平行四边形机构围绕所述俯仰轴线进行俯仰;所述操作臂还具有插入轴线,所述俯仰轴线、所述插入轴线、所述偏转轴线以及所述平行四边形第一边相交于所述RC点。

11. 如权利要求10所述的机械臂,其特征在于,所述旋风轴线与所述俯仰轴线、插入轴线、偏转轴线以及所述平行四边形第一边中的任意一根线均不相交;或

所述旋风轴线仅与所述俯仰轴线相交;或

所述旋风轴线仅与所述插入轴线相交;或

所述旋风轴线仅与所述偏转轴线相交;或

所述旋风轴线仅与所述平行四边形第一边相交;或

所述旋风轴线与所述插入轴线、所述偏转轴线以及所述平行四边形第一边中的任意两根相交;或

所述旋风轴线与所述偏转轴线和所述平行四边形第一边中的任意一根以及所述俯仰轴线相交;或

所述旋风轴线与所述偏转轴线和所述平行四边形第一边中的任意一根以及所述插入

轴线相交。

12. 如权利要求1所述的机械臂,其特征在于,所述操作臂还包括平行四边形机构,所述平行四边形机构具有临近所述旋风轴线的平行四边形第一边;所述操作臂还具有俯仰轴线,所述平行四边形机构围绕所述俯仰轴线进行俯仰;所述操作臂还具有插入轴线,所述俯仰轴线、所述插入轴线、所述偏转轴线以及所述平行四边形第一边相交于所述RC点;

所述平行四边形第一边与所述偏转轴线重合。

13. 如权利要求12所述的机械臂,其特征在于,所述旋风轴线与所述俯仰轴线、插入轴线以及偏转轴线中的任意一根线均不相交;或

所述旋风轴线仅与所述俯仰轴线相交;或

所述旋风轴线仅与所述插入轴线相交;或

所述旋风轴线仅与所述偏转轴线相交;或

所述旋风轴线与所述插入轴线以及偏转轴线均相交;或

所述旋风轴线与所述偏转轴线以及所述俯仰轴线相交。

14. 如权利要求1所述的机械臂,其特征在于,所述操作臂还包括平行四边形机构,所述平行四边形机构具有临近所述旋风轴线的平行四边形第一边;所述操作臂还具有俯仰轴线,所述平行四边形机构围绕所述俯仰轴线进行俯仰;所述操作臂还具有插入轴线,所述俯仰轴线、所述插入轴线、所述偏转轴线以及所述平行四边形第一边相交于所述RC点;

所述旋风轴线与所述俯仰轴线异面。

15. 如权利要求14所述的机械臂,其特征在于,所述旋风轴线与所述俯仰轴线、插入轴线、偏转轴线以及平行四边形第一边中的任意一根线均不相交;或

所述旋风轴线仅与所述插入轴线相交;或

所述旋风轴线仅与所述平行四边形第一边相交;或

所述旋风轴线与所述插入轴线、所述偏转轴线以及所述平行四边形第一边中的任意两根线相交。

16. 如权利要求1所述的机械臂,其特征在于,所述操作臂还包括平行四边形机构,所述平行四边形机构具有临近所述旋风轴线的平行四边形第一边;所述操作臂还具有俯仰轴线,所述平行四边形机构围绕所述俯仰轴线进行俯仰;所述操作臂还具有插入轴线,所述俯仰轴线、所述插入轴线、所述偏转轴线以及所述平行四边形第一边相交于所述RC点;

所述旋风轴线与所述俯仰轴线相交时,交点位于非RC点位置。

17. 如权利要求16所述的机械臂,其特征在于,所述旋风轴线与所述插入轴线、所述偏转轴线以及所述平行四边形第一边中的任意一根线均不相交;或

所述旋风轴线还与所述偏转轴线相交;或

所述旋风轴线还与所述平行四边形第一边相交;或

所述旋风轴线还可以与所述偏转轴线以及所述平行第一边相交。

18. 如权利要求1所述的机械臂,其特征在于,所述操作臂还包括平行四边形机构,所述平行四边形机构具有临近所述旋风轴线的平行四边形第一边;所述操作臂还具有俯仰轴线,所述平行四边形机构围绕所述俯仰轴线进行俯仰;所述操作臂还具有插入轴线,所述俯仰轴线、所述插入轴线、所述偏转轴线以及所述平行四边形第一边相交于所述RC点;

所述旋风轴线与所述插入轴线相交时,交点位于非RC点位置。

19. 如权利要求18所述的机械臂,其特征在于,所述旋风轴线与所述偏转轴线以及所述平行四边形中的任意一根线均不相交;或

所述旋风轴线还与所述俯仰轴线相交;或

所述旋风轴线还与所述偏转轴线相交;或

所述旋风轴线还与所述平行四边形第一边相交;或

所述旋风轴线还与所述偏转轴线以及所述平行第一边相交。

20. 如权利要求1所述的机械臂,其特征在于,所述旋风轴线与所述偏转轴线异面。

21. 如权利要求20所述的机械臂,其特征在于,所述操作臂还包括平行四边形机构,所述平行四边形机构具有临近所述旋风轴线的平行四边形第一边;所述操作臂还具有俯仰轴线,所述平行四边形机构围绕所述俯仰轴线进行俯仰;所述操作臂还具有插入轴线,所述俯仰轴线、所述插入轴线、所述偏转轴线以及所述平行四边形第一边相交于所述RC点。

22. 如权利要求21所述的机械臂,其特征在于,所述旋风轴线与所述俯仰轴线、插入轴线、偏转轴线以及平行四边形第一边中的任意一根线均不相交;或

所述旋风轴线仅与所述俯仰轴线相交;或

所述旋风轴线仅与所述插入轴线相交;或

所述旋风轴线仅与所述平行四边形第一边相交;或

所述旋风轴线与所述插入轴线以及所述平行四边形第一边相交。

23. 如权利要求1所述的机械臂,其特征在于,所述旋风关节和所述RC点之间的连线与所述旋风轴线之间具有夹角。

24. 如权利要求1所述的机械臂,其特征在于,所述旋风轴线穿过所述RC点,所述偏转轴线不穿过所述RC点。

25. 如权利要求24所述的机械臂,其特征在于,所述操作臂还包括平行四边形机构,所述平行四边形机构具有临近所述偏转轴线的平行四边形第一边;所述操作臂还具有俯仰轴线,所述平行四边形机构围绕所述俯仰轴线进行俯仰;所述操作臂还具有插入轴线,所述俯仰轴线、所述插入轴线、所述旋风轴线以及所述平行四边形第一边相交于所述RC点。

26. 如权利要求25所述的机械臂,其特征在于,所述偏转轴线与所述俯仰轴线、插入轴线、旋风轴线以及所述平行四边形第一边中的任意一根线均不相交;或

所述偏转轴线仅与所述俯仰轴线相交;或

所述偏转轴线仅与所述插入轴线相交;或

所述偏转轴线仅与所述旋风轴线相交;或

所述偏转轴线仅与所述平行四边形第一边相交;或

所述偏转轴线与所述旋风轴线以及所述平行四边形第一边相交;或

所述偏转轴线与所述插入轴线、所述旋风轴线以及所述平行四边形第一边中的任意两根相交;或

所述偏转轴线与所述旋风轴线和所述平行四边形第一边中的任意一根以及所述俯仰轴线相交;或

所述偏转轴线与所述旋风轴线和所述平行四边形第一边中的任意一根以及所述插入轴线相交。

27. 如权利要求25所述的机械臂,其特征在于,所述平行四边形第一边与所述旋风轴线

重合；

所述偏转轴线与所述俯仰轴线、插入轴线以及旋风轴线中的任意一根线均不相交；或

所述偏转轴线仅与所述俯仰轴线相交；或

所述偏转轴线仅与所述插入轴线相交；或

所述偏转轴线仅与所述旋风轴线相交；或

所述偏转轴线与所述插入轴线以及所述旋风轴线相交；或

所述偏转轴线与所述旋风轴线以及所述俯仰轴线相交。

28. 如权利要求1所述的机械臂，其特征在于，所述操作臂还包括与所述调整臂连接的安装基座以及与所述安装基座依次连接的联动基座、第一杆以及第二杆，所述联动基座包括与所述安装基座连接的偏转关节以及与所述偏转关节连接的联动连杆；所述联动连杆、所述第一连杆以及所述第二连杆位于相邻的不同平面上。

29. 一种从操作设备，其特征在于，所述从操作设备包括基座，安装在所述基座上的定向平台、与所述定向平台连接的如权利要求1至28任一项所述的机械臂。

30. 一种手术机器人，其特征在于，所述手术机器人包括主操作台以及如权利要求29所述的从操作设备，所述从操作设备用于响应所述主操作台发送的控制命令，进行相应的手术操作。

机械臂、从操作设备以及手术机器人

技术领域

[0001] 本申请涉及医疗器械技术领域,尤其涉及一种机械臂、从操作设备以及手术机器人。

背景技术

[0002] 微创手术是指利用腹腔镜、胸腔镜等现代医疗器械及相关设备在人体腔体内部施行手术的一种手术方式。相比传统手术方式微创手术具有创伤小、疼痛轻、恢复快等优势。

[0003] 随着科技的进步,微创手术机器人技术逐渐成熟,并被广泛应用。微创手术机器人通常包括主操作台及从操作设备,主操作台用于根据医生的操作向从操作设备发送控制命令,以控制从操作设备,从操作设备用于响应主操作台发送的控制命令,并进行相应的手术操作。手术器械与从操作设备的驱动装置连接,用于执行外科手术,所述手术器械具有长轴以及位于所述长轴末端的终端执行器。理论上,手术器械在执行手术过程中。长轴与患者身上的微创切口之间的接触点应保持不动,以避免对患者伤口造成撕拉。

[0004] 但是,目前的技术不能确保该接触点在患者的微创切口处保持不动。

发明内容

[0005] 本申请的主要目的在于提供一种机械臂、从操作设备以及手术机器人,旨在实现手术器械的长轴与患者身上的微创切口之间的接触点保持不动,以避免对患者伤口造成撕拉。

[0006] 为实现上述目的,本申请提供一种机械臂,所述机械臂与定向平台连接,所述机械臂包括操作臂以及与所述操作臂连接的调整臂连接,所述操作臂包括:

[0007] 偏转关节,具有穿过远程中心RC点的偏转轴线;

[0008] 旋风关节,一端与所述偏转关节连接,另一端与所述调整臂连接,具有不穿过所述RC点的旋风轴线,所述旋风轴线与所述偏转轴线不重合;

[0009] 所述调整臂用于在所述旋风关节围绕所述旋风轴线转动时,使所述RC点在定向平台坐标系下的坐标维持不变。

[0010] 可选地,所述操作臂还包括平行四边形机构,所述平行四边形机构具有延长线穿过所述RC点的平行四边形第一边,所述平行四边形第一边与所述偏转轴线重合。

[0011] 可选地,所述操作臂还包括平行四边形机构,所述平行四边形机构具有延长线穿过所述RC点的平行四边形第一边,所述平行四边形第一边与所述偏转轴线偏离。

[0012] 可选地,所述操作臂还包括平行四边形机构以及穿过所述RC点的俯仰轴线,所述平行四边形机构围绕所述俯仰轴线进行俯仰。

[0013] 可选地,所述偏转轴线与所述俯仰轴线之间的角度为 90° 。

[0014] 可选地,所述旋风轴线与所述俯仰轴线异面。

[0015] 可选地,所述旋风轴线与所述俯仰轴线相交于非RC点位置。

[0016] 可选地,所述操作臂还包括穿过所述RC点的插入轴线,所述插入轴线与所述偏转

轴线、所述平行四边形第一边共面。

[0017] 可选地,所述旋风轴线与所述插入轴线相交于非RC点位置。

[0018] 可选地,所述操作臂还包括平行四边形机构,所述平行四边形机构具有临近所述旋风轴线的平行四边形第一边;所述操作臂还具有俯仰轴线,所述平行四边形机构围绕所述俯仰轴线进行俯仰;所述操作臂还具有插入轴线,所述俯仰轴线、所述插入轴线、所述偏转轴线以及所述平行四边形第一边相交于所述RC点。

[0019] 可选地,所述旋风轴线与所述俯仰轴线、插入轴线、偏转轴线以及所述平行四边形第一边中的任意一根线均不相交;或

[0020] 所述旋风轴线仅与所述俯仰轴线相交;或

[0021] 所述旋风轴线仅与所述插入轴线相交;或

[0022] 所述旋风轴线仅与所述偏转轴线相交;或

[0023] 所述旋风轴线仅与所述平行四边形第一边相交;或

[0024] 所述旋风轴线与所述插入轴线、所述偏转轴线以及所述平行四边形第一边中的任意两根相交;或

[0025] 所述旋风轴线与所述偏转轴线和所述平行四边形第一边中的任意一根以及所述俯仰轴线相交;或

[0026] 所述旋风轴线与所述偏转轴线和所述平行四边形第一边中的任意一根以及所述插入轴线相交。

[0027] 可选地,所述操作臂还包括平行四边形机构,所述平行四边形机构具有临近所述旋风轴线的平行四边形第一边;所述操作臂还具有俯仰轴线,所述平行四边形机构围绕所述俯仰轴线进行俯仰;所述操作臂还具有插入轴线,所述俯仰轴线、所述插入轴线、所述偏转轴线以及所述平行四边形第一边相交于所述RC点;

[0028] 所述平行四边形第一边与所述偏转轴线重合。

[0029] 可选地,所述旋风轴线与所述俯仰轴线、插入轴线以及偏转轴线中的任意一根线均不相交;或

[0030] 所述旋风轴线仅与所述俯仰轴线相交;或

[0031] 所述旋风轴线仅与所述插入轴线相交;或

[0032] 所述旋风轴线仅与所述偏转轴线相交;或

[0033] 所述旋风轴线与所述插入轴线以及偏转轴线均相交;或

[0034] 所述旋风轴线与所述偏转轴线以及所述俯仰轴线相交。

[0035] 可选地,所述操作臂还包括平行四边形机构,所述平行四边形机构具有临近所述旋风轴线的平行四边形第一边;所述操作臂还具有俯仰轴线,所述平行四边形机构围绕所述俯仰轴线进行俯仰;所述操作臂还具有插入轴线,所述俯仰轴线、所述插入轴线、所述偏转轴线以及所述平行四边形第一边相交于所述RC点;

[0036] 所述旋风轴线与所述俯仰轴线异面。

[0037] 可选地,所述旋风轴线与所述俯仰轴线、插入轴线、偏转轴线以及平行四边形第一边中的任意一根线均不相交;或

[0038] 所述旋风轴线仅与所述插入轴线相交;或

[0039] 所述旋风轴线仅与所述平行四边形第一边相交;或

[0040] 所述旋风轴线与所述插入轴线、所述偏转轴线以及所述平行四边形第一边中的任意两根线相交。

[0041] 可选地,所述操作臂还包括平行四边形机构,所述平行四边形机构具有临近所述旋风轴线的平行四边形第一边;所述操作臂还具有俯仰轴线,所述平行四边形机构围绕所述俯仰轴线进行俯仰;所述操作臂还具有插入轴线,所述俯仰轴线、所述插入轴线、所述偏转轴线以及所述平行四边形第一边相交于所述RC点;

[0042] 所述旋风轴线与所述俯仰轴线相交时,交点位于非RC点位置。

[0043] 可选地,所述旋风轴线与所述插入轴线、所述偏转轴线以及所述平行四边形第一边中的任意一根线均不相交;或

[0044] 所述旋风轴线还与所述偏转轴线相交;或

[0045] 所述旋风轴线还与所述平行四边形第一边相交;或

[0046] 所述旋风轴线还可以与所述偏转轴线以及所述平行第一边相交。

[0047] 可选地,所述操作臂还包括平行四边形机构,所述平行四边形机构具有临近所述旋风轴线的平行四边形第一边;所述操作臂还具有俯仰轴线,所述平行四边形机构围绕所述俯仰轴线进行俯仰;所述操作臂还具有插入轴线,所述俯仰轴线、所述插入轴线、所述偏转轴线以及所述平行四边形第一边相交于所述RC点;

[0048] 所述旋风轴线与所述插入轴线相交时,交点位于非RC点位置。

[0049] 可选地,所述旋风轴线与所述偏转轴线以及所述平行四边形中的任意一根线均不相交;或

[0050] 所述旋风轴线还与所述俯仰轴线相交;或

[0051] 所述旋风轴线还与所述偏转轴线相交;或

[0052] 所述旋风轴线还与所述平行四边形第一边相交;或

[0053] 所述旋风轴线还与所述偏转轴线以及所述平行第一边相交。

[0054] 可选地,所述旋风轴线与所述偏转轴线异面。

[0055] 可选地,所述操作臂还包括平行四边形机构,所述平行四边形机构具有临近所述旋风轴线的平行四边形第一边;所述操作臂还具有俯仰轴线,所述平行四边形机构围绕所述俯仰轴线进行俯仰;所述操作臂还具有插入轴线,所述俯仰轴线、所述插入轴线、所述偏转轴线以及所述平行四边形第一边相交于所述RC点。

[0056] 可选地,所述旋风轴线与所述俯仰轴线、插入轴线、偏转轴线以及平行四边形第一边中的任意一根线均不相交;或

[0057] 所述旋风轴线仅与所述俯仰轴线相交;或

[0058] 所述旋风轴线仅与所述插入轴线相交;或

[0059] 所述旋风轴线仅与所述平行四边形第一边相交;或

[0060] 所述旋风轴线与所述插入轴线以及所述平行四边形第一边相交。

[0061] 可选地,所述旋风关节和所述RC点之间的连线与所述旋风轴线之间具有夹角。

[0062] 可选地,所述旋风轴线穿过所述RC点,所述偏转轴线不穿过所述RC点。

[0063] 可选地,所述操作臂还包括平行四边形机构,所述平行四边形机构具有临近所述偏转轴线的平行四边形第一边;所述操作臂还具有俯仰轴线,所述平行四边形机构围绕所述俯仰轴线进行俯仰;所述操作臂还具有插入轴线,所述俯仰轴线、所述插入轴线、所述旋

风轴线以及所述平行四边形第一边相交于所述RC点。

[0064] 可选地,所述偏转轴线与所述俯仰轴线、插入轴线、旋风轴线以及所述平行四边形第一边中的任意一根线均不相交;或

[0065] 所述偏转轴线仅与所述俯仰轴线相交;或

[0066] 所述偏转轴线仅与所述插入轴线相交;或

[0067] 所述偏转轴线仅与所述旋风轴线相交;或

[0068] 所述偏转轴线仅与所述平行四边形第一边相交;或

[0069] 所述偏转轴线与所述旋风轴线以及所述平行四边形第一边相交;或

[0070] 所述偏转轴线与所述插入轴线、所述旋风轴线以及所述平行四边形第一边中的任意两根相交;或

[0071] 所述偏转轴线与所述旋风轴线和所述平行四边形第一边中的任意一根以及所述俯仰轴线相交;或

[0072] 所述偏转轴线与所述旋风轴线和所述平行四边形第一边中的任意一根以及所述插入轴线相交。

[0073] 可选地,所述平行四边形第一边与所述旋风轴线重合;

[0074] 所述偏转轴线与所述俯仰轴线、插入轴线以及旋风轴线中的任意一根线均不相交;或

[0075] 所述偏转轴线仅与所述俯仰轴线相交;或

[0076] 所述偏转轴线仅与所述插入轴线相交;或

[0077] 所述偏转轴线仅与所述旋风轴线相交;或

[0078] 所述偏转轴线与所述插入轴线以及所述旋风轴线相交;或

[0079] 所述偏转轴线与所述旋风轴线以及所述俯仰轴线相交。

[0080] 可选地,所述操作臂还包括与所述调整臂连接的安装基座以及与所述安装基座依次连接的联动基座、第一杆以及第二杆,所述联动基座包括与所述安装基座连接的偏转关节以及与所述偏转关节连接的联动连杆;所述联动连杆、所述第一连杆以及所述第二连杆位于相邻的不同平面上。

[0081] 为实现上述目的,本申请还提供一种从操作设备,所述从操作设备包括基座,安装在所述基座上的定向平台、与所述定向平台连接的如上所述的机械臂。

[0082] 为实现上述目的,本申请还提供一种手术机器人,所述手术机器人包括主操作台以及如上所述的从操作设备,所述从操作设备用于响应所述主操作台发送的控制命令,进行相应的手术操作。

[0083] 本申请提供的机械臂、从操作设备以及手术机器人,通过设置穿过远程中心RC点的偏转轴线,不穿过所述RC点的旋风轴线,从而可以在旋风关节围绕旋风轴线转动时,利用调整臂使RC点在定向平台坐标系下的坐标维持不变。如此,可以使手术器械的长轴与患者身上的微创切口之间的接触点保持不动,进而避免对患者伤口造成撕拉。

附图说明

[0084] 图1为本申请手术机器人一实施例的结构示意图;

[0085] 图2为本申请手术机器人的手术器械一实施例的结构示意图;

- [0086] 图3为图1中操作臂一实施例的结构示意图；
- [0087] 图4为图1中操作臂与调整臂一实施例的简化结构示意图；
- [0088] 图5为图1中操作臂与调整臂又一实施例的简化结构示意图；
- [0089] 图6为图5中a处的放大结构示意图；
- [0090] 图7为图1中操作臂与调整臂又一实施例的简化结构示意图；
- [0091] 图8为图1中操作臂与调整臂又一实施例的简化结构示意图；
- [0092] 图9为图1中操作臂与调整臂又一实施例的简化结构示意图；
- [0093] 图10为图1中操作臂与调整臂又一实施例的简化结构示意图；
- [0094] 图11为图1中操作臂与调整臂又一实施例的简化结构示意图；
- [0095] 图12为图1中操作臂与调整臂又一实施例的简化结构示意图；
- [0096] 图13为图1中操作臂与调整臂又一实施例的简化结构示意图；
- [0097] 图14为图13中b处的放大结构示意图；
- [0098] 图15为图1中操作臂与调整臂又一实施例的简化结构示意图；
- [0099] 图16为本申请从操作设备一实施例的简化结构示意图；
- [0100] 图17为本申请机械臂一实施例的简化结构示意图；
- [0101] 图18为本申请操作臂和调整臂一实施例的结构示意图；
- [0102] 图19为本申请调整臂进行补偿运动的一实施例流程示意图。
- [0103] 本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例,参照附图做进一步说明。

具体实施方式

[0104] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本申请的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0105] 需要说明,本申请实施例中所有方向性指示(诸如上、下、左、右、前、后……)仅用于解释在某一特定姿态(如附图所示)下各部件之间的相对位置关系、运动情况等,如果该特定姿态发生改变时,则该方向性指示也相应地随之改变。

[0106] 在本申请中,除非另有明确的规定和限定,术语“连接”、“固定”等应做广义理解,例如,“固定”可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系,除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0107] 另外,在本申请中如涉及“第一”、“第二”等的描述仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示其相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。另外,各个实施例之间的技术方案可以相互结合,但是必须是以本领域普通技术人员能够实现为基础,当技术方案的结合出现相互矛盾或无法实现时应当认为这种技术方案的结合不存在,也不在本申请要求的保护范围之内。

[0108] 如图1和图2所示,本申请提供一种手术机器人100,所述手术机器人100包括主操

作台1及从操作设备2,主操作台1用于根据医生的操作向从操作设备2发送控制命令,以控制从操作设备2;从操作设备2用于响应主操作台1发送的控制命令,并进行相应的手术操作。所述从操作设备2包括基座200、安装在所述基座上的定向平台300以及与所述定向平台300连接的机械臂400。其中,所述基座200可以进一步包括座体21、设于所述座体21上的立柱22和与所述立柱22连接的悬挂臂23,所述定向平台300与所述悬挂臂23连接。所述机械臂400包括与所述定向平台300连接的调整臂500、与所述调整臂500连接的操作臂600以及安装于所述操作臂600上的手术器械700。所述手术器械700可以是用于执行手术操作的电烧灼器、钳夹器、吻合器、剪割器等,也可以是获取影像的相机或者其他外科器械,多个手术器械700从不同的切口插入患者身体。

[0109] 如图3所示,所述操作臂600包括与所述调整臂500连接的基座连杆61,与所述基座连杆61连接的平行四边形机构62以及器械承载臂63,所述器械承载臂63用于支撑手术器械700。

[0110] 所述基座连杆61包括与所述调整臂500连接的安装基座68以及与所述安装基座68连接的联动基座69,所述安装基座68进一步包括与所述调整臂500连接、并具有可以围绕旋风轴线10旋转的旋风关节681,以及与所述旋风关节681连接的安装连杆682。所述联动基座69进一步包括与所述安装连杆682连接的具有可以围绕偏转轴线20旋转的偏转关节691以及与所述偏转关节691连接的联动连杆692。

[0111] 平行四边形机构62进一步包括通过第一关节67与所述联动连杆692连接的第一连杆65以及与所述第一连杆65连接的第二连杆66,所述第一关节67与所述RC点构成平行四边形第一边50(如图4所示)。所述第一连杆65、第二连杆66以及器械承载臂63位于相邻的平面上。如此设置可以在所述操作臂600收拢时节省空间。

[0112] 所述器械承载臂63具有插入轴线30,以使所述手术器械700可以沿着所述插入轴线30移动,从而控制所述手术器械700伸入患者体内的深度。如图2所示,所述手术器械700具有长轴720以及位于所述长轴720末端的终端执行器730,所述长轴720在靠近所述终端执行器730的一侧设置有RC点(Remote Center,远程中心),也可以称为:器械不动点11,此RC点或器械不动点11与所述手术机器人100的RC点重合。所述操作臂600在运动过程中,所述手术器械700可以围绕所述RC点摆动,从而可以避免手术机器人100在手术过程中对患者造成损伤。其中,所述定向平台300具有一坐标系 F_0 ,如 $F_0(a, b, c)$,所述RC点相对于所述定向平台300的坐标系 F_0 的坐标保持不变。

[0113] 如图4和图5所示,所述偏转轴线20和所述插入轴线30均穿过所述RC点,所述操作臂600还包括过所述RC点的俯仰轴线40,所述平行四边形机构62可以围绕所述俯仰轴线40进行俯仰动作。所述平行四边形机构62进一步包括与所述平行四边形第一边50依次连接的平行四边形第二边(图中未示出)、平行四边形第三边(图中未示出)以及平行四边形第四边(图中未示出),其中,所述平行四边形第一边50的延长线过RC点,所述平行四边形第二边与所述第一连杆65基本重合,所述平行四边形第三边与所述第二连杆66基本重合,所述平行四边形第四边与所述器械承载臂63基本重合。而所述旋风轴线10不穿过所述RC点。通过所述调整臂500的补偿调整作用,可以使所述旋风关节681在围绕所述旋风轴线10转动时,所述RC点在定向平台300坐标系下的坐标维持不变,从而使手术器械700的长轴720与患者身上的微创切口之间的接触点(器械不动点11或RC点)保持不动,进而避免对患者伤口造成撕

拉。

[0114] 由于所述偏转轴线20穿过所述RC点,而所述旋风轴线10不穿过所述RC点。因此,所述旋风轴线10与所述偏转轴线20在空间上的相对位置关系可以为:所述旋风轴线10可以与所述偏转轴线20异面,或所述旋风轴线10可以与所述偏转轴线20共面。应理解,此处描述的所述旋风轴线10与所述偏转轴线20之间的相对位置,以及后文所提及的其他轴线之间的相对位置,均是在所述调整臂500调整之前的相对位置关系。另外,为了帮助理解本申请方案,后文提及的各轴线之间的相对位置关系,是旋风关节681和偏转关节691在初始状态时的位置关系。若是偏转关节691或旋风关节681在转动时的位置关系,则会特别说明。

[0115] 所述平行四边形机构62围绕所述俯仰轴线40进行俯仰的角度范围可以为 $[-30^\circ, 160^\circ]$,还可以为 $[-30^\circ, 150^\circ]$,又可以为 $[-20^\circ, 140^\circ]$,又可以为 $[-15^\circ, 140^\circ]$,又可以为 $[-10^\circ, 135^\circ]$ 等,具体数值可以根据实际需要进行合理设置。当然,上述具体范围值仅用于帮助理解本申请方案,并不起限定作用。也即,最小角度以及最大角度可以根据实际需要再进行调整。

[0116] 所述平行四边形第二边相对所述平行四边形第三边旋转角度范围为: $[-30^\circ, 160^\circ]$,还可以为 $[-25^\circ, 150^\circ]$,又可以为 $[-20^\circ, 140^\circ]$,又可以为 $[-15^\circ, 140^\circ]$,又可以为 $[-10^\circ, 135^\circ]$ 等,所述平行四边形第四边相对所述平行四边形第三边旋转角度范围为: $[-30^\circ, 160^\circ]$,还可以为 $[-30^\circ, 150^\circ]$,又可以为 $[-20^\circ, 140^\circ]$,又可以为 $[-15^\circ, 135^\circ]$,又可以为 $[-10^\circ, 135^\circ]$ 等。

[0117] 所述俯仰轴线40与所述偏转轴线20之间的夹角角度可以为 90° ,如此设置既有利于手术机器人100的加工,也有利于所述手术机器人100的系统控制计算。当然,其他实施例中,所述俯仰轴线40与所述偏转轴线20之间的夹角角度也可以为接近 90° 的角度,例如,可以偏差 $1\sim 10^\circ$ 等,具体可以根据实际需要合理进行设置。

[0118] 实施例1俯仰轴线40、插入轴线30、偏转轴线20以及平行四边形第一边50相交于RC点,而旋风轴线10不过RC点

[0119] 当所述俯仰轴线40、插入轴线30、偏转轴线20以及所述平行四边形第一边50相交于RC点,而所述旋风轴线10不过RC点时,所述旋风轴线10与其他各线的关系如下:

[0120] 1) 所述旋风轴线10可以与所述俯仰轴线40、插入轴线30、偏转轴线20以及所述平行四边形第一边50中的任意一根线均不相交;

[0121] 2) 所述旋风轴线10也可以仅与所述俯仰轴线40相交;

[0122] 3) 所述旋风轴线10还可以仅与所述插入轴线30相交;

[0123] 4) 所述旋风轴线10还可以仅与所述偏转轴线20相交;

[0124] 5) 所述旋风轴线10还可以仅与所述平行四边形第一边50相交;

[0125] 6) 所述旋风轴线10还可以与所述插入轴线30、所述偏转轴线20以及所述平行四边形第一边50中的任意两根相交;

[0126] 7) 所述旋风轴线10还可以与所述偏转轴线20和所述平行四边形第一边50中的任意一根以及所述俯仰轴线40相交;

[0127] 8) 所述旋风轴线10与所述偏转轴线20和所述平行四边形第一边50中的任意一根以及所述插入轴线30相交。

[0128] 本实施例中,如图4所示,所述偏转轴线20与平行四边形第一边50成夹角 α ,所述偏

转轴线20与所述平行四边形第一边50偏离,此时,所述平行四边形第一边50位于所述偏转轴线20的下方,所述夹角 α 的范围可以是 $(0, 45^\circ]$,还可以是 $[2^\circ, 30^\circ]$,还可以是 $[2^\circ, 20^\circ]$,又可以是 $[5^\circ, 20^\circ]$ 等。在其他实施例中,所述平行四边形第一边50也可以位于所述偏转轴线20的上方,所述夹角 α 的范围可以是 $(0, 75^\circ]$,还可以是 $[2^\circ, 55^\circ]$,还可以是 $[2^\circ, 50^\circ]$,又可以是 $[5^\circ, 40^\circ]$ 等。通过使所述偏转轴线20与平行四边形第一边50成夹角 α ,可以使平行四边形机构62在围绕偏转轴线20旋转时,可以防止所述平行四边形机构62的第一关节67转动到最低点时触碰患者,从而提高手术机器人100执行手术过程中的安全性。

[0129] 如图5所示,当所述旋风轴线10与所述偏转轴线20异面时,所述旋风轴线10与其他各线的关系如下:

[0130] 1) 所述旋风轴线10与所述俯仰轴线40、插入轴线30、偏转轴线20以及平行四边形第一边50中的任意一根线均不相交;或

[0131] 2) 所述旋风轴线10仅与所述俯仰轴线40相交;或

[0132] 3) 所述旋风轴线10仅与所述插入轴线30相交;或

[0133] 4) 所述旋风轴线10仅与所述平行四边形第一边50相交;或

[0134] 5) 所述旋风轴线10与所述插入轴线30以及所述平行四边形第一边50两根线相交。

[0135] 其中,所述旋风关节681和所述RC点之间的连线与所述旋风轴线10之间的夹角 β 可以为: $(0, 10^\circ]$,还可以是 $(0, 5^\circ]$,还可以是 $[1^\circ, 4^\circ]$,又可以是 $[1^\circ, 2^\circ]$ 等。或者,所述偏转关节691与所述旋风关节681之间的夹角为 β 。可以理解的是,所述旋风关节681可以相对于所述偏转关节691向靠近纸面的内侧偏转 β ,也可以朝向纸面外侧偏转 β 。

[0136] 如图6所示,当所述旋风轴线10与所述偏转轴线20异面时,可以取二者之间最近的两个点之间的距离,得到所述旋风轴线10与所述偏转轴线20之间的距离 d 。所述距离 d 的范围可以为: $(0, 10\text{cm}]$,还可以为 $(0, 5\text{cm}]$,又可以为 $(0, 2\text{cm}]$,又可以为 $[1\text{cm}, 2\text{cm}]$,又可以为 $[0.5\text{cm}, 1.5\text{cm}]$ 等,具体数值可以根据实际需要进行合理设置。当所述旋风轴线10与所述偏转轴线20共面时,二者可以平行或相交于非RC点。

[0137] 如图7所示,当所述旋风轴线10与所述偏转轴线20共面时,所述旋风轴线10与所述偏转轴线20平行或相交。以二者相交为例,所述旋风轴线10与所述偏转轴线20相交于非RC点,如C点,且二者之间形成一夹角。可以理解的是,当偏转关节691与所述旋风关节681的距离比较近时,所述旋风轴线10与所述偏转轴线20之间也可以为平行关系。

[0138] 实施例2旋风轴线10(不过RC点)与俯仰轴线40、插入轴线30均相交于非RC点

[0139] 在所述旋风关节681围绕所述旋风轴线10转动时,所述旋风轴线10与所述俯仰轴线40若相交,则相交于非RC点的位置;同样地,在所述旋风关节681围绕所述旋风轴线10转动时,若所述旋风轴线10与所述插入轴线30相交,也相交于非RC点的位置。可以理解的是,当所述旋风关节681在初始位置时,所述旋风轴线10可以与俯仰轴线40异面,也可以相交于非RC点位置;当所述旋风关节681在初始位置时,所述旋风轴线10可以与所述插入轴线30异面,也可以相交于非RC点位置。

[0140] 1、当所述旋风轴线10与俯仰轴线40异面时,所述旋风轴线10与其他各线的关系如下(基于实施例1进行描述):

[0141] 1) 所述旋风轴线10可以与所述俯仰轴线40、插入轴线30、偏转轴线20以及平行四边形第一边50中的任意一根线均不相交;

[0142] 2) 所述旋风轴线10还可以仅与所述插入轴线30相交;

[0143] 3) 所述旋风轴线10还可以仅与所述平行四边形第一边50相交;

[0144] 4) 在某些情况,所述旋风轴线10还可以与所述插入轴线30、所述偏转轴线20以及所述平行四边形第一边50中的任意两根线相交。

[0145] 当为情况1),所述旋风轴线10可以与所述俯仰轴线40、插入轴线30、偏转轴线20以及平行四边形第一边50中的任意一根线均不相交时,取所述旋风轴线10与所述偏转轴线20二者之间最近的两个点之间的距离,得到所述旋风轴线10与所述偏转轴线20之间的距离 m ,所述距离 m 的范围可以为:(0,10cm],还可以为(0,5cm],又可以为(0,2cm],又可以为[1cm,2cm],又可以为[0.5cm,1.5cm]等,具体数值可以根据实际需要进行合理设置。

[0146] 当为情况2),如图8所示,所述旋风轴线10与所述插入轴线30相交于非RC点,如X点时,所述旋风轴线10位于所述俯仰轴线40的下方。当然,在其他实施例中,所述旋风轴线10也可以位于所述俯仰轴线40的上方。其中,“下方”为靠近患者的一侧,“上方”为远离患者的一侧。此时,所述旋风轴线10与其他各线的关系如下:

[0147] 1) 所述旋风轴线10与所述偏转轴线20以及所述平行四边形中的任意一根线均不相交;

[0148] 2) 所述旋风轴线10还与所述偏转轴线20相交;

[0149] 3) 所述旋风轴线10还与所述平行四边形第一边50相交;

[0150] 4) 在某些情况,所述旋风轴线10还可以与所述偏转轴线20以及所述平行第一边50相交。

[0151] 其中,所述RC点与X点之间的距离范围可以为:(0,10cm],还可以为(0,5cm],又可以为(0,2cm],又可以为[1cm,2cm],又可以为[0.5cm,1.5cm]等。可以理解的是,该距离范围并不限于上述列举的数值范围,在其他实施例中,可以根据需要进行合理设置。

[0152] 可以理解的是,在其他实施例中,所述旋风轴线10与所述插入轴线30也可以异面,取所述插入轴线30与所述旋风轴线10二者之间最近的两个点之间的距离,得到所述插入轴线30与所述旋风轴线10之间的距离 l ,所述距离 l 的范围可以为:(0,10cm],还可以为(0,5cm],又可以为(0,2cm],又可以为[1cm,2cm],又可以为[0.5cm,1.5cm]等。该距离范围并不限于上述列举的数值范围,在其他实施例中,可以根据需要进行合理设置。

[0153] 另外,基于实施例1,当所述旋风轴线10与所述偏转轴线20和所述俯仰轴线40均异面时,所述旋风轴线10与其他各线的关系如下:

[0154] 1) 所述旋风轴线10可以与所述俯仰轴线40、插入轴线30、偏转轴线20以及平行四边形第一边50中的任意一根线均不相交;

[0155] 2) 所述旋风轴线10还可以仅与所述插入轴线30相交;

[0156] 3) 所述旋风轴线10还可以仅与所述平行四边形第一边50相交;

[0157] 4) 所述旋风轴线10还可以与所述插入轴线30以及所述平行四边形第一边50相交。

[0158] 另外,基于实施例1,当所述旋风轴线10与所述偏转轴线20异面,且所述俯仰轴线40与所述插入轴线30相交于非RC点时,所述旋风轴线10与其他各线的关系如下:

[0159] 1) 所述旋风轴线10与所述俯仰轴线40以及偏转轴线20中的任意一根线均不相交;

[0160] 2) 所述旋风轴线10还与所述俯仰轴线40相交;

[0161] 3) 所述旋风轴线10还与所述平行四边形第一边50相交。

[0162] 另外,基于实施例1,当所述旋风轴线10与所述偏转轴线20共面,且所述旋风轴线10与所述俯仰轴线40异面时,所述旋风轴线10与其他各线的关系如下:

[0163] 所述旋风轴线10与所述俯仰轴线40、插入轴线30、偏转轴线20以及平行四边形第一边50中的任意一根线均不相交;或

[0164] 所述旋风轴线10仅与所述插入轴线30相交;或

[0165] 所述旋风轴线10仅与所述偏转轴线20相交;或

[0166] 所述旋风轴线10仅与所述平行四边形第一边50相交;或

[0167] 所述旋风轴线10与所述插入轴线30、偏转轴线20以及所述平行四边形第一边50中的任意两根线相交。

[0168] 另外,基于实施例1,当所述旋风轴线10与所述偏转轴线20共面,且所述旋风轴线10与所述插入轴线30相交于非RC点时,所述旋风轴线10与其他各线的关系如下:

[0169] 所述旋风轴线10与所述俯仰轴线40不相交;或

[0170] 所述旋风轴线10还与所述偏转轴线20相交;或

[0171] 所述旋风轴线10还与所述平行四边形第一边50相交。

[0172] 2、当所述旋风轴线10与所述插入轴线30异面时,所述旋风轴线10与其他各线的关系如下(基于实施例1进行描述):

[0173] 1) 所述旋风轴线10可以与所述俯仰轴线40、插入轴线30、偏转轴线20以及平行四边形第一边50中的任意一根线均不相交;

[0174] 3) 所述旋风轴线10还可以仅与所述俯仰轴线40相交;

[0175] 4) 所述旋风轴线10还可以仅与所述平行四边形第一边50相交;

[0176] 5) 所述旋风轴线10还可以仅与所述偏转轴线20相交;

[0177] 6) 所述旋风轴线10还可以与所述偏转轴线20和所述平行四边形第一边50中的任意一根以及所述俯仰轴线40相交。

[0178] 当为情况1),所述旋风轴线10可以与所述俯仰轴线40、插入轴线30、偏转轴线20以及平行四边形第一边50中的任意一根线均不相交时,取所述旋风轴线10与所述插入轴线30二者之间最近的两个点之间的距离,得到所述旋风轴线10与所述插入轴线30之间的距离n,所述距离n的范围可以为:(0,10cm],还可以为(0,5cm],又可以为(0,2cm],又可以为[1cm,2cm],又可以为[0.5cm,1.5cm]等,具体数值可以根据实际需要进行合理设置。

[0179] 当为情况2),如图9所示,所述旋风轴线10与所述俯仰轴线40相交于非RC点,如0点时,可以理解的是,所述交点0可以靠近纸面内侧,也可以朝向纸面外侧。此时,所述旋风轴线10与其他各线的关系如下:

[0180] 1) 所述旋风轴线10可以与所述插入轴线30、所述偏转轴线20以及所述平行四边形第一边50中的任意一根线均不相交;

[0181] 2) 所述旋风轴线10还与所述偏转轴线20相交;

[0182] 3) 所述旋风轴线10还与所述平行四边形第一边50相交;

[0183] 4) 在某些情况,所述旋风轴线10还可以与所述偏转轴线20以及所述平行第一边50相交。

[0184] 其中,所述RC点与0点之间的距离范围可以为:(0,10cm],还可以为(0,5cm],又可以为(0,2cm],又可以为[1cm,2cm],又可以为[0.5cm,1.5cm]等,具体数值可以根据实际需

要进行合理设置。

[0185] 可以理解的是,在其他实施例中,所述旋风轴线10与所述俯仰轴线40也可以异面,取所述旋风轴线10与所述俯仰轴线40二者之间最近的两个点之间的距离,得到所述插入轴线30与所述旋风轴线10之间的距离 d ,所述距离 d 的范围可以为:(0,10cm],还可以为(0,5cm],又可以为(0,2cm],又可以为[1cm,2cm],又可以为[0.5cm,1.5cm]等。该距离范围并不限于上述列举的数值范围,在其他实施例中,可以根据需要进行合理设置。

[0186] 另外,基于实施例1,当所述旋风轴线10与所述偏转轴线20异面,且所述旋风轴线10与所述俯仰轴线40相交于非RC点时,所述旋风轴线10与其他各线的关系如下:

[0187] 所述旋风轴线10与所述插入轴线30、所述偏转轴线20以及所述平行四边形第一边50中的任意一根线均不相交;或

[0188] 所述旋风轴线10还与所述平行四边形第一边50相交。

[0189] 另外,基于实施例1,当所述旋风轴线10与所述偏转轴线20共面,且所述旋风轴线10与所述俯仰轴线40相交于非RC点时,所述旋风轴线10与其他各线的关系如下:

[0190] 所述旋风轴线10与所述插入轴线30以及偏转轴线20中的任意一根线均不相交;或

[0191] 所述旋风轴线10还与所述偏转轴线20相交。

[0192] 实施例3相对于实施例1或实施例2,所述偏转轴线20与平行四边形第一边50共线

[0193] 当所述偏转轴线20与所述平行四边形第一边50共线时,以下仅以偏转轴线20指代偏转轴线20/平行四边形第一边50。

[0194] 当所述俯仰轴线40、插入轴线30以及偏转轴线20相交于RC点,而所述旋风轴线10不过RC点时,所述旋风轴线10与其他各线的关系如下(基于实施例1进行描述):

[0195] 1) 所述旋风轴线10可以与所述俯仰轴线40、插入轴线30以及偏转轴线20中的任意一根线均不相交;

[0196] 2) 所述旋风轴线10也可以仅与所述俯仰轴线40相交;

[0197] 3) 所述旋风轴线10还可以仅与所述插入轴线30相交;

[0198] 4) 所述旋风轴线10还可以仅与所述偏转轴线20相交;

[0199] 5) 所述旋风轴线10还可以与所述插入轴线30以及偏转轴线20均相交;

[0200] 6) 所述旋风轴线10还可以与所述偏转轴线20以及所述俯仰轴线40相交;

[0201] 7) 所述旋风轴线10与所述偏转轴线20以及所述插入轴线30相交。

[0202] 本实施例中,如图10、图11和图12所示,所述偏转轴线20可以与平行四边形第一边50共线,即所述偏转轴线20与所述平行四边形第一边50之间的夹角 α 为0。此时,所述第一关节67与所述偏转关节691均位于所述偏转轴线20,或均位于所述平行四边形第一边50的延长线上。

[0203] 如图11所示,当所述旋风轴线10与俯仰轴线40异面时,所述旋风轴线10与其他各线的关系如下(基于实施例2进行描述):

[0204] 1) 所述旋风轴线10可以与所述俯仰轴线40、插入轴线30以及偏转轴线20中的任意一根线均不相交;

[0205] 2) 所述旋风轴线10还可以仅与所述插入轴线30相交(如图11所示);

[0206] 3) 所述旋风轴线10还可以仅与所述偏转轴线20相交;

[0207] 4) 在某些情况,所述旋风轴线10还可以与所述插入轴线30以及所述偏转轴线20相

交。

[0208] 如图12所示,当所述旋风轴线10与所述插入轴线30异面时,所述旋风轴线10与其他各线的关系如下(基于实施例2进行描述):

[0209] 1) 所述旋风轴线10可以与所述俯仰轴线40、插入轴线30以及偏转轴线20中的任意一根线均不相交;

[0210] 2) 所述旋风轴线10还可以仅与所述俯仰轴线40相交(如图12所示);

[0211] 3) 所述旋风轴线10还可以仅与所述偏转轴线20相交;

[0212] 4) 所述旋风轴线10还可以与所述俯仰轴线40以及所述偏转轴线20相交。

[0213] 实施例4相对实施例1,旋风轴线10穿过RC点,而偏转轴线20不穿过RC点

[0214] 基于实施例1,本实施例将偏转轴线20与旋风轴线10各自与RC点的关系进行互换,也即,所述旋风轴线10由不穿过RC点,改为穿过RC点;所述偏转轴线20由穿过RC点,改为不穿过RC点。

[0215] 如图13所示,当所述轴线、插入轴线30、所述平行四边形第一边50以及旋风轴线10相交于RC点,而所述偏转轴线20不过RC点时,所述偏转轴线20与其他各线的关系如下:

[0216] 所述偏转轴线20与所述俯仰轴线40、插入轴线30、旋风轴线10以及所述平行四边形第一边50中的任意一根线均不相交;或

[0217] 所述偏转轴线20仅与所述俯仰轴线40相交;或

[0218] 所述偏转轴线20仅与所述插入轴线30相交;或

[0219] 所述偏转轴线20仅与所述旋风轴线10相交;或

[0220] 所述偏转轴线20仅与所述平行四边形第一边50相交;或

[0221] 所述偏转轴线20与所述旋风轴线10以及所述平行四边形第一边50相交;或

[0222] 所述偏转轴线20与所述插入轴线30、所述旋风轴线10以及所述平行四边形第一边50中的任意两根相交;或

[0223] 所述偏转轴线20与所述旋风轴线10和所述平行四边形第一边50中的任意一根以及所述俯仰轴线40相交;或

[0224] 所述偏转轴线20与所述旋风轴线10和所述平行四边形第一边50中的任意一根以及所述插入轴线30相交。

[0225] 本实施例中,如图13所示,所述旋风轴线10与平行四边形第一边50成夹角 α ,所述旋风轴线10与所述平行四边形第一边50偏离,此时,所述平行四边形第一边50位于所述旋风轴线10的上方,所述夹角 α 的范围可以是 $(0, 45^\circ]$,还可以是 $[2^\circ, 30^\circ]$,还可以是 $[2^\circ, 20^\circ]$,又可以是 $[5^\circ, 20^\circ]$ 等。在其他实施例中,所述平行四边形第一边50也可以位于所述旋风轴线10的下方,所述夹角 α 的范围可以是: $(0, 145^\circ]$,还可以是 $(0, 125^\circ]$,还可以是 $(0, 90^\circ]$,又可以是 $[5^\circ, 45^\circ]$ 等。通过使所述旋风轴线10与平行四边形第一边50成夹角 α ,可以使平行四边形机构62在围绕偏转轴线20旋转时,可以防止所述平行四边形机构62的第一关节67转动到最低点时触碰患者,从而提高手术机器人100执行手术过程中的安全性。

[0226] 如图14所示,取所述俯仰轴线40与所述偏转轴线20二者之间最近的两个点之间的距离,得到所述俯仰轴线40与所述偏转轴线20之间的距离 d 。所述距离 d 的范围可以为: $(0, 10\text{cm}]$,还可以为 $(0, 5\text{cm}]$,又可以为 $(0, 2\text{cm}]$,又可以为 $[1\text{cm}, 2\text{cm}]$,又可以为 $[0.5\text{cm}, 1.5\text{cm}]$ 等。可以理解的是,所述距离 d 的具体数值范围并不限于上述列举的数值,在其他实施例中,

可以根据需要进行合理设置。

[0227] 可以理解的是,基于本实施例的其他实施例方案,可以与实施例4类似,所述俯仰轴线40过RC点,偏转轴线20不过RC点,但偏转轴线20与俯仰轴线40相交于O点,所述RC点与O点之间的距离范围可以为:(0,10cm],还可以为(0,5cm],又可以为(0,2cm],又可以为[1cm,2cm],又可以为[0.5cm,1.5cm]等。此处不再进行赘述。

[0228] 另外,基于实施例1,当所述旋风轴线10与所述偏转轴线20异面时,所述偏转轴线20与其他各线的关系如下:

[0229] 所述偏转轴线20与所述俯仰轴线40、插入轴线30、旋风轴线10以及所述平行四边形第一边50中的任意一根线均不相交;或

[0230] 所述偏转轴线20仅与所述俯仰轴线40相交;或

[0231] 所述偏转轴线20仅与所述插入轴线30相交;或

[0232] 所述偏转轴线20仅与所述平行四边形第一边50相交;或

[0233] 所述偏转轴线20与所述插入轴线30与所述平行四边形第一边50相交;或

[0234] 所述偏转轴线20与所述平行四边形第一边50以及所述俯仰轴线40相交。

[0235] 实施例5相对实施例4,旋风轴线10与所述平行四边形第一边50共线

[0236] 如图15所示,当所述旋风轴线10与所述平行四边形第一边50共线时,以下仅以旋风轴线10指代旋风轴线10/平行四边形第一边50。

[0237] 当所述俯仰轴线40、插入轴线30以及旋风轴线10相交于RC点,而所述偏转轴线20不过RC点时,所述偏转轴线20与其他各线的关系如下:

[0238] 所述偏转轴线20与所述俯仰轴线40、插入轴线30以及旋风轴线10中的任意一根线均不相交;或

[0239] 所述偏转轴线20仅与所述俯仰轴线40相交;或

[0240] 所述偏转轴线20仅与所述插入轴线30相交;或

[0241] 所述偏转轴线20仅与所述旋风轴线10相交;或

[0242] 所述偏转轴线20与所述插入轴线30以及所述旋风轴线10相交;或

[0243] 所述偏转轴线20与所述旋风轴线10以及所述俯仰轴线40相交。

[0244] 本实施例中,如图15所示,所述偏转轴线20与平行四边形第一边50共线,即所述偏转轴线20与所述平行四边形第一边50之间的夹角 α 为0。此时,所述第一关节67与所述旋风关节681均位于所述偏转轴线20,或均位于所述平行四边形第一边50的延长线上。

[0245] 可以理解的是,基于本实施例的其他实施例方案,可以与实施例5类似,插入轴线30过RC点,旋风轴线10不过RC点,但旋风轴线10与插入轴线30相交于X点,所述RC点与X点之间的距离范围可以为:(0,10cm],还可以为(0,5cm],又可以为(0,2cm],又可以为[1cm,2cm],又可以为[0.5cm,1.5cm]等。此处不再进行赘述。

[0246] 另外,基于实施例1,当所述旋风轴线10与所述偏转轴线20异面,且所述平行四边形第一边50与所述旋风轴线10重合时,所述偏转轴线20与其他各线的关系如下:

[0247] 所述偏转轴线20与所述俯仰轴线40、插入轴线30以及旋风轴线10中的任意一根线均不相交;或

[0248] 所述偏转轴线20仅与所述俯仰轴线40相交;或

[0249] 所述偏转轴线20仅与所述插入轴线30相交。

[0250] 如图16所示,定向平台124'与悬挂臂122'连接,调整臂126'与定向平台124'连接,操作臂130'附连到所述调整臂126',且由调整臂126'支撑。所述调整臂126'可以包括:旋转关节1'、旋转臂2'、直线关节3'、平移臂4'、直线关节5'、升降臂6'、旋转关节7'、旋转臂8'、旋风关节9'、偏转关节10'。上述调整臂126'的各组成部分按顺序耦接。

[0251] 所述调整臂126'通过旋转关节1'可旋转地连接到定向平台124'上,并且由定向平台124'支撑。定向平台124'被可旋转地相连接到悬挂臂122'并且由悬挂臂122'支撑。并且悬挂臂122'经立柱88'被固定附连到座体72'且由座体72'支撑。悬挂臂122'可操作用来选择性地设置定向平台124'相对于座体72'的角度。调整臂126'可操作用来选择性地设置关联的操作臂130'相对于定向平台124'的角度。

[0252] 所述操作臂130'还包括将偏转关节10'固定相连接到旋风关节9'的联接连杆20'。旋风关节9'可操作用来使偏转关节10'相对于支撑连杆128'围绕旋风轴线150'旋转,所述旋风轴线150'不经过所述RC点。偏转轴线140'经过所述RC点。旋风关节9'的操作可以用于在没有相对于患者移动RC点的情况下,相对于患者再定向平行四边形机构82'。

[0253] 如图16和图17所示,旋转关节1'旋转带动旋转臂2'转动,直线关节3'移动带动平移臂4'使其能在水平方向运动,直线关节5'移动带动升降臂6'使其能在竖直方向运动,旋转关节7'旋转带动旋转臂8'转动,旋风关节9'旋转带动平行四边形机构82'沿着旋风轴线12转动。直线关节3'和直线关节5'联动,旋转关节1'、旋转关节7'、旋风关节9'可以各自独立转动。

[0254] 在本实施例中,器械不动点11',是指手术器械安装到器械承载臂(图中未示出)上后,手术器械的长轴远端在手术过程中保持相对不动的位置。旋风关节9'的旋风轴线150'不穿过所述器械不动点11'。所述器械不动点11'与所述手术机器人的所述RC点重合。

[0255] 手术开始前,拖动器械承载臂的末端到接近患者手术部位的位置,旋转关节1'、直线关节3'、直线关节5'、旋转关节7'联动,以补偿旋风关节9'的转动可能带来的器械不动点11'的偏移,也即,使器械不动点11'与RC点重合,换言之,通过所述调整臂126'的调整补偿作用,可以使所述RC点在定向平台坐标系中的位置不变。

[0256] 在其他实施例中,直线关节3'、直线关节5'和旋转关节7'联动,旋转关节1'可以不转动,以补偿旋风关节9'的运动可能带来的器械不动点11'的偏移,并维持RC点在定向平台坐标系中的位置不变,避免手术器械入口处移动撕裂切口。

[0257] 根据机器人运动学建模方法,如DH(Denavit-Hartenberg)法,对定向平台、调整臂和操作臂进行运动学建模,包含坐标系定义、变换关系定义等。其中,变换是指变换矩阵或变换坐标系。

[0258] 再结合变换计算和运动学正解和逆解计算,进而实行旋风关节运动调整时调整臂的补偿运动。

[0259] 定义定向平台参考坐标系 F_0 、调整臂参考坐标系 F_a 、旋风关节参考坐标系 F_b 、RC参考坐标系 F_c ,具体参考图18。

[0260] 从定向平台参考坐标系 F_0 到调整臂参考坐标系 F_a 的变换为固定变换 T_{0a} ;从调整臂参考坐标系 F_a 到旋风关节参考坐标系 F_b 的变换由调整臂各关节的位置确定,定义为 T_{ab} ;从旋风关节参考坐标系 F_b 到RC参考坐标系 F_c 的变换由旋风关节的位置确定,定义为 T_{bc} ,具体参考图8。

[0261] 用户对旋风关节进行调整时,旋风关节根据用户输入进行运动调整,调整臂关节基于运动学计算执行补偿运动,令RC点始终保持不变。

[0262] 如图19所示,具体的补偿运动的算法,请参考下述描述:

[0263] 步骤901:旋风关节操作启动:基于用户输入,控制器响应用户输入,启动执行旋风关节调整;

[0264] 其中,控制器可以是机械臂控制器。

[0265] 步骤902:获取RC点在定向平台坐标系下的位置 P_{0c} ;

[0266] 通过运动学正解技术,即变换关系,获取从定向平台参考坐标系到RC参考坐标系的变换:

$$[0267] \quad T_{0c} = T_{0a} * T_{ab} * T_{bc};$$

[0268] 变换矩阵可表示成 $T = \begin{bmatrix} R & P \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$,R为姿态分量,P为位置分量。

[0269] 该变换中的位置分量即为RC点在定向平台坐标系下的位置 P_{0c} ,控制器存储该位置 P_{0c} ,后面补偿方法的目的即为保持该位置不变。

[0270] 步骤903:旋风关节按操作进行位置调整:一般而言,基于用户输入,旋风关节将按特定的运动模式(如JOG运动)执行运动调整。用户的输入可以为用户按下机械臂上的旋风关节调整按键。

[0271] 步骤904:获取旋风关节的实际位置:旋风关节的实际位置可从关节编码器中获取。其中,关节编码器可以是位置传感器,安装在关节处,可测量关节的运动角度和位置。

[0272] 步骤905:计算变换 T_{bc} 的实际值:如上所述,从旋风关节参考坐标系 F_b 到RC参考坐标系 F_c 的变换由旋风关节的位置确定,基于上一步获取的旋风关节的实际位置,可通过连杆变换关系得到变换 T_{bc} 的实际值。

[0273] 本文中的连杆变换关系,通过通用的串联机械臂DH建模方法得到,本文其他地方出现该名词,不再赘述。

[0274] 步骤906:计算变化 T_{ab} 的补偿值。

[0275] 上述为计算补偿值,构建补偿求解模型的方法如下:

[0276] 将 $T_{0c} = T_{0a} * T_{ab} * T_{bc}$ 中的位置分量进行分解得到:

$$[0277] \quad P_{0c} = R_{0a} * R_{ab} * P_{bc} + R_{0a} * P_{ab} + P_{0a}, \text{其中,}$$

[0278] P_{0c} :变换 T_{0c} 的位置分量; R_{0a} :变换 T_{0a} 的姿态分量; P_{0a} :变换 T_{0a} 的位置分量; R_{ab} :变换 T_{ab} 的姿态分量; P_{ab} :变换 T_{ab} 的位置分量; R_{bc} :变换 T_{bc} 的姿态分量; P_{bc} :变换 T_{bc} 的位置分量。

[0279] 其中, P_{0c} 如上所述已进行记录; R_{0a} 、 P_{0a} 分别表示定向平台参考系和调整臂参考系间的相对姿态和位置,均为固定参数,已知; R_{bc} 、 P_{bc} 分别表示旋风关节参考系和RC参考系间的相对姿态和位置,在旋风关节调节过程中仅有旋风关节位置一个变量,可由上一步获取;由此可见,上述公式中,仅 R_{ab} 、 P_{ab} 为未知变量,与调整臂的各关节位置有关。

[0280] 将上述公式按X、Y、Z各位置分量展开后,可得到如下方程组,即补偿求解模型:

$$[0281] \quad \begin{cases} P_x = f_1(\theta_1, \theta_2 \cdots \theta_i) \\ P_y = f_2(\theta_1, \theta_2 \cdots \theta_i) \\ P_z = f_3(\theta_1, \theta_2 \cdots \theta_i) \end{cases};$$

[0282] 其中, P_x 、 P_y 、 P_z 分别是RC点位置 P_{0c} 的三个分量, f_1 、 f_2 、 f_3 表示对应的计算函数,均和

调整臂各关节位置($\theta_1, \theta_2 \cdots \theta_i$)相关。

[0283] 步骤907:计算调整臂关节位置的补偿值:

[0284] 根据以上所述求解模型,若调整臂关节数量为3,一般通过方程组求解方法即可得到调整臂位置的补偿值($\theta_1, \theta_2 \cdots \theta_i$);若调整臂关节数量大于3,此时,方程数量小于待求解的数量,对应于调整臂为冗余关节,此时需定义求解策略。

[0285] 具体的,如图17所示,调整臂可以包括4个关节,自上而下分别为旋转关节A、直线关节B、直线关节C和旋转关节D。旋风关节移动后,需考虑X、Y、Z三个方向的移动补偿,结合结构特点,调整臂可选的补偿组合可以有以下四种组合:

[0286] 1) A、B、C; 2) A、C、D; 3) B、C、D; 4) A、B、C、D。

[0287] 说明1:若组合为A、B、D,则由于这三个关节或是水平转动关节或是水平移动关节,无法提供垂直方向的补偿;

[0288] 说明2:若组合为以上组合1)或组合2),当RC点在与旋转关节A的轴线重合或邻近时,该组合的移动性是病态或邻近病态的,具体表现为邻近重合时,旋风关节9'调整时,旋转关节A需要移动较大的范围方可实现位置补偿,若重合时则无法实现补偿。

[0289] 上述步骤中,移动性表示机械臂通过各关节运动调节末端移动的可行性和有效性。其中,病态是指在某些形态下,机械臂各关节的组合运动没法实现末端期望移动。

[0290] 临近病态是指,机械臂各关节的组合运动需要较大的速度方可满足末端期望移动的目的。具体表现如上文所述。

[0291] 较优的补偿组合为以上组合3)或组合4);

[0292] 针对第3)或组合,如上所述, θ_1 为已知变量,表示旋转关节A当前位置,此时根据如上方程组即可推导求取补偿值($\theta_2, \theta_3, \theta_4$)。

[0293] 针对第4)或组合中,关节是冗余的,求解时需定义冗余策略。

[0294] 调整臂补偿组合的思路:a.调整臂移动的主要任务是补偿旋风关节移动导致的RC点位置偏差;b.考虑四个机械臂的空间定位,避免术中容易发生碰撞。

[0295] 定义旋转关节A为主动关节,旋风关节9'调整时,旋转关节A按相关路径(如按推荐夹角方向移动)进行移动,相关路径由调整臂控制器基于调整臂间空间为目的进行定义;其余调整臂关节则依据如上方程组推导求取对应补偿值($\theta_2, \theta_3, \theta_4$)。定向平台下包含四个臂,推荐夹角是指调整臂和调整臂之间的夹角。

[0296] 步骤908:根据如上计算得到的位置补偿值,调整臂各关节进行位置驱动。

[0297] 步骤909:旋风关节操作停止。

[0298] 步骤910:若旋风关节到达限位,或调整臂关节到达限位,或旋风关节操作停止,则旋风关节和调整臂关节均不运动。

[0299] 如上述实施例的描述,提供了一种在旋风关节运动的情况下,保证RC点静止的方法。从而通过机械结构以及补偿算法,可以保证手术过程中,无论机械臂怎样运动,末端执行器在患者身上的微创切口处都保持不动,并且机械臂都不会碰到患者。通过调整多个机械臂的空间定位,解决术中发生机械臂碰撞的问题。

100

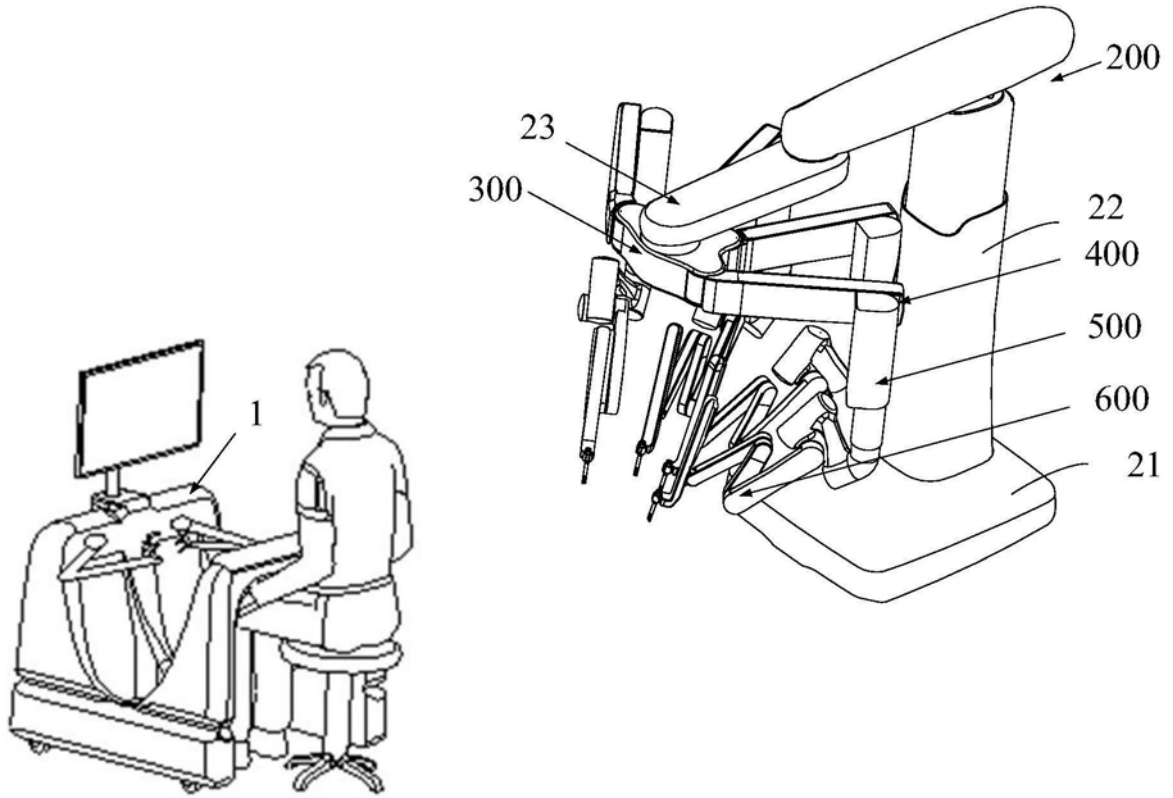


图1

700

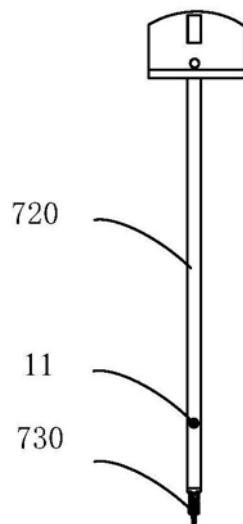


图2

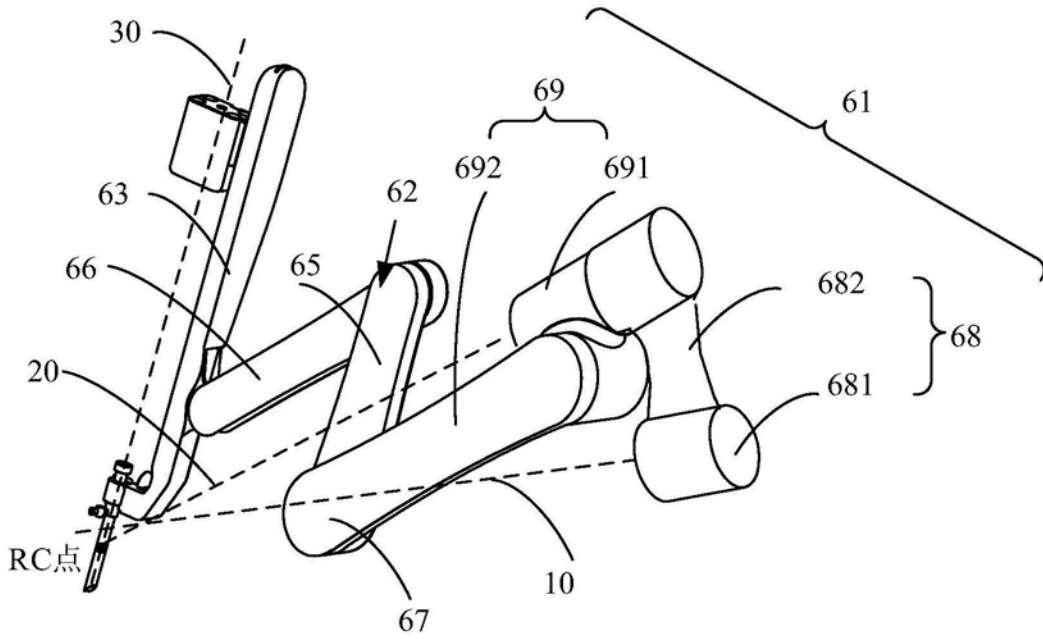


图3

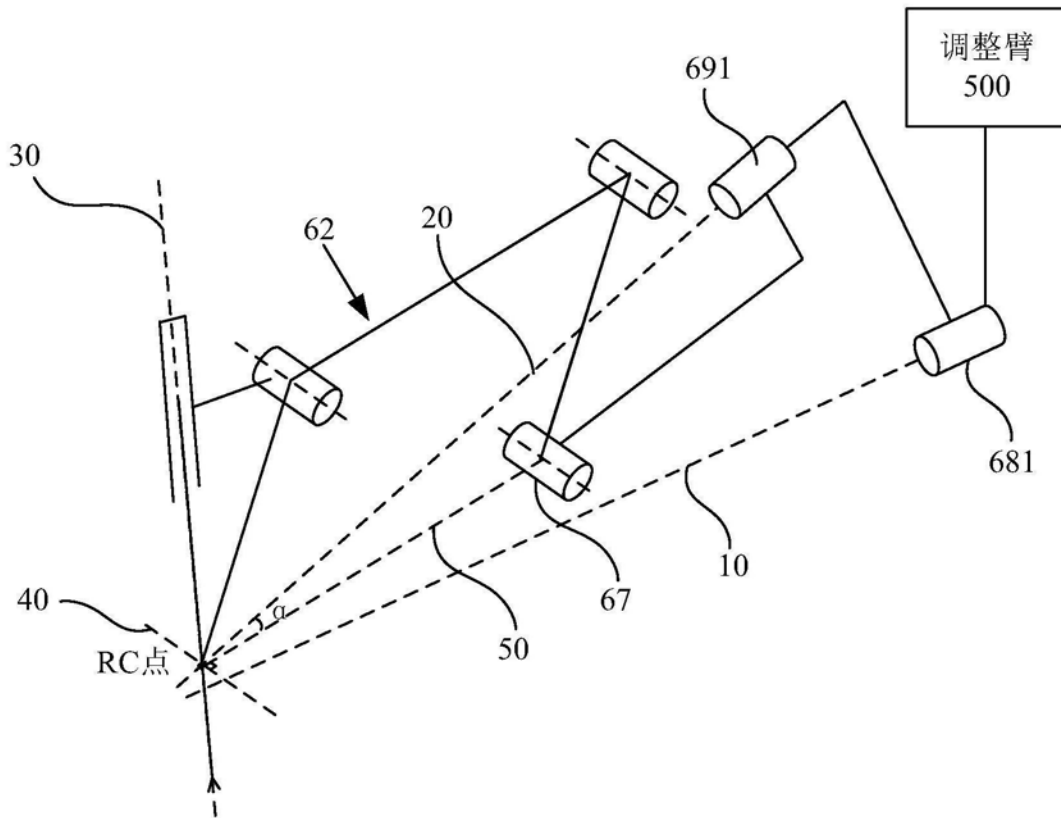


图4

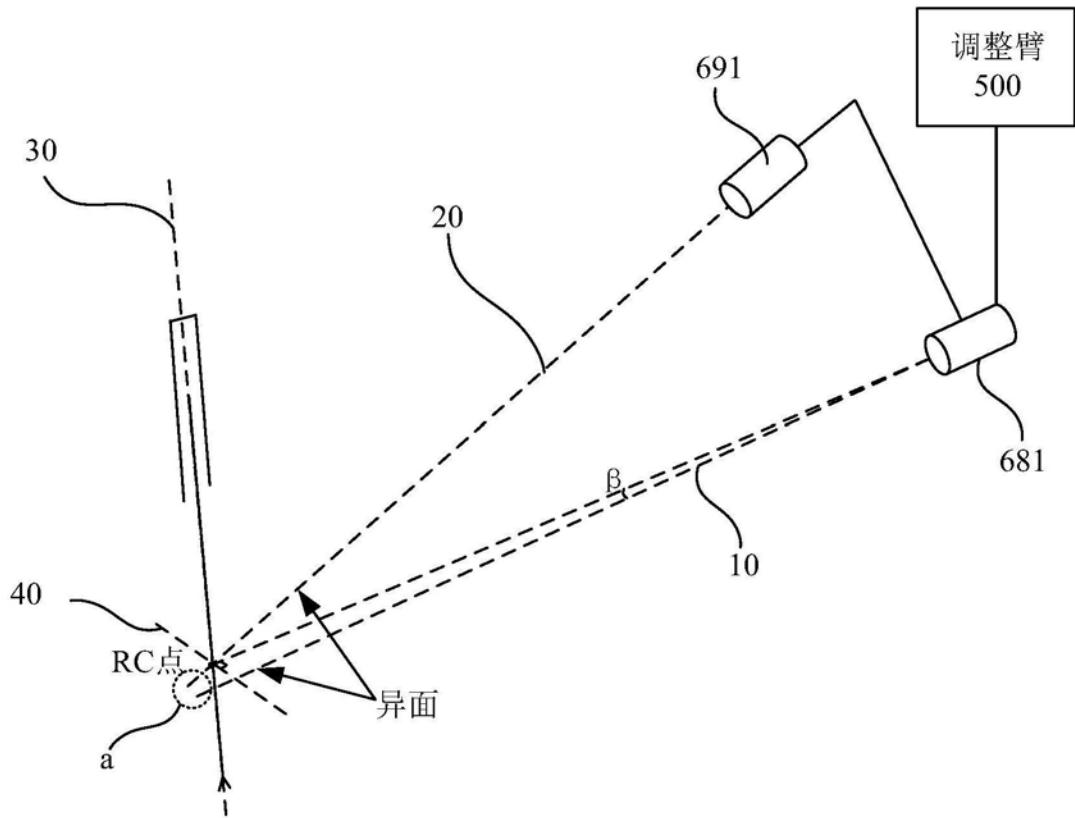


图5

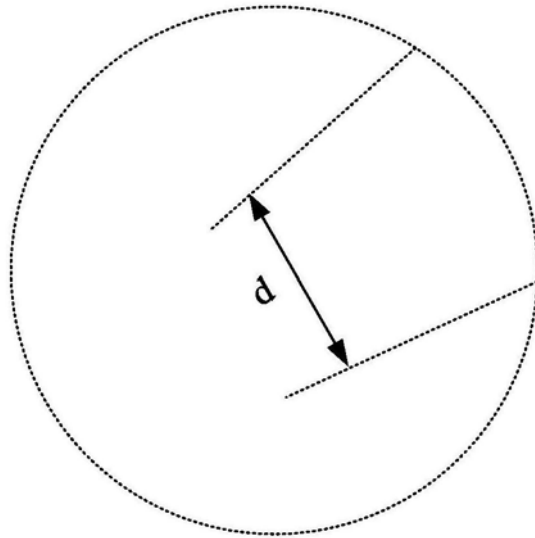


图6

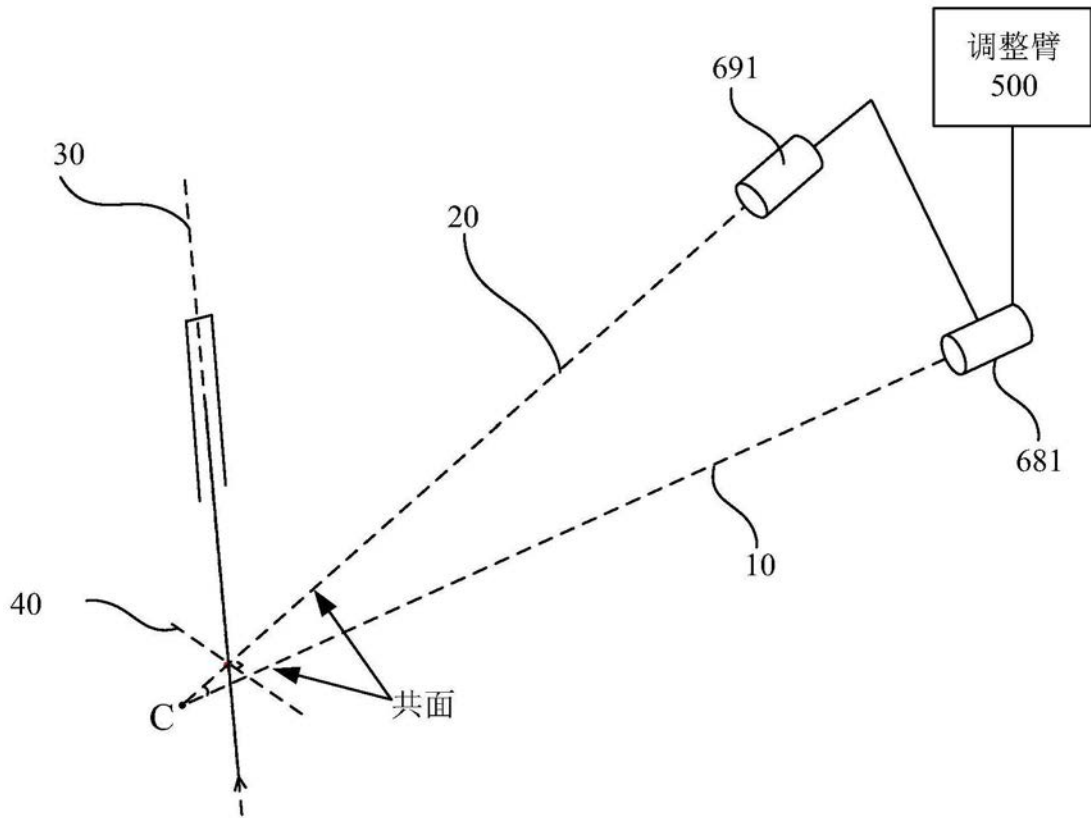


图7

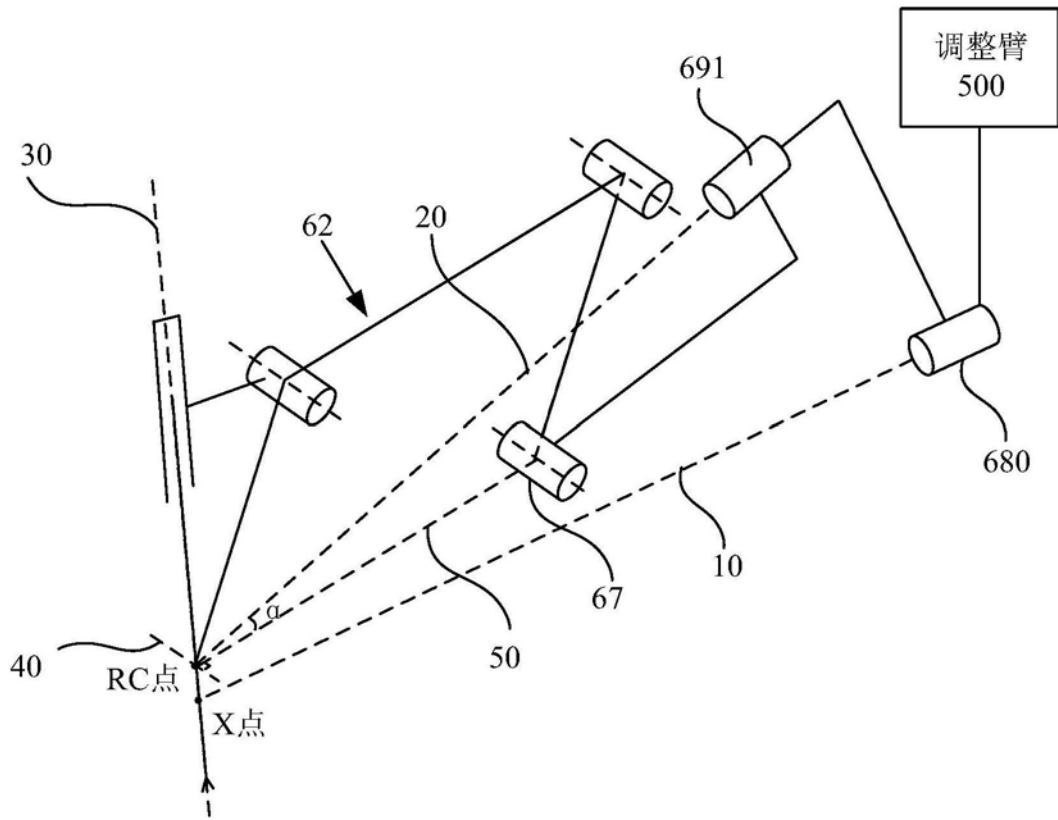


图8

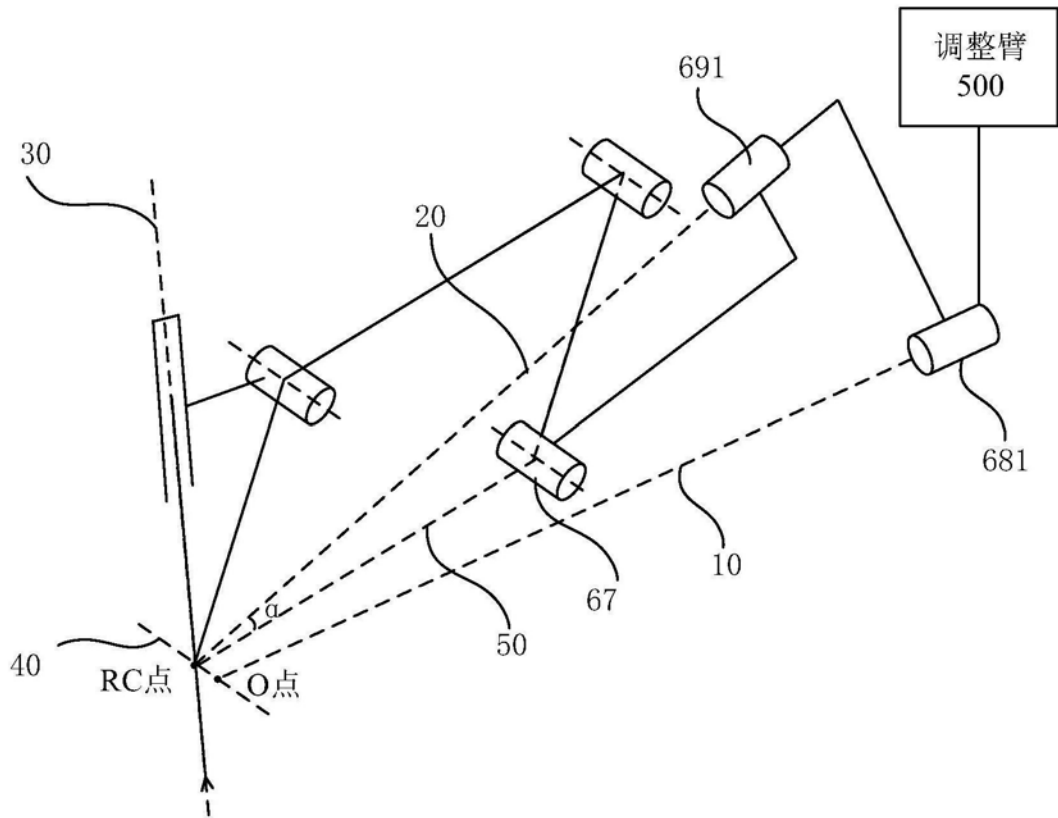


图9

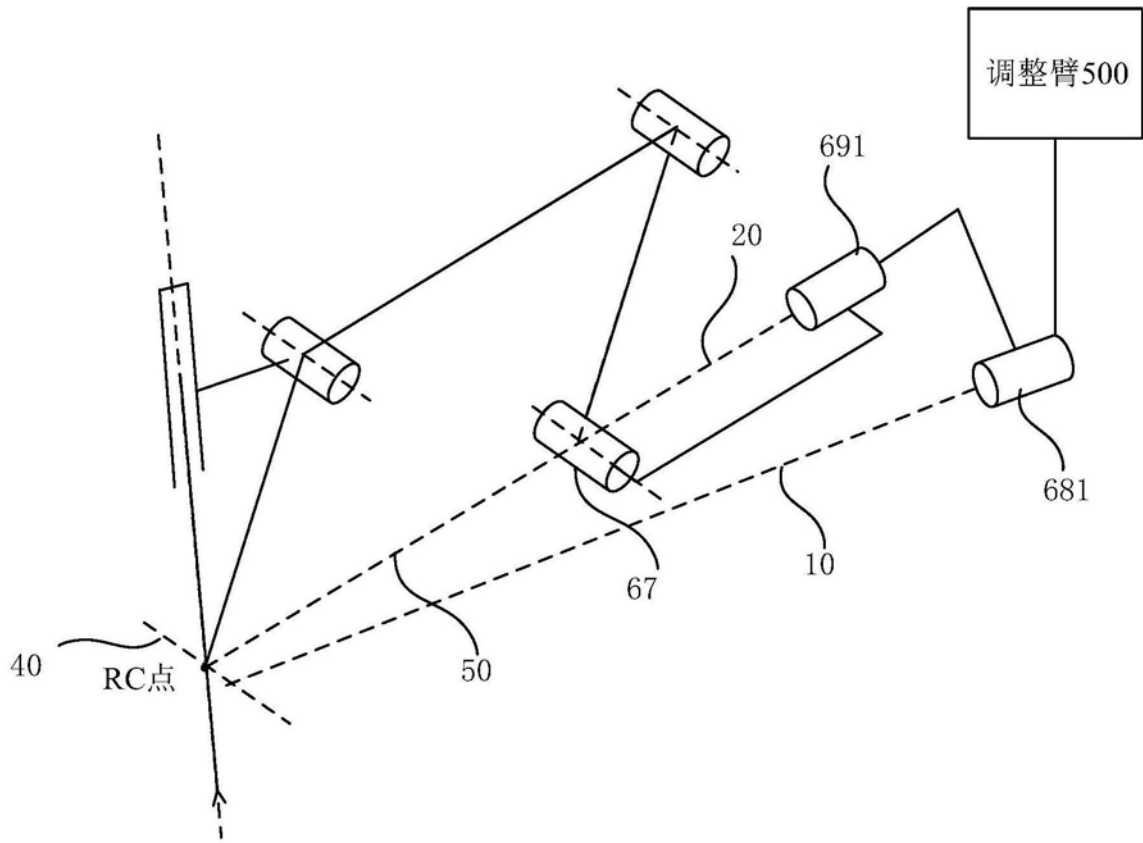


图10

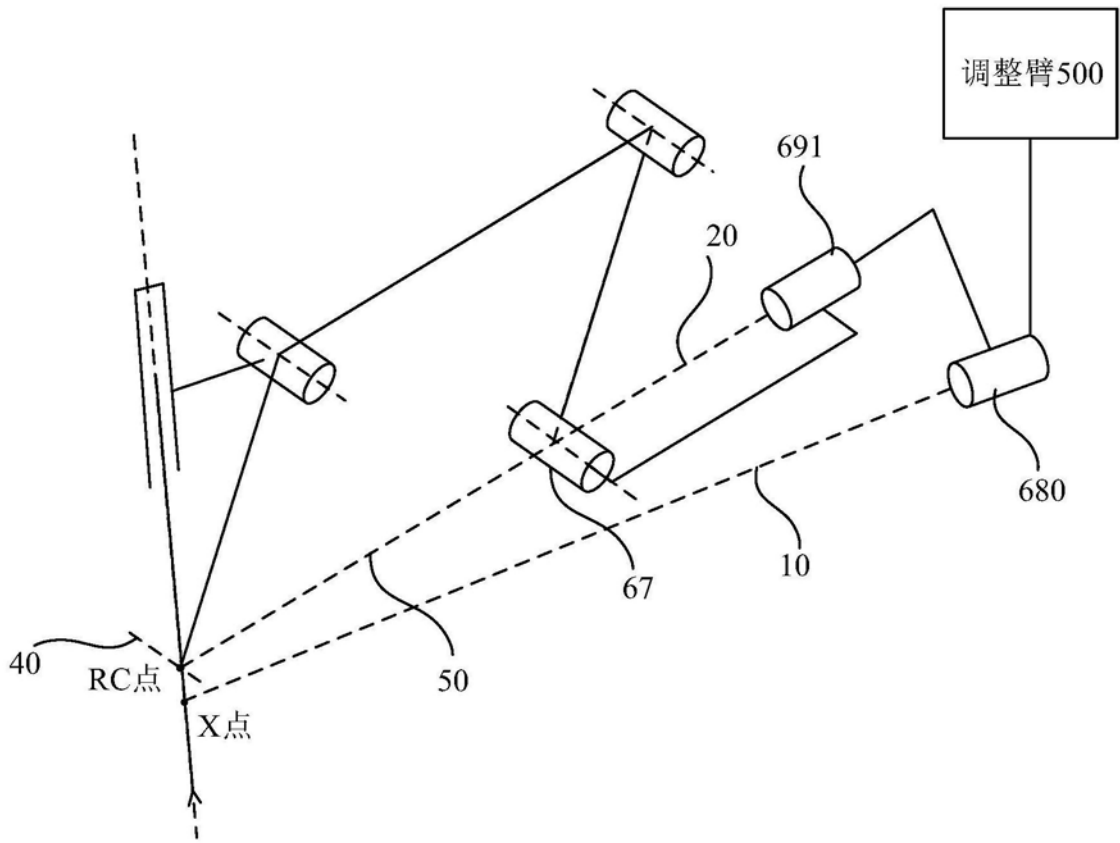


图11

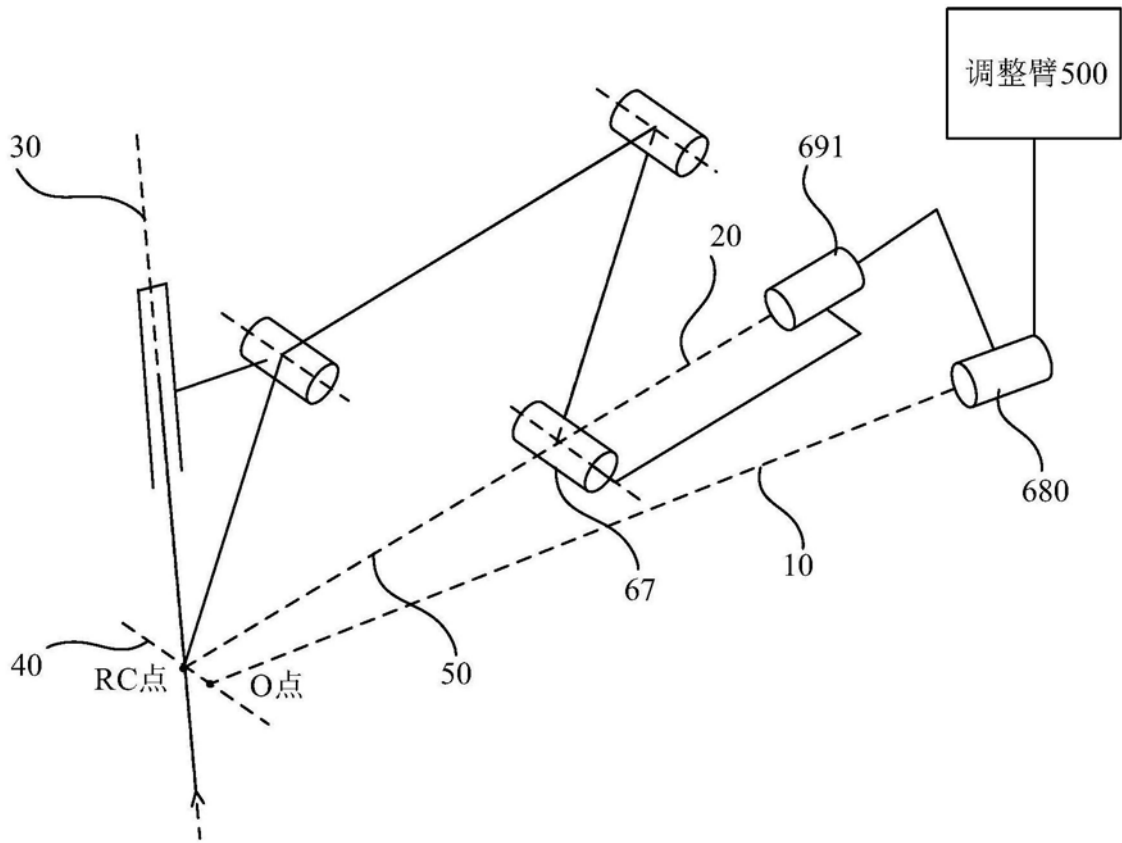


图12

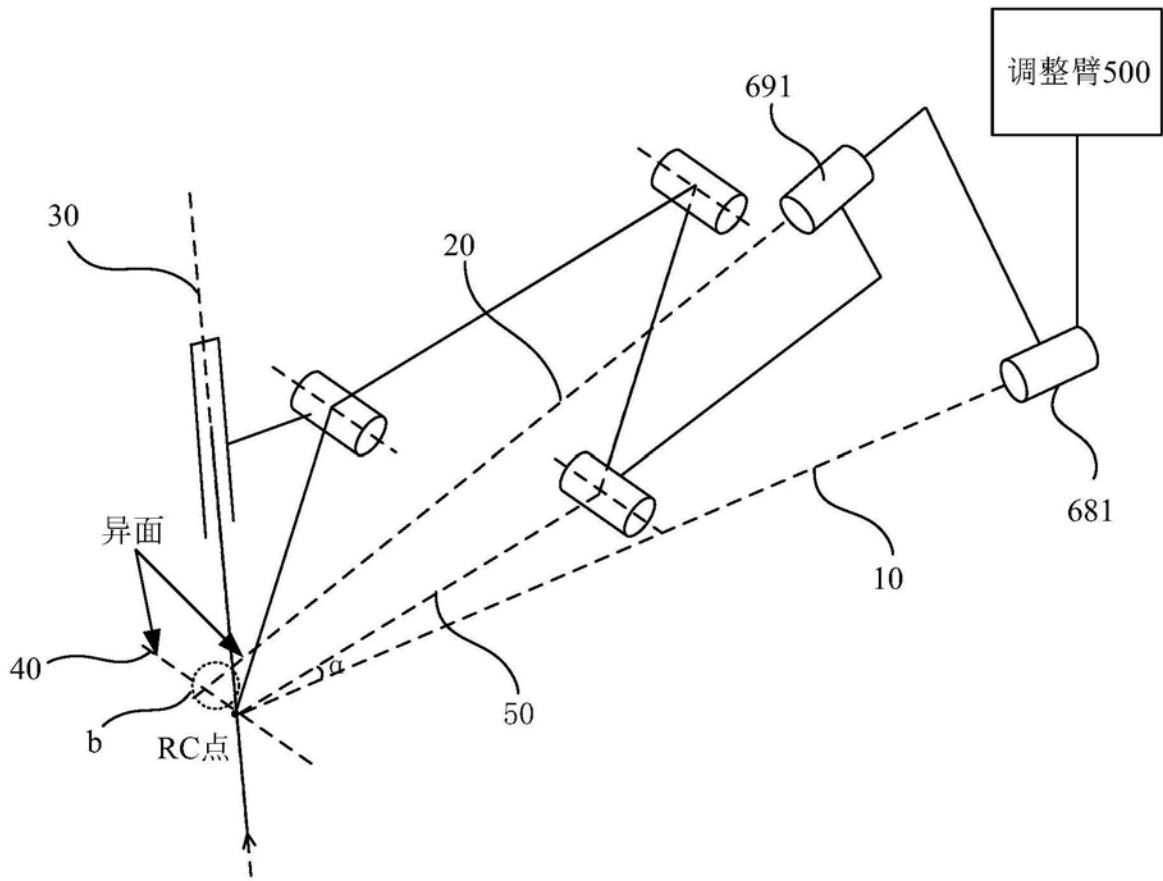


图13

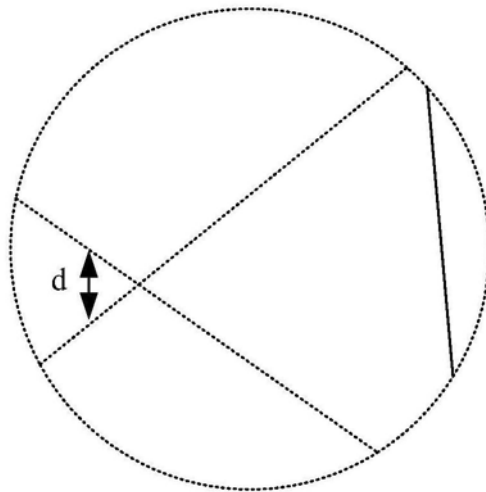


图14

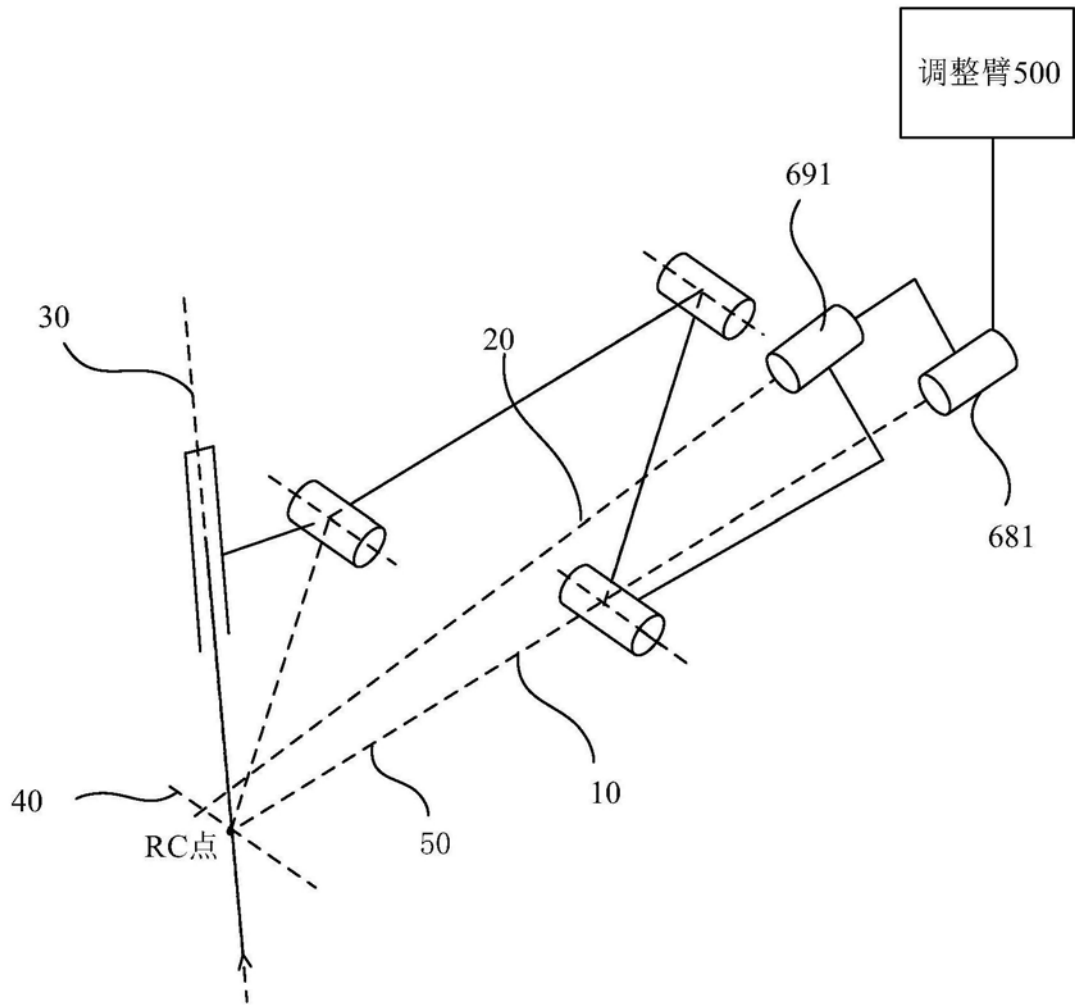


图15

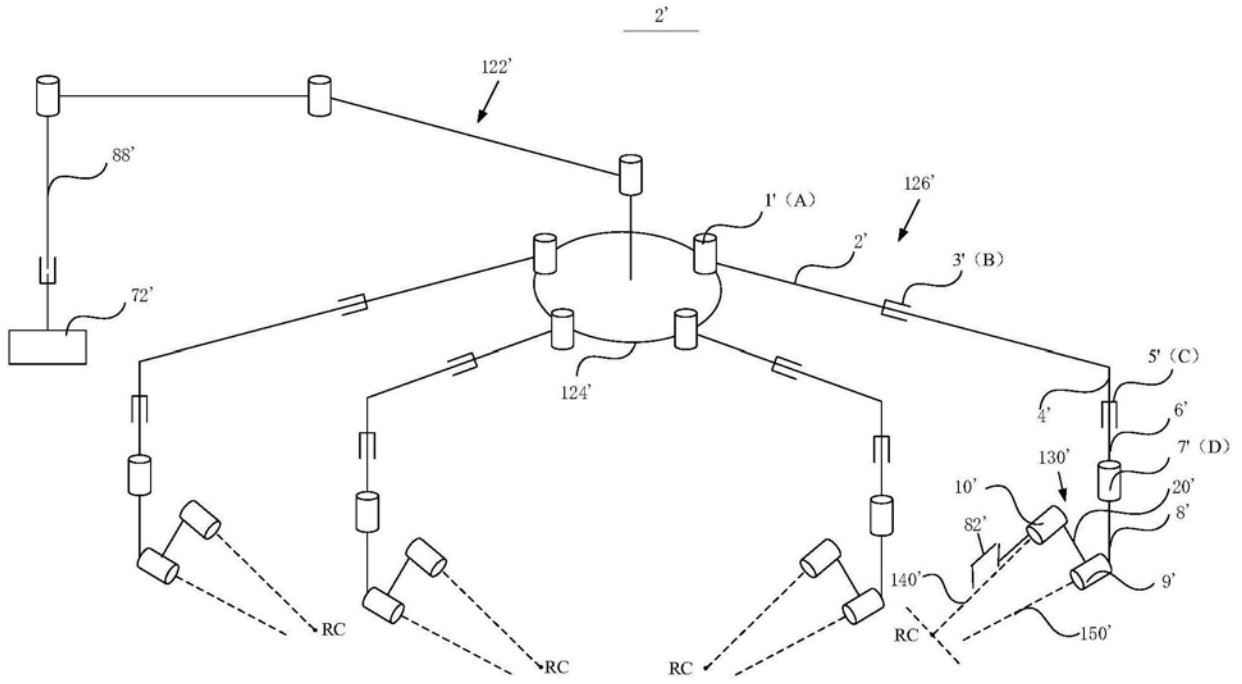


图16

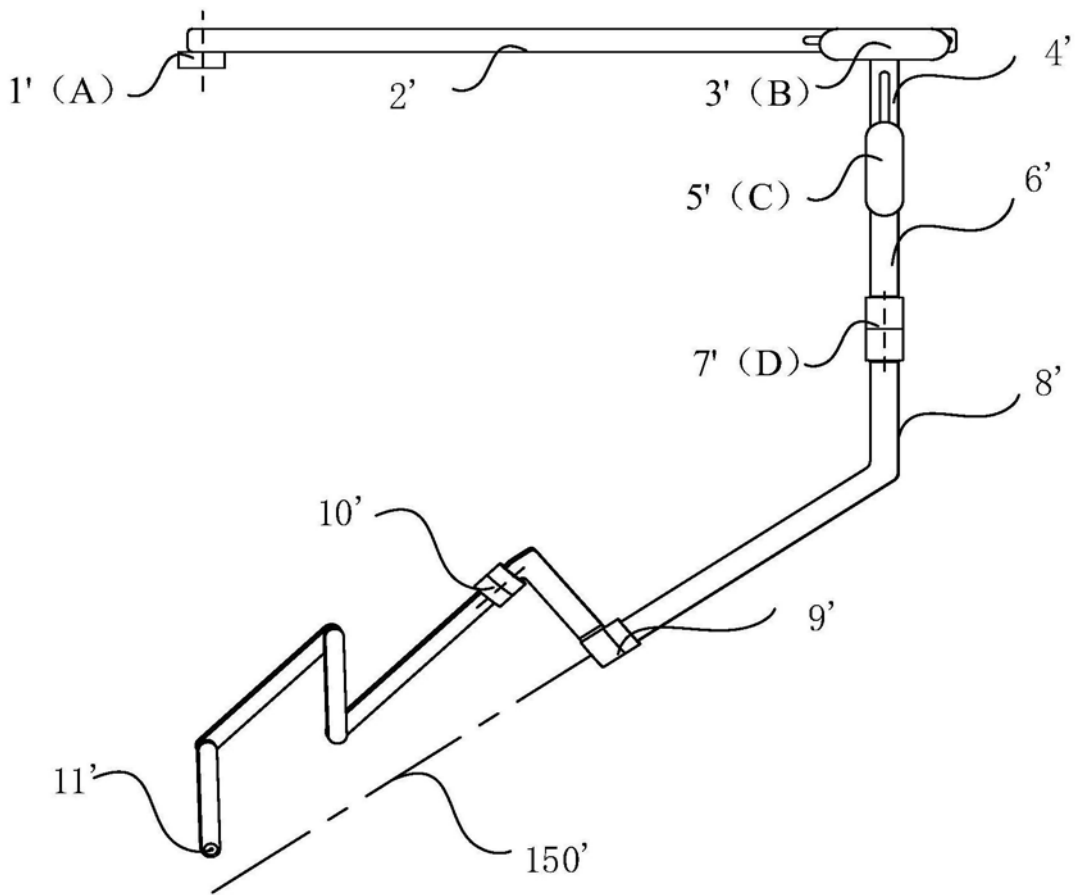


图17

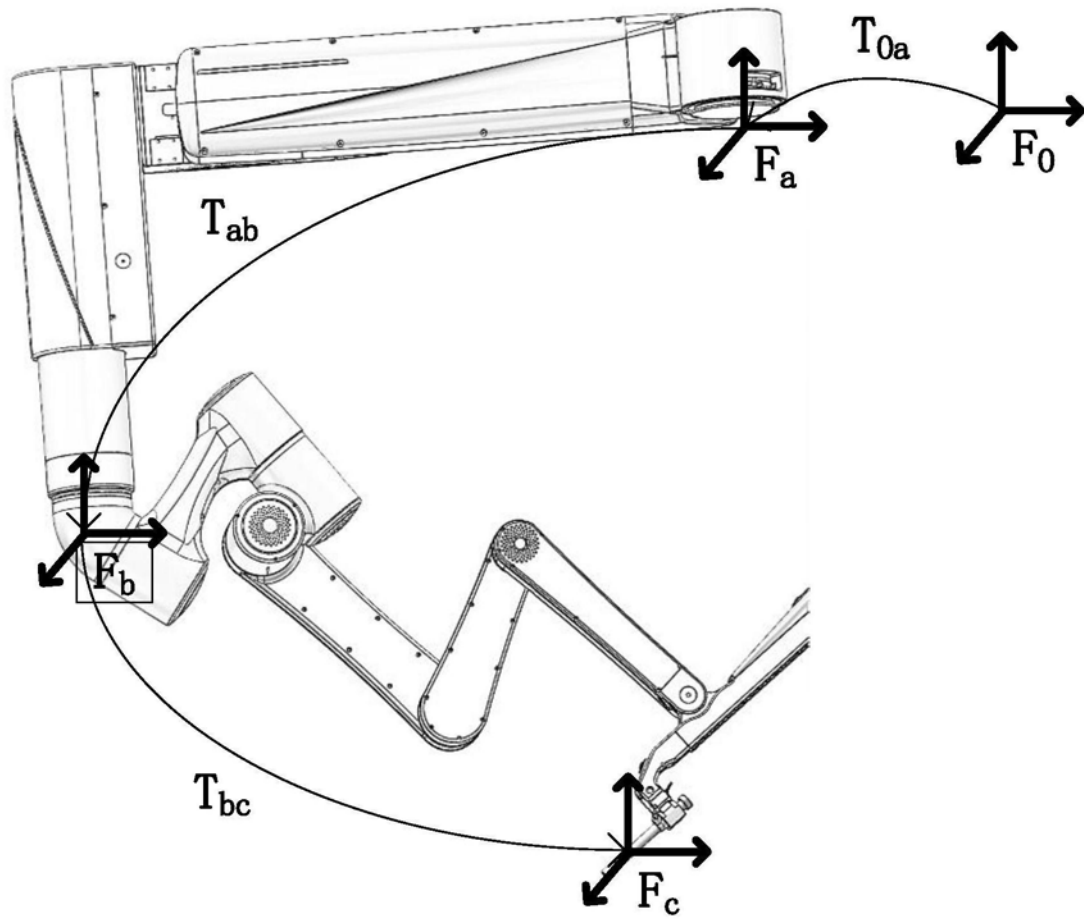


图18

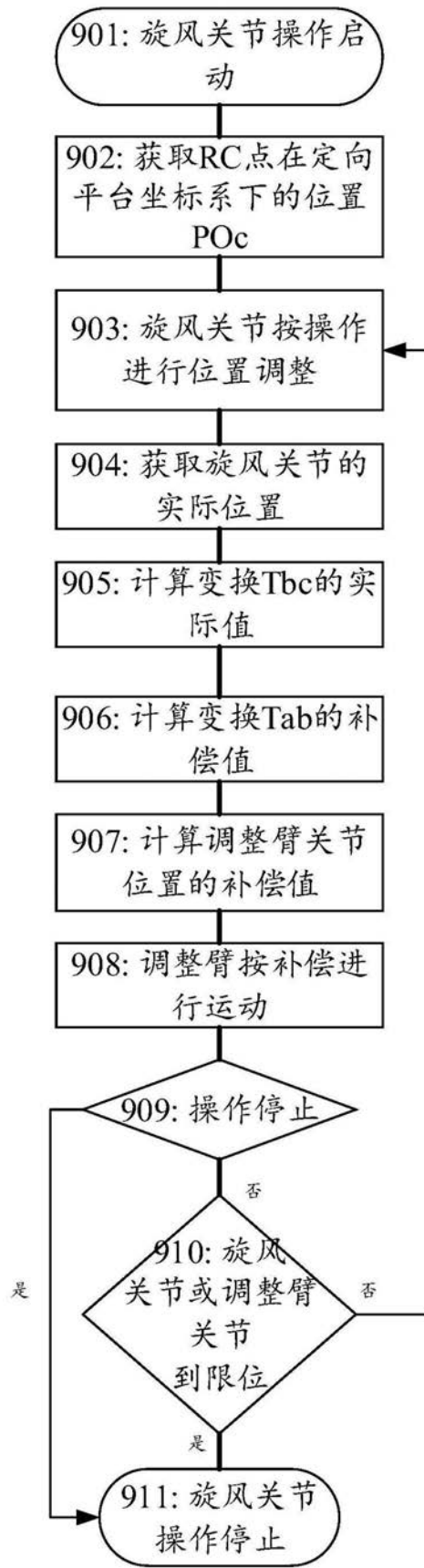


图19