

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F24F 6/04 F24F 13/30

F25D 7/00 F28F 3/00

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95190774.3

[45] 授权公告日 2002 年 10 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 1092318C

[22] 申请日 1995.8.18 [21] 申请号 95190774.3

[30] 优先权

[32] 1994.8.18 [33] AU [31] PM7550

[86] 国际申请 PCT/AU95/00515 1995.8.18

[87] 国际公布 WO96/06312 英 1996.2.29

[85] 进入国家阶段日期 1996.4.18

[73] 专利权人 威廉爱伦信托有限公司

地址 澳大利亚南澳大利亚

[72] 发明人 罗伯特·W·詹姆斯

审查员 杨秀花

[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

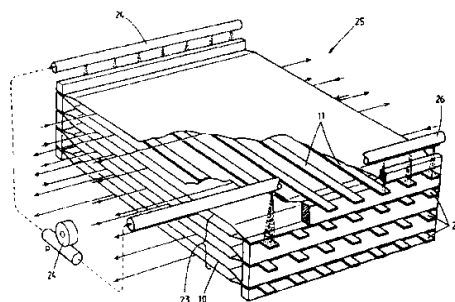
代理人 刘志平

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 3 页

[54] 发明名称 强化蒸发与热传输

[57] 摘要

蒸发空气冷却器以多级形式蒸发水,方法是使空气通过一系列重复扰动空气的间隔开的平行湿芯带(11)。这既增强了蒸发速度又增强了热量传输速度。可在芯带的端部(22)达到芯带(11)的加湿,芯带或者是倾斜的或者是水平的,但不是垂直的,因而水通过芯带不受重力的阻挡。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

权 利 要 求 书

1. 一种在空气流中蒸发水的加湿器，包括形成上述空气流的风扇、衬底、许多装在上述衬底上的可湿芯带和使上述芯带加湿的加湿装置，上述芯带间隔开平行配置，每个均沿基本垂直于上述空气流方向的方向延伸。

2. 如权利要求 1 所述的加湿器，其特征在于，每个上述可湿芯带面对面接触上述衬底而附着其上。

3. 一种包括如权利要求 1 所述加湿器的热交换器，包括两个隔开的板，上述衬底是上述板中的一个，上述板构成湿空气通道，限制上述空气流，另一板平行于上述间隔的板并与上述衬底隔开，由此形成干燥空气通道，限制另一股空气流。

4. 如权利要求 3 所述的热交换器，还包括许多平行平板，形成交替的上述湿空气和干燥空气的通道组。

5. 如权利要求 3 所述的热交换器，其特征在于，上述可湿芯带的端部从上述湿通道的上述板之间凸出，该热交换器还包括喷水装置，后者定位于可加湿上述凸出的芯带端部。

6. 如权利要求 3 所述的热交换器，其特征在于，上述湿的和干的空气流在相反方向流动。

7. 如权利要求 3 所述的热交换器，其特征在于，构成上述干燥空气通道的上述板包括伸入上述干燥空气通道使上述另一空气流产生涡流的凸出部。

8. 一种加湿空气的方法，包括加湿许多间隔开的位于一对板之间平行芯带中的每一个芯带，该一对板构成湿空气流通道，该方法还包括迫使空气流通过上述湿空气流通道，使得空气由上述湿芯带重复地扰动。

9. 一种在蒸发冷却器中冷却空气的方法，该方法包括加湿许多间隔开的位于一对板之间的平行芯带中的每一个芯带，该一对板构成湿空气流通道；该方法还包括迫使空气流沿一个方向通过上述湿空气流通道，使得空气流由上述接续的湿芯带重复地扰动，从而被加湿；该方法还包括迫使空气流过由上述板和与其隔开的另一板构成的干燥空气通道，从而实现在上述空气流之间的显热交换。

10. 如权利要求 9 所述的方法，还包括进行显热交换，方法是迫使空气流在上述板的表面上流过，在该板的相反面上具有面对面粘接在其上的上述平行芯带。

说明书

强化蒸发与热传输

本发明适合于穿过热交换器的热交换表面进行蒸发和热传输，其中的空气流其雷诺数小，因而倾向于形成层流，本发明还涉及加湿器、热交换器和使水蒸发进入在蒸发冷却器中的空气流中的方法，以及在热交换器中传输热的方法。

发明的背景

在先有技术中，质量和能量的传输是指沿延伸的表面例如沿热交换器中长的空气通道连续进行的传输。然而，通过一个表面进行热交换的特点是，气体边界层的厚度构成质量或能量传输的障碍。但是先有技术热交换器经常使用由恒定横截面形状的壁构成的长通道例如管子，而且经常在低雷诺数下操作，其中边界层可以形成很大的厚度，热量需要通过空气或其它的气体或蒸气的厚层进行传输，但是这种空气或其它的气体或蒸气对热传输具有很大阻力。因此已利用过大的热交换面积来使热量从例如潮湿的通道传输到干燥的通道，并已使用许多横截面积小的管子来构成一个热交换表面面积很大的热交换器，以便得到冷却到其湿球温度计温度以下的低温输出空气流。众所周知，由于要求质量和热量不仅通过空气通道的薄的固体边界壁进行传输，而且还要求通过该通道中的气体层流以及邻近通道中的水进行传输，所以必需用许多过量的材料。

可以参考 Rogers 和 Mayhew 的题为“工程热力学研究和热交换器”(1957 年)一书的 488 页，其中有这样一段叙述：

“……—当流动完全(在管中)形成,流体便完全不能有垂直于横截面中任何一处壁的速度分量,否则,连续的速度分布图将不是恒等的,流线没有任何离开壁的发散性,……因此,在径向方向的热流完全是通过传导形成的。”

气体是周知热传导绝缘体。

已经确定,利用沿一个方向穿过吸收垫并由横向流过该垫的蒸发空气冷却的水仅能使空气冷却到接近湿球温度计温度的温度。在先有技术的蒸发空气调节中,芯带使用已久,为大家熟知,现已发现,采用芯带(可以是垂直的、横向的或最好是倾斜的)可以构成一个装置,后者可以得到低于初始湿球温度计温度并接近有关温度露点的温度。

本发明的主要目的是提供改进的进入空气的水的蒸发,并提供一种热交换器,后者的热量和质量传输高于本申请人已知的其它先有技术,另一个目的是提供一种采用水蒸发的高效冷却器。

本发明提供了一种在空气流中蒸发水的加湿器,包括形成上述空气流的风扇、衬底、许多装在上述衬底上的可湿芯带和使上述芯带加湿的加湿装置,上述芯带间隔开平行配置,每个均沿基本垂直于上述空气流方向的方向延伸。

本发明还提供了一种包括所述加湿器的热交换器,包括两个隔开的板,上述衬底是上述板中的一个,上述板构成湿空气通道,限制上述空气流,另一板平行于上述间隔的板并与上述衬底隔开,由此形成干燥空气通道,限制另一股空气流。

本发明还提供了一种加湿空气的方法，包括加湿许多间隔开的位于一对板之间平行芯带中的每一个芯带，该一对板构成湿空气流通道，该方法还包括迫使空气流通过上述湿空气流通道，使得空气由上述湿芯带重复地扰动。

本发明还提供了一种在蒸发冷却器中冷却空气的方法，该方法包括加湿许多间隔开的位于一对板之间的平行芯带中的每一个芯带，该一对板构成湿空气流通道；该方法还包括迫使空气流沿一个方向通过上述湿空气流通道，使得空气流由上述接续的湿芯带重复地扰动，从而被加湿；该方法还包括迫使空气流过由上述板和与其隔开的另一板构成的干燥空气通道，从而实现在上述空气流之间的显热交换。

本发明采用空气通道，其中利用湿芯带可以充分扰动层流，使得即使在很低的雷诺数条件下也能生成相当的涡流，因而可以达到水从芯带上周期性再引发蒸发的过程。应当注意到，这种蒸发过程很类似于热传输过程，两种过程均涉及通道中的稍类似的分子运动。

按照上述的在空气流和与其成直角方向的热流之间的关系，由本申请人另外进行的关于空气在潮湿表面上流过时的蒸发行为的研究表明，主要的蒸发作用和由此而形成主要的冷却作用发生在细长湿空气通道的上游端，而且当空气连续在湿表面上通过时，能量和质量的传输速率逐渐变小。在湿表面的尾部边缘，蒸发又增强(虽

然程度较小)。理论研究还证明,这种现象是由于空气流过管的内表面时空气边界层变厚所致,其中它的位移厚度使中心线速度加速,直到获得充分发展的速度分布图。这形成入口过渡分布图。

高的壁剪应力是使质量和能量发生传输的力。雷诺模拟是有效的,因为蒸发(质量传输)机理和能量传输二者都依赖于边界层中类似的分子运动。

在空气流过恒定横截面形状的潮湿壁期间质量的传输速度依赖于质量传输系数的局部值,后者从入口区沿顺流方向逐渐减小,接近固定的发展完全的值。这影响湿度对距离曲线的斜率。当气流加湿时,相对于流过的距离,浓度梯度减小。对此,所附的曲线图比较了用具有恒定横截面形状的大直径和小直径管时的空气从其入口区流过的距离和湿度,以及相应的湿度变化。

发明概要

在本发明的实施例中,通过多级进行冷却,使空气流过一系列间隔开的湿的蒸发垫或芯带,并利用上述湿的热扰动空气流,从而形成周期再引发的蒸发。另外,在本发明中,与改进蒸发相关的改进的冷却也涉及热交换器,其中,空气流的同一扰动也产生改进的显热传输。可以达到最佳的蒸发条件,也大大增强了热传输条件。在本发明的一些实施例中,热量传输通过由不透水材料(例如塑料)作的很薄的壁进行传输,该壁将热交换器分成潮湿和干燥部分。

湿垫之间最佳距离需要结合包括由扰动气流引起的外加气流阻力的变量数目来确定,随着应用目的不同,距离可以改变。例如如果目的是要很紧凑的蒸发器或热交换器,则为了增加质量/能量传输速率,则需要经常扰动气流,这是以提高气流阻力为代价。低操

作成本的实用目的可以延长气流扰动之间的距离，以便在低阻力下达到更好的传输。

已经发现，对于涉及连续操作和传输热量的应用，湿垫宽度与沿气流方向的湿垫之间距离的比。一部分湿垫与其间的两部分以及与其间的三部分之比时常有一个用于最佳蒸发和热传输的最佳值。

优选实施例的简要说明

下面参照附图稍详细说明本发明的实施例，该实施例示于附图中，这些附图是：

图 1 示出具有一系列分立的已湿芯带的加湿器，该芯带粘接在薄壁衬底的表面上，该衬底不一定是多孔的；

图 2 示出尺寸放大的图 1 的端视截面图，图中示出空气穿过图 2 湿芯带的方式，而且示出了复杂热交换器的若干层；

图 3a 是示意图，示出彼此分开的形成一个空气流通道的两个表面，并示出空气初次进行通道之后边界层如何形成而保持其形状；

图 3b 是曲线图，示出热传输与沿图 3a 空气流通道的距离之间的预期关系和一个标记“面积 A”的面积；

图 4a 示出由例如一系列湿芯带实现边界层的扰动，该芯带位于空气流通道边界的相对侧面上，彼此邻接并隔开；

图 4b 示意示出图 4a 配置中的热传输与沿空气流管子的距离之间的关系；

图 5 示出具有分开湿芯条的逆流热交换器

图 1 至图 4b 示出如何使本发明的原理具体化，但是应当清楚，可以采用其它的构形。

在图 1 和 2 的实施例中，用薄塑料板(例如致密的薄壁聚乙烯膜)作的衬底 10 上具有许多面对面粘接在其上的分开的可湿的芯带 11，这些芯带执行重复扰动空气流边界层的功能，否则空气流在衬底 10 上将是始终如一的。当空气流遇到可湿的芯带 11 时，它受作用变成涡流，从而扰动气流边界层，当它遇到下游的下一个条带时，它由于质量传输而被冷却，这种冷却比穿过连续宽垫时的冷却快。图 1 示意出的风扇 9 例示出空气流的源。

现在比较图 3a、3 和 4a、4b 中可被传输的总热量。在图 3a 和 3b 中，当空气流从入口向下游在两个不透水的固体薄膜之间的通道 15 中流过时，被传输的总热量是沿侧面渐近的最小的传输热量，在图 3b 中，“面积 A”是沿管子传输热量的积分，因而面积 A 代表总的传输热量。

图 4a 和 4b 按相同的比例绘制，示出芯带 11 重复地扰动用 18 表示的气流边界层，使得最大的蒸发可以在芯带上特别在其前缘和后缘处发生，图 4b 示出如何有重复的再引发的蒸发。可以见到，面积 B 比面积 A 大得多，因而表示传输的热量大大得多，或者换言之，对于相同的热量传输，可用小得多的更经济的热交换器。

对此所附的表 1 表示在一个直径 1mm 的管子或平行平面之间的空间中，蒸发很快达到渐近，空气从其入口点经过 8mm 之后便没有易见的蒸发。相反，表 2 表示，在一个直径 6mm 的管中，从入口点开始在超过 350mm 的长度后还继续蒸发。如果叠层的衬底间隔更宽，例如达到 6mm，则由穿过衬底 10 的热传输引起的冷却效应也同样更有效。

在图 1 的加湿器(对于直接蒸发冷却)和图 2 和 5 的热交换器

(对于间接蒸发冷却)中应用这些效应可以得益。在间接蒸发冷却中,加强热传输的优点是特别重要的。

在图 1 中,从湿芯带开始的周期性再引发蒸发可将周围的热干燥的空气流转换成潮湿的冷空气流 12,分别具有可湿芯带 11 的衬板阵列,可以构成简单蒸发冷却器的极好冷却带。

但是扰动在热交换器中的干燥空气流也有好处,如图 2 所示,有一个潮湿空气通道 13,该通道利用衬膜 10 分离两干燥空气通道 14。湿芯带 11 扰动气流边界层,使得在潮湿空气通道 13 中产生一些涡流,同时在干燥通道 14 中的凸出部 20 具有稍为不同的作用,但是仍然增强了热传输。

图 1 和图 2 例示出可以改善蒸发效率的湿芯带的配置,例如,如果用间隔开的湿芯带代替常规的木屑,则可以简化蒸发冷却器的结构。

但是本发明还可以推广到示于图 5 的热交换器 25。图 5 的实施例也利用许多位于膜衬底 10 上的间隔开的芯带 11 上,和一喷水装置用于加湿芯带 11 的端部 22 向外凸出于衬底叠层 23 的端部,泵 24 通过一对打孔的喷洒管 26 向凸出的芯带端部 22 上喷水。芯带 11 是水平的或倾斜的,不像先有技术是垂直的,这增强了水沿芯带的传送。

读者研究上述实施例之后将直接看出,本发明极简单,而且可以以很多方式实施,例如芯带 11 并不一定要粘接在衬底 10 上而可以用其它方法装在衬底 10 上,例如隔一定间隔夹在衬底 10 上,并且,如果质量传输获得最大的效率,则也使热量传输更有效。

湿度与沿湿管通道的距离关系图, 1mm直径管

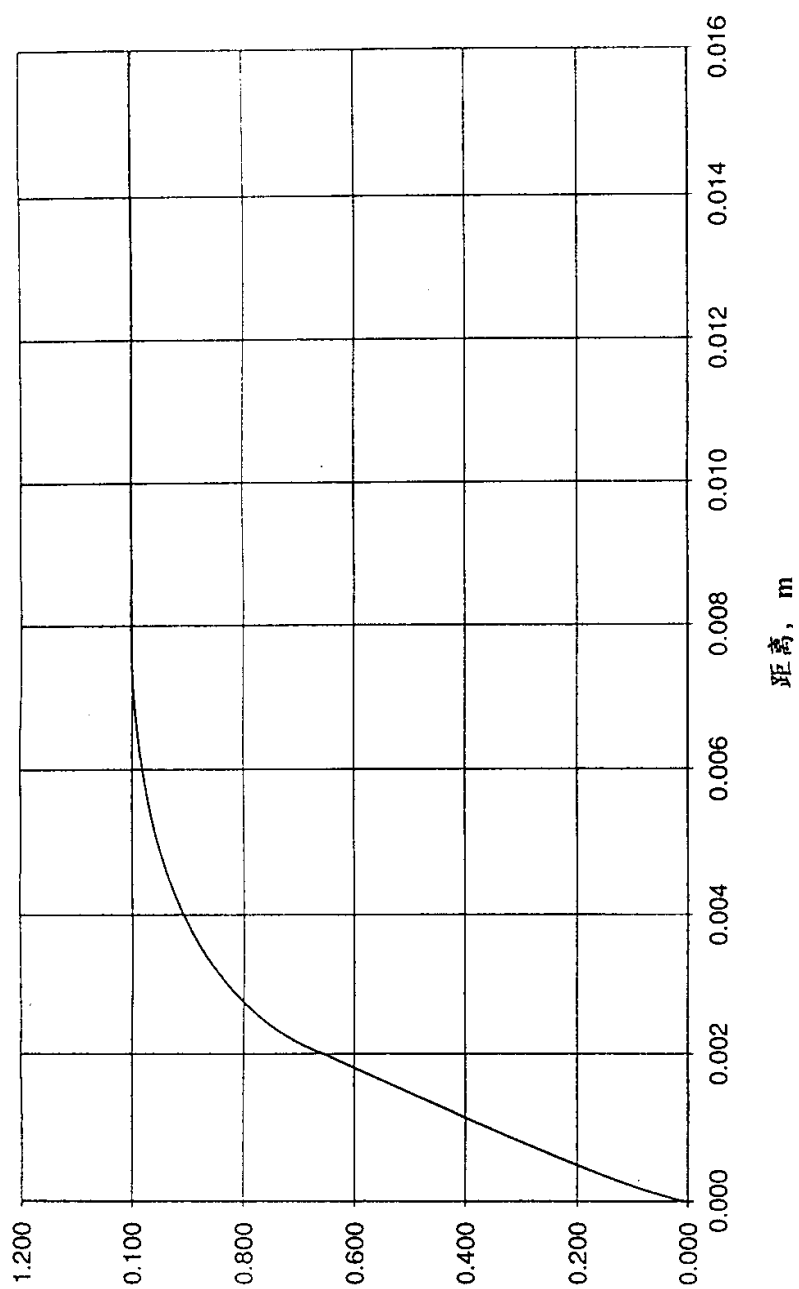


表 1

湿度与湿管通道的距离关系图, 6mm直径管

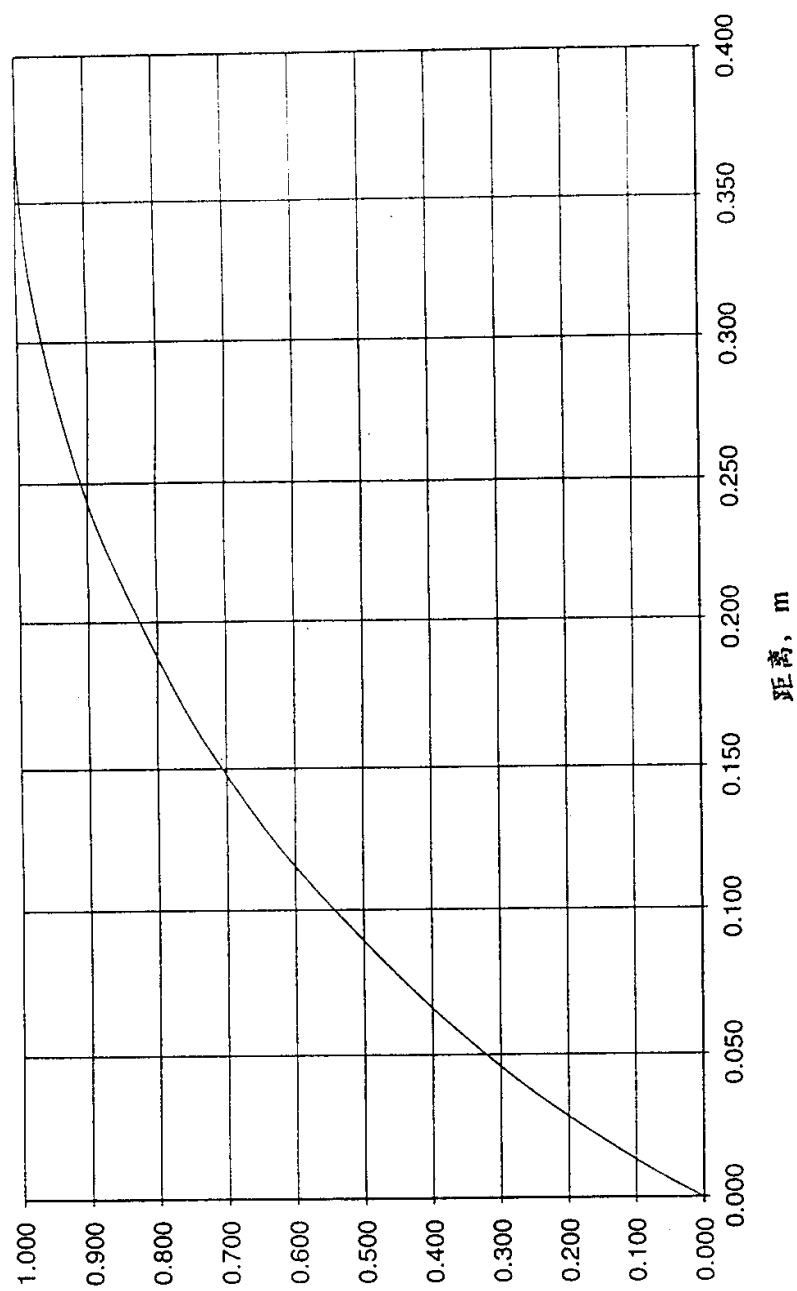


表 2

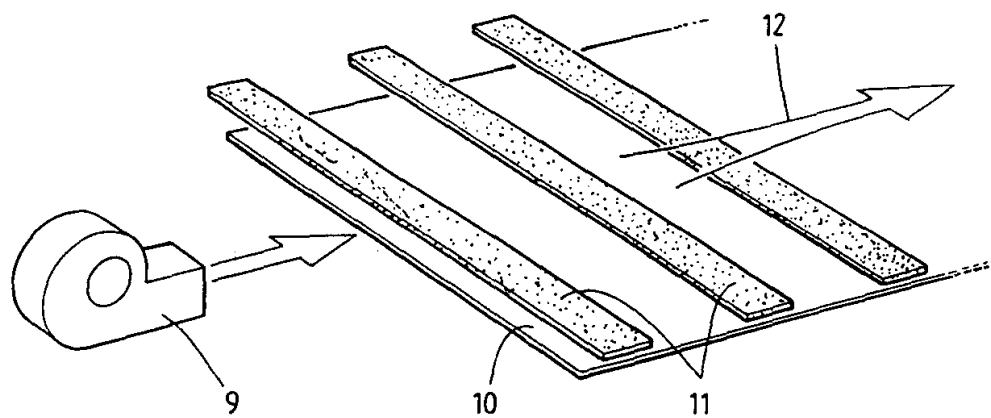


图 1

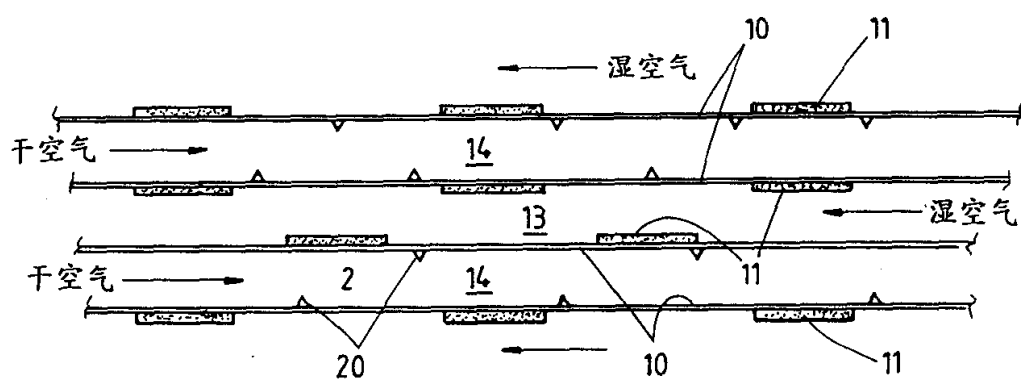


图 2

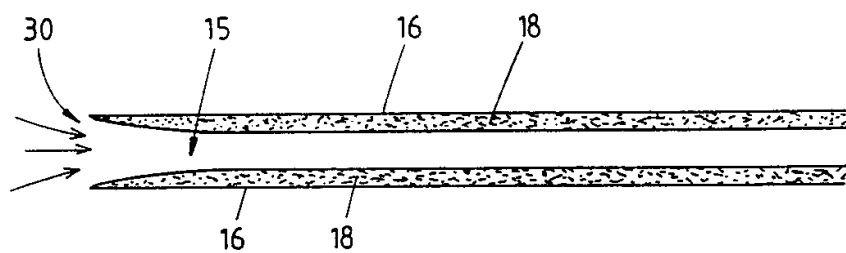


图3a

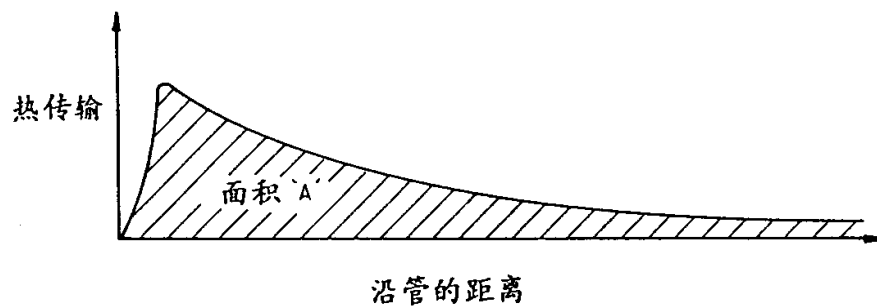


图3b

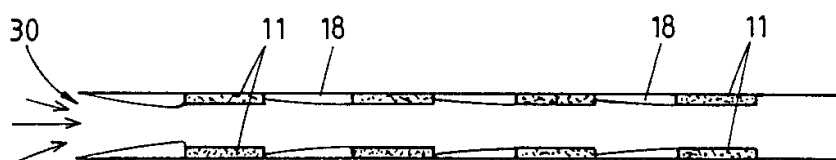


图4a

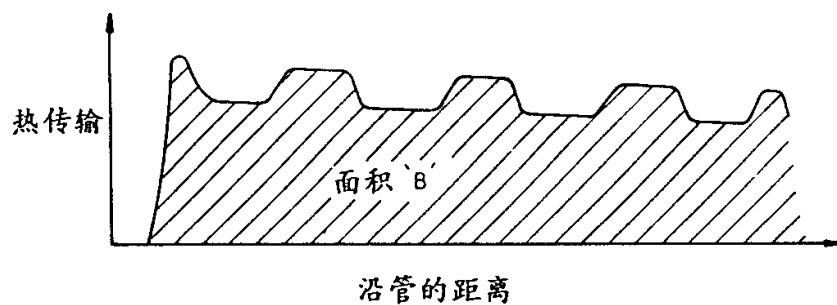


图4b

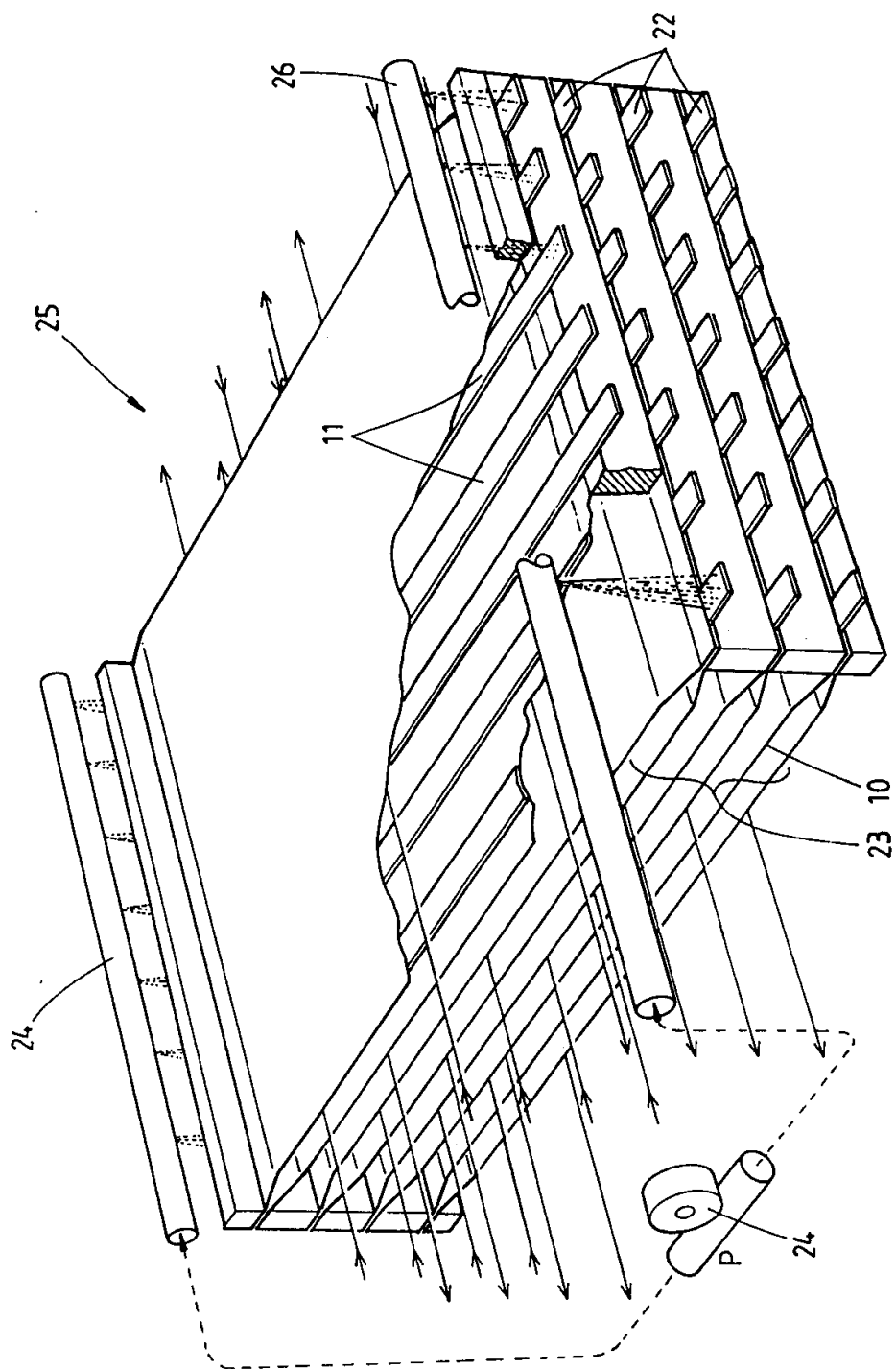


图 5