



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101772690 B

(45) 授权公告日 2014. 08. 20

(21) 申请号 200880024540. 6

(22) 申请日 2008. 07. 11

(30) 优先权数据

0713639. 3 2007. 07. 13 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2010. 01. 13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2008/002375 2008. 07. 11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02009/010721 EN 2009. 01. 22

(73) 专利权人 瑞尼斯豪公司

地址 英国格洛斯特郡

(72) 发明人 戴维·斯文·瓦利亚塞

琼·路易斯·格热西亚克

(74) 专利代理机构 广州三环专利代理有限公司

44202

代理人 温旭 郝传鑫

(51) Int. Cl.

G01B 21/04 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1207807 A, 1999. 02. 10, 说明书第 4-7, 14-15 页, 附图 1, 2, 3, 9, 10.

CN 1882821 A, 2006. 12. 20, 全文.

WECKENMANN A ET AL., . BEURTEILUNG DER GENAUIGKEIT VON FORMPRUEFGERAETEN. 《WERKSTATTSTECHNIK》. SPRINGER VERLAG, 1988, 第 78 卷 (第 3 期), 第 165-170 页.

审查员 张培

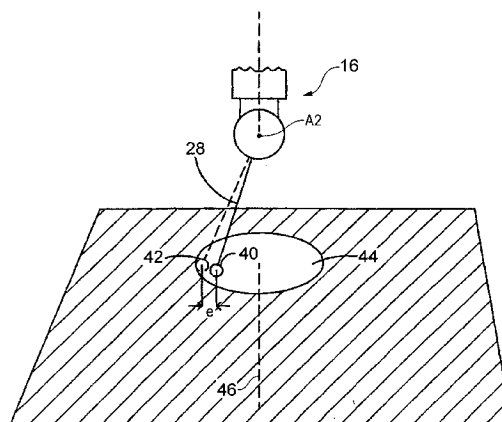
权利要求书3页 说明书13页 附图9页

(54) 发明名称

表面传感器偏移

(57) 摘要

一种操作具有表面传感器的坐标定位装置的方法, 所述表面传感器可以围绕至少第一轴线旋转。所述方法包括在表面传感器处于第一角度取向时, 获取第一测量值, 并且在表面传感器处于第二角度取向时, 获取至少第二测量值。所述第一和第二角度取向彼此不同, 以使表面传感器从预期位置的任何偏移在第一和第二测量值上的影响至少部分相反。然后所述方法利用第一和第二测量值来补偿和 / 或建立所述偏移。



1. 一种操作具有铰接头部的坐标定位装置的方法,所述铰接头部上安装有表面传感器,所述铰接头部提供所述表面传感器围绕至少第一轴线和第二轴线的旋转,所述方法包括:

围绕所述铰接头部的第一轴线以第一角度取向定位所述表面传感器,并且在表面传感器处于第一角度取向时获取产品的第一测量值,包括致动所述铰接头部以围绕所述铰接头部的第二轴线旋转所述表面传感器;

驱动所述铰接头部以便围绕所述第一轴线以第二角度取向定位所述表面传感器,并且在表面传感器处于第二角度取向时获取产品的至少第二测量值,包括致动所述铰接头部以围绕所述铰接头部的第二轴线旋转所述表面传感器,所述第一和第二角度取向彼此不同,以使表面传感器从预期位置的任何偏移对第一和第二测量值的影响至少部分相反,和

利用第一和第二测量值来建立所述表面传感器从其预期位置的所述偏移,并且利用所述偏移来校正由所述表面传感器获得的后续测量值的误差。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第二角度取向不同于第一角度取向,以使表面传感器从预期位置的任何偏移对第二测量值的影响与该偏移对第一测量值的影响基本上相等且相反。

3. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,所述第二角度取向基本上是第一角度取向的相反数。

4. 如权利要求1至3中任一项所述的方法,其特征在于,获得所述第一和第二测量值包括移动所述表面传感器以使所述表面传感器仅在第一维度上相对于其自身进行测量。

5. 如权利要求1至3任一项所述的方法,其特征在于,获取所述第一和第二测量值的过程包括相对于产品移动表面传感器,以使表面传感器在第一和第二维度上相对于其自身进行测量。

6. 如权利要求1至3中任一项所述的方法,其特征在于,利用所述偏移来校正包括确定表面传感器在至少第一维度上的偏移。

7. 如权利要求6所述的方法,其特征在于,利用所述偏移来校正包括确定表面传感器在至少第二维度上的偏移。

8. 如权利要求6所述的方法,其特征在于,包括确定至少第一和第二偏移源。

9. 如权利要求8所述的方法,其特征在于,所述第一偏移源包括所述至少第一轴线的实际位置和预期位置之间的差异,而所述第二偏移源包括所述表面传感器相对于所述第一轴线的实际位置和预期位置之间的差异。

10. 如权利要求1至3中任一项所述的方法,其特征在于,利用所述偏移来校正包括从所述第一和第二测量值确定合成测量值。

11. 如权利要求1至3中任一项所述的方法,其特征在于,所述第二测量是在所述表面传感器处于不同角度取向时对第一测量的重复。

12. 如权利要求1至3中任一项所述的方法,其特征在于,获取第一和第二测量值的每一个包括测量产品上的多个点。

13. 如权利要求1至3中任一项所述的方法,其特征在于,获取第一和第二测量值包括获取环形特征的第一和第二测量值。

14. 如权利要求1至3中任一项所述的方法,其特征在于,所述表面传感器可以围绕与

第一轴线垂直的至少第二轴线旋转。

15. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,所述第一和第二角度取向围绕第一轴线设置并相对于第二轴线测量。

16. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,获取所述第一和第二测量值包括围绕第二轴线旋转表面传感器。

17. 如权利要求 16 所述的方法,其特征在于,获取所述第一和第二测量值包括保持所述第二轴线的线性位置。

18. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,所述第二角度取向与所述第一角度取向基本上相等且相反。

19. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,获取所述第一和第二测量值包括移动所述第一和第二轴线的线性位置,并且保持所述表面传感器围绕所述第一和第二轴线的旋转位置。

20. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的方法,其特征在于,所述表面传感器是接触式探头的接触末梢。

21. 一种操作具有铰接头部的坐标定位装置的方法,所述铰接头部上安装有表面传感器,所述铰接头部提供所述表面传感器围绕至少第一轴线和第二垂直轴线的旋转,所述方法包括:

相对于穿过第一轴线并平行于第二垂直轴线延伸的直线,将表面传感器围绕铰接头部的第一轴线定位在第一角度,并获取产品的第一测量值;

相对于穿过第一轴线并平行于第二垂直轴线延伸的直线,驱动所述铰接头部以便将表面传感器围绕第一轴线定位在第二角度,并获取产品的第二测量值,所述第二角度相对于第一轴线的方向与第一角度相反,以使表面传感器从预期位置的任意偏移对第一和第二测量值的任何影响至少部分相反;和

利用所述第一和第二测量值来建立所述表面传感器从其预期位置的所述偏移,并且利用所述偏移来校正由所述表面传感器获得的后续测量值的误差。

22. 如权利要求 21 所述的方法,其特征在于,获取所述第一和第二测量值包括围绕第二垂直轴线旋转表面传感器。

23. 如权利要求 21 或 22 所述的方法,其特征在于,所述第二角度与第一角度基本上相等且相反。

24. 一种操作具有铰接头部的坐标定位装置的方法,所述铰接头部上安装有表面传感器,所述铰接头部提供所述表面传感器围绕至少第一轴线和第二轴线的旋转,所述方法包括:

围绕所述铰接头部的第一轴线将所述表面传感器定位在第一角度取向,并通过平移所述表面传感器,获取产品的第一测量值;

驱动所述铰接头部以便围绕所述第一轴线将所述表面传感器定位在至少第二角度取向,并通过平移所述表面传感器,获取产品的至少第二测量值,所述第二角度取向不同于所述第一角度取向,以使表面传感器从预期位置的任何偏移对第一和至少第二测量值的影响至少部分相反;和

利用所述第一和至少第二测量值来建立所述表面传感器从其预期位置的所述偏移,并

且利用所述偏移来校正由所述表面传感器获得的后续测量值的误差。

25. 如权利要求 24 所述的方法,其特征在于,所述表面传感器的角度取向在获取所述第一和至少第二测量值时保持固定。

26. 一种坐标定位装置,具有表面传感器和控制器,所述表面传感器能围绕至少第一轴线和第二轴线旋转,所述控制器能将驱动信号发送至坐标定位装置的马达以便控制所述表面传感器的运动,其中所述控制器被配置成控制所述坐标定位装置以便实施权利要求 1 至 25 任一项所述的方法。

表面传感器偏移

技术领域

[0001] 本发明涉及补偿和 / 或建立表面传感器（特别是用于铰接探头头部的传感器）的偏移的技术，并且例如用于确定和 / 或校正安装在铰接探头头部上的探头的表面感知末梢的几何误差。

背景技术

[0002] 在工件生产出来之后，通常的做法是在定位装置（诸如坐标测量仪（CMM）或其他类型的坐标定位装置上进行检查。这种坐标定位装置通常具有主轴，其上安装测量探头，测量探头可以在该仪器的工作空间内沿着三个正交方向 X、Y、Z 受到驱动。

[0003] 美国专利 No. 5, 189, 806 描述了一种铰接探头头部，该铰接探头头部能让探头在两个旋转自由度上取向，以使该探头用于扫描工件表面的操作。一般来说，这种探头头部包括两个旋转驱动机构，它们能让探头关于两条基本上正交的旋转轴线取向。这种铰接探头头部可以安装在 CMM 的主轴上，从而能让探头末梢在 5 个自由度（即，由 CMM 提供的 3 个线性自由度，由铰接探头头部提供的 2 个旋转自由度）上定位。

[0004] 测量探头具有表面传感器部件，该部件与工件表面相互作用，以收集测量数据。在表面传感器部件相对于探头系统一部分（诸如探头主体或探头头部）的实际位置和假设位置之间可能存在差异。这种差异可能是所获取测量数据中的误差来源。这种差异可能对于利用铰接头部的测量探头获取的测量数据的精度具有显著的影响，因为这种差异对于测量数据的影响可能取决于测量探头的角度位置。

发明内容

[0005] 本发明提供一种利用具有表面传感器的测量系统测量物体的方法，所述表面传感器可以围绕至少一条轴线旋转，该方法包括：在表面传感器处于第一角度取向时，进行第一次测量，在表面传感器处于第二角度取向时，进行第二次测量，第二个角度取向使得表面传感器从预期位置的任何偏移对第二次测量所产生的影响与第一次测量不同。

[0006] 根据本发明的第一方面，提供一种操作具有表面传感器的坐标定位装置的方法，所述表面传感器可以围绕至少第一轴线旋转，所述方法包括：在表面传感器围绕所述至少第一轴线处于第一角度取向时，获取第一测量值；在表面传感器围绕所述至少第一轴线处于第二角度取向时，获取至少第二测量值，所述第一和第二角度取向彼此不同，以使表面传感器从预期位置的任何偏移在第一和第二测量值上的影响至少部分相反。所述方法可以包括利用第一和第二测量值来补偿所述偏移。所述方法可以包括利用所述第一和第二测量值建立所述偏移。所述方法可以包括利用所述第一和第二测量值建立和补偿所述偏移。

[0007] 本发明提供一种新的方式来确定和 / 或处理误差，所述误差被引入到由从预期位置偏移的表面传感器所获取的测量数据中。一旦知道所述误差和 / 或偏移，则可以采取措施来补偿所述误差和 / 或偏移。例如，可以根据所述误差对坐标定位装置进行校准。任选，所述方法可以进一步包括校正所述误差的步骤。例如，可以校正所述第一和 / 或第二测量

值,或者可以根据确定的误差来校正后续的测量值。任选,本发明的方法可以用来建立任何偏移。一旦形成,可以采取适当的后续措施。例如,可以更换所述表面传感器。

[0008] 配置所述第二角度取向,使得表面传感器从预期位置的任何偏移对于第二测量值的影响与其对于第一测量值的影响至少部分相反,从而能通过比较第一和第二测量值来确定任何误差。因此,补偿所述偏移可以包括比较第一和第二测量值。此外,补偿所述偏移可以包括确定第一和第二测量值之间的差值。

[0009] 应该理解,表面传感器的偏移对产品测量值所产生的影响取决于众多因素,包括测量所述产品的方法。例如,对于测量孔的内圆周而言,如果通过围绕孔的中轴线旋转表面传感器来测量所述孔,则偏移可能导致所测量的孔的尺寸不同于其实际尺寸。因此,在这种情况下,例如,如果偏移对第一测量值的影响使得所述特征显得比其实际尺寸更大,则所述偏移对第二测量值的影响应该使得所述特征显得比其实际尺寸更小。

[0010] 但是,如果表面传感器相对于孔的角度取向保持不变并且表面传感器在所述孔周围平移,则将校正孔的测量尺寸,但是其在测量空间中的测量位置将根据表面传感器的偏移而偏移一定的量。应该理解,平移所述表面传感器可以包括沿着坐标定位装置的线性轴线移动所述表面传感器。因此,在这种情况下,例如,如果所述偏移对于第一测量值的影响使得特征的平移位置沿着第一方向偏移,则所述偏移对于第二测量值的影响应该使得特征的平移位置沿着第二方向偏移。第二方向应该能分解成两个正交分量,其中之一与所述第一方向直接相反。因此,所述影响不是必须相等且相反,或者换句话说,直接相反。所述偏移对于至少第二测量值的影响可以仅有一个分量与该偏移对于第一测量值的影响直接相反。

[0011] 因此,应该理解,至少第二角度位置如何选择以使所述偏移对于至少第二测量值的影响与该偏移对于第一测量值的影响相反,将取决于第一和至少第二测量值的测量方法。

[0012] 优选,至少第二角度取向不同于第一角度取向,以使表面传感器从预期位置的任何偏移在第二测量值上产生的影响与该偏移在第一测量值上产生的影响基本上相等且相反。配置第二角度位置,以使其基本上是第一角度位置的相反数,可以实现这种效果。换句话说,第二角度位置可以与第一角度位置基本上相等且相反。在一种实施方式中,当处于第二角度取向的表面传感器是围绕所述至少第一轴线基本上旋转 180° 时,就是这种情形。在另一种实施方式中,当表面传感器转过相等的量,但是是相对于与第一轴线垂直延伸的直线围绕第一轴线以相反方向旋转时,就是这种情形。应该理解,可以是表面传感器处于基本上几何相反的位置,例如相对于垂直于表面传感器测量维度延伸的轴线处于基本上几何相反时的情形。在表面传感器可以在两个维度获取测量值的实施方式中,则可以是表面传感器相对于垂直于表面传感器测量平面延伸的轴线处于基本上几何相反时的情形。应该理解,如何操纵表面传感器的角度位置以使第二角度位置成为第一角度位置的相反数,可能取决于表面传感器关于其定位的第一轴线的取向。

[0013] 应该理解,获取第一和第二测量值可以表示获取第一和第二测量数据。测量数据可以包括一个或多个位置数据。位置数据可以代表产品上某点的位置。例如,位置数据可以代表坐标定位装置的测量空间内的产品上某点的位置。

[0014] 第一和第二测量值不是必须为相同产品的测量值。例如,第一测量值可以是第一产品的测量值,而第二测量值可以是不同于第一产品的第二产品的测量值。在这种情况下,

优选第一和第二产品在坐标定位装置的测量空间内具有已知维度和位置关系。

[0015] 可以优选第一和第二测量值是相同的第一产品的测量值。在这种情况下,第一和第二测量值不是必须为第一产品相同部件的测量值。例如,如果产品为立方体,诸如校准的立方体,则第一测量值可以是立方体第一面的测量值,而第二测量值可以是该立方体第二面的测量值。第二面可以是与第一面直接相反的面。

[0016] 虽然如此,优选获取第一测量值的过程包括获取产品上至少第一点的位置数据,而获取至少第二测量值的过程包括获取产品上至少第一点的位置数据。因此,优选第一和第二测量值各自包括产品上至少一个共同点的位置数据。这样可以避免使用校准的产品。

[0017] 获取第一测量值的过程可以包括仅测量产品上一个点的位置。获取至少第二测量值的过程可以包括仅测量产品上一个点的位置。与上述讨论一致,所述点可以是相同的点或者不同的点。

[0018] 优选,获取第一测量值的过程包括测量产品上多个点的位置。优选,获取至少第二测量值的过程包括测量产品上多个点的位置。与上述讨论一致,所述方法可以配置成让获取至少第二测量值的过程包括测量已经在获取第一测量值时测量过的产品上的至少一个点。所述方法可以配置成让获取至少第二测量值包括测量已经在获取第一测量值时测量过的产品上的基本上相同的点。所述多个点可以通过多次离散测量来获取。任选,所述多个点可以通过扫描产品来获取。因此,表面传感器可以是二态设备,诸如接触触发式探头。任选,表面传感器可以是模拟扫描设备,诸如模拟扫描探头,例如光学扫描探头。

[0019] 第一和至少第二测量值可以是单一点的测量值。例如,第一和至少第二测量值可以是平面上的点的测量值。第一和至少第二测量值可以是物体拐角的测量值。例如,第一和至少第二测量值可以是立方体产品拐角的测量值。第一和至少第二测量值可以是规则或不规则形状的测量值。例如,第一和至少第二测量值可以是方形、立方体、六边形、八边形或自由形式表面的测量值。第一和至少第二测量值可以包括获取曲线特征的第一和至少第二测量值。第一和至少第二测量值可以包括获取椭圆特征的第一和至少第二测量值。第一和至少第二测量值可以包括获取环形特征的第一和至少第二测量值。环形特征可以是部分环形。环形特征可以是完整环形。因此,第一和至少第二测量值可以包括获取完整环形的第一和至少第二测量值。环形特征可以包括环规、主体和球体上的孔。

[0020] 补偿偏移可以包括确定偏移。偏移可以包括距离。例如,距离基准位置的距离。基准位置可以是预期位置。偏移可以包括角度偏移。

[0021] 补偿偏移可以包括确定至少第一维度上的偏移。补偿偏移可以包括仅确定第一维度上的偏移。补偿偏移包括确定至少第二维度上的偏移。

[0022] 所述至少第一维度可以垂直于设置所述第一和第二角度取向时围绕其旋转的所述至少第一轴线。第二维度可以垂直于第一维度。第二维度可以垂直于设置所述第一和第二角度取向时围绕其旋转的轴线。

[0023] 应该理解,表面传感器能获取关于产品表面的位置信息。表面传感器可以配置成在至少第一测量维度上获取位置信息,例如在第一测量维度和至少第二测量维度上获取。优选,第一和/或至少第二测量维度是线性维度。优选,第一和第二测量维度彼此垂直。应该理解,第一测量维度以及可能存在的至少第二测量维度可以相对于表面传感器固定。因此,测量维度可以随着表面传感器移动。特别是,测量维度可以随着表面传感器转动。

[0024] 表面传感器的实际位置可以在第一测量维度上从预期位置偏移。表面传感器的实际位置可以在第二测量维度上从预期位置偏移。表面传感器的实际位置可以在第一和第二测量维度上从预期位置偏移。

[0025] 所述方法可以包括确定表面传感器在第一测量维度上的偏移。特别是,补偿偏移可以包括确定表面传感器在第一测量维度上的偏移。

[0026] 可以通过移动表面传感器以使表面传感器仅在第一维度上相对于其自身进行测量,从而获取第一和第二测量值。第一维度例如可以垂直于第一轴线。第一维度可以是第一和第二测量方向。在任一种情况下,第一和至少第二测量值仅受到第一维度上的偏移的影响。因此,表面传感器在第二维度上的偏移对于第一和第二测量值没有影响。就是说,第一和至少第二测量值可以忽视表面传感器在除第一维度之外的其他维度上的任何偏移。例如,在第一和第二测量过程中,移动表面传感器以使其相对于正在测量的产品表面的取向总是基本上相同,可以实现上述情形。换句话说,表面传感器移动,以使表面传感器上基本上相同的点与该表面相互作用,从而获取测量数据。例如,对于具有接触末梢的接触式探头来说,接触末梢移动以使接触末梢上基本上相同的点接触正在测量的表面。例如,对于环形特征来说,通过围绕环形的中轴线旋转表面传感器,可以实现这种情形。

[0027] 所述方法可以包括确定表面传感器在第二维度上的偏移。这可以作为确定表面传感器在第一维度上的偏移的补充。

[0028] 获取第一和至少第二测量值可以包括相对于产品移动表面传感器,以使表面传感器在第一和第二维度上相对于自身进行测量。因此,在这种情况下,第一和至少第二测量值受到第一维度上的偏移和第二维度上的任何偏移的影响。例如,在第一和至少第二测量过程中,移动表面传感器,以使其相对于正在测量的表面取向发生变化,可以实现这种情形。换句话说,表面传感器可以移动,以使表面传感器上不同的点与表面相互作用,从而获取测量数据。例如,对于具有接触末梢的接触式探头来说,接触末梢移动以使接触末梢上不同的点接触正在测量的表面。例如,对于环形特征来说,保持表面传感器的旋转取向固定并且在该环形周围平移表面传感器,可以实现这种情形。

[0029] 补偿偏移可以包括从第一和至少第二测量值来确定产品的合成测量值。产品的合成测量值可以是正在测量的产品的校正测量值。应该理解,校正测量值应该是利用表面传感器在不存在表面传感器偏移的情况下获取的测量值。因此,校正测量值可以代表正在测量的产品的该部分相对于坐标定位系统测量空间的实际或真实维度和位置。合成测量值可以从第一和至少第二测量值直接确定。例如,通过比较第一和第二测量值,可以确定合成测量值。特别是,通过确定第一和至少第二测量值之间的差值,可以确定合成测量值。通过确定第一和至少第二测量值的平均值,可以确定合成测量值。可以确定合成测量值而不是确定至少第一维度上的表面传感器偏移。可以确定合成测量值以及确定至少第一维度上的表面传感器偏移。可以通过表面传感器在至少第一维度上的确定偏移以及第一和至少第二测量值的至少其中一项来确定合成测量值。

[0030] 所述至少第二测量可以是重复所述第一测量。应该理解,这可能意味着测量基本上相同的点。还可能意味着利用坐标定位仪上基本上相同的运动来获取测量值。但是,应该理解,第二角度取向将不同于第一角度取向。采用重复测量可以不需要采用校准产品。这是因为可以通过直接比较第一和第二测量值来建立和/或补偿偏移。第一和第二测量值可

以是产品上相同点的测量值。第一和第二测量不是必须以相同顺序进行。换句话说,对于第一和至少第二测量值来说,获取测量点的顺序不必相同。例如,第一和第二测量可以具有不同的开始和 / 或结束点。例如,第一测量可以通过表面传感器和产品在第一方向的相对移动来获取,而第二测量可以通过第二方向上的相对移动来获取。第二方向可以与第一方向相反。

[0031] 表面传感器可以围绕至少第二轴线旋转。这样为表面传感器提供了更大的运动范围。优选,第二轴线垂直于第一轴线。在表面传感器可以围绕第一和第二轴线旋转的实施方式中,优选表面传感器的角度位置围绕第一轴线设置。在这种情况下,第一和第二角度取向可以围绕第一轴线设置,并且相对于第二轴线测量。在第一和第二轴线不相交的实施方式中,第一和第二角度取向可以围绕第一轴线设置并且相对于与第二轴线平行并穿过第一轴线延伸的直线测量。第二角度取向相对于第二轴线可以与第一角度取向相反。

[0032] 可以存在多于一个偏移来源。因此,所述方法可以包括确定至少第一和第二偏移源。第一偏移源可以包括至少第一轴线的实际位置和预期位置之间的差异。特别是,第一偏移源可以包括第一轴线相对于第二轴线的实际位置和预期位置之间的差异。第二偏移源可以包括表面传感器相对于第一轴线的实际位置和预期位置之间的差异。

[0033] 所述方法可以进一步包括利用围绕第二轴线处于第一角度取向的表面传感器相对于第一轴线获取第三测量值,并且利用围绕第二轴线处于第二角度取向的表面传感器相对于第一轴线获取至少第四测量值,其中第二角度取向与第一角度取向不同,以使表面传感器从预期位置的任何偏移在第三和第四测量值上的影响至少部分相反。在第一和第二轴线不相交的实施方式中,第一和第二角度取向可以围绕第二轴线设置,并且相对于与第一轴线平行并穿过第二轴线延伸的直线测量。优选,所述方法进一步包括利用第三和至少第四测量值来补偿和 / 或建立所述偏移。优选,所述方法进一步包括利用第一、第二、第三和至少第四测量值来确定第一和第二偏移源。

[0034] 在获取第一和第二测量值的过程中,表面传感器围绕至少第一轴线的角度位置可以固定。在这种情况下,获取第一和第二测量值的过程可以包括围绕第二轴线旋转表面传感器。在这种情况下,优选所述偏移位于基本上垂直于第一和第二轴线的维度上。在这种情况下,优选第二角度取向等于第一角度取向,但是在相对于第二轴线相反的方向上设置。优选,第一和第二角度取向相对于第二轴线不超过 10° , 特别优选不超过 5° 。

[0035] 任选,获取第一和第二测量值的过程包括保持第二轴线的线性位置。在这种情况下,并且如上所述,表面传感器可以围绕第二轴线旋转。

[0036] 任选,获取第一和第二测量值的过程可以包括移动第一轴线以及可能存在的第二轴线的线性位置,并保持表面传感器围绕第一轴线以及可能存在的第二轴线的旋转位置。因此,在这种情况下,优选表面传感器围绕第二轴线(如果存在)的角度位置在获取第一和第二测量值的过程中或者两次获取之间保持不变。在这种情况下,优选所述偏移位于基本上垂直于第一轴线延伸的平面内。可以在所述平面内的第一和第二维度上确定所述偏移。这两个维度可以彼此垂直。在本发明的这种实施方式中,优选在表面传感器围绕第一轴线的的第一和第二角度取向之间设置的最小角度大于 90° , 例如至少 120° , 例如 180° 。在所述角度不是大概 180° 的实施方式中,可以优选获取超过两个测量值。

[0037] 例如可以获取三个或更多个测量值。优选这多个测量值围绕第一轴线等角度隔

开。例如,可以在表面传感器在每次测量之间围绕第一轴线旋转 120° 的情况下获取三个测量值。应该理解,这多个测量值不是必须围绕第一轴线等角度隔开。但是,优选表面传感器的角度取向选择为使得所述偏移可以在基本上垂直于所述第一轴线延伸的平面内所包含的两个垂直取向上得到补偿。

[0038] 坐标定位装置可以包括头部,所述头部提供并便于表面传感器围绕至少第一轴线的运动。所述头部可以是活动头部。例如,所述头部可以控制,从而围绕至少第一轴线驱动表面传感器。所述偏移可以是表面传感器从相对于所述头部的预期位置的偏移。

[0039] 坐标定位装置可以包括坐标定位框架。坐标定位框架可以为表面传感器在至少一个线性维度上提供运动,例如在两个线性维度上提供,例如三个线性维度。优选,所述线性维度垂直。坐标定位框架可以让所述表面传感器在至少一个旋转自由度上产生运动。

[0040] 应该理解,表面传感器可以由为表面传感器提供运动的坐标定位框架的部件承载。这种运动可以是平移。所述偏移可以是表面传感器从相对于承载表面传感器的坐标定位框架部件的预期位置的偏移。例如,表面传感器可以由坐标定位框架的主轴承载。所述主轴可以提供表面传感器的平移运动。因此,所述偏移可以是表面传感器从相对于主轴的预期位置的偏移。任选,表面传感器可以借助头部(例如探头头部,特别是铰接探头头部)安装在主轴上。因此,所述偏移可以是表面传感器从相对于所述头部的预期位置的偏移。所述头部可以提供并便于表面传感器围绕至少第一轴线的运动。

[0041] 表面传感器可以是测量探头的部件。测量探头可以包括至少第一轴线。测量探头可以包括至少第二轴线。任选,如上所述,测量探头可以安装在包括至少第一轴线的探头头部上。因此,探头头部可以是铰接探头头部。铰接探头头部可以包括至少第二轴线。

[0042] 测量探头可以包括探头主体和表面传感器。探头主体可以安装在坐标定位框架上。因此,所述偏移可以是表面传感器从相对于探头主体的预期位置的偏移。测量探头可以安装在探头头部上,探头头部又安装在坐标定位框架上。表面传感器可以从探头主体隔开。例如,测量探头可以另外包括从探头主体延伸的探针。表面传感器可以朝向远离探头主体的探针端部安装。

[0043] 所述偏移的方向可以相对于测量探头基本上保持不变。偏移的程度可以相对于测量探头基本上保持不变。例如,所述偏移可以是基本上不随着表面传感器位置变化(例如表面传感器围绕至少第一轴线的角度位置变化)的偏移。

[0044] 表面传感器可以是接触式测量探头的表面接触末梢。表面传感器可以是非接触式测量探头(诸如光学测量探头、电感测量探头或电容测量探头)的表面作用末梢。

[0045] 本发明的第二方面提供一种操作坐标定位装置的方法,所述坐标定位装置具有可以围绕至少第一轴线和第二垂直轴线旋转的表面传感器,所述方法包括:相对于第二轴线,将所述表面传感器围绕所述第一轴线定位于第一角度,并获取第一测量值;相对于第二轴线,将所述表面传感器围绕第一轴线定位于第二角度,并获取第二测量值,所述第二角度相对于第一轴线的方向与第一角度相反,以使所述表面传感器从预期位置的偏移在第一和第二测量值上的影响至少部分相反;和利用所述第一和第二测量值来补偿或建立所述偏移。获取所述第一和第二测量值可以包括围绕第二轴线旋转表面传感器。第二角度可以与第一角度相等且相反。

[0046] 根据本发明的第三方面,提供了一种操作坐标定位装置的方法,所述坐标定位装

置具有可以围绕至少第一轴线旋转的表面传感器,所述方法包括:将所述表面传感器定位在第一角度取向,并通过平移所述表面传感器而获取第一测量值;将所述表面传感器定位在至少第二角度取向,并通过平移表面传感器而获取至少第二测量值,第二角度取向与第一角度取向不同,以使表面传感器从预期位置的任何偏移在第一和至少第二测量值上的影响至少部分相反;和利用所述第一和至少第二测量值来补偿或建立所述偏移。优选,表面传感器的角度取向在获取第一和至少第二方法的过程中固定。优选,将表面传感器定位在第二角度取向的过程包括围绕至少第一轴线将表面传感器旋转至少 90° 。优选,将表面传感器定位在第二角度取向的过程包括旋转表面传感器,以使围绕第一轴线的第二角度取向之间的最小角度不小于 90° 。

[0047] 根据本发明的第四方面,提供了一种操作坐标定位装置的方法,所述坐标定位装置具有可以围绕至少第一轴线旋转的表面传感器,所述第一轴线基本上垂直于表面传感器的测量平面延伸,所述方法包括:利用处于第一角度取向的表面传感器获取第一测量值,以使表面传感器在测量平面上的任何偏移沿着第一方向延伸;利用处于第二角度取向的表面传感器获取至少第二测量值,第二角度取向不同于第一角度取向,以使表面传感器在测量平面上的任何偏移沿着不同于第一方向的第二方向延伸。优选,第二方向可以分解为两个正交分量,其中之一与第一方向直接相反。优选,第二方向与第一方向直接相反。所述方法可以包括利用第一和第二测量值进行补偿。所述方法包括利用第一和第二测量值来建立所述偏移。

[0048] 根据本发明的第五方面,提供了一种坐标定位装置,所述坐标定位装置具有可以围绕至少第一轴线旋转的表面传感器;和配置成实施上述方法的控制器。

[0049] 根据本发明的第六方面,提供了一种计算机程序代码,所述程序代码包括指令,所述指令由具备可以围绕至少第一轴线旋转的表面传感器的测量系统的控制器执行时,使得所述测量系统实施上述方法。

[0050] 根据本发明的第七方面,提供了一种计算机可读的介质,所述介质承载上述计算机程序代码。

[0051] 本发明另外一方面提供了一种用于测量系统的误差校正方法,在所述测量系统中,表面传感器可以围绕至少两条轴线旋转,所述方法包括:将表面传感器定位于第一角度偏移,并测量环形特征,以提供第一测量值;将表面传感器定位于与第一角度偏移相等且相反的第二角度偏移,并测量所述环形特征,以提供第二测量值;确定第一和第二测量值之间的差值,从而确定测量误差。

[0052] 所述方法可以包括校正测量误差的步骤。在第一实施方式中,测量环形特征的步骤包括围绕第一轴线旋转表面传感器,同时保持围绕第二轴线的第二角度偏移。在第二实施方式中,测量环形特征的步骤包括线性移动表面传感器,同时保持其角度偏移。表面传感器可以包括探头末梢或者测量探头的其他传感器。测量系统可以包括安装在坐标定位装置上的测量探头,所述坐标定位装置让所述测量探头围绕至少两条轴线旋转。坐标定位装置可以包括:铰接探头头部,围绕至少两条轴线提供旋转运动;和提供线性运动的坐标定位装置,诸如坐标测量仪(CMM),机床工具等。环形特征可以包括例如环规、孔或球体。

[0053] 本发明的另外一方面提供了进行误差校正的装置,所述装置包括测量系统,表面传感器可以在该测量系统中围绕至少两条轴线旋转;和用来执行以下步骤的控制器:将表

面传感器定位在第一角度偏移并测量环形特征,以提供第一测量值;将表面传感器定位在与第一角度偏移相等且相反的第二角度偏移,并测量所述环形特征,以提供第二测量值;和确定第一和第二测量值之间的差值,从而确定测量误差。

附图说明

- [0054] 本发明的优选实施方式将借助示例参照附图进行说明,在图中:
- [0055] 图 1 示出了安装工件的坐标测量仪 (CMM);
- [0056] 图 2 示出了用于安装在图 1 所示 CMM 上的铰接扫描头部;
- [0057] 图 3 示出了铰接探头头部和探针末梢的轴线的位置;
- [0058] 图 4 示出了利用安装在铰接探头头部上的探头测量的孔;
- [0059] 图 5A 和 5B 示出了根据本发明第一实施方式对环规进行测量;
- [0060] 图 6 示出了环规截面的测量曲线;
- [0061] 图 7A 和 7B 示出了根据本发明第二实施方式对环规进行测量;
- [0062] 图 8 是环规的平面图,示出了利用图 7A 和 7B 所示技术确定的测量中心;
- [0063] 图 9 是可能的测量误差源的示意图;
- [0064] 图 10 是环规的平面图,示出了利用图 5A 和 5B 所述方法获取的测量值;
- [0065] 图 11 是环规的平面图,示出了利用图 7A 和 7B 所述方法获取的测量值;
- [0066] 图 12 示出了适合与本发明的方法一起使用的量具块;
- [0067] 图 13 示出了适合与本发明的方法一起使用的环规;
- [0068] 图 14A 和 14B 示出了偏移对三个测量值产生的影响,其中在每次测量之间,探头旋转,以使所述偏移对每个测量值的影响并不直接相反,而是部分相反。

具体实施方式

[0069] 从国际专利申请 W090/07097 中知道,将电动式铰接探头头部安装在坐标测量仪上。铰接探头头部能让安装在铰接探头头部的探头或探针围绕两条正交轴线旋转。因此,安装在铰接探头头部上的探头和探针可以关于这两条轴线成角度地定位,同时铰接探头头部可以由坐标定位仪定位在该仪器工作空间内的任何位置。

[0070] 这种铰接探头头部为坐标定位仪提供了更大的扫描灵活性,因为铰接探头头部可以将探头或探针定位在许多不同的取向。

[0071] 图 1 示出了安装在坐标定位装置上的铰接探头头部,在这种情况下,坐标定位装置是坐标测量仪 (CMM)。待测量工件 10 安装在 CMM14 的工作台 12 上,而铰接探头头部 16 安装在 CMM14 的主轴 18 上。主轴可以由马达通过已知方式沿着 3 个方向 X、Y、Z 相对于工作台驱动。CMM 设置有马达和变送器,从而沿着每条轴线提供运动并且测量这种运动。

[0072] 如图 2 所示,铰接探头头部 16 包括由基座或壳体 20 形成的固定部件,壳体支撑移动部件,移动部件表现为轴 22 的形式,可以由马达 M1 驱动围绕轴线 A1 相对于壳体 20 旋转。轴 22 固紧到另外的壳体 24,该壳体 24 又支撑轴 26,轴 26 由马达 M2 驱动围绕与轴线 A1 垂直的轴线 A2 相对于壳体 24 旋转。

[0073] 带有探针 29 的探头 28 安装在铰接探头头部,探针具有工件接触末梢 30。这样布置使得铰接探头头部的马达 M1、M2 可以将工件接触末梢围绕轴线 A1 或 A2 成角度地定位,

并且 CMM 的马达可以将铰接探头头部线性地定位在 CMM 的三维坐标框架内的任何地方,从而让探针末梢与待扫描表面成任何预定关系。

[0074] 线性位置变送器(未示出)设置在 CMM 上,用来测量铰接探头头部的线性位移,而角度位置变送器 T1 和 T2 设置在铰接探头头部,用来测量探针围绕各轴线 A1 和 A2 的角度位移。

[0075] 控制器 32 向 CMM 的马达以及铰接探头头部发送驱动信号,以控制它们的运动并且从 CMM 的变送器、铰接探头头部和探头接收输入。

[0076] 探头可以是具有可偏转探针的接触式探头。在接触触发探头中,探针偏转产生输出,这种输出将坐标定位装置的位置锁存到发生触发的地方。对于扫描探头而言,探头中的变送器测量探针偏转量。

[0077] 在如图 1 所示的垂直臂 CMM 上,铰接探头头部 16 的轴线 A1 名义上平行于 CMM 的 Z 轴(沿着心轴 18)。铰接探头头部可以围绕该轴线连续旋转探头。铰接探头头部的轴线 A2 与其轴线 A1 正交。

[0078] 图 1 和 2 所示的装置存在若干误差,这些误差可以被确定并补偿。铰接探头头部的轴线 A1 相对于坐标定位装置(例如 CMM)的位置具有 4 个独立参数,与轴线 A1 相对于 CMM 的 X、Y 和 Z 轴的位置以及与 Z 轴的对准情况有关。铰接探头头部具有两个参数,与轴线 A1 和 A2 之间的相对角度(理想情况下应该正交)以及它们之间的最短距离(理想情况下应该相交)有关。在探头末梢,有 3 个参数涉及探针末梢相对于探头头部的位置(例如,轴线 A2 和探头末梢之间的距离,沿着轴线 A2 的偏移以及垂直于轴线 A2 的偏移)。还可能存在着与探针末梢从预期位置偏移有关的几何误差。在垂直于轴线 A2 的维度上的任何偏移都可能显著影响探头的测量精度。

[0079] 图 3 示出了铰接头部的两条轴线 A1、A2,探针末梢 40 的预期位置以及探针末梢 42 的实际位置。这两个位置之间的差异就是偏移误差 e。偏移误差由探头的几何形状产生。

[0080] 当螺旋扫描竖直取向的孔(即,主要围绕轴线 A1 旋转铰接扫描头部)环形特征(诸如孔)时,可以发现偏移误差,表现为径向误差。偏移导致对其他特征(例如,非竖直孔)的测量也存在位置误差。

[0081] 图 4 示出了探头 28 扫描孔 44。铰接探头头部 16 定心在孔 44 上,使其轴线 A1 大约与该孔的中轴线 46 对准。探头 28 围绕轴线 A2 旋转,将探针末梢与孔的内表面接触。在图 4 中,示出了探针末梢 42 的实际位置,与孔的内表面接触。同时示出了探针末梢 40 的测量位置。这两个位置之间的差异就是偏移 e。通过围绕铰接探头头部 16 的轴线 A1 旋转探头 28 来测量该孔。当探头围绕铰接探头头部的轴线 A2 的角度基本上保持不变时,偏移对孔的测量值的影响方式对于整个内圆周都相同。对于图 4 所示的情况,会出现径向误差导致所述孔看起来比实际尺寸小。

[0082] 偏移误差可以通过以下校准方法来进行补偿。在第一校准方法中,校准环规用来确定所述偏移。图 5A 和 5B 示出了这种方法所用的环规 48。参照图 5A,铰接探头头部 16 对中定位在环规 48 上方,使其轴线 A1 大约与环规的中轴线 50 对准。探头 28 围绕轴线 A2 相对于轴线 A1 旋转经过角度 θ_1 ,从而让探针末梢与环规内表面接触。如果利用探头头部内的相交轴线与探针末梢之间的距离为 250mm 的探头以及直径为 100mm 的环规来扫描直径为 100mm 的环规,则 θ_1 的值大约为 12° 。图 5A 示出了开始测量时探头 28 的位置,即探

头围绕轴线 A2 旋转以使其接触环规 48 内表面时的位置。然后,通过围绕铰接探头头部 16 的轴线 A1(例如沿着箭头 B 的方向)旋转来扫描环规 48 的内圆周。环规的测量值将因为探针末梢存在偏移而存在径向测量误差。该测量误差通过比较环规的校准半径与环规的测量半径来测量。对于图 3 所示的偏移(即,沿着 -Y 方向的偏移),径向误差为负值,使得环规的测量直径减小。

[0083] 可以理解,角度 θ_1 越大,则所述偏移对于 Y 维度的测量值影响越小。因此,如果利用本发明的方法来校准探头,则优选 θ_1 保持较小,并且优选不大于 10° ,更优选不大于 5° 。

[0084] 重复测量环规,如图 5B 所示。因此,铰接探头头部 16 对中定位在环规 48 上方,使其轴线 A1 与环规中轴线 50 大约对准。但是,这一次为了让探针末梢与环规内表面接触,探头 28 围绕轴线 A2 沿着与第一次测量方向相反的方向旋转经过基本上相同的量。因此,探头 28 围绕轴线 A2 旋转经过角度 $-\theta_1$,从而让探针末梢与环规 48 的内表面接触。图 5B 示出了第二次测量开始时探头 28 的位置,即探头围绕轴线 A2 沿着相反方向旋转以使其与环规 48 内表面接触时的位置。通过探头 28 围绕铰接探头 16 的轴线 A1(例如沿着箭头 B 所示方向)旋转,再一次扫描环规的内圆周。环规的测量值将因为存在探针末梢偏移而存在径向测量误差。但是,这一次,径向误差为正值,使得环规的测量直径增大。

[0085] 这两次扫描测量的半径变化可以用来确定探针末梢偏移。该偏移是两次测量值之间差值的一半。偏移值可以用于校准,以校正全部的后续测量。

[0086] 利用反向技术两次测量环规,则不需要校准环规也不需要校准探针末梢直径。这是因为两次测量结果可以彼此比较,而不需要与校准的环规比较。因为两个测量结果具有相同的影响因素(除了围绕轴线 A2 为 +ve 或 -ve 角度之外),所以全部其他误差都被抵消。

[0087] 如果探针末梢围绕轴线 A1 旋转,则探针末梢仅相对于其本身沿着 Y 维度进行测量,Y 维度相对于探针末梢固定并随同探针末梢一起旋转。因此,这种技术显示出 Y 维度上的偏移误差。在 X 维度上也可能存在偏移误差,但是正如以下解释的那样,利用上述第一种测量方法,仅对测量半径存在较小的影响。

[0088] 对环规截面的测量曲线在图 6 中示出,与从上方观察的环规相对应。虚线 54 示出了探针末梢遵循的路径,实线 56 示出了报告路径位置,即探头头部实际测量的路径。偏移 e_y 与轴线 A2(即,沿着 Y 维度)正交,其被示出位于路径 54 和 56 之间,是径向误差的较大分量。

[0089] 偏移 e_x 与轴线 A2 平行(即,沿着 X 维度),其由实际探针位置 58 和探头头部 60 测量的探针位置 60 之间的差异来表示。该偏移沿着径向产生第二阶误差,但是是径向误差的非常小的分量,并且在采用第一种测量方法时,对目标的测量值影响不大。

[0090] 以下参照图 7-8 说明用来补偿探针末梢偏移的第二种方法。

[0091] 图 7A 示出了铰接探头头部 16 位于环规 48 上方。在第一步骤中,探头围绕铰接探头头部的轴线 A2 旋转 θ_2 。对于最佳结果而言, θ_2 为零(即,探针与轴线 A1 平行),但是也可能是其他角度,例如 5° 或 10° 。然后测量环规,保持探头角度固定并利用 CMM 的运动。从这些测量值中,确定环规的中心。虚线 54 示出了铰接探头头部在扫描中处于另一位置。可以看出, θ_2 角保持不变。

[0092] 图 7B 示出了第二步骤,其中将探头围绕轴线 A1 旋转 180° ,改变探头的角度取向,

同时保持相对于轴线 A2 的角度不变。然后再次测量环规 48, 保持探头角度固定并利用 CMM 的运动。再次确定环规中心, 如下所述。

[0093] 图 8 是环规 48 实际中心位置 55 和利用图 7A 和 7B 所示方法进行的第一和第二次扫描获取的第一测量中心位置 56 和第二测量中心位置 58 的平面图。如图所示, 环规 48 在 Y 维度的实际中心位置 55 是第一次扫描 56 和第二次扫描 58 的测量中心位置的 Y 位置之间差值的一半, 例如 Δy 的一半, 而环规 48 在 X 维度的实际中心位置 55 是第一次扫描 56 和第二次扫描 58 的测量中心位置的 X 位置之间差值的一半, 例如 Δx 的一半。因此, 这两个测量中心位置 56、58 之间的差值能确定偏移, 该偏移是差值的一半。在该实施方式中, 探针末梢移动以使其相对于本身沿着 X 和 Y 维度测量。因此, 这种技术的优势在于, 能补偿 X 和 Y 两个方向上的偏移。

[0094] 和以前一样, 因为这是一种反向技术, 所以不需要校准环规。

[0095] 应该理解, 在利用第二种测量方法时, 角度 θ_2 不变。因此, 第二种测量方法可以与探头仅围绕轴线 A1 旋转的实施方式一起使用。因此, 探头仅可以围绕一条轴线旋转, 例如轴线 A1。

[0096] 应该理解, 探头不需要围绕轴线 A1 旋转 180° 。例如, 如图 14A 和 14B 所示, 可以进行第一次测量 110 (例如环规 48), 探头可以围绕轴线 A1 旋转 120° , 并且进行第二次测量 112, 然后探头可以再旋转 120° , 并进行第三次测量 113。如图 14A 所示, 由于存在偏移, 所以环规 48 的第一、第二、第三次测量位置不同。具体来说, 在第一角度取向时, 偏移影响特征在第一方向 130 上的测量位置, 第二角度取向影响特征在第二方向 132 上的测量位置, 而第三角度取向影响特征在第三方向 134 上的测量位置。可以看出, 第一方向 130 和第二方向 132 相反。此外, 第一方向 130 和第三方向 134 相反。具体来说, 第二方向 132 可以分解成第一和第二正交分量 136 和 138, 其中一个分量 (即第二分量 138) 与第一方向 130 直接相反。

[0097] 类似于针对图 8 所述的方法, 三个测量值 110、112、114 各自具有不同的第一、第二和第三中心点 116、118 和 120, 这些中心点可以用来确定环圈的真实中心 122。它们还可以用来确定 X 和 Y 维度上的偏移。

[0098] 应该理解, 环圈的真实中心 122 是经过不同的中心点 116、118 和 120 的圆的圆心。该圆的圆心例如可以利用最小二乘拟合法来确定。从中心 122, 可以确定三个 (或更多) 误差向量: 向量 V1 (从 122 指向 116), 向量 V2 (从 122 指向 118) 和向量 V3 (从 122 指向 120)。这些误差向量代表围绕轴线 A1 旋转的传感器偏移向量。可以利用这三个 (或更多) 向量构建方程系统。如果 $[R_{P1}^{A1}]$ 表示围绕轴线 A1 旋转角度 P1 的旋转矩阵, 则方程系统为:

[0099]

$$[R_{P1}^{A1}] * \text{偏移} = V1$$

[0100]

$$[R_{P2}^{A1}] * \text{偏移} = V2$$

[0101]

$$[R_{P3}^{A1}] * \text{偏移} = V3,$$

[0102] 其中 P1、P2 和 P3 是测量误差向量 V1、V2 和 V3 时轴线 A1 角度位置。

[0103] 应该理解, 可以标准且熟知的最小二乘极小化方法 (诸如 Gram Schmitt 正交化或

Householder QR 因子分解法) 来求解该方程系统, 从而确定传感器偏移的坐标。因此, 可以利用两个、3 个或更多测量值来补偿偏移。

[0104] 虽然利用角度 120° 来说明如何利用多于两个测量值来实施所述方法的示例, 但是这仅仅是例述性质的。应该理解, 可以使用不同的角度。此外, 应该理解, 第二和第三次测量之间的角度不需要与第一次和第二次测量之间的角度相同。

[0105] 虽然上述实施方式说明了环规的用途, 但是任何环形特征都适合这种方法。此外, 特征件不是必须为环形。例如, 相同的方法可以应用于接触平面上的点。例如, 物体上的点可以利用处于第一和第二角度 (利用第一或第二种测量方法) 的探头进行测量, 并且进行比较, 从而补偿偏移。此外, 如果使用校准的物体, 则第一点可以利用处于第一角度的探头来测量, 然后可以利用处于第二角度的探头测量不同的第二点, 并进行比较以补偿偏移。例如, 可以利用处于第一角度的探头测量被校准的立方体的第一侧部, 然后利用处于第二角度的探头测量相对的第二侧部。在垂直于相对侧部的平面的维度上的任何偏移将影响立方体的测量宽度, 例如使其看起来比实际上更大或更小。因此, 可以与立方体的已知宽度比较, 以便确定偏移。

[0106] 当测量部件时, 测量结果可以进行比较以消除因偏移导致的误差。例如, 可以利用这种方法进行环形或螺旋形测量, 将两种测量结果平均, 以消除因偏移导致的径向误差。

[0107] 任选, 所述方法可以用作测量前进行的校准程序的一部分。

[0108] 应该理解, 可能有两种来源导致探针末梢从其预期位置偏移。参照图 9, 一个误差源可能由探头轴线 (例如, A2) 相对于头部轴线 (例如, A1) 的预期位置 and 实际位置之间的差值产生。这种误差源可以称为头部误差, 并且在图 9 中以 y_1 表示。另一个误差源可能由探针末梢相对于头部轴线 (例如, A1) 的预期角度位置 and 实际角度位置之间的差值产生。这种误差源可以称为探头误差, 由 y_2 表示。可以看出, 探针末梢 68 和表面 66 之间的实际接触点 62 因为存在 y_1 和 y_2 误差而不同于测量接触点 64。 y_1 和 y_2 值可以利用上述方法从测量值中计算获取。

[0109] 例如, 当利用以上针对图 5A 和 5B 所述的方法时 (即, 在围绕轴线 A2 各处于第一和第二角度时通过围绕轴线 A1 旋转探头获取第一和第二测量值), 则将获取第一测量值 70 和第二测量值 72, 如图 10 所示。由于存在 y_1 和 y_2 误差, 所以其中一个测量值 72 将测量特征 74 的半径 “ r ”, 大于其实际值的量为 Δr , 而另一个测量值 70 将测量特征的半径 “ r ”, 小于其实际值的量为 Δr 。从图 9 可以看出, Δr 等于 y_1 和 y_2 之间的差值, 即 $\Delta r = (y_1 - y_2)$ 。

[0110] 在采用以上针对图 7A 和 7B 所述方法 (即, 在围绕轴线 A1 各成第一和第二角度时通过在待测量特征周围平移探头获取第一和第二测量值) 时, 则将获取第三测量值 80 和第四测量值 82, 如图 11 所示。利用这种方法, 则 y_1 和 y_2 误差不会影响特征的测量尺寸。但是, 由于存在 y_1 和 y_2 误差, 所以第三测量值 80 和第四测量值 82 的横向位置将受到影响。具体来说, 第四测量值 82 的测量中心点 84 将相对于特征 74 的实际中心点 88 沿着第一方向横向位移, 而第三测量值 80 的测量中心点 86 将相对于特征的实际中心点 88 沿着与第一方向相反的第二方向横向位移。第三中心点 86 和第四中心点 84 之间在 y 维度上的差值称为 Δy 误差, 并且等于 y_1 和 y_2 之和的两倍, 即 $\Delta y = 2(y_1 + y_2)$ 。

[0111] 因此, 可以通过检查获取的测量值确定 Δr 和 Δy 。接着, 如果 Δr 和 Δy 已知, 则可以结合位置和半径变化值计算 y_1 和 y_2 , 例如利用以下方程:

[0112] $y1 = (\Delta r + \Delta y/2)/2$

[0113] $y2 = (\Delta r - \Delta y/2)/2$

[0114] 虽然以上实施方式说明了扫描环形特征,但是这些方法也适合用来获取离散测量点,因为所述偏移产生相同的径向误差。例如,参照图 12,可以测量量具块 94 的内侧长度 90 和 / 或外侧长度 92。同样,参照图 13,可以测量环规 120 的内径 96 和 / 或外径 98。

[0115] 上述方法涉及测量基本上与轴线 A1 平行的表面,特别涉及测量中轴线基本上平行于轴线 A1 的圆形特征。但是,应该理解,并不是只能这样,而是可以用来测量不与轴线 A1 平行的表面。例如,本发明可以用于测量垂直于轴线 A1 延伸的表面。例如,本发明可以用于中轴线垂直于轴线 A1 延伸的孔或环形特征的测量过程。在这种情况下,应该理解,在第一和第二次测量之间,表面传感器需要围绕轴线 A1 和 A2 旋转,从而对于任何表面传感器偏移而言,在第一和第二次测量上存在相反的影响。例如,参照图 1 和 2,如果利用位于第一角度取向(即相对于轴线 A1 围绕轴线 A2 成 90°(以使探针 29 位置基本上水平,如图 1 所示))时的表面传感器 30 获取第一次测量值,那么可以例如(以任意顺序)将表面传感器围绕轴线 A1 旋转 180°,并围绕轴线 A2 旋转 180°,获取第二角度取向。在这种情况下,偏移对于第二次测量的影响应该与其对于第一次测量的影响是相等且相反的。

[0116] 此外,所述方法可以通过两次或更多次测量物体上的仅仅单一点而实施,让探头对于多次测量来说,处于不同的角度取向。例如,环规 48、量具块 94 或其他特征上的单一点可以利用处于第一角度取向的测量探头测量,然后让所述测量探头处于第二角度取向而进行至少第二次测量。第一和至少第二次测量可以比较,以确定表面传感器的偏移。例如,参照上述实施方式,单一点的第一次测量可以利用围绕轴线 A1 处于第一角度取向的探头来获取。然后将探头围绕轴线 A1 旋转 180°,并获取相同点的第二次测量。在这种情况下,在测量维度上表面传感器的任何偏移对于单一点测量位置具有直接相反的影响。因此,可以将所述偏移确定为第一和第二次测量位置之间差值的一半。单一点可以是平面上的点。所述单一点例如可以是特征的拐角,诸如立方体的拐角。

[0117] 此外,虽然上述实施方式描述了采用接触式探头,但是所述方法还适用于非接触式探头,诸如光学探头、电容探头或电感探头。

[0118] 此外,应该理解,所述方法并不限于与垂直臂坐标定位仪一起使用。例如,还适合与水平臂坐标定位仪一起使用。

[0119] 在所述实施方式中,铰接探头头部安装在与 CMM 主轴等同的安装结构上。本发明还适合与安装在其他类型的设备上的表面传感器一起使用。例如,铰接探头头部可以安装到检查机器人的远端,该检查机器人例如包括具有若干铰接关节的机器人臂。

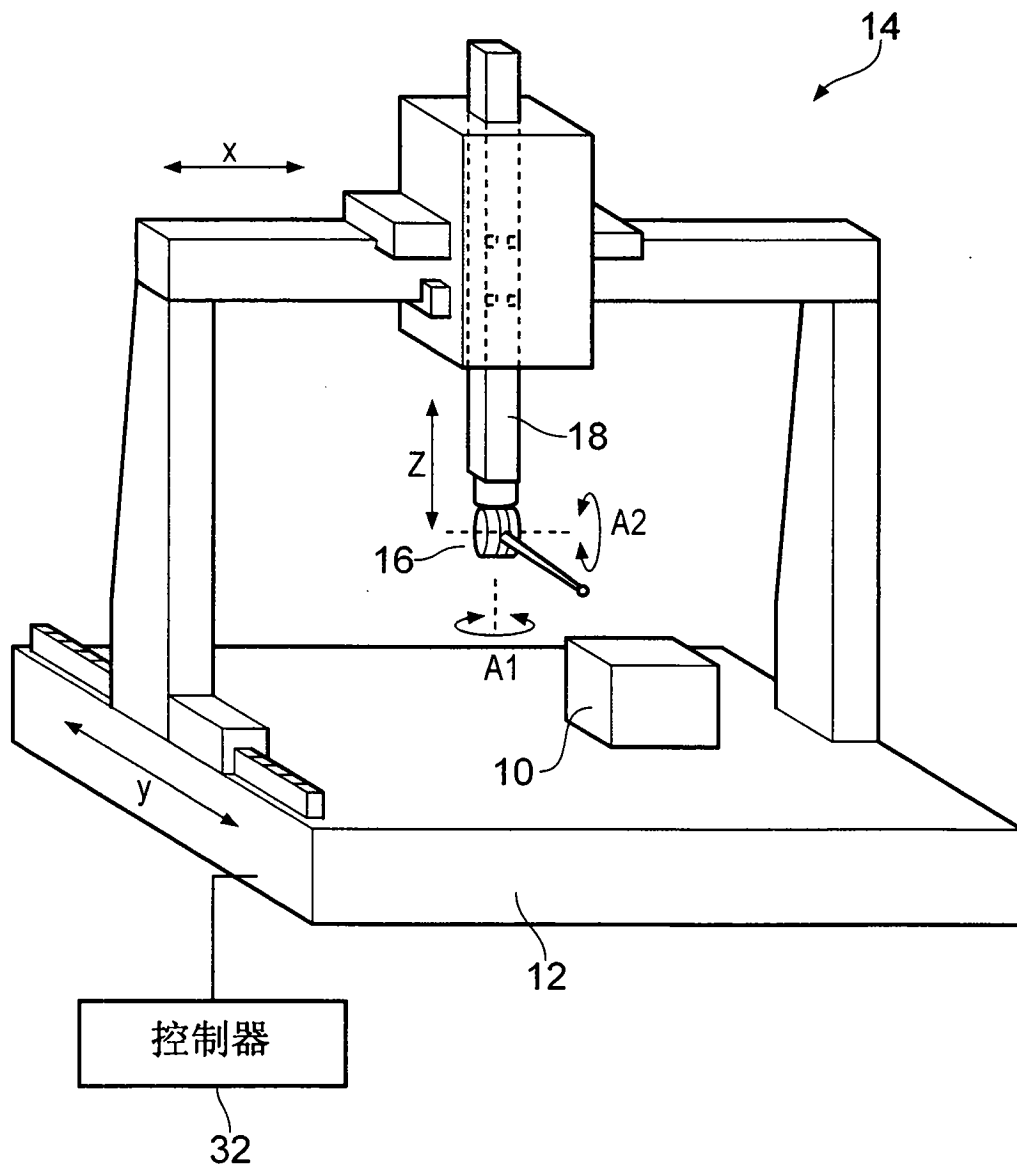


图 1

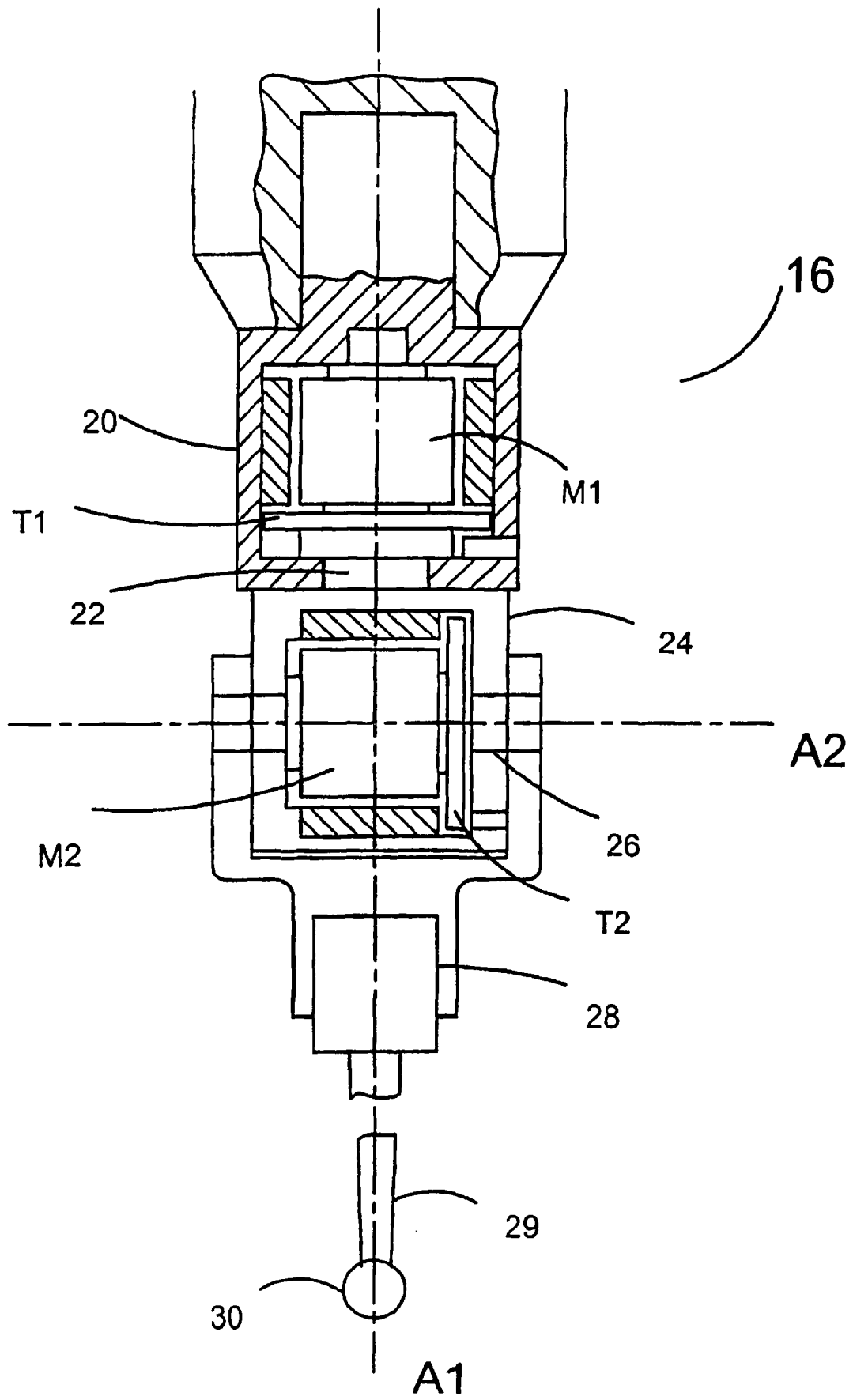


图 2

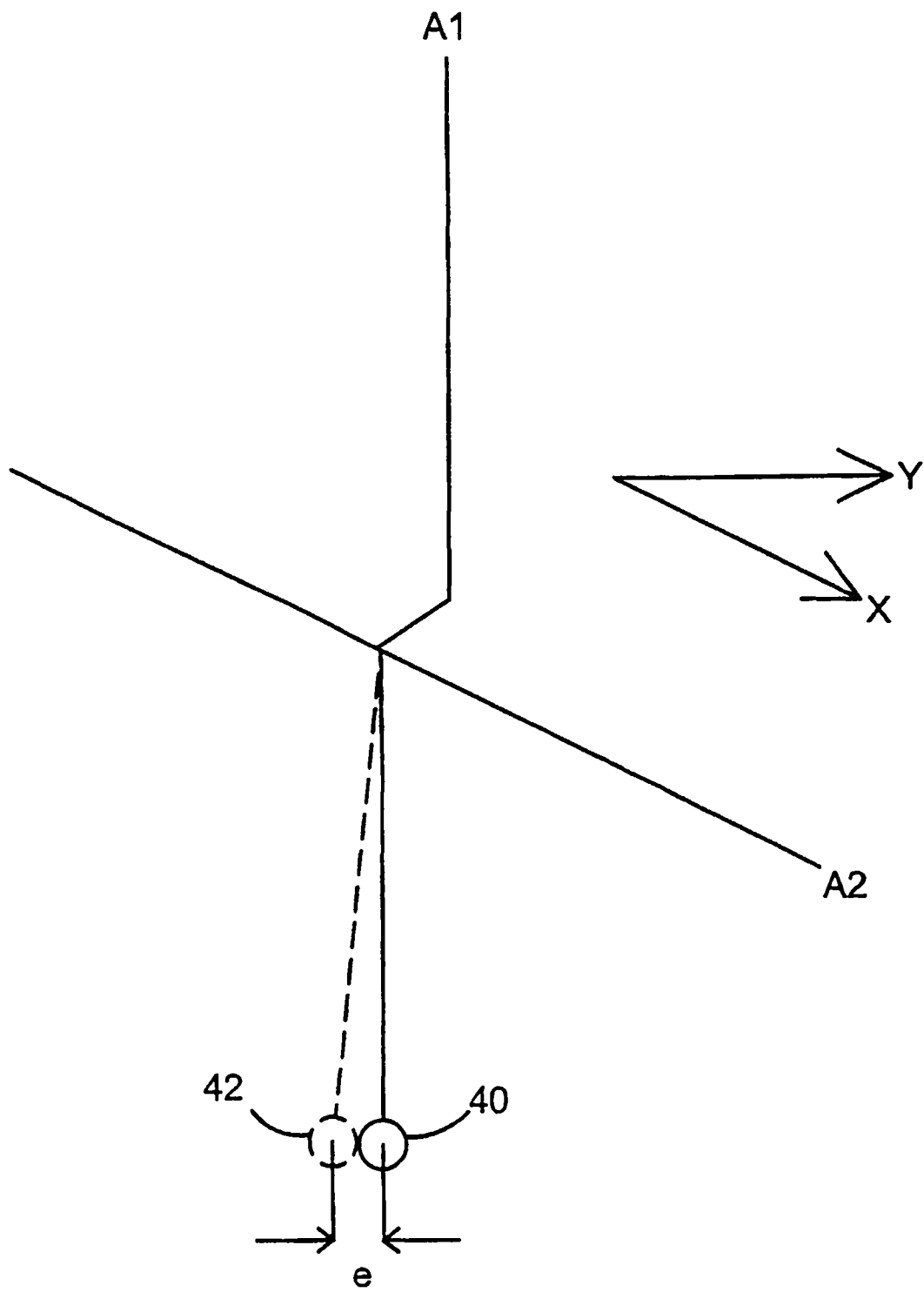


图 3

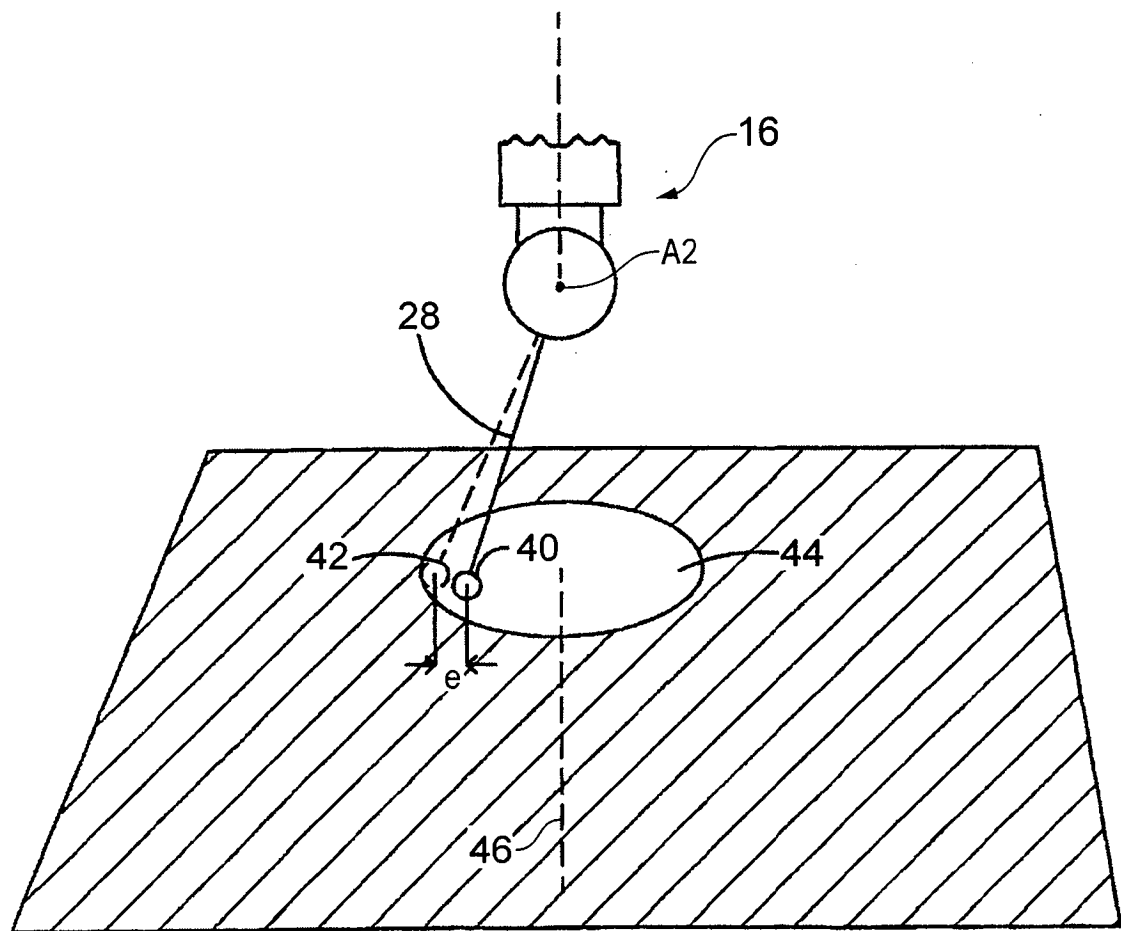


图 4

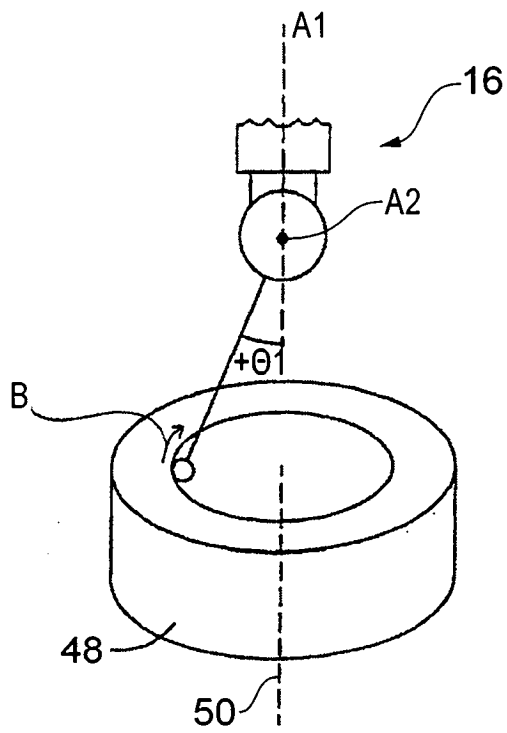


图 5A

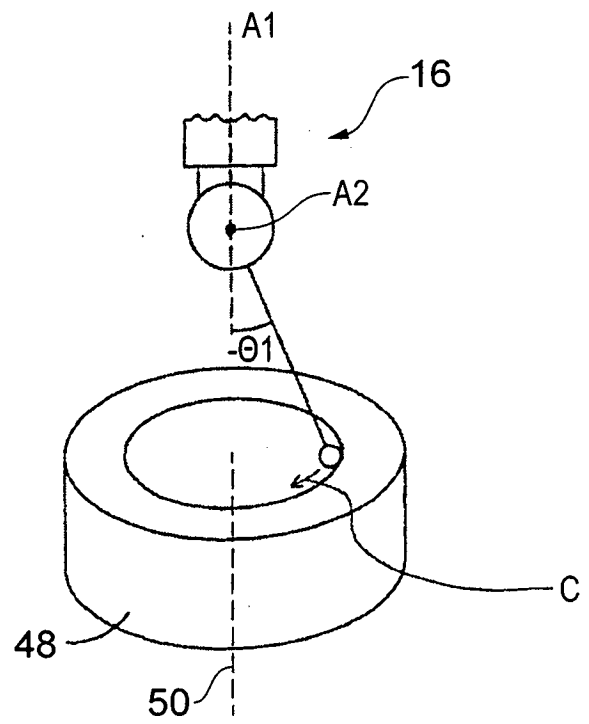


图 5B

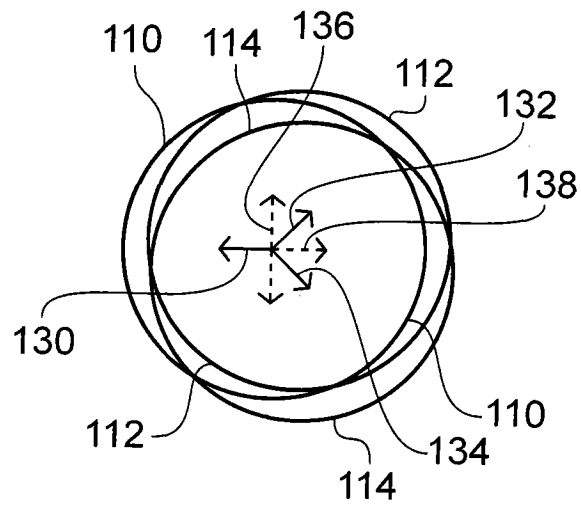


图 14A

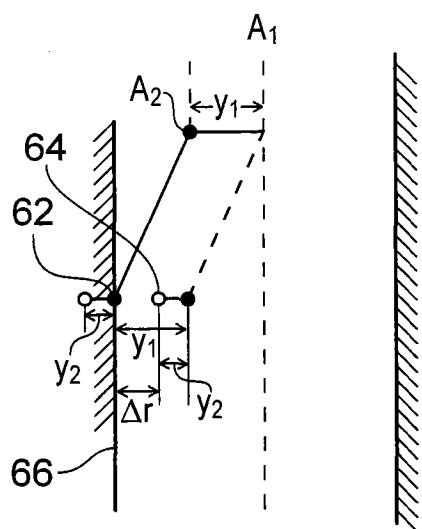


图 9

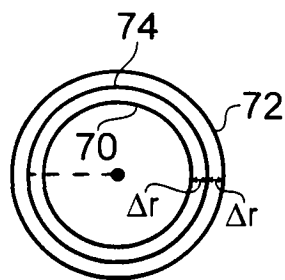


图 10

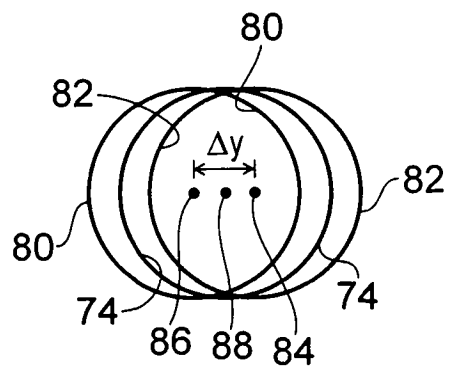


图 11

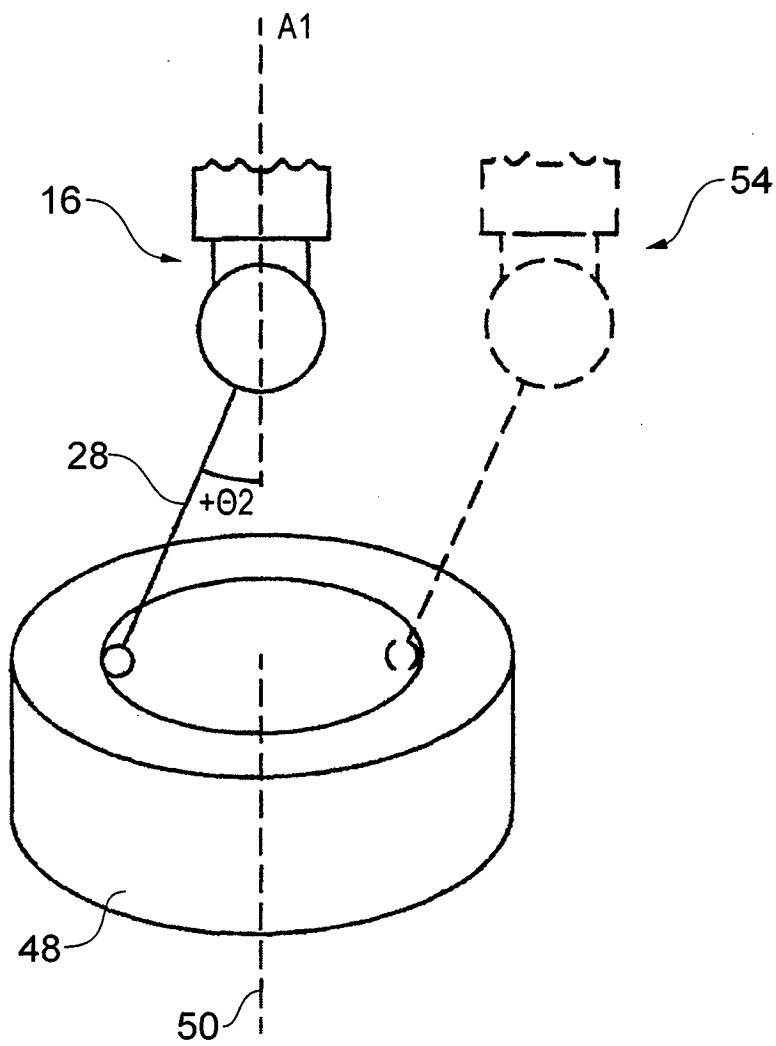


图 7A

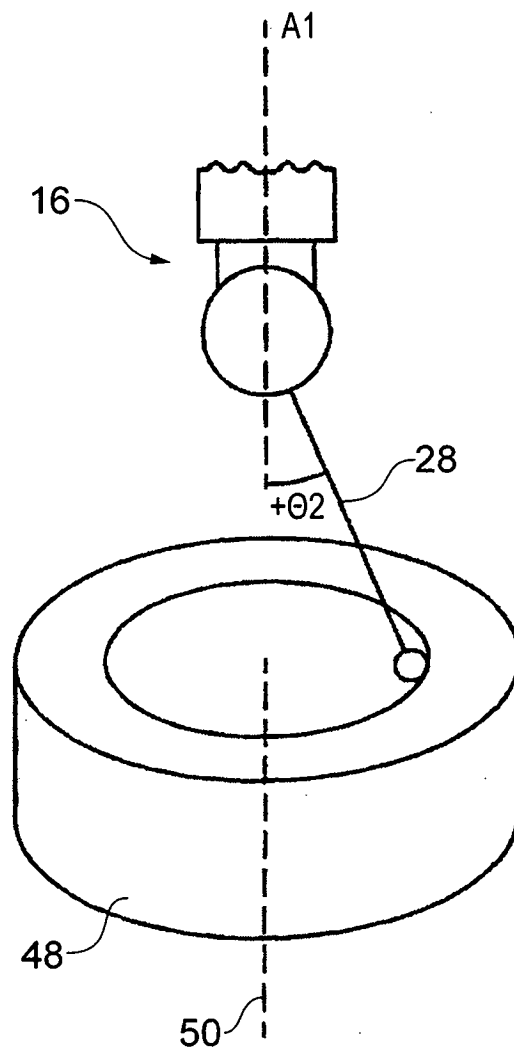


图 7B

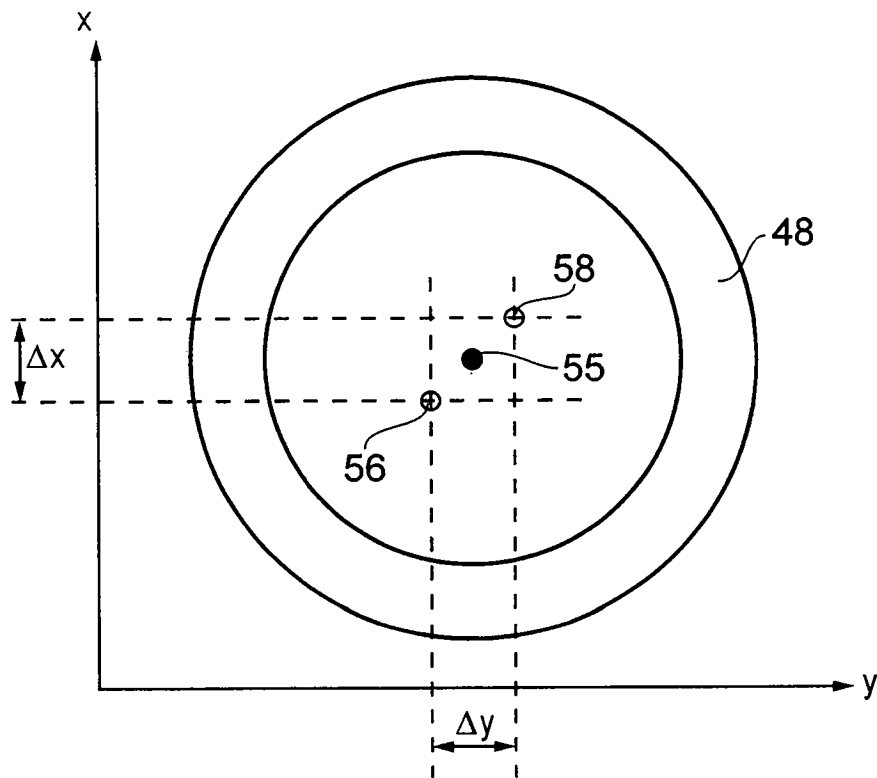


图 8

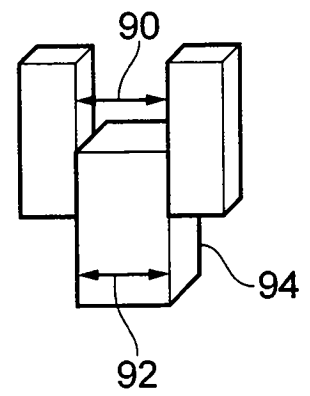


图 12

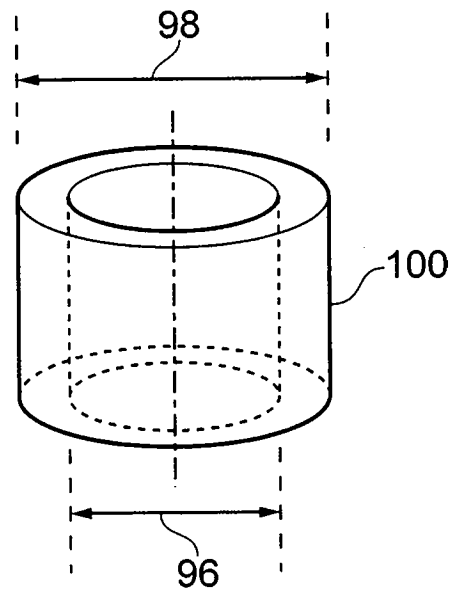


图 13