



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103827623 B

(45)授权公告日 2016.12.07

(21)申请号 201280044062.1

(73)专利权人 瑞尼斯豪公司

(22)申请日 2012.08.09

地址 英国格洛斯特郡

(65)同一申请的已公布的文献号

(72)发明人 凯文·巴里·乔纳斯

申请公布号 CN 103827623 A

利奥·克里斯托弗·萨默维尔

(43)申请公布日 2014.05.28

(74)专利代理机构 北京金思港知识产权代理有限公司 11349

(30)优先权数据

代理人 邵毓琴

1113715.5 2011.08.09 GB

(51)Int.Cl.

61/550,669 2011.10.24 US

G01B 5/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

G01B 21/04(2006.01)

2014.03.11

审查员 李宏英

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2012/000647 2012.08.09

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/021157 EN 2013.02.14

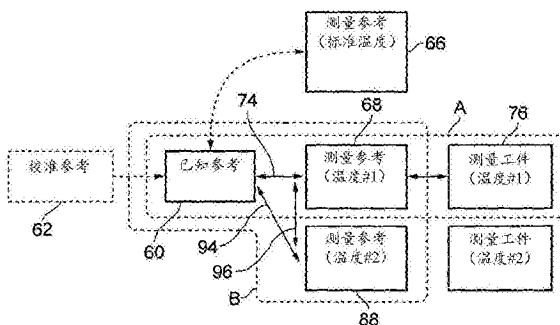
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

用于检查工件的方法和设备

(57)摘要

在测量设备上测量一系列名义相同的生产工件。为了针对温度变化进行校正，所述工件中的一个工件形成标准制品，其度量例如通过外部校准是已知的。所述标准制品在两个或者更多个温度于所述测量设备上测量，产生所述标准制品在相应温度时对应的两组或者更多组测量度量值。生成将所述标准制品的所述测量度量值与所述标准制品的已知度量相关联的一个或者多个误差图或者查找表或者函数。所述一个或者多个误差图、查找表或函数依赖于测量所述标准制品时的相应温度。使用源自于所述一个或者多个误差图、查找表或函数的校正值来校正系列生产工件的测量结果。这些校正值根据获得所述工件测量结果时的温度来确定。



1. 一种在测量设备上进行的测量方法,所述测量方法包括:

以参考工件形式提供标准制品,所述参考工件是待测量的一系列名义相同的工件中的一个工件,所述标准制品具有从所述测量设备的外部来源获知的度量,

在两个或者更多个温度于所述设备上测量所述标准制品,并产生所述标准制品在相应温度时的两组或者更多组对应的测量度量值,

测量在所述标准制品被测量时的所述温度,

生成将所述标准制品的所述测量度量值与所述标准制品的已知度量相关联的一个或者多个误差图或者查找表或者函数,所述或者每个误差图、查找表或函数依赖于所述标准制品被测量时的所述相应温度。

2. 根据权利要求1所述的测量方法,其中,一个误差图或者查找表或者函数在多个所述相应温度将所述标准制品的所述测量度量值与所述标准制品的所述已知度量相关联。

3. 根据权利要求1所述的测量方法,其中,相应的误差图或者查找表或者函数在相应的所述温度将所述标准制品的所述测量度量值与所述标准制品的所述已知度量相关联。

4. 根据权利要求1所述的测量方法,所述测量方法进一步包括:

在所述设备上测量生产工件以获得测量工件度量值,并测量获得所述工件度量值时的温度,以及

采用源自于所述误差图、查找表或函数的校正值来校正所述工件度量值,

其中,所述校正值根据获得所述工件度量值时的温度来确定。

5. 一种在测量设备上进行的测量方法,所述方法包括:

以参考工件形式提供标准制品,所述参考工件具有从所述测量设备的外部来源获知的度量,

在第一温度于所述设备上测量所述参考工件,并产生所述参考工件在所述第一温度时得到的第一组测量度量值,

生成将所述参考工件在所述第一温度时的所述测量度量值与所述参考工件的已知度量相关联的至少一个误差图或者查找表或者函数,

在所述设备上测量生产工件以获得测量工件度量值,并测量获得所述工件度量值时的温度,以及

采用源自于所述误差图、查找表或函数的校正值来校正所述工件度量值,

其中,所述校正值根据获得所述工件度量值时的温度来确定。

6. 根据权利要求4或权利要求5所述的方法,所述方法包括检查测量或者准备测量生产工件时的温度是否在预定的公差内对应于所述误差图或者查找表或者函数的温度,并且如果对应,则采用源自于对应的误差图或者查找表或者函数的校正值校正所述工件度量值。

7. 根据权利要求4或权利要求5所述的方法,所述方法包括检查测量或者准备测量生产工件时的温度是否在预定的公差内对应于所述误差图或者查找表或者函数的温度,并且如果不对应,则重新测量所述标准制品并产生所述标准制品在相应温度时的另一组测量度量值。

8. 根据权利要求4或权利要求5所述的方法,其中,所述生产工件是一系列名义相同的工件中的一件工件。

9. 根据权利要求4或权利要求5所述的方法,其中,所述测量设备被确认为不是绝对式

测量系统。

10. 根据权利要求4或权利要求5所述的方法,其中,所述测量设备被确认为是绝对式测量系统。

11. 根据权利要求4或权利要求5所述的方法,其中,已知的标准制品度量是通过校准所述标准制品来获得的。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述标准制品在独立的测量系统上校准,所述独立的测量系统被确认为是绝对式测量系统。

13. 根据权利要求1或权利要求5所述的方法,其中,形成所述标准制品的所述工件的所述已知度量从该工件的设计数据获得。

14. 根据权利要求4或权利要求5所述的测量方法,其中,所述校正值根据获得所述工件度量值时的温度从所述一个或者多个误差图、查找表或函数通过外推法或者内插法得到。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中,所述校正值采用源自于两个或者更多个误差图或者查找表的函数通过内插法得到。

16. 根据权利要求1或权利要求5所述的方法,其中,所述测量度量值是所述制品或者工件的表面上的各个点的坐标测量结果。

17. 根据权利要求1或权利要求5所述的方法,其中,所述测量度量值是所述制品或者工件的特征的测量度量。

18. 根据权利要求1或权利要求5所述的方法,其中,所述测量度量值是所述制品或者工件的特征之间的度量关系。

19. 根据权利要求1或权利要求5所述的方法,其中,所述测量设备是坐标测量设备。

20. 根据权利要求19所述的方法,其中,所述坐标测量设备包括被安装成围绕一个或者两个轴线旋转的探头。

21. 根据权利要求1或权利要求5所述的方法,其中,所述测量设备包括接触式探头。

22. 根据权利要求1或权利要求5所述的方法,其中,所述测量设备包括非接触式探头。

23. 测量设备,该测量设备被构造成执行前述权利要求中任一项所述的方法。

用于检查工件的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及用于检查工件度量的测量设备,更具体地说是涉及坐标测量设备。坐标测量设备包括例如坐标测量机(CMM)、机床、手动坐标测量臂和检查机器人。

背景技术

[0002] 在生产工件后在具有支撑探头的可移动部件的坐标测量机(CMM)上检查它们是常规操作,所述探头可以在该坐标测量机的三维工作体积内驱动。

[0003] CMM(或者其他坐标测量设备)可以是所谓的笛卡尔机器,其中,支撑探头的可移动部件经由三个串联的托架(carriage)安装,所述三个串联的托架可以各自在三个正交的方向X、Y、Z上移动。可以选择的是,所述CMM可以是非笛卡尔机器,例如,包括3个或者6个可延伸的撑杆(strut),所述撑杆各自在所述可移动部件和相对固定的基座部件或者框架之间平行连接。然后,通过协调(coordinate)所述3个或者6个撑杆的各自延伸来控制所述可移动部件(并且因而所述探头)在所述X、Y、Z工作体积中的移动。非笛卡尔机器的一个实例示于国际专利申请W003/006837和W02004/063579中。

[0004] 热膨胀和收缩影响工件的测量结果。为了在变化的热环境中精确地测量工件,从美国专利N0.5,257,460(McMurtry)和5,426,861(Shelton)已知对参考工件或者具有与工件相似的尺寸或形状的标准制品(master artefact)进行测量。然后,将这些测量结果与受检查的生产工件在相同的热环境中的测量结果相比较。例如,如果标准制品/参考工件是一系列名义相同的工件中的已知的良好工件,则其可以用作比较所有其他工件的基准。如果需要绝对式测量结果,则可以在更加精确的测量机器上校准所述标准制品/参考工件。

[0005] 如果在对一系列名义相同的工件进行测量的过程中热环境发生变化,则上述技术会发现问题。为了保持精确度,需要重新制定标准(即,对所述标准制品进行重新制定标准)以提供用于随后比较测量的新基准。这耗费时间。而且,在改变的环境中,需要如此重新制定标准的频率是可变化的,并且可能是未知的或者难以确立的。

发明内容

[0006] 本发明的一个方面提供了一种在测量设备上进行的测量方法,所述测量方法包括:

[0007] 提供具有已知度量的标准制品,

[0008] 在两个或者更多个温度于所述设备上测量所述标准制品,并产生所述标准制品在相应温度时的两组或者更多组对应的测量度量值,

[0009] 测量所述标准制品被测量时的所述温度,

[0010] 生成将所述标准制品的所述测量度量值与所述标准制品的所述已知度量相关联的一个或者多个误差图或者查找表或者函数,所述或者每个误差图、查找表或函数依赖于所述标准制品被测量时的所述相应温度。

[0011] 所述一个或者多个误差图、查找表或函数然后可以和所述相应温度的测量值一起

存储。

[0012] 本发明的第二方面提供了一种在测量设备上进行的测量方法，所述测量方法包括：

[0013] 提供具有已知度量的标准制品，

[0014] 在第一温度于所述设备上测量所述标准制品，并产生所述标准制品在所述第一温度时得到的第一组测量度量值，

[0015] 在至少第一温度于所述设备上测量所述标准制品，并产生所述标准制品在相应的一个或者多个温度时的至少第二组测量度量值，

[0016] 生成将所述标准制品在至少所述第一和第二温度时的所述测量度量值与测量所述度量值时的温度和所述标准制品的所述已知度量相关联的一个或者多个误差图或者查找表或者函数。

[0017] 在上述方面中的任一方面，一个误差图或者查找表或者函数可以在多个相应温度将所述标准制品的测量度量值和所述标准制品的已知度量相关联。可以选择的是，相应的误差图或者查找表或者函数可以在相应的所述温度将所述标准制品的测量度量值和所述标准制品的已知度量相关联。

[0018] 所述标准制品可以具有与待测量工件的特征的度量相似的特征。例如，其可以具有形状、尺寸或者位置相似的特征。其可以是形成待测量的一系列名义相同的工件之一的工件。

[0019] 所生成的一个或者多个误差图或者查找表或者函数可以被用来校正生产工件的随后测量结果。这样的方法可以包括在所述设备上测量生产工件以获得测量工件度量值；并测量获得所述测量工件度量值时的温度。然后采用源自于根据获得所述工件度量值时的温度确定的所述误差图或者查找表或者函数的校正值来校正所述测量工件度量值。

[0020] 本发明的第三方面提供了一种在测量设备上测量工件的方法，所述方法包括：

[0021] 以参考工件形式提供标准制品，所述参考工件具有已知度量，

[0022] 在第一温度于所述设备上测量所述参考工件，并产生所述参考工件在所述第一温度时得到的第一组测量度量值，

[0023] 生成将所述参考工件在所述第一温度时的所述测量度量值与所述参考工件的所述已知度量相关联的至少一个误差图或者查找表或者函数，

[0024] 在所述设备上测量生产工件以获得测量工件度量值，并测量获得所述工件度量值时的温度，以及

[0025] 采用源自于所述误差图、查找表或函数的校正值来校正所述工件度量值，

[0026] 其中，所述校正值根据获得所述工件度量值时的温度来确定。

[0027] 在一个有利的方式中，上述方法可以进一步包括：

[0028] 在至少一个另外的温度测量所述参考工件，并产生所述参考工件在相应的一个或者多个温度时的至少另外一组测量度量值，

[0029] 其中，所述误差图或者查找表或者函数还将所述参考工件在另外的所述一个或者多个温度时的所述测量度量值与所述参考工件的所述已知度量相关联。

[0030] 在一个可以选择的有利的方式中，所述方法可以进一步包括：

[0031] 在至少一个另外的温度测量所述参考工件，并产生所述参考工件在相应的一个或

者多个温度时的至少另外一组测量度量值，

[0032] 生成将所述参考工件在另外的所述一个或者多个温度时的测量度量值与所述参考工件的所述已知度量相关联，以及

[0033] 根据获得所述工件度量值时的温度，采用来自于所述至少一个另外的误差图或者查找表或者函数的校正值来校正所述工件度量值。

[0034] 于是，在这些可以选择的方式中，可以存在一个提供对应于多个温度的校正值的综合的图、查找表或者函数，或者可以存在针对不同的温度的独立的误差图、查找表或者函数。

[0035] 在本发明的上述方面的任意方面，所述方法可以包括检查测量或者准备测量生产工件时的温度是否在预定的公差内对应于所述误差图或者查找表或者函数中的一个误差图或者查找表或者函数的温度，如果对应，则采用源自于对应的误差图或者查找表或者函数的校正值来校正所述工件度量值。

[0036] 在本发明的上述方面的任意方面，所述方法可以包括检查测量或者准备测量生产工件时的温度是否在预定的公差内对应于所述误差图或者查找表或者函数的温度，如果不对应，则对所述标准制品进行重新制定标准并产生所述标准制品在所述相应温度时的另一组测量度量值。

[0037] 可以选择的是，如果在获得所述工件测量值时的温度和误差图或者查找表或者函数的温度之间存在差异，那么可以例如通过内插法或者外推法由一个或者多个所述误差图或者查找表确定校正值。例如，这可以通过拟合将在不同温度获得的测量值相关联的函数来进行；或者可以通过使用温度差异和工件的材料的热膨胀系数进行计算来进行。可以选择的是，如果温度差异大于希望的公差，那么可以摒弃该工件测量值。

[0038] 在本发明的上述方面的任意方面，所述标准制品可以具有与待测量的生产工件的特征相对应的度量(它们的形状、尺寸和/或位置)的特征。或者所述标准制品可以是一系列名义相同的生产工件中的一个工件。在提到生产工件时，其可以是一系列名义相同的工件中的一个工件。

[0039] 已知的标准制品度量可以从所述测量设备的外部来源获得。这可以通过校准所述标准制品来获得。所述标准制品可以在更精确的测量系统上(可能在独立的温度受控的环境中)校准。这种系统可以是经确认的绝对式测量系统。可以选择的是，在参考工件的情况下，其度量可以由该参考工件的设计数据获得。

[0040] 测量设备可以是坐标测量设备，例如坐标测量机。

[0041] 参考工件或者生产工件的测量度量值可以简单地为该工件的表面上的各个点的坐标测量结果。可以选择的是，所述测量度量值可以是所述参考工件或者生产工件的特征的测量度量。它们可以得自于点的这些坐标测量结果。

[0042] 本发明的又一方面提供了测量设备和软件，所述测量设备被构造成执行上述方法，而所述软件被设计成使测量设备执行所述方法。

附图说明

[0043] 本发明的优选的实施方式现在将通过举例的方式参照如下附图进行描述，其中：

[0044] 图1是非笛卡尔坐标测量设备或机器(CMM)的图示。

- [0045] 图2图示地显示了所述机器的计算机控制系统的一部分。
- [0046] 图3是显示了在一个或者多个工作日期间在一般工厂中环境温度的变化的图表。
- [0047] 图4是示出在优选的实施方式中发生的过程的示意图。
- [0048] 图5和6是使CMM执行根据本发明的方法的软件程序在计算机控制系统运行时的流程图。

具体实施方式

[0049] 在图1所示的坐标测量机中,待测量的工件10被放置在工作台12(其构成该机器的固定结构的一部分)上。具有主体14的探头被安装至可移动平台部件16上。所述探头具有可移位的细长触针18,所述可移位的细长触针18在使用中与工件10接触以进行度量测量。

[0050] 可移动平台部件16由支撑机构20(只显示其一部分)固定至机器的固定结构。在本实施例中,支撑机构20如国际专利申请W003/006837和W02004/063579所述。其包括在平台16和机器的固定结构之间平行延伸的3个套筒式可延伸撑杆22。每个撑杆22的每个末端全部分别可枢转地连接至平台16或者所述固定结构,并且由各自的马达延伸和收缩。延伸的量由各自的编码器测量。用于每个撑杆22的马达和编码器构成控制所述撑杆的延伸和收缩的伺服环路的一部分。在图1中,在它们的伺服环路中的三个马达和编码器一般以附图标记24示出。

[0051] 支撑机构20还包括3个被动防旋转器件32(在图1中只显示其中的1个)。所述防旋转器件在平台16和机器的固定结构之间平行延伸。每个防旋转器件针对一个旋转自由度约束平台16。结果,平台16仅在三个平移自由度上可移动,但是不能倾斜或者旋转。所述防旋转器件的更多讨论请参见美国专利No.6,336,375。

[0052] 参照图1和2,计算机控制26在已针对工件10的测量所编写的部件程序34的控制下对可移动平台16进行定位。为了实现所述定位,控制26协调3个撑杆22各自的延伸。程序例行程序(program routine)36将X、Y、Z笛卡尔坐标中的命令从所述部件程序变换(transform)成对应的所述撑杆所要求的非笛卡尔长度。这样产生针对伺服环路24中的每一个的指令信号28,因而其结果是,3个撑杆22延伸或收缩以对平台16进行定位。每个伺服环路以已知的方式动作以驱动各自的马达从而使编码器输出遵循所述指令信号28,从而管控以使它们均衡。

[0053] 控制26还从构成伺服环路的一部分的编码器接收测量信号30。这些指示每个撑杆22的即时非笛卡尔长度。它们由程序例行程序38变换回到笛卡尔X、Y、Z坐标以供所述部件程序34使用。

[0054] 探头14可以是触摸触发式探头,该探头在触针18接触工件10时向计算机控制26发出触发信号。可以选择的是,探头可以是所谓的测量探头或者模拟探头,从而向控制26提供模拟或数字输出,其测量触针18相对于探头的主体14在3个正交方向X、Y、Z上的位移。代替接触式探头,其可以是非接触式探头例如光学探头。

[0055] 在使用时,不管是在点对点测量模式中还是在扫描工件的表面时,在部件程序的控制下,平台16移动以对探头14相对于工件10进行定位。对于触摸触发式测量,在其接收到触摸触发信号时,计算机控制26从撑杆22的编码器获取非笛卡尔测量信号30的即时读数,并且变换例行程序38处理这些读数以确定接触工件表面的点的X、Y、Z笛卡尔坐标位置。在

测量探头或者模拟探头的情况下,所述控制将探头的即时输出与由撑杆的测量信号30变换成笛卡尔坐标系的即时数值结合。在扫描的情况下,这可以在大量的点处进行以确定工件表面的形式。如果需要,可以使用来自测量探头或者模拟探头的反馈来改变指令信号28,使得机器移动探头以便将其保持在工件表面的希望的测量范围内。

[0056] 图3是显示一个或者多个工作日期间一般工厂中的环境温度的变化的图表。该图示出了环境温度如何从一个工作班次到下一个工作班次发生变化。例如,在夜间班次42的过程中温度在40处降到其最低点。在上午班次44的过程中又上升,在下午/傍晚班次48的过程中在46处升到最高温度。在随后的天数中重复相似的循环。

[0057] 当然,待测量的工件和测量工件的机器遭遇这些温度波动,除非校正,否则测量结果是不精确的。在上述现有技术方法中,其针对制品进行比较测量以获得精确度,该方法一直需要在一天中的多个时间点重新制定标准(即重新测量制品),只要温度发生了变化,例如在图3中在50A至D、52、52A至C示出的点处。

[0058] 在图1中示出的本发明的实施方式包括红外温度传感器54,该传感器可以方便地安装在可移动平台部件16上以找到(address)正在被测量的工件10的位置并测量它的温度。可以选择的是,红外传感器54A可以被安装在CMM的固定结构例如可选的撑架或支架56上,以测量工件温度。这种红外传感器可以简单地获得工件表面的区域的温度的平均读数,或者其可以是被布置成识别并获取特定工件特征的温度的热成像传感器。

[0059] 在另一个可以选择的方式中,如果CMM具有用于自动交换探头14的装置,则其可以与接触工件10的表面并驻留在那里一段时间以测量工件表面的温度的接触式温度传感器(未示出)交换。这种可交换的接触式温度传感器在美国专利No. 5011297中有描述。或者温度传感器(例如热电偶)可以手动地放置在工件的表面上,如54D处所示。

[0060] 在又一个可以选择的方式中,可以设置任何适当类型的简单的环境温度传感器(例如热电偶)以获取环境温度,而不是专门测量工件的温度。

[0061] 图1显示了这样可以选择的温度传感器54B,其安装至平台16或者探头14。在该位置,该探头能够测量工件10附近的环境温度,不受到马达生成的热的不利影响。另一个选择是温度传感器54C,其安装至机器的固定结构,或者独立于机器,以获取背景环境温度。

[0062] 可以使用两个或者更多个温度传感器,例如一个靠近工件,例如传感器54或者54B或者54D,另一个例如54C,其获取背景环境温度。控制26然后可以被编程为使用来自两个或者更多个温度传感器的读数的加权平均数,例如90%来自背景传感器,而10%来自靠近工件的传感器。可以通过试错法调整相对权重以获得良好的结果。

[0063] 在使用中,所描述的设备可以用来检查名义相同或者基本相同的一系列生产工件,例如在它们从生产线下线的时候,或者在它们在机床上制造的时候。为此,计算机控制26可以操纵如图4至6所示的程序。这些过程的一些步骤可以手动执行,或者包括手动介入。例如,在需要将物品放置在CMM的工作台12上的时候,这可以通过手动进行或者通过机器人进行。

[0064] 在这个方法的开始(图4和5中的步骤60),标准制品—参考工件—被放置在CMM的工作台12上。所述标准制品/参考工件可以是一系列名义相同或者基本相同的生产工件中的第一个工件,由此具有与随后待测量工件的度量相似的特征。或者,其可以是专门制造的制品,该制品具有一个或者很多个特征,所述特征具有与一系列生产工件中的工件的特征

相似的度量(此处对参考工件的参考等效地适用于这样专门制造的制品,反之亦然)。

[0065] 例如,特征可以具有相似的形状,和/或它们的尺寸和/或位置可以相对应。和/或特征之间的度量关系可以相对应。例如,所述标准制品/参考工件可以具有诸如孔等特征,所述孔间隔与生产工件的对应特征相似的距离。或者,其可以具有与生产工件的平行表面相对应的平行表面。所述标准制品或者参考工件不是非得完美地加以制造;其度量可以偏离名义设计值。

[0066] 适当校准所述标准制品/参考工件的度量,使得它们是已知的(图4,步骤62)。在一个优选的实施方式中,它们从图1的测量设备外部来源获知。这可以通过在独立的测量设备例如更精确的坐标测量机上测量所述标准制品/参考工件的度量来进行(图5,步骤64)。该机器本身已经被校准,并且根据可追溯的标准被确认为绝对式测量系统,并且其可以在温度受控的环境中使用。

[0067] 可以选择的是,如果图1的坐标测量设备本身已经校准过,那么可以在例如25°C等标准温度在该坐标测设备上测量制品度量—图4,步骤66(不过,像下文所建议的那样,如果图1中的坐标测量设备没有校准过,这是不可行的)。

[0068] 另一种可能是,制品的度量可以仅通过从该制品的设计数据(例如绘图或者CAD文件)获得它们而从外部来源获知。这假设该制品已经按照设计数据得以精确制造,因此如果该制品不是一系列待测量的工件中的一个工件的话,这是特别适合的。

[0069] 在步骤68(图4),在第一温度测量已知标准制品/参考工件的度量。取决于一天的时间,该第一温度可以是图3中示出的温度中的任意温度,例如温度50A。如图5中所示,测量所述参考工件的步骤68(以任意顺序)包括步骤70和72。

[0070] 在步骤70中,在部件程序34的命令下,通过将探头14相对于标准制品或参考工件移动而对所述标准制品或参考工件的度量进行测量,以获得在该工件表面上的各希望的点处的坐标测量结果。每个独立的点的坐标测量结果本身可以被视为测量度量值。可以选择的是,根据这些坐标测量结果,可以推出特征的测量度量值,例如圆形特征的直径,沟槽的宽度、凸缘的厚度等。或者,所述推出的测量度量值可以是特征之间的关系。例如,它们可以是特征如孔的间距,或者它们可以表示名义相互平行的表面的平行性。在这些情况的任意情况下,将这些测量度量值存储为控制26的存储介质62中的比较值。

[0071] 在步骤72中,所述标准制品或者参考工件的第一温度读数由温度传感器54(或者一个或者多个所提到的其他类型的传感器,如54A、54B或者54C)读取。将对应的第一温度值与所述度量测量值一起存储。

[0072] 现在在74步骤中计算第一误差图或者查找表或者误差函数。这对在第一温度时参考工件的测量度量和已知度量进行比较并将它们相关联。第一误差图或者查找表或者函数也和对应的第一温度值一起存储在控制26的存储介质62中。它们可以存储在存储介质的硬盘上的文件或者文件夹中,或者存储在易失性(volatile)或者非易失性存储器中。

[0073] 在实现包含在图4的框线A内并且还显示在图6中的本发明的第一实施方式中,所述方法按照如下进行。使用一系列的生产工件10替换所述标准制品/参考工件,每个生产工件按顺序放置在工作台12上。在步骤76中,针对每个工件,在部件程序34的控制下进行度量测量。这产生与所述标准制品或者参考工件的如上所讨论的类型相同的测量度量值。在此之前或者之后,在步骤78中,从传感器54(或者54A、54B、54C)读取温度读数。在步骤80中,所

述程序确定步骤78中读取的温度是否等于(或者在预定公差内充分地接近)步骤68中的误差图或者查找表或者函数所记录的温度。如果答案是“是”,则在步骤82中应用误差图或者查找表或者函数,以校正测量结果。结果存储在存储介质62中。

[0074] 然后更换工件,并针对系列生产工件中的每个生产工件重复步骤76、78、80和82。这继续直到步骤80导致答案“否”的时候—换言之,直到温度已经改变到不再充分地接近记录误差图或者查找表或者函数时的温度的程度。

[0075] 没有必要为每一个被测量(步骤76)的单独工件检查温度(步骤78)。如果温度仍然充分地接近记录误差图、查找表或函数时的温度,通常只按周期间隔检查就够了。例如,这可以按有规律的时间间隔进行检查,或者在测量预定数量的工件之后进行检查。可以选择的是,可以在测量每件工件之前或者之后监控温度,以检查温度是否已经改变超过预定的量。如果温度没有改变,或者温度改变处在先前数值的预定公差内,那么对系列工件中的下一个工件重复步骤76、80和82。

[0076] 如图3所示,预期温度将在日周期中发生变化。如果在步骤80中确定温度已经改变超过预定的公差(即,答案为“否”),那么可以只是停止测量过程,并且例如通过报警信号警告操作者。然而,存在若干种备用选择。

[0077] 在一种选择中(步骤88),可以将标准制品/参考工件重新装载到工作台12上并重新制定标准(通过对其进行重新测量)。系统可以采用报警信号警告操作者如此进行。这个步骤88在新的温度创建新的误差图、查找表或者函数,并进一步显示在图4和5中。本质上,在步骤90、92和94中重复步骤70、72和74。这些测量结果再次和步骤92中测量的对应的改变温度值一起存储在存储介质62中。当然,可以使用在步骤78中获得的最近的温度值,以代替步骤92中独立的温度读数。另外,如下文所讨论的那样,步骤88的结果可以被合并到单独的、综合的超组(super-set)误差图或表,而不是创建独立的新的误差图或表。

[0078] 图4中的框线B展示在两个或者更多个温度对误差图或者查找表或者函数的这种创建(步骤68和88)形成本发明的另一个优选实施方式。

[0079] 现在如上所述(步骤76、78、80、82)对系列工件中的进一步的工件进行测量和校正,不过使用来自标准制品/参考工件的重新制定标准的测量结果的新的误差图、表或函数。于是,系列工件中的这些进一步的工件的测量结果的校正考虑了该改变的温度。

[0080] 考虑图3应当可以理解的是,如此重新制定标准(重新测量参考工件)在工作班次模式过程中不同环境温度在日周期中的不同点50A-D、52、52A-C处发生。如图5中的88处所示的环路所示,可以在日周期过程中在必要时重复很多次。结果,随着时间的推移,计算机控制26建立起很多不同的误差图、表或函数,覆盖工作日所经历的整个温度范围。或者其形成逐渐增多的综合的超组误差图、表或函数,如下文所讨论的那样。本质上,计算机“学会了”在不同温度所需要的校正。

[0081] 因此,在步骤80中确定温度已经发生改变之后,并且在进行至利用标准制品/参考工件进行重新制定标准步骤88之前,步骤80首先检查是否可以重新使用已经存储在存储介质62中的标准制品/参考工件的现有校正值或者测量结果,而不是重新制定标准。现有数值可以直接使用,或者通过外推法或者内插法加以使用。

[0082] 在一个简单的实施方式中,在步骤78确定的新的温度值可以与先前已经和误差图或者查找表一起存储的温度值比较,以看看在期望的公差范围内是否找到匹配。如果找到,

那么步骤82可以重新使用来自存储介质62中的对应的误差图或表的测量或者校正值,而不是重新制定标准。图6的程序继续测量和比较系列工件中的工件(步骤76),但是使用从存储介质62中检索到的先前存储的校正或比较值。于是,更换工作台12上的标准制品并对其重新制定标准的耗时的步骤是不需要的。不仅在当天晚些时候,而且在以后的日子里,如果根本不需要重新制定标准(如图3右手部分所示),这是非常节省时间的。

[0083] 另一方面,如果在步骤80中发现没有对应的充分接近当前温度的对应现有数据组的话,或者如果现有数据对于外推法或者内插法而言不够(见下文)的话,那么进行如上所述的重新制定标准步骤88。

[0084] 如上文所讨论的那样,针对每个温度创建并存储查找表的独立误差图。然而,如图4和5中的步骤96所示,可以在将所有的数据和相应温度值一起合并在单个图、查找表或者函数中。例如,每个新的误差图或表或者函数可以将测量结果与一个或者多个以前的表相关联,而不是直接退到标准制品/参考工件的已知度量。于是,这些随后的误差图或表或函数仅仅间接地向回与参考工件相关联。所有这样的误差图、表或函数都可以组合成单个误差图或者表,形成与不同温度相对应的误差图或者表的超组,这种超组随着时间的推移而不断增加,因为针对不同温度的数据被加入其中。

[0085] 温度传感器应该能够以绝对精确度测量温度不是必须的。因为所述方法将测量温度与先前存储的温度测量结果相比较,因此更加重要的是温度测量结果应该是可重复的而不是要绝对的精确。

[0086] 所述方法的以上简单的实施方式在图3中所示的日周期或者工作班次模式的一部分中的点52A-C具有与该周期的先前部分中的对应的点50A-C相同的温度的情况下是有用的。只要已经在对应的温度(在期望的公差内)进行过测量,就可以使用预先存储在存储介质62中的现有比较或校正值,而不是重新制定标准。为便于此,可以对步骤78进行编程以检查具体的预定温度,例如按预定的温度变化如5°C进行划分。

[0087] 代替重新制定标准步骤88的另一个选择是,由现有的误差图或者查找表通过外推法推出适当的校正值(可选步骤84)。例如,如果假设工件的材料具有线性的热膨胀系数,表中现有的值可以根据该系数或者根据与相似工件的实践经验简单地乘以一个乘数。

[0088] 可以选择的是,在一个更加复杂的实施方式中,如果在步骤78中发现,当前温度位于两个或者更多个先前存储的温度之间,那么可以通过在对应的存储图或表中的对应的数值之间通过内插法产生所需的比较或者校正值。例如,在图3中,点53出现在两个先前存储的点50A和50B之间的温度处。在这种情况下,可以在点50A和50B处获得的两个相邻的测量数据组中的对应数值之间通过线性内插法确定所需的比较或者校正值。为了获得更加精确的结果,在存在4个或更多个先前存储的对应于跨在点53处的温度的温度值50A-50D的数据组的情况下,则可以在步骤70进行二次内插法。当然,所述内插法考虑了在点53处实际测得的温度,与50A-D处的存储数据组的存储温度值比较。还可以考虑温度改变的方向(增加或者降低),并且还可以考虑它的改变速率。

[0089] 除了线性或者二次方程函数之外,还可以使用其他多项式或者非多项式函数进行内插法,例如三次或者二次样条或者对数函数,将该函数拟合在若干个不同温度处获得的对应比较或者校正值。

[0090] 在又一个备用选择中,不是产生新的比较或者校正值组来校正具体的测量结果,

而是可以在步骤96中使用内插法建立误差或者校正函数或者系数，即公式或者系数。然后在步骤86中将这些应用于每个测量结果以对其进行校正。当标准制品被测量或者被重新测量(步骤88)并且和相关温度值一起存储在存储介质62中而不是存储查比较测量值或校正值的查找表或者图时，可以确定这种误差或者校正函数或者系数。在这种方法的一个实施方式中，校正函数或者系数可以被送到将来自编码器的非笛卡尔测量结果变换成笛卡尔式测量值的例行程序38中。可以选择的是，校正函数或者系数可以由部件程序34应用于工件测量。

[0091] 应当理解的是，所描述的优选方法包括针对具有已知度量的制品进行的比较测量。这意味着对于图1中的坐标测量设备而言其本身没有必要非得经过校准，这是因为仅仅根据设备的可重复性(其测量结果的可重复性)就能够获得精确的结果。在这些情况下，设备起到比对仪的作用，并且为了得到绝对的精确度，它没有必要经过校准或者被确认为绝对测量系统。然而，如果需要的话，它可以经过这样的确认。

[0092] 当然，应当理解的是，可以对上述实施方式进行很多改进，例如按照下文所述。

[0093] 可以使用用于支撑探头14的其他支撑机构，而不是带有如图1所示的3个可延伸撑杆的支撑机构20。例如，可以使用六脚支撑机构，其带有可枢转地平行安装在可移动部件16和机器的固定结构之间的六个可延伸撑杆。每个这样的撑杆由如上文所述形成伺服环路的编码器和马达延伸和收缩。每个撑杆的延伸和收缩由计算机控制协调以控制可移动部件在5个或者6个自由度中的移动(于是探头14可以通过围绕X和Y轴线倾斜以及在X、Y和Z方向上平移而定向)。编码器的输出由计算机控制读取并在要进行测量时变换成笛卡尔坐标。

[0094] 可以选择的是，用于可移动部件16和探头14的支撑机构可以是常规的笛卡尔CMM，其具有3个串联布置的分别在X、Y和Z方向上移动的托架。

[0095] 如果需要，在以上布置的任意布置中，探头14可以通过探头头安装至可移动部件16，所述探头头可以在一个或者两个轴线上旋转以对探头进行定向。若干个适合的探头头可以从本申请人/受让人Renishaw plc.获得。所述探头头可以是分度(indexing)类型，例如Renishaw PH10型，其可以锁定在多个方位中的任何方位中。或者，其可以是可连续旋转式探头头，例如Renishaw PH20型。或者探头本身可以具有一个或者两个连续旋转的轴，例如Renishaw REVO®或者GYRO™探头。

[0096] 本发明不限于使用在所描述的自动CMM上。本发明可以用于使用针对已知制品的比较测量的任何形式的工件检查。例如，已知使用标准固定测量仪结合具有已知度量的制品。所述固定测量仪具有被用来比较制品和工件的一个或者多个特征的一个或者多个测量变换器(measurement transducer)。这些测量变换器可以采用接触式探头例如LVDT或者利用光束和对应的光检测器的非接触式探头的形式。根据本发明，固定测量仪使用的校正值可以在各种不同的温度确定，并且和它们对应温度值一起存储。在使用时，测量工件或环境的温度，将所述温度与存储的温度值比较，并且选定对应的校正值组并应用于所进行的测量。可以选择的是，和上述自动方法一样，通过外推法或者在两个或者更多个存储的数值组之间的内插法来确定所需的校正值。

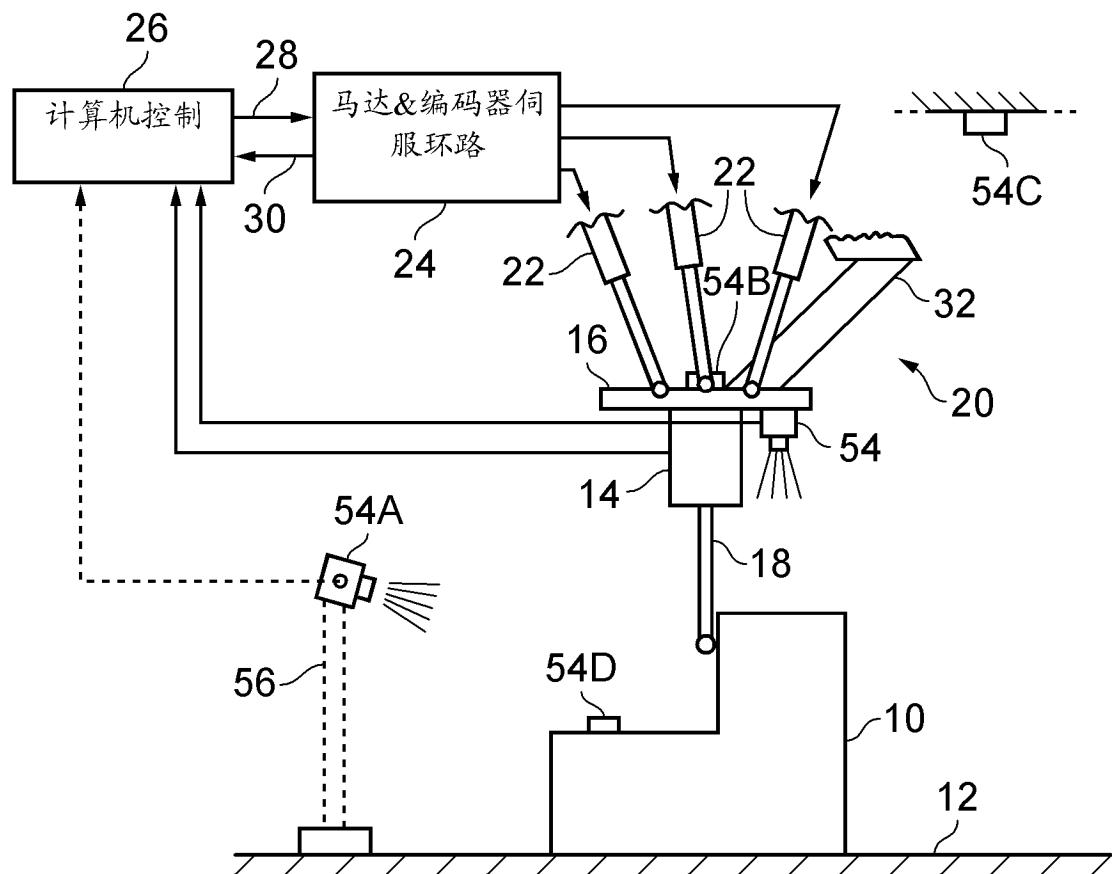


图1

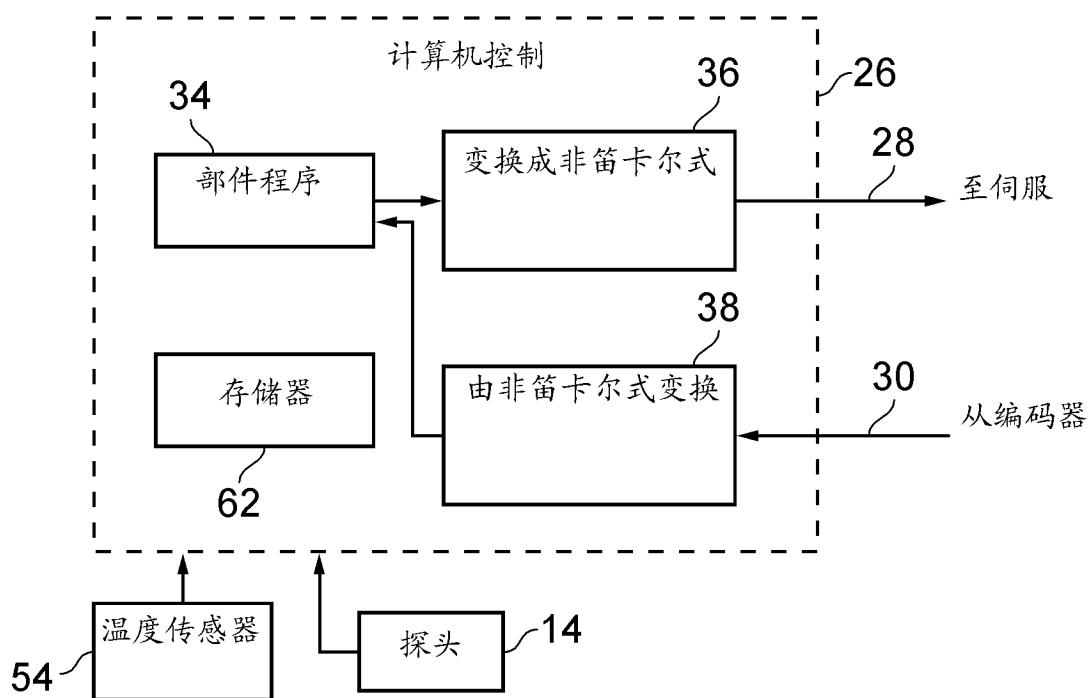


图2

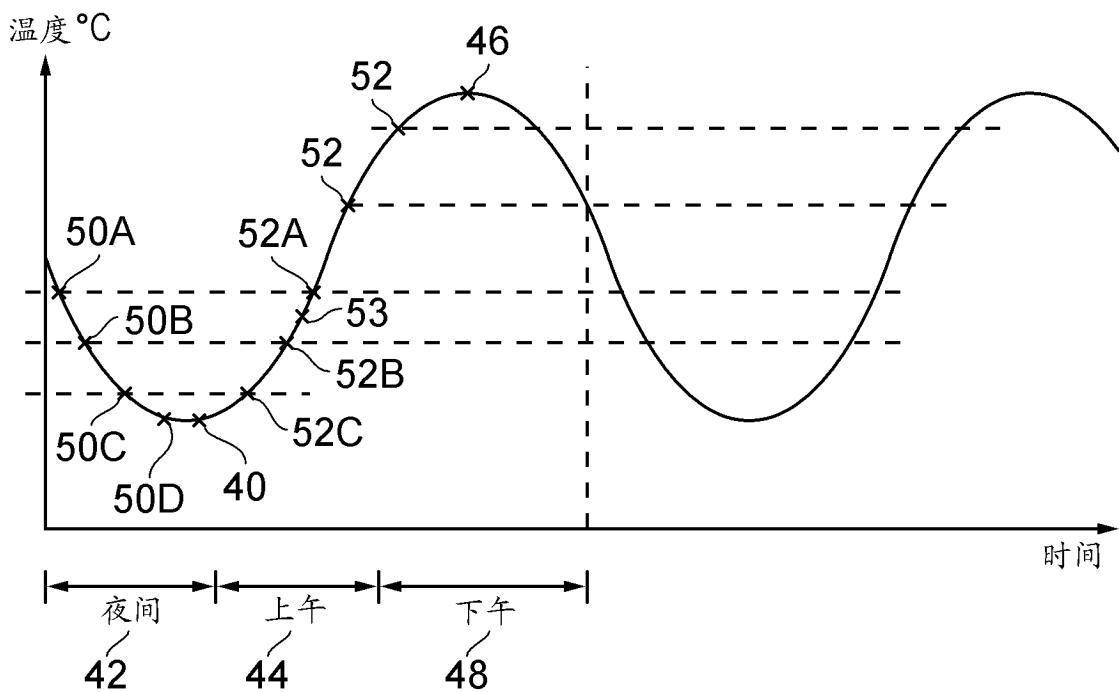


图3

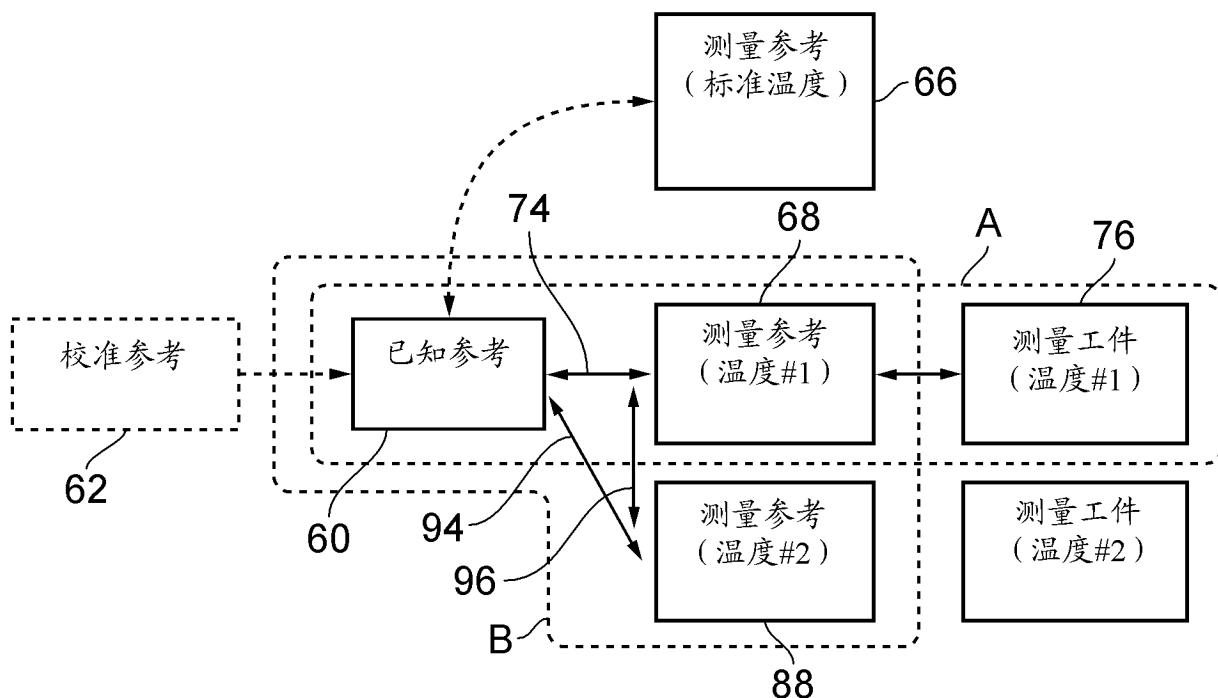


图4

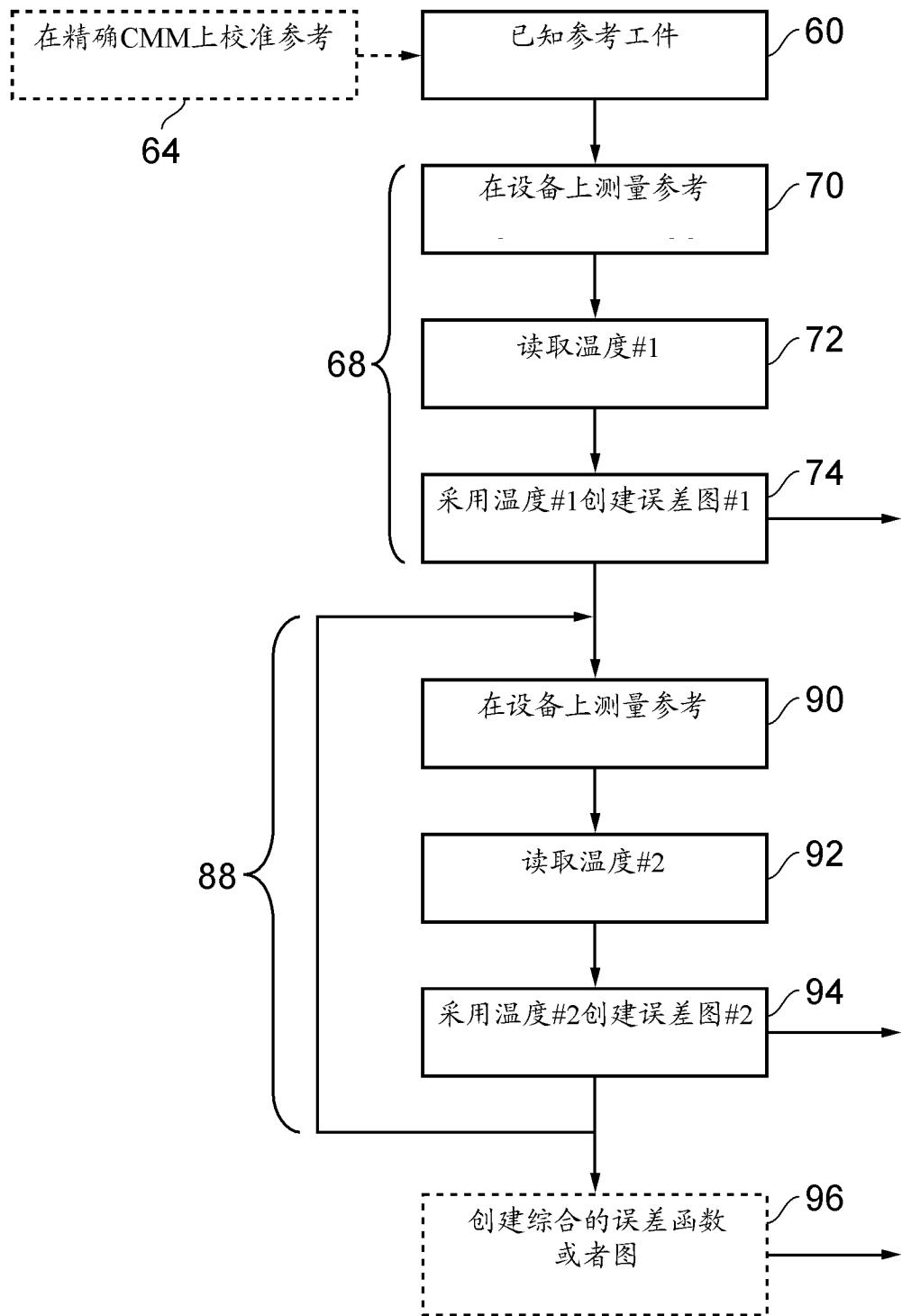


图5

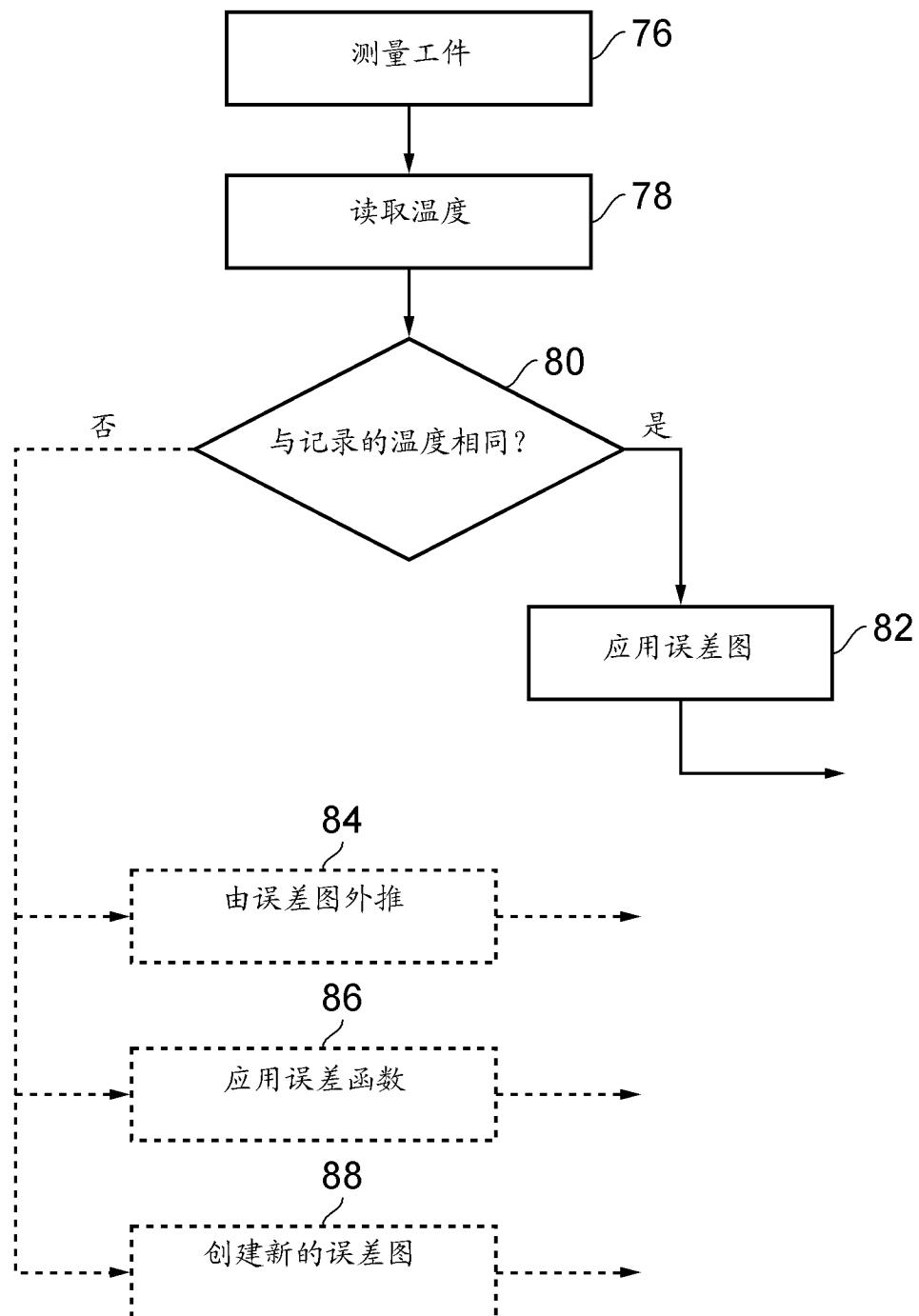


图6