



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104769454 B

(45)授权公告日 2017.09.19

(21)申请号 201380056849.4

(22)申请日 2013.10.29

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104769454 A

(43)申请公布日 2015.07.08

(30)优先权数据
12190873.5 2012.10.31 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.04.29

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2013/072602 2013.10.29

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/067942 DE 2014.05.08

(73)专利权人 莱卡地球系统公开股份有限公司
地址 瑞士海爾博瑞格

(72)发明人 A·克里斯滕 K·维尔迪
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 吕俊刚 刘久亮

(51)Int.Cl.
G01S 7/497(2006.01)
G01S 17/02(2006.01)
G01S 5/16(2006.01)

(56)对比文件
US 2004/0136012 A1,2004.07.15,
WO 2010/148526 A1,2010.12.29,
CN 102410832 A,2012.04.11,
审查员 王晓东

权利要求书4页 说明书12页 附图7页

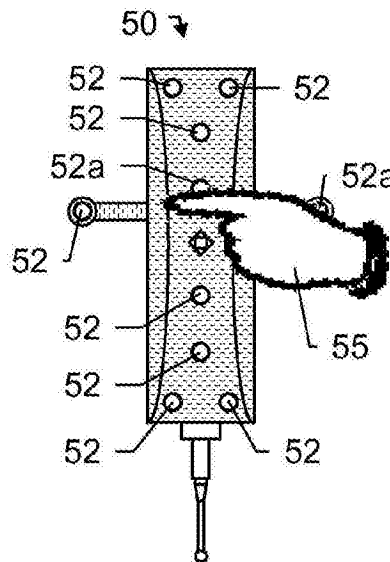
(54)发明名称

用于确定对象的取向的方法和装置

(57)摘要

本发明涉及一种确定激光跟踪仪的辅助测量对象(50)的空间取向的方法,所述测量对象具有提供光点的基准特征(52,52a)。所述跟踪仪具有基座、可按照机动化方式枢转的支撑件、可按照机动化方式绕倾斜轴旋转并且包括用于捕获光点的图像的图像捕获单元的枢转单元、以及用于发射激光束的光束源。根据所述方法,在辅助测量对象(50)的方向上捕获具有相应可捕获的光点的图像,并且利用图像分析从图像中捕获的光点在图像中的图像位置推导辅助测量对象(50)的空间取向。另外,限定用于图像分析的关于图像中的各个光点的外观的局部考虑标准,或者限定用于图像分析的关于图像中的多个光点之间的空间关系的全局考虑标准。进行测试以通过将利用捕获的图像提供的与光点有关的图像信息与所述考虑标准进行比较,来确定图像中捕获的至少一个光点是否满足所述考虑标准。如果不满足所述考虑标准,则在推导空间取向时不考

虑该光点。



1. 一种用于激光跟踪仪(10,11)并且利用激光跟踪仪(10,11)确定具有基准特征(52,52a)的测量辅助对象(50)的空间取向的方法,所述基准特征按照限定的空间关系被附接并提供光斑(61,62,63),所述激光跟踪仪(10,11)具有:

- 基座(40),其限定竖直轴(41),
- 支撑件(30),其能够通过电机相对于所述基座(40)绕所述竖直轴(41)枢转,
- 枢转单元(15,20),其能够通过电机相对于所述支撑件(30)绕倾斜轴旋转,并且具有用于捕获所述光斑(61,62,63)的图像(60)的图像捕获单元,
- 辐射源,其用于发射激光束(17,21),
- 距离测量单元,其用于利用所述激光束(17,21)测量距所述测量辅助对象(50)的距离,以及

- 角度测量功能,其用于确定所述激光束(17,21)相对于所述基座(40)的发射方向,其中,在所述方法的范围内,
- 在所述测量辅助对象(50)的方向上捕获具有光斑(61,62,63)的图像(60),所述光斑(61,62,63)能够各自根据至少一个位置和/或所述测量辅助对象(50)的对准来捕获,并且
- 利用图像分析从所述图像(60)中捕获的所述光斑(61,62,63)在所述图像(60)中的图像位置(71,72)来推导所述测量辅助对象(50)的空间取向,

所述方法的特征在于,

- 针对所述图像分析限定关于所述图像(60)中的各个光斑(61,62,63)的外观的局部考虑标准,或者针对所述图像分析限定关于所述图像(60)中的多个光斑(61,62,63)之间的位置关系的全局考虑标准,

- 针对所述图像(60)中捕获的光斑(61,62,63)中的至少一个,检查是否满足所述局部考虑标准或全局考虑标准,并且

- 如果不满足所检查的所述局部考虑标准或所述全局考虑标准,则对于所述空间取向的推导,所述图像(60)中捕获的光斑(61,62,63)中的所述至少一个以缩减形式被加权。

2. 根据权利要求1所述的方法,该方法的特征在于,如果不满足所检查的所述局部考虑标准或所述全局考虑标准,则对于所述空间取向的推导,所述图像(60)中捕获的光斑(61,62,63)中的所述至少一个被排除。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,该方法的特征在于,所述局部考虑标准针对所述图像(60)中的光斑(61,62,63)中的所述至少一个的外观限定图像属性。

4. 根据权利要求3所述的方法,该方法的特征在于,所述局部考虑标准限定设定点形状和/或设定点空间延伸和/或设定点亮度分布(65)和/或设定点总强度和/或设定点对比度作为图像基准。

5. 根据权利要求1、2和4中的任一项所述的方法,该方法的特征在于,所述全局考虑标准限定所述图像中捕获的多个光斑(61,62,63)在所述图像(60)中的所述图像位置(71,72)的相对空间设定点定位。

6. 根据权利要求5所述的方法,该方法的特征在于,所述全局考虑标准考虑所述测量辅助对象(50)的相应取向限定所述相对空间设定点定位。

7. 根据权利要求1、2、4和6中的任一项所述的方法,该方法的特征在于,所述局部考虑标准或全局考虑标准是从所捕获的图像(60)来推导的。

8. 根据权利要求7所述的方法,该方法的特征在于,所述局部考虑标准或全局考虑标准是从所述光斑(61,62,63)的相应图形描绘的比较来推导的。

9. 根据权利要求1、2、4、6和8中的任一项所述的方法,该方法的特征在于,按照时间偏移捕获具有所述光斑(61,62,63)的至少一个另外的图像(60)并且针对所述图像(60)中捕获的至少一个所述光斑(61,62,63),通过比较所述图像来检查是否满足所述局部考虑标准或全局考虑标准。

10. 根据权利要求1、2、4、6和8中的任一项所述的方法,该方法的特征在于,

-为了检查是否满足所述局部考虑标准,针对所述图像(60)中捕获的光斑(61,62,63)中的所述至少一个从所述图像(60)推导图形信息项,或者

-为了检查是否满足所述全局考虑标准,使用利用图像处理确定的所述图像(60)中捕获的光斑(61,62,63)中的所述至少一个在所述图像中的图像位置(71,72)。

11. 根据权利要求1、2、4、6和8中的任一项所述的方法,该方法的特征在于,在检查是否满足所述局部考虑标准或全局考虑标准期间,考虑所述测量辅助对象(50)的空间结构和/或测量空间。

12. 根据权利要求11所述的方法,该方法的特征在于,在检查是否满足所述局部考虑标准或全局考虑标准期间,考虑以下项中的至少一个:

-所述测量辅助对象(50)的位置,以及

-视觉障碍物(55)的位置和尺寸。

13. 根据权利要求1、2、4、6、8和12中的任一项所述的方法,该方法的特征在于,通过检查是否满足所述局部考虑标准或全局考虑标准,针对图像(60)中捕获的光斑(61,62,63)中的所述至少一个确定至少部分隐藏,其中,如果存在所述光斑(61,62,63)的至少部分隐藏,则对于所述空间取向的推导,该光斑(61,62,63)以缩减形式被加权。

14. 根据权利要求1、2、4、6、8和12中的任一项所述的方法,该方法的特征在于,为了检查是否满足所述局部考虑标准或全局考虑标准,通过比较所检查的所述局部考虑标准或所述全局考虑标准和图像信息项来确定指明所检查的所述局部考虑标准或所述全局考虑标准和所述图像信息项的对应程度的比较质量值,并且为所述比较质量值限定置信范围,其中,从所捕获的图像推导至少第一光斑(61,62,63)的所述图像信息项,其中,

如果在针对所捕获的光斑(61,62,63)中的所述至少一个检查是否满足所述局部考虑标准或全局考虑标准的范围内,当前确定的比较质量值被设置在所述置信范围内,则执行考虑,如果所确定的比较质量值存在于所述置信范围之外,则对于所述空间取向的推导,对所述光斑(61,62,63)执行缩减加权。

15. 根据权利要求14所述的方法,该方法的特征在于,在针对所述图像中捕获的各个光斑(61,62,63)检查是否满足所述局部考虑标准或全局考虑标准的范围内,确定各个残差并且检查相应残差是否落在能够设定的预期范围内,其中,如果一个或多个残差存在于所述预期范围之外,则对应光斑(61,62,63)针对所述比较质量值的确定被以缩减形式加权。

16. 根据权利要求15所述的方法,该方法的特征在于,如果一个或多个残差存在于所述预期范围之外,则对应光斑(61,62,63)针对所述空间取向的推导被排除。

17. 一种激光跟踪仪(10,11),该激光跟踪仪(10,11)用于具有基准特征(52,52a)的测量辅助对象(50)的位置和/或对准确定,所述基准特征(52,52a)按照限定的空间关系被附

接并提供光斑(61,62,63),所述激光跟踪仪(10,11)具有:

- 基座(40),其限定竖直轴(41),
- 支撑件(30),其能够通过电机相对于所述基座(40)绕所述竖直轴(41)枢转,
- 枢转单元(15,20),其能够通过电机相对于所述支撑件(30)绕倾斜轴旋转,并且具有用于捕获所述光斑(61,62,63)的图像(60)的图像捕获单元,
- 辐射源,其用于发射激光束(17,21),
- 距离测量单元,其用于利用所述激光束(17,21)测量距所述测量辅助对象(50)的距离,
- 角度测量功能,其用于确定所述激光束(17,21)相对于所述基座(40)的发射方向,以及

-控制和处理单元,其具有用于确定所述测量辅助对象(50)的空间取向的功能,在执行该功能时,利用图像分析从所述图像(60)中捕获的光斑(61,62,63)在所述图像(60)中的图像位置(71,72)推导所述测量辅助对象(50)的空间取向,其中,由所述控制和处理单元进行控制,在所述测量辅助对象(50)的方向上捕获具有光斑(61,62,63)的图像(60),所述光斑(61,62,63)能够各自根据至少一个位置和/或所述测量辅助对象(50)的对准来捕获,

所述激光跟踪仪(10,11)的特征在于,

-针对所述图像分析限定关于所述图像(60)中的各个光斑(61,62,63)的外观的局部考虑标准,或者针对所述图像分析限定关于所述图像(60)中的多个光斑(61,62,63)之间的位置关系的全局考虑标准,

-所述控制和处理单元具有检查功能,在执行该检查功能时,针对所述图像(60)中捕获的光斑(61,62,63)中的至少一个检查是否满足所述局部考虑标准或全局考虑标准,并且

-如果不满足所检查的所述局部考虑标准或所述全局考虑标准,则在执行推导所述空间取向的功能期间,所述图像(60)中捕获的光斑(61,62,63)中的所述至少一个以缩减形式被加权。

18. 根据权利要求17所述的激光跟踪仪(10,11),该激光跟踪仪(10,11)的特征在于,如果不满足所检查的所述局部考虑标准或所述全局考虑标准,则在执行推导所述空间取向的功能期间,所述图像(60)中捕获的光斑(61,62,63)中的所述至少一个被排除。

19. 根据权利要求17所述的激光跟踪仪(10,11),该激光跟踪仪(10,11)的特征在于,该激光跟踪仪(10,11)用于连续跟踪所述测量辅助对象(50)。

20. 根据权利要求17至19中的任一项所述的激光跟踪仪(10,11),该激光跟踪仪(10,11)的特征在于,所述控制和处理单元被实现为执行根据权利要求1至16中的任一项所述的方法。

21. 根据权利要求17至19中的任一项所述的激光跟踪仪(10,11),该激光跟踪仪(10,11)的特征在于,所述测量辅助对象(50)被实现为使得布置相对于所述基准特征(52,52a)中的一个按照限定的空间关系定位的附加辅助标记(56,58),其中,在执行所述检查功能时,针对是否满足所述局部考虑标准或全局考虑标准检查所述辅助标记(56,58)在所捕获的图像(60)中的描绘。

22. 根据权利要求17至19中的任一项所述的激光跟踪仪(10,11),该激光跟踪仪(10,11)的特征在于,所述测量辅助对象(50)的所述基准特征(52,52a)被实现为提供所述光斑

(61,62,63)的自发光装置。

23.一种利用权利要求17至22中的任一项所述的激光跟踪仪(10,11)来控制在测量辅助对象(50)的方向上捕获图像并且来执行根据权利要求1至16中的任一项所述的方法中的以下步骤的方法

- 所述测量辅助对象(50)的空间取向的确定,以及
- 是否满足所述局部考虑标准或所述全局考虑标准的检查。

用于确定对象的取向的方法和装置

[0001] 本发明涉及一种用于激光跟踪仪以及利用激光跟踪仪确定对象的取向的方法、具有对应功能的激光跟踪仪以及计算机程序产品。

[0002] 为了连续跟踪目标点并确定该点的坐标位置而实现的测量装置通常可(特别是与工业测绘结合)总称为术语激光跟踪仪。在这种情况下,目标点可通过回射单元(例如,立方棱镜)来表示,利用测量装置的光学测量光束(特别是激光束)来瞄准该回射单元。激光束被平行地反射回测量装置,在测量装置中利用装置的捕获单元来捕获反射光束。在这种情况下,例如,利用用于角度测量的传感器来确定光束的发射或接收方向,所述传感器与系统的偏转反射镜或瞄准单元关联。另外,例如,利用运行时间或相位差测量或者利用斐索(Fizeau)原理,通过光束的捕获来确定从测量装置到目标点的距离。

[0003] 另外,在现代跟踪仪系统中,在传感器上确定接收的测量激光束相对于所谓的伺服监测点的偏离(越来越成为标准特征)。利用这种可测量的偏离,可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,并且可根据此偏离来校正或跟踪激光束的对准,使得传感器上的偏离减小(特别是为“零”),因此光束对准反射器中心的方向。通过跟踪激光束对准,可执行目标点的连续目标跟踪(跟踪),并且可连续确定目标点相对于跟踪仪系统的距离和位置。在这种情况下,可利用偏转反射镜(可通过电机来移动,设置用于使激光束偏转)的对准变化和/或通过瞄准单元(具有光束引导激光光学器件)的枢转来实现跟踪。

[0004] 在所描述的目标跟踪之前必须将激光束锁定在反射器上。为此,在跟踪仪上可另外布置具有位置敏感传感器并且具有相对大的视野的捕获单元。另外,在所讨论的类型的装置中,集成有附加照明装置,利用该附加照明装置来对目标或反射器进行照明,特别是利用与距离测量装置的波长不同的限定波长。在这种情况下传感器可被实现为对该特定波长左右的范围敏感,(例如)以减小或完全防止外部光影响。利用该照明装置,可对目标进行照明,并且利用相机,可捕获具有被照明的反射器的目标的图像。通过描绘传感器上的特定(波长特定)反射,可分辨出图像中的反射位置,因此可确定相对于相机的捕获方向以及朝目标或反射器的方向的角度。具有这种目标搜索单元的激光跟踪仪的实施方式可从例如WO 2010/148525 A1了解。根据这样可推导的方向信息,测量激光束的对准可改变,使得激光束与激光束将要锁定到其上的反射器之间的距离减小。

[0005] 现有技术的激光跟踪仪具有至少一个用于距离测量的测距仪,其中,所述测距仪可被实现为例如干涉仪。由于这些距离测量单元仅可测量相对距离变化,所以在目前的激光跟踪仪中除了干涉仪以外还安装了所谓的绝对距离测量仪。例如,用于距离确定的测量装置的这种组合可通过莱卡测量系统有限公司(Leica Geosystems AG)的产品AT901来了解。另外,使用HeNe激光器进行距离确定的绝对距离测量仪和干涉仪的组合可从(例如)WO 2007/079600 A1了解。

[0006] 根据现有技术的激光跟踪仪可另外具体实现为具有光学图像捕获单元,该光学图像捕获单元具有二维感光阵列(例如,CCD或CID相机或者基于CMOS阵列的相机)或者具有像素阵列传感器并且具有图像处理单元。在这种情况下,激光跟踪仪和相机可一个叠另一个

地安装,特别是按照其相对于彼此的位置不可变化的方式安装。例如,相机可随激光跟踪仪一起绕其基本上垂直的轴旋转,但是可独立于激光跟踪仪上下枢转,因此与特别是激光束的光学器件分离地布置。另外,相机(例如,依赖于相应应用)可被具体实现为仅可绕一个轴枢转。在另选实施方式中,相机可随激光光学器件一起按照集成构造安装在共享的壳体中。

[0007] 通过所谓的测量辅助仪器或者带有标记(其彼此的相对位置已知)的测量辅助对象的图像的捕获和分析(利用图像捕获和图像处理单元),可推断仪器和布置在测量辅助仪器上的对象(例如,探针)在空间中的取向。随所确定的目标点的空间位置一起,另外可精确地确定对象在空间中的绝对位置和取向和/或相对于激光跟踪仪的位置和取向(6DoF确定:六自由度的确定)。

[0008] 这些测量辅助仪器可通过所谓的扫描工具来具体实现,所述扫描工具被定位成使得其接触点在目标对象的点上。扫描工具具有标记(例如,发光二极管(LED))和反射器(表示扫描工具上的目标点)并且可利用跟踪仪的激光束来瞄准,其中,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。按照本领域技术人员已知的方式,测量辅助对象也可以是为距离测量(例如,为无接触表面测绘)配备的手持扫描仪,其中,用于距离测量的扫描仪测量光束相对于布置在扫描仪上的发光二极管和反射器的方向和位置是精确已知的。这种扫描仪在(例如)EP 0 553 266中有所描述。

[0009] 利用具有捕获的并且良好(即,特别是完整)成像的发光二极管的图像以及(优选地)对象上的发光二极管的已知布置方式来可靠地确定测量辅助对象的空间取向(6DoF测量)。可利用图像分析从其推导测量辅助对象在空间中的取向。

[0010] 在这种6DoF测量中,借助于已知的几何学并且利用相机的内部取向的知识来计算空间后方交会(spatial resection),并且从其确定测量辅助对象的取向。然而,如果各个LED对于相机而言至少部分地不可见,则空间后方交会的结果变得不太精确(即,随机测量不确定性增加)。

[0011] 如果一个或更多个LED被部分地隐藏,则出现特别不利的情况,使得对于相应LED的光斑,在捕获的图像中计算的图像坐标系统性地劣化。结果,随着各个图像坐标的劣化,后方交会的结果以及因此测量辅助对象的空间取向的确定系统性地劣化。

[0012] 因此,本发明的目的是提供一种用于减小或防止上述测量误差的改进的方法和改进的装置。

[0013] 本发明的特殊目的是提供一种改进的激光跟踪仪,其利用在对象的图像中捕获的光斑的分析来更可靠地确定对象的取向,特别是其中,减小并防止了在光斑至少部分地隐藏的情况下出现的测量误差。

[0014] 本发明涉及一种用于激光跟踪仪以及利用激光跟踪仪确定测量辅助对象的空间取向的方法,该测量辅助对象具有按照限定的空间关系附接并提供光斑的基准特征。激光跟踪仪具有:基座,其限定竖直轴;支撑件,其可通过电机相对于基座绕竖直轴枢转;枢转单元,其可通过电机相对于支撑件绕倾斜轴旋转,并具有用于捕获光斑的图像的图像捕获单元;以及辐射源,其用于发射激光束。另外,提供利用激光束测量到测量辅助对象的距离的距离测量单元以及确定激光束相对于基座的发射方向的角度测量功能。

[0015] 在根据本发明的方法的范围内,在测量辅助对象的方向上捕获具有光斑的图像,所述光斑可各自根据至少一个位置和/或测量辅助对象的对准来捕获,并且利用图像分析

从图像中捕获的光斑在图像中的图像位置来推导测量辅助对象的空间取向。

[0016] 根据本发明,针对图像分析限定关于图像中的各个光斑的外观的局部考虑标准,或者针对图像分析限定关于图像中的多个光斑之间的位置关系的全局考虑标准。另外,针对图像中捕获的至少一个光斑执行是否满足局部或全局考虑标准的检查(特别是通过将捕获的图像中针对所述至少一个捕获的光斑呈现的图像信息项与局部或全局考虑标准进行比较)。如果不满足(局部或全局)考虑标准,则对于空间取向的推导,图像中捕获的所述至少一个光斑被以缩减形式加权,特别是被排除。

[0017] 即,检查图像中针对一个或更多个光斑呈现的特性是否对应于一个或更多个光斑的设定点特性,并且基于该检查,为取向确定推断光斑的考虑或缩减加权(尤其是不考虑)。

[0018] 基准特征可被特别是实现为发射特定波长范围内的光(特别是发射红外光)的发光二极管(LED)。

[0019] 与根据本发明的方法的特定实施方式对应,局部考虑标准限定图像中的至少一个光斑的外观的至少一个图像属性,特别是限定设定点形状和/或设定点空间延伸和/或设定点亮度分布和/或设定点总强度和/或设定点对比度作为图像基准。

[0020] 在这种情况下,根据本发明的典型实施方式,是否满足局部考虑标准的检查基于图像中的(各个)LED描绘(或者基准特征的描绘)的各个观测来进行。为此,不需要知道测量辅助对象上的LED的相对空间布置方式。

[0021] 在这种情况下为了标识被部分覆盖的LED,使用描绘相对于基准或标准(=考虑标准)的偏离。从光学计算获得的理想描绘或者提供的基准特征的实验值可用作所述基准或标准。

[0022] 根据此实施方式的方法能够与图像中的成像的LED的总数无关地应用,因此适用于单个LED。另外,不需要知道相机的取向。

[0023] 特别是,在这种情况下,可针对测量辅助对象(例如,测量探测器)与相机之间的可能距离,并且还针对可以想到的测量辅助对象相对于相机的取向,来存储理想描绘,其中,这些理想描绘可表示特别是从真实观测确定的“经验值”。

[0024] 尤其是,在这种情况下,图像中的LED的描绘通过例如像素数、最大亮度(最亮像素)、总强度(所有灰度值的总计)、形状和/或轮廓(例如,基于LED的有源区域的形状或者无源目标标志的轮廓以及光学计算)、图像内的亮度分布(单色或光谱)和/或图像锐度的图像属性来表征。如果一个或更多个属性偏离于基准值或者标准值,则这可被识别并且可以是相应LED局部隐藏的指示。

[0025] 特别是,关于图像中的LED的光斑的亮度分布的评估,可重复地计算LED的该描绘的图像坐标,其中,改变各个参数,并且使用因此导致的图像坐标的组内的偏离作为相对于预期亮度分布的偏离的标准。

[0026] 用于此目的的参数变量是(例如)亮度阈值(阈值)、暗帧减影(偏移)、焦点计算方法(例如,二元、线性或平方焦点)、曝光时间和/或根据彼此分离的各个像素颜色的焦点计算。

[0027] 关于全局或局部考虑标准的限定或建立,可根据本发明特别是从捕获的图像,特别是从图像中的光斑的相应图形描绘,特别是从光斑的相应图形描绘的比较,来推导此考虑标准(除了在激光跟踪仪的数据库中提供该标准,另选地或另外地)。

[0028] 在这种情况下,根据本发明的检查基准特征在图像捕获期间是否部分隐藏地设置的另一实施方式涉及比较图像中捕获的所有基准特征的描绘(=图像中的光斑)。在这种情况下,将捕获的图像中的各个基准特征的描绘与图像中还捕获的基准特征的描绘(也导致相同的记录)进行比较。这可特别是在没有存储无法考虑(例如,由于由制造公差导致的变化幅度、移动模糊性、由环境引起的干扰等)的基准特征的基准值的情况下执行。在这种情况下,描绘的基准特征的数量越多,其中越少的基准特征被部分隐藏,此方法可越可靠地应用。另外,为此,要求捕获的基准特征被基本上相似地实现,或者具有相似的反射特性(对于诸如回射膜的无源基准特征)或者具有相似的光发射(对于诸如发光二极管的有源基准特征)。

[0029] 此方法尤其基于与上述方法相同的原理。可使用相同的图像属性和计算方法。不同之处主要在于,不存在图像中的LED的描绘的绝对基准值或标准值,而是将出现在相同记录中的LED的所有描绘彼此比较。

[0030] 为了减少计算努力,可首先根据一个或更多个选择的图像属性(例如,根据像素数)来对图像中的LED的光斑进行排序,可仅针对如此生成的列表上的(例如)第一光斑和/或第二光斑检查可能的部分覆盖。

[0031] 另外,根据本发明的另一实施方式的全局考虑标准可限定图像中捕获的多个光斑在图像中的图像位置的相对空间设定点定位,特别是考虑测量辅助对象的相应取向。

[0032] 本发明关于检查是否满足全局或局部考虑标准的另一方面涉及具有光斑的至少一个另外的图像的按时间顺序的偏移捕获,特别是(多个)另外的图像的连续偏移捕获。在这种情况下,是否满足局部或全局考虑标准的检查是针对图像中捕获的至少一个光斑通过比较图像来执行的,特别是通过比较图像中的各个光斑的外观或者通过比较图像中的各个光斑的相应图像位置来执行。因此,可如此监测或跟踪光斑的状态,并且(例如)可从其识别光斑发生隐藏。

[0033] 换言之,这意味着捕获图像的时间序列(即,一系列图像)(其中,图像基本上各自具有与光斑相同的图像中描绘的基准特征),并且(例如)比较捕获的图像中共享的光斑并确定其时间发展。然后可根据该观测推断图像中的光斑的变化,并且(例如)可基于其识别光斑发生(部分)隐藏。一方面,这可通过对应光斑的外观(例如,形状或亮度)的变化或者通过光斑的图像位置的变化来识别。

[0034] 在这种情况下,因此可使用单个图像或图像序列(在其范围内,例如,不变地捕获相关光斑)来限定考虑标准,并且可基于限定的该考虑标准评估后续图像(或图像的光斑)。

[0035] 另外,根据本发明的另一具体实施方式,为了检查是否满足局部考虑标准,可针对图像中捕获的至少一个光斑从图像推导图形信息项,特别是针对图像中的光斑捕获的实际形状和/或实际空间延伸和/或实际亮度分布和/或实际总强度和/或实际对比度。另选地或另外地(也根据本发明),为了检查是否满足全局考虑标准,可使用利用图像处理确定的图像中捕获的至少一个光斑在图像中的图像位置,特别是其中,利用基于亮度分布在图像中的焦点计算来确定图像位置。

[0036] 特别是,在根据本发明的方法的范围内,在检查是否满足局部或全局考虑标准期间,可考虑测量辅助对象和/或测量空间的空间结构以及特别是测量辅助对象的位置,特别是其中,考虑视觉障碍物的位置和尺寸。

[0037] 因此,在根据本发明检查图像中描绘的LED期间,即,在检查图像中由LED生成的光斑期间,根据特殊实施方式,可在标识被部分覆盖的LED期间考虑(例如)测量辅助对象或测量空间的已知空间结构。

[0038] 为此,除了LED的相对空间布置方式以外,可导致至少一个LED部分覆盖的测量体积中的结构的形状和空间位置也是已知的,由此可在LED可能不再被完整地描绘在图像传感器上时计算并且预防性地从后方交会的计算中排除。

[0039] 可频繁地导致局部覆盖的这些结构包括(例如)测量辅助对象本身的壳体、装置和工具的零件、建筑物和/或安全单元(和/或还有人),其中,6DoF测量(测量辅助对象的位置和取向)另外提供其在任何时间相对于相机的当前相对空间位置。

[0040] 如果LED位于附近(即,在距已知结构预定义的距离内),则可从后方交会的计算中预防性地排除该LED的描绘,即使可能不存在覆盖。另外,在递归测量序列的情况下(例如,在自动化中),可在测试运行中确定LED可被部分覆盖的空间区域并且在对应测量时考虑。

[0041] 根据本发明,特别是根据或者通过是否满足局部或全局考虑标准的检查,可针对图像中捕获的至少一个光斑确定至少部分隐藏,其中,如果存在光斑的部分隐藏,则对于空间取向的推导,该光斑被按照缩减形式加权。

[0042] 另外,根据另一具体实施方式,为了检查是否满足局部或全局考虑标准,可(通过比较考虑标准和图像信息项)确定指明考虑标准与图像信息项的对应程度的比较质量值,并且可为比较质量值限定置信范围,其中,从捕获的图像推导至少第一光斑的图像信息项。

[0043] 如果在针对至少一个捕获的光斑检查是否满足局部或全局考虑标准的范围内,当前确定的比较质量值在置信范围内,则尤其可考虑,如果确定的比较质量值在置信范围之外,则对于空间取向的推导,可对该光斑进行缩减加权。

[0044] 另外,根据本发明,特别是在针对图像中捕获的各个光斑检查是否满足局部或全局考虑标准期间或其范围内,可确定各个残差(因此特别是通过检查是否满足局部或全局考虑标准来确定相应残差)并且可检查相应残差是否落在可设定预期范围内,其中,如果一个或更多个残差存在于预期范围之外,则对于比较质量值的确定,以缩减形式加权对应光斑,特别是对于空间取向的推导,排除对应光斑。

[0045] 根据本发明的方法的特殊实施方式,为了执行所述方法,可在测量辅助对象上相对于测量基准特征布置附加辅助标记。通过这些附加辅助标记(像测量基准特征一样,也可被实现为LED或回射器)围绕实际测量特征的有技巧的布置(对于实际测量而言不是绝对必须的),可捕获(例如)测量LED是否可能不再被完整地描绘在图像中。

[0046] 测量基准特征与辅助标记形成复合物或组(聚类)。如果该组不再被完整地描绘在图像传感器上,即,如果缺少一个或更多个附加辅助标记,则存在中心测量基准特征不再被完整地描绘的风险。对于这种情况,可从后方交会的进一步计算中预防性地排除相应测量基准特征。

[0047] 由于附加辅助标记基本上用于捕获中心测量基准特征的可能的部分隐藏,而不包含在进一步计算中,所以它们对测量结果的质量没有影响。因此,与测量基准特征相比,对这些辅助标记的要求相对较少(亮度、尺寸、照明均匀度等),这也使得该方法能够特别适用于基于LED的测量系统的情况。

[0048] 附加辅助标记的合适形状是围绕实际测量基准特征的环(例如,由回射膜或者彼

此相邻的LED制成)。另一合适的替代形式是布置多个单独的标记,这些标记也被单独地描绘在图像传感器上。在这种情况下,仅必须考虑的是捕获(例如)是否所有辅助标记均出现在图像传感器上的测量基准特征周围的预定义区域中。

[0049] 作为根据本发明的另选或附加实施方式,可进行后方交会的进一步计算(测量辅助对象的取向确定),因为在各个情况下没有考虑图像中的特定LED或光斑,在这种情况下识别相关质量指标(例如,图像坐标的标准偏差)是否显著改进,因此(例如)落在预定义的预期范围内。利用该质量指标,可识别LED的光斑是否对测量结果具有显著(引起误差的)影响。特别是对全局考虑标准的检查指派这种实施方式,其中,例如,质量指标的相对标准偏差或相对差或者各个(或多个)标准偏差的相对差被限定为标准。

[0050] 在这种情况下,例如,可在计算中依次排除各个捕获的光斑,可为各个计算确定质量指标,因为在各个计算中执行与测量辅助对象上的已知光斑分布的“最佳拟合”,并且在这种情况下确定各个情况下的标准偏差,或者因为利用取向角确定测量辅助对象的取向,并且(例如)对于各个角度计算,确定相应标准偏差。通过比较标准偏差,可从其标识没有正确地描绘在图像中的那些光斑。特别是,在这种情况下,在具有最小总标准偏差或者具有最大标准偏差改进的计算中排除的光斑可被识别为不正确。特别是,如果对于仍拟合的各个光斑在“遗漏”各个光斑的情况下确定标准偏差(在“最佳拟合”方法的范围内),因此(例如)在具有最小总标准偏差或者具有最大标准偏差改进的计算中排除的光斑可被识别为“坏的”。

[0051] 根据LED的数量、可用计算时间、计算能力和/或测量结果的实时输出的要求,LED的光斑可关于部分覆盖的概率来排序或者(例如)从最小总强度开始被分类并处理。

[0052] 本发明另外涉及一种激光跟踪仪,其用于具有基准特征(按照限定的空间关系衔接并提供光斑)的测量辅助对象的位置和/或对准确定,特别是用于测量辅助对象的连续跟踪。跟踪仪具有:基座,其限定竖直轴;支撑件,其可通过电机相对于基座绕竖直轴枢转;枢转单元,其可通过电机相对于支撑件绕倾斜轴旋转,并且具有用于捕获光斑的图像的图像捕获单元;以及辐射源,其用于发射激光束。另外,提供利用激光束测量到测量辅助对象的距离的距离测量单元、确定激光束相对于基座的发射方向的角度测量功能以及具有确定测量辅助对象的空间取向的功能的控制和处理单元。在执行所述功能时,利用图像分析从图像中捕获的光斑在图像中的图像位置推导测量辅助对象的空间取向,其中,由控制和处理单元进行控制,在测量辅助对象的方向上捕获带有光斑的图像,所述光斑可各自根据至少一个位置和/或测量辅助对象的对准来捕获。

[0053] 根据本发明,针对图像分析限定关于图像中的各个光斑的外观的局部考虑标准,或者针对图像分析限定关于图像中的多个光斑之间的位置关系的全局考虑标准。另外,控制和处理单元具有检查功能,在执行所述功能时,针对图像中捕获的至少一个光斑,执行是否满足所述考虑标准的检查(特别是通过将捕获的图像针对所述至少一个捕获的光斑提供的图像信息项与所述考虑标准进行比较)。如果不满足考虑标准,则在执行用于空间取向的推导的功能期间,图像中捕获的所述至少一个光斑被以缩减形式加权,特别是被排除。

[0054] 激光跟踪仪的控制和处理单元可根据本发明来实现,以特别是执行根据本发明的上述方法。

[0055] 关于测量辅助对象的实施方式,根据本发明,可在测量辅助对象上布置附加辅助

标记,所述辅助标记相对于基准特征之一按照限定的空间关系来定位,其中,在执行检查功能时,针对是否满足局部或全局考虑标准检查捕获的图像中的辅助标记的描绘。

[0056] 测量辅助对象的基准特征特别是被实现为提供光斑的自发光装置,特别是实现为发光二极管。

[0057] 本发明的另一方面涉及一种计算机程序产品,其根据本发明的方法控制在测量辅助对象的方向上的图像捕获并且执行测量辅助对象的空间取向的确定和是否满足考虑标准的检查,其中,所述计算机程序产品被存储在机器可读载体上,特别是当该计算机程序产品在根据本发明的激光跟踪仪的控制和处理单元上执行时。

[0058] 下面基于附图中示意性地示出的特定示例性实施方式完全以示例的方式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,还将讨论本发明的另外的优点。在具体附图中:

[0059] 图1示出根据本发明的激光跟踪仪的两个实施方式;

[0060] 图2a至图2b示出测量辅助对象以及具有通过测量辅助对象上的LED提供的光斑的捕获图像;

[0061] 图3a至图3c示出测量辅助对象、具有通过测量辅助对象上的LED提供的光斑的捕获图像以及确定了光斑的图像位置的图像;

[0062] 图4a至图4b示出具有视觉障碍物的测量辅助对象以及具有光斑的捕获图像,所述光斑通过测量辅助对象上的LED提供或者被视觉障碍物部分隐藏;

[0063] 图5a至图5b示出相对于相机侧向对准的测量辅助对象以及与该侧向对准的测量辅助对象对应的捕获图像;

[0064] 图6a至图6b各自示出(未隐藏和部分隐藏的)正方形LED的描绘的亮度分布的等值线图;

[0065] 图7示出根据本发明的用于捕获LED的潜在部分覆盖的具有辅助标记的测量目标标志或测量LED的第一实施方式;以及

[0066] 图8示出根据本发明的用于捕获测量LED的潜在部分覆盖的辅助标记或辅助LED的第二实施方式。

[0067] 图1示出根据本发明的两个实施方式的激光跟踪仪10、11以及测量辅助对象50,将要确定测量辅助对象50的位置和取向(6DoF=具有六自由度,三个平移自由度和三个旋转自由度)并且可选地利用相应测量激光束17、21来跟踪。测量辅助对象50在这里被实现为有形测量装置。第一激光跟踪仪10具有基座40和支撑件30,其中,支撑件30被布置成使得它能够相对于基座40绕基座40所限定的枢转轴41枢转或旋转。另外,瞄准单元20(枢转单元)布置在支撑件30上,使得瞄准单元20能够相对于支撑件30绕倾斜轴(或横轴(transit axis))旋转。通过如此提供的瞄准单元20绕两个轴的对准能力,由该单元20发射的激光束21可被精确对准,因此可瞄准目标。这种对准可利用自动化来自动执行。在这种情况下,枢转轴41和倾斜轴彼此基本上正交地布置,即,相对于精确轴正交的微小偏差可预定并存储在系统中,以(例如)补偿因此导致的测量误差。

[0068] 在所示的布置方式中,测量激光束21被导向测量辅助对象50上的反射器51(回射器)上并在其上被回射回激光跟踪仪10。利用该测量激光束21,可确定距对象50或距反射器51的距离,特别是利用运行时间测量、利用相位测量原理、或者利用斐索原理。激光跟踪仪

10为此具有距离测量单元(具有干涉仪和绝对距离测量仪)并且具有测角仪,这使得它可确定瞄准单元20的位置,由此可按照限定的方式对准并引导激光束21(因此确定激光束21的传播方向)。

[0069] 另外,激光跟踪仪10(特别是枢转单元20)具有图像捕获单元。该图像捕获单元可具有用于确定传感器上或者捕获的图像中的传感器照明的位置的CMOS,或者被特别是实现为CCD或像素传感器阵列相机。这些传感器允许在检测器上对捕获的照明进行位置敏感检测。另外,测量辅助对象50具有触觉传感器,其接触点53可与待测量的目标对象接触。在扫描工具50与目标对象之间存在这种接触的同时,可精确地确定接触点53在空间中的位置以及因此目标对象上的点的坐标。这种确定利用接触点53相对于反射器51以及相对于布置在测量辅助对象50上的基准特征52的限定的相对定位来执行,所述基准特征52可被实现为(例如)发光二极管52(LED)。另选地,基准特征52也可被实现为使得在(例如)利用限定波长的辐射照明的情况下,它们反射入射的辐射(例如,回射标记52),特别是显示特定照明特性,或者使得它们具有限定的图案或者颜色编码。因此,可从通过基准特征52生成的光斑在利用图像捕获单元的传感器捕获的图像中的位置或分布来确定扫描工具50的取向。

[0070] 因此,测量辅助对象50的捕获图像或者对象50所提供的光斑的捕获图像用作确定取向的基础。为了特别是具有最佳和已知图像比例的LED 52的聚焦捕获,激光跟踪仪10具有变焦镜头,即,可相对于图像捕获传感器彼此独立地定位的两个光学组件(例如,镜头)。

[0071] 为了该确定,激光跟踪仪10具有取向确定功能,该功能可由跟踪仪10的控制和处理单元执行。在此实施方式的范围内,捕获测量辅助仪器50的基准特征52的图像,并且基于图像中捕获的光斑的图像位置,利用图像处理推导测量辅助对象50的取向或对准。在这种情况下,相机被对准以使得可在利用激光束21瞄准的对象50的方向上捕获图像。另外,在图像捕获期间,根据测量辅助对象50的对准和/或根据视觉障碍物,在各个情况下仅可捕获相机能够“看见”的那些光源52。在这种情况下,例如,一个或多个发光二极管52可被部分地隐藏,因此无法依据限定的规格(考虑标准)完整地描绘在图像中。

[0072] 为了根据本发明就是否满足考虑标准(其指明在哪些条件下取向的确定考虑描绘的光斑52或者不考虑或者以缩减形式考虑)检查图像中捕获的光斑,将通过捕获一个或多个光斑52而提供的图像信息(例如,光斑在图像中的亮度分布或者图像中描绘的光斑在图像中的相对位置)与所述标准进行比较。如果不满足标准,则对于测量辅助对象50的空间取向的确定,检查的相应光斑或者对应LED 52(或多个LED)不被使用,或者以缩减的关联性使用。

[0073] 通过这种检查,可在在取向确定期间可靠地排除不正确表示的光斑52,因此在执行测量时可对测量辅助对象50执行更精确和鲁棒的6DoF确定。

[0074] 例如,在这种情况下,可将图像中的各个光斑的亮度分布与这种光斑的基准亮度分布进行比较,如果存在检查的光斑的先前限定的对应程度,则在取向确定期间无法将它排除。

[0075] 另外,例如,可使用测量辅助对象50上的基准特征52(例如,LED或回射膜)的先前已知的相对位置来进行比较。基于基准特征52的此已知的相对位置,然后可比较如此提供并捕获的图像中的光斑的相应位置与由已知位置限定的图像中的设定点位置的对应,并且就是否满足考虑标准进行检查(=图像中捕获的光斑在图像中的位置是否对应于由LED 52

在测量对象50上的已知布置方式给出的设定点位置(例如,在预定义的公差范围内)?)。如果不满足考虑标准,则对于取向确定,被证实不满足的光斑以缩减形式考虑,特别是不考虑。

[0076] 通过考虑标准和图像信息的上述比较,可推断在图像捕获期间一个或更多个基准特征52的部分隐藏以及因此导致的光斑的错误描绘。如果在这种情况下提供的光斑的亮度分布没有(例如)对应于设定点亮度分布,则这是生成相应光斑的LED 52部分隐藏的直接指示。关于位置比较,特别是在相应点在捕获期间被部分隐藏时发生与标准(例如,图像中描绘的光斑的设定点位置)的不对应,因此(例如)从光斑的焦点计算计算出偏离的图像位置。

[0077] 根据本发明的检查可(例如)在图像捕获期间自动执行或者根据需要执行(即,例如,应用户输入手动执行)。另外,可在图像中选择并检查图像中捕获的各个光斑。

[0078] 第二激光跟踪仪11具有光束引导单元16,该光束引导单元16与枢转单元15(变焦相机)分离,用于发射也对准在反射器51上的第二激光束17。激光束17和枢转单元15二者可各自通过电机绕两个轴枢转,因此可被对准以使得利用变焦相机15可捕获利用激光束17瞄准的目标51和测量辅助对象50的LED 52。因此,这里也可基于LED 52的空间位置确定距反射器51的精确距离以及对象50的取向。

[0079] 为了激光束17、21在反射器51上的相应对准,在激光跟踪仪10、11中的每一个上设置照明装置以利用特定波长(特别是红外波长范围内)的辐射对反射器51进行照明,另外,在各个跟踪仪10、11上布置具有位置敏感检测器的至少一个目标搜索相机,所谓的ATR(自动目标识别)相机。在各个情况下可利用相机来捕获在反射器51上反射并被辐射回激光跟踪仪10、11的照明辐射,可利用位置敏感检测器描绘相应检测器上的反射器51的位置。因此,利用第一激光跟踪仪10并且利用第二激光跟踪仪11,可确定描绘的反射器的位置,并且根据这些描绘的搜索图像位置,可在图像中找到目标(反射器51)并且瞄准单元20(枢转单元)或光束引导单元16可被对准以使得利用测量光束17、21自动瞄准目标或者激光束17、21自动地(迭代地)接近目标51。另选地,激光跟踪仪10、11可各自具有至少两个相机,各个相机具有位置敏感检测器,其中,在各个情况下可(例如)针对各个跟踪仪10、11从各个情况下反射器51的两个捕获的搜索图像位置确定反射器51的粗略位置。

[0080] 相应激光跟踪仪10、11的距离测量单元基于相应跟踪仪10、11与目标51之间的相对或绝对距离的确定以及该距离的变化的确定来提供距目标51的距离信息项。如果在这种情况下确定绝对距离,特别是利用运行时间测量、利用相位测量原理或者利用斐索原理,则因此使用与相应距离测量单元关联的干涉仪进行测量以确定距离变化。从跟踪仪10、11发射测量辐射17、21,使得它入射在目标51上并在其上被反射回。反射光束或者反射光束的部分然后再次在跟踪仪10、11的部分上被捕获并沿着测量路径被引导向干涉仪检测器,在那里基准辐射与接收的测量辐射17、21叠加。由于这种重叠,两个辐射发生干涉,可在检测器上捕获该干涉并进行分辨。例如,可通过捕获最大值(相长干涉)和最小值(相消干涉)来确定距离变化。在这种情况下,特别是对捕获的强度最大值和/或强度最小值进行连续计数。

[0081] 通过利用距离测量以及在这种情况下提供的测量激光束17的对准的位置确定,可为瞄准的测量辅助对象50确定三个平移自由度。激光跟踪仪11另外具有确定测量辅助对象50的取向的功能(三个旋转自由度),在执行该功能时,捕获在各个情况下具有可见基准特征52的测量辅助对象50的图像,并且从图像中捕获的基准特征52的光斑的图像位置推导目

标50的空间取向。为此(例如)基于亮度分布或者基于相应光斑的对比度从焦点计算确定光斑的图像位置。

[0082] 光斑的图像位置的确定特别依赖于图像中捕获的相应光斑的外观。如果在图像捕获期间光斑完整且良好地可见,则它通常被捕获在图像中,使得形成的可指派给图像中捕获的图像中的光斑的图像属性对应于对应设定点属性的形式或者在这些设定点属性的可接受范围内,即,基准特征52如预期那样作为光斑被描绘在图像中。

[0083] 然而,如果在图像捕获期间基准特征52(LED)被部分隐藏或者如果测量辅助对象50的对准使得LED 52(其生成光斑)的发射方向相对于相机处于不利角度(例如, $>90^\circ$),则因此,该光斑52以没有根据预期的图像属性被捕获在图像中,即,例如,如此捕获的亮度分布不对应于(就公差范围而言)正面完整捕获的对应光斑的分布。光斑的这些劣化的图像特性因此导致来自于焦点计算或者来自于对应图像位置的确定的图像中的位置偏离设定点值。

[0084] 在利用提供的功能并且还基于至少一个光斑的这种错误的图像位置确定取向的情况下,则确定的测量辅助对象50的取向也将具有误差。

[0085] 为了减小或者防止这种错误取向确定,根据本发明,激光跟踪仪11另外具有检查功能,在执行该功能(通过跟踪仪11的控制和处理单元)时,就是否满足考虑标准检查图像中捕获的至少一个光斑。如果不满足该标准,则对于测量辅助对象50的取向推导,检查的所述至少一个光斑按照以缩减形式加权的方式考虑。因此,不正确描绘的基准特征52或者由相应特征52提供的光斑可被滤除,结果,特别是在取向确定期间可避免误差。

[0086] 在这种情况下,考虑标准可指明(例如)光斑52的设定点形状和/或设定点空间延伸和/或设定点亮度分布和/或设定点总强度(关于光强度)和/或设定点对比度作为图像基准,或者可限定图像中捕获的多个光斑在图像中的图像位置的相对空间设定点定位。

[0087] 图2a和图2b示出测量辅助对象50(图2a)以及捕获了由测量辅助对象50上的LED 52提供的光斑61的图像60(图2b)。用于捕获图像60的相机单元可特别是具有波长选择滤光器以基本上专门捕获LED 52的发射波长或者相应基准特征的照明波长。因此,例如,可防止散射的辐射的影响,并且可改进光斑的描绘的质量。

[0088] 根据这里所示的测量辅助对象50相对于图像捕获相机的正面对准,光斑61被最佳地描绘在图像60中并且各自对应于这些LED 52的设定点描绘。因此,在根据本发明检查这些捕获的光斑61时,所有描绘的光斑61将被认为满足考虑标准,没有光斑61将被标识为不被考虑。基于图像60中捕获的这些光斑61,然后可针对各个光斑61(利用图像处理)确定图像位置。可从图像位置以及从测量辅助对象50上的LED52的已知相对布置方式(因此图像60中的光斑61的已知相对设定点定位)推导测量辅助对象50的空间取向。

[0089] 图3a示出具有布置在限定位置处的基准特征52、52a的测量辅助对象50,其中,基准特征52a各自被障碍物55(例如,这里是用户的手)部分隐藏。

[0090] 图3b示出具有与基准特征52、52a对应的捕获光斑61、62的图像60。在这种情况下,光斑61各自表示完整可见的基准特征52的描绘。相比之下,光斑62各自表示图像60中被部分隐藏的基准特征52a的描绘。

[0091] 在基于光斑61、62确定测量辅助对象50的空间取向期间,由于没有完整地并且根据预期描绘的光斑62,确定的取向可具有特定误差。这源于光斑62的图像位置确定,其中,

在用于确定图像位置的焦点计算期间使用了没有完整描绘的基准特征52的亮度分布。

[0092] 为了减少这些误差的出现,或者为了防止这些误差,在根据本发明的方法的范围内,就是否满足考虑标准(特别是对于取向确定的考虑)检查光斑61、62。为此,将由捕获的图像以及其中捕获的光斑61、62提供的信息项(例如,光斑的亮度分布或者光斑61、62的相对空间关系)与考虑标准(例如,光斑的设定点亮度分布(局部考虑标准)或者光斑61、62或基准特征52、52a的限定的相对空间设定点关系(全局考虑标准)进行比较。如果在这种情况下(特别是在预定义的公差范围内)信息项对应于考虑标准,则对于取向确定,考虑检查的相应光斑,或者如果不对应,则将该光斑以缩减形式加权。

[0093] 根据图3c所示的实施方式,基于LED 52的已知相对空间布置方式计算在图像传感器上(或在图像60中)LED 52的描绘将必须出现在何处。然后,相对于预测的光斑62的图像坐标的偏离75可作为对应LED 52a的部分覆盖的指示。由于光斑62的图像坐标72因为LED 52a的部分隐藏而改变,因此外部空间取向系统性地劣化。

[0094] 在根据本发明的检查的范围内,可在计算第一后方交会之后对图像坐标71、72的残差应用已知异常值测试。针对所有图像坐标71、72与使用所有LED描绘61、62的第一计算的结果计算残差。随后检查最大残差是否仍在随机分布(例如,正态分布或t分布)内。在这种情况下,可(例如)根据预期或者期望的灵敏度限定置信范围。随后,在没有任何标识的可能异常值(即,对于测量辅助对象50的空间取向的确定不考虑相应光斑62)的情况下重复后方交会。

[0095] 图4a示出具有根据图3a布置在限定位置处的基准特征52、52a的测量辅助对象50,其中,这里基准特征52a各自被结构障碍物55a(例如,机器人手臂的一部分)部分隐藏,另一基准特征被完全隐藏。图4b示出具有捕获的光斑61、62(用于相应基准特征52、52a)的对应图像60。在这种情况下,光斑61各自表示完整可见的基准特征52的描绘。相比之下,光斑62各自表示图像60中部分隐藏的基准特征52a的描绘。完全隐藏的对象50的特征没有被捕获在图像60中。根据本发明的图像60中捕获的光斑61、62的检查可与上述就是否满足考虑标准的检查相似地执行。

[0096] 图5a示出具有按照已知空间关系布置的LED 52的相对于相机侧向对准的测量辅助仪器50,利用LED 52捕获测量辅助仪器50。图5b示出与仪器50的侧向对准对应的具有捕获的LED 52的光斑63的图像60。在这种对准中,LED 52的光斑63以失真形式被捕获在图像传感器上,以使得各个光斑63没有对应于相应LED 52的预期完整描绘。另外,LED 52a被结构53部分隐藏,由此对应光斑63a以失真形式不完整地描绘。

[0097] 然而,在根据本发明的检查的范围内,可从图像60推导图像60中捕获的光斑63的空间关系,并且可证实图像60中的该空间关系与仪器50上的LED 52的已知空间布置方式的正对应,由此可证实满足考虑标准。为此,根据本发明,对于测量辅助仪器50的相应对准,特别是将捕获的图像60中的光斑63的外观的相应设定点值存储在具有对应功能的激光跟踪仪的数据库中。

[0098] 另外,可损害单个或多个LED 52的可见性的测量辅助仪器50的结构实施方式53(特别是取决于测量辅助仪器50的对准)和/或测量空间的结构可被存储在数据库或控制和处理单元中,其中,可在检查是否满足考虑标准期间考虑这些结构。

[0099] 图6a至图6b各自示出正方形LED的描绘的亮度分布的等值线图65、65a。图6a示出

在LED没有被障碍物部分隐藏的情况下捕获的LED的等值线图65。一方面,这种亮度分布65可被存储在系统(激光跟踪仪的控制和处理单元)中作为基准或者作为要满足的考虑标准,并且可用作图像中的LED的描绘的比较图像。另一方面,在就亮度分布检查是否满足给定考虑标准时,将针对对应描绘的LED证实对应程度较大,因此对于测量辅助仪器的取向的确定考虑该光斑。

[0100] 图6b示出相同的正方形LED(关于图6a)的描绘的亮度分布的等值线图65a,其中,LED从左侧被部分隐藏。由于LED的部分隐藏,该亮度分布65a的空间延伸和形状不同于根据图6a的未隐藏的LED的描绘的分布。在执行根据本发明的检查功能(其中,检查生成该分布的部分隐藏的光斑)时,证实该光斑65a不满足指明这些LED的设定点亮度分布的考虑标准,因此对于取向确定,不考虑该光斑或者仅以缩减加权来进行考虑。

[0101] 图7示出根据本发明的测量辅助对象上的具有辅助标记56的测量目标标志或LED 52的第一实施方式,其用于捕获LED 52的潜在部分覆盖。在这种情况下,辅助标记56按照围绕LED的环状实现,其中,该辅助标记56可被具体实现为回射膜或者LED,和/或可设置无源回射膜以代替LED 52。使用测量目标标志或LED 52的位置来计算空间后方交会以确定测量辅助对象的取向。如果在图像传感器上环形辅助标记56没有被描绘为闭合,则这指示测量目标标志52(或LED)被部分隐藏。

[0102] 为了增加具有辅助标记56的捕获图像中的对比度,围绕辅助标记56以及在辅助标记56与LED 52之间设置暗掩模。

[0103] 图8示出根据本发明的测量辅助对象上的具有辅助标记或辅助LED 58的测量LED 52的第二实施方式,其用于捕获测量LED 52的潜在部分覆盖。根据所示的实施方式,三个辅助LED 58围绕测量LED 52设置。如果辅助LED 58中的一个或两个未被描绘在图像传感器上,则这同样是测量LED 52被部分隐藏的典型指示。在这种情况下,辅助LED被定位成使得无论从哪一方向,均可利用其可靠地捕获部分覆盖。根据相机光学器件和图像传感器的描绘质量,可针对辅助LED 58的这种定位规划距测量LED 52的各个“安全距离”。

[0104] 为了检查根据图7的环形辅助标记56和/或根据图8的辅助LED 58是否被覆盖,根据特殊实施方式,可执行根据本发明的检查方法或者检查功能以比较与辅助标记56和/或辅助LED 58有关的图像信息项与考虑标准。为此,考虑标准尤其适合于特别是辅助标记56和/或辅助LED 58的设计和/或布置方式。

[0105] 显而易见的是,所示的这些图仅示意性地示出可能的示例性实施方式。各种方法还可根据本发明彼此组合,以及与用于描绘对象的方法或者与用于对象的取向确定的方法组合,以及与现有技术的所讨论的类型(特别是激光跟踪仪)的测量装置组合。

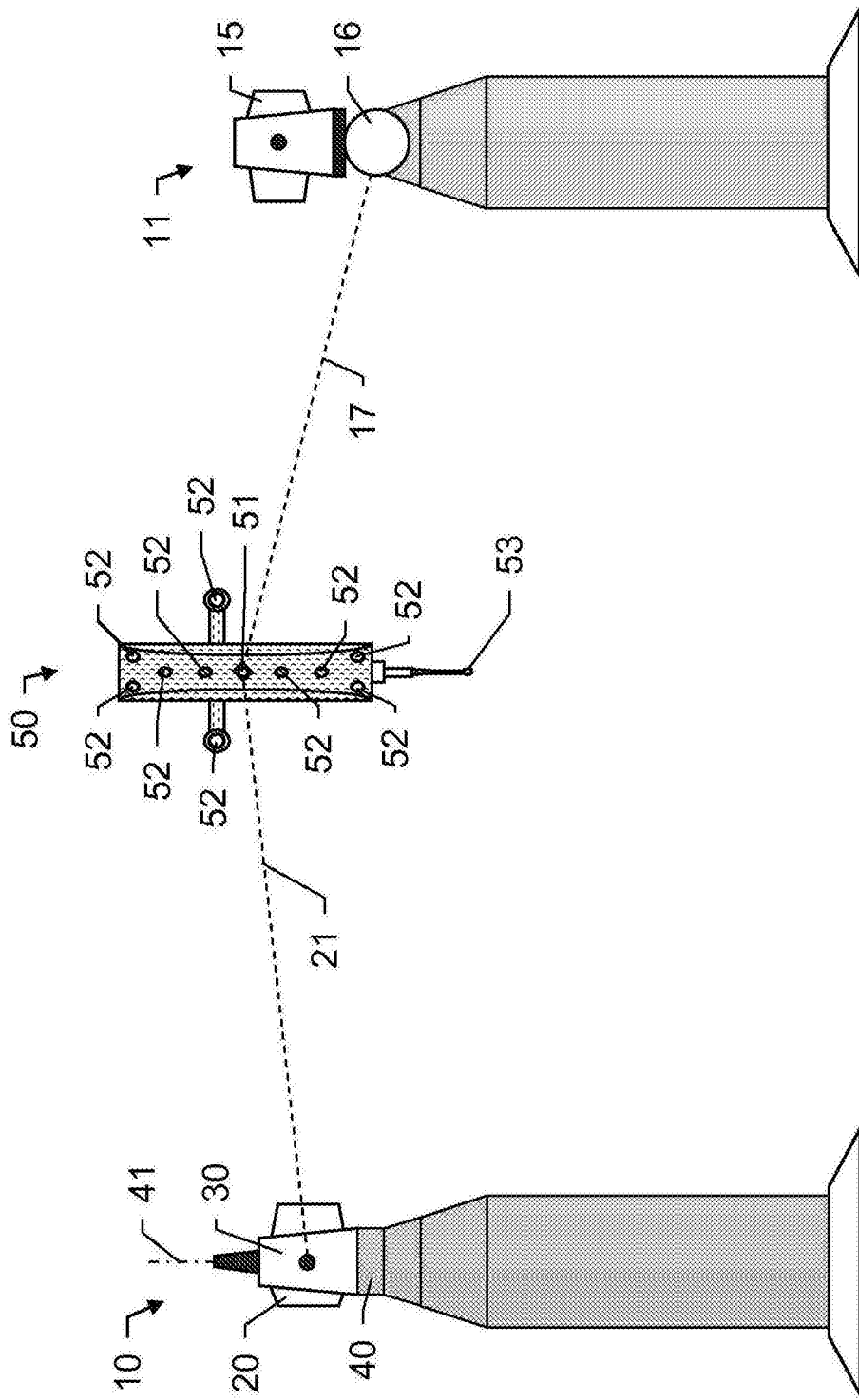


图1

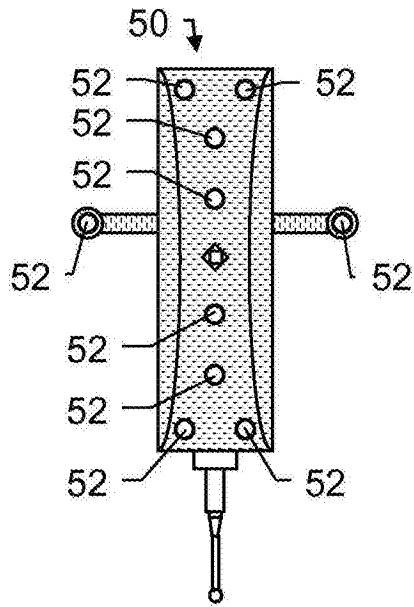


图2a

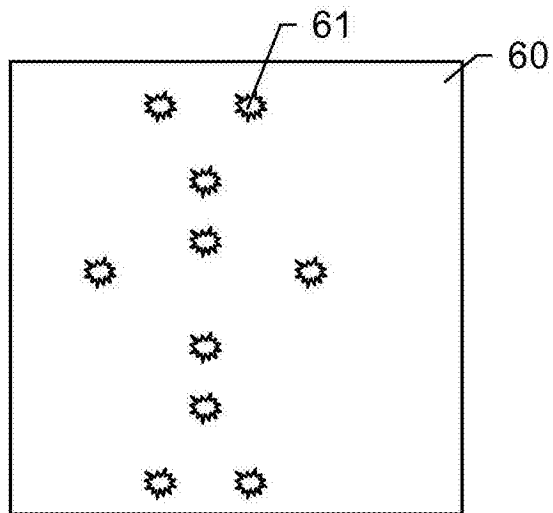


图2b

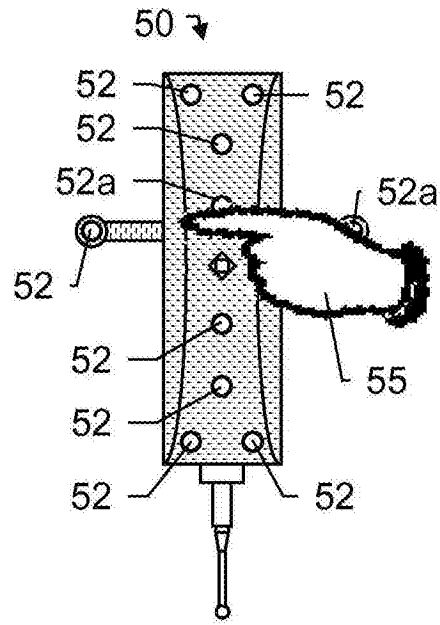


图3a

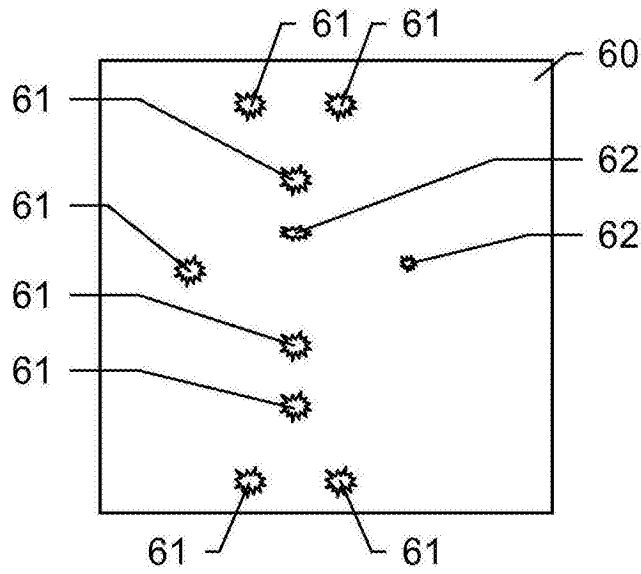


图3b

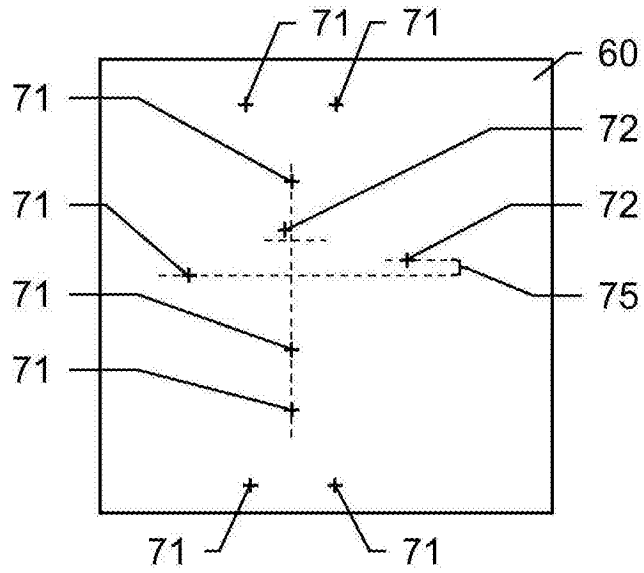


图3c

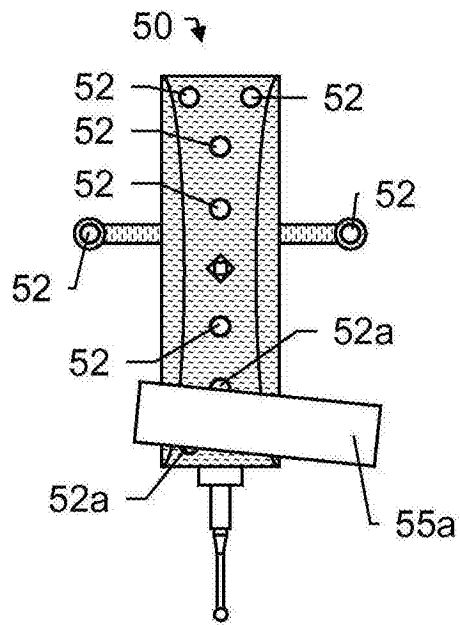


图4a

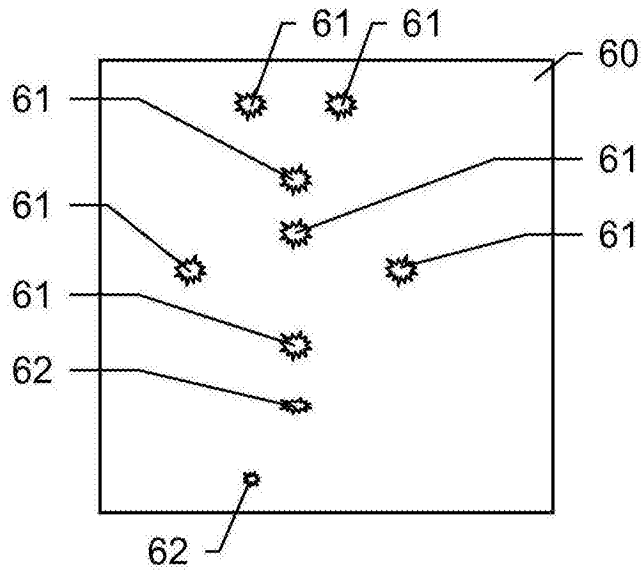


图4b

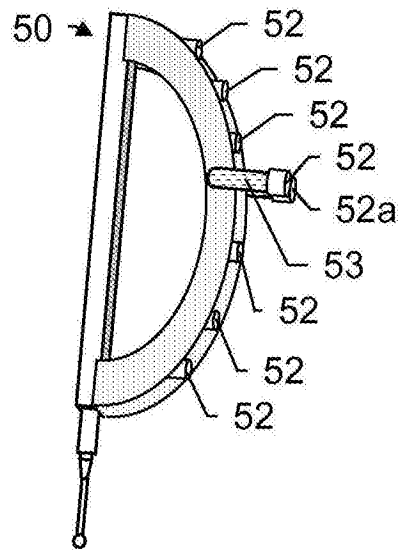


图5a

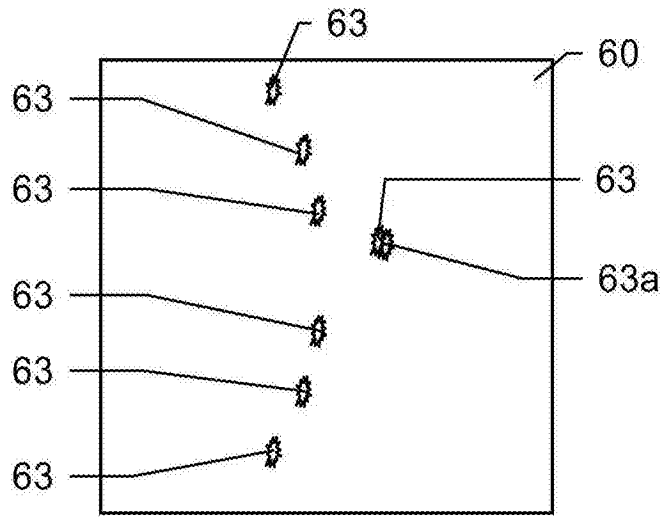


图5b

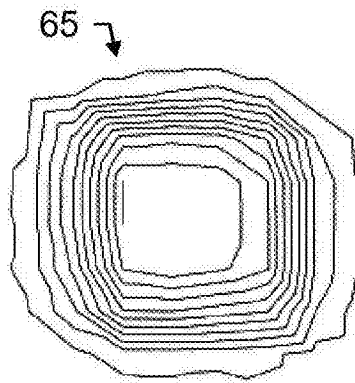


图6a

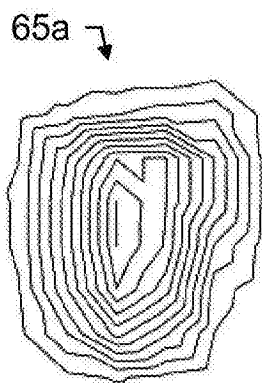


图6b

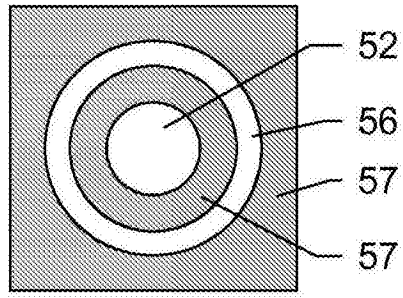


图7

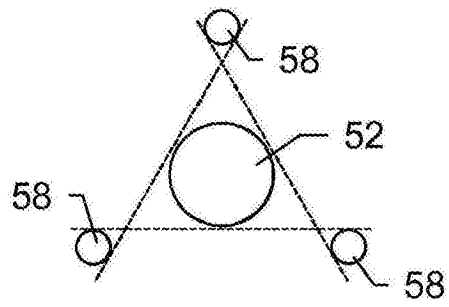


图8