



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101932905 B

(45) 授权公告日 2012. 12. 12

(21) 申请号 200880125828. 2

(22) 申请日 2008. 06. 26

(30) 优先权数据

PCT/EP2008/001053 2008. 02. 12 EP

PCT/EP2008/052531 2008. 02. 29 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 07. 29

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2008/058183 2008. 06. 26

(87) PCT申请的公布数据

W02009/100774 EN 2009. 08. 20

(73) 专利权人 特林布尔公司

地址 瑞典丹德

(72) 发明人 S·斯瓦赫尔姆

(74) 专利代理机构 北京北翔知识产权代理有限

公司 11285

代理人 杨勇 郑建晖

(51) Int. Cl.

G01C 1/04(2006. 01)

G01C 15/00(2006. 01)

(56) 对比文件

EP 0971207 A1, 2000. 01. 12,

US 6384902 B1, 2002. 05. 07,

US 5949548 A, 1999. 09. 07,

US 2005/0057745 A1, 2005. 03. 17,

CN 101059338 A, 2007. 10. 24,

审查员 冉小燕

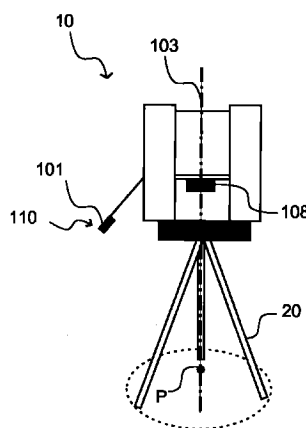
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 4 页

(54) 发明名称

相对于地面标志来定位勘测仪器

(57) 摘要

公开了一种用于相对于位于地平面的标志来定位勘测仪器——其具有包含至少一个摄影机的壳体——的方法。该方法包括以下步骤：使用定点装置使该勘测仪器的竖直旋转轴线与该标志对准；用布置在已知的摄影机位置和倾向的摄影机来拍摄该壳体下方的地面的图像，其中该摄影机位置偏心于该勘测仪器的旋转中心；在所拍摄的图像中识别对应于该标志的目标点；测量该目标点在所拍摄图像中的图像坐标；以及基于该图像坐标和摄影机标定数据来确定所述仪器的旋转中心在地面上方的高度。此外，公开了一种用于执行该方法的勘测仪器。



1. 一种用于相对于位于地平面的标志来定位勘测仪器——其具有包含至少一个摄影机的壳体——的方法,所述方法包括:

使用定点装置使该勘测仪器的竖直旋转轴线与所述标志对准;

用布置在已知摄影机位置和倾向的所述摄影机来拍摄该壳体下方的地面的图像,所述摄影机位置偏心于该勘测仪器的旋转中心;

在所拍摄的图像中识别对应于该标志的目标点;

测量该目标点在所拍摄的图像中的图像坐标;以及

基于该图像坐标和摄影机标定数据来确定所述仪器的旋转中心在地面上方的高度。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述定点装置是相对于所述仪器的竖直旋转轴线而标定的光学对中器,所述光学对中器包含用于提供带有中央标志的视野的目镜——其允许通过机械地移动该勘测仪器来使该勘测仪器对中到该位于地平面的标志上方,由此使所述仪器的竖直旋转轴线与所述标志对准。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述定点装置是激光对中器——其包含相对于所述仪器的竖直旋转轴线而标定的激光指示器,所述激光对中器在地面上提供图案,所述图案允许通过机械地移动该勘测仪器来使该勘测仪器对中到该位于地平面的标志上方,由此使所述仪器的竖直旋转轴线与所述标志对准。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中所述图案是点。

5. 根据权利要求1-4中任一项所述的方法,还包括:基于该图像坐标和摄影机标定数据,来确定所述仪器的旋转中心相对于所述标志的相对三维坐标。

6. 根据权利要求1-4中任一项所述的方法,其中该位于地平面的标志被放置在坐标系中的已知位置。

7. 根据权利要求1-4中任一项所述的方法,其中该标定数据包括该摄影机相对于所述仪器的旋转中心的倾向和位置。

8. 根据权利要求1-4中任一项所述的方法,其中借助于操作者选择或自动图像分析来在该图像中识别该目标点。

9. 根据权利要求1-4中任一项所述的方法,其中识别对应于所述标志的目标点包括:

在该标志被光源照亮的情況下拍摄第一图像;

在该光源关闭的情況下拍摄第二图像;以及

使该第一图像和该第二图像彼此相减以产生差影图像,在该差影图像上识别代表所述标志的目标点。

10. 根据权利要求1-4中任一项所述的方法,还包括:

在所述标志上布置结构化的目标,以便于在所拍摄的图像中识别该目标点。

11. 一种勘测仪器,包括:

定点装置,其适于使所述仪器的竖直旋转轴线与位于地平面的标志对准;

至少一个摄影机,其适于拍摄该仪器下方的地面的图像,所述摄影机被布置在已知的摄影机倾向和位置,所述摄影机位置偏心于该勘测仪器的旋转中心;

识别单元,其适于在所拍摄的图像中识别对应于所述标志的目标点;

测量单元,其适于测量该目标点在所拍摄的图像中的图像坐标;以及

处理器,其适于基于该图像坐标和摄影机标定数据来确定该勘测仪器的旋转中心在地

面上方的高度。

12. 根据权利要求 11 所述的勘测仪器,其中所述定点装置是相对于所述仪器的竖直旋转轴线而标定的光学对中器,所述光学对中器包括用于提供带有中央标志的视野的目镜——其允许通过机械地移动该勘测仪器来使该勘测仪器对中到该位于地平面的标志上方,由此使所述仪器的竖直旋转轴线与所述标志对准。

13. 根据权利要求 11 所述的勘测仪器,其中所述定点装置是激光对中器——其包含相对于所述仪器的竖直旋转轴线而标定的激光指示器,所述激光对中器在地面上提供图案,所述图案允许通过机械地移动该勘测仪器来使该勘测仪器对中到该位于地平面的标志上方,由此使所述仪器的竖直旋转轴线与所述标志对准。

14. 根据权利要求 13 所述的勘测仪器,其中所述图案是点。

15. 根据权利要求 11-14 中任一项所述的勘测仪器,其中该位于地平面的标志被放置在坐标系中的已知位置。

16. 根据权利要求 11-14 中任一项所述的仪器,其中,该仪器包括用于显示该摄影机所拍摄的图像的显示器,该识别单元被实施为在所显示的图像中可移动的光标。

17. 根据权利要求 16 所述的仪器,其中,该显示器是触摸显示器,其中通过在该显示器上点击或轻敲来识别该目标点。

18. 根据权利要求 11-14 中任一项所述的仪器,其中,该识别单元包含以图像处理软件形式实施的进一步功能性,该进一步功能性是基于所拍摄的图像中的特定特征来识别目标点。

相对于地面标志来定位勘测仪器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于在坐标系——例如地基 (ground-based) 坐标系——中定位 (localize) 勘测仪器 (surveying instrument)——诸如全站仪 (total station)——的方法。具体而言,本发明涉及一种用于确定勘测仪器——其具有包含至少一个摄影机的壳体——在位于地平面 (ground level) 的标志 (mark) 上方的高度的方法,以及一种用于相对于该标志来定位该勘测仪器的方法。

背景技术

[0002] 勘测技术涉及通过对角度和距离的测量来确定目标的未知位置、表面或体积。为了进行这些测量,勘测仪器常常包括电子测距单元 (EDM 单元)——其可以集成在经纬仪中,由此形成所谓的全站仪。全站仪结合了电子、光学及计算机技术,并且还设有带有可写信息的计算机或控制单元,该可写信息用于控制待执行的测量以及用于存储在测量期间获得的数据。典型的全站仪包括:基座,其带有安装在三脚架 (tripod) 上的三脚台 (tribrach);照准仪 (alidade),其安装在该基座上,用于绕垂直轴线旋转;以及中央单元,其安装在该照准仪上,用于绕水平轴线旋转。该全站仪的中央单元包括用于瞄准觇标 (target) 的望远镜和光学元件。特别地,该中央单元设有 EDM 单元,该 EDM 单元通常在该中央单元的光学轴线方向上——即沿着视线——运行。在例如同一申请人的 W02004/057269 中,更加详细地描述了这种全站仪。优选地,该全站仪计算觇标在坐标系——例如固定的地基坐标系——中的位置。然而,由于该全站仪测量该觇标相对于该全站仪自身位置的位置,所以需要知道该全站仪在该固定的地基坐标系中的位置 (或地点 (location))。

[0003] 根据第一个替代方案,可以通过被称为“自由设站 (free stationing)”的方法来确定该全站仪在固定的地基坐标系中的位置。在这个方法中,该勘测仪器被放置在该坐标系 (例如在工地) 中的任 选地点。首先,执行校平程序 (leveling procedure),使得该全站仪在安装到该三脚架上时不倾斜。特别地,确定该全站仪的垂直旋转轴线 (最低点 (nadir)) 是否与铅垂 (vertically plumbed) 轴线对准,即该仪器的最低点是否竖直地延伸。然后,测量到两个 (或更多) 觇标——其放置在该地基坐标系的两个 (或更多) 已知点——的方向 (即竖直角和水平角) 以及可选地距离。这些已知点也可以被称为控制点。该地基坐标系的控制点对应于位于地平面的参考点或参考标志,并且这些控制点在该地基坐标系中的坐标是已知的。一俟获得这两个 (或更多) 控制点的方向,就可以确定该全站仪在该地基坐标系中的地点——即该全站仪的地点坐标。

[0004] 根据另一个替代方案,该全站仪可以直接被置于该地基坐标系的某控制点上方。首先,该三脚架被大致地设置在该控制点上方,并被粗略地校平。然后,将该全站仪安装在该三脚架上,并通过透过光学对中器 (optical plummet) 的目镜 (eye piece) 观察来使该全站仪对中 (center) 到该控制点上方。该目镜提供了带有中央标志的视野 (view),该中央标志允许将该全站仪直接对中到该控制点上方。最终的对中是根据迭代程序 (iterative procedure) 来执行的,在该迭代程序期间,勘测者使该全站仪在该三脚架上方滑动 (例如

通过移动该三脚台),直至该全站仪被对中到该控制点上方,即,从目镜中看到该中央标志覆盖该控制点。一俟该全站仪被对中并校平,该全站仪就被稳固地附接至该三脚架。在这个阶段,该全站仪在该地基坐标系中的坐标(x, y)是已知的,并且对应于该控制点的坐标。然而,完全定位该全站仪还需要确定该全站仪所处的高度以及该全站仪所指方向的倾向(orientation)。该高度一般是使用卷尺(measuring tape)或类似装置来确定的;然而,这种测量的精确度通常是有限的,由此降低了该勘测仪器此后进行的测量的精确度。该全站仪的倾向是通过这样的方式达成的:使该勘测仪器的中央单元指向远离于该全站仪的另一个控制点(其具有已知位置),并确定该全站仪到这个控制点的水平角。

[0005] 总之,上述现有技术方法精确度有限、耗时、且不是使用者友好的。

[0006] 因此,需要提供克服这些问题的新的方法和系统。

发明内容

[0007] 本发明的一个目的是完全或部分地克服现有技术的上述劣势和缺点,并提供相比于上述技术和现有技术更高效的替代方案。

[0008] 更具体地,本发明的一个目的是提供用于相对于位于测地(geodetic)(或勘测)仪器下方的地平面的标志(在下文中也称为地面标志(ground mark)或标志)来定位该仪器的方法,以及相应的测地仪器。

[0009] 本发明的一个特定目的是提供这样的方法和勘测仪器,其便于测量该仪器在地面上方的高度,特别是测量该仪器在位于地平面的标志上方的高度。

[0010] 本发明的另一个目的是提供这样的方法和勘测仪器,其便于相对于位于地平面的标志来定位该勘测仪器,即,确定该勘测仪器的旋转中心相对于该地面标志的相对三维坐标。

[0011] 本发明的另一个目的是提供这样的方法和勘测仪器,其用于提高在坐标系中定位该勘测仪器的精确度。该坐标系可以是地基坐标系,或者是通过GPS来确定参考点的坐标系。

[0012] 本发明的这些及其它目的是通过具有在独立权利要求中限定的特征的方法、勘测仪器和计算机程序产品来实现的。本发明的优选实施方案由从属权利要求来表征。

[0013] 在本申请中,术语“测地仪器”“勘测仪器”和“全站仪”将被可互换地使用。进一步,术语“位置”和“地点”也将被可互换地使用。

[0014] 因此,根据本发明的第一方面,提供了一种用于定位测地仪器——其具有包含至少一个摄影机的壳体——的方法。该方法包括以下步骤:使用定点装置(pointing device)使该勘测仪器的竖直旋转轴线与位于地平面的标志对准;用布置在已知的摄影机位置和倾向的摄影机来拍摄该壳体下方的地面的图像,其中该摄影机位置偏心于该勘测仪器的旋转中心;在所拍摄的图像中识别对应于该标志的目标点;测量该目标点在所拍摄的图像中的图像坐标;以及基于该图像坐标和摄影机标定数据(calibration data)来确定该仪器的旋转中心在地面上方的高度。

[0015] 根据本发明的第二方面,提供了一种测地仪器。该测地仪器包括:定点装置,其适于使该仪器的竖直旋转轴线与位于地平面的标志对准;以及至少一个摄影机,其适于拍摄该仪器下方的地面的图像。该摄影机被布置在已知的摄影机倾向和位置,该摄影机位置偏

心于该勘测仪器的旋转中心。该测地仪器还包括：识别单元，其适于在所拍摄的图像中识别对应于该标志的目标点；测量单元，其适于测量该目标点在所拍摄的图像中的图像坐标；以及处理器，其适于基于该图像坐标和摄影机标定数据来确定该勘测仪器的旋转中心在地面上方的高度。

[0016] 根据本发明的第三方面，提供了一种计算机程序产品，其包括计算机程序代码部分，该计算机程序代码部分当被加载到计算机中并运行时，适于执行根据本发明的第一方面的方法。

[0017] 本发明利用了以下理解：在使勘测仪器或全站仪的最低点（或竖直旋转轴线）与位于地平面的标志对准之后，可以借助于布置在偏心于该仪器的旋转中心的位置的摄影机来确定该勘测仪器的高度。本发明基于三角法 (trigonometry) 或三角测量 (triangulation) 来获得该仪器在地面上方的高度。

[0018] 使用摄影机的偏心度，本发明利用了以下理解：在该摄影机所拍摄的图像中，可以从对应于该标志的目标点的图像坐标来确定该高度。

[0019] 在该仪器被组装之后，就标定（已知）了：该摄影机的位置——即该仪器的旋转中心与该摄影机之间的距离；以及该摄影机的角度倾向——即形成在该摄影机的图像传感器（或者该摄影机的摄影机轴线）与贯穿该仪器的旋转中心和该摄影机的图像传感器的中心的线之间的角度。因此，该摄影机的标定数据可以被限定为位置和角度倾向。然而，该摄影机标定数据不必局限于这些参数，而是可以包括其它参数。例如，该摄影机的角度倾向可以被限定为与该仪器的各旋转轴线关联的数个角度。这种摄影机标定数据可以被储存在该仪器中。

[0020] 本发明的优势在于，它提供了用于确定全站仪相对于地面参考点的高度和 / 或坐标的精确且易于实施的方法。

[0021] 根据一个实施方案，该定点装置是相对于该仪器的竖直旋转轴线而标定的光学对中器。该光学对中器包含用于提供带有中央标志的视野的目镜——其允许通过机械地移动该全站仪来使该全站仪对中到位于地平面的标志上方，由此使该仪器的竖直旋转轴线与该标志对准。

[0022] 根据另一个实施方案，该定点装置是激光对中器，其包含相对于该仪器的竖直旋转轴线而标定的激光指示器 (laser pointer)。该激光对中器在地面上提供可视的点或图案，该点或图案允许通过机械地移动该全站仪来使该全站仪对中到位于地平面的标志上方，由此使该仪器的竖直旋转轴线与该标志对准。

[0023] 根据一个实施方案，借助于用于使该摄影机从该仪器壳体翻出 (fold out) 的机械布置，该至少一个摄影机被放置在偏心于该全站仪的最低点的位置，使得该摄影机的视场 (field of view) 覆盖该仪器下方的区域。该至少一个摄影机的光学特性以及摄影机位置和倾向被选择，使得在该摄影机所拍摄的图像中可以看到该三脚架的支脚 (leg) 之间的区域（在地平面）。

[0024] 由于提供了该三脚架的支脚之间的区域的宽阔视野，所以将该至少一个摄影机布置得远离于该仪器的最低点是有益的。该至少一个摄影机优选地被布置得，使得所拍摄的图像提供如同从安装有该仪器的三脚架的支脚所限定的区域以外看到的地面视图。在这种配置中，所拍摄的图像中对应于该三角架的支脚的目标点限定了这样的区域，对应于该地

面标志的目标点位于该区域中。

[0025] 尽管使用了处于单一位置和倾向的单个摄影机来限定本发明的方法,但应理解,可以使用多于两个的图像来确定该全站仪在该地面标志上方的高度,由此提高确定该仪器的高度和 / 或相对三维坐标的精确度。特别地,该仪器可以绕其旋转中心从第一位置旋转至第二位置,而该旋转中心保持固定,以在第一摄影机位置拍摄第一图像以及在第二摄影机位置拍摄第二图像。或者,该仪器可以包括两个摄影机,其中第一摄影机被布置在第一摄影机位置和倾向,第二摄影机被布置在第二摄影机位置和倾向。

[0026] 根据一个实施方案,本发明的方法包括以下步骤:基于在所拍摄的图像中识别的对应于该地面标志的目标点的图像坐标以及摄影机标定数据,来确定该仪器的旋转中心相对于该标志的相对三维坐标。在这个语境中,应注意,由于该仪器的最低点与该地面标志对准,所以该仪器的旋转中心的二维坐标与该地面标志是相同的或近乎相同的。

[0027] 本发明的方法可以实施在,当该全站仪设立在已知参考点上方时,即当位于地平面的标志在坐标系中的地点为已知时。本发明的方法被用来,基于该全站仪相对于该已知的地面标志的相对坐标,来确定该全站仪在该坐标系中的地点。特别地,根据本发明,由于该全站仪的最低点与该地面标志对准,所以在水平场地 (place),该仪器的旋转中心的二维坐标等价于该地面标志的坐标。

[0028] 本发明也提供了一种全站仪,其包括用于执行上述方法的各种装置。

[0029] 另外,本发明可以以这样的计算机程序来实施,该计算机程序在运行时在勘测仪器中执行本发明的方法。该计算机程序可以,例如,作为升级 (upgrade) 被下载到勘测仪器中。应理解,可以使用软件、硬件或固件或其组合的来针对勘测仪器实施本发明方法,视具体情况而定。

附图说明

[0030] 在下文的详细描述中参考了附图,其中:

[0031] 图 1 是根据本发明的一个实施方案的勘测仪器的视图;

[0032] 图 2 示意性地示出了在本发明的方法中使用的勘测仪器的参数;

[0033] 图 3 是本发明方法的大体概括;以及

[0034] 图 4 示意性地示出了根据本发明的测地仪器。

具体实施方式

[0035] 图 1 示意性地示出了安装在三脚架 20 上的全站仪 10。该全站仪包括至少一个摄影机 110,该摄影机被放置在摄影机位置 101,用于拍摄该仪器 (或该全站仪的壳体) 下方的地面的图像。根据本发明,与位于地平面的标志关联的目标点——在图中以字母 P 标示——在该勘测仪器的摄影机所拍摄的图像中被识别。该全站仪还包括定点装置 108,该定点装置例如可以是光学对中器或激光对中器,用于使该仪器的最低点 103 与位于地平面的标志 P 对准。

[0036] 参考图 1 和 2,在位置 101 示出了至少一个摄影机传感器 107,诸如 CMOS 摄影机或 CCD,用于拍摄以摄影机轴线 102 为中心的图像。摄影机轴线 102 垂直于摄影机传感器 107,或垂直于该传感器上形成图像的平面。该图像借助于光学系统——诸如透镜 106——形成

在摄影机传感器 107 上。处于位置 101 的摄影机 110 具有摄影机中心,或投射中心,以 O' 指示。

[0037] 如图 2 所示,摄影机中心 O' 和该勘测仪器的旋转中心 104 形成以 105 标示的、长度为 d 的水平线。摄影机中心 O' 的位置 101 偏心于该仪器的旋转中心 104,位置 101 的偏心度由到该旋转中心的距离 d 确定。

[0038] 应注意,如图 2 所示,旋转中心 O 沿着该仪器的最低点而定位,并代表该摄影机的旋转中心。图 2 中呈现的旋转中心 O 不必然是该仪器的中心,如一般由该勘测仪器的中央单元的望远镜的垂直轴线和水平轴线之交点 (intersection) 所限定的 (见图 4 中的特征 414)。应注意,该摄影机的旋转中心 O 104 相对于该仪器的中心 414 的位置可以通过标定得知。

[0039] 该摄影机传感器也以其倾向——即形成在摄影机轴线 102 和线 105 之间的角度 α ——为特征,其对应于该摄影机为观察位于该三脚架的支脚之间的区域而定向的角度。

[0040] 该摄影机光学轴线理想地应垂直于摄影机传感器 107 的平面,并且该光学系统应没有失真 (distortion) 或像差 (aberration)。然而,这不是实践中的情况,而这可以通过摄影机的标定而纳入考量。

[0041] 应注意,为简单起见,图 1 和 2 仅以二维示出了该勘测仪器的视图。然而,本领域技术人员应理解,图 1 和 2 中所示的元件和特征可以被限定为不同于这些图中所示的角度。例如,该摄影机的倾向也可以由摄影机传感器限定的图像平面与布置有该摄影机的臂形成的角度来限定。

[0042] 根据本发明,定点装置 108 适于使该仪器的最低点与该地面标志对准,由此形成直角三角形。该直角形成在如下的线与线 105 之间:所述的线是,在与定点装置对准之后,贯穿该仪器的中心 O (用于该摄影机的旋转) 和该地面标志的线。一俟该最低点与该地面标志对准,该摄影机传感器就拍摄图像,该摄影机中心位于位置 O' ——其偏心于该勘测仪器的旋转中心的位置 O ,并具有特定的摄影机倾向。通过在所拍摄的图像中识别目标点来选择位于地平面的标志 P 。

[0043] 一俟已经通过在所拍摄的图像中识别目标点选择了该标志,就测量该目标点在所拍摄的图像中的图像坐标。

[0044] 然后,基于该图像坐标和摄影机标定数据,来确定该勘测仪器的旋转中心 O 在地面上方——即相对于该地面标志或在该地面标志上方——的高度。

[0045] 特别地,该图像坐标提供了形成在线 105 与从该摄影机到该地面标志的方向 112 (即,贯穿摄影机中心 O' 和地面标志 P 的线) 之间的角度 β 。特别地,摄影机 110 (即,具有光学系统的摄影机传感器) 优选地这样进行标定,使得该摄影机传感器的每个像素都关联于一个角度。一俟已经确定了角度 β ,就可以使用三角法来计算该仪器在地面上方的高度 h 。可以使用以下方程来计算该高度 h :

$$[0046] \quad h = d \times \tan(\beta) \quad (1)。$$

[0047] 图 3 中概括了根据本发明的方法的大体步骤。该方法在包括至少一个摄影机以及定点装置 108 的勘测仪器中执行,并且开始自:在步骤 S301,使用定点装置将该仪器的最低点与位于地平面的标志对准。在步骤 S302,由布置在已知摄影机位置和倾向的摄影机来拍摄该仪器下方的地面的图像,该摄影机位置偏心于该勘测仪器的旋转中心。在步骤 S303,在

所拍摄的图像中识别对应于地面标志的目标点, 该所拍摄的图像可以是该摄影机所拍摄的快照 (snapshot) 或者视频馈给 (video feed) 的一帧。例如, 可以由勘测者在显示有该摄影机所拍摄的图像的屏幕上点击选择来识别该标志, 或者以相对于所拍摄的图像指示该标志的任何其它合适的方式来识别该标志。也设想可以通过其它方式——诸如边缘检测或标志特征识别——来识别该标志。例如, 该标志可以包括特征诸如箭头, 以便于在所拍摄的图像中识别该标志。为了便于选择该目标点, 优选的是, 例如使用十字准线 (cross-hair)、圆点 (dot) 或类似物, 在该屏幕图像中指示对应于该仪器最低点的点。一俟已经在步骤 S303 通过在该所拍摄的图像中识别该目标点而选择了该标志, 就在步骤 S304 测量该目标点在该所拍摄的图像中的图像坐标。最后, 在步骤 S305, 基于该图像坐标和摄影机标定数据, 确定该全站仪的旋转中心相对于位于地平面的标志的高度。

[0048] 根据一个实施方案, 通过以下方式来识别对应于该标志的目标点: 在该标志被光源照亮的情況下拍摄第一图像; 在该光源关闭的情况下拍摄第二图像; 将该第一和第二图像彼此相减以产生差影图像 (difference image), 在该差影图像上识别代表该标志的目标点。该目标点可以是该标志上的投射点 (prospect spot) 或图案。该光源可以是布置在该仪器的壳体处的外部光源, 或者可以是用作定点装置的激光指示器。

[0049] 根据一个实施方案, 可以在该标志上布置结构化的目标, 以便于在所拍摄的图像中识别该目标点。该结构化的目标可以是包括例如易识别 (readily identifiable) 图案——诸如同心圆——的目标。或者, 该结构化的目标可以为隅石 (coin), 其也可以在所拍摄的图像的对应于该标志的区域中提供具有增强的对比度的图像。由于该结构化的目标被放置在该标志的顶部, 所以当确定该仪器在地面上方的高度 (相对于该标志) 时将该结构化的目标的厚度纳入考量。

[0050] 或者, 为了例如提高确定高度的精确度, 该方法可以包括使用处于第二摄影机位置和倾向的摄影机来拍摄第二图像的步骤, 在该步骤之后, 在该第二所拍摄的图像中识别在该第一所拍摄的图像中被识别的目标点。在这个情况下, 可以由操作者在显示有该摄影机所拍摄的图像的显示器上点击选择, 或者优选地借助于数字图像处理, 来识别该目标点。一俟在该第二所拍摄的图像中识别了该目标点, 就测量该目标点在该第二图像中的第二图像坐标, 从而可以基于对应于该第二摄影机位置和倾向的该第二图像坐标以及摄影机标定数据来确定该仪器的高度。可以这样在不同位置拍摄多个图像: 借助于单个摄影机, 并将该仪器旋转到不同位置; 或者借助于布置在不同位置的多于一个的摄影机。

[0051] 根据本发明, 该全站仪在水平平面内的二维坐标等于位于地平面的标志的二维坐标, 因为该仪器的最低点与该地面标志对准。

[0052] 在根据本发明的方法确定该仪器相对于该标志的高度之后, 该旋转中心相对于该标志的三维坐标可以被用在由该仪器执行的后续测地中, 以将仪器测量关联到该地面标志的坐标。

[0053] 根据一个实施方案, 该定点装置是相对于该仪器的竖直旋转轴线而标定的光学对中器。该光学对中器包括用于提供带有中央标志的视野的目镜, 该中央标志允许通过机械地移动该全站仪来使该全站仪对中到位于地平面的标志上方, 由此使该仪器的竖直旋转轴线与该标志对准。

[0054] 根据另一个实施方案, 该定点装置是激光对中器, 该激光对中器包括相对于该仪

器的竖直旋转轴线而标定的激光指示器。该激光指示器在地面上提供点或图像,该点或图像允许通过机械地移动该全站仪来使该全站仪对中到位于地平面的标志上方,由此使该仪器的竖直旋转轴线与该标志对准。

[0055] 为了进一步定位该勘测仪器,可以通过瞄准远离于该勘测仪器的参考点来执行对该勘测仪器的水平指向进行定向的步骤。用于对该指向进行定向的参考点被放置在该坐标系中的已知位置。该勘测仪器到已知控制点的定向,连同该勘测仪器相对于该地面标志的相对三维坐标(特别是高度)的确定,导致在该坐标系中完全定位该勘测仪器。

[0056] 可以这样实现从该勘测仪器朝参考点的方向的定向:使用该勘测仪器的望远镜或者安装在该仪器的壳体上的摄影机,使得该摄影机的视场包括该参考点。用于对该全站仪进行定向的摄影机既可以与用于确定该仪器的高度的摄影机是同一摄影机(如果这个摄影机可以被定向得使其视场覆盖该参考点),也可以是另一个摄影机。从该摄影机到该参考点的方向可以被表达为距该摄影机轴线的水平角和竖直角(θ^x, θ^y)。为此,在该仪器中(或在相关的控制单元中)提供了这样的函数,该函数通过基于该摄影机所拍摄的图像或视频馈给中的像素坐标来计算该水平角和竖直角(θ^x, θ^y),从而确定从该摄影机到参考点或觇标的方向。因此,基于图像像素来计算该水平角和竖直角(θ^x, θ^y)的函数 f 可以被描述为

[0057] $(\theta^x, \theta^y) = f(x, y, C)$

[0058] 其中 x, y 是该摄影机的坐标系中的期望参考点或觇标的像素(或者更通常地,像素坐标)的数量, C 是待为每个坐标系确定的标定因子。标定因子 C 包括该摄影机的细节信息,诸如但不局限于该摄影机到该全站仪的旋转中心的偏心度以及该摄影机的焦距。对于如何基于该仪器中的摄影机所拍摄的图像来计算该水平角和竖直角的大体描述,请参考上文提到的 WO 2005/059473。

[0059] 优选地在生产阶段组装该全站仪之后,标定该仪器的旋转中心与该摄影机位置之间的距离,以及线 105 与该摄影机的摄影机轴线之间的角度。设想将该摄影机布置在臂上,该臂可以从该仪器或仪器壳体展开(或翻出),从而与线 105 或该壳体形成适宜的(well-defined)角度,诸如图 1 和 2 所示。也设想,或者,可以由勘测者选择数个适宜的角度,使得该摄影机的视场所覆盖的区域可以被调节。或者,勘测者可以使布置有该摄影机的臂在水平平面内从该仪器的壳体中滑出。

[0060] 借助于例如伸缩臂(telescopic arm),该摄影机也可以是可调节到距该仪器的旋转中心适宜的距离处的。

[0061] 然后,该仪器登记(register)对应于在拍摄图像时使用的摄影机位置和倾向的角度和距离,并将这些标定数据纳入考量,用于确定该全站仪相对于该地面标志的高度。

[0062] 进一步,可以考虑其他标定数据,例如独立于摄影机位置的参数,诸如所谓的摄影机常数——其表示该摄影机中心与图像平面之间的距离,和/或失真参数——其依赖于该图像位置。

[0063] 在图 4 中,示出了根据本发明的全站仪的一个实施例。在许多方面,该全站仪包括从早先的仪器得知的特征。例如,图 4 中示出的全站仪 400 包括安装在基座 402 上的照准仪(alidade) 401,并具有三脚架 403 形式的安装支撑结构。照准仪 401 可以绕竖直向旋转轴线 V 旋转,以使该仪器瞄准任何期望水平方向。在该照准仪中,布置有中央单元 404,该

中央单元可以绕水平向旋转轴线 H 旋转,以使该仪器瞄准任何期望垂直方向。使用全站仪 400 进行的测量通常关联于位于竖直向旋转轴线 V 和水平向旋转轴线 H 之交点处的坐标原点 (origin)。

[0064] 为了使该照准仪绕该竖直向旋转轴线旋转以使该仪器瞄准任何期望水平方向,提供了驱动装置 405。借助于刻度盘 (graduated disc) 406 和相应的角度编码器或传感器 407,对该照准仪 401 的旋转位置进行跟踪。为了使中央单元 404 绕该水平向旋转轴线旋转,提供了类似的驱动装置 408、刻度盘 409 以及传感器 410。

[0065] 如上所述,该仪器的视线以该竖直旋转轴线和该水平旋转轴线之交点为中心,并且在图中可以看到,这些轴线在中央单元 404 的望远镜 413 的中心相交。

[0066] 该仪器也可以被手动地操作,以使用竖直运动伺服钮 415 和水平运动伺服钮 416 朝远离于该仪器的期望觇标瞄准。

[0067] 根据本发明,该仪器还包括定点装置 412,该定点装置给出了沿着该竖直向旋转轴线的向下视野。如上所述,该定点装置可以是光学对中器或激光对中器,并由操作者用来将该仪器对中或放置到地面上的任何期望点上方。该仪器还包括至少一个摄影机,该摄影机适于拍摄该仪器下方的地面的图像。该摄影机以已知的摄影机倾向和位置布置,该摄影机位置偏心于该勘测仪器的旋转中心。该仪器还包括:识别装置或识别单元,其适于在所拍摄的图像中识别对应于该标志的目标点;测量装置或测量单元,其适于测量该目标点在所拍摄的图像中的图像坐标;以及处理装置或处理器,其适于基于该图像坐标和摄影机标定数据来确定该勘测仪器的旋转中心在地面上方的高度。

[0068] 该仪器可以可选地包括用于显示该摄影机所拍摄的图像的显示器装置。该显示器装置可以是该仪器的一体式部分 (integral part),但更优选地,该显示器装置被包含在可移动控制面板中,该可移动控制面板可以用于经由近程无线电 (short range radio) 来对该仪器进行远程控制。甚至可设想,该仪器是完全远程控制的,其中该显示器装置可以是远离于该全站仪的计算机屏幕的形式,并且其中去往及来自该仪器的信息是通过无线计算机或无线电电话网络来传输的。

[0069] 用于在所拍摄的图像中识别该目标点的装置可以采用光标 (cursor) 形式,该光标可以在该显示器上移动。或者,该显示器可以是触摸显示器——其中通过在该显示器上简单地点击或轻敲来识别该目标点。这优选地用于在该第一图像中识别该目标点。

[0070] 用于识别该目标点的装置可以包含以图像处理软件形式实施的进一步功能性 (further functionality)。在这种情况下,该进一步功能性是,可以基于所拍摄的图像中的特定特征——例如位于期望地面标志处的标记 (marker) 或图案——来识别目标点。例如,在第一图像中被识别的目标点可以,基于在该第一图像中被识别的图案,在第二图像中被自动地识别。在该目标点被该仪器自动识别的情况下,在瞄准和测量程序之前或期间,可以给予使用者选择权以确认该被识别的目标点是正确的。这优选地用于在该第二图像中识别该目标点。

[0071] 用于测量该目标点在所显示的图像中的图像坐标的装置,以及用于确定该地面标志相对于该勘测仪器的旋转中心的坐标的装置,优选地以在处理器中运行的计算机程序代码的形式来实施。然而,也可以在专用硬件中——诸如在专用微处理器或者数字信号处理器 (DSP)、固件 (firmware) 或类似物中——实施。

[0072] 尽管已经描述了具体的实施方案,但是本领域技术人员应理解,在所附权利要求书中限定的范围内,各种改型和替代方案都是可设想的。

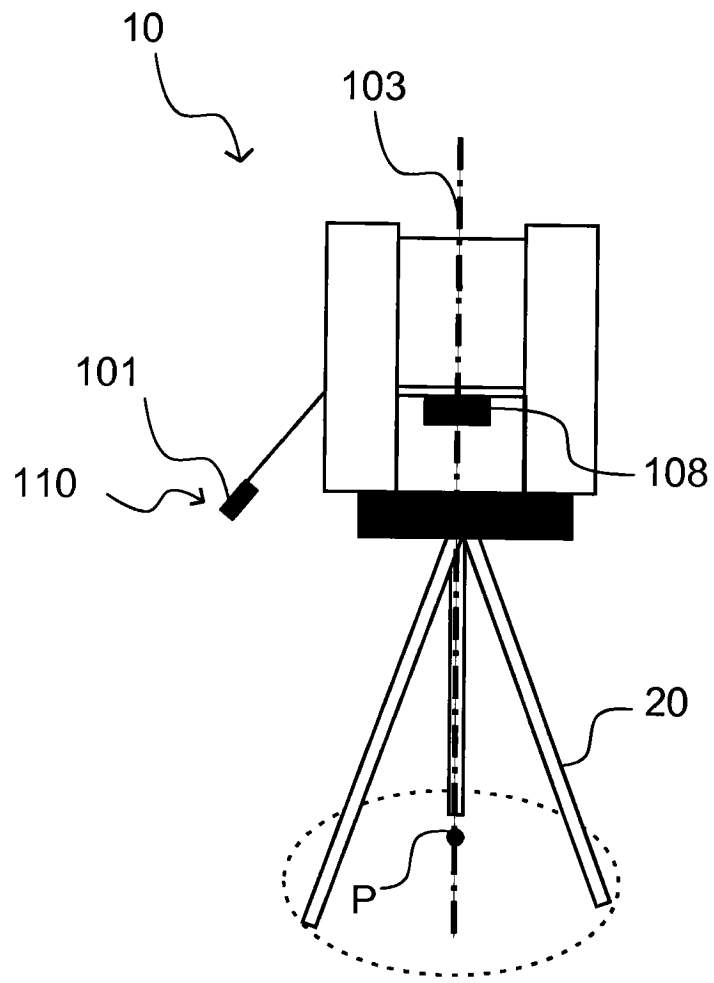


图 1

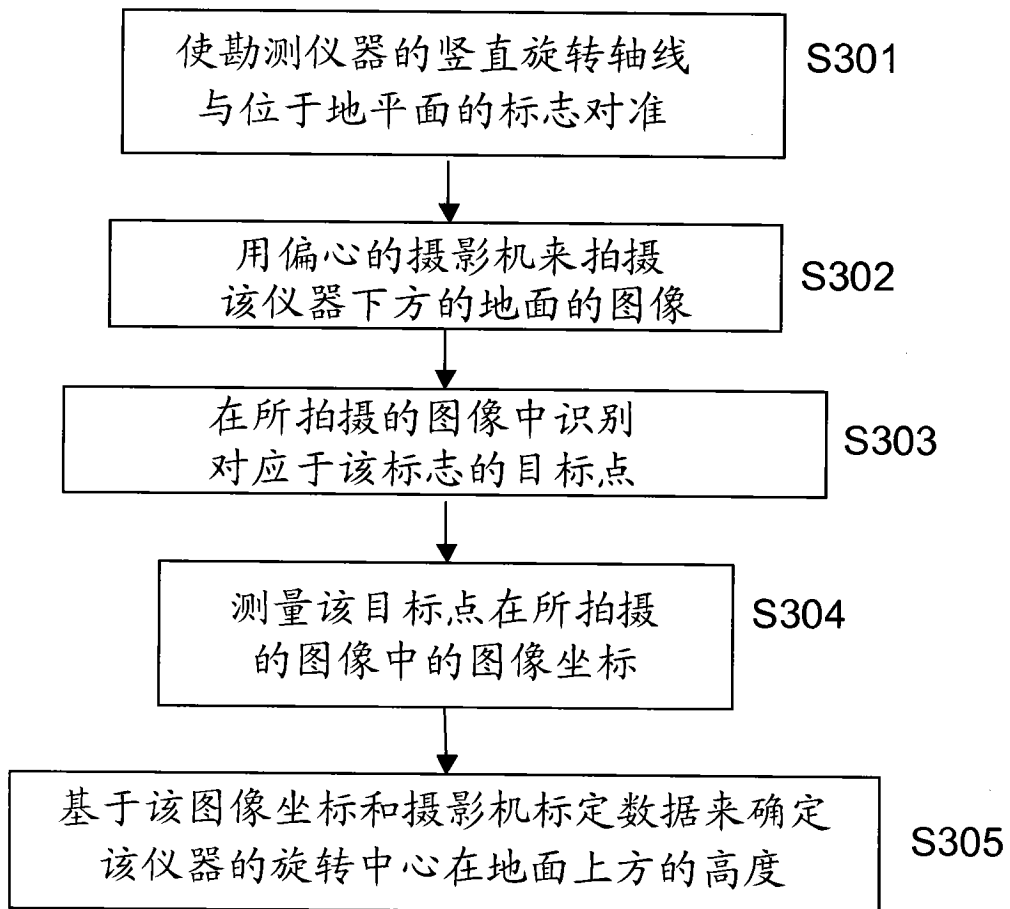


图 3

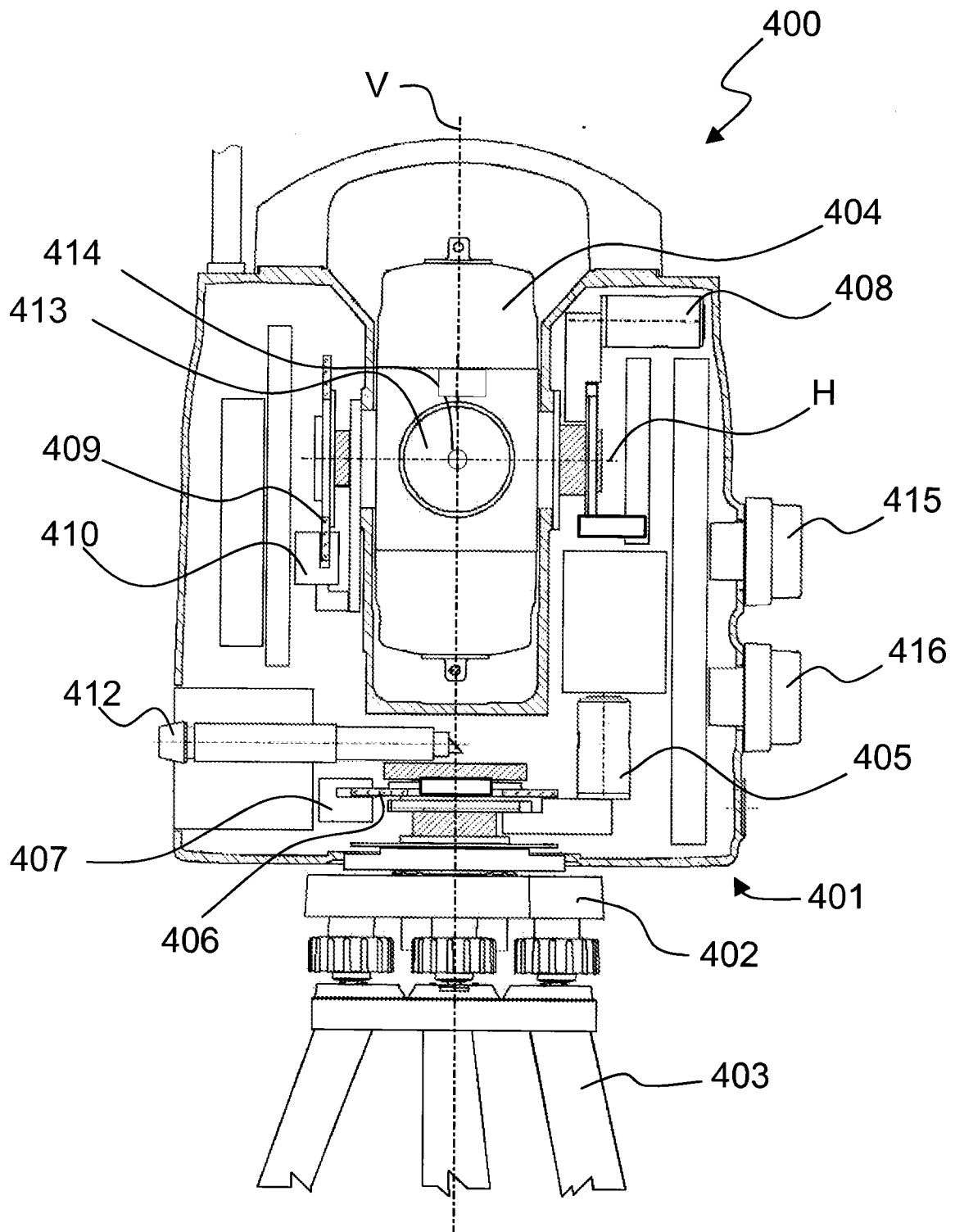


图 4