



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104160294 B

(45)授权公告日 2016.10.12

(21)申请号 201380011746.6

(22)申请日 2013.02.28

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104160294 A

(43)申请公布日 2014.11.19

(30)优先权数据
12157806.6 2012.03.01 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.08.29

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2013/054009 2013.02.28

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/127908 DE 2013.09.06

(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 T·克维亚特科夫斯基 T·鲁斯

(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 王小东

(51)Int.Cl.

G01S 7/48(2006.01)

(56)对比文件

US 2003/0206285 A1, 2003.11.06, 说明书第43段, 附图1.

US 2009/0299197 A1, 2009.12.03, 说明书第30段第1-3行、第31段第9-11行、第32段第1-3行、第33段第1-14行、第35段第1-11行、第36段第1-8行、第37段第5-8行、第38段第1-6行、第42段, 附图1、2A、2B.

US 6062216 A, 2000.05.16, 摘要第1-6行, 说明书第2栏第42-48行、第2栏第66行-第3栏第6行、第5栏第6-12行, 附图2.

US 5587785 A, 1996.12.24, 说明书第2栏第35-42行、第10栏第9-15行.

审查员 阎冬

权利要求书3页 说明书15页 附图4页

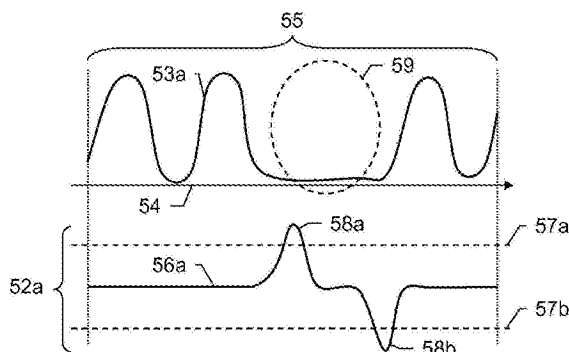
(54)发明名称

利用干涉测量法确定距离变化的方法

(57)摘要

本发明涉及利用干涉测量法确定至活动反射目标的距离变化的方法,该方法包括:产生激光辐射,其中由该激光辐射至少导出基准辐射和测量辐射;向目标发出测量辐射;采集在目标上反射的测量光束的至少一部分。另外,产生并采集所反射的测量辐射与基准辐射的叠加,基于所采集的叠加导出干涉仪输出变量,并且由导出的干涉仪输出变量产生时间分辨的输出参数变量。另外,如此进行输出变量曲线的连续检查,即,输出变量曲线被连续地以时间分辨的方式读出,根据以时间分辨的方式读取的输出变量曲线,连续地导出至少一个用于测量装置和目标之间的相对运动的运动参数,并且进行该运动参数与用于

目标的运动准则的连续比较,其中,该运动准则限定了目标在测量辐射方向上的真实可行的、实际可信的和根据经验可用的相对运动。根据所述比较,尤其在未满足该运动准则时提供信息。



1. 一种用于借助干涉测量法来确定至活动反射目标(81,90,91)的距离变化的方法,该方法具有:

- 向所述目标(81,90,91)发出测量辐射(17,21,73);
- 接收在所述目标(81,90,91)上反射的测量辐射(73a)的至少一部分;
- 产生并采集所反射的测量辐射(73a)与基准辐射(72)的叠加;
- 至少基于所采集的叠加导出干涉仪输出变量,其中该干涉仪输出变量取决于至所述目标(81,90,91)的距离;
- 由所导出的干涉仪输出变量产生时间分辨的输出变量曲线;以及
- 基于所述输出变量曲线确定距离变化,

其特征是,对所述输出变量曲线进行连续检查,使得:

- 基于所述输出变量曲线,连续地导出所述目标(81,90,91)的相对运动的至少一个运动参数,该运动参数涉及所述测量辐射(17,21,73)的方向;
- 对所述运动参数与所述目标(81,90,91)的限定的运动准则进行连续比较,其中所述运动准则给出所述目标(81,90,91)在所述测量辐射(17,21,73)的方向上的相对运动,该相对运动被假定为是真实可行的、实际可信的和根据经验可用的;以及
- 在未满足所述运动准则的情况下提供关于所出现的测量错误的信息项。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征是,根据所提供的信息项,执行对所确定的距离变化的修正和/或进行图形输出或声音输出。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征是,进行修正使得能在修正后导出的运动参数满足所述运动准则。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,其特征是,在确定的距离变化的范围内,由一系列的结构性干涉和非结构性干涉来识别并连续地计数干涉仪脉冲。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征是,由所述输出变量曲线导出所述目标(81,90,91)在所述测量辐射(17,21,73)的方向上的当前相对速度和/或当前相对加速度(56,56a)来作为运动参数。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征是,根据所述输出变量曲线导出强度曲线(53,53a)。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征是,所述运动参数作为频率变化和/或幅值变化从所述强度曲线(53,53a)确定。

8. 根据权利要求1所述的方法,其特征是,确定用于所述运动参数的容差范围,并且将所述容差范围限定为所述运动准则。

9. 根据权利要求1所述的方法,其特征是,所述目标(81,90,91)在所述测量辐射(17,21,73)的方向上的被假定为最大的真实相对速度和/或被假定为最大的真实相对加速度被用作运动准则。

10. 根据权利要求1所述的方法,其特征是,借助激光二极管以纵向单模的方式以限定的发射波长和至少为10m的相干长度来产生所述测量辐射(17,21,73)。

11. 根据权利要求1所述的方法,其特征是,所述方法利用具有干涉仪单元的测量装置(10,11,12)来执行。

12. 根据权利要求3所述的方法,其特征是,进行所述输出变量曲线的调整,使得由调整

后的输出变量曲线导出的运动参数满足所述运动准则。

13. 根据权利要求4所述的方法,其特征是,在确定的距离变化的范围内,由强度最大值和强度最小值来识别并连续地计数干涉仪脉冲。

14. 根据权利要求4所述的方法,其特征是,由按限定的时间间隔确定的干涉仪脉冲数来确定至所述目标(81,90,91)的距离变化。

15. 根据权利要求6所述的方法,其特征是,所述强度曲线(53,53a)是时间分辨的。

16. 根据权利要求6所述的方法,其特征是,由所述强度曲线(53,53a)的幅值和/或频率导出所述运动参数。

17. 根据权利要求8所述的方法,其特征是,所述容差范围由至少一个阈值(57a,57b)来限定。

18. 根据权利要求9所述的方法,其特征是,所述真实相对速度和/或所述真实相对加速度被连续地测量并且被连续地设定为运动准则。

19. 根据权利要求11所述的方法,其特征是,所述测量装置(10,11,12)以用于连续地跟踪所述目标(81,90,91)且用于确定所述目标(81,90,91)的位置的激光跟踪器(10,11,12)的形式构成,其中所述激光跟踪器具有:

- 用于产生激光辐射(17,21,72,73,73a)的辐射源(62)和用于将所述激光辐射(17,21,72,73,73a)至少分为基准辐射(72)和测量辐射(17,21,73)的分光器(71);
- 限定竖立轴线(41)的基座(40);
- 用于发出所述测量辐射(17,21,73)且用于接收在所述目标(81,90,91)上反射的所述测量辐射(73a)的光束偏转单元,其中该光束偏转单元能绕所述竖立轴线(41)和基本上正交于所述竖立轴线的倾转轴线(31)相对于所述基座(40)借助马达进行枢转;
- 用于确定至所述目标(81,90,91)的距离变化的测距单元;以及
- 用于确定所述光束偏转单元相对于所述基座(40)的对准的角度测量功能。

20. 一种用于借助干涉测量法来确定至反射目标(81,90,91)的距离变化的测量装置(10,11,12),所述测量装置具有:

- 用于发出测量辐射(17,21,73)的发射单元(62);
- 用于接收在所述目标(81,90,91)上反射的测量辐射(73a)的至少一部分的接收单元;
- 用于产生所反射的测量辐射(73a)与基准辐射(72)的叠加的叠加部件;
- 用于连续地采集所述叠加的光敏探测器(77);以及
- 分析单元,该分析单元用于:
 - 至少基于所采集的叠加来导出干涉仪输出变量,其中该干涉仪输出变量取决于至所述目标(81,90,91)的距离;
 - 从所导出的干涉仪输出变量产生时间分辨的输出变量曲线;和
 - 基于所述输出变量曲线确定所述距离变化,其特征是,所述分析单元被构造为用于对所述输出变量曲线进行连续检查,使得:
 - 基于所述输出变量曲线,连续导出用于能在所述测量辐射(17,21,73)的方向上执行的所述目标(81,90,91)的相对运动的至少一个运动参数;
 - 对所述运动参数与所述目标(81,90,91)的限定的运动准则进行连续的比较,其中所

述运动准则给出所述目标(81,90,91)在所述测量辐射(17,21,73)的方向上的相对运动,该相对运动被假定为是真实可行的、实际可信的和根据经验可用的;和

- 在未满足所述运动准则时提供关于所出现的测量错误的信息项。

21. 根据权利要求20所述的测量装置(10,11,12),其特征是,所述分析单元被构造用于执行根据权利要求1至11中任一项所述的方法。

22. 根据权利要求20或21所述的测量装置(10,11,12),其特征是,所述测量装置(10,11,12)以用于连续地跟踪所述目标(81,90,91)且用于确定所述目标(81,90,91)的位置的激光跟踪器(10,11,12)的形式构成,该测量装置具有:

- 呈辐射源形式构成的用于产生激光辐射(17,21,72,73,73a)的所述发射单元(62)和用于将所述激光辐射(17,21,72,73,73a)至少分成所述基准辐射(72)和所述测量辐射(17,21,73)的分光器(71);

- 限定竖立轴线(41)的基座(40);

- 用于发出所述测量辐射(17,21,73)且用于接收在所述目标(81,90,91)上反射的所述测量辐射(73a)的光束偏转单元,其中该光束偏转单元能绕所述竖立轴线(41)和基本上正交于所述竖立轴线的倾转轴线(31)相对于所述基座(40)借助马达进行枢转;

- 用于确定至所述目标(81,90,91)的距离变化的干涉仪单元(61,61a);以及

- 用于确定所述光束偏转单元相对于所述基座(40)的对准的角度测量功能。

23. 根据权利要求22所述的测量装置(10,11,12),其特征是,所述激光跟踪器(10,11,12)具有:

- 能绕所述竖立轴线(41)相对于所述基座(40)借助马达进行枢转且限定所述倾转轴线(31)的支座(30);和

- 作为光束偏转单元构成的且能绕所述倾转轴线(31)相对于所述支座(30)借助马达进行枢转的瞄准单元(20),该瞄准单元具有望远镜单元,该望远镜单元用于发出所述测量辐射(17,21,73)和用于接收在所述目标(81,90,91)上反射的测量辐射(73a)的至少一部分。

利用干涉测量法确定距离变化的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于确定至活动反射目标的距离变化的方法和执行根据本发明的方法的测量仪。

背景技术

[0002] 被构造为用于连续跟踪目标点且确定该点的坐标位置的测量装置一般可以尤其与工业测绘相关联地归类于术语激光跟踪器之下。目标点此时可以通过逆向反射单元(例如三面直角棱镜)来代表,其利用测量装置的测量光束且尤其是激光束被瞄准。激光束平行地反射回到测量装置,其中,反射光束利用该装置的采集单元被采集。此时,光束的发射或接收方向例如借助角度测量传感器来确定,该传感器配属于系统的偏转反射镜或瞄准单元。另外,利用所述光束的采集例如借助渡越时间测量或相位差测量来确定从测量装置到目标点的距离。

[0003] 根据现有技术的激光跟踪器还可以被构造成具有光学图像采集单元,其具有二维光敏阵列例如CCD照相机或CID照相机或基于CMOS阵列的照相机,或者被构造成具有像素阵列传感器并具有图像处理单元。激光跟踪器和照相机此时尤其可以如此上下叠置地安装在一起,即,彼此的相对位置是不可变的。照相机例如与激光跟踪器一起可绕其基本垂直的轴线转动,但可以独立于激光跟踪器上下枢转,因而尤其与激光束的光学组件分开布置。而且,照相机例如根据各自的应用可以以仅绕一个轴线枢转的方式构成。在替代实施方式中,照相机可以按照一体式构造方式与激光束器光学组件一起安装在同一个壳体内。

[0004] 通过借助包含多个标记(其彼此相对位置是已知的)的所谓测量辅助仪的图像采集和图像处理单元进行的图像采集和分析,可以推导出该仪器和安置在测量辅助仪上的物体(如探头)的方位。另外,结合目标点的确定的空间位置,可以进一步精确地确定目标的绝对的空间位置和取向和/或相对于激光跟踪器的空间位置和取向。

[0005] 这种测量辅助仪可以通过其接触点定位在瞄准目标的一点上的所谓的扫描工具来实现。扫描工具具有例如为光斑的标记和反射器,反射器代表扫描工具上的目标点并且可用跟踪器的激光束来瞄准,在这里,标记和反射器相对于扫描工具的接触点的位置是精确已知的。测量辅助仪也可以按照本领域技术人员已知的方式是配备为用于测距的(例如用于非接触式表面测绘)的手持式扫描仪,在这里,测距用的扫描仪测量光束相对于光斑和设置在扫描仪上的反射器的方向和位置是精确已知的。这种扫描仪例如在EP0553266中有所描述。

[0006] 另外,在越来越标准化的现代跟踪器系统中,可以在传感器上确定接收到的测量光束相对于零位的偏移。借助所述可测的偏移,可以确定在逆向反射器的中心和激光束在反射器上的入射点之间的位置差,并且如此根据该偏差来修正或追踪激光束的对准,即,该传感器上的偏差被缩小,尤其是为“零”,并且因此光束对准反射器中心的方向。通过激光束对准的追踪,可以进行目标点的连续目标跟踪并且可相对于测量装置连续地确定目标点的距离和位置。此时,追踪可借助能借助马达进行运动的且设置为用于偏转激光束的偏转镜

的对准变化和/或通过使具有引导光束的激光光学组件的瞄准单元枢转来实现。

[0007] 所述目标跟踪必须以激光束耦合至反射器为前提。为此,可以在跟踪器上附加地设置一个采集单元,该采集单元具有位敏传感器和较大的视野。而且,在上述类型的装置中整合有附加的照亮机构,借此来照亮目标或反射器,尤其是以限定的、不同于测距仪波长的波长。与此相关,该传感器可以对在某个特定波长左右的范围敏感地构成,以便例如减轻或完全阻止外界光影响。借助照亮机构可以照亮该目标并且用照相机采集带有被照亮的反射器的目标的图像。通过在传感器上的特定(波长特定)反射的成像,可以分辨图像中的反射位置,进而确定相对于照相机的采拍方向的角度和相对于目标或反射器的方向。具有这种目标搜索单元的激光跟踪器的一个实施方式例如由W02010/148525A1公开。根据可如此导出的方向信息,可以如此改变测量激光束的对准,即,激光束和激光束所耦合到的反射器之间的间距被缩小。

[0008] 为了测距,现有技术的激光跟踪器具有至少一个测距仪,其中它例如可以呈干涉仪形式构成。因为这样的测距单元只能测量相对距离变化,故在当今的激光跟踪器中除了干涉仪外还装有所谓的绝对距离测量仪。例如,确定距离用测量手段的这种组合由Leica Geosystems AG(莱卡大地测量系统公司)的产品AT901公开。与此相关被用于测距的干涉仪主要采用气体激光器尤其是氦氖气体激光器作为光源,因为大的相关长度和由此允许的测量有效范围。氦氖激光器的相干长度此时可以为几百米,因此,可利用相对简单的干涉仪结构来实现工业测量技术所要求的作用距离。绝对距离测量仪和干涉仪的用于利用氦氖激光器确定距离的组合方式例如由W02007/079600A1公开。

[0009] 通过在激光跟踪器中使用这样的干涉仪来确定距离或确定距离变化,可能因为可采用的干涉测量方法而实现很高的测量精度。

[0010] 然而,有利的测量精度不利地与待执行的干涉仪测量的耐用性和可靠性相对立。为了执行利用干涉仪的正确的距离变化测量,尤其是在目标跟踪时的连续正确测量,必须确保在测量中长时间采集和正确读取由干涉效应(强度最大值和最小值)产生的干涉仪脉冲。距离变化的确定此时取决于被测干涉仪脉冲的数量。干涉仪脉冲的不间断的接收和识别尤其可能在干涉仪和目标之间距离大时受到干扰,因为采集的是此时由目标所反射的强度较低的测量光束,并且干涉仪探测器的可用敏感度不足以清楚地采集脉冲。因为由此造成一个或多个干涉仪脉冲在采集过程中的损失,故与之相关的距离变化确定可能是有误的。此外,脉冲的错误采集(一个或多个脉冲未被计数)可能由反射目标的快速偏移和因此在干涉仪探测器上产生的强度波动或强度减弱而引起。当反射器运动比可实现激光辐射相对于目标的伺服可控追随更快速地进行时,这尤其可能在目标跟踪时出现。因为可确定的距离变化取决于所识别的脉冲数,故可由此产生有误的测距值。

[0011] 与此相关的另一不利方面是,在上述的有误测量中虽然能产生一个测量值,但系统使用者无法发现该测量误差或者说无法基于可实现的测量分辨率来识别该测量误差并且将所产生的测量值认定为是正确的。反复不考虑这种误差可能使多次错误测量累积并因此增大最终的(总)测量误差。

发明内容

[0012] 本发明的任务是提供一种用于测量装置且尤其是激光跟踪器的功能,在其范围内

检查且尤其是连续地检查干涉仪测量的准确性。具体而言,本发明的任务是提供这样一种尤其用于测量装置且尤其是激光跟踪器的用于距离变化测量的检查功能,即,发现可能的测量误差并且在存在测量误差时输出相应信息。

[0013] 本发明的另一任务是提供一种激光跟踪器,可利用该激光跟踪器执行被设计用于利用干涉仪确定距离变化的测量的正确性的检查。

[0014] 本发明的另一个任务是提供一种用于修正被认为有误的测量值的自动化功能。

[0015] 本发明涉及一种借助干涉测量法确定至活动的反射目标的距离变化的方法,该方法包括:向目标发出测量辐射,接收在该目标上反射的测量辐射的至少一部分,产生并采集所反射的测量辐射和基准辐射的叠加。另外,进行至少基于所采集的叠加的干涉仪输出变量的导出,其中该干涉仪输出变量取决于至目标的距离,并且由所导出的干涉仪输出变量产生时间分辨的输出变量曲线,并且基于所述输出变量曲线确定该距离变化。

[0016] 另外,如此对输出变量曲线进行连续检查,使得:基于该输出变量曲线,连续地导出目标的相对运动的至少一个运动参数,该运动参数涉及测量辐射的方向,对该运动参数与目标的限定的运动准则进行连续比较,其中该运动准则给出所述目标在测量辐射的方向上的相对运动,该相对运动被假定为真实可行的、实际可信的和根据经验可用的,并且在未满足运动准则的情况下提供信息项。因此在根据本发明的方法的范围内,可以执行所完成的干涉测量就其正确性而言的自动化评估。在检查可由干涉仪数据导出的目标运动或者说干涉测量仪运动是否对应于在主要的物理条件下和任选地在本测量装置的范围内(例如在测量空间内有障碍物,其使得限定运动不可行)实际可执行的运动之后,可以例如在显示屏上以图形方式显示或者利用声音信号输出信息项,即,尤其是让使用者知道所述测量是否有误或以多大几率有误的情况的信息项。

[0017] 尤其是,可以通过由用于实际适用的物理原理范围内可执行的运动的运动准则带来的限定条件也限定针对例如因为违反常用物理定理(如惯性)而不可能的相对运动的相反条件。通常,该运动准则预定这样的范围,在该范围内,借助干涉测量来确定的相对运动是潜在实际可行的或者不可行的。因此,可基于该准则来判断是拒绝还是接受被测量的运动。

[0018] 一般,在本发明范围内,干涉仪输出变量是指这样的变量,其通过干涉仪来提供或由其输出,并可由此通过作为输出变量曲线连续采集该参数来导出至目标的距离变化。

[0019] 对于零差干涉仪,干涉仪输出变量是指取决于至目标的距离的干涉状态(结构性或非结构性干涉),而输出变量曲线是指通过干涉状态的连续采集而产生的干涉曲线。对于零差干涉仪,干涉仪输出变量是指在测量探测器上的测量叠加(因具有不同波长的测量辐射和基准光束的汇合而产生的差频)和基准变量或者说基准探测器上的差频(基准叠加)之间的相位比较。基准变量此时例如可以通过用于调制至少其中一个辐射(测量辐射和/或基准辐射)的声光调制器的调制频率来以电子的方式产生。输出变量曲线对于零差干涉仪来说是指时间分辨地连续采集的测量叠加与基准变量或基准叠加的比较(相位差)。

[0020] 尤其是,本领域技术人员可以知晓干涉仪的其它实施方式,在这里,对于这样的实施方式,干涉仪输出变量是可借此利用连续采集该变量(输出变量曲线)来检测距离变化的变量。

[0021] 通过根据本发明的输出变量曲线的连续检查,可以针对这些不同的干涉仪实施方

式就真实可行的运动评价目标的相对运动。

[0022] 在本发明意义上,输出变量曲线例如可以根据抽样率来成像和分辨,即,按照所确定的时间间隔,可以进行次数限定的尤其次数可调的测量。

[0023] 另外,输出变量曲线可以仅通过一个按时间间隔被测量的各具有时间信息项的脉冲数(由一系列结构性干涉和非结构性干涉限定)来实现,其中,所述数量可以对应于出现阈值超出的次数。即,为此例如可以连续采集代表所采集的干涉仪输出变量的信号,其中,附加地限定出用于该信号的阈值并且每次超出阈值(和随后信号水平降低到低于阈值)作为一个脉冲来计数。通过附加时间信息项,可由此在限定时间间隔内确定一连串脉冲并且考虑作为运动参数。

[0024] 与本发明相关地,在测量辐射方向上即尤其在目标和干涉仪尤其是激光跟踪器之间的相对运动通常是指沿由发出的测量光束限定的光轴的至少径向运动,尤其因为对于可干涉测量的相对运动必须进行两个物体(目标和测量仪)之间的距离变化。

[0025] 就至目标的距离变化的确定而言,可以在距离变化确定范围内由一连串的结构性干涉和非结构性干涉且尤其是强度最大值和强度最小值识别并连续计数干涉仪脉冲,尤其是在这里,由按照限定的时间间隔确定的干涉仪脉冲数来确定至目标的距离变化。

[0026] 由脉冲数和已知的且同时要考虑的测量辐射的波长,可以执行距离变化的很精确的确定。因为被测距离的变化取决于采集脉冲的数量,故在根据本发明的方法(检查方法)范围内,例如此时未计数一个脉冲或者说“损失”了一个脉冲的测量被认为是有误的。这是通过如上所述的运动参数和运动准则的比较来完成的,其中,在缺少一个脉冲时拒绝由该输出变量曲线(其中的脉冲也缺少且因而确定了看起来做不到的运动)导出的相对运动。根据本发明,可以依据信息项的提供来执行所确定的距离变化的修正和/或进行该信息项的以图形或声音方式的输出。此时在根据本发明的方法的范围内可以实现所执行的测量的调整。此时可如此进行修正,即,可在修正后导出的运动参数满足该运动准则,尤其是在这里如此进行输出变量曲线的调整,即,由经过调整的输出变量曲线导出的运动参数满足该运动准则。为此,在本发明的范围内,除了距离变化的测量外,还可以检查所产生的测量结果并且在确定有误测量时进行主动干预,该测量参数或者说输出变量曲线可以被改变。这种改变可以使运动参数如此调整,即,在与运动准则比较时确定该参数满足准则。例如,此时可以模拟并加入被认为缺省的干涉状态,从而可由此导出的输出变量曲线描述目标的可执行运动。尤其是与此相关,例如可以借助卡尔曼滤波器仿制一个脉冲序列(多个关联脉冲)并且将其加入输出变量曲线中。具体说,可以在这种脉冲频率的计算范围内采用借助预测器的滤波方法。尤其是,有误测量可以由已被(错误地)过多采集的至少一个脉冲(多个脉冲)引起。在此情况下,作为将加入附加脉冲的替代方式,可以进行有误采集的脉冲的消除,从而可据此导出的经修正的输出变量曲线描述了可执行的目标相对运动。

[0027] 关于例如代表用于在测量辐射的方向上的相对运动的参数的运动参数,可以在根据本发明的方法的范围内如此导出该运动参数,即,由所述(时间分辨读取)输出变量曲线导出目标在测量辐射的方向上的实际相对速度和/或实际相对加速度作为运动参数。由此,可以连续产生一个参数,其依据在干涉仪探测器上查明的干涉现象给出了测量装置或目标的现有的速度或加速度(各速度或加速度也可源自目标和测量装置的同时运动)。该运动参数尤其可以描述用于该目标的运动成像的其它参数,例如像距离变化(正或负)方向。

[0028] 另外,根据本发明,为了描述可干涉测量导出的目标运动,而可以根据该输出变量曲线导出一个尤其是时间分辨的强度曲线,尤其在这里由强度曲线的幅值和/或频率导出该运动参数。

[0029] 例如,可以将用于连续检测的强度变化的幅值或频率值作为参数,并且如此限定该运动准则,即该振幅值或频率值与振幅阈值或频率阈值比较,根据阈值超出而产生信息。这样的阈值尤其可以根据干涉仪探测器敏感度限定。而且,尤其是干涉仪输出变量或者输出变量曲线的随之而来的信号的信号水平可被连续地检测,且该水平被考虑作为运动参数。此时可以按照与上述幅值评估相似的方式来进行与预定的信号水平-运动准则的比较。

[0030] 具体说,就可由此造成所检测的频率波动的可用干涉仪采集的信号噪声和/或波动而言,可以进行超出限定时间间隔的测量值累积以将所采集的信号求平均。例如可以针对频率(或振幅)确定连续平均值并由此提高相对于信号噪声和信号波动的系统稳定性。

[0031] 尤其根据本发明,该运动参数可作为频率变化和/或振幅变化从强度曲线中来确定。

[0032] 例如可以由频率变化推导出相对运动的速度变化。另外,频率变化的情况与相对加速度成比例,由此可以利用频率变化的确定来确定目标的相对加速度并考虑用于导出该运动参数。关于运动准则的定义方面,在本发明的范围内,可以确定用于运动参数的容差范围,该容差范围被定义为该运动准则,尤其在这里,该容差范围由至少一个阈值来限定。

[0033] 因此,为了可以限定对应于单独待检查的运动参数的容差,在这里,根据某些参数与各自误差或为此限定的阈值的比较,干涉仪测量可被判定为可信(运动参数在容差内)或不可信或不可能(运动参数在容差外)。本发明的另一个方面涉及运动准则的确定,其中,目标在测量辐射方向上的被假定为最大的真实相对速度和/或被假定最大的真实相对加速度被考虑作为运动准则,尤其在这里,真实相对速度和/或真实相对加速度被连续测量并被连续设定为运动准则。

[0034] 利用如此考虑到了最大的(可想到的或可用的)速度值和/或加速度值或目标实际运动,可以连续进行所采用的或实际确定运动与由输出变量曲线干涉测量导出的运动的相互比较。具体说,该运动准则可以根据本发明依据基准辐射和反射的测量辐射之间的频率差来确定。由此,例如可以依据多普勒效应来确定目标的实际(有效)的速度和/或加速度并将其与从输出变量曲线导出的运动比较。

[0035] 本发明的另一方面涉及被用于干涉仪的激光束的性能。在此,根据本发明,激光束可以纵向单模地以限定的发射波长和至少10米的相干长度利用激光束二极管来产生。

[0036] 原则上,对于干涉测量技术应用,需要或者说优选具有比较大的相干长度的激光束,因为测量装置的可采集的精度和测量有效范围显著取决于相干长度。一般,对于迄今已知的测量法来说,尤其就用在激光跟踪器而言,气体激光束器如氦氖激光束器作为辐射源被用于产生这种具有大相干长度的激光辐射。这种满足所需规范的激光辐射可以根据本发明也通过特殊构成的激光束二极管来产生。

[0037] 就方法范围内的结构设计而言,根据本发明,测量装置可被构造为用于执行该方法,其中该测量装置可通过激光跟踪器或大地测绘装置如全站仪来实现。

[0038] 因此在本发明范围内,该方法可以利用具有干涉仪单元的测量装置来执行,尤其在这里,该测量装置呈用于连续地跟踪目标且用于确定目标位置的激光跟踪器的形式。此

时,激光跟踪器具有用于产生激光辐射的辐射源和用于将激光辐射至少分为基准辐射和测量辐射的分光器以及限定竖立轴线的基座。而且,跟踪器具有用于发射测量辐射和接收目标上所反射的测量辐射的光束偏转单元,其中该光束偏转单元可绕竖立轴线和基本上正交于竖立轴线的倾转轴线相对于基座借助马达进行枢转,跟踪器还具有用于确定至目标的距离变化的测距单元和用于确定光束偏转单元相对于基座的取向的角度测量功能。

[0039] 因此,本发明还涉及一种用于借助干涉测量法确定至反射目标的距离变化的测量装置,该测量装置具有发射测量辐射的发射单元、用于接收在目标上反射的测量辐射的至少一部分的接收单元和用于产生反射的测量辐射和基准辐射的叠加的叠加部件。另外设有用于连续地采集所述叠加的光敏探测器和用于至少基于所采集的叠加来导出干涉仪输出变量的分析单元,其中该干涉仪输出变量取决于至目标的距离,以便从所导出的干涉仪输出变量产生时间分辨的输出变量曲线并基于该输出变量曲线确定距离变化。

[0040] 另外,分析单元被构造成用于对输出变量曲线进行连续检查,使得:基于输出变量曲线,连续导出用于能在测量辐射的方向上执行的目标的相对运动的至少一个运动参数,对该运动参数与目标的限定的运动准则进行连续的比较,其中该运动准则给出所述目标在测量辐射的方向上的相对运动,该相对运动被假定为真实可行的、实际可信的和根据经验可用的,并且在未满足运动准则时提供信息项。根据本发明,分析单元可被构造用于执行上述的本发明方法。

[0041] 为了实现脉冲读取和为了执行根据本发明的方法,测量装置可以具有如此编程的FPGA(现场可编程门阵列),即,可以实现干涉仪探测器所采集的强度的分析。借助数字信号处理,可以分析和进一步处理所采集的信号。由此,可以将连续采集的信号转换为若干可计数的脉冲,从而能采集这些脉冲。

[0042] 另外,FPGA可被编程以识别缺省的脉冲,在这里,运动参数与运动准则的比较根据上述方法来进行。

[0043] 尤其是该FPGA可如此编程,即,信号处理被设计为用于由所采集的信号重建尤其是输出变量曲线的预期信号。例如这样的重建可以在所接收的信号具有强噪声时进行以识别信号样式。为此,可以将信号处理方法例如傅立叶转换或特定过滤方法进行编程。此外,可以通过FPGA进行被检查的测量的调整,从而例如将附加的干涉仪脉冲模制到检测到的输出变量曲线中或者消除干涉仪脉冲,并且在考虑附加脉冲情况下进行经过修正的测量值确定。

[0044] 具体说,测量装置可以呈激光跟踪器形式构成,用于连续地跟踪目标用于确定目标位置,其包括呈辐射源形式的用于产生激光辐射的发射单元和用于将激光辐射分成至少基准辐射和测量辐射的分光器以及限定竖立轴线的基座。另外,激光跟踪器具有光束偏转单元,该光束偏转单元用于发射测量辐射和用于接收在目标上反射的测量辐射,在这里,光束偏转单元可绕竖立轴线和基本上正交于竖立轴线的倾转轴线相对于基座借助马达进行枢转,激光跟踪器还具有用于确定至目标的距离变化的干涉仪单元和用于确定光束偏转单元相对于基座的对准的角度测量功能。

[0045] 关于根据本发明的测量装置的可能有的结构实施方式,呈激光跟踪器形式构成的装置可以具有:支座,该支座能绕竖立轴线相对于基座借助马达进行枢转且限定倾转轴线或者水平轴或横轴;和瞄准单元,该瞄准单元作为光束偏转单元构成并且能绕倾转轴线相

对于支座借助马达进行枢转,在这里,瞄准单元具有用于发射测量辐射并用于接收由目标上反射的测量辐射的至少一部分的望远镜单元。在这样的实施方式中,可以借助瞄准单元的对准来进行测量轴线的对准,并且在瞄准单元上能放置目标搜索照相机和总览照相机(OVC)。

[0046] 另外,本发明涉及一种存储在可机读载体上的计算机程序产品,尤其当该计算机程序产品在根据本发明的测量装置的分析单元上运行时,用于如此执行连续检查,即:导出运动参数;将运动参数与运动准则比较;提供信息项,尤其用于执行产生根据本发明的方法的输出变量曲线和确定距离变化。

附图说明

[0047] 下面将结合在附图中示意性示出的具体实施例来单纯举例详述本发明的方法和本发明的装置,在这里也介绍本发明的其它优点,其中:

[0048] 图1示出了根据本发明的激光跟踪器的两个实施方式和测量辅助仪;

[0049] 图2a至2b示出了根据本发明的方法的工作原理;

[0050] 图3示出了根据本发明测量仪的光学结构的一个实施方式,该测量仪具有利用干涉仪来检查距离变化的测量的功能;

[0051] 图4示出了具有根据本发明的检查功能的测量装置的干涉仪结构的原理性构造;

[0052] 图5示出了具有根据本发明的检查功能的激光跟踪器的另一个实施方式。

具体实施方式

[0053] 图1示出了根据本发明的激光跟踪器10、11和测量辅助仪80(例如触觉测量装置)的两种实施方式。第一激光跟踪器10具有基座40和支座30,其中支座30以可绕由基座40所限定的枢转轴线41相对于基座40枢转或转动的方式布置。

[0054] 另外,瞄准单元20在支座30上设置成使得,瞄准单元20可绕倾转轴线(旋转轴线)相对于支座30枢转。由于瞄准单元20的可围绕两个轴线进行枢转的对准能力,因此可以准确地对准由该单元20所发出的激光束21并由此瞄准目标。所述对准可以借助马达自动实现。枢转轴线41和倾转轴线此时基本上相互正交地布置,即,可以预定与准确的轴正交性的小偏差并且将该小偏差存储在系统中以便例如补偿由此出现的测量误差。

[0055] 在所示的布置中,测量激光束21取向在测量辅助仪80上的反射器81(逆向反射器),并且在此被逆反射回到激光跟踪器10。利用该测量激光束21,可以尤其是借助渡越时间测量、相位测量原理或Fizeau原理来确定至反射器81的距离。激光跟踪器10为此具有用于确定跟踪器10和反射器81之间的该距离的测距单元(带有干涉仪和绝对距离测量仪)和可确定瞄准单元20的位置并且进而确定激光束21的传播方向的角度计,借助该瞄准单元可以以限定的方式对准并引导激光束21。

[0056] 另外,激光跟踪器10,尤其是瞄准单元20具有图像采集单元,用于确定传感器在传感器上或在由CMOS所采集的图像中的曝光位置,或者尤其是呈CCD照相机或像素传感器阵列照相机的形式构成。这种传感器容许对在探测器上所采集的曝光进行位敏检测。而且,测量辅助仪80具有触觉传感器,该触觉传感器的接触点83能与待测绘的目标物体接触。当在扫描工具80和目标物体之间存在该接触时,可以准确地确定接触点83的空间位置以及进而

确定目标物上的点的坐标。这种确定借助接触点83相对于反射器81和设置在测量辅助仪80上的例如可以呈发光二极管构成的取向标记82的限定的相对定位来实现。另选地,取向标记82也可以被构成使得:它们在例如用限定波长的辐射照射时反射入射的辐射(例如呈逆向反射器形式的取向标记82),它们尤其表现出一定的发光特性;或者它具有限定的图案或颜色编码。因此,可以由取向标记82在用图像采集单元的传感器采集的图像中的位置或分布确定扫描工具80的取向。第二激光跟踪器11具有与图像采集单元15分开的用于发出第二激光束17的光引导单元16,它也对准反射器81。激光束17和图像采集单元15都可绕两个轴线借助马达进行枢转并且能由此对准成使得,借助图像采集单元15,可采集用激光束17瞄准的目标81和测量辅助仪80的取向标记82。因此,在此也可以基于方位标记82的空间位置来确定至反射器81的准确距离和扫描工具80的取向。

[0057] 为使激光束17、21各自对准反射器81,在激光跟踪器10、11上分别设有照亮机构,用于以特定波长的且尤其在红外波长范围内的辐射来照亮该反射器81,并且还在每个跟踪器10、11上设置有至少一个具有位敏探测器的目标搜索照相机,即所谓的ATR照相机(自动目标识别)。在反射器81上反射的且回射至激光跟踪器10、11的照亮辐射可以分别利用照相机来检测,并且可利用位敏探测器在各探测器上成像反射器81的位置。因此,可以利用第一激光跟踪器10和第二激光跟踪器11来确定反射器的成像位置,并且根据所检测的这些搜索图像位置能够将目标(反射器81)定位在图像中,并且对准瞄准单元20或光束引导单元16,使得该目标借助测量光束17、21被自动瞄准,或者说利用激光束17、21自动(交互地)接近目标81。为了稳健地采集反射,尤其是可以将滤光器安装在目标搜索照相机(例如与波长相关的滤波器)中,其例如仅透射由照亮机构所发出的光和/或用于所采集的信号与信号理论值比较的阈值可以存储在激光跟踪器内。或者,激光跟踪器10、11可以分别具有至少两个照相机,每个照相机均具有一个位敏探测器,其中对于每个跟踪器10、11可以由用于反射器81的各自两个所采集的搜索图像位置例如分别确定反射器81的粗略位置,例如根据众所周知的摄影测量法原理。这样的目标搜索系统例如在欧洲专利申请11192216.7中有所描述。

[0058] 另外,根据本发明的激光跟踪器10、11分别具有总览照相机,其视野与具有位敏探测器的目标搜索照相机的视野相比更大,且因而可以采集更大范围。利用该总览照相机,可以在可视光谱范围内采集物体和目标的图像,在这里,这些图像可借助显示单元被输出到激光跟踪器和/或设置在用于控制各激光跟踪器10、11的各控制单元上的显示屏上。尤其可以用总览照相机采集彩色图像。

[0059] 所述照亮机构、目标搜索照相机和/或总览照相机可以与此相关地例如设置在图像采集单元15、光引导单元16、瞄准单元20、支座30和/或基座40的各自限定的位置上。各激光跟踪器10、11的测距单元依据各跟踪器10、11和目标81之间的相对距离或绝对距离的确定和该距离变化的确定来提供相对于目标81的距离信息。如果此时尤其借助渡越时间测量、相位测量原理或Fizeau原理确定绝对距离,则为了确定距离变化而利用配属于各测距单元的干涉仪进行测量。为此,在每个激光跟踪器10、11上设有用于产生激光辐射的辐射源,在这里,所产生的辐射被至少分为基准辐射和测量辐射17、21。基准辐射沿已知的基准路径(路径长度已知)被引导至干涉仪探测器。在一个替代实施方式中,基准路径的长度可以至少是恒定的,其中不必已知路径长度。根据光学部件(如探测器)的布置和构造,基准路径的长度尤其可以是“零”。而测量光束17、21可以如此从跟踪器10、11中被发出,使得其入

射到目标81上且在目标处反射回来。反射光束或反射光束的一部分于是又在跟踪器10、11的一部分上被采集并沿测量路径也被引导向干涉仪探测器,在这里该基准辐射与所接收的测量辐射17、21叠加。因该叠加而出现两类辐射的干涉,其能在探测器上被采集到和分辨到。

[0060] 在该干涉范围内,产生辐射强度的最大值(结构性干涉)和最小值(非结构性干涉)。该强度此时取决于入射到探测器上的两个光束之间的光路差。因为可以保持基准路径恒定,并且进而保持基准辐射至探测器所走过的距离恒定,故光路差基本取决于各激光跟踪器10、11和目标81之间的距离。因而,如果跟踪器10、11和目标81之间的距离发生了变化,则光路差也发生变化,进而在距离变化时作为干涉仪输出变量(干涉图案)的所检测的干涉状态的强度也变化。

[0061] 在至少一个激光跟踪器10、11和目标81之间的这样的相对运动中(其中该距离发生变化),可以在干涉仪探测器处建立交替的高低强度。在考虑测量辐射17、21(和基准辐射)的波长情况下,可以由作为干涉仪输出变量的干涉状态的连续监测计算出至目标81的相对距离,即距离变化。此时,尤其是连续对所检测的强度最大值和/或强度最小值(呈干涉仪脉冲形式)进行计数。

[0062] 根据本发明,激光跟踪器10和激光跟踪器11都具有检查功能,在这里,在其构造时,由探测器所采集的干涉曲线作为输出变量曲线或强度图案被连续读取和进一步处理。此时,由所采集的且作为输出变量曲线读取的强度曲线导出用于沿测量辐射径向进行的在激光跟踪器和目标之间的相对运动的运动参数。因此,该参数可以代表通过计算机由干涉仪信号确定的目标81和跟踪器10、11之间的相对运动即目标81和跟踪器10、11之间的距离变化。

[0063] 例如该运动参数可以限定目标81或相应跟踪器10、11的由该信号确定的当前加速度或速度。在检查功能范围内,在各运动参数确定后进行参数与运动准则的比较。与此相关,该运动准则限定了在激光跟踪器和目标之间的可真实执行的相对运动,即通过各运动准则来描述在跟踪器10、11和目标81之间的能实际出现的相对运动。例如,可以提供用于目标81或跟踪器10、11的标准加速度值,其可在如通过使用用户或特定机器完成的运动(目标或跟踪器)中真实出现。

[0064] 例如,如果根据作为输出变量曲线的干涉曲线作为运动参数确定实际加速度,即用于目标81或跟踪器10、11的加速的实际存在值,则该值可以与相应的例如具有用于可允许的加速度的上限的运动准则比较。

[0065] 作为结果,根据运动参数与运动准则的比较来输出信息项,该信息项给出对例如借助干涉仪信号导出的径向相对运动的可信度或可能的实施的信息。例如,如果限定的运动参数超出加速度上限,则测量值不可接受。该信息项例如可以借助显示屏在跟踪器、计算机监视器或者通过移动数据记录仪以图形或声音方式来提供。如果运动参数通过与相应的运动准则的比较被归为不可信,则它清楚指明了在利用干涉器的测量中出现错误。例如当没有采集或者错误采集一个或多个干涉最大值或者所采集的最大值的读取是有误时就可能是这种情况。因此,该信息项给出对所执行的测量的正确性的信息,或者说可以根据运动参数与运动准则的比较而给出计算的测量值与可能的运动值或基于输出变量曲线估算的或预测的运动值的可能偏差。

[0066] 尤其是在利用干涉仪执行的测量过程中自动执行检查功能。

[0067] 另外,可以在检查范围内采取测量值的主动修正。因此,例如可以修正在缺少干涉脉冲时确定距离变化的测量,从而对缺少的脉冲建模并被考虑用于再次确定。另一方面,与此相关地可以进行有误的附加采集的脉冲的消除。图2a和2b分别结合由干涉仪的探测器采集和读取的强度曲线53、53a和由此连续导出的可信度检查52、52a示出了根据本发明的方法(检查方法)的功能原理。

[0068] 图2a示出了入射到探测器上的辐射的借助探测器连续地采集的强度,在这里,该强度以时间分辨的方式采集,并且以表示输出变量曲线的强度曲线53来示出,即,各测量的强度对应于各测量时刻,在这里,强度与时间轴54相关地画出。从在所示的时间间隔55中采集的强度最大值的数量,可以在知道测量辐射的波长的情况下导出在时间间隔55内进行的距离变化,尤其在测量光束径向上。在此作为输出变量曲线示出的干涉曲线代表在目标和干涉仪的探测器之间的基本均匀的线性径向相对运动,尤其是目标相对于配备有干涉仪的激光跟踪器的均匀运动。从所示的一系列的高低强度及其在时间上一致的顺序(曲线53的保持不变的频率),可以推导出在跟踪器和用测量辐射瞄准的目标之间的距离的均匀的增加或减少。为了检查距离变化测量的正确性或可能的错误,由强度曲线53导出关于时间间隔55被时间分辨的检查曲线56。此时,检查曲线56代表由干涉曲线(输出变量曲线)导出的用于相对运动的运动参数的时间曲线,即检查曲线56对应于关于时间画出的运动参数。在时间上对应于强度曲线53的运动参数的导出为此连续进行。检查曲线56在所示的例子中是斜率为零的曲线,即曲线56例如表明所检测的相对运动在时间间隔55中以恒定速度或者说未加速地进行。而且,可以由强度曲线53的频率确定该运动的相对速度。

[0069] 为了检查导出检查曲线56的某些确定的运动参数是否是可信的、可能的和实际可采用的值,即考虑用于真实相对运动的值,还针对所标画的运动参数限定了可考虑的运动准则(在此是上限57a和下限57b)。从曲线56或运动参数的变化过程与各自限定的极限57a、57b的比较中,可以检查所检测的运动的可靠性。因为该曲线56全都在极限57a、57b内延伸,故由强度曲线53所代表的距离变化测量被评为是正确的。可由此通过计算机确定的相对运动为此对应于真实可行的相对运动。

[0070] 图2b也示出了利用干涉仪探测器连续采集的入射在探测器上的辐射的强度,在这里分辨时间地采集该强度并且以强度曲线53a来示出。

[0071] 不同于图2a,强度曲线53a未示出就强度最大值和最小值顺序而言的保持不变的频率。在仅检测前两个相对比较一致的强度峰值时,可以导出保持不变的径向相对运动。但是,在前两个峰值之后是这样—个区域59,在该区域内估计有另一个峰值,或者说必然在另一个相同的相对运动中探测到另一个峰值。如果现在只根据可计数的干涉仪脉冲(强度最大值)进行距离变化测量,则由此确定的距离变化将是有误的。

[0072] 然而,通过检查功能的实施,在可信度检查52a的范围内也相对于强度曲线53a导出一检查曲线56a。作为输出变量曲线的干涉曲线与此相关地就相对运动样式进行分析,由此在检查曲线56a的变化过程中得到两个峰值58a和58b。因为检查曲线56a又代表连续从强度曲线53a导出的运动参数,故峰值58a、58b分别表示参数值的突然巨变。

[0073] 因为在所示例子中,相对加速度被考虑作为运动参数,因此峰值58a表示比较大的正加速,峰值58b表示也比较大的但为负的加速(减速)。峰值58a、58b的顶点此时显著超出

针对加速参数限定的极限57a、57b。在连续导出的运动参数(加速度值)与由极限57a、57b代表的运动准则比较的范围内,否定目标和/或跟踪器的可由强度曲线53a导出的可能运动的可信度。目标和/或跟踪器的这种强烈加速和随后的强烈减速(尤其在时间间隔55内)例如对可随目标执行的实际运动而言是不可能的。这样的运动与质量惯性的物理原理相矛盾。

[0074] 利用运动参数与运动准则的比较,还可以建立在连续采集干涉仪输出变量时未被识别或计数的脉冲(峰值)的数量。所述建立尤其是可以借助对导出的检查曲线56a的分析来进行。在此基础上,可以将相应数量的缺少的脉冲加入强度曲线53a,并且根据如此改动的该曲线进行距离变化的再次确定。作为结果,确定并提供用于距离变化的经过修正的值。尤其是可以与表征调整的信息项一起来提供经过调整的值。具体说,相关的脉冲序列可以被加入强度曲线53a中,在这里,要加入的序列可借助利用卡尔曼滤波器的分析来确定。

[0075] 尤其是进行强度曲线53a的调整,使得可由曲线53a导出的运动参数或由此导出的检查曲线56a满足运动准则,或新的检查曲线在现有极限57a、57b内延伸。

[0076] 在根据图2b的所示例子中,可以在调整范围内在区域59中加入单个附加的峰值(见根据图2a的强度曲线53),随后在考虑附加峰值的情况下进行距离变化的确定,从而使得所确定的距离变化对应于正确的测量值。

[0077] 图3示出了用于根据本发明的测量装置尤其是激光跟踪器的光学结构60的一个实施方式,该测量装置具有本发明的可用干涉仪61实施的用于检查距离变化测量的功能。另外,该结构60具有辐射源62(例如氦氖-激光源或激光二极管)以及带有另一辐射源64,例如激光二极管或SLED(超发光LED)的绝对距离测量仪63(ADM)。

[0078] 来自绝对距离测量仪63的辐射源64的光束被引导在极化分光器66上,并从那里通过光电调制器67被朝向与波长相关的分光器68引导。这样的具有波长相关的分光功能的光分器68尤其是在两个辐射源62、64的发射波长不同的情况下被采用。反射光在绝对距离测量仪63中通过极化分光器66被引导到ADM探测器69上。

[0079] 尤其是与此相关,也可以采用其它的ADM结构和方法,其中,测量光束可通过例如与波长相关的分光器68被耦合输入和耦合输出。这种测距仪的一个例子在W003/062744A1中被公开。原则上,在这里也可以像在本发明的其它实施方式中那样采用其它类型的ADM例如相位测量仪。

[0080] 根据本发明,干涉仪61采用由辐射源62产生的光。在所示的实施方式中,该辐射源62直接配属于结构60,其中,该辐射源产生具有大相干长度(单频)的纵向单模激光束。在一个替代实施方式中,辐射源62可配属于测量装置的另一部件,在此,辐射借助光导体被耦合输入干涉仪61中。所产生的激光辐射通过分光器71被分为在基准光路上的基准辐射72和在测量光路上的测量辐射73。测量光路径经过声光调制器74引导,并且与基准光路一起入射到极化分光器75上。极化分光器75将测量辐射进一步朝向与波长相关的分光器68传递,并且将返回测量光连同基准光一起经由极化滤光器76朝向干涉仪探测器77引导。这种干涉仪61的工作方式原则上是已知的,并且基于波干涉原理。尤其是也可以使用其它的干涉仪结构和方法,其中,测量辐射可通过例如与波长相关的分光器68被耦合输入和耦合输出。这种干涉仪的一个例子在W003/062744A1中公开。原则上,在本发明的其它实施方式中也可以采用其它类型的干涉仪(如利用转像差检测的Michelson)。

[0081] 在干涉仪探测器77上,检测基准辐射72和在活动目标90上反射的且被引导至干涉

仪探测器77上的测量光束73的叠加。此时,可以连续采集在两个辐射72、73叠加时出现的干涉的强度(作为干涉仪输出变量)。在此,干涉仪输出变量的导出至少基于所采集的叠加,在这里,该干涉仪输出变量取决于至目标的距离。

[0082] 如果目标90距光学结构60或干涉仪探测器77的距离是恒定的,则在至目标90的距离维持恒定时测量的强度值是恒定的。随着与由测量辐射73限定的光轴相关的、目标90相对于光学结构60的相对运动(或结构60的运动),这两个部件90、60之间的距离改变,进而基准辐射72和测量辐射73之间的光路差改变,以及由此在干涉仪探测器77上可测量的强度根据距离变化而变。借助干涉仪探测器77,可以尤其以时间分辨的方式测量并采集这些强度变化(作为输出变量曲线),并且为了检查这种距离变化测量的正确性而被读取和进一步处理。时间分辨输出变量曲线的产生由导出的干涉仪输出变量实现,在这里,基于输出变量曲线来进行距离变化的确定。

[0083] 为检查这种测量的正确性,根据结合图1至2b所描述的做法,从利用干涉仪探测器77采集的强度连续导出运动参数,并且将该参数与运动准则连续比较。随后,根据比较结果来输出关于所执行的测量的可靠性的信息项。

[0084] 光学结构60还具有四分之一波板78和部件79,该四分之一波板78和部件79将沿由绝对距离测量仪63和干涉仪61所共同利用的光轴从外界入射到该结构60中的光分离,并且将第一部分光耦合输出至总览照相机(未示出),将另一部分光耦合输出至位置转换器(未示出)。总览照相机可以具有自身的光学组件并且还具有图像转换器。总览照相机在此通常具有大约10度的视场角和例如30-50mm的焦距,并且用于测量目标的粗略定位。

[0085] 另外,为了采集反射目标,结构60优选可以包括具有一定照亮波长的反射器照亮结构,其照亮这样的角度区域,即它优选至少与总览照相机的视场角一样大小。

[0086] 总览照相机的分析电子件和/或分析软件于是例如探测在总览照相机的视野内的一个或多个亮光斑,所述亮光斑分别对应于一个反光目标。由此,其在总览照相机的图像中的位置可被确定,由此又可以确定目标,如测量辅助仪(如扫描仪)的取向的变化,为此该测量装置或光学结构60和所述测距仪61、63的光束可对准该目标。因此,可以实现自动目标采集和“锁定”,即测距仪61、63针对一个目标的目标连续跟踪。

[0087] 用于位置转换器的光部分通常是返回光的光束,其优选地由其中一个测距仪61、63,优选是干涉仪结构61发出。位置转换器可以具有自身的光学组件并且例如具有位敏型探测器(跟踪面型传感器,尤其是PSD或CCD),其中在目标处反射的激光辐射能在其上被探测。

[0088] 与此相关,PSD是指局部相似作用的面传感器,利用该面传感器可以确定在传感器面上的光分布的焦点。传感器的输出信号此时借助一个或多个光敏面来产生,并且取决于光焦点的相应位置。利用下游的或集成的电子件,可以分析该输出信号并且确定焦点。入射光斑的焦点位置的确定此时可以非常快速(纳秒范围)地以亚纳米分辨率来进行。

[0089] 利用PSD,可以确定所采集的光束的入射点相对于伺服控制零点的偏移,并且基于该偏移来实现激光束追随目标。为此目的并且为了实现高精度,PSD的视野选择为比较小,即对应于测量激光束的光束直径来选择。利用PSD的采集与测量轴线同轴地进行,从而使得PSD的采集方向对应于测量方向。基于PSD的跟踪和精确瞄准的使用只能在测量激光已对准逆向反射的目标之后才进行(至少粗略地,即目标位于测量激光锥内)。

[0090] 图4示出了具有目标91的用于测量装置且尤其是激光跟踪器的干涉仪结构61a的基本结构,其中设置有根据本发明的用于检查测量结果的检查功能。借助例如呈具有相应的较大相干长度的激光二极管或气体激光源形式的辐射源62,产生具有至少10米,优选为至少50米的相干长度的(纵向)单模测量辐射,该辐射利用分光器一方面在基准路径上作为基准辐射72被引导且另一方面在测量路径上作为测量辐射73被引导。测量辐射73被引到逆反射的目标91上,并且在那里被反射回干涉仪结构61a。此时,目标91是活动的目标91,其中至干涉仪的距离变化可借助干涉仪探测器77来确定和测量。为此,在干涉仪探测器77上,基准辐射72和反射的测量辐射73a叠加,由此这些光束相干涉,并且以时间分辨的方式产生干涉曲线作为输出变量曲线,其可利用干涉仪探测器77来读出。这样的实施方式可被视作(经典的)零差干涉仪。在一个特定实施方式中,距离变化的确定为此可借助正交检测进行,在这里,除了距离变化外,还可以明确无疑地确定距离变化的方向。

[0091] 当目标91相对于干涉仪结构61a发生运动使得至少目标91和结构61a之间的距离发生改变时,可借助探测器77来采集干涉曲线(输出变量曲线)的变化。此时,可以检测一系列交替的通过干涉所产生的强度最大值和强度最小值。与此相关,可以读取所谓的干涉仪脉冲,即所采集的最大值和/或最小值,并且连续计数,从而可根据一定数量的脉冲来确定目标91和干涉仪结构61a之间的距离变化。在利用干涉仪61a这样测量时,根据本发明,利用用于检查该测量可能出现的测量误差的检查方法。为此,首先如此分析通过连续检测强度状态而存在的时间分辨的干涉曲线,从而连续导出用于目标91和干涉仪61a之间已发现的相对运动的一个运动参数。该参数代表目标91或干涉仪61a的相对运动变量,例如相对速度或相对加速度。

[0092] 连续导出的运动参数随后与用于各确定的运动参数的相应准则进行连续比较。此时,利用该准则来限定运动变量,使得目标91和/或干涉仪61a的可执行的和不可执行的运动之间的区别可基于该变量来进行。例如可以在准则范围内限定一个用于真实出现的相对加速度(作为运动变量的加速度)的范围和一个用于加速度(该加速度大到例如使得目标91的加速度在适用的物理条件下无法出现或执行)的范围。

[0093] 根据比较结果,产生并提供关于所采取的测量的正确性或合理性的信息项,其例如以声音或图形可视形式尤其针对使用者被发出。

[0094] 具体地,可以根据所述比较来提供用于所执行的测量的可信性的估算值,在这里,该估算值例如依据用于由干涉曲线代表的相对运动的补偿计算来导出。

[0095] 在一个替代实施方式(在此未示出)中,干涉仪可以被实施为零差干涉仪(例如零差Michelson干涉仪),在这里,距离变化的确定可借助该干涉仪进行,而且还可进行输出变量曲线的检查。

[0096] 此外,在干涉仪的两个支路(测量路径和基准路径)中采用了仅波长不同的辐射。因此,在具有第一波长 λ_0 的测量辐射在目标处被反射回干涉仪且具有第二波长 λ_1 的基准辐射经过了基准路径之后,在光束汇合时得到了可用测量探测器采集的测量叠加(差频状态)。另外,通过连续采集测量叠加(差频状态),还可以采集时间分辨的差频曲线。

[0097] 所述辐射(测量光束或基准光)中的至少一个此时可以例如借助声光调制器来产生,尤其是通过一定的调制频率(如80MHz)来产生,在这里,以电子方式产生的基准变量可以根据调制器的工作参数(例如调制频率)来产生。作为替代或补充,一部分辐射(两个波长

的辐射)可被耦合输出,并且在基准探测器上没有在目标上的反射作为基准叠加被采集。

[0098] 基于借助测量探测器所采集到的测量叠加和电子基准变量,可以根据测量叠加和基准变量来进行相位的关系比较。另外,可以基于利用两个探测器(测量探测器和基准探测器)采集的辐射来进行测量叠加(测量探测器上的差频)和基准叠加(基准探测器上的差频)之间的相位关系的比较。基于电子基准变量或基准叠加的这种比较在本发明范围内被理解为干涉仪输出变量。通过连续采集到的所述比较,可以产生相位关系曲线作为时间分辨的输出变量曲线,并且可以确定至目标的距离变化。

[0099] 为了产生具有不同波长的辐射,此时例如可以采用利用齐曼(Zeeman)效应的激光器(如多频激光器)或声光调制器。

[0100] 在借助零差干涉仪确定距离变化的根据本发明的方法的范围内,干涉仪输出变量此时被理解为测量探测器上的差频(测量叠加)和基准探测器上的差频(基准叠加)之间的相位关系比较,并且输出变量曲线被理解为连续采集的这种比较。

[0101] 结合另一替代实施方式,干涉仪输出变量可以被理解为通过具有不同波长的测量辐射和基准辐射的叠加所限定的差频状态,而输出变量曲线可以被理解为连续采集的差频状态(差频曲线)。

[0102] 图5示出了激光跟踪器12的另一个实施方式,其具有根据本发明的检查功能以及基座40,该基座设置在三脚架45上并且限定了枢转轴线41。另外,在基座上还设置有限定了倾转轴线31(翻转轴线)并且可绕枢转轴线41相对于基座40枢转的带有手柄32的支座30。另外,设有瞄准单元20,在这里,瞄准单元20以可绕倾转轴线31相对于支座30枢转的方式安装。

[0103] 瞄准单元20还具有带有变焦相机物镜22的变焦相机和光学组件23,该光学组件配属于设置在瞄准单元20内的测距跟踪单元,其中借助光学组件23,测量激光束由测距跟踪单元发出以便精确确定至目标的距离并跟踪该目标。

[0104] 另外,在瞄准单元20上设有目标搜索照相机24,其具有照相机光学组件和位敏探测器,还设有照亮机构25,该照亮机构例如呈LED形式构成并且在工作中尤其发出红外线范围中的光线。利用照亮机构25,可以照亮或照射目标(例如反射器),并且至少一部分的辐射通过反射器沿激光跟踪器12的方向或者沿目标搜索照相机24的方向被反射回来。被反射的光随后利用照相机24采集,借助照相机光学组件成像在位敏探测器上,并且搜索图像中的该成像的位置作为搜索图像位置来识别。由此,现在可针对每个所述搜索图像位置在考虑探测器取向的情况下分别确定相对于目标的方向,并因而确定相对于各探测器上的零位的偏移和/或针对两个探测器轴线(例如针对由探测器的尺寸所预定的X轴和Y轴)的方向角度。利用如此采集到的目标位置,可以实现目标的自动搜索。

[0105] 另外,激光跟踪器12具有总览照相机26,该总览照相机按照相对于目标搜索照相机24的已知位置关系来安放。总览照相机26的视野(总览视野)在此实施方式中设计成使得,目标搜索照相机24的视野与总览视野在同一范围内重叠,因此可用目标搜索照相机24采集的目标也可用总览照相机26采集,尤其是同时进行。

[0106] 配属于瞄准单元20的测距单元具有至少一个干涉仪,用于确定距离变化。与结合图4所描述的对利用干涉仪所执行的测量进行检查的过程相似,在跟踪仪12上执行检查功能,其中,对检测到的输出变量曲线进行分析,并且针对正确性进行检查,尤其是在这里被

评估为错误的测量值被报告。

[0107] 显然,所示的附图仅示意性示出了可能的示例性实施方式。根据本发明,各种不同方法也可以相互组合以及与根据现有技术的用于测量距离变化的干涉测量法、测距方法和上述类型的测量仪,尤其是激光跟踪器进行组合。

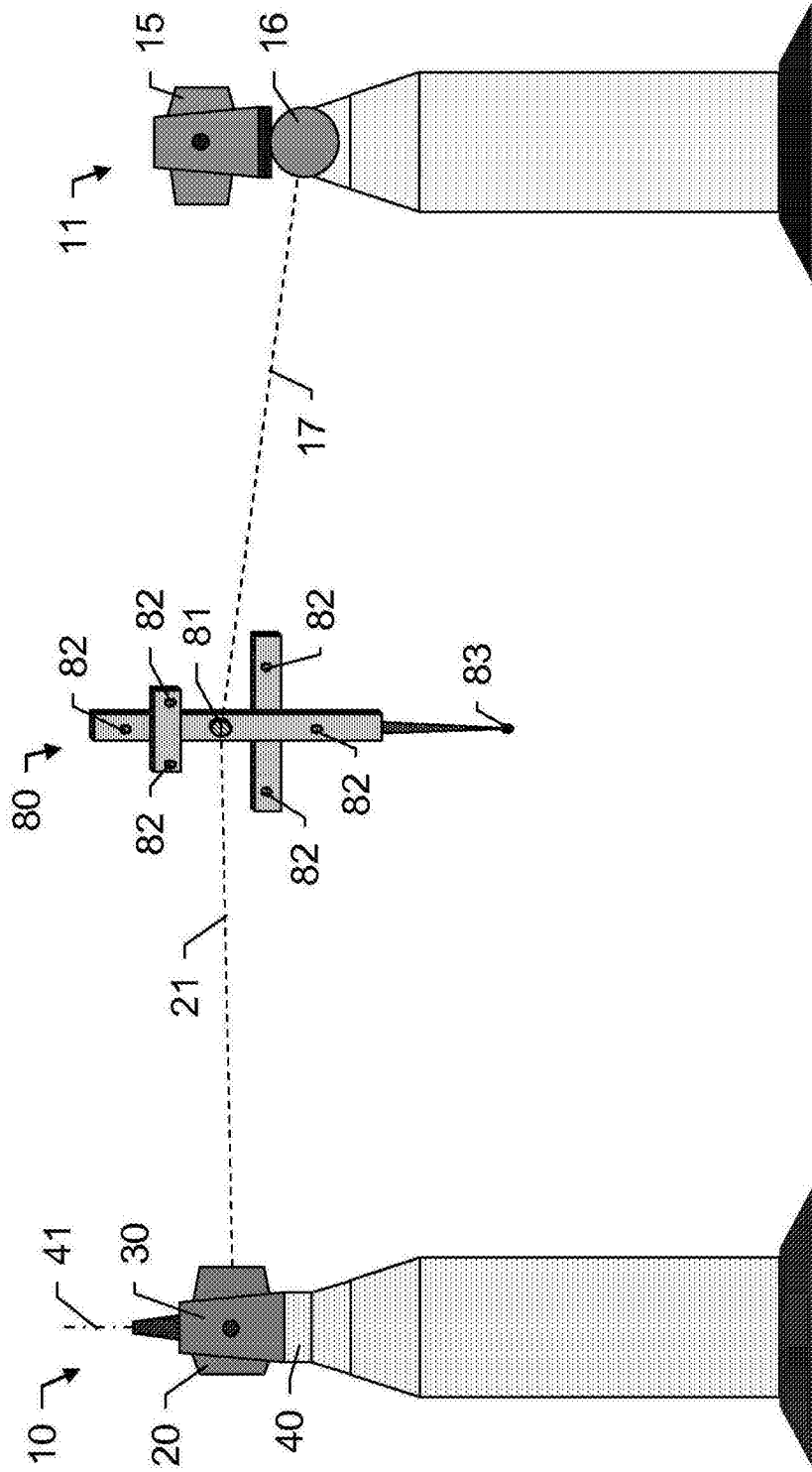


图1

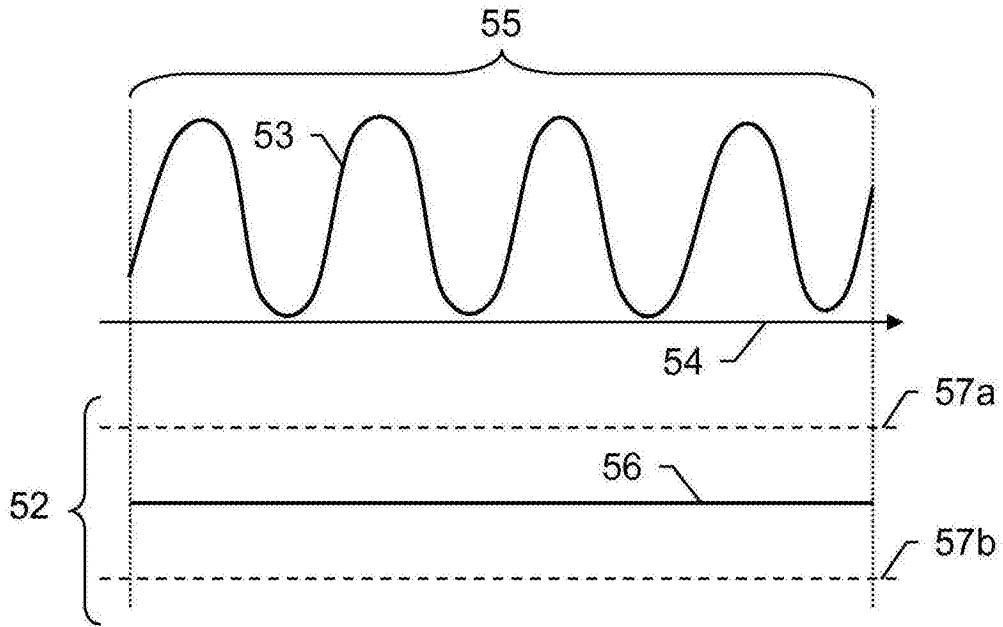


图2a

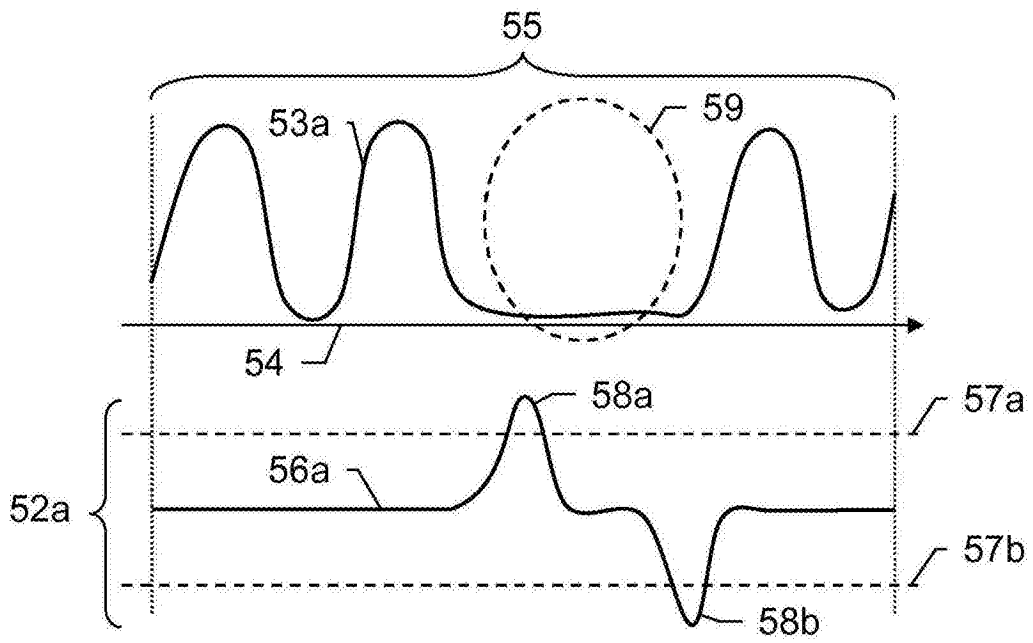


图2b

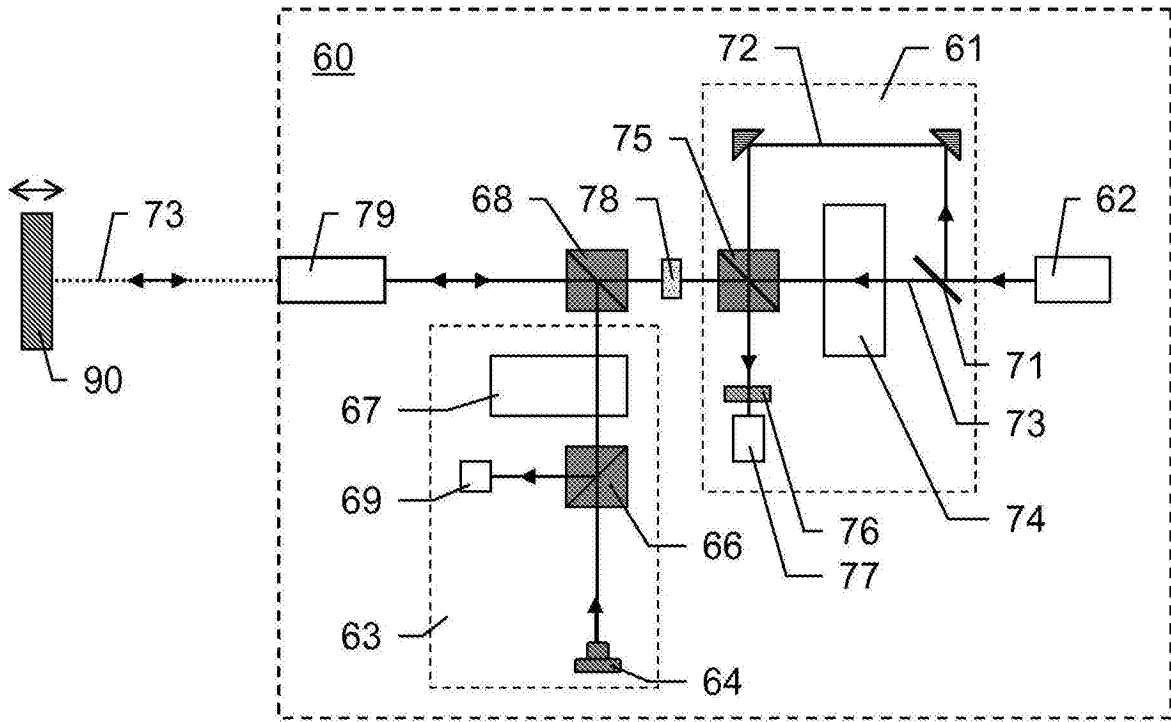


图3

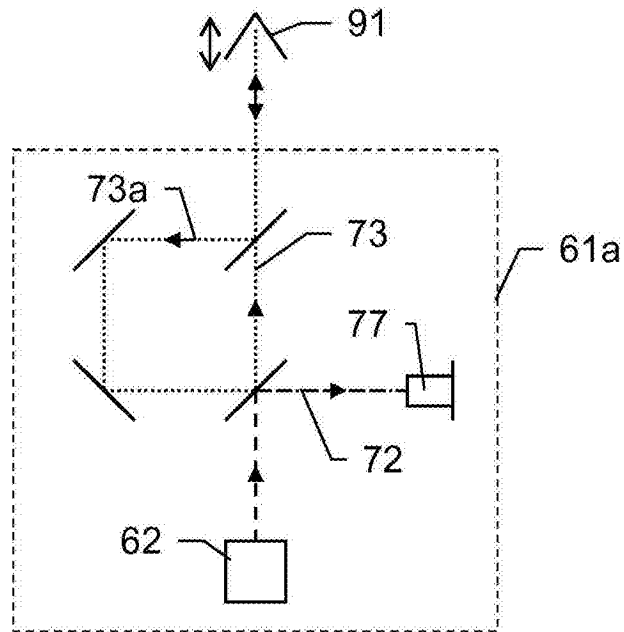


图4

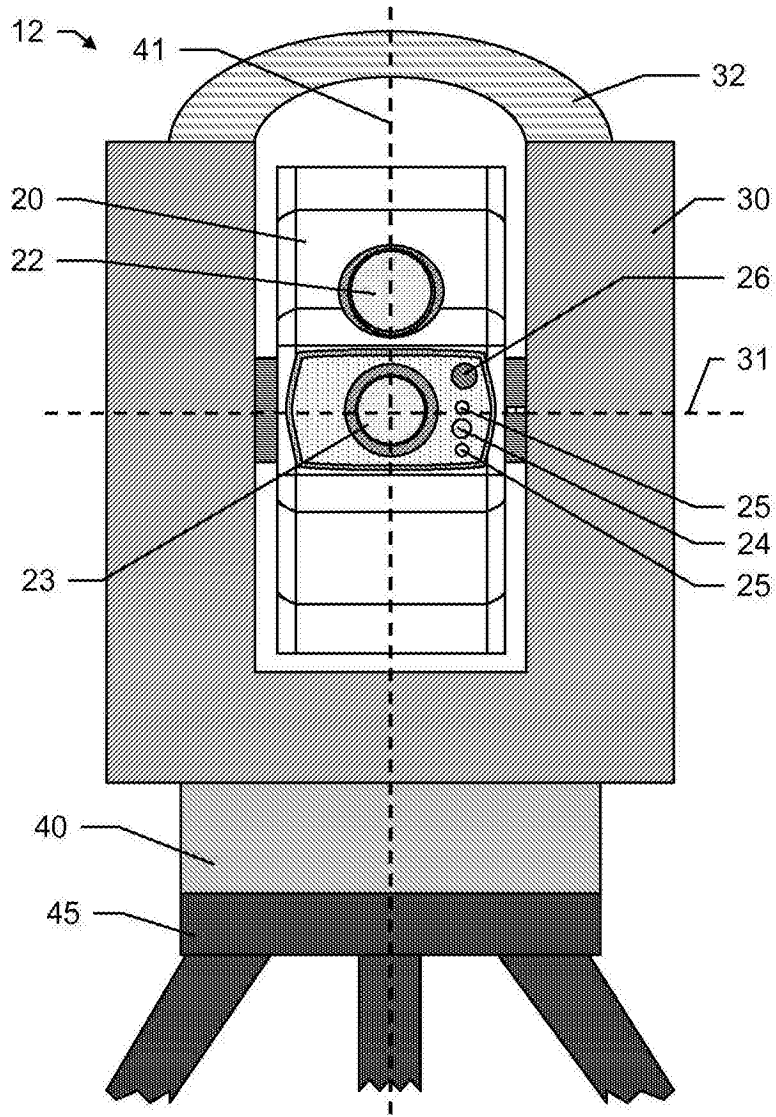


图5