



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104101999 A

(43) 申请公布日 2014. 10. 15

(21) 申请号 201410144111. X

(22) 申请日 2014. 04. 11

(30) 优先权数据

13163585. 6 2013. 04. 12 EP

(71) 申请人 赫克斯冈技术中心

地址 瑞士赫尔布鲁格

(72) 发明人 C·L·E·迪穆兰

(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.

G02B 26/00 (2006. 01)

G01C 15/00 (2006. 01)

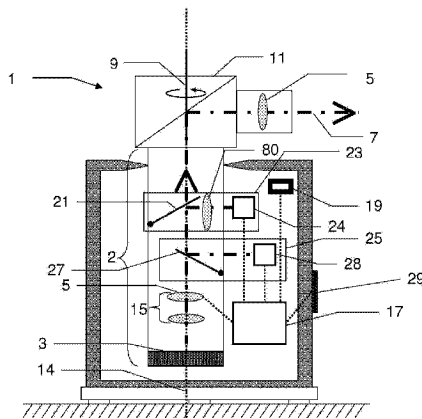
权利要求书4页 说明书16页 附图10页

(54) 发明名称

包括可利用致动器有针对性地形变的透镜的旋转激光器

(57) 摘要

包括可利用致动器有针对性地形变的透镜的旋转激光器。本发明涉及旋转激光器和操作旋转激光器的方法,旋转激光器设置有:用于生成激光光束的激光光源,可绕旋转轴旋转并且用于激光光束的定向发射的偏折装置,并且设置有包括用于操纵激光光束的一个或多个透镜的光学系统,其中,一个或多个透镜中的至少一个透镜是可利用致动器有针对性地形变的透镜。根据本发明,提供用于操纵可利用致动器有针对性地形变的至少一个透镜的控制单元,其中,至少一个透镜具有可由控制单元驱动且沿着透镜的外周分布设置的至少四个致动器。控制单元被构造成通过驱动所述致动器,至少一个透镜的光学折射特性可变,使得可在其取向和/或其发散性上操纵激光光束。



1. 一种旋转激光器(1),该旋转激光器(1)包括:

- 激光光源(3),该激光光源(3)用于生成激光光束(7);
- 偏折装置(11),该偏折装置(11)可绕旋转轴(9)旋转并且用于所述激光光束(7)的定向发射;

• 发送单元(2),该发送单元(2)从所述激光光源(3)延伸至所述偏折装置(11),其中,所述激光光源(3)是所述发送单元(2)的一部分;以及

• 光学系统(15),该光学系统(15)包括用于操纵所述激光光束(7)的一个或多个透镜,其中,所述一个或多个透镜中的至少一个透镜是可利用致动器有针对性地形变的透镜(5),其特征在于,

存在用于操纵可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜(5)的控制单元(17),并且可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜(5)具有至少三个致动器(50a、50b、50c、50d、50e、50f、50g、50h),所述致动器可由所述控制单元(17)驱动并且按沿着可利用致动器有针对性地形变的所述透镜(5)的外周分布的方式设置,其中,

所述控制单元(17)被构造成通过驱动所述至少三个致动器(50a、50b、50c、50d、50e、50f、50g、50h),可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜(5)的光学折射特性可变,使得可在所述激光光束(7)的取向和/或所述激光光束(7)的发散性上操纵所述激光光束(7)。

2. 根据权利要求1所述的旋转激光器(1),其特征在于,

所述光学系统(15)的一个或多个透镜

- 设置在所述发送单元(2)中在所述激光光源(3)与所述偏折装置(11)之间,和/或
- 以在所述偏折装置(11)旋转时与所述偏折装置(11)一起绕所述旋转轴(9)相伴旋转的方式设置,和/或

• 设置在所述偏折装置(11)的下游。

3. 根据权利要求1或2所述的旋转激光器(1),

其特征在于,

所述控制单元(17)被构造成通过驱动所述至少三个致动器(50a、50b、50c、50d、50e、50f、50g、50h),可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜(5)的光学折射特性在至少两个非重合方向($\pm 51a$ 、 $\pm 51b$ 、 $\pm 51c$ 、 $\pm 51d$)不同地变化,或者所述激光光束(7)可沿所述透镜的x方向和/或y方向取向。

4. 根据权利要求1至3中的任一项所述的旋转激光器(1),

其特征在于,

所述控制单元(17)被构造成通过驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜(5)的所述至少三个致动器(50a、50b、50c、50d、50e、50f、50g、50h),可在所述透镜的x方向和/或y方向有偏移地发射所述激光光束(7)。

5. 根据权利要求1至4中的任一项所述的旋转激光器(1),

其特征在于,

所述控制单元(17)被构造成通过驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜(5)的所述至少三个致动器(50a、50b、50c、50d、50e、50f、50g、50h),所述激光光束(7)的截面在所述截面的几何形状上可改变。

6. 根据权利要求 1 至 5 中的任一项所述的旋转激光器(1),
其特征在于,

所述控制单元(17)被构造成,使得通过驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜(5)的所述至少三个致动器(50a、50b、50c、50d、50e、50f、50g、50h),可静态地和/或动态地操纵所述激光光束(7)。

7. 根据权利要求 1 至 6 中的任一项所述的旋转激光器(1),
其特征在于,

存在第一传感器(19),该第一传感器(19)用于检测所述发送单元(14)的光轴相对于水平面(20)和/或竖直面(22)的角偏差,其中,所述第一传感器(19)耦接至所述控制单元(17),并且可基于由所述第一传感器(19)检测到的所述角偏差来构造所述控制单元(17),使得通过驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜(5)的所述至少三个致动器(50a、50b、50c、50d、50e、50f、50g、50h),可补偿因所述发送单元(14)的所述光轴的所述角偏差造成的所述激光光束(7)的取向偏差。

8. 根据权利要求 1 至 7 中的任一项所述的旋转激光器(1),其特征在于,

存在第二传感器(23),该第二传感器(23)用于检测所述激光光束的轴(8、8')相对于所述发送单元(14)的所述光轴的角偏差和/或平移偏差,其中,所述第二传感器(23)耦接至所述控制单元(17),并且可基于由所述第二传感器(23)检测的所述角偏差和/或平移偏差来配置所述控制单元(17),使得通过驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜(5)的所述至少三个致动器(50a、50b、50c、50d、50e、50f、50g、50h),可补偿所述激光光束的轴(8、8')相对于所述发送单元的所述光轴的所述角偏差和/或平移偏差。

9. 根据权利要求 1 至 8 中的任一项所述的旋转激光器(1),其特征在于,

存在距离测量单元(25),该距离测量单元(25)用于测量距物体上的所述激光光束(7)反射的点(P_i 、 P_{i-1} 、 P_{i-2} 、 P_{i-3} 、 P_{i-4})的距离,其中,所述距离测量单元(25)耦接至所述控制单元(17),并且可基于由所述距离测量单元(25)测量的所述距离(D_i)来配置所述控制单元(17),使得通过驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜(5)的所述至少三个致动器(50a、50b、50c、50d、50e、50f、50g、50h),可设置所述激光光束的距离相关发散性,使得可获得由所述激光光束在所述物体上生成的激光光束点的恒定希望直径。

10. 根据权利要求 1 至 9 中的任一项所述的旋转激光器(1),其特征在于,可通过位于所述旋转激光器(1)上的输入单元(29)和/或通过外部操作单元和/或语音输入来配置所述控制单元(17),具体来说,通过输入用于所述激光光束(7)的取向和/或所述平移偏移量和/或所述激光光束(7)的截面的所述几何形状和/或由所述激光光束(7)生成的激光平面的倾斜度和/或物体上由所述激光光束(7)冲击的所述激光光束点的所述直径的希望值。

11. 一种包括旋转激光器(1)和激光接收器的激光系统,其中,所述旋转激光器(1)具有数据通信接收器,并且所述激光接收器具有数据通信发送器和连接至所述数据通信发送器的估计单元,并且包括连接至所述估计单元的激光光束检测器,

其特征在于,

- 所述旋转激光器是根据权利要求 1 至 10 中的任一项所述的旋转激光器(1),
- 所述激光接收器的所述估计单元被构造成使得所述估计单元基于由所述旋转激光器

(1)的所述激光光束在所述激光光束检测器上生成的接收信号来确定所述激光光束的发散状态,并且通过所述数据通信发送器将所述发散状态传送至所述旋转激光器(1)的所述数据通信接收器,

• 所述旋转激光器(1)的所述数据通信接收器耦接至可利用致动器有针对性地形变的所述透镜(5)的所述控制单元(17),并且按控制单元(17)将希望发散值与所传送的所述发散状态进行比较的方式构造所述控制单元(17),通过驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜(5)的所述至少三个致动器(50a、50b、50c、50d、50e、50f、50g、50h),将所述激光光束(7)的所述发散性调整为所述希望发散值。

12. 一种用于操纵可由根据权利要求 1 至 10 中的任一项所述的旋转激光器(1)实现的激光光束(7)的方法,

其特征在于,

按照以所述激光光束(7)的发散性和 / 或所述激光光束(7)的焦点来设置所述激光光束(7)的方式,由控制单元(17)驱动按沿着可利用致动器有针对性地形变的至少一个透镜(5)的外周分布的方式设置的至少三个可驱动的致动器(50a、50b、50c、50d)来改变所述至少一个透镜(5)的光学折射特性,所述至少一个透镜(5)具有所述至少三个可驱动的致动器(50a、50b、50c、50d)。

13. 一种用于操纵可通过根据权利要求 1 至 10 中的任一项所述的旋转激光器(1)实现的激光光束(7)的方法,

其特征在于,

按所述激光光束(7)在相对于所述 x 方向和 / 或 y 方向的取向方面来操纵所述激光光束(7)和 / 或以 x 方向和 / 或 y 方向有偏移地来发射所述激光光束(7)的方式,通过控制单元(17)驱动按沿着可利用致动器有针对性地形变的至少一个透镜的外周分布的方式设置的至少三个可驱动的致动器(50a、50b、50c、50d)来改变所述至少一个透镜(5)的光学折射特性,所述至少一个透镜(5)具有所述至少三个可驱动的致动器(50a、50b、50c、50d)。

14. 根据权利要求 13 所述的方法,

其特征在于,

该方法包括以下步骤:

• 生成所述激光光束(7);

• 在所述发送单元(2)中将所述激光光束(7)偏折到第二传感器(23)的激光检测器(24)上,以检测所述激光光束的轴(8、8')相对于所述发送单元(14)的所述光轴的角偏差和 / 或平移偏差;

• 通过利用所述控制单元(17),驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜(5)的所述至少三个致动器(50a、50b、50c、50d、50e、50f、50g、50h)来补偿所述角偏差和 / 或所述平移偏差,作为其结果,所述激光光束(7)相对于所述发送单元(14)的所述光轴同轴地取向;以及

• 发射所述激光光束(7)。

15. 根据权利要求 13 所述的方法,

其特征在于,

该方法包括以下步骤:

- 生成所述激光光束(7)；
- 发射所述激光光束(7)；
- 检测所述发送单元(14)的所述光轴相对于水平轴(20)和 / 或竖直轴(22)的角偏差；

以及

• 通过所述控制单元(17),驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜(5)的所述至少三个致动器(50a、50b、50c、50d、50e、50f、50g、50h)来补偿所述角偏差,作为其结果,所述激光光束(7)被水平或竖直取向。

16. 根据权利要求 13 所述的方法,

其特征在于,

该方法包括以下步骤:

- 输入要由所述激光光束(7)生成的激光平面的希望倾斜度值;
- 生成所述激光光束(7);
- 按所述激光光束(7)采取与所述发送单元(14)的所述光轴有关的限定角的方式,通过所述控制单元(17),驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜(5)的所述至少三个致动器(50a、50b、50c、50d、50e、50f、50g、50h),使得生成具有与所输入的所述希望倾斜度值相对应的倾斜度的激光平面。

17. 根据权利要求 12 所述的方法,

其特征在于,

该方法包括以下步骤:

- 输入由物体上的所述激光光束(7)生成的反射所述激光光束(7)的激光光束点的希望直径;
- 生成所述激光光束(7);
- 发射所述激光光束(7);
- 通过距离测量单元(25),检测从所述物体反射的所述激光光束并且确定距所述物体的所述距离(D_1);
- 通过所述控制单元(17),通过操纵可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜(5)来设置所述激光光束(7)的距离相关发散性,
- 其中,针对空间中移动的激光光束,不断地重调节所述距离相关发散性调整。

18. 根据权利要求 12 或 13 所述的方法,

其特征在于,

彼此组合地实施根据权利要求 14 和 / 或 15 和 / 或 16 和 / 或 17 所述的方法。

19. 一种包括存储在机器可读载体上的程序代码或由电磁波实现的计算机数据信号的计算机程序产品,该计算机程序产品用于实现根据权利要求 12 至 18 中的任一项所述的方法,具体来说,在根据权利要求 1 至 10 中的任一项所述的旋转激光器的控制单元(17)中执行。

包括可利用致动器有针对性地形变的透镜的旋转激光器

技术领域

[0001] 本发明分别涉及旋转激光器、根据包括旋转激光器和激光接收器的激光系统以及用于操纵可由旋转激光器实现的激光光束的方法。

背景技术

[0002] 用于标记点并且用于限定建筑现场的基准平面或物体(举例来说,如墙壁、地板或天花板)上的基准线的旋转激光器已经在工业行业和住宅和建筑方面使用多年。它们可以被用于投射水平面、竖直面,或沿限定方式倾斜的平面,其取向或定位物体提供帮助。

[0003] 旋转激光器通常包括发送单元,该发送单元包括用于生成激光光束的激光光源。而且,该旋转激光器具有包括一个或者更多个透镜的光学系统,和可环绕旋转轴旋转并且用于激光光束的定向发射的偏折装置。如果发射处于可见光波长范围的旋转激光光束并且如果所述激光光束冲击物体,则基准线在那里可见,作为用于进一步测量的基础。为了使基准平面或者在墙壁上正好基准线实际上具有希望的空间倾斜角或者实际上水平或竖直,首先,必须在空间中垂直地安装(调平)该旋转激光器,其次,所发射激光光束的光轴、偏折装置的光轴(具体来说,假设该偏折装置是五棱镜,按照常例)以及偏折装置的机械旋转轴必须彼此同轴。通过示例的方式,如果激光光源(通常为激光二极管)未精确地定位并且具有倾斜和/或偏移,则激光光束的光轴不与偏折装置的光轴和机械旋转轴同轴,从而导致取向误差。如果该装置不垂直,则导致水平误差。

[0004] 根据相关技术已知的旋转激光器通常是自补偿旋转激光器,就是说,它们具有用于激光光束并由此用于由该激光光束生成的激光平面的初始、水平或竖直取向的装置。为此,旋转激光器可以具有自动调平装配件,例如,就是说,该装置在启动时独立地标识其相对于水平面或竖直面位置,并且补偿激光光束相对于水平面和/或竖直面确定偏差。例如可以通过倾斜度传感器来检测该装置的位置偏差,并且激光光束接着可以通过马达操作或液压的倾斜度补偿器来取向。在这种情况下,例如可以通过调节装置主体的倾斜度来取向该激光光束,就是说,通过位于该装置外部中或之上或者装置底座上的倾斜机构,或者通过机械地调节发送单元的光学组件。其缺点在于,倾斜度补偿器的马达具有高能耗和高固有重量,而且,需要相对较长时间来进行激光光束的取向。而且,其缺点在于,自调平通常仅可以用于相对于水平面和/或竖直面直至大约 $\pm 5^\circ$ 的位置偏差。

[0005] 文献 US 6253457 公开了一种测量装置,具体来说,旋转激光器,包括具有用于修正激光光束的出射角的多个透镜的光学系统,其中,通过该测量装置的控制倾斜位置来控制要修正的出射角。在这种情况下,例如可以通过沿光学系统的光轴位移一个或者更多个透镜或者通过光学系统中的具有可变焦距的透镜的焦距变化来修正该出射角。具有可变焦距的透镜尤其可以是液体透镜。

[0006] 除用于补偿该装置的位置偏差的旋转激光器的自调平之外,或者换句话说,除用于补偿发送单元的光轴相对于水平面和/或竖直面角偏差之外,另外,可能需要补偿尤其可能因温度影响或相对于发送单元的一个或更多个组件(例如,激光光源和/或光学系

统的一个或更多个透镜)的未对准的振动而导致该装置的另一一些不准确性。根据相关技术,例如可以通过光学系统的一个或更多个透镜的机械位移来补偿这种偏差,举例来说,如在US 5825555 中所述。然而,其缺点在于,透镜的这种机械位移相对较慢,并且旋转激光器的重量由于必需的伺服马达而相对较高。而且,随着旋转激光器中的可移动组件的数量,维修的易感性增加。

发明内容

[0007] 本发明基于提供缩减或消除所提到的缺点的改进旋转激光器的目的。具体来说,本发明的目的是提供一种设计上更简单并因而生产上更简单且更经济的改进的旋转激光器。而且,所述激光器旨在可容易操纵并由此用户界面友好。

[0008] 而且,实现了扩展应用范围的附加功能。

[0009] 该目的通过实现独立权利要求书的特征来实现。可以根据相关专利权利要求书来收集以另选或有利方式开发本发明的特征。

[0010] 所述旋转激光器包括激光光源(例如,激光二极管),其是发送单元的一部分,并且用作生成可见光激光光束或者可由检测器检测的激光光束。而且,所述旋转激光器包括可绕旋转轴旋转并且用于激光光束的定向发射的偏折装置(例如,五棱镜),和包括用作操纵所述激光光束的一个或者更多个透镜的光学系统,其中,所述一个或更多个透镜中的至少一个透镜是可利用致动器有针对性地形变的透镜。术语发送单元应被理解成表示从所述激光光源起延伸至所述偏折装置的机械组件,其中,如所提到的所述激光光源应被视为所述发送单元的一部分。术语可利用致动器有针对性地形变的透镜应被理解成表示具有呈现可有针对性地驱动的形变性的光学主动透镜主体的光学部件,其中,可利用致动器有针对性地形变的所述透镜是聚合物透镜或者商业可获的液体透镜,举例来说,如由 Varioptic S. A. 生产的透镜。

[0011] 根据本发明,所述旋转激光器包括用于操纵可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜的控制单元,其中,可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜具有至少三个致动器,这些致动器按沿着所述至少一个透镜的外周分布的方式设置,并可由所述控制单元按所述激光光束空间中有针对性地取向和/或所述激光光束的发散性可设置的这种方式来驱动这些致动器。

[0012] 如果可利用致动器有针对性地形变的所述透镜是液体透镜,则其例如包括具有光学透明的第一介质和光学透明的第二介质的光学透明腔室,其中,所述第一介质和第二介质不相混,并且具有不同的光学折射率。所述介质例如可以是含水、含乙醇或含油液体,液态聚合物,硅酮或硅酮油。在所述第一接着与第二介质之间,存在界面,其中,该界面可利用致动器形变,以使所述液体透镜的光学折射特性可变。另选的是,两个介质之间还可以存在薄的透明隔膜。

[0013] 可利用致动器有针对性地形变的所述透镜还可以被实现聚合物透镜,其中,在一个实施方式中,其因而包括具有光学透明介质的光学透镜包含物。该包含物至少在一侧上以薄透明隔膜封闭,该隔膜例如由聚合物按可弹性形变或橡胶弹性状态构成。该隔膜包括构成透镜主体的中心区,和具有伴随光学透明介质的储蓄器的外周区,其中,该隔膜的弹性特性或其厚度可以在不同区域不同。可按储蓄器的内容可转移到透镜主体中和从透镜主体

转移到储蓄器中的这种方式,利用致动器来操纵该隔膜。聚合物透镜的光学聚焦特性按这种方式变化。不同于仅在一侧由隔膜封闭,该容器还可以在与辐射通道的方向垂直的两侧上具有这种隔膜,或者全部由这种隔膜成型。

[0014] 以聚合物隔膜的形式实现不同类型的聚合物透镜,其曲率按通过致动器驱动的方式来改变,以设置焦点。这种聚合物透镜的材料可以从这样的组中选择,该组例如包括:聚乙二醇二甲基丙烯酸酯(polyethylene glycol dimethacrylate) (PEGDM)、甲基丙烯酸羟乙酯(hydroxyethyl methacrylate) (HEMA)、包括 PEGDM 和 HEMA 的共聚物、水凝胶(hydrogel)、硅酮、硅酮、聚硅氧烷(polysiloxane)、聚乙烯(polyethylene)、聚丙烯(polypropylene)、改性聚苯乙烯(modified polystyrene) 或聚氨酯(polyurethane)。

[0015] 橡胶弹性材料透镜的一种特别合适的形式例如是弯月透镜。具体来说,在弯月透镜中,径向力导致沿两个透镜半径的良好可控变化。因为透镜在所有区域的材料厚度或入射高度针对第一近似值保持无变化,所以指配给两个表面的曲率半径不同地改变。结果,根据透镜制造者公式显见,这种弹性部件的屈光力也改变。弯月透镜另外具有小的孔径误差的优点,而且即使在不同形变的情况下,也是这样,因为可以在整个设置范围下保持弯月形状。选择并且具体说来透镜材料的肖氏硬度的定义很大程度上是根据透镜尺寸和量度来限定的。具有地,具有低的肖氏 A 硬度(DIN53505)的一种可能材料是诸如 Wepesil VT3601E (肖氏 A 硬度:45)这样的硅类注模化合物,而采用注模树脂形式的具有中等肖氏 A 硬度的材料例如是聚氨酯 Wepuran VT3404 (肖氏 A 硬度:50)。

[0016] 对于可利用致动器有针对性地形变的透镜的情况来说,存在宽泛种类的驱动和功能原理,例如,电润湿、压电致动器、磁致动器、电容式致动器、热致动器等。在这种情况下,直接地或者间接地因致动器所生成的电驱动信号造成可利用致动器有针对性地形变的透镜的光学特性的变化。

[0017] 在本发明一个优选实施方式中,将所述光学系统的一个或者更多个透镜设置在所述发送单元中在所述激光光源与所述偏折装置之间。

[0018] 在本发明另一优选实施方式中,将所述光学系统的一个或者更多个透镜构造成,使得它们在所述偏折装置旋转时与所述偏折装置一起绕所述旋转轴相伴旋转。可以按这种方式将可利用致动器有针对性地形变的所述透镜的孔径保持较小。可以通过驱动可利用致动器有针对性地形变的一个或者更多个透镜来实现所述激光光束的取向。在这种情况下,可以通过集电环(slipring)、感应传输或光学地来发送所需能量和必需控制信号。

[0019] 在本发明另一优选实施方式中,所述光学系统的一个或者更多个透镜设置在所述偏折装置的下游。这种排布结构具有的优点在于,其可以使用贯穿所述偏折装置的光学路径,以生成希望出射光瞳,其中,激光光源与偏折装置之间的路径可以保持较小。另外,所述偏折装置的所需尺寸和可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜的、在所述激光光源与所述偏折装置之间的通道开口可以保持较小,从而通过可利用致动器有针对性地形变并且设置在所述偏折装置下游的所述至少一个透镜来改变并且按希望形状设置输出光束的发散性。

[0020] 如常规一样,设置了链接至所述控制单元的输入单元,通过该输入单元,用户可以输入或选择参数或使用模式。该输入单元可以包括键或触摸屏,并且还可以通过远程控制部或者按语音控制方式来操作。而且,可以设置输出单元(显示器和/或扬声器)以向用户

提供响应消息。

[0021] 在本发明另一优选实施方式中,所述控制单元被构造成通过驱动所述致动器,可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜的光学折射特性在至少两个非重合方向不同地变化。具体来说,所述方向至少近似地相对于可利用致动器有针对性地形变的所述透镜的所述光轴正交。可利用致动器有针对性地形变的这种透镜特别适于影响所述激光光束的取向,并且向所述激光光束赋予空间中方向。

[0022] 可利用致动器有针对性地形变的无重力透镜(例如,采用聚合物隔膜的聚合物透镜,或液体透镜,如在 WO 2008/095923 中使用的)有利地用于根据本发明的旋转激光器中。这使得可以将所述旋转激光器用于宽泛种类的部署和装置位置。

[0023] 在本发明另一优选实施方式中,所述控制单元被构造成通过驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜的所述致动器,所述激光光束可沿 X 方向和 / 或 Y 方向取向,其中,彼此垂直的所述 X 方向和 Y 方向与所述透镜有关地限定(例如,还参照图 7)。

[0024] 在本发明另一优选实施方式中,所述控制单元被构造成通过驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜的所述致动器,可沿所述 X 方向和 / 或 Y 方向以偏移量发射所述激光光束。通过示例的方式,通过组合可利用致动器有针对性地形变的两个透镜,可以有针对性地影响所述激光光束的平移。

[0025] 在本发明另一优选实施方式中,所述控制单元被构造成通过驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜的所述致动器,可静态地和 / 或动态地操纵所述激光光束。静态激光光束操纵表示所述激光光束在第一设置之后的相对较长时段期间保持无变化。动态激光光束操作应被理解成表示所述激光光束的取向和 / 或焦点被不断地持续或不断地逐步调节或重调节成预定希望值。

[0026] 在本发明另一优选实施方式中,所述旋转激光器包括第一传感器,该第一传感器用于检测所述发送单元的光轴相对于水平面和 / 或竖直面的角偏差(倾斜误差 / 调平误差)。所述第一传感器可以采用倾斜度传感器的形式来实现,该倾斜度传感器检测所述装置相对于水平面或竖直面的位置偏差。合适的倾斜度传感器是本领域已知的,举例来说,如水平仪或倾斜 MEMS。所述第一传感器耦接至所述控制单元,并且可基于通过所述第一传感器检测并传递至所述控制单元的所述角偏差来设置所述控制单元,使得通过驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜的所述致动器,可以补偿因所述发送单元的所述光轴的所述角偏差造成的所述激光光束相对于所述水平面或竖直面的取向偏差。结果,根据针对旋转激光器的目的或旋转激光器的装置位置,所述激光光束可以水平地和 / 或竖直地取向。有关相对于水平面或竖直面的偏差的补偿可以通过使用根据本发明的可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜来实现,针对该目的,不需要通过马达或以液压方式按照其位置改变该装置(例如倾斜)或者以机械方式调节(例如,平移)光学组件。

[0027] 利用可利用致动器有针对性地形变的至少一个透镜(诸如根据本发明存在于所述旋转激光器中),由此可以简化自取向旋转激光器的自动调平装配件。可以在不需要在这种情况下使用复杂机构和运动部件的情况下实现激光光束的取向,而且。相反地,所述装置的构造简化,并且所述旋转激光器中所需组件的数量缩减,作为其结果,获取了在装配件方面较轻、较鲁棒且更简单以及成本较经济的旋转激光器。

[0028] 在本发明另一优选实施方式中,所述旋转激光器包括第二传感器,该第二传感器

用于检测所述激光光束的轴相对于所述发送单元的所述光轴的角偏差和 / 或平移偏差。所述第二传感器耦接至所述控制单元, 并且可基于通过所述第二传感器检测的所述角偏差和 / 或平移偏差来构造所述控制单元, 使得通过驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜的所述致动器, 可以补偿所述激光光束的轴相对于所述发送单元的所述光轴的所述角偏差和 / 或平移偏差。

[0029] 通过示例, 如果所述激光光束的所述轴与所述发送单元的所述光轴平行地位移, 则如果所述偏折装置旋转 180° , 则出射激光辐射的高度偏移量提高。通过组合可利用致动器有针对性地形变的两个隔开的透镜, 可以由可利用致动器有针对性地形变的所述第一透镜将所述激光光束偏折至希望位置, 并且可以由可利用致动器有针对性地形变的所述第二透镜重新建立轴平行取向。结果, 可以获取所述激光光束的所述轴和所述偏折装置的所述旋转轴的同轴取向。另选的是, 依赖于通过可利用致动器有针对性地形变的相应透镜展示的光学可能性, 还可以仅通过一个或者通过超过两个的可利用致动器有针对性地形变的透镜来补偿激光光束的轴相对于发送单元的光轴的这种平移偏差。

[0030] 出于检测角偏差和 / 或平移偏差的目的, 所述第二传感器例如可以包括第一偏折镜和激光检测器。第一偏折镜可以被枢转到所述发送单元中的激光光束的光学光束路径中以进行基准测量, 或者被固定安装在所述光束路径中, 作为具有大约 80% 至 95% 的透射比的半透明镜。通过所述第一偏折镜, 由激光光源生成的激光光束可以被偏折到激光检测器上, 激光检测器接着可以确定激光光束相对于零位的偏差 (在该零位, 发送单元的光轴和激光光束的轴叠合)。可以按这种方式确定激光光束的轴相对于发送单元的光轴的角偏差。除了角偏差以外, 还为了能够检测激光光束的轴相对于发送单元的光轴的平移偏差, 并且使能在角偏差与平移偏差之间区别, 第二传感器例如可以另外包括处于第一偏折镜与激光检测器之间的会聚透镜。在这种情况下, 该会聚透镜还可以被实现成可利用致动器有针对性地形变的透镜。

[0031] 例如作为所述光学系统的组件或所述激光光源未对准的结果, 出现所述角偏差和 / 或平移偏差, 作为环境影响 (如温度或空气湿度、撞击或振动) 的结果, 未对准可以例如在操作过程期间出现。根据本发明, 通过根据可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜的对应电气驱动直接调整光学装配件来实现对准, 并且可按多个方向不同地调节, 就是说, 不需要诸如透镜位移的这种被迫机械干预。然而, 可选的是, 还可以通过机械装置补偿激光光束的轴相对于发送单元的光轴的平移偏差。

[0032] 在另一实施方式中, 还可结合对机械轴的倾斜度误差的补偿来实现补偿激光光束的轴相对于发送单元的光轴的平移偏差。这迫使可利用致动器有针对性地形变的透镜按与所述偏折装置的当前位置和取向同步的方式来动态地偏折。

[0033] 在本发明另一优选实施方式中, 所述旋转激光器的所述控制单元被构造成通过驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜的所述致动器, 所述激光光束可按这样的方式来取向, 即, 可生成可按相对于所述旋转激光器的 X 轴的限定角 α 倾斜和 / 或可按相对于所述旋转激光器的 Y 轴的限定角 β 倾斜的倾斜激光平面。在这种情况下, 所述旋转激光器的 X 轴和 Y 轴被固定地指配给所述旋转激光器, 通常彼此正交, 并且通常位于水平面中。根据下面的算式指定由此扩展平面:

[0034] $a \cdot x + b \cdot y + z = 0$

[0035] 通过使用根据本发明的可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜,因此可获取沿一个方向或者沿两个方向倾斜的激光平面,而不需要被迫调节装置主体或一起调节所述发送单元与所述偏折装置。

[0036] 为了执行根据本发明的用于激光平面的倾斜取向的这种功能,具体来说,所述旋转激光器可以被构造成,使得所述激光平面在执行所述功能之前水平地或者竖直地取向。具体来说,可以如上所述通过可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜来实现这种取向。另选的是,该倾斜功能还可以立即开始,就是说,不需要先于所述激光光束的初始水平或竖直取向。所述角 α 和角 β 例如可以经由输入单元输入,该输入单元耦接至可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜的所述控制单元。如果所述偏折装置是五棱镜(如旋转激光器中常规的),则为了能够通过所述旋转激光器将静态倾斜平面投射到空间中,驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜的所述致动器,使得所述激光光束采取相对于所述发送单元的所述光轴的限定角。这样,可以出射具有与输入的希望倾斜度值相对应的倾斜度的激光平面。

[0037] 上述动态地驱动致动器还可以用于通过所述激光光束将图案投射到物体表面上,其中,在某些情况下,驱动致动器是足够的并且偏折装置采取固定位置。作为通过致动器不断重调节激光光束的取向的结果,通过激光光束在物体上生成的基准线最终以图案(例如,圆圈)的形式可见。

[0038] 这种激光光束操纵的一个可能应用例如是在物体上标记基准点,例如,标记钻孔。如果以常规方式(即,通过激光光束点)标记钻孔,则该激光光束点随着钻孔机到达墙壁而被钻孔机遮住,不再可能准确地确定要实现钻孔的位置。通过上述动态激光光束操纵,对于钻孔来说,不同于采用点形式表示,其可以被表示为具有可设置的直径的圆圈剪下图形。

[0039] 然而,具体来说,所述基准线的图案还可以具有任何其它希望几何形状,例如,椭圆形或多边形,举例来说,如三角形、矩形或方形。所述投射的尺寸是距离相关的。由此,可以通过自动距离测量或者通过在所述装置上输入或者通过远程控制来改变希望尺寸。

[0040] 在本发明另一优选实施方式中,所述控制单元被构造成,通过驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜的所述致动器,所述激光光束的截面在几何形状上改变。圆零阶高斯激光光束被优选为旋转激光器中的激光光束,其用于对物体的取向或定位。一般来说,通过商业可获的激光二极管生成的激光光束具有椭圆截面。通过可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜,所述激光光束的截面的几何形状可以通过以下方式改变:通过非对称驱动可利用致动器有针对性地形变的单独透镜,或者通过组合可利用致动器有针对性地形变的两个透镜,(类似于如 US 5239414 中公开的变形棱镜对)。

[0041] 这种激光光束操纵的另一可能应用,就是说,所述激光光束的截面的几何形状的变型例如是生成扇形激光光束,作为其结果,可将限定长度的直线投射在物体上。这可以非常简单地通过可利用致动器有针对性地形变至少一个透镜来实现,并且所述至少一个透镜设置在所述偏折装置下游并将来自所述偏折装置的所述激光光束(所述激光光束在截面上为点状)扩展成扇形光束。在这种情况下,所述扇形光束可以水平地、竖直地倾斜并且还按相对于水平或竖直方向偏离的方式倾斜限定角。

[0042] 而且,对于扇形激光光束来说,在所述装置上,例如,在耦接至所述控制单元的程序存储器单元中,可以存储编程取向和/或倾斜度的集合,举例来说,如相对于水平面的

0°、30°、45°、60°、90° 的倾斜度和 / 或所述激光光束旨在按扇形展开形式呈现的空间中位置。接着,将该扇形激光光束以预定倾斜度,以预定位置投射到物体上。取向在此应被理解成表示空间中取向,即,旋转激光器的 X-Y 坐标系的角或角范围,在该角或角范围下,将扇形例如投射到物体的表面上。例如可通过角编码器(如旋转激光器中常见的)结合所述旋转激光器的扩展平面的 X-Y 坐标获取必需信息,通过该扩展平面的表面法线,可以导出所述激光光束的瞬时方位角和倾斜度角,其生成所述激光光束的瞬时空间方向。

[0043] 而且,所述控制单元可以被构造成,通过驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜的所述致动器,所述激光光束可以转换成具有可变取向和 / 或倾斜度的扇形激光光束,并且这种转换可按循环旋转激光光束的一个或者更多个固定位置实现。这表示即使在旋转操作期间,也可在用户希望并输入的取向和 / 或倾斜度下投射该扇形激光光束。通过示例,在循环操作中,通过空间中快速循环点状激光光束,所述旋转激光器将水平线投射到周围墙壁上。在该空间中的由用户预定的两个位置处,例如,要加入门的地方,通过可形变透镜将该光束扩展成具有相对于水平的 90° 倾斜度的扇形光束,以使两条垂直激光光线指示剪切出门的位置。在这种情况下,而且,通过所述旋转激光器的角编码器可获必需位置信息。除了循环操作以外,还可设想间歇操作。按这种模式,所述激光光束旋转直至希望方位角、停止在那里、简单改变其形状以形成扇形,接着再次切换为正常激光光束,并接着再次开始移动。为了增加可见度,在此可设想宽泛种类的移动顺序,例如,扫描(见下文)或旋转。

[0044] 在本发明另一优选实施方式中,所述控制单元被构造成通过驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜的所述致动器,所述激光光束执行扫描移动。扫描移动在此被理解成表示所述激光光束沿旋转方向往复移动。对于在较小的角范围内扫描移动的情况来说,所述旋转激光器可以被用于点操作,因为通过可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜的对应驱动来进行该扫描移动,而不需要旋转所述偏折装置。

[0045] 在本发明另一优选实施方式中,所述旋转激光器包括控制单元,该控制单元被构造成通过驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜的所述致动器,可设置所述激光光束的发散性。用户由此可以通过在所述装置上输入或者通过远程控制来设置所述激光光束的焦点或所需要的希望直径。

[0046] 使用可利用致动器有针对性地形变的一个或者更多个透镜来设置所述激光光束的发散性。具体来说,可以利用可利用致动器有针对性地形变的两个透镜,来设置所述激光光束的发散性,以使所述透镜的所需通道光瞳变得最小。例如,作为平移的结果,利用可利用致动器有针对性地形变的所述第一透镜,相对于所述发送单元的所述光轴偏离的激光光束可以沿所述发送单元的所述光轴的方向偏折。因而,如上所述,利用可利用致动器有针对性地形变的所述第二透镜,可以获取所述激光光束的所述轴与所述发送单元的所述光轴的同轴地取向,而且另外,还可以设置所述旋转激光器的输出光束的所需发散性或所需焦点。最一般地讲,所述激光光束的发散性可以在每一种情况下,非常简单地通过可利用致动器有针对性地形变并且设置在所述偏折装置下游的至少一个透镜来设置。然而,优选的是,所述发散性通过可利用致动器有针对性地形变并且直接设置在所述激光二极管下游的透镜来设置。这再次提供了缩小所需光瞳的优点。

[0047] 在本发明另一优选实施方式中,所述旋转激光器包括距离测量单元,该距离测量

单元用于测量距物体上的所述激光光束反射的点的距离。距离测量单元耦接至所述控制单元并将其测量数据转发至控制单元。可基于通过距离测量单元测量的所述距离来构造控制单元,使得通过驱动可利用致动器有针对性地形变的至少一个透镜的致动器,可设置所述激光光束的距离相关发散性或焦点,使得可获取通过所述激光光束在所述物体上生成的激光光束点的恒定希望直径。可利用致动器有针对性地形变的至少一个透镜(如根据本发明在所述旋转激光器中使用的),由此使得能够实现所述激光光束的距离调整聚焦。为了执行根据本发明的这种功能,对于激光光束在空间中移动的情况来说,不断测量所述距离,并且不断调整该距离相关发散性。

[0048] 所述距离测量单元可以包括例如第二偏折镜和接收器。通过所述第二偏折镜,其可以与上述第一偏折镜类似地具体实施,可以将从物体反射的激光光束偏折到所述接收器上,其接着可以根据相位测量原理或者根据渡越时间测量原理来确定所述旋转激光器与该物体之间的距离。

[0049] 在一个特别有利的实施方式中,所述距离测量单元包括相对于所述偏折装置同心设置的抛物面镜。

[0050] 根据本发明的旋转激光器中的激光光束的距离相关发散性调整的功能不仅可以用于旋转操作,而且可以用于点操作,就是说,在所述激光光束不旋转地发射时,或者在直线操作中采用扫描方式时,就是说,在激光光束按特定孔径角往复枢转时。

[0051] 在本发明另一优选实施方式中,可通过位于所述旋转激光器上的输入单元和/或通过外部操作单元和/或语音输入来构造控制单元,具体来说,通过输入针对所述激光光束的取向的希望值和/或平移偏移量和/或所激光光束的截面的几何形状和/或通过激光光束生成的激光平面的倾斜度和/或物体上的由激光光束冲击的激光光束点的直径,或者用于限定要投射在物体上的图案。输入单元和/或外部操作单元和/或语音输入部耦接至可利用致动器有针对性地形变的至少一个透镜的控制单元,作为其结果,基于所输入的希望值来构造控制单元,并且对应地驱动可利用致动器有针对性地形变的所述至少一个透镜。

[0052] 利用根据本发明的旋转激光器,上述功能,即,

[0053] • 补偿发送单元的光轴相对于水平面和/或竖直面的角偏差;

[0054] • 补偿激光光束的轴相对于发送单元的光轴的角偏差和/或平移偏差;

[0055] • 生成按相对于旋转激光器的 X 轴的倾斜度倾斜达限定角 α 和/或按相对于旋转激光器的 Y 轴的倾斜度倾斜达限定角 β 的激光平面;

[0056] • 设置激光光束的发散性;

[0057] • 设置激光光束的距离相关发散性;

[0058] • 将在物体表面上投射图案;以及

[0059] • 改变所述激光光束的截面的几何形状,

[0060] 可以单独地或者彼此组合地执行。

[0061] 而且,本发明还包括具有旋转激光器和激光接收器的激光系统,其中,旋转激光器具有数据通信接收器,并且激光接收器具有数据通信发送器,而旋转激光器和激光接收器经由数据通信彼此连接。激光接收器另外具有激光光束检测器和连接至该检测器的估计单元,估计单元连接至数据通信发送器。根据本发明,旋转激光器是如上所述的旋转激光器。

激光接收器的估计单元被构造成其基于通过旋转激光器的激光光束在激光光束检测器上生成的接收信号,确定激光光束的发散状态,并且通过数据通信发送器将发散状态传送到旋转激光器的数据通信接收器。旋转激光器的数据通信接收器耦接至可利用致动器有针对性地形变的透镜的控制单元。按将希望发散值/希望直径与所传送的发散状态(例如,实际直径)进行比较的方式来构造控制单元,并且通过驱动可利用致动器有针对性地形变的至少一个透镜的致动器,将激光光束的发散性或焦点调整为希望发散性/希望直径。

附图说明

[0062] 下面,基于附图中示意性地例示的具体示例性实施方式,完全通过示例的方式,对本发明的方法和根据本发明的旋转激光器进行更详细描述。在这种情况下,还讨论了本发明的进一步优点。附图中的相同部件用相同标号标识。在具体细节上:

[0063] 图 1 示出了根据本发明的旋转激光器的第一实施方式;

[0064] 图 2 示出了根据本发明的旋转激光器的另一实施方式;

[0065] 图 3a 和图 3b 以平面图(图 3a)和侧视图(图 3b)示出了随着激光光束的操纵根据本发明的旋转激光器中的可利用致动器有针对性地形变的透镜的实施方式;

[0066] 图 4 以平面图示出了根据本发明的旋转激光器中的可利用致动器有针对性地形变的透镜的另一实施方式;

[0067] 图 5 从侧面示出了随着操纵激光光束的不同实施方式的根据本发明的旋转激光器的可利用致动器有针对性地形变的透镜的截面图;

[0068] 图 6a 和图 6b 示出了根据本发明的旋转激光器中的激光光束的静态操纵的示意性例示图;

[0069] 图 7 示出了根据本发明的旋转激光器中的激光光束的静态操纵的另一示意性例示图;

[0070] 图 8 示出了根据本发明的在投射激光平面的情况下的旋转激光器;

[0071] 图 9 示出了利用根据本发明的旋转激光器进行动态激光光束操纵的一个实施方式;

[0072] 图 10a 和图 10b 以立体图(图 10a)和以平面图(图 10b)示出了根据本发明的旋转激光器将基准线投射到物体上;

[0073] 图 11a 和图 11b 示出了根据本发明的旋转激光器中的激光光束的静态操纵的另一示意性例示图;

[0074] 图 12a 和图 12b 示出了根据本发明的旋转激光器中的激光光束的静态操纵的另一示意性例示图;

[0075] 图 13 示出了包括根据本发明的旋转激光器和激光接收器的根据本发明的激光系统。

具体实施方式

[0076] 图 1 从侧面图示意性地示出了根据本发明旋转激光器 1 的一个实施方式。该旋转激光器 1 包括发送单元 2 和偏折装置 11。发送单元 2 包括用于生成激光光束 7 的激光光源 3,例如,激光二极管。在这个示例中,在发送单元 2 中还设置有包括一个或者更多个透镜

的光学系统 15, 透镜沿发送单元的光轴 14 设置, 以使在理想情况下, 由激光光源 3 发射的激光光束 7 的轴与发送单元 4 的光轴叠合。光学系统 15 设置在激光光源 3 与偏折装置 11 之间。偏折装置 11 用于激光光束 7 的定向发射, 并且按可绕着旋转轴 9 旋转的方式安装, 该旋转轴理想地与发送单元的光轴和激光光束 7 的轴叠合。偏折装置 11 典型地包括五棱镜, 其设置在发送单元 2 的、与激光光源 3 相对的自由端, 并且其按 90° 角偏折所发射的激光光束。光学系统 15 的透镜中的至少一个透镜是可利用致动器有针对性地地形变的透镜 5。在这种情况下, 可利用致动器有针对性地地形变的透镜 5 可以是光学系统中的独有透镜或者与一个或者更多个刚性透镜组合。另选的是或者另外, 光学系统 15 中也可以使用可利用致动器有针对性地地形变的另一些透镜。在这种情况下, 这些透镜可以在光学系统 15 中按任何任意次序设置。而且, 这些透镜可以设置在发送单元 2 中在激光光源 3 与偏置单元 11 之间(如图 1 所例示)和 / 或设置在偏折装置 11 的下游侧(图 1 中未例示)。光学系统的透镜还可以按在旋转轴 9 下相伴旋转的方式设置(这里同样未例示)。旋转激光器还具有控制单元 17, 其用于对偏折装置 11 的调节控制和对可利用致动器 5 有针对性地地形变的至少一个透镜的调节操纵。

[0077] 图 2 示出了根据本发明的旋转激光器 1 的另一实施方式。除图 1 所示的组件以外, 旋转激光器 1 另外还包括可利用致动器有针对性地地形变并且设置在偏折装置下游的透镜 5。旋转激光器 1 另外包括用于检测发送单元的光轴相对于水平面和 / 或竖直面的角偏差的第一传感器 19(倾斜度传感器、倾斜 MEMS), 其中, 第一传感器 19 耦接至控制单元 17 以进行数据传递(用虚线指示)。

[0078] 旋转激光器 1 还包括用于检测激光光束的轴相对于发送单元的光轴 14 的角偏差的第二传感器 23, 其中, 该第二传感器 23 包括第一偏折镜 21 和激光检测器 24。在这里所示的示例中, 第一偏折镜 21 可枢转地安装在发送单元 2 中, 并且可以在需要时枢转到激光光束的光束路径中, 以将激光光束 7 偏折到激光检测器 24 上。第二传感器 23, 具体来说, 第二传感器 23 的激光检测器 24, 耦接至控制单元 17 以进行数据传递(用虚线指示)。

[0079] 旋转激光器 1 另外包括距离测量单元 25, 该距离测量单元 25 包括同样可枢转的第二偏折镜 27 和接收器 28。该第二偏折镜 27 可以在需要时枢转到发送单元 2 的光束路径中, 使得将从物体反射的激光光束转移到接收器 28 上。距离测量单元 25, 具体来说, 接收器 28, 耦接至控制单元 17 (虚线), 使得相应测量的距离数据可以传送至控制单元。

[0080] 该旋转激光器 1 另外包括用于输入希望值的输入单元 29, 其中, 输入单元 29 同样耦接至控制单元 17 以进行数据传递。关于将控制单元 17 耦接至传感器, 因而, 还可以将这些传感器切换成“主动”和“被动”。这表示, 第二传感器 23 可以被切换成“主动”以进行基准测量, 其中, 可枢转的第一偏折镜 21 接着枢转到光束路径中以进行基准测量。在执行了基准测量之后, 第二传感器 23 被再次构造造成“被动”, 并且第一偏折镜 21 枢转回到其在光束路径外侧的被动位置中。同样类似地可以用于距离测量单元 25。“主动”和“被动”切换也可想到用于倾斜度传感器。

[0081] 另选的是, 偏折镜可以固定地定位在光束路径中, 并且可以被实施为具有大约 80% 至 95% 的高透射比例的半透明镜, 作为其结果, 在操作期间可以进行“连续”基准测量或距离测量。针对旋转激光器的这种构造的情况, 通过示例的方式可以直接在操作期间的未对准出现时检测并补偿。无论哪里需要高精度和 / 或环境影响使操作期间光学系统的未对准

的概率呈现为有可能的,或者距离是很受关注的,这也是根据本发明的旋转激光器的非常有帮助的变型例。

[0082] 因为除角偏差以外,还可以出现激光光束的轴相对于发送单元的光轴 14 的平移偏差,需要允许检测该类型的偏差的装置,以便由此能够执行合适的补偿。用于检测该偏差的一种可能性是,向在第一偏折镜 21 与激光检测器 24 之间的第二传感器 23 额外配备会聚透镜 80,经由该会聚透镜 80,由激光光源 3 生成并且通过第一偏折镜 21 偏折的激光光束 7 被投射到激光检测器 24 上。通过激光光束在激光检测器 24 上的冲击位置,因而可以确定激光光束相对于零位的角偏差和 / 或平移偏差,并且可以执行对应补偿。在这种情况下,会聚透镜 80 还可以被实施为可利用致动器有针对性地形变的透镜。该透镜接着在需要时由控制单元 17 切换为会聚透镜(主动)或者切换为平面平行板(被动)。

[0083] 图 3a 和图 3b 例示了根据本发明的旋转激光器 1 中的可利用致动器有针对性地形变的透镜 5 以及激光光束 7 的操纵的一个实施方式。图 3a 示出了可利用致动器有针对性地形变的透镜 5 的平面图,而图 3b 示出了侧视图。在图 3a 中,用符号表示了四个致动器 50a、50b、50c、50d,其可由控制单元 17 驱动,并且作为驱动其的结果,可利用致动器有针对性地形变的透镜 5 的折射特性可在 +51a、-51a、+51b,以及 -51b 方向不同地改变。也可以想到可利用三个可驱动致动器有针对性地形变的透镜(未例示)。箭头 F 表示可利用致动器有针对性地形变的透镜上的力动作,由此,导致可利用致动器有针对性地形变的透镜 5 的第一介质与第二介质之间的界面的形变。在所示示例中,作为这种方式驱动的结果,可利用致动器有针对性地形变的透镜 5 的光学折射特性按激光光束 7 穿过可有针对性地形变的透镜的通道方向沿方向 -51a 和 +51b (虚线圆圈)从中心通道(实线圆圈)折射的方式来改变,由此,导致激光光束在空间中沿 -X 方向和 +Y 方向的对应取向(参见图 3b)。

[0084] 图 4 以平面图示出了可利用致动器有针对性地形变的透镜 5 的另一实施方式,如在根据本发明的旋转激光器中使用的,并且其具有沿其外周的八个致动器 50a 至 50h。在此于附图的描述中例示的四个或八个致动器在这种情况下应完全被视为示例。根据有关可利用致动器有针对性地形变的透镜的精细可调节性的需求,该数量还可以为三个或采取显著更高的值。作为致动器 50a 至 50h 的驱动的结果,可利用致动器有针对性地形变的透镜的屈光力可以按瞄准方式沿不同方向 $\pm 51a$ 、 $\pm 51b$ 、 $\pm 51c$ 以及 $\pm 51d$ 不同地改变。所述驱动通过控制单元 17 来实现,其用连接线例示。在这种情况下,该准确度不必如在此以示例所示的在可利用致动器有针对性地形变的透镜 5 的外周均匀分布。然而,该驱动对于不均匀分布的情况来说,稍微较复杂。致动器的这种不均匀分布例如对于可利用致动器有针对性地形变的非无重力透镜的情况来说有利,以便能够更好地补偿不均匀地作用在透镜上的由重力主导的力。该不均匀致动器排布结构的另一应用是通过可利用致动器有针对性地形变的透镜将激光光束的有针对性的平移,以便例如补偿激光光源的光轴与发送单元的轴和 / 或偏折装置 11 的旋转轴之间的平移偏差。进一步的应用例如包括对透镜的有针对性的形变,以生成专用激光扇或者补偿激光扇 7 的椭圆轮廓。

[0085] 图 5 例示了对于操纵激光光束 7 的不同实施方式的、根据本发明的旋转激光器 1 中的可利用致动器有针对性地形变的透镜 5,具体来说,液体透镜。液体透镜 5 按圆对称方式构造,并且在此以侧视图例示了截面。液体透镜 5 被实施为具有透明外壳 58 的腔室,如相关技术惯用的,并且包含第一液体 52 和第二液体 56。这两种液体在光学上透明、不混溶

并且具有不同的光学折射率。在第一液体与第二液体之间存在界面 54, 在该界面处, 可以操纵穿过的激光光束。另选的是, 这两种液体之间还可以存在薄透明隔膜。如果两种液体具有至少大约相同的特定密度, 则可以排除重力对界面 54 的形状的影响的很大部分。出于驱动的目的, 在该示例中, 装配了四个致动器, 通过致动器可以改变界面的几何形状, 图中例示了仅仅两个致动器——50a 和 50c。

[0086] 首先, 随着致动器的对应驱动, 可以按使激光光束 7 沿不同的空间方向(用箭头 x 和 y 指示)偏折(例如, 朝向 7c、7d、7e)的这种方式改变液体透镜 5 的折射特性。然而, 通过对应驱动, 利用根据本发明的旋转激光器 1 中的液体透镜 5, 除激光光束的有针对性的取向以外, 还可以实现焦距改变 / 焦点设置, 例如如虚线 7b 所示。

[0087] 图 6a 和图 6b 示出了根据本发明的旋转激光器 1 中的激光光束 7 的静态操纵的示意性例示图; 该旋转激光器 1 在最简化实施方式中示出。图 6a 例示了根据本发明的旋转激光器 1, 具有在驱动可利用致动器有针对性地地形变的透镜 5 之前的发射激光光束 7。图 6b 例示了根据本发明的旋转激光器 1, 具有在可利用致动器有针对性地地形变的被驱动透镜 5 的发射激光光束 7。当旋转激光器启动时, 激光光源 3 生成经由偏折装置 11 发射的激光光束 7。作为旋转激光器 1 的装置机体的倾斜的结果, 例如, 由于建筑现场的不平坦地基, 发送单元的光轴 14 并且因而发射激光光束 7 的轴 8 不再竖直取向, 而是该激光光束 7 以相对于水平面偏离的方式发射, 作为其结果, 投射了不希望的倾斜激光平面(参照图 6a)。然而, 通过倾斜度传感器 19 (其例如可以采用水准仪或倾斜 MEMS 的形式具体实施), 检测发送单元 14 的光轴相对于水平轴 20 和 / 或竖直轴 22 的角偏差。接着将检测到的角偏差传送至控制单元 17 并且补偿可利用致动器有针对性地地形变的透镜 5 的操纵, 如图 6b 中所示。为此, 激光光束的轴 8 朝着 8' 取向, 而激光光束 7 由此水平发射。因此, 经由可利用致动器有针对性地地形变的透镜 5, 首先确定所需角修正并接着针对旋转激光器 1 的进一步使用中考虑, 为此, 这被称为静态操纵。

[0088] 图 7 示出了根据本发明的旋转激光器 1 中的激光光束 7 的静态操纵的另一示意性例示图。激光光源 3 生成沿着发送单元的光轴发射, 接着通过偏折装置偏折并发射的激光光束 7。作为光学系统 15 不准确的结果, 例如, 作为透镜未对准的结果(该透镜可以是可利用致动器有针对性地地形变的透镜 5 或刚性透镜), 激光光束的轴从理想位置 8 偏离至不希望位置 8', 其将导致所发射的激光光束 7 的错误取向。为了检测并接着补偿光学系统 15 中的这种误差, 激光光束 7 可以在发送单元 2 的光束路径中通过可枢转到光束路径中的第一偏折镜 21 拦截, 并且可以偏折到第二传感器 23 的激光检测器 24 上(参见图 2)。出于基准目的将激光光束 7 内部偏折到激光检测器 24 上可以在将激光光束 7 发射到周围环境之前不然就仅在激光光束 7 已经经由偏折装置 11 发射到周围环境之后在每一种情况下进行。每当基准测量呈现为必需的, 这也在操作期间重复进行。检测作为激光光束 7 偏折到激光检测器 24 上的结果, 激光光束的轴 8' 相对于发送单元 14 的光轴的角偏差。接着将检测到的角偏差传送至可利用致动器有针对性地地形变的透镜 5 的控制单元 17。通过对应构造的控制单元 17, 按使激光光束 7 随着其从不希望位置 8' 至理想位置 8 的轴来取向(相对于发送单元 14 的光轴同轴地)的这种方式, 驱动并操纵可有针对性地地形变的透镜 5 的致动器。现在可以无误差地发射在取向上经修正的激光光束 7。

[0089] 可以按上述方式不仅可以补偿旋转激光器 1 的光学系统 15 中的误差或不准确性。

例如还可以通过可利用致动器有针对性地地形变的透镜 5 的致动器的对应驱动来补偿温度占主导的装置偏差。

[0090] 图 8 示出了根据本发明的旋转激光器 1, 该旋转激光器将可见的水平激光平面 42a 作为水平基准线 40a 投射在所例示的空间的所有侧壁 44a-44d 上。如果控制单元接着经由输入单元被构造旨在生成具有相对于旋转激光器的 X 方向的倾斜角 α 的倾斜激光平面, 则利用倾斜度功能不断地重调节激光光束的取向, 以使得获取倾斜激光平面 42b 而不是水平平面 42a。通过倾斜激光平面 42b, 在墙壁 44a 和 44c 上产生水平基准线 40b, 所述基准线具有相对于水平激光平面 42a 的基准线 40a 的向上或向下的偏移, 并且对应地在横向侧壁 44b 和 44d 上产生相对于水平面 20 沿旋转激光器的 X 方向倾斜达角 α 的基准线 40c。如上提到, 为了实现该功能, 例如, 可以经由输入单元 29 输入针对激光平面的希望倾斜值, 就是说, 相对于旋转激光器的 X 轴的限定倾斜角 α 和 / 或相对于旋转激光器的 Y 轴的限定倾斜角 β , 该输入单元耦接至可利用致动器有针对性地地形变的透镜 5 的控制单元 17。该输入例如可以在旋转激光器 1 的激光功能开始之前进行, 其中, 开始旋转激光器的激光功能不必等同于启动旋转激光器 1, 相反, 还可以仅在此后进行。在已经将希望值输入到单元 29 中之后, 作为操纵可利用致动器有针对性地地形变的透镜 5 的结果, 激光光源 3 生成的激光光束 7 采取相对于发送单元 14 的光轴的限定角, 使得产生具有与所输入的希望倾斜度值相对应的倾斜度的激光平面。

[0091] 不同于直接以产生倾斜平面开始, 该装置还可以首先执行自校准, 其中, 确定激光光束的取向。可以通过上述传感器(例如, 第一传感器 19 (倾斜度传感器) 和 / 或第二传感器 23 (用于检测“装置内部”偏差的传感器)) 来实现该确定。用于静态激光操纵的致动器驱动(如用于补偿该装置的倾斜度误差或因内部偏差而造成的误差而需要的) 最终与用于产生倾斜平面的驱动信号叠加, 作为其结果, 无误差地设置与希望倾斜度值相对应的激光平面的倾斜度。

[0092] 用于激光光束的取向的希望值还可以在操作期间输入, 作为其结果, 可以灵活处理旋转激光器 1。

[0093] 图 9 示出了利用根据本发明的旋转激光器 1 进行动态激光光束操纵的一个实施方式。作为通过控制单元 17 来操纵可利用致动器有针对性地地形变的透镜 5 的结果, 按由此可以在表面上生成图案 7f 的方式对激光光束 7 取向。这可以与偏折装置的旋转运动或者与固定在其位置的偏折装置配合地进行。通过示例, 由此可以环形扫描 32 墙壁 44 上的基准点 30。如上已经说明的, 例如, 可以按这种方式来标记物体上的钻孔。

[0094] 图 10a 和图 10b 以立体图(图 10a)和平面图(图 10b)示出了根据本发明的旋转激光器 1, 其激光光束将基准线 10 投射到物体上, 在这个示例中, 投射到矩形空间的墙壁上。该旋转激光器 1 具有距离测量单元 25, 该距离测量单元 25 包括第二偏折镜 27 和接收器 28 (参见图 2), 并且还可以包括与偏折装置 11 同心设置的抛物面镜。然而, 距离测量单元还可以按相关技术已知的某些其它方式具体实施。在旋转激光器 1 的操作期间, 距离测量单元 25 被用于不断地测量距物体上的激光光束反射的并且例如在图 10a 中用 P_{i-1} 、 P_{i-2} 、 P_{i-3} 以及 P_{i-4} 指示的点的距离。通过利用控制单元 17 来适当地操纵可利用致动器有针对性地地形变的透镜 5 (永久性地根据所获得的距离值重调节该控制单元), 实现激光光束的距离相关的发散性调整或焦点调整, 作为其结果, 获得由激光光束在物体上生成的激光光束点的恒定希

望直径。

[0095] 这样,可以按任何任意方式来设置物体上的基准线 40 的清晰度和可见性。例如可以经由输入单元 29 或者通过远程控制部(未例示)来输入该激光光束点的希望直径,该控制单元或远程控制部在每一种情况下耦接至可利用致动器有针对性地地形变的透镜 5 的控制单元 17。该输入可以在旋转激光器 1 的激光功能开始之前或者在操作期间进行。在输入了希望直径之后,由激光光源 3 生成的激光光束 7 通过可利用致动器有针对性地地形变的透镜 5 在焦点方面对应地操纵,并且经由偏折装置 11 发射。

[0096] 在根据本发明的旋转激光器中,激光光束的距离相关发散性调整或焦点调整不仅可以用于旋转操作中,而且可以用于点操作或线操作中,举例来说,如在管激光器的情况下。在这种情况下,该控制单元还可以被构造成,使得其独立于距离测量来控制可利用致动器有针对性地地形变的所述至少一个透镜 5 的致动器,以使仅仅基于用户的输入,设置特定发散性或者,从当前发散性起,其被增加或减小。

[0097] 图 11a 和图 11b 示出了根据本发明的旋转激光器中的激光光束的静态操纵的另一示意性例示图。图 11a 例示了根据本发明的旋转激光器 1,具有在驱动可利用致动器有针对性地地形变的透镜 5 之前的发射激光光束 7。图 11b 例示了根据本发明的旋转激光器 1,具有在可利用致动器有针对性地地形变的被驱动透镜 5 的情况下的发射激光光束 7。激光光源 3 生成经由偏折装置 11 发射的激光光束 7。作为该装置不准确的结果,例如,由于激光光源 3 未对准,出现激光光束的轴相对于发送单元 14 的光轴的平移偏差,即,所发射激光光束 7 的轴 8 与发送单元 14 的光轴平行地移位,并且激光光束 7 经由偏折装置 11 以不希望的高度偏移来发射(参照图 11a)。为了补偿该装置中的这种误差,首先可以通过第二传感器来检测该平移偏差(参见图 2)。接着,将激光光束的轴相对于发送单元 14 的光轴的检测到的平移偏差传送至控制单元 17。依靠通过对应设置的控制单元 17 操纵可利用致动器有针对性地地形变的第一透镜 5,首先,将激光光束的轴 8 朝着 8' 取向,作为其结果,激光光束 7 沿发送单元 14 的光轴的方向偏折。激光光束 7 冲击可利用致动器有针对性地地形变的另一透镜 5,并且其按通过对应设置的控制单元 17 操作的方式,接着将激光光束的轴 8' 朝着 8'' 取向,作为其结果,激光光束 7 针对发送单元 14 的光轴同轴地取向。如图 11b 所例示,对激光光束的轴相对于发送单元 14 的光轴的平移偏差的所得补偿接着使得激光光束 7 能够被正确地发射,而不存在不希望的高度偏移。

[0098] 如果该偏移是永久性的,并且如果其在该装置交货之前被确定,例如,在最终质量控制期间,则可以确定该偏移的大小并且作为固定校准值存储在该装置中。接着,可以根据可利用致动器有针对性地地形变的至少一个透镜 5 的致动器的对应驱动,在操作期间,通过控制单元始终补偿该偏移,从而可以消除经由传感器 23(而且在需要时,该装置中的传感器 23 的)的测量值反馈。

[0099] 图 12a 和图 12b 示出了根据本发明的旋转激光器中的激光光束的静态操纵的另一示意性例示图。图 12a 例示了根据本发明的旋转激光器 1,具有在驱动可利用致动器有针对性地地形变的透镜 5 之前的发射激光光束 7。图 12b 例示了根据本发明的旋转激光器 1,具有在可利用致动器有针对性地地形变的透镜 5 的驱动致动器的情况下的发射激光光束 7。激光光源 3 生成经由偏折装置 11 (通常为五棱镜)发射的激光光束 7,在此按示意性简化方式例示该偏折装置。因为该偏折装置总是将传入激光光束偏折达 90 度,所以对于该五棱镜或偏

折装置倾斜的情况来说,即使入射光束倾斜地冲击在偏折装置或五棱镜上,该激光光束也以正确的角偏折,但具有高度偏移(图 11b)。如果五棱镜的机械旋转轴和光轴不对应或者如果包括五棱镜的完整发送单元在外壳内倾斜,则高度偏移同样出现。如果倾斜度传感器(传感器水准仪、倾斜 MEMS)和发送单元的机械轴未彼此固定地连接(无论如何,水准仪的轴承和悬架位于其间),则这种倾斜不能通过自动调平装配件来识别和补偿,并且同样导致取向误差。而且,激光准直仪经由机械连接部连接至偏折装置。即使在交货之前在校准处理中测量了水准仪和该装置,如果激光光束位于水平面中,并且所确定校准值被用于不断修正,则尽管如此,该校准值也可以以温度主导方式并且按老化主导方式在操作期间改变。值的这种变化同样导致平面误差(参照图 12a)。

[0100] 迄今已经在维修期间通过昂贵的校准处理/调节处理来修正该平面误差。然而,通过可利用致动器有针对性地地形变的透镜 5 并且通过对应设置的控制单元 17 的对应驱动,可以现场在该装置中直接且迅速修正该误差。

[0101] 为了在装置中补偿这种误差,通过示例的方式,可以通过可利用致动器有针对性地地形变的第一透镜 5 的操纵而使激光光束的轴 8 朝着 8' 取向,而可以通过可利用致动器有针对性地地形变的第二透镜 5 的操纵而使激光光束的轴 8' 朝着 8'' 取向。由于偏折装置 11 的旋转并且可能由于入射激光光束的循环的高度偏移,需要不断重调节激光光束的轴的取向,作为其结果,激光光束按陀螺式运动型发送至偏折装置 11,以使旋转激光光束 7 通过偏折装置水平发射,如图 12b 中所例示。因此,该平面误差/高度偏移被高动态地并且与旋转偏折装置同步地修正。

[0102] 与偏折装置 11 同步的连续修正还可以被用于补偿偏折装置 11 的角误差/锥形误差(锥形误差修正)。

[0103] 图 13 示出了根据本发明的、包括根据本发明的旋转激光器 1 和激光接收器 60 的激光系统 100。通过激光光束 7 的旋转发射,该旋转激光器 1 生成激光平面 42。激光接收器 60 (在此被例示为手持式激光接收器)具有用于检测由旋转激光器 1 发射的激光光束 7 的激光光束检测器 64。旋转激光器 1 具有数据通信接收器 16,并且激光接收器 60 具有数据通信发送器 62,作为其结果,具体来说,可以在旋转激光器 1 与激光接收器 60 之间进行无线数据通信。为了能够根据希望的希望发散值来设置冲击激光光束检测器 64 的激光光束点的发散性,激光接收器 60 具有连接至激光光束检测器 64 的估计单元,该估计单元另外连接至数据通信发送器 62。激光光束检测器 64 的估计单元被构造使其可以基于由激光光束 7 而在激光光束检测器 64 上生成的接收信号来确定激光光束 7 的发散状态,并且可以将所述状态传送至数据通信发送器 62。数据通信发送器 62 接着依次将该发散状态传送至旋转激光器 1 的数据通信接收器 16。旋转激光器 1 的数据通信接收器 16 耦接至可利用致动器有针对性地地形变的透镜 5 的控制单元 17。该控制单元 7 被构造使其将希望的希望发散值与所传送的发散状态进行比较,并且通过驱动可利用致动器有针对性地地形变的至少一个透镜 5 的致动器来将激光光束 7 的发散性调整为希望的希望发散值。该过程可以经常重复直到设置了希望发散值为止。该发散性由此可以保持在稳定的希望值,或者通过自动重调节而在任何时候调节至该希望值或者某一其它希望的希望值。

[0104] 在这种情况下,例如可以经由耦接至控制单元 17 的输入单元 29 或者通过远程控制部(其在这种情况下还可以被集成在激光接收器 60 中)来输入该希望值。来自外部操作

单元 / 远程控制部的数据传递例如可以经由无线电或红外信号传送。该输入可以通过机械键、触摸屏或者通过语音输入来实现。

[0105] 如在附图中描述的、根据本发明实现的激光光束操纵的示例性应用不仅可以单独地而且可以彼此组合地实现。

[0106] 在上面给出的说明中,已经例如单独地或者彼此组合地示出和 / 或描述了不同细节。然而,这不是表示所述细节仅可以按所示和 / 或所述形式彼此组合。本领域技术人员已知的是,上面示出和 / 或描述的本发明的实施方式的细节可以怎样方便地彼此组合,即使所有组合因篇幅缘故而不能呈现于此。

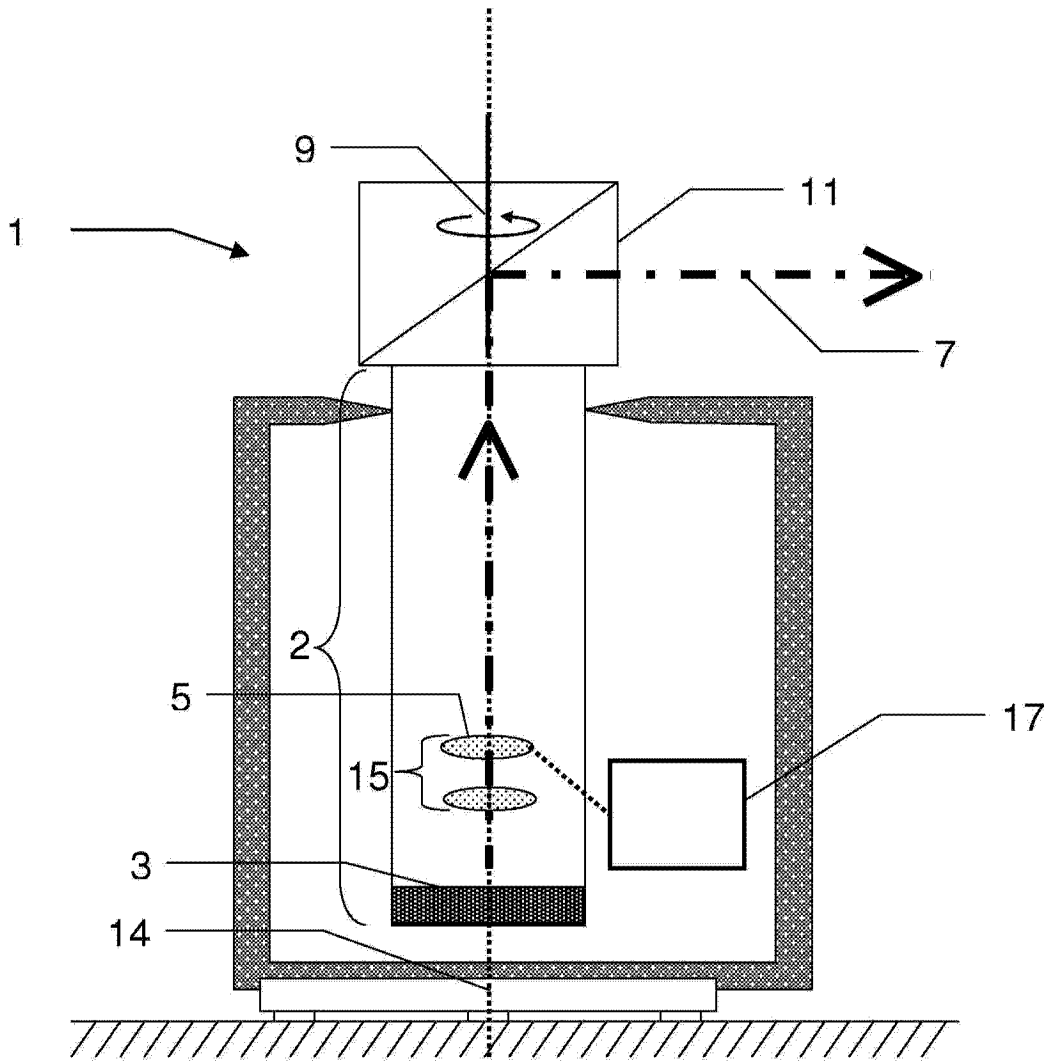


图 1

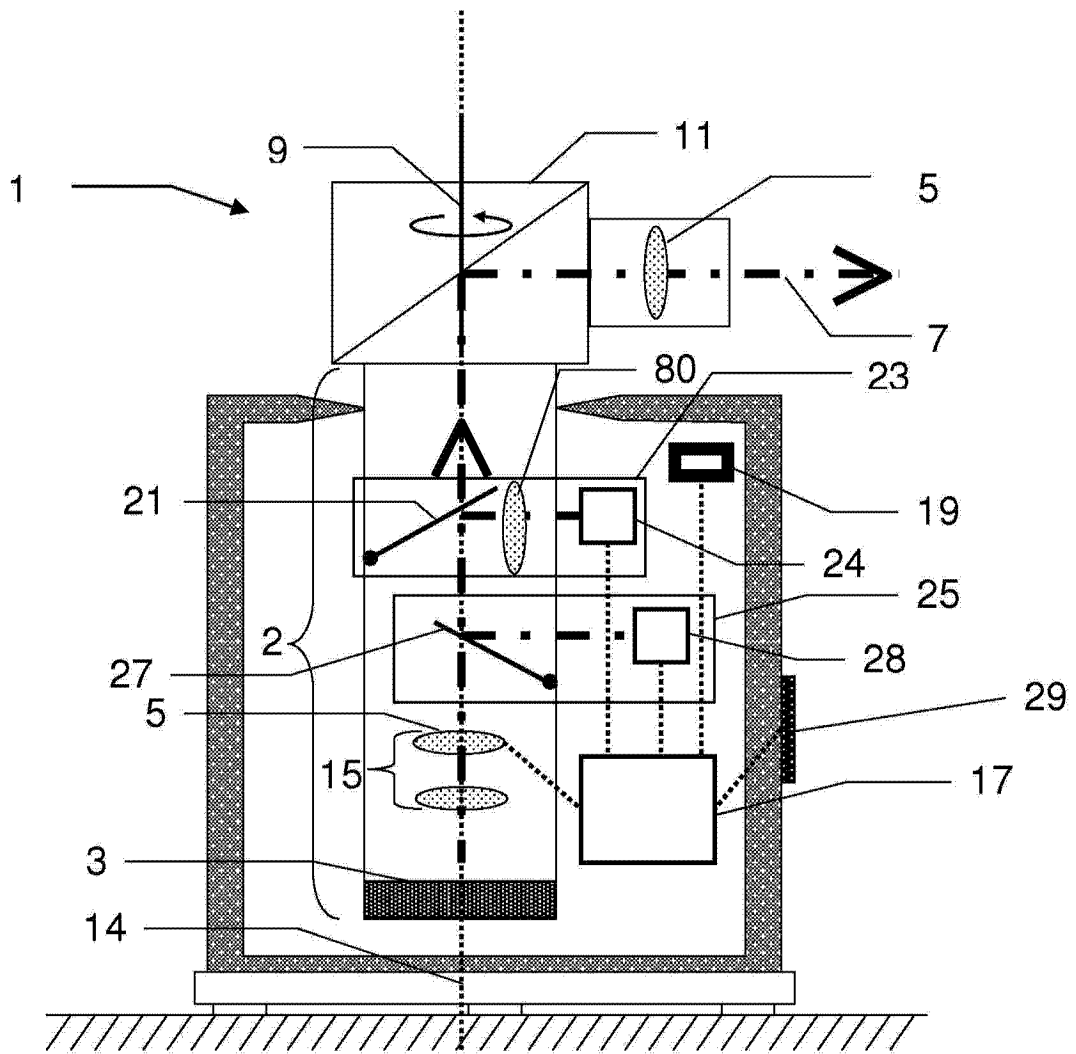


图 2

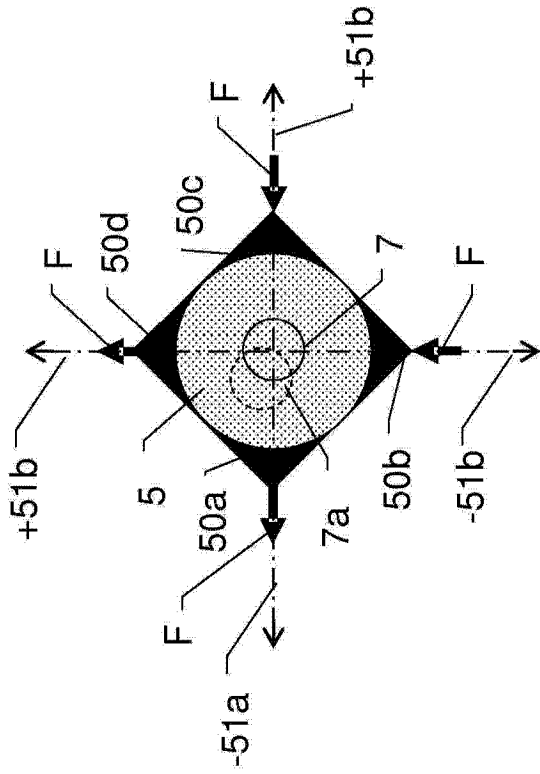


图 3a

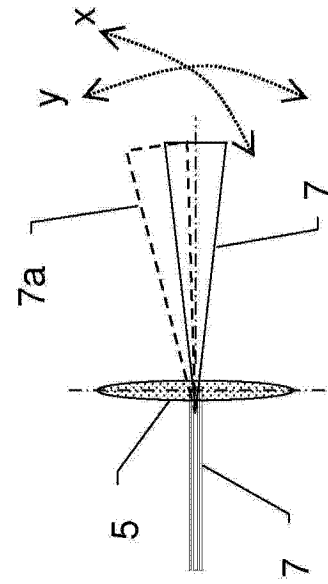


图 3b

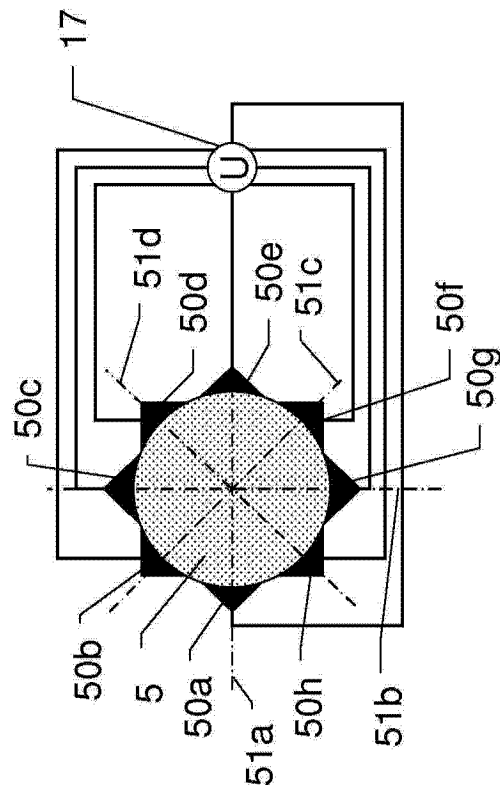


图 4

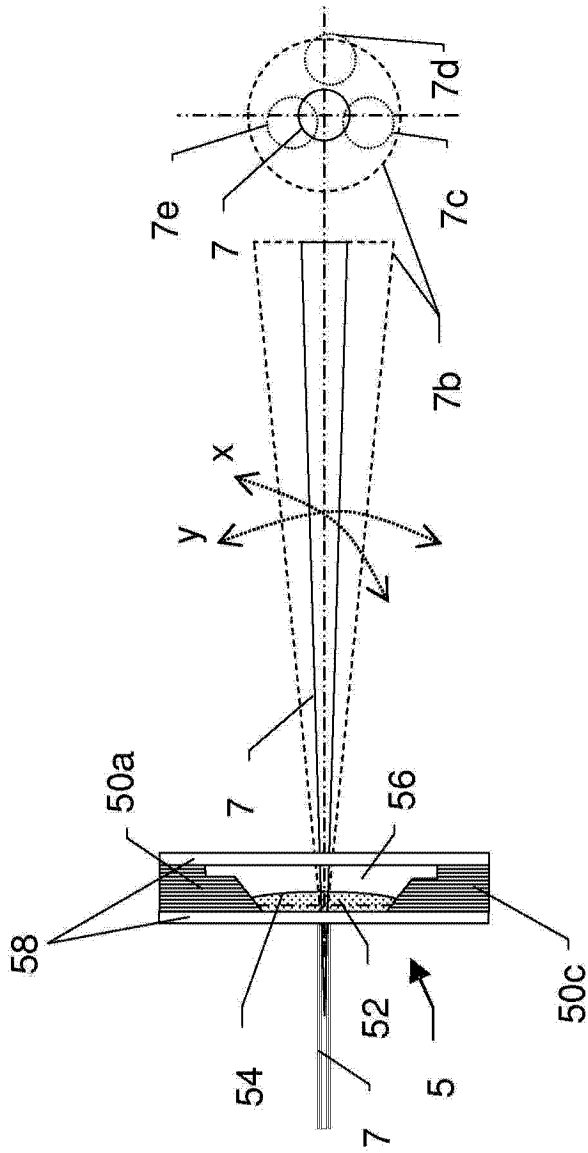


图 5

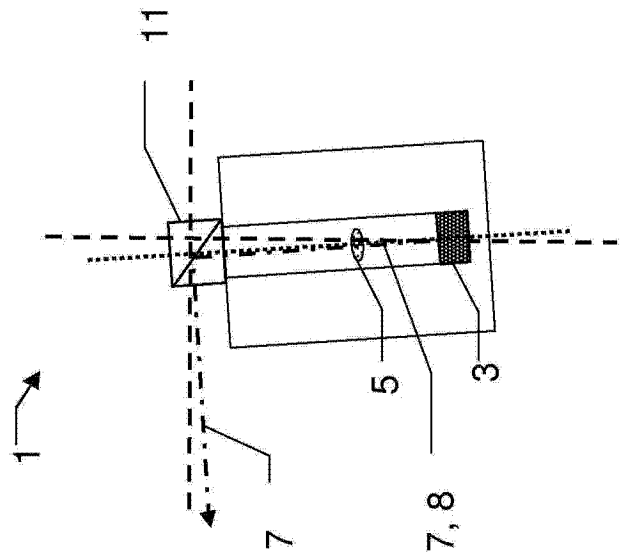


图 6a

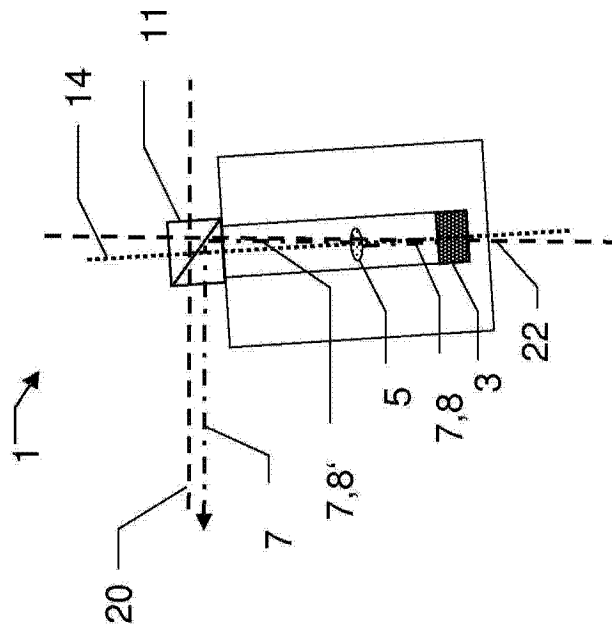


图 6b

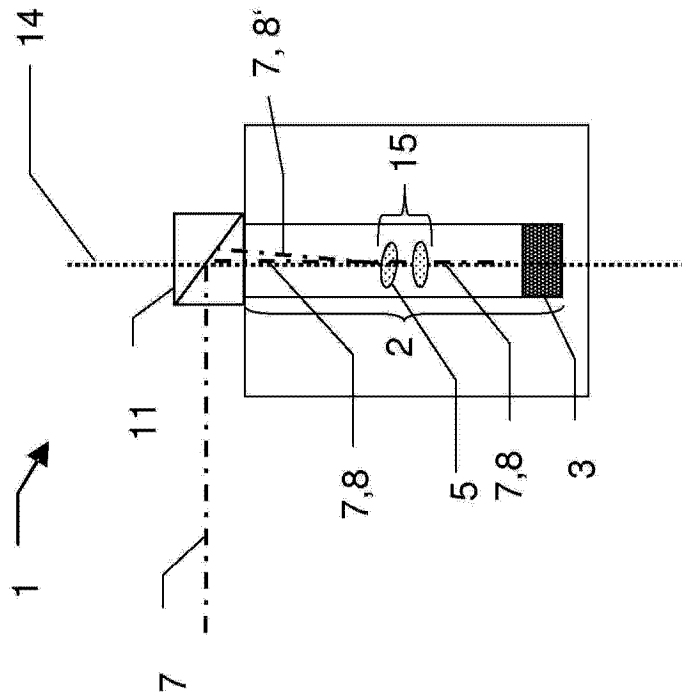


图 7

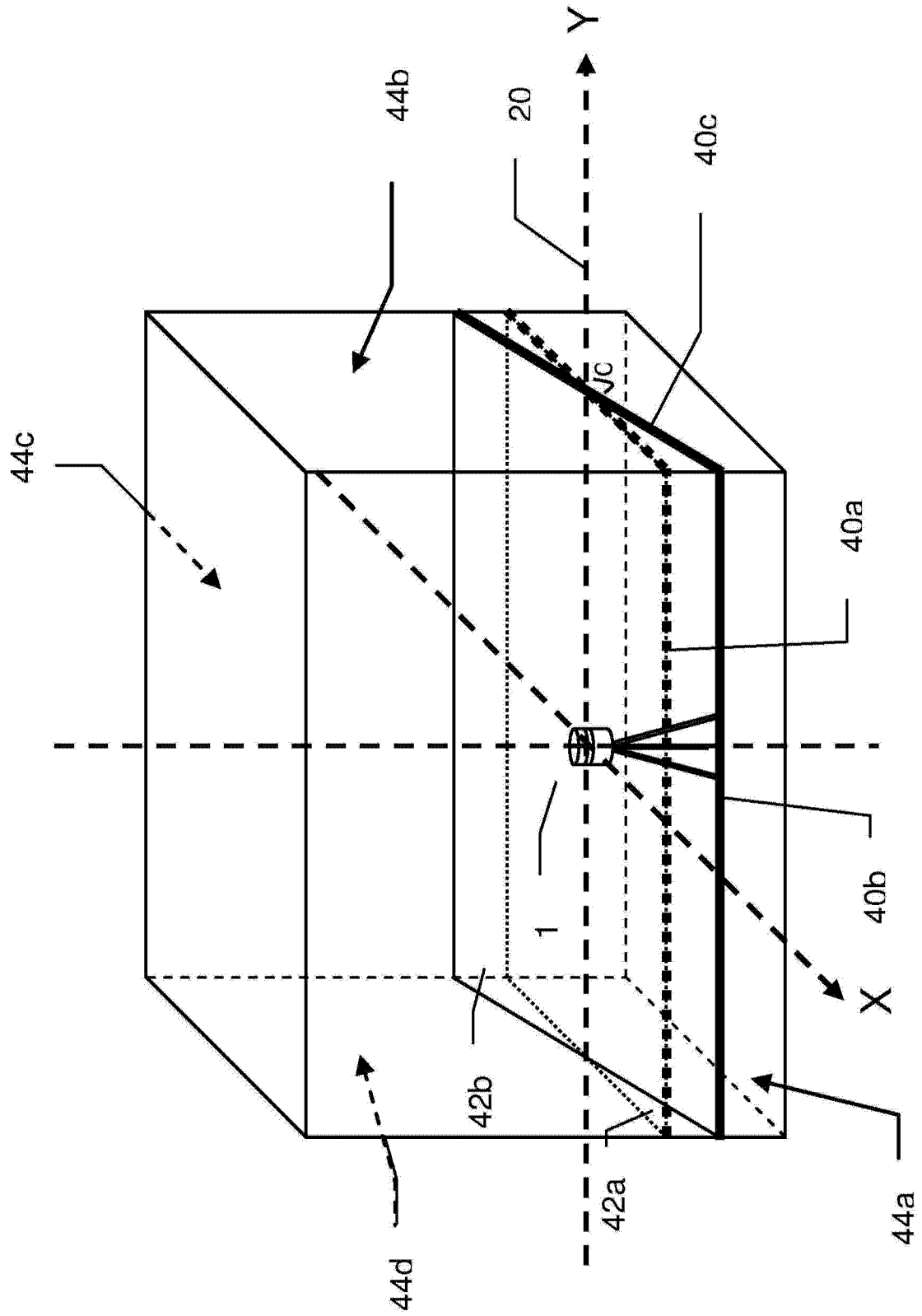


图 8

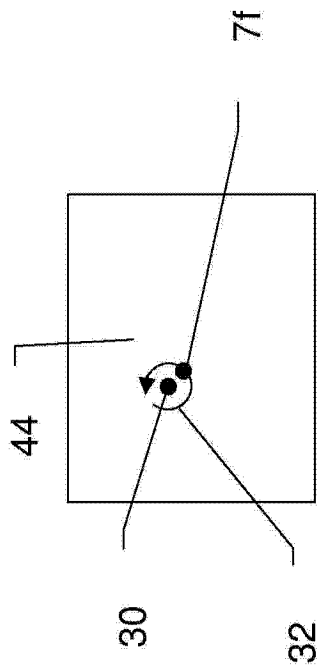


图 9

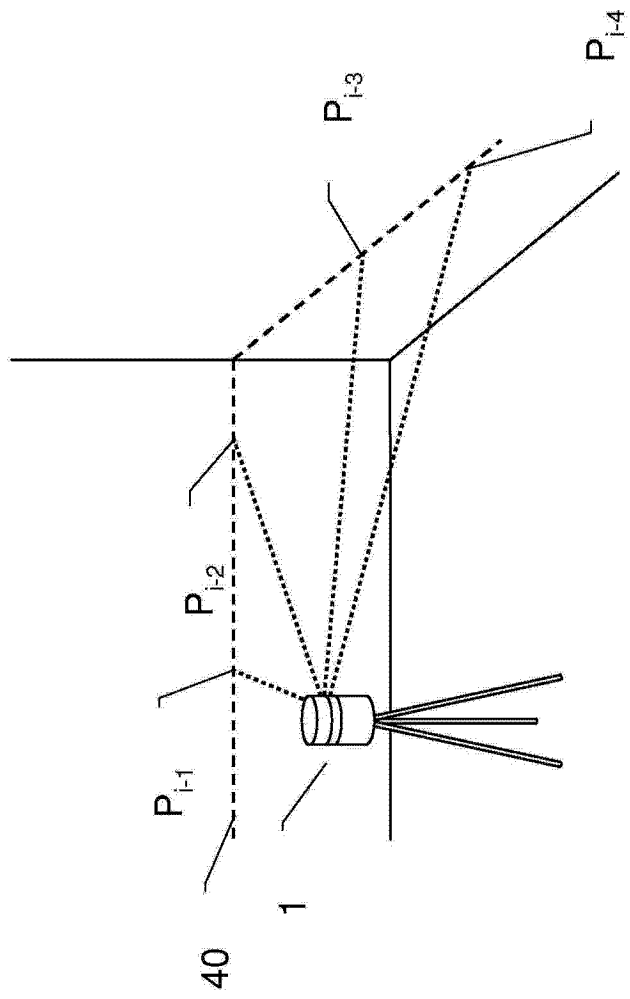


图 10a

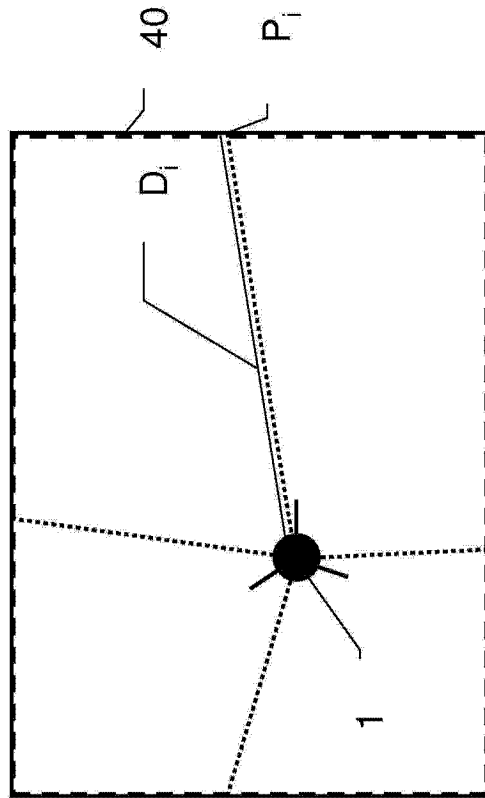


图 10b

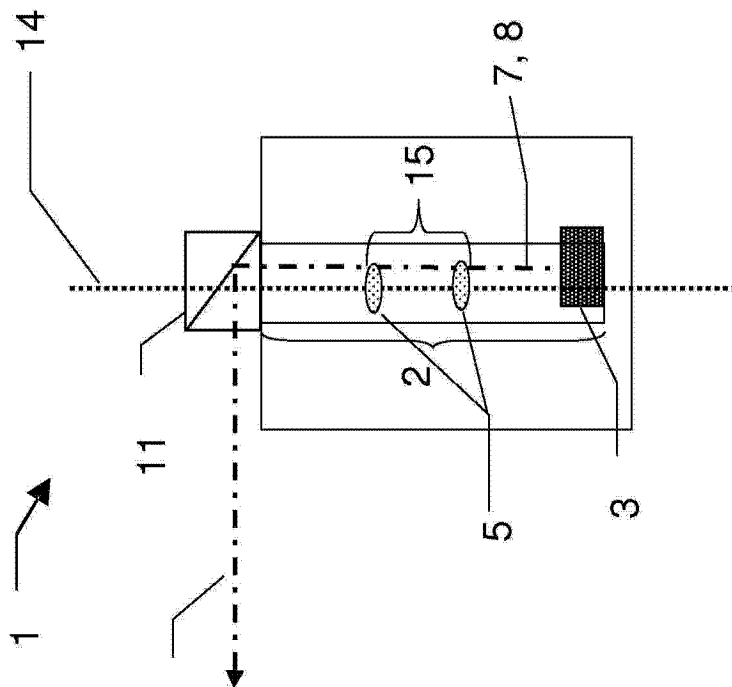


图 11a

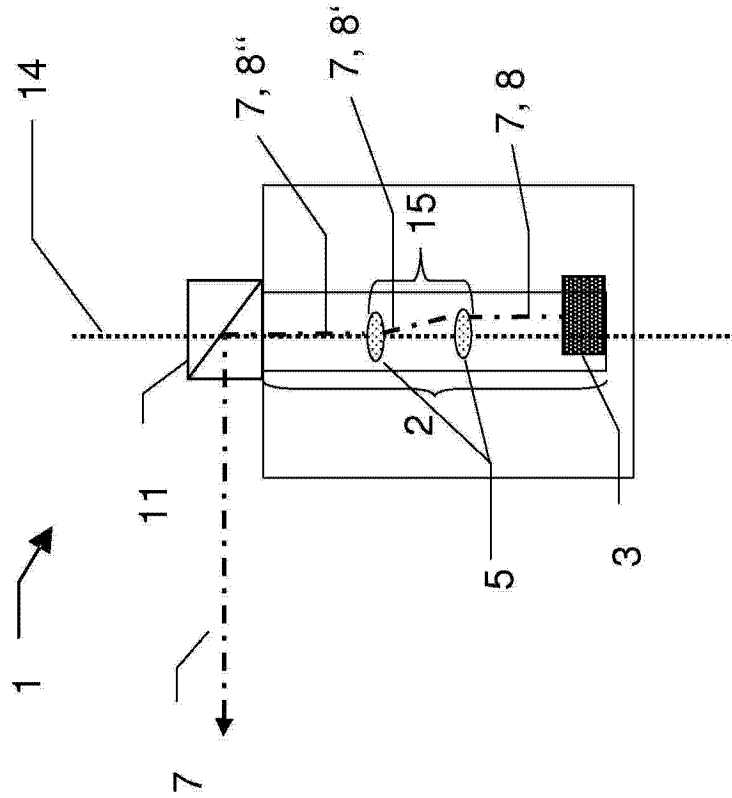


图 11b

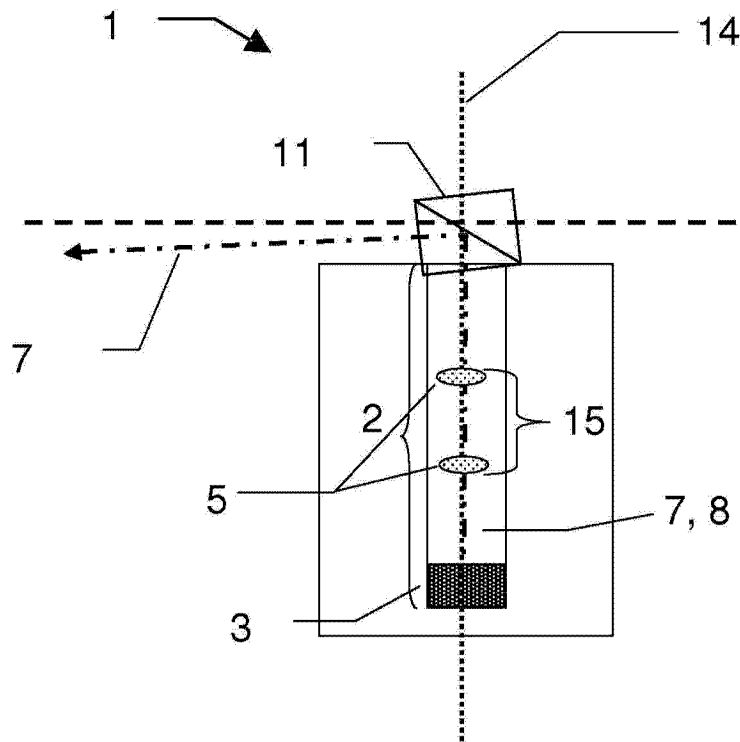


图 12a

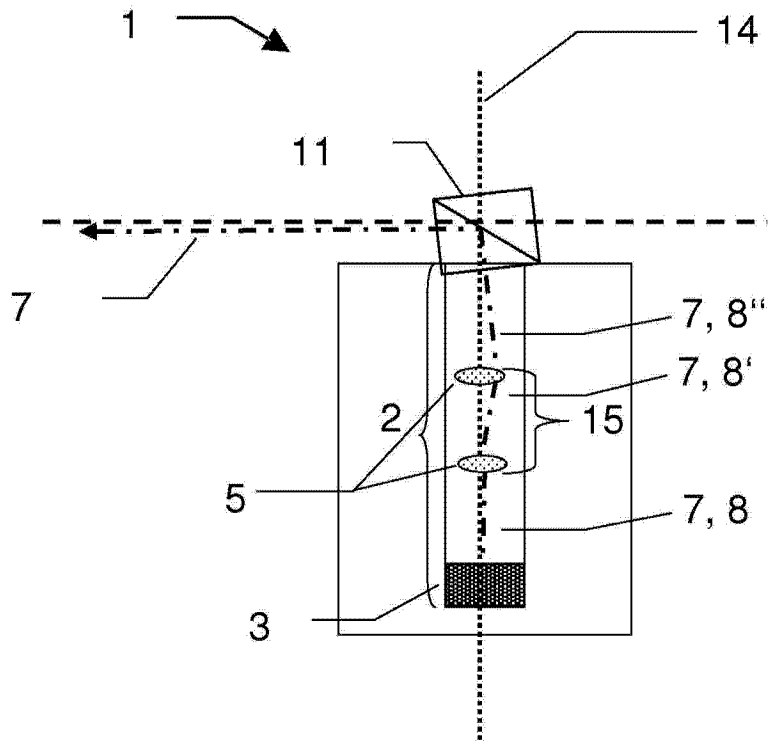


图 12b

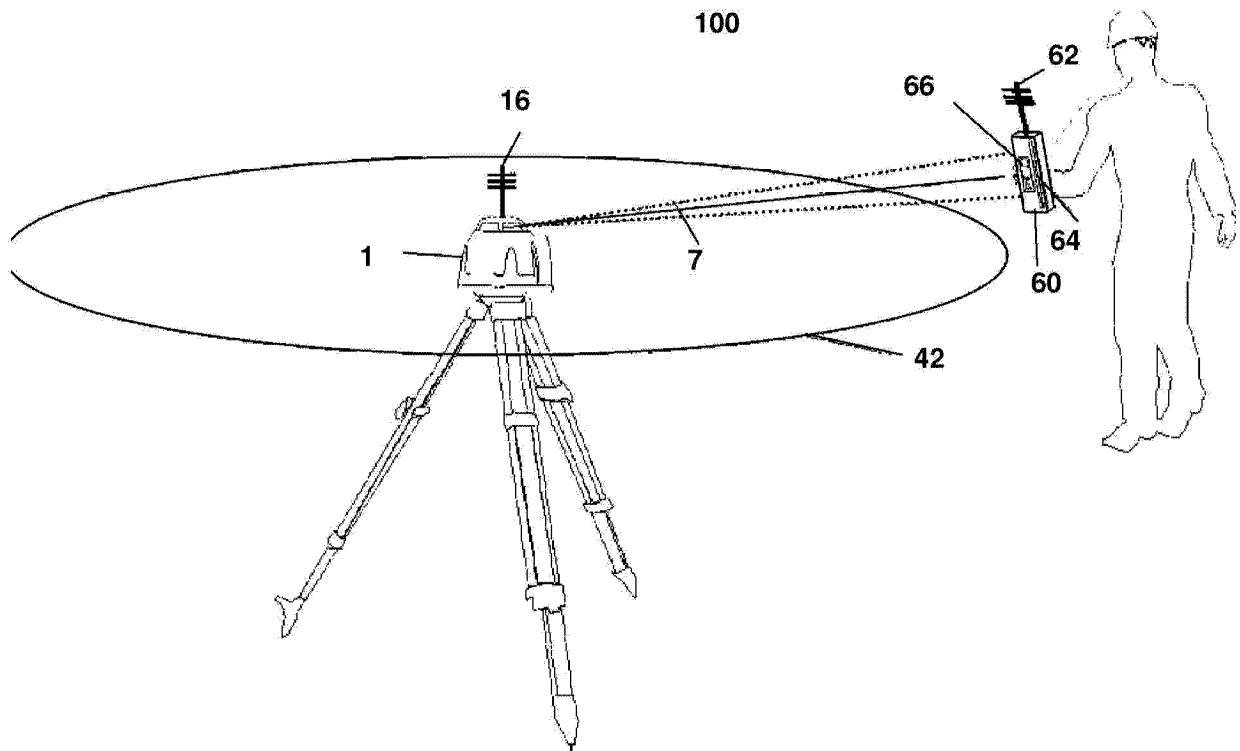


图 13