



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111417449 A

(43)申请公布日 2020.07.14

(21)申请号 201880060068.5

(22)申请日 2018.07.18

(30)优先权数据

62/533,840 2017.07.18 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.03.16

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/042774 2018.07.18

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/018581 EN 2019.01.24

(71)申请人 环境管理同盟公司

地址 美国新泽西州

申请人 F·C·怀泽

(72)发明人 F·C·怀泽 C·纳斯科

(74)专利代理机构 苏州市中南伟业知识产权代  
理事务所(普通合伙) 32257

代理人 李娅

(51)Int.Cl.

B01D 46/00(2006.01)

B01D 53/02(2006.01)

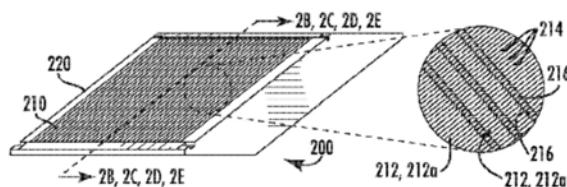
权利要求书2页 说明书8页 附图12页

### (54)发明名称

切向流应用中有角度的吸附过滤介质设计

### (57)摘要

一种在空气净化或HVAC系统中模块化使用的介质设计,用于去除气相污染物。该设计实现了使用可变的介质长度、路径长度和接触时间来控制气体污染物的去除,以确保包含其中MTZ长度和低压降。在一个实施例中,该设计包括与气流成一角度的过滤器模块和安装在过滤器框架内的空气过滤器。所述过滤器模块包括穿过其中的通道,所述通道相对于气流以最佳角度定向,以为给定应用提供所需的停留时间和压降。



1. 一种用于流体过滤器中以过滤污染物的过滤介质模块,包括:  
过滤器框架;和  
过滤介质,其可拆卸地安装在过滤器框架内并限定穿过其中的最短路径,其中所述过滤介质包括穿过其中的通道,其中所述通道限定了比最短路径更长的通道路径长度。
2. 根据权利要求1所述的用于空气过滤器的过滤介质模块,其中,所述过滤介质包括过滤介质层。
3. 根据权利要求2所述的用于空气过滤器的过滤介质模块,其中,所述过滤介质层由间隔物分隔开。
4. 根据权利要求3所述的用于空气过滤器的过滤介质模块,其中,所述间隔物具有圆形形状。
5. 根据权利要求3所述的用于空气过滤器的过滤介质模块,其中,所述间隔物具有细长形状。
6. 根据权利要求3所述的用于空气过滤器的过滤介质模块,其中,所述间隔物是粘合剂。
7. 根据权利要求6所述的用于空气过滤器的过滤介质模块,其中,所述粘合剂将各介质层连接起来。
8. 根据权利要求6所述的用于空气过滤器的过滤介质模块,其中,所述粘合剂不散发VOC。
9. 根据权利要求3所述的用于空气过滤器的过滤介质模块,其中,所述过滤介质的各层之间的间隔物形成所述通道。
10. 根据权利要求2所述的用于空气过滤器的过滤介质模块,其中,所述介质包括活性炭材料。
11. 根据权利要求10所述的用于空气过滤器的过滤介质模块,其中,所述活性炭材料包括位于非织造介质之间的碳颗粒或粉末。
12. 根据权利要求2所述的用于空气过滤器的过滤介质模块,其中,所述过滤介质层水平堆叠。
13. 根据权利要求2所述的用于空气过滤器的过滤介质模块,其中,所述过滤介质层垂直堆叠。
14. 根据权利要求1所述的用于空气过滤器的过滤介质模块,其中,所述角度是18-21度。
15. 根据权利要求1所述的用于空气过滤器的过滤介质模块,其中,所述过滤介质包括打褶的过滤材料。
16. 根据权利要求1所述的用于空气过滤器的过滤介质模块,其中,所述通道完全平行于气流定向。
17. 根据权利要求1所述的用于空气过滤器的过滤介质模块,其中,所述通道被定向成使得它们在所述过滤介质模块的尾部之前终止。
18. 根据权利要求1所述的用于空气过滤器的过滤介质模块,其中,所述通道部分地相对于所述气流成一角度定向。
19. 一种空气过滤器,包括:

多于一个过滤介质模块,其包括:

过滤器框架;和

过滤介质,其可拆卸地安装在过滤器框架内并限定穿过其中的最短路径,其中所述过滤介质包括穿过其中的通道,其中所述通道限定了比最短路径更长的通道路径长度;

其中多于一个过滤介质模块互相连接。

20.一种空气过滤器,包括:

过滤器框架;和

过滤介质,其可拆卸地安装在过滤器框架内并限定穿过其中的最短路径,其中所述过滤介质包括穿过其中的通道,其中所述通道限定了比最短路径更长的通道路径长度。

## 切向流应用中有角度的吸附过滤介质设计

### 背景技术

[0001] 近年来,由于对建筑物居住者的健康影响,室内空气净化变得越来越普遍。EPA将室内空气质量 (IAQ) 定义为“建筑物和结构内部及周围的空气质量,尤其是与建筑物居住者的健康和舒适度有关的空气质量”。较差的IAQ可能与头痛、疲劳、注意力不集中以及眼睛、鼻子、喉咙和肺部过敏等症状有关。空气质量对于建筑物中的工艺流程和设备也至关重要。例如,数据中心的人员很少,但许多服务器对空气传播的污染物敏感。这些污染物可分为三大类:颗粒物、生物和气相污染物。尽管本文可能详细讨论了气相污染物,但是下面描述的过滤器的应用不限于此。类似地,尽管描述中提到了“空气流”和“空气过滤器”,但是可以使用本文讨论的过滤器过滤其他流体。

[0002] 气相污染物来自无数的室内和室外污染源,会对建筑物中的居住者和活动带来各种各样的有害影响。例如,室内空气中的挥发性有机化合物 (VOC) 可能来自涂料、地毯、复印机/打印机、层压板家具、木材防腐剂、涂料稀释剂、胶水、永久性记号笔、化妆品以及某些气溶胶和塑料。暴露于VOC可能会引发恶心和头痛症状,甚至损坏肝脏或肺。另外,建筑物中居住者会产生CO<sub>2</sub>,其也必须稀释或除去。

[0003] 在室内空气中,还可以找到来自外部来源(例如废气、腐烂的植物、农产品燃烧、工业制造、水处理和化工厂)的种类繁多的气相污染物。从纸浆和造纸厂中的H<sub>2</sub>S、SO<sub>2</sub>和其他硫基化合物到发动机废气中的SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>和碳氢化合物,污染物的变化范围非常大。

[0004] 此外,在许多应用中,建筑物内的工艺流程或产品会产生气味和气相污染物,必须将其去除,然后才能将空气排到室外,例如,大麻温室和种植设备中的萜烯。

[0005] 为了将污染物保持在可接受的水平,可以去除气相污染物或用相对清洁的空气对其进行稀释。两者都对建筑物的运行和能源具有影响。由于是用于进行稀释,室外空气必须干净才行。许多城市地区的空气质量不足,必须清洁后才能使用。此外,即使空气足够干净,也必须先对其进行调节(加热、冷却和/或湿度控制),然后才能将其引入建筑物。气相污染物清除系统庞大、昂贵、难以安装且维护成本高。通常通过使空气与吸附剂、吸收剂、化学吸附剂、光催化剂、催化剂或其他具有清除性质的材料(在本文中称为吸附剂)接触来实现气相污染物的清除。这些物质可以彼此结合或与其他材料结合使用,以形成有效的过滤介质。

[0006] 活性炭是IAQ中通常用于除去气相污染物的一种吸附剂,它有几种不同的物理结构,包括粉末状、颗粒状、球形、纸状和蜂窝状。活性炭可以由多种材料制成,包括煤、椰子壳和木材。起始材料和活化过程会影响最终活性炭产品的孔结构和孔体积。大多数吸附发生在中孔和微孔(直径小于50nm)中,因此,在考虑介质的整体性能时,尽管并不是唯一需要考虑的,但需要选择小于50nm的能最大化孔体积的活性炭。

[0007] 传质区 (MTZ)

[0008] 质量传递是使用吸附剂介质从气流中去除气相污染物时可以使用的术语。MTZ的长度决定了介质的效率和寿命,而不是容量,但在工业中由于难于测量通常不使用MTZ长度,不仅费时且测量困难。

[0009] 极限容量和传质区 (MTZ) 长度是设计用于捕获气相污染物的吸附剂系统的两个相

关因素。极限容量是指吸附剂可以吸附的给定污染物的总重量,是吸附剂重量的百分比(污染物重量/吸附剂重量)。极限容量通常在远高于应用浓度的升高浓度下测量的,并且每个污染物和吸附剂配对均有所不同。MTZ是吸附剂中发生主动吸附的部分,MTZ的长度取决于吸附剂(类型、数量、结构等)和吸附条件(表面速度、污染物、浓度等)。

[0010] 当在大多数应用中典型的或可用的相对较短的深度上使用吸附剂介质时,MTZ长度会成为一个更关键的设计因素。介质深度最短应等于MTZ,以提供100%的效率。如图1A所示,MTZ 21在吸附剂柱的入口22处开始,并且随着吸附剂被消耗而移动通过介质的深度。MTZ上方的吸附剂被给定的试验气体23饱和了,并且不能再进行主动吸附。在MTZ下方是气体污染物尚未到达的新吸附剂25。当MTZ 21移动通过整个吸附剂柱并且MTZ前缘2X到达吸附剂末端时,就会发生穿透,不再捕获气体污染物。MTZ的长度决定了给定深度的介质的效率和寿命而不是容量,但是大多数制造商出于设计目的会报告吸附剂介质的容量值;换句话说,高容量并不一定在所有情况下都等同于效率。

[0011] 进一步的空气过滤背景

[0012] 使用气相去除介质的另一个因素是抗气流或抗压降。空气净化通常用于建筑物的供暖、制冷和通风(HVAC)系统中。许多HVAC系统没有足够强力的风扇来提供额外的压降,从而限制了在现有系统中空气净化的应用。即使当风扇足够大和/或在原始设计中考虑了空气净化的需求时,高压降也会增加能量和运行成本。

[0013] 用于捕获气相污染物的吸附剂材料可以是颗粒形式。使用最广泛的商用碳过滤系统使用填充有碳粒的1-3英寸深的正方形或矩形24x24英寸穿孔的“托盘(tray)”。球粒tray盘模块对气流具有很高的抵抗力,这些系统需要强力的风扇。此外,碳粒系统会掉落碳粉尘,因而下游的颗粒过滤器是必需的,从而导致额外的压降以及额外的空间需求。球粒tray盘提供了随机的气流通道,流动的空气会寻找最短路径通过,从而使球粒tray盘的某些部分未被使用或使用不足。随着时间的经过,颗粒会经受温度和湿度的昼夜和季节性波动,以及会导致颗粒状残留物脱落的持续不断的振动。最终,残留物会堵塞筛网材料或离开模块并进入下游气流。振动还可能导致填充介质松动,从而形成通道或间隙,使未经处理的负载污染物的空气通过模块。为了克服这些问题和不确定的MTZ长度,用于关键应用的颗粒系统必须相当深,从而进一步增加压降。

[0014] 在典型应用中,球粒tray盘被布置成有角度的阵列,以增加表面积和降低压力。空气将通过最短的路径穿过球粒床,因此只有1-3英寸的介质路径长度,而这可能小于容纳MTZ所需的长度。另外,球粒的直径通常为2-4mm,这会使颗粒中心的吸附剂难以接触到,特别是在典型系统中使用的空气流量和接触时间下。

[0015] 施加颗粒状或小球状吸附剂材料(例如活性炭)的另一种形式是作为多层介质中的一层,其中吸附剂材料被夹在或固定在透气介质层之间。该介质将被充分封闭和/或吸附剂将被充分粘结在一起,以防止灰尘迁移到气流中。通常,该分层组件的总厚度在1/8英寸至1/4英寸之间,并压褶制成不同深度的组件。这是使合理质量的吸附剂进入气流的有效方法,但是由于空气将沿着最短的路径通过介质,因此很难获得容纳MTZ所需的深度,并且效率通常较低。

[0016] 替代球粒用于捕获VOC和其他气相污染物的一种材料是使用陶瓷结合的活性炭蜂窝。通常,它们具有正方形网格状的横截面,并且经过挤出、干燥、高温煅烧、切割成一定长

度以及组装,形成多个模块。这些蜂窝具有某些优点:

[0017] -与球粒tray盘模块相比,压降降低20-70%;

[0018] -预估是球粒tray盘系统重量的一半;

[0019] -快速有效的介质接触,速度高达传统颗粒碳床的六倍;

[0020] -充分接触吸附剂,实现了更短的MTZ长度,效率更高并充分利用了介质;和

[0021] -具有稳定结构的无尘介质,无需后期过滤。

[0022] 蜂窝模块可以是任意深度,但是对于典型的HVAC应用,由于空间和压降的考虑,它们通常排列在标称两英寸深的正方形或矩形面板中,并安装在系统中的平坦或有角度的搁架中。两英寸的介质是相对较短的路径长度,通常小于给定污染物的MTZ。对于某些污染物或充满挑战的环境,这可能导致效率低下和/或容量未被使用。

[0023] 除其他因素外,结构的有效性是接触/停留时间的函数。因为可用横截面面积有时是受限的,为了增加停留时间,结构通常相对于气流成一定角度,形成“V”形。这能降低空气流动速度,增加停留时间,从而提高效率并缩短MTZ长度。

[0024] 例如,管道的横截面可为24x24英寸,单个扁平的24x24英寸面板的碳蜂窝和2000cfm的气流。介质速率约为500fpm。如果这些面板中的两个面板在气流中形成“V”形,则每个面板的气流为1,000cfm,那么介质速率为250fpm。这减慢了通过每个面板的空速,并导致MTZ长度较短,从而提高了介质的效率。

[0025] 蜂窝状通道通常相对于气流保持其形状。因此,空气必须经过两个急转才能流过结构并继续沿管道向下流动。这会增加压降,并且无法有效利用空间来使路径长度最大化。

[0026] 尽管这些蜂窝系统代表了当前技术的前沿,但也可以对其进行改进,特别是增加空气路径长度、效率、使用寿命、设计和吸附材料的柔性,以及减少湍流并提高去除性能。与其他过滤器系统相比,至少目前而言,碳蜂窝也非常昂贵的,因此将其用途限制在特殊应用中。

[0027] 图1示出了在空气管道或通道90内的一种可能的过滤器组件50,其与过滤介质一起使用。如图所示,有从左到右的气流。从左到右的空气行进穿过滤器组件50,该过滤器组件50包括两个(如图所示,虽然可能更多或更少个)过滤器模块60。过滤器模块60在安装端62处与安装套筒或组件80接合,所述安装套筒或组件80具有适于容纳安装端62的尺寸的通道82,所述过滤器模块60和/或通道82可在第二端包括密封件84,其也可以包括一安装套筒。密封件84用于防止空气绕过过滤器组件50。面向端部63的过滤器模块60在过滤器模块密封件65处相接(以图形表示而不是示出实际的通道或接头),该密封件65进一步防止空气绕过过滤器组件50。

[0028] 过滤器模块60可以包括框架64,框架64中包含过滤器材料66。所述框架和过滤器材料可以是至少在美国专利号3,209,074;4,620,691;4,628,386;4,671,126;4,790,259;

4,908,634;5,184,706;6,574,123;7,686,869;7,691,186;7,708,813;8,070,861;8,252,095;8,252,097;8,795,601;8,814,994;9,764,331;9,789,494;9,861,990和美国专利申请公开2016/0303499中描述的类型,其内容通过引用并入本文,如同在本文中进行了完整阐述。

[0029] 过滤器组件与管道70之间以及相邻的过滤器模块72之间的附接点可形成防止气流通过的区域。这可能会导致气流紊乱,压降增加以及使通过过滤器组件50的气流不均匀。

因此,与扁平的模块相比,使蜂窝模块成一角度可增加其表面积并降低压降,但由于气流受阻、气流不均匀和方向的变化,这种减小的幅度小于线型形式。

[0030] 在许多应用中,空气、液体或气体会流经类似的有角度的结构,这些结构设计用于通过与结构的切向接触带来一些变化(例如加热、冷却、清洁)。例如,这种示例有HVAC系统中的线圈、汽车中的散热器或气流中的碳蜂窝矩阵。

[0031] 综上所述,在很多应用中,与流经过滤器有关的挑战很多。

## 发明内容

[0032] 一种在空气净化或HVAC系统中模块化使用的介质设计,用于去除气相污染物。该设计实现了使用可变的介质长度、路径长度和接触时间来控制气体污染物的去除,以确保将MTZ长度包含其中和低压降。在一个实施例中,该设计包括与气流成一角度的过滤器模块和安装在过滤器框架内的空气过滤器。所述过滤器模块包括穿过其中的通道,所述通道相对于气流以最佳角度定向,以为给定应用提供所需的停留时间和压降。

[0033] 为了清楚起见,以下描述涉及水平管道布置和气流。但是,在实际应用中,管道系统可以垂直或成一角度延伸。此外,模块本身可以在管道中旋转。

## 附图说明

[0034] 图1A示出了传质区应用示例。

[0035] 图1B示出了现有技术的过滤器布置。

[0036] 图2A示出了过滤器模块的侧视图。

[0037] 图2B、2C、2D和2E分别示出了沿图2中的线2B-2B、2C-2C、2D-2D和2E-2E的侧面截面图。

[0038] 图3A和3B示出了使用中的过滤器模块的过滤器组件的正视图和侧视图。

[0039] 图4A示出了过滤器模块的替代性正视图。

[0040] 图4B和4C分别示出了沿图4A中的线4B-4B和4C-4C的侧面截面图。

[0041] 图4D示出了沿图4A中的线4D-4D的侧视图。

[0042] 图5A和5B示出了图4D的视图的替代性侧视图。

[0043] 图6A、6B、6C和6D示出了替代性过滤介质。

[0044] 图6E示出了又一种过滤介质布置。

[0045] 图7A、7B、7C、7D和7E示出了另一种替代性过滤器模块。

[0046] 图8A和8B示出了过滤器壳体。

## 具体实施方式

[0047] 过滤介质模块

[0048] 如图2A-2E、3A和3B、4A-4D、5A、5B所示,空气过滤器模块200、400可拆卸地放置在空气过滤器系统300(在本文中通常称为“空气过滤器”)中,其本身可以可拆卸地放置在空气管道或通道90中,用于过滤通过管道或通道的空气。为了使过滤介质214、414对待过滤的空气流的暴露最大化,同时使压降最小化,过滤器模块200、400可以与空气流成一角度,可以将其理解成:与贯穿本申请所述的通过通道的更长的通道气流路径长度相比,沿着如横

截面线2B、2C、2D、2E-2B、2C、2D、2E所示的线限定了从过滤器模块的前部(面向空气流)到过滤器模块的后部的最短气流路径。

[0049] 例如,穿过过滤器模块200、400的通道212、212a、412、412a可以平行于气流定向,以使通过过滤器模块200、400的压降最小化并增加气流的路径长度(同时增大介质214对气流的暴露)。在平行通道布置中,可能的路径长度被限定在通道212内暴露于过滤介质214的区域内,并且在图2中所述路径长度大致为矩形,在图2B中在珠子217之间另外存在路径长度,这能使更长的曲折路径长度通过其中。但是,在图2D、2E、5A和5B示出的实施例中,路径长度的形状不同,由于通道的长度和在过滤器模块200中的停留时间,使用曲折的通道在气流中产生湍流能使更多的气流暴露于过滤介质。

[0050] 所述通道被限定在下文定义的材料类型的过滤介质214、414的平行层之间。在图2A-2C的过滤模块200中,其具有垂直定向的过滤介质214、间隔物216限定了通道212、212a的底部和顶部,并且将过滤介质214的各个平行层间隔开。间隔物216可以具有满足空气过滤器300的设计要求的任何有效尺寸和高度,并且考虑到组装的简便性,将过滤器设计成在过滤介质214的各层之间具有更多或更少空间将是改变间隔物应用的高度/厚度的简便手段。此外,所述材料的过滤介质214、414的各层可以具有不同的厚度和宽度。

[0051] 如图2B所示,间隔物216是大体上圆形的珠子217,形成成平行的行,引导气流通过过滤介质214,从而在通道212和在同一行内的珠子217之间同时过滤化合物。所述珠子217可以具有半球形或更扁平的圆柱形形状,并且它们可以由粘合剂或其他聚合物在应用之前固化形成,以防止与相邻的过滤介质层214接合在一起(尽管在某些情况下可能需要这种接合),或以接合过滤介质层两侧的方式形成。

[0052] 图2C示出了一个实施例,其中不使用单个珠子217作为间隔物216,而是使它们形成为具有细长形状的线217a。这些细长线217a能更好地限定通道212a并能够减少通过过滤器模块200的湍流气流。所述线217a可以成形为具有与珠子217类似的半球形横截面或扁平的横截面。

[0053] 珠子217和线217a、217d、217e可以在过滤器模块200中组合使用,并且可以成形为泪滴状或具有类似的空气动力学结构或正方形,可以为能促进通过过滤器模块200的有效过滤的任何形状。可以在过滤介质214的各层之间或者甚至在过滤介质214的两个相同的平行片之间形成不同的路径212。

[0054] 珠子217或线217a可以是基于有机硅、丙烯酸、环氧树脂、热熔胶或氨基甲酸酯的材料,其中粘合剂的粘度使得形成的珠子能够保持期望的通道高度。可以使用手喷枪、在移动的幅材上方的固定喷嘴或编程的涂胶机上分配粘合剂。

[0055] 选择的粘合剂可以是热熔胶粘合剂,它可以快速固化,并且在固化且经受典型HVAC的条件后不会增加空气中的VOC。此类粘合剂的示例可以包括汉高乐泰粘合剂(可能属于不同种类,列为低VOC或零VOC)、Technomelt 232热熔胶粘合剂(乙烯醋酸乙烯酯,EVA)、3M 100%固体含量的热熔胶(EVA)或道康宁品牌的具有降低的VOC的有机硅热熔胶。

[0056] 还可以使粘合剂最小化,以减少被阻塞/堵塞的吸附剂介质的量。同样,形成的通道可以不必是连续的或平行的;粘合剂可以用作保持吸附剂片分隔开并防止介质下沉的方法。

[0057] 间隔物216还可包括添加剂,以改善过滤性能或增加过滤介质未包括的性能以进

一步改善过滤过程,因而其不仅用于结构目的而且用于过滤目的。

[0058] 图2D和2E示出了过滤器模块200的另一实施例,其中通道212d和212e不引导气流通过经过过滤器的最短路径,而是沿着曲折路径引导气流,该曲折路径部分平行于气流232,部分不平行于气流252。路径y和y'在穿过其中的直线路径上向过滤器介质214提供了更多的暴露,因为如图所示, $y > x$ 且 $y' > x$ ,从而产生了额外的路径长度。在图2E中,路径y'终止于过滤器模块内,并且可在气流存在于过滤器模块200之前在过滤器模块200内提供湍流区252。曲折通道y和y'可以增加气流对过滤介质的暴露,即增加用于气流的路径长度。曲折通道y和y'还能实现特定增加的路径长度和介质暴露,以满足过滤要求,同时保留仅提供x的过滤器宽度(x通常为2英寸)的现有基础设施。

[0059] 图4A-4D的过滤器模块400与图2A-2C的类似,除了过滤介质层414被水平定向在间隔物416之间,所述间隔物416限定了通道412、412a的侧面并且还将过滤介质414的各平行层间隔开。如图4B所示,间隔物416是大体上圆形的珠子417,形成成平行的行,引导气流通过过滤介质414,从而在通道412和在同一行内的珠子417之间同时过滤化合物。

[0060] 图4C示出了一个实施例,其中不使用单个珠子417作为间隔物416,而是使它们形成具有细长形状的线417a。这些细长线417a能更好地限定通道412a并能够减少通过过滤器模块400的湍流气流。

[0061] 过滤器模块200、400可以并排或首尾相连组合使用,以延长其长度,或者它们可以在其中包括中间支撑件,以防止过滤介质214、414下沉,因为这类介质容易变形。

[0062] 图5A和5B示出了在改造或有限的空间中可能必需的示例。图5A示出了有角度的过滤模块500,其设有由穿过其中的珠子或线限定通道512,其能与安装件80一起使用。这样的设计可以使用垂直或水平定向的过滤介质层514(如图所示)。这可以提供更大的压降并引入较少气流572通过过滤模块500的区域,在某些过滤环境中也被证明是有益的。

[0063] 图5B示出了有角度的过滤介质,该过滤介质可以用在一些更常见的包括彼此不偏移并且成形为容纳矩形过滤器模块的套筒80的框架搁架中。在这样的布置中,通道512a可以在间隔物514b之间成角度。所述介质可以垂直地或水平地定向,但是在任何情况下,通道512a的角度可以形成增加的路径长度,同时还可以形成更多湍流的区域572b,其中通道512a的高度不是相同的。

[0064] 为了实现过滤介质214、414相对于气流具有更大的表面积暴露,所述过滤器模块可以与气流成一个角度 $\alpha$ ,该角度可以是12、18-21、30或其他度数,如图3A和3B最佳示出的,其中堆叠的过滤器模块200包括在空气通道90中的空气过滤器300。在这样的空气过滤器300中,当与常规过滤器中的相似区域70、72相比时,靠近接缝330处更少气流372的区域被最小化。所述接缝330可以是焊接的、胶合的或密封的,以防止气流流过,并且每个过滤介质可以具有朝向气流的一个边缘和远离气流的另一个边缘。所述接缝330也可以被过滤器框架810的三角形或其他适当形状的通道818覆盖住(图8A和8B),其中通道818可以在任何过滤器接缝330处,但是更可能在过滤器相遇的“点”处。应当理解,尽管图3A和3B中示出的过滤介质214是以垂直布置示出,但是其也可以是图4A-4D的水平布置。

[0065] 尽管因此示出的是带有间隔物形成的通道的扁平过滤介质,但过滤介质600可以是如图6A-6C示出的打褶的。在这样的过滤介质600中,交替的褶皱峰620形成通道610,以供空气从中通过,过滤介质600可水平或垂直定向,以形成穿过其中的通道610。

[0066] 打褶的过滤介质600可以形成示出的形式,即均匀切割前边缘630和尾部边缘640。

[0067] 这种打褶的过滤器600的替代形式可包括将大致矩形的过滤介质650折叠起来并沿折痕660在交替方向上折叠,从而形成如图6C所示的成角度的介质650。所述打褶过滤介质600也可以由平行四边形扁平原料形成,以形成不同的期望通道构造。

[0068] 图6D示出了以下述方式堆叠以形成空气过滤器的打褶过滤器600,即打褶过滤器介质的各层之间由间隔物640分隔开,以形成穿过其中的通道。

[0069] 图6E示出了在过滤介质614f内形成通道612f的替代方式,使用折痕617f作为过滤介质之间的间隔物。如图所示,折痕617f将介质614f的各层分隔开,并且增加了本身具有过滤性质的间隔物617f。

[0070] 另一种构造可以是对活性炭纸进行处理使其具有波纹皱褶,然后将波纹状碳介质在一角度上堆叠/粘合起来,以得到通过波纹状通道的类似通道结构。用于构建通过过滤介质的通道的另一种构造是可以使用蜂窝结构。

[0071] 为了最大程度地减少移动并保护介质,可使用网孔或筛网将过滤器介质固定在适当的位置。

[0072] 为了保持过滤介质各层之间的间隔,可以使用带齿的间隔物(类似于带齿的梳子)或带有通道的预成型网眼来将各层分隔开并保持其间的间隔,同时增加强度。

[0073] 过滤器模块/介质计算和测试

[0074] 如果所述模块框架220的宽度是2英寸,角度 $\alpha=20$ 度(大约是24x24管道中三个模块的现有构造的角度),则空气的水平路径长度为H或5.85英寸(参见等式1-4)。这几乎是现有介质暴露中路径长度(2英寸)的三倍。

$$\sin \alpha = \frac{O}{H} \quad \text{等式 1}$$

$$\sin 20 = \frac{2.0}{H} \quad \text{等式 2}$$

$$H = \frac{2.0}{0.3420} \quad \text{等式 3}$$

$$H = 5.85 \text{ 英寸} \quad \text{等式 4}$$

[0075] 测试表明,与通过类似方式降低污染物浓度相比,降低通过介质的面速度可以提高效率,并且对MTZ的长度产生更大的影响。例如,与在100ft/min为2.8英寸相比,在500ft/min、1ppm H<sub>2</sub>S的MTZ长度为4.8英寸。相比之下,在500ft/min、0.1ppm H<sub>2</sub>S时,MTZ长度仅减小到4.6英寸-浓度降低了十倍。当测试效率时,某些蜂窝介质在1ppm H<sub>2</sub>S、120天后,测得的效率为在500ft/min时为45%,在250ft/min时为90%,在100ft/min时为100%。

[0076] 附加测试表明,采用垂直于过滤器表面定向并以45度角安装的通道的空气过滤器,通过其的压降是给定相同空气量时垂直安装的相同过滤器的大约两倍。当将相同介质组装到有角度的过滤器中,该过滤器具有与气流平行的通道时,压降会变回到原始的垂直压降。

[0077] 过滤介质材料

[0078] 所述过滤介质214、414可以是任何有效的介质,包括本文所述的介质。过滤介质214、414可以是活性炭纸介质,其可以由50wt%的椰子或木材活性炭制成(对于IAQ应用,蜂窝为30-60wt%的碳)。由于与可用于蜂窝中的木质碳相比,椰子碳具有更大的微孔体积,因

此可用于吸附VOC。制备活性炭纸的方法可以灵活地使用添加剂,以针对特定的试验气体,或添加替代性吸附剂,例如沸石、分子筛或MOF。相反,蜂窝很难使用许多吸附剂并且受限于与粘合剂体系相容的添加剂。

[0079] 碳纸介质具有易于成型和操纵的优点,这在蜂窝和波纹材料是很少具有的。通过更改层间距和路径长度的角度或通道角度,可以容易地调整通道尺寸,以减少MTZ长度或降低压降。相反,对于每种构造(壁厚和通道尺寸),蜂窝都需要昂贵的模具。此外,可以将具有不同吸附剂或性质的纸组合在同一模块中。

[0080] 例如,如在US 6,355,330、US 5,147,722和US 5,792,513,其通过引用并入本文,如同在本文中完整阐述一样,活性炭介质的另一种选择是使用比如聚丙烯(PP)或聚乙烯(PE)的聚合物,使其粘合活性炭颗粒或粉末,然后夹在薄的非织造介质之间。在这样的介质中,中心介质可以是超过80wt%的活性炭,聚合物粘合剂不会堵塞任何活性炭孔。

[0081] 具有支撑框架的过滤材料

[0082] 图7A和7B示出了过滤器模块700,其具有被支撑在一结构上的过滤介质710,所述结构可以包括支撑梁720。所述过滤介质710包括单独的片状构件710,其安装在梁720上。间隔物730确保了介质710之间的间隔一致并帮助形成一致横截面的空气通道740。

[0083] 图7C和7D示出了支撑结构的替代实施例。图7C示出了通过构件710的中心安装的梁720和间隔物730。图7D示出了在构件710a的相对边缘上安装的梁720a和间隔物730a。

[0084] 图7A-7D中的构造可以如图7E所示沿水平方向(如图所示)或垂直方向安装介质710,其示出了过滤介质710e、梁720e、间隔物730e。

[0085] 图8A和8B示出了与本文所述的过滤器模块200、400一起使用的过滤器框架800。所述过滤器框架800包括已经描述的可拆卸的颗粒过滤器820和空气过滤器300。所述颗粒过滤器820可以过滤颗粒,使得碳吸附剂过滤器200、400不会被颗粒堵塞。各通道818可以附接到垂直于气流安装的直立框架构件816,以便引导来自接缝330的气流,以及将各个模块200保持在一起,以形成整个空气过滤器300气相去除部分。

[0086] 此外,各组过滤模块200、400可以在气流中串联组合和/或与其他系统或技术组合,以得到所需的空气质量。

[0087] 尽管已经参考上述实施例描述了本发明,但是本领域普通技术人员将理解,在不脱离权利要求的范围的情况下,可以对其进行各种改变或修改。

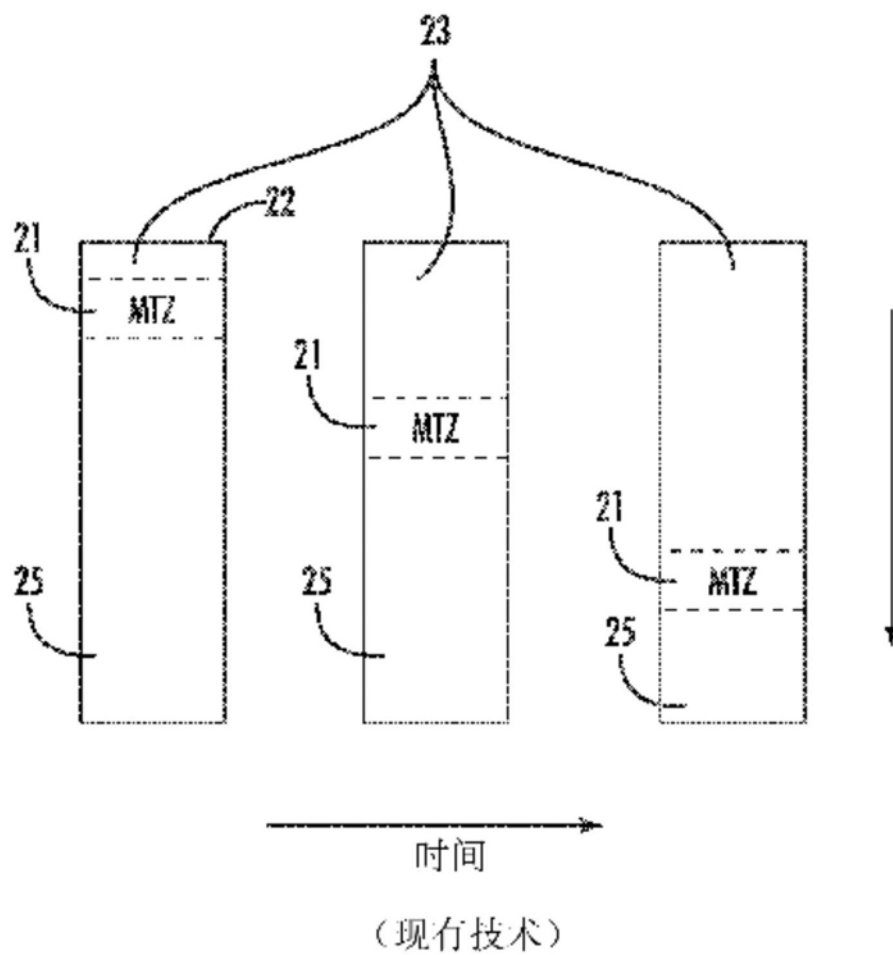
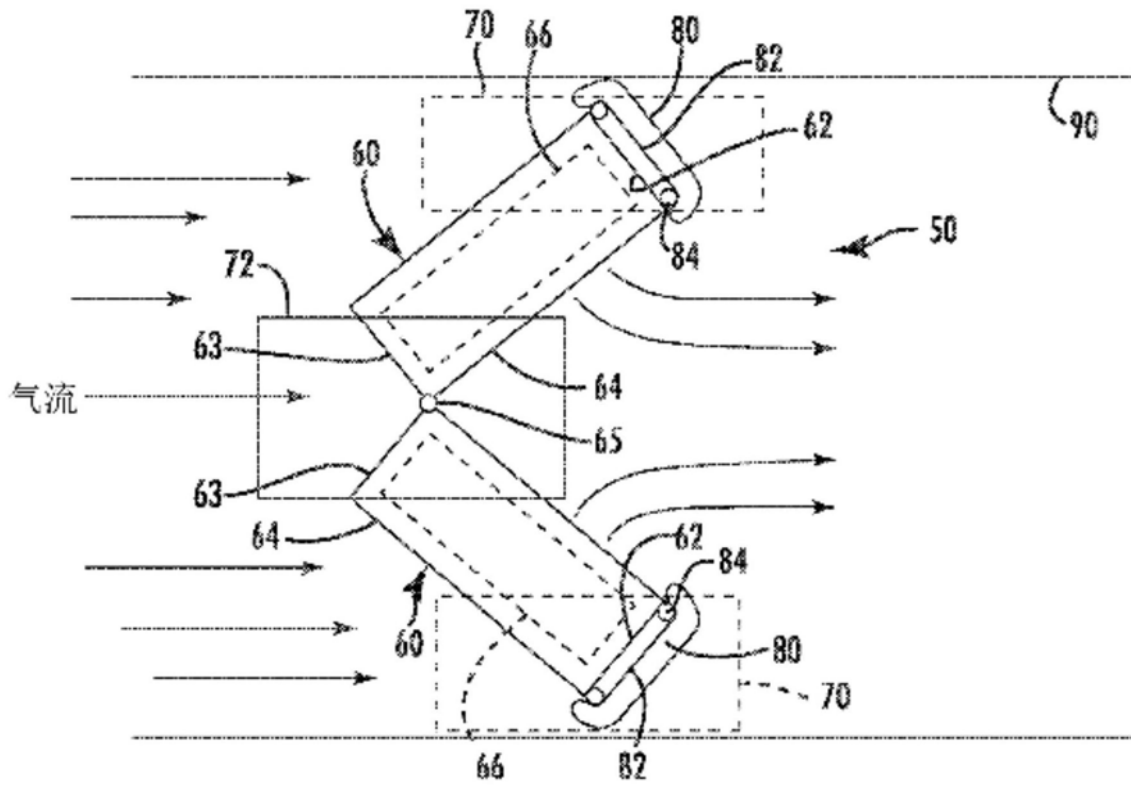


图1A



(现有技术)

图1B

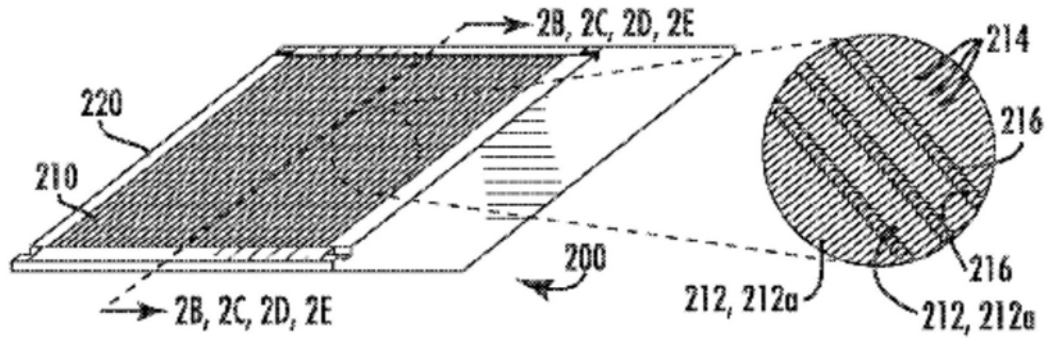


图 2A

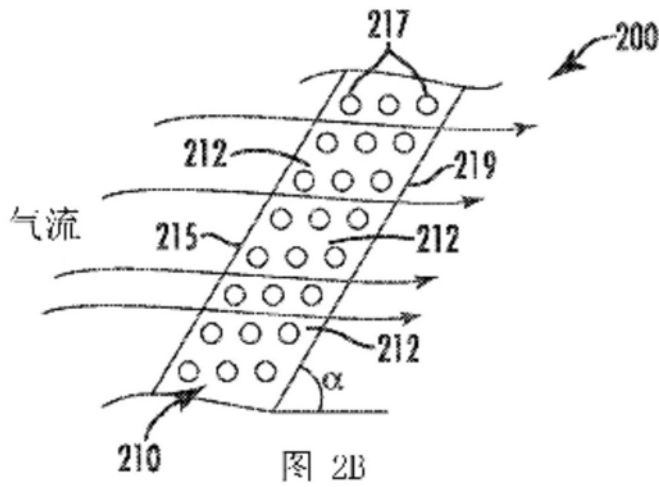


图 2B

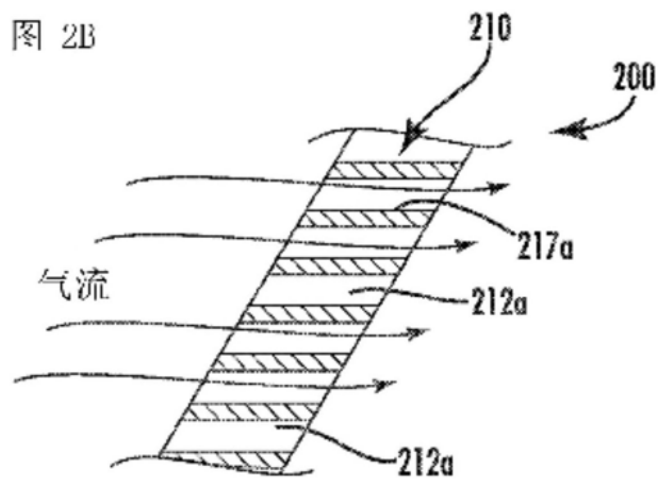
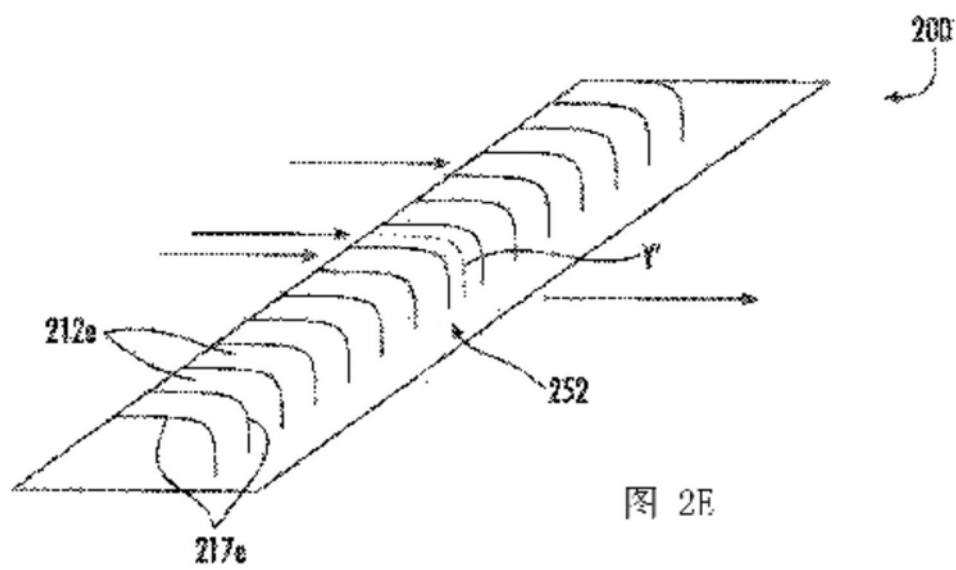
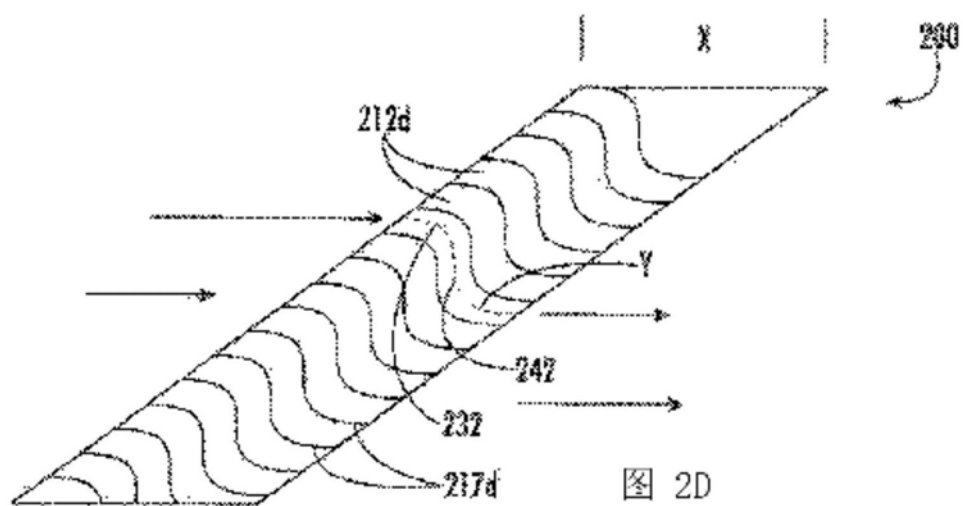
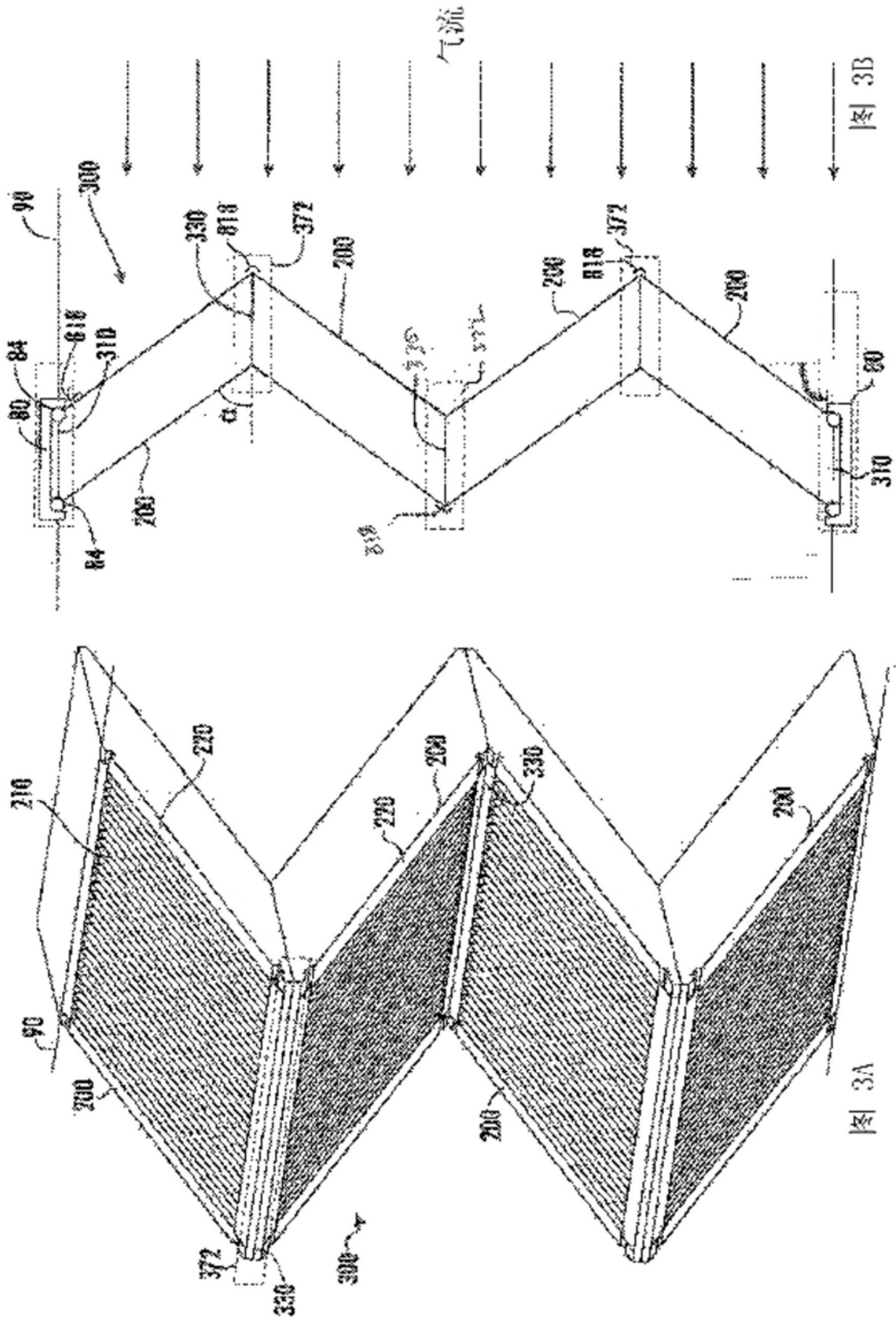


图 2C





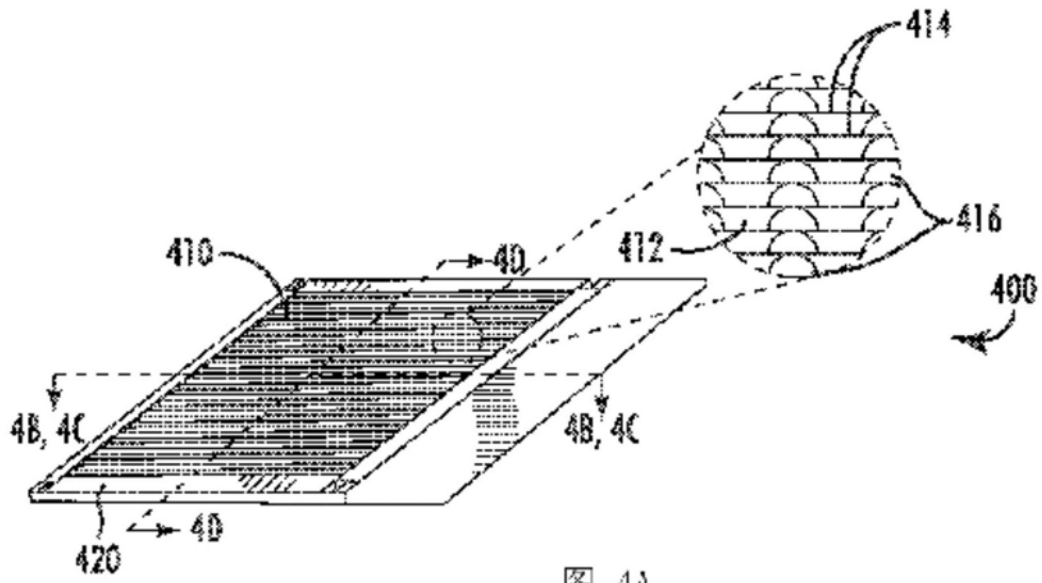


图 4A

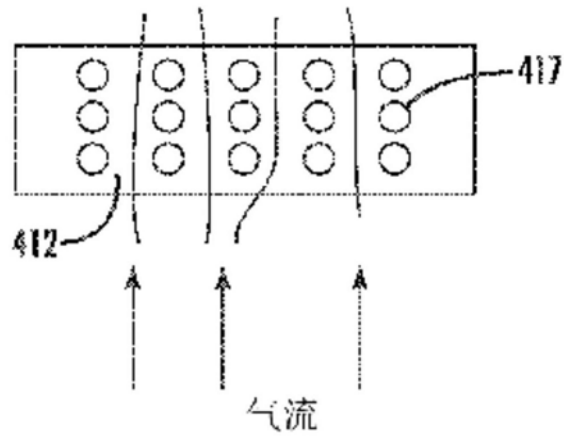


图 4B

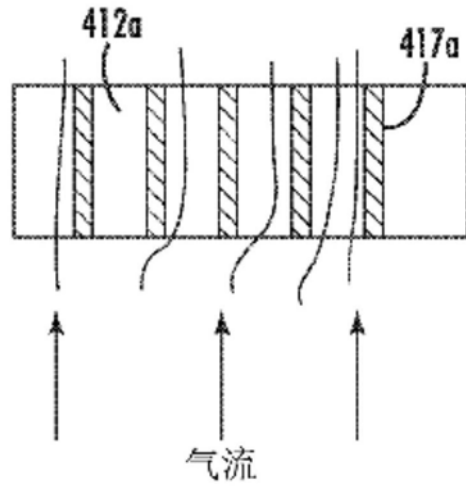


图 4C

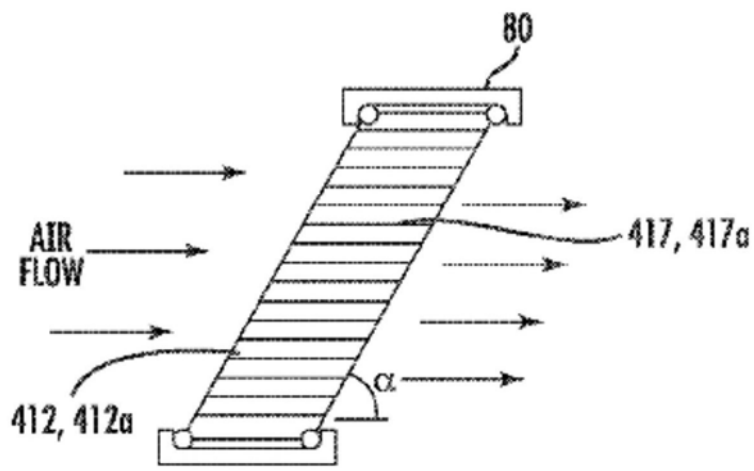


图 4D

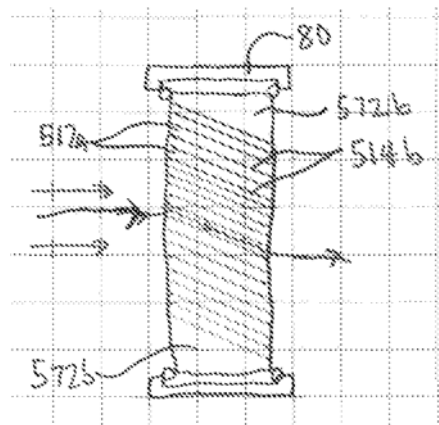


图5B

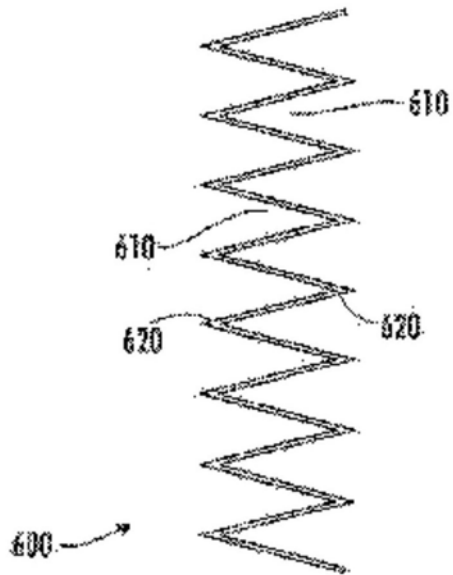


图 6A

气流 →

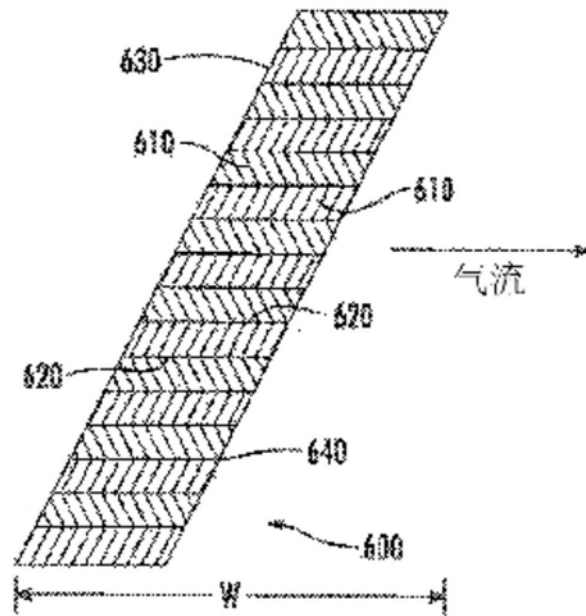


图 6B

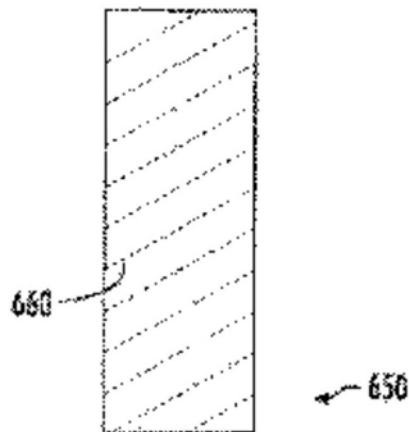


图 6C

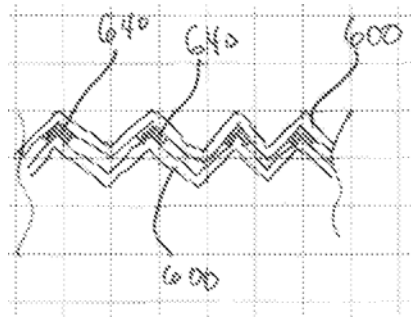


图6D

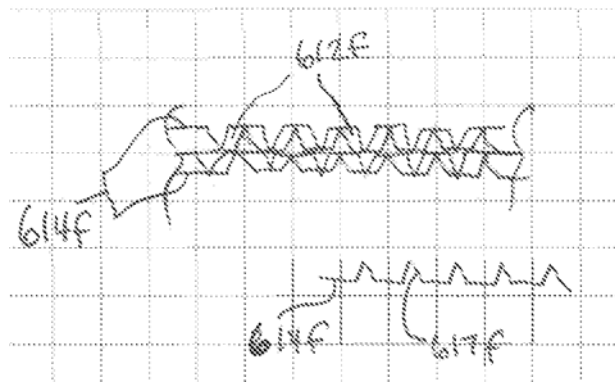


图6E

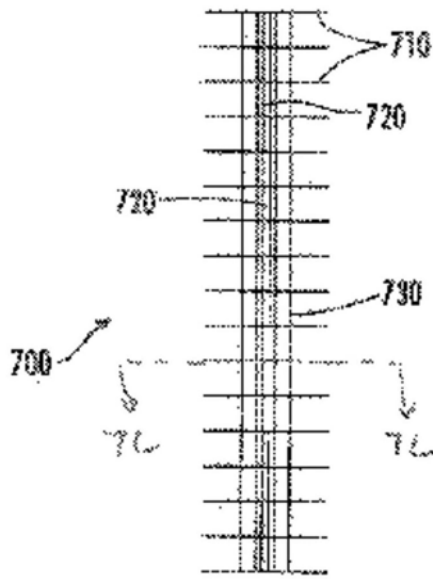


图 7A

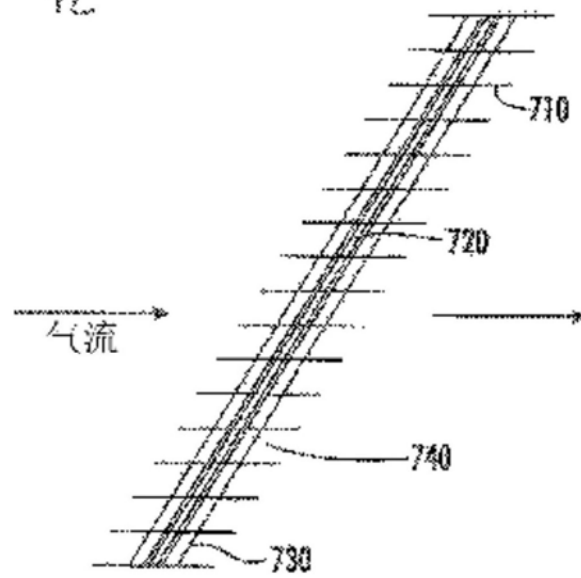


图 7B

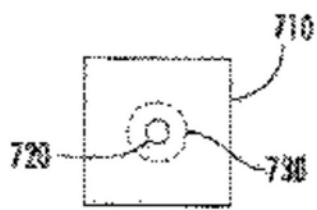


图 7C

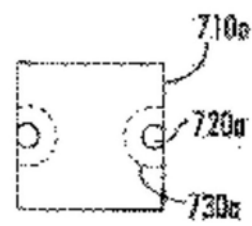


图 7D

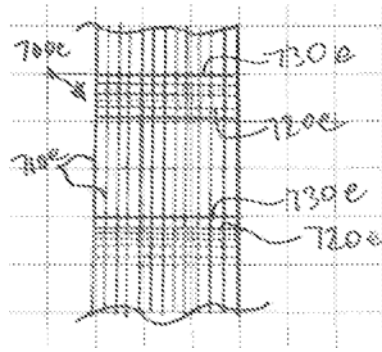


图7E

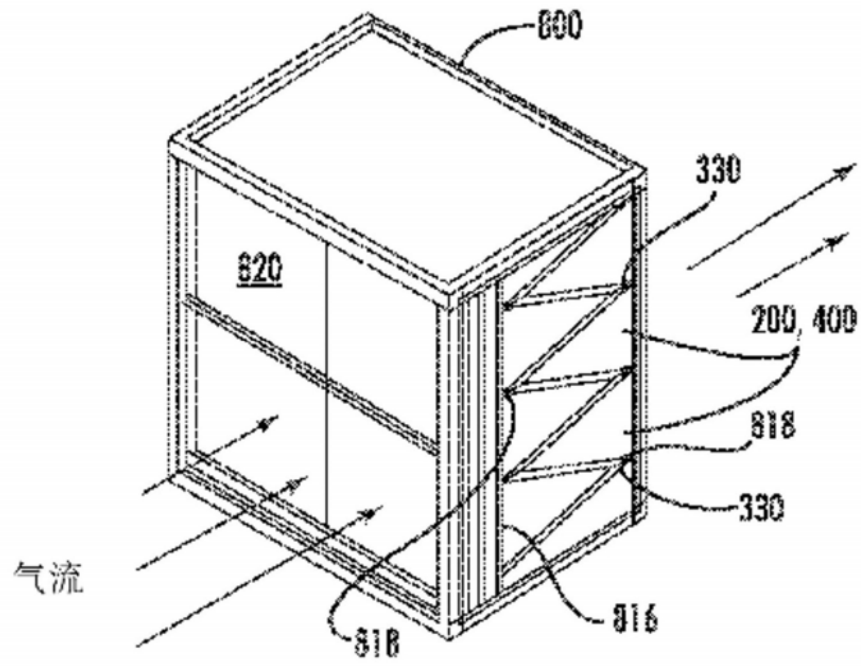


图 8A

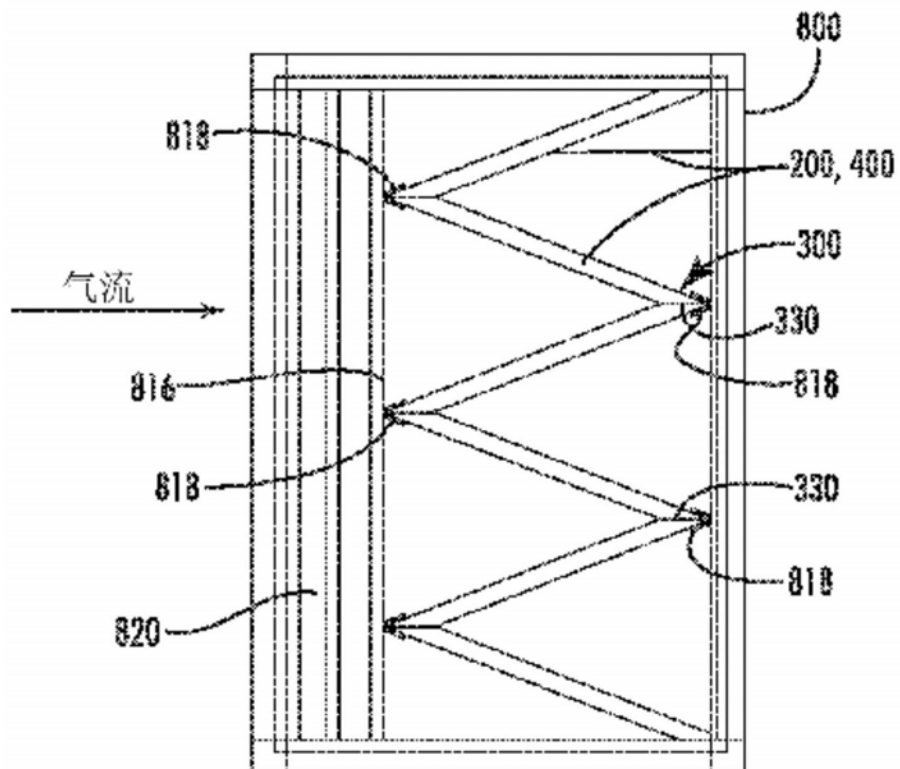


图 8B