



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103533898 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201380001233. 7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 04. 26

A61B 17/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

(56) 对比文件

61/638, 828 2012. 04. 26 US

JP 2004-321692 A, 2004. 11. 18, 全文.

61/718, 252 2012. 10. 25 US

JP 特开 2005-28006 A, 2005. 02. 03, 全文.

13/835, 653 2013. 03. 15 US

US 2004/0050395 A1, 2004. 03. 18, 全文.

13/835, 680 2013. 03. 15 US

审查员 李澍歆

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 11. 01

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CN2013/000478 2013. 04. 26

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/159572 EN 2013. 10. 31

(73) 专利权人 香港生物医学工程有限公司

地址 中国香港中环雪厂街 24-30 号顺豪商  
业大厦 2 楼

(72) 发明人 杨重光 容启亮

(74) 专利代理机构 北京嘉和天工知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11269

代理人 严慎

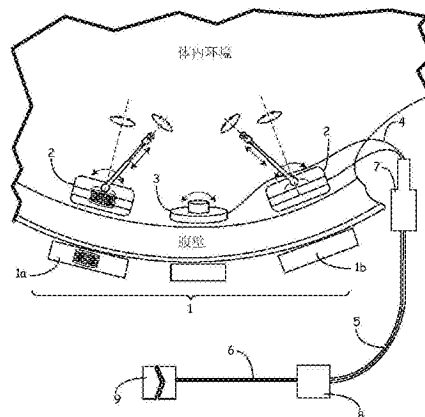
权利要求书2页 说明书9页 附图14页

(54) 发明名称

磁锚定机器人系统

(57) 摘要

一种手术系统包括外部锚定器、内部锚定器以及器械。所述外部锚定器适用于被定位在身体外。所述内部锚定器适用于经由单个入口端口被插入到身体中,定位在身体内,并且与外部锚定器磁耦合。所述器械适用于经由所述单个入口端口被插入到身体中,并且被固定到内部锚定器。所述器械包括具有通过多个轴的多个运动度的端部执行器。



1. 一种手术系统,所述手术系统包括:  
外部锚定器,所述外部锚定器适用于被定位在身体外;  
内部锚定器,所述内部锚定器适用于经由单个入口端口被插入到身体中,定位在身体内,并且与所述外部锚定器磁耦合;以及  
器械,所述器械适用于经由所述单个入口端口被插入到身体中,并且被固定到所述内部锚定器,所述器械包括端部执行器和可折叠围板,所述端部执行器具有通过多个轴的多个运动度,所述可折叠围板具有至少第一和第二结构,所述第一结构以处于折叠状态而适用于被插入到身体中的方式提供所述围板,所述第二结构以处于展开状态的方式提供所述围板。
2. 如权利要求 1 所述的手术系统,其中所述可折叠围板包括基座以及连接到所述基座的一对可折叠翼部。
3. 如权利要求 2 所述的手术系统,其中所述可折叠翼部适用于在存在来自身体的加热或冷却或者从外部装置提供的能量时展开和重新折叠。
4. 如权利要求 2 所述的手术系统,其中所述可折叠翼部能够通过加热或冷却被致动来展开和重新折叠。
5. 如权利要求 2 所述的手术系统,其中所述可折叠围板提供弹簧效应,辅助展开所述翼部、折叠所述翼部或者保持折叠的所述翼部。
6. 如权利要求 5 所述的手术系统,其中所述弹簧效应由形状记忆合金材料提供。
7. 如权利要求 1 所述的手术系统,其中所述端部执行器为 3D 摄像机。
8. 如权利要求 1 所述的手术系统,还包括被配置来基于一个或者更多个操作者的输入控制所述器械的控制台。
9. 一种手术系统,所述手术系统包括:  
外部锚定器,所述外部锚定器适用于被定位在身体外;  
内部锚定器,所述内部锚定器适用于经由单个入口端口被插入到身体中,定位在身体内,并且与所述外部锚定器磁耦合;以及  
器械,所述器械适用于经由所述单个入口端口被插入到身体中,并且被固定到所述内部锚定器,所述器械包括具有通过多个轴的多个运动度的端部执行器;以及  
丝,其中  
所述外部锚定器包括所述丝能够通过的孔径。
10. 如权利要求 9 所述的手术系统,其中所述丝可经由皮下针插入到身体中。
11. 如权利要求 9 所述的手术系统,其中所述外部锚定器和内部锚定器适用于通过所述丝被固定,从而增加所述外部锚定器和所述内部锚定器之间的耦合力。
12. 如权利要求 9 所述的手术系统,其中所述丝具有小于 1mm 的直径。
13. 如权利要求 9 所述的手术系统,还包括:  
台架,所述台架固定到手术台;以及  
臂,所述臂固定到所述台架并且耦合到所述外部锚定器。
14. 如权利要求 13 所述的手术系统,其中所述台架重新定位所述外部锚定器提供的磁场,从而重新定位所述内部锚定器。
15. 一种手术系统,所述手术系统包括:

外部锚定器,所述外部锚定器适用于被定位在身体外;

内部锚定器,所述内部锚定器适用于经由单个入口端口被插入到身体中,定位在身体内,并且与所述外部锚定器磁耦合;以及

器械,所述器械适用于经由所述单个入口端口被插入到身体中,并且被固定到所述内部锚定器,所述器械包括具有通过多个轴的多个运动度的端部执行器;以及

柔韧的磁性片材,所述柔韧的磁性片材适用于经由所述单个入口端口被插入到身体中。

16. 如权利要求 15 所述的手术系统,其中所述磁性片材适用于在存在磁场时展开或铺开以及重新折叠或卷起。

17. 如权利要求 15 所述的手术系统,其中所述磁性片材适用于通过加热或冷却而展开或铺开以及重新折叠或卷起。

18. 如权利要求 15 所述的手术系统,其中将所述磁性片材定位在所述外部锚定器和所述内部锚定器之间聚集所述外部锚定器和所述内部锚定器之间的磁通量,从而增加所述外部锚定器和所述内部锚定器之间的耦合力。

19. 如权利要求 15 所述的手术系统,还包括另一柔韧的磁性片材,所述另一柔韧的磁性片材适用于经由所述单个入口端口被插入到身体中,其中所述两个柔韧的磁性片材与可延伸杆是可连接的,来形成体内机械框架。

## 磁锚定机器人系统

[0001] 相关申请的交叉引用: 本申请要求 2012 年 4 月 26 日递交的、序号为 No. 61/638, 828 的美国临时申请, 2012 年 10 月 25 日递交的、序号为 No. 61/718, 252 的美国临时申请, 2013 年 3 月 15 日递交的、序号为 No. 13/835, 653 的美国实用申请以及 2013 年 3 月 15 日递交的、序号为 No. 13/835, 680 的美国实用申请的优先权, 这些申请中的每个特此通过引用被整体并入本文。

### 背景技术

[0002] 外科医生传统上依赖于来自手术室光照的外部照明和足够的暴露来获得良好的手术视野。这通常需要大的切口(尤其是如果外科医生的手比较大的话)来提供用于进行手术的进入通路。现代内窥镜中的光纤的引入使得外科医生可以在体腔内部的良好照明下清楚地查看, 而不必切开大切口。微创手术(MIS) 现在已取代了大多数常规的开放性外科手术。计算机辅助技术或者机器人技术进一步推动了 MIS 的发展, 因为机器人机器人的计算机传感器能够可靠地且灵敏地将外科医生的手指和手腕的运动转变为体腔内部的从动腹腔镜器械的运动。这些发展允许在小的密闭空间中对用于精细重建性手术的手术器械进行良好的灵巧性和精度控制。

[0003] 然而, MIS 方法需要多个切口来插入摄像机和各种腹腔镜器械。过去几年里, 单孔腹腔镜(LESS) 手术技术已变为可以使用, 但是这些极大地受到摄像机与工作器械之间缺乏适当的三角剖分的影响, 摄像机与工作器械之间的适当的三角剖分对于良好的手术人体工学(因此, 手术的简易性和成功) 是重要的。

[0004] 经自然腔道内镜手术(NOTES) 是开腹手术的替代方案, NOTES 使用内窥镜技术, 以完全避免对外部腹壁切口的需要。理论上, NOTES 通过使进入创伤和与外部切口相关联的各种并发症(包括伤口感染、疼痛、疝形成、难看的腹部疤痕和粘连) 最小来提供益处。

[0005] 然而, NOTES 方法受到大量缺点的影响, 包括手术器械的适当的三角剖分的不足(因此, 工作中人体工学不佳)、不能施加离轴力以及难以将多个器械传递到腹腔中以进行适当的手术操纵。

### 发明内容

[0006] 在实施方案中, 一种手术系统包括外部锚定器、内部锚定器以及器械。所述外部锚定器适用于被定位在身体外。所述内部锚定器适用于经由单个入口端口被插入到身体中, 定位在身体内, 并且与所述外部锚定器磁耦合。器械适用于经由所述单个入口端口被插入到身体中, 并且被固定到所述内部锚定器。器械包括端部执行器以及可折叠围板。端部执行器具有通过多个轴的多个运动度。所述可折叠围板具有至少第一和第二结构。所述第一结构以处于折叠状态而适用于被插入到身体中的方式提供所述围板, 所述第二结构以处于展开状态的方式提供所述围板。

[0007] 在另一实施方案中, 一种手术系统包括外部锚定器、内部锚定器、器械以及丝。所述外部锚定器适用于被定位在身体外。所述内部锚定器适用于经由单个入口端口被插入到

身体中,定位在身体内,并且与所述外部锚定器磁耦合。所述器械适用于经由所述单个入口端口被插入到身体中,并且被固定到所述内部锚定器。所述器械包括具有通过多个轴的多个运动度的端部执行器;所述外部锚定器包括所述丝能够通过的孔径。

[0008] 在另一实施方案中,一种手术系统包括外部锚定器、内部锚定器、器械以及柔韧的磁性片材。所述外部锚定器适用于被定位在身体外。所述内部锚定器适用于经由单个入口端口被插入到身体中,定位在身体内,并且与所述外部锚定器磁耦合。所述器械适用于经由所述单个入口端口被插入到身体中,并且被固定到所述内部锚定器。所述器械包括具有通过多个轴的多个运动度的端部执行器。所述柔韧的磁性片材适用于经由所述单个入口端口被插入到身体中。

[0009] 在另一实施方案中,一种手术方法包括:通过单个入口端口将至少两个内部锚定器和器械插入到身体中,所述器械是可固定到内部锚定器的并且每个包括具有通过多个轴的多个运动度的端部执行器;将所述内部锚定器从插入结构重新配置到操作结构,所述操作结构分别与身体壁具有比所述插入结构更大的接触面积;以及将至少一个外部锚定器定位在身体外,以使所述内部锚定器和所述外部锚定器跨身体壁磁耦合。

#### 附图说明

[0010] 图 1 是示例性手术机器人系统的一般性示意图。

[0011] 图 1A 和图 1B 是示例性人机界面的前视图。

[0012] 图 2A 和图 2B 是示例性入口端口的立体视图。

[0013] 图 3 是示例性外科医生控制台的立体视图。

[0014] 图 4 是示例性外科医生控制台的侧视图。

[0015] 图 5 是示例性病人检查台(patient table)的侧视图。

[0016] 图 6A 和图 6B 是示出示例性微形机器人操纵器的 7 轴运动的侧视图。

[0017] 图 7A 和图 7B 是示出示例性微型机器人操纵器的 7 轴运动的侧视图。

[0018] 图 8A 是微型机器人操纵器的示例性可折叠围板的端视图,图 8B 是该示例性可折叠围板的侧视图。

[0019] 图 9 是示出示例性 2D 微型机器人摄像机的 2 轴运动的侧视图。

[0020] 图 10 是示出示例性 2D 微型机器人摄像机的 2 轴运动的侧视图。

[0021] 图 11A 是微型机器人 2D 摄像机的示例性可折叠围板的端视图,图 11B 是该示例性可折叠围板的侧视图。

[0022] 图 12 是示出示例性 3D 微型机器人摄像机的 2 轴运动的侧视图。

[0023] 图 13 是示出示例性 3D 微型机器人摄像机的 2 轴运动的侧视图。

[0024] 图 14A 是微型机器人 3D 摄像机的示例性可折叠围板的端视图,图 14B 是该示例性可折叠围板的侧视图。

[0025] 图 15 是示例性 3D 微型机器人摄像机的立体视图。

[0026] 图 16A 是处于折叠结构的示例性微型机器人致动器的端视图。

[0027] 图 16B 是处于折叠结构的示例性微型机器人致动器的侧视图。

[0028] 图 16C 是处于展开结构的示例性微型机器人致动器的端视图。

[0029] 图 16D 是处于展开结构的示例性微型机器人致动器的侧视图。

- [0030] 图 17 是示例性微型机器人操纵器在体内环境下的侧视图。
- [0031] 图 18A 和图 18B 是示例性微型机器人操纵器在体内环境下的侧视图。
- [0032] 图 19 是包括细金属丝的示例性手术机器人系统的示意图。
- [0033] 图 20A 和图 20B 是示例性人机界面的前视图。
- [0034] 图 21 是示出插入示例性细金属丝的侧视图。
- [0035] 图 22 是示出将示例性细金属丝锁固到小型机器人的侧视图。
- [0036] 图 23 是示出细金属丝的拉紧力的示例的侧视图。
- [0037] 图 24 是示出在有细金属丝的情况下微型机器人操纵器向左边的示例性 X-Y 运动的侧视图。
- [0038] 图 25 是示出在有细金属丝的情况下微型机器人操纵器向右边的示例性 X-Y 运动的侧视图。
- [0039] 图 26 是示出在没有细金属丝的情况下微型机器人操纵器向左边的示例性 X-Y 运动的侧视图。
- [0040] 图 27 是示出在没有细金属丝的情况下微型机器人操纵器向右边的示例性 X-Y 运动的侧视图。
- [0041] 图 28 是示例性腹内机械框架的侧视图。

### 具体实施方式

[0042] 磁锚定机器人系统(MRS)允许使用多个独立的体内小型机器人进行计算机辅助的微创手术,所述小型机器人可以具有在不同轴上运动的全部七个自由度(注意的是,除了以下讨论的小型机器人的运动自由度之外,还有两个自由度可以通过沿着腹壁平移小型机器人而为可获得的)。腹内手术可以在外科医生通过外部计算机控制台的远程控制下、在体内转动摄像机的监控下进行。小型机器人器械、摄像机和其他装置中的每个可以经由单个切口(例如,通过脐)或者通过自然腔道被插入到腹腔中,并且可以被腹壁外的、选定地点处的外部电磁锚定和定位装置固定到位,以提供手术人体工学以及摄像机与器械之间的三角剖分。根据病人的情况和病情,腹腔内的这样的小型机器人系统的控制可以例如经由有线通信或者有线通信和无线通信的混合组合。在一些布置中,电力将通过一对导体传送到小型机器人器械(执行器),而电力的控制信号可以通过有线或者无线地传送。

[0043] 摄像机以及所有腹腔镜器械可以通过单个切口或者通过自然腔道被插入到腹腔中。腹腔镜器械然后通过置于腹壁外的外部电磁体被锚定和定位。MRS 因此可以允许 MIS 在具有以下二者益处的情况下进行:计算机辅助手术或者机器人手术以及仅使用单个切口或者通过自然腔道(NOTES)。示例性 MRS 可以包括:

[0044] (i) 一个或者更多个外部安装的电磁锚定和定位装置;

[0045] (ii) 多个内部电磁锚定装置,每个内部电磁锚定装置与能够具有例如经由多个轴运动的七个自由度的独立的小型机器人手术器械配合;以及

[0046] (iii) 提供手术控制和操纵的外科医生的计算机控制台。

[0047] 因而,可以实现示例性优点,包括最小化进入创伤、提供器械在腔体内的无约束的或者约束较少的、更灵巧的运动以及使得能够为了最佳的或者改进的操作工效学而对器械进行适当的或者改进的三角剖分。

[0048] 参照图 1,所述系统可以包括置于外腹壁上的、与身体内的远程控制的机器人操纵器(一个或多个)2 相关联的一个或者更多个磁或者电磁定位装置(一个或多个)1 (以下,统称为电磁定位装置 1,除非另有明确排除,否则电磁定位装置 1 包括这样的实施例,其中包括永磁体/非电磁体)。电磁定位装置 1 可以包括伺服机构,该伺服机构被远程控制以控制内部电磁锚定装置的位置。因此可以通过外部提供的磁场与内部电磁锚定装置一起来移动和定位人体内的机器人操纵器,所述磁场与包括在电磁定位装置 1 中的一个或者更多个永磁体或者电磁体相互作用。如图 18 所示,这样的外部提供的磁场可以被 X-Y 伺服机构移动到指定位置,从而将机器人臂重新定位到该指定位置,然后再次重新固定。作为另一个实施例,图 17 所示的电磁定位装置 23 可以是腹壁外的线性感应定子的形式,以使得当合适频率的交变电流施加于腹壁外的定子时,内侧翼部 24 将悬浮并且向前移动。当以脉冲形式施加这样的交变电流时,内侧翼部 24 将以小步进向前移动。这样的控制也可以由控制计算机提供。

[0049] 出于图示说明的目的,每个定位装置与一个机器人操纵器一起被示出;然而,对于一个定位装置,可以存在多个机器人操纵器,或者对于一个机器人操纵器,可以存在多个定位装置。例如,每个装置可以检测人体内的对应的多轴微型机器人操纵器 2 的端部执行器的当前位置。身体内的多轴微型机器人操纵器 2 可以检测端部执行器的当前位置。微型机器人操纵器 2 可以包括各种端部执行器,比如,分别用于执行给定处理和使体内环境可视化的抓取装置 16 (例如,如图 6 所示的)以及成像装置 3。

[0050] 操纵器 2 可以被折叠并且通过入口端口 7 被插入到体腔中,入口端口 7 为中空圆柱体的形式,被安装在病人的微创开口等上。它可以与穿过入口端口 7 的柔性电缆 4 连接,并且经由电线 5 或者无线地连接到中央控制计算机 8。入口端口 7 的直径在一些实施例中 1.5-2cm 的范围内,但是可以变化。1.5-2cm 的范围是有利的,因为它大到足以使设备(操纵器等)穿过并且小到足以被大多数自然腔道容纳。

[0051] 参照图 2A 和图 2B,入口端口 207' 和 207'' 可以被成形为以允许多个操纵器 2 通过同一个入口端口 207 插入的方式容纳柔性电缆 204' 和 204''。入口端口 207' 和 207'' 的内壁包括具有与导线 204' 和 204'' 互补的形状的一个或更多个凹陷。

[0052] 在图 2A 所示的实施例中,入口端口 207' 的内壁中的凹陷 208' 是槽形,并且包括容纳扁平电缆 204' 的平坦的表面。在一些实施例中,内壁的截面可以为多面体的形状,该多面体具有与相邻凹陷 208' 直接相接的凹陷 208'。在其他实施例中,凹陷 208' 可以围绕入口端口 207' 的内表面周向分布。凹陷 208' 可以围绕入口端口 207' 的内表面相等地或者不等地分布。

[0053] 在图 2B 所示的实施例中,入口端口 207'' 的内壁中的凹陷 208'' 被倒圆以容纳圆形电缆 204''。在一些实施例中,凹陷 208'' 与相邻凹陷 208'' 直接相接。在其他实施例中,凹陷 208'' 可以围绕入口端口 207'' 的内表面周向分布。凹陷 208'' 可以围绕入口端口 207'' 的内表面相等地或者不等地分布。

[0054] 将意识到,上述形状本质上是示例性的,并且可以根据具体实现方式从各种各样的其他形状进行选择。提供凹陷 208 考虑通过下述方式来对许多操纵器 2 使用同一入口端口,即,在电缆 204 的入口端口 207 的开口留出空隙以使得另一个操纵器 2 可通过。以这样的方式,与入口端口、套管针等的插入相关联的创伤可以通过对几个或者全部操纵器 2 重

复利用同一个入口端口来最小化。

[0055] 根据应用,远程控制的微型机器人操纵器 2 与中央控制计算机 8 之间的信号传输可以通过有线连接(例如,通过导电电缆或者光学电缆经由入口端口 7)或者无线连接(例如,经由与包括在定位装置中(如所示的装置 1a 中)的拾波线圈的感应耦合)来执行。用于操纵器 2 的电力还可以无线地通过腹壁、经由定位装置 1 来供给。还可以使用比如有线电源和无线控制信号的混合。

[0056] 此外,在电磁定位装置 1 可由中央控制计算机 8 控制的情况下,可以提供从中央控制计算机 8 到电磁定位装置 1 的有线或无线连接。可替换地,或者另外,电磁定位装置 1 可以与微型机器人操纵器 2 进行无线通信,以提供电磁定位装置 1 与中央控制计算机 8 之间的通信,微型机器人操纵器 2 通过有线连接(例如,经由入口端口 7)与中央控制计算机 8 连接。中央控制计算机 8 可以控制电磁定位装置 1 的定位伺服机构以及启动/停用定位控制。定位控制可以是例如启动电磁定位装置 1 中的电磁体。定位控制不必是离散的开/关控制,而可以是可变的。

[0057] 中央控制计算机 8 可以通过触发器单元 10b、11b 的对应运动来彼此独立地调整操纵器 2 的位置和动作,触发器单元 10b、11b 由操作者通过人机界面 9 进行控制,人机界面 9 经由电缆 6 与控制器连接。界面 9 可以包括显示屏幕 10a、11a 和一对触发器单元 10b、11b,它可以是不同的类型,比如,图 1A 所示的远程操作类型 10 和图 1B 所示的多轴端部执行器模拟器类型 11。在多轴端部执行器模拟器类型 11 中,触发器单元 11b 具有多轴机器人关节(joint),该多轴机器人关节可以提供操纵器 2 的具有几个自由度的端部执行器的精细位置控制。运动控制还可以包括力反馈。

[0058] 此外,插入的小型机器人的数量不限于一个操作者通过人机界面 9 可以控制的数量。如果手术需要的话,第二人机界面可以被提供给辅助操作者来同样控制小型机器人。

[0059] 参照图 3,主外科医生 100 控制一对控件 102,而在同一外科医生控制台 106 或者另一个外科医生控制台上工作的辅助员 104 则控制附加的控件 108。主外科医生 100 和/或辅助员 104 还可以控制各种摄像机。主外科医生 100 和辅助员 104 可以查看同一显示器 110,或者他们可以查看分开的例如示出病人的不同视图的显示器。显示器 110 可以是 2D 显示器、3D 显示器、肉眼 3D 显示器或者其他类型的合适显示器。辅助员 104 可以同时操作和辅助手术。两个或者更多个操作者可以有利地同时对同一病人进行操作,同时彼此保持对话。将意识到,尽管描述了主外科医生和辅助外科医生,但是控制台 106 一般地可以被任何一个或者两个(或者更多个)操作者操作。

[0060] 参照图 4,外科医生控制台 106 可以从人体工学意义上被布置为包括脚踏板 114、臂架 116 和座位 118 中的一个或者更多个。脚踏板 114 可以包括用于切换控件 102 (和/或控件 108)来控制摄像机而不是操纵器/机器人的开关,反之亦然。脚踏板 114 还可以包括用于控制摄像机(一个或多个)的手动聚焦的控件。脚踏板 114、臂架 116、控件 102、控件 108 和/或它们的任何组合可以包括用于检测操作者的存在以便启用/禁用机器人系统的传感器。

[0061] 外科医生控制台 106 还可以被布置为避免光反射。例如,显示器 110 可以被安放在使得至少一部分在外科医生所位于的桌 120 的高度以下。显示器 110 还可以成这样的角度,使得反射不被传递到桌 120 处的观察者或者到达桌 120 处的观察者的反射被减少。还

可以提供遮光器 122 来减小可能引起反射的周围照明。

[0062] 触觉反馈可以被提供给主外科医生 100 和 / 或辅助员 104。阻力可以被体内的机器人操纵器 2 测量,例如,经由搭载的 (onboard) 传感器 (比如,测压单元)。阻力还可以从操纵器 2 使用的能源 (例如,电压、电流或者功率) 的量来估计。基于阻力的力反馈可以分别经由操纵器 102 和 108 被提供给主外科医生 100 和 / 或辅助员 104。

[0063] 参照图 5,示出了示例性病人检查台 130。多个电磁定位装置 1 可以与臂 132 耦合。臂 132 可以固定到或者耦合到台架 134,台架 134 固定到或者耦合到检查台 130。因而,整个系统可以与病人同时移动。这顾及在手术过程中改变病人的位置,而无需从病人分离机器人系统,并且使在外科手术过程期间需要改变病人位置的操作便利。此外,臂 132 可以被伺服驱动,以用于重新定位或者调整电磁定位装置 1 的定向。

[0064] 参照图 6A 和图 6B,微型机器人操纵器 2 的运动轴可以具有几种不同类型的结构。在图 6A 和图 6B 所示的实施例中,示出了 7 轴运动。关节 13 可以沿着轴 I 和 II 旋转,臂 14 可以沿着方向 III 平移。腕部 15 可以沿着轴 IV 旋转,沿着轴 V 弯曲,并且沿着轴 VI 弯曲。抓取器 / 端部执行器 16 还可以沿着轴 VII 打开和关闭,这可以包括旋转和 / 或平移运动。微型机器人操纵器 2 的具有以下关节的一部分为方便起见而被称为类型 A,并且是非限制性的,该关节具有类似于关节 13 旋转轴的旋转轴以及如图 6A 所示的轴 I 和 II。

[0065] 图 7A 和图 7B 示出操纵器 2 的 7 轴运动的另一种结构,在该结构中,关节 13 在另一个方向上沿着轴 I 旋转。微型机器人操纵器 2 的具有以下关节的一部分为方便起见而被称为类型 B,并且是非限制性的,该关节具有类似于关节 13 旋转轴的旋转轴以及图 7A 所示的轴 I 和 II。

[0066] 操纵器 2 的外壳可以便于将操纵器插入到身体中,并且在插入期间保护操纵器内的机器人臂和端部执行器。它可以包括基座 21 和在基座 21 的两侧的一对可折叠的翼部 17。作为非限制性实施例,翼部 17 在折叠结构中可以有 18mm 的最大直径。18mm 的最大直径是有利的,因为它可以与大小适用于大多数自然腔道的入口端口一起很好地工作。

[0067] 在初始状态或者插入期间,翼部 17 如图 8 所示那样折叠。在部署机器人臂或者端部执行器之前,可以通过从对应的电磁定位装置 1 触发的磁力来展开翼部 17。

[0068] 翼部 17 的展开可以通过腹壁的热、外部辐射或者外部供给的电力而被触发。例如,基座 21 可以包括通过供给电流或者通过从包括在电磁定位装置 1 中的发射机接收辐射能量而启动的加热装置。在从身体移除期间,可以通过冷却来重新折叠翼部 17。冷却可以通过移除电流或者供给到加热装置的所发射的辐射和 / 或使操纵器 2 与腹壁分离来实施。加热和冷却还可以通过其他方法 (比如,热电加热器 / 冷却器、热导管等等) 来实现。这个操作可以反过来,其中折叠由加热触发,展开由冷却触发。

[0069] 可替换地或者另外,翼部 17 可以是具有不同热膨胀系数的两种材料的层压件。因而,当翼部 17 被加热和冷却时,所述材料以不同的速率膨胀和收缩,从而使翼部 17 折叠和展开。所述材料可以是金属合金。翼部 17 可以由形状记忆合金构成。

[0070] 可替换地或者另外,在所述操作之后,可以通过使用另一个操纵器操纵翼部 17 来重新折叠翼部 17。

[0071] 可替换地或者另外,翼部 17 可以具有帮助打开或者闭合翼部以及保持折叠的翼部的弹簧效应。例如,翼部 17 可以具有弹簧效应,其中所得力趋向于折叠翼部 17。在存在

定位装置 1 时,弹簧效应的强度不足以保持折叠的翼部 17,并且翼部 17 通过磁力展开。当定位装置 1 被移除时,弹簧效应可以使翼部 17 折叠。

[0072] 根据腹壁的状况,翼部 17 的平移运动可以由翼部 17 (例如,如图 18 中的翼部 24 所示)上的、可磁性切换的或者可电致动的辊提供。

[0073] 操纵器 2 的平移运动可以通过电磁悬浮来提供。例如,可以使操纵器 2 与电磁定位装置 1 之间的吸引力减弱或者反向,以允许相对于腹壁的移动。电磁定位装置 1 然后可以通过伺服运输装置或者磁性运输装置(类似于图 18 中所示的电磁定位装置 26 和基座 25)来在腹壁上移动。

[0074] 在磁性运输装置的情况下,磁体可以设置在电磁定位装置 1 中。外部提供的磁场被供给来与电磁定位装置 1 或 26 的磁体相互作用,以使电磁定位装置 1 在 X-Y 方向上运动并且被相对于腹壁重新定位。

[0075] 根据操纵器在操作期间的目的,操纵器 2 的端部执行器可以改装为抓取装置 16、成像装置(比如,2D 摄像机 18 或者 3D 立体摄像机 19)或者其他装置。在 2D 摄像机或者 3D 摄像机的情况下,摄像机可以沿着两个垂直轴旋转,以获取不同定向的 2D 平面视图或者 3D 立体视图。在图 9 和图 12 (类型 A)以及图 10 和图 13 (类型 B)中示出具有两种不同类型的结构的实施例。摄像机的外壳可以便于将操纵器插入到身体中并且在插入期间保护操纵器内的 2D 摄像机或者 3D 摄像机。在初始状态或者插入 2D 摄像机或 3D 摄像机期间,翼部分别如图 11 和图 14 所示那样折叠。作为非限制性实施例,翼部可以具有 18mm 的最大直径。18mm 的最大直径是有利的,因为它与大小适用于大多数自然腔道的入口端口一起很好地工作。在部署 2D 摄像机之前,翼部 17 通过从对应的远程控制的电磁定位装置 1 触发的磁力而展开。如图 13 所示,对于 3D 摄像机,可以包括加载弹簧的(spring loaded)旋转关节 20。

[0076] 图 15 是示例性 3D 摄像机 150 的立体视图。摄像机 150 可以包括 3 个部分:摄像机本体 152、可延伸连杆 154 以及可折叠的磁性锚定设备 156。摄像机本体 150 可以包括转动头 158 和两个摄像机镜头 160。摄像机镜头 160 可以沿着转动头 158 的主轴分隔开,并且提供 3D 图像。转动头的主轴在它的折叠结构中可以与摄像机 150 的纵轴一致。沿着纵轴或者“侧向”分隔摄像机镜头在可植入装置中可获得的有限直径中容纳两个摄像机镜头 160,从而提供 3D 影像(否则不大可能)。当需要前看视图时,转动头 158 可以摆动大约 90 度(或者更多),以使得“侧”看的摄像机可向前看。

[0077] 柔性连接件 162 与本体部分 164 连接,柔性连接件 162 可以是铰链,本体部分 164 可以是管体或者管状控制单元。本体部分 164 经由柔性连接件 166 与可延伸连杆 154 连接,柔性连接件 166 可以是铰链。可延伸连杆 154 延伸和回缩,以允许将摄像机本体 152 安放在手术区域附近。可延伸连杆 154 的相对端例如通过 2 轴柔性连接件 168a 和 168b 与可折叠的磁性锚定设备 156 连接,并且在一些情况下,被锁固到可折叠的磁性锚定设备 156。柔性连接件 162、166、168a 和 168b 可以被伺服驱动。可折叠的磁性锚定设备 156 可以被固定在腹壁/体壁上,例如通过激活外部磁体或者将永磁体定位在腹壁外。

[0078] 柔性连接件 162 和 166 允许摄像机 150 在被锚定设备 156 固定的同时在困难的密闭空间中弯曲和定位。可折叠的磁性锚定设备 156 还可以随腹壁处的旋转中心稍微地转动(例如通过转动外部磁性锚定器),来便于摄像机的轻微的侧向运动,以用于更清楚地显现

感兴趣的区域。

[0079] 图 16 示出具有 7 个自由度和由关节 172、174、178 和 180 提供的多个运动轴的示例性微型机器人致动器 170。

[0080] 附加的锚定力可以被提供给电磁定位装置 1。例如,对于腹壁厚(例如,50mm 厚或者更厚)的肥胖病人,可能难以将电磁定位装置 1 充分地固定到操纵器 2 以用于外科手术过程期间的精确运动。重要的是提供用于牢固地锚定小型机器人的稳定平台。此外,可用于容纳小外形的操纵器 2 的空间是有限的。因而,提供外部致动可以是符合期望的,来在外科手术期间抓取和移动器官或者组织时为全部七个运动轴提供充分的力矩。

[0081] 参照图 19 和图 21,柔韧的(flexible)或者半柔韧的磁性片材 22 可以通过入口端口 7 被插入到体腔中。当被插入时,磁性片材 22 可以卷起或者折叠。一旦被插入,它可以展开或者铺开,并且被沿着腹壁定位。磁性片材 22 可以通过机械机制被展开 / 铺开,或者它可以通过使它经受磁场(可以由外部电磁体提供)来被展开 / 铺开,和 / 或通过凭借供给的能量进行加热或者冷却来被展开 / 铺开。

[0082] 磁性片材 22 可以被提供为足以覆盖大面积的内部腹壁的单个大片材。磁性片材还可以由一个或者更多个小号尺寸或者中等尺寸的片材提供,以提供对腹壁的某一区域的覆盖。

[0083] 腹内机械框架(例如,图 28 所示的腹内机械框架 27)可以通过下述方式来构造,即将各个磁性片材与可延伸杆连接来提供供小型机器人操作的稳定平台。该腹内机械框架在一些情况下可以在不需要使用覆盖腹部的大部分的大的柔韧磁性片材的情况下,提供与这样的大片材的锚定支撑类似的锚定支撑。

[0084] 磁性片材 22 的位置可以被外部电磁体 1b 固定。磁性片材 22 提供供微型机器人操纵器 2 附连的稳定平台。磁性片材 22 可以提供聚集磁通量的介质,并且提供微型机器人操纵器(比如,微型机器人操纵器 2)的牢固锚定。提供这样的聚集通量的介质的示例性材料包括铁基材料和硅铁基材料。将意识到,该牢固锚定可以被提供给任何微型机器人操纵器以及其他相关装置(比如,摄像机)。还将意识到,磁性片材可以与所描述的实施例(包括图 1 和图 17-28 的那些实施例)中的任何一个一起使用,但是不是这些实施例中的任何一个所必需的。

[0085] 为了提供附加锚定力,可以包括细丝 28。细丝 28(可以是金属丝)从外部电磁体 1b 延伸,并且可以经由细针或者以细针的形式通过腹壁引入。为了便于经由针或者皮下注射器引入细金属丝 28,丝 28 可以具有 1mm 的最大直径。1mm 的最大直径是优选的,以使得刺孔保持远低于将被认为是切口的大小并且不留下明显的可见疤痕。将意识到,其他材料(比如,柔性纤维或者刚性纤维、生物相容性聚合物 / 塑料以及可以包括金属或者可以不包括金属的多材料复合物)可以代替金属用于丝 28。

[0086] 作为实施例,细金属丝 28 可以从外部电磁体 1b 经由圆形通孔、槽或者电磁体 1b 中的另一个孔径提供。孔、槽或者其他孔径可以设置在电磁体 1b 的中心处。

[0087] 锁固机构(比如,一对间隔小于细丝 28 或者其末端的厚度的倾斜金属舌)可以被提供来将微型操纵器 2 可释放地锁固在细丝 28 的末端上。在使用金属舌的锁固机构的实施例中,金属舌可以经受偏置力(比如,弹簧),以使细丝 28 保持被锁固在微型机器人操纵器 2 中。移除偏置力或者提供反力可以允许细丝 28 被释放。细丝 28 的释放可以由远程控制的

电致动器或者通过腹部内的例如内窥镜的机械动作来提供。

[0088] 参照图 22, 金属丝 28 的末端可以被可释放的止回机构锁固。细丝 28 的末端可以被扩大来提供更牢固的锁固。

[0089] 参照图 23, 当细丝 28 在外部电磁体 1b 的基座处被拉紧时, 外部电磁体 1b 和小型机器人 2 从相对侧压抵腹壁, 以使得附加锁固力被提供给微型机器人操纵器 2 以附连到稳定平台。因此, 在进行外科手术时提供微型机器人操纵器 2 的可靠的且稳定的运动。

[0090] 孔径可以被提供在外部电磁体 1b 中, 细丝 28 穿过外部电磁体 1b。孔径可以是槽、十字形、大的单个开口或者另一种形状的形式。提供孔径顾及在细丝 28 被插入在腹壁中之后重新定位微型机器人操纵器 2, 而无需重新插入细丝 28。因而, 丝可以被弄松以使得外部电磁体 1b 和微型机器人操纵器 2 可移动, 并且随后被重新拉紧以顾及重新定位微型机器人操纵器 2。

[0091] 除了提供附加锚定力之外, 细丝 28 还可以被用来提供电力或者将信号提供至微型机器人操纵器 2/ 提供来自微型机器人操纵器 2 的信号。

[0092] 参照图 24-27, 当小型机器人与电磁体紧密地耦合时, 微型机器人操纵器 2 的运动可以由外部电磁体 1b 的转动动作引起。例如, 运动中心可以被安置在腹壁的中间点处。

[0093] 外部致动可以补充微型致动器在微型机器人操纵器 2 上的 X-Y 运动。由于杠杆效应, 电磁体 1b 的小的角运动将导致微型机器人操纵器 2 的大的二维 X-Y 运动。在不紧密耦合的情况下, 以这种方式移动微型机器人操纵器 2 的尝试将可能导致微型机器人操纵器 2 和外部电磁体 1b 的分离, 并且将不会实现 X-Y 运动。

[0094] 尽管已在微型机器人操纵器和外部磁体的上下文中描述了以上描述的附加锚定力的提供, 但是将意识到, 这仅仅是示例性的应用, 并且所描述的设备和方法还可以应用于期望锚定到体腔内的稳定平台上的任何各种各样的其他器械。

[0095] 尽管以上已描述了根据公开的原理的各种实施方案, 应理解这些实施方案仅以示例的方式被提出, 而非限制性的。因此, 所述发明(一个或多个)的宽度和范围不应受任何上述的示例性实施方案限制, 而应仅根据本公开公布权利要求以及它们的等同形式来限定。而且, 以上优点和特征在所描述的实施方案中提供, 但不应将这些公布的权利要求的应用限制为实现以上优点的任一或全部的方法和结构。具体地讲, 除非另外阐述, 所描述的实施方案的各个特征和方面可以分开使用和 / 或以任何组合的方式可互换地使用, 并且不限于上述布置。

[0096] 此外, 本文的段落标题是被提供来与 37CFR1.77 的建议一致, 或者用于提供本文的结构线索。这些标题不应限制或特征化可以从本公开公布的任何权利要求中所阐述的发明(一个或多个)。具体地并且以举例的方式, “背景技术” 中的技术的描述不是要被解读为承认本技术是本公开中的任何发明(一个或多个)的现有技术。“发明内容” 也不是要被认为是在公布的权利要求中所阐述的发明(一个或多个)的特征描述。另外, 该公开中对单数的“发明”的任何引用不应被用于证明在该公开中仅有一个新颖点。多个发明可以根据从本公开公布的多个权利要求的限定来进行阐述, 并且这些权利要求相应地定义了由其保护的发明(一个或多个)及其等同形式。在所有例子中, 这些权利要求的范围根据本公开按照这些权利要求本身的实质来考虑, 而不应被本文所陈述的标题限制。

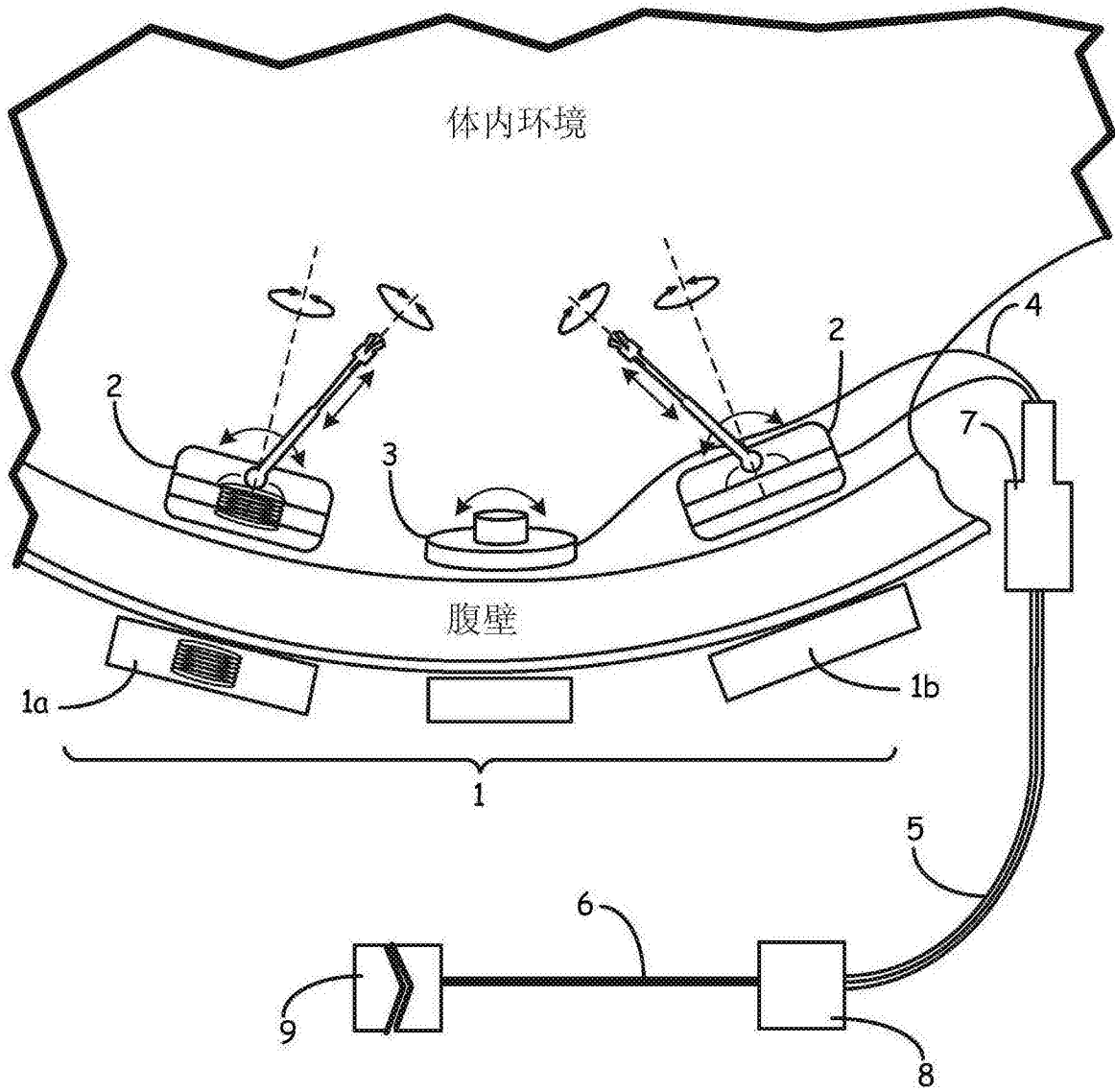


图 1

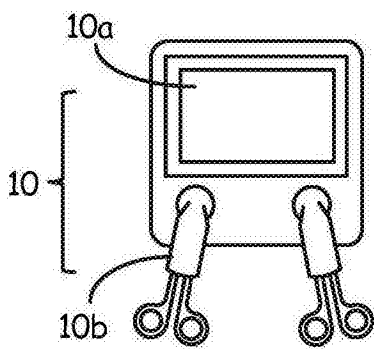


图 1A

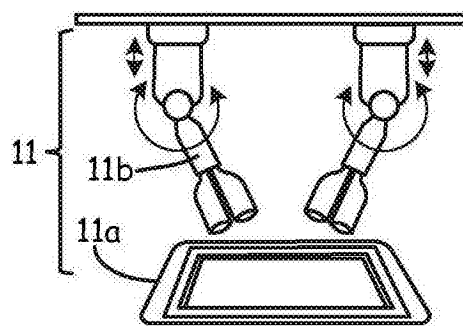


图 1B

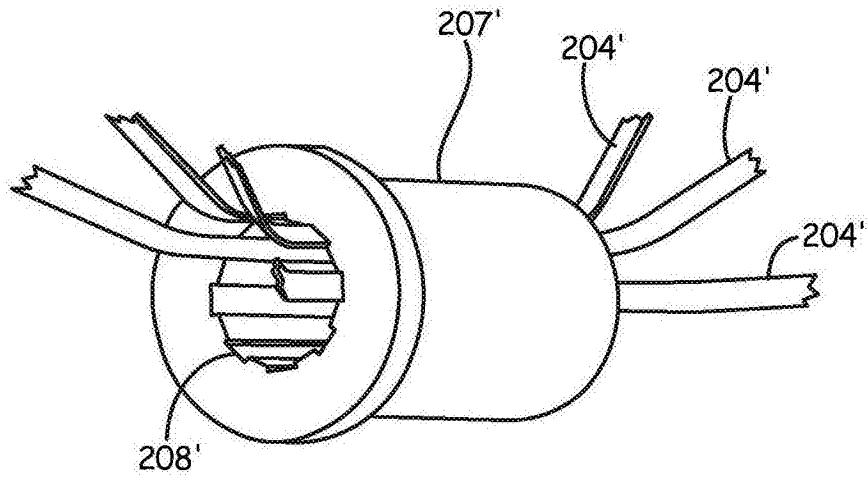


图 2A

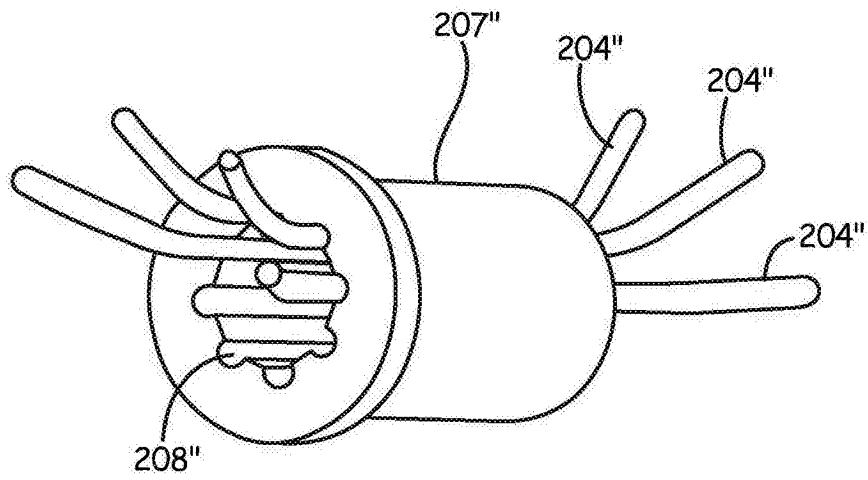


图 2B

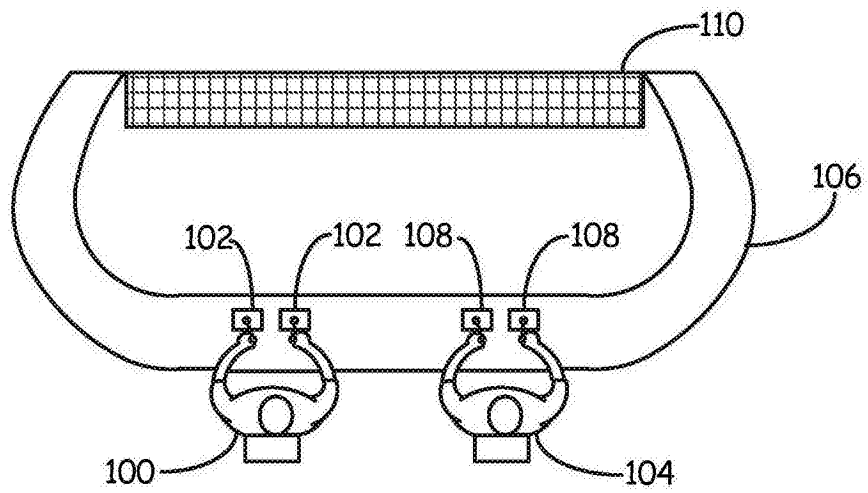


图 3

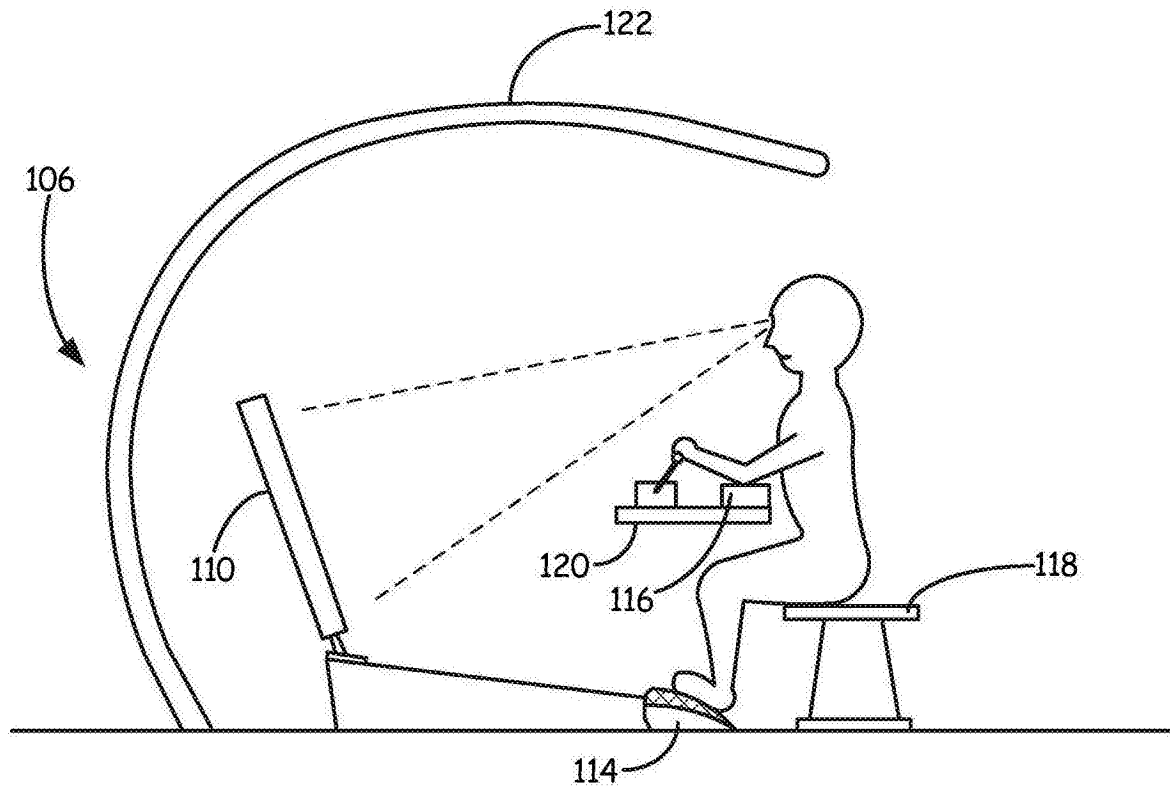


图 4

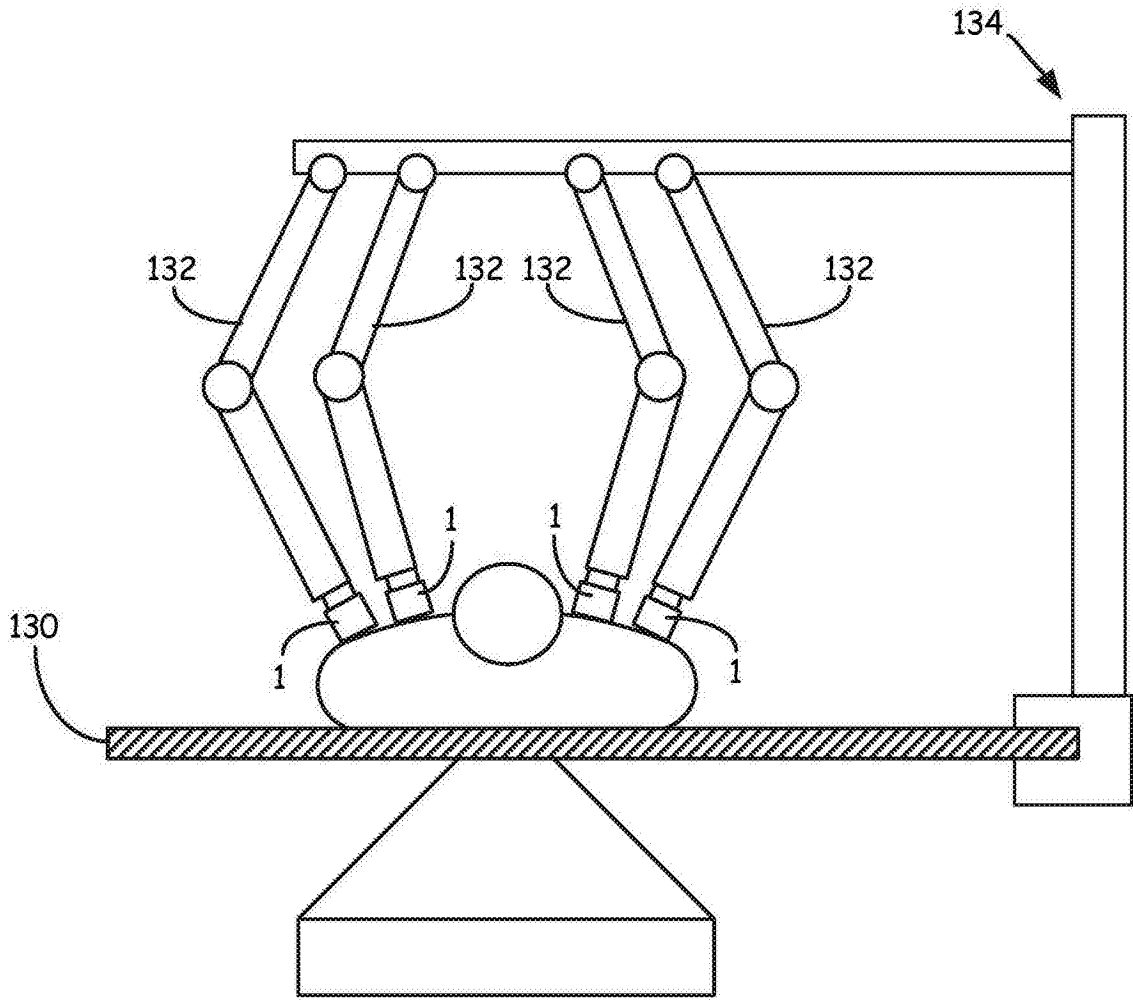


图 5

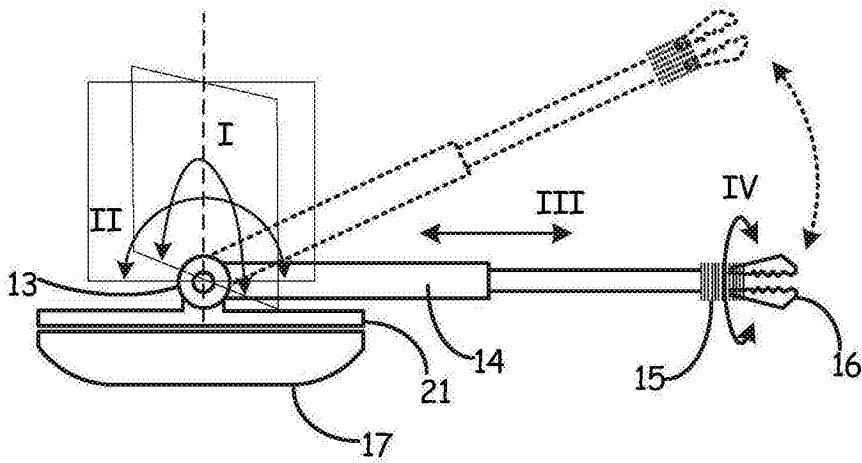


图 6A

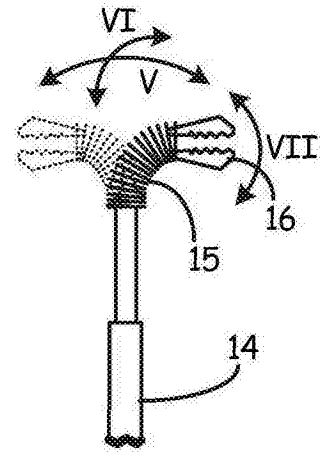


图 6B

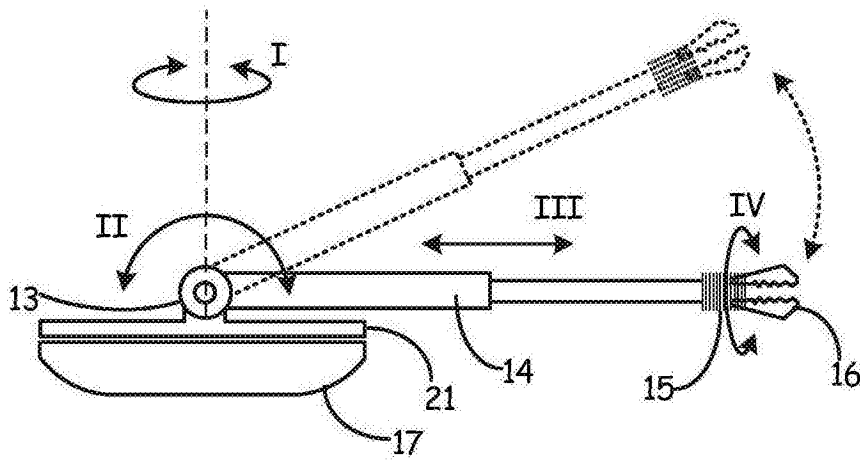


图 7A

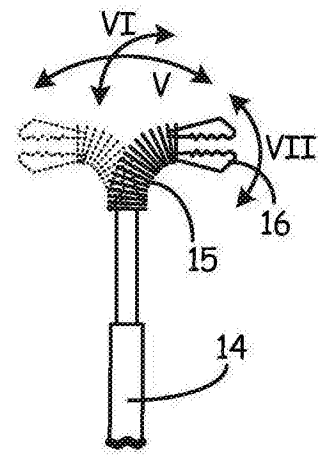


图 7B

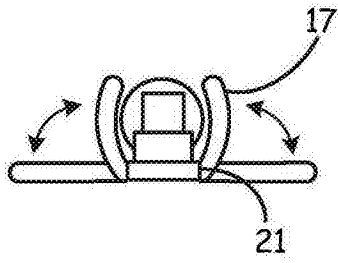


图 8A

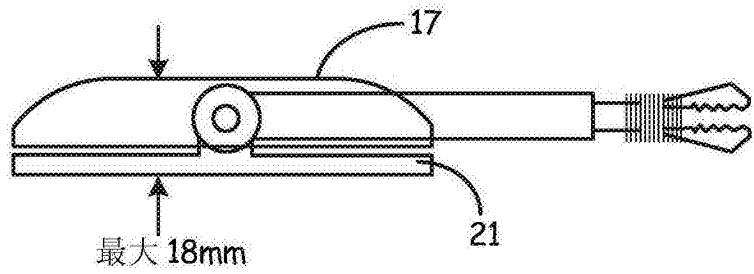


图 8B

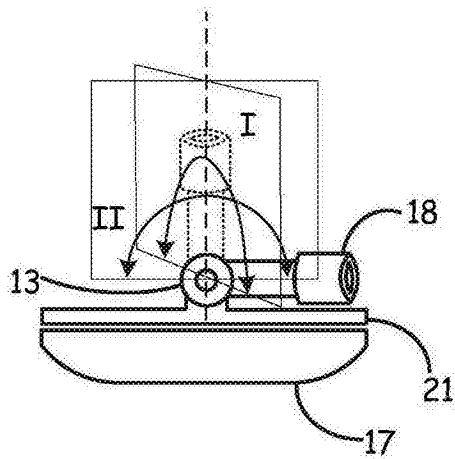


图 9

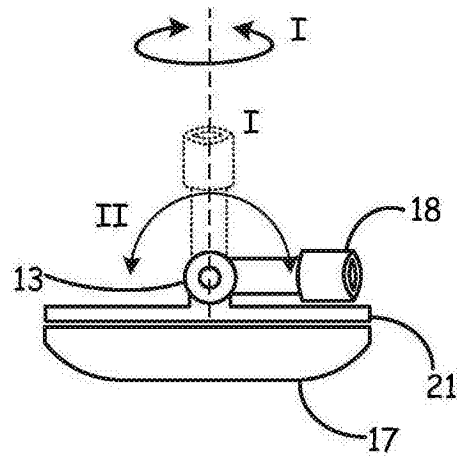


图 10

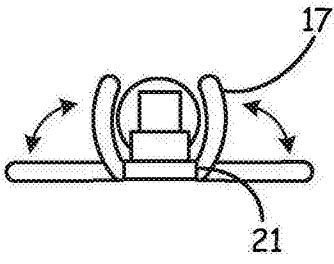


图 11A

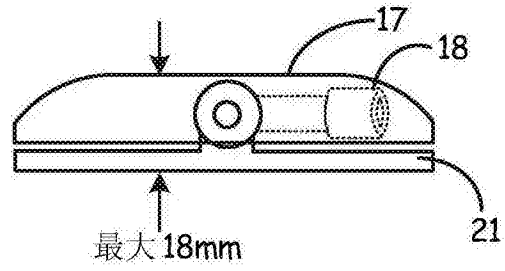


图 11B

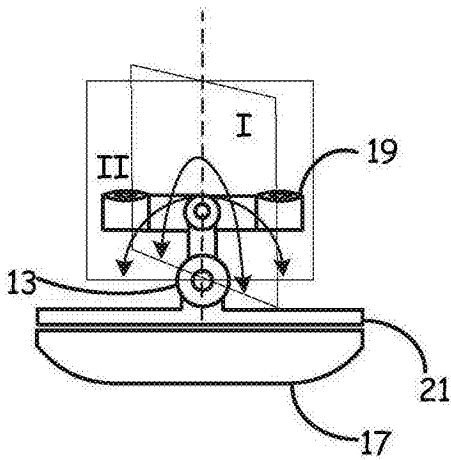


图 12

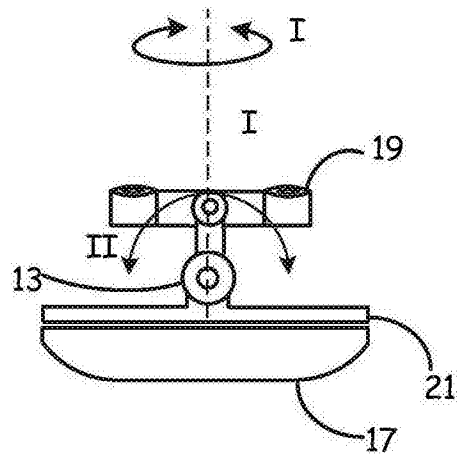


图 13

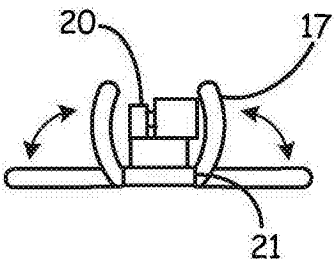


图 14A

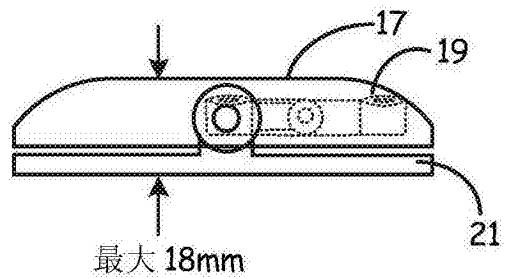


图 14B

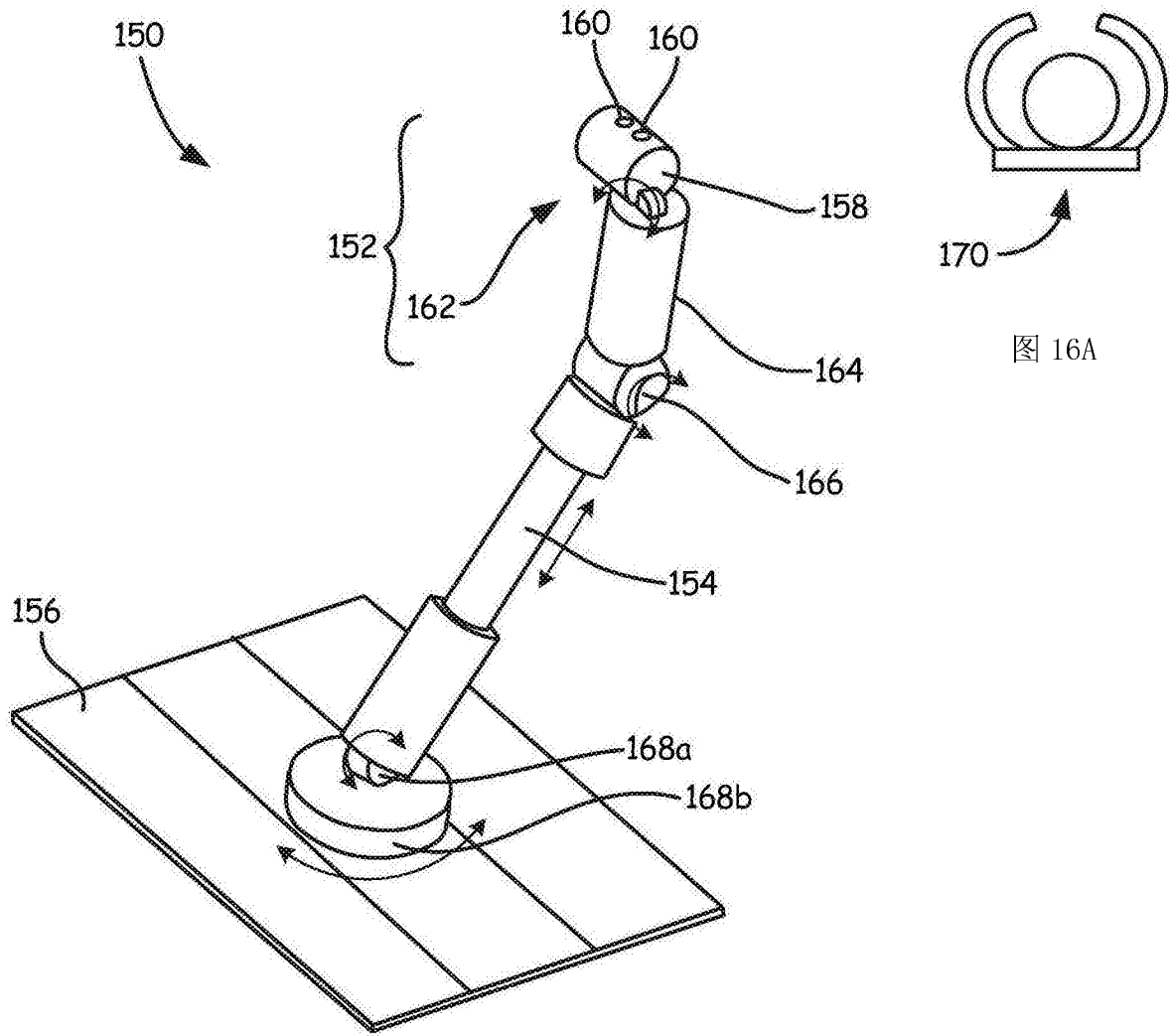


图 15

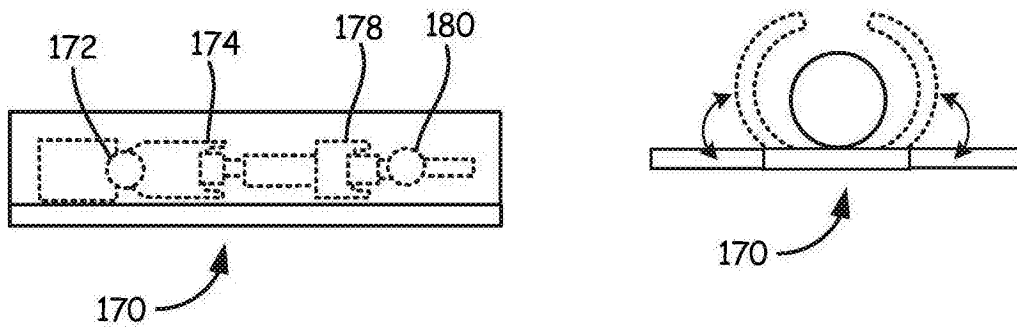


图 16B

图 16C

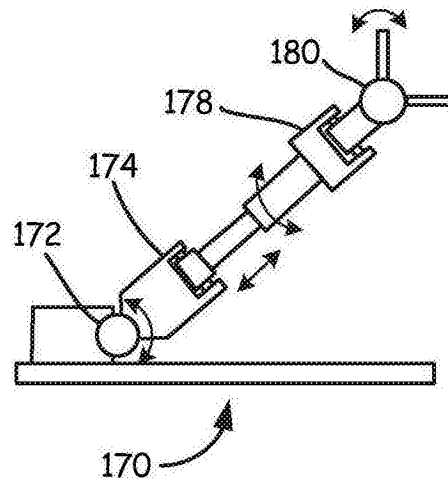


图 16D

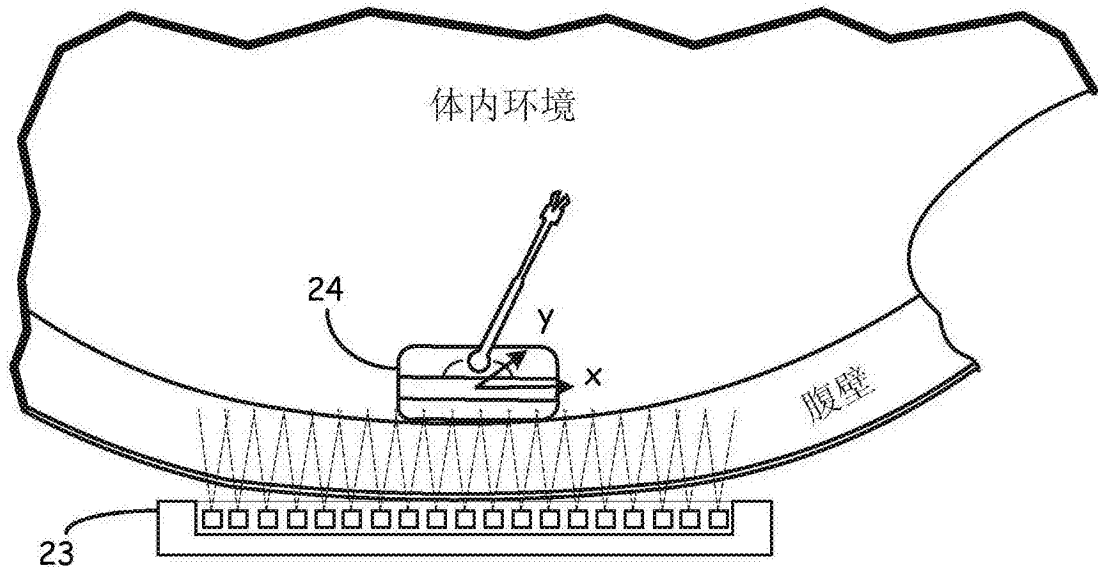


图 17

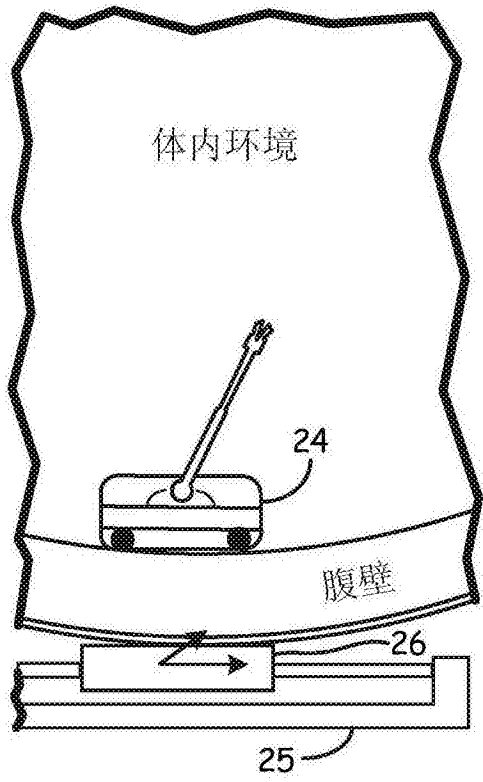


图 18A

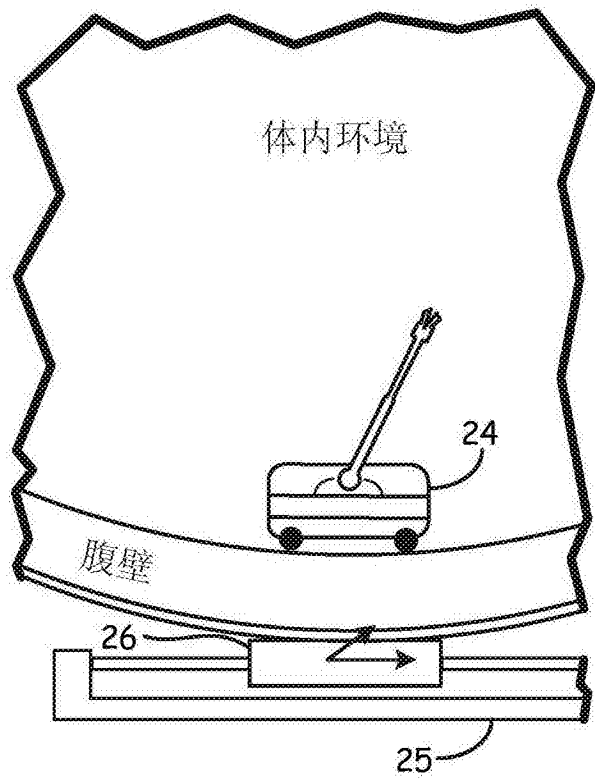


图 18B

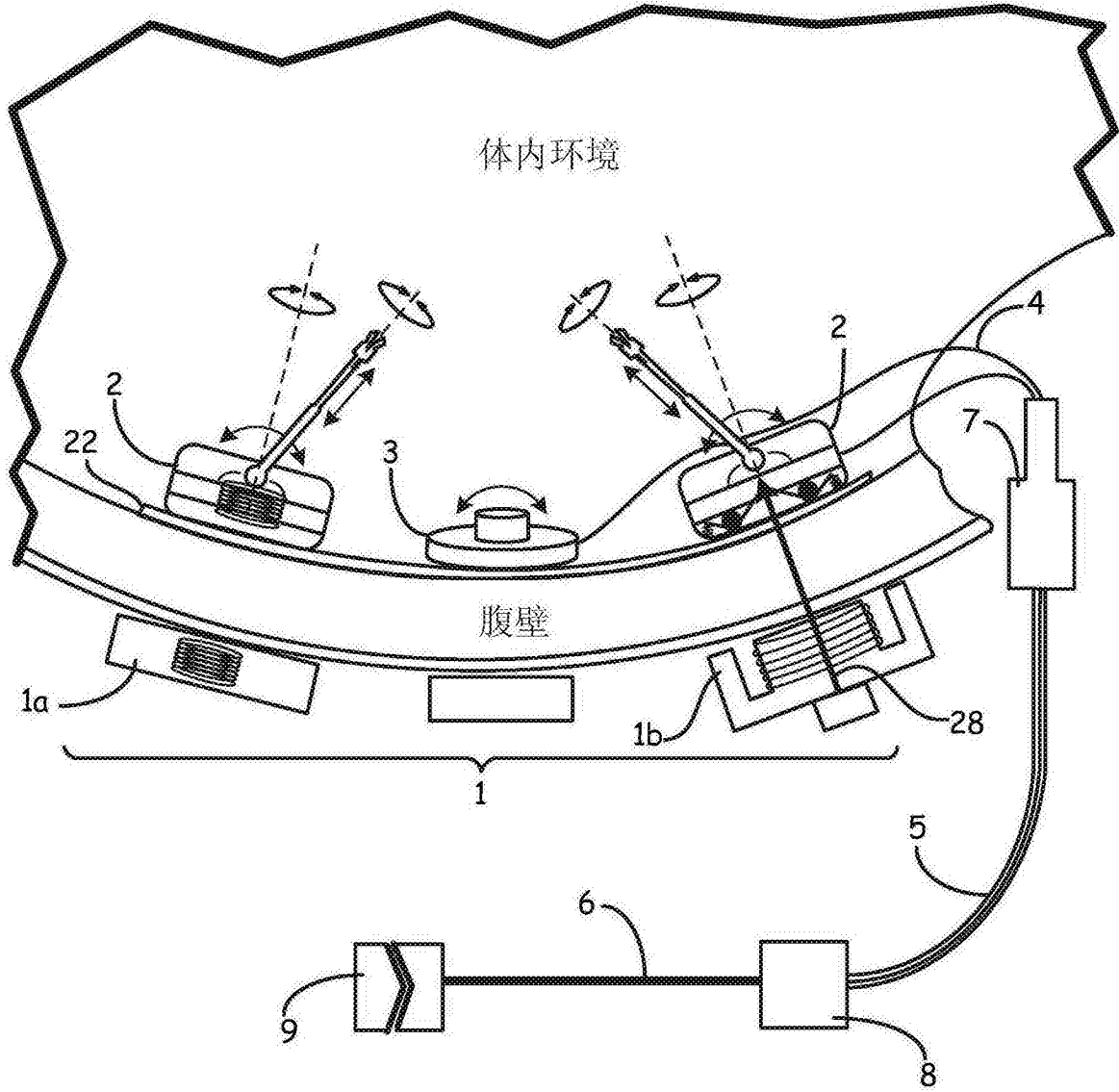


图 19

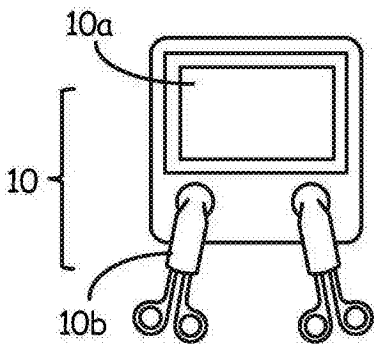


图 20A

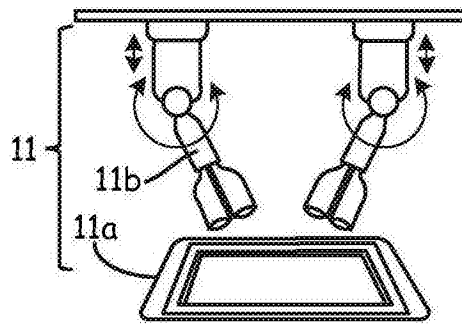


图 20B

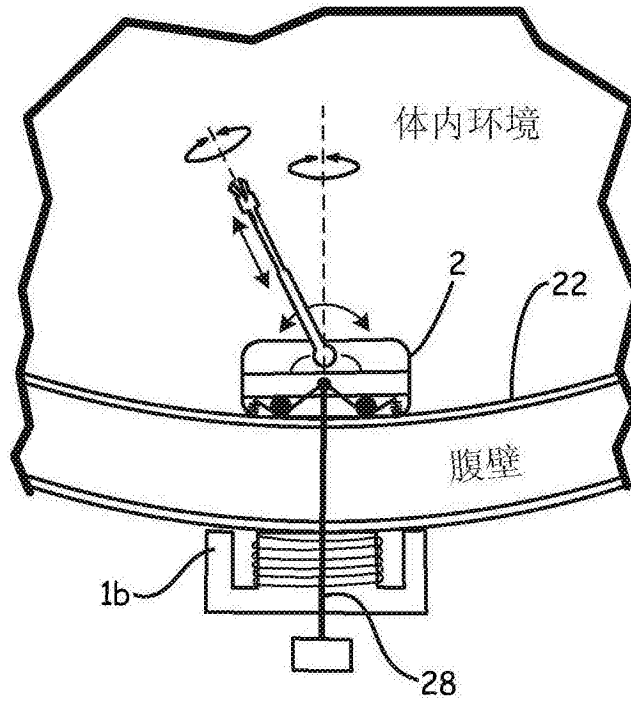


图 21

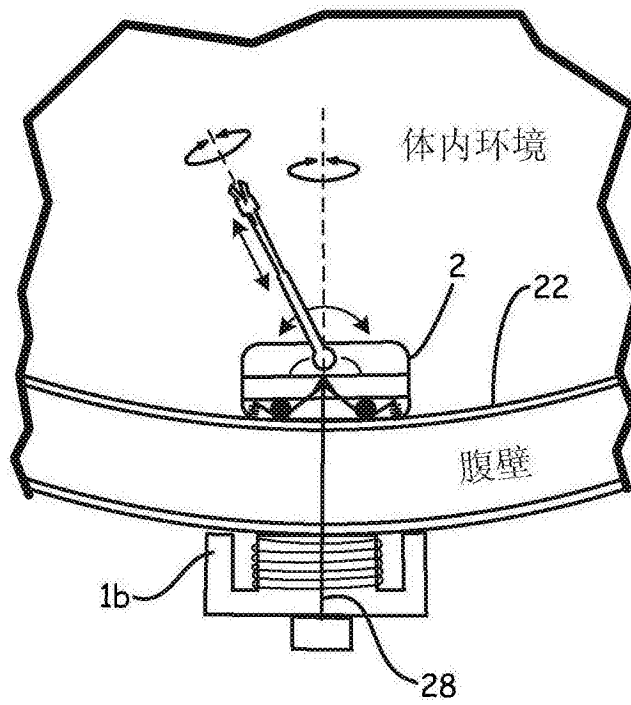


图 22

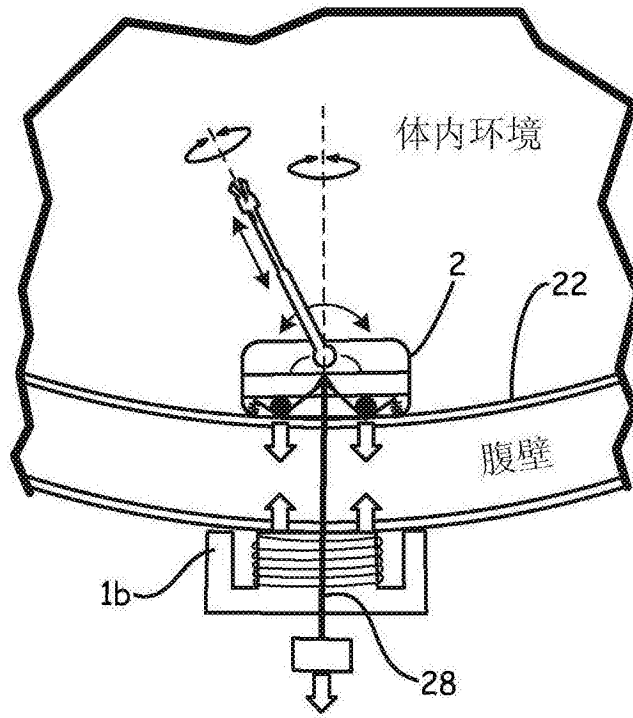


图 23

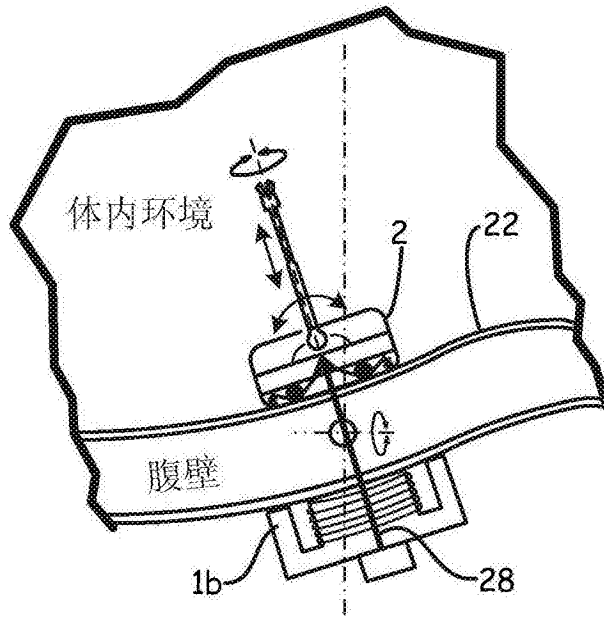


图 24

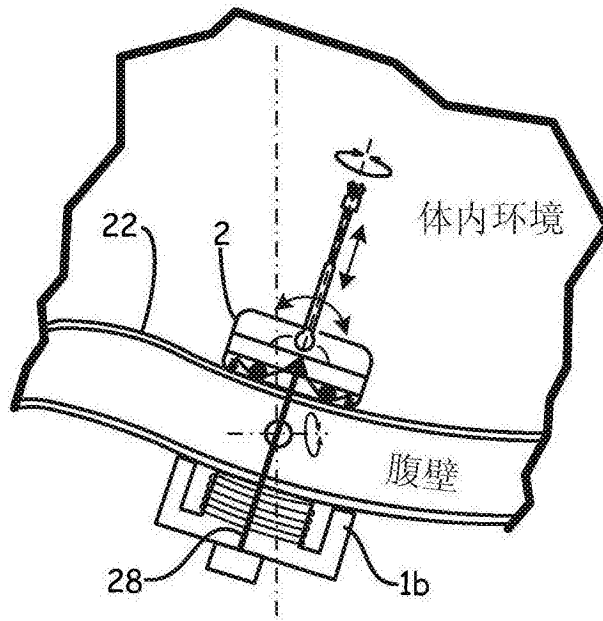


图 25

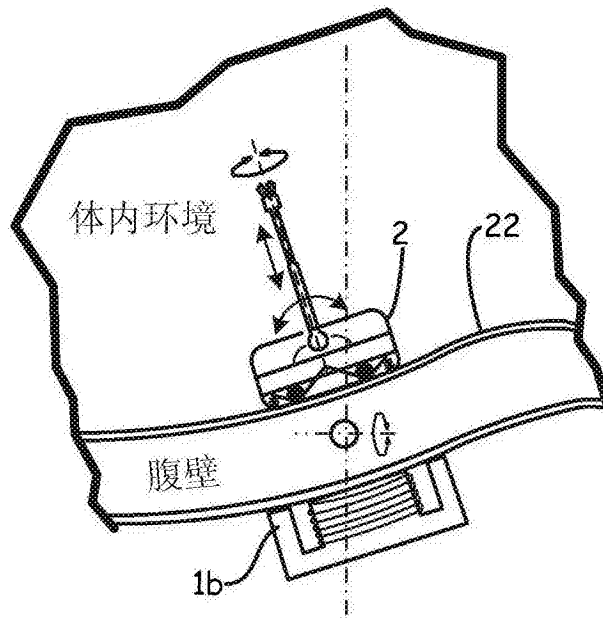


图 26

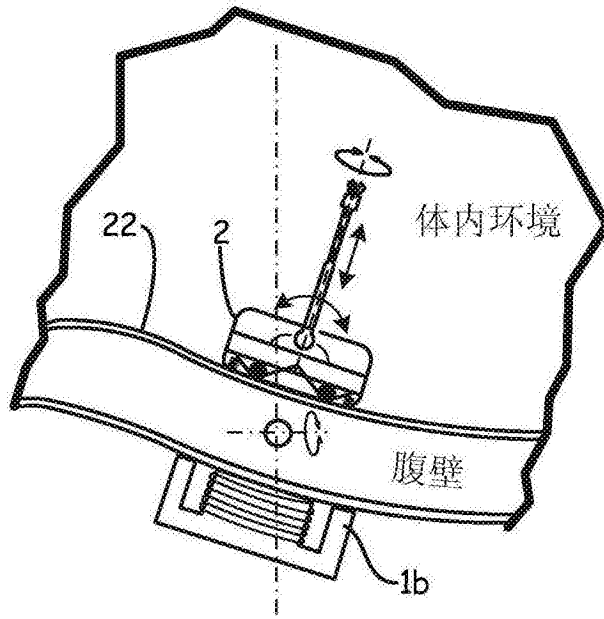


图 27

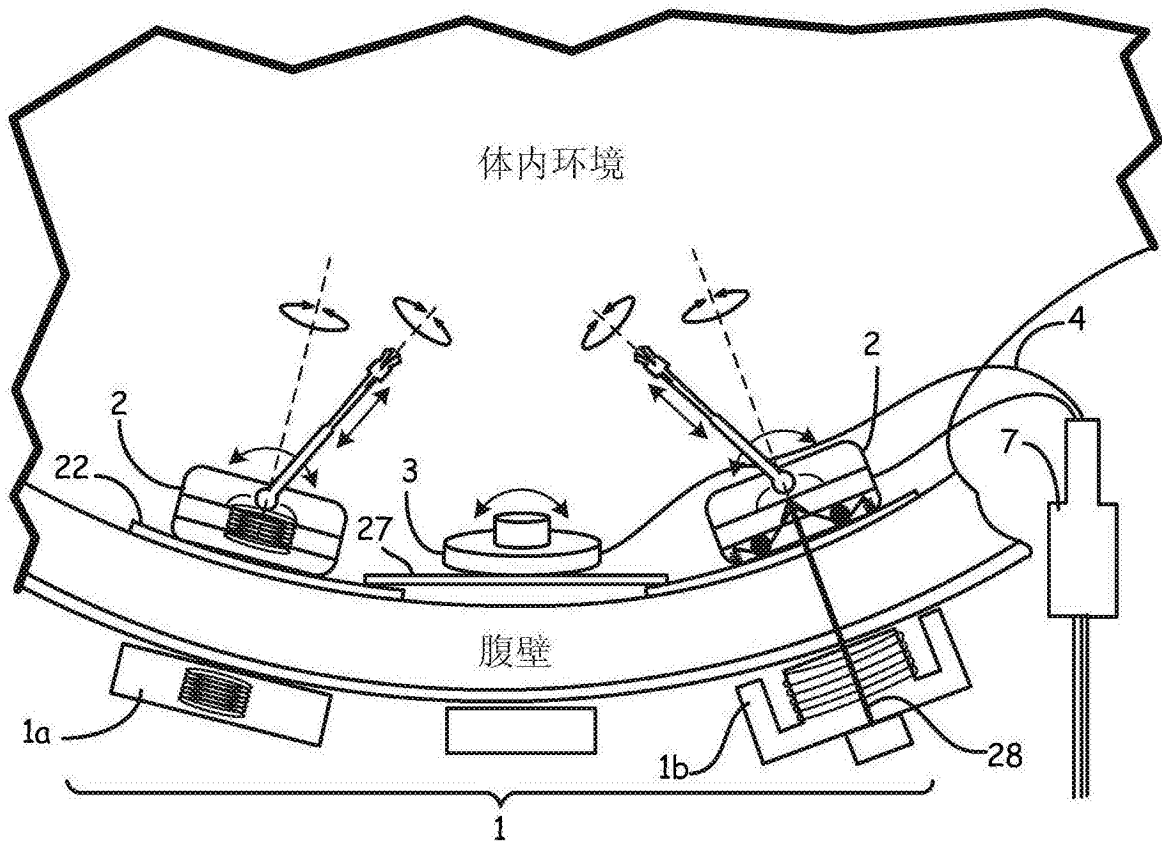


图 28