(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109477714 B
(45)授权公告日 2022.02.18

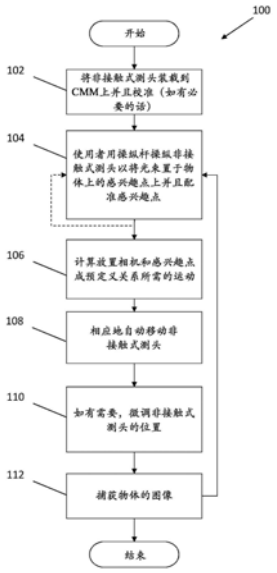
(21)申请号 201780045928.3
(22)申请日 2017.07.26
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109477714 A
(43)申请公布日 2019.03.15
(30)优先权数据
16275107.7 2016.07.28 EP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2019.01.24
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/GB2017/052182 2017.07.26
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2018/020244 EN 2018.02.01
(73)专利权人 瑞尼斯豪公司
地址 英国格洛斯特郡
(72)发明人 尼古拉斯·约翰·韦斯顿
伊冯娜·鲁思·赫德阿特
(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
代理人 谢攀 刘继富
(51)Int.Cl.
G01B 21/04(2006.01)
G01B 11/00(2006.01)
G01B 11/25(2006.01)
(56)对比文件
US 6628322 B1,2003.09.30
CN 102483319 A,2012.05.30
CN 103026211 A,2013.04.03
CN 101821579 B,2013.01.23
CN 101107558 A,2008.01.16
CN 102483319 B,2015.04.22
JP H03162645 A,1991.07.12
审查员 张晓璇
权利要求书2页 说明书15页 附图7页

(54)发明名称

非接触式测头和操作方法

(57)摘要

一种使物体上的感兴趣特征和安装在定位设备上的非接触式测头的光学检查系统成期望关系的方法。该方法包括:a)通过把该非接触式测头和该物体布置成第一相对配置来识别待检查的物体上的目标感兴趣点,在该第一相对配置下,由该非接触式测头沿着与该光学检查系统的光轴不同轴的投影仪轴线投射的标记特征识别该目标感兴趣点;以及b)随后移动该非接触式测头和/或该物体,以使得该非接触式测头和/或该物体成第二相对配置,在该第二相对配置下,该目标感兴趣点和该光学检查系统成该期望关系,其中该定位设备被配置用于根据控制路径来引导此类运动。



CN 109477714 B

1.一种使物体(8)上的感兴趣点和安装在坐标定位设备(2)上的非接触式测头(4)的光学检查系统(42)成期望关系的方法,所述方法包括:

a)使用者手动操纵所述非接触测头和所述物体的相对位置和/或相对取向,从而把所述非接触式测头和所述物体布置成第一相对配置,在所述第一相对配置下,由所述非接触式测头沿着与所述光学检查系统的光轴(43)不同轴的投影仪轴线(46)所投射的标记特征落在所述感兴趣点上,以及接收所述标记特征识别所述感兴趣点的指示;以及

b)随后移动所述非接触式测头和/或所述物体,以使得所述非接触式测头和/或所述物体成第二相对配置,在所述第二相对配置下,所述感兴趣点和所述光学检查系统成所述期望关系,其中所述坐标定位设备被配置用于引导此类运动,

其中所述坐标定位设备(2)被配置用于引导步骤b)中的所述运动,以使得在所述第二相对配置下所述投影仪轴线(46)与所述物体(8)的表面相交,该相交的位置与所述投影仪轴线在所述第一相对配置下与所述物体的表面相交的位置基本上相同,其中,所述非接触式测头还被配置用于将光学图案投射到所述物体上,所述光学图案能由所述光学检查系统检测,其中所述光学检查系统被配置用于检测所述光学图案和所述标记特征,其中,所述光学图案和所述标记特征彼此不同,使得所述光学图案和所述标记特征能够一起投射或单独地投射。

2.根据权利要求1所述的方法,其中在所述第一相对配置与所述第二相对配置之间的运动期间,所述投影仪轴线(46)与所述物体(8)的表面相交,该相交的点与所述投影仪轴线在步骤a)处与所述物体的表面相交的点基本上相同。

3.根据权利要求2或权利要求1所述的方法,其中所述第一相对配置与所述第二相对配置之间的位置变化是沿着与在所述第一相对配置下投影仪的投影仪轴线相平行的轴线。

4.根据权利要求1所述的方法,其中所述非接触式测头和所述物体在所述第一相对配置与所述第二相对配置之间沿着与在所述第一相对配置下所述投影仪的投影仪轴线相平行的线相对于彼此移动。

5.根据权利要求1所述的方法,其中步骤a)包括通过输入装置(6)来人工手动地操纵所述物体和/或所述非接触式测头(4)的相对配置。

6.根据权利要求5所述的方法,其中,所述输入装置是操纵杆。

7.根据权利要求1所述的方法,其中所述物体上的所述标记特征对人是可见的。

8.根据权利要求1所述的方法,其中步骤b)包括所述坐标定位设备自动地移动所述非接触式测头和/或所述物体,以使得所述光学检查系统和所述感兴趣点成所述第二相对配置。

9.根据权利要求1所述的方法,所述方法包括自动地确定所需的运动程度,以使得所述光学检查系统和所述感兴趣点成所述第二相对配置。

10.根据权利要求1所述的方法,其中所述期望关系包括所述感兴趣点在所述光学检查系统的传感器上的预定义位置和/或所述感兴趣点与所述光学检查系统之间的预定义距离。

11.根据权利要求1所述的方法,其中所述光学检查系统包括相机。

12.根据权利要求1所述的方法,所述方法包括确定用于将所述非接触式测头和所述物体从步骤a)处它们的相对位置朝向所述期望关系引导的控制路径,并且其中在步骤b)中,

所述坐标定位设备被配置用于根据所述控制路径来引导此类运动。

13.根据权利要求1所述的方法，所述方法包括获得关于所述物体的表面位置测量信息。

14.一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，该计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至13中任一权利要求所述的方法的步骤。

15.一种检查设备，所述检查设备包括安装在坐标定位设备上的非接触式测头，所述非接触式测头包括具有光轴的光学检查系统和被配置成用于沿着不同于所述光轴的投影仪轴线来投射标记特征的投影仪，其中所述检查设备被配置成接收在物体和所述非接触式测头的第一相对配置下，所投射的标记特征落在感兴趣点上并从而识别物体的表面上的感兴趣点的指示，并且基于被所述标记特征所识别的所述物体的表面上的经指示感兴趣点来确定如何将所述非接触式测头和/或所述物体引导到第二相对配置，在所述第二相对配置下，所述光学检查系统和经指示的所述感兴趣点成期望关系并且所述投影仪轴线与所述物体相交，且所述相交的位置与在所述第一相对配置下所述投影仪轴线与所述物体的表面相交的位置相同，

其中，所述非接触式测头还被配置用于将光学图案投射到所述物体上，所述光学图案能由所述光学检查系统检测，

其中，所述光学检查系统被配置用于检测所述光学图案和所述标记特征，其中，所述光学图案和所述标记特征彼此不同，使得所述光学图案和所述标记特征能够一起投射或单独地投射。

非接触式测头和操作方法

[0001] 本发明涉及一种用于相对于彼此布置非接触式测头和物体的方法。

[0002] 已知非接触式测头用于检查物体，例如，用于检查/测量物体的表面。为了有效的检查，可能有必要按特定关系来布置非接触式测头和物体。例如，非接触式测头可以包括光学检查系统，诸如相机，并且可能期望布置待检查的物体的部分以便相对于光学检查系统定位在给定高度处或在给定高度范围内(例如，在光学检查系统的给定景深内，景深又被称为聚焦范围或有效聚焦范围)。

[0003] 在设置非接触式测头时，使用者可能难以确保非接触式测头与待检查的物体的部分成期望关系。例如，即使向使用者呈现显示由光学检查系统捕获的图像的显示器，使用者也可能难以知道物体何时在光学检查系统的景深内(例如，经校准的景深)。

[0004] 已知将光学标记投射到物体上，并且当使用者将该标记相对于诸如投射到物体上的线条等另一光学特征放在特定地方时，那么使用者知道测头被适当地布置。然而，特别是当非接触式测头安装在定位设备(例如，与手持式截然不同)上时，使用者使用测距仪来使得非接触式测头和物体成期望关系可能费劲而且耗时。

[0005] 本发明涉及一种用于相对于彼此布置非接触式测头和物体的改进方法和设备。根据本发明，一旦使用者已经识别物体的表面上的感兴趣点(例如，通过将投射的标记特征定位在感兴趣点上)，非接触式测头和物体的后续相对运动就由定位设备引导，以便帮助使得感兴趣点和非接触式测头成期望关系。

[0006] 因此，提供了一种使得物体上的感兴趣特征/点和安装在定位设备上的非接触式测头的光学检查系统成(预定义)期望关系的方法。该方法可以包括通过布置非接触式测头和物体来识别待检查的物体上的目标感兴趣点成第一相对配置，在该第一相对配置下，由非接触式测头投射(例如，沿着与光学检查系统的光轴不同轴的投影仪轴线)的标记特征识别目标感兴趣点。该方法可以包括随后移动非接触式测头和/或物体，以使得非接触式测头和/或物体成第二相对配置，在该第二相对配置下，目标感兴趣点和光学检查系统处于(预定义)期望关系。定位设备可以被配置用于例如根据预定/控制路径来引导此类运动。因此，可以通过移动上面安装有非接触式测头的定位设备的一个或多个相对可移动部分来实现此类运动。

[0007] 根据本发明的第一方面，提供了使得物体上的感兴趣特征/点和安装在定位设备上的非接触式测头的光学检查系统成(例如，预定义)期望关系的方法，该方法包括：a)通过布置非接触式测头和物体成第一相对配置来识别(例如，指定、配准或选择)待检查的物体上的(目标)感兴趣点，在该第一相对配置下，由非接触式测头沿着与光学检查系统的光轴不同轴的投影仪轴线投射的标记特征识别(目标)感兴趣点；以及b)随后移动非接触式测头和/或物体，以使得非接触式测头和/或物体成第二相对配置，在该第二相对配置下，目标感兴趣点和光学检查系统处于(预定义)期望关系，其中定位设备被配置用于引导此类运动(例如，根据控制路径)。

[0008] 使用本发明的方法，使用者可以简单地通过布置投射的标记特征使得该标记特征落在物体的(目标)感兴趣点上来配准/识别/指定/选择(目标)感兴趣点，而不必关心非接

触式测头和物体是否处于(预定义)期望关系。因此,(目标)感兴趣点可以是物体上的任何点(例如,该点在使用者有兴趣检查/测量的表面上)。可选地,该方法包括接收标记特征识别感兴趣点的指示(例如,来自使用者的输入)。因此,该方法可以包括接收指示在物体和非接触式测头的当前/第一相对配置下投影仪标记特征识别感兴趣点的信号(例如,来自使用者)。因此,该方法可以包括接收指示在物体和非接触式测头的当前/第一相对配置下投影仪轴线与待检查的物体的表面上的感兴趣点相交的信号(例如,来自使用者)。用于使得由使用者配准的感兴趣点相对于光学检查系统成(预定义)期望关系的后续运动由定位设备引导(例如,根据控制路径),由此帮助这个过程。换句话说,坐标定位设备可以被配置用于将非接触式测头和/或物体朝向第二相对配置引导。此类引导可以通过限制/限定非接触式测头与物体的相对运动来进行。例如,后续相对运动可以被限制到使非接触式测头和/或物体朝向第二相对配置/期望关系前进的方向和/或取向。可选地,可以允许包括使非接触式测头和/或物体逆向朝向第一相对配置的相对运动。

[0009] 该方法可以包括确定用于引导非接触式测头和感兴趣物体/点的(后续)相对移动(例如,从步骤a)处它们的相对位置朝向期望关系)的控制路径。因此,在步骤b)中,定位设备可以被配置用于根据控制路径来引导此类运动。如将理解,确定用于引导非接触式测头和感兴趣目标/点的(后续)相对移动的控制路径可以形成该方法的a)与b)之间的步骤的至少一部分。因此,步骤b)可以变成步骤c),并且步骤b)可以包括确定用于引导非接触式测头和感兴趣物体/点的(后续)相对移动的控制路径。

[0010] 控制路径可以确定/指定后续运动的方向。一旦已经识别待检查的物体上的目标感兴趣点,该方法就可以包括确定如何控制定位设备以便控制后续运动的方向(例如,在步骤b)中)。因此,确定控制路径可以包括确定如何控制定位设备以便控制后续运动的方向(例如,在步骤b)中)。这可以包括确定如何控制定位设备的可移动轴线以便控制后续运动的方向(例如,在步骤b)中)。定位设备可以确定控制路径/确定如何控制定位设备(例如,可移动轴线)。例如,定位设备可以包括控制器装置,例如,该控制器装置被配置用于确定控制路径/确定如何控制定位设备(例如,可移动轴线)。处理器装置可以确定控制路径/确定如何控制定位设备(例如,可移动轴线)。定位设备可以包括处理器装置。处理器装置可以是通用的或定制的。换句话说,该方法的至少一部分,例如,至少控制路径的确定和/或步骤b)是计算机实施的。如将理解,控制器/处理器装置可以引导/限制运动。

[0011] 可选地,后续运动包括非接触式测头与物体(例如,相对于物体)的平移运动,例如横向和/或竖直相对运动。换句话说,后续运动可以包括调整非接触式测头相对于物体的横向位置和/或高度。

[0012] 定位设备可以被配置用于促进非接触式测头和物体在至少一个线性自由度上、可选地在至少两个线性自由度上、例如在至少三个线性/平移自由度上的相对移动。线性/平移自由度可以彼此垂直。

[0013] 定位设备可以被配置用于促进非接触式测头和物体在至少一个旋转自由度上、可选地在至少两个旋转自由度上、例如在至少三个旋转自由度上的相对移动。例如,非接触式测头可以安装在铰接式头部上,该铰接式头部促进围绕至少一个轴线、例如围绕至少两个(可选地正交)轴线的相对重新取向。铰接式头部可以安装在移动结构上。移动结构可以被配置成具有一个或多个线性导轨,该一个或多个线性导轨允许/促进铰接式头部例如在至

少一个线性维度、可选地至少两个正交线性维度、例如至少三个正交线性维度(例如,X、Y、Z)上的线性平移(和因此安装在铰接式头部上的非接触式测头的线性平移)。

[0014] 促进在三个线性自由度和两个旋转自由度上的移动的定位设备通常在计量行业被称为“五轴”测量装置。此类“五轴”系统不同于其他类型的定位设备,诸如机械手。然而,如将理解,本发明不限于此类五轴系统,并且可以与促进通过更少或更多自由度,例如通过三个、四个或更多旋转自由度的移动的系统一起使用。

[0015] 确定控制路径可以包括确定平移路径,物体和/或非接触式测头要沿着该平移路径移动。因此,预定/控制路径可以包括平移路径,物体和/或非接触式测头要沿着该平移路径平移。

[0016] 可选地,定位设备被配置用于根据预定相对取向信息来引导此类后续运动(例如,在步骤b中)。因此,可选地该方法包括:移动非接触式测头和/或物体以使得非接触式测头和/或物体成第二相对配置,在该第二相对配置下,目标感兴趣点和光学检查系统处于(预定义)期望关系,其中定位设备被配置用于根据预定/控制运动路线来引导此类运动(例如,在步骤b中),该预定/控制运动路线包括/描述非接触式测头和物体的相对平移路径和它们沿着该平移路径的相对取向。因此,确定控制路径可以包括确定如何控制物体和/或非接触式测头沿着平移路径的相对取向。

[0017] 定位设备可以包括坐标定位设备。定位设备可以包括计算机控制的定位设备,例如计算机数控(CNC)定位设备。合适的定位设备包括坐标测量机(CMM)和机床。定位设备可以包括笛卡尔或非笛卡尔定位设备。如将理解,定位设备可以包括除了安装有非接触式测头和/或物体的(例如,移动)结构之外的装置/部分。例如,定位设备可以包括与上面安装有非接触式测头和/或物体的结构通信的一个或多个处理器装置,例如,控制器和/或计算机。此类装置可以与上面安装有非接触式测头和/或物体的结构物理地分开。此类装置可以包括一个或多个输入和/或输出装置,例如,人机界面。

[0018] 可选地,非接触式测头在后续运动期间(例如,在步骤b)中)移动。可选地,物体在后续运动期间(例如,在步骤b)中)保持固定。因此,后续运动(例如,在步骤b)中)可以包括非接触式测头的横向和/或竖直运动和可选地非接触式测头的旋转运动。因此,非接触式测头可以安装在定位设备的可移动部分上。在计量学领域,具体地CMM中,这通常被称为定位设备的头部或套管轴。

[0019] 可选地,控制路径被配置成使得在第二相对配置下,投影仪轴线与物体的表面相交的位置与投影仪轴线在第一相对配置下与物体的表面相交的位置相同。可选地,定位设备被配置用于引导后续运动(例如,在步骤b)中),使得在第二相对配置下,投影仪轴线与物体的表面相交的位置与投影仪轴线在第一相对配置下与物体的表面相交的位置相同。

[0020] 可选地,控制路径被配置成使得在第一配置与第二配置之间的运动期间,投影仪轴线与物体的表面相交的点与投影仪轴线在步骤a)处与物体的表面相交的点相同。可选地,定位设备被配置成使得在第一配置与第二配置之间的后续运动期间,投影仪轴线与物体的表面相交的点与它在步骤a)处与物体的表面相交的点相同。可选地,控制路径被配置成使得在第一配置与第二配置之间的运动期间,投影仪轴线始终在它在步骤a)处与物体的表面相交的相同点处相交。可选地,定位设备被配置用于引导运动,使得在第一配置与第二配置之间的运动期间,投影仪轴线始终在它在步骤a)处与物体的表面相交的相同点处相

交。

[0021] 可选地，(例如，控制路径被配置成使得)第一配置与第二配置之间的位置变化是沿着与第一相对配置下的投影仪的投影仪轴线平行的轴线。可选地，(例如，控制路径被配置成使得)第一配置与第二配置之间的运动是沿着与第一相对配置下的投影仪的投影仪轴线平行的轴线。可选地，(例如，控制路径被配置成使得)非接触式测头和物体在第一配置与第二配置之间沿着与第一相对配置下的投影仪的投影仪轴线平行的线相对于彼此移动。

[0022] 因此，预定/控制路径可以与第一相对配置下的投影仪的投影仪轴线平行(例如，重合)。可选地，(例如，控制路径被配置成使得)非接触式测头和物体可以在第一配置与第二配置之间沿着正如它(投影仪轴线)在第一相对配置下那样的投影仪轴线相对于彼此移动。可选地，(例如，控制路径被配置成使得)非接触式测头和物体的相对取向在第一相对配置和第二相对配置下是相同的。因此，在这种情况下，投影仪轴线的位置/取向在第一相对配置与第二相对配置之间保持不变，并且可选地在第一相对配置与第二相对配置之间的运动期间不移动。

[0023] 非接触式测头和物体的相对配置可以包括非接触式测头和物体的相对位置(换句话说，非接触式测头和物体的相对平移位置)。可选地，非接触式测头和物体的相对配置包括非接触式测头和物体的相对取向。例如，非接触式测头和物体的相对配置可以包括非接触式测头和/或物体围绕至少一个旋转轴线、例如至少两个旋转轴线的旋转取向。

[0024] 步骤a)可以包括人(例如，使用者/操作员)手动地操纵物体和/或非接触式测头的相对配置。人可以经由诸如操纵杆等输入装置来这样做。其他合适的输入装置包括鼠标、跟踪球或键盘。步骤a)可以包括(手动地)操纵非接触式测头和物体的相对位置和/或相对取向，以便布置非接触式测头和物体成第一相对配置。

[0025] 可选地，物体上的标记特征对人(例如，操作员/使用者)可见。也就是说，可选地，标记特征包括可见光谱中的光。也就是说，例如，与只有经由检测器和显示装置才可见的标记特征相反。

[0026] 可选地，肯定地识别，例如肯定地在视觉上识别投影仪轴线与物体的相交。因此，标记特征可以位于投影仪轴线上。可选地，标记特征包括在投影仪轴线上的斑点(例如，斑点，诸如在投影仪轴线上居中的实心斑点)。这可以与例如环绕投影仪轴线的环成对比(并且因此，尽管识别目标感兴趣点，但该环实际上不在投影仪轴线上)。

[0027] 可选地，非接触式测头包括至少一个标记特征投影仪。标记特征投影仪可以包括光源，例如，诸如发光二极管(LED)或激光二极管。标记特征投影仪可以包括一个或多个光学元件，例如，透镜、菲涅耳波带片、分束器、光束转向器、镜子等。

[0028] 后续移动(例如，步骤b))可以包括定位设备自动地控制非接触式测头和/或物体的运动，以使得光学检查系统和目标感兴趣点成第二相对配置。换句话说，定位设备可以自动地控制沿着预定/控制路径的运动。因此，以及根据预定/控制路径来引导相对运动(例如，通过将非接触式测头和物体的平移相对定位限制/约束到预定路径)，定位设备还可以沿着预定/控制路径自动地移动非接触式测头和/或物体。这样的实施例在下文结合图3更详细地说明。这与例如人沿着路径手动地移动非接触式测头和/或物体成对比，同时坐标定位设备约束/限制运动以便将非接触式测头和物体上的感兴趣点朝向期望关系引导(例如，根据预定/控制路径)(例如，如下文结合图8说明)。

[0029] 该方法可以包括(例如,确定控制路径可以包括)确定所需的运动程度(例如,沿着预定/控制路径)以使得光学检查系统和目标感兴趣点成第二相对配置(例如,从第一相对配置)。如将理解,这可以例如由定位设备,例如由控制器/处理器装置自动地确定。如将理解,确定运动程度可以包括确定第二相对配置。

[0030] 可以提供被配置用于检测标记特征的至少一个传感器。传感器可以包括至少一个位置敏感检测器。传感器可以包括单独感测元件的二维阵列,从中可以确定传感器上的标记特征的位置。合适的传感器包括电荷耦合装置("CCD")和互补金属氧化物半导体("CMOS")传感器。可以提供一个或多个光学元件,例如,至少一个透镜、菲涅耳波带片、光束转向器、镜子等,以促进传感器对标记特征的检测。可选地,在至少一个传感器上提供物体的表面的图像。可选地,该传感器捕获图像。确定运动程度和/或第二相对配置可以包括确定在第一相对配置下标记特征在传感器上的哪里。可选地,非接触式测头包括至少一个传感器,以及可选地一个或多个光学元件。

[0031] 因此,非接触式测头可以被配置用于在传感器上形成(和可选地捕获)物体的表面上的标记特征的图像。确定运动程度和/或第二相对配置可以包括确定所需的运动程度,使得在第二相对配置下,标记特征在非接触式测头的传感器上的预定地方(例如,在传感器上的预定区域或点内)。确定运动程度和/或第二相对配置可以包括确定所需的运动程度,使得在第二相对配置下,在第一相对配置下由标记特征识别的物体上的目标感兴趣点在非接触式测头的传感器上的预定地方(例如,在传感器上的预定区域或点内)。

[0032] 确定运动程度并且使非接触式测头和/或物体沿着预定/控制路径移动所确定的运动程度可以例如与经由伺服过程等(例如,经由以下过程:连续地监测一个或多个条件,诸如标记特征在落到非接触式测头的传感器上时的位置,并且调整非接触式测头和/或物体的相对配置直到满足先决条件)将非接触式测头和/或物体相对地移动到第二相对配置成对比。这样的伺服过程可以手动地或自动地执行。

[0033] 光学检查系统可以被配置用于在光学检查系统的至少一个传感器上形成和可选地捕获物体的表面的图像。因此,光学检查系统可以包括相机。光学检查系统可以包括一个或多个传感器。如上所述,合适的传感器包括CCD或CMOS传感器。可选地,光学检查系统包括一个或多个光学元件,例如,一个或多个透镜、菲涅耳波带片、镜子、光束转向器等,以用于在至少一个传感器上形成图像。光学检查系统可以具有景深(也被称为"聚焦范围"或"有效聚焦范围")。景深可以是给定/预定义或经校准景深。

[0034] 光学图案可以投射在物体的表面上,例如,至少在目标感兴趣点上和优选地在周围区域上。这样的光学图案可以在物体的表面的(例如,后续)检查(例如,测量)期间使用。因此,光学检查系统可以被配置用于检测投射到物体的表面上的光学图案。

[0035] 光学图案可以投射在物体的区域上。该图案可以在物体的区域上延伸,以便促进在由光学检查系统成像的区域上对物体的多个点的测量。可选地,该图案是基本上重复的图案。光学图案可以包括基本上周期性的光学图案。可选地,光学图案在至少一个维度上是周期性的。可选地,光学图案在至少两个垂直维度上是周期性的。

[0036] 用于与本发明一起使用的合适的光学图案包括同心圆的图案、不同颜色、深浅和/或色调的线的图案。可选地,光学图案是条纹图案。例如,光学图案可以是一组正弦条纹。如将理解,用于诸如本发明的方法的光学图案也通常被称为结构化光图案。

[0037] 光学图案可以在红外到紫外范围中。可选地，光学图案是可见光学图案。可选地，光学图案和标记特征两者都可由光学检查系统检测。可选地，光学图案和标记特征包括含有基本上相同波长的光。例如，可选地，光学图案和标记特征两者都落在波长带内，该波长带具有不超过100nm(纳米)并且例如不少于20nm、例如至少40nm且不超过60nm、例如大约50nm的带宽/范围。因此，可选地，光学检查系统被配置用于检测标记特征和光学图案。可选地，光学检查系统可以被配置用于检测在给定波长带内的光(例如，经由滤光器)。可选地，光学图案和标记特征两者都落在波长带内。同样，这样的波长带可以不超过100nm(纳米)并且例如不少于20nm、例如至少40nm且不超过60nm、例如大约50nm。

[0038] 光学图案可以经由至少一个光学图案投影仪而投射到物体上。用于光学图案的合适投影仪包括被配置用于投射来自处理器装置的图像输出的数字光投影仪。光学图案可以包括至少一个光源，诸如，例如LED或激光二极管。光学图案投影仪可以包括至少一个光源和被布置成产生光学图案的一个或多个衍射光栅。可选地，光学图案投影仪可以包括至少一个光源和至少一个全息图。此外，光学图案投影仪可以包括至少一个光源和至少一个图案化幻灯片。可选地，投影仪可以包括其他光学元件，诸如，透镜、镜子、光束转向器等。

[0039] 至少一个光学图案投影仪可以单独地设置到非接触式测头。可选地，非接触式测头包括至少一个光学图案投影仪。因此，光学检查系统和光学图案投影仪可以相对于彼此固定。可选地，所投射的图案和所投射的轴线至少以(预定义)期望关系重叠。

[0040] 光学检查系统和标记特征投影仪可以相对于彼此固定。因此，非接触式测头的移动可以导致光学检查系统和标记特征随彼此移动。可选地，壳体包括光学检查系统和/或标记特征投影仪。在提供另一投影仪(例如，光学图案投影仪)的实施例中，可选地，壳体也包括该另一投影仪。壳体可以包括用于将壳体安装到定位设备的一个或多个安装特征。因此，光学检查系统和标记特征投影仪(以及可选地该另一投影仪，例如，光学图案投影仪)可以经由公共安装件安装到定位设备。此类安装特征可以促进定位设备上的非接触式测头的自动装载/卸载。因此，该方法可以包括例如从测头存放架将非接触式测头自动地装载到定位设备上。

[0041] 可选地，光学图案和标记特征彼此不同，使得它们可以一起投射(例如，在相同时间)或者单独地投射(例如，在不同时间)。例如，在光学图案和标记特征两者都由非接触式测头投射的实施例中，非接触式测头可以被配置成使得光学图案和标记特征可彼此分开地独立投射。这与例如标记特征与光学图案成整体(例如，光学图案中设有诸如十字线的不连续性)的实施例成对比。可选地，光学图案投影仪和标记特征投影仪是分开的(即，不相同)。

[0042] 可选地，非接触式测头被配置成使得标记特征由光学检查系统检测，例如，由光学检查系统的至少一个传感器检测。因此，可选地，如上所述的被配置用于检测标记特征的至少一个传感器可以是光学检查系统的传感器。因此，在所投射的光学图案用于检查的那些实施例中，相同的至少一个传感器可以用来检测光学图案以及标记特征两者。

[0043] (预定义)期望关系可以包括光学检查系统与目标感兴趣点之间的(例如，预定义)距离范围。换句话说，(预定义)期望关系可以包括光学检查系统与目标感兴趣点之间的(例如，预定义)间隔距离范围。这样的间隔距离范围可以被称为光学检查系统相对于目标感兴趣点的“高度”范围。该范围可以非常小，以便有效地限定单个给定的距离或高度。在光学检查系统是光学测量系统(如下文更详细地说明)的实施例中，那么(预定义)期望关系可以是

光学测量系统的(例如,预定义)优选/最佳测量范围。这可以例如是光学测量系统的经校准测量范围。

[0044] 在光学检查系统包括给定/(预定义)景深的实施例中,期望关系可以包括目标感兴趣点在该景深内的一个关系。因此,第二相对配置可以是目标感兴趣点在光学检查系统的景深(例如,经校准景深)内的一个配置。

[0045] 如将理解,预定义期望关系可以是目标感兴趣点位于光学检查系统的视野内的一个关系。因此,第二相对配置可以是目标感兴趣点在光学检查系统的视野内的一个配置。

[0046] 期望关系可以包括(目标)感兴趣点在光学检查系统的传感器上的预定义位置(例如,使得感兴趣点位于/置于传感器上的预定义区域内)。换句话说,期望关系可以包括目标感兴趣点在光学检查系统的视野内的预定义位置。

[0047] 该方法可以包括获得关于物体的表面的一个或多个测量值。(多个)测量值可以包括表面位置和/或尺寸测量信息。因此,光学检查系统可以被称为光学测量系统。可选地,该方法可以包括分析如由光学检查/测量系统检测到的光学图案,以便获得关于物体的表面的一个或多个测量值。

[0048] 该方法可以包括获得物体的表面的一个或多个图像,例如,当目标感兴趣点和光学检查系统成期望关系时。这可以是其中非接触式测头和/或物体处于第二相对配置,或者另一例如第三相对配置(下文说明),在该第三相对配置下,目标感兴趣点和光学检查系统成期望关系。可以处理此类图像以确定关于物体的表面的测量信息。

[0049] 该方法可以包括随后将非接触式测头和/或物体移动到第三相对配置。第三相对配置可以是目标感兴趣点和光学测量系统仍成期望关系(例如,仍在光学检查系统的测量范围/景深内)的相对配置。此类移动可以自动地执行。例如,定位设备可以被配置用于寻找更佳相对配置。可选地,此类运动可以手动地执行。例如,人可以使用输入装置来控制此类移动。可选地,定位设备可以被配置用于限制此类手动运动,以便约束非接触式测头和物体的相对配置使得它们仍成期望关系。该方法可以包括围绕感兴趣点的轨道运动,例如,到第三相对配置。

[0050] 可选地,标记特征肯定地/明确地识别投影仪轴线。例如,可选地,标记特征位于投影仪轴线上。这与例如围绕投影仪轴线的标记特征成对比,例如,诸如标记特征是在投影仪轴线上居中的环。

[0051] 可选地,投影仪轴线与光学检查系统的光轴不同轴。换句话说,投影仪轴线不同于光学检查系统的光轴。这样的布置可以帮助简化非接触式测头的光学布置,由此降低成本和/或重量(这在非接触式测头将要安装在定位设备例如CMM上时可能很重要)。可选地,投影仪轴线不平行于光学检查系统的光轴。可选地,投影仪轴线的至少一部分在光学检查系统的视野内。换句话说,可选地,投影仪轴线至少部分地被包含在光学检查系统的视野内。可选地,投影仪轴线穿过光学检查系统的测量范围和/或景深。如将理解,投影仪轴线可以是标记特征沿着其从非接触式测头(例如,从非接触式测头的壳体)例如朝向待检查的物体投射的轴线。

[0052] 可选地,该方法包括校准非接触式测头以确定投影仪轴线,例如相对于光轴。这可以包括在(例如,已知)伪影上,例如在多个不同已知距离中的每个距离处得到所投射的标记特征的一个或多个图像。

[0053] 感兴趣点可以在物体的非平面和/或不连续面上。感兴趣点可以在未知表面上(例如,未知形状/形式的表面)。

[0054] 根据上述内容,定位设备可以在第一模式下操作,其中非接触式测头和物体的相对运动(相对地)无引导/不受限制(例如,在步骤a)期间),以及在第二模式下操作,其中非接触式测头和物体的相对运动(相对地)受引导/被限制(例如,在步骤b)期间),例如根据预定/控制路径,例如以便将它们朝向期望关系推进。可选地,手动输入装置(例如,操纵杆)可以在第一模式下操作,其中对物体和非接触式测头的相对位置的手动控制(相对地)不受限制使得使用者自由地选择物体和非接触式测头的任何相对位置以便识别物体上的感兴趣点,以及在第二模式下操作,其中对物体和非接触式测头的相对位置的手动控制(相对地)受限制(即,与第一模式相比),例如使得定位设备将非接触式测头和物体上的识别的感兴趣点朝向期望关系引导。这可以包括限制运动以便确保维持光学检查系统的光轴与物体的表面相交的点(例如,在使用者指示识别感兴趣点的标记特征时所在的位置)。这可以包括将相对运动限制为沿着投影仪轴线的运动。如将理解,本发明的第一方面的上述特征可以适用于本发明的下述其他方面,反之亦然。

[0055] 根据本发明的第二方面,提供一种使物体上的感兴趣特征和安装在定位设备上的非接触式测头的光学检查系统成期望关系的方法,该方法包括:通过布置非接触式测头和物体成第一相对配置来识别待检查的物体上的目标感兴趣点,在该第一相对配置下,由非接触式测头沿着与光学检查系统的光轴不同轴的投影仪轴线投射的标记特征识别目标感兴趣点;以及随后定位设备自动地移动非接触式测头和/或物体,以使得非接触式测头和/或物体成第二相对配置,在该第二相对配置下,目标感兴趣点和光学检查系统成期望关系。

[0056] 根据本发明的另一方面,提供一种使物体上的感兴趣特征和安装在定位设备上的非接触式测头的光学检查系统成(例如,预定义)期望关系的方法,该方法包括:通过使用者手动地布置非接触式测头和物体成第一相对配置来识别待检查的物体上的感兴趣点,在该第一相对配置下,由非接触式测头沿着与光学检查系统的光轴不同轴的投影仪轴线投射的标记特征识别感兴趣点;以及定位设备限制非接触式测头和物体的后续手动相对移动,以便将非接触式测头和物体朝向期望关系引导。

[0057] 根据本发明的又一方面,提供一种用于检查物体的设备,该设备包括:定位设备;安装在所述定位设备上的非接触式测头,所述非接触式测头包括具有光轴的光学检查系统和被配置用于沿着与所述光轴不同轴的投影仪轴线投射标记特征的投影仪;被配置用于控制定位设备,以便引导非接触式测头和/或待检查的物体沿着从第一相对配置到第二相对配置的路径的相对运动,在该第一相对配置下,标记特征识别目标感兴趣点,在该第二相对配置下,目标感兴趣点和光学检查系统处于(例如,预定义)期望关系。

[0058] 根据本发明的另一方面,提供一种检查设备,该检查设备包括:安装在定位设备上的非接触式测头,非接触式测头包括具有光轴的光学检查系统和被配置用于投射标记特征的投影仪,其中该设备被配置用于确定如何引导非接触式测头和物体从第一相对配置到第二相对配置的相对定位,在该第一配置下,沿着不同于光轴的投影仪轴线投射的标记特征指示物体上的感兴趣点,在该第二相对配置下,光学检查系统和感兴趣点相对于彼此处于(例如,预定义)期望关系并且投影仪轴线与物体的表面相交的位置与它在第一相对配置下与物体的表面相交的位置相同。

[0059] 根据本发明的另一方面，提供一种计算机程序代码，该计算机程序代码包括指令，这些指令在被处理器装置执行时致使处理器装置执行上述方法。例如，计算机程序代码可以致使处理器装置确定如何将非接触式测头和物体从第一相对配置相对地移动到第二相对配置，在该第一相对配置下，由非接触式测头沿着与光学检查系统的光轴不同轴的投影仪轴线投射的标记特征识别目标感兴趣点，在该第二相对配置下，目标感兴趣点和光学检查系统处于(例如，预定义)期望关系。计算机程序代码可以被配置用于随后控制定位设备，以便将非接触式测头和物体从第一相对配置相对地移动到第二相对配置。

[0060] 根据又一方面，提供一种计算机可读介质，该计算机可读介质承载如上文所述的计算机程序代码。

[0061] 现将参考以下附图，仅通过举例来描述本发明的实施例，在附图中：

[0062] 图1示出安装有非接触式测头的坐标测量机的示意等距视图；

[0063] 图2示意性地示出非接触式测头；

[0064] 图3示出根据本发明的第一实施例的示例过程；

[0065] 图4示意性地示出图2的非接触式测头的相机和光束投影仪；

[0066] 图5、图6和图7示意性地示出非接触式测头在第一位置与第二位置之间的不同类型的运动，在该第一位置，使用者已经放置非接触式测头使得光束落在感兴趣点上，在该第二位置，感兴趣点和相机相对于彼此处于预定义相对位置；以及

[0067] 图8示出根据本发明的第二实施例的示例过程。

[0068] 参考图1，示出定位设备1，该定位设备包括采用坐标测量机(“CMM”)2形式的移动结构。CMM 2包括支撑框架12的基座10，该框架又固持套管轴14。提供马达(未示出)，以使套管轴14沿着三个相互正交的轴线X、Y和Z移动。套管轴14固持铰接式头部16。铰接式头部16具有附接到套管轴14的基座部分20、中间部分22、以及测头保持部分24。基座部分20包括用于使中间部分22围绕第一旋转轴线A旋转的第一马达(未示出)。中间部分22包括用于使测头保持部分24围绕第二旋转轴线B旋转的第二马达(未示出)，该第二旋转轴线基本上垂直于第一旋转轴线。尽管未示出，但铰接式头部16的可移动部分之间也可以设置轴承。此外，尽管未示出，但可以提供测量编码器，以用于测量基座10、框架12、套管轴14与铰接式头部16的相对位置，以便可以确定测量测头4相对于位于基座10上的工件的位置。

[0069] 非接触式测头4安装在套管轴14(在这个实施例中，经由铰接式头部16进行安装)。在所述实施例中，非接触式测头4可移动地安装(例如，使用运动安装件)在测头保持部分24上。在所述实施例中，非接触式测头4可以由测头保持部分24通过使用设置在非接触测头4和测头保持部分24上或中的对应磁体(未示出)来固持。非接触式测头可以自动地例如从位于CMM的移动容积中的测头存放架(未示出)安装/移动到该测头存放架。

[0070] 铰接式头部16允许非接触式测头4相对于套管轴14旋转。具体地，在所述实施例中，它使得非接触式测头4能够相对于套管轴14以两个旋转自由度移动。由铰接式头部16提供的两个旋转自由度与CMM 2的三个线性平移轴线(X、Y、Z)的组合允许非接触式测头4在五个自由度上移动。

[0071] 定位设备1还包括控制器26。控制器26包括用于控制CMM 2的操作的CMM控制器27(手动地控制，例如经由诸如操纵杆6的输入装置，或者自动地控制，诸如在检查程序的控制下)、用于控制非接触式测头4的操作的测头控制器29(手动地控制，例如经由诸如操纵杆6

的输入装置，或者自动地控制，例如在检查程序的控制下)、以及用于分析从非接触式测头4获得的图像的图像分析器31。可以提供显示装置18，以用于帮助使用者与控制器26交互。另外，可选地，显示装置18可以显示由非接触式测头4获得的实况信息和/或先前捕获的信息。例如，当非接触式测头4包括相机时(如下文更详细地描述，就是所述实施例的情况)，显示装置18可以显示实况图像和/或先前捕获的图像。

[0072] 控制器26可以是专用电子控制系统和/或可以包括个人计算机。另外，CMM控制器27、测头控制器29和图像分析器31不必是与图1所示相同物理单元的一部分；例如，它们可以由单独的物理装置提供。还可以提供附加和/或替代模块。

[0073] 应注意，图1仅提供CMM 2的最高级描述。对此设备的更完整描述可以在其他地方找到；例如，见EP0402440，其全部内容以应用方式并入本文中。

[0074] 在所述实施例中，非接触式测头4包括条纹投射测头。具体地，在所述实施例中，非接触式测头4被配置用于以光学图案的形式投射结构化光图案，该光学图案的强度在一个维度上正弦地变化(“条纹图案”)。非接触式测头4捕获物体8上的条纹图案的一个或多个图像，并且随后(例如，由非接触式测头4或由非接触式测头4外部的装置，诸如图像分析器31)分析该一个或多个图像以确定物体8的形貌。此类过程是众所周知的，并且例如描述于WO2009/024757和WO2011/030090中。然而，如将理解，本发明适用于其他类型的非接触式测头。例如，非接触式测头可以被配置用于投射其他形式的结构化光，诸如，例如单个线条、具有不同颜色或色调的一组平行线(例如，交替的黑线和白线，或者平行的红线、蓝线和绿线)、一组同心圆、或者甚至点、正方形或其他规则或不规则形状的图案。如还将理解，非接触测头根本不必投射结构化光来测量物体8。例如，它可以分析利用例如来自外部/环境光源的均匀照明照亮的物体8的图像。此外，如果需要结构化光，那么可以由与非接触式测头4分开的投影仪来提供该结构化光。

[0075] 现在参考图2，非接触式测头4包括用于将条纹图案(图2中以正弦波41示意性地示出)投射到物体8上的条纹投影仪40、用于获得投射有条纹图案的物体8的图像的光学检查系统(在这个实施例中是光学测量系统42)、以及光束投影仪44。在所述实施例中，光学测量系统42包括图像传感器，例如二维电荷耦合装置(“CCD”)。非接触式测头(例如，光学测量系统42)还可以包括一个或多个光学元件(未示出)，诸如用于聚焦光的透镜(例如，以在图像传感器上形成图像)、镜子和/或光束转向器等。光学测量系统42也可以被称为相机，并且在下文将被称为检查相机42。检查相机42具有视野(视野的边界由线50示意性地示出)、光轴(由虚线43示意性地示出)、给定的景深(由以点划线为界的区域47示意性地示出)，焦平面55位于该景深内。为了有效的检查，应布置物体8的感兴趣特征/表面和非接触式测头4成(例如，预定义)期望关系，在本实施例中，该期望关系是物体8的感兴趣特征/平面在由检查相机的视野50和景深47限定的体积51内(例如，在相机的焦平面55处)。

[0076] 在本实施例中，光束投影仪44包括发光二极管(“LED”)，并且被配置用于沿着投影仪轴线46发出光束45，该光束具有圆形截面。在所述实施例中，光束45包括在可见光谱中的光，使得使用者可以在没有任何帮助的情况下看到光束在物体8上的足迹。如将理解，不一定是这种情况，并且例如光束45可以包括在可见光谱之外的光，例如在红外或紫外范围中。在这种情况下，使用者可以经由帮助(诸如，经由对光束的波长敏感的相机系统)来看到光束在物体上的足迹。同样地，条纹图案41可以包括在可见光谱或不可见光谱中的光，例如红

外到紫光光谱中的任何地方。

[0077] 检查相机42可以包括滤光器(未示出),以只允许特定波长带的光(在这个实施例中,大约是约50nm的带,例如从425nm到475nm)落在检查相机的传感器上。这可以是例如为了过滤掉环境照明。在这样的情况下,可选地,条纹图案41和光束45两者包括落在滤光器的波长带内的光,使得检查相机42的传感器可以看到被物体8反射的条纹图案和光束45。

[0078] 如图2所示,检查相机的光轴43和投影仪轴线46是不同的;它们不重合,并且在这种情况下,也不平行。投影仪轴线46还穿过检查相机的视野50。

[0079] 参考图3,将描述用于布置物体8和非接触式测头4成期望关系的示例过程100。可选地,该方法以准备步骤102开始,诸如将非接触式测头4装载到CMM 2上。如果非接触式测头4先前没有校准的话,也可以在这个阶段校准该接触式测头。示例校准将包括使用两个伪影,例如,校准斑点和平面。这两者可以使用先前校准的(接触式)测头而位于CMM的体积中。可以使用以下示例校准步骤。可以通过平移测头而从许多不同位置得到校准斑点的图像来校准相机(例如,没有必要改变头部角度)。根据图像,适配相机参数(主点、主距、镜头畸变)并且将相机安装在CMM上(透视中心的位置以及光轴相对于某一已知坐标系和CMM中的原点的取向)。可以通过从距平面的许多不同距离得到平面上的投影仪斑点的图像来校准投影仪轴线。相位到高度校准可以包括从许多不同距离得到投射到平面上的条纹的图像以及将由像素记录的每个像素相关相位的函数拟合到从相机到平面的距离。

[0080] 在步骤104处,使用者手动地将非接触式测头4移动到相对于物体的第一配置,在该第一配置下,由非接触式测头4投射的光束45落在物体8的感兴趣点上。这可以由使用者使用操纵杆6控制CMM 2和铰接式头部16来完成。在这个实施例中,在这个阶段,使用者以不受限制的方式自由地在所有自由度上(在这种情况下,在所有的三个线性自由度和两个旋转自由度上)移动非接触式测头。

[0081] 在替代实施例中,可以使用其他输入机构以将由非接触式测头4投射的光束45布置成落在物体8的感兴趣点上,包括例如手动地将非接触式测头4拖动就位。

[0082] 如将理解,不需要手动地执行步骤104。例如,可以使用自动过程。例如,控制器26可以被配置用于控制CMM 2、铰接式头部16和非接触式测头4,以便寻找预定感兴趣特征(例如,经由图像处理和反馈,和/或使用来自物体8的计算机辅助设计("CAD")模型的信息)。

[0083] 当使用者很满意光束45落在感兴趣特征上时,使用者通过经由合适的输入装置向设备提供适当信号(例如,通过按下操纵杆6上的按钮)来配准感兴趣点。该过程随后移动到步骤106,其中例如由控制器26计算使得非接触式测头和物体成第二相对配置所需的运动(在该第二相对配置下,相机42和感兴趣点相对于彼此处于预定义关系)。将参考示意性地示出非接触式测头4的相机42和光束投影仪44的图4来说明如何做到这样。在图4中,示意性地示出相机的传感器49。另外,在这个实例中,将相机42建模为针孔相机。可以使用不同的相机模型(例如,远心相机或鱼眼相机),并且将完成类似的分析以发现正确的移动距离。对于针孔相机模型,假设来自物体的所有光线都以直线穿过针孔并且与记录强度的传感器49相交。

[0084] 图4示出光束45沿着投射的光束投影仪44的投影仪轴线46并且示出在距相机42的位置距离处投影仪轴线46与物体8' 相交。光束45在物体8' 的表面上形成对使用者可见的标记特征(在这种情况下,斑点)。矢量"v"是斑点的投射的单位矢量方向(换句话说,这是图2

中示出的投影仪轴线46)。沿着这个矢量“v”移动的所需距离在图4中标记为“X”,在这个实施例中,该距离是待计算的量。

[0085] 假设相机42的针孔位置53、相机42的光轴43、相机主距“f”(传感器49与针孔位置53之间的距离)以及投影仪轴线46全部从校准过程和/或CMM 2刻度信息中已知。

[0086] 光束45和物体8’的相交点(换句话说,斑点)在传感器49上的点p处成像。

[0087] 点p_0指示如果物体8’在焦平面55处(即,在距图4所示的相机的针孔的距离“s”处)那么斑点将成像的位置。这是传感器9上的预定义点。

[0088] 距离“d”指示在像平面处(即,在传感器49处)记录的成像斑点位置与理想成像斑点位置之间的距离:

[0089] $d=p-p_0$ (1)

[0090] 如图中指示的距离“D”可以从相似三角形中计算。距离“f”是相机42上的主距,例如该主距可以从镜头的标称焦距或从先前执行的校准过程中已知。因此,距离D可以被确定如下:

[0091] $D=s*d/f$ (2)

[0092] 矢量“u”表示物体8’上的斑点与对该斑点成像的传感器49中的像素之间的光线的矢量方向。这个矢量可以根据斑点的图像坐标和相机42的针孔点53来计算。角A是“u”与光轴43的法线之间的角,并且使用“u”与光轴43的点积来计算。

[0093] 角“B”是投影仪轴线46(也就是“v”)与物体8’上的光点跟传感器49之间的光线的方向“u”之间的角。“B”可以根据“u”与“v”的点积来计算。

[0094] 由于“D”、“A”和“B”全部已知,因此,可以根据正弦定理来计算“X”:

[0095] $X=\sin(A)/\sin(B)*D$ (3)

[0096] 上述实施例确定合适的距离“X”,以便将相机的焦平面55放置在感兴趣点上。然而,如将理解,本发明可以采用其他方式实现。例如,该方法可以包括确定第二相对位置,该第二相对位置将感兴趣点放置在由相机的视野50和给定景深47限定的体积51内的任何地方。

[0097] 在步骤108处,非接触式测头4在定位设备1的控制下(例如,由指示并控制CMM 2的可移动轴线的运动的控制器26控制)沿着投影仪轴线46自动地移动距离X,以便将非接触式测头4的相机42置于距物体8’上的感兴趣点的期望间隔距离处,以便确保感兴趣点在由相机的视野50和景深47限定的体积51内。当完成此类运动时,可以手动地或自动地微调非接触式测头4的位置(例如,以便以第三相对配置来放置非接触式测头4和物体8)。例如,非接触式测头4围绕铰接式头部的轴线A、B的旋转位置可以改变。例如,可以这样做以便改进由传感器49获得的图像。此类运动可以受到约束以便维持期望的预定关系,例如,以便维持焦平面55在感兴趣点上(或更宽泛地说,以便维持感兴趣点在由相机的视野50和景深47限定的体积51内)。例如,对非接触式测头4的位置进行的此类微调可以被配置用于在“轨道模式”下进行,其中非接触式测头4的运动被限制成使得相机42围绕感兴趣点枢转。这样的操作模式例如描述于US8601701中。

[0098] 在步骤112处,随后获取图像8’的一个或多个图像。在本实施例中,这涉及条纹投影仪40将条纹图案41投射到物体8上并且相机42获得条纹图案41落在的物体8的表面的一个或多个图像。随后可以处理此类图像以便确定关于物体8的表面的信息(例如,以获得测

量信息)。可选地,使用US8792707中说明的过程来检查物体并且获得关于物体8'的表面的测量信息。这个过程需要获得多个条纹偏移图像。可以使用US8792707中叙述的过程或者经由其他方式来获得此类图像(例如,经由致使条纹图案发生偏移的投影仪,并且由此消除对移动非接触式测头来实现条纹偏移的需要)。如将理解,直到步骤112才需要投射条纹图案41。然而,该条纹图案有可能在前面的步骤期间投射。

[0099] 在上述实施例中,非接触式测头4直接沿着投影仪轴线46移动距离"X",以将相机42从第一位置(在该第一位置处,使用者配准感兴趣点)移动到第二位置处,在该第二位置,非接触式测头4的相机42在距物体上的感兴趣点的期望间隔距离处。这样的运动由图5示意性地示出,其中非接触式测头4在平行于投影仪轴线46的方向(由箭头A示出)上从第一位置移动到第二位置。如可以看出,这导致在第一位置和第二位置处,投影仪轴线46在相同点(即,感兴趣点80)处与物体8"相交,并且在第二位置处,感兴趣点在由相机的视野50和景深47限定的体积51内(并且具体地,在相机的焦平面55处)。

[0100] 如将理解,非接触式测头4不一定需要直接沿着投影仪轴线46移动到第二位置。例如,它可以沿着任何路径移动以到达第二位置。例如,图6示出相同的第一位置和第二位置,但示出代替平行于投影仪轴线46移动,非接触式测头4间接地经由需要不平行于投影仪轴线46的运动来移动到第二位置。

[0101] 此外,在所述实施例中,第二位置在沿着投影仪轴线45的点处。换句话说,在第二位置处,投影仪轴线45平行于在第一位置处的投影仪轴线。然而,如将理解,不一定需要是这种情况。实际上,重要的是在第二位置处,投影仪轴线45与由使用者在第一位置处识别的感兴趣点相交。因此,在步骤106处计算的运动可以包括确定如何移动CMM 2的线性轴线以及铰接式头部16的旋转轴线以便到达第二位置从而实现这个目的。例如,图7示意性地示出以下情形:第一位置与图5和图6中相同,但非接触式测头4在第二位置处具有不同取向,但投影仪轴线45仍在相同点80处与物体8"相交。

[0102] 然而,可能需要如上所述沿着投影仪轴线45移动,因为计算所需的运动可能更容易,并且不太可能导致遮挡感兴趣点,并且例如从碰撞的角度来看风险可能较低。另外,使用者可能已经选择了使用者认为合意的非接触式测头4的取向(也就是测头围绕轴线A、B的旋转位置),并且因此沿着投影仪轴线46移动可以确保维持此类取向。

[0103] 如将理解,直到步骤106至112期间才需要投射条光束45。可选地,投射光束45。这可以向使用者给予非接触式测头4仍以期望的感兴趣点为目标的信心。

[0104] 一旦已经获得物体8的(多个)图像,该过程就可以结束,或者如果还要检查更多感兴趣点,则该过程可以循环回到步骤104。

[0105] 在上述实施例中,定位设备1提前确定第二位置并且随后相应地移动非接触式测头4。在替代实施例中,定位设备可以被配置用于伺服非接触式测头4与物体8的相对位置,直到相机42和感兴趣点成期望关系(例如,直到感兴趣点落在由相机的视野50和景深47限定的体积51内)。例如,这可以通过以下方式来实现:定位设备1被配置成使非接触式测头4沿着投影仪轴线46移动,直到如由相机的传感器检测到的光束在物体上的足迹处于相机传感器上的预定位置为止。

[0106] 图8示出本发明的替代实施例,其中第一位置与第二位置之间的运动由使用者经由操纵杆6手动地控制,而不是完全自动地控制。在这种情况下,过程200在具有可选的准备

步骤的步骤202处开始(以与图3的过程100类似的方式),诸如将非接触式测头4装载到CMM 2上和校准非接触式测头4。另外,类似于图3的过程100,在步骤204处,使用者手动地移动非接触式测头4,以便将由非接触式测头4投射的光束45布置成落在物体8上的感兴趣点上。这可以由使用者使用操纵杆6控制CMM 2和铰接式头部16来完成。在这个实施例中,在这个阶段,使用者自由地在所有自由度上(在这种情况下,在所有的三个线性自由度和两个旋转自由度上)移动非接触式测头。

[0107] 当使用者很满意光束45落在感兴趣特征上时,随后使用者例如通过按下操纵杆6上的按钮来配准感兴趣点。在这个实施例中,感兴趣点的此类配置导致非接触式测头4的后续运动被限制为沿着投影仪轴线46的运动。因此,在步骤206处,使用者可以使用操纵杆6来控制非接触式测头4沿着光束45的轴线的运动,直到非接触式测头4与物体8的感兴趣点成期望关系为止。在所述实施例中,就是在物体8的感兴趣点被包含在由相机的视野50和景深47限定的体积51内时。在所述实施例中,这可以通过要求如由相机42成像的光束45置于相机视野的具体位置处(例如,在相机视野的中间)来实现。例如,这可以通过要求如由相机42成像的光束的足迹置于相机传感器上的预定义位置处来实现。使用者可以通过以下方式而知道何时是这样的情况:观察由相机42获得的图像(例如,在显示器18上)并且当使用者可以看到光束的足迹在由相机42获得的图像上的预定义位置(例如,在图像的中间)时停止运动。可选地,过程(例如,在控制器26上)可以分析由相机获得的图像并且当光束的足迹在图像中的预定义位置处时提供信号和/或停止运动。由于非接触式测头4的运动被限制为使得它只可以沿着管束45的轴线移动,因此光束45在物体8的表面上的位置将保持在相同位置。

[0108] 这样限制运动可以帮助使用者将非接触式测头4放置在正确的高度处,而不必关心相机42没有以感兴趣点为目标。如将理解,如果非接触式测头没有沿着光束45的轴线移动,而是例如沿着相机42的光轴43移动,那么光束45落在物体8上的位置将改变。此外,由于物体的表面的形状是未知的(实际上,这就是为何检查物体的原因),因此光束45落在物体8上的位置将不可预见地改变。因此,物体8的表面上的错误点将位于由相机的视野50和景深47限定的体积51内,除非在其他维度上执行对非接触式测头的后续检查和重新定位以便将光束45(该光束是用于识别将检查什么的标记)带回到物体8上的期望感兴趣点。

[0109] 步骤208和210对应于图3的过程100的步骤110和112。

[0110] 上述所有实施例都包括以下步骤:使用者最初通过布置非接触式测头4和物体8成第一相对配置来识别待检查的目标点,在该第一相对配置下,由非接触式测头4沿着与光学检查系统的光轴43不同轴的投影仪轴线46投射的标记特征识别感兴趣目标点;以及随后移动非接触式测头4和/或物体8,以使得非接触式测头和/或物体成第二相对配置,在该第二相对配置下,感兴趣目标点和光学检查系统成期望关系,其中定位设备根据预定路径来引导此类运动。在图5的实施例中,预定路径实质上设置为如在非接触式测头4和物体8的第一相对配置下那样的投影仪轴线46。在图6和图7的实施例中,预定路径实不是如在非接触式测头4和物体8的第一相对配置下那样的投影仪轴线。实际上,以另一方式来确定预定路径。例如,可以通过确定将要放置非接触式测头的第2位置并且随后确定用于移动非接触式测头4的适当方式来确定预定路径。这可以包括确定应如何控制非接触式测头4围绕铰接式测头头部的旋转轴线A、B的取向。在图5和图6的实施例中,非接触式测头4的取向保持不变,而在图7中,非接触式测头4的取向改变。确定路径的这样的过程可以包括确定无碰撞路径,诸

如WO2009-024783中所述。

[0111] 在上述实施例中，相机42用于检测物体8上的光束45以便确定如何移动非接触式测头4，以及用于在后续检查期间检测投射的条纹图案41。然而，如将理解，不一定需要是这种情况。例如，非接触式测头4可以包括单独的相机(未示出)，该相机被配置用于检测物体8上的光束45并且据此确定如何移动非接触式测头4以便将物体8的感兴趣特征/表面布置在由检查相机42的视野50和景深47限定的体积51内。

[0112] 在上述实施例中，只关于一个感兴趣描述该方法。然而，如将理解，可以使用本发明的方法来检查多个感兴趣点。这可以一次一个点地完成，由此使用者移动非接触式测头以使用光束45来配准一个感兴趣点，并且随后定位设备引导非接触式测头4的运动(例如，自动地)以便将非接触式测头4放置在相对于感兴趣点的正确偏移/高度处，在该点处检查表面(例如，获得表面的图像)，然后使用者将非接触式测头4移动到不同位置以便配准不同的感兴趣点并且再次重复该过程。可选地，可以进行“配准阶段”，由此在非接触式测头4针对感兴趣点中的任一个移动到预定期望关系之前，使用者配准物体的表面上的不同感兴趣点。这可以要求将非接触式测头4移动(例如，手动地)移动到多个不同位置，以便定位光束45使得它落在每个感兴趣点上，并且随后配准每个感兴趣点(例如，通过使用者按下按钮以向定位系统指示光束45落在感兴趣点上)。当配准阶段完成时，那么该方法可以行进到“测量阶段”，其中非接触式测头依次自动地移动，以便以相对于在配准阶段中识别的感兴趣点中的一些或全部的预定期望关系(例如，以预定偏移)来定位非接触式测头，并且随后当非接触式测头4处于预定期望关系时，检查表面(例如，获得一个或多个图像)。此类过程可以通过例如包括在图4中的步骤104处的回路(如由虚线所示)来实现。

[0113] 如将理解，本文件中对光和光源的引用意图是指在电磁光谱的红外范围到紫外范围中的任何地方的光以及被配置用于发出在该范围内的光的光源。

[0114] 在所述实施例中，坐标定位机是串联CMM(即，其中三个线性自由度由串联地布置的三个独立的正交运动轴线提供，在这种情况下具有附加的两个旋转自由度，由此使得机器成为所谓的5轴机器)。然而，如将理解，本发明也可以与其他类型的测量机一起使用，例如不同类型的定位机，诸如并联CMM、(机器人)测量臂等。本发明还可以与除了专用测量机之外的机器一起使用，例如，本发明可以与诸如机床的定位机一起使用。此外，如将理解，本发明适合与笛卡尔和非笛卡尔定位机一起使用，诸如极坐标定位机和球面坐标定位机。

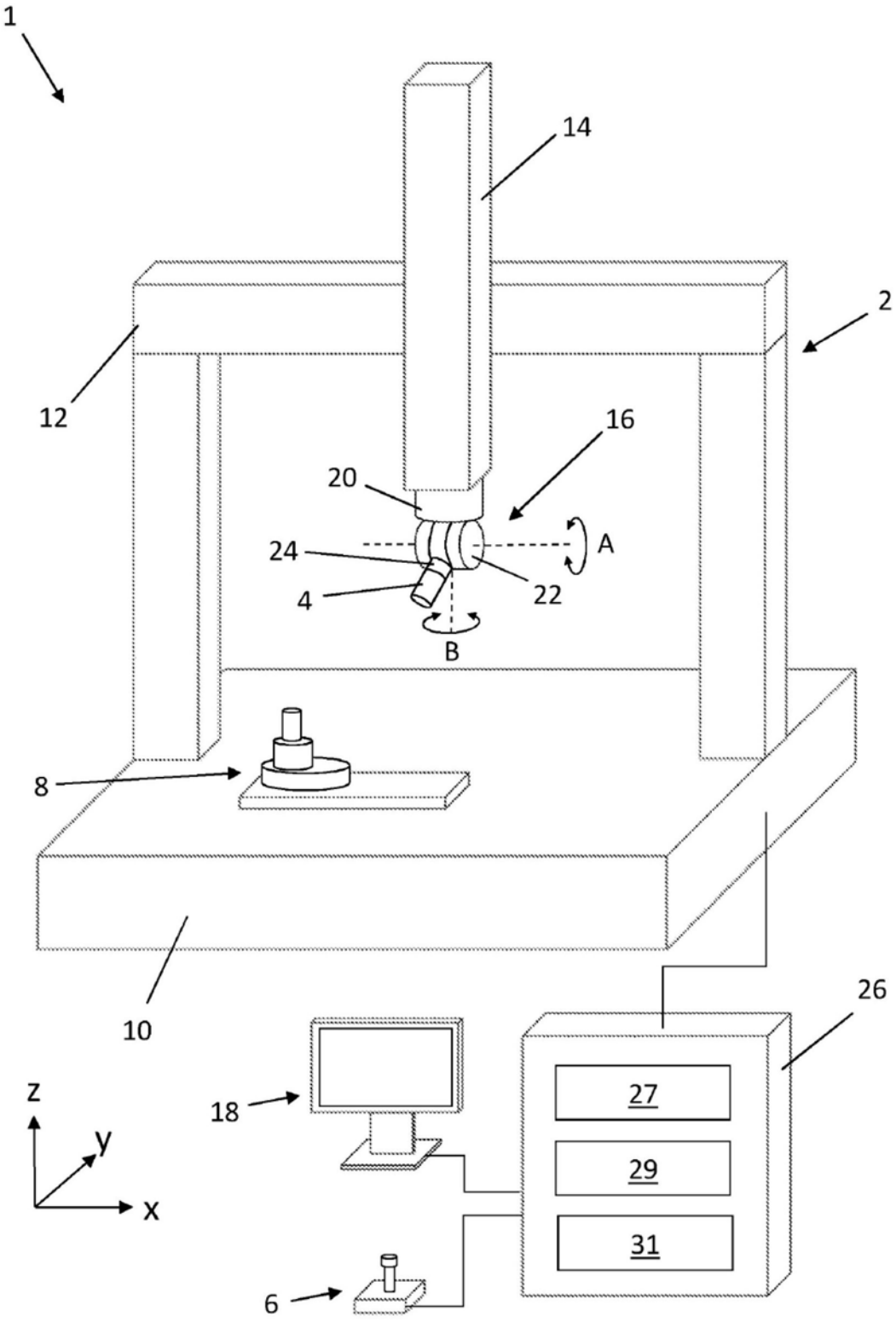


图1

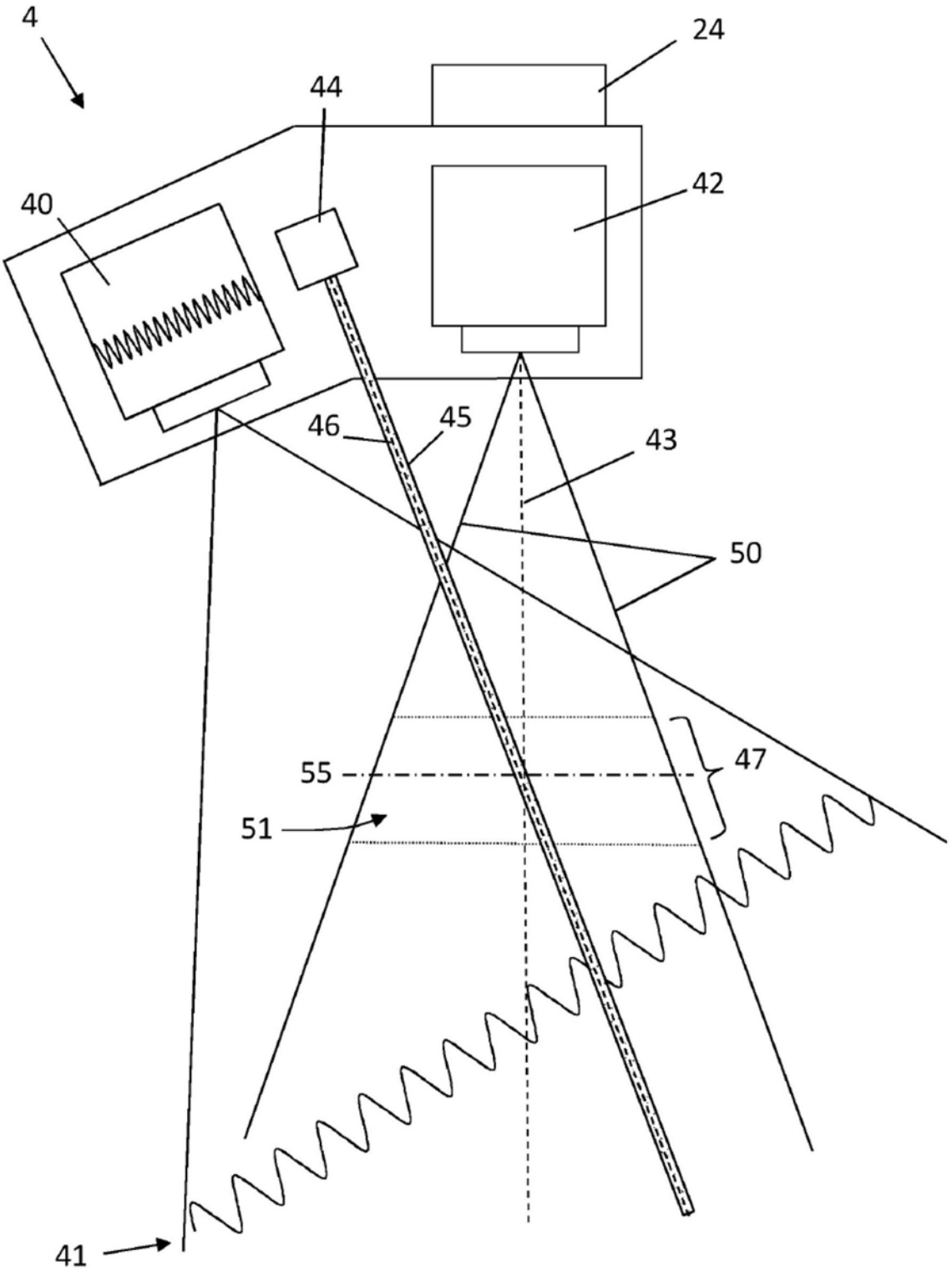


图2

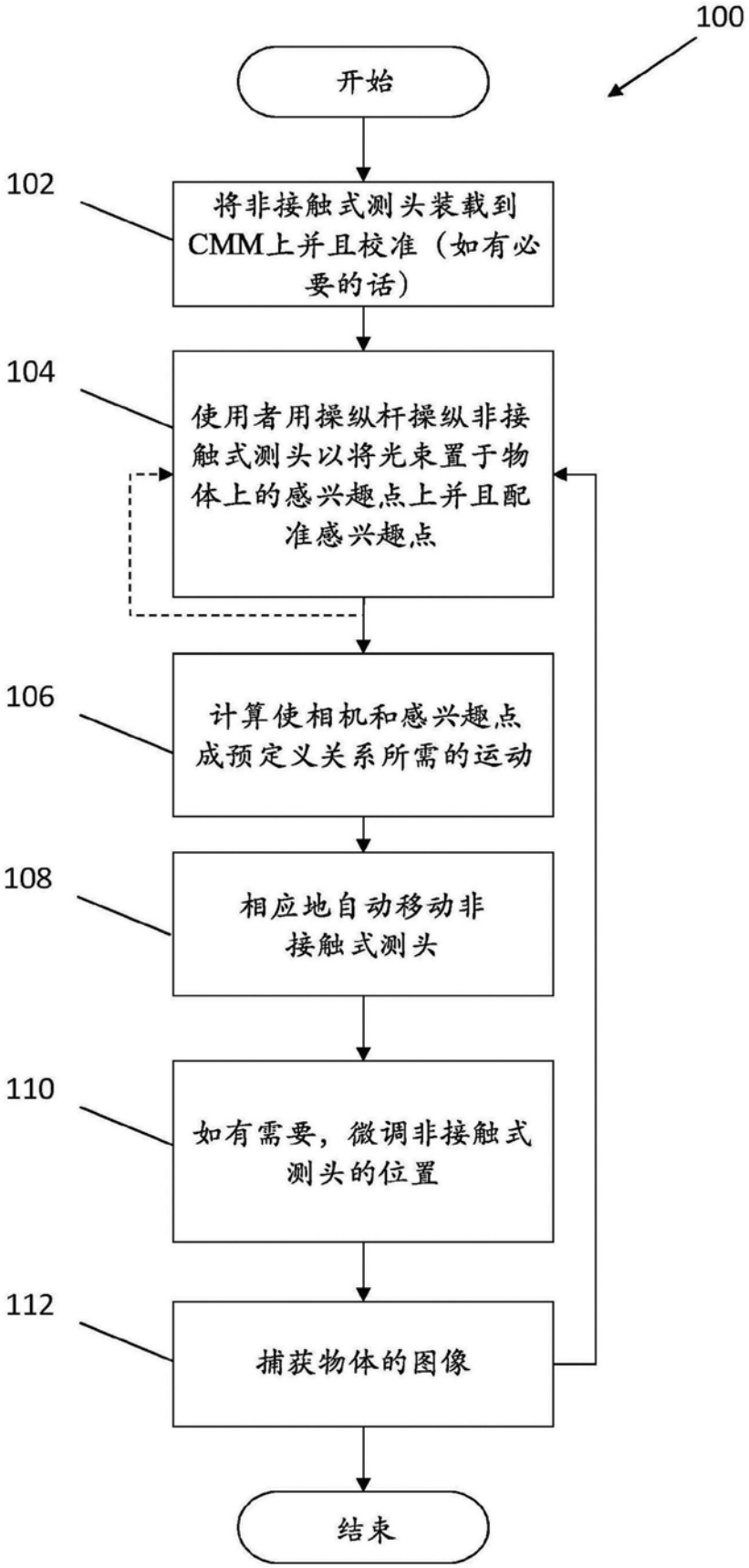

100
开始
102
将非接触式测头装载到CMM上并且校准（如有必要的话）
104
使用者用操纵杆操纵非接触式测头以将光束置于物体上的感兴趣点上并且配准感兴趣点
106
计算使相机和感兴趣点成预定义关系所需的运动
108
相应地自动移动非接触式测头
110
如有需要，微调非接触式测头的位置
112
捕获物体的图像
结束

图3

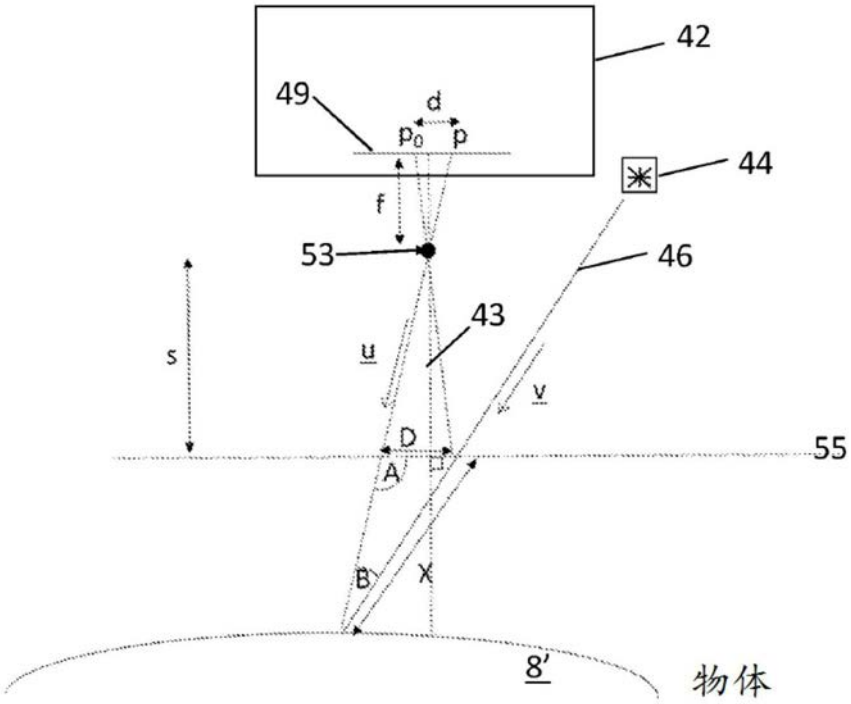


图4

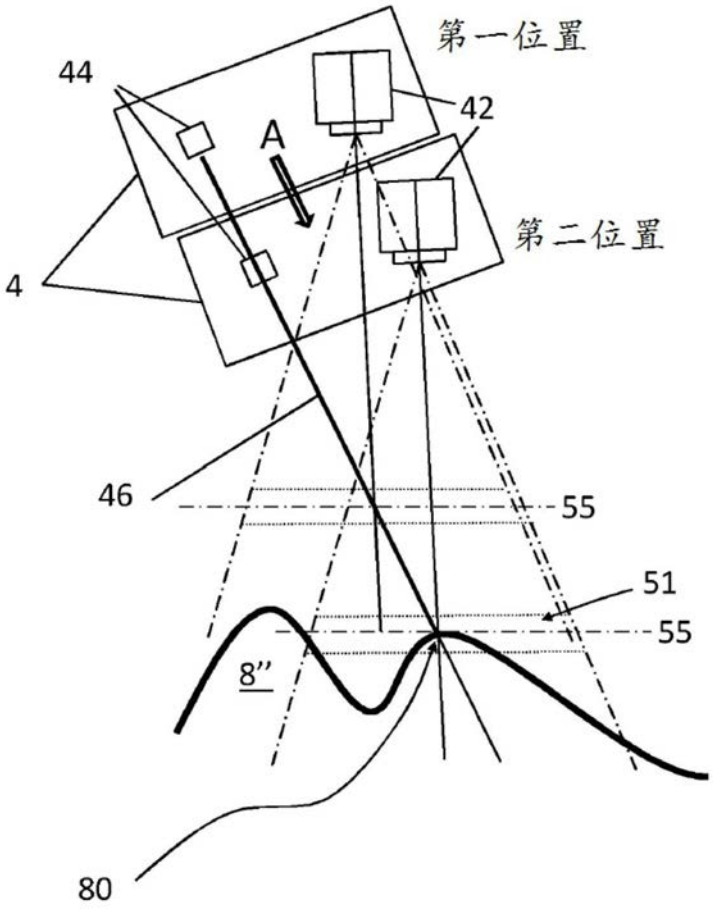


图5

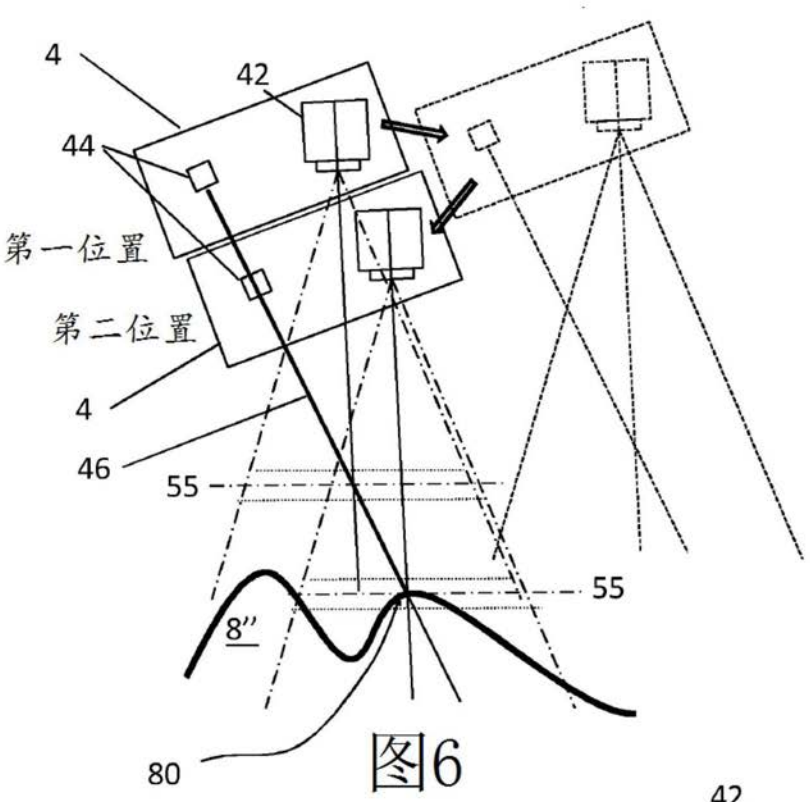


图6

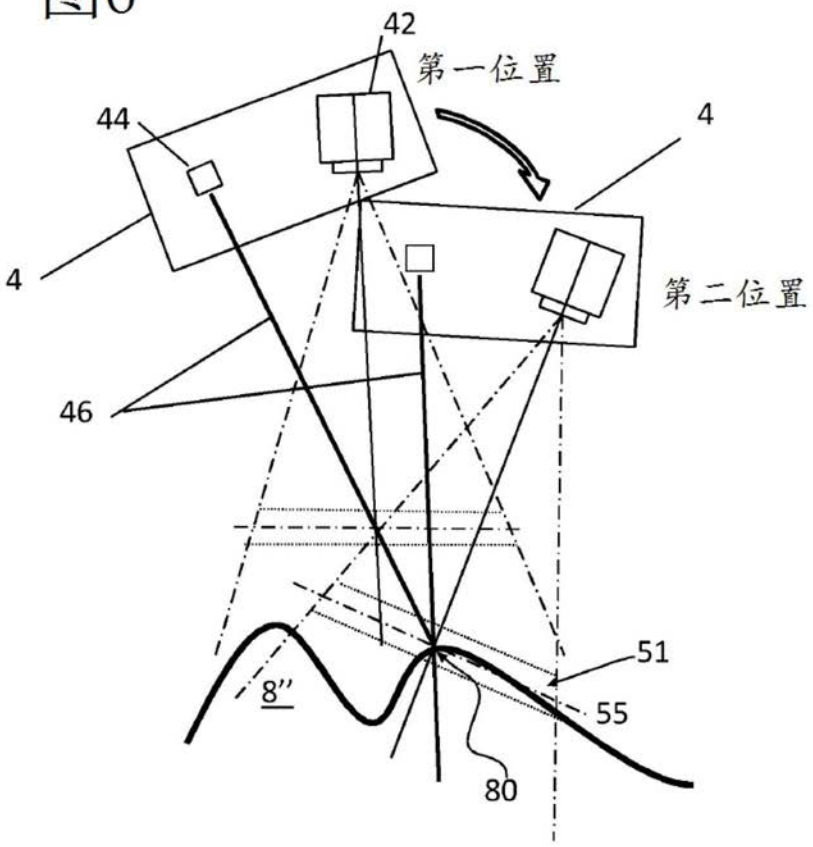


图7

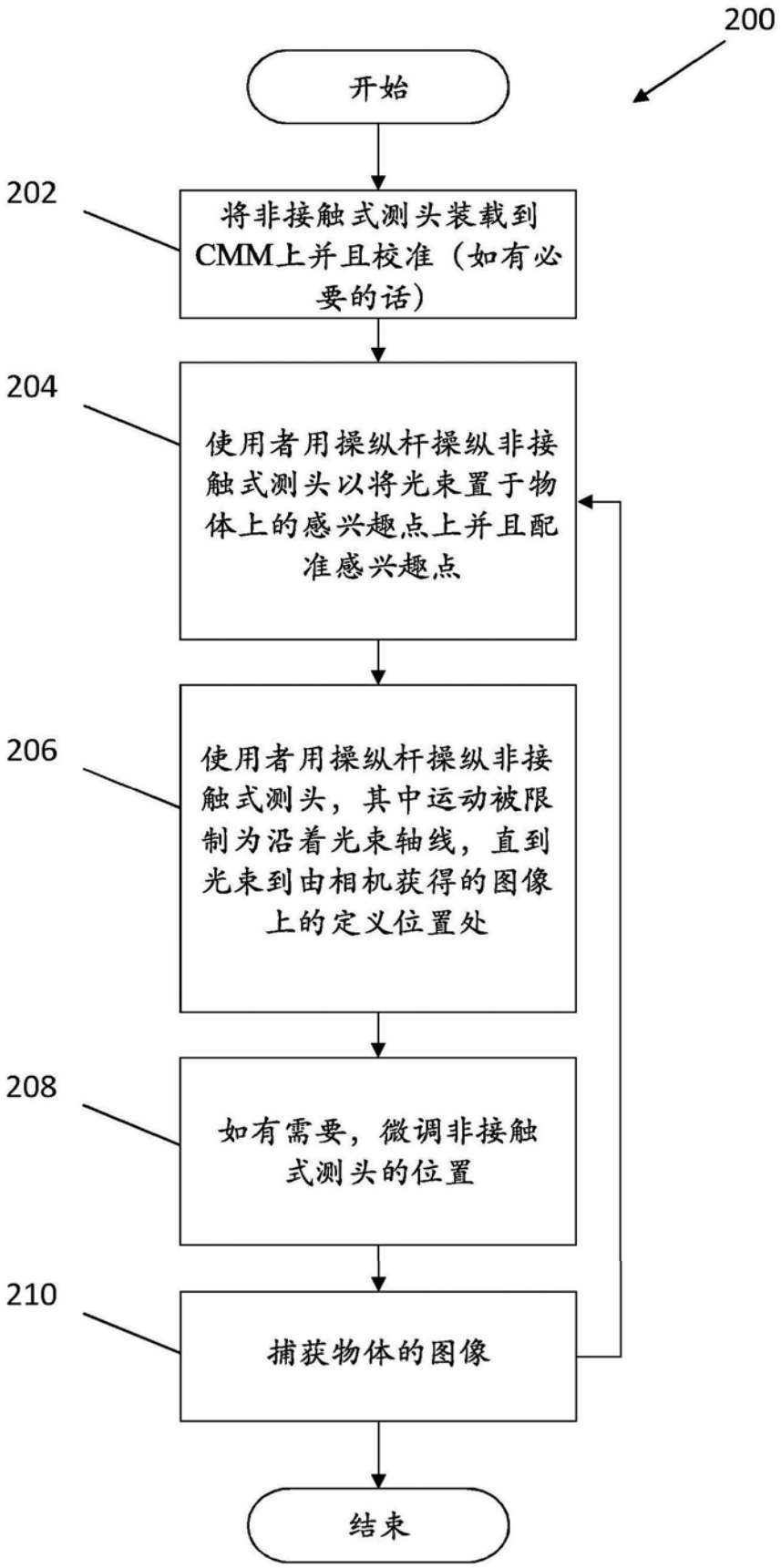

200
开始
202
将非接触式测头装载到CMM上并且校准（如有必要的话）
204
使用者用操纵杆操纵非接触式测头以将光束置于物体上的感兴趣点上并且配准感兴趣点
206
使用者用操纵杆操纵非接触式测头，其中运动被限制为沿着光束轴线，直到光束到由相机获得的图像上的定义位置处
208
如有需要，微调非接触式测头的位置
210
捕获物体的图像
结束

图8