(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109562329 B
(45)授权公告日 2022.06.07

(21)申请号 201780042630.7
(22)申请日 2017.06.02
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109562329 A
(43)申请公布日 2019.04.02
(30)优先权数据
16173494.2 2016.06.08 EP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2019.01.09
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2017/063544 2017.06.02
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2017/211738 EN 2017.12.14
(73)专利权人 佛兰芒技术研究所有限公司
地址 比利时莫尔
(72)发明人 B·莫莱恩贝尔格斯
C·多特里蒙特
(74)专利代理机构 北京市汉坤律师事务所 11602
专利代理师 王其文 魏小薇
(51)Int.Cl.
B01D 63/08(2006.01)
C02F 3/12(2006.01)
C02F 3/20(2006.01)
(56)对比文件
JP H09299951 A,1997.11.25
CN 101128251 A,2008.02.20
CN 102164655 A,2011.08.24
US 2011100912 A1,2011.05.05
CN 103706255 A,2014.04.09
CN 102512964 A,2012.06.27
审查员 马兰

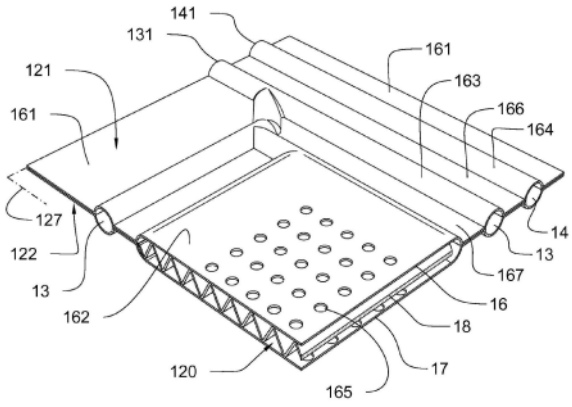
权利要求书3页 说明书10页 附图8页

(54)发明名称

用预制片材制成的膜支撑体

(57)摘要

平面膜盒(10)包括支撑体(12)和半渗透膜层(11)。所述支撑体包括附接到第二层(17)的第一层(16),并且所述第一层和第二层限定所述支撑体的正面(121)和背面(122)。所述第一层和第二层中的至少一个形成第一凸起(162)和第二凸起(164)。第一层和第二层的各自的背面沿第一凸起的边缘和第二凸起的边缘彼此附接,使得第一凸起在第一层和第二层之间限定了流体隔室(120),而第二凸起在第一层和第二层之间限定了内部通道(14),所述内部通道(14)与流体隔室(120)隔离。第一层(16)的对应于第一凸起的区域由半渗透膜层(11)覆盖。



CN 109562329 B

1.一种平面膜盒,所述平面膜盒包括支撑体(12)和半渗透膜层(11),所述支撑体包括边缘区域部分、中心区域部分(128)和与所述中心区域部分(128)间隔开的通道区域部分,其特征在于:

所述支撑体(12)包括第一层和第二层,其中,所述第一层附接到所述第二层,并且所述第一层和第二层分别限定所述支撑体的正面(121)和背面(122);

包围所述中心区域部分(128)的所述边缘区域部分,其中,所述第一层和第二层横过所述边缘区域部分、所述通道区域部分和所述中心区域部分延伸,其中,所述第一层在所述中心区域部分中是多孔的,其中,所述第一层和所述第二层中的至少一个包括位于所述中心区域部分中并且从所述边缘区域部分突出的第一凸起,以在所述第一层和第二层之间限定流体隔室(120),其中,所述第一层和第二层在所述边缘区域部分中附接,以密封所述流体隔室,

其中,所述通道区域部分被所述边缘区域部分围绕,其中,所述第一层和第二层中的至少一个包括位于所述通道区域部分中并且从所述边缘区域部分突出的第二凸起,以在所述第一层和第二层之间限定内部通道,所述内部通道通过所述边缘区域部分与所述流体隔室(120)隔离,

其中,所述半渗透膜层(11)附接到所述第一层,并且覆盖所述中心区域部分。

2.根据权利要求1所述的平面膜盒,其中,所述第一层和第二层包括形成所述流体隔室(120)和所述内部通道的对称的凸起。

3.根据权利要求1所述的平面膜盒,其中,所述第二层在所述中心区域部分中是多孔的,并且其中,第二半渗透膜层附接到所述第二层并覆盖所述中心区域部分。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的平面膜盒,其中,所述第一层和第二层中的至少一个由无孔聚合物片材制成,其中,所述无孔聚合物片材在所述中心区域部分(128)中由穿过所述无孔聚合物片材的通孔(165)形成为多孔的。

5.根据权利要求1至3中任一项所述的平面膜盒,其中,所述边缘区域部分包括围绕所述中心区域部分(128)的内边缘区域部分和围绕所述内边缘区域部分的外边缘区域部分,其中,所述内边缘区域部分和外边缘区域部分是共面的,其中,所述通道区域部分位于所述内边缘区域部分和所述外边缘区域部分的中间。

6.根据权利要求1至3中任一项所述的平面膜盒,其中,所述通道区域部分没有被所述半渗透膜层覆盖。

7.根据权利要求6所述的平面膜盒,其中,所述第一层在所述通道区域部分中包括至少一个通气孔(15)。

8.根据权利要求1至3中任一项所述的平面膜盒,其中,所述第一层具有小于或等于2mm的厚度。

9.根据权利要求1至3中任一项所述的平面膜盒,所述平面膜盒包括在所述流体隔室内在所述第一层和第二层之间延伸的加强件(18)。

10.根据权利要求9所述的平面膜盒,其中,所述加强件(18)是附接到所述第一层和第二层的波纹状聚合物片材。

11.根据权利要求1至3中任一项所述的平面膜盒,所述平面膜盒包括布置在正面上并且位于所述边缘区域部分中的第一间隔构件和布置在背面上并且位于与所述第一间隔构

件对应的位置处的对应间隔构件，其中，所述第一间隔构件和所述对应间隔构件包括配合的插配连接件(193,194)。

12.根据权利要求1至3中任一项所述的平面膜盒，其中，所述流体隔室和所述内部通道中的每一个包括流体连通端口。

13.根据权利要求12所述的平面膜盒，其中，所述第一层和第二层中的至少一个还包括：

第三凸起，所述第三凸起位于所述中心区域部分中并且布置在所述第一凸起的外周处，所述第三凸起和所述第一凸起由第二边缘部分分开，所述第一层和第二层在所述第二边缘部分中附接，和

多个第四凸起，所述第四凸起将所述第三凸起连接到所述第一凸起，

其中，所述第三凸起形成轮廓通道(13)，所述轮廓通道通过由所述第四凸起形成的流体通路(133)与所述流体隔室(120)流体连通，并与所述流体隔室的流体连通端口流体连通。

14.一种膜模块，所述膜模块包括：

堆叠布置的多个根据权利要求12或13所述的平面膜盒，

第一分配歧管，所述第一分配歧管与所述流体隔室的流体连通端口流体连通，和

第二分配歧管，所述第二分配歧管与所述内部通道的流体连通端口流体连通。

15.一种制造平面膜盒的方法，所述方法包括：

提供第一层和第二层并限定由边缘区域部分包围的中心区域部分(128)，其中，至少所述第一层在所述中心区域部分中是多孔的，

限定通道区域部分，所述通道区域部分通过所述边缘区域部分与所述中心区域部分间隔开，并被所述边缘区域部分围绕，其中，所述第一层和第二层横过所述边缘区域部分、所述通道区域部分和所述中心区域部分(128)延伸，

使所述第一层和/或所述第二层成形，使得所述第一层和第二层中的至少一个在所述中心区域部分中从所述边缘区域部分突出，以形成第一凸起，

使所述第一层和/或所述第二层成形，使得所述第一层和第二层中的至少一个在所述通道区域部分中从所述边缘区域部分突出，以形成第二凸起，

在所述边缘区域部分中将所述第一层附接到所述第二层，其中，流体隔室(120)由所述第一凸起限定，并且内部通道由所述第二凸起限定，其中，在所述流体隔室外周和在所述边缘区域部分中的所述内部通道外周形成密封，所述内部通道与所述流体隔室隔离，以及

在所述中心区域部分中用半渗透膜层(11)至少覆盖所述第一层。

16.根据权利要求15所述的方法，其中，所述第一层由无孔聚合物片材构成，所述方法包括通过对所述无孔聚合物片材进行穿孔来使所述第一层在所述中心区域部分中为多孔的。

17.根据权利要求16所述的方法，其中，所述第二层由无孔聚合物片材制成，所述方法包括通过对所述无孔聚合物片材进行穿孔来使所述第二层在所述中心区域部分中为多孔的，其中，使所述第一层和/或所述第二层成形的步骤包括在所述中心区域部分处和所述通道区域部分处使所述第一层和/或所述第二层凸起。

18.根据权利要求16或17所述的方法，其中，所述第一层和/或所述第二层的无孔聚合

物片材由热塑性聚合物制成。

19.根据权利要求15至17中任一项所述的方法，其中，至少覆盖所述第一层包括用膜形成溶液在所述中心区域部分中涂覆至少所述第一层并且由所述膜形成溶液形成所述半渗透膜层。

20.根据权利要求15至17中任一项所述的方法，所述方法包括在所述通道区域部分中制造穿过至少所述第一层的至少一个通气孔(15)。

21.根据权利要求15至17中任一项所述的方法，所述方法包括为所述流体隔室和所述内部通道中的每一个提供流体连通端口。

用预制片材制成的膜支撑体

技术领域

[0001] 本发明涉及膜盒，所述膜盒包括支撑体，用于将一个或多个半渗透膜附接到支撑体上，其中所述支撑体由聚合物片材制成。具体地，片材在组装支撑体之前成形。

背景技术

[0002] 从Bruss Ulrich在2008年1月3日公开的US2008/0000827中已知包括支撑体的膜盒，所述支撑体由塑料片材制成。该支撑体包括内层和外层，所述内层在两个面上具有作为隆起物的结块，所述外层位于所述内层的侧面。外层具有用于将滤液导入内层的孔。这些层在边缘区域中被以液密(fluid-tight)方式压制、焊接或胶合。外层又由一层预制膜材料覆盖。

[0003] 上述类型的膜盒例如被使用过滤模块中，在该过滤模块中堆叠有大量盒。通常，例如在废水净化和生物反应器中，过滤模块完全浸没在废水中。在堆叠的过滤盒下方提供空气鼓泡，以使得废水沿着膜向上流动。空气气泡对擦洗膜表面也是有效的，由此去除易于粘附到膜上的固体。例如WO 03/037489和EP 0662341中描述了上述类型的过滤模块。

[0004] 已经观察到，空气鼓泡对于过滤模块的正确运行是至关重要的。应该确保尽可能均匀地沿着每个盒的所有膜表面施加空气鼓泡，使得模块内的每个盒可以最佳地起作用。进一步应注意到，通气占据了过滤设备的很大一部分操作成本。

[0005] 另外，倾向于构建更大的生物反应器和过滤设备，并且在这些大型系统中，关键是要最佳地利用可用的体积。因此，倾向于尽可能多地增加每单位体积的膜(过滤)表面面积。就这一点而言，在堆叠的过滤盒下方使用的通气装置占用了相当大的不能用于过滤的体积。

发明内容

[0006] 本公开内容的目的是提供更合适的膜盒和/或模块设计，该设计可以响应上述需求。一个目的在于提供与现有技术的系统相比具有类似或甚至改进的性能的更紧凑的系统。一个目的在于提供一种经济且易于制造的膜盒。一个目的在于提供具有较低操作成本的系统。

[0007] 因此，根据本公开内容的多个方面，提供了一种平面膜盒。

[0008] 平面膜盒包括支撑体和半渗透膜层。支撑体包括附接到第二层的第一层，其中第一层限定支撑体的正面，而第二层限定支撑体的背面。支撑体包括包围中心区域部分的边缘区域部分。第一层和第二层都延伸遍及边缘区域部分和中心区域部分。

[0009] 第一层在中心区域部分中是多孔的，而对于第一和第二层两者，边缘区域部分有利地都是无孔的。第一层和第二层中的至少一个在中心区域部分中形成有利地是中空的第一凸起，该第一凸起从边缘区域部分在相应面的方向上突出，以在第一层和第二层之间限定第一流体隔室。第一层和第二层在边缘区域部分中附接，以形成围绕第一流体隔室的(流体或液体)密封。

[0010] 根据一个方面，支撑体包括与中心区域部分间隔开并被边缘区域部分围绕的通道区域部分。第一层和第二层中的至少一个在通道区域部分中形成有利地中空的凸起，该凸起从边缘区域部分在相应面的方向上突出，以在第一层和第二层之间限定内部通道(即，第二流体隔室)，所述内部通道通过边缘区域部分与第一流体隔室隔离，例如，通过形成密封的边缘区域部分与第一流体隔室隔离。

[0011] 半渗透膜层在中心区域部分中覆盖第一层，并且有利地，边缘区域部分没有被半渗透膜层覆盖。半渗透膜层有利地附接到第一层。

[0012] 第一层和第二层中的任何一个且有利地两者都可以由无孔或不可渗透的聚合物片材形成。聚合物片材在中心区域部分中被穿孔或以其它方式制成为多孔的，以提供多孔的特性。

[0013] 通过提供由层材料制成的平面膜盒(其中所述层材料被成形为形成中空突起)并且在层的边缘区域中将层彼此附接，可以获得在重量、成本、生产和劳动时间方面的优点。利用简单的成形技术，可以从易于获得的层或片材材料开始获得具有非常复杂设计的支撑体，其中这些层或片材材料可以通过常规技术容易且成本有效地形成。结果，可以获得在同一支撑体内集成不同功能的平面膜盒。在支撑体内设置单独的流体隔室(每个流体隔室可以由单独的端口供应)，使得能够附加实现全新的应用范围。

[0014] 因此，描述了根据本发明的多个方面的一种膜盒和/或模块的用于通过支撑体的单独隔室将化合物掺入周围流体的用途。除了渗透提取外，可以通过支撑体的其它隔室进行定量给料。化合物可以是阻垢剂。描述了根据本发明的多个方面的膜盒和/或模块用于选择性去除化合物的用途，例如通过支撑体的单独隔室选择性地移除抑制化合物。除了渗透提取外，还可以通过支撑体的其它隔室进行去除。选择性去除可以通过液/液萃取进行。选择性去除的化合物可以是进料流的反应产物，例如通过渗透蒸发的乙醇。支撑体的单独隔室可各自配置成从进料流中选择性地去除不同的化合物(例如不同的反应产物)，例如通过在支撑体的不同区域上提供不同的膜来从进料流中选择性地去除不同的化合物(例如不同的反应产物)。

[0015] 根据本公开内容的其它方面，提供了一种用于处理流体的模块，所述模块包括堆叠的上述盒。该模块有利地配置用作固-液分离器或液-液分离器。

[0016] 还描述了固-液分离器，尤其是用于浸没操作的包括上述模块中的至少一个的生物质反应器。

[0017] 根据本公开内容的又一方面，提供了制造平面膜盒的方法。

附图说明

[0018] 现在参考附图更详细地描述本发明的多个方面，附图是示例性的，并且在附图中相同的附图标记示出相同或相似的特征，其中：

[0019] 图1表示根据本文中所描述的多个方面的膜盒的主视图；

[0020] 图2表示图1的膜盒的支撑体的局部切除(右上角)的透视图；

[0021] 图3表示图1的膜盒的支撑体的局部切除(右边缘)的透视图；

[0022] 图4表示图1的膜盒的支撑体的局部切除(右下角)的透视图；

[0023] 图5表示穿过图1的盒的支撑体的中间平面的剖视图；

[0024] 图6表示穿过图1的支撑体的流体隔室的局部剖视图；

[0025] 图7表示图1的盒的支撑体中的通道的可能的横截面；

[0026] 图8表示与图1的盒相类似的盒的堆叠的透视图，其中，所述盒包括间隔件和用于以间隔开的关系将这些盒彼此附接的连接件；

[0027] 图9表示图8的堆叠的细节；以及

[0028] 图10表示用于制造根据本文中所描述的多个方面的膜盒的方法步骤的流程图。

具体实施方式

[0029] 平面膜盒(简称“膜盒”)是指这样一种组件，该组件包括：(i)用于半渗透膜的背衬支撑体，所述背衬支撑体具有至少一个平面或相对置的平面，其中，一个或多个流体输送隔室集成在支撑体内；(ii)半渗透膜，所述半渗透膜附接在支撑体的平面处；以及任选地，(iii)一个或多个流体端口，所述流体端口布置成与隔室流体连通，用于从隔室排出流体和/或向隔室供给流体。流体分配歧管可以设置在流体端口和流体隔室之间。因此，在整个说明书中，盒的概念不一定意味着存在流体连通端口。

[0030] 流体隔室指的是可与任选地设置在盒组件中的一个或多个流体端口流体连通的空隙体积或腔室。流体隔室集成在支撑体内。

[0031] 模块指的是膜盒堆叠。模块中的膜盒通常全部具有附接在其支撑体两侧上的半渗透膜层。膜盒在堆叠中间隔开，以允许循环的周围流体(ambient fluid)接触半渗透膜层。

[0032] 如本说明书中所提及的半渗透膜(简称膜)指的是固态的、连续且有利地由多孔的材料制成的层或片材，其具有允许一种或多种化合物选择性地传输通过膜并且因此能够从进料中分离所述一种或多种化合物的结构，所述进料可以是液态的或气态的。因此，膜的特征是对于一种或多种化合物的确定的可渗透性。选择渗透性可以通过任何种类的分离机制来确定，所述分离机制例如是但不限于：膜的特征化孔径(例如微孔膜、超多孔(ultraporous)过滤膜或纳米多孔过滤膜)、对特定电荷类型的特征化吸引(例如离子交换膜)、选择性吸附和溶液扩散特性。

[0033] 本说明书中提及的膜有利地配置用于通过下述方式中的一种或多种来分离化合物：微滤、超滤、纳米过滤、反渗透、正渗透、压力延滞渗透、膜生物反应器、渗透蒸发、膜蒸馏、支撑液膜、渗透萃取(pertraction)、膜式吸收器、酶反应器、膜接触器、(反向)电渗析或气体分离。膜可以配置为离子交换膜。

[0034] 本说明书中所称的膜是有利地通过使聚合物溶液经历相分离过程而获得的膜。相分离，也称为相转化，是一种引起聚合物和溶剂之间分层的众所周知的方法。作为分层的结果，聚合物沉淀从而形成具有期望的结构(孔径、孔结构等)的格状膜结构(membrane lattice)。可以执行进一步的方法步骤，以便于完全去除溶剂(例如，清洗)并获得最终的孔结构(例如，去除成孔剂)。可以基于若干技术实现分层。一种可行性是热致相分离(TIPS)，其中通过在聚合物溶液界面处的温度变化来引起分层。另一种可行性是在聚合物溶液中引起化学反应，从而产生分层。这被称为反应诱导相分离(RIPS)。然而，在绝大多数情况下，通过相扩散引起分层。聚合物溶液与是液体(液体诱导相分离或LIPS)或气体(蒸气，称为蒸气诱导相分离或VIPS)的另一相接触，所述另一相不是聚合物的溶剂，但是可与聚合物溶液的溶剂混溶。液体或蒸气将扩散通过聚合物溶液并引起聚合物溶液成分发生局部变化，从而

引起分层。结果，聚合物从溶液中沉淀出来。LIPS也称为浸没沉淀。方便地注意到，可以应用任何相分离过程来制备如本文中所描述的膜。

[0035] 所述膜包括有利地热塑性的高分子化合物(polymer compound)或由其构成，该高分子化合物在下文中称为第一高分子化合物。第一高分子化合物是用于制备膜形成溶液的主要的、特征化的或首要的聚合化合物，例如，存在于膜形成溶液中最大量的高分子化合物。第一高分子化合物可以是聚砜(PSU)、聚醚砜(PESU)、它们的接枝变体(grafted variant)或其中任何一种聚合物的共聚物。第一高分子化合物可以是聚偏二氟乙烯(PVDF)、聚偏二氯乙烯(PVDC)、它们的接枝变体或其中任何一种聚合物的共聚物。第一高分子化合物可以是聚氯乙烯(PVC)、氯化聚氯乙烯(CPVC)、它们的接枝变体或其中任何一种聚合物的共聚物。第一高分子化合物可以是聚芳醚酮(PAEK)族的聚合物(例如聚醚醚酮(PEEK))、这些聚合物中的任何聚合物的接枝变体(例如磺化聚醚醚酮(PEEK-WC))或这些聚合物中的任何一种的共聚物。第一高分子化合物可以是聚三氟氯乙烯(PCTFE)、聚醚酰亚胺(PEI)、聚酰亚胺(PI)、聚酰胺酰亚胺(PAI)、聚丙烯腈(PAN)、聚氨酯(PUR)(尤其是热塑性聚氨酯)、这些聚合物中的任何聚合物的接枝变体或这些聚合物中的任何一种的共聚物。第一高分子化合物可以是聚苯硫醚(PPS)、醋酸纤维素(CA)、三乙酸纤维素(CTA)、这些聚合物中的任何聚合物的接枝变体或这些聚合物中的任何一种的共聚物。如上所述的共聚物可以是上述聚合物与以下任何一种的合适的共聚物:聚氯乙烯(PVC)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚碳酸酯(PC)、氰基丙烯酸酯、三乙酸纤维素(CTA)、聚苯硫醚(PPS)、聚苯乙烯(PS)、聚乙烯醇(PVA)、聚乙酸乙烯酯(PVAc)和聚酰胺(例如聚己内酰胺(尼龙6)和尼龙-6,6)。第一高分子化合物可以是上述列出的聚合物中的两种或更多种的合适的混合物。方便地注意到，以上列出的聚合物并非是详尽的，并且其它高分子化合物可用作第一高分子化合物。

[0036] (干的)(最终的)膜中的第一高分子化合物的量可以按重量计至少为5％，并且可以高达按重量计至少为50％。第一高分子化合物可以是形成膜的基质或格状结构(lattice)的有机粘合剂，在该有机粘合剂中任选地分散有可能亲水的填充材料。填充材料可以是有机的并且有利地是下述的一种或组合:羟丙基纤维素(HPC)、羧甲基纤维素(CMC)、聚乙烯吡咯烷酮(PVP)、交联聚乙烯吡咯烷酮(PVPP)、聚乙烯醇(PVA)、聚乙酸乙烯酯(PVAc)、聚环氧乙烷(PEO)、聚乙二醇(PEG)和甘油。方便地注意到，填充材料的上述列表并非是详尽的，并且可以使用其它填充材料。这些填充材料可以作为成孔剂提供，并且可以在后处理步骤中去除，例如通过在漂白溶液(例如针对PVP)中清洗来去除。保留在最终膜层中的其它填充材料可以是胺，例如但不限于下述中的一种或组合:单乙醇胺(MEA)、二乙醇胺(DEA)、聚乙烯亚胺(PEI)、氨丙基-三甲氧基硅烷和聚乙烯亚胺-三甲氧基硅烷。填充材料可以是含酰胺或胺的聚合物，例如是但不限于下述中的一种或组合:聚酰胺(PA)、聚氨酯(PUR)、聚乙烯胺(PVAm)和三聚氰胺。填充材料可以是无机的，例如是下述中的一种或组合:TiO_2、HfO_2、Al_2O_3、ZrO_2、$Zr_3(PO_4)_4$、Y_2O_3、SiO_2、碳、可能位于Pt、Ru或Rh支撑体上、$BaSO_4$、$BaTiO_3$、钙钛矿氧化物粉末材料、沸石、金属有机框架(MOF)和碳化硅。可以使用填料材料的功能化变体(例如胺化、磺化、丙烯酸化)。也可以使用上述有机材料和无机材料的组合作为填充材料。

[0037] 本文提出的多个方面涉及膜盒、尤其是所谓的平板膜盒制造的组件。这些组件在膜盒中形成用于一个或多个膜层的支撑体。形成支撑体的组件有利地将多个功能集成在单

个盒中。一个这样的功能可以是渗透物收集和提取，这是已知的。另一种功能可以是空气鼓泡。另一个附加功能可以是收集和提取同一个盒内的第二种不同的渗透物。又一个附加功能可以是气体扩散。这些和其他功能可以集成在同一个支撑体中，而没有显著增加盒的尺寸，从而得到更紧凑的模块。这些附加功能还允许在整个堆叠中获得对操作条件的更一致的控制，使得可以改善堆叠内的每个单独的盒的操作，从而提高性能。

[0038] 如本文中将进一步描述的那样，在一个方面中，从无孔的聚合物片材开始制成支撑体，所述无孔的聚合物片材被形成为所期望的形状并以简单且成本经济有效的方法进行组装。

[0039] 图1中示出了根据本发明的多个方面的膜盒的示例。盒10包括支撑体12，半渗透膜层11或者仅在支撑体12的一侧或一面处附接到支撑体12上，或者在支撑体的两侧处附接到支撑体12上。如图1中所示的盒10特别设计用于在浸没式膜生物反应器中使用，并且有利地集成两种不同的功能。然而，如本文中将进一步描述的那样，可以容易地改变膜盒的设计，以使膜盒适用于多种多样的其它应用。盒10的第一种功能是收集和提取通过半渗透膜11的渗透物。如将进一步描述的那样，渗透物被收集在集成在用于膜11的支撑体12内的流体隔室120中。如此收集的渗透物通过一个或多个出口端口131和132提取。盒10的第二种功能是空气鼓泡。为此，支撑体12在其底端处设置有孔15，用于将空气从盒扩散到盒10周围的流体中。通气孔15与一个或多个空气入口端口141、142流体连通，所述一个或多个空气入口端口141、142有利地设置成与渗透萃取端口131、132相邻。一个或多个通道14集成在支撑体12中，用于将空气从入口端口141、142输送到通气孔15。同样，一个或多个通道13可以集成在支撑体12中，用于将渗透物从流体隔室120输送到出口端口131、132。

[0040] 参见图2-4，支撑体12包括两层，每一层可以由聚合物片材16、17形成，并且所述两层分别形成支撑体12的正面121和背面122。支撑体12和片材16、17在顶部边缘123、底部边缘124、左侧边缘125和右侧边缘126之间延伸，并且由顶部边缘123、底部边缘124、左侧边缘125和右侧边缘126界定。

[0041] 片材16、17中的任一个或两者有利地包括中空凸起162-164。这些凸起是指片材的(例如相对于片材在边缘处的部分161)升高或凸出的部分。这种凸起有利地设置用于集成在支撑体内的流体隔室(例如隔室120-凸起162)和通道(例如通道13-凸起163、通道14-凸起164)。片材16、17在各个隔室和/或通道的边缘处彼此密封，以便将不同的隔室和通道彼此分开或隔离。通过这样做，可以如上文中所描述的那样将不同的功能集成在支撑体12中。

[0042] 每一个聚合物片材有利地是热塑性聚合物片材，其有利地是无孔的，例如不具有互连的孔隙或者是流体或液体不可渗透的。不可渗透性可以例如是指在0.1巴压差下确定的水不可渗透性。可以通过不同技术在热塑性片材中产生凸起。一种这样的技术是热成形。将片材加热至合适的温度，然后将片材成形为具有凸起。这可以通过利用一对模具对被加热的片材加压来完成，所述一对模具中的一个模具是另一个模具的互补(negative)。另一种可能的方案是真空成形，其中在模具(该模具是片材的所期望的形状的互补)上牵拉被加热的片材，并在模具侧施加真空环境。如此获得的片材形成了支撑体半部，并且通过将两个片材16、17在背侧处彼此附接，支撑体12形成有各种隔室和通道。

[0043] 如图中所示，片材16和17有利地但不必彼此相同地成形。为了构成支撑体12，它们被组装成使得它们的背面相互抵靠。在组装后，有利地获得相对于中间平面127对称的支撑

体，片材16和17在中间平面中彼此附接，并且中间平面平行于正面121和背面122。

[0044] 片材16、17包括有利地为平坦的边缘部分161、166、167，这些边缘部分沿着各个凸起162、163、164的边缘设置。在这些边缘部分处组装两块片材16、17允许隔离和密封各个流体隔室120和通道13、14。在图5中更清楚地示出了各种边缘部分，图5示出了从片材16的背侧、即从隔室120的内侧观察的片材16。不同的边缘部分用阴影线表示以获得更好的可视性。可以看出沿着片材16的外边缘设置的最外边缘部分161。除了流体端口131、132、141和142之外，最外边缘部分161包围设置在片材16中的所有凸起。形成通道14的一半的凸起164邻接最外边缘部分161的内边缘。凸起164被包围在最外边缘部分161和内边缘部分166之间。内边缘部分166包围形成流体隔室120的一半的凸起162。与边缘部分167相邻的附加的凸起163可以设置在内边缘部分166和凸起162之间。附加的凸起163形成通道13的一半，所述通道至少部分地包围流体隔室120，并且可以完全包围流体隔室120。通道13通过流体通路133与流体隔室120流体连通，所述流体通路133由凸起168形成。通道13起到所谓的渗透物轮廓通道的作用，该渗透物轮廓通道提供更高的通过量(throughput)并且降低流体隔室120和流体出口端口131和132之间的流动阻力。凸起163和162由轮廓(contour)边缘部分167分开。

[0045] 不同的边缘部分161、166、167有利地是共面的，这有助于片材16和17彼此组装。片材的边缘部分可以通过已知技术，例如通过粘合剂、焊接(例如超声波焊接)或层压彼此附接。因此，在组装片材16和17后，在边缘部分中形成密封。由于边缘部分围绕或包围相应的凸起(流体隔室)，所以流体隔室可以在外周处有效地不透流体，彼此不透流体地分开，并且与周围环境不透流体地分开。

[0046] 在所示的示例中，凸起162和相应的流体隔室120布置在片材的中心区域部分128中，而凸起164和相应的空气供应通道14位于中心区域部分的外周。这种构造允许将通气孔15布置在流体隔室120下方(即，布置在支撑体的底部边缘处)，所有流体端口布置在支撑体的顶部边缘处。方便地注意到，其它配置，例如具有多个彼此隔离(即，不透流体地密封)的流体隔室的配置，也是可行的。

[0047] 聚合片材16和可能的聚合片材17在对应于凸起162的中心区域部分128中形成为多孔的，例如，通过穿孔在中心区域部分128内形成为多孔的，以在中心区域部分128内形成通孔165。通孔165用于在流体隔室120和半渗透膜层11之间提供流体路径。通过半渗透膜层11的滤液穿过通孔165，最终进入流体隔室120，滤液从流体隔室120通过流体出口端口131、132排出。

[0048] 通孔165的尺寸不受特别限制，并且合适的尺寸取决于应用。通孔有利地具有小于或等于2mm、有利地小于或等于1.5mm、有利地小于或等于1.2mm、有利地小于或等于1.0mm、有利地小于或等于0.5mm的尺寸。当孔太大时，光滑的涂层可能是有问题的。通孔可以具有至少5μm、有利地至少10μm、有利地至少25μm、有利地至少50μm、有利地至少100μm的尺寸。

[0049] 通孔可以设置成使得片材的中心区域部分128具有有利地至少2％、有利地至少5％、有利地至少10％、有利地至少15％、有利地至少20％、有利地至少25％、有利地至少30％、有利地至少35％的开口面积(由于通孔而产生的孔隙率)。开口面积为有利地至多70％、有利地至多60％、有利地至多55％、有利地至多50％。开口面积指的是外表面的每单位总面积(包括通孔)的通孔的面积，以百分比值表示。在定义外表面的总面积时，忽略任何

非多孔的边缘区域。开口面积一方面有利地不应过低而不能提供通过支撑体外层的足够的流量，但另一方面也不应过高以避免损害支撑体结构的刚度。方便地注意到，开口面积的补集(complement)(即100％-开口面积)指的是膜与支撑体之间的接触面，该接触面是可用于将膜层粘合到片材上的区域。因此，同样就这一点而言，开口面积也不应过大。

[0050] 对通孔165的横截面形状没有限制，即通孔可以是圆形、正方形、多边形、星形或狭缝形的孔或具有任何其它合适形状的孔。

[0051] 半渗透膜层11在凸起162(中心区域部分128)上延伸，以便覆盖通孔165。半渗透膜层11有利地通过一项已知技术或已知技术的组合附接到片材16上。作为优点，支撑体12允许利用膜形成溶液直接在凸起162上制成半渗透膜层11。膜形成溶液可以渗入通孔165，以在片材16的背侧处形成塞子，从而产生如2013年8月8日的WO2013/113928中所描述的机械固定点。另外或替代地，半渗透膜层11可通过分子缠结粘合到凸起162的外表面。这种类型的粘合，也称为溶剂粘合并且在2015年9月24日的WO 2015/140355中进一步描述，可以通过在表面上直接施加膜形成溶液来获得，在该表面处，溶液的溶剂能够软化或至少部分地溶解片材16的表面部分，从而使得溶液中的膜聚合物的分子和片材16的分子在界面处相互作用。通过如上所述的来自溶液的聚合物的沉淀使分子缠结成为永久性的。方便地注意到，任何其它合适的粘合技术，例如超声波焊接，可以替代地用于将半渗透膜层附接到支撑体。

[0052] 加强件18可以布置在流体隔室120中，并且在片材16和17之间延伸。加强件18增加了支撑体12的刚性，并且允许在相对的片材16和17的凸起162之间保持恒定的间隔。可以使用任何合适的加强件。有利地，加强件18由波纹状聚合物片材形成。波纹状聚合物片材可以适当地附接到外片材16和17。举例来说，波纹状聚合物片材的峰和谷可通过焊接或粘合剂附接到相应的外片材16、17，如图6中所示。粘合剂180可以布置在与加强件18的峰和谷相对应的位置处。在组装片材16和17之后(其中加强件18位于片材16和17之间)，可以使粘合剂180固化或硬化。举例来说，粘合剂180可以是能够通过紫外光固化的粘合剂。加强件18的接触支柱部分181、182之间的角度没有特别限制。合适的角度可以在20°和70°之间、有利地在45°和60°之间变化。

[0053] 方便地注意到，其它结构可以用作加强件18。一种替换的可行性是三维间隔织物，其中每个外表面粘合到相应的片材16或17。另一种可能的方案是如在2008年1月3日的US2008/0000827中所描述的片材，该片材具有在片材的两侧处延伸的结块状突起。方便地注意到，加强件18可以是多孔的，也可以不是多孔的，并且有利地不阻塞通孔165。在加强件18是无孔的情况下，支柱181、182可以形成腹杆(web)构件，将流体隔室120分成多个单独的通道，这些通道与渗透物轮廓通道13连通。

[0054] 由凸起162限定的中心区域部分128有利地是平面的，并且布置在相对于边缘部分161、166升高的高度处。这种布置额外地允许容易地利用半渗透膜层覆盖中心区域部分。

[0055] 对通道13和14的形状没有特别限制。参见图7，这些通道可具有任何合适的横截面形状，原则上横截面形状仅受用于在片材中制造凸起所使用的技术的限制。可行的横截面形状是圆形或多边形。圆形横截面可以是有利的，因为对于给定的直径它可以具有最大的横截面积，它显示出在被施加压力差时最大的抗变形力，并且它具有更好的流动型态。

[0056] 热塑性片材16、17的合适的厚度在0.01mm和2mm之间变化。热塑性片材有利地具有等于或小于1.5mm、有利地等于或小于1mm、有利地等于或小于0.85mm的厚度。热塑性片材的

厚度为有利地至少0.075mm,有利地至少0.1mm。

[0057] 用于聚合物片材和/或加强件18的合适材料是热塑性材料,例如ABS(丙烯腈丁二烯苯乙烯)、丙烯酸(例如PMMA(聚甲基丙烯酸甲酯,例如Plexiglas®)、PE(聚乙烯)(例如HDPE(高密度聚乙烯))、PS(聚苯乙烯)(例如HIPS(高抗冲聚苯乙烯)、KYDEX(PMMA/PVC共混物)、PC(聚碳酸酯)、PEI(聚醚酰亚胺)(例如Ultem®片材)、PETG(聚对苯二甲酸乙二醇酯)、PP(聚丙烯)、PVC(聚氯乙烯)、TPO(热塑性聚烯烃)。方便地注意到,聚合物片材可以由包括不同聚合物的化合物制成,并且可以包括增强纤维。原则上,任何能制作凸起的片材都可以用于片材16、17并且用于加强件18。有利地,片材16、17和加强件18由相同或至少相似的材料制成,以避免任何热应力,并且便于轻松组装。

[0058] 本发明的一个重要方面是支撑体12设有至少两个单独的流体隔室。流体隔室120和渗透物轮廓通道13流体连接并形成第一隔室。空气供应通道14形成第二隔室并且通过片材16和17的密封内边缘部分166与第一隔室隔离(即液密地密封)。有利地,第一隔室和第二隔室中的每一个分别具有单独的流体端口131、132和141、142。

[0059] 空气供应通道14将空气输送到通气孔15,通气孔15可以设置在正面121上并贯穿片材16,设置在背面122上并贯穿片材17,或者同时设置在正面上和背面上。空气通过通气孔15排出到外面,以形成空气气泡,例如在废水(所述盒10浸入在该废水中)中形成空气气泡。由于通气孔15集成在支撑体12中并通过片材16的边缘区域部分166附接到中心区域部分128,因此空气气泡被迫沿着膜11上升。这确保了在支撑体的每个面上均匀地提供空气鼓泡,并且因此为盒的每个膜表面均匀地提供空气鼓泡,并且通过外推,为堆叠的每个膜表面均匀地提供空气鼓泡。另外,直接集成在盒10中的通气装置产生更紧凑的布置。

[0060] 有利地,最外边缘161的沿着底部边缘124的宽度确保了离开正面121上的通气孔15的每个气泡沿正面121上升,从而防止任何空气气泡移动到背面122,并且反之亦然。边缘部分161在孔15的中心和底部边缘124之间的宽度为有利地至少5mm、有利地至少10mm、有利地至少15mm。

[0061] 从图4可以看出,通气孔15有利地布置在从通道14向下突出的袋状部151中。孔15布置在袋状部151的附近或底部边缘处,从而避免废水在通道14或袋状部151中产生停滞区域。可以提供弹性材料(弹性体或硅树脂)制成的条带以覆盖通气孔15。该条带包括在与通气孔15对应的位置处的狭缝,以允许空气气泡逸出。只有当通道14被加压时,狭缝才会打开,并且当没有空气供应时(例如,在逆流循环期间),该狭缝将关闭或至少减小孔15的尺寸。弹性条带防止孔堵塞。

[0062] 方便地注意到,可以根据期望设置额外的流体隔室。

[0063] 方便地注意到,膜层11有利地仅在由凸起162限定的中心区域部分上延伸。支撑体12的其它部分通常不由膜层11覆盖。

[0064] 图1的盒10构造成用于竖直放置在进料中,使得空气供应通道14竖直运行并且通气孔15形成布置在支撑体的底部边缘124附近的水平阵列。有利地,入口/出口端口131、132和141、142设置在顶部处,有利地从支撑体12的顶部边缘123竖直地突出。

[0065] 提供集成的通气/空气鼓泡系统并非是通过本文中所公开的方面成为可能的唯一附加集成的功能。除了空气鼓泡或者替代于空气鼓泡,单独的流体隔室可用于其它目的。举例来说,可以在支撑体12中设置多个单独的流体隔室120。每个单独的流体隔室可以用不同

的膜层11覆盖，例如它们可以布置用于从进料流中分离不同的化合物，在这种情况下，支撑体可以具有用于每个隔室的单独的渗透物出口端口，从而允许单独地提取不同的渗透物。举例来说，一个膜层可以是亲水性半渗透膜，用于从进料流中提取液体。另一个膜层可以是疏水性半渗透膜，其用作气体扩散层，用来从进料流中提取气体或将气体注入进料流中。气体扩散层可以例如是用于在液体提取膜层附近的进料流中溶解气体。溶解的气体可以例如引起或增强许多有益于渗透物提取的化学反应。替代地，气体或液体形式的化合物(例如阻垢剂)可以借助于从流体隔室注射通过相应的膜层而掺入到周围的液体中。在另一个附加的替代方案中，单独的膜层和相应的流体隔室可以用来选择性地去除可能的抑制性化合物，例如通过液/液萃取。在又一个替代实施方案中，单独的膜层可各自对不同的反应产物具有选择性，因此可用于从进料流中分别去除不同的反应产物。方便地注意到，本文中所描述的膜盒可以配置成以任何合适的方向(例如，除竖直之外的水平或倾斜的方向)布置在模块中。

[0066] 从上文清楚的是，通过成形彼此附接的聚合物片材并密封不同的隔室来形成支撑体的方式，允许容易地将任何数量的通道和流体隔室集成在支撑体内。可以集成附加的通道，例如，用于使冷却或加热流体循环通过支撑体的通道。这可以在期望控制盒所浸入的进料流的温度、或渗透物的温度时使用。

[0067] 有利地为平面的最外边缘部分161可有利地用作附接唇缘，例如，所述附接唇缘插入模块容器(未示出)中的相应导向槽中。作为进一步的优点，盒10是完全无框架的，这降低了制造成本，并且允许不受干扰的流动型态，从而减小了在相对的膜之间的间隔的阻碍。

[0068] 参见图8和9，通过将一个盒的前表面121和相接续的盒的后表面122以面对的关系并彼此间隔开地放置，可以堆叠过滤盒10。间隔和/或连接构件19可以有利地布置在支撑体12的任何一个边缘部分上，例如布置在最外边缘部分161上。构件19可以包括从支撑体的正面121和背面122中的一个或两个突出的间隔构件191、192。构件19可以附加地或替代地包括用于将盒附接到堆叠80中的相接续的盒的连接件。连接件可以是配合的插配连接件(click fit connector)193、194。有利地，构件19是片材16和17中的凸起。

[0069] 当将两个片材16和17附接在一起时，端口连接件(未示出)可以附接到流体端口131、132和141、142。端口连接件可以设置用于将堆叠80的所有盒联接到一个或多个分配歧管。

[0070] 方便地注意到，即使在上述示例中，盒已经描述为在正面和背面处都设置有膜层，但这不是必需的。根据本发明的盒可以与仅附接到支撑体的一个表面(例如正面)上的膜层一起工作。在这种情况下，背面层17根本不需要包括任何凸起或穿孔。

[0071] 虽然上面已经描述了具有矩形形状的膜盒，但是方便地注意到，本文中所描述的多个方面并不局限于这些形状。举例来说，也可以考虑盘状盒。

[0072] 现在将结合图10的流程图描述用于制造如在上文所描述的盒10的方法100。在步骤101中，将第一层(有利地是无孔或致密的聚合物片材)在第一区域部分128中(例如通过穿孔，例如通过激光或冲孔或针刺或任何其它合适的技术)制成为多孔的。第一区域部分被边缘区域部分161包围，第一层在该边缘区域部分中有利地保持为无孔的。在步骤102中，可以在第一层上限定一个或多个第二区域部分，例如用于通道14和通气孔15的区域部分，它们全部被边缘区域部分161围绕。第二区域部分通过至少一个附加的边缘区域部分166与第

一区域部分128间隔开。第二区域部分中的第一层可以是无孔的。可以限定附加的边缘区域部分167，例如可以在第一和第二区域部分之间限定附加的边缘区域部分167。

[0073] 在步骤103中，将第一层成形，以相对于边缘区域部分在第一区域部分128和一个或多个第二区域部分中形成凸起162-164。凸起从层的正面121突出。该层有利地在边缘区域部分中是平面的。有利地，所有边缘区域部分是共面的。凸起可以通过任何合适的成形技术、例如如上文所描述的热成形或真空成形来制成。方便地注意到，步骤101和/或步骤102可以与步骤103同时执行或在步骤103之后执行。

[0074] 在步骤104中，提供第二层，其具有至少对应于第一片材的区域的区域。第二层有利地至少在对应于第一片材的边缘区域部分的区域中是无孔的。第二层有利地是聚合物片材。它可以形成有凸起，并且可以形成为第一片材的镜像形状。它可以有利地具有与第一片材相同的形状。

[0075] 在步骤105中，第一层在其边缘区域部分161、166、167中的一个或多个处附接到第二层，使得第一层和第二层的背面彼此面对。第一层和第二层在边缘区域部分处的附接使得在第一和/或第二区域部分的外周形成密封。第一片材可通过任何合适的技术(例如通过粘附、焊接或层压)附接到第二层。在附接之前，可以在中间步骤106中在第一片材和第二层之间插入加强件18。加强件18有利地粘合到第一层和第二层中的任何一个或两者。加强件18可以通过使第三聚合物片材起波纹来获得。在插入到第一片材和第二层之间之前，有利地将粘合剂施加在第三波纹片材的峰和谷上。在将第一层附接到第二层之后，可以使粘合剂硬化或固化。

[0076] 在步骤107中，用半渗透膜层11覆盖第一区域部分，有利地通过直接涂覆技术覆盖在第一区域部分上。边缘区域部分以及第一片材是无孔的一般所有区域部分不需要用膜层涂覆或覆盖。方便地注意到，在将第一层和第二层彼此附接之前或之后，可以在支撑体上形成膜层11等。常规涂覆技术，例如狭缝式涂覆(slot coating)或刮刀涂覆可用于在支撑体上形成膜层11。

[0077] 在可替换的方法中，在步骤101中，第一层的第一区域部分128用多孔层替换，例如用编织或非编织片材(有利地由热塑性丝制成、有利地由单丝制成)替换，以省略穿孔步骤。然后，该方法继续执行如上文所描述的步骤102至107。

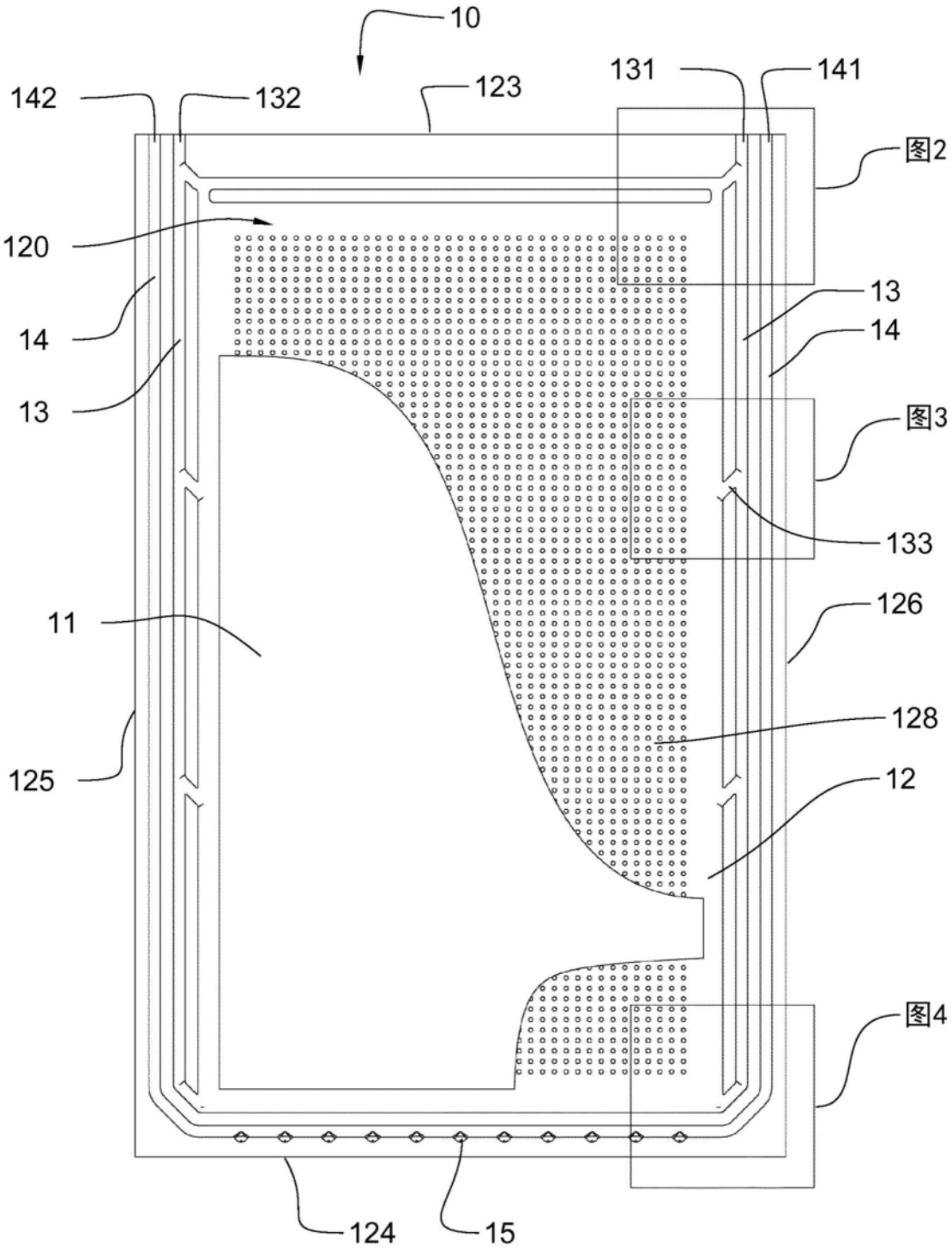

10
142
132
123
131
141
图2
120
13
14
14
13
图3
133
11
126
128
125
12
图4
124
15

图1

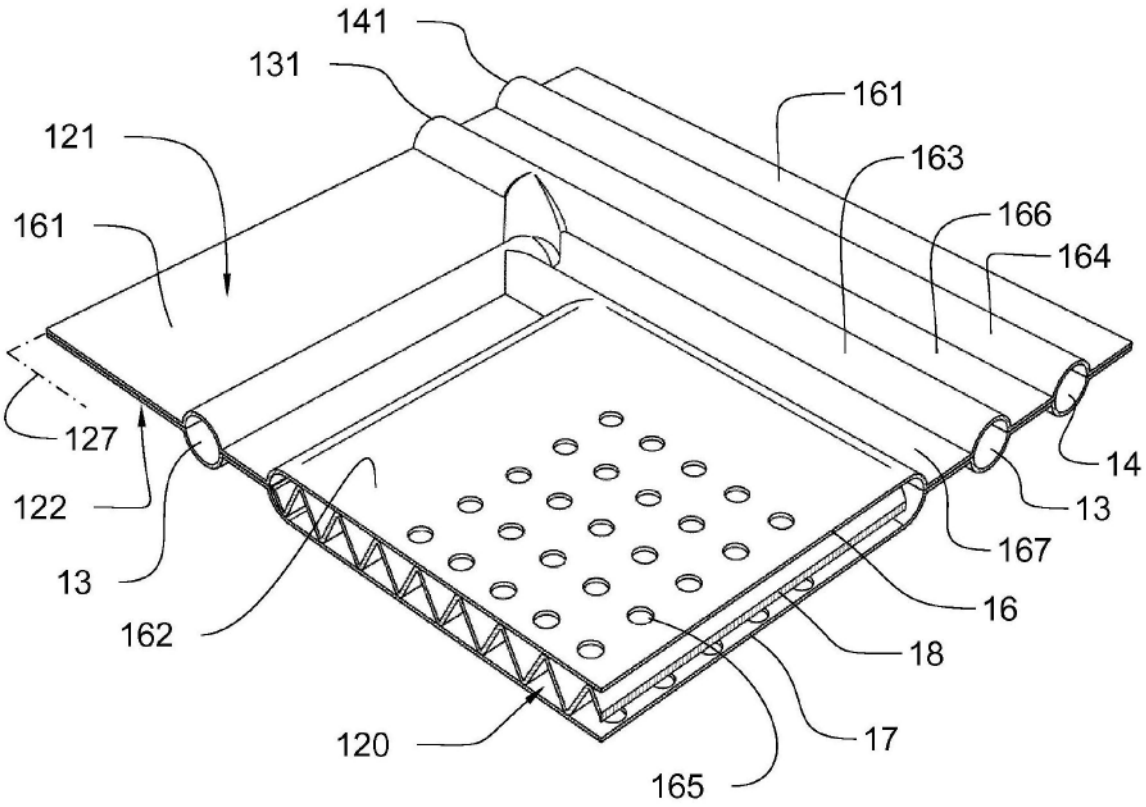

141
131
121
161
161
163
166
164
127
122
13
162
120
165
17
18
16
167
13
14

图2

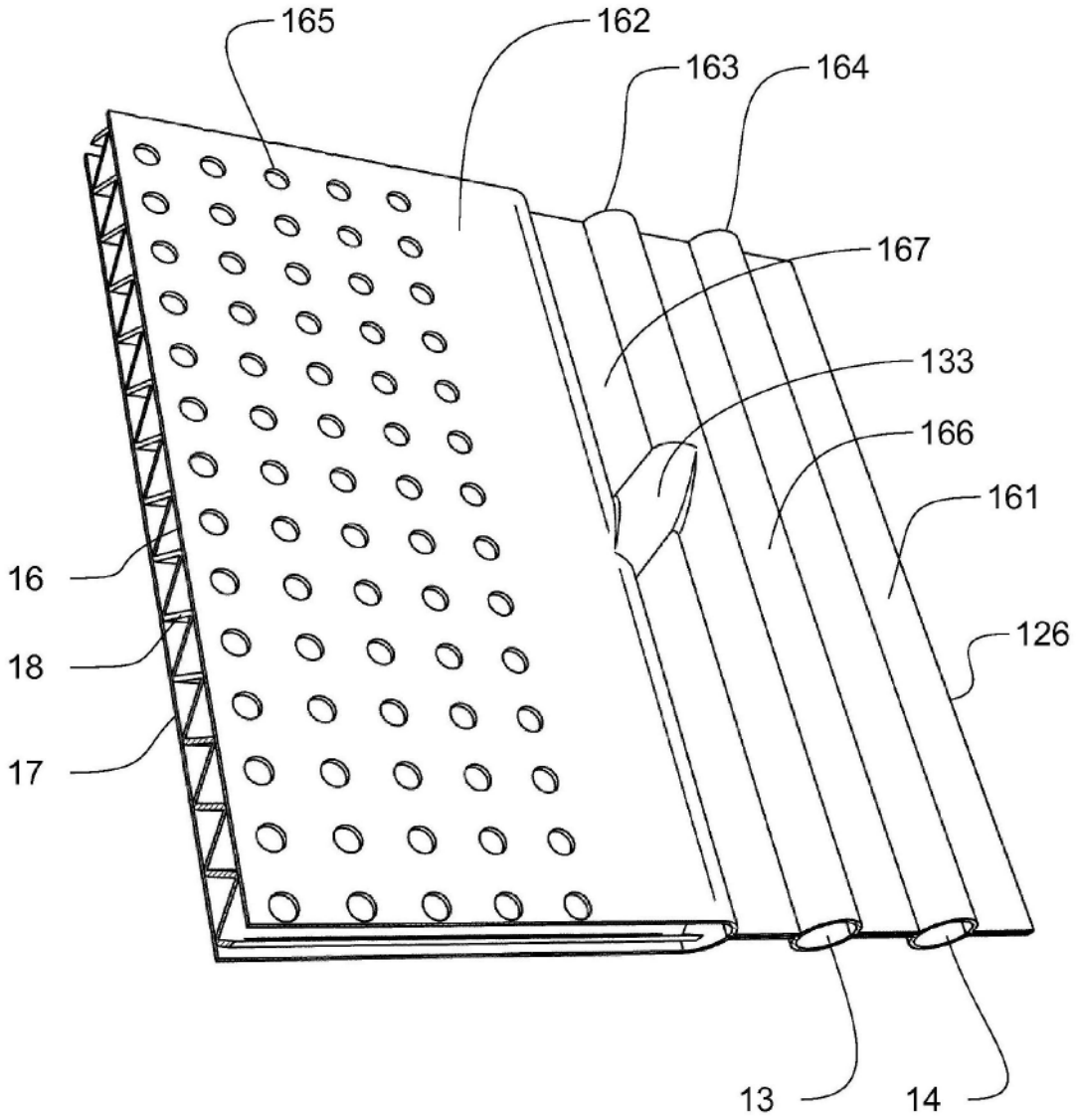


图3

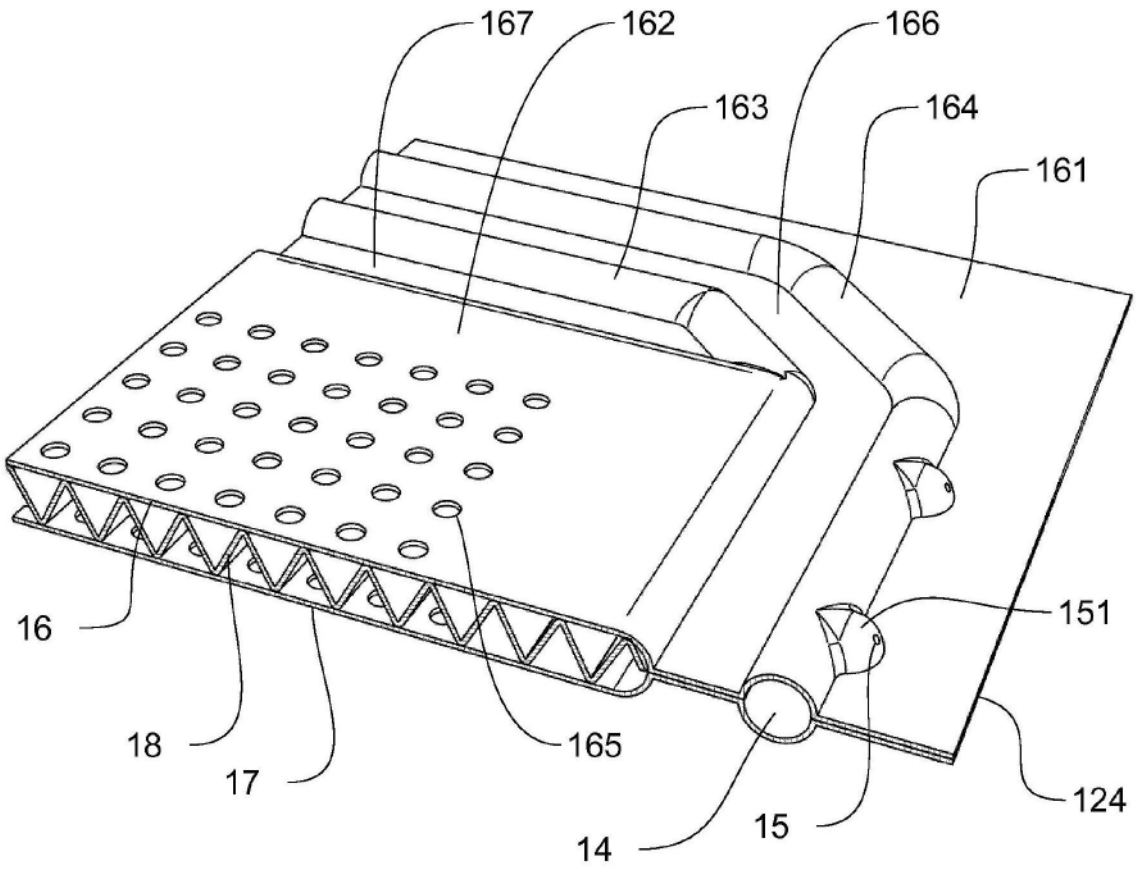


图4

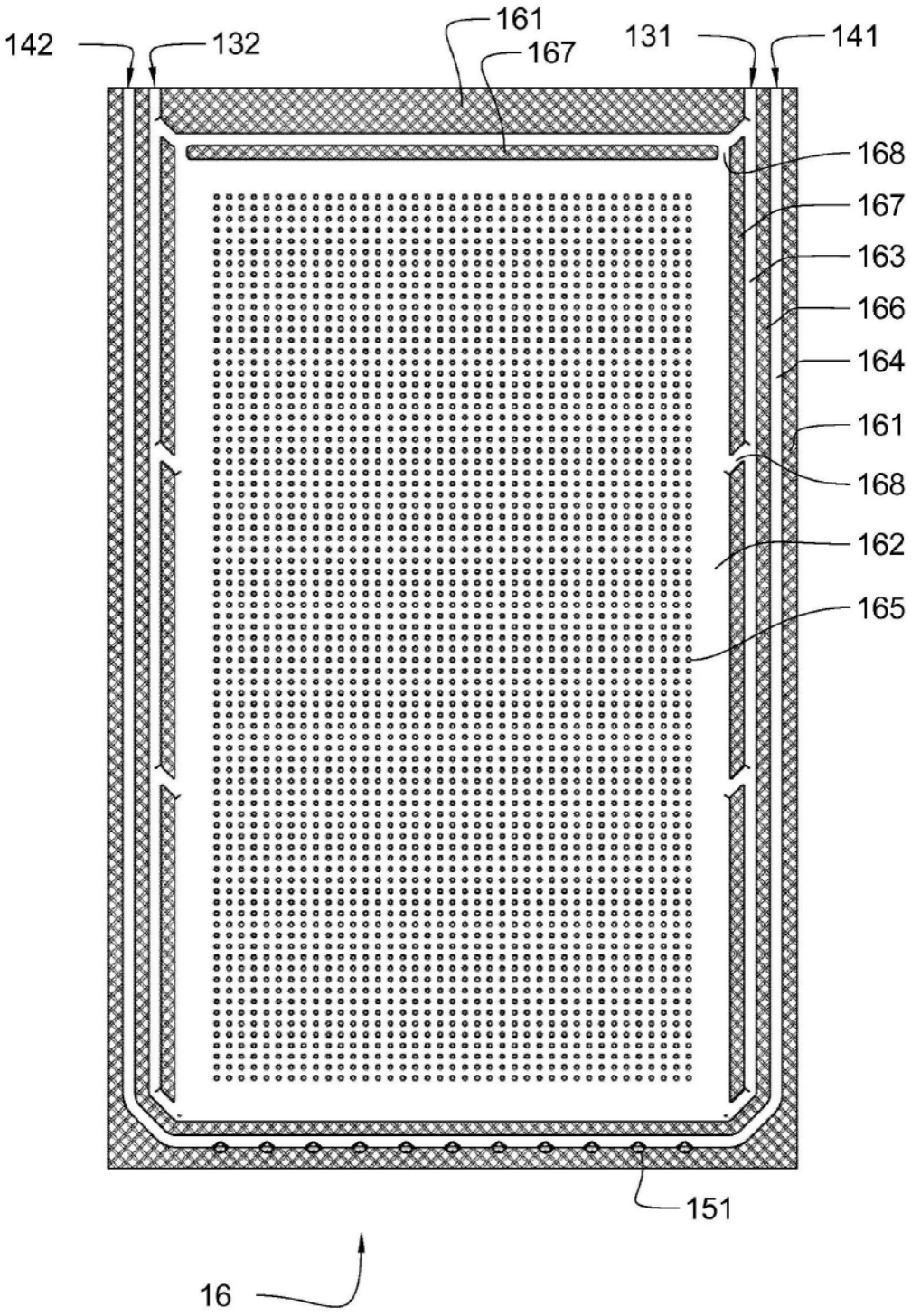

142
132
161
167
131
141
168
167
163
166
164
161
168
162
165
151
16

图5

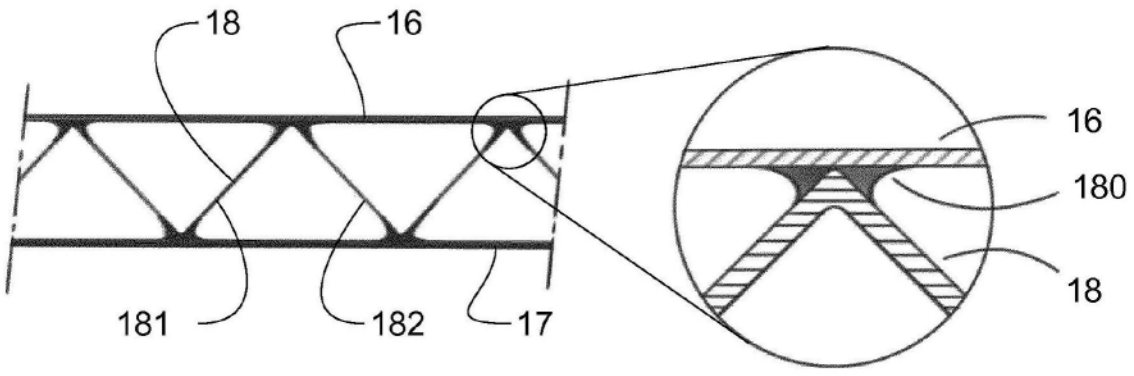


图6

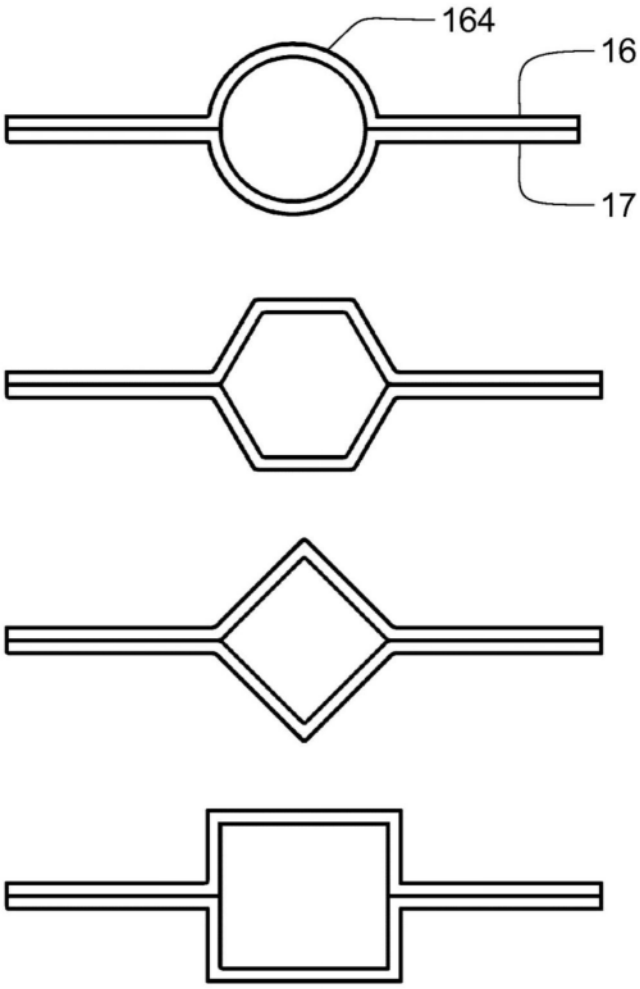


图7

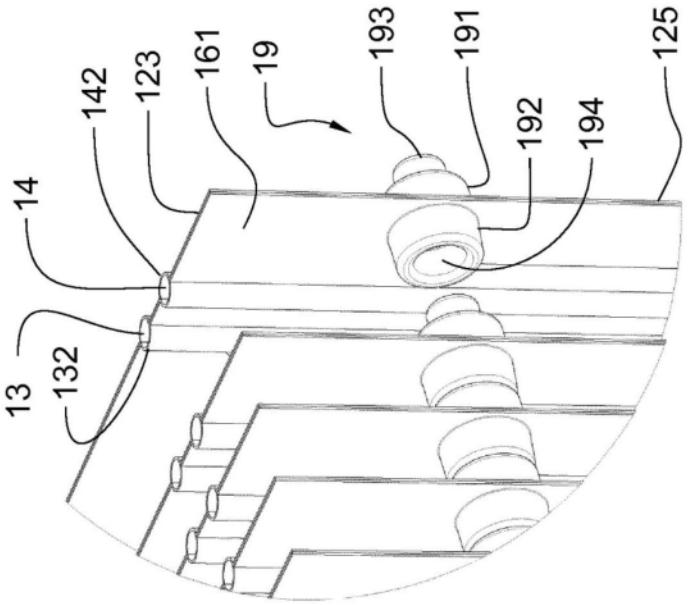


图 9

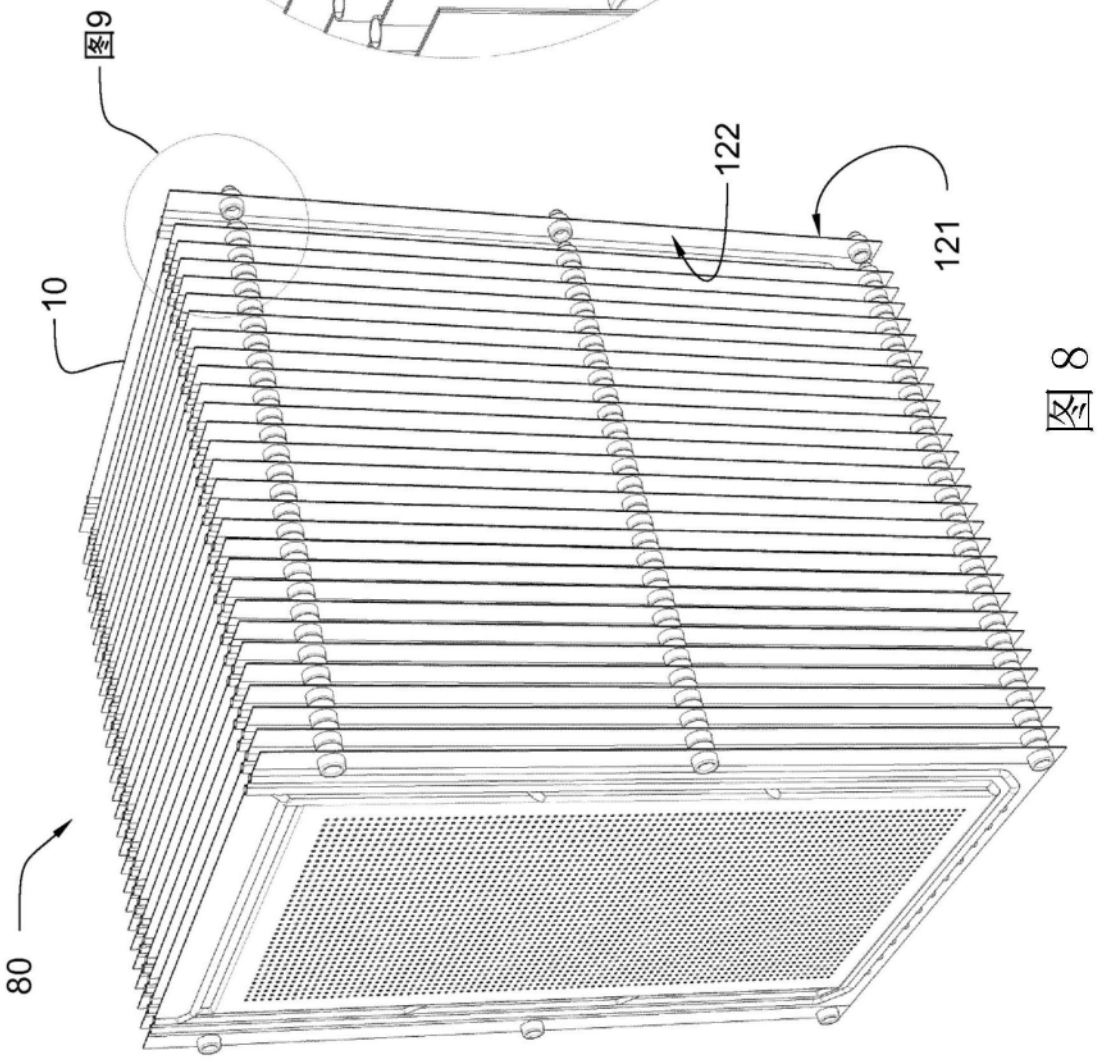


图 8

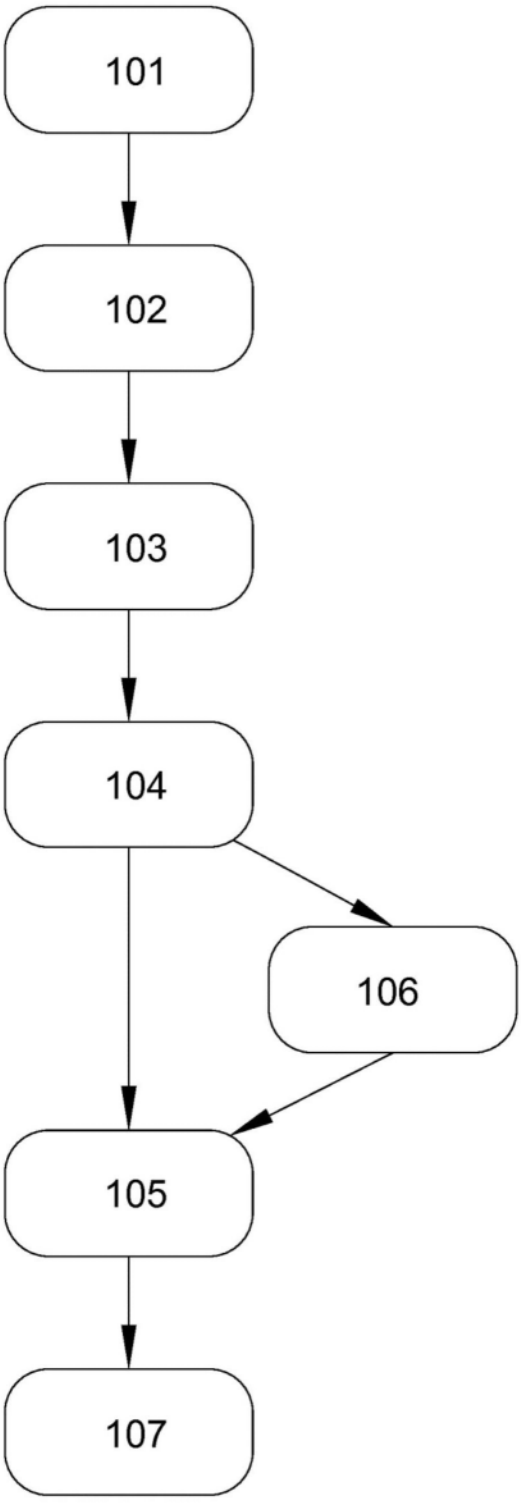


图10