



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103782132 A

(43) 申请公布日 2014. 05. 07

(21) 申请号 201280044107. 5

(72) 发明人 伯恩哈德·麦茨勒

(22) 申请日 2012. 09. 12

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

(30) 优先权数据

代理人 王小东

11181118. 8 2011. 09. 13 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(51) Int. Cl.

2014. 03. 11

G01C 15/00 (2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

G01S 17/66 (2006. 01)

PCT/EP2012/067870 2012. 09. 12

E02F 3/84 (2006. 01)

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/037848 DE 2013. 03. 21

(71) 申请人 赫克斯冈技术中心

地址 瑞士赫尔布鲁格

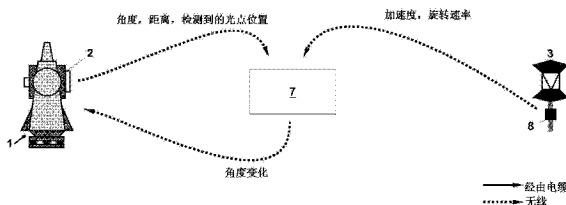
权利要求书3页 说明书15页 附图9页

(54) 发明名称

具有多目标跟踪功能的大地测绘系统和方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于测绘和跟踪限定目标点的可动目标对象(3)的测绘系统,其中该测绘系统首先包括测绘装置(1,11),该测绘装置具有限定目标轴线的照准单元和用于产生取决于从最优目标取向偏离的连续的当前量的偏差信号的检测器,并且该测绘系统其次包括位于目标对象侧的第二单元,该第二单元用于提供独立于测绘装置(1,11)的功能,以相对于外坐标系连续地确定目标对象(3)的运动和/或位置。根据本发明,测绘系统包括目标点跟踪模式,在该模式中,以根据预定算法由控制单元(7)自动地控制的方式,连续地汇总并且更具体地累积:由第一单元当前产生的相应的第一测量数据,该第一测量数据至少取决于目标轴线的相应的当前取向和相应的当前量的偏差信号;以及由第二单元当前产生的相应的第二测量数据,该第二测量数据取决于目标对象(3)的相应的当前确定的运动和/或位置,并且基于此,得到用于以机动的方式连续自动地改变目标轴线的取向的控制信号,以使得目标轴线连续瞄准目标点。



1. 一种用于测绘和跟踪限定目标点的可动目标对象(3)的测绘系统,该测绘系统包括:

- 测绘装置(1,11),该测绘装置特别是被设计为经纬仪、全站仪或激光跟踪器,所述测绘装置构成第一单元,并且具有位置确定功能,以用于相对于内坐标系来确定所述目标点的位置,其中,为此所述测绘装置(1,11)包括:

- 基部,

- 限定目标轴线的瞄准装置,其中所述目标轴线的对准相对于所述基部以机动方式可变,以高度精确地照准和跟踪所述目标点,

- 光敏区域检测器,该光敏区域检测器用于连续地产生相应的当前偏移信号,该当前偏移信号直接取决于所述目标轴线的相应的当前实际对准和非常精确地瞄准所述目标点的所述目标轴线的假想对准之间的偏离的方向和程度,

- 角度测量功能,该角度测量功能用于连续高度精确地检测所述目标轴线的当前对准,以及

- 距离测量功能,该距离测量功能用于连续地确定至所述目标点的相应的当前距离;

- 第二单元,该第二单元设置在所述目标对象那一侧,用于提供相对于外坐标系连续地确定所述目标对象(3)的运动和/或位置的功能,该功能独立于所述第一单元的所述位置确定功能;以及

- 监视单元(7),该监视单元与所述第一单元和所述第二单元数据连通并且具有评价、数据处理和控制功能,

- 其特征在于,

所述测绘系统具有目标点跟踪模式,在该目标点跟踪模式的情形下,以根据预定算法特别是借助于卡尔曼滤波由所述监视单元(7)自动控制的方式,连续地汇总第一测量数据和第二测量数据:

- 所述第一测量数据当前相应地产生于所述第一单元的一部分上,并且该第一测量数据至少取决于:

- 所述目标轴线的相应的当前对准,和

- 相应的当前偏移信号,并且

- 所述第二测量数据当前相应地产生于所述第二单元的一部分上,并且该第二测量数据取决于所述目标对象(3)的相应的当前检测到的运动和/或位置,

并且基于此,得到用于以机动方式连续自动地改变所述目标轴线的对准的控制信号,以使得所述目标点借助所述目标轴线被连续地照准。

2. 根据权利要求1所述的测绘系统,其特征在于,

- 所述第一单元被设计为用于以第一速率产生所述第一测量数据,所述第一速率特别是大约在1Hz至20Hz之间,并且所述第二单元被设计为用于以第二速率产生所述第二测量数据,所述第二速率特别是大约在50Hz至500Hz之间,其中所述第二速率高于所述第一速率,并且

- 在所述目标点跟踪模式的情形下,所述预定算法以第三速率被计时,所述第三速率高于所述第一速率,并且特别是对应于所述第二速率。

3. 根据权利要求2所述的测绘系统,其特征在于,

在所述目标点跟踪模式的情形下,所述控制信号以第四速率得出,所述第四速率高于所述第一速率,并且特别是对应于所述第三速率,并且所述目标轴线的对准基于所述控制信号以机动方式被连续自动地改变。

4. 根据权利要求 1 至 3 中的任一项所述的测绘系统,其特征在于,

在所述目标点跟踪模式的情形下,以由所述监视单元(7)自动控制的方式,所述第一测量数据和所述第二测量数据均经过特定的在先时段被累积,并且基于此,借助于所述算法,进行关于所述目标对象的近期位置和 / 或运动的预测,并且所述控制信号考虑到该预测被附加地得出。

5. 根据权利要求 1 至 4 中的任一项所述的测绘系统,其特征在于,

所述第二单元具有惯性测量系统(8),特别是尤其分别沿三个轴线具有基于 MEMS 的加速度传感器或旋转速率传感器。

6. 根据权利要求 1 至 5 中的任一项所述的测绘系统,其特征在于,

所述第二单元具有带 GNSS 天线的 GNSS 模块(9a)。

7. 根据权利要求 1 至 6 中的任一项所述的测绘系统,其特征在于,

所述第二单元被设置为用于以刚性连接至所述目标对象(3)的方式进行装配。

8. 根据权利要求 1 至 7 中的任一项所述的测绘系统,其特征在于,

所述测绘装置(1,11)具有光源,该光源特别是激光,该光源沿所述目标轴线的方向发射略微发散的光束,用于照亮构成所述目标对象(3)的回射器。

9. 一种用于利用根据权利要求 1 至 8 中的任一项中的所述第一单元和所述第二单元测绘和跟踪限定目标点的可动目标对象(3)的测绘方法,其特征在于,

• 借助于所述第一单元连续地产生第一测量数据,所述第一测量数据至少取决于

所述目标轴线的相应的当前对准;和

相应的当前偏移信号,

• 借助于所述第二单元连续地产生第二测量数据,所述第二测量数据取决于所述目标对象(3)的相应的当前检测到的运动和 / 或位置,

• 利用预定算法特别是卡尔曼滤波连续地汇总,特别是还累积所述第一测量数据和所述第二测量数据,

• 基于此得出控制信号,该控制信号以用于以机动方式连续自动地改变所述目标轴线的对准,以使得所述目标点借助于所述目标轴线被连续地照准。

10. 根据权利要求 9 所述的测绘方法,其特征在于,

• 所述第一测量数据以第一速率产生,所述第一速率特别是大约在 1Hz 至 20Hz 之间,并且所述第二测量数据以第二速率产生,所述第二速率特别是大约在 50Hz 至 500Hz 之间,其中所述第二速率高于所述第一速率,并且

• 所述预定算法以第三速率计时,所述第三速率高于所述第一速率,并且特别是对应于所述第二速率,并且因此从以所述第三速率使用所述算法来获得结果。

11. 根据权利要求 10 所述的测绘方法,其特征在于,

• 所述控制信号以第四速率得出,该第四速率高于所述第一速率,并且特别是对应于所述第三速率,并且

• 所述目标轴线的对准以机动方式基于所述控制信号被连续地改变。

12. 根据权利要求 9 至 11 中的任一项所述的测绘方法,其特征在于,利用所述算法,

- 所述第一测量数据和所述第二测量数据均经过特定的在先时段被累积,并且
- 基于此,确定关于所述目标对象的近期位置和 / 或运动的预测,并且所述控制信号考虑到所述预测而被附加地得出。

13. 根据权利要求 12 所述的测绘方法,其特征在于,

利用所述算法,经过特定的在先时段累积的所述第一测量数据和所述第二测量数据均被不同地加权以确定所述预测,其中,作为趋势,从相应地累积的所述第一测量数据和所述第二测量数据,对于更远的在先时间产生的数据不如对于更近的在先时间产生的数据那样高程度地被加权。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的测绘方法,其特征在于,

• 利用所述算法,经过特定的在先时段累积的所述第一测量数据和所述第二测量数据通过相互比较并且特别是通过回归而单独地检查测量错误,并且

• 从相应地累积的所述第一测量数据和所述第二测量数据中发现的错误的的数据以相对较低的权重被考虑,或者根本不被考虑,用于确定所述预测。

15. 一种计算机程序产品,该计算机程序产品包括程序代码,该程序代码被存储在机器可读载体上,用于执行:

• 根据被存储在所述程序代码中的预定算法连续地汇总第一测量数据和第二测量数据的过程;以及

• 基于此,特别是当在根据权利要求 1 至 8 中的任一项所述的测绘系统的所述监视单元(7)上执行所述程序时,得出根据权利要求 9 至 14 中的任一项所述的测绘方法的控制信号的过程。

具有多目标跟踪功能的大地测绘系统和方法

[0001] 本发明涉及一种权利要求 1 的前序部分所述的用于识别并且特别是跟踪具有待被找准的目标点的可动目标对象的大地测绘系统,并且涉及根据权利要求 12 的前序部分所述的能借助这样的系统执行的测绘方法。本发明涉及根据权利要求 15 所述的关联计算机程序产品以及根据权利要求 16 所述的用于监视和 / 或控制施工机械的用途或应用。

[0002] 为了测绘目标点,自从古代就已知大量大地测绘装置。在这种情况下,从测绘装置到待被测绘的目标点的方向或角度以及通常还有距离被记录,并且,特别是,测量装置的绝对位置与可能存在的参考点一起被检测为空间标准数据。

[0003] 这样的大地测绘装置的通常已知的示例包括经纬仪、视距仪和全站仪,其也被指定为电子视距仪或计算机视距仪。来自现有技术的一种大地测绘装置例如在公布文献 EP1686350 中被描述。这样的装置具有基于电传感器的角度,并且,如果合适,具有允许相对于所选择的目标确定方向和距离的测距功能。在这种情况下,角度和距离变量在装置的内部参考系中被确定,并且,如果合适,还必须与外部参考系结合以用于绝对位置确定。

[0004] 在许多大地测绘应用中,点通过被定位在那里或安装在可动车辆上的特别构造的目标对象来测绘。所述目标对象例如包括用于限定测量路径或测量点的具有反射器(例如全方位棱镜)的垂杆。然而,在没有反射器的情况下操作的测绘系统也是可行的,诸如在具有申请号 EP10168771.3 的欧洲专利申请中所描述的。

[0005] 现代全站仪具有用于数字进一步处理和存储检测到的测量数据的微处理器。该装置通常具有紧凑的整体设计,其中同轴距离测量元件以及还有计算、控制和存储单元通常存在于装置中。取决于全站仪的膨胀阶段,瞄准或照准装置的机械化并且在使用回射器(例如全方位棱镜)作为目标对象的情况下,用于自动目标查找和跟踪的装置能附加地被集成化。作为人机界面,全站仪能具有电子显示控制单元,该电子显示控制单元通常为具有电子数据存储装置、具有显示和输入装置(例如键盘)的微处理器计算单元。以基于电传感器的方式检测到的测量数据被供给到显示控制单元,使得目标点的位置能被确定,可选地被显示控制单元显示和存储。从现有技术已知的全站仪还能具有用于建立至外围部件(例如手持式数据获得装置,其能被特别地设计为数据记录器或场计算机)的无线电路的无线电数据接口。

[0006] 为了照准或瞄准待被测绘的目标点,一般类型的大地测绘装置具有作为照准装置的望远镜准镜,诸如光学望远镜。望远镜准镜通常能绕垂直轴并且绕水平倾斜轴相对于测量装置的基部旋转,使得望远镜准镜能通过枢转和倾斜与待被测绘的点对准。除光学观察通道以外,现代装置能具有用于检测图像的照相机,所述照相机被集成到望远镜准镜中并且例如同轴地或以平行方式对准,其中所检测到的图像能被特别地在显示控制单元的显示器上和 / 或外围装置的显示器(例如远程控制所使用的数据记录器)上显示为活动图像。在这种情况下,照准装置的光学系统能具有手动聚焦装置(例如调节螺钉)以改变聚焦光学系统或自动聚焦器的位置,其中聚焦位置例如由伺服马达改变。举例来说,大地测绘装置的这样的照准装置在欧洲专利申请 No. 09152540.2 中被描述。用于大地测绘装置的望远镜准镜的自动聚焦装置例如从 DE19710722、DE19926706 或 DE19949580 已知。

[0007] 举例来说,大地测绘装置的一般望远镜准镜的构造在公布文献 EP1081459 或 EP1662278 中被公开。

[0008] 一些具有高膨胀水平的测绘装置同时具有用于充当目标反射器的棱镜的自动目标跟踪功能(ATR:“目标自动识别”)。为此,另一单独的 ATR 光源和对所述光源的发射波长敏感的 ATR 检测器(例如 CCD 区域传感器)常规上被附加地集成在望远镜中。

[0009] 在 ATR 精细瞄准和 ATR 目标跟踪功能的情景中,在这种情况下,ATR 测量束沿照准装置的光学目标轴线的方向被发射并且例如在全方位棱镜(作为目标反射器)处被回射,并且反射束由 ATR 传感器检测到。基于光学目标轴线从全方位棱镜的对准的偏离,在这种情况下,在 ATR 传感器上反射的辐射的碰撞位置也从中心传感器区域位置偏离(即,在 ATR 区域传感器上在棱镜处被回射的 ATR 测量束的反射光点不会位于 ATR 区域传感器的中心中并且因此不会撞击例如基于校准被限定为对应于光学目标轴线的位置的期望位置上)。

[0010] 如果是这样的情况,则照准装置的对准通常以机动方式被略微重新调整,使得在棱镜处回射的 ATR 测量束以非常高的精度撞击在 ATR 区域传感器上的传感器区域的中心中(即,照准装置的水平和竖直角因此被反复地改变和适应直到反射光点的中心与 ATR 区域传感器上的期望位置重合为止)。

[0011] 为了确保基于在 ATR 区域传感器上在棱镜处回射的 ATR 测量束的反射光点的位置的评价的自动瞄准的功能,在功能启动之前,必须将照准装置与目标反射器至少近似对准,使得 ATR 测量束也撞击在棱镜上,并且从那里被反射而撞击在 ATR 区域传感器上。为此目的,例如可以预先基于借助眼睛的测量实现目标反射器的手动瞄准或者执行自动的粗略瞄准功能。

[0012] 除 ATR 精细瞄准功能之外,自动目标跟踪功能还能以相似的方式并且利用相同的 ATR 部件(诸如 ATR 光源和 ATR 检测器)来提供。在 ATR 精细瞄准已被实现(即,一旦照准装置与目标对准,则使得 ATR 测量辐射反射光点的中心与对应于目标轴线的期望位置在 ATR 区域传感器上重合)之后,照准装置还能被“活动”且适当迅速地跟踪到目标的运动,使得 ATR 测量辐射反射光点的中心还尽可能精确地并且始终保持着 ATR 区域传感器上的期望位置上。因此,常常描述的是目标被“锁定”。如果目标颠簸且快速地移动使得其从 ATR 检测器的视野消失(即,在目标处反射的 ATR 测量辐射不再撞击在 ATR 区域传感器上),则这里会发生问题。总站仪或全站仪和目标对象之间的光路的中断的其它原因可以例如是不利的环境条件(降水、雾、灰尘等)或阻挡光路的简单的障碍。

[0013] 近来现有技术公开了用于消除该问题的各种方案建议。

[0014] 在这种情况下,在下文中命名“光学方法”涉及基于如能由例如已知的激光光源产生的在 UV 至 IR 范围内的光发射和 / 或检测的技术。“非光学方法”指示这样的技术,即,其例如在 GPS (“全球定位系统”)的情况下,在其他频率范围内,不是基于电磁辐射的检测或者不涉及电磁辐射。

[0015] 举例来说,EP2141450 描述了一种具有用于自动瞄准回射目标的功能并且具有自动目标跟踪功能的测绘装置。为了在这种情况下,即使在快速且颠簸移动的情况下,也保持目标处于“锁定”状态并且不从精细瞄准检测器的视野丢失目标,建议借助于概览照相机(其在可见波长范围内灵敏)平行地记录目标的图像,以限定特定的图像摘录作为目标,并且,借助于图像处理,以跟踪目标的运动(或者与目标一起并存地移动的对象),并且

由此使得在目标从“锁定”状态丢失的情况下更容易再次发现并再次锁定回射器。

[0016] 然而,该方案建议为了其实施而要求高度复杂的图像处理软件并且不可避免导致在通过瞄准或照准单元目标跟踪期间显著的中断时间。

[0017] 基于 GPS (“全球定位系统”)的不同解决路径在 US6,035,254 中提出。根据该专利说明书,目标对象配备有用于接收 GPS 数据的接收器。用于从接收到的 GPS 数据估计目标对象的位置的位置信息被传送给全站仪,全站仪由该位置信息确定该全站仪如何必须被对准以照准和跟踪目标对象。该技术方案的似乎是主要旨在用于照准目标对象的第一对准步骤。GPS 数据与全站仪的位置确定数据连续配合未被公开,并且因此还不可以推断通过与不同的、非光学的目标跟踪或运动确定功能结合的稳定化光学目标跟踪或位置确定功能的任何指示。具体地,没有光学和非光学测绘数据如何能利用算法彼此算术地连续结合或配合的指示,并且目标对象的位置的稳定跟踪可以借助于光学位置确定功能和非光学运动确定功能的彼此配合的数据而连续进行。

[0018] US2009/0171618 公开了一种大地测绘系统,在类似于如上所述的从现有技术已知的实施方式中,其包括具有瞄准单元和光学目标跟踪功能的全站仪。为了解决例如由于目标对象的快速和 / 或颠簸移动造成的光学目标跟踪因目标对象从瞄准单元的视野消失而中断的问题,US2009/0171618 公开了一种用于确定目标对象的运动方向和运动路径的位置确定功能,也就是说对应于运动确定功能。作为用于履行运动确定功能的技术实施方式,描述了一种安装在目标对象上或在目标对象的位置处安装在施工车辆中的加速度传感器,该加速度传感器的测量的加速信号借助于监视单元被积分,从该信号运动的速度和从预定时间开始覆盖的距离,即,来自全站仪的光学位置确定数据的最后接收分别被确定和存储。从测量到的加速信号,通过全站仪的光学位置确定单元到下一次到达时针对目标对象的位置进行相应的预测。先前所存储的数据因此被写满。换言之,运动确定功能的数据不借助于算法与光学目标跟踪或位置确定功能的数据连续地结合,而是均被丢弃直到光学位置确定数据的最后通讯的时间为止。因此,如 US2009/0171618 所公开的问题的解决方案仅仅实现在光接触已丢失之后再次发现目标对象的辅助功能。然而,用于通过连续地结合来自光学位置确定功能和非光学运动确定功能的数据来连续地稳定目标跟踪过程的建议未被示出,也不能被推断。

[0019] DE19750207 公开了一种大地测绘系统,该大地测绘系统包括用于履行运动确定功能支撑的目标跟踪功能的惯性测量装置。惯性测量装置能包括例如加速计和 / 或陀螺仪。DE19750207 描述了各种实施方式,根据这些实施方式,惯性测量装置能被布置在目标对象上或瞄准或照准装置上,并且在这种情况下测量目标对象或瞄准或照准装置的运动。作为瞄准或照准装置,提及例如用于履行光学位置确定功能的经纬仪或视距仪的测量望远镜。然而,用于通过连续地结合来自光学位置确定功能和非光学运动确定功能的数据来连续地稳定目标跟踪过程的建议也未在 DE19750207 中示出,也不能从所公布的专利申请中推断出来。

[0020] 本发明的目的在于提供一种具有可与现有技术相比的改进的目标跟踪功能的大地测绘系统,由此特别是目标跟踪过程能被稳定并且由于瞄准或照准单元和目标对象之间的光学接触的丢失而造成的测绘中断能被最小化。

[0021] 该目的借助独立权利要求的特定特征的实现来达到。以替代或有利方式改进本发

明的特征能从从属权利要求并且还从包括附图说明的说明书中获悉。本发明的被例示或者以其他方式在本说明书中被公开的所有实施方式能相互结合，除非明确另有说明。

[0022] 根据本发明的用于测绘和跟踪限定目标点的可动目标对象的测绘系统包括：

[0023] • 测绘装置，该测绘装置特别是被设计为经纬仪、全站仪或激光跟踪器，所述测绘装置构成第一单元，并且具有位置确定功能，以用于相对于内坐标系来确定所述目标点的位置，所述测绘装置包括：

[0024] 基部，

[0025] 限定目标轴线的瞄准装置，其中所述目标轴线的对准相对于所述基部以机动方式可变，以高度精确地照准和跟踪所述目标点，

[0026] 光敏区域检测器，该光敏区域检测器用于连续地产生相应的当前偏移信号，该当前偏移信号直接取决于所述目标轴线的相应的当前实际对准和非常精确地瞄准所述目标点的所述目标轴线的假想对准之间的偏离的方向和程度，

[0027] 角度测量功能，该角度测量功能用于连续高度精确地检测所述目标轴线的当前对准，以及

[0028] 距离测量功能，该距离测量功能用于连续地确定至所述目标点的相应的当前距离，

[0029] • 第二单元，该第二单元设置在所述目标对象那一侧，用于提供相对于外坐标系连续地确定所述目标对象的运动和 / 或位置的功能，该功能独立于所述第一单元的所述位置确定功能，以及

[0030] • 监视单元，该监视单元与所述第一单元和所述第二单元数据连通并且具有评价、数据处理和控制功能。

[0031] 根据本发明，在这种情况下，所述测绘系统具有目标点跟踪模式，在该目标点跟踪模式的情形下，以根据预定算法特别是借助于卡尔曼滤波由所述监视单元自动控制的方式，连续地汇总特别是累积第一测量数据和第二测量数据：

[0032] • 所述第一测量数据当前相应地产生于所述第一单元的一部分上，并且该第一测量数据至少取决于：

[0033] 所述目标轴线的相应的当前对准，和

[0034] 相应的当前偏移信号，并且

[0035] • 所述第二测量数据当前相应地产生于所述第二单元的一部分上，并且该第二测量数据取决于所述目标对象(3)的相应的当前检测的运动和 / 或位置，

[0036] 并且基于此，得出用于以机动方式连续自动地改变目标轴线的对准的控制信号，以使得目标点借助目标轴线被连续地瞄准。

[0037] 根据本发明的一个特定方面，第一单元能被设计为用于以具有第一速率产生第一测量数据，所述第一速率特别是大约在 1Hz 至 20Hz 之间，并且第二单元能被设计为用于以第二速率产生第二测量数据，所述第二测量数据特别是大约在 50Hz 至 500Hz 之间，其中所述第二速率高于所述第一速率，并且在目标点跟踪模式的情形下，所述预定算法能以第三速率被计时，所述第三速率高于所述第一速率，并且特别是对应于所述第二速率。

[0038] 特别地，在这种情况下，而且，所述控制信号能以第四速率得出，所述第四速率高于所述第一速率，并且特别是对应于所述第三速率，并且所述目标轴线的对准能基于用于

跟踪目标对象的控制信号以机动方式被连续自动地改变。

[0039] 因此第一单元能例如以 1Hz 至 20Hz 操作,并且第二单元(特别是在作为基于 MEMS 惯性测量单元,也称为惯性测量系统的第二单元的实施方式的情况下)能以 50Hz 至 500Hz 或更高的速率执行测量。在这种情况下,算法(例如卡尔曼滤波)能因此也产生具有 500Hz 或更高的速率的结果,该结果能显著增大根据本发明的跟踪功能的灵活性并且因此增大稳定性。相反,可以例如“节约”第一单元的光学测量部件,使得它们例如仅以 1Hz 或更小的速率操作,并且仍然获得足够高的速率,以充分精确地得出和提供控制信号。

[0040] 然而,另一方面,特别是在作为 GNSS 模块的第二单元的实施方式的情况下,也可以在测绘装置的一部分上以比第一测量数据的检测、产生和提供更低的测量速率执行第二测量数据的检测、产生和提供。在这样的情况下,根据本发明的结合和配合也能够是非常有利的,这是因为这因此也能以(较高)速率实现,在该较高速率下第一测量数据被检测到,并且第二测量数据连续地用于稳定跟踪过程。

[0041] 因此算法通常能被供应有具有不同速率的第一测量数据和第二测量数据并且仍从相应地具有较高速率的数据的汇集(汇总)产生评价结果,使得控制信号也能以相应的较高的速率得出。

[0042] 根据本发明的一个另外的特定方面,在目标点跟踪模式的情形下,以由监视单元自动控制的方式,所述第一测量数据和第二测量数据能均经过特定的在先时段被累积,并且基于此,借助于所述算法,进行关于目标对象的近期位置和 / 或运动的预测,并且所述控制信号考虑到该预测被附加地得出。

[0043] 根据本发明的另一特定方面,所述第二单元能具有惯性测量系统或者被设计为这样的,特别是尤其分别沿三个轴线具有基于 MEMS 的加速度传感器和旋转速率传感器。

[0044] 然而,根据本发明的另一特定方面,第二单元能附加地或另选地还具有带 GNSS 天线的 GNSS 模块,或者,作为该实施方式的替代方案,因为惯性测量系统也能被直接实施为 GNSS 模块。

[0045] 在这种情况下,所述第二单元被提供为用于以刚性连接至目标对象的方式进行装配。

[0046] 如已经在了解了现有技术的情形下在以上更加详细地说明的,用作第一单元的测绘装置能附加地具有用于确定偏移信号的光源,特别是激光,该光源安装成用于沿目标轴线的方向发射略微发散的光束,用于照亮构成目标对象的回射器。

[0047] 因此根据本发明的测绘系统具体地包括形成第一单元的测绘装置,该测绘装置特别是经纬仪 / 全站仪或激光跟踪器,用于提供基本上的光学位置确定功能,该光学位置确定功能用于利用目标点确定目标对象的位置。

[0048] 在作为经纬仪或全站仪的测绘装置的实施方式的情况下,因而特别地以具有有限定目标轴线的物镜的望远镜准镜形式构造的瞄准装置能典型地相对于测绘装置的基部以机动方式枢转,用于改变目标轴线的对准。因此瞄准装置以集成方式具有用于检测来自照准的目标点的信号的检测器,其中该检测器优选地以空间解析或区域方式设计以使得可以确定目标点图像(例如返回的反射)在检测器上的位置。而且,实施为经纬仪或全站仪的这样的测绘装置配备有角度测量功能,该角度测量功能用于高度精确地检测瞄准装置并且因此还有目标轴线的对准。

[0049] 此外,根据本发明的测绘系统配备有位置变化确定装置(第二单元),该位置变化确定装置在功能上与第一单元(也就是说测绘装置)分开并且用来提供非瞄准运动或位置确定功能,以连续地确定目标对象相对于绝对基准的运动或位置,使得基于该附加的运动确定功能,测绘数据能相对于外坐标系(即,相对于地球)被检测并且能被传送给监视单元。

[0050] 除了第一单元以外存在的并且用于提供用于目标对象的分离的、非瞄准的运动检测功能的这些位置变化确定装置(即,第二单元)在本发明的情形下例如通过以下系统来提供:

[0051] -GNSS (“全球导航卫星系统”的缩写),其具有承载于目标对象侧的 GNSS 天线,和 / 或

[0052] -INS (“惯性导航系统”的缩写),其被承载在目标对象侧。

[0053] 换句话说,因此,监视单元配备有用于处理测绘装置的数据、存储数据并控制瞄准装置的对准的评价装置,并且该监视单元还配备有用于处理和存储附加的固有运动的评价装置或者系统的固有位置确定装置,这些装置由第二单元提供。

[0054] 在这种情况下,监视单元能以物理集成到系统的其中一个其他部件中的方式存在或者能实施为专用物理单元,使得监视单元因此能例如位于监视单元的一部分上、目标对象的一部分上或者其他地方,并且取决于此,能被集成到测绘单元的壳体中或者能位于单独的专用壳体中。基本上是与测绘单元(作为第一单元)数据连通并且与设置在目标对象侧的第二单元连通。

[0055] 监视单元还能附加地在每一情况下均包括多个子单元,这些子单元以物理分散方式存在,但是,相互在数据方面连通并且在功能上配合并且因此在功能上形成一个单元以评价 / 存储测量数据并且用于控制系统的部件。

[0056] 根据本发明,监视单元的评价装置包括算法,特别是卡尔曼滤波,借助于该算法,在操作状态下,用于确定和跟踪目标点的位置的光学位置确定功能的数据被连续地与第二单元的非瞄准固有运动或固有位置确定功能的数据相结合和配合,并且目标对象的位置借助于光学位置确定功能和非瞄准功能的相互配合的数据而被连续地跟踪。

[0057] 优选地,非瞄准功能在这种情况下被设计为用于确定目标对象的运动。

[0058] 提供所述功能所需的非瞄准功能或测量部件(也就是说第二单元或者至少第二单元的部件)因此也布置在待被跟踪的车辆(特别是施工机械或施工车辆)的内部,或者能布置成与具有待被照准的目标点的目标对象直接相邻。

[0059] 在根据本发明的测绘系统的一个优选实施方式中,如以上已提及的非瞄准固有运动或固有位置确定功能通过特别是配备有加速度传感器和陀螺仪的惯性测量系统来实现。特别是,在每一情况下,在这种情况下设置三个加速度传感器和陀螺仪。

[0060] 在根据本发明的大地测绘系统的另一实施方式中,如同样已经提及的非瞄准固有运动或固有位置确定功能能通过利用全球导航卫星系统(GNSS)的测量数据来实现,其中用于确定目标对象的位置、位置变化和运动的 GNSS 传感器与目标对象相关联。GNSS 传感器(即具有 GNSS 接收器天线的 GNSS 模块)装配在目标对象附近,特别地,具体地,倾斜传感器(特别地两轴式倾斜传感器)也能装配在目标对象附近,借助于该传感器,例如,能够检测 GNSS 相对于目标对象的倾斜。GNSS 传感器和目标对象之间的位置偏移从例如校准测量已知。然而,借助于两轴式倾斜传感器,GNSS 传感器和目标对象之间的位置偏移也能被连续

地跟踪。在仅仅略微偏移和 / 或关于测量精度相对低要求的情况下,两轴式倾斜传感器的测量值如果合适的话能被忽略。

[0061] 能用作附加的位置变化确定装置的全球导航卫星系统 GNSS 能如对本领域技术人员充分已知的根据下列标准来实施,即,例如:GPS (“全球定位系统”,由美国操作的系统), GLONASS (由俄罗斯操作的系统) 或者 Galileo (在欧洲处于计划和施工阶段)。

[0062] 另外,主站仪也能配备有 GNSS 传感器并且以已知方式用作 GNSS 基准站。因此可以提高处理 GNSS 数据的精度。

[0063] 待由根据本发明的测绘系统的目标轴线照准的目标对象能有利地被实施为反射器(特别地回射器)(用于借助于 ATR 检测器传统地确定偏移信号)。优选地,因此,目标对象被实施为反射器,并且瞄准装置具有 ATR 光源,特别是红外激光,以及还具有 ATR 检测器(例如 CCD 区域传感器),该 ATR 检测器在 ATR 光源的波长范围内灵敏。

[0064] 如果瞄准装置具有作为检测器的照相机,该照相机在可视范围内进行成像并且用于检测目标对象的图像,则在特定情况下,即使在没有反射器的目标对象的实施方式的情况下,也可以确定和产生偏移信号,如例如在具有申请号 EP10168771.3 的欧洲专利申请中更详细地描述的那样。

[0065] 如果待被照准的目标对象配备有一个或多个光源,例如具有发光二极管(LED)或激光,则还可以基于来自自发光目标对象的由合适的照相机记录的图像得出取决于在记录的照相机图像中的自发光目标对象的图像的位置的偏移信号。

[0066] 本发明还涉及利用在以上已经更详细地描述的第一单元和第二单元来测绘和跟踪限定目标点的可动目标对象的测绘方法。

[0067] 在这种情况下因此该方法包括执行:

[0068] • 借助于第一单元连续地产生第一测量数据,所述第一测量数据至少取决于目标轴线的相应的当前对准和相应的当前偏移信号,

[0069] • 借助于第二单元连续地产生第二测量数据,所述第二测量数据取决于目标对象的相应的当前检测的运动和 / 或位置,

[0070] • 利用预定算法特别是卡尔曼滤波连续地汇总,特别是还累积第一测量数据和第二测量数据,并且基于此

[0071] • 得出控制信号,该控制信号以用于以机动方式连续自动地改变目标轴线的对准,以使得目标点借助于目标轴线被连续地照准。

[0072] 根据所述方法的一个特定方面,在这种情况下

[0073] • 第一测量数据以第一速率产生,所述第一速率特别地大约在 1Hz 至 20Hz 之间,并且第二测量数据能以第二速率产生,所述第二速率特别是大约在 50Hz 至 500Hz 之间,其中第二速率高于第一速率,并且

[0074] • 预定算法能以第三速率计时,该第三速率高于第一速率,并且特别是对应于第二速率,并且因此能从以第三速率使用算法来获得结果。

[0075] 根据依照本发明的方法的另一特定方面,另外

[0076] • 控制信号能以第四速率得出,该第四速率高于第一速率,并且特别是对应于第三速率,并且

[0077] • 目标轴线的对准能以机动方式基于控制信号被连续地改变。

[0078] 那意味着算法(例如卡尔曼滤波)能因此以显著高于第一速率(并且对应于第二单元的测量速率)的速率产生结果,该结果能显著增大根据本发明的跟踪功能的灵活性并且因此增大稳定性。相反,可以例如“节约”第一单元的光学测量部件,使得光学测量部件能例如仅以比较低的速率操作,并且仍能获得足够高以足够精确地得出和提供控制信号的速率。

[0079] 根据依照本发明的方法的另一特定方面,利用所述算法,第一测量数据和第二测量数据均能经过特定的在先时段被累积,并且基于此,确定关于目标对象的预期的近期位置和/或运动的预测。因此,在得出控制信号时能附加地考虑到该预测。

[0080] 根据上述方面的一个改进,经过特定的在先时段累积的第一测量数据和第二测量数据均能被不同地加权以确定该预测,其中,作为趋势,从相应地累积的第一测量数据和第二测量数据,对于更远的在先时间产生的数据不如对于更近的在先时间产生的数据那样高程度地被加权。

[0081] 根据另一改进,经过在先时段累积的第一测量数据和第二测量数据能通过相互比较并且特别是通过回归而单独地检查测量错误,并且基于这样的检查,从相应地累积的第一测量数据和第二测量数据中发现的错误的的数据以相对较低的权重被考虑,或者根本不被考虑,以辨别该预测。

[0082] 换言之,因此,在用于跟踪具有待被照准的目标点的可动目标对象的测绘方法的情境中,能够执行下列步骤:

[0083] - 借助于测绘装置(作为第一单元)的以空间解析或区域方式实施的检测器来检测偏移信号,该偏移信号取决于目标轴线的实际对准与精确照准目标对象的状态的偏差;

[0084] - 借助于测绘装置的角度测量和距离测量功能来确定目标点的位置;

[0085] - 借助于第二单元来检测关于目标对象的运动或位置的(第二)测量数据;

[0086] - 将在第一单元和第二单元的一部分上检测和产生的数据传送到监视单元;

[0087] - 借助于监视单元存储和处理所传送的数据;

[0088] - 借助于存储在监视单元上的程序来执行算法特别是卡尔曼滤波,用于连续地结合和配合所收集的测量数据,并且如果合适,计算用于目标对象的位置的未来改变的预测或估计值;

[0089] - 连续地得出用于改变目标装置的目标轴线的对准的控制信号;以及

[0090] - 基于控制信号连续地引导瞄准装置,使得目标保持借助于目标轴线被连续地照准。

[0091] 根据本发明的测绘方法的一个优选实施方式的特征在于,第二单元的非瞄准运动确定功能借助于惯性测量系统来实施,该惯性测量系统特别是配备有用于检测运动的加速度传感器以及用于检测角度位置变化的旋转速率传感器(例如陀螺仪)。

[0092] 根据依照本发明的测绘方法的另一优选实施方式,非瞄准固有位置或运动确定功能基于 GNSS 传感器的测量数据来实现,该 GNSS 传感器检测目标对象的位置和运动速度。

[0093] 根据本发明的方法的另外的实施方式在从属权利要求中被描述或者已经作为测绘系统的根据本发明的目标点跟踪模式的改进类似地在以上被描述。

[0094] 本发明还涉及一种计算机程序产品,该计算机程序产品包括程序代码,该程序代码被存储在机器可读载体上,用于执行:根据被存储在程序代码中的预定算法连续地汇总

第一测量数据和第二测量数据的过程；以及基于此，特别是当程序在被实施为根据本发明的上述测绘系统的监视单元的电子数据处理单元上执行时，得出根据本发明的上述测绘方法的控制信号的过程。

[0095] 根据本发明的测绘系统和根据本发明的测绘方法基于附图中示意地示出的特定示范性实施方式在下文仅仅通过示例被更加详细地描述，本发明的另外的优点也被讨论。在特定细节中：

[0096] 图 1 示出了根据现有技术的自动全站仪 1；

[0097] 图 2a 和图 2b 示出了已知的目标识别或瞄准功能和目标跟踪功能的功能的例示；

[0098] 图 3a 和图 3b 示出了根据本发明的大地测绘系统的示范性实施方式；

[0099] 图 4 以详细的方式示出了根据本发明的大地测绘系统的监视单元和各种测绘装置以及还有全站仪之间的数据流；

[0100] 图 5 示出了根据本发明的大地测绘系统的另一示范性实施方式；

[0101] 图 6 示出了很大程度上类似于图 5 的示范性实施方式，其中相对于根据图 5 的实施方式的差异在于，监视单元被容纳在施工车辆中并且至监视单元的数据传递以无线的方式发生，并且来自单独的传感器的第一单元原始数据（而不是已经预处理以形成位置数据的数据）被传送到监视单元；

[0102] 图 7 示出了根据本发明的大地测绘系统的另一实施方式；

[0103] 图 8 示出了根据本发明的大地测绘系统的另一实施方式，其中非瞄准附加的运动确定功能基于使用全球定位系统的数据来实现；以及

[0104] 图 9a 和图 9b 示出了能与根据本发明的大地测绘系统和相关联的测绘方法的先前描述的示范性实施方式结合的功能。

[0105] 参照图 1 至图 9b 描述的示范性实施方式主要但不排他地涉及施工机械或施工车辆的目标对象取向的引导件，该引导件的可变位置从主站仪，特别是从全站仪或经纬仪借助于目标对象来确定和跟踪，该目标对象连接至所述施工机械或施工车辆。本发明伴随地包括用于自动跟踪可动目标对象的其他应用（例如，连续跟踪手持式反射器杆、手持式扫描装置（诸如手持式扫描器或与测量点接触的手动引导探针）的当前位置等）。

[0106] 图 1、图 2a 和图 2b 示出了用于本发明的开始情形。图 1 示出了根据现有技术的自动全站仪 1，该全站仪包括具有物镜单元的瞄准装置 2，例如望远镜准镜或望远镜，其与目标对象 3 对准并且由此限定光学目标轴线。目标对象 3 例如能实施为反射器，特别是实施为反射棱镜。全站仪能配备有用于将激光束 4 发射到反射器 3 上的激光光源，激光束从反射器 3 沿瞄准装置 2 的方向被反射回。瞄准装置 2 配备有检测器，特别是空间解析检测器，诸如区域传感器，例如 CCD 传感器或照相机。

[0107] 图 2a 和图 2b 示出了已知的目标识别或瞄准功能和目标跟踪功能的功能。

[0108] 在瞄准功能的情境中，在这种情况下，激光束 4 沿瞄准装置 2 的光学目标轴线的方向被发射，所述激光束在反射器 3 处被回射并且反射束由检测器检测到。基于光学目标轴线的对准与反射器的偏离，在这种情况下所反射的辐射在检测器上或空间解析传感器上的撞击位置也从中心传感器区域位置偏离（即，在区域传感器上的反射器处反射的激光束 4 的反射光点不会位于其中心并且因此不会撞击期望的位置 5，该期望的位置例如基于校准被限定为对应于光学目标轴线的位置）。

[0109] 在借助 ATR 检测器粗略检测目标对象之后,瞄准装置随后更精确地与目标对象 3 对准,并且随后的测量和目标跟踪典型地通过沿目标对象 3 的方向发射校准的或略微扩大的激光束 4 来进行,如上所述。

[0110] 图 2a 示出了在借助 ATR 检测器记录的 ATR 图像 [其中以已知的方式这里在该图中仅为说明目的示出的 ATR 图像借助图像处理被直接评价并且通常不以用户在显示器上可见的方式表示] 中位于中心的期望的位置 5 和所发射的激光束 4 的反射光点 6,所述反射光点由传感器检测到在瞄准装置 2 的视野中。反射光点 6 具有从期望的位置 5 的偏移 $\langle \Delta x, \Delta y \rangle$ 。

[0111] 代替反射器,目标对象 3 能例如也作为光源承载,从该光源沿全站仪的方向发射光束并且该光源由区域传感器的检测以类似于图 2a 所示的方式进行。

[0112] 根据所确定的反射光点 6 的位置与期望位置 5 的偏差 $\langle \Delta x, \Delta y \rangle$,可以确定用于对准瞄准装置 2 的校正角并且可以借助从伺服马达执行相应的校正直到反射光点 6 和期望的位置 5 相互对应,也就是说,照准或瞄准装置的水平 and 竖直角以这样的方式反复地改变和适应直到反射光点 6 的中心与期望的位置 5 在检测器或区域传感器上重合(其中,如本领域技术人员已知的,实际上常常甚至刚好在用于改变瞄准装置的对准的单次迭代之后,反射光点 6 和期望的位置 5 的充分重合可以已经获得并且目标的足够精确的瞄准可以因此已被完成)。

[0113] 除瞄准功能外,也可以如现有技术同样已知的(以相似的方式并且利用相同的电光部件(诸如激光光源和反射器))提供自动跟踪功能。在目标对象已被瞄准(即,一旦瞄准装置 2 与目标对象 3 对准使得反射光点 6 的中心与对应于目标轴线的期望的位置 5 在检测器或区域传感器上重合)之后,此外瞄准装置 2 还可以被“活动”且适当地跟踪到目标对象 3 的运动,使得反射光点 6 的中心还保持尽可能精确地并且始终保持在区域传感器上的期望位置 5 上。因此常常陈述的是,目标被“锁定”(或者门锁、耦合、锁定到目标)。如果目标对象 3 颠簸且快速地移动使得其从检测器的视野或激光束的芯部消失(即,在目标对象 3 处反射的测量辐射不再撞击传感器),则问题能在这里出现。对于在没有反射器并且没有借助于激光束 4 的其跟踪的情况下实施的目标对象 3 来说情况是类似的。

[0114] 其他干扰原因可以是例如不良的环境条件(降水、雾、灰尘等)或阻挡光路的简单的障碍。而且,问题也可以由于以下事实而出现,即,多个反射器处于视野中,另外的反射部分处于视野中(这导致干扰反射,例如车辆的前灯、诸如夹克的反射服等),或者另外 ATR 激光束同时冲击单个全方位棱镜的多个面,并且因此,靠近定位在一起的多个反射由单个全方位棱镜产生(所谓的“飞点”)。

[0115] 因此,根据本发明,目标跟踪模式基于结合的且经核对的测量数据的连续评价来实现,这些测量数据由以下装置连续产生:

[0116] - 测绘装置(如第一单元);以及

[0117] - 分开的第二单元,其设置在目标对象侧,用于固有定位或固有运动确定。

[0118] 并且这些测量数据被提供用于评价。

[0119] 根据本发明,在用于此目的的测绘装置中,例如基于由区域光敏 ATR 检测器连续记录的 ATR 图像(如例如在图 2a 中示意性示出的),在每一情况下,当前偏移信号被连续地产生,所述偏移信号直接取决于目标轴线的相应的当前的实际对准和高度精确地瞄准目标

点的目标轴线的假想对准之间的方向和偏差的程度。

[0120] 其中所示的全方位棱镜位于 ATR 检测器的视野范围外的示例性情况在图 2b 中示出 [其中在该图中仅仅为说明目的而在这里示出的 ATR 图像再一次通常地未以用户在显示器上可见的方式表示,而是借助于图像处理而直接被评价]。

[0121] 作为常规的 ATR 的替代,其中回射目标用例如红外激光束被照明并且返回的反射的位置在借助于区域检测器记录的 ATR 图像中被确定,该区域检测器特别是仅在相应的波长范围内灵敏,也可以提供在可见光谱范围内操作的数字照相机,借助该照相机,图像从目标对象单元 12 的视野被记录并且在照相机图像中被识别为目标对象的图案的位置的变化用作基于连续记录的图像来确定位置或运动的变化的基础。根据本发明,因此,偏移信号的产生也可以基于以下事实,即,在监视单元 7 中所存储的目标标记图案与在照相机图像中所记录的目标对象匹配,该照相机图像由作为测绘装置 11 的区域光敏检测器的照相机来记录。该程序在具有专利申请号 EP10168771.3 的欧洲专利申请中被更详细地类似地描述。

[0122] 图 3a 示出了根据本发明的测绘系统的第一实施方式。提供一种具有瞄准装置 2 的全站仪 1,该目标装置配备有用于将激光束 4 发射到待被照准的目标对象 3 上的光源。作为目标对象 3,反射器安装在施工机械或施工车辆上。从全站仪 1,关于目标对象相对于全站仪的相对位置(也就是说,关于全站仪的内坐标系)的第一测量数据被连续地产生,其中进行相对于对象目标(反射器)的位置的角度和距离测量,并且以例如 1Hz 至 20Hz 的数量级的时间间隔检测相应地偏移信号。

[0123] 在施工机械或施工车辆的内部容纳有作为第二单元的惯性测量系统 8,该惯性测量系统 8 用于提供独立于全站仪操作的功能,以用于确定目标对象 3 以及监视单元 7 的外部位置和 / 或运动。惯性测量系统 8 通常包括:三个加速计的组合,这些加速计确定沿三个正交方向或轴线的加速度;以及三个陀螺仪,这些陀螺仪确定相对于三个正交轴线的角速度或旋转。在这种情况下,惯性测量系统 8 的位置和惯性测量系统 8 的坐标系中的目标对象 3 的位置之间的偏移 $\langle \Delta X0, \Delta Y0, \Delta Z0 \rangle$ 可以已从单独的校准测量已知或者也可以在工作过程中“在飞行中”被确定,这将在稍后更详细地再次讨论。

[0124] 如果确定供在其上装配目标对象 3 的机器或施工车辆或杆的对准的传感器设置在对象侧,则所述传感器不需要必须被装配在目标对象附近,而是也可以相对于目标对象 3 以特定偏移 $\langle \Delta X0, \Delta Y0, \Delta Z0 \rangle$ 定位。合适的传感器包括特别是基于 MEMS 的惯性测量系统,而且还(附加地或另选地)包括倾斜传感器、磁电罗盘等。

[0125] 惯性测量系统 8 的测量值通常以 50Hz 至 500Hz 的测量速率或者甚至更高的频率被检测和产生并且例如由电缆或由无线数据传输转发到被容纳在施工车辆中的监视单元 7。同时,全站仪 1 连续地测量例如实施为反射器的目标对象 3,并且在该过程中例如以 10Hz 的频率基于相对于目标对象 3 的距离和角度测量或者基于连续地记录的 ATR 图像产生第一测量数据。这些测量数据例如以无线的方式(例如借助于无线电波)被传送到监视单元 7(还参见图 4)。加速度和角速度或旋转速度的由惯性测量系统 8 测量的值以及由全站仪 1 确定的关于目标对象 3 的位置的数据(作为第一测量数据)并且如果已经可利用且存储还有惯性测量系统 8 和目标对象 3 之间的位置偏移 $\langle \Delta X0, \Delta Y0, \Delta Z0 \rangle$ 借助于包括算法(特别是卡尔曼滤波)的评价装置被相互结合和配合(也就是说汇总)。在这种情况下,监视单元 7 计算用于目标对象 3 的位置和运动速度以及还有惯性测量系统相对于全站仪 1 的坐标系的

对准角的估计值。

[0126] 基于从第一和第二测量数据的结合连续地计算的这些估计值,用于瞄准装置 2 相对于目标对象 3 的对准的校正角数据借助于监视单元 7 被计算和传送到全站仪 1。基于这些校正约束,用于瞄准装置 2 的对准的马达驱动器被驱动,以便连续地保持相对于目标对象 3 的瞄准方向或者如必需以便跟踪目标对象 3 的运动,该运动已发生并且在该过程中所述目标对象可能甚至瞬间从瞄准装置 2 的视野消失,结果,再次使从全站仪 1 跟踪光学目标成为可能。

[0127] 这样可以确保比在从现有技术已知的装置和方法的情况下显著更稳定的目标跟踪。这主要是基于以下事实,即,用于确定对象目标 3 的运动的测量(所述测量借助于第二单元进行)在当全站仪 1 和目标对象 3 之间的光学接触损失时不首先被使用,而是伴随地被连续用于跟踪瞄准装置 2。借助于瞄准装置 2 的对准的可能快速的跟踪,所述跟踪基于所确定的估计值,也能有利地常常从外部避免光学接触的损失。

[0128] 而且,借助于算法,特别是卡尔曼滤波,刚性测量系统 8 的位置和在惯性测量系统 8 的坐标系中的目标对象 3 之间的偏移 $\langle \Delta X0, \Delta Y0, \Delta Z0 \rangle$ (例如在安置阶段直到其稳定)也能首先被确定或者为此存储的值被再次检查、确定并且可能被应用为校正值。换句话说,因此,除了反射器的位置,在卡尔曼滤波中,偏移 $\langle \Delta X0, \Delta Y0, \Delta Z0 \rangle$ 或 IMU 的参数(例如偏差)也可以被确定并应用为校正值。

[0129] 图 3b 示出了类似于图 3a 的根据本发明的测绘系统的实施方式。在该示例性实施方式中,形成目标对象的回射器被装配到施工车辆的铲或叶片。如当共同考虑时由图 3a 和 3b 所示,监视单元 7 能被物理地集成在施工机械中,集成在第一单元(也就是说,例如 TPS)中或者位于专用的单独的外部壳体中,但是监视单元也可以由物理上分散的部分构成,这些部分在每一情况下均被容纳在系统的不同部件中,在数据方面连通并且仅在功能上相互作用。

[0130] 图 4 更详细地示出了监视单元 7 和各种测量装置(作为第二单元的惯性测量系统 8 和作为第一单元的全站仪 1)之间的数据流。有线数据连接(在该示例中在监视单元 7 和惯性测量系统 8 之间)由实线表示,并且无线连接(监视单元 7 和全站仪 1 之间)由虚线表示。显然,数据连接的类型仅仅是举例并且例如还能完全以无线的方式实现。

[0131] 图 5 示出了根据本发明的测绘系统的第二示例性实施方式,该实施方式与根据图 3a 和图 3b 的示例的不同之处基本上在于:惯性测量系统 8 不是被装配在施工车辆中,而是邻近于目标对象 3,例如反射器。结果,惯性测量系统 8 和目标对象 3 之间的距离能保持得很小,例如 10cm 的数量级,使得惯性测量系统 8 和目标对象 3 之间的位置偏移 $\langle \Delta X0, \Delta Y0, \Delta Z0 \rangle$ 基本上是可以忽略的。根据图 5,监视单元 7 例如被集成在全站仪 1 中,并且惯性测量系统 8 的测量数据例如以无线的方式(例如借助无线电波)被传送到监视单元 7。在该示例中,监视单元 7 例如被永久地接线到全站仪 1。根据该第二示例性实施方式的另外的技术功能对应于如关于图 3 描述的那些功能。

[0132] 图 6 示出了在很大程度上类似于图 5 的示例性实施方式,相对于根据图 5 的实施方式的差异在于:监视单元 7 被容纳在施工车辆中并且至监视单元 7 的数据传送排他地以无线的方式进行。

[0133] 作为相对于图 5 的另一差异,在这里所示的示例中,从第一单元 2,代替从根据图

5 在第一单元 2 的一部分上的原始传感器数据已确定的位置数据,传感器的原始数据(例如角度、距离和光点位置)直接被传送给监视单元 7,在监视单元处这些数据被进一步处理并且被结合到第二单元的第二测量数据(诸如加速度、旋转速率)。

[0134] 此外,在这里通过示例示出的情况下,从结合的数据得出的近似瞄准方向不被传递到测绘装置,而是第一单元的为了机械化而从结合数据进一步确定的控制信号被传送,并且这些控制信号具有被跟踪到目标对象的目标轴线的效果。

[0135] 图 7 示出了根据本发明的大地测绘系统的实施方式,其中,惯性测量系统 8 被集成到目标对象单元 12 中,该惯性测量系统 8 的当前位置或位置变化由用于目标跟踪的测绘装置 11 确定和跟踪,该测绘装置 11 这里被实施为例如激光跟踪器。目标对象单元 12 能作为手持式接触探针或激光扫描单元而配备有作为目标对象 3 的反射器,该反射器用于反射由激光跟踪器 11 发射的反射(激光)光。

[0136] 在这种情况下,用于检测目标轴线的实际对准与精确地照准目标对象的状态的偏移的激光跟踪器 11 典型地配备有用于沿特定方向发射激光束 4 的光源以及优选地进行空间解析的检测器,该检测器例如以区域方式实施,用于接收从目标对象 3 反射的激光。然后借助于该检测器产生偏移信号。

[0137] 因此,以类似于关于根据本发明的大地测绘系统的其他示例性实施方式在上描述的方式,激光跟踪器 11 确定角对准和从精确照准状态的偏移,并且还特别地例如以 10Hz 至 100Hz 的数量级的测量速率来确定相对于目标对象 3 的距离。监视单元 7 能例如被集成在激光跟踪器 11 中,并且因此以有限方式传送用于光学确定目标对象的位置的数据以及用于改变目标轴线的对准的控制信号。所述控制信号由监视单元 7 尤其基于测量数量来确定并且以例如 100Hz 至 500Hz 的测量速率(或者甚至更快)被检测,其中该测量数据例如从惯性测量系统 8 以无线的方式接收,并且该测量数据是关于目标对象单元 12 的运动和运动变化的。

[0138] 因此,更详细地描述的,加速度和角速度或旋转速度的由惯性测量系统 8 测量的值(作为第二测量数据)和由激光跟踪器 11 确定的关于目标对象 3 的位置的数据(作为第一测量数据)借助于包括算法(特别是卡尔曼滤波)的评价装置被相互结合和配合(即,汇总)。在这种情况下,监视单元 7 相对于激光跟踪器 11 的坐标系计算用于目标对象 3 的位置和运动速度以及还有惯性测量系统 8 的对准角度的估计值。

[0139] 基于从由第二单元执行的从光学位置确定和固有位置或固有运动确定的结合连续地计算出的这些估计值,具有用于目标轴线相对于目标对象 3 的对准的校正角的控制信号在跟踪模式的情境中被计算并且可由激光跟踪器 11 利用。基于所述控制信号,用于目标轴线的对准的马达驱动器被驱动,以便改变瞄准方向使得目标对象 3 保持被连续地照准。因此,如必需,即使在目标对象 3 的对应的颠簸的、大大偏移的运动的情况下,在该运动过程中,所述目标对象可能甚至瞬间从激光跟踪器 11 的区域检测器的视野消失,所述检测器是偏移信号,目标轴线能被快速地跟踪到目标使得目标的跟踪以稳定方式连续。基于计算出的估计值的机动的光束跟踪也使得可以特别是避免延迟问题,例如基于用于通过监视单元 7 计算控制数据(特别是角校正值或角调整值)的时间以及至激光跟踪器 11 的致动马达的数据或命令传递。

[0140] 图 8 示出了根据本发明的测绘系统的另一实施方式,其中,由第二单元提供的用

于连续地确定目标对象相对于外部坐标系的运动和 / 或位置的功能的实现基于全球导航卫星系统 (“GNSS”, 特别是由美国操作的 “GPS” - 全球定位系统) 的使用。

[0141] 具有 GNSS 天线的 GNSS 模块 9a 装配在作为目标对象 3 的反射器附近。而且, 倾斜传感器, 特别是两轴式倾斜传感器 10, 和 / 或磁罗盘能附加地安装成与目标对象 3 相邻。GNSS 模块 9a 和目标对象 3 之间的位置偏移 $\langle \Delta X0, \Delta Y0, \Delta Z0 \rangle$ 从例如校准测量已知, 或者也能随后基于算法 “在飞行中” 得出。然而, GNSS 模块 9a 和目标对象 3 之间的位置偏移也能借助两轴式倾斜传感器 10 被连续地跟踪。在仅仅略微偏移和 / 或关于测量精度相对低的要求的情况下, 两轴式倾斜传感器 10 的测量值如果合适的话能被忽略。

[0142] 目标对象 3、GNSS 模块 9a 和两轴式倾斜传感器 10 能被装配到例如施工机械或施工车辆, 并且监视单元 7 能被容纳在施工机械或施工车辆的内部中。在这样的情况下, GNSS 模块 9a 和两轴式倾斜传感器 10 的测量值 (作为第二测量数据) 例如由电缆传送到监视单元 7, 该电缆由实线表示。显然, 也可以进行无线数据传送。

[0143] 同时, 水平角、竖直角、偏移信号以及还有特别是相对于目标对象 3 的距离由全站仪 1 以类似于参照图 3 至图 7 的在前示例性实施方式中描述的方式来连续地确定 (作为第一测量数据), 该全站仪构成第一单元。全站仪 1 例如以无线的方式 (例如借助于无线电波) 与监视单元 7 通信。

[0144] 如参照图 2a 在以上已说明的, 由全站仪 1 发射并且由目标对象 3 反射的激光束 4 的反射光点 6 的位置从 ATR 传感器上的期望位置 5 (或者由 ATR 传感器检测的图像) 的偏差 $\langle \Delta x, \Delta y \rangle$ 能被确定, 用于全站仪 1 的瞄准装置 2 的对准的校正角能从所述偏差计算出来并且相应的校正能借助从动致动马达来执行直到反射光点 6 和期望的位置 5 相互对应, 也就是说, 照准或瞄准装置的水平和竖直角以这样的方式反复地改变和适应直到反射光点 6 的中心与瞄准装置 2 的检测器或区域传感器上的期望位置 5 重合为止。

[0145] 然后, 借助全站仪 1 确定的第一测量数据能通过监视单元 7 借助算法 (特别是卡尔曼滤波) 特别是考虑到 GNSS 模块 9a 和目标对象 3 之间的已知位置偏移 $\langle \Delta X0, \Delta Y0, \Delta Z0 \rangle$ 而与第二测量数据 (也就是说 GNSS 模块 9a 的位置和速度测量数据以及两轴式倾斜传感器 10 的测量数据) 结合, 并且能用于稳定跟踪目标对象 3。

[0146] 特别是, 第一和第二测量数据都经过特定的在先时段而累积, 并且基于所累积的数据的结合和比较, 形成关于目标对象的预期的近期位置和 / 或运动的预测。

[0147] 然后附加地考虑该预测而得出用于目标跟踪的控制信号。该情况能是有用的以便例如减少潜伏问题 (例如由数据传送、计算等引起的)。

[0148] 然而, 所计算出的 (即, 在还被估计或预期的预测的特定情况下) 位置数据也能附加地用于引导或控制或监控施工机械或施工车辆。

[0149] 根据本发明的另一方面, 在这种情况下, 形成第一单元的全站仪 1 还能附加地配备有 GNSS 传感器 9b。两个 GNSS 传感器 9a、9b 的使用使得能够以本领域技术人员已知的方式进行差分数据处理, 由此提高位置和 / 或速度确定的精度。

[0150] 图 9a 和图 9b 示出了这样的功能, 即, 该功能能与根据本发明的大地测绘系统和关联的测绘方法的上述示例性实施方式结合。

[0151] 图 9a 示出了这样的情况, 即, 其中, 所发射的激光束 4 的多个反射光点 6a、6b、6c 由瞄准装置 2 的 ATR 检测器检测到并且用于关于反射从期望的位置 5 的偏移借助于图像处

理来进一步评价。举例来说,反射光点 6a 来源于待被跟踪的目标对象 3,反射光点 6b 来源于第二目标对象,该第二目标对象例如实施为反射器并且安装在另一施工车辆 2,与瞄准装置 2 的瞄准方向交叉,并且反射光点 6c 来源于一些其他反射对象,例如车辆前灯或反射服。用于检测多个反射光点的其他原因可以是不良的环境条件,诸如雨,例如该不良的环境条件导致反射的散射。

[0152] 在根据图 9a 的情形中,其中所发射的激光束 4 的多个反射光点 6a、6b、6c 由瞄准装置 2 的检测器检测出并且用于相对于从期望的位置 5 的偏移进一步评价,实际上被识别用于跟踪目标对象 3 的反射光点 6a 以下述的方式来确定。从用于全站仪的瞄准装置 2 的马达控制对准的设定数据确定的光学目标轴线的对准预先被称为检测器上的反射光点的预期撞击点 13,并且计算出距所有检测到的反射光点 6a、6b、6c 的距离。最靠近插入的预期撞击点 13 的反射光点被识别为来自待被跟踪的目标对象 3 的反射光点。目标跟踪功能随后以类似于上述的方式连续。

[0153] 另选地,如图 9b 所示,目标跟踪能根据图像摘录(bildausschnitts) 14 来实现,该图像摘录待由系统操作者限定并且指示对由图像摘录限定的区域的目标跟踪的相应的限制。因此,仅位于所述限定的图像摘录 14 内的反射光点 6a 被进一步跟踪,并且反射光点 6b、6c 的位置不再被进一步考虑。根据本发明的用于履行目标跟踪功能的该变型进一步提高了抗干扰的稳固性。另外,仅对 ATR 图像中的图像摘录 14 的限制减少了图像处理的时间消耗。

[0154] 显然所示的这些图仅示意性地示出了可能的示例性实施方式。不同的手段也可以相互结合并且与现有技术的方法结合。

[0155] 类似于关于目标对象的改进跟踪的上述描述,本发明的中心理念也可以被用于允许测绘装置(作为第一单元)交替地跟踪两个目标(例如反射器)。为此,举例来说,能够将一个 IMU(作为第二实施方式)耦合至两个反射器(这两个反射器也相互刚性地彼此连接)或者任何相应的专用 IMU 能用于每个独立的反射器(已就是说总共多个第二单元或在每一情况下每个目标对象一个第二单元),并且多个算法(对于每个目标对象一个相应的算法)能在每一情况下并行地进行(其中用于供给算法的暂停能在每一情况下与第一测量数据相互交替)。

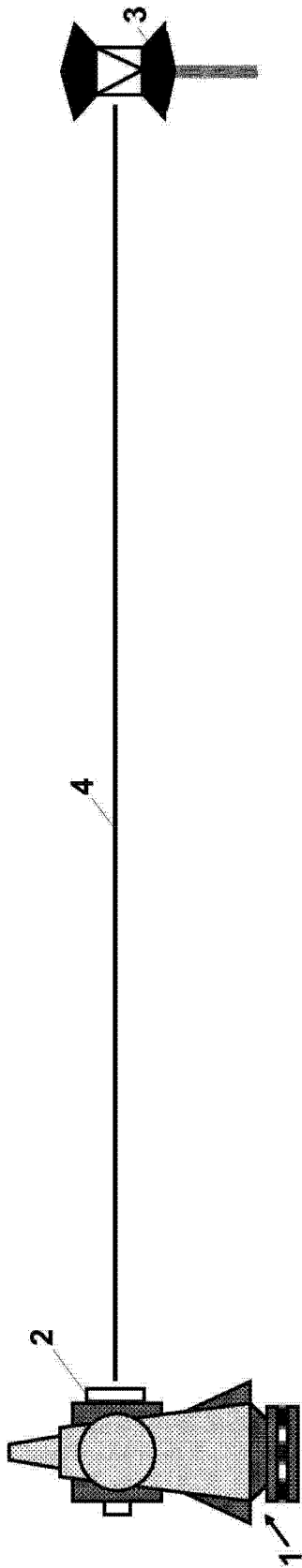


图 1

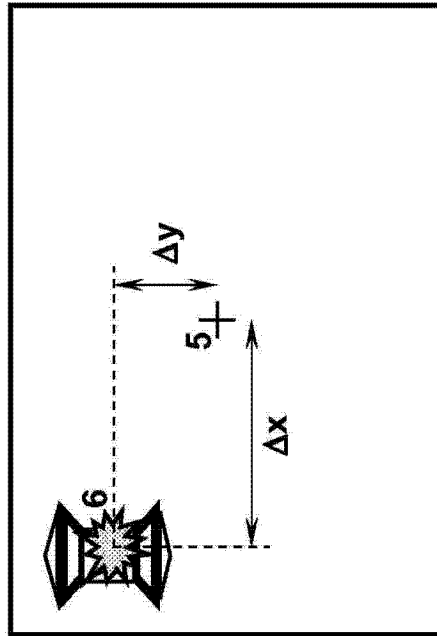


图 2a

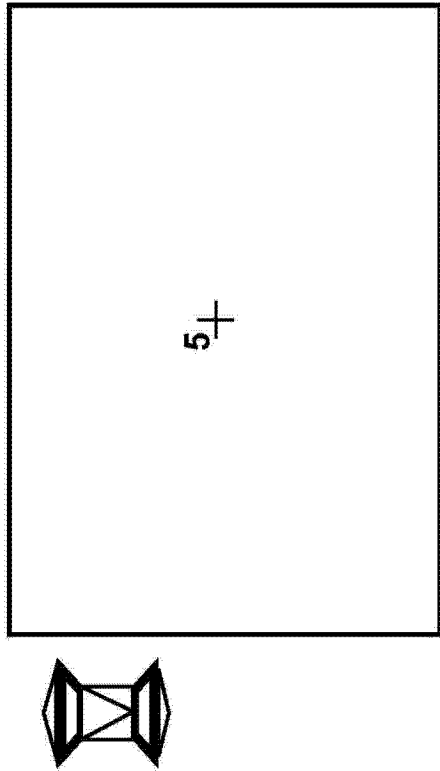


图 2b

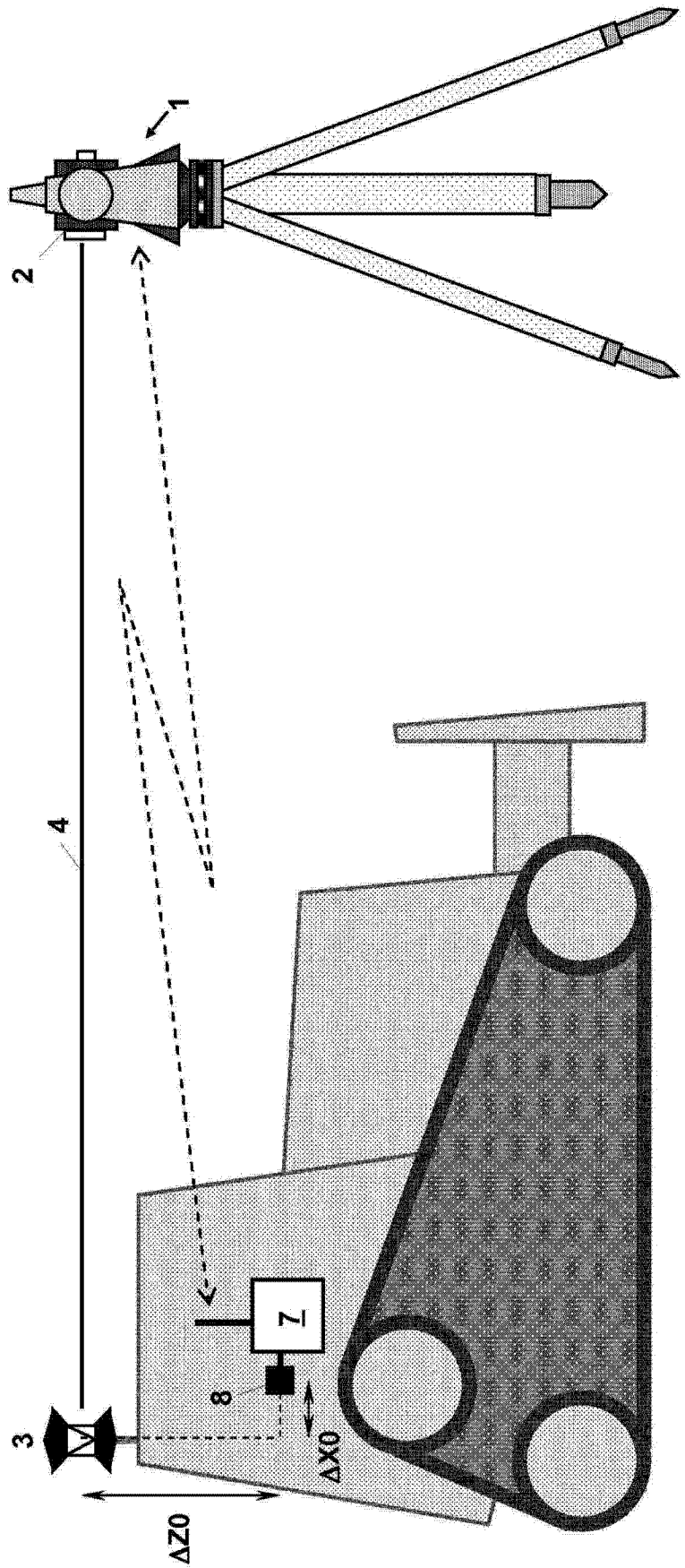


图 3a

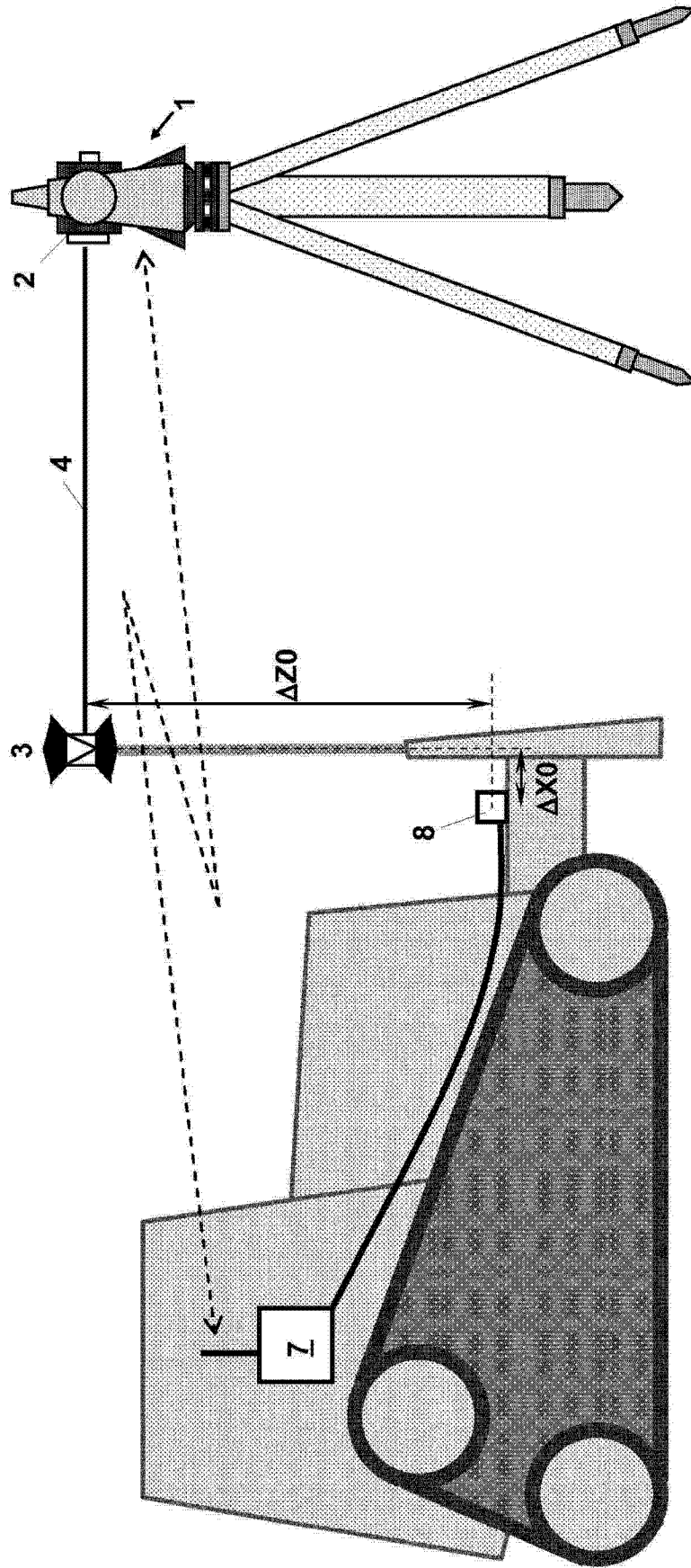


图 3b

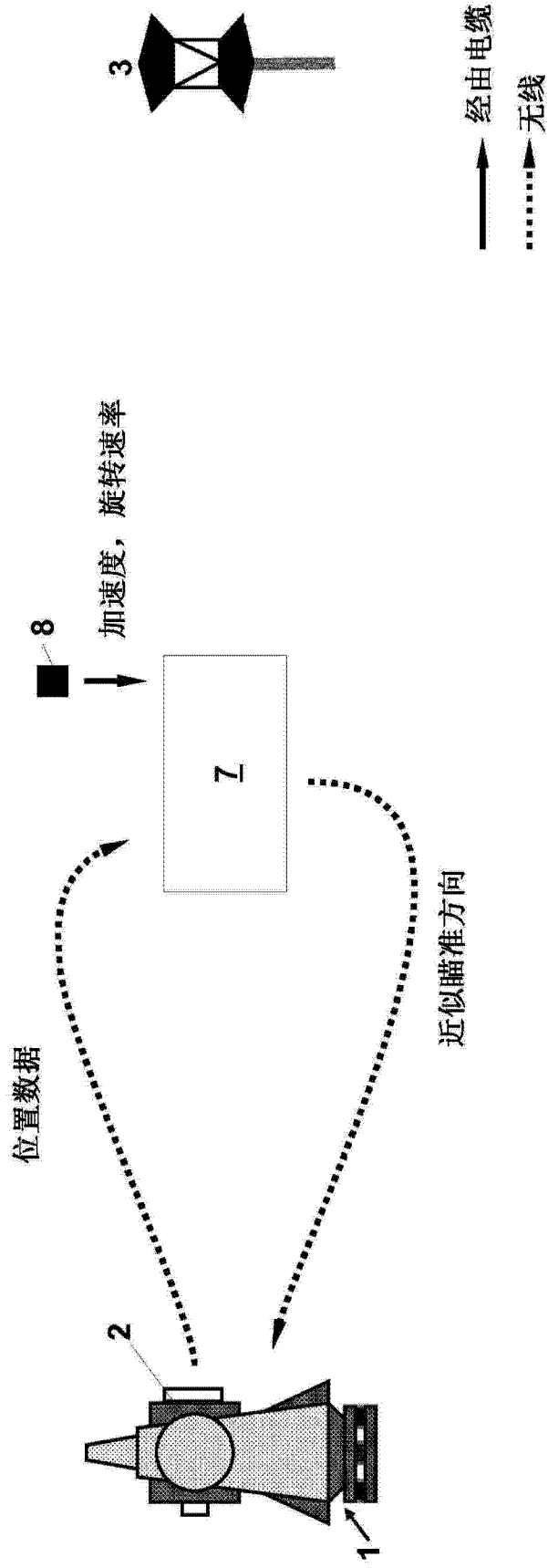


图 4

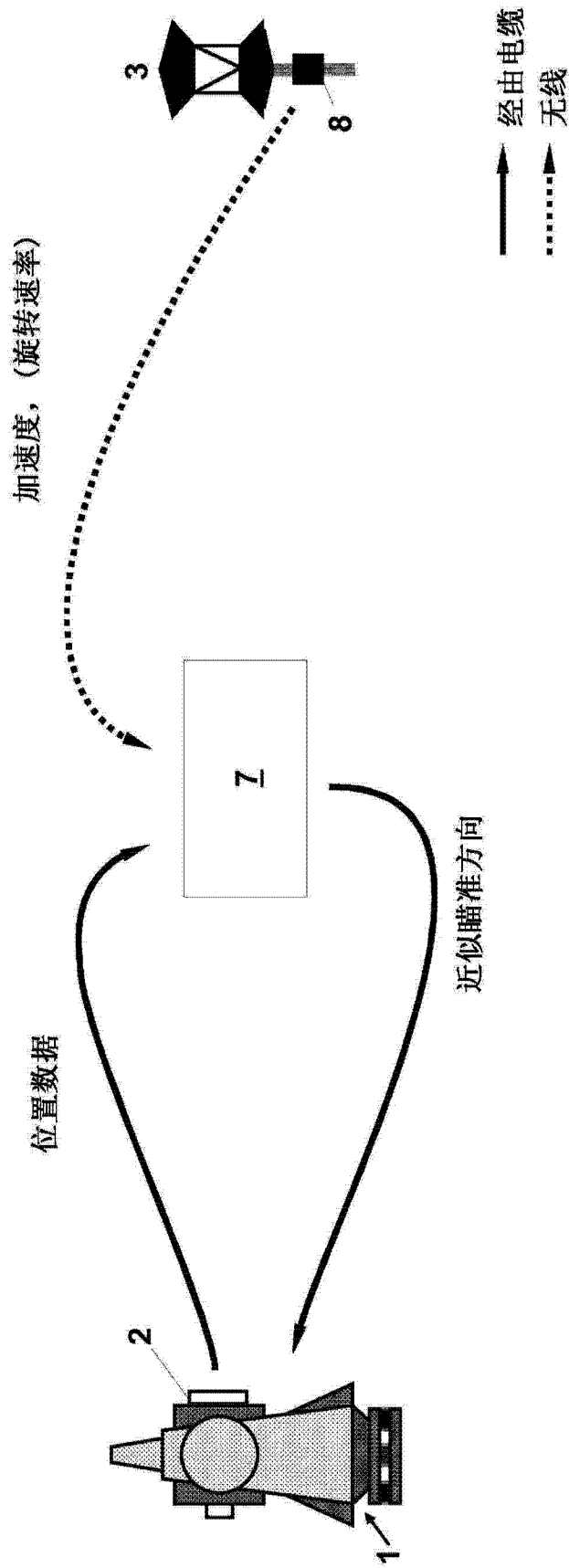


图 5

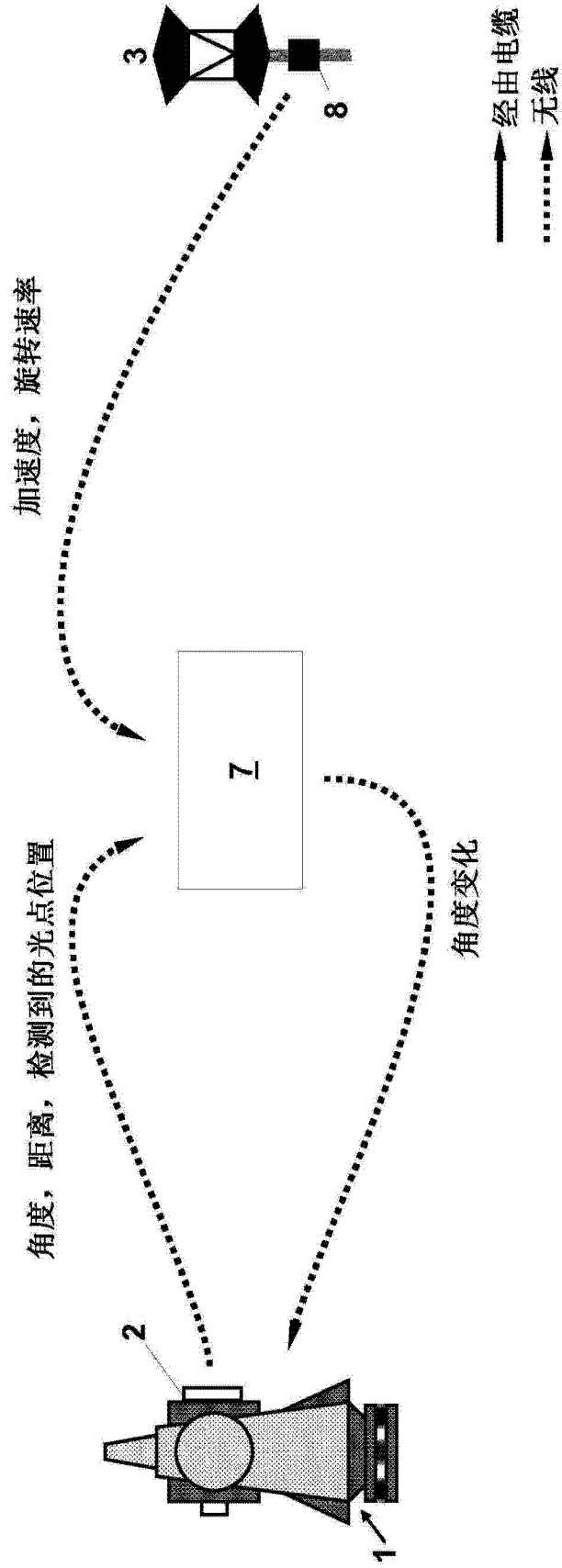


图 6

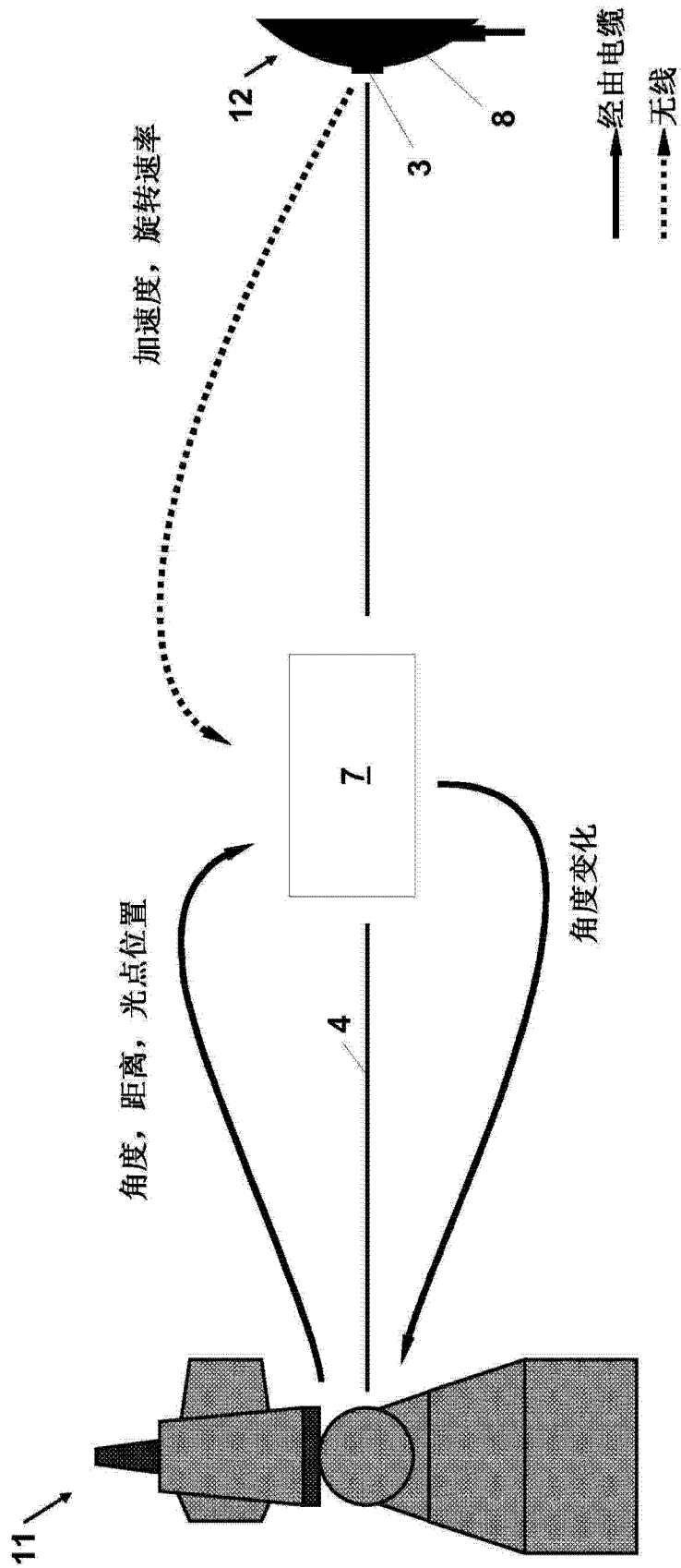


图 7

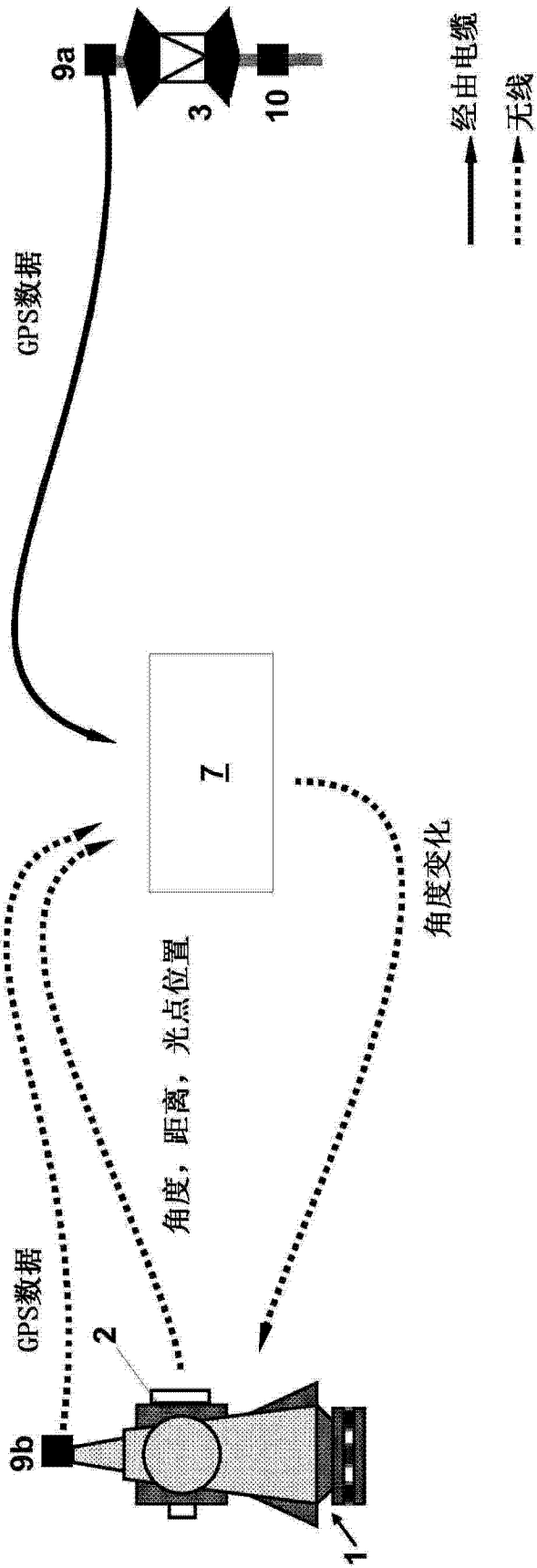


图 8

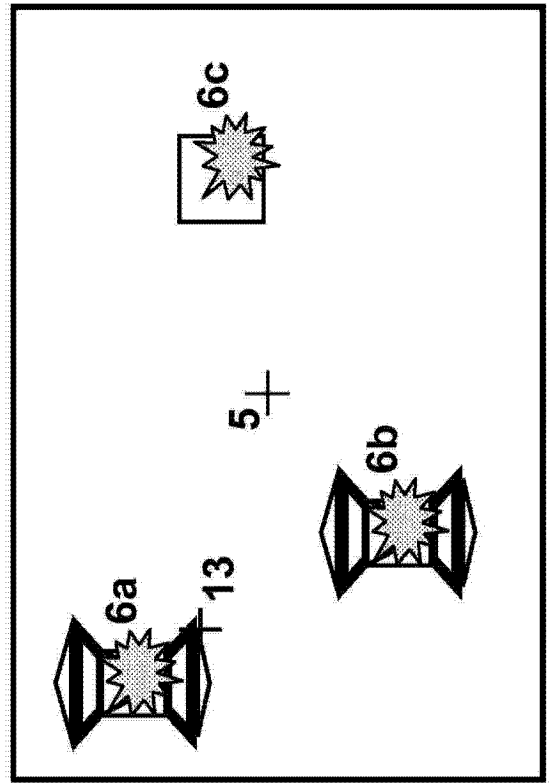


图 9a

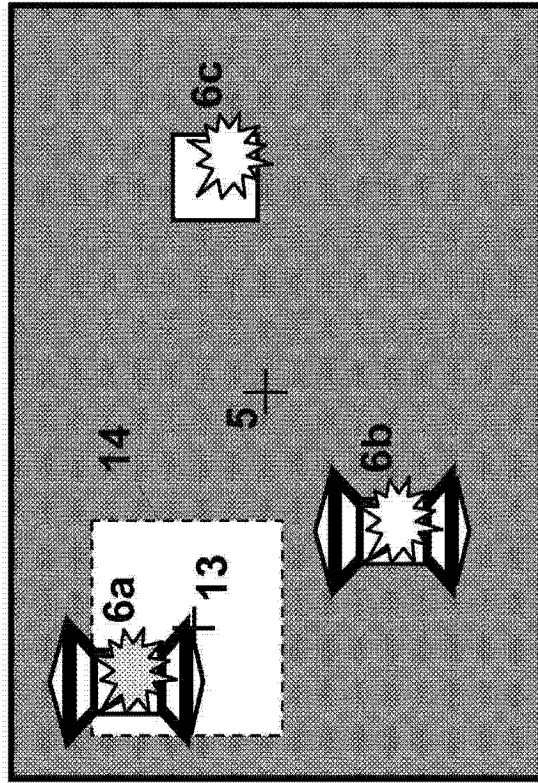


图 9b