



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111879295 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 26

(21) 申请号 202010316810.3

(22) 申请日 2020.04.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111879295 A

(43) 申请公布日 2020.11.03

(30) 优先权数据
19172210.7 2019.05.02 EP

(73) 专利权人 莱卡地球系统公开股份有限公司
地址 瑞士赫尔布鲁格

(72) 发明人 S·艾森赖希 P·L·鲁斯特
M·卡雷拉 I·R·塞勒比
P·T·通吉 S·佩特科夫
J·马勒 M·格泽 H·玛尔

(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 李艳芳 王小东

(51) Int.Cl.
G01C 15/00 (2006.01)
G01S 19/14 (2010.01)

(56) 对比文件
CN 103983255 A, 2014.08.13
CN 106461391 A, 2017.02.22
CN 109556580 A, 2019.04.02

审查员 龙云婷

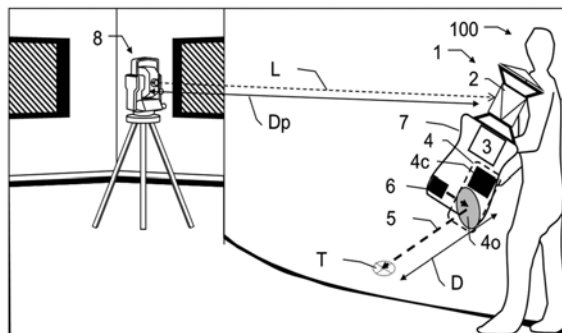
权利要求书3页 说明书12页 附图10页

(54) 发明名称

可手持坐标测量和/或放样设备、勘测系统

(57) 摘要

本发明涉及可手持坐标测量和/或放样设备、勘测系统,坐标测量和/或放样设备用于由用户(100)手持、尤其是单手手持、自由携带和移动,设备包括:位置给出装置(2),其使用外部位置参考确定设备(1)的实际平移位置;取向给出装置(3),其确定设备的实际旋转位置,使得可以确定设备关于设备的所有六个自由度的实际位置;辐射源(6),其生成辐射光束(5),尤其是激光束,作为用于测量和/或视觉标记对象点(T、T')的测量和/或标记光束;光束转向器(4),其使光束的配准(AL)自动转向,由此光束转向器包括至少两个光束转向操作模式(S1、S2、L1、L2、MP、AA1、AA2),它们在使光束配准(AL)自动转向的方式方面不同。



1. 一种可手持坐标测量和/或放样设备(1),所述可手持坐标测量和/或放样设备(1)用于由用户(100)手持、自由携带和移动,所述可手持坐标测量和/或放样设备(1)包括:

位置给出装置(2),所述位置给出装置(2)用于使用外部位置参考来确定所述可手持坐标测量和/或放样设备(1)的实际平移位置;以及取向给出装置(3),所述取向给出装置(3)用于确定所述可手持坐标测量和/或放样设备(1)的实际旋转位置,使得能够确定所述可手持坐标测量和/或放样设备(1)关于所述可手持坐标测量和/或放样设备(1)的所有六个自由度的实际位置,

辐射源(6),所述辐射源(6)用于生成辐射光束(5),作为用于测量和/或视觉标记对象点(T、T')的测量和/或标记光束,

光束转向器(4),所述光束转向器(4)用于使所述辐射光束(5)的光束配准(AL)自动转向,

由此,所述光束转向器(4)包括使所述光束配准(AL)自动转向的方式不同的至少两个光束转向操作模式(S1、S2、L1、L2、MP、AA1、AA2),其中,所述光束转向器(4)被设计成根据传感器数据在所述至少两个光束转向操作模式(S1、S2、L1、L2、MP、AA1、AA2)之间自动切换,由此

所述传感器数据由所述可手持坐标测量和/或放样设备(1)的传感器提供,和/或所述光束转向器(4)被设计成适于对于相应用户(100)自动切换。

2. 根据权利要求1所述的可手持坐标测量和/或放样设备(1),其特征在于

所述至少两个光束转向操作模式(S1、S2、L1、L2、MP、AA1、AA2)包括用于稳定所述光束配准(AL)以便补偿所述可手持坐标测量和/或放样设备(1)的无意移动的第一稳定模式(S1)和第二稳定模式(S2),其中

在所述第一稳定模式(S1)中,所述光束配准(AL)被严格地稳定,并且

在所述第二稳定模式(S2)中,所述光束配准(AL)被半稳定,使得所述辐射光束(5)跟随所述可手持坐标测量和/或放样设备(1)的偏移趋势($\Delta 1$ 、 $\Delta A1$ 、 $\Delta A2$)。

3. 根据权利要求2所述的可手持坐标测量和/或放样设备(1),其特征在于

所述光束转向器(4)被设计成根据所感测的所述可手持坐标测量和/或放样设备(1)的移动在所述第一稳定模式(S1)与所述第二稳定模式(S2)之间自动切换,如果所述偏移趋势($\Delta 1$ 、 $\Delta A1$ 、 $\Delta A2$)高于或低于限定阈值($\Delta 1$ 、 $\Delta 2$)和/或如果感测到偏移图案,则执行切换。

4. 根据权利要求1至3中的任一项所述的可手持坐标测量和/或放样设备(1),其特征在于

所述至少两个光束转向操作模式(S1、S2、L1、L2、MP、AA1、AA2)包括第一光束锁定模式(L1)和第二光束锁定模式(L2),其中

在所述第一光束锁定模式(L1)中,相对于所述可手持坐标测量和/或放样设备(1)的所述光束配准(AL)被锁定,并且

在所述第二光束锁定模式(L2)中,所述辐射光束(5)被锁定到对象点(T、T')上。

5. 根据权利要求1至3中的任一项所述的可手持坐标测量和/或放样设备(1),

其特征在于

所述至少两个光束转向操作模式(S1、S2、L1、L2、MP、AA1、AA2)中的一个自动配准模式(AA1、AA2),所述自动配准模式(AA1、AA2)被设计成使所述辐射光束(5)自动转向到感兴趣的对象点(T、T'),其中

所述感兴趣的对象点(T、T')由所述可手持坐标测量和/或放样设备(1)基于设备的传感器的数据自动检测,和/或

所述辐射光束(5)被连续配准,使得自动测量和/或标记感兴趣的对象点(T、T')的序列。

6. 根据权利要求1至3中的任一项所述的可手持坐标测量和/或放样设备(1), 其特征在于

所述至少两个光束转向操作模式(S1、S2、L1、L2、MP、AA1、AA2)中的一个多点模式(MP),所述多点模式(MP)被设计成使所述辐射光束(5)沿一个方向连续转向,使得测量和/或标记多个相邻的对象点(T、T')。

7. 根据权利要求6所述的可手持坐标测量和/或放样设备(1), 其特征在于

以密集点线或密集点区域的形式测量和/或标记多个相邻的对象点(T、T')。

8. 根据权利要求1至3中的任一项所述的可手持坐标测量和/或放样设备(1), 其特征在于

所述至少两个光束转向操作模式(S1、S2、L1、L2、MP、AA1、AA2)中的一个图形投影模式,所述图形投影模式被设计成使所述辐射光束(5)自动转向,使得视觉图形通过所述辐射光束被投影到对象的表面上,其中,所述视觉图形是用户导航信息,所述用户导航信息指示到要测量和/或标记的对象点(T、T')的方向和/或距离,或者地理方向,或者到所述外部位置参考的方向和/或距离。

9. 根据权利要求1至3中的任一项所述的可手持坐标测量和/或放样设备(1), 其特征在于

所述光束转向器(4)包括:

活动万向架(4'),其中,所述万向架(4')承载或封装所述辐射源(6),和/或微扫描镜、扫描振镜和/或可移动镜的阵列,和/或至少一个可旋转楔形棱镜。

10. 根据权利要求1至3中的任一项所述的可手持坐标测量和/或放样设备(1), 其特征在于

所述取向给出装置(3)被实施为惯性测量单元和/或倾斜和航向传感器。

11. 根据权利要求1至3中的任一项所述的可手持坐标测量和/或放样设备(1), 其特征在于

所述位置给出装置(2)被实施为后向反射器或GNSS模块。

12. 根据权利要求1至3中的任一项所述的可手持坐标测量和/或放样设备(1), 其特征在于

所述辐射源(6)是电子测距仪的一部分。

13. 根据权利要求1至3中的任一项所述的可手持坐标测量和/或放样设备(1), 其特征在于

所述可手持坐标测量和/或放样设备(1)

包括单独用户按钮, 所述单独用户按钮被构想并保留用于在所述至少两个光束转向操作模式(S1、S2、L1、L2、MP、AA1、AA2)之间手动地切换, 和/或

包括被设计用于用户光束转向指导的显示单元和/或被设计成将用户光束转向指导数据传送到外部显示器的数据发送器, 和/或

是可随身穿戴的。

14. 根据权利要求1至3中的任一项所述的可手持坐标测量和/或放样设备(1), 其特征在于, 所述辐射光束是激光束。

15. 一种勘测系统, 所述勘测系统包括: 勘测仪器(8), 所述勘测仪器(8)是全站仪和/或GNSS勘测杆; 以及根据权利要求1所述的可手持坐标测量和/或放样设备(1)。

16. 根据权利要求15所述的勘测系统,

其特征在于

所述勘测系统包括具有状态估计器算法的计算机, 所述状态估计器算法被设计成计算所述可手持坐标测量和/或放样设备(1)的所述实际位置, 其中, 利用所述辐射光束(5)测量的距离被馈送到状态估计器以进行位置计算。

可手持坐标测量和/或放样设备、勘测系统

技术领域

[0001] 本发明涉及可以手持的移动坐标测量和/或放样设备、以及包括该设备的系统。

背景技术

[0002] 为了勘测一个目标点,或者尤其是多个目标点,自古以来就已知许多大地勘测设备。在此,从绝对位置被知晓的勘测设备到要勘测的目标点的距离和方向或角度被记录成空间标准数据。这种大地勘测设备的众所周知的现代示例是准距仪和全站仪,它们也称为电子准距仪或计算机准距仪。为了瞄准或对准要勘测的目标点,该类型的大地勘测设备具有例如作为对准装置的望眼镜瞄准具(telescopic sight),例如,光学望远镜。望远镜瞄准具通常能够相对于测量设备的基座绕竖立轴并且绕水平倾斜轴线旋转,使得望远镜可以通过枢转和倾斜被配准在要勘测的点上。除了光学视觉通道外,现代设备还可以具有摄像头,该摄像头被集成在望远镜瞄准具中,并且同轴地或平行被配准,例如用于获取图像。

[0003] 通常情况下,目标点(例如,边界标记)由于中断视线的障碍物而不能被勘测设备直接对准。因此,在许多大地测量应用中,借助放置在其上的专门实施的目标对象来对点进行勘测。根据现有技术,这些目标对象由作为对象支撑件的杆和可以被对准的标记或者作为目标对象的后向反射器组成。出于勘测目的,使具有目标点的该垂直杆(plumb rod)的尖端与地面接触,并保持垂直以确定方向。在这种情况下,为了确定距离,通过使杆绕杆的竖立轴旋转,以标记或反射器将由勘测设备发射的光信号沿勘测设备的方向反射回去的这种方式水平地配准杆。另选地,使用360°反射器,该反射器从任何水平配准反射回光信号。

[0004] 为了使得用户能够自己进行大地勘测,根据现有技术的一些全站仪具有用于使目标光学单元机械化、用于自动目标搜索和跟踪以及用于远程控制的装置,由此可以借助于合适的远程控制单元根据目标点执行测量。此外,现代的全站仪包含用于数字化的进一步处理和存储所记录的测量数据的微处理器、以及用于建立到外部外围组件(诸如,附接到勘测杆的数据记录设备)的无线电连接的无线电数据接口。

[0005] 在许多大地测量应用中,通过在其上放置专门设计的目标对象来对点进行勘测。这些目标对象通常由具有可瞄准模块(例如,用于限定测量部分或测量点的反射器)的勘测杆组成。借助于勘测设备对准这些目标对象,确定到对象的方向和距离,从而得出对象的位置。

[0006] 类似于该点测量,可以对已知的目标点或在标记过程之前限定其位置的点执行标记。与点测量相反,在这种情况下,要标记的点的位置或坐标是已知的并且将被标记。对于这种标记过程,照惯例还使用铅锤棒或勘测杆,该杆由用户携带并定位在目标点上。为此目的,用户可以基于由勘测设备生成的位置信息向目标点的目标位置移动,其中,勘测杆由第二个人或由分配给勘测设备的自动机构通过勘测设备自动地对准。如果已经到达目标点,则用户可以对该点执行标记。

[0007] 通常,在建筑或制造中使用这种铅锤棒或勘测杆进行大地测量或工业勘测或放样的缺点是,运输和携带长度可能超过两米的杆对用户来说很麻烦,并且在难以通过的地形

(例如,树木繁茂的地区)上尤其费力。而且,杆的垂直设置与一定量的时间消耗相关联,并且在测量期间的垂直保持对用户来说是艰难的。杆在目标点处的不正确设置是不正确确定位置的误差的来源。

[0008] 另一个缺点是,目标点可能处于这种情形,即,不可能将杆垂直定位在目标点上,或者甚至不可能建立物理接触,例如,如果目标点是建筑物的拐角,如果全站仪与目标对象之间存在视觉障碍物(例如,灌木丛和树木),或者如果用户无法进入目标点的周围环境。与另外的时间消耗相关联的这种情形需要特定测量方法。

[0009] US 6381006 B1公开了一种方法和对应设备,借助于该方法和对应设备,可以勘测不可接近的目标点。为此,铅锤杆配备有至少两个传感器元件,其绝对位置是借助于一个或更多个参考站(例如,大地勘测设备)确定的。此外,铅锤杆具有测距设备,该测距设备基于可见测量光束来测量测距设备与要勘测的目标点之间的距离。传感器元件和测距设备相对于彼此的位置以及测距方向的取向是已知的。因此,可以根据所测量的距离和所测量的传感器元件的绝对位置来计算目标点的绝对位置。

[0010] 然而,根据US 6381006 B1的方法不能避免与使用铅锤杆有关联的上述缺点。此外,不利的是,需要至少两个传感器元件来确定绝对位置,而且为了足够的分辨率准确度,两个传感器元件彼此之间必须具有一定最小距离。结果,铅锤杆变得甚至更笨拙。另外,测量光束的配准(配准线的位置和取向的改变)仅是通过手动改变勘测杆的位置(例如,通过使杆倾斜)来手动进行的。

[0011] W02019002554 A1公开了位置使能图像投影仪或勘测杆,其中,可以确定设备关于所有六个自由度的位置和取向。位置由主设备(诸如,全站仪)在外部测量,并且取向由传感器(诸如,布置在设备本身处的倾斜传感器)测量。这允许例如即使未严格地竖直调整勘测杆,也可以将蓝图(blueprint)准确地投影在对象的表面上或进行准确的测量。然而,根据W02019002554 A1,仍然需要三脚架以分别放置杆的用于接触和测量勘测点的图像投影仪。

[0012] US 5903235公开了可以手持的大地勘测设备,利用该大地勘测设备可以在不使用具有距离和方向测量功能的大地勘测设备并且不使用铅垂杆或杆(pole)的情况下执行勘测。这里,要勘测的目标点由指示单元(例如,激光指示器)对准。首先通过借助于集成测距单元测量设备与目标点之间沿着限定方向的距离来确定勘测设备相对于目标点的位置。这样,由于集成了确定相对于重力矢量的倾斜度的组件,所以无需将设备垂直于目标点配准。勘测设备的绝对位置由GNSS接收单元确定,因此,由于先前的测量,最终可以计算目标点的绝对位置。因此,省去了对铅锤杆的操纵,并且可以对不能被铅锤杆物理接触的目标点进行勘测。

[0013] 然而,即使在使用校正信号时,基于GNSS的系统仅使得能够比基于使用对应的大地勘测设备的距离和方向测量功能的系统稍微准确地确定目标点的位置。此外,确定位置必然要接收到足够数量的GNSS信号,而情况并非总是如此,例如,在隧道或在狭窄的道路线路上时。另外,激光指示器的发射方向是固定的,这使得在某些布置中很难或甚至不可能正确指向目标点。

发明内容

[0014] 因此,本发明的目的是提供增强的设备,该设备实现了用于勘测要测量的目标点

和/或对设计点进行放样的系统。

[0015] 本发明的又一目的是提供坐标测量和/或放样设备,借助该设备可以测量和标记难以接近的点,利用用于测量和/或放样任务的容易且方便的用户操纵,并且在测量和/或放样中具有增强的用户支持。

[0016] 本发明的主题是可手持坐标测量和/或放样设备,该设备用于例如通过供手持使用的外壳由用户手持、尤其是单手手持、自由携带和移动/操纵。该设备包括位置给出装置,该位置给出装置用于使用外部位置参考来确定设备的实际平移位置,例如,GNSS接收器或可测量目标(诸如,用作诸如全站仪的外部测量设备的目标的后向反射镜)。该设备还包括取向给出装置,该取向给出装置用于确定该设备的实际旋转位置,例如,惯性测量单元(IMU)。由于位置给出装置和取向给出装置,可以确定设备相对于设备的所有六个自由度(所有旋转和平移DoF)的实际位置。

[0017] 该设备还包括:辐射源,该辐射源用于生成辐射光束,尤其是激光束,作为用于测量和/或视觉标记对象点的测量和/或标记光束;以及光束转向器,该光束转向器用于使光束配准自动转向,优选地,关于至少两个转向轴。可选地,在测量目的的情况下,该设备包括辐射检测器或传感器,用于检测从要测量的对象(点)反射回的辐射光束的一部分。

[0018] 光束转向器包括至少两个光束转向操作模式,它们在使光束配准自动转向的方式方面不同。

[0019] 这意味着该设备具有用于使光束发射方向瞄准转向的光束转向器、以及例如光束转向器控制器,该光束转向器控制器被设计成在至少两个自动光束转向操作模式中控制光束转向器,这允许使光束自动转向的至少两个不同方式。

[0020] 可选地,光束转向器被设计成根据传感器数据在两个操作模式之间自动切换,由此优选地,传感器数据由设备的传感器(例如,取向给出装置)提供。作为另一选择,光束转向器被设计成通过机器学习来适于自动切换,尤其是对于相应的用户。

[0021] 在优选的实施方式中,该至少两个操作模式包括用于稳定光束配准的第一稳定模式和第二稳定模式,以便补偿壳体的非自愿(无意)偏移,例如,设备的摇动或抖动,例如,由于用户握持设备的手的发抖或由于摇晃的托架。在第一稳定模式中,光束配准被严格地稳定,而在第二稳定模式中,光束配准被半稳定,使得光束跟随偏移趋势。

[0022] 根据该实施方式的设备具有多个模式,各个模式用于光束位置的自动稳定,由此第二稳定模式可以说是“更柔和的”,并且允许在光束配准改变时变换(例如,壳体的)漂移,而第一稳定模式的光束位置被更稳固地稳定。在第一稳定模式中,可以抑制设备的较小但有意的移动,这将妨碍光束的手动精细配准。因此,第二稳定模式例如允许中断严格的稳定模式,而不会总体上或根本不失去光束稳定,同时使得能够精确调整光束位置。

[0023] 利用两种稳定模式的优点的示例性工作流程可以如下:首先,光束转向器在第二稳定模式中操作,尽管该点位于远场中并且尽管用户的手抖动,但是该模式使得能够精细地瞄准对象点。一旦击中该点,用户就手动地或设备本身就切换到第一稳定模式,因此精细瞄准的配准被保持,并且甚至比在第二稳定模式下更好地被保证,因为在第一稳定模式中,摇动被更大程度地均衡。

[0024] 作为另一选择,光束转向器被设计成根据所感测的设备的移动在第一稳定模式与第二稳定模式之间自动切换,尤其是如果偏移趋势高于或低于限定阈值和/或如果感测到

偏移图案,则执行切换。如果例如在限定时间段内沿偏移方向感测到的移动量和/或速度达到一定值,则光束转向器控制器自动地切换到另一稳定模式。

[0025] 作为另一选择,至少两个操作模式包括第一光束锁定模式和第二光束锁定模式,其中,在第一锁定模式中,相对于壳体的光束配准被锁定,并且在第二锁定模式中,光束被锁定到对象点上。换句话说,尽管设备移动,但是第一锁定模式“冻结”了光束的发射方向,第二锁定模式将光束绑定到对象点。

[0026] 作为另一选择,操作模式中的一个是多模式,该多模式被设计成使光束沿一个方向(例如,直线或螺旋或曲线)连续地、尤其是重复地和/或以预定义图案(例如,之字形图案)的形式转向,使得尤其是以密集点线或密集点区域的形式测量和/或标记多个相邻的对象点。

[0027] 作为另一选择,操作模式中的一个自动配准模式,该自动配准模式被设计成使光束自动转向到感兴趣的对象点,尤其是在围绕初始光束配准的限定立体角内,其中,感兴趣的对象点由设备基于设备的传感器(例如,相机)的数据自动检测,和/或光束被连续配准,使得自动测量和/或标记感兴趣的对象点的序列,例如,使光束从第一设计点转向第一点附近的下一个设计点。

[0028] 作为另一选择,操作模式中的一个图形投影模式,该图形投影模式被设计成使光束自动转向,使得视觉图形通过光束投影到对象的表面上,尤其是其中,视觉图形是用户导航信息,该用户导航信息指示到要测量和/或标记的对象点的方向和/或距离、或者地理方向(尤其是向北方向)、或者到外部位置参考的方向和/或距离。

[0029] 作为另一选择,光束转向器包括活动万向架,其中,该万向架承载或封装辐射源。

[0030] 作为另一选择,光束转向器包括微扫描镜和/或扫描振(检流计)镜和/或可移动镜的阵列。

[0031] 作为另一选择,光束转向器包括至少一个可旋转楔形棱镜。

[0032] 作为另一选择,该设备包括视觉和/或音频显示单元,该视觉和/或音频显示单元被设计用于关于光束转向的用户指导。另选地或附加地,该设备包括通信单元,该通信单元用于将这种光束转向用户指导数据传送到诸如全站仪或控制器的外部显示设备。

[0033] 作为另一选择,该设备包括单独的或专门的用户按钮,该单独的或专门的用户按钮被构想并保留用于在至少两个操作模式之间手动切换。

[0034] 作为另一选择,位置给出装置被实施为后向反射器或GNSS模块。

[0035] 作为另一选择,取向给出装置被实施为惯性测量单元和/或倾斜和航向传感器。

[0036] 作为另一选择,辐射源是电子测距仪的一部分。

[0037] 作为另一选择,该设备是可随身穿戴的。

[0038] 本发明还涉及勘测系统,该勘测系统包括勘测仪器,尤其是全站仪或GNSS勘测杆(利用由GNSS的位置确定的勘测仪器)、以及根据本发明的坐标测量和/或放样设备。

[0039] 可选地,该系统包括具有状态估计器算法的计算机,该状态估计器算法被设计成计算设备的实际位置,尤其是其中,利用辐射光束测量的距离被馈送到状态估计器中以进行位置计算。

[0040] 因此,本发明提供了坐标测量和/或放样设备,该坐标测量和/或放样设备由于其关于许多操纵自由度的灵活性以及两个或更多个不同操作模式的提供而具有对不同测量

和/或放样情形的增强适应性。另外,鉴于某些特定情形,通过不同的光束转向操作模式来简化或甚至最初使能履行任务。

[0041] 根据本发明的设备是用户友好的,并且在许多方面(诸如搜索目标点、瞄准目标点以及保持与目标点的接触)减轻了用户的负担。在在操作模式之间进行自动切换而不是手动切换的优选实施方式中,甚至进一步减少了用户的工作量。

[0042] 另外,该设备使得能够对利用现有技术设备不能令人满意地处理的点进行测量和/或放样,和/或增强结果的精度和/或减少时间或手段/措施上的努力。

[0043] 除其它外,与当今的标准方法相比,以下问题得以消除或至少得以减轻:因为进行新TPS设置的需求更少,所以减少了工作量,使用光束转向EDM的放样过程更快,通过使用光束转向元件无需手动保持手持设备安静,可以测量较远的点和/或比典型杆长度(2m)更远的点,因为利用EDM测量到目标的距离,所以不需要勘测杆,并且因此没有杆高度误差,并且也没有由杆的机械弯曲产生的误差,不需要明确的向北方向,也不需要手动配准到给定坐标系,并且在手持设备正将激光投影到设计点上时,具有至少一个自由的手以进行标记(在可选杆支架的情况下,则有两只手自由)。

附图说明

[0044] 下面将基于在附图中示意性描绘的实施方式和应用过程来更详细地描述根据本发明的设备。这些图仅是例示性的,并且不按比例绘制。详细地:

[0045] 图1a、图1b示出了坐标测量和/或放样设备及其应用的第一示例,

[0046] 图2a、图2b示出了具有第一光束稳定操作模式和第二光束稳定操作模式的光束转向的第一示例,

[0047] 图3例示了两种光束转向操作模式之间的自动切换,

[0048] 图4a至图4c示出了第一光束锁定操作模式和第二光束锁定操作模式的示例,

[0049] 图5示出了用户指导的示例,

[0050] 图6示出了多点操作模式的示例,以及

[0051] 图7a至图7c示出了设备的另一实施方式的示例以及第一光束自动配准操作模式和第二光束自动配准操作模式的示例。

具体实施方式

[0052] 图1a和图1b示出了根据本发明的坐标测量和/或放样设备1的示例。示出了房间中的用户100,该用户100握持设备1以测量和/或标记房间的点T。设备1包括壳体7,该壳体7被设计成手持使用。可选地,壳体7包括用于附接到托架、插座或支架(例如,杆支架、或可随身穿戴式支架(例如,头盔或工作服)的适配器或连接器。作为另一选择,壳体的夹子、扣子、紧固件等用于将设备附接到对象的墙壁或天花板。例如,设备1的这种非永久固定对于放样很有用,尤其是使得用户100能够定位设备1以在由设备1标记的对象点处进行免手持工作。例如,便携式壳体7和设备1被设计成使得用户100可以一只手携带和移动设备1。在任何情况下,设备1基本上以用户100可以自由地更改设备1的位置的方式实施。

[0053] 为了确定设备1关于所有六个自由度(DoF)的实际位置,设备1包括用于在外部确定实际平移位置的位置给出装置2以及用于确定设备1的实际旋转位置的取向给出装置3。

[0054] 在该示例中,设备1包括尤其是360°的后向反射器2作为位置给出装置。后向反射器安装在壳体7上,在该示例中被安装在顶部上,使得后向反射器可以通过坐标测量设备(诸如,作为外部位置参考的全站仪8)瞄准设备1和外部测量站8,从而形成测量系统。

[0055] 同样如图1b所示,全站仪8使用被定向到反射器2处并通过反射器2反射并且通过全站仪8的光传感器检测的激光束L以本领域技术人员已知的方式测量后向反射器2的平移位置,从而测量设备1的平移位置。因此,反射器2的位置是到外部绝对参考系统的链接点。该位置借助于勘测设备8通过位置勘测来确定,在该位置勘测中,借助于勘测设备8发射的激光束L的运行时间测量和/或相位测量,通过全站仪8相对于全站仪8的已知绝对位置测量反射器2的方向角和距离。棱镜2的绝对位置根据角度和距离以及勘测设备8的绝对位置来计算。该计算发生在例如勘测设备8的评估单元中,因此勘测设备8将后向反射器2的绝对位置数据传送到设备1的控制和评估单元。然而,也可以例如通过蓝牙、WLAN或互联网将测量数据传送到设备1的控制和评估单元或另外的处理设备(诸如,平板电脑或智能手机),并且可以在那里计算位置计算。

[0056] 作为诸如后向反射器2的可测量目标(或多个大地测量目标对象,它们被布置在不同的壳体侧面并例如被发展成圆柱后向反射器)的另选方式,可以使用GNSS信号作为外部参考来确定平移位置,因此设备1包括作为位置给出装置的GNSS传感器。坐标测量和放样领域的技术人员已知利用诸如站8的外部设备来进行位置的视觉确定的其它另选方式。

[0057] 至于取向给出装置3,在该示例中,设备1包括封装在壳体7中的惯性测量单元(IMU),该惯性测量单元测量加速度、角速度以及可选地磁场。另选地或附加地,用户设备1包括单个角度传感器和/或倾斜传感器或加速度计(例如,三轴MEMS加速度计)和/或磁力计和/或陀螺仪或用于确定入射激光束L的倾斜角度的装置(激光束入射方向确定单元),以确定设备1的旋转位置。

[0058] 坐标测量和放样领域的技术人员已知取向给出装置的其它另选方案,其中,利用诸如站8的摄像头的外部设备来进行取向的视觉确定,例如,将标记LED在壳体7上的已知分布成像为取向给出装置。位置给出装置和取向给出装置也可以被实施在一个联合模块中。

[0059] 此外,设备1包括至少一个辐射源6(例如,激光器),该辐射源6发射辐射光束5,该辐射光束5用于测量和/或标记点T。辐射源的另一示例是SLED。为了测量点T,设备1包括例如用于检测从点T反射回的辐射的辐射接收单元/检测器。光束5的配准可以由光束转向器4来转向。

[0060] 辐射源6和光束转向器4可以是电子测距仪(EDM)的一部分,用于确定到点T的距离,例如,使用已知测量原理,诸如,飞行时间和/或干涉测量。EDM和光束转向器4、取向给出装置3和位置给出装置2分别以已知相对位置(例如,如图所示的固定定位和机械链接)被安装到壳体7。棱镜2和EDM分别安装在壳体7中,然而,原则上,只要已知设备1的不同部件相对于彼此的定位,它们也可以单独地安装。

[0061] 设备1可选地包括附加模块(诸如,用于同时测量和/或标记点的附加激光器),或包括具有覆盖光束目标区域的视场或沿着与光束相同的方向瞄准的摄像头。这种摄像头可以被实施成飞行时间摄像头,使得代替或除了利用光束5进行测量之外,尤其是在没有EDM的实施方式中,由摄像头测量目标点T,其中,例如,激光束5仅用于标记/视觉指向目的。

[0062] 在该示例中,光束转向器4包括由光束转向器控制器4c控制的光束转向光学器件

4o。转向光学器件4o包括例如可以绕两个轴线枢转的镜子。光束转向器4和光束转向光学器件4o可以被实施成例如作为(微)扫描镜或(微或纳米)镜的阵列。其它选择是一个或多个振镜(galvo mirror)。另选地或附加地,光束转向器4包括用于光束转向的一个或多个可旋转楔形棱镜。

[0063] 光束转向器4允许自动改变光束5的瞄准指向方向,除了设备1本身的自由移动性之外,光束转向器4还允许例如测量或标记利用现有技术测量或指向设备无法接近的隐藏点。

[0064] 如图1b所示,对象点T(其可以由例如后向反射器、墙壁上的角、勘测钉或类似物来物理地表示)按照以下步骤进行测量:

[0065] • 全站仪8基于到棱镜2的距离 D_p 和角度A的测量来测量后向反射器或棱镜2的位置 r_{SP}^I 。可选地并且未示出,还测量棱镜2和设备1的速度(例如,当由全站仪8跟踪移动手持设备1时)。

[0066] • 惯性测量单元3测量加速度和角速度AR以及可选地磁场。

[0067] • 全站仪8和IMU 3的测量结果被馈送到状态估计器9(惯性导航系统INS)中。

[0068] • 然后,状态估计器INS处理这两种信息,以在限定坐标系I中得到设备的姿态 A_B^I (例如,表示成四元数或旋转矩阵)。

[0069] • 利用EDM测量到目标点T的距离D以及其激光束配准角度AL(光束配准由光束转向器4控制),得出点T相对于设备1的位置 r_{PT}^B 。可选地,距离D也被馈送到状态估计器INS中,作为用于计算姿态 A_B^I 的附加数据。

[0070] • 使用设备的姿态 A_B^I 和位置 r_{SP}^I 以及位置 r_{PT}^B (以及元件棱镜2、IMU 3和EDM相对于彼此的已知固定),可以通过进行杠杆臂计算C来计算目标点的参考位置或绝对位置 r_{ST}^I :

$$[0071] \quad r_{ST}^I = r_{SP}^I + A_B^I r_{PT}^B$$

[0072] 为了同步各个测量,可选地,将触发信号输出到测量单元8、3和EDM,这可以由用户触发,或者由设备1或包括设备1和勘测站8的勘测系统的任何其它单元自动触发。例如,光束转向器4根据其操作状态输出触发信号。

[0073] 附加地或作为另选方案,设备1和勘测设备8可以具有同步时钟,尤其是基于GNSS的时钟,由此可以在时间上标记各个测量数据。这允许借助连续且异步发生的各个单元的测量来执行勘测,因此触发单元变成了不必要的。如果提供足够高的测量频率和时间重叠,则可以将处于短限定时间段内的测量数据视为属于一起的,并可以根据这些计算目标点坐标。作为另选方式,测量值可以在公共基本时间上被内插或外推。基本时间可以被独立地预先限定(例如,由控制和评估单元集中地预先限定),或者可以由测量单元中的一个的测量值的记录时间来限定。后者优选地是该测量单元,其中,外推或内插由于不能估计的值分布而不适宜,或者其中,外推或内插将受到最大不确定性的影响。

[0074] 如果代替测量或除了测量之外还要标记点T(对点T进行放样),则工作流程是类似的,由此从数据库(例如,存储在设备本身的永久存储器中或使用诸如设备1的蓝牙或WLAN的通信模块)中检索点T的已知坐标。使用所测量的设备的姿态 A_B^I 和位置 r_{SP}^I 以及所检索的

设计坐标,可以对应地配准光束5,使得设计点T由光束5正确地标记,例如,标记在如所例示的房间墙壁上。

[0075] 该算法(例如,卡尔曼滤波器或差分滤波器或类似的算法)可以在全站仪8上、在手持设备1上或在任何其它已连接但机械上独立的计算单元(例如,现场控制器)上运行。

[0076] 根据本发明,光束转向器4可以以至少以两个光束转向操作模式来操作,以提供至少两种不同方式的辐射光束5的自动转向。将利用根据以下附图的示例对此进行进一步描述。

[0077] 图2a和图2b示出了具有两个不同的光束转向操作模式S1和S2的光束转向的第一示例。为了例示清楚,仅以简化的光束转向器4例示简化的设备1,该简化的光束转向器4仅由光束转向器镜表示。

[0078] 在图2a中,例示了第一光束稳定操作模式S1。由于手持式设备1不断地经受较小的移动(例如,由于用户的手的抖动导致),所以光束转向器4被操作使得补偿设备1的摆动。该第一稳定模式S1即使在设备1与点T之间的距离较远的情况下也允许准确且仍然指向目标点T。换句话说,光束转向器4均衡壳体7的摇动,并且点T的测量或标记不受设备1的任何非自愿偏移的干扰。这对于距离设备1相当远地定位的点T的测量或放样尤其有利,因为在长距离处,即使很小的角度偏移也致使激光束5的冲击点发生相当大的变化。

[0079] 然而,如果用户有意想要稍微移动设备1,以便稍微更改激光束5的方向以测量或标记靠近第一点T的对象点T'(参见图2b),在第一稳定模式S1中,设备1不会将设备1的这种有意移动与无意颤动区分开,并且无论用户的有意手移动如何,将试图使光束5的冲击点保持恒定。实际上,不可能在点T附近测量或标记点T':光束5可能会停留在点T处,或者在过于大胆的手移动后会“跳”离点T很远(因为光束5不会跟随轻微手移动,用户肯定会放大手移动,从而改变配准太多)。

[0080] 因此,根据本发明并且如图2b所示,光束转向器4包括第二稳定模式S2。在第二稳定模式S2中,光束转向器4使光束5转向,使得在补偿壳体的振动的同时,光束5跟随(在图2b中由箭头11a表示)壳体7的移动趋势(在图中由箭头11指示)(用户预期的自愿偏移)。换句话说,设备1的位置的基础或基本改变由光束转向器4变换,而未聚焦的位置变化(仍然)被抵消。在该第二光束操作模式中,移动“噪声”被滤除,同时保持壳体7的中等移动或漂移。

[0081] 这种半稳定操作模式使用户能够稍微改变激光束5的配准,同时又可以保证由于自动稳定而产生足够的静止指向。换句话说,在用户(精细)瞄准与光束稳定之间的“冲突”中,在第二稳定模式S2中重点在于对准,而在第一模式S1中,焦点在于稳定。

[0082] 因此,设备1有利地提供了两种不同的光束稳定模式S1、S2,允许对不同的测量或放样情形进行优化调整。第一稳定模式S1可以例如是优选的或主要的稳定模式,并且在设备1将在相当长时间内指向点T的情形(因此不仅可能发生“晃动”,而且也可能发生设备1的缓慢无意偏移(例如,由于用户手臂疲劳或设备1的支撑或安装))下,尤其是更好的选择。第二稳定模式S2有利地对于如上所述的手动精细对准/小配准改变是有用的。

[0083] 有利的工作流程是:例如,在激活的第一稳定模式S1的情况下指向第一点T,测量该第一点T,切换到第二稳定模式S2,手动地改变设备1的取向,使得设备1指向附近的第二点T',然后再次切换到第一稳定模式S1。在该示例性工作流程中,第二模式S2用作第一稳定模式S1的中断,允许在不放弃光束发射方向的稳定的情况下细微改变对准方向。

[0084] 用户可以手动地在第一稳定模式与第二稳定模式之间进行切换,并且更一般地在第一光束转向操作模式与第二光束转向操作模式之间进行切换。例如,设备1包括专门的用户按钮,该专门的用户按钮被构想并保留用于在不同的可用操作模式之间转换,例如,被实施成设备的壳体上的单个按钮。另选地,这种用户开关被设计成仅在两个不同的模式(诸如,第一稳定模式S1和第二稳定模式S2)之间切换。例如,如果按下按钮,则执行第二模式S2,如果释放按钮,则执行第一模式S1。

[0085] 另选地或附加地,基于设备1的传感器和/或外部测量站8的传感器的传感器数据自动进行模式之间的切换。优选地,传感器数据是设备1的平移和/或旋转位置数据,尤其是利用容易获得的位置给出装置和/或取向给出装置作为传感器来确定。

[0086] 图3例示了两种光束转向操作模式之间的自动切换,在该示例中,在上述两个光束稳定模式之间。示出的是作为时间 t 的函数的所测量的设备姿态 A_B^I 。由于设备的快速运动,曲线12示出了上下波动。该设备在开始时以光束稳定模式S1进行操作以补偿快速运动。

[0087] 从时间 t_2 开始,存在移动趋势,例如,因为用户试图通过移动壳体来有目的地改变光束的指向方向。这导致所测量的姿态 A_B^I 的总体改变,在该示例中,是逐渐上升。仍然以光束稳定模式S1来使光束转向。

[0088] 在时间 t_3 处,即在时间段 Δt_1 超过限定时间段 ΔT_1 之后,姿态 A_B^I 的上升 ΔA_1 已经超过预先限定值 $\Delta 1$ 。这是由光束转向器控制器检测到的。结果,控制器从稳定模式S1切换到稳定模式S2。换句话说,如果在设定的时间段内位置的改变(一个或多个平移和/或旋转位置,例如,由设备的IMU提供的旋转数据)达到设定阈值(例如,一定时间内的位置梯度或速度高于梯度阈值或速度阈值)时,则触发在光束转向操作模式(例如,稳定模式S1与S2)之间的切换。

[0089] 在该示例中,从时间 t_3 处开始,以光束稳定模式S2来使光束转向。然后,光束(完全地)跟随壳体的预期移动,由此可以可选地赶上在稳定模式S1中已经由控制器补偿的任何“错过的”预期移动(从时间 t_2 到 t_3 的移动)。

[0090] 从时间 t_4 开始,当光束到达预期的对象点时,用户停止壳体的自愿偏移。在时间 t_5 处,对于超过第二限定时间段 ΔT_2 的第二时间段 Δt_2 ,姿态 A_B^I 的改变 ΔA_2 已经低于预先限定值 $\Delta 2$ 。结果,控制器从半稳定模式S2切换到更严格的稳定模式S1。

[0091] 可选地,自动切换取决于由EDM测量的到对象点的距离。例如,如果对象点距离相当远,则将切换设置到更高的灵敏度,这意味着在该示例中阈值 $\Delta 1$ 降低,而对于附近点正好相反。

[0092] 作为另一选择,任何自动光束转向操作模式切换都可以通过机器学习进行调整。例如,如果特定用户确实想从第一模式S1切换到第二光束转向操作模式S2,则该设备可以学习特定用户多快地移动设备,或者更一般地讲,该设备通过训练来学习以更好地区分无意移动和有意移动。

[0093] 图4a至图4c示出了其它光束转向操作模式的示例。在图4a中,例示了第一光束锁定模式L1。当光束转向器在该第一锁定模式L1中操作时,光束5的配准相对于壳体7和设备1本身是固定的。换句话说,激光的发射方向相对于壳体7被锁定。在锁定光束5之前,用户可能已经根据期望手动地调整了光束配准,例如,光束转向角度为 0° 、 30° 、 45° 或 90° 或相对于

外壳的“竖直”轴线之间的任何角度。

[0094] 如图4a和图4b所示,为了测量期望的对象或目标点T,用户首先将手持设备1移动到某位置,在该位置处存在从该位置到TPS和到待测量的目标的自由视线,并根据需要转动设备1(箭头11'所示)。用户使用可见激光指示器从该第一设备的位置P1瞄准目标T,并从设备1的第一位置P1执行较远点测量或标记。当光束5在第一锁定模式L1中以相对于壳体7的固定配准操作时,光束5简单地跟随壳体的移动和用户手的移动(箭头11a)。如果锁定的配准角度为例如 0° ,则设备1的操纵与现有技术的勘测杆相当,其中,光束5指向点T而不是杆的尖端,有利地不需要移动笨重的杆并且可以将瞄准方向更改并锁定在(几乎)任何期望方向上。

[0095] 在从第一位置P1测量或标记目标点T之后,将设备1移动到第二位置或站点P2,同时在第二光束锁定模式L2中操作光束转向器4。在第二光束锁定模式L2中,光束5被自动地转向,使得光束5被锁定到目标点T上(在图中由转向镜的改变位置指示)。因此,尽管设备1移动到下一个测量站点,但是光束5始终瞄准目标点T。

[0096] 换句话说,一旦瞄准了感兴趣的点T,就可以激活第二“锁定”模式L2,以便即使进一步移动手持设备1,也可以将激光保持在该点T上。这允许从手持设备1的几个位置P1、P2进行重复测量,或者允许操作者移动而不会丢失激光5瞄准的感兴趣区域。

[0097] 尤其是对于放样任务,第一光束锁定模式L1包括如图5所示的用户指导13a至13f。光束转向元件被设置成与手持设备固定配准。用户瞄准接近设计点T_design的第一粗略位置T。在步骤13a中,计算手持设备的姿态。然后,在步骤13b中,计算当前瞄准的位置T。在步骤13c中,基于设计和测量数据计算当前点T与设计点T_design之间的差异和姿态。然后,在步骤13d中,计算所需的姿态(改变),并将其作为光束转向用户指导信息示出给用户(步骤13e),以便其然后可以更新设备的瞄准(步骤13f)。

[0098] 用户指导信息13e可以显示在设备或所连接附加设备(诸如,智能手机、膝上型计算机、AR眼镜、现场控制器或全站仪)的用户界面上,因此该设备包括用于将用户指导数据发送到外部设备的数据发送器。可选地,通过标记光束或附加投影仪,将该信息投影在对象表面上来显示用户指导信息。附加地或另选地,可以使用音频信号来进行用户指导。

[0099] 作为一般选择,设备1包括作为光束转向操作模式的图形投影模式。在执行该投影模式时,使激光束自动地转向,使得将可视图形投影到对象的表面,例如,墙壁。除了如上所述的指导信息,图形可以是指示到对象或感兴趣点的方向或距离的用户导航信息。作为其它示例,可以投影到主站或参考站(全站仪)的方向或距离,或可以投影到任何其它外部位置参考的方向或距离,或者向北方向。通过自动光束转向的这种视觉导航投影在诸如隧道的大或暗测量环境中尤其有用。

[0100] 图6例示了另一光束转向操作模式MP。在该图中,光束转向器4在多点模式MP中操作,由此控制器(例如,通过如箭头11c所示的移动光束转向镜)使光束5自动地转向(箭头11d),使得测量和/或标记多个相邻的目标点T。在该示例中,光束5被连续地“向下”转向,因此形成了目标点T的密集线。例如,该操作模式对于测量如图所示的房间的角落或边缘是有用的。如果要标记点T的线,则通过摇摆激光束可以使激光束5反复地转向到点T和从点T转向,使得形成实际上连续可见的线。

[0101] 多点模式MP可以被配置成使得可以执行多种几何形式或光束图案,例如,测量或

标记密集点区域(诸如 $0.3\text{m}\times 0.5\text{m}$ 矩形),从而可以由用户根据测量参数(诸如,转向速率或所测量的到物体的距离)通过控制器自动地设置点密度。

[0102] 如上所述的设备1的姿势控制(参照稳定模式S1和S2)例如可以用于这种多点模式MP:例如,如果必须测量或标记点T的圆,则用户首先利用在其手中的设备1做出一个类似圆圈的姿势,控制器通过IMU感测数据识别该姿势,并将其解释成执行多光束模式的命令,使光束5转向,使得其在对象上形成圆圈。其次,用户在限定的时间段(例如,均为三秒钟)指向圆的预期中心,并且例如指向指示期望半径的点。然后,设备自动地测量利用所指示的直径指向的中心处的圆。另选地或附加地,某个移动图案可以是用于自动操作模式切换的标准。

[0103] 图7a至图7c例示了设备1的另一实施方式以及进一步的光束转向操作模式AA1、AA2。在所示的实施方式中,设备1包括安装在支架14上的机动万向架4'。支架14包括柄7'和IMU 3,在该示例中,IMU 3被集成到柄7'中并在柄7'内部。另选地,可以使用用于测量航向的倾斜传感器和取向传感器。

[0104] 万向架4'用作棱镜2和光束源和EDM/激光指示器模块6的保持器,并且作为用于EDM/激光指示器模块的光束转向元件,使得光束配准AL可以由万向架4'控制。万向架4'由顺序连接的两个轴组成,配备有电机和角度编码器。第一轴连接到外部环境(用户、支架14、...),第二轴承载EDM/激光指示器6。使用控制系统来自动控制EDM/激光指示器6的姿态,这有助于稳定指示器6,并且对于测量以及放样任务是有利的。

[0105] 在该示例中,设备1被定位和定向,使得激光器6大致指向墙壁17的边缘。根据第一自动配准模式,执行精细配准,其中,然后将光束自动地转向到感兴趣的对象点,如下图7b所示。

[0106] 在图7b中示出了,只要一接近目标点T(例如,设计点),然后就由光束转向元件4'在第一自动配准模式AA1中自动执行精细瞄准,该光束转向元件4'将EDM 6精确地配准到设计点T。一旦EDM 6被正确配准,在该示例中,就通过激活激光指示器模式使该光斑可见,以使用户可以添加物理标记。

[0107] 如果随后(优选自动地)激活参照图4c所述的锁定模式作为光束转向操作模式,则无论手持设备1进一步移动还是保持静止(通过使用可选支架14),激光光斑保留在正确的标记位置上。

[0108] 尤其是为了自动配准要测量的点T,设备1可选地包括搜索或全景摄像头16,其具有视场 $16v$,覆盖光束转向器4'的配准方向AL周围的区域。使用已知的图像处理技术,在摄像头16的图像中自动识别诸如墙壁17的边缘的特征。然后,根据操作模式AA1将光束5自动地精细转向到所识别出的对象特征T。如图7a所示,自动配准可以例如在对应于摄像头的视场 $16v$ 的范围内或在围绕初始光束配准AL的限定立体角内进行。

[0109] 图7c例示了光束转向器4'的第二自动配准操作模式AA2。一旦手动或自动配准到第一目标点T完成,激光束5将被自动地对准下一个接近的目标点T'。下一点T'例如是由摄像头16识别的下一个设计点或另一特征点。

[0110] 因此,第二自动配准模式AA2允许自动测量和/或标记在特定区域内的感兴趣点T、T'的序列,例如,被定位成彼此相邻的设计点或参考同一实体或建筑部分的所有设计点。在放样的情况下,可以重复标记感兴趣点T、T'。例如,在十秒的时间段内标记第一点T,然后光束5自动跳到下一点T',再在另一个十秒内标记该下一点T',并且然后跳回到第一点T,在十

秒内标记该第一点T,以此类推。另选地,摄像头16和图像处理被设计成在摄像头图像中自动检测用户是否已经完成了永久性标记或在第一点T处的操作。如果设备1检测到第一点T完成,则光束5被自动配准,使得其标记下一点T'。

[0111] 本领域技术人员知道以下事实:如果没有另外说明,则此处关于不同实施方式示出和说明的细节在本发明的意义上也可以以其它排列组合。尤其是,可以组合不同的光束转向操作模式,例如,光束稳定操作模式与光束锁定操作模式。

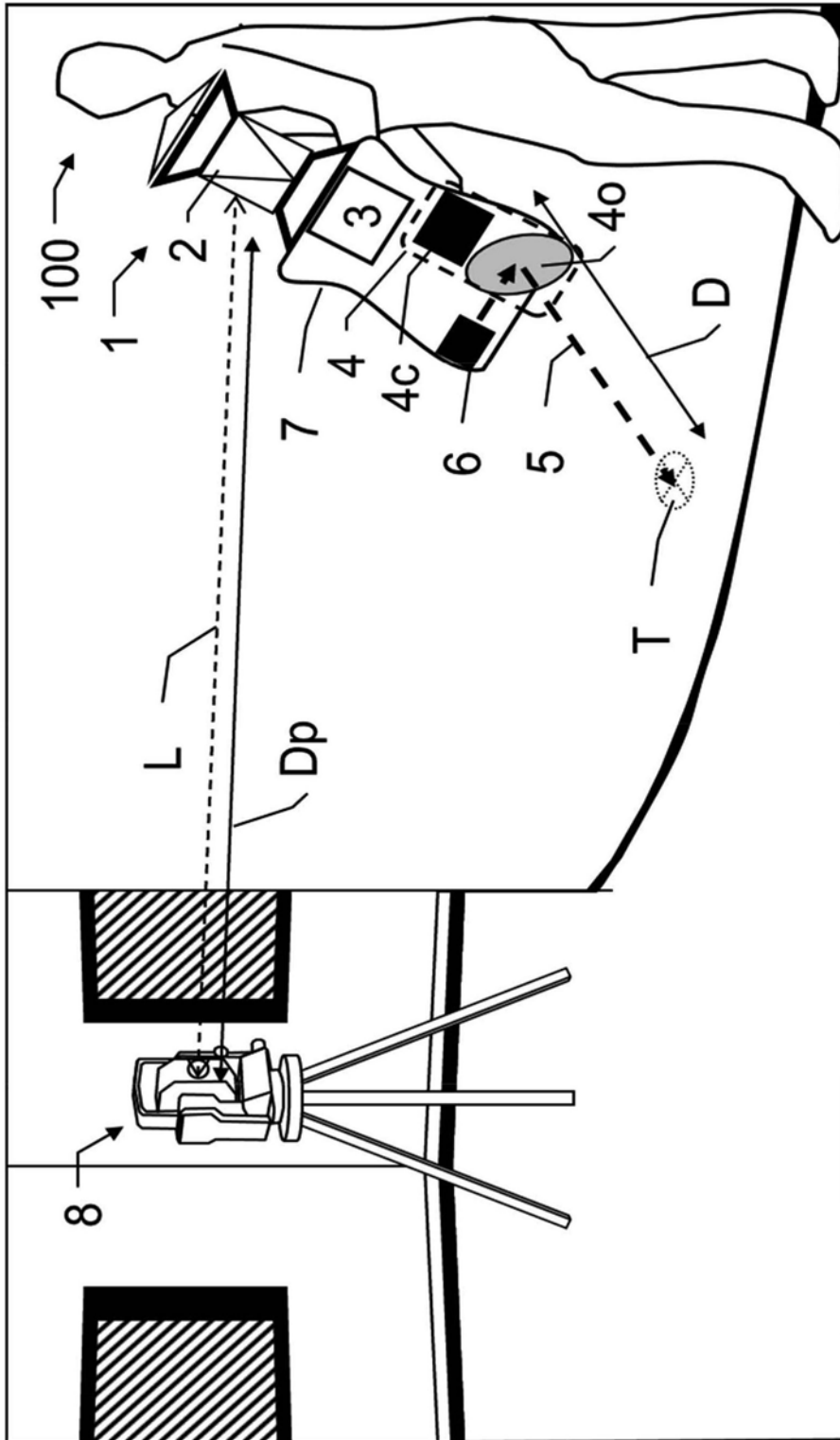


图1a

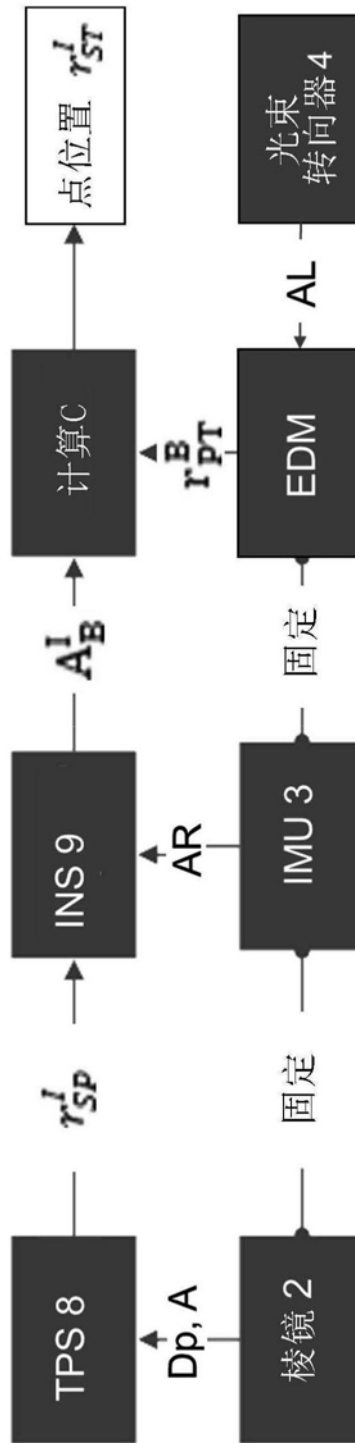


图1b

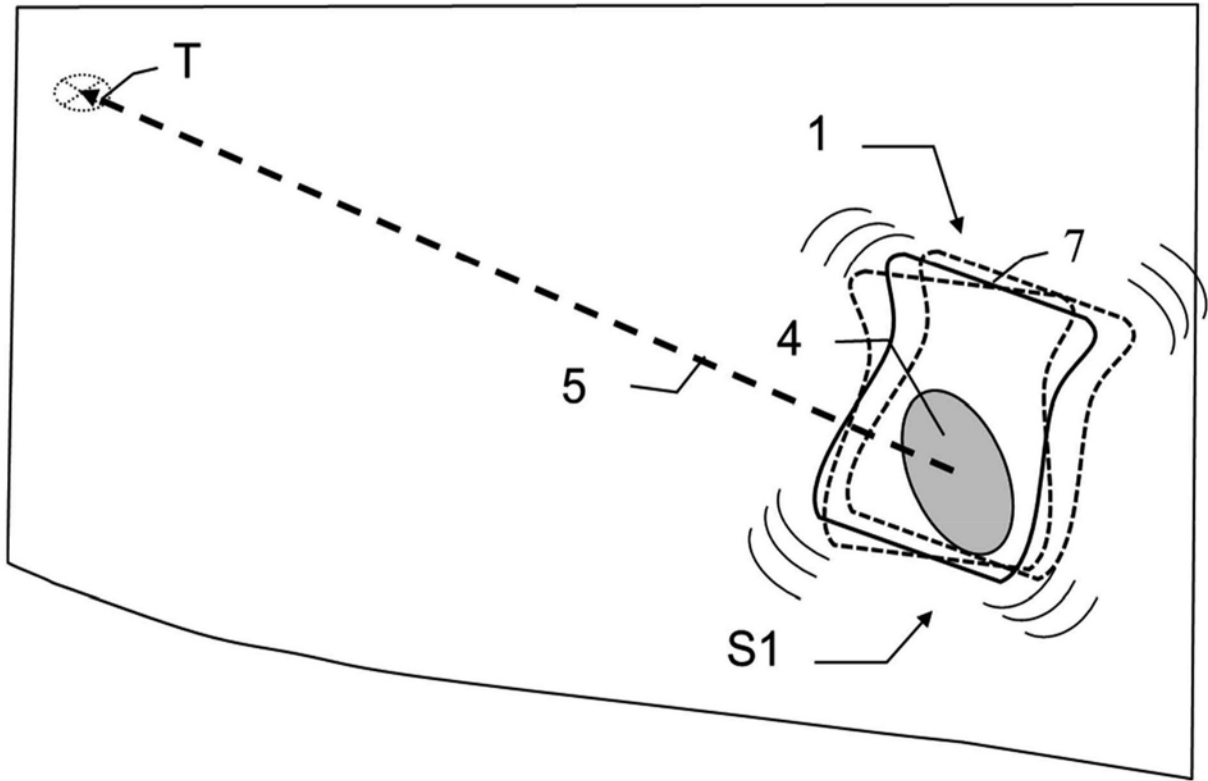


图2a

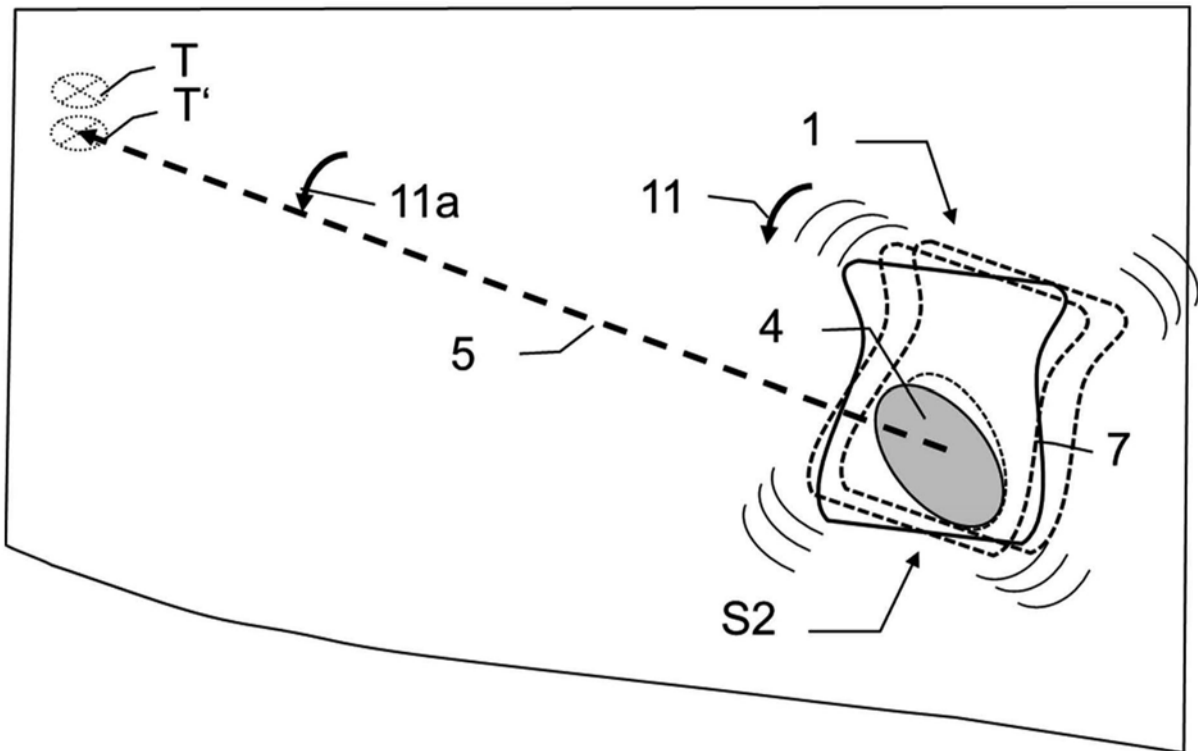


图2b

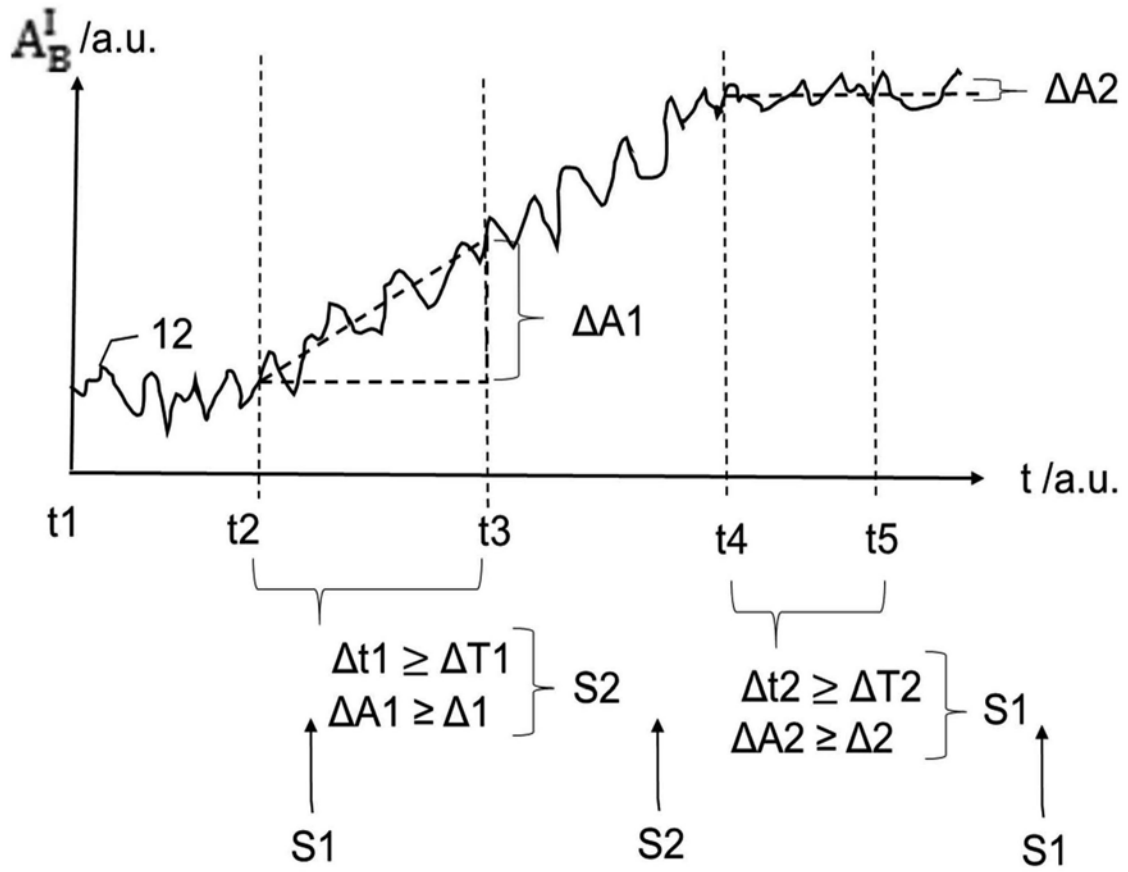


图3

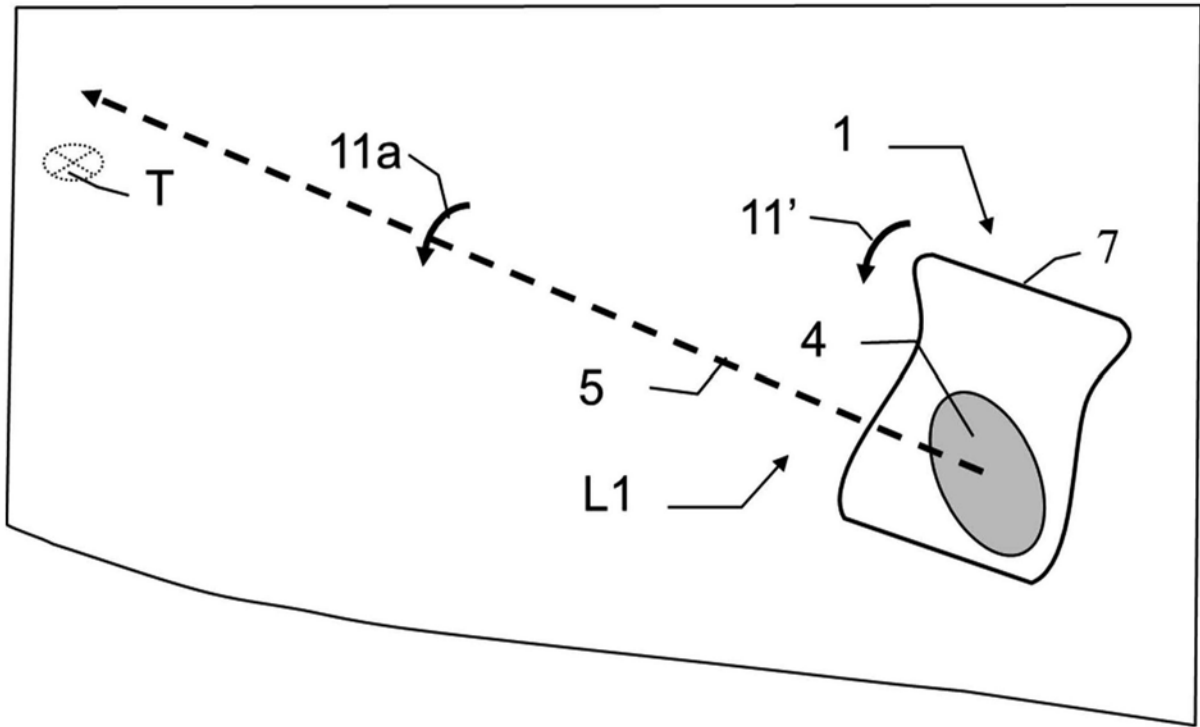


图4a

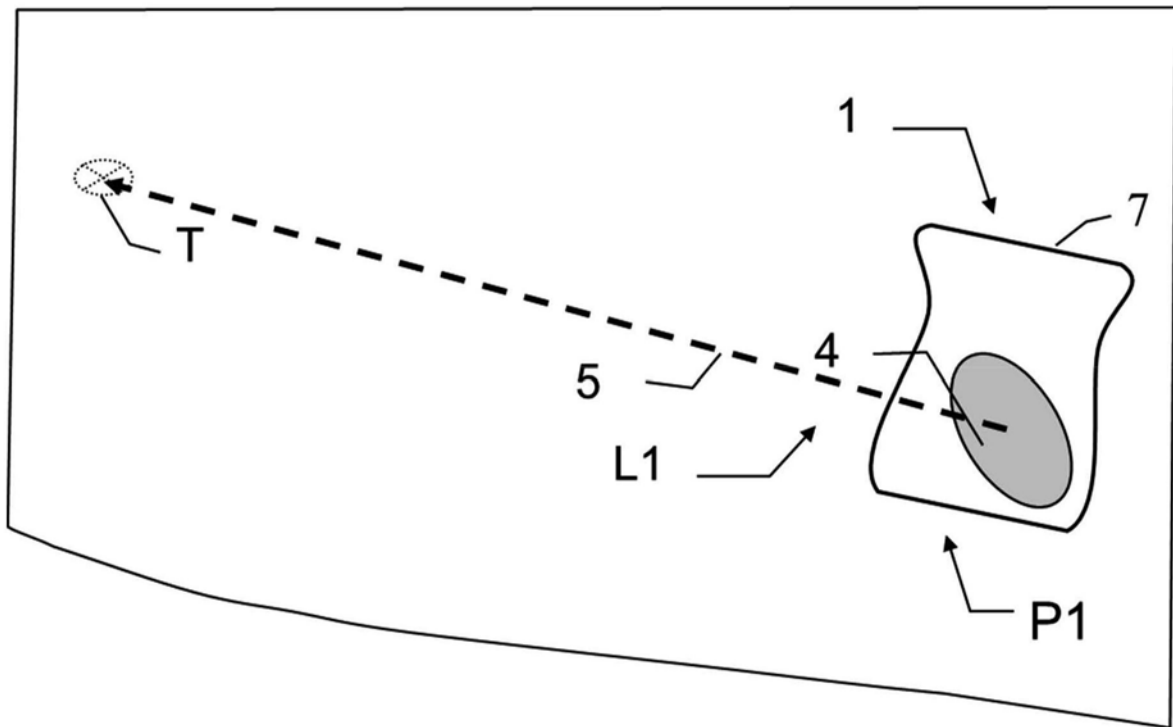


图4b

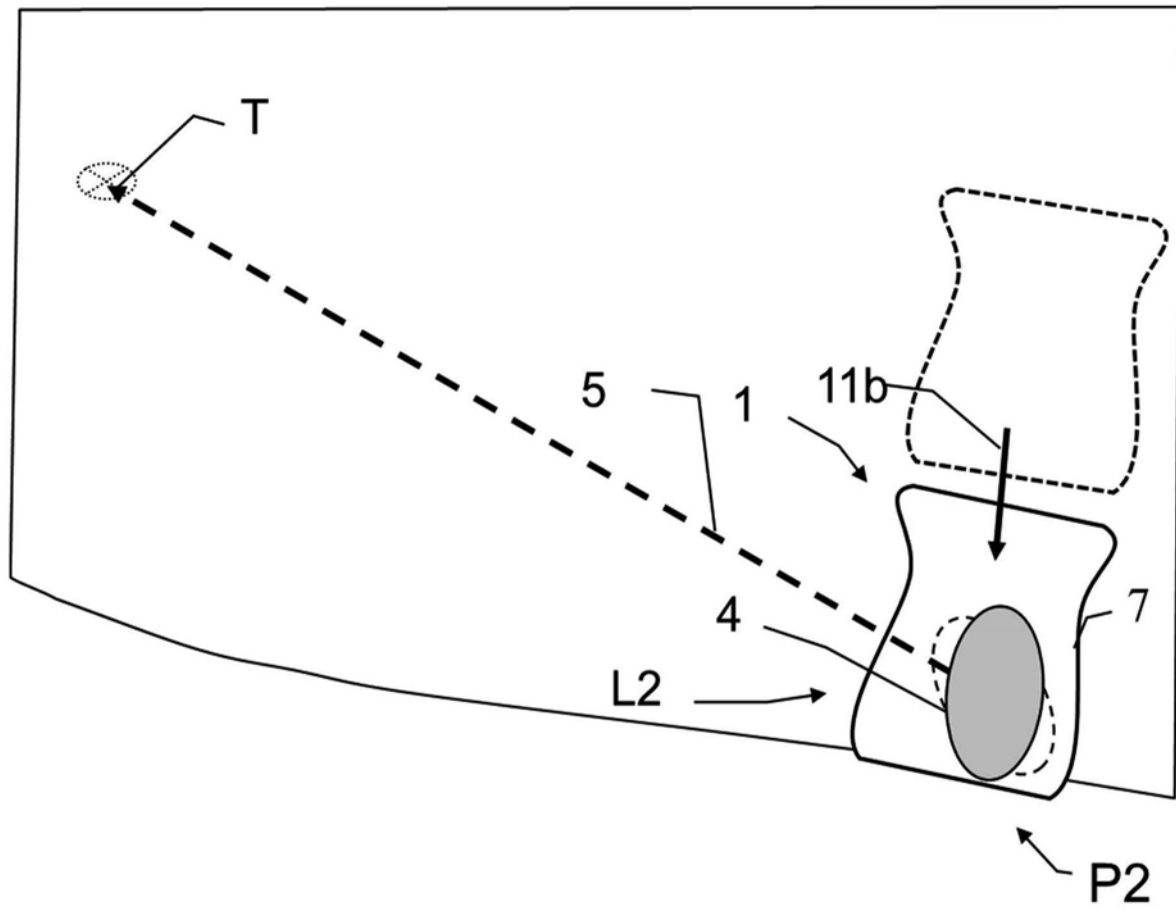


图4c

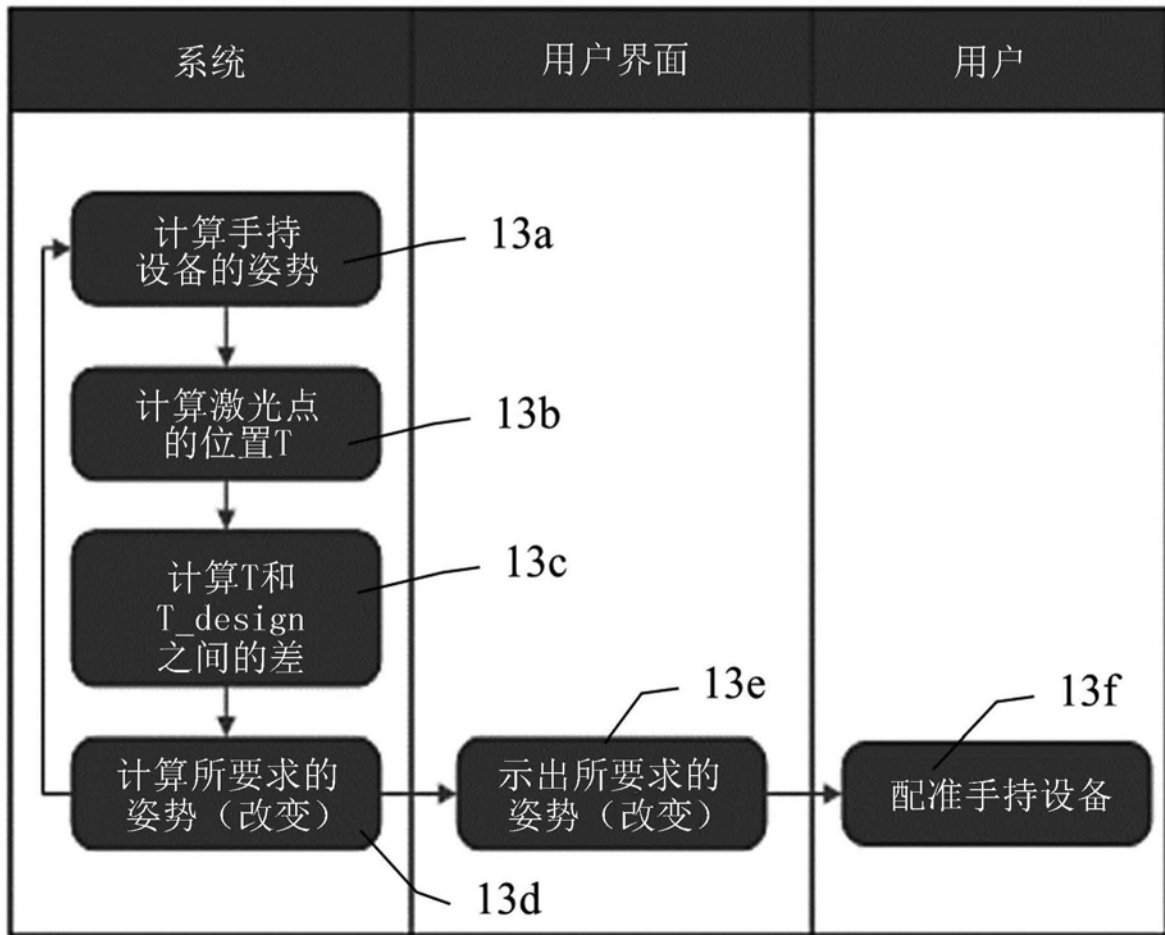


图5

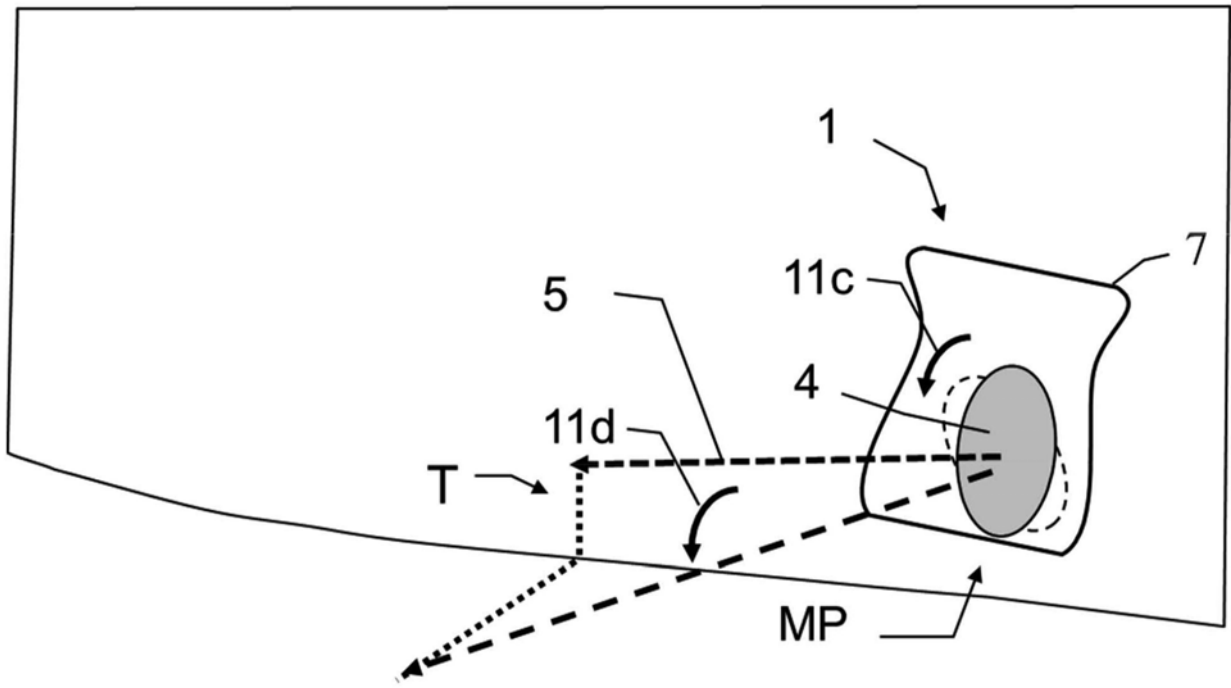


图6

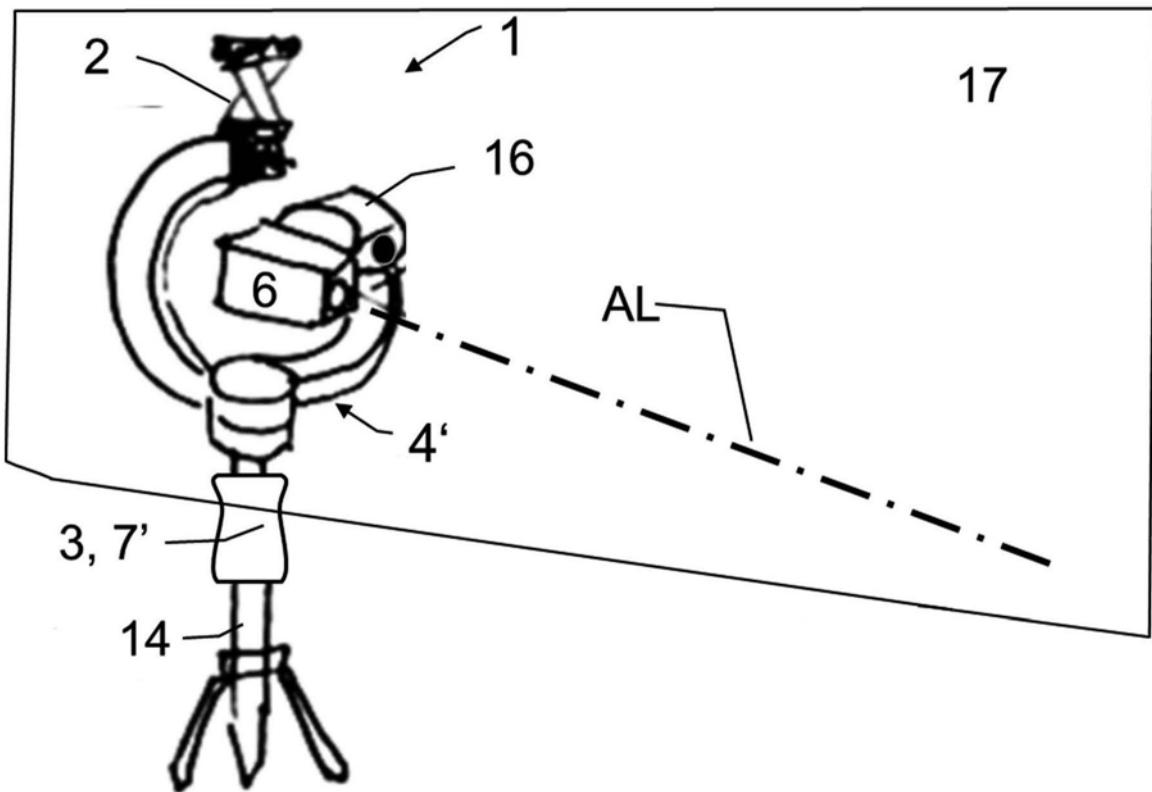


图7a

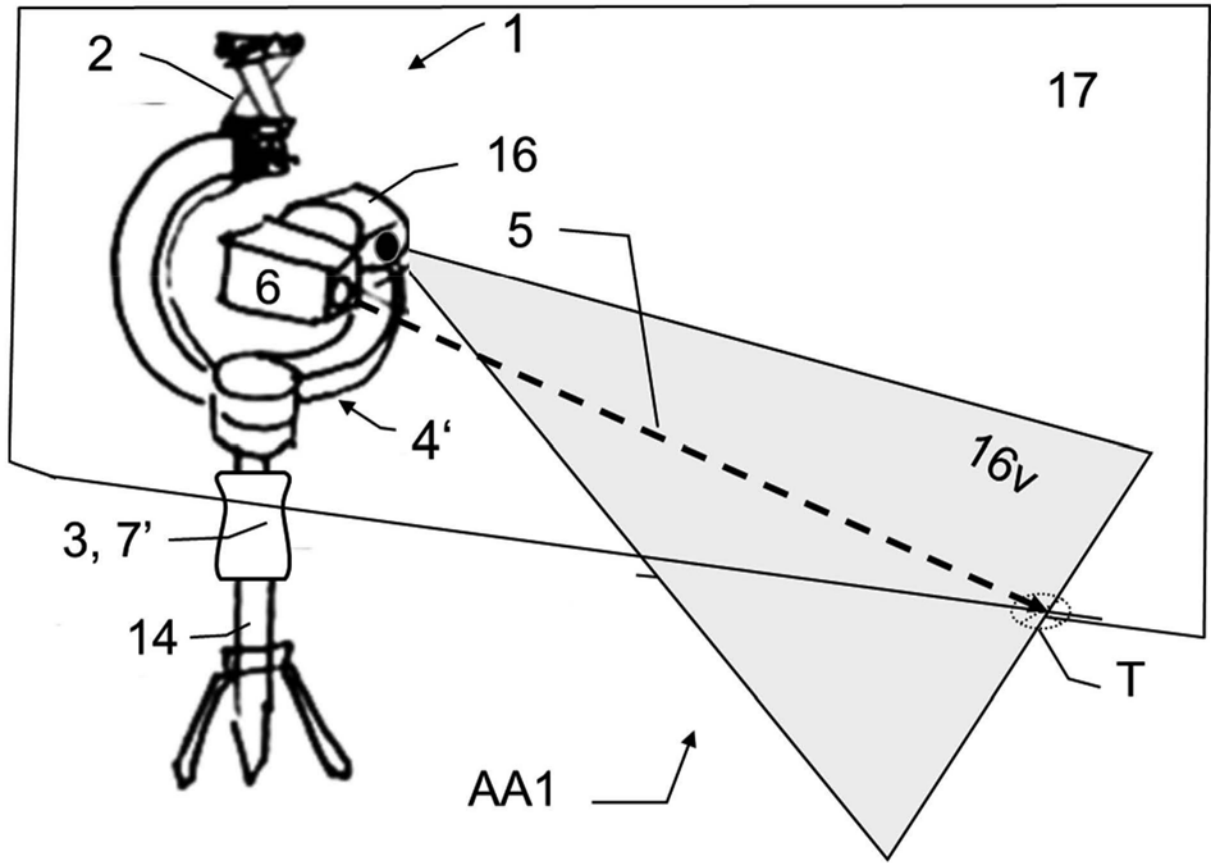


图7b

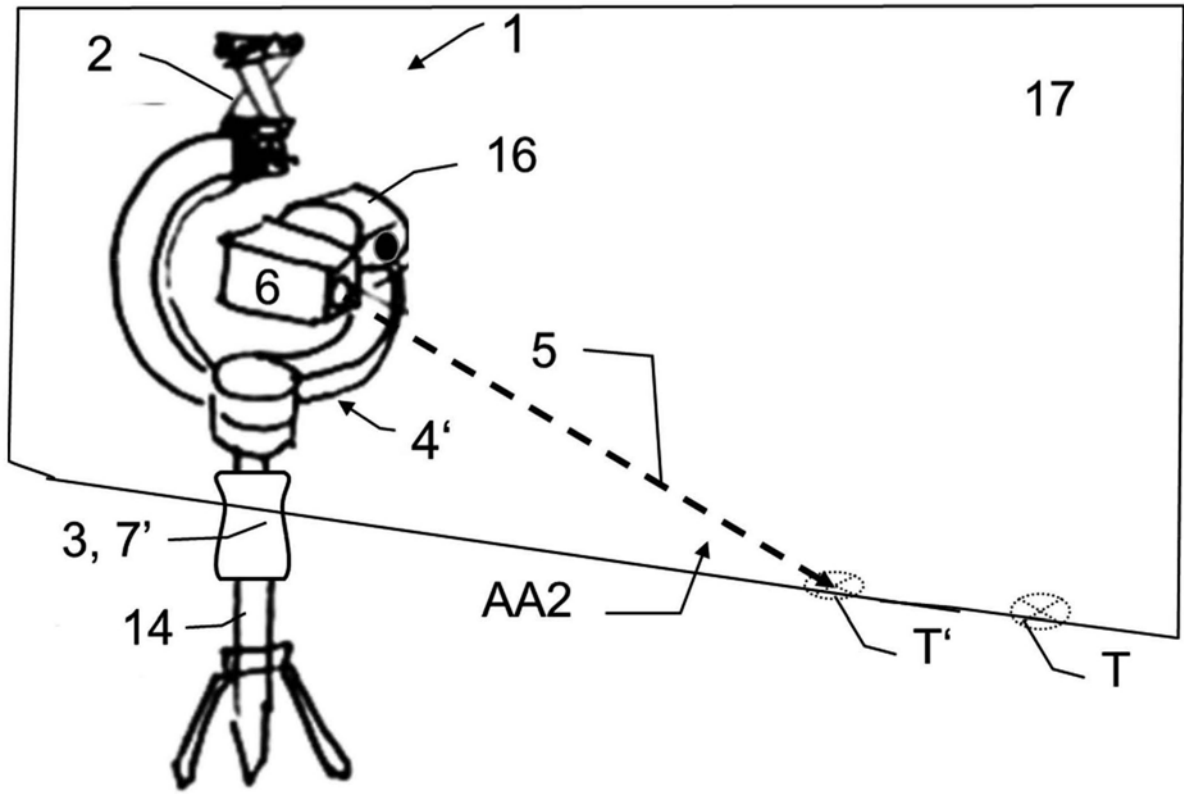


图7c