



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105352436 B

(45)授权公告日 2020.08.18

(21)申请号 201510454938.5

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.07.29

G01B 11/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 杜智慧

申请公布号 CN 105352436 A

(43)申请公布日 2016.02.24

(30)优先权数据

14179139.2 2014.07.30 EP

(73)专利权人 莱卡地球系统公开股份有限公司

地址 瑞士海尔博瑞格

(72)发明人 B·伯克姆 D·莫泽 S·富克斯

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

代理人 吕俊刚 刘久亮

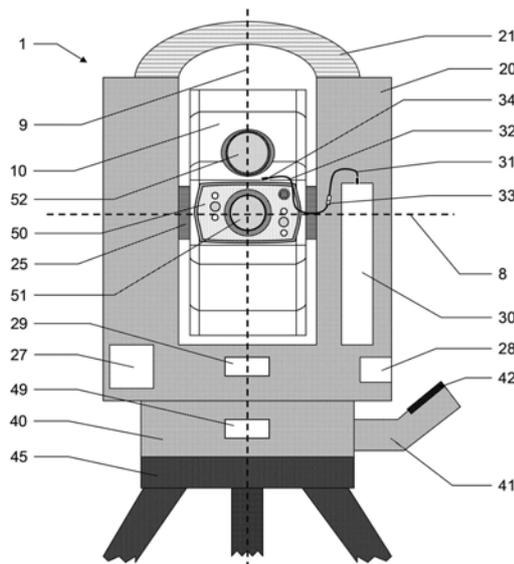
权利要求书4页 说明书15页 附图12页

(54)发明名称

激光跟踪器、测量远程点的坐标的方法和坐标测量系统

(57)摘要

激光跟踪器、测量远程点的坐标的方法和坐标测量系统。坐标测量装置包括：支承部，紧固在基部上并围绕第一旋转轴旋转；光束偏转单元，紧固在支承部上并围绕正交于第一旋转轴的第二旋转轴旋转；第一轴承，在支承部上旋转安装光束偏转单元；第二轴承，在基部上旋转安装支承部，光束偏转单元包括光学测距装置，其测量到测量辅助物的距离，第一轴承包括第一角编码器，第二轴承包括第二角编码器，在基部上设置第一倾斜传感器，包括：支承部上的第二倾斜传感器，第一和第二倾斜传感器捕捉至少两个正交方向上的相对于重力方向的倾斜并输出倾斜数据；分析与控制单元，为了自监测和/或自校准坐标测量装置而捕捉并分析两个倾斜传感器的倾斜数据。



1. 一种激光跟踪器(1),该激光跟踪器用于捕捉测量辅助物(60)的位置并对准所述测量辅助物,所述测量辅助物能够在空间中移动并且包括回射器(61),其中,所述激光跟踪器(1)至少包括:

- 支承部(20),其被紧固在基部(40)上,因而能够围绕第一旋转轴(9)旋转;
- 光束偏转单元(10),其被紧固在所述支承部(20)上,因而能够围绕第二旋转轴(8)旋转,所述第二旋转轴基本上正交于所述第一旋转轴(9);
- 第一轴承(70),其用于将所述光束偏转单元(10)可旋转地安装在所述支承部(20)上;以及

• 第二轴承(70'),其用于将所述支承部(20)可旋转地安装在所述基部(40)上,其中,

• 所述光束偏转单元(10)包括具有至少一个测距仪(13、14)的光学测距装置,该光学测距装置用于借助测量辐射(36)来测量到所述测量辅助物(60)的距离,

• 所述第一轴承(70)包括第一角编码器(76),并且所述第二轴承(70')包括第二角编码器(76'),并且

• 在所述基部(40)上设置有第一倾斜传感器(49),

其特征在于,该激光跟踪器(1)还包括:

• 所述支承部(20)上的第二倾斜传感器(29),其中,所述第一倾斜传感器(49)和所述第二倾斜传感器(29)都被具体实施成

o捕捉至少两个基本正交方向上的相对于重力方向的倾斜,以及

o输出倾斜数据,以及

• 分析与控制单元(27),其被具体实施成为了所述激光跟踪器(1)的自监测和/或自校准的目的,捕捉并分析两个倾斜传感器(29、49)的所述倾斜数据,

其中,所述分析与控制单元(27)被具体实施成同时捕捉所述两个倾斜传感器(29、49)的倾斜数据,并且使所述倾斜数据彼此关联,以查明同时捕捉到的倾斜数据之间的差异。

2. 根据权利要求1所述的激光跟踪器(1),

其特征在于,该激光跟踪器(1)还包括:

跟踪功能,用于所述测量辅助物(60)的渐进跟踪,其中,在所述光束偏转单元(10)中设置有第一位置敏感表面检测器(18)。

3. 根据权利要求1或2所述的激光跟踪器(1),

其特征在于,

所述光束偏转单元(10)包括:

• 测量相机(12),其用于捕捉所述测量辅助物(60)的空间对准,和/或

• 至少一个第一定位相机(53),其用于所述测量辅助物(60)的粗略定位。

4. 根据权利要求1所述的激光跟踪器(1),

其特征在于,该激光跟踪器(1)还包括:

作为所述支承部(20)的第一支柱与第二支柱的连接部件的手柄(21),其中,所述手柄(21)不接触所述第一旋转轴(9),其中,所述手柄(21)弯曲或具有开口,使得能够沿所述第一旋转轴(9)测量到目标的距离。

5. 根据权利要求1所述的激光跟踪器(1),

其特征在于，

所述第一倾斜传感器(49)和所述第二倾斜传感器(29)是精密倾斜传感器，所述精密倾斜传感器具有：

- $\pm 1.5\text{mrad}$ 至 $\pm 3.0\text{mrad}$ 的使用范围，
- $\pm 0.004\text{mrad}$ 至 $\pm 0.04\text{mrad}$ 的精度，和
- 0.0005mrad 至 0.0015mrad 的分辨率。

6. 根据权利要求1所述的激光跟踪器(1)，

其特征在于，

所述激光跟踪器(1)被具体实施成执行测量序列，在所述测量序列的过程期间，所述支承部(20)借助第一电动机(75')相对于所述基部(40)围绕所述第一旋转轴(9)旋转，其中，所述分析与控制单元(27)被具体实施成

• 在所述测量序列之前，捕捉所述两个倾斜传感器(29、49)的倾斜数据，并且使所述倾斜数据彼此关联作为初始化倾斜数据；以及

• 在所述测量序列期间，为了所述激光跟踪器(1)在所述测量序列期间的自监测和/或自校准的目的，捕捉所述第二倾斜传感器(29)的倾斜数据，并且使所述第二倾斜传感器(29)的倾斜数据与所述初始化倾斜数据相关联。

7. 根据权利要求1所述的激光跟踪器(1)，

其特征在于，该激光跟踪器(1)还包括：

气象站(28)，其具有用于查明周围空气的温度、压力和/或湿度的传感器，所述气象站被设置在所述支承部(20)中或所述基部(40)中，其中，

- 所述气象站(28)被具体实施成输出查明的数据作为环境数据，并且
- 所述分析与控制单元(27)还被具体实施成捕捉并分析所述环境数据。

8. 根据权利要求1所述的激光跟踪器(1)，

其特征在于，该激光跟踪器(1)还包括：

校准装置(42)，其用于与自校准功能一起使用，在所述自校准功能的过程期间，可针对所述测量辐射(36)的位置和/或方向确定校准参数，其中，经分析的倾斜数据还被用于所述自校准功能，其中，

• 所述校准装置(42)包括位于所述基部(40)上的第二位置敏感表面检测器，来自所述光束偏转单元(10)的测量辐射(36)能够发射到所述第二位置敏感表面检测器上，并且所述分析与控制单元(27)被具体实施成确定入射在所述第二位置敏感表面检测器上的测量辐射(36)的入射点，

• 所述校准装置(42)包括回射器，所述回射器被设计成在二维区域中，独立于所述测量辐射(36)在所述二维区域内的所述入射点，生成入射在所述回射器上的测量辐射(36)的无偏移的同轴回射，或者

• 所述校准装置(42)包括位于所述基部(40)上的回射器和充当缩小物镜的光学组件，而且为确定所述激光跟踪器(1)的所述校准参数，能够利用所述测量辐射(36)来瞄准所述光学组件，使得所述测量辐射(36)的光束路径延伸穿过所述光学组件，并且所述测量辐射(36)入射在所述回射器上，由此，

o能够利用到所述回射器的距离来执行第一校准测量，到所述回射器的所述距离是针

对用于确定所述校准参数的相关测量变量仿真的,并且

o仿真的所述距离大于到所述回射器的结构上实际提供的距离。

9. 根据权利要求1所述的激光跟踪器(1),

其特征在于,

所述第一轴承(70)和/或第二轴承(70')被具体实施为固定轴承/活动轴承。

10. 根据权利要求1所述的激光跟踪器(1),

其特征在于,该激光跟踪器(1)还包括:

激光器模块(30),所述激光器模块用于生成激光束作为测量辐射(36),其中,所述激光器模块(30)被设置在所述支承部(20)中并且被设置在保偏光波导系统中,所述保偏光波导系统用于在所述支承部(20)与所述光束偏转单元(10)之间发送光,用于将所述激光器模块(30)的激光束耦合到所述光学测距装置中,其中,

• 所述光波导系统包括第一光纤(31)和第二光纤(32),所述第一光纤和所述第二光纤通过抗扭插头连接部(33)彼此连接,和/或

• 所述第一光纤(31)和所述第二光纤(32)是单模光纤。

11. 一种借助根据前述权利要求中的任一项所述的激光跟踪器(1)来测量远程点的坐标的方法,其中,所述激光跟踪器(1)至少包括:

• 支承部(20),其被紧固在基部(40)上,因而能够围绕第一旋转轴(9)旋转;

• 光束偏转单元(10),其被紧固在所述支承部(20)上,因而能够围绕第二旋转轴(8)旋转,所述第二旋转轴基本上正交于所述第一旋转轴(9);

• 第一轴承(70),其用于将所述光束偏转单元(10)可旋转地安装在所述支承部(20)上;以及

• 第二轴承(70'),其用于将所述支承部(20)可旋转地安装在所述基部(40)上,

其中,

• 所述光束偏转单元(10)包括具有至少一个测距仪(13、14)的光学测距装置,该光学测距装置用于借助测量辐射(36)来测量到所述测量辅助物(60)的距离,

• 所述第一轴承(70)包括第一角编码器(76),并且所述第二轴承(70')包括第二角编码器(76'),并且

• 在所述基部(40)上设置有第一倾斜传感器(49),

并且其中,该方法包括以下步骤:

• 将所述测量辐射(36)发射到所述回射器(61)上;

• 接收从所述回射器(61)反射的测量辐射;

• 基于反射的测量辐射来查明到所述回射器(61)的距离;

• 查明所述光束偏转单元(10)相对于所述基部(40)的角度;以及

• 借助第一倾斜传感器(49),捕捉所述基部(40)在至少两个基本正交的方向上的相对于重力方向的倾斜,

其特征在于,该方法包括以下步骤:

借助第二倾斜传感器(29),捕捉所述支承部(20)在至少两个基本正交的方向上的相对于重力方向的倾斜,

其中,查明所述光束偏转单元(10)相对于所述基部(40)的角度的所述步骤包括:分析

所述基部(40)的倾斜和所述支承部(20)的倾斜,

测量序列,在所述测量序列的过程期间,所述支承部(20)借助第一电动机(75')相对于所述基部(40)围绕所述第一旋转轴(9)旋转,其中,通过所述分析与控制单元(27)

- 在所述测量序列之前,同时捕捉所述两个倾斜传感器(29、49)的倾斜数据并且使所述倾斜数据彼此关联作为初始化倾斜数据;以及

- 在所述测量序列期间,为了所述激光跟踪器(1)在所述测量序列期间自监测和/或自校准的目的,捕捉所述第二倾斜传感器(29)的倾斜数据并且将所述第二倾斜传感器(29)的倾斜数据与所述初始化倾斜数据相关联。

12. 一种坐标测量系统,该坐标测量系统包括根据权利要求1至10中任一项具体实施的激光跟踪器(1)和快速释放紧固件单元,所述快速释放紧固件单元用于将所述激光跟踪器(1)紧固在三脚架(45)上,

其特征在于包括:

至少一个减震器,其用于在将所述激光跟踪器(1)放置在所述快速释放紧固件单元上期间减小对所述激光跟踪器(1)的冲击,其中,所述减震器作用于所述快速释放紧固件单元与所述激光跟踪器(1)的基部(40)之间。

13. 根据权利要求12所述的坐标测量系统,其中,所述快速释放紧固件单元包括第一接触表面(46),所述激光跟踪器(1)包括具有第二接触表面(46')的基部(40),并且所述第一接触表面(46)和所述第二接触表面(46')被具体实施并设置成在所述放置之后在整个表面上彼此接触,

其特征在于,

所述减震器包括用于动量吸收的可移动部件,所述可移动部件突出所述第一接触表面(46)和/或所述第二接触表面(46'),并且被具体实施成使能在所述放置之后,在所述第一接触表面(46)和所述第二接触表面(46')的整个表面上接触,其中,

- 所述可移动部件是减震器活塞杆(47),
- 所述减震器是液压式的,和/或
- 所述坐标测量系统包括至少三个减震器。

激光跟踪器、测量远程点的坐标的方法和坐标测量系统

技术领域

[0001] 本发明涉及用于测量目标物体的表面上的坐标的坐标测量装置,其具体实施为激光跟踪器。

背景技术

[0002] 被设计用于目标点的渐进跟踪和该点的坐标位置确定的测量装置通常可以总结为激光跟踪器,特别是在结合工业测量的情况下。在这种情况下,目标点可以用后向反射单元(例如,立方体棱镜)表示,其被用测量装置的测量光束(具体为激光束)瞄准。激光束被平行反射回测量装置,其中,所反射的激光束利用该测量装置中的捕捉单元来捕捉。激光束的发射或接收方向在这种情况下例如借助于用于角度测量的传感器来查明,所述传感器与系统的偏转镜或瞄准单元相关联。另外,从测量装置至目标点的距离利用激光束的捕捉而查明,例如,借助于运行时或相差测量或者借助于Fizeau原理。

[0003] 根据现有技术的激光跟踪器另外可以被具体实施成具有:光学图像捕捉单元,光学图像捕捉单元具有二维光敏阵列,例如,CCD或CID相机或基于CMOS阵列的相机,或者具有像素阵列传感器;以及具有图像处理单元。在这种情况下,激光跟踪器和相机可以按照一个位于另一的顶部上的方式安装,具体来说,采用其彼此的相关位置不可改变的方式安装。相机例如可与激光跟踪器一起围绕其基本垂直的轴旋转,但可独立于激光跟踪器在向上和向下方向上绕轴旋转,并特别因此与激光束的光学系统分离设置。而且,相机(例如,取决于相应的应用)可以被具体实施为仅围绕一个轴绕轴旋转。在另选实施方式中,相机可以按照集成构造与激光光学部件一起安装在共用外壳中。

[0004] 在借助于图像捕捉和图像处理单元捕捉并分析具有标记的所谓测量辅助仪器的图像的情况下,获知其彼此的相对位置,可以断定设置在测量辅助仪器上的物体(例如,探针)在空间中的取向。与所确定的目标点的空间位置一起,还可以精确地确定该物体关于激光跟踪器的绝对和/或相对的空间位置和取向。

[0005] 被利用所提到的测量装置测量了位置和取向的物体因此例如不必是测量探针本身,相反,可以是测量辅助物。作为用于测量的测量系统的一部分,测量辅助物被带到以机械方式关于目标物体限定或者可在测量期间确定的位置,其中,测量探针的位置以及例如可选的取向可以经其测量位置和取向断定。

[0006] 这种测量辅助仪器可以通过所谓的扫描工具来具体实施,其被定位成使得其具有位于目标物体的一点上的接触点。所述扫描工具包括标记(例如,光点)和反射器,反射器表示扫描工具上的目标点,并且可以利用跟踪器的激光束来瞄准,其中,标记和反射器关于扫描工具的接触点的位置被精确地获知。按本领域技术人员已知的方式,测量辅助仪器还可以是被配备用于距离测量的手持式扫描仪,例如用于非接触式表面测量,其中,精确地获知用于距离测量的扫描仪测量光束相对于设置在扫描仪上的光点和反射器的方向和位置。例如在EP 0553266中描述了这种扫描仪。

[0007] 现有技术的激光跟踪器包括用于距离测量的至少一个测距仪,其中,其例如可以

被设计为干涉仪。因为这种测距单元仅可测量相对距离变化,所以除了干涉仪以外,在当前的激光跟踪仪中还安装了所谓的绝对测距仪。在这种情况下用于距离测量的干涉仪因为长相干长度和由此使能的测量距离主要使用HeNe气体激光器作为光源。HeNe激光器的相干长度在这种情况下可以是几百米,使得在工业计量方面所需的距离可以利用相对简单的干涉仪结构来实现。用于利用HeNe激光器进行距离确定的绝对测距仪和干涉仪的组合例如从WO 2007/079600 A1获知。

[0008] 另外,在现代跟踪仪系统中,从零位置接收到的测量束的偏差在精细瞄准传感器上被查明,其日益作为标准特征。借助于该可测量的偏差,可以确定回射器的中心与激光束在反射器上的入射点之间的位置差,并且可校正激光束的对准,或者作为该偏差的函数而跟踪,使得减小该精细瞄准传感器的偏差,特别是“零”,因此激光束在反射器中心的方向上对准。通过对激光束对准的跟踪,可以执行目标点的渐进目标跟踪(跟踪),并且可以渐进地确定目标点关于测量装置的距离和位置。在这种情况下,跟踪可以借助于被设置用于偏转激光束的、可通过电机和/或通过包括光束引导激光光学仪器的瞄准单元的枢轴移动的偏转镜的对准变化来实现。

[0009] 为了确定测量辅助物的取向,渐进地对准相机的捕捉方向,使得可以在激光跟踪器的跟踪光束方向上捕捉图像。相机还可以具有缩放功能,其中,可以根据激光跟踪器与目标点或测量辅助物之间的确定距离来设置放大等级。利用这两个自适应功能(对准和放大),相机因此可渐进地捕捉其中成像了测量辅助物和特别是测量辅助物的光点的图像。由此获得光点的空间排布结构的、可以以电子方式分析的二维图像。

[0010] 设置图形处理单元以分析图像。可识别成像的光点、确定成像的光点的焦点以及确定这些焦点的图像坐标,由此,例如,可以据此计算传感器的光学轴(特别是捕捉方向)与从传感器至相应的光点的方向之间的空间角。

[0011] 例如在US 5,973,788中描述了这种具有激光跟踪器和用于确定其上设置有光点和反射器的物体在空间中的位置和取向的图像捕捉单元的坐标测量装置。

[0012] 在使用这种坐标测量装置期间,在要确定位置和取向的物体上布置可由图像捕捉单元登记的至少三个光点和反射激光跟踪器的测量束的至少一个反射器,所述光点与发射器关于所述物体的位置是已知的。要由图像捕捉单元登记的光点可以是有源光源(例如,发光二极管)或要被照射的反射器,其中,这些光点被配备或设置成使得它们可以明确地相互区分。

[0013] 在WO 2007/079600 A1中公开了所讨论类型的基于激光的坐标测量装置,其中,测距装置的光出射和光接收光学系统、测量相机以及全景相机被布置在一共享的部件上,该部件关于至少两个轴旋转,并且激光束借助于来自附接在光束偏转单元外部的激光模块的光波导耦合到测距装置中。

[0014] 所讨论类型的基于激光的坐标测量装置通常具有被集成在该装置的固定基部或支承部中的电子倾斜传感器,该电子倾斜传感器可围绕第一旋转轴旋转。这些倾斜传感器能够测量相对于垂直方向的角度。它们不仅具有针对垂直圈(vertical circle)的高度补偿器功能,而且还在测量期间在用于测平(horizontal leveling)和监测稳定性的两个方向上监测第一旋转轴的倾斜。借助于装置的轴上的角编码器,由此还可以间接地查明光束偏转单元的倾斜,由此,可相对于垂直方向对准测量系统的基坐标系统。

[0015] 具体来说,在要求高精度测量的应用的情况下,设置在基部中的倾斜传感器有时不能提供有关光束偏转单元的当前倾斜的足够精确的规格。因此,即使在固定基部与可旋转支承部相对于标准对准之间的较小偏差的情况下,也不再能提供精确的值。相反,集成在可移动支承部中的倾斜传感器在支承部的旋转移动期间可以不再给出关于垂直方向的可靠技术规格,使得例如在测量期间出现的横向倾斜或由于不平坦地面导致装置摆动仍然不被识别,由此破坏测量结果。

发明内容

[0016] 因此,本发明的目的是提供这样以上提及类型的坐标测量装置,与现有技术相比,该坐标测量装置改善了测量的精度和可靠性。

[0017] 具体来说,本发明的目的是提供这样一种坐标测量装置,与现有技术相比,该坐标测量装置使能以更高的精度并且以更低的易出错性来查明光束偏转单元的倾斜。

[0018] 另外,本发明的目的是提供这样一种坐标测量装置,该坐标测量装置在测量期间也使能连续查明光束偏转单元的倾斜。

[0019] 这些目的中的至少一个按根据本发明的方式通过坐标测量装置和/或用于测量远程点的坐标的方法来实现。

[0020] 根据本发明,一种坐标测量装置包括两个倾斜传感器,其中一个倾斜传感器设置在所述装置的固定基部中,而另一个倾斜传感器设置在可旋转的支承部中。测量辐射的方向可以通过分析由所述传感器生成的所述倾斜数据而更精确且更可靠地确定。所述倾斜数据可以另外用于检查并可选地校准测量参数,以及用于检查并可选地校准所述基部与所述支承部之间的轴承。

[0021] 一种坐标测量装置,特别是激光跟踪器,该坐标测量装置用于捕捉可在空间中移动并且包括回射器的测量辅助物的位置并对准该测量辅助物,该坐标测量装置至少包括:

[0022] • 支承部,其紧固在基座上,因而可围绕第一旋转轴旋转,

[0023] • 光束偏转单元,其紧固在所述支承部上,因而可围绕第二旋转轴旋转,所述第二旋转轴基本上正交于所述第一旋转轴,

[0024] • 第一轴承,其用于将所述光束偏转单元可旋转地安装在所述支承部上,以及

[0025] • 第二轴承,其用于将所述支承部可旋转地安装在所述基座上,

[0026] 其中,

[0027] • 所述光束偏转单元包括具有至少一个测距仪的光学测距装置,该光学测距装置用于借助测量辐射来测量到所述测量辅助物的距离,

[0028] • 所述第一轴承包括第一角编码器,并且所述第二轴承包括第二角编码器,并且

[0029] • 在所述基座上设置有第一倾斜传感器,

[0030] 根据本发明,其特征在于包括:所述支承部上的第二倾斜传感器,其中,所述第一倾斜传感器和所述第二倾斜传感器都被具体实施成捕捉至少两个基本正交方向上的相对于重力方向的倾斜并且输出倾斜数据,并且包括分析与控制单元,该分析与控制单元被具体实施成为了所述坐标测量装置的自监测和/或自校准而捕捉并分析所述两个倾斜传感器的所述倾斜数据。

[0031] 在优选实施方式中,所述坐标测量装置包括跟踪功能,该跟踪功能用于渐进跟踪

所述测量辅助物,特别是其中,在所述光束偏转单元中设置有第一位置敏感表面检测器。

[0032] 在所述坐标测量装置的另一实施方式中,所述光束偏转单元包括:测量相机,用于捕捉所述测量辅助物的空间对准;和/或至少一个第一定位相机,用于粗略定位所述测量辅助物。

[0033] 在一个实施方式中,所述坐标测量装置包括作为所述支承部的第一与第二支柱的连接部件的手柄,其中,所述手柄不接触所述第一旋转轴,特别是其中,所述手柄弯曲或具有开口,使得能够测量沿所述第一旋转轴到目标的距离。

[0034] 在所述坐标测量装置的另一实施方式中,所述第一倾斜传感器和所述第二倾斜传感器是精密倾斜传感器,该精密倾斜传感器具有 $\pm 1.5\text{mrad}$ 至 $\pm 3.0\text{mrad}$ 的使用范围、 $\pm 0.004\text{mrad}$ 至 $\pm 0.04\text{mrad}$ 的精度、以及 $\pm 0.0005\text{mrad}$ 至 $\pm 0.0015\text{mrad}$ 的分辨率。

[0035] 在所述坐标测量装置的另一实施方式中,所述分析与控制单元被具体实施成同时捕捉所述两个倾斜传感器的倾斜数据,并且使它们彼此关联,以特别是查明同时捕捉到的倾斜数据之间的差异。

[0036] 在所述坐标测量装置的另一实施方式中,所述分析与控制单元被具体实施成彼此独立地捕捉所述两个倾斜传感器的倾斜数据,并且使它们彼此关联,

[0037] 在另一实施方式中,所述坐标测量装置被具体实施成执行测量序列,在执行所述测量序列过程中,所述支承部借助第一电动机相对于所述基部围绕所述第一旋转轴旋转,其中,所述分析与控制单元被具体实施成

[0038] • 在所述测量序列之前,捕捉所述两个倾斜传感器的倾斜数据并且使它们彼此关联,作为初始化倾度倾斜数据;以及

[0039] • 在所述测量序列期间,为了所述坐标测量装置在所述测量序列期间的自监测和/或自校准的目的,捕捉所述第二倾斜传感器的倾斜数据并使所述数据与所述初始化倾斜数据相关联。

[0040] 在一个实施方式中,所述坐标测量装置包括校准装置,该校准装置用于与自校准功能一起使用,在所述自校准功能过程期间,可针对所述测量辐射的位置和/或方向确定校准参数,其中,经分析的倾斜数据也被用于所述自校准功能。

[0041] 在另一实施方式中,所述坐标测量装置包括气象站,所述气象站具有用于查明周围空气的温度、压力和/或湿度的传感器,所述气象站特别是在所述支承部中或者所述基部中,其中,所述气象站被具体实施成输出所查明的数据作为环境数据,并且所述分析与控制单元还被具体实施成捕捉并分析所述环境数据。

[0042] 所述坐标测量装置的另一实施方式的特征在于经分析的环境数据还可用于所述自校准功能。

[0043] 在所述坐标测量装置的一个实施方式中,所述校准装置包括位于所述基部上的第二位置敏感表面检测器,来自所述光束偏转单元的测量辐射可以发射到所述第二位置敏感表面检测器上,并且所述分析与控制单元被具体实施成确定在所述第二位置敏感表面检测器上入射的测量辐射的入射点。

[0044] 在所述坐标测量装置的另一实施方式中,所述校准装置包括回射器,所述回射器被设计成在二维区域中,独立于所述测量辐射在该二维区域内的所述入射点,生成入射在其上的测量辐射的无偏移的同轴回射。

[0045] 在所述坐标测量装置的另一实施方式中,所述校准装置包括位于所述基部上的回射器和充当缩小物镜的光学组件,而且为了确定所述坐标测量装置的所述校准参数,可以利用所述测量辐射来瞄准所述光学组件,使得所述测量辐射的光束路径延伸穿过所述光学组件,并且所述测量辐射入射在所述回射器上,由此,可以利用到所述回射器的距离来执行第一校准测量,到所述回射器的所述距离被针对用于确定所述校准参数的相关测量变量进行仿真,并且仿真的距离大于到所述回射器的结构上实际提供的距离。

[0046] 在所述坐标测量装置的一个实施方式中,所述校准装置被设计成至少借助所述倾斜数据来至少校准所述第二角编码器。

[0047] 在所述坐标测量装置的另一实施方式中,所述第一轴承和/或第二轴承被具体实施为固定轴承/活动轴承。

[0048] 在一个实施方式中,所述坐标测量装置包括:激光器模块,特别是氦氖激光器模块,该激光器模块用于生成激光束作为测量辐射,特别是其中,所述激光器模块被设置在所述支承部中;以及特别的偏光保持光波导系统,该偏光保持光波导系统用于在所述支承部与光束偏转单元之间传送光,特别是用于将所述激光器模块的激光束耦合到所述光学测距装置中,特别是其中,所述光波导系统包括第一光纤和第二光纤,所述第一光纤和所述第二光纤通过抗扭插头连接部彼此连接,和/或所述第一光纤和所述第二光纤是单模光纤。

[0049] 本发明还包括一种用于借助坐标测量装置测量远程点的坐标的方法,其中,所述坐标测量装置至少包括:

[0050] • 支承部,其紧固在基部上,因而可围绕第一旋转轴旋转,

[0051] • 光束偏转单元,其紧固在所述支承部上,因而可围绕第二旋转轴旋转,所述第二旋转轴基本上正交于所述第一旋转轴,

[0052] • 第一轴承,其用于将所述光束偏转单元可旋转地安装在所述支承部上,以及

[0053] • 第二轴承,其用于将所述支承部可旋转地安装在所述基部上,

[0054] 其中,

[0055] • 所述光束偏转单元包括具有至少一个测距仪的光学测距装置,该光学测距装置用于借助测量辐射来测量到所述测量辅助物的距离,

[0056] • 所述第一轴承包括第一角编码器,并且所述第二轴承包括第二角编码器,并且

[0057] • 在所述基部上设置有第一倾斜传感器,

[0058] 并且其中,所述方法包括以下步骤:

[0059] • 将所述测量辐射发射到所述回射器上,

[0060] • 接收从所述回射器反射的测量辐射,

[0061] • 基于反射的测量辐射来查明到所述回射器的距离,

[0062] • 查明所述光束偏转单元相对于所述基部的角度,以及

[0063] • 借助第一倾斜传感器,捕捉所述基部在至少两个基本正交的方向上相对于重力方向的倾斜。

[0064] 根据本发明,所述方法的特征在于包括以下步骤:借助第二倾斜传感器,捕捉所述支承部在至少两个基本正交的方向上相对于重力方向的倾斜,其中,查明所述光束偏转单元相对于所述基部的所述角度的所述步骤包括以下步骤:分析所述基部的倾斜和所述支承部的倾斜。

[0065] 在所述方法的一个实施方式中,所述基部的倾斜和所述支承部的倾斜被同时捕捉并被彼此关联,特别是查明被同时捕捉的所述倾斜之间的差异。

[0066] 在所述方法的另一实施方式中,该方法包括测量序列,在执行所述测量序列过程中,所述支承部借助第一电动机相对于所述基部围绕所述第一旋转轴旋转,其中,所述分析与控制单元

[0067] • 在所述测量序列之前,捕捉所述两个倾斜传感器的倾斜数据并使它们彼此关联,作为初始倾斜数据;以及

[0068] • 在所述测量序列期间,为了所述坐标测量装置在所述测量序列期间的自监测和/或自校准的目的,捕捉所述第二倾斜传感器的倾斜数据并使所述数据与所述初始倾斜数据相关联。

[0069] 本发明的另一方面涉及一种用于将所述坐标测量装置紧固在具有集成的减震器单元的三脚架上的系统。

[0070] 根据本发明的包括坐标测量装置和用于将该坐标测量装置紧固在三脚架上的快速释放紧固件单元的系统包括:至少一个减震器,其用于在将所述坐标测量装置放置在所述快速释放紧固件单元上期间减小对所述坐标测量装置的冲击,其中,所述减震器作用于所述快速释放紧固件单元与所述坐标测量装置的基部之间。

[0071] 在包括坐标测量装置和快速释放紧固件单元的所述系统的一个实施方式中,所述快速释放紧固件单元包括第一接触表面,并且所述坐标测量装置包括具有第二接触表面的基部,并且所述第一接触表面和所述第二接触表面被具体实施并设置成在所述放置之后在整个表面上彼此接触。在这种情况下,所述减震器包括用于吸收动量的可移动部件,该可移动部件突出所述第一接触表面或所述第二接触表面,并且被具体实施成使能在所述放置之后所述第一接触表面和所述第二接触表面在整个表面上接触。特别地,所述可移动部件是减震器活塞杆,并且所述减震器是液压式的,并且在这种情况下,所述系统包括至少三个减震器。

附图说明

[0072] 本发明的进一步优点和特征根据结合附图的当前优选实施方式的下列描述将变清楚。在示意图中:

[0073] 图1示出了根据本发明的被具体实施为激光跟踪器的坐标测量装置以及测量辅助物;

[0074] 图2a至图2c分别从正面、侧面及上面的视点示出了根据本发明的被具体实施为激光跟踪器的坐标测量装置;

[0075] 图3以截面图示出了根据本发明的被具体实施为激光跟踪器的坐标测量装置的示例性实施方式;

[0076] 图4以正视图示出了根据本发明的坐标测量装置的光束偏转单元的示例性实施方式;

[0077] 图5示出了定位相机的示例性实施方式;

[0078] 图6示出了根据本发明的坐标测量装置的光学单元的示例性结构;

[0079] 图7以截面图示出了根据本发明的坐标测量装置的光束偏转单元的示例性结构;

- [0080] 图8示出了作为测量相机的vario相机的示例性实施方式；
- [0081] 图9a至图9b示出了光束偏转单元的固定/活动轴承的示例性实施方式；
- [0082] 图10示出了传感器单元和光学单元与分析和控制单元的示例性交互；
- [0083] 图11示出了三脚架上的快速释放紧固件的示例性实施方式；以及
- [0084] 图12示出了基部上的与图11相对应的快速释放紧固件的示例性实施方式。

具体实施方式

[0085] 图1示出了根据本发明的、被具体实施为激光跟踪器1的坐标测量装置的示例性实施方式。所示激光跟踪器1包括：基部40、附接在基部40上的具有手柄21的支承部20、以及安装在支承部20的两个支柱（在此未示出）上的光束偏转单元10。激光跟踪器1被设置在三脚架45上，并且借助测量辐射36（例如，激光束）来测量至位于测量辅助物60上的回射器61的距离。测量辅助物60（在此例如被具体实施为测量探针）还包括许多目标标记62（例如，采用反光点或自发光点的形式）以及用于放置在目标物体的要测量的目标点上的测量头63。

[0086] 所示激光跟踪器1包括测量相机，该测量相机被具体实施为可以聚焦的、具有可变放大的相机系统（vario相机系统），用于捕捉设置在测量辅助物60上的目标标记62。测量辅助物60的空间对准可基于测量相机记录的目标标记62的位置来确定。

[0087] EP 2557391 A1中描述了一种可与这种测量相机一起使用的方法，该方法用于渐进地确定测量辅助物60的空间位置，所述测量辅助物包括彼此有关的、固定的已知空间关系的多个目标标记62。在该方法的范围中，执行以下步骤：利用具有包括多个像素的表面传感器的测量相机渐进地捕捉目标标记62的相机图像，以及读出循环（readout pass）的渐进执行，在所述读出循环期间，针对相应的当前曝光值读出这些像素。而且，在相应的当前相机图像中确定被成像的目标标记62的图像位置，并且在此基础上导出测量辅助物60的相应的当前空间位置。在这种情况下，表面传感器上的相应的当前关注区域依靠在至少一个先前捕捉的相机图像中确定的一些图像位置来渐进地设置。接着，在仅考虑那些当前曝光值的情况下，排它地执行当前图像位置的确定，所述当前曝光值是通过位于当前设置的关注区域内的表面传感器的像素获取的。

[0088] 为了能够识别和理解测量辅助物60的移动，以使测量辐射36保持对准在回射器61上，激光跟踪器1包括位置敏感检测器（PSD），具体为跟踪表面传感器，例如在W02007/079600 A1中所公开的。

[0089] 所述PSD优选地设置在光束偏转单元10中，并且通过捕捉从目标（具体来说，回射器61）反射的激光束30的对准来使能跟踪激光束30的对准。经由跟踪激光束对准，可以执行目标点的渐进目标跟踪（跟踪），并且可以渐进地确定目标点相对于测量装置的距离和位置。

[0090] 图2a以正视图示出了根据本发明的激光跟踪器1的示例性实施方式。该激光跟踪器1包括可紧固在保持装置（在此，以三脚架45的形式来例示）上的基部40。支承部20被附接至基部40，因而支承部40被安装成可围绕第一旋转轴9（该第一旋转轴为垂直轴）旋转。支承部20包括第一支柱和第二支柱，第一支柱和第二支柱从支承部20的下部向上方突出，并且光束偏转单元10借助轴25安装在第一支柱和第二支柱上，因而光束偏转单元10可围绕第二旋转轴8（该第二旋转轴为水平轴）倾斜。手柄21在顶部被附接至两个支柱以供用户运输和

手持激光跟踪器1。

[0091] 在基部40上安装支承部20和在支承部20上安装光束偏转单元10两者被优选地具体实施为固定/活动轴承。因此,作为温度影响的结果的轴向误差和由此产生的准确度损失被减到最小。另外,轴25的热相关膨胀是非临界的并且不影响轴承的张力。轴承的张力由此在整个温度使用范围期间保持恒定。图9a和图9b示出了这种固定/活动轴承的细节。

[0092] 具体地,手柄21可以固定地连接至两个支柱,例如,所述两个支柱是从具有该两个支柱或两个支柱焊接在其上的铸件产生的,以使其用作针对支柱(具体来说,针对弯曲)的附加稳定化部件。手柄21可以被有利地塑造成使得手柄21借助激光束使能刚好朝向上方(即,沿着第一旋转轴9)的测量。另选地,手柄21还可以在相应的点处具有用于激光束通过的开口。

[0093] 在光束偏转单元10上设置有多个光学系统,它们当中有测量相机的光学系统52和用于目标跟踪功能的、具有光学测距装置的激光发射和接收光学系统51的物镜模块50。而且,光束偏转单元10优选地具有用于粗略定位测量辅助物的定位相机的光学系统和用于向用户提供图像的概览相机(overview camera)的光学系统。在图4中更详细描述了该光学系统。

[0094] 激光器模块30(优选为氦氖激光器模块(HeNe激光器模块))被集成在支承部20中或者其中一个支柱中。还在CH 706 633 A2中公开了可用激光器模块30的特别有利的实施方式。

[0095] 包括第一光纤31和第二光纤32的光波导系统从激光器模块30起穿过轴25被引入光束偏转单元10中直至特别是干涉仪的测距装置(在此未示出)的准直仪30为止。在这种情况下,光波导系统中的在支承部20中延伸的第一光纤31经由优选地设置在支承部20中的插头连接部33以抗扭的方式连接至光波导系统的第二光纤32,第二光纤32在光束偏转单元10中延伸。在支承部20中将插头连接部33设置在激光器模块30附近所具有的优点在于:更容易一起替换激光器模块30与第一光纤31。该光波导系统被优选地保偏(polarization maintaining),和/或第一光纤31与第二光纤32是单模光纤。

[0096] 具体地,基部40可借助快速释放紧固件紧固在三脚架45上(参见图11)。因为基部40代表激光跟踪器1的固定的、不旋转的部分,所以激光跟踪器的可能设置的线缆连接(特别是供电、用于与外部传感器或监测单元通信、或者用于连接至网络)优选地连接至基部40。然而,这些连接还可以另选地经由到三脚架45的连接来提供。基部40优选地具有用于激光跟踪器1的自校平或初始化的校准装置42(该校准装置例如为自校平(self-leveling)单元)。

[0097] 例如,如图2a所示,校准装置42可以附接至基部40的可伸缩杆(boom arm)41,并且可以包含一个或更多个镜子、反射器和/或传感器。具体地,校准装置42的特别有利的实施方式(在此未示出)在欧洲专利申请EP 2 687 866 A1、EP 2 746 806 A1以及EP 2 746 807 A1中进行了详细描述。因此,该自校平单元例如可以被具体实施为PSD与回射器的组合,或者也可以整体或部分地设置在光束偏转单元10的内部中,特别是作为可移动到测量辐射的光束路径中的回射膜。基部40上的校准装置42还可以包括回射器和充当缩小物镜(reducing objective)的光学组件,而且为确定用于激光跟踪器1的校准参数,能够利用该测量辐射来瞄准所述光学组件,使得该测量辐射的光束路径延伸穿过该光学组件,并且该

测量辐射入射在回射器上,由此可以执行校准测量,其中仿真了到回射器的距离,该仿真距离大于到回射器的实际距离。

[0098] 激光跟踪器1还包括分析与控制单元27。例如,分析与控制单元27在此被设置在支承部20中。

[0099] 在基部40上设置有第一倾斜传感器49,并且在支承部20上设置有第二倾斜传感器29,它们被具体实施并设置成捕捉至少两个基本正交的方向上的相对于重力方向的倾斜。

[0100] 另外,在支承部20上设置有将气象台28。气象台28包括用于捕捉各种环境因子的传感器。具体来说,这些传感器包括温度传感器、气压传感器以及湿度传感器。另选地,气象台28还可以被容纳在激光跟踪器1外部,例如,容纳分立的监测单元中。

[0101] 由倾斜传感器29、49和气象台28生成的倾斜数据和环境数据被提供给激光跟踪器1的分析与控制单元27。

[0102] 图2b以侧视图示出了根据图2a的激光跟踪器1。激光跟踪器1的结构还可以根据该视图推断,具有设置在三脚架45上的基部40、紧固在基部40上因而可围绕第一旋转轴9旋转的支承部20、以及安装在支承部20上因而可围绕第二旋转轴旋转的光束偏转单元10。另外,示出了从光学测距装置的激光发射和接收系统51发射的测量辐射36。

[0103] 在该视图中还可识别手柄21的形状,手柄21在其中部横向弯曲,使能借助测量辐射36实现恰好朝向上方的测量,即,沿第一旋转轴9的测量。

[0104] 这还在图2c中示出,图2c从上方示出了激光跟踪器。安装在支承部20上的光束偏转单元10恰好在该视图中的向上方向旋转,使得可以沿第一旋转轴9执行测量。手柄21被具体实施成使得在光束偏转单元10的这个对准中,测量相机的光学系统52或激光发射和接收光学系统51中的任一个都不被手柄21遮住。

[0105] 图3以截面图示出了激光跟踪器1的实施方式,其中,示出了该装置的第一轴承70(其为水平轴承)、第二轴承70'(其为垂直轴承)。这些轴承在该示例中被具体实施为固定/活动轴承,但是,当然也可以不同地具体实施。第一轴承70将光束偏转单元10安装在支承部20上,并且第二轴承70'将支承部20安装在基部40上。图9a和图9b更详细地示出了第一轴承70的示例性实施方式。

[0106] 被实施为固定/活动轴承装置的第一轴承70使得光束偏转单元10能够围绕倾斜轴8旋转,并且包含轴25,轴25安装在支承部20的两个横向支柱中,其中,固定轴承71被设置在一个支柱中,而活动轴承72被设置在另一个支柱中。电动机75被设置成以旋转方式驱动轴25。另一方面,设置第一角编码器76以捕捉轴25的相对和/或绝对位置,以便确定光束偏转单元10相对于支承部20的当前对准。轴25优选地由钢、黄铜或陶瓷制造,并且基本上为圆柱形。

[0107] 被实施为固定/活动轴承装置的第二轴承70'使得支承部20能够围绕第一旋转轴9旋转,并且包含轴25',轴25'被安装在基部40中并且紧固在支承部上,其中,固定轴承71'被面向支承部20地设置在基部40的上部中,而活动轴承72'被设置在下部中。电动机75'被设置在活动轴承72'上从而以旋转方式驱动轴25'。第二角编码器76'被设置在固定轴承71'上以捕捉轴25'的相对和/或绝对位置,以便确定支承部20相对于基部40的当前对准。

[0108] 在图4中,以正视图示出了借助轴25安装在支承部20上的光束偏转单元10。除了测距装置的物镜51以外,物镜模块50还包含具有照明装置55的两个定位相机53、54以及和概

览相机56。测量相机的物镜52附接在物镜模块50之上。

[0109] 两个定位相机53、54中的每一个都包括照明装置55(例如,LED),用于特别是红外范围内的有源同轴目标照明,并且能够检测由照明装置55发射并被测量辅助物的回射器反射的光。另外,设置了用于图像处理的装置,该装置使能识别测量辅助物,或附接至测量辅助物的回射器。仅具有一个定位相机53的解决方案也是可能的。例如,在具有申请号13176647.9的欧洲专利申请中描述了各种实施方式,其中,仅需要单个定位相机用于目标的定位。

[0110] 在这里示出的实施方式中,定位相机53、54借助有源照明来识别反射物体,如测量辅助物上的回射器。将通过这两个相机个别地识别的物体集合起来,接着借助三角测量来测量到所识别的每一个物体的距离,以使能激光跟踪器对准在目标上,而不必进一步测量。

[0111] 如图5所示,在至少两个定位相机53、54的情况下,至少两个定位相机53、54优选地围绕测距装置51的物镜对称地定位。定位相机53、54的视轴57、57'可以平行于测距装置的轴17设置。在专利文献EP 2 602 641 B1中描述了定位相机53、54的另一些有利排布结构。具体来说,如图5所示,定位相机53、54被设置成使得从第一定位相机53观看时,在所有情况下,至少一个定位相机定位在第一旋转轴的相对侧,并且至少一个定位相机定位在第二旋转轴的相对侧。在这种情况下,第二定位相机54定位在第一旋转轴和第二旋转轴两者的相对侧上。

[0112] 图6示出了根据本发明的激光跟踪器的光学结构的实施方式。在这种情况下,激光跟踪器的光学单元100包括激光束源30(例如,HeNe激光源或激光二极管)以及准直器34,准直器34用于将利用激光束源30生成的激光辐射耦合到测量光束路径中。所述辐射借助光纤31在所示结构中从激光束源30引导至准直器34,但可另选地直接或者通过光学偏转装置耦合到测量光束路径中。光学单元100还具有干涉仪单元13,借助干涉仪单元13,可以检测并测量到目标的距离。利用激光束源30生成的辐射被用作干涉仪13的测量辐射,在干涉仪13中分开成基准路径和测量路径,并且在测量光束在目标上被反射之后与检测器上的基准光束一起被检测。另外,设置了具有另一激光束源(例如,激光二极管或SLED(超发光LED))的绝对测距单元(ADM单元)14和另一检测器的绝对距离测量单元(ADM单元)。ADM单元14用于确定到目标的距离,其中,由此生成的辐射借助分束器15和干涉仪辐射被引导到共用的测量辐射路径上。

[0113] 源自ADM单元14的光束源的光束在该单元内部被引导到偏振分束器上,并且从偏振分束器开始穿过光电调制器到达波长相关分束器15。具有波长相关分束的这种分束器15特别是在两个光源的不同发射波长的情况下使用。返回光穿过偏光分束器15在ADM单元14中被引导到ADM单元14的检测器上。在这种背景下还可使用其它ADM排布结构和方法,特别是其中,测量光束例如可以通过波长相关分束器15耦合进出。在WO 03/062744 A1中公开了这种测距仪的示例。基本上,如在本发明的其它实施方式中,在此还可以使用其它类型的绝对测距仪,例如,相位计。

[0114] 光学组件的排布结构和测量辐射在光学单元100中的引导限定了测量方向或光学测量轴17。为了精确确定到目标的距离,ADM单元14和干涉仪13两者的测量值可以加以考虑并且具体链接。在激光跟踪器的特定实施方式中,ADM单元14和干涉仪13可以限定不同的测量光束路径,和/或可以在结构上分立地设置,具体来说,按不同的测量组来设置。

[0115] 另外,第一位置敏感表面检测器(PSD)18被设置在光学单元100中,以使可以在PSD 18上检测到在目标上反射的测量激光辐射。借助第一PSD 18,可以确定捕捉到的光束从检测器零点的偏差,并且可以基于所述偏差执行目标上的激光束的跟踪。为了这个目的并且为了实现高精度,第一PSD 18的视场被选择得尽可能小,即,与测量激光束的光束直径相对应。利用第一PSD 18的捕捉与测量轴17共轴地执行,使得第一PSD 18的捕捉方向对应于测量方向。基于两个相机53、54的图像捕捉和对图像的摄影测量分析,在将测量激光对准在回射目标上之后,可以首先执行基于PSD的跟踪和精细瞄准的应用。

[0116] 光学单元100还具有两个目标搜索相机53、54(具有相应光学轴或检测方向57、57')以及照明装置55。而且,目标搜索相机53、54中的每一个都限定了目标搜索视场58、58',其中,相机53、54被设置成使得视场58、58'交叠,并由此建立交叠区域65。

[0117] 用于照明目标的电磁辐射可以借助照明装置55发射。如果所述辐射在目标上反射并且至少部分沿这两个目标搜索相机53、54的方向反射,则反射的照明辐射可以利用两个相机53、54在一个图像(在各个情况下)中被捕捉作为目标位置。经由目标搜索相机53、54的排布结构使得提供交叠的可视区65,可以利用两个相机53、54在该区域65中捕捉目标,并且可以确定到目标的粗略距离和/或目标的粗略位置。

[0118] 除了被示出为示例的目标搜索相机53、54的排布结构以外,各种各样的其它排布结构也是可能的,在此无法将各种结构都在此示出。在特定实施方式中,例如还可以设置目标搜索相机53、54,使得目标搜索相机53、54的光轴57、57'皆被设置为相对于测量轴17平行偏移或者与测量轴17成限定的角度。在另一特定实施方式中,光轴57、57'相对于测量轴17成角度的布置可按这样的方式来实现,即,光轴57、57'都相对于彼此“偏斜”对准或者“朝着测量轴17偏斜”或“远离测量轴17偏斜”地对准,因此光轴57、57'不平行于测量轴17延伸。可以设置这种排布结构来例如生成视场58、58'的相对较大的交叠区域65。在另一特定实施方式中,目标搜索相机53、54和测量轴17可以被设置成使得目标搜索相机33、34的光轴57、57'中的至少一个与测量轴17同轴(即,不偏移)地设置。

[0119] 而且,具有概览视场59的概览相机56被设置在光学单元100上,如还在欧洲专利申请EP 2 618 175 A1中描述的。在这种情况下,概览相机56被设置成,使得概览视场59与目标搜索视场58、58'中的每一个交叠,并由此限定共用交叠区66。经由相机53、54、56及其视场58、58'、59的所示排布结构,在可利用概览相机56捕捉的概览图像中,可以执行对可以利用目标搜索相机33、34捕捉的搜索图像位置的参照。

[0120] 图7以截面图示出了光束偏转单元10的示例性结构。光束偏转单元10包括外壳11,优选地由铝或具有良好导热性的另一轻质材料构成。为了改进光束偏转单元10内部产生的热的耗散,光束偏转单元10的能量密集组件可以直接联结至外壳,外壳有利地消减组件的过热。另选地或附加地,热管道或其它热导体可以将这些组件的热传导至外壳或外部。而且,这些组件优选地根据其发热在光束偏转单元10中分布地设置,以使发热尽可能均匀地分布在光束偏转单元的体积上,并且可以经由外壳11最佳地耗散至外部环境。热敏组件另外还可以按隔热方式安装,以将这些组件与其它组件的热屏蔽开。

[0121] 光束偏转单元10借助中心设置的轴25安装在支承部20上,优选地借助固定/活动轴承(图9a和图9b所示)。保偏光波导系统通入优选中空的轴25。在光束偏转单元10的内部延伸的光波导纤维32和在支承部20中延伸的光纤(在此未示出)(其经由插头连接部33、位

于支承部20中的激光源(具体来说,HeNe激光器模块(在此未示出))按抗扭的方式连接到支承部)一起连接至干涉仪13的准直器34。

[0122] 干涉仪13与绝对测距仪14一起形成测距装置以测量到目标(具体来说,具有回射器的测量辅助物)的距离。该测距装置包括用于干涉仪13和绝对测距仪14的共用光学系统51。

[0123] 干涉仪13优选地配备有检查功能,以检查有关可能发生测量错误的测量。在欧洲专利申请EP 2 634 594 A1中描述了这种功能:在该检查功能的范围中,首先分析按时间先后顺序分辨的干扰曲线,所述曲线因强度状态的渐进检测而提供,使得渐进地得出目标与干涉仪13之间的已识别的相对移动的移动参数。该参数表示目标或干涉仪13的相对移动变量,例如,相对速度或相对加速度。接着,渐进地得出的移动参数与用于相应的确定的移动变量的相应标准进行渐进地比较。借助所述标准,在这种情况下限定移动变量,使得可以基于该变量,在目标和/或干涉仪13的可执行的移动与无法执行的移动之间执行区分。

[0124] 光束偏转单元10另外包括用于确定具有分离的光学系统52的测量辅助物的取向的测量相机12。该相机优选地可具有缩放功能,其中,可以依靠激光跟踪器与目标点或测量辅助物之间的确定距离来设置放大级(vario相机)。利用这两个自适应功能(对准和放大),相机因此可以渐进地捕捉其中成像了测量辅助物和特别是测量辅助物的光点(参见图1)的图像。由此获得光点的空间排布结构的可电子分析的二维图像。

[0125] 图8详细示出了被具体实施为vario相机的测量相机12的实施方式。还在欧洲专利申请EP 2 639 615 A1中描述了这种vario相机的特别有利的实施方式。

[0126] 图8所示的vario相机12包含物镜管,所述物镜管包括管道主体80,并且在一个端部利用透镜形式的光学部件81和另一端部通过传感器部件82被划定界限。在外观上,管道主体80(在此作为示例示出)可以采取圆筒形状,但还可以被形成为立方体块或其它方式。然而,由管道主体80限定的物镜管道的内部(管道内部)(在此未示出)有利地具有基本圆筒的形状。

[0127] 至少一个支架83被附接,使得所述支架83可在管道内部线性地移动。支架83包括光学组件和光学载具84,并且可借助驱动单元90沿物镜管的纵轴移动。

[0128] 驱动单元90包括:电动机91,具体为采用直流电齿轮形式的电动机;偏转辊92,其可被预拉伸;另一个偏转辊93;以及齿形带94,其在偏转辊92、93上伸展。传动部件95被固定(例如,夹在)在齿形带94上,该部件将移动经由驱动器86传送至支架83。为引导驱动器86,管道主体80包括长方形槽85。为了在该纵向导引槽85中更好地滑动,驱动器86可具有滑动部件(未示出)。

[0129] 在管道主体80上设置了具有扫描传感器的扫描模块87,扫描模块87用于捕捉位置编码和导出支架83的位置。该位置编码是位置编码器部件(未示出)的一部分,其按照与滑架83的光学组件不可变的空间关系设置,特别是其中,支架83的所有组件,或者至少光学组件和承载位置编码器部件的组件无间隙地彼此连接。由此,可以直接从扫描传感器生成的信号得出光学组件的位置变化。如果另外获知空间关系,则也可以得出光学组件的明确的位置。

[0130] 图9a和图9b示出了用于在支承部20上安装激光跟踪器的光束偏转单元(在此未示出)的固定/活动轴承的示例性实施方式。在欧洲专利申请EP 2 607 843 A1中描述了这种

固定/活动轴承。在基部40上安装支承部20也优选地借助固定/活动轴承来执行。

[0131] 在图9a和图9b中的每一个图中,以截面图示出了分别安装在支承部20的两个支柱中的固定/活动轴承装置的轴25的一部分。图9a示出了利用固定轴承71在第一支柱上的安装,而图9b示出了利用活动轴承72在第二支柱上的安装。轴25是中空的,并且在安装处具有圆柱形状。

[0132] 图9a所示的固定轴承71包括成对设置的两个滚柱轴承,特别是双轴轴承对或具有间隔球的UKF®转轴轴承。成对设置的滚柱轴承的X排布结构被示出为示例。

[0133] 图9b所示的活动轴承72包括具有滚珠隔离圈的滚珠轴承,其旨在吸收径向力。活动轴承72被固定在轴25上,并且被设置为例如可在轴向在支承部的支柱中移动,以能够在轴的温度相关膨胀变化情况下没有张力地随轴25移动。活动轴承72的滚珠主体具有与内跑道和外跑道有关的特定过盈(excess)。两个跑道具有良好的硬度质量。

[0134] 两个轴承71、72优选地不是直接安装在支柱的特别是由铝构成的毗连轻质组件中,而相反被安装在由钢制成的附接部77、78中。轴承与法兰之间的选定配合由此得以在整个温度使用范围期间保持。钢附接部77、78固定地连接至支柱的组件22。由此,作为温度影响的结果的轴向误差以及由此产生的准确度损失被减到最小。

[0135] 图9b另外示出了光波导系统,该系统被引导通过中空的轴25,并且优选地被保偏。该系统包括:被引导至支承部20中的激光器模块的第一光纤31、引导至光束偏转单元中的第二光纤32、以及两个光纤31、32的抗扭连接的插头连接部33。

[0136] 图10示意性地示出了传感器单元28、29、49和光学单元100与分析和控制单元27的示例性交互。在该图中,两个倾斜传感器29、49充当传感器单元,它们被具体实施并设置成捕捉在至少两个基本正交的方向上的相对于重力方向的倾斜,以及用于借助温度、气压以及湿度传感器来测量周围空气的气象台28。在这种情况下,第一倾斜传感器被设置在基部40上,分析与控制单元27、气象台28以及第二倾斜传感器29被设置在支承部20中,而光学单元100被设置在光束偏转单元10中。单个的传感器单元28、29、49将捕捉到的倾斜数据和环境数据发送到分析与控制单元27,分析与控制单元27分析所述数据。分析与控制单元27还与光学单元100交换数据。

[0137] 对倾斜数据和环境数据进行分析可以被特别用于生成校准数据。由此,例如,环境温度准许装置的轴的当前膨胀结束,并且两个倾斜传感器的倾斜值之间的偏差准许支承部20沿第一旋转轴的不精确对准结束。这些都以对光学单元100的测量具有影响,而且特别对于高精度应用相关。

[0138] 一方面,数据可被渐进地捕捉并分析(即,也在坐标测量装置的测量操作期间),渐进地保持测量精确,或者,另一方面,数据可以由校准装置为了该装置的周期性校准而在自校准功能的范围中使用,特别是与其它校准数据一起使用。

[0139] 两个倾斜传感器29、49的数据在这种情况下可被分析与控制单元27同时捕捉,这使能在这两个值之间进行直接比较。在这两个值彼此相当大偏差的情况下,特别是可以向用户提供需要维护的通知,例如,调节或替换基部下安装的支承部。

[0140] 还有利的是,可以首先捕捉第一倾斜传感器49的数据,并且协调这些数据与在测量序列期间捕捉的第二倾斜传感器29的数据。如果位于支承部20中的第一倾斜传感器49具有在测量序列期间作为在读出当前倾斜期间由旋转产生的力的结果而发生偏差的性质,则

这特别显著。例如,在激光跟踪器中发生的强旋转移动可以在被具体实施为具有液体水平面的“油壶”的第一倾斜传感器49中将用于倾斜确定的液体的表面偏置成振荡。这可以导致波或泡沫的形成,这在光束在液体水平面上偏转时可导致不同的反射结果并由此导致不正确的值。

[0141] 在这种情况下,初始化序列可以在测量序列之前,在初始化序列范围中,在支承部20的相对于基部的多个(例如,四个)不同位置处优选地与第二倾斜传感器29的倾斜数据一起捕捉第一倾斜传感器49的倾斜数据。在测量序列本身期间,接着仅捕捉第二倾斜传感器29的倾斜数据,与第一倾斜传感器49形成对比,第二倾斜传感器29的倾斜数据不受支承部20的旋转移动的影响。因此,还可以在测量序列期间识别坐标测量装置的倾斜的非故意变化(例如,倾斜或下沉)。

[0142] 作为例如在测量期间的所识别的倾斜变化的结果,声音或可视警告接着可以输出给用户,或者测量序列可以自动停止并且可以执行新的初始化。然而,第二倾斜传感器29的渐进地查明的倾斜数据还可以有利地被坐标测量装置用于实时校正在该测量序列期间查明的坐标。

[0143] 图11和图12示出了用于将基部40紧固在三脚架45上的快速释放紧固件单元的示例实施方式,其中,根据本发明的快速释放紧固件单元提供了垂直阻尼。在用户将基部40放置在三脚架45上期间,特别是作为坐标测量装置的大重量的结果,可能发生对该装置的灵敏组件的冲击。在这种情况下,根据冲击的严重性和频率,可能发生单个部件的轻微移位(其仍不利于执行高精度测量)甚或损坏。阻尼概念由此可以有益于还长期确保该装置的精度。

[0144] 图11示出了三脚架的最上部,其被具体实施为快速释放紧固件单元以容纳坐标测量装置的基部。该单元具有平坦的接触表面46,具有凸出部分44的插座的上端部从接触表面突出。锁定销48通过横向钻孔设置在插座中,锁定销48被具体实施为可借助快速释放紧固件机构(特别是三脚架45的锁定杆(在此未示出))延伸。

[0145] 三个减震器活塞杆47突出接触表面46,每一个皆形成被装入快速释放紧固件单元中的紧凑减震器埋头孔的可移动部件,减震器活塞杆47被设置用于动量吸收。

[0146] 图12示出了基部40的下侧,其可以放置在图11所示的三脚架45的快速释放紧固件单元上。出于该目的,在所有情况下,基部40具有与快速释放紧固件单元的一个组件相对应的组件。平坦的接触表面46'具有和快速释放紧固件单元的接触表面46相同的尺寸,并且在放置之后停留在接触表面46上。在放置期间,平坦表面46'中间的空腔的端部处的凸出部分44'容纳三脚架45的插座上的凸出部分44。三脚架的锁定销48在伸出的状态下确保夹紧基部的空腔内部48',或者在它们啮合到空腔内部48'中的可选开孔(在此未示出)时充当螺栓。在后一种情况下,三脚架和基部上的标记可以指示用户将基部正确对准在三脚架上。除了接触表面46以外,五个橡胶垫43被附接至基部40的下侧。

[0147] 图11中示出的减震器活塞杆47阻尼了在放置期间作用的力,并由此保护该装置的组件不受过度冲击的影响。由于它们连接到减震器,因而在坐标测量装置的重量作用下,减震器活塞杆47在放置坐标测量装置期间被恰好足够深地压入三脚架中的减震器中,使得它们与快速释放紧固件单元的接触表面在同一平面上,由此两个接触表面46、46'可以在整个表面上彼此接触。

[0148] 减震器例如能够具体拧入型号Enidine TK 21M或型号Enidine TK 6M。减震器优选地在其数量和分布方面自适应对应坐标测量装置的重量；例如，可以在接触表面上均匀分布三个或四个减震器。当然，代替快速释放紧固件单元，减震器还可以被容纳在基部40中，或者一些在快速释放紧固件单元中而一些在基部40上。

[0149] 如果坐标测量装置未被紧固在三脚架45上，而相反被放置在诸如台子或地面的另一硬表面上，则附接在接触表面46外侧的基部40的下侧上的橡胶垫43因其缓冲作用而在一定程度上保护不受冲击。在此示出的五个橡胶垫43例如由合成橡胶制成，如乙烯-丙烯-二烯橡胶(ethylene-propylene-diene rubber (EPDM)，并且优选地突出基部40下侧至少1mm。

[0150] 显而易见的是，这些图仅示意性地例示了可能的示例性实施方式。不同方法还可以与根据现有技术的方法和装置彼此相互组合。

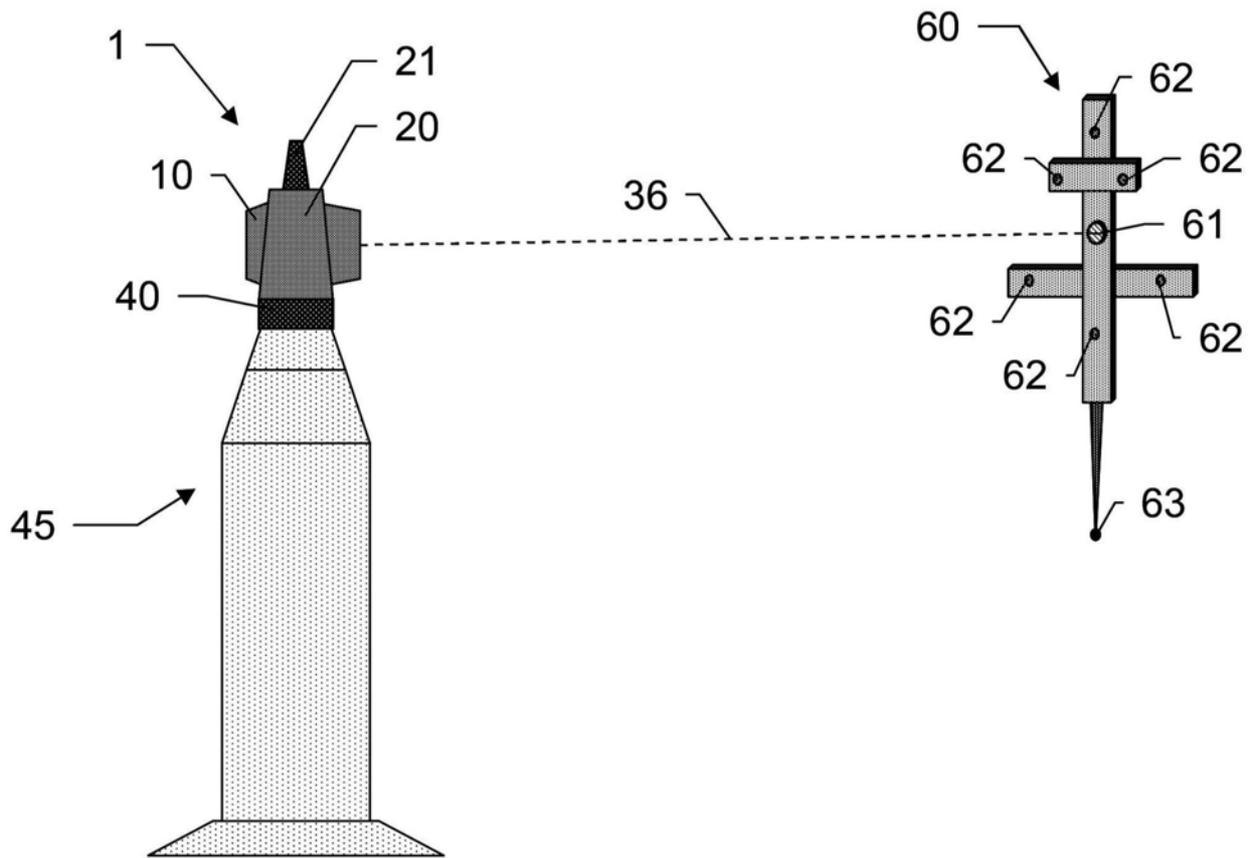


图1

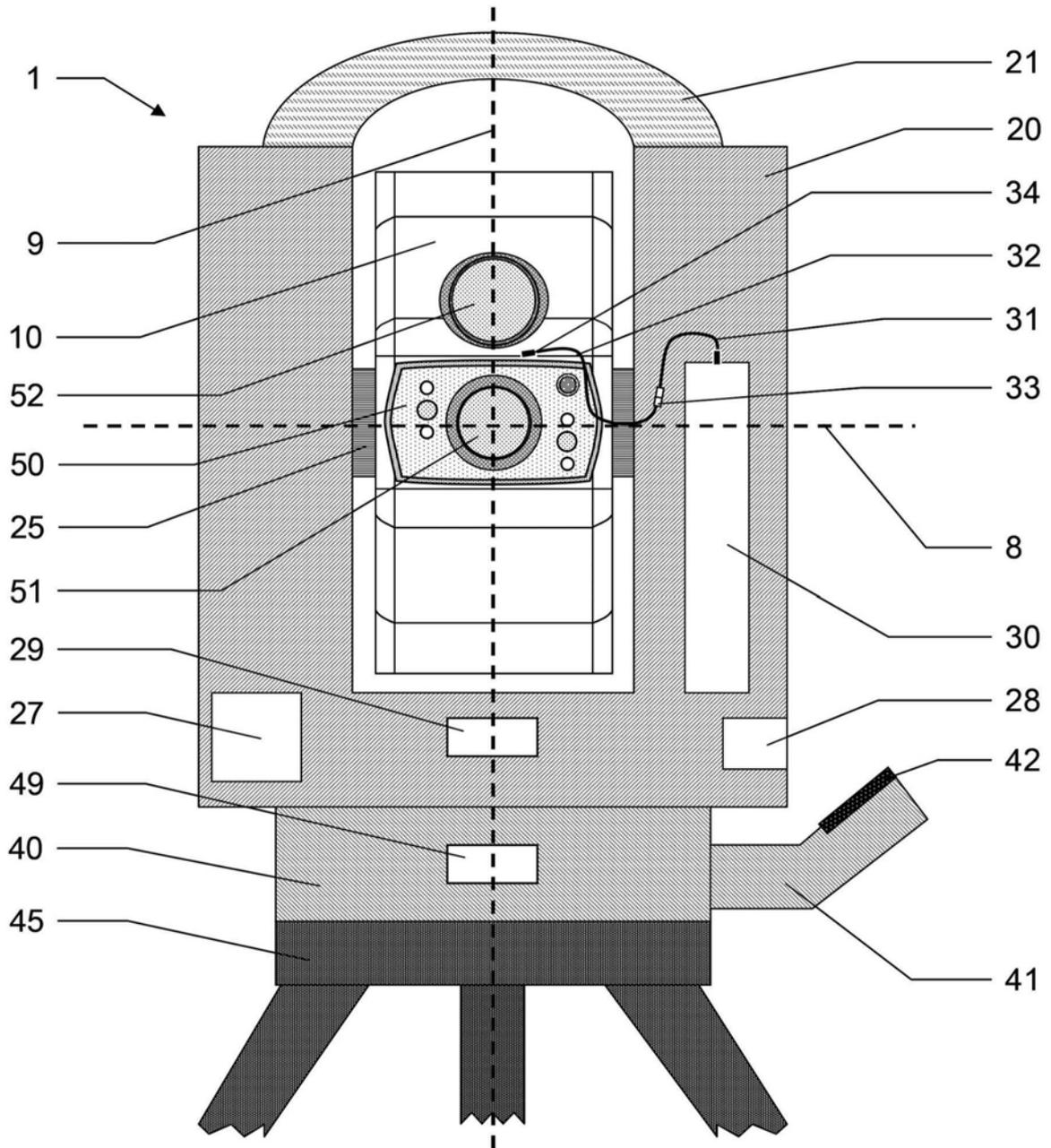


图2a

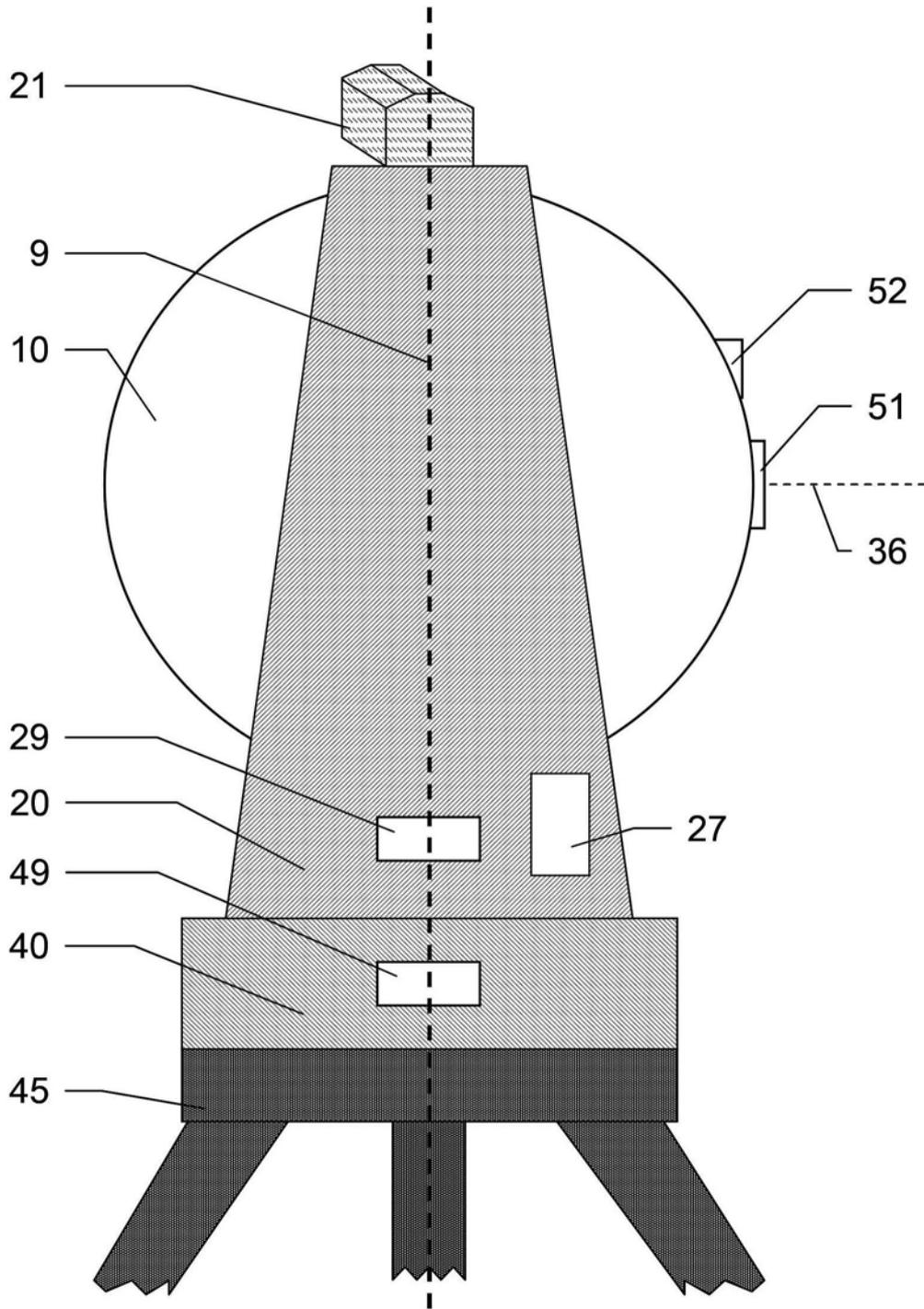


图2b

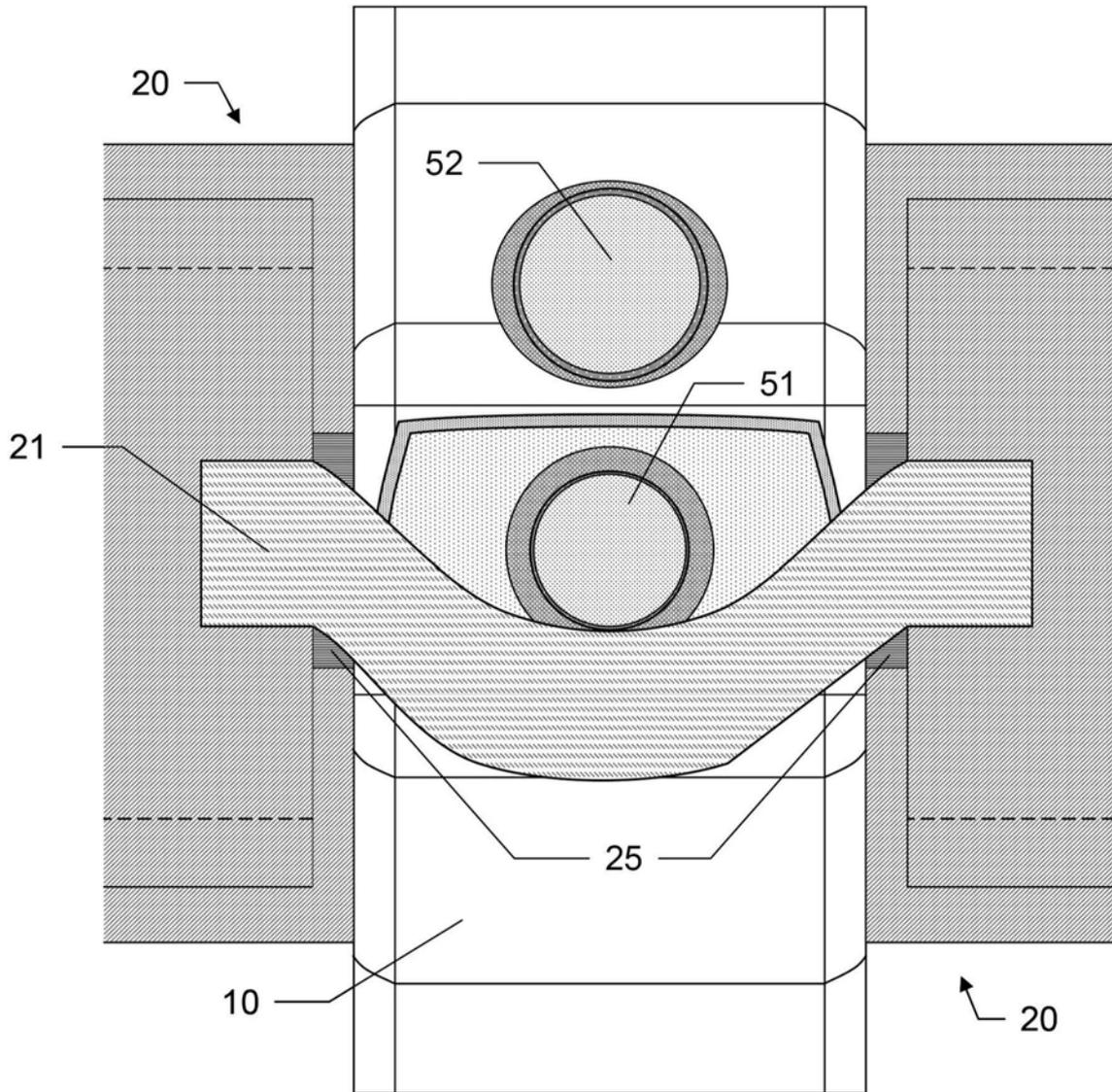


图2c

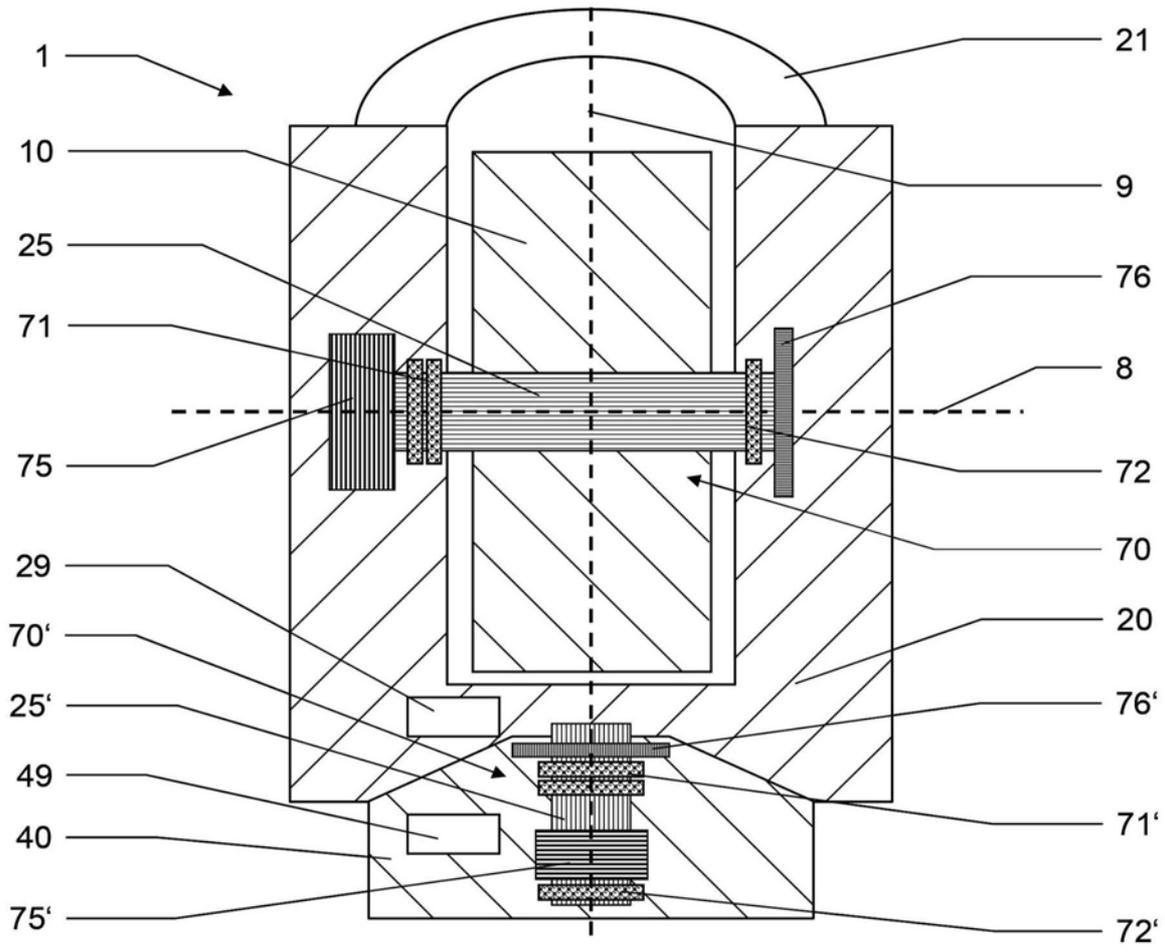


图3

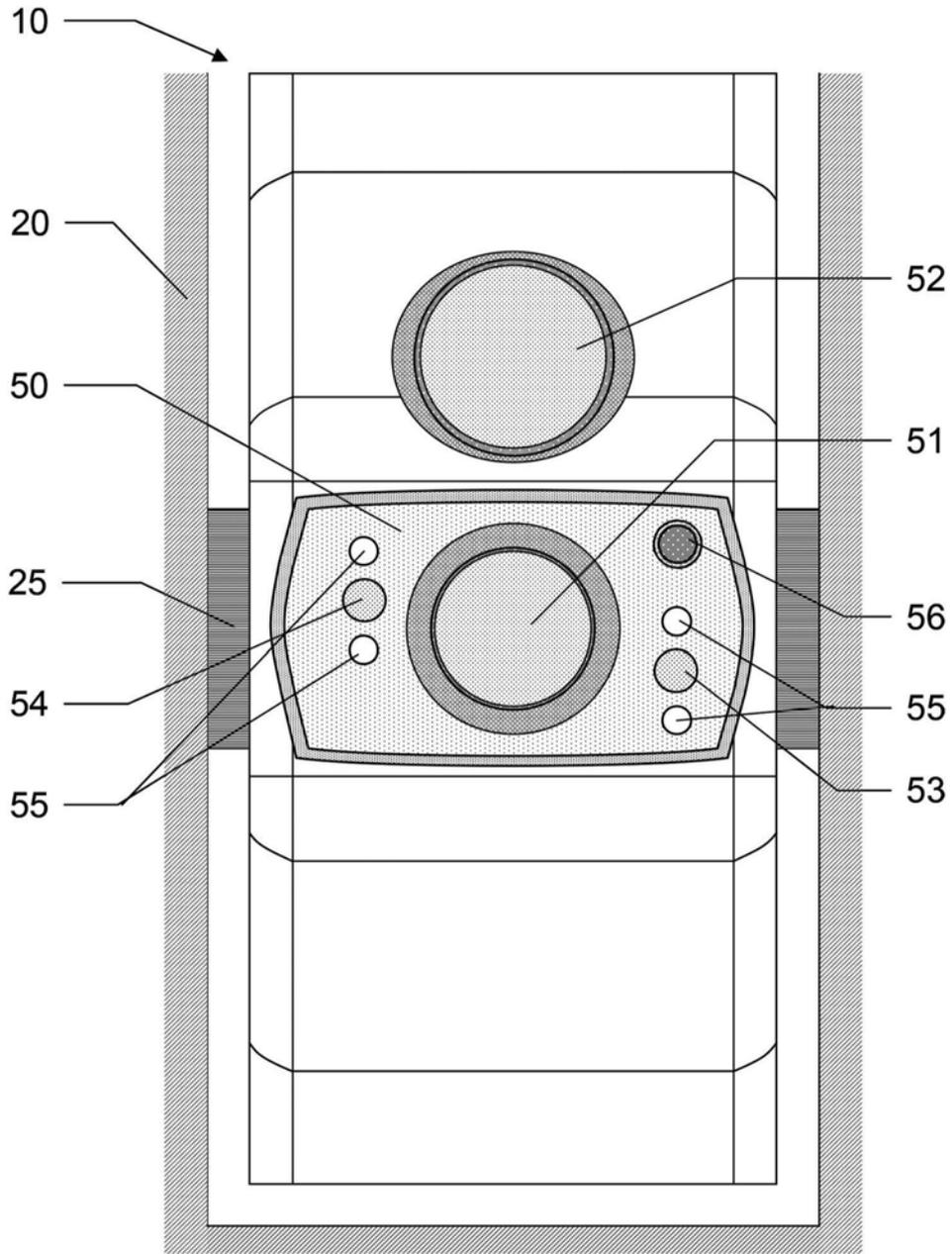


图4

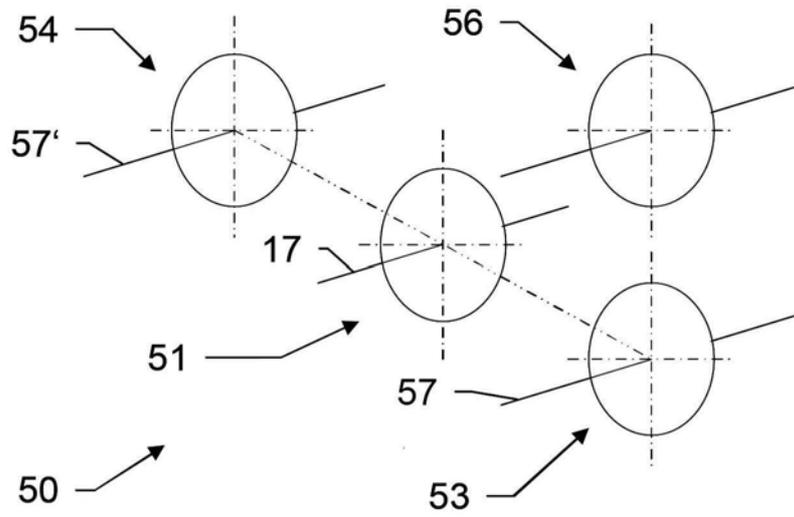


图5

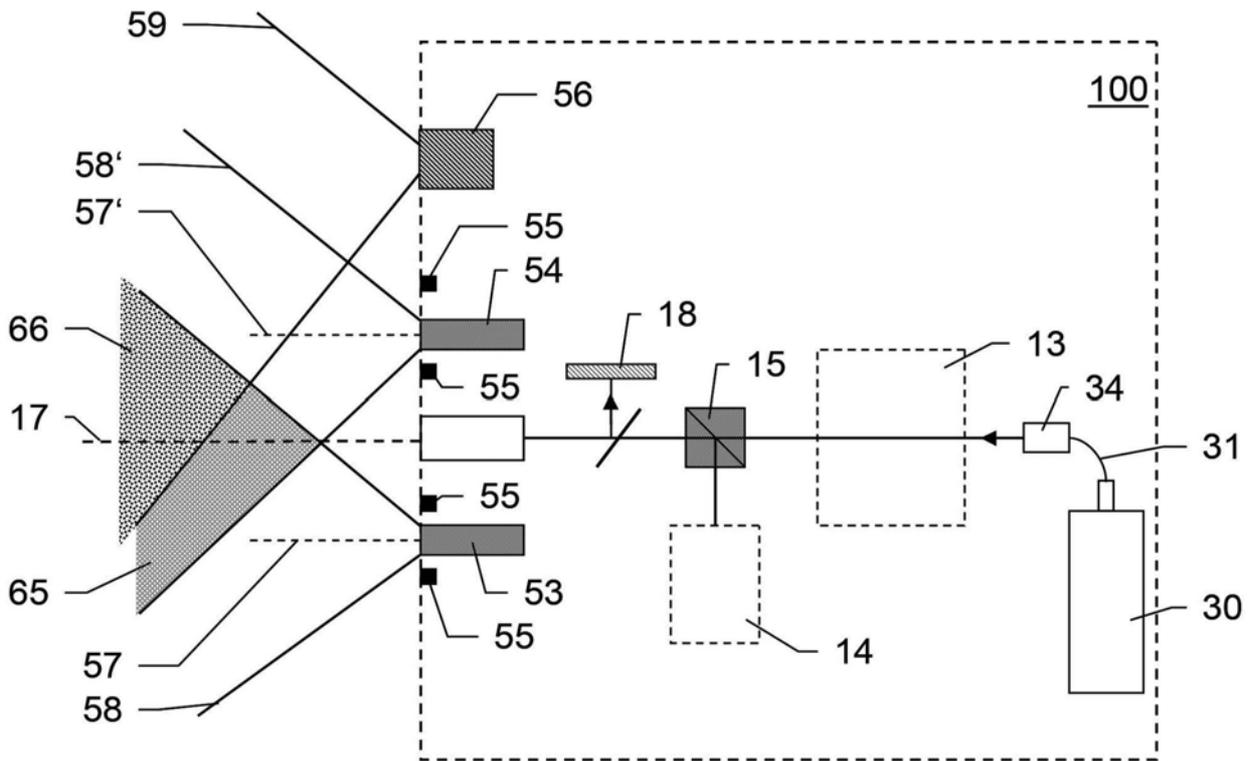


图6

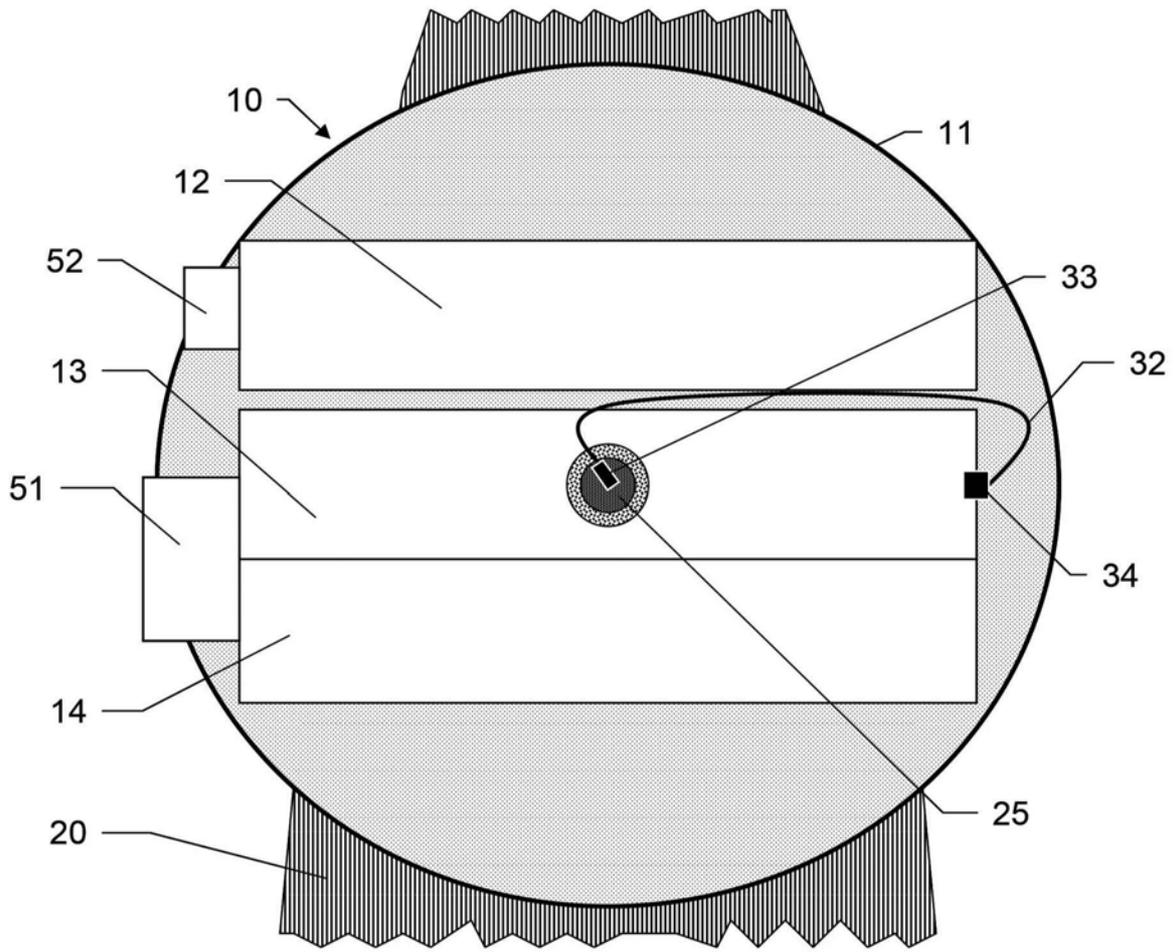


图7

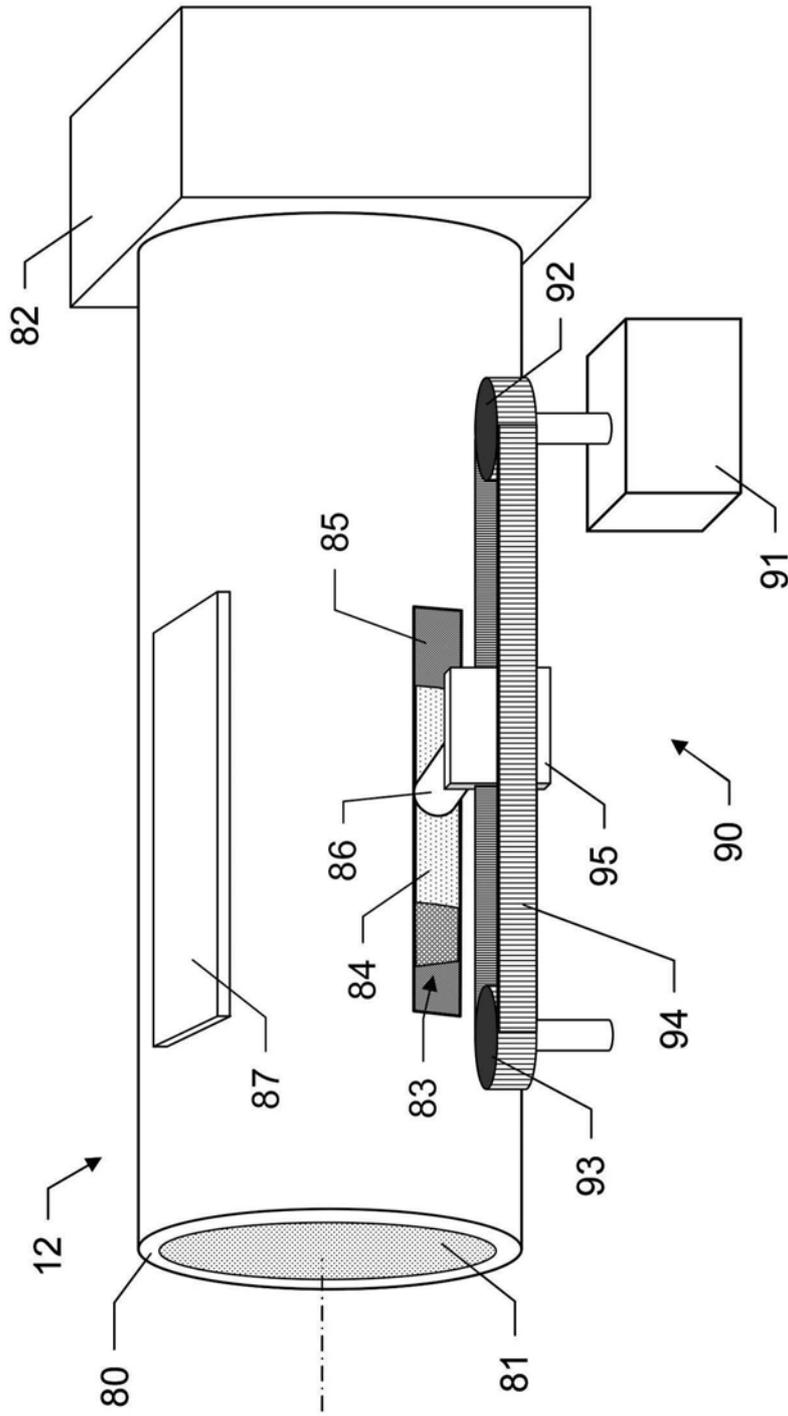


图8

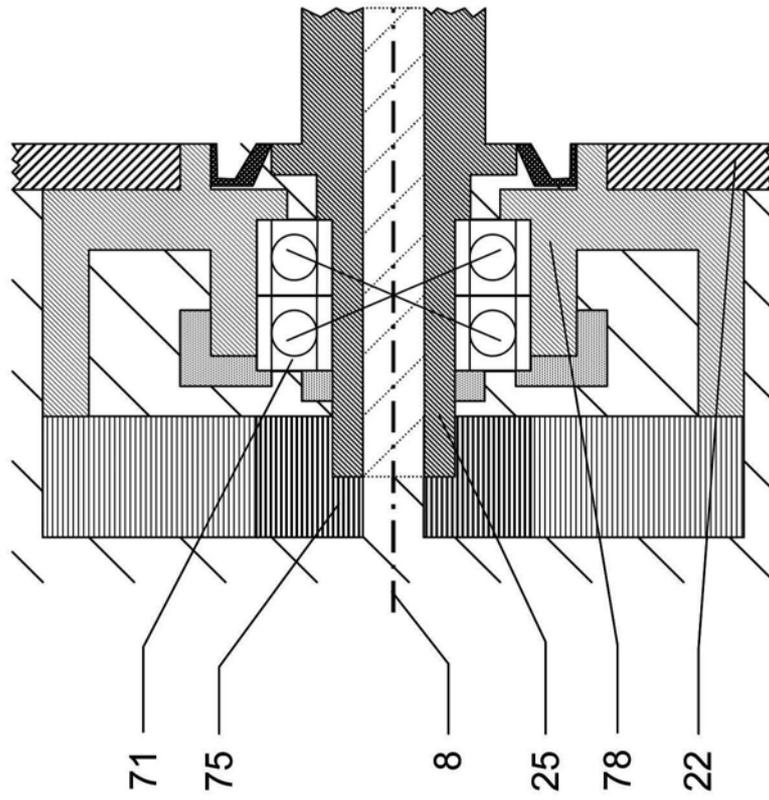


图9a

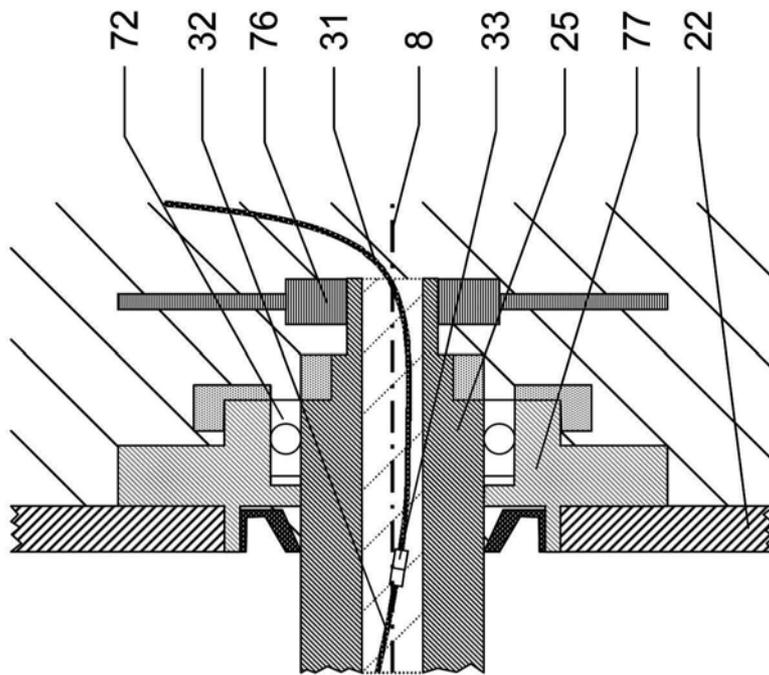


图9b

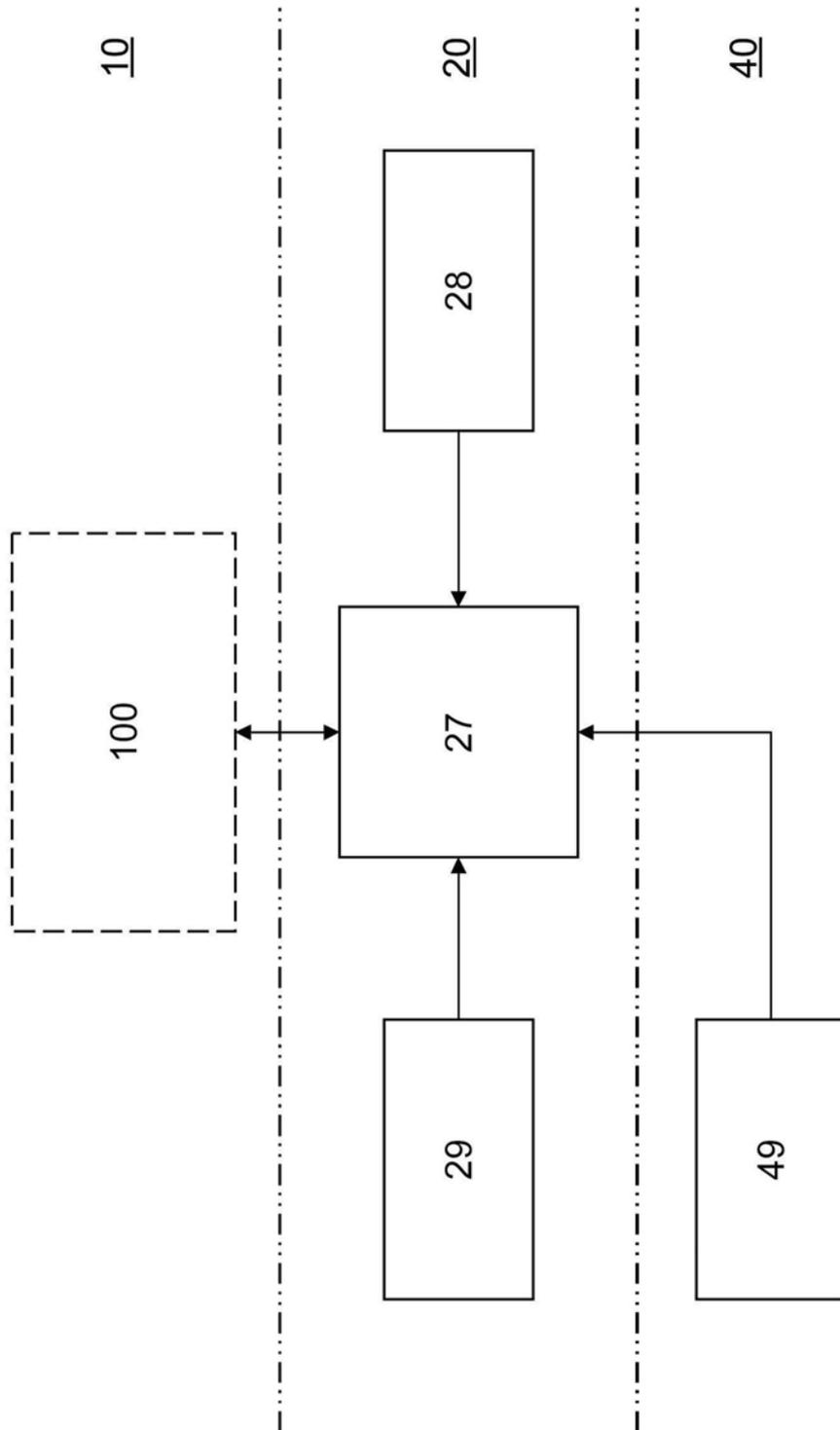


图10

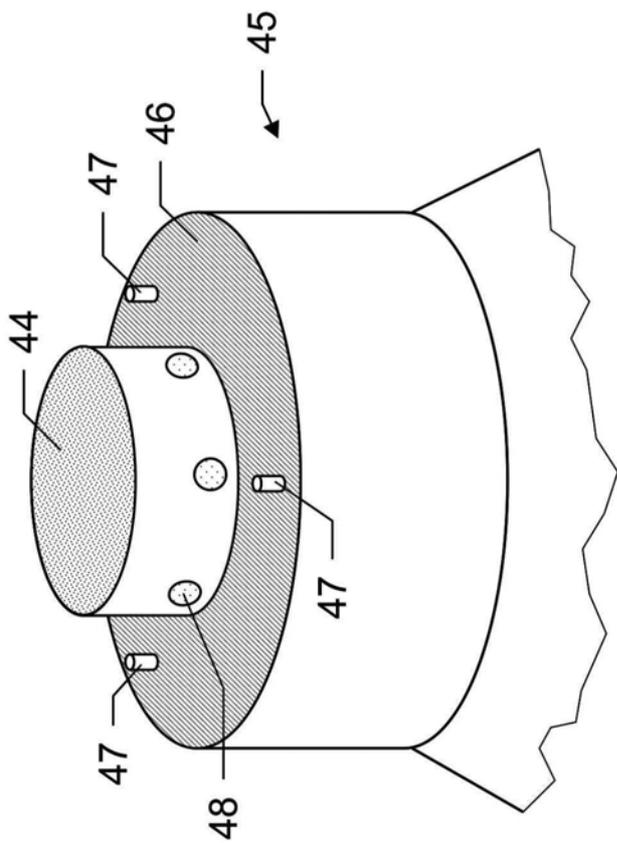


图11

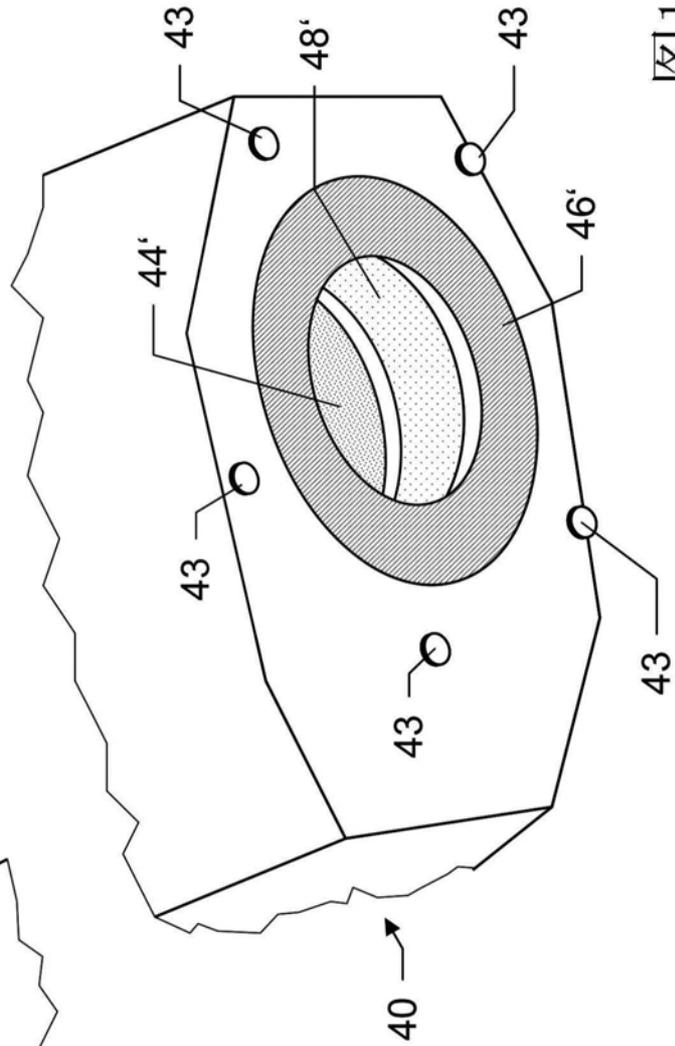


图12