



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105102927 B

(45)授权公告日 2019.09.06

(21)申请号 201480020124.4

(73)专利权人 瑞尼斯豪公司

(22)申请日 2014.02.03

地址 英国英格兰

(65)同一申请的已公布的文献号

(72)发明人 约翰·乌尔德

申请公布号 CN 105102927 A

(74)专利代理机构 北京柏杉松知识产权代理事务所(普通合伙) 11413

(43)申请公布日 2015.11.25

代理人 谢攀 刘继富

(30)优先权数据

(51)Int.Cl.

1302012.8 2013.02.05 GB

G01B 21/04(2006.01)

1305599.1 2013.03.27 GB

G01B 5/10(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

G01B 5/20(2006.01)

2015.10.08

G05B 19/401(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

G01B 5/213(2006.01)

PCT/GB2014/050285 2014.02.03

(56)对比文件

(87)PCT国际申请的公布数据

CN 102197274 A, 2011.09.21,

W02014/122437 EN 2014.08.14

审查员 胡婷

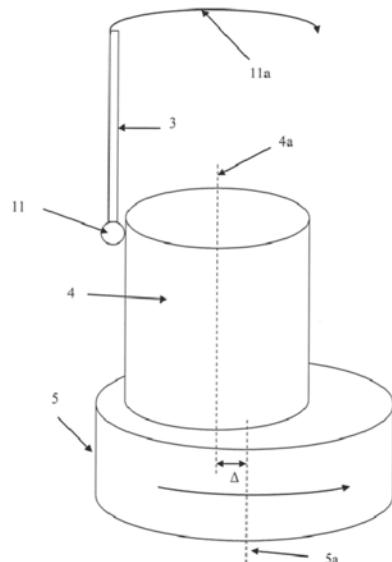
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

用于测量零件的方法及装置

(57)摘要

本发明涉及一种用于用安装在座标定位机1上的接触探针3测量零件4的方法及装置。该方法包括当该零件4及该接触探针3两者均在该座标定位机1内的不同位置之间连续移动时，测量该零件4上的多个点PC。该探针3相对于该零件4沿着扫描路径20移动，从而在该机器1中的相对远离位置处及在沿该扫描路径SC的相对远离位置处，测量沿着被测量的曲线或表面紧密定位在一起的基本一致点。



1. 一种用安装在坐标定位机上的接触探针测量零件的方法,所述方法包括当所述零件及所述接触探针两者在所述坐标定位机内的不同位置之间连续移动时,测量所述零件上的多个点,所述接触探针相对于所述零件沿着扫描路径移动,以测量在零件上的多个组的基本一致点,从而在所述坐标定位机的间隔开的位置上及在沿着所述扫描路径的间隔开的位置上测量每组基本一致点中的基本一致点,其中,在测量基本一致的点与点之间,所述接触探针测量与其不一致的诸点中的至少一个点,其中,所述基本一致点是表面上相同点或紧靠在一起的点。

2. 如权利要求1所述的方法,其中,所述扫描路径包括基本相同扫描路径的多次扫描,在所述基本相同扫描路径的单独扫描上测量所述每组基本一致点中的基本一致点。

3. 如权利要求1所述的方法,其中,所述扫描路径包括围绕所述零件的多个完整巡行,在所述零件的单独完整巡行上测量所述每组基本一致点中的基本一致点。

4. 如权利要求3所述的方法,其中,每一完整巡行围绕所述零件的相同周边。

5. 如权利要求3所述的方法,其中,每一完整巡行在一方向上偏移其它的完整巡行。

6. 如权利要求5所述的方法,其中,所述扫描路径是围绕所述零件的螺旋线或三维螺旋环。

7. 如权利要求1至6中任一项所述的方法,所述方法包括在测量所述每组基本一致点的诸点的间隔期间,在所述零件的被测量曲线或表面上,测量与所述基本一致点相比,彼此相距更远的其它点。

8. 如权利要求1至6中任一项所述的方法,其中,所述连续运动包括所述接触探针及所述零件在非正交方向上的移动。

9. 如权利要求1至6中任一项所述的方法,其中,所述接触探针是多轴接触探针,其中测量可在多个测量方向的任一者上通过所述接触探针的触针的偏转来执行,所述接触探针产生指示所述偏转的幅度及方向两者的信号,所述方法包括移动所述接触探针及所述零件,使得在所述连续运动期间,所述接触探针在所述测量方向的至少两者上通过所述触针的偏转来执行测量。

10. 如权利要求1至6中任一项所述的方法,其包括将分析曲线或表面拟合至所述多个点以获得所述零件的表示。

11. 如权利要求1至6中任一项所述的方法,其包括将测量坐标系中的每一点的位置变换为零件坐标系中的位置,在所述零件坐标系中所述零件上的所述点的相对位置被界定。

12. 如权利要求11所述的方法,其中在每一点被测量时判定所述坐标定位机中的所述零件的位置,使用所判定的所述零件的位置将所述坐标定位机内的所述点的位置变换为所述零件坐标系中的位置。

13. 如权利要求11所述的方法,其包括一旦所述点已被变换至所述零件坐标系中,将分析曲线或表面拟合至多个所述点以获得所述零件的表示。

14. 如权利要求1至6中任一项所述的方法,其包括在所述坐标定位机内在所述不同位置之间旋转所述零件。

15. 如权利要求1至6中任一项所述的方法,其包括在所述坐标定位机内在所述不同位置之间平移所述零件。

16. 如权利要求1至6中任一项所述的方法,其包括基于所述零件在测量期间的预期的

位移判定所述接触探针要行进的路径。

17. 如权利要求16所述的方法,其中所述接触探针的所述路径及/或所述零件的位移是基于设定准则而选择的。

18. 如权利要求17所述的方法,其中所述设定准则包括所述接触探针的有限测量范围。

19. 如权利要求17所述的方法,其包括选择所述接触探针的路径及/或所述零件的位移,使得在所述坐标定位机中间隔开的两个或更多位置上测量所述每组基本一致点中的基本一致点。

20. 一种坐标定位机,其包括:第一底座,其用于安装接触探针以在所述坐标定位机内移动;第二底座,其用于安装零件以在所述坐标定位机内移动;及控制器,其用于控制所述第一底座及所述第二底座的移动,其中所述控制器经配置以控制所述第一底座及所述第二底座的移动以在所述零件及所述接触探针两者在所述坐标定位机内的不同位置之间连续移动时,用所述接触探针测量所述零件的表面上的多个点,所述接触探针相对于所述零件沿着扫描路径移动,以测量在零件上的多个组的基本一致点,并使得在所述坐标定位机中的间隔开的位置上及在沿着所述扫描路径的间隔开的位置上测量每组基本一致点中的基本一致点,其中,在测量基本一致的点与点之间,所述接触探针测量与其不一致的诸点中的至少一个点,其中所述基本一致点是表面上相同点或紧靠在一起的点。

21. 如权利要求20所述的坐标定位机,其包括用于分析来自所述坐标定位机及所述接触探针的信号的评估单元,所述评估单元经配置以将分析曲线或表面拟合至所述多个点以获得所述表面的表示。

22. 如权利要求21所述的坐标定位机,其中所述评估单元配置为将每一点转换至共同零件坐标系中,在所述共同零件坐标系中基于所述点被测量时所述零件在所述坐标定位机中的所判定位置界定所述零件上的所述多个点的相对位置。

23. 一种其中具有指令的数据载体,其中当所述指令由处理器执行时,使所述处理器控制坐标定位机的第一底座及第二底座的移动,所述第一底座用于在所述坐标定位机内安装接触探针且第二底座用于在所述坐标定位机内安装零件,其中所述处理器移动所述第一底座及所述第二底座以在所述零件及所述接触探针两者在所述坐标定位机内的不同位置之间连续移动时,用所述接触探针测量所述零件的表面上的多个点,所述接触探针相对于所述零件沿着扫描路径移动,以测量在零件上的多个组的基本一致点,并使得在所述坐标定位机中的间隔开的位置上及在沿着所述扫描路径的间隔开的位置上测量每组基本一致点中的基本一致点,其中,在测量基本一致的点与点之间,所述接触探针测量与其不一致的诸点中的至少一个点,其中所述基本一致点是表面上相同点或紧靠在一起的点。

24. 如权利要求23所述的其中具有指令的数据载体,其中当所述指令被处理器执行时,使所述处理器接收使用安装在所述坐标定位机上的所述接触探针在零件的表面上测量的所述多个点的测量数据,且使所述处理器将分析曲线或表面拟合至所述多个点以获得所述表面的表示。

25. 如权利要求23或24所述的其中具有指令的数据载体,其中当所述指令被处理器执行时,使所述处理器将每一点变换至共同零件坐标系中,在所述共同零件坐标系中基于所述点被测量时所述零件在所述坐标定位机中的所判定位置界定所述零件上的所述多个点的相对位置。

用于测量零件的方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及用于测量零件的方法及装置。本发明具体地应用于使用坐标定位机(诸如机床或坐标测量机)测量零件。

背景技术

[0002] 在机床中,已知通过沿着路径移动接触探针,使得探针在表面上的多个点上接触零件的表面而使用接触探针测量零件。可以根据来自机床及接触探针的信号来判定接触点的位置及将合适形状拟合至这些点以获得表示表面。亦已知在接触探针被固定在适当位置的情况下旋转零件。此等方法的实例描述于US3866829。

[0003] 在US3866829中,接触探针可平行于旋转轴移动以在零件的不同高度处取得测量值。但是,亦已知在垂直于旋转轴的方向上移动接触探针,使得零件的内圆及外圆可被测量,举例而言,如EP0744678中所揭示。

[0004] 测量值的误差会导致所产生表示的不准确。具体而言,在零件被旋转且接触探针固定的情况下,无法直接测量圆柱形/圆形零件的直径,但是所测量的位置必须与零件的中心有关以判定直径。旋转可提供有关零件关于旋转中心的偏摆(runout)的信息,但是无法直接判定旋转中心的位置,且亦无法判定零件相对于旋转中心的偏心误差。亦无法将零件的第一级圆度与零件的轴心漂移或偏心误差分开。

[0005] US4852402揭示一种测量方法,其中接触探针在齿轮旋转的同时移动。接触探针在正交于与接触探针接触的齿轮齿之表面上的点的移动方向的方向上移动。记录离齿的理想渐开线形状的偏差。

[0006] US6154713揭示一种方法,其中在测量与接触探针的移动同时旋转的零件时判定接触探针的路径,使得表面的测量总是在垂直于该表面的较佳测量方向上发生。

[0007] US6327788揭示一种方法,其中通过以下步骤用标称平直接触探针在指定高度处测量圆柱形零件的一组径向值,即,当探针定位在第一固定径向位置时,相对于探针旋转零件以获得第一组径向值;且随后将探针移动至与第一位置直径相反的第二固定径向位置且旋转零件以获得第二组径向值。可在多个不同高度处获得各径向位置上的组值。以此方式,针对零件上的各点,获得半径的两个测量结果。获得各点处的半径的测量结果的平均值以补偿接触探针的平直度的误差。

[0008] 在一替代实施例中,取代对各点上的半径的测量值进行平均,而是使用最小平方演算法将每组径向值拟合至一圆。获得经拟合圆的平均值。随后从平均圆中减去一组径向值组的经拟合圆,并将结果加至该组的原始径向值。

[0009] 图1a至图1c针对单个高度示意说明此方法,其中具有半径R1的第一圆被拟合至针对接触探针的第一位置获得的径向值且具有半径R2的第二圆被拟合至针对接触探针的第二位置获得的径向值。针对值R1及R2获得平均半径AV。平均半径AV与针对一组数据组的R1示出的半径之间的差值随后被加至具有半径R1的圆被拟合至的半径值以获得表示最终形状的数据组。

[0010] 据揭示,此第二实施例减小角相位误差,角相位误差可在接触探针的两个位置的角距无法准确获知的情况下发生(即,针对接触探针的两个位置所测量的“相同点”,由于各位置上的角度测量中的误差而实际上可为稍微不同的点。因此,由于测量值是针对稍微不同的点,所以针对各点的径向位置的简单平均可能是假平均。)

[0011] 此方法可消除由于缺少接触探针的平直度而产生的误差,但是来自其它源的误差(诸如零件从旋转轴偏心、测量系统的其它零件的变形或偏摆)仍可能在零件的测量中产生显著不准确。

发明内容

[0012] 根据本发明的第一方面,提供一种用安装在坐标定位机上的接触探针测量零件的方法,该方法包括在零件及接触探针各定位在坐标定位机内的多个不同位置上的情况下测量该零件的表面上的多个点。

[0013] 探针可相对于零件沿着扫描路径移动,使得在机器中的相对远离位置上及在沿着扫描路径的相对远离位置上测量沿着被测量的曲线或表面紧密定位在一起的基本一致点。

[0014] 扫描路径可包括基本相同扫描路径的多次扫描,在基本相同扫描路径的单独扫描上测量一致点。因此,可在扫描路径的不同横越期间通过探针测量零件上的相同点或紧靠在一起的点。零件及接触探针在坐标测量机中的移动(该移动使得相同扫描路径相对于零件的不同横越)包括接触探针相对于坐标测量机沿着不同路径的行进(因为零件也相对于坐标测量机移动)。以此方式,可在扫描路径的不同横越期间,在探针针对各测量而定位在坐标测量机中的相对远离位置上的情况下,来测量零件上紧靠在一起的点。

[0015] 扫描路径可包括围绕零件的多个完整巡行,在零件的单独完整巡行上测量一致点。每一完整巡行可围绕零件的相同周边。每一完整巡行可在一方向上偏移另一(其它)完整巡行。扫描路径可为围绕零件的螺旋线或三维螺旋环。

[0016] 该方法可包括在测量在被测量曲线或表面上相对紧靠在一起的基本一致点的间隔期间,测量在被测量曲线或表面上比基本一致点彼此相距更远的其它点。

[0017] 该方法可包括在零件及接触探针两者在不同位置之间连续移动时,测量多个点。

[0018] 相对于移动零件一次及/或移动接触探针一次而言,该方法实现在短时间周期内沿着扫描路径及/或在一系列离散移动中进行大量的“独立的”测量。可在假设点的误差是不相关的且为正态分布的情况下,一起分析在零件及接触探针处于机器中的不同位置上而获得的所测量点的云(cloud)。更具体而言,测量在机器体积中处于基本不同位置的零件上紧靠彼此定位的点可减小测量不确定性,因为各测量可被视作“独立的”,其中存在不多的(若有的话)测量常见的系统误差。在独立测量的情况下,测量不确定性落入 $1/\sqrt{N}$ 内,其中N是各点的测量次数。

[0019] 接触探针可为多轴接触探针,其中可通过在多个测量方向的任一者上偏转探针的触针来执行测量,探针产生指示偏转的幅度及方向两者的信号,该方法包括移动接触探针及零件,使得接触探针在至少两个测量方向上通过触针的偏转而执行测量。以此方式,可避免归因于探针的单个测量方向的系统误差。

[0020] 该方法可包括将分析曲线或表面拟合至多个点以获得表面的表示。

[0021] 各测量的误差将取决于探针及零件在坐标定位机内的位置。将分析曲线或表面拟

合至多个点可找到最佳拟合所测量的点的曲线或表面,该曲线或表面“平均化”所发生的误差(或换言之,拟合形成逼近函数,其试图撷取零件的形状,同时平滑归因于误差的变化)。“平均化”的类型将取决于用于评估最佳拟合多个点的分析曲线或表面的方法。举例而言,最小平方演算法将使点与分析曲线或表面之间的距离的平方和最小化。因此,表面的所得表示将考虑来自不同源的误差,诸如接触探针及/或坐标定位机的变形及偏摆。

[0022] 方法可包括在坐标定位机内在不同位置之间旋转零件。连续运动可包括在非正交方向上移动探针及零件。举例而言,在获得测量结果(measurements)的持续时间内,可沿着闭合路径在相反方向(顺时针/逆时针)上移动零件及接触探针两者。可在相反方向上旋转零件及接触探针。此外或替代地,方法可包括在不同位置之间平移(替代旋转或除旋转外)零件。

[0023] 方法可包括将坐标定位机的坐标系(下文中称作“测量坐标系”)中的各点的位置变换为界定零件上的点的相对位置的零件坐标系中的位置。零件在坐标定位机中的位置可在测量各点时判定,使用所判定的零件的位置将测量坐标系内的点的位置变换为零件坐标系中的位置。在零件已被旋转的情况下,变换包括基于零件已从参考位置旋转过的角度的位置的旋转变换。

[0024] 一旦点已被变换至零件坐标系中,即可将曲线或表面拟合至该点。分析曲线或表面的拟合可包括最小平方拟合、自由表面建模技术(诸如非均匀有理b样条(NURBS)演算法)或其它适当拟合演算法。

[0025] 该方法可包括基于零件在测量期间的预期位移而在坐标测量机内判定供接触探针行进的路径。可基于设定准则选择接触探针的路径及/或零件的位移。举例而言,可选择接触探针的路径及/或零件的位移,使得可在接触探针的有限测量范围内测量零件的整个表面及/或确保测量结果是横跨针对该测量结果可用的体积的有效范围而取得及/或确保接触探针及/或移动零件的底座的加速/减速在所定义的限值内。

[0026] 零件可在离散步骤或在连续运动中被移动至不同位置。

[0027] 该方法可包括移动接触探针及零件,使得接触探针环绕零件多次(multiple times)。

[0028] 方法可包括选择接触探针的路径及/或零件的位移,使得在坐标定位机中相对远离的两个或更多个位置上测量零件上的相同点或紧靠彼此定位的点。

[0029] 根据本发明的第二方面,提供一种坐标定位机,其包括:第一底座,其用于安装接触探针以在坐标定位机内移动;第二底座,其用于安装零件以在坐标定位机内移动;及控制器,其用于控制第一底座及第二底座的移动,其中控制器经配置以控制第一底座及第二底座的移动以在零件及接触探针各定位在坐标定位机内的多个不同位置上的情况下,用接触探针测量零件的表面上的多个点。

[0030] 控制器可经配置以控制第一底座及第二底座的移动以沿着扫描路径相对于零件移动探针,使得在机器中的相对远离位置上及在沿着扫描路径的相对远离位置上测量沿着被测量的曲线或表面紧密定位在一起的基本一致点。因此,可在扫描路径的不同横越期间,通过探针测量在零件上紧靠在一起的点。零件及接触探针在坐标测量机中的移动可以使得相同扫描路径相对于零件的不同横越包括接触探针相对于坐标测量机沿着不同路径行进(因为零件亦相对于坐标测量机移动)。以此方式,可在扫描路径的不同横越期间,在探针针

对各测量而定位在坐标测量机中的相对远离位置下的情况下,来测量零件上紧靠在一起的点。

[0031] 控制器可经配置以控制第一底座及第二底座的移动,以当零件及接触探针两者在不同位置之间连续移动时用接触探针测量多个点。

[0032] 接触探针可为多轴接触探针,其中可通过在多个测量方向的任一者上偏转探针的触针来执行测量,探针产生指示偏转的幅度及方向两者的信号,控制器经配置以控制第一底座及第二底座的移动,使得在连续运动期间,接触探针在至少两个测量方向上通过触针的偏转来执行测量。

[0033] 坐标定位机可包括用于分析来自坐标定位机及接触探针的信号的评估单元,评估单元经配置以将分析曲线或表面拟合至多个点以获得表面的表示。

[0034] 坐标定位机可为机床或坐标测量机(CMM)。

[0035] 根据本发明的第三方面,提供一种其上具有指令的数据载体,其中当指令由处理器执行时,使处理器控制坐标定位机的第一底座及第二底座的移动,第一底座用于将接触探针安装在坐标定位机内且第二底座用于将零件安装在坐标定位机内,其中处理器移动第一底座及第二底座以当零件及接触探针两者在坐标定位机内的不同位置之间连续移动时,用接触探针测量零件的表面上的多个点。

[0036] 处理器移动第一底座及第二底座以相对于零件沿着扫描路径移动探针,使得在机器中的相对远离位置上及在沿着扫描路径的相对远离位置上测量沿着被测量的曲线或表面紧密定位在一起的基本一致点。

[0037] 第一底座可用于安装多轴接触探针,其中可通过在多个测量方向的任一者上偏转探针的触针来执行测量,探针产生指示偏转的幅度及方向两者的信号,且处理器可控制第一底座及第二底座的移动,使得接触探针在至少两个测量方向通过触针的偏转来执行测量。

[0038] 根据本发明的第四方面,提供一种其上具有指令的数据载体,其中当指令由处理器执行时,使处理器接收使用安装在坐标定位机上的接触探针在零件的表面上测量的多个点的测量数据,其中在零件及接触探针各定位在坐标定位机内的多个不同位置下的情况下获得多个点,且使处理器将分析曲线或表面拟合至多个点以获得表面的表示。

[0039] 根据本发明的第五方面,提供一种用安装在坐标定位机上的接触探针测量零件的方法,方法包括在零件及接触探针各定位在坐标定位机内的多个不同位置下的情况下测量零件的表面上的多个点及将各点变换至共同零件坐标系中,在该共同零件坐标系中基于点被测量时零件在坐标定位机中的所判定位置界定零件上的多个点的相对位置。

[0040] 方法可包括记录相对于坐标定位机中的零件参考点的零件位置上的零件位置数据,以及基于零件位置数据将各点变换至共同零件坐标系中。零件可被安装在回转工作台上且位置数据可为回转工作台的角定向。

[0041] 根据本发明的第六方面,提供一种坐标定位机,其包括第一底座,其用于安装接触探针以在坐标定位机内移动;第二底座,其用于安装零件以在坐标定位机内移动;控制器,其用于控制第一底座及第二底座的移动;及评估单元,其用于分析来自坐标定位机及接触探针的信号,其中控制器经配置以控制第一底座及第二底座的移动以在零件及接触探针各定位在坐标定位机内的多个不同位置下的情况下用接触探针测量零件的表面上的多个点,

且评估单元经配置以将各点变换至共同零件坐标系中,在该共同零件坐标系中基于点被测量时零件在坐标定位机中的所判定位置来界定零件上多个点的相对位置。

[0042] 根据本发明的第七方面,提供一种其上具有指令的数据载体,其中当指令由处理器执行时,使处理器接收使用安装在坐标定位机上的接触探针在零件的表面上测量的多个点的测量数据,其中在零件及接触探针各定位在坐标定位机内的多个不同位置的情况下获得多个点,且使处理器将各点变换至共同零件坐标系中,在该共同零件坐标系中基于点被测量时零件在坐标定位机中的所判定位置界定零件上多个点的相对位置。

[0043] 当处理器执行指令时,指令可使处理器接收零件位置数据与测量数据,根据零件位置数据判定零件的所判定位置。多个点的各点可与零件位置数据中所含的零件位置关联。

[0044] 本发明的上述各方面的数据载体可为用于为机器提供指令的适当媒体,诸如非暂态数据载体,举例而言,软碟、CD ROM、DVD ROM/RAM(包括-R/-RW及+R/+RW)、HD DVD、蓝光(Blu Ray (TM))碟、记忆体(诸如记忆棒(Memory Stick (TM))、SD卡、小型快闪记忆卡等)、磁碟机(诸如硬碟机)、磁带、任意磁性/光学储存体或暂态数据载体,诸如线或光纤上的信号或无线信号,举例而言,经由有线或无线网路发送的信号(诸如网际网路下载、FTP传输等)。

附图说明

- [0045] 图1a、图1b及图1c展示测量圆柱形零件的先前技术方法;
- [0046] 图2是根据本发明的实施例的装置的示意图;
- [0047] 图3a是根据本发明的实施例测量的圆柱形零件的透视图;
- [0048] 图3b绘示相对于圆柱形零件由接触探针横越的扫描路径;
- [0049] 图4是绘示使用图3中所示的方法测量的数据的记录及处理的流程图;
- [0050] 图5展示根据本发明的实施例的将曲线拟合至零件上测量的多个点的方法;
- [0051] 图6a是当使用根据本发明的实施例的方法执行测量时获得的探针偏转的数据曲线图;
- [0052] 图6b是在补偿旋转轴及零件中心与预期位置的偏移的后图6a中所示的探针偏转数据内的残值的数据曲线图;
- [0053] 图7a是根据本发明的实施例测量的进一步零件的示意图;
- [0054] 图7b绘示相对于进一步零件由接触探针横越的扫描路径;及
- [0055] 图8展示另一零件及围绕该零件的扫描路径的示意图。

具体实施方式

[0056] 参考图2,坐标定位机1包括:机床2;及接触探针3(在本实施例中,多轴接触探针),其被安装在机床2上用于测量零件4。机床包括回转工作台5,其上可安装零件4。回转工作台5包括回转轴5a。接触探针3被安装至套管6,该套管6被安装在臂7及8上,使得接触探针3可相对于基座9在三个线性方向x、y及z上移动。探针3的移动范围将受机床2的构造限制且可能不会延伸横跨安装在机床2中的零件的整个体积。在本实施例中,探针3可在其内移动的体积由点线框13指示。

[0057] 马达15a、15b、15c、15d在控制器10(诸如用适当软件编程的处理器)的控制下移动

回转工作台5、套管6及臂7及8。套管6、臂7、8及回转工作台5中的编码器14a、14b、14c、14d产生指示工作台5、套管6及臂7、8的位置的信号,可根据该信号判定接触探针3及零件4在机床2的测量坐标系16中的位置。

[0058] 接触探针3具有变换器,当探针3被偏转(诸如通过与零件4接触)时该变换器产生信号。根据由接触探针3及编码器14a、14b、14c、14d产生的信号,可在测量系统内判定探针头11与零件4的接触点。通过评估单元12(其可为用适当软件编程的处理器,且可为与用于控制器10的处理器相同或不同的处理器)记录及处理以此方式测量的零件4上的多个点。接触探针3可无线地与评估单元12通信。

[0059] 现将参考图3a、图3b及图4描述根据本发明的实施例的用坐标定位机1测量零件的方法。在本实施例中,零件4是标称圆柱形且被安装在回转工作台5上,使得其中心轴4a与回转工作台5的旋转轴5a大致对准。通过在一个旋转方向上(在图式中,逆时针)旋转工作台5且同时在另一方向上(在图式中,顺时针)沿着相对于机床2的路径11a(在本实施例中,圆形路径)移动接触探针3而记录零件4表面上的点的测量结果。零件4及探针3的组合运动使接触探针3横越相对于零件4的扫描路径20(图3b中的虚线所示),其允许探针头11测量围绕零件4的圆周隔开的点。工作台5的旋转及探针3的移动被执行为连续移动,虽然离散步骤是可行的而较不需要。测量结果举例而言,在接触探针3是扫描探针的情况下可被连续记录,或举例而言,在接触探针3是触发式探针的情况下可被记录为若干离散点。

[0060] 来自接触探针3及机床2的编码器14a、14b、14c及回转工作台5的编码器14d的信号被发送至评估单元12。评估单元12判定使用接触探针3所测量的点在机床2的测量坐标系16中的位置P。在图4中,行A示出针对探针3及零件4的特定位置的零件4上的点的单独测量结果以及行B示出这些点同时被绘制在在机床2的坐标系16中。在本实施例中,评估单元随后通过适当旋转变换T将这些点的位置P变换为零件坐标系中的位置PC(如行C中所示),其中界定零件4上的点的相对位置。将测量坐标系16中的位置P变换为零件坐标系中的位置PC所需的旋转变换T可以根据相对于参考位置测量点时机床2中的零件4的位置来判定,诸如当第一点被测量时零件4的位置。可根据回转工作台5在两个测量之间已旋转的角度(由行A的图中的虚线(初始位置)与实线(当前位置)之间的弧度指示)来判定旋转变换T,该角度可根据回转工作台5中的编码器14d的信号来判定。

[0061] 在本实施例中,零件4旋转了180°且探针3在机床中行进的路径是相反方向上的180°的弧形。以此方式,巡行零件4的整个圆周所花的时间少于仅以相同速度移动回转工作台4或探针3的情况。

[0062] 随后诸如使用最小平方拟合算法,将分析曲线15拟合至零件坐标系中的点以获得零件4的表示。此由图4行C中的最后的图示出。

[0063] 在另一实施例中,探针3的路径及/或回转工作台5的旋转使得接触探针3多次横越相对于零件4的相同扫描路径20,使得可在扫描路径20的不同横越期间通过探针测量在零件4的表面上相同点或紧靠在一起的点。因此,可在两个或更多个位置P处测量在零件4上紧靠彼此定位的基本一致点,该两个或更多个位置P在机床2中相对远离且处于沿着扫描路径20的相对远离位置上。这些点的位置P被变换为零件坐标系中的位置PC以及在图5中示出由此方法产生的点云的示意图。将曲线115拟合至云的所有点PC以获得零件的表示。此方法可减小测量不确定性,因为在机床2中的相对远离位置上测量零件4上相同点或紧靠在一起

定位的点可被视为基本独立,使得结合探针3围绕零件4的旋转的测量不确定性的减小将趋向于 $1/\sqrt{N}$,其中N是转数。

[0064] 如图中3a所示,零件4的中心可从回转工作台5的旋转轴5a偏移距离 Δ 。(在图3a中,为简明起见而夸大该偏移)。在处理测量结果期间,最初可假设零件4以回转工作台5的旋转轴5a的位置为中心且旋转轴5a的位置是先前例如使用校准仪(calibration)所判定的位置。但是,举例而言归因于零件4的重量、随时间的漂移、温度变化等,旋转轴5a的位置可能与先前判定的位置不同。如图6a中所示,在分析中使用与零件4的旋转轴及中心4a的实际位置偏移的位置可导致探针偏转数据中的正弦假影(sinusoidal artefacts)。探针在机器体积中未以旋转轴5a为中心移动而导致半周正弦波。该正弦波给出有关零件4的旋转中心5a及零件4的直径的信息。零件4的中心4a与旋转轴5a未对准而导致较高频率正弦波。该较高频率正弦波给出有关零件4的中心偏移旋转轴5a及零件4的圆度的信息。在图6a的开始及结束时所见的大偏转为探针接触及离开零件的表面。

[0065] 如图6b中所示,通过在分析结果时,在X及Y方向上加入合适的偏移到假设的零件4的中心及假设的旋转轴的位置,可减小或甚至消除测量结果中的这些正弦假影(只留下点与基线的偏差(诸如相对于零件的探针位置))。合适的偏移可根据拟合至数据的正弦函数来判定。偏移的幅度可根据正弦波的振幅及来自相位的方向来判定。因为旋转轴5a可能不平行于探针3的Z轴,所以可能需沿着Z轴计算偏移。

[0066] 合适的偏移可在迭代过程中判定,其中在各迭代中,基于使用针对旋转轴的当前假设位置所判定的零件4的位置,将在机器坐标系中所测量的点变换至零件坐标系。在零件坐标系中,正弦函数被拟合至针对零件的旋转轴及中心的每个所判定的点PC及偏移。分析结果以判定是否仍有任何的正弦假影。若有,则下一迭代中使用零件的旋转轴及中心的新位置(旧位置加上偏移)。继续此过程直至正弦假影被消除或减小至可接受水平内。随后将零件4的中心从旋转轴5a的所测量偏移及旋转轴的位置作为在最终迭代中判定的位置。

[0067] 图7a及图7b示出本发明的进一步实施例,其中测量非圆柱形零件204。在本实例中,非圆柱形零件204具有大于探针3可在其内移动的体积13的尺寸的长度。零件204被安装在回转工作台5上。如图7a中所示,选择机床2中零件204的旋转及探针3的路径216,使得即使所测量的零件204上的点在零件204的特定定向上可能落在其中探针3可测量零件的体积13外,仍可测量零件204上的表面的完整周长。接触探针3相对于零件204的扫描路径220展示在图7b中。

[0068] 如在先前实施例中,在机床2的坐标系16中所测量的点的位置P被T变换为零件坐标系中的位置PC。曲线215被拟合至零件坐标系中的点以获得零件的表示。虽图7a中未展示,但是在实践中,接触探针3将多次横越扫描路径220,而接触探针在机床2内的路径216仅被横越一次或至少比扫描路径220少的次数。这允许在坐标定位机2中的相对远离位置上测量在零件204上相对紧靠在一起的点(诸如PC1及PC10)。

[0069] 在另一实施例中,取代将二维曲线拟合至据信在相同平面内的一组点,可三维测量点,且当将三维表面变换至零件坐标系中时,可将三维表面拟合至所测量的点。

[0070] 图8是将表面拟合至多个所测量的点的实例。在本实施例中,零件304是圆柱形零件。如前,通过在移动探针的同时移动零件304而扫描零件304。在本实施例中,移动使得探针横越相对于零件304的螺旋扫描路径320。举例而言,零件304可在探针的旋转及平移(诸

如在z方向上)移动的同时旋转。在此配置中,各点PC1、PC2仅被扫描一次。但是,螺旋路径320的匝相对于被测量表面的大小足够紧密(通常,匝比图式中所示的匝更紧密,此特征为简明起见而未展示),使得邻近匝上的相应点PC1、PC2在表面上足够紧靠彼此以被视为基本一致(各匝因此是沿着与先前扫描基本相同路径的扫描)。具体而言,与可能源自探针或坐标定位机的测量误差相比,可能在邻近匝之间及相应点PC1与PC2之间发生的表面的任意变化相对较小。在某种意义上,这类似于上述二维实施例,其中在扫描路径的各横越上可能无法测量完全相同点,但足够的是所测量的点足够紧靠在一起以撷取在机器的测量误差内的表面的任意偏差。

[0071] 选择零件304及探针的移动,使得在机器中的相对远离位置上测量螺旋的邻近匝上的相应点PC1、PC2。以此方式,测量结果可被视为“独立”。此外,在点PC1与PC2之间移动时,探针沿着扫描路径320行进的距离比被测量表面上的点PC1与PC2之间的距离大得多;换言之,选择扫描路径使得探针在已扫描不与点PC1一致的点后返回与先前扫描点PC1基本一致的点PC2。以此方式,当零件及探针移位至相应点PC2将被测量的新位置时,可以收集有关其它测量点的测量数据。

[0072] 应了解,参考图8描述的扫描方法可适用于其它形状的零件,且尤其适合包括曲面的形状,诸如其它圆柱形形状、锥形、环形、孔等。

[0073] 应了解可对上述实施例进行修改及更改而不脱离如本文中界定的本发明的范畴。

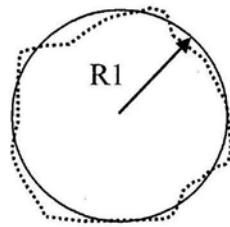


图1a

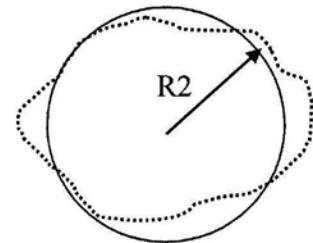


图1b

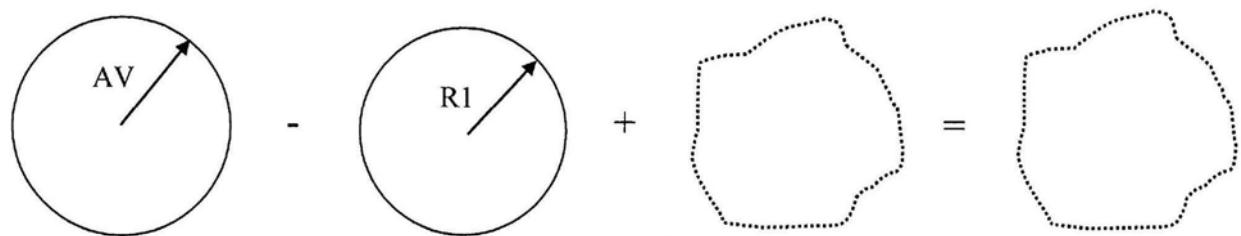


图1c

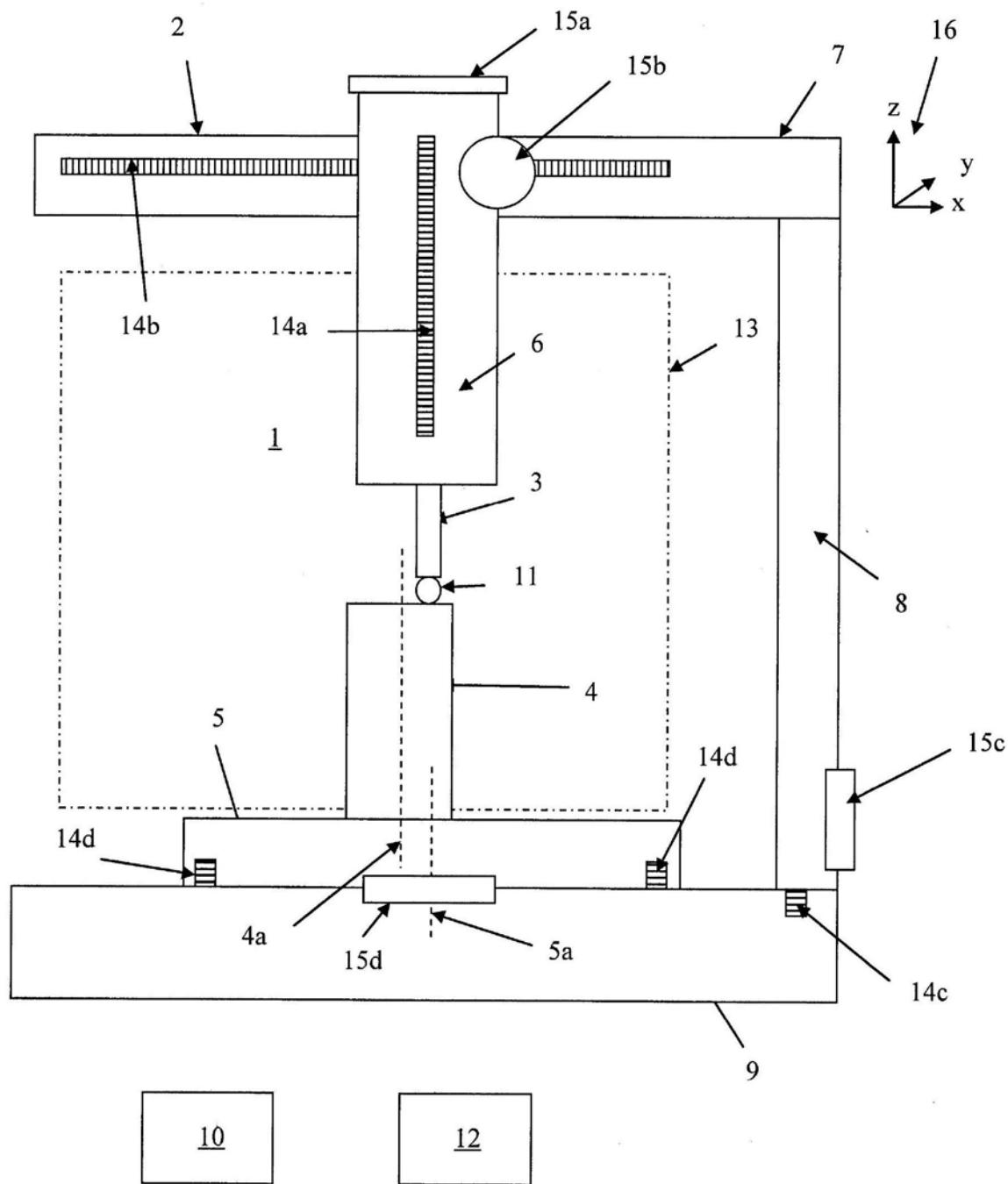


图2

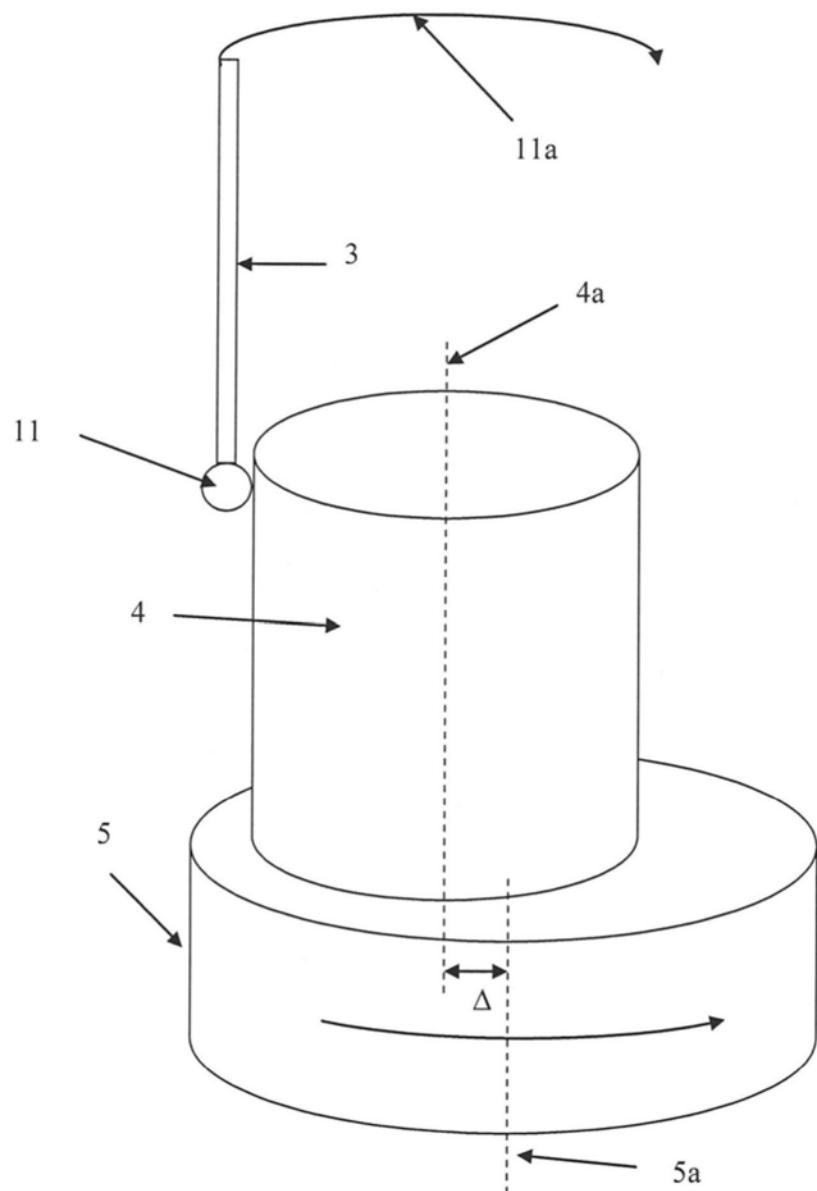


图3a

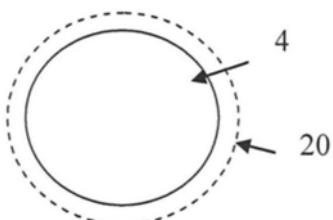


图3b

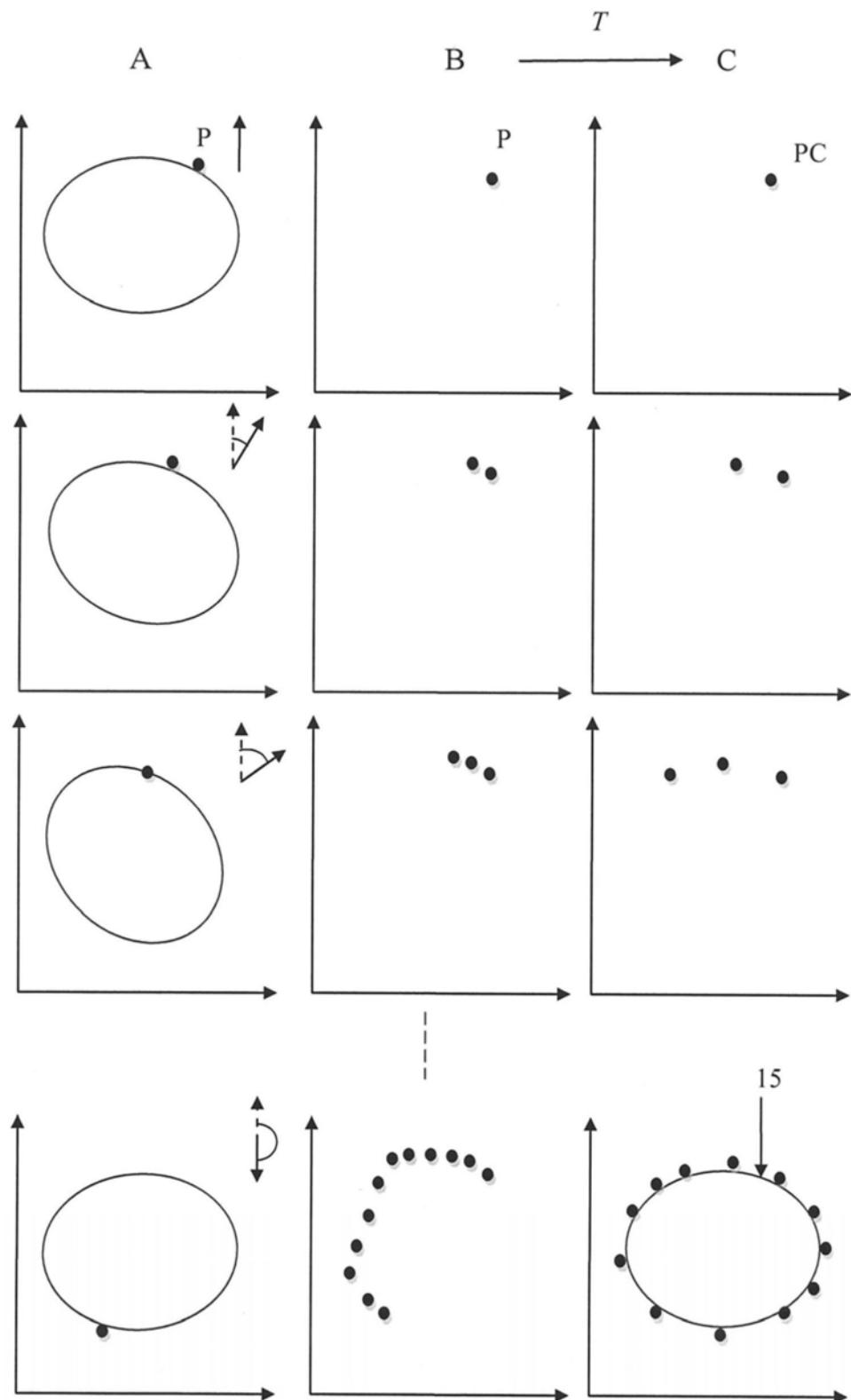


图4

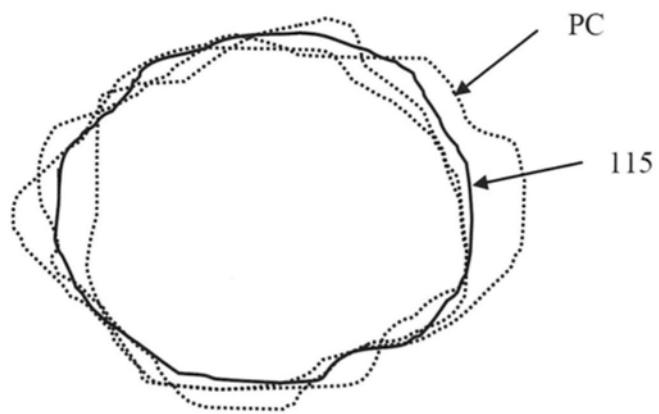


图5

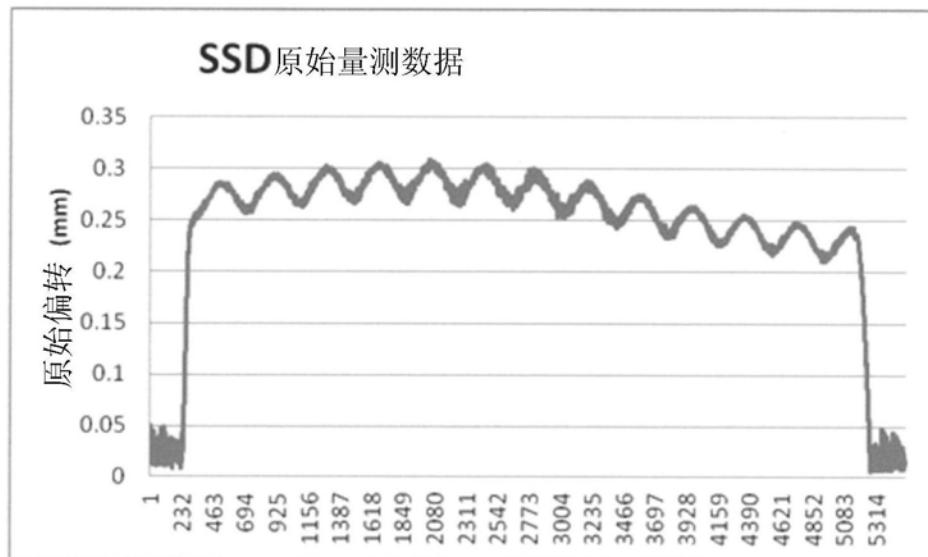


图6a

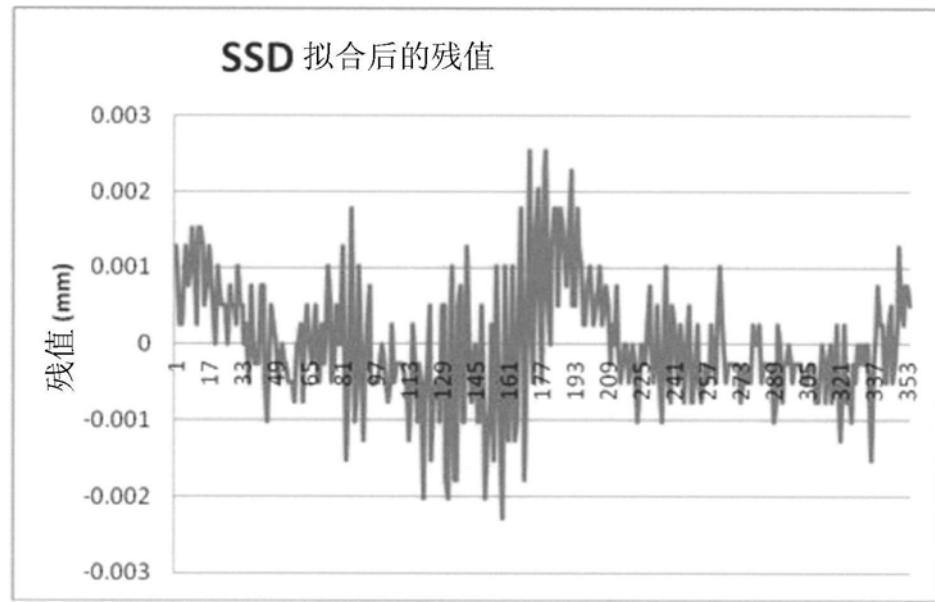


图6b

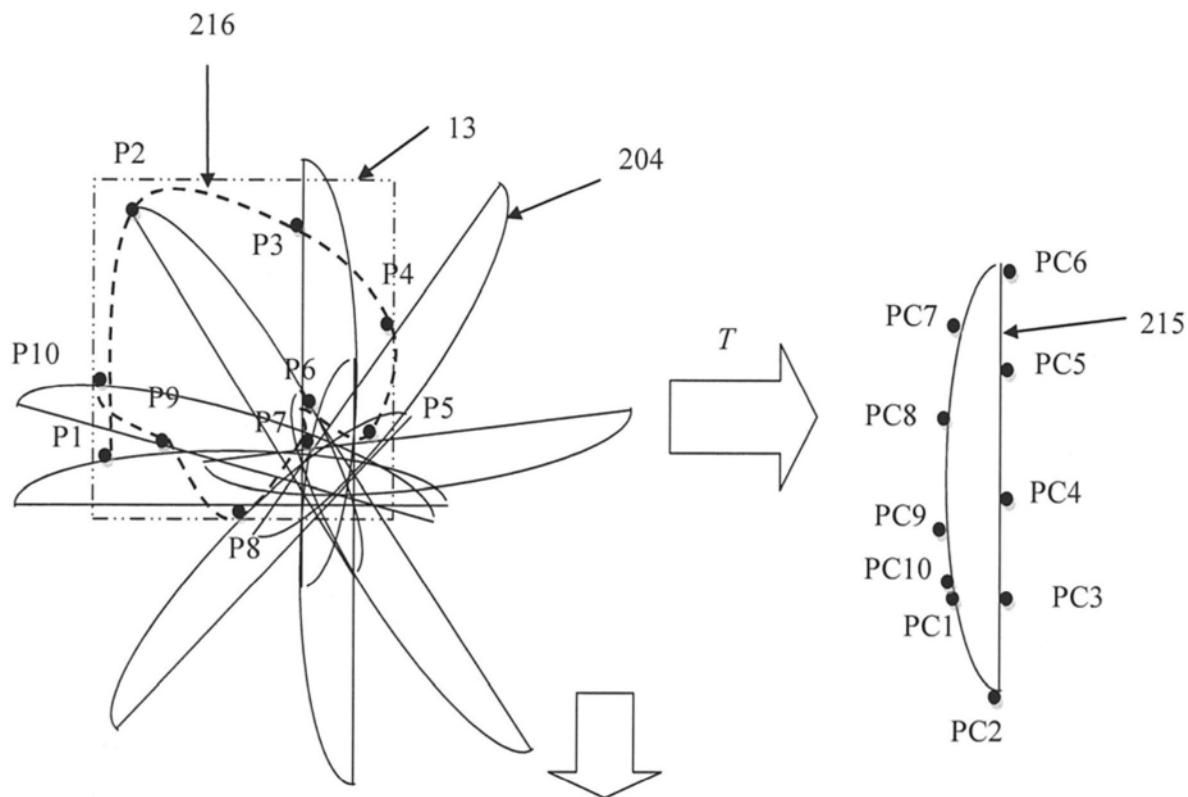


图7a

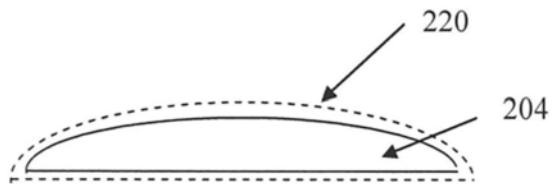


图7b

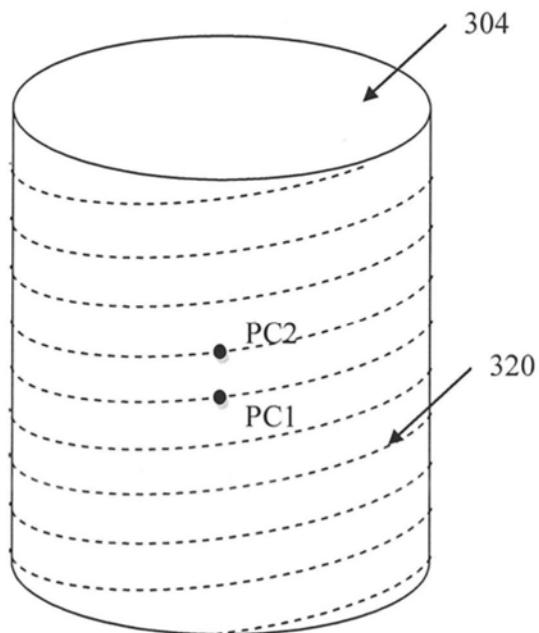


图8