



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106066294 B

(45)授权公告日 2020.08.04

(21)申请号 201610537200.X

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(22)申请日 2016.04.21

代理人 郭毅

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106066294 A

(51)Int.Cl.

(43)申请公布日 2016.11.02

G01N 15/00(2006.01)

(30)优先权数据

G01N 15/02(2006.01)

102015207289.4 2015.04.22 DE

G01N 15/10(2006.01)

(73)专利权人 罗伯特·博世有限公司
地址 德国斯图加特
专利权人 通快光电器件有限公司

审查员 胡议文

(72)发明人 N·迪特里希 F·菲舍尔
R·施尼策尔 J·黑尔米格
G·皮拉德 A·V·D·李

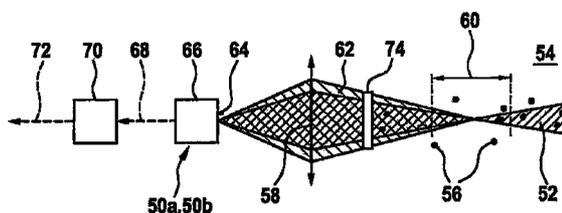
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

颗粒传感器设备

(57)摘要

本发明涉及颗粒传感器设备,具有:光学发射装置,所述光学发射装置设计用于发射光学辐射,使得能够至少部分地照射可能具有至少一个颗粒的容积;光学探测装置,所述光学探测装置具有至少一个探测面,在所述至少一个颗粒上散射的光学辐射的至少一部分入射到所述至少一个探测面上,其中,能够输出关于入射到所述至少一个探测面上的光学辐射的强度和/或强度分布的至少一个信息信号;分析处理装置,借助所述分析处理装置能够确定和输出关于颗粒的存在、颗粒数量、颗粒密度和/或颗粒的至少一个特性的信息;所述颗粒传感器设备还包括至少一个透镜元件,所述至少一个透镜元件布置为使得所发射的光学辐射能够聚焦到所述容积内的聚焦区域上。



1. 一种颗粒传感器设备, 具有:

光学发射装置 (50a), 所述光学发射装置被设计用于发射处于该光学发射装置 (50a) 的发射谱内的光学辐射 (52), 从而使得能够通过所发射的光学辐射 (52) 至少部分地照射设备外或设备内的具有可能存在于其中的至少一个颗粒 (56) 的容积 (54);

光学探测装置 (50b), 所述光学探测装置具有至少一个探测面 (64), 其中, 所述至少一个探测面 (64) 布置为使得由所述光学发射装置 (50a) 发射的并且至少部分地在所述至少一个颗粒 (56) 上散射的光学辐射 (62) 的至少一部分入射到所述至少一个探测面 (64) 上, 其中, 所述光学探测装置 (50b) 设计用于输出关于入射到所述至少一个探测面 (64) 上的所述光学辐射 (62) 的强度和/或强度分布的至少一个信息信号 (68);

分析处理装置 (70), 借助所述分析处理装置在考虑所述至少一个信息信号 (68) 的情况下能够确定和输出关于颗粒 (56) 的存在、颗粒数量、颗粒密度和/或颗粒 (56) 的至少一个特性方面的信息 (72); 以及

至少一个透镜元件 (58), 所述至少一个透镜元件被布置为使得所发射的光学辐射 (52) 能够借助所述至少一个透镜元件 (58) 聚焦到所述容积 (54) 内的聚焦区域 (60) 上,

其特征在于,

所述光学发射装置 (50a) 包括至少一个VCSEL激光器和/或VeCSEL激光器 (50a), 所述光学探测装置 (50b) 包括集成到所述VCSEL激光器或VeCSEL激光器 (50a) 的层结构中的至少一个光电二极管。

2. 根据权利要求1所述的颗粒传感器设备, 其中, 聚焦到所述聚焦区域 (60) 上的并且至少部分地在所述聚焦区域 (60) 中的所述至少一个颗粒 (56) 上散射的所述光学辐射 (62) 的至少一部分能够借助所述至少一个透镜元件 (58) 聚焦到所述至少一个探测面 (64) 上。

3. 根据权利要求1或2所述的颗粒传感器设备, 其中, 所发射的光学辐射 (52) 能够借助所述至少一个透镜元件 (58) 聚焦到具有焦距长度在20cm以下和/或聚焦直径在1000 μm 以下的聚焦区域 (60) 上。

4. 根据权利要求3所述的颗粒传感器设备, 其中, 所发射的光学辐射 (52) 能够借助所述至少一个透镜元件 (58) 聚焦到具有焦距长度在1至3cm之间和/或聚焦直径在1至20 μm 之间的聚焦区域 (60) 上。

5. 根据权利要求1、2、4中任一项所述的颗粒传感器设备, 其中, 所述分析处理装置 (70) 设计用于确定平均颗粒尺寸、颗粒尺寸分布、平均颗粒质量、颗粒质量分布、平均颗粒形状、颗粒形状分布、平均颗粒速度和/或颗粒速度分布作为颗粒 (56) 的所述至少一个特性。

6. 根据权利要求1、2、4中任一项所述的颗粒传感器设备, 其中, 借助自混频干涉效应分析所发射的光学辐射 (52) 和/或经散射的光学辐射 (62)。

7. 根据权利要求1、2、4中任一项所述的颗粒传感器设备, 其中, 所述颗粒传感器设备附加包括反射镜装置 (74), 所述聚焦区域 (60) 能够借助所述反射镜装置在所述容积 (54) 内一维或者二维地移动。

8. 根据权利要求1、2、4中任一项所述的颗粒传感器设备, 其中, 所述颗粒传感器设备是颗粒验证设备和/或颗粒计数设备。

颗粒传感器设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种颗粒传感器设备。

背景技术

[0002] 图1示出传统的散射光颗粒计数器,例如在DE 10 2013 202 423 A1描述的散射光颗粒计数器中包括所示出的散射光颗粒计数器的部件。

[0003] 图1示意性示出的散射光颗粒计数器具有激光源10、光子探测器12和测量单元14,气流16被抽取通过所述测量单元。从激光源10发射的激光束18透射测量单元14的部分区段。如果激光束18在所透射的测量单元14的部分区段内入射到气流16的至少一个颗粒16a上,则激光束18的至少一些光子作为散射20散射到光子探测器12上。(激光束18的未散射的部分入射到吸收器22上)。通过使用这种传统的散射光颗粒计数器要根据借助光子探测器12验证的散射20可以求取关于在气流16中可能存在的颗粒16a的信息。

发明内容

[0004] 本发明实现一种具有权利要求1的特征的颗粒传感器设备。

[0005] 本发明的优点

[0006] 根据本发明的颗粒传感器设备即使在使用具有弱发射的光学发射装置的情况下,由于所发射的光学辐射聚焦到聚焦区域上,也能够在此聚焦区域中实现足够高的光学辐射强度。因此,在聚焦区域中的至少一个颗粒上散射的光学辐射的强度也是高的。尤其地,尽管所散射的光学辐射的强度取决于散射颗粒的颗粒尺寸,但是即使在小的颗粒尺寸的情况下仍能够保证由聚焦区域中的颗粒散射的光学辐射的强度足够高。因此也保证光学探测装置具有高的灵敏度。因此,根据本发明的颗粒传感器设备能够实现准确并(几乎)无错误地确定所输出的信息。

[0007] 根据本发明的颗粒传感器设备在其运行期间还具有与传统的散射光颗粒计数器相比降低的功率消耗。这使得例如借助电池向颗粒传感器设备为其运行提供能量变得容易。

[0008] 如下面还要更详细地阐述的,还能够以与传统的散射光颗粒计数器相比减少的结构尺寸低成本地制造根据本发明的颗粒传感器设备。因此,根据本发明的颗粒传感器设备也有利地适用于移动应用或作为传感器用于联网系统。

[0009] 在所述颗粒传感器设备的一种有利的实施方式中,聚焦到聚焦区域上的并且至少部分地在所述聚焦区域中的至少一个颗粒上散射的光学辐射的至少一部分借助至少一个透镜元件聚焦到至少一个探测面上。借助所述至少一个透镜元件的这种多功能性,能够在所述颗粒传感器设备上节省其他光学构件。

[0010] 例如,所发射的光学辐射可以借助至少一个透镜元件可聚焦到具有焦距长度在20cm以下和/或聚焦直径在1000 μ m以下的聚焦区域上。所发射的光学辐射尤其可以借助所述至少一个透镜元件可聚焦到具有焦距长度在1至3cm之间和/或聚焦直径在1至20 μ m之间

的聚焦区域上。

[0011] 在所述颗粒传感器设备的另一种有利的实施方式中,分析处理装置设计用于确定平均颗粒尺寸、颗粒尺寸分布、平均颗粒质量、颗粒质量分布、平均颗粒形状、颗粒形状分布、平均颗粒速度和/或颗粒速度分布,作为颗粒的至少一个特性。因此,所述颗粒传感器设备可以应用于多个方面。

[0012] 优选地,所述光学发射装置和所述光学探测装置构造在同一个芯片上和/或中。这使得所述颗粒传感器设备的微型化变得容易。

[0013] 在一种成本低廉的实施方式中,所述光学发射装置包括VCSEL激光器和/或VeCSEL激光器。在这种情况下,所述光学探测装置更优选地包括至少一个集成到VCSEL激光器或VeCSEL激光器的层结构中的光电二极管。

[0014] 在所述颗粒传感器设备的另一种优选的构型中,借助自混频干涉效应分析所发射的光学辐射和/或经散射的光学辐射。对此也可以解释为,利用自混频干涉效应来探测由颗粒散射的光,例如可以借助集成的光电二极管检测所述自混频干涉效应。

[0015] 这样的光学探测装置能够自动地滤除不希望的环境光信号。因此,相比传统的散射光颗粒计数器,入射到设备外的或设备内的容积中的寄生光对所述颗粒传感器设备的工作方式损害更小。在传统的散射光颗粒计数器的情况下,使测量单元可靠地变暗(Abdunklung)是该测量单元运行的基本前提条件,而这里描述的颗粒传感器设备具有背景信号的自动“滤除”。

[0016] 在一种有利的扩展方案中,所述颗粒传感器设备附加包括反射镜装置,所述聚焦区域借助所述反射镜装置使可以在所述容积内一维或者二维地移动。因此可以由所述聚焦区域扫描要对颗粒进行检查的样本容积。

[0017] 在这里描述的所有实施方式中,所述颗粒传感器设备可以是颗粒验证设备和/或颗粒计数设备。

附图说明

[0018] 以下参照附图阐述本发明的其他特征和优点。附图中:

[0019] 图1是传统的散射光颗粒计数器;

[0020] 图2a和2b是颗粒传感器设备的第一实施方式的示意图以及用于阐述其工作方式的傅里叶谱;

[0021] 图3是颗粒传感器设备的第二实施方式的示意图。

具体实施方式

[0022] 图2a和2b示出所述颗粒传感器设备的第一实施方式的示意图以及用于阐述其工作方式的傅里叶谱。

[0023] 图2a示意性示出的颗粒传感器设备具有光学发射装置50a,所述光学发射装置设计用于在该光学发射装置50a的发射谱内发射光学辐射52。所述光学发射装置50a的发射谱例如可以处于350nm至1150nm的波长范围内,尤其可处于可见的波长范围内。然而要明确指出,所述光学发射装置50a的发射谱不局限于这些波长范围,尤其不局限于可见的波长范围。因此,所述光学发射装置50a的发射谱的至少一部分也可以处于红外范围和/或紫外范

围内。所述光学发射装置50a尤其还可以设计用于发射单色的光学辐射52。所述光学发射装置50a还可以设计用于发射多色的光学辐射52。

[0024] 所述光学发射装置50a尤其可以包括激光器50a。如果脉冲的光学辐射52对于所述颗粒传感器设备是优选的,则所述光学发射装置50a也可以是脉冲激光器50a。另外,用于所述光学发射装置50a的激光器50a可以发射具有(几乎)任意射束直径的激光束作为光学辐射52。因此,用于所述光学发射装置50a的激光器50a的可应用性对于作为光学辐射52发射的激光束(几乎)没有提出基本前提条件。

[0025] 在一种有利的实施方式中,所述光学发射装置50a是/包括VCSEL激光器50a(Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser垂直腔面发射激光器)。这种经常也称为表面发射器50a的VCSEL激光器50a通常是半导体激光器,在半导体激光器的情况下,垂直于一个功能化的半导体芯片平面发射所述光学辐射52。将VCSEL激光器50a应用于所述光学发射装置50a改善了所述颗粒传感器设备的可微型化性。

[0026] 图2a示意性示出的颗粒传感器设备可以用于验证或检查可能存在于容积54的至少一部分中的颗粒56。相应的容积54可以是所述颗粒传感器设备的设备内的容积54——例如样本室/测量室。然而,所述颗粒传感器设备还可以设计用于验证或检查在设备外的容积54的至少一部分中的颗粒56。在这种情况下,所述颗粒传感器设备优选可以这样布置在所述设备外的容积54上,使得能够实施该颗粒传感器设备的部件的以下描述的功能。

[0027] 在所有情况下都能够至少部分地借助由所述光学发射装置50a发射的光学辐射52照射所述容积54(具有可能存在于其中的至少一个颗粒56)。此外,所述颗粒传感器设备具有至少一个透镜元件/聚焦元件58,其这样布置,使得(由所述光学发射装置50a)发射的光学辐射52借助所述至少一个透镜元件/聚焦元件58可聚焦/聚焦到在容积54内的聚焦区域60上。优选地,(由所述光学发射装置50a)发射的光学辐射52可以借助所述至少一个透镜元件/聚焦元件58聚焦到在容积54内的聚焦区域60上,使得仅仅在所述聚焦区域60内存在所发射的光学辐射52的高强度,而同时在容积54的所述聚焦区域60外的其余区域具有所发射的光学辐射52的明显更低的强度。

[0028] 优选的焦点/聚焦区域60具有小于1000 μm 的直径。尤其1至20 μm 的直径是有利的。以此方式,即使在(由光学发射装置50a)发射的光学辐射52强度小的情况下,也可以确保在所述聚焦区域60内存在所发射的光学辐射52的提高了的强度。因此,即使在所述光学发射装置50a的相对弱的发射的情况下,(由光学发射装置50a)发射的光学辐射52的强度也足够高,以便保证存在于聚焦区域60中的至少一个颗粒56上的能够在光学方面容易探测/验证的散射62。此外,由存在于聚焦区域60中的至少一个颗粒56导致的散射62的容易的可验证性/可探测性改善了在检查可能存在的颗粒56时和/或在求取其特性时的结果的准确性。

[0029] 这能够使颗粒56的验证和/或检查与存在于容积54中的材料——例如气体和/或液体(几乎)无关。因此,所述颗粒传感器设备的可应用性也几乎不受(可能掺杂有颗粒56的)材料限制。这提高了所述颗粒传感器设备的可应用性。

[0030] “至少一个透镜元件/聚焦元件58”可以理解为任何适于聚焦光的光学元件。所述至少一个透镜元件/聚焦元件58例如可以是(唯一的)聚焦透镜58。因此,在所述颗粒传感器设备上可以使用成本低廉的构件作为所述至少一个透镜元件/聚焦元件58。

[0031] 优选的焦距长度小于20cm,尤其1-3cm是有利的。

[0032] 所述颗粒传感器设备还具有光学探测装置50b,所述光学探测装置50b具有至少一个探测面64。这样布置所述至少一个探测面64,使得由所述光学发射装置50a发射的并且至少部分地在(聚焦区域60内的)至少一个颗粒56上散射的光学辐射的至少一部分(作为散射62)入射到所述至少一个探测面64上。由于(由光学发射装置50a发射的)光学辐射52聚焦到聚焦区域60上并且由此在所述聚焦区域60中引起光学辐射52的高强度,保证即使在所述聚焦区域60中的颗粒56的数量少和/或所述聚焦区域60中的颗粒尺寸小的情况下,仍然使具有可以容易且可靠地探测/验证的强度的散射62入射到所述至少一个探测面64上。对此可以解释为,由于强聚焦定义了一个可严格规定的距离范围作为聚焦区域60,在该聚焦区域中可以这样可靠地产生散射62的足够高的强度,使得即使在颗粒64数量少和/或聚焦区域60中的颗粒尺寸小的情况下,也保证明显的散射信号。因此,即使对于具有小颗粒尺寸的少数颗粒56仍实现颗粒传感器设备的高的且可靠的灵敏度。

[0033] 散射62的相对高的强度(即使在聚焦区域60中的颗粒64数量少和/或颗粒尺寸小的情况下)也允许成本低廉并且节省结构空间地构造光学探测装置50b。因此,对于所述颗粒传感器设备上的光学探测装置50b可以使用成本低廉并且需要结构空间少的探测器/光电二极管。

[0034] “光学发射装置50a”和“光学探测装置50b”并不必须理解为分离构造的装置。取而代之地,光学发射装置50a和光学探测装置50b可以构造为一个光学发射及探测装置50a和50b。例如光学发射装置50a和光学探测装置50b还可以构造在同一个芯片66上和/或中。

[0035] 如果光学发射装置50a包括至少一个VCSEL和/或VeCSEL激光器50a,则在光学探测装置50b中优选是集成在VCSEL或VeCSEL激光器50a的层结构中的至少一个光电二极管。这样的光学发射及探测装置50a和50b或相应的芯片66可以称为SMI VCSEL传感器66(Integrierter Self-Mixing VCSEL-Sensor 66,集成自混频VCSEL传感器66)。在这种VCSEL传感器66的情况下,借助发射与散射62的干涉实现对入射到所述至少一个探测面64上的散射62的探测。因此,在VCSEL传感器66的情况下,不返回到(在聚焦区域60中存在的至少一个颗粒56上的)散射62上的入射光被自动滤除到所述至少一个探测面64上。因此还省去了对用于验证或检查颗粒56的容积54进行环境光屏蔽的传统必要性。因此在所述颗粒传感器设备上无需考虑光屏蔽设备的成本和结构空间需求。

[0036] 此外,在装置50a和50b共同集成到芯片66上的情况下,借助所述至少一个透镜元件/聚焦元件58可以将聚焦到聚焦区域60上的并且至少部分地在聚焦区域60中的至少一个颗粒56上散射的光学辐射/散射62的至少一部分再次成束返回到所述至少一个探测面64上。通过所述至少一个透镜元件/聚焦元件58——例如(唯一的)聚焦透镜58的这种多功能性,在所述颗粒传感器设备上可以节省其他光学构件。此外,以此方式可以保证(几乎)仅仅来自聚焦区域60的散射62入射到所述至少一个探测面64上。因此,所述至少一个透镜元件/聚焦元件58——例如尤其是(唯一的)聚焦透镜58——还实现对来自容积54(在聚焦区域60外)的其余区域的不希望的散射辐射的另一种“空间分辨的滤除”。这改善了所述颗粒传感器设备的验证准确性并降低其错误率。

[0037] 然而,所述颗粒传感器设备的构造性不局限于装置50a和50b共同集成到芯片66中或者共同的芯片66的一种特定的芯片类型上。

[0038] 所述光学探测装置50b设计用于输出关于入射到所述至少一个探测面64上的光学

辐射/散射62的强度和/或强度分布的至少一个信息信号/传感器信号68。此外,所述颗粒传感器设备还具有分析处理装置70,借助所述分析处理装置在考虑所述至少一个信息信号/传感器信号68的情况下,能够确定和输出关于颗粒56的存在、颗粒数量、颗粒密度和/或颗粒56的特性的信息72。例如所述分析处理装置70可以设计用于确定平均颗粒尺寸、颗粒尺寸分布、平均颗粒质量、颗粒质量分布、平均颗粒形状、颗粒形状分布、平均颗粒速度和/或颗粒速度分布作为颗粒56的至少一种特性。

[0039] 图2b示出一个坐标系,其横坐标反映频率 f (赫兹),而其纵坐标反映SMI VCSEL传感器的强度 I 。所画出的是强度分布的傅里叶谱/傅里叶变换,作为所述光学探测装置50b的一个可能的信息信号/传感器信号68的示例。根据所出现的频带可以验证/测量颗粒56的存在和颗粒的速度。(这个实验使用的颗粒56的平均颗粒尺寸处于 $3\mu\text{m}$)。可以看出,借助所述颗粒传感器设备还可以探测单个颗粒。然而,图2b仅仅是示例性的说明。

[0040] 作为有利的扩展方案,图2a示意性示出的颗粒传感器设备还附加具有(仅仅示意性示出的)反射镜装置74,所述聚焦区域60借助所述反射镜装置能够在容积64内一维或二维地移动。所述反射镜装置74例如可以具有一个唯一的反射镜,该反射镜可以围绕一个摆动轴或围绕两个摆动轴进行调整。所述反射镜装置74也可以包括两个可围绕各一个摆动轴调整的反射镜,其中,不同的反射镜的这两个摆动轴彼此倾斜、优选垂直定向。所述反射镜装置74的至少一个反射镜例如可以是MEMS反射镜。所述反射镜装置74的至少一个反射镜的调整范围优选小于 45° 、尤其小于 20° 。然而,所述反射镜装置74的至少一个反射镜的调整范围可以直至 360° 。

[0041] 尽管当前(在短的时间间隔内)检查的聚焦区域60仍较小,但是配备有反射镜装置74的颗粒传感器设备能够扫描容积54的相对大的区域、尤其是整个容积54。因此不再需要(例如借助于气流或液流)将颗粒56主动引导到聚焦区域60中。因此在所述颗粒传感器设备上可以节省抽吸设备和/或泵设备。

[0042] 图3示出所述颗粒传感器设备的第二实施方式的示意图。

[0043] 图3示意性示出的颗粒传感器设备同样具有光学器件,所述光学器件实现将所发射的光学辐射52聚焦到聚焦区域60上(在辐射路径中间)。由此实现在聚焦区域60中出现更高的亮度并且提高了来自该聚焦区域60的散射62的强度。

[0044] 在这种情况下,也通过聚焦区域60中的至少一个颗粒56产生散射62,并且所述散射通过所述光学器件偏转回到装置50a和50b共同的芯片66上。只有处于聚焦区域60中(或附近)的颗粒56才产生入射到所述至少一个探测面64上的散射,而来自容积54其余区域(在聚焦区域60外)的不希望的散射可以(在空间和谱方面)被滤除。

[0045] 可以看到,借助所述反射镜装置74可以在至少一个空间方向76上这样移动所述聚焦区域60,使得可以扫描容积54的二维扇形的或三维漏斗形的区域。借助对聚焦区域60的这种扫描,因此可以对更大的区域检查颗粒56的存在或颗粒的特性。由此例如可以实现:可以显著减少用于例如对于统计学重要的单位容积的颗粒密度的平均值的测量时间。

[0046] 所述颗粒传感器设备的上述所有实施方式都可以用作颗粒验证设备和/或颗粒计数设备。它们能够这样实现所发射的辐射52的聚焦,使得只有来自处于焦距约 $\pm 20\%$ 的聚焦区域60中的颗粒56的散射62才入射到所述至少一个探测面64上。

[0047] 在上述所有实施方式中,所发射的光学辐射52可以借助所述至少一个透镜元件/

聚焦元件58聚焦到焦距长度在20cm以下和/或聚焦直径在1000 μm 以下的聚焦区域60上。焦距长度尤其可以小于5cm。焦距长度优选处于1至3cm之间。聚焦直径可以在100 μm 以下,优选在1和20 μm 之间。

[0048] 上述所有颗粒传感器设备都可以具有紧凑的结构方式。这些颗粒传感器设备尤其可以分别具有在1 cm^3 以下的结构空间需求。此外,上述颗粒传感器设备中的每一个都能够成本低廉地制造。

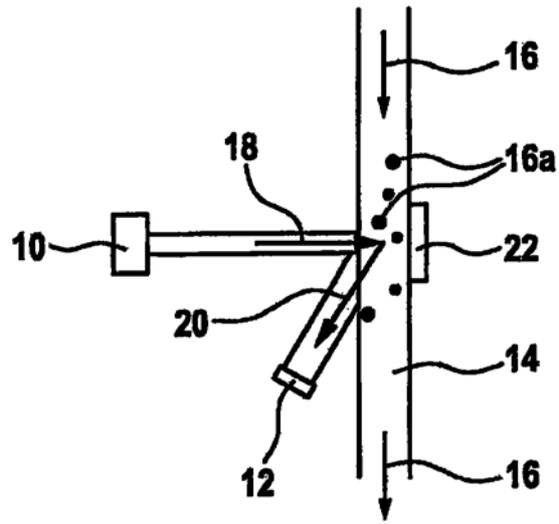


图1

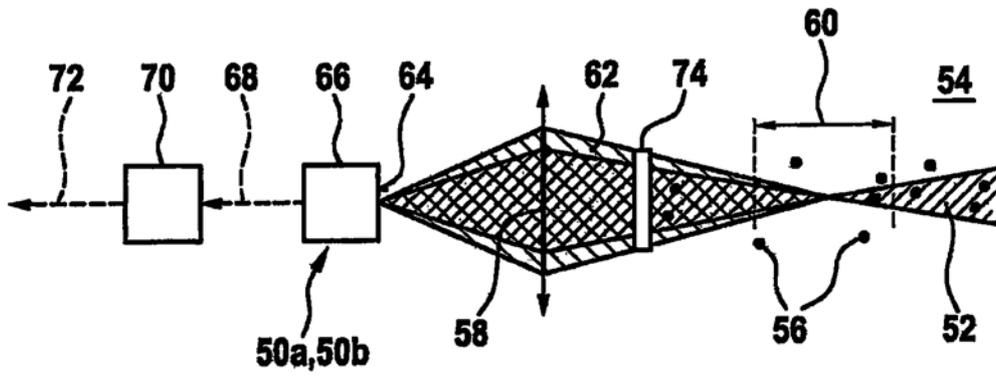


图2a

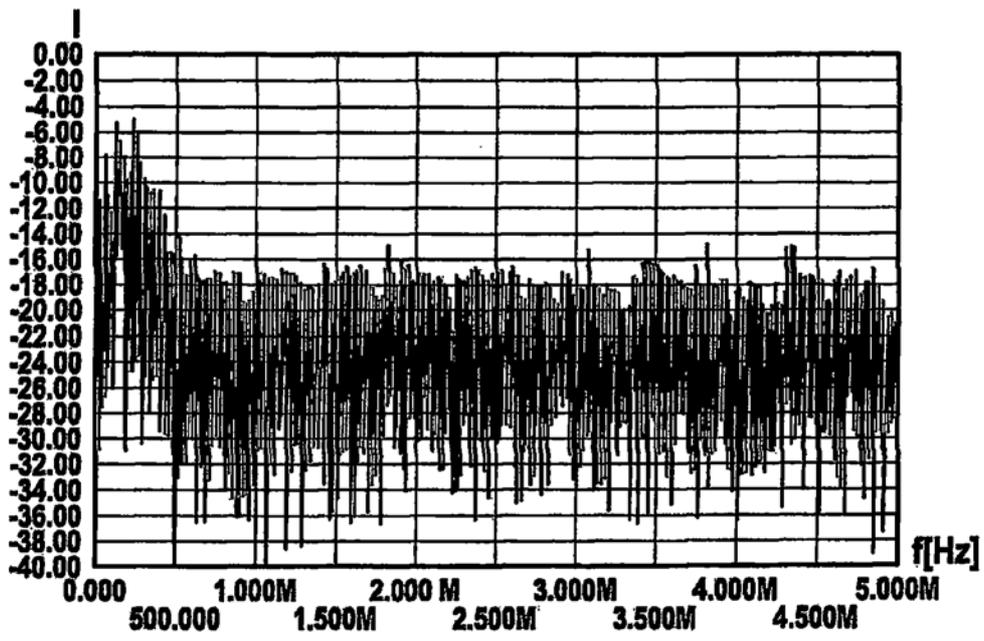


图2b

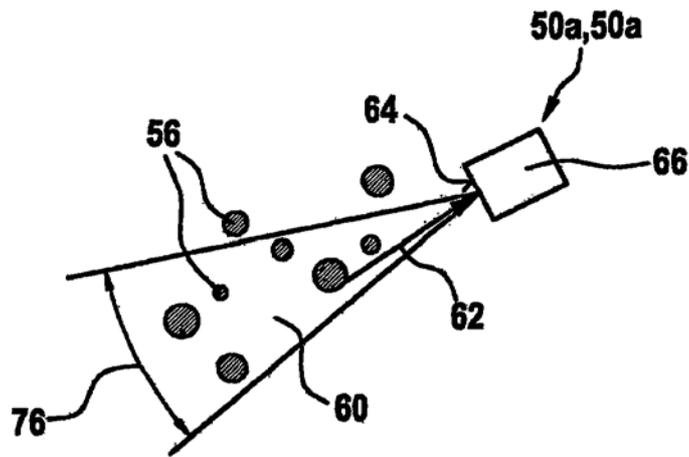


图3