



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105352436 A

(43) 申请公布日 2016. 02. 24

(21) 申请号 201510454938. 5

(22) 申请日 2015. 07. 29

(30) 优先权数据

14179139. 2 2014. 07. 30 EP

(71) 申请人 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

(51) Int. Cl.

G01B 11/00(2006. 01)

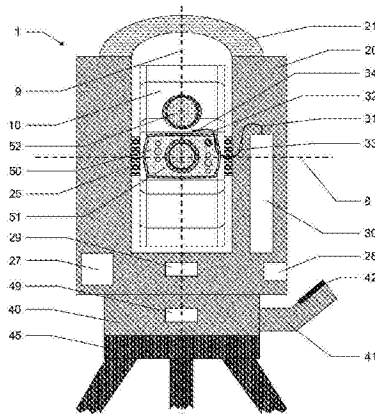
权利要求书4页 说明书15页 附图12页

(54) 发明名称

坐标测量装置

(57) 摘要

坐标测量装置。坐标测量装置包括：支承部，紧固在基座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，在基座上旋转安装支承部，光束偏转单元包括具有至少一个测距仪的光学测距装置，其借助测量辐射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，在基座上设置第一倾斜传感器，特征在于包括：支承部上的第二倾斜传感器，其中，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. 一种坐标测量装置 (1), 特别是激光跟踪器, 该坐标测量装置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, 所述坐标测量装置 (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, 该坐标测量装置 (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
 - 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
 - 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坐标测量装置 (1) 的自监测和 / 或自校准的目的, 捕捉并分析所述两个倾斜传感器 (29、49) 的所述倾斜数据。

2. 根据权利要求 1 所述的坐标测量装置 (1), 其特征在于, 该坐标测量装置 (1) 还包括: 跟踪功能, 用于所述测量辅助物 (60) 的渐进跟踪, 特别是其中, 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 中任一项所述的坐标测量装置 (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. 根据前述权利要求中任一项所述的坐标测量装置 (1),

其特征在于, 该坐标测量装置 (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), 特别是其中, 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. 根据前述权利要求中任一项所述的坐标测量装置 (1),

其特征在于,

所述第一倾斜传感器 (29) 和所述第二倾斜传感器 (49) 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. 根据前述权利要求中任一项所述的坐标测量装置 (1)，其特征在于，

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，特别是查明同时捕捉到的倾斜数据之间的差异；和 / 或

- 彼此独立地捕捉所述倾斜数据并且使所述倾斜数据彼此关联。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的坐标测量装置 (1)，其特征在于，

所述坐标测量装置 (1) 被具体实施成执行测量序列，在所述测量序列过程期间，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，为了所述坐标测量装置 (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 (49) 的倾斜数据，并且使所述第二倾斜传感器 (49) 的倾斜数据与所述初始化倾斜数据相关联。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的坐标测量装置 (1)，其特征在于，该坐标测量装置 (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，所述气象站特别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。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的坐标测量装置 (1)，其特征在于，该坐标测量装置 (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，特别是其中，

• 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投射点，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，

而且为确定所述坐标测量装置 (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。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的坐标测量装置 (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。

11. 根据前述权利要求中任一项所述的坐标测量装置 (1),
其特征在于,该坐标测量装置 (1) 还包括:

激光器模块 (30),特别是氦氖激光炉,所述激光器模块用于生成激光束作为测量辐射 (36),特别是其中,所述激光器模块 (30) 被设置在所述支承部 (20) 中并且特别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,特别是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,特别是其中,

- 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。

12. 一种借助坐标测量装置 (1) 来测量远程点的坐标的方法,该坐标测量装置 (1) 特别是根据前述权利要求中任一项的坐标测量装置 (1),其中,所述坐标测量装置 (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。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,

其特征在于包括以下步骤:

测量序列,在所述测量序列过程期间,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,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,为了所述坐标测量装置 (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 (49) 的倾斜数据并且将所述第二倾斜传感器 (49) 的倾斜数据与所述初始化倾斜数据相关联。

14. 一种系统,该系统包特别根据权利要求 1 至 11 中任一项具体实施的坐标测量装置 (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坐标测量装置 (1) 紧固在三脚架 (45) 上,

其特征在于包括:

至少一个减震器,其用于在将所述坐标测量装置 (1) 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 (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坐标测量装置 (1) 的基部 (40) 之间。

15. 根据权利要求 14 所述的系统,其中,所述快速释放紧固件单元包括第一接触表面 (46),所述坐标测量装置 (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,特别是其中,

- 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
- 所述系统包括至少三个减震器。

坐标测量装置

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竖轴旋转。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竖轴的倾斜。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具有权利要求 1 的特征的坐标测量装置和 / 或具有权利要求 12 的特征的用于测量远程点的坐标的方法来实现。本发明的有利实施方式在附属权利要求书中找到。

[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,其紧固在基部上,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部上,

[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] • 在所述基部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，并且借助激光束 36 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，以使激光束 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 WO 2007/079600 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 被安装成可围绕垂直轴 9 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 可围绕水平轴 8 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, 沿着垂直轴 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 706633A2 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自校平 (self-leveling) 单元 42。

[0097] 例如, 如图 2a 所示, 自校平单元 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, 自校平单元 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 上的自校平单元 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 上因而可围绕垂直轴 9 旋转的支承部 20、以及安装在支承部 20 上因而可围绕水平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 发射的激光束 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,使能借助激光束 36 实现恰好朝向上方的测量,即,沿垂直轴 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,使得可以沿垂直轴 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,示出了该装置的轴承 70、70'。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。第一水平轴承 70 将光束偏转单元 10 安装在支承部 20 上,并且第二垂直轴承 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] 第一固定/活动轴承装置 70 使得望远镜单元 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,以便确定望远镜单元 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] 第二固定/活动轴承装置 70' 使得支承部 20 能够围绕竖轴 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, 并且在该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,位置敏感检测器 (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 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,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 PSD 18 的捕捉与测量轴 17 共轴地执行,使得 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 36 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，具有反射器的测量辅助物）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当前位置。

[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 沿竖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,这能使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,调节或替换基座上安装的支承部。

[0140] 还有利的是,可以首先捕捉第一倾斜传感器 29 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 49 的数据。如果位于支承部 20 中的第一倾斜传感器 29

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”的倾斜传感器 29 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 49 的倾斜数据一起捕捉第一倾斜传感器 29 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 49 的倾斜数据，与第一倾斜传感器 29 形成对比，第二倾斜传感器 49 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 49 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。

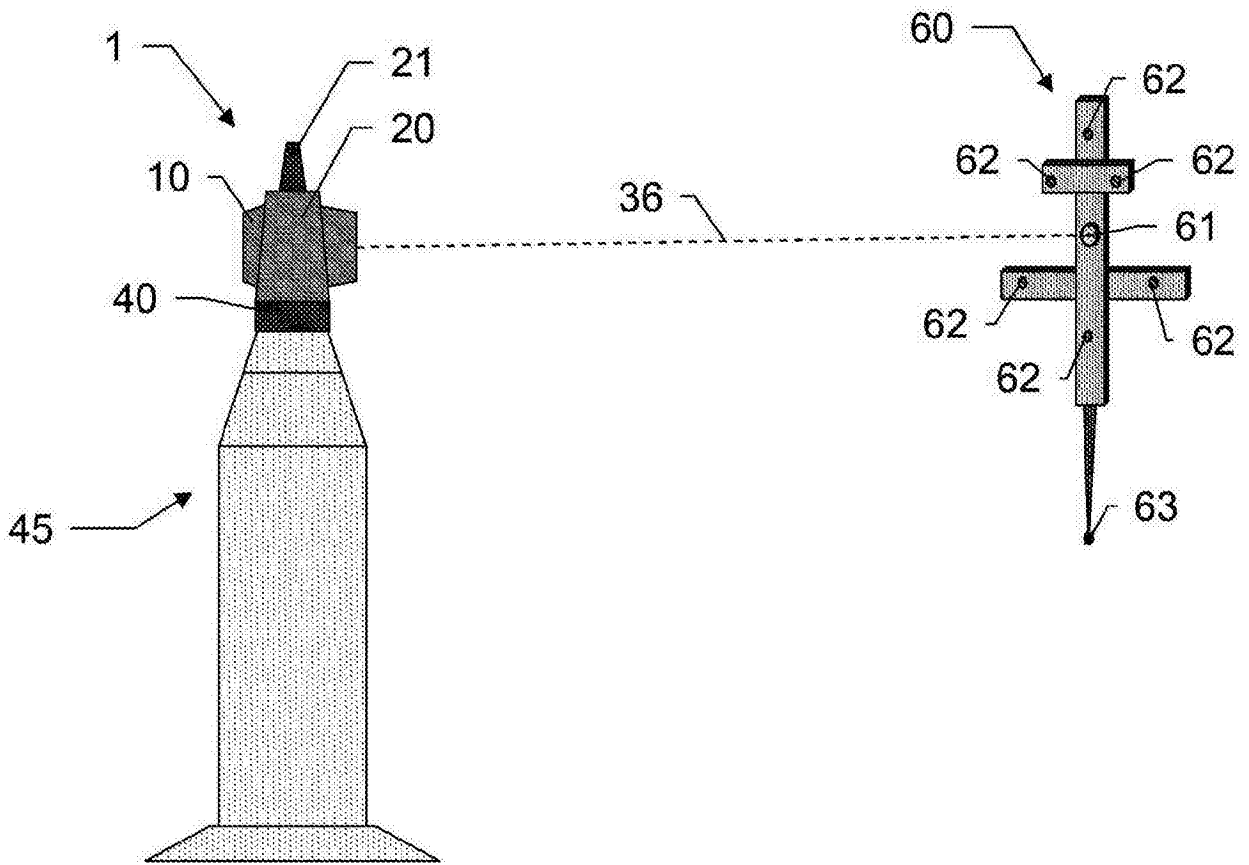


图 1

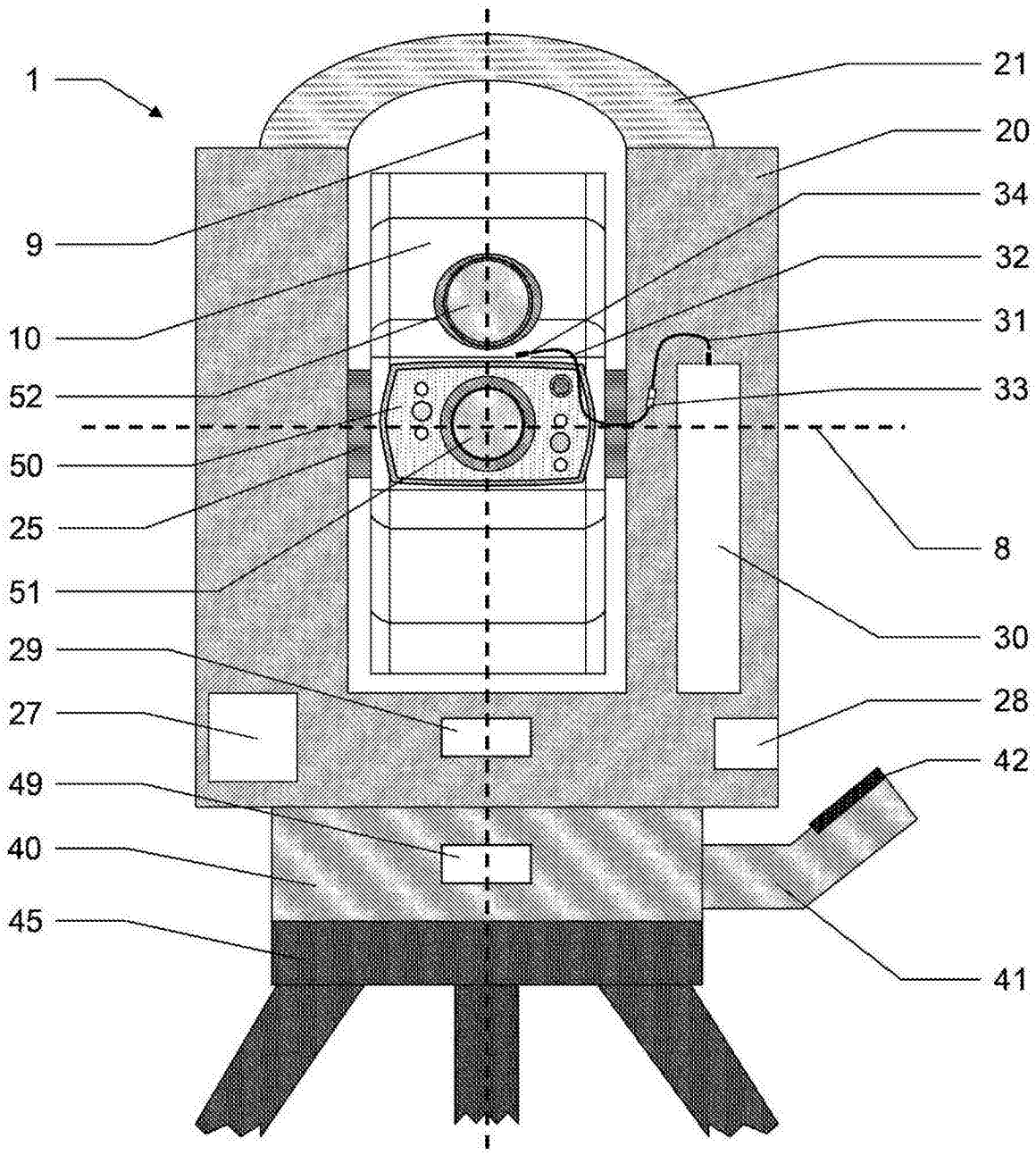


图 2a

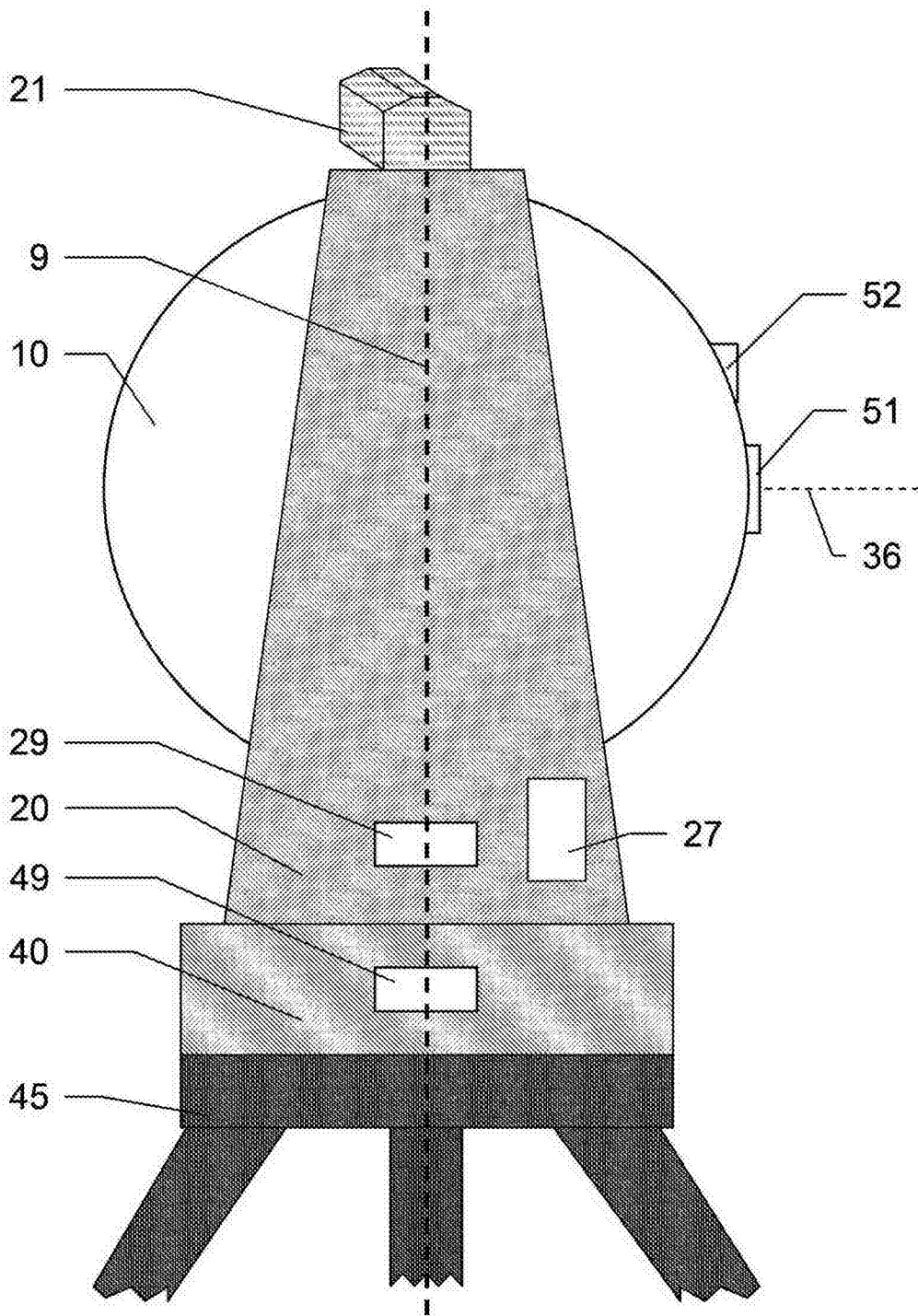


图 2b

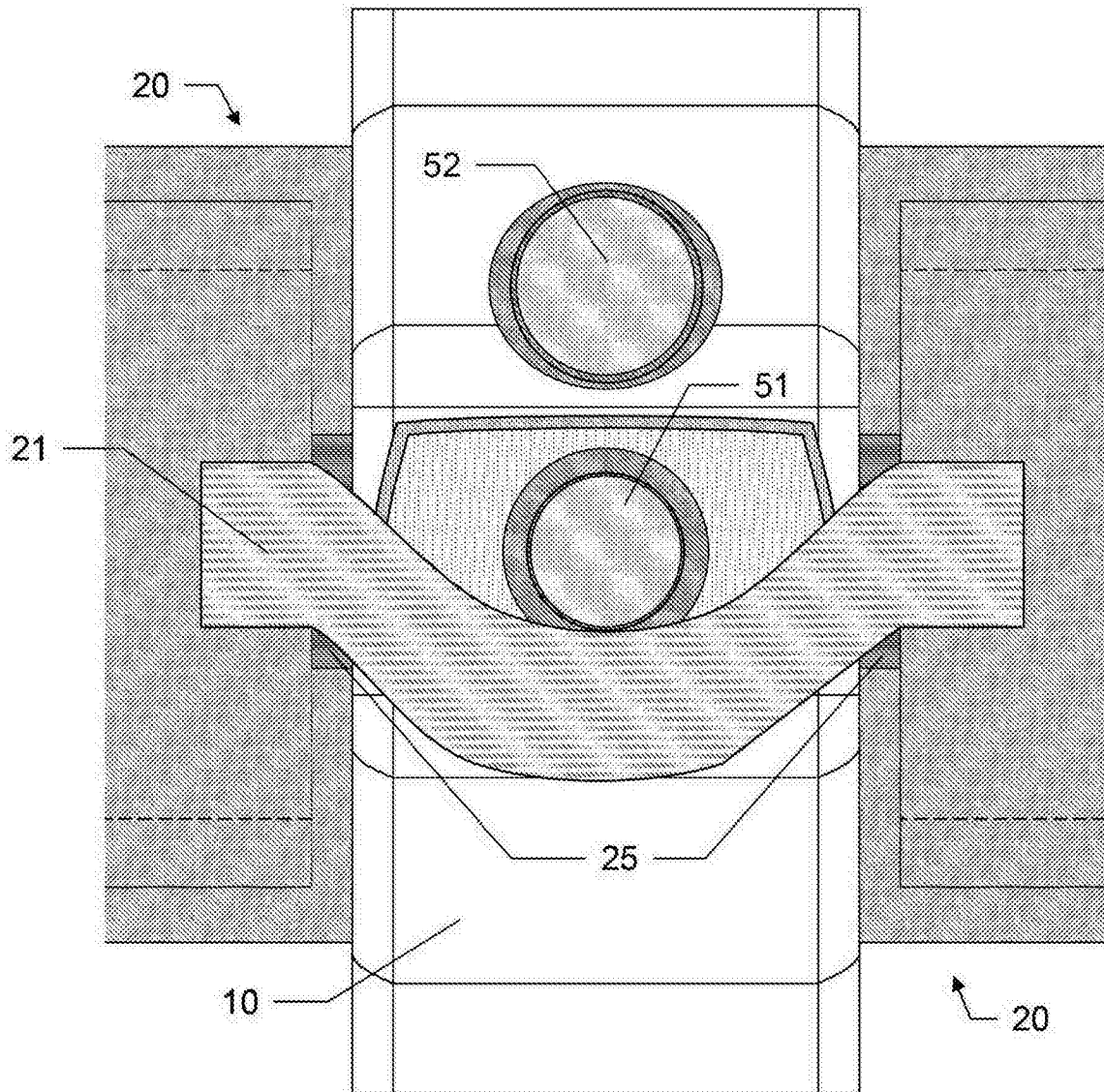


图 2c

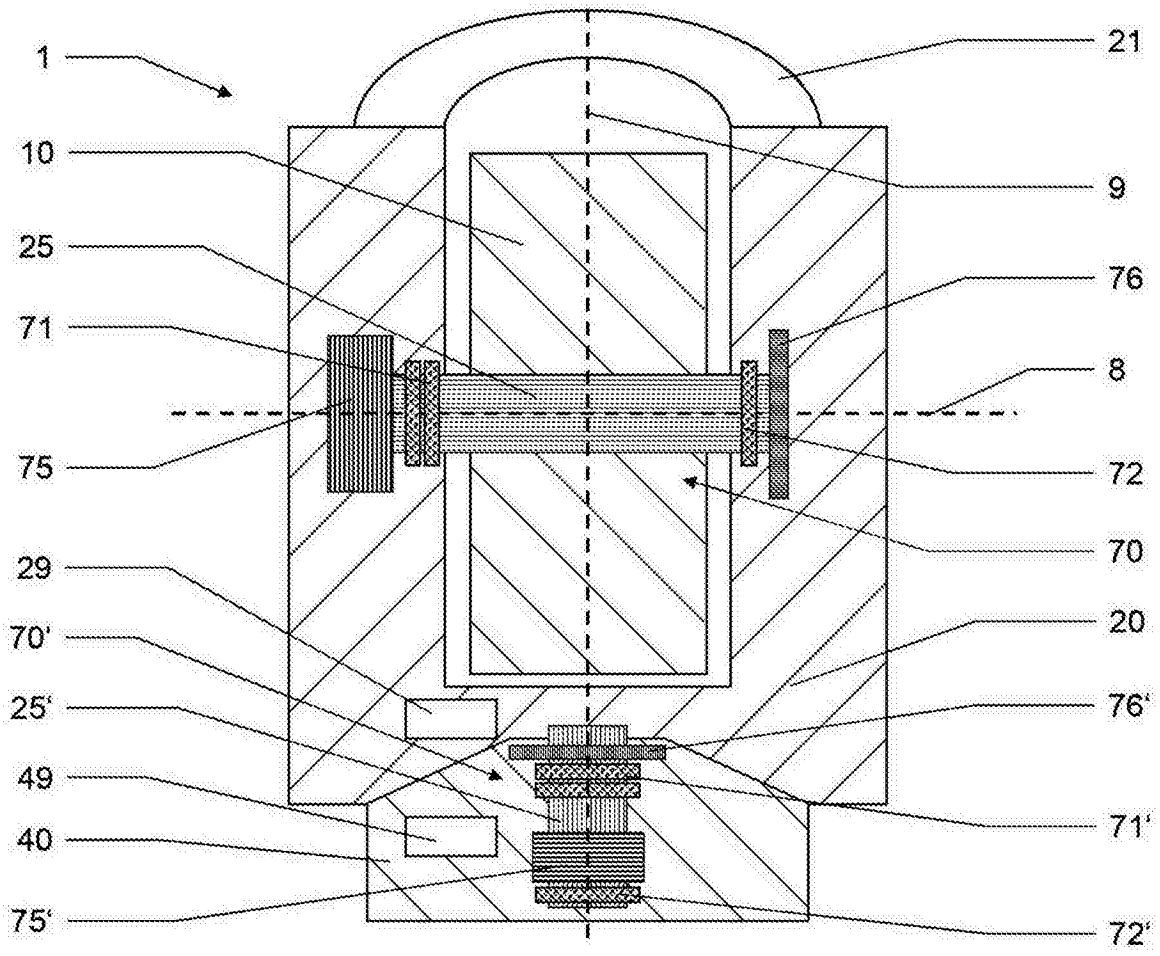


图 3

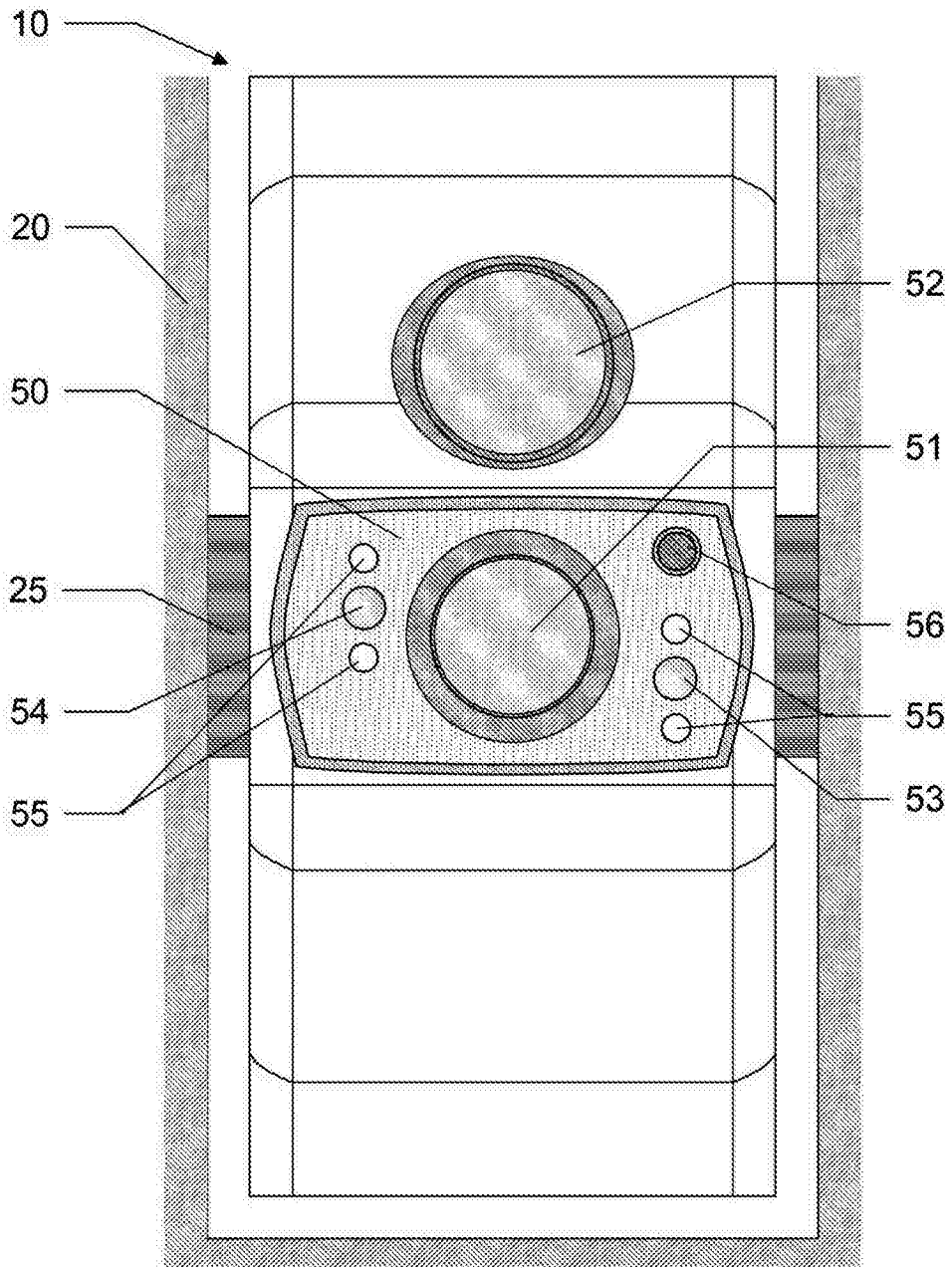


图 4

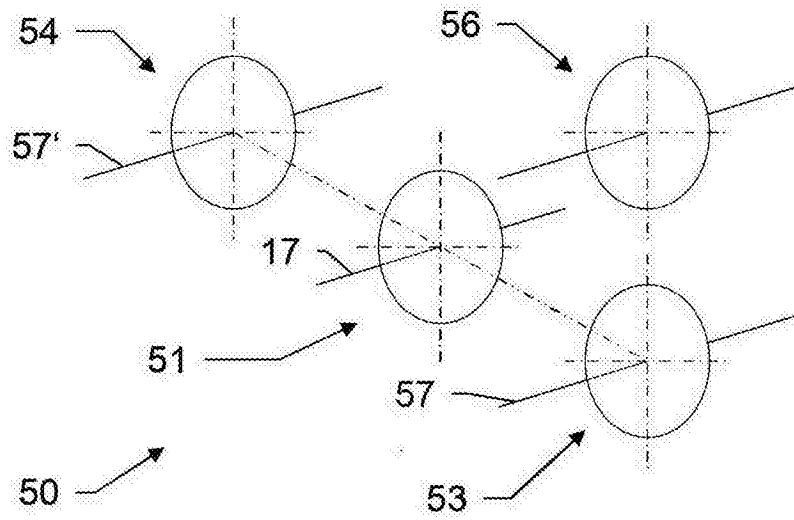


图 5

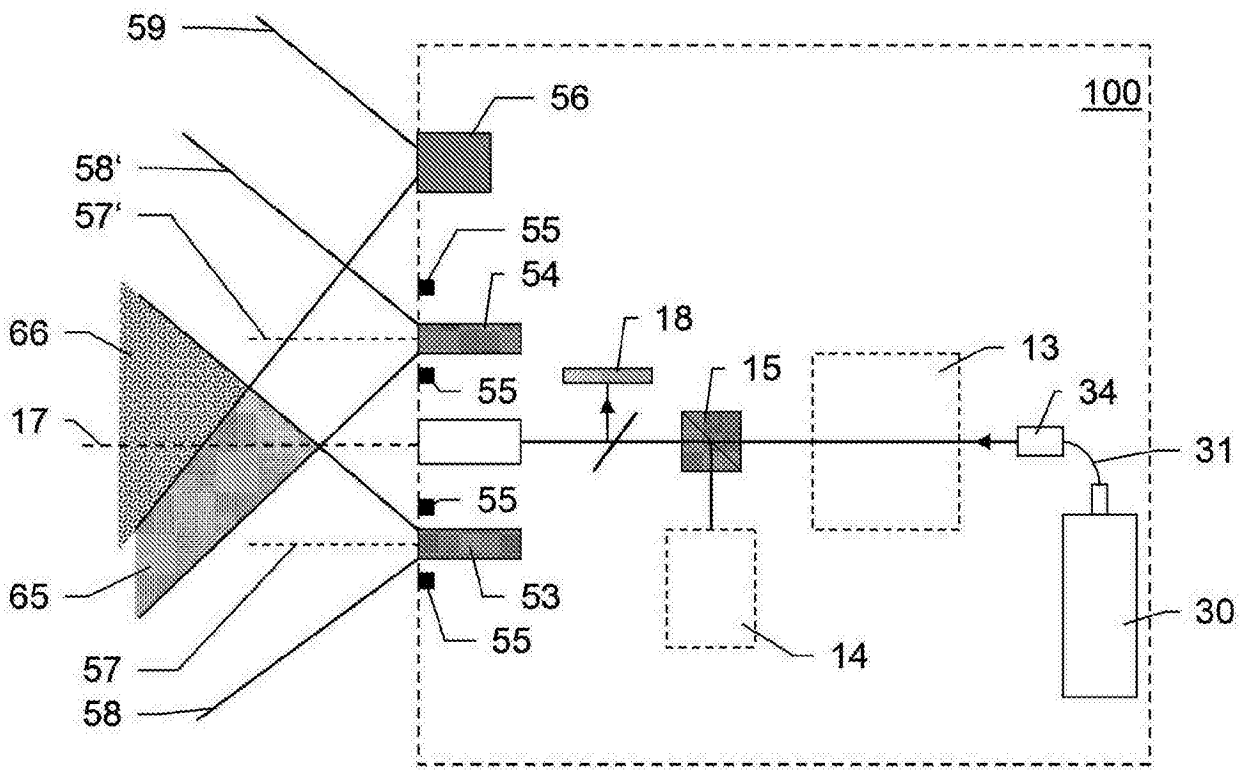


图 6

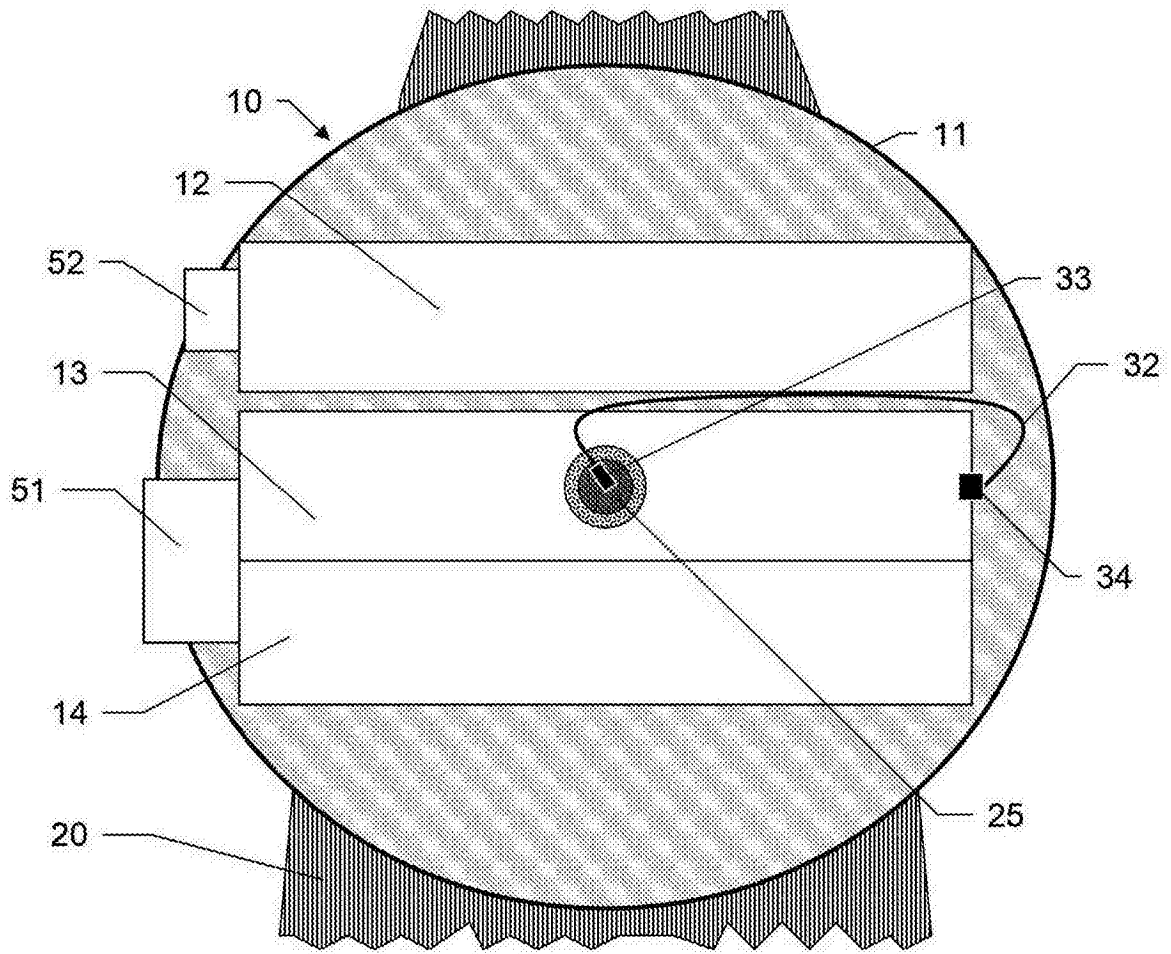


图 7

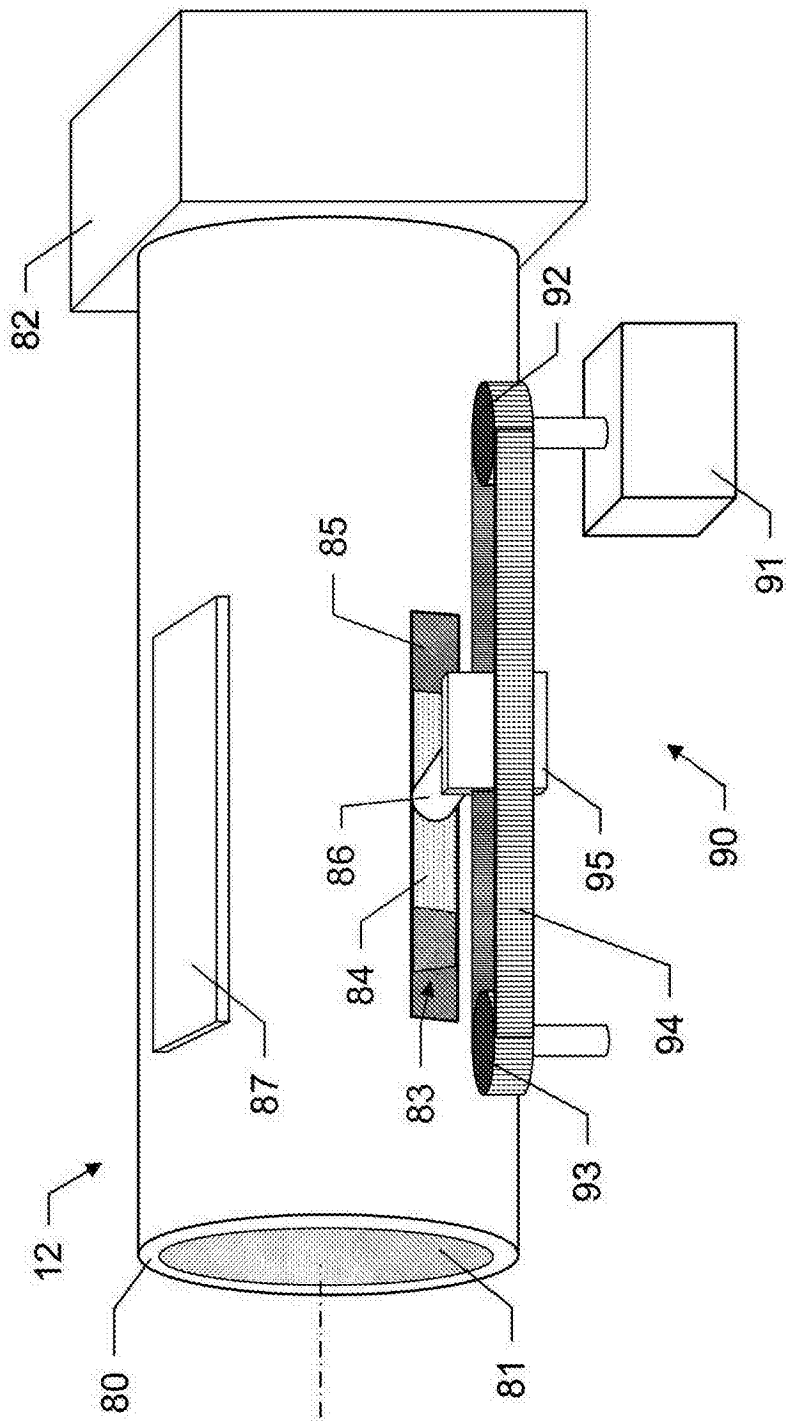


图 8

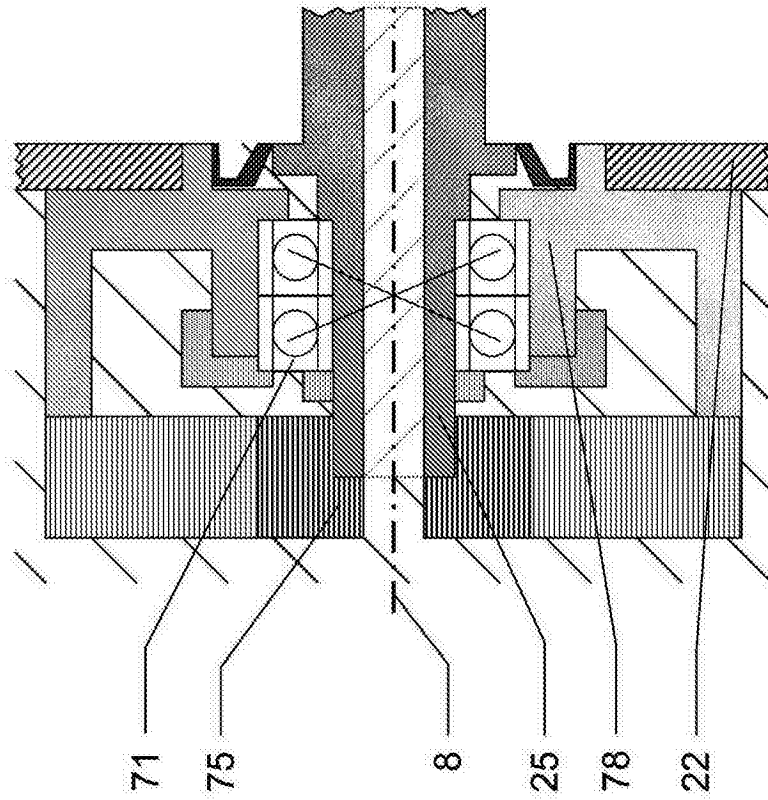


图 9a

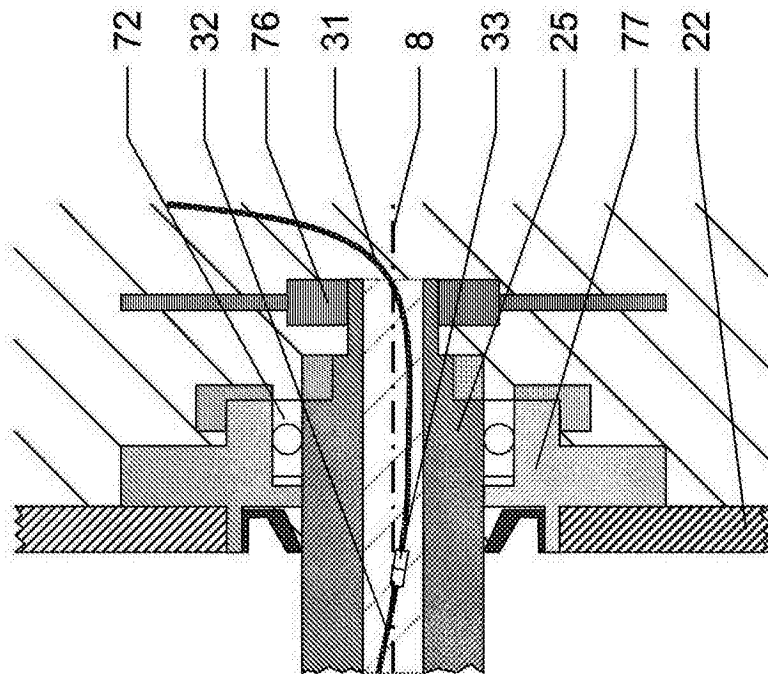


图 9b

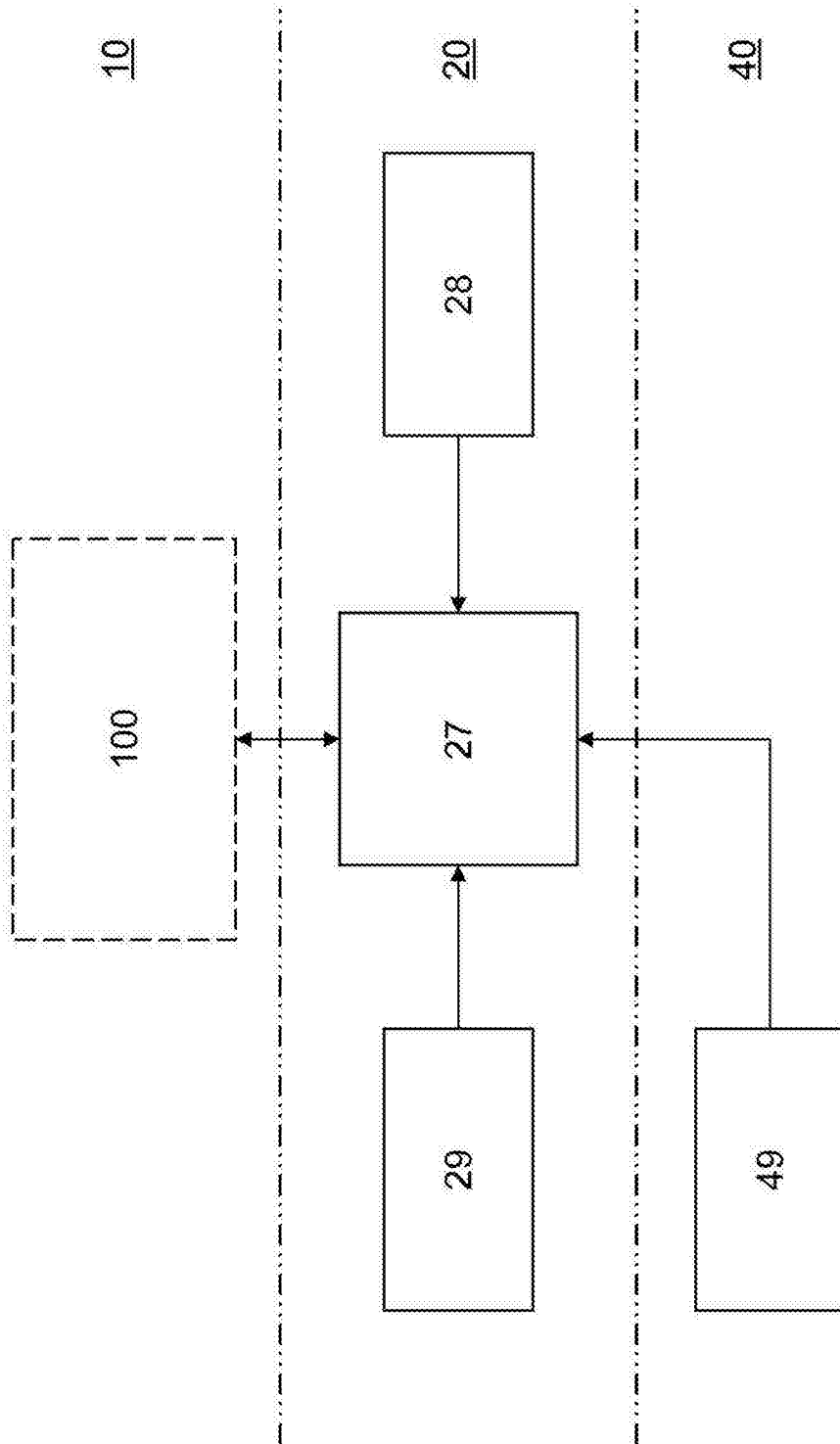


图 10

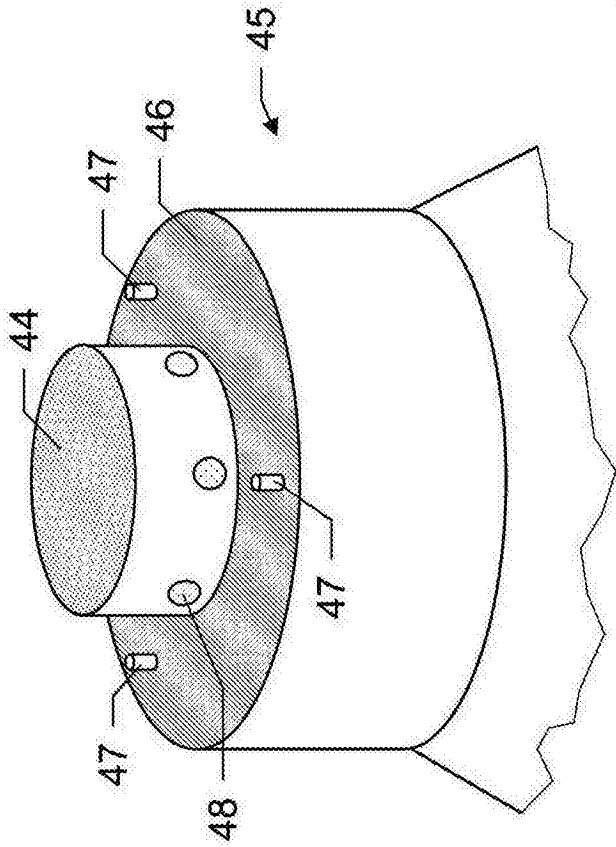


图11

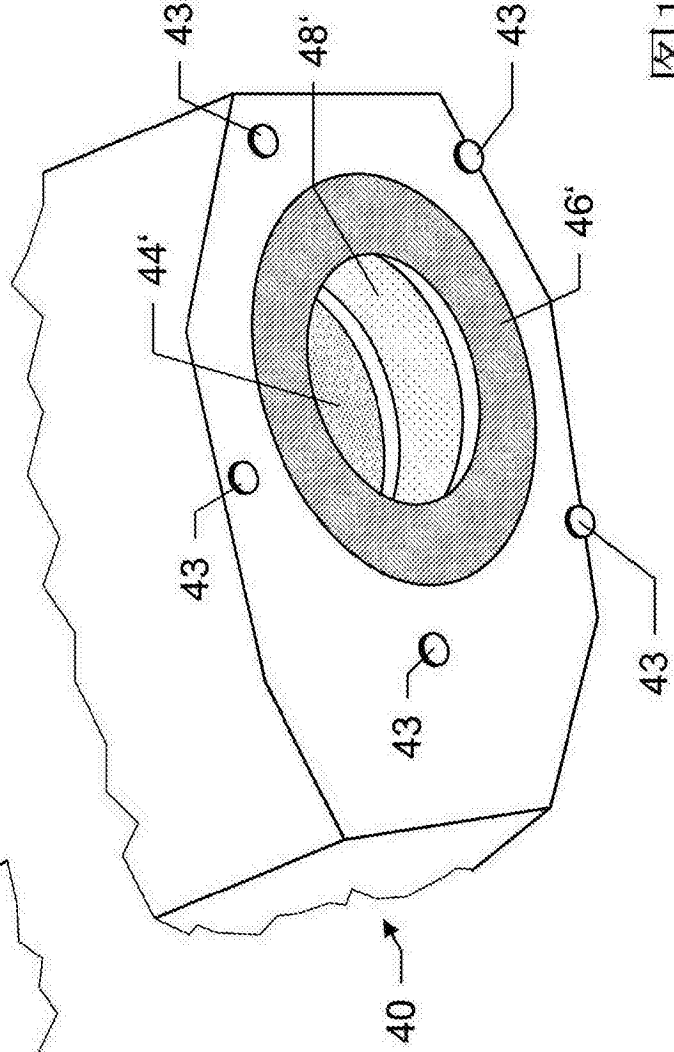


图12