



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104968251 B

(45)授权公告日 2018.02.09

(21)申请号 201480002733.7

(22)申请日 2014.01.31

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104968251 A

(43)申请公布日 2015.10.07

(30)优先权数据
2013-020746 2013.02.05 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.04.17

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2014/052235 2014.01.31

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/123066 JA 2014.08.14

(73)专利权人 奥林巴斯株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 河合利昌

(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 于靖帅

(51)Int.Cl.
A61B 1/00(2006.01)

(56)对比文件
US 2011/0015786 A1, 2011.01.20,
CN 101370422 A, 2009.02.18,
CN 102368944 A, 2012.03.07,
US 2008/0319265 A1, 2008.12.25,
US 2011/0065994 A1, 2011.03.17,
CN 101327116 A, 2008.12.24,
JP 特开2013-17785 A, 2013.01.31,

审查员 王歆媛

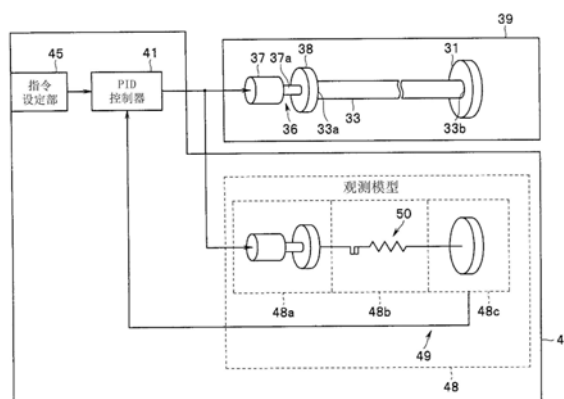
权利要求书3页 说明书11页 附图10页

(54)发明名称

电动内窥镜

(57)摘要

电动内窥镜具有：驱动部，其使驱动对象进行旋转驱动；传递部件，其从基端部向前端部传递旋转驱动力；输入部，其输入用于指示目标旋转量的指令值；检测部，其检测驱动部的旋转状态下的旋转信息；估计部，其根据旋转信息和相对于向基端部的旋转输入而示出前端部中的旋转状态的物理模型来估计驱动部的旋转状态；以及控制部，其根据估计出的物理模型中的驱动部的旋转状态进行控制，以使前端部的旋转状态与目标旋转量的旋转状态一致。



1. 一种电动内窥镜,其特征在于,该电动内窥镜具有:

细长且在前端侧设有弯曲部的插入部;

设置在该插入部的基端并由用户把持的操作部;

马达,其产生旋转驱动力;

具有挠性的转矩轴,其基端部与所述马达连结,用于传递所述旋转驱动力;

机械连结部,其配置在所述操作部内,该机械连结部在卷绕着用于使所述弯曲部弯曲的弯曲线的基端的链轮上连结有所述转矩轴的前端部,用于通过经由所述转矩轴传递的所述旋转驱动力使弯曲部弯曲;

输入部,其输入用于指示所述弯曲部的弯曲的弯曲指令值;

检测部,其检测所述马达当前的旋转位置;

指令设定部,其将与所述弯曲指令值对应的被转换为所述马达的旋转目标值的值减去所述检测部所检测到的所述马达当前的旋转位置而得到的值设定为作为所述马达的目标旋转量的旋转指令值;

估计部,其根据所述马达当前的旋转位置和相对于向所述转矩轴的基端部的旋转输入而示出所述转矩轴的前端部中的旋转状态的作为物理模型的观测模型,估计所述前端部中的旋转状态;以及

控制部,其根据所述估计部估计出的所述物理模型中的所述马达的旋转状态对所述马达进行控制,以使所述前端部的旋转状态与所述目标旋转量的旋转状态一致,

所述物理模型具有:模拟所述马达的马达物理模型;模拟所述转矩轴的转矩轴物理模型;以及模拟所述机械连结部的机械连结部物理模型。

2. 根据权利要求1所述的电动内窥镜,其特征在于,

所述电动内窥镜具有检测所述转矩轴的旋转方向的旋转方向检测部,

所述估计部具有表示在所述转矩轴物理模型中使所述转矩轴绕所述转矩轴的驱动轴向一个方向旋转时的运动特性的第1参数、以及表示在所述转矩轴物理模型中使所述转矩轴绕所述驱动轴向另一个方向旋转时的运动特性的第2参数,

所述估计部根据由所述旋转方向检测部检测到的所述旋转方向,按照所述转矩轴的旋转方向选择所述第1参数或所述第2参数,估计所述马达的旋转状态。

3. 根据权利要求1所述的电动内窥镜,其特征在于,

所述电动内窥镜具有干扰计算部,该干扰计算部根据针对来自所述输入部的所述弯曲指令值的输入而从所述马达物理模型输出的估计转矩值与针对所述弯曲指令值的输入而从所述转矩轴的驱动轴输出的输出转矩之间的差分,计算作为所述转矩轴的驱动轴的负荷的干扰转矩,

所述控制部使用所述干扰转矩对所述马达进行控制。

4. 根据权利要求3所述的电动内窥镜,其特征在于,

所述电动内窥镜还使用所述干扰转矩对PID控制装置的增益进行可变控制,该PID控制装置构成对所述马达进行控制的所述控制部。

5. 根据权利要求1所述的电动内窥镜,其特征在于,

在设拉普拉斯算子为 s 、所述马达的电感和电阻分别为 L 和 R 的情况下,所述马达物理模型具有:对作为针对所述马达的驱动指令值的电压值进行 $1/(Ls+R)$ 的运算并进行转换为电

流值并输出的运算的第1模块;以所述马达的转矩常数 K_t 的增益对所述第1模块进行乘法运算的第2模块;将所述第2模块的输出除以所述马达的惯性矩 J_m 并输出的第3模块;针对所述第3模块的输出进行 $1/s$ 的积分运算的第4模块;以及针对所述第4模块的输出进行 $1/s$ 的积分运算的第5模块,

所述转矩轴物理模型还具有:进行将第5模块的输出乘以与所述转矩轴的运动特性对应的弹簧常数 K_s 的增益的运算的第6模块;以及进行具有与所述转矩轴的运动特性对应的盲区的盲区运算处理的第7模块,

所述机械连结部物理模型具有:进行将所述第7模块的输出除以所述机械连结部的惯性矩 J_1 的运算的第8模块;针对所述第8模块的输出进行 $1/s$ 的积分运算的第9模块;以及针对所述第9模块的输出进行 $1/s$ 的积分运算的第10模块,

所述估计部通过第11模块而从所述第2模块的输出减去所述第7模块的输出并输出到所述第3模块,并且,通过第12模块而从所述第5模块的输出减去所述第10模块的输出并输出到所述第6模块,由此,从所述第5模块将所述马达的旋转位置的估计值输出到所述控制部。

6. 根据权利要求5所述的电动内窥镜,其特征在于,

所述估计部还通过第13模块而从所述第4模块的输出减去所述第9模块的输出,通过所述第11模块而从所述第2模块的输出减去通过第14模块针对所述第13模块的输出进行所述马达的粘性常数 B_{m11} 的运算而得到的输出并输出到所述第3模块。

7. 根据权利要求5所述的电动内窥镜,其特征在于,

所述机械连结部物理模型还具有:针对所述第9模块的输出进行所述机械连结部的粘性常数 B_{m12} 的运算的第15模块;以及从所述第7模块的输出减去所述第15模块的输出并输出到所述第8模块的第16模块。

8. 根据权利要求2所述的电动内窥镜,其特征在于,

所述电动内窥镜还具有旋转指示操作部,该旋转指示操作部进行使所述转矩轴向所述一个方向旋转的旋转指示操作以及使所述转矩轴向所述另一个方向旋转的旋转指示操作。

9. 根据权利要求1所述的电动内窥镜,其特征在于,

所述电动内窥镜还具有:

旋转速度检测部,其设置在所述马达中,检测与所述转矩轴的所述基端部连结的旋转轴的旋转速度;

旋转方向检测部,其检测所述转矩轴的绕所述转矩轴的驱动轴的旋转方向;以及

存储部,其存储有第1参数和第2参数,该第1参数和第2参数分别包含表示使所述转矩轴物理模型中的所述转矩轴绕所述驱动轴向一个方向和与该一个方向相反的另一个方向旋转时的运动特性、并且分别根据所述旋转速度反映了所述一个方向和另一个方向的运动特性的变化的多个参数值,

所述估计部根据由所述旋转方向检测部检测到的所述旋转方向和由所述旋转速度检测部检测到的所述旋转速度的信息,从所述存储部中读出与所述转矩轴的运动特性对应的所述第1参数或第2参数中的参数值,使用读出的所述参数值估计所述前端部的旋转状态。

10. 根据权利要求9所述的电动内窥镜,其特征在于,

作为所述第1参数和第2参数中的参数值,所述存储部对应于所述转矩轴的运动特性而

存储多个弹簧常数。

电动内窥镜

技术领域

[0001] 本发明涉及具有对驱动对象进行旋转驱动的驱动部的电动内窥镜。

背景技术

[0002] 近年来,内窥镜广泛应用于医疗用领域和工业用领域中。特别是在医疗用领域中,在手术医生把持内窥镜进行治疗用的处置等的情况下,期望容易进行操作。

[0003] 例如,在作为第1现有例的日本特开2007-37564号公报中公开了如下技术:在设于插入部的前端部的振子收纳部内收纳被旋转驱动的超声波振子,经由贯穿插入到插入部内的柔性轴,通过设于操作部内的马达对该超声波振子进行旋转驱动,由此,能够通过超声波振子对超声波进行径向扫描。并且,在超声波振子的基端附近设置编码器,通过该编码器检测柔性轴的旋转延迟,对旋转延迟进行应对。

[0004] 并且,在作为第2现有例的日本特开2007-44074号公报中公开了如下结构:能够在内窥镜的处置器械贯穿插入用通道内贯穿插入超声波探针,在贯穿插入到超声波探针内的柔性轴的前端部安装超声波振子,将柔性轴的后端与马达单元连接,通过马达单元,经由柔性轴对超声波振子进行旋转驱动。并且,公开了如下技术:通过设于柔性轴的前端的编码器,高精度地检测柔性轴的前端的旋转位置,得到精细的径向扫描的超声波断层图像。

[0005] 但是,在第1现有例和第2现有例中,需要在柔性轴这样的旋转驱动力的传递部件的前端侧设置对被旋转驱动的旋转驱动对象的旋转进行检测的传感器,具有构造复杂且成本升高的缺点。

[0006] 因此,期望如下的电动内窥镜:不需要在传递部件的前端侧设置传感器,不使用传感器来估计传递部件的前端侧的旋转状态,使用估计出的旋转状态的信息,将其反映到反馈控制中,由此能够减少旋转延迟。

[0007] 本发明是鉴于上述情况而完成的,其目的在于,提供如下的电动内窥镜:不需要在传递部件的前端侧设置传感器,能够减少前端部相对于传递部件的基端部的旋转延迟。

发明内容

[0008] 用于解决课题的手段

[0009] 本发明的一个方式的电动内窥镜具有:被驱动的驱动对象;驱动部,其产生使所述驱动对象进行旋转驱动的旋转驱动力;具有挠性的传递部件,其具有基端部与所述驱动部连结、前端部与所述驱动对象连结的驱动轴,该传递部件绕所述驱动轴旋转,将所述旋转驱动力从所述驱动部传递到所述驱动对象;输入部,其输入用于指示所述驱动部的目标旋转量的指令值;检测部,其检测所述驱动部的旋转状态下的旋转信息;估计部,其根据所述旋转信息和相对于向所述基端部的旋转输入而示出所述前端部中的旋转状态的物理模型,估计反映了所述前端部的旋转状态的所述物理模型中的所述驱动部的旋转状态;以及控制部,其根据所述估计部估计出的所述物理模型中的所述驱动部的旋转状态对所述驱动部进行控制,以使所述前端部的旋转状态与所述目标旋转量的旋转状态一致。

附图说明

[0010] 图1是示出具有本发明的第1实施方式的电动内窥镜的内窥镜装置的整体结构的图。

[0011] 图2是示出图1中的电动弯曲驱动部和具有作为电动弯曲驱动部的物理模型的观测模型的马达控制器的结构部分的图。

[0012] 图3是示出图2中的观测模型的详细结构的模块线图。

[0013] 图4是示出由于转矩轴的形状变化而使转矩轴的旋转速度无法追随马达的旋转速度的情况的说明图。

[0014] 图5是示出第1实施方式的第1变形例中的观测模型的模块线图。

[0015] 图6是示出第1实施方式的第2变形例中的观测模型的一部分的模块线图。

[0016] 图7是示出第1实施方式的第3变形例中的电动弯曲驱动部和具有观测模型的马达控制器的结构部分的图。

[0017] 图8是示出根据马达转矩估计值而使比例控制的增益值可变的情况的特性例的图。

[0018] 图9是用于通过增益调度而针对指令值改善响应特性的说明图。

[0019] 图10是示出第1实施方式的第4变形例中的干扰转矩观测模型周边部的结构的模块线图。

[0020] 图11是示出在图2的结构中在机械耦合部中设置检测该机械耦合部的旋转位置的传感器、反馈该传感器检测到的旋转位置并进行PID控制的结构图。

具体实施方式

[0021] 下面,参照附图对本发明的实施方式进行说明。

[0022] (第1实施方式)

[0023] 如图1所示,本发明的第1实施方式的内窥镜装置1由电动内窥镜2、以拆装自如的方式连接该电动内窥镜2的连接器3的信号处理装置4、以及通过输入由信号处理装置4内的信号处理部5生成的标准影像信号而显示与影像信号对应的内窥镜图像的监视器6构成。

[0024] 电动内窥镜2具有被插入到被检体9的体腔内的具有挠性的插入部11、设置在该插入部11的后端(基端)的操作部12、以及从该操作部12延伸出的具有挠性的通用缆线13,设置在通用缆线13的端部的连接器3以拆装自如的方式与信号处理装置4的连接器座14连接。

[0025] 插入部11具有设置在其前端的前端部15、设置在前端部15的后端的弯曲自如的弯曲部16、以及从该弯曲部16的后端延伸到插入部11的后端的挠性部17。

[0026] 在前端部15中相邻设有照明窗和观察窗,在照明窗中安装有出射照明光的白色发光二极管(白色LED) 18,在观察窗中安装有物镜19。

[0027] 白色LED 18经由贯穿插入到插入部11等电动内窥镜2内的驱动线20而与信号处理装置4内的LED电源电路21连接,通过从LED电源电路21供给的LED电源而产生白色照明光,对体腔内进行照明。

[0028] 被照明的患部等被摄体通过物镜19而在配置于其成像位置的电荷耦合元件(CCD) 22的摄像面上形成光学像。

[0029] CCD 22经由贯穿插入到插入部11等电动内窥镜2内的信号线23而与信号处理装置4内的信号处理部5连接,通过由信号处理部5内的未图示的驱动电路施加驱动信号,CCD 22输出进行光电转换后的摄像信号。信号处理部5内的未图示的信号处理电路根据所输入的摄像信号生成监视器6中显示的标准影像信号,将其输出到监视器6。在监视器6的显示面中显示由CCD 22进行摄像而得到的被摄体的图像作为内窥镜图像。另外,信号处理装置4具有电源电路7,在装配有连接器3的情况下,该电源电路7对配置在连接器3内的后述马达控制器42供给动作电源。

[0030] 并且,弯曲部16具有多个圆环形状的弯曲块24,在弯曲部16的长度方向上相邻的弯曲块24经由配置在例如上下方向的位置的铆钉25而以转动自如的方式连结。另外,在图1中,设与纸面垂直的方向为(使弯曲部16弯曲的情况下的)上下方向,设纸面内的水平方向为左右方向。

[0031] 并且,在插入部11内沿着上下方向的内壁贯穿插入有成对的弯曲线26a、26b,构成通过牵引而使弯曲部16弯曲的牵引机构的弯曲线26a、26b的一端固定在前端部15上,弯曲线26a、26b的另一端卷绕在构成配置在操作部12内的机械连结部或机械耦合部31的链轮(或滑轮)32上。

[0032] 另外,在图1中,示出了(通过配置在上下方向的位置的铆钉25而以转动自如的方式连结弯曲部16的弯曲块24而)使弯曲部16向左右方向弯曲的结构,但是,也可以在左右方向上以旋转自如的方式连结弯曲块24,进而,在插入部11内沿着上下方向的内壁设置成对的弯曲线。而且,也可以采用如下构造:通过将所述成对的弯曲线的基端进一步卷绕在与上述机械耦合部31分开的机械耦合部(的链轮)上,除了左右方向以外,还能够在上下方向上弯曲。该情况下,设置2个对后述操纵杆43的倾倒方向等进行检测的电位计以使得除了左右方向以外还能够检测上下方向即可。

[0033] 机械耦合部31由与设于该机械耦合部31的基端的转矩轴33连结的联轴节34、与联轴节34连结的齿轮35a和与链轮32连结的(与齿轮35a啮合的)齿轮35b、以及链轮32构成。

[0034] 机械耦合部31的基端经由贯穿插入到通用缆线13内的具有挠性的作为驱动力传递部件的转矩轴33而与配置在连接器3内的构成电气驱动部的齿轮传动马达36连结。

[0035] 齿轮传动马达36由马达37和与该马达37的旋转轴37a连结的齿轮38构成。下面,将齿轮传动马达36简记为马达36,将马达37记为马达主体37。

[0036] 在马达36的旋转轴34a上连结有转矩轴33的基端部33a,转矩轴33将与其基端部33a连结的马达36的旋转驱动力(转矩)传递到前端部33b,使与前端部33b连结的机械耦合部31的链轮32旋转。

[0037] 即,转矩轴33形成如下的传递部件:具有基端部33a与构成驱动部的马达36的旋转轴34a连结的驱动轴,前端部33b与作为驱动对象的机械耦合部31连结,绕所述驱动轴旋转而将旋转驱动力从所述驱动部传递到所述驱动对象。

[0038] 如图1所示,转矩轴33具备具有挠性的外装管33c以及配置在其内侧并传递旋转驱动力的挠性的密绕线圈(或密绕状螺旋体)33d。该密绕线圈33d的长度方向形成上述驱动轴。另外,也可以将密绕线圈33d定义为转矩轴33。

[0039] 而且,通过经由转矩轴33而使链轮32向例如箭头所示的方向旋转,对成对的弯曲线26a、26b的一方(该情况下为弯曲线26a)进行牵引,使另一方松弛,能够使弯曲部16向牵

引的弯曲线26a侧弯曲。当使链轮32向相反方向旋转时,能够使弯曲部16向弯曲线26b侧弯曲。

[0040] 通过马达36、转矩轴33、机械耦合部31构成经由牵引机构而使弯曲部16弯曲的电动弯曲驱动部39。

[0041] 并且,在连接器3内配置有马达控制器42,该马达控制器42具有利用PID控制来进行使马达36(的马达主体37)旋转驱动的情况下的动作的PID控制器41。另外,具体而言,PID控制器41可以使用图7所示的结构。但是,在本实施方式中,将图7中的马达转矩估计值 P_t 输入到PID控制器41,不具有对模块93的增益进行可变控制的功能。因此,在图7的PID控制器41中,构成模块93的增益固定。即,将来自指令设定部45的指令值和来自观测模型48的位置信息输入到PID控制器41的求和的模块91,模块91从前者减去后者并将其输出到PID控制器主体92。

[0042] PID控制器主体92具有进行比例控制的可变增益的模块93、进行积分控制的 $1/s$ 的积分运算的模块94a和与模块94a串联设置的增益 K_i 的模块94b、以及进行微分控制的时间微分运算的模块95a和与模块95a串联设置的增益 K_d 的模块95b。在求和的模块96中对这3个输出值进行相加,从输出端CMD输出到电动弯曲驱动部39的马达36和观测模型48。

[0043] 并且,在操作部12中设有形成输入部的操纵杆43,该操纵杆43利用杆的倾倒操作来进行用户使弯曲部16弯曲的情况下的弯曲指令值(简称为指令值)的指示输入。在该操纵杆43的基端设有对(相对于左右方向的)倾倒方向和倾倒操作量进行检测的例如电位计43a,电位计43a经由通用缆线13内的信号线44将与倾倒方向和倾倒操作量对应的作为弯曲指令值的信号输出到马达控制器42的指令设定部45。

[0044] 并且,在马达36中设有对马达主体37的旋转轴37a(或齿轮38)的旋转角进行检测的作为检测部的马达编码器46,马达编码器46检测马达36的旋转状态中的旋转角的信息作为旋转信息,将检测到的旋转信息输出到指令设定部45。

[0045] 指令设定部45将与构成输入部的电位计43a所检测到的弯曲指令值对应的被转换为马达36的旋转目标值的值减去马达编码器46所检测到的当前的马达36的旋转角(旋转位置)而得到的值设定为作为暂定目标旋转量的旋转指令值,并将其输出到PID控制器41。

[0046] PID控制器41根据从指令设定部45输入的旋转指令值,将对构成驱动部的马达36进行旋转驱动的作为驱动指令值的电压值施加给马达主体37,进行PID控制。即,指令设定部45相对于驱动部将暂定目标旋转量的旋转指令值输入到PID控制器41。换言之,PID控制器41的被输入来自指令设定部45的旋转指令值的参照输入端Ref(参照图3)相对于指示目标旋转量的输入部而构成指示暂定(当前时刻的)目标旋转量的暂定输入部。在暂定输入部中,旋转指令值根据由构成检测部的马达编码器46检测到的当前的马达36的旋转角的值而变化。与此相对,由操纵杆43构成的输入部输入由用户指示的作为马达36的目标旋转量的指令值。而且,构成控制部的马达控制器42根据马达36的旋转状态来改变暂定目标旋转量进行控制,以使其与目标旋转量一致。

[0047] 并且,本实施方式的马达控制器42具有模拟马达36、转矩轴33、机械耦合部31、即模拟电动弯曲驱动部39的作为物理模型的观测模型(图1中简记为OM)48。

[0048] 而且,马达控制器42具有估计部49,该估计部49根据基于马达编码器46的马达36的旋转状态下的旋转信息和相对于向转矩轴33的基端部33a的旋转输入而示出其前端部

33b中的旋转状态的作为物理模型的观测模型48,估计所述前端部33b中的旋转状态(旋转位置、旋转速度)。另外,转矩轴33的前端部33b的旋转位置的估计值也是机械耦合部31的旋转位置的估计值。

[0049] 图2示出图1中的马达控制器42和电动弯曲驱动部39的结构。如图2所示,在本实施方式中,马达控制器42的PID控制器41的驱动指令值被输出到作为真实系统的电动弯曲驱动部39的马达36,并且,被输出到以电气方式模拟该真实系统的作为物理模型的观测模型48。

[0050] 并且,在本实施方式中,如图2所示,基本上通过包含摩擦要素的弹簧50来模拟转矩轴33。

[0051] 如图2所示,指令设定部45的旋转指令值被输入到PID控制器41,PID控制器41将与旋转指令值对应的驱动指令值输出到电动弯曲驱动部39的马达36,并且,将其输出到电动弯曲驱动部39的作为物理模型的观测模型48的马达物理模型48a。

[0052] 观测模型48由模拟马达36的马达物理模型48a、模拟转矩轴33的转矩轴物理模型48b、模拟机械耦合部31的机械耦合部物理模型48c构成。另外,图1的估计部49由转矩轴物理模型48b和机械耦合部物理模型48c形成,但是,实际上如图3所示,由于马达物理模型48a、转矩轴物理模型48b、机械耦合部物理模型48c是一部分相互组入的组合,所以,也可以视为由马达物理模型48a、转矩轴物理模型48b、机械耦合部物理模型48c构成。

[0053] 图3详细示出观测模型48。另外,图3处于与观测模型48一起组入了估计部49的状态。换言之,图3是包含观测模型48和估计部49的模块结构。

[0054] 对PID控制器41的参照输入端Ref输入来自指令设定部45的旋转指令值,从指令输出端CMD将驱动指令值(电压值)输出到构成马达物理模型的求和(加减法器)的模块51。求和的模块51加上+(正)的输入信号、减去-(负)的输入信号并输出。

[0055] 模块51从所输入的电压值减去利用基于马达主体37的感应电压常数(Bemf)的模块59的感应电压常数进行相乘而得到的输出值,将其输出到表示马达36的电气特性的模块52。模块52设拉普拉斯算子为s,针对所输入的电压值进行 $1/(Ls+R)$ 的运算,将其转换为电流值并输出到利用马达36的转矩常数Kt的增益进行相乘的模块53。另外,L和R表示对马达主体37进行驱动的情况下的电感和电阻成分。

[0056] 模块53从所输入的电流值转换为马达36的转矩值并将其输出到求和的模块54。模块54从模块53的输出值减去求和的模块62的输出值和构成转矩轴物理模型48b的对盲区进行运算的模块65的输出值,将其输出到模块55。模块65中的盲区的特性对应于实际使用的转矩轴33,设定为适当反映该转矩轴33的特性值。

[0057] 模块55进行将模块54的输出值除以马达36的惯性矩Jm的运算,经由针对该模块55的输出进行 $1/s$ 所示的积分运算的模块56,进行计算马达36的假想旋转速度的运算。

[0058] 该模块56的输出值被输出到用于运算马达36的假想旋转位置的模块57、求和的模块58、模块59。从模块57输出的旋转位置的信息为马达36的假想旋转位置的估计信息,被输出到PID控制器41的反馈输入端FB,并且,被输出到构成转矩轴物理模型48b的求和的模块63。

[0059] 并且,求和的模块58将从模块56的输出值减去模块69的输出值而得到的值输出到使用马达36的粘性常数Bm1进行运算的模块60以及利用摩擦常数进行运算的模块61。求和

的模块62对两个模块60、61的输出值进行相加,并将其输出到求和的模块54和66。

[0060] 在转矩轴物理模型48b中,求和的模块63将从模块57的旋转位置的信息减去作为构成机械耦合部物理模型48c的模块70的输出值的机械耦合部31的假想位置信息而得到的值输出到进行乘以与转矩轴33的运动特性对应的(或表示运动特性的)弹簧常数 K_s 的增益的运算的模块64。

[0061] 然后,该模块64的输出值进一步经由进行转矩轴33的盲区的运算的模块65输出到求和的模块66和模块54。求和的模块66将对模块65的输出值和模块62的输出值进行相加而得到的值输出到构成机械耦合部物理模型48c的求和的模块67。

[0062] 在机械耦合部物理模型48c中,模块67将从模块66的输出值减去求和的模块71的相加输出值而得到的值输出到进行除以机械耦合部31的惯性矩 J_1 的运算的模块68。

[0063] 该模块68的输出值进一步经由进行 $1/s$ 的积分运算的模块69来估计机械耦合部31的假想旋转速度。该模块69的输出值被输出到上述模块58、进行 $1/s$ 的积分运算的模块70、进行机械耦合部31的粘性常数 B_{m12} 的运算的模块72。

[0064] 针对模块69的输出值进行 $1/s$ 的积分运算的模块70估计机械耦合部31的假想旋转位置,将该估计值(或假想值)输出到模块63和进行机械耦合部31的弹簧常数 K_{s2} 的运算的模块73。

[0065] 并且,被输入模块72的输出值的求和的模块71对该输出值和模块73的输出值进行相加,并将其输出到求和的模块67。另外,关于图3中的标号51的求和的模块~73的模块,可以由中央运算处理装置(简记为CPU)根据程序以软件方式进行处理,也可以使用FPGA(Field Programmable Gate Array:现场可编程门阵列)等或电子电路元件以硬件方式构成图3所示的各模块。在后述图5、图6、图7、图10等中也同样,可以以软件方式构成,也可以以硬件方式构成。并且,在图3等所示的结构中,也可以采用省略一部分模块而简化的结构。具体而言,例如,也可以采用省略模块60和模块61中的例如一个模块61的结构。该情况下,还能够删除进行相加的模块62。在与模块60和模块61有关的例子中说明了简化的结构,但是也可以省略其他模块。

[0066] 关于图3的观测模型48,在包含通过机械耦合部31的旋转速度的信息(具体而言为模块69的输出值)减去马达36的旋转速度的信息(具体而言为模块56的输出值)而得到的结构要素、通过机械耦合部31的旋转位置的信息(具体而言为模块70的输出值)减去马达36的旋转位置的估计信息(具体而言为模块57的输出值)而得到的结构要素等的物理模型中,模块57计算马达36的假想旋转位置的信息作为估计信息。即,构成马达36的物理模型且构成估计部49的模块57计算马达36的假想旋转位置的信息作为估计信息。

[0067] 然后,估计部49将计算出的马达36的假想旋转位置的估计信息反馈给PID控制器41,对作为驱动部的马达36的旋转进行控制,以使其与输入到参照输入端Ref的旋转指令值一致。

[0068] 具体而言,除了马达36的物理模型以外,还使用转矩轴33的物理模型和机械耦合部31的物理模型,将转矩轴33的前端部33b相对于基端部33a的旋转延迟反映到马达36的物理模型中的假想旋转位置的信息中。即,当处于产生了转矩轴33的前端部33b相对于基端部33a的旋转延迟的状态时,作为模块57的输出值的马达36的假想旋转位置的估计信息成为反映了该旋转延迟的估计信息,反馈该估计信息,进行PID控制,由此能够改善旋转延迟。

[0069] 这样,本实施方式的电动内窥镜2的特征在于,具有:作为被驱动的驱动对象的机械耦合部31;构成驱动部的马达36(或马达主体37),其产生使所述驱动对象进行旋转驱动的旋转驱动力;具有挠性的作为传递部件的转矩轴33,其具有基端部与所述驱动部连结、前端部与所述驱动对象连结的驱动轴,该转矩轴33绕所述驱动轴旋转,将所述旋转驱动力从所述驱动部传递到所述驱动对象;作为输入部的操纵杆43,其输入用于指示所述驱动部的目标旋转量的指令值;作为检测部的马达编码器46,其检测所述驱动部的旋转状态下的旋转信息;估计部49,其根据所述旋转信息和相对于向所述基端部的旋转输入而示出所述前端部中的旋转状态的作为物理模型的观测模型48,估计反映了所述前端部的旋转状态的所述物理模型中的所述驱动部的旋转状态;以及作为控制部的马达控制器42,其根据所述估计部49估计出的所述物理模型中的所述驱动部的旋转状态对所述驱动部进行控制,以使所述前端部的旋转状态与所述目标旋转量的旋转状态一致。

[0070] 接着,对本实施方式的作用进行说明。如图1所示,将电动内窥镜2与信号处理装置4连接,手术医生把持操作部12将插入部11插入到被检体9的屈曲的体腔内。在将插入部11的前端侧插入到体腔内的深部侧的情况下,手术医生根据体腔内的屈曲来进行操纵杆43的倾倒操作。

[0071] 在本实施方式中,由于构成为不将马达36配置在操作部12内,而将其配置在连接器3内部,经由转矩轴33对配置在操作部12内的机械耦合部31进行驱动,所以,手术医生在把持着操作部12的情况下,能够以良好的操作性进行弯曲的指示操作,而不会(由于马达36而)变重。

[0072] 但是,由于通过贯穿插入到通用缆线13内的转矩轴33来传递马达36的旋转驱动力,所以,如以下说明的那样,针对转矩轴33的干扰负荷的大小有时会发生变化。

[0073] 图4示出在图2中伴随着通用缆线13的形状变化而使转矩轴33的形状也发生变化、针对转矩轴33的干扰负荷发生变化的状况的说明图。例如在通用缆线13比较笔直的状态下,例如在马达36以旋转速度 ω_1 旋转的情况下,机械耦合部31也以旋转速度 ω_1 旋转。

[0074] 但是,在手术医生等用户把持着操作部12的状态下,在要变更插入部11插入到体腔内的插入长度的情况下,通用缆线13的基端侧移动,有时从比较笔直的状态变成大幅屈曲的状态。

[0075] 这样,在处于通用缆线13大幅屈曲的状态的情况下,产生从机械耦合部31以旋转速度 ω_1 旋转的状态起降低到小于旋转速度 ω_1 的旋转速度 ω_2 的情况。

[0076] 在本实施方式中,如图2、图3(和图4)所示,设置分别模拟马达36、转矩轴33、机械耦合部31的马达物理模型48a、转矩轴物理模型48b、机械耦合部物理模型48c。而且,如图3所示,根据转矩轴物理模型48b来计算转矩轴33的前端位置、换言之为机械耦合部31的假想旋转位置的估计值(模块70的输出值),使用该假想旋转位置的估计值和机械耦合部31的假想旋转速度的估计值(模块69的输出值),将对马达36的指令值进行校正的位置信息(模块57的输出值)反馈到PID控制器41。

[0077] 因此,根据本实施方式,即使不在转矩轴33的前端部33b或机械耦合部31中设置传感器,也能够对马达36进行旋转驱动,以减少转矩轴33的前端部33b或机械耦合部31中的(相对于转矩轴33的基端部33a的)旋转延迟。并且,在用户把持着马达36的情况下,由于该重量设置在作为把持情况下的负荷的操作部12以外的例如连接器3中,所以能够确保良好

的操作性。

[0078] 另外,在本实施方式中,未在机械耦合部31中设置检测机械耦合部31的旋转位置和旋转速度等的传感器,但是,如图11所示的结构那样,也可以设置检测机械耦合部31的旋转位置等的传感器47,将该传感器47的检测值反馈并输入到PID控制器41,PID控制器41根据传感器47的检测值对马达36进行PID控制,以减少旋转延迟。该情况下的马达控制器42'不具有观测模型48。

[0079] 接着,对本实施方式的第1变形例进行说明。用作传递旋转驱动力的传递部件的转矩轴33相对于作为驱动轴的轴的长度方向(如图1所述)使用密绕线圈33d。因此,在马达36的旋转方向为正转和与其相反的反转的情况下,有时在传递特性中产生差异。

[0080] 因此,在本变形例中,在任意方向上进行旋转驱动的情况下,相对于弯曲的操作指令,准备与2个旋转方向的运动特性对应的2个参数,选择性地使用与旋转方向对应的参数,以使得能够减少机械耦合部31的旋转延迟且更加良好地进行响应。

[0081] 图5示出本变形例中的观测模型78。

[0082] 该观测模型78在图3所示的观测模型48中对(构成估计部49的)转矩轴物理模型48b的结构的一部分进行变更。

[0083] 求和的模块63的输出值在经由对应于转矩轴33的绕长度方向的第1旋转方向和与该第1旋转方向相反的第2旋转方向的情况而分别设定的(作为第1参数的)第1弹簧常数 K_{s1} 的增益的模块64a和(作为第2参数的)第2弹簧常数 K_{s2} 的增益的模块64b后,经由切换开关74输出到模块65。并且,本变形例具有判定在第1旋转方向和第2旋转方向中的哪个旋转方向上进行动作的动作方向判定部75。该动作方向判定部75具有检测作为传递部件的转矩轴33的旋转方向的旋转方向检测部的功能。

[0084] 而且,切换开关74根据由动作方向判定部75判定的动作方向进行切换,以使得在动作方向为第1旋转方向的情况下使触点a接通,在动作方向为第2旋转方向的情况下使触点b接通。

[0085] 换言之,具有转矩轴物理模型48b的估计部49根据由动作方向判定部75判定的转矩轴33的旋转方向,选择与该转矩轴33的旋转方向对应的第1参数或第2参数,估计该转矩轴33的前端部33b的旋转状态。

[0086] 另外,动作方向判定部75例如根据指令设定部45的输出值来判定当前的转矩轴33的旋转方向(动作方向)。其他结构与第1实施方式相同。

[0087] 根据本变形例,具有第1实施方式的作用效果,进而,在旋转方向变化的情况下,也能够以与该旋转方向的变化对应的良好的响应特性对机械耦合部31进行旋转驱动。因此,根据本变形例,能够确保良好的操作性并对弯曲部16进行弯曲驱动。另外,用户为了使弯曲部16向期望弯曲方向弯曲,使操纵杆43的杆向与弯曲方向对应的方向倾倒,对应于倾倒的方向,电位计43a的检测值增加或减少。而且,在检测值增加的情况和检测值减少的情况下,马达36的旋转轴34a的旋转方向相反。因此,可以说形成用于指示弯曲指令值的弯曲指示操作部(或弯曲指示操作单元)的操纵杆43形成进行在第1旋转方向或与该第1旋转方向相反的第2旋转方向上对构成驱动部的马达36进行旋转驱动的指示操作的旋转方向指示操作部(或旋转方向指示操作单元)。

[0088] 图6示出第2变形例中的转矩轴物理模型48b的周边部的结构。

[0089] 在第1变形例中,根据动作方向对模拟转矩轴33的弹簧常数进行切换。

[0090] 在动作方向未变更的状态下、即在规定的方向上旋转的状态下,例如在旋转速度较大的状态下改变旋转速度的情况下以及在旋转速度较小的状态下改变旋转速度的情况下,传递特性可能发生变化。

[0091] 在本变形例中,为了更加真实地反映转矩轴33的运动特性,例如将动作方向的信息和动作方向的状态下的旋转速度的信息输入到一览表(简记为LUT) 81,从2个输入信息中读出对应的弹簧常数 K_{si} ,进行控制以使模块64利用读出的弹簧常数 K_{si} 进行运算。另外,模块64使用从LUT 81输入的弹簧常数 K_{si} 进行运算。

[0092] 在LUT 81中,预先在2个动作方向的状态下,在作为代表的多个旋转速度 V_i 的情况下测定转矩轴33的弹簧常数 K_{si} ,将测定的弹簧常数 K_{si} 与2个输入信息对应起来进行存储。另外,关于旋转速度 V_i , (在旋转方向相同的状态下) 在该值的变化小于阈值的情况下,读出相同的 K_{si} ,当变化阈值以上时,读出与 V_i 的情况不同的弹簧常数 K_{si} 。

[0093] 而且,在实际使电动弯曲驱动部39进行动作的情况下,将第1变形例中说明的基于动作方向判定部75的动作方向的信息和检测转矩轴33的旋转速度的旋转速度检测部82的信息输入到LUT 81,在模块64中设定对应的弹簧常数 K_{si} 。

[0094] 另外,作为旋转速度检测部82,利用根据由马达编码器46检测到的马达36或马达主体37的旋转位置(旋转角)的信息而计算出的马达36的旋转速度的信息。

[0095] 其他结构与第1实施方式相同。根据本变形例,具有与第1实施方式相同的作用效果,进而,在旋转方向变化的情况下或旋转速度变更的情况下,也能够以更加良好的响应特性对机械耦合部31进行旋转驱动,因此,能够确保良好的操作性并对弯曲部16进行弯曲驱动。

[0096] 另外,在本变形例中,也可以代替将旋转速度检测部82的信息输入到LUT 81,而使用模块56的输出值、即马达36的旋转速度的估计值。

[0097] 接着,对第1实施方式的第3变形例进行说明。如第1实施方式中说明的那样,由于在通用缆线13内贯穿插入有转矩轴33,所以,在通用缆线13屈曲的情况下,与未屈曲的状态相比,干扰负荷作用于马达36(或马达主体37)。

[0098] 在本变形例中,根据干扰转矩对PID控制器41的增益进行可变控制,以使得能够以更高精度进行电动弯曲驱动。换言之,通过进行根据干扰转矩对PID控制器41的增益(参数)进行可变控制的增益调度,在干扰转矩变化的情况下,也能够高精度地进行电动弯曲驱动。

[0099] 图7示出第3变形例中的电动弯曲驱动部39和马达控制器42的结构。如图7所示,来自指令设定部45的指令值和来自观测模型48的位置信息被输入到PID控制器41的求和的模块91,模块91从前者减去后者,并将其输出到PID控制器主体92。

[0100] PID控制器主体92具有进行比例控制的可变增益的模块93、进行积分控制的 $1/s$ 的积分运算的模块94a和与模块94a串联设置的增益 K_i 的模块94b、以及进行微分控制的时间微分运算的模块95a和与模块95a串联设置的增益 K_d 的模块95b。在求和的模块96中对这3个输出值进行相加,从输出端CMD输出到电动弯曲驱动部39的马达36和观测模型48。

[0101] 在本变形例中,例如在第1实施方式等中,进一步将观测模型48中的作为干扰转矩的估计值的马达转矩估计值 P_t 施加给可变增益的模块93的增益控制端 C_g ,对模块93的增益 G_p 进行控制。

[0102] 作为马达转矩估计值 P_t ,例如使用图3、图5中的模块53的输出值即可。并且,如后述图10所示,也可以使用基于干扰转矩观测模型的估计值。

[0103] 图8示出根据马达转矩估计值 P_t 的大小对进行比例控制的可变增益的大小进行控制的增益调度。如图8所示,与马达转矩估计值 P_t 的值成比例地可变设定模块93的增益 G_p 。

[0104] 例如在马达转矩估计值 P_t 最小的值 P_{t1} 中,增益为 G_{p1} ,与马达转矩估计值 P_t 的增大成比例地使增益 G_p 增大,在马达转矩估计值 P_t 最大的值 P_{t2} 中,增益为 G_{p2} 。

[0105] 例如在使上述增益 G_p 固定的情况下,关于针对指令值的PID控制中使用的位置信息,在干扰转矩较小的情况下,如图9中的虚线所示,能够确保良好的响应特性。但是,当干扰转矩增大时,关于PID控制中使用的位置信息,如实线所示,相对于指令值,时间延迟增大。另外,在图9中利用单点划线示出指令值。

[0106] 因此,在本变形例中,能够生成如下的位置信息:在马达转矩估计值 P_t 增大的情况下,根据该增大而使增益 G_p 增大,进行增益调度,以使得在马达转矩估计值 P_t 增大的情况下,与马达转矩估计值 P_t 较小的情况同样,能够进行能够确保良好的响应的PID控制。

[0107] 在本变形例中,如图9中空心箭头所示,即使干扰转矩变化,也能够改善响应特性。

[0108] 如本实施方式的第4变形例那样,关于作为(作为驱动部的)马达36的观测模型的物理模型,也可以使用图10所示的形成第1物理模型要素的干扰转矩观测模型101和形成第2物理模型要素的模块102来计算马达转矩估计值 P_t 。

[0109] 在图10中,转矩的指令值被输入到构成马达36的等效模型的模块102的(马达)转矩常数 K_t 的增益的模块103,并且被输入到构成干扰转矩观测模型101的设计马达转矩常数 K_{tn} 的增益的模块107。该模块107计算针对指令值的马达36的旋转轴的输出转矩。

[0110] 在求和的模块104中作用有作为马达36的旋转轴的负荷的干扰 d 的情况下,对上述模块103的输出值和该干扰 d 进行相加,经由使用马达惯性矩 J 进行 $1/J_s$ 的相乘的模块105,生成旋转速度的信息。另外,作为旋转轴的负荷的干扰 d 还作为负荷作用于与旋转轴连结的转矩轴33的驱动轴。旋转速度的信息经由进行 $1/s$ 的相乘的模块106而成为马达36的位置信息,并且,经由构成干扰转矩观测模型101的利用马达的设计惯性矩 J_n 和观测的极 g 进行相乘的模块109,作为作用于马达36的旋转轴的估计转矩值而输出到求和的模块108。

[0111] 该干扰转矩观测模型101具有如以下说明的那样计算干扰转矩估计值 0_d 的干扰计算部112。概略地讲,根据从作为马达37的物理模型的模块102、101(的模块109)输出的作为输出值的估计转矩值与相对于转矩指令值的输入而从旋转轴输出的作为输出转矩的(转矩指令值的输入)通过增益的模块107后的输出值的差分,计算作为马达37的旋转轴的负荷的干扰转矩即干扰转矩估计值 0_d 。

[0112] 在求和的模块108中,从作为模块109的输出值的估计转矩值减去作为模块107的输出值的输出转矩值,计算依赖于极 g 的干扰转矩。该干扰转矩经由进行 $g/(s+g)$ 的滤波运算的模块110而输出到求和的模块111。

[0113] 求和的模块111从模块110的输出值减去模块109的输出值,输出与马达转矩估计值 P_t 相当的干扰转矩估计值 0_d 。该干扰转矩估计值 0_d 被施加给PID控制器41的模块93的增益控制端 C_g 。

[0114] 然后,通过该干扰转矩估计值 0_d 进行PID控制器41的增益调度,在针对马达36的旋转轴的干扰变化的情况下,也能够具有具有良好的响应性的状态下进行PID控制。

[0115] 根据本变形例,具有与第3变形例大致相同的作用效果。另外,组合上述实施方式或变形例的一部分等而构成的实施方式等也属于本发明。并且,作为上述物理模型,不限于图3等所示的观测模型48、78等的结构,也可以通过简易的模型来估计驱动部或构成驱动部的马达的旋转状态。

[0116] 本申请以2013年2月5日在日本申请的日本特愿2013-20746号为优先权主张的基础进行申请,上述公开内容被引用到本申请说明书和权利要求书中。

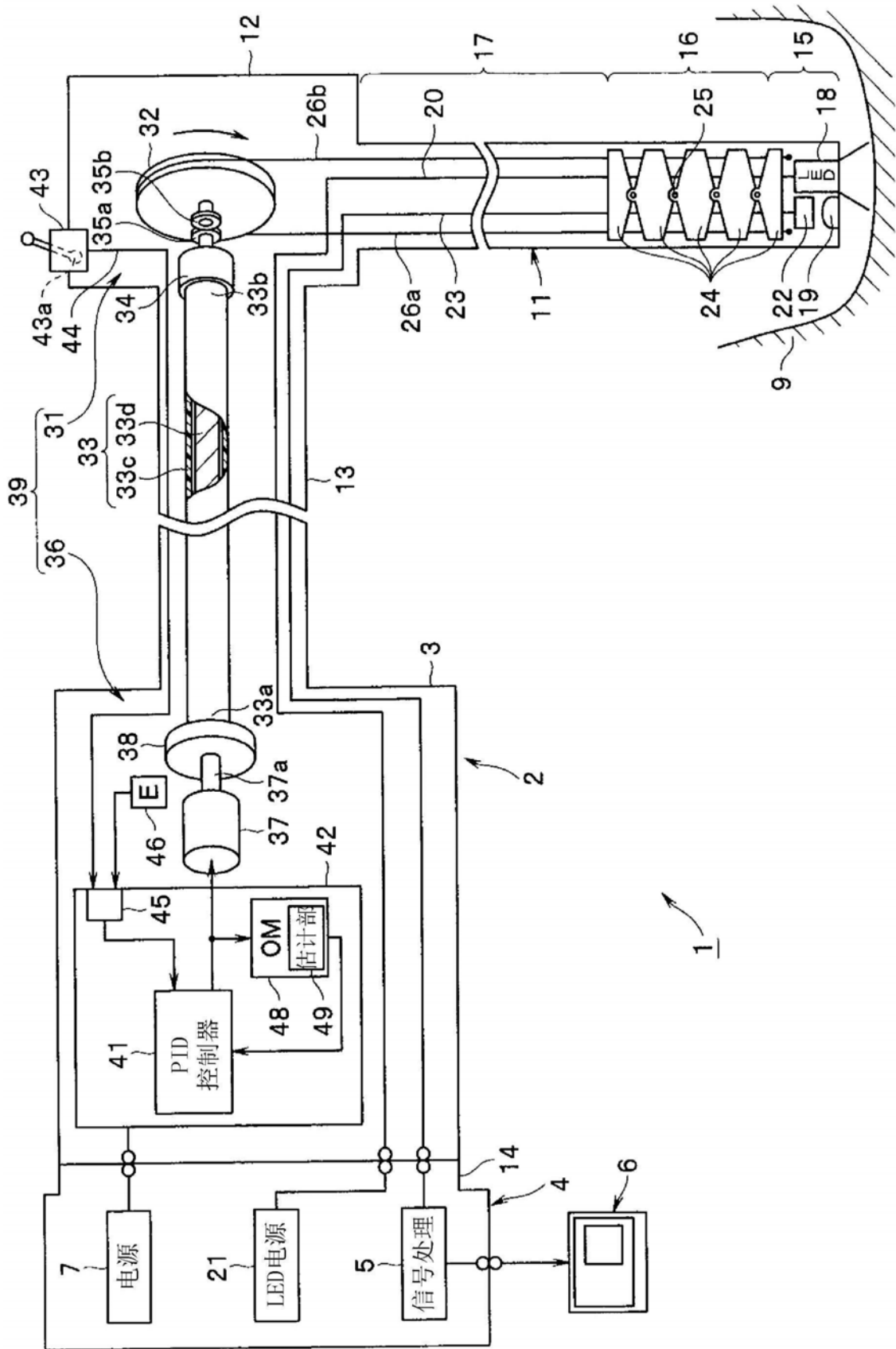


图1

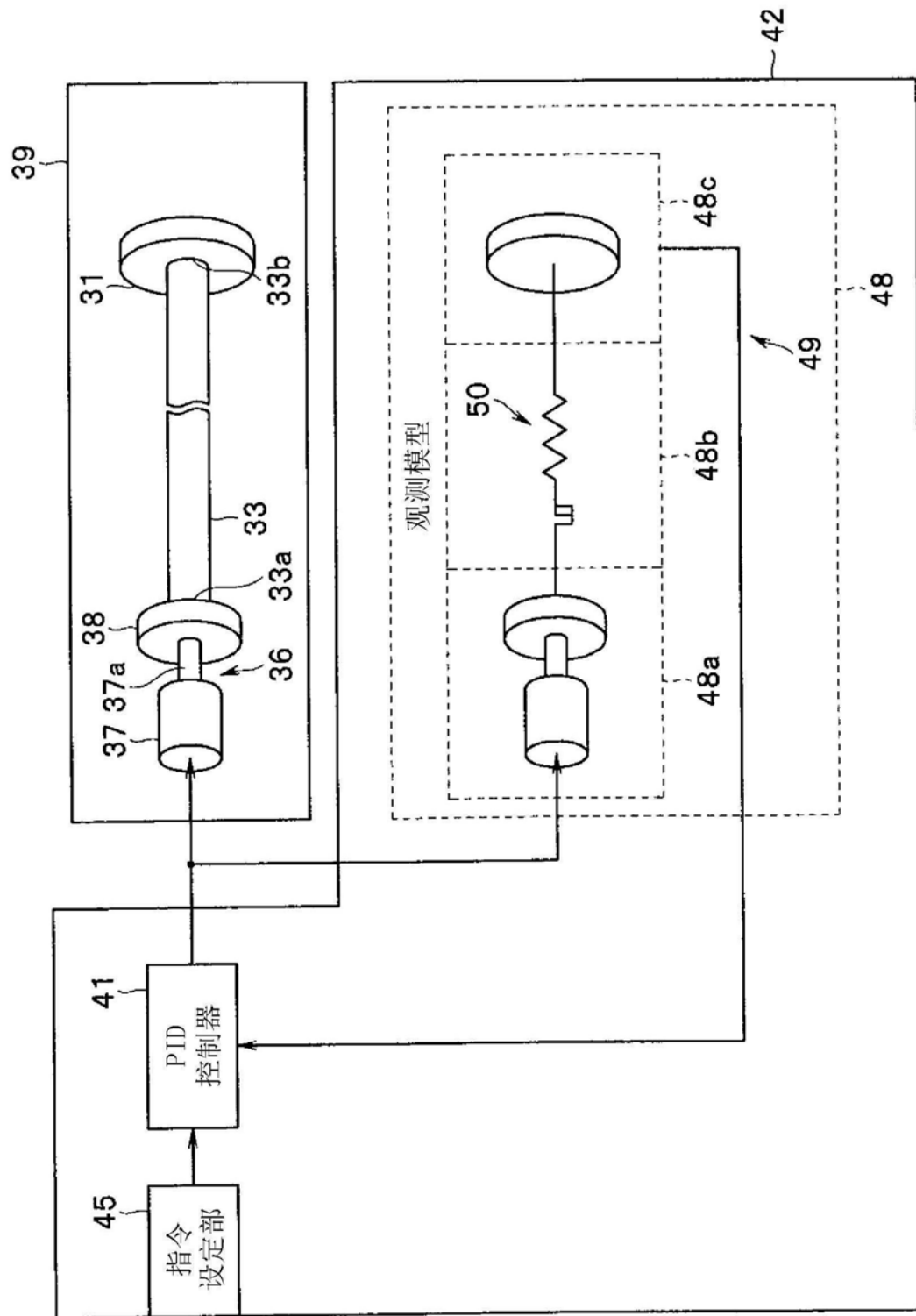


图2

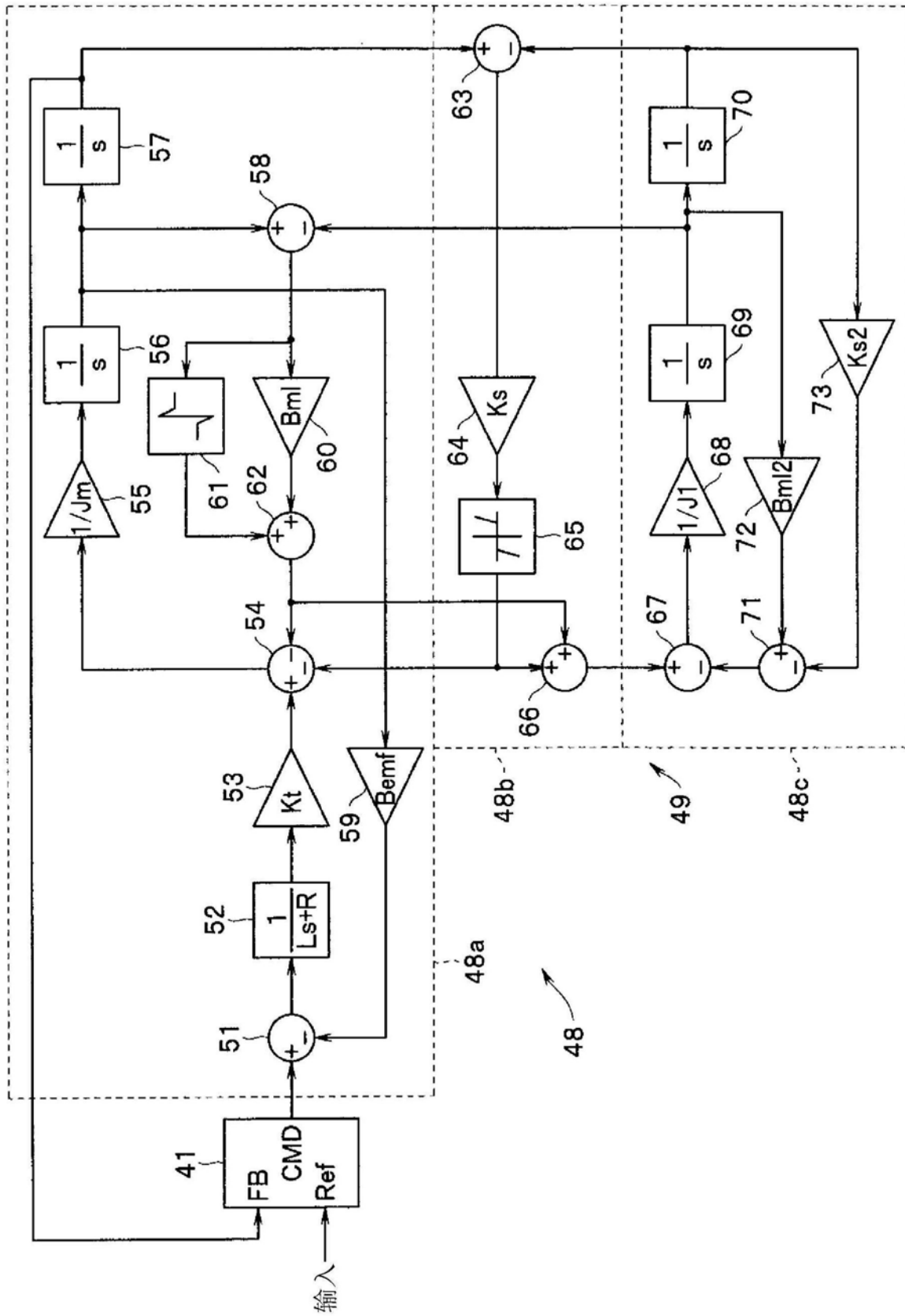


图3

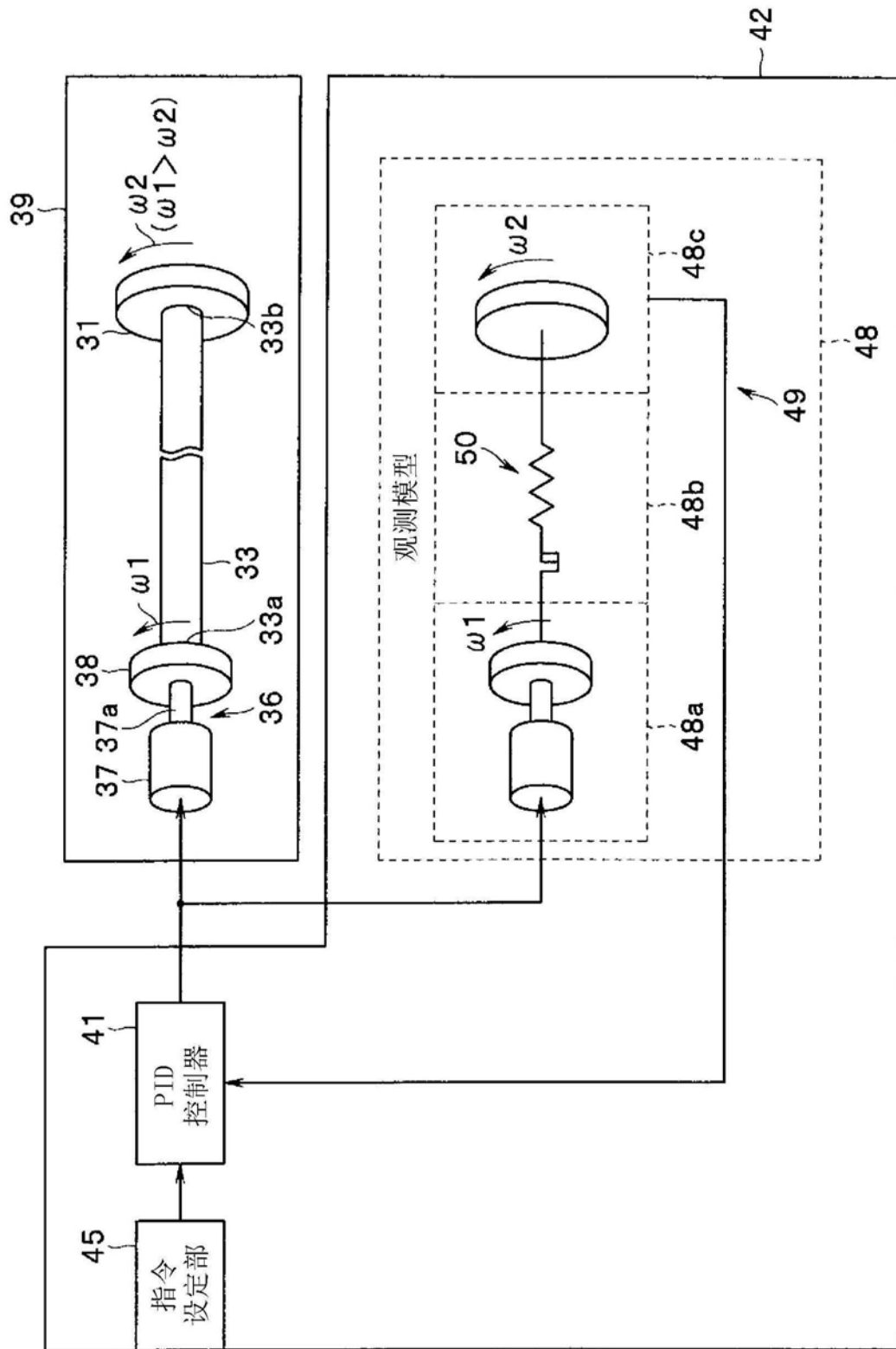


图4

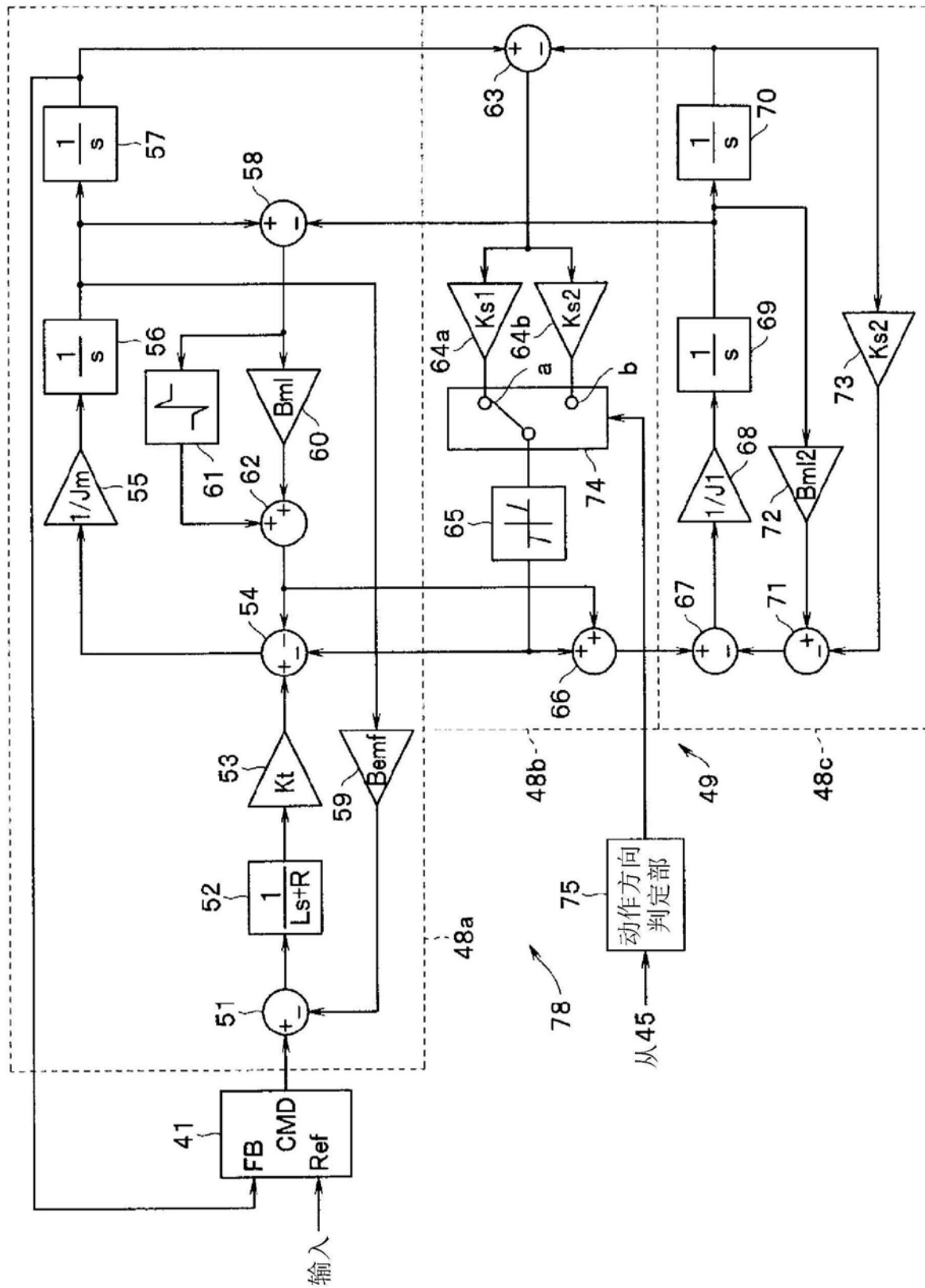


图5

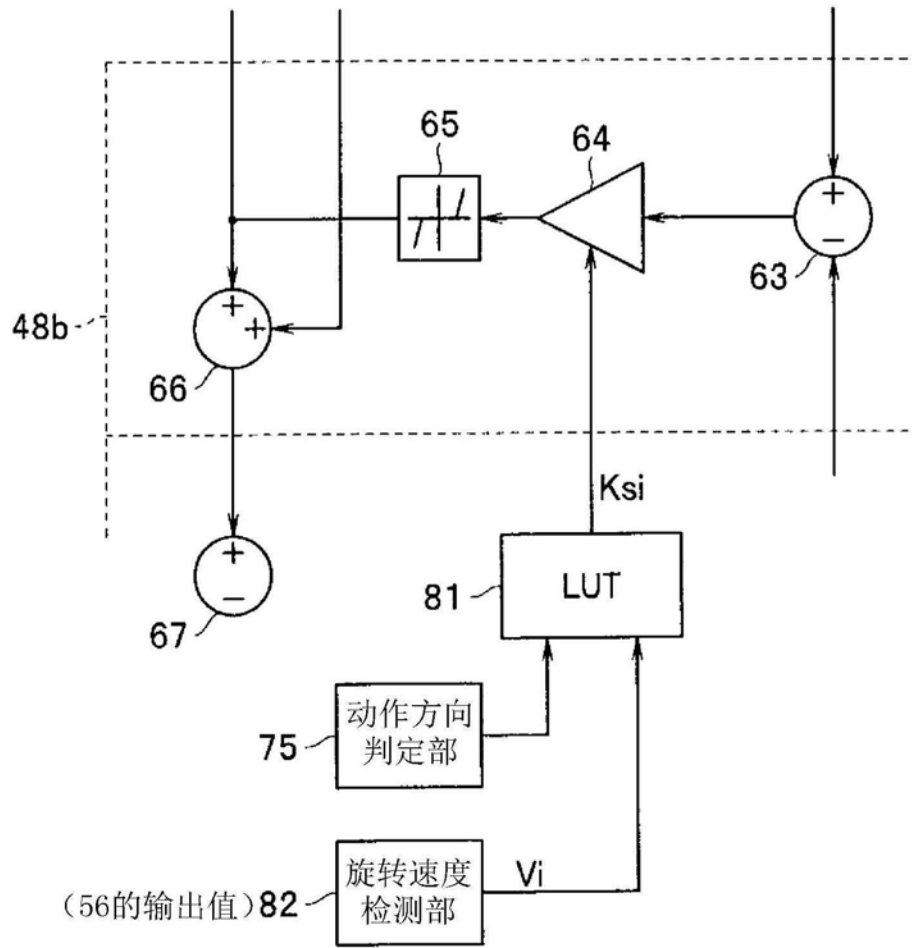


图6

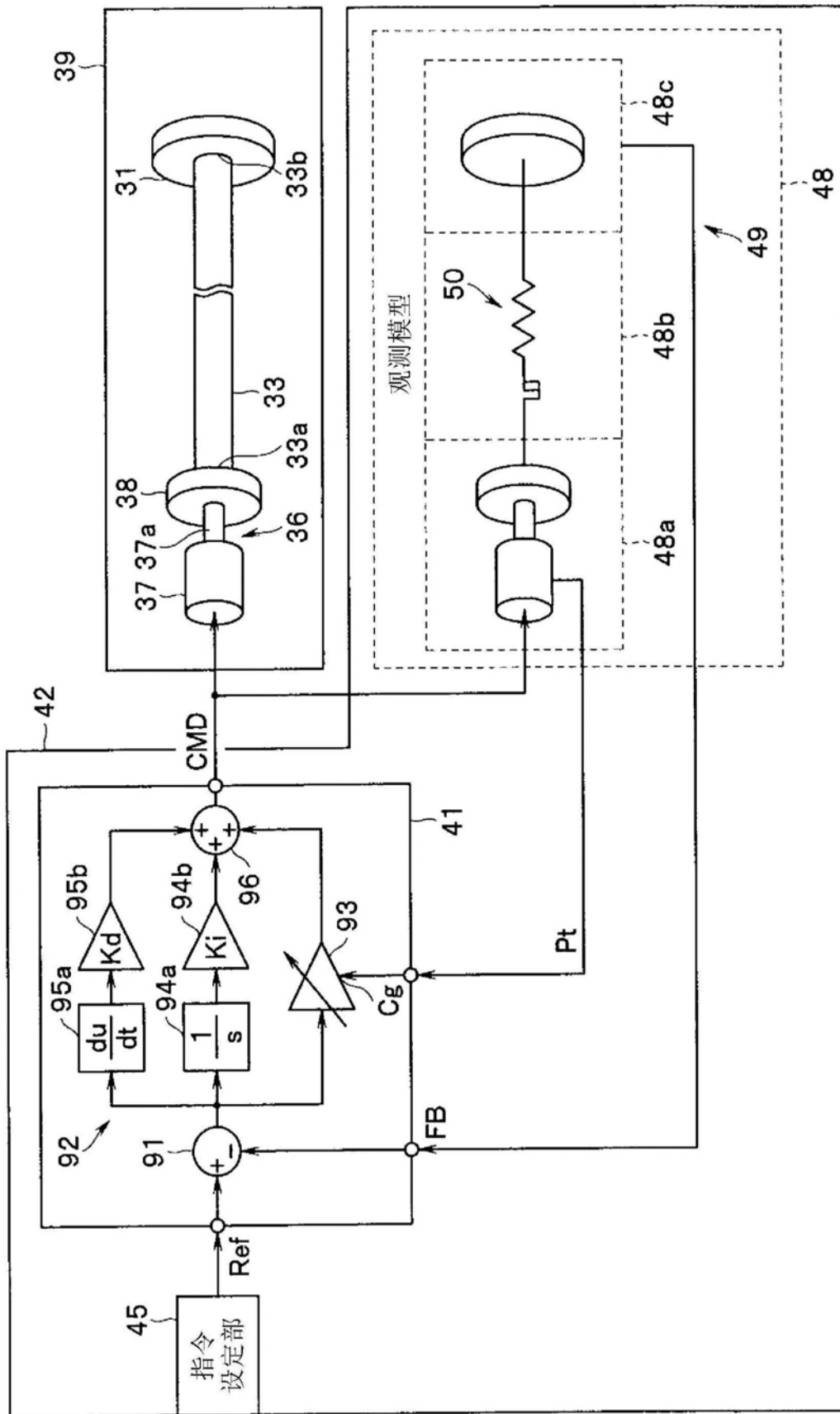


图7

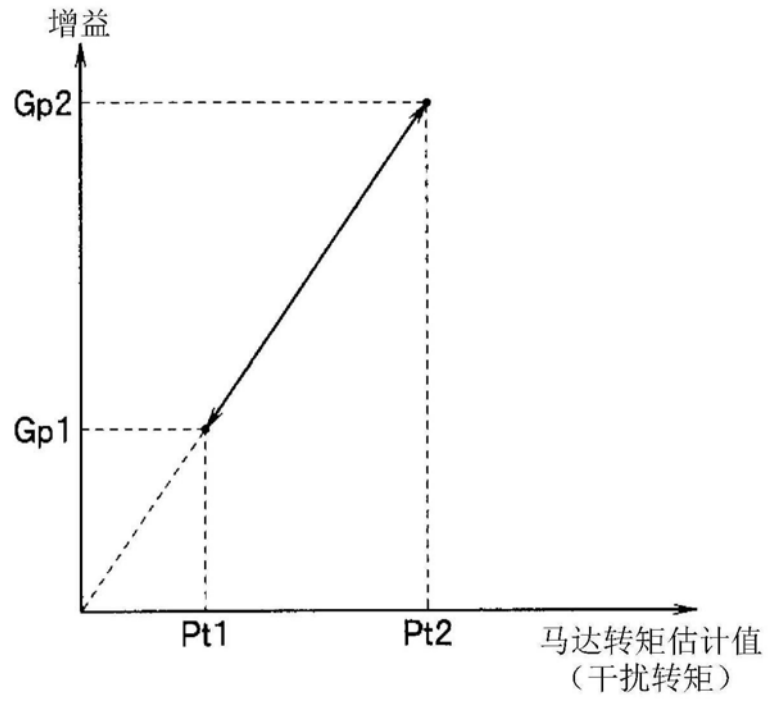


图8

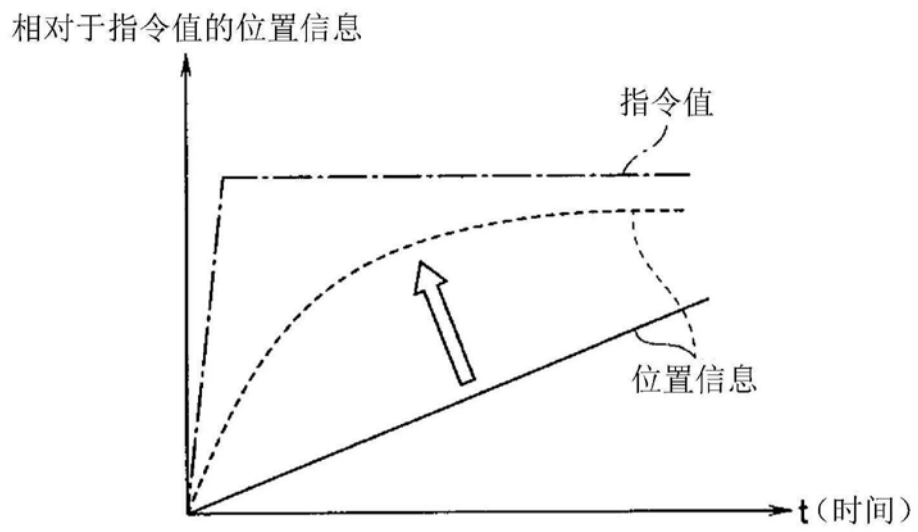


图9

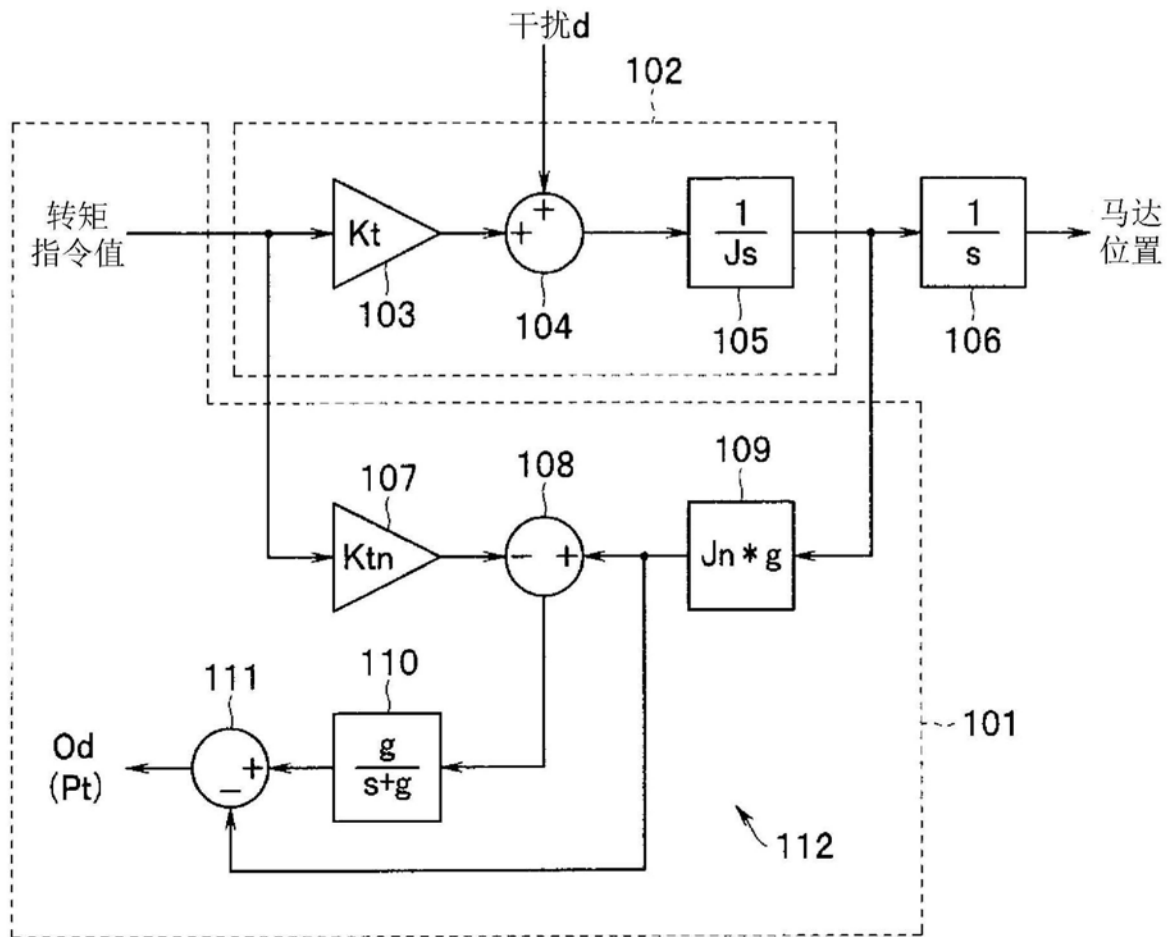


图10

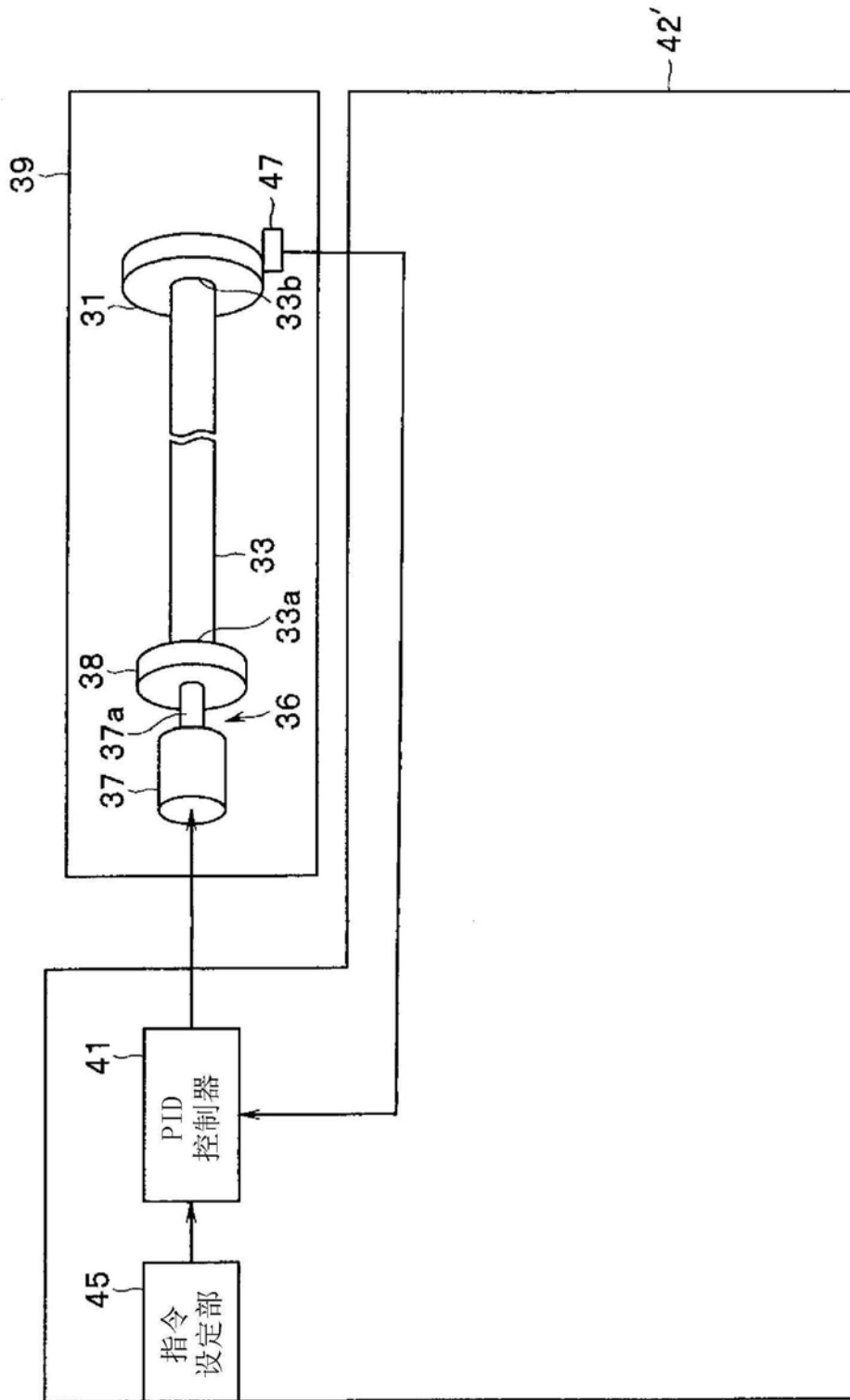


图11

专利名称(译)	电动内窥镜		
公开(公告)号	CN104968251B	公开(公告)日	2018-02-09
申请号	CN201480002733.7	申请日	2014-01-31
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
[标]发明人	河合利昌		
发明人	河合利昌		
IPC分类号	A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00006 A61B1/0002 A61B1/00039 A61B1/00055 A61B1/00128 A61B1/0016 A61B1/0052 A61B1/0057 A61B1/01 A61B1/0684 G05B19/404 G05B2219/41078		
代理人(译)	李辉		
优先权	2013020746 2013-02-05 JP		
其他公开文献	CN104968251A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

电动内窥镜具有：驱动部，其使驱动对象进行旋转驱动；传递部件，其从基端部向前端部传递旋转驱动力；输入部，其输入用于指示目标旋转量的指令值；检测部，其检测驱动部的旋转状态下的旋转信息；估计部，其根据旋转信息和相对于向基端部的旋转输入而示出前端部中的旋转状态的物理模型来估计驱动部的旋转状态；以及控制部，其根据估计出的物理模型中的驱动部的旋转状态进行控制，以使前端部的旋转状态与目标旋转量的旋转状态一致。

