



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104246490 B

(45)授权公告日 2016.10.12

(21)申请号 201380021376.4

(22)申请日 2013.04.19

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104246490 A

(43)申请公布日 2014.12.24

(30)优先权数据

20125440 2012.04.23 FI

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.10.23

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/FI2013/050440 2013.04.19

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/160543 EN 2013.10.31

(73)专利权人 环境学有限公司

地址 芬兰米凯利

(72)发明人 奥斯莫·安蒂拉尼宁

(74)专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司
72003

代理人 黄艳

(51)Int.Cl.

G01N 27/62(2006.01)

审查员 刘田

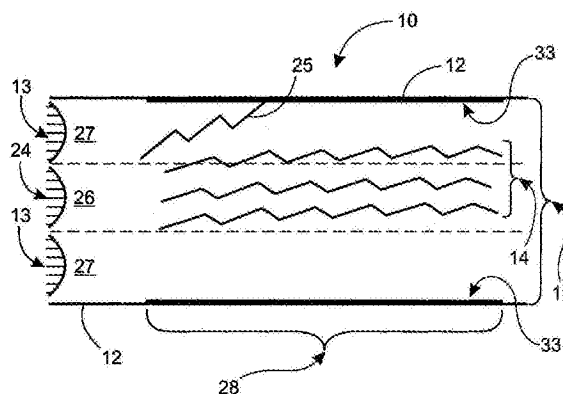
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54)发明名称

用于化学分析的方法和结构

(57)摘要

本发明涉及一种用于化学分析的方法，其中，将气流离子化，将离子化气流(24)引导至被装配到流动通道(18)的过滤区域(28)，使用DMS/FAIMS方法将离子化气流过滤，以从气流中移除至少一部分离子(25、105)。将位于离子化气流至少一侧的平行的、主要非离子化的气流(13)与离子化气流一起引导至过滤区域。本发明还涉及一种相应的结构。



1. 一种用于化学分析的方法, 其中:
 - 将气流离子化;
 - 将离子化气流(24)引导至被装配到流动通道(18)的过滤区域(28);
 - 使用DMS/FAIMS方法将离子化气流(24)过滤, 以从离子化气流(24)中移除至少一部分离子(25、105);其特征在于,
 - 将位于离子化气流(24)至少一侧的平行的主要非离子化气流(13)与离子化气流(24)一起引导至所述过滤区域(28);
 - 主要非离子化气流(13)形成于所述流动通道(18)中。
2. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 将离子化气流(24)在主要非离子化气流(13)之间引导至所述过滤区域(28)。
3. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于:
 - 将离子化气流(24')送至所述流动通道(18);
 - 中和离子化气流(24')的一部分, 以在所述流动通道(18)中形成主要非离子化气流(13)。
4. 根据权利要求2所述的方法, 其特征在于:
 - 将离子化气流(24')送至所述流动通道(18);
 - 中和离子化气流(24')的一部分, 以在所述流动通道(18)中形成主要非离子化气流(13)。
5. 根据权利要求1-4中任一项所述的方法, 其特征在于, 主要非离子化气流(13)与离子化气流(24)在被引导至所述过滤区域(28)之前彼此结合。
6. 根据权利要求1-4中任一项所述的方法, 其特征在于, 当主要非离子化气流(13)和离子化气流(24)被引导至所述过滤区域(28)时, 主要非离子化气流(13)将离子化气流(24)变平。
7. 根据权利要求1-4中任一项所述的方法, 其特征在于, 当所述流动通道(18)处于操作状态时, 至少部分气流(13、24)通过所述流动通道(18)的侧壁被引入所述流动通道(18)中。
8. 一种用于化学分析的过滤结构, 包括用于引导离子化气流(24)的流动通道(18), 将离子化气流设置为使用DMS/FAIMS方法在被装配至所述流动通道(18)的平面过滤区域(28)中被过滤, 其特征在于, 所述过滤结构(10)包括用于在离子化气流(24)的至少一侧产生主要非离子化气流(13)的工具, 所述工具包括将所述流动通道(18)划分为几部分的结构(11), 离子化气流(24)设置在将所述流动通道(18)划分为几部分的所述结构(11)中间且主要非离子化气流(13)设置在离子化气流(24)的两侧。
9. 根据权利要求8所述的过滤结构, 其特征在于, 还包括电极工具(38), 所述电极工具(38)设置为中和送至所述流动通道(18)的离子化气流(24')的一部分, 且适配于将所述流动通道(18)划分为几部分的所述结构(11), 以产生主要非离子化气流(13)。
10. 根据权利要求8所述的过滤结构, 其特征在于, 还包括间隙(19), 所述间隙(19)设置为保持在将所述流动通道(18)划分为几部分的所述结构(11)和所述平面过滤区域(28)之间。
11. 根据权利要求9所述的过滤结构, 其特征在于, 还包括间隙(19), 所述间隙(19)设置

为保持在将所述流动通道(18)划分为几部分的所述结构(11)和所述平面过滤区域(28)之间。

12.根据权利要求8-11中任一项所述的过滤结构,其特征在于,所述平面过滤区域(28)包括用于通过主要非离子化气流(13)将离子化气流(24)变平的结构(15)。

13.根据权利要求8-11中任一项所述的过滤结构,其特征在于,当所述流动通道(18)处于操作状态时,气流(13、24、24')的至少一部分设置为通过所述流动通道(18)的侧壁被引入所述流动通道(18)中。

用于化学分析的方法和结构

技术领域

- [0001] 本发明涉及一种用于化学分析的方法,其中:
- [0002] -将气流离子化,
- [0003] -将离子化气流引导至被装配至流动通道的平面过滤结构,
- [0004] -使用DMS/FAIMS方法将离子化气流过滤,以便从气流中移除至少一些离子。
- [0005] 本发明还涉及一种相应的结构。

背景技术

[0006] 图1示出了已知的FAIMS(场非对称波形离子迁移谱),亦称为DMS(微分迁移谱)离子过滤技术的原理的理想化图表。其用于例如分离不同类型的气体形态中的离子。该技术基于在离子过滤结构中使用高频率可变电场。该过滤结构由设置为形成流动通道18的基底102和彼此面对地设置在该基底上的多个平面过滤电极103组成。

[0007] 这种结构只允许以特定方式在电场中行动的离子104通过,并通过电学地中和和其它离子105对它们进行过滤。该中和移除离子,因为离子在电场中接收到的末速度取决于场强。在非对称场中,离子在过滤器中以非对称速度振荡,这导致了离子朝向相对于场的处于优势方向的电极的净转移。离子对于电场的依赖性非常小,这种差别可以通过增大变频场的直流分量CV来补偿,这使得特定类型的场依赖性消失。

[0008] 通过在两个平行电极103之间设置离子传输气流,并在这些电极之间设置参照上述类型的电场,一些离子105可以被由此得到的结构移除,且期望的通带可以借助前述的补偿电压进行选择。通过在沿流动方向的过滤之后使用电场以收集穿过过滤器的离子104,可以确定穿过的离子104(在图1和图6至图8中的附图标记16)的质量和/或数量。

[0009] 对此,图2示出了在离子在前述过滤技术中行动的情况下,与实际更加对应的情形。气流的流动剖面101示出了待分析的离子化气流覆盖了流动通道18的整个剖面区域。由于离子均匀地分布在流动通道18中,过滤电极103也将不可避免地收集特别期望穿过过滤器的离子104b。这些与流动通道18的边缘过于接近的离子104b被中和,并由此离开了穿过过滤器的流。这降低了从包括过滤器的系统中获得的信号以及信噪比。

发明内容

[0010] 本发明旨在提出一种提高从化学分析中获得的信号的方法和结构,根据本发明,一种用于化学分析的方法,其中:

- [0011] -将气流离子化;
- [0012] -将离子化气流引导至被装配到流动通道的过滤区域;
- [0013] -使用DMS/FAIMS方法将离子化气流过滤,以从气流中移除至少一部分离子;
- [0014] 其中,
- [0015] -将位于离子化气流至少一侧的平行的、主要非离子化气流与离子化气流一起引导至过滤区域;

[0016] -主要非离子化气流形成于流动通道中。

[0017] 根据本发明,一种用于化学分析的过滤结构,包括用于离子化气流的流动通道装置,将离子化气流设置为使用DMS/FAIMS方法在被装配至流动通道的平面过滤区域中被过滤,其中,该过滤结构包括用于在离子化气流的至少一侧产生主要非离子化气流的工具,该工具包括将流动通道划分为几部分的结构,离子化气流设置在将流动通道划分为几部分的结构中间且主要非离子化气流设置在离子化气流的两侧。

[0018] 在本发明中,一种平行的、主要为非离子的、且在离子化气流的至少一侧上的气流与离子化气流一起被引导至过滤结构。本方案的使用阻止了、或至少降低了对期望穿过过滤的离子的过滤。除了获得的测量信号,化学分析中测量信号的信噪比也得到了改进。

[0019] 根据一个实施例,离子化气流可以被引导至主要非离子化气流之间的平面过滤结构。在这样的情况下,非离子化气流形成在在离子化气流的两侧,使得这些气流产生一种夹层结构。因此,使用DMS/FAIMS原理执行的离子过滤可以所谓的二阶方式进行操作。

[0020] 根据一个实施例,离子化气流还可被主要非离子化气流在离子化气流和主要非离子化气流被引导至平面过滤构造之前变平。以这种方式,过滤的性能还可以进一步改进。

[0021] 借助本发明,可以解决平面DMS/FAIMS过滤相关的问题等,其中在过滤结构的流动通道中的空气或气流中的一些离子过于靠近流动通道的边缘,以至于它们终结在DMS/FAIMS收集电极上,尽管它们不应当终结。通过使用根据本发明的保护流,例如以一种夹层结构使用在感兴趣的离子流的两侧,只有待过滤的离子终结于收集电极上并被中和,而期望穿过过滤器的离子有益地保留在流动通道的中间。因此,概括而言,本发明是使用保护流作为保存信号,即提高信噪比的因素。实际测量信号只能在DMS过滤器之外并在之后以某种方式测量。在说明部分中将更全面地检测本发明的其它特征或通过本发明实现的其它优点。

附图说明

[0022] 以下来将参照附图对本发明作更具体的说明,本发明不限于本文中公开的多个实施例,附图中:

[0023] 图1示出了在理想状况下DMS/FAIMS过滤的原理的示意图;

[0024] 图2示出了根据现有方式的过滤器操作中的缺点,以及其中的离子的行动的示意图;

[0025] 图3示出了根据本发明的过滤结构的操作原理,以及其中的离子的行动的简略示意图;

[0026] 图4示意性地示出了根据本发明的过滤器的构造的一个实施例;

[0027] 图5示意性地示出了过滤器的构造的第二实施例;

[0028] 图6和图7示出了将流引导至过滤结构的几种方式;

[0029] 图8示出了一个过滤结构的尺寸的实例;以及

[0030] 图9a和图9b示出了将流引导至过滤结构的第三种方式。

具体实施方式

[0031] 接下来将参照附图3-图7对根据本发明的用于化学分析的方法进行说明。术语

“化学分析”可以指对物质的气流或气流中的相似结构单元进行质量和/或数量的检测等。气体中悬浮微粒的气溶胶也可以被认为是本发明语境下的气流。

[0032] 图3以非常简略的程度示意性地示出了根据本发明的方案以及离子在过滤结构10中的行动的实例。根据本发明的所谓的二阶方案是基于将平面的离子化气流24送至处于流动通道18的一个边缘或中间的平面过滤区域28的理念。换言之,作为过滤对象的离子化气流24相对于整个流动通道18的高度是较窄的。

[0033] 对该方法的描述可以从例如待分析气流的离子化开始。离子化可以在例如流动通道18外发生,在该情况下可以将离子从实际来源随着气流运送至流动通道18。气流的离子化可以按现有技术中的已知方式或仍在发展中的一些方式进行。一些非限定的实例是放射离子化、电晕充电、电喷雾技术、或一些其它已知的方法。将从离子化器(未示出)到流动通道结构18的入口的距离设置为相对短,以减少损耗。

[0034] 随后,将离子化气流24引导至形成过滤结构10的流动通道18。在离子化气流24被引导至流动通道18中或或仅引导至流动通道18内之前,其至少一侧已经形成平行的、主要非离子化气流13。在任何情况下,平行的、主要非离子化气流13都形成在离子化气流24被送至过滤区域28进行过滤之前。因此在本发明中,待分析的气流24是由相对于流动通道18的高度较窄的一部分气流形成的。以这种方式,一种“保护流”13产生在离子化气流24的至少一侧,且在气流24与流动通道18的壁12之间的流动方向上。保护流13的使用可以减少用于后续分析的离子流24的边缘离子25的中和等。

[0035] 图3示出了气流13、24的流动层26、27和气流的流动剖面。此时中性的、即主要非离子化流13相对于离子化流24位于两侧。这些流13、24由此形成了夹层结构。每个流13、24均可以通过一种结构(未示出)从其它流分离,这将流动通道18在过滤区域28之前平面地划分为几部分。

[0036] 随后,离子化气流24被引导至设置于流动通道18中的过滤区域28,期望的离子在该区域中被滤出。位于离子化气流24的至少一侧的平行的、主要非离子化气流13随着离子化气流24被引导至过滤区域28。在这样的 情况下,离子化气流24在主要非离子化气流13之间被引导至过滤区域28,因此主要非离子化气流13位于离子化气流24的两侧。

[0037] 随后,离子化气流24通过DMS/FAIMS方法进行过滤,以从气流24中移除至少一些离子105。同样地,依据其中所使用的电场,DMS/FAIMS过滤的执行对本领域技术人员会是显而易见的,因此对此不进一步描述。在过滤中,应从设置在中间的离子化气流24中被过滤出来的离子25通过由保护流13在流动通道18的边缘形成的通道层27移动至过滤区域28中并被中和,因为它们在场依赖性导致它们朝向过滤电极33移动。对于这部分,穿过过滤器的气流24的离子14没有时间移动至过滤电极33。在流动通道18的中间具有供离子14穿过的震荡层26,这些离子不会在过滤区域28中终结在过滤区域28的电极33上。

[0038] 图4至图7以简略化的形式以流动通道18沿其纵向、即流动方向的剖面示出了一些执行化学分析的过滤结构10的示意性结构方案。结构10包括用于离子化气流24的流动通道装置18。气流24设置为在结构10中,且在被装配至流动通道18的平面过滤区域28中使用DMS/FAIMS方法进行过滤。过滤区域28包括两个DMS/FAIMS电极33,这些电极可以按同样已知的方式使用已知的控制工具(未示出)进行控制。结构10包括在离子化气流24的至少一侧产生主要非离子化气流13的工具。

[0039] 在图4示出的实施例中,工具包括在过滤区域28之前将气流18划分为多个部分的结构11。通过结构11,数个较窄的流动通道在流动通道18中形成,这些流动通道的高度仅是整个流动通道18的高度的一部分。通过结构11,旨在待分析的离子化气流24可设置在流动通道18的中间,而主要未离子化、即中性的气流13位于该离子化气流的两侧。通过通道结构11,中性的、即保护流13与中间的离子化流24保持分离。

[0040] 在图4至图7的实施例中,结构10包括沿流动通道18的方向的且适配到流动通道18的两个纵向壁。壁均为平面的。

[0041] 主要非离子化气流13和离子化气流24在被引导至过滤区域28之前彼此结合。小间隙19为此设置在将流动通道18划分为几部分的结构11与过滤区域28之间,以使(过滤区域28)保持远离划分结构11。当然,非离子化气流13和离子化气流24可以在被送至流动通道18时已经彼此结合,但它们在过滤区域28之前彼此混合则是不利的,会导致会损害过滤的结果。

[0042] 图5至图7示出了过滤结构10的第二实施例。其中当将气流引导至过滤区域28时,主要非离子化气流13用于在两侧使离子化气流24变平。为了使用主要非离子化气流13使离子化气流24变平,一种实施方式是在过滤区域28中设置节流结构15。结构15此时的实施是凭借适配于过滤区域28的整个长度的材料层,该材料层降低了流动通道18在过滤区域28中的高度。结构15在流动通道18的两个相对边缘上的基底12中。对此,DMS/FAIMS电极33此时位于彼此相对的材料层15的表面上。

[0043] 保持在划分结构11与过滤区域28之间的无结构的间隙19现在允许侧流13的转向,结合的流24*适配于进入过滤区域28。中间的有效流24的变平由侧流13的转向实现且提高了性能。节流结构15的入口侧边缘15a是竖直的。然而可选地,这些形状可以是略微弯曲或倾斜的,使得尖锐的边角不会产生问题。

[0044] 图6和图7示出了如何将流13、24送至过滤结构10,并由此送至流动通道18的示意性实例。此外,该图示意性示出了紧随过滤结构10之后的分析器16。气流13、24可以从结构10的不同侧送至结构10,甚至从同一侧,这取决于实施方式。

[0045] 在图6的实施例中,主要非离子化气流13是通过将中性的保护气流13送至流动通道18来形成的。如果过滤结构10是在通常的操作状态下进行检测,其中电极33位于流动通道18的上表面和下表面上,则离子化流24从过滤结构的端部送至过滤结构10而不改变方向。中性流13从过滤结构的上方和下方送至过滤结构10。

[0046] 图7的实施例示出了该实施例的一个实例,其中狭窄的离子流24的产生是通过中和多个侧流13。现在待送至过滤结构10的气流可以都是来自离子化器的相同的离子化气流24',且例如在通常的操作状态下从上方引导至过滤结构10。在这种情况下,非离子化气流13仅在流动通道18中通过中和气流24'的一部分形成主要。为了中和多个侧流13,将流动通道18划分为多个部分的结构11适配有电极工具38,这些电极工具设置到送至流动通道18的离子化气流24'的中和部分,由此产生主要非离子化气流13。该实施例具有实施简单的优点。当在结构10的帮助下产生离子化流24和中性流13时,完全不需要“纯粹”的流作为保护且用于送至结构10。

[0047] 在两个实施例中,多个流24、13在设置在流动通道18中的划分结构11之后的结合形成单个流24',从而使离子化流24保持其本身相对于通道18的截面狭窄的带,例如保持在

通道18的中心。可以在DMS/FAIMS过滤器10内实施与二阶类似的气流设置,此时通道迁移率的中和会降低且信噪比会改进。在根据本发明的类似二阶的结构中,这些流可以如图所示地设置且设置为保持离子化区域26,除非其被单独地干扰。

[0048] 图6和图7示意性示出离子在设置用于测量的电场中的分析器16中的飞行轨迹24a。这不影响流动剖面,因为该浓度相对于质量流是不存在的。使用电极16a和相对电极16b产生测量区域或执行测量。使用电极,例如进行离子的迁移率的分析,即可以使用永久电场,也可以按照改变到达电极的所谓边界迁移率的方式变化电场的量级,使不同的迁移指向不同的电极。

[0049] 图8示出了结构10的尺寸或尺寸比的另外几个实例。DMS电极33(即区域28)在流动方向(即在结构10的纵向方向)上的长度 L_{DMS} 可以是例如10-80mm。流动通道18的高度D可以是例如1-10mm。节流结构15的厚度与流动通道18的整个高度H的比例可以是例如25-75%。由划分结构11形成的次流通道的高度S可以是例如0.1-2mm。流动通道18的高度D与次流通道之间的高度的比例可以是 $D>3S$,然而优选为 $D<10S$ 。

[0050] 节流结构15在DMS/FAIMS电极33的区域中的厚度W可以是侧流通道的高度S的50-90%。多个节流板15使过滤区域28在入口侧变窄,这使得流24*在划分结构11之后变平。

[0051] 图9a和图9b示出了将流13、24送至过滤结构10的另一种方式。图9b示出了图9a的过滤结构10的从端部看、从送到结构10的气流13、24的入口点看的剖面。在该实施例中,如果过滤结构10在通常的操作状态下进行检测,此时电极33在流动通道18的上壁和下壁12中,则流13、24从侧面送至过滤结构10。本实施例特别的优点在于过滤结构10的制造,特别是当部件10的部分是由注射模塑法或一些允许从单个部件制成整体通道的其它方法制作时。当气流13、24以这种方式送至过滤结构10时,可以在过滤结构10中轻易地设置气-流关系。

[0052] 在该实施例中,离子化气流24从过滤结构10的一侧被传送至由被装配到流动通道18的壁结构11限定的次通道。对此,非离子化保护流13从过滤结构10的相反一侧送至由被装配到流动通道18的壁结构11和流动通道18的外壁12限定的下通道。另一种方式是从结构10的同一侧送入所有流13、24。

[0053] 侧流13的设置使得中间流24在通道18中间形成狭窄的、扁平的部分。根据一个实施例,流13、24可以是在同样尺寸的次通道中的同一量级(相同质量流)。然而,对装置10的质量的一种测量是在中间的流24相对于整体的流的狭窄程度(越狭窄越好)。侧通道的高度可以随着质量流改变,其改变方式使得不同通道中的流速几乎相同。在这种情况下,当流13、24结合时,中间流24的湍流或扩散将不会发生。使用单一大小的通道可以是最优的,其中相同的质量流在所有单一大小通道中产生相同的速度。然而,不排除不同大小的通道,因为在实际装置中,大的侧流通道在一些情况下可以是显著有利的。中间通道和侧通道的流量比可以是1:2,甚至1:200。换言之,来自侧通道的流可为每分钟200升,而来自中间的流可为每分钟1公升,但在该情况下,尺寸当然应当相当大。

[0054] 应当理解,以上描述和相关附图仅旨在描述本发明。因此本发明不仅限于公开的实施例或权利要求书中的陈述,而是在所附的权利要求书中限定的发明构思范围之内可行的本发明的许多变化和适用,这对本领域技术人员是显而易见的。

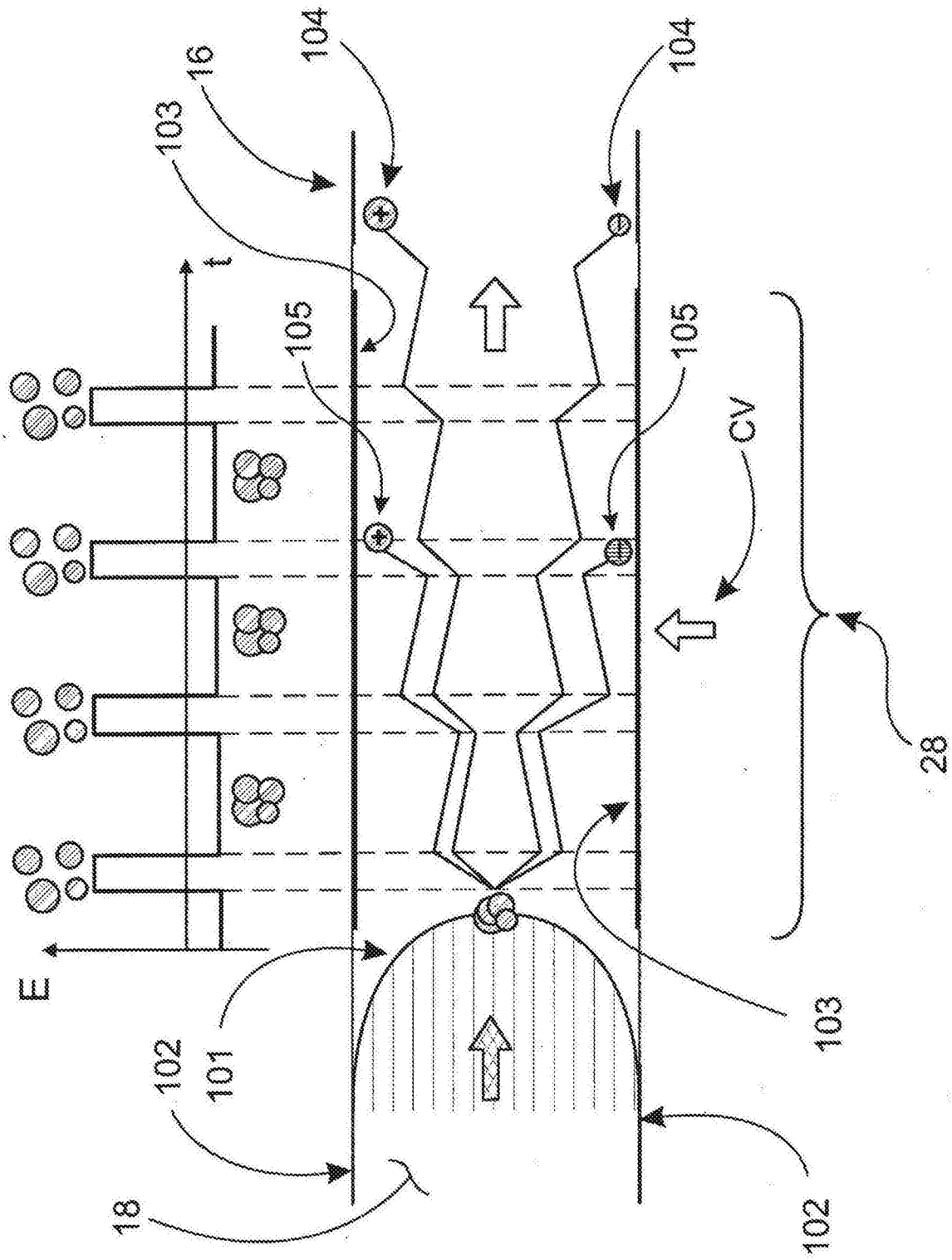


图1

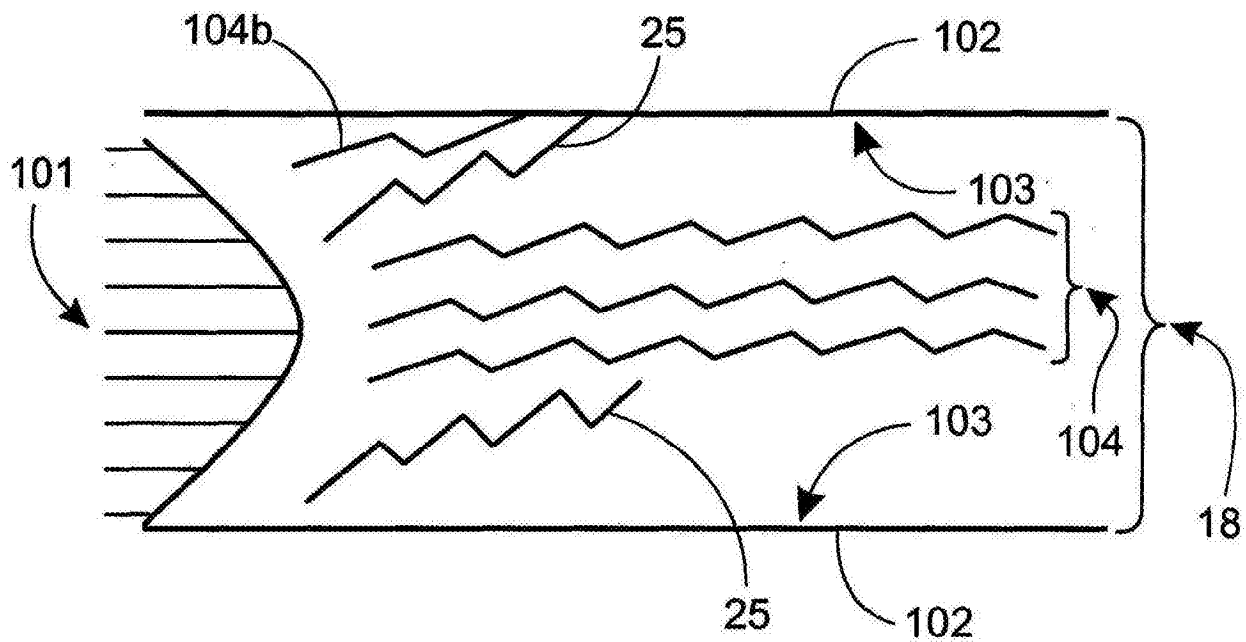


图2

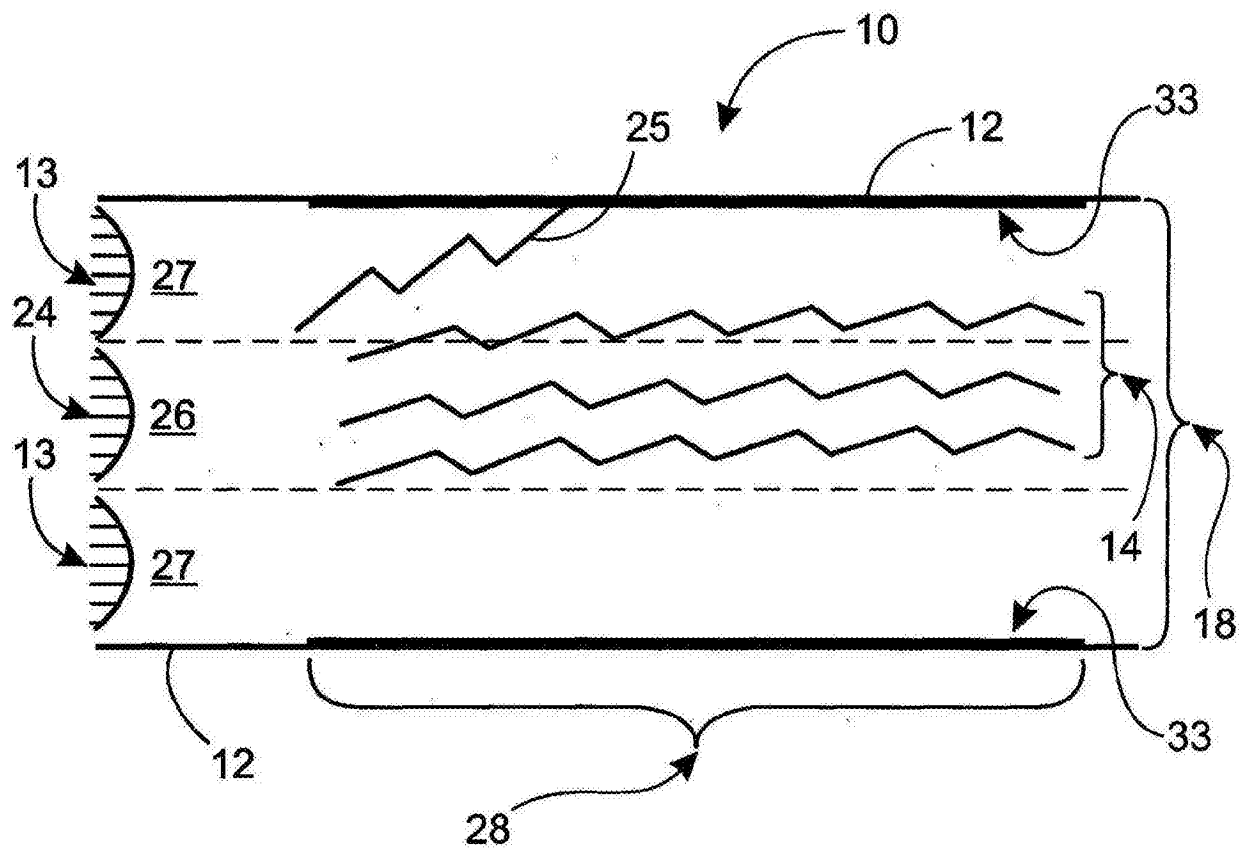


图3

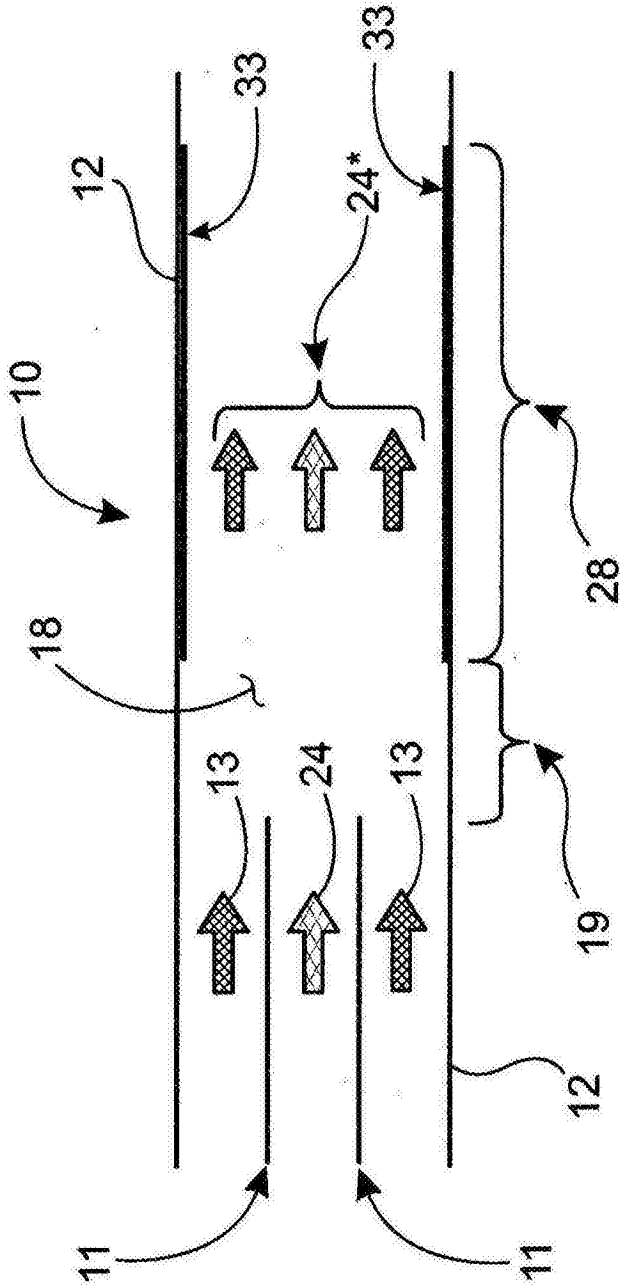


图4

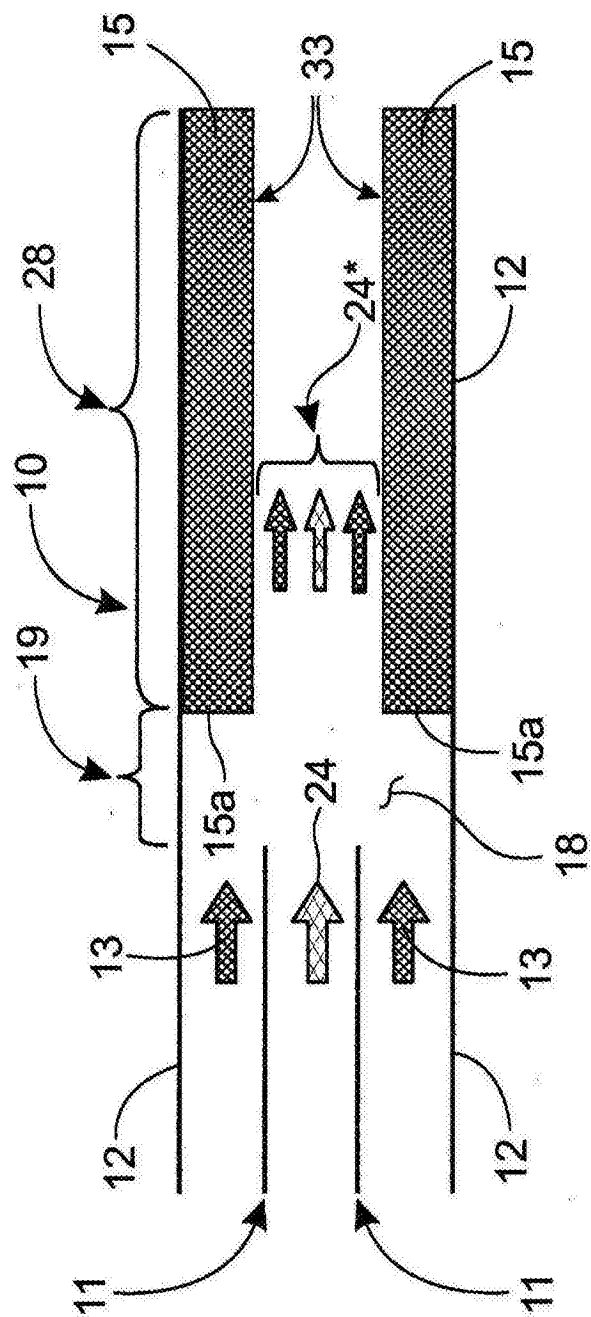


图5

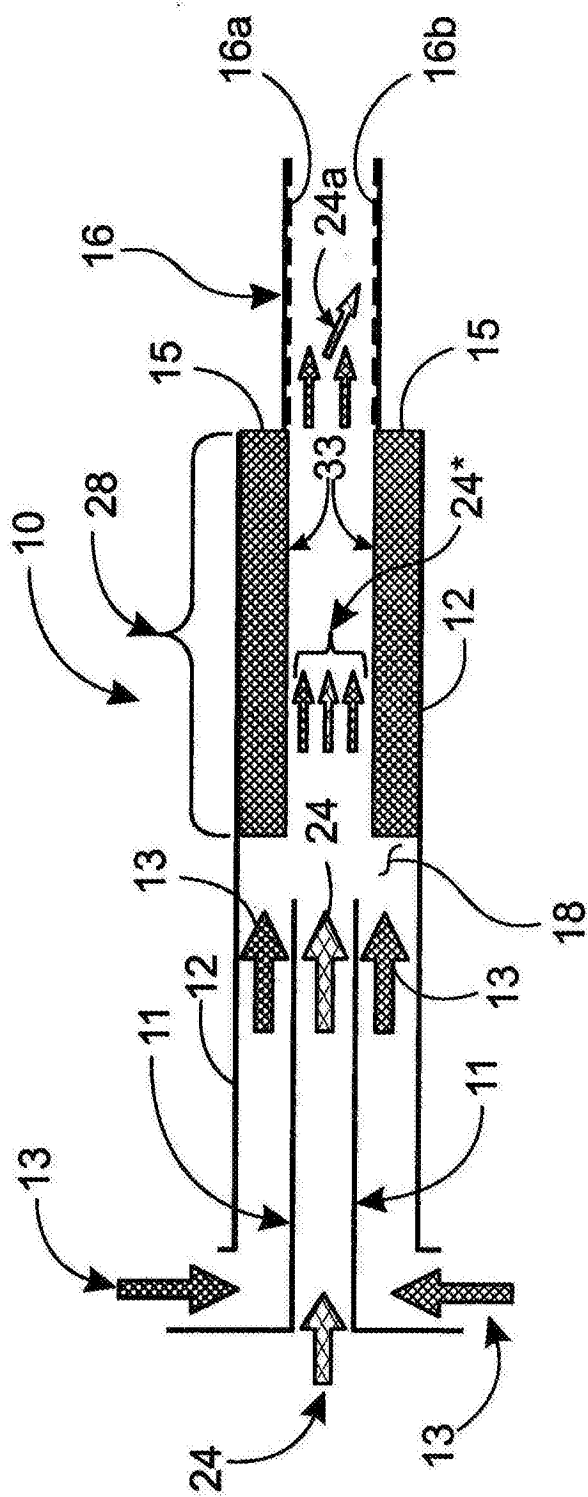


图6

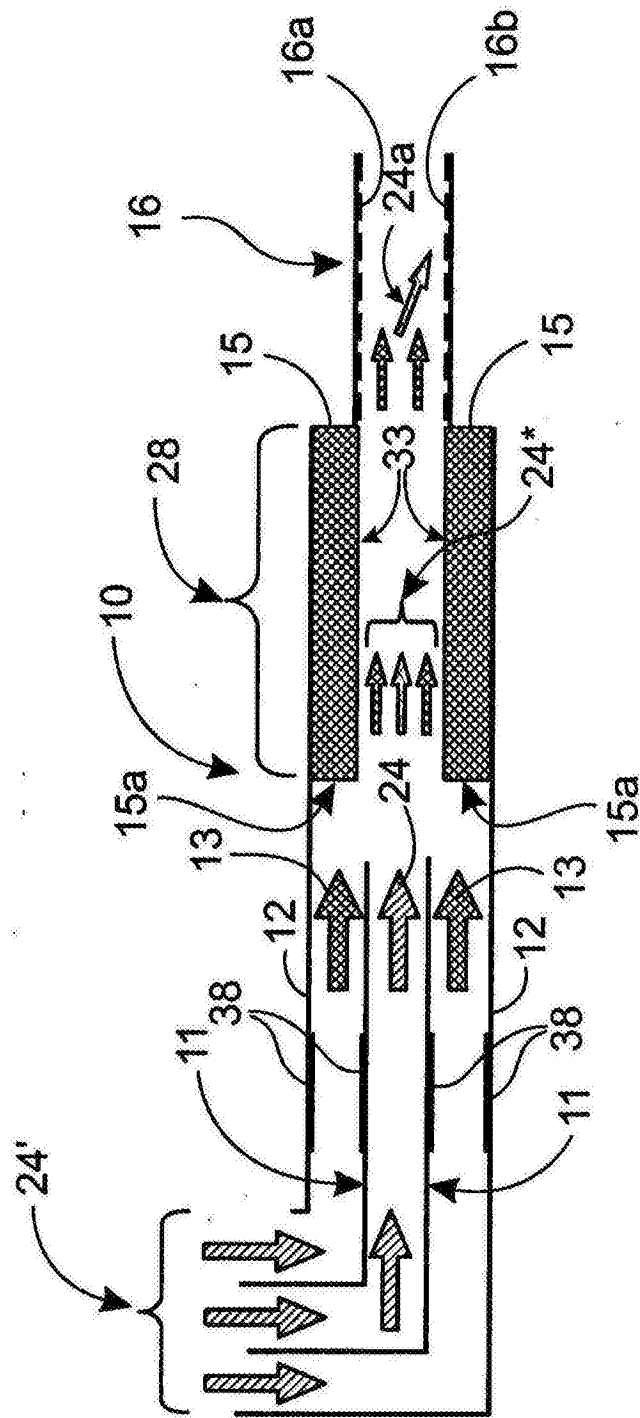


图7

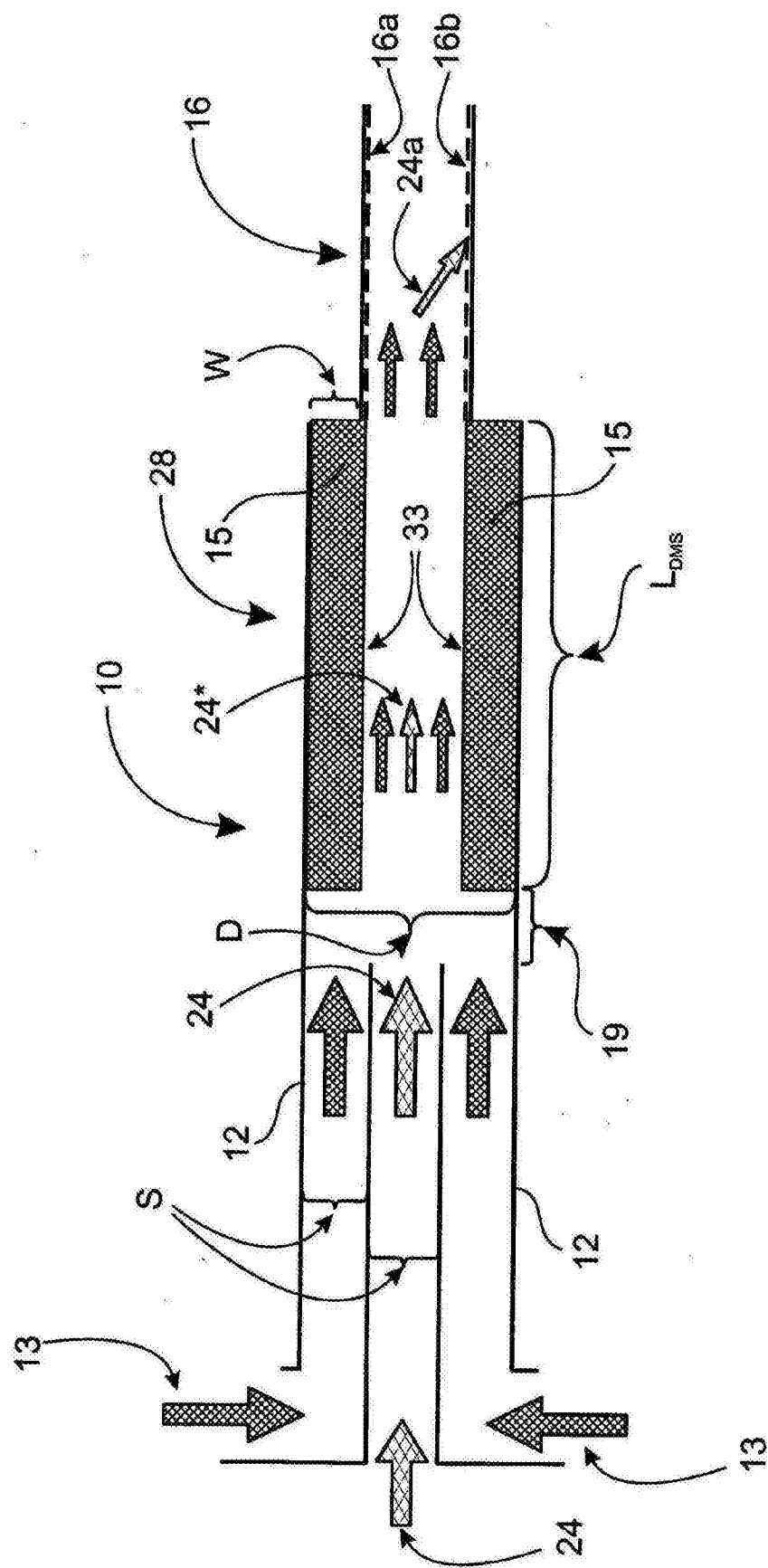


图8

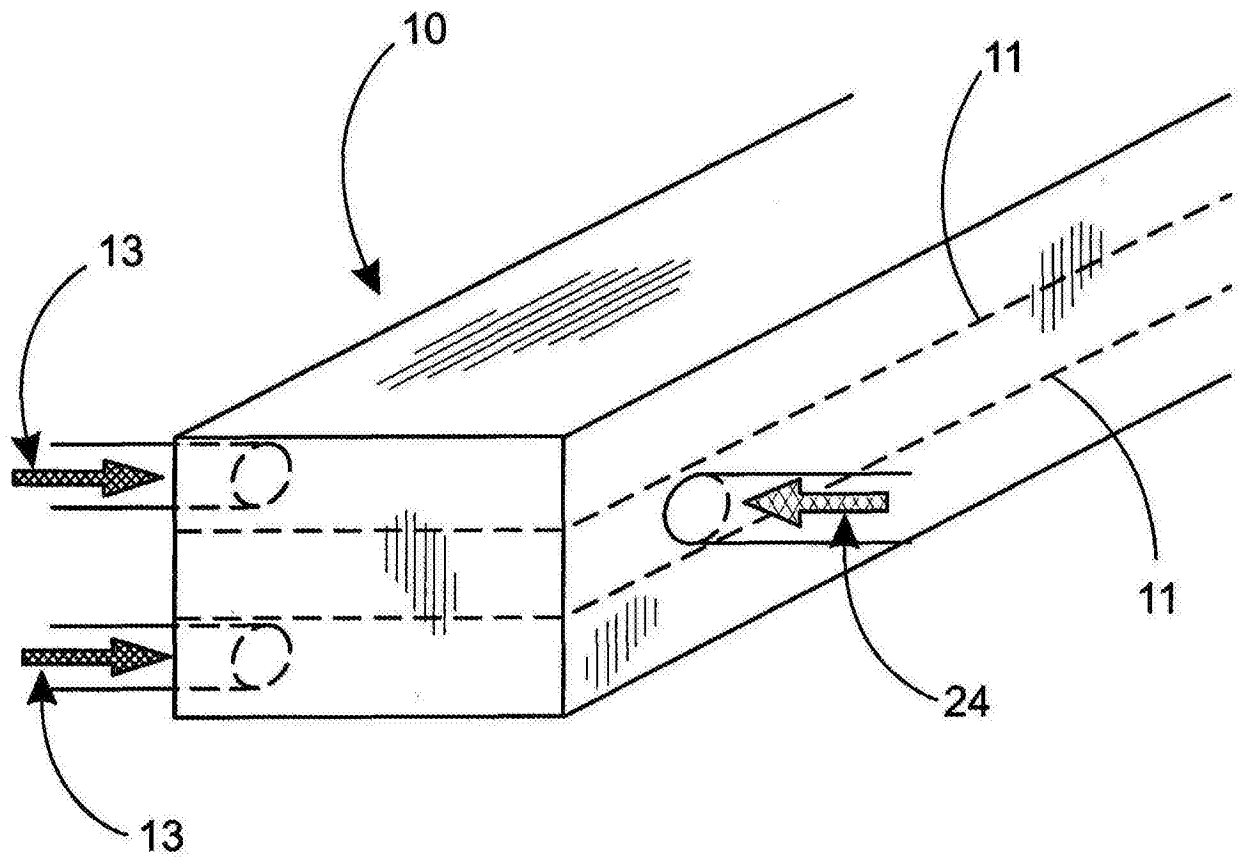


图9a

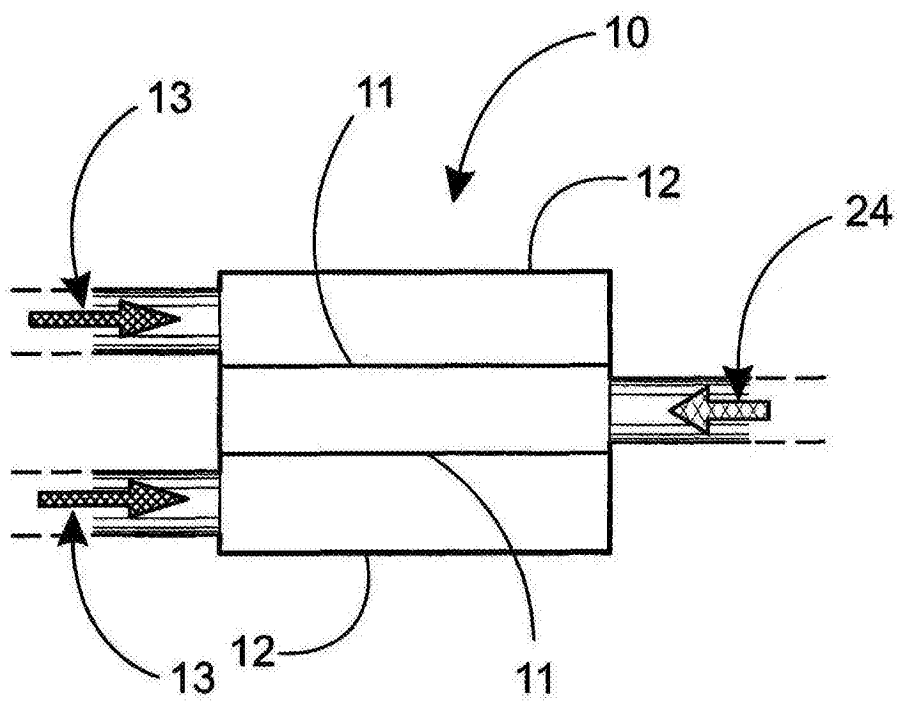


图9b