



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104303009 B

(45)授权公告日 2017.08.25

(21)申请号 201380025681.0

(22)申请日 2013.03.21

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104303009 A

(43)申请公布日 2015.01.21

(30)优先权数据

1204947.4 2012.03.21 GB

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.11.17

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2013/000125 2013.03.21

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/140118 EN 2013.09.26

(73)专利权人 瑞尼斯豪公司

地址 英国格洛斯特郡

(72)发明人 凯文·巴里·乔纳斯

(74)专利代理机构 北京明和龙知识产权代理有限公司 11281

代理人 郁玉成

(51)Int.Cl.

G01B 21/04(2006.01)

审查员 杨华荣

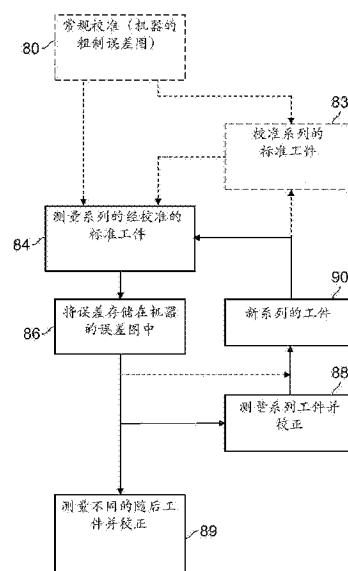
权利要求书3页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称

用于检查工件的方法和设备

(57)摘要

描述了用于在维度测量设备如坐标测量机(12-20)上测量一系列名义上相同的生产工件(10)的方法。校准所述一系列名义上相同的生产工件(10)中的一个标准工件(84),以提供用于建立所述测量设备的误差图(86)的校正值。所述误差图不仅用于校正同一系列(88)的名义上相同的随后工件的测量,而且还用于校正多个不同的随后系列(90)的不同工件的测量。每个随后系列还具有标准工件,该标准工件被校准并用于进一步建立误差图(86)。随着该过程随时间重复,所述误差图变得越来越稠密。在适当的时候,免于使用经校准的标准工件就变成可能,因为可以使用已经存在于所述误差图中的误差值来校正测量。



1. 一种用于在维度测量设备上测量生产工件的方法,所述方法包括:

获取生产工件,该生产工件是通过生产工艺生产的第一系列名义上相同的工件中的一个工件;

在所述维度测量设备上测量所述生产工件作为标准工件;

从所述维度测量设备的外部来源获得针对所述标准工件的校准值;

将所述校准值与所述标准工件的测量结果进行比较以产生一个或者多个标准工件校正值;

使用所述标准工件校正值来填充或进一步填充误差图或查找表或者来计算或再次计算误差函数,以校准所述维度测量设备;

在所述维度测量设备上测量通过所述生产工艺生产的所述第一系列的一个或者多个另外的名义上相同的工件;

使用所述校正值或所述误差图或查找表或误差函数来校正所述第一系列的所述另外的名义上相同的工件的测量;

其特征在于,在所述维度测量设备上测量一个或者多个第二工件,其中所述一个或者多个第二工件不同于或者在所述维度测量设备上的定位不同于所述第一系列的工件中的所述名义上相同的工件;以及

使用所述误差图或查找表或误差函数来校正所述一个或者多个第二工件的测量,所述误差图或查找表或误差函数是使用所述标准工件校正值产生的。

2. 一种用于在维度测量设备上测量生产工件的方法,所述方法包括:

获取具有多个特征的标准制品,所述特征的尺寸和形状与通过生产工艺生产的第一系列名义上相同的工件中的生产工件相近似;

在所述维度测量设备上测量所述标准制品;

从所述维度测量设备的外部来源获得针对所述标准制品的校准值;

将所述校准值与所述标准制品的测量结果进行比较以产生一个或者多个标准制品校正值;

使用所述标准制品校正值来填充或进一步填充误差图或查找表或者来计算或再次计算误差函数,以校准所述维度测量设备;

在所述维度测量设备上测量通过所述生产工艺生产的所述第一系列的一个或者多个的名义上相同的生产工件;

使用所述校正值或所述误差图或查找表或误差函数来校正所述第一系列的所述名义上相同的工件的测量;

其特征在于,在所述维度测量设备上测量一个或者多个第二工件,其中所述一个或者多个第二工件不同于或者在所述维度测量设备上的定位不同于所述第一系列的工件中的所述名义上相同的工件;以及

使用所述误差图或查找表或误差函数来校正所述一个或者多个第二工件的测量,所述误差图或查找表或误差函数是使用所述标准制品校正值产生的。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,使用所述校正值来进一步填充现有的误差图或查找表或者来再次计算现有的误差函数,以校准所述维度测量设备。

4. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,使用所述校正值来建立新的误差图或查找表

或者来计算新的误差函数。

5. 根据权利要求1或2所述的方法, 其中, 所述第二工件形成一个或者多个另外系列的工件中的一部分, 每个系列的工件与该系列的其他工件在名义上相同, 每个系列的工件不同于或者在所述维度测量设备上的定位不同于已被测量的工件; 针对每个这样不同的系列, 所述方法包括:

测量制品, 该制品是该系列的名义上相同的工件中的一个工件, 或者具有尺寸和形状与该系列的这种工件相近似的特征;

从所述维度测量设备的外部来源获得针对该制品的校准值;

将所述校准值与所述制品的测量结果进行比较, 以产生一个或者多个校正值; 以及使用所述校正值来进一步填充所述误差图或查找表或者来再次计算所述误差函数。

6. 根据权利要求5所述的方法, 其中, 使用所述误差图或查找表或误差函数来校正随后工件的测量, 所述随后工件不同于或者在所述维度测量设备上的定位不同于所述第一系列和另外系列的工件中的那些工件。

7. 根据权利要求5所述的方法, 其中, 在处于预定公差内的相同温度对所述第一系列和另外系列的工件进行测量, 使得所述误差图、查找表或误差函数与该温度相关。

8. 根据权利要求1或2所述的方法, 其中:

测量所述标准工件或标准制品的步骤在两个或者更多个温度进行,

将所述校准值与所述测量结果进行比较以产生一个或者多个校正值的步骤针对两个或者更多个温度中的每个温度进行, 以及

针对所述两个或者更多个温度中的每个温度使用相应的校正值产生误差图或查找表或函数。

9. 根据权利要求8所述的方法, 其中, 确定所述第二工件的测量的温度, 然后使用与处于预定公差内的该温度相对应的误差图、查找表或函数来校正所述测量。

10. 根据权利要求8所述的方法, 其中, 确定所述第二工件的测量的温度, 然后通过两个或者更多个误差图、查找表或函数之间的插值法或根据两个或者更多个误差图、查找表或函数的外推法来校正所述测量。

11. 根据权利要求1或2所述的方法, 其中, 测量所述标准工件或标准制品的步骤在两个或者更多个温度进行,

将所述校准值与所述测量结果进行比较以产生一个或者多个校正值的步骤针对两个或者更多个温度中的每个温度进行, 以及

产生误差函数, 该函数具有与进行所述测量时的温度的测量误差的变化量相关的项。

12. 根据权利要求11所述的方法, 其中, 确定所述第二工件的测量的温度, 然后使用考虑了所述温度的所述误差函数来校正所述测量。

13. 根据权利要求1或2所述的方法, 其中, 所述维度测量设备是非笛卡尔式坐标维度测量设备。

14. 根据权利要求1或2所述的方法, 其中, 标准工件或标准制品的测量包括工件或制品的表面上各个点的坐标测量。

15. 根据权利要求1或2所述的方法, 其中, 标准工件或标准制品的测量包括工件或制品的特征的维度的测量。

16. 维度测量设备,该维度测量设备被构造成执行根据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的维度的坐标测量设备。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] 在生产工件之后,在具有支撑探头的可移动部件的坐标测量机(CMM)上检查它们是已知的,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式机器,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可以是非笛卡尔式机器,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(并且因而控制所述探头)在所述X、Y、Z工作体积中的移动。非笛卡尔式机器的一个实例示于国际专利申请WO 03/006837和WO 2004/063579中。

[0004] 通过产生从这种坐标测量设备的整个Y、Y、Z工作体积发现的测量误差的图来校准这种坐标测量设备是已知的。例如,美国专利No.4,819,195(Bell等)描述了使用校准装备例如激光干涉仪、电子水准仪等以产生统计误差(即,即使在设备没有移动的时候也发生的误差)的图。这种图针对在整个X、Y、Z工作体积上呈网格分布的每个点给出了针对21种不同统计误差来源的校正值。

[0005] 一种精确度较低的替代方式是使用包括多个球的“森林”的校准装置。这些球精确地为球形,具有精确地已知的维度,并且它们被安装在该装置中,以以精确已知的相互关系在三个维度中间隔开。该装置被放置在坐标测量设备的工作体积中并且使用所述坐标测量设备移动探头来测量所述球。通过与所述球的已知维度和间隔进行比较,这产生了在X、Y、Z工作体积上的网点分布处发现的测量误差的粗制图。可以使用其他校准制品例如环规等来代替球。但是,如果需要高精度度,那么该技术将需要使用数量非常大的球,如10,000个球,这是不现实的。

[0006] 这种误差图可以采取校正值的查找表的形式,所述校正值的查找表将应用于X、Y、Z工作体积上呈网格分布的相应点处的测量。可选的是,可以利用多项式误差函数来拟合这些点处的误差以确定在其他点处的误差。

[0007] 美国专利No.5,594,668和No.5,895,442(转让给Zeiss)产生了在整个X、Y、Z工作体积发生的动态误差的图。动态误差的发生是设备的各个零件或探头在加速运动的过程中弯曲的结果。

[0008] 如上所述的误差图在工件的随后测量中使用。使用针对X、Y、Z相关位置在误差图中记录的对应的统计误差或动态误差来校正通过设备进行的X、Y、Z坐标测量。或者在误差函数的情况中,根据针对X、Y、Z相关位置的函数的值确定所需要的校正。

[0009] 美国专利No.7,079,969(转让给Renishaw)针对统计误差和动态误差进行校正而

无需在设备的整个X、Y、Z工作体积上的这种误差的完整图。经校准的制品与待测量的工件名义上相同。其以所希望的快速度在坐标测量设备上进行测量。将所得的测量结果与根据制品的校准获知的维度进行比较。这被用来生成在制品的测量过程中发现的统计误差和动态误差的误差图。然后使用这种误差图来校正随后以相同的快速度在名义上相同的工件上进行的测量。

[0010] 在美国专利No.7,079,969中描述的技术的一个优点是误差图专门用于在所述制品和名义上相同的工件上实际进行的测量。不需要对坐标测量设备的整个X、Y、Z体积上的误差进行作图。然而,作为一个必然的结果,如果设备拟用于在具有不同形状的工件和/或位于所述设备的工作体积的不同部分中的工件上进行精确的测量和/或采用不同的测量速度进行精确的测量的话,则需要进一步的校准。要么美国专利No.7,079,969中所描述的程序必须在每次准备测量新的工件时重复,要么必须产生整个机器的统计误差和/或动态误差的图。

[0011] 本申请人的共同待决国际专利申请No.WO 2013/021157描述了其中根据测量的温度产生一个或者多个误差图、查找表或函数的方法和设备。优选的是,这针对在两个或者更多个温度的测量来进行。在所述温度中的每一个温度测量标准制品(master artefact)或者参考工件。这些误差图、查找表或函数对在所述标准制品或参考工件以及名义上相同的随后工件上实际进行的测量具有特异性。

发明内容

[0012] 本发明的一个方面提供了一种用于在维度测量设备上测量生产工件的方法,所述方法包括:

[0013] 获取生产工件,该生产工件是通过生产工艺生产的第一系列名义上相同的工件中的一个工件;

[0014] 在所述测量设备上测量所述生产工件;

[0015] 从所述测量设备的外部来源获得针对所述生产工件的校准值;

[0016] 将所述校准值与所述工件的测量结果进行比较以产生一个或者多个校正值;

[0017] 使用所述校正值来填充(populate)或再次填充(repopulate)误差图或查找表或者来计算或再次计算误差函数,以校准所述测量设备;

[0018] 在所述测量设备上测量通过所述生产工艺生产的所述第一系列的一个或者多个另外的名义上相同的工件;

[0019] 使用所述校正值或所述误差图或查找表或误差函数来校正所述第一系列的所述另外的名义上相同的工件;

[0020] 其特征在于,在所述测量设备上测量一个或者多个第二工件,其中所述一个或者多个第二工件不同于或者在所述设备上的定位不同于所述第一系列的工件中的所述名义上相同的工件;以及

[0021] 使用所述误差图或查找表或误差函数来校正所述一个或者多个第二工件的测量。

[0022] 所述第一系列的所述生产工件可以拟用于结合到制造产品中。在本发明的一个替代方面,可以使用具有与所述生产工件相近似或相匹配的特征的制品来代替首次提及的所述生产工件。这些特征可以与所述生产工件的相应特征相近似或相匹配。所述校正值和/或

校准值可以与和所述生产工件相近似或相匹配的特征相关。

[0023] 由于涉及到这些工件的特定系列,因此,所述制品将区别于已知用于校准测量设备如坐标测量机的标准的通用校准制品(例如经校准的球体或环规)。所述标准的校准制品被特别制造来用于测量设备的通用校准,与具体生产工件不相关。一般来说,生产工件是这样的物品,其维度将通过在测量设备上进行的测量来确定,而标准校准制品的维度是预先知道的以对设备进行校准。

[0024] 校准值可以通过在例如更精确的CMM、圆度测量机或其他测量设备上在独立的测量过程中校准工件或制品而从外部来源获得。作为替代方式,所述校准值可以根据描述生产工件的CAD设计文件确定(例如假设其已经得到精确制造)。

[0025] 校正值可以被直接用于校正第一系列中的其他工件的测量,或者可以通过利用误差图、查找表或误差函数而被间接用于校正第一系列中的其他工件的测量。

[0026] 所述校正值可以被用来建立新的误差图或查找表或被用来计算新的误差函数。作为替代方式,所述校正值可以被用来进一步填充现有的误差图或查找表或者被用来再次计算现有的误差函数。现有的误差图、查找表或误差函数可以使用诸如经精确校准的球或环规之类的标准校准制品通过测量设备的常规校准而已经得到建立。或者其根据本发明通过上述方法的前述迭代而已经得到建立。

[0027] 在所述方法的一种优选的形式中,所述第二工件可以形成一个或者多个另外系列的工件的一部分,每个系列的工件与该系列的其他工件名义上相同,每个系列的工件不同于或者在所述设备上的定位不同于已被测量的工件;针对每个这样不同的系列,所述方法包括:

[0028] 测量制品,该制品是该系列的所述名义上相同的工件中的一个工件,或者具有尺寸和形状与该系列的这种工件相近似的特征;

[0029] 从所述测量设备的外部来源获得针对该制品的校准值;

[0030] 将所述校准值与所述制品的测量结果进行比较,以产生一个或者多个校正值;以及

[0031] 使用所述校正值来进一步填充所述误差图或查找表或者来再次计算所述误差函数。

[0032] 在所述方法的该优选的形式中,然后可以使用所述误差图或查找表或误差函数来校正随后工件的测量,所述随后工件不同于或者在所述设备上的定位不同于所述第一系列和另外系列的工件中的那些工件。

[0033] 优选的是,所述第一系列和另外系列的工件上的测量在处于预定公差内的相同温度进行,使得所述误差图、查找表或函数与该温度相关。

[0034] 可以针对对经校准的制品进行测量时采用的两个或者更多个温度中的每个温度,产生相应的误差图或查找表或函数。这允许进行这样的方法,其中确定随后工件的测量的温度,然后使用与处于预定公差内的该温度相对应的误差图、查找表或函数来校正所述测量。作为替代方式,可以确定所述随后工件的所述测量的所述温度,然后通过两个或者更多个所述误差图、查找表或函数之间的插值法或根据两个或者更多个所述误差图、查找表或函数的外推法来校正所述测量。

[0035] 作为另外的替代方式,可以产生具有与进行所述测量时的温度的测量误差的变化

量相关的项的误差函数。这允许进行这样的方法,其中确定所述随后工件的所述测量的所述温度,然后使用考虑了所述温度的所述误差函数来校正所述测量。

[0036] 本发明的另一个方面提供了一种用于校准测量设备的方法,所述方法包括:

[0037] 提供用于校准所述设备的初始误差图或初始查找表后初始误差函数,使用校正值填充所述初始误差图或初始查找表,或者使用校正值计算所述初始误差函数;

[0038] 在所述测量设备上测量经校准的工件,所述工件是第一系列名义上相同的工件中的一个工件,或者具有尺寸或形状与所述工件相近似的特征;

[0039] 将所述工件的测量与所述工件的校准进行比较,以产生一个或者多个另外的校正值;以及

[0040] 使用所述另外的校正值进一步填充所述误差图或查找表或者再次计算所述误差函数。

[0041] 可以通过在所述测量设备上测量经校准的第一制品来填充所述初始误差图或初始查找表,或者可以通过在所述测量设备上测量经校准的第一制品来计算所述初始误差函数;将所述制品的测量与所述制品的校准进行比较,以产生一个或者多个校正值;以及使用所述校正值来填充所述误差图或查找表或者来计算所述误差函数。所述第一制品可以是标准校准制品,例如诸如球或环规或者包括多个球或环规的装置之类的制品。这样的标准校准制品将区别于如上文所讨论的工件。

[0042] 作为替代方式,可以例如使用诸如激光干涉仪、电子水准仪等之类的校准装备通过任意已知的校准方法来填充所述初始误差图或初始查找表,或者可以例如使用诸如激光干涉仪、电子水准仪等之类的校准装备通过任意已知的校准方法来计算所述初始误差函数。

[0043] 优选的是,可以使用所述一个或者多个另外的校正值来校正所述第一系列中的其他工件的测量。作为另外的或者替代的实施方式,可以使用所述误差图或查找表或误差函数来校正随后工件的测量,所述随后工件不同于或者在所述设备上的定位不同于所述第一系列的工件中的那些工件。

[0044] 在一个优选的方法中,所述初始误差图或初始查找表或初始误差函数与在特定温度进行的测量中的误差相关,并且在相同的温度对所述经校准的工件进行测量。可以针对两个或者更多个温度中的每一个温度产生相应的误差图或查找表或函数。

[0045] 可以确定随后工件的测量的温度,然后可以使用与该温度相对应的误差图、查找表或函数来校正所述测量。作为替代方式,可以确定随后工件的所述测量的所述温度,然后通过两个或者更多个所述误差图、查找表或函数之间的插值法或根据两个或者更多个所述误差图、查找表或函数的外推法来校正所述测量。

[0046] 优选的是,在本发明的任意方面,随着时间的推移,使用所述设备来测量另外系列的工件,所述工件同样不同于(或者在所述设备上的位置不同于)已被测量的那些工件。这可以由使用者常规使用所述设备来测量生产工件的一部分。针对每个所述不同系列,对工件进行校准,该工件可以使所述系列的工件中的一个工件,或者具有尺寸和形状与这样的工件相近似的特征。然后在所述测量设备上测量这种工件,获得用于不同系列的另外的误差值,并且使用和谐误差值来进一步填充所述误差图或查找表,或者再次计算所述误差函数。

[0047] 随着这个过程随时间重复,所述误差图或查找表的值变得越来越稠密,或者所述误差函数基于越来越多的值。在适当的时候,当要测量另外不同的工件或工件系列时,免于需要使用经校准的工件将变成可能,这是因为可以使用已经存在于所述误差图或查找表的误差值或使用已经存在的误差函数来校正测量。

[0048] 在本发明的任意方面,所述测量设备可以是坐标测量设备,例如坐标测量机。所述测量设备可以是非卡尔文式坐标测量设备。

[0049] 可以通过在独立的、更加精确的坐标测量机或其他测量设备上测量经校准的工件和/或经校准的制品来校准该经校准的工件和/或经校准的制品。

[0050] 工件测量可以包括所述工件的表面的各个点的坐标测量。和/或所述工件测量可以包括所述工件的特征的维度的测量。这些可以源自点的这些坐标测量。

[0051] 在本发明的任意方面,在对测量的温度进行确定的情况下,这可以根据进行测量的环境的温度来确定,或者根据所述设备的温度或者正在被测量的工件的温度来确定。所述温度可以直接测得或者间接测得。

[0052] 本发明的另外一些方面包括测量设备,该测量设备被构造成执行上述方法中的任意方法;和用于测量设备的计算机控制的程序,该程序配置用于执行任意所述方法的设备。本发明还涵盖计算机可读介质,所述计算机可读介质具有用于使计算机执行任意所述方法的计算机可执行指令。更具体地说,这种计算机可读介质可以是上面具有用于执行如本文所述的各种计算机实现操作的计算机可执行指令或计算机代码的非暂时性(non-transitory)计算机可读介质(或者非暂时性处理器可读介质)。所述非暂时性计算机可读介质(或者处理器可读介质)是非暂时性的意思是指其不包括暂时性传播信号,如在传送介质上携带信息的传播电磁波。

附图说明

[0053] 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:

[0054] 图1是非笛卡尔式坐标测量机(CMM)的图示。

[0055] 图2图示地显示了所述机器的计算机控制系统的一部分。

[0056] 图3至6是显示了使用所述CMM的方法的流程图。

具体实施方式

[0057] 测量设备

[0058] 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,所述可位移的细长触针18在使用中与工件10接触以进行维度测量。

[0059] 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,在它们各自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。

[0060] 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。

[0061] 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的各自的延伸。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延伸或收缩从而对平台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。

[0062] 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。

[0063] 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。作为替代方式,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。

[0064] 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都移动以对探头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中,所述控制将探头的即时输出与由撑杆的测量信号30变换成笛卡尔坐标的即时数值结合。在扫描的情况中,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。

[0065] 实施和校正测量

[0066] 在使用时,可以在名义上相同或者名义上基本相同的一系列工件离开生产线时或者在机床上制造它们的时候使用所述设备对它们进行检查。也可以使用所述设备来检查多个这样的系列,每个系列具有不同于先前系列的工件,和/或与先前的系列相同但是定位在所述设备上的不同的位置或方位。为此,计算机控制26可以如图3中所示的那样操作程序。

[0067] 在开始时在可选的步骤80,所述设备可以通过常规方式进行预校准,以产生粗制的初始误差图。例如在所述设备离开制造商的工厂之前或者当所述设备在使用者的经营场址进行初次安装的时候,可以使用任意已知的校准方法。示例显示在美国专利No.4,819,195(Bell等),例如使用激光干涉仪和/或电子水准仪。例如,如在前言所描述的那样,可以使用包括多个球的“森林”的校准装置。这些球是精确的球体,具有精确已知的维度,并且它们以精确已知的相互关系在三维中间隔开。所述装置被放置在坐标测量设备的工作体积中,并且使用所述设备移动探头来测量所述球。通过与这些球的已知维度和间隔相比较,这

产生了在X、Y、Z工作体积上的点分布网格处发现的测量误差的粗制图,例如采用校正值的查找表形式。可选的是,可以利用诸如多项式误差函数之类的误差函数来拟合这些点处的误差,以确定其他点处的误差。可以使用其他校准制品来代替球,例如环规。

[0068] 将如此产生的粗制误差图或查找表存储到计算机控制的存储器62中。所述误差图或查找表以稀疏阵列的方式存储,其中很多值还没有填充。采用这种粗制误差图,所述设备已经可以用于在工件上进行测量。例如,如果所述图具有针对间隔开2mm的点的误差值,那么被部分程序34使用的比较数学可以将测量值校正至例如200 μm 的精确度。如果所述图具有针对间隔开80 μm 的点的误差值,那么所述比较数学就可以将测量值校正到例如5 μm 的精确度。

[0069] 这种比较数学适当地使用通过可获得的误差值进行拟合的误差函数来提供它们之间的插值法或者根据它们进行的外推法。所述函数可以是线性函数或二次函数。或者可以使用用于插值法的其他多项式或非多项式函数,例如三次函数或二次样条函数或对数函数。

[0070] 当测量第一系列的名义上相同或名义上基本相同的生产工件时,作为正常生产测量程序的一部分,在步骤84中,将具有已知维度的经校准的标准或参考工件放置在CMM的工作台12上。所述标准工件可以是该系列中的第一工件,或者其可以是具有与所述系列工件中的那些工件相似的多个特征的专门制造制品。适当地,在步骤83中,其在独立的更加精确的CMM上校准,或者以某些其他方式测量,使得其维度是精确已知的。例如,根据所述工件,可以在该工件的表面的各个位置的100个点处进行校准。

[0071] 在步骤84,在经校准的那些相同的点处,使用探头14在坐标测量设备上测量这种已知的标准工件。在步骤86,将测得值与校准值比较,并且确定每个点处的误差(例如作为校正值,适当地作为偏差的形式)。将这些误差存储在于所述控制26的存储器62中的上述相同阵列中,以进一步填充所述误差图或查找表中或者再次计算所述误差函数。于是,通过引入根据所述标准或参考工件的测量确定的误差值来改善所述测量设备的所述初始粗制误差图、查找表或函数。

[0072] 在本发明的一个新型实施方式中,现在可以使用这种改善的误差图、查找表或函数来校正随后工件的测量,所述随后工件不同于先前的第一系列,和/或与先前的第一系列相同但是定位在所述设备上的不同位置或方位。

[0073] 因此,应当注意的是,根据所述第一系列工件的所述标准或参考工件的测量确定的所述误差值被用来从整体上改善所述设备的校准,而不是仅仅用于改善所述标准工件所属的或与所述标准工件相关的特定系列工件的测量。

[0074] 在该优选的实施方式的步骤88中,移除所述标准工件并且测量所述第一系列的名义上相同的工件的其他工件。又将每个工件放置在工作台12上的与所述标准工件相同的位置处,并在所期望的点处使用探头进行测量。使用存储在所述存储器62中的误差图或查找表中的误差或通过应用所存储的误差函数来校正测得值。该步骤88是可选的,如在虚箭头87所示的那样。

[0075] 在步骤90,现在选择新的系列工件来进行测量。如所述第一系列的工件那样,这个新的系列包括名义上相同或者名义上基本相同的工件。但是,它们不同于所述第一系列的工件,和/或定位在所述设备上不同的位置或方位。因此,在这种情况下,在步骤89中测量的

所述随后工件实际上可以形成步骤90中的新的系列的一部分。除了步骤90中的所述新的系列之外,还可以在步骤89中测量独立的工件。

[0076] 在步骤90中选择的所述新的系列的工件可以以与所述第一系列相同的方式测量。可以在所述设备上测量所述新的系列的经校准的标准工件或参考工件(步骤84)。所述标准工件可以在独立的更加精确的测量设备上校准过(步骤83)。针对该新的标准工件的误差值同样存储在存储器62的阵列中(步骤86),以进一步填充所述误差图。或者使用所述另外的误差值再次计算误差函数。并且测量该新的系列的工件并使用存储在所述误差图中的误差进行校正(步骤88)。

[0077] 随着时间的推移,由于测量越来越多的不同系列的工件,因此所述误差图或查找表的值将变得更多。有效的是,所述误差图变成在所述设备的X、Y、Z工作体积上的许多点处的误差的越来越精确的图。这使得可以对随后工件(步骤89)或系列工件(步骤90)进行测量并且只使用现有的误差图进行校正而无需使用所述新的系列的经校准的标准工件再次进行步骤83、84和86。类似的,如果产生误差函数,那么该误差函数将随时间变得越来越精确,使得其可以用来校正随后工件而无需再次进行步骤83、84和86。

[0078] 图4显示了与图3中所示的相同的步骤。但是,为了展示本发明的新的代替方式的优选步骤,已经使用实箭头代替虚箭头来强调不同的步骤。在这个实施方式中,采取所述设备的粗制初始校准(步骤80)来产生所述设备的初始误差图或查找表或误差函数。这可以采用任意已知的方式进行,例如使用标准校准制品或激光干涉仪或电子水准仪等进行。

[0079] 然后如在上述步骤84和86中所述的那样改善这种初始误差图或查找表或函数。测量经校准的标准工件(步骤84)。所述经校准的标准工件是一系列工件中的一个工件(或者具有与该一系列中的那些工件相似的很多特征)。将根据这种测量确定的误差(校正值)存储在所述误差图中或者使用该误差来再次计算所述误差函数。之后可以如上所述选择地进行其他步骤88、89、90。

[0080] 图3和4中的所有步骤没有必要完全自动进行。例如,可以使用在计算机控制26中运行的软件来指导使用者执行所需要的步骤。

[0081] 所述方法的一个优点是无需进行所述设备的全部校准,以在其整个工作体积上产生误差图,这一般是耗时的操作,可能花费数天的时间。相反,所示设备在其天天正常用来测量工件的过程中随时间“学习”其误差图。

[0082] 应当意识到的是,一旦所述误差图填充了足够的误差值之后,所述设备也可以被用来测量单个工件,而不是只能够用来测量有经校准的工件的系列。所述方法如同其已经采用常规方式进行全部校准那样使用。

[0083] 如上所述填充了值的误差图可以采用查找表的形式,根据需要从中导出适当的校正值以对测量进行校正。所述校正值可以直接从所述表中获取,或者它们可以通过在表中的值之间的插值法或根据表中的值的外推法间接导出。或者如上所述,可以计算和再次计算误差函数(例如多项式或非多项式误差函数),如同该系统从后续系列的工件的测量“学习”的那样。

[0084] 热补偿

[0085] 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。作为替代方式,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,或者其可以是布置成识别并获取特定工件特征的温度的热成像传感器。

[0086] 在另一个替代方式中,如果CMM具有用于自动交换探头14的能力,那么它可以与接触工件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。

[0087] 在又一个替代方式中,可以设置任意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。图1显示了这种替代温度传感器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。

[0088] 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,加上另一个例如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。

[0089] 将温度读数发送到控制26并且可以使用该温度读数来使得可以随着温度的变化针对热膨胀和收缩对测量进行补偿。这种温度补偿可以例如按照本申请人的共同待决的国际专利申请W0 2013/021157中所述描述的那样进行,在此通过参引方式将该专利申请引入本文。

[0090] 由于维度测量依赖于进行所述测量时的温度,因此特别有利的是,所述误差图或查找表或误差函数将与具体温度相关。因此,如果使用初始误差图或查找表或函数对CMM进行预校准(步骤80),那么这将与特定温度例如诸如20℃之类的标准温度相关。有助于进一步填充所述误差图或查找表或者有助于再次计算所述误差函数的所有后续测量将同样在处于预定公差的该温度进行。或者它们将如在上述共同待决的申请那样或者例如使用工件材料的热膨胀的已知系数补偿至该温度。

[0091] 在根据本发明的另一个优选的方法中,建立多个误差图、查找表或者误差函数,每个都与具体温度相关。这展示在图5中。

[0092] 图5显示了步骤84-1、86-1、88-1和90-1。这些步骤分别对应于图3和4中的步骤84、86、88和90。它们除了如下所述之外按照如上所述以相同的方式进行,因此更多细节应当参考上述描述。

[0093] 在步骤84-1中测量所述经校准的标准工件之前(或者可能之后),还在步骤92中通过读取一个或者多个温度传感器如传感器54或54A至54D来确定测量温度。然后,在步骤86-1,将误差存储在与如此确定的温度相关(处于预定的公差内)的误差图中(或者其可以被用来计算类似地与该温度相关的误差函数)。

[0094] 在步骤88-1的过程中进行随后确定以监测测量温度,如测量并校正系列工件那样。如果温度保持在预定公差内,那么根据针对该温度的所述误差图、查找表或误差函数进行校正。

[0095] 如果确定温度变化已经超过了所述预定公差,那么进行步骤84-1和86-1的另外迭

代,如箭头94所示的那样。将经校准的标准工件重新放置在机器的工作台12上,对其进行测量,并且将校正值存储在与该新的温度相关(处于预定的公差内)的不同的误差图或查找表中。于是,针对很多不同测量温度中的每一个温度建立独立的误差图或查找表。或者可以使用所述校正值来计算或者再次计算类似地与该温度相关的误差函数。

[0096] 在步骤88-1,使用与进行测量时的温度相对应的适当的图、表或函数校正所述误差。

[0097] 当要测量新系列的工件时,进行步骤90-1,并进行步骤92、84-1、86-1和88-1的另外迭代。使用在步骤84-1中针对所述新系列中的所述新的标准工件产生的校正值来建立或改善与在步骤92中确定的温度相关(处于所述预定的公差内)的误差图或查找表或误差函数。在步骤88-1在所述新系列中的随后工件上进行测量的过程中,对温度进行监测,并且如果该温度变化超过所述预定的公差,那么再次测量所述标准工件以建立或改善与该变化了的温度相关的不同误差图或表或函数。

[0098] 在误差函数的情况中,上述描述已经提出针对每一个温度建立独立的函数。但是,可以改为建立包括与测量温度的测量误差(在机器的工作体积上)的变化量相关的项的一个误差函数。这处在本领域技术人员的常规技能范围内。

[0099] 图6显示了可以进行随后工件的测量的校正的可能方法,所述方法考虑了测量的温度。这可以在图5步骤88-1中进行,或者在图3和4步骤89中进行。在步骤89-1中测量随后工件。在此之前或之后,使用温度传感器如传感器54或54A至54D确定测量的温度(步骤96)。在第一选项(步骤98)中,根据与如此确定的温度(处于预定的公差内)相对应的误差图、表或函数校正测量。

[0100] 作为代替方式,如果对于该公差没有误差图、表或函数对应,那么在步骤100中可以在两个或者更多个与不同温度相关的误差图、查找表或误差函数之间进行插值或者根据两个或者更多个与不同温度相关的误差图、查找表或误差函数进行外推。

[0101] 当然,应当意识到的是,可以对上述实施方式进行很多改进,例如按照下文所述。

[0102] 可以使用用于移动探头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。每个这样的撑杆如上文所述由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。

[0103] 作为替代方式,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。

[0104] 如果需要,在以上布置的任意布置中,探头14可以通过探头头部安装至可移动部件16,所述探头头部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部可以从本申请人/受让人Renishaw plc.获得。所述探头头部可以是分度(indexing)类型,例如Renishaw PH10型,其可以锁定在多个方位中的任意方位中。或者,其可以是可连续旋转式探头头部,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轴,例如Renishaw REVO®或者PH20探头。

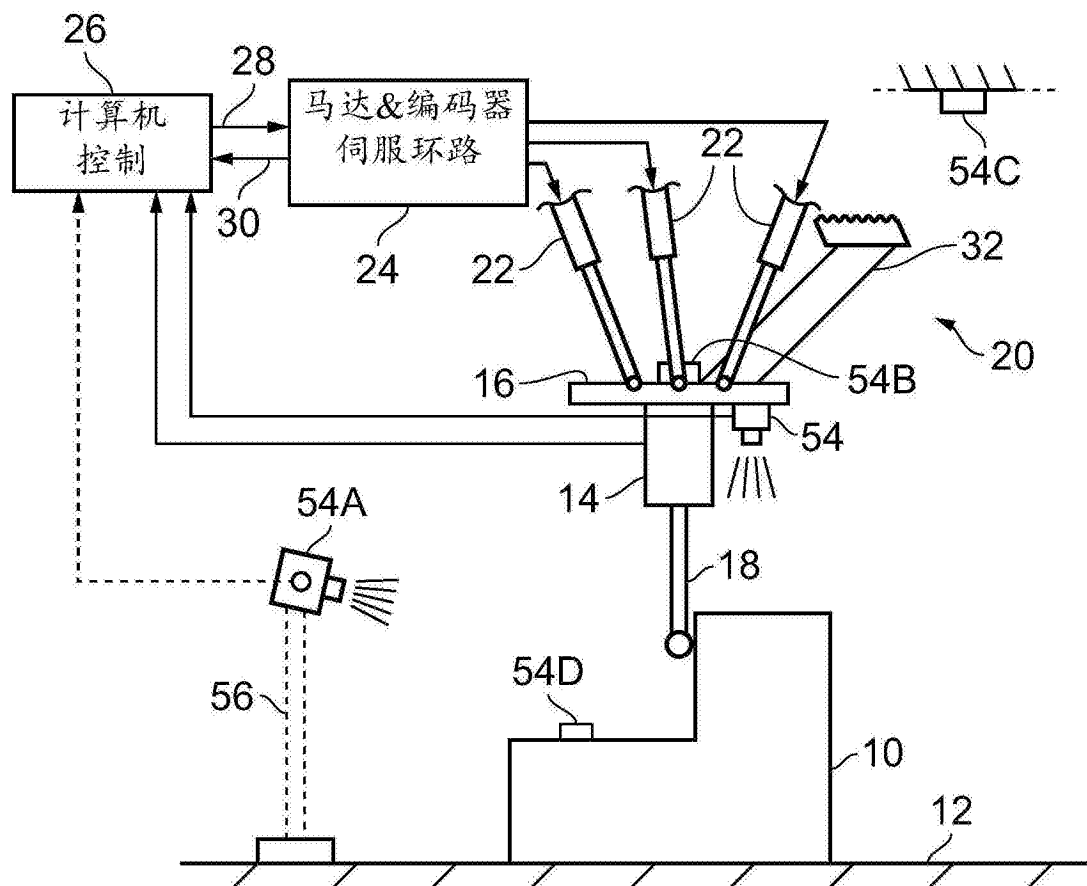


图1

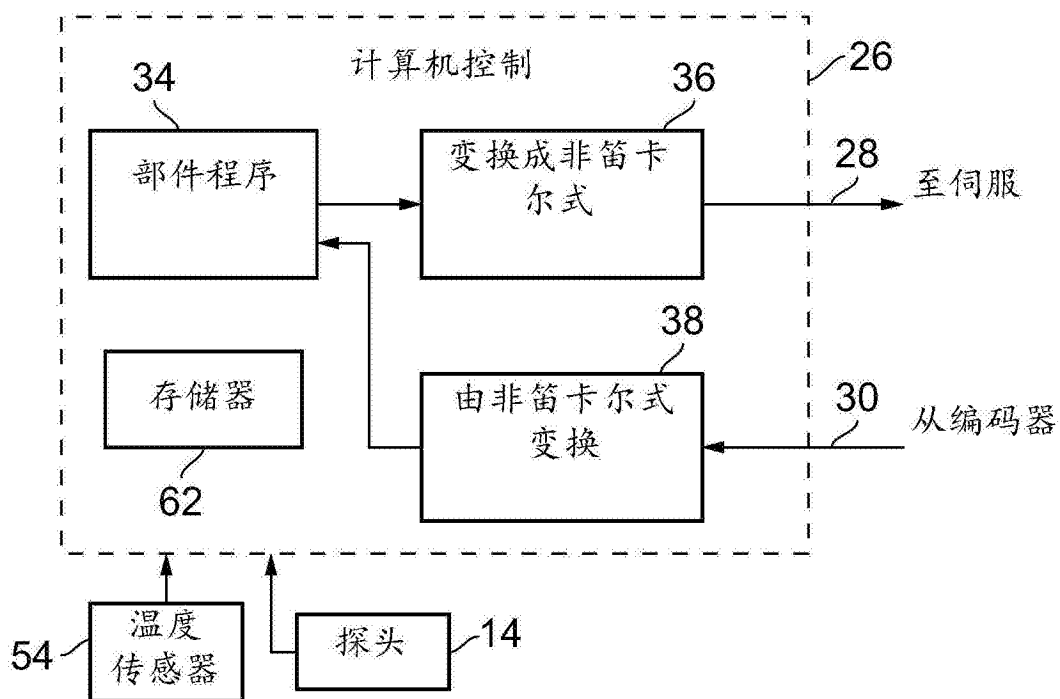


图2

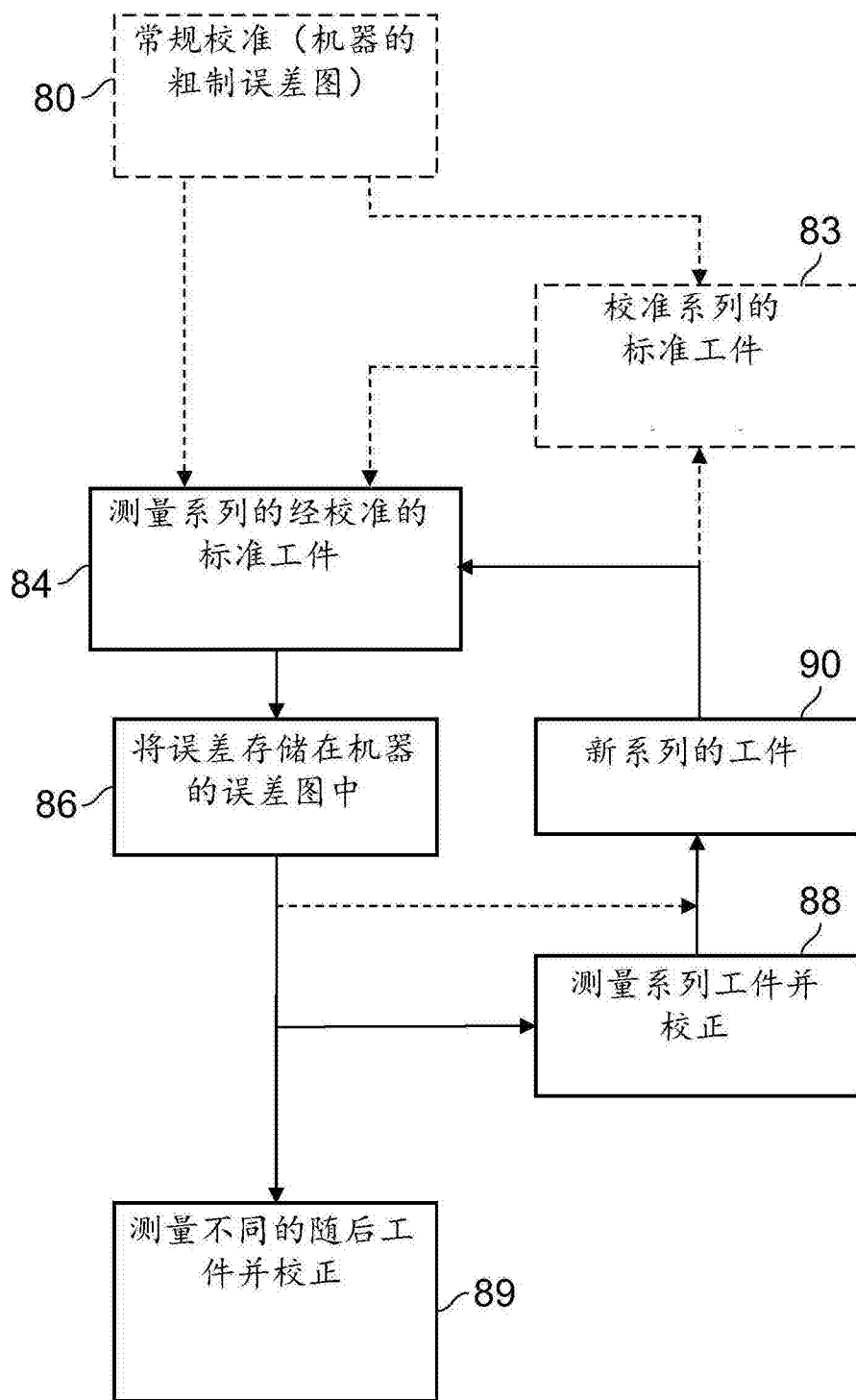


图3

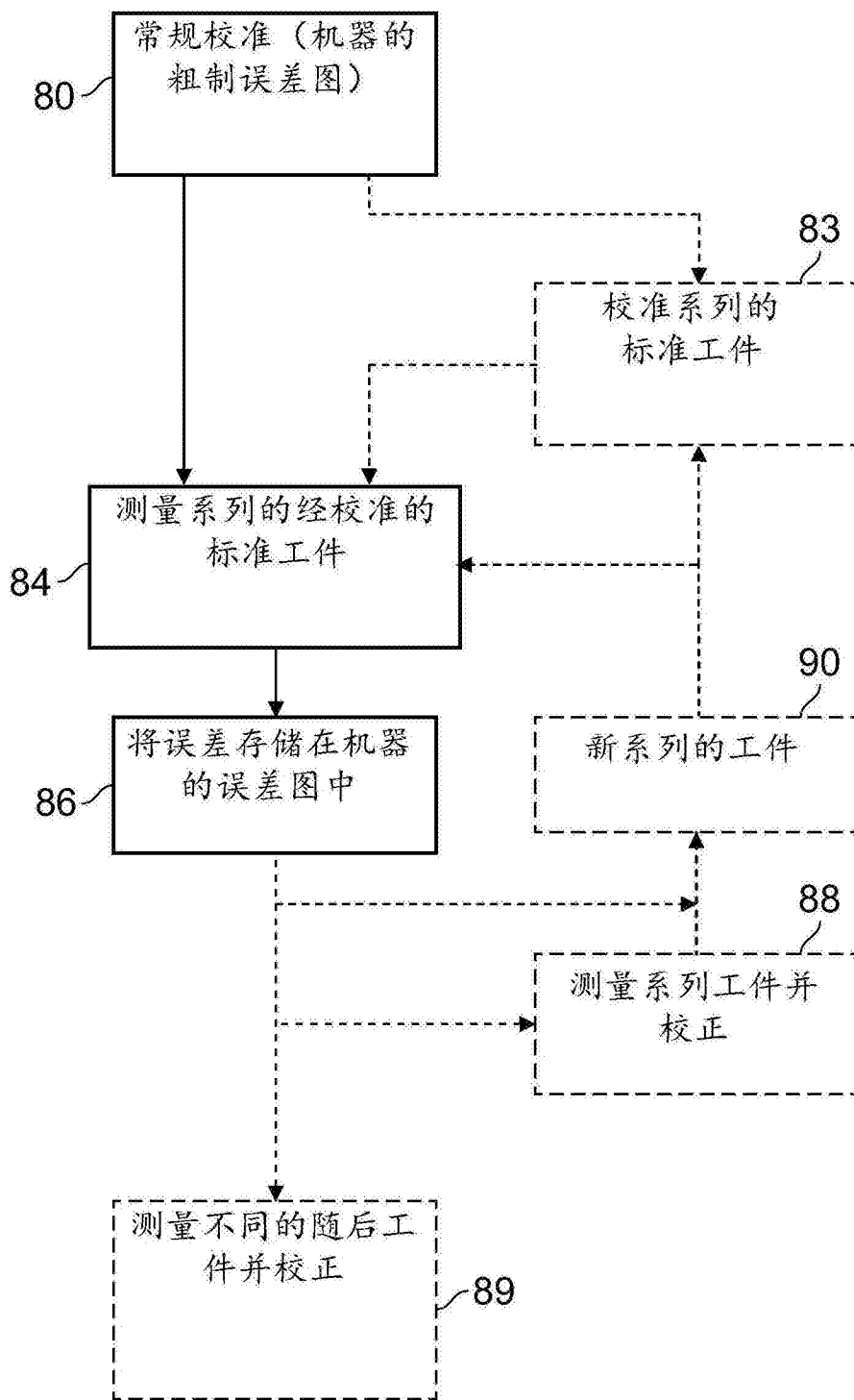


图4

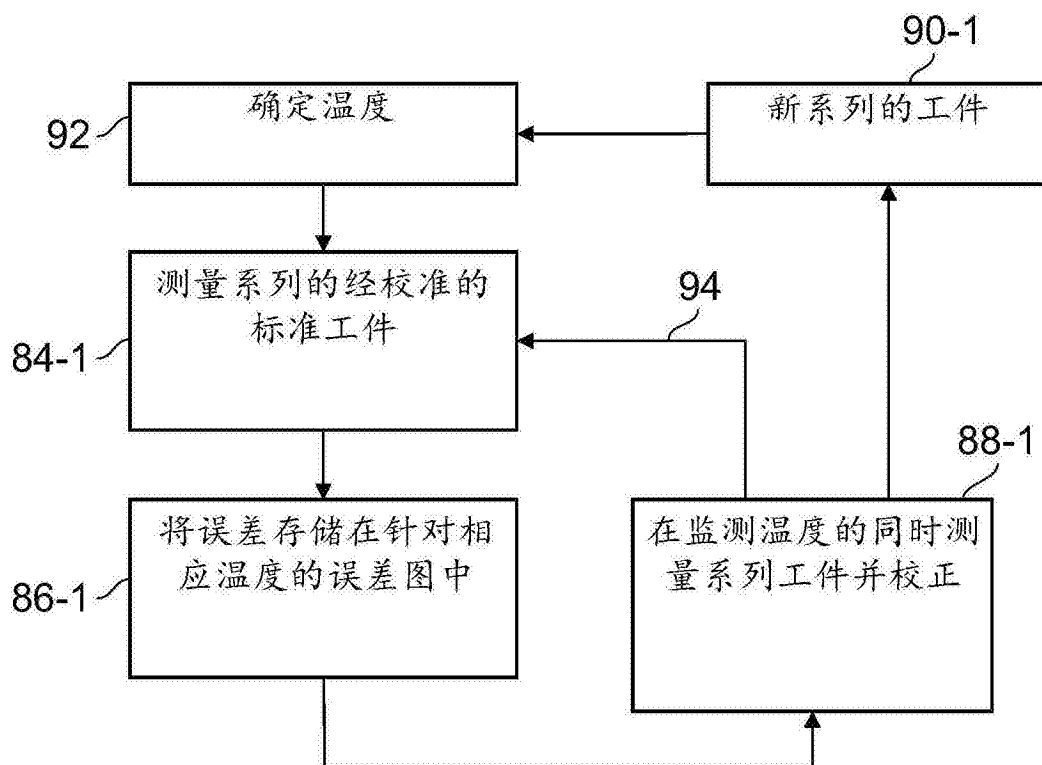


图5

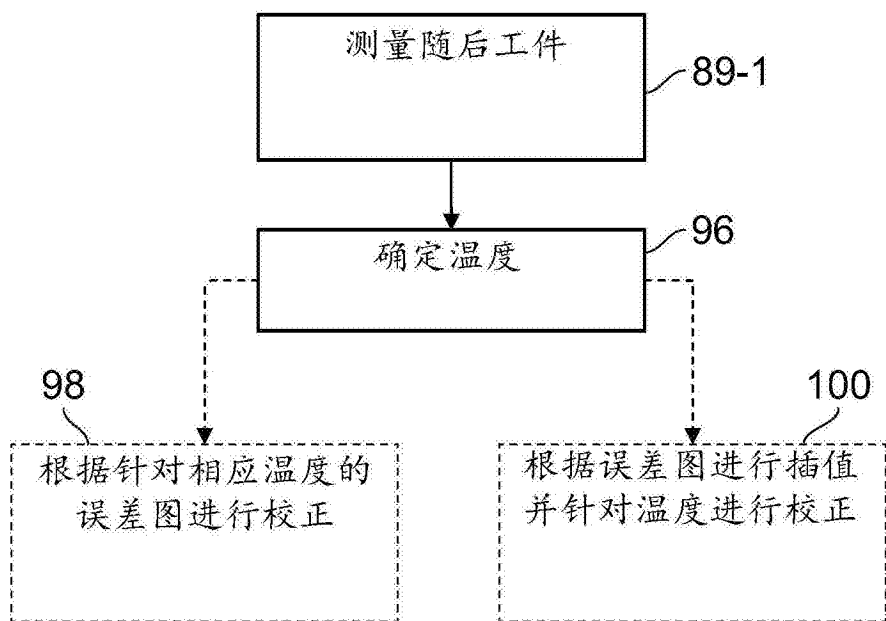


图6