



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102631245 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201110037184. 5

(22) 申请日 2011. 02. 14

(73) 专利权人 中国科学院理化技术研究所
地址 100190 北京市海淀区中关村北一条 2 号

(72) 发明人 刘静

(74) 专利代理机构 北京法思腾知识产权代理有限公司 11318
代理人 杨小蓉 高宇

(51) Int. Cl.

A61B 18/22 (2006. 01)

A61B 18/02 (2006. 01)

A61L 31/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6171301 B1, 2001. 01. 09, 全文.

JP 2001046388 A, 2001. 02. 20, 全文.

CN 101803947 A, 2010. 08. 18, 全文.

CN 1440727 A, 2003. 09. 10, 全文.

审查员 吴培

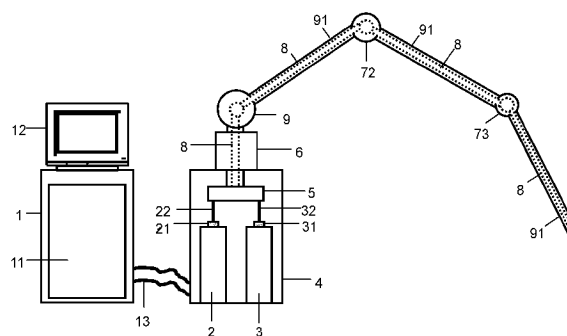
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

一种激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统

(57) 摘要

一种激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统,其包括计算机系统;低温系统和手术机器人系统;手术机器人系统的手术机械臂通过计算机主机控制作自由移动;低温发生器的低温传输管、激光器的激光光纤和与计算机主机电连接的末端图像探测器分别依次伸入多段手臂段伸至手术机械臂末端;低温流体通过低温电磁阀与低温发生器相连通;末端图像探测器接收相关图像并通过数据传输线传输至计算机主机,同时显示在显示屏上;计算机主机控制手术机器人主机,并指令手术机械臂在不同方位的移动、冷冻及切割工作;整个手术以非接触方式由医生操纵机械臂实施,边冷却边切除,全部过程可视化,可确保肿瘤切除的精确化和数字化,肿瘤扩散风险低,机械创伤小。



1. 一种激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统,其包括:计算机系统(1)、手术机器人主机(4)和手术机械臂(8);所述手术机器人主机(4)通过数据传输线(13)与计算机系统(1)电连接;

所述计算机系统(1)由计算机主机(11)和计算机显示屏(12)组成;

手术机器人主机(4)包含低温系统和激光器(3);

低温系统由低温发生器(2)、依次连通于低温发生器(2)顶端的低温电磁阀(21)和低温传输管(24)组成,所述低温传输管(24)套装有保温管(22);

所述激光器(3)依次连接激光器开关(31)和激光光纤(32);

所述手术机械臂(8)为通过计算机主机(11)控制作自由移动的机械臂;所述手术机械臂(8)由多段手臂段及将各手臂段连接成一体的连接关节组成;所述手臂段为空心管腔;所述低温系统的低温传输管(24)穿过支撑部件(6)依次伸入多段手臂段的空心管腔并至手术机械臂(8)末端;低温传输管(24)内的低温流体通过低温电磁阀(21)与所述低温发生器(2)相连通;

所述激光光纤(32)穿过支撑部件(6)依次伸入多段手臂段的空心管腔并至手术机械臂(8)末端;

与计算机主机(11)电连接的末端图像探测器(74)穿过支撑部件(6)依次伸入多段手臂段的空心管腔并至手术机械臂(8)末端;所述末端图像探测器(74)接收相关图像并通过数据传输线(13)传输至计算机主机(11),同时显示在计算机显示屏(12)上;

所述手术机械臂(8)的首段手臂段与支撑部件(6)相连的端部装有带保温层(91)的负压吸汽机(9);

计算机主机(11)控制手术机器人主机(4),并通过控制手术机器人主机(4)指令手术机械臂(8)在不同方位的移动、冷冻及切割工作。

2. 按权利要求1所述的激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统,其特征在于,还包括一汇合机构(5);所述汇合机构(5)为一矩形空心框架,该矩形空心框架内设有入字形管道,所述入字形管道的下部第一管道(221)和第二管道(321)分别与上部汇合管道相连通;所述支撑部件(6)位于该汇合机构(5)的上端;所述低温传输管(24)依次穿过第一管道(221)、上部汇合管道及支撑部件(6)伸入手术机械臂内至手术机械臂末端;所述激光光纤(32)依次穿过第二管道(321)、上部汇合管道及支撑部件(6)伸入手术机械臂内至手术机械臂末端。

3. 按权利要求1所述的激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统,其特征在于,所述的低温传输管(24)和所述的激光光纤(32)分别为1-30根。

4. 按权利要求1或2所述的激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统,其特征在于,所述的低温传输管(24)为柔性金属波纹管。

5. 按权利要求4所述的激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统,其特征在于,所述的低温传输管(24)为不锈钢材质、铜材质或钛合金材质波纹管。

6. 按权利要求1所述的激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统,其特征在于,所述的末端图像探测器(74)为光纤成像探测器、超声探头探测器或红外探头探测器。

7. 按权利要求6所述的激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统,其特征在于,所述的光纤成像探测器为窥镜。

8. 按权利要求 1 所述的激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统,其特征在于,所述低温发生器(2)输出而进入的低温传输管(24)的制冷工质(99)为液氮、液态 CO₂ 或氩气。

9. 按权利要求 1 所述的激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统,其特征在于,所述手术机械臂(8)末端设置有利于将喷出的低温流体或激光切除组织过程中产生的水汽、烟气抽吸走的回流口,回流口的远离手术机械臂(8)末端的初始端接负压吸汽机(9)。

10. 按权利要求 1 所述的激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统,其特征在于,所述手术机械臂(8)末端设置有可插入人体组织以测定治疗过程中目标部位的温度的针型热电偶(88)。

11. 按权利要求 1、9 或 10 所述的激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统,其特征在于,所述手术机械臂(8)外层表面设置隔热层。

12. 按权利要求 11 所述的激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统,其特征在于,所述隔热层为真空层。

一种激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统

技术领域

[0001] 本发明属于医疗手术器械技术领域,特别涉及一种激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统。

背景技术

[0002] 恶性肿瘤的三大传统治疗措施主要包括:手术切除、放疗和化疗,其中,手术切除是肿瘤治疗中的黄金标准方法之一,其基本目的在于应用外科手术将已发生病变的肿瘤组织予以切除,以消除进一步可能产生恶化的风险。然而,这类手术的临床效果大多差强人意。由于快速生长的肿瘤与血管总是呈千丝万缕的联系,常规的手术切除手段因而很容易造成出血,继而极易引发肿瘤扩散,导致手术失败和加速病人的死亡进程。此外,某些恶性肿瘤如胰腺癌会将大动脉或其它关键血管包裹住,从而使此类病人不适合做常规手术切除。这些因素实际上也是长期以来采用常规外科手术切除治疗后肿瘤复发率居高不下的原因。显然,若能找到高安全性的手术切除方式,则对肿瘤临床具有至关重要的意义。

[0003] 众所周知,低温外科手术和激光手术最吸引人之处在于它们具有快速、干净、低痛苦、止血性好等优点。正因如此,这两类物理疗法已被广泛用于治疗皮肤疾病、青光眼以及各种肿瘤等。然而,简单地摧毁病变组织并不总是有利的。比如,激光热疗中其强烈加热可能导致肿瘤细胞的迅速扩散,而低温手术一些情况下由于受冷冻强度的限制尚不能将肿瘤彻底消融掉。可以设想,将低温冷冻和激光辅助手术切割联合起来可望成功解决上述问题。为此,我们提出采用冷冻法将肿瘤区域预先冻结下来,以削弱其扩散风险,再借助高功率激光将此部分病变组织以非接触的方式切割下来,从而达到去除肿瘤目的的方法,并通过概念性试验初步证实了这一新型手术的组织切除原理。

[0004] 然而,这里的激光冷冻切除至多是一种模式的提出。在我们前期所开展的研究中,主要是相应原理性试验的演示,并未能发展出对应的医疗器械系统,其实施实际上是基于离散的装置手工完成的,系统稀松庞大,并不是具备集成化功能的医疗器械,其试验过程具体为,先采用一台冷冻设备提供的探针以微创方式插入目标组织对其予以冻结,之后再借助另一台激光系统提供的探头对冻结的组织予以切除,这种方法可以实现对组织进行冻结并切除,但也隐含着相应的手术风险和技术不足,主要包括:(1) 人为因素过多:整个手术过程中的冷冻、激光的开启及相应操作环节多,过程复杂,手术器械不易固定,插入组织后易于错位,整个手术需完全依靠人员手工操作,可靠性和自动化程度不够,会严重影响到手术质量,比如试验中存在因手动控制不便,导致组织断面出现烧焦的情形。(2) 存在机械性创伤:冷冻探针插入目标组织的过程中,必然会先入为主地造成对肿瘤周围组织的穿刺创伤,引起出血;若触及大血管,所由此带来的大出血对手术进行极为不利;即使手术是成功的,探针术后拔出体外后,被切断的血管也有可能重新恢复流通,上下游血液于是会流通至此,从而造成体内失血和淤血,因此必须予以合适处理。(3) 存在肿瘤扩散风险:探针冷冻前的介入过程中,会因穿刺肿瘤而造成肿瘤细胞被携带至周边环境,进而引起扩散,这也是以往造成肿瘤复发的关键因素之一。(4) 手术时间过长:由于冻结是一个逐渐发展的过程,

上述冷冻过程必须先确保目标区域内的肿瘤组织完全被冻结,因而所需花费的时间相当可观,事实上,若治疗的目的是切除肿瘤,并不需要对整个目标部位加以冻结,只需确保待切割部位特别是大血管组织达到深度冻结即可。(5) 存在潜在性冷冻损害:在我们以往的预冷过程中,由于组织、血管结构的复杂性,区域冷却难以确保只对目标肿瘤造成冷冻,事实上无疑也同时会对周围正常组织造成一定的冷冻伤害。对此的避免可通过仅对局部目标组织予以冻结来实现高精度的肿瘤切割,对患者术后恢复会很有利。以上原因,均对发展精确化、可视化的激光冷冻切除系统提出了紧迫需求。

[0005] 本发明的目的是提供一种高安全性的基于激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人装置,其冷冻和切除均通过非接触方式实施,可实现边冷却,边切除,整个过程可视化,操作完全由医生操纵机器手自动进行,因而可确保治疗的精确化和数字化。这种激光冷冻切除手术机器人的概念系首次提出,以往在国内外文献和专利中尚未见报道,可望开辟外科手术切除的新方向。

发明内容

[0006] 本发明目的在于提供一种激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统。

[0007] 本发明的技术方案如下;

[0008] 本发明提供的激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统,其包括:

[0009] 一计算机系统1;所述计算机系统1由计算机主机11和计算机显示屏12组成;

[0010] 一低温系统;所述低温系统由低温发生器2、连通于低温发生器2顶端的低温传输管24和低温电磁阀21组成,所述低温传输管24套装有保温管22;

[0011] 一激光器3;所述激光器3由连通于激光器3顶端的激光光纤32和激光器开关31组成;

[0012] 一通过数据传输线13与计算机主机1电连接的手术机器人主机系统4;所述手术机器人主机系统4由低温发生器2、激光器3及手术机械臂8组成;

[0013] 所述手术机械臂8为通过计算机主机11控制作自由移动的机械臂;所述手术机械臂8由多段手臂段及将各手臂段8连接成一体的连接关接组成;所述手臂段为空心管腔;所述低温发生器2的低温传输管24穿过支撑部件6依次伸入多段手臂段的空心管腔并至手术机械臂8末端;低温传输管24内的低温流体通过低温电磁阀21与所述低温发生器2相连通;

[0014] 所述激光器3的激光光纤32穿过支撑部件6依次伸入多段手臂段的空心管腔并至手术机械臂8末端;

[0015] 与计算机主机11电连接的末端图像探测器74穿过支撑部件6依次伸入多段手臂段的空心管腔并至手术机械臂8末端;所述末端图像探测器74接收相关图像并通过数据传输线13传输至计算机主机2,同时显示在计算机显示屏12上;

[0016] 所述手术机械臂8的首段手臂段与支撑部件6相连的端部装有带保温层91的负压吸汽机9;

[0017] 计算机主机11控制手术机器人主机4,并通过控制手术机器人主机4指令手术机械臂8在不同方位的移动、冷冻及切割工作。

[0018] 本发明提供的激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统,还包括一汇合机构5;

所述汇合机构 5 为一矩形空心框架,该矩形空心框架内设有入字形管道,所述入字形管道的下部第一管道 221 和第二管道 321 分别与上部汇合管道相连通;所述支撑部件 6 位于该汇合机构 5 的上端;所述低温传输管 24 依次穿过第一管道 221、上部汇合管道及支撑部件 6 伸入手术机械臂内至手术机械臂末端;所述激光光纤 32 依次穿过第二管道 321、上部汇合管道及支撑部件 6 伸入手术机械臂内至手术机械臂末端。

[0019] 所述的低温传输管 24 和所述的激光光纤 32 为 1-30 根。所述的低温传输管 24 为柔性良好的金属波纹管。所述的低温传输管 24 为不锈钢材质、铜材质或钛合金材质波纹管。

[0020] 所述的末端图像探测器 74 为窥镜、光纤成像、超声探头或红外探头。

[0021] 所述低温发生器 2 输出而进入的低温传输管 24 的制冷工质 99 为液氮或氩气。

[0022] 所述手术机械臂末端设置有用于将喷出的低温流体或激光切除组织过程中产生的水汽、烟气抽吸走的回流口,回流口初始端接负压吸汽机 9。

[0023] 所述手术机械臂末端设置有可插入人体组织以测定治疗过程中目标部位的温度的针型热电偶 88。所述手术机械臂外层表面设置隔热层或真空层。

[0024] 本发明的激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统,带有由计算机主机 11 操纵且能自由移动的手术机械臂,手术机械臂可通过计算机主机 11 控制在各个方向上移动,实现旋转、上升、下降、平移等机器人所具备的经典动作,由此配合完成单一的冷冻、激光切除或复合式冷冻切除功能。手术机械臂可仅执行单一冻结功能的低温传输管,此时其内设有中空的来流通道,该来流通道的起始端由电磁阀连通低温系统;手术机械臂也可仅为执行单一激光切除功能的光纤传输管,光纤传输管的起始端连接激光器;该手术机械臂还可为同时带有低温传输管和激光光纤的手术机械手,此时,中空通道的起始端通过电磁阀连通低温系统,其外周设置有起始端连接激光器的激光光纤,此时手术机械臂可同时执行冷冻和切除功能。手术机械臂由计算机主机借助其中软件操控手术机器人主机 4,实现各种部位的移动和旋转等动作。手术机械臂可为多根(1-30 根);在手术治疗中多根手术机械臂可组合完成相应的冷冻和激光切除功能;

[0025] 上述技术方案中,低温传输管 24 是由具有良好柔性的金属波纹管制成,材料可选用不锈钢、铜或钛合金等。由金属波纹管制成的柔性低温流体传输通道设置在可随意移动的手术机器人的手术机械臂内,其起始端与低温电磁阀 21 连接,可由计算机控制低温电磁阀 21 的开启和关闭,以此控制低温流体的输送或关断;本发明中,低温传输通道 24 前端可封闭,此时来流低温流体在手术机械臂末端完成制冷效应后可由回流通道 97 释放至空气中。所述回流通道 97 为手术机械臂管腔内的低温传输通道 24、激光光纤 32 和末端图像探测器 74 之间的空间所构成的通道;低温传输通道 24 前端也可为来流低温流体在末端完成制冷效应后释放至空气的开放性设置;回流通道 97 外壁即手术机械臂外层,其表面可设置隔热层(如采用塑料、泡沫类绝热材料)或真空层。

[0026] 上述技术方案中,充当切除作用的激光光纤的初始端连接激光器 2,激光器 2 输出的激光可在低温流体与激光光纤汇合机构处进入手术机械臂,此结合处采用密封连接,避免低温流体散失。

[0027] 根据本发明,激光器的输出光纤由手术机械臂初始端插入,与低温传输管一道一直延伸至手术机械臂末端,激光光纤 32 位于所述来流通道 24 外侧,可贴附于所述来流通道

24,也可与所述来流通道 24 保持一定距离。此外,激光光纤可采用单根光纤或多根光纤,采用多根光纤时,可采用束状分布或环状分布。

[0028] 上述技术方案中,手术机械臂中的末端图像探测器 74 可为各类图像传送机构,如内窥镜、光纤成像、超声探头,红外探头等观察术野,由此确保在手术机械臂实施手术时,对视野内局部组织的冻结和切除程度予以成像,相应图像通过数据线清晰地显示在计算机显示屏 12 上,临床医师可由此判断冻结及切除程度,确保手术精确安全。传统开放性手术中外科医生所作的手术切口很大,而本发明提供的手术切口微小,通常小于 0.5 英寸。外科医生经由这些小切口借助非接触的激光和末端视频设备对手术部位,逐渐深入,甚至可完成深部大块肿瘤的非接触性切除。

[0029] 上述技术方案中,低温系统的制冷低温工质可以是液态低温工质如液氮,或是高压气体节流后形成的低温工质如氦气。

[0030] 上述技术方案中,在手术机械臂末端设置有回流口,其初始端接负压吸汽机,以便将手术过程中喷出的低温流体或激光切除组织过程中产生的水汽、烟气等适时抽吸走,避免对手术医师及病人吸入鼻腔,造成干扰。

[0031] 本发明具有如下技术效果:

[0032] 首次提供了一种高安全性和高可靠性的激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统,其冷冻和切除均通过非接触方式实施,可实现对局部组织边冷却,边切除,且整个过程可视化,操作完全由医生操纵机器手控制,因而可确保治疗的精确化和数字化。系统可以实现快速有效且十分安全的消除肿瘤组织,在影像的引导下可方便地通过控制机械臂实现精确的冷冻和切除程序,在高效肿瘤治疗上有重要价值。

[0033] 本发明提供的冷热探针治疗系统是一种非接触式肿瘤组织切除机器人系统。结合了冷冻的无痛杀菌及激光治疗的止血气化作用,通过机器人的成像、操作及激光与低温流体之间的配合,实现对靶向组织的切除作用。其超越于以往切除手段的优势在于:(1) 无需像传统手术刀切除,因而消除了感染和出血风险;(2) 无传统穿刺性探针那样存在机械性创伤,可局部高热切除肿瘤,周边组织实施冻结,从而防止肿瘤细胞扩散,因而肿瘤扩散风险低;(3) 由于可对局部目标组织边冻结,边切除,因而手术效率高,时间短;由此也减低了传统冷冻切除那样因过度冻结而造成对健康组织冷冻伤害的不足。(4) 整个操作过程全部计算机化,便于临床医师操作,也提高了手术的可靠性。(5) 首次引入的激光切除冻结组织的机器人手术方案,提供了诸多崭新的临床应用点,包括可通过远程控制完成相应手术,该技术的建立也是远程手术模式的一个革新,有望带来系列临床应用的突破。这种手术机器人也可用于控制单一的冷冻治疗、单一的高温消融治疗或复合式冷热消融治疗,只需在机械臂内更换设置对应的功能元件即可,适用面甚广。

[0034] 本发明中,冷冻及高温激光切除设备将医护人员从以往的机械化工作中剥离了出来,由于配置了用以辅助医护人员的机械系统(如导航臂、定位杆、操作手柄)、物理系统(如激光、冷冻的发生、引导、控制及发射)、人机界面(包括计算机界面和设备外壳界面),包括提高医师灵巧程度的内镜治疗系统等,从而大大提高了普通手术刀的准确度。在这种模仿有经验医师的手部操作方面,通过自上而下的分解和全面模仿构成了这类新型冷冻切除操纵器械的核心,确保了将外科医生的很多工作从复杂的手术程序中分离出,进而打破医生的技术门坎,能让更多的外科医师常态性地来施行复杂的冷冻切除手术,相应手术的

质量可望超越传统方式。

附图说明

- [0035] 图 1 为本发明的激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统的结构示意图；
[0036] 图 2 为图 1 中汇合机构 5 的结构示意图；
[0037] 图 3 为图 1 中手术机械臂的结构（横截面）示意图；
[0038] 图 4 为激光切除光纤与冻结探针分别单独设置的结构示意图；
[0039] 图 5 为手术机械臂的结构（单一性冷冻机机器臂的横截面）示意图；
[0040] 图 6 为手术机械臂的结构（单一性激光切除机器臂的横截面）示意图。

具体实施方式

[0041] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步地描述。

[0042] 实施例 1

[0043] 图 1 为本发明的采用激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人装置系统图，也是本发明的一个实施例，此种方案中，其机械臂 91 内部同时包含了低温传输管 24 和激光光纤 32，因而可通过单一的机械臂末端实现对目标组织先冻结再切除的目的；图 2 为本发明的手术机器人系统中低温流体与激光光纤汇合机构 5 的示意图；图 3 为本发明的冷冻激光切除手术机械臂 91 的横截面示意图。由图可见，本发明提供的激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统，包括计算机系统 1；计算机主机 11；计算机屏幕 12；数据传输线 13；低温系统 2；低温电磁阀 21；保温管 22；低温传输管 24；激光器 3；激光器开关 31；激光光纤 32；手术机器人主机 4；低温流体与激光光纤汇合机构 5；支撑部件 6；连接关节 71；连接关节 72；连接关节 73；末端图像探测器 74；冷冻激光切除手术机械臂 8；针型热电偶 88；负压吸汽机 9；保温层 91；回流通道 97；低温流体 99。

[0044] 整个手术系统主要由计算机系统 1、手术机器人主机 4 及机械臂 8 构成，计算机系统 1 与手术机器人主机 4 之间通过电路连接，计算机系统 1 内设置有控制程序，可通过对手术机器人主机 4 发出命令，操纵机械臂 8 完成各种移动、冻结及激光切除功能。本方案中，机械臂 8 是带有功能的手术机械手，可由计算机 4 操纵且能自由移动，机械手可通过计算机控制在各个方向上移动，实现旋转、上升、下降、平移等机器人经典动作，由此配合完成单一的冷冻、激光切除或复合式冷冻切除功能。由于对机械臂实施的自由操纵和控制是机器人领域的成熟技术，因此，本实施例中的相应执行机构可直接采用现有机器人技术即可，无需另行开发。

[0045] 手术机器人主机 4 主要包含执行具体手术功能的低温系统 2、激光器 3 以及机械臂 8。其中，低温系统的低温发生器 2 可直接采用杜瓦瓶，由此提供用以冷却目标组织的低温工质如液氮等。

[0046] 本实施例中，手术机械臂 8 是同时带有低温传输管 24、激光光纤 32 及末端图像探测器 74 的复合功能性手术机械手（见附图 3 剖面图）。其中，低温传输管 24 为中空通道，其起始端通过保温管 22、电磁阀 21 连通到低温系统 2；与低温传输管 24 并行于手术机械臂 8 内还设置有起始端连接激光器系统 3 的激光光纤 32，此时手术机械臂 8 可同时执行冷冻和切除功能。根据实际需要，手术机械臂 8 及其内的相应机构长短和直径可以设计成不

同尺寸,不同长短的机构可配合使用从而满足不同的肿瘤治疗需求以及适应不同影像设备成像的要求。手术机械臂 8 外形可为圆形、弧状,以利于与目标组织配合、避免划伤组织,因此,本发明适用于不同深度、不同大小的肿瘤切除用。手术机械臂 8 头部顶端也可设置可插入组织的针型热电偶 88,以测定治疗过程中目标部位的温度,充当一种温度监控装置。

[0047] 手术机械臂 8 由计算机系统借助软件操控手术机器人主机 4,实现各种部位的移动和旋转等动作。本实施例中,由于将低温传输管 24 和激光光纤 32 集成在一起,手术机械臂 8 内部虽略显复杂,但紧凑性较好。实施手术时,只需将这样的单一机械臂移至待切除组织表面,即可完成冻结解除手术,无需多个机械臂配合进行。

[0048] 低温系统的低温发生器 2 输出制冷工质可以是液态低温工质如液氮、液态 CO_2 ,或是高压气体节流后形成的低温工质如氦气。在本实施例中,制冷工质是液氮,本实施例的低温发生器 2 为杜瓦瓶即液氮罐,从市场上选购即可。低温发生器 2 上依次连接有低温电磁阀 21,保温管 22,低温流体与激光光纤汇合机构 5,由不锈钢制成的金属支撑部件 6,以及执行手术的手术机械臂 8。本发明的技术方案中,低温传输管 24 是由具有良好柔性的金属波纹管制成,材料可采用不锈钢、铜或钛合金等。由金属波纹管制成的柔性低温流体传输通道 24 设置在可随意移动的手术机器人 4 的手术机械臂 8 中,其起始端与低温发生器 2 的电磁阀 21 连接,可由计算机主机 1 控制低温电磁阀 21 阀门的打开和关闭,由此控制低温流体 99 的输送或关断;本实施例中,柔性低温流体传输通道 24 末端可按封闭方式设置,也可为来流流体 99 在末端完成制冷效应后可释放至空气的开放性设置方式;前者的回流通道与来流通道同轴设置,回流通道 97 位于机械臂 8 外侧,回流通道外壁即机械臂外层可设置隔热层 91 如采用塑料、泡沫类绝热材料或真空层等充当。实施手术前,低温介质如液氮盛装在杜瓦瓶内,杜瓦瓶内装有电阻加热丝,一经通电,即可对其内液氮进行加热,使之逐步汽化,气体膨胀使整个密闭系统中的压力增高,当其到达一定值时,便开启低温电磁阀,将杜瓦瓶内液氮压送到与杜瓦瓶相通的柔性低温流体传输通道 24,随后进入手术机械臂 8。整个过程由计算机之 1 监测及控制。

[0049] 本实施例中,激光器 3 依次连接激光器开关 31,激光光纤 32,低温流体与激光光纤汇合机构 5,由不锈钢制成的金属支撑部件 6,以及执行手术的手术机械臂 8。激光器 3 输出的激光由耦合光纤 32 输出至手术机械臂 8 末端,执行切除功能。本实施例中,充当切除作用的输出激光光纤 32 的初始端连接激光器 3,激光器 3 由激光器开关 31 控制,输出的激光光纤 32 与低温保温管 22 可在低温流体与激光光纤汇合机构 5 处进入机械臂 8 (图 2),此结合处采用密封连接,避免低温流体散失。激光光纤 32 由机械臂 8 初始端插入,与低温传输管 24 一道一直延伸至手术机械臂 8 末端,输出光纤位于所述来流通道外侧 (图 3),可贴附于中心管道附近,也可与中心低温传输管道 24 保持一定距离。此外,激光光纤 32 可采用单根光纤,也可采用 2-10 根光纤,采用多根光纤时,可采用束状分布或环状分布,环绕在低温传输管 24 周围。激光光纤 32 外表面保护套管可采用 FEP (氟化乙丙烯) 材料,机械与热参数比较稳定,防止激光散失,其末端为采用蚀刻技术制造出的连续发射表面,以增加辐射性能从而确保高效的切除过程。本发明中采用的激光器 3 可根据具体的临床需求,采用不同功能参数的设备,以便满足不同切割精度,如红宝石 (ruby) 激光、氩离子 (Ar^+) 激光、氪离子 (Kr^+)、染料 (dye) 激光、掺钕钇铝石榴石 ($\text{Nd}:\text{YAG}$) 激光和氟化氩 (ArF) 准分子激光等固体、气体、液体和、半导体激光器。当前的一些激光设备已能达到微米级的组织切割精度,比

如满足精细度极高的眼科手术要求,对人体损失小,相应技术日趋成熟,本发明激光器中可直接根据型号选用即可。

[0050] 本实施例中,从低温传输管 24 来的工质传输至手术机械臂 8 末端时,会与待冷却组织发生相变换热,由于手术机械臂 8 末端与周围组织有良好热交换,大量冷量直接作用于目标组织,从而使之迅速冻结;同样,需要实施高温切割时,手术机械臂 8 末端的激光光纤 32 在计算机 1 控制下输出激光,作用于已被冻结的肿瘤组织,从而实施切割,由此达到安全去除肿瘤病灶的目的。

[0051] 本实施例中,设置于手术机械臂 8 内的功能装置还包括末端图像探测器 74,其可采用内窥镜、光纤成像、超声探头或红外探头等充当,由此确保在手术机械臂 8 实施手术时,对手术视野内局部组织的冻结和切除程度作出成像,相应图像通过数据传输线 13 传输到计算机主机 1 中,清晰地显示在计算机显示屏 12 上,临床医师可由此判断术野的冻结及切除程度,确保手术精确安全。这里,相应的图像机构是市场成熟技术,可直接选购即可,不存在实现的困难。比如,该系统的显示系统可为两个双镜头三晶片的 2D 高分辨率数码光纤摄像系统,两台摄像系统通过类似人眼的组合机制得到 3D 可视系统,同时设置全景到特写转移的自然平稳技术在不同术野间平稳转移时可提供连续的手术图像;操作系统即为机械臂 8,模拟开放式手术中使用的技巧,将医生的手术动作实时转化为精确的机械手动作。

[0052] 本实施例中,在手术机械臂 8 末端设置有回流通道 97,其初始端设置有负压吸汽机 9,以便将手术过程中喷出的低温流体或激光切除组织过程中产生的水汽、烟气等适时抽吸走,避免对手术医师及病人吸入鼻腔,造成干扰。

[0053] 低温发生器 2 的工质出口管道(保温管 22)上设有低温阀门 21,一旦关闭,即停止输送工质。打开低温电磁阀 21 后,将由杜瓦瓶输出的液氮沿低温传输管 24 通向手术机械臂 8 末端,即可对组织实施低温冻结。而切割过程则由激光器 3 控制完成,启动激光器 3,激光由激光光纤 32 导入至手术机械臂 8 末端,则所行使的是切除过程。

[0054] 手术机械臂 8 末端头部设置有一定的温度传感器(如热电偶)88,并连接到设置在计算机系统内的数据采集仪,治疗开始时,开通数据采集仪和计算机,即可对各测温点温度进行监测。当然,温度传感器也可插入到目标组织表面或浅层内部以监测其温度响应。计算机中储存有一定的冷冻或激光切除程序,供选用。

[0055] 当激光作用时间过长时,激光光纤终端表面的高功率会导致临近组织的碳化。采用热电偶温度传感器监测光纤终端温度,当温度超过设定临界值,可通过控制激光器输出功率,来小幅调整激光剂量,防止光纤顶端对组织产生严重的热损伤。

[0056] 实施例 2

[0057] 本实施例与实施例 1 存在区别的地方在于,其手术机械臂 8 内为仅执行单一冷冻或切割功能的元件。图 4 为本发明的激光切除光纤与冻结探针分别单独设置的切除冻结肿瘤组织的手术机械臂 8 的示意图;图 5 为本发明的单一性冷冻手术机械臂 8 的横截面示意图;图 6 为本发明的单一性激光切除手术机械臂 8 横截面示意图。本实施例中,手术机器人主机 4 可设置有 2-30 个手术机械臂 8(图 4 中标出 2 根手术机械臂),每个手术机械臂 8 仅执行单一的冻结或切除功能。此时,多个手术机械臂可组合完成相应的冷冻切除功能,比如将两根分别承担冷冻及切除的低温传输管型手术机械臂及激光光纤手术机械臂移动至待切除组织表面,配合起来可实施冻结切除手术。执行单一冻结功能的低温传输管 24,其与低

温系统的联通及控制方式与实施例 1 完全相同；执行单一激光切除功能的激光光纤 32，其与激光器联通及控制方式与实施例 1 完全相同。唯一不同的是在机械臂内设置系统略有不同（见图 5、图 6），其余部位的连接、控制、部件组成与实施例 1 一致，此处不再重复描述。

[0058] 这种实施例方案中，由于低温及光学传输系统分别设置，相应机构的设计会相对简单，特别是末端成像装置 74 及吸气机 9 容易布置，但整个机器人体积略大。不过，该机构可组合实现更多的单一性冷冻、单一性切割或者复合式冷冻+切割、复合式切割+冷冻治疗模式，对于确保复杂形状肿瘤的适形化治疗十分关键，在实际治疗中也颇有价值。

[0059] 本发明的核心在于，首次以手术机器人的方式实现了可操作的快速冻结及切除手术，从而最大限度地降低了手术创伤及风险，连续性好，可以实现复杂的切除程序，适合于各大、中、小型医院使用，对于替代传统手术切除、推动肿瘤临床治疗技术的进步具有重要意义。

[0060] 由上所述，本发明引入的激光切除冻结组织的手术机器人系统，提供了诸多崭新的临床应用点，包括由经验丰富的医师通过远程控制完成相应手术，该技术有望带来系列临床突破。由于无需像传统手术刀切除那样，因而消除了感染和出血风险；而且，免去了传统穿刺性探针那样存在的机械性创伤，可局部高热切除冻结的肿瘤，因而肿瘤扩散风险低；所采取的手术中，由于可对局部目标组织边冻结，边切除，因而手术效率高，时间短，由此也减低了传统冷冻切除那样因过度冻结而造成对健康组织冷冻伤害的不足。总体上，整个冻结、激光切除及机械臂移动操作过程全部计算机化，便于临床医师操作，也提高了手术的可靠性。这些特征均使本仪器具有较大的竞争能力，是一大类崭新的功能性手术机器人系统。

[0061] 本发明中，冷冻及高温激光切除设备将医护人员从以往的机械化工作中剥离了出来，由于配置了用以辅助医护人员的机械系统（如导航臂、定位杆、操作手柄）、物理系统（如激光、冷冻的发生、引导、控制及发射）、人机界面（包括计算机界面和设备外壳界面），包括提高医师灵巧程度的内镜治疗系统等，从而大大提高了普通手术刀的准确度。在这种模仿有经验医师的手部操作方面，通过自上而下的分解和全面模仿构成了这类新型冷冻切除操纵器械的核心，确保了将外科医生的很多工作从复杂的手术程序中分离出，进而打破医生的技术门坎，能让更多的外科医师常态性地来施行复杂的冷冻切除手术，相应手术的治疗质量可望超越传统方式。

[0062] 使用本发明实现的肿瘤治疗过程如下：

[0063] 治疗时，打开计算机主机及手术机器人，开通低温系统和激光器中的相应电路，进行准备工作。在医学影像系统如 B 超、CT 或 MRI 等引导下将机械臂移动至待切除部位，同时，打开机械臂内的末端成像装置，对目标部位予以监视。准备停当后，开通流体通道，则低温液氮将流向机械臂末端（也即待冻结肿瘤部位），由于在探针头部液氮发生蒸发吸热，大量的冷量被瞬间供应给组织，于是可迅速将组织冻结，之后，生成的氮蒸汽沿回流通道有吸气机抽吸返回并予以合理排放；当组织冻结到一定程度时，关闭液氮阀门，迅速启动激光器，激光在可见光或者红外波段下加热肿瘤组织，瞬间放出大量的热量，组织由于高强度激光的蚀除，会被予以切割。保持上述冷冻、切割过程，直至所有目标组织均被切除，手术终止，按医疗规范处理伤口。整个手术即完满结束。

[0064] 最后应说明的是，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制。尽管参照实施例对本发明进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，对本发明的技术方案

进行修改或者等同替换,都不脱离本发明技术方案的精神和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

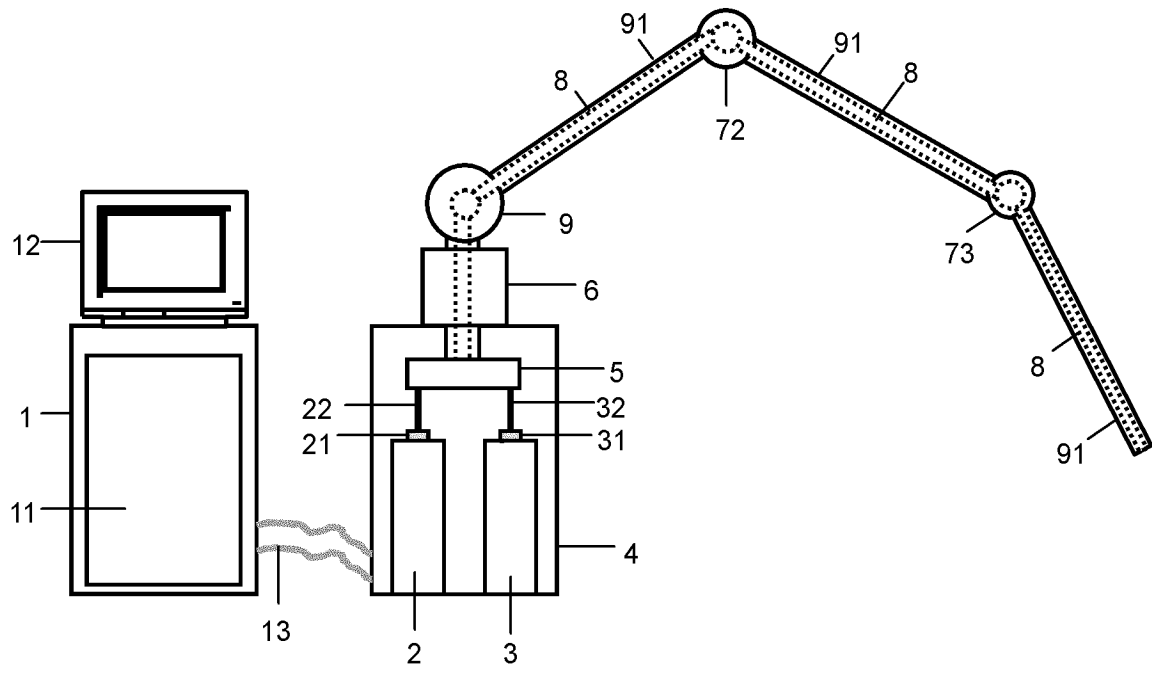


图 1

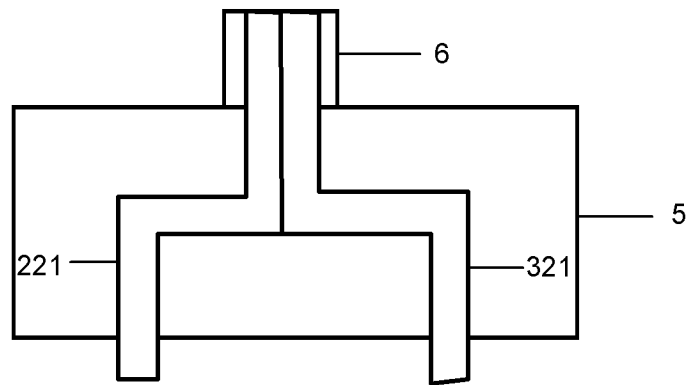


图 2

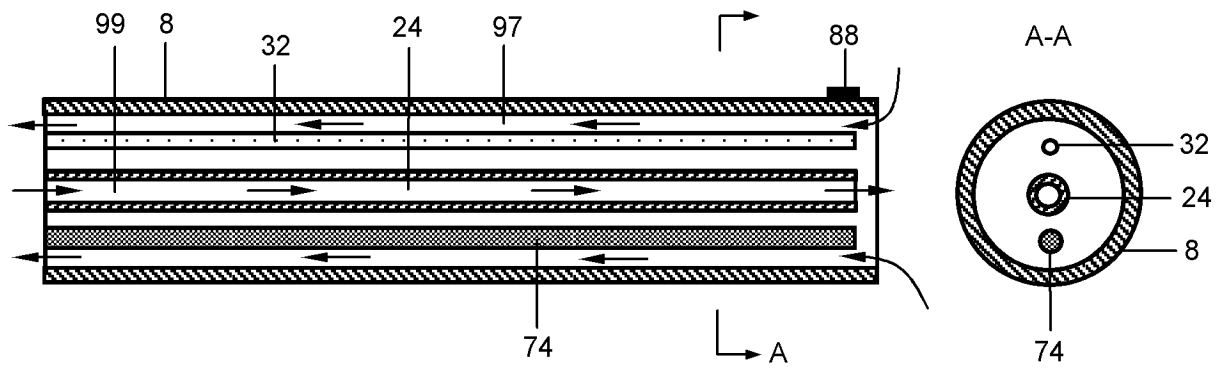


图 3

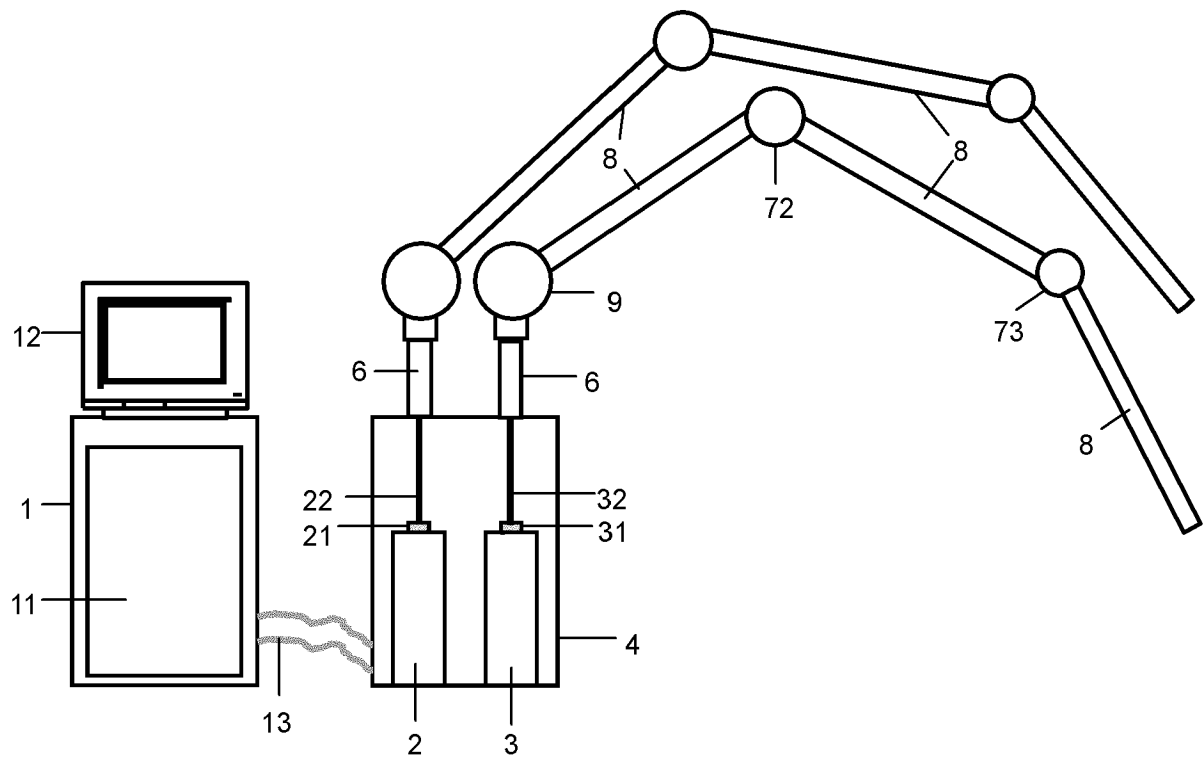


图 4

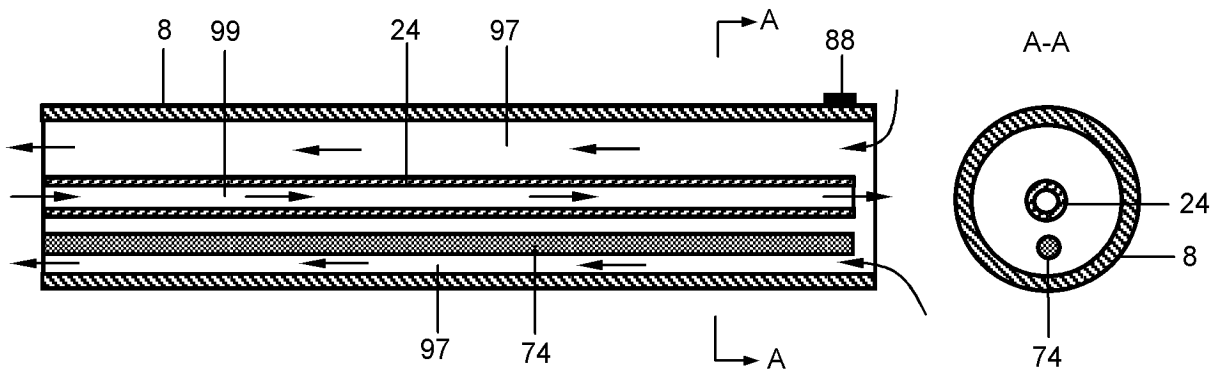


图 5

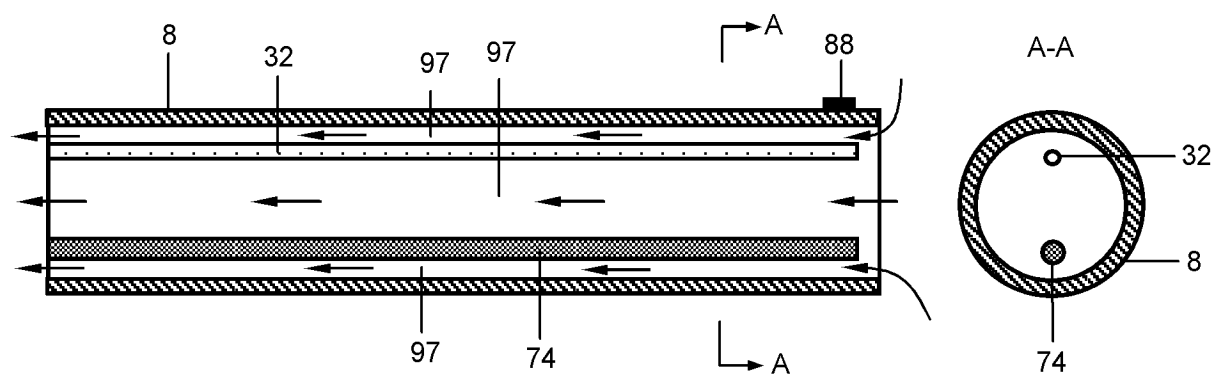


图 6

专利名称(译)	一种激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统		
公开(公告)号	CN102631245B	公开(公告)日	2014-03-26
申请号	CN201110037184.5	申请日	2011-02-14
[标]申请(专利权)人(译)	中国科学院理化技术研究所		
申请(专利权)人(译)	中国科学院理化技术研究所		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学院理化技术研究所		
[标]发明人	刘静		
发明人	刘静		
IPC分类号	A61B18/22 A61B18/02 A61L31/02		
代理人(译)	杨小蓉 高宇		
审查员(译)	吴培		
其他公开文献	CN102631245A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种激光切除冻结肿瘤组织的手术机器人系统，其包括计算机系统；低温系统和手术机器人系统；手术机器人系统的手术机械臂通过计算机主机控制作自由移动；低温发生器的低温传输管、激光器的激光光纤和与计算机主机电连接的末端图像探测器分别依次伸入多段手臂段伸至手术机械臂末端；低温流体通过低温电磁阀与低温发生器相连通；末端图像探测器接收相关图像并通过数据传输线传输至计算机主机，同时显示在显示屏上；计算机主机控制手术机器人主机，并指令手术机械臂在不同方位的移动、冷冻及切割工作；整个手术以非接触方式由医生操纵机械臂实施，边冷却边切除，全部过程可视化，可确保肿瘤切除的精确化和数字化，肿瘤扩散风险低，机械创伤小。

