

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101715550 B

(45) 授权公告日 2012. 03. 14

(21) 申请号 200880017554. 5

(56) 对比文件

(22) 申请日 2008. 05. 12

US 2006/0052944 A1, 2006. 03. 09, 全文 .

(30) 优先权数据

CN 1682105 A, 2005. 10. 12, 全文 .

60/928, 870 2007. 05. 12 US

US 6087947 A, 2000. 07. 11,

(85) PCT申请进入国家阶段日

US 5426501 A, 1995. 06. 20, 全文 .

2009. 11. 26

US 5870190 A, 1999. 02. 09, 全文 .

审查员 葛佳佳

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/006064 2008. 05. 12

(87) PCT申请的公布数据

WO2008/140816 EN 2008. 11. 20

(73) 专利权人 罗杰·L·昂格尔

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 罗杰·L·昂格尔

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限

公司 11243

代理人 许静

(51) Int. Cl.

G01N 15/02 (2006. 01)

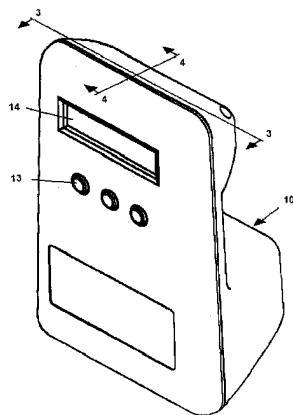
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 5 页

(54) 发明名称

紧凑型、低成本的粒子传感器

(57) 摘要

一种紧凑型的低成本的粒子传感器，利用光探测器 (31) 直接收集通过光束 (32) 的流体中的粒子 (33) 的散射光。光束 (32) 被设置成紧靠着光探测器 (31)。光束 (32) 典型地由激光提供，辅之以聚焦 / 准直光学元件。光束 (32) 与流体的一部分交叉，该流体允许一个低的压力下降系统，流体的流动由一个低成本的，低压的设备例如轴流式风机 (50) 产生。



B

CN 101715550

1. 一种利用散射光来探测和确定气体中所含的粒子以及其大小的粒子传感器, 该气体从环境中被抽入粒子传感器中, 所述粒子传感器包括: 一束光束; 位于所述光束下部并接近所述光束的光探测器; 位于所述光束之上的气流通道; 用于产生通过粒子传感器的气流的气体流动设备, 其中所述粒子传感器的气流通道的横截面的面积大于与其交叉的光束的面积, 以使所述气流的一部分与所述光束的一部分交叉。

2. 如权利要求 1 所述的粒子传感器, 其中所述气体流动设备包括轴流式风机。

3. 如权利要求 1 所述的粒子传感器, 其中通过所述气体流动通道的压力降小于 0.2 英寸水柱。

4. 如权利要求 1 所述的粒子传感器, 进一步包括位于所述光束和所述光探测器之间的光隔板。

5. 如权利要求 4 所述的粒子传感器, 其中所述气体流动设备包括轴流式风机。

6. 如权利要求 4 所述的粒子传感器, 其中通过所述气体流动通道的压力降小于 0.2 英寸水柱。

7. 一种利用散射光来探测和确定气体中所含的粒子以及其大小的粒子传感器, 该气体从环境中被抽入粒子传感器中, 所述粒子传感器包括: 用来产生一束光束的光源; 位于所述光束下部并接近所述光束的光探测器; 位于所述光束上部的气流通道; 用于产生通过粒子传感器的气流的气体流动设备; 用来将所述光探测器的输出转化成脉冲并且分析这些脉冲用于获得粒子的数量以及大小信息的电子设备, 其中所述粒子传感器的气流通道的横截面的面积大于与其交叉的光束的面积, 以使所述气流的一部分与所述光束的一部分交叉。

8. 如权利要求 7 所述的粒子传感器, 其中所述电子设备计算粒子传感器的有效流动速度。

9. 如权利要求 8 所述的粒子传感器, 其中所述的电子设备控制气体流动设备来调节所述有效流动速度。

10. 如权利要求 7 所述的粒子传感器, 其中整个粒子传感器容纳在由两个模制形成的塑料外壳中。

11. 一种利用散射光来探测和确定气流中所含的粒子以及其大小的方法, 该方法包括如下步骤: 产生一个光束; 引导所述光束在光探测器的上部接近该光探测器的位置通过光探测器; 引导所述气流通过光探测器的上部以便所述气体的一部分与所述接近光探测器的光束的一部分交叉; 分析光探测器的输出来进行气流中粒子的计数和大小的测定。

12. 如权利要求 11 所述的方法, 进一步包括对已知大小的校准粒子取样来校准光探测器的输出的步骤。

13. 如权利要求 12 所述的方法, 进一步包括通过比较校准粒子传感器和参考粒子计数器的计数速度来计算有效流动速度的步骤。

14. 如权利要求 11 所述的方法, 进一步包括测量光探测器输出的脉冲宽度以及计算有效流动速度的步骤。

15. 如权利要求 11 所述的方法, 其中对光探测器输出的分析包括将光探测器的输出数字化以及对一个脉冲内的值求和以获得粒子的尺寸信息的步骤。

16. 如权利要求 11 所述的方法, 其中对光探测器输出的分析包括将光探测器的输出数字化以及监控对应穿越计数阈值的值的步骤。

## 紧凑型、低成本的粒子传感器

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求本发明人于 2007 年 5 月 12 日提交的临时专利申请 No. 60/928870 的优先权。

[0003] 联邦资助的研究不适用

[0004] 序列表或程序不适用

### 技术领域

[0005] 本发明通常涉及利用光散射技术来探测流体（例如液体或者气体）中的粒子的系统，所述系统通常指粒子传感器或者粒子计数器领域中的系统。

### 背景技术

[0006] 典型地，粒子计数器通过使气体样品穿过一束光，探测气流中所含的粒子所散射的光的方式工作。这些粒子散射光与粒子的大小，成分，形状和其它的物理性质成比例。透镜，反光镜，或者其它的光收集技术用于增加聚焦到光电子器件（下文中称作光探测器）上的散射光的强度。光探测器将上述散射光转变成电信号。该电信号典型地为一个脉冲，其振幅取决于到达光探测器上的散射光的数量，它的持续时间典型地取决于粒子通过光束的通过时间。这样，通过光探测器的输出信号以及辅助电路可以得到气体样品体积中粒子的数量和大小的信息。

[0007] 目前，粒子计数器典型地需要耗费几千美元或者更多。粒子计数器典型地包括许多的昂贵的组成或者部件。典型地，需要一个鼓风机或者泵产生必要的真程度来驱动流体流过传感器部件 / 腔室。传感器部件典型地，除了入口和排出口之外都是密封的。入口典型地具有一个“管嘴”或者“喷嘴”，该“管嘴”或者“喷嘴”为机械制造的或者成型的部件，被取样的气体在进入那束光之前首先通过该部件。因为粒子计数器通常假定通过仪器的整个的气流作为粒子的样品，必须小心校正光束旁的喷嘴以确保离开喷嘴的所有气体都通过光束。传感器还典型地包括收集光学元件用来收集通过光束的粒子散射的大部分的光。这些光学元件可能由价格昂贵的部件组成，例如反射镜或者透镜。另外，粒子计数器典型地利用压力传感器和 / 或质量流传感器来测定通过光束的气流的体积。上述部件大大增加了粒子计数器的成本。

[0008] 在很多应用领域，控制在空气中传播的粒子的浓度都是很有用的，例如测定室内的空气质量，但是几千美元的花费是个阻碍。因此，需要一种去除了上述众多的昂贵部件的光散射仪器来提供低成本的粒子监控器。

### 发明内容

[0009] 该发明是对光散射粒子传感器或者光学粒子计数器的改进。根据一个实施例，通过传感器的流体通道的横截面的面积大于与其交叉的光束的面积。这样，只有一部分气流被光束照到，同时只有一部分气流作为测定粒子的样品。同时在改进中，光束以非常接近光

探测器的状态通过光探测器，如此就不再需要利用反射镜，透镜或者其它光收集技术的光收集系统。

[0010] 通过传感器的大的流体通道允许传感器在非常低的真空度（<0.2 英寸水柱）下工作。同时它还允许传感器的密封性有宽松的公差因为较小的泄露不会对通过传感器的流体速度产生能察觉到的影响。相反，当前的粒子传感器典型地包括一个有入口和出口的腔室，该腔室的其它地方都严格密封，该腔室被称作“流体腔”，“传感器腔室”，“探测室”，“传感器部件”或者其它相似的名称。本发明的传感器可以不用该腔室，用于粒子计数器的全部的外壳由两个标准公差下模制的塑料片构成。在低的真空度下工作同时还能允许使用低成本的轴流式风机或者鼓风机来产生气流。大的流体通道同时还省去了典型的粒子计数器所需要的精确安装于光束旁的喷嘴或者注入喷头。

[0011] 在本发明的另一个实施例中，不需要通过压力和 / 或流量传感器来测量流量，而是通过测量光探测器输出的脉冲宽度来获得粒子通过光束的通过时间，以此来计算流速。

[0012] 在本发明的另一个实施例中，在光束和光探测器之间设置一个光隔板用来提高粒子尺寸的分辨率。

[0013] 在本发明的另一个实施例中，在光束和光探测器之间放置一个透镜用来提高粒子尺寸的分辨率。

[0014] 本发明的其它细节将在下文和附图中给予说明。

## 附图说明

[0015] 图 1 是根据本发明的原理构建的粒子传感器的透视图。

[0016] 图 2 是图 1 所示设备的分解图。

[0017] 图 3 是图 1 所示设备沿着图 1 中的线 3--3 的剖面图。

[0018] 图 4 是图 1 所示设备沿着图 1 中的线 4--4 的剖面图。

[0019] 图 5 是光源，光束，光探测器，气流开口和粒子散射的示意图。

[0020] 图 6 是光源，光束，光探测器，气流开口，光隔板和粒子散射的示意图。

## 具体实施方式

[0021] 本发明的一个实施例如图 1 所示，图中示出了一个粒子传感器 10 的透视图。图 2 是粒子传感器 10 的分解图，显示外壳是由两个板构成，前壳 11 和后壳 12，通过螺钉固定在一起。同时，电路板 20 与前壳 11 连接在一起。电路板 20 上有与其固定在一起的光探测器 31 和光源 30。在这个实施例中，光源 30 是准直 / 聚焦激光。在这个实施例中，光探测器 31 是硅 PIN 光电二极管。在这个实施例中，电路板 20 包括本领域技术人员熟知的电路，其中包括用于激发粒子传感器的激发光源 30 的电源，将光探测器 31 的输出转化为电脉冲，处理这些脉冲以得到粒子的尺寸和数量信息，控制风扇 50（如图 4 中所示），输出数据显示在 LCD14（如图 1 所示）上，控制开关 13 的输出，和处理所有其它的控制和输入 / 输出功能。

[0022] 图 3 是一个截面图，图解了光源 30 和光探测器 31 相对于光隔板 15, 16 和 17 的位置。这些光隔板在后壳 12 内壁注模形成，用来控制杂散光和在粒子传感器内部引导气流（箭头显示气流的方向）。控制杂散光，就像本领域技术人员熟知的那样，对于减少光探测器 31 不希望的输出是很重要的。光隔板 15, 16 和 17 用于减少从粒子传感器外部到达光探

测器 31 的杂散光。另外,隔板 16 和 17 通过形成本领域技术人员所熟知的“光阱”,“光阑隔”,“光束收集器”“束阑”等等来减少从光源 30 发出的杂散光。

[0023] 图 4 是一个截面图,进一步地图解了粒子传感器内部的气流(如箭头所示)。气体从后壳 12 的顶部的开口 18 被抽出,从后壳 12 底部的开口 19 排出。在这个实施例中,气流有轴流式风机 50 产生。图 4 还图解了隔板 15,16(图中未示出)和 17 如何形成后壳 12 的一部分以及如何与电路板 20 接触。

[0024] 图 5 是一个示意图(不按比例),显示了光源 30,光束 32,光探测器 31 和气流通道 34 的位置关系。图中还示出了气流中包含的粒子 33。在该示意图中,气流的方向是通过气流通道 34 进入页面。气流通道 34 的面积大于气流通道 34 下部的光束 32 的面积,这样通过粒子传感器的粒子 33 中只有一部分粒子将会穿过光束 32。作为一个例子,气流通道 34 的横截面积可以是 75 平方毫米,光束 32 的宽度可以是 0.5 毫米,光探测器上的光束的高度可以是 1.0 毫米,虽然其它的尺寸也是可能的。另外,作为一个例子,根据上述的几何尺寸,很多典型的低成本的轴流式风机(60mm×60mm)将会在气流通道内产生小于 0.1 英寸的压力下降。从示例的尺寸和轴流式风机的小的尺寸可知,该实施例可以构建出一个紧凑型的粒子传感器。

[0025] 还是如图 5 所示,粒子 33 中通过光束 32 的那部分粒子在其通过光束时会散射光。一部分散射光在图 5 中用箭头示出。从图 5 可以看出,靠近光探测器 31 中心部位的粒子将会比靠近光探测器边缘部分的粒子散射更多的光到光探测器 31 上。对于给定大小的粒子,光探测器的脉冲输出将会倾向于在粒子靠近光探测器中心位置时相对统一,而当粒子靠近或者离开光探测器 31 的边缘时将会很快下降。

[0026] 气体通过粒子传感器的速度取样为粒子的“有效流动速度”,其值小于气体通过气流通道 34 的实际流速。作为一级近似,有效流动速度是气流通过在光探测器 31 正上方的光束时的速度。对有效流动速度的更精确的计算可以通过本领域人员利用米氏散射理论得到,光束宽度,光探测器 31 相对于光束 32 的几何位置,气体通过光束的速度,光探测器的灵敏度作为散射光的入射角的函数。取代地,本领域技术人员可以通过如下方法来确定有效流动速度:1) 校准光探测器输出的计数端点到它对统一大小的校准粒子的反应的中间值,2) 测量校对粒子的计数速度,3) 利用一个参照粒子计数器例如凝结核计数器(Condensation Nucleus Counter)来确定单位体积的气体中校对粒子的真实的浓度,4) 通过将计数速度除以真实浓度并且乘以 2 来计算有效流动速度。在这个实施例中,电路板 20 包括一个微处理器和本领域技术人员熟知的辅助电路,通过控制光探测器 31 的输出来确定计数速度。这可以通过模拟的,数字的,或者它们混合的方法来实现。然后微处理器利用计数速度和有效流动速度来计算单位体积中的粒子的浓度。如果粒子通过光束 32 的速度发生改变,则有效流动速度跟着发生改变。微处理器在计算粒子浓度时通过控制光探测器反应脉冲的脉冲宽度来对流动速度的所有改变进行补偿,调节用于流动速度的数值。

[0027] 在另一个实施例中,粒子传感器可以控制轴流式风机或者其它的气流产生设备,利用本领域技术人员熟知的技术,来维持一个名义上的脉冲宽度,因此维持一个名义上的有效流动速度。

[0028] 在图 6 所示的另一个实施例中,在光束 32 和光探测器 31 之间有光隔板 35。如本领域技术人员所知的,光隔板 35 通过阻隔从更远位置的粒子散射的光来提高粒子传感器

分辨粒子大小的能力。

[0029] 在另一个实施例中，一个透镜（图中未示出），有或者没有光隔板，可设置在光束和光探测器之间来进一步提高对粒子大小的分辨率。

[0030] 尽管图 5 和图 6 中所示的气流通道为矩形，而且光束 32 和光探测器 31 具有特定的大小关系，其它的排列方式也是可能的，包括非矩形的气流通道 34，气流通道 34 窄于光探测器 31，以及其它的几何结构。

[0031] 在一个前文中没有记载的可选的实施例中，光探测器的输出以一种不同于专利 #5,870,190 中所记载的方式被数字处理。在这种新的方法中脉冲以一种类似于专利 #5,870,190 中所记载的方式被数字化，但是峰值的探测不用于确定粒子的大小。取代地，数字化的脉冲通过将由各个独立的脉冲所获得的数字信号相加的方式被积分。这个积分和与被粒子散射的光的总数有关，用来确定粒子的大小。

[0032] 在另外一个实施例中，光探测器的输出以一种不同于专利 #5,870,190 中所记载的方式被数字化处理。在这个新的方法中脉冲以一种类似于专利 #5,870,190 中所记载的方式被数字化，但是峰值的探测不用于确定粒子的大小。取代地，光探测器的数字化的输出被连续地监控用来核查计数阈值的穿越 (transition)，一旦发生穿越计数阈值则计算对应阈值的该粒子的大小。

[0033] 尽管上述内容包括很多的特征，这些内容不能被解释为限定实施例的范围，而只是仅为所记载的优选实施例提供图解。因此实施例的范围将由权利要求以及它们的法律上的等同含义确定而不是有所记载的实施例确定。

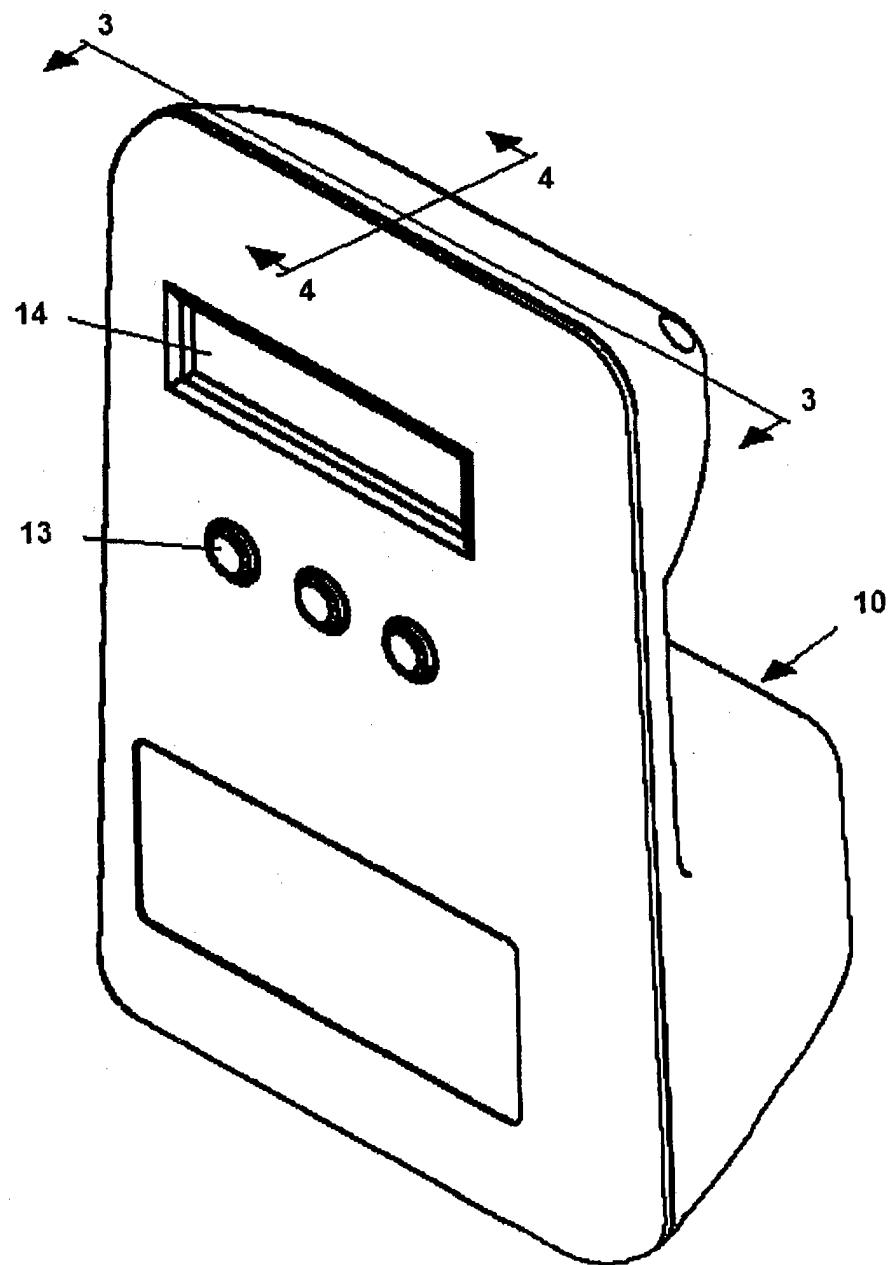


图 1

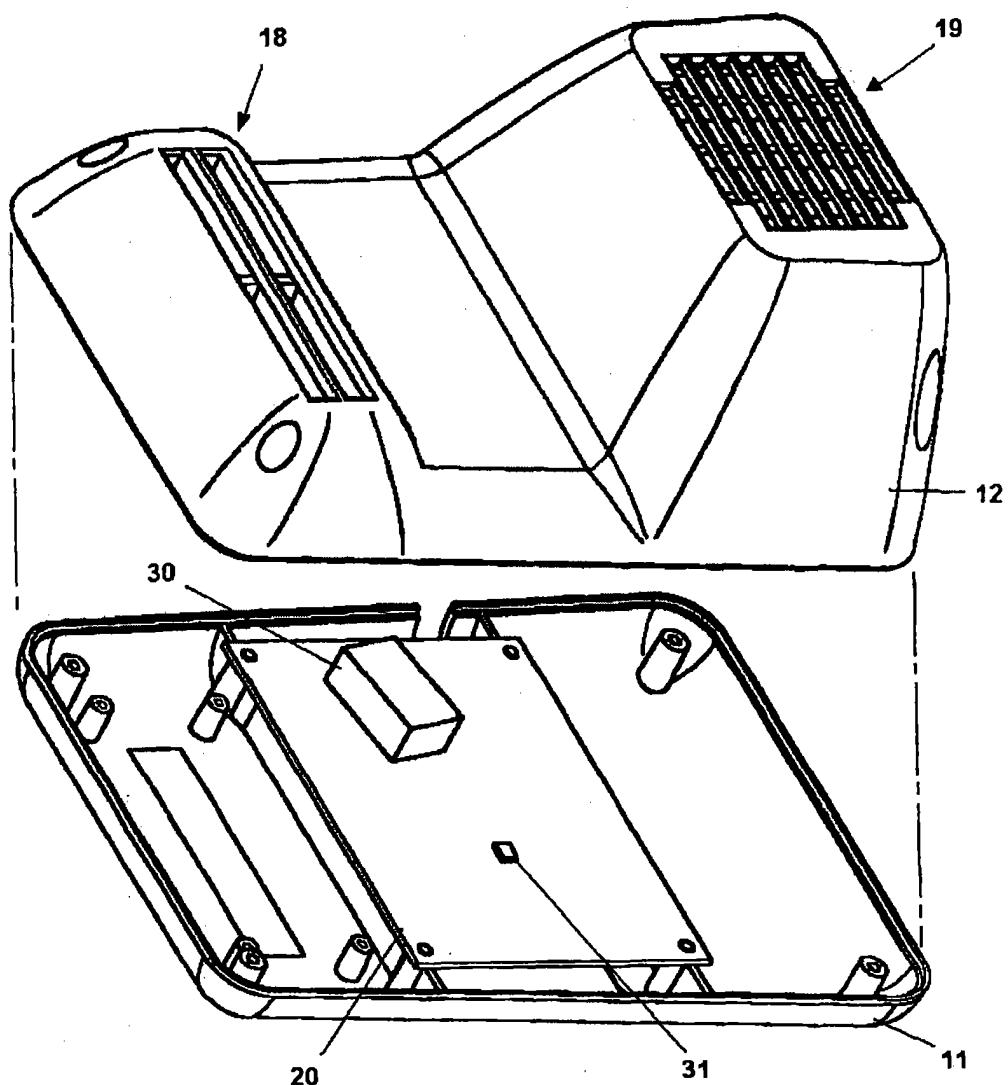


图 2

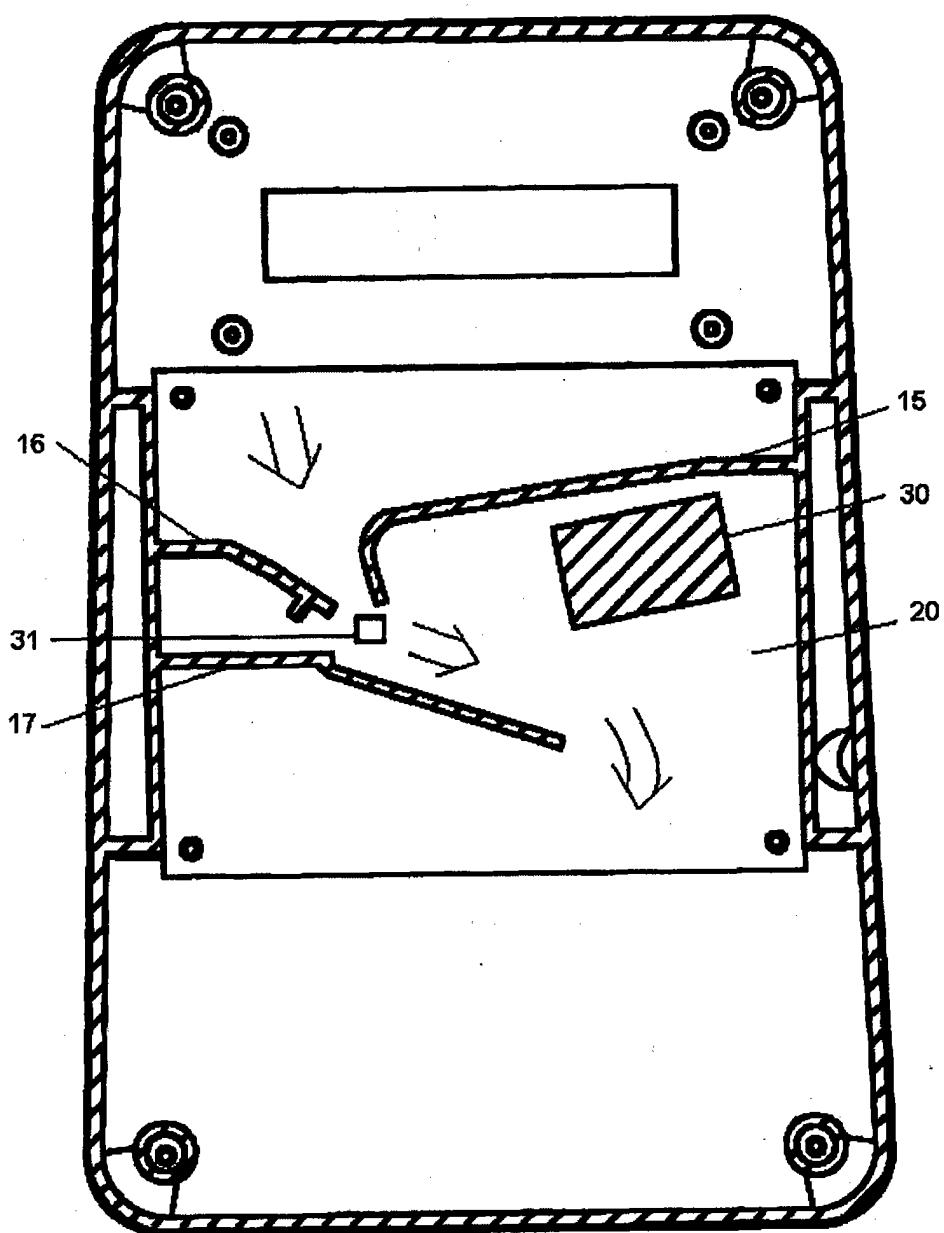


图 3

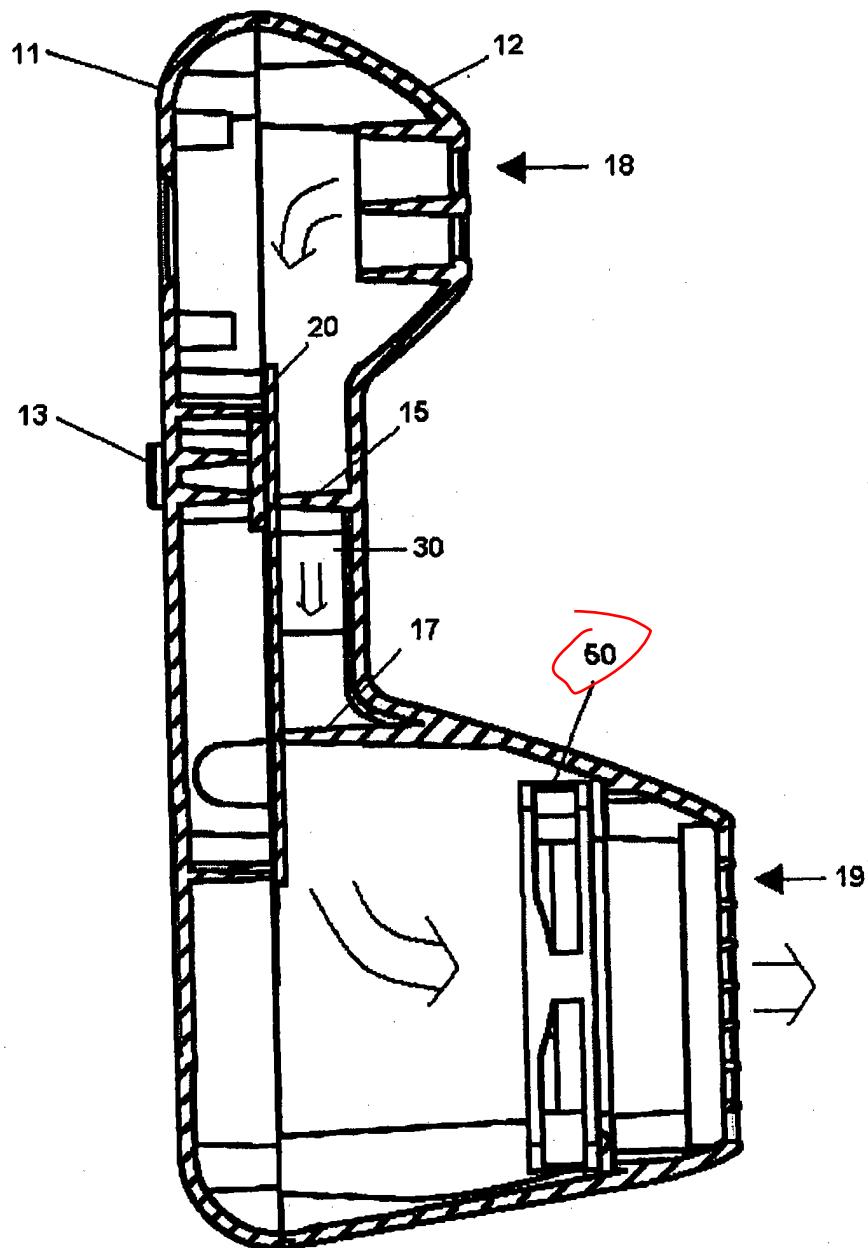


图 4

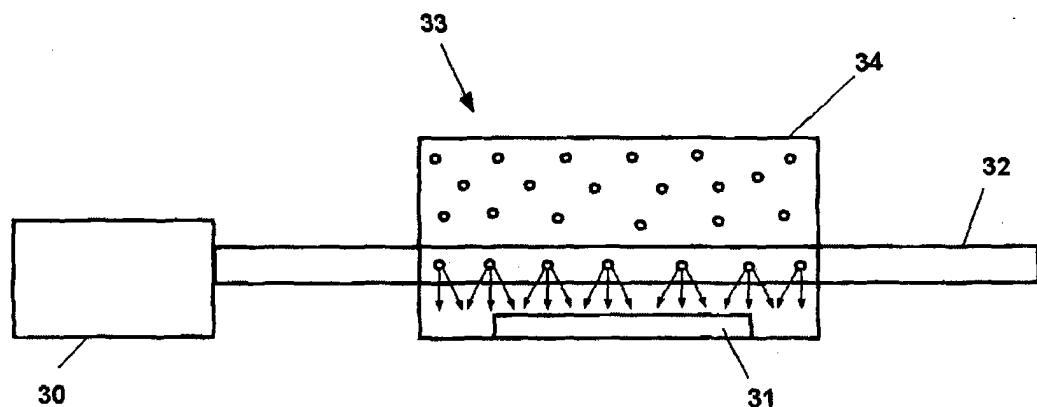


图 5

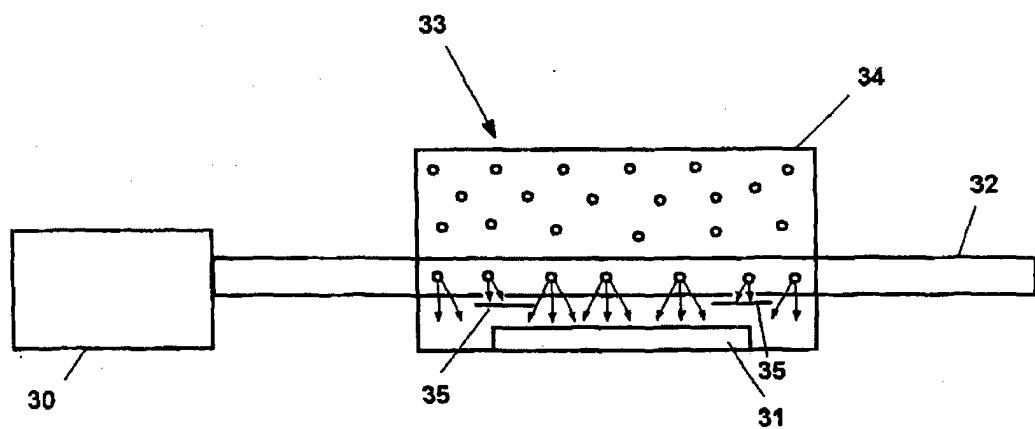


图 6