

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int.Cl⁶

G01B 21/20

G06F 3/033

[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 98119174.6

[43]公开日 1999年3月24日

[11]公开号 CN 1211724A

[22]申请日 98.9.11 [21]申请号 98119174.6

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

[30]优先权

代理人 吴明华

[32]97.9.12 [33]JP [31]267785/97

[71]申请人 株式会社三丰

地址 日本川崎市

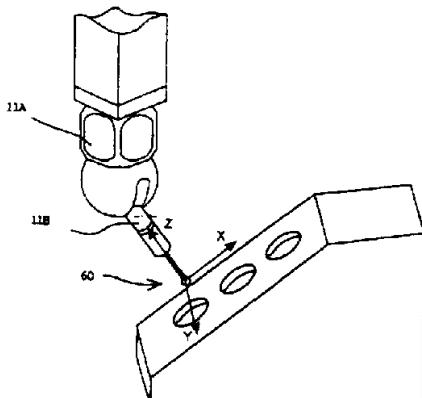
[72]发明人 木村哲郎 野田孝

权利要求书1页 说明书6页 附图页数4页

[54]发明名称 探针坐标系统驱动装置

[57]摘要

这里公开一种探针坐标系统驱动装置,其中,在一坐标测量机里,一探针可沿着与探针的位置一致的方向被驱动,从而通过操作操纵杆可方便地驱动探针。还提供一通过设定仰角 α 和旋转角 β 可自由地改变探针位置的探头,而根据设定的角可获得表示与探针位置一致的探针坐标系统的轴的单位方向矢量。将通过操纵者操纵而由操纵杆工作台输出的三个电信号和三个单位方向矢量的无向积而获得的矢量合成以计算驱动矢量,并按照该驱动矢量控制对坐标测量机的驱动。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种探针坐标系统驱动装置，它包括：

—坐标测量机，其上安装着许多可由电动机驱动的、互相垂直的轴驱动机构；

—探针，它安装在坐标测量机的一个轴驱动机构上，用来检测与被测物体的接触；

—探头，用来固定探针，并能自由地改变探针的位置；

操纵杆工作台，其上装备着一个或一个以上的、操纵坐标测量机的操纵杆，并能对应操纵杆的动作输出三个电信号；

—CPU，里面安装着用来计算三个表示与探针位置一致的探针坐标系统的X、Y和Z轴方向的单位方向矢量的步骤；

—驱动矢量积和计算回路，以便通过合成各矢量计算一驱动矢量，而各矢量是通过获得由操纵杆工作台输出的三个电信号和三个单位方向矢量的无向积而获得的；以及

—电动机驱动回路，以便驱动电动机，坐标测量机的各轴驱动机构安装着该电动机，以便与该驱动矢量一致。

2. 如权利要求1所示的探针坐标系统驱动装置，其特征在于，还包括：

—AD转换器，以便将操纵杆工作台输出的电信号转换成数字信号；以及

—DA转换器，以便将由驱动矢量积和计算回路计算出来的驱动矢量转换成模拟信号。

3. 如权利要求1所述的探针坐标系统驱动装置，其特征在于，探头包括一可自由地设定仰角和旋转角的转动探头。

说 明 书

探针坐标系统驱动装置

本发明涉及一种用来操纵具有操纵杆的坐标测量机的驱动装置，特别涉及一种探针坐标系统驱动装置，它能够沿着探针坐标系统、根据探针的取向移动探针。

可进行计算机驱动控制的坐标测量机作为一用来测量置于一底座上的物体的坐标、外形等的装置是众所周知的。图 6 显示了这种坐标测量机系统的外观。通常，这种坐标测量机具有互相垂直的 X、Y 和 Z 轴驱动机构，而 Z 轴驱动机构的前端有一球形测头。此外，其上还固定着一安装有一探针、能够检测该测头是否与被测物体接触并输出一接触信号的探头。

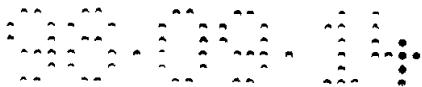
具体地说，在图 2 所示的探头 11A（例如，由英国的 Renishaw 公司制造的探头 PH9（商品名））里，在探针 11B 安装部分上的仰角 α 和探头 11A 下部的旋转角 β 可通过电动机驱动自由地改变和设置，从而使探针的位置可任意设置。例如，在测量具有倾斜表面的被测物体时，可设置探头 11A 的仰角 α 和旋转角 β ，从而可在测量前使探针处于基本垂直该倾斜表面的位置上。

然而，一般来说，通过操纵图 4 所示的操纵杆工作台 40 上的操纵杆 41A、41B 和 41C 而使探针可移动的方向是受限制的，即限于坐标测量机的 X、Y 和 Z 轴驱动机构的驱动方向，这样，当探针的位置被设置成基本上垂直于被测物体的倾斜表面时，操作者体验到一种不协调的感觉，并发觉难以进行，因为通过操纵杆使探针移动的方向与探针的取向不一致。

此外，对于操作者来说，通过操纵操纵杆使探针沿着倾斜表面平稳移动是困难的，而且这种操纵需要实践。结果，对形成于其上的倾斜表面或孔等的测量与对平面部分的测量相比，其测量效率特别差。此外，还存在着一种担忧，即操作者一不小心会使探针碰撞被测物体，从而使昂贵的探头或探针折断。为了避免这种碰撞，必须操纵操纵杆，使探针慢慢移动。

日本专利申请第 60 - 210746 号公布了一种为解决上述问题的发明。然而，在上述发明里，必须测量该倾斜表面，以便在计算机里构成一与该倾斜表面一致的工作坐标系统。在该过程中，通过操纵操纵杆使探针可以移动的方向仍限于 X、Y 和 Z 轴驱动机构的驱动方向。这样，为构成工作坐标系统进行的测量需要操纵操纵杆，而这种操纵与以往一样困难，并需要实践。因此，在这种操纵过程里存在着不方便。

在由日本专利申请第 7 - 132770 号公布的另一发明里，各操纵杆根据单位方向矢量确定探针驱动方向。在后一个发明里，在获得该矢量前也需要进行测



量，以便设置该单位方向矢量。

本发明是为了解决上述问题而提出的。本发明的目的是通过操纵在一坐标测量机上的操纵杆来方便地驱动探针。

为了实现上述目的，本发明提供一种探针坐标系统驱动装置，它包括：一坐标测量机，其上安装着许多可由电动机驱动的、互相垂直的轴驱动机构；一探针，它安装在坐标测量机的一个轴驱动机构上，用来检测与被测物体的接触；一探头，可用来固定探针，并能自由地改变探针的位置；操纵杆工作台，其上装备着一个或一个以上的、操纵坐标测量机的操纵杆，并能对应操纵杆的动作输出三个电信号；一CPU（计算机中心处理装置），里面安装着用来计算三个表示与探针的位置一致的探针坐标系统的X、Y和Z轴方向的单位方向矢量的步骤；一驱动矢量积和计算回路，以便通过合成各矢量计算一驱动矢量，而各矢量是通过获得由操纵杆工作台输出的三个电信号和三个单位方向矢量的无向积而获得的；以及一电动机驱动回路，以便驱动电动机，坐标测量机的各轴驱动机构均安装着一台这种电动机，以便与该驱动矢量一致。

除了上面所述，本发明的探针坐标系统驱动装置还可包括一AD（模拟-数字）转换器，以便将操纵杆工作台输出的电信号转换成数字信号，以及一DA（数字-模拟）转换器，以便将由驱动矢量积和计算回路计算出来的驱动矢量转换成模拟信号。

除了上面所述，在本发明里，探头可是一可自由地设定仰角和旋转角的转动探头。

通过使因操纵操纵杆手柄而移动的探针的移动方向与探针的位置一致，可方便地测量一具有倾斜表面的物体。

图1是描述本发明的框图；

图2显示了按照本发明的一探头的外观；

图3描述了按照本发明进行的测量；

图4显示了按照本发明的一操纵杆工作台的外观；

图5是描述按照本发明的测量过程的流程图；

图6显示了按照本发明的一坐标测量机的外观。

现在参考附图描述本发明的一较佳实施例。在附图中，相同的零件用相同的标号表示。

图1是描述本发明的一个较佳实施例的框图。当操作者使与图4所示的操纵杆工作台40上的操纵杆41A、41B和41C连接的手柄43和44倾斜时，输出基本上与倾斜角度成比例的电信号A、B和C。操纵杆41A检测手柄43沿横方向的倾斜，并输出电信号A。操纵杆41B检测手柄43沿纵方向的倾斜，并输出电信号B。同样地，操纵杆41C检测手柄44沿纵方向的倾斜，并输出电信号C。

接着，信号 A、B 和 C 输入 AD（模拟 - 数字）转换器 42A、42B 和 42C，并在输入驱动控制装置 20 前转换成数字信号 a、b 和 c。在驱动控制装置 20 里，将操纵操纵杆时表示探针驱动方向的单位方向矢量 Va、Vb 和 Vc 预先设置在内存 22A、22B 和 22C 里。通常，这些单位方向矢量 Va、Vb 和 Vc 的初始状态被设置成与坐标测量机的 X、Y 和 Z 轴驱动机构的驱动方向一致。该初始状态被设置成：

$$Va = (1,0,0), Vb = (0,1,0) \text{ 和 } Vc = (0,0,1)$$

这样，当在此状态下操纵操纵杆时，探针通常沿着与各轴驱动机构平行的方向移动。

接着，来自操纵杆工作台 40 的输出信号 a、b 和 c 提供给一积和计算回路，在那里计算单位方向矢量 Va、Vb 和 Vc 的无向积。然后，把这些矢量加起来，以计算驱动轴的驱动矢量。将由此获得的驱动矢量输入 DA（数字 - 模拟）转换器 24A 到 24C，转换成模拟信号，然后输入 X、Y 和 Z 轴电动机驱动回路 25A 到 25C。接着，由 X、Y 和 Z 轴电动机驱动回路 25A 到 25C 输出的电流输入坐标测量机 10 上的 X、Y 和 Z 轴驱动电动机 12A 到 12C，以驱动坐标测量机。

坐标测量机 10 上的各轴的现有的坐标数据，即各轴的编码器 13A 到 13C 的读数值不变地输入 CPU（计算机中心处理装置）21，由此可实现测量和探针驱动位置的正确控制。

此外，在坐标测量机 10 的 Z 驱动轴前端安装一如图 2 所示的探头 11A，并在探头 11A 的前端安装一探针 11B。为了与被测物体接触，在探针 11B 上装备用硬质材料、诸如红宝石制造的球形测头 11C。当测头 11C 与被测物体接触时，在探针 11B 上的检测机构检测该接触，并输出一接触信号。如图 1 所示，该接触信号输入 CPU 21。当接收到该接触信号，CPU 21 将轴的编码器 13A 到 13C 上的在该时刻的读数值作为测量数据，并将其按所要求的那样储存在内存（未画出）里。

接着，将参考图 2 详细描述探头 11A。探头 11A（例如，它包括由英国 Renishaw 公司制造的探头 PH9（商品名））的上部安装着柱销。通常，该柱销插入坐标测量机 10 的 Z 轴驱动机构的最下部，并由一螺钉固定，这样，即使在驱动坐标测量机 10 时，它也被牢牢地连接和固定，从而不会移动。在进行这种安装时，必须预先确定坐标测量机的取向和探头 11A 的取向。通常，当旋转角 $\beta = 0$ 时，该取向与坐标测量机的 Y 轴驱动机构的负方向一致或与 X 轴驱动机构的正方向一致。还可以在探头 11A 的上表面提供一定位销和在坐标测量机的 Z 轴驱动机构的下端提供一柱销接纳夹具。

在该探头 11A 里，通过电动机驱动，其下面部分可相对上面部分以 7.5 度的间隔在 ± 180 度的范围内转动，即，旋转角 β 可自由设置。同样地，通过电动



机驱动，安装探针 11B 的部分可在 0 到 150 度的范围内以 7.5 度的间隔转动，即，仰角 α 可自由设置。由操作者通过探头位置工作台 50 表示的旋转角 β 和仰角 α 的值通过驱动控制装置 20 输入探头 11A，使它们各自在电动机驱动下按照表示的角度转动，以改变位置，由此，探针 11B 的位置可自由地设置在所需的方向上。

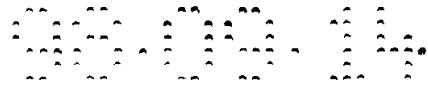
在许多情况下，在具体测量操作时，不仅被测物体的上表面要测量，它的垂直侧面或倾斜表面也要测量。一般认为，较理想的是每次改变探针 11B 的位置，使它垂直于被测物体，并从与该位置一致的方向、即垂直于测量表面的方向使探针 11B 逐渐接近被测物体，当测头 11C 与被测物体接触时，测头 11C 不在被测物体的表面上滑动，从而使精度上的降低处于最低程度。

通常，在按照上面所述改变位置后，将进行下述的探针校正操作。操纵图 4 所示的操纵杆 41A 到 41C，以驱动坐标测量机 10，使测头 11C 与置于坐标测量机 10 的底板上的参考球（标准球）（未画出）的至少四个部分接触，而参考球的直径值预先已精确地知道。当因这种接触而通过探针 11B 将一接触信号输入 CPU 21 时，轴编码器在该时刻的读数值被固定并作为测量坐标值储存在预定的内存区域里。接着，将诸如最小二乘方法的几何计算方法用于在四个部分或更多部分上测得的测量坐标值，以计算球形结构，并且通过与获得的中心坐标值（自上述参考球的中心至测头 11C 的中心的矢量）和直径值的逆向计算，得到测头 11C 的直径值和坐标值。

接着，通过参考图 3 - 5 来详细描述利用探针坐标系统测量一具有倾斜表面的物体的测量过程。首先，在步骤 10，驱动探头位置工作台 50，使探针 11B 基本上与被测物体的倾斜表面垂直。此时，探针 11B 的位置不需要与倾斜表面精确地垂直；用肉眼来设置仰角 α 和旋转角 β 。例如，在图 3 所示的情况下，使仰角 $\alpha = 45$ 度，旋转角 $\beta = 0$ 度。此时，即使探针的位置略微偏离与倾斜表面垂直的方向，在实际测量中也不会有大的问题，且测量可在没有障碍的情况下进行。

当来自探头位置工作台 50 的仰角 α 和旋转角 β 的值输入和传送给 CPU 21 时，一个角度改变命令立即输给探头 11A，并驱动安装在探头 11A 里的、用来改变仰角和旋转角的电动机，从而改变和设定这些角度。接着，仰角 α 和旋转角 β 的值被储存在 CPU 21 内的一个预定内存里。在以后计算探针坐标系统的各轴线方向的单位矢量时将使用这些数值。

接着，进行测量操作，如果一旦设定的仰角 α 和旋转角 β 是这样的，即存在着这样一种关系：在探针 11B 测量过程中，除了测头 11，还有其它部分、例如触针影响被测物体，那么还要利用探头位置工作台 50 再进行细小的角度调整。然而，在探头 11A 里，角度设定只能以 7.5 度的间隔进行，这样，难以进行使探针精确地垂直于倾斜表面的设定。然而，当撇开探头 11A 而使用一可在



无级基础上进行角度设定的探头时，就可以进行使探针精确地垂直于倾斜表面的设定。在这种情况下，将探头的仰角 α 和旋转角 β 设定为零，然后，在倾斜表面的三点或更多点处进行测量，以获得倾斜表面的法线方向，并进行设定，使探针 11B 的位置与该法线方向一致。即，通过使经过探针 11B 中心的轴线与倾斜表面的法线方向一致，可设定探针 11B 和探针坐标系统 60，使探针精确地垂直于倾斜表面，从而可实现大大避免降低精度的测量。

此外，当倾斜表面的角度通过设计值或类似途径预先知道时，可在这些数值的基础上设定仰角 α 和旋转角 β ，从而与用肉眼测量相比能使探针位置更准确地垂直于倾斜表面。

接着，在步骤 11，通过在预先设定的仰角 α 和旋转角 β 的基础上的计算可获得图 3 所示的探针坐标系统的各坐标轴的单位方向矢量，并将其储存在 CPU 21 内的预定的内存里。该计算方法是十分通用的坐标变换（旋转）矩阵计算。

接着，在步骤 12，将由此获得的矢量值储存在内存 22A、22B 和 22C 里，以设定矢量 V_a 、 V_b 和 V_c 的值。这样，通过此后操纵操纵杆 41A、41B 和 41C，可沿着图 3 所示的探针坐标系统的方向移动探针 11B。

即，通过使手柄 43 向右或向左倾斜，使探针 11B 沿探针坐标系统 60 的 X 轴方向移动。同样地，当手柄 43 沿纵向倾斜，探针 11B 可沿探针坐标系统 60 的 Y 轴方向移动。同样地，当手柄 44 沿纵向倾斜，可使探针 11B 沿探针坐标系统的 Z 轴方向移动。

接着，在步骤 13，测量参考球（标准球）（未画出）以进行探针校正。根据被测物体的形状，当所有的预定部分不能在同一位置和使用同一测头进行测量时，需要改变探针位置、测头等。这时，需要校正参考球和测头之间的位置关系。虽然如改变探针 11B 的位置不应改变测头 11C 的直径值，但视在直径值可能根据位置改变，因此，需要对各设定角进行探针校正操作。由此获得的校正数据可记录在一文件或类似东西上，并储存在主机 31 里，这样，当下次设定相同的仰角 α 和旋转角 β 时，就可从记录文件上调出该校正数据并利用它。在这种情况下，可省略校正操作，从而可改进操作效率。

接着，在步骤 14，操纵操纵杆工作台 40 上的手柄 43 和 44 以测量被测物体。例如，当测量如图 3 所示的倾斜表面上的孔时，通过向右或向左倾斜手柄 43 可沿着倾斜表面倾斜地移动探针 11B。按惯例，当如此倾斜地移动探针时，必需同时操纵两个操纵杆，从而使操纵变得复杂并需要实践。此外，当探针 11B 基本上垂直地插入该孔时，只需要使手柄 44 纵向倾斜，从而可期待防止探针与被测物体碰撞，而这种现象在错误操纵操纵杆时常会发生。

此外，由于探针 11B 可基本上垂直于被测物体的倾斜表面并沿着与探针 11B 位置一致的方向移动，因此操作者没有不舒适的感觉。此外，可实现大大避免降低测量精度的测量。此外，以机械坐标系统或工作坐标系统表示的测量数据



的坐标值自然地避免探针坐标系统驱动的影响力。

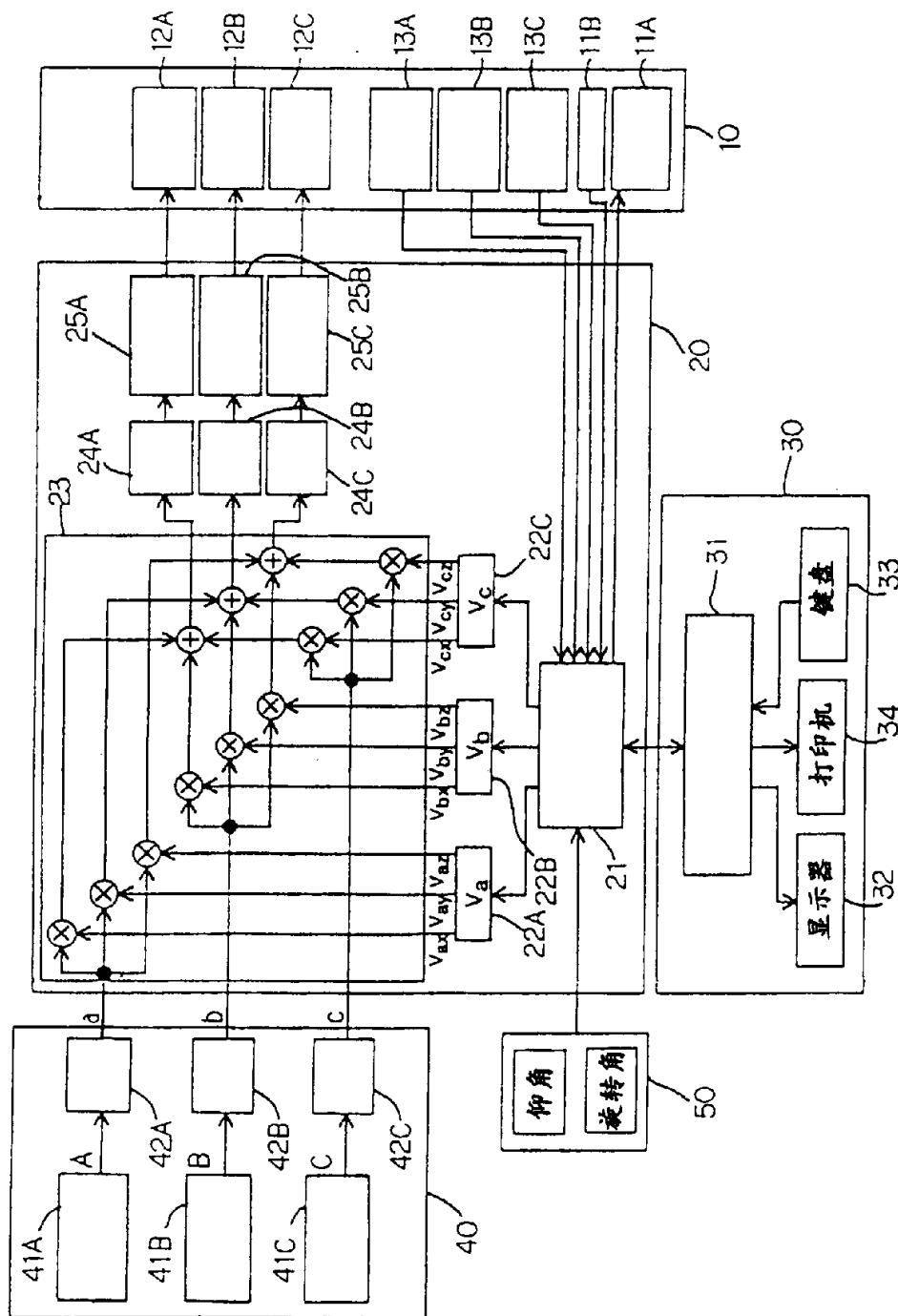
虽然已描述了本发明的较佳实施例，但本发明并不限于该实施例。在不脱离本发明精神和范围的情况下还可有许多改进。

例如，虽然在探针坐标系统基础上参考操纵杆驱动操作描述了上述实施例，但本发明也可应用于机械坐标系统（一种平行于坐标测量机主体上的各轴驱动机构的坐标系统）和工作坐标系统（一种在被测物体的基础上沿着被测物体的一个端面等延伸设置的坐标系统）。在这种情况下，通过将坐标系统各轴的单位方向矢量、即矢量 V_a 、 V_b 和 V_c 的值设置在驱动控制装置 20 的内存 22A 到 22C 里也可容易地单独实现本发明。

此外，虽然在上述实施例里通过计算获得探针坐标系统的坐标轴的单位方向矢量，而每次根据操作者设定的仰角 α 和旋转角 β 改变设定角，但探头的可能的角的数量不是无限的。在 0 到 105 度的范围内以 7.5 度间隔的仰角 α 可有 15 个，而在 -180 到 +180 度范围内以 7.5 度间隔的旋转角 β 可有 49 个。这样，有 735 个可能的角度组合。因此，通过在各角度的组合设定时计算探针坐标系统的坐标轴的单位方向矢量也可预先获得，并将它们储存在驱动控制装置 20 里，读出与由操作者改变和设定的仰角 α 和旋转角 β 形成的角度组合对应的坐标轴的单位方向矢量，并将它们设置在单位方向内存 22A、22B 和 22C 里。在这种情况下，就不需要在每次设定角度改变时进行计算，从而有可能进行稳定的操作而不必在 CPU 21 上进行额外的计算。

按照本发明，在测量具有倾斜表面的被测物体时，可通过方便地操纵操纵杆而沿倾斜表面倾斜地移动探针。此外，由于即使在被测物体具有倾斜表面的情况下也可用肉眼设置探针，使其相对要进行测量的地方处于基本垂直的位置，因此可在测量过程中使探针从基本垂直于测量地方的方向靠近被测物体，从而使它们互相接触。这样，与使探针倾斜地靠近被测物体进行测量的情况相比，可限制测量错误的发生。此外，由于探针可方便地沿着与探针位置一致的方向移动，操作者可在没有不舒适感觉的情况下操作，并可减少在测量操作中的错误。

说 明 书 图



905.009-14.

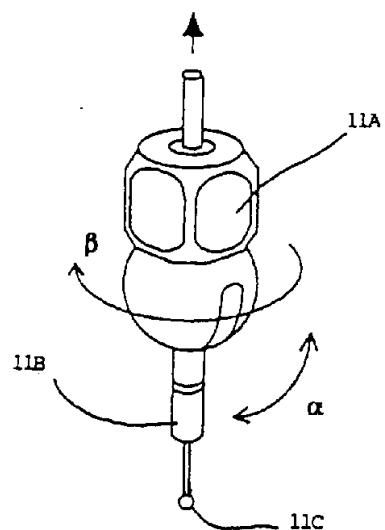


图 2

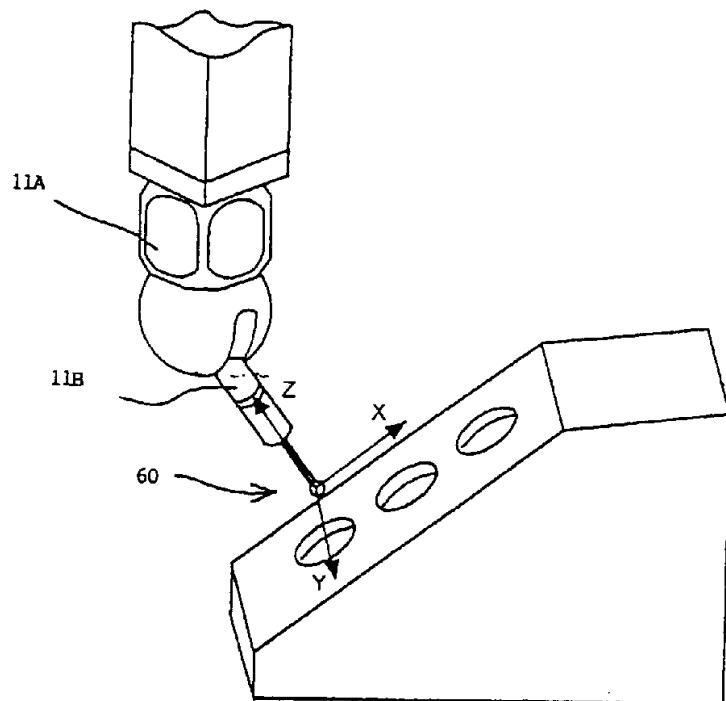


图 3

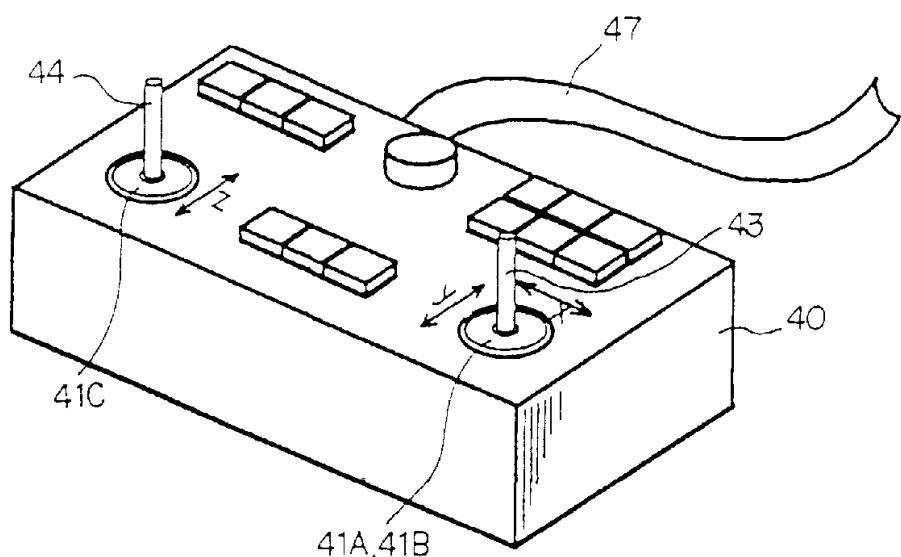


图 4

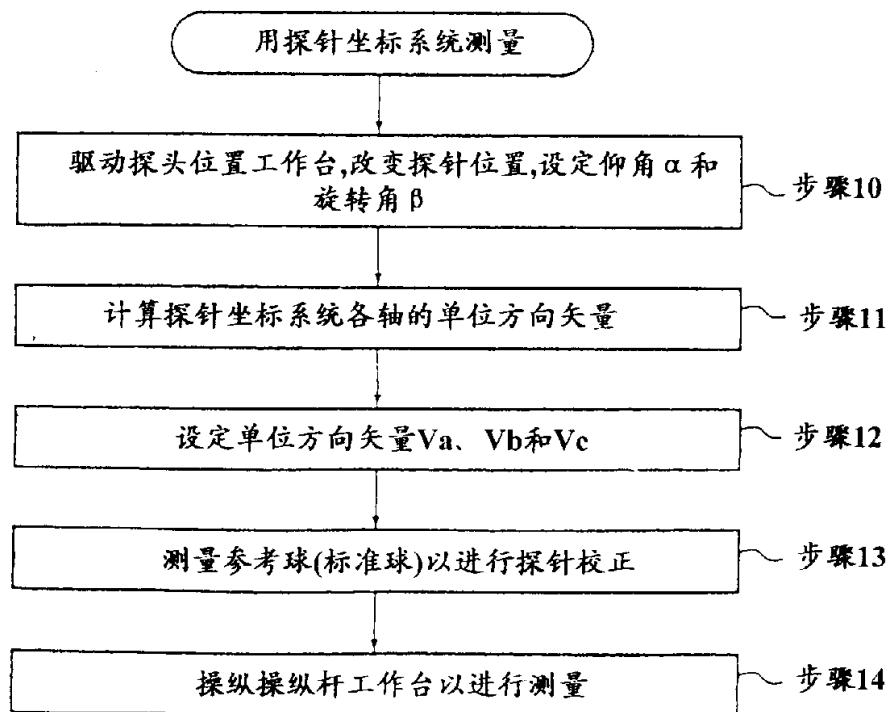


图 5

図 6

