



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106029307 B

(45)授权公告日 2019.01.18

(21)申请号 201580008696.5

(22)申请日 2015.02.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106029307 A

(43)申请公布日 2016.10.12

(30)优先权数据
2014-039369 2014.02.28 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.08.15

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2015/054967 2015.02.23

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/129607 JA 2015.09.03

(73)专利权人 奥林巴斯株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 若井浩志 饭田雅敏 畠山直也

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 李辉 黄纶伟

(51)Int.Cl.
B25J 3/00(2006.01)
A61B 1/00(2006.01)
A61B 34/30(2016.01)
B25J 9/22(2006.01)
B25J 13/02(2006.01)

(56)对比文件
CN 102573599 A,2012.07.11,
JP 2001145638 A,2001.05.29,
审查员 张延虎

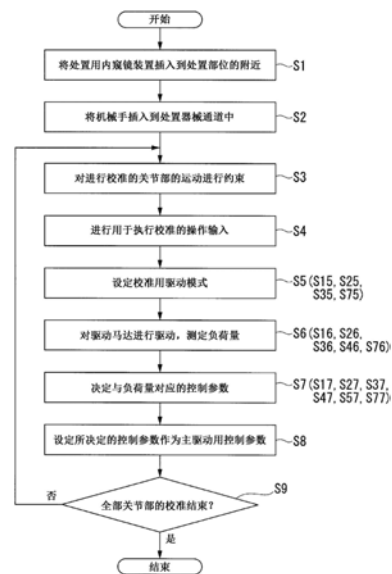
权利要求书2页 说明书26页 附图21页

(54)发明名称

机械手的校准方法、机械手和机械手系统

(57)摘要

机械手具有关节部、产生对所述关节部进行驱动的驱动力的驱动部、贯穿插入到管状部件的内部并将驱动部产生的驱动力传递到所述关节部的驱动力传递部件,机械手的校准方法具有以下步骤:配置步骤,将所述机械手配置成使用状态;负荷量测定步骤,对所述驱动部进行基于预定的校准用驱动模式的动作指令,测定此时所述机械手中产生的负荷量;以及控制参数设定步骤,根据所述负荷量测定步骤中测定出的所述负荷量,设定主驱动用控制参数。



1. 一种机械手的校准方法,该机械手具有关节部、产生对所述关节部进行驱动的驱动力的驱动部、贯穿插入到管状部件的内部并将所述驱动部产生的驱动力传递到所述关节部的驱动力传递部件,所述机械手的校准方法具有以下步骤:

配置步骤,将所述机械手配置成使用状态;

负荷量测定步骤,对所述驱动部进行基于预定的校准用驱动模式的动作指令,测定此时所述机械手中产生的负荷量;以及

控制参数设定步骤,根据所述负荷量测定步骤中测定出的所述负荷量,设定主驱动用控制参数,

对于所述校准用驱动模式,根据机械手的种类确定了多个模式。

2. 根据权利要求1所述的机械手的校准方法,其中,

所述校准用驱动模式包括具有以恒定速度进行驱动的部分的驱动模式。

3. 根据权利要求1所述的机械手的校准方法,其中,

在执行所述负荷量测定步骤之前,执行对所述关节部的运动进行约束的关节部约束步骤,

在所述关节部的运动被约束的状态下执行所述负荷量测定步骤。

4. 根据权利要求1所述的机械手的校准方法,其中,

在所述负荷量测定步骤中,测定所述驱动力传递部件中产生的张力作为所述负荷量。

5. 根据权利要求4所述的机械手的校准方法,其中,

在所述控制参数设定步骤中,根据对作为所述负荷量测定出的所述张力进行时间积分而得到的值,设定所述主驱动用控制参数。

6. 根据权利要求4所述的机械手的校准方法,其中,

在所述控制参数设定步骤中,根据作为所述负荷量测定出的所述张力的变化率的变化,设定所述主驱动用控制参数。

7. 根据权利要求4所述的机械手的校准方法,其中,

在所述控制参数设定步骤中,根据作为所述负荷量测定出的所述张力超过预定的阈值的时机,设定所述主驱动用控制参数。

8. 根据权利要求1所述的机械手的校准方法,其中,

所述驱动部具有马达,

在所述负荷量测定步骤中,测定所述马达的电流值作为所述负荷量。

9. 根据权利要求8所述的机械手的校准方法,其中,

在所述负荷量测定步骤中,使用使所述马达旋转固定量的驱动模式作为所述校准用驱动模式。

10. 根据权利要求1所述的机械手的校准方法,其中,

所述驱动部具有马达,

在所述负荷量测定步骤中,测定以恒定扭矩驱动所述马达时的马达旋转量作为所述负荷量。

11. 根据权利要求1所述的机械手的校准方法,其中,

在所述控制参数设定步骤中,设定根据所述负荷量和预先求出的控制参数决定用信息而决定的控制参数作为所述主驱动用控制参数。

12. 根据权利要求11所述的机械手的校准方法,其中,
关于所述控制参数决定用信息,
通过使所述机械手的所述管状部件弯曲,形成多个负荷状态,
所述控制参数决定用信息包括:
在所述多个负荷状态下与所述负荷量测定步骤同样测定的负荷量的信息;以及
在所述多个负荷状态下用于实现所述驱动模式的动作指令的控制参数的信息。
13. 一种机械手,其具有:
关节部;
驱动部,其产生对所述关节部进行驱动的驱动力;
驱动力传递部件,其贯穿插入到管状部件的内部,将所述驱动部中产生的驱动力传递到所述关节部;
存储部,其存储预定的校准用驱动模式;
负荷量测定部,其测定在动作时产生的负荷量;以及
控制部,其进行所述驱动部的动作控制和控制参数的设定,
所述控制部对所述驱动部进行基于所述存储部中存储的所述校准用驱动模式的动作指令,取得此时由所述负荷量测定部测定出的所述负荷量,
所述控制部根据由所述负荷量测定部测定出的所述负荷量设定主驱动用控制参数,
对于所述校准用驱动模式,根据机械手的种类确定了多个模式。
14. 根据权利要求13所述的机械手,其中,
所述负荷量测定部具有张力测定部,该张力测定部测定所述驱动力传递部件中产生的张力作为所述负荷量。
15. 根据权利要求14所述的机械手,其中,
所述驱动部被设置成能够相对于包含所述关节部和所述驱动力传递部件的插入部进行拆装,
所述张力测定部被设置在所述驱动力传递部件与所述驱动部之间,并且,与所述驱动部一起以能够相对于所述插入部进行拆装的方式被固定。
16. 根据权利要求13所述的机械手,其中,
所述驱动部具有马达,并且,被设置成能够相对于包含所述关节部和所述驱动力传递部件的插入部进行拆装,
所述负荷量测定部测定所述马达的电流值。
17. 一种机械手系统,其具有权利要求13~16中的任意一项所述的机械手。
18. 根据权利要求17所述的机械手系统,其中,
所述机械手系统具有对所述关节部的运动进行约束的关节部约束部件。

机械手的校准方法、机械手和机械手系统

技术领域

[0001] 本发明涉及机械手的校准方法、机械手和机械手系统。

[0002] 本申请根据2014年2月28日在日本申请的日本特愿2014-039369号主张优先权,将其内容引用于此。

背景技术

[0003] 以往,在机械手系统中,公知在机械手的前端部设置可动部,经由线向该可动部传递马达的驱动力,由此进行可动部的操作。在这种机械手中,对操作输入进行校准,以使得可动部准确地追随进行动作。

[0004] 例如,在专利文献1所记载的处置器械中,为了把持处置对象,在前端部具有通过线驱动进行开闭的一对爪,在基端部设置对线进行牵引的马达和对马达进行操作输入的主操作部。

[0005] 在该处置器械中,提出了如下方案:使第1爪向第2爪移动,测定第2爪相对于第1爪的位置和此时产生的扭矩量,由此进行校准。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:美国专利申请公开第2008/0114494号说明书

发明内容

[0009] 发明要解决的课题

[0010] 但是,在上述这种现有技术中存在以下问题。

[0011] 专利文献1所记载的处置器械是所谓的硬性机械手,所以,在使用时,线的路径保持恒定。因此,只要线等不产生经时变化,则可以仅进行一次校准。

[0012] 但是,在所谓的软性机械手的情况下,线贯穿插入到具有挠性的外皮中,能够与外皮一起弯曲。因此,在将机械手引导到处置对象部位的过程中,外皮弯曲,由此,贯穿插入到外皮的内部的线的路径变化。这样,当线的路径变化时,线中产生伸长或松弛。因此,负荷阻力变化,针对操作输入的振幅响应变化,产生驱动传递的延迟。

[0013] 因此,即使通过专利文献1所记载的技术进行校准,当使用时的弯曲状态与校准时的弯曲状态不同时,也存在很难准确进行动作的问题。

[0014] 因此,为了进行准确的动作,在与使用时相同的弯曲状态下,需要重新进行校准,但是,在专利文献1所记载的技术中,存在校准作业花费时间的问题。

[0015] 并且,即使外皮的弯曲状态恒定,当反复进行驱动时,摩擦特性也经时地变化等,施加给线的负荷阻力逐渐变化。这种情况下,即使弯曲状态恒定,也需要隔开适当时间进行校准。因此,强烈期望在机械手的使用状态下能够容易实现的校准方法。

[0016] 本发明是鉴于上述问题而完成的,其目的在于,提供即使根据使用时的配置状态对驱动力传递部件施加负荷也能够容易地进行用于准确驱动关节部的校准的机械手系统

的校准方法、机械手和机械手系统。

[0017] 用于解决课题的手段

[0018] 在本发明的第1方式的机械手的校准方法中,该机械手具有关节部、产生对所述关节部进行驱动的驱动力的驱动部、贯穿插入到管状部件的内部并将所述驱动部产生的驱动力传递到所述关节部的驱动力传递部件,所述机械手的校准方法具有以下步骤:配置步骤,将所述机械手配置成使用状态;负荷量测定步骤,对所述驱动部进行基于预定的校准用驱动模式的动作指令,测定此时所述机械手中产生的负荷量;以及控制参数设定步骤,根据所述负荷量测定步骤中测定出的所述负荷量,设定主驱动用控制参数。

[0019] 根据本发明的第2方式,在上述第1方式的机械手的校准方法中,也可以是,对于所述校准用驱动模式,确定了多个模式。

[0020] 根据本发明的第3方式,在上述第2方式的机械手的校准方法中,也可以是,对于所述校准用驱动模式,根据机械手的种类确定了多个模式。

[0021] 根据本发明的第4方式,在上述第1方式~第3方式中的任意一个方式的机械手的校准方法中,也可以是,所述校准用驱动模式包括具有以恒定速度进行驱动的部分的驱动模式。

[0022] 根据本发明的第5方式,在上述第1方式~第4方式中的任意一个方式的机械手的校准方法中,也可以是,在执行所述负荷量测定步骤之前,执行对所述关节部的运动进行约束的关节部约束步骤,在所述关节部的运动被约束的状态下执行所述负荷量测定步骤。

[0023] 根据本发明的第6方式,在上述第1方式~第5方式中的任意一个方式的机械手的校准方法中,也可以是,在所述负荷量测定步骤中,测定所述驱动力传递部件中产生的张力作为所述负荷量。

[0024] 根据本发明的第7方式,在上述第6方式的机械手的校准方法中,也可以是,在所述控制参数设定步骤中,根据对作为所述负荷量测定出的所述张力进行时间积分而得到的值,设定所述主驱动用控制参数。

[0025] 根据本发明的第8方式,在上述第6方式的机械手的校准方法中,也可以是,在所述控制参数设定步骤中,根据作为所述负荷量测定出的所述张力的变化率的变化,设定所述主驱动用控制参数。

[0026] 根据本发明的第9方式,在上述第6方式的机械手的校准方法中,也可以是,在所述控制参数设定步骤中,根据作为所述负荷量测定出的所述张力超过预定的阈值的时机,设定所述主驱动用控制参数。

[0027] 根据本发明的第10方式,在上述第1方式~第5方式中的任意一个方式的机械手的校准方法中,也可以是,所述驱动部具有马达,在所述负荷量测定步骤中,测定所述马达的电流值作为所述负荷量。

[0028] 根据本发明的第11方式,在上述第10方式的机械手的校准方法中,也可以是,在所述负荷量测定步骤中,使用使所述马达旋转固定量的驱动模式作为所述校准用驱动模式。

[0029] 根据本发明的第12方式,在上述第1方式~第5方式中的任意一个方式的机械手的校准方法中,也可以是,所述驱动部具有马达,在所述负荷量测定步骤中,测定以恒定扭矩驱动所述马达时的马达旋转量作为所述负荷量。

[0030] 根据本发明的第13方式,在上述第1方式~第11方式中的任意一个方式的机械手

的校准方法中,也可以是,在所述控制参数设定步骤中,设定根据所述负荷量和预先求出的控制参数决定用信息而决定的控制参数作为所述主驱动用控制参数。

[0031] 根据本发明的第14方式,在上述第13方式的机械手的校准方法中,也可以是,关于所述控制参数决定用信息,通过使所述机械手的所述管状部件弯曲,形成多个负荷状态,所述控制参数决定用信息包括:在所述多个负荷状态下与所述负荷量测定步骤同样测定的负荷量的信息;以及在所述多个负荷状态下用于实现所述驱动模式的动作指令的控制参数的信息。

[0032] 根据本发明的第15方式,机械手具有:关节部;驱动部,其产生对所述关节部进行驱动的驱动力;驱动力传递部件,其贯穿插入到管状部件的内部,将所述驱动部中产生的驱动力传递到所述关节部;存储部,其存储预定的校准用驱动模式;负荷量测定部,其测定在动作时产生的负荷量;以及控制部,其进行所述驱动部的动作控制和控制参数的设定,所述控制部对所述驱动部进行基于所述存储部中存储的所述校准用驱动模式的动作指令,取得此时由所述负荷量测定部测定出的所述负荷量,所述控制部根据由所述负荷量测定部测定出的所述负荷量设定主驱动用控制参数。

[0033] 根据本发明的第16方式,在上述第15方式的机械手中,也可以是,所述负荷量测定部具有张力测定部,该张力测定部测定所述驱动力传递部件中产生的张力作为所述负荷量。

[0034] 根据本发明的第17方式,在上述第16方式的机械手中,也可以是,所述驱动部被设置成能够相对于包含所述关节部和所述驱动力传递部件的插入部进行拆装,所述张力测定部被设置在所述驱动力传递部件与所述驱动部之间,并且,与所述驱动部一起以能够相对于所述插入部进行拆装的方式被固定。

[0035] 根据本发明的第18方式,在上述第15方式的机械手中,也可以是,所述驱动部具有马达,并且,被设置成能够相对于包含所述关节部和所述驱动力传递部件的插入部进行拆装,所述负荷量测定部测定所述马达的电流值。

[0036] 根据本发明的第19方式,机械手系统具有上述第15方式~第18方式中的任意一个方式的机械手。

[0037] 根据本发明的第20方式,在上述第19方式的机械手系统中,也可以是,所述机械手系统具有对所述关节部的运动进行约束的关节部约束部件。

[0038] 发明效果

[0039] 根据上述各方式的机械手的校准方法、机械手和机械手系统,在使用时的配置状态下以校准用驱动模式进行驱动,测定机械手中产生的负荷量,根据该负荷量设定主驱动用控制参数,所以,即使根据使用时的配置状态对驱动力传递部件施加负荷,也能够容易地进行用于准确驱动关节部的校准。

附图说明

[0040] 图1是示出本发明的第1实施方式的机械手系统的整体结构的示意性立体图。

[0041] 图2是示出本发明的第1实施方式的机械手和关节部约束部件的外观的示意性立体图。

[0042] 图3A是本发明的第1实施方式的机械手的关节部约束部件的局部剖视图。

- [0043] 图3B是本发明的第1实施方式的机械手的关节部约束部件的局部剖视图的右侧视图。
- [0044] 图4是本发明的第1实施方式的机械手的示意性系统结构图。
- [0045] 图5是示出本发明的第1实施方式的机械手的驱动部的一例的示意性结构图。
- [0046] 图6是示出本发明的第1实施方式的机械手的控制部的功能结构的功能框图。
- [0047] 图7是本发明的第1实施方式的机械手的控制框图。
- [0048] 图8是示出本发明的第1实施方式的机械手的传递系统的模型的示意图。
- [0049] 图9是示出本发明的第1实施方式的机械手的校准方法的流程的流程图。
- [0050] 图10A是示出本发明的第1实施方式的机械手的校准方法中使用的驱动模式的例子的示意性曲线图。
- [0051] 图10B是示出本发明的第1实施方式的机械手的校准方法中使用的驱动模式的例子的示意性曲线图。
- [0052] 图11是示出本发明的第1实施方式的机械手的负荷量测定结果的一例的曲线图。
- [0053] 图12A是说明本发明的第1实施方式的机械手的校准方法中的用于求出控制参数决定用信息的负荷的赋予方法的示意图。
- [0054] 图12B是说明本发明的第1实施方式的机械手的校准方法中的用于求出控制参数决定用信息的负荷的赋予方法的示意图。
- [0055] 图12C是说明本发明的第1实施方式的机械手的校准方法中的用于求出控制参数决定用信息的负荷的赋予方法的示意图。
- [0056] 图13是示出本发明的第1实施方式的机械手的负荷状态的差异所引起的张力的变化的例子的曲线图。
- [0057] 图14A是示出本发明的第1实施方式的机械手的校准方法中的控制参数决定用信息的一例的示意性曲线图。
- [0058] 图14B是示出本发明的第1实施方式的机械手的校准方法中的控制参数决定用信息的一例的示意性曲线图。
- [0059] 图15是示出基于本发明的第1实施方式的机械手的校准方法的驱动马达的动作指令值和关节部的响应的例子的曲线图。
- [0060] 图16是示出本发明的第1实施方式的第1变形例的机械手的校准方法中使用的驱动模式的例子的示意性曲线图。
- [0061] 图17是示出本发明的第1实施方式的第2变形例的机械手的校准方法中使用的驱动模式的例子的示意性曲线图。
- [0062] 图18A是示出本发明的第1实施方式的第3变形例的机械手的校准方法中使用的驱动模式的例子的示意性曲线图。
- [0063] 图18B是示出本发明的第1实施方式的第3变形例的机械手的校准方法中使用的张力的测定例的曲线图。
- [0064] 图19A是示出本发明的第1实施方式的第4变形例的机械手的校准方法中的负荷量的测定例的示意性曲线图。
- [0065] 图19B是示出本发明的第1实施方式的第4变形例的机械手的校准方法中的负荷量的测定例的示意性曲线图的局部放大图。

[0066] 图20是说明本发明的第1实施方式的第5变形例的机械手的校准方法中的驱动线的松弛量的估计方法的示意性曲线图。

[0067] 图21是示出本发明的第2实施方式的机械手的控制部的功能结构的功能框图。

[0068] 图22是本发明的第3实施方式的机械手的示意性结构图。

[0069] 图23是示出本发明的各实施方式和各变形例中能够共通使用的驱动模式的另一例的示意性曲线图。

具体实施方式

[0070] 下面,参照附图对本发明的实施方式进行说明。在全部附图中,在实施方式不同的情况下,也对相同或相当的部件标注相同标号并省略共通的说明。

[0071] [第1实施方式]

[0072] 对本发明的第1实施方式的机械手系统进行说明。

[0073] 图1是示出本发明的第1实施方式的机械手系统的整体结构的示意性立体图。图2是示出本发明的第1实施方式的机械手和关节部约束部件的外观的示意性立体图。图3A是本发明的第1实施方式的机械手的关节部约束部件的局部剖视图。图3B是图3A中的右侧视图。图4是本发明的第1实施方式的机械手的示意性系统结构图。图5是示出本发明的第1实施方式的机械手的驱动部的一例的示意性结构图。图6是示出本发明的第1实施方式的机械手的控制部的功能结构的功能框图。

[0074] 另外,各附图是示意图,所以适当变更尺寸和形状(以下的附图也同样)。

[0075] 如图1所示,本实施方式的机械手系统1是所谓的主从方式的系统,具有由操作者 O_p 操作的主机械手2和设置有处置用内窥镜装置10的从机械手6。

[0076] 主机械手2具有供操作者 O_p 进行操作输入的主臂3、显示使用处置用内窥镜装置10进行拍摄而得到的影像等的显示部4、根据主臂3的动作生成用于使从机械手6进行动作的操作指令的控制单元5。

[0077] 在本实施方式中,主臂3是用于使包含后述医疗用器具20的从机械手6的各部进行动作的操作部。并且,没有详细图示,但是,主机械手2具有与操作者 O_p 的右手和左手分别对应的一对主臂3。

[0078] 主臂3具有关节构造,以使得如后述处置用内窥镜装置10的弯曲部11B和医疗用器具20的关节部22那样,使至少具有1个自由度的关节的机械手进行动作。

[0079] 并且,在主臂3中,在位于操作者 O_p 侧的端部设置有用于使医疗用器具20的把持部26(后述)进行动作的把持操作部(图示省略)。

[0080] 并且,没有特别图示,但是,在主臂3中设置有用于供操作者 O_p 指示校准动作的开始的操作部。作为该操作部,例如可以采用按压按钮操作部、脚踏开关操作部等。下面,设开始进行校准动作的按压按钮操作部设置在把持主臂3的操作者的 O_p 的手指到达的范围内来进行说明。

[0081] 显示部4是显示由安装在处置用内窥镜装置10上的观察部15(后述)进行拍摄而得到的处置对象部位的影像、操作所需要的操作画面、来自控制单元5的信息等的装置。在显示部4中,还与处置对象部位一起显示医疗用器具20。

[0082] 从机械手6具有载置患者 P_a 的载置台7、配置在载置台7的附近的多关节机器人8、

医疗用器具20。

[0083] 在多关节机器人8上保持处置用内窥镜装置10。能够使医疗用器具20贯穿插入到处置用内窥镜装置10中。

[0084] 多关节机器人8、处置用内窥镜装置10和医疗用器具20根据从主机械手2发出的动作指令进行动作。

[0085] 但是,在本发明的机械手系统中,多关节机器人不是必须的,例如也可以构成为由未图示的辅助者保持处置用内窥镜装置10。

[0086] 如图2所示,处置用内窥镜装置10具有用于插入到患者Pa的体内的长条部件即外套管11。

[0087] 外套管11从近位端朝向远位端依次具备具有挠性的管状的插入部11C(参照图1)、例如具有节轮或弯曲块等的公知的弯曲部11B、以及由圆柱状的硬质材料形成的前端部11A(关节部约束部件)。

[0088] 通过针对主臂3的操作输入使弯曲部11B弯曲,由此能够变更前端部11A的朝向。作为使弯曲部11B弯曲的机构,例如可以采用如下公知的结构:贯穿插入到节轮或弯曲块的内周面,使固定在前端部11A上的驱动线贯穿插入到插入部11C内,利用近位端侧的驱动马达等进行牵引。

[0089] 在插入部11C和弯曲部11B的内部设置有供给医疗用器具20等处置器械的路径即处置器械通道16。

[0090] 如图1所示,处置器械通道16的基端部(近位端侧)与在插入部11C的侧方开口的供给口16a连接。

[0091] 处置器械通道16由具有内径 d_1 的挠性的管状部件形成。如图3A所示,其前端部16b在轴向上贯通前端部11A,与在前端部11A的前端面11a开口的贯通孔部12的基端侧连接。

[0092] 贯通孔部12具有作为供贯穿插入到处置器械通道16中的各种处置器械贯穿插入的贯穿插入孔的功能。但是,在使医疗用器具20贯穿插入时,具有在进行医疗用器具20的关节部的校准时对医疗用器具20的关节部的运动进行约束的功能。在本实施方式中,贯通孔部12由比处置器械通道16的内径 d_1 稍小的内径 d_0 、长度 L 的圆筒孔构成。内径 d_0 、长度 L 的设定方法在后面叙述。

[0093] 如图2、图3B所示,观察部15是用于观察处置对象部位的装置,具有公知的摄像机构13和照明机构14。

[0094] 摄像机构13和照明机构14配置在前端部11A的内部,图示省略的电气布线和光纤贯穿插入到弯曲部11B和插入部11C的内部,与控制单元5中的电路和光源连结。

[0095] 摄像机构13和照明机构14在前端部11A的前端面11a分别具有光学开口窗,通过该开口窗,能够接收前端部11A的前方的外光,并且能够向前方出射照明光。

[0096] 医疗用器具20是通过具有关节部而使前端的末端执行器移动或对其进行驱动的机械手的一例,整体形成为细长的轴状。

[0097] 如图4所示,医疗用器具20具有通过主臂3的操作而转动的关节部22、与关节部22连结的轴状部21、把持处置对象等的把持部26、具有挠性的管状部件即筒状部23、对关节部22供给驱动力的驱动单元30。

[0098] 把持部26是医疗用器具20的末端执行器,安装在最前端侧(远位端侧)的轴状部21

的前端。

[0099] 筒状部23与最基端侧(近位端侧)的轴状部21连接。

[0100] 关节部22是屈曲用关节,只要是使用驱动力传递部件从近位端传递驱动力并进行屈曲的关节即可,具体结构没有特别限定。关节部22的屈曲自由度、屈曲方向、屈曲量等也没有特别限定。

[0101] 下面,作为关节部22的一例,设为从近位端侧起依次具有向与医疗用器具20的延伸方向交叉的方向屈曲的关节部22B和向与关节部22B的屈曲方向正交的方向屈曲的关节部22A的关节部来进行说明。

[0102] 关节部22B、22A均具有图示省略的滑轮,在各个滑轮上卷绕有驱动线24B、24A作为驱动力传递部件,端部被固定。

[0103] 下面,在不需要特别明示关节部22B、22A或驱动线24B、24A的区别的情况下,有时省略附加文字A、B而简称为关节部22、驱动线24。

[0104] 轴状部21具有通过关节部22B连结的轴状部21C、21B以及通过关节部22A而与轴状部21B连结的轴状部21A。

[0105] 因此,轴状部21C在医疗用器具20中成为最基端侧的轴状部21,与连接有关节部22B的端部相反的一侧的端部固定在筒状部23的前端。

[0106] 轴状部21A在医疗用器具20中成为最前端侧的轴状部21,在与关节部22A相反的一侧的端部即前端固定有把持部26。

[0107] 在轴状部21B的两端部连结有关节部22B、22A。

[0108] 下面,将由这种轴状部21C、关节部22B、轴状部21B、关节部22A、轴状部21A和把持部26构成的连结体称为前端屈曲部25。

[0109] 各轴状部21具有以能够贯穿插入到前端部11A的贯通孔部12中的方式与其内径 d_0 嵌合的外径 D_0 。

[0110] 各关节部22形成为不从所连结的轴状部21的外形突出的大小。

[0111] 贯通孔部12的内径 d_0 、长度 L 设定成如下的规定值:在将关节部22和由关节部22连结的一对轴状部21插入到贯通孔部12中时,关节部22的运动收敛在一定偏差的范围内。

[0112] 例如,在本实施方式中,由于贯通孔部12具有圆筒形状,所以,如果设 $d_0 = D_0$,则各轴状部21与笔直轴0同轴排列。因此,关节部22完全被约束,抑制了屈曲动作。

[0113] 在内径 d_0 大于外径 D_0 的情况下,在轴状部21在其间隙范围内移动的期间内,关节部22移动,但是,当轴状部21在间隙范围内的移动结束时,关节部22的运动被约束。

[0114] 在本实施方式中,在进行后述校准时,赋予使关节部22进行预定的屈曲运动这样的使关节角度变化的动作指令。此时,如果在间隙范围内移动的关节角度的变化量 $\Delta\theta$ 远远小于动作指令中的关节角度的变化量,则能够使校准的误差收敛在容许范围内。

[0115] 根据贯通孔部12的内径 d_0 、轴状部21的外径 D_0 和贯通孔部12的长度 L 的关系,计算变化量 $\Delta\theta$ 。

[0116] 例如,在校准动作中的改变关节角度的动作指令在 $\theta_0 \sim \theta_{\max}$ 的范围内变化的情况下,优选在间隙范围内移动的关节角度的变化量 $\Delta\theta$ 为关节角度的变化幅度 $(\theta_{\max} - \theta_0)$ 的30%以下,更加优选为10%以下。

[0117] 把持部26具有用于保持处置器械的一对把持部件26a、26b以及以能够转动的方式

支承把持部件26a、26b的转动轴26c。通过对主臂3的图示省略的把持操作部进行操作,把持部件26a、26b以转动轴26c为中心转动,如图4的箭头那样运动并进行开闭动作。

[0118] 把持部26的驱动力的传递手段没有特别限定,例如,可以通过图示省略的操作线对与把持部件26a、26b连结的图示省略的连杆进行驱动等的手段。

[0119] 如图4所示,把持部26成为如下的大小:在不把持被把持物而闭合的情况下,不从所连结的轴状部21的外形突出。

[0120] 因此,前端屈曲部25成为如下的形状:在笔直延伸的状态下、即如上所述闭合把持部26的状态下,成为最大外径为D0的轴状体,能够以可进退的方式插入到贯通孔部12中。

[0121] 筒状部23例如由树脂管等软性的筒状部件构成,在内部贯穿插入有用于分别驱动关节部22A、22B的驱动线24A、24B等贯穿插入物。

[0122] 在从筒状部23的基端部到前端的滑轮的附近之间,驱动线24A、24B分别贯穿插入到两端部的位置被固定的外皮27的内部。

[0123] 各外皮27由具有与各驱动线24的直径大致相同的内径的密绕线圈等形成,由此,即使受到外力而弯曲,长度也大致没有变化。但是,为了顺畅地牵引驱动线24,外皮27的内径比驱动线24的外径稍大。

[0124] 作为筒状部23中的驱动线24A、24B以外的贯穿插入物,图示省略,但是,例如可以举出用于驱动把持部26的操作线、与观察部15连接的电气布线和光纤等的例子。

[0125] 如图5所示,驱动单元30具有固定在筒状部23的基端部且内置有驱动力传递机构33的主体部31、以能够拆装的方式安装在主体部31上且在内部内置有驱动马达34(驱动部)的拆装部32。

[0126] 拆装部32相对于主体部31的拆装方式只要是在装配时将驱动马达34的驱动力传递到驱动力传递机构33、在取下时按照每个驱动马达34进行取下的方式即可,没有特别限定。例如,可以采用通过凹凸嵌合、螺合对主体部31和拆装部32的壳体彼此进行拆装的方式,或者经由螺钉等连结部件以能够拆装的方式固定主体部31和拆装部32的壳体彼此的方式等。

[0127] 这样,通过以能够拆装的方式安装拆装部32,例如在对已使用的前端屈曲部25、筒状部23进行丢弃或灭菌的情况下,能够取下拆装部32。取下的拆装部32和驱动马达34通过装配在新的主体部31或灭菌后的主体部31上,能够再次使用。

[0128] 驱动力传递机构33是将来自驱动马达34的驱动力传递到驱动线24并对驱动线24进行牵引的装置部分,针对驱动线24A、24B分别设置相同结构的部分。但是,在图5中,为了简便,仅示出对驱动线24B进行牵引的部分。

[0129] 下面,根据图5说明用于对驱动线24B进行驱动的驱动力传递机构33、驱动马达34的结构,但是,同样的说明还应用于用于对驱动线24A进行驱动的驱动力传递机构33、驱动马达34。

[0130] 另外,各驱动力传递机构33(各驱动马达34)可以分别设置在各个主体部31(拆装部32)上且单独能够进行拆装,也可以将全部驱动力传递机构33(各驱动马达34)一体地固定在一个主体部31(拆装部32)上且整体能够进行拆装。

[0131] 在本实施方式中,作为一例,驱动力传递机构33采用具有齿条33A、33B和小齿轮33C的齿条齿轮方式的机构。

[0132] 齿条33A、33B通过主体部31内的图示省略的支承部件支承为能够沿着驱动线24B的牵引方向移动,在各自的筒状部23侧的端部固定驱动线24B的端部。

[0133] 在齿条33A、33B之间配置有与各个齿部卡合的小齿轮33C。

[0134] 小齿轮33C在主体部31内通过图示省略的支承轴支承为能够旋转。因此,当齿条33A向朝向拆装部32侧牵引驱动线24B的方向(参照图示箭头x1)移动时,通过小齿轮33C的旋转,齿条33B向远离拆装部32的方向(参照图示箭头y2)移动。相反,当齿条33A向图示箭头x2方向推出时,齿条33B向图示箭头y1方向移动。

[0135] 齿条33A、33B与驱动线24一起构成将驱动马达34中产生的驱动力传递到关节部22的驱动力传递部件。但是,在本实施方式中,与驱动线24相比,齿条33A、33B具有高刚性,驱动时的伸缩小于驱动线24的伸缩。

[0136] 驱动马达34是产生用于使齿条33A移动的驱动力的装置部分,具有将旋转运动转换为直动运动的滚珠丝杠36,经由测定驱动线24B中产生的张力的张力测定部35以能够拆装的方式与齿条33A连结。

[0137] 关于驱动马达34的种类,只要能够根据动作指令值旋转规定旋转量从而使滚珠丝杠36移动一定距离即可,没有特别限定。例如,可以采用伺服马达、步进马达、DC马达等。

[0138] 在本实施方式中,驱动马达34采用具有检测旋转量的编码器34a的DC伺服马达。

[0139] 如图6所示,驱动马达34以能够通信的方式与控制单元5连接。

[0140] 张力测定部35只要能够测定驱动线24B中产生的张力即可,没有特别限定。在本实施方式中,作为一例,采用固定在滚珠丝杠36的端部且以能够拆装的方式与齿条33A连结的负载传感器(Load Cell)。

[0141] 张力测定部35以能够通信的方式与控制单元5连接。

[0142] 接着,以进行各关节部22的动作控制和校准控制的部分的功能结构为中心,对控制单元5的功能结构进行说明。

[0143] 如图6所示,控制单元5具有马达控制部100(控制部)、校准控制部101(控制部)和存储部102。

[0144] 马达控制部100进行从主臂3送出的主臂3的关节部的运动解析,计算用于进行相同动作的关节部22的旋转角度,进行与其对应的驱动马达34的旋转量的控制。与动作说明一起对马达控制部100进行的控制进行详细说明。

[0145] 校准控制部101进行医疗用器具20的关节部22的校准动作,在马达控制部100中设定通过校准动作而得到的驱动马达34的控制参数作为主驱动用控制参数。

[0146] 在该校准动作中,首先,根据存储部102中存储的校准用驱动模式进行驱动马达34的动作。此时,测定医疗用器具20中产生的负荷量,根据该负荷量决定主驱动用控制参数。

[0147] 在本实施方式中,作为负荷量,采用由张力测定部35测定的驱动线24的张力信息,张力测定部35构成负荷量测定部。

[0148] 因此,校准控制部101以能够通信的方式与马达控制部100、存储部102和张力测定部35连接。

[0149] 与动作说明一起对校准控制部101进行的控制进行详细说明。

[0150] 在本实施方式中,马达控制部100和校准控制部101构成进行驱动马达34的动作控制和控制参数的设定的控制部。

[0151] 存储部102是存储预定的校准用驱动模式和用于根据负荷量决定主驱动用控制参数的控制参数决定信息的装置部分,以能够通信的方式与校准控制部101连接。

[0152] 与动作说明一起对存储部102中存储的这些信息的例子进行说明。

[0153] 这样的控制单元5的装置结构通过由CPU、存储器、输入输出接口、外部存储装置等构成的计算机实现,由此,执行实现上述控制功能的适当的控制程序。

[0154] 根据这种结构,医疗用器具20、马达控制部100、校准控制部101、张力测定部35和存储部102构成本实施方式的机械手。

[0155] 接着,对这种机械手系统1的医疗用器具20的动作进行说明。

[0156] 图7是本发明的第1实施方式的机械手的控制框图。图8是示出本发明的第1实施方式的机械手的传递系统的模型的示意图。

[0157] 在使用机械手系统1的医疗用器具20进行处置时,首先,使用处置用内窥镜装置10的外套管11在处置对象部位将医疗用器具20的前端部分插入到患者Pa的体内,推进到处置对象部位的附近。

[0158] 此时,外套管11根据体内的插入路径而弯曲,所以,外套管11的内部的处置器械通道16和贯穿插入到该处置器械通道16中的医疗用器具20的筒状部23也弯曲。

[0159] 因此,贯穿插入到筒状部23的内部的外皮27和驱动线24也弯曲。并且,一般情况下,弯曲的方式在相互并行的驱动线24彼此之间也不同。

[0160] 当在弯曲的外皮27内牵引驱动线24时,由于外皮27的弯曲量的差异,滑动负荷变化,根据贯穿插入部位,驱动线24伸长或松弛。由此,驱动力的传递延迟,作用于关节部22的力量降低,在改变关节部22的驱动方向时产生空回(backlash)。

[0161] 特别是在为了牵引关节部22的滑轮而并行配置的驱动线24的一方位于弯曲的内侧、另一方位于弯曲的外侧的情况下,由于牵引方向(关节部22的转动方向)而引起的滑动负荷的差显著,所以,容易产生这种不良情况。

[0162] 当产生这种不良情况时,牵引驱动线24的小齿轮33C的旋转量和关节部22的滑轮的旋转量没有准确对应,所以,无法进行与主臂3的操作输入准确对应的驱动。

[0163] 因此,在本实施方式的医疗用器具20中,在对医疗用器具20进行主驱动之前,进行本实施方式的校准方法,根据医疗用器具20中产生的负荷量来变更驱动马达34的控制参数,由此取得小齿轮33C的旋转量与关节部22的滑轮的旋转量的匹配。

[0164] 参照图7对医疗用器具20的主驱动时的控制进行说明。

[0165] 当来自主臂3的操作输入送出到马达控制部100时,通过马达控制部100的动作指令值生成部110生成与医疗用器具20的关节构造对应的驱动马达34的动作指令值 u_m 。

[0166] 该动作指令值 u_m 成为如下的动作指令值:在基于驱动马达34的小齿轮33C与设置在关节部22中的关节部滑轮22a之间的传递系统200具有不会产生由于驱动线24的弯曲而引起的外部负荷的传递特性的情况下,能够准确驱动关节部22。

[0167] 但是,在传递系统200中,根据使用时的外皮27的弯曲状态而产生外部负荷。

[0168] 例如,如图8所示,传递系统200能够作为如下的力学系统进行模型化:驱动线24具有弹簧刚性(弹簧常数) k 、粘性衰减常数 c ,在通过小齿轮33C和图示省略的齿条33A、33B进行牵引时,根据弯曲状态,从弯曲的外皮27等对驱动线24作用有库仑摩擦。在图8中,为了简便,小齿轮33C的间距圆半径和关节部滑轮22a的间距圆半径均等于 r_p 。并且,在本实施方式

中,由于齿条33A、33B的弹簧刚性远远大于驱动线24,所以忽略。

[0169] 这种模型的运动方程式可以用下式(1)~(4)表示。

[0170] 【数学式1】

$$[0171] \quad I_m \cdot \left(\frac{\ddot{x}_m}{r_p} \right) = -k(x_m - x) \cdot r_p + N_m \quad \dots (1)$$

$$[0172] \quad I \cdot \left(\frac{\ddot{x}}{r_p} \right) = \{ -k(x - x_m) - k_e x - c\dot{x} - \text{sgn}(f_d) \} \cdot r_p \quad \dots (2)$$

$$[0173] \quad x_m = r_p \theta_m \quad \dots (3)$$

$$[0174] \quad x = r_p \theta \quad \dots (4)$$

[0175] 这里, θ_m 是小齿轮33C的旋转量, θ 是关节部滑轮22a的旋转量, N_m 是驱动马达34的驱动扭矩, I_m 是驱动马达34和驱动力传递机构33的惯性力矩, I 是关节部22的被驱动部的惯性力矩, f_d 是驱动线24受到的库仑摩擦力, k_e 是对作用于关节部22的外力进行模型化的环境刚性。

[0176] Sgn是根据变量的正、0、负而分别取+1、0、-1的符号函数。

[0177] 当根据弯曲状态而对驱动线24作用有库仑摩擦时,小齿轮33C的旋转量 θ_m 和关节部滑轮22a的旋转量 θ 不一致。由于很难预先预测弯曲状态,所以,在本实施方式中,进行如下的校准动作:在使用时的弯曲状态下,测定传递系统200中的实际的负荷量,进行负荷量的补偿。

[0178] 因此,马达控制部100具有补偿部111,该补偿部111将由动作指令值生成部110决定的动作指令值 u_m 转换为对驱动线24受到的负荷量进行补偿的值。

[0179] 在本实施方式中,通过在从动作指令值生成部110送出的驱动马达34的旋转量的动作指令值 u_m 中加上补偿值 u_F ,生成动作指令值 U_m 。

[0180] 通过校准控制部101,在开始进行主驱动之前,预先在马达控制部100中设定补偿值 u_F 。

[0181] 动作指令值 U_m 、补偿值 u_F 用下式(5)、(6)表示。

[0182] 【数学式2】

$$[0183] \quad U_m = u_m + u_F \quad \dots (5)$$

$$[0184] \quad u_F = \frac{1}{r_p} \cdot \frac{f_d}{k} \cdot \text{sgn}(\dot{\theta}_{ref}) \quad \dots (6)$$

[0185] 这里, θ_{ref} 是动作指令值 u_m 。

[0186] 这样,在本实施方式中,根据 θ_{ref} 的时间微分的符号,决定补偿值 u_F 的符号。因此,生成动作指令值 U_m ,以使得在与始终作用有库仑摩擦的方向相反的一侧,更多地对驱动线24进行驱动。

[0187] 当动作指令值 U_m 送出到马达控制器112时,根据动作指令值 U_m 对驱动马达34进行驱动。通过编码器34a检测驱动马达34的旋转量,进行反馈控制。

[0188] 这样,根据将传递系统200的负荷量估计在内的动作指令值 U_m 牵引驱动线24,由

此,对关节部22进行驱动。

[0189] 由此,操作者Op能够通过医疗用器具20进行必要的处置。

[0190] 接着,对设定补偿值 u_f 的本实施方式的校准方法进行说明。

[0191] 图9是示出本发明的第1实施方式的机械手的校准方法的流程的流程图。图10A、和图10B是示出本发明的第1实施方式的机械手的校准方法中使用的驱动模式的例子的示意性曲线图。图11是示出本发明的第1实施方式的机械手的动作指令值和张力测定结果的一例的曲线图。横轴表示时间 t ,纵轴的左侧表示张力 F ,右侧表示动作指令值 u_m 。

[0192] 通过沿着图9的流程来执行图9所示的步骤S1~S9,进行本实施方式的校准方法。

[0193] 步骤S1是将处置用内窥镜装置10插入到处置部位的附近的步骤。

[0194] 将处置用内窥镜装置10的外套管11插入到患者Pa的体内,使处置用内窥镜装置10位于处置部位的附近。

[0195] 至此,步骤S1结束。

[0196] 接着,进行步骤S2。本步骤是将机械手即医疗用器具20插入到处置用内窥镜装置10的处置器械通道16中的步骤。

[0197] 通过操作者Op或图示省略的插入机器人等将医疗用器具20的前端屈曲部25插入到供给口16a中,通过处置器械通道16送入医疗用器具20,直到前端屈曲部25插入到贯通孔部12中。

[0198] 由此,医疗用器具20的筒状部23根据处置器械通道16的弯曲状态而弯曲。

[0199] 至此,步骤S2结束。

[0200] 步骤S1、S2构成将医疗用器具20配置成使用状态的配置步骤。在实际使用医疗用器具20进行处置时,如图2所示,需要使前端屈曲部25进入到处置用内窥镜装置10的前端面11a的前方,但是,筒状部23比前端屈曲部25长。因此,在前端屈曲部25的前端停留在贯通孔部12内的状态下和图2所示的前端屈曲部25从贯通孔部12突出的状态下,弯曲状态大致相同,可以视为驱动线24中产生的负荷量相同。

[0201] 如上所述,在本实施方式的配置步骤中,作为一例,说明了在将处置用内窥镜装置10插入到体内后、配置医疗用器具20的情况的例子。但是,也可以通过预先将医疗用器具20贯穿插入到处置用内窥镜装置10的处置器械通道16中,将医疗用器具20与处置用内窥镜装置10一起插入到患者Pa的体内,将医疗用器具20配置成使用状态。

[0202] 接着,进行步骤S3。本步骤是对进行校准的关节部22的运动进行约束的步骤。

[0203] 在本实施方式中,关节部22具有2个关节部22A、22B,所以,分别单独进行校准。进行校准的顺序没有特别限定。

[0204] 对关节部22进行约束的手段没有特别限定,但是,在本实施方式中,通过将关节部22和与其相邻的轴状部21贯穿插入到贯通孔部12的内部来进行约束。

[0205] 例如,最初,对医疗用器具20的插入量进行调整,以使得关节部22A和轴状部21A、21B中的至少一部分位于贯通孔部12的内部。

[0206] 由此,即使关节部22A被驱动,轴状部21A、21B也只能在与贯通孔部12之间的间隙的范围内移动,关节部22A的运动被约束。

[0207] 由此,形成上述式(2)中的环境刚性 k_e 固定的状态,所以,能够更加准确地测定与弯曲状态对应的负荷量。

- [0208] 至此,步骤S3结束。
- [0209] 接着,进行步骤S4。本步骤是进行用于执行校准的操作输入的步骤。
- [0210] 在本实施方式中,操作者Op对主臂3的按压按钮操作部进行操作。
- [0211] 该操作输入送出到控制单元5的校准控制部101。
- [0212] 至此,步骤S4结束。
- [0213] 当步骤S4结束后,校准控制部101进行步骤S5。
- [0214] 本步骤是设定校准用驱动模式的步骤。
- [0215] 校准控制部101读出存储部102中预先存储的校准用驱动模式。
- [0216] 接着,校准控制部101在马达控制部100的补偿部111中设定 $u_F=0$ 。
- [0217] 至此,步骤S5结束。
- [0218] 这里,对校准用驱动模式进行说明。
- [0219] 校准用驱动模式是为了测定医疗用器具20的弯曲状态下的负荷量而预先设定的驱动模式。
- [0220] 该驱动模式可以是各关节部22中共通的驱动模式,但是,在各关节部22的动作量或构造存在差异的情况下,优选设为与各关节部22分别对应的驱动模式,以使得能够高精度地检测负荷量。
- [0221] 并且,为了提高负荷量的测定精度,优选采用周期性地重复一定模式的驱动模式。
- [0222] 在本实施方式中,具有图10A和图10B所示的两种驱动模式301、302。
- [0223] 图10A所示的驱动模式301例如是如下模式:用于进行关节部22A的校准,以周期T重复多次随着时间而使动作指令值 u_m 从0增大到最大值 u_1 后返回0的山形模式。重复数没有特别限定,但是,在图10A中,作为一例,设为3次。
- [0224] 这里,动作指令值 u_m 的变化率 u_m' 没有特别图示,但是,进行在时刻 $t=0$ 最大、在 $t=T/2$ 为0、在 $t=T$ 从最小向最大切换这样的变化。
- [0225] 图10B所示的驱动模式302例如是如下模式:用于进行关节部22B的校准,将驱动模式301的动作指令值 u_m 的最大值 u_1 设为 u_2 (其中, $u_2 < u_1$)。
- [0226] 接着,进行步骤S6。本步骤是根据校准用驱动模式对驱动马达34进行驱动来测定负荷量的步骤。
- [0227] 校准控制部101向马达控制部100送出基于步骤S5中从存储部102中读出的驱动模式的动作指令值 u_m 。
- [0228] 由此, $U_m=u_m$ 被送出到马达控制器112,对驱动马达34进行驱动。
- [0229] 例如,在最初校准关节部22A的情况下,根据基于图10A所示的驱动模式301的动作指令值 u_m ,对驱动关节部22A的驱动马达34进行驱动。
- [0230] 当开始进行这种驱动后,通过负荷量测定部测定驱动时的负荷。
- [0231] 在本实施方式中,如图6所示,作为负荷量测定部,具有张力测定部35,通过张力测定部35测定驱动时在驱动线24中产生的张力。测定出的张力逐次送出到校准控制部101。
- [0232] 在校准控制部101中,根据所送出的张力的信息求出负荷量。
- [0233] 张力越大,则与弯曲状态对应的负荷量也越大,所以,在本实施方式中,求出张力的累积量作为负荷量。
- [0234] 例如,如图11所示,在动作指令值 u_m 为曲线311的情况下,当如图11中曲线312所示

的曲线那样测定张力 $F(t)$ 时,计算斜线部这样的每一个周期的累积面积,将其设为负荷量 S 。即,当设重复次数为 n (在本实施方式中, $n=3$)时,通过进行下式(7)这样的积分计算,求出负荷量 S 。

[0235] 至此,步骤S6结束。

[0236] 【数学式3】

$$[0237] \quad S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \int_{(i-1)T}^{iT} |F(t)| dt \quad \dots (7)$$

[0238] 这样,通过计算张力累积量来作为负荷量 S ,张力的测定误差被平均。因此,高精度地求出负荷量 S 。

[0239] 步骤S5、S6构成对驱动马达34进行基于预定的校准用驱动模式的动作指令并测定此时医疗用器具20中产生的负荷量的负荷量测定步骤。

[0240] 并且,步骤S3构成在执行负荷量测定步骤之前对关节部22的运动进行约束的关节部约束步骤。

[0241] 接着,进行步骤S7。本步骤是决定与负荷量对应的控制参数的步骤。特别地,在本实施方式中,在决定控制参数时,参照控制参数决定用信息来决定。

[0242] 控制参数决定用信息是用于根据步骤S6中测定出的负荷量 S 决定补偿值 u_F 的信息,在校准动作之前求出并存储在存储部102中。

[0243] 这里,对本实施方式的控制参数决定用信息的求出方法进行说明。

[0244] 图12A~图12C是说明本发明的第1实施方式的机械手的校准方法中的用于求出控制参数决定用信息的负荷的赋予方法的示意图。图13是示出本发明的第1实施方式的机械手的负荷状态的差异所引起的张力的变化的例子的曲线图。横轴表示时间 t ,纵轴的左侧表示张力 F ,右侧表示动作指令值 u_m 。图14A和图14B是示出本发明的第1实施方式的机械手的校准方法中的控制参数决定用信息的一例的示意性曲线图。横轴均表示负荷状态指标(deg),图14A的纵轴表示负荷量 S ,图14B的纵轴表示控制补偿系数 P 。

[0245] 控制参数可以分别决定上述式(6)的未知参数即弹簧刚性 k 、库仑摩擦力 f_d ,但是,在本实施方式中,将它们统一起来作为控制补偿系数 P 求出。

[0246] 因此,在本实施方式中,首先,改变医疗用器具20的弯曲状态,在变更了负荷量的状态下,与上述步骤S3~S6同样,通过校准用驱动模式进行驱动,测定负荷量 S 。

[0247] 此时,可以根据使用时可能产生的弯曲状态来决定要设定的弯曲状态,但是,为了应对使用时的各种弯曲状态,使负荷量的大小在宽范围内变化是重要的。因此,不需要必须与使用时的弯曲状态一致。

[0248] 例如,如图12A、图12B和图12C所示,通过在筒状部23的长度方向的中间部形成弯曲部,能够变更负荷量。该情况下,各个弯曲状态下的负荷的程度对应于夹持弯曲部的筒状部23所成的角度 Φ 。

[0249] 下面,将角度 Φ 称为负荷状态指标。另外,负荷状态指标 Φ 只要是与负荷量一对一对应的量即可。

[0250] 图12A所示的负荷状态是使筒状部23笔直延伸的状态, $\Phi=0$ (单位 $^\circ$ 。以下相同)。

[0251] 图12B所示的负荷状态是使筒状部23在其中间部以 180° 折曲的弯曲状态, $\Phi=180$

(°)。

[0252] 图12C所示的负荷状态是使筒状部23在其中间部旋转一圈的弯曲状态, $\varphi=360$ (°)。

[0253] 同样,能够根据需要设定适当的负荷状态指标 φ 。

[0254] 图13示出这些负荷状态下的张力的变化的测定例。在图13中,曲线321是与图10A、图11中的曲线301、311相同的动作指令值 u_m 。

[0255] 曲线322表示 $\varphi=0$ (°)的情况下的张力F的变化,曲线323表示 $\varphi=180$ (°)的情况下的张力F的变化,曲线324表示 $\varphi=360$ (°)的情况下的张力F的变化。可知随着负荷状态指标 φ 增大,张力F也增大。

[0256] 该情况下,当计算负荷量S时,在 $\varphi=0$ (°)的情况下为 $S=300$ (N·s),在 $\varphi=180$ (°)的情况下为 $S=900$ (N·s),在 $\varphi=360$ (°)的情况下为 $S=1200$ (N·s)。

[0257] 对这些数据进行汇总时,得到图14A所示的曲线图。当根据各数据求出近似曲线331时,能够估计与实际未测定的负荷状态指标 φ 对应的负荷量 $S(\varphi)$ 。

[0258] 接着,在各个负荷状态下,求出实现图13的曲线321这样的动作的控制补偿系数P的条件。

[0259] 在本实施方式中,在各负荷状态下变更控制补偿系数P来进行驱动,求出适当的控制补偿系数 $P(\varphi)$ 。

[0260] 在上述具体例中, $P(0)=1.5$ (rad)、 $P(180)=4.0$ (rad)、 $P(360)=10.5$ (rad)。

[0261] 对这些数据进行汇总时,得到图14B所示的曲线图。当根据各数据求出近似曲线332时,能够估计与实际未测定的负荷状态指标 φ 对应的控制补偿系数 $P(\varphi)$ 。

[0262] 将这样求出的近似曲线331、332的数学式或与这些数学式对应的数据表作为控制参数决定用信息预先存储在存储部102中。由此,校准控制部101能够根据上述步骤S6中测定出的负荷量S,决定适当的控制补偿系数P。

[0263] 例如,如图14A、和图14B所示,在上述步骤S6中的负荷量S为S1的情况下,根据近似曲线331,负荷状态指数 φ 成为 φ_1 ,将 φ_1 代入近似曲线332中时,控制补偿系数P求出为 $P=P_1$ 。在上述具体例中,例如在 $S_1=1022$ (N·s)时,求出为 $\varphi_1=234$ (deg)、 $P_1=5.44$ (rad)。

[0264] 在控制数据决定用信息由数据表构成的情况下,通过对数据间进行适当插值,同样根据负荷量S1求出控制补偿系数 P_1 。

[0265] 这样,决定与步骤S6中求出的负荷量S对应的控制参数作为控制补偿系数P后,步骤S7结束。

[0266] 接着,进行步骤S8。本步骤是设定所决定的控制参数作为主驱动用控制参数的步骤。

[0267] 校准控制部101将所决定的控制补偿系数P送出到马达控制部100的补偿部111。

[0268] 至此,步骤S8结束。

[0269] 由此,在通过主臂3进行了操作输入的情况下,在与操作输入对应的动作指令值 u_m 中加上基于下式(8)的补偿值 u_F ,根据基于上述式(5)的动作指令值 U_m 进行驱动马达34的驱动。

[0270] 【数学式4】

$$[0271] \quad u_F = P \cdot \operatorname{sgn}(\dot{\theta}_{ref}) \quad \dots (8)$$

[0272] 步骤S7、S8构成根据负荷量测定步骤中测定出的负荷量来设定主驱动用控制参数的控制参数设定步骤。

[0273] 接着,进行步骤S9。本步骤是判定全部关节部22的校准是否结束的步骤。

[0274] 在还存在校准未结束的关节部22的情况下,转移到步骤S3,针对未结束的关节部22重复进行上述步骤S3~S9。

[0275] 在全部关节部22的校准结束的情况下,结束本实施方式的校准。

[0276] 接着,对这种校准的作用进行说明。

[0277] 图15是示出基于本发明的第1实施方式的机械手的校准方法的驱动马达的动作指令值和关节部的响应的例子的曲线图。横轴表示时间(sec),纵轴表示关节角度(deg)。

[0278] 另外,在图15中,示出驱动马达34的动作指令值和关节部22的关节角度,但是,将动作指令值转换为相当的关节角度进行表示,以使得容易进行各个比较。

[0279] 例如,如图15的曲线341所示,在 $\pm 15^\circ$ 左右之间对关节部22的关节角度进行往复驱动的情况下,考虑传递系统200的无负荷时的传递特性,如曲线342那样设定驱动马达34的动作指令值 u_m 。

[0280] 但是,当由于筒状部23弯曲而使传递系统200的负荷状态变化时,在这种动作指令值 u_m 中,如曲线344所示,无法实现追随曲线341的动作。

[0281] 在本实施方式中,如上所述进行校准,加上补偿值 u_F 而得到的结果,如曲线343所示设定动作指令值 U_m 。

[0282] 此时,关节部22的响应如曲线345所示,得到与曲线341大致一致的响应。

[0283] 根据本实施方式的校准方法,在使用时的配置状态下以校准用驱动模式对医疗用器具20进行驱动,测定机械手中产生的负荷量,根据该负荷量设定主驱动用控制参数,所以,即使根据使用时的配置状态对驱动力传递部件施加负荷,也能够容易地进行用于准确驱动关节部的校准。

[0284] 能够在将医疗用器具20配置在患者Pa的体内的状态下根据需要进行这种校准,所以,在使用中负荷状态变化的情况下,也能够进行与该负荷状态对应的校准。因此,例如,即使由于反复操作等而使负荷状态变化,也能够使关节部准确地进行动作。

[0285] 关于本实施方式的校准方法中使用的控制参数决定用信息,能够预先求出多个负荷状态下的适当的控制参数,根据这些控制参数迅速决定与其他负荷量对应的控制参数的适当值。

[0286] 在本实施方式的医疗用器具20中,作为负荷测定部的张力测定部35设置在医疗用器具20的基端侧、即位于患者Pa的外部的驱动单元30的拆装部32上。因此,不会使关节部22大型化,能够准确地测定负荷量。并且,在丢弃医疗用器具20的主体部31的更前端侧而不再次使用的情况下,也能够与驱动马达34一起再次使用张力测定部35,所以,能够低成本地使用。

[0287] 在本实施方式的医疗用器具20中,仅通过驱动马达34的控制,就能够对医疗用器具20的关节部22的动作进行控制。因此,可以不在关节部22中设置关节角度的检测传感器

等,所以,能够廉价地构成关节部22。

[0288] [第1变形例]

[0289] 接着,对上述第1实施方式的第1变形例的机械手的校准方法进行说明。

[0290] 图16是示出本发明的第1实施方式的第1变形例的机械手的校准方法中使用的驱动模式的例子的示意性曲线图。横轴表示时间 t ,纵轴表示动作指令值 u_m 。

[0291] 本变形例的机械手的校准方法是对上述第1实施方式中的驱动模式进行了变更的变形例,是能够应用于上述第1实施方式的机械手系统1中的医疗用器具20的校准的方法。

[0292] 在本变形例中,如图6所示,控制单元5代替上述第1实施方式的校准控制部101而具有校准控制部101A(控制部)。

[0293] 并且,如图16所示,在存储部102中存储有在上述第1实施方式的驱动模式301中改变了山形模式的最大值的多个模式。

[0294] 例如,图16所示的驱动模式401由在与驱动模式301相同的山形模式中各周期的动作指令值 u_m 的最大值按照从小到大的顺序如 u_a 、 u_b 、 u_c 那样变化的模式401a、401b、401c构成。

[0295] 以与上述第1实施方式的不同之处为中心对使用这种驱动模式401的本变形例的校准方法进行说明。

[0296] 在本变形例的校准方法中,在图9所示的上述第1实施方式的流程中通过校准控制部101A进行校准控制部101的动作这点以及步骤S5~S7的动作不同。因此,代替步骤S5~S7而具有步骤S15~S17。

[0297] 除了校准控制部101A代替驱动模式301而从存储部102中读出驱动模式401这点以外,本变形例的步骤S15是与上述第1实施方式的步骤S5相同的步骤。

[0298] 除了根据基于图16所示的驱动模式401的动作指令值 u_m 对进行校准的关节部的驱动马达34进行驱动这点以外,本变形例的步骤S16是与上述第1实施方式的步骤S6相同的步骤。

[0299] 因此,测定出的张力根据驱动模式401的最大值而不同,各周期中的负荷量S的大小不同。

[0300] 接着,在本变形例的步骤S17中,校准控制部101A通过对驱动模式401的最大值和测定出的负荷量S的大小进行比较,选择认为测定精度良好的驱动模式和负荷量S的组合。

[0301] 在预先生成控制参数决定用信息时,按照每个关节部22研究该判定基准,将其存储在本变形例中使用的控制参数决定用信息中。

[0302] 例如,根据不同关节部,有时根据负荷状态指标 φ 的大小而使负荷量S的变化剧烈。例如,在 $\varphi=180$ ($^{\circ}$)、动作指令值 u_m 的最大值为 u_b 时能够高精度地测定负荷量S的情况下,在测定时的实际的负荷状态例如成为 $\varphi=0$ ($^{\circ}$)的情况下,负荷量S过小,有时测定精度劣化。

[0303] 这种情况下,当进行驱动模式401的驱动时,根据模式401a、401b的测定结果求出的负荷量S过小。与此相对,根据模式401c的测定结果求出的负荷量S的测定精度良好。

[0304] 接着,校准控制部101A使用所选择的负荷量S,参照控制参数决定用信息决定控制补偿系数P,除了根据与该测定对应的周期的动作指令值的最大值生成这点以外,该控制参数决定用信息与上述第1实施方式相同。

[0305] 至此,本变形例的步骤S17结束。

[0306] 根据本变形例,由于如驱动模式401那样具有最大值不同的多个模式,所以,在测定时的负荷状态过轻或过重的情况下,也能够通过一次测定而求出适当的负荷量S。

[0307] 并且,在本变形例中,能够根据医疗用器具20所具有的关节部22的种类将多个模式401a、401b、401c分别设定为适当的模式。该情况下,在上述第1实施方式中,能够省去校准控制部101A根据进行校准的关节部22的种类来切换驱动模式的劳力和时间。

[0308] 例如,如果设为 $u_c = u_1$ 、 $u_a = u_2$,则驱动模式401包括适合于上述第1实施方式中的关节部22A、22B的模式401c、401a。

[0309] [第2变形例]

[0310] 接着,对上述第1实施方式的第2变形例的机械手的校准方法进行说明。

[0311] 图17是示出本发明的第1实施方式的第2变形例的机械手的校准方法中使用的驱动模式的例子的示意性曲线图。横轴表示时间t,纵轴表示动作指令值 u_m 。

[0312] 本变形例的机械手的校准方法是对上述第1实施方式中的驱动模式进行了变更的变形例,是能够应用于上述第1实施方式的机械手系统1中的医疗用器具20的校准的方法。

[0313] 在本变形例中,如图6所示,控制单元5代替上述第1实施方式的校准控制部101而具有校准控制部101B(控制部)。

[0314] 并且,如图17所示,在存储部102中存储有在上述第1实施方式的驱动模式301中改变了山形模式的周期的多个模式。

[0315] 例如,图17所示的驱动模式402由在与驱动模式301相同的山形模式中、周期T按照从大到小的顺序如 T_a 、 T_b 、 T_c 那样变化的模式402a、402b、402c构成。

[0316] 以与上述第1实施方式的不同之处为中心对使用这种驱动模式402的本变形例的校准方法进行说明。

[0317] 在本变形例的校准方法中,在图9所示的上述第1实施方式的流程中通过校准控制部101B进行校准控制部101的动作这点以及步骤S5~S7的动作不同。因此,代替步骤S5~S7而具有步骤S25~S27。

[0318] 除了校准控制部101B代替驱动模式301而从存储部102中读出驱动模式402这点以外,本变形例的步骤S25是与上述第1实施方式的步骤S5相同的步骤。

[0319] 除了根据基于图17所示的驱动模式402的动作指令值 u_m 对进行校准的关节部的驱动马达34进行驱动这点以外,本变形例的步骤S26是与上述第1实施方式的步骤S6相同的步骤。

[0320] 因此,测定出的张力根据驱动模式402的模式的周期而不同,各周期中的负荷量S的大小不同。

[0321] 认为其理由在于,由于驱动速度的影响而引起的负荷的变动。

[0322] 接着,在本变形例的步骤S27中,校准控制部101B通过对驱动模式402的周期和测定出的负荷量S的大小进行比较,选择认为测定精度良好的驱动模式和负荷量S的组合。

[0323] 在预先生成控制参数决定用信息时,按照每个关节部22研究该判定基准,将其存储在本变形例中使用的控制参数决定用信息中。

[0324] 例如,根据不同关节部,当驱动模式的周期变长时,负荷量S过小,有时测定精度劣化。

[0325] 这种情况下,当进行驱动模式402的驱动时,根据模式402a、402b的测定结果求出

的负荷量 S 过小。与此相对,根据模式402c的测定结果求出的负荷量 S 的测定精度良好。

[0326] 接着,校准控制部101B参照控制参数决定用信息决定控制补偿系数 P ,除了使用所选择的负荷量 S 根据与该测定对应的周期和动作指令值的最大值生成这点以外,该控制参数决定用信息与上述第1实施方式相同。

[0327] 至此,本变形例的步骤S27结束。

[0328] 根据本变形例,由于如驱动模式401那样具有周期不同的多个模式,所以,在测定时的驱动模式的周期过长或过短的情况下,也能够通过一次测定而求出适当的负荷量 S 。

[0329] 并且,在本变形例中,与上述第1变形例同样,能够根据医疗用器具20所具有的关节部22的种类将多个模式402a、402b、402c分别设定为适当的模式。该情况下,在上述第1实施方式中,能够省去校准控制部101B根据进行校准的关节部22的种类来切换驱动模式的劳力和时间。

[0330] [第3变形例]

[0331] 接着,对上述第1实施方式的第3变形例的机械手的校准方法进行说明。

[0332] 图18A是示出本发明的第1实施方式的第3变形例的机械手的校准方法中使用的驱动模式的速度线图的例子的示意性曲线图。横轴表示时间 t ,纵轴表示动作指令值的变化率 u_m' 。图18B是示出张力的测定例的曲线图。横轴表示时间 t ,纵轴表示张力 F 。

[0333] 本变形例的机械手的校准方法是与上述第1实施方式中的驱动模式和负荷量的测定方法有关的变形例,是能够应用于上述第1实施方式的机械手系统1中的医疗用器具20的校准的方法。

[0334] 在本变形例中,如图6所示,控制单元5代替上述第1实施方式的校准控制部101而具有校准控制部101C(控制部)。

[0335] 并且,在存储部102中存储具有图18A这样的速度线图的驱动模式。驱动模式本身没有特别图示,但是,是对图18A的曲线图进行时间积分而得到的山形的重复模式。

[0336] 表示动作指令值 u_m 的变化率 u_m' 的变化率模式403是具有周期 T 、脉动幅度(片振幅) v_0 的矩形波状的重复模式。重复次数没有特别限定,但是,在图18A中,作为一例,图示了3次的情况。

[0337] 这种变化率模式403具有以按照每半个周期、速度的大小成为 v_0 的方式进行一定速度的驱动的定速驱动部403a、403b。

[0338] 在定速驱动部403a、403b中,驱动线24中产生的张力 F 与针对驱动线24的负荷即库仑摩擦力 f_d 平衡。因此,张力 F 的测定值是负荷量,与 f_d 的值相等。

[0339] 由于上述式(6)中的滑轮直径 r_p 、驱动线24的弹簧刚性 k 为常数,所以,通过预先求出这些值,能够根据上述式(6)求出补偿值 u_F 。

[0340] 因此,本变形例的控制参数决定用信息构成为至少包括各关节部22中的滑轮直径 r_p 、驱动线24的弹簧刚性 k 的值。

[0341] 驱动线24的弹簧刚性 k 通过预先实际测量等求出。

[0342] 与上述第1实施方式的不同之处为中心对使用这种驱动模式401的本变形例的校准方法进行说明。

[0343] 在本变形例的校准方法中,在图9所示的上述第1实施方式的流程中通过校准控制部101C进行校准控制部101的动作这点以及步骤S5~S7的动作不同。因此,代替步骤S5~S7

而具有步骤S35~S37。

[0344] 在本变形例的步骤S35中,除了校准控制部101C代替驱动模式301而从存储部102中读出基于变化率模式403的驱动模式这点以外,本变形例的步骤S35是与上述第1实施方式的步骤S5相同的步骤。

[0345] 在本变形例的步骤S36中,根据赋予图18A所示的变化率模式403的动作指令值 u_m 对进行校准的关节部的驱动马达34进行驱动。

[0346] 关于此时测定的张力F,如图18B中作为曲线404示出最初的半个周期的测定例那样,例如对应于定速驱动部403a而产生大致一定的张力。因此,取得了这种张力的信息的校准控制部101C对与定速驱动部403a对应的测定值进行平均,计算张力 F_1 。同样,根据其他周期中的定速驱动部403a、403b中的测定值,也同样求出张力。校准控制部101C求出这些张力的代表值 F_d ,设为 $f_d = F_d$ 。

[0347] 作为张力F的测定值的代表值,例如可以采用平均值。

[0348] 至此,本变形例的步骤S36结束。

[0349] 接着,进行本变形例的步骤S37。本步骤是参照上述本变形例的控制参数决定用信息决定与负荷量对应的控制参数的步骤。

[0350] 校准控制部101C参照步骤S36中求出的 f_d 和存储部102中存储的本变形例的控制参数决定用信息,取得进行校准的关节部22的 r_p 、 k ,代入下式(9)中,决定控制补偿系数P。由此,步骤S37结束。

[0351] 【数学式5】

$$[0352] \quad P = \frac{1}{r_p} \cdot \frac{f_d}{k} \quad \dots (9)$$

[0353] 根据本变形例,作为负荷量,测定对驱动马达34进行定速驱动时的张力 F_{ave} ,求出 f_d 。因此,作为控制参数决定用信息,仅存储每个关节部22的 r_p 、 k 即可,所以,能够简化控制参数决定用信息。

[0354] [第4变形例]

[0355] 接着,对上述第1实施方式的第4变形例的机械手的校准方法进行说明。

[0356] 图19A是示出本发明的第1实施方式的第4变形例的机械手的校准方法中的负荷量的测定例的示意性曲线图。横轴表示时间 t ,纵轴表示张力F。图19B是图19A中的局部放大图。

[0357] 本变形例的机械手的校准方法是在上述第1实施方式中变更了负荷量的测定方法的变形例,是能够应用于上述第1实施方式的机械手系统1中的医疗用器具20的校准的方法。

[0358] 在本变形例中,根据与上述第1实施方式相同的驱动模式301对驱动马达34进行驱动,测定此时的张力F。但是,在本变形例中,不同之处在于,根据张力F的测定结果,估计驱动线24中产生的松弛量,设定用于消除松弛量的控制补偿系数P。

[0359] 因此,在本变形例中,如图6所示,控制单元5代替上述第1实施方式的校准控制部101而具有校准控制部101D(控制部)。

[0360] 以与上述第1实施方式的不同之处为中心对本变形例的校准方法进行说明。

[0361] 在本变形例的校准方法中,在图9所示的上述第1实施方式的流程中通过校准控制部101D进行校准控制部101的动作这点以及步骤S6、S7的动作不同。因此,代替步骤S6、S7而具有步骤S46、S47。

[0362] 本变形例的步骤S46与上述第1实施方式的步骤S6的不同之处仅在于负荷量的测定方法。

[0363] 因此,首先,与上述第1实施方式同样,对驱动进行校准的关节部22的驱动马达34进行驱动,并通过张力测定部35测定张力。

[0364] 由此,例如,得到图19A中作为曲线405示出的张力F的测定结果。

[0365] 周期T内的各个曲线405的变化大致相同,如图19B所示,均被划分成张力F的变化缓慢的缓慢区域405a和张力F呈与驱动模式相同的山形变化的高变化区域405b。

[0366] 这样,认为缓慢区域405a出现的理由是,在驱动线24中产生松弛,在松弛被消除之前的期间内,不怎么产生张力F增大的负荷。

[0367] 这种松弛是由于与筒状部23的弯曲状态对应的路径长度的变化而产生的。即,如图5所示,路径长度相对较短的驱动线24从外皮27推出到主体部31内,在齿条33A与外皮27之间松弛。

[0368] 接着,在本变形例的步骤S47中,首先,根据步骤S46中的张力F的测定结果,估计驱动线24的松弛量。

[0369] 具体而言,如图19B所示,校准控制部101D根据曲线405中的张力F的大小和变化率,求出缓慢区域405a和高变化区域405b的边界的时刻 t_c 。

[0370] 例如,在缓慢区域405a中,利用张力F的变化率 F_a' 大致为 α 且恒定、并且与其相邻的高变化区域405b中的张力F的变化率 F_b' 大致为 β (其中, $|\beta| > |\alpha|$)且恒定这点,求出变化率 F' 从 α 变化为 β 的期间内的变化率 F_c' 、例如 $F_c' = (\alpha + \beta) / 2$ 的时刻 t_c 。并且,也可以求出斜率分别为 $F_a' = \alpha$ 和 $F_b' = \beta$ 的表示缓慢区域405a和高变化区域405b的张力F的两条直线的交点的时刻。

[0371] 当求出时刻 t_c 后,校准控制部101D根据驱动模式,计算时刻 $t_s \sim$ 时刻 t_c 中驱动马达34应该牵引的驱动线24的驱动量 L_1 。

[0372] 同样,校准控制部101D根据其他周期的测定结果计算驱动量 L_2 、 L_3 ,求出它们的代表值 L ,设为 $P=L$,决定控制补偿系数 P 。代表值 L 例如可以采用驱动量 L_1 、 L_2 、 L_3 的平均值。

[0373] 并且,代表值 L 例如也可以利用除了驱动量 L_1 以外的 L_2 以后的值。

[0374] 至此,本变形例的步骤S47结束。

[0375] 在本变形例中,根据张力F的测定值设定控制补偿系数 P ,所以,在控制参数设定步骤中,特别地,成为设定控制参数而不参照控制参数决定用信息的情况的例子。

[0376] 根据本变形例,在由于通过使用时的筒状部23的弯曲而施加给驱动线24的负荷而使驱动线24松弛的情况下,也能够进行估计该松弛量来设定控制参数的校准。因此,即使产生松弛,也能够准确地驱动关节部22。

[0377] [第5变形例]

[0378] 接着,对上述第1实施方式的第5变形例的机械手的校准方法进行说明。

[0379] 图20是说明本发明的第1实施方式的第5变形例的机械手的校准方法中的驱动线的松弛量的估计方法的示意性曲线图。横轴表示时间 t ,纵轴表示张力 F 。

[0380] 本变形例的机械手的校准方法是上述第4变形例的步骤S7中的松弛量的估计方法的变形例,是能够应用于上述第1实施方式的机械手系统1中的医疗用器具20的校准的方法。

[0381] 在本变形例中,如图6所示,控制单元5代替上述第4变形例的校准控制部101D而具有校准控制部101E(控制部)。

[0382] 以与上述第4变形例的不同之处为中心对本变形例的校准方法进行说明。

[0383] 在本变形例的校准方法中,在图9所示的上述第4变形例的流程中通过校准控制部101E进行校准控制部101D的动作这点以及步骤S37的动作不同。因此,代替步骤S47而具有步骤S57。

[0384] 在本变形例的步骤S57中,根据与上述第4变形例同样进行的步骤S46中的张力F的测定结果,校准控制部101E估计驱动线24的松弛量。

[0385] 在本变形例中,在缓慢区域405a中,张力F的变化率较小,由此张力F的绝对值也较小,利用这点,如图20所示,求出张力F超过预先设定的阈值 F_{th} 的时刻 t_{c1} 、 t_{c2} 、 t_{c3} 。

[0386] 作为本变形例的控制参数决定用信息,按照每个驱动模式301和关节部22预先准确阈值 F_{th} ,并将其存储在存储部102中。

[0387] 当求出时刻 t_{c1} 、 t_{c2} 、 t_{c3} 后,与上述第4变形例同样,校准控制部101E计算分别对应的驱动量 L_1 、 L_2 、 L_3 ,求出它们的代表值L,设为 $P=L$,决定控制补偿系数P。代表值L例如可以采用驱动量 L_1 、 L_2 、 L_3 的平均值。

[0388] 至此,本变形例的步骤S57结束。

[0389] 根据本变形例,与上述第4变形例的不同之处仅在于松弛量的估计方法,与上述第4变形例同样,即使产生松弛,也能够准确地驱动关节部22。

[0390] [第2实施方式]

[0391] 接着,对本发明的第2实施方式的机械手系统进行说明。

[0392] 图21是示出本发明的第2实施方式的机械手的控制部的功能结构的功能框图。

[0393] 如图1所示,本实施方式的机械手系统1F代替上述第1实施方式的机械手系统1的医疗用器具20、控制单元5而具有医疗用器具20F、控制单元5F。

[0394] 如图4所示,医疗用器具20F代替上述第1医疗用器具20的驱动单元30而具有驱动单元30F。

[0395] 下面,以与上述第1实施方式的不同之处为中心进行说明。

[0396] 如图21所示,本实施方式的驱动单元30F删除了上述第1实施方式的驱动单元30的张力测定部35。因此,图示省略的滚珠丝杠36的前端部直接与齿条33A连结。

[0397] 本实施方式的控制单元5F代替上述第1实施方式的马达控制部100、校准控制部101而具有马达控制部100F(控制部、负荷测定部)、校准控制部101F(控制部)。

[0398] 与马达控制部100同样,马达控制部100F根据主臂3等的动作指令对驱动马达34进行驱动,并且测定施加给驱动线24的负荷量,所以能够测定驱动马达34的电流值。因此,马达控制部100F还成为负荷测定部。

[0399] 校准控制部101F以能够通信的方式与马达控制部100F连接,通过马达控制部100F,根据驱动马达34的电流值来计算负荷量S。

[0400] 根据这种结构,医疗用器具20F、马达控制部100F、校准控制部101F和存储部102构

成本实施方式的机械手。

[0401] 接着,以与上述第1实施方式的不同之处为中心对这种机械手系统1F的医疗用器具20F的校准方法进行说明。

[0402] 不同之处在于,上述第1实施方式使用张力测定部35作为负荷测定部,与此相对,本实施方式的机械手使用测定驱动马达34的电流值的马达控制部100F。

[0403] 驱动马达34的电流值成为表示驱动时的负荷的测定值,所以,与驱动线24的张力一对一对应。因此,将上述第1实施方式中的负荷测定全部置换为电流值的测定即可。

[0404] 即,本实施方式的校准方法的不同之处仅在于,在图9所示的上述第1实施方式的流程中通过校准控制部101F、马达控制部100F进行校准控制部101、张力测定部35的动作。

[0405] 但是,在本实施方式的步骤S7中,关于控制参数决定用信息,预先准备根据驱动马达34的电流值测定了负荷的信息。

[0406] 本实施方式的不同之处仅在于,在负荷量测定步骤中,测定驱动马达34的电流值作为负荷量。因此,成为根据上述第1实施方式的校准用驱动模式使驱动马达34旋转的情况的例子。

[0407] 但是,本实施方式的校准用驱动模式可以使用上述第1实施方式各变形例中使用的全部驱动模式。

[0408] 根据本实施方式,仅负荷量测定部不同,与上述第1实施方式同样,即使根据使用时的配置状态对驱动力传递部件施加负荷,也能够容易地进行用于准确驱动关节部的校准。

[0409] 特别地,在本实施方式中,不设置张力测定部35也能够测定负荷量,所以简化了装置结构。

[0410] [第6变形例]

[0411] 接着,对上述第2实施方式的变形例(第6变形例)的机械手的校准方法进行说明。

[0412] 本变形例的机械手的校准方法是对上述第1实施方式中的驱动模式和负荷量测定进行了变更的变形例,是能够应用于上述第1实施方式的机械手系统1中的医疗用器具20的校准的方法。

[0413] 在本变形例中,如图21所示,控制单元5F代替上述第2实施方式的校准控制部101F而具有校准控制部101G(控制部)。

[0414] 校准控制部101G从马达控制部100F取得编码器34a的信息,能够针对马达控制部100F进行以恒定扭矩在恒定方向上对驱动马达34进行驱动的校准用驱动模式的动作指令。

[0415] 并且,校准控制部101G从马达控制部100F取得基于该驱动的驱动马达34的旋转量(马达旋转量),将该旋转量设为负荷量。

[0416] 因此,在本变形例中,编码器34a构成负荷量测定部。

[0417] 以与上述第1、2的实施方式的不同之处为中心对本变形例的校准方法进行说明。

[0418] 在本变形例的校准方法中,在图9所示的上述第1实施方式的流程中通过校准控制部101G进行校准控制部101的动作这点以及步骤S5~S7的动作不同。因此,代替步骤S5~S7而具有步骤S75~S77。

[0419] 除了校准控制部101G进行代替驱动模式301而设定用于以恒定扭矩在恒定方向上对驱动马达34进行驱动的图示省略的驱动模式的动作指令这点以外,本变形例的步骤S75

是与上述第1实施方式的步骤S5相同的步骤。

[0420] 除了通过步骤S75中设定的以恒定扭矩在恒定方向上进行驱动的动作指令对驱动马达34进行驱动这点、以及在负荷量的测定中取得驱动马达34的旋转停止为止的旋转量这点以外,本变形例的步骤S76是与上述第1实施方式的步骤S6相同的步骤。

[0421] 接着,在本变形例的步骤S77中,校准控制部101G针对步骤S76中测定出的旋转量,参照存储部102中存储的本变形例的控制参数决定用信息,决定控制补偿系数P。

[0422] 根据本变形例,仅负荷量的测定方法不同,与上述第2实施方式同样,即使根据使用时的配置状态对驱动力传递部件施加负荷,也能够容易地进行用于准确驱动关节部的校准。

[0423] [第3实施方式]

[0424] 接着,对本发明的第3实施方式的机械手系统进行说明。

[0425] 图22是本发明的第3实施方式的机械手的示意性结构图。

[0426] 如图22所示,本实施方式的医疗用器具20H代替上述第1实施方式的机械手系统1的医疗用器具20而具有医疗用器具20H。

[0427] 医疗用器具20H代替上述第1医疗用器具20的张力测定部35而具有张力测定部35H(负荷量测定部)。包含医疗用器具20H的本实施方式的机械手能够用于上述第1实施方式的机械手系统1。

[0428] 下面,以与上述第1实施方式的不同之处为中心进行说明。

[0429] 本实施方式的张力测定部35H测定驱动线24中产生的张力,安装在轴状部21的内侧的驱动线24上。在本实施方式中,分别设置在为了驱动关节部22而并行配置的驱动线24上,以使得在任意的驱动方向上均能够测定张力。

[0430] 张力测定部35H的结构只要能够测定张力即可,没有特别限定。在本实施方式中,作为一例,张力测定部35H采用使用应变仪的张力传感器。

[0431] 各张力测定部35H通过贯穿插入到轴状部21和筒状部23内并延伸到图示省略的控制单元5的布线35a,以能够通信的方式与校准控制部101连接。

[0432] 因此,校准控制部101能够在驱动了关节部22时取得张力测定部35H的检测信号。

[0433] 根据这种结构,医疗用器具20H、马达控制部100、校准控制部101、张力测定部35H和存储部102构成本实施方式的机械手。

[0434] 这样,本实施方式的机械手成为作为负荷量测定部的张力测定部35H在前端屈曲部25中设置在关节部22的附近的情况的例子。

[0435] 根据本实施方式,仅负荷量测定部的配置位置不同,与上述第1实施方式同样,即使根据使用时的配置状态对驱动力传递部件施加负荷,也能够容易地进行用于准确驱动关节部的校准。

[0436] 特别地,在本实施方式中,张力测定部35H能够测定接近关节部22的位置处的负荷量,所以,能够进行基于关节部22的附近的负荷状态的校准。

[0437] 另外,在上述第1实施方式等的说明中,说明了校准用驱动模式是脉动(片振り)驱动模式的情况的例子,但是,驱动模式不限于此。

[0438] 例如,也可以使用图23所示的交变(両振り)驱动模式。

[0439] 图23是示出本发明的各实施方式和各变形例中能够共通使用的驱动模式的另一

例的示意性曲线图。横轴表示时间 t ，纵轴表示动作指令值 u_m 。

[0440] 图23所示的驱动模式406是脉动幅度为 u_1 、周期 T 的正弦波状的驱动模式。

[0441] 在上述各实施方式、各变形例的说明中，作为机械手的末端执行器，说明了具有把持钳子即把持部26的情况的例子，但是，末端执行器不限于把持部26，能够根据手术的种类而采用适当的装置结构、例如高频处置器械、局部注射针、剥离钳子、抽吸器等。并且，末端执行器也不限于把持部26这样的可动机构。例如，也可以是处置用内窥镜装置10的观察部15这样的仅固定在前端的末端执行器。

[0442] 在上述各实施方式、各变形例的说明中，说明了机械手的校准方法是医疗用机械手的校准方法的情况的例子，但是，本发明同样能够应用于医疗用机械手以外的机械手、例如工业用机械手。

[0443] 在上述各实施方式、各变形例的说明中，说明了前端屈曲部25具有屈曲方向相互不同的两个关节部22A、22B的情况的例子，但是，考虑手术的内容等而适当设定关节部的数量和自由度即可。例如，关节部可以仅为一个。

[0444] 并且，也可以代替关节部和筒状部的组合而使用与外套管11中的弯曲部11B相同的机构。即，在作为轴状部的多个节轮或弯曲块通过作为屈曲用关节的转动关节连结的情况下，能够同样对这些一个以上的转动关节进行初始化。

[0445] 在上述各实施方式、各变形例的说明中，说明了关节部约束部件由处置用内窥镜装置10的贯通孔部12构成的情况例子，但是，关节部约束部件不限于这种孔部，也可以由对关节部进行约束的适当的槽部或卡定部构成。

[0446] 并且，关于关节部的约束，只要能够在校准动作时约束运动即可，根据校准中的驱动力的不同，也可以通过软性部件进行约束。例如，可以将处置器械通道16用作关节部约束部件。

[0447] 作为其他关节部约束部件的例子，也可以与机械手一起使用例如配置在患者Pa的体内等的进行校准的位置的末端升降机、把持用机械手等。

[0448] 并且，根据机械手的使用环境，只要能够配置，则也可以将关节部约束部件设置为专用夹具。

[0449] 在上述各实施方式、各变形例的说明中，说明了在进行校准时对关节部的运动进行约束以固定环境刚性的情况例子，但是，在环境刚性已知的情况下，也可以进行校准而不约束关节部的运动。

[0450] 例如，在能够使校准时的环境刚性和用于求出控制参数决定用信息的测定时的环境刚性一致的情况下，也可以不约束关节部的运动。

[0451] 并且，关节部约束部件不限于完全约束关节部的运动的部件。例如，也可以以使关节部以某种程度运动的方式进行约束，以使得对关节作用有一定的负荷。

[0452] 在上述各实施方式、各变形例的说明中，说明了在机械手系统中使用机械手的情况的例子，但是，本发明还可以进行机械手单体中的校准。

[0453] 在上述各实施方式、各变形例的说明中，说明了驱动力传递部件是线的情况例子，但是，驱动力传递部件不限于线。驱动力传递部件例如可以使用缆线、具有挠性的棒等。

[0454] 在上述各实施方式、各变形例的说明中，作为一例，说明了驱动力传递机构采用齿条齿轮方式的机构的例子，但是，驱动力传递机构可以采用机械手中使用的适当的驱动力

传递机构。

[0455] 例如,可以采用如下的驱动力传递机构:将驱动力传递部件卷绕在驱动滑轮上等,利用驱动马达使驱动滑轮旋转,从而根据旋转方向对驱动力传递部件进行牵引。

[0456] 该情况下,例如,经由能够拆装的联轴节连结驱动滑轮的旋转轴和驱动马达的旋转轴,由此,能够以可拆装的方式安装驱动马达。

[0457] 在上述各实施方式和各变形例的说明中,说明了一个一个地依次校准关节部22的情况的例子,但是,通过适当设定贯通孔部12的长度,能够同时校准两个以上的关节部22。

[0458] 在上述各实施方式和各变形例的说明中,说明了关节部是屈曲用关节的情况,但是,只要是由驱动力传递部件进行驱动的关节部即可,不限于屈曲用关节。例如,也可以是旋转关节等关节部。

[0459] 在上述第1实施方式的说明中,在计算负荷量S时,作为一例,说明了使用上述式(7)的情况的例子。但是,虽然张力的负区域有时表现为实际的计测波形,但是,如果驱动线理想地松弛,则原理上应该不会产生这种负区域。因此,也可以将负区域视为测定误差,仅加上张力的正区域来求出负荷量S。

[0460] 上述说明的全部结构要素能够在本发明的技术思想范围内适当组合或删除来实施。

[0461] 例如,可以通过上述各实施方式和各变形例的校准方法对驱动把持部26的关节部进行校准。

[0462] 以上参照附图详细叙述了本发明的实施方式及其变形例,但是,具体结构不限于该实施方式,还包含不脱离本发明主旨的范围内的设计变更等。并且,上述各实施方式中示出的结构要素可以适当组合来构成。本发明不限于所述说明,仅由附加的权利要求书进行限定。

[0463] 产业上的可利用性

[0464] 根据上述本发明的各实施方式,能够提供即使根据使用时的配置状态对驱动力传递部件施加负荷也能够容易地进行用于准确驱动关节部的校准的机械手系统的校准方法、机械手和机械手系统。

[0465] 标号说明

[0466] 1、1F:机械手系统;2:主机械手;3:主臂;5、5F:控制单元;6:从机械手;10:处置用内窥镜装置;11A:前端部(关节部约束部件);20、20F、20H:医疗用器具(机械手);22、22A、22B:关节部;22a:关节部滑轮;23:筒状部(管状部件);24、24A、24B:驱动线(驱动力传递部件);25:前端屈曲部;27:外皮;30、30F:驱动单元;31:主体部;32:拆装部;33:驱动力传递机构;33A、33B:齿条;33C:小齿轮;34:驱动马达(驱动部);34a:编码器(负荷量测定部);35、35H:张力测定部(负荷量测定部);100、100F:马达控制部(控制部、机械手);101、101A、101B、101C、101D、101E、101F、101G:校准控制部(控制部、机械手);102:存储部(机械手);110:动作指令值生成部;111:补偿部;112:马达控制器;200:传递系统;301、302、311、401、402、406:驱动模式(校准用驱动模式);403:变化率模式;403a、403b:定速驱动部;F、F(t):张力; f_d :库仑摩擦力(控制参数);P、P1:控制补偿系数(控制参数);S、S1:负荷量。

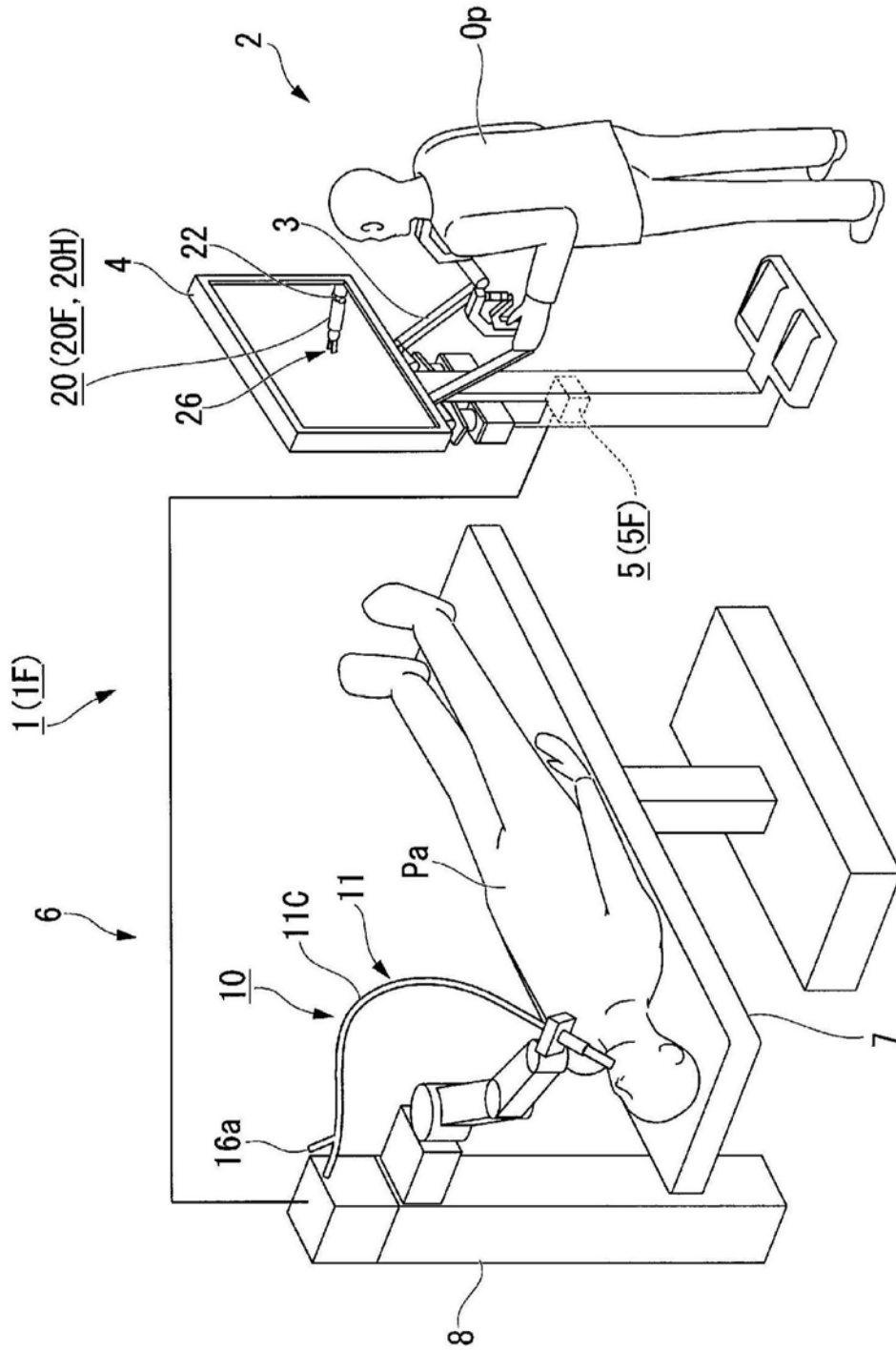


图1

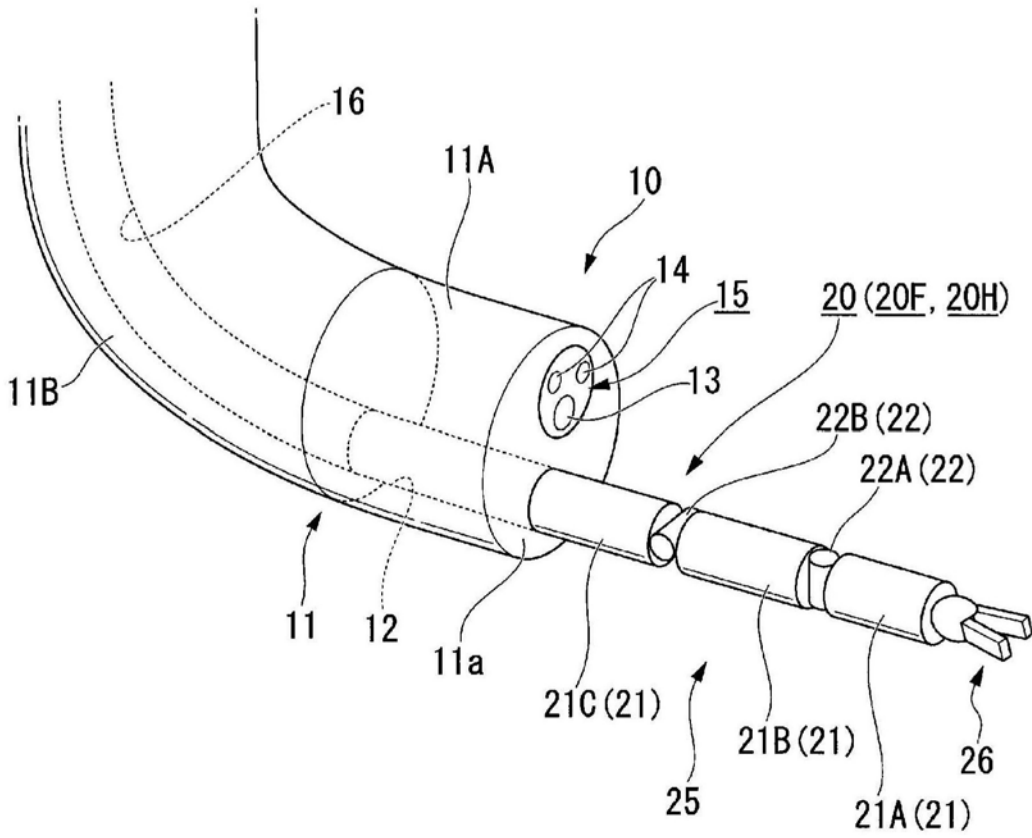


图2

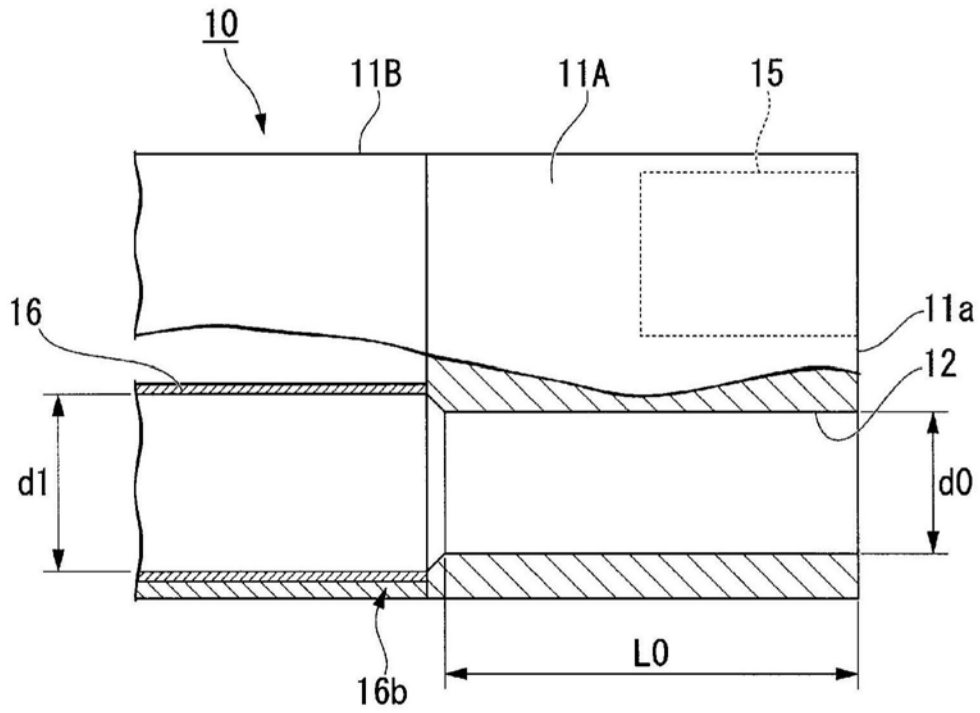


图3A

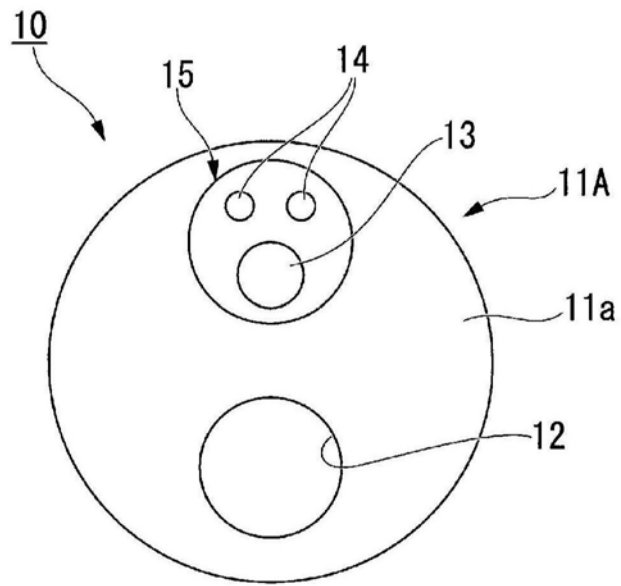


图3B

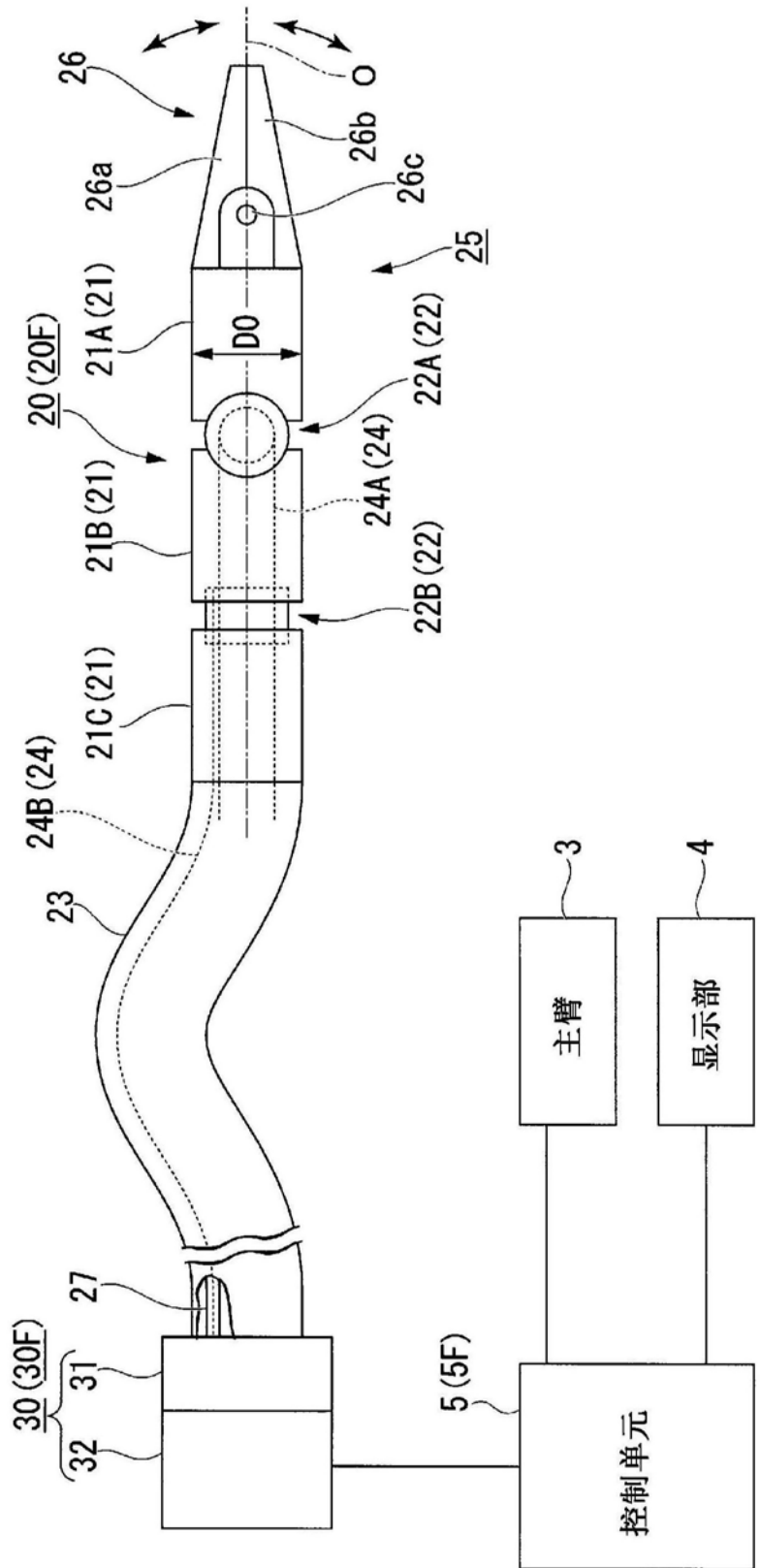


图4

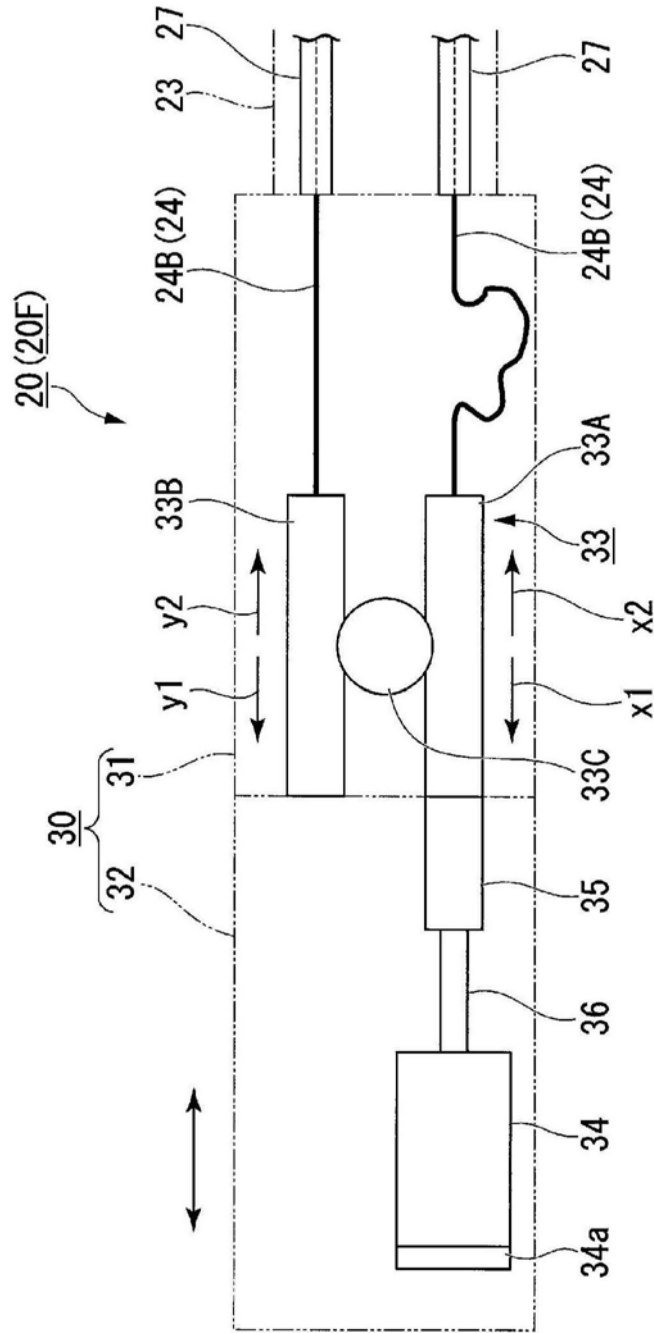


图5

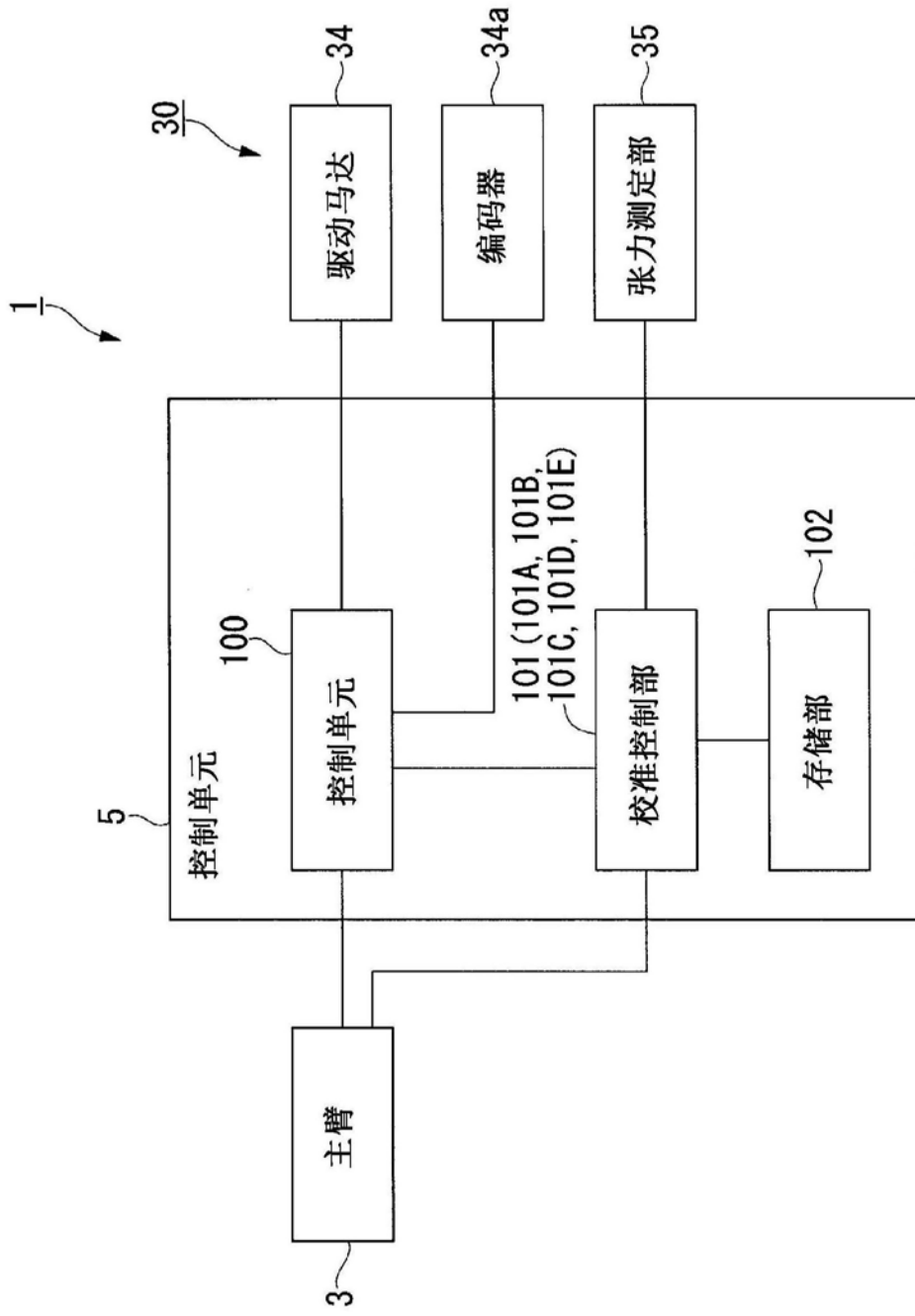


图6

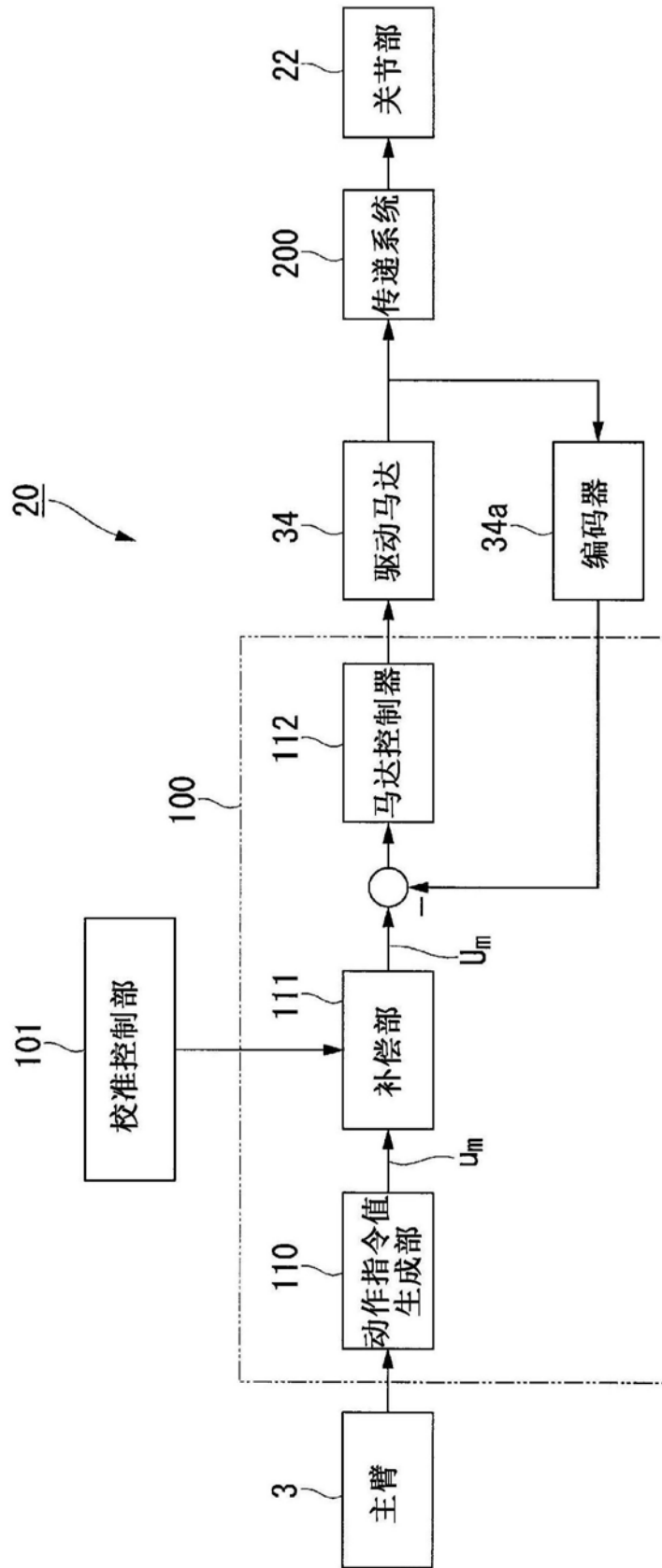


图7

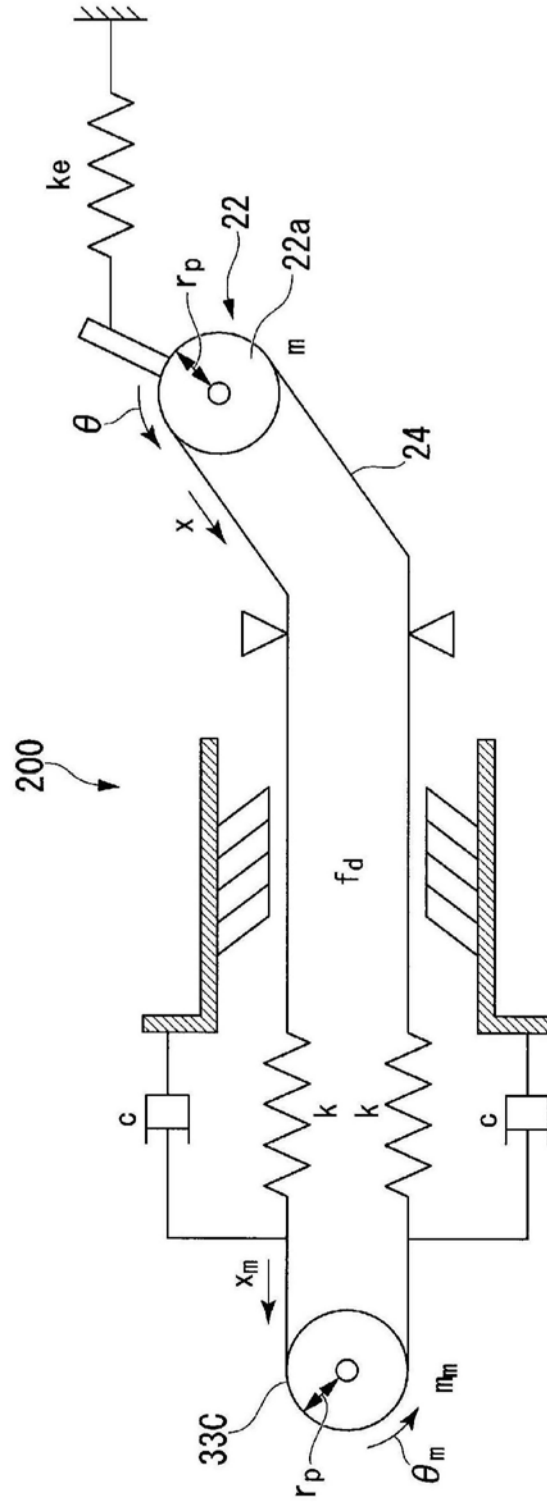


图8

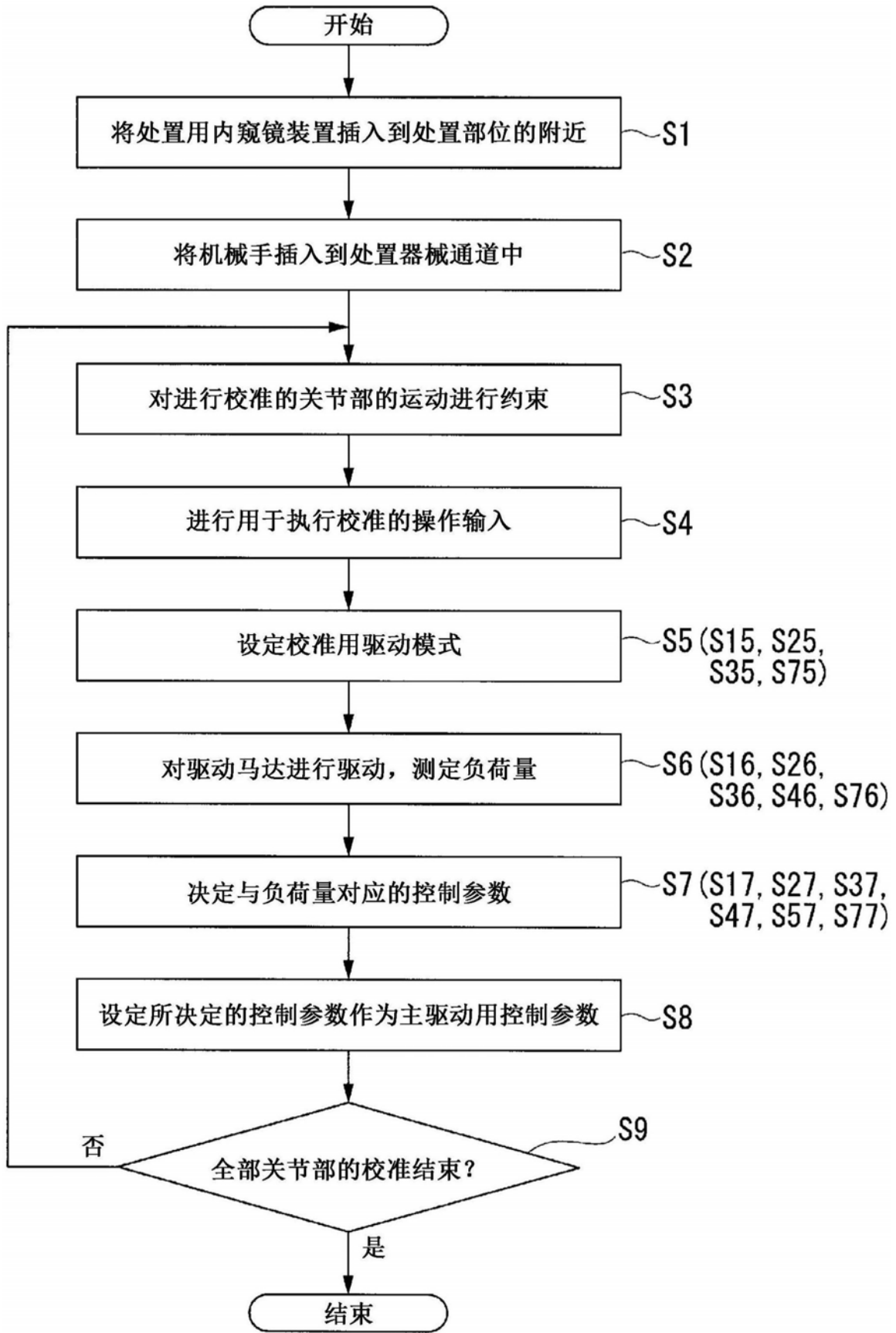


图9

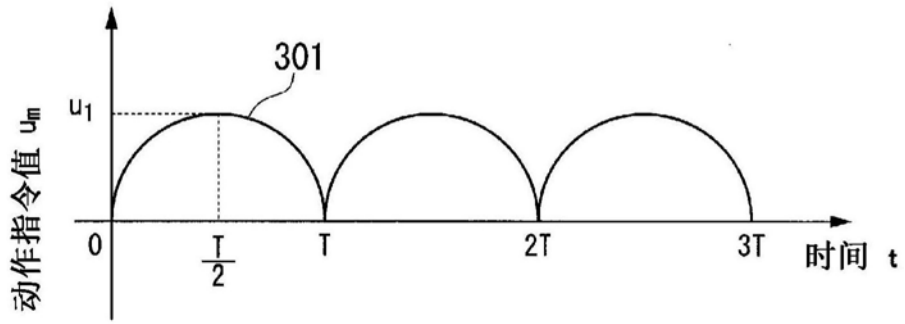


图10A

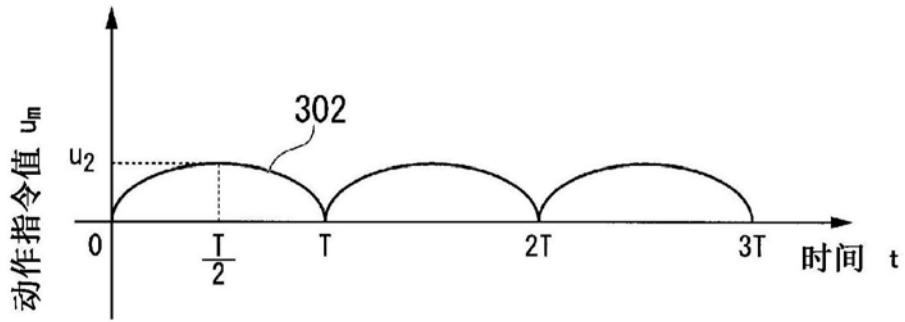


图10B

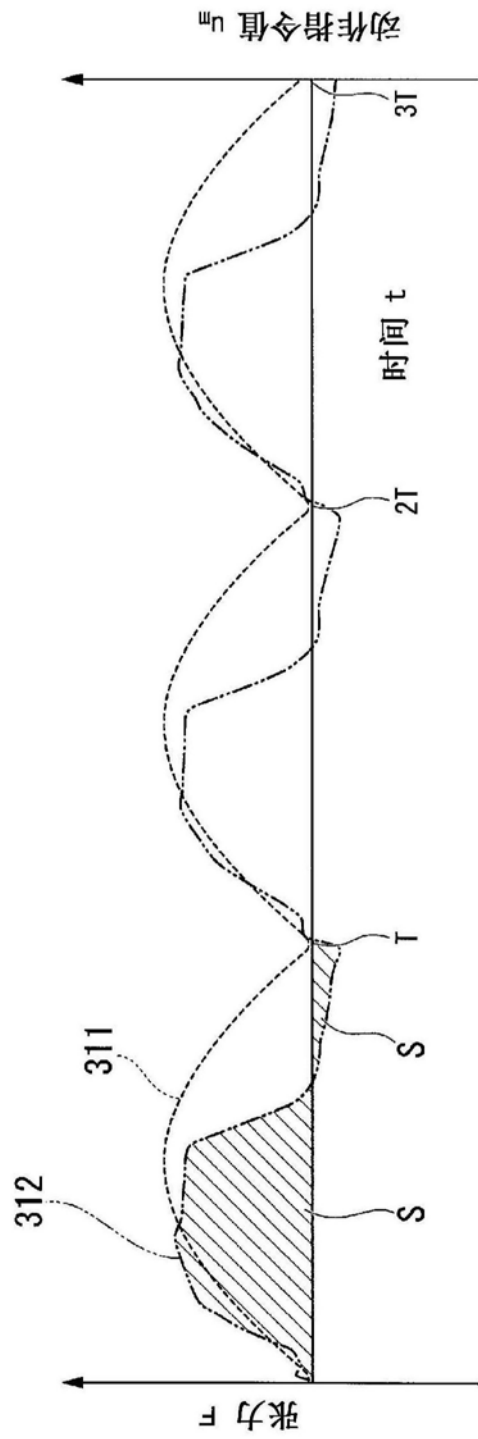


图11

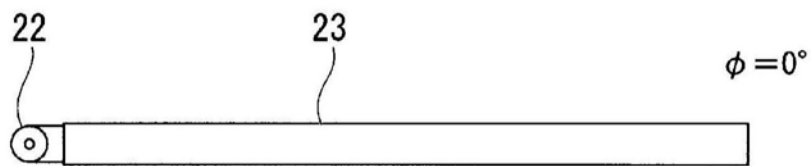


图12A

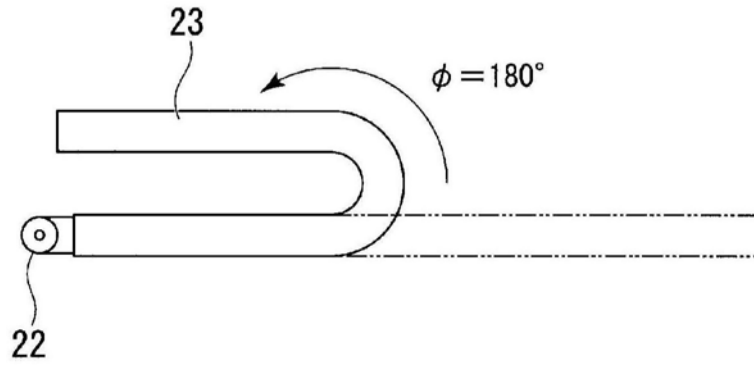


图12B

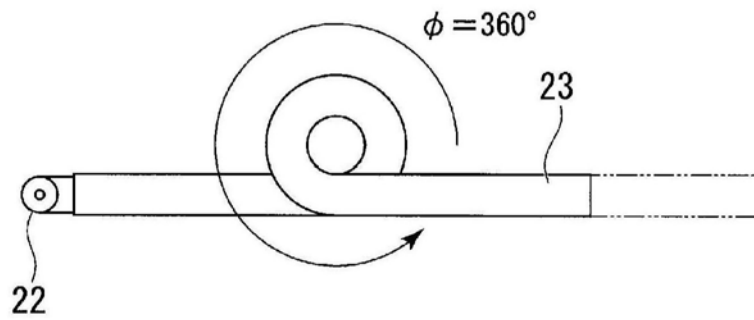


图12C

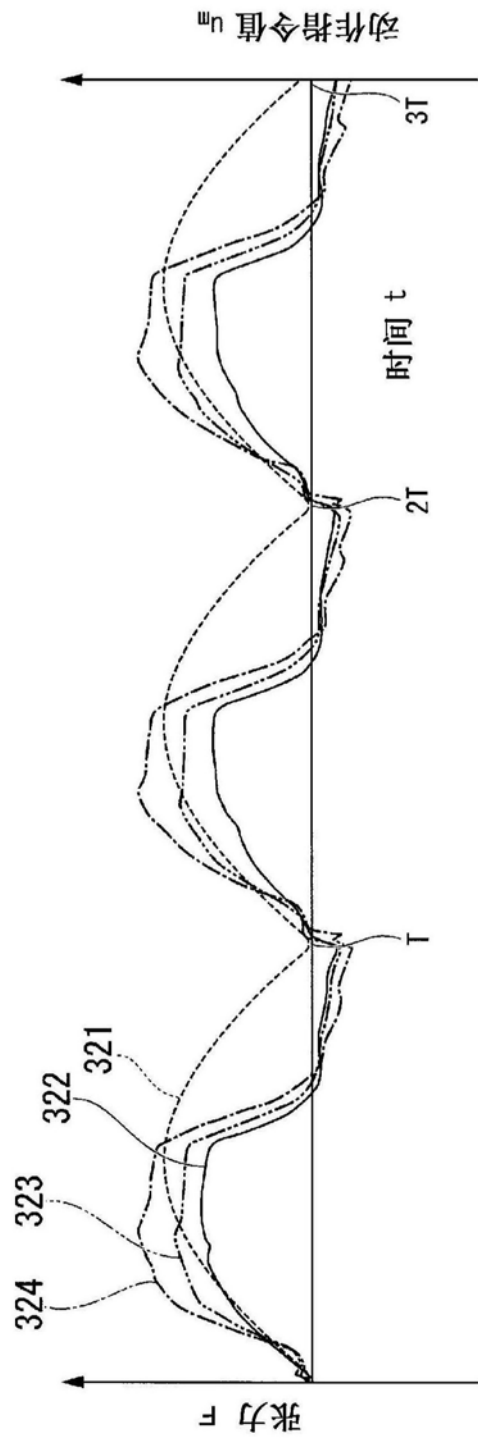


图13

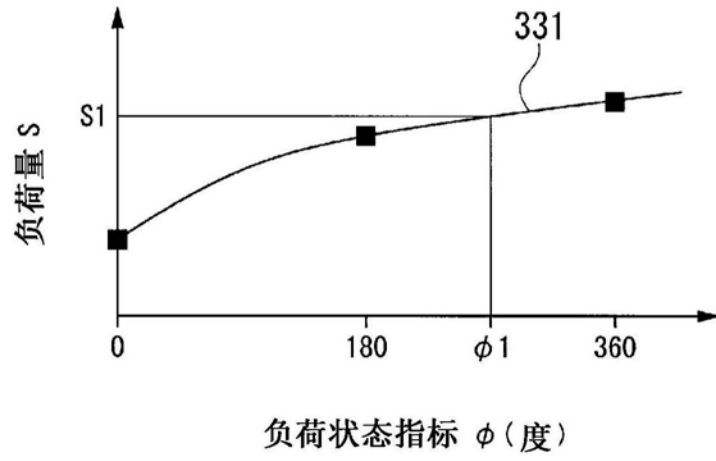


图14A

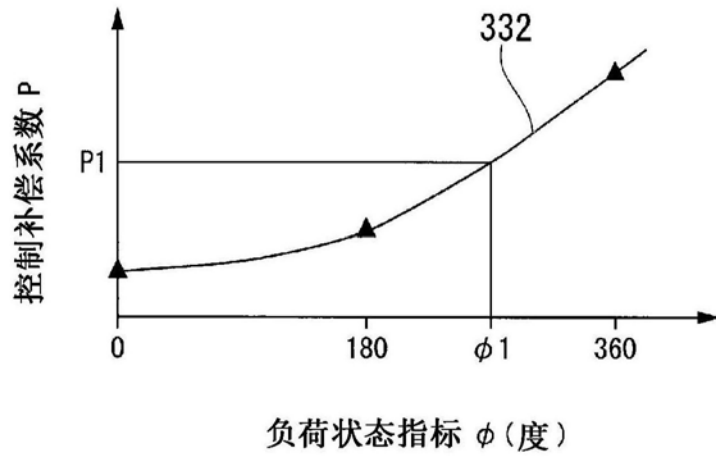


图14B

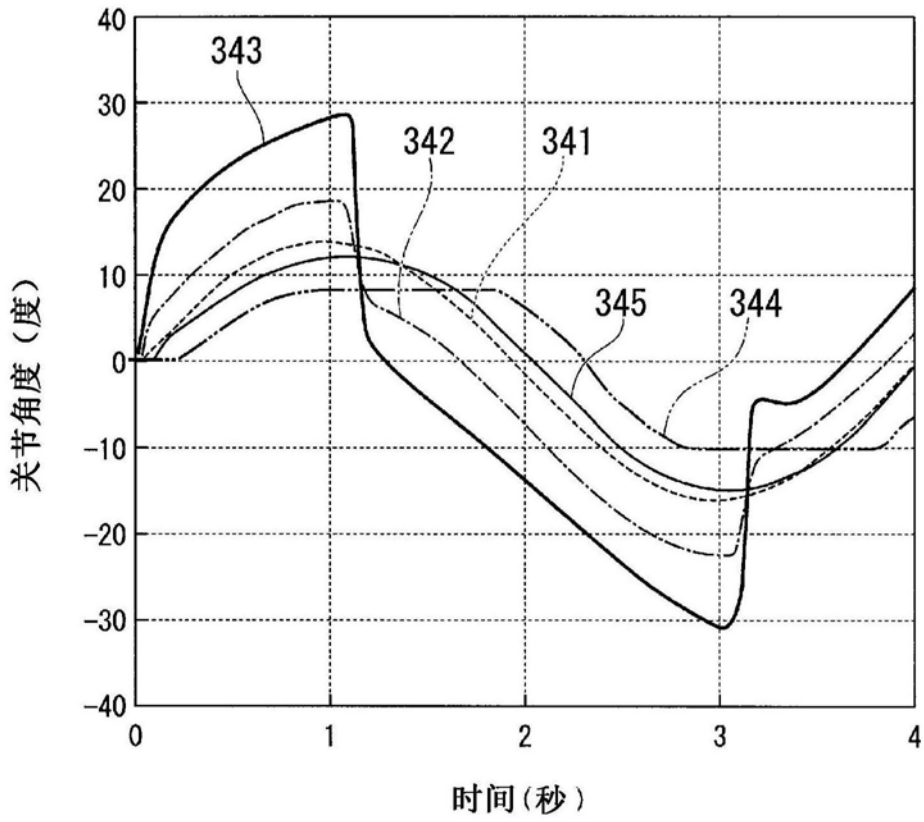


图15

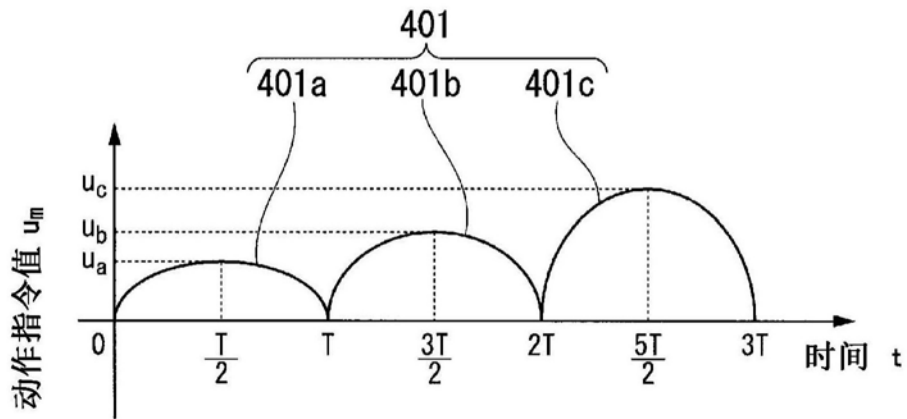


图16

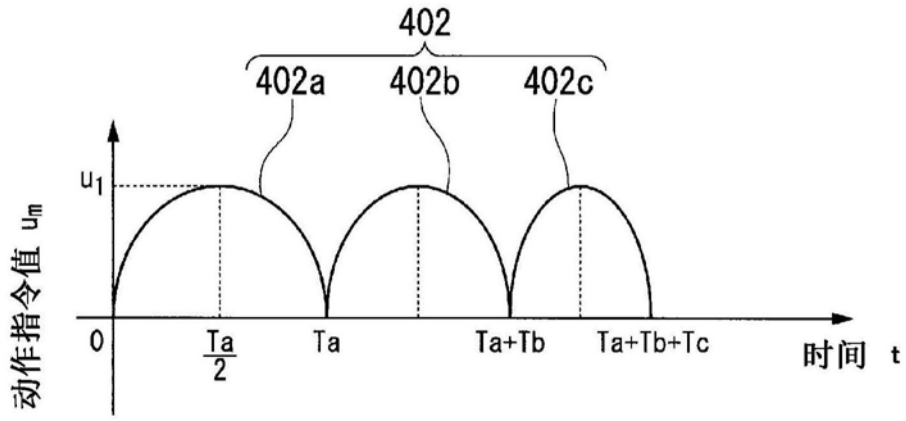


图17

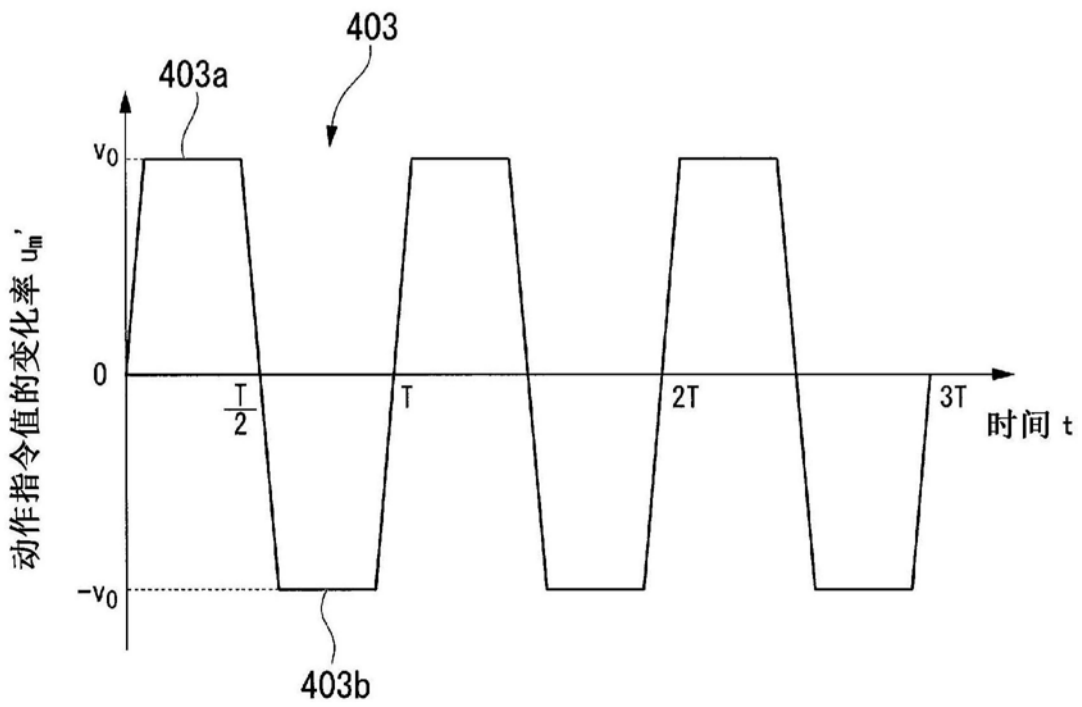


图18A

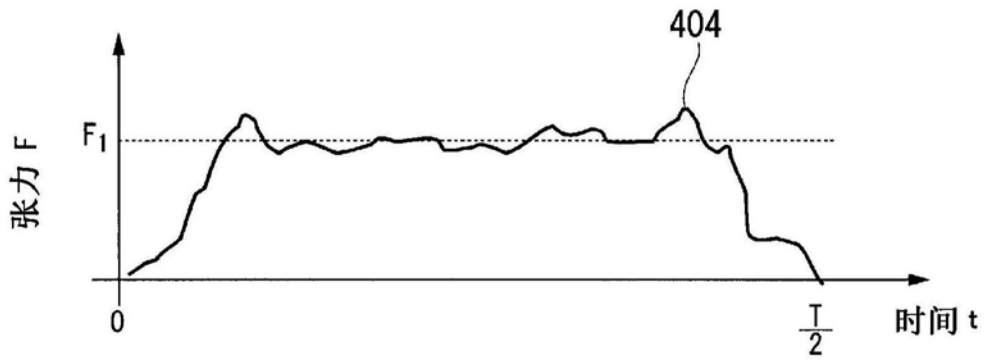


图18B

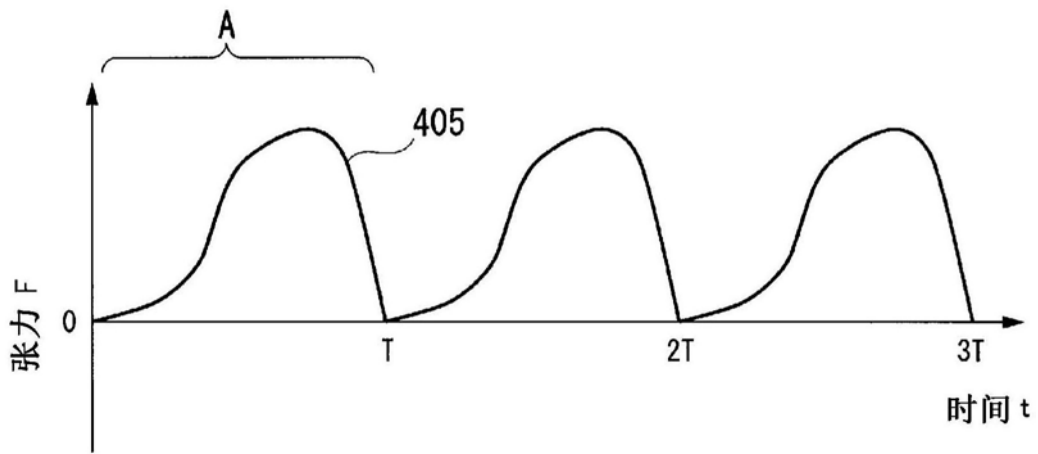


图19A

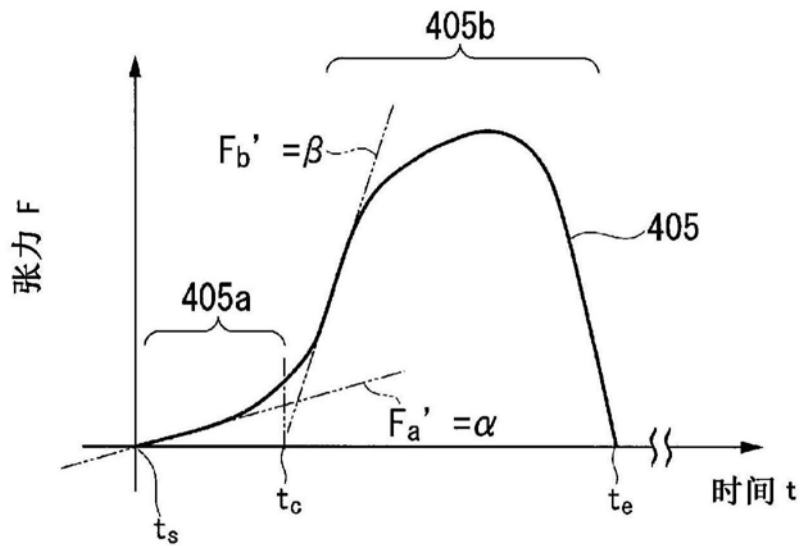


图19B

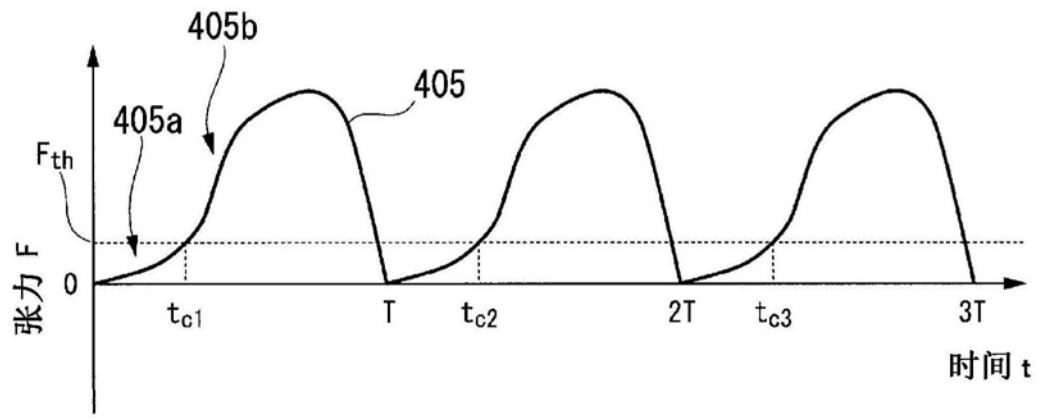


图20

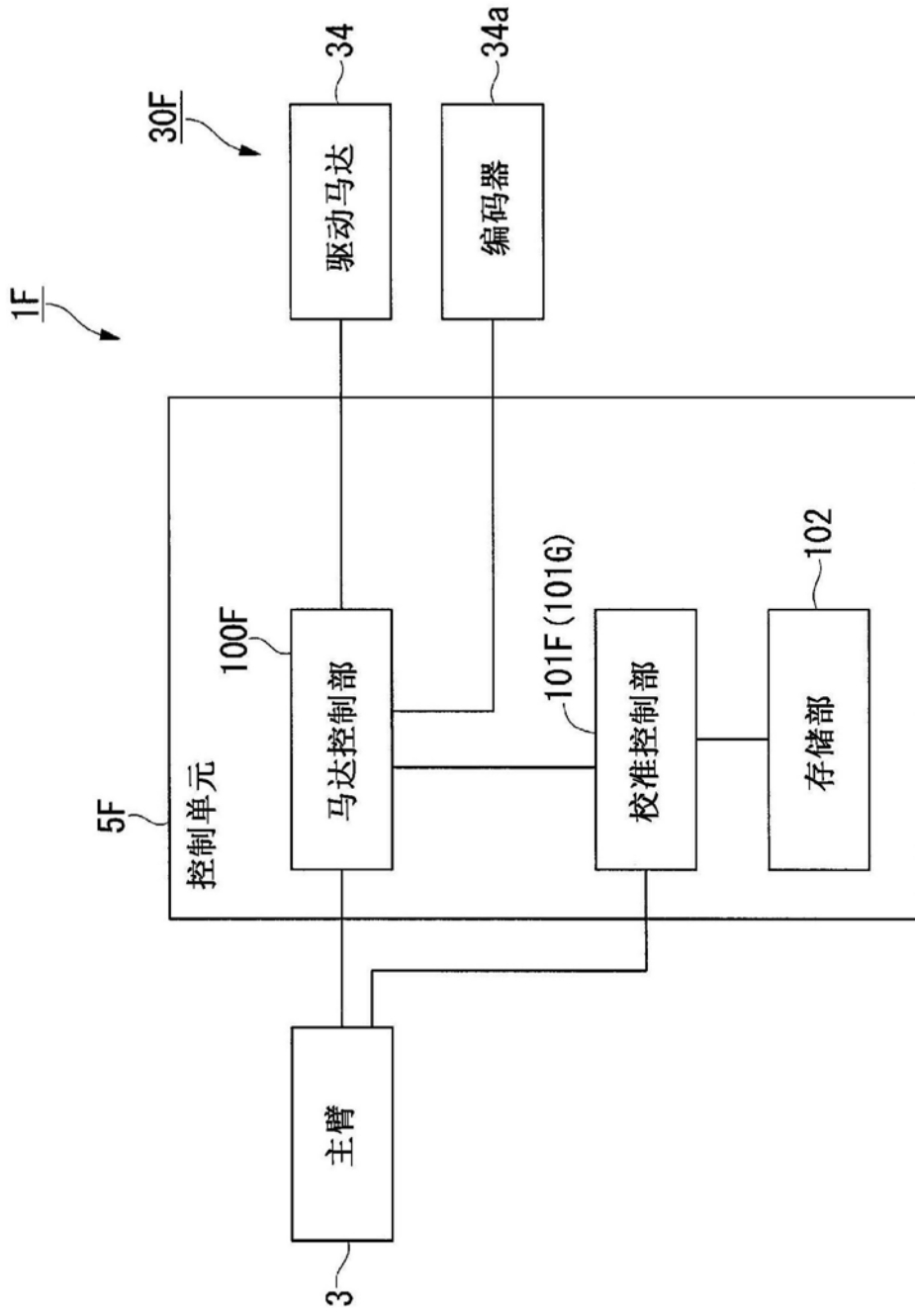


图21

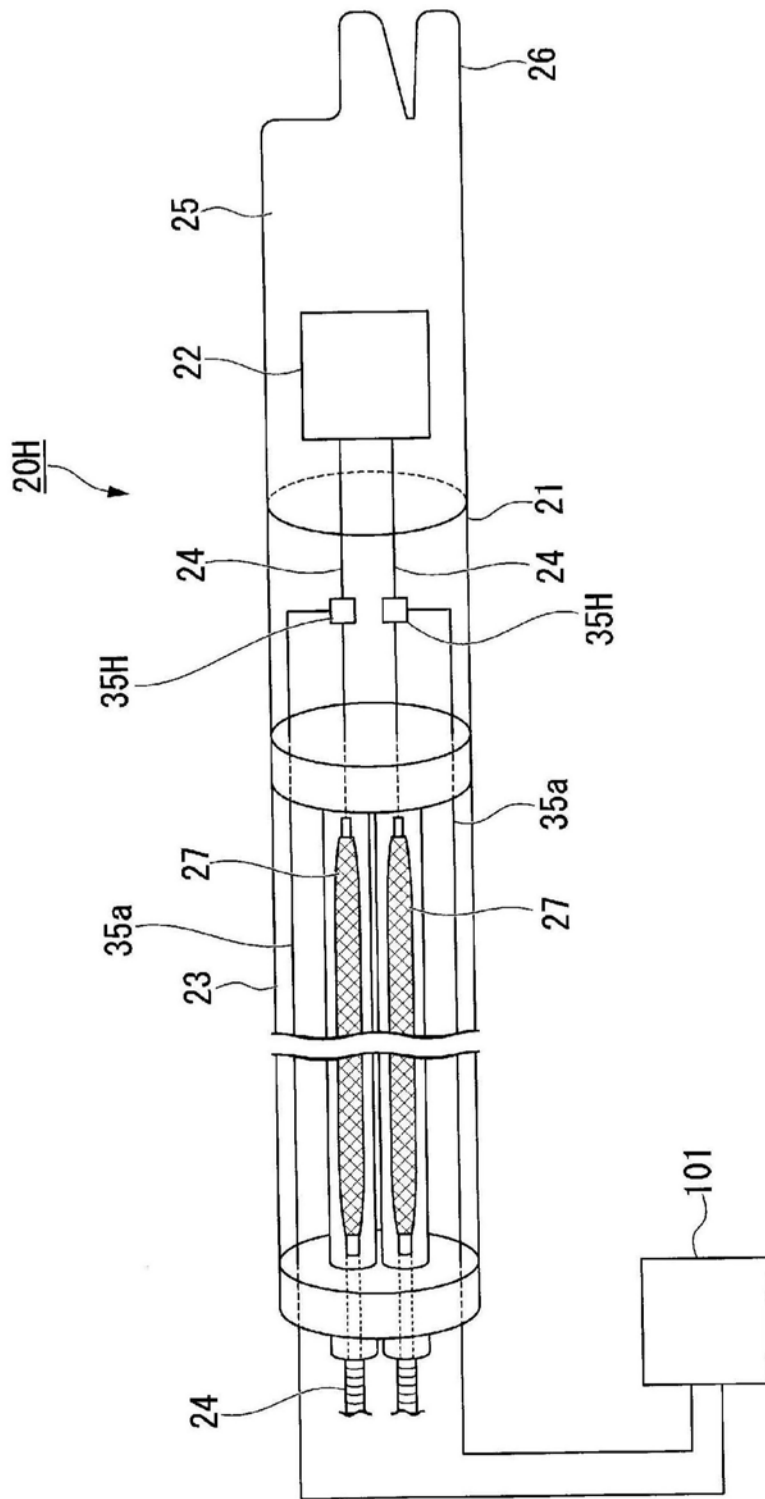


图22

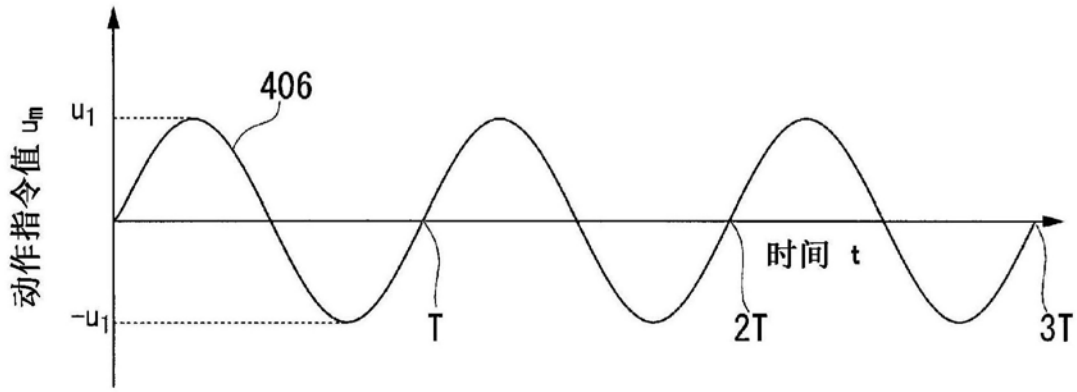


图23