



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114828769 B

(45) 授权公告日 2024. 01. 09

(21) 申请号 202080086009.2

(22) 申请日 2020.02.18

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 114828769 A

(43) 申请公布日 2022.07.29

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2022.06.10

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2020/006364 2020.02.18

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02021/166086 JA 2021.08.26

(73) 专利权人 瑞德医疗机器股份有限公司  
地址 日本东京都新宿区左门町20番地

(72) 发明人 森田直也

(74) 专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限公司 11293

专利代理师 杨溢 龚捷

(51) Int.Cl.  
A61B 34/30 (2006.01)

(56) 对比文件  
JP 2005118457 A, 2005.05.12  
CN 201631383 U, 2010.11.17  
US 2018235724 A1, 2018.08.23  
JP 2005192743 A, 2005.07.21  
CN 108135660 A, 2018.06.08  
US 2018235724 Y, 2018.08.23  
CN 107735041 A, 2018.02.23

审查员 王婷婷

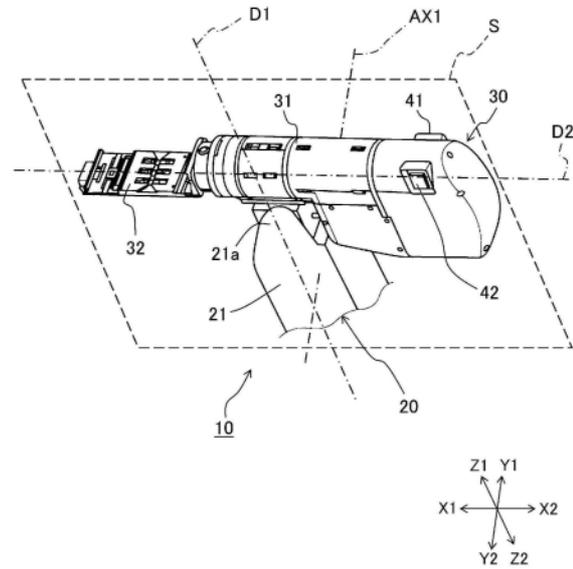
权利要求书2页 说明书6页 附图9页

(54) 发明名称

医疗用机器人

(57) 摘要

施行手术者本人能够在短时间内操作切换开关,并且能够防止因接近的构件的接触、施行手术者等的误操作而导致切换开关进行工作的情形。医疗用机器人具备:臂部;控制部,其控制对臂部的驱动;保持体,其与臂部在连接部处连接并保持被保持体;以及切换开关,其设置于保持体,用于在控制状态与手动状态间择一地切换,该控制状态为由控制部控制对臂部的驱动的状态,该手动状态为解除了控制部的控制的状态,切换开关配置于夹着基准面的两侧中的至少一方,基准面包括臂部的延伸的方向和被保持体的延伸的方向,控制部基于来自切换开关的操作信号,对在控制状态与手动状态间的切换进行控制。



1. 一种医疗用机器人,其特征在于,具备:  
臂部;  
控制部,其控制对所述臂部的驱动;  
保持体,其与所述臂部在连接部处连接,并保持被保持体;以及  
切换开关,其设置于所述保持体,用于在控制状态与手动状态间择一地切换,所述控制状态包括所述臂部按照来自所述控制部的控制信号来移动的情形,所述手动状态包括解除了所述控制部的控制而施行手术者移动所述臂部的情形,  
所述切换开关配置于夹着基准面的两侧中的至少一方,该基准面包括所述臂部的延伸的方向和所述被保持体的延伸的方向,  
所述控制部基于来自所述切换开关的操作信号,对在所述控制状态与所述手动状态间的切换进行控制,  
所述切换开关以如下方式设置于所述保持体:在所述被保持体的延伸的方向,所述切换开关位于夹着所述连接部而在所述被保持体的相反侧、且远离所述连接部的位置。
2. 根据权利要求1所述的医疗用机器人,其特征在于,  
包括防止部,所述防止部用于防止因所述切换开关与位于其周围的干扰体接触而在所述控制状态与所述手动状态间切换的情形。
3. 根据权利要求2所述的医疗用机器人,其特征在于,  
作为所述防止部,所述切换开关是如下开关:  
在所述切换开关向所述保持体的内侧被压入时,所述控制部输出用于从所述控制状态向所述手动状态切换的控制信号,  
在所述切换开关的按压被解除时,所述控制部输出用于从所述手动状态向所述控制状态复位的控制信号。
4. 根据权利要求2所述的医疗用机器人,其特征在于,  
作为所述防止部,所述切换开关是如下开关:所述切换开关每次向所述保持体的内侧被按压时,所述控制部输出用于在所述控制状态与所述手动状态间相互切换的操作信号。
5. 根据权利要求3或者权利要求4所述的医疗用机器人,其特征在于,  
所述切换开关是在被按压了既定时间以上时进行工作的开关。
6. 根据权利要求3或者权利要求4所述的医疗用机器人,其特征在于,  
所述切换开关具有:夹着所述基准面在一方侧设置的第一切换开关;以及在另一方侧设置的第二切换开关,  
所述控制部基于来自所述第一切换开关和所述第二切换开关中的一方的操作信号,在所述控制状态与所述手动状态间切换。
7. 根据权利要求6所述的医疗用机器人,其特征在于,  
所述控制部在基于从所述第一切换开关输出的所述操作信号实施了从所述控制状态向所述手动状态切换的控制的情况下,在被输入了从所述第一切换开关输出的其它所述操作信号时,实施从所述手动状态向所述控制状态复位的控制,  
在基于从所述第二切换开关输出的所述操作信号实施了从所述控制状态向所述手动状态切换的控制的情况下,在被输入了从所述第二切换开关输出的其它所述操作信号时,实施从所述手动状态向所述控制状态复位的控制。

8. 根据权利要求1至权利要求4中的任一项所述的医疗用机器人,其特征在于,  
所述保持体具备旋转机构,该旋转机构能够使所述被保持体以沿着所述被保持体的延伸的方向的轴为中心而相对于所述保持体进行相对旋转。

9. 根据权利要求8所述的医疗用机器人,其特征在于,  
所述切换开关设置成,在所述被保持体相对于所述保持体进行相对旋转时,保持相对于所述保持体的相对位置。

10. 根据权利要求2至4中的任一项所述的医疗用机器人,其特征在于,  
除了具备作为所述臂部的第一臂部以外还具备至少一个第二臂部,所述臂部具备设置有所述切换开关的所述保持体,  
所述干扰体包括位于所述第一臂部的周围的所述第二臂部。

11. 根据权利要求10所述的医疗用机器人,其特征在于,  
所述第二臂部具备与所述第一臂部中的所述保持体以及所述切换开关分别同等的保持体以及切换开关。

## 医疗用机器人

### 技术领域

[0001] 本发明涉及具备臂部的医疗用机器人,该臂部能够保持内窥镜、处置器具等。

### 背景技术

[0002] 作为保持内窥镜的医疗用机器人,例如提出了在专利文献1中记载的手术辅助系统。该手术辅助系统由基座单元和机器人机构形成,机器人机构具有:支承柱;第一机器人臂,其以可转动地方式被安装于支承柱的前端;第二机器人臂,其以可转动地方式被安装于第一机器人臂的前端;以及设备支承体,其被安装于第二机器人臂的前端。设备支承体构成能够收容内窥镜、其它医学工具或设备。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2016-93493号公报

### 发明内容

[0006] 发明所要解决的问题

[0007] 在医疗用机器人中,由臂部保持内窥镜、处置器具、摄像机等被保持体,对臂部进行驱动控制,由此被保持体配置于期望的位置,并进行所设定的动作。但是,存在不少如下情况,在向患者体内导入被保持体时进行调整、施行手术时进行细微设定时等,需要解除对臂部的驱动控制来手动移动臂部。

[0008] 但是,对于解除这样的驱动控制,要操作医疗用机器人主体的解除开关,施行手术者为了操作医疗用机器人主体,必须远离臂部来暂时中断医疗用机器人的动作。与此相对,当在臂部设置上述解除开关时,施行手术者能够无需远离臂部来进行解除操作。

[0009] 另一方面,近年,采用由主机、作为从机的机器人形成的主从式的系统,该主机由施行手术者操作,该从机根据主机的控制来进行动作。在这样的系统中,除了配有操作主机的施行手术者以外,还配有辅助者,该辅助者协助操作与主机远离配置的从机。在这样的系统中,辅助者需要在医疗用机器人、手术台的周围移动并且进行作业,即使解除开关设置于臂部,为了对其操作,也需要例如绕过手术台来进行移动。另外,存在如下问题,因医疗用机器人的各部分与手术台上的患者的患部之间的关系,难以在施行手术中变更机器人的各部分的配置的情况多,在这样的情况下操作解除开关的辅助者的姿态受限,难以对开关进行操作。

[0010] 另外,在近年的医疗用机器人、包括医疗用机器人的手术系统中,在比以往小的尺寸中,存在采用如下结构的情况,配置成臂部、主体等相互接近的结构、多个臂部接近配置的结构。在这样的结构中,存在接近的构件等,因此存在如下情况,施行手术者、辅助者无法采取自由的姿态,难以对解除开关进行操作。还有,周边设备无意间接触到上述解除开关,会导致对臂部的驱动控制被解除,或者从解除状态回归到驱动控制状态。

[0011] 这里,本发明的目的在于提供如下医疗用机器人,该医疗用机器人具备在控制状

态与手动状态间择一地切换的切换开关,该控制状态为控制对臂部的驱动的状态,该手动状态为解除了控制部的控制的状态,在该医疗用机器人中,与医疗用机器人的姿态、周边环境等无关,施行手术者或辅助者能够在短时间内操作切换开关,并且能够防止因接近的构件的接触、施行手术者等的误操作而导致切换开关进行工作的情形。

[0012] 用于解决问题的方案

[0013] 为了解决上述问题,本发明的医疗用机器人的特征在于,具备:臂部;控制部,其控制对臂部的驱动;保持体,其与臂部在连接部处连接,并保持被保持体;以及切换开关,其设置于保持体,用于在控制状态与手动状态间择一地切换,该控制状态为由控制部控制对臂部的驱动的状态,该手动状态为解除了控制部的控制的状态,切换开关配置于夹着基准面的两侧中的至少一方,该基准面包括臂部的延伸的方向和被保持体的延伸的方向,控制部基于来自切换开关的操作信号,对在控制状态与手动状态间的切换进行控制。

[0014] 在本发明的医疗用机器人中,优选为,切换开关以如下方式设置于保持体:在被保持体的延伸的方向,切换开关位于夹着连接部而在被保持体的相反侧的位置。

[0015] 在本发明的医疗用机器人中,优选为,切换开关设置有防止部,该防止部用于防止因切换开关与位于该切换开关的周围的干扰体接触而在控制状态与手动状态间切换的情形。

[0016] 在本发明的医疗用机器人中,优选为,作为防止部,切换开关是如下开关:在切换开关向保持体的内侧被压入时,控制部输出用于从控制状态向手动状态切换的控制信号,在切换开关的压入被解除时,控制部输出用于从手动状态向控制状态复位的控制信号。

[0017] 在本发明的医疗用机器人中,优选为,作为防止部,切换开关是如下开关:切换开关每次向保持体的内侧被按压时,控制部输出用于在控制状态与手动状态间相互切换的控制信号。

[0018] 在本发明的医疗用机器人中,优选为,切换开关是在被按压了既定时间以上时进行工作的开关。

[0019] 在本发明的医疗用机器人中,优选为,切换开关具有:夹着基准面在一方侧设置的第一切换开关;以及在另一方侧设置的第二切换开关,控制部基于来自第一切换开关和第二切换开关中的一方的操作信号,在控制状态与手动状态间进行切换。

[0020] 在本发明的医疗用机器人中,优选为,控制部在基于从第一切换开关输出的操作信号实施了从控制状态向手动状态切换的控制的情况下,在被输入了从第一切换开关输出的其它操作信号时,实施从手动状态向控制状态复位的控制,在基于从第二切换开关输出的操作信号实施了从控制状态向手动状态切换的控制的情况下,在被输入了从第二切换开关输出的其它操作信号时,实施从手动状态向控制状态复位的控制。

[0021] 在本发明的医疗用机器人中,优选为,保持体具备旋转机构,该旋转机构能够使被保持体以被保持体的延伸的方向为中心而相对于保持体进行相对旋转。

[0022] 在本发明的医疗用机器人中,优选为,切换开关设置成,在被保持体相对于保持体而进行相对旋转时,保持相对于保持体的相对位置。

[0023] 在本发明的医疗用机器人中,优选为,医疗用机器人除了具备作为臂部的第一臂部以外还具备至少一个第二臂部,该臂部具备设置有切换开关的保持部,干扰体包括位于第一臂部的周围的第二臂部。

[0024] 在本发明的医疗用机器人中,优选为,第二臂部具备与第一臂部中的保持体以及切换开关分别同等的保持体以及切换开关。

[0025] 发明的效果

[0026] 根据本发明,能够提供如下医疗用机器人,施行手术者本人或辅助者能够在短时间内操作切换开关,并且能够防止因接近的构件的接触、施行手术者等的误操作而导致切换开关进行工作的情形。能够提供如下医疗用机器人,即使在主从式的系统、复杂的结构的手术用机器人中因机器人的臂部的姿态、与周边设备之间的关系等而限制向切换开关接近的情况下,也不会给施行手术者、辅助者带来大的负担而能够容易地操作切换开关。

## 附图说明

[0027] 图1是示出本发明的实施方式涉及的医疗用机器人的一部分的立体图。

[0028] 图2是示出本发明的实施方式中的保持体的结构的立体图。

[0029] 图3是示出本发明的实施方式中的保持体的结构的立体图。

[0030] 图4的(a)、(b)是示出分别将图2、图3所示的切换开关放大的立体图。

[0031] 图5的(a)、(b)是示出将图2所示的保持体中的切换开关放大的图,图5的(a)是俯视图,图5的(b)是后视图。

[0032] 图6是本发明的实施方式涉及的医疗用机器人的功能框图。

[0033] 图7是示出施行手术者从侧方操作大致向下的保持体的切换开关的状态的说明图,图7的(a)是用右手食指按第二切换开关的状态,图7的(b)是用左手食指按第一切换开关的状态。

[0034] 图8是示出施行手术者从下侧操作大致横向的保持体的切换开关的状态的说明图,图8的(a)是用左手拇指按第二切换开关的状态,图8的(b)是用右手食指按第二切换开关的状态。

[0035] 图9是示出施行手术者从侧方上侧操作大致横向的保持体的切换开关的状态的说明图,是用右手的中指或无名指按第二切换开关的状态。

[0036] 图10是示出切换开关的变形例的立体图。

## 具体实施方式

[0037] 以下,参照附图详细说明本发明的实施方式涉及的医疗用机器人。图1示出作为医疗用机器人10的一部分而在臂部20的臂21设置有保持体30的结构。图2是从前方上侧观察保持体30时的立体图,图3是从后方下侧观察保持体30时的立体图。图4的(a)是图2所示的保持体30的后部的放大图,图4的(b)是图3所示的保持体30的后部的放大图。在各图中示出作为基准坐标的X-Y-Z坐标。在以下的说明中,将Z1-Z2方向称为上下方向,将X1-X2方向称为前后方向,将Y1-Y2方向称为左右方向。X1-X2方向与Y1-Y2方向相互垂直,包括它们在内的X-Y平面垂直于Z1-Z2方向。

[0038] 如图1所示,本实施方式的医疗用机器人10具备臂部20、设置于臂部20的保持体30,在保持体30设置有一对切换开关41、42。而且,该医疗用机器人10也能够是如下结构,除了具备上述臂部20(第一臂部)以外还具备一个或两个以上的臂部(第二臂部),该臂部具备与上述保持体30以及上述切换开关41、42同样的保持体以及切换开关。

[0039] 臂部20具备臂21。臂21沿着相对于前后方向(X1-X2方向)而向上侧倾斜的第一方向D1延伸,并在设置于前端的连接部21a处与保持体30的主体部31连接,由该连接部21a以使保持体30以第一转动轴AX1为中心可转动的方式支承保持体30。

[0040] 这里,臂部20的结构不限于图1所示的结构,例如,能够构成为,臂21借助关节部而与第二臂连接,因关节部的作用,臂21相对于第二臂而在既定的角度范围进行转动、弯折,也可以是,对于第二臂进一步借助关节部来设置第三臂。

[0041] 在上述那样的结构中,臂部20被基于来自控制部51(图6)的控制信号进行驱动的驱动部52驱动,通过对臂21进行驱动,能够任意地设定保持体30的位置、姿态。通过机械驱动、空气压驱动等对臂部20的各臂进行驱动。

[0042] 保持体30具备主体部31、从主体部31的前端向前方延伸的支架32。支架32能够以沿着前后方向(X1-X2方向)的中心轴为中心而相对于主体部31进行相对地转动。支架32因内置于主体部31的电机53的驱动而进行转动,电机53根据来自控制部51的控制信号进行驱动(参照图6)。

[0043] 在支架32以沿着前后方向(X1-X2方向、第二方向D2)延伸的方式装配作为向患者体内插入的被保持体的处置器具。

[0044] 而且,作为被保持体,除了能够举出处置器具以外,还能够举出内窥镜。还有,作为被保持体,也能够包括不插入患者体内而能够对患者的患部等外观进行拍摄的摄像机。

[0045] 在保持体30的主体部31的后方上部的左右的位置分别设置有第一切换开关41、第二切换开关42。这两个切换开关41、42设置于主体部31的上下方向(Z1-Z2方向)以及前后方向(X1-X2方向)相互对应的位置,以成对的方式配置。

[0046] 例如,如图7的(a)、(b)所示,在施行手术者操作大致向下的主体部31的情况下,能够用手掌、手指来接触和保持主体部31,并且能够用指尖F压入操作第一切换开关41或第二切换开关42。图7的(a)示出用右手的手掌等从侧方保持主体部31并且用食指F操作的状态,图7的(b)示出用左手的手掌等从侧方保持主体部31并且用食指F操作的情形。这样,能够根据施行手术者的两手的空闲状态、与周边设备的距离等而用左右任意的手进行操作。

[0047] 在图8的(a)、(b)所示的例中,施行手术者操作处于大致水平的状态的主体部31。图8的(a)示出用左手的各手指从侧方下侧保持主体部31并且用拇指F操作的状态,图8的(b)示出用右手的手掌等从下侧保持主体部31并且用食指F操作的情形。这样,能够根据主体部31的方向从下侧保持并操作。

[0048] 在图9所示的例中,施行手术者从侧方上侧保持处于大致水平的状态的主体部31。将两个切换开关41、42设置在主体部31的后方上部的既定范围,由此能够从不同的方向保持处于与图8的(a)、(b)同样的大致水平的状态的主体部31。因此,操作时的姿态的自由度增高,能够根据与臂部20的连接部21a的支承位置之间的关系任意地选择最好平衡的保持位置。

[0049] 两个切换开关41、42设置成,在将包括臂部20的臂21延伸的第一方向D1、装配于支架32的被保持体延伸的第二方向D2(前后方向)在内的面、即在左右方向(Y1-Y2方向)中通过保持体30的中心并与左右方向正交的面设为基准面S(参照图1)时,在夹着该基准面S的一方配置有第一切换开关41,在另一方配置有第二切换开关42。由此,两个切换开关41、42分别配置于关于基准面S而面对称的位置。

[0050] 另外,两个切换开关41、42设置成,在被保持体延伸的方向(X1-X2方向),切换开关41、42位于夹着连接部21a而在支架32和被保持体的相反侧的位置。由此,在为手动状态时,容易与位于前侧的被保持体的重量保持平衡,能够容易地进行以连接部21a为支点并以第一转动轴AX1为中心的转动操作。

[0051] 当第一切换开关41和第二切换开关42中的一方向主体部31的内侧方向被压入时,向控制部51输出操作信号(参照图6)。在从切换开关被压入开始而经过了既定时间(例如1秒)以上时,控制部51开始向驱动部52输出用于从控制状态向手动状态切换的控制信号,在输出该控制信号的期间,停止从驱动部52向臂部20输出驱动信号,臂部20处于能够通过手动进行操作的状态。即,控制部51基于来自第一切换开关41和第二切换开关42中的一方的操作信号,在控制状态与手动状态间择一地切换,该控制状态为控制对臂部20的驱动的状态,该手动状态为解除了控制部51的驱动的状态。

[0052] 这样,仅在切换开关41、42被压入了既定时间以上时从控制状态向手动状态切换,由此切换开关41、42作为防止部发挥功能,该防止部用于防止因与位于其周围的干扰体的接触而在控制状态与手动状态间切换的情形。

[0053] 另外,压入或解除仅第一切换开关41和第二切换开关42中的一方由此能够切换状态,因此即使在其它臂部、其它构件接近任一个切换开关的附近的情况下,也能够目视确认另一个切换开关并且能够进行操作,因此能够可靠地进行状态变更。

[0054] 在被压入的切换开关41、42的压入被解除时,控制部51对驱动部52输出用于从手动状态向控制状态切换的控制信号,执行从手动状态向控制状态复位的控制。切换为控制状态的驱动部52根据控制部51的控制信号,对臂部20的各臂进行驱动。控制部51的控制不仅包括对各臂的姿态、位置的变更,还包括对变更后的姿态、位置的保持。与此相对,在手动状态中,停止从控制部51向驱动部52输出控制信号,施行手术者能够自如地变更各臂的姿态、位置。

[0055] 如图4的(a)、(b)所示,第一切换开关41和第二切换开关42的操作面的形状为矩形形状,形成为相比于主体部31的表面而向外方突出。在这些切换开关41、42的周围分别设置有与其四条边各自隔开固定的间隙并包围成矩形形状的框部41a、42a。这些框部41a、42a也形成为相比于主体部31的表面而向外方突出,其突出量与第一切换开关41和第二切换开关42各自的突出量大致相同。

[0056] 因此,施行手术者能够用指尖压入第一切换开关41或第二切换开关42,另一方面即使除了对设置有这些开关的保持体30进行支承的臂部(第一臂部)以外的干扰体、例如与第一臂部分开地在周围配置的一个或两个以上的臂部(第二臂部)、附随于其臂部(第二臂部)的构件、医疗用机器人的其它构件等干扰体接触到两个切换开关41、42中的任一者,也能够因与框部41a、42a的接触而防止切换开关41、42被压入的情形。由此,能够防止在控制状态与手动状态间误切换的情形。即,框部41a、42a作为防止部发挥功能,该防止部用于防止因与位于切换开关41、42的周围的干扰体的接触而在控制状态与手动状态间切换的情形。

[0057] 保持体30内置有电机53(参照图6),该电机53为能够使支架32相对于保持体30的主体部31而进行相对旋转的旋转机构。电机53根据来自控制部51的控制信号,使支架32以其中心轴(沿着第二方向D2的轴)为中心进行旋转。由此,被保持于支架32的被保持体以沿

着其延伸的方向(沿着第二方向D2的方向)的中心轴为中心而相对于保持体30进行相对旋转。在支架32进行旋转时,保持体30保持其姿态和位置,两个切换开关41、42也保持相对于保持体30的相对位置。

[0058] 以下说明变形例。

[0059] 在上述实施方式中,在第一切换开关41和第二切换开关42中的一方被压入了既定时间以上时,从控制状态向手动状态切换,在压入被解除时从手动状态向控制状态复位,但状态的切换不限于于此。例如,也可以是,每次按第一切换开关41和第二切换开关42中的一方或两方时在控制状态与手动状态间择一地切换。由此,能够迅速地进行状态的切换,另外,即使手远离切换开关也能够维持状态。

[0060] 在控制状态与手动状态间的切换能够仅在同时操作第一切换开关41和第二切换开关42这两方时进行。由此,能够防止误接触到两个切换开关中的一方而导致状态改变的情形。

[0061] 另外,作为防止部也能够构成为具备限制部,该防止部用于防止因与位于保持体30的周围的干扰体的接触而在控制状态与手动状态间切换的情形,将传感器设置于主体部31的表面,该传感器对周围的臂部、其它干扰体接近到既定距离以内的情形进行探测,在该传感器探测到干扰体的接近时,该限制部对切换开关的工作进行限制。

[0062] 还有,第一切换开关41和第二切换开关42的配置不限于图1~图5所示的结构,例如如图10所示,也可以是,使第二切换开关142相比于第一切换开关41而向前方(X1侧)错开,使两个开关41、142的位置在前后方向(X1-X2方向)相互错开。这样配置成非对称,由此能够根据以下来有效率地进行手术:保持体30的方向;处置器具、其它被保持体的方向;与其它臂部、其它周边设备的位置关系;对保持体30进行保持的施行手术者的手的方向、惯用手等。

[0063] 参照上述实施方式说明了本发明,但本发明不限于上述实施方式,能够在改良的目的或本发明的思想的范围进行改良或变更。

[0064] 附图标记说明

[0065] 10:医疗用机器人;20:臂部;21:臂;21a:连接部;30:保持体;31:主体部;32:支架;41:第一切换开关;41a:框部;42、142:第二切换开关;42a:框部;51:控制部;52:驱动部;53:电机;AX1:第一转动轴;D1:第一方向;D2:第二方向;S:基准面。

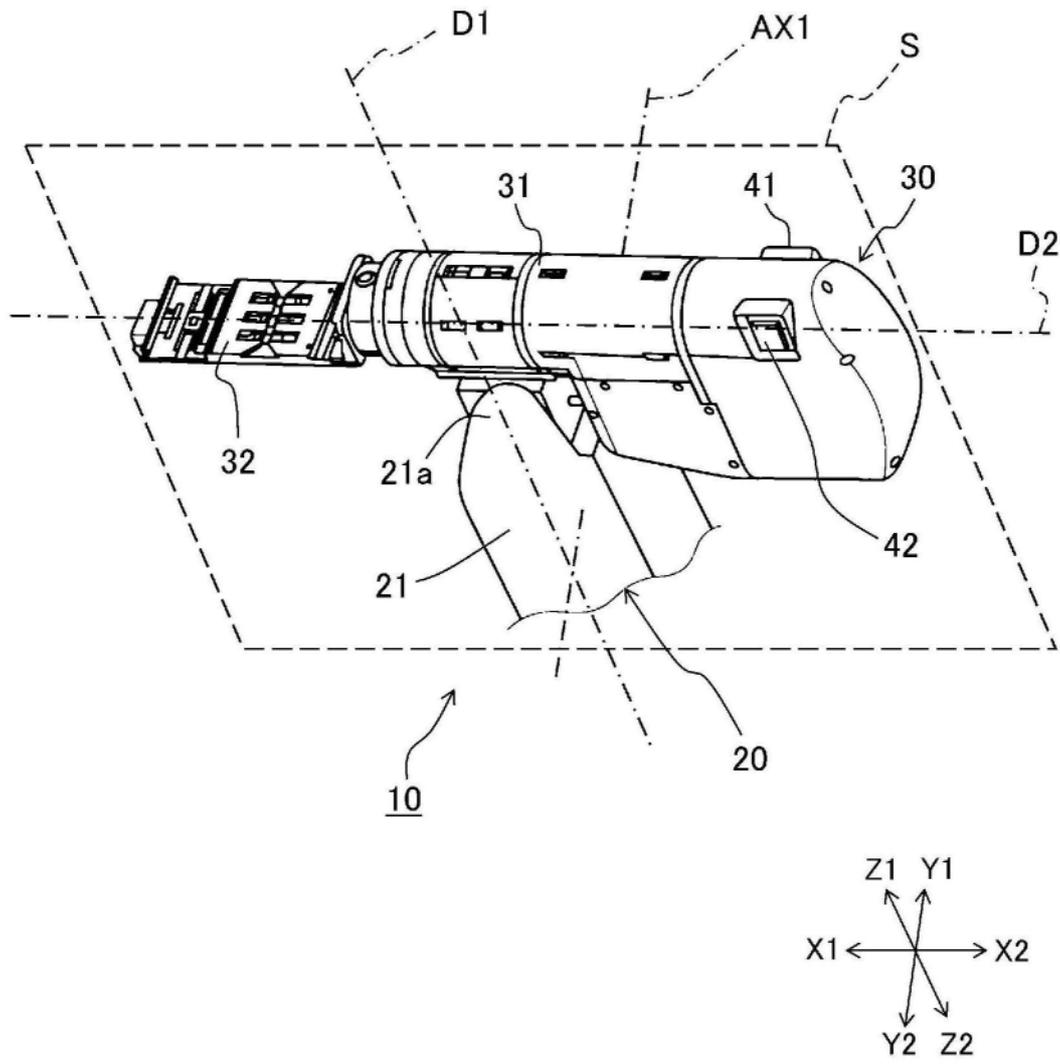


图1

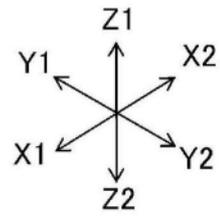
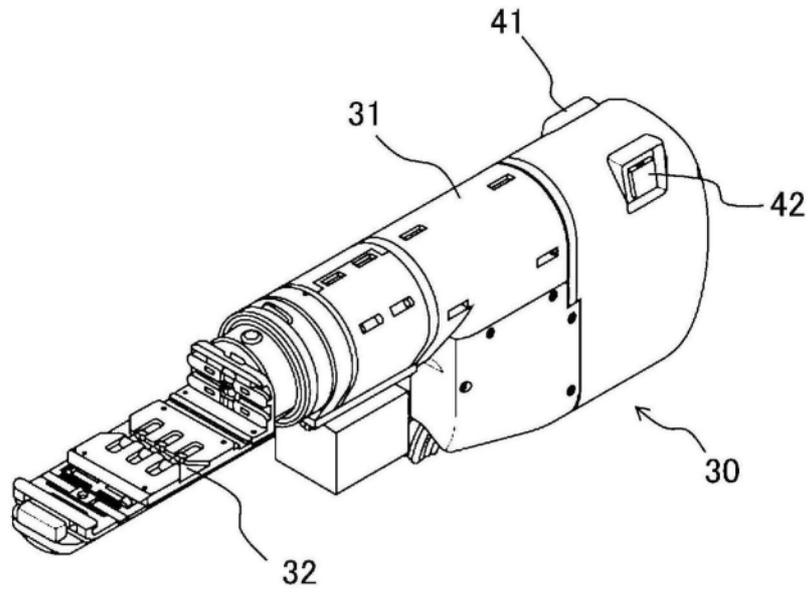


图2

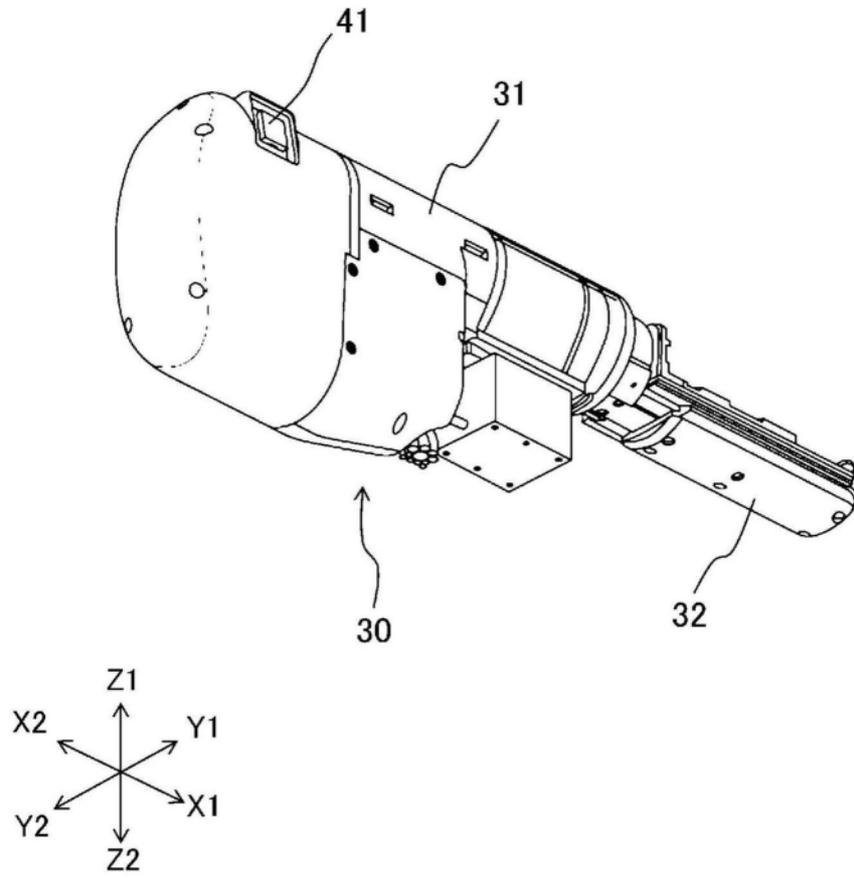
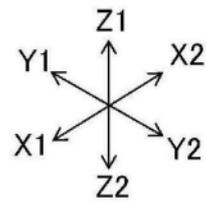
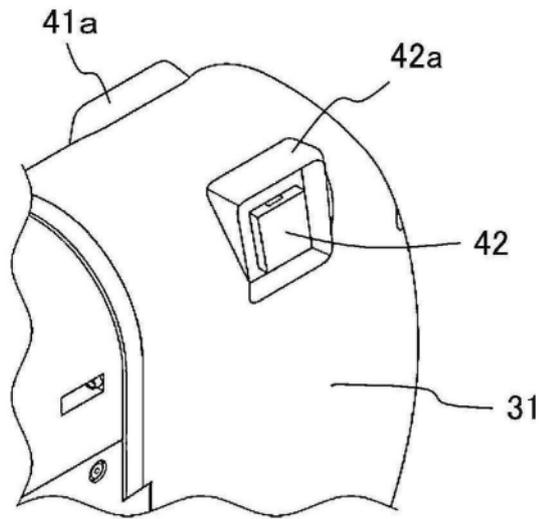
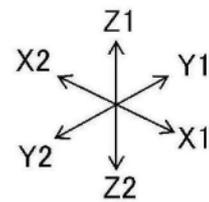
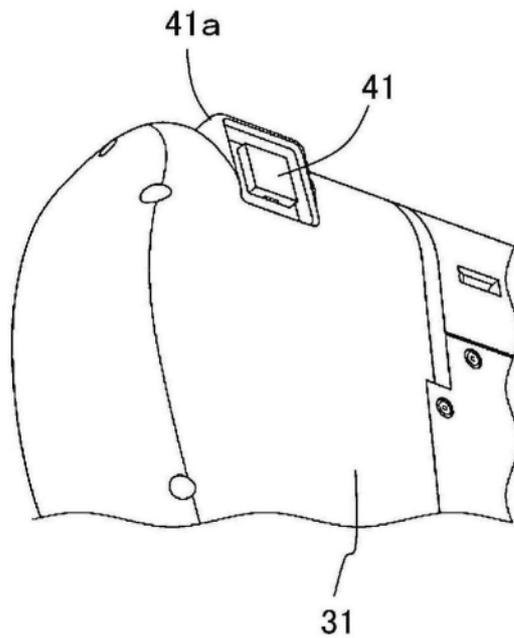


图3

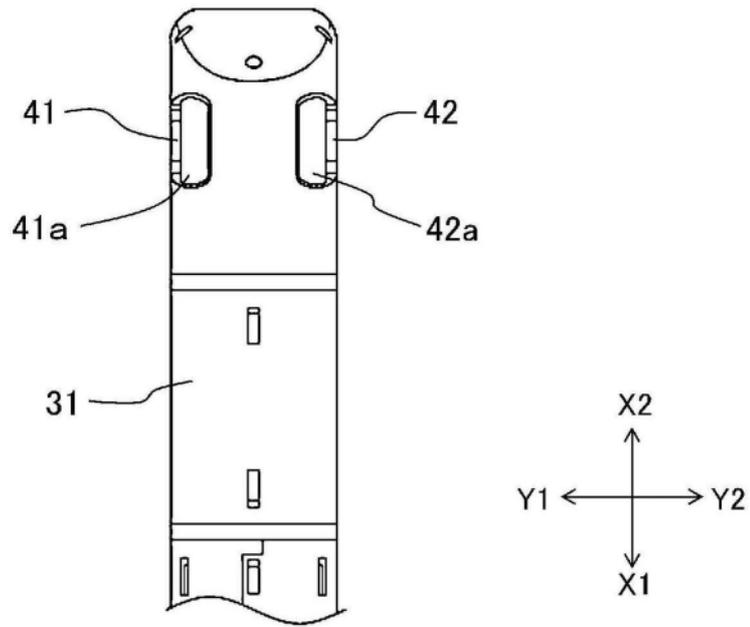


(a)

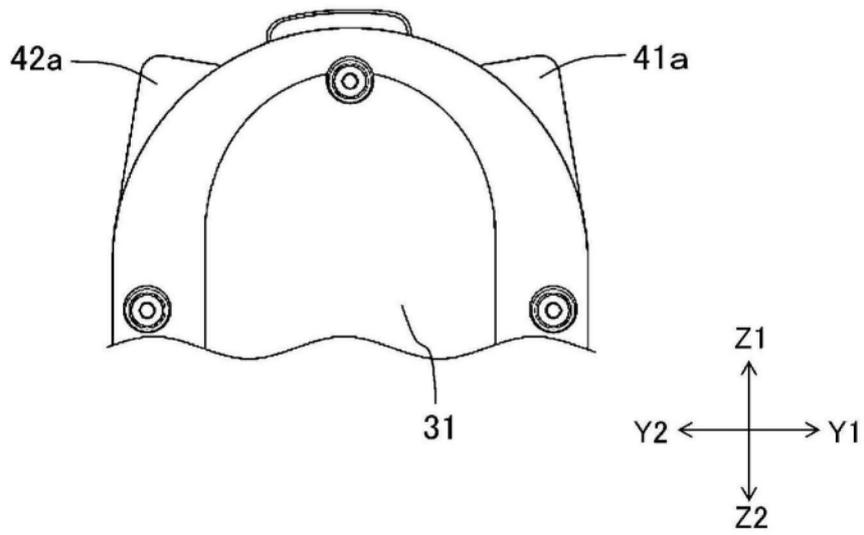


(b)

图4



(a)



(b)

图5

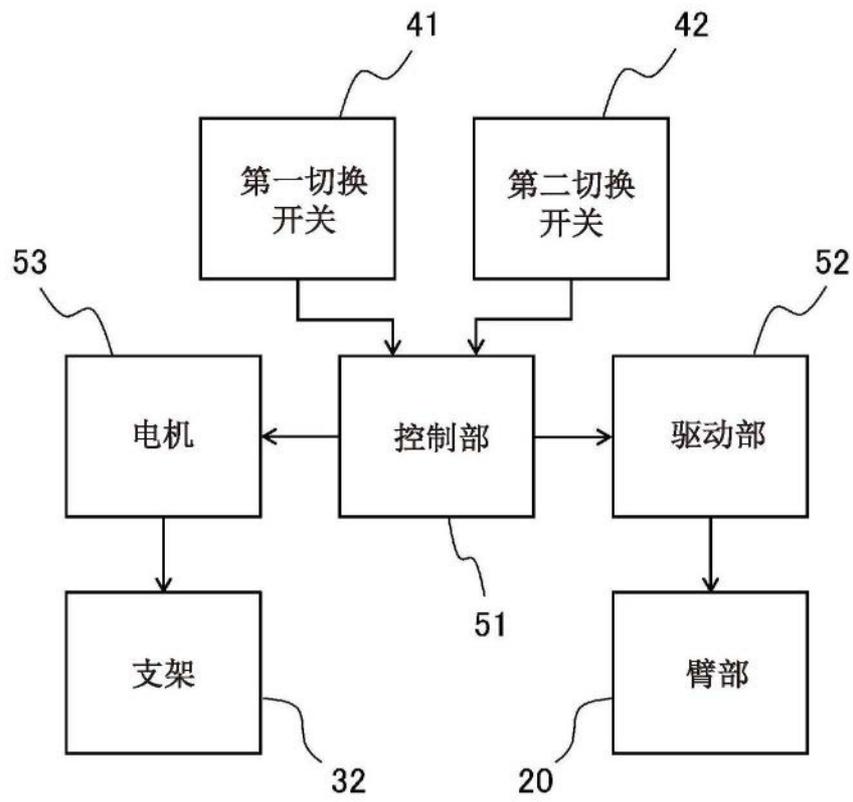


图6

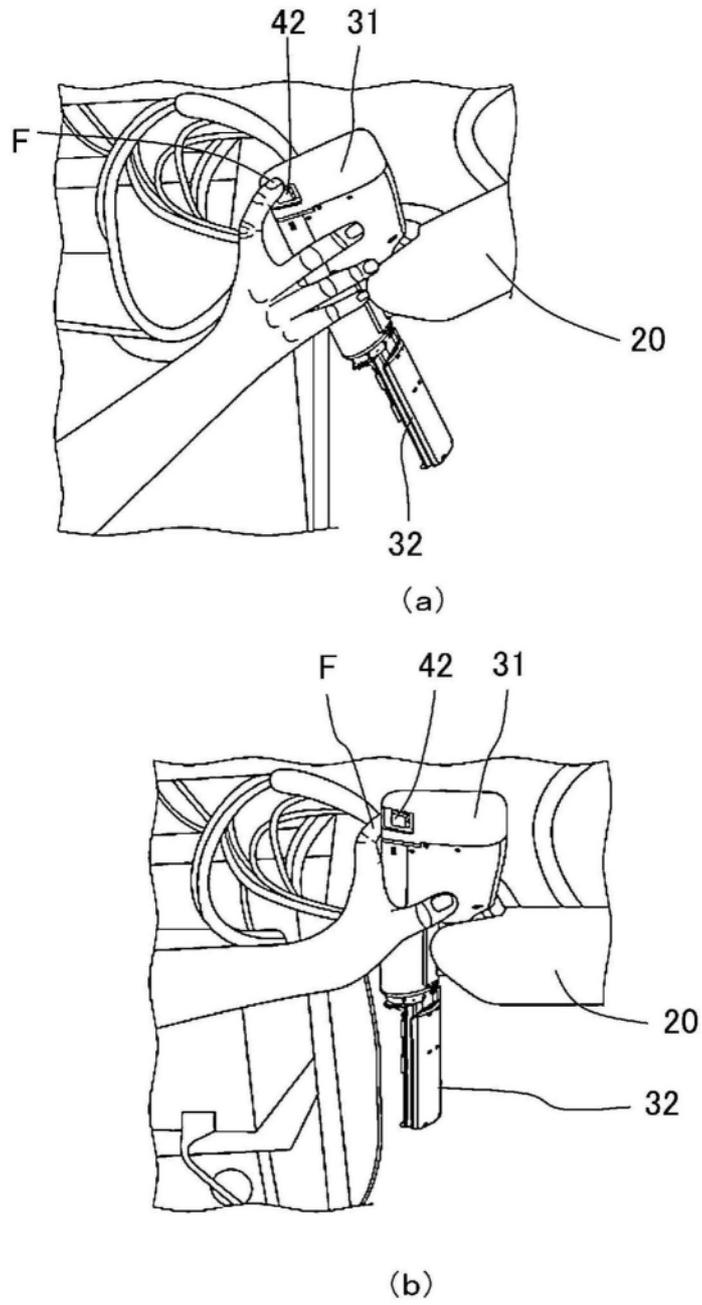
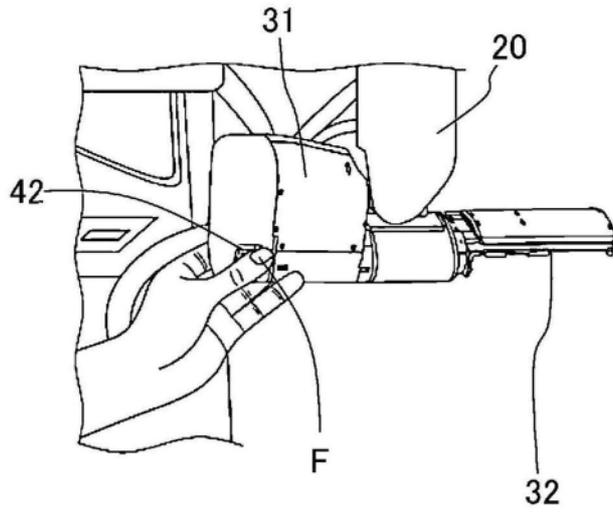
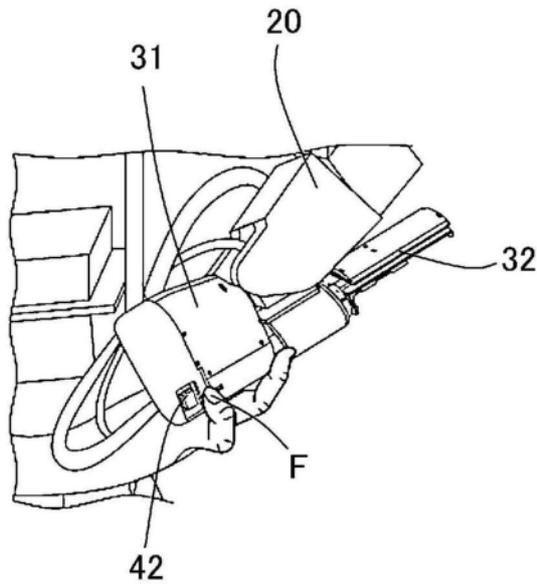


图7



(a)



(b)

图8

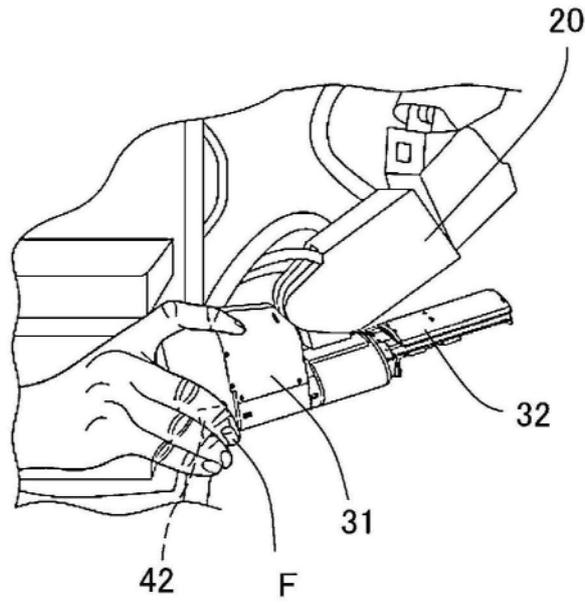


图9

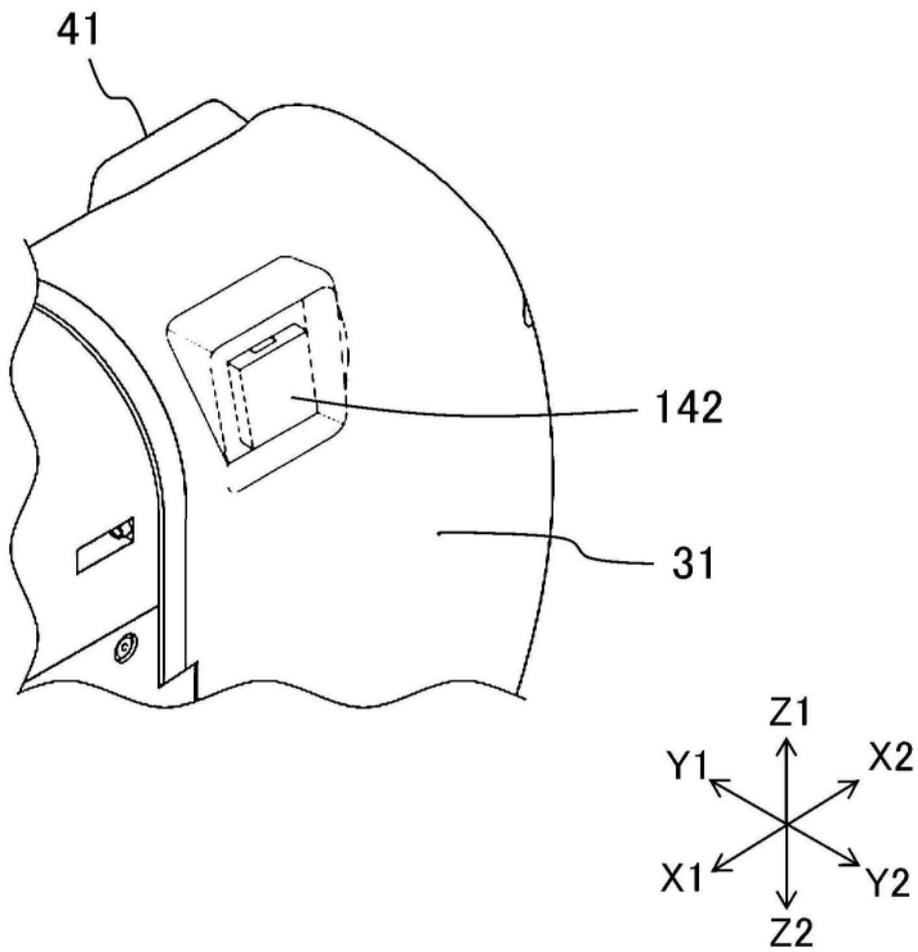


图10