



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107810382 B

(45) 授权公告日 2020.12.22

(21) 申请号 201680037742.9

(22) 申请日 2016.06.23

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107810382 A

(43) 申请公布日 2018.03.16

(30) 优先权数据  
102015211951.3 2015.06.26 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2017.12.26

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/EP2016/064585 2016.06.23

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02016/207303 DE 2016.12.29

(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 R.塞奇米勒

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所  
11105

代理人 邱军 王蕊瑞

(51) Int.Cl.  
G01B 5/00 (2006.01)  
G01B 5/008 (2006.01)  
G01B 11/00 (2006.01)

(56) 对比文件  
WO 2013156074 A1, 2013.10.24  
CN 104272061 A, 2015.01.07  
US 5410817 A, 1995.05.02  
DE 10159442 A1, 2002.07.04  
US 4369581 A, 1983.01.25

审查员 石小容

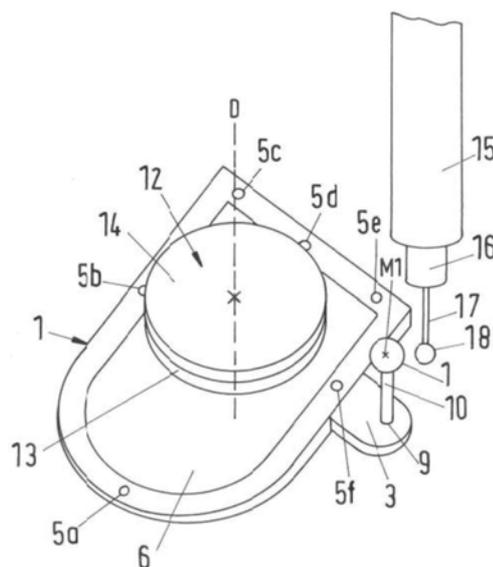
权利要求书2页 说明书15页 附图9页

## (54) 发明名称

用于在坐标测量机的测量空间中组装旋转设备的适配器元件

## (57) 摘要

在此披露了一种用于在坐标测量机(211)的测量空间中组装具有旋转轴线(D)的旋转设备(12;44)的适配器元件(1;20;30;40;60),所述适配器元件包括-用于将所述适配器元件紧固在所述测量空间中的至少一个第一紧固装置(5a,5b,5c,5d,5e,5f;32a,32b,32c,32d)和/或第一紧固区域(4),-用于将所述旋转设备固定到所述适配器元件的至少一个第二紧固装置(8a,8b,8c)和/或第二紧固区域(7),其特征在于,所述适配器元件包括用于以可重现位置和/或取向联接辅助装置(12,25,26,48)的至少一个联接装置(9,22,24,42),所述联接装置以与用于所述旋转设备的所述第二紧固装置和/或所述一个第二紧固区域相邻的方式被安排在所述适配器元件上。在此披露了一种包括这样的适配器元件的安排以及一种用于确定旋转轴线的位置的方法。



1. 一种装置, 具有

用于在坐标测量机(211)的测量空间中组装具有旋转轴线(D)的旋转设备(12;44)的适配器元件(1;20;30;40), 所述适配器元件具有

-用于将所述适配器元件紧固在所述测量空间中的至少一个第一紧固装置(5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f; 32a, 32b, 32c, 32d)和/或第一紧固区域(4),

-用于将所述旋转设备固定到所述适配器元件的至少一个第二紧固装置(8a, 8b, 8c)和/或第二紧固区域(7),

其中

所述适配器元件具有用于联接附加装置(11, 25, 26, 48)的至少一个联接装置(9, 22, 24, 42),

其中所述联接装置被安排在所述适配器元件上, 与所述旋转设备的所述第二紧固装置和/或所述一个第二紧固区域相邻, 其方式为使得在联接状态下, 所述附加装置可在所述适配器元件上紧挨所述旋转设备定位,

旋转设备(12;44), 所述旋转设备被紧固到所述适配器元件,

至少一个附加装置(11, 25, 26, 48), 所述至少一个附加装置被联接到所述适配器元件并且紧挨所述旋转设备定位, 并且所述至少一个附加装置选自于以下各项: 测量体(11, 25, 26)、传感器固持器或所述旋转设备(12;44)的辅助设备(48),

其中所述适配器元件是成角的且具有两个成角的基部, 其中所述适配器元件能够用所述基部中的第一个紧固到所述测量台, 以及

所述旋转设备被紧固到第二成角基部, 使得当所述适配器元件用所述基部中的第一个紧固到所述测量台时, 紧固到所述适配器元件的旋转设备的旋转轴线平行于测量台表面对准, 以及

用于联接所述附加装置的联接装置同样被提供在所述第二成角基部上。

2. 如权利要求1所述的装置, 其中, 所述附加装置选自于以下各项: 测量体(11, 25, 26)、传感器固持器和所述旋转设备的辅助设备(48)。

3. 如权利要求1所述的装置, 其中, 所述适配器元件具有以下各项作为联接装置:

用于联接第一测量体的第一联接装置(9),

用于联接第二测量体的第二联接装置(22)。

4. 如权利要求3所述的装置, 其中, 所述适配器元件具有以下各项作为联接装置:

用于联接第三测量体的第三联接装置(24)。

5. 如以上权利要求中任一项所述的装置, 其中, 所述适配器元件具有以下各项作为联接装置:

用于联接所述旋转设备的辅助设备的第四联接装置(42)。

6. 如权利要求1至4中任一项所述的装置, 其中, 所述辅助设备是用于固持工件的设备(48)。

7. 如权利要求1至4中任一项所述的装置, 其中, 所述适配器元件(60)由温度不变材料组成或具有由温度不变材料制成的一个或多个区域(62)。

8. 如权利要求1至4中任一项所述的装置, 其中, 所述适配器元件(60)具有用于以可重现位置和/或取向将所述旋转设备联接到所述适配器元件的联接装置(64)。

9. 如权利要求1-4中任一项所述的装置,具有以下各项作为附加装置:

- 第一测量体(11),以及
- 第二测量体(25),其中

从紧固到所述适配器元件的旋转设备(12)的旋转轴线(D)延伸到所述第一测量体(11)的测量体参考点(M1)并且垂直于所述旋转轴线(D)的第一虚拟线(L1),与

从所述旋转轴线(D)延伸到所述第二测量体(25)的测量体参考点(M2)并且垂直于所述旋转轴线(D)的第二虚拟线(L2),

包含 $90^\circ$ 或大致 $90^\circ$ 的角度。

10. 如权利要求1至4中任一项所述的装置,其中,所述旋转设备是:单轴、两轴或n轴旋转台,其中n为整数;具有旋转轴线的旋转接头;或具有两个或更多个旋转轴线的旋转式回转接头。

11. 一种坐标测量机,具有如权利要求1-10中任一项所述的装置。

12. 一种用于在坐标测量机(211)的机器坐标系中确定旋转轴线的位置情况的方法,其中,在坐标测量机(211)中提供了如权利要求1-10中任一项所述的装置,其中

-所述装置的所述适配器元件(20)被紧固在所述坐标测量机(211)的测量空间中,

-具有相对于所述旋转设备的所述旋转轴线以固定的方式定位的第一测量体参考点(M1)的第一测量体(11)被联接到所述适配器元件,所述第一测量体是所述装置的附加装置,

并且所述方法包括以下步骤:

a) 使用所述坐标测量机(211)的测量系统(215,111,121)确定(S1)所述第一测量体参考点(M1)的至少一个坐标,

b) 确定(S2)所述旋转轴线(D)的至少一个坐标,

c) 在至少一个后续时刻重复步骤a),并且在所述后续时刻根据所述第一测量体参考点(M1)的所述至少一个坐标确定所述旋转轴线(D)的所述至少一个坐标。

13. 如权利要求12所述的方法,其中,所述第一测量体参考点(M1)被定位在所述旋转轴线(D)的X坐标上或所述X坐标附近。

14. 如权利要求12或13所述的方法,其中,所述装置具有:

-第二测量体(25),所述第二测量体具有相对于所述旋转设备(12)的所述旋转轴线(D)以固定的方式定位的第二测量体参考点(M2),并且所述第二测量体被联接到所述适配器元件(20),

并且所述方法包括以下步骤:

d) 使用所述坐标测量机(211)的测量系统(215,111,121)确定(S4)所述第二测量体参考点(M2)的至少一个坐标,

e) 在至少一个后续时刻重复(S5)步骤d),并且在所述后续时刻根据所述第二测量体参考点(M2)的所述至少一个坐标确定所述旋转轴线(D)的所述至少一个另外的坐标。

15. 如权利要求14所述的方法,其中,所述第二测量体参考点(M2)被定位在所述旋转轴线(D)的Y坐标上或所述Y坐标附近。

## 用于在坐标测量机的测量空间中组装旋转设备的适配器元件

[0001] 本发明涉及一种用于在坐标测量机的测量空间中组装旋转设备的适配器元件、一种具有该适配器元件的装置、一种具有适配器元件或装置的坐标测量机、以及一种用于在坐标测量机中确定旋转轴线的位置情况的方法。

[0002] 坐标测量机(以下简称CMM)通常配有旋转台。旋转台的使用具有特定于应用的优点。作为示例,如果使用旋转台测量工件的形状,则CMM门架可以保持静止。由于测量中不包括CMM的移动误差,因此这导致在测量(形状)时在准确度方面具有优势。关于可及性的问题通常也是使用旋转台的原因,例如在无法使用紧固到CMM门架的侧向突出的探头以扫描方式探测到的内部底切的情况下。

[0003] 现在,许多客户除了要捕获工件的形状外,还要捕获其直径。在此,出现以下问题:

[0004] 在CMM坐标系中出现通过例如探头捕获到的工件坐标。工件位于旋转台上。由于必须在工件坐标系中指定工件的尺寸,所以将所捕获的工件坐标转换为工件坐标系。对于转换,旋转台轴线的精确位置和取向(姿态)在CMM坐标系中必须是已知的。

[0005] 不幸的是,旋转台轴线的姿态在时间上不是恒定的,因为例如CMM的零点由于温度变化或固有温度升高而漂移。该问题被称为“零点漂移”。此外,另一个可能的误差源在于探头向量的变化,例如同样由于温度变化。

[0006] 特别是当通过旋转台扫描来确定直径时,所适用的是每个漂移(在测量方向上)以其绝对值的两倍影响直径结果。正是由于这个原因,通常通过使用CMM门架进行扫描来更好地确定直径。通常,用户对于此不会有任何同情,因为这也会相应地增加测量时间,或者由于可及性问题,测量问题仍然无法解决。

[0007] 存在用于确定或校正存在于CMM中的漂移的多种方法。在此,可以将发生在CMM中的所有(温度)漂移(例如,零点漂移、探头几何形状的变化或测量台的变形)组合以形成整体漂移。

[0008] -作为示例,现有技术是循环测量被安排在测量台上的固定点(球体)。

[0009] 然而,该方法相对不准确。

[0010] -在申请DE 20 12 027 533中描述的建议假定零点漂移是通过两个被特别安排的伪影确定的,所述伪影被周期性地测量。在此,每个伪影对于一个空间方向上的漂移是决定性的。

[0011] -通常还推荐在每次工件测量之前新确定旋转台轴线来代替测量漂移。出于测量时间的原因和可及性的原因是不期望的(最初,旋转台可能必须被卸载以便校准旋转台轴线)。

[0012] 一般地,已知的方法具有测量时间长、准确度不足和测量台的装配费用高或空间要求高的缺点。

[0013] 除了在通过旋转台扫描确定尺寸(直径)的背景下的上述问题之外,当使用配对固持器(Gegenhalter)时存在另外的问题。

[0014] 在长的狭窄工件(例如转向主轴或曲轴)的情况下,配对固持器是需要的。如果使用了配对固持器,工件通常跨在旋转工作台上正中心的静止尖端与配对固持器上的相对的

同移尖端之间。在此,配对固持器上的共移尖端必须在旋转台上的固定尖端上尽可能准确地对准。现在,问题在于,配对固持器尖端的对准不会随时间推移而保持恒定,特别是因为例如在温度变化的情况下,配对固持器与旋转台之间的测量台的材料区域可能漂移。

[0015] 在使用配对固持器的背景下另外的问题在于配对固持器代表较大的干涉轮廓。因此,用户经常构建配对固持器并再次拆开。如上所述,必须使配对固持器相对于旋转台非常准确地对准。这需要很多时间费用。

[0016] 本发明的目的是解决上述问题中的一个或多个问题。

[0017] 根据本发明的基本构思,用于组装旋转设备的适配器元件(例如适配器板)提供有用于联接附加装置的附加联接元件。因此,附加装置可以被联接至适配器元件,并且还可以再次从适配器元件移除。特别地,附加装置选自于以下各项:测量体(例如用于校准目的)、传感器固持器和/或同样紧固到适配器元件的旋转设备的辅助设备。

[0018] 使用本发明的适配器元件,附接到适配器元件的或通过适配器元件附接的旋转设备可以被安排在坐标测量机的测量空间中,例如固定到坐标测量机的测量台。使用适配器元件,旋转设备可以提供有用于各种目的的附加装置。作为示例,可以使用一个或多个测量体来确定或监测旋转设备的旋转轴线的位置情况。在这种情况下,测量体用作确定或监测旋转轴线的位置情况的基准。可替代地或另外,用于将工件固持在旋转设备之上或之处的设备可以作为辅助设备联接至适配器元件。作为示例,可以紧挨旋转台联接配对固持器。

[0019] 根据本发明的基本构思,旋转设备和附加装置都可以被紧固或联接至相同的适配器元件。通过适配器元件,获得旋转设备和附加装置相对于彼此的恒定位置和/或取向。通过紧固或联接至相同的适配器元件,相对于彼此的位置和/或取向保持恒定或很大程度上恒定。因此,例如可以假定一个或多个测量体的位置和/或取向相对于旋转设备的旋转轴线不变,或者配对固持器的位置和/或取向相对于旋转设备的旋转轴线不变。

[0020] 用于联接附加装置的联接装置优选地被安排在适配器元件上,与用于旋转设备的紧固点相邻。这意味着,在联接状态下,附加设备被定位在适配器元件上与旋转设备相邻,不同的表述为:紧挨旋转设备。优选地,附加装置与旋转设备之间的距离保持尽可能小。用于附加装置的联接装置优选地与用于将旋转设备紧固到适配器元件的紧固装置和/或紧固区域安排在适配器元件的同一侧。因此,紧固到适配器元件的旋转设备和联接至适配器元件的附加装置优选地被紧固和联接至适配器元件的同一侧。适配器元件的这一侧也称为紧固侧或联接侧。

[0021] 适配器元件可以具有多个联接装置,其中一个附加装置可以相应地联接至联接装置中的每一个或与联接装置中的每一个联接。附加装置的类型、数量和组成可按任意组合自由选择,下面仍将讨论特殊组合。

[0022] 如果存在多个联接装置,则为了以下描述的目的而对它们进行编号,以便能够区分它们,例如,这些联接装置被称为“第一”联接装置、“第二”联接装置等。术语“第一”、“第二”、“第三”等是指否则具有相同名称的物体的编号,以便能够在所述物体之间清楚地区分。在不脱离本发明的范围的情况下,可以修改否则具有相同名称的物体的编号。在替代的措辞中,编号也可以被省略并且用不同的明确参考号代替,例如对于不同的披露物体。此外,具有较高编号的物体(例如第三联接装置)的存在不必假设也需要存在第一联接装置和第二联接装置。作为示例,可以存在用于联接第一测量体的第一联接装置,可以存在用于联

接第二测量体的第二联接装置,可以存在用于联接第三测量体的第三联接装置,并且可以存在用于联接用于旋转设备的辅助设备的第四联接装置。这表示了一种特殊组合。作为示例,可以从该组合再次移除第三联接装置,以获得较不特殊的组合。然而,为了简单起见,来自特殊组合的联接装置的编号在这种较不特殊的组合中保持,并且因此存在第一个联接装置、第二联接装置和第四联接装置,并且第三联接装置不再存在。然而,还可以使编号与更一般的组合一致,并且例如现在将用于将联接辅助部分的联接装置指代为第三联接装置。

[0023] 特别地,本发明指定了用于在坐标测量机的测量空间中、特别是在坐标测量机的测量台上组装具有旋转轴线的旋转设备的适配器元件,所述适配器元件具有

[0024] -用于将所述适配器元件紧固在所述测量空间中的至少一个第一紧固装置和/或第一紧固区域,

[0025] -用于将所述旋转设备固定到所述适配器元件的至少一个第二紧固装置和/或第二紧固区域,

[0026] 其中所述适配器元件具有用于联接附加装置的至少一个联接装置,其中所述联接装置被安排在所述适配器元件上,与用于所述旋转设备的所述第二紧固装置和/或所述一个第二紧固区域相邻。

[0027] 测量空间是CMM中用于坐标测量的目的而可及的空间,特别是在其中用于坐标测量的目的而可由CMM的测量系统特别是以触觉或光学方式捕获的物体的空间。

[0028] 特别地,联接装置被实施为与一个或多个另外的联接装置相互作用以建立联接。具体地,联接装置是连接装置,并且用于建立连接,例如与上述附加装置的连接。连接可以是互锁和/或强制配合。

[0029] 联接装置可以具有这样的实施方式或性质,便于附加装置的以可重现位置和/或取向的联接。在该实施例中,附加装置可以被解除联接并且以相同的位置和/或取向恢复联接。

[0030] 根据本发明的适配器元件可以具有整体式或多部分式实施例。特别地,适配器元件可以具有第一部分和第二部分,用于紧固旋转设备的紧固装置或紧固区域被提供在所述第一部分上,用于联接附加装置的联接装置被提供在所述第二部分上。可以提供另外的部分(第三部分、第四部分等),所述另外的部分各自具有用于联接另外的附加装置(第二附加装置、第三附加装置等)的联接装置。因此,可以通过用于联接一个或多个附加装置的联接选项来扩展适配器元件的第一部分(其可以被称为基部部分)。优选地,在适配器元件的第一部分与适配器元件的第二部分之间提供接口。接口可以促进部件之间可重现的联接在一起,使得可以以可重现的方式建立两个部分相对于彼此的某个位置和/或取向,优选是某个位置。在每种情况下可以在适配器元件的第一部分和第二部分上提供联接装置。可以实施这种联接装置以建立所述部分的可重现联接。这可以类似地应用于适配器元件的第三部分、第四部分等。

[0031] 适配器元件特别地可以具有适配器板或适配器支架形式的平面或肘形实施例。

[0032] 特别地,旋转设备是旋转台(例如单轴、两轴或n轴( $n=$ 整数)旋转台)、具有旋转轴线的旋转接头、或具有两个或更多个旋转轴线的旋转式回转接头。特别地,旋转设备包括转子和定子。优选地,定子被紧固到根据本发明的适配器元件,并且转子可相对于适配器元件旋转。在旋转台的情况下,转子可以被实施为旋转板。在另一变体中,在旋转台的情况下,转

子可以被联接到旋转板或平面盘。工件可以被定位在旋转板或平面盘上。

[0033] 根据本发明的意图,旋转设备的旋转轴线应被理解为虚拟旋转轴线。换句话说,旋转轴线不是旋转设备的多个部分(特别是转子和定子)可相对于彼此绕其旋转的物理旋转轴。

[0034] 特别地,附加装置是校准装置、测量装置或测量辅助装置、或用于固持工件的设备。特别地,附加装置可以选自于以下各项:测量体、传感器固持器和/或所述旋转设备的辅助设备。

[0035] 用于联接附加装置的联接装置可以与附加装置上提供的另外的联接装置进行相互作用。适配器元件和附加装置上的联接装置可以被实施为彼此接合,其方式为使得可相对于适配器元件建立附加装置的独特的相对位置和/或取向。作为示例,如果适配器元件和附加装置上的联接装置彼此接合以便在附加装置与适配器元件之间建立联接,则可以防止附加装置相对于适配器元件的移动,特别是无需用户干预的自主移动。可选地,附加装置与适配器元件之间的连接可以由一个或多个另外的连接装置固定,以防止附加装置与适配器元件分离。

[0036] 联接装置可以被形成在适配器元件上或附接到适配器元件上。联接装置可以具有整体式实施例,或者可以由多个部分实现。联接装置的多个部分可以被单独地附接到适配器元件。类似的声明适用于在附加设备上提供的联接装置。

[0037] 特别地,相互作用的联接装置,即例如适配器元件上的联接装置和附加装置上的联接装置,在每种情况下具有形状特征,其中所述两个联接装置的形状特征彼此互补。

[0038] 两个相互作用的联接装置或提供用于相互作用的联接装置可以被实施为形成互锁和/或强制配合连接。

[0039] 为了在适配器元件与附加装置之间建立联接,适配器元件的联接装置和附加装置的联接装置可以与一个或多个另外的联接装置相互作用,所述联接装置可以是一个或多个另外的分离部分。作为示例,适配器元件和附加装置可以各自具有作为联接装置的孔,并且可以添加螺钉作为另外的联接装置,所述螺钉被引导通过所述孔中的一个孔并且被拧入所述孔中的另一个孔的内螺纹中。

[0040] 下面以示例性方式指定联接装置的特殊配置。

[0041] 在实施例中,适配器元件上的联接装置和与其相互作用的联接元件被实施在用于插入式连接的附加装置上或者形成插入式连接。作为示例,附加装置可以具有形成附加装置的联接装置的轴,并且适配器元件可以具有所述轴可以插入的凹陷。原理也可以完全颠倒。

[0042] 在一个实施例中,适配器元件上的联接装置和附加装置上的联接装置形成三点支承。在这方面可以给出以下示例:

[0043] -作为联接装置,适配器元件具有三个柱体,优选地由硬质金属制成,特别是以 $120^\circ$ 分隔开。附加装置具有三对球体。柱体可以接合到球体对中。当然,所述安排可以颠倒,即柱体可以是在附加装置上,并且球体对可以是在适配器元件上。

[0044] -适配器元件可以具有三个球体作为联接元件,优选以 $120^\circ$ 分隔开,并且附加装置可以具有所述球体接合到其中的三个凹陷作为联接装置。颠倒的安排是可能的。球体可以接合在成对的柱体或球体三联体而不是凹陷中。

[0045] 三点支承的示例性列表并不是详尽无遗的,并且应仅以非限制性方式阐明原理。

[0046] 适配器元件上的联接装置可以具有至少一个隆起(也称为突起)和/或至少一个凹陷。附加装置上的联接装置可以具有至少一个隆起和/或至少一个凹陷。术语隆起和凹陷可以彼此相关。适配器元件和附加装置上的隆起和/或凹陷优选地以彼此互补的方式形成。优选以彼此互补的方式形成的帽和配对帽是其示例。其他示例是插入式连接元件,其中一个插入式连接元件被提供在适配器元件上,并且互补的插入式连接元件被提供在附加设备上。具有彼此可操作连接的联接装置的另一示例是螺钉和具有内螺纹的凹陷。

[0047] 用于将适配器元件紧固在测量空间中、特别是紧固在测量台上的上述第一紧固装置可以被附接到或形成在适配器元件上。用于将旋转设备紧固到适配器元件的上述第二紧固装置可以附接到适配器元件或形成在适配器元件上。这些紧固装置可以与另外的紧固装置相互作用以建立紧固。

[0048] 对第一紧固装置没有限制。第一紧固装置可以与另外的紧固装置相互作用,以将适配器元件紧固在测量空间中。示例性的第一紧固装置是多个孔,所述多个孔优选地在其安排方面与测量台上的孔图案一致。螺纹套筒优选地被安排在测量台上的孔图案的孔中。因此,适配器元件可以使用穿过适配器元件中的孔的螺钉拧到测量台上,螺钉被拧入上述螺纹套筒中。可以形成用于进一步紧固装置的固定点或攻角。在该例子中,适配器元件中的孔是前述第一紧固装置,并且螺钉和螺纹套筒是另外的紧固装置。

[0049] 对第二紧固装置没有限制。以示例性方式提及可用于建立螺旋连接的孔。第二紧固装置可以与另外的紧固装置进行相互作用,以建立旋转设备与适配器元件之间的连接。

[0050] 特别地,第一紧固区域是适配器元件上适合于或实施用于建立紧固的构造区域。作为示例,第一紧固区域可以形成用于另外的紧固装置的固定点或着手点(Angriffsstelle)。作为示例,第一紧固区域可以是适配器元件的边缘区域,如从WO 2013/156074已知的夹具或夹爪可以粘附在该边缘区域上。类似的披露可以应用于用于紧固旋转设备的第二紧固区域。

[0051] 适配器元件优选地具有上侧和下侧。下侧是用其可以将适配器元件紧固在测量空间中、特别是可以紧固到测量台的一侧。上侧是在其上可安排旋转设备的一侧。优选地,在上述上侧安排了第二紧固装置和/或第二紧固区域。此外,用于联接附加装置的上述联接装置优选地被安排在上述上侧。

[0052] 适配器元件可以按非常不同的方式紧固在CMM的测量空间中。已经提到了在测量台上的紧固。可安排在测量空间内部或外部的并且通过其可以将适配器元件紧固在测量空间中的其他部件是可用的。作为示例,另一部件可以被紧固到测量台或CMM的另一部分。作为示例,适配器元件可以被紧固到围绕测量台的框架。

[0053] 测量体可以是可以由触觉装置捕获到的测量体或者是可以由光学装置捕获到的测量体。可以由触觉装置捕获到的测量体也称为探头体。特别地,测量体具有测量体参考点,所述测量体参考点是可建立的或者其坐标可通过测量测量体来建立。可以相对于测量体参考点确定另一物体、另一空间点或空间轴线(特别是旋转轴线)的位置情况或位置情况的变化。

[0054] 探头本体是可以使用通过触觉装置进行测量的坐标测量机的测量系统探测到的本体。触觉测量系统本身是已知的。特别地,触觉测量系统具有探头。探头可以具有探测元

件,例如探测球体或不同形状的探测元件。特别是通过探头进行探测,更特别地通过探头的探测元件进行探测,如通常从触觉式CMM中已知的那样。

[0055] 特别地,探头本体具有参考点,该参考点可通过探测确定的并且还被称为探头本体参考点。借助于一个或多个探头本体参考点,可以通过探测一个或多个探头本体来确定旋转轴线相对于一个或多个参考点的至少一个坐标或位置情况或位置情况的变化。探头本体参考点的一个或多个坐标可以是已知的。特别地,探头本体参考点可以被定位在平行于坐标轴(CMM主轴线)的直线上并且延伸穿过旋转轴线和参考点。

[0056] 探头本体的类型没有特别限制,只要不随时间推移而相对于本体变化的参考点可以被限定在探头本体之上或之中即可,所述参考点能够由CMM的测量系统以可重现的方式捕获或确定。特别地,并且在不失一般性的情况下,探头本体选自于以下各项:环,盘,柱体,中空柱体,球体,量块,内锥体,用于自定心探测的球体三联体,或其组合。环的示例是圆度偏差非常小但可以具有任何直径的环形。在环、盘、柱体、中空柱体或球体的情况下,可以使用CMM的测量系统在多个点处执行探测,并且可以由此确定环的、盘的、柱体的或球体的中心。当通过扫描进行探测时,在确定参考点(例如环或球的中心)时获得相对较高的测量速度。在旋转对称的探头本体的情况下,可以执行圆形扫描,优选是在恒定的Z水平高度下执行。扫描是指轮廓的连续的不间断的探测,连续(动态)地获取测量值,其结果是出现密度点序列。

[0057] 为了联接到适配器元件,测量体可以具有通过其可以联接测量体的基部、轴或连接件。此外,测量体可以具有例如安装或形成在轴、基部或连接件上的上述联接装置。

[0058] 测量体的形状和构造可以是已知的或者例如通过所述测量体当前使用的CMM的测量系统来确定。作为示例,可以使用具有不同高度的轴的测量体。所述轴的长度可以提前知道或可以是可标识的。可替代地,可以使用具有不同形状的测量体,如在探头本体的情况下,不同的几何形状。形状可以提前知道或确定。

[0059] 用于旋转设备的辅助设备优选地是用于固持工件的设备。被定位在旋转设备上的、特别是在旋转设备的转子上的工件可以借助于用于固持工件的设备而固持在旋转设备上。这种设备的示例是一开始提到的配对固持器或中心支撑件。使用根据本发明的适配器元件,可以将用于固持工件的设备联接到适配器元件。特别地,联接可以按可再现的方式实现,其中特别地,所述设备可以在其相对于与适配器元件联接的旋转设备的位置和/或取向方面以可再现的方式安排。特别地,可以将一开始讨论的配对固持器的共移尖端定位在旋转轴线上。

[0060] 使用根据本发明的适配器元件,可以紧挨紧固到适配器元件的旋转设备附接测量体。特别地,可以相对于紧固到适配器元件的旋转设备以可重现的位置和/或取向附接测量体,并且因此可以以相应的可重现方式安排或定位测量体参考点。对于用户来说出现以下优点,这也将下面描述的根据本发明的方法的基础上变得清楚:

[0061] -可以提前知道一个或多个测量体的位置。结果是,省去了用户对测量体的手动校准。系统自动找到测量体,或只需要一次校准。从校准得到的结果可以被存储在坐标测量机的控制器中。结果是,可以存储测量体或测量体参考点与旋转轴线之间的固定关系,并且因此如果旋转设备或旋转轴线的位置和/或取向是知道的,则测量体或其参考点的位置也是提前已知的。通常,由于在此经常需要最高准确度,所以确定旋转轴线的位置和取向。然后,

可以从旋转轴线姿态来推断测量体的位置情况。如果位置情况关系以任何方式存储在控制器中,则这是特别感兴趣的。然而,在一些旋转台中仅需要旋转台轴的位置,而不需要其取向。这就是为什么还可以从测量体参考点推导出旋转轴线的位置情况。

[0062] -由于通过所描述的联接装置与适配器元件的固定预定联接,用户的装配费用将下降。

[0063] -由于与联接装置的固定预定联接,测量体参考点的位置在坐标系(例如CMM的机器坐标系)中可以相对于旋转轴线、特别是其坐标固定和确定,特别是还可重现。可以确定测量体参考点与旋转轴线之间的相对关系,例如在第一校准的范围内。然后,可以通过所谓的重复测量由所述关系的一次或多次后续更新确定获得该关系(漂移)的暂时变化。

[0064] 以下将讨论多个联接装置和多个附加装置的组合。

[0065] 在一个实施例中,适配器元件具有用于联接第一测量体的第一联接装置和用于联接第二测量体的第二联接装置。作为联接两个测量体的选项的结果,可以实现对旋转轴线的位置情况的更简单和更准确的确定。特别地,可以在CMM的机械坐标系中确定旋转轴线的两个坐标。可以安排适配器元件上的第一联接装置和第二联接装置,并且可以以这样的方式实施可联接的第一和第二测量体,即:(第一测量体的)第一测量体参考点和(第二测量体的)第二测量体参考点可定位在旋转轴线的两个不同坐标上,例如,旋转轴线的X坐标和Y坐标。

[0066] 特别地,适配器元件具有以下性质:如果具有旋转轴线的旋转设备被固定到适配器元件,并且如果第一测量体和第二测量体被联接到适配器元件,则从紧固到适配器元件的旋转设备的旋转轴线延伸到第一测量体的测量体参考点并垂直于旋转轴线的第二虚拟线与从旋转轴线延伸到第二测量体的测量体参考点并垂直于旋转轴线的第二虚拟线包含 $90^\circ$ 或大致 $90^\circ$ 的角度。这仍将基于根据本发明的装置进行讨论。

[0067] 在本发明的实施例中,除了用于联接第一测量体的上述第一联接装置和用于联接第二测量体的上述第二联接装置之外,适配器元件还具有用于联接第三测量体的第三联接装置。结果是,获得了以下优点:可以基于所联接的第三测量体确定与第一测量体的第一测量体参考点和第二测量体的第二测量体参考点一起限定平面的第三测量体参考点。通过重复确定这样的平面中的位置情况,例如在CMM的机器坐标系中,可以确定所述平面的位置情况的变化,并且由此确定适配器元件、附接到其上的旋转设备或旋转轴线例如在CMM的机器坐标系中的倾斜。

[0068] 在本发明的实施例中,适配器元件具有用于联接用于旋转设备的辅助设备(特别是用于固持工件的设备,具体是配对固持器或中心支撑件)的第四联接装置。上文说明了这种辅助设备、特别是具有同移尖端的配对固持器的这种联接、优选是可重现联接的优点。

[0069] 在实施例中,适配器元件由温度不变材料组成或具有由温度不变材料制成的一个或多个区域。术语温度不变意味着材料的热膨胀系数在从 $20^\circ\text{C}$ 至 $90^\circ\text{C}$ 的温度范围内小于或等于 $2.0 \cdot 10^{-6}\text{K}^{-1}$ 。这种类型的示例性材料是由64%铁和36%镍制成的铁镍合金,其也通过商标“**Invar**”是已知的。温度不变材料的另一示例是具有极低热膨胀率的玻璃陶瓷,其例如以商标**Zerodur®**分售。

[0070] 温度不变材料引起附加装置相对于紧固到适配器板的旋转设备的旋转轴线的相对位置和/或取向的特别高的一致性。因此,例如测量体相对于旋转轴线的位置和/或取向

保持特别恒定。

[0071] 在特殊变体中,由温度不变材料制成的区域从适配器元件的形成或附接到联接装置的位置延伸到适配器元件的紧固到适配器元件的旋转设备的旋转轴线撞击在适配器元件上的位置。特别地,最后提到的位置是旋转台的中心的位置。

[0072] 如果适配器元件具有由温度不变材料制成的区域,则这样的材料区域可以被实施为插入部分。这样的插入部分可以具有用于紧固到适配器元件的另外的部分的限定紧固点。

[0073] 在上面已经提及的多部分式适配器元件的情况下,适配器元件的第一部分可以由温度不变材料制成,在其上提供有用于附加装置的联接装置的第二部分可以由温度不变材料制成。由此获得的优点在于,可以将第二部分固定到第一部分上的任何点,并且第一部分上的紧固装置或紧固区域和用于第二部分上的用于附加装置的联接装置的相对位置是热不变的。在根据需要进行紧固的情况下,可以一次确定附加装置相对于固定到适配器元件的旋转设备的旋转轴线的位置和/或取向。

[0074] 在实施例,适配器元件具有用于将旋转设备联接到适配器元件、优选地用于以可重现的位置和/或取向联接的联接装置,为此目的可以相应地配置联接装置。为此,参考上文已经在用于附加装置的联接装置的基础上予以说明的联接装置的含义、目的、类型和性质。类似的披露还可以应用于用于旋转设备的联接装置。联接装置可以在旋转设备处实施,所述联接装置与适配器元件上的联接装置相互作用,特别是以这样的方式相互作用,即:可建立旋转设备相对于适配器元件的可重现位置和/或取向。

[0075] 适配器元件可以以这样的方式实施,即:当适配器元件还被紧固到测量台时,紧固到适配器元件的旋转设备的旋转轴线平行于测量台表面对准。该适配器元件的示例是适配器元件的成角、特别是直角实施例。适配器元件可以用一个肢部紧固到测量台,并且旋转设备可以被紧固到第二成角肢部。优选地,用于联接附加装置的联接装置同样被提供在成角肢部上。

[0076] 适配器元件可以具有一个或多个温度传感器。使用这样的传感器使得可以确定适配器元件的温度并且可以由此确定热膨胀,例如,如果适配器元件的所选择的材料的膨胀系数是已知的。考虑到在测量过程中的热影响,可以考虑适配器元件的形状变化,特别是通过计算来校正该形状变化。

[0077] 此外,本发明披露了一种装置,所述装置具有

[0078] -如上所述的适配器元件,

[0079] -至少一个附加装置,所述至少一个附加装置优选地选自于以下各项:测量体、传感器固持器或旋转设备的辅助设备,其中所述附加装置被联接到适配器元件。

[0080] 在这方面,参考上文关于适配器元件和附加装置以及关于这种附加装置的联接的披露内容。在变体中,上述装置还具有紧固到适配器元件的、优选地与联接装置联接的旋转设备。

[0081] 本发明还指定了一种装置,所述装置具有

[0082] -如上所述的适配器元件,

[0083] -第一测量体,

[0084] -第二测量体,其中

[0085] 从紧固到适配器元件的旋转设备的旋转轴线延伸到第一测量体的测量体参考点并垂直于旋转轴线的第二虚拟线与从旋转轴线延伸到第二测量体的测量体参考点并垂直于旋转轴线的第二虚拟线包含 $90^\circ$ 或大致 $90^\circ$ 的角度。特别地,大致 $90^\circ$ 是指高达 $5^\circ$ 、优选高达 $2^\circ$ 的偏差,即 $90^\circ \pm 5^\circ$ ,优选 $90^\circ \pm 2^\circ$ 。第一测量体和第二测量体相对于旋转轴线以上述第一虚拟线和第二虚拟线包含上述角度的方式进行安排。所述虚拟线不是物理特征而是假想线,借助于所述假想线设定元件相对于彼此的空间关系,或者设定元件相对于彼此的安排。

[0086] 在该装置中,测量体参考点可以被非常好地定位在笛卡尔坐标系的两个不同坐标上。这样的装置特别适合于用于确定旋转轴线的位置的方法,如WO 2013/164344A1中所述。

[0087] 在根据本发明的装置中,在每种情况下,附加装置可以提供有标识装置。通过该标识装置,附加装置可以由坐标测量机的控制器标识。特别地,可以区分不同的附加装置,特别是具有不同几何形状的附加装置。此外,可以自动地判定是否存在附加装置。ID芯片是示例性标识装置。标识装置可以被配置用于通过无线电进行非接触式数据交换,以RFID标签为例加以提及。

[0088] 所述装置、特别是适配器元件或附加设备可以具有其中存储与相关附加设备相关的数据(例如校准数据)的存储器。存储器芯片是示例性存储器装置。存储器装置可以被实施在具有上述标识装置的结构单元中,例如实施在芯片中。特别地,在配对固持器的情况下存储数据(特别是校准数据)是有利的,因为配对固持器由于其通常大的尺寸而在样本之间具有明显的差异。特别地,用于适配器元件上的配对固持器的联接装置与配对固持器尖端的一个或多个坐标(特别是两个坐标)之间的空间关系可以存储在上述存储器中,其中该空间关系表示当配对固持器被联接至适配器元件时尖端相对于联接装置和/或适配器元件的另外的元件的位置情况。所述空间关系可能是模糊的或缺乏第三坐标,例如Z(在尖端可沿该坐标移动的情况下)。

[0089] 在另一方面中,本发明涉及一种具有如上所披露的适配器元件或如上所披露的装置的坐标测量机。适配器元件被紧固在测量空间中,特别是在坐标测量机的测量台上。一种装置特别地通过适配器元件紧固在测量空间中,特别是在测量台上。

[0090] 坐标测量机可以是具有上文已经说明的触觉测量系统的触觉测量机器。坐标测量机可以是光学坐标测量机,即具有光学测量系统的坐标测量机。特别地,坐标测量机是门架式坐标测量机或水平臂式坐标测量机。测量台由例如花岗岩、玻璃或金属制成,并且优选地具有以网格状方式分布的紧固点(如螺纹孔口),其也被称为孔图案。根据本发明的适配器元件可以被紧固到这样的紧固点。

[0091] 在另一方面中,本发明涉及一种用于在坐标测量机的机器坐标系中确定旋转轴线的位置情况的方法,其中,在坐标测量机中提供了一种装置,所述装置具有

[0092] -适配器元件,所述适配器元件被紧固在所述坐标测量机的测量空间中,

[0093] -旋转设备,所述旋转设备被紧固到所述适配器元件,

[0094] -第一测量体,所述第一测量体具有相对于所述旋转设备的所述旋转轴线以固定的方式定位的第一测量体参考点,并且所述第一测量体被联接至所述适配器元件,

[0095] 并且所述方法包括以下步骤:

[0096] a) 使用所述坐标测量机的测量系统确定所述第一测量体参考点的至少一个坐标。

[0097] b) 确定所述旋转轴线(D)的至少一个坐标。特别地,可以在CMM的机械坐标系中确

定所述坐标。这样做,获得了旋转轴线和第一测量体参考点的相对位置和/取向。

[0098] c) 在至少一个后续时刻重复步骤a),并且在所述后续时刻根据所述第一测量体参考点的所述至少一个坐标确定所述旋转轴线的所述至少一个坐标。

[0099] 所述方法的上述物理特征先前已经在本说明书中予以说明。参考本说明书和本发明的所有进一步的物理特征。本发明的所有物理特征可以单独地或组合地用于所述方法中。

[0100] 使用根据本发明的方法,可以确定旋转轴线位置的暂时漂移,并且优选地在需要时校正该漂移。

[0101] 特别地,所述方法中所使用的坐标测量机的测量系统可以是触觉测量系统,或者是光学测量系统。

[0102] 旋转轴线的位置情况或旋转轴线的位置情况的变化可以通过重复地确定第一测量体参考点的所述至少一个坐标来确定。使用所述方法,可以确定旋转轴线位置的暂时漂移,并且优选地在需要时校正该漂移。通过根据本发明的方法,提供了一种用于确定旋转轴线的空间位置情况的准确且快速的方法,所述方法可普遍适用于所有具有旋转台的CMM。旋转轴线的校准可以一次实现,例如基于附接到旋转设备的测试体。旋转轴线的位置情况的后续确定可以基于优选地在适配器元件上紧挨旋转设备定位的一个或多个测量体以简化的方式实现。测量体可以远离旋转设备定位,以使得即使将物体放置到旋转设备上,例如即使将工件放置到旋转台上,也可以随后确定旋转轴线的位置情况。

[0103] 使用根据本发明的方法,可以提供用于确定旋转轴线的位置情况的标准过程,其中在每种情况下仅需要在CMM的坐标系中确定测量体的一个位置。用户不需要提供任何另外的输入。由于测量体对应地在至少一个坐标下相对于旋转轴线分别以静止的方式进行安排,所以在校正漂移时产生较少的不准确性。作为示例,漂移是一开始时提到的零点漂移、CMM的探头几何形状的变化和/或测量台的变形。

[0104] 通过探测测量体,可以非常快地确定旋转轴线的位置情况。

[0105] 在根据本发明的方法中,由于在测量体参考点的位置的第一次确定期间和在该位置的随后重新确定期间CAA(计算机辅助准确度)剩余误差是相同的,所以排除了考虑到这些剩余误差的不准确度。

[0106] 在本发明的方法中可以非常容易地确保恒定的条件,因为在一个或多个后续时刻在旋转台或CMM上不必进行改变以确定旋转轴线的位置情况。作为示例,不必从旋转台移除工件以用于旋转轴线的重新校准。因此,所述方法在运行测量操作期间以简单的方式有助于旋转轴线的位置情况的确定。

[0107] 在所述方法的变体中,所述第一测量体参考点被定位在所述旋转轴线的X坐标上或所述X坐标附近。结果是,可以以简单的方式确定旋转轴线的X坐标。

[0108] 在该方法的进一步变体中,所述方法中使用的装置包括:

[0109] -第二测量体,所述第二测量体具有相对于所述旋转设备的所述旋转轴线以固定的方式定位的第二测量体参考点,并且所述第二测量体被联接到所述适配器元件,

[0110] 并且所述方法包括以下步骤:

[0111] d) 使用所述坐标测量机的测量系统确定所述第二测量体参考点的至少一个坐标,

[0112] e) 在至少一个后续时刻重复步骤d),并且在所述后续时刻根据所述第二测量体参

考点的所述至少一个坐标确定所述旋转轴线的所述至少一个另外的坐标。

[0113] 特别地,所述第二测量体参考点被定位在所述旋转轴线的Y坐标上或所述Y坐标附近。在所述方法的这种变型中,可以以简单的方式建立旋转轴线的X坐标和Y坐标两者。术语“旋转轴线的X/Y坐标附近”是指测量体参考点与旋转轴线的相应坐标之间的距离达到至多30mm、优选达到至多20mm、最优选达到至多10mm。进一步优选的距离可以达到至多3mm,优选达到至多2mm,最优选至多1mm。

[0114] 在两个测量体的情况下,根据本发明的方法可以以与W0 2013/164344A1中的方式类似的方式执行。因此,参考本文件的全部内容。

[0115] 以下基于示例性实施例对本方法进行描述。在附图中:

[0116] 图1示出了适配器元件的第一实施例;

[0117] 图2示出了具有来自图1的适配器元件、旋转设备以及附加装置的装置,

[0118] 图3示出了适配器元件的第二实施例;

[0119] 图4示出了具有来自图3的适配器元件、旋转设备以及三个附加装置的装置,

[0120] 图5示出了在其上安排有旋转设备和附加装置的适配器元件的第三实施例,结果是形成了装置的另一实施例,

[0121] 图6示出了适配器元件的第四实施例;

[0122] 图7示出了具有来自图5的适配器元件并且还具有旋转设备和两个附加装置的装置,

[0123] 图8示出了适配器元件的第五实施例;

[0124] 图9示出了根据本发明的坐标测量机,并且

[0125] 图10示出了根据本发明的方法的方法序列。

[0126] 适配器元件1由底板2构成,其上形成有侧向突出部3。在边缘区域4中形成了作为用于将适配器元件1紧固到CMM的测量台201(参见图7)的紧固装置的通孔5a、5b、5c、5d、5e、5f。能够拧入到测量台201中的对应螺纹套筒(未示出)中的螺钉可以被引导穿过孔5a-5f。边缘区域4可以用作附加于或替代紧固装置5a-5f的紧固区域。边缘区域4具有比内部区域6更薄的实施例。夹具或夹爪可以被附接到边缘区域4,所述夹具或夹爪进而能够被连接到测量台201,使得适配器元件1通过夹紧紧固到测量台201。

[0127] 大约在适配器元件1的中心表示了用虚线画出轮廓的紧固区域7,旋转设备可以被安排在该紧固区域。进一步地,提供了呈孔的形式的用于紧固旋转设备的紧固装置8a、8b、8c。作为示例,孔8a-8c是通孔。用于紧固旋转台的螺钉可以被引导穿过通孔。例如,可以在适配器板1的下侧提供配对元件,例如螺母。作为示例,可以如还在W0 2013/156074中的图3、图4和图5所示的那样紧固旋转设备。可替代地,孔8a-8c可以提供有内螺纹,使得在每种情况下紧固螺钉可以被拧入孔中。

[0128] 盲孔被形成在侧向突出部3中作为联接装置9,作为能够以触觉方式捕获的测量体的探头本体11(参见图2)的轴10可以被引入该盲孔中。这样的轴已经与盲孔9匹配,具有这样的精确配合,使得该轴可以被安排在孔9中不移动或不大移动。可替代地,盲孔可以具有内螺纹,并且轴可以具有外螺纹。作为联接装置9的孔的替代方案,可以在突出部3上提供三点支承,所述三点支承在说明书的概述部分中已予以说明。

[0129] 图2示出了具有来自图1的适配器元件1、旋转设备12以及作为附加装置的探头本

体11的装置。旋转设备12是具有定子13和转子或旋转板14的旋转台。定子13在紧固区域7中紧固到适配器元件1。在图2中,图1中示出的紧固装置8a、8b、8c被定子13覆盖。

[0130] 转子14可围绕虚拟旋转轴线D旋转。

[0131] 探头本体11是球形的并且被联接到已插入适配器元件1的孔9中的轴10。球体11可以通过坐标测量机的测量系统进行探测。CMM的测量系统具有套管轴15、探头头部16、触针17以及球尖18。

[0132] 探头本体参考点M1是球体11的中心。可以通过用坐标测量机的球尖18探测球体11来确定探头本体参考点M或其坐标。作为示例,可以由球尖18扫描球体11。作为示例,可以一次基于测试体例如根据WO 2013/164344A1和WO 02090879A2中所述的方法来确定旋转台轴线D的位置情况。根据旋转轴线D的位置情况和探头本体参考点M1的坐标,可以建立D与M1之间的相对关系,特别是可以确定D与M1之间的最短距离。通过随后重复探测球体11并重新确定点M1,可以监测旋转轴线D相对于点M1的位置情况,特别是它们之间的距离。由于通过形成适配器元件1使D和M1的相对位置情况保持恒定,所以可以通过确定M1的坐标在任何时刻确定旋转轴线D的位置情况。作为示例,机器坐标系的原点可以放置在点M1上,并且可以借助于测试体通过使用来自WO 02090879的方法来确定机器坐标系中旋转轴线D的位置情况。在后续时刻,可以重新确定M1的位置情况,并且因此确定机器坐标系的原点的位置情况。由于M1和D在空间关系方面的固定关系,在机器坐标系中在后续时刻在某些自由度但不必是全部自由度,D的位置情况也是已知的。

[0133] 图3示出了与图1的适配器元件相比的适配器元件20的修改实施例。与图1中相同的附图标记指示了在图1中已经说明的相同特征。与图1的实施例相比,适配器板20具有用于联接附加装置的另外的联接装置。提供了具有与联接装置9类似配置的联接装置22的另外的突出部21,以及具有同样与联接装置9类似配置的联接装置24的第三突出部23。具有轴的探头本体(其可以类似于图2中的具有轴10的探头本体11进行配置)可以通过联接装置22、24联接到适配器板20,并且因此可以联接多达三个探头本体,如图4所示。

[0134] 用虚线展示了图3中的联接装置9、22、24的相对位置情况。点P指代如图2所示的紧固到适配器板20的旋转设备12的旋转轴线D刺穿适配器板的位置。关于点P,联接装置9、22、24被安排成彼此成直角,如虚线所示。由此,出现了以下在图4中示出的头本体参考点的位置。

[0135] 图4所示的装置示出了来自图2的适配器板20,其中旋转设备12被紧固到该适配器板上,并且该适配器板具有三个探头主体11、25、26,这些探头本体通过图3中的联接装置9、22、24进行联接、被实施为球体并且具有插入切口9、22、24中的轴10、27、28。作为示例,可以提供螺纹连接或磁性连接。

[0136] 探头本体11具有探头本体参考点M1。探头本体25具有探头本体参考点M2,像探头本体11一样,该探头本体参考点是球体的中心。同样地,探头本体26具有也是球体的中心的探头本体参考点M3。

[0137] 用虚线绘制的第一虚拟线L1从旋转台12的旋转轴线D延伸到探头本体参考点M1,并且该第一虚拟线垂直于旋转轴线D。以相同的方式,线L2从第二探头本体25的参考点M2延伸到旋转轴线D,并且该线垂直于旋转轴线D。线L1和L2再次包含90°的角度。虚拟线L3从第三探头本体参考点M3延伸到旋转轴线D,并且该虚拟线垂直于旋转轴线D并垂直于线L2。作

为示例,探头本体参考点M2可以相对于旋转台轴线D的X坐标以相对静止的方式定位,并且探头本体参考点M1可以相对于旋转台轴线D的Y坐标以静止的方式定位。可以通过例如在W0 02090879 A2和W0 2013/164344 A1中所述的校准旋转台轴线在机器坐标系中确定旋转工作台轴线D的X坐标和Y坐标。在那里,借助于被定位在旋转板14上的测试体,披露了旋转台轴的位置情况。在后续时刻,旋转台轴线的X坐标和Y坐标可以根据参考点M2的X坐标和参考点M1的Y坐标来确定,而无需用位于旋转板上的测试体14进行旋转轴线D的重新校准。这种方法在W0 2013/164344 A1中予以详细描述,并且在此所示的装置可以有利地用于这种方法。

[0138] 通过确定所有三个探头本体参考点M1、M2和M3的坐标,可以确定例如坐标测量机的笛卡尔坐标系中的参考平面。旋转轴线D的位置情况优选地垂直于该参考平面,并且假定相对于该参考平面是恒定的。通过在一个或多个后续时刻再次确定参考平面的位置情况,可以确定所述平面的位置情况的改变,并且因此可以在坐标系中确定旋转轴线D的位置情况(倾斜)的变化。

[0139] 图5示出了具有成角配置的适配器元件30。适配器元件30具有支部31,在该支部上提供了呈通孔形式的紧固装置32a、32b、32c和32d。借助于这些紧固装置32,支部31可以被紧固到坐标测量机的测量台201上。

[0140] 具有与先前图像中所示的旋转设备类似配置的旋转设备12被紧固到与支部31垂直的支部33。紧挨旋转设备12提供具有与图1至图3中的联接装置9、22和24类似的配置的联接装置34。球形探头本体36通过轴35以与图2和图4的方式的类似的方式进行联接。

[0141] 使用图5所示的装置和适配器元件30,可以将旋转设备引入坐标测量机的测量空间中,其方式为使得旋转轴线D位于机器坐标系的XY平面内。

[0142] 图6示出了来自图1的适配器元件1的发展,其中相同的附图标记具有与图1中相同的含义。在另外的突出部41中提供了另外的联接装置42,辅助设备可以被联接在该联接装置上,如下面在图7中所示。联接装置42经配置呈形成在突出部41中的三个凹陷43a-43c的形式。为了建立与辅助设备的连接,凹陷43a-43c的安排可以与隆起的安排相互作用,所述隆起在形状和彼此之间的相对安排方面是互补的并且形成另外的联接装置。相应地,上述三个隆起被提供在辅助设备上。

[0143] 图7示出了具有紧固到适配器板40的旋转设备44的适配器元件40。旋转设备44具有定子45和旋转板46。用于固持工件的尖端47被紧固到旋转板46。因此,该尖端是旋转板46上以旋转轴线D为中心的静止尖端(所述尖端相对于旋转板46固定,但可围绕轴线D旋转)。

[0144] 此外,先前说明的探头本体11已被附接到适配器板40。

[0145] 此外,配对固持器48通过联接装置42进行联接。配对固持器的柱49已被透明地展示出,从而联接装置42在图7中是可见的。在柱49的下端提供了与先前予以说明并在此未示出的联接装置42互补的联接装置。

[0146] 此外,配对固持器48具有横梁或臂架50,向下指向的可旋转尖端51被附接到该横梁或臂架的末端。可以将工件夹紧在旋转板46上的尖端47与尖端51之间。臂架可朝旋转轴线D的方向移位,因此尖端47与尖端51之间的距离是可变的。移位机构没有以任何更多细节示出。

[0147] 两个尖端47和51都必须位于旋转轴线D上或与旋转轴线D共线。在尖端47的情况

下,这通过在旋转板46上的精确定位来实现。根据本发明的具有联接装置42的适配器元件40有助于将尖端51精确地定位在旋转轴线D上。作为示例,旋转工作台44被不可移动地固定到适配器板40。随后,配对固持器48可以通过联接装置42(以及在配对固持器本身上未示出的互补联接装置)进行联接。因此,配对固持器尖端51可以被精确地定位在旋转台44的旋转轴线D上。作为示例,配对固持器48上的尖端51在其相对于配对固持器柱49的位置和/或取向方面是可调节的,该配对固持器柱可以在此未以任何更多细节说明的各种方式实现。可以通过联接装置42获得适配器板40上的配对固持器48的可重现联接。因此,配对固持器48可以被移除并且以可重现的方式在任何后续时刻联接,旋转轴线上的尖端51的位置情况被精确地重新建立。因此,可以在旋转台44的测量操作期间做出关于配对固持器是否应当作为辅助设备存在的决定。如果不需要配对固持器,则可以移除它,因为它可能表示相对较大的干涉轮廓并且可能干扰测量操作。配对固持器48可以在稍后的时刻恢复联接。

[0148] 图8示出了两部分式适配器板60,其形状类似于来自图1的适配器板的形状。第一部分61具有用于将板60固定在坐标测量机211的测量台201上(见图9)上的紧固装置5a-5e。第二部分62通过精确配合插入第一部分61中的切口63中。第二部分62可以与第一部分分离,或者可以永久地连接到

[0149] 第一部分。可以在这两个部分61、62之间提供连接装置。连接用配合来实施。部分61可以在不允许产生应力的情况下膨胀。理想情况下,62被紧固在单个点处,例如在旋转台的中心处。

[0150] 第二部分62由温度不变材料制成,并且具有比第一部分61的材料更小的膨胀系数。作为示例,部分62由含64%铁和36%镍的铁镍合金制成。

[0151] 已经基于前面的附图进行描述的联接装置9被提供在第二部分62之中或之上。进一步地,紧固装置8a、8b、8c被提供在部分61上,所述紧固装置用于紧固旋转台并且已经基于前面的附图进行描述。相比于上述实施例,适配器板60还具有用于联接由温度不变材料制成的第二部分62上的旋转设备的联接装置64。联接装置64具有与图6中的联接装置42类似的配置,并且具有凹陷65a、65b和65c。以互补的方式相对于彼此设计和安排的隆起可以被接合到这些凹陷中,所述隆起被提供在旋转设备的下侧。结果是,当实施该联接装置时,旋转设备可以也以可重现的位置和/或取向安排在适配器板60上。

[0152] 形成适配器元件60的第二部分62从实施联接装置9的位置延伸到紧固到适配器板60的旋转设备的旋转轴线D撞击在适配器元件上的位置。该位置用点P指代。图4示出了旋转轴线D在点P处与适配器板60相交。进一步地,如已经说明的那样,提供了用于温度不变区域62中的旋转设备的紧固装置8a-8c和联接装置64。

[0153] 图5描绘的具有门架式设计的坐标测量机(CMM)211包括测量台201,柱202、203以在笛卡尔坐标系的Y方向上可移动的方式安排该测量台上。柱202、203与横梁204一起形成CMM 211的门架。横梁204以其相反两端分别连接至柱202和203上。没有更详细地描绘出的电动机使得柱202、203在Y方向上沿着Y移动轴线性移动。在此,例如,一个电动机与这两个柱202、203的每个柱相关联。横梁204与横向滑动件207相组合,该横向滑动件是可通过空气支承件沿横梁204来沿笛卡儿坐标系的X方向移动的。横向滑动件207相对于横梁204的当前位置可以基于分划刻度206来确定。横梁204在X方向上(即沿X移动轴)的运动由另外的电动机来驱动。可在竖直方向上运动的套管轴208被安装在横向滑动件207上并且在其下端经

由安装装置210和旋转设备205连接至坐标测量设备209。坐标测量设备209包括成角的探头头部215,具有球尖121的触针111以可移除的方式安排在该探头头部上。坐标测量设备209可以相对于横向滑动件207在笛卡尔坐标系的Z方向上沿Z移动轴通过被另外的电动机驱动的方式移动。探头头部209可以通过CMM的电动机进入横梁204下方的区域中的几乎任何位置。此外,旋转设备205可以使探头头部215围绕Z轴旋转,使得触针111可以在不同方向上对准。没有展示出控制CMM的可移动部分沿着移动轴的移动的控制器。控制器被配置用于执行在描述的概述部分中说明的步骤中的一个或多个步骤。

[0154] 图1所示的适配器板1被紧固到坐标测量机211的测量台201。在图2中予以说明的探头球体11被联接在该适配器板上。旋转台12被紧固到适配器板1,使得总体上建立图2中形成的安排。不言而喻的是,任何适配器元件在坐标测量机211或其测量台201上可以被附接到以上已经以示例性方式并在本说明书的概述部分中予以说明的任何装置。

[0155] 图10示意性地展示了根据本发明的方法序列。以下提及的方法步骤也已部分地在前面的描述中予以说明。首先,使用坐标测量机211的测量系统,在步骤S1中确定探头本体参考点M1的坐标。这可以基于图9进行说明:球尖121用于探测球体11,并且球体中心M1(参见图2)被确定为参考点。因此,可以通过探测球体11来确定点M1的坐标X、Y和Z。

[0156] 在另外的步骤S2中,确定旋转轴线D的至少一个坐标,例如在探头本体参考点M1(即球体11的中心)的某一Z水平高度下旋转轴线D的X坐标和Y坐标。作为已知参考点M1的坐标和与参考点M1在相同水平高度下的旋转轴线D的坐标的结果,点M1与旋转轴线D之间的距离(最短距离)也是已知的。为了确定旋转轴线D的上述坐标,可以使用从WO 2013/164344A1和WO 02090879A2本身已知的方法。在此,将测试体定位在旋转台的旋转板上,以确定旋转轴线的位置情况,并且在各种旋转位置测量所述测试体。关于细节,参考所引用的文件。

[0157] 步骤S1和S2可以以任何顺序进行。

[0158] 在步骤S3中重复步骤S1,即通过探测球体11来重新确定参考点M1的位置情况。由于参考点M1与旋转轴线D的相对位置(在这种情况下是这两者之间的距离)是已知的,所以还可以在后续时刻通过探测球体11和确定参考点M1的位置情况可同时确定旋转轴线D的位置情况,旋转轴线的位置情况在此是在参考点M1的水平高度下的X位置和Y位置。因此,在稍后的时刻,不再需要用分开的测试体再次校准旋转轴线,如上文参考所引用的文件基于步骤S2所说明的那样。

[0159] 所述方法可以以这样的方式扩展,即:在步骤S4中基于图4所示的另外的探头本体25来确定另外的探头本体参考点M2。由于参考点M2的位置是已知的,在步骤S2中所校准的M2与旋转轴线D之间的相对位置或最短距离(在这种情况下)也是已知的。这提供了用于确定旋转轴线D的位置情况的附加信息。在稍后的时刻,可以在步骤S5中通过探测球体25来重新确定参考点M2,并且从其获得关于旋转轴线D的位置情况的信息。具体地,如以上所说明的,来自图4的具有探头本体11和25的适配器板20被定位成使得点M1被定位在旋转轴线D的X坐标上,并且点M2被定位在旋转轴线D的Y坐标上。结果是,在步骤S3和S5中可以在任何后续时刻直接确定旋转轴线D的X坐标和Y坐标,如WO 2013/164344 A1中所述。

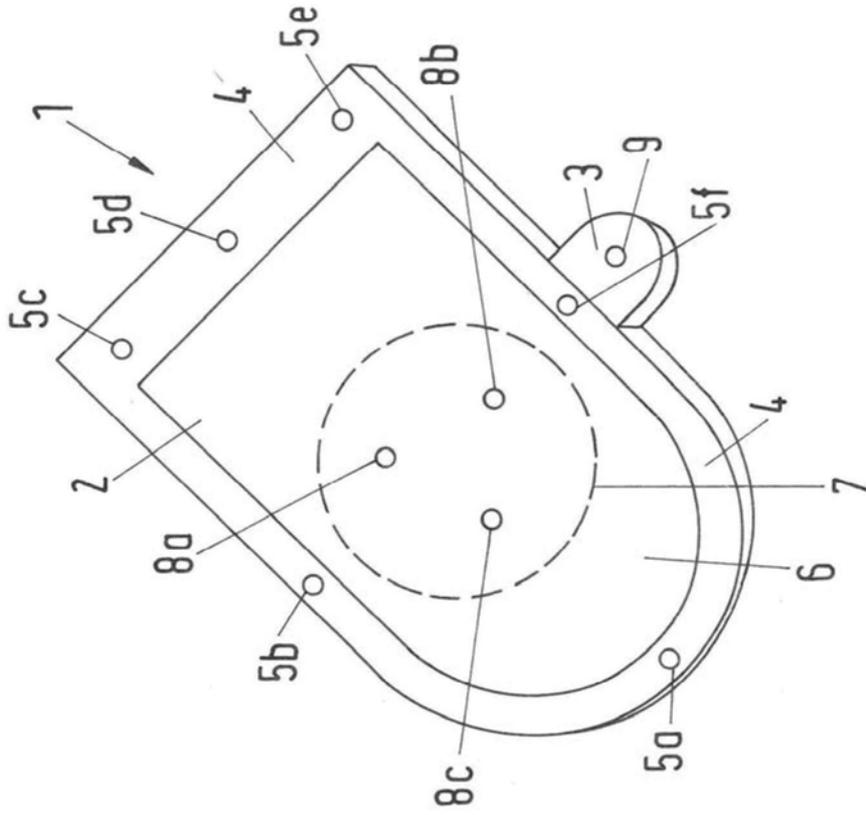


图1

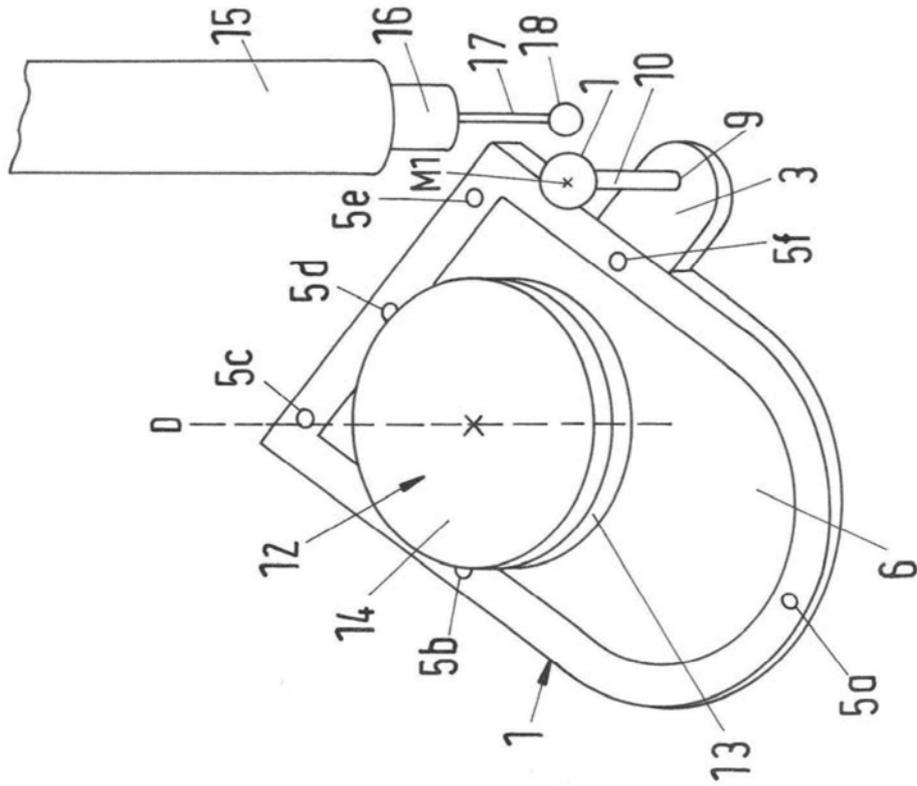


图2

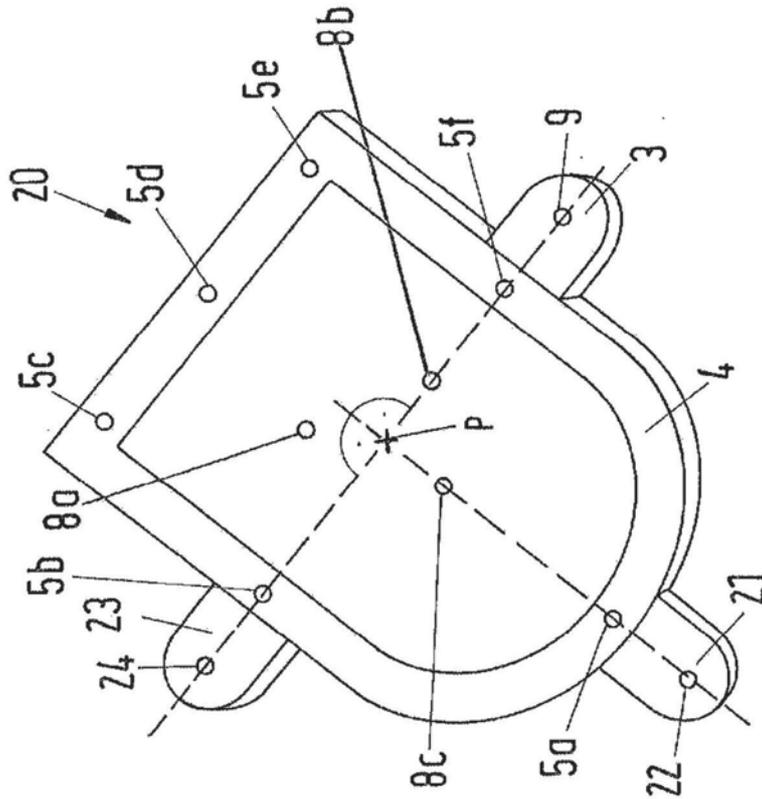


图3



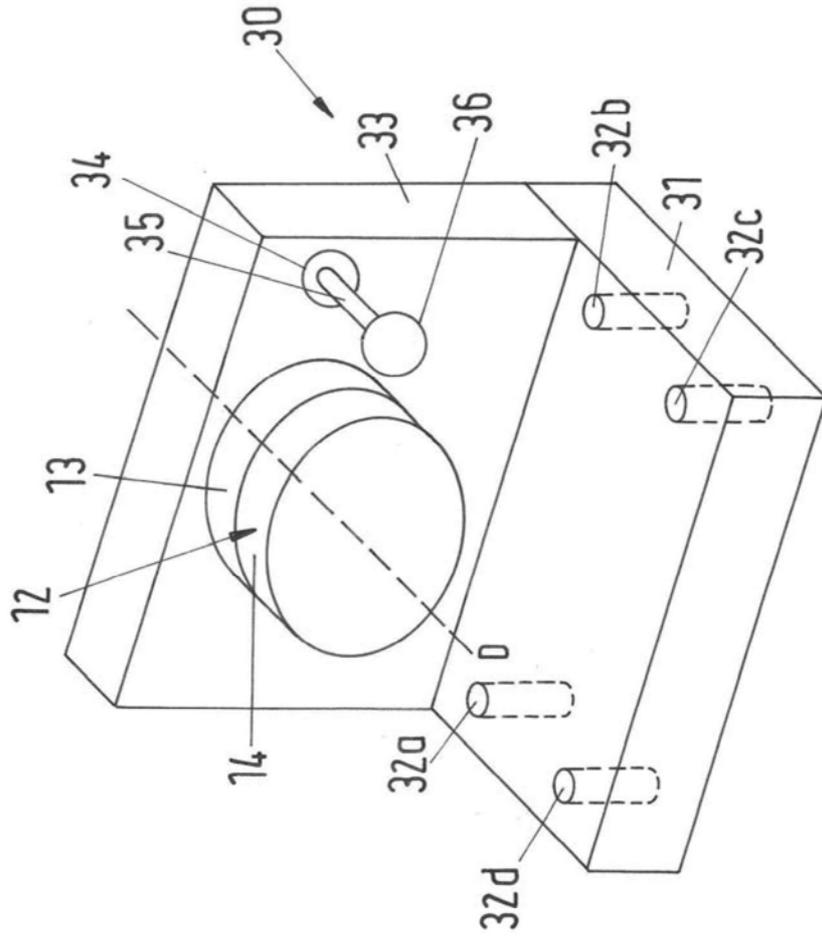


图5

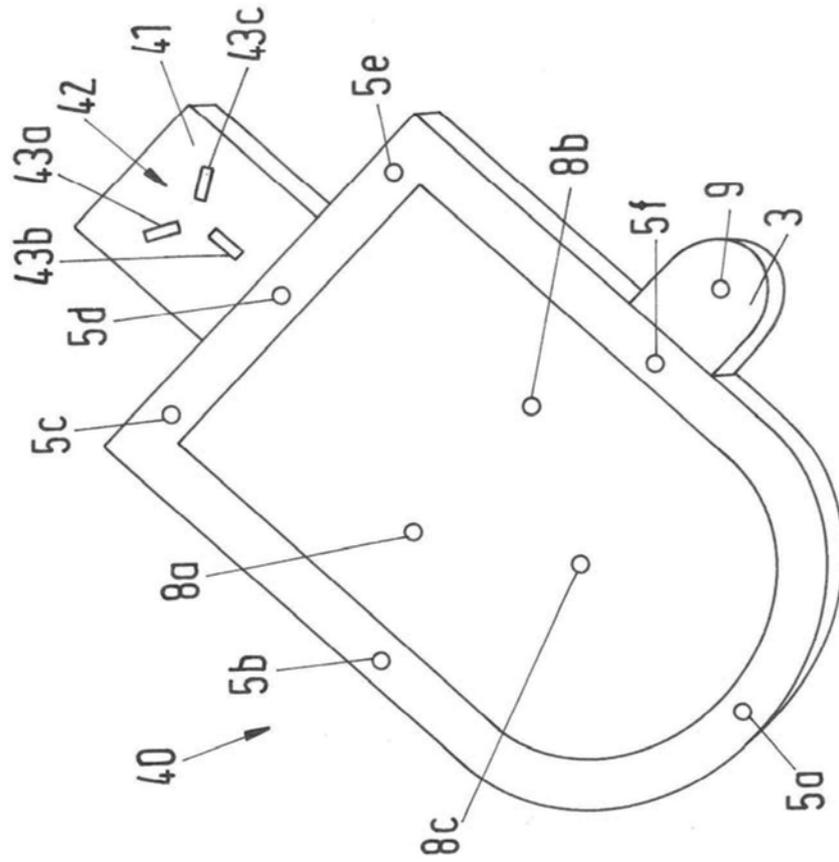


图6

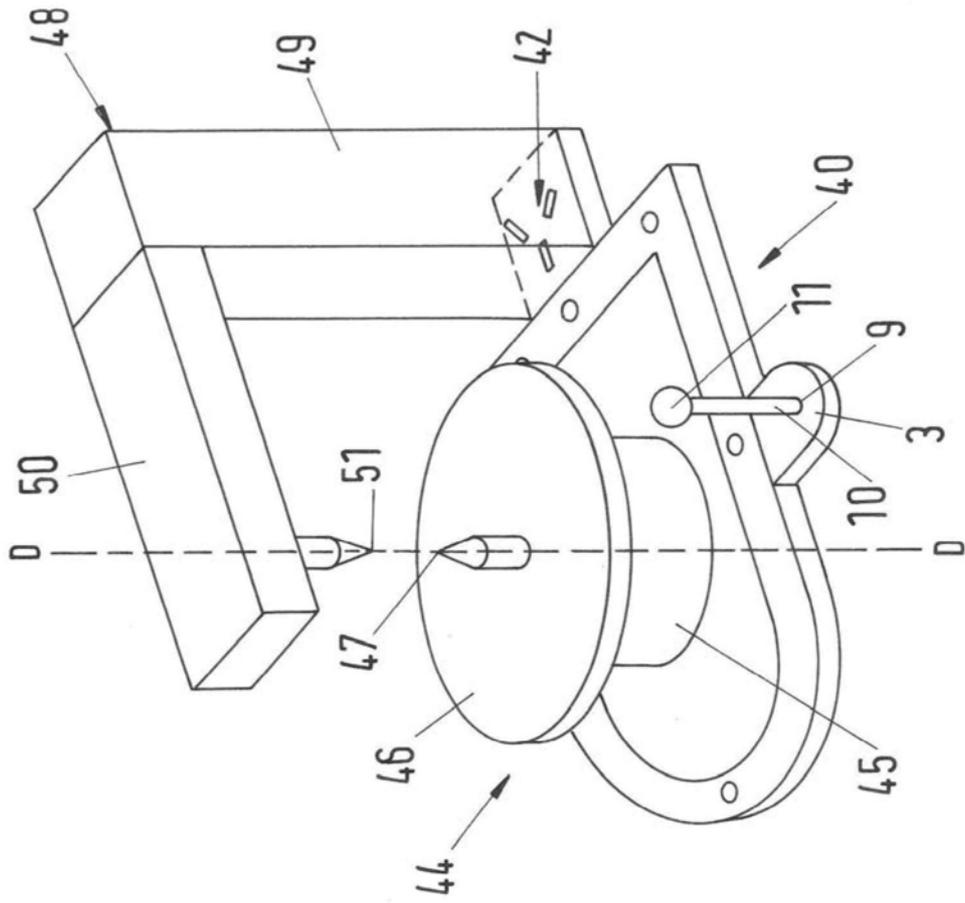


图7

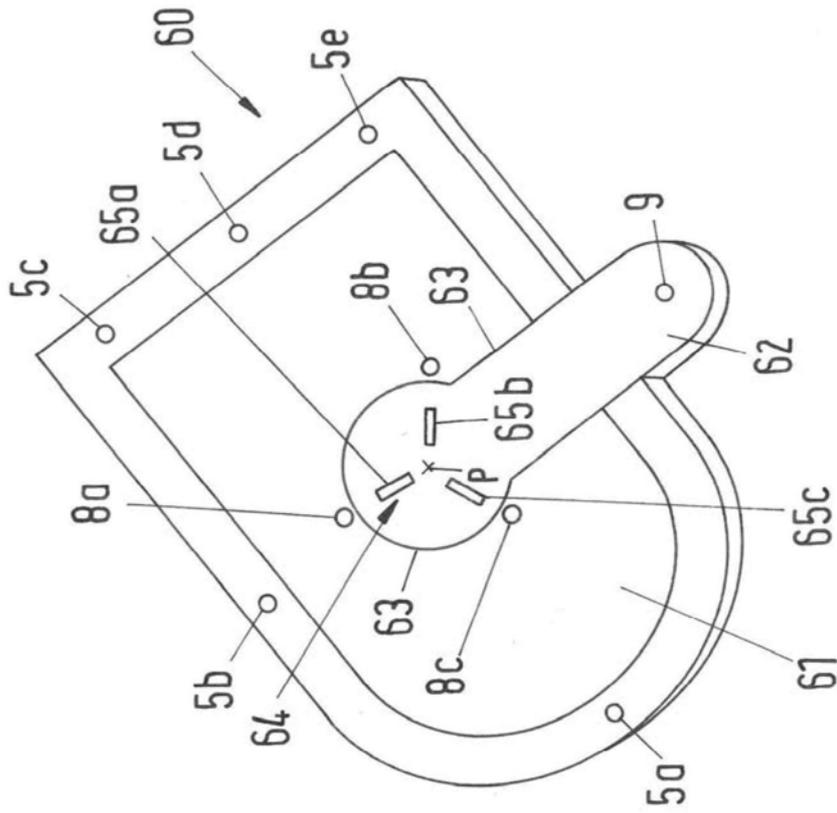


图8

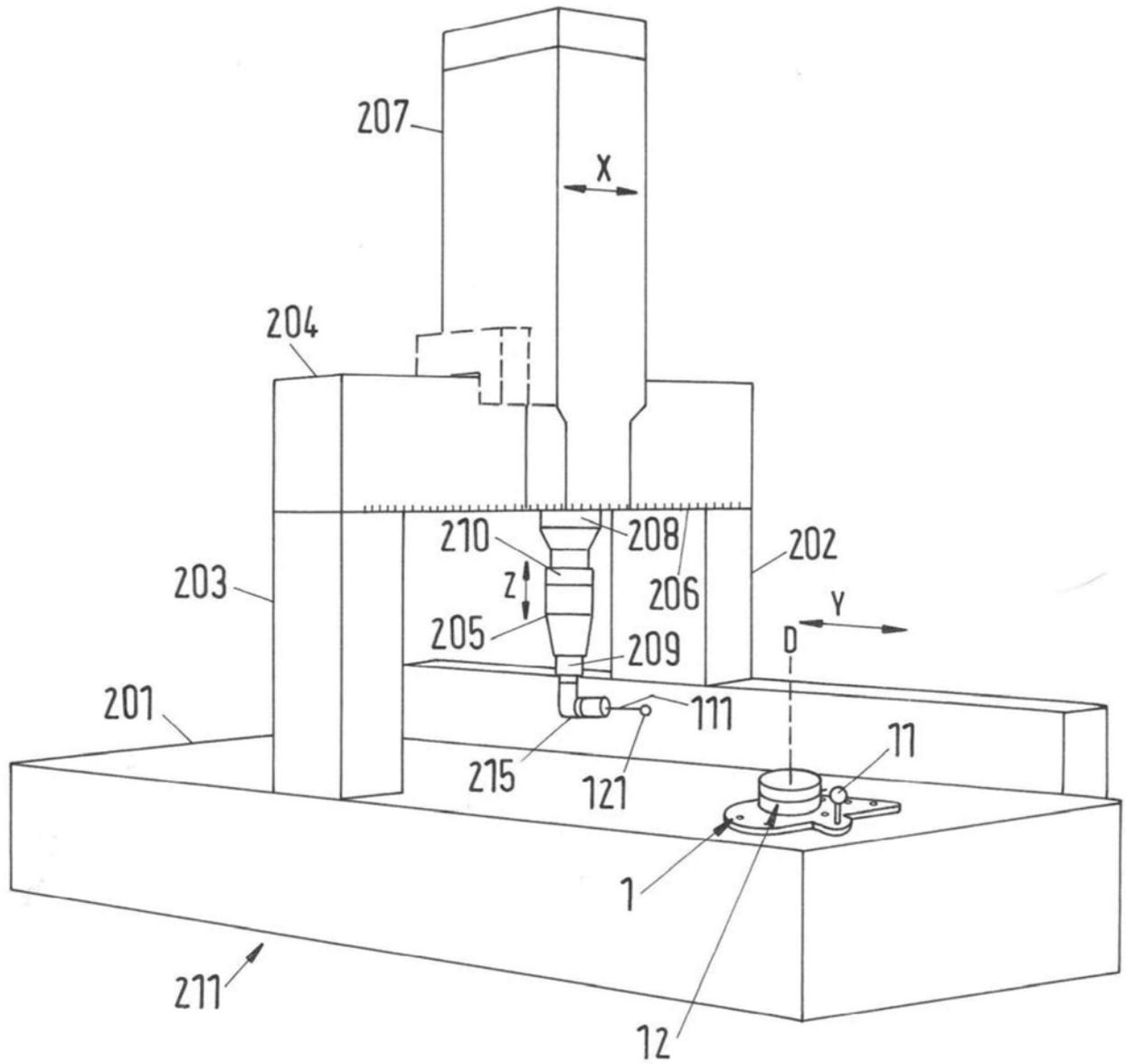


图9

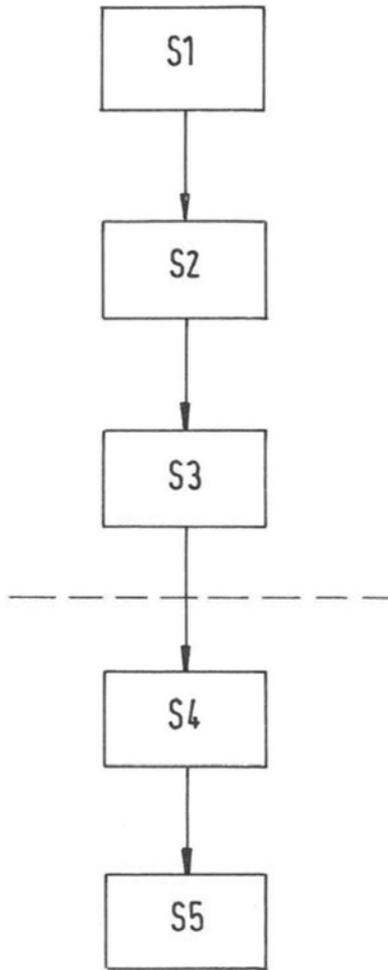


图10