



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113840688 A

(43) 申请公布日 2021.12.24

(21) 申请号 202180003303.7	B23Q 5/00 (2006.01)
(22) 申请日 2021.02.01	B23Q 5/10 (2006.01)
(85) PCT国际申请进入国家阶段日 2021.11.10	B23Q 5/40 (2006.01)
	B23Q 1/25 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2021/003461 2021.02.01

(71) 申请人 国立大学法人东海国立大学机构  
地址 日本爱知县

(72) 发明人 社本英二 早坂健宏

(74) 专利代理机构 北京弘权知识产权代理有限公司 11363

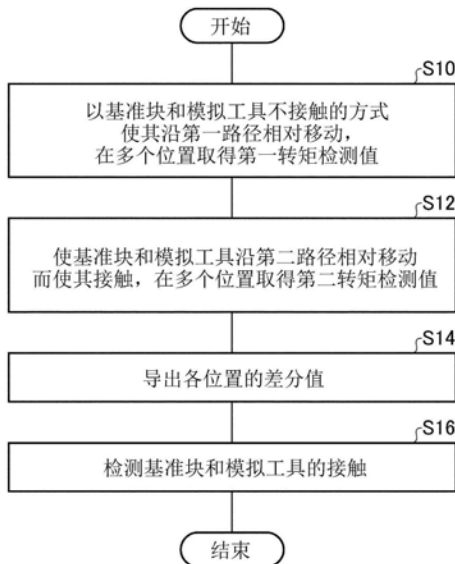
代理人 许伟群 崔春植

(51) Int.Cl.  
B23Q 15/22 (2006.01)  
B23Q 17/22 (2006.01)

权利要求书2页 说明书11页 附图11页

(54) 发明名称  
位置关系测定方法、接触检测方法和加工装置

(57) 摘要  
本发明的控制装置使模拟工具相对基准块移动而使基准块和模拟工具接触(S20),取得基准块和模拟工具接触时的基准点的第一坐标值(S22)。控制装置使主轴绕轴心旋转180度后(S24),使模拟工具相对基准块移动而使基准块和模拟工具接触(S26),取得基准块和模拟工具接触时的基准点的第二坐标值(S28)。控制装置根据第一坐标值和第二坐标值,来导出轴心和基准块的相对位置关系。



1. 一种位置关系测定方法,其为对主轴的轴心和物体的相对位置关系进行测定的方法,其特征在于,包括:

移动步骤,其中,使安装于所述主轴的器具相对所述物体移动而使所述物体和所述器具接触;

坐标值取得步骤,其中,取得所述物体和所述器具接触时的基准点的坐标值;以及  
测定步骤,其中,根据取得的坐标值来导出所述轴心和所述物体的相对位置关系,  
所述移动步骤使所述物体和所述器具在所述主轴的不同的角度位置进行接触,  
所述坐标值取得步骤取得所述物体和所述器具在所述主轴的不同的角度位置接触时的基准点的坐标值,

所述测定步骤根据取得的多个坐标值来导出所述轴心和所述物体的相对位置关系。

2. 根据权利要求1所述的位置关系测定方法,其特征在于,

所述移动步骤至少包括:

第一移动步骤,其中,使安装于所述主轴的器具相对所述物体移动而使所述物体和所述器具接触;以及

第二移动步骤,其中,使所述主轴以所述第一移动步骤中的所述主轴的角度位置为起点绕所述轴心旋转N度后,使所述器具相对所述物体移动而使所述物体和所述器具接触。

3. 根据权利要求2所述的位置关系测定方法,其特征在于,

所述移动步骤至少使所述物体和所述器具接触 $(360/N)$ 次,其中, $360/N$ 为整数。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的位置关系测定方法,其特征在于,

所述物体具有一个基准面,

所述移动步骤使所述器具接触所述物体的所述基准面,

所述测定步骤导出多个坐标值的平均值和所述基准面的相对位置关系。

5. 根据权利要求2或3所述的位置关系测定方法,其特征在于,

所述物体具有第一基准面和与所述第一基准面相对置的第二基准面,

所述第一移动步骤使所述器具接触所述物体的所述第一基准面,

所述第二移动步骤使所述器具接触所述物体的所述第二基准面,

所述测定步骤导出所述第一基准面和所述第二基准面之间的位置与所述轴心的相对位置关系。

6. 根据权利要求5所述的位置关系测定方法,其特征在于,

所述测定步骤导出所述第一基准面和所述第二基准面的中心位置与所述轴心的相对位置关系。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的位置关系测定方法,其特征在于,

所述器具具有球状部件,球状部件接触所述物体。

8. 根据权利要求5或6所述的位置关系测定方法,其特征在于,

所述器具为旋转工具,具有圆筒面或者圆锥面的根部或者旋转的切削刃部接触所述物体。

9. 一种加工装置,包括:旋转单元,其使安装有器具的主轴旋转;

进给单元,其使所述器具相对物体移动;以及

控制装置,其控制所述旋转单元引起的所述主轴的旋转和所述进给单元引起的所述器

具的相对移动,其特征在于,

所述控制装置使所述物体和所述器具在所述主轴的不同的角度位置进行接触,取得所述物体和所述器具接触时的基准点的坐标值,根据取得的多个坐标值来导出旋转轴心和所述物体的相对位置关系。

10. 一种接触检测方法,其为对安装于主轴的器具和物体的接触进行检测的方法,其特征在于,具有:

第一取得步骤,其中,以所述物体和所述器具不接触的方式使所述物体或者所述器具中的一方沿第一路径移动,在第一路径中的多个位置取得与包括在进给单元的马达的控制相关的第一检测值;

第二取得步骤,其中,使所述物体或者所述器具中的所述一方沿与第一路径平行的第二路径移动而使所述物体和所述器具接触,在第二路径中的多个位置取得与包括在所述进给单元的马达的控制相关的第二检测值;

导出差分值的步骤,其中,导出在第一路径和第二路径中彼此对应的各位置取得的第一检测值和第二检测值的差分值;以及

检测接触的步骤,其中,基于针对多个位置而导出的差分值的变化,来检测所述器具和物体的接触。

11. 一种加工装置,包括:进给单元,其使器具相对物体移动,以及控制装置,其控制所述进给单元引起的所述器具的相对移动,其特征在于,所述控制装置进行如下控制:

以所述物体和所述器具不接触的方式使所述物体或者所述器具中的一方沿第一路径移动,在第一路径中的多个位置取得与包括在所述进给单元的马达的控制相关的第一检测值,

使所述物体或者所述器具中的所述一方沿与第一路径平行的第二路径移动而使所述物体和所述器具接触,在第二路径中的多个位置取得与包括在所述进给单元的马达的控制相关的第二检测值,

导出在第一路径和第二路径中彼此对应的各位置取得的第一检测值和第二检测值的差分值,

基于针对多个位置而导出的差分值的变化,来检测所述器具和物体的接触。

## 位置关系测定方法、接触检测方法和加工装置

### 技术领域

[0001] 本公开涉及用于高精度地实现利用加工装置的切削的技术。

### 背景技术

[0002] 一直以来,作为加工装置中的原点设定的方法,利用测定器来测定切削工具的刀尖位置,调整刀尖位置。此外,作为其他的方法,利用切削工具来加工一次被切削件,利用测定器来测定加工后的被切削件的形状而根据测定结果来校正刀尖位置。这些方法都是利用测定器的原点设定方法。

[0003] 专利文献1公开了根据接触前取得的与驱动电动机相关的检测值的第一时间序列数据和接触后取得的与驱动电动机相关的检测值的第二时间序列数据来确定切削工具和被切削件的接触位置的技术。对第二时间序列数据进行回归分析而求得的回归方程来确定切削工具和被切削件的接触。

[0004] (现有技术文献)

[0005] (专利文献)

[0006] 专利文献1:国际公开第2020/174585号

### 发明内容

[0007] (发明所要解决的问题)

[0008] 在加工装置中,为了实现高精度的加工而需要在加工开始前,准确地测定旋转主轴的轴心或者轴端和固定例如被切削件的工作台或者设置于工作台上的对象物的相对位置关系。此外,为了准确地测定位置关系,需要实现高精度地检测安装于旋转主轴的器具和工作台或者设置于工作台上的对象物的接触的功能。

[0009] 本公开是鉴于这种情况而出现的,目的之一在于提供一种用于高精度地实现利用加工装置的切削的技术。

[0010] (解决问题所采用的措施)

[0011] 为了解决上述问题,本公开的某个方式的位置关系测定方法为对主轴的轴心和物体的相对位置关系进行测定的方法,包括:移动步骤,其使安装于主轴的器具相对物体移动而使物体和器具接触;坐标值取得步骤,其取得物体和器具接触时的基准点的坐标值;以及测定步骤,其根据取得的坐标值来导出轴心和物体的相对位置关系。移动步骤使物体和器具在主轴的不同的角度位置进行接触,坐标值取得步骤取得物体和器具在主轴的不同的角度位置接触时的基准点的坐标值,测定步骤根据取得的多个坐标值来导出轴心和物体的相对位置关系。

[0012] 本公开的其他的方式的加工装置包括:旋转单元,其使安装有器具的主轴旋转;进给单元,其使器具相对物体移动;以及控制装置,其控制旋转单元引起的主轴的旋转和进给单元引起的器具的相对移动。控制装置使物体和器具在主轴的不同的角度位置进行接触,取得物体和器具接触时的基准点的坐标值,根据取得的多个坐标值来导出轴心和物体的相

对位置关系。

[0013] 本公开的其他方式的接触检测方法为对安装于主轴的器具和物体的接触进行检测的方法,其中,具有:以物体和器具不接触的方式使物体或者器具中的一方沿第一路径移动,在第一路径中的多个位置取得与进给单元所包括的电动机(马达)的控制相关的第一检测值的第一取得步骤;使物体或者器具中的一方沿与第一路径平行的第二路径移动而使物体和器具接触,在第二路径中的多个位置取得与进给单元所包括的电动机(马达)的控制相关的第二检测值的第二取得步骤;导出在第一路径和第二路径中彼此对应的各位置取得的第一检测值和第二检测值的差分值的步骤;以及,基于针对多个位置而导出的差分值的变化,来检测器具和物体的接触的步骤。

[0014] 本公开的其他方式的加工装置为包括使器具相对物体移动的进给单元和控制进给单元引起的器具的相对移动的控制装置的加工装置,其中,控制装置以物体和器具不接触的方式使物体或者器具中的一方沿第一路径移动,在第一路径中的多个位置取得与进给单元所包括的电动机(马达)的控制相关的第一检测值,使物体或者器具中的一方沿与第一路径平行的第二路径移动而使物体和器具接触,在第二路径中的多个位置取得与进给单元所包括的电动机(马达)的控制相关的第二检测值,导出在第一路径和第二路径中彼此对应的各位置取得的第一检测值和第二检测值的差分值,基于针对多个位置而导出的差分值的变化,来检测器具和物体的接触。

[0015] 此外,以上构件的任何组合、将本公开的表达在方法、装置、系统、存储介质、计算机程序等之间进行转换的发明都作为本公开的方式有效。

## 附图说明

[0016] 图1为示出加工装置的示意性结构的图。

[0017] 图2为示出模拟工具的前端形状的图。

[0018] 图3为示出控制装置的功能块的图。

[0019] 图4为示出对模拟工具和基准块的接触进行检测的流程图的示例的图。

[0020] 图5为用于说明S10的步骤的图。

[0021] 图6为用于说明S12的步骤的图。

[0022] 图7为示出从第二转矩波形减去第一转矩波形后得到的差分波形的图。

[0023] 图8为示出将模拟工具安装于保持器的状态的图。

[0024] 图9为示出对主轴的轴心和基准块的相对位置关系进行测定的流程图的示例的图。

[0025] 图10中的(a)为示出第一接触工序的状况的图,(b)为示出第二接触工序的状况的图。

[0026] 图11中的(a)为示出第一接触工序的状况的图,(b)为示出第二接触工序的状况的图。

[0027] 图12为示出使旋转工具的根部接触基准面的状况的图。

## 具体实施方式

[0028] 图1示出实施方式的加工装置1的示意性结构。加工装置1包括机床装置10和控制

装置100。控制装置100可以是按照NC (numerical control, 数值控制) 程序来控制机床装置10的NC控制装置, 机床装置10可以是由NC控制装置控制的NC机床。在加工装置1中, 机床装置10和控制装置100构成为单独的部件, 并通过线缆等来连接, 但也可以构成为一体。

[0029] 机床装置10包括作为本体部的机座部12和立柱(column)部14。在机座部12上, 第一工作台16和第二工作台18可移动地受到支撑。第一工作台16被支持为借助于形成在机座部12的轨道部来可沿Y轴方向移动, 第二工作台18被支持为借助于形成在第一工作台16的轨道部来可沿X轴方向移动。在第二工作台18的上部面设置有工件设置面, 作为加工对象的被切削件62固定于工件设置面。

[0030] Y轴电动机(马达)22使滚珠丝杠单元旋转, 由此使第一工作台16沿Y轴方向移动, X轴电动机20使滚珠丝杠单元旋转, 由此使第二工作台18沿X轴方向移动。Y轴传感器32检测第一工作台16的Y轴方向的位置, X轴传感器30检测第二工作台18的X轴方向的位置。

[0031] 第二工作台18的上方设置用于安装切削工具50的主轴46。主轴电动机40构成使主轴46旋转的旋转单元, 主轴传感器42检测主轴46的角度位置。主轴46的角度位置为主轴46旋转的方向的角度位置, 作为以规定的原点为起点的旋转角度位置而被检测。此外, 旋转单元可以包含由多个齿轮构成的减速单元。主轴46和主轴电动机40固定于主轴支持部44。在实施方式中, 保持器48固定于主轴46, 作为切削工具50的立铣刀(端铣刀)工具安装于保持器48。在机床装置10中, 优选地, 保持器48与自动工具交换装置相对应而以能够适合于加工内容的方式自动交换切削工具50。

[0032] 主轴支持部44被支持为借助于在其背面侧形成于立柱部14的轨道部来可沿Z轴方向移动。Z轴电动机24使滚珠丝杠单元旋转, 由此使主轴46沿Z轴方向移动。Z轴传感器34检测主轴46的Z方向的位置。

[0033] 第一倾斜电动机52使齿轮单元旋转, 由此使主轴支持部44绕与主轴46的轴心和Y轴垂直的轴线倾斜。倾斜传感器56检测第一倾斜电动机52引起的主轴46的倾斜角度。第二倾斜电动机54使齿轮单元旋转, 由此使主轴支持部44绕与Y轴平行的轴线倾斜。与倾斜传感器56不同的其他的倾斜传感器(未图示)检测第二倾斜电动机54引起的主轴46的倾斜角度。

[0034] 控制装置100按照NC程序来驱动控制X轴电动机20、Y轴电动机22、Z轴电动机24、第一倾斜电动机52、第二倾斜电动机54和主轴电动机40。控制装置100从X轴传感器30、Y轴传感器32、Z轴传感器34、倾斜传感器和主轴传感器42取得各自检测到的检测值, 并将其反映于各电动机(马达)的驱动控制。

[0035] 在图1示出的机床装置10中, 被切削件62借助于X轴电动机20和Y轴电动机22来分别沿X轴方向和Y轴方向移动, 切削工具50借助于Z轴电动机24来沿Z轴方向移动, 但这些移动只要是在切削工具50和被切削件62之间相对即可。即, 在机床装置10中, 也可以是切削工具50沿X轴方向和Y轴方向移动, 被切削件62沿Z轴方向移动。此外, 在机床装置10中, 切削工具50借助于第一倾斜电动机52和第二倾斜电动机54来相对被切削件62倾斜, 但这些倾斜电动机也可以设置于机座部12侧。

[0036] 如此地, 重点不在于切削工具50和被切削件62中的哪一个移动, 只要在各移动方向和各旋转方向能够相对移动即可, 以下, 将用于实现切削工具50和被切削件62的相对移动的单元统称为“进给单元”。控制装置100控制旋转单元引起的主轴46的旋转和进给单元引起的切削工具50的相对移动。

[0037] 实施方式的控制装置100具有如下功能,即,利用为了用于定位而被高精度地加工的具有已知形状的物体来测定主轴46的轴心或者轴端与该物体之间的相对位置关系。在实施方式中,具有已知形状的物体设置于工件设置面,以后,将该物体称为“基准块60”。控制装置100使安装于保持器48的、具有已知形状的器具接触基准块60而测定旋转轴心和基准块60的相对位置关系。为此,优选地,控制装置100掌握基准块60的配置位置和基准块60的形状。此外,具有已知形状的物体并不限定于基准块60,例如可以是第一工作台16或者第二工作台18的侧面或者上部面,或者也可以是设置于第一工作台16或者第二工作台18的夹具。

[0038] 在实施方式中,作为接触基准块60的器具,使用不具有切削能力的工具,即不具有切削刃的模拟(dummy)工具。控制装置100使安装于保持器48的模拟工具接触基准块60的基准面而测定主轴46的轴心或者轴端与基准块60之间的相对位置关系。

[0039] 图2示出模拟工具的前端形状。模拟工具70具有:具有中心c的球部72和与球部72相连接的圆柱部74。球部72为具有球形状的球状部件,具有构成下端侧的半球状的球形(ball)部和与球形部相连接的小径部。球部72的中心c位于模拟工具70的中心轴上。小径部在与工具轴线相垂直的方向上具有圆形截面,圆形截面的半径比球形部的半径r小。图2示出的球部72的小径部具有在与轴线垂直的面去除了半径为r的半球的顶部侧的形状,圆柱部74与进行去除的顶部侧的面相连接。

[0040] 图3示出控制装置100的功能块。控制装置100包括主轴控制部110、移动控制部112、接触检测部114和位置关系测定部116。主轴控制部110控制旋转单元引起的主轴46的旋转,移动控制部112控制进给单元引起的模拟工具70和基准块60的相对移动。

[0041] 在图3中,在作为进行各种处理的功能块而记载的各要素中,硬件能够由电路块、存储器、其他LSI构成,软件由加载于存储器的程序等实现。因此,本领域技术人员应当理解,这些功能块可以仅通过硬件,仅通过软件或者通过这些的组合以各种方式来实现,并不限于任何一个。

[0042] 接触检测部114检测模拟工具70和基准块60的接触。接触检测部114可以具有检测模拟工具70接触到基准块60的接触传感器。接触传感器可以是检测例如接触时施加的力的力传感器、检测模拟工具70和基准块60接触时的导通的传感器。

[0043] 此外,实施方式的加工装置1可以搭载对模拟工具70接触到基准块60时变化的加工装置1的内部信息进行分析而检测模拟工具70和基准块60的接触的功能。例如,作为内部信息而利用与进给单元所包含的电动机的控制相关的检测值(例如,电流测定值、电流指令值、位置偏差、转矩指令值、转矩推定值等),由此,无需添加用于接触检测的新的部件而完成。在加工装置1搭载了利用内部信息的接触检测功能的情况下,不需要用于检测出接触的传感器,但也可以为了提高检测精度而设置传感器。

[0044] 以下,示出控制装置100分析加工装置1的内部信息而检测模拟工具70和基准块60的接触的方法。实施方式的控制装置100驱动控制进给单元的电动机而实现模拟工具70和基准块60的相对移动。在加工装置1搭载了转矩推定功能的情况下,若模拟工具70和基准块60接触,则由于因接触而产生的负载,电动机转矩的推定值急速上升。因此,控制装置100可以基于模拟工具70和基准块60彼此接近而接触时的电动机转矩波形,来检测模拟工具70和基准块60的接触。

[0045] 此外,进给单元由滚珠丝杠单元等机械元件构成,因此不可避免地具有机械阻力。因此,进给单元的电动机的转矩波形受到机械阻力的影响而含有小振幅的变动成分。该变动成分包含周期性成分和非周期性成分,所述周期性成分和非周期性成分取决于丝杠轴、轴承的角度位置(旋转角度位置)、直线导轨(linear guide)的平移位置、更进一步地,取决于滚珠丝杠、轴承、直线导轨内的转动体的公转位置、自转位置。这些元件的机械阻力所导致的变动基本上是由各导轨面和各转动体的形状误差所引起的,因此取决于进给单元的位置。因此,在使用转矩检测值的变化来检测模拟工具70和基准块60的接触时,优选从取得的电动机转矩波形中去除各进给位置中基于机械阻力的转矩变动成分。

[0046] 图4示出对模拟工具70和基准块60的接触进行检测的流程图的示例。首先,移动控制部122以基准块60和模拟工具70不接触的方式使基准块60或者模拟工具70中的一方沿第一路径移动,接触检测部114在第一路径中的多个进给位置取得进给单元所包含的电动机的第一转矩检测值(S10)。

[0047] 图5为用于说明S10的步骤的图。在以下的例子中,基准块60具有已知的长方体形状,至少具有直立设置的基准面和构成顶部的上部面。为了方便说明,在图5中,示出固定基准块60而模拟工具70接近基准块60的状况,但也可以固定模拟工具70而基准块60沿接近模拟工具70方向移动。此外,在图1示出的加工装置1的示意性结构中,X轴电动机20使第二工作台18沿X轴方向移动,X轴传感器30检测第二工作台18的X轴方向的位置,但在以下的实施例中,说明X轴电动机20使主轴46沿X轴方向移动,X轴传感器30检测主轴46的X轴方向的位置的情况。

[0048] 移动控制部112以使模拟工具70沿X轴方向移动为前提,来如下所述般设定第一路径中的球部72的中心c的初始位置( $x_0$ 、 $y_0$ 、 $z_0$ )。

[0049]  $x_0$ :沿X轴负方向而与配置有基准面的坐标值 $x_1$ 隔开的坐标值

[0050]  $y_0$ :y轴上与基准面的宽度位置相重叠的坐标值

[0051]  $z_0$ :比基准块上部面高球部72的半径r的位置之上的坐标值

[0052] 即, $z_0$ 表达为 $z_0 > (\text{基准块上部面的高度}) + (\text{球部72的半径}r)$ 。

[0053] 移动控制部112将第一路径的结束位置( $x_2$ 、 $y_0$ 、 $z_0$ )设定为从z轴方向观察时球部72的一部分或者全部与基准块60的上部面重叠的位置。在该例子中,只要是

[0054]  $x_2 > x_1 - (\text{球部72的半径}r)$ 即可。

[0055] 移动控制部112基于X轴传感器30、Y轴传感器32、Z轴传感器34的检测值,来将球部72的中心c配置于初始位置( $x_0$ 、 $y_0$ 、 $z_0$ ),以规定的速度使模拟工具70移动至第一路径的结束位置( $x_2$ 、 $y_0$ 、 $z_0$ )。在沿第一路径的移动中,使球部中心c的高度维持为 $z_0$ ,因此球部72经过上部面的上方而不接触基准面。

[0056] 接触检测部114在第一路径中的多个进给位置取得进给单元所包含的X轴电动机20的第一转矩检测值。在图5中,第一转矩波形80示出在模拟工具70沿第一路径的移动中,以规定的采样周期来与x坐标值建立对应而取得的X轴电动机20的第一转矩检测值。x坐标值由X轴传感器30的检测值导出。如上所述,进给单元所包含的滚珠丝杠、支持滚珠丝杠的轴承、直线导轨单元、联接器(coupling)等具有机械阻力,因此第一转矩波形80含有基于机械阻力的小振幅的变动成分。接触检测部114使球部中心c的坐标值与第一转矩检测值对应而存储于存储部(未图示)。

[0057] 而后,参照图4,移动控制部122使基准块60或者模拟工具70中的一方沿与第一路径平行的第二路径移动,以使基准块60和模拟工具70接触,接触检测部114在第二路径中的多个进给位置取得进给单元所包含的电动机的第二转矩检测值(S12)。

[0058] 图6为用于说明S12的步骤的图。S10的步骤结束后,移动控制部112为了开始S12的步骤而将模拟工具70的球部72的中心c移动至第二路径的初始位置 $(x_0, y_0, z_1)$ 。其中,与S10的步骤中的第一路径的初始位置 $(x_0, y_0, z_0)$ 相比,第二路径的初始位置的z坐标值发生变化。在第二路径的初始位置中,如下所述般设定 $z_1$ 。

[0059]  $z_1$ :比基准块上部面低球部72的半径r的位置之下的坐标值

[0060] 即, $z_1$ 表达为 $z_1 < (\text{基准块上部面的高度}) - (\text{球部72的半径}r)$ 。

[0061] 移动控制部112可以将第二路径的结束位置设定为从第一路径的结束位置 $(x_2, y_0, z_0)$ 沿Z轴方向位移的位置 $(x_2, y_0, z_1)$ 。此外,与S10的步骤不同地,在S12的步骤中,基准块60和模拟工具70接触,因此,在接触后使移动继续的转矩控制是并不优选的。因此,移动控制部112也可以将第二路径的结束位置设定为坐标值 $(x_3, y_0, z_1)$ 。

[0062] 其中,

[0063]  $x_3 > x_1 - (\text{球部72的半径}r)$ ,

[0064]  $x_2 > x_3$ 。

[0065] 移动控制部112基于X轴传感器30、Y轴传感器32、Z轴传感器34的检测值,将球部72的中心c配置于初始位置 $(x_0, y_0, z_1)$ ,以与S10的步骤中的移动速度相同的速度使模拟工具70移动至第二路径的结束位置。在第二路径中,使球部中心c的高度维持为 $z_1$ ,因此球部72接触基准面。

[0066] 此外,移动控制部112也可以在第二路径的结束位置跟前强制结束模拟工具70的移动。例如,也可以对电动机转矩值设定用于移动结束的阈值,移动控制部112在电动机转矩值超过阈值的瞬间强制停止进给单元,结束第二路径中的相对移动。

[0067] 接触检测部114在第二路径中的多个进给位置取得进给单元所包含的X轴电动机20的第二转矩检测值。在图6中,第二转矩波形82示出在模拟工具70沿第二路径的移动中,以规定的采样周期与x坐标值建立对应而取得的X轴电动机20的第二转矩检测值。x坐标值由X轴传感器30的检测值导出。接触检测部114对球部中心c的坐标值和第二转矩检测值建立对应而存储(记录)于存储(记录)部(未图示)。

[0068] 如图6所示,模拟工具70在接触基准块60后,无法再继续移动,但由于模拟工具70等的弹性变形,X轴传感器30输出示出球部中心c在移动的检测值。此时,接触点的负载增大,因此电动机转矩急速上升。因此,通过确定电动机转矩开始急速上升的x坐标值,可以导出接触时的球部中心c的x坐标值,但如图6所示,在第二转矩波形82中含有基于机械阻力的变动成分,因此难以从第二转矩波形82中确定准确的接触时机(timing)和准确的接触位置。

[0069] 因此,接触检测部114进行如下处理,即,利用在S10步骤中取得的第一转矩波形80,从在S12步骤中取得的第二转矩波形82中去除机械阻力所造成的变动成分。

[0070] 接触检测部114导出在第一路径及第二路径中彼此对应的各进给位置取得的第一检测值和第二检测值的差分值(S14)。其中,彼此对应的进给位置是指进给单元的运转状态同步的位置,具体而言,是x坐标值相同的位置。因此,接触检测部114读取在存储部(未图

示)中与相同的x坐标值建立了对应的第二转矩检测值和第一转矩检测值,并导出差分值。

[0071] 图7示出第二转矩波形82减去第一转矩波形80后得到的差分波形84。连接针对多个x坐标值而导出的差分值,由此构成差分波形84。接触前,在第一路径及第二路径中,进给单元的运转状态相同,因此含有机械阻力所造成的变动成分的转矩波形一致,差分波形84实质上示出0的值。另一方面,在第二路径中,在基准块60和模拟工具70接触后的x位置中,差分值因接触负载的产生而从0变化。因此,接触检测部114可以基于差分波形84中的差分值的变化,检测模拟工具70和基准块60的接触(S16)。

[0072] 例如,接触检测部114可以在差分值超过规定的阈值的时机检测模拟工具70和基准块60的接触。在差分波形84中,机械阻力所引起的振幅成分被除去,因此高精度地再现出接触所引起的电动机转矩的上升,因此接触检测部114可以准确地导出模拟工具70和基准块60接触时的球部中心c的x坐标值。

[0073] 此外,接触检测部114也可以利用专利文献1所公开的方法,检测模拟工具70和基准块60的接触。具体地,接触检测部114可以基于对接触前的多个差分值的平均值和接触后的多个差分值进行回归分析而求出的回归方程,检测接触,并同时确定接触位置。

[0074] 在上述的例子中,在S12的步骤之前实施S10的步骤,但也可以交换实施顺序。此外,也可以多次实施S10的步骤而利用平均处理后的第一转矩波形80。此外,在实施方式中,将通过搭载于加工装置1的转矩推定功能来推定的转矩检测值利用为与进给单元所包含的电动机的控制相关的检测值,但在不具有转矩推定功能的加工装置1中,可以利用与电动机的电流测定值等与电动机的控制相关的检测值来进行接触检测。

[0075] 在上述例子中,使模拟工具70和基准块60沿与主轴46的旋转轴心垂直的方向相对移动而检测接触,由此确定旋转轴心和基准块60的相对位置关系。在其他的例子中,也可以使模拟工具70和基准块60沿与主轴46的旋转轴心平行的方向相对移动而检测基准块60的上部和模拟工具70(突出的长度已知)的接触,由此确定主轴46的轴端和基准块60的相对位置关系。

[0076] 如上所述,接触检测部114可以检测模拟工具70和基准块60的接触而确定接触位置。此外,接触检测部114也可以具有接触传感器,并根据利用接触传感器而获得的传感数据来检测接触,从而取得接触时的坐标值。以下,说明在接触检测部114具有高精度的接触检测功能的前提下,位置关系测定部116测定主轴46的轴心和基准块60的相对位置关系的方法。在该方法中,在模拟工具70偏心安装于主轴46的情况下,去除该偏心的影响而确定相对位置关系。

[0077] 图8示出将模拟工具70安装于保持器48的状态。在理想的安装状态中,主轴46的轴心和模拟工具70的中心轴线一致,但在实际的安装状态中,主轴46的轴心和模拟工具70的中心轴线因各部件的形状误差、固定位置、变形等而大多不一致。在图8所示的安装状态中,球部72的中心c相对主轴46的轴心偏心。以下,示出即使在球部中心c相对于主轴46的轴心偏心的情况下,也可以准确地测定主轴46的轴心和基准块60的相对位置关系的方法。

[0078] 图9示出对主轴46的轴心和基准块60的相对位置关系进行测定的流程图的示例。在该测定方法的示例中,改变主轴46的角度位置而实施二次接触工序。主轴46的角度位置可以作为以规定的原点为起点的旋转角度位置而被主轴传感器42检测。

[0079] <第一接触工序>

[0080] 首先,移动控制部112使模拟工具70相对基准块60移动,使基准块60和模拟工具70接触(S20)。接触检测部114取得基准块60和模拟工具70接触时的基准点的第一坐标值(S22)。在实施方式中,基准点为球部72的中心c,但也可以将模拟工具70中的其他位置作为基准点。

[0081] <第二接触工序>

[0082] 而后,主轴控制部110使主轴46以第一接触工序中的主轴46的角度位置为起点绕轴心旋转180度(S24)。而后,移动控制部112使模拟工具70相对基准块60移动,使基准块60和模拟工具70接触(S26)。接触检测部114取得基准块60和模拟工具70接触时的基准点的第二坐标值(S28)。

[0083] 第一接触工序和第二接触工序结束后,位置关系测定部116根据第一坐标值和第二坐标值来导出主轴46的轴心和基准块60的相对位置关系(S30)。以下,基于具体例来说明实施方式的测定方法。

[0084] <轴心和基准面的相对位置关系>

[0085] 图10(a)示出第一接触工序的状况。在第一接触工序中,移动控制部112使模拟工具70沿X轴方向相对基准块60的基准面移动,使模拟工具70的球部72接触基准块60的基准面。接触检测部114取得球部中心c的第一坐标值( $x_4, y_4, z_4$ )。其中,作为球部中心c的x坐标值而取得的位置 $x_4$ 为通过X轴传感器30来检测的主轴46的x位置,接触检测部114以主轴46的x位置和球部中心c的x位置相等(不偏心)为前提求出球部中心c的x位置。因此若球部中心c在X轴方向上相对主轴轴心偏心,则球部中心c的取得的位置 $x_4$ 从实际的x位置偏移了偏心量。

[0086] 图10(b)示出第二接触工序的状况。在第二接触工序中,主轴控制部110使主轴46以第一接触工序中的主轴46的角度位置为起点绕轴心旋转180度,而后移动控制部112使模拟工具70沿X轴方向相对基准块60的基准面移动,使模拟工具70的球部72接触基准块60的基准面。第二接触工序中的球部中心c的移动路径与第一接触工序中的球部中心c的移动路径相同。接触检测部114取得球部中心c的第二坐标值( $x_5, y_4, z_4$ )。如上所述,作为球部中心c的x坐标值而取得的位置 $x_5$ 实际上为通过X轴传感器30来检测的主轴46的x位置。

[0087] 位置关系测定部116导出第一坐标值和第二坐标值之间的坐标值与基准面之间的相对位置关系。具体地,位置关系测定部116导出第一坐标值和第二坐标值的中点的坐标值与基准面之间的相对位置关系。如下所述般求出中点的坐标值。

[0088] 中点的坐标值( $(x_4+x_5)/2, y_4, z_4$ )。

[0089] 位置关系测定部116可以将x坐标值( $(x_4+x_5)/2$ )确定为相对于基准面的主轴46的轴心的x位置。如此地,在第二接触工序中,使主轴46旋转180度,由此去除球部72的偏心的影响而可以准确地确定主轴46的轴心和基准面60的相对位置关系。此外,在上述例子中,求出了中点的坐标值,但位置关系测定部116只要至少导出移动方向(X轴方向)中的两个坐标值的中央位置即可。

[0090] 在以上例子中,移动控制部112实施两次接触工序,位置关系测定部116根据两次接触时的球部中心c的坐标值来导出轴心和基准块60的相对位置关系。在其他的例子中,也可以是移动控制部112实施三次以上的接触工序,位置关系测定部116根据三个以上的坐标值来导出轴心和基准块60的相对位置关系。通过增加接触次数,可以高精度地导出相对位

置关系。

[0091] 具体地,移动控制部112在主轴46的多个不同的角度使模拟工具70沿X轴方向相对基准块60的基准面移动,使模拟工具70的球部72接触基准块60的基准面。移动控制部112在使球部72接触基准块60后,使球部72离开基准块60,主轴控制部110使主轴46以此时的主轴46的角度位置为起点绕轴心旋转N度,而后移动控制部112再次使球部72接触基准块60。如此地,在这次接触工序前,主轴控制部110使主轴46以上次接触工序中的主轴46的角度位置为起点绕轴心旋转N度,由此移动控制部112在主轴46的多个不同的角度位置使球部72接触基准块60。移动控制部112可以在改变主轴46的角度位置的同时,使基准块60和球部72至少接触 $(360/N)$ 次。其中,将旋转角度N设定为 $(360/N)$ 成为整数。

[0092] 接触检测部114在主轴46的不同的角度位置取得球部72和基准块60的基准面接触时的球部中心c的坐标值。位置关系测定部116根据接触检测部114取得的多个坐标值来导出旋转轴心和基准块60的相对位置关系。此外,位置关系测定部116可以导出多个坐标值的平均值和基准面的相对位置关系。

[0093] <轴心和对置的两个基准面的中心的相对位置关系>

[0094] 在该例子中,基准块60具有第一基准面和与第一基准面相对置的第二基准面。如上所述,基准块60具有长方体形状,第一基准面和第二基准面彼此平行。

[0095] 图11(a)示出第一接触工序的状况。在第一接触工序中,移动控制部112使模拟工具70沿X轴正方向相对基准块60的第一基准面移动,使模拟工具70的球部72接触基准块60的第一基准面。接触检测部114取得球部中心c的第一坐标值 $(x_6, y_6, z_6)$ 。其中,作为球部中心c的x坐标值而取得的位置 $x_6$ 实际上为通过X轴传感器30来检测的主轴46的x位置。

[0096] 图11(b)示出第二接触工序的状况。在第二接触工序中,主轴控制部110使主轴46绕轴心旋转180度,而后移动控制部112使模拟工具70沿X轴负方向相对基准块60的第二基准面移动,使模拟工具70的球部72接触基准块60第二基准面。第二接触工序中的球部中心c的移动方向与第一接触工序中的球部中心c的移动方向相反。接触检测部114取得球部中心c的第二坐标值 $(x_7, y_6, z_6)$ 。

[0097] 位置关系测定部116导出主轴46的轴心与第一基准面和第二基准面之间的位置的相对位置关系。具体地,位置关系测定部116导出主轴46的轴心与第一基准面和第二基准面的中心位置的相对位置关系。如下所述般求出中心位置的x坐标值。

[0098] 中心位置的x坐标值 $(x_6+x_7)/2$

[0099] 控制装置100可以将x坐标值 $(x_6+x_7)/2$ 确定为基准块60的X轴方向的中心位置。如此地,在第二接触工序中,使主轴46旋转180度,由此去除球部72的偏心的影响而可以准确地确定主轴46的轴心和基准面60的相对位置关系。

[0100] 以上,基于实施方式对本公开进行了说明。本领域技术人员可以理解的是:该实施方式是一个示例,各构件、各处理过程的组合可产生各种各样的变形例,并且这些变形例都属于本公开的范围。在实施方式中,使模拟工具70接触具有已知形状的基准块60,但也可以使模拟工具70接触被切削件62。

[0101] 在实施方式中,作为接触基准块60的器具而利用了不具有切削能力的模拟工具70,但也可以利用旋转工具。旋转工具可以是例如具有半球状的球形部的球头铣刀,在使用球头铣刀的情况下,可以实现参照图11而说明的相对位置关系的测定方法。

[0102] 在接触旋转工具的切削刃部的情况下,难以确定接触时的角度位置(旋转角度位置),因此优选以与相对移动的速度相比足够快的高速旋转或者反转的同时进行接触。正转的切削刃部具有切削能力,反转的切削刃部会产生划痕,因此旋转工具接触的物体优选为即使切削也没有关系(产生划痕也可)的对象物,例如被切削件62,而不优选为基准块60。

[0103] 此外,旋转工具具有根部,所述根部具有不形成切削刃的圆筒面或者圆锥面,也可以使该根部接触基准块60或者被切削件62。

[0104] 图12示出使旋转工具的根部接触基准块60的基准面的状况。在使旋转工具的根部接触基准面的情况下,由于根部与切削刃部不同,具有圆筒面和圆锥面,因此不必旋转主轴46。如此地,在工具侧的接触面为圆筒面或者圆锥面的情况下,为了避免接触点为锐利的角部,基准块60或者被切削件62侧的接触面优选在工具相对移动的方向上具有平缓的凸的曲率。

[0105] 此外,在使球头铣刀以与旋转轴方向平行的方式移动而接触与轴方向垂直的上部面(基准面)的情况下,球头铣刀的顶部(顶点位置或者其附近)也必然会接触,因此没有必要使主轴46旋转。

[0106] 本公开的方式的概要如下。本公开的某个方式的位置关系测定方法为对主轴的轴心和物体的相对位置关系进行测定的方法,包含:移动步骤,其中,使安装于主轴的器具相对物体移动而使物体和器具接触;坐标值取得步骤,其中,取得物体和器具接触时的基准点的坐标值;以及,测定步骤,其中,根据取得的坐标值来导出轴心和物体的相对位置关系。移动步骤使物体和器具在主轴的不同的角度位置进行接触,坐标值取得步骤取得物体和器具在主轴的不同的角度位置接触时的基准点的坐标值,测定步骤从取得的多个坐标值导出轴心和物体的相对位置关系。

[0107] 根据该方式,即使器具偏心安装于主轴,也可以去除偏心的影响而测定主轴的轴心和物体的相对位置关系。

[0108] 移动步骤可以至少包含:第一移动步骤,其中,使安装于所述主轴的器具相对物体移动而使物体和器具接触;以及,第二移动步骤,其中,使主轴以第一移动步骤中的主轴的角度位置为起点绕轴心旋转N度后,使器具相对物体移动而使物体和器具接触。移动步骤至少使物体和器具接触(360/N)次。将旋转角度N设定为(360/N)成为整数。

[0109] 可以是如下情形,即,物体具有一个基准面,移动步骤使器具接触物体的基准面,测定步骤导出多个坐标值的平均值和基准面的相对位置关系。也可以是如下情形,即,物体具有第一基准面和与第一基准面相对置的第二基准面,第一移动步骤使器具接触物体的第一基准面,第二移动步骤使器具接触物体的第二基准面,测定步骤导出轴心与第一基准面和第二基准面之间的位置的相对位置关系。使器具接触相对置的两个基准面而分别取得基准点的坐标值,由此可以导出轴心与第一基准面和第二基准面之间的位置的相对位置关系。测定步骤可以导出轴心与第一基准面和第二基准面的中心位置的相对位置关系。

[0110] 可以是如下情形,即,器具具有球状部件,球状部件接触所述物体。此外,也可以是如下情形,器具为立铣刀等旋转工具,具有圆筒面或者圆锥面的根部或者旋转的切削刃部接触物体。根部与物体接触时,根部可以不旋转。

[0111] 本公开的其他的方式的加工装置包括:旋转单元,其使安装有器具的主轴旋转;进给单元,其使器具相对物体移动;以及,控制装置,其控制旋转单元引起的主轴的旋转和进

给单元引起的器具的相对移动。控制装置使物体和器具在主轴的不同的角度位置进行接触,取得物体和器具接触时的基准点的坐标值,并从取得的多个坐标值导出轴心和物体的相对位置关系。

[0112] 根据该方式,即使器具偏心安装于主轴,也可以去除偏心的影响而测定主轴的轴心和物体的相对位置关系。

[0113] 本公开的其他的方式的接触检测方法为对安装于主轴的器具和物体的接触进行检测的方法,具有:第一取得步骤,其中,以物体和器具不接触的方式使物体或者器具中的一方沿第一路径移动,在第一路径中的多个位置取得与进给单元所包含的电动机的控制相关的第一检测值;第二取得步骤,其中,使物体或者器具中的一方沿与第一路径平行的第二路径移动而使物体和器具接触,在第二路径中的多个位置取得与进给单元所包含的电动机的控制相关的第二检测值;导出差分值的步骤,其中,导出在第一路径和第二路径中彼此对应的各位置取得的第一检测值和第二检测值的差分值;以及检测器具和物体的接触的步骤,其中,基于针对多个位置而导出的差分值的变化,来检测器具和物体的接触。根据该方式,可以高精度地检测器具和物体的接触。

[0114] 本公开的其他的方式的加工装置包括使器具相对物体移动的进给单元和控制进给单元引起的器具的相对移动的控制装置,控制装置以物体和器具不接触的方式使物体或者器具中的一方沿第一路径移动,在第一路径中的多个位置取得与进给单元所包含的电动机的控制相关的第一检测值,使物体或者器具中的一方沿与第一路径平行的第二路径移动而使物体和器具接触,在第二路径中的多个位置取得与进给单元所包含的电动机的控制相关的第二检测值,导出在第一路径和第二路径中彼此对应的各位置取得的第一检测值和第二检测值的差分值,基于针对多个位置而导出的差分值的变化,来检测器具和物体的接触。根据该方式,可以高精度地检测器具和物体的接触。

[0115] (附图标记的说明)

[0116] 1:加工装置;20:X轴电动机;30:X轴传感器;46:主轴;

[0117] 48:保持器;60:基准块;70:模拟工具;72:球部;

[0118] 74:圆柱部;80:第一转矩波形;82:第二转矩波形;

[0119] 84:差分波形;100:控制装置;110:主轴控制部;

[0120] 112:移动控制部;114:接触检测部;116:位置关系测定部。

[0121] (产业上的可利用性)

[0122] 本公开可以应用于加工技术领域。

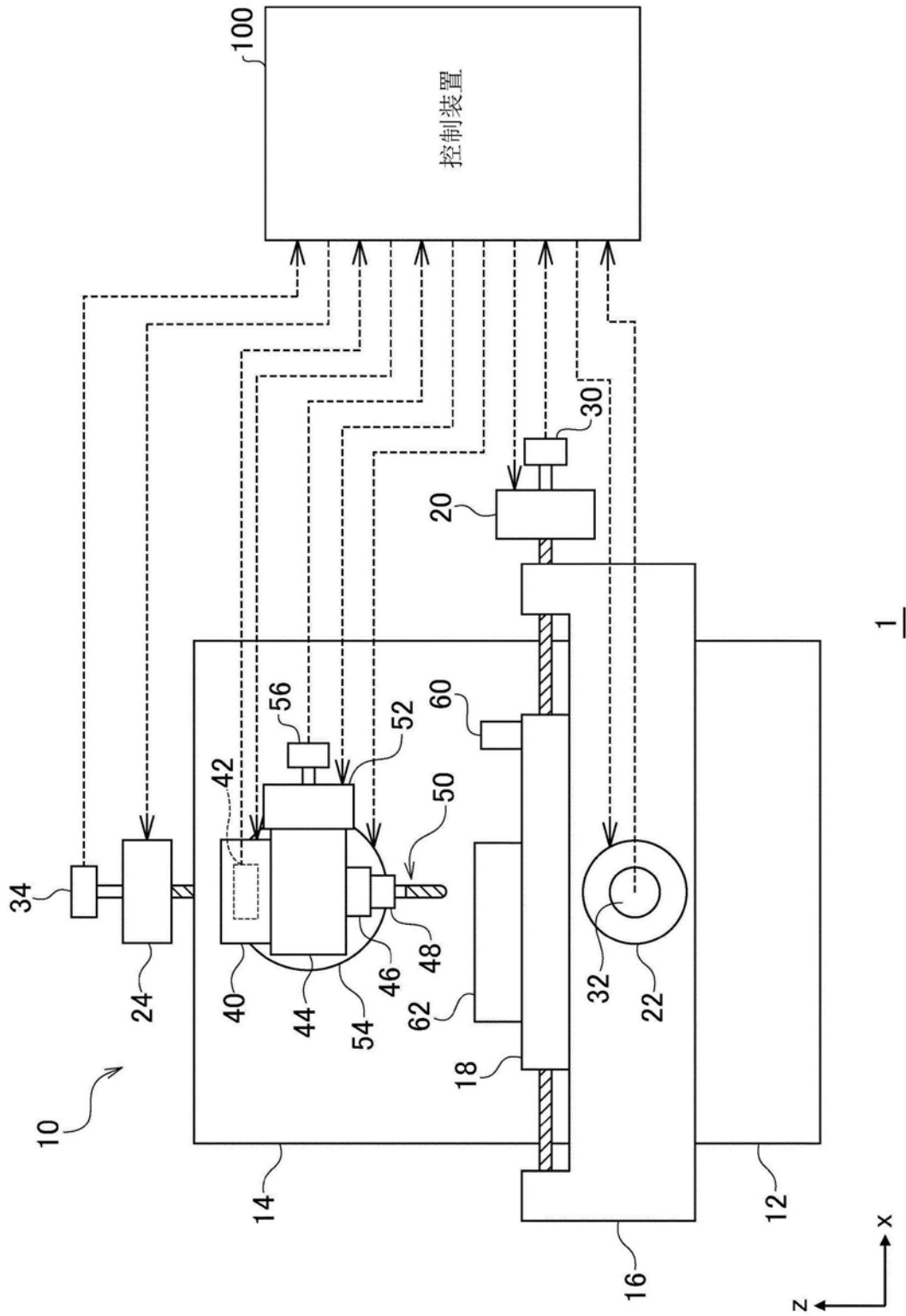


图1

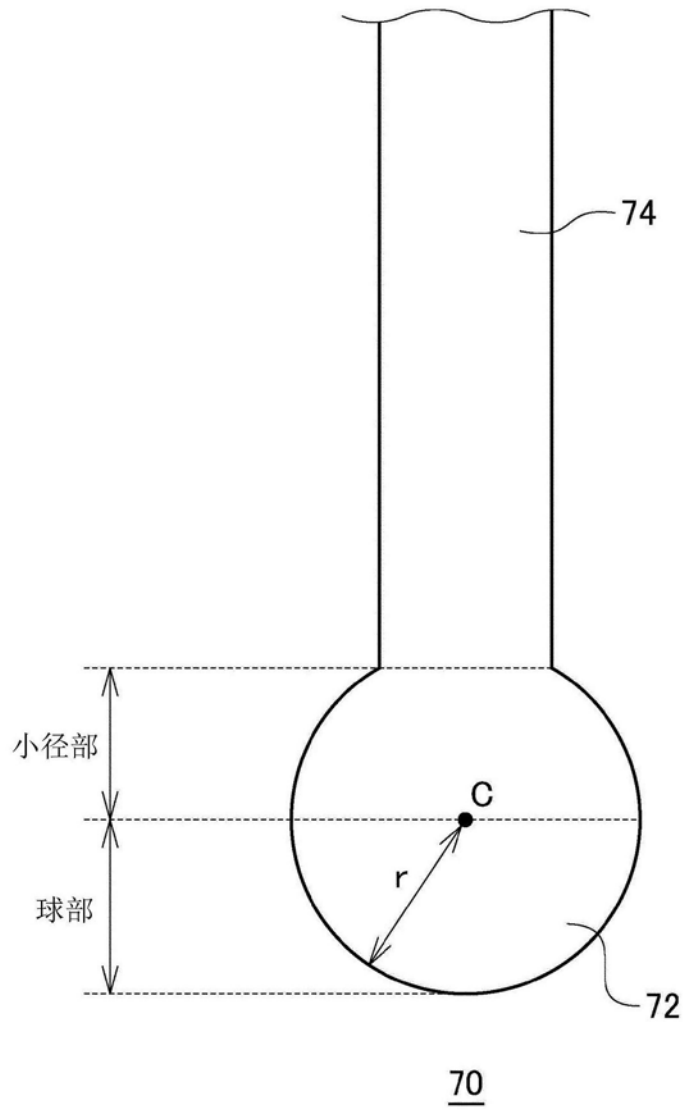
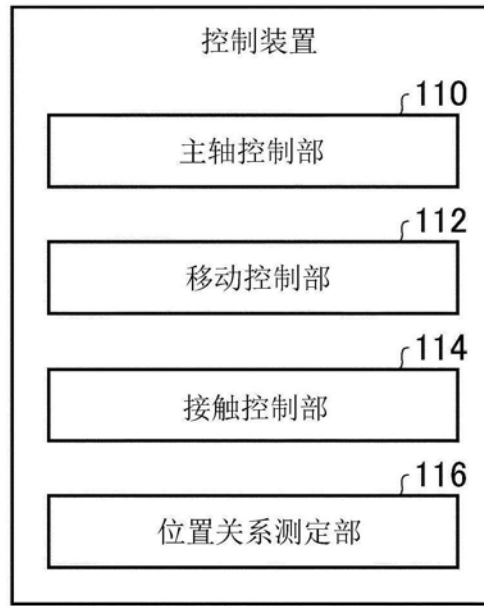


图2



100

图3

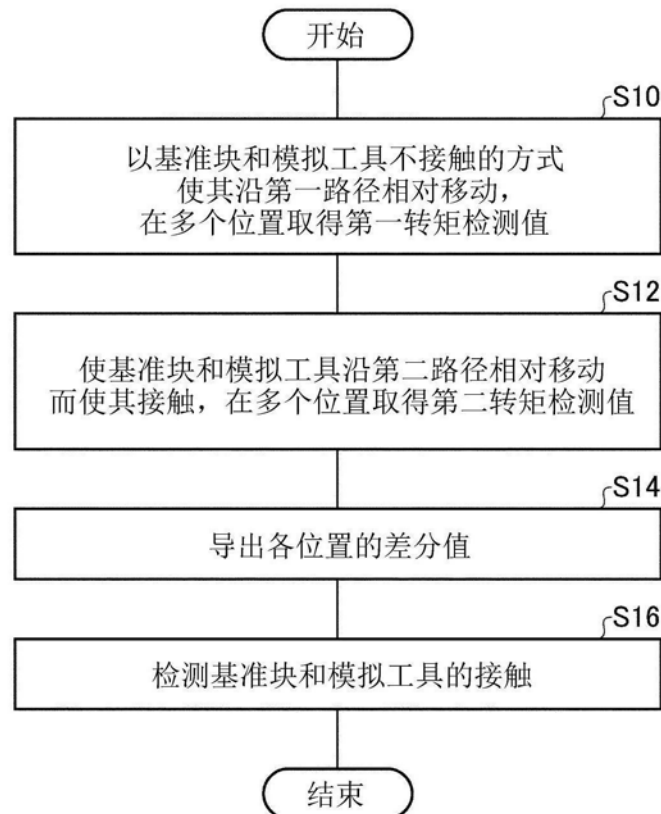


图4

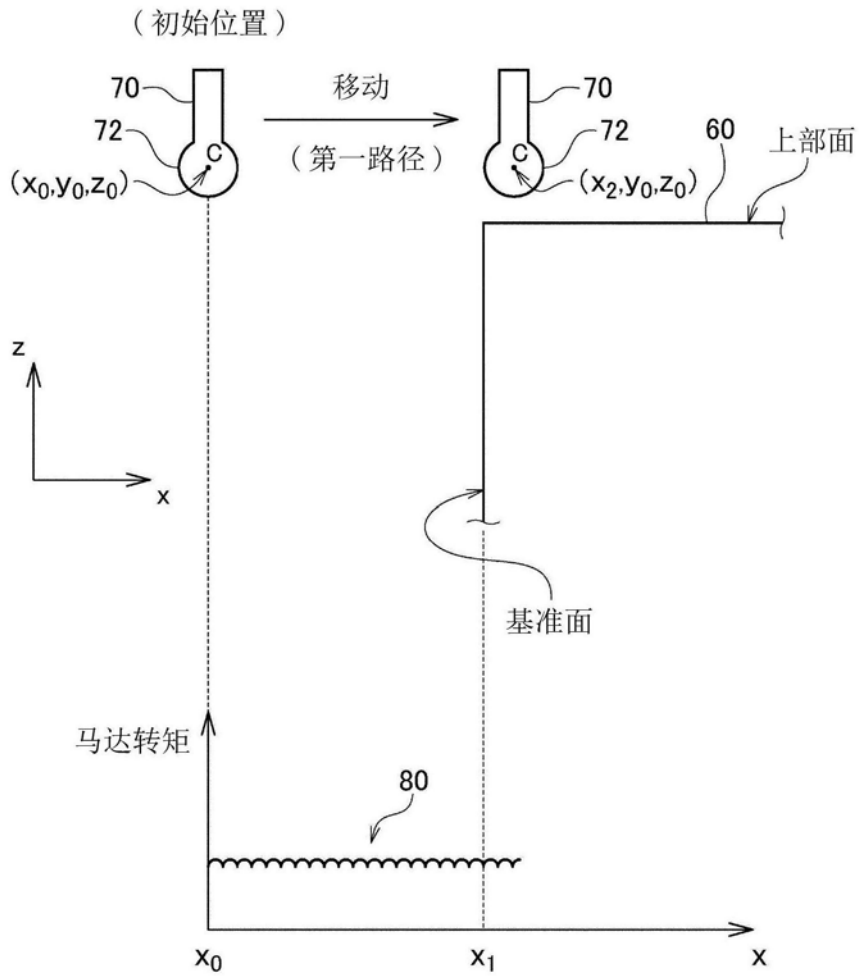


图5

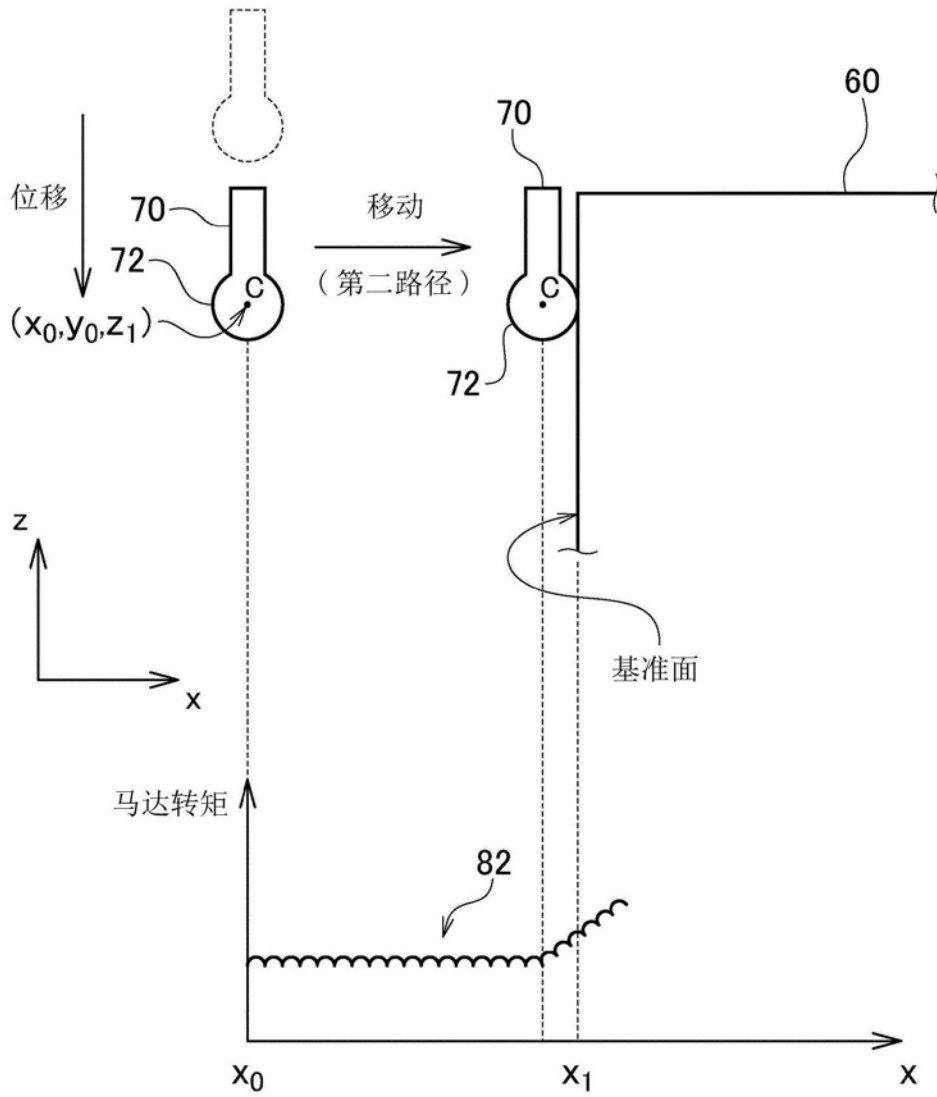


图6

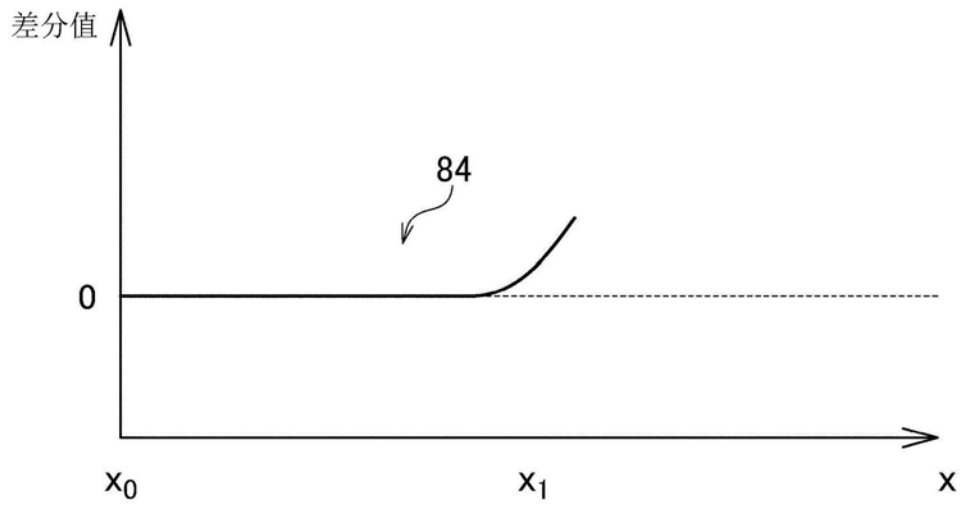


图7

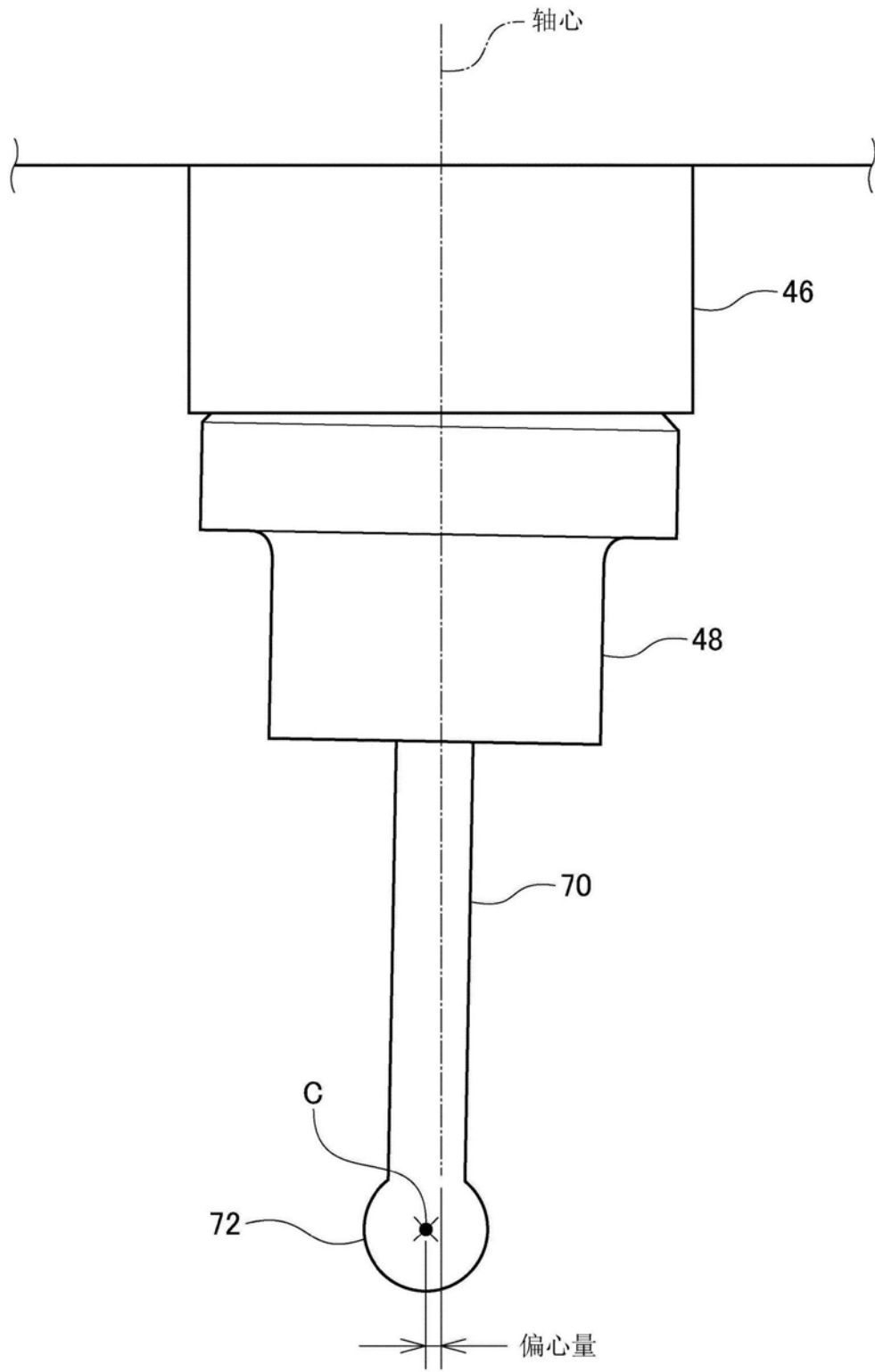


图8

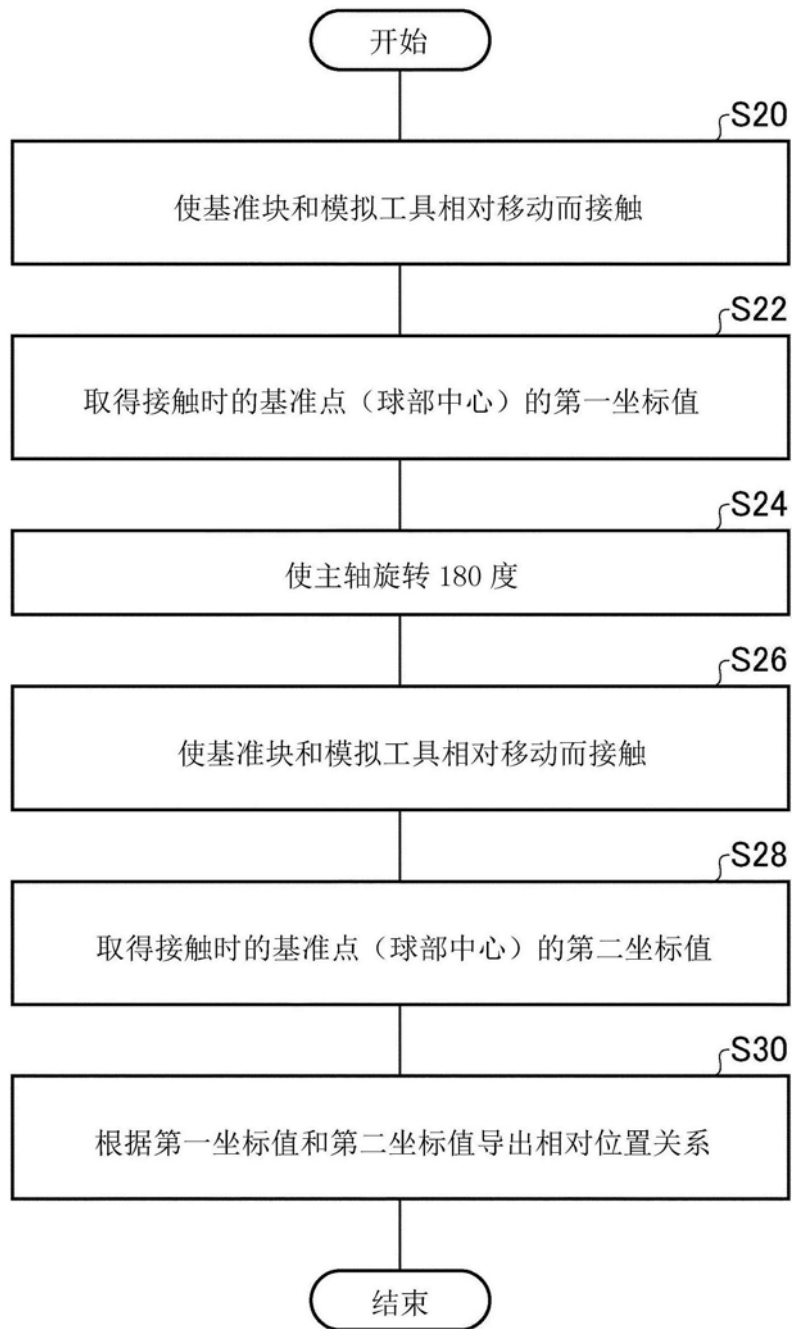


图9

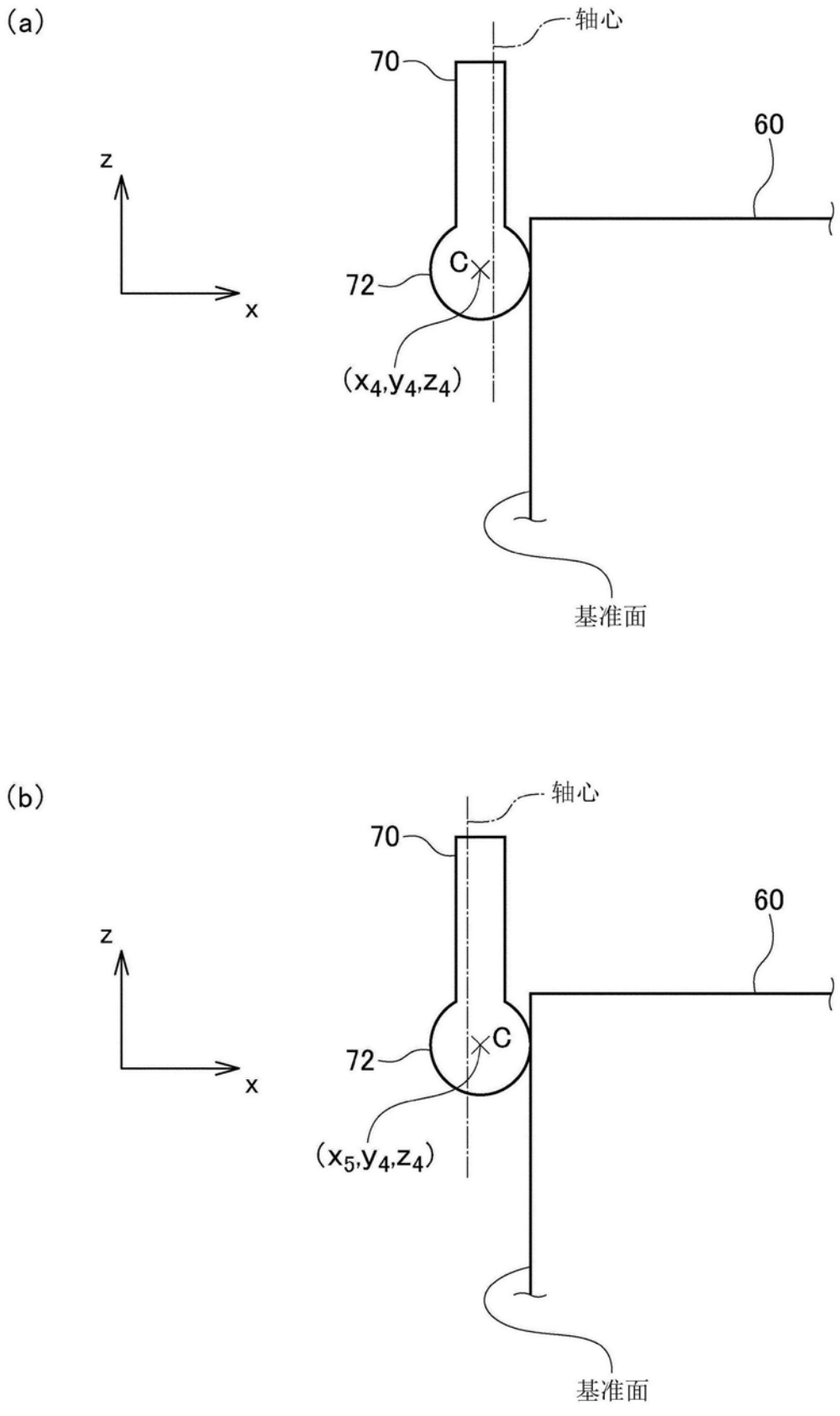


图10

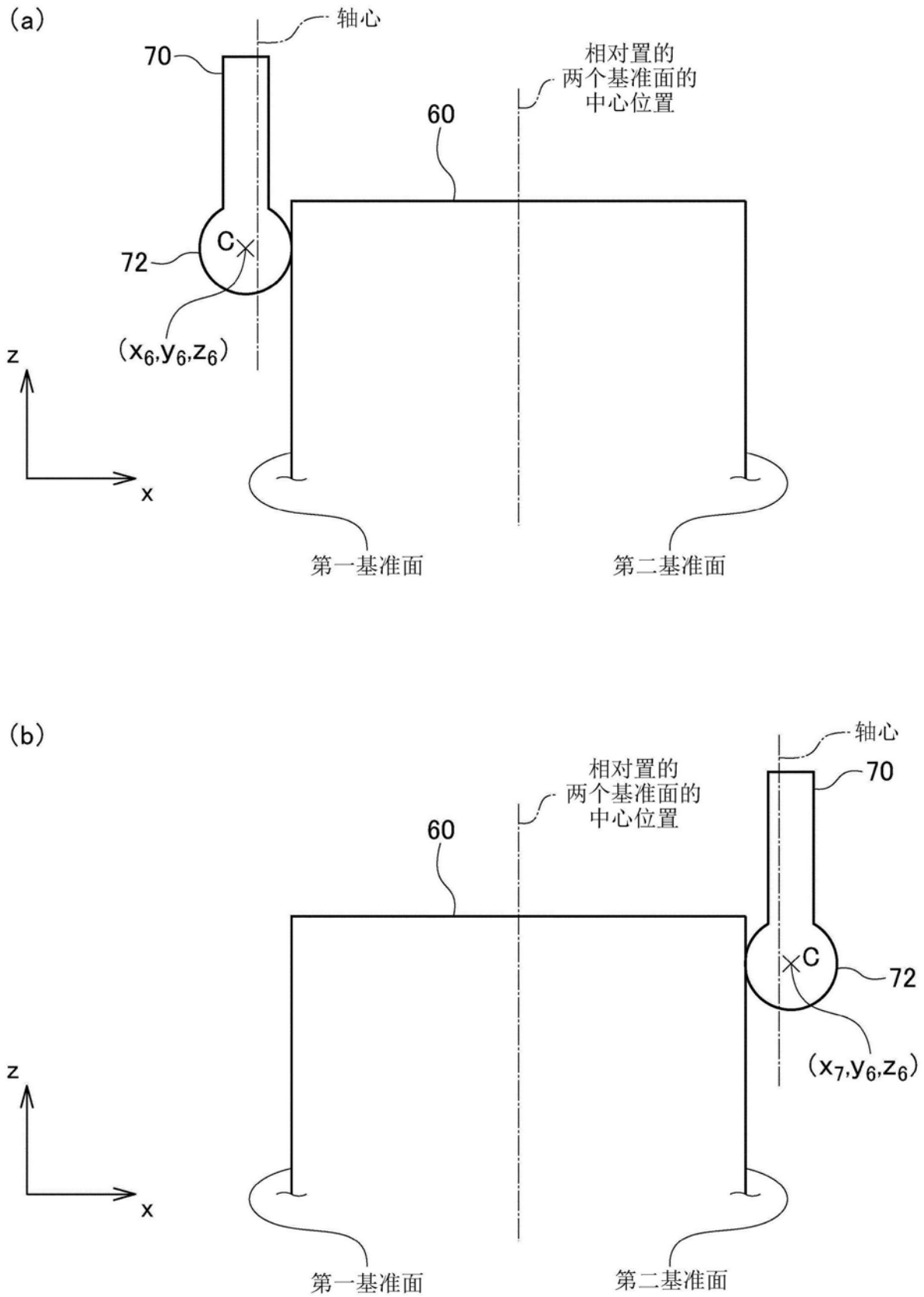


图11

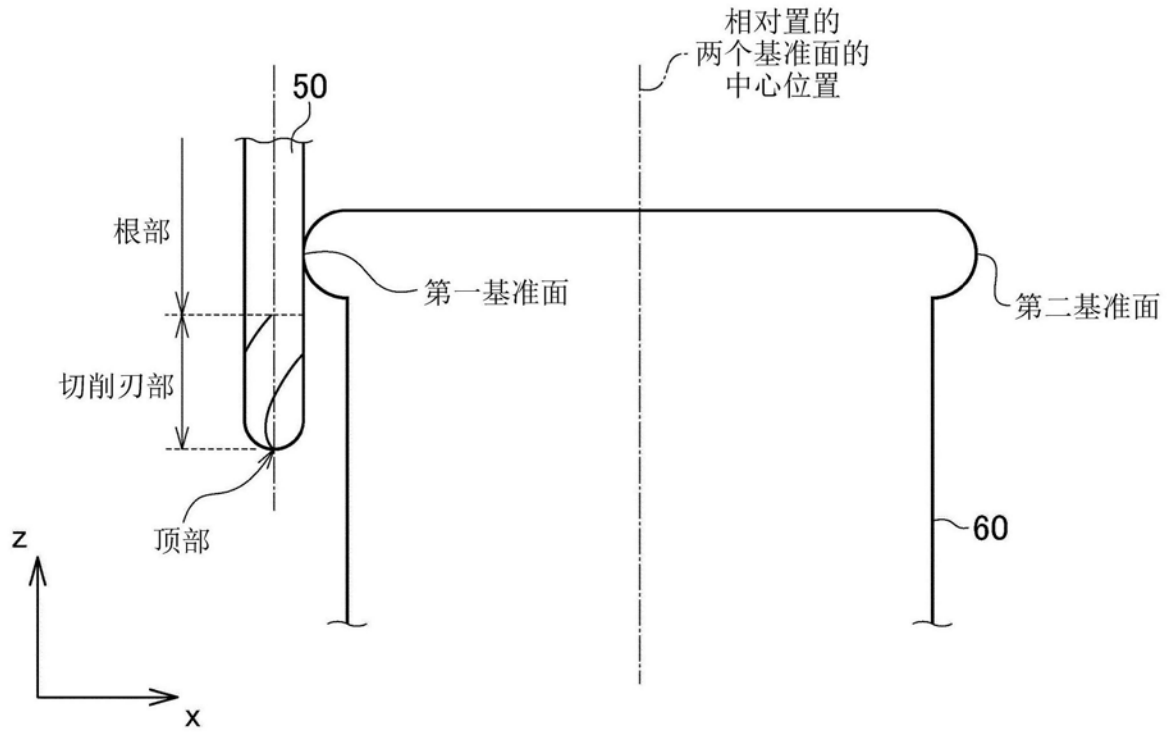


图12