(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 103624385 A
(43)申请公布日 2014.03.12

(21)申请号 201310373584.2

(22)申请日 2013.08.23

(30)优先权数据
2012-186925 2012.08.27 JP

(71)申请人 株式会社安川电机
地址 日本福冈县

(72)发明人 木本和彦

(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.
B23K 11/11(2006.01)
B23K 11/36(2006.01)
B23K 37/02(2006.01)

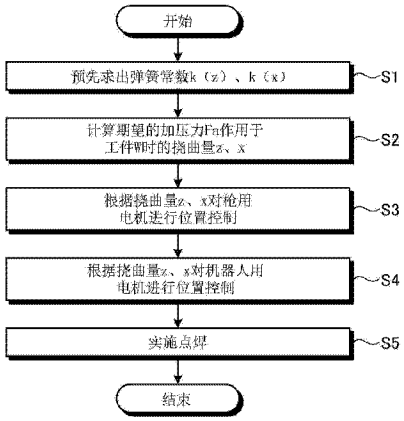
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

点焊装置

(57)摘要

本发明提供点焊装置，使点焊枪的可动电极对被焊接物的加压力成为预期值。点焊装置具备机器人、点焊枪和控制装置。点焊枪具备枪臂、固定电极、可动电极以及枪用电机。控制装置控制枪用电机的动作，使可动电极移动，在固定电极与可动电极之间对被焊接物进行加压夹持而实施点焊。另外，控制装置通过向枪用电机输出位置指令的位置控制来控制枪用电机的动作。



CN 103624385 A

1. 一种点焊装置，其特征在于，该点焊装置具备：

机器人；

点焊枪，其具有枪臂、固定在所述枪臂上的固定电极、设置在与所述枪臂的所述固定电极相对的位置上的可动电极和使所述可动电极移动的枪用电机；以及

控制装置，其控制所述枪用电机的动作，使所述可动电极移动而在所述固定电极与所述可动电极之间对被焊接物进行加压夹持，实施点焊，

所述控制装置通过向所述枪用电机输出位置指令的位置控制来控制所述枪用电机的动作。

2. 根据权利要求 1 所述的点焊装置，其特征在于，

在设所述固定电极的轴方向和所述可动电极的轴方向为 Z 轴方向、设与所述 Z 轴方向垂直的轴方向为 X 轴方向、设所述枪臂的所述 Z 轴方向的挠曲量为 z、设所述枪臂的所述 X 轴方向的挠曲量为 x、设所述可动电极对所述被焊接物的预期加压力为 Fa 的情况下，

所述控制装置计算所述加压力 Fa 作用于所述被焊接物时的所述挠曲量 z 和所述挠曲量 x，并且控制所述枪用电机的动作，使所述可动电极移动根据所述挠曲量 z 以及所述挠曲量 x 计算出的校正量。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的点焊装置，其特征在于，

该点焊装置还具备驱动所述机器人的机器人用电机，

在设所述固定电极的轴方向和所述可动电极的轴方向为 Z 轴方向、设与所述 Z 轴方向垂直的轴方向为 X 轴方向、设所述枪臂的所述 Z 轴方向的挠曲量为 z、设所述枪臂的所述 X 轴方向的挠曲量为 x、设所述可动电极对所述被焊接物的预期加压力为 Fa 的情况下，

所述控制装置计算所述加压力 Fa 作用于所述被焊接物时的所述挠曲量 z 和所述挠曲量 x，并且控制所述机器人用电机的动作，将所述机器人驱动所述挠曲量 z 以及所述挠曲量 x。

4. 根据权利要求 2 所述的点焊装置，其特征在于，

在设所述加压力 Fa 的矢量与所述 X 轴方向成的角度为 θ、设所述枪臂的所述 Z 轴方向的弹簧常数为 k（z）的情况下，

所述控制装置根据下式计算所述挠曲量 z，

$z=Fa\times\sin\theta/k(z)$。

5. 根据权利要求 3 所述的点焊装置，其特征在于，

在设所述加压力 Fa 的矢量与所述 X 轴方向成的角度为 θ、设所述枪臂的所述 Z 轴方向的弹簧常数为 k（z）的情况下，

所述控制装置根据下式计算所述挠曲量 z，

$z=Fa\times\sin\theta/k(z)$。

6. 根据权利要求 2 所述的点焊装置，其特征在于，

在设所述加压力 Fa 的矢量与所述 X 轴方向成的角度为 θ、设所述枪臂的所述 X 轴方向的弹簧常数为 k（x）的情况下，

所述控制装置根据下式来计算所述挠曲量 x，

$x=Fa\times\cos\theta/k(x)$。

7. 根据权利要求 3 所述的点焊装置，其特征在于，

在设所述加压力Fa的矢量与所述X轴方向成的角度为θ、设所述枪臂的所述X轴方向的弹簧常数为k（x）的情况下，

所述控制装置根据下式来计算所述挠曲量x，

$x=Fa\times\cos\theta/k(x)$。

8. 根据权利要求4所述的点焊装置，其特征在于，

在设所述加压力Fa的矢量与所述X轴方向成的角度为θ、设所述枪臂的所述X轴方向的弹簧常数为k（x）的情况下，

所述控制装置根据下式来计算所述挠曲量x，

$x=Fa\times\cos\theta/k(x)$。

9. 根据权利要求5所述的点焊装置，其特征在于，

在设所述加压力Fa的矢量与所述X轴方向成的角度为θ、设所述枪臂的所述X轴方向的弹簧常数为k（x）的情况下，

所述控制装置根据下式来计算所述挠曲量x，

$x=Fa\times\cos\theta/k(x)$。

点焊装置

技术领域

[0001] 公开的实施方式涉及点焊装置。

背景技术

[0002] 一直以来，点焊装置构成为，具备具有固定电极和可动电极的点焊枪，利用枪用电机使可动电极朝固定电极移动，在固定电极与可动电极之间对被焊接物进行加压夹持，在此状态下以预定时间使电流流过固定电极与可动电极之间，由此实施点焊（例如，参照专利文献 1）。

[0003] 为了适当地进行该点焊，希望可动电极对被焊接物的加压力是预期值。因此，在上述点焊装置中，预先设定使得加压力成为预期值的枪用电机的转矩指令，将该转矩指令输出到枪用电机，即，对枪用电机进行转矩控制，对被焊接物进行加压夹持而进行点焊。

[0004] 专利文献 1 ：日本专利第 2596722 号公报

[0005] 但是，例如向可动电极传递枪用电机的输出的滚珠丝杠机构的静摩擦系数或动摩擦系数等由于与反复动作相伴的磨合等而发生变化。因此，当利用如上所述预先设定的转矩指令进行电机控制时，对被焊接物的加压力可能随着时间的经过而不再是预期值。

[0006] 另外，这些摩擦系数随着点焊装置的环境温度而发生变化。因此，各个摩擦系数根据环境温度而改变，加压力同样可能不再是预期值。此外，根据点焊枪的姿势的不同，可能受重力的影响而使得对被焊接物的加压力不再是预期值。

发明内容

[0007] 实施方式的一个方式是鉴于上述问题而完成的，其目的是提供能够使点焊枪的可动电极对被焊接物的加压力成为预期值的点焊装置。

[0008] 实施方式中一个方式的点焊装置具备机器人、点焊枪和控制装置。点焊枪具有枪臂、固定电极、可动电极以及枪用电机。固定电极固定在上述枪臂上。可动电极设置在与上述枪臂的上述固定电极相对的位置。枪用电机使上述可动电极移动。另外，控制装置控制上述枪用电机的动作，使上述可动电极移动，在上述固定电极与上述可动电极之间对被焊接物进行加压夹持，实施点焊。而且，上述控制装置通过对上述枪用电机输出位置指令的位置控制来控制上述枪用电机的动作。

[0009] 发明效果

[0010] 根据实施方式的一个方式，可使点焊枪的可动电极对被焊接物的加压力成为预期值。

附图说明

[0011] 图 1 是示出实施方式的点焊装置的结构例的整体示意图。

[0012] 图 2 是图 1 所示的点焊枪的放大示意图。

[0013] 图 3 是示出图 1 所示的点焊装置的结构的框图。

[0014] 图 4 是简化地示出图 1 所示的固定电极和可动电极对工件进行加压夹持的状态的示意图。

[0015] 图 5 是示出图 1 所示的点焊装置的控制装置的动作的流程图。

[0016] 图 6 是示出使图 1 所示的点焊装置变形后的结构例的整体示意图。

[0017] 标号说明

[0018] 1、101 点焊装置 ;2、102 机器人 ;3 焊接电源 ;4 控制装置 ;4a 机器人用电机控制部 ;4b 枪用电机控制部 ;4c 焊接控制部 ;4d 挠曲量计算部 ;10、110 点焊枪 ;10b 枪臂 ;10c 固定电极 ;10d 可动电极 ;10e 枪用电机 ;10f 滚珠丝杠机构 ;M1 ～ M6 机器人用电机。

具体实施方式

[0019] 以下，参照附图来详细说明本申请所公开的点焊装置的实施方式。此外，本发明不被以下所示的实施方式限定。

[0020] 图 1 是示出实施方式的点焊装置的结构例的整体示意图。如图 1 所示，本实施方式的点焊装置 1 具备点焊机器人 2（以下，记为“机器人 2”）、焊接电源 3、控制装置 4 和点焊枪 10。

[0021] 机器人 2 是具有多个关节轴 J1 ～ J6 的多关节型机器人。该机器人 2 具备基座 13、旋转部 14、下部臂 15、上部臂 16、第 1 手腕部 17、第 2 手腕部 18 和手腕凸缘 19，这些部件以可转动的方式相互连结。

[0022] 具体地说，旋转部 14 以可围绕关节轴 J1 转动的方式与基座 13 连结，下部臂 15 以可围绕与关节轴 J1 大致垂直的关节轴 J2 转动的方式与旋转部 14 连结。另外，上部臂 16 以可围绕与关节轴 J2 大致平行的关节轴 J3 转动的方式与下部臂 15 连结，第 1 手腕部 17 以可围绕与关节轴 J3 大致垂直的关节轴 J4 转动的方式与上部臂 16 连结。

[0023] 另外，第 2 手腕部 18 以可围绕与关节轴 J4 大致垂直的关节轴 J5 转动的方式与第 1 手腕部 17 连结，手腕凸缘 19 以可围绕与关节轴 J5 大致垂直的关节轴 J6 转动的方式与第 2 手腕部 18 连结。

[0024] 在机器人 2 上配置有与各个关节轴 J1 ～ J6 对应地驱动机器人 2 的未图示的机器人用电机 M1 ～ M6（以下，统称为机器人用电机 M），由控制装置 4 控制该机器人用电机 M 的动作。机器人用电机 M 具体地说是伺服电机，但不限于此，例如也可以是液压马达等其它电机。

[0025] 另外，在图 1 中虽然省略图示，但在机器人用电机 M 上分别安装有编码器 20（参照图 3）。从编码器 20 输出的表示机器人用电机 M 的旋转量或旋转角度的编码器值被输出至控制装置 4。

[0026] 此外，虽然以 6 轴结构的机器人说明了机器人 2，但不限于此结构，还可以使用 6 轴结构以外的机器人，例如使用 7 轴或 8 轴结构的机器人。

[0027] 在机器人 2 的前端部安装有上述的点焊枪 10，通过控制装置 4 对机器人用电机 M 进行控制，来控制点焊枪 10 的位置、角度、方向等。

[0028] 点焊枪 10 是 C 型的点焊枪，具备外壳 10a、枪臂 10b、固定电极 10c 和可动电极 10d。此外，虽然点焊枪 10 为 C 型，但不限于此，也可以是单驱动 X 型等其它类型的点焊枪。

[0029] 图 2 是图 1 所示的点焊枪 10 的放大示意图。在图 2 中，为了便于理解，透视地示

出外壳 10a。如图 2 所示，在外壳 10a 内收容有枪用电机 10e、滚珠丝杠机构 10f 以及编码器 10g、减速机 10h 等。

[0030] 枪用电机 10e 与机器人用电机 M 同样地由控制装置 4 控制动作，使可动电极 10d 移动。枪用电机 10e 具体地说是伺服电机，但只要是如后所述可由控制装置 4 进行位置控制的电机，则也可以是其它种类的电机。

[0031] 滚珠丝杠机构 10f 具备丝杠轴 10f1 和螺母 10f2。枪用电机 10e 的输出轴经由减速机 10h 与丝杠轴 10f1 的一端连接，另一方面，在另一端附近经由未图示的滚珠与螺母 10f2 螺合。另外，在螺母 10f2 上安装有可动电极 10d。

[0032] 因此，当枪用电机 10e 旋转时，其旋转输出经由减速机传递至丝杠轴 10f1，使丝杠轴 10f1 旋转。伴随着丝杠轴 10f1 的旋转，螺母 10f2 以及可动电极 10d 在图 2 中朝上方向或下方向进行伸缩。这样，滚珠丝杠机构 10f 是将枪用电机 10e 的旋转运动变换为可动电极 10d 的直线运动的机构。

[0033] 编码器 10g 安装在枪用电机 10e 上，向控制装置 4 输出表示枪用电机 10e 的旋转量或旋转角度的编码器值。枪臂 10b 在侧面观察时呈大致 C 字状。另外，枪臂 10b 在预定的应力范围内可自如地进行弹性变形，并且由铝合金或铍铜等轻金属制成。

[0034] 在本实施方式中构成为，在考虑枪臂 10b 的弹性变形的基础上使可动电极 10d 对工件 W 的加压力成为预期值，关于这点使用图 3 进行后述。

[0035] 枪臂 10b 的一端 10b1 经由外壳 10a 与机器人 2 连接。另一方面，固定电极 10c 固定在枪臂 10b 的另一端 10b2。上述可动电极 10d 设置在与该固定电极 10c 相对的位置。另外，在此说明书中，设固定电极 10c 的轴方向与可动电极 10d 的轴方向为“Z 轴方向”，设与 Z 轴方向垂直的轴方向即图 2 中的左右方向为“X 轴方向”。

[0036] 在如上所述相对配置的固定电极 10c 与可动电极 10d 之间，插入作为被焊接物的工件 W。此外，虽然省略图示，工件 W 是通过架台等适当地固定的。

[0037] 图 3 是示出图 1 所示的点焊装置 1 的结构的框图。如图 3 所示，控制装置 4 具备：机器人用电机控制部 4a、枪用电机控制部 4b、焊接控制部 4c 和挠曲量计算部 4d。各个控制部 4a、4b、4c 可相互自由通信地进行连接，并且挠曲量计算部 4d 与机器人用电机控制部 4a 以及枪用电机控制部 4b 可自由通信地进行连接。

[0038] 机器人用电机控制部 4a 通过控制机器人用电机 M 的动作来驱动机器人 2。另外，枪用电机控制部 4b 控制枪用电机 10e 的动作，使点焊枪 10 的可动电极 10d 进行伸缩，在固定电极 10c 与可动电极 10d 之间对工件 W 进行加压夹持，或者释放加压夹持的工件 W。在图 3 的控制装置 4 的结构中仅示出与本实施方式的说明关联较深的部分。

[0039] 这里，说明一般的枪用电机的控制。在固定电极与可动电极之间对工件进行加压夹持，在此状态下以预定时间使电流流过固定电极与可动电极之间，由此进行点焊。

[0040] 为了适当地进行该点焊，希望可动电极对工件的加压力是预期值。因此，在一般的点焊装置中，通过实验等预先设定使得加压力成为预期值的枪用电机的转矩指令，将该转矩指令输出到枪用电机，即，对枪用电机进行转矩控制而对工件进行加压夹持，由此进行点焊。

[0041] 但是，例如滚珠丝杠机构的静摩擦系数或动摩擦系数等由于与反复动作相伴的磨合等而发生变化。因此，当利用如上所述预先设定的转矩指令进行电机控制时，对工件的加

压力可能随着时间的经过而不再是预期值。

[0042] 另外，这些摩擦系数随着点焊装置的环境温度而发生变化。因此，各个摩擦系数根据环境温度而改变，加压力同样可能不再是预期值。另外，根据点焊枪的姿势的不同，可能受重力的影响而使对工件的加压力不再是预期值。此外，在可动电极以较高的速度接触工件时，有可能加压力大于预期值，从而无法改善生产节拍时间（tact time）。

[0043] 因此，在该实施方式的点焊装置 1 中，控制装置 4 通过向枪用电机 10e 输出位置指令的位置控制来控制枪用电机 10e 的动作。这样，对枪用电机 10e 进行位置控制，所以，可控制由枪用电机 10e 驱动的可动电极 10d 的位置，而不会受到滚珠丝杠机构 10f 的各摩擦系数变化等的影响，结果，能够使加压力成为预期值。

[0044] 继续图 3 的说明，枪用电机控制部 4b 如上所述通过位置控制来控制枪用电机 10e 的动作而使可动电极 10d 进行伸缩。另外，机器人用电机控制部 4a 也同样通过位置控制来控制机器人用电机 M 的动作而驱动机器人 2。

[0045] 焊接控制部 4c 与焊接电源 3 连接。在由固定电极 10c 和可动电极 10d 对工件 W 进行加压夹持的状态下，焊接控制部 4c 使来自焊接电源 3 的电流流过固定电极 10c 与可动电极 10d 之间，实施点焊。

[0046] 挠曲量计算部 4d 计算预期的加压力作用于工件 W 时的枪臂 10b 的挠曲量。根据由挠曲量计算部 4d 计算出的挠曲量进行上述枪用电机 10e 的位置控制和机器人用电机 M 的位置控制。以下，对此进行详细说明。

[0047] 首先，参照图 4 来说明挠曲量的计算。图 4 是简化地示出固定电极 10c 和可动电极 10d 对工件 W 进行加压夹持的状态的示意图。如图 4 所示，固定电极 10c 和可动电极 10d 对工件 W 进行加压夹持，当其加压力增加时，枪臂 10b 如上所述构成为可自由弹性变形，所以在 Z 轴方向和 X 轴方向进行弹性变形。

[0048] 此外，在图 4 中，用虚线示出弹性变形之前的枪臂 10b。另外，在图 4 中为了说明而夸张地描绘了枪臂 10b 弹性变形后的状态，各个电极的长度等未必被描绘成在弹性变形的前后一致。

[0049] 考虑到该枪臂 10b 对工件 W 进行加压夹持时发生弹性变形的现象，挠曲量计算部 4d 根据计算式求出预期加压力作用于工件 W 时的枪臂 10b 的挠曲量。

[0050] 以下进行说明，如图 4 所示，在设从可动电极 10d 向工件 W 作用的加压力为 F、设加压力 F 的矢量与 X 轴方向成的角度为 θ 时，可通过使用了胡克定律的下式（1）、（2）来表示加压力 F。

[0051] $F \times \sin\theta = k(z) \times z$ ・・・式 (1)

[0052] $F \times \cos\theta = k(x) \times x$ ・・・式 (2)

[0053] 在上式中，k（z）是枪臂 10b 的 Z 轴方向的弹簧常数，k（x）是枪臂 10b 的 X 轴方向的弹簧常数，z 是枪臂 10b 的 Z 轴方向的挠曲量，x 是枪臂 10b 的 X 轴方向的挠曲量。

[0054] 首先，通过实验预先计算式（1）、（2）中的弹簧常数 k（z）、k（x）。在实验中，例如在可动电极 10d 等对工件 W 进行加压的部位安装加压力传感器，并且在枪臂 10b 上安装挠曲传感器。然后，使可动电极 10d 以向固定电极 10c 延伸任意的预定值（以下，记为“第 1 预定值”）的方式进行动作，对工件 W 进行加压夹持，使枪臂 10b 进行弹性变形。

[0055] 在设从加压力传感器输出的加压力为 F1、设从挠曲传感器输出的枪臂 10b 的 Z 轴

方向的挠曲量为 z1、X 轴方向的挠曲量为 x1 时，式（1）、（2）成为式（3）、（4）。

[0056] $F1\times\sin\theta 1 = k(z)\times z1$ ・・・式 (3)

[0057] $F1\times\cos\theta 1 = k(x)\times x1$ ・・・式 (4)

[0058] 式中的 θ1 是加压力 F1 的矢量与 X 轴方向成的角度。

[0059] 在实验中，接着，使可动电极 10d 以向固定电极 10c 延伸与上述第 1 预定值不同的第 2 预定值的方式进行动作，对工件 W 进行加压夹持，使枪臂 10b 进行弹性变形。然后，同样地读取该状态下的加压力传感器以及挠曲传感器的输出。

[0060] 在设从加压力传感器输出的加压力为 F2、设从挠曲传感器输出的枪臂 10b 的 Z 轴方向的挠曲量为 z2、X 轴方向的挠曲量为 x2 时，式（1）、（2）成为下式（5）、（6）。

[0061] $F2\times\sin\theta 2 = k(z)\times z2$ ・・・(5)

[0062] $F2\times\cos\theta 2 = k(x)\times x2$ ・・・式 (6)

[0063] 式中的 θ2 是加压力 F2 的矢量与 X 轴方向成的角度。

[0064] 然后，对式（3）～（6）这 4 个式子进行求解，得到弹簧常数 k（z）、k（x）。具体地说，例如在式（3）、（4）中以消去 θ1 的方式求解，并且在式（5）、（6）中以消去 θ2 的方式求解。由此，可导出由弹簧常数 k（z）、k（x）和根据各个传感器输出而得到的加压力 F1、F2、挠曲量 z1、z2、x1、x2 构成的两个式子，对其进行求解可得到弹簧常数 k（z）、k（x）。

[0065] 此外，还计算枪臂 10b 的泊松比 ν。泊松比 ν 是横形变 [%] 相对于纵形变 [%] 之比，例如在设枪臂 10b 的 Z 轴方向的长度为 zlength、设 X 轴方向的长度为 xlength 时，可利用下式（7）或式（8）求出该泊松比。

[0066] 泊松比 $\nu = (x1/xlength)/(z1/zlength)$ ・・・式（7）

[0067] 泊松比 $\nu = (x2/xlength)/(z2/zlength)$ ・・・式（8）

[0068] 只要枪臂 10b 的材料相同，则上述的泊松比 ν 是恒定的，所以无论使用式（7）、（8）中的哪一个式子都能够计算。

[0069] 此外，根据枪臂 10b 的形状或特性等，还可能有适于采用图 4 所示的 zlength’来取代式（7）、（8）的 zlength 的情况（因为该泊松比 ν 的计算方法本身不是本实施方式的要点，所以省略详细的说明）。这样，首先通过实验预先计算弹簧常数 k（z）、k（x）以及泊松比 ν，将其存储在控制装置 4 的未图示的存储器等中。

[0070] 此外，例如在点焊装置 1 从工场出厂之前进行上述的弹簧常数 k（z）、k（x）以及泊松比 ν 的计算，但不限于此，也可以在点焊装置 1 出厂之后，在实际实施点焊的场所进行计算。

[0071] 上述这样获得的枪臂 10b 的弹簧常数 k（z）、k（x）以及泊松比 ν 表示枪臂 10b 的特性，所以其值与加压力 F 的多少无关，基本上是相同的值。因此，如果能知道弹簧常数 k（z）、k（x）和泊松比 ν，则能够在加压力实际作用之前利用计算式计算任意的加压力进行作用时的挠曲量 z、x。

[0072] 在本实施方式中，通过使用了弹簧常数 k（z）、k（x）的计算式来计算枪臂 10b 的可动电极 10d 对工件 W 的加压力 F 成为预期值而适当进行点焊时的挠曲量 z、x，根据计算出的挠曲量 z、x 来控制可动电极 10d 或机器人 2。

[0073] 即，挠曲量 z、x 相当于可动电极 10d 和工件 W 抵接的位置与加压力 F 成为预期值时的可动电极 10d 的目标位置之间的偏移量。因此，如果根据挠曲量 z、x 来控制可动电极

10d 或机器人 2 的动作，则能够使可动电极 10d 和工件 W 的抵接位置与目标位置一致。

[0074] 具体进行说明，首先，在初始设定中，将适当进行点焊时的预期的加压力 Fa 经由未图示的输入装置输入到控制装置 4 的挠曲量计算部 4d。在输入预期的加压力 Fa 后，挠曲量计算部 4d 计算枪臂 10b 的 Z 轴方向的挠曲量 z 和 X 轴方向的挠曲量 x。具体地说，可根据使式(1)变形后的式(9)求出挠曲量 z，可根据使式(2)变形后的式(10)求出挠曲量 x。

[0075] $z = Fa \times \sin\theta / k(z)$ ・・・式 (9)

[0076] $x = Fa \times \cos\theta / k(x)$ ・・・式 (10)

[0077] 具体地说，例如在式(9)、(10)中以消去 θ 的方式求解，由此能够导出由挠曲量 z、x、作为输入的值的加压力 Fa 和已经通过实验求出的弹簧常数 k（z）、k（x）构成的式子。如上所述，如果枪臂 10b 的材料相同，则泊松比 v 是恒定的，所以还可以根据泊松比 v 来导出挠曲量 z 与挠曲量 x 的关系式。通过对这些式子进行求解，计算挠曲量 z 和挠曲量 x。

[0078] 这样，构成为使用计算式来计算加压力 Fa 作用于工件 W 时的枪臂 10b 的 Z 轴方向的挠曲量 z 与 X 轴方向的挠曲量 x，所以可准确地计算挠曲量 z、x。

[0079] 返回图 3 的说明，挠曲量计算部 4d 向枪用电机控制部 4b 输出通过式(9)计算出的挠曲量 z 以及通过式(10)计算出的挠曲量 x，并且同样地向机器人用电机控制部 4a 输出挠曲量 z 以及挠曲量 x。

[0080] 枪用电机控制部 4b 根据挠曲量 z、挠曲量 x 和编码器 10g 的编码器值来控制枪用电机 10e 的动作，详细地说，控制枪用电机 10e 的动作，使可动电极 10d 移动根据挠曲量 z 以及挠曲量 x 计算出的校正量 a。

[0081] 具体地说，在加压力 Fa 作用于工件 W 而使枪臂 10b 弹性变形时，可动电极 10d 的前端位置朝与目标位置分离的方向、更具体地说是图 4 中的 Z 轴方向的负侧、且 X 轴方向的正侧偏移。因此，这里，使可动电极 10d 移动(延伸)用于校正该偏移的量。

[0082] 例如，可通过使用了勾股定理的下式(11)求出偏移了挠曲量 z、x 时的可动电极 10d 的校正量 a。

[0083]

$$\text{校正量 } a = \sqrt{z^2 + x^2} \qquad \cdots\text{式(11)}$$

[0084] 因此，枪用电机控制部 4b 控制枪用电机 10e 的动作，使可动电极 10d 朝校正 Z 轴方向以及 X 轴方向的偏移的正侧方向、换言之朝固定电极 10c 的方向移动根据挠曲量 z 以及挠曲量 x 求出的校正量 a。

[0085] 由此，能够使可动电极 10d 和工件 W 的抵接位置与加压力 F 成为预期值时的可动电极 10d 的目标位置一致。换言之，能够校正在加压力 Fa 作用于工件 W 而使枪臂 10b 弹性变形时产生的、可动电极 10d 的抵接位置与目标位置的在 Z 轴方向以及 X 轴方向的偏移量。

[0086] 另一方面，机器人用电机控制部 4a 根据挠曲量 z、挠曲量 x 和编码器 20 的编码器值控制机器人用电机 M 的动作，详细地说，控制机器人用电机 M 的动作，将机器人 2 驱动挠曲量 z 以及挠曲量 x。

[0087] 具体地说，在加压力 Fa 作用于工件 W 而使枪臂 10b 弹性变形时，固定电极 10c 或可动电极 10d 的抵接位置从目标位置向图 4 中的 X 轴方向的正侧偏移挠曲量 x。因此，机器人用电机控制部 4a 控制机器人用电机 M 的动作，在校正 X 轴方向的偏移的负侧方向上将机

器人 2 驱动挠曲量 x。

[0088] 另外，在枪臂 10b 弹性变形的情况下，固定电极 10c 的前端位置从目标位置向图 4 中的 Z 轴方向的正侧偏移挠曲量 z。因此，机器人用电机控制部 4a 控制机器人用电机 M 的动作，在校正 Z 轴方向的偏移的负侧方向上将机器人 2 驱动挠曲量 z。

[0089] 由此，能够使固定电极 10c 以及可动电极 10d 和工件 W 的抵接位置与加压力 F 成为预期值时的固定电极 10c 以及可动电极 10d 的目标位置一致。换言之，利用机器人 2 的驱动吸收了 X 轴方向的偏移即挠曲量 x 以及 Z 轴方向的偏移即挠曲量 z，所以固定电极 10c 以及可动电极 10d 的抵接位置不会从目标位置偏移。

[0090] 这样，对枪用电机 10e 的动作与机器人用电机 M 的动作进行位置控制，使固定电极 10c 以及可动电极 10d 的抵接位置与目标位置一致，所以能够使可动电极 10d 对工件 W 的加压力 F 成为预期值。另外，可通过使加压力 F 成为预期值，适当地进行点焊。此外，因为能够使固定电极 10c 以及可动电极 10d 的抵接位置与目标位置一致，所以，不需要的应力不会作用于工件 W，从而能够进行没有形变变形的适当的点焊。

[0091] 另外，在一股的点焊装置中有时构成为，例如通过实验求出针对枪用电机的转矩指令与挠曲量的关系而作为表格，在点焊时，基于根据转矩指令检索表格而获得的挠曲量，进行机器人控制。

[0092] 但是，当如上述这样构成时，由于表格是实验值，因而是离散的，从而可能无法使机器人等连续地进行校正动作。因此，在此实施方式中，不是使用表格，而是使用计算式（式(9)、(10)）来计算挠曲量 z、x，所以能够使机器人 2 或可动电极 10d（包含轨迹）连续进行校正动作，结果，能够使可动电极 10d 可靠地位于目标位置。

[0093] 图 5 是示出包含初始设定在内的点焊装置 1 的控制装置 4 的动作的流程图。

[0094] 如图 5 所示，首先，控制装置 4 的挠曲量计算部 4d 通过实验预先求出枪臂 10b 的弹簧常数 k（z）、k（x）（步骤 S1）。具体地说，挠曲量计算部 4d 对通过实验获得的式(3)～(6)这 4 个式子进行求解，计算弹簧常数 k（z）、k（x），存储在未图示的存储器内。而且，在步骤 S1 中，还计算枪臂 10b 的泊松比 ν，存储在存储器内。该步骤 S1 是点焊装置 1 的初始设定。

[0095] 接着，当输入并设定了预期的加压力 Fa 后，挠曲量计算部 4d 使用式(9)、(10)，计算预期的加压力 Fa 作用于工件 W 时的枪臂 10b 的挠曲量 z、x（步骤 S2）。此外，挠曲量计算部 4d 向枪用电机控制部 4b 输出挠曲量 z 以及挠曲量 x，另一方面，同样地向机器人用电机控制部 4a 输出挠曲量 z 以及挠曲量 x。

[0096] 控制装置 4 的枪用电机控制部 4b 根据挠曲量 z、x 对枪用电机 10e 进行位置控制，具体地说，控制枪用电机 10e 的动作，使可动电极 10d 移动根据挠曲量 z、x 计算出的校正量 a（步骤 S3）。

[0097] 控制装置 4 的机器人用电机控制部 4a 根据挠曲量 z、x 对机器人用电机 M 进行位置控制，具体地说，控制机器人用电机 M 的动作，将机器人 2 驱动挠曲量 z、x（步骤 S4）。通过该步骤 S3 和步骤 S4 的处理，能够将可动电极 10d 与工件 W 的抵接位置校正为加压力 F 是预期值时的可动电极 10d 的目标位置，并且能够使可动电极 10d 对工件 W 的加压力成为预期值。

[0098] 此外，为了便于说明，按照枪用电机控制、机器人用电机控制的顺序进行了记载，

但是，步骤 S3 与步骤 S4 的处理是相互同步地执行的。由此，能够使可动电极 10d 与工件 W 的抵接位置快速且准确地到达目标位置。

[0099] 即，例如在枪用电机为转矩控制、机器人用电机为位置控制的情况下，由于控制环路的差异而在任意一个电机的动作中产生延迟，从而难以使枪用电机的校正动作与转矩控制的校正动作同步。

[0100] 因此，该实施方式的枪用电机 10e 和机器人用电机 M 都是利用位置控制来控制其动作，所以能够使位置控制环路相互同步地控制枪用电机 10e 和机器人用电机 M。由此，不会在任意一个电机的动作中产生延迟，能够使可动电极 10d 与工件 W 的抵接位置快速且准确地到达目标位置。

[0101] 在从可动电极 10d 向工件 W 作用预期的加压力 Fa 的状态下，控制装置 4 的焊接控制部 4c 以预定时间向固定电极 10c 与可动电极 10d 之间供给电流，实施点焊（步骤 S5）。当焊接完成后，控制装置 4 使可动电极 10d 向远离固定电极 10c 的方向移动而释放工件 W，使机器人 2 动作，使点焊枪 10 向下一焊接点移动。

[0102] 如上所述，在本实施方式中，点焊装置 1 的控制装置 4 构成为通过向枪用电机 10e 输出位置指令的位置控制来控制枪用电机 10e 的动作，所以可使点焊枪 10 的可动电极 10d 对工件 W 的加压力成为预期值。

[0103] 此外，以上说明了基于枪臂 10b 的弹性变形的挠曲量 z、x 的偏移及其校正，但在点焊装置 1 中，也可以构成为考虑对固定电极 10c 以及可动电极 10d 的磨损的校正。

[0104] 例如，固定电极 10c 和可动电极 10d 由于反复对工件 W 进行加压夹持而磨损，所以控制装置 4 每当进行了预定次数的点焊时，取得该磨损量。然后，在对工件 W 进行加压夹持的情况下，控制装置 4 将固定电极 10c 的位置以及可动电极 10d 的伸缩量校正所取得的各个电极 10c、10d 的磨损量。

[0105] 这样，还可以通过取得电极磨损量并进行与磨损量对应的校正，将固定电极 10c 以及可动电极 10d 配置在更适当的位置。此外，本实施方式的点焊装置 1 在进行对上述电极磨损的校正之后，还进行对枪臂 10b 的弹性变形的校正。

[0106] 另外，在上述说明中，构成为在机器人 2 的前端部安装点焊枪 10，但不限于此，例如还可以是定置式的点焊枪。详细地说，例如图 6 所示，在点焊装置 101 中，将点焊枪 110 固定在支柱 110i 上，而不是机器人 102 的前端部。此外，点焊枪 110 的结构与上述点焊枪 10 的结构大致相同。

[0107] 另一方面，在机器人 102 的前端部安装有可把持工件 W 的手 130。此外，上述点焊枪 110 配置在该机器人 102 的手 130 的动作范围内。

[0108] 在如上所述构成的点焊装置 101 中，控制装置 4 把持工件 W，使手 130 进行动作，以使该工件 W 插在点焊枪 110 的固定电极 10c 与可动电极 10d 之间。然后，控制装置 4 与上述相同地根据挠曲量 z、x 等来控制枪用电机 10e 以及机器人用电机 M 的动作，校正可动电极 10d、机器人 102 的位置，执行点焊。

[0109] 本领域技术人员可容易地导出进一步的效果或变形例。因此，本发明的更多方式不被如以上示出且记述的特定的详细以及代表的实施方式限定。因此，在不脱离权利要求以及其等同物所定义的总括发明的概念精神或范围的情况下，能够进行各种变更。

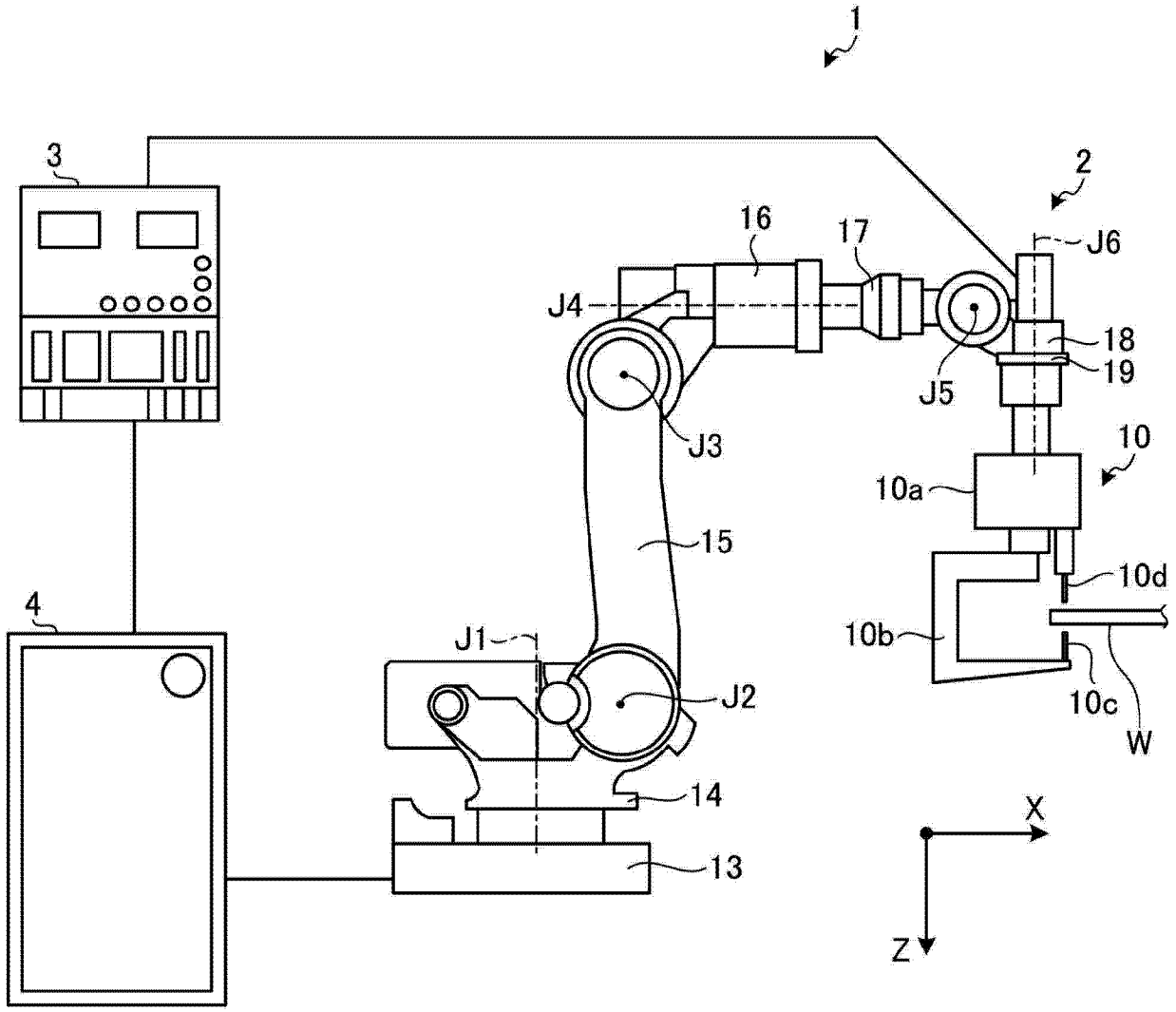


图 1

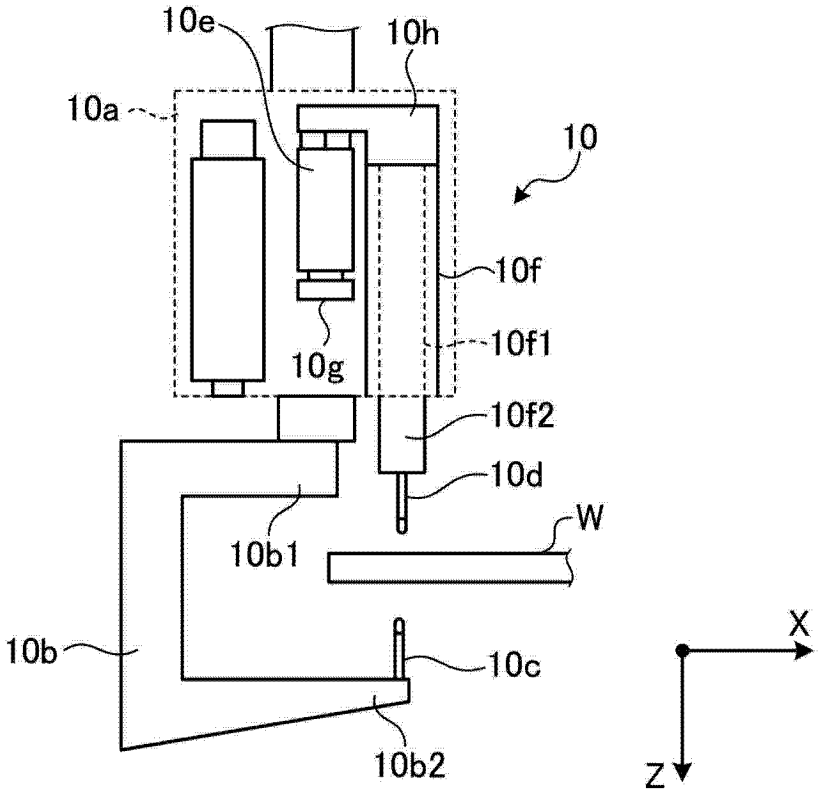

10e
10h
10a
10
10f
10f1
10g
10f2
10d
W
10b1
10b
10c
10b2
X
Z

图 2

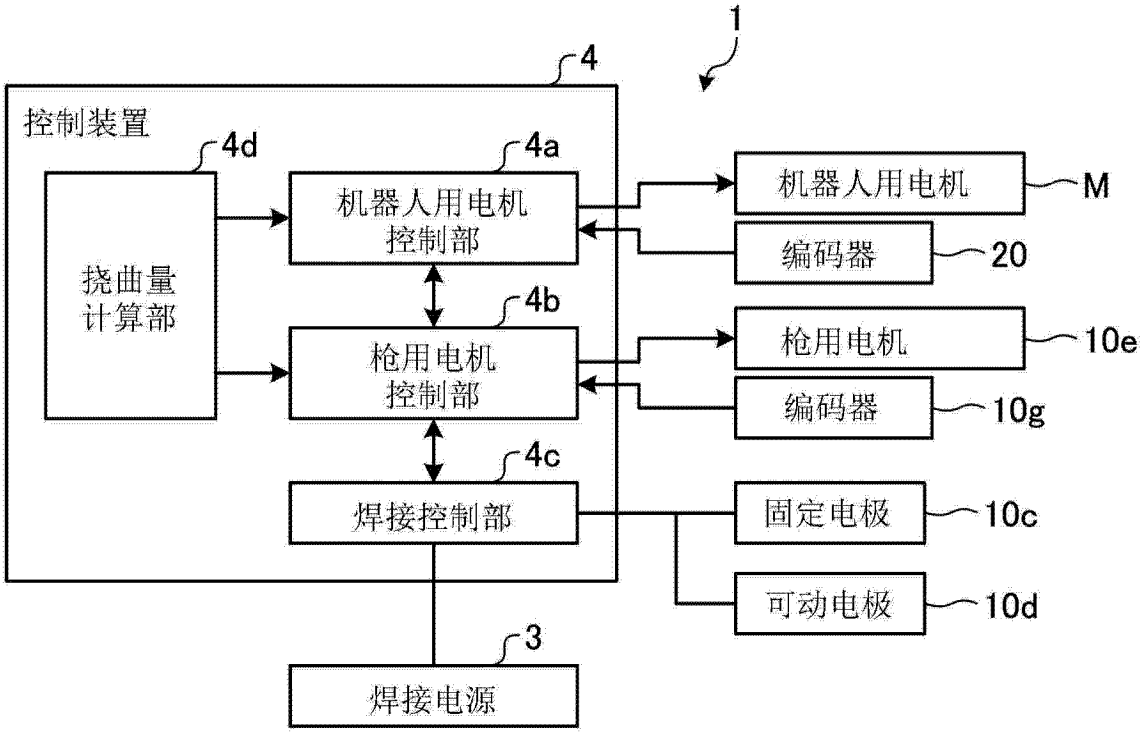

1
4
控制装置
4d
4a
挠曲量
计算部
机器人用电机
控制部
4b
枪用电机
控制部
4c
焊接控制部
3
焊接电源
机器人用电机
M
编码器
20
枪用电机
10e
编码器
10g
固定电极
10c
可动电极
10d

图 3

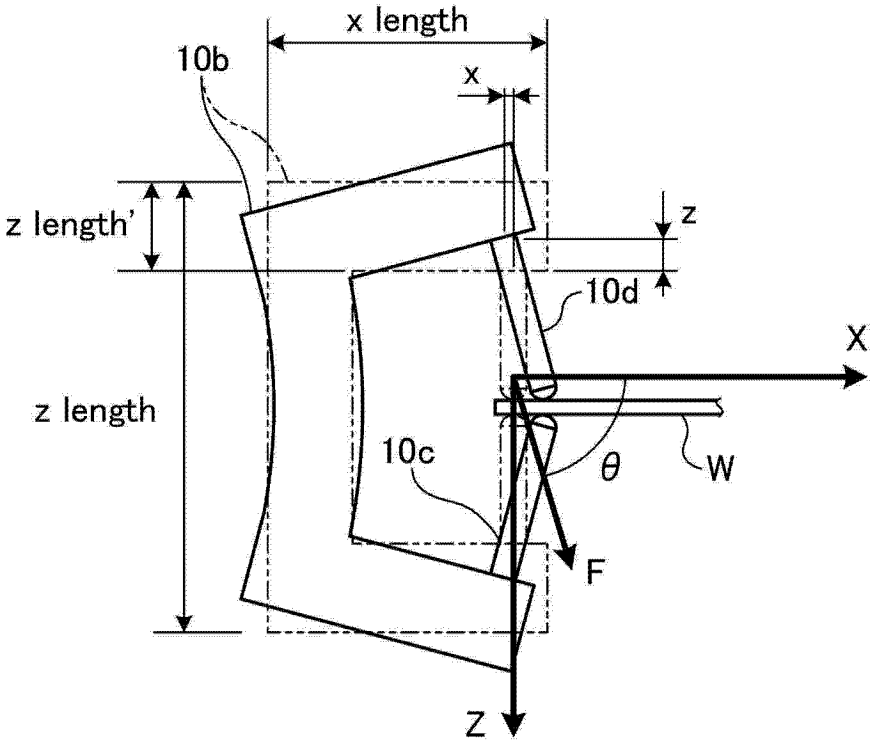


图 4

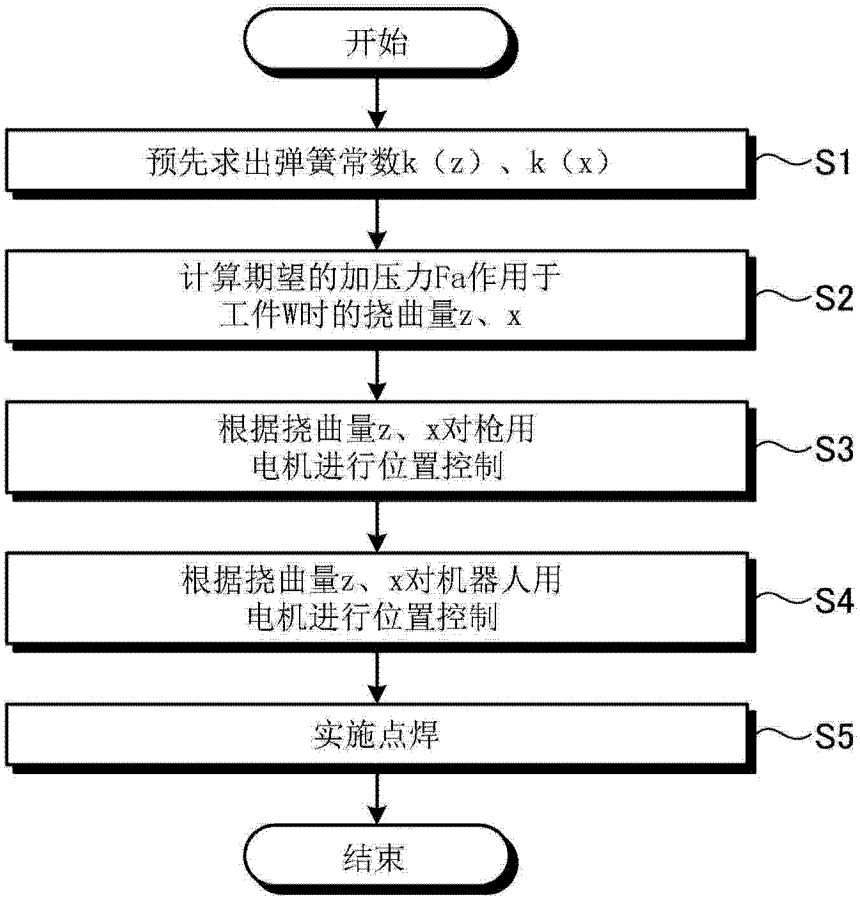

开始
预先求出弹簧常数k（z）、k（x）
S1
计算期望的加压力Fa作用于
工件W时的挠曲量z、x
S2
根据挠曲量z、x对枪用
电机进行位置控制
S3
根据挠曲量z、x对机器人用
电机进行位置控制
S4
实施点焊
S5
结束

图 5

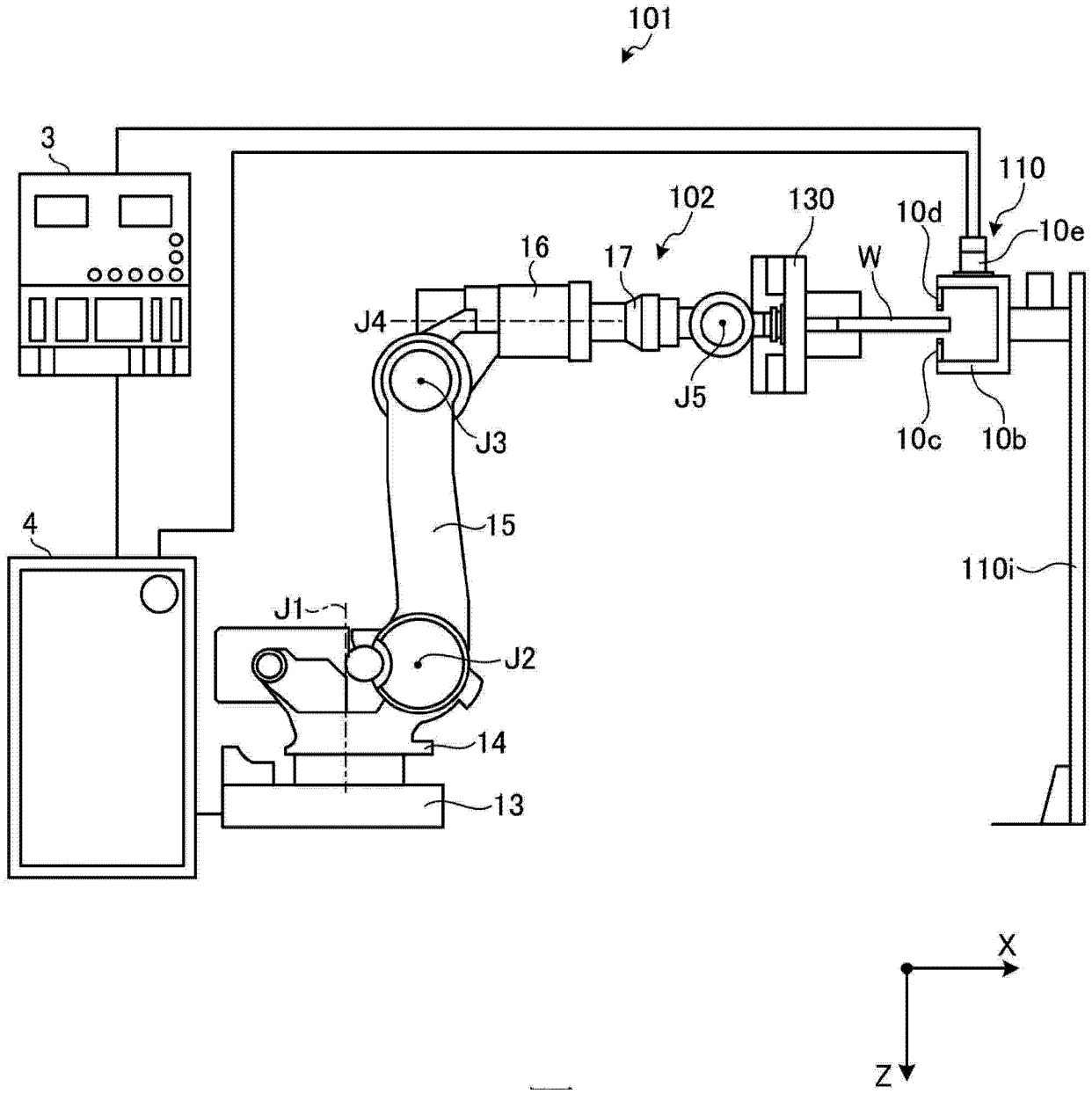

101
3
110
102
130
10d
10e
16
17
W
J4
J5
J3
10c
10b
4
15
110i
J1
J2
14
13
X
Z

图 6