



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810174942.6

[43] 公开日 2009年5月6日

[11] 公开号 CN 101422901A

[22] 申请日 2008.10.24
 [21] 申请号 200810174942.6
 [30] 优先权
 [32] 2007.10.30 [33] JP [31] 2007-282144
 [71] 申请人 奥林巴斯医疗株式会社
 地址 日本东京
 [72] 发明人 梅本义孝 高桥和彦 野波徹绪

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司
 代理人 党晓林

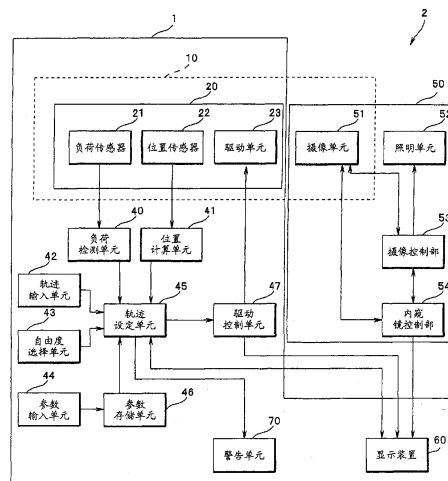
权利要求书2页 说明书10页 附图11页

[54] 发明名称

机械手装置和医疗设备系统

[57] 摘要

本发明提供进行高精度和高效性的驱动的具有多个关节的机械手装置和具有所述机械手装置的医疗设备系统。本发明的机械手装置具有：机械手，其具有多个关节；参数存储单元，其存储关节参数；轨迹输入单元，其输入使机械手从当前位置和姿态移动到目标位置和姿态的轨迹来作为轨迹规划；以及轨迹设定单元，其根据关节参数和轨迹规划来设定关节角轨迹，轨迹设定单元根据关节的最大力量，来设定最少的驱动关节数的关节角轨迹中的最大力量的关节角轨迹。



1. 一种机械手装置，该机械手装置具有：
机械手，其具有多个关节；
参数存储单元，其存储所述多个关节的各个关节的关节参数；
轨迹输入单元，其输入使所述机械手的前端从当前位置和姿态移动到目标位置和姿态的轨迹来作为轨迹规划；以及

轨迹设定单元，其基于所述关节参数和所述轨迹规划，根据存储在所述参数存储单元中的所述各个关节的最大力量，设定能够移动到所述目标位置和姿态的最少的驱动关节数的关节角轨迹中的最大力量的关节角轨迹，来作为所述各个关节的关节角轨迹。

2. 根据权利要求1所述的机械手装置，其中，
该机械手装置还具有检测所述各个关节的负荷量的负荷检测单元，
所述轨迹设定单元根据存储在所述参数存储单元中的所述各个关节的负荷允许量，来设定所述各个关节的所述负荷量不会超过负荷允许量的关节角轨迹。

3. 根据权利要求1所述的机械手装置，其中，
该机械手装置还具有进行限制所述机械手的自由度的选择的自由度选择单元，
所述轨迹设定单元删除所述轨迹输入单元向被限制的自由度方向的输入。

4. 一种医疗设备系统，该医疗设备系统具有机械手装置，
该机械手装置具有：
机械手，其具有多个关节，并在体内使用；
参数存储单元，其存储所述多个关节的各个关节的关节参数；
轨迹输入单元，其输入使所述机械手的前端从当前位置和姿态移动到目标位置和姿态的轨迹来作为轨迹规划；以及

轨迹设定单元，其基于所述关节参数和所述轨迹规划，根据存储在所述参数存储单元中的所述各个关节的最大力量，设定能够移动到所述

目标位置和姿态的最少的驱动关节数的关节角轨迹中的最大力量的关节角轨迹，来作为所述各个关节的关节角轨迹。

5. 根据权利要求4所述的医疗设备系统，其中，
该医疗设备系统还具有检测所述各个关节的负荷量的负荷检测单元，

所述轨迹设定单元根据存储在所述参数存储单元中的所述各个关节的负荷允许量，来设定所述各个关节的所述负荷量不会超过负荷允许量的关节角轨迹。

6. 根据权利要求4所述的医疗设备系统，其中，
该医疗设备系统还具有进行限制所述机械手的自由度的选择的自由度选择单元，

所述轨迹设定单元删除所述轨迹输入单元向被限制的自由度方向的输入。

7. 根据权利要求6所述的医疗设备系统，其中，
所述机械手从内窥镜的前端部向所述体内突出来使用。

机械手装置和医疗设备系统

技术领域

本发明涉及机械手装置和医疗设备系统，特别涉及根据目的处置进行有效驱动的具有多个关节的机械手装置和具有所述机械手装置的医疗设备系统。

背景技术

近年来，如下的内窥镜下的外科手术正在盛行：在体壁开设插入孔，通过该插入孔将内窥镜或处置器械经皮肤插入体腔内，由此在体腔内进行各种处置。这种手术方式不需要进行大的切开且伤害小，在胆囊摘出手术或摘出并去除肺的一部分的手术等中广泛应用。进而，为了提高这种手术方式中的操作性，考虑了基于主从方式的医疗用机械手装置。

例如，在日本特开平 9-66056 号公报中公开了如下的医疗用机械手系统：在使用了多个医疗用机械手装置的手术中，即使在机械手装置产生某些动作不良的情况下，也能够迅速地对其进行应对，安全性和操作性优异，能够缩短手术时间，且能够降低对患者的伤害。

另一方面，在多关节机械手的控制中，为了求出机械手前端的位置和姿态的目标值、即赋予了轨迹规划时各关节的关节角轨迹，使用逆运动学计算。而且，在关节角轨迹的计算中，当驱动关节数多时，各个关节的驱动误差重叠，整体的误差变大，所以，在日本特开平 3-12709 号公报中公开了如下的计算方法：使用模糊推理来算出能够以最少的驱动关节数达成目标值的关节角轨迹。

作为比内窥镜下的外科手术伤害更小的手术，具有使用配设在内窥镜的前端部的医疗器械来进行处置的内窥镜手术。然而，贯穿插入于内窥镜的钳子通道中且从前端部突出的处置器械的操作性不好，所以，研究了使用超小型的机械手来使处置器械多自由度化和能动化的方法。该

情况下，从前端部突出来使用的超小型的机械手由于其大小的制约而难以成为复杂的结构，另一方面，要求高精度和高效性。但是，在这种超小型的机械手装置中，难以同时实现高精度和高效性。

并且，期望从前端部突出来使用高精度和高效性的超小型的机械手的医疗设备系统。

发明内容

本发明的目的在于，提供进行高精度和高效性的驱动的具有多个关节的机械手装置和具备所述机械手装置的医疗设备系统。

为了达成上述目的，本发明的机械手装置具有：机械手，其具有多个关节；参数存储单元，其存储所述多个关节的各个关节的关节参数；轨迹输入单元，其输入使所述机械手的前端从当前位置和姿态移动到目标位置和姿态的轨迹来作为轨迹规划；以及轨迹设定单元，其根据所述关节参数和轨迹规划来设定所述各个关节的关节角轨迹，所述轨迹设定单元根据存储在所述参数存储单元中的所述各个关节的最大力量，来设定能够移动到所述目标位置和姿态的最少的驱动关节数的关节角轨迹中的最大力量的关节角轨迹。

并且，本发明的医疗设备系统具有机械手装置，该机械手装置具有：机械手，其具有多个关节，并在体内使用；参数存储单元，其存储所述多个关节的各个关节的关节参数；轨迹输入单元，其输入使所述机械手的前端从当前位置和姿态移动到目标位置和姿态的轨迹来作为轨迹规划；以及轨迹设定单元，其基于所述关节参数和所述轨迹规划，根据存储在所述参数存储单元中的所述各个关节的最大力量，设定能够移动到所述目标位置和姿态的最少的驱动关节数的关节角轨迹中的最大力量的关节角轨迹，来作为所述各个关节的关节角轨迹。

附图说明

图1是用于说明医疗设备系统的概要的概要图。

图2是示出医疗设备系统的外观的外观图。

图 3A 是用于说明机械手的关节功能的说明图。

图 3B 是用于说明机械手的关节功能的说明图。

图 4 是机械手的外观立体图。

图 5 是机械手的剖视图。

图 6 是用于说明机械手的动作的剖视图。

图 7 是医疗设备系统的构成图。

图 8 是用于说明机械手装置的动作流程的流程图。

图 9 是示出基于机械手的处置的内窥镜摄像图像。

图 10 是示出所设定的关节角轨迹的例子图。

具体实施方式

下面，参照附图说明本发明的实施方式。

<医疗设备系统的概要>

图 1 是用于说明本发明的实施方式的医疗设备系统 2 的概要的概要图。在图 1 中，在作为显示单元的显示装置 60 的显示屏幕上，显示后述的内窥镜装置 5 的作为摄像单元的 CCD 51 所拍摄的体内 10 的摄像图像 61。而且，在摄像图像 61 中显示有 2 个进行体内 10 的患部 11 的处置的具有多个关节的机械手 100、200。在机械手 100 的前端部 101 配设有手臂，在一个机械手 200 的前端部 201 配设有刀臂。

手术医生利用左右手 12、13 来分别操作作为轨迹输入单元 42 的左右的主从装置 42A、42B，该主从装置 42A、42B 输入使机械手 100、200 的前端部 101、201 从当前位置和姿态移动到目标位置和姿态的轨迹。根据从轨迹输入单元 42 输入的轨迹信息，机械手控制装置 48 驱动机械手 100、200。

另外，图 1 所示的医疗设备系统 2 在具备具有 2 个机械手的机械手装置的情况下、仅具有 1 个机械手的情况下、或者具有 3 个以上的机械手的情况下，其基本结构都与本实施方式的基本结构相同。

并且，医疗设备系统 2 具有自由度选择单元 43A、43B，该自由度选择单元 43A、43B 根据机械手所具有的自由度来选择特定的自由度，并

限制非选择的自由度。本实施方式的机械手具有多个关节，且具有高自由度，但是，在医疗设备系统 2 中，有时根据处置不同，与高自由度的机械手相比，低自由度的机械手的操作性良好，能够更安全且可靠地进行处理。手术医生能够根据处置利用自由度选择单元 43A、43B 来限制机械手 100、200 的自由度。自由度选择单元 43 的动作在后面详细叙述。

另外，在图 1 中，示出主从型的轨迹输入单元 42，但是不限于此，只要能够输入期望的轨迹，则可以使用键盘、触摸笔或操纵杆等公知的输入单元。

图 2 是示出本实施方式的医疗设备系统 2 的外观的外观图。在图 2 中，2 个机械手 100、200 从内窥镜 55 的前端部 56 的钳子孔 57、58 突出。在前端部 56 中配设有作为摄像单元的 CCD 51 和作为照明单元的照明部 52B。并且，与图 1 同样，在机械手 100 的前端部 101 配设有手臂，在一个机械手 200 的前端部 201 配设有刀臂。

本实施方式的机械手是从内窥镜的前端部突出的超小型的机械手，机械手的直径为 2~5mm 左右，极小。因此，与公知的大多机械手不同，如果不有效地进行驱动，则难以执行目的处置。

<机械手的结构>

接着，使用图 3A~图 6 说明本实施方式的机械手的结构。图 3A 和图 3B 是用于说明机械手 200 的关节功能的图，图 4 是机械手 200 的外观立体图，图 5 是机械手 200 的剖视图，图 6 是用于说明机械手 200 的动作的剖视图。

图 3A 示出机械手 200 的关节，从机械手基端部 210（坐标： x_0 、 y_0 、 z_0 ）起，按照直动驱动关节 211（坐标： x_1 、 y_1 、 z_1 ）、作为旋转驱动关节的滚动驱动关节 212（坐标： x_2 、 y_2 、 z_2 ）、偏转驱动关节 213（坐标： x_3 、 y_3 、 z_3 ）、俯仰驱动关节 214（坐标： x_4 、 y_4 、 z_4 ）、偏转驱动关节 215（坐标： x_5 、 y_5 、 z_5 ）、以及俯仰驱动关节 216（坐标： x_6 、 y_6 、 z_6 ）的顺序具有多个关节，在前端部 201 配设有刀臂。

图 3B 示出驱动机械手 200 的关节后的状态，这里，偏转驱动关节 213 弯曲 θ_3 ，偏转驱动关节 215 弯曲 θ_5 。

机械手 200 通过对这些多个关节的关节角度进行调节, 能够使前端部 201 从当前位置和姿态移动到目标位置和姿态。特别地, 机械手 200 具有移动到目标位置和姿态所需要的自由度以上的自由度, 换言之, 具有超过作业上要求的自由度的自由度, 因此, 用于移动到目标位置和姿态的各关节的关节角轨迹存在多个。因此, 机械手装置 1 的精度和效率根据选择哪种关节角轨迹而大幅变化。

接着, 使用图 4~图 5 详细说明机械手 200 的结构。如图 4 的立体图所示, 机械手 200 利用 4 个关节 216~219 来连接 5 个关节块 251~255。各关节利用铆钉 260 固定 2 个部位, 具有能够向一个方向旋转的结构。即, 机械手 200 具有 2 个俯仰驱动关节 216、214 和 2 个偏转驱动关节 215、213。在各关节中, 在对角线上的 2 个部位固定角度操作线 270 的一端, 通过未图示的驱动单元 23 来操作角度操作线 270, 由此, 能够使关节块 251~255 以各关节为中心弯曲。机械手 200 的前端部 201 为刀臂, 通过驱动机械手 200, 使刀臂的位置和姿态变化。

图 5 是图 4 所示的机械手 200 的剖视图。在机械手 200 的中心部配设有配设在绝缘性的挠性管 271 内部的能够通上高频电流的刀臂的操作线 272, 操作线 272 与刀臂电连接。

图 6 示出在刀臂收纳于机械手 200 内部的状态下, 角度操作线(未图示)牵引俯仰驱动关节 216 而使最前端的弯曲块 251 弯曲的状态。

机械手装置 1 使用角度操作线进行机械手 200 的驱动, 所以结构简单, 可靠性高, 且能够实现小型化。

<医疗设备系统的构成>

接着, 使用图 7 说明本实施方式的医疗设备系统 2 的构成。图 7 是本实施方式的医疗设备系统 2 的构成图。另外, 以下为了简化说明, 对具有 1 个机械手 200 的医疗设备系统 2 进行说明, 但是, 对于具有多个机械手装置 1 的医疗设备系统 2, 只是追加各个机械手装置 1 用的构成要素, 基本结构和动作与以下的说明相同。

图 7 示出以具有在体内 10 驱动的驱动部 20 的机械手(未图示)为中心的医疗设备系统 2 的构成。机械手具有负荷传感器 21、位置传感器

22 以及驱动单元 23。

负荷传感器 21 驱动机械手的各关节，检测在进行了期望动作时所产生的对各个关节的负荷。在旋转驱动关节的情况下，负荷量是所产生的转矩 (N/m)，在直动驱动关节的情况下，负荷量用力 (N) 表示。作为负荷检测的具体方法，例如在操作线驱动的情况下，能够通过测定操作线的张力来检测负荷。或者，也能够利用应变仪等检测负荷，在利用电动机驱动操作线的情况下，能够根据电动机的功率消耗来进行检测。即，不一定需要在机械手中新组装传感器，能够直接将机械手的构成要素用作传感器，向负荷检测单元 40 输出负荷信息。

位置传感器 22 是用于检测各个关节的位置和姿态的传感器，使用磁传感器等。另外，位置传感器 22 与负荷传感器 21 同样，不一定需要在机械手中组装传感器，能够利用编码器来检测基于驱动单元 23 的各关节的位置和姿态的变化，并向位置计算单元 41 输出位置信息。

轨迹设定单元 45 根据来自位置计算单元 41、轨迹输入单元 42 和自由度选择单元 43 的信息和从参数输入单元输入并存储在参数存储单元中的关节参数，设定各个关节的关节角轨迹。

驱动控制单元 47 按照轨迹设定单元 45 所设定的关节角轨迹，驱动机械手的关节的驱动单元 23。

内窥镜装置 50 具有：配设在插入部（未图示）前端部的 CCD 等摄像单元 51；用于对体内部进行照明的照明单元 52；对摄像单元 51 所拍摄的图像进行处理等的摄像控制部 53；以及进行内窥镜整体的控制的内窥镜控制部 54。

并且，显示内窥镜装置 50 的摄像图像的显示装置 60 也能够作为触摸面板而用于机械手的轨迹输入等。

另外，不需要使多个关节都具有负荷传感器 21、负荷检测单元 40、位置传感器 22 或位置计算单元 41 等，特别地，直动驱动关节 211 和滚动驱动关节 212 也可以为手动驱动。

<机械手装置的动作>

接着，使用图 8 的流程图说明机械手装置 1 的动作。图 8 是用于说

明机械手装置 1 的动作流程的流程图。

“步骤 S11”

使用参数输入单元 44 输入各关节的关节参数，并将其存储在参数存储单元 46 中。关于关节参数的输入，预先输入即可，不需要每次进行。

关节参数是驱动机械手的各关节所需要的关节信息。在医疗设备系统 2 中，关节参数具有 DH 参数（初始坐标、长度、方向等）、关节的可动范围（角度范围和直动范围等）以及关节的动作精度（响应速度等）。进而，在医疗设备系统 2 中，关节参数具有关节的最大力量和关节的负荷允许量。

关节的最大力量是各关节能够产生的最大的力量，在旋转驱动关节中，能够用转矩量（N/m）或驱动电动机的功率值（W）来表现。并且，关节的负荷允许量是能够施加给各关节的最大的负荷，是当对关节施加超过负荷允许量的负荷时，关节或驱动线有可能产生破损的负荷量，在旋转驱动关节中，也能够用转矩量或驱动电动机的功率值来表现。

另外，通过预先将存储在参数存储单元 46 中的关节参数按照力量或负荷允许量的顺序排序，从而能够实现步骤 S12 以后的轨迹输入单元 42 的处理的高速化。

“步骤 S12”

通过轨迹输入单元 42，输入使机械手的前端从当前位置和姿态移动到目标位置和姿态的轨迹规划。

“步骤 S13”

通过自由度选择单元 43，输入限制机械手的自由度的信息。本实施方式的机械手具有能够在三维空间的任意位置呈任意姿态的 6 自由度。

图 9 是内窥镜的摄像图像 61，示出使用机械手 200 的前端部 201 的手术刀切开患部 11 的处置。该情况下，前端部 201 优选如箭头 A 所示那样向左方向沿着直线 11B 移动，并移动到前端部 201B 的位置。但是，在手术医生对主从装置（轨迹输入单元 42）的操作中，即使手术医生小心翼翼地进行操作，有时也会伴随本来不需要的向俯仰（pitch）方向和滚动方向的移动。

在机械手装置 1 中，在进行上述处置时，能够通过自由度选择单元 43 来限制向俯仰（pitch）方向和滚动方向的自由度。另外，在前端部为手术刀臂的情况下，基本不需要滚动方向的自由度。

对于来自自由度选择单元 43 的自由度限制信息，在后述的轨迹设定单元中，删除轨迹输入单元向被限制的自由度方向的输入。删除输入是指，例如在能够用矢量来表现移动方向的情况下，去除被限制的方向的矢量分量。

而且，由自由度选择单元 43 来限制自由度，由此，机械手装置 1 能够更安全且可靠地进行处理。

“步骤 S14”

轨迹设定单元 45 根据关节参数和轨迹规划，来设定各个关节的关节角轨迹。轨迹设定单元 45 根据存储在参数存储单元 46 中的各个关节的最大力量，设定能够移动到目标位置和姿态的最少的驱动关节数的关节角轨迹中的最大力量的关节角轨迹。另外，设定最大力量的关节角轨迹是指，不一定选择能够产生最大力量的关节来设定关节角轨迹，而是优先选择力量大的关节（能够产生大的力的关节），来设定产生最大力量那样的关节角轨迹。

即，在本实施方式的机械手装置 1 中，通过逆运动学计算来设定关节角轨迹时，使动作精度最为优先，因此，设定驱动关节数最少的关节角轨迹。而且，作为在动作精度之后优先的项目，本实施方式的机械手装置 1 设定产生力量大的关节角轨迹。

图 10 示出轨迹设定单元 45 所设定的关节角轨迹的例子。在图 10 中，示出 2 个旋转驱动关节的关节角轨迹。

在医疗用的超小型的机械手装置 1 中，精度最重要且是超小型，因此，机械手的产生力量小，有时无法执行期望的处置。

由于轨迹设定单元 45 根据上述基准来设定关节角轨迹，所以，本实施方式的机械手装置 1 能够更安全且可靠地进行处理。

“步骤 S15”

驱动控制单元 47 按照轨迹设定单元 45 所设定的关节角轨迹，开始

驱动各关节的驱动单元 23。

“步骤 S16”

开始驱动各关节的驱动单元 23 后，在各关节产生负荷。特别地，在医疗设备系统 2 的机械手装置 1 中，由于要处置的活体部位和个人差异等，其硬度和弹性等物性值有很大不同，所以，没开始处置时，难以预测对关节施加的负荷。

因此，开始驱动单元 23 的驱动后，负荷检测单元 40 根据来自负荷传感器 21 的信息来算出各关节的负荷量。然后，轨迹设定单元 45 对存储在关节参数存储单元中的各关节的负荷允许量和各关节的负荷量进行比较，在所有关节的负荷量小于负荷允许量的情况下，驱动单元 23 继续进行驱动，直到机械手前端部移动到目标位置和姿态。

与此相对，在某一个关节的负荷量在负荷允许量以上的情况下，轨迹设定单元 45 为了设定新的关节角轨迹而进行以后的处理。

“步骤 S17”

在存在负荷允许量比当前使用的关节大的未驱动的关节的情况下 (Yes)，轨迹设定单元 45 在步骤 S18 中变更要驱动的关节。然后，再次算出关节角轨迹。

在没有负荷允许量比当前使用的关节大的未驱动的关节的情况下 (No)，进行步骤 S19 以后的处理。

“步骤 S19”

在没有驱动全部关节的情况下 (Yes)，轨迹设定单元 45 在步骤 S20 中使要驱动的关节数增加 1。然后，再次算出关节角轨迹。

“步骤 S21”

在步骤 S19 中，在驱动了全部关节的情况下 (No)，轨迹设定单元 45 不能按照所输入的轨迹使机械手前端部移动到目标位置和姿态，所以，由警告单元 70 产生警告，并通知给手术医生。警告可以使用向显示装置 60 的基于视觉的显示、声音、振动等公知的方法。

手术医生接受警告，再次输入新的轨迹规划，由此，能够继续进行处置。

“步骤 S22 和 S23”

在机械手装置 1 中，驱动控制单元 47 按照轨迹设定单元 45 所设定的关节角轨迹，来驱动各关节的驱动单元 23，直到机械手前端部移动到目标位置和姿态，机械手装置 1 继续进行动作，直到步骤 S23 中存在处置结束信号。

本实施方式的机械手装置 1 以最少的驱动关节数进行驱动，所以精度高，而且，即使是超小型的机械手，力量也大，所以，能够可靠地进行高精度和高效性的驱动。并且，具有本实施方式的机械手装置 1 的医疗设备系统 2 能够可靠地进行高精度和高效性的处置器械的驱动。

本发明不限于上述实施方式，在不改变本发明的主旨的范围内可以进行各种变更、改变等。

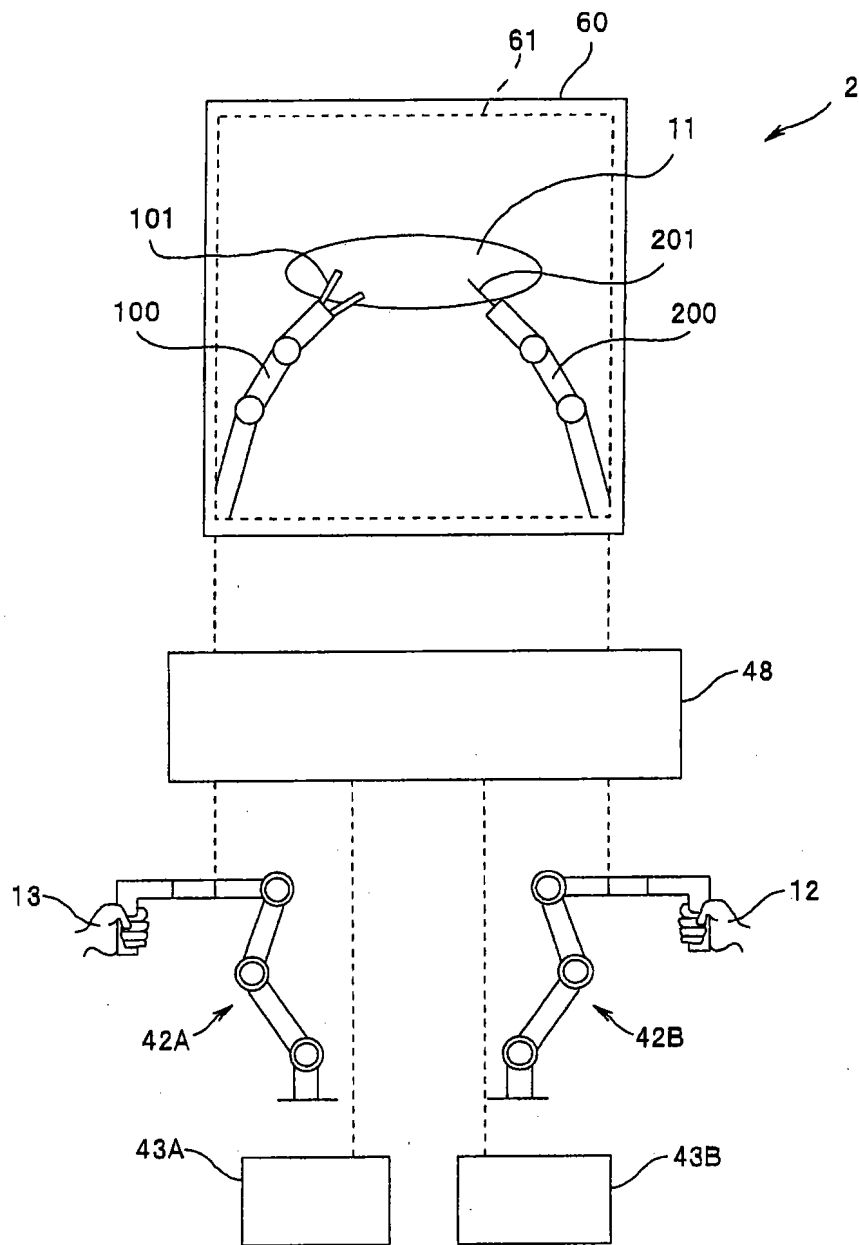


图 1

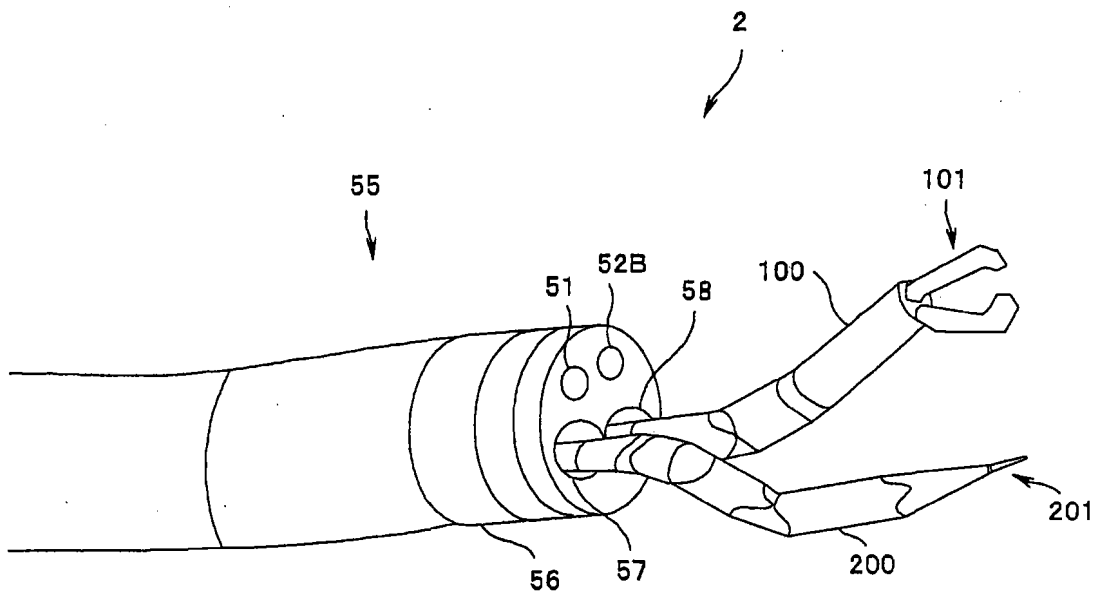


图 2

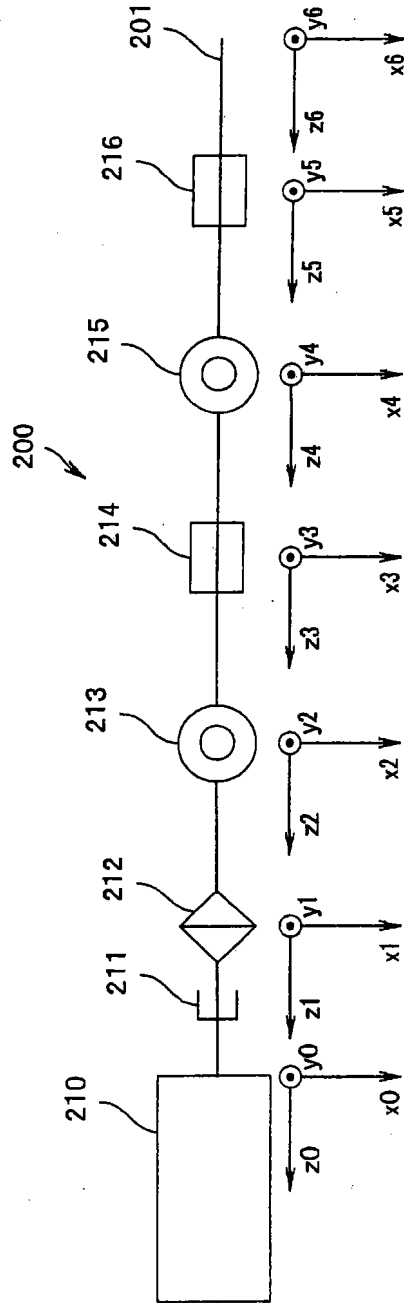


图 3A

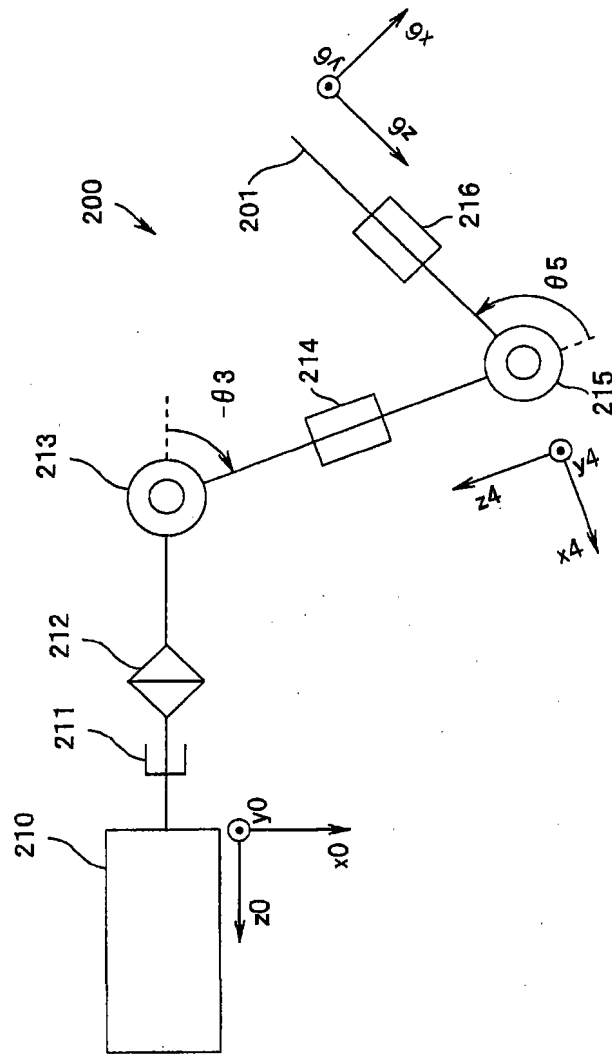


图 3B

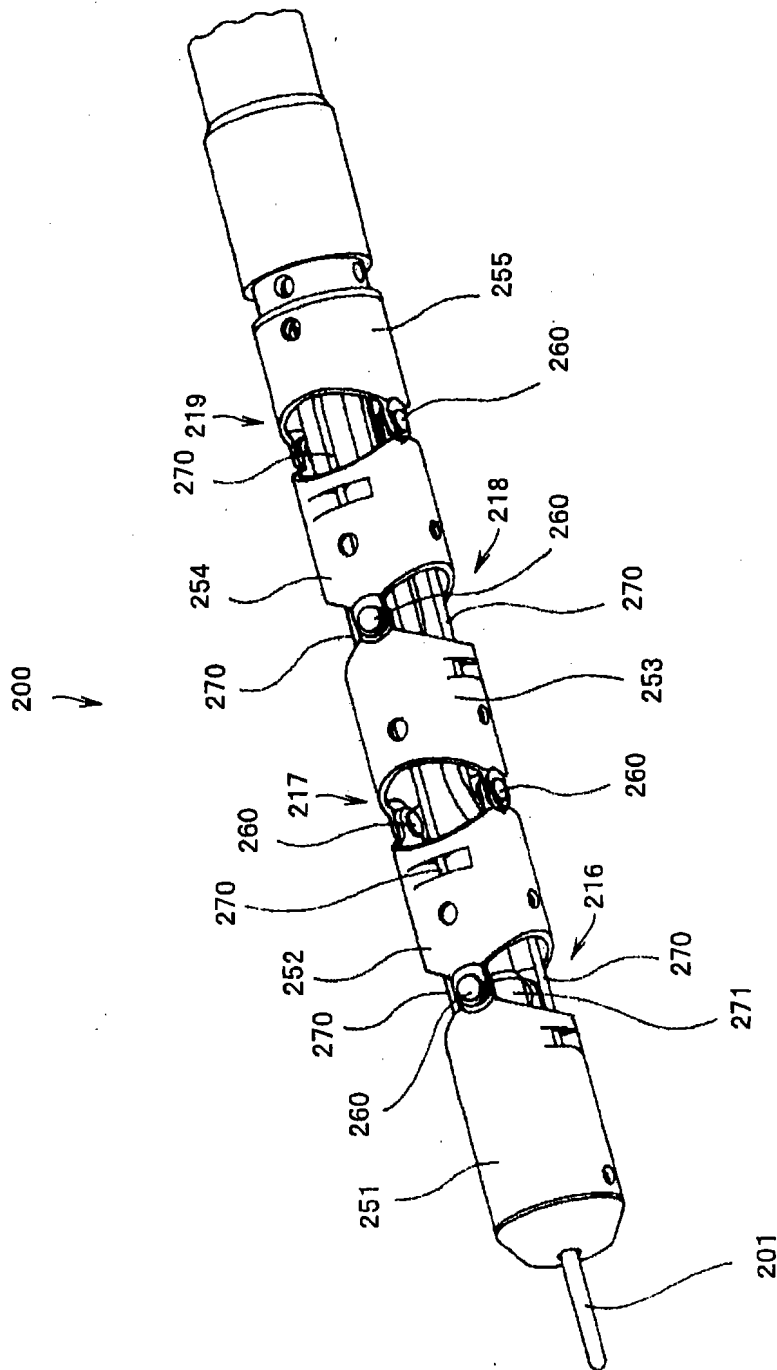


图 4

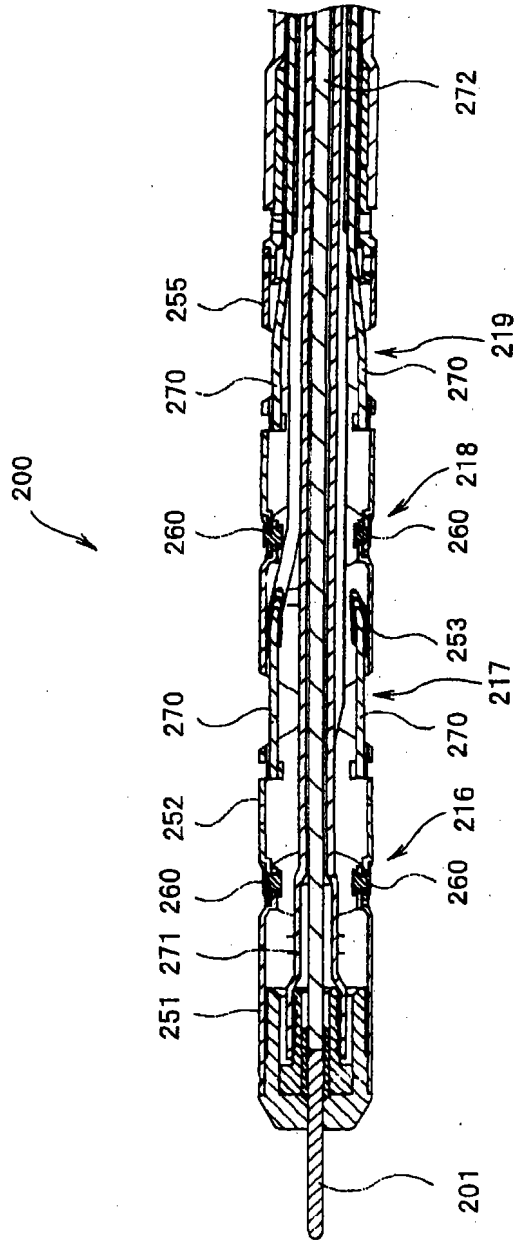


图 5

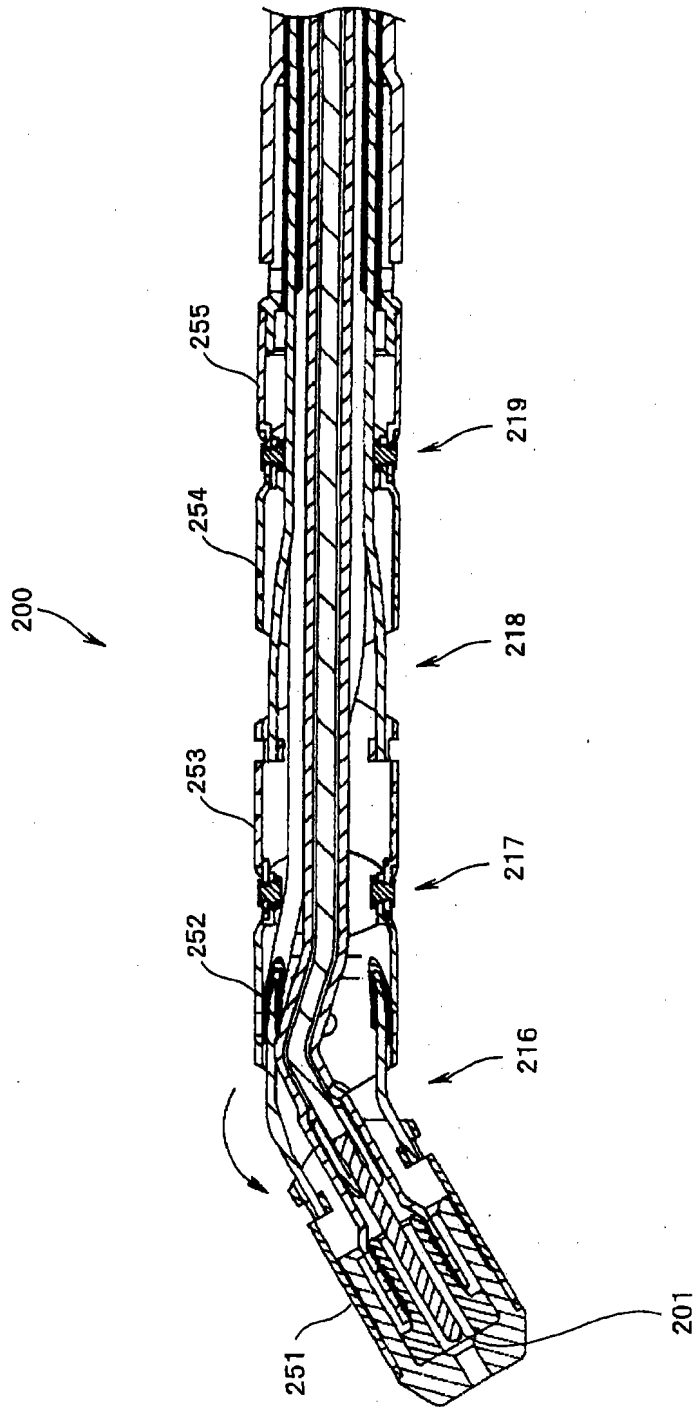


图 6

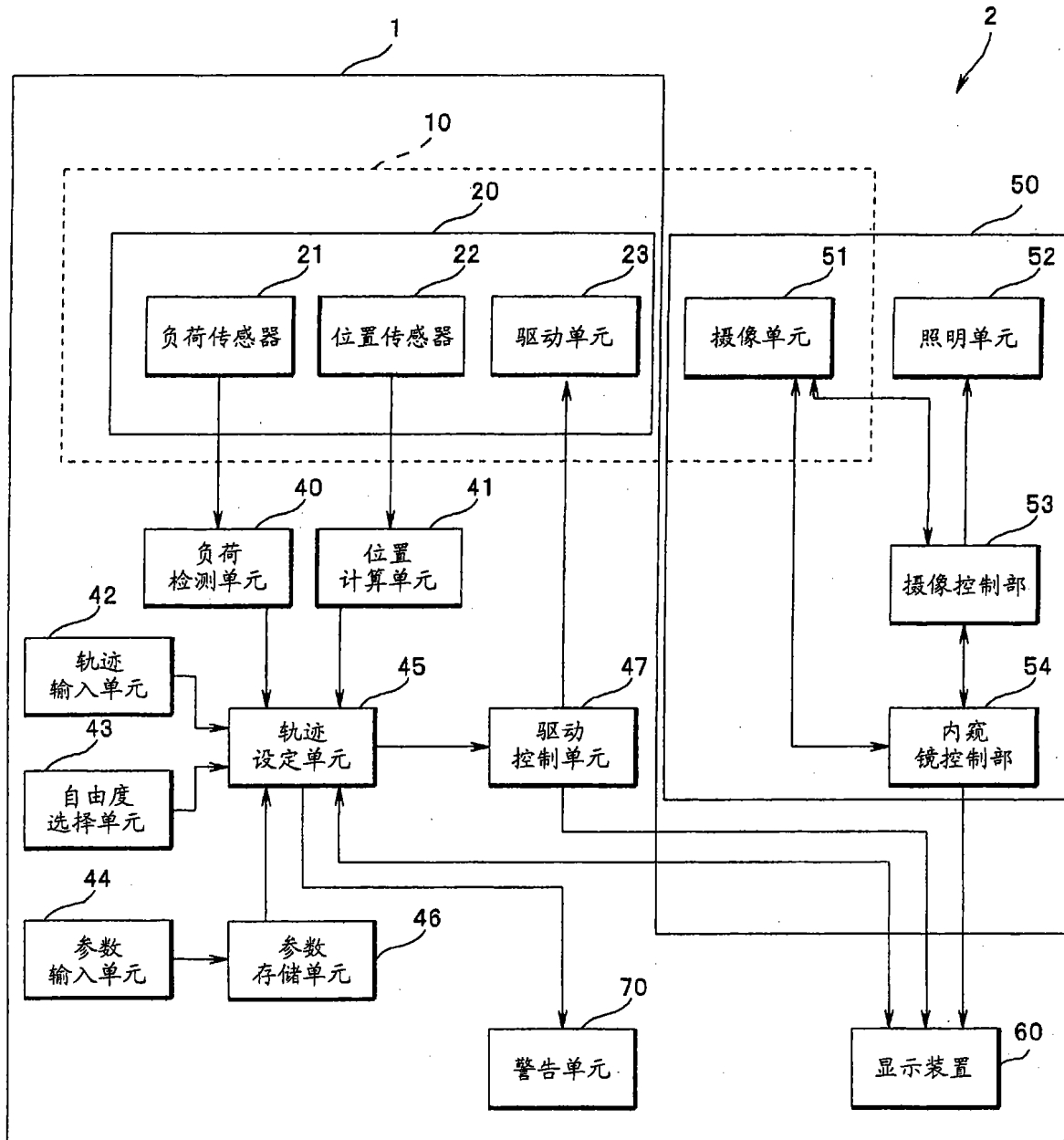


图 7

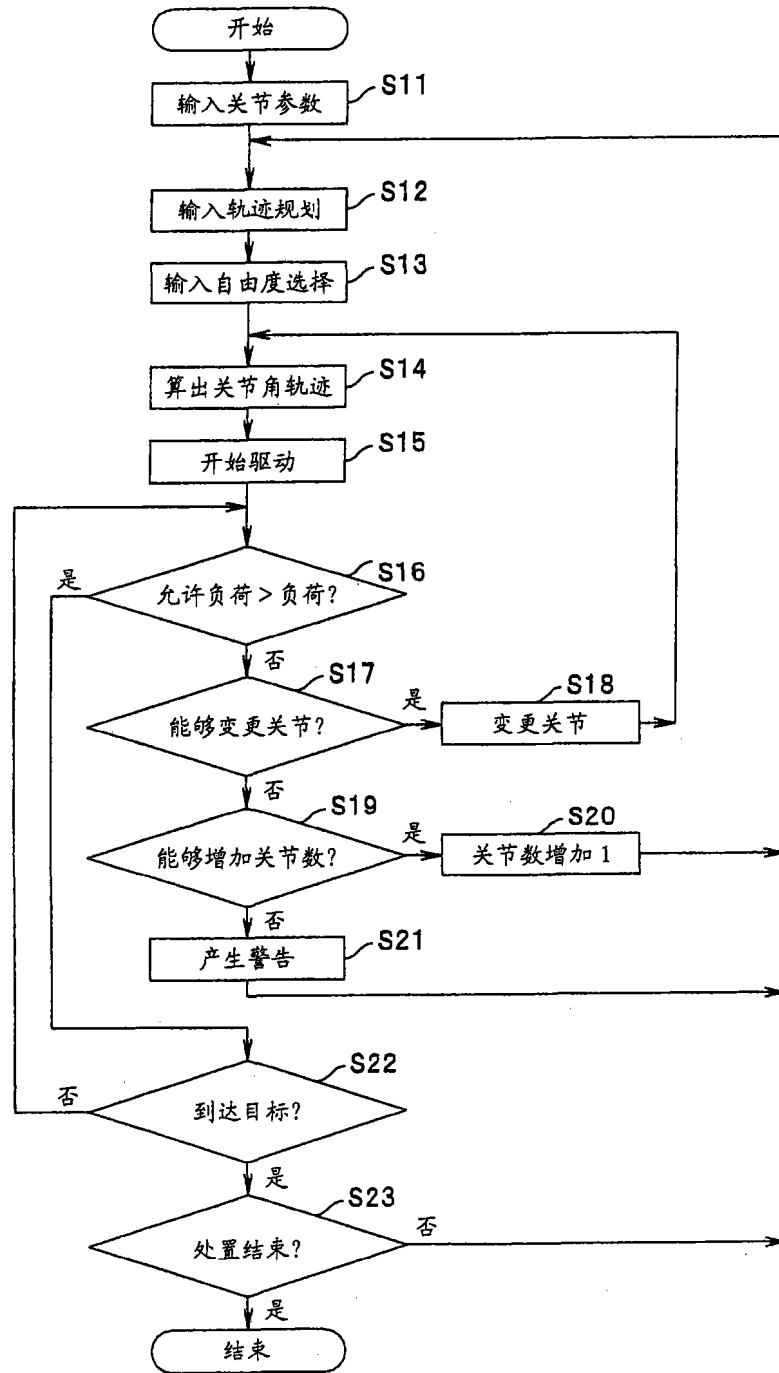


图 8

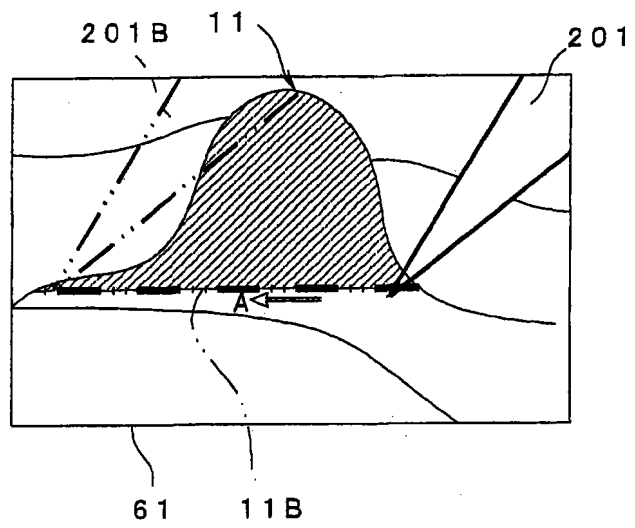


图 9

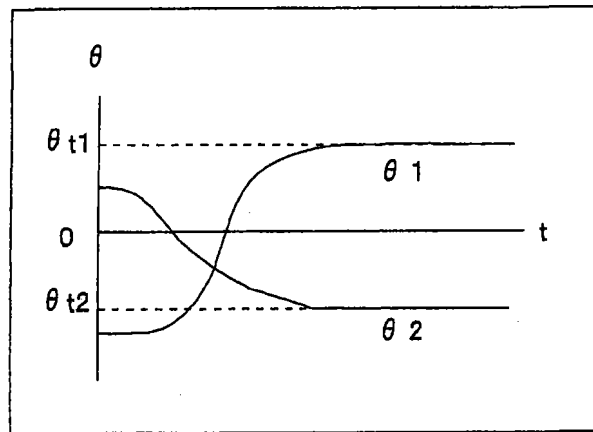


图 10

专利名称(译)	机械手装置和医疗设备系统		
公开(公告)号	CN101422901A	公开(公告)日	2009-05-06
申请号	CN200810174942.6	申请日	2008-10-24
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
[标]发明人	梅本义孝 高桥和彦 野波徹绪		
发明人	梅本义孝 高桥和彦 野波徹绪		
IPC分类号	B25J1/00 A61B1/00 A61B17/00 A61B17/28 A61B17/32 A61B19/00 B25J9/10 B25J13/00		
CPC分类号	A61B2019/2238 A61B2019/2242 A61B2019/2223 A61B2017/00314 A61B19/2203 A61B2019/464 A61B19/5212 B25J9/16 A61B34/37 A61B34/30 A61B34/71 A61B90/361 A61B2034/306 A61B2090/064 B25J9/1633 B25J9/1643		
优先权	2007282144 2007-10-30 JP		
其他公开文献	CN101422901B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供进行高精度和高效性的驱动的具有多个关节的机械手装置和具有所述机械手装置的医疗设备系统。本发明的机械手装置具有：机械手，其具有多个关节；参数存储单元，其存储关节参数；轨迹输入单元，其输入使机械手从当前位置和姿态移动到目标位置和姿态的轨迹来作为轨迹规划；以及轨迹设定单元，其根据关节参数和轨迹规划来设定关节角轨迹，轨迹设定单元根据关节的最大力量，来设定最少的驱动关节数的关节角轨迹中的最大力量的关节角轨迹。

