



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103959090 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 30

(21) 申请号 201280059189. 0

(22) 申请日 2012. 12. 06

(30) 优先权数据

11192216. 7 2011. 12. 06 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 05. 30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2012/074667 2012. 12. 06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/083707 DE 2013. 06. 13

(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 A·马肯多夫

(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 17/66(2006. 01)

G06T 7/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101458081 A, 2009. 06. 17,

EP 0553266 A1, 1993. 08. 04,

WO 2010148525 A1, 2010. 12. 29,

WO 2007079600 A1, 2007. 07. 19,

审查员 余莹洁

权利要求书7页 说明书13页 附图6页

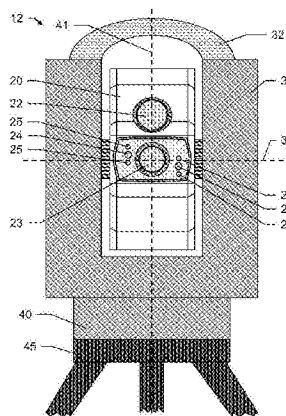
(54) 发明名称

用于搜索目标的具有位置敏感检测器的激光跟踪器

(57) 摘要

本发明涉及一种用于连续地追踪反射性目标并用于确定该目标的位置的激光跟踪器(12),该激光跟踪器包括:基座(40),该基座限定竖轴(41);光束导向单元,该光束导向单元用于发射测量光束,所述光束导向单元能通过电机而相对于所述基座(40)围绕所述竖轴(41)和倾斜轴(31)枢转;以及由测量光束的反射方向限定的测量轴(57)。本发明还包括:用于精确地确定距目标的距离的精确距离确定单元;以及用于确定光束导向单元相对于基座(40)和目标搜索单元的对准的角度测量功能。目标搜索单元具有:照射装置(25),该照射装置用于照射所述目标;第一相机(24),该第一相机具有第一位置敏感检测器,能够使用所述第一相机(24)获取第一图像,并且在第一图像中将在所述目标上反射的照射光束中的至少一部分确定为第一目标位置;以及控制和评估单元。所述目标搜索单元还具有第二相机(24),所述第二相机具有第二位置敏感检测器,能够使用所述第二相机(24)来获取第二图像,并且在所述第二图像中将在所述目标上反射的照射光束中的至少一部分确定为第二目标位

置,所述第二相机(24)被布置为具有相对于所述第一相机(24)已知的固定相机定位,使得所述第一相机和所述第二相机(24)的视野至少部分地重叠。当操作搜索功能时,将目标相对于所述第一目标位置和所述第二目标位置定位。



1. 一种激光跟踪器 (10、11、12), 该激光跟踪器用于连续地跟踪反射性目标 (29c、65、81) 并且用于确定目标 (29c、65、81) 的位置, 所述激光跟踪器具有:

● 基座 (40), 该基座限定竖轴 (41),

● 光束导向单元, 该光束导向单元用于发射测量辐射 (17、21) 并用于接收在所述目标 (29c、65、81) 上反射的所述测量辐射 (17、21) 中的至少一部分, 其中

□ 所述光束导向单元能通过电机而相对于所述基座 (40) 围绕所述竖轴 (41) 和倾斜轴 (31) 枢转, 并且

□ 通过所述测量辐射 (17、21) 的发射方向限定测量轴 (57),

● 位置敏感检测器 (58), 该位置敏感检测器被布置成使得该位置敏感检测器的检测方向与所述测量轴同轴, 用于通过检测在所述目标 (29c、65、81) 上被反射的所述测量辐射 (17、21) 来精细瞄准并跟踪所述目标 (29c、65、81),

● 精细距离测量单元, 该精细距离测量单元用于借助所述测量辐射 (17、21) 精确地确定距所述目标 (29c、65、81) 的距离,

● 角度测量功能元件, 该角度测量功能元件用于确定所述光束导向单元相对于所述基座 (40) 的对准, 以及

● 目标搜索单元, 该目标搜索单元具有:

□ 照射装置 (25), 该照射装置用于使用电磁照射辐射来照射所述目标 (29c、65、81),

□ 第一相机 (24、24a、60a), 该第一相机限定第一视野 (27a), 并且具有第一位置敏感检测器 (28a), 其中

• 能够使用所述第一相机 (24、24a、60a) 获取第一图像并且能够在所述第一图像中将在所述目标 (29c、65、81) 上反射的所述照射辐射中的至少一部分确定为第一目标位置 (29a), 并且

• 所述第一相机 (24、24a、60a) 被布置为使得该第一相机的光轴 (26a) 相对于所述测量轴 (57) 偏移, 以及

□ 限定第二视野 (27b) 的第二相机 (24、24b、60b), 所述第二相机具有第二位置敏感检测器 (28b), 其中

• 能够使用所述第二相机 (24、24b、60b) 来获取第二图像并且能够在所述第二图像中将在所述目标 (29c、65、81) 上反射的照射辐射中的至少一部分确定为第二目标位置 (29b),

• 所述第二相机 (24、24b、60b) 被布置为使该第二相机的光轴 (26b) 相对于所述测量轴 (57) 偏移, 并且

• 所述第二相机 (24、24b、60b) 被布置为具有相对于所述第一相机 (24、24a、60a) 以及相对于所述测量轴 (57) 已知的固定定位和对准, 并且所述第一相机 (24、24a、60a) 和所述第二相机 (24、24b、60b) 被布置为使得所述第一相机 (24、24a、60a) 和所述第二相机 (24、24b、60b) 的视野 (27a、27b) 至少部分地重叠,

其特征在于:

● 在所述目标搜索单元的范围内具有控制和分析单元, 所述控制和分析单元被配置为使得在执行所述搜索功能时, 借助所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b) 的整体考虑, 来执行对所述目标 (29a、65、81) 的寻找, 并且基于所述第一目标位置 (29a) 和所

述第二目标位置 (29b), 通过控制所述光束导向单元将所述测量辐射 (17、21) 自动地对准到所述目标 (29c、65、81), 使得所述测量辐射 (17、21) 入射到所述目标 (29c、65、81) 上并且能够借助所述精细距离测量单元精确地确定距所述目标 (29c、65、81) 的距离, 并且

●所述激光跟踪器 (10、11、12) 具有校准功能, 通过执行所述校准功能, 确定所述第一相机 (24、24a、60a) 和所述第二相机 (24、24b、60b) 相对于彼此以及相对于所述测量轴 (57) 的已知定位和对准, 其中在所述校准功能的范围内:

□所述目标 (29c、65、81) 被设置在各种位置并且通过所述测量辐射 (17、21) 瞄准和测量所述目标 (29c、65、81),

□针对所述目标 (29c、65、81) 的每个位置确定所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b), 并且

□通过测量所述目标 (29c、65、81) 并由此确定所述目标位置 (29a、29b), 推导出相对定位和对准。

2. 一种激光跟踪器 (10、11、12), 该激光跟踪器用于连续地跟踪反射性目标 (29c、65、81) 并且用于确定目标 (29c、65、81) 的位置, 所述激光跟踪器具有:

●基座 (40), 该基座限定竖轴 (41),

●光束导向单元, 该光束导向单元用于发射测量辐射 (17、21) 并用于接收在所述目标 (29c、65、81) 上反射的所述测量辐射 (17、21) 中的至少一部分, 其中

□所述光束导向单元能通过电机而相对于所述基座 (40) 围绕所述竖轴 (41) 和倾斜轴 (31) 枢转, 并且

□通过所述测量辐射 (17、21) 的发射方向限定测量轴 (57),

●位置敏感检测器 (58), 该位置敏感检测器被布置成使得该位置敏感检测器的检测方向与所述测量轴同轴, 用于通过检测在所述目标 (29c、65、81) 上被反射的所述测量辐射 (17、21) 来精细瞄准并跟踪所述目标 (29c、65、81),

●精细距离测量单元, 该精细距离测量单元用于借助所述测量辐射 (17、21) 精确地确定距所述目标 (29c、65、81) 的距离,

●角度测量功能元件, 该角度测量功能元件用于确定所述光束导向单元相对于所述基座 (40) 的对准, 以及

●目标搜索单元, 该目标搜索单元具有:

□照射装置 (25), 该照射装置用于使用电磁照射辐射来照射所述目标 (29c、65、81),

□第一相机 (24、24a、60a), 该第一相机限定第一视野 (27a), 并且具有第一位置敏感检测器 (28a), 其中

• 能够使用所述第一相机 (24、24a、60a) 获取第一图像并且能够在所述第一图像中将在所述目标 (29c、65、81) 上反射的所述照射辐射中的至少一部分确定为第一目标位置 (29a), 并且

• 所述第一相机 (24、24a、60a) 被布置为使得该第一相机的光轴 (26a) 相对于所述测量轴 (57) 偏移, 以及

□限定第二视野 (27b) 的第二相机 (24、24b、60b), 所述第二相机具有第二位置敏感检测器 (28b), 其中

• 能够使用所述第二相机 (24、24b、60b) 来获取第二图像并且能够在所述第二图像

中将在所述目标 (29c、65、81) 上反射的照射辐射中的至少一部分确定为第二目标位置 (29b),

• 所述第二相机 (24、24b、60b) 被布置为使该第二相机的光轴 (26b) 相对于所述测量轴 (57) 偏移, 并且

• 所述第二相机 (24、24b、60b) 被布置为具有相对于所述第一相机 (24、24a、60a) 以及相对于所述测量轴 (57) 已知的固定定位和对准, 并且所述第一相机 (24、24a、60a) 和所述第二相机 (24、24b、60b) 被布置为使得所述第一相机 (24、24a、60a) 和所述第二相机 (24、24b、60b) 的视野 (27a、27b) 至少部分地重叠,

其特征在于:

● 在所述目标搜索单元的范围内具有控制和分析单元, 所述控制和分析单元被配置为使得在执行所述搜索功能时, 借助所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b) 的整体考虑, 来执行对所述目标 (29a、65、81) 的寻找, 并且基于所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b), 通过控制所述光束导向单元将所述测量辐射 (17、21) 自动地对准到所述目标 (29c、65、81), 使得所述测量辐射 (17、21) 入射到所述目标 (29c、65、81) 上并且能够借助所述精细距离测量单元精确地确定距所述目标 (29c、65、81) 的距离, 并且

● 所述控制和分析单元具有目标位置确定功能, 在执行该目标位置确定功能时, 通过图像处理确定所述第一图像和所述第二图像中的所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b), 使得在各个图像中确定在所述目标 (29c、65、81) 上被反射并且被在所述图像中获取的照射辐射的辐射横截面的形状, 并由此确定所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b), 所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b) 表示在各个图像中获取的所述照射辐射的在图像中的各个位置。

3. 根据权利要求 2 所述的激光跟踪器 (10、11、12), 其特征在于, 所述目标位置确定功能被配置为通过以下方式确定所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b):

● 通过基于在各个图像中获取的所述形状计算焦点, 和 / 或

● 基于最佳拟合方法, 将各个图像中获取的形状与存储图案匹配, 而形成对应关系, 其中, 基于形成对应关系的图像中图案的位置来确定在图像中获取的照射辐射的各个目标位置 (29a、29b)。

4. 根据权利要求 3 所述的激光跟踪器 (10、11、12), 其特征在于, 所述目标位置确定功能被配置为通过亮度和 / 或对比度分析确定所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b)。

5. 根据权利要求 3 所述的激光跟踪器 (10、11、12), 其特征在于, 以子像素精度将各个图像中获取的形状与存储图案形成对应关系。

6. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的激光跟踪器 (10、11、12), 其特征在于, 所述控制和分析单元被构造为, 使得在执行所述搜索功能时, 通过将所述第一目标位置 (29a) 还有所述第二目标位置 (29b) 共同用于寻找所述目标 (29c、65、81) 来解析模糊, 所述模糊在只使用所述第一目标位置 (29a) 用于寻找所述目标 (29c、65、81) 时并且因由所述第一相机 (24、24a、60a) 和所述第二相机 (24、24b、60b) 的所述测量轴 (57) 和所述光轴 (26a、26b) 形成视差时存在。

7. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的激光跟踪器 (10、11、12), 其特征在于, 所述控

制和分析单元被构造为,使得在执行所述搜索功能时,借助所述第一目标位置(29a)和所述第二目标位置(29b),来确定距所述目标(29c、65、81)的大致距离。

8. 根据权利要求7所述的激光跟踪器(10、11、12),其特征在于,所述控制和分析单元被构造为,使得在执行所述搜索功能时,分别借助所述第一目标位置(29a)和所述第二目标位置(29b)来推导出指向所述目标(29c、65、81)的目标方向(63a、63b)并且借助所述目标方向(63a、63b),确定大致位置。

9. 根据权利要求8所述的激光跟踪器(10、11、12),其特征在于,通过摄影测量法,确定所述大致位置。

10. 根据权利要求1至3中任一项所述的激光跟踪器(10、11、12),其特征在于,所述第一相机(24、24a、60a)和所述第二相机(24、24b、60b)被布置为,使得

●所述测量轴(57)至少部分地位于由所述第一相机(24、24a、60a)和第二相机(24、24b、60b)的重叠视野(27a、27b)限定的重叠区域(28)内,和/或

●它们的光轴(26a、26b)分别被布置为平行于所述测量轴(57)而偏移,或者相对于所述测量轴(57)成限定的角,和/或

●所述第一相机(24、24a、60a)和所述第二相机(24、24b、60b)相对于所述测量轴(57)轴向对称地布置。

11. 根据权利要求1至3中的任一项所述的激光跟踪器(10、11、12),其特征在于,所述照射装置(25)被实现为使得能够发散地发射波长在红外范围内的电磁照射辐射。

12. 根据权利要求1至3中的任一项所述的激光跟踪器(10、11、12),其特征在于,所述第一相机(24、24a、60a)和所述第二相机(24、24b、60b)被实现为,使得基本上只能获取红外照射辐射。

13. 根据权利要求12所述的激光跟踪器(10、11、12),其特征在于,所述第一相机(24、24a、60a)和所述第二相机(24、24b、60b)均具有滤波单元,所述滤波单元用于基本上专用地向各个位置敏感检测器(28a、28b)发射红外辐射。

14. 根据权利要求1至3中的任一项所述的激光跟踪器(10、11、12),其特征在于,所述激光跟踪器(10、11、12)具有第三相机或多个相机(24),所述第三相机和多个相机具有用于获取第三目标位置或多个目标位置的第三位置敏感检测器或多个位置敏感检测器,其中,所述第三相机或多个相机(24)被布置为,使得所述第三相机的第三光轴或多个相机的多个光轴被布置为相对于所述测量轴(57)偏移,并且所述控制和分析单元被构造,使得在执行所述搜索功能时,借助所述三个目标位置或多个目标位置,来执行对所述目标(29c、65、81)的搜索。

15. 根据权利要求14所述的激光跟踪器(10、11、12),其特征在于,至少一个相机(24)被实现成获取所述照射辐射的在围绕照射波长的受限范围内的电磁辐射。

16. 根据权利要求1至3中的任一项所述的激光跟踪器(10、11、12),其特征在于,所述激光跟踪器(10、11、12)具有:

●支承件(30),该支承件能够通过电机相对于基座(40)围绕所述竖轴(41)枢转并且限定所述倾斜轴(31),以及

●瞄准单元(20),该瞄准单元被实现为光束导向单元并且能够通过电机相对于所述支承件(30)围绕所述倾斜轴(31)枢转,所述瞄准单元(20)具有望远镜单元,所述望远镜单

元用于发射测量辐射 (17、21) 并且用于接收在所述目标 (29c、65、81) 上反射的所述测量辐射 (17、21) 中的至少一部分。

17. 一种使用激光跟踪器 (10、11、12) 来搜索目标 (29c、65、81) 的方法, 其中, 所述激光跟踪器 (10、11、12) 具有

● 基座 (40), 该基座限定竖轴 (41),

● 光束导向单元, 所述光束导向单元用于发射测量辐射 (17、21) 并用于接收在所述目标 (29c、65、81) 上反射的所述测量辐射 (17、21) 中的至少一部分, 其中

□ 所述光束导向单元能够通过电机相对于所述基座 (40) 围绕所述竖轴 (41) 和倾斜轴 (31) 枢转, 并且

□ 由所述测量辐射 (17、21) 的发射方向限定测量轴 (57), 以及

● 位置敏感检测器 (58), 该位置敏感检测器被布置成使得该位置敏感检测器的检测方向与所述测量轴同轴, 用于通过检测在所述目标 (29c、65、81) 上被反射的所述测量辐射 (17、21) 来精细瞄准并跟踪所述目标 (29c、65、81),

其中, 所述方法通过如下方式执行:

● 使用电磁照射辐射来照射所述目标 (29c、65、81),

● 使用第一相机 (24、24a、60a) 以位置敏感的方式获取第一图像, 所述第一相机 (24、24a、60a) 被布置在所述激光跟踪器 (10、11、12) 上并限定第一视野 (27a), 其中, 所述第一相机 (24、24a、60a) 被布置为使得该第一相机的光轴 (26a) 相对于所述测量轴 (57) 偏移,

● 将在所述目标 (29c、65、81) 上反射的照射辐射中的至少一部分首先确定为在所述第一图像内的第一目标位置 (29a),

● 使用第二相机 (24、24b、60b) 以位置敏感的方式获取第二图像, 所述第二相机 (24、24b、60b) 被布置在所述激光跟踪器 (10、11、12) 上并限定第二视野 (27a), 其中, 所述第二相机 (24、24b、60b)

□ 被布置为使得该第一相机的光轴 (26a) 相对于所述测量轴 (57) 偏移, 以及

□ 被布置为具有相对于所述第一相机 (24、24a、60a) 以及相对于所述测量轴 (57) 已知的固定定位和对准, 并且所述第一相机 (24、24a、60a) 和所述第二相机 (24、24b、60b) 被布置为使得所述第一相机 (24、24a、60a) 和所述第二相机 (24、24b、60b) 的视野 (27a、27b) 至少部分地重叠,

● 将在所述目标 (29c、65、81) 上反射的照射辐射中的至少一部分其次确定为在所述第二图像内的第二目标位置 (29b), 并且

● 借助所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b) 的整体考虑, 来寻找所述目标 (29c、65、81), 并且基于所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b), 通过控制所述光束导向单元将所述测量辐射 (17、21) 自动地对准到所述目标 (29c、65、81),

其中

通过如下方式来校准所述第一相机 (24、24a、60a) 和所述第二相机 (24、24b、60b) 相对于彼此以及相对于所述测量轴 (57) 的定位和对准:

● 将所述目标 (29c、65、81) 设置在各种位置并且通过所述测量辐射 (17、21) 瞄准和测量所述目标 (29c、65、81),

● 针对所述目标 (29c、65、81) 的每个位置确定所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目

标位置 (29b), 并且

●通过测量所述目标 (29c、65、81) 并由此确定所述目标位置 (29a、29b), 推导出相对定位和对准。

18. 一种使用激光跟踪器 (10、11、12) 来搜索目标 (29c、65、81) 的方法, 其中, 所述激光跟踪器 (10、11、12) 具有

●基座 (40), 该基座限定竖轴 (41),

●光束导向单元, 所述光束导向单元用于发射测量辐射 (17、21) 并用于接收在所述目标 (29c、65、81) 上反射的所述测量辐射 (17、21) 中的至少一部分, 其中

□所述光束导向单元能够通过电机相对于所述基座 (40) 围绕所述竖轴 (41) 和倾斜轴 (31) 枢转, 并且

□由所述测量辐射 (17、21) 的发射方向限定测量轴 (57), 以及

●位置敏感检测器 (58), 该位置敏感检测器被布置成使得该位置敏感检测器的检测方向与所述测量轴同轴, 用于通过检测在所述目标 (29c、65、81) 上被反射的所述测量辐射 (17、21) 来精细瞄准并跟踪所述目标 (29c、65、81),

其中, 所述方法通过如下方式执行:

●使用电磁照射辐射来照射所述目标 (29c、65、81),

●使用第一相机 (24、24a、60a) 以位置敏感的方式获取第一图像, 所述第一相机 (24、24a、60a) 被布置在所述激光跟踪器 (10、11、12) 上并限定第一视野 (27a), 其中, 所述第一相机 (24、24a、60a) 被布置为使得该第一相机的光轴 (26a) 相对于所述测量轴 (57) 偏移,

●将在所述目标 (29c、65、81) 上反射的照射辐射中的至少一部分首先确定为在所述第一图像内的第一目标位置 (29a),

●使用第二相机 (24、24b、60b) 以位置敏感的方式获取第二图像, 所述第二相机 (24、24b、60b) 被布置在所述激光跟踪器 (10、11、12) 上并限定第二视野 (27a), 其中, 所述第二相机 (24、24b、60b)

□被布置为使得该第一相机的光轴 (26a) 相对于所述测量轴 (57) 偏移, 以及

□被布置为具有相对于所述第一相机 (24、24a、60a) 以及相对于所述测量轴 (57) 已知的固定定位和对准, 并且所述第一相机 (24、24a、60a) 和所述第二相机 (24、24b、60b) 被布置为使得所述第一相机 (24、24a、60a) 和所述第二相机 (24、24b、60b) 的视野 (27a、27b) 至少部分地重叠,

●将在所述目标 (29c、65、81) 上反射的照射辐射中的至少一部分其次确定为在所述第二图像内的第二目标位置 (29b), 并且

●借助所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b) 的整体考虑, 来寻找所述目标 (29c、65、81), 并且基于所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b), 通过控制所述光束导向单元将所述测量辐射 (17、21) 自动地对准到所述目标 (29c、65、81),

其中

●通过图像处理确定所述第一图像和所述第二图像中的所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b), 使得在各个图像中确定在所述目标 (29c、65、81) 上被反射并且被在所述图像中获取的照射辐射的辐射横截面的形状, 并由此确定所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b), 所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b) 表

示在各个图像中获取的所述照射辐射的在图像中的各个位置。

19. 根据权利要求 18 所述的方法,其特征在于,通过以下方式分别确定所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b) :

●通过基于在各个图像中获取的所述形状计算焦点,和 / 或

●基于最佳拟合方法,将各个图像中获取的形状与存储图案匹配,并且形成对应关系,其中,基于形成对应关系的图像中图案的位置来确定在图像中获取的照射辐射的各个目标位置 (29a、29b)。

20. 根据权利要求 19 所述的方法,其特征在于,通过亮度和 / 或对比度分析确定所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b)。

21. 根据权利要求 19 所述的方法,其特征在于,以子像素精度将各个图像中获取的形状与存储图案形成对应关系。

22. 根据权利要求 17 至 21 中任一项所述的方法,其特征在于,通过共同使用所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b) 来解析模糊,所述模糊在只使用所述第一目标位置用于寻找所述目标 (29c、65、81) 时并因由所述第一相机 (24、24a、60a) 和所述第二相机 (24、24b、60b) 的测量轴 (57) 和光轴 (26a、26b) 形成视差时存在。

23. 根据权利要求 17 至 21 中任一项所述的方法,其特征在于,借助所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b),确定距所述目标 (29c、65、81) 的大致距离。

24. 根据权利要求 23 所述的方法,其特征在于,借助所述第一目标位置 (29a) 和所述第二目标位置 (29b),分别推导指向所述目标 (29c、65、81) 的目标方向 (63a、63b),并且借助所述目标方向 (63a、63b),确定所述目标 (29c、65、81) 的大致位置。

25. 根据权利要求 24 所述的方法,其特征在于,通过摄影测量法,确定所述目标 (29c、65、81) 的所述大致位置。



## 用于搜索目标的具有位置敏感检测器的激光跟踪器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及坐标测量装置,具体地,涉及用于连续跟踪反射性目标并用于确定距目标的距离的激光跟踪器,以及寻找目标的方法。

### 背景技术

[0002] 被实现用于连续跟踪目标点并确定该点坐标位置的测量装置可以被概括为术语“激光跟踪器”,特别是与工业测量结合时。在这种情况下,可以通过返回反射单元(例如,立方体棱镜)表示目标点,使用测量装置的测量光束(具体地,激光束)瞄准返回反射单元。激光束被平行反射回测量装置,其中,使用装置的获取单元来获取被反射的光束。这种情况下,例如,通过用于测量角度的传感器确定光束的发射或接收方向,所述用于测量角度的传感器与系统的偏转镜或瞄准单元关联。另外,例如,通过测量运行时间或相位差使用光束的获取来确定从测量装置至目标点的距离。

[0003] 根据现有技术的激光跟踪器可以另外地被嵌入有光学图像获取单元,所述光学图像获取单元具有二维感光阵列(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并具有图像处理单元。在这种情况下,可以将激光跟踪器和相机具体地以其彼此相对的位置不变的方式上下叠置安装。例如,相机能与激光跟踪器一起绕着其基本垂直的轴旋转,但能与激光跟踪器独立地上下枢转,因此具体地与激光束的光学器件分开地布置。此外,相机-例如,随各个应用变化-可被实施成,使得它只能绕着一个轴枢转。在另选的实施方式中,相机可以与共用外壳中的激光光学器件一起被安装成整体构造。

[0004] 利用具有标记的所谓测量辅助仪器获取和分析图像(通过图像获取单元和图像处理单元),知道它们彼此的相对位置,可以推断出在测量辅助仪器上布置的物体(例如,探针)在空间内的取向。与目标点的所确定的空间位置一起,可以绝对地和/或相对于激光跟踪器精确地确定物体在空间中的另外的位置和取向。

[0005] 可以通过所谓的扫描工具嵌入这种测量辅助仪器,使用其在目标物体的点上的接触点来定位所述扫描工具。扫描工具具有标记(例如,光点)和反射器,该反射器表示扫描工具上的目标点并可以使用跟踪器的激光束进行瞄准,其中,精确地得知标记和反射器的相对于扫描工具的接触点的位置。以本领域技术人员已知的方式,测量辅助仪器也可以是手持扫描器,所述手持扫描器被装配用于测量距离(例如,用于无接触表面测量),其中,精确地得知用于距离测量的扫描测量光束相对于布置在扫描器上的光点和反射器的方向和位置。例如,EP 0 553 226中描述了这种扫描器。

[0006] 对于距离测量,现有技术的激光跟踪器具有至少一种距离测量仪,其中,例如它可以被实现为干涉仪。因为这种距离测量单元仅可以测量相对距离变化,除了干涉仪外,在当前激光跟踪器中还安装所谓的绝对距离测量仪。例如,通过得自莱卡地球系统公开股份有限公司(Leica Geosystems AG)的产品AT901得知用于确定距离的测量装置的这种组合。在这种背景下用于测量距离的干涉仪主要使用氦氖气激光器(HeNe Gas Laser)(因为相干长度长并且因此可以实现测量范围)作为光源。在这种情况下,氦氖激光器的相干长度可

以是数百米,使得使用相对简单的干涉仪构造来实现在工业计量中所需的范围。例如,从 WO 2007/079600 A1 中得知用于使用氦氖激光器确定距离的绝对距离测量仪和干涉仪的组合。

[0007] 另外,在现代跟踪系统中的传感器上确定从零位置接收的测量光束的发散—逐渐成为标准特征。通过这种可测量的发散,可以确定返回反射器的中心和反射器上激光束的入射点之间的位置差,并且可以按以下方式随这种偏转来校正或跟踪激光束的对准:减少传感器上的发散(具体地为“零”),并且因此光束在反射器的中心的方向上对准。通过跟踪激光束对准,可以执行对目标点的连续目标跟踪并且相对于测量装置连续确定目标点的距离和位置。在这种情况下,可以通过偏转镜的对准变化和/或通过枢转瞄准单元来实现跟踪,所述偏转镜能通过电机移动并且被提供用于偏转激光束,所述瞄准单元具有光束导向激光光学器件。

[0008] 在进行所述目标跟踪之前,必须将激光束耦合到反射器。出于此目的,另外,可以在跟踪器上布置具有位置敏感传感器并且具有相对大视野的获取单元。此外,另外的照射装置被一体化为这种类型的装置,使用这种装置照射目标或反射器,具体地,使用不同于距离测量装置的波长的限定的波长。在这种背景下,例如,可以将传感器实现为对围绕这个特定波长的范围敏感,以减少或完全防止外部光影响。通过照射装置,可以照射目标并且可以使用相机获取具有被照射的反射器的目标的图像。通过在传感器上对特定的(特定波长的)反射进行成像,可以解析图像中的反射位置并且因此可以确定相对于相机获取方向和指向目标或反射器的方向的角度。例如,从 WO 2010/148525 A1 中得知具有这种目标搜索单元的激光跟踪器的实施方式。

[0009] 随着因此可推导出的方向信息,测量激光束的对准可以被改变,使得激光束和激光束所耦合的反射器之间的距离减小。因为由传感器限定的光学传感器轴的偏移和测量激光束沿着其传播的轴的偏移,导致不能在直接步骤中执行通过基于传感器对目标进行方向确定并进而进行耦合来将光束对准到目标上。对于静止目标,出于此目的,需要执行多个循环步骤,每个步骤均具有针对激光束接近的测量操作(使用传感器重新确定指向目标的方向)。因此,这种接近法具有以下缺点:搜索和瞄准目标是耗时的操作(因为它是循环),并且搜索不可靠并且不能模糊匹配,特别地,如果目标相对于传感器进行相对移动时尤其如此。此外,如果目标相对于激光跟踪器移动,那么激光束不再成功地接近目标,因为在这种情况下通过传感器检测的目标和激光束之间的偏离逐渐地变化。由于目标移动期间这种偏转持续的变化,导致不能执行光束循环接近目标。在这种情况下,重新获取反射的每个循环步骤对应于对(新)目标第一次进行的这种测量。通常,因此,这种瞄准系统很大的缺点还导致,使用相对很长的时间消耗仅瞄准静止的目标,并且直接瞄准移动目标是不可能的。

## 发明内容

[0010] 因此,本发明的目标是提供一种改进的激光跟踪器,其具有精确且更迅速地寻找特别是瞄准目标的功能。

[0011] 本发明涉及一种激光跟踪器,其用于连续跟踪反射性目标并用于确定目标的位置。在这种情况下,所述跟踪器具有:基座,其限定竖轴;以及光束导向单元,其用于发射测量辐射并用于接收在目标上反射的测量辐射中的至少部分,其中,所述光束导向单元能通过电机相对于所述基座绕着所述竖轴和倾斜轴枢转,通过所述测量辐射的发射方向限定测

量轴。此外,所述激光跟踪器具有:精细距离测量单元,其用于通过所述测量辐射精确地确定距所述目标的距离;角度测量功能,其用于确定所述光束导向单元相对于所述基座的对准;以及目标搜索单元。所述目标搜索单元附加地具有:照射装置,其用于使用电磁照射辐射来照射目标;限定第一视野的第一相机,其具有第一位置敏感检测器;控制和分析单元,其被构造为使得基于搜索功能的执行,随着所述第一目标位置的变化执行对目标的寻找。在这种情况下,可以使用第一相机获取第一图像,可以在所述第一图像中将在所述目标上反射的照射辐射中的至少部分确定为第一目标位置,并且所述第一相机被布置为使其光轴相对于所述测量轴偏移。

[0012] 另外,所述目标搜索单元具有限定第二视野的第二相机,所述第二相机具有第二位置敏感检测器,其中,可以使用所述第二相机获取第二图像并且可以在所述第二图像中将所述目标上反射的照射辐射中的至少部分确定为第二目标位置,所述第二相机被布置为具有相对于所述第一相机已知的固定相机定位,使得所述第一相机和所述第二相机的视野至少部分重叠并且所述第二相机被布置为使其光轴相对于所述测量轴偏移。此外,基于所述搜索功能的执行,随着所述第一目标位置和所述第二目标位置的整体考虑,执行寻找目标。出于这个目的,在两个图像中确定的两个目标位置用于寻找目标,即,用第一图像和第二图像的图像信息的组合确定目标,其中,图像的信息项(目标位置)“紧密结合”并且基于此来寻找目标。

[0013] 在根据本发明的激光跟踪器的一个示例性实施方式中,可以通过两个相机获取目标并且可以基于在这种情况下产生的图像和在图像中确定的目标位置来寻找目标。由于相机在跟踪器上的布置,在这种情况下,相机具有用于获取目标的共享、重叠的视野。因此,可以基于对图像的整体考虑寻找和定位目标。可以连续地执行对图像的获取—具体地,在光束导向单元的枢转移动期间—其中,对于评估所获取的目标(即,图像中是否获取到反射性目标)而言,例如,通过图像处理来执行图像分析。如果识别此目标,那么可以因此对准光束导向单元,使得在相机的两个视野的重叠区域中使用这两个相机均能获取它并且可以在目标搜索操作的范围内寻找它。

[0014] 相比于现有技术的搜索目标的方法,在这种情况下,可以根据本发明来构造控制和分析单元,使得基于搜索功能的执行,通过将所述第一目标位置还有第二目标位置共同用于寻找所述目标来解析模糊,该模糊在只使用由第一相机确定的用于寻找所述目标的所述第一目标位置时以及因由所述第一相机和第二相机的测量方向和光轴形成的视差时存在。

[0015] 基于只使用一个相机搜索目标以及相机光轴相对于测量辐射的测量轴的偏移,通过相机不能明白地定位目标,然而,由于仅从图像推导出—项方向信息,不能确定距目标的距离因此不能确定目标的位置。因而不可以直接(即,在一步中)将测量光束对准到目标。根据本发明使用以已知关系设置的两个相机的目标位置信息和图像的项的一个优点是,可以直接寻找目标并且不必执行针对目标的循环方法,而是可以直接进行瞄准。

[0016] 为了寻找目标,可以根据本发明构造控制和分析单元,使得基于搜索功能的执行,随所述第一目标位置和所述第二目标位置,确定距所述目标的大致距离。

[0017] 通过相机的已知相对定位(已知的摄影测量基线)和相机相对于测量轴的已知偏移,可以基于公知的立体摄影测量的原理,基于在图像中获取的目标上的反射,确定或计算

均其上反射的照射辐射的目标的距离。

[0018] 在这种背景下,尤其可以根据本发明构造控制和分析单元,使得基于搜索功能的执行,分别随着第一目标位置和第二目标位置,推导出指向所述目标的目标方向并且随着所述目标方向,具体地通过摄影测量法,来确定大致位置。

[0019] 如果除了确定距目标的距离之外,还考虑到指向目标的方向信息的项,那么因此可以使用相机获取的图像来计算目标的大致位置。出于这个目的,在每种情况下,可以从在图像中获得的目標位置推导出方向并且将其与距离信息的项联系起来。

[0020] 按照根据本发明的其它实施方式,所述第一相机和所述第二相机以相对于彼此并且相对于所述测量轴的已知定位和对准方式来布置,使得通过所述第一相机和所述第二相机的位置限定具有已知基座长度的摄影测量基线。

[0021] 本发明的另一方面涉及在激光跟踪器上定位相机。根据本发明,相机和测量轴可以相对于彼此布置,使得测量轴至少部分位于由第一相机和第二相机的重叠视野所限定的重叠区域中。以此方式,可以实现使用两个相机并将测量激光束引导到目标上获取目标。具体地,在瞄准移动目标的情况下,在瞄准过程范围内测量轴与重叠区域的这种交叉是有利的。

[0022] 根据本发明,在这种情况下,第一相机和第二相机可以被布置为,使得它们的光轴分别被布置为相对于测量轴平行地偏移或者以限定的角度偏移。

[0023] 在特定实施方式中,因此能够用以下这种方式实现光轴相对于测量轴的(成角度)偏移:光轴分别“朝向测量轴扫视”或者“偏离测量轴扫视”,因此不与测量轴平行地延伸。例如,可以提供这种布置,以产生相对大的视野重叠区域或者产生最大可能的整体视野。

[0024] 总体上,结合本发明所提到的相机被实现为具有位置敏感检测器,使得相对于测量辐射的视野或测量辐射的孔径角是大的(即,视野大于光束的孔径角),从而获取具有潜在目标的相对大区域的测量环境。

[0025] 相比于这些相机,例如在激光跟踪器的望远镜单元内安装的并且用于精细瞄准并跟踪目标的另一类型的位置敏感检测器(PSD)具有窄范围的视野。布置这种 PSD,使得它可以检测在目标上反射的测量辐射并且它使得能够基于这种检测(因此,将 PSD 耦合到测量光束路径)来确定获取的辐射从设定点值的发散。借助这种发散,接着可以确定测量激光束从返回反射器的中心的偏离并且可以重新对准该辐射,使得光束居中地入射到反射器上。此外,在本发明的含义内,这种检测器不适合于获取图像,因为仅仅检测了返回反射的激光束并且分析了其位置。

[0026] 除了相对于测量轴平行地偏移光轴或成限定角度地布置(偏斜)光轴外,可以根据本发明相对于测量轴轴向对称地布置第一相机和第二相机。在这种背景下,例如,可以在激光跟踪器的共享侧布置两个相机,使得两个相机之间的连接线与测量轴交叉并且测量轴和第一相机之间的路线与测量轴和第二相机之间的路线基本上相同。

[0027] 在特定的实施方式中,根据本发明,激光跟踪器可以具有第三相机或多个相机,所述第三相机和多个相机具有用于获取第三目标位置或多个目标位置的第三位置敏感检测器或多个位置敏感检测器。所述第三相机或多个相机可以被布置为,使得所述第三相机的第三光轴或多个相机的多个光轴被布置为相对于所述测量轴偏移。在这种情况下,所述控

制和分析单元被构造成,使得基于所述搜索功能的执行,借助所述三个目标位置或更多个目标位置,执行对所述目标的搜索,具体地,其中,至少一个相机被实现成获取所述照射辐射的在围绕照射波长的受限范围内的电磁辐射。

[0028] 例如,如果一个或多个相机失效,或者为了增加目标定位期间的精确性,可以相对于搜索功能的冗余来实现这种实施方式。

[0029] 相对于通过测量辐射来瞄准目标(例如,在找到目标之后)而言,所述光束导向单元能够通过所述控制和瞄准单元根据本发明进行控制,使得借助所述第一目标位置和所述第二目标位置,特别是自动地,特别是借助目标的大致位置来对准所述测量辐射,使得所述测量辐射入射到目标上并且可以通过所述精细距离测量单元精确确定距所述目标的距离。

[0030] 通过利用所述搜索功能寻找目标,测量辐射可以直接对准目标,在其上被反射回,并且可以准确地确定距目标的距离。对于距离测量,出于这个目的,可以在跟踪器上布置绝对距离测量单元和干涉仪,其中,可以为两个测量单元分别设置一个光束源,并且所发射的辐射可以沿着共享测量路径并且最终在共享测量轴上传播。

[0031] 通过在激光跟踪器上设置的用于枢转光束导向单元的电机(具体地,伺服电机),在两个轴(竖轴或垂直轴以及倾斜轴或斜轴)上执行测量辐射的对准,其中,可以通过控制和瞄准单元推导出这些。

[0032] 本发明的其它方面涉及一种激光跟踪器的结构设计。根据本发明,所述激光跟踪器可以具有:支承件,该支承件能够通过电机相对于基座绕着所述竖轴枢转并且限定所述倾斜轴或水平轴或斜轴;瞄准单元,该瞄准单元被实现为光束导向单元并且能够通过电机相对于所述支承件绕着所述倾斜轴枢转,具有望远镜单元,所述望远镜单元用于发射测量辐射并且用于接收在所述目标上反射的测量辐射中的至少部分。

[0033] 根据本发明的特定实施方式,激光跟踪器的照射装置被实现为,使得可以发散地发射波长在红外范围内的电磁照射辐射。

[0034] 另外,根据其它实施方式,第一相机和第二相机被实现为,使得可以基本上仅获取红外照射辐射,具体地,其中,第一相机和第二相机均具有滤波单元,所述滤波单元用于基本上专用地向各个位置敏感检测器发射红外辐射。

[0035] 此外,本发明涉及一种使用激光跟踪器搜索目标的方法,其中,所述激光跟踪器具有:基座,其限定竖轴;以及光束导向单元,其用于发射测量辐射并用于接收在所述目标上反射的所述测量辐射中的至少部分,其中,所述光束导向单元能够通过电机相对于所述基座绕着所述竖轴和倾斜轴枢转并且由所述测量辐射的发射方向限定测量轴。此外,使用电磁照射辐射来照射目标并且执行使用第一相机来位置敏感地获取第一图像,所述第一相机被布置在所述激光跟踪器上并限定第一视野,其中,所述第一相机被布置为使得其光轴相对于所述测量轴偏移。另外,将在所述目标上反射的照射辐射中的至少部分第一次确定为所述第一图像内的第一目标位置。

[0036] 在所述方法的范围内,除了使用第二相机执行位置敏感地获取第二图像外(所述第二相机被布置在激光跟踪器上并限定第二视野),并且执行第二次确定,其中将在目标上反射的至少部分照射辐射作为第二图像内的第二目标位置。在这种情况下,第二相机被布置为具有相对于第一相机已知的固定相机定位,使得第一相机和第二相机的视野至少部分地重叠并且所述第二相机被布置为使得其光轴相对于测量轴偏移。借助第一目标位置和第

二目标位置,执行寻找目标。

[0037] 根据上述实施方式以及根据本发明对激光跟踪器的改进来改进根据本发明的方法,具体地,用类似的方式。

[0038] 具体地,通过共同使用第一目标位置和第二目标位置解析模糊,该模糊在只使用第一目标位置寻找目标时并因通过所述第一相机和所述第二相机的测量轴和光轴形成的视差而存在。

[0039] 此外,可以借助所述第一目标位置和所述第二目标位置,确定距所述目标的大致距离。另外,可以借助所述第一目标位置和所述第二目标位置,分别推导指向所述目标的目标方向,并且可以借助所述目标方向,具体地通过摄影测量,来确定所述目标的大致位置。

[0040] 对于测量辐射的对准而言,借助所述第一目标位置和所述第二目标位置,具体地自动地,具体地借助目标的大致位置,对准所述光束导向单元,使得所述测量辐射入射到目标上并且可以通过所述精细距离测量单元精确地确定距所述目标的距离。

[0041] 具体地,可以执行至少一次敏感位置获取,使得在所述照射辐射的在围绕照射波长的受限范围内获取电磁辐射。

[0042] 按照根据本发明的具体实施方式,确定所述第一相机和所述第二相机相对于彼此并相对于所述测量轴的已知定位和对准,具体地,其中,所述目标被设置在各种位置并且通过所述测量辐射瞄准和测量所述目标,针对所述目标的各个位置确定所述第一目标位置和所述第二目标位置,以及通过测量目标和由此确定的所述目标位置,推导出所述相对定位和对准。

[0043] 另外,根据本发明的其它实施方式,具体地通过图像处理根据本发明来确定所述第一图像和所述第二图像中的所述第一目标位置和所述第二目标位置,使得通过各个目标位置表示在各个图像中获取的照射辐射横截面形状的图像中的位置。具体地,通过以下步骤来执行所述第一目标位置和所述第二目标位置的确定:基于在各个图像中获取的照射辐射横截面形状计算焦点,具体地,通过亮度和/或对比度分析,和/或基于最佳拟合方法,以子像素精度将各个图像中获取的照射辐射横截面形状与存储的图案匹配,具体地,形成对应关系,其中,基于形成对应关系的,具体地,以子像素精度形成的对应关系的图像中图案的位置来确定在图像中获取的照射辐射的各个目标位置。具体地,在这种情况下,还针对存储的图案存储信息项,这样允许推导出图案内的图案位置,所述图案位置限定在所述图案内部并将其用于对目标位置的最终确定,特别地,其中,所述信息项是所述图案内部限定的所述图案位置本身或是诸如图案焦点确定算法的限定的图案位置确定算法。

[0044] 此外,本发明涉及存储在计算可读载体上的具有程序代码的计算机程序产品,所述程序代码用于控制或执行根据本发明的方法。

## 附图说明

[0045] 下面,将基于附图中示意性示出的具体示例性实施方式(仅作为实例)更详细地描述根据本发明的方法和根据本发明的装置,其中,还将描述本发明另外的优点。具体地:

[0046] 图1示出根据本发明的激光跟踪器和测量辅助仪器的两个实施方式;

[0047] 图2示出根据本发明的激光跟踪器的其它实施方式;

[0048] 图3a至图3d示出根据本发明的激光跟踪器的瞄准单元的根据本发明的其它四个

实施方式；

[0049] 图 4 示出根据本发明的激光跟踪器的光学结构的第一实施方式；

[0050] 图 5a 至图 5b 示出根据本发明获取目标位置并寻找目标的两个位置敏感检测器；

[0051] 图 6 示出用于寻找目标的方法的几何方法；

[0052] 图 7a 至图 7c 是使用具有位置敏感检测器的根据本发明的激光跟踪器的相机获取的图像和用于确定各个目标位置的方法；以及

[0053] 图 8 示出根据本发明的方法，其用于校准根据本发明的激光跟踪器的至少两个相机的位置和对准。

## 具体实施方式

[0054] 图 1 示出根据本发明的激光跟踪器 10、11 和测量辅助仪器 80（例如，触觉测量装置）的两个实施方式。第一激光跟踪器 10 具有基座 40 和支承件 30，其中，支承件 30 被布置为使得它能相对于基座 40 绕着由基座 40 限定的枢转轴 41 枢转或旋转。另外，在支承件 30 上布置瞄准单元 20，使得瞄准单元 20 能绕着倾斜轴（旋转轴）相对于支承件 30 枢转。通过瞄准单元 20 因此绕着两个轴提供的对准功能，可以灵活地对准由这个单元 20 发射的激光束 21，因此可以瞄准目标。在这种情况下，彼此基本正交地布置枢转轴 41 和倾斜轴，即，例如可以在系统中预先确定和存储从正好与轴正交的位置稍微偏移，以补偿因此出现的测量误差。

[0055] 在所示的布置中，激光束 21 被定向到位于测量辅助仪器 80 上的反射器 81，并且被返回反射回到激光跟踪器 10。通过这个测量激光束 21，具体地，通过运行时间测量，通过相位测量原理或通过斐索 (Fizeau) 原理，确定距反射器 81 的距离。激光跟踪器 10 具有用于确定跟踪器 10 和反射器 81 之间的这个距离的精细距离测量单元并且具有允许确定瞄准单元 20 的位置的角度测量仪并因此将确定激光束 21 的传播方向，通过所述角度测量仪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（具体地，瞄准单元 20）具有图像获取单元，用于确定传感器上的传感器照射的位置或 CMOS 所获取图像中的位置，或者具体地被实现为 CCD 或像素传感器阵列相机。这种传感器允许对检测器上获取的照射进行位置敏感检测。此外，测量辅助仪器 80 具有触觉传感器，可以使触觉传感器的接触点 83 与将要测量的目标对象接触。当扫描工具 80 和目标对象之间存在这种接触时，可以准确地确定空间中接触点 83 的位置进而准确地确定目标对象上的点的坐标。通过相对于反射器 81 并且相对于在例如可以被实现为发光二极管的测量辅助仪器 80 上布置的标记 82 限定接触点 83 的相对定位来执行这个确定过程。另选地，标记 82 也可以被实现为使得它们在照射时反射入射辐射，例如，使用限定波长的辐射（辅助点标记 82 被实现为返回反射器），具体地，显示特定的光特征，或者它们具有限定的图案或颜色编码。因此可以根据使用图像获取单元的传感器所获取的图像中的标记 82 的位置或分布来确定扫描工具 80 的取向。

[0057] 第二激光跟踪器 11 具有与图获取单元 15 分开的光束导向单元 16，用于发射也在反射器 81 上对准的第二激光束 17。激光束 17 以及图像获取单元 15 能分别通过电机绕着两个轴枢转，因此可以被对准，使得通过图像获取单元 15，可以获取使用激光束 17 瞄准的目标 81 和测量辅助仪器 80 的标记 82。因此，这里还可以根据标记 82 的空间位置确定距反

射器 81 的精确距离和仪器 80 的取向。

[0058] 因为分别在反射器 81 上对准激光束 17、21, 分别在激光跟踪器 10、11 上设置用于使用特定波长(具体地, 红外波长范围内的)的辐射来照射反射器 81 的照射装置, 并且另外地, 在各跟踪器 10、11 上布置具有位置敏感检测器的至少两个相机。可以通过相机来检测在反射器 81 上反射的并且被辐射回激光跟踪器 10、11 的照射辐射并且可以使用每个位置敏感检测器对各个检测器上的反射器 81 的位置进行成像。因此, 使用第一激光跟踪器 10 并且还使用第二激光跟踪器 11, 可以确定反射器的两个成像位置, 并且借助这些成像的目标位置, 可以寻找目标(反射器 81)——例如, 根据公知的摄影测量原理——并且可以对准瞄准单元 20 或光束导向单元 16, 使得使用测量光束 17、21 瞄准目标。

[0059] 另外, 基于激光跟踪器 10、11 的每两个图像, 可以分别确定反射器的大致位置。可以根据通常的几何或三角原理确定这个位置, 例如, 根据三角形几何构造原理或通过正弦定理和/或余弦定理。另外, 可以使用公知的摄影测量法(立体摄影测量法)确定大致的位置。另外, 出于此目的, 得知彼此相对各个跟踪器 10、11 上的相机的相对位置和(具体地)对准。

[0060] 在这种背景下, 可以例如在图像获取单元 15、光束导向单元 16、瞄准单元 20、支承件 30 或基座 40 上的各个限定位置布置照射装置和相机。

[0061] 借助相机相对于各个激光束 17、21 的发射方向的定位的知识, 可以在已确定的反射器 81 的大致位置上对准激光束 17、21 并将激光束 17、21 连接(锁定)至其上。因此, 尽管激光发射方向至相机采集方向的结构性相对偏移, 但可以迅速执行对各个光束 17、21 的对准, 并且可以解析由相机的光轴和激光束 17、21 形成的视差。特别地可以直接在目标 81 上对准激光束 17、21, 即, 没有循环的中间步骤。

[0062] 具体地——作为确定反射器 81 的大致位置的替代或辅助——可以根据在检测器上(在激光跟踪器 10、11 上)获取并成像的目标位置来确定距反射器 81 的大致距离。也可以通过一般有效的几何原理执行这个确定过程, 例如, 通过三角形的高度定理和/或通过正弦定理和/或余弦定理。

[0063] 另外, 也可以将根据本发明的激光束 17、21 的对准应用于没有图像获取单元 15 的激光跟踪器中, 用于确定测量辅助仪器 80(3D 激光跟踪器)的定向(六自由度相机)。

[0064] 图 2 示出根据本发明的激光跟踪器 12 的其它实施方式, 激光跟踪器 12 具有基座 40, 基座 40 被布置在三角架 45 上并限定枢转轴 41。另外, 在基座上布置支承件 30, 支承件 30 限定倾斜轴 31 并能相对于基座 40 绕着枢转轴 41 枢转, 并且具有手柄 32。此外, 设置瞄准单元 20, 其中, 安装这个瞄准单元 20, 使其能相对于支承件 30 绕着倾斜轴 31 枢转。

[0065] 瞄准单元 20 此外具有包括变焦相机物镜 22 和光学器件 23 的变焦相机, 其被指派给布置在瞄准单元 20 中的距离测量和跟踪单元, 其中, 通过光学器件 23, 从距离测量和跟踪单元发射测量激光束, 用于精确地确定距目标的距离并跟踪目标。另外, 在瞄准单元 20 上设置两个相机 24, 其中每个相机均具有相机光学器件并且每个相机均具有位置敏感检测器和另外的照射装置 25, 照射装置 25 例如被实现为 LED 并具体地在运行时发射红外范围内的光。使用这些照射装置 25, 因此可以照射或辐射目标(例如, 反射器)并且在激光跟踪器 12 的方向或相机 24 的方向上通过反射器反射回至少部分辐射。接着, 使用相机 24 获取被反射的光并且通过各个位置敏感检测器上的相机光学器件将反射的光成像为各个第一目



标位置和第二目标位置。现在可在考虑到检测器的对准的情况下,针对这些目标位置中的每个来确定指向目标位置的各个方向并且因此确定各个检测器上相对于零位置的偏移和/或方向角,具体地,通过确定检测器的尺寸来预先限定针对两个检测器轴(例如,对X轴和Y轴)的两个方向角。通过因此获取的目标的这些位置,可以执行对目标的自动寻找。具体地,通过立体摄影测量来执行对目标的寻找。

[0066] 借助通过两个检测器确定的方向角,接着例如通过数学地构造几何三角形,可以基于相机 24 的已知相对定位来大致确定目标的大致位置和/或距目标的大致距离。

[0067] 使用已知的相机 24 相对于测量激光束的测量方向的对准,可以在激光跟踪器 12 内处理所确定的大致位置或大致距离(具体地,通过控制和分析单元),使得能够在所确定的大致位置上进而在目标上对准测量激光束,其中,通过在光束导向单元 16 上布置角度测量仪或通过基座 40、支承件 30 和/或瞄准单元 20 上布置的角度测量仪确定所述测量激光束的测量方向。

[0068] 在激光束对准在反射器 81 上并且由此被反射回之后,可以通过激光跟踪器 12 内或瞄准单元 20 内的精细距离测量单元确定距反射器 81 的精确距离。此外,接着可以将激光束耦合到反射器 81(返回反射器)上并且可以使用光束来跟踪反射器 81。出于此目的,在被指派给测量辐射的光束路径的其它位置传感上,确定在传感器上被反射的测量光束的位置和入射辐射相对于零点位置的发散。通过可在两个方向上在传感器上确定的这种发散,可以检测反射器 81 的位置变化并且可以根据此变化跟踪激光束并因此连续地瞄准反射器 81。

[0069] 相机 24(具有相机光学器件和检测器)被布置为使得相机 24 的视野至少部分重叠(交叉),因此可以在两个相机 24 的视野中获取目标,特别是通过使用两个相机 24 同时获取。在这种情况下,第一相机可以具有大的视野,其中,第二相机可以具有相对较小的视野。因此,一方面,可以获取大的区域(通过第一相机)并且可以同时实现高精度地确定目标位置(通过第二相机)。另选地,两个相机 24 均具有大的视野,使得可以产生最大可能地重叠的区域(测量精度较低),或者两个相机 24 均可以被实施为具有窄视野,使得在确定大致位置时实现增加精确性(具有较小的重叠区域并且因此具有较小的测量区域)。

[0070] 在所示的实施方式中,相机 24 被布置在瞄准单元 20 上,使得相机的获取方向不在由枢转轴 41 和光学器件 23 的中心点所限定的平面内,或不在由倾斜轴 31 和光学器件 23 的中心点限定的平面内,但在另选的实施方式中至少一个相机可以被布置在一个对应的平面内。

[0071] 在根据本发明的激光跟踪器的特定实施方式中,可以使用至少三个相机检测被反射的照射光,因此可以确定三个位置敏感检测器上的三个目标位置和对应的方向角。接着,借助在检测器上被成像的三个目标位置,产生对大致位置的确定。

[0072] 在激光跟踪器 12 的特定实施方式中,可以通过数学几何计算方法借助检测器上的目标位置推导出距目标的大致距离,所述目标位置是通过被反射的照射辐射而被成像。

[0073] 图 3a、3b 和 3c 均示出根据激光跟踪器的本发明的瞄准单元 20 的其它实施方式。瞄准单元 20 同样被布置为使得它们能相对于支承件 30 绕着倾斜轴枢转并且具有望远镜单元的光学器件 23,光学器件 23 用于发射测量辐射并用于通过测量辐射精确地确定距目标的距离。这些实施方式的不同之处在于,所提供的相机 24 和照射装置 25 的各个布置和/

或数量,例如,照射装置 25 可以被实现为 LED。

[0074] 在图 3a 中,在通过望远镜光学器件 23 的中心点的共享轴 23a 上布置两个相机 24。使用相机 24,根据上述过程,可以在各个检测器上获取目标,通过另外的处理步骤寻找目标,并且通过对准瞄准单元 20 来使用测量光束瞄准目标。每个相机 24 发现反射器所沿的方向从必须被设置用于将要入射到反射器上的测量光束的方向偏转。为了确定这种偏转,可以借助视差角确定大致的距离,可以从相机 24 对着反射器的观察方向来推导出所述视差角。

[0075] 图 3b 也示出在光学器件 23 下方偏移布置的两个相机 24 和用于照射目标的四个照射装置 25。这里绕着各个相机 24 分别对称地布置照射装置 25。也可以基于使用相机 24 获取的两个图像使用根据本发明的这种实施方式执行对反射目标的寻找。通过相对于望远镜光学器件 23 的中心点偏移相机 24 的光轴(瞄准单元 20 的测量光束基本上通过望远镜光学器件 23 发射),这里特别地通过从两个获取的图像中确定距目标的大致距离(摄影测量)实现寻找的过程。出于此目的,例如,通过几何计算原理,可以确定通过相机位置和目標所限定的三角形的高度。另外,可以在另外地考虑指向目标的方向的情况下确定目标的大致位置。在这种情况下,可以从所获得的图像推导出指向目标的方向。

[0076] 图 3c 示出瞄准单元 20 的根据本发明的其它实施方式,瞄准单元 20 具有四个相机 24,分别将用于照射目标的两个照射装置 25 指派给四个相机 24。在这种情况下,相对于测量轴以限定的位置关系布置相机 24,通过光学器件 23 限定所述测量轴的位置。由于较大量的相机 24 和因此可以被获取的共享反射目标的图像,通过这些图像可以更精确地执行寻找目标,因此可以实现使用测量辐射更迅速地瞄准目标。另外,这种实施方式提供冗余的优点,即,如果一个(或两个)相机 24 失效,那么仍然能通过其余发挥作用的相机 24 寻找目标。通过相机 24 这种布置另外的优点是,因而导致增大整个视野,这是由于各个相机的视野部分交叉所致。具体地,因此可以对于寻找目标或确定目标位置增加精确性,尤其在测量轴周围的区域内。出于这个目的,四个相机的视野可以在这个区域联合重叠。由于较大量的相机 24 和因此可以获得的共享反射性目标的图像,除了通过这些图像更精确地寻找目标外,还可以使用测量辐射实现更迅速地瞄准目标。

[0077] 图 3d 示出瞄准单元 20 的根据本发明的其它实施方式,瞄准单元 20 具有两个相机 24,分别将用于照射目标的两个照射装置 25 指派给这两个相机 24。在这种情况下,绕着望远镜光学器件 23 对称地布置相机-照射装置组合。这些组合中的第一个被布置在望远镜光学器件 23 的侧面,第二个被布置在望远镜光学器件 23 的下面。

[0078] 在这种情况下,与测量方向成对地在每种情况下再次基本轴向对称地布置相机 24,通过光学器件 23 的中心点限定相机的位置。由于较大量的相机 24 和因此可以获得的共享反射性目标的图像,通过这些图像可以更精确地执行寻找目标,因此可以实现使用测量辐射更迅速地瞄准目标。通过瞄准单元 20 上照射装置 25 的特定布置,也可以使用这个实施方式执行根据本发明的寻找目标。

[0079] 图 4 示出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 50 具有激光束源 51—例如,氦氖激光源或激光二极管—和准直仪 53,准直仪 53 用于将使用光束源 51 产生的激光辐射连接至测量光束路径。通过光纤 52 在所示的结构中将辐射从激光束源 51 引导至准直仪 53,但也能另外地直接耦合或通过光学偏转

装置耦合至测量光束路径。光学单元 50 另外具有干涉仪单元 54, 通过其可以检测并测量距目标的距离的变化。使用光束源 51 产生的辐射被用作用于干涉仪 54 的测量辐射, 其在干涉仪 54 内被分为参照路径和测量路径, 并且在目标上反射测量光束之后, 与在检测器上的参考光束一起被检测。另外, 设置具有其它光束源和其它检测器的绝对距离测量单元 55。这个单元 55 被用于确定距目标的距离, 其中, 通过光束分离器 56 将由此产生的辐射与干涉仪辐射一起导向至共享测量光束路径上。光学组件的布置和光学单元 50 中测量辐射的导向限定了测量方向或光学测量轴 57。为了精确确定距目标的距离, 可以考虑绝对距离测量仪 55 和干涉仪 54 的测量值并具体地将其联系起来。在激光跟踪器的特定实施方式中, 特别是在不同的测量组中, 绝对距离测量仪 55 和干涉仪 54 可以限定不同的测量光束路径和 / 或可以在结构上分离地布置。

[0080] 此外, 光学单元 50 具有两个相机 24a、25a, 它们分别具有光轴或获取方向 26a、26b 和照射装置 25。此外, 相机 24a、25b 中的每个限定视野 27a、27b, 其中, 布置相机 24a、25a, 使得视野 27a、27b 重叠, 因此产生重叠区域 28。

[0081] 通过照射装置 25, 可以发射电磁辐射来照射目标。如果该辐射在目标上反射并且在两个相机 24a、24b 的方向上至少部分地反射, 那么可以在每种情况下在一个图像内使用两个相机 24a、24b 获取被反射的照射辐射, 作为目标位置。通过相机 24a、24b 的布置, 使得形成视野 28 的重叠区域, 使用这两个相机 24a、24b 在这个区域 28 中获取目标。图 5a 和图 5b 中示出通过所获取的图像进行获取目标并寻找目标的示例性实施方式。

[0082] 另外, 在光学单元 50 内布置位置敏感检测器 58 (PSD), 使得在目标上被反射的测量激光辐射能够在该位置敏感检测器上被检测。通过这个 PSD 58, 可以确定获取的光束从检测器零点的发散并且基于发散来执行跟踪目标上的激光束。出于这个目的并且为了实现高精度, 这个 PSD 58 的视野被选择为尽可能小, 即, 对应于测量激光束的光束直径。与测量轴 57 同轴地执行使用 PSD 58 来进行获取, 使得 PSD 58 的获取方向对应于测量方向。在基于两个相机 24a、24b 获取图像并且对图像进行摄影测量分析以在返回反射目标上对准测量激光之后, 首先, 执行基于 PSD 的跟踪和精细瞄准的应用。

[0083] 图 5a 示出两个位置敏感检测器 28a、28b, 其中, 在每个检测器上成像一个目标位置 29a、29b。可以使用两个相机的检测器 28a、28b 通过在目标上反射照射辐射来获取目标位置 29a、29b。在这种情况下, 可以产生两个图像, 这两个图像均示出一个目标位置 29a、29b, 因此指定每个检测器 28a、28b 相对于目标的相对方向, 或者指明目标位置 29a、29b 距检测器零点的偏差。

[0084] 图 5b 示出使用检测器 28a、28b 产生的图像与目标位置 29a、29b 的叠加。在这种情况下, 将所获取的目标位置 29a、29b 传递到相对于激光跟踪器的测量单元所参照的共享坐标系。现在, 可以通过对第一目标位置 29a 和第二目标位置 29b 进行 (坐标) 分析来执行寻找目标 29c, 其中, 例如, 可以构造位置 29a、29b 之间的连接路线, 可以由此确定目标坐标。具体地, 在检测器 28a、28b 绕着望远镜光学器件或绕着测量轴轴对称分布的情况下执行这种确定。结果, 通过使用相机或检测器 28a、28b 相对于彼此已知的并且固定的相对定位, 可以计算距目标的大致距离和 / 或目标的大致位置。

[0085] 基于这个目标定位并使用相机至测量单元 (干涉仪和绝对距离测量仪) 或者其发射方向的已知定位, 此外, 可以将激光跟踪器的测量激光束对准在目标的位置上并且可以

确定距目标的精确距离。

[0086] 借助这样的寻找目标,可以更有效、迅速并且直接地执行瞄准目标 29c,其中,根据现有技术的方法的循环方法需要多个步骤,因此既更耗时,又不精确。

[0087] 特别地,可以通过使用几何计算原理执行对大致距离或大致位置的确定。这在图 6 中作为示例被示出。这里,两个相机 60a、60b 分别获取目标 65 并且被彼此相对定位,使得相机 60a、60b 之间的连接路线 62(具体地,相对于其长度)和相机 60a、60b 的各个获取方向 61a、61b 是已知的(基于摄影测量)。根据使用相机 60a、60b 获取的图像,可以分别确定指向目标的方向 63a、63b,因此推导出方向 63a 和连接路线 62 之间的角  $\alpha$  以及方向 63b 和连接路径 62 之间的角  $\beta$ 。

[0088] 基于这些已确定的规范,例如,通过使用“三角形的高度定理”(  $h_a = c \times \sin \beta$  )、“三角形的内角和”(  $\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$  )和“正弦定理”(  $a/\sin \alpha = c/\sin \gamma$  ),可以计算从连接路线 62 至目标 65 的距离。

[0089] 图 7a 示出使用具有位置敏感检测器的根据本发明的激光跟踪器的相机获取的图像 70,在图像中具有获取的从被照射目标反射的照射辐射。根据照射辐射的辐射横截面的形状,在图像 70 中获取照射辐射横截面形状 71。图 7b 示出在这种背景下在相机的位置敏感检测器 70a 上入射的照射辐射的位置。入射到检测器 70a 的辐射 71 遍布大量独立的传感器像素 70b,其中,可以借助传感器像素 70b 的大小和数量来确定辐射的形状。

[0090] 为了确定传感器 70a 上或图像 70 内照射辐射横截面形状 71 的位置,可以基于图像处理执行分析,使得由此确定表示图像中的照射辐射位置的目标点。根据本发明,出于这个目的,激光跟踪器的控制和分析单元具有目标位置确定功能,通过执行该功能,通过图像处理确定第一(和第二)图像 70 中的第一(和第二)目标位置,使得通过各个目标位置,表示在各个图像 70 中获取的照射辐射横截面形状 71 在图像 70 中的位置。具体地,可以基于在各个图像 70 中获取的照射辐射横截面形状 71 来计算焦点来执行此步骤,具体地,通过亮度和 / 或对比度分析来执行。

[0091] 另选地或附加地,如图 7c 所示,可以通过基于最佳拟合方法(具体地,以子像素精度)将各个图像中获取的照射辐射横截面形状 71 与存储图案 72(这里:圆形形状)匹配(具体地,形成对应关系)来执行确定位置,其中,基于形成对应关系的(具体地,以子像素精度)的图像中图案 72 的位置来确定在图像中获取的照射辐射 71 的各个目标位置。

[0092] 具体地,在这种情况下,也可以针对存储图案存储信息项,其允许推导出图案内的图案位置,在图案内部限定所述图案位置并将其用于对目标位置的最终确定,特别地,其中,信息项是图案内部限定的图案位置本身或是诸如图案焦点确定算法的限定的图案位置确定算法。

[0093] 如果图案 72 因此适用于所获取的照射辐射的形状,那么因此基于已存储的图像属性,可以将特定的点(例如,在这里示出的圆形形状中,为圆心点)推导出作为将在图像 70 内或在传感器 70a 上确定的目标位置。在这种情况下,也可以将图案 72 限定为例如椭圆形或多边形。

[0094] 图 8 示出用于校准位置的根据本发明的方法和根据本发明对准激光跟踪器 12 的至少两个相机 24 的方法,具体地,按照根据图 1 至图 4 中的一个的实施方式。

[0095] 这两个相机 24 均具有相机光学器件并且均具有位置敏感检测器和例如被实现为

LED 的另外的照射装置 25, 并且具体地, 在操作时发射红外范围内的光。使用这些照射装置 25, 因此可以照射或辐射目标 101 (例如, 反射器) 并且可以通过反射器在激光跟踪器 12 的方向上或相机 24 的方向上的反射回至少部分辐射。接着, 使用相机 24 获取被反射的光并且通过各个位置敏感检测器上的相机光学器件对其进行成像, 作为各个第一像素和第二像素或目标位置。

[0096] 在完成系统 12 的校准之后, 对于在考虑到检测器对准的情况下的这些目标位置中的每个目标位置, 可以由此分别确定指向目标位置的方向以及相对于各个检测器上的零位置的偏移和 / 或方向角。通过因此获得的这些目标位置, 可以执行自动寻找目标 101。

[0097] 对于校准, 通过测量辐射 21 在第一位置 102 测量目标 101, 另外在相机 24 的位置敏感检测器上确定被反射的照射辐射的各个目标位置。随后, 目标 101 偏移至位置 103 并且重复进行测量操作。另选地, 也可以在位置 103 使用第二目标。可以根据因此获取的测量数据来执行系统 12 的校准, 使得能够推导出相机彼此的相对定位和相机相对于测量轴的相对定位。在这种情况下, 分别已知测量辐射的瞄准方向, 并且可以分别将目标位置分派到这个方向。接着, 可以从这些关系中推断出各个相机的取向。

[0098] 换句话讲, 激光跟踪器 12 具有校准功能, 通过执行所述校准功能, 确定第一相机和第二相机相对于彼此以及第一相机和第二相机相对于测量轴的已知定位和对准。在这个背景下, 具体地, 在各种位置 102、103 中设置目标 101 并且针对目标 101 的每个位置 102、103 通过测量辐射 21 瞄准并测量目标 101, 确定第一目标位置和第二目标位置并且从对目标 101 的测量和由此在图像中确定的目标位置来推导出相机的相对定位和对准。

[0099] 显而易见, 这些示出的图仅示意性地示出可能的示例性实施方式。根据本发明也可以将各种方法相互结合并且与现有技术的用于确定距离和 / 或位置的摄影测量方法结合以及与这种类型的测量装置 (具体地, 激光跟踪器) 结合。

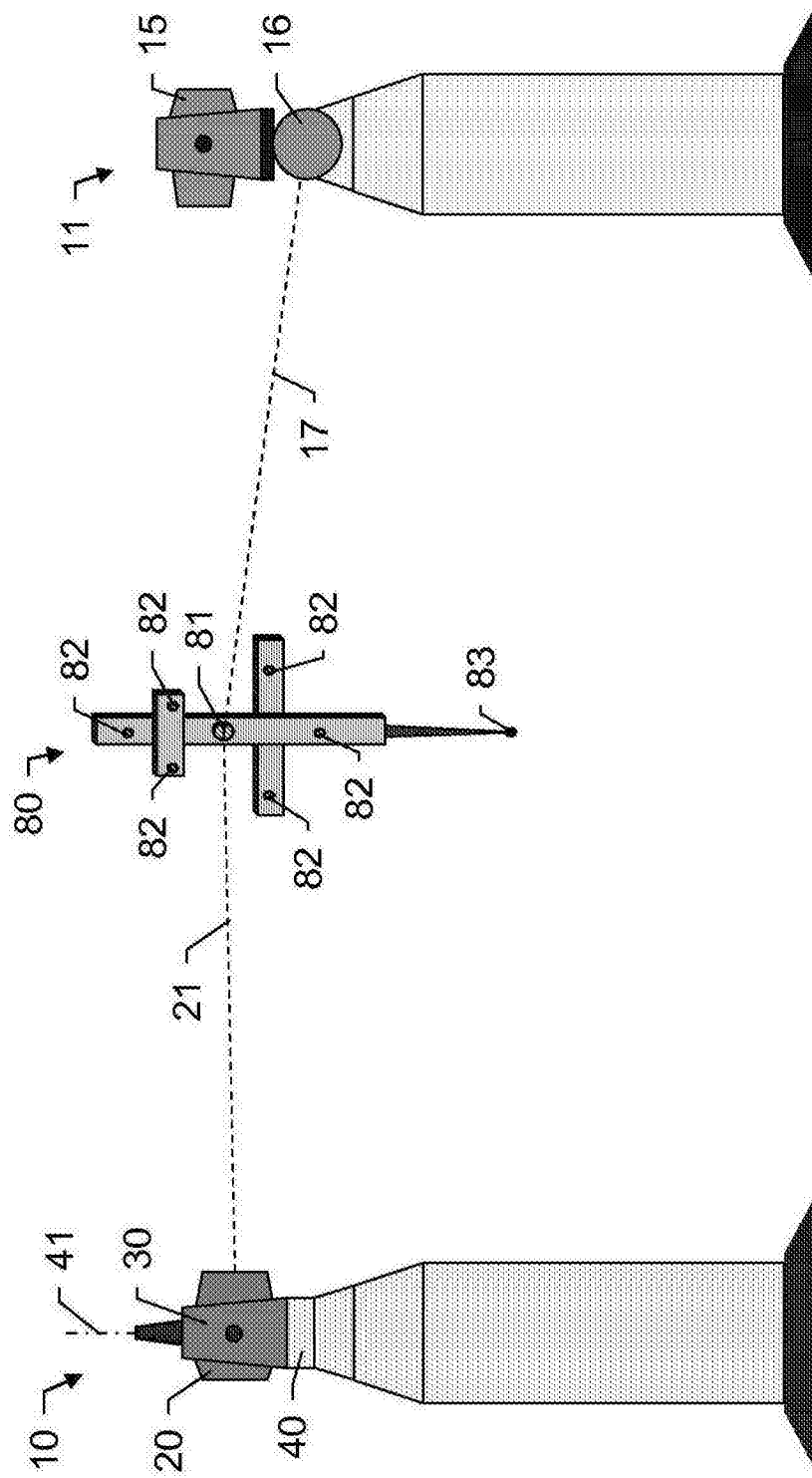


图 1

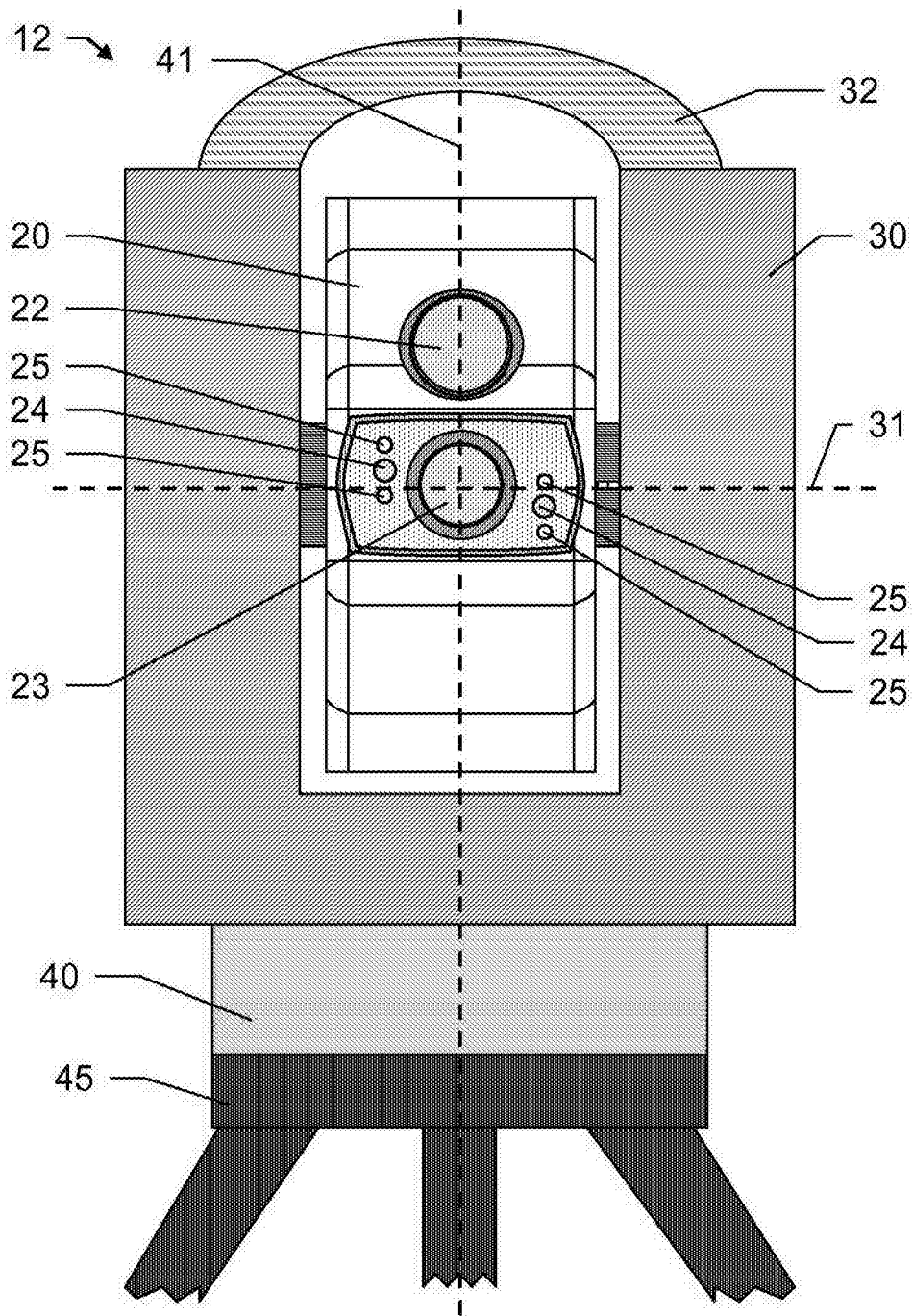


图 2

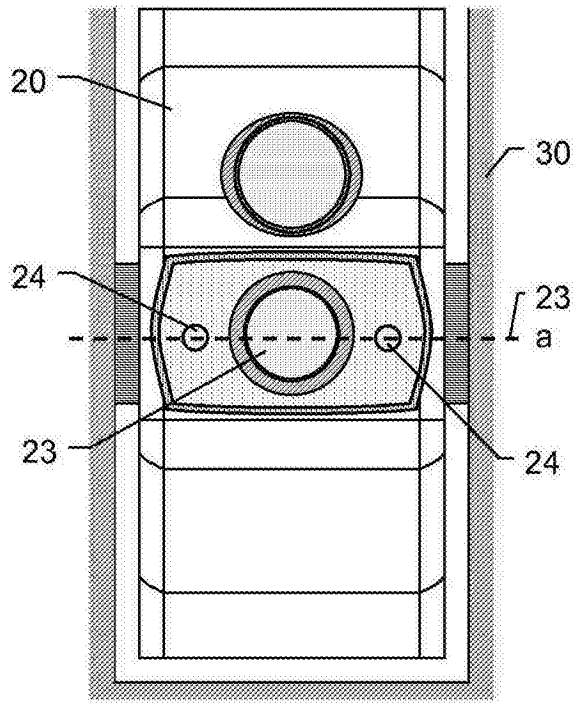


图 3a

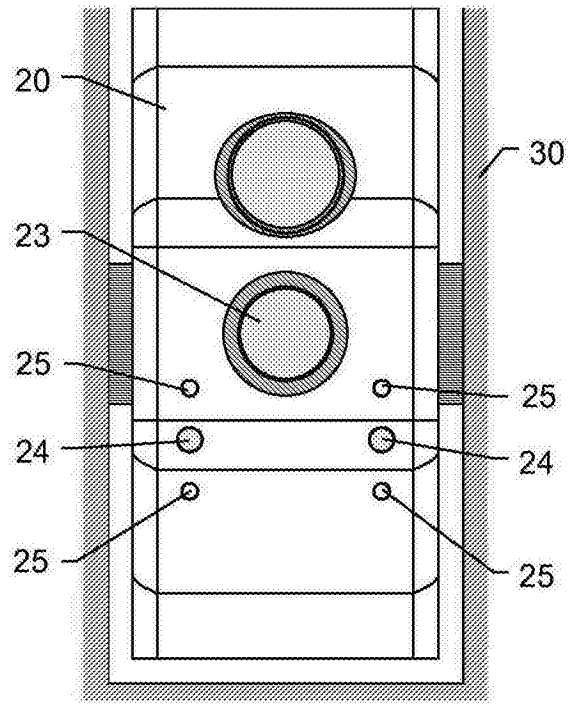


图 3b

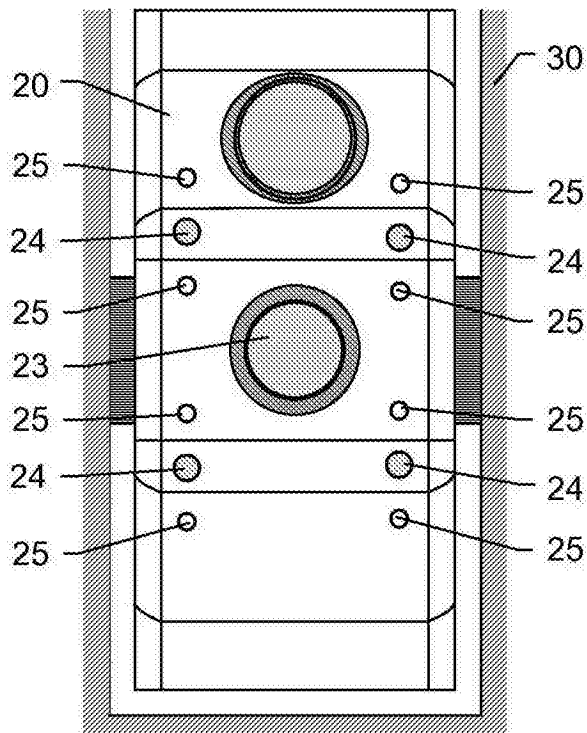


图 3c

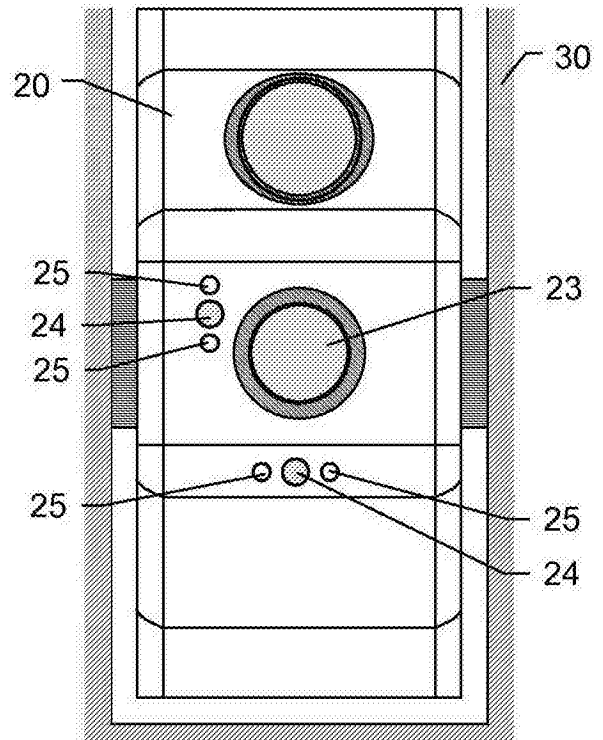


图 3d



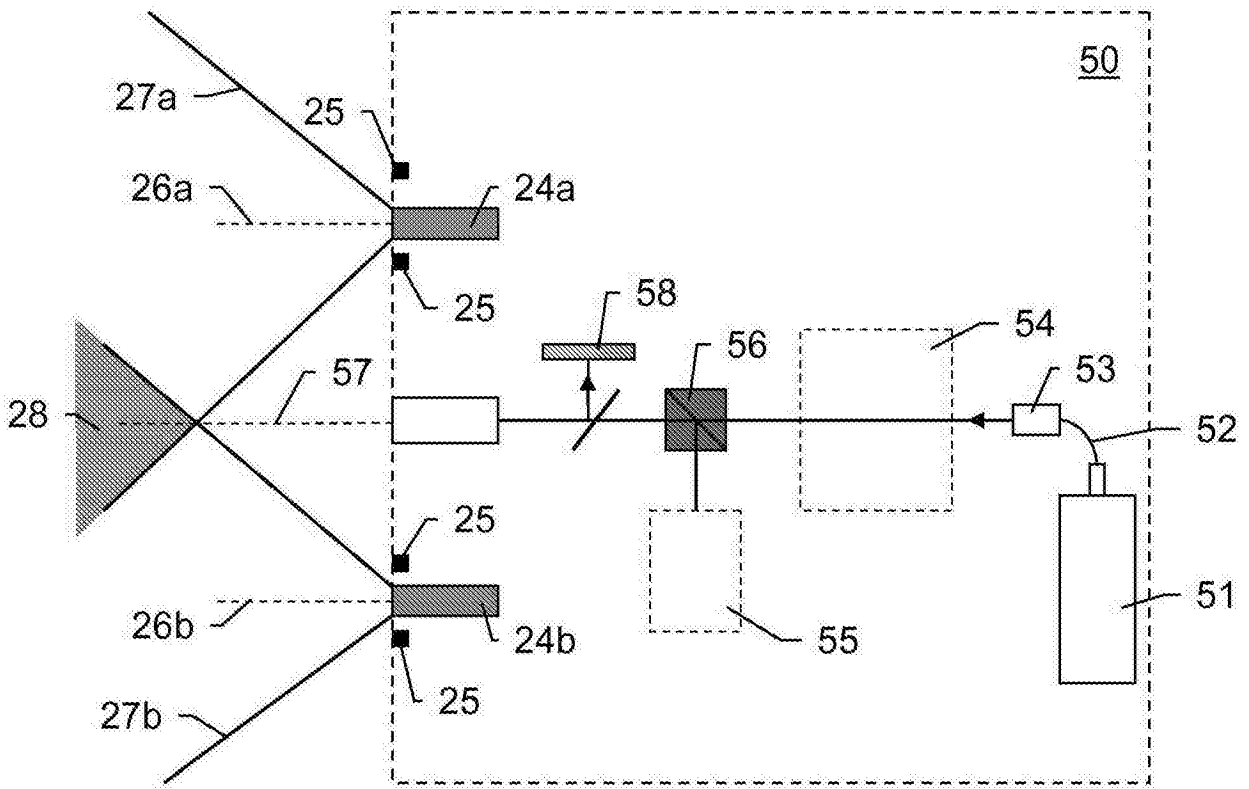


图 4

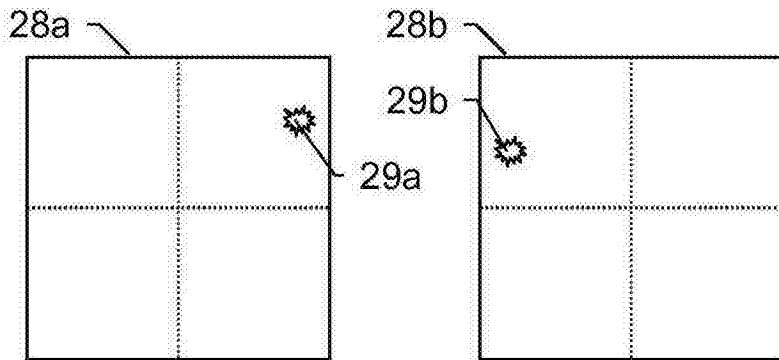


图 5a

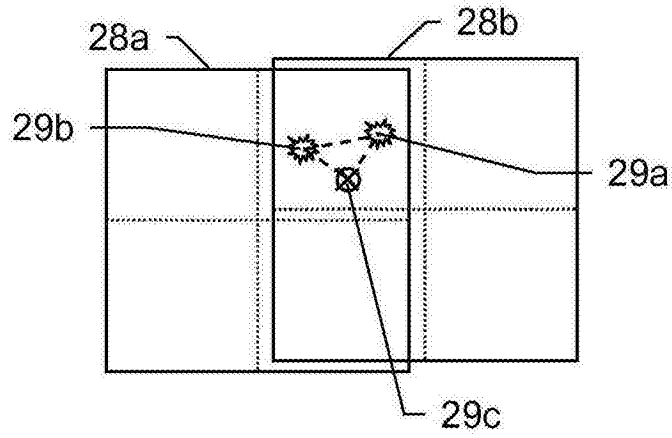


图 5b

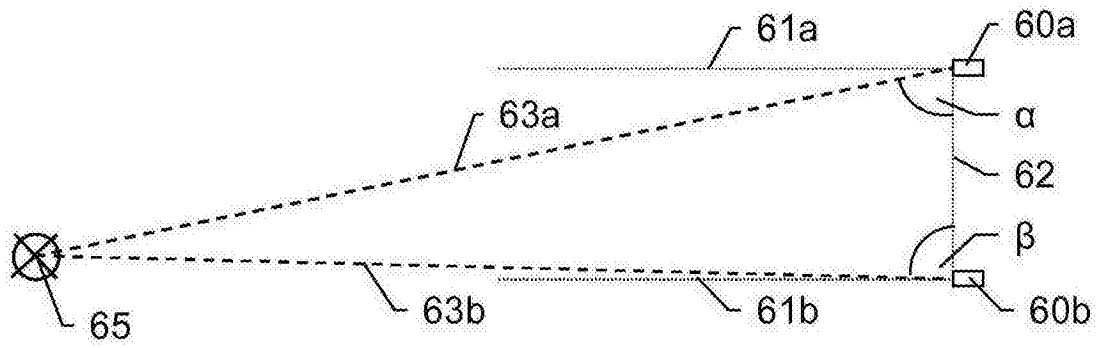


图 6

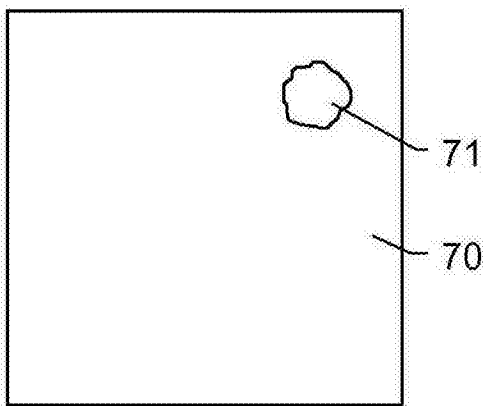


图 7a

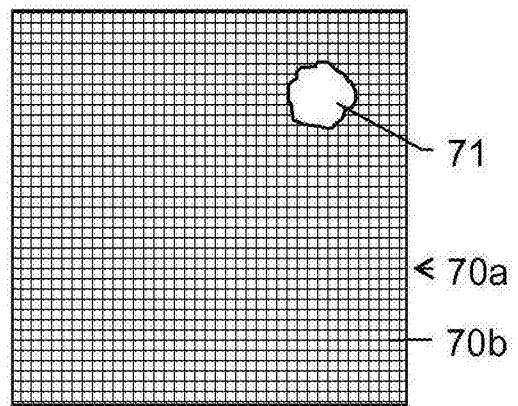


图 7b

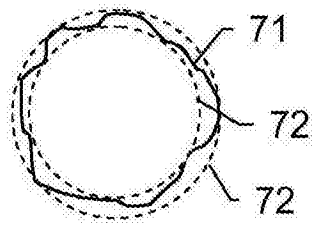


图 7c

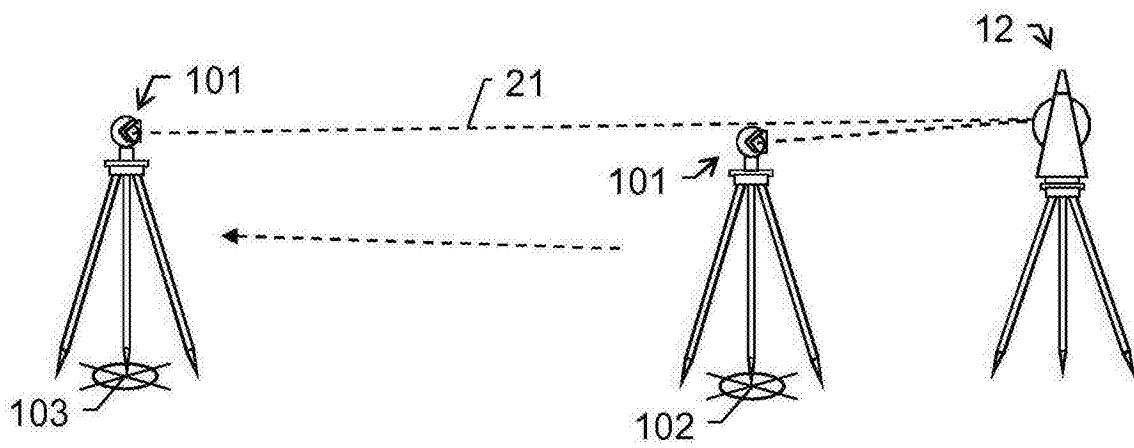


图 8