

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480031442.7

[51] Int. Cl.

F24F 3/14 (2006.01)

F28D 21/00 (2006.01)

F28F 9/013 (2006.01)

B01D 53/26 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 3 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 100467962C

[22] 申请日 2004.10.1

[21] 申请号 200480031442.7

[30] 优先权

[32] 2003.10.3 [33] SE [31] 0302637-4

[86] 国际申请 PCT/SE2004/001408 2004.10.1

[87] 国际公布 WO2005/033590 英 2005.4.14

[85] 进入国家阶段日期 2006.4.24

[73] 专利权人 空对空瑞典股份有限公司

地址 瑞典隆德

[72] 发明人 约翰·西韦尔科利夫

[56] 参考文献

JP2001-202977A 2001.7.27

JP2001-202978A 2001.7.27

JP2001-201120A 2001.7.27

US5906201A 1999.5.25

US4066553A 1978.1.3

审查员 耿 苗

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 陈 坚

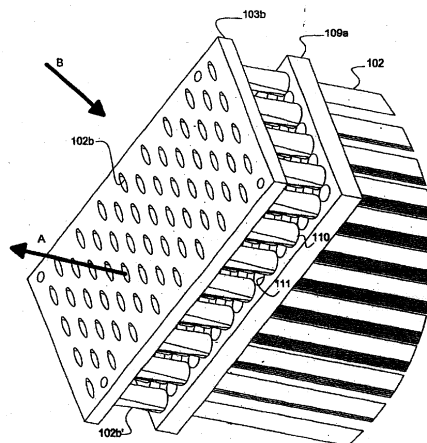
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 10 页

[54] 发明名称

用于在气流之间交换水分的装置

[57] 摘要

一种用于在至少两股反向流动的气流(A, B)之间交换水分的装置, 包括: 大体封闭的腔室(1, 101), 其具有用于第一气流(B)的入口(7, 107)和出口(8, 108), 从而第一气流在腔室内沿第一方向从入口流向出口; 和至少一个在腔室内大体平行于第一方向延伸的管道(2, 102), 该管道(2, 102)布置成沿着与第一方向相反的方向引导第二流体流(A), 该管道(2, 102)包含对水渗透性强的管壁材料。为了提高水分交换的效率, 该装置包括: 用于气流B的入口空间, 其设置在入口(7, 107)与第一支撑和流动分布部件(9a, 109a)之间的中央腔室(1, 101)中, 支撑和流动分布部件(9a, 109a)设置在入口(7, 107)与出口(8, 108)之间的腔室(1, 101)内; 以及用于均匀分布入口空间内的气体的装置, 用于在腔室内提供大体平行并均匀的第一流体流(B)。



1. 一种用于在至少两股反向流动的气流(A, B)之间交换水分的装置, 包括: 大体封闭的中央腔室(1, 101), 其具有用于第一气流(B)的入口(7, 107)和出口(8, 108), 因此所述第一气流在所述中央腔室内沿第一方向从入口流向出口; 和至少一个在所述中央腔室内大体平行于第一方向延伸的管道(2, 102), 该管道(2, 102)布置成沿着与第一方向相反的方向引导第二气流(A), 该管道(2, 102)包含对水渗透性强的管壁材料, 所述装置的特征在于:

所述第一气流(B)的入口空间设在所述中央腔室(1, 101)中, 位于所述入口(7, 107)与第一支撑和流动分布部件(9a, 109a)之间, 所述第一支撑和流动分布部件(9a, 109a)设在所述中央腔室(1, 101)内的入口(7, 107)与出口(8, 108)之间, 并在与第一方向不平行的平面内延伸, 从而其基本在所述中央腔室内所述平面的整个面积上延伸, 该支撑和流动分布部件包括至少一个管道孔(10, 110)和第一组流动分布孔(11a, 111), 所述至少一个管道(2, 102)延伸穿过所述管道孔(10, 110), 所述装置的特征还在于包括用于使气体在所述入口空间内均匀分布以在所述中央腔室内提供大致平行均匀的第一气流(B)的装置构件。

2. 如权利要求1所述的装置, 其特征在于, 所述第一组流动分布孔(11a)这样设置, 即, 孔(11a', 11a'')的尺寸在所述第一支撑和流动分布部件(9a)的面积上变化。

3. 如权利要求1所述的装置, 其特征在于, 所述第一组流动分布孔这样设置, 即, 单位面积的孔(11a''')的数量在所述第一支撑和流动分布部件(9a)的面积上变化。

4. 如权利要求1至3中任一项所述的装置, 其特征在于, 所述中央腔室(1)由多个侧壁(1a, 1b, 1c, 1d)和两个端壁(3a, 3b)限定, 所述入口(7)设在第一所述侧壁(1a)中, 所述出口(8)设在与所述第一侧壁相对的第二侧壁(1b)中, 其中所述第一支撑和流动分布部件(9a)设置为比第二支撑和流动分布部件(9c)更加靠近入口(7), 该

第二支撑和流动分布部件(9c)设在所述中央腔室(1)中并位于所述第一支撑和流动分布部件(9a)和所述出口(8)之间,并在与所述第一方向不平行的平面内延伸,从而其基本在所述中央腔室内所述平面的整个面积上延伸,该第二支撑和流动分布部件(9c)包括一组管道孔(10),所述至少一个管道(2)延伸穿过所述第二支撑和流动分布部件(9c)的管道孔(10),其中所述第一支撑和流动分布部件(9a)包括第一组流动分布孔(11a),该流动分布孔这样配置,即,所述第一支撑和流动分布部件(9a)的单位面积的孔(11a', 11a'', 11a''')的累积尺寸随着距所述第一侧壁(1a)的距离而增加。

5. 如权利要求4所述的装置,其特征在于,所述第二支撑和流动分布部件(9c)包括第二组流动分布孔(11c),该第二组流动分布孔这样配置,即,所述第二支撑和流动分布部件(9c)的单位面积的孔(11c', 11c'', 11c''')的累积尺寸随着距所述第二侧壁(1d)的距离而增加。

6. 如权利要求4所述的装置,其特征在于,第三支撑和流动分布部件(9b)设在所述第一支撑和流动分布部件(9a)和第二支撑和流动分布部件(9c)之间,该第三支撑和流动分布部件配置成用于使对第一气流(B)的流动阻力最小化,同时还引起湍流以防止在管道(2)之间形成层流。

7. 如权利要求1-3中任一项所述的装置,其特征在于,所述管道(102)为多个,每个管道(102)包括端部(102b'),该端部(102b')延伸穿过所述入口空间,并位于所述中央腔室(101)的所述第一支撑和流动分布部件(109a)与端壁(103b)之间,所述端部朝向端壁成锥形,因此在所述管道端部之间形成至少一个用于气体的自由直通道(120),该通道基本垂直于端部的纵向方向。

8. 如权利要求7所述的装置,其特征在于,所述端部(102b')的截面积在所述端部的长度上基本不变。

9. 如权利要求8所述的装置,其特征在于,所述端部(102b')的截面积基本等于所述管道(102)的其余部分的截面积。

10. 如权利要求7所述的装置,其特征在于,所述端部(102b')由

分开的喷嘴形成。

11. 如权利要求 1—3 中任一项所述的装置，其特征在于，包括用于所述第一气流（B）的出口空间，该出口空间设在所述中央腔室（1，101）内，位于所述出口（8，108）和所述第二支撑和流动分布部件（9c，109c）之间，并且所述装置还包括用于使气体在所述出口空间内均匀分布以在所述中央腔室内提供大致平行均匀的第一气流（B）的部件。

12. 如权利要求 1-3 中任一项所述的装置，其特征在于，在所述管道的管壁内设置螺旋线（2c），用于在所述管道（2）内引起所述第二气流（A）的湍流。

13. 如权利要求 1—3 中任一项所述的装置，其特征在于，在所述管道的管壁外设置螺旋线，用于在所述中央腔室（1）内的管壁附近引起所述第一气流（B）的湍流。

14. 如权利要求 1—3 中任一项所述的装置，其特征在于，所述管道的管壁材料在所述管道的管壁内侧和/或外侧呈现出所述管道的管壁表面的不规则性，用于在所述管道的管壁附近引起所述第二气流（A）和/或第一气流（B）的湍流。

15. 用于空气处理的静止设备，包括制冷设备和根据权利要求 1—14 中任一项所述的装置。

16. 用于空气处理的移动设备，包括制冷设备和根据权利要求 1—14 中任一项所述的装置。

17. 用于空气处理的静止设备，包括热交换器和根据权利要求 1—14 中任一项所述的装置。

18. 用于空气处理的移动设备，包括热交换器和根据权利要求 1—14 中任一项所述的装置。

用于在气流之间交换水分的装置

技术领域

本发明涉及一种用于在至少两股反向流动的气流之间交换水分的装置，包括：大体封闭的腔室，其具有用于第一气流的入口和出口，因此第一流体流在该腔室内沿第一方向从入口流向出口；和至少一个在腔室内大体平行于第一方向延伸的管道，布置该管道以沿着与第一方向相反的方向引导第二气流，该管道包含对水渗透性强的管壁材料。

具体地，该装置用于将水分从第一气流交换至第二气流以干燥第一气流。该装置具有各种不同的应用，例如用在固定和移动空调、制冷和热交换领域中。

背景技术

这种装置例如用于干燥供给建筑物的进入空气，该进入空气将供给至用于冷却进入空气的制冷单元。US 6,178,966 公开了一种装置，其中该装置用于在建筑物中的进入气流与排出气流之间交换水分。根据一个实施例，该现有技术的装置包括大体矩形的腔室，在该腔室中布置有多个平行于腔室的纵向轴线的管道。管壁由水蒸气可透材料制成。通过该管道供给第一气流，并通过该管道外侧的腔室供给第二气流，从而两股气流在腔室内沿相反方向流动。在该方向相反的流动期间，水分从一股气流穿过水蒸气可透材料进入另一股气流，同时保持两股流中的空气彼此分开。这样能够用于干燥一股气流同时润湿另一股。

尽管该已知装置能够用于交换两股气流之间的水分，但由于水分交换速率受限，所以该装置出现一些关于交换效率的问题。这种对水分交换速率的限制很大程度是由两股气流的不利的流动特性造成的。

在许多不同的应用中，水分交换效率对于整体经济非常重要，特别是当用于水分交换的装置与其它空气处理装置（例如包括空调单元和其

它热交换单元的制冷装置)组合的时候更是如此。

发明内容

本发明基于这样的理解,即,装置的交换速率以及因此其效率取决于影响在其间进行水分交换的流动的流动特性。本发明的一个目的在于,提供一种用于在至少两股反向流动的气流之间交换水分的装置,该装置通过在腔室内产生第一气流的更有利的流动特性来提高水分交换速率。

本发明另一目的在于,提供一种装置,通过该装置使得在腔室内管道外的第一流动形成为在腔室的截面上大致平行均匀。

这些目的通过根据本说明书第一段的装置实现,该装置具有在权利要求1的特征部分中提出的专有技术特征。

由第一支撑和流动分布部件定界的入口空间形成用于第一气流的进气室。用于使气体在入口空间内均匀分布的装置防止气流仅通过在腔室的入口和出口之间的最短距离。作为替代,入口空间中的空气均匀分布在支撑和流动分布部件中的流通孔上,从而在腔室内管道外产生大致均匀平行的第一流体流。通过使第一流体流在腔室内全部管道的整个长度上均匀分布,又有助于提高交换速率。

用于使气体在入口空间内均匀分布的装置可包括第一支撑和流动分布部件,从而流通孔在单位面积上的累积尺寸在支撑和流动分布部件的面积上变化,因此经过支撑和流动分布部件的流动阻力随着距入口的距离而降低。这可以通过使流通孔的尺寸或者单位面积的孔数量变化来实现。用于使气体在入口空间内均匀分布的装置还可包括呈锥形形式的管道端部,该端部延伸穿过入口空间。

本发明的其它目的和优点在从属权利要求中公开。

附图说明

下面将参照附图1—5描述本发明的示例性实施例,附图中:

图1是根据本发明装置的第一实施例的部件分离的立体示意图。

图2是沿根据第二实施例的装置的垂直纵向平面切开的示意性侧视

图。

图 3 是根据本发明第三实施例的装置内部的立体示意图。

图 4 是根据本发明第四实施例的图 3 的视图。

图 5 是由计算机生成的根据本发明的装置的模型图。

图 6 是根据本发明装置的另一实施例的立体示意图。

图 7 是图 6 所示的装置的中央部分的立体示意图。

图 8a 和 8b 是图 7 所示的中央部分的各端部的立体示意图。

图 9 表示图 8b 的端部，其中将侧壁去除。

图 10 是图 9 所示的端部的俯视图。

具体实施方式

所述实施例中，在其间进行水分交换的流体是空气，但是可设想到根据本发明的装置还可用于在其它气体之间的水分交换。图 1 和 2 的实施例的区别仅在于，用于气流 A 的第一入口 5 和第一出口 6 设置在装置的不同壁中。以下不考虑该区别来参照图 1 和图 2。

图 1 和 2 所示的水分交换装置包括中央定位的腔室 1，以及与其相邻的第一侧腔室 4a 和第二侧腔室 4b，它们位于中央腔室 1 的各端处。中央腔室 1 由四个侧壁 1a、1b、1c、1d 和两个端壁 3a、3b 限定，端壁 3a、3b 而后还构成各侧腔室 4a、4b 的相应端壁。多个流体管道 2 在中央腔室 1 内平行于侧壁 1a-1d 并穿过端壁 3a、3b 延伸。流体管道 2 由对水分渗透性强但对流动空气渗透性弱的膜材料制成。侧壁 1a-1d 在相应端壁 3a、3b 附近的一个部分可由柔性材料制成，从而允许侧腔室 4a、4b 朝向中央腔室 1 或远离中央腔室 1 移动一定距离。

流体管道 2 的第一开口端 2a 设在第一侧腔室 4a 中，第一侧腔室 4a 构成气流 A 的进气室。流体管道 2 的第二开口端 2b 设置在第二侧腔室 4b 中，第二侧腔室 4b 构成气流 A 的出气室。气流 A 的第一入口 5 设在第一侧腔室 4a 的一个侧壁中，第一出口 6 设在第二侧腔室 4b 的一个侧壁中。因此从第一入口 5 经过第一侧腔室 4a、流体管道 2 和第二侧腔室 4b 至第一出口 6，提供了第一气流 A 的封闭流道。

中央腔室 1 具有用于另一气流 B 的第二入口 7 和第二出口 8。第二入口 7 接近端壁 3b 设在中央腔室 1 的侧壁 1a 中。第二出口 8 接近端壁 3a 设在与侧壁 1a 相对的另一中央腔室侧壁 1b 中。因此从第二入口 7 经过中央腔室 1 至第二出口 8, 提供了与气流 A 流动反向的气流 B 的封闭流道。

如果例如潮湿排气 B 通过第二入口 7 供应至中央腔室 1, 干燥进气通过第一入口 5 和第一侧腔室 4a 供应至管道 2, 则两股气流 A 和 B 将以反向流动的方式流经中央腔室 1 而不会彼此直接接触。在该反向流动期间, 来自气流 B 的水分将通过经由管道 2 的膜壁的扩散作用从气流 B 传递到气流 A。

根据图 4 所示的实施例, 在各管道 2 的内壁设置细的螺旋线 2c, 从而使气流 A 吸收水分的能力最优化。螺旋线有助于在管道 2 内引起湍流。该湍流防止在管道 2 内壁附近形成平稳空气的边界层。否则这种平稳边界层将破坏水分进入气流 A 的吸收。每个螺旋线优选形成为塑性螺旋压缩弹簧。从而螺旋线还有助于保持柔性膜管道 2 的纵向伸展, 以防止管道的松弛。保持管道伸展还有助于在中央腔室 1 内、管道 2 外部及其周围实现均匀平行的气流 B。

或者, 潮湿空气 A 供应至管道 2, 干燥空气 B 供应至中央腔室。同样在这种情况下螺旋线有助于加强从气流 A 至气流 B 的水分交换。螺旋线在管道 B 内引起湍流, 从而防止在管道 2 的内壁表面附近形成干燥边界层。

也可略去螺旋线。在这种情况下可以通过将管壁材料形成为使得管道的内表面和/或外表面分别表现出引起湍流的不规则性, 从而在接近管壁的管道内侧和/外侧引起湍流。例如管壁材料可显微地形成肋或压纹或者通过其它方式而不平整。

图 3 表示根据本发明一个实施例用于在腔室内产生均匀平行的气流 B 的装置。因为中央腔室的入口 7 和出口 8 设在相对的侧壁 1a、1b 中(图 1 和 2), 所以出现这样的问题, 即, 要在中央腔室内的整个截面积实现均匀平行的气流 B。这种均匀平行的气流对于在所有的管道 2 的整个有效

长度上实现有效而均匀的水分交换是非常重要的。

为了解决该问题,在入口7和出口8之间,在中央腔室1内设置多个支撑和流动分布部件9a、9b、9c(参见图3)。部件9a-9c设置成基本平行于中央腔室的截面,并基本覆盖整个截面积。每个部件9a-9c包括一组管道孔10,管道延伸穿过这些管道孔10。管道孔10支撑管道2并以图3所示的方式分布在各部件9a-9c的面积上,因此管道2均匀分布在中央腔室1的截面积上。管道孔10的这种分布是优选的,但是如果有需要,管道孔和管道也可以以直的行列布置,如图1所示。

每个支撑和流动分布部件9a-9c还具有一组流动分布孔11a、11b、11c,它们沿管道2的纵向延伸穿过部件9a-9c的整个深度。在设于中央定位部件9b内的孔组中的全部流动分布孔11b具有相同的直径。然而在设于比较靠近入口7定位的部件9a内的孔组中的流动分布孔11a的直径在中央腔室1的截面上变化。直径的变化以这样的方式配置,即,靠近侧壁1a(图1和图2,其包含气流B的入口7)定位的流动分布孔11a'具有最小的直径。流动分布孔的直径在中央腔室1的截面上朝着与侧壁1a相对的侧壁1b逐渐增加,因此靠近侧壁1b的流动分布孔11a''具有最大的直径。比较靠近出口8的支撑和流动分布部件9c这样配置,即,流动分布孔直径与部件9a的流动分布孔直径相对应但是相反地变化,也就是说,在部件9c中,接近侧壁1b(其包含出口8)定位的流动分布孔11c'具有最小的直径,而在相对的侧壁1a处的流动分布孔11c''具有最大的直径。

当气流B经过支撑和流动分布部件9a-9c时,流动分布孔11a-11c的不同直径产生不同的压降。从而促使通过入口7供应的空气在入口空间内均匀分布,该入口空间形成在支撑和流动分布部件9a的上游,位于该部件9a与端壁3b之间。在接近中央腔室1的出口8的相对端处,以相反的方式发生同样的情况。以此防止进入的空气斜向从入口7经过中央腔室1流向出口8,如果没有排布经特别设计和配置的支撑和流动分布部件9a-9c,就会发生这样的情况。从而在中央腔室1的整个长度和截面上产生均匀平行的气流B。这又很大程度地有助于使在两股气流A和B之

间的水分交换得到加强而更加有效。

在图4所示的替代实施例中,两个最末端的支撑和流动分布部件9a、9c的全部流动分布孔11a'''、11b'''以基本相同的直径布置。为了在各支撑和流动分布部件的截面积上产生变化的压力阻力,单位面积的孔的数量随着部件的截面而变化。在上游部件9a处,单位面积的孔11a'''的数量随着距侧壁1a(其包含入口7)的距离而增加。在下游部件9c处,单位面积的孔11c'''的数量随着距相同侧壁1a的距离而减少。

根据未示出的实施例,在一个或若干支撑和流动分布部件中的流动分布孔设置成直径基本相同,并且在整个支撑和流动分布部件上的单位面积的孔的数量基本相同。在这种情况下,可以通过将位于至少最上游的支撑和流动分布部件的上游的中央腔室的部分的总容积设定为与各开口面积相比很大,即,在上游的支撑和流动分布部件与附近端壁之间的中央腔室的容积与在该支撑和流动分布部件中的各流动分布孔的面积相比很大,来提高气流B在中央腔室内的均匀性和平行性。

在图4所示的实施例中,设置在中央的支撑和流动分布部件9b进一步形成栅格,从而在对气流造成的影响尽可能小的同时提供对管道的支撑。可以在支撑孔之间用不同的栅格图案设计栅格,从而减少流动阻力,同时防止形成层流。栅格例如可以在管道支撑孔之间布置成交叉或菱形形状的支撑。

根据又一实施例(未示出),为了进一步提高气流B在中央腔室长度上的平行性,在中央腔室的上游和下游、分别靠近入口和出口定位的支撑和流动分布部件可形成有沿管道纵向的一定深度。通过这种方法,流动分布孔形成具有一定长度的柱体,该长度与支撑和流动分布部件的深度一致。这种流动分布孔的柱形构造降低了沿不平行于柱形孔的轴向(即不平行于管道的纵向)的方向的任何流速。从而在支撑和流动分布部件的下游产生平行性增加的气流B,这进一步提高了在两股气流A和B之间进行水分交换的效率。

图6-10表示另一实施例。图6-10所示的水分交换装置包括中央定位的腔室101,以及与其相邻的第一侧腔室104a和第二侧腔室104b,它

们位于中央腔室 101 的各端处。中央腔室 101 由四个侧壁和两个端壁 103a、103b 限定，图中仅示出侧壁 101a-c，端壁 103a、103b 稍后还构成各侧腔室 104a、104b 的相应端壁。端壁 103b 在图 6 和图 8-10 中可见，但在图 7 中去除。多个流体管道 102 在中央腔室 101 内平行于侧壁并穿过端壁 103a、103b 延伸。

流体管道 102 的第一开口端 102a 设在第一侧腔室 104a 中，第一侧腔室 104a 构成气流 A 的进气室。流体管道 102 的第二开口端 102b 设置在第二侧腔室 104b 中，第二侧腔室 104b 构成气流 A 的出气室。侧腔室 104a、104b 的壁设置成轴向远离中央腔室 101 呈锥形。气流 A 的圆形入口 105 设在第一侧腔室 104a 的窄部中，圆形出口 106 设在第二侧腔室 104b 的窄部中。因此从入口 105 经过第一侧腔室 104a、流体管道 102 和第二侧腔室 104b 至出口 106，提供了第一气流 A 的封闭流道。

中央腔室 101 具有用于另一气流 B 的第二入口 107 和第二出口 108。第二入口 107 接近端壁 103b 设在中央腔室 101 的侧壁 101a 中。第二出口 108 接近端壁 103a 设在与侧壁 101a 相对的另一中央腔室侧壁 101c 中。因此从第二入口 107 经过中央腔室 101 至第二出口 108，提供了与气流 A 流动反向的气流 B 的封闭流道。

因此，除了侧腔室 104a、104b 的形状之外，图 6-10 所示的实施例与参照图 1 和 2 描述的实施例非常接近。然而，图 6-10 所示的实施例的支撑和流动分布部件 109a、109c 与上述的实施例不同。在该实施例中，不是通过以变化的面积或者单位面积的变化数量设置流动分布孔使得孔的累积尺寸在支撑和流动分布部件的区域上变化，从而在中央腔室 101 内产生均匀平行的气流 B。而是通过使部分管道 102 的形状最优化来产生均匀平行的气流 B，该部分管道 102 穿过位于相应的支撑和流动分布部件 109a、109c 与端壁 103a 和 103b 之间的入口和出口空间延伸。如图 8a-b、9 和 10 所最佳示出，支撑孔 110 以交错的行、列布置，流动分布孔 111 在支撑孔 110 之间以相应图案均匀分布。支撑和流动分布部件 109a、109c 的全部流通孔 111 具有相同的尺寸，该尺寸是在支撑孔 110 之间配合的最大尺寸。这样使气流 B 经过支撑和流动分布部件 109a、109c 的压降最

小化。

根据图 1 和 2 所示的实施例,气流 B 的空气在相应的端壁 103a、103b 与支撑和流动分布部件 109c 和 109a 之间的入口和出口空间内均匀分布,对于在中央腔室 101 内产生位于支撑和流动分布部件 109a、109c 之间的平行均匀的气流 B 是非常重要的。为了实现该目的,管道 102 的设在入口和出口空间内的端部 102a'、102b' 设置成沿轴向远离相应的支撑和流动分布部件 109a、109c 呈锥形。将管道端部 102a'、102b' 设置成锥形使得管道 102 的截面在靠近支撑和流动分布部件 109c、109a 处为圆形,并向相应的端壁 103b、103a 持续变化,在端壁 103b、103a 处截面为椭圆形。椭圆截面的伸长方向垂直于侧壁 101a、101c 设置,在侧壁 101a、101c 中相应地设置用于气流 B 的入口 107 和出口 108。因此,当气流 B 进入和离开入口空间与出口空间时,椭圆截面的伸长方向通常平行于气流 B 的方向。

该锥形还可这样设置,即,管道端部 102a'、102b' 的截面积在各端部的整个长度上基本保持不变。另外各端部 102a'、102b' 的截面积与管道 102 的其余部分的截面积基本相同。由此在管道端部内不会产生气流 A 的不当的压降。

端部 102a'、102b' 的锥形在管道 102 的各列之间形成用于空气的自由直通道 120,通道 120 位于入口空间内靠近端壁 103b,从入口 107 一直通向中央腔室 101 的相对侧壁 101c。如图 10 所示,由在管道的相邻两列中的端部 102b' 的彼此面向的表面之间的距离限定各通道 120 的截面宽度。图中,一个通道 120 的截面填充有助于增加可见度的方形线性结构,并且可以看出通道 120 在靠近端壁 103b 处达到其最大宽度 P。

通过这些位于入口空间中的自由直通道 120,大大降低了气流 B 在穿过入口空间时的摩擦。从而气流 B 的空气在从入口 107 向相对侧壁 101c 流动时所受到的阻碍显著减少,因此气流 B 的空气在入口空间内均匀分布。这又极大程度地有助于在中央腔室 101 内产生位于支撑和流动分布部件 109a、109c 之间的平行均匀的气流 B,因此大大提高了在两股气流 A 和 B 之间的水分交换效率。

设在出口空间中的管道 102 的端部 102a' 也形成有相应的锥形截面, 形成靠近端壁 103a 的自由直通道, 用于空气在出口空间内朝出口 108 流动。因此减小了经过出口空间离开的空气的摩擦, 这也极大程度地有助于在支撑和流动分布部件 109c 上游的中央腔室内产生平行均匀的气流 B。

在所示实施例中, 通过形成具有上述锥形形状的塑料喷嘴的端部而实现管道端部 102a'、102b' 的锥形。所述喷嘴安装到相应的支撑和流动分布部件 109a、109c 上, 并在该处与相应管道 102 的其余部分连通。靠近支撑和流动分布部件的喷嘴的内径与管道其余部分的内径基本相同。然而, 由于喷嘴由刚硬材料制成并且如从图中可看出的那样构成, 因此喷嘴的外径大于管道可渗透部分的外径。喷嘴还安装到侧壁 103a、103b 中的相应开口中。

对上述实施例的描述仅作为示例给出。很明显的是在不脱离所附权利要求中要求保护的本发明的精神和范围的情况下, 可以进行各种变化和修改。

例如可以组合所述实施例的不同特征。特别地, 所述流动分布孔在支撑和流动分布部件面积上的单位面积累积尺寸的变化可以与管道端部的锥形形状组合。

可以通过使水分可透材料的端部变形而实现管道端部的锥形形状, 从而代替安装喷嘴。

中央腔室和侧腔室例如可形成为柱形, 从而一个连续的柱形壁构成腔室的侧壁。

用于气流 A 的入口和出口也可以设在侧腔室的端壁中, 尤其是在腔室为柱形时更是如此。

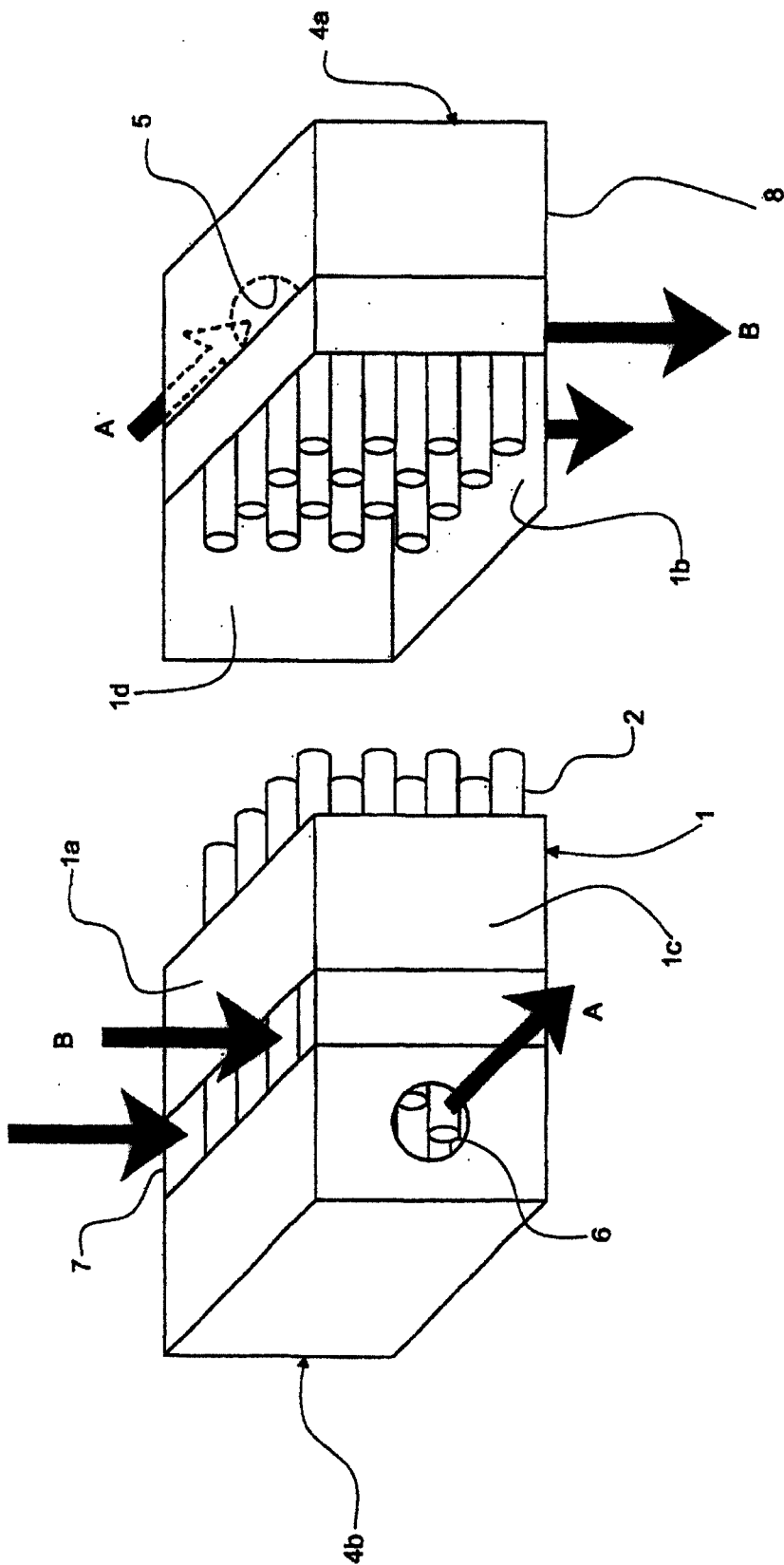


图 1

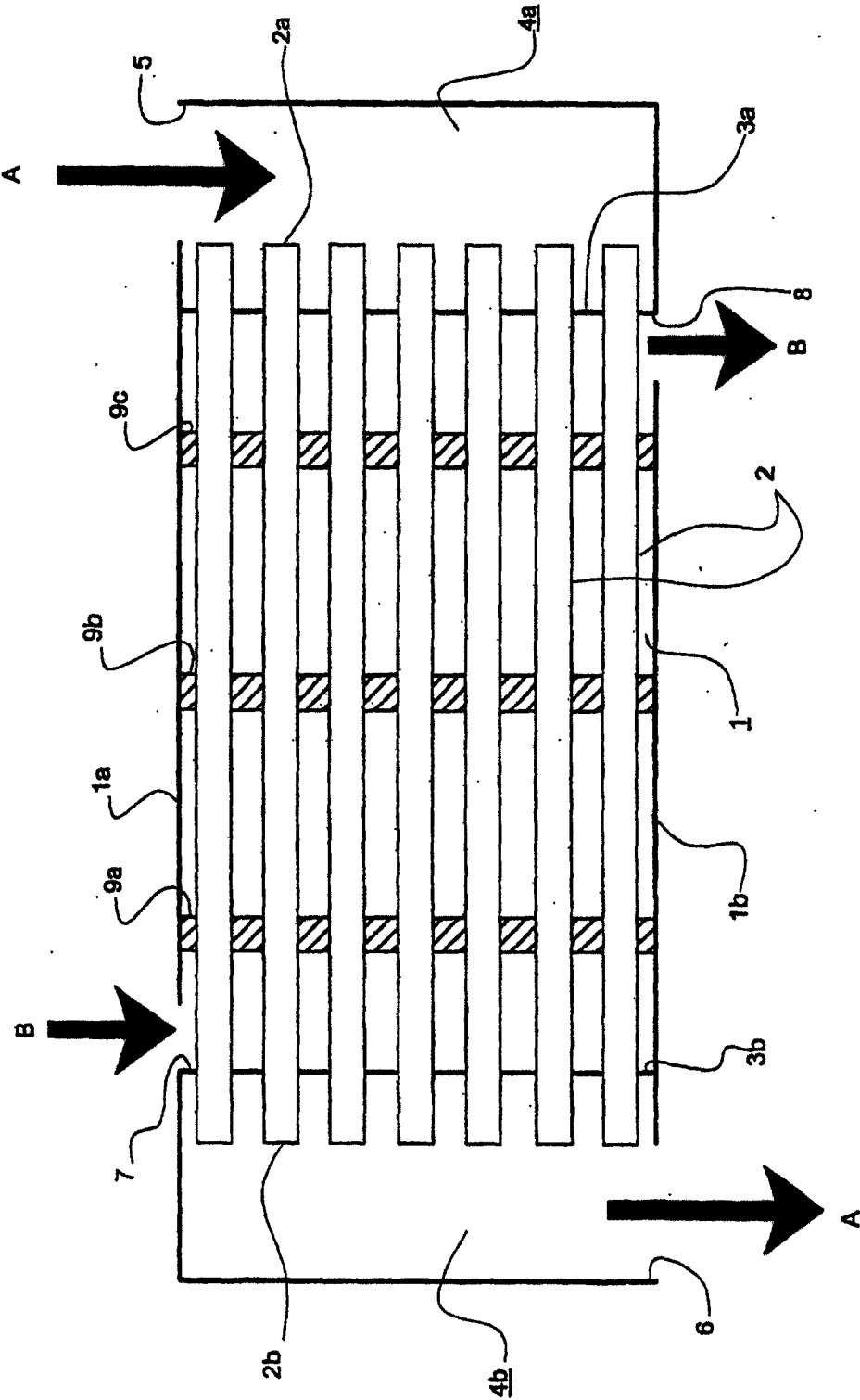


图 2

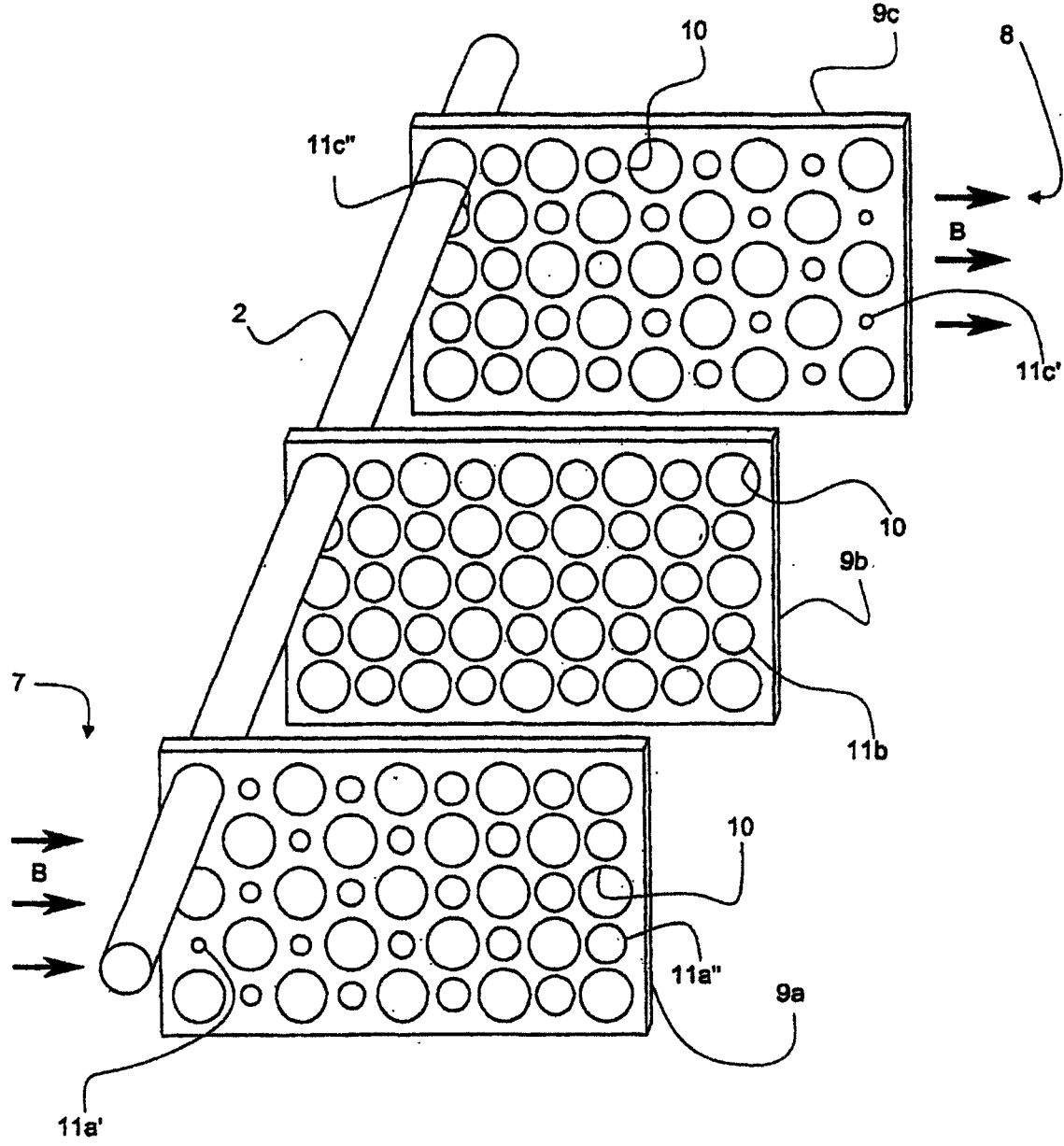


图 3

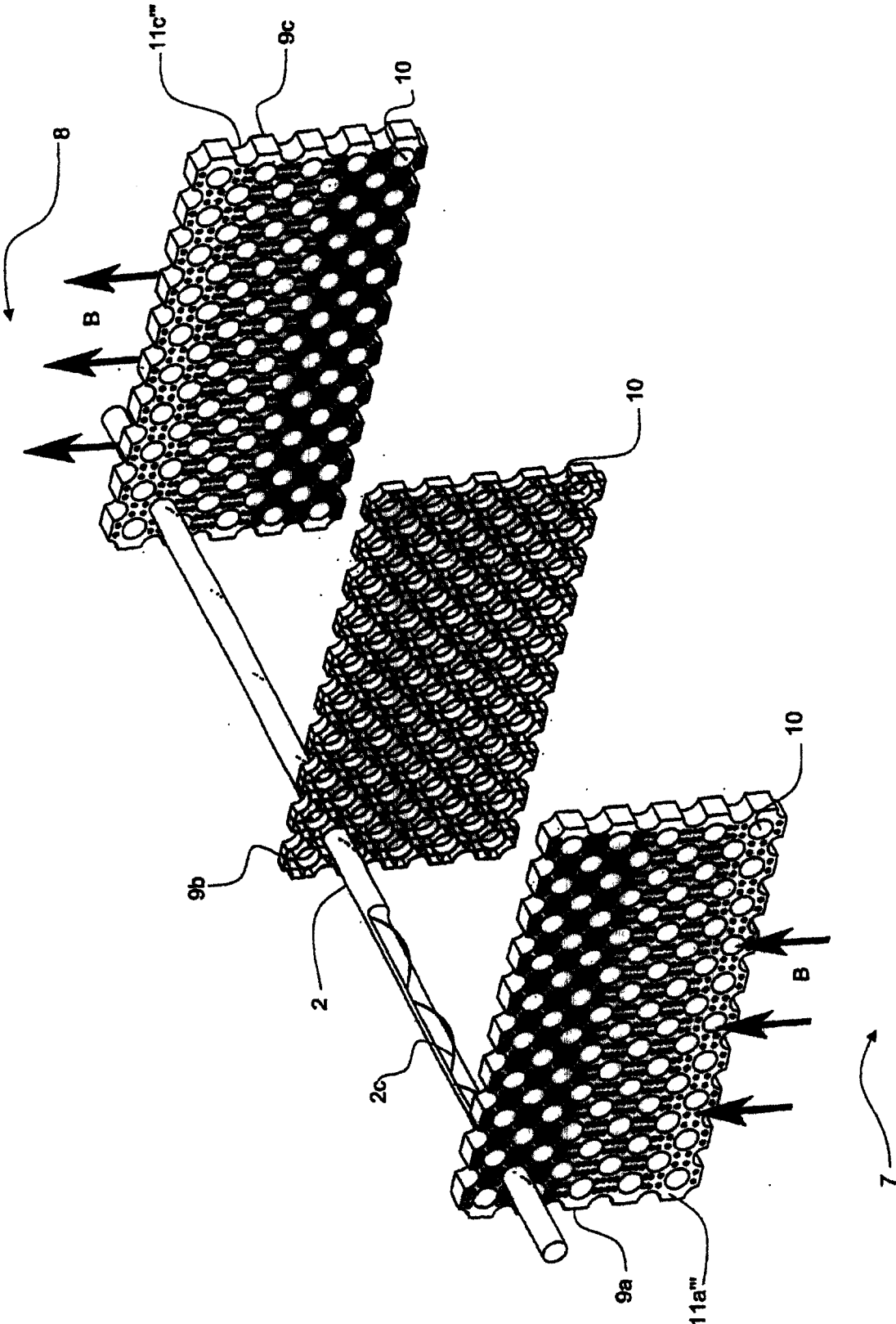


图 4

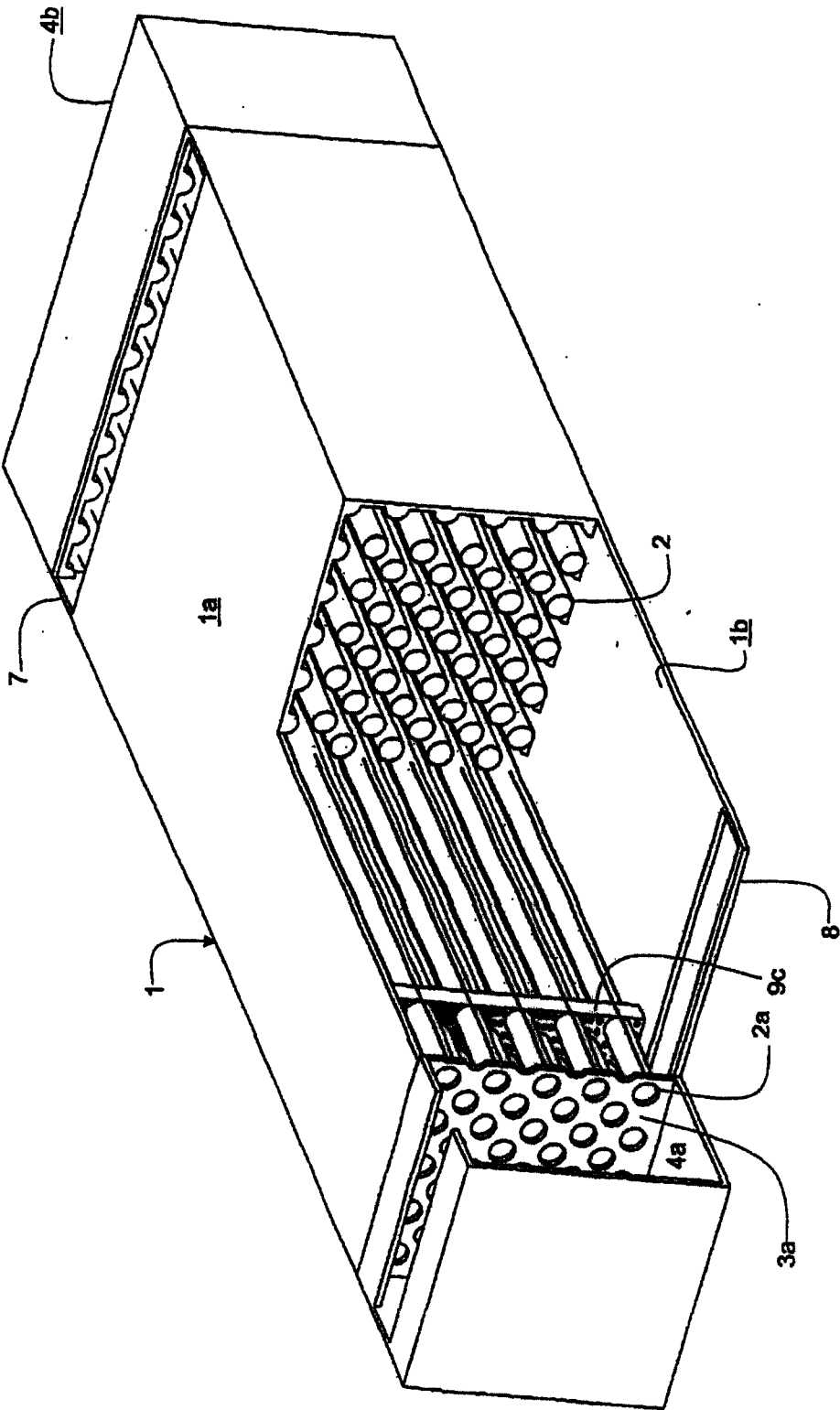


图 5

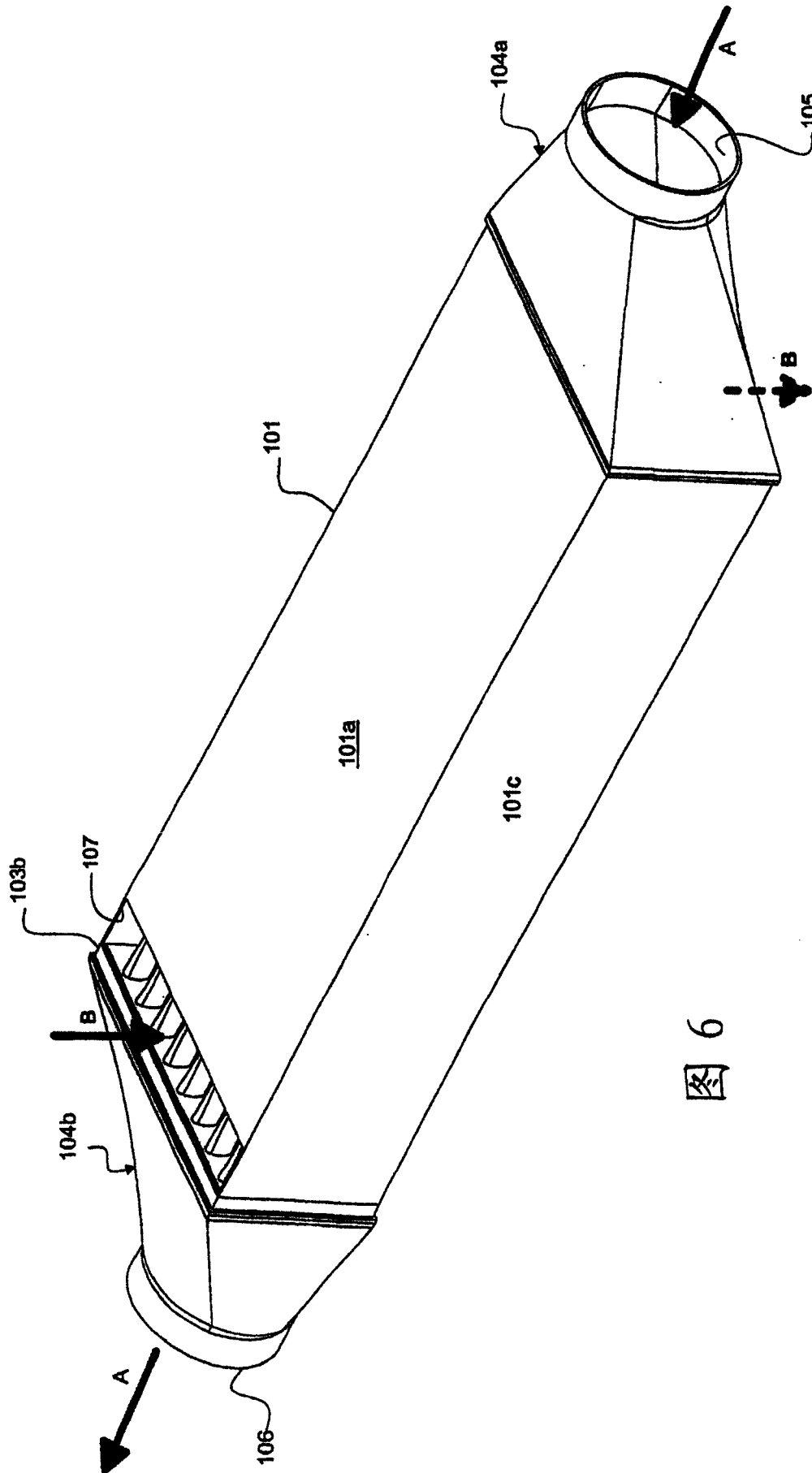


图 6

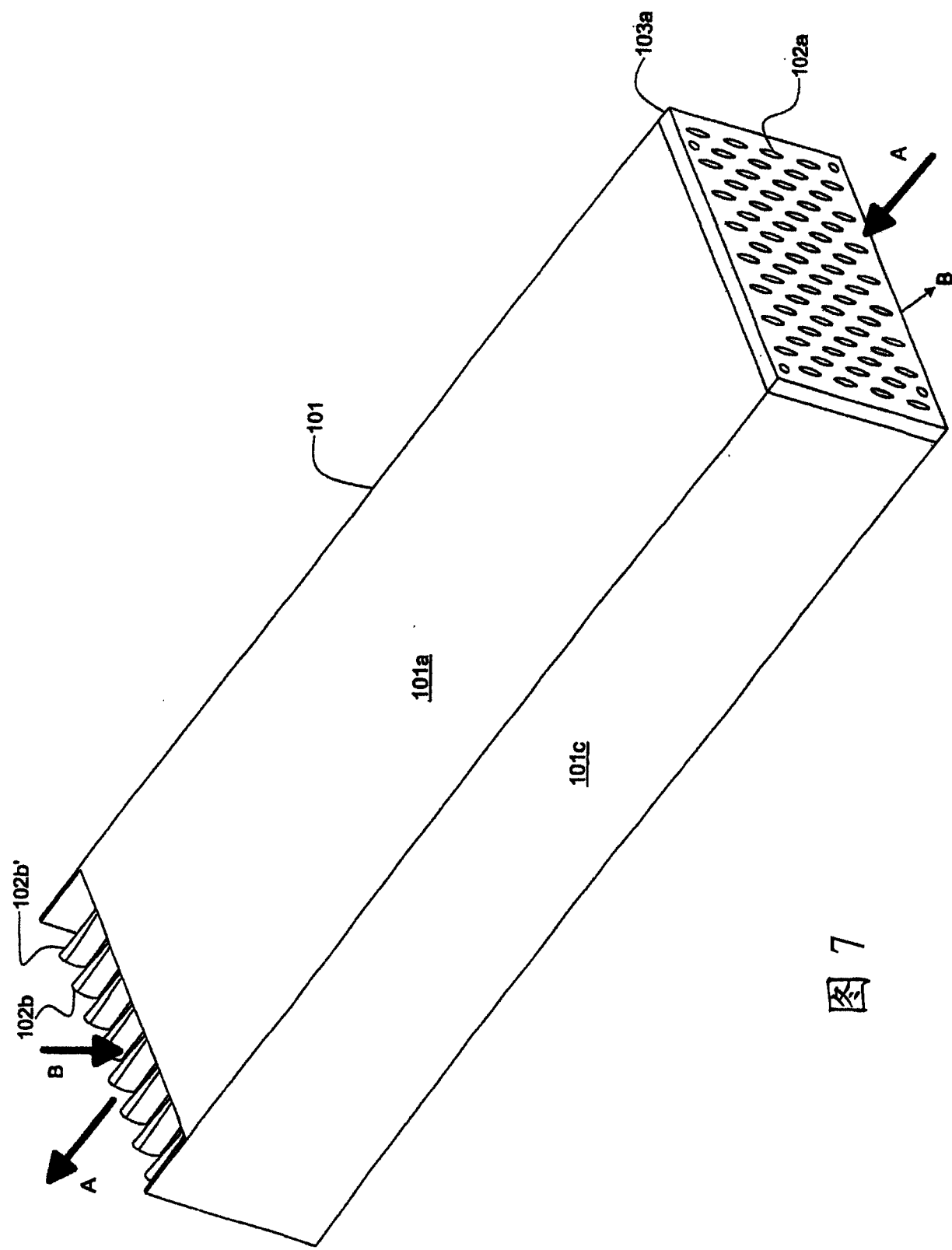


图 7

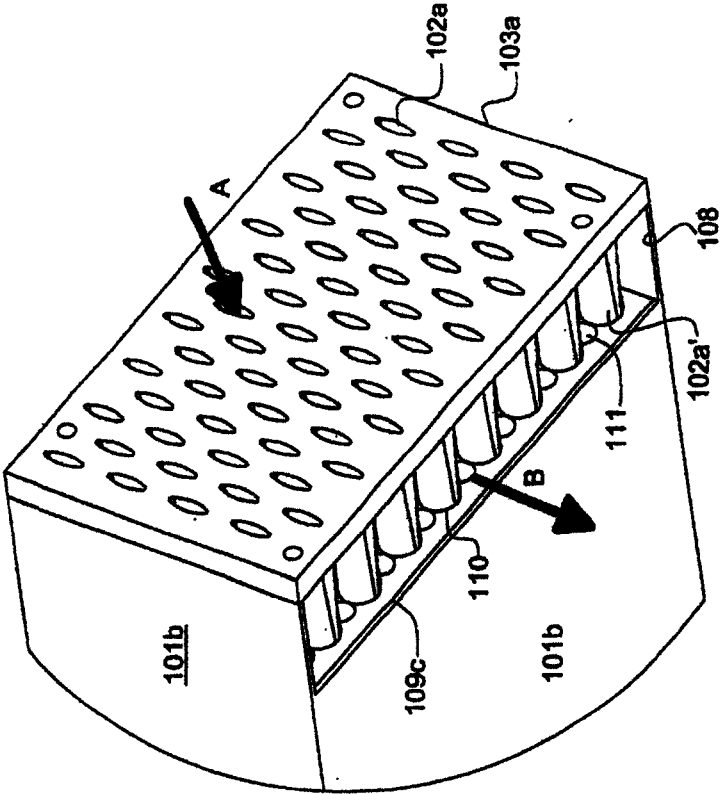


图 8a

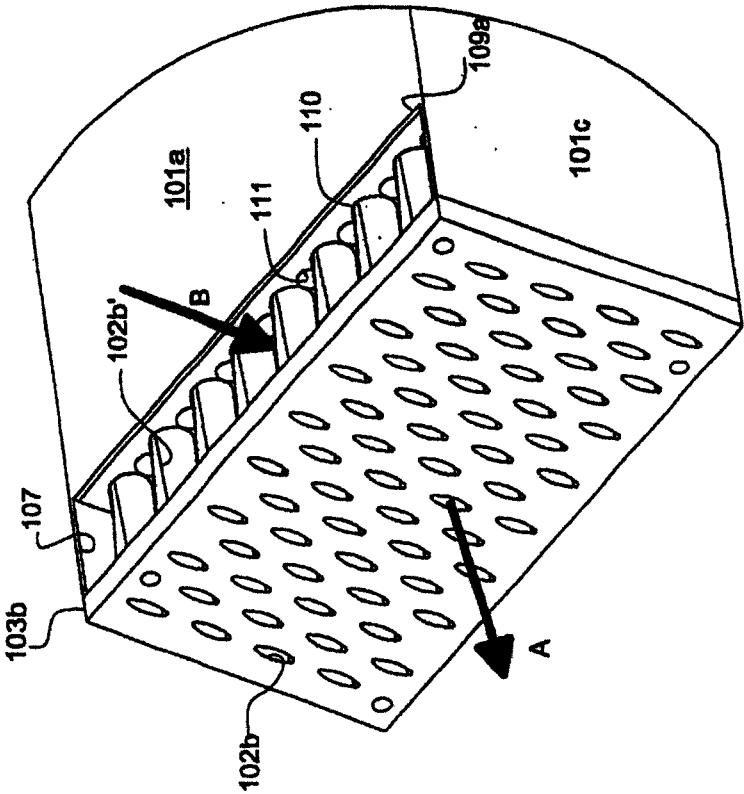


图 8b

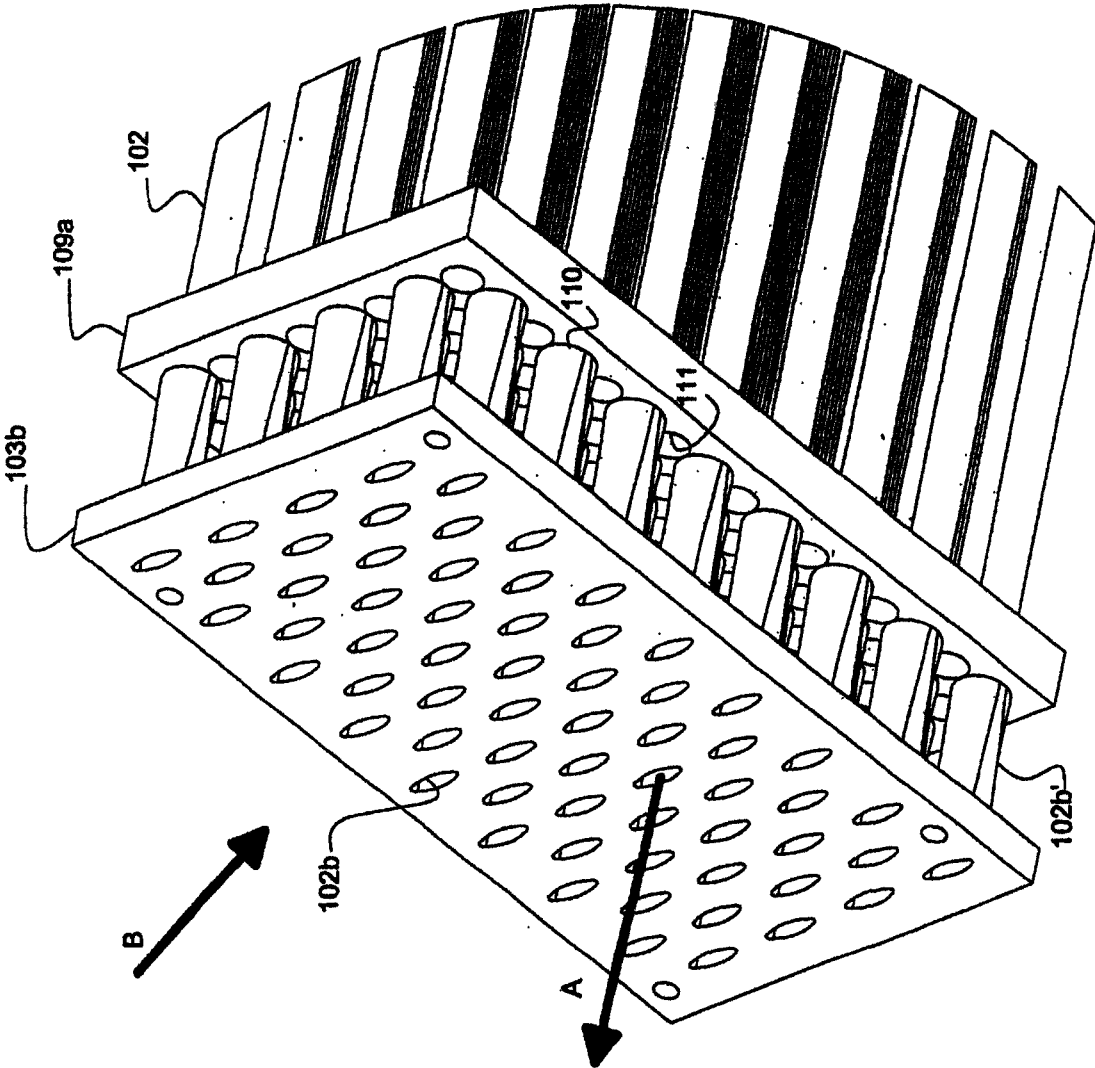


图 9

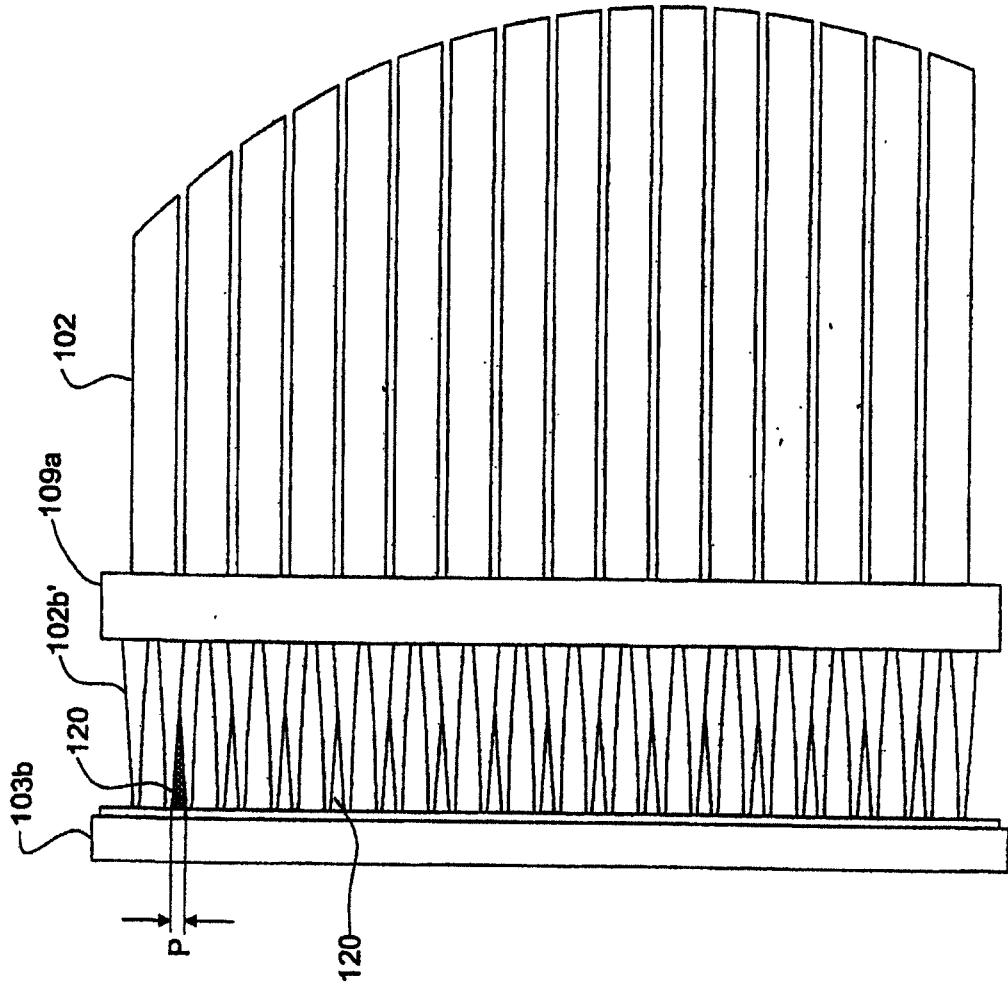


图 10