



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101963102 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 07

(21) 申请号 201010245108. 9

B01D 46/52 (2006. 01)

(22) 申请日 2010. 07. 22

B01D 39/14 (2006. 01)

(30) 优先权数据

审查员 周兵

12/507, 334 2009. 07. 22 US

(73) 专利权人 BHA 阿尔泰尔有限责任公司

地址 美国田纳西州

(72) 发明人 A · 斯米蒂斯 J · T · 克莱门茨

C · 波利奇

(74) 专利代理机构 中国专利代理 (香港) 有限公

司 72001

代理人 严志军 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F02C 7/052 (2006. 01)

F02C 7/04 (2006. 01)

D06N 3/14 (2006. 01)

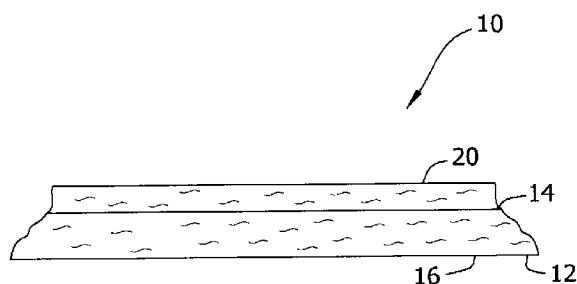
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

使用薄膜介质的高性能燃气涡轮入口过滤器
(HEPA)

(57) 摘要

本发明涉及使用薄膜介质的高性能燃气涡轮入口过滤器 (HEPA)。提供了一种复合性过滤介质结构和一种相关联的制造方法。该结构包括基础基底, 该基础基底包括使用纺粘工艺由多个双组分合成纤维形成的非织造织物基底。复合性过滤介质结构包括沉积在基础基底的一侧上的表层, 在该侧上, 可使用热层压工艺来结合基础基底和表层。表层由微孔膨体聚四氟乙烯薄膜形成。在一方面, 基础基底和表层构造成提供根据 EN 1822 测试法测量的大于 95% 且等于或小于 99.5% 的过滤效率。在另一方面, 过滤介质包括在约 90°C 至约 140°C 的温度处使用相对的辊子形成的压纹图案或多个皱褶。



1. 一种复合性过滤介质结构,包括:
包括使用纺粘工艺由多个双组分合成纤维形成的非织造织物基底的基础基底;
沉积在所述基础基底的一侧上的表层,其中,所述表层由微孔膨体聚四氟乙烯薄膜形成;
其中纤维由于在热层压工艺期间施加的热和压力而以机械的方式锚定在薄膜的孔中;
所述基础基底和所述表层构造成提供根据 EN 1822 测试法测量的大于 95% 且等于或小于 99.5% 的过滤效率,且所述复合性过滤介质结构以介于 0.60 英寸水与 3.05 英寸水之间的压降提供大于 95% 且等于或小于 99.5% 的分级效率。
2. 根据权利要求 1 所述的复合性过滤介质结构,其特征在于,所述表层具有 $2.00\text{g}/\text{m}^2$ 至 $3.50\text{g}/\text{m}^2$ 的基重。
3. 根据权利要求 1 所述的复合性过滤介质结构,其特征在于,所述表层的厚度为 5 至 25 微米。
4. 根据权利要求 1 所述的复合性过滤介质结构,其特征在于,所述复合性过滤介质结构捕捉 0.3 至 1.25 微米的颗粒大小。
5. 根据权利要求 1 所述的复合性过滤介质结构,其特征在于,所述复合性过滤介质结构进一步包括多个褶皱。
6. 根据权利要求 1 所述的复合性过滤介质结构,其特征在于,所述复合性过滤介质结构的空气渗透性在 0.5 英寸水压处介于每分钟 4.0 立方英尺与每分钟 10.0 立方英尺之间。
7. 一种燃气涡轮空气入口过滤元件,包括:
第一端盖;
第二端盖;以及
复合性过滤介质结构,所述复合性过滤介质结构包括:
用纺粘工艺由多个双组分合成纤维形成的非织造合成织物的基础基底;
沉积在所述基础基底的一侧上的表层,其中,所述表层由微孔膨体聚四氟乙烯薄膜形成;
其中纤维由于在热层压工艺期间施加的热和压力而以机械的方式锚定在薄膜的孔中;
其中,所述基础基底和所述表层构造成提供根据 EN 1822 测试法测量的大于 95% 且等于或小于 99.5% 的过滤效率;
其中,所述过滤介质进一步包括压纹图案或多个褶皱,在 90°C 至 140°C 的温度处使用相对的辊子形成所述压纹图案或所述褶皱,并且
所述复合性过滤介质结构以介于 0.60 英寸水与 3.05 英寸水之间的压降提供大于 95% 且等于或小于 99.5% 的分级效率。
8. 根据权利要求 7 所述的过滤元件,其特征在于,所述表层具有 $2.00\text{g}/\text{m}^2$ 至 $3.50\text{g}/\text{m}^2$ 的基重。
9. 根据权利要求 7 所述的过滤元件,其特征在于,所述表层的厚度为 5 至 25 微米。
10. 根据权利要求 7 所述的过滤元件,其特征在于,所述多个褶皱包括延伸所述复合性过滤介质的长度的多个交替的峰顶和凹谷。

11. 根据权利要求 7 所述的过滤元件,其特征在于,所述复合性过滤介质结构包括每英寸 3 个至 10 个皱褶的皱褶间距和至少 0.02 英寸的有效深度。

12. 一种制造复合性过滤介质的方法,所述方法包括:

形成使用纺粘工艺由多个双组分合成纤维形成的非织造织物基底;以及

通过热层压将微孔膨体聚四氟乙烯薄膜的表层施用在所述非织造织物的至少一侧上,以使所述合成纤维熔化到所述表层中,以形成所述复合性过滤介质,其中纤维由于在热层压工艺期间施加的热和压力而以机械的方式锚定在薄膜的孔中,使得所述复合性过滤介质具有大于 95% 且等于或小于 99.5% 的过滤效率,并且所述复合性过滤介质结构以介于 0.60 英寸水与 3.05 英寸水之间的压降提供大于 95% 且等于或小于 99.5% 的分级效率。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,其特征在于,施用所述表层的步骤包括施用具有 2.00g/m^2 至 3.50g/m^2 的基重的表层。

14. 根据权利要求 12 所述的方法,其特征在于,施用所述表层的步骤包括施用具有 5 至 25 微米的厚度的表层。

15. 根据权利要求 12 所述的方法,其特征在于,在执行所述热层压之前的所述表层的空气渗透性在 0.5 英寸水压处介于每分钟 9.0 立方英尺与每分钟 12.0 立方英尺之间。

16. 根据权利要求 12 所述的方法,其特征在于,所述复合性过滤介质结构捕捉 0.3 至 1.25 微米的最具渗透性的颗粒大小。

17. 根据权利要求 12 所述的方法,其特征在于,所述方法进一步包括使所述复合性过滤介质结构起皱的步骤。

使用薄膜介质的高性能燃气涡轮入口过滤器 (HEPA)

技术领域

[0001] 本发明大体涉及过滤元件,且更具体地涉及具有经起皱或压纹的复合性非织造过滤介质的过滤元件。

背景技术

[0002] 一些已知的过滤介质复合构造结合湿法敷设 (wet-laid) 造纸工艺来生产基底,且结合电纺技术来使轻质纳米纤维涂层沉积在过滤介质基底的一侧或两侧上。典型地,介质基底具有 100-120 克/平方米 (g/m^2) 的基重,且纳米纤维层具有 0.5g/m^2 或更少的基重。

[0003] 已知介质可具有三层,这三层包括基础介质、膨体聚四氟乙烯 (ePTFE) 薄膜和为带电的非织造熔喷层的第三层。但是,已知当带电的非织造熔喷层在暴露于潮湿的环境且静电电荷迅速减少时,该带电的非织造熔喷层的性能会显著降低。还没有证明这种已知介质满足脉冲式燃气涡轮入口过滤所需的严格的行业测试协议。

[0004] 在静态的燃气涡轮过滤中可存在具有湿法敷设的玻璃基础介质的 HEPA 介质,其中发现该 HEPA 介质在功能方面满足了非脉冲式燃气涡轮入口过滤。由于湿法敷设的玻璃基础介质的无法经受住高压脉冲空气清洁的应力的固有的微弱的强度特性,可能不适于在脉冲过滤中使用该湿法敷设的玻璃基础介质。如果在高压脉冲空气清洁应用中使用,微弱的强度特性将导致该介质自身被扯开。

[0005] 可使用过滤介质复合构造来对各种装置提供洁净的空气供应。这样的装置可包括涡轮叶片。典型地,当在已知的操作流率下根据 ASHRAE 52.2-2007 测试程序进行测试时,已知的过滤介质在典型地大于 $7.0\text{mmH}_2\text{O}$ 的压降处可具有对 $0.3-0.4\mu\text{m}$ 颗粒提供约 55% 的捕捉率的新的或洁净的操作效率。

[0006] 转到包含涡轮叶片的示例性装置,合乎逻辑的是试图保持涡轮叶片洁净。已经知道涡轮叶片的积垢和腐蚀会降低涡轮的动力输出,且会提高修复叶片的运行中断的频率。用于清洁涡轮叶片的一种现行程序需要以定期的时间间隔使涡轮脱机,以用水将叶片清洗洁净。涡轮停机时间可为昂贵的,因为涡轮不在运行,并且因此减少了动力产生量。所期望的将是提供效率比已知的过滤介质更高的过滤介质,以减少或消除清洁涡轮叶片的涡轮停机时间。

[0007] 通过使用涂覆有电纺纤维表层的标准湿法敷设的基础介质,目前性能最好的技术按照 ASHRAE 52.2 标定 (rated) 在 F-9 处。至今,当挑战 100% 的 $0.30\mu\text{m}$ DOP 颗粒时,最大效率已经被电纺工艺限定到约最大 75% 的效率。这一点已经通过湿法敷设的基础介质的一个表面上的厚重的电纺纤维层或在基础介质的两个表面上使用纳米纤维层两者中任何一个得到实现。

发明内容

[0008] 以下介绍了本发明的简要概述,以便提供对本发明的一些示例性方面的基本理解。此概述不是本发明的详尽综述。另外,此概述不意在指示本发明的关键元件,也不描绘

本发明的范围。该概述的唯一目的是作为后面介绍的更加详细的描述的序言来介绍简化形式的本发明的一些概念。

[0009] 根据一方面,本发明提供了一种包括基础基底的复合性过滤介质结构。基础基底包括使用纺粘工艺由多个双组分合成纤维形成的非织造织物基底。复合性过滤介质结构包括沉积在基础的一侧上的表层,在该侧上,表层由微孔膨体聚四氟乙烯薄膜形成。基础基底和表层构造成提供根据 EN 1822 测试法测量的大于 95% 且等于或小于 99.5% 的过滤效率。

[0010] 根据另一方面,本发明提供了一种包括燃气涡轮空气入口过滤元件的复合性过滤介质结构。燃气涡轮空气入口过滤元件包括第一端盖、第二端盖和过滤介质。过滤介质包括用纺粘工艺由多个双组分合成纤维形成的非织造织物和沉积在基础基底的一侧上的表层。表层由微孔膨体聚四氟乙烯薄膜形成。基础基底和表层构造成提供根据 EN1822 测试法测量的大于 95% 且等于或小于 99.5% 的过滤效率。过滤介质进一步包括压纹图案或多个褶皱,在约 90℃ 至约 140℃ 的温度处使用相对的辊子形成所述压纹图案或所述褶皱。

[0011] 根据又一方面,本发明提供了一种制造复合性过滤介质的方法。该方法包括形成使用纺粘工艺由多个双组分合成纤维形成的非织造织物基底。该方法包括通过热层压来施用表层以使合成物熔化到表层上,以形成复合性过滤介质,使得该复合性过滤介质具有大于 95% 且等于或小于 99.5% 的过滤效率。

附图说明

[0012] 在参照附图阅读以下描述之后,本发明的前述和其它方面对本发明所涉及的领域的技术人员将变得显而易见,其中:

[0013] 图 1 是复合性过滤介质的一个示例性方面的截面图示;

[0014] 图 2 是根据一个示例性方面的压纹辊子的示意图;

[0015] 图 3 是图 1 所示的基础介质基底的结合图案的俯视图;

[0016] 图 4 是根据一个示例性方面的褶皱辊子的截面图示;

[0017] 图 5 是在起皱之后的、图 1 所示的复合性过滤介质的一个示例性方面的截面图示;

[0018] 图 6 是包括图 2 所示的过滤介质的滤筒的侧视图;

[0019] 图 7 是图 6 所示的滤筒的一部分的放大透视图;

[0020] 图 8 是包括图 6 所示的滤筒的过滤器组件的透视图;

[0021] 图 9 是各种介质与图 1 的实例相比的过滤效率 - 颗粒大小的曲线图;

[0022] 图 10 是图 9 的各种介质与图 1 的实例相比的微粒渗透百分比 - 颗粒大小的曲线图;以及

[0023] 图 11 是图 9 的各种介质与图 1 的实例相比在高含尘量环境中经过若干个小时的压力损失的曲线图。

具体实施方式

[0024] 在图中描述和示意了结合了本发明的一个或多个方面的示例性实施例。这些所示意的实例不意在成为对本发明的限制。例如,可在其它实施例以及甚至其它类型的装置中使用本发明的一个或多个方面。另外,仅为了方便起见在本文中使用了某些术语,且这些术

语不应理解为限制本发明。更进一步,在图中,采用相同参考标号来指示相同元件。

[0025] 下面详细描述了根据本发明的一个或多个方面的高性能的复合性过滤介质和制造该复合性过滤介质的方法的实例。大体上,复合性过滤介质包括双组分合成非织造基础基底和至少一个表层。在一个具体实例中,当这种复合性过滤介质构造成过滤元件或滤筒且在脉冲式燃气涡轮入口过滤器壳体或类似的工业过滤系统中使用时,这种复合性过滤介质提供增强的过滤性能。而且,在一个实例中,新的复合性过滤介质可通过诸如起皱和打褶的继发的过程以及一般的组装构造成滤筒或过滤元件。使过滤介质起皱在复合性过滤介质的“洁净”侧和“脏”侧两者上为低限制的空气流提供了大容量的通路。在一个实例中,当根据美国加热、制冷及空调工程师协会 (ASHRAE) 52.2 测试程序进行测试时,复合性过滤介质可对 0.3-1.25 μm 颗粒提供大于 95% 且等于或小于 99.5% 的保持捕捉率的初始过滤效率,与已知过滤介质相比,这在性能方面提高了约 14.5%。另外,复合性介质可以比已知过滤介质更低的压降提供大于 95% 且等于或小于 99.5% 的效率。在一个实例中,复合性过滤介质具有介于约 0.60 英寸水和 3.05 英寸水之间的阻力 (或压降)。

[0026] 而且,当暴露于广泛且强烈的含尘量和清洁挑战时,复合性过滤介质可具有有益的耐用性,且实现了更高的效率。这种有益的耐用性可为优于现有技术的改进。改进的性能 (例如大于 95% 且等于或小于 99.5% 的效率) 的一个原因可在于,纤维由于在热层压工艺期间施加的热和压力而以机械的方式锚定在薄膜的孔中。

[0027] 图 1 显示了根据本发明的至少一个方面的复合性过滤介质 10 的一个实例,其呈结合表层 20 的、通过纺粘工艺形成的基础基底 12 的形式。本发明的一个方面在于,基底 12 是使用纺粘工艺由多个双组分合成纤维形成的非织造织物基底。可通过芯鞘结构、岛结构或并排结构来实现提供双组分纤维的这个方面。

[0028] 可使用任何适当的双组分合成纤维来制造介质基底 12 的非织造织物。用于双组分纤维的芯体和鞘的适当的材料包括但不限于聚酯、聚酰胺 (polyamid)、聚烯烃、热塑性聚氨酯、聚醚酰亚胺、聚苯醚、聚苯硫醚、聚砜、芳香族聚酰胺和它们的混合物。用于双组分纤维的鞘的适当的材料包括比双组分纤维的芯体的材料具有更低的熔点的热塑性材料,例如聚酯、聚酰胺、聚烯烃、热塑性聚氨酯、聚醚酰亚胺、聚苯醚、聚苯硫醚、聚砜、芳香族聚酰胺和它们的混合物。在一个实例中,双组分纤维可具有各种直径。

[0029] 双组分纤维通过射流而熔纺到多个连续的纤维中,这些纤维均匀地沉积成随机的三维网。然后可加热该网,且由轧辊对该网进行压纹,轧辊以热的方式将该网结合成固结的纺粘织物。由于接触压纹出图案的轧辊而产生的热软化或熔化了双组分纤维制成的热塑性鞘,该热塑性鞘仅在压纹出图案的轧辊的接触点处将非织造纤维结合在一起。选择温度,使得至少发生双组分纤维的熔点更低的鞘部分的软化或熔融。在一个实施例中,该温度为约 90°C 至约 240°C。纤维的期望的连接是由于熔化和鞘部分在冷却之后的重新凝固造成的。

[0030] 图 1 是用以显示一个具体实例的片状构造的复合性过滤介质 10 的示意性截面图示。如可理解的那样,过滤介质 10 包括基础介质基底 12 和表层 20。基础介质基底 12 具有第一侧 14 和第二侧 16。在一方面,表层 20 沉积在介质基底 12 的第一侧 14 上。虽然在示例性的图示中没有明确地显示,但要理解的是表层 20 可沉积在第二侧 16 上,或者表层 20 可沉积在第一侧 14 和第二侧 16 中的各个上。

[0031] HEPA 介质的过滤表层 20 由膨体微孔聚四氟乙烯 (ePTFE) 薄膜制成。此薄膜是为

了此应用而特别设计和生产的。在一个示例性方面,薄膜特性具有 0.01 至 10.0g/m^2 的基重,在另一方面,薄膜特性具有大约 2.0 – 3.5g/m^2 的基重。表层 20 厚度的范围可为从 5 至 25 微米,但是在另一方面,厚度可为约 10 – 12 微米。在执行层压工艺之前,在 $0.5''$ 的水压处,表层 20 的空气渗透性的范围可为 1.0 至 50 立方英尺/分钟 (cfm),但是在另一方面,在 $0.5''$ 水压处,该范围为约 9 – 12cfm 。

[0032] 通过热和压力过程以热的方式对表层 20 的薄膜进行层压,以将基础基底 12 的聚酯纤维熔化到表层 20 的微孔薄膜中。在层压期间,将表层 20 的薄膜固定到基础基底 12 上,且使其能够承受进一步的严格处理以及作为复合性介质的最终用途应用。在层压工艺期间,当表层 20 的薄膜的空气渗透性由于纤维熔化到表层 20 中而降低时,表层 20 的薄膜的空气渗透性特性改变。热塑性聚酯纤维以机械的方式锚定到表层 20 中的薄膜的孔中阻挡了空气流,使得复合性层压件的所产生的空气渗透性在约 0.5 英寸的水压处降低到约 4 – 10cfm 。

[0033] 在表层 20 已经层压到基础基底 12 上之后,表层 20 和基础基底 12 的组合提供了耐用的三维表面过滤层,该三维表面过滤层具有广泛的多层式曲折路径,该多层式曲折路径容许高效率和细微颗粒捕捉,而不会实质地限制空气流或增加压降。多层式曲折路径可包括小孔。已经发现这样的结构针对脉冲过滤系统中的机械力非常耐用,特别是与具有最小厚度的二维纳米纤维层相比时。对于约 0.5 – 1.25 微米的最具渗透性的平均颗粒大小,基础基底 12 和表层 20 的薄膜结合起来获得了 HEPA 过滤效率性能。基于与基础基底 12 结合的薄膜孔结构的多层式曲折路径,在一个实例中,对于处于 5.33 厘米/秒或 10.5 英尺/分的空气流率的 0.3 微米颗粒,实现了大于 95% 且等于或小于 99.5% 的过滤效率。

[0034] 因为在过滤和反转的清洁操作期间在过滤介质上施加的力引起的过滤介质的较少偏转,该介质还可提供更低的压降累积。而且,纺粘起皱介质基底 12 在相等的或更低的压降处可比已知的过滤介质基底更加高效。纺粘介质 12 提供结合,以将纤维固结成织物或织物基底。在一方面,用来形成介质基底 12 的双组分纤维可比用来形成已知的过滤介质的纤维更加精细。另外,由于在起皱或压纹操作期间的另外的热处理,基础介质基底 12 和表层 20 之间的粘着结合可得到增强。

[0035] 图 2 是具有用于压纹工艺的下压纹辊子 100 和上压纹辊子 102 的一个示例性装置的示意图。如在那里将理解的那样,辊子 100、102 在它们之间具有与基础基底 12 匹配的多个结构,以施加局部的热和压力。在所示实例中,辊子 100、102 具有位于下压纹辊子 100 和上压纹辊子 102 的外表面 108 处的多对肋 104 和槽道 106。各个肋 104 和各个槽道 106 沿着压纹辊子 100 或 102 的周边的一部分延伸。而且,在下压纹辊子 100 上的各对肋 104 和槽道 106 与上压纹辊子 102 上的对应的肋 104 和槽道 106 对对准,肋和槽道布置成使得下辊子 100 上的各个肋 104 与上辊子 102 上的槽道 106 对准和匹配,且上辊子 102 上的各个肋 104 与下辊子 100 上的槽道 106 对准和匹配。该多对肋 104 和槽道 106 跨越压纹辊子 100 和 102 以交错成排的方式隔开,这限定了一种示例性的压纹图案。

[0036] 本发明的一方面是基础介质基底 12 的独特的结合图案。该结合图案可由图 2 所示的轧辊的压纹图案限定。结合区域提供了介质耐用性和功能,而同时结合点产生了具有零空气流的熔融聚合物区域。自定义的结合图案可协助改进复合性过滤介质结构的过滤效率。

[0037] 在图 3 中显示了用于基础基底 12 的一个示例性结合区域图案 31。该图案具有用以将双组分纤维结合在一起形成非织造织物基础基底 12 的结合区域的多个基本平行的间断线 33。可沿平行于基础介质基底 12 的机器方向（纵向范围）的方向制作结合图案 31 的间断线 33。结合区域的平行的间断线 33 彼此偏置，从而存在没有结合区域的部位 35。没有结合区域的部位 35 可与相邻的间断线 33 的结合区域 37 对准。在一个实例中，介质基底 12 中的纺粘双组分纤维的结合区域 37 为织物的总面积的约 10% 至约 16%。值得注意的是，一些已知的纺粘织物可具有约 19% 至 24% 的结合区域。更低的结合区域允许基础介质 12 在给定的空气流处具有空气渗透性的提高或者反过来讲具有低的压降。在一个实施例中，非织造合成织物基础介质 12 的基重为约 100g/m^2 至约 330g/m^2 ，而在另一个实施例中，非织造合成织物基础介质 12 的基重为约 150g/m^2 至约 260g/m^2 。

[0038] 可例如通过层压工艺将表层 20 直接施用到基础基底 12 的至少一侧上，以形成复合性过滤介质 10。所产生的复合性过滤介质具有最小为大于 95% 且等于或小于 99.5% 的过滤效率。介质 10 与已知的过滤介质相比具有相对高的空气渗透性，这容许有表层的薄膜的纤维到基础介质中的双组分纤维上的改进的机械粘着。

[0039] 就此而言，提供了一种完整且有用的复合性过滤介质 10。但是，如所提到的那样，可在复合性过滤介质上执行另外的处理。作为一个实例，可在约 90°C 至约 140°C 的温度处使用相对的起皱辊子来使复合性过滤介质 10 起皱。在一个备选实施例中，可在约 90°C 至约 140°C 的温度处使用相对的压纹辊子来对复合性过滤介质 10 进行压纹。

[0040] 如图 4 所示，轮廓相对的起皱辊子在过滤介质 10 的整个截面上产生了均匀的皱褶。下起皱辊子 40 包括具有在下辊子 40 周围沿周向延伸的多个基本 V 形的肋 44 的外表面 42。肋 44 沿着下辊子 40 的外表面 42 的宽度基本均匀地隔开，使得外表面 42 具有多个峰顶 46 和凹谷 48。上起皱辊子 50 包括具有在上辊子 50 周围沿周向延伸的多个基本 V 形的肋 54 的外表面 52。肋 54 沿着上辊子 50 的外表面 52 的宽度基本均匀地隔开，使得外表面 52 具有多个峰顶 56 和凹谷 58。下辊子 40 的肋 44 与上辊子 50 的凹谷 58 对准，而上辊子 50 的肋 54 与下辊子 40 的凹谷 48 对准。肋 44 和 54 的宽度可为直至下辊子 40 和上辊子 50 的相对的凹谷 48 和 58 的宽度的任何适当的宽度。肋 44 和 54 与凹谷 48 和 58 之间的间隔 60 分别在下辊子 40 和上辊子 50 之间限定了辊隙。该辊隙小于过滤介质 10 的厚度，当过滤介质 10 在肋 44 和 54 以及相应的凹谷 48 和 58 之间经过时，该辊隙使过滤介质 10 固结。过滤介质 10 在辊隙处的固结将皱褶 18 设置到过滤介质 10 中。在操作中，起皱辊子 40 和 50 的温度为约 90°C 至约 140°C 。

[0041] 还参照图 5，显示了可例如通过图 4 的起皱辊子形成的皱褶 18 的一个实例。这些示例性皱褶 18 构造成复合性过滤介质 10 中的上下交替的基本 V 形的波纹。波峰 22 和波谷 24 沿基底网穿过形成设备的行进方向延伸。波谷 24 可具有至少约 0.02 英寸 (0.5mm) 的有效深度 D，以容许过滤介质 10 在高含尘量时的透气性，以保持低于约 4 英寸水柱 (wc) 的低压差。在该示例性方面中，皱褶间距 C 为每英寸约 3 个至约 10 个皱褶（每厘米约 1.2 个至约 3.9 个皱褶），而在另一方面，皱褶间距 C 为每英寸从约 3 个至约 6 个皱褶（每厘米约 1.2 个至约 2.4 个皱褶）。有效深度 D 和皱褶间距 C 的组合帮助提供改进的触点，改进的触点有助于防止褶子在由于高的空气速度和含尘量所导致的高的静压力下塌陷。也可在过滤介质 10 的整个截面上提供均匀的皱褶。

[0042] 图 6 是由皱褶过滤介质 10 形成的示例性过滤元件 70 的侧视图。过滤元件 70 包括第一端盖 74 和相对的第二端盖 76, 过滤介质 10 在端盖 74 和 76 之间延伸。过滤元件 70 具有带有内部导管 78 (图 8) 的管状形状。理解的是也可为过滤元件 70 提供其它形状。

[0043] 作为又一个实例, 图 7 显示了其中过滤介质 10 的两部分相邻地定位的布置。在过滤元件 70 的相邻褶子 72 中的皱褶 18 限定了用于空气流的椭圆形管道 79。皱褶 18 基本垂直于褶子 72 的边缘而延伸。

[0044] 图 8 是过滤器组件 80 的透视图, 过滤器组件 80 包括以端对端的关系成对地安装到管板 82 上的多个过滤元件 70。管板 82 使脏空气侧 84 与过滤器组件 80 的洁净的空气侧 86 分开。用于用脉冲式空气清洁过滤元件 70 的清洁系统 88 包括安装到空气供应管 92 上的多个空气喷嘴 90。引导到过滤元件 70 的内部导管 78 中的压缩空气脉冲用来对过滤元件 70 清洁聚集的污物和灰尘。如图 8 所示, 过滤元件 70 可具有带有内部导管 78 的管状形状。过滤元件 70 形状是圆柱形的, 但是也可为圆锥形, 或者可具有各种各样的其它形状。过滤元件 70 还可包括内支承衬垫和 / 或外支承衬垫, 以提供过滤元件 70 的结构完整性和 / 或为过滤介质 10 提供支承。还可与过滤介质 10 一起将其它构件提供为过滤元件 70 的一部分。例如, 可全部提供内部和外部穿孔金属笼、尿烷封装 (potting) 化合物和尿烷捆扎 (strapping) 化合物。

[0045] 可在燃气涡轮入口过滤系统中使用包括根据本发明的各方面的过滤元件。当然, 其它系统可采用包括根据本发明的各方面的过滤元件。另外, 清洁系统可连接到至少一个过滤元件上, 以便为了清洁目的将空气引导到过滤元件中, 以去除污物和灰尘。

[0046] 在根据 ASHRAE 52.2-2007 测试法的过滤效率测试中比较四种不同介质 (包括本发明的实例) 的过滤效率, 如图 9 的曲线图所示。图 9 的数据是基于表 1 的。所比较的介质为 (1) 标准的 80/20 纤维素混合物, (2) 标准的合成物, (3) 标准的合成纳米介质, 以及 (4) 本发明的实例。线 202 表示包含 80% 纤维素和 20% 聚酯混合物的标准的 80/20 纤维素混合物。线 204 表示标准的合成物, 标准的合成物指的是湿法敷设的合成物。线 206 表示标准的合成纳米介质, 标准的合成纳米介质指的是具有小于 $0.5\text{g}/\text{m}^2$ 的基重的湿法敷设的合成物和具有小于 0.5 微米的厚度的单层纳米纤维层。线 208 表示具有由微孔 ePFTE 薄膜形成的表层 20 的本发明的实例。所示数据示意了线 208 在大的颗粒大小范围中比工业中常用的其它介质更好地过滤亚微米微粒, 尤其是在测试较小的颗粒大小时。其它实例仅达到提高的过滤效率水平, 但是与最具渗透性的颗粒大小相反, 仅在较大的颗粒大小时达到。另外, 如表 1 所示, 本发明在整个颗粒大小范围内仍然具有改进的性能。

[0047]

表 1-基于颗粒大小的过滤效率

[0048]

颗粒大小	标准的 80/20 纤维素混合物(202)	标准的合成物(204)	标准的合成纳米介质(206)	本发明(208)
0.35	7.60	38.00	62.80	99.70
0.47	21.10	46.50	71.67	99.80
0.62	35.30	54.70	79.80	99.90
0.84	50.50	63.00	87.48	99.90
1.14	65.50	71.50	93.47	99.90
1.44	74.40	78.10	95.65	99.90
1.88	82.10	83.10	97.45	100.00
2.57	88.60	88.30	99.00	100.00
3.46	93.50	93.20	99.74	100.00
4.69	97.20	95.50	99.90	100.00
6.20	98.10	96.30	99.99	100.00
8.37	99.10	97.20	100.00	100.00

[0049] 图 10 显示了微粒渗透曲线的曲线图。这个曲线图是使用与图 9 相同的数据形成的,不同的是用 100%减去了过滤效率,且在 y 轴上使用对数刻度来示意本发明的示例性介质的改进的性能。因此,微粒渗透数据表示穿过过滤器的颗粒的百分比。图 10 的数据是基于表 2 的。在图 10 中,线 212 表示标准的 80/20 纤维素混合物。线 214 表示标准的合成物,标准的合成物指的是湿法敷设的合成物。线 216 表示标准的合成纳米介质,标准的合成纳米介质指的具有小于 $0.5\text{g}/\text{m}^2$ 的基重的湿法敷设的合成物和具有小于 0.5 微米的厚度的单层纳米纤维层。线 218 表示具有由微孔 ePTE 薄膜形成的表层 20 的本发明的实例。所示数据示意了线 218 在大的颗粒大小范围中比工业中常用的其它介质更好地过滤亚微米微粒,尤其是在测试较小的颗粒大小时。

[0050]

表 2-基于颗粒大小的微粒渗透曲线				
颗粒大小	标准的 80/20 纤维素混合物(212)	标准的合成物(214)	标准的合成纳米介质(216)	本发明(218)
0.35	92.40	62.00	37.20	0.30
0.47	78.90	53.50	28.33	0.20
0.62	64.70	45.30	20.20	0.10

[0051]

0.84	49.50	37.00	12.52	0.10
1.14	34.50	28.50	6.53	0.10
1.44	25.60	21.90	4.35	0.10
1.88	17.90	16.90	2.55	0.00
2.57	11.40	11.70	1.00	0.00
3.46	6.50	6.80	0.26	0.00
4.69	2.80	4.50	0.10	0.00
6.20	1.90	3.70	0.01	0.00
8.37	0.90	2.80	0.00	0.00

[0052] 图 11 显示了高含尘量挑战的图解表示。此图示意了过滤器在其可用寿命中的期望性能。HEPA 介质的压降与传统深度的加载介质相比以更慢的速率提高,这是有利的。使操作压降的变化最小化对于对动力系统工业保持恒定输出来说是关键的。在图 11 中,线 222 表示标准的 80/20 纤维素混合物。线 224 表示标准的合成物,标准的合成物指的湿法敷设的合成物。线 226 表示标准的合成纳米介质,标准的合成纳米介质指的是具有小于 $0.5\text{g}/\text{m}^2$ 的基重的湿法敷设的合成物和具有小于 0.5 微米的厚度的单层纳米纤维层。线 228 表示具有由微孔 ePTFE 薄膜形成的表层 20 的本发明的实例。高含尘量挑战模拟了极端条件。表示本发明的线 228 在测试的初始时刻处具有提高的压降,但却在过滤器的寿命中提供了降低的压力提高。降低的压降有助于节约能量,且可在装置应用中提供直接成本节省。纳米介质线 226 和 ePTFE 薄膜线 228 之间的差异也在图 11 所示的高含尘量挑战中示意出。在两种介质随着时间的过去相对于灰尘稳定之后,纳米介质线 226 显示了压力损失的轻微连续升高。相反,ePTFE 薄膜线 228 随着时间的过去具有相对平缓的坡度提高。因此,ePTFE 薄膜在增加的时间段里表现更好,且不会经受性能退化。

[0053] 过滤介质 10 的独特的构造比已知的过滤介质更耐用,且提供了更低的压降累积,因为部分地由于皱褶构造的原因,在过滤和反转的清洁操作期间因为施加在过滤介质上的力而引起的偏转更少。与已知的过滤元件的约 50-55%相比,过滤元件 70 可对浮质或灰尘的最具渗透性的平均颗粒大小(约 0.5 至约 1.25 微米)产生大于 95%且等于或小于 99.5%的捕捉率的平均效率。

[0054] ePTFE 薄膜提供了优于其它已知过滤器(例如纳米纤维)的改进的性能。例如,纳米纤维和 ePTFE 薄膜两者都实践了表面过滤技术。纳米介质的孔结构可为约 8 至 10 微米。因此,纳米介质将仍然允许小级别的细小微粒灰尘嵌入过滤表面中。但是,ePTFE 薄膜将是更好的数量级,因为其孔结构为约 0.5-1.25 微米。ePTFE 薄膜可为伸展以获得期望的孔大小的实心片材。在 ePTFE 的亚微米孔结构的情况下,几乎不存在嵌入薄膜结构中的细小微粒。因此,ePTFE 薄膜提供了甚至更多的真正的表面过滤,且在结合了 ePTFE 薄膜独特的低摩擦系数特性或不粘性的情况下,更加有效地去除了灰尘,因为介质被清洁干净了。换句话说,在过滤介质复合物的表面处过滤了灰尘,且优化了灰尘过滤,使得在需要的时候有效地去除灰尘,所以压降仍然保持相对较低,且在过滤器的持续使用期间保持相对较低。具有 ePTFE 薄膜的介质设计成以便在最低压降处保持和过滤尽可能多的灰尘,且将不需要深度过滤器,或者不会在使用中清洁深度过滤器。在一个例子中,在 $4''\text{ wg}$ (水标)处超过

7kg 灰尘。

[0055] 已经参照上述示例性实施例对本发明进行了描述。在阅读和理解了本说明书之后,他人将想到修改和变化。在这样的修改和变化落在所附的权利要求书的范围内的情况下,结合了本发明的一个或多个方面的示例性实施例意在包括所有这样的修改和变化。

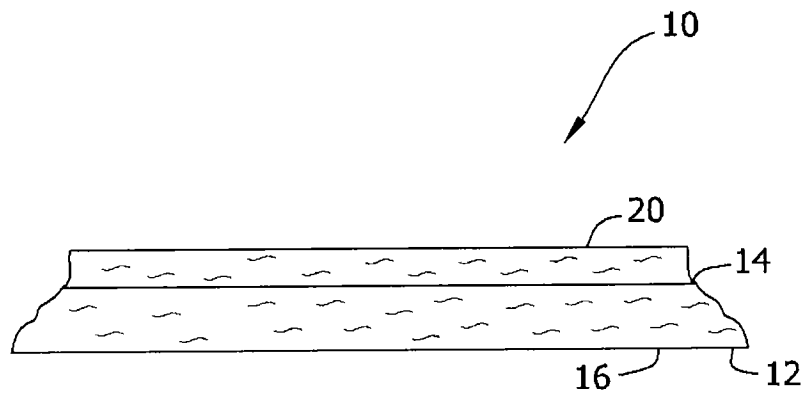


图 1

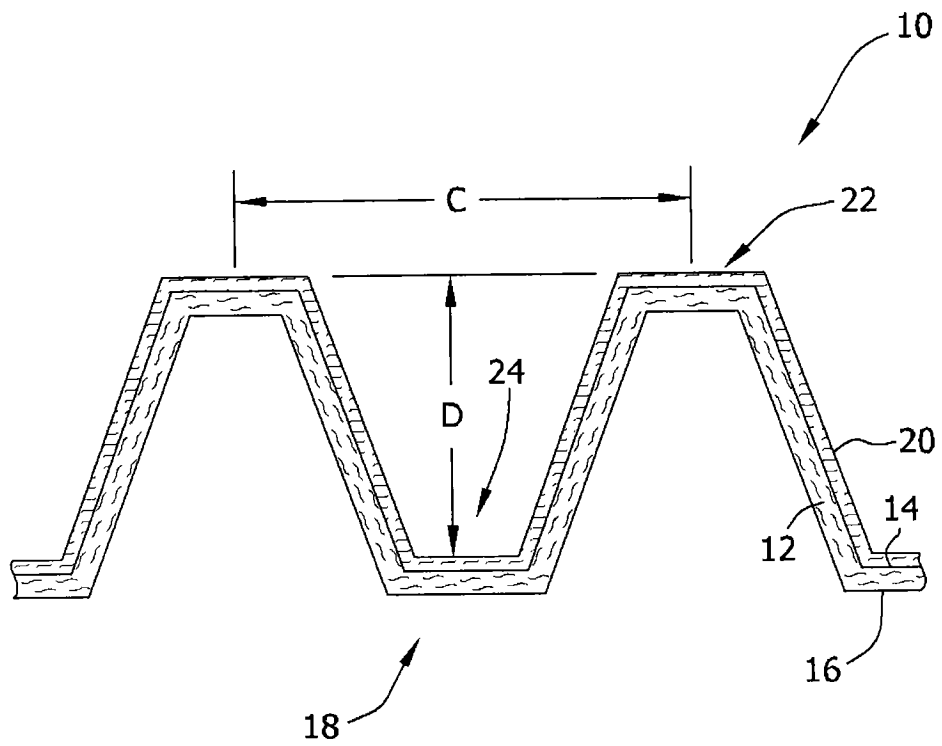


图 5

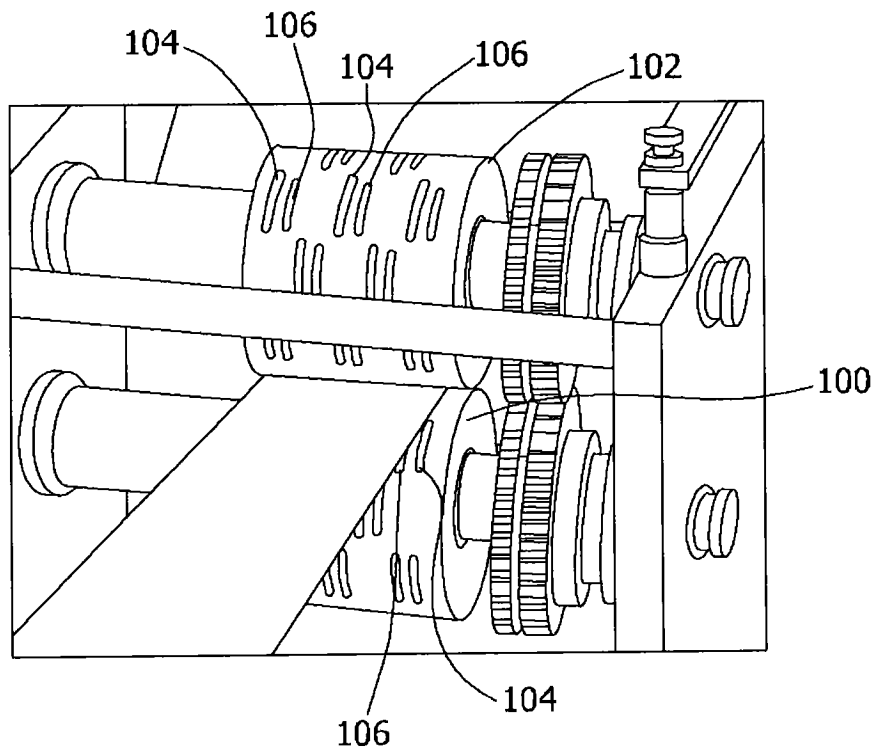


图 2

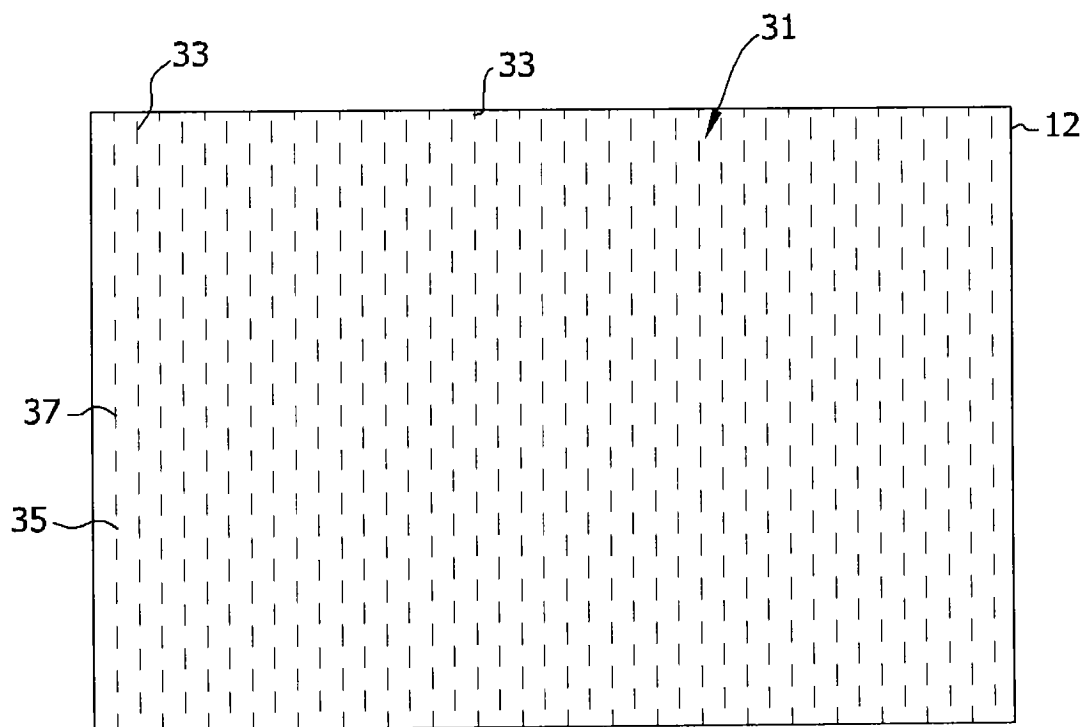


图 3

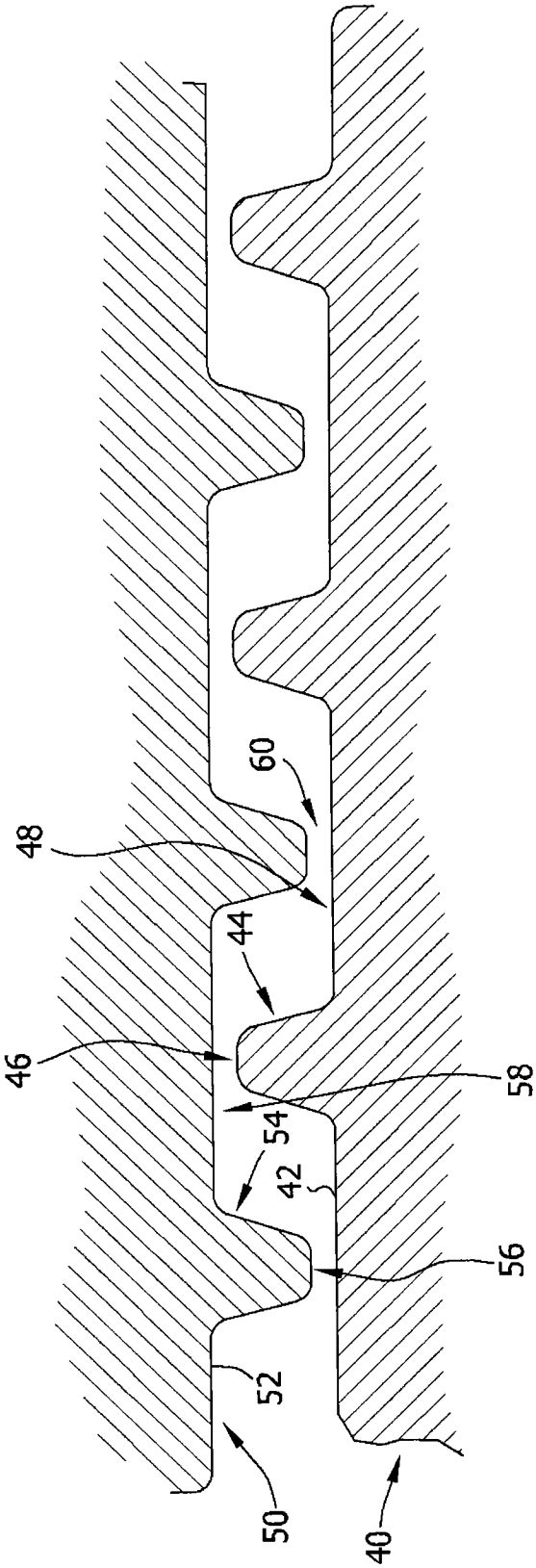


图 4

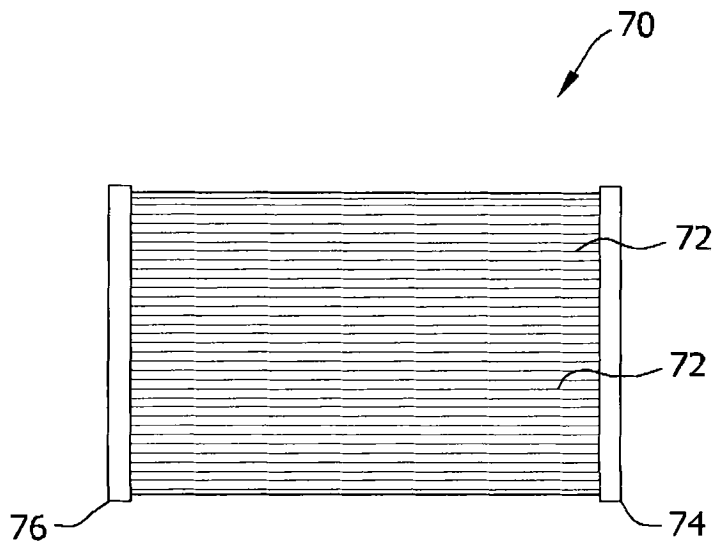


图 6

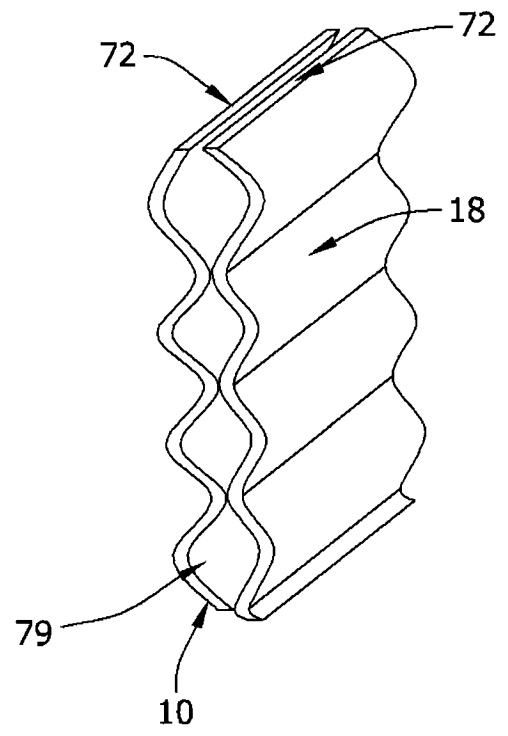


图 7

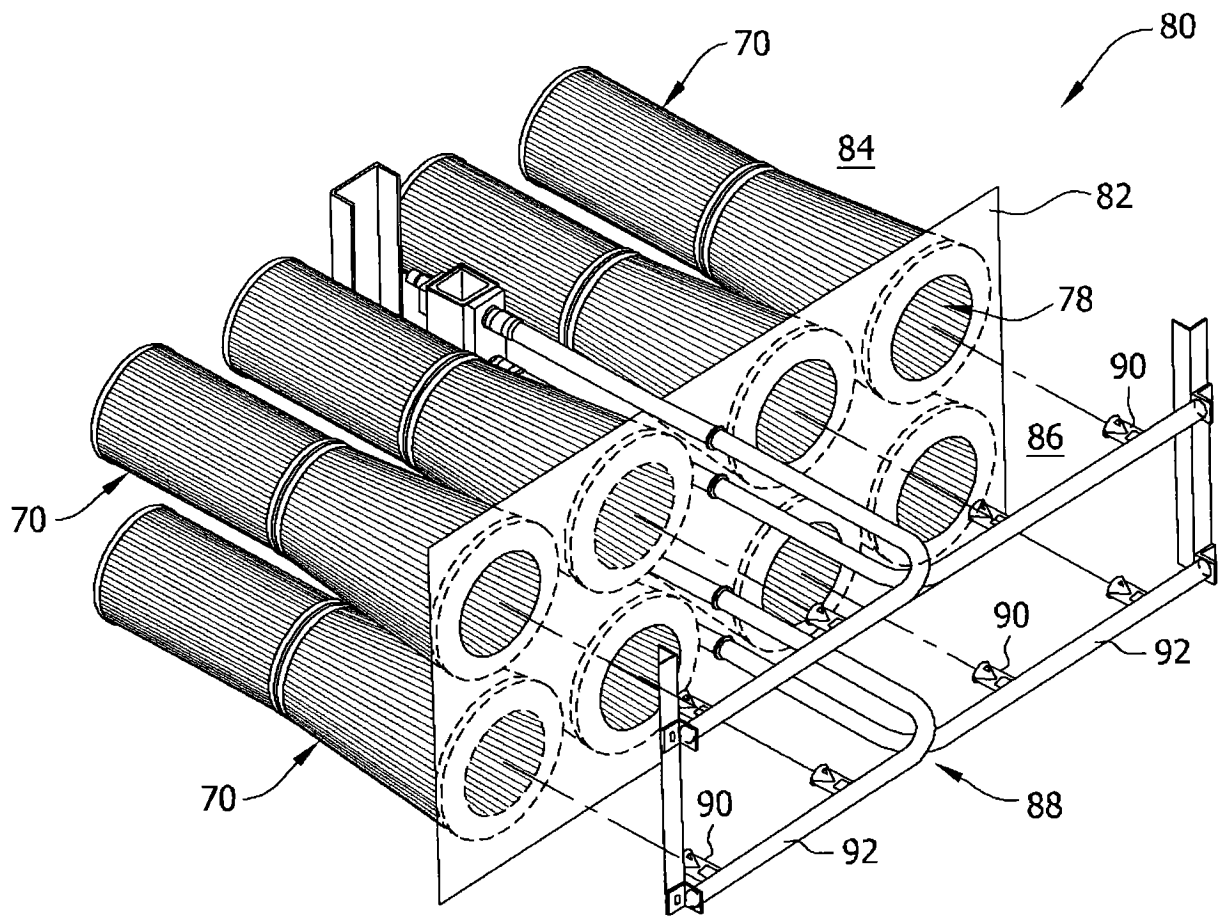


图 8

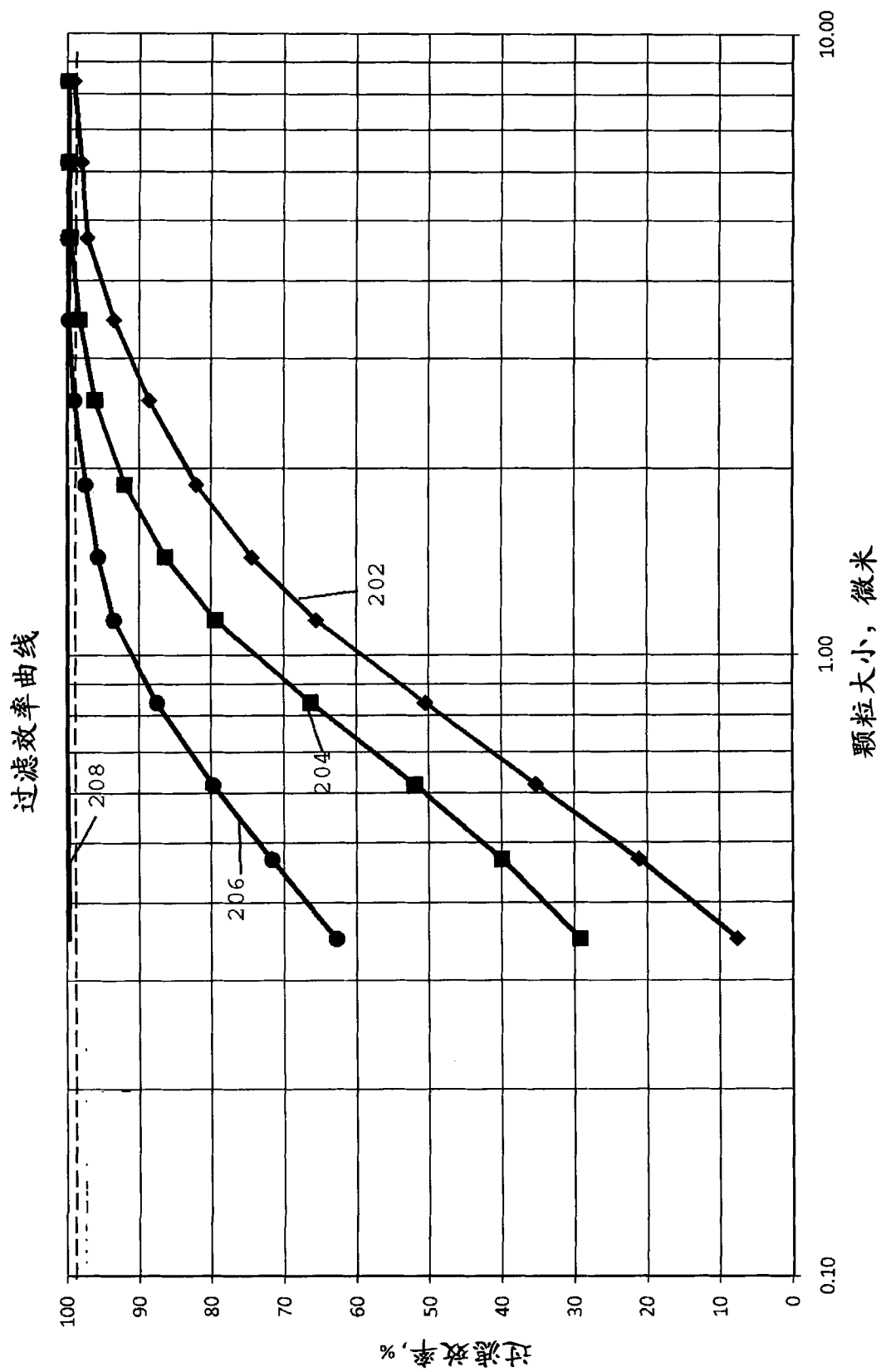


图 9

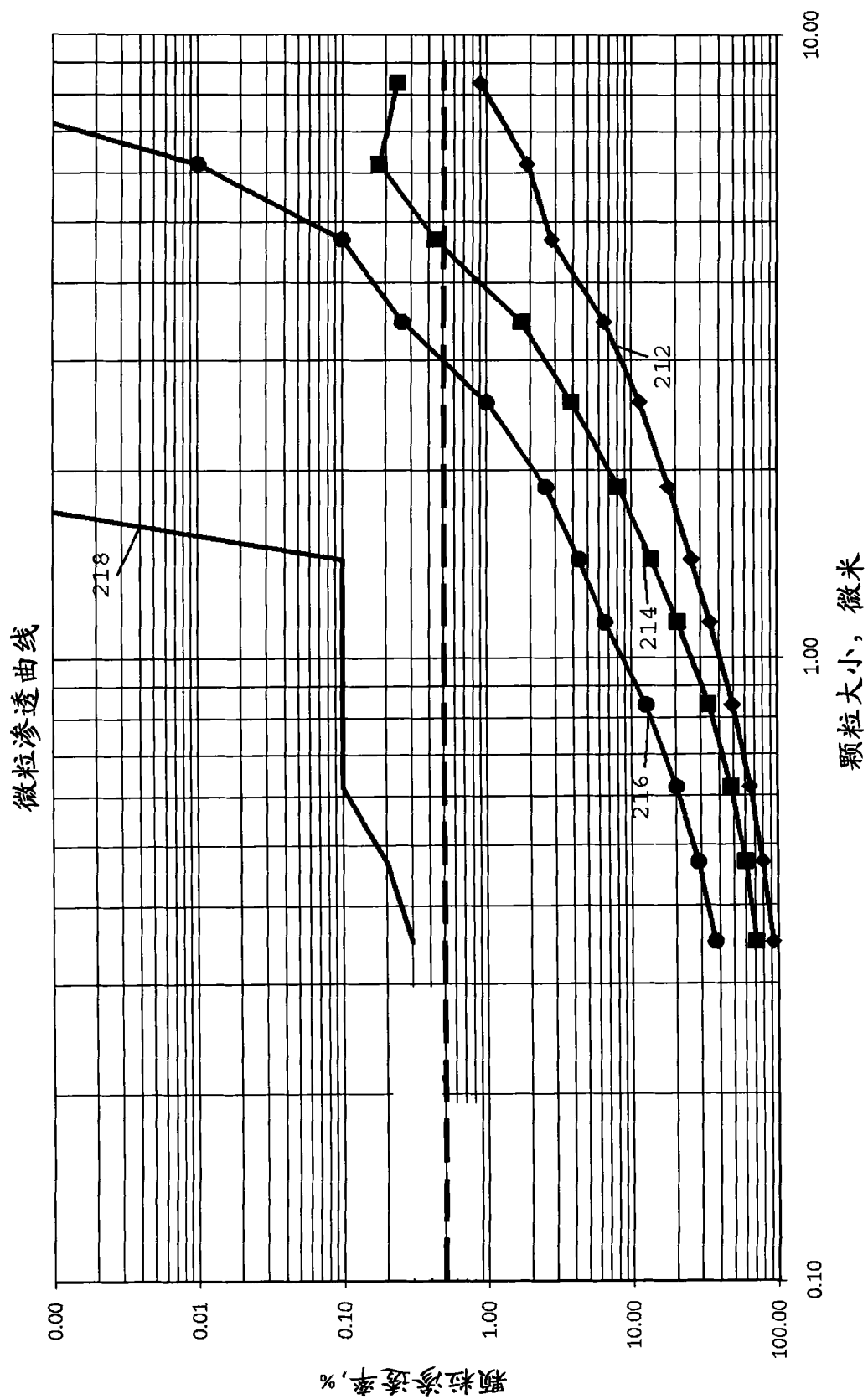


图 10

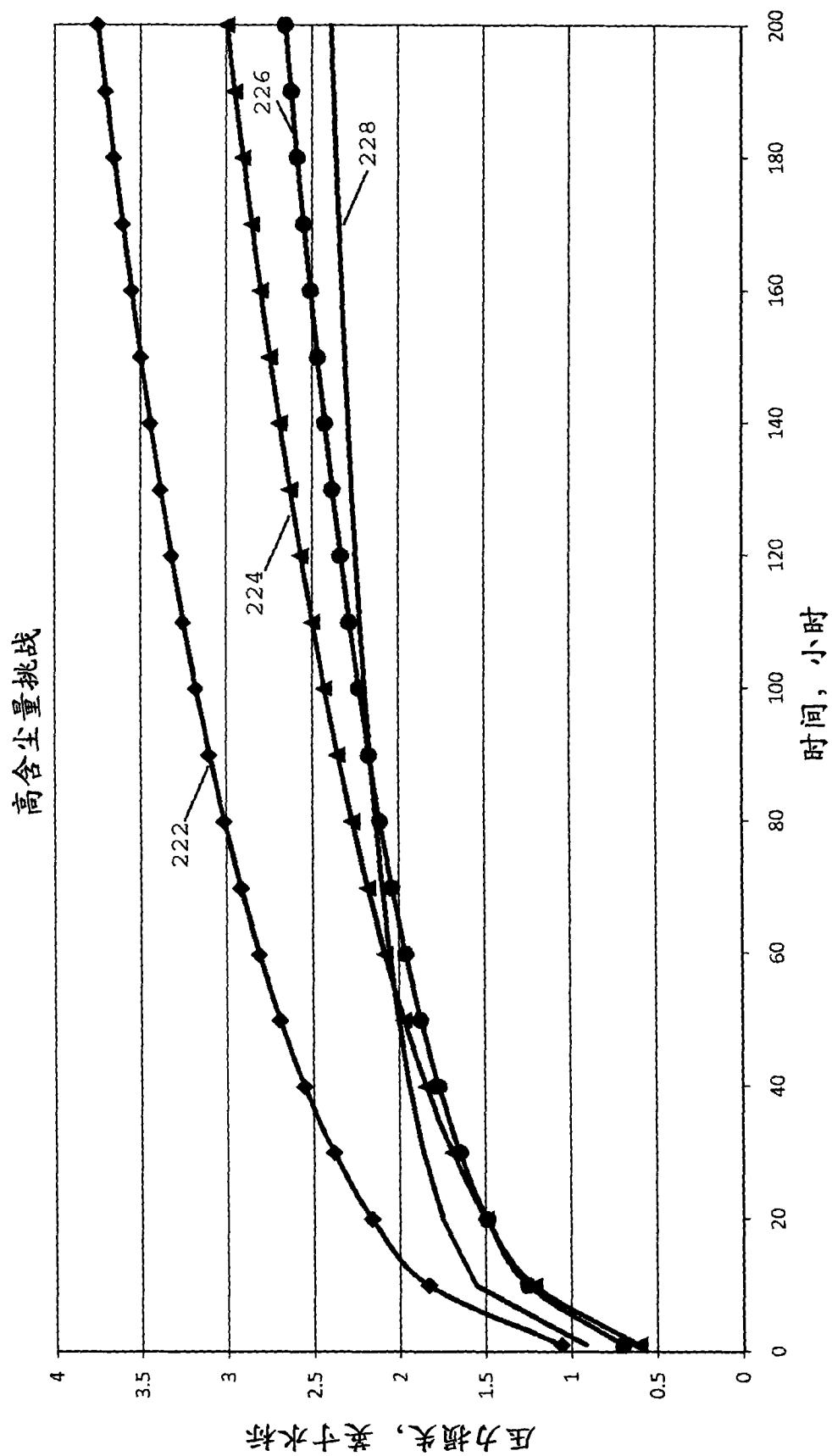


图 11