



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104955552 B

(45)授权公告日 2017.03.08

(21)申请号 201380071624.6

(22)申请日 2013.12.20

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104955552 A

(43)申请公布日 2015.09.30

(30)优先权数据

61/745,300 2012.12.21 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.07.28

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/077314 2013.12.20

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/100766 EN 2014.06.26

(73)专利权人 波里费拉公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 C·本登 O·巴卡金

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

责任公司 11287

代理人 林斯凯

(51)Int.Cl.

B01D 63/08(2006.01)

B01D 63/00(2006.01)

B01D 65/00(2006.01)

B01D 61/10(2006.01)

B01D 61/20(2006.01)

(56)对比文件

US 2012/0118743 A1,2012.05.17,

US 5100556 A,1992.03.31,

US 2003/0173285 A1,2003.09.18,

US 2012/0118743 A1,2012.05.17,

US 2010/0326833 A1,2010.12.30,

US 2002/0148769 A1,2002.10.17,

US 2008/0017578 A1,2008.01.24,

CN 102740954 A,2012.10.17,

审查员 舒婷

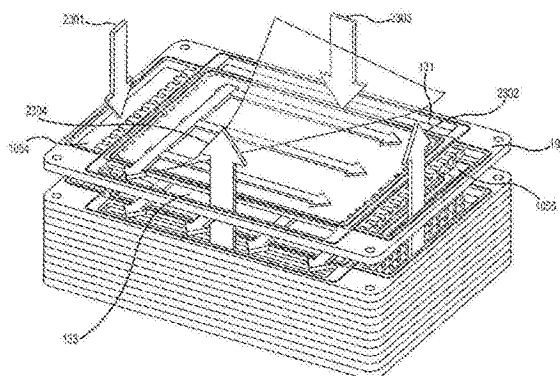
权利要求书3页 说明书17页 附图19页

(54)发明名称

用于利用堆叠隔膜及间隔件进行分离的分离系统、元件及方法

(57)摘要

本发明揭示一种实例分离系统,其包含隔膜板组合件的堆叠。实例隔膜板组合件可包含结合到隔板的相对侧的隔膜。所述隔板可包含与所述隔膜之间的区域流体连通的第一开口,及与隔膜板组合件之间的区域流体连通的第二开口。所述堆叠中的相邻隔膜板组合件可具有交替定向使得用于所述堆叠中的相邻隔膜的结合区域可交错。因此,可提供可彼此正交的两个隔离流动。



1. 一种分离系统,其包括:

多个隔膜板组合件,其中所述隔膜板组合件中的每一者包括:

包括间隔区域的隔板,其中所述隔板至少部分界定至少第一开口及至少第二开口,其中所述隔板包括具有第一结合区域的第一表面及大体上与所述第一表面相对的第二表面,所述第二表面具有与所述第一结合区域横向地偏移的第二结合区域;

第一隔膜,其在所述第一结合区域处结合到所述第一表面;

第二隔膜,其在所述第二结合区域处结合到所述第二表面;

其中所述隔膜板组合件形成堆叠,其中所述堆叠中的相邻隔膜板组合件包括以 180° 交替定向地布置的大体上相同的隔板,且第一隔板的所述第一结合区域与相邻隔膜板组合件的相邻隔板的所述第二结合区域大体上相对于彼此对准;

其中所述第一开口与所述第一隔膜和所述第二隔膜之间的区域流体连通,从而至少部分地界定第一流动路径;及

一个或多个支撑板,其经耦合以固定堆叠中的所述多个隔膜板组合件,其中所述支撑板中的至少一者界定至少一个流体端口。

2. 根据权利要求1所述的分离系统,其中所述间隔区域包括薄板,所述薄板包括两侧上的突出物、腔、纹路或其组合,其中所述突出物、腔、纹路或其组合与所述第一隔膜及所述第二隔膜接触,从而界定跨所述间隔区域的流动路径。

3. 根据权利要求1所述的分离系统,其中所述间隔区域包括内隔膜组合件,其中所述内隔膜组合件包括在所述隔板的第一侧上的第三隔膜、在所述隔板的第二侧上的第四隔膜。

4. 根据权利要求3所述的分离系统,其进一步包括在至少两个相邻隔膜表面之间的垫片。

5. 根据权利要求1所述的分离系统,其进一步包括在所述第一结合区域处结合到所述第一表面且定位在所述第一隔膜与所述隔板相对的侧上的垫片,其中所述垫片的与所述第一隔膜板组合件的所述第一隔膜相对的所述侧,与第二隔膜板组合件的所述第二隔膜的与所述第二隔膜板组合件的所述隔板相对的侧接触。

6. 根据权利要求1所述的分离系统,其中所述第二开口与所述堆叠中的相邻隔膜板组合件之间的区域流体连通,从而界定第二流动路径。

7. 根据权利要求3所述的分离系统,其中所述第二开口与所述堆叠中的相邻隔膜板组合件与所述第三隔膜及所述第四隔膜之间的区域流体连通,从而界定第二流动路径,且其中所述第一开口与所述第一隔膜与所述第三隔膜之间的区域及所述第二隔膜与所述第四隔膜之间的区域流体连通。

8. 根据权利要求7所述的分离系统,其中所述第一流动路径经配置以促进流体以第一方向在所述第一隔膜与所述第三隔膜之间的所述区域及所述第二隔膜与所述第四隔膜之间的所述区域中流动,且其中所述第二流动路径经配置以促进流体以第二方向在所述第三隔膜与所述第四隔膜之间及所述堆叠中的相邻隔膜板组合件之间的区域中流动,从而界定第二流动路径,其中所述第一方向及所述第二方向是正交的。

9. 根据权利要求1所述的分离系统,其中所述至少一个流体端口与至少一个隔膜板组合件的所述第一开口连通,且另一流体端口与至少一个隔膜板组合件的所述第二开口连通。

10. 根据权利要求1所述的分离系统,其中所述第一开口及所述第二开口位于所述隔板的不同边沿上。

11. 根据权利要求6或7所述的分离系统,其中所述第一流动路径经配置以促进流体以第一方向在所述第一隔膜与所述第二隔膜之间的所述区域中流动,且其中所述第二流动路径经配置以促进流体以第二方向在相邻板组合件之间的所述区域中流动,其中所述第一方向及所述第二方向是正交的。

12. 根据权利要求1所述的分离系统,其中每一隔板的所述第一开口经配置以界定第一流体的平行、连续或连续平行流动路径中的任一者。

13. 根据权利要求1所述的分离系统,其中每一隔板的所述第二开口经配置以界定第二流体的平行、连续或连续平行流动路径中的任一者。

14. 根据权利要求1所述的分离系统,其中每一隔板的所述第一开口耦合到一或多个支撑板的所述流体端口中的一或多个者。

15. 根据权利要求1所述的分离系统,其中每一隔板的所述第二开口耦合到一或多个支撑板的所述流体端口中的一或多个者。

16. 根据权利要求1所述的分离系统,其中所述分离系统浸入在第一流体中,且其中所述第一开口中的每一者暴露于所述第一流体。

17. 根据权利要求12或16所述的分离系统,其中另一流体端口耦合到所述第二开口且经配置以提供第二流体。

18. 根据权利要求1所述的分离系统,其中所述隔板中的每一者是由射出模制塑料形成。

19. 根据权利要求1所述的分离系统,其中所述第一隔膜或所述第二隔膜中的任一者是正向渗透隔膜。

20. 根据权利要求1所述的分离系统,其中所述第一隔膜或所述第二隔膜中的任一者包括醋酸纤维素、薄膜复合物、聚酰胺、芳族聚酰胺、聚偏二氟乙烯或聚丙烯。

21. 根据权利要求1所述的分离系统,其中所述隔膜板组合件进一步包括经配置以界定平行流动路径或连续流动路径的互连件。

22. 一种方法,其包括:

以第一方向在多个隔膜中的某些隔膜之间的区域中运输第一流体,其中所述多个隔膜中的至少多对所述某些隔膜结合到相应隔板以形成所述区域,且其中所述相应隔板经堆叠使得当所述相应隔板的外边界大体上彼此对准时,所述多个隔膜中的所述某些隔膜的第一结合区域和第二结合区域彼此相对交错;

以第二方向在所述多个隔膜中的其它隔膜之间的其它区域中运输第二流体;

其中所述第一流体及所述第二流体各自包括溶质,其中溶质的浓度在所述第一流体中较高,使得所述第二流体中的溶质的浓度至少部分通过跨所述隔膜的流体运输而增加;且其中所述第一方向及所述第二方向是垂直方向。

23. 根据权利要求22所述的方法,其中所述多个隔膜中的某些隔膜之间的所述区域经配置以界定所述第一流体的平行、连续或连续平行流动路径中的任一者。

24. 根据权利要求22所述的方法,其中所述多个隔膜中的其它隔膜之间的所述区域经配置以界定所述第二流体的平行、连续或连续平行流动路径中的任一者。

25. 根据权利要求22所述的方法, 其中所述多个隔膜中的至少多对隔膜结合到相应隔板, 且其中所述隔板是由射出模制塑料形成。

26. 根据权利要求22所述的方法, 其中所述隔膜包括醋酸纤维素、薄膜复合物、聚酰胺、芳族聚酰胺、聚偏二氟乙烯或聚丙烯或其组合。

27. 根据权利要求22所述的方法, 其进一步包括将气泡引入到所述区域中的任一者中。

28. 根据权利要求22所述的方法, 其进一步包括以平行流动路径将所述第一流体或所述第二流体中的一者运输到所述多个隔膜中的所述某些隔膜之间的所述区域中的每一者, 及以连续流动路径将所述第一流体或所述第二流体中的另一者运输到所述多个隔膜中的所述其它隔膜之间的所述区域中的每一者。

用于利用堆叠隔膜及间隔件进行分离的分离系统、元件及方法

[0001] 交叉参考

[0002] 本申请案主张2012年12月21日申请的第61/745,300号美国临时申请案的早期申请日期的优先权,所述申请案的全文出于任何目的以引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本文中描述的实例涉及分离系统、元件及方法,其可用于正向渗透(FO)、压力延缓渗透(PRO)或通常任何分离过程。

[0004] 政府赞助

[0005] 本发明是在美国国防部授予的第W911NF-09-C-0079号合约下由政府支持而实现。美国政府对本发明拥有特定权利。

背景技术

[0006] 隔膜可用以执行渗透,所述渗透通常发生在不同浓度的两种溶液放置在可渗透或可半渗透隔膜的相对侧上时。所述两种溶液之间的渗透压力差驱使水跨隔膜从稀溶液渗透到浓溶液,同时隔膜的选择性质将溶质保留在其相应溶液中。

[0007] 板及框架分离元件可通常包含用于围封隔模板组合件的堆叠或阵列的板及框架。板及框架分离元件可包含平板隔膜、汲取通道间隔件、平板隔膜及进料、通道间隔件的组合。

发明内容

[0008] 本文中描述了分离系统、隔模板组合件、隔板及方法的实例。实例分离系统可包含多个隔模板组合件。隔模板组合件中的每一者可包含具有间隔区域的隔板。隔板可至少部分界定第一开口及第二开口。隔板可包含具有第一结合区域的第一表面及具有第二结合区域的相对第二表面。隔模板组合件可各自包含第一隔膜,其在第一结合区域处结合到第一表面。隔模板组合件可各自包含第二隔膜,其在第二结合区域处结合到第二表面。隔模板组合件可形成堆叠,其中堆叠中的相邻隔模板组合件具有交替定向。第一表面及第二表面可具有相对于彼此的交错位置。隔板的第一开口可与第一隔膜与第二隔膜之间的区域流体连通,从而界定第一流动路径。所述分离系统可进一步包含经耦合以固定堆叠中的隔膜元件的支撑板,其中所述支撑板中的至少一者界定至少一个流体端口。

[0009] 在一些实例中,间隔区域可包含薄板,所述薄板包括两侧上的突出物、腔、纹路或其组合,其中所述突出物、腔、纹路或其组合与第一隔膜及第二隔膜接触,从而界定跨间隔区域的流动路径。

[0010] 在一些实例中,间隔区域包括内隔膜组合件,其中所述内隔膜组合件包括在隔板的第一侧上的第三隔膜、在隔板的第二侧上的第四隔膜。

[0011] 在一些实例中,所述分离系统可进一步包含在至少两个相邻隔膜表面之间的垫

片。

[0012] 在一些实例中,所述分离系统可进一步包含在第一结合区域处结合到第一表面且定位在第一隔膜与隔板相对的侧上的垫片,其中所述垫片与第一隔膜板组合件的第一隔膜相对的侧与第二隔膜板组合件的第二隔膜与第二隔膜板组合件的隔板相对的侧接触。

[0013] 在一些实例中,第二开口与堆叠中的相邻隔膜板组合件之间的区域流体连通,从而界定第二流动路径。

[0014] 在一些实例中,第二开口与堆叠中的相邻隔膜板组合件与第三隔膜及第四隔膜之间的区域流体连通,从而界定第二流动路径,且其中第一开口与第一隔膜与第三隔膜之间的区域及第二隔膜与第四隔膜之间的区域流体连通。

[0015] 在一些实例中,第一流动路径经配置以促进流体以第一方向在第一隔膜与第三隔膜之间的区域及第二隔膜与第四隔膜之间的区域中流动,且第二流动路径经配置以促进流体以第二方向在第三隔膜与第四隔膜之间及堆叠中的相邻隔膜板组合件之间的区域中流动,从而界定第二流动路径,其中所述第一方向及所述第二方向是正交的。

[0016] 在一些实例中,至少一个流体端口与至少一个隔膜板组合件的第一开口连通,且另一流体端口与至少一个隔膜板组合件的第二开口连通。

[0017] 在一些实例中,第一开口及第二开口位于隔板的不同边沿上。

[0018] 在一些实例中,第一流动路径经配置以促进流体以第一方向在第一隔膜与第二隔膜之间的区域中流动,且第二流动路径经配置以促进流体以第二方向在相邻板组合件之间的区域中流动,其中所述第一方向及所述第二方向是正交的。

[0019] 在一些实例中,每一隔板的第一开口经配置以界定第一流体的平行、连续或连续平行流动路径中的任一者。

[0020] 在一些实例中,每一隔板的第二开口经配置以界定第二流体的平行、连续或连续平行流动路径中的任一者。

[0021] 在一些实例中,每一隔板的第一开口耦合到一或多个支撑板的流体端口中的一或多者。

[0022] 在一些实例中,每一隔板的第二开口耦合到一或多个支撑板的流体端口中的一或多者。

[0023] 在一些实例中,分离系统浸入在第一流体中,且其中第一开口中的每一者暴露于第一流体。

[0024] 在一些实例中,另一流体端口耦合到第二开口且经配置以提供第二流体。

[0025] 在一些实例中,隔板中的每一者是由射出模制塑料形成。

[0026] 在一些实例中,第一隔膜或第二隔膜中的任一者是正向渗透隔膜。

[0027] 在一些实例中,第一隔膜或第二隔膜中的任一者包括醋酸纤维素、薄膜复合物、聚酰胺、芳族聚酰胺、聚(偏二氟乙烯)或聚丙烯。

[0028] 在一些实例中,隔膜板组合件进一步包括经配置以界定平行流动路径或连续流动路径的互连件。

[0029] 实例方法包含以第一方向在多个隔膜中的某些隔膜之间的区域中运输第一流体。实例方法可进一步包含以第二方向在所述多个隔膜中的其它隔膜之间的其它区域中运输第二流体。第一流体及第二流体可各自包括溶质,且溶质的浓度在第一流体中可较高,使得

第二流体中的溶质的浓度至少部分通过跨所述隔膜的流体运输而增加。所述第一方向及所述第二方向可为垂直方向。

[0030] 在一些实例中,所述多个隔膜中的至少多对某些隔膜结合到相应隔板以形成所述区域,且相应隔板经堆叠使得所述多个隔膜中的某些隔膜的结合区域彼此相对交错。

[0031] 在一些实例中,所述多个隔膜中的某些隔膜之间的区域经配置以界定第一流体的平行、连续或连续平行流动路径中的任一者。

[0032] 在一些实例中,所述多个隔膜中的其它隔膜之间的区域经配置以界定第二流体的平行、连续或连续平行流动路径中的任一者。

[0033] 在一些实例中,所述多个隔膜中的至少多对隔膜结合到相应隔板,且隔板是由射出模制塑料形成。

[0034] 在一些实例中,所述隔膜包括醋酸纤维素、薄膜复合物、聚酰胺、芳族聚酰胺、聚(偏二氟乙烯)或聚丙烯或其组合。

[0035] 在一些实例中,方法进一步包含将气泡引入到所述区域中的任一者中。

[0036] 在一些实例中,方法进一步包含以平行流动路径将第一流体或第二流体运输到所述多个隔膜中的某些隔膜之间的区域中的每一者,及以连续流动路径将第一流体或第二流体中的另一者运输到所述多个隔膜中的其它隔膜之间的区域中的每一者。

附图说明

[0037] 图1是根据一些实施例的描绘分离系统的垂直到流动路径的说明。

[0038] 图2是根据一些实施例的分离系统的隔板的俯视图。

[0039] 图3A是根据一些实施例的沿第一轴的分离系统的隔板的横截面图。

[0040] 图3B是根据一些实施例的沿第二轴的分离系统的隔板的横截面图。

[0041] 图4是根据一些实施例的分离系统的隔膜板组合件的等距视图。

[0042] 图5是根据一些实施例的布置在堆叠中的多个隔膜板组合件的等距视图。

[0043] 图6是根据一些实施例的图5的多个隔膜板组合件的等距视图,其展示每一隔膜板组合件之间的结合。

[0044] 图7是根据一些实施例的图5的多个隔膜板组合件的等距视图,其展示通过将隔膜板组合件堆叠提供的通道。

[0045] 图8是根据一些实施例的沿第一轴的分离系统的分解横截面图。

[0046] 图9是根据一些实施例的沿第二轴的分离系统的分解横截面图。

[0047] 图10是根据一些实施例的分离系统的隔板的俯视图。

[0048] 图11A是根据一些实施例的沿第一轴的分离系统的隔板的横截面图。

[0049] 图11B是根据一些实施例的沿第二轴的分离系统的隔板的横截面图。

[0050] 图12是根据一些实施例的分离系统的隔膜板组合件的等距视图。

[0051] 图13是根据一些实施例的分离系统的隔膜板组合件的横截面图。

[0052] 图14是根据一些实施例的分离系统的截面图。

[0053] 图15是根据一些实施例的图14的截面图,其展示沿第一轴的分离系统的多个隔膜板组合件之间的结合。

[0054] 图16是根据一些实施例的图14的截面图,其展示沿第二轴的分离系统的多个隔膜

板组合件之间的结合。

- [0055] 图17是根据一些实施例的沿第一轴的分离系统的横截面图。
- [0056] 图18是根据一些实施例的沿第二轴的分离系统的横截面图。
- [0057] 图19是根据一些实施例的分离系统的等距视图,其展示分离系统内的流动路径。
- [0058] 图20是根据一些实施例的分离系统的等距视图。
- [0059] 图21A是根据一些实施例的平行堆叠的分离系统的横截面图。
- [0060] 图21B是根据一些实施例的连续堆叠的分离系统的横截面图。
- [0061] 图21C是根据一些实施例的以连续与平行的组合堆叠的分离系统的横截面图。
- [0062] 图22A是根据一些实施例的分离系统的短节的等距视图。
- [0063] 图22B是根据一些实施例的封闭短节的俯视图。
- [0064] 图22C是根据一些实施例的封闭短节的横截面图。
- [0065] 图22D是根据一些实施例的敞开短节的俯视图。
- [0066] 图22E是根据一些实施例的敞开短节的横截面图。
- [0067] 图23是根据一些实施例的分离系统的等距视图。
- [0068] 图24是根据一些实施例的隔膜元件的滑轨的等距视图。

具体实施方式

[0069] 下文中陈述特定细节以提供对本发明的实施例的足够了解。然而,所属领域的技术人员将明白,可在无此类特定细节的情况下实施本发明的实施例。在某些情况下,并未详细展示熟悉的化学结构、化学成分、分子、材料、制造组件、控制系统、电子组件、时序协议及软件操作以避免不必要地混淆本发明的所描述实施例。

[0070] 本文中公开了用于正向渗透(FO)、压力延缓渗透(PRO)、隔膜蒸馏(MD)、热交换隔膜、蒸发器隔膜、接触式隔膜、冷凝器隔膜及吸收器隔膜或通常任何分离过程的系统、设备及方法的实例实施例。实例包含适合用于其中可使用两个流动路径的四个端口分离的板及框架分离元件。板及框架分离元件可实现低成本、高组装密度及高产量包装。四个端口分离在本文中通常用来指涉及两个分离的流动路径的分离,使得并非所有行进穿过隔膜的渗透促成退出流。相反地,可沿第一流体路径提供第一流体流,且可沿第二流体路径提供第二流体流。术语四个端口分离不旨在限制在任何特定元件或分离系统上可找到的端口的数目,但是在一些实例中可实际上使用四个端口。

[0071] 图1是根据一些实施例的描绘分离系统的垂直流动路径的说明。本文中描述的实例隔膜元件可利用堆叠隔膜层。隔膜(例如隔膜113)可通过流动间隔件与其它隔膜分离。流体流动路径可进入隔膜堆叠的一侧上的一或多个点中且可在堆叠的另一侧上的一或多个点中退出。隔膜的相对侧上的流体流之间可维持分离。在一些实例中,此可实现而无需两个隔膜层中间具有胶缝(例如包膜),从而在一些实例中引起改善的流动路径。可沿隔膜板组合件的边沿的实质部分提供一或多个开口。因此,一或多个开口的宽度可与流动路径相同,借此促进跨堆叠中的隔膜板组合件的均匀速度。

[0072] 通过提供垂直流动-例如汲取流体以第一方向112平行于隔膜的一侧的平面流动且进料流体以通常垂直于第一方向112的第二方向111在隔膜的另一侧上流动-通常流体转移(例如正向渗透)中可涉及整个隔膜表面。正交流动可允许入口及出口歧管包含流动路径

的整个宽度,从而引起更加均匀分布的流动。这可避免与其它流体流动布置相关联的‘死区’,在其它流体流动布置中汲取流体及进料流体可不在整个隔膜表面的任一侧上具有均匀流动。其它流体流动布置还可能具有较高压头损失,从而造成分离系统的较低性能。在一些实例中,正交流动的优点可使第一流体流长度与第二流体流长度的比例介于2:1与1:2之间。通常,正交或垂直流动可指相对于彼此成实质上90度定向使得可最大化相对侧上具有不同流体的隔膜的面积的至少两个流动。可使用分离系统的流动路径的若干实施例。在一些实例中,流体流动路径及在两个隔膜层之间(例如隔膜包膜内侧)流动的相关成分可为汲取流体,且流体流动路径及所述两个隔膜层的相对侧(例如隔膜包膜外侧)上流动的相关成分可为进料流体。将了解,在一些实例中,情况可能相反。流体流动路径可提供于矩形或正方形隔膜层上方,其中汲取流体流动路径沿一个边沿进入、通过隔膜之间的区域流到另一(例如相对)边沿,如下文将描述。将了解,隔膜可呈其它形状,例如5侧、6侧、8侧或圆形形状。进料流动路径111可与汲取流动路径112分离,且可平行流动、相对流动、正交流动或其之间的任何流动。分离的流动路径在本文中通常是指不允许两个路径(例如流体隔离路径)之间的流体流的流动路径,但是在一些实例中,可发生一定量的混合流动,所述混合流动对于正执行的整体分离来说并不明显。在一些实例中,流动可使堆叠的隔膜分离,从而防止或减小隔膜彼此粘附的发生。分离系统内的进料流动路径111及汲取流动路径112两者均可平行地、连续地或以平行与连续的组合而彼此独立配置。在隔膜表面处,汲取及进料流动路径可呈交叉流动,其中相对于隔膜表面的速度彼此正交。

[0073] 图2是根据一些实施例的分离系统的隔板100的俯视图。隔板100可包含间隔区域。在一些实例中,间隔区域可包含分离薄板108。在一些实例中,间隔区域可包含如下文将描述的内隔膜组合件。分离薄板108可由射出模制塑料、编织材料或维持两个隔膜之间的区域内侧(例如包膜内侧)的流动路径的任何足够平整材料形成。分离薄板108可包含在一或两侧上的特征部109。特征部109可包含突出物、腔、纹理或其组合。特征部109可与跨间隔区域的流动路径中的上隔膜及/或下隔膜接触,如下文将描述。特征部109可在跨间隔区域的流动路径中产生湍流。虽然所描绘的隔板100是正方形,但是将了解,其它实例中可使用其它的几何形状,包含具有三侧、四侧、五侧、六侧或更多侧或圆形的几何形状。

[0074] 隔板100可包含一或多个开口以促进流体穿过或跨分离系统流动。一或多个开口可辅助界定分离系统内的流动路径。流体流动路径在堆叠系统中的相邻隔膜组合件之间可为平行、连续或平行与连续的组合。在流体流动路径平行的情况下,每一隔膜板组合件可共享共用的开口,且流体流动路径可分配在隔膜板组合件之间。这可实现最短可能流动路径及最低压头损失。在流体流动路径连续(例如蜿蜒)的情况下,每一隔膜板组合件可包含整个流体流速。这可通常实现最高可能流体速度。可以此方式提供两个分离流体流动路径以促进两种不同流体(例如汲取流体及进料流体)的流动。在一些实例中,可以连续与平行流体流动路径的不同组合提供两个分离流体流动路径。在一些实例中,两个分离流体流动路径可彼此正交。

[0075] 在一些实例中,一或多个开口可包含用于第一流体(例如汲取流体)的入口开口及出口开口。可对第一流体提供一个以上入口或出口开口。在一些实例中,入口开口及出口开口可在隔板100的相对边沿上以促进第一流体以第一方向跨隔板流动。入口开口及出口开口可与分离系统的隔膜板组合件之间的区域流体连通。在一些实例中,隔板100可在第一定

向上,且入口开口可为开口102且出口开口可为开口104。在一些实例中,隔板可在第二定向上,且入口开口可为开口104且出口开口可为开口102。在一些实例中,第二定向可为绕穿过隔板100的厚度(例如在平面中)的第三轴从第一定向的180°旋转。在一些实例中,本文中描述的元件可包含隔膜板组合件的堆叠,其中堆叠中的相邻隔膜板组合件具有交替定向。在一些实例中,结合到隔板100的隔膜可具有相对于彼此的交错位置。例如,隔膜结合到隔板的相对侧的位置可不相同(例如不在隔板的直接相对位置上)。在一些实例中,隔膜结合到隔板的位置偏离中心使得当相邻隔板以不同定向放置在堆叠中时(例如相对于彼此旋转180度),堆叠中的相邻隔膜可相对于彼此交错。以此方式,流动路径可由相邻隔膜板组合件的组合来界定,同时允许形成隔板而无需封闭特征部(例如,隔板可经射出模制)。虽然本文中描述的一些实例可将某些特征部(例如开口102)称为入口开口且可将其它特征部(例如开口104)称为出口开口,但是应了解,隔板及本文中描述的其它流动路径上的开口(例如开口102及开口104)可取决于隔板的定向或流动路径的配置而为入口或出口。

[0076] 在一些实例中,入口开口(例如开口102)可通过第一管道(例如管道105)与隔膜板组合件之间的区域流体连通,第一管道将第一流体运输到第二管道(例如管道106),第二管道通向跨间隔区域108的流动路径。因此,例如,开口102在具有多个隔板的堆叠中时可形成流体歧管。开口102可与开口105及106流体连通,这可允许来自歧管区域的流体在隔板的一部分下方行进且在开口106处进入隔板与结合到隔板的隔膜之间的区域。在行进跨过间隔区域之后,第一流体可通过第三管道(例如管道107)退出隔板100,第三管道可与出口开口(例如104)流体连通。在一些实例中,入口开口及/或出口开口可与一或多个流体端口流体连通,如下文将描述。类似地,一或多个开口可包含用于第二流体(例如汲取流体)的入口开口(例如开口101)及出口开口(例如开口103)。用于第二流体的入口开口及出口开口可在相对于用于第一流体的入口开口及出口开口的不同边沿上且彼此相对。开口101及103可在与其它隔板堆叠时形成另一管道,且可与堆叠中的相邻隔膜板组合件之间的区域流体连通。例如,进入开口101(或103)的流体可能能够在隔板100的上隔膜与堆叠在隔板100上方的隔板的下隔膜之间行进。进入开口101(或103)的流体可以从101到103(或反之亦然)的方向横跨隔板之间的区域。此布置可促进与第一流体的流动路径正交的第二流体的流动路径。

[0077] 因此,本文中描述的隔板(包含图2的隔板100)的实例可包含与结合到隔板的隔膜之间的区域流体连通的第一开口。实例隔板可进一步包含第二开口,当板组合件堆叠时第二开口可与相邻板组合件之间的区域流体连通。

[0078] 在一些实例中,一或多个流体端口可装配有互连件以界定上隔膜元件与下隔膜元件之间的流体连接。在一些实例中,互连件可包含可以所需方式引导流体的短节2800。如图22中所示,短节2800可经塑形以装配在隔膜元件的流体端口内。短节2800可使用一或多个密封元件2803(例如O型环)耦合到隔膜元件。在一些实例中,可存在耦合到上隔膜元件及下隔膜元件两者的一或多个密封元件2803。封闭互连件(例如图22B及22C中所示的封闭短节2802)可阻断分离第一隔膜元件与第二隔膜元件的开口,使得流体不能从第一隔膜元件行进穿到第二隔膜元件。敞开互连件2801(例如图22A、22B及22C中所示的敞开短节2801)可包含通道,所述通道允许通过分离第一隔膜元件与第二隔膜元件的开口进行流体连通,使得流体可从第一隔膜元件行进穿过到第二隔膜元件。通过平行连接两个或两个以上元件,此类互连件可用来平行地(图21A)、连续地(图21B)或以连续与平行的组合(图21C)配置元件。

第一流动路径及第二流动路径可单独配置。在一些实例中,第一流动路径可平行配置,而第二流动路径可连续配置。以此方式,可在隔膜元件的堆叠之间建立连续流动、平行流动或其组合。

[0079] 在渗透流动期间,隔膜通量可通过浓差极化(CP)显著减小。本文中公开的分离系统的实例可通过减小浓差极化增加隔膜通量。隔膜通量通常与有效渗透驱动力成比例。渗透驱动力可通过CP(例如内部CP或外部CP)分散。内部CP可为隔膜的支撑层及汲取溶质的扩散的函数。内部CP通常相对于隔板几何形状保持相对恒定。外部CP可存在于隔膜厚度外侧的边界层内。在一些实例中外部CP可通过充分混合而缓和。

[0080] 可通过使用由射出模制塑料部件形成的或用另一材料冲压而成的隔板实现减小的CP。这可允许隔板几何形状的灵活性,因为可在不增加部件成本或最低程度增加部件成本的情况下模制许多形状及表面纹理。以此方式,可在不增加部件成本或有限增加部件成本的情况下实现优化隔板表面的制造。优化隔板可有利地通过增加汲取流体循环同时维持低压头损失而缓和外部CP。这可减小稀释外部CP的量,借此增加有效渗透驱动力。

[0081] 图3A是根据一些实施例的沿第一轴的分离系统的隔板100的横截面图。图3B是根据一些实施例的沿第二轴的分离系统的隔板的横截面图。隔板100可包含具有一或多个结合区域的第一表面。结合区域可通常沿隔板100的周长。在一些实例中,结合区域可在其中分离系统的元件(例如隔膜或另一隔板100)可耦合到隔板100之处。分离系统的元件可使用粘附剂(例如压敏粘附剂)、通过焊接(例如,热焊接、溶剂焊接或超音波焊接)、胶缝、材料中的转折和/或任何其它已知机构耦合到隔板100。耦合可提供流体密封。在一些实例中,隔板100的第一表面的第一结合区域可包含表面210、212、214及216。在一些实例中,隔板100的第一表面的第二结合区域可包含表面220及233,且可绕第二轴交错(例如,不对称布置)。第一及第二结合区域可用以耦合第一隔板100及第二隔板100。隔板100还可包含用于耦合隔板100与隔膜302的结合区域。这些结合区域可包含可绕第二轴交错的表面222及231,及可绕第一轴对称的表面234及236。

[0082] 隔板100可包含具有类似于第一表面上的结合区域的结合区域的第二表面。第二表面可位于隔板100的相对于第一表面的相对侧上。第一隔板100的第二表面可结合到第二隔板100的第一表面,如下文将描述。在一些实例中,隔板100的第二表面的第一结合区域可包含表面211、213、215及217。在一些实例中,隔板100的第二表面的第二结合区域可包含表面219及230。隔板100还可包含用于耦合隔板100与隔膜303的结合区域。这些结合区域可包含可绕第二轴交错的表面219及230,及可绕第一轴对称的表面235及237。

[0083] 图4是根据一些实施例的分离系统的隔膜板组合件的等距视图。隔膜板组合件可包含隔板100、第一隔膜302(本文中也称作“上隔膜”)、第二隔膜303(本文中也称作“下隔膜”)及垫片304。第一隔膜302可沿第一隔膜302的周长结合到隔板100的第一表面。第二隔膜303可沿第二隔膜303的周长结合到隔板100的第二表面。在一些实例中,第一隔膜可在隔膜的整个周长周围的表面222、231、234及236上形成隔膜对板结合。第二隔膜303可在隔膜的整个周长周围的表面219、230、235及237上形成隔膜对板结合。在一些实例中,隔膜的支撑侧(背侧)可结合到隔板100。以此方式,隔膜板组合件可以表层进料模式(例如FO模式)操作。在一些实例中,隔膜的表层侧(前侧)可结合到隔板100。以此方式,隔膜板组合件可以表层加盐模式(例如PRO模式)操作。

[0084] 第一隔膜302及第二隔膜303可由多种隔膜材料形成,多种隔膜材料包含但不限于醋酸纤维素、聚丙烯腈、间位芳族聚酰胺(例如Nomex®)和/或对位芳族聚酰胺(例如Kevlar®)、丙烯酸酯改性聚(偏二氟乙烯)、聚酰胺或具有聚砜、聚酰胺、聚醚砜、聚丙烯腈、间位芳族聚酰胺(例如Nomex®)及/或对位芳族聚酰胺(例如Kevlar®)、丙烯酸酯改性聚(偏二氟乙烯)聚合物支撑层的薄膜复合物(TFC)或适用于正向渗透的任何隔膜。可使用不同类型的隔膜,例如逆向渗透隔膜、超滤隔膜、隔膜蒸馏隔膜或压力延缓渗透隔膜。

[0085] 垫片304可由支撑包膜外侧的两层隔膜之间的结构化流动路径的材料形成。垫片304可使用编织材料、模制塑料材料或维持包膜外侧的流动路径的任何足够平整材料实施。垫片304可定位在隔膜与隔板100相对的侧上。垫片304可沿其周长耦合到隔板100而耦合到隔板100的结合区域或隔膜。耦合可使用多种方法实现,所述方法包含但不限于胶合、焊接、机械紧固或使用粘附剂。在一些实例中,垫片304可在表面219及230上耦合到第一隔板100及在表面222及231上耦合到第二隔板100。垫片304是选用的且可不在所有实例中包含。当不存在垫片304时,区域中可存在空隙,从而允许流体流动。

[0086] 参考图4,在一些实例中,第一流体可进入图的右侧或左侧上的流体歧管,且通过例如开口105及107接近隔膜302与303之间的区域。第二流体可进入图的上侧或下侧上所示的流体歧管,且接近相邻隔膜板组合件之间(例如隔膜302及303外侧)的区域。隔膜302及303可跨图4中所示的隔板的宽度结合到板,使得来自隔板的上沿及下沿上所示的歧管的流体可与隔膜302与303之间的区域隔离。

[0087] 图5是根据一些实施例的布置在堆叠中的多个隔膜板组合件的等距视图。一旦堆叠,隔板100的一或多个开口可经布置使得入口及出口101、102、103及104可彼此对准以形成统一歧管。在一些实例中,彼此对准的一或多个开口可允许流体与堆叠中的隔膜板组合件中的每一者的隔板100的多个管道流体连通。以此方式,可实现平行流动。在一些实例中,隔板100中的一者的开口可经阻断以迫使所有流体行进穿过所述隔板100的管道。以此方式,可实现连续流动。

[0088] 隔板100可通过将板一起耦合在其结合区域处而堆叠,如上文描述。周长板到板耦合可通过以下操作来实现:将下板1051(见图8)的表面210连结到上板1050的表面213,及将下板1051的表面212连结到上板1050的表面211,及将下板1051的表面214连结到上板1050的表面217,及将下板1051的表面216连结到上板1050的表面215。以此方式连结隔板100的表面可产生隔板100的交替布置,其中每一隔板100在平面中相对于其相邻的隔板100旋转180°。注意,隔板100的不对称设计促进使用单一类型的板形成流动路径且无需在隔板100上具有封闭特征部(例如,隔板100可为射出模制部件)。周长板到板耦合可使流体流动路径与外界分离。此外,内部板到板耦合可通过以下操作来实现:将下板1051的表面233连结到上板1050的表面219及将下板1051的表面220连结到上板1050的表面230。内部板到板耦合可使第一流体流动路径与第二流体流动路径分离。周长板到板耦合及内部板到板耦合两者均可包含沿隔板100的整个宽度连结板。

[0089] 图6是根据一些实施例的图5的多个隔膜板组合件的等距视图,其展示每一隔膜板组合件之间的结合。堆叠中的隔膜板组合件可相对于彼此成交替定向以允许射出模制板。经交错第二结合区域(使汲取流体与进料流体分离的内部密封)可由表面的不对称布置而实现,如图3A及3B中所示。隔板100的表面的不对称布置可在隔板100的两侧上提供内部板

到板耦合区域,所述区域分开相同距离但是定位在沿隔板100的不同点处。在一些实例中,隔板100可交替定向以实现经交错隔膜布置。例如,表面220与表面233之间的距离可与表面219与表面230之间的距离相同。这可允许第一板的表面220与第二板的表面230连结,同时第一板的表面233与第二板的表面219连结。如图3A中所示,表面220可不与表面219对准,且表面233可不与表面230对准。此偏离可产生交错布置。继续先前实例,第一板的表面219可与第三板的表面233连结,且第一板的表面230可与第三板的表面220连结。第二板及第三板可对准,因为第一板可已相对于第二板旋转 180° 且第三板可已绕第三轴相对于第一板旋转 180° 。通过使用表面的不对称布置且使隔膜板组合件交替,可行的是,用一整块射出模制隔板100同时维持所需数目的开口(例如四个开口)及所需数目的相异流动路径,例如两个相异流动路径。以此方式,可避免封闭特征部,且在整个隔膜元件中可只需要一种类型的板,借此增强制造效率及组装密度。

[0090] 图7是根据一些实施例的图5的多个隔膜板组合件的等距视图,其展示通过将隔膜板组合件堆叠提供的通道900。通道900可与第一流体或第二流体相关联。一旦堆叠,用于第一流体的通道900的阵列可在堆叠的两侧上,且用于第二流体的通道900的阵列可在堆叠的另外两侧上。在一些实例中,用于每一流体的通道900的阵列所在的两侧彼此相对。

[0091] 图8是根据一些实施例的沿第一轴的分离系统的分解横截面图。在一些实例中,第一流体可从隔板100的入口开口(例如由开口102及104形成的第一入口歧管1054)通过与第一流体相关联的入口通道900进入且进入到由上隔板1052的表面1232及下隔板1051的表面1218形成的通道1041中。第一流体的流动可在图3A中所示的点238处分裂为两个部分。在一些实例中,两个部分可为相等的两半。第一流体可接着进入上通道1042及下通道1043。上通道1042可由上板1050的表面229及上板1050的上隔膜302形成。下通道1043可由下板1051的表面221及下板1051的下隔膜303形成。上通道1042可耦合到由上板1050的上隔膜302及上板1050的下隔膜303形成的内通道1044。下通道可耦合到由下板1051的上隔膜302及下板1051的下隔膜303形成的另一内通道1045。

[0092] 行进穿过内通道1044的流体可接着在上板1050的点228处分裂为两个部分。一部分可进入上通道1046且一部分可进入下通道1047。上通道1046可由隔板100的表面227及上板1050的上隔膜302形成。下通道1047可由隔板100的表面226及上板1050的下隔膜303形成。来自上通道1046及下通道1047两者的流动可行进跨过隔膜板组合件。在隔板100的点223处,行进跨过上通道1046及下通道1047的流动可重新结合并且通过与第一流体相关联的出口通道900退出到隔板100的出口开口,例如由开口102及104形成的第一出口歧管1055。

[0093] 图9是根据一些实施例的沿第二轴的分离系统的分解横截面图。第二流体可从隔板100的入口开口(例如由开口101及103形成的第二入口歧管131通过与第二流体相关联的入口通道900进入。第二流体可被运输到封闭在由下板1163的表面234及上板1162的表面237形成的通道中的下板1163的垫片304中。第二流体可流过隔膜板组合件。第二流体可通过与第二流体相关联的出口通道900退出且接着通过隔板100的出口开口(例如由开口101及103形成的第二出口歧管133)退出。

[0094] 图10是根据一些实施例的分离系统的隔板1200的俯视图。将了解,隔板1200类似于上文描述的隔板100操作。隔板1200可通过最小化由非隔膜材料引起的死区来增强隔膜

板组合件的组装密度。隔板1200可包含其间隔区域中的内隔膜组合件1208,而非间隔区域中的分离薄板108。因此,可避免由分离薄板108引起的死体积。除了改善隔膜板组合件的组装密度以外,此布置可通过增加隔板1200的整体尺寸而增加隔膜薄板区域。有可能增加隔板1200的整体尺寸,同时仍然满足最小厚度及最大面积制造需求。隔板1200还可减小每个隔板区域的板成本,因为可减小形成隔板1200所需的材料(例如塑料)的体积。隔板1200可不包含封闭特征部,这可允许其被模制为简单的两个部分的模具。虽然所描绘的隔板1200是正方形的,但是将了解,在其它实例中可使用其它的几何形状,包含具有三侧、四侧、五侧、六侧或更多侧或圆形的几何形状。

[0095] 隔板1200可包含用于第一流体(例如汲取流体)的入口开口(例如开口1202)及出口开口(例如开口1204)。可对第一流体提供一个以上入口或出口开口。在一些实例中,入口开口及出口开口可在隔板1200的相对边沿上以促进第一流体以第一方向跨隔板流动。入口开口及出口开口可与分离系统的隔膜板组合件之间的区域流体连通。在一些实例中,隔板1200可在第一定向上,且入口开口可为开口1202且出口开口可为开口1204。在一些实例中,隔板可在第二定向上,且入口开口可为开口1204且出口开口可为开口1202。在一些实例中,第二定向可为隔板1200从第一定向的 180° 旋转。虽然一些实例可将开口1202展示为入口开口且将开口1204展示为出口开口,或反之亦然,但是将了解,开口1202及开口1204可取决于隔板1200的定向而为入口或出口。

[0096] 在一些实例中,入口开口可通过第一管道(例如管道1205)与隔膜板组合件之间的区域流体连通,第一管道将第一流体运输到第二管道(例如管道1206),第二管道通向跨间隔区域1208的流动路径。在行进跨过间隔区域之后,第一流体可通过第三管道(例如管道1207)退出隔板,第三管道可与出口开口流体连通。在一些实例中,入口开口和/或出口开口可与一或多个流体端口流体连通,如下文将描述。

[0097] 在一些实例中,一或多个开口可包含用于第二流体(例如进料流体)的入口开口(例如开口1201)及出口开口(例如开口1203)。可对第二流体提供一个以上入口或出口。在一些实例中,入口开口及出口开口可在隔板1200的相对边沿上以促进第二流体以相对于第一流体的正交方向跨隔板1200流动。在一些实例中,隔板1200可在第一定向上,且入口开口可为开口1202且出口开口可为开口1204。在一些实例中,隔板可在第二定向上,且入口开口可为开口1204且出口开口可为开口1202。在一些实例中,第二定向可为隔板1200从第一定向的 180° 旋转。虽然一些实例可将开口1202展示为入口开口且将开口1204展示为出口开口,或反之亦然,但是将了解,开口1202及开口1204可取决于隔板1200的定向而为入口或出口。

[0098] 在一些实例中,入口开口可通过第一管道(例如管道1212)与隔膜及内隔膜组合件1208之间的区域外侧的区域流体连通。第二流体可通过第二管道(例如管道1211)退出隔膜板组合件。在一些实例中,入口开口和/或出口开口可与一或多个流体端口流体连通,如下文将描述。

[0099] 在一些实例中,一或多个流体端口可装配有互连件以界定平行流动路径或连续流动路径。互连件可阻断开口使得流体不能行进穿过以便促进连续流动。互连件可允许通过开口流到下方的隔板以促进平行流动。以此方式,可在隔板的堆叠之间建立连续流动、平行流动或其组合。在一些实例中,互连件可包含可以所需方式引导流体的短节。

[0100] 图11A是根据一些实施例的沿第一轴的分离系统的隔板1200的横截面图。图11B是根据一些实施例的沿第二轴的分离系统的隔板1200的横截面图。隔板1200可包含具有一或多个结合区域的第一表面。结合区域可通常沿隔板1200的周长。在一些实例中,结合区域可在其中分离系统的元件(例如隔膜或另一隔板1200)可耦合到隔板1200之处。分离系统的元件可使用粘附剂(例如压敏粘附剂)、通过焊接(例如,热焊接或超音波焊接)、胶缝、材料中的转折和/或任何其它已知机构耦合到隔板1200。耦合可提供流体密封。在一些实例中,隔板1200的第一表面的第一结合区域可包含表面1320、1342、1350及1367。在一些实例中,隔板1200的第一表面的第二结合区域可包含表面1325及1340,且可绕第二轴交错(例如,不对称布置)。第一及第二结合区域可用以耦合第一隔板1200及第二隔板1200。

[0101] 隔板1200可包含具有类似于第一表面的结合区域的第二表面。第二表面可位于隔板1200的相对于第一表面的相对侧上。第一隔板1200的第二表面可结合到第二隔板1200的第一表面,如下文将描述。在一些实例中,隔板1200的第二表面的第一结合区域可包含表面1321、1343、1351及1368。在一些实例中,隔板1200的第二表面的第二结合区域可包含表面1323及1337,且可绕隔板1200的第二轴交错(例如,不对称布置)。

[0102] 隔板1200还可包含用于耦合隔板1200与隔膜1403的结合区域。这些结合区域可包含可绕第二轴交错的表面1327及1338,及可绕第一轴交错的表面1356及1366。隔板1200还可包含用于耦合隔板1200与隔膜1406的结合区域。这些结合区域可包含可绕第二轴对称的表面1329及1333,及可绕第一轴交错的表面1358及1364。隔板1200还可包含用于耦合隔板1200与隔膜1408的结合区域。这些结合区域可包含可绕第二轴对称的表面1330及1334,及可绕第一轴交错的表面1355及1361。隔板1200还可包含用于耦合隔板1200与隔膜1410的结合区域。这些结合区域可包含可绕第二轴交错的表面1323及1337,及可绕第一轴交错的表面1353及1363。

[0103] 图12是根据一些实施例的分离系统的隔膜板组合件的等距视图。隔膜板组合件可包含隔板1200、垫片1402(本文中也称作“第一垫片”)、第一隔膜1403及第二隔膜1410。垫片1402可类似于上文描述的垫片304。此外,第一隔膜1403(本文中也称作“上外隔膜”)及第二隔膜1410(本文中也称作“下外隔膜”)可类似于上文描述的第一隔膜302及第二隔膜303。隔膜板组合件还可包含内隔膜组合件1208。内隔膜组合件可为多层组合件,其包含第二垫片1407、在第二垫片1407的第一侧上的第三隔膜1406(本文中也称作“上内隔膜”)、在第三隔膜1406与第二垫片1407相对的侧上的第三垫片1405、在第二垫片1407的第二侧上的第四隔膜1408(本文中也称作“下内隔膜”),及在第四隔膜1408与第二垫片1407相对的侧上的第四垫片1409。在一些实例中。第一隔膜1403、第二隔膜1410、第三隔膜1406及第四隔膜1408可为正向渗透隔膜。

[0104] 图13是根据一些实施例的分离系统的隔膜板组合件的横截面图。图13展示由隔板1200占据的相对较小的空间量,及由隔膜及间隔件占据的相对较大的空间量。间隔件及隔膜相对于来自隔板1200的死区的高比例使得给出空间量中可实行的组装密度较高且分离级别较高。

[0105] 第一垫片1402的下表面可与下板2184(见图17)的上外隔膜1403的上表面接触。第一垫片1402的上表面可与上板2171的下外隔膜1410的下表面接触。上板2171可使上外隔膜1403与下外隔膜1410分离,且可在其之间提供结构化流动路径。第三垫片1405的下表面可

与上内隔膜1406的上表面接触。第三垫片1405的上表面可与上外隔膜1403的下表面接触。第三垫片1405可使上外隔膜1403与上内隔膜1406分离,且可在其之间提供结构化流动路径。第二垫片1407的下表面可与下内隔膜1408的上表面接触。第二垫片1407的上表面可与上内隔膜1406的下表面接触。第二垫片1407可使下内隔膜1408与上内隔膜1406分离,且在其之间提供结构化流动路径。第四垫片1409的下表面可与下外隔膜1410的上表面接触。第四垫片1409的上表面可与下内隔膜1408的下表面接触。第四垫片1409可使下外隔膜1410与下内隔膜1408分离,且在其之间提供结构流动路径。

[0106] 图14是根据一些实施例的分离系统的截面图。与图13一样,图14展示由隔板1200占据的相对较小的空间量,及由隔膜及间隔件占据的相对较大的空间量。隔膜板组合件可经堆叠,借此隔板1200的一或多个开口可经布置彼此对准。可堆叠任何数目的隔膜板组合件以形成元件,其包含1、2、3、4、5、6、7、8、9或10个隔膜板组合件,或在其它实例中包含更多隔膜板组合件。堆叠中的相邻隔膜板组合件可具有交替定向,且可具有位置上彼此交错的隔膜,如本文中描述的实例中所示。在一些实例中,彼此对准的一或多个开口可允许流体与堆叠中的隔膜板组合件中的每一者的隔板1200的多个管道流体连通。以此方式,可实现平行流动。在一些实例中,隔板1200中的一者的开口可经阻断以迫使所有流体行进穿过所述隔板1200的管道。以此方式,可实现连续流动。

[0107] 隔板1200可通过将板一起耦合在其结合区域处而堆叠,如上文描述。周长板到板耦合可通过以下操作来实现:将下板2184(见图17)的表面1320连结到上板2171的表面1343,及将下板2184的表面1342连结到上板2171的表面1321。以此方式连结隔板1200的表面可产生隔板1200的交替布置,其中每一隔板1200绕第三轴相对于其相邻的隔板1200旋转180°。周长板到板耦合可使流体流动路径与外界分离。此外,内部板到板耦合可通过以下操作来实现:将下板2184的表面1340连结到上板2171的表面1323及将下板2184的表面1325连结到上板2171的表面1337。内部板到板耦合可使第一流体流动路径与第二流体流动路径分离。周长板到板耦合及内部板到板耦合两者均可包含沿隔板1200的整个宽度连结板。

[0108] 图15是根据一些实施例的图14的截面图,其展示沿第一轴的分离系统的多个隔膜板组合件之间的结合。图16是根据一些实施例的图14的截面图,其展示沿第二轴的分离系统的多个隔膜板组合件之间的结合。堆叠中的隔膜板组合件的隔膜可相对彼此交错。可有利的是,使隔膜交错且归因于制造考虑以改善组装效率。交错可由表面的不对称布置实现,如图11A及11B中所示。在一些实例中,隔板1200可交替定向以实现交错布置。隔板1200的表面的不对称布置可在隔板1200的两侧上提供内部板到板耦合区域,所述区域分开相同距离但是定位在沿隔板1200的不同点处。在一些实例中,隔板100可交替定向以实现交错布置。例如,表面1325与表面1340之间的距离可与表面1323与表面1337之间的距离相同。这可允许第一板的表面1325与第二板的表面1337连结,同时第一板的表面1340与第二板的表面1323连结。如图11A中所示,表面1325可不与表面1323对准,且表面1340可不与表面1337对准。此偏离可产生交错布置。继续先前实例,第一板的表面1323可与第三板的表面1340连结,且第一板的表面1337可与第三板的表面1325连结。第二板及第三板可对准,因为第一板可已绕第三轴相对于第二板旋转180°且第三板可已绕第三轴相对于第一板旋转180°。通过使用表面的不对称布置且使隔膜板组合件交替,可行的是,用一整块射出模制隔板1200同时维持所需数目的开口(例如四个开口)及所需数目的相异流动路径,例如两个相异流动路

径。以此方式,可避免封闭特征部,借此增强制造效率及组装密度。

[0109] 上外隔膜1403可在隔板1200的表面1327、1338、1356及1366上形成隔膜对板结合。上内隔膜1406可在隔板1200的表面1329、1333、1358及1364上形成隔膜对板结合。下内隔膜1408可在隔板1200的表面1330、1334、1355及1361上形成隔膜对板结合。下外隔膜1410可在隔板1200的表面1323、1337、1353及1363上形成隔膜对板结合。用于上外隔膜1403、上内隔膜1406、下内隔膜1408及下外隔膜1410的隔膜对板结合可提供在隔膜的整个周长周围。

[0110] 图17是根据一些实施例的沿第一轴的分离系统的横截面图。在一些实例中,第一流体(例如汲取流体)可从入口开口(例如由开口1201及1203形成的入口歧管1231)进入隔膜板组合件,且行进穿过与第一流体相关联的入口通道且行进到由上位置2171的表面1339以及下板2184的表面1322形成的通道2172中。流体流动路径可在点1324处分裂为两半,借此其进入上通道2174及下通道2185。上通道2174可由上板2171的表面1336及上板2171的上外隔膜1403形成。下通道2185可由下板2184的表面1326及下板2184的下外隔膜1410形成。

[0111] 上通道2174可将第一流体引导到由上板2171的上外隔膜1403及上板2171的下外隔膜1410形成的通道2175。下通道2185可将第一流体引导到由下板2184的上外隔膜1403及下板2184的下外隔膜1410形成的通道2186。通道2175可接着在上板2171的点1335处分裂为两半,借此其可进入上通道2176或下通道2177。上通道2176可由隔板1200的表面1333及上板2171的上外隔膜1403形成。下通道2177可由隔板1200的表面1334及上板2171的下外隔膜1410形成。

[0112] 上通道2176可将第一流体引导到由上板2171的上外隔膜1403及上内隔膜1406形成的通道2178,借此第一流体可行进穿过第三垫片1405。下通道2177可将第一流体引导到由上板2171的下外隔膜1410及下内隔膜1408形成的通道2179,借此第一流体可行进穿过第四垫片1409。穿过通道2178及通道2179的流动可跨接触隔膜的隔板1200运输第一流体。在隔板1200的点1328处,通道2178及通道2179重新结合并且第一流体可通过出口开口1203遵循穿过出口通道的类似路径退出。在一些实例中,进入出口开口1203的流动可与来自上板2173的合并流动相互作用。上游可不与下游2186汇集直到其均到达出口开口(例如由开口1201及1203形成的出口歧管1233)为止。

[0113] 图18是根据一些实施例的沿第二轴的分离系统的横截面图。在一些实例中,第二流体(例如进料流体)可从入口开口(例如由开口1202及1204形成的入口歧管1232)通过与第二流体相关联的入口通道进入到由上板2201的表面1353及中板2203的表面1366形成的通道2202中,且进入到由及中板2203的表面1365及下板2212的表面1354形成的通道2204中。通道2204可分裂为三个均匀路径:上部流动路径2204、中心流动路径2206及下部流动路径2213。上部流动路径2205可由中板2203的表面1362及上内隔膜1406形成。中心流动路径2206可由中板2203的表面1363及下板2212的表面1356形成。下部流动路径2213可由下板2212的表面1326及下内隔膜1408形成。

[0114] 通道2202可将第二流体引导到由上板2201的下外隔膜1410及中板2203的上外隔膜1403形成的通道中。第二流体可接着流过中板2203的第一垫片1402。上部流动路径2205可通向由中板2203的上内隔膜1406及下内隔膜1408形成的通道2208。通道2208可将第二流体引导穿过中板2203的第二垫片1407。通道2208可接着将第二流体引导到可由中板2203的表面1357及下内隔膜1408形成的通道2209。通道2207、2209及2210可接着在通道2211中合

并且退出到出口开口,例如由开口1202及1204形成的出口歧管1234。

[0115] 中心流动路径2206可进入由中板2203的下外隔膜1410及下板2212的上外隔膜1403形成的通道2214。通道114可将第二流体引导穿过下板2212的第一垫片1402。通道2214可将第二流体引导到出口开口。

[0116] 下部流动路径2213可进入可由下板2212的上内隔膜1406及下内隔膜1408形成的通道2215。通道2215可将第二流体引导穿过下板2212的第二垫片1407。通道2215、2216及2217可接着在通道2218中合并并且退出到出口开口。

[0117] 图19是根据一些实施例的分离系统的等距视图,其展示分离系统内的流动路径。一或多个开口可将流体从隔膜板组合件的第一侧引导到隔膜板组合件的第二侧。第一流体(例如汲取流体)的流动路径可沿第一轴。在一些实例中,第一侧及第二侧可为隔板100的相对边沿。例如,第一流体入口流动路径2301可将第一流体从分离系统外侧引导到分离系统的第一入口歧管1054,如上文描述。第一流体可通过第一通道进入隔膜板组合件且沿第一轴流动,且通过分离系统的第一出口歧管1055流出。第一流体出口流动路径2302可引导第一流体从分离系统中退出每一隔板100。

[0118] 第二流体(例如进料流体)的流动路径可沿第二轴。在一些实例中,第二轴可与第一轴正交。在一些实例中,第二轴可相对于第一轴成不同角度。在一些实例中,第一侧及第二侧可为隔板100的相对边沿。例如,第二流体入口流动路径2303可将第一流体从分离系统外侧引导到分离系统的第二入口歧管131,如上文描述。第一流体可通过入口通道进入隔膜板组合件且沿第二轴流动,且通过分离系统的第二出口歧管133流出。第二流体出口流动路径2304可引导第二流体从分离系统中退出每一隔板100。

[0119] 在一些实例中,可引入气泡流过进料流动路径,以减小分离系统中的隔膜污染的倾向性。

[0120] 图20是根据一些实施例的隔膜元件2400的等距视图。隔膜元件2400的组合件可通过粘附底板2406及顶板2405而完成。顶板2405及底板2406可例如用机械密封、粘附剂密封或焊接来密封。底板可密封隔膜元件2400的底部。顶板2405可提供用于隔板的一或多个开口的密封表面,且可提供管道选项,例如流体端口。顶板2405可定位在隔膜元件2400的顶部处,且可包含耦合到一或多个开口的一或多个流体端口。可提供第一流体端口2401以接收第一流体(例如进料流体)且将其运输到分离系统的第一入口歧管1054。第二流体端口2402可提供用于已行进穿过隔膜元件2400且进入到分离系统的第一出口歧管1055中的第一流体的出口。在一些实例中,第二流体端口2402可位于底板2406上。可提供第三流体端口2403以接收第二流体(例如汲取流体)且将其运输到分离系统的第二入口歧管131。第四流体端口2404可提供用于已行进穿过隔膜元件2400且进入到分离系统的第二出口歧管133中的第二流体的出口。还可存在其它端口,或在一些实例中每个入口及出口可使用多个端口。图21A是根据一些实施例的平行堆叠的隔膜元件2400的横截面图。在一些实例中,本文中描述的分离系统的实例可维持用于四个端口元件的流动路径,同时增加组装密度、增加产量及降低压头损失。这可形成归因于改善的流动路径而明显降低的压头损失。在一些实例中,多个隔膜元件2400可通过对准其流体端口而耦合。顶板第一流体端口2501可将第一流体引导到第一隔膜元件2400的顶板的第一流体端口2401。第一流体可接着行进穿过第一隔膜元件2400。第一流体可接着凭借通过位于第一隔膜元件2400的底板上的第二流体端口2402退出

第一隔膜元件2400而行进到隔膜元件2400。第二流体端口2402可耦合到定位在第一隔膜元件2400下方的第二隔膜元件2400的第一流体端口2401。类似地,第一流体可行进穿过第三隔膜元件2400。对于平行配置,所有第一流体端口2401及第二流体端口2402可在每一隔膜元件2400的第一侧上。第一流体可以类似方式行进穿过每一隔膜元件2400且可垂直穿过顶板第二流体端口2502。在一些实例中,隔膜元件2400的流体端口、顶板和/或底板可包含互连件,例如敞开短节2801或封闭短节2802。

[0121] 顶板第三流体端口2503可将第二流体引导到第一隔膜元件2400的顶板的第三流体端口2403。第二流体可接着行进穿过第一隔膜元件2400。第二流体可接着凭借通过位于第一隔膜元件2400的底板上的第四流体端口2404退出第一隔膜元件2400而行进到第二隔膜元件2400。第四流体端口2404可耦合到定位在第一隔膜元件2400下方的第二隔膜元件2400的第三流体端口2403。类似地,第一流体可行进穿过第三隔膜元件2400。对于平行配置,所有第三流体端口2403及第四流体端口2404可在每一隔膜元件2400的第一侧上。第二流体可以类似方式行进穿过每一隔膜元件2400且可垂直穿过顶板第四流体端口2504。

[0122] 在平行配置的一个实例中,堆叠的第一侧上的所有流体端口(除了底部流体端口以外)可装配有敞开短节2801。第一侧上的底部流体端口可装配有封闭短节2802。堆叠的第二侧上的所有流体端口(除了顶部流体端口以外)可装配有敞开短节2801。第二侧上的顶部流体端口可装配有封闭短节。

[0123] 图21B是根据一些实施例的连续堆叠的隔膜元件2400的横截面图。顶板第一流体端口2501可将第一流体引导到第一隔膜元件2400的顶板的第一流体端口2401。第一流体可接着行进穿过第一隔膜元件2400。第一流体可接着凭借通过位于第一隔膜元件2400的底板上的第二流体端口2402退出第一隔膜元件2400而行进到隔膜元件2400。第二流体端口2402可耦合到定位在第一隔膜元件2400下方的第二隔膜元件2400的第一流体端口2401。类似地,第一流体可行进穿过第三隔膜元件2400。对于连续配置,每一隔膜元件2400的第一流体端口2402及第二流体端口2402可在隔膜元件2400的第一侧与第二侧之间交替。在行进穿过隔膜元件2400之后,第一流体可通过其第二流体端口2402直接退出上一个隔膜元件2400或行进可穿过底板。替代地,第一流体可被导回到顶板且可通过顶板第二流体端口2502流出。

[0124] 顶板第三流体端口2503可将第二流体引导到第一隔膜元件2400的顶板的第三流体端口2403。第二流体可接着行进穿过第一隔膜元件2400。第二流体可接着凭借通过位于第一隔膜元件2400的底板上的第四流体端口2404退出第一隔膜元件2400而行进到第二隔膜元件2400。第四流体端口2404可耦合到定位在第一隔膜元件2400下方的第二隔膜元件2400的第三流体端口2403。类似地,第一流体可行进穿过第三隔膜元件2400。对于连续配置,每一隔膜元件2400的第三流体端口2403及第四流体端口2404可在隔膜元件2400的第一侧与第二侧之间交替。在行进穿过隔膜元件2400之后,第二流体可通过其第四流体端口2404直接退出上一个隔膜元件2400或可行进穿过底板。替代地,第二流体可被导回到顶板且可通过顶板第四流体端口2504流出。

[0125] 在连续配置的一个实例中,堆叠的第一侧上的流体端口可在装配有敞开短节2801与封闭短节2802之间交替。类似地,堆叠的第二侧上的流体端口可在装配有敞开短节2801与封闭短节2802之间交替,其中第一侧及第二侧可具有交替类型的短节。例如,无论何时第一侧上的流体端口装配有敞开短节2801,第二侧上的对应流体端口均可装配有封闭短节

2802。

[0126] 图23是根据一些实施例的隔膜元件2400的等距视图。在一些实例中,部分围封的隔膜元件2400可浸入在第一流体中。在此配置中,与第一流体相关联的一或多个开口可被暴露,借此允许第一流体进入及退出隔膜元件2400。隔膜元件2400可包含第一流体端口2401及第二流体端口2402以使第二流体垂直穿过隔膜元件2400。在一些实例中,第一流体可为进料流体且第二流体可为汲取流体。隔膜元件2400可浸入在进料流体中,从而允许进料流体行进穿过隔膜元件2400。汲取流体可如上所述垂直穿过隔膜元件2400。替代地,隔膜元件2400可浸入在汲取流体中,同时进料流体可如上所述由流体端口垂直进入隔膜元件2400中。对隔膜生物反应器使用此配置可为有利的。

[0127] 图24是根据一些实施例的隔膜元件2400的滑轨的等距视图。在一些实例中,许多隔膜元件2400可以可适用于在大型装置中操作的阵列来耦合。阵列可通过将隔膜元件2400堆叠在一起且在阵列的隔膜元件2400之间产生流体界面而形成。流体界面可呈连续、平行或其组合。一或多个堆叠可组合在共用框架2701中以提供刚性端板及机械支撑。顶部流体界面2702及底部流体界面2703可在不同堆叠之间提供流体界面,借此为整个阵列提供流体界面。此外,可提供包含多个阵列的滑轨。滑轨可为独立模块,且可提供泵浦以使一或多种流体及控制有效地运行。此外,在滑轨级可包含泄漏检测。滑轨可具有可平行耦合每一阵列的端板。可使模块与滑轨隔离且从滑轨移除以进行维护。在一些实例中,可使用许多滑轨以操作大型装置。

[0128] 本文中描述的隔膜、元件、模块及/或堆叠的实例可通常用来执行正向渗透。正向渗透通常是指其中汲取溶液中的溶质大于进料溶液中的溶质的过程。水通常从进料溶液到汲取溶液横跨正向渗透隔膜,从而降低汲取溶液中的溶质的浓度。可使用本文中描述的隔膜、装置及系统来操控任何数目的溶质,所述溶质包含但不限于盐。可使用任何数目的流体来实施进料及汲取流体,包含但不限于水、工业废弃物、商业废弃物、农业废弃物及饮料。压力延缓渗透通常是指其中由通过进料溶液与汲取溶液之间的渗透压力差驱动的流体运输产生能量或压力的过程。进料溶液可为废水或河水,且汲取溶液可为海水或逆向渗透盐水。隔膜蒸馏通常是指其中来自液体进料溶液的在高温下的流体作为水蒸气行进穿过隔膜且在低温下冷凝为渗透溶液的过程。进料可为废水、海水或高盐浓度的任何溶液。

[0129] 实例性能

[0130] 下文提供使用本文中描述的隔模板组合件的实例实现的实例性能指标。实例指标是通过实例方式提供且促进对可使用本文中描述的组合件实现的实例性能的理解。所提供的实例并非可实现的唯一性能指标,且并非所有实施例均可实现所描述的性能。

[0131] 表1.Porifera's Gen 1隔模板组合件的性能

[0132]

每个元件的隔膜面积	7.0 m ²
隔膜类型	正向渗透
操作 pH 限制	2 到 11
由具有 5.5 wt% NaCl 汲取溶液的元件处理的水对比水(FO 模式)	190 到 240 L/h
元素的逆向盐通量	0.2 到 0.6 g/L
由具有 5.5 wt% NaCl 汲取溶液的元件处理的水对比 3.25% NaCl (FO 模式)	65 到 75 L/h
进料间隔件	0.030" Fishnet
压头损失	0.03 psi/gpm
包含外壳的元件体积	0.03 m ³
物理尺寸	16" × 18" × 7"
重量(湿重)	72 lbs
材料	塑料和铝
管道界面	Porifera 快速变化歧管

[0133] 表2.FO模式中具有不同流速的使用300TDS进料及1M NaCl汲取的Porifera's Gen1隔膜板组合件的性能

[0134]

汲取流速 (gpm)	进料流速 (gpm)	25 C 下的通 量(LMH)	RSF (g/L)	汲取压头损 失(psi)	进料压头损 失(psi)
2.0	2.0	21.9	0.46	0	0.9
4.0	4.0	25.3	0.39	0	1.2
6.0	6.0	26.7	0.39	0.3	1.5
8.0	8.0	27.3	0.31	0.7	2.1
10.0	10.0	28.0	0.35	1.2	2.1

[0135] 表3.Porifera元件与商用RO及FO元件相比的组装密度

[0136]

元件	面积 (m ²)	组装密度 (m ² /m ³)
RO 40407m ²	7	263.7
RO 8040-41m ²	41	569.2
Porifera's Gen 2-80m ²	80	615.0
Porifera's Gen 1-7m ²	7	233.0
商用FO 8040-17m ²	17	236.0
商用FO 4040-3m ²	3	113.0
商用FO 4040-1.2m ²	1.20	45.2

[0137] 根据前文将明白,虽然本文中是为了说明目的描述了本发明的特定实施例,但是在不脱离本发明的精神及范围的情况下可作出各种修改。

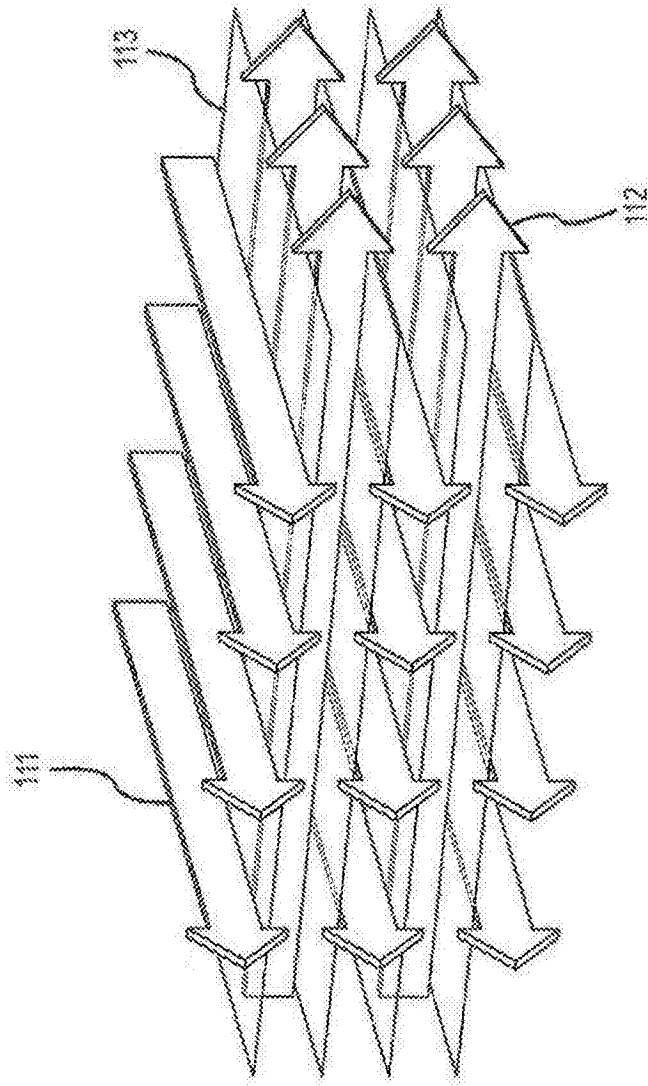


图1

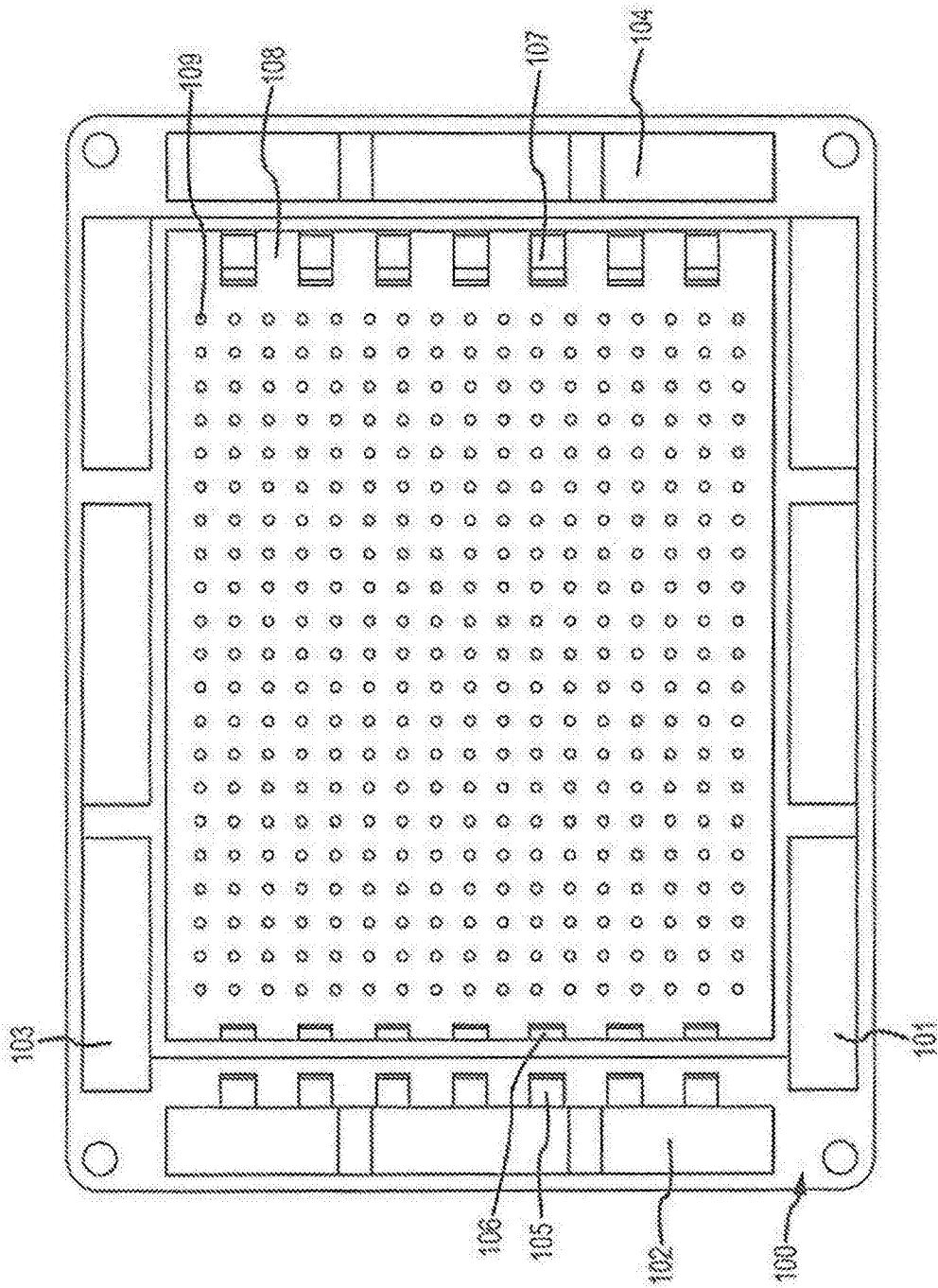


图2

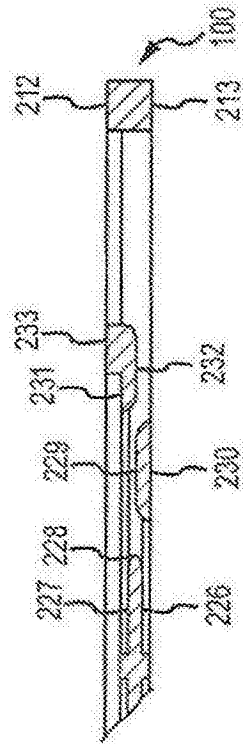


图3A

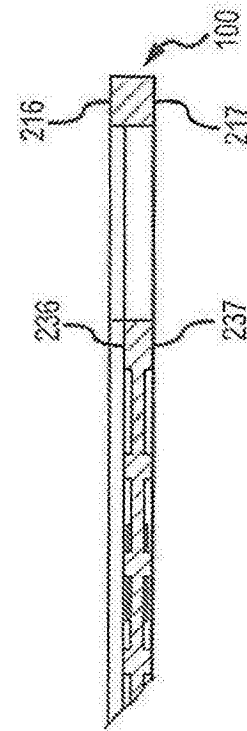


图3B

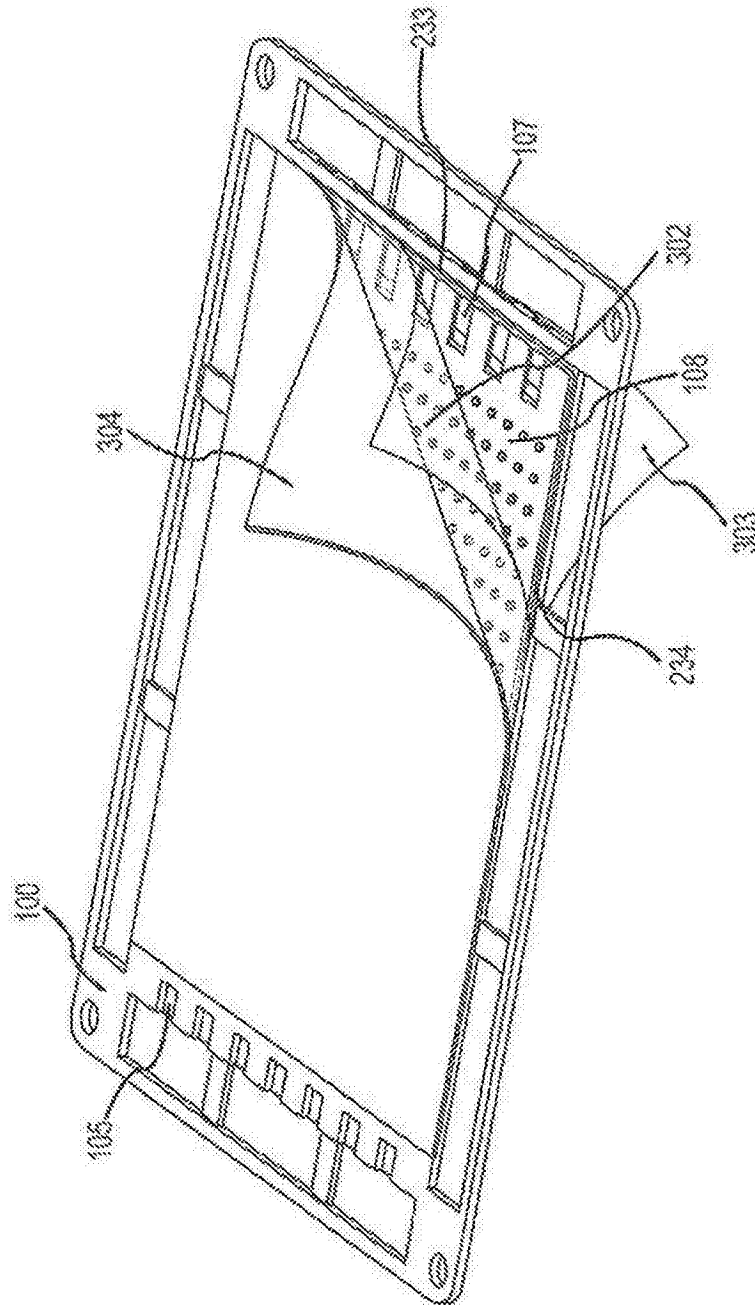


图4

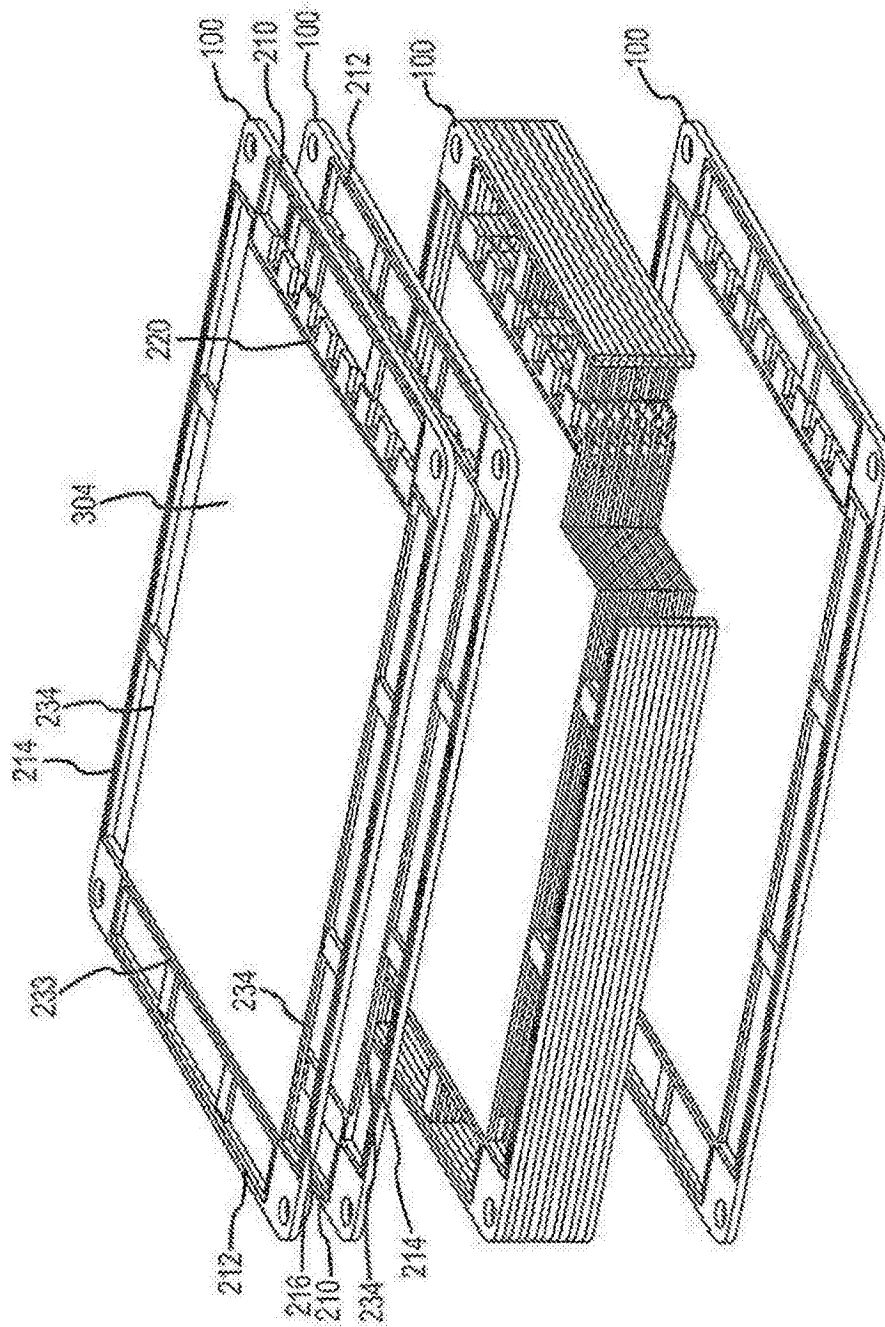


图5

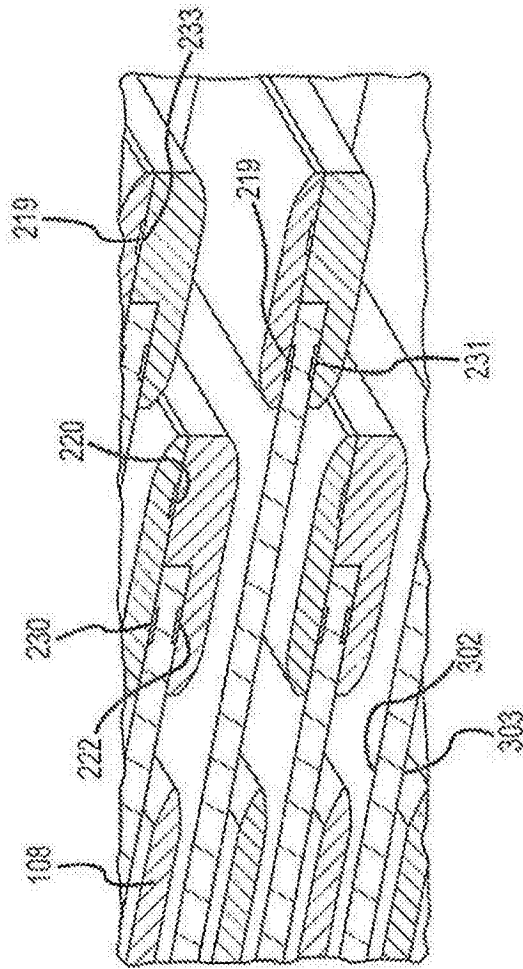


图6

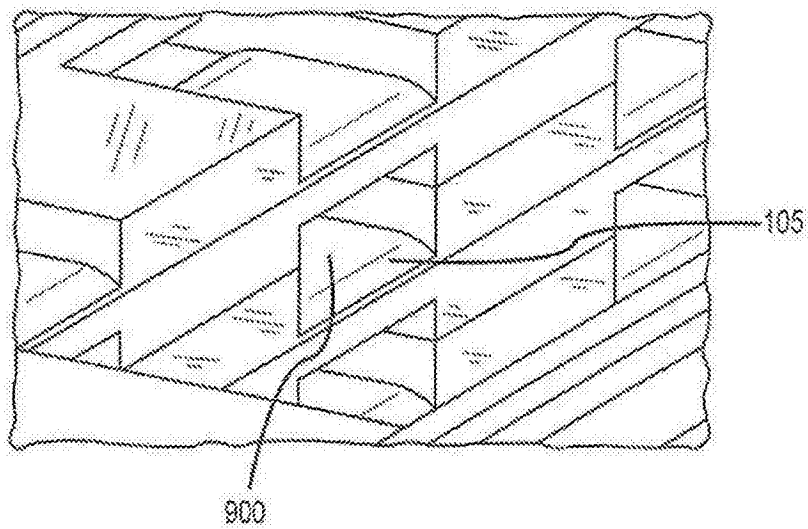


图7

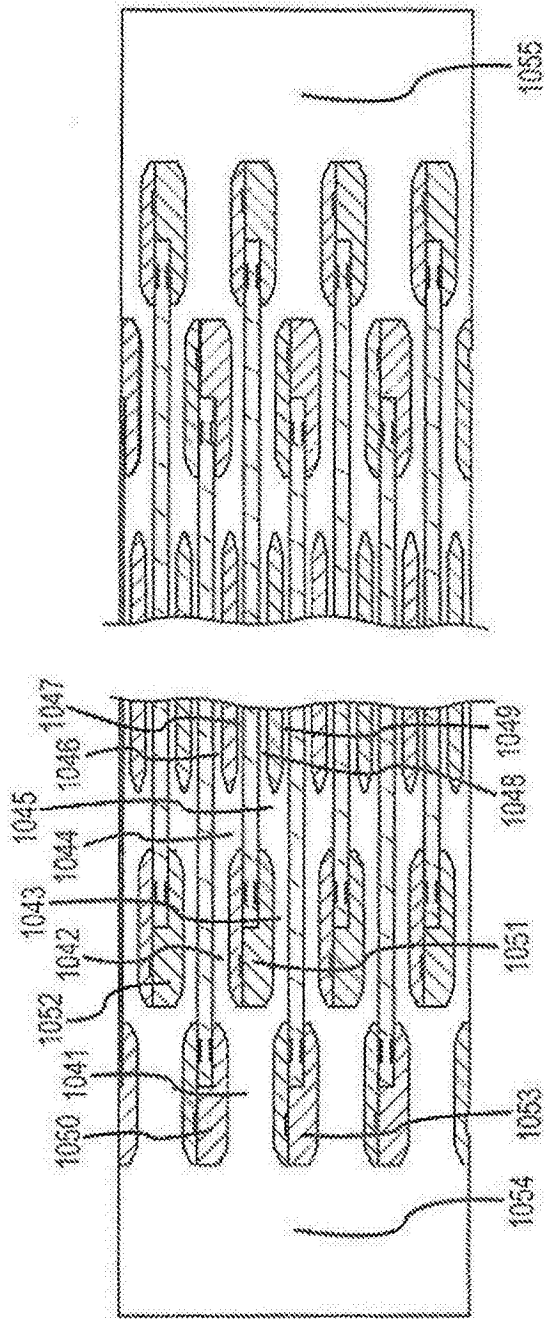


图8

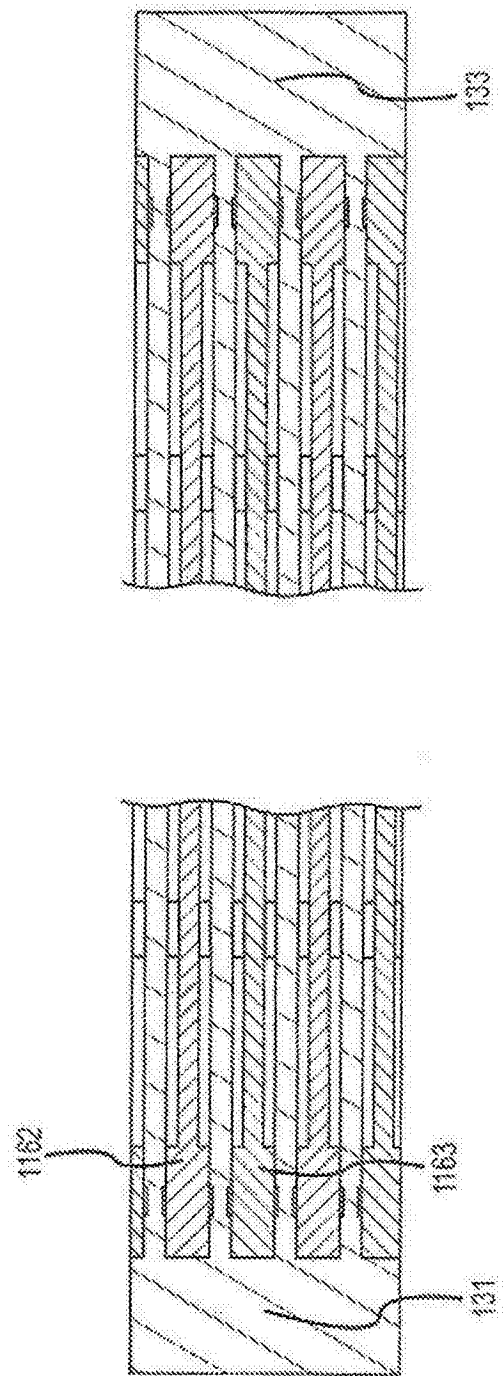


图9

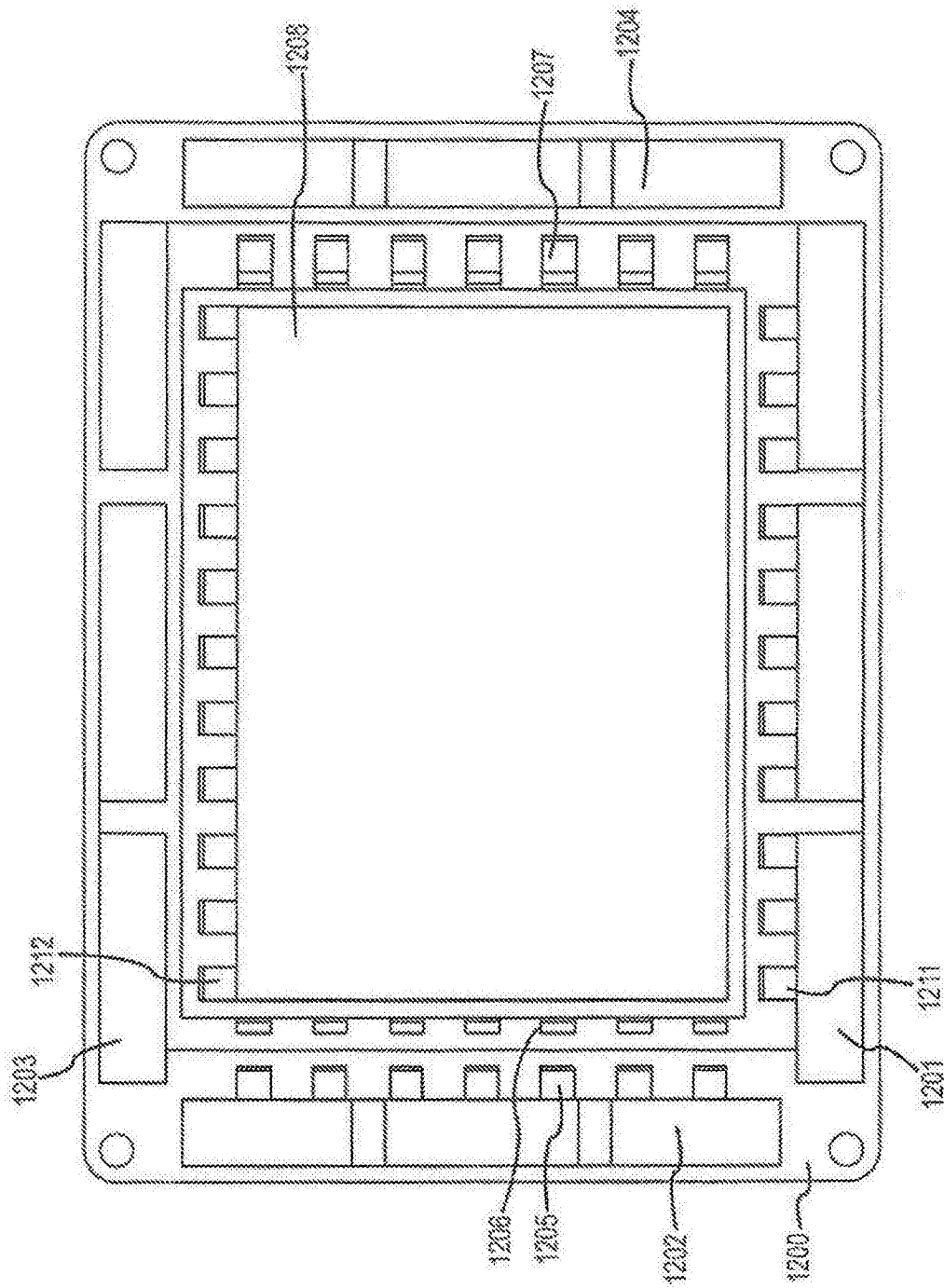


图10

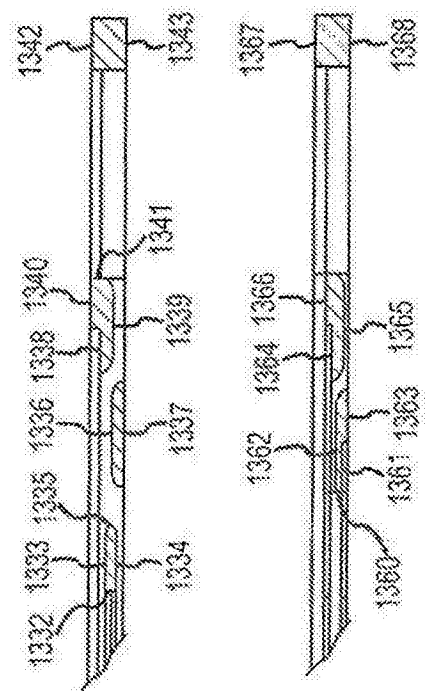


图11A

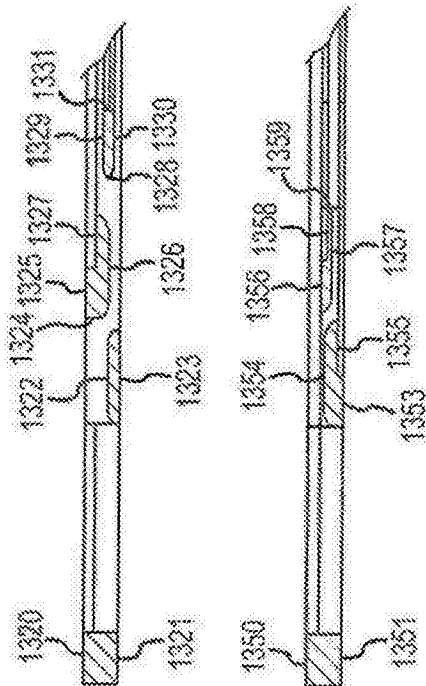


图11B

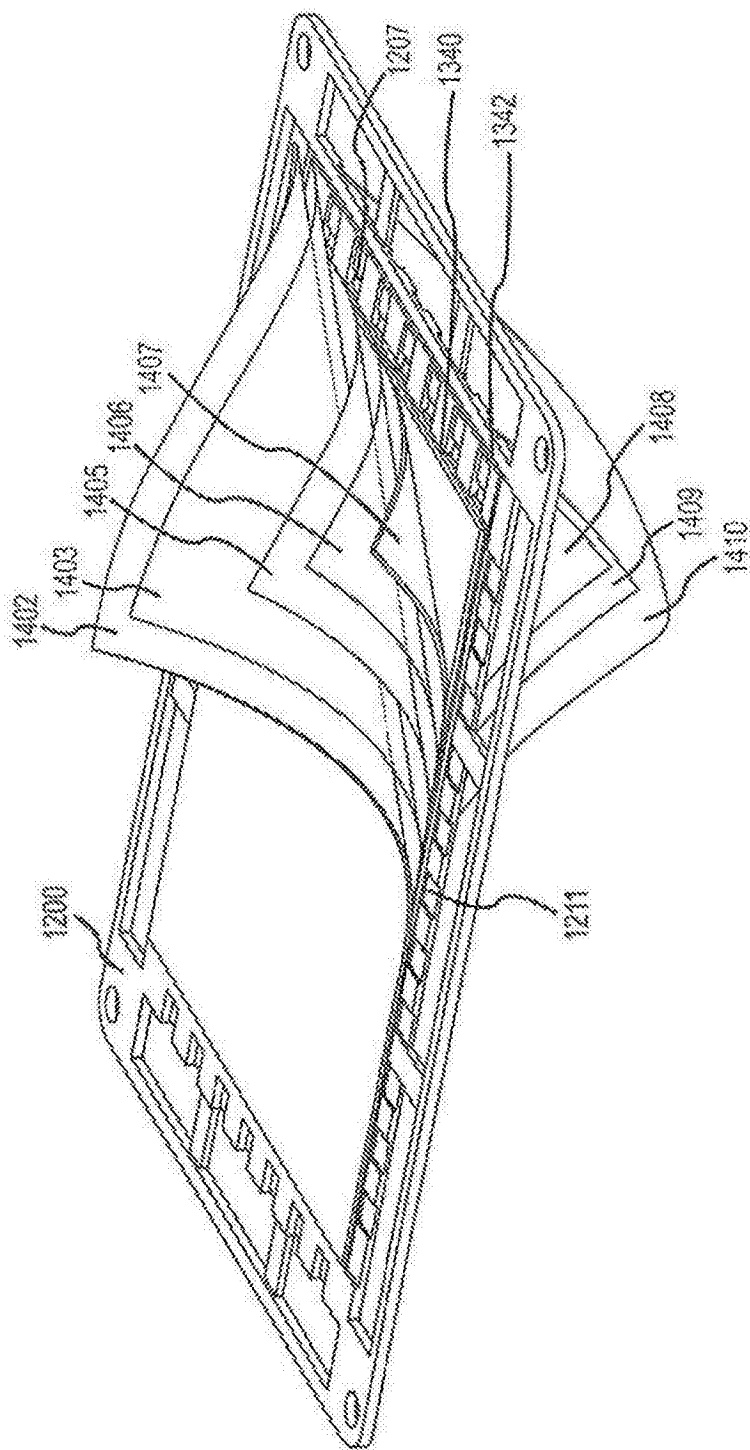


图12

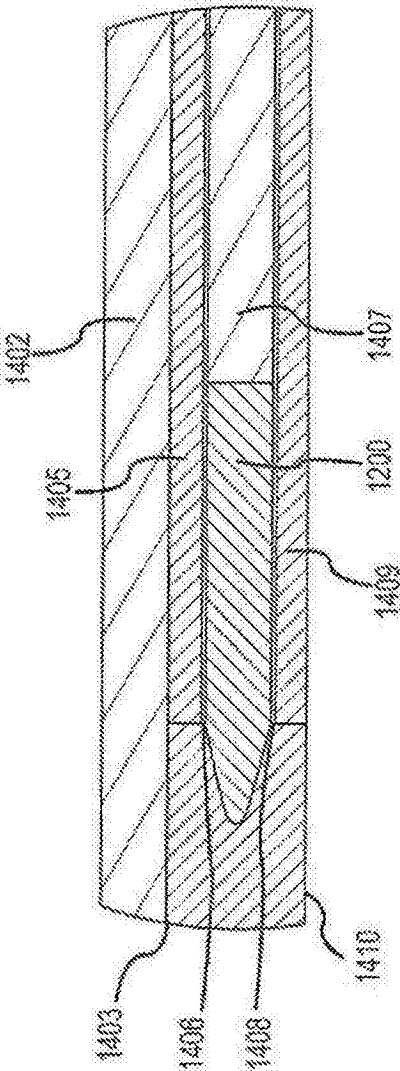


图13

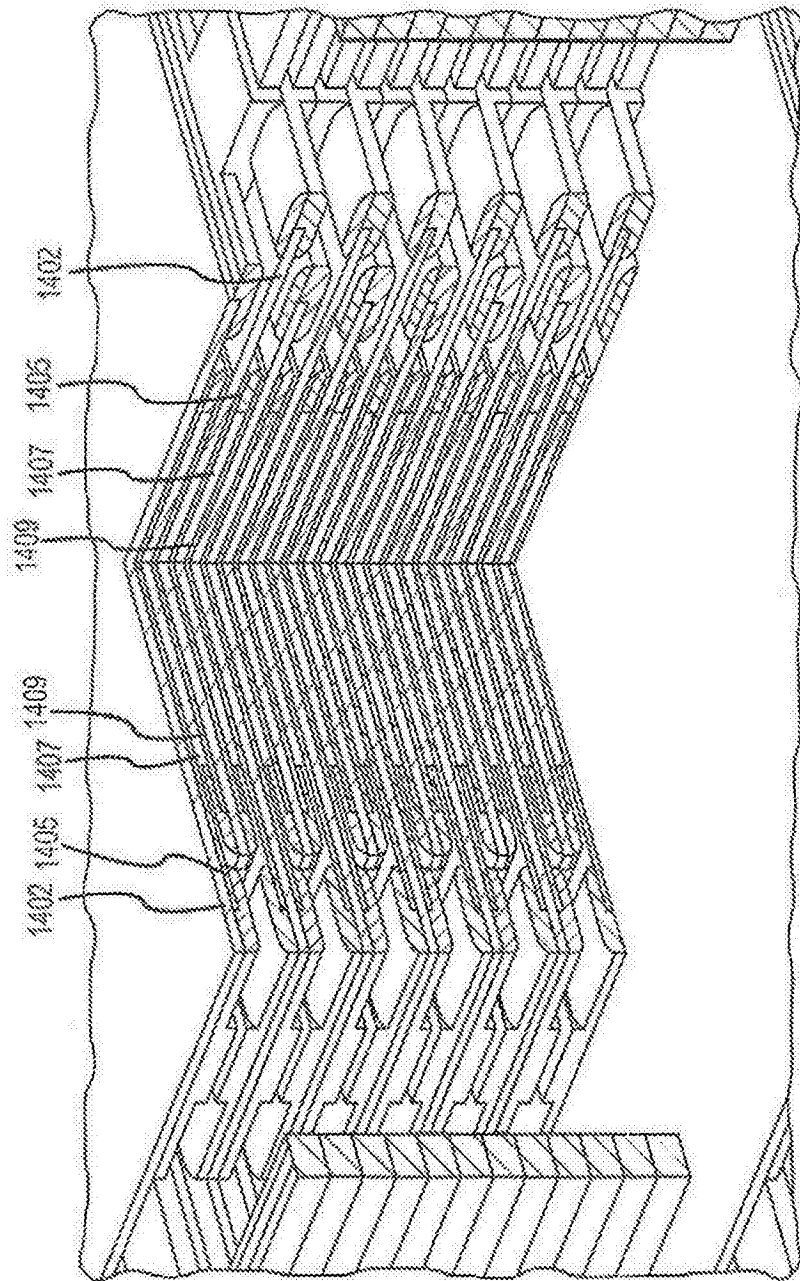


图14

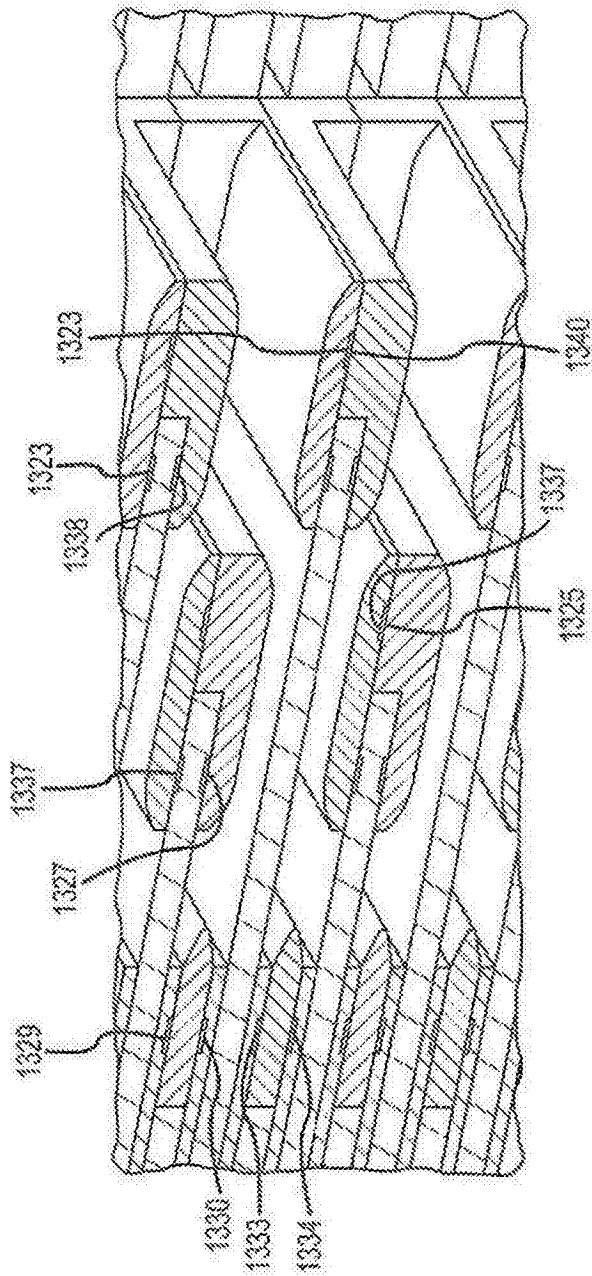


图15

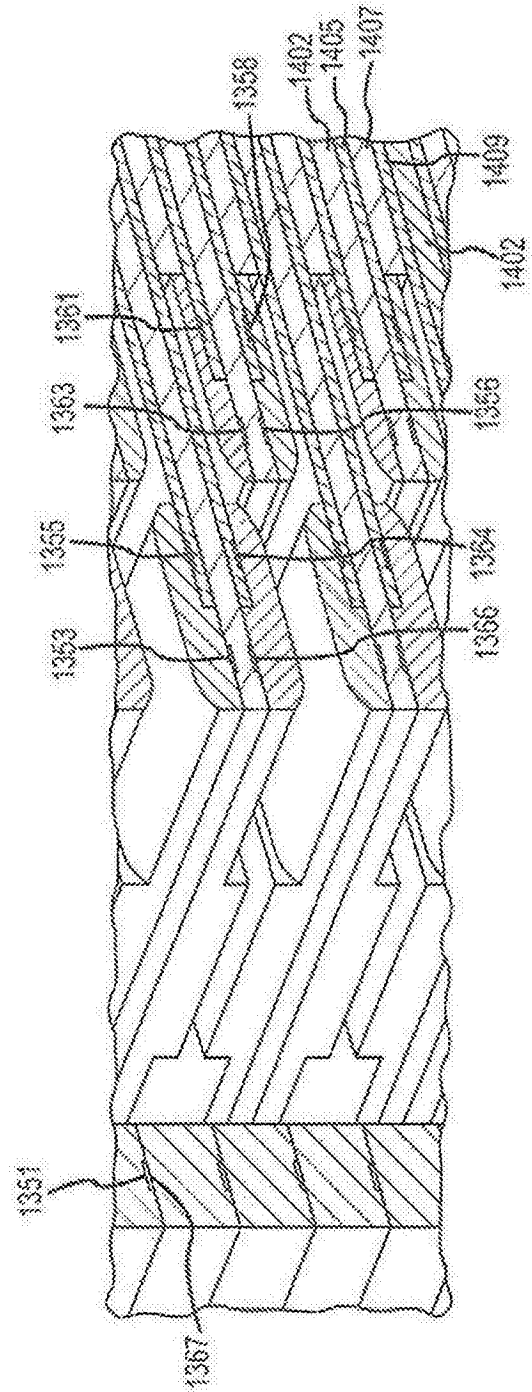


图16

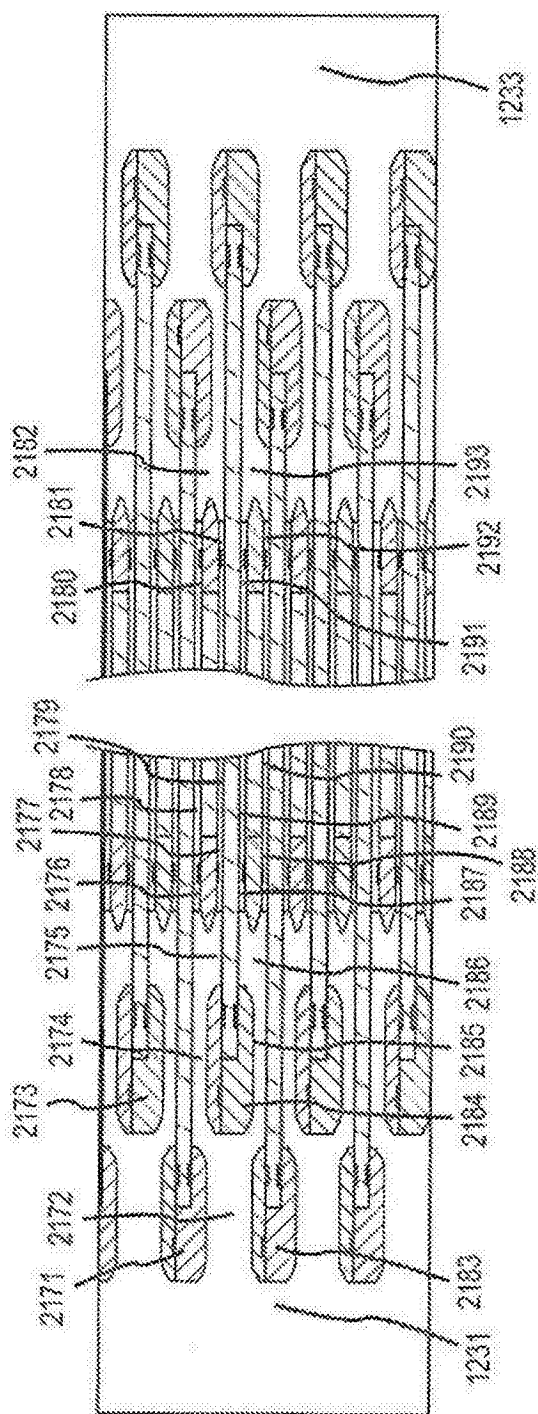


图17

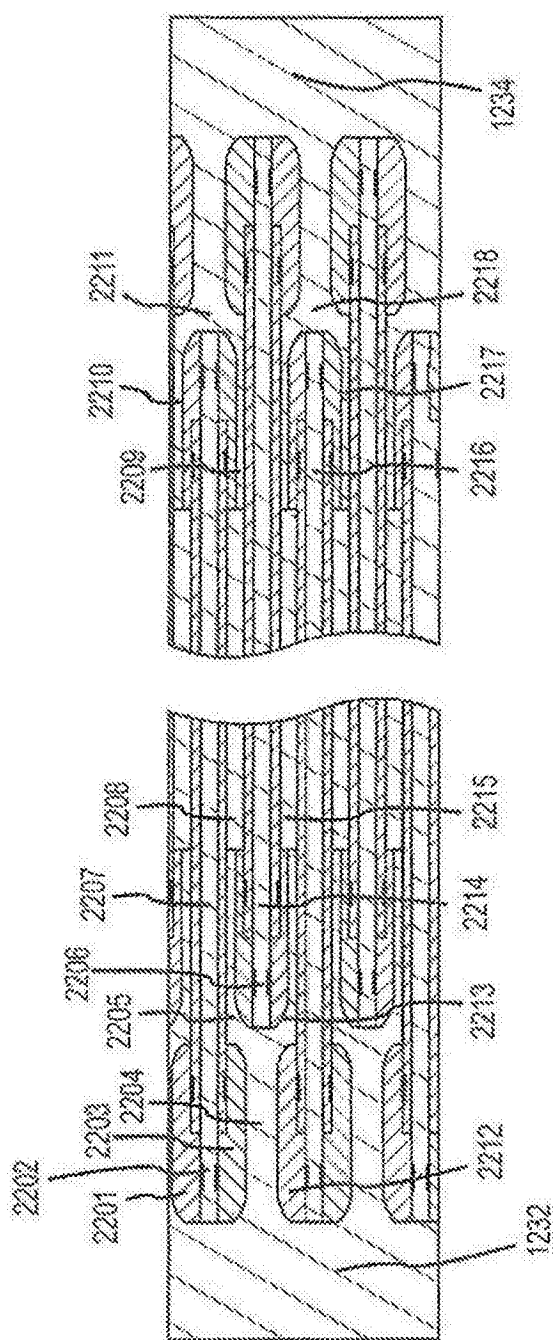


图18

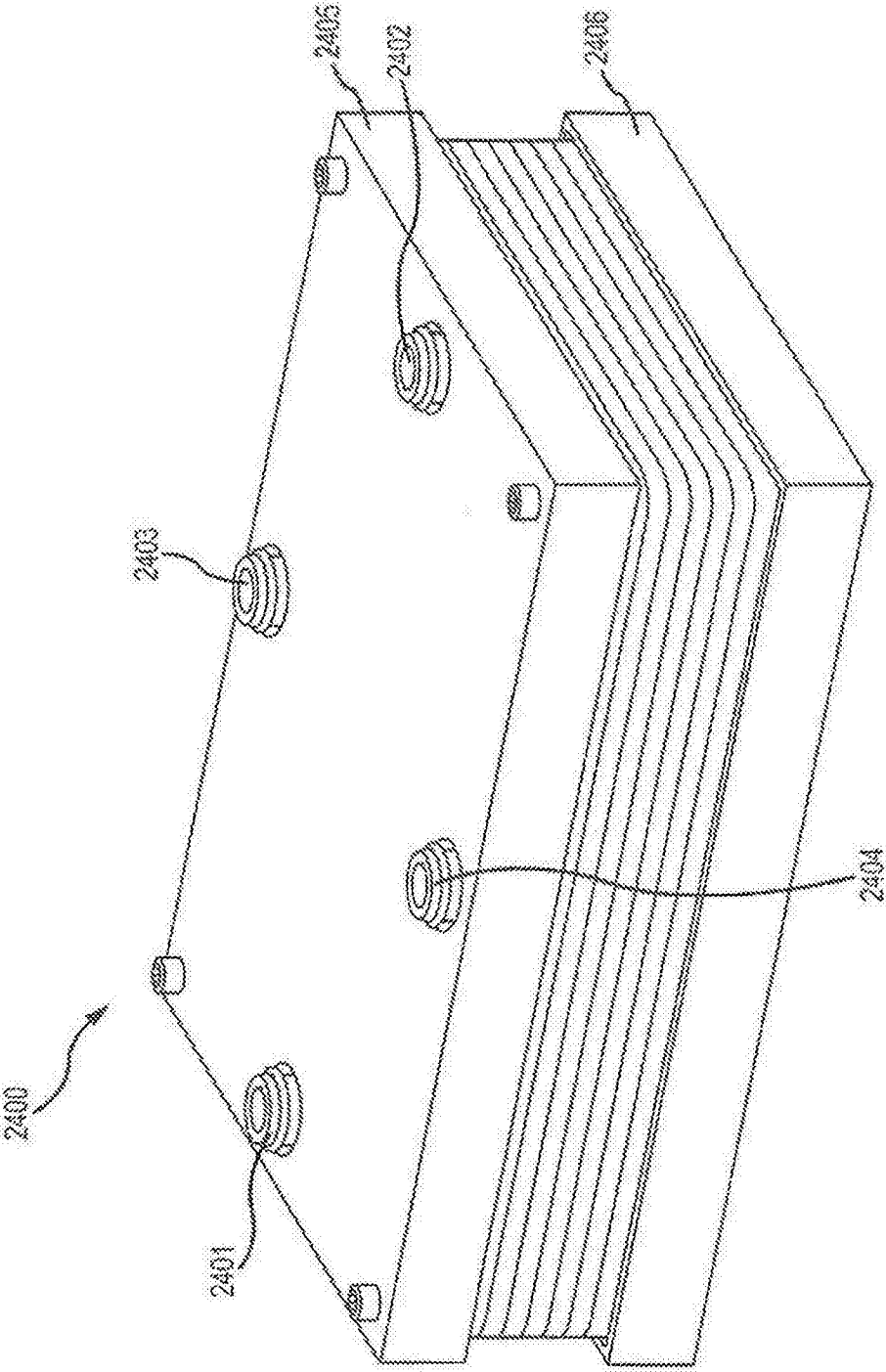


图20

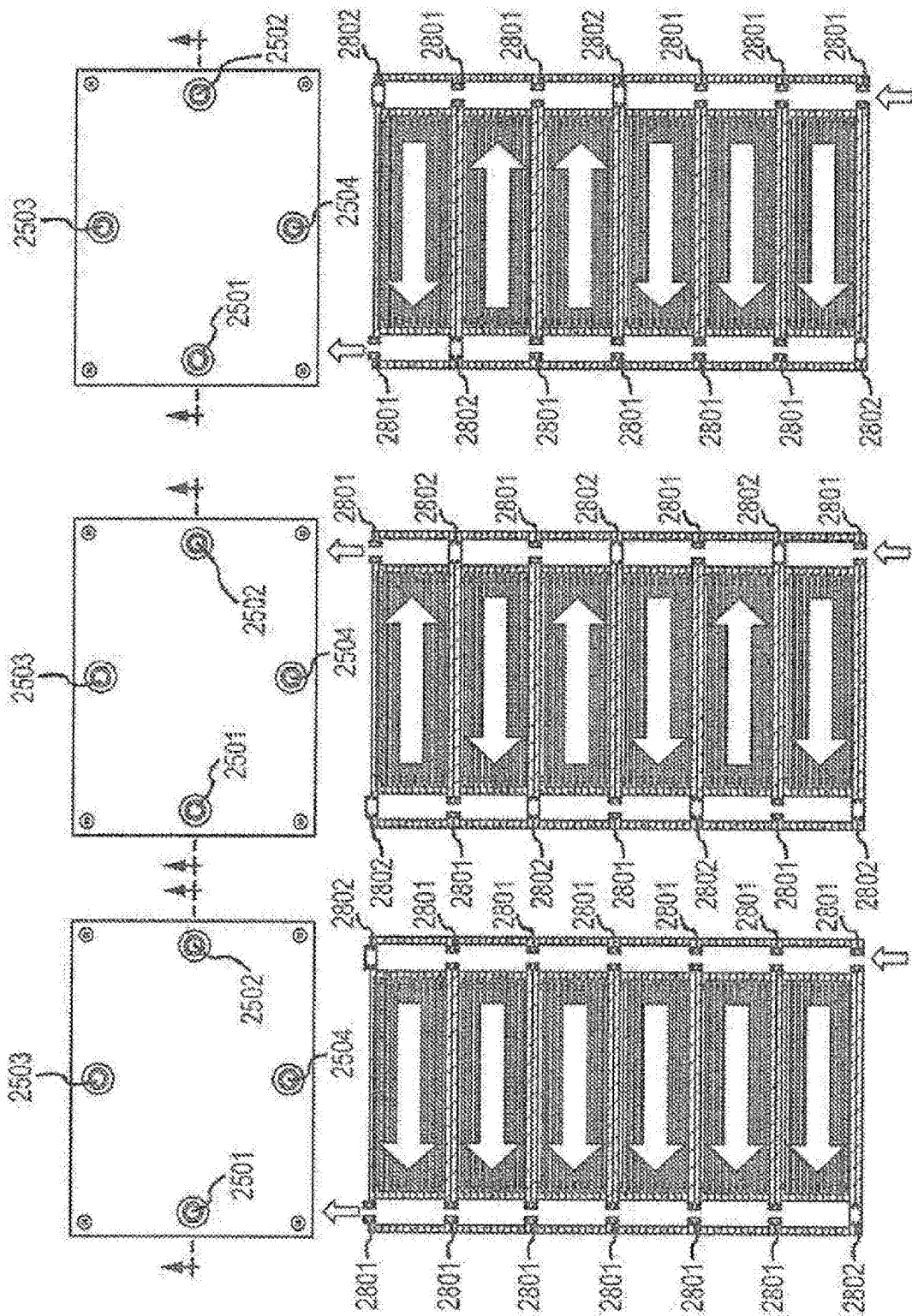


图 21C

图 21B

图 21A

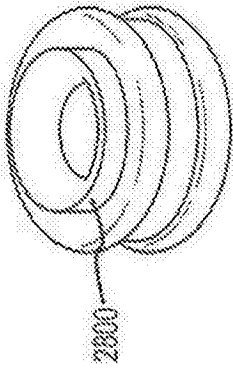


图22A

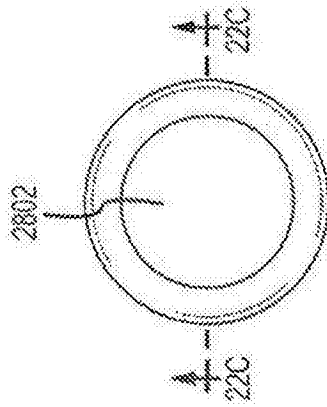


图22B

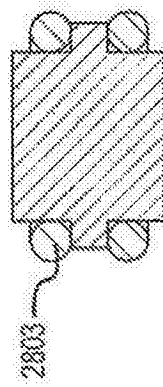


图22C

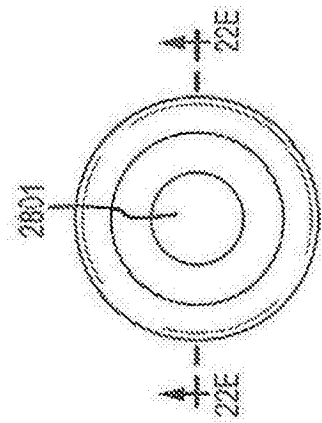


图22D

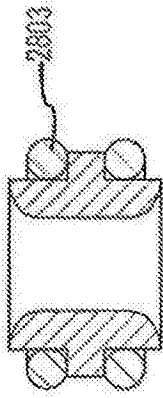


图22E

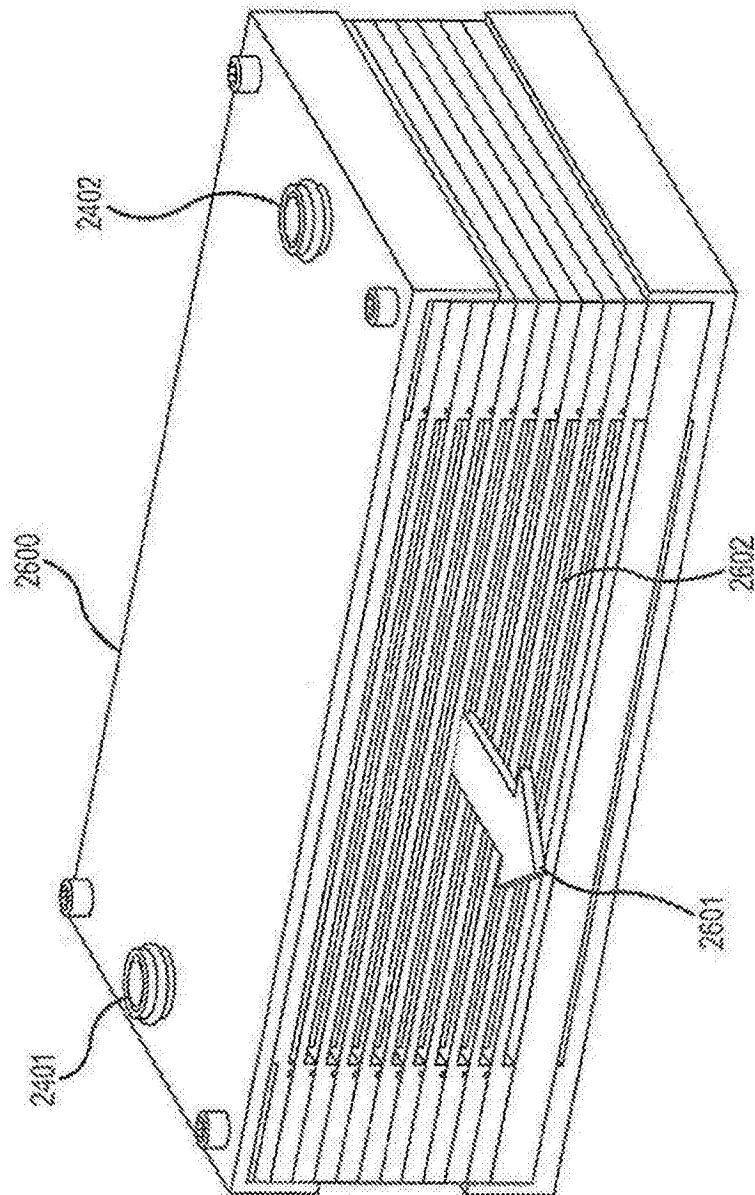


图23

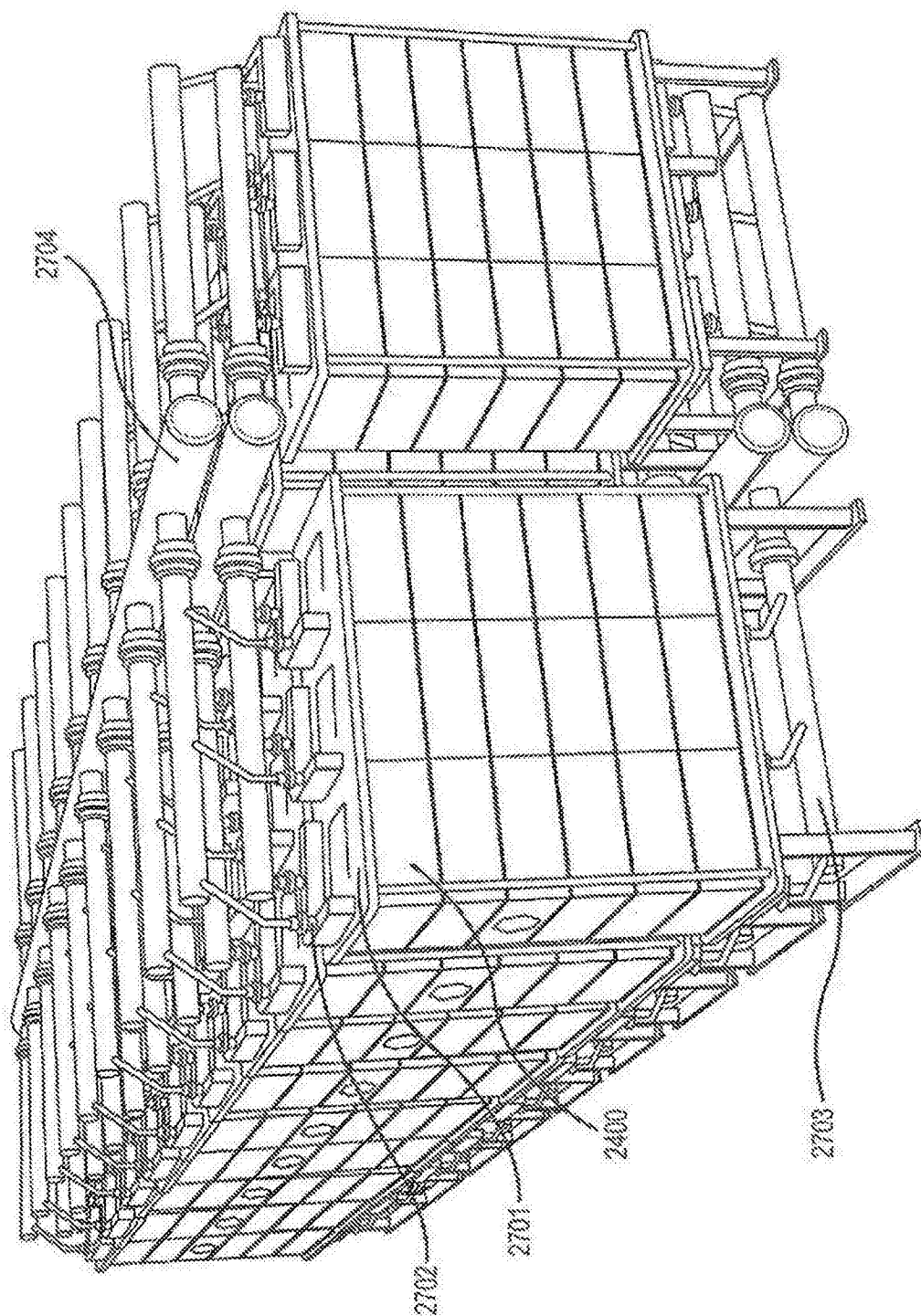


图24