



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107076552 B

(45) 授权公告日 2021.12.14

(21) 申请号 201580052491.7

(22) 申请日 2015.08.20

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107076552 A

(43) 申请公布日 2017.08.18

(30) 优先权数据

102014112396.4 2014.08.28 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2017.03.28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2015/069133 2015.08.20

(87) PCT国际申请的公布数据

W02016/030268 DE 2016.03.03

(73) 专利权人 卡尔蔡司工业测量技术有限公司

地址 德国上科亨

(72) 发明人 G.格鲁普 O.拉克 E.奥伯尔

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所  
11105

代理人 邱军

(51) Int.CI.

G01B 21/04 (2006.01)

审查员 陆颖莹

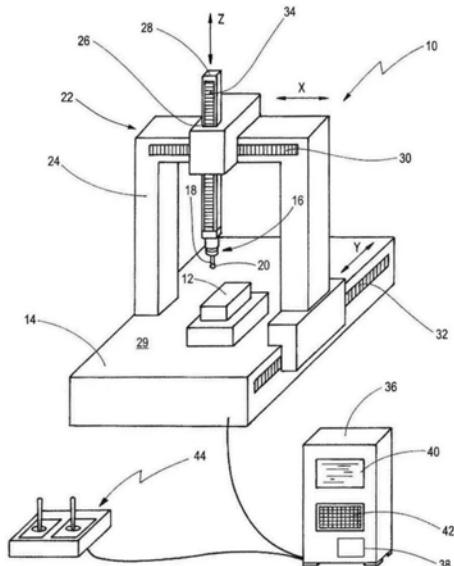
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

用于工件的单点扫描的方法和坐标测量机

(57) 摘要

本发明涉及一种通过坐标测量机(10)的传感器(16)进行工件(12)的单点扫描的方法，所述传感器特别是触觉传感器，所述方法包括以下步骤：提供至少间接表示单点扫描的所需精确度的变量；提供参数数据集(48)，其中参数数据集(48)具有用于以所需精确度来调节和/或评估单点扫描的方案；以及执行工件(12)的单点扫描，其中基于所提供的参数数据集(48)来调节坐标测量机(10)和/或基于所提供的参数数据集(48)来执行评估(10)。此外，提出了一种用于工件(12)的单点扫描的坐标测量机(10)。



1. 一种通过坐标测量机(10)的传感器(16)进行工件(12)的单点探测的方法(70),所述方法包括以下步骤:

(72) 提供变量,所述变量至少间接表示所述单点探测的所需精确度;

(74) 提供参数数据集(48),其中所述参数数据集(48)具有用于以所述所需精确度来调节和/或评估所述单点探测的方案,其中所述传感器(16)是测量传感器,其中通过在探测时间间隔内形成移动平均值来确定探测的每个单独点,其中所述参数数据集(48)包括形成所述移动平均值的至少一个参数,并且其中形成所述移动平均值的至少一个参数为所述探测时间间隔的持续时间、在所述探测时间间隔期间捕捉的测量值的权重、和/或形成所述移动平均值的精确度;以及

(76) 执行所述工件(12)的所述单点探测,其中基于所提供的参数数据集(48)来调节所述坐标测量机(10)和/或基于所提供的参数数据集(48)来执行评估(10)。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,凭借通过所述坐标测量机(10)的输入装置(42)输入所述所需精确度来提供表示所述所需精确度的所述变量。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,表示所述单点探测的所需精确度的所述变量为指定所述坐标测量机(10)的精确度的特性。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述变量为长度测量期间的最大允许误差的倍数。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述变量为间接指定所述所需精确度的变量,并且其中从间接指定所述所需精确度的所述变量来确定所述所需精确度。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中间接指定所述所需精确度的所述变量为所述工件(12)上待探测的所述点的位置或测量任务。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,预先确定规定范围,在所述规定范围内可提供所述所需精确度。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中所述规定范围取决于所述坐标测量机(10)的载体结构(22)的类型和/或传感器的类型。

9. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,对于具有所述所需精确度的所述单点探测的最短持续时间,提供所述参数数据集(48)。

10. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,根据所述坐标测量机(10)的产品的类型和/或载体结构(22)的类型来提供所述参数数据集(48)。

11. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,根据所述坐标测量机(10)的安装尺寸和/或所述坐标测量机(10)的测量空间的规格来提供所述参数数据集(48)。

12. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述参数数据集(48)包括所述坐标测量机(10)的所述传感器(16)的运动的速度和/或加速度。

13. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述传感器是触觉传感器,并且所述参数数据集(48)包括用于所述触觉传感器(16)的至少一个探测参数。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中所述至少一个探测参数为探测期间的探测搜索路径、探测速度、加速度,以及用于测量触觉传感器(16)的扫描路径。

15. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述传感器(16)为测量触觉传感器。

16. 根据权利要求13所述的方法,其特征在于,在提供至少间接表示所述单点探测的所

述所需精确度的变量的步骤之前,进行所述触觉传感器的所述传感器(16)和/或所述触觉传感器(16)的触针(18)的校准,并且其中用校准参数数据集(49)进行所述校准,所述校准参数数据集(49)提供所述坐标测量机(10)的最佳精确度。

17.根据权利要求16所述的方法,所述校准参数数据集(49)是简单MPE-E,并且其中当执行所述单点探测和/或评估所述单点探测时,使用在所述校准期间确定的所述触觉传感器(16)的触针(18)的弹性。

18.一种用于工件(12)的单点探测的坐标测量机(10),包括测量传感器(16)、用于保持所述传感器(16)并在所述坐标测量机(10)的测量空间内移动所述传感器(16)的载体结构(22)、用于基于参数数据集(48)通过所述传感器(16)调节所述工件(12)的单点探测的调节装置(38),其中所述参数数据集(48)具有用于以所需精确度来调节和/或评估所述单点探测的方案、用于输入表示所述单点探测的所述所需精确度的变量的输入装置(42),以及提供根据表示所述单点探测的所述所需精确度的所述变量的所述参数数据集(48)的数据处理装置(36),其中通过在探测时间间隔内形成移动平均值来确定探测的每个单独点,并且其中所述参数数据集(48)包括形成所述移动平均值的至少一个参数,并且其中形成所述移动平均值的至少一个参数为所述探测时间间隔的持续时间、在所述探测时间间隔期间捕捉的测量值的权重、和/或形成所述移动平均值的精确度。

19.根据权利要求18所述的所述坐标测量机(10),其特征在于,所述传感器(16)为测量触觉传感器。

## 用于工件的单点扫描的方法和坐标测量机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种通过坐标测量机的传感器(特别是触觉传感器)进行工件的单点探测的方法。此外,本发明涉及一种用于工件的单点探测的坐标测量机。

### 背景技术

[0002] 坐标测量机在现有技术中为常见的。坐标测量机是一种机器,其包括可以相对于测量容积中的待测量的对象移动的测量头。将测量头带入相对于待测量的对象处的测量点的限定位置。在触觉坐标测量机的情况下,例如通过布置在测量头处的触针来探测测量点。随后,可以基于测量头在测量容积中的已知位置,确定测量点的空间坐标。如果在待测量的对象处确定多个限定的测量点的空间坐标,则此外可以确定待测量的对象的几何规格或甚至空间形态。它们的作用是检查工件,例如作为质量保证的一部分,或是用于完全探知工件的几何结构,作为已知的“反向工程”的一部分。此外,可以设想各种各样其他的应用可能性。

[0003] 在此类型的坐标测量机中,不同类型的传感器可以用来捕捉待测量的工件的坐标。举例来说,以触觉方式测量的传感器就此而言是已知的,例如,申请人销售的名为“VAST”、“VAST XT”或“VAST XXT”的产品。在此,用触针探测待测量的工件的表面,所述触针在测量空间中的坐标在所有时间是已知的。此探测可以在单点探测的范围内进行,其中单独地接近工件上待测量的每一个点。对于每个单点,使触针与工件接触且后续地再提高工件。这样的触针可以沿着工件表面移动,同时其保持与工件接触,并且因此能够在所谓的“扫描方法”的范围内、在这样的测量过程期间以设定的时间间隔捕捉大量测量点。

[0004] 此外,还已知使用光学传感器,以便无接触地捕捉工件的坐标。这样的光学传感器的一个示例为由申请人销售的名为“ViScan”的产品。

[0005] 传感器也可以用于不同类型的混合触觉和光学测量构造中。这样的测量构造的仅一个示例是申请人的产品“O-INSPECT”。在此类型的装置中,光学传感器和触觉传感器两者都用来执行机器上的各种检查任务,并且理想地使用待测量的工件的单个设定。以此方式,可以容易地执行许多检查任务,例如在医疗工程、塑料技术、电子和精密工程中。当然,也可以设想各种其他构造。

[0006] 常规地,传感器头连接到载体结构或机架,其支承和移动传感器系统。现有技术已经公开了各种载体结构,例如门户系统、支架系统、水平臂系统和臂系统、全部类型的机器人系统、以及在X射线操作的传感器系统情况下的最终封闭CT系统。在此,载体结构还可以包括系统部件,其便于尽可能灵活地定位传感器头。对此的示例为来自申请人销售的名为“RDS”的产品的旋转-环转-铰接。此外,可以提供各种适配器,以用于载体结构的各种系统部件自身之间的连接、以及将其与传感器系统连接。

[0007] 坐标测量机包括可移动传感器头。在下面以示例方式给出的坐标测量机中,头通常紧固到垂直布置的套管轴的下部自由端。套管轴为可移动的,使得测量头可以垂直于测量台移动。测量台的作用是接收待测量的对象。套管轴进而布置在托架中,托架在门户的横

梁上且可以通过机架在横梁上的第一水平方向上移动。与套管轴一起，门户可以在第二水平方向上移动，并且因此，总体上，测量头可以在三个相互垂直的空间方向上移动。在此，套管轴、托架以及门户形成机架。举例来说，由申请人销售的名为“PRISMO”、“ACCURA”或“CenterMax”的坐标测量机的类型包括这样的机架的示例。测量头沿着三个运动方向的最大行程确定测量空间，在测量空间内可以在待测量的对象上确定空间坐标。

[0008] 在用于比如质量保证的范围内的坐标测量机中，测量工件所需的持续时间或测量时间通常是重要参数。在检查大量工件的情况下，即使稍长几分之一秒的测量时间可能具有很大的缺点。就此而言，进行了尽可能快地执行测量或保持测量时间短的尝试。然而，测量的速度通常取决于测量的精确度。自然地，某些测量要遵循严格的精确度要求。一般来说，具有较高精确度的测量需要较长的持续时间，反之亦然。

[0009] 因此，现有技术中已经存在涉及使测量工件的所需持续时间与精确度要求一致的考虑。

[0010] 因此，文件DE 29603273 U1和DE 29504239 U1各自公开了坐标测量机，其包括用于扫描待测量的工件表面的测量接触探测器；用于机动坐标测量机的测量机架的电机驱动的驱动器，通过其引导接触探测器；连接到驱动器的控制电子器件；用于操作坐标测量机和评估测量结果的具有显示器以及输入和输出装置的计算机；以及控制器，其允许设定不同的控制参数，特别是允许设定驱动器的不同的测量速度，其中为选择不同的测量问题准备输入装置，并且其中计算机含有存储器，存储器中存储适用于可选择的测量问题的控制参数。

[0011] 此外，文件WO 88/09915 A1提出了一种通过坐标测量机来测量名义上相同的工件的方法。工件应在低速度下测量，以便于在高速度下测量大多数工件，并且补偿由此产生的误差。对于此工件，计算慢速测量与快速测量之间的差异的一系列误差值。然后使用这些误差值校正连续工件的后续快速测量。

[0012] 然而，对于通过传感器(特别是通过触觉传感器或通过光学传感器)的单点测量，即所谓的单点探测，仍缺乏以最优化方式(特别是以关于尽可能短的持续时间或测量时间的最优化方式)执行单点测量且考虑到预定精确度要求的可靠的方法和坐标测量机。

[0013] 因此本发明的目标是消除前述缺陷，并且提供一种用于通过传感器(特别是触觉传感器)进行单点探测的能够处理不同精确度要求的方法和坐标测量机。

## 发明内容

[0014] 因此，根据本发明的第一方面，提供了用于通过坐标测量机的传感器(特别是触觉传感器)进行工件的单点探测的方法，所述方法包括以下步骤：提供表示单点探测的所需精确度和/或至少间接表示单点探测的所需精确度的变量；提供参数数据集，其中参数数据集具有用于以所需精确度来调节和/或评估单点探测的方案；以及执行工件的单点探测，其中基于所提供的参数数据集来调节坐标测量机和/或基于所提供的参数数据集来执行评估。

[0015] 根据其他方面，提供了用于工件的单点探测的坐标测量机，所述坐标测量机包括：传感器，特别是触觉传感器；用于保持传感器并在坐标测量机的测量空间内移动传感器的载体结构；用于基于参数数据集通过传感器(特别是触觉传感器)来调节工件的单点探测的调节装置，其中参数数据集具有用于以所需精确度来调节和/或评估单点探测的方案；用于

输入表示单点探测的所需精确度和/或至少间接表示单点探测的所需精确度的变量的输入装置;并且包括数据处理装置,所述数据处理装置提供根据表示单点探测的所需精确度的变量的参数数据集。还可以提供用于评估单点探测的数据处理装置。特别地,数据处理装置实现且配置为评估单点探测。

[0016] 以此方式,可以通过选择期望的精确度来提供单点探测。可以说,进行“匹配单点测量”。特别地,可以规定,通过以容积长度测量偏差MPE-E的倍数的形式的输入来提供所需精确度。解释了用于验证坐标测量机的此变量的应用于长度测量的术语和测试(例如在DIN EN ISO 10360-2:2010-06中),且原则上为本领域普通技术人员已知。

[0017] 作为原则,以下可能是特别有利的:不对于单点探测的全部实例立即设定测量精确度,而在每个单点上给予单独的所需精确度,且从而根据单独的允许误差限制以理想的速度测量工件上的每个特征。

[0018] 在此,术语“单点探测”不仅涉及机械单点探测。其可以涉及机械或光学单点探测。举例来说,术语“单点探测”也可以替换为“单点测量”或“单点捕捉”。优选地,传感器为触觉传感器。然而,也可以规定为光学传感器。光学传感器可以配置为使得尽管存在工件的机械单点探测(例如通过触针或其他感测元件),但通过光学传感器捕捉此机械探测的位置。然而,也可以规定光学传感器或纯粹的光学传感器,其承担工件处的光学单点探测,例如通过三角测量法。

[0019] 如果用户现在选择较低的精确度或MPE-E的容许的倍数,则可以获得单点探测期间的测量时间缩短。这进而导致较高的每小时部分吞吐量,并且因此使坐标测量机更有效率。在具有不同精确度方案或MPE-E的以不同方式设定的倍数的单点测量或单点探测的情况下,为使测量过程保持可重现,所需精确度应当特别地存储在测量的日志中。第一检查已经示出,例如,MPE-E增加2倍或对应地较低的所需精确度,可以获得大约25%的测量时间缩短。

[0020] 从而完全实现最初所述的目标。

[0021] 在本方法的一个细化方案中,可以规定凭借通过坐标测量机的输入装置输入所需精确度来提供表示所需精确度的变量。

[0022] 如前面提出的,原则上,可以通过至少间接表示所需精确度的变量来提供单点探测的所需精确度。因此,变量可以直接指定精确度,但其也可以为不同变量,通过其显现或推得精确度。可以通过坐标测量机的输入装置输入此所需精确度。相应地,例如,坐标测量机的用户界面可以配置为使得可以为用户提供预先确定单点探测的特定实例的所需精确度的选项。如下面仍将解释的,所述用户可以,例如,在此指定容积长度测量误差的倍数。较大的允许误差意味着较低的精确度。可以通过常规输入装置来配置输入装置,比如键盘、鼠标输入设备、轨迹球,等等。也可以设想触摸屏或语音输入。然而,原则上也可以规定以不同方式提供所需精确度。举例来说,能够以与工件相关的文件或数据集的形式将所需精确度传送到坐标测量机。举例来说,为此目的,所述坐标测量机可以连接到有线或无线网络。也能够以自动化的方式确定所需精确度,例如基于工件的CAD数据和/或测量任务。

[0023] 此外,在一个细化方案中,可以规定表示所需精确度的变量为指定坐标测量机的精确度的特性。以此方式,能够以精确度的形式直接输入所需精确度。

[0024] 举例来说,在其他细化方案中,可以规定变量为在长度测量期间的最大允许误差

(缩写为MPE-E)的倍数。所述误差也称为容积长度测量误差。在此,MPE是指“最大允许误差”。在此,附加的“-E”特指容积长度测量误差。此外,存在例如容积探测偏差MPE-P。此外,存在例如多个感测装置探测偏差MF、MS或ML。

[0025] 在本方法的其他细化方案中,可以规定变量为间接指定所需精确度的变量,并且其中从间接指定所需精确度的变量来确定所需精确度。特别地,间接指定所需精确度的变量可以为工件上的待探测的点的位置,或例如测量任务。举例来说,这样的测量任务可以为长度、直径或深度、圆或孔、规格或例如工件的形式的测量。测量任务由单点探测的多个实例组成,使得能够在需要的情况下以较低的精确度进行单点探测的一个或多个所选的实例。工件上的点的位置也可以伴随着不同的精确度要求。举例来说,能够以不同的精确度探测工件上的各个点。

[0026] 在本方法的其他细化方案中,可以规定预先确定的规定范围,在规定范围内可提供所需精确度。特别地,可以根据坐标测量机的载体结构和/或传感器的类型(特别是触觉传感器的类型)来提供规定范围。

[0027] 此规定范围可以将精确度限制为,在所述精确度内可以进行操作。这可以取决于采用的载体结构,例如门户构造、水平臂,等等,或取决于传感器的类型,特别是触觉传感器的类型,例如这涉及单感测装置(其仅包括单个触针和单个探测球)还是多感测装置。在某些情况下,情况可能是,如果采用特定载体结构和/或传感器的类型(特别是触觉传感器的类型),则在过低的精确度要求内可能无法获得有意义的测量结果。这可以使用预先确定的规定范围来避免。

[0028] 在本方法的其他细化方案中,可以规定,对于具有所需精确度的单点探测的最短持续时间提供参数数据集。

[0029] 因此,以这样的方式最优化参数数据集,使得在所需精确度的情况下,单点探测的持续时间最小化。一般来说,这使用所需精确度来进行。然后,较低的所需精确度或较大的允许测量误差例如便于较高的速度和/或加速度,并且因此单点探测的总体持续时间可以缩短。

[0030] 在本方法的其他细化方案中,可以规定根据产品类型和/或坐标测量机的载体结构的类型来提供参数数据集。

[0031] 举例来说,坐标测量机的产品类型可以指定产品系列,比如“Accura”、“Prismo”或“CenterMax”。可替代地,或累积地,还可以根据坐标测量机的载体结构(即,例如,门户构造、水平臂、台构造、等等)的方式提供参数数据集。自然地,载体结构的类型可以与坐标测量机的产品类型相关联。应当理解的是,不同的载体结构需要不同的参数,例如关于当移动接触探测器时的允许速度和允许加速度,以遵循所需精确度。因此,可以根据产品类型和/或坐标测量机的载体结构来存储参数数据集。

[0032] 在其他细化方案中,可以规定,根据坐标测量机的安装尺寸和/或坐标测量机的测量空间的规格来提供参数数据集。

[0033] 一般来说,具有较小安装尺寸(以及伴随此的较小测量空间)的坐标测量机利于较高精确度。特别地,这是由于载体结构经受较少的变形。因此,在此情况下也是,坐标测量机的不同的安装尺寸或不同的测量空间的规格需要不同的参数数据集或改编的参数数据集,使得可以根据安装尺寸和/或测量空间的规格来提供这些参数数据集。

[0034] 在其他细化方案中,可以规定,参数数据集包括坐标测量机的传感器的(特别是触觉传感器)的运动的速度和/或加速度。

[0035] 特别地,速度和/或加速度这些参数可以实质上缩短执行单点探测的持续时间。因此特别可以规定,参数集具有比如坐标测量机可以在单点探测的范围内使用的最大允许速度和/或加速度的限制值。

[0036] 在其他细化方案中,可以规定,参数数据集包括触觉传感器的至少一个探测参数。探测参数可以为探测期间的探测搜索路径、探测速度、加速度、测量触觉传感器的扫描路径、和/或开关触觉传感器的扫描路径。在此,术语“扫描路径”是指一旦已经完成探测和测量数据捕捉(特别是手动控制的探测的情况下),传感器(特别是触觉传感器)行进的路径。其他可能的探测参数包括,例如探测期间的速度、探测期间的测量力的施加、当行进扫描路径时的加速度、和/或当行进扫描路径时的速度。

[0037] 在本方法的其他细化方案中,可以规定传感器(特别是触觉传感器)为测量传感器(特别是测量触觉传感器),其中通过在探测时间间隔内形成移动平均值来确定探测的每个单独点,并且其中参数数据集包括形成移动平均值的至少一个参数,特别是其中形成移动平均值的至少一个参数为探测时间间隔的持续时间、探测时间间隔期间所捕捉的测量值的权重、和/或形成移动平均值的精确度。权重可以为线性或指数的。特别地,较新的测量值可以更多地加权。“形成移动平均值”或“移动平均值”的数学基础为本领域普通技术人员已知。举例来说,对于移动平均值的精确度或所期望的精确度,可以进行平均,直到平均值仅在可调整的时间段内以可调整的值变化,即仅当移动平均值一旦位于设定的“窗口”内就停止平均,并且将最后的平均值作为测量值输出。在相对大的允许公差的情况下,窗口的此设定可以是节约时间的简单方式。

[0038] 在测量触觉传感器的情况下,在单点探测的范围内在某持续时间内探测单个测量点。测量传感器(特别是测量触觉传感器)以特定速率记录测量值。相应地,当形成平均值时,形成移动平均值考虑到一定数量的n个之前的测量值。总是加上新确定的测量值,并且从平均值的形成淘汰相应的最旧测量值。在此,测量传感器(特别是测量触觉传感器)在某一探测持续时间内与待测量的点保持接触,直到平均值仅很小程度地变化。举例来说,能够在前的移动平均值的百分比规格的形式表达此程度。举例来说,在降低的精确度的情况下,能够以探测持续时间的根本性缩短来加速整个测量过程。然而,可以例如改变测量值的权重。自然也可以修改关于平均值改变的特定的值,从该特定的值认为系统是“稳定”的,并且该平均值被认为是不变的。

[0039] 在本方法的其他细化方案中,可以规定,在提供至少间接表示单点测量的所需精确度的变量的步骤之前,执行传感器(特别是触觉传感器)和/或触觉传感器的触针的校准,并且其中用提供坐标测量机的最佳精确度的校准参数数据集来执行校准,特别是简单MPE-E,并且特别是其中当执行单点探测和/或评估单点探测时,使用在校准期间确定的触觉传感器的触针的弹性。

[0040] 以此方式,可以初始地用非常高的精确度进行坐标测量机的校准,以确定尽可能可靠的校准值,例如刚度矩阵或张量。然后,当以较低的精确度驱动单点探测或单点探测的实例时,可以后续地使用以高精确度获得的这些校准数据。

[0041] 在本方法的全部细化方案中和/或坐标测量机的全部细化方案中,可以规定传感

器为触觉传感器。触觉传感器可以为开关触觉传感器或测量触觉传感器。还可以规定为光学传感器或用于单点探测的任意其他传感器。在此,光学传感器可以配置为使得尽管存在工件的机械单点探测(例如通过触针或其他感测元件),但通过光学传感器捕捉此机械探测的位置。然而,也可以规定为光学传感器或纯粹的光学传感器,其承担工件处的光学单点探测,例如通过三角测量法。

[0042] 可以用测量传感器或开关传感器操作本方法和/或坐标测量机。

[0043] 应当理解的是,在不背离本发明的范围的情况下,前述的特征以及将在下面解释的特征不仅可以用于分别指定的组合中,还可以用于其他组合中、或单独地使用。

## 附图说明

[0044] 本发明的实施例在附图中图示,并且下面的说明书中更详细地解释。在附图中:

[0045] 图1示出了坐标测量机的实施例,

[0046] 图2示出了坐标测量机的实施例的部件的示意图以及其之间的通信,

[0047] 图3示出了方法的实施例,

[0048] 图4示出了方法的其他实施例,以及

[0049] 图5示出了方法的其他实施例。

## 具体实施方式

[0050] 图1示出了坐标测量机10的实施例。坐标测量机10用于测量工件12。工件12布置在坐标测量机10的基部板14上。举例来说,基部板可以由花岗岩制成。传感器16(特别是触觉传感器)用于测量工件12。在图示的实施例中,传感器为触觉传感器16,其包括具有探测球20的触针18。然而,原则上,触觉传感器16还可以包括多感测装置,其包括多个感测元件,例如设置为彼此具有特定角度关系(例如在各情况下的90度)的多个探测球。这样的“枞树型布置”对本领域普通技术人员是已知的。也可以规定为除了探测球20之外的其他感测元件,例如棱柱等。

[0051] 坐标测量机10包括载体结构22。在图示的实施例中将载体结构提供为门户构造。然而,总体上而言,还可以设想其他载体结构。载体结构22包括门户24,门户24相对于基部板14在Y-方向上可移动。此外,可以规定托架26,其相对于门户在X-方向上可移动。Y-方向垂直于Y-方向延伸。在Z-方向上可移动的套管轴28布置在托架26中。Z-方向垂直于X-方向和Y-方向。传感器布置在套管轴28的一端。因此,传感器16通过载体结构22在测量空间29中可移动。原则上,还可以在例如传感器16与套管轴之间提供其他元件,例如可以在该处设置规定铰接。后者可以便于传感器围绕全部三个空间轴线旋转或环转。以此方式,传感器16可以在测量空间29内自由地移动和旋转,使得可以从任意空间方向探测工件12。

[0052] 在载体结构22处提供空间方向X、Y以及Z上的刻度尺30、32、34,其捕捉相应的元件的位置。因此,刻度尺30捕捉托架相对于门户的位置。刻度尺32捕捉门户相对于基部板的位置。并且刻度尺34捕捉套管轴相对于机架的位置。从而可以进一步电子化地处理所捕捉的位置数据。举例来说,可以将所述数据传送到数据处理装置36中。数据处理装置36可以实现为用于坐标测量机的控制和调节、用于捕捉和评估测量数据、用于通过用户输入命令、以及用于通过打印机或指示设备输出测量数据。此外,坐标测量机包括调节装置38,其调节坐标

测量机10。特别地,所述调节装置调节载体结构22的元件(特别是门户24、托架26以及套管轴28)的运动。可以与数据处理装置36分开地提供调节装置38。然而,总体上而言,调节装置也可以为数据处理装置36的一部分。调节装置38可以具有硬件实现的和/或软件实现的实施例。此外,数据处理装置36包括指示装置40,通过指示装置40可以向用户输出指示。举例来说,这些可以包括测量结果。也可以在指示装置40上指示选择选项,例如对于所需精确度。原则上,也可以与数据处理装置36分开地提供指示装置40。此外,在坐标测量机10中提供输入装置42。其可以类似地与数据处理装置36分开。然而,其也可以为数据处理装置36的元件。举例来说,能够以键盘、鼠标输入设备或轨迹球等形式提供输入装置42。

[0053] 此外,可以提供其他输入装置44。举例来说,可以提供此其他输入装置44用于传感器16(特别是触觉传感器)的手动控制。以此方式,除了传感器16(特别是触觉传感器)的自动化调节的运动以外,也可以在坐标测量机中方便地进行手动控制。

[0054] 图2示出了坐标测量机10,以及坐标测量机10中的数据互换的示意性设计。将输入数据52输入到输入装置42中。举例来说,所需精确度。这些接收在数据处理装置36中。然后,与存储多个可能的参数数据集48、49的存储器46通信,坐标测量机10的数据处理装置36可以提供参数数据集,参数数据集取决于坐标测量机10(例如载体结构22的类型),选择对应于所需精确度的参数数据集48、49。原则上,也可以在数据处理装置36中通过计算来确定参数数据集48、49。然而,其也可以存储在存储器46(特别是非易失性存储器46)中,例如以预先计算的表格的形式,其可以具有多维实施例。可以通过数据处理装置36将输出数据(例如测量结果)输出为到指示装置40的输出数据50。

[0055] 在图2中,调节装置36实现为数据处理装置36的元件,例如作为硬件实现的调节装置38。所选的参数数据集48、49被传送到所述调节装置。举例来说,参数数据集48、49包括用于调节载体结构和/或传感器16(特别是触觉传感器)的全部调节参数,例如探测搜索路径、传感器16(特别是触觉传感器)的最大速度,传感器16(特别是触觉传感器)或载体结构(特别是载体结构22)的最大加速度。自然地,也可以对于载体结构22的单个元件(即,例如门户24、托架26或套管轴28)单独地提供这样的值。

[0056] 调节装置38将控制命令54传送到载体结构22,以移动载体结构22和传感器16。举例来说,在主动地测量触觉传感器16(例如关于向工件12上施加测量力)的情况下,控制命令58也可以直接传送到触觉传感器16。通过刻度尺30、32、34,位置数据56从载体结构22返回到数据处理装置36和/或调节装置38。传感器16(特别是触觉传感器)测量工件12,并且随即将测量数据60传送到数据处理装置36和/或调节装置38。

[0057] 图3示出了通过坐标测量机10的传感器16(特别是触觉传感器)进行工件12的单点探测的方法的实施例。在开始后,在第一步骤72中,规定至少间接表示单点测量的所需精确度的变量。举例来说,在过程中,可以将表示精确度的变量通过输入装置42作为输入数据52输入到数据处理装置36中。随即,在步骤74中规定参数数据集48、49,其中参数数据集48、49具有用于以所需精确度调节和/或评估单点探测的方案。举例来说,这可以由数据处理装置36以取决于输入数据52的方式通过从存储器46读取适当的参数数据集48来执行。

[0058] 之后是执行工件12的单点探测的步骤76。在过程中,基于提供的参数数据集48来调节坐标测量机10。特别地,这由调节装置38执行。

[0059] 然后,单点探测提供例如由数据处理装置36评估(特别是基于参数数据集48)的测

量数据60,且可以将其通过指示装置40作为输出数据50向用户输出。

[0060] 图4示出了方法70的其他实施例;相同的元件由相同参考标记指代。在下面不再解释相应的方法步骤。

[0061] 在此,总体上而言,可以在开始时执行校准坐标测量机10的步骤78。这样做时,使用提供高精确度的参数数据集49(优选单个MPE-E)来操作坐标测量机10。方法以由此获得的坐标测量机10的校准而继续。

[0062] 初始地,在步骤80中,预先确定MPE-E的倍数的范围,从MPE-E的倍数的范围,用户可以预先确定对于单点探测期望的精确度(例如 $1.25 \times MPE-E$ , $1.5 \times MPE-E$ 或 $2 \times MPE-E$ ),这取决于坐标测量机或载体结构22和/或传感器16(特别是触觉传感器)的类型。然后在步骤72中输入所需精确度。总体上而言,除了手动输入以外,这也能够以自动化方式执行,例如建立工件12的CAD模型。如果所需精确度设定在一点的前面,则后续步骤73询问是否为待探测的全部点设定精确度。如果不是这种情况,则对于下一个点执行提供所需精确度的步骤72。如果是这种情况,方法继续到步骤74,在步骤74中提供关于相对应的所需精确度的参数数据集48、49。

[0063] 随即,在步骤84中,可以向用户指示所提供的所需精确度和由此确定的参数数据集。在步骤85中,可以询问所述用户是否可以使用这些参数数据集。如果不是这种情况,可以在步骤86中便于由用户改变参数数据集和/或更新所需精确度。基于此,则在步骤84中将有新的指示。如果用户在步骤85中确认显示的参数和所需精确度,则在步骤76中可以进行单点探测、或单点探测的实例、和/或单点探测或单点探测的实例的评估。此后,可以在步骤88中写入日志,其中,特别地,将所需精确度分配到测量数据。这便于根据之前的所需准确度来对测量数据进行后续的评估。

[0064] 然后可以在步骤90中输出测量值。原则上,此后可以是步骤92,在步骤92中询问实际上是否应当探测其他点;如果是这种情况,可以跳回到步骤72前面,并且可以输入其他的所需精确度。然而,原则上,如果精确度没有变化,也可以直接跳回到步骤74前面,并且直接提供相对应的参数数据集。

[0065] 原则上,在方法70'中,可以规定对于每个单独的测量点运行通过步骤72至90,即对于单点探测的每个实例。在此情况下,存储精确度要求,提供参数数据集并由用户确认,并且对于每个点单独地执行单点探测。然而,总体上而言,如循环77所示,也可以执行步骤序列一次从72到85包括在内,并且存储精确度要求,并且对于全部点提供参数数据集。然后,如由循环77所示,对应于工件12处待执行的单点探测的实例,运行通过步骤76多次。然后,随后可以执行指示和日志记录88、90。然而,也可以通过方案或通过调节装置自动化地执行测量任务。举例来说,可以从工件的CAD模型的几何数据自动化地读取所需精确度。这可以在测量过程期间避免用户询问。

[0066] 图5示出了方法70"的其他实施例。方法一经开始,初始地执行如图4和/或图5中所解释的方法70、70'。随后,在步骤95中询问是否还有其他工件12(特别是相同的工件12)仍然待测量。如果是这种情况,则在步骤56中更换工件,并且重新执行方法70和/或70'。如果不是这种情况,则方法终止。

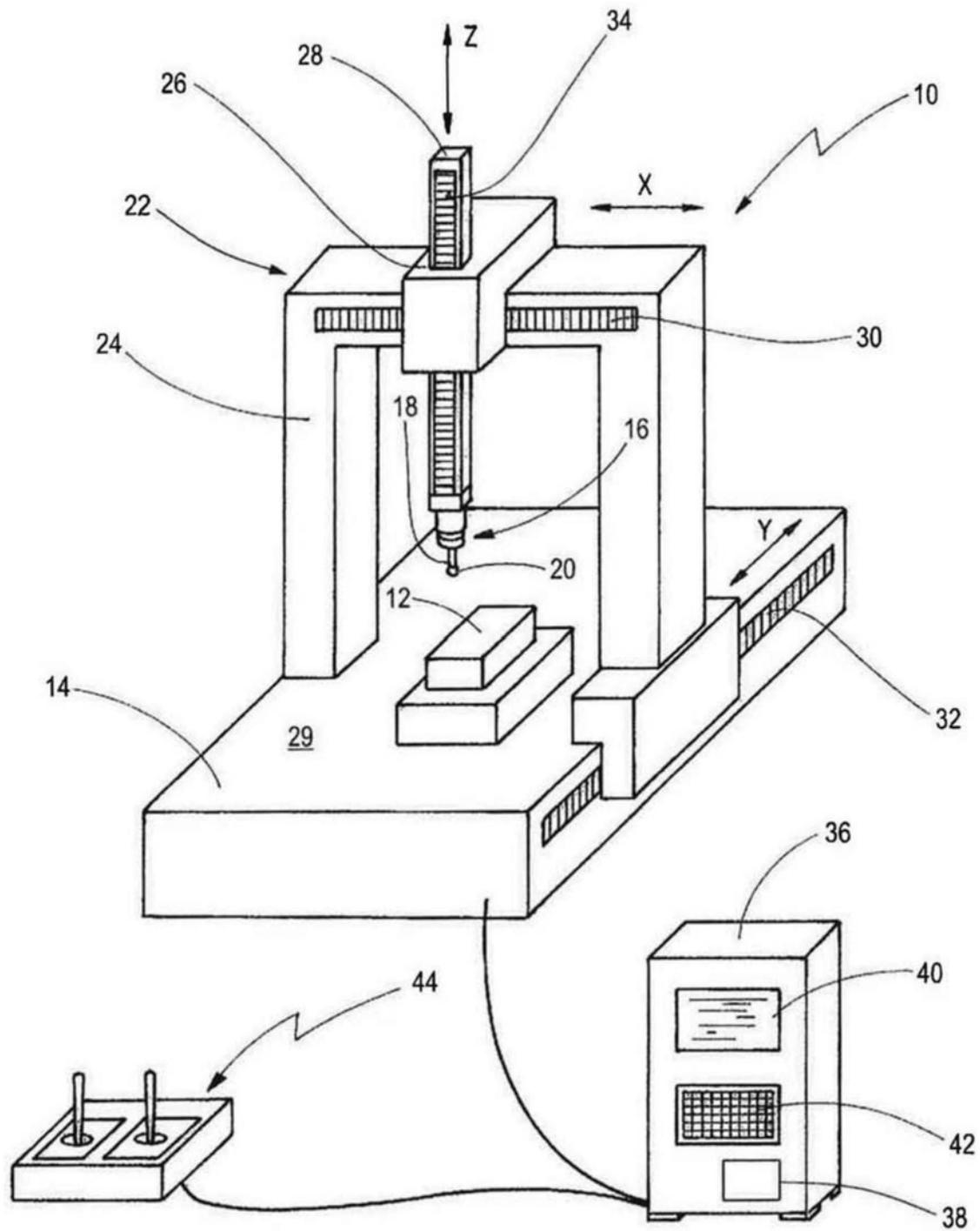


图1

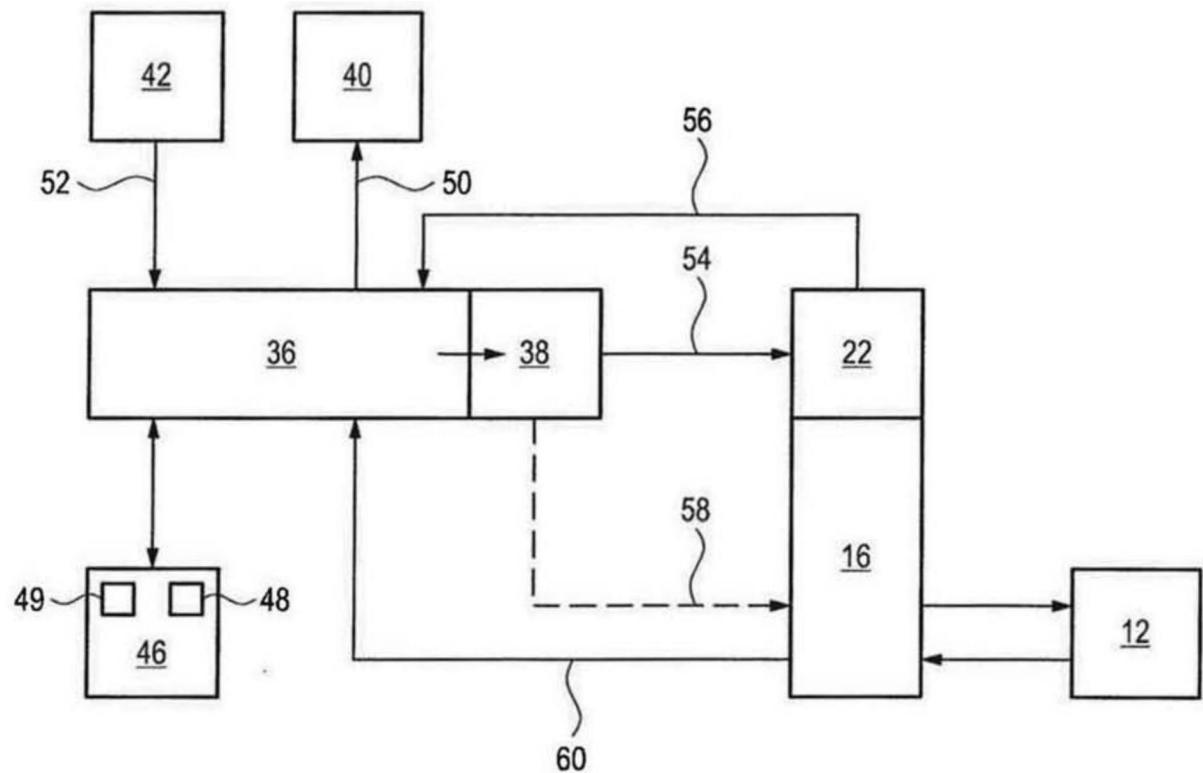


图2

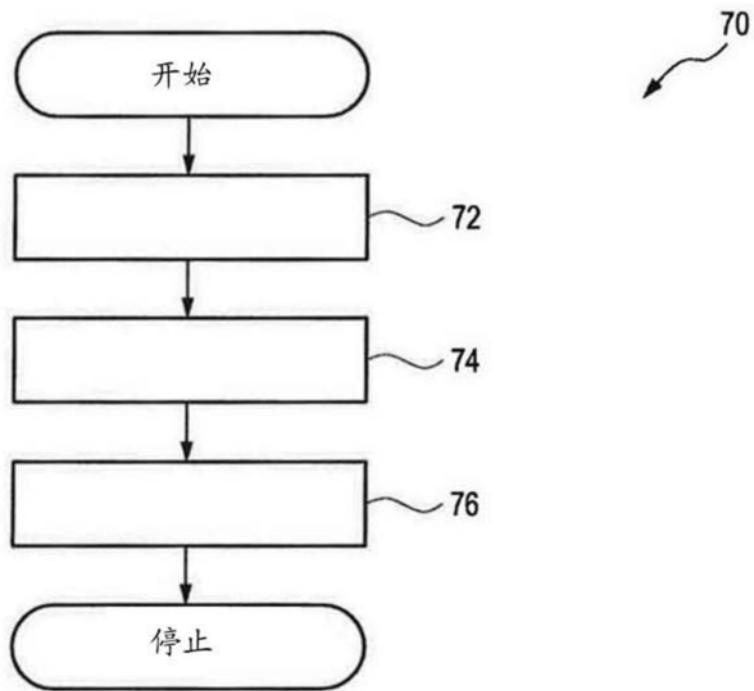


图3

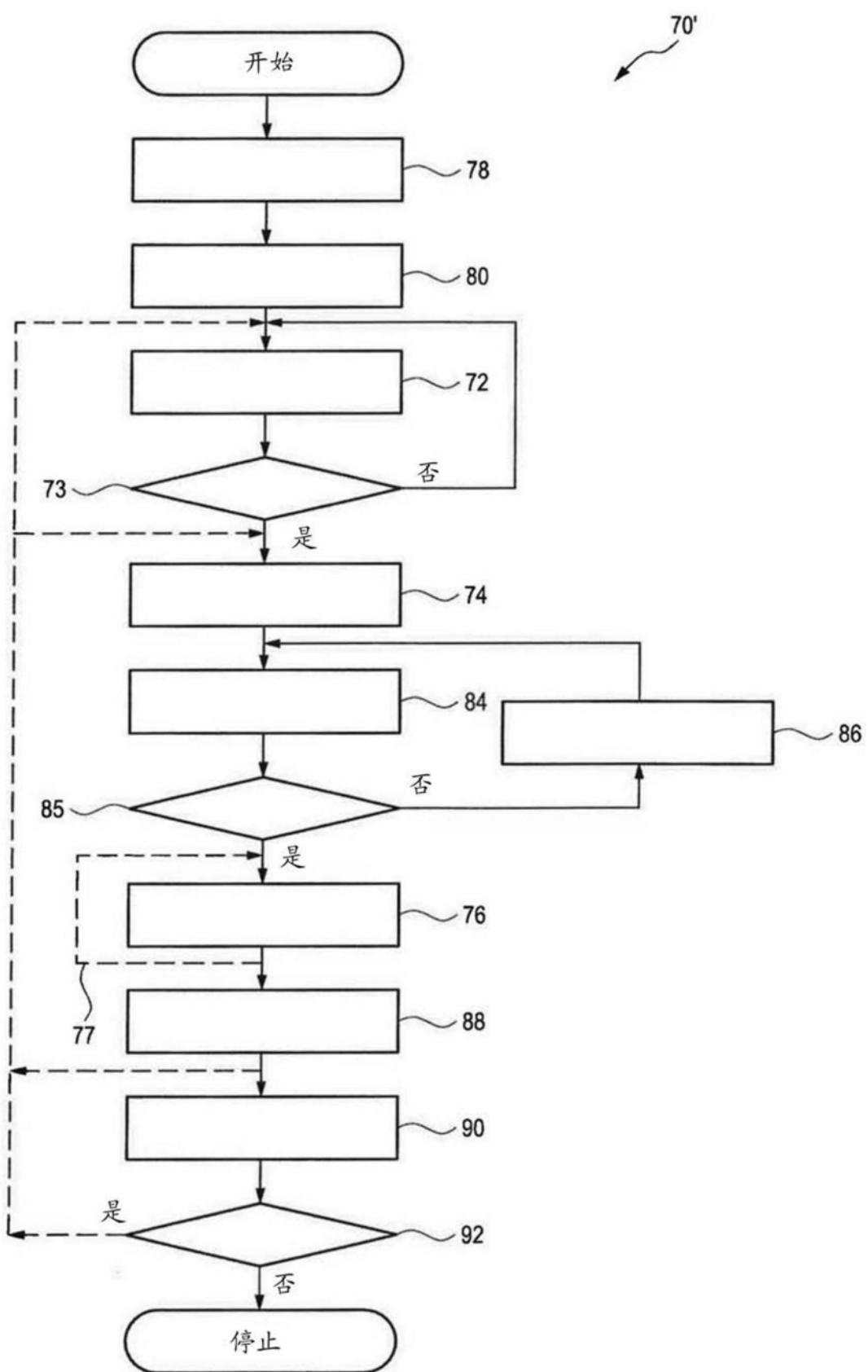


图4

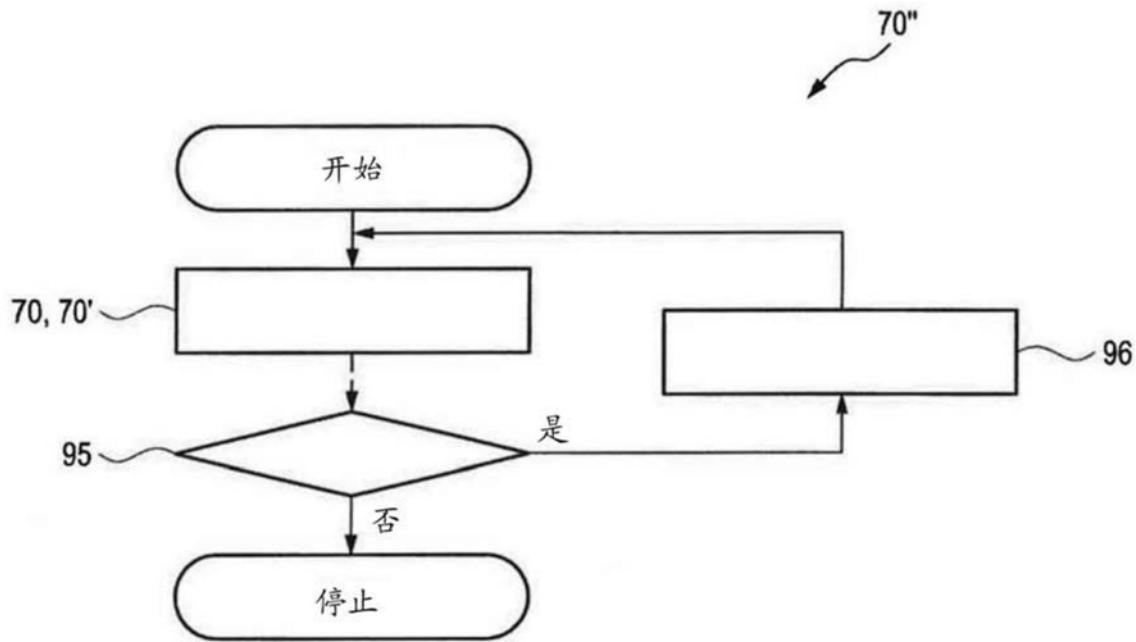


图5