

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01B 21/04

G01B 21/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510006444.7

[43] 公开日 2005 年 8 月 10 日

[11] 公开号 CN 1651858A

[22] 申请日 2005.2.1

[21] 申请号 200510006444.7

[30] 优先权

[32] 2004.2.2 [33] JP [31] 025942/2004

[71] 申请人 三丰株式会社

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 小仓胜行 杉田耕造 道胁宏和

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

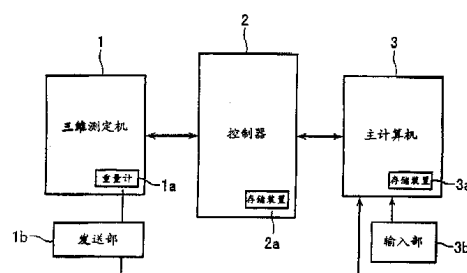
代理人 马莹 邵亚丽

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 7 页

[54] 发明名称 三维测定机的测定坐标校正方法及
三维测定系统

[57] 摘要

本发明提供一种三维测定机的测定坐标校正方法及三维测定系统。在对三维测定机装载各种重量的工件的状态下,计测所述三维测定机的几何误差,并根据该计测结果求每个工件的重量的校正参数并存储,适当读取要测定的工件的重量所对应的校正参数,从而校正要测定的工件的测定坐标。



1.一种三维测定机的测定坐标校正方法，其特征在于，
该方法包括：

5 根据在对三维测定机装载了各种重量的工件的状态下计测的所述三维测定机的几何误差，来对每个工件的重量求校正参数，并将这些校正参数存储到存储部件中的步骤；

输入要测定的工件的重量的步骤；以及

10 从所述存储部件读取该步骤中输入的工件的重量所对应的校正参数，从而校正所述要测定的工件的测定坐标的步骤。

2.如权利要求1所述的三维测定机的测定坐标校正方法，其特征在于，

在所述三维测定机的一部分组装光学辅助件，并由该光学辅助件反射来自激光光源的激光，使该反射的光与来自激光光源的激光干涉，基于由该干涉形成的干涉条纹计测所述几何误差。

15 3.一种三维测定系统，包括：

三维测定机，将要测定的工件载置到三维测定空间内的基座上来测定；

控制器，用于在驱动控制该三维测定机的同时，从三维测定机取入必要的测定值；以及

主计算机，对经由该控制器取入的测定值进行处理，其特征在于，

20 该系统包括：

存储部件，存储根据在对所述三维测定机的基座装载了各种重量的工件的状态下计测的所述三维测定机的几何误差而求出的每个工件的重量的校正参数；以及

输入部件，输入所述工件的重量的信息，

25 基于所述输入的工件的重量的信息和所述存储部件所存储的校正参数，校正所述要测定的工件的测定坐标。

4.如权利要求3所述的三维测定系统，其特征在于，

所述存储部件设置在所述控制器中，

所述控制器基于所述输入的工件的重量的信息切换校正参数，从而校正

30 所述要测定的工件的测定坐标。

5. 如权利要求3所述的三维测定系统，其特征在于，

所述存储部件设置于所述主计算机中

所述主计算机基于所述输入的工件的权重的信息，对所述控制器发送该工件的重量所对应的校正参数，

5 所述控制器基于从所述主计算机发送来的校正参数，对所述要测定的工件的测定坐标进行校正。

6. 如权利要求3所述的三维测定系统，其特征在于，

所述输入部件通过手工输入操作将所述工件的权重的信息输入所述主计算机。

7. 如权利要求3所述的三维测定系统，其特征在于，

10 所述输入部件包括：

组装到所述三维测定机的重量计；以及

将该重量计检测出的所述工件的权重的信息发送到所述主计算机的部件。

8. 如权利要求7所述的三维测定系统，其特征在于，

15 所述重量计测定所述三维测定机的各部的倾斜，并基于该倾斜检测所述工件的重量。

9. 如权利要求3所述的三维测定系统，其特征在于，

所述三维测定机的基座兼作Y轴运动导向，

20 所述三维测定机的几何误差中包含所述基座的变形造成的Y轴角度误差。

10. 一种三维测定机的测定坐标校正方法，其特征在于，

该方法包括：

25 在三维测定机上载置了各种重量的工件的状态下，在三维测定机的一部分组装光学辅助件，并由该光学辅助件反射来自激光光源的激光，该反射的光与来自激光光源的激光干涉，基于由该干涉形成的干涉条纹计测所述几何误差的步骤；以及

根据该计测结果对每个工件的重量求校正参数，并在存储部件中存储这些校正参数的步骤。

三维测定机的测定坐标校正方法及三维测定系统

5 技术领域

本发明涉及三维测定机的测定坐标校正方法，特别涉及在三维测定机的基座上载置有重量的工件时的测定坐标校正方法以及三维测定系统。

背景技术

10 在三维测定机中，以沿构成三维测定空间的各轴配置的标度为基准的标度坐标系中，使用各种测定器件进行测定。为了提高三维测定机的测定精度，需要提高其结构体的静态刚性的情况增多，通过导入利用软件的空间精度校正技术，而尽可能降低几何误差从而可以应对高精度化。

如图 4 所示，三维测定机的几何误差中，有运动学模型中的正交坐标系
15 中的各轴标度误差、直线度误差以及倾斜（pitching）、偏转（yawing）等角度误差。将它们归纳如下，合计有 21 个误差原因。

各轴标度误差：3

各轴水平方向直线度误差：3

各轴垂直方向直线度误差：3

20 各轴倾斜误差：3

各轴偏转误差：3

各轴转动误差：3

各轴间角度误差：3

一般在 CMM（Coordinate Measuring Machine）上计测的几何误差中包含
25 角度误差等原因的影响，所以为了将它们作为各轴基准上的误差处理，而必须进行误差的分离处理。因此，已知图 4 所示的使用运动学模型进行分离处理的技术（日本特开平 7-146130 号公报（段落 0002～0007）、图 4）。而且，该运动学模型使用于校正参数计算时的误差的分离处理，同时也使用在校正执行时将各校正参数进行对坐标空间上的误差的变换处理时。

30 通过以上的处理，即使存在各轴的误差，通过计测该误差并进行校正，也可以降低 CMM 的几何误差，并实现 CMM 的高精度。

在 CMM 等装置中，兼作 Y 轴运动导向的基座在几何误差中，特别起重要作用。利用空间精度校正实现了 CMM 的高精度化，但兼作 Y 轴运动导向的基座的几何误差中，装载用户工件时，基座变形，Y 轴运动导向的几何精度变化，引起 CMM 的精度恶化。因此，以往，加厚基座的厚度而提高基座的静态刚性，从而增加用户最大装载重量。因此，必须对每个用户工件的最大装载重量研究基座的厚度，交货期、价格都增加。特别最近以来，测定大型模具工件的用途增加，期待可进行 5t~10t 的工件的测定的 CMM。

发明内容

10 本发明鉴于这样的问题而完成，其目的在于提供一种不改变基座的厚度而可以进行对应用户工件的高精度的测定的三维测定机以及其测定空间校正方法。

本发明的第一方式的三维测定机的测定坐标校正方法的特征在于，包括：根据在对三维测定机装载了各种重量的工件的状态下计测的所述三维测定机的几何误差，来对每个工件的重量求校正参数，并将这些校正参数存储到存储部件中的步骤；输入要测定的工件的重量的步骤；以及从所述存储部件读取该步骤中输入的工件的重量所对应的校正参数，从而校正所述要测定的工件的测定坐标的步骤。

而且，本发明的第二方式的三维测定系统包括：三维测定机，将要测定的工件载置到三维测定空间内的基座上来测定；控制器，用于在驱动控制该三维测定机的同时，从三维测定机取入必要的测定值；以及主计算机，对经由该控制器取入的测定值进行处理，其特征在于，包括：存储部件，存储根据在对所述三维测定机的基座装载了各种重量的工件的状态下计测的所述三维测定机的几何误差而求出的每个工件的重量的校正参数；以及输入部件，输入所述工件的重量的信息，基于所述输入的工件的重量的信息和所述存储部件所存储的校正参数，校正所述要测定的工件的测定坐标。

另外，所述存储部件，例如设置在所述控制器中，所述控制器基于所述输入的工件的重量的信息切换校正参数，从而可以校正所述要测定的工件的测定坐标。而且，所述存储部件也可以设置于所述主计算机中。在该情况下，所述主计算机基于所述输入的工件的重量的信息，对所述控制器发送该工件重量所对应的校正参数，所述控制器基于从所述主计算机发送来的校正参数，

对所述要测定的工件的测定坐标进行校正。

所述输入部件可以通过手动输入操作对所述主计算机输入工件的权重的信息的部件，也可以包括组装到所述三维测定机的基座的重量计，和对所述主计算机发送由该重量计检测出的所述工件的权重的信息的部件。

- 5 而且，所述三维测定机的基座，例如可以兼作 Y 轴运动导向，所述三维测定机的几何误差中可以包含所述基座的变形造成的 Y 轴角度误差。

- 根据本发明，在对三维测定机装载各种重量的工件的状态下，计测所述三维测定机的几何误差，并根据该计测结果求每个工件的权重的校正参数并存储，适当读取要测定的工件的重量所对应的校正参数，从而校正要测定的
- 10 工件的测定坐标，所以即使基座由于工件的重量而变形，也可以进行高精度的坐标值的校正，所以不增加基座的厚度也可以进行对应于用户工件的高精度的测定。另外，这里所说的三维测定机不限于用于测定坐标的装置，也可以是用于测定表面性质（surface texture）的装置，包含表面粗糙度测定机、轮廓形状测定机、圆度测定机、表面波纹度（うねり）测定机、直线度测定
- 15 机等。

附图说明

- 图 1 是表示本发明的一实施方式的三维测定系统的结构的方框图。
- 图 2 是表示同一系统中的三维测定机的结构的立体图。
- 20 图 3 是表示同一系统中的事前注册处理的流程图。
- 图 4 是表示用于说明三维测定机的几何误差的运动学模型的图。
- 图 5 是表示同一系统中的事前注册处理时的几何误差的测定例的图。
- 图 6(a) ~ (c) 是用于说明同一事前注册处理时的校正参数的存储方法的图。
- 25 图 7 是表示同一系统中的测定处理的流程图。
- 图 8 是表示同一系统中的测定处理的其它例的流程图。

具体实施方式

以下，参照附图说明本发明的实施方式。

- 30 图 1 是表示本发明的一实施方式的 CNC（Computerized Numerical Control）三维测定系统的结构的方框图。

该三维测定机 1 的同时, 从三维测定机 1 取入必需的测定值; 以及主计算机 3, 对经由该控制器 2 取入的测定值进行处理。三维测定机 1 包括: 用于测定工件的重量的重量计 1a, 和用于对主计算机 3 发送该重量数据的发送部 1b。控制器 2 包含用于存储数据的存储装置 2a。而且, 主计算机 3 包含用于存储数据的存储装置 3a 和输入部 3b。

三维测定机 1 例如图 2 所示那样构成。

减振台 11 上载置基座 12, 并使其上表面作为基面而与水平面一致, 在从该基座 12 的两端竖立的梁支承体 13a、13b 的上端, 支承在 X 轴方向延伸的梁 14。梁支承体 13a 的下端由 Y 轴驱动机构 15 沿 Y 轴方向驱动。而且, 梁支承体 13b 的下端由空气轴承支承, 并可在基座 12 上沿 Y 轴方向移动。梁 14 支承在垂直方向 (Z 轴方向) 延伸的柱 16。沿梁 14 在 X 轴方向上驱动柱 16。柱 16 上设置主轴 17, 并使其被沿柱 16 在 Z 轴方向上驱动。主轴 17 的下端安装接触式的检测器 18。该检测器 18 在接触到基座 12 上载置的工件 19 时, 从检测器 18 对控制器 2 输出接触信号, 控制器 2 取入此时的 XYZ 坐标值。而且, 基座 12 上的规定位置上安装用于构筑机械坐标系的主球 (master ball) 20。

接着, 说明使用了该 CNC 三维测定系统的空间误差校正方法。

(1) 事前注册

图 3 是表示事前注册的处理的流程图。

在该事前注册处理中, 使三维测定机 1 的基座 12 上载置的工件 19 的重量 W 变化为 0、5t、10t、... .., 对于各个情况计算用于空间误差校正的校正参数。另外, 这里, 重量 W = 0 为没有载置工件 19 的状态。

参照图 3 更详细地说明, 首先, 将重量 W 的工件 19 载置到三维测定机 1 的基座 12 上 (S1), 并计测三维测定机 1 的几何误差 (S2)。由此计测所述 21 个几何误差, 由这些求出的 21 个几何误差计算 21 种校正参数 (S3)。计算出的校正参数被存储于控制器 2 或主计算机 3 的存储装置 3a 中 (S4)。在将校正参数存储于控制器 2 的存储装置 2a 中的情况下, 有存储容量的限制, 因而不必在每次改变工件重量时从主计算机 3 传输校正参数, 有可以更快速地切换校正参数的优点。与此相对, 在将校正参数存储于主计算机 3 的存储装置中的情况下, 通过存储到大容量硬盘装置中, 而消除存储容量的限制。通过消除存储容量的限制, 可以预先准备更详细的工件重量对应的校正参数。

接着，对三维测定机 1 的几何误差的计测 (S2) 进行更详细的说明。

图 4 是表示三维测定机 1 的结构体的几何误差的运动学模型图。图中，T1、T2、T3、T4 分别表示各个 X 轴支点、Y 轴支点、Z 轴支点以及主球中心点。而且，A、B、P 分别为从检测器前端、主轴前端以及主轴前端 B 朝向检测器前端 A 的检测器矢量，TF1、TF2、TF3、TF4 为从 X 轴测定点、Y 轴测定点、Z 轴测定点以及主球中心点分别朝向检测器前端 A 的矢量。

这里，作为要测定的几何误差，有特定的着眼的支点 (也是转动中心) T 中的平行误差 (ϵ_x 、 ϵ_y 、 ϵ_z) 以及转动误差 (ϵ_x 、 ϵ_y 、 ϵ_z)，将从支点朝向检测器前端的矢量设为 (TF_x 、 TF_y 、 TF_z) 时，校正参数 (δ_x 、 δ_y 、 δ_z) 可如下求解。

[式 1]

$$\begin{pmatrix} \delta_x \\ \delta_y \\ \delta_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \epsilon_x \\ \epsilon_y \\ \epsilon_z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \epsilon_x \\ \epsilon_y \\ \epsilon_z \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} TF_x \\ TF_y \\ TF_z \end{pmatrix} \\ = \begin{pmatrix} \epsilon_x \\ \epsilon_y \\ \epsilon_z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \epsilon_y \cdot TF_z - \epsilon_z \cdot TF_y \\ \epsilon_z \cdot TF_x - \epsilon_x \cdot TF_z \\ \epsilon_x \cdot TF_y - \epsilon_y \cdot TF_x \end{pmatrix}$$

从而，如果分别将各轴支点 T1、T2、T3 以及基准点 T4 中的平行误差设为 ($T_{1\epsilon x}$ 、 $T_{1\epsilon y}$ 、 $T_{1\epsilon z}$)、($T_{2\epsilon x}$ 、 $T_{2\epsilon y}$ 、 $T_{2\epsilon z}$)、($T_{3\epsilon x}$ 、 $T_{3\epsilon y}$ 、 $T_{3\epsilon z}$)、($T_{4\epsilon x}$ 、 $T_{4\epsilon y}$ 、 $T_{4\epsilon z}$)，并将转动误差分别设为 ($T_{1\epsilon x}$ 、 $T_{1\epsilon y}$ 、 $T_{1\epsilon z}$)、($T_{2\epsilon x}$ 、 $T_{2\epsilon y}$ 、 $T_{2\epsilon z}$)、($T_{3\epsilon x}$ 、 $T_{3\epsilon y}$ 、 $T_{3\epsilon z}$)、($T_{4\epsilon x}$ 、 $T_{4\epsilon y}$ 、 $T_{4\epsilon z}$)，则上述式 1 可以如式 2 那样扩展。

[式 2]

$$\begin{pmatrix} \delta_x \\ \delta_y \\ \delta_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^4 T_{i\epsilon x} \\ \sum_{i=1}^4 T_{i\epsilon y} \\ \sum_{i=1}^4 T_{i\epsilon z} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^4 (T_{i\epsilon y} T_{Fi z} - T_{i\epsilon z} T_{Fi y}) \\ \sum_{i=1}^4 (T_{i\epsilon z} T_{Fi x} - T_{i\epsilon x} T_{Fi z}) \\ \sum_{i=1}^4 (T_{i\epsilon x} T_{Fi y} - T_{i\epsilon y} T_{Fi x}) \end{pmatrix}$$

例如图 5 所示，在主轴 17 的前端设置测定用的光学辅助件 (治具) 21，可以通过由激光干涉测定计 30 测定对于各标度值的检测器前端位置，来进行实际的几何误差的测定。激光干涉测定计 30 包括：激光头 31，射出激光；接收器 32，使从该激光头 31 输出的激光通过光学辅助件 21 侧，同时，接收从光学辅助件 21 侧射入的激光；以及干涉计 33，使从激光头 31 射出的激光和从光学辅助件 21 反射的激光干涉，从而生成干涉条纹。通过光学辅助件

21 沿 XYZ 的标度移动时的各位置的由干涉计 33 生成的干涉条纹, 检测检测器位置的平行误差以及转动误差。通过对整个三维测定空间测定平行误差以及转动误差, 可以计算三维测定空间的全区域的校正参数。

但是, 对所有三维测定空间存储该校正参数是不现实的。因此, 例如图 5 6 所示, 削减存储数据量。另外, 这里为了说明的简便, 对沿 X 轴方向的校正参数 δ_x 进行说明。首先, 如图 6 (a) 所示, 计算根据 X 轴计数值 x 的校正参数 δ_x 。接着, 如图 6 (b) 所示, 基于预先设定的插补函数次数、得到的原始数据的曲线、根据其形状求出的区间分割数和分割位置, 决定各区间的插补函数系数。例如, 将各区间的插补函数次数设为“2”时, 各区间中系数成为 3 个。然后, 如图 6 (c) 所示, 实际的校正参数的读取中, 通过上述求出的插补函数来计算对于计数值 X 的校正参数 $\delta_x (X)$ 。这对其它的 Y 轴以及 Z 轴的校正参数也同样进行。由此, 可以大幅削减要存储的数据量。

在本实施方式中, 使基座 12 上载置工件 19 的重量 W 变化为 0、5t、10t、……, 对各个情况测定上述那样的几何误差, 并计算用于空间误差校正的校正参数。

而且, 基座 12 由于工件的重量而变形时, 对以基座 12 为导向的 Y 轴角度影响最大。因此, 也可以对每个工件重力由角度计进行 Y 轴角度误差计测, 以代替上述几何误差的测定。

(2) 测定

20 图 7 是表示这样由存储每个工件的重量的校正参数的三维测定机实际进行测定时的流程的流程图。另外, 本实施方式是在控制器 2 中存储校正参数的例子。

首先, 在基座 12 上载置工件 19, 并将工件 12 的重量输入主计算机 3 (S11)。工件重量, 由操作者通过手工输入操作输入主计算机 3, 或者在基座 12 上组装重量计 1a, 并自动检测, 然后由发送部 1b 发送到主计算机 3。

另外, 工件重量的信息也可以使用输入部 3b 直接输入主计算机 3。

接着, 主计算机 3 将对应于工件重量的工件识别码发送到控制器 2 (S12)。控制器 2 将内部存储的校正参数中、计测所使用的校正参数切换为工件识别码所对应的校正参数 (S13)。在实际的测定中, 使用被切换的校正参数校正测定值 (S14)。

图 8 是表示由存储了每个工件的重量的校正参数的三维测定机实际进行

计测的其它实施方式的流程的流程图。在本实施方式中，在主计算机 3 中存储校正参数。

首先，在基座 12 上载置工件 19，并将工件 12 的重量输入主计算机 3 (S21)。工件重量由操作者通过手工输入操作输入主计算机 3，或在基座 12 5 上组装重量计，通过自动检测而输入。

接着，主计算机 3 将对应于工件重量的校正参数发送到控制器 2 (S22)。控制器 2 将发送来的校正参数存储到内部的存储器中 (S23)。在实际的测定中，使用存储的校正参数校正测定值 (S24)。

根据本实施方式，即使在测定各种重量的工件的情况下也可以进行高精度坐标值的校正，可以容易地进行测定的高精度化，但本发明不限于本实施方式。 10

例如，在上述实施方式中，表示了作为三维测定机在通常的三维坐标测定机中实施的例子，但不限于此，在表面粗糙度测定机、表面形状测定机、圆度测定机等一般的表面性质测定机中也可以实施。

而且，表示了在基座 12 上组装重量计，并通过自动检测输入的例子，但该重量计也可以组装到减振台 11 上。 15

此时的重量计也可以在基座 12 或减振台 11 上组装变形表，基于基座 12 或减振台 11 的变形量自动检测重量。

进而，重量计也可以测定基座 12 或梁支承体 13a、13b 等测定机各部的倾斜，并基于该倾斜量自动检测重量。 20

如以上所说明的，根据本实施方式的三维测定机的测定坐标校正方法以及三维测定系统，通过要测定的工件的重量所对应的校正参数来校正工件的测定坐标，所以不仅可以缓和三维测定机的工件重量限制，也提高了工件的测定精度，所以可以更加提高测定机的可利用性，其结果，提高经济效率。

而且，可以比以往减少基座的厚度，对资源节约有效。 25

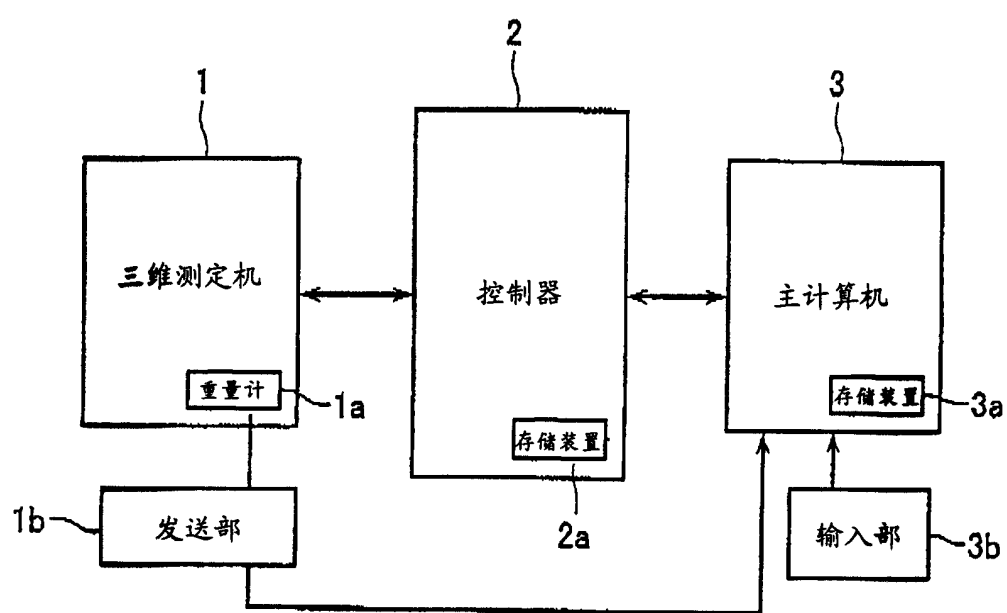


图 1

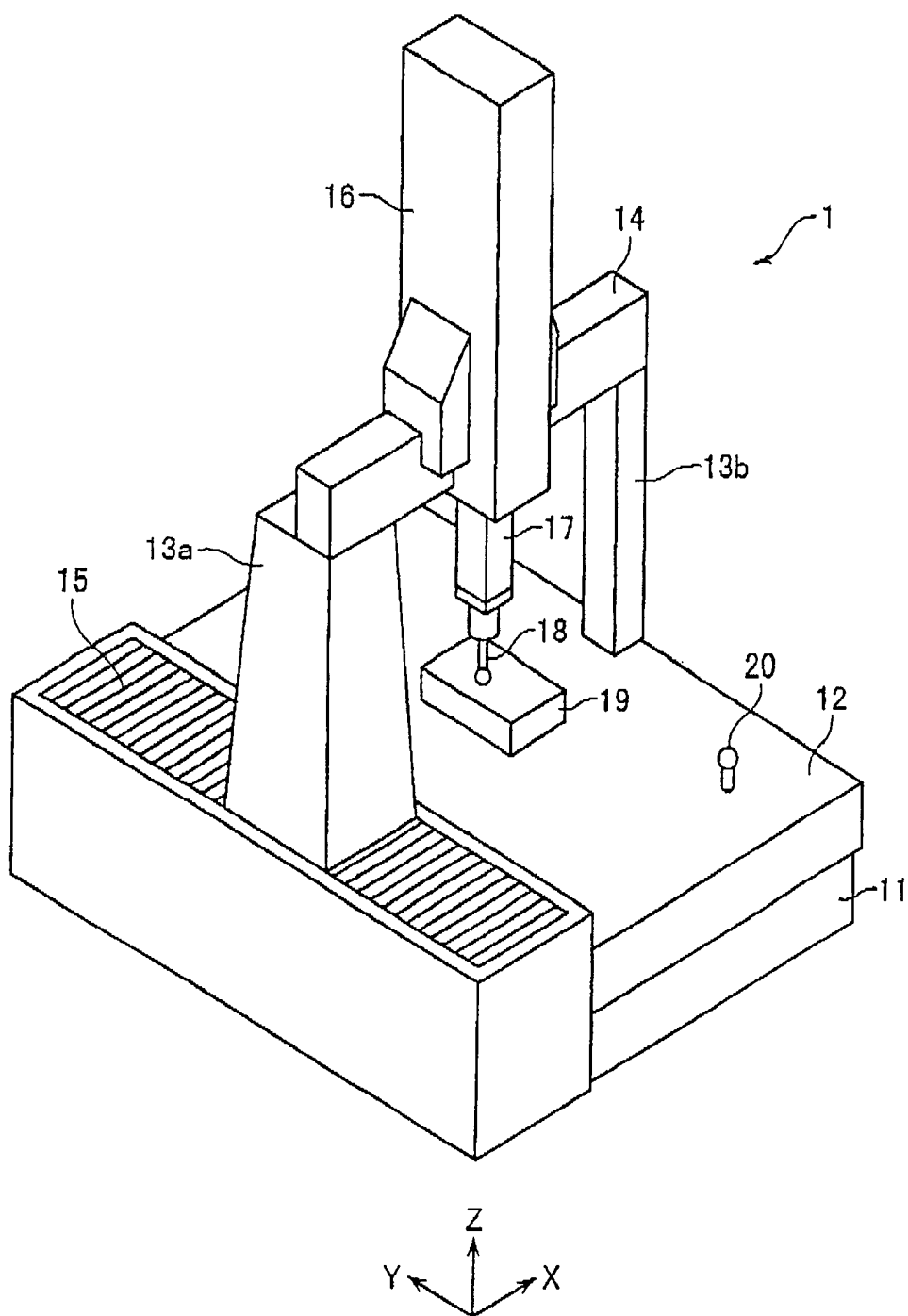


图 2

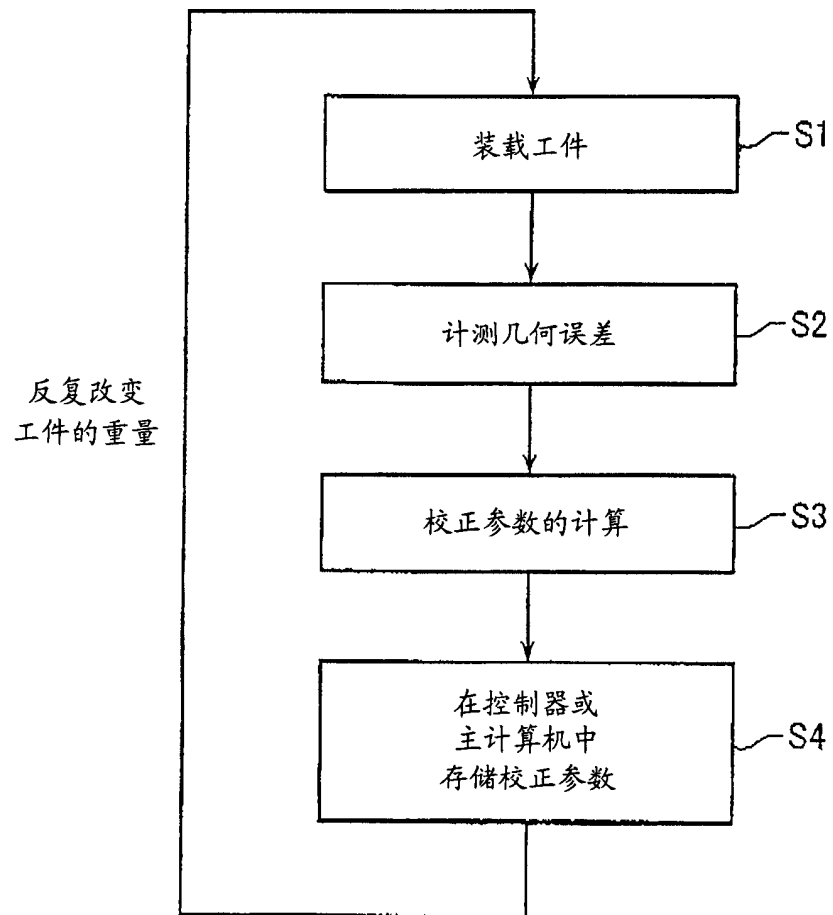


图 3

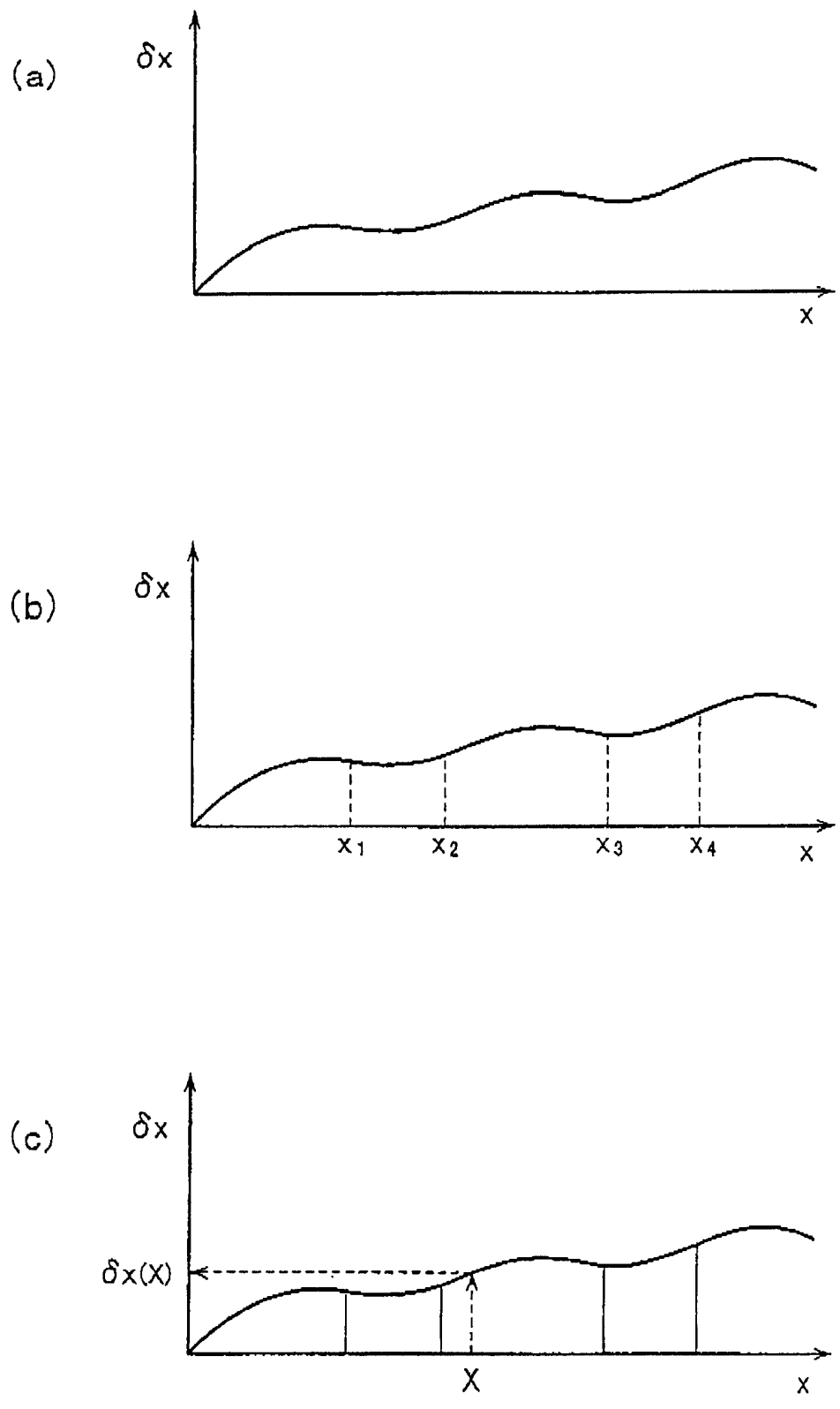


图 6

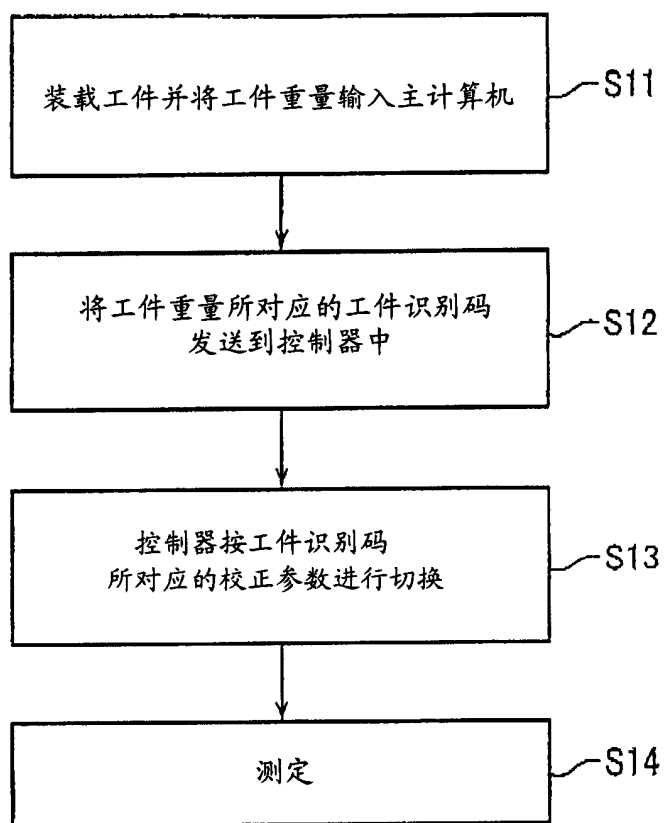


图 7

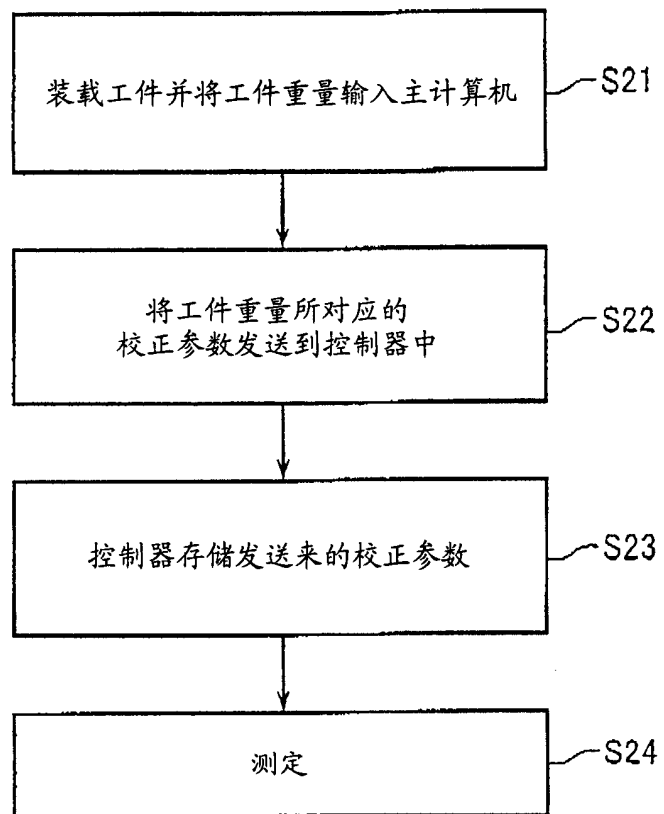


图 8