(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112840176 B
(45)授权公告日 2023.06.02

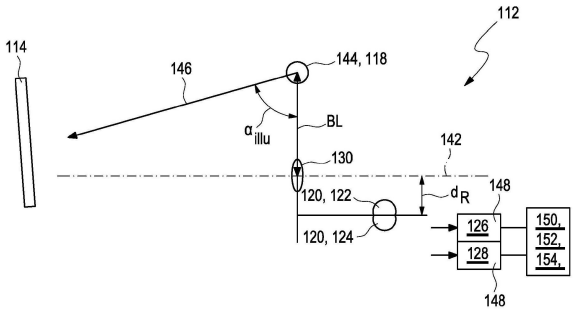
(21)申请号 201980066486.X
(22)申请日 2019.08.23
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112840176 A
(43)申请公布日 2021.05.25
(30)优先权数据
18190751.0 2018.08.24 EP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.04.08
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2019/072629 2019.08.23
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/039086 EN 2020.02.27
(73)专利权人 特里纳米克斯股份有限公司
地址 德国莱茵河畔路德维希港
(72)发明人 C·M·奥古恩 M·埃伯斯帕奇 R·森德 I·布鲁德
(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所 11247
专利代理师 杨晓光 于静
(51)Int.Cl.
G01B 11/24(2006.01)
(56)对比文件
WO 2018091640 A2,2018.05.24
WO 2018091640 A2,2018.05.24
US 2018084981 A1,2018.03.29
CN 107003117 A,2017.08.01
CN 103134432 A,2013.06.05
CN 101832760 A,2010.09.15 (续)
审查员 刘云
权利要求书4页 说明书48页 附图28页

(54)发明名称

用于确定至少一个对象的位置的检测器

(57)摘要

提出了一种用于确定至少一个对象(114)的位置的检测器(112)。检测器(112)包括:至少一个传递装置(130),其中,传递装置(130)具有响应于从对象(114)传播到检测器(112)的至少一个入射光束的至少一个焦距,其中,传递装置(130)具有至少一个光轴(142);至少一个照射源(144),其适于生成用于照射对象(114)的至少一个光束(146),其中,照射源(144)的出射光瞳与光轴(142)偏离距离BL;至少一个第一光接收光纤(120、126)和至少一个第二光接收光纤(120、124),其中,每个光接收光纤(120、126、128)包括至少一个包层(136)和至少一个纤芯(134),其中,第一光接收光纤(120、122)具有纤芯直径d_1,其中,第二光接收光纤(120、124)具有纤芯直径d_2,其中,比率d_1/BL在范围0.000047≤d/BL≤313内,和/或其中,比率d_2/BL在范围0.000047≤d2/BL≤313内;至少两个光学传感器(126、128),其中,至少一个第一光学传感器(126)被布置在第一光接收光纤(120、122)的出射端处,并且至少一个第二光学传感器(128)布置在第二光接收光纤(120、124)的出射端处,其中,每个光学传感器(126、128)具有至少一个光敏区域(147),其中,每个光学传感器(126、128)被设计为响应于已经穿过相应的光接收光纤(120、122、124)的光束对其相应的光敏区域(148)的照射而生成至少一个传感器信号;至少一个评估装置(150),其被配置用于通过评估来自传感器信号的组合信号Q来确定对象(114)的至少一个纵坐标z。



CN 112840176 B

[转续页]

[接上页]

(56)对比文件

CN 101957179 A,2011.01.26

CN 101783306 A,2010.07.21

FR 2498338 A1,1982.07.23

1.一种用于确定至少一个对象(114)的位置的检测器(112),所述检测器(112)包括:

-至少一个传递装置(130),其中,所述传递装置(130)具有响应于从所述对象(114)传播到所述检测器(112)的至少一个入射光束的至少一个焦距,其中,所述传递装置(130)具有至少一个光轴(142);

-至少一个照射源(144),其适于生成用于照射所述对象(114)的至少一个光束(146),其中,所述照射源(144)的出射光瞳与所述光轴(142)偏离距离BL;

-至少一个第一光接收光纤(120,126)和至少一个第二光接收光纤(120,124),其中,每个所述光接收光纤(120,126,128)包括至少一个包层(136)和至少一个纤芯(134),其中,所述第一光接收光纤(120,122)具有纤芯直径d_1,其中,所述第二光接收光纤(120,124)具有纤芯直径d_2,其中,比率d_1/BL在范围$0.000047 \leq d_1/BL \leq 313$内,和/或其中,比率$d_2/BL$在范围$0.000047 \leq d_2/BL \leq 313$内;

-至少两个光学传感器(126,128),其中,至少一个第一光学传感器(126)被布置在所述第一光接收光纤(120,122)的出射端处,并且至少一个第二光学传感器(128)被布置在所述第二光接收光纤(120,124)的出射端处,其中,每个光学传感器(126,128)具有至少一个光敏区域(147),其中,每个光学传感器(126,128)被设计为响应于已穿过相应的光接收光纤(120,122,124)的光束对其相应的光敏区域(148)的照射而生成至少一个传感器信号;

-至少一个评估装置(150),其被配置用于通过评估来自所述传感器信号的组合信号Q来确定所述对象(114)的至少一个纵坐标z。

2.根据权利要求1所述的检测器(112),其中,所述比率d_1/BL在范围$0.000114 \leq d_1/BL \leq 30.37$内,和/或其中,所述比率$d_2/BL$在范围$0.000114 \leq d_2/BL \leq 30.37$内。

3.根据权利要求2所述的检测器(112),其中,所述比率d_1/BL在范围$0.000318 \leq d_1/BL \leq 6.83$内。

4.根据权利要求2所述的检测器(112),其中,所述比率d_2/BL在范围$0.000318 \leq d_2/BL \leq 6.83$内。

5.根据权利要求1所述的检测器(112),其中,所述照射源(144)包括用于照射所述对象(114)的至少一个光发送器光纤(118)。

6.根据权利要求1所述的检测器(112),其中,所述照射源(144)具有几何延伸G,所述几何延伸在范围$1.5 \cdot 10^{-7} mm^2 \cdot sr \leq G \leq 314 mm^2 \cdot sr$内。

7.根据权利要求6所述的检测器(112),其中,所述几何延伸在范围$1 \cdot 10^{-5} mm^2 \cdot sr \leq G \leq 22 mm^2 \cdot sr$内。

8.根据权利要求7所述的检测器(112),其中,所述几何延伸在范围$3 \cdot 10^{-4} mm^2 \cdot sr \leq G \leq 3.3 mm^2 \cdot sr$内。

9.根据权利要求1所述的检测器(112),其中,所述照射源(144)被配置为以关于所述光轴(142)成角度α_{illu}来照射所述对象(114),其中,所述角度在范围$0° \leq \alpha_{illu} \leq 40°$内。

10.根据权利要求9所述的检测器(112),其中,所述角度在范围$1° \leq \alpha_{illu} \leq 35°$内。

11.根据权利要求10所述的检测器(112),其中,所述角度在范围$2° \leq \alpha_{illu} \leq 25°$内。

12.根据权利要求1所述的检测器(112),其中,至少一个所述光接收光纤(120,122,124)和/或所述传递装置(130)具有在范围$0.362 (m \cdot K)/W \leq \varepsilon_r/k \leq 1854 (m \cdot K)/W$内的比率$\varepsilon_r/k$,其中,k是热导率,$\varepsilon_r$是相对介电常数。

13.根据权利要求12所述的检测器(112),其中,所述比率ε_r/k在范围0.743(m·K)/W≤ε_r/k≤194(m·K)/W内。

14.根据权利要求13所述的检测器(112),其中,所述比率ε_r/k在范围1.133(m·K)/W≤ε_r/k≤88.7(m·K)/W内。

15.根据权利要求1所述的检测器(112),其中,所述传递装置(130)具有在范围9.05≤v_e/n_D≤77.3内的比率v_e/n_D,其中,v_e是阿贝数,n_D是折射率,其中,所述阿贝数v_e由$v_e=\frac{(n_D-1)}{(n_F-n_c)}$给出,其中,$n_i$是不同波长的折射率,其中,$n_C$是656nm的折射率,$n_D$是589nm的折射率,$n_F$是486nm的折射率。

16.根据权利要求15所述的检测器(112),其中,所述比率v_e/n_D在范围3.9≤v_e/n_D≤44.7内。

17.根据权利要求16所述的检测器(112),其中,所述比率v_e/n_D在范围15.8≤v_e/n_D≤40.1内。

18.根据权利要求1所述的检测器(112),其中,在可见和近红外波长范围中的至少一个波长处,乘积α Δn在范围0.0004dB/km≤α Δn≤110dB/km内,其中,α是衰减系数,Δn是折射率对比度,其中$\Delta n=(n_1^2-n_2^2)/(2n_1^2)$,其中,$n_1$是最大纤芯折射率,$n_2$是包层折射率。

19.根据权利要求18所述的检测器(112),其中,所述乘积α Δn在范围0.002dB/km≤α Δn≤23dB/km内。

20.根据权利要求19所述的检测器(112),其中,所述乘积α Δn在范围0.02dB/km≤α Δn≤11.26dB/km内。

21.根据权利要求1所述的检测器(112),其中,所述传递装置(130)具有孔径面积D_1,并且至少一个所述光接收光纤(120、122、124)具有横截面面积为D_2的光纤纤芯(134),其中,比率D_1/D_2在范围0.54≤D_1/D_2≤5087内。

22.根据权利要求21所述的检测器(112),其中,所述比率D_1/D在范围1.27≤D_1/D_2≤413内。

23.根据权利要求22所述的检测器(112),其中,所述比率D_1/D在范围2.17≤D_1/D_2≤59.2内。

24.根据权利要求1所述的检测器(112),其中,所述第一光接收光纤和所述第二光接收光纤(120,122,124)中的每一个包括被配置为接收从所述对象(114)传播到所述检测器(112)的已经穿过所述传递装置(130)的光束的至少一个入射面,其中,所述第一光接收光纤和所述第二光接收光纤(120,122,124)的所述入射面的质心与所述光轴(142)偏离距离d_R,其中d_R在范围10μm≤d_R≤127000μm内。

25.根据权利要求24所述的检测器(112),其中,所述d_R在范围100μm≤d_R≤76200μm内。

26.根据权利要求25所述的检测器(112),其中,所述d_R在范围500μm≤d_R≤25400μm内。

27.根据权利要求1所述的检测器(112),其中,所述评估装置(150)被配置为通过以下的一项或多项来得出所述组合信号Q:划分所述传感器信号,划分所述传感器信号的倍数,划分所述传感器信号的线性组合。

28.根据权利要求1所述的检测器(112),其中,所述评估装置(150)被配置用于使用所述组合信号Q与所述纵坐标之间的至少一个预定关系来确定所述纵坐标。

29.根据权利要求1所述的检测器(112),其中,所述评估装置(150)被配置为通过如下公式得出所述组合信号Q

$$Q(z_O)=\frac{\iint_{A_1}E(x,y;z_O)dxdy}{\iint_{A_2}E(x,y;z_O)dxdy}$$

其中,x和y是横坐标,A1和A2是束轮廓在所述光学传感器(126、128)的传感器位置处的面积,并且$E(x,y,z_o)$表示在物距z_o处给定的所述束轮廓。

30.根据权利要求29所述的检测器(112),其中,每个所述传感器信号包括所述光束的所述束轮廓的至少一个区域的至少一个信息,其中,所述束轮廓选自包括以下项的组:梯形束轮廓;三角形束轮廓;圆锥形束轮廓;以及高斯束轮廓的线性组合,其中,所述光敏区域(148)被布置为使得第一传感器信号包括所述束轮廓的第一区域的信息,并且第二传感器信号包括所述束轮廓的第二区域的信息,其中,所述束轮廓的所述第一区域和所述束轮廓的所述第二区域是相邻区域或重叠区域中的一个或二者,其中,所述评估装置(150)被配置为确定所述束轮廓的所述第一区域和所述束轮廓的所述第二区域,其中,所述束轮廓的所述第一区域基本上包括所述束轮廓的边缘信息,并且所述束轮廓的所述第二区域基本上包括所述束轮廓的中心信息,其中,所述边缘信息包括与所述束轮廓的所述第一区域中的光子数量有关的信息,并且所述中心信息包括与所述束轮廓的所述第二区域中的光子数量有关的信息,其中,所述评估装置(150)被配置为通过以下的一项或多项来得出所述组合信号Q:划分所述边缘信息和所述中心信息,划分所述边缘信息和所述中心信息的倍数,划分所述边缘信息和所述中心信息的线性组合。

31.根据权利要求1所述的检测器(112),其中,每个光接收光纤(120,122,124)具有至少一个入射面,其中,相应的入射面的几何中心相对于所述传递装置(130)的所述光轴(142)垂直对准。

32.根据权利要求1所述的检测器(112),其中,至少一个所述光接收光纤(120,122,124)是具有成形和/或结构化的入射面和/或出射面的结构化光纤。

33.根据权利要求1所述的检测器(112),其中,所述光学传感器是非像素化光学传感器。

34.一种用于通过使用至少一个检测器(112)来确定至少一个对象(114)的位置的方法,所述方法包括以下步骤:

-提供至少一个传递装置(130),其中,所述传递装置(130)具有响应于从所述对象(114)传播到所述检测器(112)的至少一个入射光束的至少一个焦距,其中,所述传递装置(130)具有至少一个光轴(142);

-提供至少一个照射源(144),其适于生成用于照射所述对象(114)的至少一个光束(146),其中,所述照射源(144)与所述光轴(142)偏离距离BL;

-提供至少一个第一光接收光纤(120,122)和至少一个第二光接收光纤(122,124),其中,每个所述光接收光纤(120,122,124)包括至少一个包层(136)和至少一个纤芯(134),其中,所述第一光接收光纤(120,122)具有纤芯直径d_1,其中,所述第二光接收光纤(120,124)具有纤芯直径d_2,其中,比率d_1/BL在范围$0.000047\leq d_1/BL\leq 313$内,和/或其中,比率$d_2/BL$

在范围0.000047≤d_2/BL≤313内；

-提供至少两个光学传感器(126,128)，其中，至少一个第一光学传感器(126)被布置在所述第一光接收光纤(120、122)的出射端处，并且至少一个第二光学传感器(128)被布置在所述第二光接收光纤(120,124)的出射端处，其中，每个光学传感器(126,128)具有至少一个光敏区域(148)，其中，每个光学传感器(126,128)被设计成响应于由所述对象(114)生成的已经穿过相应的光接收光纤(120、122、124)的光束对其相应的光敏区域(148)的照射而生成至少一个传感器信号；

-用已经穿过所述第一光接收光纤(120,122)的光束照射至少一个所述光学传感器(126,128)的光敏区域(148)，并用已经穿过所述第二光接收光纤(120,124)的光束照射所述光学传感器(126,128)中的另一个的光敏区域(148)，其中，由此每个所述光敏区域(148)生成至少一个传感器信号；以及

-评估所述传感器信号，从而确定所述对象(114)的至少一个纵坐标z，其中，所述评估包括得出所述传感器信号的组合信号Q。

35.根据涉及检测器的权利要求1至33中任一项所述的检测器(112)的用途，为了使用的目的，所述用途选自以下中的至少一个：交通技术中的位置测量；娱乐应用；光学数据存储应用；安全性应用；监视应用；安全应用；人机界面应用；物流应用；内窥镜应用；医疗应用；跟踪应用；摄影应用；机器视觉应用；工业传感应用；机器人应用；质量控制应用；3D打印应用；增强现实应用；制造应用；与光学数据存储和读出相结合的用途。

用于确定至少一个对象的位置的检测器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于确定至少一个对象的位置的检测器和方法。本发明还涉及检测器装置的各种用途。具体地，根据本发明的装置、方法和用途可以例如在日常生活、游戏、交通技术、生产技术、安全技术、摄影(诸如用于艺术、文献或技术目的的数字摄影或视频摄影)、医学技术或科学中的各个领域中使用。然而，其它应用也是可能的。

背景技术

[0002] 通常根据现有技术已知光纤距离传感器。然而，传统的距离测量技术不能通过光纤容易地实现。例如，由于多模光纤的物理特征，基于光子飞行时间的测量可能无法提供可靠的结果。三角测量通常需要空间上分辨率(resoled)良好的阵列系统，以识别传感器上的入射角，这是计算距离所需的。

[0003] 此外，即使两种类型的目标与检测器的距离相同，基于光强度的距离测量也可能为明目标和暗目标提供不同的结果，因为反射强度取决于目标的反射率。光纤传感器通常被用作挡光板，因为它们只能测量被照射目标所反射的强度。

[0004] WO 2018/091640 A1描述了一种新的距离测量技术，该技术使用了光子比率的距离(distance by photon ratio)(DPR)。使用DPR技术允许独立于目标反射率的测量。在2018年3月15日提交的PCT/EP2018/056545中描述了使用光子比率的距离技术进行距离测量的光纤检测器，其全部内容通过引用包含于此。基于DPR的光纤传感器可以测量测量头与给定目标之间的绝对距离。然而，当任务是设计具有给定分辨率和给定测量范围的系统时，DPR的灵活性可能会受到限制。

[0005] US 2018/084981 A1描述了一种用于光谱编码的内窥镜的装置、方法和系统，该内窥镜包括被光导部件和隔离物包围的聚焦透镜。聚焦透镜在形状上基本上为球形或半圆形，并且聚焦透镜的折射率大于隔离物的折射率。

发明内容

[0006] 本发明解决的问题

[0007] 因此，本发明的目的是提供面对已知装置和方法的上述技术挑战的装置和方法。具体地，本发明的目的是提供可以可靠地确定对象在空间中的位置的装置和方法，该装置和方法优选地独立于目标反射率并且优选地具有增强的测量范围和分辨率。

发明内容

[0008] 具有独立权利要求的特征的本发明解决了该问题。在从属权利要求和/或以下说明书和详细实施例中提出了可以单独或组合实现的本发明的有利发展。

[0009] 如下面所使用的，术语“具有”、“包含”或“包括”或其任意语法变化形式以非排他性方式使用。因此，这些术语既可以指一种情况，其中除了由这些术语引入的特征之外，在该上下文中描述的实体中不存在其它特征，并且还可以指存在一个或多个其它特征的情况。作为示例，表达“A具有B”、“A包含B”和“A包括B”可以指一种情况：除B之外，A中不存在其

它元素(即,其中仅A并且唯一地由B组成的情况),并且指这样的情况:除B之外,实体A中还存在一个或多个其它元素,诸如元素C、元素C和D或甚至其它元素。

[0010] 此外,应注意,指示特征或元素可存在一次或多于一次的术语“至少一个”、“一个或多个”或类似表达通常在引入相应特征或元素时仅使用一次。在下面,在大多数情况下,当提及相应的特征或元素时,尽管相应的特征或元素可能只存在一次或多于一次,但不会重复“至少一个”或“一个或多个”的表达。

[0011] 此外,如下面所使用的,术语“优选地”、“更优选地”、“具体地”、“更特别地”、“具体地”、“更具体地”或类似的术语与可选特征结合使用,而没有限制替代可能性。因此,由这些术语引入的特征是可选特征,并且不旨在以任何方式限制权利要求的范围。如本领域技术人员将认识到的,本发明可以通过使用替代特征来执行。类似地,由“在本发明的实施例中”引入的特征或类似表达旨在是可选特征,而对本发明的替代实施例没有任何限制,对本发明的范围没有任何限制,并且对关于以这种方式引入的特征与本发明的其它可选或非可选特征相结合的可能性没有任何限制。

[0012] 在本发明的第一方面,公开了一种用于确定至少一个对象的位置的检测器。如在此所使用的,术语“对象”是指发射至少一个光束的点或区域。如在此所使用的,术语“位置”是指关于对象和/或对象的至少一部分在空间中的位置和/或取向的至少一项信息。因此,该至少一项信息可以暗示在该对象的至少一个点与该至少一个检测器之间的至少一个距离。如将在下面进一步详细概述的,该距离可以是纵坐标,或者可以有助于确定对象的点的纵坐标。另外地或可替代地,可以确定关于对象和/或对象的至少一部分的位置和/或取向的一项或多项其它信息。作为示例,另外,可以确定对象和/或对象的至少一部分的至少一个横坐标。因此,对象的位置可以暗示对象和/或对象的至少一部分的至少一个纵坐标。另外地或可替代地,对象的位置可以暗示对象和/或对象的至少一部分的至少一个横坐标。另外地或可替代地,对象的位置可以暗示对象的至少一个取向信息,其指示对象在空间中的取向。

[0013] 该检测器包括:

[0014] -至少一个传递(transfer)装置,其中,传递装置具有响应于从对象传播到检测器的至少一个入射光束的至少一个焦距,其中,传递装置具有至少一个光轴;

[0015] -至少一个照射源,其适于生成用于照射对象的至少一个光束,其中,照射源的出射光瞳与光轴偏离距离BL;

[0016] -至少一个第一光接收(optical receive)光纤和至少一个第二光接收光纤,其中,每个光接收光纤包括至少一个包层和至少一个纤芯,其中,第一光接收光纤具有d_1的纤芯直径,其中,第二光接收光纤具有d_2的纤芯直径,其中,比率d_1/BL在范围$0.000047 \leq d_1/BL \leq 313$内,和/或其中,比率$d_2/BL$在范围$0.000047 \leq d2/BL \leq 313$内;

[0017] -至少两个光学传感器,其中,至少一个第一光学传感器被布置在第一光接收光纤的出射端处,并且至少一个第二光学传感器被布置在第二光接收光纤的出射端处,其中,每个光学传感器具有至少一个光敏区域,其中,每个光学传感器被设计为响应于由穿过相应的光接收光纤的光束对光学传感器的相应的光敏区域的照射而生成至少一个传感器信号;

[0018] -至少一个评估装置,其被配置用于通过评估来自传感器信号的组合信号Q来确定对象的至少一个纵坐标z。

[0019] 术语“传递装置”(也称为“传递系统”)通常可以指一个或多个光学元件,其适于诸如通过修改光束的束参数、光束的宽度或光束的方向中的一个或多个来修改光束。传递装置可以适于将光束引导到光接收光纤上。传递装置具体地可以包括以下一种或多种:至少一个透镜,例如选自由至少一个聚焦可调透镜、至少一个非球面透镜、至少一个球面透镜、至少一个菲涅耳透镜组成的组中的至少一个透镜;至少一个衍射光学元件;至少一个凹面镜;至少一个束偏转元件,优选至少一个反射镜;至少一个分束元件,优选分束立方体或分束镜中的至少一个;至少一个多透镜系统。传递装置可包括至少一个梯度折射率(GRIN)透镜,诸如可从Grintech GmbH,Schillerstraβe 1,07745Jena,Germany得到的GRIN透镜。GRIN透镜可以具有连续的折射梯度,例如轴向和/或径向和/或球形的折射梯度。GRIN透镜的光圈数(f-number)可取决于透镜长度。使用GRIN透镜可以允许光学器件小型化,特别是使用非常薄的光学器件。例如,具有0.2mm的厚度或直径的非常薄的光学器件是可能的。传递装置可包括至少一个环形轴向透镜,例如圆环(torus)形式。环形轴向透镜可具有平凸形式,例如轴向和/或径向和/或球形曲率。

[0020] 响应于从对象传播到测量头的至少一个入射光束,传递装置具有焦距。如在此所使用的,传递装置的“焦距”是指可能撞击传递装置的入射准直射线进入“焦点”的距离,该“焦点”也可以被称为“焦距点”。因此,焦距构成传递装置会聚撞击光束的能力的量度。因此,传递装置可以包括可以具有会聚透镜作用的一个或多个成像元件。举例来说,传递装置可具有一个或多个透镜,特别是一个或多个折射透镜,和/或一个或多个凸面镜。在该示例中,焦距可以被定义为从薄折射透镜的中心到薄透镜的主焦点的距离。对于会聚的薄折射透镜(诸如凸或双凸薄透镜),焦距可以被视为正值,并且可以提供一个距离,在该距离处,撞击作为传递装置的薄透镜的准直光束可以聚焦到单个斑点中。另外,传递装置可包括至少一个波长选择元件,例如至少一个滤光器。另外地,传递装置可以设计为(例如,在传感器区域的位置处,并且特别是传感器区域中)将预定的束轮廓施加在电磁辐射上。原则上,传递装置的上述可选实施例可以单独地或以任何所需的组合来实现。

[0021] 传递装置具有光轴。如在此所使用的,术语“传递装置的光轴”通常是指透镜或透镜系统的镜面对称或旋转对称的轴。具体地,检测器和传递装置具有公共的光轴。检测器的光轴可以是检测器的光学装置的对称线。该检测器可以包括具有至少一个透镜的至少一个传递系统。作为示例,传递系统可以包括至少一个束路径,其中束路径中的传递系统的元件以相对于光轴旋转布置或者甚至对称的方式定位。仍然,如还将在下面更详细地概述的,位于束路径内的一个或多个光学元件也可以相对于光轴偏心或倾斜。然而,在该情况下,可以顺序地定义光轴,诸如通过互连束路径中的光学元件的中心,例如通过互连透镜的中心,其中,在该情况下,光学传感器不算作光学元件。光轴通常可以表示束路径。其中,检测器可以具有单个束路径,光束可以沿着该束路径从对象行进到光接收光纤,或者可以具有多个束路径。作为示例,可以给出单个束路径,或者可以将束路径分成两个或更多个部分束路径。在后一种情况下,每个部分束路径可以具有其自己的光轴。光接收光纤可以位于一个且相同的束路径或部分束路径中。然而,可替代地,光接收光纤也可以位于不同的部分束路径中。

[0022] 传递装置可以构成坐标系,其中纵坐标l是沿着光轴的坐标,并且其中d是距光轴的空间偏移。坐标系可以是极坐标系,其中传递装置的光轴形成z轴,并且其中距z轴的距离

和极角可以用作附加坐标。平行于或反平行于z轴的方向可以被认为是纵向方向，并且沿着z轴的坐标可以被认为是纵坐标l。垂直于z轴的任何方向都可以被认为是横向方向，并且极坐标和/或极角可以被认为是横坐标。

[0023] 传递装置可具有在范围$9.05 \leqslant v_e/n_D \leqslant 77.3$内的比率$v_e/n_D$，其中，$v_e$是阿贝数(Abbé-number)，并且$n_D$是折射率。阿贝数$v_e$由$\nu_e = \frac{(n_D-1)}{(n_F-n_c)}$给出，其中，$n_i$是不同波长的折射率，其中，$n_C$是656nm的折射率，$n_D$是589nm的折射率，并且$n_F$是486nm的折射率，如在室温测量的，参见例如https://en.wikipedia.org/wiki/Abbe_number。优选地，比率v_e/n_D在范围$13.9 \leqslant v_e/n_D \leqslant 44.7$内，更优选地比率$v_e/n_D$在范围$15.8 \leqslant v_e/n_D \leqslant 40.1$内。不希望受到该理论的束缚，折射率总是取决于制造公差。此外，折射率是温度相关的。此外，光源的波长始终具有关于温度变化的给定公差。为了即使在快速变化或非常高的温度或不受控制的环境中也能确保稳定的距离测量，可以将阿贝数与折射率的商限制为确保必要的稳定范围的值。

[0024] 术语“光束”通常可以指发射和/或反射到特定方向的一定量的光。因此，光束可以是在垂直于光束的传播方向的方向上具有预定延伸的一束光线。优选地，光束可以是或可以包括一个或多个高斯光束，诸如高斯光束的线性组合，其可以通过一个或多个高斯束参数(诸如束腰、瑞利长度或任何其它束参数或适于表征束直径的发展和/或束在空间中的传播的束参数的组合中的一个或多个)来表征。如在此所使用的，术语“光线(ray)”通常是指垂直于光的波阵面的线，其指向能量流的方向。如在此所使用的，术语“束(beam)”通常是指光线的集合。在下面，术语“光线”和“束”将用作同义词。如在此进一步使用的，术语“光束”通常是指一定量的光，特别是基本上在相同方向上行进的一定量的光，包括光束具有发散角(spreading angle)或扩展角(widening angle)的可能性。光束可以具有空间延伸。具体地，光束可以具有非高斯束轮廓。束轮廓可以选自由如下组成的组：梯形束轮廓；三角束轮廓；锥形束轮廓。梯形束轮廓可以具有平台区域和至少一个边缘区域。如在此所使用的，术语“束轮廓”通常是指光束的横向强度轮廓。束轮廓可以是光束强度的空间分布，特别是在垂直于光束传播的至少一个平面中。如将在下面更详细概述的，光束具体地可以是高斯光束或高斯光束的线性组合。然而，其它实施例是可行的。传递装置可被配置用于调节、限定和确定束轮廓(特别是束轮廓的形状)中的一种或多种。如在此所使用的，术语“光”通常是指在可见光谱范围、紫外光谱范围和红外光谱范围中的一个或多个范围中的电磁辐射。其中，术语可见光谱范围通常是指380nm至780nm的光谱范围。术语红外光谱范围通常是指在780nm至1mm范围内，优选在780nm至3.0微米范围内的电磁辐射。术语紫外光谱范围通常是指在1nm至380nm范围内，优选在100nm至380nm范围内的电磁辐射。优选地，在本发明中使用的光是可见光，即在可见光谱范围内的光。

[0025] 入射光束可以从对象朝向检测器传播。入射光束可以源自对象，诸如通过对象和/或集成或附接到对象的发射光束的至少一个照射源，或者可以源自不同的照射源，诸如来自直接或间接照射对象的照射源，其中光束被对象反射或散射，并且从而至少部分地指向测量头。作为示例，该照射源可以是或可以包括以下一种或多种：外部照射源、集成到检测器中的照射源、或集成到信标装置中的照射源，该信标装置被附接到对象、集成到对象中、或由对象持有中的一种或多种。因此，检测器可用于主动(active)和/或被动(passive)照射场景。

[0026] 检测器包括照射源，该照射源适于生成至少一个光束以照射对象。照射源可以被配置为例如通过将光束朝向反射该光束的对象引导来照射该对象。照射源可以被配置为生成用于照射对象的照射光束。因此，照射源可以包括至少一个光源。具体地，照射源可以包括至少一个激光和/或激光源。光源可以是或可以包括至少一个多光束光源。例如，光源可以包括至少一个激光源和一个或多个衍射光学元件(DOE)。照射源可以适于通过至少一个角度相关的光学元件来照射对象。可以采用各种类型的激光器，诸如半导体激光器。另外地或可替代地，可以使用非激光光源，诸如LED和/或灯泡。照射源可以适于生成和/或投影点云，例如照射源可以包括至少一个数字光处理投影仪、至少一个LCoS投影仪、至少一个空间光调制器；至少一个衍射光学元件；至少一个发光二极管阵列；至少一个激光光源阵列中的一个或多个。照射源可以包括人造照射源，特别是至少一个激光源和/或至少一个白炽灯和/或至少一个半导体光源，例如，至少一个发光二极管，特别是有机发光二极管和/或无机发光二极管。作为示例，由照射源发出的光可以具有300nm至1000nm，特别是500nm至1000nm的波长。另外地或可替代地，可以使用红外光谱范围内，诸如在780nm至3.0μm的范围内的光。具体地，可以使用在近红外区域中的硅光电二极管可具体适用于700nm至1000nm的范围内的部分中的光。由于它们通常定义的束轮廓和其它可操作性，特别优选使用至少一个激光源作为照射源。照射源可以被集成到检测器的壳体中。

[0027] 照射源可以被配置为使得照射光束沿着检测器的光轴从检测器朝向对象传播。为此目的，检测器可以包括至少一个反射元件，优选地至少一个棱镜，用于将照射光束偏转到光轴上。

[0028] 照射源可以包括至少一个光发送器光纤，也称为光照射光纤。光发送器光纤可以具有至少一个入射端。该至少一个光源可以定位于入射端。照射源可以包括至少一个耦合元件，该至少一个耦合元件被配置为将由光源生成的至少一个光束耦合到光发送器光纤中。光发送器光纤可以进一步包括至少一个出射端，其中，出射端被配置为发射已经穿过光发送器光纤的光束。照射源可以包括至少一个另外的传递装置。该另外的传递装置可以被布置在光发送器光纤的出射端。该另外的传递装置可以与传递装置一体地设计，例如该传递装置可以用作另外的传递装置。可以诸如通过聚合物或胶水等将光发送器光纤附接到另外的传递装置，以减少折射率差较大的界面处的反射。例如，检测器可以是没有另外的光学元件的紧凑装置，其中照射源可以被放置在尽可能靠近传递装置的边缘的位置。

[0029] 此外，照射源可以被配置用于发射调制的或非调制的光。在使用多个照射源的情况下，不同的照射源可以具有不同的调制频率，随后可以将其用于区分光束。该检测器可以包括一个照射源或多个相同的照射源和/或多个不同的照射源。例如，多个照射源可以包括至少两个照射源，该照射源生成具有不同特性(诸如颜色或调制频率)的光。

[0030] 优选地，照射源可以被配置为相对于光轴以角度α_{illu}照射对象。角度α_{illu}可以在$0° \leq \alpha_{illu} \leq 40$范围内，优选在$1° \leq \alpha_{illu} \leq 35$范围内，更优选在$2° \leq \alpha_{illu} \leq 25$范围内。照射源(特别是照射源的出射光瞳)可以相对于光轴以任意角度布置。相对于光轴以≥5°的角度照射对象可允许增加测量范围并提高分辨率。然而，其它实施例也是可行的。例如，照射光束可以平行于检测器的光轴，特别是传递装置的光轴，或者相对于光轴倾斜，例如包括与光轴的角度。作为示例，诸如激光束的照射光束和光轴可以包括小于10°，优选地小于5°或甚至小于2°的角度。此外，照射光束可以在光轴上或偏离光轴。作为示例，照射光束可以平行于光

轴，具有距光轴小于10mm，优选距光轴小于5mm，或者甚至距光轴小于1mm，或者甚至与光轴重合的距离。

[0031] 照射源可具有在$1.5 \cdot 10^{-7}mm^2 \cdot sr \leqslant G \leqslant 314mm^2 \cdot sr$范围内，优选地在$1 \cdot 10^{-5}mm^2 \cdot sr \leqslant G \leqslant 22mm^2 \cdot sr$范围内，更优选地在$3 \cdot 10^{-4}mm^2 \cdot sr \leqslant G \leqslant 3.3mm^2 \cdot sr$范围内的几何延伸G。照射源的几何延伸G可以由下式定义：

[0032] $G = A \cdot \Omega \cdot n^2$，

[0033] 其中A是表面的面积，该表面可以是主动(active)发射表面、光阀、光学孔径、或具有$A_{OF} = \pi \cdot r^2_{OF}$的光纤纤芯面积，以及Ω是光对射的投影立体角，并且n是介质的折射率。对于具有半孔径角θ的旋转对称光学系统，其几何延伸由下式给出

[0034] $G = \pi \cdot A \cdot \sin^2(\theta) n^2$。

[0035] 对于光纤，发散角通过$\theta_{max} = \arcsin(NA/n)$获得，其中NA是光纤的最大数值孔径。

[0036] 如在此所使用的，照射源的术语“出射光瞳”是指照射源的虚拟孔径。出射光瞳，也表示为出射孔径，可以是的照射源的光学系统的孔径光阑在图像侧的图像。此外，出射光瞳可以指离开照射源的光束的直径。出射光瞳可以是被配置为发射光束的照射源的表面积(诸如光发送器光纤的出射端的表面积)、光源的孔径、或照射源的光学系统的孔径光阑。照射源的出射光瞳与光轴偏离距离BL。

[0037] 如在此所使用的，术语“光纤”具有其普通含义，并且具体地是指被配置为将入射在光纤的入射面上的至少一个光束至少部分地引导到光纤的出射面的至少一个光学元件。入射面和出射面可以彼此隔开一定距离并且可以通过至少一个光导结构连接。如在此所使用的，术语“至少部分地引导”是指完美的光导，并且是指其中被入射面吸收和反射和/或被光导结构吸收和反射或被光导结构吸收和反射出是可能的配置。如在此进一步使用的，术语“光接收光纤”是指被配置为将入射光束至少部分地引导到至少一个光学传感器的至少一个光学元件。具体地，每个光接收光纤可以是和/或可以包括至少一根光学测量光纤。如在此所使用的，术语“光学测量光纤”是指具有至少一根光纤的至少一个角度相关光学元件。光接收光纤每个可以包括两个端。光接收光纤各自可包括至少一个接收端，该接收端适于接收源自对象的至少一个光束。光接收光纤各自可包括至少一个出射端，源自对象的光束从该出射端离开光接收光纤。在下面，术语“光学测量光纤”和“光接收光纤”可以用作同义词。接收端也可以表示为光接收光纤的至少一个入射面，其也可以表示为从对象行进到检测器的光束入射在光接收光纤上的位置。不希望受到该理论的束缚，假定入射角等于或小于光接收光纤的接收角(acceptance angle)，则认为由光接收光纤所接收的光束的入射角被保持，使得入射角等于出射角。因此，可以基本上保留编码在光束中的距离信息，并且可以使用组合信号Q对其进行评估，这将在下面进行详细描述。

[0038] 光接收光纤可被设计成使得对于平行于光纤(即与光纤成0°角)的入射光线，透射(transmission)度可以是最高的，而忽略了反射效应。可以设计光接收光纤，使得对于更高的角度(例如，从1°到10°的角度)，透射度可以平稳地降低到对于平行光线的透射度的80％左右，并且可以始终保持在该水平处直至光接收光纤的接收角。如在此所使用的，术语“接收角”可以指如下角度，在该角度以上在相应的光接收光纤内不可能进行全反射，使得光线从光接收光纤中反射出来。光接收光纤可被设计成在接收角处透射度可以急剧下降到零。具有大入射角的光线可能会被截止(cut off)。

[0039] 光接收光纤可以被配置为在相应的光接收光纤的两端(诸如入射端和出射端)之间透射未被吸收和/或反射的入射光束的至少一部分。光接收光纤可以具有一定长度,并且可以适于允许在一定距离的传输。光接收光纤可包括选自包括以下项的组的至少一种材料:二氧化硅、硅铝酸盐玻璃、锗硅酸盐玻璃、氟锆酸盐、稀土掺杂的玻璃、氟化物玻璃、硫族化玻璃、蓝宝石、掺杂的变体,特别是用于石英玻璃、磷酸盐玻璃、PMMA、聚苯乙烯、含氟聚合物,诸如聚(全氟丁烯乙烯基醚)等。光接收光纤可以是单模或多模光纤。每个光接收光纤可以是或可以包括阶跃折射率光纤、偏振光纤、保偏光纤、塑料光纤等中的一个或多个。

[0040] 每个光接收光纤包括至少一个纤芯,该纤芯被至少一个光纤包层围绕。光纤包层可以具有较低的折射率作为纤芯。光纤包层也可以是双包层或多包层。光纤包层可以包括所谓的护套。光纤包层可以涂覆有所谓的缓冲层,该缓冲层适于保护光纤免受损坏和湿气。缓冲层可包含至少一种UV固化的氨基甲酸酯丙烯酸酯复合物和/或至少一种聚酰亚胺材料。在一个实施例中,纤芯的折射率可以高于光纤包层材料的折射率,并且光纤可以适于通过在接收角以下的全内反射来引导入射光束。在一个实施例中,光接收光纤可包括至少一根中空光纤,也称为光子带隙光纤。中空光纤可以适于基本上在所谓的中空区域内引导入射光束,其中由于传播到光纤包层材料中而损失了光束的一小部分。

[0041] 光接收光纤可在相应的光接收光纤的端部处包括一个或多个光纤连接器。光接收光纤可包括诸如无芯端盖的端盖。光接收光纤可以包括光纤耦合器、光纤布拉格光栅、光纤偏振器、光纤放大器、光纤耦合二极管激光器、光纤准直器、光纤接头、光纤拼接、光纤连接器、机械拼接、融合拼接等中的一个或多个。光纤可以包括聚合物涂层。

[0042] 光接收光纤可以包括至少两根或更多根光纤。第一光接收器光纤和/或第二光接收器光纤可以包括至少一根多叉式光纤。至少一根光接收光纤可以是至少一根多叉式光纤,特别是至少一根分叉光纤。例如,分叉光纤可以包括两根光纤,特别是至少一个第一光纤和至少一个第二光纤。第一光纤和第二光纤可以在分叉光纤的入口端处彼此靠近布置,并且可以在分叉光纤的出口端处分成以一定距离隔开的两个腿。第一光纤和第二光纤可以被设计为具有相同特性的光纤,或者可以是不同类型的光纤。第一光纤可适于生成至少一个第一透射光束,并且第二光纤可适于生成至少一个第二透射光束。分叉光纤可以被布置为使得入射光束可以以第一入射角撞击到第一光纤中并且以不同于第一角度的第二入射角撞击到第二光纤中,使得对于第一透射光束和第二透射光束,透射度不同。至少一个光接收光纤可以包括多于两根的光纤,例如三、四个或更多的光纤。例如,多叉式可包括多根光纤,其中每根光纤可包括芯、包层、缓冲层、护套中的至少一种,并且一根或多根光纤可被另一护套(诸如聚合物软管)部分地或全部地捆束,以确保光纤诸如在光纤的一端彼此靠近。所有光接收光纤可以具有相同的数值孔径。所有光接收光纤可以布置成使得从对象传播到检测器的光束以至少一个目标距离撞击在传递装置和传递装置的焦点之间的所有光纤上。光接收光纤可以布置成使得从对象传播到检测器的光束撞击在光纤上的情况下沿光轴的位置对于所有光接收光纤都是相同的。其它布置也是可能的。

[0043] 光接收光纤可以具有特定的机械特性。光接收光纤的机械特性可以相同,或者光接收光纤的机械特性可以不同。不希望受到该理论的束缚,光接收光纤的光支持功能依赖于折射率与某些能量传输特性的关系。进一步的某些机械参数可能是以稳定的方式保持光纤的所有功能的前提。因此,某些机械参数可能是确保自身稳定测量的先决条件。至少一个

光接收光纤和/或传递装置具有在0.362(m·K)/W≤ε_r/k≤1854(m·K)/W范围内的比率ε_r/k,其中,k为热导率,并且ε_r为相对介电常数。不希望受到该理论的束缚,在与电加热装置和/或电冷却装置相关联,与由这些装置和/或电火花装置和/或加热电弧装置等所发射的电场相关联的快速热循环和/或高温或低温的环境中,在热导率与介电常数的商的给定范围内使用光学系统已经证明在这些环境中产生具有优异稳定性的测量头。相对介电常数也称为介电常数。优选地,比率ε_r/k在0.743(m·K)/W≤ε_r/k≤194(m·K)/W范围内。更优选地,比率ε_r/k在1.133(m·K)/W≤ε_r/k≤88.7(m·K)/W范围内。至少一个光接收光纤和/或传递装置可以具有在1.02≤ε_r≤18.5范围内,优选在1.02≤ε_r≤14.5范围内,更优选在1.02≤ε_r≤8.7范围内的相对介电常数,其中相对介电常数在20℃和1kHz下测量。光接收光纤和/或传递装置可具有k≤24W/(m·K),优选地k≤17W/(m·K),更优选地k≤14W/(m·K)的热导率。光接收光纤和/或传递装置可以具有k≥0.003W/(m·K),优选地k≤0.007W/(m·K),更优选地k≤0.014W/(m·K)的热导率。可以在0℃和<1%的相对湿度下测量热导率。

[0044] 如上概述,每个光接收光纤包括至少一个包层和至少一个纤芯。在可见和近红外波长范围中的至少一个波长处,乘积αΔn可以在0.0004dB/km≤αΔn≤110dB/km范围内,其中,α是衰减系数,并且Δn是折射率对比度,其中$\Delta n=(n_1^2-n_2^2)/(2n_1^2)$,其中,$n_1$是最大纤芯折射率,并且$n_2$是包层折射率。优选地,乘积αΔn在0.002dB/km≤αΔn≤23dB/km范围内,更优选地在0.02dB/km≤αΔn≤11.26dB/km范围内。折射率对比度Δn可以在0.0015≤Δn≤0.285范围内,优选地在0.002≤Δn≤0.2750范围内,更优选地在0.003≤Δn≤0.25范围内。光接收光纤的衰减系数可以在0.2dB/km≤α≤420dB/km范围内,优选地在0.25dB/km≤α≤320dB/km范围内。传递装置可以具有孔孔径面积D_1,并且至少一个光接收光纤具有横截面面积为D_2的纤芯,其中,比率D_1/D_2在0.54≤D_1/D_2≤5087范围内,优选地为1.27≤D_1/D_2≤413,更优选地为2.17≤D_1/D_2≤59.2。不希望受到该理论的束缚,限制光学系统的机械边界可能导致显著提高有关光学系统的测量稳定性。至少一个光接收光纤的纤芯的直径d_{core}可以在2.5μm≤d_{core}≤10000μm范围内,优选地在7μm≤d_{core}≤3000μm范围内,更优选地在10μm≤d_{core}≤500μm范围内。不希望受到该理论的束缚,光接收光纤的折射率对比度已经示出对制造公差和/或制造质量敏感,而又对温度变化和/或高温敏感。此外,与折射率对比度无关并且主要受材料特性影响的衰减系数示出对制造质量、温度变化、高工作温度等的可比较敏感。此外,如果需要强烈的环境参数独立性,则需要将这些量的相关敏感度限制在一定范围内,以确保测量头正常工作。

[0045] 光接收光纤和/或传递装置可以具有例如在室温下通过使用超声测试所测量的小于或等于188GPa的杨氏模量,也称为弹性模量。优选地,光接收光纤和/或传递装置可以具有小于或等于167GPa的杨氏模量,更优选地在0.0001GPa至97GPa的范围内。光接收光纤和/或传递装置可以具有大于或等于0.0001GPa,优选地大于或等于0.007GPa,更优选地大于或等于0.053GPa的杨氏模量。

[0046] 如上概述,每个光接收光纤可具有至少一个入射面。相应的入射面的几何中心可以相对于传递装置的光轴垂直地对准。如在此所使用的,术语区域的“几何中心”通常可以指该区域中所有点的质心或算术平均位置。作为示例,如果区域内侧或外侧的任意点被选择,并且如果将该任意点与区域的每个点互连的矢量上形成积分,则积分是任意点的位置的函数。当任意点位于区域的几何中心时,积分的绝对值的积分被最小化。因此,换句话说,

几何中心可以是区域内侧或外侧的点，其中，与该区域所有点的总距离或总和距离最小。

[0047] 至少一个光接收光纤可以具有朝向对象取向的入射面。如在此所使用的，术语“朝向对象取向”通常是指入射面的相应表面或开口被对象完全或部分可见的情况。具体地，在对象的至少一个点与相应的入射面的至少一个点之间的至少一条互连线可以与入射面的表面元件形成不同于0°的角度，诸如在20°至90°，优选地80至90°(诸如90°)的范围内的角度。因此，当对象位于光轴上或接近光轴时，从对象朝向测量头传播的光束可以基本上平行于光轴。如在此所使用的，术语“基本上垂直”是指垂直取向的条件，其公差为例如±20°或更小，优选公差为±10°或更小，更优选公差为±5°或更小。类似地，术语“基本上平行”是指平行取向的条件，其公差为例如±20°或更小，优选公差为±10°或更小，更优选公差为±5°或更小。另外地或可替代地，入射面中的至少一个入射面可以与朝向对象的取向不同地取向。例如，至少一个入射面可以相对于光轴垂直或以任意角度取向以及相对于对象垂直于或以任意角度取向。

[0048] 传递装置可以适于调节和/或改变光束的传播方向。传递装置特别可以是或可以包括至少一个GRIN透镜和/或至少一个衍射光学元件(DOE)。传递装置可以适于影响(例如，转向)从对象传播到测量头的光束。具体地，传递装置可以适于调节光束的传播方向。传递装置可适于相对于传递装置的光轴来调节和/或生成传播角。传播角可以是传递装置的光轴与从对象传播到检测器的光束的传播方向之间的角度。在不使用传递装置的情况下，光束的传播角可主要取决于生成光束的对象的特性，诸如表面特性和/或材料特性。传递装置可适于调节和/或生成传播角，使得其独立于对象的表面特性。传递装置可以适于增强和/或放大光束的传播方向的角度相关性。不希望受到理论的束缚，由对象生成的光束可以从对象传播到检测器并且可以在从0°(即光轴)到任意角度X的角度范围撞击到传递装置上，该任意角度X可以通过对象上的散射的起点到传递装置的边缘来定义。由于传递装置可以包括聚焦特性，因此通过传递装置之后的角度范围可能与原始角度范围显著不同。例如，平行于光轴撞击的光束可以聚焦在一个或多个焦点上。取决于传递装置的聚焦特性，在撞击到传递装置上之前和穿过传递装置之后的角度相关性可以颠倒。传递装置可以适于放大远场的角度相关性，即，在对象以远距离布置的情况下，其中光束基本上平行于光轴传播。通常，在不使用传递装置的情况下，角度相关性在近场区域中可能最大。在近场中，信号通常与远场信号相比更强。因此，由于传递装置放大了远场中的角度相关性，因此近场中的较小角度相关性可以通过在近场中通常更优的信噪比和/或通过使用附加的近场特性(诸如由于非零基线引起的距离相关的光斑运动)来至少部分地补偿。另外地或可替代地，为了调节和/或改变光束的传播方向，至少一个光接收光纤可以是具有成形和/或结构化的入射面和/或出射面的结构化光纤。使用结构化光纤可以允许进一步增加入射光束的角度相关性。

[0049] 光接收光纤可以在从对象传播到检测器的入射光束的传播方向上布置在传递装置后面。光接收光纤和传递装置可以布置为使得从对象传播到检测器的光束在撞击到光接收光纤上之前穿过传递装置。可以将诸如GRIN透镜的传递装置和光纤配置为一体。可以诸如通过聚合物或胶水等将光接收光纤附接到传递装置，以减少具有较大折射率差的界面处的反射。可替代地，传递装置和光接收光纤可以在空间上分开布置，诸如在光轴中或与光轴平行的方向上分开。传递装置和/或光纤可以被布置为在垂直于光轴的方向上位移。光接收光纤可以这样布置，使得从对象传播到测量头的光束在传递装置和传递装置的焦点之间撞

击在光纤上。例如，在平行于光轴的方向上，在传递装置与从对象传播到检测器的光束撞击到光纤上的位置之间的距离可以是焦距的至少20％，更优选地焦距的至少50％，最优选地焦距的至少80％。例如，在平行于光轴的方向上，接收从对象传播到测量头的光束的至少一个光接收光纤的入射面与传递装置之间的距离可以是焦距的至少20％，更优选地焦距的至少50％，最优选地焦距的至少80％。

[0050] 每个光接收光纤可以被配置为生成至少一个光束，该至少一个光束具有至少一个束轮廓，这取决于从对象朝向检测器传播并撞击到相应的光接收光纤上的入射光束的入射角。具体地，每个光接收光纤可以适于影响和/或改变和/或调节入射光束的束轮廓。例如，光学元件中的每个光学元件可具有角度相关的透射特性、角度相关的反射特性、或角度相关的吸收特性中的一个或多个。已经穿过相应的光接收光纤的光束可以包括至少一个透射光束和/或至少一个反射光束。入射角可以相对于诸如入射面的光接收光纤的光轴来测量。

[0051] 取决于光接收光纤的特性，撞击在入射面上的电磁波可以部分地被吸收和/或反射和/或透射。术语“吸收”是指入射光束被光纤降低的功率和/或强度。例如，入射光束的功率和/或强度可以由光接收光纤转换成热量或另一种类型的能量。如在此所使用的，术语“透射”是指可在光纤外侧以相对于光轴的角度为90°及以上的半空间中测量的电磁波的一部分。例如，透射可以是撞击在入射面上，穿过光接收光纤并在出射端离开光接收光纤的电磁波的其余部分。术语“反射”是指可在光纤外侧以相对于光轴的角度为小于90°的半空间中测量的电磁波的一部分。例如，反射可以是由于与光接收光纤的相互作用而导致的入射光束的波前方向上的变化。撞击到光接收光纤上的电磁波的总功率可以由光接收光纤分配为至少三个分量，即吸收分量、反射分量和透射分量。透射度可以定义为通过撞击在光接收光纤上的电磁波的总功率所归一化的透射分量的功率。吸收度可以定义为通过撞击在光接收光纤上的电磁波的总功率所归一化的吸收分量的功率。反射度可以定义为通过撞击在光接收光纤上的电磁波的总功率所归一化的反射分量的功率。使用至少一个传递装置允许进一步增强纵坐标的测量的鲁棒性。传递装置可以例如包括至少一个准直透镜。与以较小角度撞击的光线相比，光接收光纤可被设计为减弱以较大角度撞击的光线。例如，对于平行于光轴(即在0°处)的光线，透射度可能是最高的，而对于较大的角度，可能减小。具体地，在至少一个截止角处，透射度可以陡峭地下降到零。因此，具有大入射角的光线可能被截止。

[0052] 该检测器可以包括多个光接收光纤，例如，多个单根光纤或多个多叉式光纤。例如，光接收光纤可以被布置为光纤束。例如，检测器可以包括多个单根光纤，例如具有相同特性的光纤。光接收光纤(即，单根光纤或多叉式光纤)可以被布置为使得入射光束可以以不同的入射角撞击到每个光接收光纤中，使得对于每个光接收光纤，透射度是不同的。

[0053] 检测器可以包括至少一个测量头，在该测量头中至少布置光接收光纤。测量头可以包括至少一个间隔(spacer)装置。间隔装置可以被配置用于将至少一个传递装置和至少一个光接收光纤连接。间隔装置可以被配置为将传递装置附接到至少一个光接收光纤。在测量头包括多个传递装置和/或光接收光纤的情况下，间隔装置可以被配置用于将至少一个传递装置与至少一个光接收光纤连接。可以通过机械手段(诸如完全或部分不透明的机械壁或包层等)将光接收光纤的光路完全或部分地光学分离，以避免内部反射。通过机械手段进行的该光学分离可以是间隔装置的一部分。间隔装置可包括实心(solid)体积V_s和中空(hollow)体积V_h。实心体积可以由构成间隔装置的实心材料的体积来定义。间隔装置的

凸壳(hull)体积可以被定义为间隔装置的实心体积中最小的凸壳的体积。间隔装置的中空体积可以被定义为间隔装置的凸壳体积减去间隔装置的实心体积。例如,空体积可以由实心材料的内边缘限定。实心体积与中空体积的比率V_s/V_h可以在范围$0.001 \leqslant V_s/V_h \leqslant 1000$内,优选在范围$0.01 \leqslant V_s/V_h \leqslant 100$内,更优选在范围$0.1 \leqslant V_s/V_h \leqslant 10$内。检测器可以包括另外的耦合元件,特别是另外的入耦合元件,其适于将从对象行进到检测器的光束耦合到光接收光纤中。另外的耦合元件可以在从对象行进到检测器的光束的传播方向上布置在光接收光纤的前面。该另外的耦合元件可以是或可以包括至少一个传递装置。

[0054] 测量头可以包括至少一个致动器,该至少一个致动器被配置为移动测量头以扫描关注区域。如在此所使用的,术语"移动"是指驱动测量头和/或引起测量头振动。如在此所使用的,术语"致动器"是指适于生成使测量头移动的力的任意装置。具体地,致动器可以被附接和/或耦接和/或连接到光接收光纤,并且可以适于生成使光接收光纤移动(特别是振动)的力。

[0055] 致动器可以被附接和/或耦接和/或连接到光发送器光纤,并且可以适于生成使光发送器光纤移动的力。致动器可以适于生成与光接收光纤和/或光发送器光纤的自然谐振频率的谐波对应的力。致动器可以包括至少一个机电致动器和/或至少一个压电致动器。压电致动器可包括选自包括以下项的组中的至少一种致动器:至少一种压电陶瓷致动器;至少一个压电致动器。

[0056] 致动器可以被配置为使测量头(特别是光发送器光纤和/或光接收光纤)振荡。致动器可以适于在线性扫描和/或径向扫描和/或螺旋扫描中移动测量头。例如,致动器可以适于在测量头上生成力,使得测量头向上和向下移动。例如,致动器可以被配置为在测量头上生成力,使得测量头在具有预定半径的轨道中移动。半径可以是可调节的。例如,致动器可以适于生成力,使得测量头以具有诸如交替地减小或增大的半径的螺旋形移动。

[0057] 具体地,照射通道的出射光瞳的质心和所有接收通道的入射面的质心可以投影到与光轴正交并且包括所有接收通道的出射面的质心的平面上,而基线可以是投影到该平面中的照射通道的出射光瞳的质心与投影到该平面中的所有接收通道的入射面的质心之间的距离。该检测器可以包括基线。具体地,基线可以是检测器的至少一个照射通道和至少一个接收器通道之间的距离。照射源的出射光瞳可以在第一方向上与光轴偏离距离BL。光接收光纤(特别是光接收光纤的入射面的质心)可以在特别与第一方向不同的第二方向上与光轴偏离距离d_R。具体地,基线可以是例如在xy平面上在至少一个照射通道与至少一个接收器通道之间的距离。如在此所使用的,术语"照射通道"是指至少一个光学通道,其包括至少一个照射源,诸如适于生成至少一个照射光束以照射至少一个对象的光发送器光纤。照射通道可以包括至少一个发射器光学器件,诸如至少一个照射源和至少一个透镜元件。照射源可以包括至少一个入射面。如在此所使用的,术语照射源的"入射面"是指照射源的光发送器光纤的适于接收由光源生成的光束的一端或一端的表面。照射源可以包括至少一个出射面。术语照射源的"出射面"是指发射光束以照射对象的光发送器光纤的一端或一端的表面。在照射源包括一根光发送器光纤的情况下,术语"照射通道"是指一个中心,诸如光发送器光纤的出射面或出射光瞳的几何中心。在照射源包括多于一根光发送器光纤的情况下,术语"照射通道"是指光发送器光纤的出射面或出射光瞳的表面的质心。如上概述,照射源的出射光瞳与光轴偏离距离BL。第一光接收光纤具有d_1的纤芯直径。第二光接收光纤具

有d_2的纤芯直径。比率d_1/BL在范围$0.000047 \leq d_1/BL \leq 313$内，和/或比率$d_2/BL$在范围$0.000047 \leq d_2/BL \leq 313$内。优选地，比率$d_1/BL$在范围$0.000114 \leq d_1/BL \leq 30.37$内，更优选地在范围$0.000318 \leq d_1/BL \leq 6.83$内，和/或其中，比率$d_2/BL$在范围$0.000114 \leq d_2/BL \leq 30.37$内，更优选地在范围$0.000318 \leq d_2/BL \leq 6.83$内。照射源与光轴的位移可以具有大于0的范围。照射源与光轴的位移可以在范围$10\mu m \leq BL \leq 127000\mu m$内，优选地在范围$100\mu m \leq BL \leq 76200\mu m$内，更优选地在范围$500\mu m \leq BL \leq 25400\mu m$内。例如，比率$d_1/BL$可以是$0.000047 \leq d_1/BL \leq 1$，和/或比率$d_2/BL$可以是$0.000047 \leq d_2/BL \leq 1$。例如，纤芯直径可以在1μm至5mm的范围内，使得最小基线可以是1μm。最大基线可以定义为2m。通过适当设置位移(BL)与接收纤芯直径(d_1和d_2)的比率，可以取决于测量应用调节测量范围和分辨率。在该示例中，d_1/BL的比率可以是$0.0000005 \leq d_1/BL \leq 1$，和/或$d_2/BL$的比率可以是$0.0000005 \leq d_2/BL \leq 1$。优选地，$d_1/BL$的比率可以是$0.000114 \leq d_1/BL \leq 0.8$，更优选地，比率$d_1/BL$可以是$0.000318 \leq d_1/BL \leq 0.5$。优选地，比率$d_2/BL$可以是$0.000114 \leq d_2/BL \leq 0.8$，更优选地，$0.000318 \leq d_2/BL \leq 0.5$。例如，$d_1/BL$的比率可以是$0.0000005 \leq d_1/BL \leq 0.000047$，和/或$d_2/BL$的比率可以是$0.0000005 \leq d_2/BL \leq 0.000047$。照射源的出射光瞳与光轴的位移可以允许增加测量范围并提高分辨率。如在此所使用的，术语“接收器通道”是指至少一个光学通道，其包括适于接收从对象传播到检测器的光束的至少一个光接收光纤。接收器通道可以包括至少一个接收器光学器件，诸如至少一个传递装置。每个光接收光纤可包括至少一个入射面。如在此所使用的，术语光接收光纤的“入射面”是指相应的光接收光纤的被配置为接收从对象传播到检测器的光束的至少一端。术语光接收光纤的“出射面”是指相应的光接收光纤的至少一端，通过光接收光纤传播的光束从该端离开光接收光纤，以撞击在相应的光学传感器上。术语“接收器通道”是指光接收光纤的入射面的表面的质心。第一和第二光接收光纤中的每一个光接收光纤可以包括至少一个入射面，该至少一个入射面被配置为接收从对象传播到检测器的已经穿过传递装置的光束。第一和第二光接收光纤的入射面的质心可以与光轴偏离距离d_R。距离d_R可以在10μm至127000μm，优选地100μm至76200μm，更优选地500μm至25400μm的范围内。因此，照射源和/或光发送器光纤的出射面以及光接收光纤中的一个或二者的入射面可以被布置为与传递装置的光轴具有相对的空间偏移。具体地，照射源和/或光发送器光纤的出射面以及光接收光纤中的一个或二者的入射面可以被布置为与光轴具有不同的空间偏移。此类布置可以允许增强组合信号Q的趋势(tendency)，并且因此可以增强距离测量的准确性。具体地，随着增加的空间偏移，Q与距离关系图中的斜率增加，并且因此允许更准确地区分相似的距离。例如，照射源和光接收光纤中的一个或二者的入射面中的一个可以布置在光轴上，而另一个可以与光轴间隔开布置。例如，照射源和光接收光纤中的一个或二者的入射面二者都可以与光轴间隔开至少一个不同的距离，特别是垂直于光轴来布置。例如，至少两个光接收光纤可以被布置在距光轴的不同距离处。与照射源与光学传感器之间的垂直于光轴的实际距离相比，光接收光纤可以适于模拟更大的距离，而无需移动照射源和/或光学传感器。

[0058] 基线(也表示为基础线)可以是例如在xy平面上的至少一个发射器光学器件与至少一个接收器光学器件之间的距离。例如，基线可以是光轴与照射源之间的距离，特别是光轴与照射光束的z分量之间的距离。检测器可以包括附加光学元件，例如至少一个镜子，其可以另外增加到照射源的距离。例如，基线可以是发射器透镜与接收器透镜之间的距离。发

送器透镜可以在照射光束的传播方向上布置在光发送器光纤的后面。接收器透镜可以在从对象传播到光接收光纤的光束的传播方向上布置在光接收光纤的前面。传递装置可以包括接收器透镜。具体地，基线可以是从对象传播到检测器的光束撞击到光接收光纤(特别是相应的入射面)上的位置与照射源和/或至少一个光发送器光纤的至少一个出射面之间的距离。

[0059] 光接收光纤的入射面和/或光发送器光纤的出射端的质心可以布置在与光轴正交的一个平面内。光接收光纤的入射面和/或光发送器光纤的出射端的质心可以布置在平行于光轴并包括光轴的一个平面内。光接收光纤的入射面和/或光发送器光纤的出射端的质心可以布置在与光轴正交的平面与平行于光轴且包括光轴的平面的相交处。可以将光发送器光纤的出射端和光接收光纤的入射端的中心布置在第一平面与第二平面的相交处，该第一平面是光接收光纤的入射面与发送器光纤的出射端的平面，该第二平面与第一平面正交并包括将光发送器光纤的出射端与光接收光纤的入射端的中心连接的线。

[0060] 第一光接收光纤可以被布置和配置为向第一光学传感器提供光，并且第二光接收光纤可以被布置和配置为向第二光学传感器提供光。每个光接收光纤可包括出射端和入射端。例如，光纤可以包括至少两个光接收光纤，每个光接收光纤具有至少一个入射面，其中，入射面可以同心或在彼此顶部或彼此平行或并排布置。

[0061] 如在此所使用的，“光学传感器”通常是指用于检测光束的光敏装置，诸如用于检测由至少一个光束生成的照射和/或光斑。如在此进一步使用的，“光敏区域”通常是指响应于至少一个传感器信号生成的照射而可以由至少一个光束从外部照射的光学传感器的区域。光敏区域可以具体地位于相应光学传感器的表面上。然而，其它实施例是可行的。术语“至少两个光学传感器，每个具有至少一个光敏区域”是指具有两个单个光学传感器的配置，每个具有一个光敏区域，并且是指带有具有至少两个光敏区域的一个组合光学传感器的配置。因此，术语“光学传感器”另外指被配置为生成一个输出信号的光敏装置，而在此，被配置为生成两个或更多个输出信号的光敏装置(例如至少一个CCD和/或CMOS装置)称为两个或更多个光学传感器。如将在下面进一步详细概述的，每个光学传感器可被体现为使得诸如通过提供响应于针对整个光学传感器而由一个均匀的传感器信号恰好创建的照射而可被照射的恰好一个光敏区域，在相应的光学传感器中恰好存在一个光敏区域。因此，每个光学传感器可以是单区域光学传感器。然而，单区域光学传感器的使用使得检测器的设置特别简单和有效。因此，作为示例，可以在设置中使用可商购的光传感器，诸如可商购的硅光电二极管，每个硅光电传感器恰好具有一个光敏区域。然而，其它实施例是可行的。因此，作为示例，可以使用包括两个、三个、四个或多于四个的光敏区域的光学装置，其在本发明的上下文中被视为两个、三个、四个或多于四个的光学传感器。作为示例，光学装置可以包括光敏区域矩阵。因此，作为示例，光学传感器可以是像素化光学装置的一部分或构成像素化光学装置。作为示例，光学传感器可以是具有像素矩阵的至少一个CCD和/或CMOS器件的一部分或构成具有像素矩阵的至少一个CCD和/或CMOS器件，每个像素形成光敏区域。

[0062] 每个光接收光纤可以被配置为发射至少一个光束，使得光束撞击在光敏区域上。例如，至少一个光敏区域相对于光轴以任意角度取向的情况下，光接收光纤可以适于将光束引导到光敏区域上。

[0063] 如在此进一步使用的，“传感器信号”通常是指由光学传感器响应于光束的照射而

生成的信号。具体地，传感器信号可以是或可以包括至少一种电信号，诸如至少一种模拟电信号和/或至少一种数字电信号。更具体地，传感器信号可以是或可以包括至少一个电压信号和/或至少一个电流信号。更具体地，传感器信号可以包括至少一个光电流。此外，可以使用原始传感器信号，或者检测器、光学传感器或任何其它元件可适于处理或预处理传感器信号，从而生成辅助传感器信号，该辅助传感器信号也可以用作传感器信号，诸如通过过滤等进行预处理。

[0064] 光学传感器在紫外、可见或红外光谱范围中的一个或多个范围中可以是敏感的。具体地，光学传感器在从500nm至780nm，最优选地在650nm至750nm，或在690nm至700nm处的可见光谱范围内可以是敏感的。具体地，光学传感器在近红外区域中可以是敏感的。具体地，光学传感器在近红外区域的其中硅光电二极管特别适用于700nm至1000nm范围内的部分中可以是敏感的。具体地，光学传感器在红外光谱范围内，具体地在780nm至3.0微米的范围内可以是敏感的。例如，光学传感器各自独立地可以是或可以包括从由光电二极管、光电管、光电导体、光电晶体管或其任何组合组成的组中选择的至少一种元件。例如，光学传感器可以是或可以包括选自由CCD传感器元件、CMOS传感器元件、光电二极管、光电管、光电导体、光电晶体管或其任何组合组成的组中选择的至少一种元件。可以使用任何其它类型的光敏元件。如将在下面进一步详细概述的，光敏元件通常可以完全或部分地由无机材料制成和/或可以完全或部分地由有机材料制成。最常见的是，如将在下面更详细概述的，可以使用一个或多个光电二极管，诸如可商购的光电二极管，例如无机半导体光电二极管。

[0065] 可以在每个光接收光纤的出射端处布置至少一个光学传感器。可替代地，至少两个或更多个光接收光纤可以使用相同的光学传感器。在光接收光纤的端部处的光学传感器可以被布置为使得离开光接收光纤朝向光学传感器的光束的照射功率的至少80％，优选地至少90％，更优选地至少99％，撞击在至少一个光学传感器上。从对象行进到检测器的光束撞击到光纤上的相对于传递装置的位置可以被优化，以获得具有高动态范围的组合信号Q。

[0066] 光学传感器和/或至少一个光接收光纤的入射面可偏离焦点定位。如在此所使用的，术语“焦点(focus)”通常是指由传递装置引起的光束(特别是从对象的一个点发射的至少一个光束)的混淆圆(circle of confusion)的最小范围或传递装置的焦距中的一个或二者。如在此所使用的，术语“混淆圆”是指由传递装置所聚焦的光束的光线锥引起的光斑。混淆圆可取决于传递装置的焦距f、从对象到传递装置的纵向距离、传递装置的出射光瞳的直径、从传递装置到光敏区域的纵向距离、从传递装置到对象的图像的距离。例如，对于高斯束，混淆圆的直径可以是高斯束的宽度。具体地，对于位于或放置距检测器无限距离处的点状对象，传递装置可以适于将来自对象的光束聚焦到传递装置的焦距处的焦点中。对于位于或放置距接收器单元无限距离处的非点状对象，传递装置可适于将来自对象的至少一个点的光束聚焦到传递装置的焦距处的聚焦平面中。对于没有位于或放置在距测量头无限距离处的点状对象，混淆圆可至少在一个纵坐标处具有最小范围。对于没有位于或放置在距接收器单元无限距离处的非点状对象，来自对象的至少一个点的光束的混淆圆可至少在一个纵坐标处具有最小的延伸。如在此所使用的，术语“偏离焦点定位”通常是指除了由传递装置引起的光束的混淆圆的最小范围或传递装置的焦距之外的位置。具体地，混淆圆的焦点或最小范围可以位于纵坐标l_{focus}处，而每个光学传感器的位置和/或至少一个光纤的入射面可以具有与l_{focus}不同的纵坐标l_{sensor}。例如，纵坐标l_{sensor}可以在纵向方向中布置成

比纵坐标l_{focus}更靠近传递装置的位置，或者可以布置成比纵坐标l_{focus}更远离传递装置的位置。因此，纵坐标l_{sensor}和纵坐标l_{focus}可以位于距传递装置不同的距离处。例如，光学传感器和/或至少一个光接收光纤的入射面可以在纵向方向上与混淆圆最小范围间隔开焦距的±2％，优选地焦距的±10％，最优选焦距的±20％。例如，在传递装置的焦距处可以是20mm，并且纵坐标l_{sensor}可以是19.5mm，即，传感器和/或至少一个光接收光纤的入射面可以以97.5％的焦距定位，使得l_{sensor}与焦点间隔开焦距的2.5％。

[0067] 例如，至少一个光接收光纤的入射面可以布置为使得组合信号的距离相关性上的变化(variance)最大，这等于组合信号Q中的最大动态范围。不希望受该理论的束缚，使动态范围最大化实际上是使距离相关性上的混淆圆变化最大化的近似。小物距与大物距处的混淆圆半径的商实际上是小物距和大物距处的组合信号的商的近似。具体地，至少一个光接收光纤的入射面可以如此定位，使得大物距处的组合信号Q_{far}和小物距处的组合信号Q_{close}具有最大变化。

[0068] $$\frac{Q_{far}}{Q_{close}} \approx \frac{r_{CoC}^{Object,close}(z_O, z_s, z_i)^2}{r_{CoC}^{Object,far}(z_O, z_s, z_i)^2} \rightarrow max$$

[0069] 其中$r_{CoC}^{Object,close}$是在小物距处的混淆圆的半径，而$r_{CoC}^{Object,far}$是在大物距处的混淆圆的半径，其中z_o是至少一个光接收光纤的入射面与对象之间的可检测距离范围，z_s是传递装置与至少一个光接收光纤的入射面之间的距离，并且z_i是聚焦图像在传递装置后面的位置，该位置取决于对象的位置z_o。光接收光纤的最优位置，特别是从对象行进到测量头的光束撞击到光接收光纤上情况下的光接收光纤的端部的位置，可以使用以下步骤进行调节：i)将至少一个光接收光纤的入射面放置在最远物距的焦点处；ii)将光学传感器和/或至少一个光接收光纤的入射面特别是沿光轴或相对于(against)光轴移出焦点，使得距焦点的距离Δ给出最优混淆圆变化和最大范围，其中$\Delta = \frac{z_i^2(z_O^{far})}{z_O^{far} f} O_{size} F_{\#}$，其中$O_{size}$是至少一个光接收光纤的入射面上的光斑大小，f是传递装置的焦距，$F_{\#}$是传递装置的F数，z_O^{far}是最远物距。

[0070] 如上概述，检测器包括至少两个光接收光纤，其中第一光接收光纤适于将从对象传播到检测器的光束的至少一部分提供给第一光学传感器，并且其中第二光接收光纤适于将从对象传播到检测器的光束的至少一部分提供给第二光学传感器。该检测器可以包括多个光接收光纤，其中每个光接收光纤适于将从对象传播到检测器的光束的至少一部分提供给光学传感器中的一个光学传感器。光接收光纤的相应入射面的每个几何中心可以布置在纵坐标$l_{center,i}$处，其中，i表示相应光接收光纤的编号(number)。该检测器可以包括恰好两个光学传感器和/或恰好两个光接收光纤，每个都包括入射面。该检测器可以包括多于两个的光学传感器和/或多于两个的光接收光纤。第一光接收光纤可包括至少一个第一入射面，而第二光接收光纤可包括至少一个第二入射面。第一入射面(特别是几何中心)可以布置在第一纵坐标$l_{center,1}$处，而第二入射面(特别是几何中心)可以布置在第二纵坐标$l_{center,2}$处，其中第一纵坐标和第二纵坐标不同。例如，第一入射端和第二入射端可以位于在光轴方向上偏移的不同平面中。第一入射端可以布置在第二入射端的前面。第一入射端和第二入射端的相对距离可以例如取决于焦距或物距。光接收光纤的入射面的纵坐标也可以是相同的。具体地，光接收光纤的入射面的纵坐标可以是相同的，但是光接收光纤的入射面可以与

光轴间隔开不同的空间偏移。第一光接收光纤和第二光接收光纤可以被布置为具有公共的中心轴。第一光接收光纤和第二光接收光纤可以同心布置。第一光接收光纤可以围绕第二光接收光纤。例如，第一入射面和第二入射面可以具有圆形形状，其中第一入射面可以是具有第一半径的圆，并且第二入射面可以是具有与第一半径不同的第二半径的圆。另外地或可替代地，第一入射面可以与第二入射面间隔开。第一入射面可以布置在第二入射面的前面，并且可以与第二入射面间隔不超过50mm，优选地不超过15mm。第一光学传感器和第二光学传感器的相对距离可以取决于例如焦距或物距。

[0071] 光接收光纤的每个入射面的每个几何中心可以与传递装置的光轴(诸如束路径或光接收光纤的相应入射面所位于的相应束路径的光轴)间隔开。在检测器包括各自包括一个入射面的恰好两个光接收光纤的情况下，以及在测量头包括多于两个的光接收光纤的情况下，第一入射面与光轴间隔开第一空间偏移，并且第二入射面与光轴间隔开第二空间偏移，其中第一空间偏移和第二空间偏移可以不同。作为示例，第一和第二空间偏移可以相差至少1.2倍，更优选地相差至少1.5倍，更优选地相差至少2倍。空间偏移也可以是零，或如果光接收光纤的入射面的纵坐标和/或横截面可能不同，则可以取负值。

[0072] 第一光接收光纤可具有第一横截面，而第二光接收光纤可具有第二横截面。术语“横截面”是指垂直于光接收光纤的延伸方向的区域。在检测器包括多于两个的光接收光纤的情况下，第一组光接收光纤或至少一个光接收光纤可以形成第一横截面，其中第二组光接收光纤或至少另一个光接收光纤可以形成第二横截面。第一横截面和第二横截面可以不同。具体地，第一横截面和第二横截面不全等。因此，第一光接收光纤和第二光接收光纤的横截面可以在形状或内容中的一个或多个上不同。例如，第一横截面可以小于第二横截面。作为示例，第一横截面和第二横截面二者可以具有圆形的形状。第一入射面的第一圆的半径可以小于第二入射面的第二圆的对应半径。具体地，第一横截面的直径可以小于第二横截面的直径。同样，可替代地，作为示例，第一横截面可具有第一等效直径，而第二横截面可具有第二等效直径，其中第一等效直径小于第二等效直径。如果光接收光纤的入射面的空间偏移和/或纵坐标不同，则横截面可以全等。

[0073] 评估装置被配置用于通过评估传感器信号的组合信号Q来确定对象的至少一个纵坐标z。如在此通常使用的，术语“组合”通常可以指任意操作，其中两个或更多个分量(诸如信号)是被数学地合并以便形成至少一个合并的组合信号和/或被比较以便形成至少一个比较信号或比较结果中的一个或多个。如在此所使用的，术语“组合信号Q”是指通过组合传感器信号，特别是通过划分(divide)传感器信号，划分传感器信号的倍数，或划分传感器信号的线性组合中的一项或多项所生成的信号。具体地，组合信号可以是商信号。可以通过使用各种部件来确定组合信号Q。作为示例，可以使用并且可以在评估装置中实现用于得出组合信号的软件部件，用于得出组合信号的硬件部件或二者。因此，作为示例，评估装置可以包括至少一个除法器(divider)，其中除法器被配置用于得出商信号。除法器可以全部或部分地体现为软件除法器或硬件除法器中的一个或二者。

[0074] 评估装置可以被配置用于通过划分传感器信号，划分传感器信号的倍数，划分传感器信号的线性组合中的一项或多项来得出组合信号Q。评估装置可以被配置用于使用组合信号Q和纵坐标之间的至少一种预定关系来确定纵坐标。例如，评估装置被配置用于通过以下方式得出组合信号Q：

[0075] $$Q(z_O)=\frac{\iint_{A_1}E(x,y;z_O)dxdy}{\iint_{A_2}E(x,y;z_O)dxdy}$$

[0076] 其中x和y是横坐标，A1和A2是在传感器位置处已经穿过光纤的光束的束轮廓的面积，并且$E(x,y,z_o)$表示物距z_o处给定的束轮廓。面积A1和面积A2可能不同。具体地，A1和A2不全等。因此，A1和A2在形状或内容中的一项或多项中可以不同。束轮廓可以是光束的横截面。束轮廓可以选自由如下组成的组：梯形束轮廓；三角形束轮廓；圆锥形束轮廓和高斯束轮廓的线性组合。通常，束轮廓取决于亮度$L(z_o)$和束形状$S(x,y;z_o)$，$E(x,y;zo)=L\cdot S$。因此，通过得出组合信号，它可以允许确定独立于亮度的纵坐标。另外，使用组合信号允许确定与对象大小无关的距离z_0。因此，组合信号允许独立于对象的材料特性和/或反射特性和/或散射特性并且独立于光源的改变(诸如通过透镜上的制造精度、热量、水、污垢、损坏等)来确定距离z_0。

[0077] 每个传感器信号可以包括已经穿过光接收光纤的光束的束轮廓的至少一个区域的至少一个信息。如在此所使用的，术语“束轮廓的区域”通常是指在用于确定组合信号Q的传感器位置处束轮廓的任意区域。光接收光纤的光敏区域和/或入射面可以布置为使得第一传感器信号包括束轮廓的第一区域的信息，并且第二传感器信号包括束轮廓的第二区域的信息。束轮廓的第一区域和束轮廓的第二区域可以是相邻或重叠区域中的一个或二者。束轮廓的第一区域和束轮廓的第二区域在面积上可以不全等。

[0078] 评估装置可以被配置为确定和/或选择束轮廓的第一区域和束轮廓的第二区域。束轮廓的第一区域可以基本上包括束轮廓的边缘信息，并且束轮廓的第二区域可以基本上包括束轮廓的中心信息。束轮廓可以具有中心，即，束轮廓的最大值和/或束轮廓的平台的中心点和/或光斑的几何中心，以及从中心延伸的下降边缘。第二区域可以包括横截面的内部区域，而第一区域可以包括横截面的外部区域。如在此所使用的，术语“基本上中心信息”通常是指与中心信息的比例(即，与中心对应的强度分布的比例)相比，边缘信息的低比例，即，与边缘对应的强度分布的比例。优选地，中心信息具有小于10％，更优选地小于5％的边缘信息的比例，最优选地，中心信息不包括边缘内容。如在此所使用的，术语“基本上边缘信息”通常是指与边缘信息的比例相比中心信息的低比例。边缘信息可以包括特别来自中心和边缘区域的整个束轮廓的信息。边缘信息可具有小于10％，优选地小于5％的中心信息的比例，更优选地，边缘信息不包括中心内容。如果束轮廓的至少一个区域靠近或围绕中心并且包括基本上中心信息，则可以确定和/或选择束轮廓的至少一个区域作为束轮廓的第二区域。如果束轮廓的至少一个区域包括横截面的下降边缘的至少一部分，则可以确定和/或选择束轮廓的至少一个区域作为束轮廓的第一区域。例如，可以将横截面的整个区域确定为第一区域。束轮廓的第一区域可以是区域A2，并且束轮廓的第二区域可以是区域A1。

[0079] 边缘信息可以包括与束轮廓的第一区域中的光子数量有关的信息，而中心信息可以包括与束轮廓的第二区域中的光子数量有关的信息。评估装置可以适于确定束轮廓的面积积分。评估装置可以适于通过对第一区域进行积分和/或求和来确定边缘信息。评估装置可以适于通过对第二区域进行积分和/或求和来确定中心信息。例如，束轮廓可以是梯形束轮廓，并且评估装置可以适于确定梯形的积分。此外，当可以假定梯形束轮廓时，边缘和中

心信号的确定可以用等效评估来代替，该等效评估利用梯形束轮廓的特性，诸如确定边缘的倾斜和位置以及中心平台的高度，以及通过几何考虑得出边缘和中心信号。

[0080] 另外地或可替代地，评估装置可以适于从光斑的至少一个切片或切口确定中心信息或边缘信息中的一个或二者。例如，这可以通过用沿着切片或切口的线积分代替组合信号Q中的面积积分来实现。为了提高准确性，可以使用通过光斑的若干切片或切口并求平均。在椭圆形斑点轮廓的情况下，对多个切片或切口求平均可导致改善的距离信息。

[0081] 评估装置可以被配置为通过以下中的一项或多项来得出组合信号Q：划分边缘信息和中心信息，划分边缘信息和中心信息的倍数，划分边缘信息和中心信息的线性组合。因此，基本上，光子比率可以用作该方法的物理基础。

[0082] 如在此进一步使用的，术语“评估装置”通常是指适于执行指定操作的任意装置，优选地通过使用至少一个数据处理装置，并且更优选地，通过使用至少一个处理器和/或至少一个专用集成电路。因此，作为示例，至少一个评估装置可以包括具有存储在其上的软件代码的至少一个数据处理装置，该软件代码包括多个计算机命令。评估装置可以提供用于执行一个或多个指定操作的一个或多个硬件元件，和/或可以向一个或多个处理器提供在其上运行的用于执行一个或多个指定操作的软件。

[0083] 在本发明的一个实施例中，检测器可以包括：

[0084] -具有第一光敏区域的至少一个第一光学传感器，其中，第一光学传感器可以被配置为响应于由已经穿过光接收光纤中的一个光接收光纤的光束对第一光敏区域的照射而生成至少一个第一传感器信号；

[0085] -具有第二光敏区域的至少一个第二光学传感器，其中，第二光学传感器可以被配置为响应于由已经穿过光接收光纤中的另一个光接收光纤的光束对第二光敏区域的照射而生成至少一个第二传感器信号。

[0086] 评估装置可以被配置用于通过评估第一传感器信号和第二传感器信号来确定对象的至少一个纵坐标z。

[0087] 光接收光纤的入射面可以在大小和/或形状上相同或者可以不同。例如，第一光接收光纤的第一入射面可以小于第二光接收光纤的第二入射面。第一入射面可以小于第二光敏区域。如在此所使用的，术语“小于”是指第一入射面的表面积小于第二入射面的表面积，诸如是至少0.9倍，例如是至少0.7倍，或甚至是至少0.5倍的事实。作为示例，第一入射面和第二入射面二者均可以具有正方形或矩形的形状，其中，第一入射面的正方形或矩形的边长小于第二入射面的正方形或矩形的对应边长。可替代地，作为示例，第一入射面和第二入射面二者均可以具有圆形的形状，其中，第一入射面的直径小于第二入射面的直径。再次，可替代地，作为示例，第一入射面可以具有第一等效直径，并且第二入射面可以具有第二等效直径，其中第一等效直径小于第二等效直径。第二入射面可大于第一入射面。因此，作为示例，第二入射面可以比第一入射面大至少一倍，更优选大至少二倍，最优选大至少四倍。具体地，第一入射面可以是小的入射面，使得优选地，光束完全照射该入射面。因此，作为可应用于典型光学配置的示例，第一入射面可具有1mm^{2}至150mm^{2}的表面积，更优选地10mm^{2}至100mm^{2}的表面积。具体地，入射面可以是大面积。因此，优选地，在检测器的测量范围内，光斑可以完全位于第二入射面内，使得光斑完全位于第二入射面的边界内。作为例如在典型的光学装置中适用的示例，第二入射面可以具有160mm^{2}至1000mm^{2}的表面积，更优选地

200mm^{2}至600mm^{2}的表面积。

[0088] 具体地，第一入射面可以在光束的传播方向上与第二入射面重叠。光束可以照射第一入射面以及全部或部分地照射第二入射面。因此，作为示例，如从位于检测器的光轴上的对象看，第一入射面可以位于第二入射面的前面，使得如从对象看，第一入射面完全位于第二入射面内。当来自该对象的光束朝向第一和第二入射面传播时，光束可完全照射第一入射面并可能在第二入射面上产生光斑，其中由第一入射面产生的阴影位于光斑内。然而，应注意，其它实施例是可行的。

[0089] 具体地，第一入射面和第二入射面可以线性地布置在检测器的一个且相同的束路径中。如在此所使用的，术语“线性地”通常是指入射面沿一个轴布置。因此，作为示例，第一入射面和第二入射面二者都可以位于检测器的光轴上。具体地，第一入射面和第二入射面可以相对于检测器的光轴同心地布置。

[0090] 第一入射面可以布置在第二入射面的前面。因此，作为示例，可以将第一入射面简单地放置在第二入射面的表面上。另外地或可替代地，第一入射面可以与第二入射面间隔不超过第一入射面的表面积的平方根的五倍。另外地或可替代地，第一入射面可以布置在第二入射面的前面并且可以与第二入射面间隔不超过50mm，优选地不超过15mm。

[0091] 在一个示例中，检测器包括

[0092] -具有第一横截面的第一光接收光纤，其中，第一光接收光纤可以被配置为将从对象传播到检测器的光束的至少一部分提供给至少一个光学传感器；

[0093] -具有第二横截面的第二光接收光纤，其中，第二光接收光纤可以被配置为将从对象传播到检测器的光束的至少一部分提供给光学传感器的至少另一个光学传感器。

[0094] 第一横截面可以小于第二横截面。

[0095] 从对象传播到检测器的光束具体地可以完全照射第一横截面和/或第二横截面，使得第一横截面和/或第二横截面完全位于光束内，例如光束的宽度大于第一光接收光纤的第一横截面和/或第二光接收光纤的第二横截面。相反，优选地，从对象传播到检测器的光束具体地可以部分地照射第一横截面和/或第二横截面。在从对象传播到检测器的光束的传播方向上，至少一个或多个合适的透镜或对光束具有聚焦或散焦效果的元件可以布置在光接收光纤的入射面的前面，例如适当的传递装置。

[0096] 如上概述，第一横截面可以小于第二横截面。如在此所使用的，术语“小于”是指第一横截面小于第二横截面，诸如是至少0.9倍，例如是至少0.7倍，或甚至是至少0.5倍。作为示例，第一横截面和第二横截面二者均可以具有圆形的形状，其中第一横截面的直径小于第二横截面的直径。如上概述，第二横截面可以大于第一横截面。因此，作为示例，第二横截面可以比第一横截面大至少一倍，更优选大至少两倍，以及最优选大至少四倍。

[0097] 具体地，第一横截面可以在光束从对象传播到检测器的传播方向上与第二横截面重叠。从对象传播到检测器的光束既可以照射第一横截面，也可以全部或部分地照射第二横截面。因此，作为示例，从位于检测器的光轴上的对象看，第一横截面可以位于第二横截面的中心，使得第一横截面和第二横截面是同心的。然而，应当注意，其它实施例是可行的。

[0098] 具体地，第一和第二光接收光纤的入射面可以布置在相同的纵坐标处，或者可以布置在不同的纵坐标处。因此，作为示例，第一入射面和第二入射面二者都可以位于检测器的光轴上。具体地，第一入射面和第二入射面可以相对于检测器的光轴同心地布置。例如，

第一入射面可以布置在第二入射面的前面。例如，第一入射面可以与第二入射面间隔不超过第一入射面的横截面的平方根的五倍。另外地或可替代地，第一入射面可以布置在第二入射面的前面，并且可以与第二入射面间隔不超过50mm，优选地不超过15mm。

[0099] 作为两个光学传感器的线性布置的替代，光学传感器可以布置在检测器的不同束路径中。光接收光纤可以适于生成第一光束和第二光束。可以以不同的透射度生成第一光束和第二光束。第一光学传感器可以被配置为响应于第一光束对第一光敏区域的照射而生成第一传感器信号。第二光学传感器可以被配置为响应于第二光束对第二光敏区域的照射而生成第二传感器信号。例如，如上概述，光接收光纤可以包括至少一个多叉式光纤，该多叉式光纤可以被布置为使得入射光束可以以第一入射角撞击到第一光接收光纤中并且以与第一角度不同的第二入射角撞击到第二光接收光纤中，使得对于第一光束(在该情况下为第一透射光束)和第二光束(在该情况下为第二透射光束)，透射程度不同。第一光学传感器和第二光学传感器中的一个光学传感器可以布置在第一光接收光纤的出射端处，并且另一个光学传感器可以布置在第二光接收光纤的出射端处。

[0100] 评估装置可以具体地被配置用于通过划分第一和第二传感器信号，划分第一和第二传感器信号的倍数、或划分第一和第二传感器信号的线性组合来得出组合信号Q。作为示例，可以简单地将Q确定为Q＝s1/s2或Q＝s2/s1，其中s1表示第一传感器信号，并且s2表示第二传感器信号。另外地或可替代地，可以将Q确定为Q＝a·s1/b·s2或Q＝b·s2/a·s1，其中a和b是实数，作为示例，该实数可以是预定的或可确定的。另外地或可替代地，可以将Q确定为Q＝(a·s1+b·s2)/(c·s1+d·s2)，其中a、b、c和d是实数，作为示例，该实数是预定的或可确定的。作为后者的简单示例，可以将Q确定为Q＝s1/(s1+s2)。其它组合信号或者商信号也是可行的。

[0101] 通常，在上述设置中，Q是对象的纵坐标和/或光斑的大小(诸如光斑的直径或等效直径)的单调函数。因此，作为示例，具体地，在使用线性光学传感器的情况下，商Q＝s1/s2是光斑的大小的单调递减函数。不希望受到该理论的束缚，据信这是由于以下事实：在上述设置中，第一信号s1和第二信号s2二者均随着距光源的增加距离作为平方函数减小，因为到达检测器的光量减少。然而，其中，第一信号s1比第二信号s2更迅速地下降，因为在如实验中使用的光学设置中，图像平面中的光斑增长，并且因此散布在更大的区域上。因此，第一和第二传感器信号的商随着光束的直径或光斑在第一和第二光敏区域上的直径的增加而连续减小。此外，商主要独立于光束的总功率，因为光束的总功率在第一传感器信号和第二传感器信号二者中均形成因子。因此，商Q可以形成次级信号，该次级信号在第一和第二传感器信号与光束的大小或直径之间提供唯一且明确的关系。另一方面，由于光束的大小或直径取决于对象(入射光束从其朝向检测器传播)与检测器本身之间的距离，即取决于对象的纵坐标，在第一和第二传感器信号与纵坐标之间可能存在唯一且明确的关系。对于后者，可以参考例如WO 2014/097181 A1。可以通过以下来确定预定关系，通过分析考虑(诸如通过假设高斯光束的线性组合)、通过经验测量(诸如测量第一和第二传感器信号或根据对象的纵坐标得出的次级信号的测量)、或二者。

[0102] 第一光学传感器和第二光学传感器各自具体地可以是半导体传感器，优选地是无机半导体传感器，更优选地是光电二极管，并且最优选地是硅光电二极管。因此，本发明可以简单地通过使用可商购的无机光电二极管，即一个小光电二极管和一个大面积光电二极

管来实现。因此，可以以便宜且廉价的方式实现本发明的设置。

[0103] 具体地，第一光学传感器和第二光学传感器各自独立地可以是或可以包括无机光电二极管，其在红外光谱范围内，优选在780nm至3.0微米的范围内是敏感的，和/或在可见光谱范围内，优选在380nm至780nm的范围内是敏感的。具体地，第一光学传感器和第二光学传感器在近红外区域的其中硅光电二极管特别适用于700nm至1000nm范围内的部分中可能是敏感的。可以用于第一光学传感器、用于第二光学传感器或用于第一光学传感器和第二光学传感器二者的红外光学传感器可以是可商购的红外光学传感器，诸如可从德国莱茵河畔路德维希港(D-67056)的trinamiX GmbH以商标名称Hertzstueck™商购的红外光学传感器。因此，作为示例，第一光学传感器、第二光学传感器或第一光学传感器和第二光学传感器二者可以包括本征光伏类型的至少一个光学传感器，更优选地，选自由包括以下项的组的至少一个半导体光电二极管：Ge光电二极管、InGaAs光电二极管、扩展型InGaAs光电二极管、InAs光电二极管、InSb光电二极管、HgCdTe光电二极管。另外地或可替代地，第一光学传感器、第二光学传感器或第一光学传感器和第二光学传感器二者可以包括非本征光伏类型的至少一种光学传感器，更优选地，选自包括以下项的组的至少一种半导体光电二极管：Ge:Au光电二极管、Ge:Hg光电二极管、Ge:Cu光电二极管、Ge:Zn光电二极管、Si:Ga光电二极管、Si:As光电二极管。另外地或可替代地，第一光学传感器、第二光学传感器或第一光学传感器和第二光学传感器二者可包括至少一个辐射热计，优选为选自由VO辐射热计和非晶Si辐射热计组成的组的辐射热计。

[0104] 第一光学传感器和第二光学传感器各自具体地可以是均具有单个光敏区域的均匀传感器。因此，第一光学传感器和第二光学传感器具体可以是非像素化光学传感器。

[0105] 如上概述，通过评估第一传感器信号和第二传感器信号，可以使检测器确定对象的至少一个纵坐标，包括确定整个对象或其一个或多个部分的纵坐标的选项。然而，此外，对象的其它坐标，包括一个或多个横坐标和/或旋转坐标，可以由检测器确定，具体地由评估装置确定。因此，作为示例，一个或多个附加的横向传感器可以用于确定对象的至少一个横坐标。各种横向传感器在本领域中是众所周知的，诸如WO 2014/097181 A1中公开的横向传感器和/或其它位置敏感装置(PSD)，诸如象限二极管、CCD或CMOS芯片等。这些装置通常还可以实现在根据本发明的检测器中。作为示例，光束的一部分可以通过至少一个分束元件在检测器内被分开。作为示例，分开部分可以被导向横向传感器(诸如CCD或CMOS芯片或相机传感器)，并且由分开部分在横向传感器上生成的光斑的横向位置可以被确定，从而确定对象的至少一个横坐标。因此，根据本发明的检测器可以是一维检测器，诸如简单的距离测量装置，或者可以被体现为二维检测器或甚至被体现为三维检测器。通过以一维方式扫描场景或环境，也可以创建三维图像。因此，根据本发明的检测器具体地可以是一维检测器、二维检测器或三维检测器之一。评估装置可以进一步被配置为确定对象的至少一个横坐标x、y。

[0106] 光学传感器可以是双单元(bi-cell)二极管或象限二极管的部分二极管和/或包括至少一个CMOS传感器。例如，光学传感器可以包括CMOS传感器。评估装置可以适于将CMOS传感器的传感器区域划分为至少两个子区域。具体地，评估装置可以适于将CMOS传感器的传感器区域划分为至少一个左部和至少一个右部和/或至少一个上部和至少一个下部和/或至少一个内部和至少一个外部。评估装置可以被配置用于根据至少两个子区域的传感器

信号评估组合信号Q来确定对象的至少一个纵坐标z。使用至少一个CMOS传感器可以允许照射源的运动以照射对象。具体地，至少一个光发送器光纤和光接收光纤的独立运动可以是可能的。在使用布置为双单元二极管或象限二极管的部分二极管的光学传感器的情况下，光接收光纤和光发送器光纤可以特别固定地互连。作为对使用光发送器光纤的照射的补充或替代，对象可以由从任意照射源生成的光束照射。具体地，可以由光纤独立地执行对象的照射。

[0107] 例如，检测器可以包括具有光学传感器矩阵的至少一个传感器元件，每个光学传感器具有光敏区域，其中每个光学传感器可以被配置为响应于由已经穿过一根或多根光纤的光束对光敏区域的照射而生成至少一个传感器信号。检测器可以包括两个传感器元件，特别是布置在检测器的不同的束路径中的至少一个第一传感器元件和至少一个第二传感器元件。第一传感器元件和第二传感器元件中的一个传感器元件可以布置在第一光接收光纤的出射端处，而另一个传感器元件可以布置在第二光接收光纤的出射端处。

[0108] 评估装置可以被配置用于通过以下方式评估传感器信号：

[0109] a)确定具有最高传感器信号的至少一个光学传感器并形成至少一个中心信号；

[0110] b)评估光学传感器矩阵的传感器信号并形成至少一个和信号；

[0111] c)通过组合中心信号与和信号来确定至少一个组合信号；以及

[0112] d)通过评估组合信号来确定对象的至少一个纵坐标z。

[0113] 如在此所使用的，术语“传感器元件”通常是指被配置用于感测至少一个参数的装置或多个装置的组合。在当前情况下，参数具体可以是光学参数，并且传感器元件具体可以是光学传感器元件。传感器元件可以形成为单一的单个装置或作为多个装置的组合。如在此进一步使用的，术语“矩阵”通常是指多个元件以预定的几何顺序的布置。该矩阵具体地可以是或可以包括具有一个或多个行和一个或多个列的矩形矩阵。行和列具体地可以以矩形方式布置。然而，应当概述的是，其它布置也是可行的，诸如非矩形布置。作为示例，圆形布置也是可行的，其中元件围绕中心点布置成同心圆或椭圆形。例如，矩阵可以是单行的像素。其它布置是可行的。

[0114] 矩阵的光学传感器具体地可以在大小、灵敏度和其它光学、电和机械特性中的一个或多个上相等。具体地，矩阵的所有光学传感器的光敏区域可以位于公共平面中，该公共平面优选地面对对象，使得已经穿过光接收光纤的光束可以在公共平面上生成光斑。

[0115] 如在WO 2012/110924 A1或WO 2014/097181 A1中更详细地解释的，通常，在光斑的大小(诸如，光斑的直径、束腰或等效直径)与对象的纵坐标之间存在预定或可确定的关系，光束从该对象朝向检测器传播。不希望受到该理论的束缚，光斑可以通过两个测量变量来表征：在光斑中心或接近光斑中心的小测量块中测量的测量信号，也称为中心信号，以及在具有或不具有中心信号的情况下在光斑上积分的积分或和信号。对于当束在被加宽或聚焦时不改变的具有一定总功率的光束，和信号应与光斑的光斑大小无关，并且因此，至少当使用其相应的测量范围内的线性光学传感器时，应与对象和检测器之间的距离无关。然而，中心信号取决于光斑大小。因此，中心信号通常在光束聚焦时增大，而在光束散焦时减小。通过比较中心信号与和信号，因此，可以生成关于由光束生成的光斑的大小以及因此关于对象的纵坐标的信息项。作为示例，可以通过从中心信号与和信号中形成组合信号Q，并且通过使用纵坐标和组合信号之间的预定或可确定的关系以得出纵坐标来进行中心信号与

和信号的比较。

[0116] 光学传感器矩阵的使用提供了许多优点和益处。因此，由光束在传感器元件上(诸如在传感器元件的矩阵的光学传感器的光敏区域的公共平面上)生成的光斑中心可以随对象的横向位置而变化。通过使用光学传感器矩阵，根据本发明的检测器可以适应这些条件的变化，并且因此可以简单地通过比较传感器信号来确定光斑的中心。因此，根据本发明的检测器可以自己选择中心信号并确定和信号，并从这两个信号中得出组合信号，该组合信号包含有关对象的纵坐标的信息。通过评估组合信号，可以因此确定对象的纵坐标。因此，光学传感器矩阵的使用在对象的位置方面，特别是在对象的横向位置方面提供了显著灵活性。

[0117] 光斑在光学传感器矩阵上的横向位置，诸如生成传感器信号的至少一个光学传感器的横向位置，甚至可以用作附加信息项，从该附加信息项中可以得出关于对象的横向位置的至少一项信息，如例如在WO 2014/198629 A1中公开。另外地或可替代地，根据本发明的检测器可以包含至少一个附加横向检测器，用于除了至少一个纵坐标之外，还检测对象的至少一个横向坐标。

[0118] 因此，根据本发明，术语“中心信号”通常是指至少一个传感器信号，该至少一个传感器信号包括束轮廓的基本上中心信息。如在此所使用的，术语“最高传感器信号”是指局部最大值或关注区域中的最大值中的一个或二者。例如，中心信号可以是由整个矩阵或矩阵内关注区域的光学传感器生成的多个传感器信号中具有最高传感器信号的至少一个光学传感器的信号，其中关注区域可以在由光学传感器矩阵生成的图像内预定或可确定。中心信号可以来自单个光学传感器，或者如下面将更详细概述的，来自一组光学传感器，其中，在后一种情况下，作为示例，该组光学传感器的传感器信号可以相加、积分或平均，以便确定中心信号。产生中心信号的一组光学传感器可以是一组相邻的光学传感器，诸如与具有最高传感器信号的实际光学传感器相距小于预定距离的光学传感器，或可以是生成距最高传感器信号预定范围内的传感器信号的一组光学传感器。为了允许最大的动态范围，可以尽可能大地选择产生中心信号的一组光学传感器。评估装置可以适于通过积分多个传感器信号(例如，在具有最高传感器信号的光学传感器周围的多个光学传感器)来确定中心信号。例如，束轮廓可以是梯形束轮廓，并且评估装置可以适于确定梯形(特别是梯形的平台)的积分。

[0119] 类似地，术语“和信号”通常是指包括束轮廓的基本上边缘信息的信号。例如，可以通过将传感器信号相加，对传感器信号进行积分或对整个矩阵或矩阵内关注区域的传感器信号求平均来得出和信号，其中关注区域可以在由矩阵的光学传感器生成的图像内预定或可确定。当对传感器信号进行相加、积分或求平均时，可以从相加、积分或求平均中省去生成传感器信号的实际光学传感器，或可替代地可以将其包括在相加、积分或求平均中。评估装置可以适于通过对整个矩阵或矩阵内关注区域的信号进行积分来确定和信号。例如，束轮廓可以是梯形束轮廓，并且评估装置可以适于确定整个梯形的积分。此外，当可以假设梯形束轮廓时，边缘和中心信号的确定可以用等效评估来代替，该等效评估利用梯形束轮廓的特性，诸如确定边缘的斜率和位置以及中心平台的高度，以及通过几何考虑得出边缘和中心信号。

[0120] 另外地或可替代地，评估装置可以适于从光斑的至少一个切片或切口确定中心信

息或边缘信息中的一个或二者。这可以例如通过用沿着切片或切口的线积分代替组合信号Q中的面积积分来实现。为了提高准确性，可以使用通过光斑的若干切片或切口并求平均。在椭圆形斑点轮廓的情况下，对多个切片或切口求平均可导致改善的距离信息。

[0121] 类似地，如在此进一步所使用的，术语“组合信号”通常是指通过组合中心信号与和信号而生成的信号。具体地，该组合可以包括以下中的一个或多个：形成中心信号与和信号的商，反之亦然；形成中心信号的倍数与和信号的倍数的商，反之亦然；形成中心信号的线性组合与和信号的线性组合的商，反之亦然。另外地或可替代地，组合信号可以包括任意信号或信号组合，其包含关于中心信号与和信号之间的比较的至少一项信息。

[0122] 光束可以完全照射从其生成中心信号的至少一个光学传感器，使得产生中心信号的至少一个光学传感器完全位于光束内，其中光束宽度大于从中产生传感器信号的至少一个光学传感器的光敏区域。相反，优选地，光束可以在整个矩阵上产生小于矩阵的光斑，使得光斑完全位于矩阵内。光学领域的技术人员可以通过选择对光束具有聚焦或散焦效果的一个或多个合适的透镜或元件，诸如通过使用合适的传递装置，来容易地调节该情况，如下面进一步详细描述的。如本文进一步使用的，“光斑”通常是指光束对物品、区域或对象的可见或可检测的圆形或非圆形照射。

[0123] 如上概述，中心信号通常可以是单个传感器信号，诸如来自光斑中心的光学传感器的传感器信号，或者可以是多个传感器信号的组合，诸如由光斑中心的光学传感器产生的传感器信号的组合，或通过处理由上述一种或多种可能性得出的传感器信号得出的次级传感器信号。中心信号的确定可以通过电子方式执行，因为传感器信号的比较通过传统的电子装置相当简单地实现，或者可以完全或部分地通过软件来执行。具体地，中心信号可以选自包括以下项的组：最高传感器信号；与最高传感器信号处于预定公差范围内的一组传感器信号的平均值；来自包含具有最高传感器信号的光学传感器的一组光学传感器和预定的一组相邻光学传感器的传感器信号的平均值；来自包含具有最高传感器信号的光学传感器的一组光学传感器和预定的一组相邻光学传感器的传感器信号之和；与最高传感器信号处于预定公差范围内的一组传感器信号之和；高于预定阈值的一组传感器信号的平均值；高于预定阈值的一组传感器信号之和；来自包含具有最高传感器信号的光学传感器的一组光学传感器和预定的一组相邻光学传感器的传感器信号的积分；与最高传感器信号处于预定公差范围内的一组传感器信号的积分；高于预定阈值的一组传感器信号的积分。

[0124] 如上概述，光学传感器的原始传感器信号可以用于评估或从中得出的次级传感器信号。如在此所使用的，术语“次级传感器信号”通常是指信号，诸如电子信号，更优选地是模拟和/或数字信号，其通过处理一个或多个原始信号(诸如通过滤波、求平均、解调等)来获得。因此，图像处理算法可以用于根据矩阵的全部传感器信号或从矩阵内的关注区域生成次级传感器信号。具体地，检测器(诸如评估装置)可以被配置为用于变换光学传感器的传感器信号，从而生成次级光学传感器信号，其中评估装置被配置为用于通过使用次级光学传感器信号来执行步骤a)-d)。传感器信号的变换具体地可以包括选自包括以下项的组的至少一种变换：滤波；选择至少一个关注区域；由传感器信号产生的图像与至少一个偏移之间形成的差异图像；通过反转由传感器信号产生的图像来反转传感器信号；在不同时间由传感器信号产生的图像之间形成的差异图像；背景校正；分解成颜色通道；分解成色调；饱和；以及亮度通道；频率分解；奇异值分解；应用Canny边缘检测器；应用高斯滤波器的拉

普拉斯算子;应用差分高斯滤波器;应用Sobel算子;应用拉普拉斯算子;应用Scharr算子;应用Prewitt算子;应用Roberts算子;应用Kirsch算子;应用高通滤波器;应用低通滤波器;应用傅立叶变换;应用Radon变换;应用霍夫变换;应用小波变换;阈值转换法;创建二进制图像。关注区域可以由用户手动确定或可以自动确定,诸如通过识别由光学传感器生成的图像内的对象。作为示例,可以通过图像内(即在由光学传感器生成的传感器信号的总数之内)的自动图像识别来确定车辆、人或另一种类型的预定对象,并且可以选择关注区域,使得对象位于关注区域内。在该情况下,可以仅对关注区域执行评估,诸如纵坐标的确定。然而,其它实现方式也是可行的。

[0125] 如上概述,对光斑中心的检测(即对中心信号和/或从中产生中心信号的至少一个光学传感器的检测)可以完全或部分地电子地执行,或通过使用一种或多种软件算法完全或部分地执行。具体地,评估装置可以包括至少一个中心检测器,用于检测至少一个最高传感器信号和/或用于形成中心信号。中心检测器具体地可以完全或部分地体现在软件中和/或可以完全或部分地体现在硬件中。中心检测器可以完全或部分地集成到至少一个传感器元件中和/或可以独立于传感器元件而完全或部分地体现。

[0126] 如上概述,和信号可以从矩阵的所有传感器信号,从关注区域内的传感器信号,或从排除了由有助于中心信号的光学传感器产生的传感器信号的这些可能性之一得出。在每种情况下,可以生成可靠的和信号,该可靠的和信号可以与中心信号可靠地比较,以便确定纵坐标。通常,和信号可以选自包括以下项的组:矩阵的所有传感器信号的平均值;矩阵的所有传感器信号之和;矩阵的所有传感器信号的积分;矩阵中所有传感器信号的平均值,但来自有助于中心信号的那些光学传感器的传感器信号除外;矩阵中所有传感器信号之和,但来自有助于中心信号的那些光学传感器的传感器信号除外;矩阵中所有传感器信号的积分,但来自有助于中心信号的那些光学传感器的传感器信号除外;与具有最高传感器信号的光学传感器处于预定范围内的光学传感器的传感器信号之和;与具有最高传感器信号的光学传感器处于预定范围内的光学传感器的传感器信号的积分;高于与具有最高传感器信号的光学传感器处于预定范围内的光学传感器的特定阈值的传感器信号之和;高于与具有最高传感器信号的光学传感器处于预定范围内的光学传感器的特定阈值的传感器信号的积分。然而,其它选项存在。

[0127] 求和可以完全或部分地以软件执行和/或可以完全或部分地以硬件执行。通常,通过纯电子手段进行求和是可能的,这通常可以很容易地将其实现到检测器中。因此,在电子技术领域中,通常已知求和装置用于求和两个或更多个电信号,即模拟信号和数字信号二者。因此,评估装置可以包括至少一个求和装置,用于形成和信号。求和装置可以完全或部分地集成到传感器元件中,或者可以完全或部分地独立于传感器元件而体现。求和装置可以完全或部分地体现在硬件或软件中的一个或二者中。

[0128] 如上概述,具体地,可以通过形成一个或多个商信号来执行中心信号与和信号之间的比较。因此,通常,组合信号可以是商信号,其由以下中的一种或多种得出:形成中心信号与和信号的商,反之亦然;形成中心信号的倍数与和信号的倍数的商,反之亦然;形成中心信号的线性组合与和信号的线性组合的商,反之亦然;形成中心信号与和信号和中心信号的线性组合的商,反之亦然;形成和信号与和信号和中心信号的线性组合的商,反之亦然;形成中心信号的幂与和信号的幂的商,反之亦然。然而,其它选项存在。评估装置可以被

配置用于形成一个或多个商信号。评估装置可以进一步被配置用于通过评估至少一个商信号来确定至少一个纵坐标。

[0129] 评估装置具体地可以被配置用于使用组合信号Q与纵坐标之间的至少一个预定关系，以便确定至少一个纵坐标。因此，由于以上公开的原因以及由于光斑的特性对纵坐标的相关性，组合信号Q通常是对象的纵坐标和/或光斑大小(诸如光斑的直径或等效直径)的单调函数。因此，作为示例，特别是在使用线性光学传感器的情况下，传感器信号s_{center}与和信号s_{sum}的简单商$Q=s_{center}/s_{sum}$可以是距离的单调递减函数。不希望受到该理论的束缚，可以认为，这是由于以下事实：在上述优选设置中，中心信号s_{center}与和信号s_{sum}二者随距光源的距离的增加而作为平方函数减小，因为到达检测器的光量减少。然而，其中，中心信号s_{center}比和信号s_{sum}更迅速地下降，因为在实验中使用的光学设置中，图像平面中的光斑增长，并且因此散布在更大的区域上。因此，中心信号与和信号的商随着矩阵光学传感器的光敏区域上增加的光束直径或光斑直径而连续减小。此外，商通常独立于光束的总功率，因为光束的总功率在中心信号和和传感器信号二者中均形成因数。因此，商Q可以形成次级信号，该次级信号提供中心信号和和信号与光束的大小或直径之间唯一且明确的关系。另一方面，由于光束的大小或直径取决于对象(光束从对象朝向检测器传播)与接检测器本身之间的距离，即取决于对象的纵坐标，因此一方面中心信号与和信号与另一方面纵坐标之间唯一且明确的关系可能存在。对于后者，可以例如参考WO2014/097181A1。可以通过分析考虑来确定预定关系，诸如通过假设高斯光束的线性组合，通过经验测量，诸如测量作为对象的纵坐标的函数的组合信号和/或中心信号以及和信号或由其得出的次级信号或二者的测量。

[0130] 因此，通常，评估装置可以被配置用于通过评估组合信号Q(诸如商信号)来确定纵坐标。该确定可以是一步过程，诸如通过直接组合中心信号与和信号并从其得出纵坐标，或者可以是多步过程，诸如，通过首先从中心信号与和信号中得出组合信号，并且其次，通过从组合信号中得出纵坐标。本发明应包括两个选项，即分开且独立的步骤的步骤c)和d)的选项，以及完全或部分地组合的步骤c)和d)的选项。

[0131] 评估装置可以被配置用于使用组合信号和纵坐标之间的至少一个预定关系。预定关系可以是经验关系、半经验关系和分析得出的关系中的一种或多种。评估装置可以包括用于存储预定关系(诸如查找列表或查找表)的至少一个数据存储装置。

[0132] 如上概述，光学传感器具体地可以是或可以包括光电检测器，优选地，无机光电检测器，更优选地，无机半导体光电检测器，最优选地，硅光电检测器。具体地，光学传感器在红外光谱范围内可能是敏感的。矩阵的所有光学传感器或矩阵的至少一组光学传感器具体地可以是相同的。可以为不同的光谱范围专门设置矩阵的相同光学传感器的组，或者就光谱灵敏度而言，所有光学传感器可以相同。此外，光学传感器可以在大小上和/或关于它们的电子或光电特性相同。

[0133] 矩阵可以包括独立的光学传感器。因此，可以包括无机光电二极管的矩阵。然而，可替代地，可以使用可商购矩阵，诸如CCD检测器(诸如CCD检测器芯片)和/或CMOS检测器(诸如CMOS检测器芯片)中的一个或多个。

[0134] 因此，通常，检测器的光学传感器可以形成传感器阵列或可以是传感器阵列的一部分，诸如上述矩阵。因此，作为示例，检测器可以包括具有m行和n列的光学传感器阵列，诸如矩形阵列，其中m、n独立地为正整数。优选地，给出多于一列且多于一行，即，$n>1$，$m>1$。

因此，作为示例，n可以为2至16或更高，并且m可以为2至16或更高。优选地，行数与列数的比率接近于1。作为示例，n和m可以被选择为使得0.3≤m/n≤3，诸如通过选择m/n＝1:1、4:3、16:9或类似的值。作为示例，该阵列可以是具有相等数量的行和列的正方形阵列，诸如通过选择m＝2，n＝2、或m＝3，n＝3等。

[0135] 如上面进一步概述的，具体地，矩阵可以是具有至少一行(优选地多行)以及多列的矩形矩阵。作为示例，行和列可以基本上垂直地取向，其中，关于术语“基本上垂直”，可以参考如上给出的定义。因此，作为示例，小于20°，特别是小于10°或甚至小于5°的公差是可以接受的。为了提供宽广的视野，矩阵特别地可以具有至少10行，优选地至少50行，更优选地至少100行。类似地，矩阵可具有至少10列，优选地至少50列，更优选地至少100列。矩阵可以包括至少50个光学传感器，优选地至少100个光学传感器，更优选地至少500个光学传感器。矩阵可以包括数百万像素范围内的多个像素。然而，其它实施例是可行的。因此，如上面概述的，在期望轴向旋转对称的设置中，矩阵的光学传感器的圆形布置或同心布置(也可以称为像素)可能是优选的。

[0136] 照射源可以适于生成和/或投影点云，使得在光学传感器(例如CMOS检测器)的矩阵上生成多个照射区域。另外，在光学传感器的矩阵上可能存在干扰，诸如由于斑点和/或外来光和/或多次反射引起的干扰。评估装置可以适于确定至少一个关注区域，例如由光束照射的一个或多个像素，该像素用于确定对象的纵坐标。例如，评估装置可以适于执行过滤方法，例如斑点分析和/或对象识别方法。

[0137] 如上概述，通过评估中心信号和与和信号，可以使检测器能够确定对象的至少一个纵坐标，包括确定整个对象或其一个或多个部分的纵坐标的选项。然而，此外，对象的其它坐标，包括一个或多个横坐标和/或旋转坐标，可以由检测器确定，具体地由评估装置确定。因此，作为示例，一个或多个横向传感器可以用于确定对象的至少一个横向坐标。如上概述，至少一个光学传感器(从中产生中心信号)的位置可以提供有关对象的至少一个横向坐标的信息，其中，作为示例，可以使用简单的透镜方程式进行光学转换并用于得出横向坐标。另外地或可替代地，可以使用一个或多个附加横向传感器，并且可以由检测器包括。各种横向传感器在本领域中通常是已知的，诸如WO 2014/097181 A1中公开的横向传感器和/或其它位置敏感装置(PSD)，诸如象限二极管、CCD或CMOS芯片等。另外地或可替代地，作为示例，根据本发明的检测器可以包括R.A.Street:Technology and Applications of Amorphous Silicon,Springer-Verlag Heidelberg,2010,pp.346-349(非晶硅技术和应用，施普林格出版社海德堡，2010年，第346-349页)中公开的一个或多个PSD。其它实施例是可行的。这些装置通常也可以实现在根据本发明的检测器中。作为示例，光束的一部分可以在检测器内通过至少一个分束元件分开。作为示例，分开部分可以被导向横向传感器(诸如CCD或CMOS芯片或相机传感器)，并且由分开部分在横向传感器上生成的光斑的横向位置可以被确定，从而确定对象的至少一个横向坐标。因此，根据本发明的检测器可以是一维检测器，诸如简单的距离测量装置，或者可以被体现为二维检测器或甚至被体现为三维检测器。此外，如以上概述的或如以下进一步详细概述的，通过以一维方式扫描场景或环境，还可以创建三维图像。因此，根据本发明的检测器具体地可以是一维检测器、二维检测器或三维检测器之一。评估装置可以进一步被配置为确定对象的至少一个横坐标x、y。评估装置可以适于组合纵坐标和横坐标的信息并确定对象在空间中的位置。

[0138] 在实施例中，检测器可以包括至少两个光学传感器，每个光学传感器具有光敏区域，其中每个光敏区域具有几何中心，其中光学传感器的几何中心与检测器的光轴间隔开不同的空间偏移，其中，每个光学传感器被配置为响应于已经穿过光纤的光束对其相应的光敏区域的照射而生成传感器信号。评估装置可以被配置用于通过组合至少两个传感器信号来确定对象的至少一个纵坐标z。

[0139] 光学传感器的光敏区域可以重叠，如从对象可见，或者可以不重叠，即可以彼此相邻放置而没有重叠。光敏区域可以彼此间隔开或者可以直接相邻。光学传感器可以位于一个且相同的束路径或部分束路径中。然而，可替代地，光学传感器也可以位于不同的部分束路径中。在光学传感器分布在不同的部分束路径上的情况下，可以描述上述条件，使得至少一个第一光学传感器位于至少一个第一部分束路径中，与第一部分束路径的光轴偏移第一空间偏移，并且至少一个第二光学传感器位于至少一个第二部分束路径中，与第二部分束路径的光轴偏移至少一个第二空间偏移，其中第一空间偏移和第二空间偏移不同。

[0140] 检测器可以包括多于两个的光学传感器。在任何情况下，即在检测器包括恰好两个光学传感器的情况下，以及在检测器包括多于两个的光学传感器的情况下，光学传感器可包括与光轴间隔开第一空间偏移的至少一个第一光学传感器，以及与光轴间隔开第二空间偏移的至少一个第二光学传感器，其中第一空间偏移和第二空间偏移不同。在提供另外的光学传感器的情况下，除了第一和第二光学传感器之外，这些附加光学传感器还可以满足条件，或者可替代地，可以与光学轴间隔开第一空间偏移、第二空间偏移或不同的空间偏移。作为示例，第一和第二空间偏移可以相差至少1.2倍，更优选地至少1.5倍，更优选地至少2倍。如上概述，每个光敏区域具有几何中心。每个光敏区域的每个几何中心可以与检测器的光轴(诸如束路径或相应的光学传感器所位于的相应的束路径的光轴)间隔开。如上概述，光学传感器和/或光接收光纤的入射面可以具体地位于一个且相同的平面中，该平面优选地是垂直于光轴的平面。然而，其它配置也是可能的。因此，两个或更多个光学传感器和/或光接收光纤的入射面也可以在平行于光轴的方向上间隔开。

[0141] 例如，光学传感器可以是分段二极管(segmented diode)的部分二极管，其中分段二极管的中心与检测器的光轴偏心(off-center)。光学传感器可以是双单元(bi-cell)二极管或象限二极管中的部分二极管和/或包括至少一个CMOS传感器。如在此所使用的，术语“部分二极管”可以包括串联或并联连接的多个二极管。该示例相当简单，并且可以经济高效地实现。因此，作为示例，双单元二极管或象限二极管以低成本广泛地可商购，并且用于这些双单元二极管或象限二极管的驱动方案是众所周知的。如在此所使用的，术语“双单元二极管”通常是指在一个封装中具有两个部分二极管的二极管。双单元二极管和象限二极管可以具有两个或四个单独的光敏区域，特别是两个或四个有源区域。作为示例，双单元二极管可以各自形成具有二极管的全部功能的独立二极管。作为示例，双单元二极管中的每一个可以具有正方形或矩形的形状，并且两个二极管可以放置在一个平面中，使得两个部分二极管总共形成具有矩形形状的1×2或2×1矩阵。然而，在本发明中，如将在下面进一步详细概述的，提出了一种用于评估双单元二极管和象限二极管的传感器信号的新方案。然而，通常，光学传感器特别地可以是象限二极管的部分二极管，其中象限二极管的中心与检测器的光轴偏心。如在此所使用的，术语“象限二极管”通常是指在一个封装中具有四个部分二极管的二极管。作为示例，四个部分二极管可各自形成具有二极管的全部功能的独立

二极管。作为示例，四个部分二极管可以各自具有正方形或矩形的形状，并且四个部分二极管可以放置在一个平面中，使得四个部分二极管总共形成具有矩形或正方形形状的2×2矩阵。在另一示例中，四个部分二极管总共可以形成具有圆形或椭圆形的2×2矩阵。作为示例，部分二极管可以彼此相邻，并且彼此之间的间隔最小。

[0142] 在使用具有2×2的部分二极管矩阵的象限二极管的情况下，象限二极管的中心具体地可以与光轴偏心或偏移。因此，作为示例，象限二极管的中心(其可以是象限二极管的光学传感器的几何中心的交点)可以与光轴偏心至少0.2mm，更优选地至少0.5mm，更优选地至少1.0mm或甚至2.0mm。类似地，当使用具有多个光学传感器的其它类型的光学传感器设置时，光学传感器的整个中心可以从光轴偏移相同的距离。

[0143] 通常，光学传感器的光敏区域可以具有任意的表面区域或大小。然而，优选地，特别是考虑到对传感器信号的简化评估，光学传感器的光敏区域基本上相等，诸如在小于10％，优选小于5％或甚至小于1％的公差内。特别是在典型的可商购象限二极管中就是这种情况。

[0144] 在典型设置中，使用诸如象限光电二极管的可商购象限二极管进行定位，即，用于调节和/或测量象限光电二极管平面中光斑的横向坐标。因此，作为示例，通过使用象限光电二极管进行激光束定位是众所周知的。然而，根据典型的偏好，象限光电二极管仅用于xy定位。根据该假设，象限光电二极管不适合测量距离。然而，关于检测器的光轴使用偏心象限光电二极管，上述发现以其它方式示出，如以下进一步的测量所示。因此，如上所指示，在象限光电二极管中，光斑的不对称性可以通过将象限二极管稍微偏轴地移动(诸如上述偏移)来测量。由此，诸如通过形成象限光电二极管的两个或更多个部分光电二极管(即象限)的两个或更多个传感器信号的组合信号Q，可以生成单调的z相关函数。其中，原则上测量仅需要两个光电二极管。其它两个二极管可用于噪声消除或获得更精确的测量。

[0145] 作为使用象限二极管或象限光电二极管的补充或替代，可以使用其它类型的光学传感器。因此，例如，可以使用交错的光学传感器。

[0146] 象限二极管的使用提供了胜于已知光学检测器的许多优点。因此，象限二极管与LED或有源目标结合用于许多应用中，并且以非常低的价格、具有诸如光谱灵敏度的各种光学特性并且以各种大小广泛地可商购。由于可以在根据本发明的检测器中实现商购产品，因此无需建立特定的制造过程。

[0147] 通过使用根据本发明的检测器的距离测量可以通过在检测器中实现一个或多个附加的距离测量部件和/或通过将检测器与其它类型的距离测量部件组合来增强。因此，作为示例，检测器可以包括或可以与至少一个三角测量距离测量装置组合。因此，可以通过结合以上讨论的测量原理和三角测量型距离测量来增强距离测量。

[0148] 此外，可以提供用于测量一个或多个其它坐标(诸如x坐标和/或y坐标)的部件。在使用象限二极管的情况下，也可以将象限二极管用于附加目的。因此，如光电子学和激光物理学领域中通常已知的，象限二极管也可以用于光斑的传统x-y测量。因此，作为示例，可以使用象限二极管的传统xy位置信息来调节透镜或检测器的位置，以优化用于距离测量的光斑位置。作为实际示例，光斑最初可以刚好位于象限二极管的中心，这通常不允许使用商函数Q进行上述距离测量。因此，首先，传统象限光电二极管技术可用于使光斑在象限光电二极管上的位置偏心，使得例如使象限二极管上的光斑位置对于测量是最优的。因此，作为示

例,检测器的光学传感器的不同偏心可以简单地是光学传感器相对于光轴运动的起点,使得光斑相对于光轴以及相对于光学传感器阵列的几何中心偏心。

[0149] 因此,通常,检测器的光学传感器可以形成传感器阵列或可以是传感器阵列的一部分,诸如上述象限二极管。因此,作为示例,检测器可以包括具有m行和n列的光学传感器阵列,诸如矩形阵列,其中m、n独立地为正整数。优选地,给出多于一列且多于一行,即n>1,m>1。因此,作为示例,n可以为2至16或更高,并且m可以为2至16或更高。优选地,行数与列数的比率接近于1。作为示例,可以选择n和m,使得0.3≤m/n≤3,诸如通过选择m/n=1:1、4:3、16:9或类似的值。作为示例,该阵列可以是具有相等行数和列数的正方形阵列,诸如通过选择m=2,n=2或m=3,n=3等。m=2,n=2是象限二极管或象限光学传感器的情况,由于实际原因,这是优选的情况之一,因为象限光电二极管是广泛可用的。

[0150] 作为起点,阵列内的光学传感器的几何中心可以与光轴偏心(诸如某些偏移)。传感器阵列具体地可以相对于光轴(例如沿着梯度)可移动,优选地诸如通过例如在垂直于光轴的平面中移动传感器阵列而自动地移动,和/或通过移动光轴本身,例如以平行移位来移位光轴和/或倾斜光轴。因此,传感器阵列可以被移位以便调节由光束生成的光斑在传感器阵列的平面中的位置。另外地或可替代地,可以通过使用适当的元件,诸如通过使用一个或多个偏转元件和/或一个或多个透镜,来移位和/或倾斜光轴。作为示例,该运动可以通过使用一个或多个适当的致动器(诸如一个或多个压电致动器和/或一个或多个电磁致动器和/或一个或多个气动或机械致动器)来进行,其例如移动和/或移位阵列和/或移动和/或移位和/或倾斜束路径中的一个或多个光学元件以便移动光轴,诸如平行移位光轴和/或倾斜光轴。评估装置具体地可以被调节以控制例如在垂直于光轴的平面中传感器阵列对于光轴的相对位置。可以进行调节过程,因为评估装置被配置为,首先,通过使用传感器信号来确定光束在传感器阵列上生成的光斑的至少一个横向位置,并且其次,相对于光轴移动阵列,诸如通过移动阵列和/或光轴,例如通过在平面中对于光轴来移动阵列直到光斑偏心和/或通过倾斜透镜直到光斑偏心。如在此所使用的,横向位置可以是在垂直于光轴的平面(其也可以称为x-y平面)中的位置。为了测量横向坐标,作为示例,可以比较光学传感器的传感器信号。作为示例,在发现传感器信号相等的情况下,并且因此,在确定光斑相对于光学传感器对称地定位的情况下,诸如在象限二极管的中心,阵列的移位和/或透镜的倾斜可以发生,以便使阵列中的光斑偏心。因此,诸如通过使象限光电二极管的中心与光轴偏心,阵列与光轴的偏心可以仅是起点,以便避免典型的情况,其中光斑位于光轴上并因此居中。通过使阵列相对于光轴偏心,因此,光斑应该偏心。在发现并非如此以至于光斑恰好位于阵列的中心并均匀照射所有光学传感器的情况下,阵列相对于光轴的上述移位可以优选自动发生,以便使阵列上的光斑偏心。由此,可靠的距离测量可以发生。此外,在具有可移动光源的扫描系统中,象限二极管上的光斑的位置可能不固定。这仍然是可能的,但可能需要使用不同的校准,这取决于二极管中光斑的xy位置。

[0151] 如上概述,具体地,可以使用象限光电二极管。作为示例,可以集成可商购的象限光电二极管,以便提供四个光学传感器,诸如可从Hamamatsu Photonics Deutschland GmbH,D-82211Herrsching am Ammersee,Germany获得的一个或多个象限光电二极管,诸如S4349型的象限Si PIN光电二极管,其在紫外光谱范围至近红外光谱范围敏感。在使用光学传感器阵列的情况下,该阵列可以是裸芯片或可以是封装的阵列,诸如封装在TO-5金属封

装中。另外地或可替代地，可以使用表面安装的装置，诸如可从TT Electronics plc, Fourth Floor,St Andrews House,West Street Woking Surrey,GU21 6EB,England获得的TT Electronics OPR5911。应当注意，也可以使用其它光学传感器。

[0152] 此外，应当注意，除了精确使用一个象限光电二极管的选项之外，还可以使用两个或更多个象限光电二极管。因此，作为示例，如上所述，第一象限光电二极管可以用于距离测量，提供两个或更多个光学传感器。可以例如在与第一象限光电二极管的束路径分离的第二部分束路径中使用另一个象限光电二极管，以进行横向位置测量，诸如用于使用至少一个横向坐标x和/或y。作为示例，第二象限光电二极管可以相对于光轴位于轴上。

[0153] 此外，应注意，除了使用一个或多个象限光电二极管的选项之外，一个或多个象限光电二极管或其它光电二极管阵列也可以由彼此接近布置或组装的分离的光电二极管代替或模仿，该光电二极管优选地以对称形状，诸如矩形矩阵(诸如2×2矩阵)。然而，其它布置是可行的。在此类布置或组件中，光电二极管可被布置或组装在壳体或底座中，诸如所有光电二极管在单个壳体或底座中，或包括光电二极管的组在一个壳体或底座中，或每个光电二极管在单独的壳体或底座中。此外，光电二极管也可以直接组装在电路板上。在此类布置或组件中，可以将光电二极管布置成使得光电二极管的有源区域之间的间隔具有小于一厘米，优选地小于一毫米，更优选地尽可能小的不同值。此外，为了避免可能使测量劣化的光学反射、扭曲等，有源区域之间的空间可以是空的，或填充有材料，优选填充有吸光材料，诸如黑色聚合物，诸如黑硅、黑色聚甲醛等，更优选光学吸收且电绝缘的材料，诸如黑色陶瓷或绝缘的黑色聚合物，诸如黑硅等。此外，还可以通过在光电二极管之间添加不同的构建块(诸如塑料隔离物)来实现光电二极管间隔的不同值。其它实施例是可行的。采用有源区域之间的最小距离，通过诸如在2×2矩形矩阵中类似设置布置的单个二极管代替象限光电二极管，可以进一步最小化光学检测器的成本。此外，来自象限二极管的两个或更多个二极管可以并联或串联连接以形成单个光敏区域。

[0154] 每个光学传感器可以独立地是不透明的、透明的或半透明的。然而，为了简单起见，可以使用对于光束不透明的不透明传感器，因为这些不透明传感器通常广泛地可商购。

[0155] 包括确定对象的至少一个纵坐标的上述操作由至少一个评估装置执行。因此，作为示例，诸如可以通过实现一个或多个查找表，以软件和/或硬件来实现上述关系中的一个或多个。因此，作为示例，评估装置可以包括一个或多个可编程装置，诸如一个或多个计算机、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、或数字信号处理器(DSP)，它们被配置为执行上述评估，以便确定对象的至少一个纵坐标。然而，另外地或可替代地，评估装置也可以全部或部分地由硬件来体现。

[0156] 检测器可以被配置用于评估单个光束或多个光束。在多个光束从对象传播到检测器的情况下，可以提供用于区分光束的部件。因此，光束可以具有不同的光谱特性，并且检测器可以包括用于区分不同光束的一个或多个波长选择元件。然后可以独立地评估每个光束。作为示例，波长选择元件可以是或可以包括一个或多个滤光器、一个或多个棱镜、一个或多个光栅、一个或多个二向色镜或其任意组合。此外，另外地或可替代地，为了区分两个或更多个光束，可以以特定的方式调制光束。因此，作为示例，可以对光束进行频率调制，并且可以对传感器信号进行解调，以便根据它们的解调频率来部分地区分源自不同光束的传感器信号。这些技术通常是高频电子领域的技术人员已知的。通常，评估装置可以被配置用

于区分具有不同调制的不同光束。

[0157] 如上概述，检测器可以进一步包括一个或多个附加元件，诸如一个或多个附加光学元件。此外，检测器可以完全或部分地集成到至少一个壳体中。

[0158] 检测器进一步可以包括至少一个信标(beacon)装置，该信标装置适于将至少一个光束朝向检测器引导，其中信标装置是可附接到对象、可被对象保持、以及可集成到对象中的至少一种。该至少一个信标装置可以是或可以包括至少一个有源信标装置，该有源信标装置包括一个或多个照射源，诸如一个或多个光源，如激光器、LED、灯泡等。作为示例，由照射源发射的光可以具有300至1000nm，特别是500至1000nm的波长。可替代地，如上概述，可以使用红外光谱范围，诸如在780nm至3.0μm的范围内。具体地，可以使用其中在700nm至1000nm的范围内具体可适用的硅光电二极管的近红外区域。如上概述，由一个或多个信标装置发射的光可以是未调制的或可以被调制的，以便区分两个或多个光束。另外地或可替代地，至少一个信标装置可以适于诸如通过包括一个或多个反射元件而将一个或多个光束朝向检测器反射。此外，该至少一个信标装置可以是或可以包括适于散射光束的一个或多个散射元件。其中，可以使用弹性或非弹性散射。在至少一个信标装置适于朝向检测器反射和/或散射主光束的情况下，该信标装置可以适于使光束的光谱特性不受影响，或者可替代地可以适于诸如通过修改光束的波长来改变光束的光谱特性。

[0159] 在另一方面，本发明公开了一种用于通过使用至少一个检测器来确定至少一个对象的位置的方法，该检测器诸如是根据本发明(诸如根据涉及如上面公开的或下面进一步详细公开的检测器的一个或多个实施例)的检测器。另外，可以使用其它类型的检测器。该方法包括以下方法步骤，其中该方法步骤可以以给定顺序执行或可以以不同顺序执行。此外，可以存在未列出的一个或多个附加方法步骤。此外，可以重复地执行一个、多于一个或甚至所有方法步骤。

[0160] 该方法包括以下步骤：

[0161] -提供至少一个传递装置，其中，传递装置具有响应于从对象传播到检测器的至少一个入射光束的至少一个焦距，其中，传递装置具有至少一个光轴；

[0162] -提供至少一个照射源，该照射源适于生成至少一个光束以照射对象，其中，照射源与光轴偏离距离BL；

[0163] -提供至少一个第一光接收光纤和至少一个第二光接收光纤，其中，每个光接收光纤包括至少一个包层和至少一个纤芯，其中，第一光接收光纤具有d_1的纤芯直径，其中，第二光接收光纤具有d_2的纤芯直径，其中，比率d_1/BL在范围$0.000047 \leq d_1/BL \leq 313$内，和/或其中，比率$d_2/BL$在范围$0.000047 \leq d_2/BL \leq 313$内；

[0164] -提供至少两个光学传感器，其中，至少一个第一光学传感器布置在第一光接收光纤的出射端处，并且至少一个第二光学传感器布置在第二光接收光纤的出射端处，其中，每个光学传感器具有至少一个光敏区域，其中，每个光学传感器被设计成响应于由对象生成的已经穿过相应的光接收光纤的光束对其相应的光敏区域的照射而生成至少一个传感器信号；

[0165] -采用已经穿过第一光接收光纤的光束照射至少一个光学传感器的光敏区域，并采用已经穿过第二光接收光纤的光束照射另一个光学传感器的光敏区域，其中，由此每个光敏区域生成至少一个传感器信号；以及

[0166] -评估传感器信号，从而确定对象的至少一个纵坐标z，其中，评估包括得出传感器信号的组合信号Q。

[0167] 具体地，评估第一传感器信号和第二传感器信号可以包括通过划分第一传感器信号和第二传感器信号，通过划分第一传感器信号和第二传感器信号的倍数、或通过划分第一传感器信号和第二传感器信号的线性组合来得出组合信号Q。此外，确定纵坐标可以包括评估组合信号Q。

[0168] 对于细节、选项和定义，可以参考如上所述的检测器。因此，具体地，如上概述，该方法可以包括使用根据本发明(诸如根据以上给出的或以下进一步详细给出的一个或多个实施例)的检测器。

[0169] 在本发明的另一方面，出于用途目的，提出了根据本发明(诸如根据上面给出的或下面进一步详细给出的一个或多个实施例)的检测器的用途，该用途选自由如下组成的组：交通技术中的位置测量；娱乐应用；光学数据存储应用；安全性应用；监视应用；安全应用；人机界面应用；跟踪应用；摄影应用；成像应用或相机应用；工业传感应用；医疗应用；3D打印应用；用于生成至少一个空间的地图的地图绘制应用；车辆的归位或跟踪信标检测器；机器视觉应用；机器人应用；质量控制应用；制造应用。

[0170] 对于根据本申请的测量头和套件的进一步使用，参考WO 2018/091640A1，其全部内容通过引用包含于此。

[0171] 总体上，在本发明的上下文中，以下实施例被认为是优选的：

[0172] 实施例1：一种用于确定至少一个对象的位置的检测器，该检测器包括：

[0173] -至少一个传递装置，其中，传递装置具有响应于从对象传播到检测器的至少一个入射光束的至少一个焦距，其中，传递装置具有至少一个光轴；

[0174] -至少一个照射源，其适于生成用于照射对象的至少一个光束，其中，照射源的出射光瞳与光轴偏离距离BL；

[0175] -至少一个第一光接收光纤和至少一个第二光接收光纤，其中，每个光接收光纤包括至少一个包层和至少一个纤芯，其中，第一光接收光纤具有d_1的纤芯直径，其中，第二光接收光纤具有d_2的纤芯直径，其中，比率d_1/BL在范围$0.000047 \leq d_1/BL \leq 313$内，和/或其中，比率$d_2/BL$在范围$0.000047 \leq d2/BL \leq 313$内；

[0176] -至少两个光学传感器，其中，至少一个第一光学传感器布置在第一光接收光纤的出射端处，并且至少一个第二光学传感器布置在第二光接收光纤的出射端处，其中，每个光学传感器具有至少一个光敏区域，其中，每个光学传感器被设计为响应于已经穿过相应的光接收光纤的光束对其相应的光敏区域的照射而生成至少一个传感器信号；

[0177] -至少一个评估装置，其被配置用于通过评估来自传感器信号的组合信号Q来确定对象的至少一个纵坐标z。

[0178] 实施例2：根据前述实施例所述的检测器，其中，比率d_1/BL在范围$0.000114 \leq d_1/BL \leq 30.37$内，优选地在范围$0.000318 \leq d_1/BL \leq 6.83$内，和/或其中，比率$d_2/BL$在范围$0.000114 \leq d_2/BL \leq 30.37$内，优选地在范围$0.000318 \leq d_2/BL \leq 6.83$内。

[0179] 实施例3：根据前述实施例所述的检测器，其中，照射源包括用于照射对象的至少一个光发送器光纤。

[0180] 实施例4：根据前述实施例所述的检测器，其中，检测器还包括至少一个另外的传

递装置,其中,该另外的传递装置布置在光发送器光纤的出射端处。

[0181] 实施例5:根据前述实施例中的任一项所述的检测器,其中,照射源具有在范围$1.5 \cdot 10^{-7}mm^2 \cdot sr \leq G \leq 314mm^2 \cdot sr$内,优选地在范围$1 \cdot 10^{-5}mm^2 \cdot sr \leq G \leq 22mm^2 \cdot sr$内,更优选地在范围$3 \cdot 10^{-4}mm^2 \cdot sr \leq G \leq 3.3mm^2 \cdot sr$内的几何延伸G。

[0182] 实施例6:根据前述实施例中的任一项所述的检测器,其中,照射源被配置为以相对于光轴的角度α_{illu}照射对象,其中,角度在范围$0° \leq \alpha_{illu} \leq 40$内,优选地在范围$1° \leq \alpha_{illu} \leq 35$内,更优选地在范围$2° \leq \alpha_{illu} \leq 25$内。

[0183] 实施例7:根据前述实施例中的任一项所述的检测器,其中,至少一个光接收光纤和/或传递装置具有在范围$0.362(m \cdot K)/W \leq \varepsilon_r/k \leq 1854(m \cdot K)/W$内的比率$\varepsilon_r/k$,其中,k是热导率,并且$\varepsilon_r$是相对介电常数,优选地,比率$\varepsilon_r/k$在范围$0.743(m \cdot K)/W \leq \varepsilon_r/k \leq 194(m \cdot K)/W$内,更优选地,比率$\varepsilon_r/k$在范围$1.133(m \cdot K)/W \leq \varepsilon_r/k \leq 88.7(m \cdot K)/W$内。

[0184] 实施例8:根据前述实施例中的任一项所述的检测器,其中,传递装置具有在范围$9.05 \leq v_e/n_D \leq 77.3$内的比率$v_e/n_D$,其中,$v_e$是阿贝数,并且$n_D$是折射率,其中,阿贝数$v_e$由$v_e = \frac{(n_D-1)}{(n_F-n_c)}$给出,其中,$n_i$是不同波长的折射率,其中,$n_C$是656nm的折射率,$n_D$是589nm的折射率,并且$n_F$是486nm的折射率,其中,比率$v_e/n_D$优选地在$13.9 \leq v_e/n_D \leq 44.7$的范围内,更优选地在$15.8 \leq v_e/n_D \leq 40.1$的范围内。

[0185] 实施例9:根据前述实施例中的任一项所述的检测器,其中,在可见和近红外波长范围中的至少一个波长处,乘积$\alpha \Delta n$在范围$0.0004dB/km \leq \alpha \Delta n \leq 110dB/km$内,其中,α是衰减系数,并且Δn是折射率对比度,其中$\Delta n = (n_1^2 - n_2^2)/(2n_1^2)$,其中,$n_1$是最大纤芯折射率,并且$n_2$是包层折射率,其中优选地乘积$\alpha \Delta n$在范围$0.002dB/km \leq \alpha \Delta n \leq 23dB/km$内,更优选地在范围$0.02dB/km \leq \alpha \Delta n \leq 11.26dB/km$内。

[0186] 实施例10:根据前述实施例中的任一项所述的检测器,其中,传递装置具有孔径(aperture)面积D_1,并且至少一个光接收光纤具有横截面面积为D_2的纤芯,其中,比率D_1/D_2在范围$0.54 \leq D_1/D_2 \leq 5087$内,优选地为$1.27 \leq D_1/D_2 \leq 413$,更优选地为$2.17 \leq D_1/D_2 \leq 59.2$。

[0187] 实施例11:根据前述实施例中的任一项所述的检测器,其中,第一和第二光接收光纤中的每一个光接收光纤包括被配置为接收从对象传播到的检测器的已经穿过传递装置的光束的至少一个入射面,其中,第一和第二光接收光纤的入射面的质心与光轴偏离距离d_R,其中d_R在范围$10\mu m \leq d_R \leq 127000\mu m$内,优选地在范围$100\mu m \leq d_R \leq 76200\mu m$内,更优选地在范围$500\mu m \leq d_R \leq 25400\mu m$内。

[0188] 实施例12:根据前述实施例中的任一项所述的检测器,其中,第一光接收器光纤和/或第二光接收器光纤包括至少一个多叉式光纤。

[0189] 实施例13:根据前述实施例中的任一项所述的检测器,其中,传递装置具体地可以包括以下中的一个或多个:至少一个透镜,例如选自由至少一个聚焦可调透镜、至少一个非球面透镜、至少一个球面透镜、至少一个菲涅耳透镜组成的组中的至少一个透镜;至少一个衍射光学元件;至少一个凹面镜;至少一个束偏转元件,优选地至少一个反射镜;至少一个分束元件,优选地分束立方体或分束镜中的至少一个;至少一个多透镜系统;至少一个梯度折射率(GRIN)透镜。

[0190] 实施例14:根据前述实施例中的任一项所述的检测器,其中,评估装置被配置为通

过划分传感器信号，划分传感器信号的倍数，划分传感器信号的线性组合中的一项或多项来得出组合信号Q。

[0191] 实施例15：根据前述实施例所述的检测器，其中，评估装置被配置用于使用组合信号Q与纵坐标之间的至少一个预定关系来确定纵坐标。

[0192] 实施例16：根据前述实施例中的任一项所述的检测器，其中，评估装置被配置为通过如下得出组合信号

[0193] $$Q(z_O)=\frac{\iint_{A_1}E(x,y;z_O)dxdy}{\iint_{A_2}E(x,y;z_O)dxdy}$$

[0194] 其中，x和y是横坐标，A1和A2是束轮廓在光学传感器的传感器位置处的面积，并且$E(x,y,z_o)$表示在物距z_o处给出的束轮廓。

[0195] 实施例17：根据前述实施例中的任一项所述的检测器，其中，每个传感器信号包括光束的束轮廓的至少一个区域的至少一个信息，其中，束轮廓选自包括以下项的组：梯形束轮廓；三角形束轮廓；锥形束轮廓和高斯束轮廓的线性组合。

[0196] 实施例18：根据前述实施例所述的检测器，其中，光敏区域被布置为使得第一传感器信号包括束轮廓的第一区域的信息，并且第二传感器信号包括束轮廓的第二区域的信息，其中，束轮廓的第一区域和束轮廓的第二区域是相邻区域或重叠区域中的一个或二者，其中，评估装置被配置为确定束轮廓的第一区域和束轮廓的第二区域，其中，束轮廓的第一区域基本上包括束轮廓的边缘信息，并且束轮廓的第二区域基本上包括束轮廓的中心信息，其中，边缘信息包括与束轮廓的第一区域中的光子数量有关的信息，并且中心信息包括与束轮廓的第二区域中的光子数量有关的信息，其中，评估装置被配置为通过以下的一项或多项来得出组合信号Q：划分边缘信息和中心信息，划分边缘信息和中心信息的倍数，划分边缘信息和中心信息的线性组合。

[0197] 实施例19：根据前述实施例中的任一项所述的检测器，其中，每个光接收光纤具有至少一个入射面，其中，相应的入射面的几何中心相对于传递装置的光轴垂直地对准。

[0198] 实施例20：根据前述实施例中的任一项所述的检测器，其中，光接收光纤的入射面和/或光发送器光纤的出射端的质心被布置在与光轴正交的一个平面内。

[0199] 实施例21：根据前述实施例中的任一项所述的检测器，其中，光接收光纤的入射面和/或光发送器光纤的出射端的质心被布置在平行于光轴且包括光轴的一个平面内。

[0200] 实施例22：根据前述实施例中的任一项所述的检测器，其中，光接收光纤的入射面和/或光发送器光纤的出射端的质心被布置在与光轴正交的平面与平行于光轴并包括光轴的平面的相交处。

[0201] 实施例23：根据前述实施例中的任一项所述的检测器，其中，至少一个光接收光纤是具有成形和/或结构化的入射面和/或出射面的结构化光纤。

[0202] 实施例24：根据前述实施例中的任一项所述的检测器，其中，光学传感器是非像素化光学传感器。

[0203] 实施例25：一种通过使用至少一个检测器确定至少一个对象的位置的方法，该方法包括以下步骤：

[0204] -提供至少一个传递装置，其中，传递装置具有响应于从对象传播到检测器的至少一个入射光束的至少一个焦距，其中，传递装置具有至少一个光轴；

[0205] -提供至少一个照射源，该照射源适于生成用于照射对象的至少一个光束，其中，照射源与光轴偏离距离BL；

[0206] -提供至少一个第一光接收光纤和至少一个第二光接收光纤，其中，每个光接收光纤包括至少一个包层和至少一个纤芯，其中，第一光接收光纤具有d_1的纤芯直径，其中，第二光接收光纤具有d_2的纤芯直径，其中，比率d_1/BL在范围$0.000047 \leq d_1/BL \leq 313$内，和/或其中，比率$d_2/BL$在范围$0.000047 \leq d_2/BL \leq 313$内；

[0207] -提供至少两个光学传感器，其中，至少一个第一光学传感器布置在第一光接收光纤的出射端处，并且至少一个第二光学传感器布置在第二光接收光纤的出射端处，其中，每个光学传感器具有至少一个光敏区域，其中，每个光学传感器被设计成响应于由对象生成的已经穿过相应的光接收光纤的光束对其相应的光敏区域的照射而生成至少一个传感器信号；

[0208] -采用已经穿过第一光接收光纤的光束照射至少一个光学传感器的光敏区域，并采用已经穿过第二光接收光纤的光束照射光学传感器中的另一个光学传感器的光敏区域，其中，由此每个光敏区域生成至少一个传感器信号；以及

[0209] -评估传感器信号，从而确定对象的至少一个纵坐标z，其中，评估包括得出传感器信号的组合信号Q。

[0210] 实施例26：根据涉及检测器的前述实施例中任一项所述的检测器的用途，为了使用的目的，该用途选自由以下组成的组：交通技术中的位置测量；娱乐应用；光学数据存储应用；安全性应用；监视应用；安全应用；人机界面应用；物流应用；内窥镜应用；医疗应用；跟踪应用；摄影应用；工业传感应用；机器视觉应用；机器人应用；质量控制应用；3D打印应用；增强现实应用；制造应用；与光学数据存储和读出相结合的用途。

[0211] 实施例27：一种用于确定至少一个对象的位置的检测器，该检测器包括：

[0212] -至少一个传递装置，其中，传递装置具有响应于从对象传播到检测器的至少一个入射光束的至少一个焦距，其中，传递装置具有至少一个光轴；

[0213] -至少一个照射源，其适于生成用于照射对象的至少一个光束，其中，照射源的出射光瞳与光轴偏离距离BL；

[0214] -至少一个第一光接收光纤和至少一个第二光接收光纤，其中，每个光接收光纤包括至少一个包层和至少一个纤芯，其中，第一光接收光纤具有d_1的纤芯直径，其中，第二光接收光纤具有d_2的纤芯直径，其中，比率d_1/BL在范围$0.0000005 \leq d_1/BL \leq 1$内，和/或其中，比率$d_2/BL$在范围$0.0000005 \leq d_2/BL \leq 1$内；

[0215] -至少两个光学传感器，其中，至少一个第一光学传感器布置在第一光接收光纤的出射端处，并且至少一个第二光学传感器布置在第二光接收光纤的出射端处，其中，每个光学传感器具有至少一个光敏区域，其中，每个光学传感器被设计为响应于已经穿过相应的光接收光纤的光束对其相应的光敏区域的照射而生成至少一个传感器信号；

[0216] -至少一个评估装置，其被配置用于通过评估来自传感器信号的组合信号Q来确定对象的至少一个纵坐标z。

[0217] 实施例28：根据前述实施例所述的检测器，其中，比率d_1/BL在范围$0.000114 \leq d_1/$

BL≤0.8内，优选地在范围0.000318≤d_1/BL≤0.5内，和/或其中，比率d_2/BL在范围0.000114≤d_2/BL≤0.8内，优选在范围0.000318≤d_2/BL≤0.5内。

[0218] 实施例29：根据前述实施例所述的检测器，其中，照射源包括用于照射对象的至少一个光发送器光纤。

[0219] 实施例30：根据前述实施例所述的检测器，其中，检测器进一步包括至少一个另外的传递装置，其中，另外的传递装置布置在光发送器光纤的出射端处。

[0220] 实施例31：根据前述四个实施例中任一项所述的检测器，其中，照射源具有在范围$1.5 \cdot 10^{-7}mm^2 \cdot sr \leq G \leq 314mm^2 \cdot sr$内，优选地在范围$1 \cdot 10^{-5}mm^2 \cdot sr \leq G \leq 22mm^2 \cdot sr$内，更优选地在范围$3 \cdot 10^{-4}mm^2 \cdot sr \leq G \leq 3.3mm^2 \cdot sr$内的几何延伸G。

[0221] 实施例32：根据前述五个实施例中任一项所述的检测器，其中，照射源被配置为以相对于光轴的角度α_{illu}照射对象，其中，角度在范围0°≤α_{illu}≤40内，优选地在范围1°≤α_{illu}≤35内，更优选地在范围2°≤α_{illu}≤25内。

[0222] 实施例33：根据前述六个实施例中任一项所述的检测器，其中，至少一个光接收光纤和/或传递装置具有在范围0.362(m•K)/W≤ε_r/k≤1854(m•K)/W内的比率ε_r/k，其中，k为热导率，并且ε_r为相对介电常数，优选地，比率ε_r/k在范围0.743(m•K)/W≤ε_r/k≤194(m•K)/W内，更优选地，比率ε_r/k在范围1.133(m•K)/W≤ε_r/k≤88.7(m•K)/W内。

[0223] 实施例34：根据前述七个实施例中任一项所述的检测器，其中，传递装置具有在范围9.05≤v_e/n_D≤77.3内的比率v_e/n_D，其中，v_e是阿贝数，并且n_D是折射率，其中，阿贝数v_e由$\nu_e = \frac{(n_D-1)}{(n_F-n_c)}$给出，其中，$n_i$是不同波长的折射率，其中，$n_C$是656nm的折射率，$n_D$是589nm的折射率，并且$n_F$是486nm的折射率，其中比率$v_e/n_D$优选地在范围13.9≤$v_e/n_D$≤44.7内，更优选地在范围15.8≤$v_e/n_D$≤40.1内。

[0224] 实施例35：根据前述八个实施例中任一项所述的检测器，其中，在可见和近红外波长范围中的至少一个波长处，乘积α Δn在范围0.0004dB/km≤α Δn≤110dB/km内，其中，α是衰减系数，并且Δn是折射率对比度，其中$\Delta n = (n_1^2 - n_2^2)/(2n_1^2)$，其中，$n_1$是最大纤芯折射率，并且$n_2$是包层折射率，其中优选地乘积α Δn在范围0.002dB/km≤α Δn≤23dB/km内，更优选地在范围0.02dB/km≤α Δn≤11.26dB/km内。

[0225] 实施例36：根据前述九个实施例中任一项所述的检测器，其中，传递装置具有孔径面积D_1，并且至少一个光接收光纤具有横截面面积为D_2的光纤芯，其中，比率D_1/D_2在范围0.54≤D_1/D_2≤5087内，优选地为1.27≤D_1/D_2≤413，更优选地为2.17≤D_1/D_2≤59.2。

[0226] 实施例37：根据前述十个实施例中任一项所述的检测器，其中，第一和第二光接收光纤中的每一个光接收光纤包括被配置为接收从对象传播到检测器的已经穿过传递装置的光束的至少一个入射面，其中，第一和第二光接收光纤的入射面的质心与光轴偏离距离d_R，其中d_R在范围10μm≤d_R≤127000μm内，优选地在范围100μm≤d_R≤76200μm内，更优选地在范围500μm≤d_R≤25400μm内。

[0227] 实施例38：根据前述十一个实施例中任一项所述的检测器，其中，第一光接收器光纤和/或第二光接收器光纤包括至少一个多叉式光纤。

[0228] 实施例39：根据前述十二个实施例中的任一项所述的检测器，其中，传递装置具体地可以包括以下中的一个或多个：至少一个透镜，例如选自由至少一个聚焦可调透镜、至少

一个非球面透镜、至少一个球面透镜、至少一个菲涅耳透镜组成的组中的至少一个透镜;至少一个衍射光学元件;至少一个凹面镜;至少一个束偏转元件,优选地至少一个反射镜;至少一个分束元件,优选地分束立方体或分束镜中的至少一个;至少一个多透镜系统;至少一个梯度折射率(GRIN)透镜。

[0229] 实施例40:根据前述十三个实施例中的任一项所述的检测器,其中,评估装置被配置为通过划分传感器信号,划分传感器信号的倍数,划分传感器信号的线性组合中的一项或多项来得出组合信号Q。

[0230] 实施例41:根据前述实施例所述的检测器,其中,评估装置被配置用于使用组合信号Q与纵坐标之间的至少一个预定关系来确定纵坐标。

[0231] 实施例42:根据前述十五个实施例中的任一项所述的检测器,其中,评估装置被配置为通过如下得出组合信号

[0232] $$Q(z_O)=\frac{\iint_{A_1}E(x,y;z_O)dxdy}{\iint_{A_2}E(x,y;z_O)dxdy}$$

[0233] 其中,x和y是横坐标,A1和A2是束轮廓在光学传感器的传感器位置处的面积,并且$E(x,y,z_o)$表示在物距z_o处给出的束轮廓。

[0234] 实施例43:根据前述十六个实施例中的任一项所述的检测器,其中,每个传感器信号包括光束的束轮廓的至少一个区域的至少一个信息,其中,束轮廓选自包括以下项的组:梯形束轮廓;三角形束轮廓;锥形束轮廓和高斯束轮廓的线性组合。

[0235] 实施例44:根据前述实施例所述的检测器,其中,光敏区域被布置为使得第一传感器信号包括束轮廓的第一区域的信息,并且第二传感器信号包括束轮廓的第二区域的信息,其中,束轮廓的第一区域和束轮廓的第二区域是相邻区域或重叠区域中的一个或二者,其中,评估装置被配置为确定束轮廓的第一区域和束轮廓的第二区域,其中,束轮廓的第一区域基本上包括束轮廓的边缘信息,并且束轮廓的第二区域基本上包括束轮廓的中心信息,其中,边缘信息包括与束轮廓的第一区域中的光子数量有关的信息,并且中心信息包括与束轮廓的第二区域中的光子数量有关的信息,其中,评估装置被配置为通过以下的一项或多项来得出组合信号Q:划分边缘信息和中心信息,划分边缘信息和中心信息的倍数,划分边缘信息和中心信息的线性组合。

[0236] 实施例45:根据前述十八个实施例中的任一项所述的检测器,其中,每个光接收光纤具有至少一个入射面,其中,相应的入射面的几何中心相对于传递装置的光轴垂直地对准。

[0237] 实施例46:根据前述十九个实施例中的任一项所述的检测器,其中,光接收光纤的入射面和/或光发送器光纤的出射端的质心被布置在与光轴正交的一个平面内。

[0238] 实施例47:根据前述20个实施例中的任一项所述的检测器,其中,光接收光纤的入射面和/或光发送器光纤的出射端的质心被布置在平行于光轴且包括光轴的一个平面内。

[0239] 实施例48:根据前述21个实施例中的任一项所述的检测器,其中,光接收光纤的入射面和/或光发送器光纤的出射端的质心被布置在与光轴正交的平面与平行于光轴并包括光轴的平面的相交处。

[0240] 实施例49:根据前述22个实施例中的任一项所述的检测器,其中,至少一个光接收光纤是具有成形和/或结构化的入射面和/或出射面的结构化光纤。

[0241] 实施例50:根据前述23个实施例中的任一项所述的检测器,其中,光学传感器是非像素化光学传感器。

[0242] 实施例51:一种通过使用至少一个检测器确定至少一个对象的位置的方法,该方法包括以下步骤:

[0243] -提供至少一个传递装置,其中,传递装置具有响应于从对象传播到检测器的至少一个入射光束的至少一个焦距,其中,传递装置具有至少一个光轴;

[0244] -提供至少一个照射源,该照射源适于生成用于照射对象的至少一个光束,其中,照射源与光轴偏离距离BL;

[0245] -提供至少一个第一光接收光纤和至少一个第二光接收光纤,其中,每个光接收光纤包括至少一个包层和至少一个纤芯,其中,第一光接收光纤具有d_1的纤芯直径,其中,第二光接收光纤具有d_2的纤芯直径,其中,比率d_1/BL在范围$0.0000005 \leq d_1/BL \leq 1$内,和/或其中,比率$d_2/BL$在范围$0.0000005 \leq d_2/BL \leq 1$内;

[0246] -提供至少两个光学传感器,其中,至少一个第一光学传感器布置在第一光接收光纤的出射端处,并且至少一个第二光学传感器布置在第二光接收光纤的出射端处,其中,每个光学传感器具有至少一个光敏区域,其中,每个光学传感器被设计成响应于由对象生成的已经穿过相应的光接收光纤的光束对其相应的光敏区域的照射而生成至少一个传感器信号;

[0247] -采用已经穿过第一光接收光纤的光束照射至少一个光学传感器的光敏区域,并采用已经穿过第二光接收光纤的光束照射光学传感器中的另一个光学传感器的光敏区域,其中,由此每个光敏区域生成至少一个传感器信号;以及

[0248] -评估传感器信号,从而确定对象的至少一个纵坐标z,其中,评估包括得出传感器信号的组合信号Q。

[0249] 实施例52:根据涉及检测器的实施例27至50中任一项所述的检测器的用途,为了使用的目的,该用途选自由以下组成的组:交通技术中的位置测量;娱乐应用;光学数据存储应用;安全性应用;监视应用;安全应用;人机界面应用;物流应用;内窥镜应用;医疗应用;跟踪应用;摄影应用;工业传感应用;机器视觉应用;机器人应用;质量控制应用;3D打印应用;增强现实应用;制造应用;与光学数据存储和读出相结合的用途。

附图说明

[0250] 通过结合从属权利要求的以下优选示例性实施例的描述,本发明的其它可选细节和特征是显而易见的。在该上下文中,可以以隔离的方式或与其它特征组合地实现特定特征。本发明不限于示例性实施例。在附图中示意性地示出了示例性实施例。在各个附图中,相同的附图标记指代相同的元件或具有相同功能的元件,或者关于其功能彼此对应的元件。

[0251] 具体地,在附图中:

[0252] 图1A至图1JJ示出根据本发明的检测器的测量头的示例性实施例的顶视图;

[0253] 图2A至图2GG示出根据本发明的透镜和光纤布置的实施例的顶视图;

[0254] 图3A和图3B示出根据本发明的测量头的实施例的侧视图；

[0255] 图4A至图4F示出根据本发明的光纤的另外的实施例；

[0256] 图5A至图5E示出根据本发明的测量头的另外的实施例。

[0257] 图6示出根据本发明的光接收光纤的实施例。

[0258] 图7示出根据本发明的示意性检测器设置；以及

[0259] 图8示出距离测量的实验结果。

具体实施方式

[0260] 图1A至图1JJ以顶视图示出用于确定至少一个对象114的位置的检测器112的测量头110的示例性实施例。测量头110可以包括至少一个壳体116，例如至少一种金属壳体和/或塑料壳体。每个测量头110可包括多个光纤，特别是多个至少一个光发送器光纤118和/或至少两个光接收光纤120(诸如至少一个第一光接收光纤122和至少一个第二光接收光纤124)。第一光接收光纤122可以被配置为向布置在第一光接收光纤122的出射端处的至少一个第一光学传感器126提供至少一个入射光束。第二光接收光纤124可以被配置为向布置在第二光接收光纤124的出射端处的至少一个第二光学传感器128提供至少一个入射光束。每个光接收光纤120可以包括出射端和入射端。在图1A至图1JJ中，示出了入射端的顶视图。

[0261] 图1A至1D、1I至1K、以及1FF至1JJ示出具有一个光发送器光纤118和一个第一光接收光纤122以及一个第二光接收光纤124的测量头110的实施例。在图1A至1D和1I至1K中，测量头110可具有椭圆形横截面，并且光发送器光纤118、第一光接收光纤122和第二光接收光纤124可具有圆形横截面。在图1FF至1JJ中，测量头可以具有矩形形状，并且光发送器光纤118、第一光接收光纤122和第二光接收光纤124可以具有矩形横截面。在图1A至1D和1FF至1JJ的实施例中，光发送器光纤118、第一光接收光纤122和第二光接收光纤124可以并排且平行布置。例如，在图1A中，光发送器光纤118可以紧邻第二光接收光纤124布置，该第二光接收光纤124可以紧邻(next to)第一光接收光纤122布置。在图1HH和1JJ中以相应的光纤的不同顺序示出了相似的布置。诸如图1B、1C、1GG和1II中所示，光发送器光纤118、第一光接收光纤122和第二光接收光纤124可以布置为彼此偏离(displace)。例如，如图1B和1C中所示，第二光接收光纤124可以紧邻光发送器光纤118布置，其中第一光接收光纤122可以与两个光纤偏离一定距离。如图1B和图1C中所示，第二光接收光纤124和光发送器光纤118的不同顺序可以是可能的。例如，如图1D中所示，第一光接收光纤122可紧邻光发送器光纤118布置，其中，第二光接收光纤124可以与两个光纤偏离一定距离。在图1FF、1GG和1II中以相应的光纤的不同顺序示出了类似的布置。另外，对于如图1A至1D和1FF至1JJ中所示的实施例，光发送器光纤118、第一光接收光纤122和第二光接收光纤124的每个可设想的顺序都是可能的。例如，在图1I中，第二光接收光纤124可以围绕第一光接收光纤122同心地布置，其中光发送器光纤118可以紧邻光接收光纤120并排布置。例如，在图1J中，第一光接收光纤122可以围绕光发送器光纤118同心地布置，其中第二光接收光纤124可以平行于第一光接收光纤122和光发送器光纤118布置。例如，在图1K中，测量头110可以包括围绕一个第一光接收光纤122同心布置的一个光发送器光纤118和与第一光接收光纤122和光发送器光纤118平行地布置的一个第二光接收光纤。

[0262] 图1E至1G、1L至1EE示出了实施例，其中测量头110包括多个第一光接收光纤122

和/或多个第二光接收光纤124和/或多个光发送器光纤118。图1E、图1F、图1G、图1L至1N和1W至1X示出了实施例，其中第一光接收光纤122、第二光接收光纤124和光发送器光纤118中的两个或更多个可以同心布置并且具有和/或共享公共的中心轴。例如，在图1E中，测量头110可以包括两个第一光接收光纤122、可以围绕第一光接收光纤122中的一个第一光接收光纤同心布置的一个光发送器光纤，以及可以围绕第一光接收光纤122中的另一个第一光接收光纤同心布置的一个第二光接收光纤124。例如，在图1F中，测量头110可以包括两个第二光接收光纤124、可以围绕第二光接收光纤124中的一个第二光接收光纤同心布置的一个光发送器光纤118，以及一个第一光接收光纤122，其中第二光接收光纤124中的另一个第二光接收光纤可以围绕第一光接收光纤122同心布置。例如，在图1G中，测量头110可以包括两个第一光接收光纤122、一个光发送器光纤118，其中第一光接收光纤中的一个第一光接收光纤可以围绕光发送器光纤118同心布置，以及可以围绕第一光接收光纤122中的另一个第一光接收光纤同心布置的一个第二光接收光纤124。例如，在图1N中，测量头110可以包括两个第二光接收光纤124，其中第二光接收光纤124中的一个第二光接收光纤可以围绕一个第一光接收光纤122同心布置，并且第二光接收光纤124中的另一个第二光接收光纤可以围绕一个光发送器光纤118同心布置。例如，在图1L中，测量头110可以包括可以围绕一个第二光接收光纤124同心布置的七个光发送器光纤118。一个第一光接收光纤122可以平行于第二光接收光纤124和光发送器光纤118布置。例如，在图1M中，测量头110可以包括可以围绕一个第二光接收光纤124同心布置的七个第一光接收光纤122。一个光发送器光纤118可以平行于第一光接收光纤122和第二光接收光纤124布置。例如，在图1W中，测量头110可以包括可以围绕一个第二光接收光纤124同心布置的七个光发送器光纤118，以及可以围绕一个第二光接收光纤124同心布置的七个第一光接收光纤122。例如，在图1X中，测量头110可以包括八个光发送器光纤118，其中光发送器光纤118中的七个光发送器光纤可以围绕光发送器光纤118中的一个光发送器光纤同心布置；以及可以围绕一个第二光接收光纤124同心布置的七个第一光接收光纤122。径向布置或径向对称设计的其它实施例是可能的。径向布置或径向对称的设计可以允许增强测量值的鲁棒性，特别是在对象的测量点处强烈的黑白对比度下或在用于凹表面或凸表面的测量。

[0263] 图1O至1V、1Y至1EE示出非径向对称设计。此外，对于如图1O至1V、1Y至1BB、1DD和1EE中所示的实施例，光发送器光纤118、第一光接收光纤122和第二光接收光纤124中的每个可设想的非径向对称设计可以是可能的。具体地，测量头110可以具有相同量的光发送器光纤118、第一光接收光纤122和第二光接收光纤124，或者具有不同量的光发送器光纤118、第一光接收光纤122和第二光接收光纤124。

[0264] 图1H和1R示出具有圆形横截面的测量头110的实施例。在图1H中，测量头110包括一个光发送器光纤118、一个第一光接收光纤122和一个第二光接收光纤124。在图1R中，测量头110包括一个光发送器光纤118、一个第一光接收光纤122和两个第二光接收光纤124。光纤的量和布置仅是示例。所有可能的量以及径向和非径向对称布置都是可能的

[0265] 测量头110包括一个或多个传递装置130，特别是准直透镜。图2A至GG以顶视图示出在测量头110中的透镜布置的实施例。在图2A至2EE的测量头110中的光纤的布置对应于在图1A至1EE中示出的布置。为了清楚起见，省略了相应光纤的附图标记，使得参考图1A至1EE。图2FF和2GG分别示出与图1H和1R对应的光纤布置，但是在该实施例中，测量头110具有

圆形横截面。测量头110可包括用于光纤中的每个光纤的一个传递装置130或用于两个或更多个光纤的公共传递装置130。例如，在图2A中，测量头110包括用于光纤中的每个光纤的一个传递装置130。在图2B中，测量头110包括两个传递装置130，其中一个传递装置130覆盖第一光接收光纤122，并且一个传递装置130覆盖光发送器光纤118和第二光接收光纤124二者。在图2C、2F、2G、2H、2J、2L、2P、2Q、2R、2T、2V、2AA、2BB和2EE中，测量头110包括覆盖所有光纤的一个传递装置130。在图2D中，测量头110包括两个传递装置130，其中一个传递装置130覆盖第二光接收光纤124，并且一个传递装置130覆盖光发送器光纤118和第一光接收光纤122二者。在图2E中，测量头110包括两个传递装置130，其中一个传递装置130覆盖由第二光接收光纤124围绕的第一光接收光纤122中的一个第一光接收光纤，并且一个传递装置130覆盖由光发送器光纤118围绕的第一光接收光纤122中的另一个第一光接收光纤。在图2I中，测量头110包括两个传递装置130，其中一个传递装置130覆盖光发送器光纤118，并且另一个传递装置覆盖第一光接收光纤122和第二光接收光纤124二者。在图2K中，测量头110包括三个传递装置130，其中一个传递装置130覆盖光发送器光纤118和第一光接收光纤122二者，并且一个传递装置130覆盖第二光接收光纤124。第三传递装置130可以布置为使得仅覆盖第一光接收光纤122。在图2M中，测量头110包括两个传递装置130，其中一个传递装置130覆盖光发送器光纤118，并且另一个传递装置130覆盖第一光接收光纤122和第二光接收光纤124。在图2N中，测量头110包括两个传递装置130，其中一个传递装置130覆盖所有光纤，并且另一个传递装置130仅覆盖光发送器光纤118。在图2O中，测量头110包括两个传递装置130，其中一个传递装置130覆盖所有光纤，并且另一个传递装置130仅覆盖光发送器光纤118。在图2S中，测量头110包括两个传递装置130，其中一个传递装置130覆盖光发送器光纤118，并且另一个传递装置130覆盖第一光接收光纤122和第二光接收光纤124。在图2U中，测量头110包括三个传递装置130，其中一个传递装置130覆盖光发送器光纤118，第二传递装置130覆盖第一光接收光纤122，并且第三传递装置130覆盖第二光接收光纤124。在图2W中，测量头110包括四个传递装置130，其中一个传递装置130覆盖第二光接收光纤124中的一个第二光接收光纤以及围绕所述第二光接收光纤124的第一光接收光纤，第二传递装置覆盖第二光接收光纤124中的另一个第二光接收光纤以及围绕所述第二光接收光纤124的光发送器光纤118，第三传递装置130仅覆盖第二光接收光纤124中的一个第二光接收光纤，并且第四传递装置130仅覆盖第二光接收光纤124中的另一个第二光接收光纤。在图2X中，测量头110包括两个传递装置130，其中一个传递装置130覆盖光接收光纤120，并且另一个传递装置130仅覆盖光发送器光纤118。在图2Y中，测量头110包括两个传递装置130，其中一个传递装置130覆盖所有光纤，并且另一个传递装置130仅覆盖光发送器光纤118。在图2Z中，测量头110包括两个传递装置130，其中一个传递装置130覆盖光接收光纤120，并且另一个传递装置130仅覆盖光发送器光纤118。在图2CC和2DD中，测量头110包括两个传递装置130，其中一个传递装置130覆盖所有光纤，并且另一个传递装置130仅覆盖光发送器光纤118。在图2FF中，测量头110包括两个传递装置130，其中一个传递装置130覆盖光接收光纤120，并且另一个传递装置130仅覆盖光发送器光纤118。在图2GG中，示出了图1R的光纤布置的替代光纤-透镜布置。在该实施例中，一个传递装置130覆盖第二光接收光纤124中的一个第二光接收光纤和光发送器光纤118，并且另一个传递装置130覆盖第二光接收光纤124中的另一个第二光接收光纤和第一光接收光纤122。

[0266] 图3A、3B和图5A至5E以侧视图示出测量头110的实施例。图3A对应于图1M和2M中描绘的光纤和透镜布置。测量头110可以包括用于光发送器光纤118和光接收光纤120的单独的传递装置130。测量头110可以包括一个光发送器光纤118。测量头110可以包括特别与光发送器光纤118偏离的一个第二光接收光纤124，该一个第二光接收光纤124由径向围绕第二光接收光纤124布置的六个第一光接收光纤122围绕。测量头110可以包括可以布置在光发送器光纤118的前面的第一传递装置130，以及可以覆盖第一光接收光纤122和第二光接收光纤124的第二传递装置130。图3B示出测量头110的实施例，其包括一个光发送器光纤118、六个第一光接收光纤122和六个第二光接收光纤124。测量头110可以包括覆盖所有光纤的一个传递装置130。可以将光发送器光纤118向上引导至传递装置130，使得可以防止内部反射。

[0267] 图5A至5E示出测量头110的另外的实施例。图5A中的透镜和光纤布置对应于图3A中所示的透镜和光纤布置。在图5A中，另外，测量头110包括间隔装置132，该间隔装置132适于将传递装置130附接至光纤。第一光接收光纤122和/或第二光接收光纤124和/或光发送器光纤118的光路和/或两个或更多个传递装置130的光路可以是完全或部分光学地通过机械部件(诸如完全或部分不透明的机械壁或包层等)分离以避免内部反射。通过机械部件的该光学分离可以是间隔装置132的一部分。在图5B中，示出了包括三个光纤的布置。可以将光发送器光纤118分开地并且平行于光接收光纤120布置。光接收光纤120可以被布置在一个组合的接收光纤入射端中。第一传递装置130可以布置在光接收光纤120的入射端的前面，而第二传递装置130可以布置在光发送器光纤118的出射端的前面。组合的接收光纤入射端可分离成第一光接收光纤122和第二光接收光纤124。例如，在横截面视图中，第一光接收光纤122和第二光接收光纤124可在组合接收光纤入射端内布置成由水平边界隔开的半圆。图5C示出类似的布置，但是在图5C的实施例中，第一光接收光纤122和第二光接收光纤124可以在组合的接收光纤入射端内布置成由垂直边界隔开的半圆。图5D示出了一种布置，其中第一光接收光纤122和第二光接收光纤124以及光发送器光纤118各自被设计为分离的光纤。第一传递装置130可以布置在第一光接收光纤122的入射端的前面，而第二传递装置130可以布置在第二光接收光纤124的入射端的前面，并且第三传递装置114可以布置在光发送器光纤118的出射端的前面。光接收光纤120的入射端和光发送器光纤118的出射端可以布置在同一平面内，诸如平面平行的。传递装置130可以被布置为是平面平行的但是，位于与光接收光纤120的入射端和光发送器光纤118的出射端的平面相比不同的平面中，使得与光接收光纤120的入射端和光发送器光纤118的出射端的平面间隔开。光接收光纤120的入射端和光发送器光纤118的出射端的平面以及传递装置130的平面可以是平行平面。光发送器光纤118的出射端与光接收器光纤120的入射端的中心可被布置在第一平面与第二平面的相交处，该第一平面是光接收光纤120的入射面与发送器光纤118的出射端的平面，该第二平面与第一平面正交并包括将光发送器光纤118的出射端与光接收光纤120的入射端的中心连接的线。在图5E中，如图5D中所示，第一光接收光纤122和第二光接收光纤124以及光发送器光纤118被设计为分离的光纤。在该实施例中，第一传递装置130可以布置在光接收光纤120的入射端的前面，而第二传递装置130可以布置在光发送器光纤118的出射端的前面。如在图5D中，光接收光纤120的入射端和光发送器光纤118的出射端可被布置在同一平面中。第一传递装置130和/或第二传递装置130可以不平行地布置，诸如相对于光接收光

纤120的入射端和光发送器光纤118的出射端的平面成一定角度。

[0268] 图4A至4F示出在光纤端部处的不同的透镜布置。如上概述，至少一个传递装置130可以布置在光纤(诸如光接收光纤120和/或光发送器光纤118)的端部处。传递装置130可以直接附接到一个光纤，或者可以附接到光纤束。可替代地，可以使用至少一个间隔装置132将传递装置130附接到光纤或光纤束。图4A示出光纤或光纤束。图4B示出已经附接至少一个凹透镜的光纤或光纤束。图4C示出已经附接至少一个凸透镜的光纤或光纤束。图4D示出已经附接至少一个球面透镜的光纤或光纤束。图4E示出已经附接至少一个圆锥形透镜或至少一个尖端形透镜的光纤或光纤束。图4F示出已经附接至少一个棱镜形透镜(特别是非旋转对称透镜)的光纤或光纤束。

[0269] 图6示出光接收光纤120的实施例的高度示意图。光接收光纤120中的每个光接收光纤可以包括由至少一个光纤包层136围绕的至少一个纤芯134。光纤包层136可以具有比纤芯134更低的折射率。光纤包层136也可以是双包层或多包层。光纤包层136可以由缓冲层138和外部护套140围绕。光纤包层136可以由缓冲层138覆盖，该缓冲层138适于保护光接收光纤120免受损坏和湿气。缓冲层138可以包括至少一种UV固化的氨基甲酸酯丙烯酸酯复合物和/或至少一种聚酰亚胺材料。

[0270] 光接收光纤120可以具有特定的机械特性，以确保在宽范围的环境中距离测量的稳定性。光接收光纤120的机械特性可以相同，或者光接收光纤120的机械特性可以不同。不希望受到该理论的束缚，光接收光纤120的光支撑功能依赖于折射率与某些能量传输特性的关系。进一步的某些机械参数可能是以稳定的方式保持光接收光纤120的所有功能的先决条件。因此，某些机械参数可用作确保自身稳定测量的先决条件。至少一个光接收光纤120和/或传递装置130可以具有在范围$0.362(m \cdot K)/W \leq \varepsilon_r/k \leq 1854(m \cdot K)/W$内的比率$\varepsilon_r/k$，其中k是热导率，并且$\varepsilon_r$是相对介电常数。相对介电常数也称为介电常数。优选地，比率ε_r/k在$0.743(m \cdot K)/W \leq \varepsilon_r/k \leq 194(m \cdot K)/W$范围内。更优选地，比率$\varepsilon_r/k$在$1.133(m \cdot K)/W \leq \varepsilon_r/k \leq 88.7(m \cdot K)/W$范围内。至少一个光接收光纤120和/或传递装置130可以具有在$1.02 \leq \varepsilon_r \leq 18.5$范围内，优选在$1.02 \leq \varepsilon_r \leq 14.5$范围内，更优选在$1.02 \leq \varepsilon_r \leq 8.7$范围内的相对介电常数，其中相对介电常数在20℃和1kHz下测量。光接收光纤120和/或传递装置130可具有$k \leq 24W/(m \cdot K)$，优选地$k \leq 17W/(m \cdot K)$，更优选地$k \leq 14W/(m \cdot K)$的热导率。光接收光纤120和/或传递装置130可以具有$k \geq 0.003W/(m \cdot K)$，优选地$k \leq 0.007W/(m \cdot K)$，更优选地$k \leq 0.014W/(m \cdot K)$的热导率。可以在0℃和<1％的相对湿度下测量热导率。

[0271] 传递装置130可以具有在范围$9.05 \leq v_e/n_D \leq 77.3$内的比率$v_e/n_D$，其中$v_e$是阿贝数，并且$n_D$是折射率。阿贝数$v_e$由$\nu_e = \frac{(n_D-1)}{(n_F-n_c)}$给出，其中$n_i$是不同波长的折射率，其中$n_C$是656nm的折射率，$n_D$是589nm的折射率，并且$n_F$是486nm的折射率，如在室温下测量的，参见例如https://en.wikipedia.org/wiki/Abbe_number。优选地，比率在$13.9 \leq v_e/n_D \leq 44.7$的范围内，更优选地比率$v_e/n_D$在$15.8 \leq v_e/n_D \leq 40.1$的范围内。

[0272] 每个光接收光纤120可包括至少一个包层136和至少一个纤芯134。在可见和近红外波长范围内的至少一个波长处，乘积$\alpha\Delta n$可以在范围$0.0004dB/km \leq \alpha\Delta n \leq 110dB/km$内，其中，α是衰减系数，并且Δn是折射率对比度，其中$\Delta n = (n_1^2 - n_2^2)/(2n_1^2)$，其中，$n_1$是最大纤芯折射率，并且$n_2$是包层折射率。优选地乘积$\alpha\Delta n$在范围$0.002dB/km \leq \alpha\Delta n \leq 23dB/km$

内，更优选地在范围0.02dB/km≤α Δn≤11.26dB/km内。折射率对比度Δn可以在范围0.0015≤Δn≤0.285内，优选在范围0.002≤Δn≤0.2750内，更优选地在范围0.003≤Δn≤0.25内。光接收光纤120的衰减系数可以在0.2dB/km≤α≤420dB/km的范围内，优选地在范围0.25dB/km≤α≤320dB/km内。传递装置130可以具有孔径面积D_1，并且至少一个光接收光纤120具有横截面面积为D_2的纤芯134，其中，比率D_1/D_2在范围$0.54\leq D_1/D_2\leq 5087$内，优选地为$1.27\leq D_1/D_2\leq 413$，更优选地为$2.17\leq D_1/D_2\leq 59.2$。至少一个光接收光纤120的纤芯134的直径$d_{core}$可以在范围$2.5\mu m\leq d_{core}\leq 10000\mu m$内，优选地在范围$7\mu m\leq d_{core}\leq 3000\mu m$内，更优选地在范围$10\mu m\leq d_{core}\leq 500\mu m$内。

[0273] 光接收光纤120和/或传递装置130可以具有例如在室温下通过使用超声测试测量的小于或等于188GPa的杨氏模量，也表示为弹性模量。优选地，光接收光纤120和/或传递装置130可以具有小于或等于167GPa的杨氏模量，更优选地在0.0001GPa至97GPa的范围内。光接收光纤120和/或传递装置130可具有大于或等于0.0001GPa，优选地大于或等于0.007GPa，更优选地大于或等于0.053GPa的杨氏模量。

[0274] 在图7中，示出了用于确定至少一个对象114的位置的检测器112的示意性设置。检测器112包括至少一个传递装置130。传递装置130具有响应于从对象114传播到检测器110的至少一个入射光束的至少一个焦距。传递装置130具有至少一个光轴142。

[0275] 检测器112包括至少一个照射源144，该照射源144适于生成用于照射对象114的至少一个光束146。具体地，照射源144可以包括至少一个光源，诸如至少一个激光器和/或激光源。可以采用各种类型的激光器，诸如半导体激光器。另外地或可替代地，可以使用非激光光源，诸如LED和/或灯泡。照射源144可以包括人造照射源，特别是至少一个激光源和/或至少一个白炽灯和/或至少一个半导体光源，例如，至少一个发光二极管，特别是有机和/或无机发光二极管。作为示例，由照射源144发射的光可以具有300至1000nm，特别是500至1000nm的波长。另外地或可替代地，可以使用红外光谱范围内的光，诸如在780nm至3.0μm的范围内。具体地，可以使用在近红外区域的其中硅光电二极管可具体适用于700nm至1000nm的范围内的部分中的光。此外，照射源144可以被配置用于发射调制的或非调制的光。在使用多个照射源144的情况下，不同的照射源可以具有不同的调制频率，随后可以将其用于区分光束。照射源144可以包括至少一个光发送器光纤118，该光发送器光纤118适于透射由光源生成的光束146，使得其照射对象112。光束146可以在光发送器光纤118的出射面处离开光发送器光纤118。

[0276] 优选地，照射源144可以被配置为以相对于光轴的角度α_{illu}照射对象144。角度α_{illu}可以在$0^\circ\leq\alpha_{illu}\leq 40^\circ$的范围内，优选地$\alpha_{illu}$可以在范围$1^\circ\leq\alpha_{illu}\leq 35^\circ$内，更优选地$\alpha_{illu}$可以在范围$2^\circ\leq\alpha_{illu}\leq 25^\circ$内。照射源144(特别是照射源144的出射光瞳)可以以相对于光轴142以任意角度布置。相对于光轴142以≥5°的角度照射对象114可以允许增加测量范围并提高分辨率。然而，其它实施例是可行的。例如，照射光束146可以平行于光轴142或相对于光轴142倾斜。作为示例，照射光束146和光轴146可以包括小于10°的角度，优选小于5°或甚至小于2°。此外，照射光束146可以在光轴142上或偏离光轴142。作为示例，照射光束146可以平行于光轴，具有距光轴小于10mm，优选距光轴小于5mm，或者甚至距光轴小于1mm，或者甚至与光轴142重合的距离。

[0277] 照射源144可具有在范围$1.5\cdot 10^{-7}mm^2\cdot sr\leq G\leq 314mm^2\cdot sr$内，优选地在范围1·

$10^{-5}mm^2 \cdot sr \leq G \leq 22mm^2 \cdot sr$内，更优选地在范围$3 \cdot 10^{-4}mm^2 \cdot sr \leq G \leq 3.3mm^2 \cdot sr$内的几何延伸G。照射源144的几何范围G可以由下式定义：

[0278] $G = A \cdot \Omega \cdot n^2$，

[0279] 其中A是表面的面积，该表面可以是主动发射表面、光阀、光学孔径、或具有$AOF = \pi \cdot r_{OF}^2$的纤芯134的面积，以及Ω是光对射的投影立体角，并且n是介质的折射率。对于具有半孔径角θ的旋转对称光学系统，其几何延伸由下式给出

[0280] $G = \pi \cdot A \cdot \sin^2(\theta) n^2$。

[0281] 对于光纤，发散角通过$\theta_{max} = \arcsin(NA/n)$获得，其中NA是光纤的最大数值孔径。

[0282] 检测器112包括至少一个第一光接收光纤122和至少一个第二光接收光纤124。每个光接收光纤120可以具有至少一个入射面。相应入射面的几何中心可以相对于传递装置130的光轴142垂直对准。至少一个光接收光纤120可以具有朝向对象114取向的入射面。光接收光纤120可以在从对象114传播到检测器112的入射光束的传播方向上布置在传递装置130后面。光接收光纤120和传递装置130可以布置成使得光束在撞击到光接收光纤120上之前穿过传递装置130。光接收光纤120可以这样布置，使得光束在传递装置130与传递装置130的焦点之间撞击光接收光纤120上。例如，在平行于光轴142的方向上，在传递装置130与光束撞击到光接收光纤120上的位置之间的距离可以是焦距的至少20％，更优选地焦距的至少50％，最优选地焦距的至少80％。例如，在平行于光轴142的方向上，在接收光束的至少一个光接收光纤120的入射面与传递装置130之间的距离可以是焦距的至少20％，更优选地焦距的至少50％，最优选地焦距的至少80％。

[0283] 在优选的设置中，光接收光纤120的入射端可以被定位成使得在所需的测量范围的端部处，光斑的图像聚焦或接近聚焦，并且使得两个光接收光纤120接收相似量的光功率。

[0284] 传递装置130可包括至少一个梯度折射率(GRIN)透镜。传递装置130和光接收光纤120可以被配置为一体。可以诸如通过聚合物或胶水等将光接收光纤120附接到传递装置130，以减少折射率差较大的界面处的反射。

[0285] 检测器112可以包括基线。照射源144的出射光瞳可以在第一方向上与光轴142偏离距离BL。光接收光纤120(特别是光接收光纤120的入射面的质心)可以在特别与第一方向不同的第二方向上，与光轴142偏离距离d_R。第一光接收光纤122具有d_1的纤芯直径。第二光接收光纤124具有d_2的纤芯直径。比率d_1/BL在范围$0.000047 \leq d_1/BL \leq 313$内，和/或比率$d_2/BL$在范围$0.000047 \leq d2/BL \leq 313$内。优选地，比率$d_1/BL$在范围$0.000114 \leq d_1/BL \leq 30.37$内，优选地在范围$0.000318 \leq d_1/BL \leq 6.83$内，和/或其中，比率$d_2/BL$在范围$0.000114 \leq d_2/BL \leq 30.37$内，更优选地在范围$0.000318 \leq d_2/BL \leq 6.83$内。照射源144与光轴142的偏离可以具有大于0的范围。照射源144与光轴142的偏离可以在范围$10\mu m \leq BL \leq 127000\mu m$内，优选地在范围$100\mu m \leq BL \leq 76200\mu m$内，更优选地在范围$500\mu m \leq BL \leq 25400\mu m$内。例如，纤芯直径可以在1μm至5mm的范围内，使得最小基线可以为1μm。最大基线可以定义为2m。通过适当设置偏离(BL)与接收纤芯直径(d_1和d_2)比率，可以取决于测量应用调节测量范围和分辨率。在该示例中，d_1/BL的比率可以是$0.0000005 \leq d_1/BL \leq 1$和/或$d_2/BL$的比率可以是$0.0000005 \leq d_2/BL \leq 1$。优选地，$d_1/BL$的比率可以是$0.000114 \leq d_1/BL \leq 0.8$，更优选地，比率$d_1/BL$可以是$0.000318 \leq d_1/BL \leq 0.5$。优选地，比率$d_2/BL$可以是$0.000114 \leq d_2/BL \leq 0.8$，更优选地，

0.000318≤d_2/BL≤0.5。照射源144的出射光瞳与光轴的偏离可以允许增加测量范围并提高分辨率。每个光接收光纤120可包括至少一个入射面。第一和第二光接收光纤的入射面的质心可以与光轴偏离距离d_R。距离d_R可以在范围10μm≤d_R≤127000μm内，优选地在范围100μm≤d_R≤76200μm内，更优选地在范围500μm≤d_R≤25400μm内。因此，照射源144和/或光发送器光纤118的出射面和一个或两个光接收光纤120的入射面可以以与传递装置130的光轴142相对的空间偏移来布置。具体地，照射源144和/或光发送器光纤118的出射面和一个或两个光接收光纤120的入射面可以以与光轴142不同的空间偏移来布置。此类布置可以允许增强组合信号Q的趋势，并且从而增强距离测量的准确性。具体地，随着空间偏移增加，Q与距离关系图中的斜率增加，并且因此可以更准确地区分相似距离。例如，照射源144和光接收光纤120中的一个或两个光接收光纤的入射面之一可以布置在光轴142上，而另一个可以布置为与光轴142间隔开。例如，照射源144和光接收光纤120中的一个或两个光接收光纤的入射面二者都可以布置为与光轴142间隔开至少一个不同的距离，特别是垂直于光轴142。至少两个光接收光纤120可以被布置在距光轴142的不同距离处。与照射源144与光学传感器126、128之间的垂直于光轴142的实际距离相比，光接收光纤120可以适于模拟更更大的距离，而无需移动照射源144和/或光学传感器126、128。

[0286] 检测器包括至少两个光学传感器126、128，其中至少一个第一光学传感器126被布置在第一光接收光纤122的出射端处，并且至少一个第二光学传感器128被布置在第二光接收光纤124的出射端处。每个光学传感器具有至少一个光敏区域148。第一光接收光纤122可以被布置和配置为向第一光学传感器126提供光，并且第二光接收光纤124可以被布置和配置为向第二光学传感器128提供光。这在图7中用指向光学传感器126、128的两个箭头示意性地示出。每个光学传感器126、128被设计为响应于由已经穿过相应的光接收光纤122、124的光束对其相应的光敏区域148的照射而生成至少一个传感器信号。

[0287] 检测器112包括至少一个评估装置150，该评估装置被配置用于通过评估来自传感器信号的组合信号Q来确定对象114的至少一个纵坐标z。响应于光束的照射，第一光学传感器126可以生成第一传感器信号s_1，而第二光学传感器128可以生成第二传感器信号s_2。优选地，光学传感器126、128是线性光学传感器。传感器信号s_1和s_2被提供给评估装置150。评估装置150被体现为从传感器信号中得出组合信号Q，特别是通过评估商信号。从通过划分传感器信号s_1和s_2或其倍数或其线性组合而得出的组合信号Q，可以用于得出对象114的纵坐标z上的至少一项信息。评估装置150可以具有用于形成组合信号Q的至少一个除法器152，并且作为示例，具有至少一个位置评估装置154，用于从组合信号Q中得出至少一个纵坐标z。应注意，评估装置150可以全部或部分地嵌入硬件和/或软件中。因此，作为示例，组件152、154中的一个或多个可以由适当的软件组件来体现。

[0288] 图8示出距离测量的实验结果。所采用的测量头110包括：两个光接收光纤120，其包括入射端；以及一个光发送器光纤118，其包括出射端并包括具有500μm的相同直径的对应纤芯134，它们与图1D中的设置相当地对准并在水平方向上居中，其中，两个光接收光纤120的入射端彼此直接相邻放置，而光发送器光纤118的出射端的质心具有距两个光接收光纤入射端的质心3.4mm的距离，其对应于基线。作为传递装置130，直径为3mm的非球面透镜使从光发送器光纤118的出射端出来的光束146准直，而传递装置130位于距光发送器光纤118的出射端2mm的焦距处。在光接收光纤120的两个接收端的前面的相同的传递装置130收

集从目标反射的光束146。由于光接收光纤120的入射端比传递装置130的焦距更靠近传递装置130，因此在光接收光纤120的入射端上生成的图像离焦。光发送器光纤118的入射端连接到中心波长为635nm的LED，而光接收光纤120的出射端连接到硅光电二极管。所确定的组合信号Q示为以毫米为单位的实际物距z_{real}的函数。测试了三个不同的目标，特别是黑纸对象(曲线156，点线)、白纸对象(曲线158，虚线)和金属表面(曲线160，虚点线)。本实验中使用的白纸目标在给定波长下产生84％的反射率，而黑纸目标仅产生10％的反射率。作为金属表面，采用具有拉丝表面的铝板。观察到了很大的可靠性，而与目标反射率和材料无关。带有黑纸目标的曲线由于低信号强度而示出强烈的噪声。可以通过在接收电子器件的模拟前端中引入自动增益控制或自动调节照射强度来降低噪声。

[0289] 参考标记列表

[0290] 110 测量头

[0291] 112 检测器

[0292] 114 对象

[0293] 116 壳体

[0294] 118 光发送器光纤

[0295] 120 光接收光纤

[0296] 122 1.光接收光纤

[0297] 124 2.光接收光纤

[0298] 126 1.光学传感器

[0299] 128 2.光学传感器

[0300] 130 传递装置

[0301] 132 间隔装置

[0302] 134 纤芯

[0303] 136 包层

[0304] 138 缓冲层

[0305] 140 护套

[0306] 142 光轴

[0307] 144 光源

[0308] 146 光束

[0309] 148 光敏区域

[0310] 150 评估装置

[0311] 152 除法器

[0312] 154 位置评估装置

[0313] 156 曲线

[0314] 158 曲线

[0315] 160 曲线

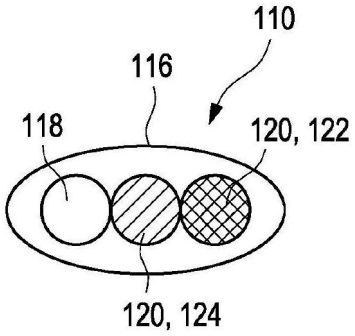

110
116
118
120, 122
120, 124

图1A

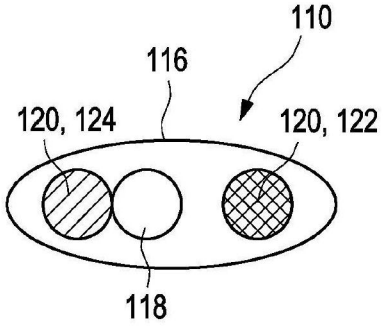

110
116
120, 124
120, 122
118

图1B

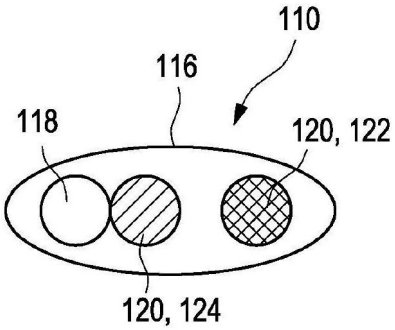

110
116
118
120, 122
120, 124

图1C

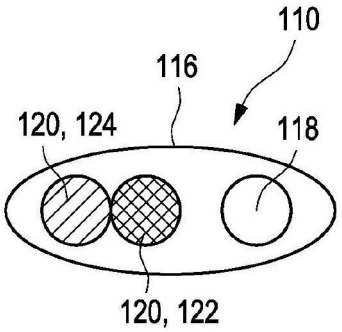

110
116
120, 124
118
120, 122

图1D

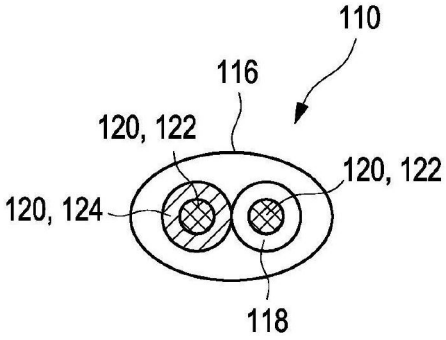

110
116
120, 122
120, 122
120, 124
118

图1E

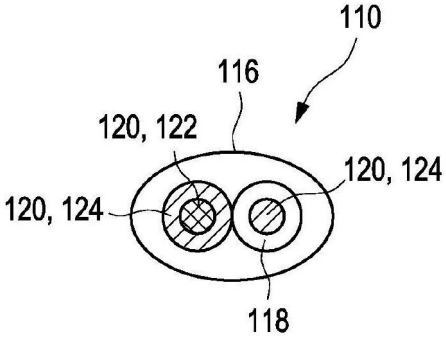

110
116
120, 122
120, 124
120, 124
118

图1F

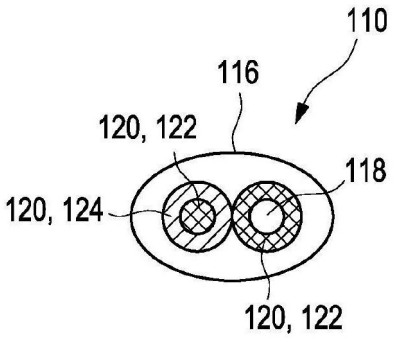

110
116
120, 122
118
120, 124
120, 122

图1G

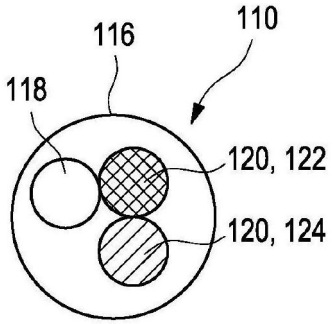

116
110
118
120, 122
120, 124

图1H

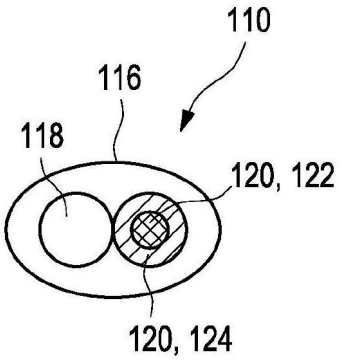

110
116
118
120, 122
120, 124

图1I

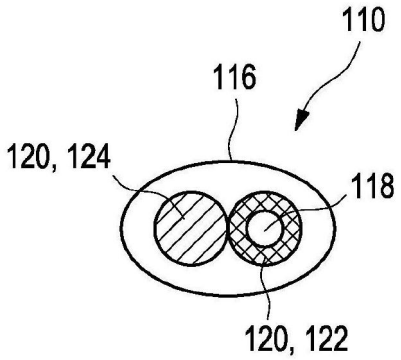

110
116
120, 124
118
120, 122

图1J

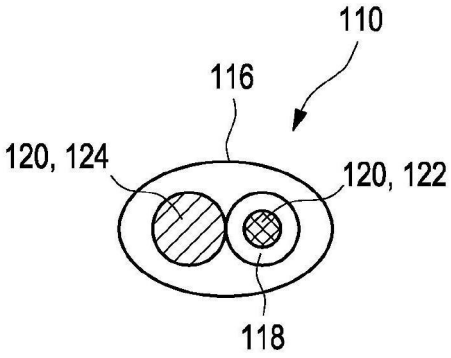

110
116
120, 124
120, 122
118

图1K

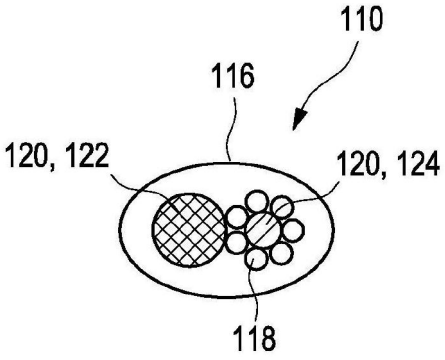

110
116
120, 122
120, 124
118

图1L

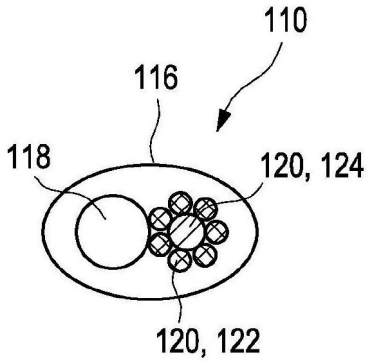

110
116
118
120, 124
120, 122

图1M

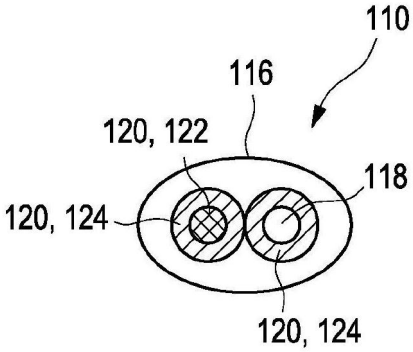

110
116
120, 122
118
120, 124
120, 124

图1N

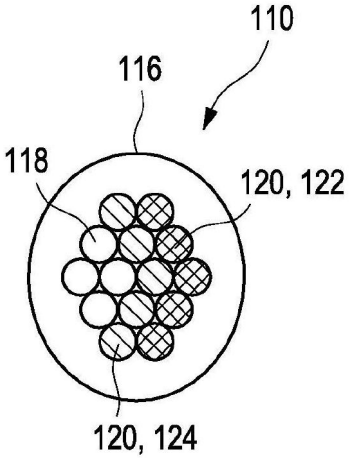

110
116
118
120, 122
120, 124

图1O

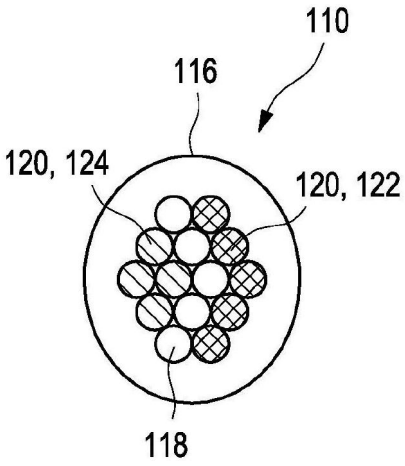

110
116
120, 124
120, 122
118

图1P

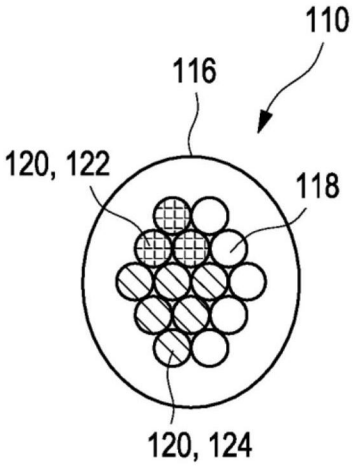

110
116
120, 122
118
120, 124

图1Q

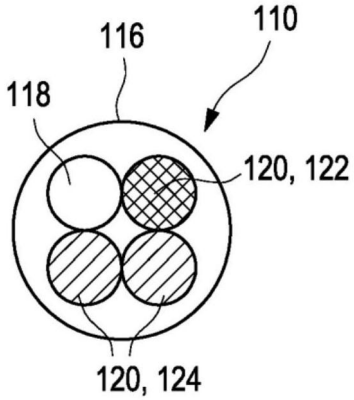

116
110
118
120, 122
120, 124

图1R

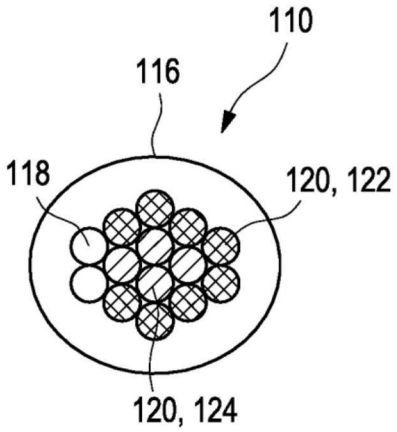

110
116
118
120, 122
120, 124

图1S

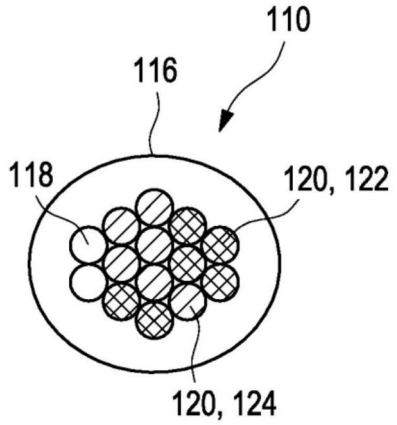

110
116
118
120, 122
120, 124

图1T

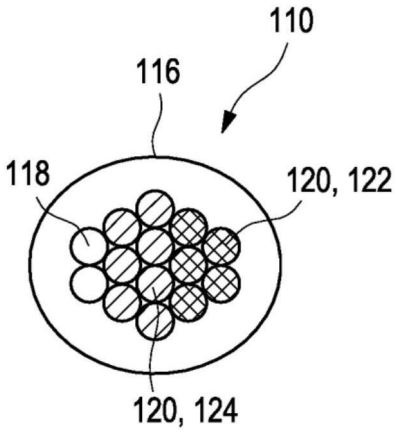

110
116
118
120, 122
120, 124

图1U

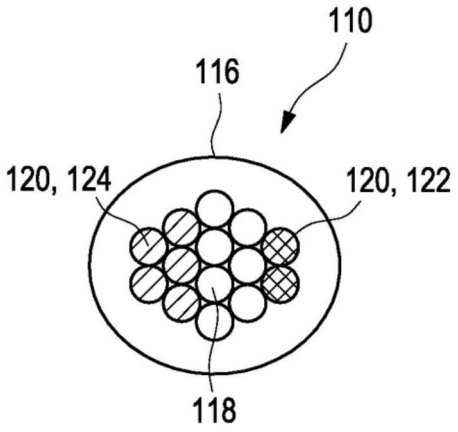

110
116
120, 124
120, 122
118

图1V

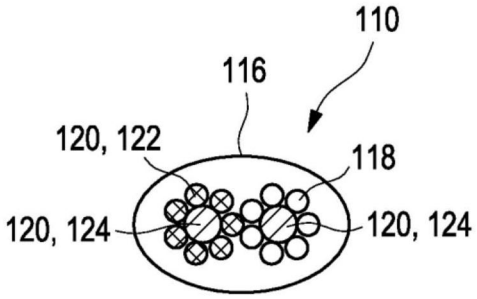

110
116
120, 122
118
120, 124
120, 124

图1W

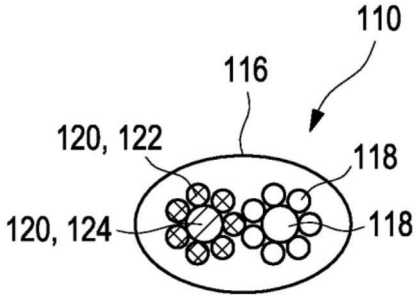

110
116
120, 122
118
120, 124
118

图1X

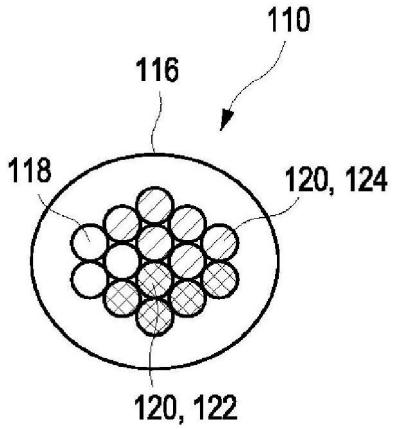

110
116
118
120, 124
120, 122

图1Y

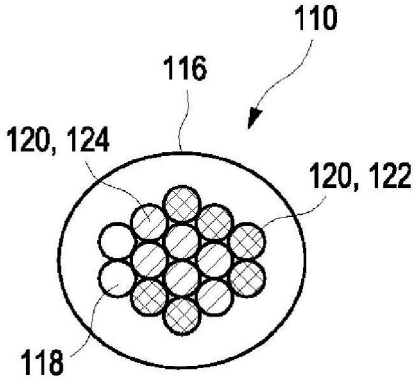

110
116
120, 124
120, 122
118

图1Z

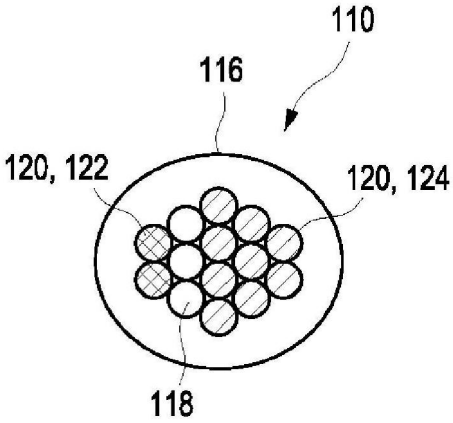

110
116
120, 122
120, 124
118

图1AA

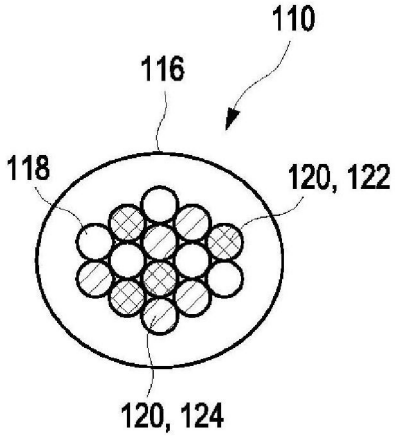


图1BB

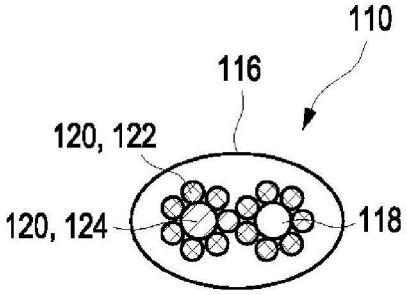


图1CC

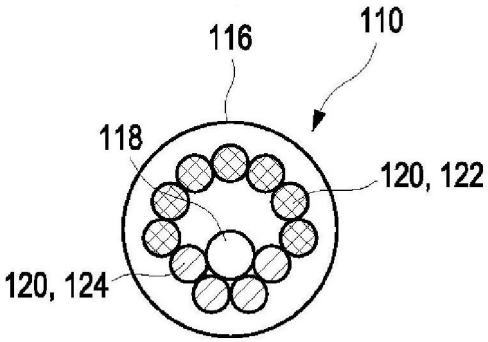


图1DD

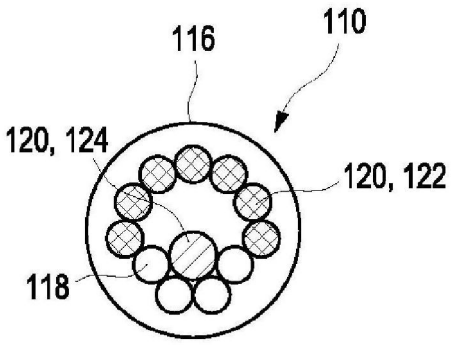


图1EE

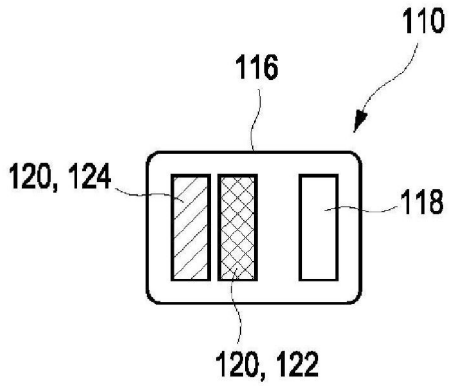


图1FF

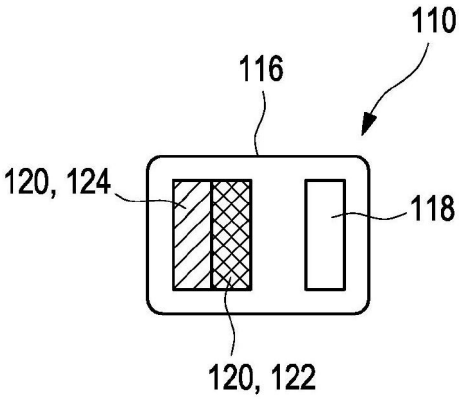


图1GG

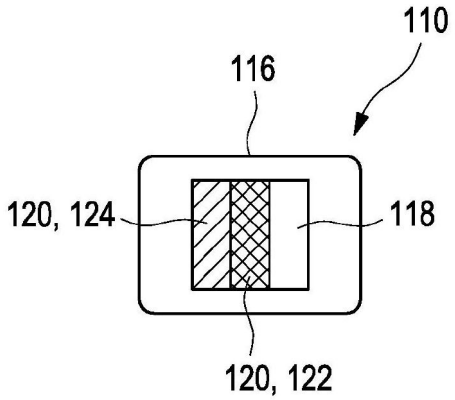


图1HH

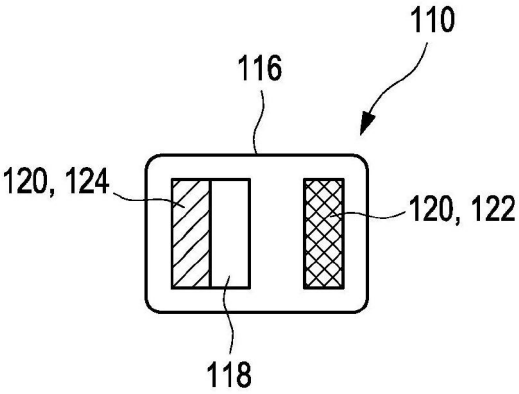


图1II

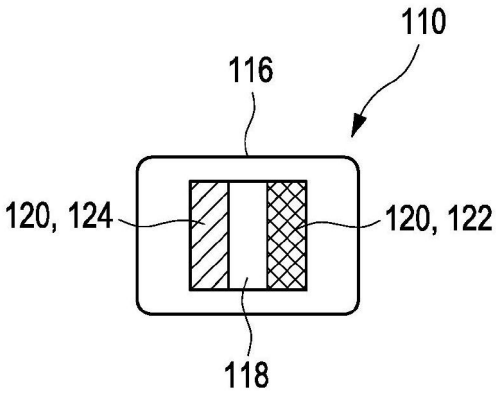


图1JJ

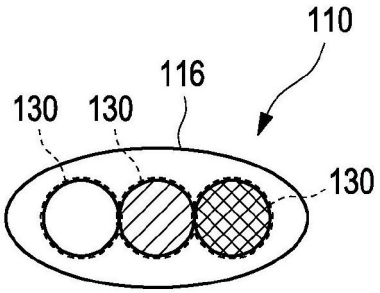


图2A

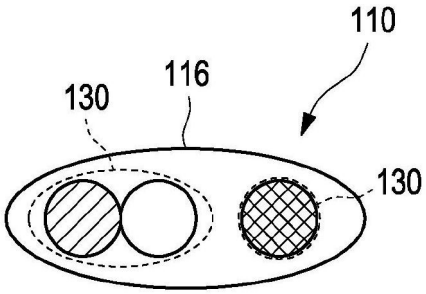


图2B

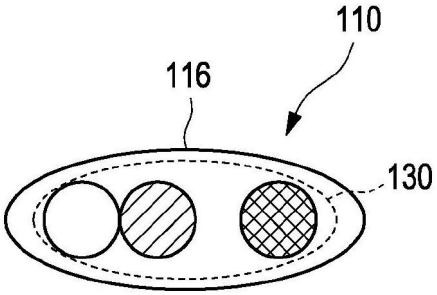


图2C

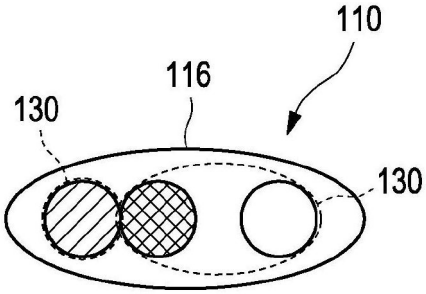


图2D

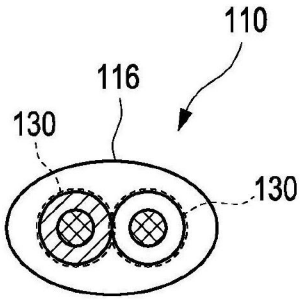


图2E

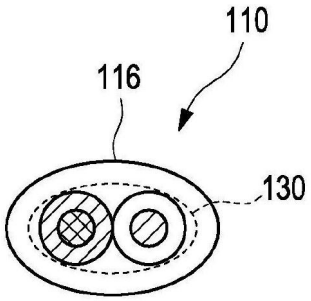


图2F

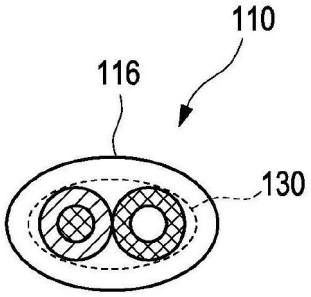


图2G

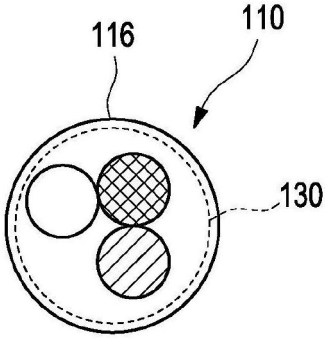


图2H

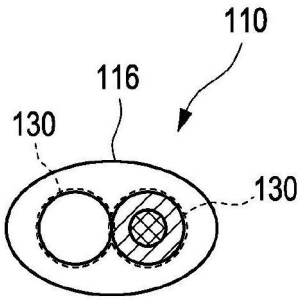


图2I

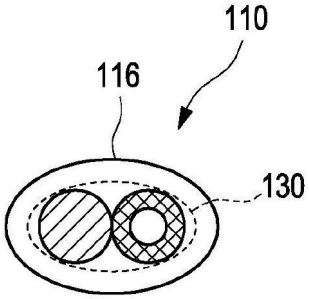


图2J

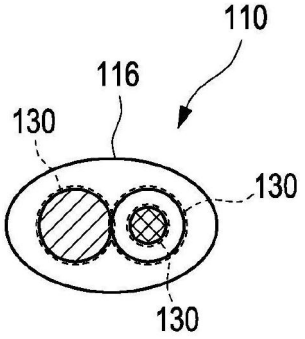


图2K

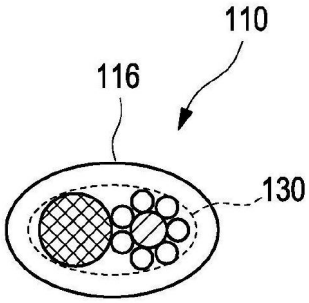


图2L

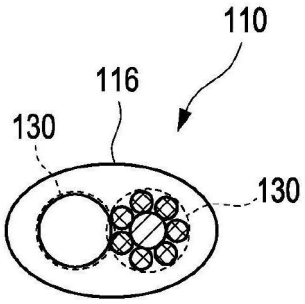


图2M

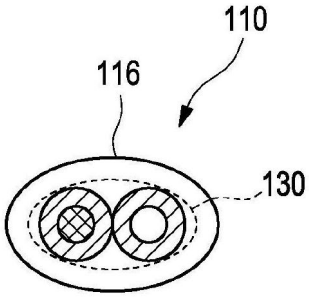


图2N

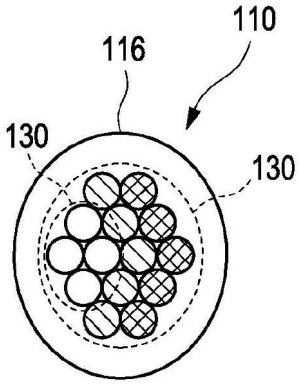


图2O

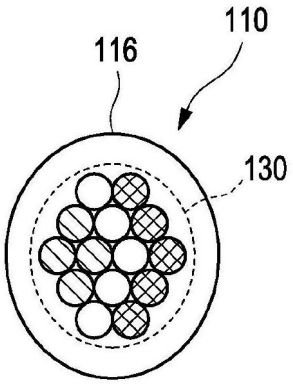


图2P

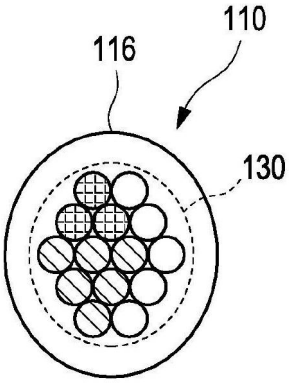


图2Q

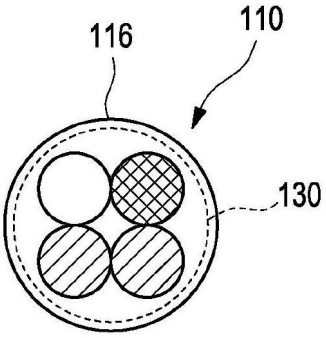


图2R

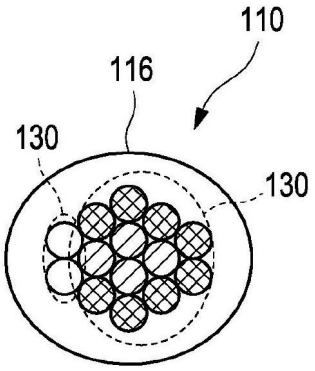


图2S

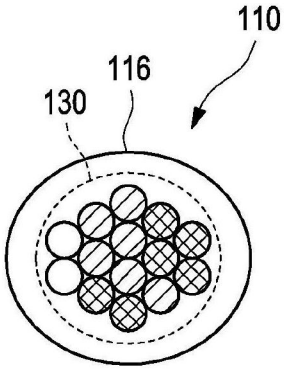


图2T

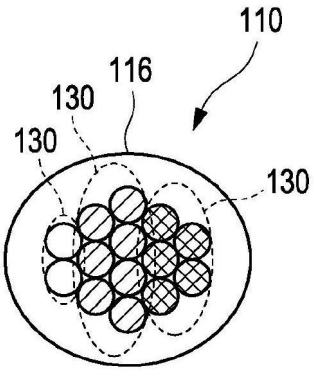


图2U

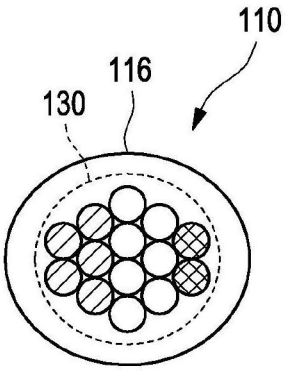


图2V

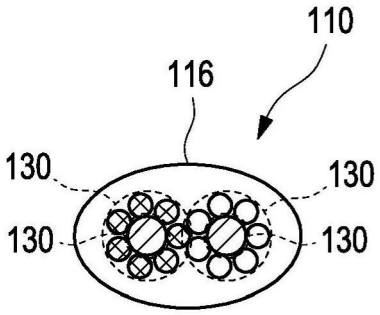


图2W

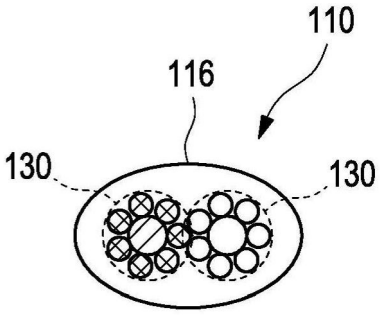


图2X

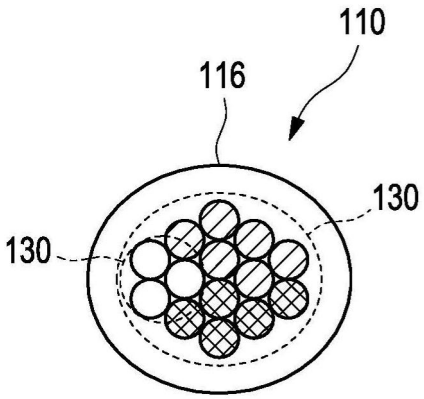


图2Y

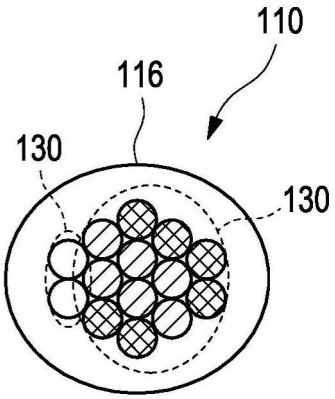


图2Z

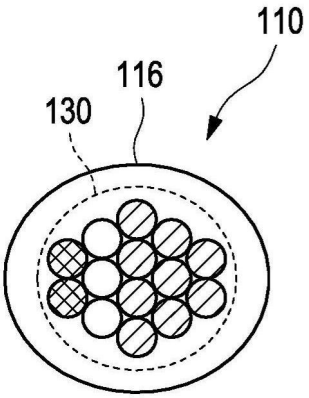


图2AA

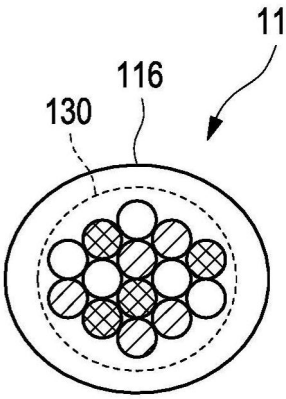


图2BB

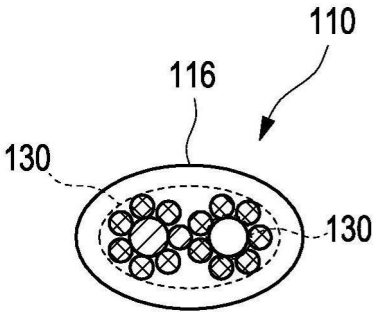


图2CC

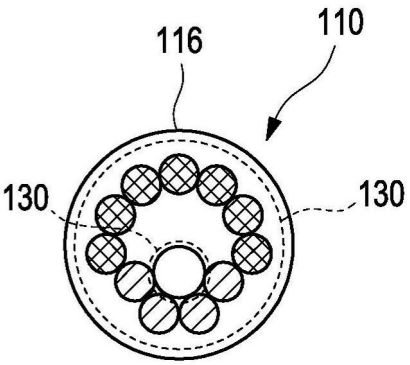


图2DD

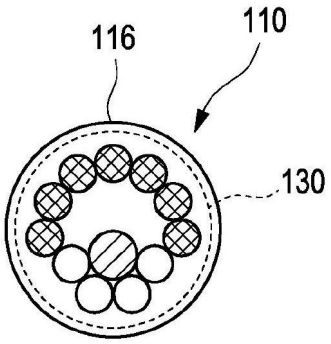


图2EE

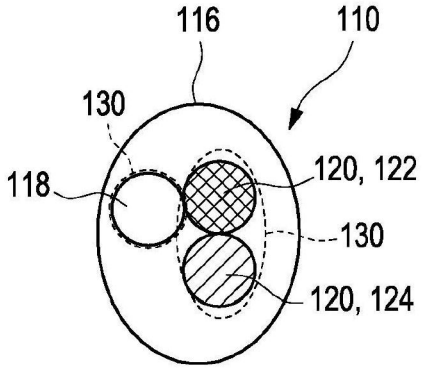


图2FF

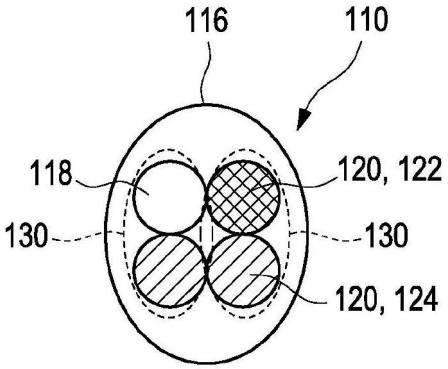


图2GG

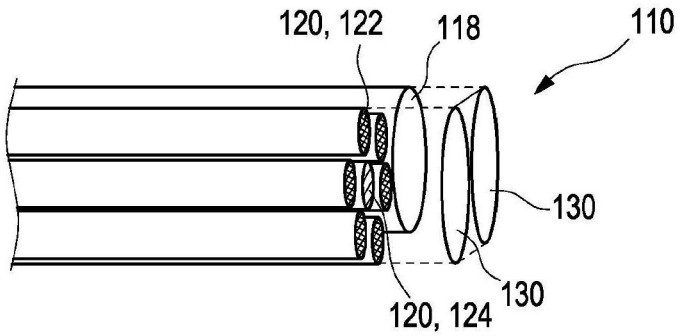


图3A

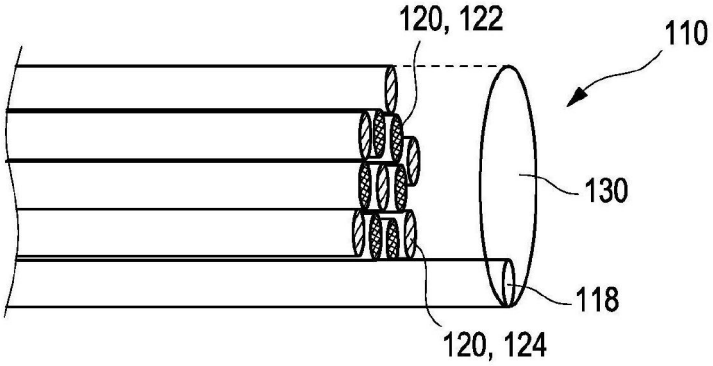


图3B

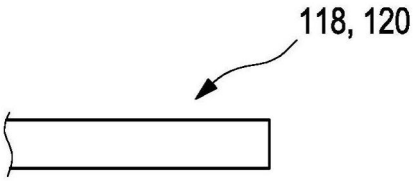


图4A

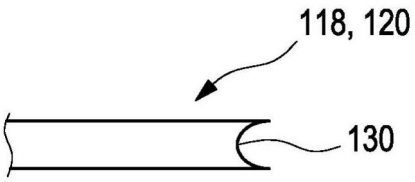


图4B

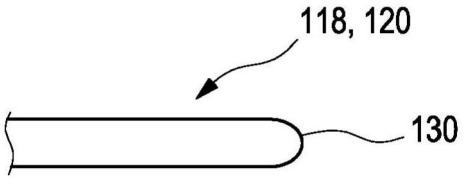


图4C

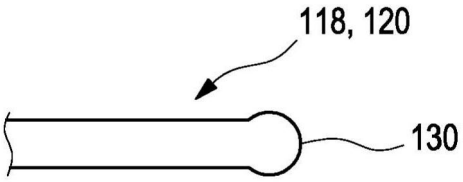


图4D

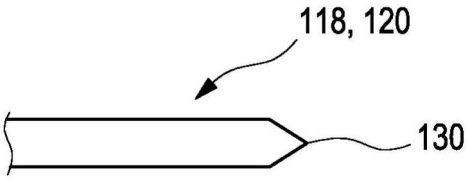


图4E

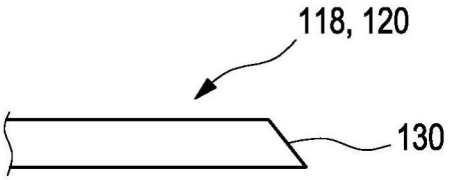


图4F

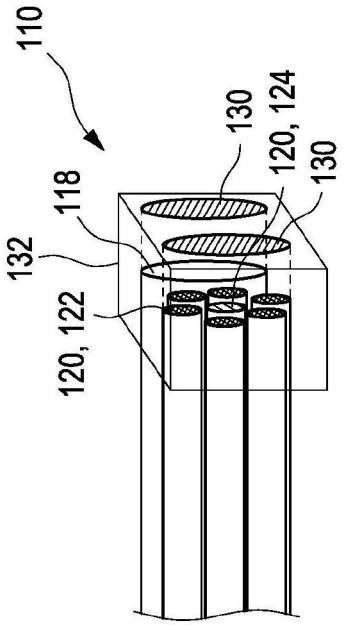

110
130
120, 124
130
118
132
120, 122

图5A

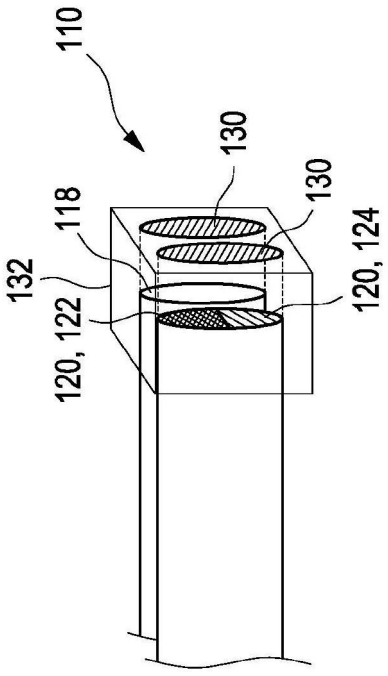

110
130
130
118
132
120, 124
120, 122

图5B

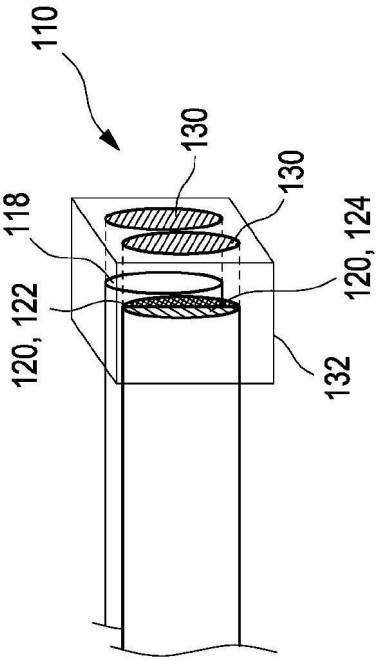

110
130
130
118
120, 124
120, 122
132

图5C

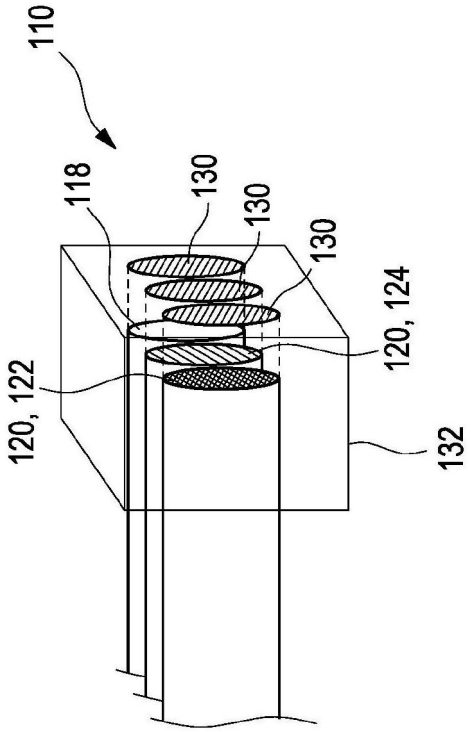

110
118
130
130
130
120, 124
120, 122
132

图5D

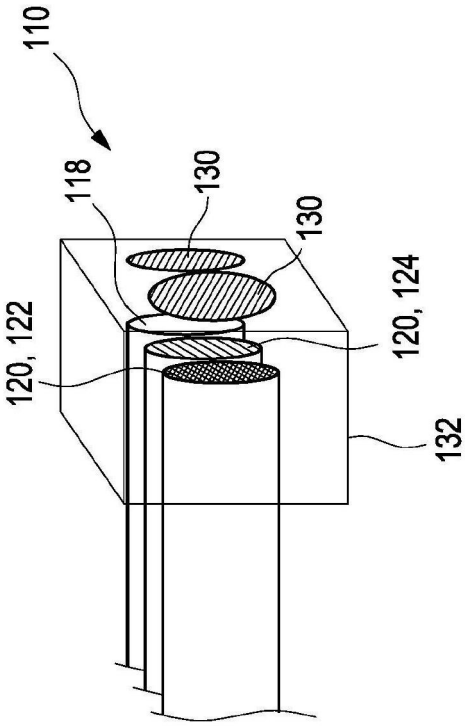


图5E

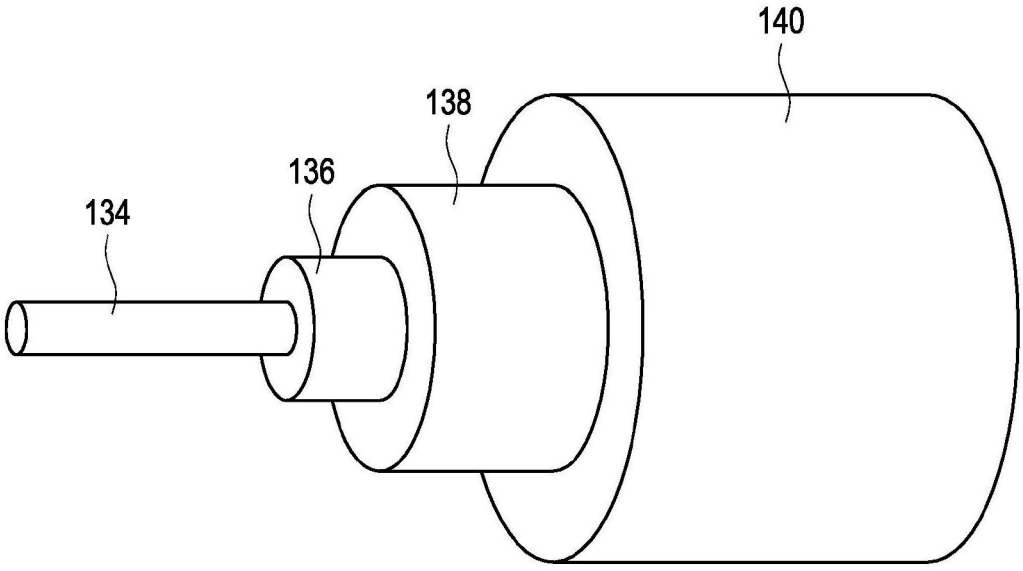


图6

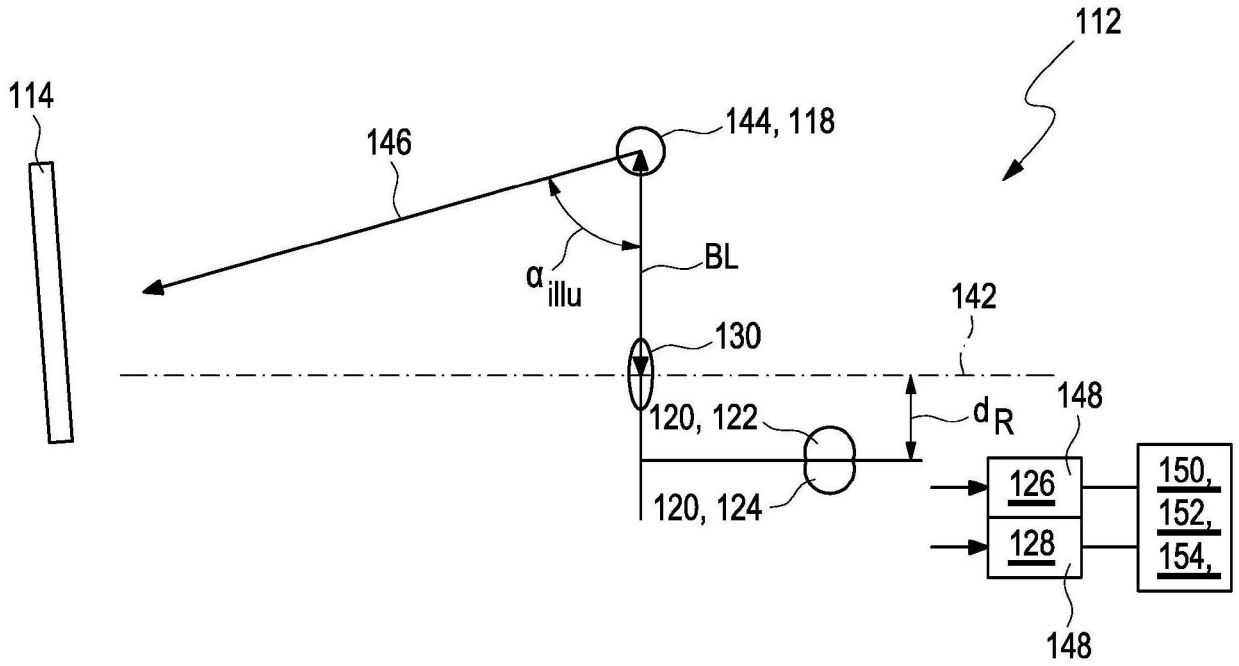

112
114
146
144, 118
BL
α_{illu}
142
130
120, 122
d_R
148
126
150,
152,
154,
128
120, 124
148

图7

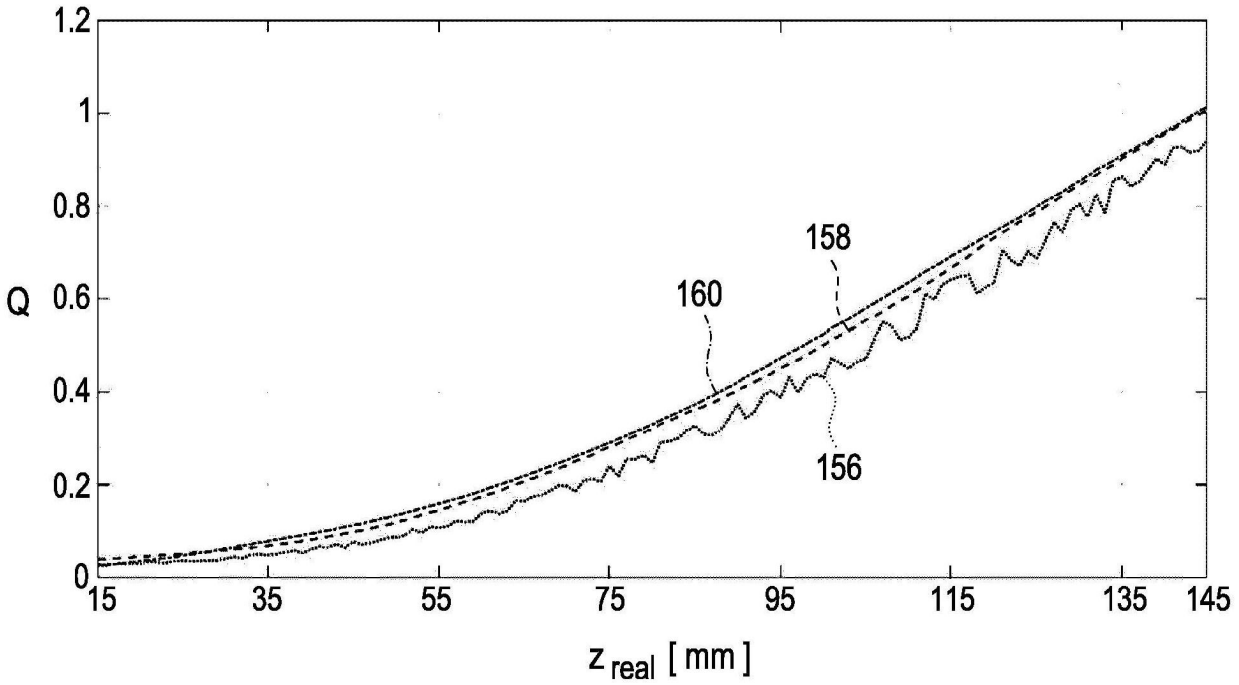

1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
Q
158
160
156
15
35
55
75
95
115
135
145
z_{real} [mm]

图8