



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109641169 B

(45) 授权公告日 2021. 11. 19

(21) 申请号 201780051262.2
 (22) 申请日 2017.08.15
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 109641169 A
 (43) 申请公布日 2019.04.16
 (30) 优先权数据
 62/379,958 2016.08.26 US
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2019.02.21
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/US2017/046965 2017.08.15
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02018/038976 EN 2018.03.01
 (73) 专利权人 3M创新有限公司
 地址 美国明尼苏达州
 (72) 发明人 约翰·M·塞巴斯蒂安
 克里斯托弗·A·赫尔利 (续)

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理
 有限公司 11112
 代理人 孙微 金小芳

(51) Int.Cl.
 B01D 46/52 (2006.01) (续)

(56) 对比文件
 CN 1674971 A, 2005.09.28
 JP 2009220050 A, 2009.10.01
 CN 102026700 A, 2011.04.20
 CN 202355962 U, 2012.08.01
 CN 104069687 A, 2014.10.01
 CN 105377399 A, 2016.03.02
 JP H1147531 A, 1999.02.23
 JP 2005152814 A, 2005.06.16
 JP 2001062232 A, 2001.03.13
 GB 1423815 A, 1976.02.04
 GB 499914 A, 1939.01.31
 US 6319300 B1, 2001.11.20
 CN 1568217 A, 2005.01.19

审查员 朱红霞

权利要求书3页 说明书19页 附图4页

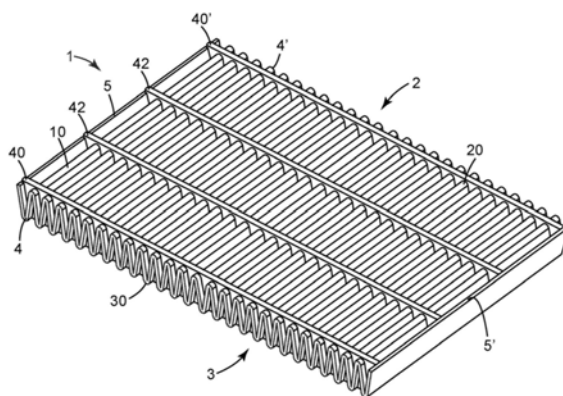
(54) 发明名称

包括具有边缘挡板的褶皱型过滤介质的褶皱型过滤元件以及制造和使用方法

(57) 摘要

本发明公开一种包括褶皱型过滤介质的褶皱型过滤元件,该褶皱型过滤介质包括多个相背对的褶皱,该多个相背对的褶皱具有褶皱方向并且具有多个上游褶皱尖端和上游褶皱谷以及多个下游褶皱尖端和下游褶皱谷,其中褶皱型过滤介质包括两个波纹边缘和两个非波纹边缘。褶皱型过滤介质的第一(第二)波纹边缘包括由硬化粘合剂制成的边缘挡板,该由硬化粘合剂制成的边缘挡板在侧向向内靠近该第一(该第二)波纹边缘的位置处占据上游褶皱谷和下游褶皱谷并且沿着褶皱型过滤介质的整个纵向范围延伸。褶皱型过滤介质是多层介质,该多层介质包括与玻

璃纤维预过滤层层压在一起的有机聚合物非织造幅材,该有机聚合物非织造幅材表现出小于5的百分比渗透率,该玻璃纤维预过滤层设置在主要过滤层的上游并且表现出大于约70的百分比渗透率。



CN 109641169 B

[接上页]

(72) 发明人	肯尼斯·J·克热佩尔	<i>B01D 27/06</i> (2006.01)
	皮埃尔·勒加雷 李福明	<i>B01D 27/14</i> (2006.01)
	保罗·A·马丁森 廉捧烈	<i>A62B 7/10</i> (2006.01)
(51) Int.Cl.		<i>A62B 23/02</i> (2006.01)
	<i>B01D 29/00</i> (2006.01)	

1. 一种褶皱型过滤元件,所述褶皱型过滤元件包括:

褶皱型过滤介质,所述褶皱型过滤介质包括上游主面和下游主面,并且包括多个相背对的褶皱,所述多个相背对的褶皱具有褶皱方向并且具有多个上游褶皱尖端和多个上游褶皱谷以及多个下游褶皱尖端和多个下游褶皱谷;

其中所述褶皱型过滤介质包括第一波纹边缘和第二波纹边缘;以及第一非波纹边缘和第二非波纹边缘;

其中所述褶皱型过滤介质的所述第一波纹边缘包括由硬化粘合剂制成的第一边缘挡板,所述由硬化粘合剂制成的第一边缘挡板在侧向向内靠近所述褶皱型过滤介质的所述第一波纹边缘的位置处占据所述褶皱型过滤介质的所述上游褶皱谷和所述下游褶皱谷并且沿着所述褶皱型过滤介质的整个纵向范围延伸,并且其中所述褶皱型过滤介质的所述第二波纹边缘包括由硬化粘合剂制成的第二边缘挡板,所述由硬化粘合剂制成的第二边缘挡板在侧向向内靠近所述褶皱型过滤介质的所述第二波纹边缘的位置处占据所述褶皱型过滤介质的第一侧面褶皱谷和第二侧面褶皱谷并且沿着所述褶皱型过滤介质的所述整个纵向范围延伸,其中各边缘挡板不具有沿着所述褶皱型过滤介质的褶皱方向侧向向外延伸超过所述褶皱型过滤介质的波纹边缘的终端的任何部分;

并且,

其中所述褶皱型过滤介质为多层过滤介质,所述多层过滤介质包括与附加层层压在一起的主要过滤层,其中所述主要过滤层包括表现出小于5的百分比渗透率的有机聚合物非织造幅材,并且其中所述附加层为设置在所述主要过滤层上游并且表现出大于70的百分比渗透率的玻璃纤维预过滤层。

2. 根据权利要求1所述的褶皱型过滤元件,其中所述主要过滤层包括吹塑微纤维非织造幅材或纺粘非织造幅材,其中非织造幅材包括至少一些包括带电驻极体部分的驻极体纤维。

3. 根据权利要求2所述的褶皱型过滤元件,其中所述主要过滤层表现出小于1.0的百分比渗透率,并且其中所述玻璃纤维预过滤层表现出大于90的百分比渗透率。

4. 根据权利要求1所述的褶皱型过滤元件,其中所述附加层的格利刚度与所述主要过滤层的格利刚度的比率为至少2.5。

5. 根据权利要求1所述的褶皱型过滤元件,其中所述玻璃纤维预过滤层包括小于0.6mm的厚度和小于3.0mm的水的压降。

6. 根据权利要求1所述的褶皱型过滤元件,其中所述主要过滤层包括小于0.8mm的厚度和6.0mm至14.0mm的水的压降。

7. 根据权利要求1所述的褶皱型过滤元件,其中所述主要过滤层粘合地层压到所述玻璃纤维预过滤层。

8. 根据权利要求1所述的褶皱型过滤元件,其中所述褶皱型过滤介质表现出小于三毫米的褶皱间距。

9. 根据权利要求1所述的褶皱型过滤元件,其中所述褶皱型过滤介质表现出五毫米至三十毫米的褶皱高度。

10. 根据权利要求1所述的褶皱型过滤元件,其中所述过滤介质被打褶,使得褶皱的相邻壁通常至少在所述褶皱高度的至少70%的范围内大体上彼此平行。

11. 根据权利要求1所述的褶皱型过滤元件,其中所述褶皱型过滤介质是旋转刻痕褶皱型介质,所述旋转刻痕褶皱型介质包括位于所述褶皱型过滤介质的上游主面和所述褶皱型过滤介质的下游主面中的至少一者上的多个刻痕线。

12. 根据权利要求1所述的褶皱型过滤元件,其中所述第一边缘挡板是第一边缘密封件,所述第一边缘密封件被构造成使得所述褶皱型过滤介质的所述第一波纹边缘被所述第一边缘密封件封闭,并且其中所述第二边缘挡板是第二边缘密封件,所述第二边缘密封件被构造成使得所述褶皱型过滤介质的所述第二波纹边缘被所述第二边缘密封件封闭。

13. 根据权利要求1所述的褶皱型过滤元件,其中所述第一边缘挡板包括小于3mm的侧向偏移,并且其中所述第二边缘挡板包括小于3mm的侧向偏移。

14. 根据权利要求1所述的褶皱型过滤元件,所述褶皱型过滤元件包括至少一个由硬化粘合剂制成的附加挡板,所述附加挡板是侧向定位在所述由硬化粘合剂制成的第一边缘挡板和所述由硬化粘合剂制成的第二边缘挡板之间的内部挡板,并且沿着所述褶皱型过滤介质的所述整个纵向范围延伸。

15. 根据权利要求1所述的褶皱型过滤元件,其中所述褶皱型过滤元件基本上由有机聚合物非织造主要过滤层组成,所述有机聚合物非织造主要过滤层层压到玻璃纤维预过滤层、由硬化粘合剂制成的第一边缘挡板和第二边缘挡板、以及由硬化粘合剂制成的一个或多个内部挡板。

16. 根据权利要求1所述的褶皱型过滤元件,其中所述褶皱型过滤元件沿着至少大体上垂直于所述褶皱方向的适形轴线被适形形成弧形形状。

17. 根据权利要求16所述的褶皱型过滤元件,其中所述褶皱型过滤介质的所述上游主面位于所述褶皱型过滤元件的凸面侧面上,并且所述褶皱型过滤介质的所述下游主面位于所述褶皱型过滤元件的凹面侧面上。

18. 一种过滤元件外壳,所述过滤元件外壳包括安设在所述过滤元件外壳的内部中的根据权利要求1所述的过滤元件,所述外壳包括主外壳部分,所述主外壳部分设置有具有透气区域的至少一个主表面并且包括具有被构造成用于接收所述过滤元件的接收器的内部。

19. 根据权利要求18所述的过滤元件外壳,其中不是所述过滤元件的一部分的至少一个过滤材料附加层安设在所述过滤元件外壳的所述内部内。

20. 一种呼吸器,所述呼吸器包括面罩主体,所述面罩主体具有流体地连接到所述面罩主体的过滤元件外壳,所述过滤元件外壳包括安设在所述过滤元件外壳中的根据权利要求1所述的过滤元件。

21. 一种呼吸器,包括面罩主体和远程单元,所述远程单元包括过滤元件外壳,所述过滤元件外壳包括安设在所述过滤元件外壳中的权利要求1所述的过滤元件,所述远程单元是包括风扇并且包括供应管的动力单元,其中所述远程单元通过所述供应管流体地连接到所述面罩主体,由此过滤后的空气能够从所述远程单元输送到所述面罩主体。

22. 一种制造褶皱型过滤元件的方法,所述方法包括:

将主要过滤层层压到预过滤层以形成具有上游主面和下游主面的层压体,所述预过滤层提供所述层压体的所述上游主面;

对所述层压体进行旋转刻痕以提供多个刻痕线;

在所述层压体处于平坦构造的情况下,将由粘合剂制成的第一边缘珠粒的上游部分和

所述由粘合剂制成的第一边缘珠粒的下游部分施加到所述层压体的纵向延伸的长度；以及，将由粘合剂制成的第二边缘珠粒的上游部分和所述由粘合剂制成的第二边缘珠粒的下游部分施加到所述层压体的所述纵向延伸的长度，

其中所述第一边缘珠粒侧向向内靠近所述层压体的第一侧向边缘，并且其中所述第二边缘珠粒侧向向内靠近所述层压体的第二侧向边缘；

沿着所述层压体的纵向轴线压缩所述层压体，使得所述层压体沿着所述刻痕线折叠以变成褶皱型层压体；

以及，使由粘合剂制成的所述第一边缘珠粒和所述第二边缘珠粒硬化以形成由硬化粘合剂制成的第一边缘挡板和第二边缘挡板，以形成褶皱型过滤元件，其中各边缘挡板不具有沿着所述褶皱型层压体的褶皱方向侧向向外延伸超过所述褶皱型层压体的侧向边缘的终端的任何部分，

其中所述主要过滤层包括表现出小于5的百分比渗透率的有机聚合物非织造幅材，并且其中所述预过滤层为设置在所述主要过滤层上游并且表现出大于70的百分比渗透率的玻璃纤维预过滤层。

包括具有边缘挡板的褶皱型过滤介质的褶皱型过滤元件以及制造和使用方法

背景技术

[0001] 呼吸器通常用于清洁将要被使用者呼吸的空气,并且常常包括面罩主体以及流体地连接到面罩主体的一个或多个过滤元件。

发明内容

[0002] 宽泛概括地说,本文公开一种包括褶皱型过滤介质的褶皱型过滤元件,该褶皱型过滤介质具有第一波纹边缘和第二波纹边缘且具有由硬化粘合剂制成的第一边缘挡板和第二边缘挡板。在以下具体实施方式中,这些方面和其它方面将显而易见。然而,在任何情况下,本发明内容都不应该被解释为限制可要求保护的主体,不论这种主题是在最初提交的申请的权利要求中还是在经过修改或以其它方式在申请过程中提出的权利要求中提出的。

附图说明

[0003] 图1是示例性褶皱型过滤元件的透视上游视图/侧视图。

[0004] 图2是示例性褶皱型过滤元件的一部分的侧视图。

[0005] 图3是褶皱型过滤元件的示例性褶皱型过滤介质的一部分的侧视图。

[0006] 图4是另一个示例性褶皱型过滤介质的一部分的分离侧视图。

[0007] 图5是适形成弧形形状的示例性褶皱型过滤元件的侧视图。

[0008] 图6是示例性过滤元件外壳的透视上游视图。

[0009] 图7是示例性过滤元件外壳的透视下游视图。

[0010] 在各附图中,类似参考标号指示类似元件。一些元件可能以相同或相等的倍数存在;在这种情况下,可能仅通过参考标号来指定一个或多个代表性元件,但应当理解,此类参考标号适用于所有此类相同的元件。除非另外指明,否则本文件中的所有图示和附图均未按比例绘制,并且被选择用于示出本发明的不同实施方案的目的。具体地,除非另外指明,否则仅用示例性术语描述各种部件的尺寸,并且不应当从附图推断各种部件的尺寸之间的关系。

[0011] 术语表

[0012] 尽管本发明中可以使用诸如“顶部”、“底部”、“上部”、“下部”、“下方”、“上方”、“向上”和“向下”以及“第一”和“第二”的术语,但应当理解,除非另外指出,否则那些术语仅以它们的相对意义使用。如本文所用,作为对特性或属性的修饰语,除非以其他方式具体地定义,否则术语“大致”意指该特性或属性将能够容易被普通技术人员识别,而不需要绝对精确或完美匹配(例如,对于可量化特性,在 $\pm 20\%$ 内)。除非以其它方式具体地定义,否则术语“大体上”意指高逼近程度(例如,在可量化特性的 $\pm 10\%$ 内),但同样不需要绝对精确或完美匹配。术语“基本上”是指非常高的逼近程度(例如,在可量化特性的 $\pm 2\%$ 内);应当理解,短语“至少基本上”包括“精确”匹配的特定情况。然而,即使是“确切”匹配,或使用术语

诸如例如相同、相等、一致、均匀、恒定等的任何其它特征描述的情况,也将被理解为在普通公差内,或在适用于特定情况的测量误差内,而不是需要绝对精确或完全匹配。

[0013] 术语“上游”用于表示流动的空气从其撞击实体的实体(例如褶皱型空气过滤介质)的侧面;术语“下游”用于表示空气离开实体所通过的实体的侧面。诸如向内、向外、最外侧等的术语是相对于褶皱型过滤介质的上游-下游方向的。术语“侧向”和诸如例如“侧向向内”等的术语是相对于沿着褶皱型空气过滤介质的褶皱方向的方向的,如本文所详细讨论的。

[0014] 术语“挡板”是指由硬化粘合剂共同提供的分隔件,分隔件存在于褶皱型过滤介质的上游褶皱谷和下游褶皱谷两者中。

[0015] 术语“密封件”是指充分地填充上游褶皱谷和下游褶皱谷以便封闭褶皱型过滤介质的波纹边缘的边缘挡板。

[0016] “封闭”、“封闭的”等术语意指阻挡,使得至少大体上没有空气可从中流过。

具体实施方式

[0017] 在图1中以来自上游侧面的透视图示出包括褶皱型空气过滤介质10的示例性褶皱型过滤元件1。示例性过滤元件1的一部分在图2中以侧视图示出。在一些实施方案中,过滤元件1可以是具有例如四个角部的矩形形状(具体地包括正方形形状);在此类实施方案中,褶皱型过滤介质10因此可具有大致矩形的周边(这不排除过滤介质10的周边中的不规则部分、凹口、倒角角部或成角度角部等)。褶皱型过滤介质10(和过滤元件1)包括主边缘,例如,如图1所示的四个主边缘。主边缘(端部)4和4'(其终止为暴露的褶皱)在本文中将被称为波纹边缘,并且主边缘(端部)5和5'将被称为非波纹边缘,所有这些如图1所示。

[0018] 过滤元件1包括上游主侧面2和下游主侧面3;褶皱型过滤介质10因此包括上游主面25和下游主面35。在一些实施方案中,过滤元件1可以是上游-下游对称的(例如,过滤元件1可安设在过滤元件外壳中,其中任一主侧面向上游定向);在此类情况下,上游和下游侧面/面的名称是可互换的。然而,在其它实施方案中,过滤元件1不是以这种方式对称的,并且上游侧面和面以及下游侧面和面的名称不是可互换的。

[0019] 褶皱型过滤介质10可由任何合适的介质制成,并且可被构造成用于过滤(例如,捕集)颗粒、蒸气或气体或它们的任何组合。可能合适的材料可以包括例如纸;热塑性或热固性材料的多孔膜;微孔膜(诸如相转化膜)、合成或天然纤维的有机聚合物非织造幅材(诸如熔喷或纺粘幅材、梳理幅材、湿法成网或气流成网的幅材等等);稀松布;织造的或编织的材料;泡沫;玻璃纤维介质;或两种或更多种材料的层压物或复合材料。例如,包括聚乙烯、聚丙烯或聚(乳酸)的非织造有机聚合物幅材可能是合适的。可以使用任何合适的制造非织造幅材的方法(例如,熔喷、熔纺、梳理等)。在特定实施方案中,非织造幅材可以是吹塑微纤维(BMF)幅材,这意味着纤维是熔喷的并且表现出小于 $30\mu\text{m}$ 的有效纤维直径。过滤介质10还可以包括吸附剂、催化剂和/或活性炭(颗粒、纤维、稀松布和模制形状)。

[0020] 在具体实施方案中,褶皱型过滤介质10可包括至少一个层,该层包括驻极体材料。驻极体材料是指在合适的充电过程之后表现出准永久性电荷的材料(例如有机聚合物材料)。电荷可通过例如美国专利公布2011-0290119中公开的X射线放电测试来表征。这种材料可选自任何合适的材料,例如,如美国专利RE 30782中描述的分原纤化带电纤维。此类

带电纤维可通过任何合适的手段形成为非织造幅材,并且可任选地接合到诸如美国专利5230800中公开的稀松布。在其它具体实施方案中,过滤介质10可以是可包括至少一些包括驻极体的纤维的熔喷微纤维非织造幅材(例如,美国专利4215682和美国专利7989371中公开的一般类型的)或纺粘非织造幅材。如果需要,这种幅材可任选地在幅材形成期间接合到第二层,或随后以任何常规方式接合到第二层。可能特别适用于某些应用的过滤介质可包括:例如在授予Fox的美国专利8162153中描述的一般类型的介质;授予Berrigan的美国专利申请公布20080038976中描述的一般类型的介质;授予Fox和Berrigan两人的美国专利申请公布20040011204中描述的一般类型的介质;以及一般称为摩擦带电介质的介质。如果需要,可对任何此类介质充电以提供带电驻极体部分。可使用任何合适的充电方法,充电方法选自例如电晕充电、水充电、摩擦充电等等。在一些实施方案中,过滤介质可由预充电的驻极体纤维形成;或者,过滤介质可被形成(例如被收集作为非织造幅材并且合并(如果需要)或形成为膜),并且然后后带电。如果需要,介质可包括一种或多种充电添加剂,例如选自国际专利公布W02016/033097中描述的添加剂中的任何一种。在一些实施方案中,包括带电驻极体部分的介质还可包括例如在授予David的美国专利7887889中公开的类型氟化表面处理;此类处理可例如改善介质在暴露于油性雾等时的性能。

[0021] 在各种实施方案中,任何此类过滤介质可表现出小于约2.0mm、1.5mm、1.2mm、1.0mm、0.8mm、0.6mm、0.5mm或0.4mm的厚度。在各种实施方案中,任何此类过滤介质可表现出至少约10克/平方米(g/m^2)、20 g/m^2 或30 g/m^2 到至多约120 g/m^2 、100 g/m^2 、80 g/m^2 或60 g/m^2 的基重。在各种实施方案中,介质可表现出大于约1.0mm、2.0mm、4.0mm或8.0mm的水的压降(根据工作实施例中公开的过程测量的)。在另外的实施方案中,介质可表现出小于约20mm、15mm或10mm的水的压降。在各种实施方案中,介质可表现出小于约20、10、5.0、2.0、1.0、0.4、0.2、0.1或0.05的百分比渗透率(即,DOP初始百分比渗透率,根据工作实施例中公开的过程测量的)。(在介质是如下文所描述的多层介质的特定情况下,以上列出的参数将是总参数/总体参数。)

[0022] 多层介质

[0023] 在一些实施方案中,例如层压介质的多层介质可以用作过滤介质10。在特定实施方案中,这种介质可包括具有例如层压到一个或多个其它材料层的上述任何介质(例如熔喷微纤维幅材或纺粘幅材或微孔膜,任选地包括带电驻极体部分)的至少一个主要过滤层。例如,高度开放的塑料结网或网片、非织造稀松布等可能被层压到介质(并且然后连同介质一起打褶),以便例如增强介质的耐磨性。任何这样的层可通过任何合适的方法层压到主要过滤层,例如通过熔融粘合,通过粘合剂(热熔融粘合剂、压敏粘合剂等等)、压延或超声波点粘等等。在具体实施方案中,层压可使用(例如通过喷涂、辊涂或任何适当的方法)施加的热熔融粘合剂,使得不会不能接受地增加介质的流动阻力。因此在各种实施方案中,多层介质的层可通过以小于约10克/平方米、8克/平方米或6克/平方米的涂布量提供的粘合剂粘合地层压在一起。

[0024] 在各种实施方案中,多层介质的主要过滤层(例如像包括带电驻极体部分的有机聚合物非织造幅材)可包括小于约2.0mm、1.5mm、1.0mm、0.8mm、0.6mm或0.4mm的厚度。在各种实施方案中,主要过滤层可表现出至少约10 g/m^2 、20 g/m^2 或30 g/m^2 到至多约100 g/m^2 、80 g/m^2 、60 g/m^2 或40 g/m^2 的基重。在各种实施方案中,主要过滤层可表现出大于至少约1.0mm、

2.0mm、4.0mm、或8.0mm的水并且小于约20mm、16mm、12mm或10mm的水的压降。在各种实施方案中,主要过滤层可表现出小于约20、10、5.0、2.0、1.0、0.4、0.2、0.1或0.05的百分比渗透率。

[0025] 在一些实施方案中,多层介质可包括至少一个层,该层包括吸附剂(例如活性炭),例如用于减少讨厌气味等的量。在一些实施方案中,一个多层介质可包括位于介质的上游侧面上的至少一个预过滤层。在一些实施方案中,此类预过滤层可优先捕集相对较大的颗粒,同时允许较小的颗粒穿过使得它们可被主要过滤层捕集。此类预过滤层可包括例如聚丙烯、聚乙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚(乳酸)或这些材料的共混物。

[0026] 已发现这对于预过滤层表现出比与预过滤层一起使用的主要过滤层的百分比渗透率明显更高的百分比渗透率可能是有利的。即,在一些实施方案中,在过滤介质的使用过程中,与单独使用主要过滤层所表现出的流动阻力相比,具有相对较低百分比渗透率(例如低于5.0)的主要过滤层以及具有相对较高百分比渗透率(例如70或更高)的预过滤层的层压体可有利地表现出少得多的流动阻力的显著增加(如通过层压体的压降所表明的那样)。在使用具有相对较低百分比渗透率(例如小于70)的预过滤层时尚未发现这种行为(这可通过最终压降与初始压降的比较来确定)。

[0027] 在各种实施方案中,预过滤层可表现出大于约20、40、60、70、80、90或95的百分比渗透率。在各种实施方案中,可将任何这种预过滤层与表现出小于约10、5.0、2.0、1.0、0.4、0.2、0.1或0.05的百分比渗透率的主要过滤层组合。在各种实施方案中,至少一个主要过滤层和至少一个预过滤层的层压体可表现出小于约10、5.0、4.0、2.0、1.0、0.4、0.2、0.1或0.05的百分比渗透率。在各种实施方案中,预过滤层可包括小于约2.0mm、1.5mm、1.0mm、0.8mm、0.6mm或0.4mm的厚度。在各种实施方案中,预过滤层可表现出至少约20g/m²、30g/m²、40g/m²或50g/m²到至多约120g/m²、100g/m²、80g/m²或60g/m²的基重。在各种实施方案中,预过滤层可表现出小于4.0mm、3.0mm、2.0mm、1.5mm或1.0mm的水的压降(以14cm/s的面速度进行测试)。

[0028] 在特定实施方案中,多层介质可包括玻璃纤维层。在一些实施方案中,这种玻璃纤维层可采用预过滤层的形式。在其中玻璃纤维预过滤层表现出比与玻璃纤维预过滤层一起使用的主要过滤层的百分比渗透率显著更高的百分比渗透率的具体实施方案中,可得到上述过滤性能的优点。然而,玻璃纤维层不一定充当预过滤层以便提供益处。(换句话说,在一些实施方案中,玻璃纤维层可位于主要过滤层的下游侧面上并因此不可能充当预过滤器;在其它实施方案中,玻璃纤维层可设置在主要过滤层的上游侧面和下游侧面上。)

[0029] 具体地讲,已发现,当与作为有机聚合物非织造幅材(例如纺粘幅材或BMF幅材)的主要过滤层组合时,玻璃纤维层可允许所得层压体的可褶皱性比主要过滤层单独表现出的可褶皱性显著增强。即,相较于单独的有机聚合物非织造幅材,包括玻璃纤维层可允许有机聚合物非织造幅材被打褶成相对紧密的褶皱构造(例如褶皱间距小于约3mm,并且褶皱高度大于约10mm)。(这对例如BMF幅材可能尤其是这样,BMF幅材特征性地相当柔软且因此不可被修改成过分褶皱的。)

[0030] 此外,与单独使用玻璃纤维层相比,玻璃纤维层与有机聚合物非织造幅材结合可提供增强的物理耐久性。尽管玻璃纤维过滤层在本领域是已知的、由于其固有刚度和刚性可容易地能够打褶成相对紧密的褶皱构造、并且已例如在褶皱型过滤介质中单独使用,但

这些玻璃纤维过滤层由于其固有刚性而例如在无意中受到变形力的情况下易于受到损坏(例如破裂)。(换句话讲,其固有刚性可能使它们变得一定程度地易碎。)相对柔顺性和弹性的有机聚合物非织造幅材(例如BMF幅材)的存在可提供能够使玻璃纤维层受到损坏的任何可能性最小化的缓冲效果。

[0031] 因此,应当理解,包括作为有机聚合物材料幅材(例如非织造幅材或微孔膜)的主要过滤层以及包括例如呈预过滤层形式的玻璃纤维层的实施方案除上述过滤性能的优点之外,还可提供增强的可褶皱性和增强的耐久性。在一些实施方案中,多层过滤介质基本上由或者由主要过滤层组成,该主要过滤层为有机聚合物非织造幅材,该有机聚合物非织造幅材是层压的,例如与玻璃纤维层粘合地层压在一起。

[0032] 在特定实施方案中,本文所公开的多层过滤介质可包括具有相对较低刚度的主要过滤层(例如有机聚合物层,诸如像非织造幅材或微孔膜),该主要过滤层与具有相对较高刚度的附加层(例如玻璃纤维层)组合(例如,与其层压在一起)。在一些实施方案中,多层过滤介质基本上由或者由具有相对较低刚度的主要过滤层结合具有相对较高刚度的附加层而组成。介质的刚度可通过格利刚度(如本文的工作实施例中所描述的那样测量的)来表征。在各种实施方案中,本文所公开的多层过滤介质可包括表现出小于120mg、100mg、80mg、60mg、40mg或30mg的格利刚度(单独进行测量)的主要过滤层。在另外的实施方案中,本文所公开的多层过滤介质可包括具有这种刚度的主要过滤层,以及表现出至少200mg、300mg、400mg、600mg、800mg或1000mg的格利刚度(单独进行测量)的附加层(例如玻璃纤维预过滤层)。

[0033] 主要过滤层相对于附加层(例如预过滤层)的刚度可通过附加层的格利刚度与主要过滤层的格利刚度的比率来表征。例如,如果主要过滤层具有25mg的格利刚度(单独进行测量),并且附加层具有250mg的格利刚度(单独进行测量),那么比率将为10(无量纲)。在各种实施方案中,(单独测量的值的)这种比率可至少约为2.0、2.5、3.0、4.0、6.0、8.0、10、16或20。

[0034] 在各种实施方案中,本文所公开的多层过滤介质可表现出至少约200mg、300mg、400mg、500mg、600mg、700mg、800mg、900mg或1000mg的格利刚度(测量为未褶皱的多层层压体)。已发现,表现出相对较低的格利刚度(例如小于50mg)的主要过滤层连同表现出相对较高的格利刚度(例如大于200mg)的附加层的层合可至少在某些情况中产生层压体,该层压体表现出的格利刚度高于(例如显著地高于)任一单独的层的格利刚度。例如,工作实施例描述了其中具有约23mg的格利刚度的主要过滤层与具有约250mg的格利刚度的预过滤层层压在一起的情况。所得层压体表现出大约490mg的格利刚度。因此在各种实施方案中,如本文所描述的多层过滤介质可表现出比表现出最高个体格利刚度的介质层的格利刚度至少约1.4倍、1.8倍或2.2倍的格利刚度。(在前述示例中,这种比率将为490/250或大约2.0。)

[0035] 在一些实施方案中,如本文所公开的褶皱型过滤元件可包括多层过滤介质,该多层过滤介质包括主要过滤层(例如有机聚合物微孔膜或有机聚合物非织造幅材),该主要过滤层是如此柔软和柔顺性以致其不能够进行旋转刻痕打褶(在不具有如本文所公开的层压到其上的相对刚性材料层的情况下)。普通技术人员将会知道,可通过旋转刻痕打褶工艺来放置候选过滤材料,并且可容易地确定该材料本身是否是能够旋转刻痕打褶的。(出于这种表征的目的,可使用不超过3mm的褶皱间距和至少10mm的褶皱高度。)

[0036] 可适于包括在如本文所公开的多层过滤介质中的玻璃纤维材料包括例如以商品名HF-13732A、HE-14732A和HE-1073购自Hollingsworth&Vose公司的产品。表现出相对较高的百分比渗透率(并且因此可特别适于用作预过滤层)的玻璃纤维材料包括以商品名HF-11732A和HF-0121购自Hollingsworth&Vose公司的产品。在一些实施方案中,多层过滤介质基本上由或者由包括带电驻极体部分的有机聚合物主要过滤层结合玻璃纤维预过滤层而组成。

[0037] 褶皱型过滤介质

[0038] 如上所述,过滤介质10被打褶。在至少一些实施方案中,褶皱型过滤介质10不包括任何类型的平面加强结构或支撑层(例如,多条刨花板、一层丝网、非织造稀松布等),该任何类型的平面加强结构或支撑层粘合到褶皱型过滤介质的主侧面的褶皱尖端以使褶皱间距稳定。此外,在至少一些实施方案中,褶皱型过滤介质10不包括任何种类的保护层或支撑层(例如丝网、聚合物结网或非织造稀松布),该任何种类的保护层或支撑层连同褶皱型过滤介质一起被打褶并且不执行过滤功能(例如,表现出大于99.0的百分比渗透率)。即,在一些实施方案中,本文所公开的硬化粘合剂挡板(稍后进行描述)可对褶皱型过滤介质提供足够的机械完整性,以致不需要一个或多个此类支撑层。因此,在一些实施方案中,过滤元件1可基本上由或者由包括有机聚合物非织造层和玻璃纤维预过滤层的褶皱型多层过滤介质以及粘合剂挡板组成,不存在任何其它元件。在特定实施方案中,过滤介质10的褶皱不包括例如美国专利5427597中所描述类型的任何凹痕。

[0039] 如图1和图2所示,褶皱型过滤介质10包括多个上游褶皱20和下游褶皱30。每个上游褶皱20包括上游褶皱尖端21,并且每个相邻的一对上游褶皱20在两者间限定了上游褶皱谷22。下游褶皱30与上游褶皱20相背对地构造。每个下游褶皱30包括下游褶皱尖端31,并且每个相邻的一对下游褶皱30在两者间限定下游褶皱谷32。如本文所用,褶皱方向(图3中的 D_p ,也称为侧向方向)是与褶皱尖端的长轴对齐(并且通常从褶皱型过滤介质的一个波纹边缘4延伸到另一个波纹边缘4')的方向。纵向方向(图3中的 D_l)是与褶皱方向正交并且通常从褶皱型过滤介质的一个非波纹边缘5延伸到另一个非波纹边缘5'的方向。(尽管为了便于描述在本文中使用的术语纵向和侧向,但褶皱型过滤介质10的纵向尺寸必须大于褶皱型过滤介质10的侧向(褶皱方向)尺寸并不是绝对必要的。)上游-下游方向(图3中的 D_{u-d})是从上游侧面2到下游侧面3延伸穿过过滤元件并且通常对应于通过过滤元件的气流的总体方向的方向。

[0040] 参考图3的侧视图(其中沿着褶皱方向 D_p 观察示例性褶皱型空气过滤介质10的一部分,其中为了清楚起见,省略了稍后描述的粘合剂挡板)来讨论褶皱几何结构的另外细节。本文所定义的褶皱间距、褶皱高度和褶皱距离用褶皱型空气过滤介质10以标称平面状的构造进行评估,其中褶皱型过滤介质10设置有容易识别的总体主平面(尽管每个褶皱中固有的与该平面有局部偏离),如图3所示。褶皱高度(褶皱幅度)是沿着与过滤介质10的总体主平面正交的方向(即,沿着与褶皱型介质的上游-下游方向 D_{u-d} 对齐的方向)从第一侧面褶皱尖端21到第二侧面褶皱尖端31的距离(图3中的 P_H)。在各种实施方案中,介质10的褶皱高度可为至少约2mm、4mm、6mm、8mm、10mm或12mm。在另外的实施方案中,褶皱高度可为至多约45mm、40mm、35mm、30mm、25mm、20mm、15mm、12mm、10mm、8mm或6mm。在特定实施方案中,褶皱型介质可表现出规则变化的褶皱高度,例如较低褶皱高度与较高褶皱高度夹杂的预定交替

的图案。

[0041] 褶皱间距(图3中的 P_s)是沿着与过滤介质的总体主平面对齐的方向(即,沿着褶皱型介质的纵向方向 D_1)的最邻近的同侧褶皱尖端之间的距离。褶皱型过滤介质10可以包括任何合适的褶皱间距。在各种实施方案中,褶皱间距可为至多约20mm、15mm、10mm、8mm、6mm、4mm、3mm或2mm;在另外的实施方案中,褶皱间距可为至多约1mm、2mm、3mm、4mm、5mm、6mm、8mm或10mm。褶皱距离(图3中的 P_d)是沿着褶皱型介质的局部方向从一个褶皱尖端到最邻近的褶皱尖端的最短距离(作为具体的示例,如果第一褶皱尖端是上游褶皱尖端,则为了进行这种测量,它的最邻近褶皱尖端将是下游褶皱尖端)。褶皱型过滤介质10可以包括任何合适的褶皱距离(尽管对于任何给定的褶皱型过滤介质,褶皱距离可以非常接近或一定程度地大于褶皱高度)。在各种实施方案中,介质10的褶皱距离可以是至少约2mm、4mm、6mm、8mm或10mm。在另一实施方案中,褶皱距离可以是最多约45mm、40mm、35mm、30mm、25mm、20mm、15mm、12mm、10mm、8mm或6mm。

[0042] 在一些实施方案中,褶皱型介质10的褶皱尖端可具有小于约3mm的平均曲率半径。在各种实施方案中,此类褶皱可以包括平均曲率半径为最多约2.5mm、2.0mm、1.5mm、1.0mm或0.5mm的尖端。在一些实施方案中,介质10可以紧密打褶,这意味着褶皱尖端表现出非常小的曲率半径并且褶皱间距非常小,两者都与褶皱高度相比而言。在各种实施方案中,褶皱型介质10可表现出小于约2mm的褶皱尖端曲率半径、和/或小于约4mm的褶皱间距、和/或约6mm至约16mm的褶皱高度。在另外的实施方案中,褶皱型介质10可表现出不大于约1mm的褶皱尖端曲率半径、不大于约3mm的褶皱间距以及约10mm至约14mm的褶皱高度。

[0043] 在其中介质10是紧密褶皱型的实施方案中,褶皱的相邻壁可通常至少在褶皱高度的至少约70%、80%或甚至90%的范围内大体上彼此平行。这种紧密的褶皱型介质在图4中以理想化的表示示出。在这种紧密的褶皱型介质中,大约在上游褶皱尖端和下游褶皱尖端之间的中间位置处沿着介质的纵向方向 D_1 测量的褶皱谷(例如,谷22或谷32)的最大宽度可小于3.0mm、2.0mm、1.5mm或甚至1.0mm。已发现,如本文所描述的由硬化粘合剂制成的挡板的存在可允许即使是紧密的褶皱型介质也可在合理的低压降下使得足够的气流穿过,如下文所讨论。

[0044] 过滤介质10可通过可例如提供紧密的褶皱间距的任何合适的方法进行打褶。在一些实施方案中,可对介质进行刻痕以提供刻痕线,如果需要,沿着该刻痕线可折叠介质以形成具有小曲率半径的非常尖锐的褶皱尖端。可例如通过旋转刻痕打褶方便地进行的这种打褶操作通常可导致刻痕线在过滤元件1的过滤介质10的至少一个主表面(由例如主要过滤层或预过滤层提供)上容易地看出。在一些实施方案中,过滤介质10的两个表面(上游和下游)均被旋转刻痕,以便表现出刻痕线(应当注意,任何此类刻痕线可能在褶皱型介质的不定期检查中可见或不可见,并且可能需要对褶皱型介质进行物理操纵(例如,部分地展开)以便看到刻痕线)。

[0045] 应当理解,不管有待刻痕且刚度足以保持褶皱的材料固有如何,相对较薄的材料将更易于实现紧密的褶皱间隔(特别是与相对较大的褶皱高度相结合)。即,如果材料的厚度大于1.5mm,即使材料是可旋转刻痕打褶的,这样的材料在物理上也不能够形成具有小于(例如)3.0mm的褶皱间隔的褶皱。因此,在各种实施方案中,过滤介质10的总厚度可小于约4.0mm、3.0mm、2.0mm、1.5mm、1.0mm或0.8mm。

[0046] 边缘挡板

[0047] 如图1的透视图和图2的侧视图中最容易看出,过滤元件1包括第一粘合剂边缘挡板40和第二粘合剂边缘挡板40'。每个粘合剂边缘挡板靠近褶皱型过滤介质的波纹边缘(4或4')定位。每个挡板由硬化粘合剂构成。在许多实施方案中,粘合剂可作为液体靠近过滤介质的边缘提供,该液体被施加为沿着介质的纵向方向延伸的长形珠粒。可将粘合剂珠粒同时施加到介质的上游主表面和下游主表面;或者,可将粘合剂珠粒施加到一个主表面,然后施加到另一个主表面。在粘合剂珠粒施加到这两个主表面之后,然后可沿着介质的纵向方向将介质压缩(其中粘合剂仍然处于至少半液体状态)成最终的褶皱构造(其表现出褶皱间距、褶皱高度等,其是在使用过滤元件1时需要存在的)。这将导致粘合剂至少大致填充位于靠近褶皱型过滤介质的波纹边缘的位置处的每个褶皱谷。然后可在过滤介质保持在此褶皱构造中时使粘合剂硬化。

[0048] 硬化的粘合剂因此形成挡板40。在至少一些实施方案中,褶皱型过滤介质10包括位于褶皱型过滤介质的一个波纹边缘4处的第一边缘挡板40和位于另一个波纹边缘4'处的第二边缘挡板40',如图1中的示例性实施方案所示(在图2的侧视图中仅有单个边缘挡板40可见)。应当理解,上游褶皱谷22中的硬化的粘合剂部分和下游褶皱谷32中的硬化的粘合剂部分协同起作用以提供挡板40,即使上游褶皱谷中的粘合剂部分和下游褶皱谷中的那些粘合剂部分通过过滤介质的厚度彼此分离并因此可能彼此永不物理接触。即,硬化的上游粘合剂部分和硬化的下游粘合剂部分共同形成挡板40。

[0049] 挡板40和40' (以及任选的内部挡板,如在本文中稍后描述的)可向褶皱型空气过滤介质提供结构刚性,这可使所得过滤元件在机械上更稳固,无需例如必须使用可能增加不期望的重量和/或复杂性的壳体材料。还应当注意,此类粘合剂挡板的存在可允许实现如上所述的紧密的褶皱型图案(例如,其中褶皱间距非常小并且褶皱壁至少大体上彼此平行)。即,如果使用非常紧密的褶皱型图案,则粘合剂挡板可用作间隔件以使得:褶皱的相邻壁不会完全相互挤压,使得它们如此紧密地间隔(例如,彼此接触),从而不利地阻挡气流通过褶皱谷。

[0050] 如图2的示例性实施方案中所描绘的)第一粘合剂边缘挡板40和第二粘合剂边缘挡板40'分别侧向向内靠近褶皱型过滤介质10的波纹边缘4和4'定位。这就意味着每个挡板与其最接近的波纹边缘的终端侧向大约齐平地定位,或者从其最接近的波纹边缘的终端略微侧向向内(即不超过约5mm)地定位。为了实现这一点,可通过如下方式制造每个挡板:将粘合剂珠粒沉积到介质的主表面上(沿着可以与波纹边缘齐平地定位到从波纹边缘侧向向内约5mm地定位的线),并且然后将该介质纵向压缩成最终的褶皱间距,如上所描述。这将与以下形成对比:例如,例如通过将褶皱型过滤介质的波纹边缘浸渍在液体粘合剂中来沿边缘(使得液体粘合剂沿着褶皱型介质的褶皱方向流动)将液体粘合剂施加到褶皱型过滤介质的波纹边缘。换句话讲,在至少一些实施方案中,“侧向向内靠近的”粘合剂边缘挡板将不具有沿着褶皱型介质的褶皱方向侧向向外延伸超过褶皱型介质的波纹边缘的终端的任何部分(除了在这种类型的任何工业过程中可能偶尔随机出现的此类部分)。在各种实施方案中,每个粘合剂边缘挡板可位于与波纹边缘的终端大约齐平的位置到从波纹边缘的终端侧向向内凹陷(从挡板的中心线测量)不超过约0.1mm、0.2mm、0.4mm、0.6mm、0.8mm、1.0mm、2.0mm、3.0mm或4.0mm的位置处。作为具体示例,如图1所示的示例性粘合剂边缘挡板40和

40' 可从波纹边缘4和4' 的终端侧向向内例如1-2mm地定位,并且每个粘合剂边缘挡板的任何部分都不向外延伸超过其所靠近的波纹边缘的终端。

[0051] 在一些实施方案中,由硬化粘合剂制成的边缘挡板可至少大体上或基本上填充上游褶皱谷和下游褶皱谷,使得至少大体上封闭褶皱谷以防止气流穿过。在这种情况下,边缘挡板可充当边缘密封件,该边缘密封件至少大体上或基本上防止空气(或任何其它流动气体或气体混合物)侧向向外流动超过褶皱型过滤介质的波纹边缘并且因此至少部分地绕过滤介质。(在其中可例如通过将过滤元件安装在如在本文中稍后描述的过滤元件外壳中来验证充当边缘密封件的边缘挡板的特殊情况下;如果过滤元件的性能大体上不受施加到过滤元件的任何外部密封或衬圈的影响,则这将指示边缘挡板正以本文所描述的方式作为边缘密封件执行。)应当理解,以此方式充当边缘密封件的硬化粘合剂边缘挡板40的使用可例如消除用壳体部分或垫圈覆盖褶皱型过滤元件的波纹边缘、或通过将边缘浸渍在密封材料中来密封褶皱型过滤元件的波纹边缘的需要。或者,最低程度上说,可能需要此类措施的程度,并且可因此允许过滤元件1的复杂性和成本降低。

[0052] 如果需要,可在如图1中的示例性实施方案所示的第一粘合剂边缘挡板40和第二粘合剂边缘挡板40' 之间侧向设置一个或多个附加的内部挡板42。尽管不一定需要用于任何封闭功能,但是此类附加的内部粘合剂挡板可向褶皱型过滤元件提供机械刚性,并且还可通过有助于将过滤介质的褶皱保持处于例如紧密褶皱型构造(例如,以图4中示例性表示中所示类型的构造)。如果需要,粘合剂挡板可至少大致均匀地横跨褶皱型过滤介质的侧向范围间隔开(如图1的示例性实施方案中那样)。或者,这种间距可根据需要而变化。可存在任何数量的内部挡板(例如,一个、两个、三个、四个或更多个)(图1中描绘了两个这样的内部挡板)。

[0053] 每个挡板通过由硬化粘合剂制成的上游部分和下游部分共同提供,该由硬化粘合剂制成的上游部分和下游部分分别占据如上所述的褶皱型过滤介质的上游褶皱谷和下游褶皱谷。尽管在许多实施方案中,可方便地以上游粘合剂部分和下游粘合剂部分沿着褶皱型介质的褶皱方向彼此对齐的格式提供挡板的上游粘合剂部分和下游粘合剂部分,但在一些实施方案中,上游粘合剂部分和下游粘合剂部分可沿着褶皱方向彼此略微偏移。只要上游粘合剂部分和下游粘合剂部分沿着褶皱方向彼此足够靠近以共同用作挡板(例如以向褶皱型过滤元件提供机械刚性),就可允许这种偏移。在各种实施方案中,任何这种偏移(从每个粘合剂部分的中心线测量)将小于约5.0mm、3.0mm、2.0mm、1.0mm或0.5mm。在特定实施方案中,偏移将为约0mm(即,基本上不存在偏移),如在图1的示例性设计中那样。粘合剂挡板的宽度(沿着介质的褶皱方向)可以是任何合适的值,例如,至少约0.5mm、1.0mm、1.5mm或2.0mm,或至多约3.0mm、2.5mm、2.0mm或1.5mm。

[0054] 在一些实施方案中,挡板的至少一部分可向外(即在上游-下游方向上)突出超过褶皱型介质的褶皱尖端,如图1中的示例性实施方案所示。在一些实施方案中,挡板可向外突出超过褶皱尖端例如至少约0.2mm、0.5mm或1.0mm的距离(在挡板的最外表面处测量,作为沿着挡板的长形长度的平均值)。在一些实施方案中,挡板可向外突出超出褶皱尖端小于2.0mm、1.5mm、1.0mm、0.5mm、或0.2mm。在一些实施方案中,挡板的最外表面可位于褶皱尖端的 $\pm 1.0\text{mm}$ 、0.5mm或0.2mm的范围内,同样作为沿着挡板的长形长度的平均值。在一些实施方案中,边缘挡板相对于褶皱尖端突出(或凹陷)的量的任何变化可小于沿着挡板的长形长

度的约1.0mm、0.5mm或0.2mm。

[0055] 边缘挡板40(和可能存在的任何内部挡板42)由硬化粘合剂构成。术语“粘合剂”广泛用于表示可以例如以某一状态(例如,液体、熔融、软化或半软化)作为珠粒沉积到褶皱型介质10的主表面上的任何材料,其中该任何材料是充分可流动或可变形的,以致其可穿透进入褶皱谷中(当褶皱谷在打褶过程中形成时)以令人满意地(例如,完全)封闭如上所述的波纹边缘。可以使用任何合适的材料,包括例如热熔粘合剂、UV固化粘合剂、热固化粘合剂、湿气固化粘合剂等。在一些实施方案中,粘合剂可以通过例如常规的热熔融沉积方法(例如通过使用炉栅(grid melter))所沉积的热熔粘合剂,在该热熔融沉积方法之后使粘合剂冷却硬化。粘合剂在硬化之后不需要一定表现出任何压敏粘合剂功能;换句话说讲,粘合剂在硬化之后可以是非粘性的,例如硬质材料。在至少一些实施方案中,例如通过将介质传送到粘合剂沉积喷嘴下方或通过沿着介质移动粘合剂沉积喷嘴,粘合剂可作为沿着褶皱型介质的纵向方向延伸的珠粒沉积。

[0056] 在一些实施方案中,可在褶皱型介质以第一相对开放的褶皱型图案(即,具有相当大的褶皱间距)保持时施加粘合剂,然后沿着褶皱型介质的纵向轴线压缩褶皱型介质以实现最终(例如更紧密)的褶皱型图案,然后使粘合剂硬化。在其它实施方案中,当施加粘合剂时,介质可能尚未被打褶(但可能已被刻痕以使其能够打褶);换句话说讲,可在介质仍处于平坦、未褶皱构造时施加粘合剂。

[0057] 上文的讨论集中于褶皱型过滤介质10和褶皱型过滤元件1,它们的整体形状(忽略由于打褶引起的局部偏差)基本上是平坦的(平面的)。然而,在一些实施方案中,该褶皱型过滤介质和褶皱型过滤元件可以是弧形的(如图5的侧视图中的示例性实施方案所示)。在具体实施方案中,过滤元件1在制造时是平面的,并且被适形成弧形形状,以便安设到过滤元件外壳的弧形接收器中。应当理解,在此类实施方案中,边缘挡板40(和可能存在的任何内部挡板)的存在可向过滤元件1提供机械强度和完整性,同时不阻止元件1适形至期望的程度。

[0058] 虽然弧形过滤元件可能不是上游-下游可逆的,但其可具有其它优点,例如,允许过滤元件安设到其中的过滤元件外壳被弯曲以便沿循使用者脸颊或使用者的腕部的轮廓等。在一些实施方案中,弧形过滤元件1的凸面侧面为上游侧面2,并且弧形过滤元件1的凹面侧面为下游侧面,如图5的示例性设计那样。在具体实施方案中,弧形过滤元件由作为多层层压体的褶皱型过滤介质构成,该多层层压体具有设置在过滤介质的上游(凸面)侧面上的预过滤层(例如具有相对较高的百分比渗透率)以及设置在过滤介质的下游(凹面)侧面上的主要过滤层(例如具有相对较低的百分比渗透率)。

[0059] 弧形的褶皱型过滤介质10和元件1可方便地通过该元件和介质的平均曲率半径来表征。如果褶皱型过滤介质10处于标称的平面构造(例如,如图1至图4所示),则平均曲率半径将接近无穷大。如果褶皱型过滤介质10是弧形的,则平均曲率半径可以是例如小于约100cm。在具体实施方案中,平均曲率半径 A_c 可小于约80cm、60cm、50cm、40cm、30cm、25cm、20cm、15cm或10cm。在另外的实施方案中,平均曲率半径可以是至少约4cm、6cm、8cm、10cm、15cm、20cm或25cm。该曲率半径被计算为沿着褶皱型过滤介质10的纵向长度的平均值。根据曲率半径可至少在一定程度上沿着褶皱型过滤介质的纵向长度变化的事实使用平均值。在一些实施方案中,曲率半径可沿着过滤介质的长度至少总体上、大体上或基本上恒定。在其

它实施方案中,曲率半径可变化。

[0060] 在至少一些实施方案中,弧形的褶皱型过滤介质10将表现出具有单曲率的形状,其中曲率沿着与褶皱方向正交且与纵向方向平行的适形轴线 A_c ,如图5所示。此类构造将与表现出复合曲率的形状(例如球面、抛物面或双曲面的一部分)形成对比。这可以最小化褶皱型介质弯曲成弧形的构造时该褶皱型介质的任何起皱或褶皱的可能性。应当理解,此类单曲率实施方案将不同于形成复杂的复合曲率形状以便适形于例如人脸的过滤器(例如在呼吸器面罩主体中)。

[0061] 在一些实施方案中,过滤元件1可包括壳体,该壳体是设置在过滤元件1的至少一部分上(例如,装配到其上,包裹在其上等)的单独制造的部件。如果存在这样的壳体,则它将被提供作为过滤元件1的一部分,并且在过滤元件1的普通使用中不能从其移除。因此,这种壳体不是例如呼吸器的过滤元件外壳的一部分。这种壳体可由任何合适的材料(例如,模制塑料、纸板等)制成。此类壳体在名称为“包括具有粘接边缘密封端部的过滤介质的过滤器滤筒以及制造和使用方法(FILTER CARTRIDGE COMPRISING FILTER MEDIA WITH ADHESIVELY EDGE-SEALED ENDS, AND METHOD OF MAKING AND USING)”的美国临时专利申请62/186566中进行详细描述,该申请以引用的方式全文并入本文。在其它实施方案中,过滤元件1不包括任何这种壳体。

[0062] 过滤元件的使用

[0063] 过滤元件1可用于其中需要过滤空气(该术语通常涵盖任何可呼吸的气体混合物)的任何应用中。在各种实施方案中,过滤元件1可用于暖通空调(HVAC)系统(无论是集中式系统还是所谓的小型分体式系统)、室内空气净化器、车辆的舱室空气过滤器、内燃发动机的过滤器等中。

[0064] 在特定实施方案中,过滤元件1可用于被构造成用于过滤呼吸空气的任何合适的呼吸器中。为了将过滤元件1包括在呼吸器中,可方便地将过滤元件1安设到过滤元件外壳60的内部中,如图6和图7的示例性实施方案所示。过滤元件1和过滤元件外壳60可与例如动力或无动力、全面罩式或半面罩式等的任何类型的呼吸器一起使用。在各种实施方案中,这种呼吸器可至少包括面罩主体,以用于限定内部空气空间,该面罩主体包括至少覆盖使用者的鼻部和嘴部(并且可采取例如头盔的形式)的一部分。可提供呼气阀以允许呼出空气从内部空气空间被放出。这种呼吸器还可包括能够将面罩主体支撑在使用者头部上的束具组件。在一些实施方案中,过滤元件外壳60可靠近面罩主体安装。例如,单个过滤元件外壳可例如在使用者的嘴部和/或鼻部前方的位置处流体地连接到面罩主体。或者,双过滤元件外壳可例如在邻近使用者右脸颊和左脸颊的位置处安装。在其它实施方案中,一个或多个过滤元件外壳可定位在远离面罩主体的单元中,例如定位在例如髁部带上并且包括将过滤后的空气通过供应管促动到面罩主体的风扇的动力单元。如图6和图7所描绘的过滤元件外壳60可尤其适用于例如作为所谓的动力空气净化呼吸器(例如诸如,以商品名VERSA-FLO TR-600购自3M公司的产品)的一部分安装在髁部带上,该动力空气净化呼吸器例如通过软管输送过滤后的空气,该软管将过滤元件外壳60与位于使用者面部或头部上的面罩主体或头盔流体地连接。然而,应当强调的是过滤元件1可安设在任何合适类型的过滤元件外壳中。

[0065] 过滤元件外壳60包括至少一个主外壳部分,该主外壳部分被构造成用于接收至少一个过滤元件1以及将过滤元件流体地连接到呼吸器的其它部件(例如流体地连接到面罩

主体)。外壳60(例如,其主外壳部分)可包括上游主面61,上游主面61包括透气区域62(其可方便地通过在过滤元件外壳60的上游面61的区域62中设置多个通孔来实现,如图6所示)。在特定实施方案中,外壳60(例如其至少一个主外壳部分)可由模塑(例如注塑、真空成形、热成形等)成期望形状的有机聚合树脂制成。(其它辅助零件,例如门锁、配件等可根据需要附接到外壳60。)

[0066] 在一些实施方案中,过滤元件1可以是一次性的,而过滤元件外壳60是可重复使用的。在此类实施方案中,过滤元件外壳60不是过滤元件1本身的一部分,并且具体地并非不可移除地附接到过滤元件1。在此类情况下,外壳60可包括闭合部分(图6或图7中未示出),闭合部分是例如不可透气的,并且当闭合时可用于将过滤元件1牢固地保持在过滤元件外壳60的内部63内的适当位置。这种闭合部分可例如铰接地连接或按扣配合到外壳60,使得闭合部分可被打开或暂时移除,这样可移除过滤元件1并且安设替换过滤元件1。

[0067] 在其它实施方案中,过滤元件1和过滤元件外壳60可作为单元提供给使用者,其中过滤元件1不可移除地附接到外壳60。包括过滤元件1的外壳60将可移除地附接到呼吸器的其它部件,以便在外壳60和呼吸器的面罩主体之间建立流体连接,这样过滤后的空气可输送到面罩主体。在此类实施方案中,可将其中包括过滤元件1的外壳60移除并丢弃或再循环,以及在期望的时间将新的外壳和过滤元件安设在呼吸器中。

[0068] 在图7的例示性实施方案中,外壳60的内部63包括被构造成用于接收过滤元件1的接收器64。(在图7的特定实施方案中,接收器64被弧形成形以便接收弧形过滤元件。)接收器64可包括侧壁65和侧壁67,当安设在接收器64内时,侧壁65邻接褶皱型过滤元件1的非波纹边缘5和5',侧壁67邻接褶皱型过滤元件1的波纹边缘4和4'。在一些实施方案中,可设定侧壁65之间的纵向距离使得过滤元件1略微纵向压缩(手风琴褶皱化),以便在纵向侧壁65之间的空间内贴合。这种布置可帮助将过滤元件1牢固地保持在适当位置,而不会将过滤元件1的褶皱压缩在一起,达到不利地影响过滤性能的这种程度。在各种实施方案中,纵向侧壁65之间的纵向距离可以是过滤元件1的纵向长度(在被压缩以用于安设到接收器64中之前的)的至多约100%、98%、96%或94%。

[0069] 如果需要,密封剂或灌封材料(例如可硬化材料,诸如RTV有机硅等)可作为珠粒沿着波纹边缘4和4'和/或沿着非波纹边缘5和5'设置在例如在这些边缘邻接外壳60的侧壁67和/或65的表面66的位置处,如图7所看到的那样。这种材料在硬化之后可使过滤元件1的边缘周围的任何空气泄漏最小化。应当理解,如本文所讨论的过滤元件1内边缘挡板(具体地是边缘密封件)的存在可减少或甚至消除为了使过滤元件1的波纹边缘4和4'周围的空气泄漏最小化而沿着侧壁67使用这种材料的需要。如果需要,这种材料当然可用于抵靠着外壳的侧壁65密封褶皱型过滤元件的非波纹边缘5和5'。此外,即使密封不需要这种材料,但如果需要也可施加这种材料以用于将过滤元件1的边缘的至少一些部分粘结到接收器64的表面,例如以便将过滤元件1更牢固地保持在外壳60内的适当位置。

[0070] 在一些实施方案中,可在过滤元件外壳60的内部64内设置一个或多个垫圈(未在任何图中示出),以便有助于将过滤元件1牢固地安设在其中。这种垫圈可永久地附接到外壳60;或者,如果需要,这种垫圈可以是可移除的和可替换的。此类垫圈可以由诸如橡胶、硅树脂等的弹性聚合物材料制成。聚合材料可以是固体,或者可以是泡沫。如果是泡沫,可以是开孔泡沫或闭孔泡沫。在一些实施方案中,不存在这种垫圈。

[0071] 在一些实施方案中,过滤元件1可以是位于过滤元件外壳60内的唯一过滤部件。然而,在其它实施方案中,出于一些另外的目的,一层或多层材料可位于外壳60内(例如,以重叠关系,例如对接过滤元件1的主表面)。此一层或多层可含有与气流相互作用的一种或多种材料,以从其中至少部分地移除一种或多种组分(例如气体、蒸气、固体颗粒、气溶胶等)。流体中的组分可以是例如吸附到活性吸附剂上或吸附到活性吸附剂中,可以与反应性成分反应,可以暴露于催化剂等等。用于此类用途的潜在合适材料包括:例如活性炭;氧化铝和其他金属氧化物;碳酸氢钠;可通过吸附、化学反应或汞齐化从流体移除组分的金属粒子(如银粒子);催化剂,例如,霍加拉特和/或金(其可以催化一氧化碳的氧化);粘土和经酸性溶液(诸如乙酸)或碱性溶液(诸如氢氧化钠水溶液)处理的其他矿物;离子交换树脂;分子筛和其他沸石;硅石;杀生物剂;杀真菌剂和杀病毒剂。可以采用任何此类材料的混合物。在其它实施方案中,此类材料可以作为粒子以粒子加载的幅材层提供。可使用这些方法的任意组合。如果需要,此类材料可以用例如一种或多种浸渍剂处理来提高气体去除能力。处理过的材料的示例包括化学表面处理的活性炭。

[0072] 在许多实施方案中,流动的空气将局部接近过滤元件1,并且将沿着至少大致与过滤元件的上游-下游方向 D_{u-d} 对齐的方向局部地离开过滤元件1。这种方向将通常至少大致与褶皱型过滤介质10的褶皱方向 D_p 正交。即,在褶皱型过滤元件1的普通使用中,沿着褶皱型介质的谷的长轴可能经常很少有气流或没有气流。具体地,褶皱型过滤元件1不同于其中流体沿着褶皱型介质的多个层(例如,叠堆或包裹物)之间的谷流动的布置。褶皱型过滤元件1因此不同于例如所谓的螺旋卷绕式过滤器等,在供应时褶皱型过滤元件1包括多层过滤介质,并且其中可以沿着褶皱型介质的层之间的谷的长轴发生实质的流体流动。因此,在至少一些实施方案中,过滤元件1将包括单层褶皱型介质10(虽然褶皱型介质10本身可以是多层材料),而非包括多层介质的叠堆或包裹物。在特定实施方案中,过滤元件1不是圆柱形滤筒过滤器。

[0073] 示例性实施方案列表

[0074] 实施方案1是一种褶皱型过滤元件,该褶皱型过滤元件包括:褶皱型过滤介质,该褶皱型过滤介质包括上游主面和下游主面,并且包括多个相背对的褶皱,这些多个相背对的褶皱具有褶皱方向并且具有多个上游褶皱尖端和多个上游谷以及多个下游褶皱尖端和多个下游褶皱谷;其中该褶皱型过滤介质包括第一波纹边缘和第二波纹边缘;以及第一非波纹边缘和第二非波纹边缘;其中该褶皱型过滤介质的该第一波纹边缘包括由硬化粘合剂制成的第一边缘挡板,该由硬化粘合剂制成的第一边缘挡板在侧向向内靠近该褶皱型过滤介质的该第一波纹边缘的位置处占据该褶皱型过滤介质的这些上游褶皱谷和这些下游褶皱谷并且沿着该褶皱型过滤介质的整个纵向范围延伸,并且其中该褶皱型过滤介质的该第二波纹边缘包括由硬化粘合剂制成的第二边缘挡板,该由硬化粘合剂制成的第二边缘挡板在侧向向内靠近该褶皱型过滤介质的该第二波纹边缘的位置处占据该褶皱型过滤介质的第一侧面褶皱谷和第二侧面褶皱谷并且沿着该褶皱型过滤介质的该整个纵向范围延伸;并且,其中该褶皱型过滤介质为多层过滤介质,该多层过滤介质包括与附加层层压在一起的主要过滤层,其中该主要过滤层包括表现出小于5的百分比渗透率的有机聚合物非织造幅材,并且其中该附加层为设置在该主要过滤层上游并且表现出大于约70的百分比渗透率的玻璃纤维预过滤层。

[0075] 实施方案2是根据实施方案1所述的褶皱型过滤元件,其中该主要过滤层包括吹塑微纤维非织造幅材或纺粘非织造幅材,其中非织造幅材包括至少一些包括带电驻极体部分的驻极体纤维。实施方案3是根据实施方案1-2中任一项所述的褶皱型过滤元件,其中该主要过滤层表现出小于1.0的百分比渗透率,并且其中该玻璃纤维预过滤层表现出大于约90的百分比渗透率。实施方案4是根据实施方案1-3中任一项所述的褶皱型过滤元件,其中该附加层的格利刚度与该主要过滤层的格利刚度的比率为至少约2.5。

[0076] 实施方案5是根据实施方案1-4中任一项所述的褶皱型过滤元件,其中该玻璃纤维预过滤层包括小于约0.6mm的厚度和小于约3.0mm的水的压降。实施方案6是根据实施方案1-5中任一项所述的褶皱型过滤元件,其中该主要过滤层具有小于约0.8mm的厚度和约6.0mm至约14.0mm的水的压降。实施方案7是根据实施方案1-6中任一项所述的褶皱型过滤元件,其中该主要过滤层粘合地层压到该玻璃纤维预过滤层。

[0077] 实施方案8是根据实施方案1-7中任一项所述的褶皱型过滤元件,其中该褶皱型过滤介质表现出小于约三毫米的褶皱间距。实施方案9是根据实施方案1-8中任一项所述的褶皱型过滤元件,其中该褶皱型过滤介质表现出约五毫米至约三十毫米的褶皱高度。实施方案10是根据实施方案1-9中任一项所述的褶皱型过滤元件,其中该过滤介质被打褶,使得褶皱的相邻壁通常至少在该褶皱高度的至少约70%的范围内大体上彼此平行。实施方案11是根据实施方案1-10中任一项所述的褶皱型过滤元件,其中该褶皱型过滤介质是旋转刻痕褶皱型介质,该旋转刻痕褶皱型介质包括位于该褶皱型过滤介质的上游主面和该褶皱型过滤介质的下游主面中的至少一者上的多个刻痕线。

[0078] 实施方案12是根据实施方案1-11中任一项所述的褶皱型过滤元件,其中该第一边缘挡板是第一边缘密封件,该第一边缘密封件被构造成使得该褶皱型过滤介质的该第一波纹边缘被该第一边缘密封件封闭,并且其中该第二边缘挡板是第二边缘密封件,该第二边缘密封件被构造成使得该褶皱型过滤介质的该第二波纹边缘被该第二边缘密封件封闭。实施方案13是根据实施方案1-12中任一项所述的褶皱型过滤元件,其中该第一边缘挡板包括小于约3mm的侧向偏移,并且其中该第二边缘挡板包括小于约3mm的侧向偏移。实施方案14是根据实施方案1-13中任一项所述的褶皱型过滤元件,该褶皱型过滤元件包括至少一个由硬化粘合剂制成的附加挡板,该附加挡板是侧向定位在该由硬化粘合剂制成的第一边缘挡板和该由硬化粘合剂制成的第二边缘挡板之间的内部挡板,并且沿着该褶皱型过滤介质的该整个纵向范围延伸。

[0079] 实施方案15是根据实施方案1-14中任一项所述的褶皱型过滤元件,其中该褶皱型过滤元件基本上由有机聚合物非织造主要过滤层组成,该有机聚合物非织造主要过滤层层压到玻璃纤维预过滤层、由硬化粘合剂制成的第一边缘挡板和第二边缘挡板、以及由硬化粘合剂制成的一个或多个任选的内部挡板。实施方案16是根据实施方案1-15中任一项所述的褶皱型过滤元件,其中该褶皱型过滤元件沿着至少大体上垂直于该褶皱方向的适形轴线被适形成弧形形状。实施方案17是根据实施方案16所述的褶皱型过滤元件,其中该褶皱型过滤介质的该上游面位于该褶皱型过滤元件的凸面侧面上,并且该褶皱型过滤介质的该下游面位于该褶皱型过滤元件的凹面侧面上。

[0080] 实施方案18是一种过滤元件外壳,该过滤元件外壳包括安设在其内部中的根据实施方案1-17中任一项所述的过滤元件,该过滤元件外壳包括主外壳部分,该主外壳部分设

置有具有透气区域的至少一个主表面并且包括具有被构造成用于接收该过滤元件的接收器的内部。实施方案19是根据实施方案18所述的过滤元件外壳,其中该过滤元件外壳的该接收器是弧形接收器,该弧形接收器被构造成用于接收表现出弧形形状的过滤元件。实施方案20是根据实施方案18-19中任一项所述的过滤元件外壳,其中不是该过滤元件的一部分的至少一个过滤材料附加层安设在该过滤元件外壳的该内部内。

[0081] 实施方案21是一种呼吸器,该呼吸器包括面罩主体,该面罩主体具有流体地连接到该面罩主体的过滤元件外壳,该过滤元件外壳包括安设在该过滤元件外壳中的根据实施方案1-17中任一项所述的过滤元件。实施方案22是根据实施方案21所述的呼吸器,其中该呼吸器是半面罩式呼吸器、全面罩式呼吸器或动力空气呼吸器。实施方案23是根据实施方案21所述的呼吸器,其中该呼吸器包括面罩主体和远程单元,该远程单元包括该过滤元件外壳,该过滤元件外壳包括安设在该过滤元件外壳中的该过滤元件,该远程单元是包括风扇并且包括供应管的动力单元,该供应管将该远程单元流体地连接到该面罩主体,由此过滤后的空气能够从该远程单元输送到该面罩主体。

[0082] 实施方案24是一种制造根据实施方案1-17中任一项所述的褶皱型过滤元件的方法,该方法包括:将主要过滤层层压到预过滤层以形成具有上游主面和下游主面的层压体,该预过滤层提供该层压体的该上游主面;对该层压体进行旋转刻痕以提供多个刻痕线;在该层压体处于平坦构造的情况下,将由粘合剂制成的第一边缘珠粒的上游部分和该由粘合剂制成的第一边缘珠粒的下游部分施加到该层压体的纵向延伸的长度;以及,将由粘合剂制成的第二边缘珠粒的上游部分和该由粘合剂制成的第二边缘珠粒的下游部分施加到该层压体的该纵向延伸的长度,其中该第一边缘珠粒侧向向内靠近该层压体的第一侧向边缘,并且其中该第二边缘珠粒侧向向内靠近该层压体的第二侧向边缘;沿着该层压体的纵向轴线压缩该褶皱型层压体,使得该层压体沿着该刻痕线折叠以变成为褶皱型层压体;以及,使由粘合剂制成的该第一边缘珠粒和该第二边缘珠粒硬化以形成由硬化粘合剂制成的第一边缘挡板和第二边缘挡板,以形成褶皱型过滤元件。

[0083] 实施方案25是根据实施方案24所述的方法,该方法还包括以下步骤:沿着适形轴线将该褶皱型过滤元件适形成弧形形状,该适形轴线至少大体上垂直于该褶皱型过滤元件的褶皱方向。实施方案26是根据实施方案25所述的方法,该方法还包括以下步骤:将呈弧形形状的该褶皱型过滤元件安设到过滤元件外壳的内部内的弧形接收器中。

[0084] 实施例

[0085] 测试工序

[0086] 有效纤维直径

[0087] 幅材的有效纤维直径(EFD)是根据在Davies,C.N.,“气载尘埃和粒子的分离(The Separation of Airborne Dust and Particles)”,机械工程研究所(Institution of Mechanical Engineers)(伦敦(London),程序1B(Proceedings 1B),1952年)所提出的方法计算。除非另有说明,否则测试以14cm/sec的面速度进行。

[0088] 格利刚度

[0089] 格利刚度是使用购自纽约特洛伊的格利精密仪器公司(Gurley Precision Instruments,Troy,NY)的格利刚度测试器型号4171E(数字)测量的。硬度是根据测试器的操作手册中提供的工序测量的。在进行样品测试之前,用标准黄铜垫片校准测试器。对于每

种材料,测试三个隔开的单独物理样品。每个样品都是平整幅材(未褶皱的)样品,切割(例如从卷)成3.5英寸的总长度,对应于3英寸长度的测试尺寸(其中0.25英寸的样品保持在测试器的上夹具中,并且其中0.25英寸的样品在测试器的下钟摆下方延伸)。样品宽度为1英寸。如果样品表现出可识别的机器方向(顺维方向),则将样品切割成使得长(测试)尺寸与样品的机器方向对齐。在进行测试之前,用静电放电枪处理包括有机聚合物幅材(例如非织造幅材)的样品。对每个单独物理样品测试两次,从样品的左侧和右侧来回循环。对结果取平均值,并以力的毫克(格利单位)为单位进行报告。

[0090] %渗透率、压降和品质因子

[0091] 过滤介质样品的百分比渗透率、压降、过滤品质因子(QF)以及相关参数是以与PCT国际公开W0 2015/199972和美国临时专利申请62/015637中公开的大致类似的方式使用含有DOP(邻苯二甲酸二辛酯)液滴或NaCl(氯化钠)固体颗粒的测试用气溶胶获得,该公开和该申请均以引用的方式并入本文。自动过滤测试器AFT型号8130(明尼苏达州圣保罗的TSI公司(TSI, Inc., St. Paul MN))可与含有DOP液滴或NaCl颗粒的测试用气溶胶一起使用,其中质量中值直径在大约0.3 μ m的范围内(例如,DOP的质量中值直径为大约0.26,并且NaCl的质量中值直径为大约0.33)。在下列实施例中,除非另外指明,否则以85L/min(LPM)的流速输送测试用气溶胶以提供14cm/s的面速度。除非另有说明,否则在平整幅材上进行测试。

[0092] 在样品入口和出口处测量颗粒浓度,并且由此获得颗粒通过过滤幅材的百分比渗透率,并且通过例如购自马萨诸塞州安多佛的万机仪器公司(MKS Instruments, Andover, MA)的一般类型的换能器来监测通过过滤幅材的压降。使用公式:

$$[0093] \quad QF = \frac{-\ln\left(\frac{\text{颗粒渗透率}\%}{100}\right)}{\Delta P}$$

[0094] 来计算品质因子(QF)。

[0095] 可通过此类测试工序测量或计算的参数包括初始百分比渗透率、初始压降和初始品质因子QF。初始参数是在将过滤介质样品初始暴露于测试用气溶胶后获得的,如普通技术人员将很好地理解的那样。除非另外指明,否则本文档(包括说明书和权利要求)中存在的所有百分比渗透率和压降数值、范围等都将理解为使用DOP的初始参数。所有此类数值将被理解为处于14cm/s的表面速度(即,对于主要过滤层和层压体),玻璃纤维层的具体情况除外,其将被理解为处于5.3cm/s的面速度,这是此类材料的常规的测试条件。

[0096] 可通过在一段时间内用气溶胶连续地测试过滤器并同时监测渗透率和压降来进行带负荷测试;在达到特定的颗粒负荷之后或在观察到渗透率的明确最大值之后可停止测试,并且可记录带负荷测试结束时的最终百分比渗透率、最终压降和/或最终品质因子。所有颗粒渗透率结果报告为百分比渗透率(例如80的报告值是指80%;0.1的报告值是指0.1%)。还可获得过滤效率(例如,初始的或最终的),其为100减去颗粒渗透率,并且同样以百分比报告。

[0097] 代表性的工作实施例

[0098] 材料

[0099] 获得包括带电驻极体部分的由聚丙烯构成的吹塑微纤维(BMF)非织造幅材。该幅材被列出为包括大约40gm/m²的标称基重;测试的实际样品表现出大约30gm/m²的测量基重。

该幅材表现出大约0.3mm的厚度、大约4.6 μ m的有效纤维直径、大约23mg的格利刚度、大约0.45的(初始)DOP百分比渗透率、大约9.8mm的H₂O的(初始)压降、以及大约0.551/mm的H₂O的(初始)品质因子。

[0100] 玻璃纤维幅材得自Hollingsworth&Vose公司(以商品名HF-0121),并且由用丙烯酸类树脂粘合剂彼此粘结的玻璃纤维构成。玻璃纤维幅材表现出大约49gm/m²的基重、大约0.41mm的厚度、大约11.9 μ m的有效纤维直径和大约250mg的格利刚度。玻璃纤维幅材表现出大约94的(初始)DOP百分比渗透率、大约0.2mm的H₂O的(初始)压降、以及大约0.261/mm的H₂O的(初始)品质因子(所有这些都是以32L/min的流速/5.3cm/s的面速度下测量的)。

[0101] 层压的样品

[0102] 非织造BMF幅材和玻璃纤维幅材以卷的形式获得,并且使用常规的幅材处理和层压装置层压在一起,层压装置在大约100英尺/分钟的线速度下运行。在5g/m²的标称负荷、估计在370°F的范围内的温度下将热熔融粘合剂(以商品名HM9041得自波士胶(Bostik)公司)(通过喷涂)施加到非织造BMF幅材的表面。使非织造BMF幅材和玻璃纤维幅材彼此接触,并使粘合剂冷却,从而将两个层彼此粘结以形成层压体。在该层压体中,BMF幅材的“空气”侧(即,在熔喷过程中与接触收集表面的一侧相背对的一侧)面向玻璃纤维幅材的“密集”侧(如通过视觉检查所确定的)。

[0103] 对平整幅材层压体样品的测试

[0104] 层压体(用面向进入气流的玻璃纤维幅材测试以充当预过滤层)表现出大约0.03(%)的(初始)DOP百分比渗透率、大约13.1mm的H₂O的(初始)压降、以及大约0.631/mm的H₂O的(初始)品质因子。因此,相较于单独使用的主要过滤层(非织造BMF幅材)的初始百分比渗透率和品质因子,层压体表现出显著改善的初始百分比渗透率和品质因子,同时仅表现出略微较高的流动阻力(压降)。用包含NaCl而非DOP的测试用气溶胶获得类似的结果。

[0105] 还使用NaCl作为测试用气溶胶进行带负荷测试。据观察,相较于单独使用的非织造BMF幅材,当过滤介质负荷有颗粒时,层压体样品表现出明显较小的流动阻力增加。例如,层压体样品表现出大约13mm的H₂O的初始压降,其在大约150mg的NaCl负荷下增加至大约150mm的H₂O的最终压降。相比之下,非织造BMF幅材的样品表现出大约10mm的H₂O的初始压降,其在仅大约60mg的NaCl负荷下增加至大约150mm的H₂O的最终压降。

[0106] 层压体表现出大约490mg的格利刚度。

[0107] 褶皱型样品

[0108] 使用高速旋转刻痕设备(以据信每分钟施加500至600个刻痕的速度操作)在层压体的宽度上对层压体的卷筒(已切开大约3英寸(7.5cm)的侧向宽度)进行刻痕。对层压体的两侧进行刻痕以提供刻痕线。将刻痕线沿着层压体的纵向(顺维)长度间隔开,从而以大约13mm的褶皱高度提供具有大约12个褶皱/英寸(对应于大约2.1mm的褶皱间距)的最终构造(在层压体被压缩成褶皱型构造之后)。

[0109] 刻痕的层压体虽然仍处于平坦构造,但使四个由液体热熔融粘合剂(以商品名PF-3165得自屈萨斯(Truxes)公司)制成的珠粒施加到玻璃纤维预过滤层的主表面(该表面最终将提供褶皱型层压体的上游面)。将四个上游珠粒施加(当平整层压体移动经过炉栅时通过炉栅的喷嘴)为长形条,该长形条在层压体的宽度上间隔开并且沿着层压体的纵向长度延伸。在这四个珠粒中,第一珠粒和第二珠粒是边缘珠粒,边缘珠粒被施加在不超过从层压

体的第一侧向边缘和第二侧向边缘侧向向内大约2-3mm的位置处。第三珠粒和第四珠粒是内部珠粒,内部珠粒在两个边缘珠粒之间的层压体的宽度上总体类似相等间隔(因此,每对珠粒之间的侧向间距在大约22-28mm的范围内)。同时将类似的珠粒施加到非织造幅材的(相背对)主表面(该表面最终将提供褶皱型层压体的下游面)。在大约2mm或更小的侧向距离内,每个下游珠粒与其对应的上游珠粒对齐。

[0110] 虽然粘合剂珠粒仍呈液体形式,但将刻痕的层压体压缩(在此过程中,将介质沿着刻痕线折叠)至其最终褶皱构造,其中褶皱间距为大约2.2mm,并且褶皱高度为大约13mm。在此过程期间,当褶皱形成时,液体粘合剂渗透到褶皱谷中并至少大体上填充褶皱谷,并且在褶皱尖端处向外突出超过褶皱尖端估计(平均)大约0.5-1mm的距离。在此过程中,粘合剂在珠粒表面上仍然具有足够粘性,使得粘合剂珠粒的两个部分在折叠操作期间在褶皱谷中会聚的情况下可彼此充分粘结。使粘合剂硬化,使得每一对对齐的上游珠粒和下游珠粒共同形成由硬化粘合剂制成的挡板。

[0111] 然后,将承载硬化粘合剂挡板的褶皱型介质切割成大约8英寸(20.3cm)的长度,以形成褶皱型过滤元件(各自包括大约92个褶皱)。将褶皱型过滤元件安设到图6和图7所示类型(以及以商品名VERSAFLO TR-600购自3M公司的一般类型)的过滤元件外壳中。由于过滤元件外壳包括用于接收弧形过滤元件的弧形接收器,所以将褶皱型过滤元件适形(沿着基本上平行于褶皱型过滤元件的纵向轴线的适形轴线)成弧形形状,其中估计曲率半径在大约30cm的范围内。相较于接收器,褶皱型过滤元件的长度略微超出尺寸(例如在2-3mm的范围内),使得过滤元件的非波纹端部在略微压缩下保持在接收器中。将胶水珠粒(湿固化聚氨酯粘合剂,以商品名SCOTCH-WELD TE040得自3M公司)施加到过滤元件的下游周边(重叠到外壳的相邻表面上)以将过滤元件牢固地保持在适当的位置。应当注意,在至少一些样品中,边缘珠粒似乎至少大体上封闭褶皱型过滤介质的波纹边缘,因此据信通过仅用于将过滤元件固定在适当位置(以及抵靠着外壳的接收器的邻接壁密封过滤元件的非波纹边缘)的下游胶水珠粒、而不是密封过滤元件的波纹边缘以防止漏气所需的此类下游胶水珠粒,可实现令人满意的过滤性能。

[0112] 对如上文所描述的安设到外壳中的褶皱型过滤元件针对其性能进行评估。测试了多个样品,并且这些样品表现出0.0038的平均DOP百分比渗透率、以及15.3mm的H₂O的平均压降(流速为85LPM,面速度未知)。还在(美国专利4462399中描述的一般类型的)二氧化硅粉尘带负荷测试中评估了样品,并且这些样品表现出良好的性能(例如,样品在长达四个小时的二氧化硅粉尘负荷暴露下,样品达到或超过所需的流量要求)。

[0113] 变型工作实施例

[0114] 以与上文描述的类似的方式制造其它样品,不同的是使用玻璃纤维预过滤介质(以商品名HF-11732A得自Hollingsworth&Vose公司),玻璃纤维预过滤介质表现出大约75gm/m²的基重、大约0.73mm的厚度、大约6.9μm的有效纤维直径以及大约220mg的格利刚度。此预过滤介质表现出大约81的(初始)DOP百分比渗透率、大约1.0mm的H₂O的(初始)压降、以及大约0.221/mm的H₂O的(初始)品质因子(所有这些都是以32L/min的流速、5.3cm/s的面速度下测量的)。由此预过滤介质制成的层压体(使用上述相同的非织造BMF主要过滤层,并且作为平整样品进行测试)表现出大约0.01的(初始)DOP百分比渗透率、大约16.0mm的H₂O的(初始)压降、以及大约0.561/mm的H₂O的(初始)品质因子。这些样品在以与上文针对

代表性工作实施例所描述的类似的方式进行的带负荷测试中也表现出良好的性能。与上文描述的类似的方式对由此预过滤介质制成的层压体进行旋转刻痕打褶,并且已发现,由此预过滤介质制成的层压体以与代表性工作实施例相同的方式通过此类方法能够容易地打褶。

[0115] 层压体还由两种其它玻璃纤维预过滤介质(以商品名HF-13732A和HE-14732A得自Hollingsworth&Vose公司)结合上述非织造BMF幅材制成。这些玻璃纤维介质分别表现出大约41和32的DOP百分比渗透率(以32L/min,5.3cm/s)和大约810mg和600mg的格利刚度。由这些预过滤介质制成的层压体可容易地进行旋转刻痕打褶,并且表现出优异的过滤性能(例如,根据百分比渗透率)。然而,这些层压体在带负荷测试中未表现出比由其它(更高的百分比渗透率)玻璃纤维介质制成的层压体被发现具有的性能优越的性能。

[0116] 层压体还由其它主要过滤介质(例如非织造BMF幅材,相较于代表性工作实施例的非织造幅材,其包括带电驻极体部分,但包括较低的基重(大约25g/m²))结合玻璃纤维预过滤层制成。这些层压体同样可容易地进行打褶并且表现出优异的过滤性能。

[0117] 提供上述实施例只是为了清楚地理解本发明,而不应被理解为不必要的限制。在实施例中所描述的测试和测试结果旨在为例示性而非预测性的,且测试过程的变化可预计得到不同的结果。实施例中所有定量值均应理解为根据所使用过程中所涉及的通常所知公差近似值。

[0118] 对于本领域的技术人员将显而易见的是,本文所公开的具体示例性元件、结构、特征、细节、构造等在许多实施方案中可修改和/或组合。本发明人预期所有此类变型和组合均在所构思发明的范围内,而不仅仅是被选择充当示例性图示的那些代表性设计。因此,本发明的范围不应限于本文所述的特定说明性结构,而应至少扩展至由权利要求的语言所描述的结构以及这些结构的等同形式。本说明书中正面引用的作为替代方案的任何元件可以根据需要以任何组合明确地包括于权利要求书中或从权利要求书排除。以开放式语言(例如,包括和由其衍生)引用到本说明书中的任何元件或元件的组合被认为是以封闭式语言(例如,由……组成和由其衍生)并且以部分封闭式语言(例如,基本上由……组成和由其衍生)另外地引用。虽然本文可能已经讨论了各种理论和可能的机理,但在任何情况下都不应将此类讨论用于限制可受权利要求书保护的主体。如果在所写的本说明书和本文提及和/或以引用方式并入本文的任何文档中的公开内容之间存在任何冲突或矛盾,则将以所写的本说明书为准。

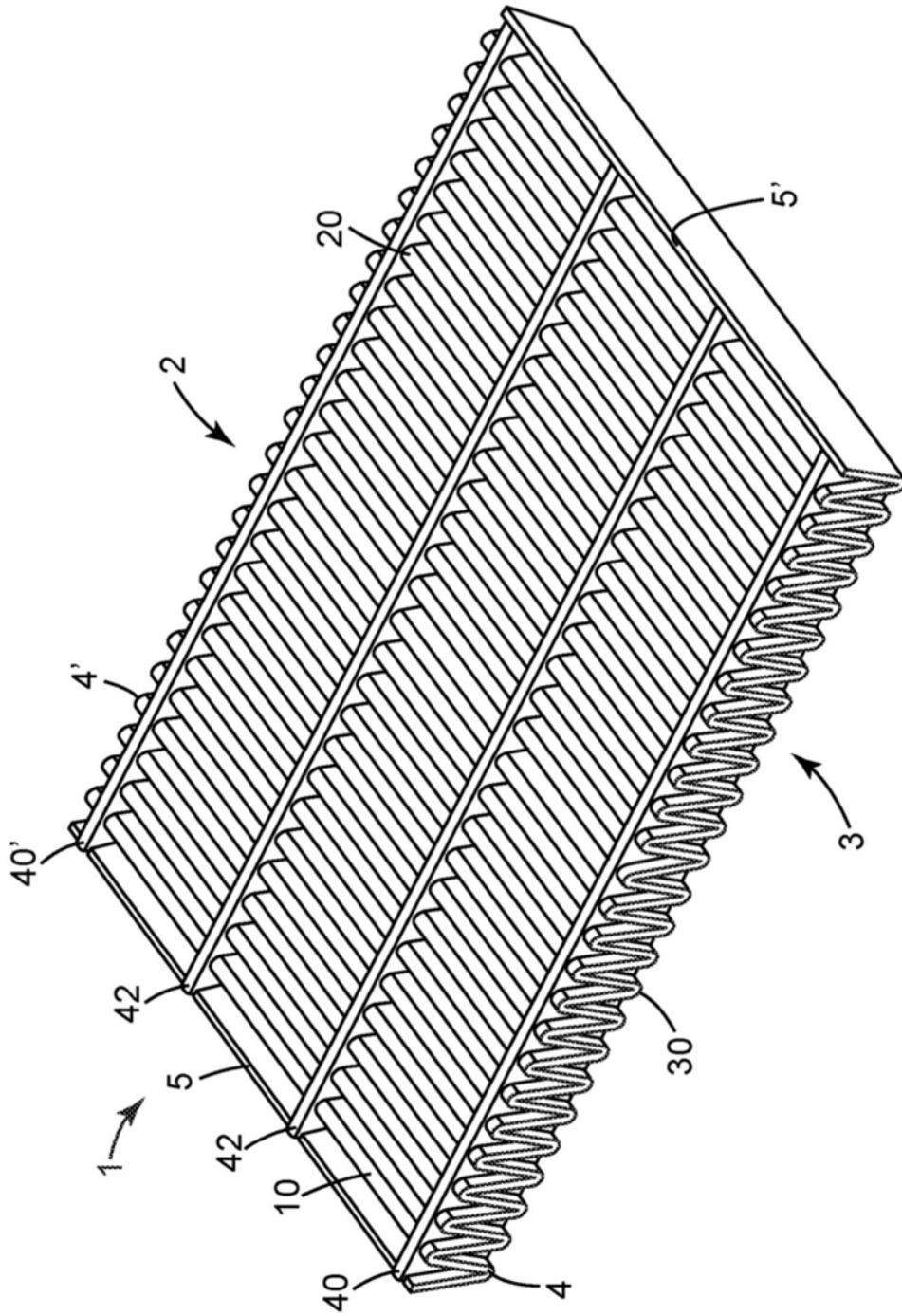


图1

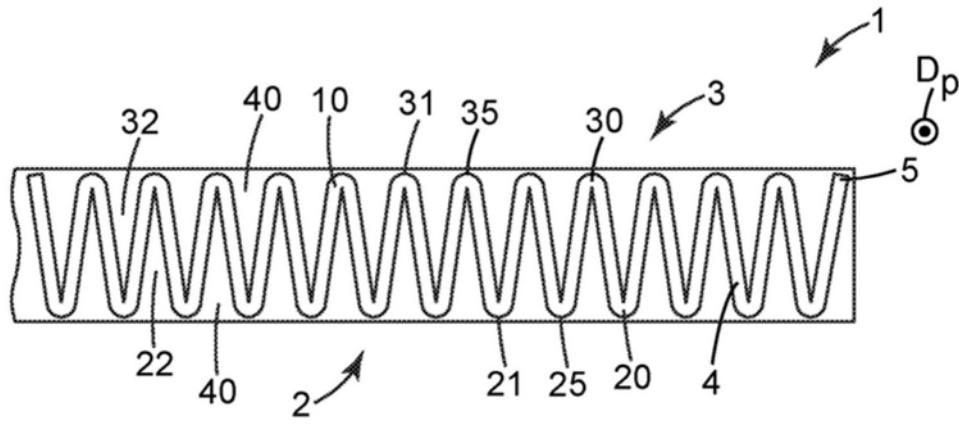


图2

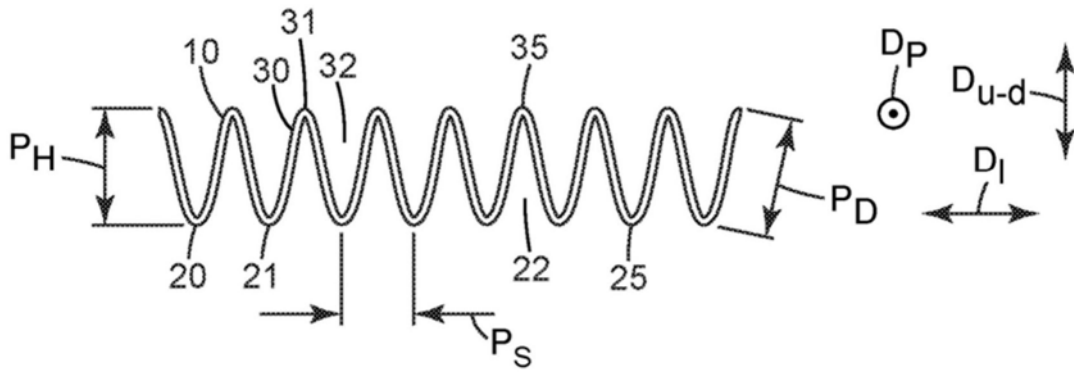


图3

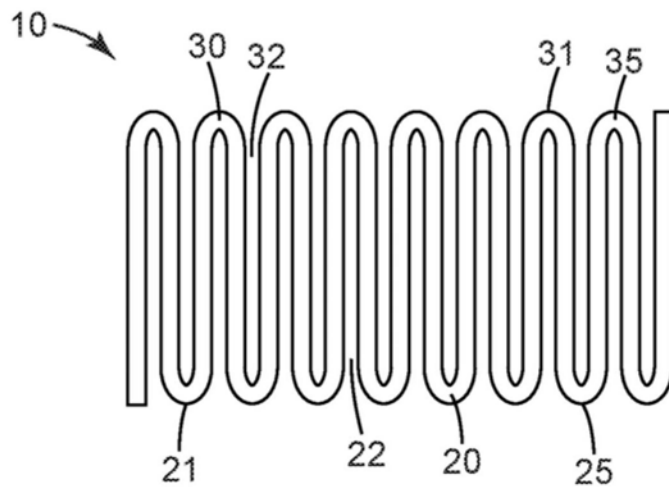


图4

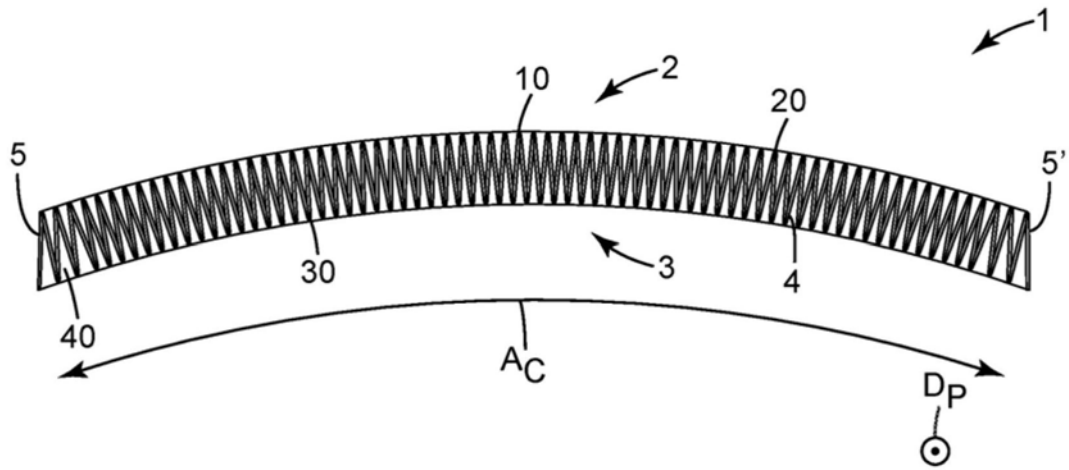


图5

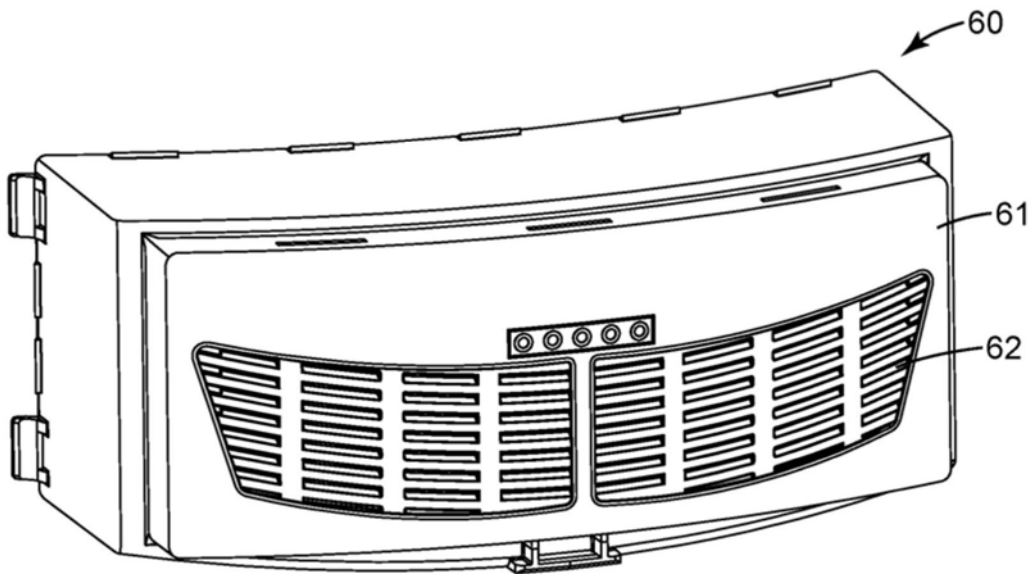


图6

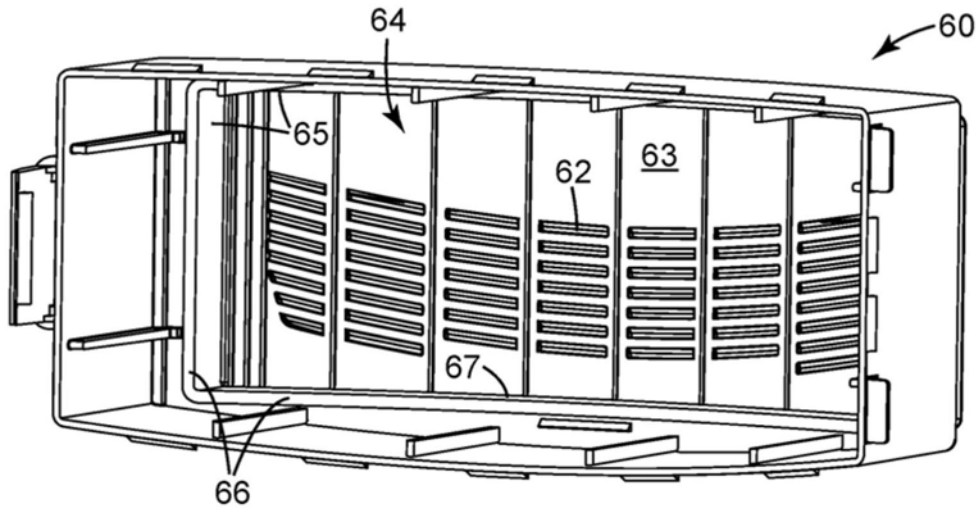


图7