



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118043174 A

(43) 申请公布日 2024. 05. 14

(21) 申请号 202180102497.6

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2021.09.27

B25J 9/10 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2024.03.19

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2021/035409 2021.09.27

(87) PCT国际申请的公布数据
W02023/047591 JA 2023.03.30

(71) 申请人 发那科株式会社
地址 日本山梨县

(72) 发明人 王悦来 内藤康广 原田邦彦

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243
专利代理师 许静 范胜杰

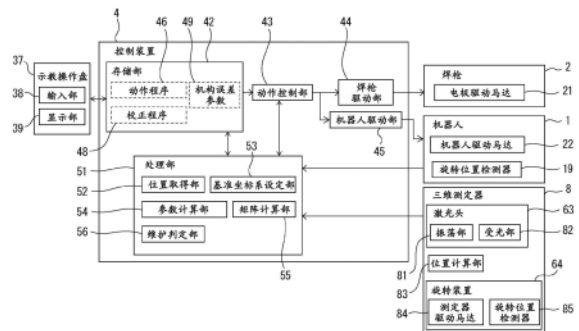
权利要求书2页 说明书13页 附图11页

(54) 发明名称

校正机构误差参数的校正装置以及判定校正机构误差参数的必要性的判定装置

(57) 摘要

校正装置具有:取得基准坐标系中机器人的位置的位置取得部、计算机构误差参数的参数计算部。确定机器人的第一状态和第一状态之后的第二状态。在用动作程序指令值驱动机器人时,参数计算部计算机构误差参数,使得第二状态时的基准坐标系中机器人的位置与第一状态时的基准坐标系中机器人的位置一致。



1. 一种校正装置,其对机构误差参数进行校正,该机构误差参数用于调整基于动作程序的机器人控制,其特征在于,

所述校正装置具有:

位置取得部,其取得基准坐标系中机器人的位置;以及

参数计算部,其根据所述基准坐标系中机器人的位置,计算机构误差参数,

在用动作程序指令值驱动机器人时,所述参数计算部计算机构误差参数,使得第一状态之后的第二状态时的所述基准坐标系中机器人的位置相对于所述第一状态时的所述基准坐标系中机器人的位置一致。

2. 根据权利要求1所述的校正装置,其特征在于,

所述基准坐标系是确定为不依赖于机器人的动作以及机器人的设置状态的、不动的坐标系。

3. 根据权利要求1或2所述的校正装置,其特征在于,

所述校正装置具有计算变换矩阵的矩阵计算部,其中,所述变换矩阵用于将对机器人设定的基坐标系的坐标值和所述基准坐标系的坐标值中的一个坐标值变换为另一个坐标值,

动作程序包含:由基坐标系的坐标值指定的机器人的指令值,

所述位置取得部在所述第一状态下取得:根据机器人的多个指令值来驱动机器人时的所述基准坐标系中机器人的多个位置,

所述矩阵计算部在所述第一状态下根据机器人的多个指令值和所述基准坐标系中机器人的多个位置来计算变换矩阵,

所述位置取得部在所述第二状态下取得根据机器人的多个指令值驱动机器人时的所述基准坐标系中机器人的多个位置,

所述参数计算部在所述第二状态下,在用各个指令值驱动机器人时,根据所述基准坐标系中机器人的位置以及变换矩阵,计算基准坐标系中机器人的理论位置,并计算机构误差参数使得机器人的指令值与基准坐标系中机器人的理论位置一致。

4. 根据权利要求3所述的校正装置,其特征在于,

所述矩阵计算部在所述第一状态下计算变换矩阵,使得机器人在基坐标系中的指令值与通过变换矩阵计算出所述基准坐标系中机器人的位置的基坐标系中机器人的理论位置之间的距离最小。

5. 根据权利要求1~4中任一项所述的校正装置,其特征在于,

所述校正装置具有:维护判定部,其对机器人的位置相对于动作程序指令值的精度进行评价,

在用预先确定的动作程序指令值驱动机器人时,所述维护判定部根据所述第一状态时的所述基准坐标系中机器人的位置和当前的所述基准坐标系中机器人的位置,判定是否需要校正机构误差参数。

6. 根据权利要求5所述的校正装置,其特征在于,

所述维护判定部按预先确定的期间判定机器人的位置的精度是否脱离预先确定的判定范围,

在机器人的位置的精度脱离预先确定的判定范围时,判定为需要校正机构误差参数。

7. 根据权利要求5或6所述的校正装置,其特征在于,
在检测到构成机器人的构成部件的更换时,所述维护判定部判定为需要校正机构误差参数。

8. 根据权利要求5~7中任一项所述的校正装置,其特征在于,
在检测到机器人的更换时,所述维护判定部判定为需要校正机构误差参数。

9. 根据权利要求1~4中任一项所述的校正装置,其特征在于,
所述第一状态是进行机构误差参数的校正之前的机器人的基准状态。

10. 根据权利要求9所述的校正装置,其特征在于,
所述第一状态是刚设置机器人之后的状态,
所述第二状态是因使用机器人而使得机器人的至少一部分构成部件劣化时的状态。

11. 根据权利要求9所述的校正装置,其特征在于,
所述第一状态是更换机器人之前的状态,
所述第二状态是更换了机器人之后的设置了新机器的状态。

12. 根据权利要求9所述的校正装置,其特征在于,
所述第一状态是更换机器人的一部分构成部件之前的状态,
所述第二状态是更换了机器人的一部分构成部件之后的状态。

13. 根据权利要求1~12中任一项所述的校正装置,其特征在于,
所述校正装置具有:
设置于设置有机器人的区域的成为基准点的多个部件;
三维测定器,其测定所述基准点的位置;以及
基准坐标系设定部,其根据由所述三维测定器测定出的所述基准点的位置,在三维空间设定所述基准坐标系。

14. 一种判定装置,其判定是否需要校正机构误差参数,该机构误差参数用于调整基于动作程序的机器人控制,其特征在于,

所述判定装置具有:

位置取得部,其取得基准坐标系中机器人的位置;以及
维护判定部,其评价机器人的位置相对于动作程序指令值的精度,

在用动作程序指令值驱动机器人时,所述维护判定部根据第一状态时的所述基准坐标系中机器人的位置和当前的所述基准坐标系中机器人的位置,判定是否需要校正机构误差参数。

校正机构误差参数的校正装置以及判定校正机构误差参数的必要性的判定装置

技术领域

[0001] 本发明涉及校正机构误差参数的校正装置以及判定校正机构误差参数的必要性的判定装置。

背景技术

[0002] 以往,已知具有作业工具以及移动作业工具的机器人的机器人装置。通过驱动机器人,能够一边变更作业工具的位置以及姿势一边进行各种作业。机器人的位置以及姿势由动作程序指定。在具有多个机器人装置的机器人系统中,已知如下的控制:使其他机器人的动作追随一个机器人的动作(例如,日本特开平10-83208号公报)。

[0003] 优选的是,机器人的位置以及姿势与动作程序所确定的位置以及姿势一致。然而,在更换机器人之后,因设置机器人的位置误差以及机器人的个体差异等,有时机器人不会到达期望的位置以及姿势。已知有:在更换机器人之后,测定对机器人设定的基坐标系(base coordinate system)的原点位置,或者通过视觉传感器计算基坐标系的位置偏移。并且已知有:根据检测结果来修正用于驱动机器人的动作程序(例如,日本专利第6603289号公报以及日本特开2019-14011号公报)。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开平10-83208号公报

[0007] 专利文献2:日本专利第6603289号公报

[0008] 专利文献3:日本特开2019-14011号公报

发明内容

[0009] 发明要解决的课题

[0010] 在根据动作程序驱动机器人时,机器人的位置以及姿势受到制造机器人时的构成部件的制造误差、以及驱动机器人时的重力等影响。结果,存在机器人的位置以及姿势从动作程序所确定的位置以及姿势稍微偏移的情况。构成部件的制造误差包括关节轴彼此之间的臂长度的误差以及减速器的齿轮比的误差等。可以将产生这样的误差项目设定为机器人的机构误差参数,按机构误差参数来设定值。控制装置通过使用机构误差参数来驱动机器人,能够高精度地控制机器人的位置以及姿势。

[0011] 在刚设置了机器人之后,通过调整机构误差参数,能够控制机器人相对于动作程序指令值成为期望的位置以及姿势。然而,若长期驱动机器人,则存在因机器人的构成部件磨损等使得控制机器人的精度恶化的情况。因此,存在更换马达、减速器或臂等机器人的构成部件的情况。该情况下,难以使更换构成部件后机器人到达的位置与更换构成部件前机器人到达的位置一致。

[0012] 并且,在更换机器人整体时,因与机器人的设置基准的偏移或者设置平面的倾斜

等而产生设置误差。因机器人的设置误差,存在机器人的位置以及姿势产生较大误差的情况。但是,存在难以使更换机器人后机器人到达的位置与更换机器人前到达的位置一致这样的问题。即,存在难以恢复更换机器人前的基坐标系这样的问题。

[0013] 通过在更换构成部件或机器人后等再次示教位置以及姿势,能够修正机器人的位置以及姿势的误差。然而,机器人的示教作业要花费时间,存在机器人装置的生产率恶化这样的问题。另外,机器人的示教位置的修正需要按动作程序来实施。存在示教作业要花费较长时间这样的问题。另外,在修正程序的示教位置时,若存在未修正示教位置的示教点,则存在驱动机器人时的精度变差、或者与周边装置等干涉等担忧。

[0014] 用于解决课题的手段

[0015] 本公开的第一方式是一种校正装置,其对机构误差参数进行校正,该机构误差参数用于调整基于动作程序的机器人控制。校正装置具有:位置取得部,其取得基准坐标系中机器人的位置。校正装置具有:参数计算部,其根据基准坐标系中机器人的位置,计算机构误差参数。在用动作程序指令值驱动机器人时,参数计算部计算机构误差参数,使得第一状态之后的第二状态时的基准坐标系中机器人的位置相对于第一状态时的基准坐标系中机器人的位置一致。

[0016] 本公开的第二方式是一种判定装置,其判定是否需要校正机构误差参数,该机构误差参数用于调整基于动作程序的机器人控制。判定装置具有:位置取得部,其取得基准坐标系中机器人的位置。判定装置具有:维护判定部,其评价机器人的位置相对于动作程序指令值的精度。在用动作程序指令值驱动机器人时,维护判定部根据第一状态时的基准坐标系中机器人的位置和当前的基准坐标系中机器人的位置,判定是否需要校正机构误差参数。

[0017] 发明效果

[0018] 根据本公开的一方式,可以提供能够容易地进行机器人的机构误差参数的校正的校正装置、以及判定是否需要校正机构误差参数的判定装置。

附图说明

[0019] 图1是实施方式中的机器人系统的立体图。

[0020] 图2是第一状态下的机器人装置、三维测定器以及辅助部件的立体图。

[0021] 图3是机器人装置以及三维测定器的框图。

[0022] 图4是实施方式的校正装置的第一控制的流程图。

[0023] 图5是第二状态下的机器人装置、三维测定器以及辅助部件的立体图。

[0024] 图6是校正装置的第二控制的流程图。

[0025] 图7是第一状态下的机器人装置、三维测定器以及辅助部件的立体图。

[0026] 图8是校正装置的第三控制的流程图。

[0027] 图9是第二状态下的机器人装置、三维测定器以及辅助部件的立体图。

[0028] 图10是校正装置的第四控制的流程图。

[0029] 图11是控制装置控制维护判定部的流程图。

具体实施方式

[0030] 参照图1至图11,对实施方式中的校正装置以及判定装置进行说明。本实施方式的校正装置校正机构误差参数,该机构误差参数用于调整基于动作程序的机器人的动作。另外,本实施方式的判定装置判定是否有校正机构误差参数的必要性。

[0031] 图1是本实施方式中的机器人系统的立体图。本实施方式的机器人系统通过3台机器人装置5、6、7实施点焊。各个机器人装置5、6、7具有作为作业工具的焊枪2和变更焊枪2的位置以及姿势的机器人1。用于进行焊接的工件被搬运到被机器人装置5、6、7包围的区域。例如,搬运由搬运机悬挂的作为工件的车身。通过机器人装置5、6、7实施点焊。

[0032] 图2表示机器人装置、三维测定器以及辅助部件的立体图。在此,以多个机器人装置5、6、7中的机器人装置5为例进行说明。机器人装置6、7具有与机器人装置5一样的结构。本实施方式的机器人1是包含多个关节部的多关节机器人。

[0033] 机器人1包含:固定于设置面的基座部14、能够旋转地支承于基座部14的回转基座13。机器人1包含上部臂11和下部臂12。下部臂12被支承为相对于回转基座13旋转。上部臂11被支承为相对于下部臂12旋转。并且,上部臂11绕与上部臂11的延伸方向平行的旋转轴旋转。机器人1包含能够旋转地支承于上部臂11的腕部15。另外,腕部15包含旋转的凸缘16。在凸缘16固定焊枪2。

[0034] 本实施方式的机器人具有6个驱动轴,但不限于该方式。可以采用位置以及姿势通过任意机构发生变化的机器人。另外,本实施方式的作业工具是进行点焊的焊枪,但不限于该方式。作业者可以选定与机器人装置进行的作业相应的作业工具。例如,可以采用搬运工件的作业工具或涂布粘接剂的作业工具等。

[0035] 对本实施方式的机器人装置5设定基坐标系71。在图2所示的例子中,在机器人1的基座部14配置基坐标系71的原点。基坐标系71是原点位置固定于机器人、并且坐标轴的朝向固定的坐标系。即使机器人1的位置以及姿势发生变化,基坐标系71的位置以及朝向也不变化。基坐标系71具有相互正交的X轴、Y轴以及Z轴作为坐标轴。另外,设定W轴作为绕X轴的坐标轴。设定P轴作为绕Y轴的坐标轴。设定R轴作为绕Z轴的坐标轴。

[0036] 对机器人装置5设定工具坐标系,该工具坐标系具有设定于作业工具的任意位置的原点。在本实施方式中,工具坐标系的原点设定于焊枪2的固定电极的前端即工具前端点。工具坐标系是位置以及姿势与作业工具一起变化的坐标系。机器人1的位置与基坐标系71中的工具坐标系的原点位置对应。另外,机器人1的姿势与工具坐标系相对于基坐标系71的朝向对应。机器人1的位置以及姿势可以通过基坐标系71的坐标值来表现。

[0037] 图3表示本实施方式中的机器人装置及三维测定器的框图。参照图2和图3,机器人1包含使机器人1的位置以及姿势变化的机器人驱动装置。机器人驱动装置包含驱动上部臂11、下部臂12以及腕部15等构成部件的机器人驱动马达22。

[0038] 焊枪2具有:驱动焊枪2的焊枪驱动装置。焊枪驱动装置包含:驱动焊枪2的可动电极的电极驱动马达21。通过驱动电极驱动马达21,可动电极相对于固定电极移动。通过可动电极移动,可以利用固定电极和可动电极夹着工件实施点焊。

[0039] 机器人装置5包含:控制装置4,其控制机器人1和焊枪2;示教操作盘37,其用于供作业者操作控制装置4。控制装置4包含:具有作为处理器的CPU(Central Processing Unit)的运算处理装置(计算机)。控制装置4具有:经由总线与CPU连接的RAM(Random

Access Memory)以及ROM(Read Only Memory)等。

[0040] 示教操作盘37包含:输入与机器人1和焊枪2相关的信息的输入部38。输入部38由键盘以及拨盘等构成。作业者可以从输入部38向控制装置4输入动作程序、变量的设定值以及变量的判定值等。示教操作盘37包含:显示与机器人1和焊枪2相关的信息的显示部39。

[0041] 为了控制机器人1以及焊枪2,向控制装置4输入预先制作的动作程序46。或者,作业者操作示教操作盘37来驱动机器人1,由此,可以设定机器人1的示教点。控制装置4可以根据示教点生成驱动机器人1和焊枪2的动作程序46。

[0042] 控制装置4包含:存储与机器人1和焊枪2的控制相关的信息的存储部42。存储部42可以由能够存储信息的非暂时性的存储介质构成。例如,存储部42可以由易失性存储器、非易失性存储器、磁存储介质或光存储介质等存储介质构成。作为动作控制部43发挥功能的处理器形成为能够读取存储于存储部42的信息。动作程序46存储于存储部42。机器人装置5根据动作程序46自动地进行作业。

[0043] 控制装置4包含:向机器人1和焊枪2发出动作指令的动作控制部43。动作控制部43根据动作程序46,向机器人驱动部45发出用于驱动机器人1的动作指令。机器人驱动部45包含:驱动机器人驱动马达22的电路。机器人驱动部45根据动作指令向机器人驱动马达22供电。另外,动作控制部43根据动作程序46向焊枪驱动部44发出驱动焊枪2的动作指令。焊枪驱动部44包含:向电极供电或驱动电极驱动马达21的电路。焊枪驱动部44根据动作指令对电极和电极驱动马达21供电。

[0044] 机器人1包含:用于检测包含机器人1的位置以及姿势的机器人1的状态的状态检测器。本实施方式中的状态检测器包含:安装于与臂等驱动轴对应的机器人驱动马达22的旋转位置检测器19。旋转位置检测器19由检测机器人驱动马达22的旋转角的编码器等构成。在本实施方式中,根据多个旋转位置检测器19的输出,检测机器人的位置以及姿势。

[0045] 动作控制部43控制机器人1成为在动作程序46中指定的机器人的位置以及姿势。动作控制部43根据逆运动学来控制机器人驱动马达22的旋转角。例如,通过控制机器人1使工具坐标系成为期望的位置以及姿势,可以将作业工具控制为期望的位置以及姿势。

[0046] 然而,因机器人的构成部件的制造误差、组装机器人时的组装误差以及重力的影响等,机器人的实际的位置以及姿势有时从由动作程序46指定的位置以及姿势偏移。在本实施方式中,与动作程序46分开地设定用于调整机器人1的控制的多个机构误差参数49。多个机构误差参数49存储于存储部42。

[0047] 在机构误差参数49中包含:成为驱动机器人1时产生的位置以及姿势的误差原因的任意参数。在机构误差参数49中包含:各驱动轴彼此之间的连杆的长度、各个驱动轴的位置、由各个驱动轴的减速器所产生的齿隙引起的齿轮比的误差、以及与因重力影响而变形的连杆的弹性变形相关的变量等参数。

[0048] 例如,在机构误差参数中包含DH参数和DH参数误差。在DH(Denavit Hartenberg)法中,可以对各个驱动轴设定坐标系,根据驱动轴的坐标系彼此之间的关系来表现机器人的位置以及姿势。DH参数是DH法中的参数。例如,在DH参数中包含连杆长度。

[0049] 另外,在机构误差参数中包含:与绕驱动轴的转矩相关的弹簧常数。弹簧常数是相对于转矩的挠曲量相关的参数。另外,在机构误差参数中包含减速器的齿轮比的误差。另外,在机构误差参数中包含基坐标系71的原点位置的误差。基坐标系的原点位置的误差由

旋转位置检测器19输出的旋转角或脉冲值的误差等来确定。这样的机构误差参数可以根据设置机器人1的场所,在使机器人1出厂时进行设定。

[0050] 参照图3,在动作程序46中,根据基坐标系71的坐标值来确定机器人1的位置以及姿势。动作控制部43根据逆运动学计算机器人驱动马达22的旋转角度,使得成为动作程序46所设定的机器人1的位置以及姿势。此时,动作控制部43取得存储于存储部42的机构误差参数49。动作控制部43根据各个机构误差参数来计算机器人驱动马达22的动作指令。通过实施该控制,可以使机器人的位置以及姿势接近动作程序46所指定的位置以及姿势。

[0051] 参照图1至图3,本实施方式的机器人系统具有:用于准确地测定机器人1的位置以及姿势的三维测定器8。本实施方式中的三维测定器8是使激光光束振荡并接收由反射器67a、67b反射的激光光束的激光跟踪器。三维测定器8包含使激光光束振荡的激光头63。激光头63具有:使激光光束振荡的振荡部81、接收由反射器67a、67b反射的激光光束的受光部82。受光部82配置于激光头63的内部。

[0052] 本实施方式中的三维测定器8包含:变更激光头63的朝向的旋转装置64。旋转装置64包含:变更激光头63的朝向的测定器驱动马达84。为了检测测定器驱动马达84的旋转角,在测定器驱动马达84安装编码器等旋转位置检测器85。本实施方式的旋转装置64使激光头63绕沿水平方向延伸的旋转轴以及沿铅垂方向延伸的旋转轴旋转。旋转装置64支承于三脚架65。这样,三维测定器8通过驱动旋转装置64,可以向任意的朝向振荡激光光束。

[0053] 三维测定器8包含:具有作为处理器的CPU和RAM等的运算处理装置。三维测定器8的运算处理装置包含:计算反射器67a、67b的位置的位置计算部83。位置计算部83相当于按照预先确定的程序进行驱动的处理装置。本实施方式的位置计算部83根据振荡出的激光光束与接收到的激光光束的相位差,计算从三维测定器8到反射器67a、67b的距离。

[0054] 对本实施方式的三维测定器8设定测定器坐标系73。测定器坐标系73可以由作业者设定在任意位置。测定器坐标系73的原点可以设定在三维测定器8内部的任意位置。例如,测定器坐标系73的原点可以配置于在激光头63的内部配置的激光光源的前端。

[0055] 测定器坐标系73包含:具有相互正交的X轴、Y轴以及Z轴的坐标轴。测定器坐标系73的朝向可以设定为任意的朝向。测定器坐标系73是原点位置固定并且坐标轴的朝向固定的坐标系。即使激光头63的朝向变化,测定器坐标系73的位置以及朝向也不变化。

[0056] 本实施方式的反射器67a、67b形成为球状。反射器67a、67b形成为向与入射的激光光束的方向相同的方向反射激光光束。反射器67a、67b通过约束带或者磁铁等固定于期望的位置。

[0057] 三维测定器8的旋转装置64调整激光头63的朝向,使得激光光束在被反射器67a、67b反射后返回到激光头63。作业者可以手动驱动旋转装置64来调整激光头63的朝向。或者,三维测定器8有时具有:以激光光束的射出方向描绘圆的方式进行扫描的自动搜索功能。此时,作业者调整大致的激光头63的朝向,使得从三维测定器8射出的激光光束朝向反射器67a、67b。之后,三维测定器8可以通过自动搜索功能来调整激光头63的朝向,使得由反射器67a、67b反射的激光光束返回到激光头63。

[0058] 旋转装置64可以根据旋转位置检测器85的输出来检测测定器坐标系73中的激光头63的朝向。位置计算部83通过接收由反射器67a、67b反射的光,来计算从三维测定器8到反射器67a、67b的距离。并且,位置计算部83可以根据计算出的距离和激光头63的朝向来计

算测定器坐标系73中反射器67a、67b的位置。

[0059] 参照图2和图3,本实施方式中的校正装置校正调整机器人1的控制的机构误差参数。本实施方式中的校正装置包含控制装置4。控制装置4包含:进行与机构误差参数49的校正相关的控制的处理部51。处理部51包含:根据三维测定器8的输出对配置机器人1的区域设定基准坐标系72的基准坐标系设定部53。基准坐标系72可以确定为不依赖于机器人的动作以及机器人的设置状态。机器人1的设置状态包含:设置机器人1的位置以及机器人1的整体相对于设置机器人1的面的倾斜。可以在不动的坐标系中设定基准坐标系72。

[0060] 处理部51包含:取得基准坐标系72中机器人的位置的位置取得部52。处理部51包含:根据基准坐标系72中机器人的位置来计算机构误差参数49的参数计算部54。另外,处理部51包含计算变换矩阵的矩阵计算部55,其中,变换矩阵用于将对机器人1设定的基坐标系71的坐标值和基准坐标系72的坐标值中的一个坐标值变换为另一个坐标值。处理部51包含:评价机器人的位置相对于动作程序46的指令值的精度的维护判定部56。

[0061] 处理部51根据预先确定的校正程序48进行处理。处理部51相当于按照校正程序48进行驱动的处理器。另外,位置取得部52、基准坐标系设定部53、参数计算部54、矩阵计算部55以及维护判定部56各单元相当于按照校正程序48进行驱动的处理器。处理器通过实施校正程序48所确定的控制而作为各个单元发挥功能。

[0062] 本实施方式的校正装置具有:用于设定基准坐标系72的辅助部件61、以及作为成为基准点的部件的反射器67a。辅助部件61支承多个反射器67a。辅助部件61配置于设置机器人系统的区域。辅助部件61可以配置于要进行校正的机器人1的附近。本实施方式的辅助部件61包含:成为架台的基部61a、从基部61a竖立设置的竖立设置部61b。竖立设置部61b朝向铅垂方向的上侧延伸。

[0063] 反射器67a在基部61a的上表面配置于成为角的部分。另外,反射器67a配置于多个竖立设置部61b中的一部分竖立设置部61b的上表面。这样,辅助部件61形成为在相互不同的多个位置支承反射器67a。作为辅助部件61,不限于该方式,可以采用保持多个反射器67a的部件。

[0064] 辅助部件61可以采用在设置机器人1的区域中不动的部件,使得多个反射器67a的位置不变化。例如,也可以将设置于配置有机器人系统的区域的架子或者栅栏等用作安装反射器的辅助部件。

[0065] 在设定基准坐标系72时,三维测定器8的位置计算部83在测定器坐标系73中计算多个反射器67a的位置。可以预先确定要进行测定的多个反射器67a。

[0066] 处理部51的基准坐标系设定部53根据反射器67a的位置来设定基准坐标系72。可以用相对于测定出的多个反射器67a的位置预先确定的相对的位置以及姿势,来设定基准坐标系72的原点位置以及基准坐标系72的姿势。在这里的例子中,设定将原点配置于一个反射器67a的基准坐标系72。

[0067] 这样,根据由三维测定器8测定出的基准点的位置,基准坐标系设定部53可以在三维空间设定基准坐标系72。基准坐标系设定部53可以用测定器坐标系73的坐标值来设定基准坐标系72。根据多个反射器67a的位置来确定基准坐标系72。因此,通过将反射器67a的位置维持为相同,三维测定器8可以从任意方向测定反射器67a的位置。并且,可以根据相对于多个反射器67a的相对的位置以及姿势,再现同一基准坐标系72。

[0068] 在本实施方式中,在相当于焊枪2的工具前端的固定电极的前端配置反射器67b。因此,反射器67b的位置相当于机器人1的位置。三维测定器8的位置计算部83可以测定测定器坐标系73中反射器67b的位置。并且,位置取得部52可以根据测定器坐标系73中反射器67b的位置来计算基准坐标系72中机器人1的位置。

[0069] 图4表示对本实施方式中的机构误差参数进行校正的第一控制的流程图。在第一控制中,对替换机器人1后的机构误差参数进行校正。在长期使用机器人时等时候,存在替换机器人整体的情况。

[0070] 在本实施方式中,与机构误差参数的校正相关地确定机器人的第一状态。在本实施方式中,确定成为校正机构误差参数之前的机器人的基准状态的第一状态。另外,确定比第一状态靠后的第二状态。第二状态包括:进行机构误差参数的校正的状态、或者判定是否进行机构误差参数的校正的状态。

[0071] 在第一控制中,第一状态是更换设置旧机器人的机器人之前的状态。第二状态是设置更换机器人后的新机器人的状态。在本实施方式中,将更换前的机器人称为第一机器人,将更换后的机器人称为第二机器人。在第一控制中,第一状态可以采用更换第一机器人之前的状态。或者,第一状态可以采用如下状态:在设置了第一机器人之后,在任意时期刚进行了机构误差参数的校正之后的状态。

[0072] 参照图2至图4,在步骤101中,在设置第一机器人1后的规定的第一状态时,通过三维测定器8的测定来生成基准坐标系72。第一状态可以采用:机器人相对于指令值高精度地进行驱动的时期的状态。将三维测定器8配置于配置有机器人1的任意区域,来测定反射器67a的位置。基准坐标系设定部53用测定器坐标系73的坐标值生成基准坐标系72。

[0073] 在步骤102中,处理部51用预先确定的动作程序指令值来驱动机器人1。用基坐标系71中的坐标值来指定动作程序中机器人的位置以及姿势的指令值。例如,以用于进行校正的动作程序指令值来驱动机器人1。在图2所示的例子中,用一个指令值驱动机器人1,在一个测定点76配置反射器67b。在机器人1停止时,三维测定器8的位置计算部83计算测定器坐标系73中反射器67b的位置。位置取得部52将测定器坐标系73中反射器67b的位置的坐标值变换为基准坐标系72中位置的坐标值。在这里的例子中,反射器67b的位置相当于机器人的位置。这样,位置取得部52根据三维测定器8的输出,取得基准坐标系72中机器人的位置的坐标值。

[0074] 处理部51反复控制取得相对于指令值的机器人位置。处理部51用多个指令值来驱动机器人1。在各个测定点76配置反射器67b时,位置取得部52取得基准坐标系72中机器人位置的坐标值。存储部42存储多个指令值和与多个指令值对应的基准坐标系中多个机器人位置的坐标值。此外,为了测定准确的机构误差参数,例如优选测定数十个测定点76。

[0075] 接着,在步骤103中,将第一机器人1更换为第二机器人3。在本实施方式中,更换为制造者和型号相同的机器人。此时,优选将第二机器人设置成使第二机器人的设置面的位置以及相对于设置面的倾斜与第一机器人的位置以及倾斜尽量相同。

[0076] 图5表示设置了新机器人时的机器人装置、三维测定器以及辅助部件的立体图。代替第一机器人1而将第二机器人3设置于地面。优选以与机器人1相同的位置以及相同的倾斜来设置机器人3。然而,因机器人制造中的制造误差以及个体差异等,有时到达的位置相对于动作程序指令值有偏移。因此,要校正第二机器人3的机构误差参数。

[0077] 参照图4和图5,在步骤104中,在设置第二机器人3之后,基准坐标系设定部53根据三维测定器8的输出来生成基准坐标系72。在这里的例子中,三维测定器8的位置与图2所示的位置不同。然而,通过测定预先确定的多个反射器67a的位置,能够对多个反射器67a再现同一位置以及姿势的基准坐标系72。即,能够复原与在第一机器人1中使用的基准坐标系相同的位置以及相同的姿势的基准坐标系。

[0078] 接着,在步骤105中,处理部51用与在第一机器人1中使用的动作程序指令值相同的指令值来驱动第二机器人3。通过用多个指令值驱动机器人3,反射器67b移动到测定点77的位置。测定点77的位置有时从图2中的第一机器人1的测定点76的位置偏移。在反射器67b配置于各个测定点77的位置时,位置取得部52根据三维测定器8的输出,取得基准坐标系中测定点77的坐标值作为机器人3的位置。即,在用与第一机器人1相同的预先确定的指令值驱动第二机器人3时,位置取得部52取得基准坐标系72中反射器67b的位置。

[0079] 在步骤106中,参数计算部54计算第二机器人3的机构误差参数。参数计算部54计算第二机器人3的机构误差参数使得第二机器人3的基准坐标系72中机器人的位置(测定点77的位置)与第一机器人1的基准坐标系72中机器人的位置(测定点76的位置)一致。即,计算第二机器人3的机构误差参数,使得用与第一机器人1相同的指令值驱动第二机器人3时工具前 endpoint 到达相同的位置。

[0080] 参数计算部54例如可以用最小二乘法设定机构误差参数,以便在用多个指令值驱动机器人时,第二机器人3的位置相对于第一机器人1的位置的误差变小。参数计算部54可以计算机构误差参数中包含的多个常数。或者,参数计算部54也可以随机地变更机构误差参数中包含的变量,针对同一指令值,采用使第二机器人3的位置与第一机器人1的位置之差变小的变量。

[0081] 处理部51可以将参数计算部54计算出的新的机构误差参数存储于存储部42。在通过第二机器人3进行点焊的作业时,可以使用新的机构误差参数来进行机器人3的控制。结果,即使不再次进行第二机器人3的示教作业,也能够控制第二机器人3成为与第一机器人1大致相同的位置以及姿势。

[0082] 图6表示对本实施方式中的机构误差参数进行校正的第二控制的流程图。在第二控制中,在更换了机器人的一部分构成部件时,对机构误差参数进行校正。若使用机器人,则存在机器人的一部分构成部件出故障的情况。例如,存在减速器的齿轮因经年劣化而磨损的情况。或者,存在臂的强度变弱、臂的挠曲量变大的情况。这样的情况下,在更换了机器人的一部分构成部件之后,要校正机构误差参数。

[0083] 在第二控制中,第一状态是更换机器人的一部分构成部件之前的状态。第二状态是更换机器人的一部分构成部件后的状态。特别是,第二状态是机器人的一部分构成部件劣化时的状态。在此,以更换机器人的构成部件中的上部臂的情况为例进行说明。作为更换的构成部件,不限于上部臂,可以示例手腕部、旋转位置检测器、马达或减速器等。

[0084] 在第二控制中,步骤101以及102与第一控制一样(参照图4)。用多个指令值驱动第一机器人1,存储基准坐标系72中机器人的位置。接着,在步骤111中,更换第一机器人1的上部臂11。接着,在步骤112中,基准坐标系设定部53在更换上部臂11后通过三维测定器8的输出来再现基准坐标系72。

[0085] 接着,在步骤113中,处理部51用与更换上部臂11前相同的多个指令值驱动第一机

器人1。位置取得部52取得基准坐标系72中反射器67b的位置。即,位置取得部52取得具有新的上部臂的第一机器人1的位置。

[0086] 接着,在步骤114中,参数计算部54计算第一机器人1的机构误差参数。此时,与第一控制一样,参数计算部54计算机构误差参数使得更换上部臂11后的基准坐标系72中机器人的位置与更换上部臂11前的基准坐标系72中机器人的位置一致。即,计算机构误差参数使得在用相同的指令值驱动机器人时机器人的工具前端点到达相同的位置。

[0087] 这样,在更换了机器人整体时以及更换了机器人的一部分构成部件时,也能够实施同样的校正控制。本实施方式的校正装置即使在更换了机器人或机器人的构成部件之后,也能够容易地进行机构误差参数的校正,使得机器人到达的位置变化变小。

[0088] 特别是,在更换机器人整体时,因设置机器人的面的倾斜等,产生机器人的设置位置或者倾斜的误差。然而,通过修正机构误差参数,能够容易地使更换机器人后到达的位置接近更换机器人前到达的位置。

[0089] 通过进行第一控制以及第二控制,对于一个动作程序,能够抑制机器人的工具前端点到达的位置变化。因此,在更换构成部件或机器人后也能够使用相同的动作程序。即,不需要再次进行动作程序中示教机器人的位置的示教作业,在替换机器人整体之后,或者更换机器人的构成部件之后,能够使用相同的动作程序。

[0090] 接着,对本实施方式中的校正装置中的第三控制进行说明。在第三控制中,在更换机器人整体之后进行机构误差参数的校正。在更换机器人之前,可以计算指令值(基坐标系中机器人的位置)与基准坐标系中机器人的位置的关系。换言之,可以计算基坐标系与基准坐标系的相对的位置以及姿势的关系。在第三控制中,使用第一状态下的从基坐标系71观察到的基准坐标系72的变换矩阵,在第二状态下校正机构误差参数。

[0091] 图7表示通过三维测定器测定机器人位置的坐标值时的立体图。在第一状态下,处理部51根据预先确定的指令值来驱动机器人1。位置取得部52在基准坐标系72中取得与机器人1的位置对应的各个测定点76的位置。为了计算准确的变换矩阵,例如优选测定数十个测定点76。

[0092] 在此,将基准坐标系72中各个测定点76的位置设为坐标值 P_0 。将从基坐标系71观察到的基准坐标系72的矩阵设为变换矩阵 A_c 。变换矩阵 A_c 的逆矩阵 A_c^{-1} 是将基坐标系71的坐标值变换为基准坐标系72的坐标值的矩阵。另外,若将基坐标系71中的测定点76,即指令值的机器人位置设为坐标值 P_1 ,则以下的式(1)成立。

$$[0093] \quad P_0 = A_c^{-1} P_1 \cdots (1)$$

[0094] 参照图3及图7,处理部51的矩阵计算部55取得用基坐标系71表现的指令值的坐标值 P_1 。在根据指令值驱动机器人1时,矩阵计算部55从位置取得部52取得各个测定点76的基准坐标系72中的坐标值 P_0 。矩阵计算部55根据基准坐标系中各测定点76的位置的坐标值 P_0 和指令值的坐标值 P_1 ,计算变换矩阵 A_c 。例如,在使用变换矩阵 A_c 根据坐标值 P_1 计算出基准坐标系72中的坐标值时,可以用最小二乘法算出变换矩阵 A_c 使得该坐标值与坐标值 P_0 的误差(距离)最小。或者,在使用变换矩阵 A_c 将基准坐标系72中的坐标值 P_0 变换为基坐标系中的坐标值时,可以用最小二乘法计算变换矩阵 A_c 使得该坐标值与机器人的指令值的误差(距离)最小。

[0095] 变换矩阵 A_c 例如可以采用4行×4列的齐次变换矩阵。即,可以采用包含坐标系的

旋转以及平行移动的矩阵。存储部42存储计算出的变换矩阵 A_c 。这样,处理部51可以在第一状态下计算变换矩阵 A_c 。

[0096] 此外,在本实施方式中,计算将基坐标系71的坐标值变换为基准坐标系72的坐标值的变换矩阵,但不限于该方式。矩阵计算部也可以计算将基准坐标系的坐标值变换为基坐标系的坐标值的变换矩阵。使用该矩阵,也可以将基准坐标系的坐标值变换为基坐标系的坐标值,或者将基坐标系的坐标值变换为基准坐标系的坐标值。

[0097] 图8表示本实施方式的校正机构误差参数的第三控制的流程图。参照图3、图7以及图8,步骤101、102与本实施方式中的第一控制一样(参照图4)。在更换机器人1之前用多个指令值驱动第一机器人1,取得基准坐标系72中测定点76的坐标值(机器人1的位置)。位置取得部52在第一状态下取得根据机器人1的多个指令值驱动机器人1时的基准坐标系72中机器人的多个位置。

[0098] 接着,在步骤121中,矩阵计算部55在第一状态下,根据第一机器人1的多个指令值和基准坐标系72中第一机器人1的多个位置来计算变换矩阵 A_c 。存储部42存储变换矩阵 A_c 。接着,在步骤122中,将第一机器人更换为第二机器人。机器人装置5成为第二状态。

[0099] 图9表示将第一机器人更换为第二机器人后的机器人、三维测定器以及辅助部件的立体图。参照图3、图8以及图9,在步骤123中,在设置了第二机器人3之后,基准坐标系设定部53根据三维测定器8的输出来再现基准坐标系72。

[0100] 在步骤124中,用多个指令值驱动第二机器人3。此时的基坐标系71所示的指令值也可以与驱动第一机器人1时的指令值不同。可以用任意的多个指令值驱动第二机器人3。在图9中,表示了用多个指令值驱动第二机器人3时的工具前 endpoint 到达的测定点77。为了计算准确的机构误差参数,例如优选测定数十个测定点77。

[0101] 在各个机器人3的位置处,三维测定器8的位置计算部83用测定器坐标系73的坐标值检测各个测定点77的位置。位置取得部52将用测定器坐标系73计算出的测定点77的位置的坐标值变换为基准坐标系72中测定点77的坐标值 P_0 。即,位置取得部52取得基准坐标系72中机器人的多个位置。

[0102] 接着,在步骤125中,参数计算部54使用变换矩阵 A_c 将基准坐标系72中测定点77的坐标值变换为第一机器人1的基坐标系71中的坐标值。即,使用上述的式(1),根据基于基准坐标系72的第二机器人的位置,来计算第一机器人1的基坐标系71中机器人的理论位置。

[0103] 接着,在步骤126中,参数计算部54计算第二机器人3的机构误差参数。参数计算部54取得第二机器人3的指令值。参数计算部54计算机构误差参数使得第二机器人3的指令值与第一机器人1的基坐标系71中机器人的理论位置的坐标值一致。通过该控制,参数计算部54可以计算机构误差参数使得第二机器人3到达的基准坐标系中的位置与第一机器人1到达的基准坐标系中的位置一致。例如,参数计算部54用最小二乘法来计算机构误差参数,使得第二机器人3的指令值与第一机器人1的基坐标系中理论位置的坐标值的误差(距离)最小。

[0104] 这样,在第三控制中,可以存储在第一状态下取得的变换矩阵 A_c 。在第二状态下,通过使用变换矩阵 A_c ,可以将基准坐标系中机器人的位置变换为第一状态下的基坐标系的理论位置。并且,可以计算出机构误差参数使得第二机器人的指令值到达的位置与理论位置一致。或者,在第二状态下,通过使用变换矩阵 A_c ,可以将第二机器人的指令值变换为基

准坐标系中机器人的理论位置。并且,也可以计算机构误差参数使得该理论位置与第二机器人到达的基准坐标系中的位置(由位置取得部52取得的位置)一致。

[0105] 图10表示校正机器人的机构误差参数的第四控制的流程图。在第四控制中,在替换机器人的一部分构成部件之后,校正机构误差参数。在此,对替换机器人1的上部臂的例子进行说明。在第四控制中,与第三控制一样,在第一状态下预先计算变换矩阵 A_c 。然后,在第二状态下根据变换矩阵 A_c 来校正机构误差参数。

[0106] 步骤101、102以及步骤121与本实施方式的第三控制一样(参照图8)。接着,在步骤131中更换第一机器人1的上部臂11。

[0107] 在步骤132中,在更换上部臂11后,基准坐标系设定部53根据三维测定器8的测定结果再现基准坐标系72。在步骤133中,处理部51用任意的多个指令值驱动第一机器人1。位置取得部52根据三维测定器8的输出来取得基准坐标系72中测定点77的坐标值(机器人1的位置)。

[0108] 在步骤134中,参数计算部54使用变换矩阵 A_c 将基准坐标系中测定点77的坐标值变换为第一机器人1的基坐标系71中的理论位置。此外,在这里的例子中,为了更换上部臂,对基座部14设定的基坐标系71的原点的位置以及姿势不发生变化。

[0109] 在步骤135中,参数计算部54计算第一机器人1的机构误差参数。参数计算部54计算机构误差参数使得基坐标系71中机器人的指令值与第一机器人1的基坐标系71中机器人的理论位置的坐标值一致。这样,在第四控制中,在更换机器人的一部分构成部件时,通过与第三控制一样的控制,能够校正机构误差参数。

[0110] 然而,若长期驱动机器人装置,则机器人的构成部件产生劣化或逐渐变形。存在机器人的工具前端点到达的位置相对于动作程序指令有偏移的情况。该情况下,可以实施与本实施方式中的第二控制或第四控制一样的控制。在驱动机器人的任意时期,不更换构成部件,而通过实施与第二控制或者第四控制一样的控制,就可以校正机器人。例如,在第四控制中,在图6中,可以控制步骤112至步骤114的校正,而不更换步骤111的上部臂。这样的机器人的校正例如可以按预先确定的时间间隔来实施。

[0111] 该情况下,成为机器人的基准状态的第一状态例如是刚设置了机器人之后的状态。机器人的第二状态是因使用机器人而使得机器人的至少一部分构成部件劣化时的状态。

[0112] 参照图3,本实施方式中的控制装置4作为判定是否需要校正机构误差参数的判定装置发挥功能。本实施方式中的处理部51具有:评价机器人1的位置相对于动作程序46的指令值的精度的维护判定部56。维护判定部56根据第一状态时的基准坐标系72中机器人的位置和当前的基准坐标系72中机器人的位置,判定是否需要校正机构误差参数。

[0113] 特别是,处理部51的维护判定部56作为判定装置发挥功能。维护判定部56使用通过本实施方式中的第三控制以及第四控制计算出的变换矩阵 A_c ,来评价机器人到达的位置的精度。

[0114] 图11表示本实施方式的维护判定部的第五控制的流程图。参照图8,首先,处理部51执行本实施方式的第三控制中的步骤101、102、121来计算变换矩阵 A_c 。存储部42存储变换矩阵 A_c (参照图8)。例如,优选在设置了机器人之后,在刚进行了机构误差参数的校正之后,进行计算变换矩阵 A_c 的控制。

[0115] 接下来,步骤141至步骤143的控制与第四控制中的步骤132至步骤134的控制一样。在步骤141中,基准坐标系设定部53在任意时期根据三维测定器8的测定来生成基准坐标系72。在步骤142中,处理部51用任意的多个指令值驱动第一机器人。位置取得部52取得基准坐标系72中机器人位置的坐标值。在步骤143中,参数计算部54使用变换矩阵Ac,将基准坐标系72中机器人位置的坐标值变换为机器人在基坐标系71中的坐标值。参数计算部54将基准坐标系中机器人的多个位置变换为理论位置。

[0116] 在步骤144中,维护判定部56计算预先确定的机器人的指令值与基坐标系中的理论位置的距离。例如,维护判定部56计算动作程序的机器人指令值中的坐标值与理论位置中的坐标值之间的距离。维护判定部56针对多个指令值与理论位置的组合计算各个距离。

[0117] 在步骤145中,维护判定部56计算多个距离的平均值。维护判定部56判定距离的平均值是否超过预先确定的判定值。在距离的平均值超过判定值时,控制移至步骤146。

[0118] 在步骤146中,维护判定部56判定为需要校正机构误差参数。在本实施方式中,示教操作盘37的显示部39显示需要校正机构误差参数。

[0119] 在步骤145中,在距离的平均值为判定值以下时,控制移至步骤147。在步骤147中,维护判定部56判定为不需要校正机构误差参数。并且,显示部39显示不需要校正机构误差参数。

[0120] 在本实施方式中,维护判定部56根据机器人的指令值与变换为基坐标系的理论位置之间的距离的平均值来进行判定,但不限于该方式。可以通过任意控制,来判定机器人的指令值与理论位置是否远离。例如,也可以在与多个指令值对应的多个距离中的距离最大值比判定值大时,判定为需要进行校正。

[0121] 维护判定部56可以按预先确定的期间判定机器人位置的精度是否脱离预先确定的判定范围。维护判定部56在机器人的精度脱离预先确定的判定范围时,可以判定为需要校正机构误差参数。例如,可以按预先确定的机器人的驱动时间或从设置机器人开始的预先确定的时间长度,来判定是否校正机构误差参数。

[0122] 另外,维护判定部56在检测到构成机器人的构成部件的更换时,可以判定为需要校正机构误差参数。例如,在作业者向示教操作盘37的输入部38输入了更换了机器人的一部分构成部件的信息时,维护判定部56判定为需要校正机构误差参数。或者,维护判定部56也可以在检测到机器人的更换时,判定为需要校正机构误差参数。并且,显示部39可以显示需要校正机构误差参数,而使作业者知晓。作业者在校正机构误差参数时,可以实施上述的第一控制至第四控制中的一个以上的控制。

[0123] 在上述实施方式中,机器人的控制装置作为校正装置和判定装置发挥功能,但不限于该方式。作为校正装置发挥功能的运算处理装置或者作为判定装置发挥功能的运算处理装置,也可以通过通信装置与机器人的控制装置连接。

[0124] 在本实施方式中,使用激光跟踪器以及辅助部件来设定基准坐标系,但不限于该方式。可以通过任意的装置以及控制,在三维空间设定基准坐标系。例如,也可以使用三维视觉传感器来检测成为基准点的不动的特征部分的位置,根据特征部分的位置来设定基准坐标系。另外,三维视觉传感器也可以检测机器人的特征部分,来检测机器人的位置以及姿势。另外,校正装置也可以不具有三维测定器。校正装置也可以构成为取得在校正装置的外部取得的三维测定器的数据来进行处理。

[0125] 在上述的各个控制中,可以在不变更功能以及作用的范围内适当地变更步骤的顺序。

[0126] 上述的实施方式可以适当组合。在上述各图中,对相同或等同的部分标注相同的符号。此外,上述的实施方式是示例,而并不限定发明。另外,在实施方式中,包含权利要求书所示的实施方式的变更。

[0127] 符号说明

[0128] 1、3 机器人

[0129] 4 控制装置

[0130] 8 三维测定器

[0131] 11 上部臂

[0132] 12 下部臂

[0133] 13 回转基座

[0134] 14 基座部

[0135] 15 腕部

[0136] 16 凸缘

[0137] 46 动作程序

[0138] 49 机构误差参数

[0139] 51 处理部

[0140] 52 位置取得部

[0141] 53 基准坐标系设定部

[0142] 54 参数计算部

[0143] 55 矩阵计算部

[0144] 56 维护判定部

[0145] 61 辅助部件

[0146] 63 激光头

[0147] 67a、67b反射器

[0148] 71 基坐标系

[0149] 72 基准坐标系

[0150] 76、77测定点。

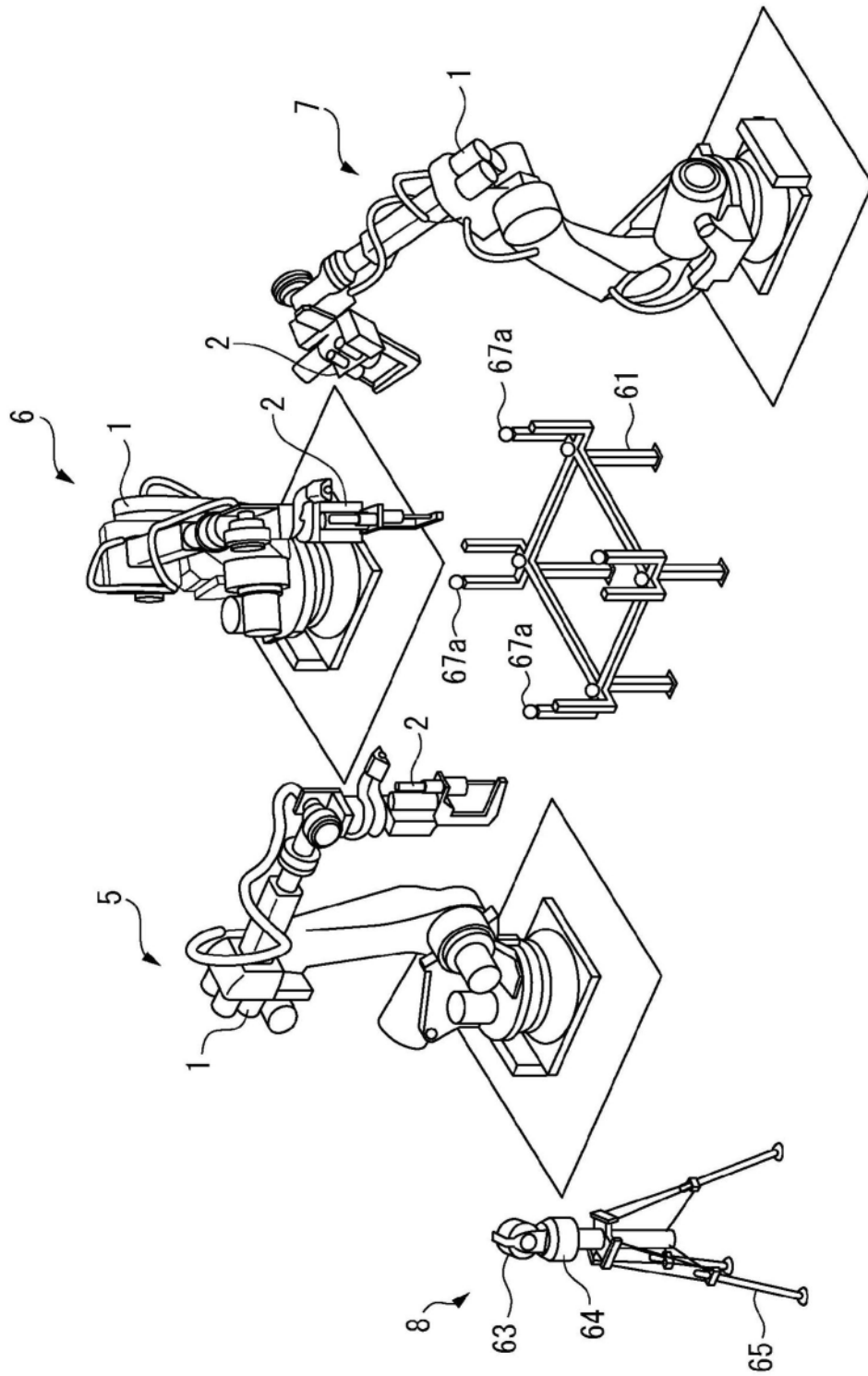


图1

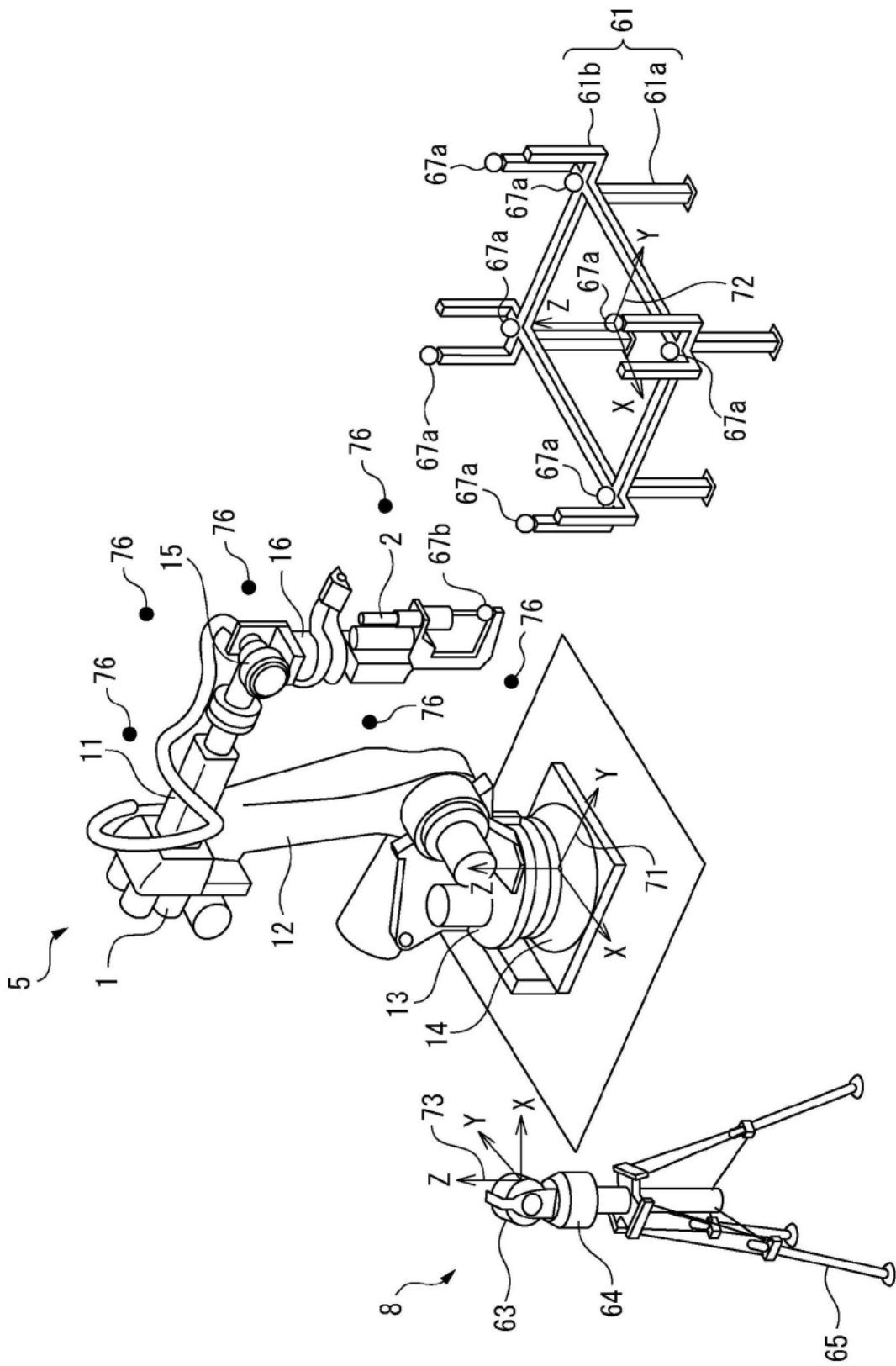


图2

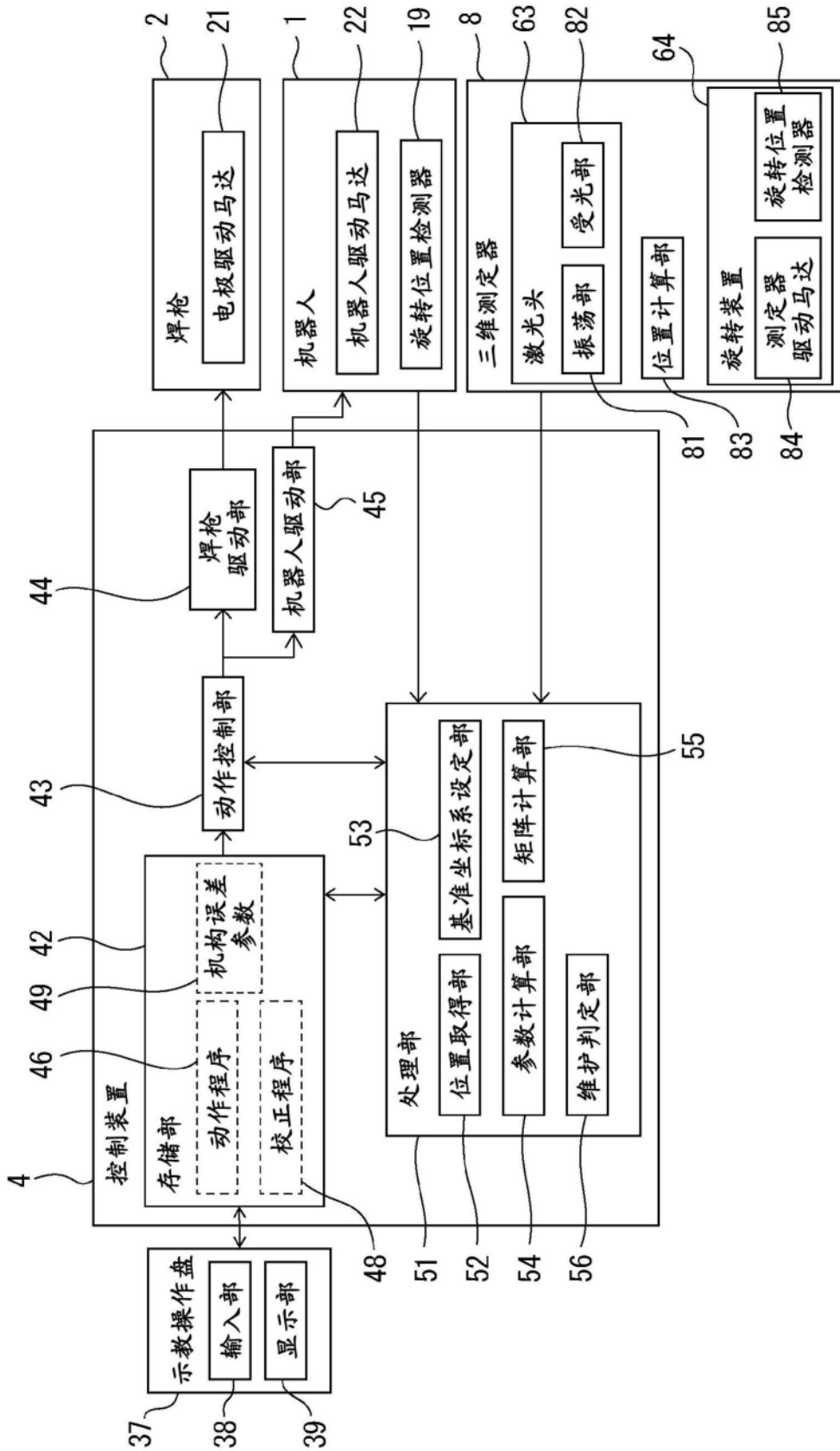


图3

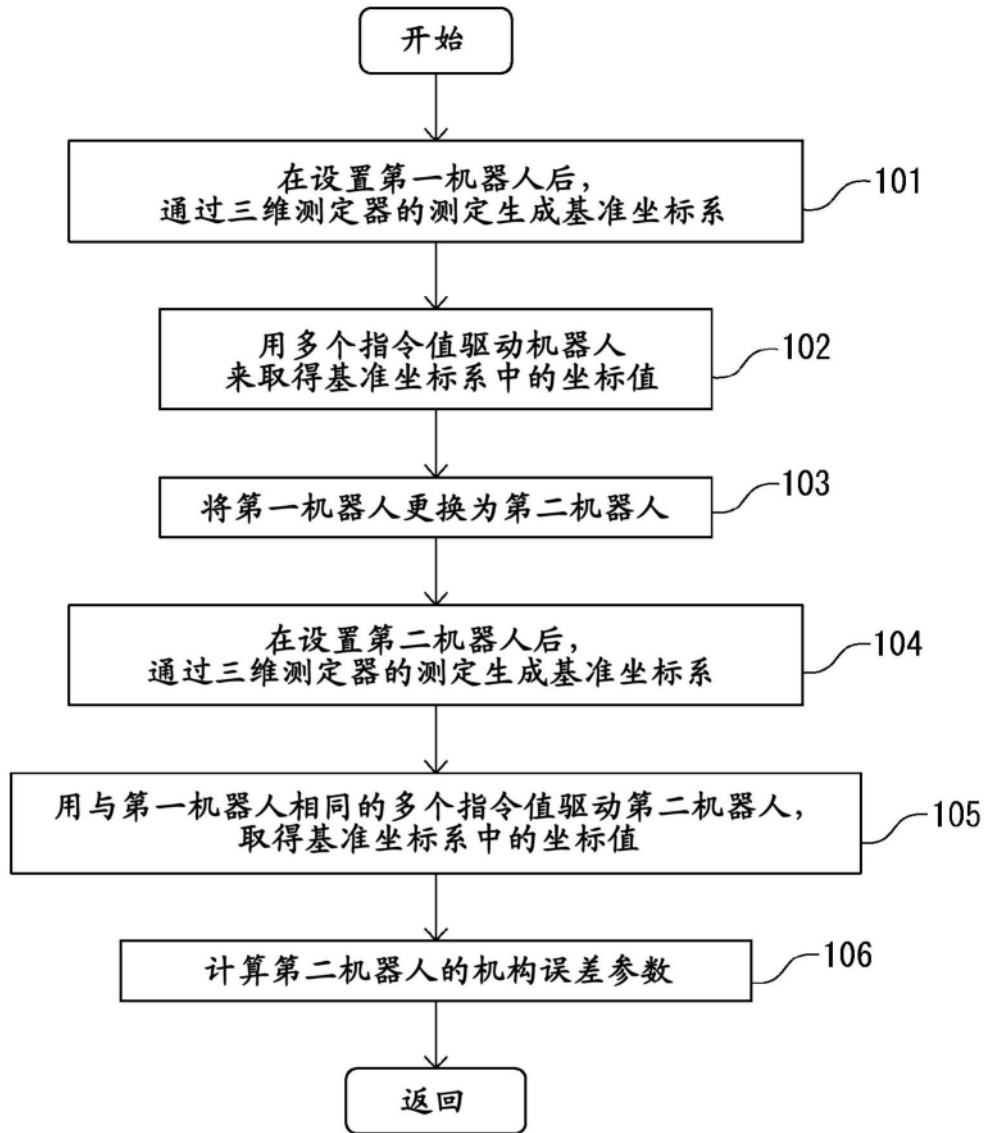


图4

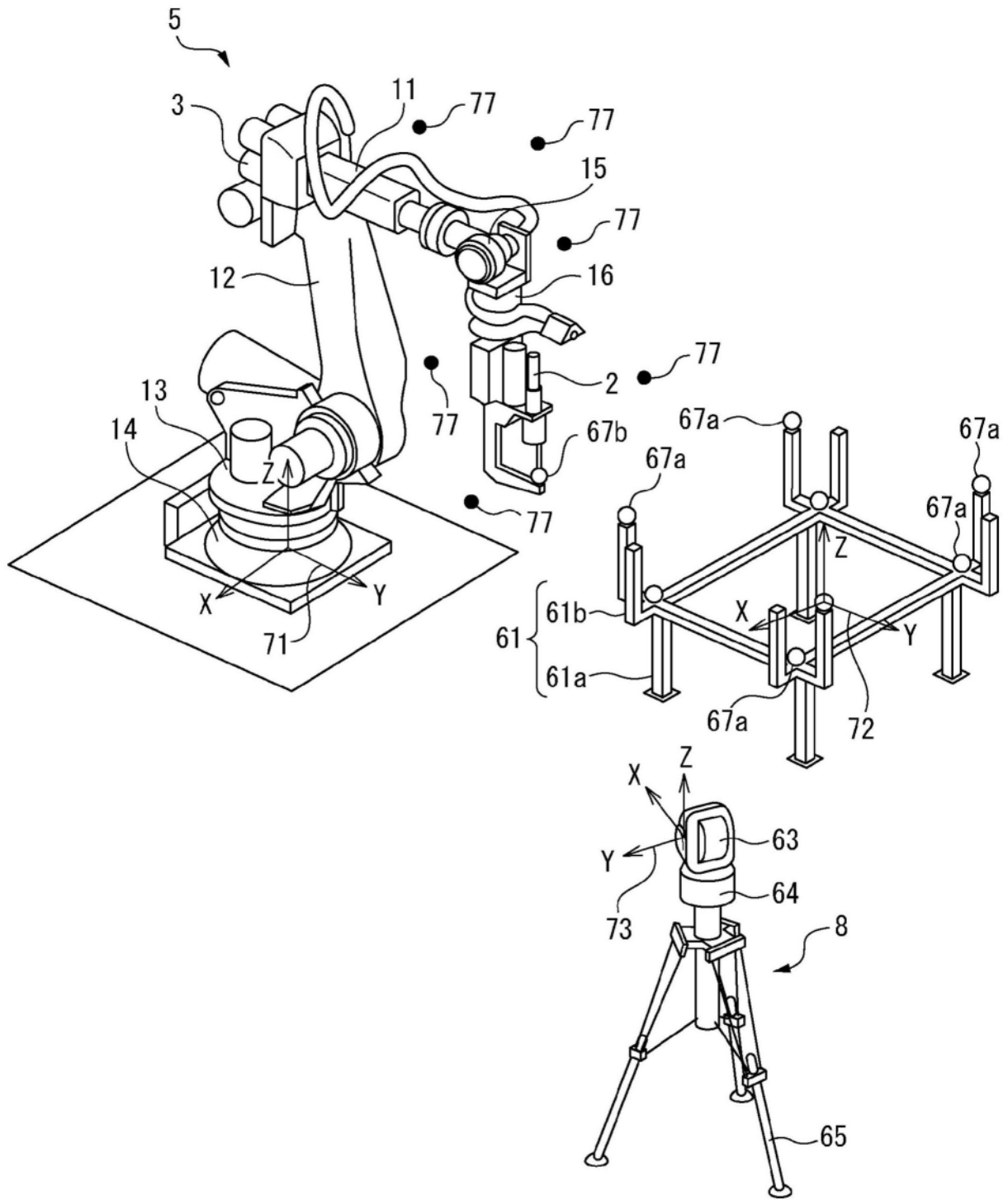


图5

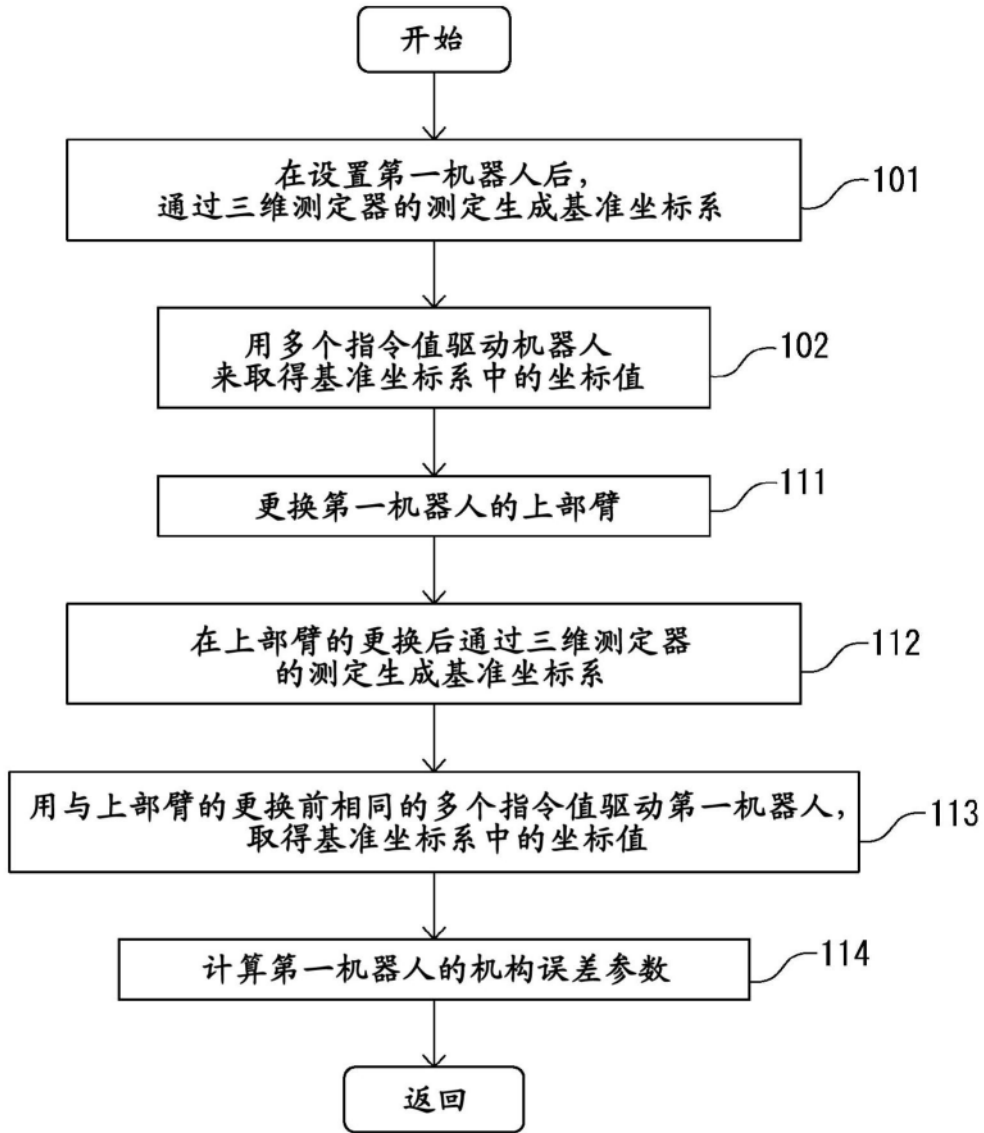


图6

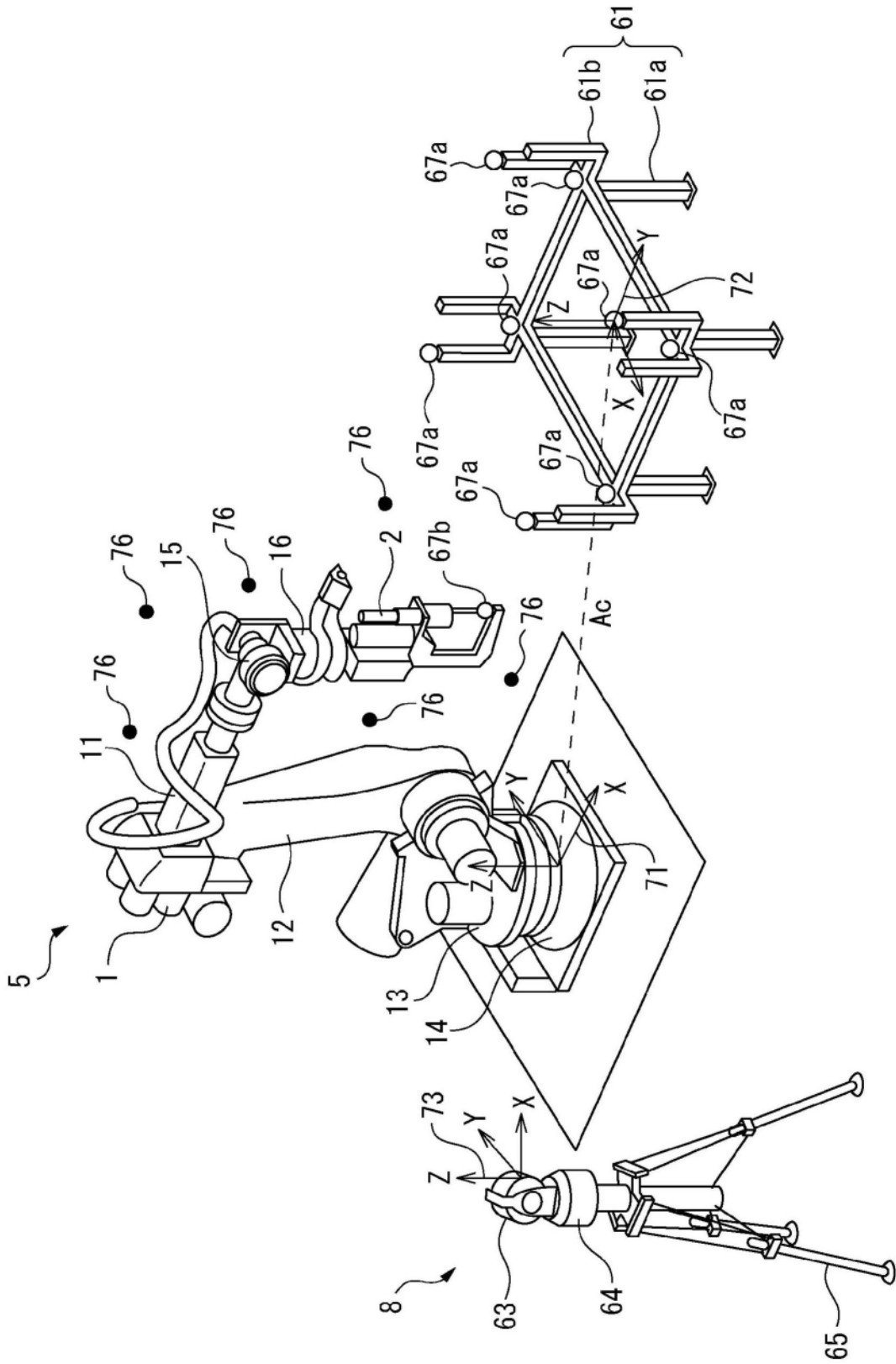


图7

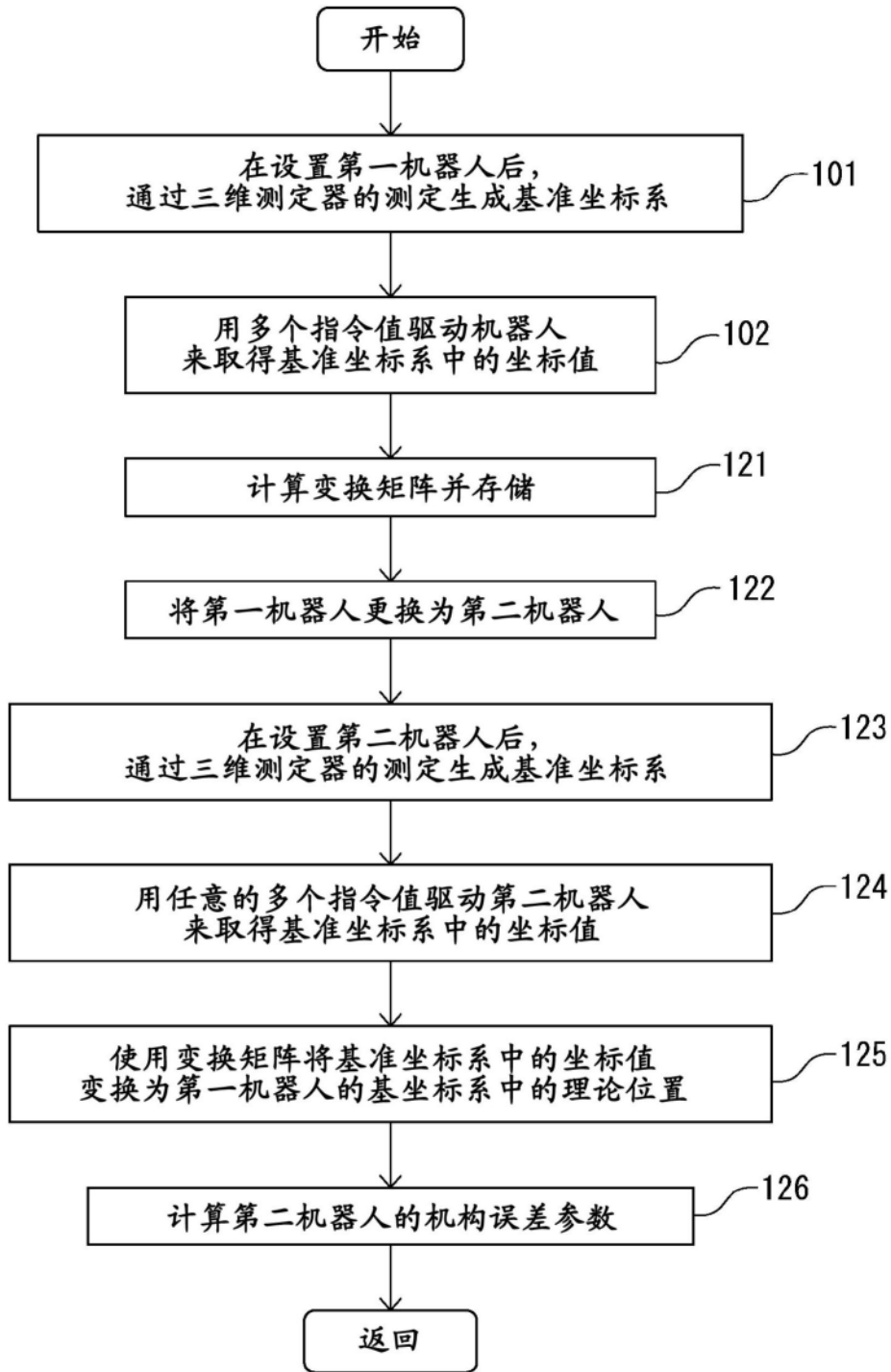


图8

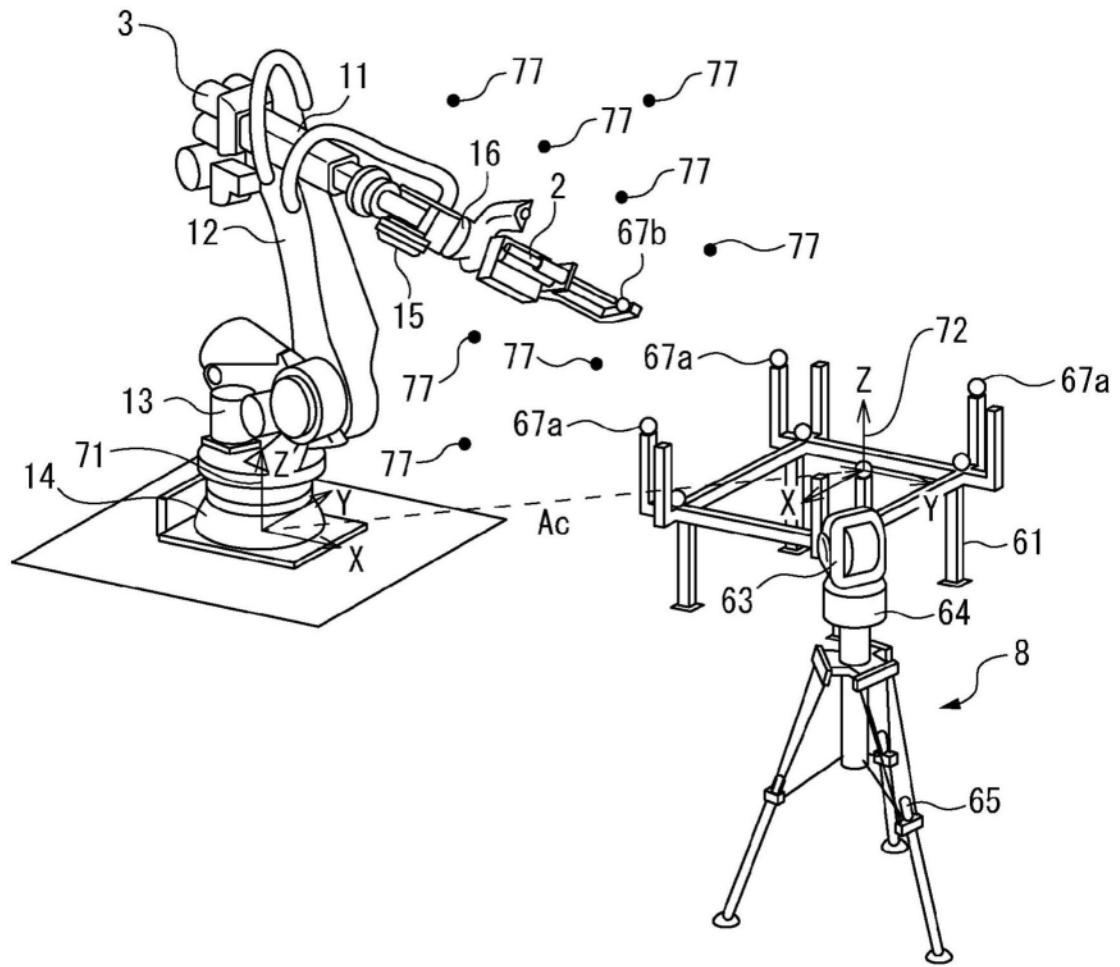


图9

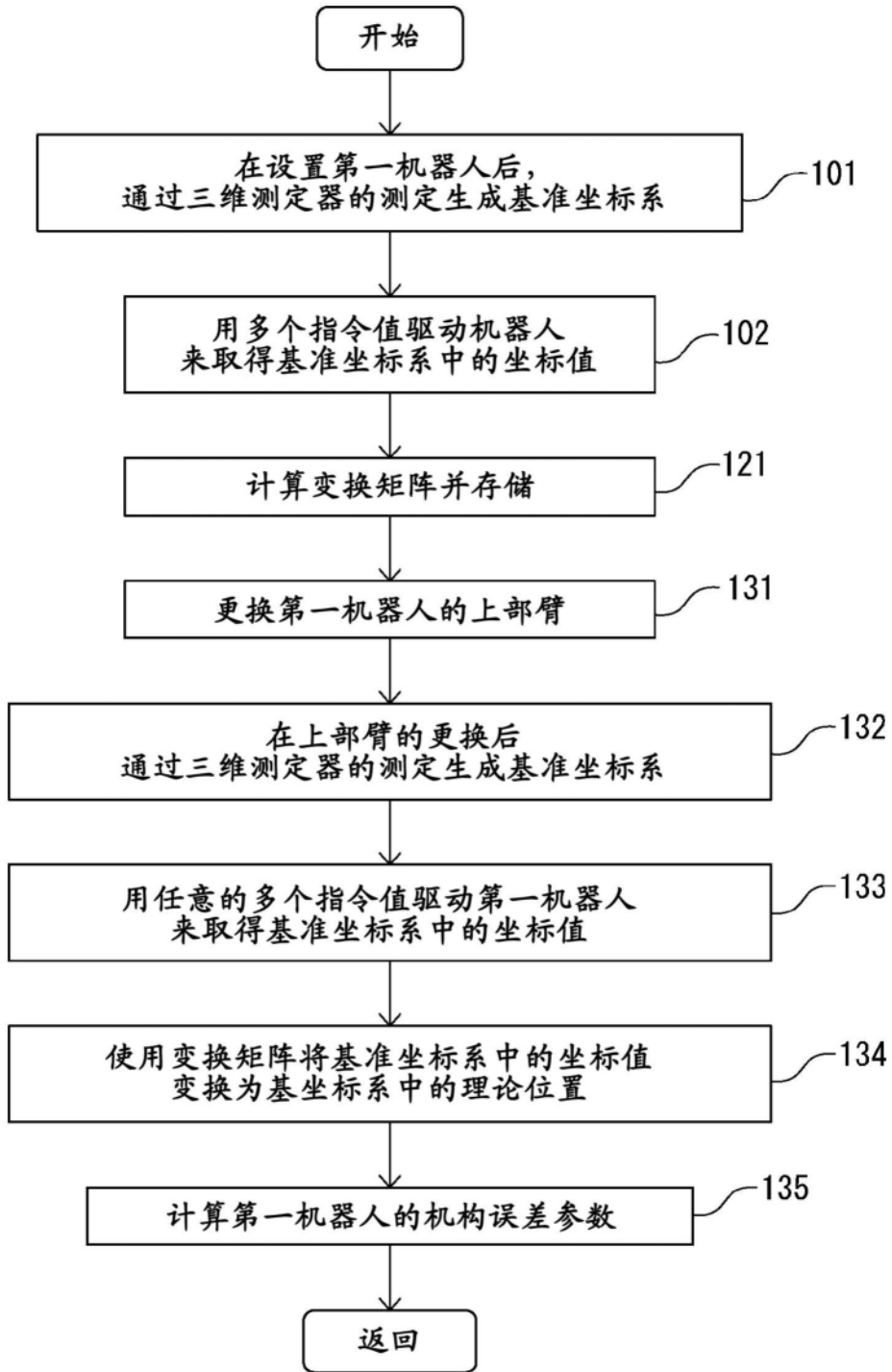


图10

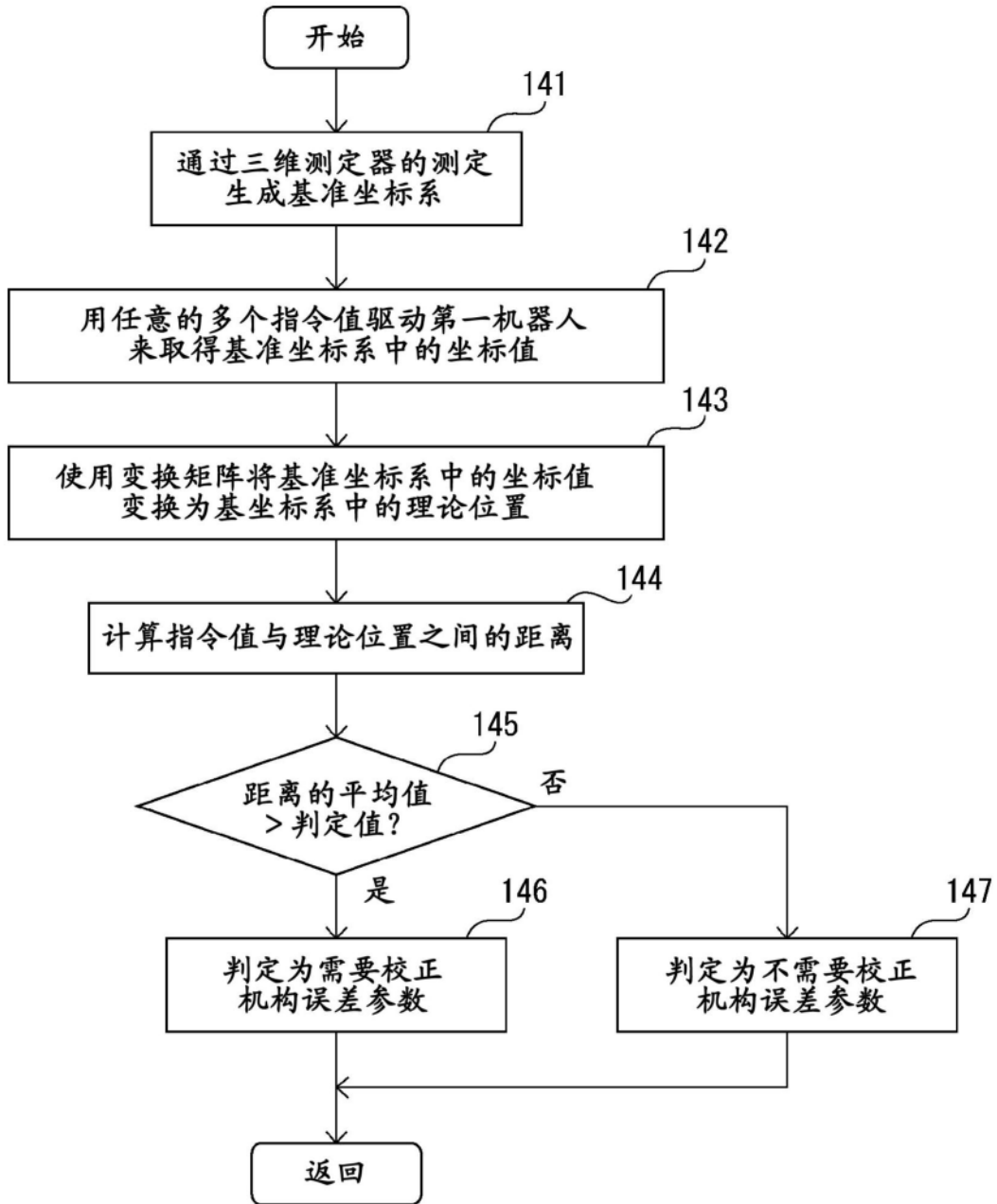


图11