

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01B 5/008 (2006.01)

G01B 7/008 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380105239.5

[45] 授权公告日 2007 年 9 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 100335860C

[22] 申请日 2003.12.5

[21] 申请号 200380105239.5

[30] 优先权

[32] 2002.12.5 [33] GB [31] 0228371.1

[86] 国际申请 PCT/GB2003/005326 2003.12.5

[87] 国际公布 WO2004/051179 英 2004.6.17

[85] 进入国家阶段日期 2005.6.6

[73] 专利权人 瑞尼斯豪公司

地址 英国格洛斯特郡

[72] 发明人 杰弗瑞·姆法兰

[56] 参考文献

US4991304A 1991.2.12

DE19730471A1 1999.2.11

DE10050795A1 2001.7.5

US5315259A 1994.5.24

Automatic Generation of Dimensionally Accurate Three - Dimensional CAD Models for Reverse Engineering Saeid Motavalli ET AL, Engineering Design & Automation, Vol. 4(2) 1998

审查员 向 莉

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司

代理人 顾红霞 陆 弋

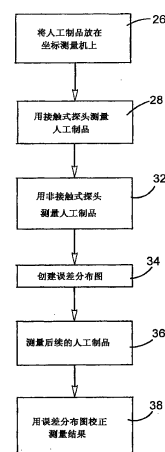
权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图 5 页

[54] 发明名称

工件检测方法

[57] 摘要

一种使用安装在一个坐标测量仪上的非接触测量来检测人工制品的方法。人工制品首先由接触式探针(28)来测量,然后由非接触式探针(32)来测量。生成一个误差分布图或者误差函数(34),该误差分布图或误差函数(34)对应于使用人工品传感探针在接触模式与非接触模式下进行测量的差异。该误差分布图或者误差函数可以用来校准探针。或者,可以用非接触式探针(36)来测量后续人工制品,以及用误差分布图或者误差函数来校正测量结果(38)。



1. 一种使用坐标测量仪检测人工制品的方法，其中，用于探测人工制品的传感探针移动到与每个人工制品构成位置探测关系并获取一位置读数，该方法包括如下的步骤：

用接触模式下的传感探针测量人工制品的表面；

用在非接触模式下的传感探针测量人工制品的所述表面；

生成误差分布图或误差函数，该分布图或误差函数对应于使用接触模式下的传感探针与使用非接触模式下的传感探针得到的测量结果的差异；以及

使用该误差分布图或误差函数来校正使用在非接触模式下的传感探针进行的后续测量。

2. 根据权利要求1的方法，其中，用接触模式下的传感探针对人工制品的所述表面进行测量的步骤包括扫描所述人工制品。

3. 根据上述权利要求1或2的方法，其中，使用在非接触模式下的传感探针对人工制品的所述表面进行测量，且传感探针离开人工制品的所述表面一个标称偏移量。

4. 根据上述权利要求1或2的方法，其中，误差分布图或误差函数被用来校准非接触模式下的传感探针，从而产生径向校正量，用于校正传感探针相对于人工制品表面的所述表面的标称距离以及相对方向。

5. 根据权利要求1或2的方法，其中，附加的步骤包括：
使用在非接触模式下的测量探针测量后续的人工制品；以及
使用误差分布图或误差函数校正后续人工制品的测量结果。

6. 根据上述权利要求1或2的方法，其中，接触模式下的传感探

针与非接触模式下的传感探针包括一个同时具有接触模式和非接触模式的单一的测量探针。

7. 根据权利要求 1 或 2 的方法，其中，接触模式下的传感探针和在非接触模式下的传感探针包括分开的探针。

8. 根据上述权利要求 1 或 2 的方法，其中，使用接触模式下的传感探针缓慢地对人工制品的所述表面进行测量，而非接触模式下的传感探针以需要的速度对后续的人工制品进行测量。

9. 根据权利要求 8 的方法，其中，对后续人工制品的测量速度是快速的。

10. 根据上述权利要求 1 或 2 的方法，其中，使用高精度度的参考坐标测量仪，接触模式下的传感探针对人工制品的所述表面进行测量；使用可重复的坐标测量仪，在非接触模式下的传感探针对人工制品的所述表面进行测量。

11. 根据上述权利要求 1 或 2 的方法，其中，使用接触模式下的传感探针对人工制品的所述表面进行测量获得的测量结果被用于计算在非接触模式下的传感探针所要遵循的路径。

12. 根据权利要求 1 或 2 的方法，其中，利用人工制品的预定特征，确定在非接触模式下传感探针的路径。

13. 根据权利要求 1 或 2 的方法，其中，在非接触模式下的传感探针对所述人工制品的表面进行测量的步骤包括扫描人工制品的所述表面。

14. 一种用于检测人工制品的仪器，它使用坐标测量仪以及至少

一个用于探测人工制品的传感探针，该仪器包括控制器，该控制器适用于执行如下的步骤：

用接触模式下的传感探针测量人工制品的表面；

用在非接触模式下的传感探针测量人工制品的所述表面；

生成误差分布图或误差函数，该误差分布图或误差函数对应于使用接触模式下的传感探针与使用在非接触模式下的传感探针所获取的测量结果的差异；以及

使用误差分布图或误差函数来校正使用在非接触模式下的传感探针获得的后续测量结果。

15. 根据权利要求 14 的仪器，其中，用接触模式下的传感探针测量所述人工制品的步骤包括扫描所述人工制品。

16. 根据权利要求 14 或 15 的仪器，其中，用非接触模式下的传感探针对人工制品的所述表面进行测量，且传感探针与人工制品的所述表面相距一标称偏移量。

17. 根据权利要求 14 或 15 的仪器，其中，误差分布图或误差函数用于校准非接触模式下的传感探针，从而产生径向校正量，用于校正传感探针相对于人工制品表面的标称距离以及相对方向。

18. 根据权利要求 14 或 15 的仪器，其中，附加的步骤包括：
使用非接触模式下的测量探针测量后续的人工制品；以及
使用误差分布图或误差函数校正后续人工制品的测量结果。

19. 根据权利要求 14 或 15 的仪器，其中，用传感探针在接触模式下缓慢地对人工制品的所述表面进行测量，非接触模式下的传感探针以测量后续人工制品的速度进行测量。

20. 根据权利要求 19 的仪器，其中，对后续人工制品的测量速度

是快速的。

21. 根据权利要求 14 或 15 的仪器，其中，使用接触模式下的传感探针对人工制品的表面进行测量所获得的测量结果被用于计算非接触模式下的传感探针所要遵循的路径。

22. 根据权利要求 14 或 15 的仪器，其中，利用人工制品的预定特征，确定非接触模式下的传感探针的路径。

23. 根据权利要求 14 或 15 的仪器，其中，所述非接触模式下的传感探针的测量步骤包括扫描所述人工制品的表面。

工件检测方法

技术领域

本发明涉及一种使用坐标测量仪检测工件尺寸的方法。坐标测量仪包括，例如，坐标测量机(CMM)、机床、手动坐标测量臂以及检验机器人。具体地说，本发明涉及一种使用非接触式探针检测工件尺寸的方法。

背景技术

工件被生产出来以后，在坐标测量机(CMM)上对它们进行检测是习惯的做法，所用的坐标测量机(CMM)具有安装了探针的套筒轴，探针在驱动的作用下可在机器的工作体积范围内沿三个正交的方向 X、Y 和 Z 运动。

工件测量探针可以分为接触式探针和非接触式探针。接触式探针包括一个带有工件接触触头的外壳，触头可相对于外壳偏移。接触式探针有两种主要的类型。在接触触发式探针中，触头从息止位上发生偏移，以产生一个表示触头已经接触到工件表面的信号。或者，接触式探针可以包括一个扫描探针，其中随着触头沿工件表面的运动，连续测量触头的偏移。

非接触式探针定位在靠近工件的表面，而不接触。探针利用例如电容、电感或者光学装置来探测表面的邻近区域。

无论是接触式探针还是非接触式探针都有一个缺点，即由于惯性的存在，高速扫描会引起动态误差。

由探针的动态偏移所引起的不精确性可以通过缓慢移动探针来适

当减小。

我们此前的美国专利 4,991,304 号公开了一种使用坐标测量机 (CMM) 来检测一系列工件的方法, 其中, 对探测运动的每个预定方向, 首先通过将探针以缓慢的速度接触一个参照物, 例如基准球, 而校准接触式探针或为其设置基准, 从而提供一套校正偏移量, 并将其保存在计算机中而在后续测量中使用。

将第一个待测工件置于 CMM 的工作台上, 缓慢测量工件表面上的一系列点, 以确保获得精确的读数。然后以较快的速度重复对第一个工件的测量。计算并保存慢速读数与快速读数之间的差值。所保存的每个测量点的误差值考虑了机器结构在快速下的动态偏移。

将下一个待测工件放置在 CMM 的工作台上, 并在高速下读数。在这种速度下, 读数不够精确, 但却具有可重复性。每个快速读数均通过加上相应的存储的误差值来调整, 这样就可以补偿由快速读数所产生的误差值。

这种方法具有如下优点, 通过仅由一个工件所确定的动态误差分布图就可以快速测量同一标称的全套工件。

然而, 这种方法的缺点是, 对工件的快速接触扫描会引起探针触头尖端的明显磨损。

非接触式探针所具有的优点是, 由于探针与工件之间没有接触, 也就不存在探针的磨损。

非接触式探针的另外一个优点是, 不存在由于测量力所造成的误差。在接触式探针中, 正是这种由探针施加于工件之上的作用力, 并且由于触头、坐标定位仪与工件上的可变形部分的弯曲, 引起了测量

误差。

还有一个优点是，非接触式探针比接触式探针具有更高的表面传感带宽，因此在快速扫描或测量工件时能提供更多的响应测量值。

然而，使用非接触式探针同样具有几个缺点。由于制造过程而造成的探头的误差，导致了围绕探头不同的角度测量时，采集到的测量数据的变化。这可以通过费力的校准来校正。

此外，非接触式探针，诸如电感以及电容探针，受被测部分的几何形状的影响，例如，在与探针距离相等的直面以及曲面之间，测量数据可能会发生变化。被测部分的表面加工也会影响非接触式探针，尤其是光学探针的测量数据。

发明内容

本发明提供了一种使用坐标测量仪检测人工制品的方法，其中，人工品传感探针移动并与每个人工制品构成位置探测关系而获取一位置读数，该方法包括如下的可以按任意合适顺序排列的步骤：

用接触模式下的人工品传感探针对所述表面进行测量；

用非接触模式下的人工品传感探针对所述人工制品进行扫描；

生成一个误差分布图或者误差函数，该误差分布图或误差函数对应于使用接触性模式下的人工品传感探针与使用非接触性模式下的人工品传感探针所获取的测量结果的差异；以及

使用该误差分布图或者误差函数来校正用非接触模式下的人工品传感探针的后续测量结果。

用接触模式下的人工品传感探针对所述人工制品进行测量的步骤可以包括对所述人工制品进行扫描。

可以用非接触模式下的人工品传感探针对人工制品的所述表面进

行测量，人工品传感探针与人工制品的所述表面相距一标称偏移量。

误差分布图或者误差函数被用于校准非接触模式下的的人工品传感探针，从而径向校正人工品传感探针与人工制品表面的标称距离，以及它们之间的相对方向。

该方法还可以包括的步骤有：用人工品传感探针在非人工模式下对后续人工制品进行测量，并用误差分布图或者误差函数来校正人工制品。

后续人工制品可以包括一个工件。最初的人工制品可以包括基本同后续人工制品一样的一个工件。最初的人工制品可以与后续人工制品不同。

相同的人工品传感探针可以既具有接触模式也可以具有非接触模式，或者它们可以是两个分别的探针。

误差分布图能够使非接触扫描实现测量误差的校正，这样探针就不需要费力的校准。

如果第一人工制品与后续人工制品基本相同，那么误差分布图或者误差函数还能校正非接触式探针由于人工制品的几何形状影响而造成的测量误差。

在本发明的后续实施例中，首先以缓慢的速度对人工制品进行第一次测量，以测量后续人工制品的速度进行第二次测量。优选地，对后续人工制品的测量速度较快。

这种方法降低了接触触头尖端上的磨损，同时既补偿了非接触式探针的动态速度误差，又补偿了测量误差。

可以在高度精确基准机器如校准实验室中的 CMM 上用接触式探针来对人工制品进行第一次测量。接下来可以在一个可重复的生产线上 (in-line) (如车间地板) 的坐标测量仪上用非接触式探针对人工制品进行第二次测量。如果一个机床用探针来测量人工制品, 它可包括一个坐标测量仪。所生成的误差分布图或者误差函数可被用来校正用非接触式探针以及生产线上坐标定位仪所测量的后续人工制品。因此, 误差分布图或者误差函数可以调节如下的一个或多个误差: 非接触式探针测量误差、由人工制品的表面几何形状所造成的测量误差、生产线上机器的几何误差以及生产线上系统的动态误差。

非接触模式下的人工品测量探针可以包括例如一个光学探针、一个电容探针或者一个电感探针。通常, 这些传感器是一维的或者是标量传感器, 这样在预定的路径测量模式下使用它们就具有优势。然而, 因为探针在未知的路径模式下也可以使用, 因此这并不是必须的。

优选地, 接触式探针对工件进行的测量可用于计算非接触式探针所要遵循的路径, 尤其是如果人工制品不具有柱状/几何形状的表面。

本发明的第二个方面提供了使用一个坐标测量仪与至少一个人工品传感探针检测人工制品的仪器, 该仪器包括一个采用的控制器, 它可以按任意合适的顺序执行如下的步骤:

(a) 用接触模式下的人工品传感探针对所述人工制品进行第一次测量;

(b) 用非接触模式下的人工品传感探针对所述人工制品进行第二次测量;

(c) 生成一个误差分布图或者误差函数, 该误差分布图或误差函数对应于使用接触模式下的人工品传感探针与非接触模式下的人工品传感探针的测量结果的差异;

(d) 用非接触模式下的人工品测量探针对后续人工制品进行测量;

以及

(e) 使用误差分布图来对后续人工制品的测量结果进行校正。

附图说明

现在本发明的优选实施例将通过举例进行描述，并参照附图进行说明，其中：

图 1 是安装在坐标测量机上的接触式探针的示意图；

图 2 是安装在坐标测量机上的非接触式探针的示意图；

图 3 是显示了接触式探针正在扫描工件上的一个孔的示意图；

图 4 示出了接触式探针与非接触式探针在扫描图 3 中的孔时的路径；

图 5 是示出了扫描方法的流程图；

图 6 是根据本发明第二实施例的扫描方法的流程图；以及

图 7 示出了安装在铰接接头上的非接触式探针。

具体实施方式

图 1 所示的坐标测量机包括一个可以放置工件 16 的机械台 12。优选地，这通过自动装置(未示出)来实现，该自动装置可将一连串成批生产中基本标称相同的每个工件放置在机械台至少标称相同的位置与方向上。一个具有可变形触头 18 及工件接触尖端 20 的模拟探针 14 安装在机器的一个套筒轴 10 上，但是也可以用其它类型的探针(包括接触触发式探针)。套筒轴 10 与探针 14 可以在由计算机控制的 X、Y 和 Z 驱动的作用下，沿 X、Y 和 Z 方向运动。X、Y 与 Z 标尺(包括用于标尺输出的计数器)在三个维度上显示了安装有探针的套筒轴位置的瞬时坐标。从探针发出的用于表明探针触头的偏移的信号与 CMM 的 X、Y 和 Z 标尺中的读数相结合，以计算触头尖端的位置，进而计算工件表面的位置。或者，用接触触发式探针，用于表明探针已与工件表面相接触的信号将标尺冻结，计算机获得工件表面坐标的读数。

如上所述，该机器为传统类型。计算机包括一个使探针扫描工件

表面或者使一个接触触发式探针接触到工件表面上若干不同点的程序，这些点足够获得用于检测操作所要求的所有需要的工件维度。

所述模拟与接触触发式探针均包括接触式探针，其中探针 14 的触头 18 与工件接触发生偏移。

图 2 显示了安装在坐标测量机的套筒轴 10 上的非接触式探针 22，非接触式探针 22 可以包括，例如，一个光学探针、电容探针或者电感探针。随着套筒轴 10 沿工件 16 周围的路径移动探针 22，探针探测其自身与工件表面之间的距离。从探针发出的信号与 CMM 的 X、Y 和 Z 标尺中的读数合并，以计算工件表面的位置。

参照图 5，在本检测方法中使用了如下过程。将诸如校准人工制品或工件的人工制品放置在一个坐标测量机 26，如一台 CMM 上，并用接触式探针 28，如模拟探针对它进行扫描或测量。该接触式探针通过传统装置来校准静态误差，例如在美国专利号 4,991,304 中所描述的，其中通过在若干方向上缓慢地接触一个参照物，例如基准球，来计算一组校正偏移量。然后这些校正偏移量被用于校正所有后续测量。

将接触式探针换成非接触式探针，例如一个电感探针。然后使用非接触式探针 32 对工件进行扫描或测量。

从接触扫描与非接触扫描的结果差值中生成一个误差分布图或者误差函数 34。

现在将后续人工制品放置在 CMM 上，并用非接触式探针 36 对其进行扫描或测量。

这样使用该误差分布图或者误差函数 38，可以对用非接触误差分布图获得的与后续人工制品相对应的测量数据进行校正。这种方法实

现了校正使用未校准的非接触式探针的测量误差。

工件的某些特征，如不同的表面与拐角，可能对非接触扫描的测量产生影响，尤其是使用电感与电容探针。因为接触扫描的测量数据并不受这些几何因素的影响，本方法的一个优势在于这些由非接触扫描中可能产生的影响可由误差分布图或误差函数来校正。这样使用非接触式探针对具有相同几何特征的后续工件进行测量，获得的测量结果也可以对这些几何因素的影响进行校正。

可以使用既可在接触模式下又可在非接触模式下操作的探针对工件进行扫描。一个信号探针可以是一个组合接触触发式探针、接触扫描与非接触式探针。例如，一个组合的触发式与非接触式探针可以遵循一条围绕着带有触发点的工件的路径，然后再沿这条路径第二次移动进行非接触测量。或者可以使一个组合的触发式与非接触式探针与工件的表面相接触，以获得一个触发点，然后从表面上反向移开，来进行非接触的测量。这种方法实现了非接触式探针的校准。

现在，参照图 6，将就本发明的第二个实施例进行描述。在该实施例中，来自于一组待测工件的具有未知表面的一个工件，被放置在 CMM 40 上，并用接触式探针 42 缓慢地对其进行扫描或测量。在慢速下，系统的动态误差可忽略不计。例如，传统上该速度可以 $<20\text{mm/s}$ 。

然后使用非接触式探针 44 对工件进行扫描。这种扫描在一种速度下进行，对后续工件的扫描也在这种速度下进行。这种速度较快，以适应高速检测。快速优选地大于 20mm/s ，例如传统上它可以为 100mm/s 。

正如此前，生成了一个误差分布图 46，该误差分布图与慢速接触扫描与快速非接触扫描的结果的差值相对应。

将一组工件中后续工件放置在 CMM 上，并用非接触式探针 48 由 CMM 对其进行扫描。与后续工件相关的数据由误差分布图 50 来校正。对后续部分的测量，速度基本与之前相同，即非接触式探针的快速。

图 3 说明了工件 16 上的一个孔 24 正在被接触式探针 14 扫描。工件接触式探针 14 在扫描孔 24 时的路径示于图 4 中，标记为 A。由于接触式探针已被校准，以消除静态误差，并且以缓慢的速度对孔进行扫描，以减小动态误差，该轮廓精确地勾划出孔 24 的表面。

从接触扫描中采集的数据可被用于计算非接触式探针扫描孔 24 时所运行的路径 C。这条路径 C 偏离于轮廓 A。

由非接触扫描所测量的孔 24 的表面由轮廓 B 示出。由于非接触式探针既没有进行静态或动态误差的校准，也没有对由制造及表面的几何特征而产生的径向误差进行校准，该轮廓 B 所勾划的孔 24 的表面，其精确程度不如轮廓 A。轮廓 A 与轮廓 B 的差异 d 被用来计算对后续非接触扫描进行校正时所产生的误差值。

因而这种方法具有的优势在于，非接触测量方法的动态和静态误差均被补偿了。动态速度误差用接触式探针由初始慢速扫描来补偿，静态误差由使用校准探针来实施的最初慢速扫描来补偿。

非接触式探针通常是一维的，这样它就被优选地来计算非接触扫描所要遵循的路径。由接触式探针所获得的测量结果可以被用于计算非接触式探针所要遵循的路径。例如，这条路径可以偏移人工制品的测量表面一定距离 X。

可以不必使用从接触扫描中采集的数据来计算非接触扫描的路径。例如，如果工件具有标称的预定特征，就可以从这些特征中轻松确定非接触扫描。而且，如果使用的是多维的非接触传感器，可以使

用未知的路径技术轻松测量工件。

本发明并不局限于相对于人工制品沿三个正交轴为探针提供运动的坐标测量仪。例如，坐标测量仪可以包括一个放置人工制品的转台，它能够使人工制品相对于探针旋转。

或者，或附加地，探针可以安装在铰接接头上，该铰接接头可以具有一个或更多的旋转自由度。图 7 示出了非接触式探针 22，例如，一个电感探针，安装在铰接接头 52 上，铰接接头 52 接着安装在坐标测量机的转轴 10 上。铰接接头 52 包括安装在机器转轴 10 上的固定外壳 54。一个可相对于第一外壳 54 围绕轴 A1 旋转的第二外壳 56。非接触式探针 22 可旋转地安装于第二外壳 56 上并可以绕与轴 A1 正交的第二轴 A2 旋转。人工制品可以由安装在这样铰接接头上的探针测量，这通过铰接接头使探针旋转来实现，或者通过坐标测量仪使铰接接头旋转与平移的组合来实现。

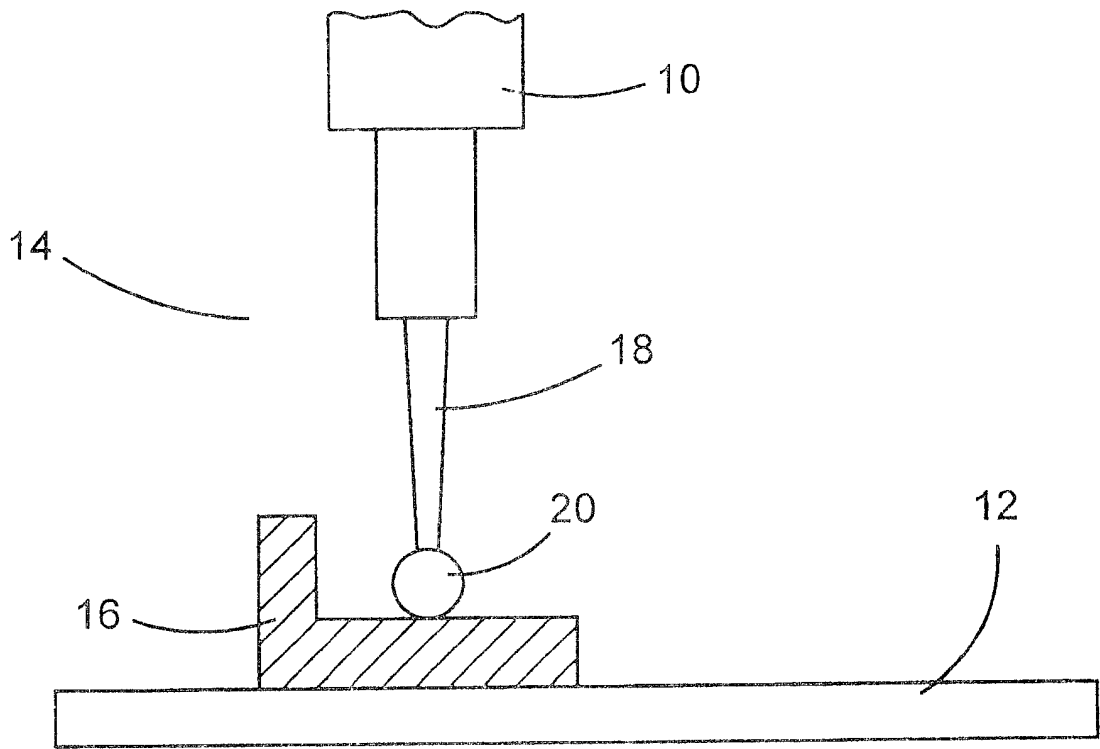


图1

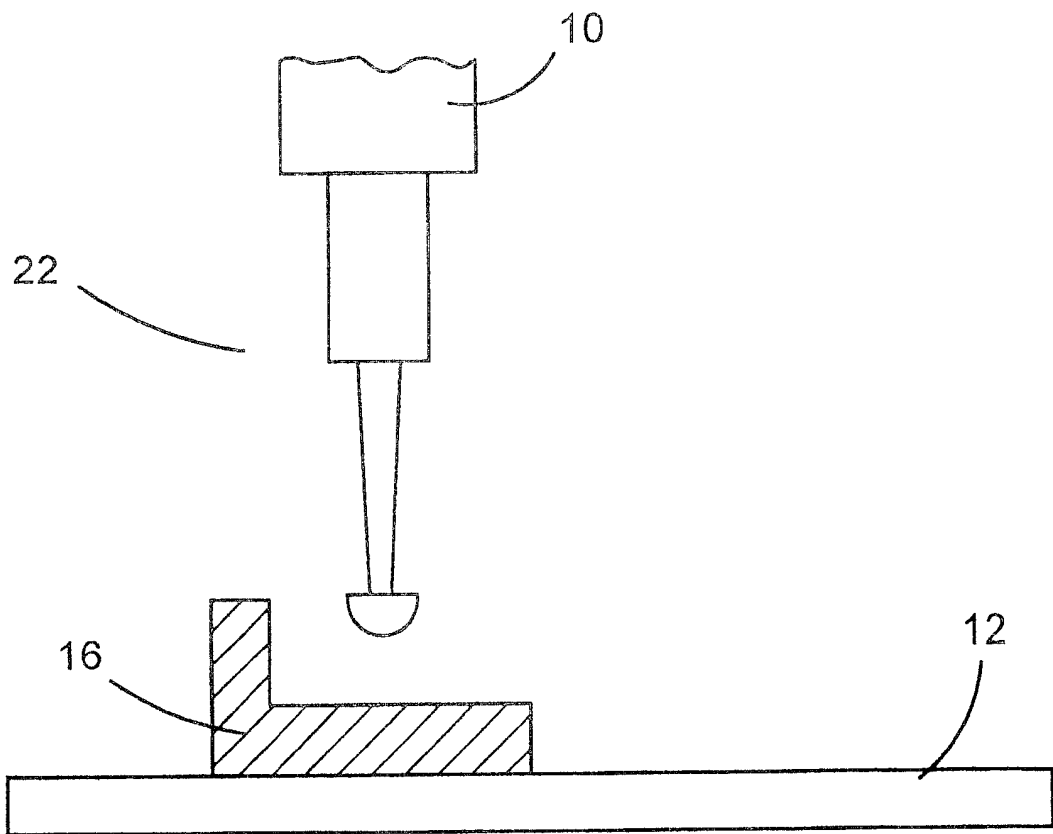


图2

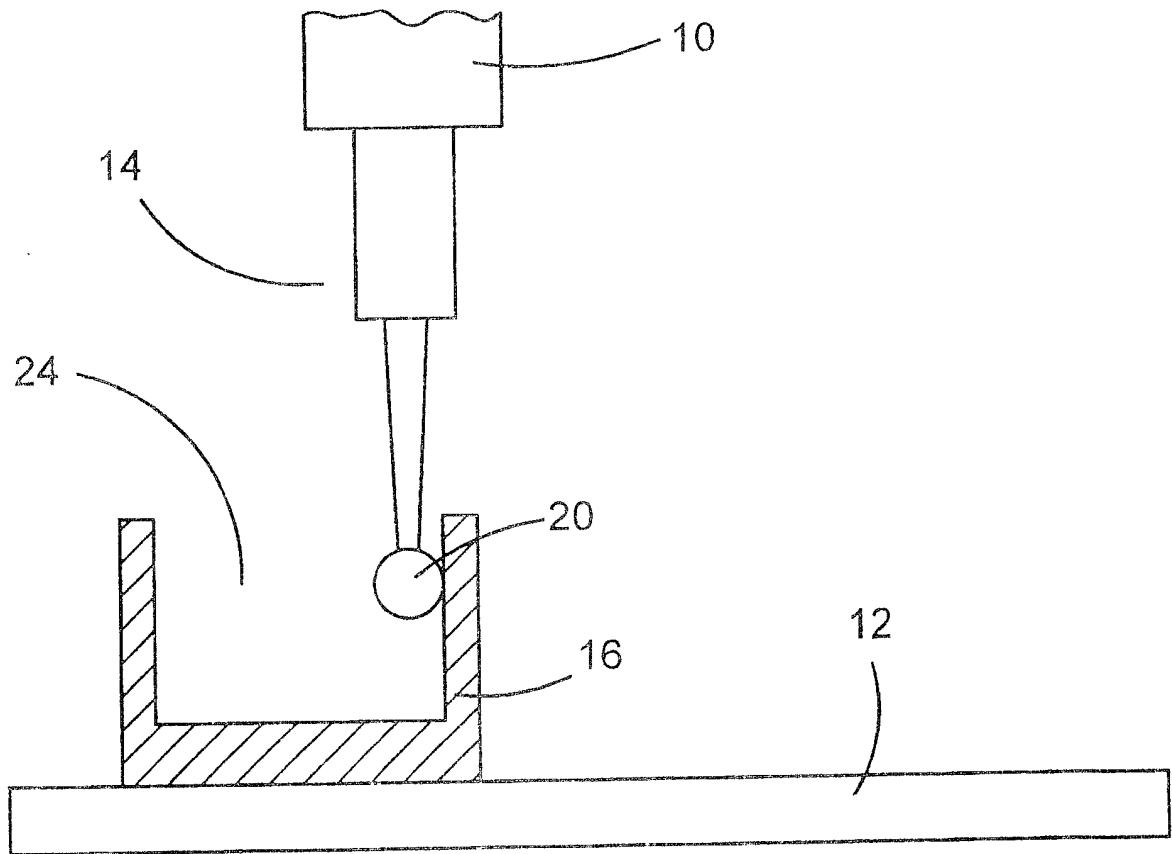


图3

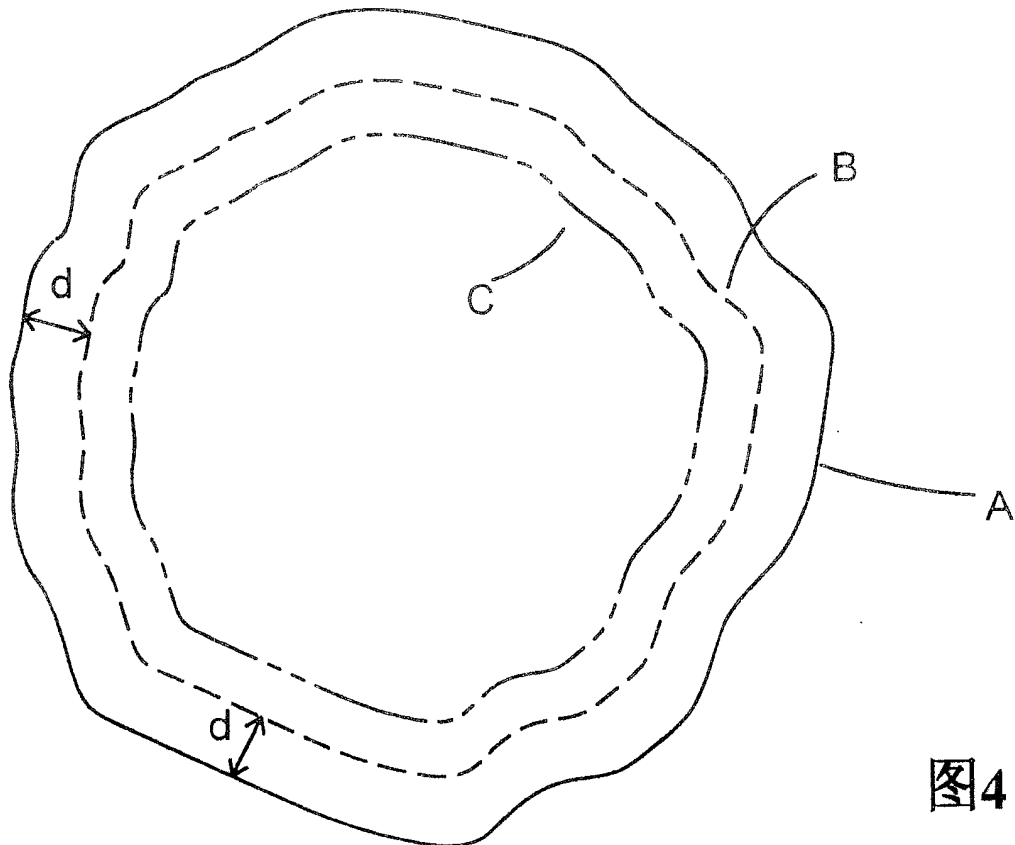


图4

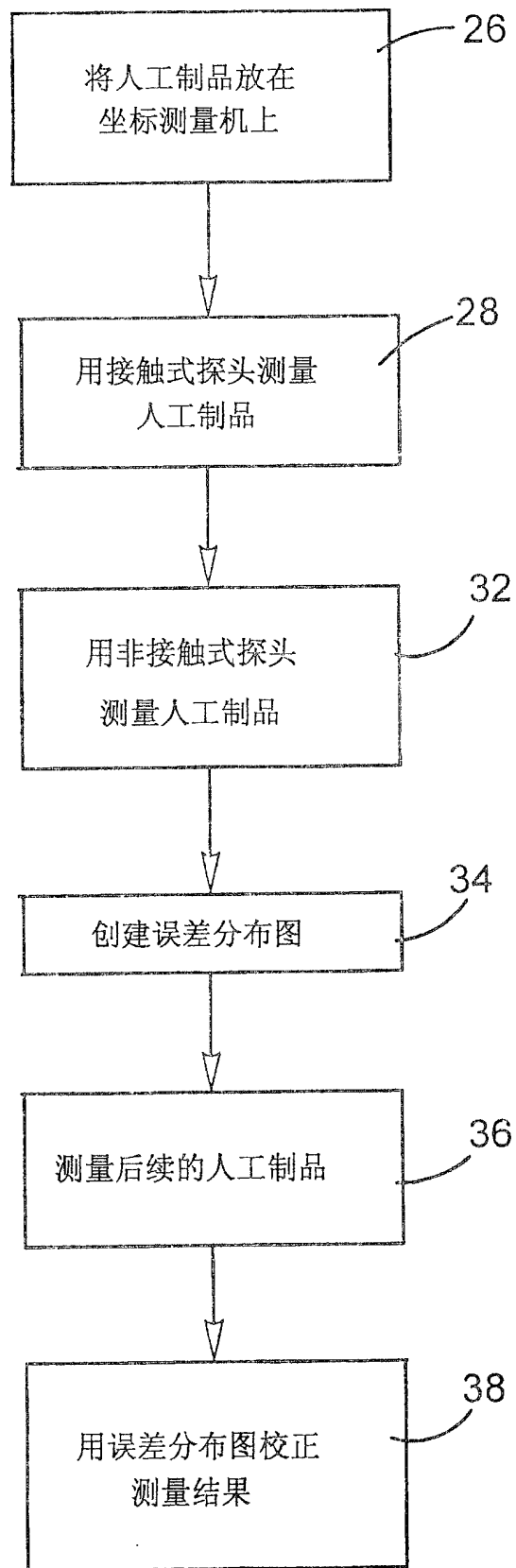


图5

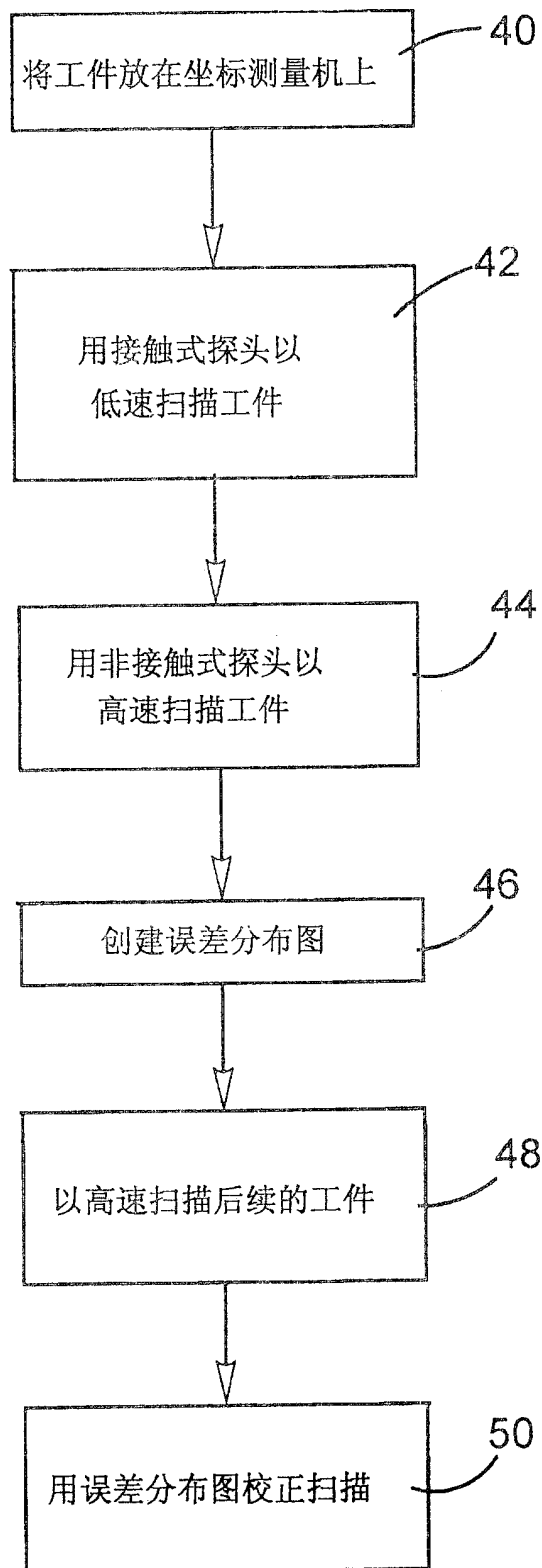


图6

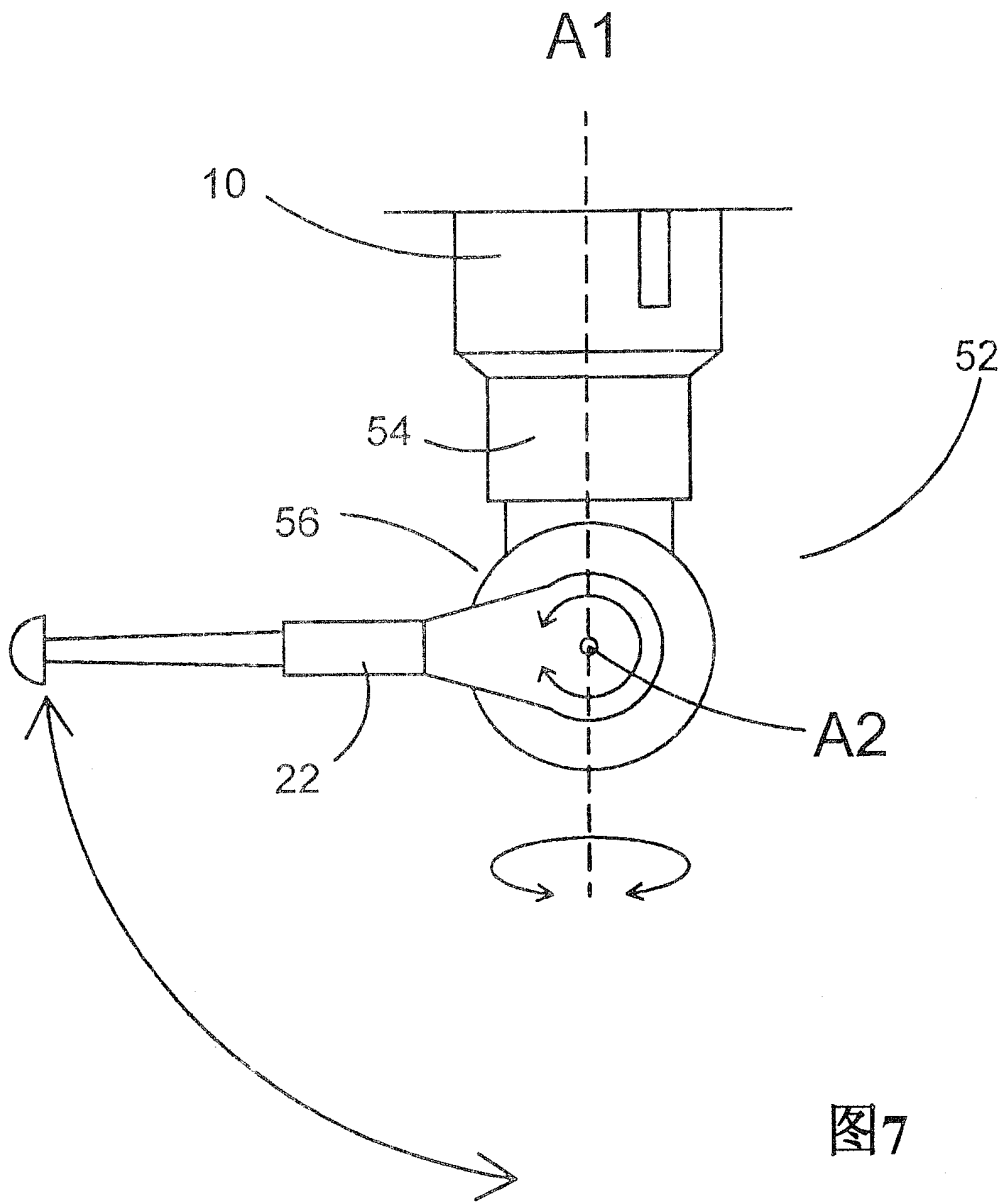


图7