



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 10168827 B

(45) 授权公告日 2012. 02. 29

(21) 申请号 200880023515. 6

(22) 申请日 2008. 06. 30

(30) 优先权数据

07111904. 4 2007. 07. 06 EP

07117960. 0 2007. 10. 05 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 01. 05

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2008/052627 2008. 06. 30

(87) PCT申请的公布数据

W02009/007875 EN 2009. 01. 15

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 C·N·普雷苏勒 H·W·范克斯特伦

M·C·J·M·维森伯格

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 王英 刘炳胜

(51) Int. Cl.

G01N 21/03(2006. 01)

G01N 21/17(2006. 01)

G01N 33/00(2006. 01)

G01N 33/497(2006. 01)

(56) 对比文件

US 4818882 A, 1989. 04. 04,

CN 1145115 A, 1997. 03. 12,

US 5834777 A, 1998. 11. 10,

EP 1743576 A1, 2007. 01. 17,

CN 1950691 A, 2007. 04. 18,

US 2006/254340 A1, 2006. 11. 16,

WO 2006/072867 A1, 2006. 07. 13,

审查员 支辛辛

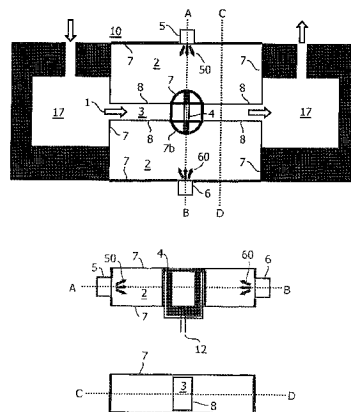
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 5 页

(54) 发明名称

具有光导的光声样本检测器

(57) 摘要

本发明提供了一种用于检测样本混合物 (1) 中样本分子浓度的光声样本检测器 (10)。所述光声样本检测器 (10) 包括: 用于接收样本混合物 (1) 的输入端, 用于容纳样本混合物 (1) 的声腔 (3), 用于向声腔 (3) 中发送光 (50) 以激励样本分子并由此在所述声腔 (3) 中产生声波的光源 (5), 以及用于将声波转换成电信号 (12) 的拾取元件 (4)。所述光声样本检测器 (10) 还包括光导 (2), 所述光导包括位于光导 (2) 和声腔 (3) 界面处的透明内壁 (8) 以及位于光导 (2) 外侧的反射外壁 (7)。所述光源 (5) 被设置成对所述光导 (2) 照明。光导 (2) 用于反射光 (50) 来回通过光导 (2) 和声腔 (3)。



CN 10168827 B

1. 一种用于检测样本混合物 (1) 中样本分子浓度的光声样本检测器 (10), 所述光声样本检测器 (10) 包括:

用于接收所述样本混合物 (1) 的输入端,

用于容纳所述样本混合物 (1) 的声腔 (3),

用于向所述声腔 (3) 中发送光 (50) 以激励所述样本分子并由此在所述声腔 (3) 中产生声波的光源 (5),

用于将所述声波转换成电信号 (12) 的拾取元件 (4), 以及

光导 (2), 所述光导由对所述光源 (5) 的波长的吸收低的材料制成, 并且

所述光源 (5) 被设置成对所述光导 (2) 直接照明,

所述光导 (2) 部分围绕所述声腔 (3) 并形成所述声腔 (3), 并且所述光导 (2) 包括位于所述光导 (2) 和所述声腔 (3) 界面处的透明内壁 (8) 以及位于所述光导 (2) 外侧的反射外壁 (7), 以致能够反射所述光 (50) 使其来回通过所述光导 (2) 和所述声腔 (3)。

2. 根据权利要求 1 所述的光声样本检测器 (10), 其中, 所述光源 (5) 包括至少一个发光二极管, 所述发光二极管的发射谱与所述样本分子的吸收谱交迭。

3. 根据权利要求 2 所述的光声样本检测器 (10), 还包括额外的发光二极管 (6), 所述额外的发光二极管 (6) 的发射谱主要位于所述样本分子的所述吸收谱之外。

4. 根据权利要求 3 所述的光声样本检测器 (10), 还包括光调制器, 其用于提供对所述发光二极管 (5) 和所述额外的发光二极管 (6) 的强度的反相调制。

5. 根据权利要求 1 所述的光声样本检测器 (10), 其中, 所述光导 (2) 包括玻璃。

6. 根据权利要求 1 所述的光声样本检测器 (10), 其中, 所述透明内壁 (8) 包括抗反射涂层, 且所述反射外壁 (7) 包括反射涂层。

7. 根据权利要求 1 所述的光声样本检测器 (10), 其中, 所述拾取元件 (4) 为音叉。

8. 根据权利要求 1 所述的光声样本检测器 (10), 其中, 所述拾取元件 (4) 被光学屏蔽于来自所述光导的光, 以减少所述拾取元件 (4) 的直接激励。

9. 根据权利要求 1 所述的光声样本检测器 (10), 其中, 所述拾取元件 (4) 被热屏蔽于所述光导 (2)。

10. 根据权利要求 1 所述的光声样本检测器 (10), 其中, 所述声腔 (3) 具有细长形状, 并且其中, 设置所述光导 (2), 使得所述光 (50) 横向地通过所述声腔 (3)。

11. 根据权利要求 1 所述的光声样本检测器 (10), 其中, 所述光导 (2) 的截面包括位于所述声腔 (3) 的相对两侧的两个半圆。

12. 根据权利要求 11 所述的光声样本检测器 (10), 其中, 设置所述光导 (2) 的截面以提供螺旋形光路 (11), 所述螺旋形光路用于引导所述光 (50) 从所述光导 (2) 的外半径到内半径螺旋地通过所述光导 (2) 和所述声腔 (3)。

13. 根据权利要求 12 所述的光声样本检测器 (10), 其中, 由所述光导 (2) 内侧的反射壁 (9) 提供所述螺旋光路 (11)。

14. 根据权利要求 12 所述的光声样本检测器 (10), 其中, 由所述光导 (2) 内侧的空气间隙提供所述螺旋光路 (11)。

15. 一种包括根据前述权利要求中的任一项所述的光声样本检测器 (10) 的呼吸分析装置。

## 具有光导的光声样本检测器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于检测样本混合物中样本分子浓度的光声样本检测器,所述光声样本检测器包括用于接收样本混合物的输入端、用于容纳样本混合物的声腔、用于向声腔中发送光以激励样本分子并由此在声腔中诱发声波的光源,以及用于将声波转换成电信号的拾取元件。

[0002] 本发明还涉及一种包括这种光声样本检测器的呼吸分析装置。

### 背景技术

[0003] 光声光谱学是一种测量气体中不同分子的低至 ppb(十亿分之几)水平的浓度的公知技术。这使其适于测量人呼吸中存在的不同分子。通常将激光器用作光声光谱学中的光源。对激光进行准直并调谐激光波长以将样本分子激励到较高能级。这种激励导致热能增加,使得声腔之内的温度和压力局部升高。如果在声单元的谐振频率处调制激光强度,压力变化会导致声驻波。由拾取元件检测声波。

[0004] 已知光声样本检测器的缺点在于,在声谐振器直径很小以用于获得低检测极限时,光学准直变得非常关键。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种光声样本检测器,其中,系统的光学准直不再那么关键。根据本发明的第一方面,该目的是通过提供一种根据开篇段落所述的光声样本检测器来实现的,该光声样本检测器还包括光导,所述光源被设置成对所述光导照明,所述光导包括位于光导和声腔界面处的透明内壁以及位于光导外侧的用于反射光来回通过光导和声腔的反射外壁。

[0006] 当光到达光导和声腔之间的界面时,它将通过透明壁,通过声腔前进并在声腔另一侧的光导-腔界面处再次进入光导。在光导的外壁,光将被反射。反射光可以直接地或经由光导之内一次或多次额外反射返回声腔。因为光来回通过光导和声腔反射,所以它多次通过声腔。每次光通过声腔,都有机会激励样本分子。在光更频繁通过声腔时,检测器的灵敏度显著提高。

[0007] 在根据本发明的配置中,光线的方向不像现有技术中那样关键,从而能够使用发散的光源,而不是现有技术光声样本检测器的准直激光束。要指出的是,已知使用准直激光束和多次通过配置的组合。然而,该组合需要高度精确的光学准直。此外,为了能够使多个光束通过声谐振器,必需要增大其直径,这使得检测极限变差。根据本发明,使用具有透明的光导-腔界面和反射外壁的光导消除了现有技术那些严格的对准要求,并允许使用小直径的声谐振器,从而改善检测极限。

[0008] 根据本发明的光声样本检测器可以使用准直的或未准直的二极管激光器作为光源,但优选地,光源包括至少一个发光二极管(LED)。LED应当具有与样本分子的吸收谱交迭的发射谱。用于已知光声样本检测器的二极管激光器具有依赖于温度的波长。在激光

器未进行温度稳定时,测量对温度波动敏感。例如对于 NO<sub>2</sub> 浓度检测而言,蓝色 LED 形成非常有吸引力的光源,因为 NO<sub>2</sub> 的吸收谱非常宽(因此所有 LED 光都可用于感测),而 LED 与 NO<sub>2</sub> 吸收谱中微细结构相比更宽的光谱获得了对 LED 的中心波长和温度较不敏感的平均光谱响应。此外,LED 通常比二极管激光器更便宜,且可以有更高的输出功率。现有技术的光声样本检测器通常不使用 LED 光,因为其不能被容易地准直并沿着声腔的管路发送。

[0009] 光导优选由光吸收低的材料制成,以防止在光导中产生光声信号,这会引起在样本的光声检测期间的背景光声信号。光导的外侧反射壁可以由金属制成,或可以利用光导壁处的全内反射。在使用金属时,在反射期间将吸收小部分光,导致光热响应。然而,由于光学光导将金属反射体从声腔热隔离,这将不会引入光声背景信号。

[0010] 根据本发明的光声样本检测器的实施例还包括额外的发光二极管,其发射谱主要位于样本分子吸收谱之外。因为来自额外 LED 的光不会通过激励样本分子而对检测器信号做出贡献,所以可以将该额外 LED 用于补偿由光导-声腔界面附近的光吸收导致的背景信号。

[0011] 优选地,所述拾取元件被光学屏蔽于来自所述光导的光,以便减少所述拾取元件的直接激励。

[0012] 在一个实施例中,设置所述光导的截面以提供螺旋形光路,用于螺旋地通过所述光导和所述声腔从所述光导的外半径到内半径引导所述光,使得每次旋转光通过声腔两次。在本实施例中,将光向声腔引导,并防止光在光导中来回反射而根本不通过声腔,从而优化光通过声腔的次数。

[0013] 参考下文所述的实施例,本发明的这些和其他方面将变得明了并得到阐述。

## 附图说明

[0014] 在附图中:

[0015] 图 1 示出了根据本发明的示范性光声样本检测器;

[0016] 图 2 示出了另一光声样本检测器;

[0017] 图 3 示出了具有环形光导的光声样本检测器的截面;

[0018] 图 4 示出了具有螺旋光导图案的光声样本检测器的截面;以及

[0019] 图 5a 示出了具有两个样本体积的光声样本检测器的截面,图 5b 示出了附带样本流路径。

## 具体实施方式

[0020] 图 1 示出了根据本发明的光声样本检测器 10 的三个不同截面。样本检测器 10 包括声腔 3,用于接收和容纳气体混合物 1。缓冲体积 17 也容纳气体混合物。腔和缓冲体积可以是闭合的,用于保持气体混合物 1,或者形成流动通道,气体混合物 1 例如在用户呼吸期间可以通过其流动。要指出的是,还使用光声样本检测来检测例如液体或固体的其他样本混合物中的样本浓度。在下文中,样本混合物为气体混合物 1,但技术人员显然能够使本文的教导适于其他样本混合物。在下面讨论的实施例中,声腔 3 具有细长的管形,但在其他实施例中,可以使用针对声腔 3 的其他形状。声腔 3 中的拾取元件 4 用于记录由样本分子热能变化引起的声波。分子热能受到来自光源 5 的光 50 的影响。对来自光源 5 的光 50 进行

调制导致样本分子的热能的变化。光源 5 例如可以是发光二极管 (LED) 或二极管激光器。样本检测器 10 可以包括位于多个位置的多个源 5。重要的是,来自光源 5 的光 50 的波长谱包括样本分子吸收谱中的(一个或多个)波长,以便能够激励样本分子并产生声波。可以利用波长调制(主要针对激光二极管)或利用强度调制(针对激光二极管和 LED)进行光调制。优选地,为了能够发生驻波,选择声谐振器 3 的长度,以对应于由光源的幅度调制或频率调制产生的声波长的一半。缓冲体积的长度是声波长的四分之一。拾取元件 4 可以是微音器或其他类型的用于将声频波转换成可用(电)信号 12 的换能器。优选地,将例如石英晶体音叉的音叉元件用作拾取元件 4。

[0021] 由光导 2 将光 50 引导到声腔 3。光导 2 由玻璃、石英、PMMA 或另一在所施加波长处吸收低的材料(混合物)制成。优选地,光导 2 和声腔 3 界面处的所有壁 8 都是透明的,允许光 50 进入或离开腔 3。所有其他壁 7 优选是反射性的,用于将高百分比的光 50 反射回光导 2 中。为了反射光,可以使用全内反射、金属反射层或适当选择的电介质层堆。在光线角度适于全内反射的壁处,优选这种方法,因为被反射光的百分比高于金属或电介质层堆上的反射。在光 50 在光导之内来回反射时,光可以多次穿过声腔 3。可以通过为透明壁 8 涂布抗反射涂层来提高在光 50 在光导 2 的材料中被吸收或在外壁 7 处离开光导 2 之前穿过声腔 3 的平均次数。在图 1 所示的实施例中,使用了平面光导。在这种情况下,使用矩形截面的声谐振器是有吸引力的。优选地,拾取元件 4 被屏蔽于来自光导 2 的光 50,以避免拾取元件 4 被光 50 而不是声波激励。在光源被调幅且拾取元件是音叉时,这尤其相关。可以利用光导 2 的壁内侧的反射涂层 7 实现屏蔽。该壁的腔侧不应是反射性的,因为这会将光引导到拾取元件 4 并由此增强背景信号。拾取元件 4 也可以被热屏蔽于光导 2,以避免拾取元件 4 附近的光导-腔界面处的光吸收对拾取元件带来直接的热效应。为拾取提供电连接 12 以进行信号检测。

[0022] 可以提供额外的光源 6 以实现背景信号补偿。额外光源 6 在不被样本分子吸收或吸收显著少的波长发光 60。因此,这一额外光源 6 导致的检测器信号将主要是由光 60 对拾取元件 4 的直接激励或在腔-光导界面处吸收的光 60 的热效应导致的。可以使用源自额外光源 6 的背景信号补偿利用主光源 5 执行的测量。优选地,以反相位调制光源 5 和 6。选择光源 6 的强度,使得来自两个源的背景信号彼此抵消。主光源 5 的调制光强将导致幅度取决于样本浓度的声波。

[0023] 图 2 示出了具有光导和圆形截面声谐振器的光声样本检测器 10。光导被分成具有独立光源 5 的两部分。第一平面部分 2a 沿声谐振器的纵向扩散光。第二圆形部分 2b 用于将光多次反射通过声腔。光导 2a 之间的部分 19 中没有光通过,以防止直接激励拾取元件 4。这里,将例如微音器的拾取元件 4 放置于声谐振器外侧。声谐振器中的小孔将声波耦合到拾取元件 4。图 2 所示的光导优点在于,将从光导 2b 的外壁 7 反射回的更多光 50 引导向声腔 3。例如在图 1 的配置中,光 50 可能会在光导 2 的两壁 7 之间反射,而从不会通过腔-光导界面。当图 2 的配置中光导 2b 的外径和内径之间差异小时,离开声腔 3 的大部分光 50 将仅需要一次反射就回到声腔 3。因为,未被样本分子吸收的所有光最终将在检测器 10 中某处被吸收或将由于某种原因离开检测器 10,因此重要的是光尽可能频繁通过声腔 3 并使光导 2 之内的无效内反射的量最小化。

[0024] 图 3 示出了一种光声样本检测器的截面,该光声样本检测器具有像图 1 所示实施

例那样、但在声谐振器平面中具有圆形截面的平面光导。

[0025] 图 4 示出了具有平面螺旋光导图案 11 的光声样本检测器 10 的截面。在这种配置中,光导 2 的半圆形部分由多个半圆形路径构成,从声腔的外侧向内侧引导光 50。通过向已经在图 3 示出的半圆形光导部分增加内反射壁 9 来实现光路 11。内反射壁 9 弯折或反射光,使其遵循光路 11。反射壁例如可以包括反射涂层或可以由不同于光导其他部分的具有折射率的材料制成。或者,通过在路径 11 之间提供空气间隙,由全内反射获得内壁 9 的反射。在图 4 的实施例中,将光向声腔 3 引导,并防止光在光导 2 中来回反射而根本不通过声腔 3,从而优化光通过声腔 3 的次数。

[0026] 图 5a 示出了具有光导的配置,该光导包含两个声腔 3a、3b 和两个样本流 1a、1b。来自源 5 的光 50 通过两个声谐振器。音叉拾取元件 4a、4b 放置于声谐振器内侧。以差分方式连接音叉,要感测的分子仅存在于两个样本流之一中。通过这种方式,无需使用如图 1 的实施例中的两波长光源就可以同时消除来自多个来源的背景信号。例如,可以有利地结合专利 W02006/114766 中描述的用于检测气体混合物中含氮化合物的技术来使用本实施例。范例形成呼出气体中 NO 的检测。如图 5b 所示,呼出气体 21 的一部分通过流动通道 1a。另一部分通过转换器 22,所述转换器 22 在 NO 进入流动通道 1b 之前将 NO 转换成 NO<sub>2</sub>。传感器使用针对 NO<sub>2</sub> 的光声检测的蓝色 LED。在呼出期间,CO<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub> 浓度在两个流动通道中将都以同样的方式变化。在差分检测期间将消除这些变化的 CO<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub> 浓度对光声 NO 检测的干扰效应。在该方案中还消除了例如因为在声谐振器周围的光导中的光吸收而在传感器中产生的背景信号。

[0027] 应当指出,上述实施例例示而非限制本发明,且本领域的技术人员将能够设计出很多替换实施例而不脱离所附权利要求的范围。在权利要求中,不应将括号中的任何附图标记视为限制权利要求。使用动词“包括”及其变形并不排除存在权利要求中所述那些之外的元件或步骤。元件前的冠词“一”或“一个”不排除存在多个这种元件。可以利用包括若干不同元件的硬件以及利用适当编程的计算机实现本发明。在枚举了若干模块的装置权利要求中,可以由同一件硬件实现这些模块的几个。在互不相同的从属权利要求中提到特定度量这一简单事实不表示不能出于有利的目的使用这些度量的组合。

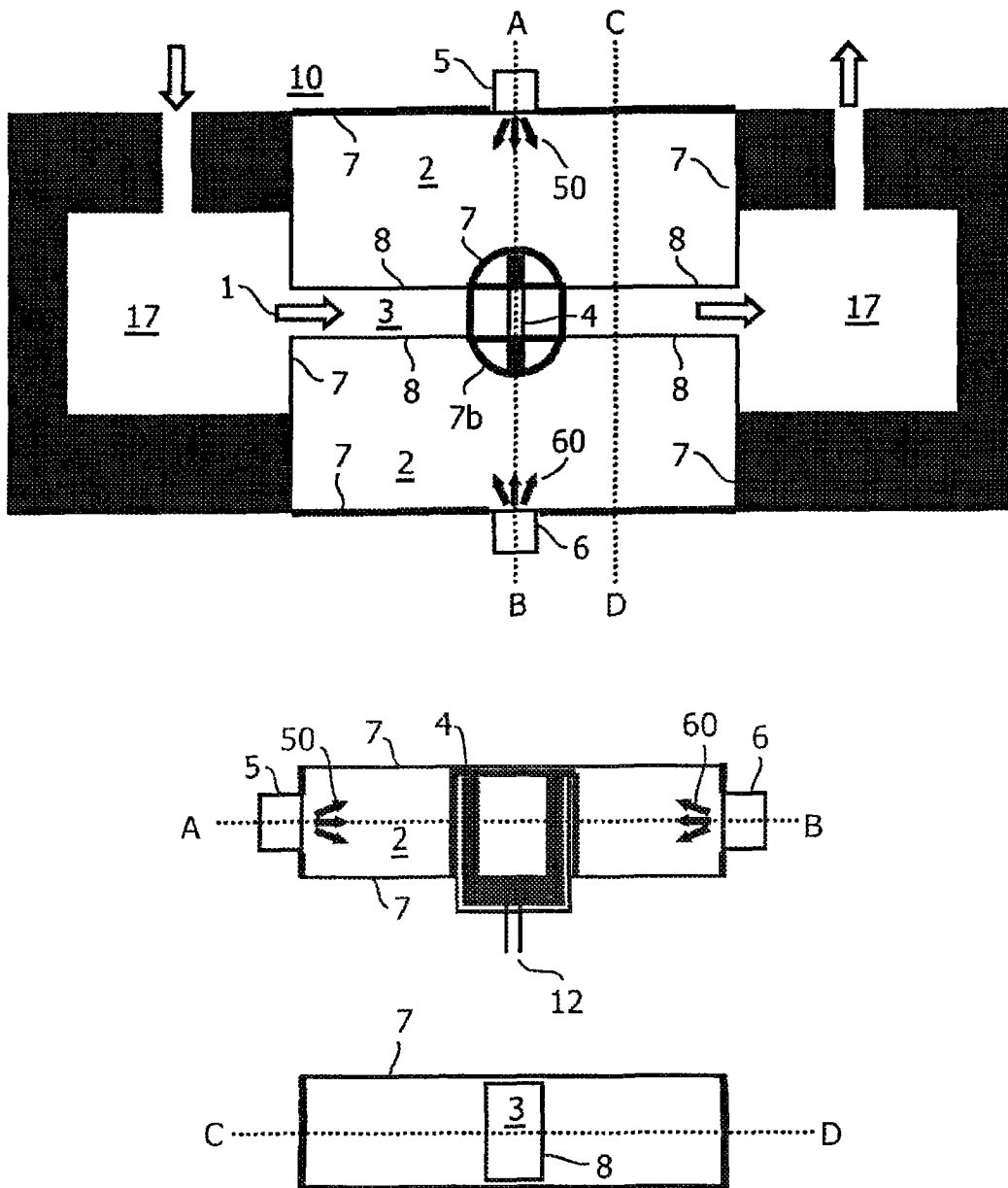


图 1

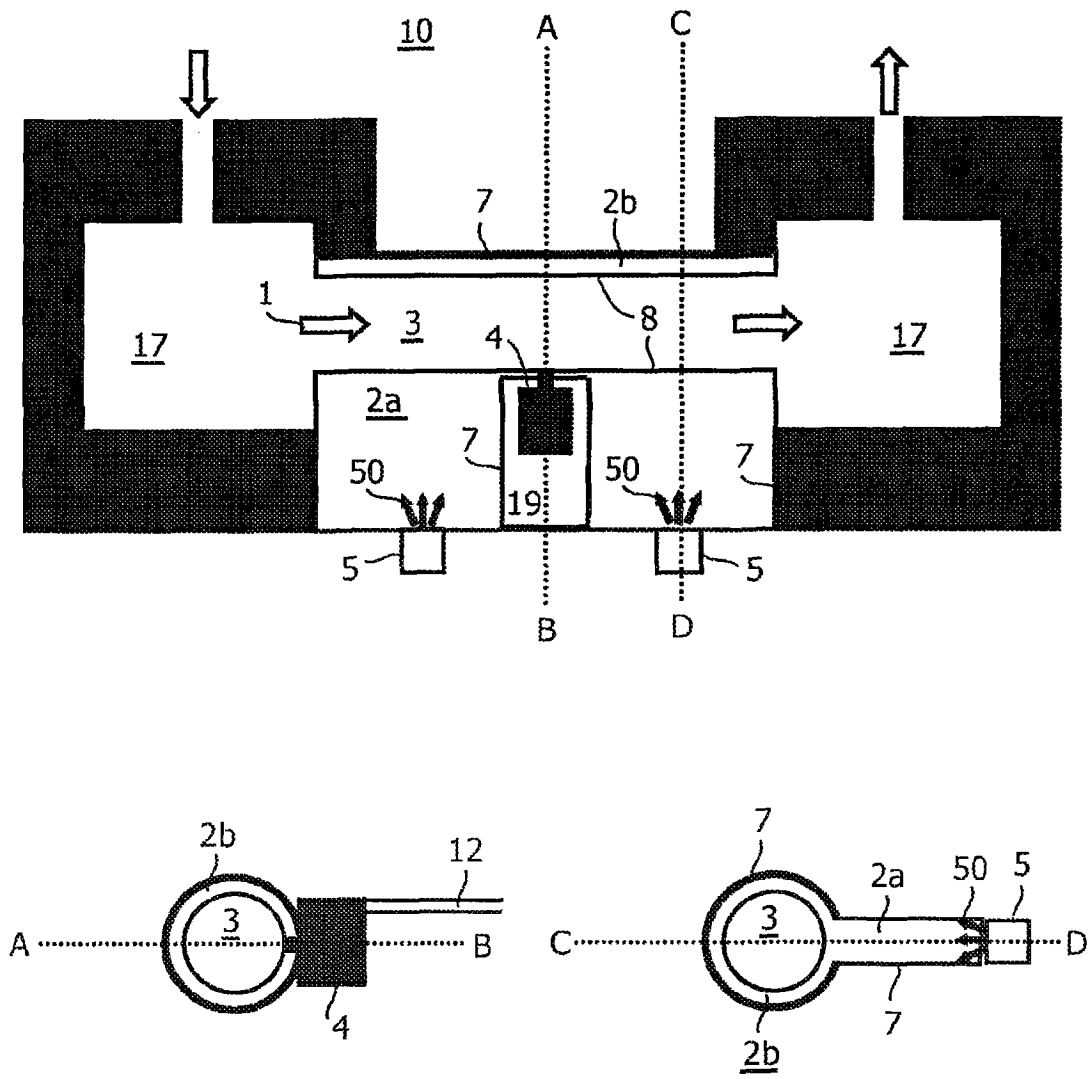


图 2



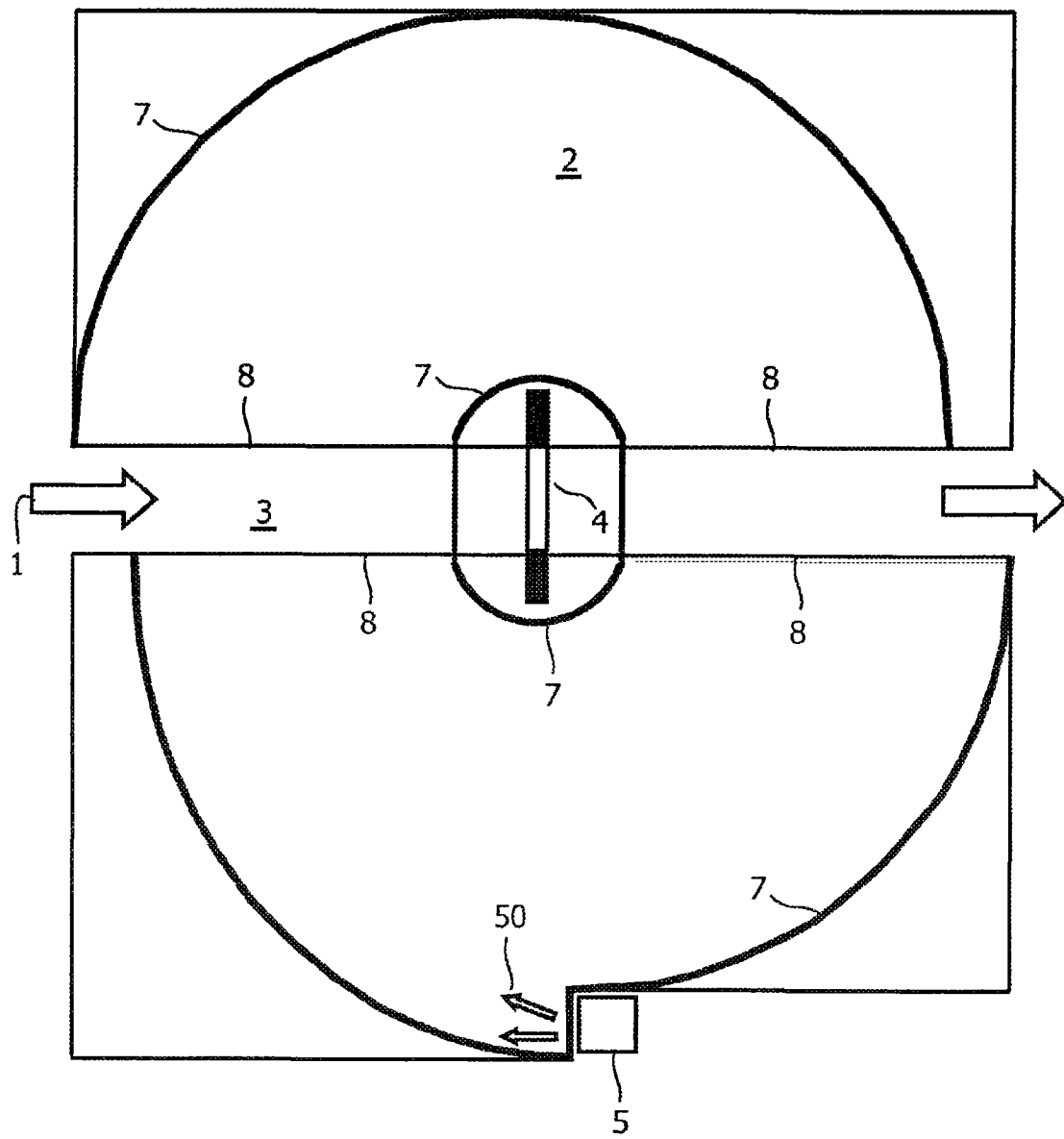


图 3

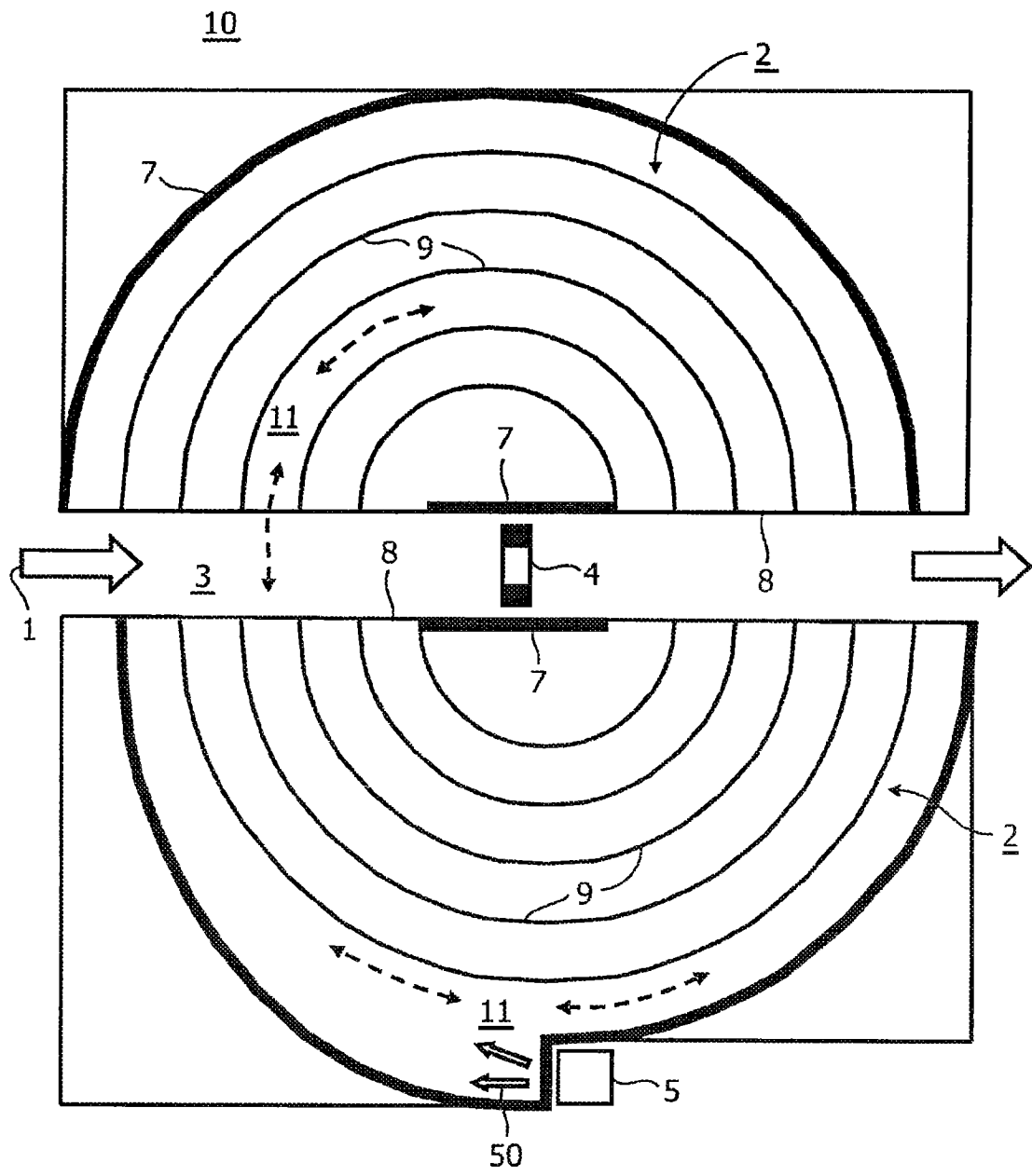


图 4

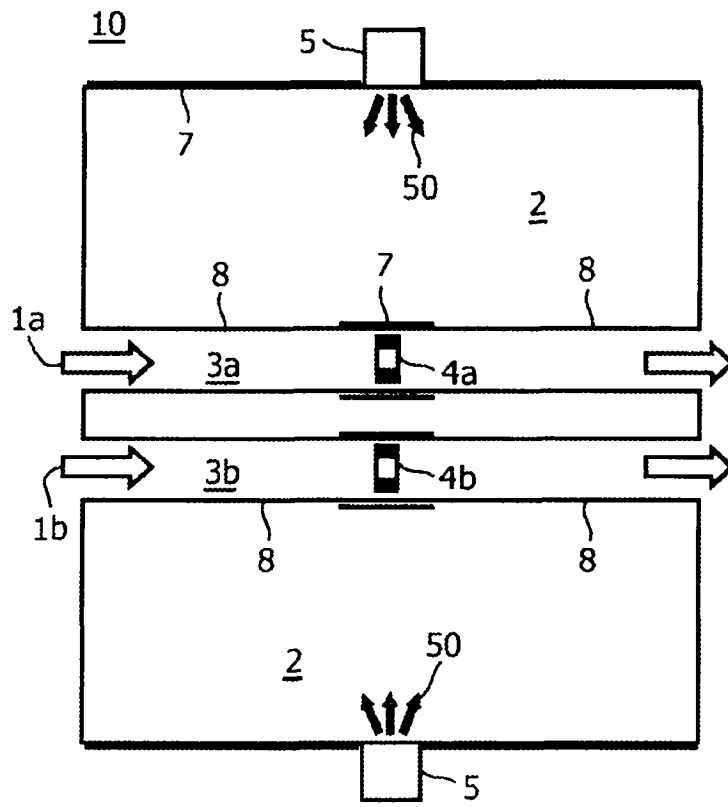


图 5a

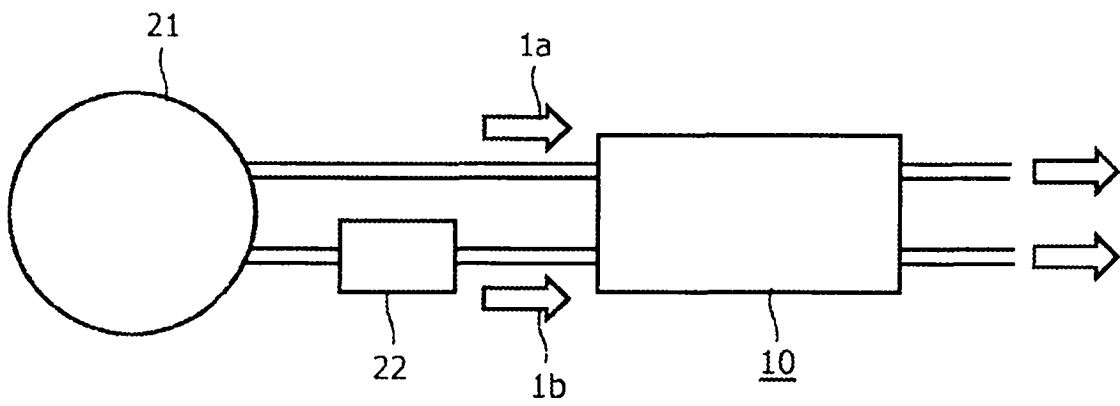


图 5b