



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101371160 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 03

(21) 申请号 200780002284. 6

(22) 申请日 2007. 01. 04

(30) 优先权数据

58/06 2006. 01. 13 CH

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 07. 11

(86) PCT申请的申请数据

PCT/CH2007/000006 2007. 01. 04

(87) PCT申请的公布数据

W02007/079601 DE 2007. 07. 19

(73) 专利权人 莱卡地球系统公开股份有限公司

地址 瑞士希尔布鲁格

(72) 发明人 J·多尔德 D·莫瑟 R·朱姆布伦

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 卢江 魏军

(51) Int. Cl.

G01S 17/66(2006. 01)

G01C 15/00(2006. 01)

(56) 对比文件

EP 1480006 A2, 2004. 11. 24, 说明书第

【0019】-【0033】、【0039】-【0046】段及附图 1-2 和摘要。

US 5098185 A, 1992. 03. 24, 全文。

审查员 李坤

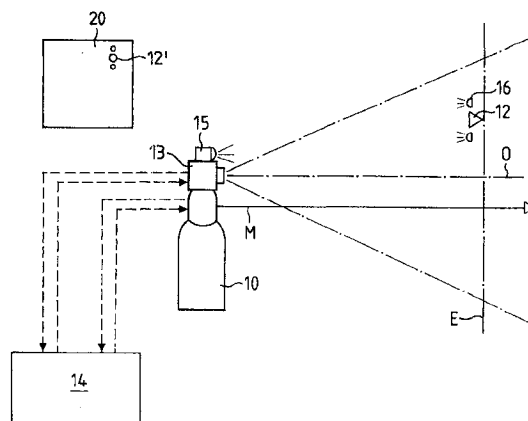
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

### (54) 发明名称

跟踪方法以及配有激光跟踪仪的测量系统

### (57) 摘要

本测量系统具有激光跟踪仪(10)、用反射器(12)标记的目标点、环视装置(13)及计算和控制单元(14)。激光跟踪仪发射测量光束(M),由反射器反射测量光束,这用来确定激光跟踪仪(10)与反射器(12)间的距离。环视装置具有相对于测量光束(M)已知的位置和取向且是环视摄像机。该测量系统用来通过测量光束(M)跟踪反射器(12)。在正常跟踪模式(A)下,从对由反射器(12)反射的测量光束的探测得出用于控制测量光束(M)定向的测量参量。如果测量光束未对准反射器,即未被其反射且由此激光跟踪仪不能探测到反射的测量光束,系统切换到异常跟踪模式,其中根据环视摄像机(13)的图像(20)得出用来控制测量光束(M)定向的测量参量。



1. 跟踪方法,其中由激光跟踪仪(10)的测量光束(M)来跟踪配有反射器(12)的目标点;其中在正常跟踪模式(A)下,根据对由反射器(12)所反射的测量光束的探测得出用于控制测量光束(M)定向的测量参量,其中,另外在异常跟踪模式(B)下根据由环视装置(13)所记录的数据得出用于控制测量光束(M)定向的测量参量,其中所述环视装置(13)具有相对于测量光束(M)已知的位置和取向,并且其中如果没有探测到由反射器(12)所反射的测量光束,则激活异常跟踪模式(B),其中在异常跟踪模式(B)下,根据从由环视装置(13)所记录的数据中所确定的朝向目标点的方向,并且根据环视装置(13)的已知的位置和取向来计算用于控制测量光束(M)定向的测量参量,其特征在于,所述环视装置(13)是环视摄像机,并且由环视摄像机所记录的数据是图像坐标。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,一旦跟踪仪(10)没有探测到所反射的测量光束,则自动切换到异常跟踪模式(B)。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,在异常跟踪模式(B)下通过跟踪仪(10)监视所反射的测量光束的探测,并且一旦探测到所反射的测量光束,就自动切换到正常跟踪模式(A)。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,另外也通过环视摄像机来识别目标点。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,根据围绕反射器(12)布置的多个光点(16)或者反射标记元件的映射来识别在环视摄像机(13)的图像(20)上的目标点。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,通过确定围绕反射器(12)布置的光点(16)或者标记元件的映射的光学中心来确定图像坐标。

7. 根据权利要求1或2中任一项所述的方法,其特征在于,环视装置(13)的光轴(O)的定向固定地与测量光束(M)的定向相耦合。

8. 测量系统,包括激光跟踪仪(10)、具有反射器(12)的目标点以及计算和控制单元(14);在所述测量系统中,在正常跟踪模式(A)下,由激光跟踪仪(10)所发射的测量光束(M)跟踪反射器(12);其中配置有计算和控制单元(14),以便根据对由反射器(12)所反射的测量光束的探测来控制测量光束(M)的相应定向,其中,所述测量系统还具有环视装置(13),该环视装置以相对于测量光束(M)已知的位置和取向的方式来布置;并且还配置有计算和控制单元(14),以便在异常跟踪模式(B)下,根据由环视装置(13)所生成的数据和环视装置(13)的已知的位置和取向来控制测量光束(M)的定向,其特征在于,所述环视装置(13)是环视摄像机并且由环视摄像机所生成的数据是图像坐标。

9. 根据权利要求8所述的测量系统,其特征在于,所述环视装置(13)布置于激光跟踪仪(10)处,使得其光轴(O)的定向与测量光束(M)的定向相耦合。

10. 根据权利要求9所述的测量系统,其特征在于,所述环视装置(13)布置在激光跟踪仪(10)处,使得其光轴(O)始终与测量光束(M)同轴或平行。

11. 根据权利要求8~10中任一项所述的测量系统,其特征在于,目标点布置于用手操作的触摸工具或者扫描器上。

12. 根据权利要求8~10中任一项所述的测量系统,其特征在于,围绕布置于目标点中的反射器(12)布置有多个光点(16)或者反射标记元件;并且配置有计算和控制单元(14)或者环视装置(13),以便根据光点(16)或者标记元件的布置来确定朝向反射器(12)的方向。

13. 根据权利要求 8 ~ 10 中任一项所述的测量系统,其特征在于,配置环视装置 (13) 用以识别目标点。

## 跟踪方法以及配有激光跟踪仪的测量系统

[0001] 本发明适用于测量技术领域,涉及根据相应权利要求的前序部分所述的跟踪方法和配有激光跟踪仪的测量系统。所述跟踪方法可利用激光跟踪仪的测量光束来自动跟踪目标点、尤其是运动的目标点。配有激光跟踪仪的测量系统可被配备用来执行该方法。

[0002] 可使用多个所述的激光跟踪仪来测量运动目标点的位置。激光跟踪仪是具有利用聚焦激光束(在以下描述中称作测量光束)进行工作的至少一个距离测量仪的装置。例如,借助于可以围绕两个轴旋转的镜来调整朝向目标点的测量光束的方向,并且利用分配给旋转轴的角度传感器(Winkelgeber)来检测。给待测量的目标点配置后向反射器(Retroreflektor)(尤其是立方角棱镜或者三个相互垂直的镜的装置),其中后向反射器将激光跟踪仪的射来的测量光束反射回所述激光跟踪仪。在此,如果测量光束正好居中地射到反射器,则所反射的测量光束与所发射的测量光束同轴;如果测量光束不是居中地射到反射器,则所反射的测量光束与所发射的测量光束平行。视跟踪仪的实施形式而定,根据所发射的与所反射的激光的比较,推断出激光跟踪仪与目标点之间的绝对距离以及/或者该距离的变化。根据由角度传感器所检测的角度以及由距离测量仪所探测的距离,算出反射器或者目标点相对于跟踪仪的位置。

[0003] 通常将所反射的测量光束的一部分导向 PSD(位置敏感器件)。根据所反射的测量光束射在 PSD 光敏面上的位置,推断出反射的测量光束相对于发射的测量光束的平行位移。由此得出的测量数据定义所反射的测量光束的平行偏差,并且用来控制测量光束方向,使得测量光束在目标点运动时对其进行跟随(跟踪(tracking))。这就是说,通过相应地改变测量光束方向,或者改变对准测量光束的镜的定向(Ausrichtung),减小所发射的测量光束与所反射的测量光束之间的平行偏差,或者保持尽可能小。

[0004] 显而易见,根据所发射的测量光束与所反射的测量光束之间的平行偏差来控制测量光束方向,产生虽然很小但却不可忽略的延迟,所述延迟使速度受到限制,其中目标点可以以所述速度运动并且在此可被跟踪。如果目标点以较快速度运动,则在可以相应地修正测量光束的方向之前,测量光束不再射到反射器上,由此跟踪与位置测量均被中断。当障碍物进入跟踪仪和目标点之间使得测量光束中断时,也会发生同样的情况。当激光跟踪仪或者激光跟踪仪的测量光束“丢失”反射器时,提醒操作人员注意,并且在相应地配备跟踪仪的情况下,可以启动搜索例程。

[0005] 一旦重新“找到”目标点,也就是测量光束重新照射到反射器上,并且被所述反射器反射,就可重新开始测量目标点的位置和通过测量光束对其进行跟踪,对此必要时必须重新初始化距离测量。检查目标点运动越少,且所使用的反射器以及测量光束的直径越小,则跟踪中断就会越频繁。如果跟踪仪还没有被调准到目标点,通常也在测量过程开始之时出现与上述跟踪中断一样的状况。

[0006] 在自动运动的目标点的情况下,通过使目标点的运动准确地匹配于激光跟踪仪的跟踪能力,能相对简单地防止上述跟踪中断。但在用手操作目标点的测量系统中,也就是在由人移动目标点或者目标点所在的对象的测量系统之中,这比较困难,使得不仅不能完全避免跟踪中断,甚至可能会频繁发生跟踪中断。对于承载反射器的对象例如是用手操作的

触摸工具或者是用手操作的扫描器的测量系统而言,尤其是这种情况,其中,测量人员在待测量的对象上方引导触摸工具 (Tastwerkzeug) 或者扫描器,并且由激光跟踪仪来跟踪触摸工具或者扫描器的位置和取位,且基本上以连续方式进行记录。尤其对于这种系统希望能够以自动方式 (也就是在不包括测量人员的情况下) 迅速克服上述跟踪中断。也已知的是,给激光跟踪仪配置环视装置 (Übersichtsgerät)。具有尽可能大的视角 (例如在所有方向均为  $\pm 20^\circ$ ) 的这种摄像机被安装在跟踪仪上,并且如此被对准,使得测量光束能够对准在摄像机图像上已被识别的目标点。通过观察摄像机图像的操作人员对目标点所映射到的图像区域进行标识,由所述操作人员初始化测量光束对该目标点的对准。

[0007] 本发明的任务在于,提出一种跟踪方法以及一种为该跟踪方法所配置的具有激光跟踪仪的测量系统,利用其可以以简单的方式自动克服上述跟踪中断。

[0008] 该任务可通过如在专利权利要求中所定义的跟踪方法以及具有激光跟踪仪的测量系统加以解决。

[0009] 本发明所述的跟踪方法具有两种跟踪模式,当激光跟踪仪的测量光束“丢失”目标点或者“重新找到”所述目标点时,可将测量系统从跟踪模式之一切换到另一跟踪模式。正常的或普通的跟踪模式是激光跟踪仪所已知的基于测量光束的跟踪,其中因此例如探测在所发射的测量光束与所反射的测量光束之间的平行偏差,并且通过改变测量光束方向来减小这一偏差。在正常跟踪模式下,跟踪仪探测由反射器所反射的测量光束,并且可以随时确定目标点位置。在本发明测量系统所工作的异常跟踪模式下,如果跟踪仪不能探测到所反射的测量光束,则根据由分配给激光跟踪仪的环视装置所拍摄的数据来控制测量光束方向的变化。环视装置优选地是提供图像数据的数字环视摄像机,具有光敏面 (例如 CCD) 和光学系统,该光学系统使环视摄像机在所有方向均具有例如  $\pm 20^\circ$  的对于环视装置常见的视角。但环视装置例如也可以是配备有相同或类似光学系统的 PSD (位置敏感器件 (position sensitive device)), 所述 PSD 仅提供位置数据。根据由环视装置所记录的数据确定朝向反射器的方向,并且以相应改变测量光束方向的方式,尝试将测量光束对准反射器。因此,异常跟踪模式在未探测到所反射的测量光束的情况下工作,在异常跟踪模式中无法利用跟踪仪来确定目标点的位置。一旦在跟踪仪中没有探测到反射的测量光束,就接通异常跟踪模式。但在异常跟踪模式下一再检查所反射的测量光束是否被探测到,一旦是这种情况下,则系统重新切换到正常跟踪模式,并且允许位置测量。

[0010] 只要目标点在环视装置的视场之中,或者环视装置可以提供关于目标点的数据,并且只要通过激光跟踪仪没有探测到所反射的测量光束,本发明所述的测量系统在异常跟踪模式下工作。如果目标点离开环视装置的视场,例如提醒操作人员对此加以注意,和 / 或者自动激活搜索例程。

[0011] 因此给本发明测量系统的激光跟踪仪分配环视装置。该环视装置具有相对于测量光束已知的位置和取向 (Orientierung), 使得可以根据由环视装置所提供的数据和根据环视装置的所述已知的位置和取向来算出测量光束方向变化,利用所述测量光束方向变化将测量光束基本上对准目标点。环视装置具有尽可能大的视角,可以固定地或者以测量光束可对准的方式被安装于激光跟踪仪上。

[0012] 此外,本发明所述的测量系统被配备,用来根据环视装置的已知的位置和取向和根据由环视装置所提供的数据来生成用于控制测量光束的控制数据,以及根据是否探测到

所反射的测量光束,从一种跟踪模式切换到另一种跟踪模式。必要时配置环视装置用于照射其视场和/或者给目标点配备附加的发光装置(有光源或反射面),使得可以通过环视装置探测其位置,并且也可在必要时识别其位置。

[0013] 使用本身已知的方法,用于根据由环视装置所拍摄的数据来确定朝向目标点的方向。如果环视装置是摄像机,也可以根据由摄像机所拍摄的图像上的特定形状或者颜色来标识目标点,并且由此从多个所映射的元素中来识别出和自动地选择目标点,为此同样可以使用本身已知的方法。如果无法明确地识别目标点,并且在摄像机的图像上出现了多个类似的元素,则例如可以自动跟踪最靠近测量光束的点,或者提示操作人员选择潜在目标点之一。如果来自目标点的光具有特定的波长,且环视装置配有相应的过滤器,则同样也可以利用具有 PSD 的环视装置来识别目标点。

[0014] 将根据在以下附图中所示的示例性实施形式来对本发明所述的跟踪方法以及具有激光跟踪仪的测量系统进行详细解释。其中:

[0015] 图 1 示出本发明所述的跟踪方法的示例性实施形式的简化方框示意图;

[0016] 图 2 示出本发明所述的具有激光跟踪仪的测量系统的示例性实施形式的示意图。

[0017] 图 1 所示为本发明跟踪方法的示例性实施形式的方框示意图,其中仅绘出了本方法最为重要的步骤,且环视装置是环视摄像机。

[0018] 在启动系统之后并且在执行了由系统预先设定的、激活系统部分的启动例程(Startroutine)1之后,确定激光跟踪仪的测量光束(在开始时刻可能具有任意的方向)是否照射到任意定位的目标点上,也就是确定跟踪仪是否探测到所反射的测量光束(关于对所反射的测量光束的决定 2)。如果没有探测到目标点,则在环视摄像机的图像上搜索目标点。如果目标点不在环视摄像机的图像上(关于目标点图像的决定 3),则例如执行搜索例程 4。这种搜索例程本身是已知的。在本发明测量系统中可使用的示例性搜索例程简单地在于:根据预先设定的样式来改变跟踪仪的或者至少所述环视摄像机的定向,并且在此不断检查是否可在与相应方向对应的环视摄像机图像上找到目标点(决定 3)。例如,如果在预先规定的时间期间或者在运行完整例程之后搜索不成功,则系统必要时可能停止,其中相应地通知操作人员。一旦在摄像机图像上找到目标点,测量系统就切换到异常跟踪模式。在此,检测在环视摄像机图像上的目标点的图像坐标(图像分析 5),并且根据这些图像坐标以及摄像机相对于测量光束的已知位置和取向,确定必须如何改变测量光束方向,以便将测量光束对准目标点,这在运动的目标点的情况下通常一下子是不可能的。因此在相应地改变测量光束定向 6 之后,检查测量光束是否射到反射器上,也即是否探测到所反射的测量光束(决定 2)。如果不是这种情况,则系统保持在异常跟踪模式中,也就是说,继续从环视摄像机的图像中获取用于控制测量光束的进一步定向的测量数据。而如果探测到所反射的测量光束,则系统切换到本身已知的正常跟踪模式,其中例如根据对所发射的与所反射的测量光束之间的平行偏差的确定中获得用于控制测量光束定向的测量数据。例如,通过布置于所反射的测量光束的一部分的光路中的 PSD 来提供相应的测量数据。在这种模式下,允许确定目标点的位置。一旦所反射的测量光束不再被探测到(决定 3),系统就重新切换到异常跟踪模式。

[0019] 在图 1 中利用标记为 A 的虚线围住正常跟踪模式的主要步骤,利用标记为 B 的点划线围住异常跟踪模式的主要步骤。

[0020] 当根据由环视摄像机所提供的数据的测量光束定向的精度不足以充分可靠地利用测量光束照射目标点,或者当目标点极可能非常快速地运动时,可能有利的是,如果跟踪仪没有探测到所反射的测量光束,则在根据环视摄像机的数据调整测量光束之后进行所谓的螺旋式搜索。在这种搜索例程中,使测量光束围绕原来所设定的方向作螺旋运动。

[0021] 有利的是,对测量系统进行配置,使得操作或测量人员随时均可看出系统正在工作的模式。

[0022] 图 2 以非常概括的方式表示本发明所述的具有激光跟踪仪的测量系统。激光跟踪仪 10 按照已知的方式发射测量光束 M,例如可以通过围绕两个相互垂直的轴相应地旋转镜来调整所述测量光束的方向,并且可以利用角度传感器来针对相对于零方向的水平与垂直角度来检测所述测量光束的方向。此外,测量光束还用来测定跟踪仪和目标点之间的距离。该测量系统除了具有激光跟踪仪 10 之外,还具有利用反射器 12 标记的目标点以及环视装置 13 以及计算和控制单元 14。

[0023] 环视装置 13 具有用点划线示意性表示的尽可能宽的视角,并且具有同样用点划线表示的光轴 0。所述系统必须随时知道环视装置相对于测量光束 M 的位置和定向。为了环视装置 13 能够探测到目标点处的反射器 12,该反射器自身必须被照亮,或者必须用可探测的元件来标记其位置。例如可利用环视装置范围内的照明装置 15 来实现反射器本身的照明,或者对反射标记元件的照明。但也可以在反射器 12 的范围内设置照明装置 16 来标记反射器位置。有利地将反射器 12 范围内的反射标记装置或者照明装置 16 设计为多个标记点的布置,使得根据该布置的特定何形状,在作为环视装置起作用的环视摄像机的图像中既可以记录、也可以识别目标点。如果反射器 12 在标记点的这种布置中具有精确定义的位置,也即例如布置于其光学中心 (Schwerpunkt),足够的是,在环视摄像机所拍摄的图像上能够看见、或者由环视装置中的 PSD 能够记录所述布置,而不是反射器本身。

[0024] 在图 2 中所示的测量系统明显处于测量光束 M 没有照射到反射器 12 的状态,也就是激光跟踪仪 10 无法探测到所反射的测量光束。但反射器 12 处在环视装置 13 的视场之内,使得可以在异常跟踪模式下进行跟踪。在图 2 的左上方,也示出了由作为环视装置起作用的环视摄像机 13 在上述时刻所记录的图像 20。在该图像上可以看见反射器 (具有照明装置的像 (Abbild) 12')。反射器像 12' 的图像坐标定义从摄像机到反射器相对于摄像机光轴 0 的方向。借助于环视摄像机 13 或者其光轴 0 相对于测量光束的已知位置与定向,可以根据图像坐标确定必须在哪一个方向上改变测量光束定向,以便所述测量光束照射到反射器上。

[0025] 当环视装置 13 的光轴 0 在任何时候均与测量光束重合,或者任何时候均平行于测量光束时,也就是当环视装置的定向固定地与测量光束的定向相耦合时,计算用于测量光束定向的控制参量是比较容易的。如果环视装置 13 的光轴 0 的定向与测量光束 M 的定向不相互耦合,那么测量参量的计算就比较费力,必要时取决于跟踪仪 10 和反射器 12 之间的距离,其中该距离在这种情况下同样也必须是已知的。例如,可以由环视装置 13 的光学系统至少近似地提供该距离,或者也可使用通过跟踪仪所测定的最后距离。

[0026] 视环视装置的光学装备而定,也可在计算对测量光束控制所必要的数据中考虑所述装置的内部条件。

[0027] 环视装置 13 的光轴 0 与测量光束 M 的与测量光束的当前定向有关的角度的布

置例如是以下布置：在所述布置中，可以使环视装置 13 与测量光束 M 围绕垂直的跟踪仪轴（竖轴）旋转，而不是围绕水平的跟踪仪轴（横轴）旋转。在本发明测量系统的优选实施形式中，环视装置 13 或者至少其光轴 O 与测量光束 M 的定向通过以下方式相耦合，即环视装置例如布置于对准测量光束并为此可围绕两个轴旋转的跟踪仪 10 部分上，或者将光学系统置于环视装置 13 前面，通过该光学系统使光轴与测量光束同轴或者平行。

[0028] 如上进一步所述，有利的是如此对反射器 12 进行配置，使得可以在由环视摄像机 13 所拍摄的图像 20 上识别其像 12'。这通过以下方式实现，即例如在反射器 12 周围布置有源光点 16 或者例如从跟踪仪所照射的反射标记点。即使当反射器 12 本身因缺少从摄像机射来的光而可能不被映射时，这种布置也出现在环视摄像机 13 的图像 20 上。如果反射器 12 位于上述布置的光学重心中，则能根据布置的像简单地确定其图像坐标。

[0029] 图 2 也示出计算和控制单元 14 以及将其与环视装置 13 和激光跟踪仪 10 相连的数据线（虚线表示），其中由计算和控制单元通过所述数据线将控制与读取指令传送给跟踪仪 10 和环视装置 13，并且以相反的方向传输测量数据。当然计算和控制单元 14 的至少部分也可以集成于跟踪仪 10 中和/或者环视装置中，并且也可以以无线的方式在其与计算和控制单元之间传输数据。



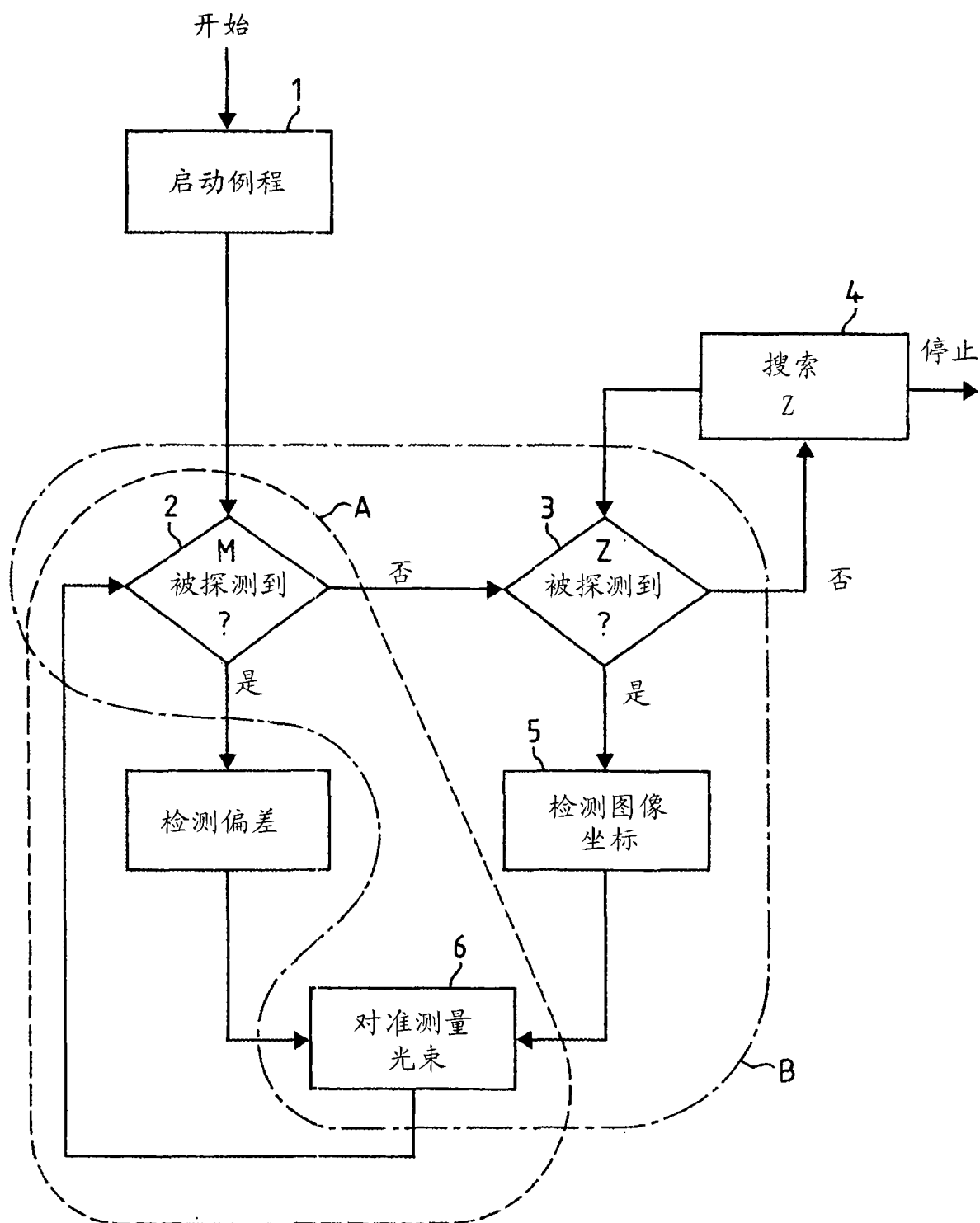


图 1

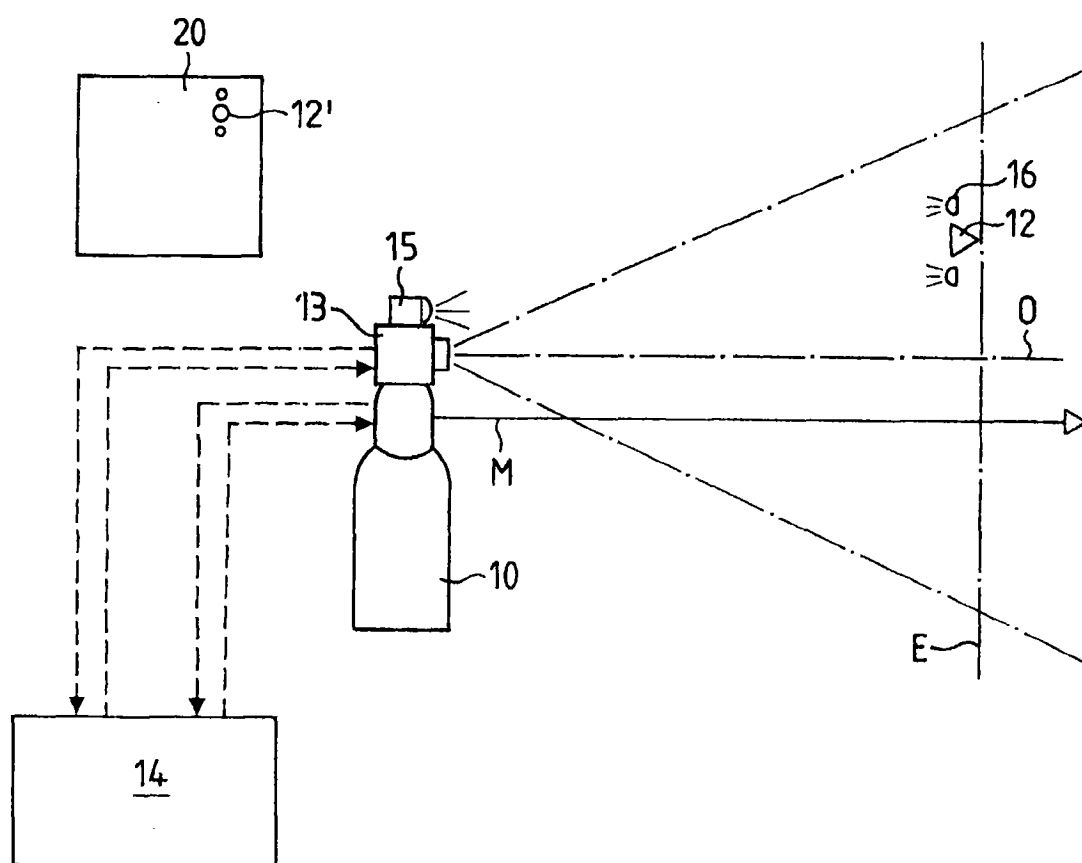


图 2