

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

A61B 8/00 (2006.01)

A61B 18/18 (2006.01)

B25J 7/00 (2006.01)



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200820108846.7

[45] 授权公告日 2009 年 6 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 201256981Y

[22] 申请日 2008.6.26

[21] 申请号 200820108846.7

[73] 专利权人 北京石油化工学院

地址 102617 北京市大兴区清源北路 19 号

[72] 发明人 蒋力培 邓双城 曹俊芳 曹莹瑜

[74] 专利代理机构 小松专利事务所

代理人 陈祚龄

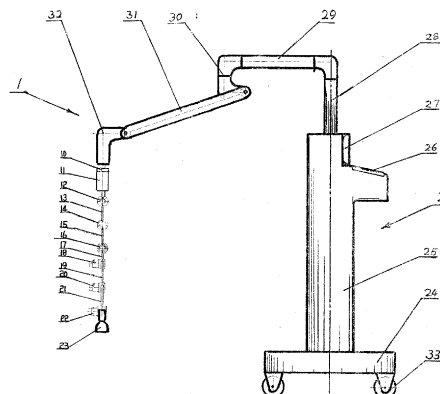
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 5 页

[54] 实用新型名称

随动式医疗导航机器人

[57] 摘要

一种随动式医疗导航机器人，主要由六关节随动导航臂(1)和机器人机体(2)组成，其中六关节随动导航臂(1)由 2 个电动式随动关节 A, B 和 4 个被动式关节 A, B, C, D 以及一个悬挂式转盘(1)组成 6 自由度超声探头扫描定位机构；机器人机体(2)由底座(24)、控制箱(25)、控制面板(26)、显示器(27)、立柱(28)、大臂(29)、肘关节(30)和小臂(31)等构件组成。本实用新型能对微创外科手术进行视觉导航，结构紧凑，简单，造价低廉，使用维护和修理简易。



- 1、一种随动式医疗导航机器人,主要由六关节随动导航臂(1)和机器人机体(2)组成,其特征在于:悬挂式转盘(10)往下与二维位移传感器(11)连接,二维位移传感器(11)的下端直接与电动式随动关节A(12)相连接,以下按序连杆A(13)上端与随动关节A(12),连杆A(13)下端与随动关节B(14),连杆B(15)上端与随动关节B(14),连杆B(15)下端与被动关节A(16),摆杆A(17)上端与被动关节A(16),摆杆A(17)下端与被动关节B(18),摆杆B(19)上端与被动关节B(18),摆杆B(19)下端与被动关节C(20),摆杆C(21)上端与被动关节C(20),摆杆C(21)下端与被动关节D(22),探头座(23)与被动关节D(22)相互连接,整体组成超声探头的六关节随动导航臂(1);由底座(24),控制箱(25),控制面板(26),显示器(27),立柱(28),大臂(29),肘关节(30),小臂(31)和弯头(32)组成机器人机体(2),其中装有肘关节(30)和大臂(29)的立柱(28)与带有滑轮(33)的底座(24)固定,大臂(29)可绕立柱(28)的轴线回转,小臂(31)相对于大臂(29)的位置可通过小臂(31)的自锁结构来实现,机器人机体(2)通过弯头(32)与六关节随动导航臂(1)的悬挂式转盘(10)相互连接组成一随动式医疗导航机器人的结构总体。
- 2、根据权利要求1所述的随动式医疗导航机器人,其特征在于:电动式随动关节A(12)、B(14)主要由关节座(209),关节轴(205),轴承(211),直流伺服电机(202),减速器(203),码盘(201)与电机座(210)组成,其中关节座(209)由固定销(207)连接在上连杆(208)上,而下连杆(204)通过轴销(206)连接在关节轴(205)上。
- 3、根据权利要求1所述的随动式医疗导航机器人,其特征在于:被动关节A(16)、B(18)、C(20)、D(22)主要由关节座(306),关节轴(302),轴承(308),角度传感器(309)与角度传感器座器件组成,其中关节座(306)由固定销(304)连接在上摆杆(305)上,而下摆杆(301)通过轴销(303)连接在关节轴(302)上。
- 4、根据权利要求1所述的随动式医疗导航机器人,其特征在于:悬挂式转盘(10),主要由转轴(411),转盘止推轴承(405),轴承座(406),角度传感器(408)组成,其中,转轴(411)由止推轴承(405)与止推轴承座(406)支撑,而止推轴承座(406)由埋头螺钉(404)穿过连接环(407)固定在弯头(32)

端面上；转轴（411）上部连接角度传感器（408）的转轴上，下部通过穿孔销（401）与连接转盘（402）连接，转盘（402）通过螺钉（412）与六关节随动导航臂（1）的二维位移传感器（11）固定连接，角度传感器（408）通过平头螺钉（410）与连接环（407）固定连接。

- 5、根据权利要求 1 所述的随动式医疗导航机器人，其特征在于：控制箱（25）内，主要装设有双 CPU PC 机，辅以 S7-200 可编程控制器 PLC，以及控制面板（26）的电路板，数据采集卡，图像卡，直流伺服电机驱动电路板，二维位移传感电路板。

随动式医疗导航机器人

技术领域

本实用新型涉及一种机器人，尤其是具有六关节随动臂，在微波消融治疗肝脏肿瘤过程中，能持超声探头在病体表面随动扫描，直接测定肿瘤空间位置，据此进行超声影像的三维重构，对微创外科手术进行视觉导航的随动式医疗导航机器人。

背景技术

近年来随着超声引导下肿瘤热消融治疗技术在国内外的迅速兴起，微创外科机器人在超声引导下肿瘤热消融治疗中的研究也相继开展。微创外科机器人在手术中主要用于导航定位和辅助插入手术工具，可以使病人摆脱框架的痛苦，同时机器人辅助立体定向外科手术还具有操作稳定，定位精度高的优点。如：日本的东京大学研究了基于实时超声引导的机器人系统，该机器人系统有五自由度的被动机器人和两自由度的主动送针机构。由于超声探头和穿刺针被安装在同一个平面上，在实时的超声影像中不仅可以发现当前的肿瘤和穿刺针的状态。利用动态轮廓模型的算法分割出影像中肿瘤的边界，利用哈夫变换检测出穿刺针的位置，控制送针机构进行自动送针；美国霍普金斯大学针对超声引导术中射频治疗肝癌开发出了一套双臂机器人，其中一个机器人手臂安装超声探头，另外一个机器人手臂安装穿刺针引导装置。同时，他们还提出了在影像导航下的一种精确送针机器人系统。该系统由定位模块、微型机器人模块和送针模块组成。其中机器人系统有轴向运动装置，使得进针方向始终指向病灶区域。目前该方面的研究还处于起步阶段，尚未进入动物实验及临床试验阶段。

我国政府有关部门已经开始关注计算机辅助外科手术与机器人系统的研究与开发，虽然起步较晚，但在一些基础性和关键性研究（如影像引导手术、医用机器人结构、传感器技术等）方面已取得很大进展，将对我国医疗器械行业的发展起到推动作用。

发明内容

根据背景技术所述，本实用新型的目的在于提供一种具有六关节随动导航臂，采用2个电动式随动关节与4个被动式关节以及一个悬挂式转盘组成六自由度超声探头扫描定位机构的微创外科手术导航机器人，在微波消融治疗肝脏肿瘤

过程中,能持超声探头在病体表面随动扫描,直接测定肿瘤空间位置,据此进行超声影像的三维重构,对微创外科手术进行视觉导航的随动式医疗导航机器人。

为了实现上述目的,本实用新型采取以下技术方案:

一种随动式医疗导航机器人,主要由六关节随动导航臂(1)和机器人机体(2)组成,其中:悬挂式转盘(10)往下与二维位移传感器(11)连接,二维位移传感器(11)的下端直接与电动式随动关节A(12)相连接,以下按序连杆A(13)上端与随动关节A(12),连杆A(13)下端与随动关节B(14),连杆B(15)上端与随动关节B(14),连杆B(15)下端与被动关节A(16),摆杆A(17)上端与被动关节A(16),摆杆A(17)下端与被动关节B(18),摆杆B(19)上端与被动关节B(18),摆杆B(19)下端与被动关节C(20),摆杆C(21)上端与被动关节C(20),摆杆C(21)下端与被动关节D(22),探头座(23)与被动关节D(22)相互连接,整体组成超声探头的六关节随动导航臂(1);由底座(24),控制箱(25),控制面板(26),显示器(27),立柱(28),大臂(29),肘关节(30),小臂(31)和弯头(32)组成机器人机体(2),其中装有时关节(30)和大臂(29)的立柱(28)与带有滑轮(33)的底座(24)固定,大臂(29)可绕立柱(28)的轴线回转,小臂(31)相对于大臂(29)的位置可通过小臂(31)的自锁结构来实现,机器人机体(2)通过弯头(32)与六关节随动导航臂(1)的悬挂式转盘(10)相互连接组成一随动式医疗导航机器人的结构总体。

由于采用了上述技术方案,本实用新型具有如下优点与效果:

- 1、本实用新型通过随动式导航臂能在对病体进行超声扫描肿瘤时同步输出探头空间位置信息,其数据处理简便、快捷,实时性好。
- 2、本实用新型在实时测定超声探头六自由度空间位置的基础上,能实时完成对病灶影像三维重构,并显示微波电极针穿刺轨迹及针尖位置,能直观准确对微创外科手术进行视觉导航。
- 3、本实用新型采用光电码盘与角度传感器机构测定超声探头空间位置其精度与稳定性高,不受外界电磁波等干扰,临床使用安全可靠。
- 4、本实用新型结构紧凑,随动导航臂尺寸小巧,柔性好,临床操作方便、轻快,易学易用,符合临床应用条件。
- 5、本实用新型机械与电路均采用模块化结构,制造成本低,维护修理简单,适于批量生产推广。

附图说明

图1为随动式医疗导航机器人结构总体示意图

图 2 为随动式医疗导航机器人电动式随动关节结构示意图

图 3 为随动式医疗导航机器人被动式关节结构示意图

图 4 为随动式医疗导航机器人悬挂式转盘结构示意图

图 5 为随动式医疗导航机器人关节动作示意图

图 6 为随动式医疗导航机器人微机测控系统原理框图

图 7 为随动式医疗导航机器人微机测控系统工作流程图

具体实施方式

由图 1、2、3、4、6 所示，一种随动式超声影像导航机器人，主要由六关节随动导航臂和机器人本体组成。如图 1 示，六关节随动导航臂采用 2 个电动式随动关节与 4 个被动式关节以及一个悬挂式转盘组成六自由度超声探头扫描定位机构；机器人本体包括底座 1，控制箱 2，控制面板 3，CRT4，立柱 5，大臂 6，肘关节 7，小臂 8 等部件。其中，立柱 5 固定在控制箱底座 1 上，弯头 9 通过能自锁的小臂 8 与能回转的大臂 6 将六关节随动导航臂与机器人本体的立柱连接成整体结构。六关节随动导航臂中的悬挂式转盘 10 上连弯头 9，下连二维位移传感器 11，二维传感器下端直接连第一个电动式随动关节 12，此随动关节通过第一个连杆 13 与第二个电动式随动关节 14 相连，此第二个随动关节往下依次连接第二个连杆 15，第一个被动关节 16，第一个摆杆 17，第二个被动关节 18，第二个摆杆 19，第三个被动关节 20，第三个摆杆 21，第四个被动关节 22 直至导航臂末端的超声探头座 23。

电动式随动关节 12、14 由关节座 209，关节轴 205，轴承 211，直流伺服电机 202，减速器 203，码盘 201 与电机座 210 等器件组成，其中关节座 209 由固定销 207 连接在上连杆 208，而下连杆 204 通过轴销 206 连接在关节轴 205 上。当伺服电机 202 通过减速器 203 驱动关节轴 205 时，就使下连杆 204 相对上连杆 208 转动，其转角由码盘 201 测控。

被动式关节 16、18、20、22 由关节座 306，关节轴 302，轴承 308，角度传感器 309 与角度传感器座等器件组成，其中关节座 306 由固定销 304 连接在上摆杆 305，而下摆杆 301 通过轴销 303 连接在关节轴 302 上。当下摆杆 301 受外力相对上摆杆 305 转动时，其转角由角度传感器 309 以模拟量输出。

悬挂式转盘 10 用以连接随动导航臂与机器人本体的弯头 9，并能使随动导航臂绕子轴转动，其主要组成器件为：转轴 411，转盘止推轴承 405，轴承座 406，角度传感器 408 等。其中，转轴 411 由止推轴承 405 与止推轴承座 406 支撑，而止推轴承座 406 由埋头螺钉 404 穿过连接环固定在弯头 9 端面；转轴 411 上部连

接角度传感器 408 的转轴，下部由穿孔销 401 连接转盘 402，转盘通过螺钉 412 与随动导航臂的二维传感器 11 固定连接。当随动导航臂受外力绕转盘 402 的轴心转动时，其转角通过转轴 411 由角度传感器 408 以模拟量输出。

随动式微创医疗导航机器人微机测控系统以双 CPU PC 机为核心，辅以 S7-200 可编程控制器 PLC 进行超声探头六自由度位置实时测定与超声影像三维重构实时导航。系统外围电路主要有控制面板电路、数据采集卡、图像卡、直流伺服电机驱动电路、二维位移传感电路等。PC 机在通过数据采集卡接收二个电动式随动关节的伺服电机码盘信息，四个被动式关节的角度传感器模拟信号，以及悬挂式转盘的角度传感器模拟信号时，同时通过超声仪接收在超声探头实测的二维超声影像信号，PC 机对上述信息经过三维重构处理后由图像卡输出 CRT 显示微创穿刺治疗的三维路径影像。系统中，PLC 按照输入的二维位移传感电路信号经由直流伺服电机驱动电路实时控制二个随动式关节的伺服电机，使之配合随动导航臂末端的超声探头扫描运动。

由上述图可知，本实用新型机器人本体采用摇臂结构，其特征是以立柱 5 为轴心，以大臂组 6 为可伸缩活动半径，再以小臂 8 为可倾斜调节杆，从而通过弯头 9 为随动导航臂设定初始工作位置，由于小臂 8 具有自锁功能，在随动导航臂末端的探头座 23 持超声探头进行扫描运动时，就能以此初始工作位置为三维坐标的零点来测控随动臂各关节的转角。

由上述图还可知，本实用新型的主要特征是采用主动与被动型关节结合的柔性导航臂，其中由被动关节 2、3、4 与摆杆 2、3 及探头座 23 组成柔性运动部件，而由电动式随动关节 1、2 与连杆 1、2 以及悬挂式转盘 11 组成随动运动部件。如图 5 示，当探头座 23 持超声探头沿三维坐标 y 轴在病体表面扫描时，其 y 方向的位移量由被动关节 2 的转角 θ_4 与被动关节 3 的转角 θ_5 测定，当探头座 (23) 持超声探头沿三维坐标 x 轴做平移运动时，由电动式随动关节 1 与电动式随动关节 2 按二维位移传感器 11 作配合运动，其 x 方向的平移量由电动式随动关节 1 的转角 θ_1 与电动式随动关节 2 的转角 θ_2 以及被动关节 1 的转角 θ_3 所测定。当探头持超声探头沿三维坐标 z 轴转动后扫描时，由悬挂式转盘 10 配合运动，其转角 α 悬挂式转盘的角度传感器测定。通过上述三种基本运动方式组合，本实用新型随动导航臂可在病体表面沿任意方向进行超声扫描，并同步测定各二维超声影像的位置坐标值来供计算机进行实时三维重构与实时匹配。

由图 6 可知，上述各关节转角信号通过 PC 机数据采集卡转换为数字信号送入 PC 机，同时由超声仪向 PC 机输入相应探头位置的探头实测二维超声影像。

随动式医疗导航机器人微机测控系统在上述数据的基础上进行三维实时导航工作,其工作流程如图7示:首先在启动导航机器人导航程序前设定机器人本体的初始位置,使随动导航臂末端的探头垂直对准病体表面的扫描区中心位置(可事先在病体做出十字标号),即以此为导航臂三维坐标原点,同时设定电动式随动关节1、2的转角 θ_1 、 θ_2 初始值;启动微机测控系统后,微机按 θ_1 与 θ_2 设定使电动式随动关节1与2转动,随动导航臂做好扫描准备;当探头持超声探头在病体进行扫描时,一方面由PLC可编程控制器根据二维位移传感器信号控制电动式随动关节1与2来配合由被动关节组成的柔性运动部件,另一方面由PC机通过数据采集卡输入各关节转角按三角函数关系算出探头的三维坐标值与探头倾角值,同时将在此探头坐标位置测得的二维超声影像存入PC机数据库;PC机按上述数据进行超声影像三维重构后,经过图像卡在CRT显示肿瘤三维影像及微波电极针立体导航轨迹;在确定合适治疗针位后,保持随动导航臂这一位置,则可使电极针在立体导航轨迹引导下刺入病灶并由CRT实时显示电极针尖位置。

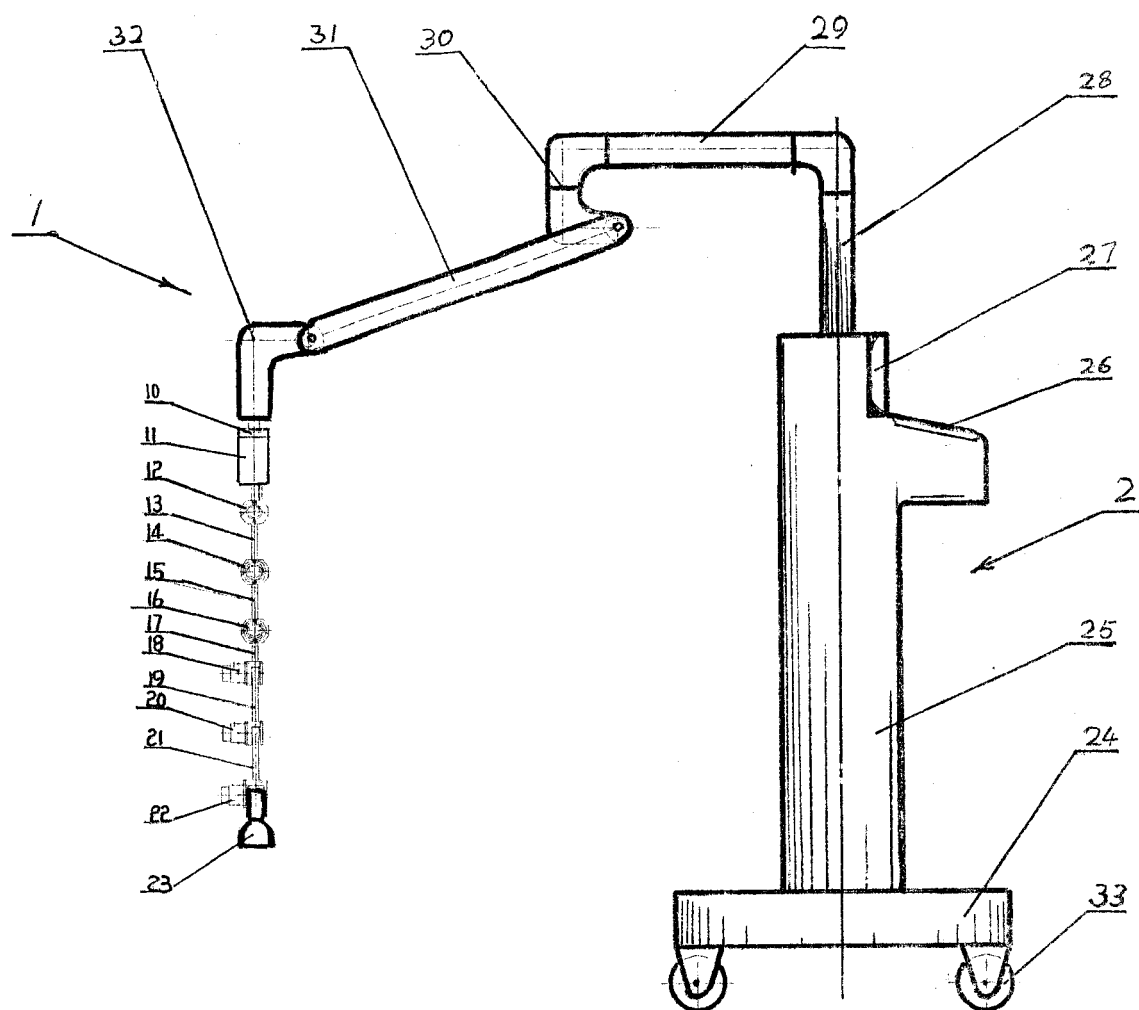


图 1

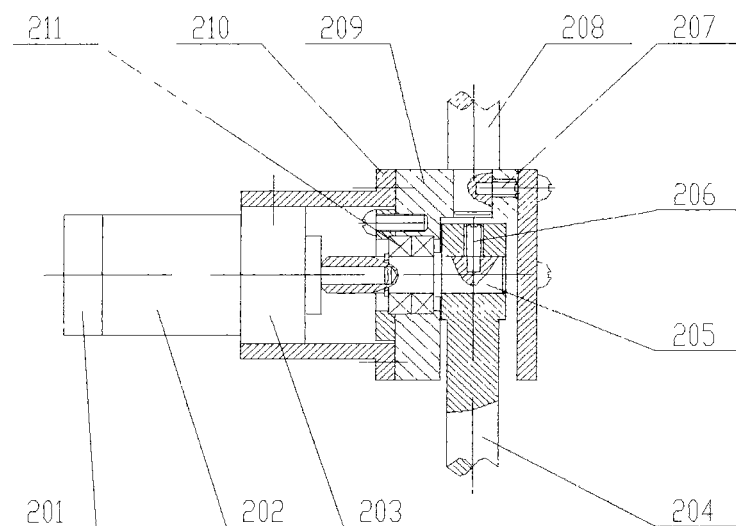


图 2

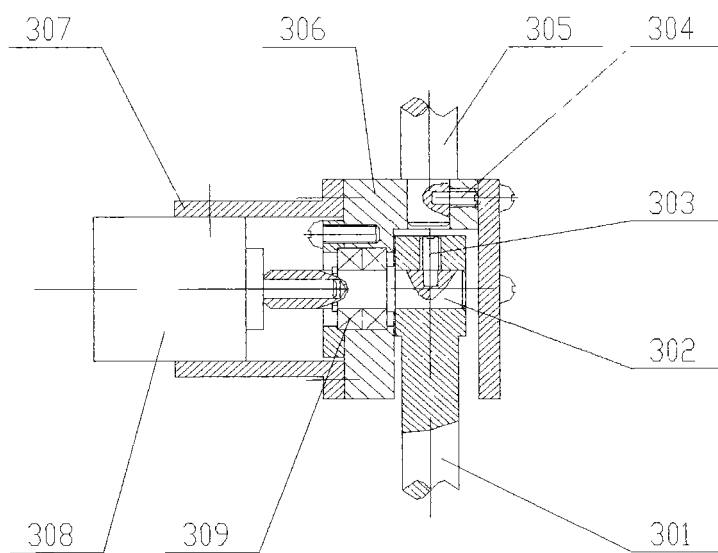


图 3

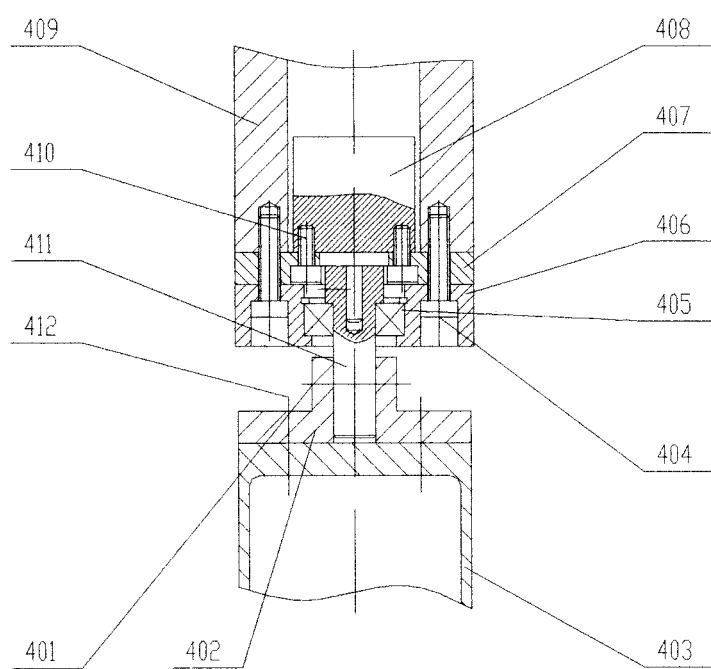


图 4

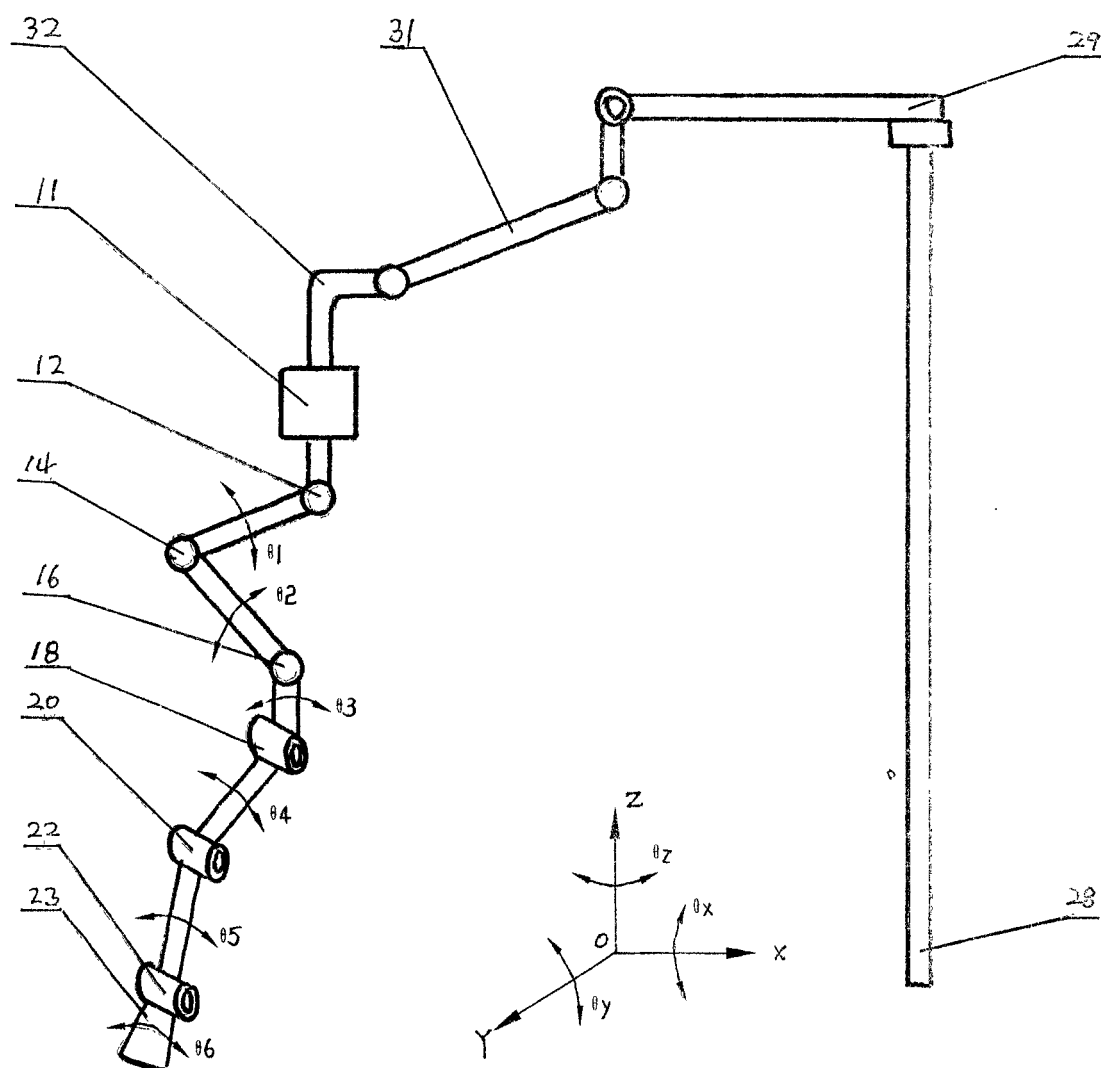


图 5

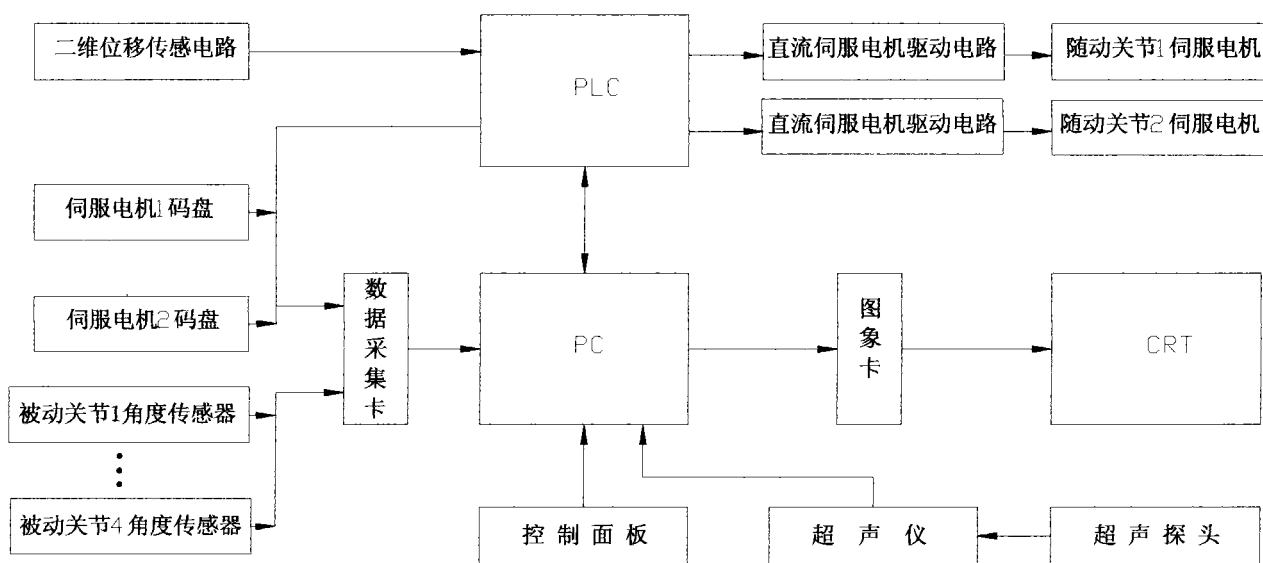


图 6

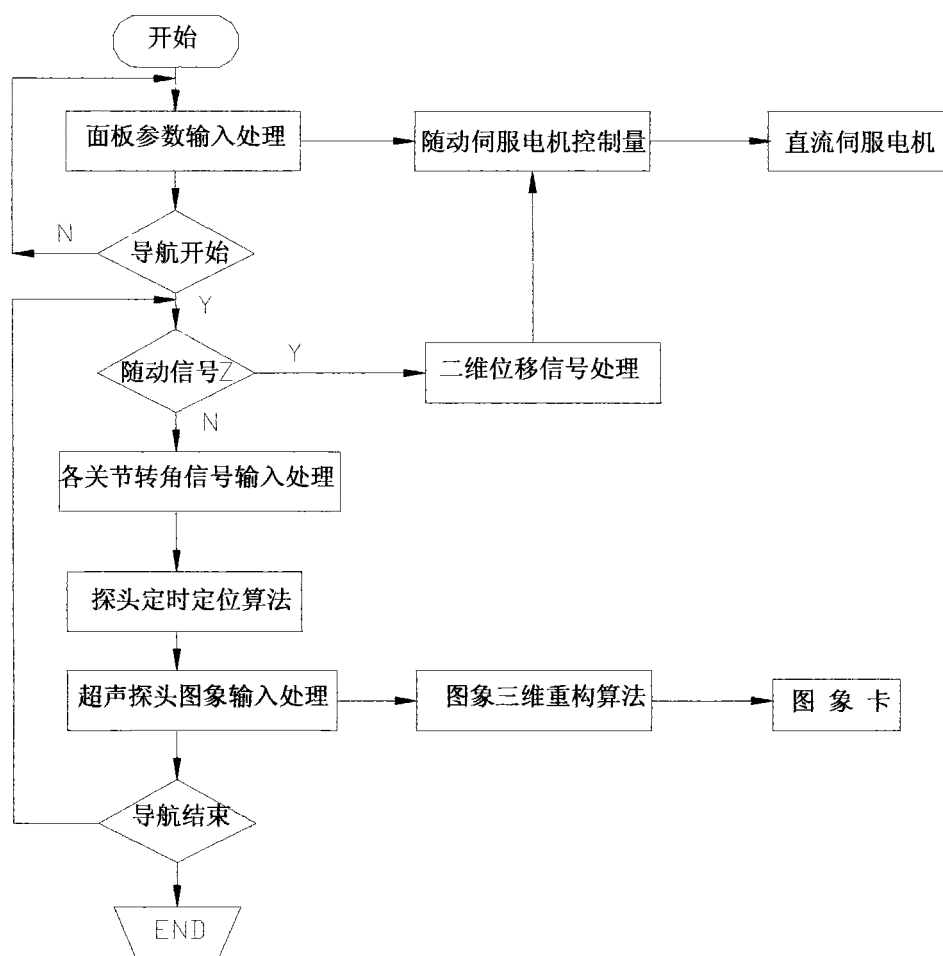


图 7

专利名称(译)	随动式医疗导航机器人		
公开(公告)号	CN201256981Y	公开(公告)日	2009-06-17
申请号	CN200820108846.7	申请日	2008-06-26
[标]申请(专利权)人(译)	北京石油化工学院		
申请(专利权)人(译)	北京石油化工学院		
当前申请(专利权)人(译)	北京石油化工学院		
[标]发明人	蒋力培 邓双城 曹俊芳 曹莹瑜		
发明人	蒋力培 邓双城 曹俊芳 曹莹瑜		
IPC分类号	A61B8/00 A61B18/18 B25J7/00		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种随动式医疗导航机器人，主要由六关节随动导航臂(1)和机器人机体(2)组成，其中六关节随动导航臂(1)由2个电动式随动关节A，B和4个被动式关节A，B，C，D以及一个悬挂式转盘(1)组成6自由度超声探头扫描定位机构；机器人机体(2)由底座(24)、控制箱(25)、控制面板(26)、显示器(27)、立柱(28)、大臂(29)、肘关节(30)和小臂(31)等构件组成。本实用新型能对微创外科手术进行视觉导航，结构紧凑，简单，造价低廉，使用维护和修理简易。

