



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102198607 A

(43) 申请公布日 2011. 09. 28

(21) 申请号 201010144609. 8

(22) 申请日 2010. 03. 23

(71) 申请人 发那科株式会社  
地址 日本山梨县

(72) 发明人 洪荣杓 蛭原建三 山本明  
羽村雅之

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限  
公司 11243

代理人 许静

(51) Int. Cl.

B23Q 17/20 (2006. 01)

G01B 21/20 (2006. 01)

G01D 3/028 (2006. 01)

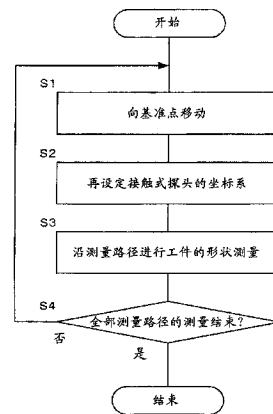
权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 11 页

(54) 发明名称

工件形状测量方法以及具有机上测量装置的  
机床

(57) 摘要

一种具有机上测量装置,用数值控制装置控制的机床中的工件的形状测量方法,在工件上预先决定用于温度漂移修正的基准点,把探头向该基准点移动,复位探头的坐标系,修正探头的温度漂移,首先,沿第一测量路径进行工件的形状测量。接着,再把探头移动到基准点,复位探头的坐标系,再次修正探头的温度漂移,沿第二测量路径进行工件的形状测量。以下,在沿最后的测量路径进行工件的形状测量之前,对于每一条测量路径进行同样的温度漂移修正。



1. 一种使用在机床上搭载的机上测量装置的工件形状测量方法,其特征在于,

所述机上测量装置具有接触式探头和探头位置检测装置,所述接触式探头具有测量头并且由流体轴承支承,所述探头位置检测装置检测该接触式探头的移动位移并输出测量位置数据,并且,所述机上测量装置把从所述探头位置检测装置输出的探头位置数据与从检测所述机床的各轴的位置的轴位置检测装置输出的轴位置数据一起输入数值控制装置,所述工件形状测量方法具有以下步骤:

在所述工件或者与该工件分体的虚设工件上预先决定用于温度漂移修正的基准点的步骤;

使所述接触式探头的测量头一边与所述工件接触一边沿多条直线状或者曲线状的测量路径扫描,来进行这些测量路径的每一条测量路径的形状测量的步骤;

在所述每一条测量路径的形状测量中,在进行一条测量路径的形状测量之前,使所述探头的测量头移动到所述基准点,使所述探头的测量头接触该基准点的步骤;和

使用所述数值控制装置具有的工件坐标系设定功能,把在使所述测量头接触所述基准点时从所述探头位置检测装置输出的所述探头位置数据设定为预先决定的值,由此设定所述接触式探头的坐标的基准值,修正所述机上测量装置的温度漂移的步骤。

2. 一种具有机上测量装置的机床,其特征在于,

所述机上测量装置具有通过流体轴承支承的接触式探头、和检测该接触式探头的移动位移并输出测量位置数据的探头位置检测装置,

所述机床具有数值控制装置,其用于接收从所述探头位置检测装置输出的探头位置数据、还有从检测所述机床的各轴的位置的轴位置检测装置输出的轴位置数据,

所述数值控制装置具有:

设定工件坐标系的工件坐标系设定单元,和

使所述机上测量装置遵照指示所述工件的形状测量的测量程序,使所述接触式探头的测量头一边与所述工件接触一边扫描多条直线状或者曲线状的测量路径,来进行用所述机床加工的工件的形状测量的单元,

在通过所述机上测量装置进行的每一条测量路径的形状测量中,在进行一条测量路径的形状测量之前,使所述探头的测量头移动到所述基准点,使所述探头的测量头接触该基准点,由所述工件坐标系设定单元复位所述接触式探头的坐标系的基准值,由此来进行温度漂移修正。

3. 根据权利要求2所述的具有机上测量装置的机床,其特征在于,

将所述轴位置数据通过所述机床的各轴的电动机驱动装置具有的接口输入所述数值控制装置,将所述测量位置数据通过未连接电动机的所述电动机驱动装置具有的接口输入所述数值控制装置。

## 工件形状测量方法以及具有机上测量装置的机床

### 技术领域

[0001] 本发明涉及在机床上设置的测量装置（机上测量装置）中进行温度漂移修正，并使用该机床上测量装置测定被加工物的形状的方法、以及在机上设置了这种进行被加工物的形状测量的测量装置的机床。

### 背景技术

[0002] 如图 1A 以及图 1B 所示，熟知一种三维测定装置，它一边用探头以二维方式扫描被测定物的测定面，一边进行包含与扫描面正交的分量的高度方向（即铅直方向）的位置测定，由此进行被测定物的测定面的形状测量。

[0003] 这样的三维测定装置使用探头以数十毫米 / 秒以下的较低的速度扫描被测定物的测定面，所以为了测定被测定物的测定面的整个面，需要十几分钟以上的较长的时间。该三维测定装置自身中的各轴方向上的单轴的测定分辨能力在 1 纳米以下，通过进行温度控制，作为被测定物的周围环境使温度变化在 1℃ 以内，确保了三维测定装置全体的测定性能。

[0004] 但是，当经历 10 分钟以上的时间长度进行测定时，由于构成三维测定装置的部件的热膨胀等，有时三维测定装置自身在机构方面发生局部变形，因此，即使在设计上进行了充分的考虑，也会在测得的测定值上叠加依存于测定环境的温度变化的误差。该测定值的误差主要由于三维测定装置的构成部件的热膨胀或者热收缩引起，是与温度变化的时间周期同步的较长周期的缓慢的成分。下面，把该测定值的误差称为温度漂移。

[0005] 在三维测定装置的构成部件的热膨胀或者热收缩的性质方面，一般由于周围温度的变化引起的温度漂移，在稳定之前大多需要数小时以上，所以如图 2A 所示有随时间增大的倾向。

[0006] 因此，在特开 2006-138698 号公报中公开了一种三维测定方法以及装置的一例，其在经历长时间的测定中，即使在由于测定装置自身变形而在测定装置中发生温度漂移的情况下，也能够修正其温度漂移量。

[0007] 根据上述专利文献公开的技术，分别沿着由把轴对称的工件（例如透镜或者半导体晶片等）的、轴对称线通过的被测定面的中心点作为中心的多个同心圆组成的第一扫描线、以及由通过上述中心点的两条直线（十字线）组成的第二扫描线，用探头扫描被测定面，分别得到坐标数据（这里，与沿第二扫描线扫描相比，沿第一扫描线扫描需要较长的时间，其结果，三维测定装置由于其周围的环境温度的变化引起在坐标轴方向上发生漂移）。然后，从这些坐标数据中提取出第一扫描线和第二扫描线的交点处的坐标数据，根据该提取出的坐标数据求三维测定装置中的漂移量。接着，用该漂移量修正含有测定误差的坐标数据。在第一扫描线和第二扫描线的交点的坐标数据不存在的情况下，根据在沿第一扫描线的扫描中取得的形状测定数据进行插补来求该交点。

[0008] 上述技术仅可应用于能够进行十字线测量的轴对称形状的工件，不能应用于非轴对称形状的工件。另外，因为用于求第一扫描线和第二扫描线的交点的坐标数据的插补的

计算,通过四则运算等的近似来进行,所以有可能与实际的交点产生纳米数量级的偏离,该偏离直接导致通过插补产生的误差。

[0009] 而且,在上述技术中,用于第一扫描线(同心圆)的测量数据和第二扫描线(十字线)的测量数据的比较处理、基于近似的插补处理、漂移量的修正处理的运算需要专用的软件,结果,用于修正处理的运算量与测量数据量成比例地增大,处理时间有可能成为很长时间。因此,软件的费用和每一个工件的生产节拍时间变长,成本增加。

[0010] 在超精密加工中,为实现纳米单位的形状精度,需要不从超精密加工机中取出加工完成的工件地,在超精密机械上测量加工形状(即机上测量),并根据其测量结果进行修正加工。但是,为实现这样的修正,必须把机上测量装置的测定分辨能力抑制在1纳米以下。

[0011] 在超精密加工机中,一般为了维持纳米单位的定位精度,在与超精密加工机的外部隔离的超精密加工机的内部空间(以下称“机械内部”)内设置其驱动部以及支持部。该机械内部,使用温度调节机始终高精度地进行温度控制,即使外部的温度变化也始终保持一定温度。因此,机械外部的1℃以内的温度变化不会对在超精密加工机的机械内部设置的驱动部以及支持部的定位精度造成影响。

[0012] 另一方面,机上测量装置,因为基本上在加工后不变更安排地当场测量工件,所以与加工用附加装置(主轴等)安装在同一空间内。该空间不是超精密加工机的内部空间,而是加工准备时操作员能够方便地接近的场所。

[0013] 因此,若超精密加工机的周围的温度微小地变化,则机上测量装置的温度也与其对应地变化。在构成机上测量装置的部件中,特别是安装了光学尺(linear scale)的探头是非常小的部件,所以即使0.1℃左右的微小的温度变化,也会在探头上引起热膨胀或者热收缩,在用光学尺等位置检测装置检测出的位移上叠加温度漂移。另外,根据安装有检测光学尺的位移的激光器头的机上测量装置的外壳部件的材质,发生热膨胀等同样发生温度漂移。

[0014] 在通常的加工中心中,这样的微小的温度漂移几乎不造成影响。但是,在至少要求100纳米以下的形状精度的超精密加工机中,即使微小的热变化,机上测量装置的温度漂移也会达到数十纳米到数百纳米,可能成为致命的误差。

[0015] 因此,机上测量装置的温度漂移,需要使用与超精密加工机所使用的手段不同的手段来修正。与上述现有技术的、沿两条直线(十字线)用探头扫描被测定面的测量相比,在测量工件的整个面的三维测量中尤其需要该修正。

[0016] 前面介绍的特开2006-138698号公报中记载的技术,包含沿通过轴对称线所通过的被测定面的中心点的两条直线(十字线)用探头扫描被测定面(以下将其称为十字线测量)。因为该十字线测量在短时间内结束,所以可以忽略温度漂移对测定精度的影响。因为这样的温度漂移一般有随时间的经过而慢慢增大的倾向(参照图2A)。

[0017] 但是,在无法应用上述专利文献中记载的技术的、非轴对称形状的工件的机上测量中,因为不能进行上述十字线测量,所以需要通过三维测定装置进行工件被测定面的整个面的扫描。根据工件的测量面积以及测量间距,如图1所示扫描工件的测量路径有多条,可能需要十字线测量的数百倍以上的时间。

[0018] 虽然在一条测量路径的测量时间内温度漂移小,但是在进行工件整个面的测

量的情况下,各条测量路径中的温度漂移各异,所以长时间进行机上测量容易受温度漂移的影响,测量时间越长测量精度恶化的概率越高。因此,为得到纳米数量级的形状精度,需要修正这样的温度漂移。

### 发明内容

[0019] 因此,本发明的目的是提供一种能够解决上述问题的、使用能够修正温度漂移的机上测量装置的工件形状测定方法、以及具有机上测量装置的机床。

[0020] 根据本发明,在使用在机床上搭载的机上测量装置的工件形状测量方法中,该机上测量装置具有接触式探头和探头位置检测装置,所述接触式探头具有测量头并且由流体轴承支承,所述探头位置检测装置检测该接触式探头的移动位移并输出测量位置数据,并且,所述机上测量装置把从所述探头位置检测装置输出的探头位置数据与从检测所述机床的各轴的位置的轴位置检测装置输出的轴位置数据一起输入数值控制装置。而且,所述工件形状测量方法具有以下步骤:在所述工件或者温度漂移修正用的虚设工件上预先决定用于温度漂移修正的基准点的步骤;使所述接触式探头的测量头一边与所述工件或者与该工件分体的温度漂移修正用的虚设工件接触一边沿多条直线状或者曲线状的测量路径扫描,来进行这些测量路径中的每一条测量路径的形状测量的步骤;在所述每一条测量路径的形状测量中,在进行一条测量路径的形状测量之前,使所述探头的测量头移动到所述基准点,使所述探头的测量头接触该基准点的步骤;和使用所述数值控制装置具有的工件坐标系设定功能,把在使所述测量头接触所述基准点时从所述探头位置检测装置输出的所述探头位置数据设定为预先决定的值,由此设定所述接触式探头的坐标的基准值,修正所述机上测量装置的温度漂移的步骤。

[0021] 另外,根据本发明,在具有机上测量装置的机床中,所述机上测量装置具有通过流体轴承支承的接触式探头、和检测该接触式探头的移动位移并输出测量位置数据的探头位置检测装置,另外,所述机床具有数值控制装置,其用于接收从所述探头位置检测装置输出的探头位置数据、还有从检测所述机床的各轴的位置的轴位置检测装置输出的轴位置数据。并且,所述数值控制装置具有:设定工件坐标系的工件坐标系设定单元;和使所述机上测量装置遵照指示所述工件的形状测量的测量程序,使所述接触式探头的测量头一边与所述工件接触一边扫描多条直线状或者曲线状的测量路径,来进行用所述机床加工的工件的形状测量的单元。并且,在通过所述机上测量装置进行的每一条测量路径的形状测量中,在进行一条测量路径的形状测量之前,使所述探头的测量头移动到所述基准点,使所述探头的测量头接触该基准点,由所述工件坐标系设定单元复位所述接触式探头的坐标系的基准值,由此来进行温度漂移修正。

[0022] 也可以将所述轴位置数据通过所述机床的各轴的电动机驱动装置具有的接口输入所述数值控制装置,将所述测量位置数据通过未连接电动机的所述电动机驱动装置具有的接口输入所述数值控制装置。

[0023] 本发明,通过具有以上的结构,能够提供使用能够修正温度漂移的机上测量装置的工件形状测定方法、以及具有进行温度漂移修正的机上测量装置的机床。

### 附图说明

[0024] 从下面参照附图对于实施例的说明可以明了本发明的上述以及其他目的以及特征。附图中：

[0025] 图 1A 以及图 1B 是说明通过分别扫描多条测量路径来测量被测定物的测定面的整个面的图。

[0026] 图 2A 是说明一条测量路径中的测量时间和温度漂移的关系的图。

[0027] 图 2B 是说明在连续分别扫描多条测量路径中,因为这些一条一条的测量路径中的测量时间短,所以在其测量时间内的温度漂移的变化量小的图。

[0028] 图 3 是说明在机床上安装的机上测量装置容易受来自外部空气或者人的热量的影响的图。

[0029] 图 4 表示具有 3 个直动轴 (X 轴、Y 轴、Z 轴) 和两个旋转轴的可 5 轴同时控制的机床的要部。

[0030] 图 5 表示在本发明的实施方式中使用的机上测量装置的要部截面。

[0031] 图 6 是说明遵照本发明的工件的形状测量方法,把在工件的测量面内设定的基准点作为起点,沿各测量路径进行工件的形状测量的图。

[0032] 图 7 是说明遵照本发明的工件的形状测量方法,把在与工件分体的虚设工件上设定的基准点作为起点,沿各测量路径进行工件的形状测量的图。

[0033] 图 8 是说明即使在经历多条测量路径的长时间的测量中,因为通过在一条测量路径的每一次扫描中重复在测量位置数据的基准点位置的复位,把温度漂移量抑制为与一条测量路径对应的温度漂移量,所以也能够实现经历长时间的稳定的测量的图。

[0034] 图 9 是把来自机上测量装置的位置检测信号和来自机床的各驱动轴的位置检测信号输入数值控制装置的机床的实施方式的概略结构图。

[0035] 图 10 是说明把图 9 表示的来自机床的各轴的信号还有来自机上测量装置的信号输入数值控制装置的图。

[0036] 图 11A 是说明通过接口由数值控制装置的伺服控制部取得来自机床的各轴的反馈信号 (位置检测信号) 的图。

[0037] 图 11B 是说明通过与图 11A 相同的电路结构的接口,由数值控制装置的伺服控制部取得来自机上测量装置的位置检测信号的图。

[0038] 图 12 是说明机床原来有的设定工件坐标系的 G 代码和格式的图。

[0039] 图 13 是简略说明本发明的指示工件的形状测量的测量程序的一例的图。

[0040] 图 14 是表示在数值控制装置中执行的、进行温度漂移修正来进行工件的形状测定的处理的算法的流程图。

## 具体实施方式

[0041] 图 3 是说明在机床上安装的机上测量装置容易受来自外部空气或者人的热量的影响的图。使用该图 3 说明通过机上测量装置进行工件的机上测量。

[0042] 5 轴的机床的驱动部 21 和支持部 22 被容纳在罩 23 内。通过防振用的空气弹簧 24 在机械基座 25 上支持这些驱动部 21 和支持部 22。罩 23 在内部容纳驱动部 21、支持部 22、机械基座 25、空气弹簧 24,使外部的环境温度的影响不致作用于这些部件。经由压缩空气流路 27 向驱动部 21 供给来自在罩 23 外设置的空气轴承用压缩空气温度调节器 26 的

压缩空气。向空气轴承用压缩空气温度调节器 26 供给来自压缩机（未图示）的压缩空气。供给空气轴承的空气轴承用压缩空气，以一定比例通过曲径（labYrinth）30 被放出到罩 23 外。

[0043] 覆盖机械内部的罩 23，除曲径结构外，成为使空气不从机械内部向机床的外部泄漏的密闭结构，因此，因为提供给空气轴承的压缩空气的排气充满机械内部，在与加工区域 33 之间产生压力差，所以仅通过曲径 30 从机械内部向加工区域 33 进行空气轴承的排气。因此，能够防止来自外部的灰尘或者外部空气等通过曲径 30 进入罩 23 的内部。

[0044] 另外，从在罩 23 外设置的机内温度调节器 28，经由供给管 29 向罩 23 内的空间提供进行温度调节后的空气（箭头 F）。为了尽可能对罩 23 内的空间的温度进行同样的温度调节，使用扩散板 31。从机内温度调节器 28 经由供给管 29 供给的温度调节后的空气，通过扩散板 31 扩散，使该温度调节过的空气不仅仅向特定方向喷出。机内温度调节器 28 通过回收管 32 与罩 23 内连通，以使罩 23 内的空气循环流动。通过该结构，对罩 23 内的温度精密地进行温度控制，另外，罩 23 内的空间不受罩 23 外的环境温度的变化。

[0045] 在驱动部 21 上安装的工作台的朝向开放的加工区域 33 的面上安装了机上测量装置 1。另外，在与该驱动部 21 不同的驱动部上安装的工作台的朝向开放的加工区域 33 的面上安装加工 / 测量对象物（工件）40。该开放的加工区域 33 与罩 23 内精密地进行温度调节的空间区域不同，由于外部空气或者操作者的接近而发生的热量等的影响，与罩 23 内的空间相比温度变化大。在这种情况下，机上测量装置 1 的探头等小部件，由于通过外部空气或者操作者的接近而发生的温度的微小变化而受影响，对探头的位移输出造成影响。

[0046] 此外，即使用罩（加工区域罩）覆盖加工区域 33，在工件的更换作业中有时也要开闭加工区域罩，另外，与罩 23 内不同，因为来自机内温度调节器 28 的温度调节过的空气不向加工区域罩内供给，所以难以避免由于外部空气或者操作者的接近而发生的温度的微小变化的影响。

[0047] 这里，根据图 3 的超精密加工机的结构，因为机床的各驱动轴被配置在罩 23 内，所以由于外部空气或者操作者的接近而发生的温度的微小变化的影响极小。另一方面，机上测量装置 1 受该温度的微小变化的影响。因为机上测量装置 1 基本上是和机床独立的结构部件，所以对于机床的驱动轴的定位精度不造成影响。

[0048] 图 4 是说明安装了机上测量装置 1 的机床的 5 轴的可动部的图。该图表示通过数值控制装置控制的、具有 3 个直动轴（X 轴、Y 轴、Z 轴）和两个旋转轴（B 轴、C 轴）的、可 5 轴同时控制的机床的要部。作为旋转轴的 B 轴被设置在作为直动轴的 X 轴上，另外，作为旋转轴的 C 轴被设置在作为直动轴的 Y 轴上。在进行超精密加工的机床中，在罩内容纳构成图 4 表示的各轴的构件，以使其不受环境温度的变化。

[0049] 因此，通过本发明，提供一种利用超精密加工机的该特性修正机上测量装置的温度漂移，使用该机上测量装置进行工件的形状测定的方法、以及具有这样的进行温度漂移修正的机上测量装置的机床。

[0050] 图 5 表示在本发明的实施方式中使用的机上测量装置 1 的要部截面。该机上测量装置 1 在外壳（case）1a 内内置探头本体 1b，该探头本体 1b 通过空气轴承等轴承（未图示）可在探头的轴心方向上移动。在探头本体 1b 上安装了光学尺 1d。从激光器头 1c 向光学尺 1d 照射激光，通过省略了图示的受光元件接收来自光学尺 1d 的反射光或者透射光，检测探

头本体 1b 的轴方向的移动位移。

[0051] 在该探头本体 1b 的一端安装了触针 (stylus) 1e。该触针 1e 是细棒状的部件, 其一端被固定在探头本体 1b 上, 在另一端安装了球形测量头 1f。为易于说明, 在这以后把这些探头本体 1b、触针 1e 以及球形测量头 1f 汇总称为探头 Pr。

[0052] 探头 Pr 的球形测量头 1f 以预定的接触压 T 按压接触工件 W 的加工面 Wa, 一边在预定方向上仿照加工面 Wa 一边进行形状测量。接触压 T, 可以使用在机上测量装置 1 内内置的磁铁、弹簧等弹性体、或者流体压力等的施力部件 (未图示) 调整为适宜的值。探头 Pr 可在图 5 中表示的“探头移动方向”的箭头方向上移动。另外, 通过机上测量装置 1 内的限制部件 (未图示) 限制探头 Pr 的可移动范围。因此, 即使探头 Pr 的球形测量头 1f 从工件 W 的加工面 Wa 离开, 也不用担心探头 Pr 的探头本体 1b 从机上测量装置 1 拔出。

[0053] 在进行工件 W 的形状测量的情况下, 例如在使探头 Pr 的球形测量头 1f 接触工件 W 的状态下, 使机上测量装置 1 沿测量路径相对于工件 W 相对移动, 以使机上测量装置 1 的探头 Pr 位于可测量的行程的中心附近。然后, 在机上测量装置 1 相对于工件 W 的相对移动中, 通过测量探头 Pr 的轴方向的移动量, 能够求出工件 W 的形状。

[0054] 在进行工件整个面的测量的情况下, 因为各条测量路径中的温度漂移不同, 所以机上测量那样的长时间测量容易受温度漂移的影响, 测量时间越长测量精度恶化的概率越高 (参照图 2A)。但是, 因为一条测量路径中的测量时间短, 所以在该测量时间内的温度漂移的变化量小, 为可以忽略的程度 (参照图 2B)。

[0055] 因此, 在本发明中, 利用一条测量路径的测量时间和温度漂移的关系, 在结束一条 (第 i 号的) 测量路径中的形状测量后、开始下一 (第 i+1 号的) 测量路径中的形状测量前, 每次执行温度漂移修正。通过这样做, 避免经历长时间测量多条测量路径所引起的温度漂移的影响。

[0056] 下面, 使用图 6 以及图 7 更具体地说明在机上测量中修正温度漂移。

[0057] 图 6 表示把在工件 W 的测量面内设定的基准点 OP 作为起点, 沿各测量路径进行工件 W 的形状测量。如该图 6 所示, 在使用机上测量装置 1 进行工件 W 的形状测量之前, 预先将工件 W 上的任意地点设定成作为用于温度漂移修正的基准的地点 (基准点) OP。该基准点 OP, 可以根据预先设定的工件坐标系设定在工件 W 的任意的地点。与探头 Pr 相比, 工件 W 的热容量大, 相对于外部环境的温度变化不容易热膨胀或者热收缩。

[0058] 如上所述, 在 n 条测量路径 (Path 1, Path 2, …… Path n) 中的任意一条测量路径中的测量时间比较短, 可以忽略在该测量路径中的测量时间内的温度漂移的影响 (参照图 2B)。因此, 首先, 在沿第一测量路径 Path 1 进行工件 W 的形状测量之前, 使探头 Pr 的球形测量头 1f 接触工件 W 上的基准点 OP。

[0059] 然后, 通过将球形测量头 1f “接触” 工件 W 时从机上测量装置 1 输出的测量位置数据复位, 修正该第一测量路径 Path 1 上的温度漂移 (“第一次的温度漂移修正”)。这里, 测量位置数据可以被复位为零或预定的数值。通过这样做, 在第一测量路径 Path 1 的扫描之前执行接触式探头 Pr 的坐标系的基准值的设定。这里所谓“接触”, 是指使该探头 Pr 的球形测量头 1f 接触工件, 在进行工件 W 的形状测量时使机上测量装置 1 的探头 Pr 位于可测量的行程的中心附近。

[0060] 探头 Pr, 当到达第一测量路径 Path 1 的终点时, 在向第二测量路径 Path 2 转移



前,再次移动到上述基准点 OP 的位置。因此,如上所述,使探头 Pr 的球形测量头 1f 接触工件的基准点 OP,将球形测量头 1f 接触工件 W 时从机上测量装置 1 输出的位置信息复位。位置信息被复位为与第一次的温度漂移修正相同的数值(例如零)。

[0061] 以下同样,在第三测量路径 Path 3、..... 第 i 测量路径 Path i..... 第 n-1 测量路径 Path n-1 中的形状测量结束后,使探头 Pr 移动到基准点 OP,进行为第 n(最后的)测量路径 Path n 的温度漂移修正。

[0062] 于是,在根据本发明的、在各测量路径之前每次执行温度漂移修正的机上测量中,该机上测量所需要的时间,尽管与不执行这样的温度漂移修正的现有技术相比花费时间长,但适当地进行了温度漂移修正。

[0063] 图 7 表示在温度漂移修正中使用与测量对象工件 W 分体的、漂移修正用的虚设工件 DW 的例子。在所述虚设工件 DW 中,使用玻璃、陶瓷等热膨胀率小的材质的部件。通过使用热膨胀率小的材质的虚设工件 DW,可以忽略虚设工件 DW 由于外部环境的温度变化而膨胀或者收缩的影响。

[0064] 预先把虚设工件 DW 的任意地点设定成作为用于温度漂移修正的基准的基准点 OP。然后,进行形状测量时的温度漂移修正与图 6 所示同样,在进行各测量路径(Path 1, Path 2,.....Path n) 的形状测量的最初,通过使探头 Pr 移动到预先决定的基准点 OP 而开始。

[0065] 图 8 说明,如图 6 或者图 7 所示,每当机上测量装置的探头逐条扫描多条测量路径时,通过使该探头的测量头在其扫描之前移动到预先决定的基准点,使所述探头的测量头接触该基准点来进行机上测量装置的温度漂移修正,由此,即使进行工件 W 的整个面的形状测定也可以忽视温度漂移的影响。

[0066] 像本发明这样,即使扩展到多条(n 条)测量路径来长时间测量,因为通过在每一条测量路径中重复测量位置数据的复位,把温度漂移量抑制为与一条测量路径对应的温度漂移量,所以能够实现稳定的长时间测量。

[0067] 图 9 是把来自机上测量装置的位置检测信号和来自机床的各驱动轴的位置检测信号输入数值控制装置的机床的实施方式的概略结构图。在该机床中,对于数值控制装置 8 的伺服控制部 8b,从测定工件 W 的表面形状的在 B 轴上安装的机上测量装置 1 通过接口 2(参照图 11B) 输入作为关于探头 Pr 的移动位移的测量信号的位置检测信号 ipf。从在机床的各可动轴上设置的位置检测装置输出的位置检测信号,也通过接口(未图示)同步地输入伺服控制部 8b。该接口构成为把从内置于伺服电动机 95x、95y、..... 的位置检测装置 96x、96y、..... (参照图 10) 输出的位置检测信号、和从机上测量装置 1 输出的测量信号同步地输入数值控制装置 8 的伺服控制部 8b。

[0068] 在本发明的实施方式中,检测机上测量装置 1 的探头本体 1b 的移动位移的位置检测装置、或者检测机床的直动轴的位置的位置检测装置,例如可以使用光学尺、激光干涉仪等高精度的检测装置。另外,在检测机床的旋转轴的位置的位置检测装置中可以使用编码器。

[0069] 另外,数值控制装置 8 具有:存储机床的各可动轴的位置信息和来自机上测量装置 1 的测量信息(位置信息)的存储单元、和向外部的存储装置的个人计算机 11 送出在该存储单元中存储的位置信息的接口。探头 Pr 的轴方向移动速度,可以根据在数值控制装置

8 中存储的位置信息算出。例如,可以根据每一控制周期的位置信息的差来求出速度。

[0070] 因为作为来自机床的各轴的反馈信号的位置检测信号、和来自机上测量装置 1 的位置检测信号通过相同的电路结构的接口(参照图 11B)被数值控制装置 8 的伺服控制部 8b 分别取得,所以来自各轴的位置检测装置和机上测量装置的测量信号(即各轴的轴位置检测信号和机上测量装置的位置检测信号)同步地输入数值控制装置 8。然后,被读入的轴位置检测信号和位置检测信号,作为位置信息,在数值控制装置的每一控制周期被存储在作为数值控制装置 8 的寄存器的存储单元(省略图示)中。

[0071] 另外,数值控制装置 8 经由以太网(注册商标)12 对作为外部装置的个人计算机 11 进行 LAN 通信,向在个人计算机 11 上连接的或者在其中内置的存储装置 11a 发送来自各轴的位置信息和来自机上测量装置 1 的测量信号。个人计算机 11 在每一采样周期,把来自各轴的位置信息和来自机上测量装置 1 的位置信息同步地存储在存储装置 11a 中。

[0072] 在个人计算机 11 内存储有测量用软件,根据通过数值控制装置 8 读入的所述位置信息,执行被加工物的形状测量等必要的运算处理。该形状测量等必要的运算处理与现有技术相同。另外,在个人计算机 11 内存储了测量用 NC 程序、加工用 NC 程序、加工用修正 NC 程序。

[0073] 图 10 是说明把来自图 9 所示的机床的各轴的信号还有来自机上测量装置的信号输入数值控制装置的图。

[0074] 图 10 表示通过数值控制装置 8 的伺服控制部 8bX、8bY、8bZ、8bB、8bC,对图 9 中表示的机床的各轴、即 X 轴、Y 轴、Z 轴、B 轴、C 轴进行位置、速度、电流的反馈控制。该反馈控制是在控制机床的数值控制装置中通常进行的控制。这里,以 X 轴伺服控制部 8bX 为例进行说明。

[0075] X 轴伺服控制部 8bX 由进行位置环路控制的位置控制部 91、进行速度环路控制的速度控制部 92、以及进行电流环路控制的电流控制部 93 构成。

[0076] 位置控制部 91 具有误差寄存器 91a 和位置环路增益为 K 的放大器 91b。位置控制部 91(误差寄存器 91a)接收来自数值控制部 8a 的移动指令,从接收的移动指令中减去位置反馈量(位置 FB)来求出位置偏差量。在该位置偏差量上乘以位置环路增益 K 求出速度指令,把这样求得的速度指令传递给速度控制部 92。在误差寄存器 91a 中算出的位置偏差量也被输出到数值控制部 8a。

[0077] 速度控制部 92,根据从接收的速度指令中减去速度反馈量(速度 FB)而得到的速度偏差量进行速度环路控制,求出电流指令,把这样求得的电流指令传递给电流控制部 93。

[0078] 电流控制部 93,从接收的电流指令中减去来自在驱动伺服电动机 95 的放大器 94 中内置的、检测流过伺服电动机 95 的电流的电流传感器(省略图示)的电流反馈(电流 FB)来求出电流偏差量,根据这样求得的电流偏差量进行电流环路控制。

[0079] 伺服电动机 95 是驱动 X 轴的驱动单元,在伺服电动机 95 上安装了检测其位置以及速度的位置/速度检测器 96。来自位置/速度检测器 96 的位置反馈量(位置 FB)被反馈到位置控制部 91,速度反馈量(速度 FB)被反馈到速度控制部 92。

[0080] 因为图 10 表示的 Y 轴、Z 轴、B 轴、C 轴的伺服控制部 8bY、8bZ、8bB、8bC 的结构、功能也和上述的 X 轴伺服控制部 8bX 的结构、功能相同,所以省略关于它们的说明。在图 9 以及图 10 中,X 轴、Y 轴以及 Z 轴是直动轴,B 轴以及 C 轴是旋转轴。

[0081] 图 10 表示的数值控制装置,在 X 轴、Y 轴、Z 轴、B 轴、C 轴的伺服控制部 8bX、8bY、8bZ、8bB、8bC 之外,设置不连接驱动机床的各轴的电动机及其位置 / 速度检测单元的伺服控制部 8bF。表示该伺服控制部的符号 8bF 的“F”是“free”的 F,表示与机床的可动轴的任何一个人的控制都无关。

[0082] 数值控制装置 8,把在伺服控制部 8bX、8bY、8bZ、8bB、8bC 上追加上述伺服控制部 8bF,识别为仅增加了一个控制轴。并且在增加的伺服控制部 8bF 上,和控制机床的各轴的伺服控制部 8bX、8bY、8bZ、8bB、8bC 同样地设置放大器 94。因为在该伺服控制部 8bF 上未连接伺服电动机,所以数值控制装置 8 把该伺服控制部 8bF 设为伺服停止状态。进而,变更参数以及控制软件,以便使用追随 (follow-up) 功能像通常那样对位置检测信号进行计数。

[0083] 并且,在该伺服控制部 8bF 上代替伺服电动机而连接机上测量装置 1。在图 10 表示的例子中,对于伺服控制部 8bF,通过在该伺服控制部 8bF 上连接的放大器 94 具有的接口 (省略图示),代替来自在伺服电动机 95 中内置的位置 / 速度检测器 96 的位置检测信号,输入来自机上测量装置 1 的测量信号 ipf。上述接口如上所述,配备在放大器 94 上,与现有技术没有不同。

[0084] 图 11A 以及图 11B 是表示在本发明的实施方式中使用的接口的一例的框图。如图 11A 所示,在放大器单元内设置了作为电动机驱动单元的放大器 94、A/D 变换装置 97 以及内插分割装置 98。从在伺服电动机 95 中内置的位置检测装置 96 输出的信号 (正弦波以及余弦波的模拟信号) 输入 A/D 变换装置 97。

[0085] A/D 变换装置 97 把从位置检测装置 96 输出的模拟信号变换为数字信号,把该变换后的数字信号输出到内插分割装置 98。内插分割装置 98 进行分割与来自位置检测装置 96 的 1 周期 (正弦波 1 周期) 模拟信号相应的数字信号的处理。作为在要求比通常的模拟信号的分辨能力细小的分辨能力的情况下进行的处理,对上述 1 周期模拟信号进行细分割 (分割后的周期成为分辨能力)。

[0086] 图 11B 是表示图 9 中表示的接口 2 的一例的框图,具有与图 11A 表示的接口 (放大器单元) 同样的结构。

[0087] 这样,通过在机上测量装置 1 中使用伺服电动机的驱动控制用的接口作为接口,能够容易地把从位置检测装置 96x、96y、..... 输出的位置检测信号和从机上测量装置 1 输出的测量信号输入数值控制装置 8 的伺服控制部 8b,而且不需要为机上测量装置 1 准备特别的接口,能够避免成本升高。从机上测量装置 1 向数值控制装置 8 的位置检测信号的输入不限于图 11A 以及图 11B 表示的接口。

[0088] 图 12 是说明机床原来有的设定工件坐标系的 G 代码和格式的图。在本发明中,使机上测量装置 1 的探头 Pr 移动到预先决定的基准点 OP,其后,为设定该探头 Pr 的坐标系,复位来自机上测量装置的测量位置数据。在本发明中,使用机床原来有的设定工件坐标系的功能进行该复位。通过这样进行复位,不需要准备用于温度漂移修正的新的软件,另外不需要变更数值控制装置的结构。

[0089] 在图 12 中,“G92”是对于数值控制装置指示坐标系的设定的 G 代码,“IP”是用 G92 设定坐标系的轴的名称,C0 是对轴名 IP 设定的坐标值。像这样使用“G92”的代码设定程序基准点 (工件基准点) 在 NC 加工程序中是通常使用的。在本发明的实施方式中,因为数值

控制装置把机上测量装置 1 识别为机床的一个轴, 所以通过指示坐标系的设定的“G92”的代码, 能够与机床的驱动轴同样地进行坐标设定。

[0090] 图 13 是简略说明本发明的实施方式中的测量程序的一例的图。当把使用图 6 或者图 7 说明的内容构成为测量程序时, 便成为图 13 所示那样。

[0091] 根据该测量程序, 使探头 Pr 移动到基准点 OP, 在基准点 OP 使用 G92 的代码进行坐标系的设定 (这里, 复位到 0)。然后, 在各测量路径中进行工件 W 的形状测量, 在所有的测量路径中的形状测量结束前, 进行和上述同样的动作以及处理。

[0092] 图 14 是表示在数值控制装置 8 中执行的、进行温度漂移修正来进行工件的形状测定的处理的算法的流程图。

[0093] 首先, 把机上测量装置 1 的探头 Pr 向基准点移动 (步骤 S1), 设定该探头 Pr 的坐标系 (步骤 S2)。其后, 沿特定的测量路径 (Path i) 进行工件的形状测量 (步骤 S3)。其结果, 判断关于全部测量路径是否结束测量 (即, 最后的测量路径 (Path n) 的测量是否结束) (步骤 S4), 如果关于全部测量路径的测量尚未结束, 则返回步骤 S1, 继续关于剩余的测量路径的测量, 另一方面, 如果关于全部测量路径的测量已经结束, 则结束该形状测定处理。

[0094] 如上所述, 通过数值控制装置 8 的处理器 (省略图示) 执行图 14 所示那样的处理, 能够沿全部测量路径进行测量。

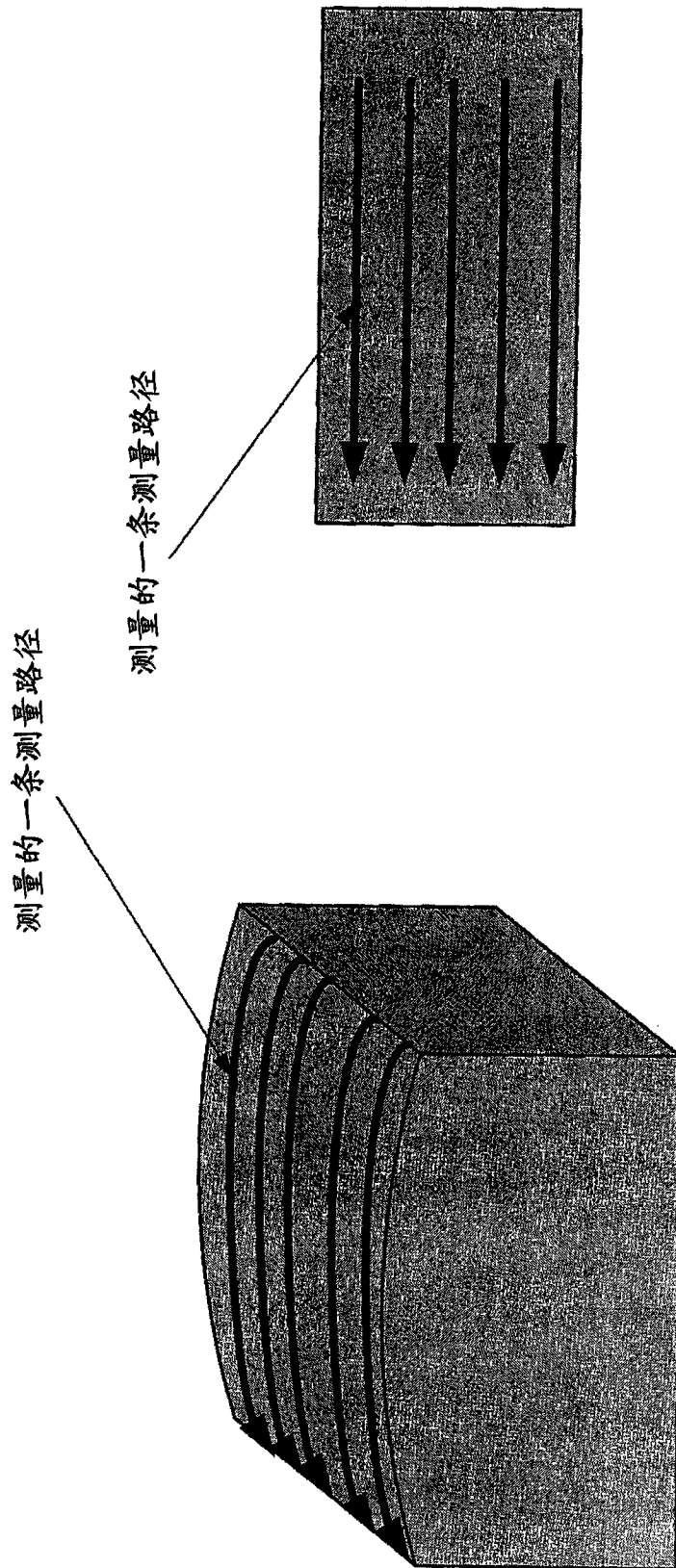


图 1A

图 1B

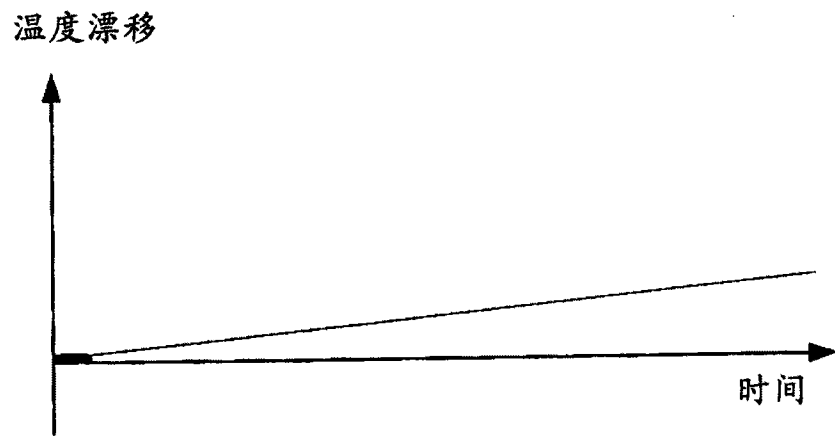


图 2A

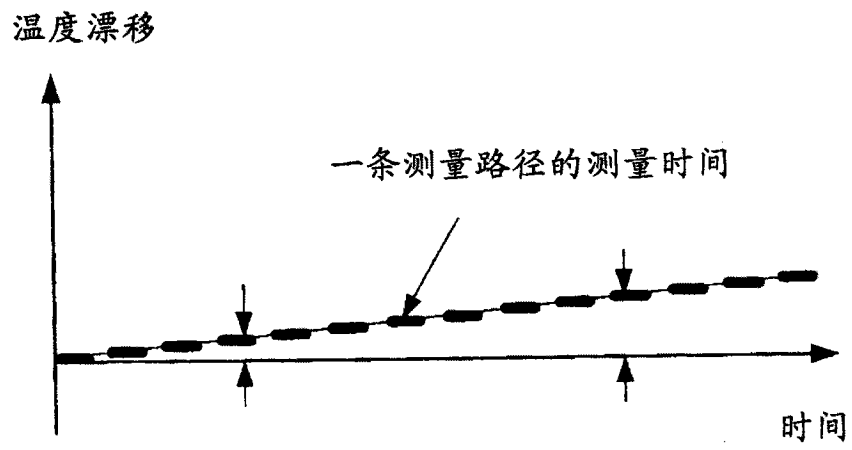


图 2B

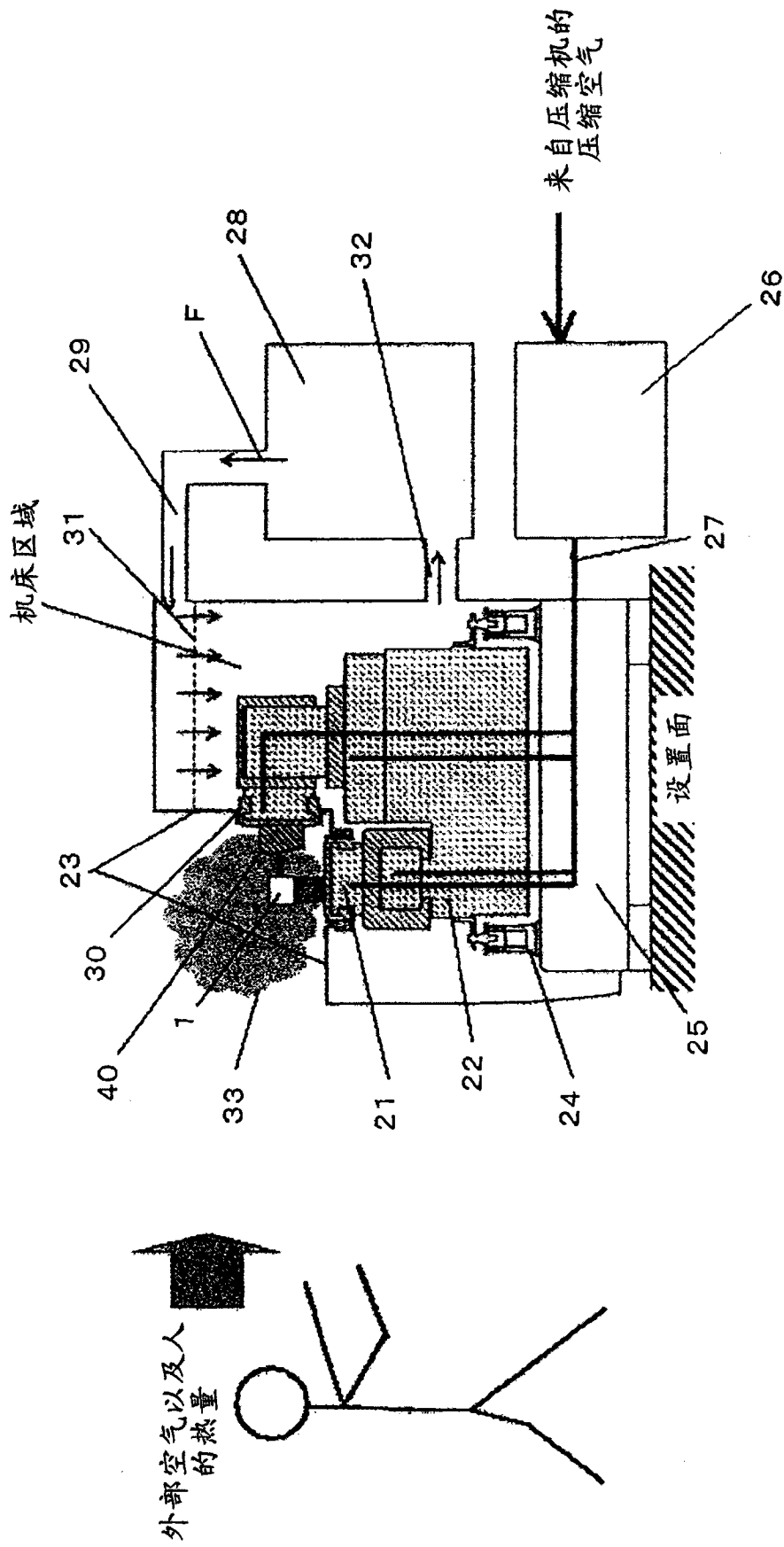


图 3

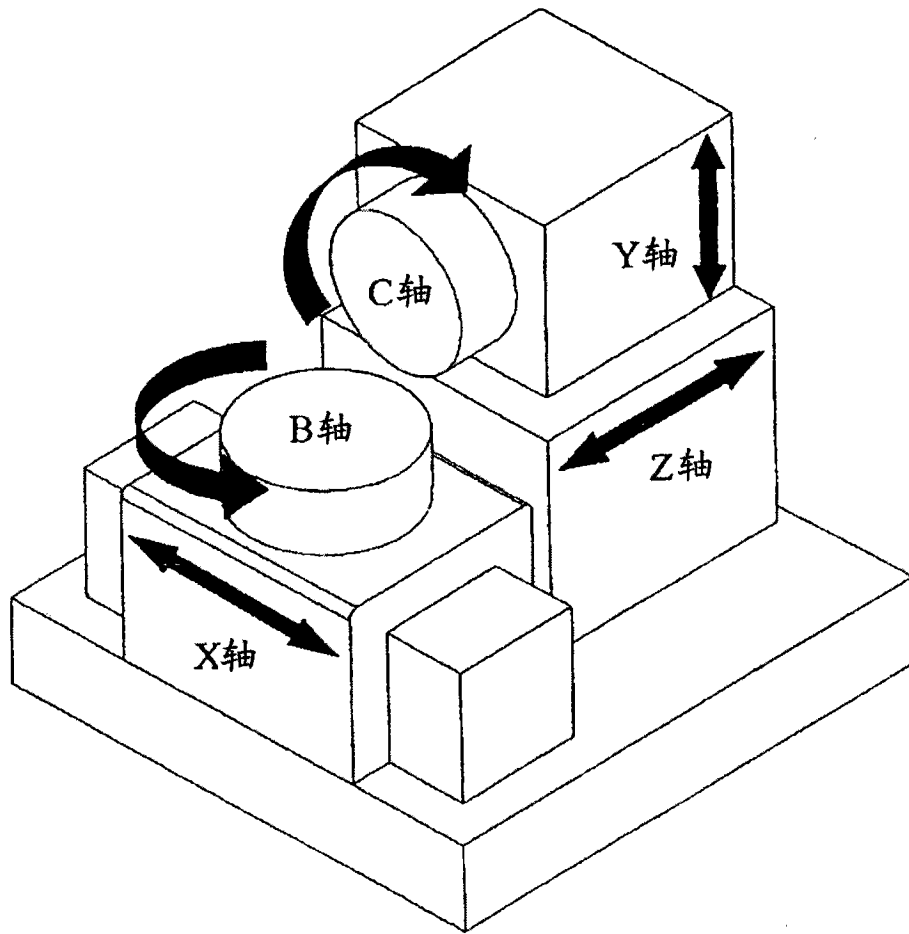


图 4



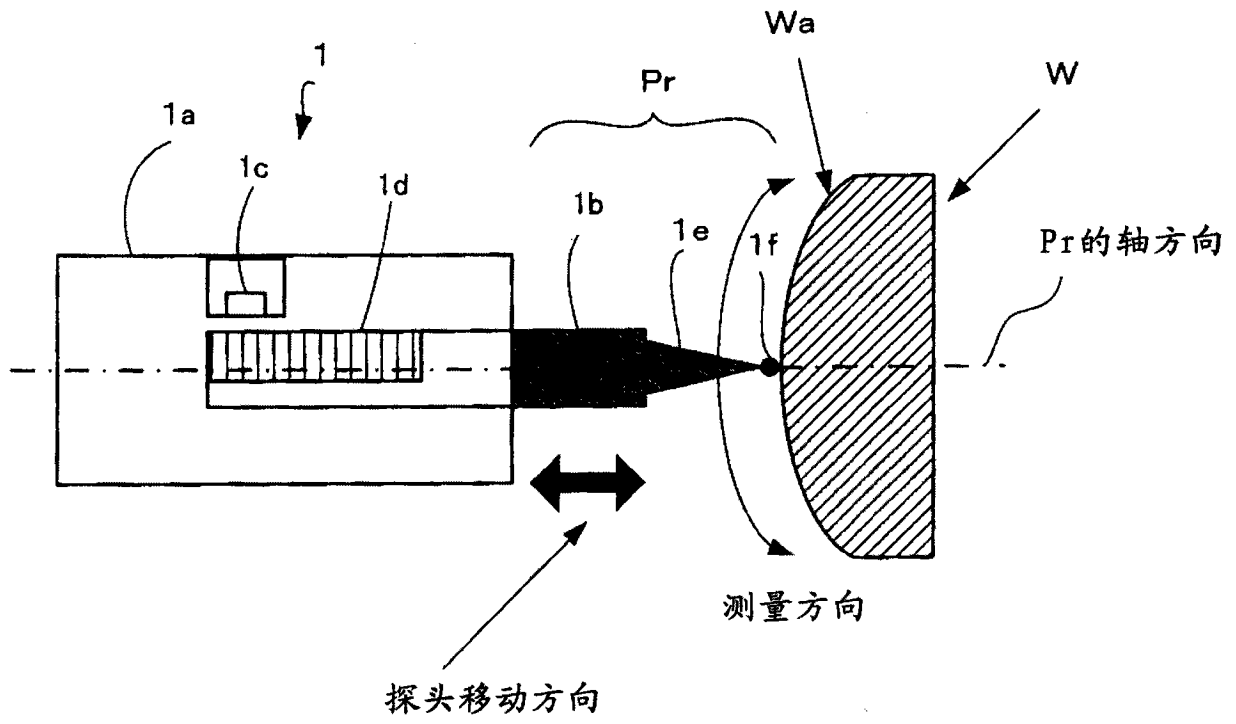


图5

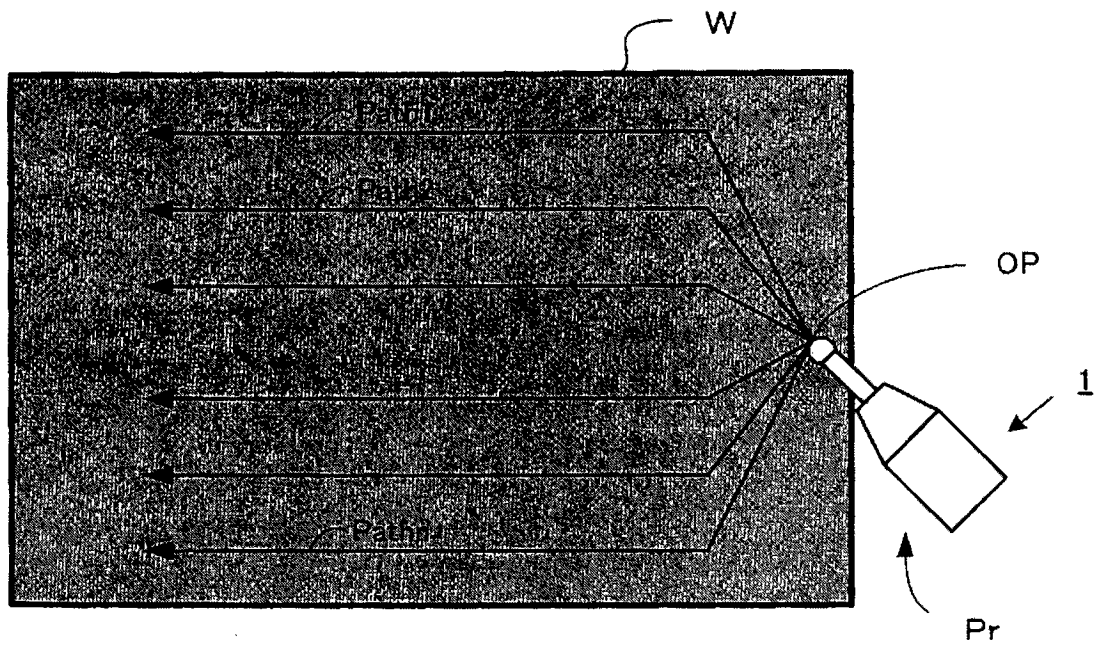


图6

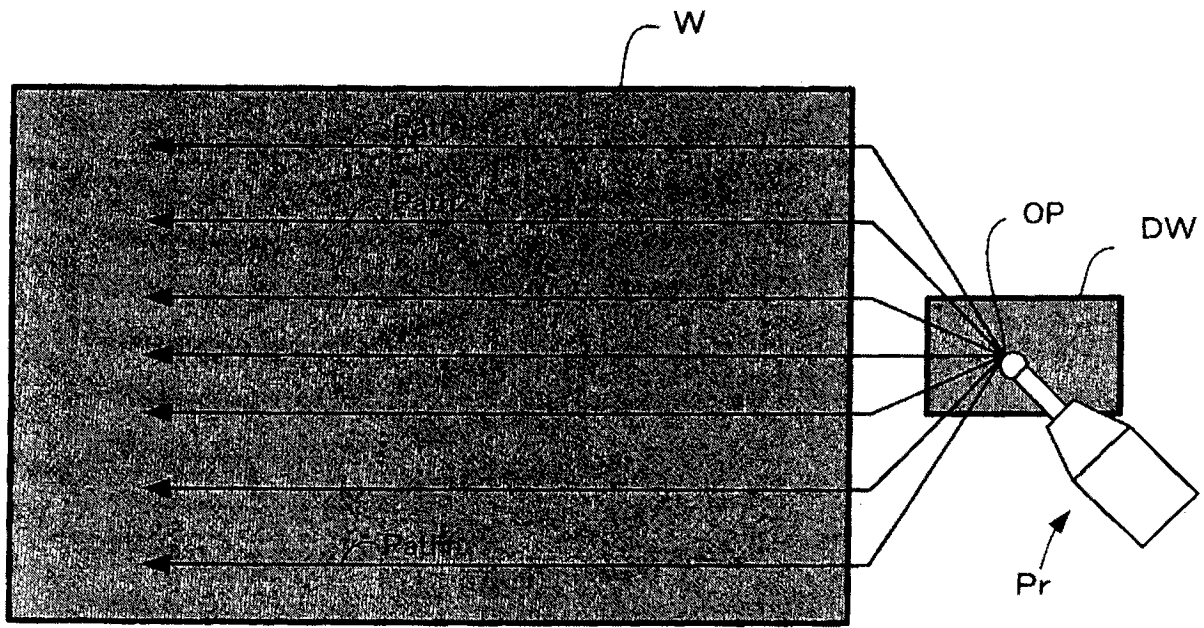


图 7

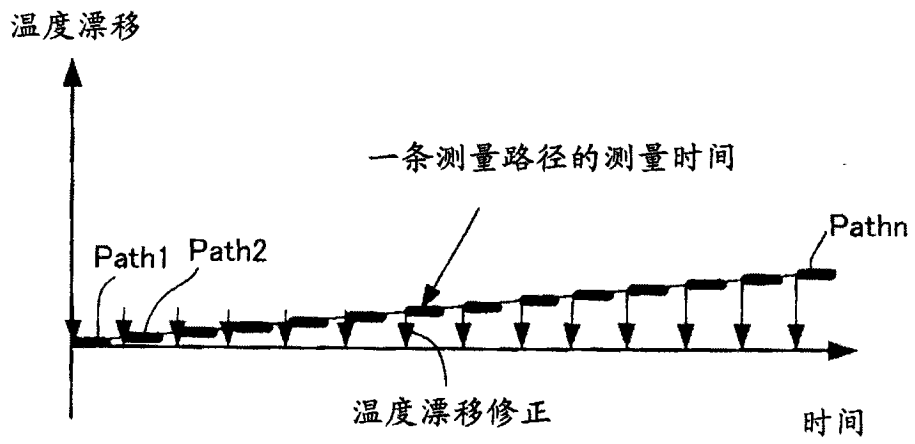


图 8

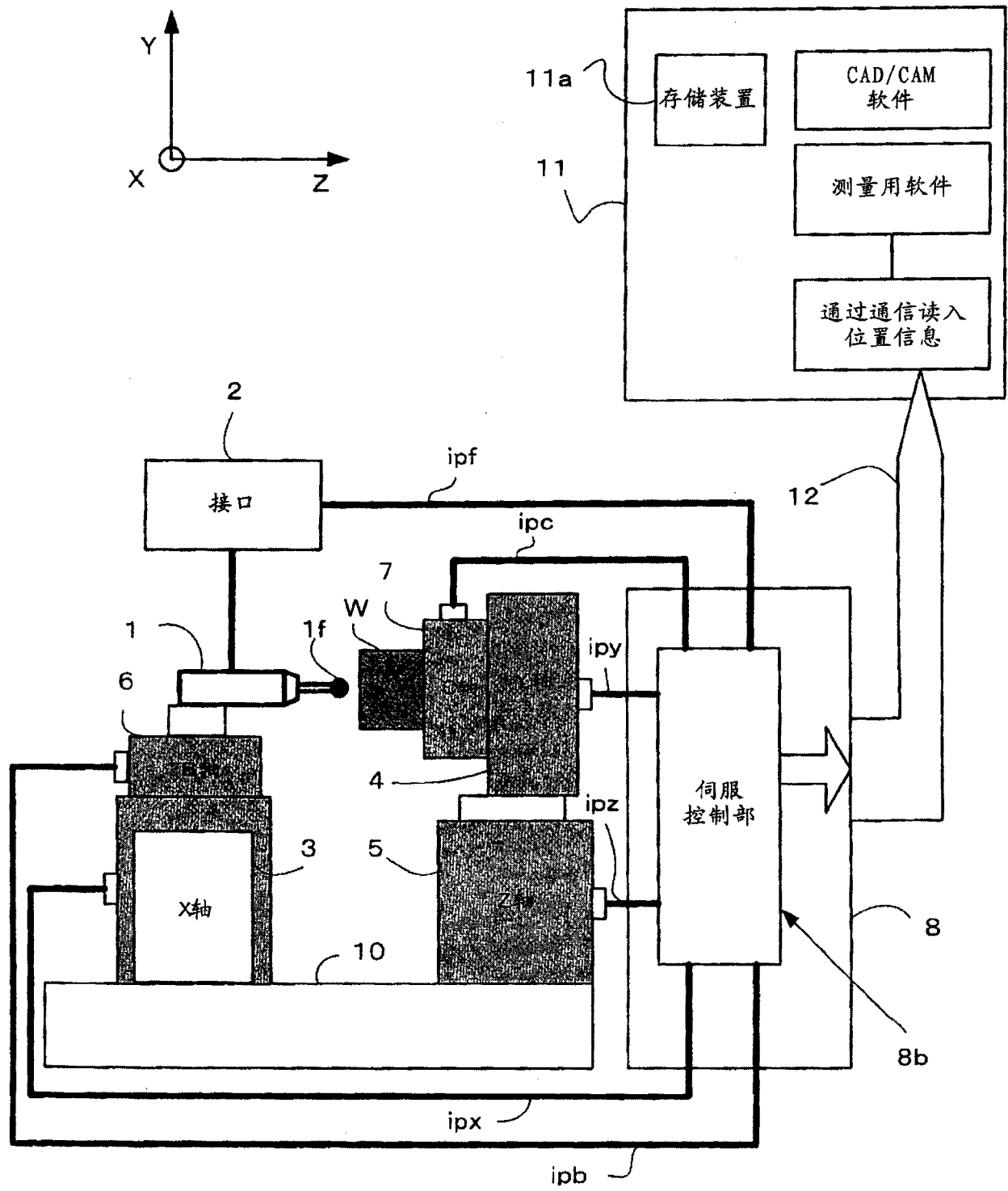


图 9



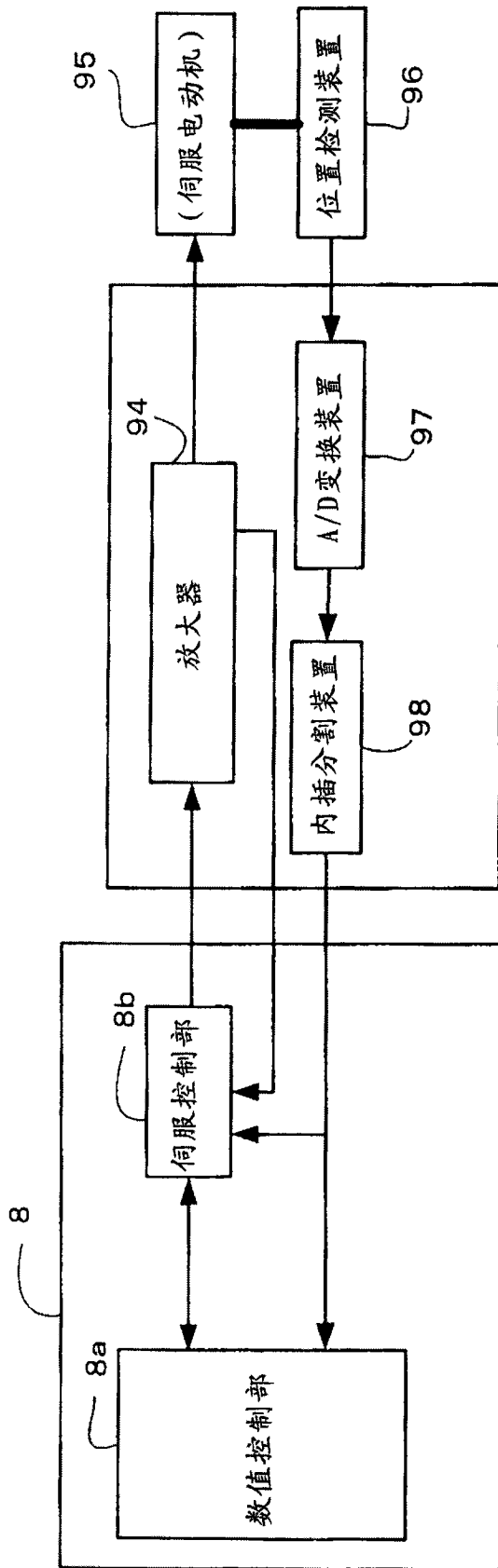


图 11A

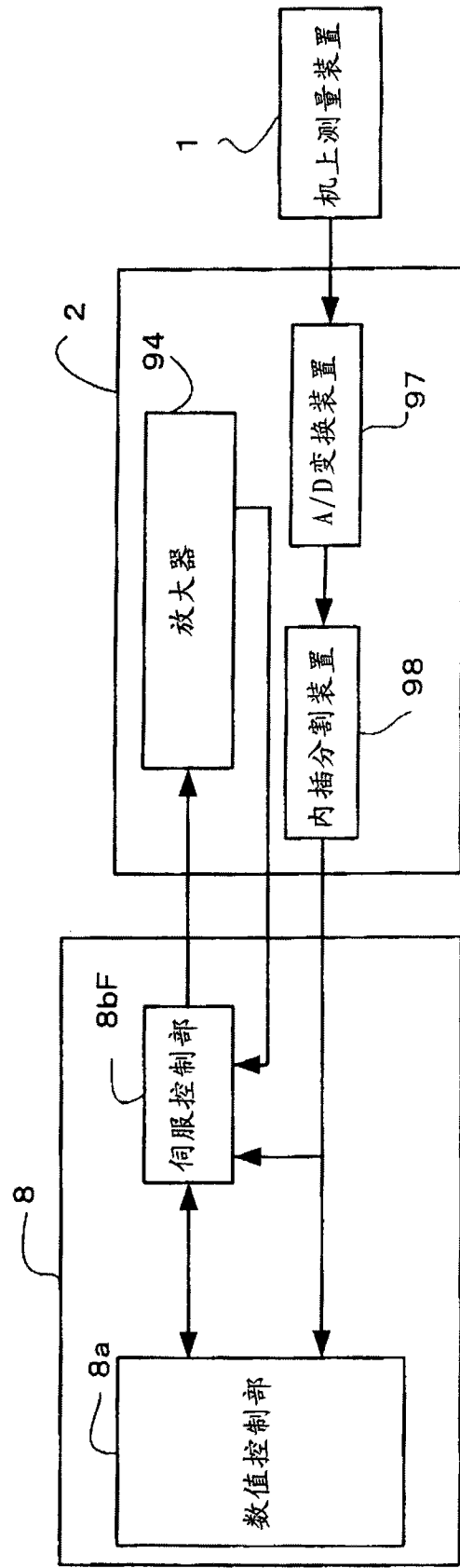


图 11B


# G92 IP CO;

IP:轴名      CO:设定的工件坐标系

图 12

Oxxxx;

向基准点OP移动:

G92 ZP 0;  通过G代码进行的探头位置坐标 (ZP) 的复位

最初的测量路径中的形状测量

向基准点OP移动

G92 ZP 0;

第二条测量路径中的形状测量

⋮

以后在测量结束前重复

图 13

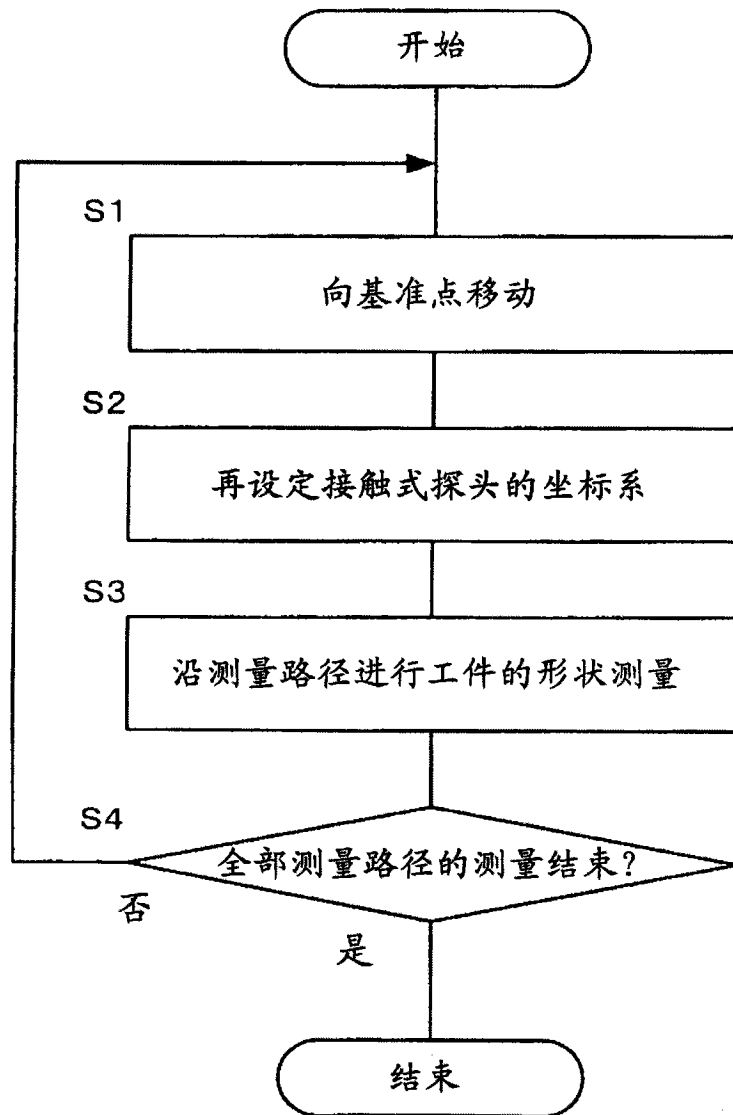


图 14