



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03800563.8

[43] 公开日 2004年8月18日

[11] 公开号 CN 1522358A

[22] 申请日 2003.4.25 [21] 申请号 03800563.8

[30] 优先权

[32] 2002.5.7 [33] US [31] 10/140,349

[86] 国际申请 PCT/US2003/012881 2003.4.25

[87] 国际公布 WO2003/095926 英 2003.11.20

[85] 进入国家阶段日期 2003.12.30

[71] 申请人 穆丹制造公司

地址 美国威斯康星

[72] 发明人 阿兰·P·梅斯纳

理查德·G·帕克希尔

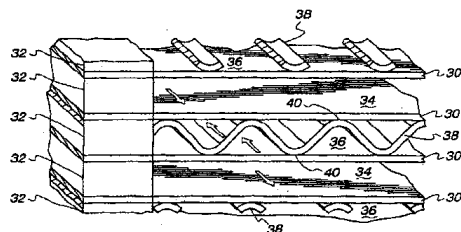
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所
代理人 郭小军

权利要求书3页 说明书8页 附图1页

[54] 发明名称 用于热交换器的蒸发性亲水表面,亲水表面及其组合物的制造方法

[57] 摘要

一种热交换器/蒸发器,用于从第一热交换流体传递热量到一液体以使其蒸发成为气态第二热交换流体,其包括一个热传导元件(30),该热传导元件分隔出用于第一热交换流体的第一流动通道(34),和用于第二热交换流体的第二流动通道(36)。第一表面在元件(30)上并与第一流动通道形成热交换联系,第二表面在第一表面相对的元件(30)上并与第二流动通道(36)形成热交换联系。一个亲水涂层(50)部分粘接在第二表面上,该涂层包括一种标称球形微粒粉末,其包括镍、铬、铝、钴以及氧化钇,它们由一种钎焊金属粘接到一起,该钎焊金属主要由镍、铬和硅构成,该钎焊金属扩散进入标称球形金属微粒和第二表面中。也披露了一种可用于形成亲水表面的组合物以及一种制造热交换器/蒸发器的方法。



1. 一种从第一热交换流体传递热量到一种液体以使该液体蒸发为气态第二热交换流体的装置，包括：

一个导热元件，其分隔出用于第一热交换流体的第一流动通道与用于第二热交换流体的第二流动通道；

第一表面，其在所述的元件上并与所说的第一流动通道形成热交换关系；

第二表面，其在与所说第一表面相对的元件上并与所说的第二流动通道形成热交换关系；以及

一个亲水涂层，其至少粘结在所说第二表面的部分上，并由标称球形微粒的粉末构成，该标称球形微粒包括镍、铬、铝、钴以及氧化钇，它们由钎焊金属粘接到一起，该钎焊金属主要由镍、铬和硅构成，并且该钎焊金属扩散进入所述的标称球形微粒和所述第二表面中，标称球形微粒与钎焊金属的重量比率范围近似为 2-3:1。

2. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所说的重量比率约为 70:30。

3. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所说的元件是一个无孔元件，在与所说的第一表面相对处粘结有一个散热片，并且所说的第二表面在所说的散热片上。

4. 一种用于在蒸发性热交换表面配置形成亲水表面的组合物，包括以下的混合：

一种标称球形微粒的粉末，其包括镍、铬、铝、钴以及氧化钇，以及一种钎焊金属粉末，其主要由镍、铬和硅构成，标称球形微粒与钎焊金属粉末的重量比值范围近似为 2-3:1，以及一种挥发性有机粘结剂，其在温度足够高可以融化所说的钎焊金属时挥发并且基本上不留下残渣。

5. 如权利要求 4 所述的组合物，其特征在于，所说的重量比率约为 7:3。

6. 如权利要求 5 所述的组合物，其特征在于，所说的粘结剂是基于丙烯酸系或者聚丙烯碳酸酯。

7. 一种制造包括一个蒸发性热传递表面的热交换器的方法，包括：

(a) 装配一个热交换核心组件，其具有至少两个流动通道，用于第一热交换流体的第一流动通道，和用于将液体蒸发为第二气态热交换流体的第二流动通道，所说的核心组件包括多个相邻但不连接的金属构件；

(b) 在步骤 (a) 完成之前或之后，在朝向所说第二流动通道的至少一个构件上涂覆一种组合物，该组合物包括标称球形微粒粉末，其包括镍、铬、铝、钴以及氧化钇，一种钎焊金属粉末，其主要由镍、铬和硅构成，以及一种挥发性有机粘结剂，其在温度足够高可以熔化所说的钎焊金属粉末时挥发并且基本上不留下残渣，标称球形微粒与钎焊金属粉末的重量比值范围近似为 2-3:1；

(c) 将该核心组件置于钎焊高温条件下，以便 (i) 熔化钎焊金属并使其扩散进入标称球形微粒和所说的至少一个构件中，(ii) 挥发粘结剂并基本上除去其所有的残渣，以及 (iii) 将所说的构件钎焊成为一个粘接组件。

8. 如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所说的重量比率约为 7:3。

9. 如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所说的粘结剂是基于丙烯酸系或者聚丙烯碳酸酯。

10. 一种制造包括一个蒸发性热传递表面的热交换器的方法，包括：

(a) 装配一个热交换核心组件，其具有至少两个流动通道，用于第一热交换流体的第一流动通道，和用于第二气态热交换流体的第二流动通道，一种液体将被蒸发为该第二气态热交换流体，所说的核心组件包括多个相邻但不连接的金属构件；

(b) 在步骤 (a) 完成之前或之后，在朝向所说第二流动通道

的至少一个构件上涂覆一种组合物，该组合物包括一种标称球形金属微粒和/或陶瓷微粒粉末，一种钎焊金属粉末和一种挥发性有机粘结剂，所述有机粘结剂在温度足够高可以熔化所说的钎焊金属时挥发并且基本上不留下残渣，标称球形微粒与钎焊金属粉末的重量比值范围近似为 2-3:1；

(c) 将该核心组件置于钎焊高温条件下，以便 (i) 熔化钎焊金属并使其扩散进入标称球形微粒和所说的至少一个构件中，(ii) 挥发粘结剂并基本上除去其所有的残渣，以及 (iii) 将所说的构件钎焊成为一个粘接组件。

11. 如权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所说的钎焊金属粉末主要是镍、铬和硅。

12. 如权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所说的标称球形微粒包括镍、铬、铝、钴以及氧化钇。

13. 如权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所说的粘结剂是基于丙烯酸系或者聚丙烯碳酸酯。

用于热交换器的蒸发性亲水表面， 亲水表面及其组合物的制造方法

技术领域

本发明涉及热交换器/蒸发器，更具体地，涉及一种在热交换器中使用的以提供改良蒸发作用的亲水表面。本发明也涉及制造亲水表面的组合物以及制造热交换器/蒸发器的方法。

背景技术

蒸发器具有多种类型和尺寸。在蒸发器的一种类型中，第一热交换流体与一种要被蒸发的气流的气体形成热传递关系。这种类型的热交换器可以用于增湿的目的，在那需要包含空气的湿润气体。仅仅作为例子，需要这种类型增湿器的一个例子是在 PEM 型燃料电池系统中。在许多此类系统中，富含氢的气体与富含氧的气体一起提供到由隔膜分隔阳极和阴极侧的燃料电池。最高效的操作要求其燃料和氧化剂在某一温度或超过此温度被供应。其也要求燃料和氧化剂以特定的相对湿度供应，这样可以避免对隔膜的损害，例如变得干燥。

因而，这种类型的热交换器需要蒸发一个水性原料，以在构成富氢气流和/或富氧气流的气体流中达到期望的湿度水平。它们也可以用于提高气流的温度，因此产生最佳的燃料电池效率。

在许多情况中，特别在关注其尺寸和重量的燃料电池系统中，期望热交换器/蒸发器的尺寸和重量可以最小化。这是真实的，例如在将燃料电池系统用于牵引目的的车辆应用中。然而，在许多情况中很难不牺牲给湿效率或给湿均匀性就最小化热交换器/蒸发器的尺寸。

本发明旨在克服上述的一个或多个问题。

发明内容

本发明的主要目的在于提供一种新的改良热交换器/蒸发器，特别但不必须用于一种水性液体，用于将液体蒸发为气态流体。本发明的主要

目的也在于提供一种组合物，其用于配置在蒸发热传递表面上形成亲水表面。本发明的另一个主要目的在于提供一种制造热交换器的新的改良方法，该热交换器包含一个蒸发热传递表面。

根据本发明的第一方面，根据本发明制造的热交换器/蒸发包括一个导热元件，其分隔出用于第一热交换流体的第一流动通道和用于第二热交换流体的第二流动通道，第二热交换流体通常是气体。第一表面位于与第一流动通道形成热传递联系的元件上，第二表面位于与第一表面相对并且与第二流动通道形成热传递联系的元件上。在第二表面的至少部分上粘结亲水涂层，该涂层由标称球形微粒的粉末组成，包括镍、铬、铝、钴和氧化钇，它们由钎焊金属粘接到一起，该钎焊金属主要由镍、铬和硅组成，并且散布在标称球形微粒和第二表面中以将它们结合在一起。标称球形微粒与钎焊金属的重量比率范围近似为 2-3:1。

在一个优选实施例中，重量比率约为 70:30。

在一个优选实施例中，该元件是一个无孔元件，并且在相对第一表面处粘结有一个散热片。具有亲水材料的第二表面位于散热片上。

根据本发明的另一个方面，提供了一种用于配置在蒸发热传递表面上形成亲水表面的组合物。该组合物包括标称球形微粒粉末的混合，标称球形微粒粉末包括镍、铬、铝、钴和氧化钇，和主要由镍、铬和硅组成的钎焊金属粉末。标称球形微粒与钎焊金属粉末的重量比率范围近似为 2-3:1。在组合物中也包括挥发性 (Volatilizable) 有机粘合剂，其在足够高能熔化钎焊金属粉末的温度挥发并且基本上不会留下残渣。

在一个优选的实施例中，粘合剂是基于丙烯酸系或者聚丙烯碳酸酯。

仍然根据本发明的另一方面，提供一种制造包括一个蒸发性热传递表面的热交换器的方法，该方法步骤中包括一个步骤 (a) 组合一个热交换器核心组件，该核心组件具有至少两个流动通道，用于第一热交换流体的第一流动通道和用于气态第二热交换流体的第二流动通道，一种液体将被蒸发为所述第二热交换流体。该核心组件包括多个互相邻接但不连接的金属组件。在步骤 (a) 执行之前或之后，该方法包括步骤 (b)，在朝向第二流动通道的至少一个组件涂上一层组合物，该组合物包括标

称球形微粒粉末，钎焊金属粉末和挥发性有机粘合剂，该标称球形微粒粉末包括镍、铬、铝、钴和氧化钇，该钎焊金属粉末主要由镍、铬、和硅组成，该挥发性有机粘合剂在足够高能熔化钎焊金属粉末的温度挥发并且基本上不会留下残渣。该标称球形微粒与钎焊金属粉末的重量比率范围近似为 2-3:1。还包括步骤 (c) 将核心组件置于钎焊高温下以便 (i) 熔化钎焊金属并使其扩散进入标称球形微粒和该至少一个金属组件中，(ii) 挥发粘合剂并基本上除去其所有的残渣，以及 (iii) 将金属组件钎焊为一个结合组件。

其它目的和优点将从以下说明并结合相关附图变得更加明白。

附图说明

图 1 是根据本发明制造的热交换器/蒸发器的示意性正视图；

图 2 是近似沿图 1 中线 2-2 的热交换器核心组件的放大局部剖视图；

图 3 是该热交换器的一个组件上亲水表面的局部放大视图；以及

图 4 是类似于图 3 的一个视图，但其显示了热交换器/蒸发器另一组件上的亲水表面。

具体实施方式

本发明及其前述的几个方面将在此被频繁描述，参照用作热交换器/蒸发器在燃料电池系统中对燃料流或氧化剂流或者两者的加湿。然而，应该理解本发明的使用不局限于燃料电池系统。相反，同样可以用在这样一些应用中，其中一种热交换流体与由液体蒸发变成的第二气态热交换流体形成热交换联系。在通常的情况中，液体是水性原料，例如水，但本发明同样可以有效的应用在将非水性原料转化为气态流体的蒸发中。因此，除了在从属权利要求中表述的，本发明不局限于水性原料和/或燃料电池系统。

现在看图 1，示出了一种根据本发明的热交换器/蒸发器。该热交换器包括一个核心组件，通常由 10 指代，其由多个叠置的板，散热片和间隔条构成，其将在下文中描述。例如当应用在燃料电池系统中时，其可以由不锈钢部件制成以抵抗腐蚀。

在核心组件 10 一端的扩散器 12 包括一个接收要被加湿的气体的入

口 14。在燃料电池系统的情况中，该气体可以是燃料，更具体说是富含氢的气流，也可以是氧化剂，更具体说是富含氧的气流。无论怎样，在扩散器 12 中提供终止于一个喷嘴 18 的一个小管 16。水性原料，在燃料电池系统中典型的是水，被喷射进入扩散器 12 以蒸发和湿润输入的气态燃料或氧化剂流。

在核心组件 10 与扩散器 12 相对的一端，安装一个集流器 20，并且将已经给湿的气流输送到使用或者进一步处理的点。

核心组件 10 包括用于热交换流体的内部流动通道，热交换流体可以是液态或气态，该通道与包含用于热交换流体的湿润气体的流动通道形成热交换联系。为此箭头 22 示意性示出了一个入口，箭头 24 示意性示出了一个出口。优选的但并不始终如此，第一热交换流体的流动，即在核心组件 10 中排出热量的流体，将逆着第二热交换流体流动，第二热交换流体也就是将被湿润的气态热交换流体。

现在看图 2，核心组件 10 的组成将被详细的描述。其包括多个在相对置的侧面由间隔条 32 间隔开的无孔板 30。该板 30 为第一热交换流体和第二热交换流体界定了交替的流动通道。如图 2 中所示，第一热交换流体流动通道由 34 指代，而第二热交换流体流动通道由 36 指代。每一个的流动方向由箭头表示。

适当的顶盖安装在扩散器 12 和集流器 20 处核心组件相对的两端，如本领域公知的。

在图 2 示出的实施例中，其中第二流体流动通道 36 包含将被湿润的气态热交换流体，并提供了细长的蛇形散热片 38 形式的热交换和蒸发增强件。散热片 38 的相对顶峰 40 通过钎焊粘接到板 30 从而限定了流动通道 36，具体地，连接到朝向流动通道 36 的板 30 表面上。

板 30 的相对表面面向流动通道 34，并且其可以根据需要提供或不提供增强件。增强件可以包括散热片，或者管状凹坑或者凸纹等等，这些是在本领域所公知的。

在本发明的一个优选实施例中，板 30 面向流动通道 36 的表面或者在流动通道 36 中的蛇形散热片 38 的表面或者两者都装备有亲水表面。

因此，它们很容易由从喷嘴 18 与气流一起进入的水湿润并扩散水分，同时以液态均匀穿过通道 36。以相对较小的容量获得了对加湿的相当大的改进。

图 3 和 4 基本上相同，除了图 3 表示的是应用在板 30 一个表面上的亲水表面，而图 4 表示的是应用在散热片 38 上的亲水表面，可以看出亲水表面由许多通常的球形微粒 50 构成，其尺寸可以不同但通常所有的都足够小可以归为粉末。该球形微粒 50 是标称球形而不需要是精确的球形。然而，可以认为当真正球形时更容易达到蒸发效率的提高。

无论怎样，微粒 50 由同样是粉末形式的钎焊金属粘接到一起。钎焊金属也将微粒 50 粘结到基底上，根据情况，基底也就是板 30 或者散热片 38，或者两者。由于微粒 50 的形状，在微粒 50 之间存在着许多的互连空隙 52；这些空隙为涂层提供亲水性。

标称球形微粒的一个优选形式指商业上可由 Metco 461NS 获得的陶瓷/金属粉末。其主要功能成分包括镍、铬、铝、钴以及氧化钇。该原料认为具有以下重量百分比组分：铝 5.5%，钴 2.5%，氧化钇 0.5%，硅 1.0%，锰 2.0%，铬 17.5%，铁 0.5%，镍 67.0%，其他 3.5%。

使用的将微粒 50 互相钎焊到一起并将其钎焊至基底 30 或者 38 上的钎焊金属粉末商业上可以由 BNi-5 钎焊粉末获得，其认为由以下重量百分比的成分组成：19.0%的铬；10.2%的硅；除了示踪原料以外其余为镍，示踪原料包括钴、碳、铝、钛、锆、硼、磷、硫、硒、氧分子和氮分子，所有这些总量为 0.1%或更少。

总的来说，球形微粒 50 的重量百分比与钎焊金属粉末的重量百分比之间的比值范围近似为 2-3:1。在一个优选实施例，球形微粒 50 与钎焊金属粉末的重量比率约为 70:30。这样一个实施例预期为 69:31 的比率。

钎焊金属粉末在钎焊温度被激活，在此温度核心组件 10 的各个金属部件，也就是金属板 30，间隔条 32 和散热片 38 被钎焊到一起。因此，包含球形微粒，钎焊金属粉末和粘结剂组合物的涂层组合物可以在未固化状态应用到金属板 30 朝向通道 36 或散热片 38 或两者的表面，在未固

化状态，核心 10 组件然后以通常的方式放置在夹具或者夹紧装置中以将未连接部件保持在一起，然后置于钎焊温度下。为了增强钎焊连接点的强度和提升层叠尺寸的均匀性，涂层被除去或者使其不涂覆在散热片的顶峰上。钎焊温度然后可以完成三个功能，即按装配关系将金属部件钎焊到一起，使钎焊金属粉末将球形微粒 50 连接到一起并连接到他们的基底 30 和 38，以及挥发粘结剂。在通常情况中，将获得极好的粘结，由于钎焊金属粉末在熔化时会扩散进入微粒 50 和基底 30，38 中并提供极好的粘结。在通常情况中，由陶瓷/金属粉末和钎焊金属粉末确定的组合物在钎焊之前利用有机粘结剂将其保持在基底上的适当位置。有机粘结剂在钎焊金属粉末的熔化温度或者稍低于此温度时实际完全挥发。因此，有机粘结剂无残渣，不会使剩余物影响由微粒 50 和它们确定的缝隙所提供的亲水性。

在通常的情况中，目标散热片表面加料量优选约为 150-200 克/平方米。然而，也可以允许更高的加料量。在一些情况中，根据期望的亲水性程度也可以允许更低的加料量。

期望涂层一直由浸渍工艺应用以在散热片的两侧产生约 0.001 英寸-0.0015 英寸的厚度。更加期望涂层应用对通过散热片的水湿润原料和活性气体是非强制的 (nonobtrusive)，也就是说在一侧少于 10% 的散热片通道由涂层堵上以减小压力下降。

也期望散热片的顶峰，即在条板形成散热片相反方向以提供波浪形散热片的顶峰 40，对组件是非强制的，也就是说该组件是由冶金牢固地结合到相邻的板 30，以保证在散热片 38 和板 30 之间良好的热传导性能。这需要外表面，就是说散热片 38 的顶峰 40 的凸面是完全未涂层的。

为了获得前述目的，散热片分段被脱脂并离线称重。此后，该散热片分段浸入连续混合亲水涂层组合物（金属/陶瓷粉末，钎焊金属粉末和粘结剂）的浆液中。该散热片分段然后从此浆液中取出并立即晾干。在这之后在该散热片上吹轻微的气流以使浆液在该散热片的深度上一致分布。在那之后，散热片的顶峰，也就是顶部 40，更具体是在其外侧面被擦去浆液。这可以由抹布实现，或者如果需要可以在浆液变干后由砂纸

打磨实现。

假定在浆液变干之前散热片顶峰或者顶部 40 的清洁已经完成，该散热片分段然后在 110℃ 烘干并被称重以保证已经获得了期望的加料量。

前述的步骤顺序并不为了限制，而相反，是为了公开可以获得本发明目前预期的涂层应用的最佳模式。

需要注意到在一些情况中，浆液可以由喷射或辊涂到散热片上，但浸渍是首选的。

有机粘结剂不是特别关键的。有机粘结剂应该以足够的数量使用，以使在增湿器最终组装前不会损失粘附力。通常，约等于涂层组合物总重量 20-23% 的粘结剂含量可以达到这个目的。同时，粘结剂应该是完全热降解的，在相关钎焊温度实质上没有残渣，例如对不锈钢结构是 600℃。此外，当涂层通过浸渍涂覆时，浆液的粘度近似范围在 70°F 应该在 2-3 厘泊（粉末完全悬浮在粘结剂中），这样以使当通过浸渍涂覆时获得期望的粉末加料量，甚至在浸渍后浆液有机会从散热片部分流走。当然，当涂层通过其他方式涂覆而不是通过浸渍时，例如喷射或者辊涂，其他的粘度也可以是合适的。例如丙烯酸系，聚丙烯碳酸酯，丙二醇一甲醚醋酸盐(propyleneglycol monomethylether acetate)和其他醋酸盐，和 n-丙基溴，和它们的组合物的原料通常对粘结剂是合适的。基于丙烯酸系的粘结剂是首选的。

已经发现标称球形微粒 50 与钎焊金属粉末的具体重量比率在上述的范围之内，更明确的，在近似 70:30 的比率提供完美的强度和亲水特性的结合。如果对同样重量的组合物使用更少的钎焊金属，将获得更强的亲水性，因为在涂层中有更多数量的微粒 50。然而，更少数量的钎焊金属意味着粘结强度将减小，根据使用其将对热交换器/蒸发器的寿命产生不利的影响。相反的，当对涂覆在给定表面区域同样重量组合物中的钎焊金属粉末的比例上升时，在最终的涂层中将有更少的标称球形微粒 50，而亲水性将被略微减小。因此，本发明的显著特性是涂层作为其基底的一个整体部件被永久粘结到基底上。实际上，已经发现在将基底放入热交换器前形成涂层并将其钎焊到基底上的例子中，可以在涂覆亲水表

面之后不损失其任何粘性地，在板中形成一个热交换增强结构，例如凹坑或凸纹。实际上，在这样的情况中，在亲水表面粘附失去之前基底本身可能破裂。

标称球形微粒 50 可以在前面描述的那些特性上有一些改变。它们可以通过气体雾化法或者其他任何可以产生微小标称球形的方法形成。球形的尺寸不会特别影响亲水性，只要微粒足够小，微粒 50 之间形成的缝隙 52 对在热交换器/蒸发器中将蒸发的液体具有毛细尺寸。

钎焊金属粉末微粒的形状是不重要的，因为如前所述钎焊金属熔化并实际扩散进入金属陶瓷微粒和基底中。

形成微粒 50 的原料的基本标准是其对与之接触的原料具有耐腐蚀性能，与之接触的原料例如气流和将被蒸发的液体。该原料也应该在一段时间内保持可获得并且提供良好的粘附和存水能力。微粒的氧化是极其不期望的。

金属/陶瓷粉末加上钎焊金属的具体使用是非常期望的，因为与如果由金属微粒完全代替它们使用的情况相比，标称球形微粒 50 表现的更不活泼。

从上述内容，可以理解本发明能完美的在热交换器/蒸发器的各个方面使用，包括作为热交换器/蒸发器，作为在热交换或蒸发应用中提供亲水表面的组合物，并使用在制造热交换器/蒸发器的方法中。

图1

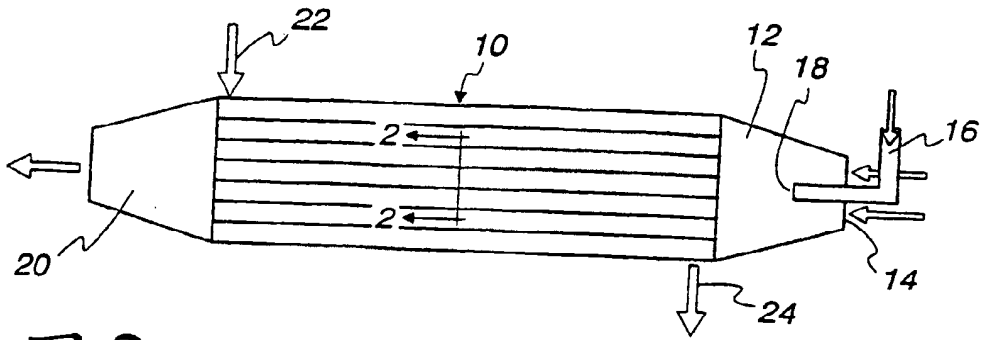


图2

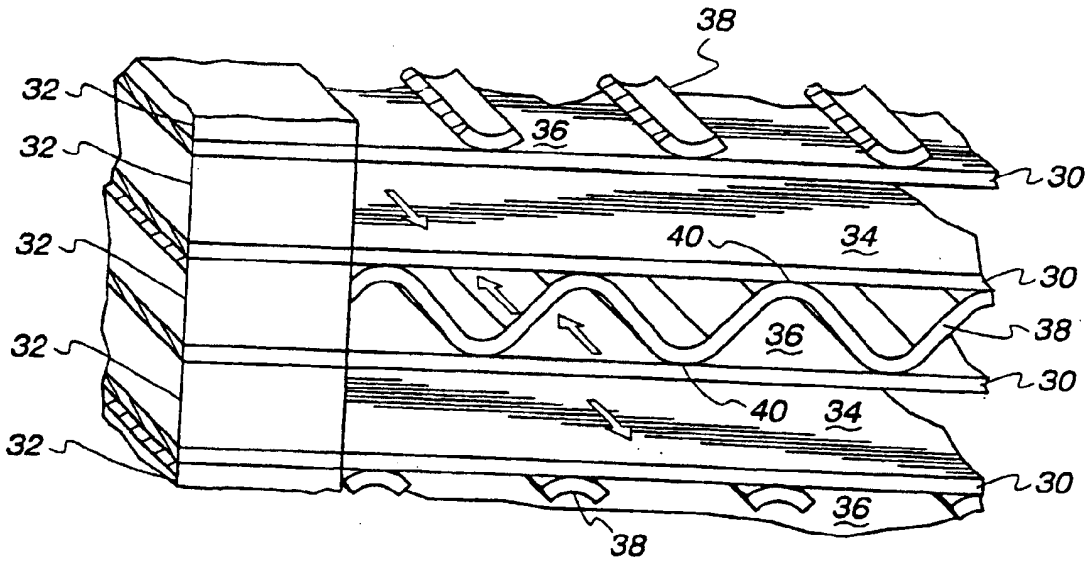


图3

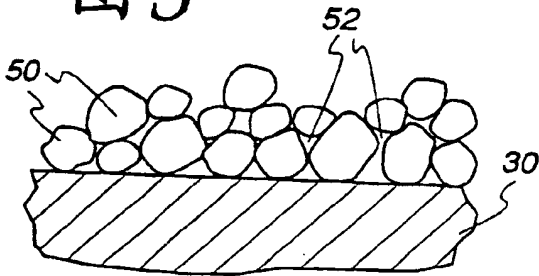


图4

