



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115190834 B

(45) 授权公告日 2025. 07. 04

(21) 申请号 202180017878.4

(22) 申请日 2021.02.26

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115190834 A

(43) 申请公布日 2022.10.14

(30) 优先权数据
2020-037862 2020.03.05 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.08.30

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2021/007237 2021.02.26

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/177147 JA 2021.09.10

(73) 专利权人 发那科株式会社
地址 日本山梨县

(72) 发明人 岩山贵敏

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务
所(普通合伙) 11201
专利代理师 宋融冰

(51) Int.Cl.
B25J 19/02 (2006.01)
G01L 1/26 (2006.01)
G01L 25/00 (2006.01)
G05B 23/02 (2006.01)

(56) 对比文件
JP 2006082201 A, 2006.03.30
JP H0777476 A, 1995.03.20

审查员 高欢

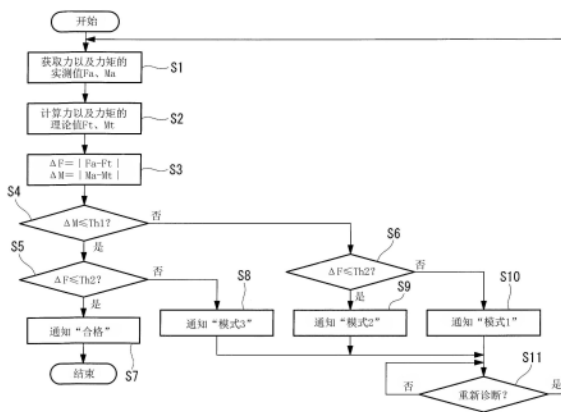
权利要求书2页 说明书7页 附图10页

(54) 发明名称

力传感器的诊断装置以及机器人控制装置

(57) 摘要

力传感器的诊断装置诊断设置于机器人的力传感器,力传感器配置在设置机器人的设置面附近,并检测从外部施加到机器人的力以及力矩。力传感器的诊断装置具备:计算部(23),其计算由力传感器检测的力及力矩的各自的理论值;判断部(24),其通过将由力传感器检测出的力及力矩的实测值与力及力矩的理论值进行比较,来判断力传感器是否发生变形;以及通知部(25),其通知判断部(24)的判断结果。



1. 一种力传感器的诊断装置,其诊断设置于机器人的力传感器,该力传感器配置在设置所述机器人的设置面附近,并检测从外部施加到所述机器人的力以及力矩,所述力传感器的诊断装置的特征在于,具备:

计算部,其计算由所述力传感器检测的所述力及所述力矩的各自的理论值;

判断部,其通过将由所述力传感器检测出的所述力及所述力矩的实测值与所述力及所述力矩的所述理论值进行比较,来判断所述力传感器是否发生变形;以及

通知部,其通知该判断部的判断结果,

所述判断部在力矩误差为规定的第一阈值以下且力误差为规定的第二阈值以下时,判断所述力传感器未发生变形,所述力矩误差是所述力矩的所述实测值与所述力矩的所述理论值之间的差分的大小,所述力误差是所述力的所述实测值与所述力的所述理论值之间的差分的大小,

在所述力矩误差为规定的第一阈值以下且所述力误差大于规定的第二阈值时,判断所述力传感器发生变形。

2. 根据权利要求1所述的力传感器的诊断装置,其中,

所述计算部使用连接于所述机器人的负载的设定值来计算所述力及所述力矩的各自的理论值,

所述判断部通过将所述力及所述力矩的实测值与所述力及所述力矩的所述理论值进行比较,来进一步判断所述负载的所述设定值是否正确。

3. 根据权利要求2所述的力传感器的诊断装置,其中,

所述判断部基于力矩误差,判断所述负载的设定值是否正确,所述力矩误差是所述力矩的所述实测值与所述力矩的所述理论值之间的差分的大小。

4. 根据权利要求3所述的力传感器的诊断装置,其中,

所述判断部在所述力矩误差为规定的第一阈值以下时,判断所述负载的设定值是正确的,

在所述力矩误差大于规定的第一阈值时,判断所述负载的设定值是错误的。

5. 根据权利要求1所述的力传感器的诊断装置,其中,

所述判断部基于所述机器人的姿态发生变化时的所述力矩误差以及所述力误差,判断所述力传感器是否发生变形。

6. 根据权利要求5所述的力传感器的诊断装置,其中,

所述判断部根据所述机器人的姿态的变化量来改变所述规定的第二阈值。

7. 根据权利要求4所述的力传感器的诊断装置,其中,

所述判断部基于所述机器人的姿态发生变化时的所述力矩误差,判断所述负载的所述设定值是否正确。

8. 根据权利要求7所述的力传感器的诊断装置,其中,

所述判断部根据所述机器人的姿态的变化量来改变所述规定的第一阈值。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的力传感器的诊断装置,其中,

所述计算部获取所述机器人的姿态的信息,并基于获取到的姿态来计算所述力的理论值以及所述力矩的理论值。

10. 一种机器人控制装置,其具有诊断设置于机器人的力传感器的功能,该力传感器配

置在设置所述机器人的设置面附近,并检测从外部施加到所述机器人的力以及力矩,

所述机器人控制装置的特征在于,具备:

控制部,其控制所述机器人;

计算部,其计算由所述力传感器检测的所述力及所述力矩的各自的理论值;

判断部,其通过将由所述力传感器检测出的所述力及所述力矩的实测值与所述力及所述力矩的所述理论值进行比较,来判断所述力传感器是否发生变形;以及

通知部,其通知该判断部的判断结果,

所述判断部在力矩误差为规定的第一阈值以下且力误差为规定的第二阈值以下时,判断所述力传感器未发生变形,所述力矩误差是所述力矩的所述实测值与所述力矩的所述理论值之间的差分的大小,所述力误差是所述力的所述实测值与所述力的所述理论值之间的差分的大小,

在所述力矩误差为规定的第一阈值以下且所述力误差大于规定的第二阈值时,判断所述力传感器发生变形。

11. 一种机器人控制装置,其具有诊断设置于机器人的力传感器的功能,该力传感器配置在设置所述机器人的设置面附近,并检测从外部施加到所述机器人的力以及力矩,

所述机器人控制装置的特征在于,具备:

控制部,其控制所述机器人;

计算部,其计算由所述力传感器检测的所述力及所述力矩的各自的理论值;

判断部,其通过将由所述力传感器检测出的所述力及所述力矩的实测值与所述力及所述力矩的所述理论值进行比较,来判断所述力传感器是否发生变形;

通知部,其通知该判断部的判断结果;以及

存储连接于所述机器人的负载的设定值的存储部,

所述计算部使用所述存储部中存储的所述负载的设定值来计算所述力及所述力矩的各自的理论值,

所述判断部通过将所述力及所述力矩的实测值与所述力及所述力矩的所述理论值进行比较,来进一步判断所述负载的所述设定值是否正确。

12. 根据权利要求11所述的机器人控制装置,其中,

所述控制部使所述机器人执行使所述机器人的姿态变化的传感器诊断动作,并且在所述传感器诊断动作中的所述机器人的姿态变化过程中使所述力传感器执行所述力及所述力矩的检测。

力传感器的诊断装置以及机器人控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及力传感器的诊断装置以及机器人控制装置。

背景技术

[0002] 以往,在工业机器人上设置有力传感器,该力传感器检测施加到机器人上的外力,以检测机器人与物体或人的接触(例如,参照专利文献1及2。)。在专利文献1、2中,力传感器配置在设置机器人的设置面附近。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2019-042906号公报

[0006] 专利文献2:日本特开2018-080941号公报

发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 存在力传感器的检测精度由于某种原因下降的情况。如果机器人在力传感器的检测精度下降的状态下进行动作,则可能无法准确地检测出机器人与物体或人的接触。因此,在机器人开始动作之前,需要确认力传感器的检测精度是否满足规定的标准。但是,导致检测精度下降的原因有多种,要确定原因并不容易。

[0009] 用于解决问题的方案

[0010] 本公开的一方面是一种力传感器的诊断装置,其诊断设置于机器人的力传感器,该力传感器配置在设置所述机器人的设置面附近,并检测从外部施加到所述机器人的力以及力矩,所述力传感器的诊断装置的特征在于,具备:计算部,其计算由所述力传感器检测的所述力及所述力矩的各自的理论值;判断部,其通过将由所述力传感器检测出的所述力及所述力矩的实测值与所述力及所述力矩的所述理论值进行比较,来判断所述力传感器是否发生变形;以及通知部,其通知该判断部的判断结果。

附图说明

[0011] 图1是一个实施方式的机器人系统的整体构成图。

[0012] 图2A是示出设置板正确设置的例子的图。

[0013] 图2B是示出设置板错误设置的例子的图。

[0014] 图3是一个实施方式的机器人控制装置的功能框图。

[0015] 图4是说明连接于机器人的负载的设定值的例子的图。

[0016] 图5是对传感器诊断动作中的机器人主体的旋转体的动作进行说明的图。

[0017] 图6是对传感器诊断动作中的机器人主体的第一臂的动作进行说明的图。

[0018] 图7是示出由通知部显示的力传感器的诊断结果的例子的图。

[0019] 图8是示出由机器人控制装置执行的力传感器的诊断方法的流程图。

- [0020] 图9A是示出传感器诊断动作中的旋转体以及第一臂的旋转角度的时间变化的曲线图。
- [0021] 图9B是示出传感器诊断动作中的力误差 ΔF 的时间变化的曲线图。
- [0022] 图9C是示出传感器诊断动作中的力矩误差 ΔM 的时间变化的曲线图。
- [0023] 图10是示出判断部的判断结果的变形例的图。

具体实施方式

[0024] 以下参照附图对一个实施方式的力传感器的诊断装置、机器人控制装置以及机器人系统进行说明。

[0025] 如图1所示,本实施方式的机器人系统100具备工业机器人1、以及与机器人1连接并控制机器人1的机器人控制装置2。

[0026] 机器人1具备机器人主体3、用于将机器人主体3固定到设置面S的设置板4、以及检测从外部施加到机器人主体3的力以及力矩的力传感器5。例如,机器人1是与作业者在相同的作业空间进行作业的协作机器人,机器人主体3是六轴垂直多关节机器人。

[0027] 机器人主体3具有基台6、旋转体7、第一臂8以及第二臂9。旋转体7载置在基台6上,并能够相对于基台6绕垂直方向的第一轴线J1旋转。第一臂8的基端部支撑于旋转体7,并能够相对于旋转体7绕水平方向的第二轴线J2旋转。第二臂9的基端部支撑于第一臂8的前端部,并能够相对于第一臂8绕水平方向的第三轴线J3旋转。

[0028] 在机器人主体3设置有分别使旋转体7、第一臂8以及第二臂9旋转的多个伺服电机(省略图示)、以及分别检测旋转体7、第一臂8以及第二臂9的旋转角度的多个编码器(省略图示)。

[0029] 在第二臂9的前端设置有安装负载11的安装面10。负载11例如是手部或工具等末端执行器。

[0030] 如图2A所示,设置板4配置在地面等水平或大致水平的设置面S上,通过化学锚栓等地脚螺栓12以非常大的力,例如以数吨的力固定到设置面S。

[0031] 力传感器5配置在基台6与设置板4之间,且固定于基台6以及设置板4。例如,力传感器5具有因施加于机器人主体3的外力而变形的圆筒状的主体、以及固定于主体的多个应变传感器。力传感器5例如是六轴力传感器,由力传感器5检测的力包括X轴、Y轴以及Z轴方向三个力分量,由力传感器5检测的力矩包括绕X轴、Y轴以及Z轴的三个力矩分量。X轴、Y轴以及Z轴相互正交。

[0032] 配置在设置面S附近的力传感器5容易受到设置板4在设置面S上的设置状态的影响,存在力传感器5因设置板4错误地设置在设置面S上而变形的情况。

[0033] 图2A示出了设置板4正确设置的例子,图2B示出了设置板4错误设置的例子。如图2A所示,在设置面S具有凹凸的情况下,在设置板4与设置面S之间的间隙中插入垫片13,以确保设置板4的平坦度。如图2B所示,在未插入垫片13或垫片13不适当地插入的情况下,设置板4因来自地脚螺12的力而如箭头所示那样变形,固定于设置板4的力传感器5变形。

[0034] 如图3所示,机器人控制装置2具备存储部21、控制部22、计算部23、判断部24以及通知部25。

[0035] 机器人控制装置2具有诊断力传感器5的传感器诊断功能,计算部23、判断部24以

及通知部25负责传感器诊断功能。即,在一个实施方式中,力传感器的诊断装置作为机器人控制装置2的一部分而搭载于机器人控制装置2。

[0036] 存储部21中存储有用于诊断力传感器5的传感器诊断程序。机器人控制装置2具有处理器,处理器按照传感器诊断程序执行处理,从而实现控制部22、计算部23、判断部24以及通知部25的后述功能。

[0037] 存储部21具有RAM(Random Access Memory,随机存取存储器)、ROM(Read-Only Memory,只读存储器)及其他任意的存储装置。存储部21中存储有连接于机器人1的负载11的设定值。如图4所示,设定值例如包括负载11的质量M、以安装面10的中心位置为基准的负载11的重心位置(G_x, G_y, G_z)、以及负载11绕重心G的惯性 I_x, I_y, I_z 。设定值例如由作业者输入机器人控制装置2并存储在存储部21中。

[0038] 控制部22控制机器人主体3以及力传感器5。控制部22通过控制伺服电机,从而使机器人主体3执行使机器人主体3的姿态变化的传感器诊断动作。另外,控制部22在传感器诊断动作中的机器人主体3的姿态变化过程中,使力传感器5执行力以及力矩的检测。由力传感器5检测出的力以及力矩的实测值 F_a, M_a 从力传感器5发送到机器人控制装置2,用于力传感器5的诊断。

[0039] 图5以及图6示出了机器人主体3的传感器诊断动作。在传感器诊断动作中,机器人主体3的姿态仅通过旋转体7绕第一轴线J1的旋转而从初始姿态变化到第一姿态(参照图5。),接下来,仅通过第一臂8绕第二轴线J2的旋转而从第一姿态变化到第二姿态(参照图6。)。初始姿态是负载11配置在沿水平方向远离第一轴线J1的位置的姿态,例如,第一臂8以及第二臂9是水平延伸的姿态。

[0040] 传感器诊断动作中的旋转体7以及第一臂8的各自的旋转角度范围由作业者任意设定。旋转体7以及第一臂8优选旋转到各自的最大旋转角度,旋转体7以及第一臂8各自的旋转量优选为 90° 以上。

[0041] 例如,在传感器诊断动作中,旋转体7从 0° 旋转到 180° ,第一臂8从 90° 旋转到 0° (参照图9A。)。即,在初始姿态中,旋转体7的旋转角度为 0° ,第一臂8的旋转角度为 90° 。第一臂8在 90° 沿水平方向延伸,在 0° 沿竖直方向延伸。

[0042] 计算部23从存储部21读取负载11的设定值,并使用负载11的设定值来计算在传感器诊断动作过程中由力传感器5检测的力及力矩的各自的理论值 F_t, M_t 。例如,理论值 F_t 是X轴、Y轴以及Z轴方向的三个力分量的理论值的均方根,理论值 M_t 是绕X轴、Y轴以及Z轴的三个力矩分量的理论值的均方根。

[0043] 在理论值 F_t, M_t 根据机器人主体3的姿态的变化而相应变化的情况下,为了计算理论值 F_t, M_t ,需要机器人主体3的姿态的信息。在这种情况下,计算部23获取传感器诊断动作过程中的各时刻的机器人主体3的姿态的信息。例如,旋转体7、第一臂8以及第二臂9的各自的旋转角度从编码器发送到机器人控制装置2,并按时间序列存储到存储部21中。计算部23根据存储部21中存储的旋转角度计算各时刻的机器人主体3的姿态,并使用负载11的设定值和机器人主体3的姿态来计算理论值 F_t, M_t 。

[0044] 如后面详细说明的那样,判断部24通过将实测值 F_a, M_a 与理论值 F_t, M_t 进行比较,来判断负载11的设定值是否正确、以及判断力传感器5是否因设置板4的错误设置而发生变形。例如,实测值 F_a 是由力传感器5实际检测出的X轴、Y轴以及Z轴方向的三个力分量的均方

根,实测值 M_a 是由力传感器5实际检测出的绕X轴、Y轴以及Z轴的三个力矩分量的均方根。

[0045] 当判断负载11的设定值正确并且力传感器5未发生变形时,判断部24判断力传感器5的检测精度为“合格”。

[0046] 另一方面,当判断负载11的设定值错误、和/或力传感器5发生变形时,判断部24判断力传感器5的检测精度为“不合格”,且基于不合格的原因,从“模式1”、“模式2”以及“模式3”中选择一个模式。

[0047] 通知部25具有显示器(省略图示),并将判断部24的判断结果显示于显示器。当判断结果为“合格”时,通知部25显示“合格”。当判断结果为不合格时,如图7所示,通知部25显示由判断部24选择的模式、以及与所选择的模式对应的应对方法。

[0048] 接着,参照图8对由机器人控制装置2执行的力传感器5的诊断方法进行说明。例如,通过基于作业者的指示来执行传感器诊断程序,从而机器人控制装置2开始力传感器5的诊断方法。传感器诊断方法在没有从外部向机器人主体3施加力以及力矩的情况下执行。

[0049] 首先,控制部22通过控制机器人主体3以及力传感器5,获取力的实测值 F_a 以及力矩的实测值 M_a (步骤S1)。具体地,机器人主体3执行传感器诊断动作,旋转体7以及第一臂8依次旋转。由此,机器人主体3的姿态从初始姿态变化到第一姿态,接着从第一姿态变化到第二姿态。并且,在旋转体7的旋转过程中以及第一臂8的旋转过程中,通过力传感器5检测力以及力矩。

[0050] 接着,通过计算部23,使用连接于机器人主体3的负载11的设定值,计算在旋转体7的旋转过程中以及第一臂8的旋转过程中由力传感器5检测的力以及力矩的理论值 F_t 、 M_t (步骤S2)。

[0051] 接着,通过判断部24,计算作为实测值 F_a 与理论值 F_t 之间的差分的大小的力误差 $\Delta F = |F_a - F_t|$ 、以及作为实测值 M_a 与理论值 M_t 之间的差分的大小的力矩误差 $\Delta M = |M_a - M_t|$ (步骤S3)。

[0052] 控制部22也可以以机器人主体3配置为初始姿态时由力传感器5检测的力以及力矩分别为零的方式设定力传感器5的零点,然后使机器人主体3的姿态发生变化。在这种情况下,无论机器人主体3的姿态相对于初始姿态如何变化,通过计算部23计算的理论值 F_t 、 M_t 始终为零。

[0053] 图9A示出了传感器诊断动作过程中的旋转体7以及第一臂8的旋转角度的时间变化,图9B示出了传感器诊断动作过程中的力的实测值 F_a 以及理论值 F_t 的时间变化,即示出了力误差 ΔF 的时间变化,图9C示出了传感器诊断动作过程中的力矩的实测值 M_a 以及理论值 M_t 的时间变化,即示出了力矩误差 ΔM 的时间变化。

[0054] 在图9B以及图9C中,以初始姿态的力误差 ΔF 以及力矩误差 ΔM 分别为零的方式设定了力传感器5的零点。当负载11的设定值正确且力传感器5没有因设置板4的错误设置而发生变形时,力误差 ΔF 以及力矩误差 ΔM 分别始终为零或大致为零。

[0055] 另一方面,当因作业者输入错误值作为质量 M 或重心位置(G_x, G_y, G_z)等而导致负载11的设定值错误时,尽管没有从外部对机器人主体3施加力以及力矩,但也检测出非零的力误差 ΔF 以及力矩误差 ΔM 。在这种情况下,力误差 ΔF 以及力矩误差 ΔM 随着机器人主体3的姿态的变化而变化,尤其是力矩误差 ΔM 随着旋转体7的旋转而发生较大变化。

[0056] 另外,当因设置板4的误设置而导致力传感器5发生变形时,尽管没有从外部向机

机器人主体3施加力,但也检测出非零的力误差 ΔF 以及力矩误差 ΔM 。在这种情况下,力误差 ΔF 以及力矩误差 ΔM 随着机器人主体3的姿态的变化而变化,尤其是力误差 ΔF 随着第一臂8的旋转而发生较大变化。

[0057] 接着,通过判断部24,将力矩误差 ΔM 与规定的第一阈值 $Th1$ 进行比较(步骤S4),并判断负载11的设定值是否正确。具体地,当在机器人主体3的姿态变化的整个期间力矩误差 ΔM 均为第一阈值 $Th1$ 以下时,判断负载11的设定值是正确的。另一方面,如图9C所示,当在机器人主体3的姿态变化期间中存在力矩误差 ΔM 大于第一阈值 $Th1$ 的期间时,判断负载11的设定值是错误的。

[0058] 接下来,通过判断部24,将力误差 ΔF 与规定的第二阈值 $Th2$ 进行比较(步骤S5或S6),并判断力传感器5是否由于设置板4的误设置而发生变形。具体地,当在机器人主体3的姿态变化的整个期间力误差 ΔF 均为第二阈值 $Th2$ 以下时,判断力传感器5未发生变形。另一方面,如图9B所示,当在机器人主体3的姿态变化期间中存在力误差 ΔF 大于第二阈值 $Th2$ 的期间时,判断力传感器5发生变形。

[0059] 当判断负载11的设定值正确且力传感器5未发生变形时(步骤S4的“是”且步骤S5的“是”),通过判断部24判断力传感器5的检测精度为“合格”。接着,通过通知部25通知诊断结果为“合格”(步骤S7),力传感器5的诊断方法结束。

[0060] 当判断负载11的设定值正确(步骤S4中的“是”)且力传感器5发生变形时(步骤S5的“否”),通过判断部24判断力传感器5的检测精度为“不合格”。在这种情况下,“不合格”的原因为因设置板4的误设置而导致的力传感器5的变形。因此,通过判断部24选择与设置板4的误设置对应的“模式3”,并通过通知部25通知诊断结果为“模式3”(步骤S8)。此时,作为应对方法,将设置板4的设置状态的确认与诊断结果一起通知。

[0061] 当判断负载11的设定值错误(步骤S4的否)且力传感器5未发生变形时(步骤S6的“是”),通过判断部24判断力传感器5的检测精度为“不合格”。在这种情况下,“不合格”的原因为负载11的设定值错误。因此,通过判断部24选择与负载11的设定值错误对应的“模式2”,并通过通知部25通知诊断结果为“模式2”(步骤S9)。此时,作为应对方法,将负载11的设定值的确认与诊断结果一起通知。

[0062] 当判断负载11的设定值错误(步骤S4的否)且力传感器5发生变形时(步骤S4的“否”且步骤S6的“否”),通过判断部24判断力传感器5的检测精度为“不合格”。在这种情况下,“不合格”的原因为设置板4的误设置以及负载11的设定值错误。因此,通过判断部24选择与设置板4的误设置以及负载11的设定值错误对应的“模式1”,并通过通知部25通知诊断结果为“模式1”(步骤S10)。此时,作为应对方法,将负载11的设定值的确认以及重新诊断与诊断结果一起通知。

[0063] 当诊断结果为“不合格”时,作业者按照由通知部25通知的应对方法来校正负载11的设定值或设置板4的设置状态,之后,再次执行力传感器5的诊断方法(步骤S11的“是”)。作业者重复负载11的设定值的校正或设置板4的设置状态的校正、以及诊断的重新执行,直到诊断结果变为“合格”为止。

[0064] 这样,由于设置板4的误设置而导致的力传感器5的变形、以及负载11的设定值的误设定,可能会导致力传感器5的检测精度下降。当机器人主体3在力传感器5的检测精度下降的状态下进行动作时,例如可能发生尽管机器人主体3没有与物体或人接触,但也检测出

接触而导致机器人主体3停止的情况。因此,为了使机器人1正常动作,需要在机器人主体3的动作开始之前确认力传感器5的检测精度满足所要求的标准。但是,例如仅基于力误差 ΔF 以及力矩误差 ΔM 来确定检测精度下降的原因对作业者来说并不容易。

[0065] 根据本实施方式,在传感器诊断动作过程中,在使机器人主体3的姿态变化的同时通过力传感器5检测力以及力矩,并测量力误差 ΔF 以及力矩误差 ΔM 。当负载11的设定值错误时,尤其力矩误差 ΔM 变大;当力传感器5发生变形时,尤其力误差 ΔF 变大。因此,能够基于力矩误差 ΔM 以及力误差 ΔF 来判断负载的设定值是否正确以及力传感器5是否发生变形。另外,能够通过机器人主体3的简单动作以及由机器人控制装置2进行的简单计算来确定力传感器5的检测精度下降的原因。

[0066] 另外,当负载11的设定值错误时,旋转体7旋转时的力矩误差 ΔM 变大,当力传感器5发生变形时,第一臂8旋转时的力误差 ΔF 变大。因此,通过使旋转体7以及第一臂8分别单独旋转,能够相互区别地判断负载11的设定值的误设定和力传感器5的变形。

[0067] 另外,根据本实施方式,所确定的原因和与原因相应的应对方法被一起通知给作业者。由此,能够提醒作业者采取适当的应对方法。作业者通过按照所通知的应对方法进行适当的应对,能够在短时间内可靠地完成力传感器5的检测精度的调整。

[0068] 在上述实施方式中,也可以根据传感器诊断动作中的机器人主体3的姿态的变化量,即根据旋转体7以及第一臂8的旋转量来改变误差 ΔM 、 ΔF 的阈值 $Th1$ 、 $Th2$ 。

[0069] 例如,旋转体7以及第一臂8的旋转范围可能因在机器人主体3的周围存在结构物等而受到限制。旋转体7以及第一臂8的旋转量越大,误差 ΔM 、 ΔF 也越大,因此,在无论旋转量如何阈值 $Th1$ 、 $Th2$ 都恒定的情况下,存在无法准确地判断负载11的设定值是否正确以及力传感器5是否发生变形的情况。

[0070] 通过使阈值 $Th1$ 、 $Th2$ 随着旋转量的变大而增大,能够准确地判断负载11的设定值是否正确以及力传感器5是否发生变形。也可以例如,在旋转量小于 90° 的情况下,以使阈值 $Th1$ 、 $Th2$ 随着旋转量的减小而减小的方式,使阈值 $Th1$ 、 $Th2$ 与旋转量成正比。

[0071] 在上述实施方式中,判断部24以“合格”及“不合格”两个等级来判断力传感器5的检测精度,但取而代之,也可以以3个以上的等级来进行判断。例如,如图10所示,判断部24也可以以“优”、“良”、“稍差”、“差”4个等级来进行判断。在该例中,在“稍差”或“差”的情况下,通过通知部25通知模式以及应对方法。

[0072] 根据该构成,作业者能够基于更详细的判断结果,更具体地识别力传感器5的检测精度的程度。

[0073] 在上述实施方式中,在机器人主体3的姿态变化过程中持续检测力误差 ΔF 以及力矩误差 ΔM ,取而代之,也可以仅在机器人主体3的姿态为规定的姿态时检测力误差 ΔF 以及力矩误差 ΔM 。

[0074] 例如,可以在机器人主体3的姿态为第一姿态及第二姿态这两个时刻检测力误差 ΔF 以及力矩误差 ΔM ,使用两个时刻的误差的差分来执行步骤S4至S6的判断。

[0075] 在上述实施方式中,判断部24判断负载11的设定值是否正确以及力传感器5是否发生变形这两者,但取而代之,也可以仅判断力传感器5是否发生变形。

[0076] 即使所通知的判断结果仅是力传感器5是否发生变形,也能够辅助作业者确定力传感器5的检测精度下降的原因,并提醒作业者采取适当的应对方法。

[0077] 在上述实施方式中,力传感器的诊断装置作为机器人控制装置2的功能的一部分实现,但取而代之,也可以是力传感器的诊断装置与机器人控制装置2分体设置。例如,具备计算部23、判断部24以及通知部25的力传感器的诊断装置可以配置在机器人控制装置2的外部,并与机器人控制装置2连接。

[0078] 在上述实施方式中,机器人1是六轴垂直多关节机器人,但机器人1也可以是六轴以外的轴数的垂直多关节机器人或者其他关节构成的机器人。

[0079] 附图标记说明:

- [0080] 1 机器人
- [0081] 2 机器人控制装置
- [0082] 5 力传感器
- [0083] 11 负载
- [0084] 21 存储部
- [0085] 22 控制部
- [0086] 23 计算部
- [0087] 24 判断部
- [0088] 25 通知部
- [0089] S 设置面。

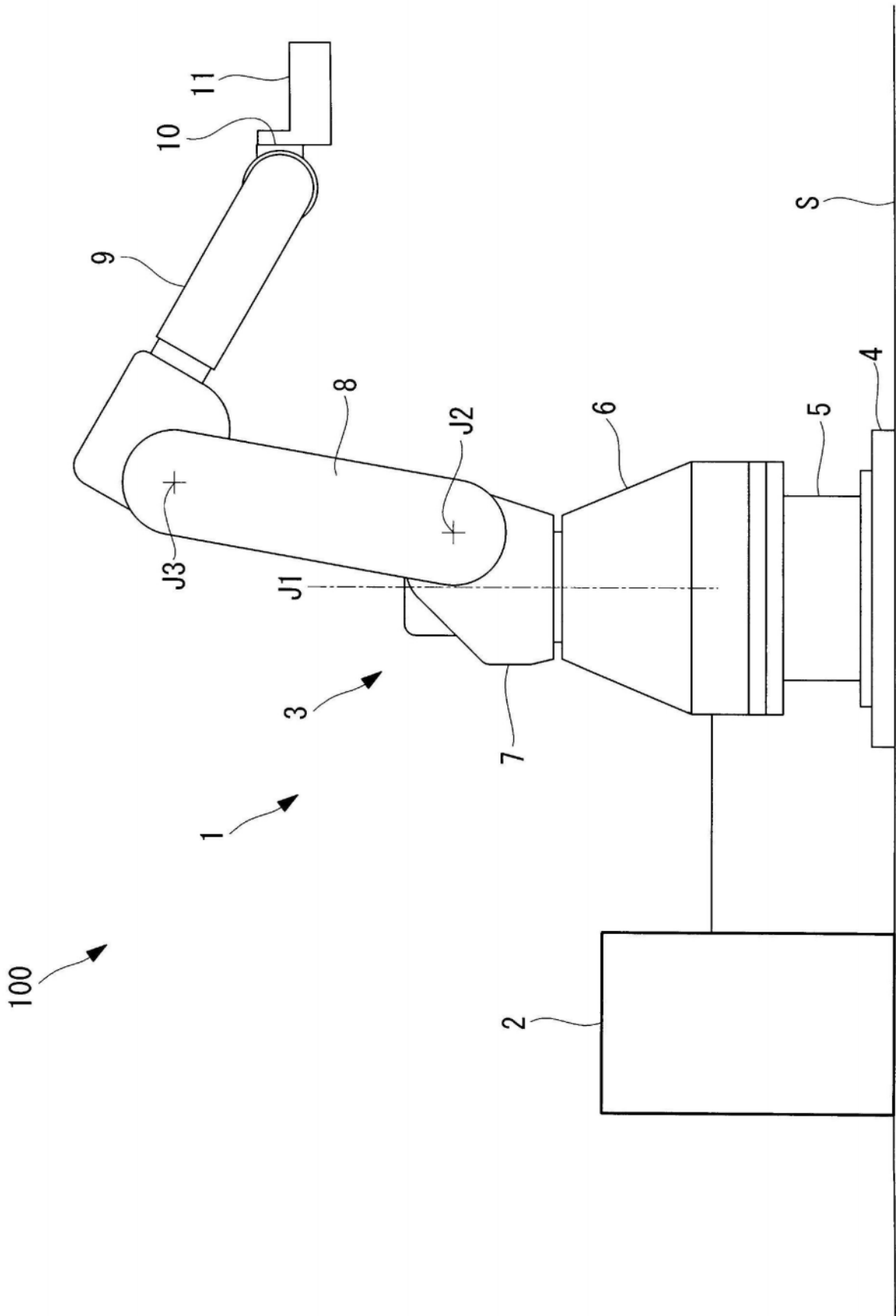


图1

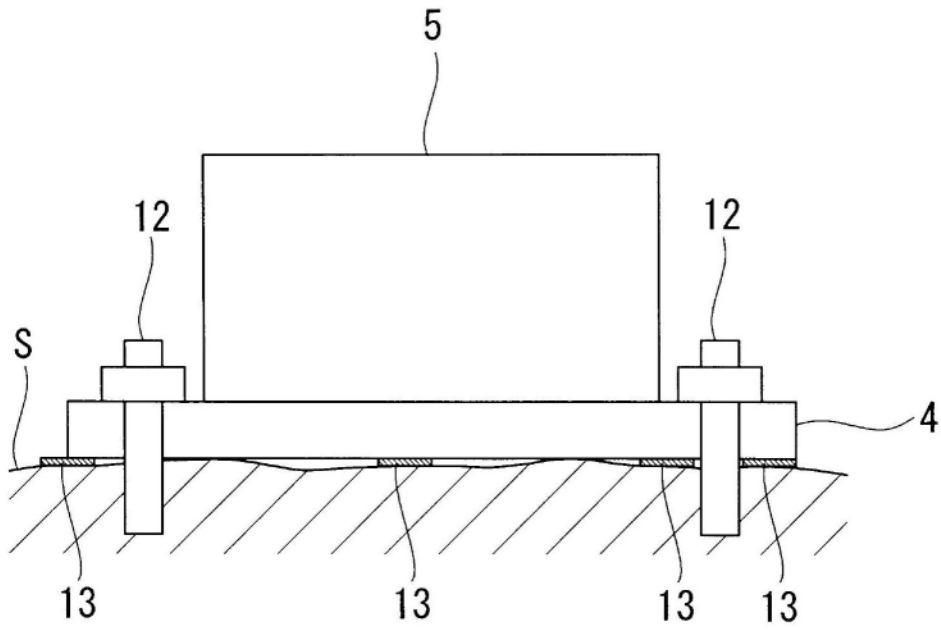


图2A

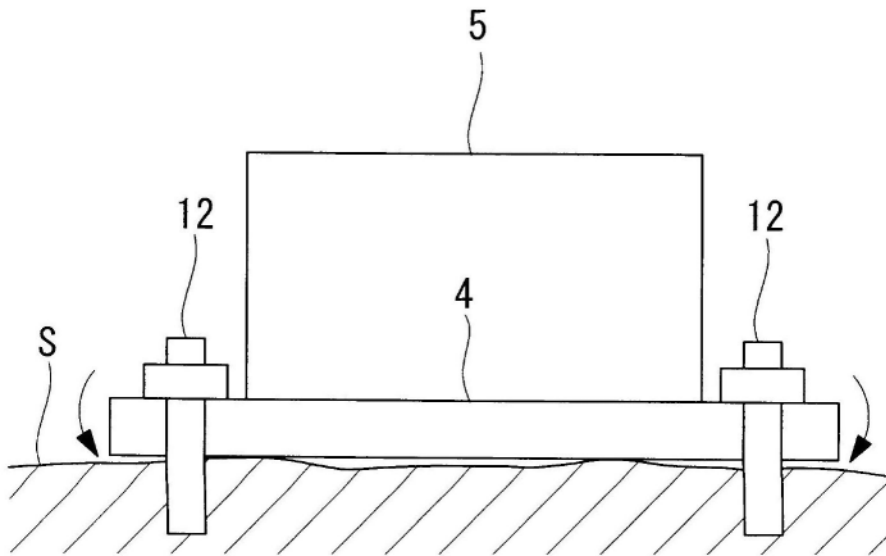


图2B

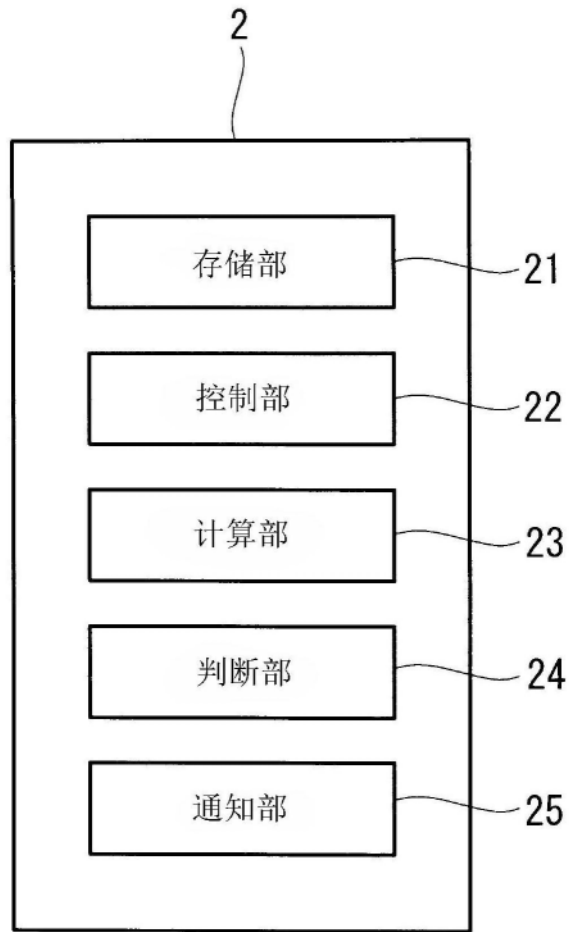


图3

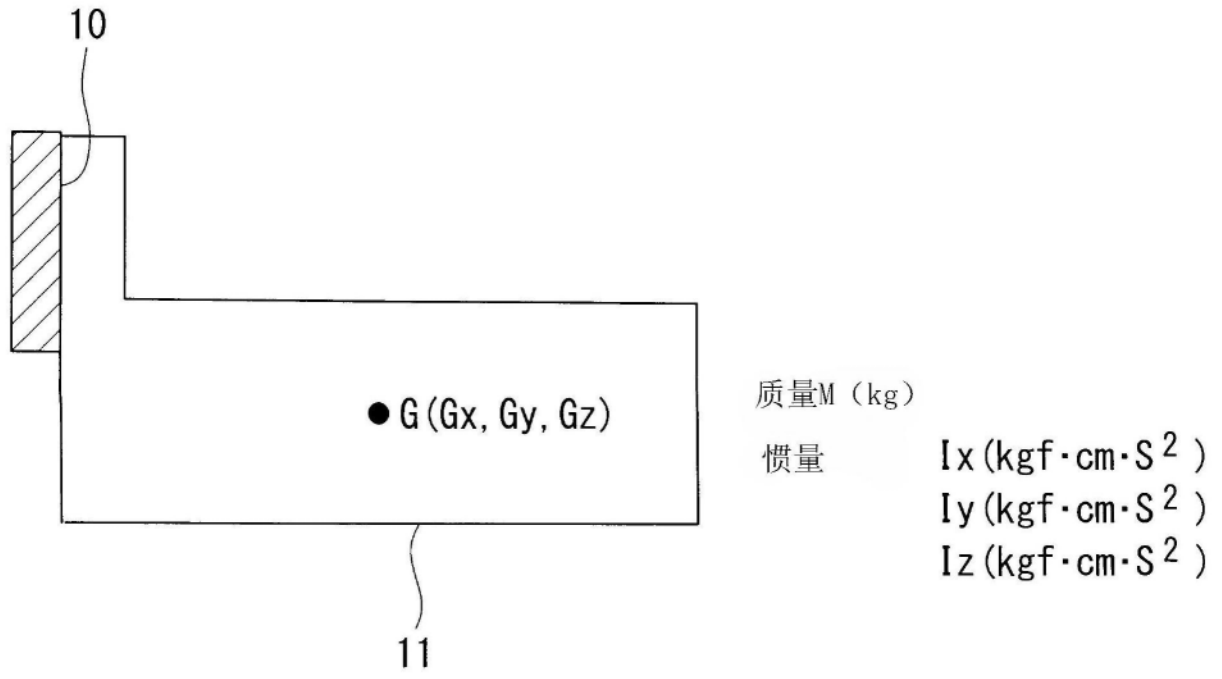


图4

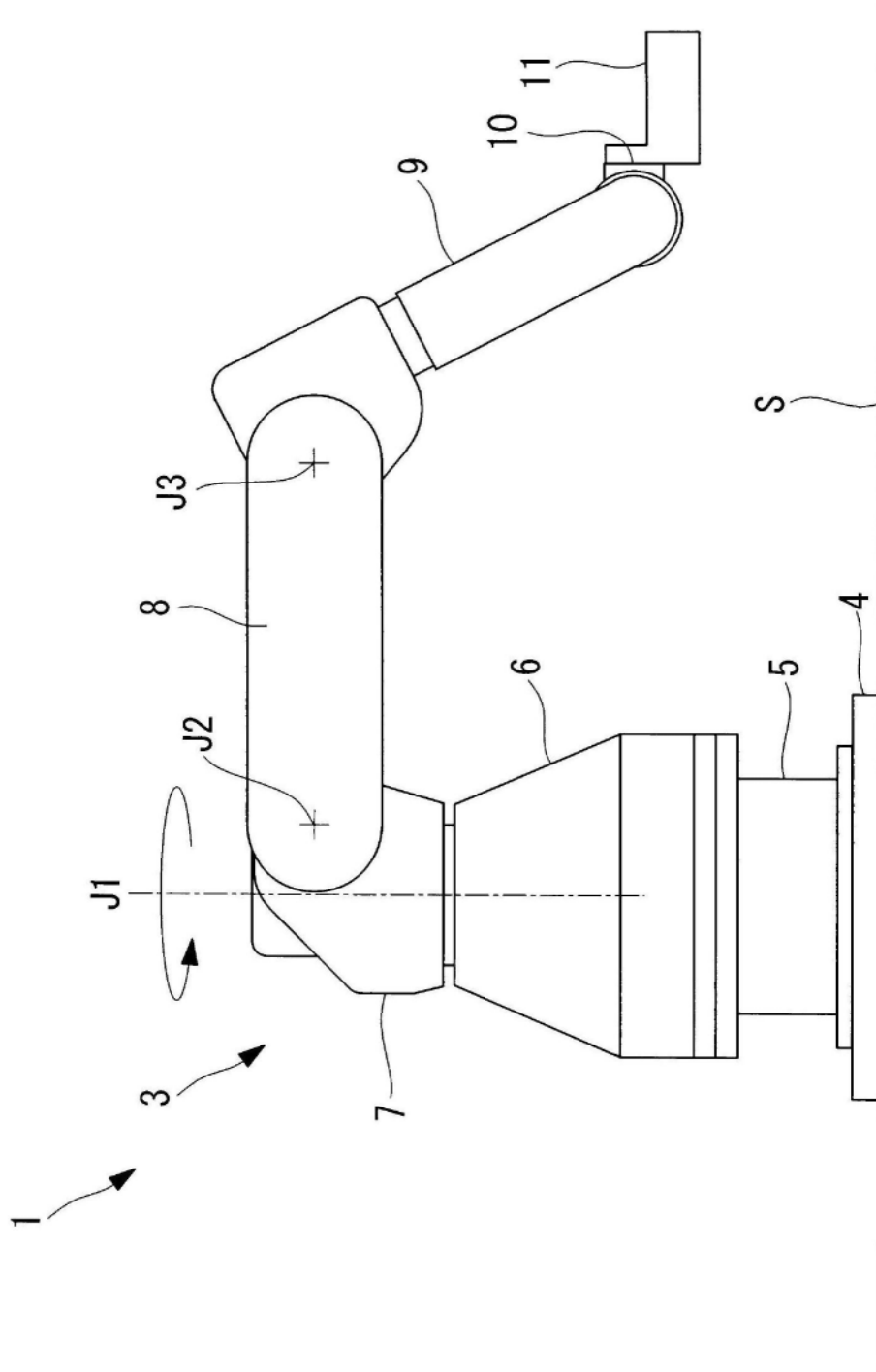


图5

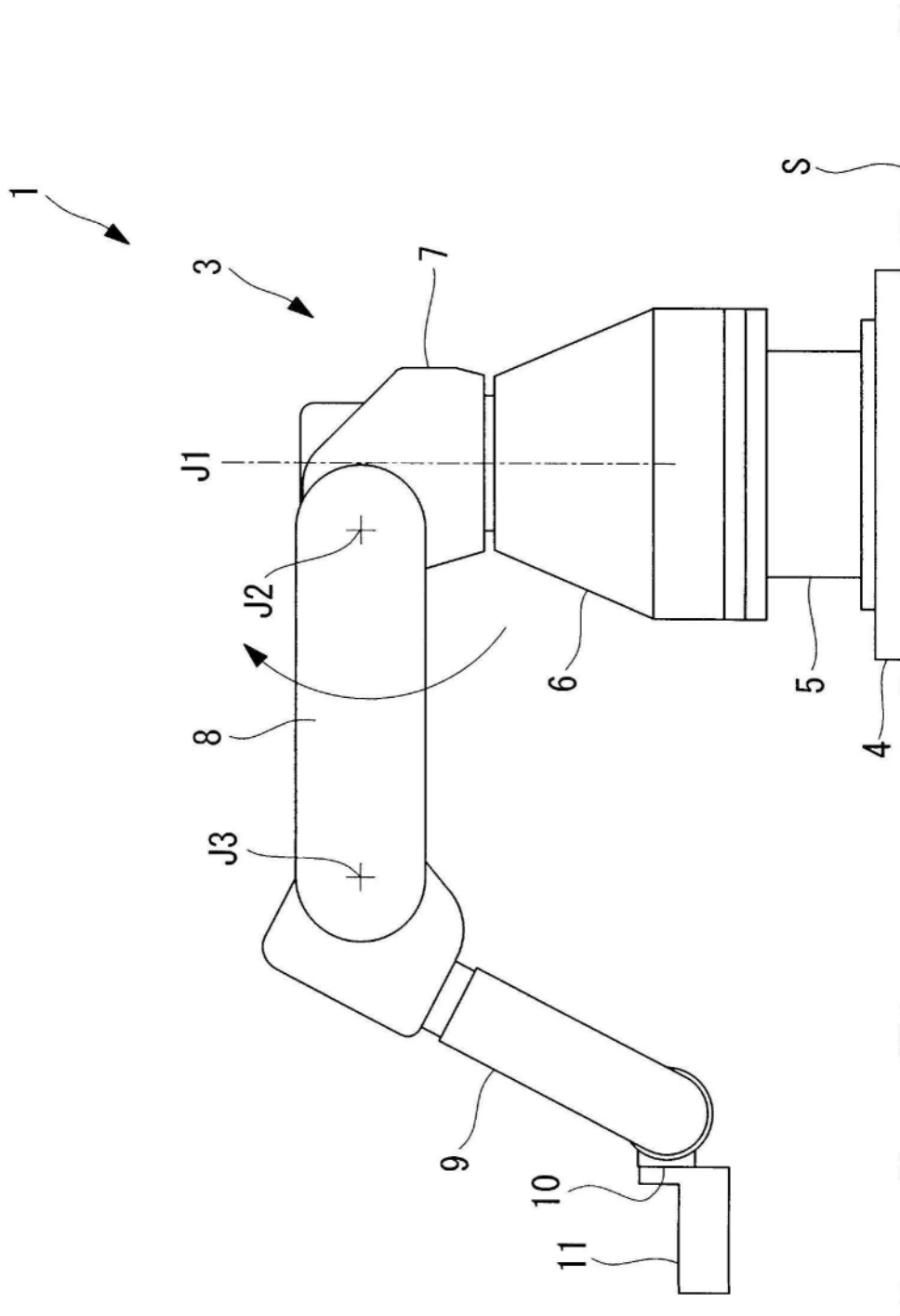


图6

模式	应对方法
模式1	请确认负载设定。即使是应对后的诊断，在模式为1的情况下，接下来也请确认设置状态。
模式2	请确认负载设定。
模式3	请确认设置状态。

图7

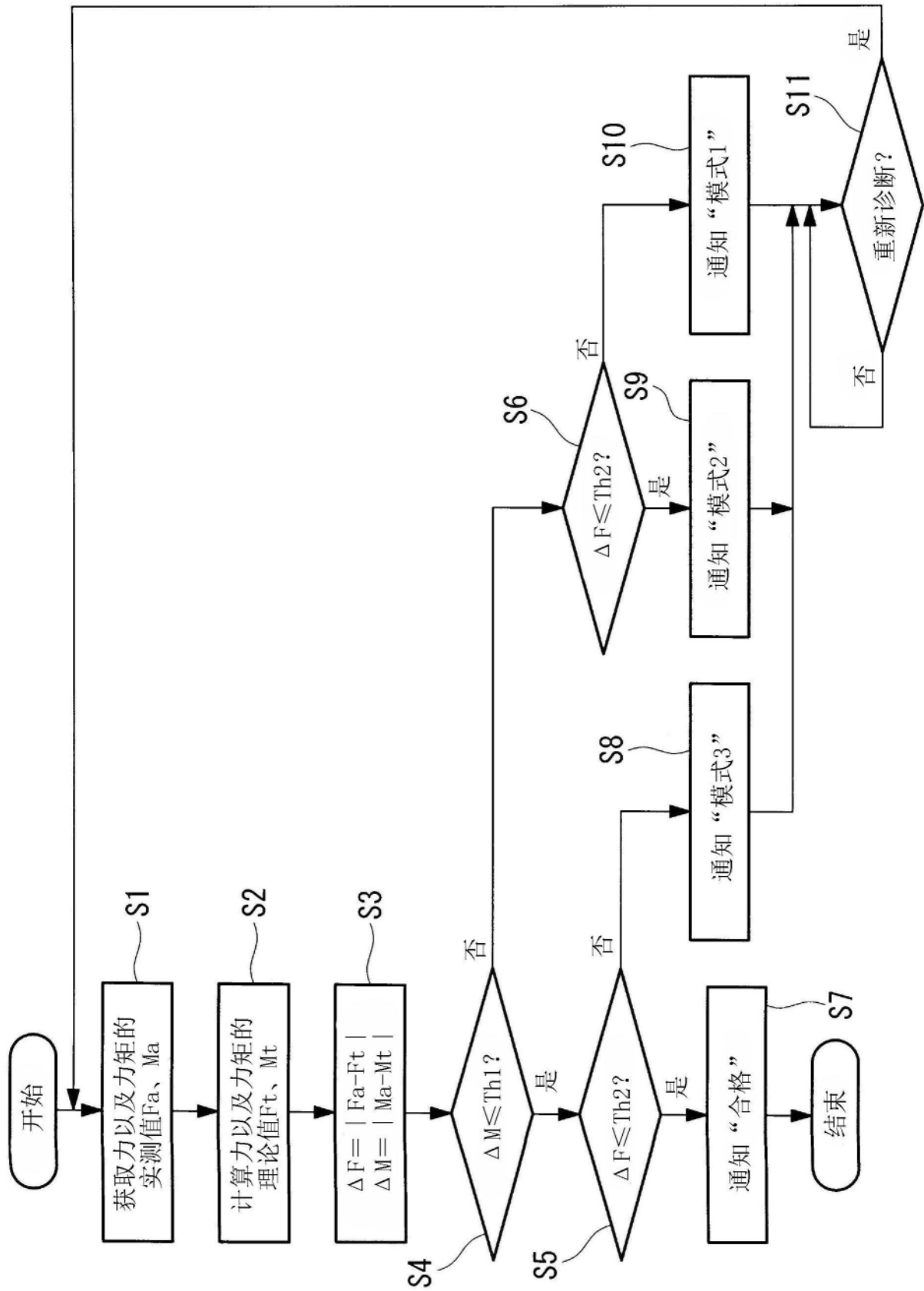


图8

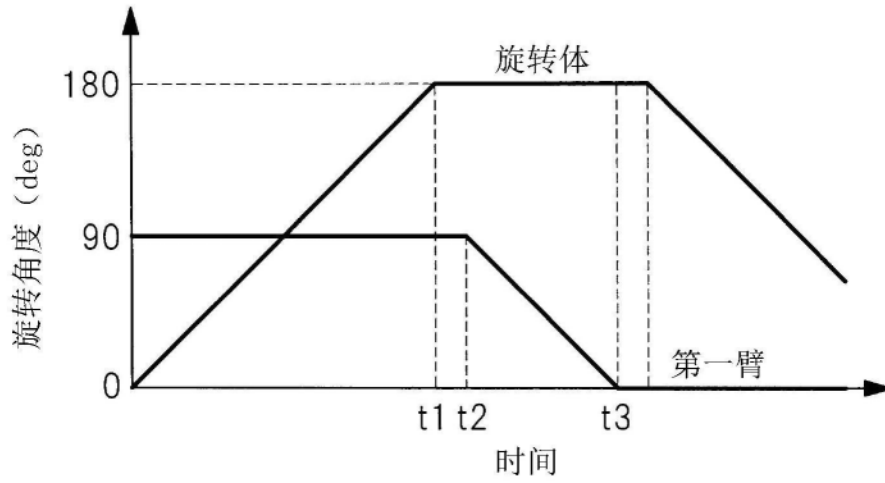


图9A

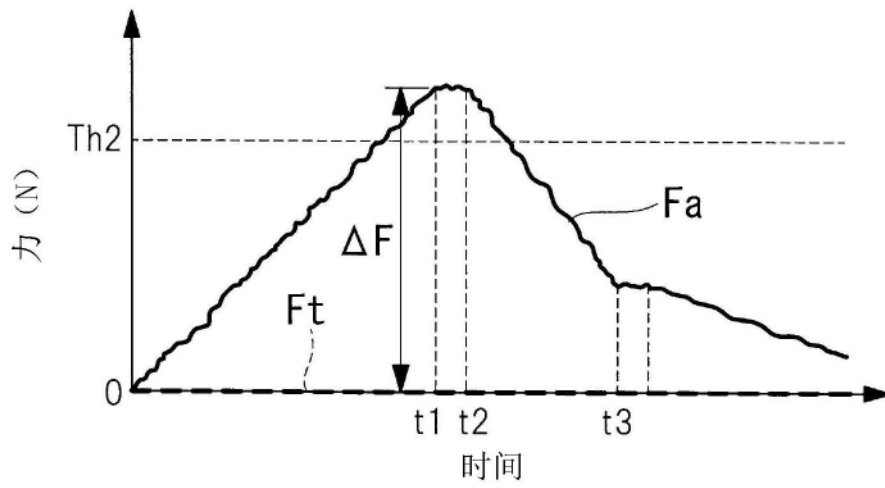


图9B

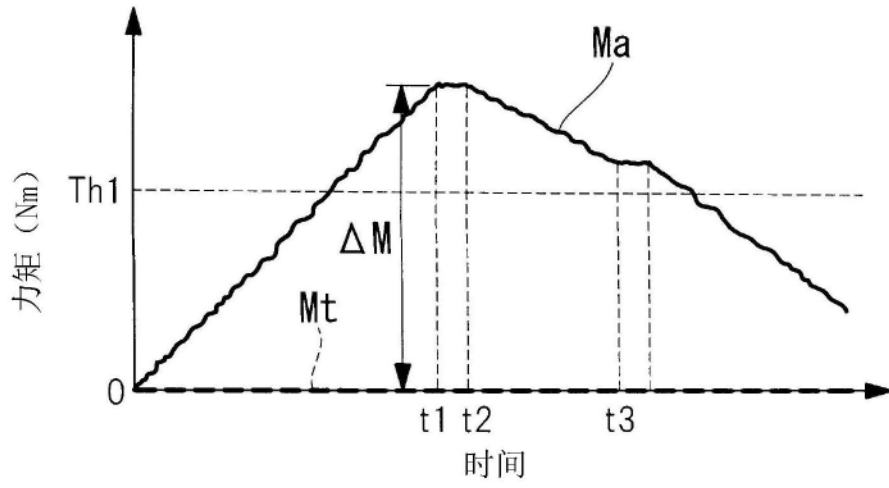


图9C

判定	传感器诊断结果
A	优
B	良
C	稍差
D	差

图10