



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101961679 A

(43) 申请公布日 2011.02.02

(21) 申请号 201010239922.X

(22) 申请日 2010.07.26

(30) 优先权数据

0912936.2 2009.07.24 GB

(71) 申请人 戴森技术有限公司

地址 英国威尔特郡

(72) 发明人 卢卡斯·霍恩

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 葛青

(51) Int. Cl.

B03C 3/155(2006.01)

B03C 3/41(2006.01)

A47L 9/12(2006.01)

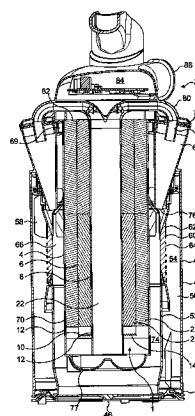
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 10 页

(54) 发明名称

过滤器

(57) 摘要

本发明涉及一种静电过滤器,具体但非排它地,本发明涉及一种用于去除灰尘颗粒的静电过滤器,例如用于真空吸尘器、风扇或空调中的静电过滤器。该静电过滤器包括位于第一和第二电极之间的过滤介质,在使用中每个电极处于不同电压,以使得跨越过滤介质形成电势差,第一和第二电极基本无孔。



1. 一种静电过滤器,包括位于第一电极和第二电极之间的过滤介质,在使用中所述第一和第二电极的每一个处于不同的电压,使得跨越过滤介质形成电势差;所述第一和第二电极基本无孔。

2. 如权利要求 1 所述的静电过滤器,其中,所述过滤介质具有长度,所述第一和第二电极沿该过滤介质的长度是无孔的。

3. 如权利要求 1 或 2 所示的静电过滤器,其中,所述第一和第二电极沿它们的整个长度是无孔的。

4. 如前面任一项权利要求所述的静电过滤器,其中,所述过滤介质与第一和 / 或第二电极接触。

5. 如前面任一项权利要求所述的静电过滤器,其中,所述过滤介质是电阻性过滤介质。

6. 如前面任一项权利要求所述的静电过滤器,其中,还包括至少一个电晕放电器件。

7. 如权利要求 6 所述的静电过滤器,其中,所述电晕放电器件包括至少一个大曲率的电晕放电电极和至少一个小曲率的电极。

8. 如权利要求 7 所述的静电过滤器,其中,所述电晕放电电极由第一或第二电极的一部分形成。

9. 如权利要求 7 所述的静电过滤器,其中,所述小曲率电极由第一或第二电极的一部分形成。

10. 如权利要求 7 所述的静电过滤器,其中,所述电晕放电电极远离所述第一和第二电极。

11. 如前面任一项权利要求所述的静电过滤器,其中,所述电极是平面电极。

12. 如前面任一项权利要求所述的静电过滤器,其中,所述第一和 / 或第二电极用具有 0.1mm、或 0.25mm、或 0.5mm、或 1mm、或 1.5mm、或 2mm 至 2.5mm、或 3mm、或 4mm 厚度的导电钢板或箔形成。

13. 如前面任一项权利要求所述的静电过滤器,其中,所述过滤介质是由聚酯获得的开孔网状聚氨酯泡沫体。

14. 如前面任一项权利要求所述的静电过滤器,其中,所述过滤介质的孔尺寸沿其长度变化。

15. 一种真空吸尘器,包括如前面任一项权利要求所述的静电过滤器。

过滤器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种静电过滤器。具体但非排它地,本发明涉及一种用于从气流中去除灰尘颗粒的静电过滤器,例如用在真空吸尘器、风扇或空调中的静电过滤器。

背景技术

[0002] 众所周知,可使用如泡沫过滤器、旋风分离器和静电分离器之类的机械过滤器将诸如脏物和灰尘这样的颗粒从流体流中分离,在静电分离器中灰尘颗粒带电荷并随后被吸引到另一带相反电荷的表面,用于收集。

[0003] 公知的旋风分离设备包括用在真空吸尘器中的那些设备。已知这种旋风分离设备包括用于将相对较大的颗粒分离的低效率旋风器和位于低效率旋风器下游的高效率旋风器,高效率旋风器用于分离仍留在气流中的细小颗粒(例如见 EP 0 042 723B)。

[0004] 公知的静电过滤器包括摩擦静电过滤器和驻极体介质过滤器。这种过滤器的例子描述于 EP0815788、US7179314 和 US6482252 中。

[0005] 这种静电过滤器制造费用相对便宜,但受到的不利影响是它们的电荷随时间消散,导致它们的静电性能降低。这又将降低静电过滤器可收集的灰尘量,这将缩短静电过滤器本身的寿命和任何其他下游过滤器的寿命。

[0006] 公知的静电过滤器还包括这样的过滤器,其使气流中的灰尘颗粒以某种方式带电荷,随后经过带电荷的收集电极上方或周围以便收集。这种过滤器的例子描述于 JP2007296305 中,其中,气流中的灰尘颗粒在它们经过“电晕放电”金属线时带电荷并随后陷落在位于电晕放电金属线下游的导电过滤介质中。这种结构的缺点是它们的效率相对不高、用相对较贵的材料制造、且收集电极需要不断维护,以维持它们不受所收集灰尘的影响。一旦收集电极敷有一层灰尘,它们的效率将低得多。

[0007] 另一例子显示在 GB2418163 中,其中,气流中的灰尘颗粒在它们经过位于旋风器内侧的电晕放电金属线时带电荷。带电荷的灰尘颗粒随后陷落于涂覆有导电涂层的旋风器壁上。尽管该结构很紧凑,但是其存在的缺点是灰尘收集在旋风器内侧。这不仅需要不断地且艰难地维护以从旋风器的壁上去除灰尘,而且陷落于旋风器内侧的任何灰尘都会影响旋风气流,降低旋风器本身的分离效率。

[0008] 另一例子显示于 US5593476 中,其中,过滤介质位于两个可渗透电极之间,且气流穿过电极并穿过过滤介质。

[0009] 人们期望静电过滤器的效率尽可能高(即尽可能高比例地能从气流中分离非常细小的灰尘),同时维持适度的工作寿命。还期望静电过滤器上不会形成太大的压力降。

[0010] 由此需要提供高效率 and 长工作寿命的静电过滤器。在某些应用中,例如在家用真空吸尘器应用中,要求将器具制造得尽可能紧凑,又不牺牲器具的性能。还需要构造更简单且能方便地装入器具中的静电过滤器。

发明内容

[0011] 因此,本发明提供一种静电过滤器,包括位于第一和第二电极之间的过滤介质,每个电极在使用中处于不同电压,以使得跨越过滤介质形成电势差。优选第一和第二电极基本上无孔。优选过滤介质具有长度,且第一和第二电极沿过滤介质的长度是无孔的。在最优选的实施例中,第一和第二电极沿其整个长度无孔。

[0012] 本说明书中所用的术语“无孔”应理解为意味着第一和第二电极具有连续的密实表面而没有穿孔、孔或间隙。在一优选实施例中,第一和第二电极是无孔的,致使在使用过程中气流沿电极的长度行进通过过滤介质。理想的是,气流不穿过第一或第二电极。

[0013] 在使用期间空气不得流过电极的这种结构是有利的,因为其可以减小静电过滤器上的压降。此外,因为电极是无孔的,所以它们的表面积比如果电极有孔的表面积更大。这可以改善静电过滤器的总体性能。

[0014] 在一优选实施例中,过滤介质可以是电阻性过滤介质。本说明书中使用的术语“电阻性过滤介质”应理解为意味着过滤介质在 22°C 时的电阻率为 1×10^7 到 1×10^{13} 欧姆-米。在最优选的实施例中,过滤介质在 22°C 时可具有 2×10^9 到 2×10^{11} 欧姆-米的电阻率。过滤介质的电阻率可以沿过滤介质的长度改变。在一具体实施例中,电阻率可沿下游方向减小。

[0015] 该静电过滤器利用跨越过滤介质形成的电势差在过滤介质本身中收集灰尘,而不是收集于收集电极上。与之前的静电过滤器相比,这种结构的优势在于没有需要清理的收集电极。因为过滤介质的灰尘保持能力,这可以减少维护的需要并可增长过滤器的寿命。

[0016] 由于电阻性过滤介质具有负载可形成电势差,因此仅有小电流流过过滤介质。但是,电场可能干扰任何正电荷和负电荷在电阻性过滤介质的纤维中的分配,使得它们排布在各自的电极上。此过程可使灰尘结合于或稳定于过滤介质的纤维上,因为穿过过滤器的气流中的灰尘颗粒将被吸引到过滤介质的相应正端和负端。这有利于使灰尘颗粒陷落于过滤介质本身中而不必将灰尘颗粒捕获在带电荷的电极上。

[0017] 此外,因为静电过滤器基本是一个部件,即过滤介质位于第一和第二电极之间,所以可以比之前的结构更紧凑,因此更便于组装。也可以将静电过滤器定位在器具的任何气流中。这有利于允许将该过滤器用在家用真空吸尘器中。

[0018] 在一实施例中,过滤介质可以与第一和/或第二电极接触。在一优选实施例中,过滤介质可沿其整个长度与第一和/或第二电极接触,例如使得过滤介质夹在第一和第二电极之间。优选在过滤介质与第一和第二电极之间没有间隙。

[0019] 在一具体优选实施例中,第一和第二电极形成空气路径的壁的至少一部分,且过滤介质沿其全部长度与壁接触,因此在使用期间含有灰尘颗粒的气流必须沿空气路径穿过过滤介质。

[0020] 本静电过滤器还可包括至少一个电晕放电器件,过滤介质布置在电晕放电器件下游。增设电晕放电器件可利于提高静电过滤器的效率。这是因为电晕放电器件有助于使气流中的任何灰尘颗粒在它们穿过过滤介质之前带电荷,由此有助于增加灰尘颗粒吸引到过滤介质。

[0021] 在一优选实施例中,电晕放电器件可以包括至少一个大曲率电晕放电电极和至少一个小曲率电极。因为可以产生大量离子源以便让气流中的任何灰尘颗粒带电荷,所以这种结构很有利。这些带电荷的灰尘颗粒随后更容易借助过滤介质被过滤出,使用期间跨越

该过滤介质具有电势差。

[0022] 电晕放电电极可以是任何合适的形式,只要其具有比小曲率电极更大的曲率。换句话说,优选电晕放电电极具有的形状能使其表面处的电场大于小曲率电极表面处的电场。合适的结构的例子可以如下,即电晕放电电极是一或多个金属线、点、针头或锯齿状部,而小曲率电极是围绕它们的管。或者,小曲率电极是平板。

[0023] 在一具体实施例中,电晕放电电极可由第一或第二电极的一部分形成。在一优选实施例中,电晕放电电极呈一点或多点的形式,所述点由第一或第二电极的下游边缘形成或在下游边缘上形成。下游边缘可以是第一或第二电极的下边缘或上边缘,这取决于静电过滤器的方位和在使用期间空气进入静电过滤器的方向。理想的是,第二电极的下边缘或上边缘呈锯齿状,以形成电晕放电电极。

[0024] 小曲率电极也可以由第一或第二电极的一部分形成。在一具体实施例中,小曲率电极由第一或第二电极的下游部分形成或形成于该下游部分上。再者,下游部分可以是第一或第二电极的上部或下部,这取决于静电过滤器的方位和使用期间空气进入静电过滤器的方向。

[0025] 在一优选实施例中,第二电极的下边缘呈锯齿形,以形成电晕放电电极,而第一电极的下部形成小曲率电极。在一替换实施例中,第二电极的上边缘呈锯齿形,以形成电晕放电电极,而第一电极的上部形成小曲率电极。

[0026] 因为不需要形成电晕放电电极或小曲率电极的单独部件,所以这些结构是有利的。

[0027] 优选电晕放电电极和/或小曲率电极可从过滤介质上游表面的上游突出。理想的是,放电电极和/或小曲率电极可以在过滤介质上表面的上方或下表面的下方突出。在一具体实施例中,小曲率电极从电晕放电电极的下表面上游和下游两者突出。这是有利的,因为其有助于使得上面形成离子场的体积最大化,以用于在灰尘颗粒穿过离子场时使灰尘颗粒带电荷的几率最大。

[0028] 在一具体实施例中,第一电极的电压可比第二电极的电压高。或者,第二电极可具有比第一电极高的电压。理想的是,第一电极处于 0 伏或 $\pm 2\text{kV}$ 。第二电极的电压可以或者比第一电极的电压高或者比第一电极的电压低。在一优选实施例中,第一电极具有比第二电极高的电压。在一具体优选实施例中,第一电极处于 0 伏或 $\pm 2\text{kV}$,而第二电极可以从 ± 2 、或 4、或 5、或 6、或 7、或 8、或 9 到 10、或 11、或 12、或 13、或 14 或 15kV。在最优选实施例中,第二电极可以从 -2 或 -4 到 -10kV。

[0029] 在一替换实施例中,电晕放电电极可以远离第一和第二电极。在这种实施例中,电晕放电电极可以是一或多个金属线、针、点或锯齿状部的形式。在这种实施例中,小曲率电极仍可由第一或第二电极的一部分形成。在一具体实施例中,第二电极的一部分可以形成小曲率电极。

[0030] 在另一替换实施例中,可使电晕放电器件、即电晕放电电极和小曲率电极二者位于远离第一和第二电极之处。

[0031] 第一和第二电极可以具有任何合适的形状,例如它们可以是平面,且过滤介质可以夹在这些层之间。平面电极可以具有任何合适的形状,例如方形、矩形、圆形或三角形。电极可以具有不同尺寸。

[0032] 可供选择的是,第一和/或第二电极可以呈管状,例如它们的横截面可以呈圆形、

方形、三角形或任何其他合适形状。在一具体实施例中，电极可以呈圆柱形，过滤介质位于电极柱体之间。在一优选实施例中，可将第一和第二电极定位为与过滤介质同心，该过滤介质同心地定位在它们之间。

[0033] 静电过滤器也可进一步包括一或多个其他电极。所述一或多个其他电极也可以具有任何合适的形状，例如平面形或圆柱形。优选所述一或多个其他电极是无孔的。

[0034] 在第一和第二电极是圆柱形的实施例中，静电过滤器例如还可以包括第三电极。在这种实施例中，第二电极可以位于第一和第三电极之间。在这种实施例中，第二电极可以同心地位于第一电极和第三电极之间。在这种实施例中，另一过滤介质可以位于第二电极和第三电极之间。再者，优选使用期间第二电极和第三电极的每一个处于不同电压，使得跨越该另一过滤介质形成电势差。

[0035] 在一具体实施例中，使用期间第一电极和第三电极可以处于相同电压。第二电极可以或者带正电荷或者带负电荷。理想的是，第二电极带负电荷。第一电极和第三电极的电压可以或高于第二电极电压或低于第二电极电压。在一优选实施例中，第一电极和第三电极的电压可以高于第二电极的电压。在一特别优选的实施例中，第一电极和第三电极可以处于 0 伏或 $\pm 2\text{kV}$ ，而第二电极可以为 ± 2 、或 4 或 10kV 。在最优选实施例中，第二电极可以处于 -10kV 。

[0036] 在一实施例中，静电过滤器可以包括多个圆柱形电极，这些电极相对于彼此同心地布置，其中过滤介质位于相邻电极之间，其中，相邻电极在使用期间处于不同电压，使得跨越每个过滤介质形成电势差。

[0037] 在一替换实施例中，静电过滤器可以包括多个平面电极，它们彼此平行地或基本平行地布置，其中，过滤介质位于相邻电极之间，且其中，相邻电极在使用期间处于不同电压，使得跨越每个过滤介质形成电势差。

[0038] 电极可以用任何合适的导电材料形成。优选第二电极可以用导电金属板形成，该金属板的厚度从 0.1mm、或 0.25mm、或 0.5mm、或 1mm、或 1.5mm、或 2mm 至 2.5mm、或 3mm、或 4mm。理想的是，第一和 / 或第二和 / 或第三电极用厚度从 0.1mm、或 0.25mm、或 0.5mm、或 1mm、或 1.5mm、或 2mm 至 2.5mm、或 3mm、或 4mm 的导电金属箔形成。

[0039] 额外地或替换地，可用一或多个电极覆盖过滤介质。例如，过滤介质的一或多个表面可以覆盖有导电层。

[0040] 过滤介质可由任何合适的材料制成，例如由玻璃、聚酯、聚丙烯、聚氨酯或任何其他合适的塑性材料制成。在一优选实施例中，过滤介质是开孔网状泡沫材料 (open cell reticulated foam)。例如，聚氨酯泡沫材料。去除泡沫材料中的胞形窗口 (cell windows) 以便形成完全开孔网状组织时可形成网状泡沫材料。这类过滤介质特别有利，因为泡沫材料可以在气流中保持其结构。聚氨酯泡沫材料可从聚酯或聚醚获得。

[0041] 沿过滤介质的长度可改变过滤介质的孔尺寸 / 直径、PPI 或类型。例如，孔尺寸可以沿下游方向减小或增加。在本说明书中使用的术语“孔尺寸”和“孔直径”可以互换。用于测量平均孔尺寸 / 直径和计算每英寸孔数的方法将在具体描述中给出。

[0042] 这种孔尺寸的变化可以是发生在单个过滤介质中的渐变，或可以使过滤介质的多个段一起形成跨过其长度具有变化孔尺寸的过滤介质。PPI 也可以沿下游方向减小或增加、或替换地可以以其他随机或非随机的方式改变。

[0043] 过滤介质或其段可以具有每英寸 3、或 5、或 6、或 8、或 10、或 15、或 20、或 25、或 30 到 35、或 40、或 45、或 50、或 55、或 60 个孔 (PPI), 平均孔直径从 0.4、或 0.5、或 1、或 1.5、或 2、或 2.5、或 3、或 3.5 到 4、或 4.5、或 5、或 5.5、或 6、或 6.5、或 7、或 7.5、或 8、或 8.5mm (或 400 微米到 8500 微米)。在一优选实施例中, 过滤介质或其段可以从 8 到 30PPI, 而平均孔直径从 1.5mm 到 5mm。在另一优选实施例中, 过滤介质或其段可以从 3 到 30PPI, 平均孔直径从 1.5mm 到 8mm。最优选的是, PPI 可以从 3 到 10PPI。在一优选实施例中, 过滤介质的上游部分 / 段可以具有 3PPI 的 PPI, 而下游部分 / 段可以具有 6PPI 的 PPI。在一优选实施例中, 过滤介质的上游部分 / 段可以具有 7200 微米 (7.2mm) 的平均孔直径, 而下游部分 / 段可以具有 4500 (4.5mm) 的平均孔直径。

[0044] 本发明的第二方面提供了一种包括如上所述静电过滤器的真空吸尘器。在一具体实施例中, 真空吸尘器可以包括空气路径, 且导电金属箔可以覆盖空气路径的至少一部分, 以形成电极。在一具体实施例中, 空气路径是非旋涡式空气路径。

附图说明

- [0045] 下文将参照附图并以举例方式描述本发明。附图中：
- [0046] 图 1 的示意图示出了贯穿本发明的静电过滤器的截面；
- [0047] 图 2a 的示意图示出了贯穿本发明的静电过滤器的截面；
- [0048] 图 2b 是图 2a 所示静电过滤器的侧视图；
- [0049] 图 3 的示意图示出了贯穿本发明的静电过滤器的截面；
- [0050] 图 4 的示意图示出了贯穿本发明的静电过滤器的截面；
- [0051] 图 5 的示意图示出了贯穿本发明的静电过滤器的截面；
- [0052] 图 6 的示意图示出了贯穿本发明的静电过滤器的截面；
- [0053] 图 7 的示意图示出了贯穿本发明的静电过滤器的截面；
- [0054] 图 8a 示出了贯穿本发明的并入静电真空吸尘器的旋风分离设备的纵向截面；
- [0055] 图 8b 示出了贯穿图 8a 所示旋风分离设备的水平截面；
- [0056] 图 9 示出了贯穿本发明的并入静电真空吸尘器的旋风分离设备的截面；
- [0057] 图 10a 示出了贯穿本发明的并入静电真空吸尘器的旋风分离设备的纵向截面；
- [0058] 图 10b 示出了图 10a 所示旋风分离设备的水平截面；
- [0059] 图 11 是装入了图 8、9 或 10 所示旋风分离设备的筒式真空吸尘器；
- [0060] 图 12 是装入了图 8、9 或 10 所示旋风分离设备的立式真空吸尘器。

具体实施方式

- [0061] 整个说明书中类似的附图标记代表类似的部件。
- [0062] 参见图 1 所示的静电过滤器, 其总体用附图标记 1 表示。
- [0063] 可以看到, 静电过滤器 1 包括电阻性过滤介质 2, 该过滤介质被夹在第一无孔电极 4 和第二无孔电极 6 之间并与它们接触。在使用中, 每个第一和第二电极 4、6 处于不同电压, 致使跨越电阻性过滤介质 2 形成电势差。使用期间, 第一电极 4 为 0 伏, 第二电极 6 为 +/-4 到 10kV。电极 4、6 连接到高电压电源 (未示出)。
- [0064] 第一和第二电极 4、6 形成被电阻性过滤介质 2 填充的空气路径的至少一部分, 使

得在使用中带灰尘的空气 A 必须沿第一和第二电极 4、6 的长度穿过电阻性过滤介质 2。跨越电阻性过滤介质 2 产生的电势差导致任何穿过静电过滤器 1 的带电荷灰尘颗粒被吸引到电阻性过滤介质 2 的相应正端和负端,于是导致灰尘颗粒被捕获。当带灰尘的空气 A 中的灰尘颗粒穿过静电过滤器 1 上游的空气通道时,灰尘颗粒可通过摩擦在进入静电过滤器 1 之前带上电荷。

[0065] 图 2a 和 2b 示出了静电过滤器 1 的第二实施例。在该实施例中,静电过滤器 1 还包括电晕放电器件。电晕放电器件包括大曲率电晕放电电极 10 和小曲率电极 12。小曲率电极 12 可以是平表面或弯曲表面。在该实施例中,电晕放电电极 10 呈第二电极 6 的锯齿状下边缘 14 的形式,其在电阻性过滤介质 2 的下表面 16 下方延伸,且小曲率电极 12 是第一电极 4 的延伸部,其突出于电阻性过滤介质 2 的下表面 16 的下方。

[0066] 优选的是,小曲率电极 12 在电晕放电电极 10 的上游和下游两者突出。这有利地使得上面产生电离场的体积最大。

[0067] 在该实施例中,第一和第二电极 4、6 与电晕放电电极 10 和小曲率电极 12 一起形成被电阻性过滤介质 2 部分地填充的空气路径的至少一部分,因此在使用中带灰尘的空气 B 必须经过电晕放电器件,使得带灰尘的空气 B 中的灰尘颗粒带电荷。含有带电荷灰尘颗粒的带灰尘的空气 B 随后必须穿过电阻性过滤介质 2。跨越电阻性过滤介质 2 形成的电势差使得带电荷灰尘颗粒被吸引到电阻性过滤介质 2 的相应正端和负端,于是这些灰尘颗粒被陷落于电阻性过滤介质 2 中。在该实施例中,使用期间第一电极 4 处于 0 伏,而第二电极 6 处于 -4 到 10kV。这也意味着电晕放电电极 10 处于 -4 到 10kV,而小曲率电极 12 处于 0 伏。再者,电极 4、6 连接到高电压电源(未示出)。

[0068] 在图 3 所示的替换实施例中,电晕放电电极 10 可远离第一和第二电极 4、6。在这种实施例中,电晕放电器件的电晕放电电极 10 可以是一或多个金属线、针、点或锯齿形部的形式。在图 3 所示的实施例中,电晕放电电极 10 是金属线 20 的形式,而小曲率电极 12 是第二电极 6。在该实施例中,电晕放电电极 10 和第二电极 6 优选处于不同电压。例如,电晕放电电极可以处于 -4 到 10kV,而形成小曲率电极 12 的第二电极 4 可处于 0 伏。在该实施例中,第一电极 4 也可处于比第二电极 6 更低或更高的电压,例如第一电极 4 可以处于 + 或 -4 到 10kV。

[0069] 在该实施例中,空气通道至少部分地由第二电极 6 形成。带灰尘的空气 C 流过该空气通道,且电晕放电器件使得灰尘颗粒带电荷。含有带电荷灰尘颗粒的带灰尘的空气 C 随后穿过位于第一电极 4 和第二电极 6 之间的电阻性过滤介质 2 进入空气路径。再者,跨越电阻性过滤介质 2 产生的电势差使带电荷灰尘颗粒被吸引到电阻性过滤介质 2 的相应正端与负端,于是这些灰尘颗粒被捕获在电阻性过滤介质 2 内。

[0070] 在另一替换实施例中,可将整个电晕放电器件、即电晕放电电极 10 和小曲率电极 12 两者定位为远离第一和第二电极 4、6。这种实施例可见于图 4。

[0071] 该实施例包括设置在第一和第二电极 4、6 上游的至少一个小曲率电极 12 和至少一个电晕放电电极 10。带灰尘的空气 D 流过包含至少一个电晕放电电极 10 和至少一个小曲率电极 12 的空气通道,且灰尘颗粒借助电晕放电器件带电荷。含有带电荷灰尘颗粒的带灰尘的空气 D 随后穿过电阻性过滤介质 2 进入空气通道,该电阻性过滤介质位于第一电极 4 和第二电极 6 之间。再者,跨越电阻性过滤介质 2 产生的电势差使得带电荷灰尘颗粒被

吸引到电阻性过滤介质 2 的相应正端和负端,于是这些灰尘颗粒被捕获于电阻性过滤介质 2 中。

[0072] 本发明的其他实施例显示于图 5 中。可以看到,静电过滤器 1 还包括第三电极 8。在该实施例中,另一电阻性过滤介质 2 定位在第二电极 6 和第三电极 8 之间。使用期间优选第二和第三电极 6、8 的每一个处于不同电压,使得跨越该另一电阻性过滤介质 2 形成电势差。小曲率第二电极 12 从第三电极 8 延伸并在第二电阻性过滤介质 2 的下表面 16 下方突出。

[0073] 优选小曲率第二电极 12 于电晕放电电极 10 的上游和下游两者突出。再次,这使得上面产生电离场的体积最大化。

[0074] 在该实施例中,第一、第二和第三电极 4、6、8 与电晕放电电极 10 和小曲率电极 12 一起形成被电阻性过滤介质 2 部分地填充的空气路径的至少一部分,使得使用中带灰尘的空气 E 必须经过电晕放电器件,致使带灰尘的空气 E 中的灰尘颗粒带电荷。然后含有带电荷灰尘颗粒的带灰尘的空气 E 必须穿过任一电阻性过滤介质 2。跨越电阻性过滤介质 2 产生的电势差导致带电荷灰尘颗粒被吸引到电阻性过滤介质 2 的相应正端和负端,于是这些灰尘颗粒被捕获于电阻性过滤介质中。

[0075] 在上述所有实施例中,空气路径至少部分地由第一电极 4、第二电极 6、也可能还有第三电极 8 所限定。然而,静电过滤器 1 还可包括一或多个壁,这些壁与电极 4、6、8 一起形成空气路径,使得带灰尘的空气 A、B、C、D 或 E 穿过电阻性过滤介质 2。电极 4、6、8 可以具有任何合适的形状,例如它们可以是平面的。这些平面层可以具有任何合适的形状,例如方形、矩形、圆形或三角形。

[0076] 在一替换实施例中,第一电极 4、第二电极 6 以及可能还有第三电极 8 可以呈管状。在这种实施例中,第一和第二电极 4、6 以及可能还有第三电极 8 将限定通过电阻性过滤介质 2 的空气路径。在这种实施例中,不需要额外的壁来形成空气路径。当然,可能的是,电阻性过滤介质 2 可比电极 4、6、(8) 长,由此一些其他壁或结构可以围绕电阻性过滤介质 2 的下侧区域或上侧区域。

[0077] 图 6、7、8a 和 8b 中示出了包括第一、第二和第三管状电极 4、6、8 的实施例。在这些实施例中,电极 4、6、8 呈管状,第二电极 6 同心地布置在第一和第三电极 4、8 之间。可以看到,电极 4、6、8 呈圆柱形,尽管这些电极可以具有任何适当的形状的横截面,例如方形、矩形、三角形或具有不规则形状。

[0078] 在图 6 中可以看到,电阻性过滤介质 2 位于第一和第二电极 4、6 之间及第二和第三电极 6、8 之间。还可看到,在该实施例中,鉴于第一个小曲率电极是第一电极 4 在电阻性过滤介质 2 的下表面 16 下方的延伸部,而第二个小曲率电极是第三电极 8 在电阻性过滤介质 2 的下表面 16 下方的延伸部,静电过滤器 1 包括两个也呈圆柱形的小曲率电极 12。

[0079] 电晕放电电极 10 是第二电极 6 的锯齿状下边缘 14 的形式,其在电阻性过滤介质 2 的下表面 16 下方延伸且本身也呈圆柱形。可看到小曲率电极 12 突出于锯齿状下边缘 14 的上游和下游两者。

[0080] 在该实施例中,空气通道 22 通过静电过滤器 1 的中心形成。该空气通道 22 可用于将带灰尘的空气 F 输送到电晕放电器件。带灰尘的空气 F 流过空气通道 22 朝电晕放电器件输送。随后带灰尘的空气 F 通过电晕放电器件并使灰尘颗粒带电荷。含有带电荷灰尘

颗粒的带灰尘的空气 F 随后通过位于第一和第二电极 4、6 之间的电阻性过滤介质 2 或位于第二和第三电极 6、8 之间的电阻性过滤介质 2，灰尘颗粒被捕获于电阻性过滤介质 2 中。

[0081] 在一替换实施例中，如图 7 所示的实施例，电晕放电电极 10 远离第二电极 6。在该实施例中，电晕放电电极 10 是金属线 20 的形式，而小曲率电极 12 是形成通道 22 的壁的第三电极 8。带尘埃的空气 G 流过该空气通道 22 且灰尘颗粒借助电晕放电器件而带电荷。含有带电荷灰尘颗粒的带灰尘的空气 G 随后通过位于第一和第二电极 4、6 之间的电阻性过滤介质 2 或位于第二和第三电极 6、8 之间的电阻性过滤介质 2，灰尘颗粒被捕获在电阻性过滤介质 2 中。

[0082] 在参照图 5 到 7 所述的所有实施例中，第一和第三电极处于 0 伏而第二电极处于 -4 到 10kV。这也意味着电晕放电电极 10 处于 -4 到 10kV 而小曲率电极处于 0 伏。

[0083] 电极 4、6、8 可以用任何合适的导电材料形成。优选第一、第二和 / 或第三电极 4、6、8 由 0.1mm、或 0.25mm、或 0.5mm、或 1mm、或 1.5mm、或 2mm 到 2.5mm、或 3mm 或 4mm 厚度的导电金属板形成。

[0084] 在上述所有实施例中，电阻性过滤介质 2 可用任何合适的材料形成，例如用从聚酯获得的开孔网状聚氨酯泡沫材料形成。

[0085] 在一优选实施例中，电阻性过滤介质 2 为 3 到 12PPI，优选为 8 到 10PPI，最优选为 3 到 6PPI。但是，电阻性过滤介质 2 的平均孔尺寸、PPI 或类型可以沿其长度改变。例如如图 8a 所示的电阻性过滤介质 2 的孔尺寸沿其长度改变，因为它是由各具有不同孔尺寸的两个部分形成的。在所示实施例中，上游部分具有 3 或 8PPI，而下游部分具有 6 或 10PPI。

[0086] 孔尺寸 / 直径可以用以下方法测量。

[0087] 1) 通过水平截面取得泡沫结构的显微图像，以确保孔一致性。

[0088] 2) 应选择五个独立的孔。

[0089] 3) 每个孔直径的测量精确度不小于 100 微米，且应对五个孔取平均值。

[0090] 4) 该平均孔尺寸（孔直径）以微米或 mm 单位给出。

[0091] 通过将 25400（1 英寸 = 25400 微米）除以孔直径（微米）计算每英寸的孔数。

[0092] 图 8a、8b、9、10a 和 10b 示出了本发明的第二方面，其中，静电过滤器 1 已被装入真空吸尘器的旋风分离设备中。装入了图 8a、8b、9、10a 和 10b 所示的旋风分离设备的真空吸尘器显示于图 11 和 12 中。

[0093] 在图 11 中，真空吸尘器 100 包括主体 24、安装在主体 24 上用于跨要被处理的表面操纵真空吸尘器 100 的轮子 26、及可拆卸地安装在主体 24 上的旋风分离设备 28。软管 30 与旋风分离设备 28 连通，且电机和风扇单元（未示出）承装在主体 24 中，用于将带灰尘的空气经由软管 30 抽吸到旋风分离设备 28 中。通常，地面接合清洁器头（未示出）经由棒联接到软管 30 的远端，以有助于在要被处理的表面上操纵脏空气入口 34。

[0094] 在使用中，经由软管 30 被吸入旋风分离设备 28 的带灰尘的空气在旋风分离设备 28 中从该空气中分离出灰尘颗粒。脏物和灰尘被收集在旋风分离设备 28 中，而干净的空气被引导流过电机用于冷却目的，然后经由主体 24 中的排放口排出真空吸尘器 100。

[0095] 图 12 所示的立式真空吸尘器 100 也具有主体 24，主体中安装有电机和风扇单元（未示出），且轮子 26 安装在主体上以允许跨要被处理的表面操纵真空吸尘器。清洁器头 32 可枢转地安装在主体 24 下端，且脏空气入口 34 设置在清洁器头 32 的下侧面向要被处理

的表面。旋风分离设备 28 可拆卸地设置在主体 24 上,且管道 36 在脏空气入口 34 和旋风分离设备 28 之间提供连通。棒和把手组件 38 可释放地安装在主体 24 上并位于旋风分离设备 28 后方。

[0096] 在使用中,电机和风扇单元将带灰尘的空气经由脏空气入口 34 或棒 38 吸入真空吸尘器 100 中。带灰尘的空气经由管道 36 被送到旋风分离设备 28,夹带的灰尘颗粒在旋风分离设备 28 中与空气分离并保持在旋风分离设备中。干净的空气通过电机用于冷却的目的,随后从真空吸尘器 100 排出。

[0097] 形成每一个真空吸尘器 100 的一部分的旋风分离设备 28 更详细地示于图 8a、8b、9、10a 和 10b 中。旋风分离设备 28 具体的总体形状可以根据要使用旋风分离设备 28 的真空吸尘器 100 的类型改变。例如,设备的总长度可以相对于旋风分离设备 28 的直径增加或减小。

[0098] 旋风分离设备 28 包括外箱 42,该外箱具有基本为圆柱形的外壁 44。外箱 42 的下端由基部 46 关闭,该基部通过枢轴 48 可枢转地附接到外壁 44 并通过卡持部 50 保持在关闭位置。在关闭位置,基部 46 抵靠外壁 44 的下端密封。可释放卡持部 50 使基部 46 枢转远离外壁 44,以便清空旋风分离设备 28。第二圆柱形壁 52 位于外壁 44 的径向朝内之处并与其间隔开,以便在它们之间形成环形腔室 54。第二圆柱形壁 52 与基部 46 相接(当基部 46 处于关闭位置时)并抵靠该基部密封。通常环形腔室 54 由外壁 44、第二圆柱形壁 52 和基部 46 界定,以形成外箱 42。此外箱 42 既是第一级旋风器 56 又是灰尘收集器。

[0099] 带灰尘空气的入口 58 设置在外箱 42 的外壁 44 中。带灰尘空气的入口 58 相对外壁 44 切向地布置,以便确保进入的带灰尘的空气被迫绕环形腔室 54 遵循螺旋路线流动。流体出口设置在外箱 42 中且呈遮罩 60 的形式。遮罩 60 包括圆柱形壁 62,在该壁中形成许多穿孔 64。来自第一级旋风器 56 的唯一流体出口借助遮罩 60 中的穿孔 64 形成。通路 66 形成在遮罩 60 的下游。通路 66 与并行布置的多个第二级旋风器 68 连通。通路 66 可以是通向第二级旋风器入口 69 的环形腔室的形式,或者可以是多个不同空气通路的形式,其中每条通路通向不同的第二级旋风器 68。

[0100] 第三圆柱形壁 70 在基部 46 和旋涡溢流管板(vortex finder plate)72 之间延伸,该板形成每个第二级旋风器 68 的上表面。第三圆柱形壁 70 位于第二圆柱形壁 52 的径向内部且与其间隔开,以便在它们之间形成第二环形腔室 74。

[0101] 当基部 46 处于关闭位置时,第三圆柱形壁 70 可以抵靠基部密封,如图 10a 所示。替换地,如图 8a 和 9 所示,第三圆柱形壁 70 也可由静电过滤器基部板 77 密封。

[0102] 第二级旋风器 68 呈圆形地安置在第一级旋风器 56 上方。它们被布置成环形,环形的中心位于第一级旋风器 56 的轴线上。每个第二级旋风器 68 具有向下并朝向第一级旋风器 58 的轴线倾斜的轴线。

[0103] 每个第二级旋风器 68 呈截头圆锥形且包括圆锥形开口 76,该开口通进第二环形腔室 74 的上部。在使用中,被第二级旋风器 68 分离的灰尘通过圆锥形开口 76 排出并被收集在第二环形腔室 74 中。旋涡溢流管(vortex finder)78 设置在每个第二级旋风器 68 的上端处。旋涡溢流管 78 可以是旋涡溢流管板 72 的一体部分,或者它们可以穿过旋涡溢流管板 72。

[0104] 在图 8a 和 9 所示的实施例中,旋涡溢流管 78 通到旋涡溢流管指状部 80 中,该指

状部直接与静电过滤器 1 连通而不会清空到与静电过滤器 1 连通的集气腔。但可能的是,旋涡溢流管 78 可以与集气室 81 连通,该集气室又与静电过滤器 1 连通。这种集气室显示于 10a 中。

[0105] 静电过滤器 1 沿着旋风分离设备 28 的中心同心地布置,以使得第二级旋风器 68 和第一级旋风器 56 的至少一部分环绕静电过滤器 1。

[0106] 在图 8a 和 9 中,可以看到,空气通道 22 从旋涡溢流管指状部 80 通到电晕放电器件。该空气通道 22 用于将带灰尘的空气输送到电晕放电器件。静电过滤器 1 包括同心布置的圆柱形的第一、第二和第三电极 4、6、8。电阻性过滤介质 2 位于第一和第二电极 4、6 之间及第二和第三电极 6、8 之间。静电过滤器 1 还包括电晕放电电极 10 和两个小曲率电极 12 形式的电晕放电器件。

[0107] 第一小曲率电极 12 是第一电极 4 在电阻性过滤介质 2 的下表面 16 下方的延伸部,第二小曲率电极 12 是第三电极 8 在电阻性过滤介质 2 的下表面 16 下方的延伸部。

[0108] 电晕放电电极 10 呈在电阻性过滤介质 2 的下表面 16 下方延伸的第二电极 6 的锯齿状下边缘 14 的形式。可以看到,小曲率电极 12 突出于电晕放电电极 10 的锯齿状下边缘 14 的上游和下游两者。

[0109] 静电过滤器的其他特征可以如参照图 6 进行的描述那样。

[0110] 使用图 8a、8b 和 9 所示的分离设备期间,带灰尘的空气经由脏空气的入口 34 进入旋风分离设备 28,因为入口 34 切向布置,带灰尘的空气环绕外壁 44 遵循螺旋路径流动。较大的脏物和灰尘颗粒借助环形腔室 54 中的旋风作用而沉积并收集于其中。部分被清洁的带灰尘的空气经由遮罩 60 中的穿孔 64 排出环形腔室 54 并进入通路 66。随后该部分被清洁的带灰尘的空气进入第二级旋风器 68 的切向入口 69。旋风分离作用建立于第二级旋风器 68 内侧,使得仍夹带在气流中的一些灰尘颗粒发生分离。在第二级旋风器 68 中从气流中分离的灰尘颗粒沉积在第二环形腔室 74 中,而进一步被清洁的带灰尘的空气经由旋涡溢流管 78 离开第二级旋风器 68。然后,进一步被清洁的带灰尘的空气穿过旋涡指状部 80 进入空气通道 22 并进入静电过滤器 1。

[0111] 进一步被清洁的带灰尘的空气随后沿空气通道 22 行进并经过由电晕放电电极 10 和低曲率电极 12 形成的电晕放电器件,使得留在进一步被清洁的带灰尘的空气中的任何灰尘颗粒带电荷。含有带电荷灰尘的进一步被清洁的带灰尘的空气随后流过电阻性过滤介质 2。跨越电阻性过滤介质 2 产生的电势差使得带电荷灰尘颗粒被吸引到电阻性过滤介质 2 的相应正端和负端,于是使灰尘被捕获于电阻性过滤介质 2 中。

[0112] 在图 8a 中,干净的空气随后经由旋涡溢流管板 72 中的孔 82 离开静电过滤器 1 并进入排气总管,再经由排出口 86 排出旋风分离设备 28。

[0113] 在图 9 中,干净的空气随后借助穿过排出指状部 88 而离开静电过滤器 1,该排气指状部布置在静电过滤器 1 的上端处并位于电阻性过滤介质 2 的下游。排出指状部 88 将空气朝向排放通道 90 引导,该排放通道穿过旋风分离设备 28 的中心。空气通过该排放通道 90 并经由在旋风分离设备 28 基部处的排出口 86 而排出旋风分离设备 28。

[0114] 在图 10a 和 10b 中可以看到,静电过滤器 1 包括多个平板电极 92,这些电极位于流体地连接到集气室 81 的空气通道 22 中。电阻性过滤介质 2 位于相邻的电极 92 之间。电晕放电器件包括多个电晕放电电极 10 和多个小曲率电极 12。

[0115] 电晕放电电极 10 呈布置于两个其他电极之间的电极的锯齿状上边缘 14 的形式。小曲率电极 12 由位于电晕放电电极 10 的任一侧上的电极的上部形成。可以看到,小曲率电极 12 突出于电晕放电电极 10 的锯齿状上边缘 14 的上游和下游两者。

[0116] 在使用图 10a 和 10b 所示分离设备期间,带灰尘的空气在离开旋涡溢流管 78 之前以与上面参照图 8a 和 9 所述相同的方式流过旋风分离设备 28。在图 10a 中,一旦空气离开旋涡溢流管 78,空气行进通过集气室 81,该集气室收集来自旋涡溢流管 78 的空气并使空气被引进空气通道 22 和静电过滤器 1 中。

[0117] 空气随后经过由电晕放电电极 10 和小曲率电极 12 形成的电晕放电器件,使得留在空气中的任何灰尘颗粒带电荷。含有带电荷灰尘的空气随后通过电阻性过滤介质 2。跨越电阻性过滤介质 2 形成的电势差使得带电荷灰尘颗粒被吸引到电阻性过滤介质 2 的相应正端和负端,于是这些灰尘颗粒被捕获在电阻性过滤介质 2 中。

[0118] 干净的空气随后离开静电过滤器 1 并经由旋风分离设备 28 基部处的排出口 86 排出旋风分离设备 28。

[0119] 已经通过第一级和第二级旋风器 56、68 从带灰尘的空气中分离出的灰尘颗粒被收集在两个环形腔室 54、74 中。为了清空这些腔室,可释放卡持部 50,以允许基部 46 枢转,例如绕铰链(未示出)枢转,使得基部 46 下落离开壁 44、52 的下端。收集在腔室 54、74 中的脏物和灰尘随后可以方便地从旋风分离设备 28 中清空。

[0120] 从上面的描述中可以理解,旋风分离设备 28 包括两个不同的旋风分离级和一个不同的静电过滤级。在所示的优选实施例中,静电过滤器位于所有旋风处理级的下游。第一级旋风器 56 构成第一旋风分离单元,该单元包括基本圆柱形的单个第一旋风器。在该第一级旋风器中,外壁 44 的相对较大直径意味着可从空气中分离相当大的颗粒的脏物和碎屑,因为施加到脏物和碎屑的离心力较小。也可分离出一些细小的灰尘。大部分较大的碎屑能可靠地沉积在环形腔室 54 中。

[0121] 设有十二个第二级旋风器 68。在这些第二级旋风器 68 中,每个第二级旋风器 68 的直径比第一级旋风器 56 的直径小,所以能比第一级旋风器 56 分离更细小的脏物和灰尘颗粒。面对已经被第一级旋风器 56 清洁的空气也具有额外的优点,这样,夹带的灰尘颗粒的量和平均尺寸比其他情况时更小。第二级旋风器 68 的分离效率比第一级旋风器 56 的分离效率高得多,然而,一些小的颗粒将通过第二级旋风器 68 并到达静电过滤器。静电过滤器 1 能去除穿过第一级旋风器 56 和第二级旋风器 68 之后仍留在空气中的灰尘颗粒。

[0122] 尽管图 8a、8b、9、10a 和 10b 示出了电晕放电器件,但是没有它静电过滤器也能发挥功能,因此电晕放电器件不是必须的。但是,电晕放电器件仍是期望的,因为其有助于提高静电过滤器的分离效率。

[0123] 在所示的所有实施例中,优选的是,所有电极是无孔的。然而,如果需要,只要第一和第二电极无孔,可以使任何其他存在的电极有孔。

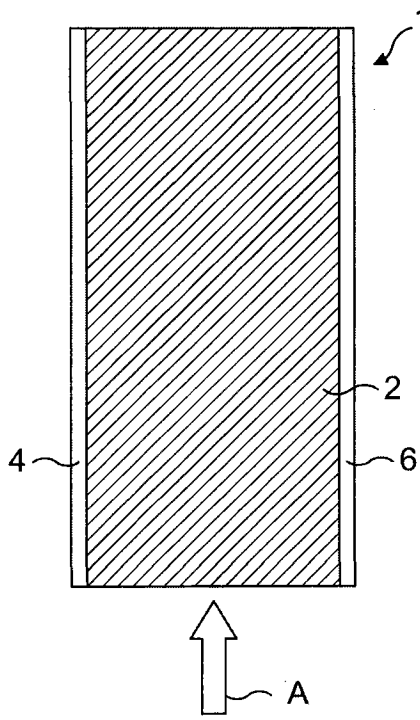


图 1

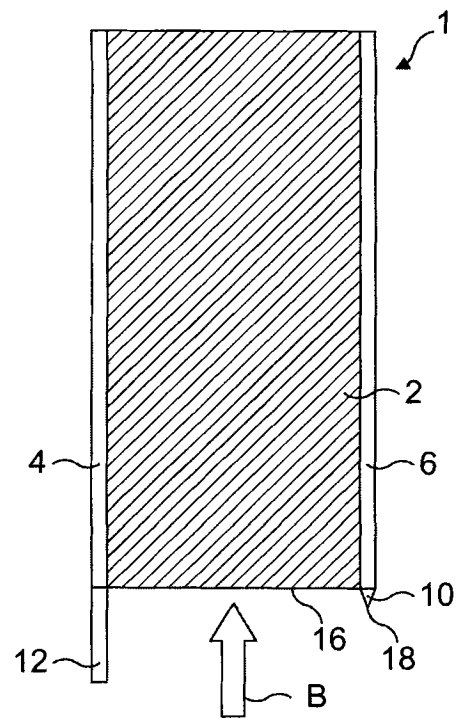


图 2a

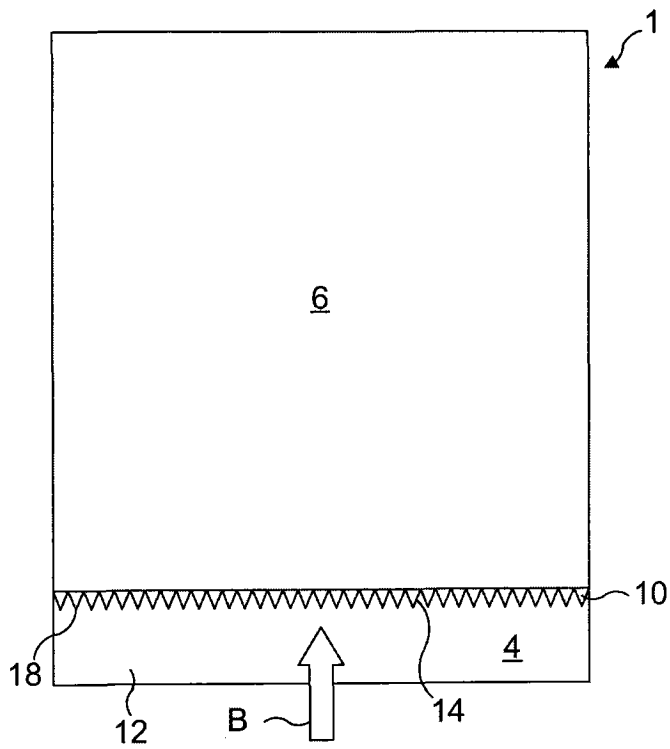


图 2b

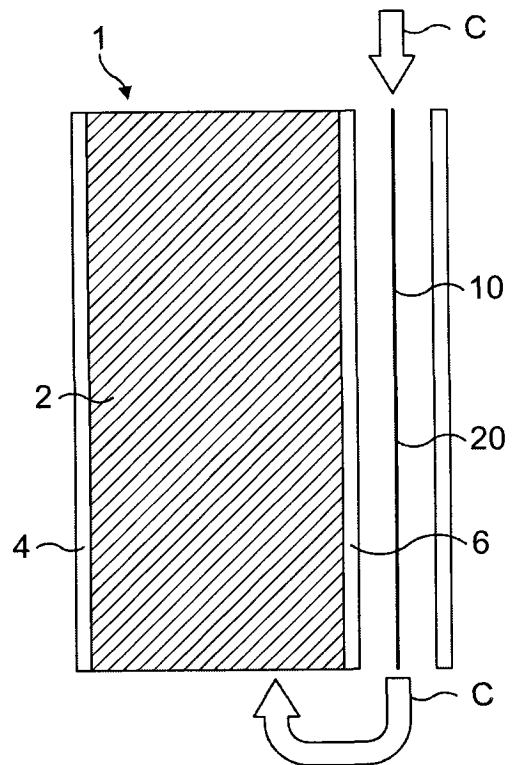


图 3

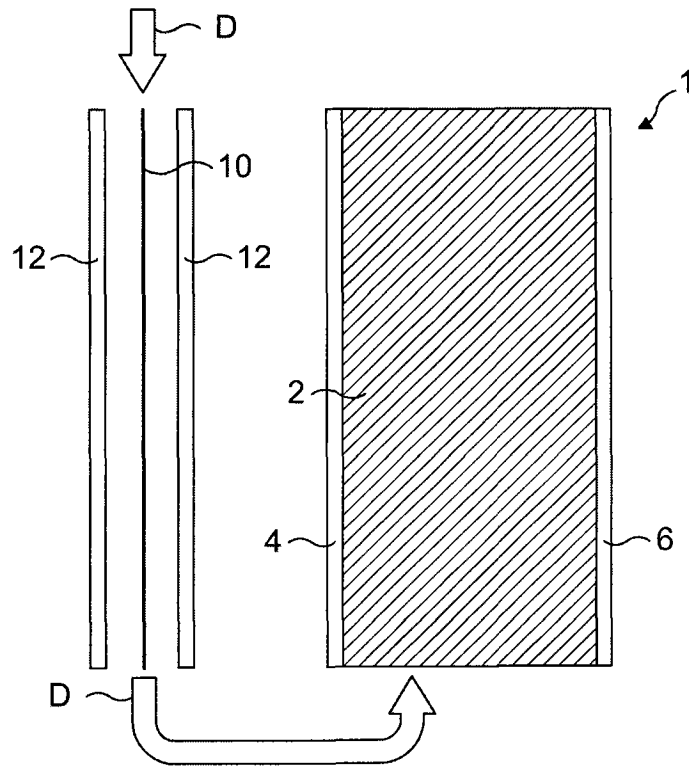


图 4

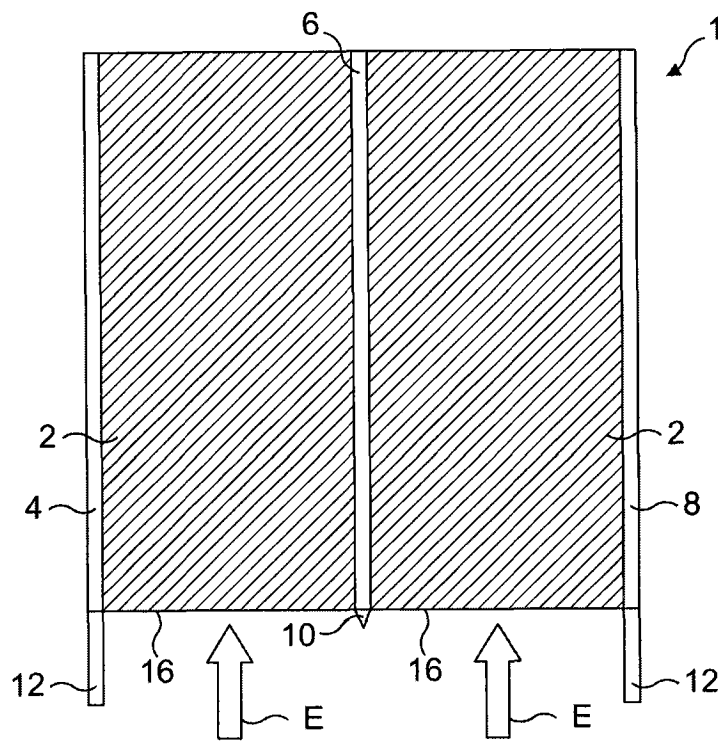


图 5

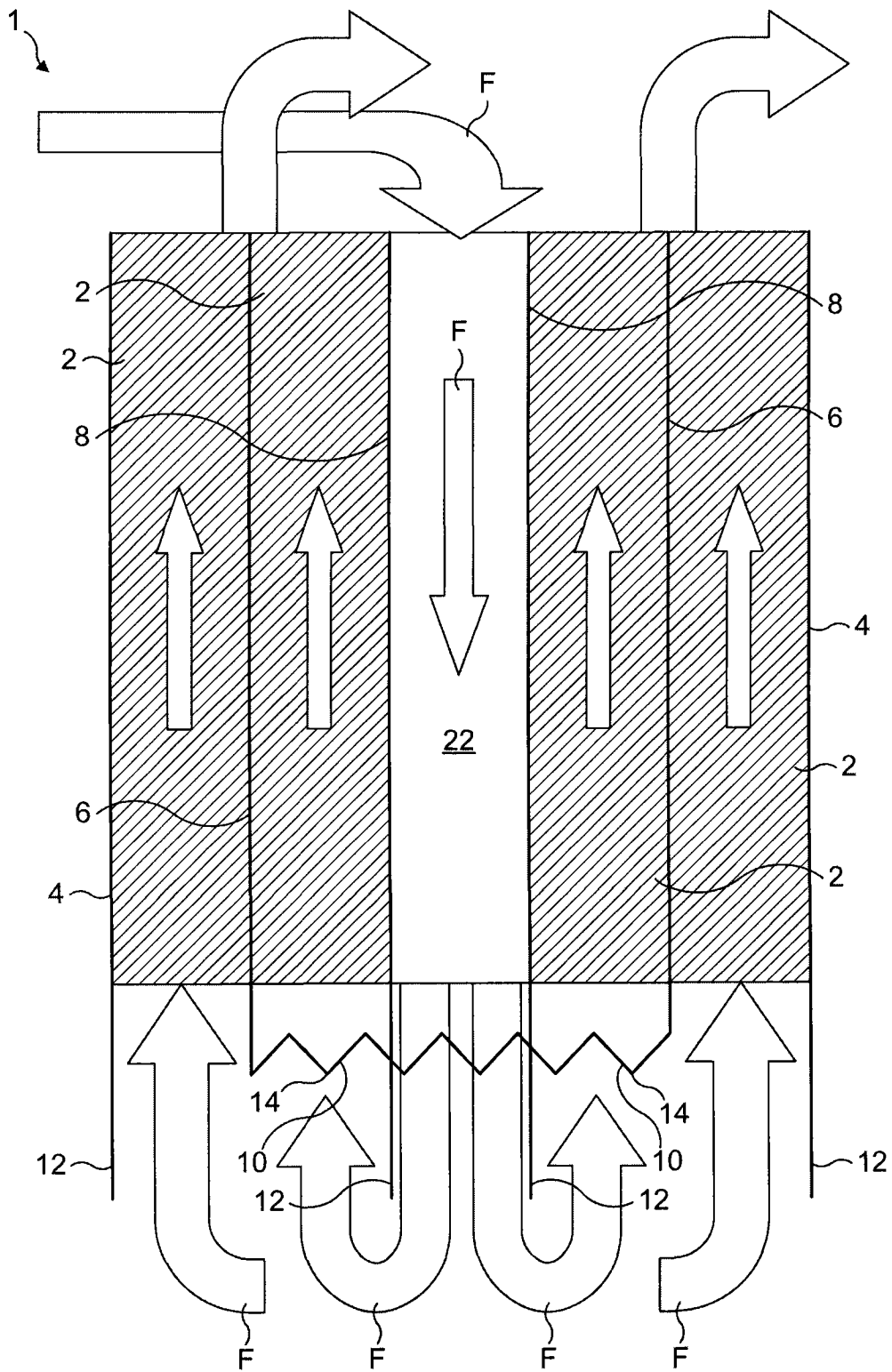


图 6

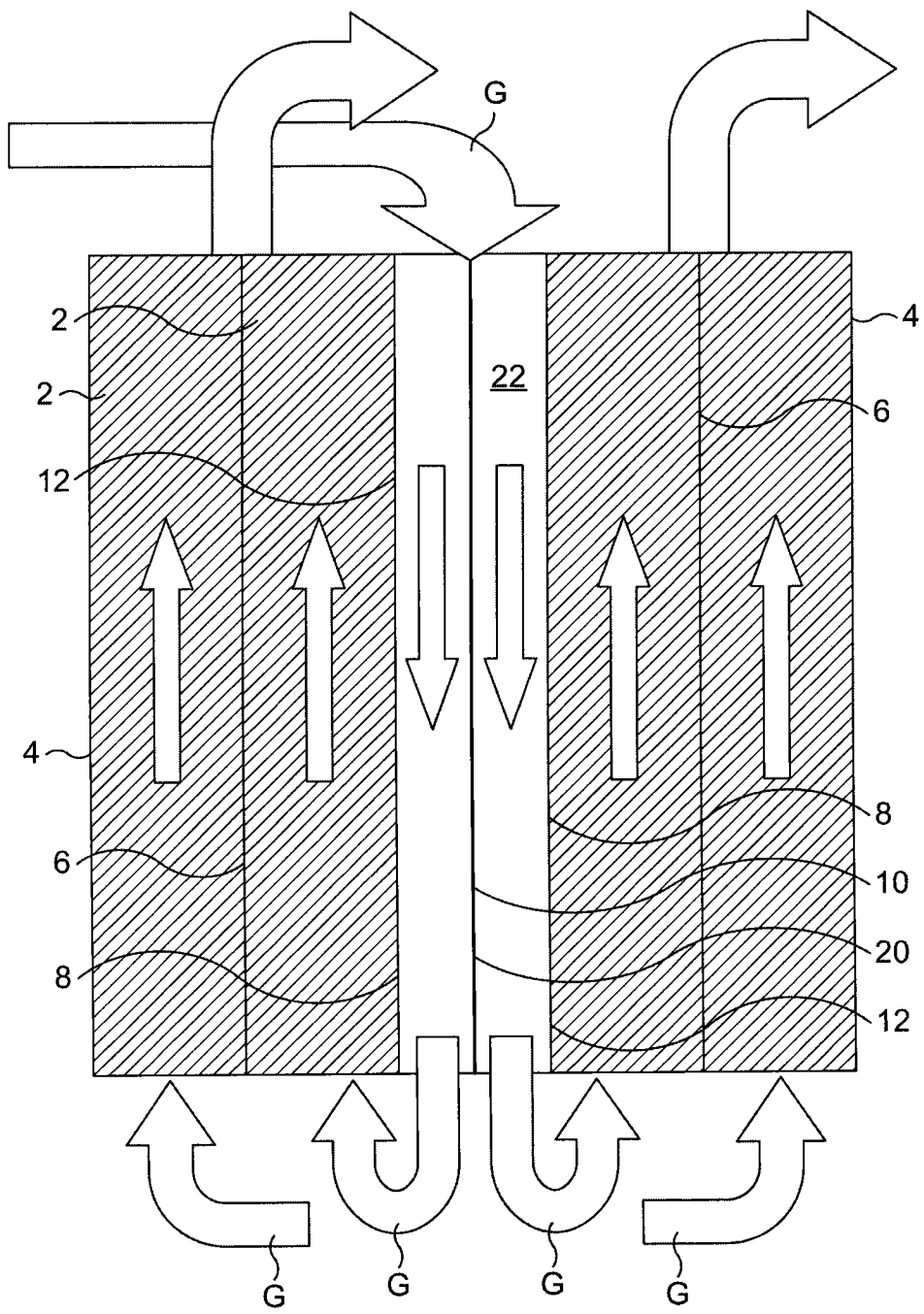


图 7

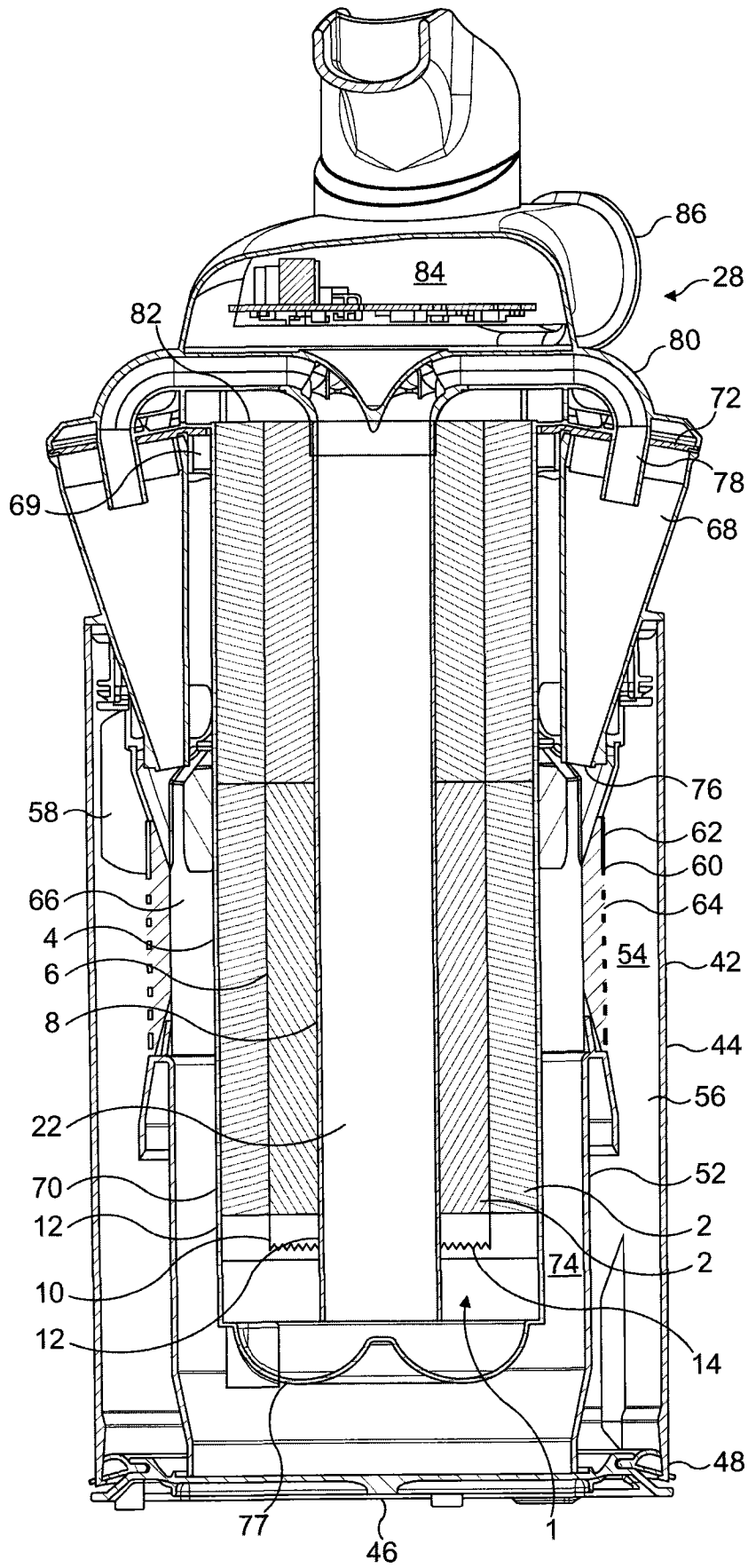


图 8a

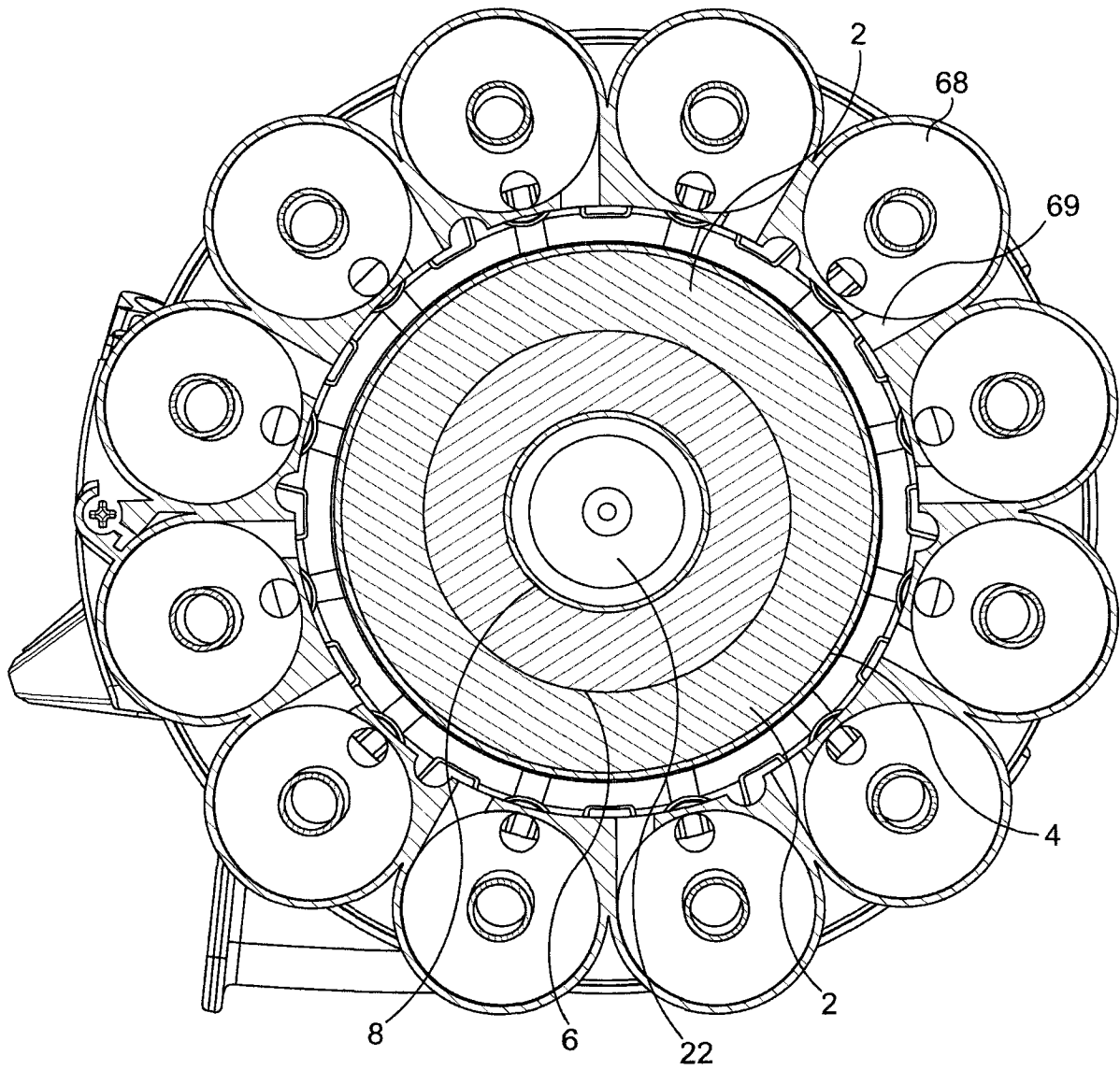


图 8b

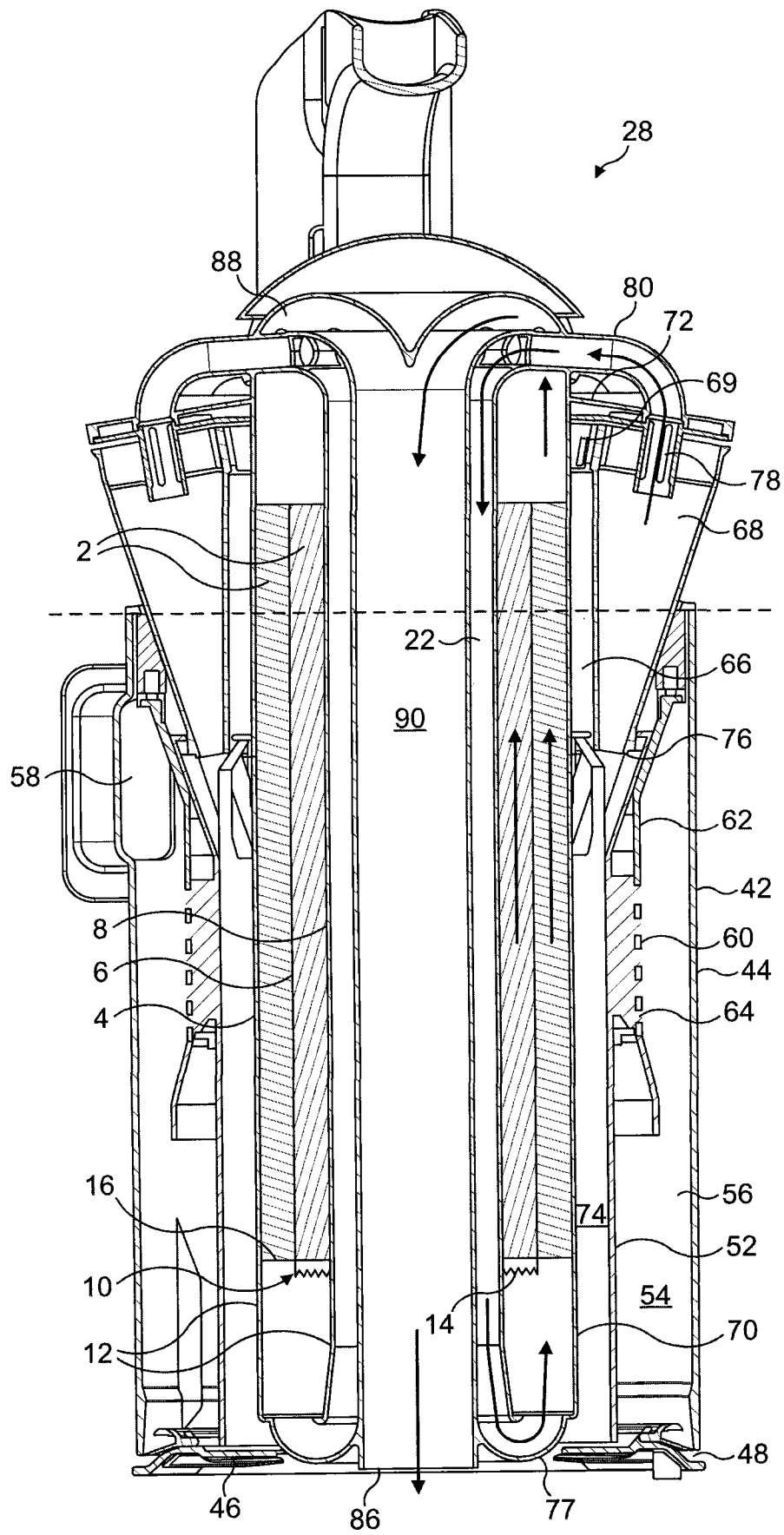


图 9

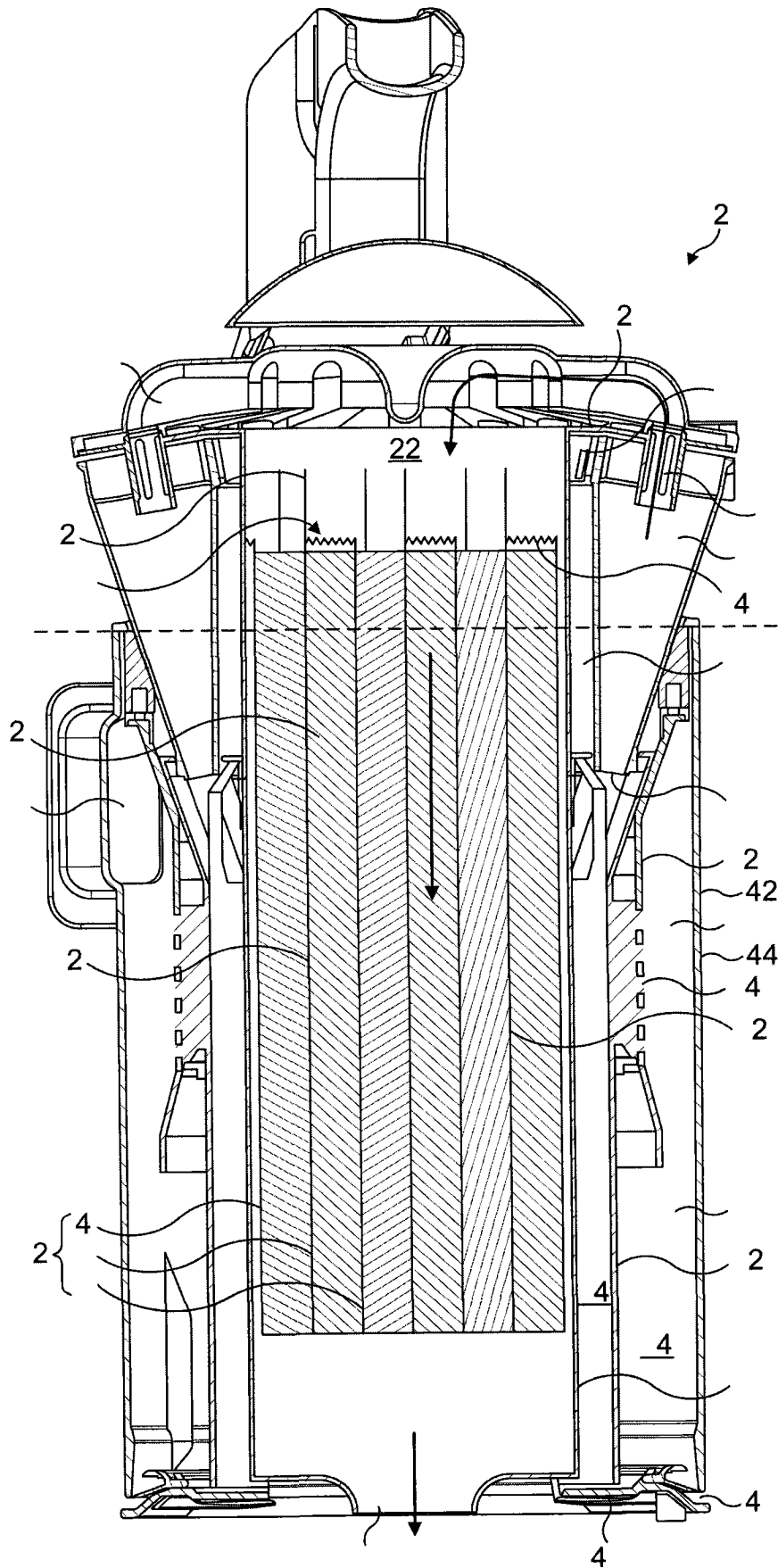


图 10a

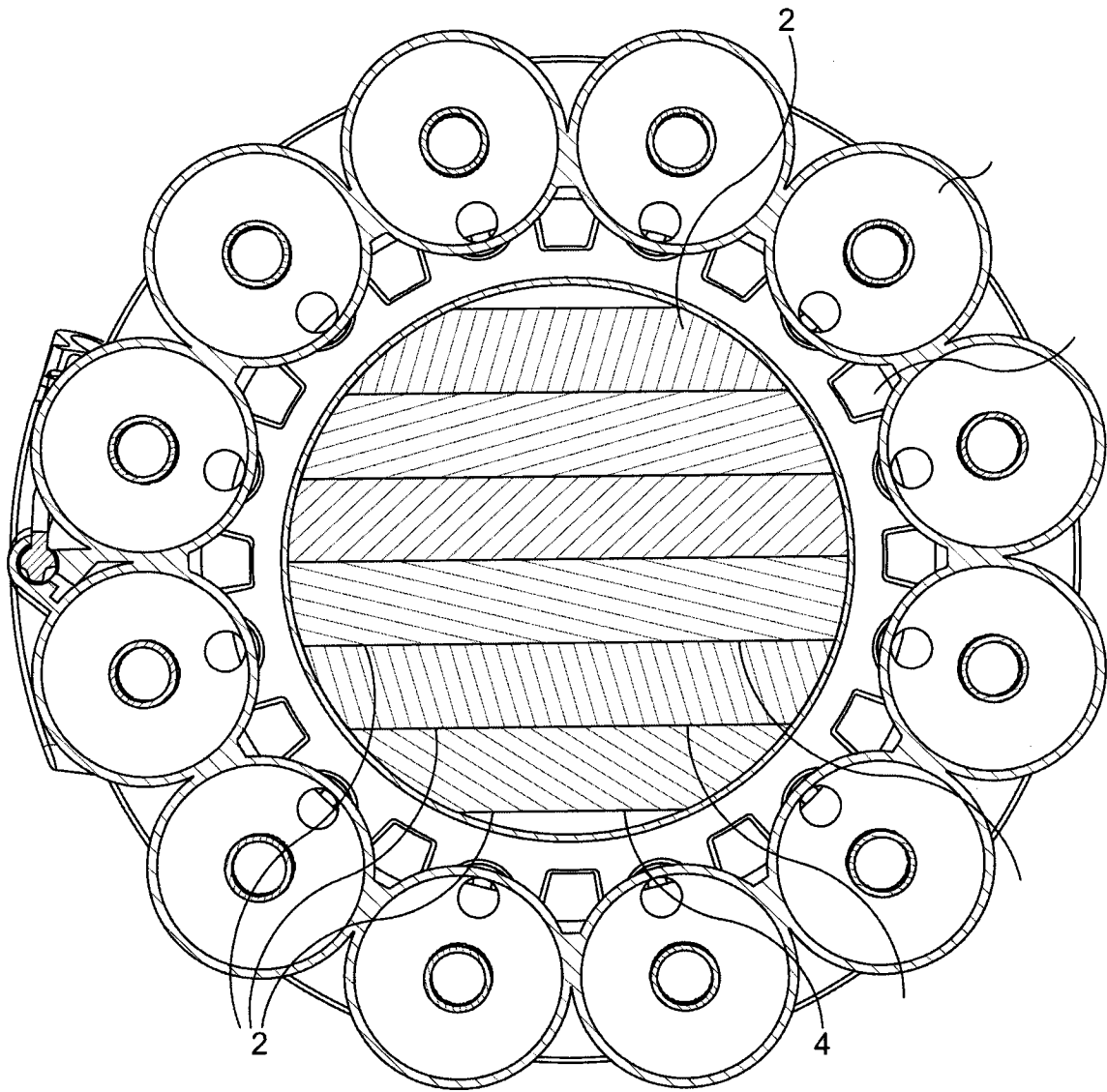


图 10b

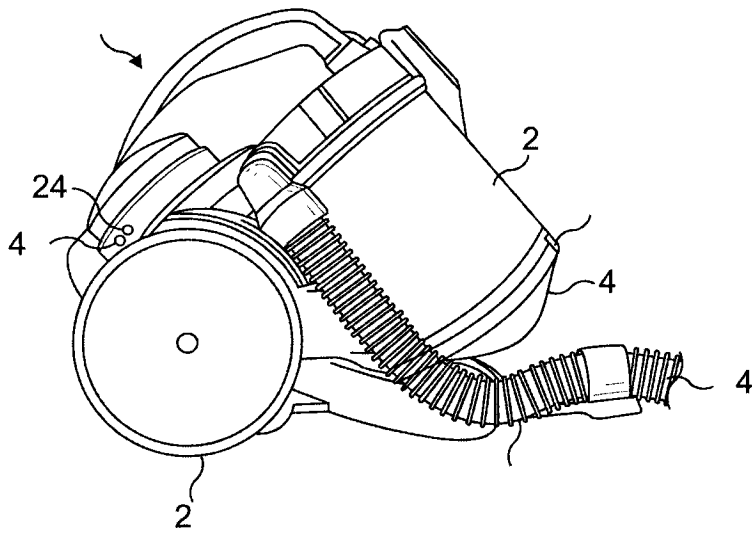


图 11

图 12

