



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101605997 B

(45) 授权公告日 2012. 03. 21

(21) 申请号 200780050899. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2007. 12. 21

F15C 1/06 (2006. 01)

(30) 优先权数据

06301311. 4 2006. 12. 29 EP

07300760. 1 2007. 02. 01 EP

(56) 对比文件

CN 1700011 A, 2005. 11. 23, 全文.

US 20040262223 A1, 2004. 12. 30, 全文.

US 20040206391 A1, 2004. 10. 21, 全文.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 08. 04

审查员 王立升

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/026228 2007. 12. 21

(87) PCT申请的公布数据

W02008/085430 EN 2008. 07. 17

(73) 专利权人 康宁股份有限公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 S·F·霍伊森 O·洛贝特 P·沃尔

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 沙永生 周承泽

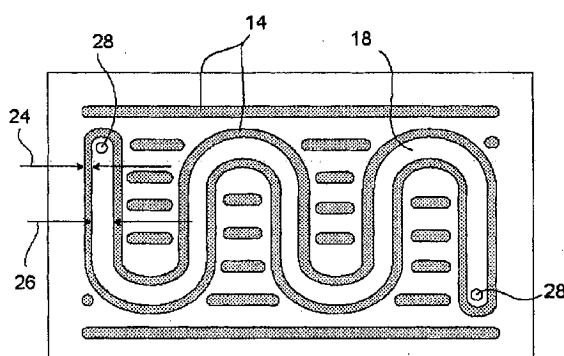
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 5 页

(54) 发明名称

高通量的耐压微流体装置

(57) 摘要

一种微流体装置,其包括由固结玻璃料形成的壁结构,所述壁结构位于两个或更多个由第二材料形成的隔开的基板之间并且将基板相连,壁结构在基板之间限定出一个或多个流体通道,该装置的至少一个通道在基本垂直于所述基板方向的高度大于1毫米,优选大于1.1毫米,或者大于1.2毫米,或者等于或大于1.5毫米,并且至少一个通道具有非三维曲折部分,其中,所述壁结构具有波浪形状,使得长度大于3厘米、或大于2厘米、或大于1厘米的壁结构,或者甚至所有长度的壁结构都有一定曲率半径。一种装置还可以包括没有高度的波浪形状。



1. 一种微流体装置,其包括由固结玻璃料形成的壁结构,所述壁结构位于两个或更多个由第二材料形成的隔开的基板之间并且将基板相连,壁结构在基板之间限定出一个或多个流体通道,其中,所述一个或多个流体通道中至少一个通道在基本垂直于所述基板方向的高度大于 1 毫米。

2. 如权利要求 1 所述的微流体装置,其特征在于,所述固结玻璃料包括玻璃或玻璃-陶瓷中的一种或多种。

3. 如权利要求 1 所述的微流体装置,其特征在于,所述第二材料包括玻璃、玻璃-陶瓷、或陶瓷。

4. 如权利要求 1-3 中任一项所述的微流体装置,其特征在于,所述至少一个通道的非三维曲折部分由所述壁结构具有波浪形状的相应部分限定,使得在该部分内,长度大于 3 厘米的壁结构都具有一定曲率半径。

5. 如权利要求 1-3 中任一项所述的微流体装置,其特征在于,所述至少一个通道的非三维曲折部分由所述壁结构具有波浪形状的相应部分限定,使得在该部分内,长度大于 2 厘米的壁结构都具有一定曲率半径。

6. 如权利要求 1-3 中任一项所述的微流体装置,其特征在于,所述至少一个通道的非三维曲折部分由所述壁结构具有波浪形状的相应部分限定,使得在该部分内,长度大于 1 厘米的壁结构都具有一定曲率半径。

7. 如权利要求 1-3 中任一项所述的微流体装置,其特征在于,所述至少一个通道的非三维曲折部分由成形的所述壁结构的相应部分限定,使得在基本上平行于所述基板的平面内,所述壁结构的所述部分没有平直区段。

8. 如权利要求 1-3 中任一项所述的微流体装置,其特征在于,所述至少一个通道的最大宽度不超过 3 毫米。

9. 如权利要求 1-3 中任一项所述的微流体装置,其特征在于,所述至少一个通道的最大宽度不超过 2 毫米。

10. 如权利要求 4 所述的微流体装置,其特征在于,所述至少一个通道的所述非三维曲折部分的最大宽度不超过 3 毫米。

高通量的耐压微流体装置

技术领域

[0001] 本发明一般性涉及用于化学处理的微流体装置,具体地,涉及由结构化的固结玻璃料形成的高通量耐压微流体装置,该结构化的固结玻璃料在两个或更多个基板之间限定出凹进或通道。

[0002] 如本文中理解的微流体装置是一般包含流体通道或流体室的装置,所述通道或室通常具有至少一个、一般是多个在亚微米至几微米范围的尺寸。微流体装置可用来以安全、有效和环境友好的方式进行有难度的、危险的、或者甚至不可能的化学反应和过程。

[0003] 本发明人和/或合作者在以前的研究工作中已经开发了由结构化的固结玻璃料形成的微流体装置,所述结构化的固结玻璃料在两个或更多个基板之间的体积中限定出凹进或通道,例如在美国专利第6,769,444号中揭示的,“微流体装置及其制造 (Microfluidic device and Manufacture Thereof),以及相关专利或专利公开。该专利揭示的方法包括多个步骤,包括提供第一基板,提供第二基板,在所述第一基板的面层上形成第一玻璃料结构,在所述第二基板的面层上形成第二玻璃料结构,使所述第一基板和第二基板以及第一和第二玻璃料结构一起固结,使其面层彼此相对,从而在所述第一基板和第二基板之间形成一个或多个由固结玻璃料限定出的凹进或通道。

[0004] 图1显示这种类型的微流体装置10的截面示意图。微流体装置10包括由固结玻璃料形成的壁结构14,壁结构位于两个或更多个由第二材料形成的隔开的基板12之间并与基板12连接。壁结构优选由固结玻璃或玻璃-陶瓷的玻璃料形成。基板可以是能顺应壁结构的任何希望的材料,优选包括玻璃、玻璃-陶瓷、或陶瓷。壁结构14限定出流体通道,如在各基板12之间的用于容纳或混合可流动材料或者对其进行其它处理的热反应物流体通道18,以及/或者用于热交换流体或其它目的的控制流体通道16。

[0005] 在制造图1的装置10的工艺中,可以在装置10的不同基板上形成不同的玻璃料结构。例如,对复杂程度较低的流体通道如通道16,可以在基板12上形成玻璃料壁的图案,同时在协作基板12的面层上形成平坦的玻璃料薄层。当壁和薄层例如通过烧制固结时,在通道16的周围形成壁结构14。对复杂程度较高的流体通道如通道18,可以在基板12的面层上形成玻璃料壁的协作图案,使玻璃料结构一起固结,然后形成图1所示的通道18周围的壁14。

[0006] 在本发明人和/或合作者的另一项研究工作中,开发了高性能的微反应装置,该装置是能在合理压降下以高达150毫升/分钟流速达到良好混合以及具有良好热控制的组合,例如在EPO专利申请EP1679115,“高性能微反应器 (High Performance Microreactor)”中所示。图2是相应于图1所示装置的一种装置实施方式的壁结构的一个层的平面图(约1:1比例),如在申请EP16791155中揭示的。壁结构14有助于在两个基板(图中未示出)之间限定出流体通道18。在这种特定装置中,通道18的非三维曲折部分17引至通道18的三维曲折部分19,其中,引导流体在该图平面内流动以及流进和流出该图平面。通道18的三维曲折部分19引至第二非三维曲折部分21。关于特定应用的其它背景技术以及图2结构类型的装置的优点可参见EPO专利申请EP1679115。

[0007] 虽然前面揭示的这些装置和制造方法能用于制造所揭示类型的良好性能的装置,但是希望能同时达到通量能力和耐压性的最佳化,相对于现有技术的装置,可以通过提高这些性能因素之一同时将对其他因素的负面影响降至最小来实现,也可以通过同时提高通量能力和耐压性来实现。

[0008] 发明概述

[0009] 根据本发明的另一个方面,提供微流体装置,该装置包括由固结玻璃料形成的壁结构,所述壁结构位于两个或更多个由第二材料形成的隔开的基板之间并将基板连接,所述壁结构在基板之间限定出一个或多个流体通道,该微流体装置的至少一个通道在基本垂直于基板方向的高度大于1毫米,优选大于1.1毫米,或大于1.2毫米,或者等于或大于1.5毫米。

[0010] 本发明的另一个方面涉及微流体装置,该装置包括固结玻璃或玻璃-陶瓷的玻璃料壁结构,所述壁结构位于两个或更多个隔开的基板之间并将基板连接,所述壁结构在基板之间限定出一个或多个流体通道,其中,沿一个或多个通道的非三维曲折部分,壁结构具有波浪形状,使得长度大于3厘米、或者大于2厘米、或者大于1厘米的壁结构,或者甚至所有长度的壁结构,都具有一定曲率半径。

[0011] 作为本发明的又一个备选方面,将上面的两个方面组合,使上述类型的微流体装置优选具有至少一个高度大于1毫米,或者大于1.1毫米,或者大于1.2毫米,高达大于或等于1.5毫米的通道,所述通道包含由具有波浪形状的壁结构限定的非三维曲折部分,使得在该部分中,长度大于3厘米、或者大于2厘米、或者大于1厘米的壁结构,或者甚至所有长度的壁结构,都具有一定曲率半径。

[0012] 本发明的其他方面将在以下详细描述中提出,通过本发明的描述,或者通过按照本文所述(包括下面的详细描述、权利要求书和附图)实施本发明得知,部分内容对本领域的技术人员而言将是显而易见的。

[0013] 应理解,前面的概要描述和下面的详细描述提供了本发明的实施方式,并且意图提供概述或框架以供理解所要求权利的本发明的特性和特征。包括的附图提供了对本发明的进一步的理解,并结合构成本说明书的一部分。附图说明了本发明的不同实施方式,并与描述部分一起用来说明本发明的原理和运作。

[0014] 附图简述

[0015] 图1是已知类型的微流体装置的截面正视图。

[0016] 图2是图1类型的微流体装置或者微反应装置的已知实施方式的截面平面图。

[0017] 图3是可用于结合在本发明的一些实施方式中的壁结构的透视图。

[0018] 图4是用于说明本发明的一些方面的单流体通道的截面图。

[0019] 图5是图3的壁结构的平面图。

[0020] 图6A-E是不同壁结构的平面图,6A是已知的壁结构,6B至6E示出本发明的另一个方面的一些实施方式。

[0021] 图7是按照本发明的另一个实施方式的类似于图2的微流体装置的截面图。

具体实施方式

[0022] 下面参见本发明的优选实施方式,其实例示于附图中。只要可能,在所有附图中使

用相同的附图标记来表示相同或类似的部件。

[0023] 本发明涉及微流体技术,特别是图 1 和图 2 中所讨论的类型。

[0024] 微反应器是一类重要的微流体装置。微反应器是通过实现反应物混合并经常通过提供热控制的方式用于进行化学反应物之间反应的微结构。通常,化学反应物可以是气体或者是液体。在许多应用中,液体反应物较好地通过泵送系统的方式被驱动通过微反应器。标准泵的典型流速在零至通常 100 毫升 / 分钟范围,或者甚至更高,如几升 / 分钟。

[0025] 为了能向多用途化学装置提供有用的生产能力(参见,例如多产物装置(Multiproduct Plants),Wiley-VCH,2003,Joachim Rauch,编辑),微反应器的内容积优选至少为几毫升。为了达到这样的尺寸,并结合良好的性能(与内部几何结构相关),典型的通道尺寸必须大于微反应技术领域中常用的几百微米的尺寸。即使有较大的通道,流速大于或等于 100 毫升 / 分钟也可能导致结构内显著的压力损失,因此在微反应器内在流体进口有明显的压力。

[0026] 此外,对许多应用,需要在超过大气压的额定压力下进行反应(保持液相中的低沸点液体,或者对接近沸点的温度产生的效应进行平衡,或者提高反应动力学,等)。在压力下在液相中进行的反应的典型压力可高达 10 巴,并且可以更高。例如,对涉及气相的反应,这些压力通常明显更高。

[0027] 无论是因为高流速还是因为特定反应的要求,或者这两者,微反应器可能都需要加压。

[0028] 还可以在不引发反应的条件下使用微流体组件对化学物进行热控制。因为特定反应的需要或者特别高通量的要求,这些组件还要求改进耐压性。

[0029] 图 3 是本发明实施方式的壁结构的透视图。所示壁结构 14 具有高度 14,设置在厚度 22 的基板 12 上,该图未按比例,或者甚至不必按照相对比例示出。壁结构 14 限定流体通道 18 的水平范围,但是在该图中未示出上基板。流体通道 18 的完整范围包括在所示基板上面的基板,在该图垂直方向封闭通道 18。在形成通道 18 的过程中,壁结构 14 可以只在所示的基板上形成,或者可以在所示的基板和未示出的基板上形成,该未示出的基板在垂直方向封闭通道 18。在两个基板的面层上形成互补的壁结构能够更容易地形成较高通道。

[0030] 图 4 是体现本发明的一个方面的单流体通道的截面图。图 5 是图 3 的壁结构 14 和基板 12 的平面图,显示壁结构 14 的厚度 24 以及由壁结构限定的通道 18 的宽度 26。显示在基板 12 中的孔 28,通过该孔进入通道 18。

[0031] 分别参见图 4 的截面图、图 3 的透视图和图 5 的相关平面图可以理解,如图 1 和图 2 所示的那些装置的结构以及制造这些装置的优选方法的一个方面中,壁结构 14 由固结玻璃料形成,基板 12 由不同的第二材料形成。即使在基板和壁结构 14 的化学组成非常接近时,壁结构由固结玻璃料形成,而基板由单独的板、优选由玻璃、玻璃-陶瓷、陶瓷等的板形成。因此预期壁结构的某些部分是任何存在高相对内应力时发生断裂失效的位置,失效测试和失效分析已经证实了这种现象。因此,发明人还认为,图 3 的壁结构 14 的高度 20 理想地应保持小于某一数值,使得形成的图 4 中的通道高度 23 保持小于某一数值,例如 300 微米或 400 微米,以防止在如图 4 所示的固结壁结构 14 的外部中央区域 30 累积过大的拉伸应力。即使在通量最大化时例如在高性能微反应器中的情况,例如上面 EPO 专利申请第 EP1679115 号揭示的,发明人还是认为,通道高度 23 应在 500 微米至 1 毫米的范围。

[0032] 惊奇的是,模拟显示和试验证实,当壁结构高度不足时,这种类型的微反应器或者其他微流体装置的耐压性相对于较高的壁有实际下降。这看上去是由应力集中在壁 14 的内表面而应力在内拐角 32 累积造成的。当壁足够矮而使内拐角相互靠近时,最大应力的区域足够接近,使应力有效集中在壁结构中。模拟显示,对图 5 所示典型通道宽度 26 (为 2-5 毫米),当通道高度 23 从 400 微米增加到 800 微米时,制成的微流体装置的耐压能力增大大约 20%。更显著地,这种有益效果甚至保持到通道高度超过 1 毫米,超过 1.1 毫米,超过 1.2 毫米,高达等于或大于 1.5 毫米的情况中。较高的壁或通道当然也是有益的,因为可降低微流体装置固有的压降,从而对生产率产生倍增的总体效应:较大的耐压能力 (pressure capacity) 使得流速可以较高而不会导致压降的任意减小;将减小的压降计算在内,使得流速可以更高而不会产生足以破坏装置的进口压力。因此,本发明的另一个方面包括在上面所述类型的微流体装置内的高度大于 1 毫米的通道,这种高度大于这种类型的装置中以前所采用的任意壁高度。通道高度 21 优选可以等于或大于 1.1 毫米或 1.2 毫米,或者甚至等于或大于 1.5 毫米。

[0033] 壁宽度 24 优选在约 0.4 毫米至等于或大于 1.2 毫米的范围内,较大的宽度提供较高的耐压能力。但是,增大壁厚度并不如增大壁高度那样有效,增大厚度可能减小了装置的容积,一般不希望这种改变。

[0034] 通道宽度 26 优选在 2.5 毫米至 5 毫米或者甚至 1 厘米的范围内,对较高压力的应用,优选在小于或等于 2 毫米至小于或等于 2.5 毫米的范围内,将通道宽度减小至上述水平可增大耐压能力。但是,增大壁高度同样是优选的,因为增大壁高度在更大程度上提高了耐压性,减小通道宽度也减小了装置的容积并增大了压降,因此在指定压力下降低了通量。

[0035] 因此,虽然增大壁厚度和减小通道宽度都能够进一步提高耐压性,并在需要时可以采用这种方式,但是增大壁高度或通道高度能同时有效地提高耐压性和通量,因此,通道高度增大的装置是本发明的优选方面。

[0036] 图 6A-E 是壁结构 14 的平面图,用于说明本发明的第二备选或附加的实施方式。图 6A 示出典型平直的壁结构。模拟显示拉伸应力在区域 38 最大,该区域全部沿壁 14 的平直部分延伸。因此,本发明人测试并模拟了图 6B-6E 所示类型的波浪形状壁。模拟和分析显示最大拉伸应力只在波浪形状壁的向外凸出部分累积,使得处于最大拉伸应力下的壁材料相当少。而且,相对于图 6A 的典型平直壁,波浪形状壁构形的最大应力值倾向于略小。试验显示,因波浪形状壁而使压降增大的量相对较小,例如,在一个试验中在 100 毫升/分钟流速下增大 20% 左右。

[0037] 壁结构的优选波浪形状应使长度大于或等于 3 厘米的壁都具有一定曲率半径。图 3 和图 5 中所示结构具有适当的尺寸,使平直壁区段小于 3 厘米,适合这种描述。优选壁结构为波浪形状,使得长度大于或等于 2 厘米的壁都具有一定曲率半径,更优选使得长度大于或等于 1 厘米的壁都具有一定曲率半径,最优选使得所有长度的壁都具有一定曲率半径,如图 6B-6E 所示的备选实施方式。此外,如图 6D 和 6E 所示,波浪形状优选平行设置,使通道的垂直宽度 26 基本上恒定,使产生的压降相对于图 6B 和 6C 的构形有所下降。

[0038] 波浪形状壁结构还可任选只应用在装置的一部分上,如应用在需要最大耐压性的部分上。例如,在微流体装置是通过泵进料并且装置本身具有显著压降部分时,流体通道在最大压降的上游的部分接触的内部操作压力大于下游部分。因此,需要时波浪形状壁可以

只用于上游部分。类似地,装置用于可产生显著压力的反应时,可将装置设计成在产生最大内压力的区域(例如包括反应室或反应通道)具有最高耐压性。

[0039] 对例如图 2 所示的装置,例如,本发明的这种特定备选方面的波浪形状壁可应用于通道 18 的非三维曲折部分。该部分示于图 7 的截面图中所示的本发明的实施方式中。

[0040] 因为通道 18 的非三维曲折部分 17 是通道 18 的三维曲折部分 19 的上游,且图 7 的装置通常是由泵进料的,所以通道 18 的非三维曲折部分 17 可能遭遇该装置内任意位置处的最高内压力。因此,在图 7 的装置中,通道 18 的非三维曲折部分 17 引至通道 18 的三维曲折部分 19,该部分 17 由具有波浪形状的壁结构 14 的相应部分限定,使所述部分内所有长度的壁结构都具有一定曲率半径。通道 18 的非三维曲折部分 21 可能遭遇较小的内压力,这是本发明的这种特定备选实施方式中平直壁的情况。

[0041] 当然,为了利益最大化,优选通道高度大于 1 毫米,或大于 1.1 毫米,或大于 1.2 毫米,高达等于或大于 1.5 毫米,并且该微流体装置的通道还具有符合以下特征的非三维曲折部分,该非三维曲折部分由具有波浪形状的相应壁结构限定,使得在该部分内,长度大于 3 厘米、或大于 2 厘米、或大于 1 厘米的壁结构,或者甚至所有长度的壁结构都具有一定曲率半径。因此,图 7 所示通道的通道高度优选大于 1 毫米,或者大于 1.1 毫米,或者大于 1.2 毫米,高达等于或大于 1.5 毫米。

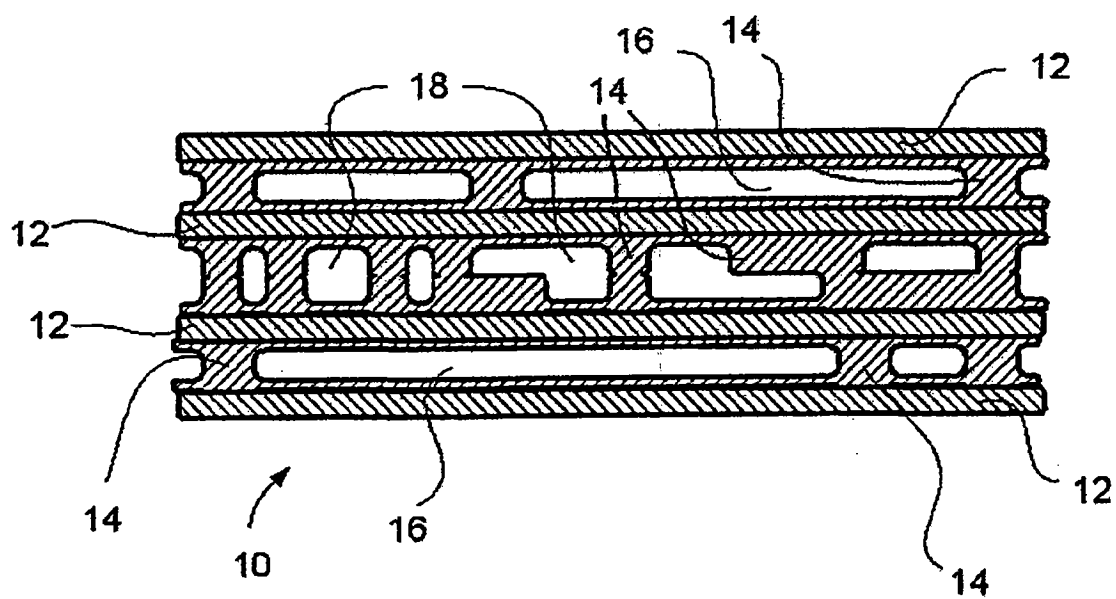


图1 现有技术

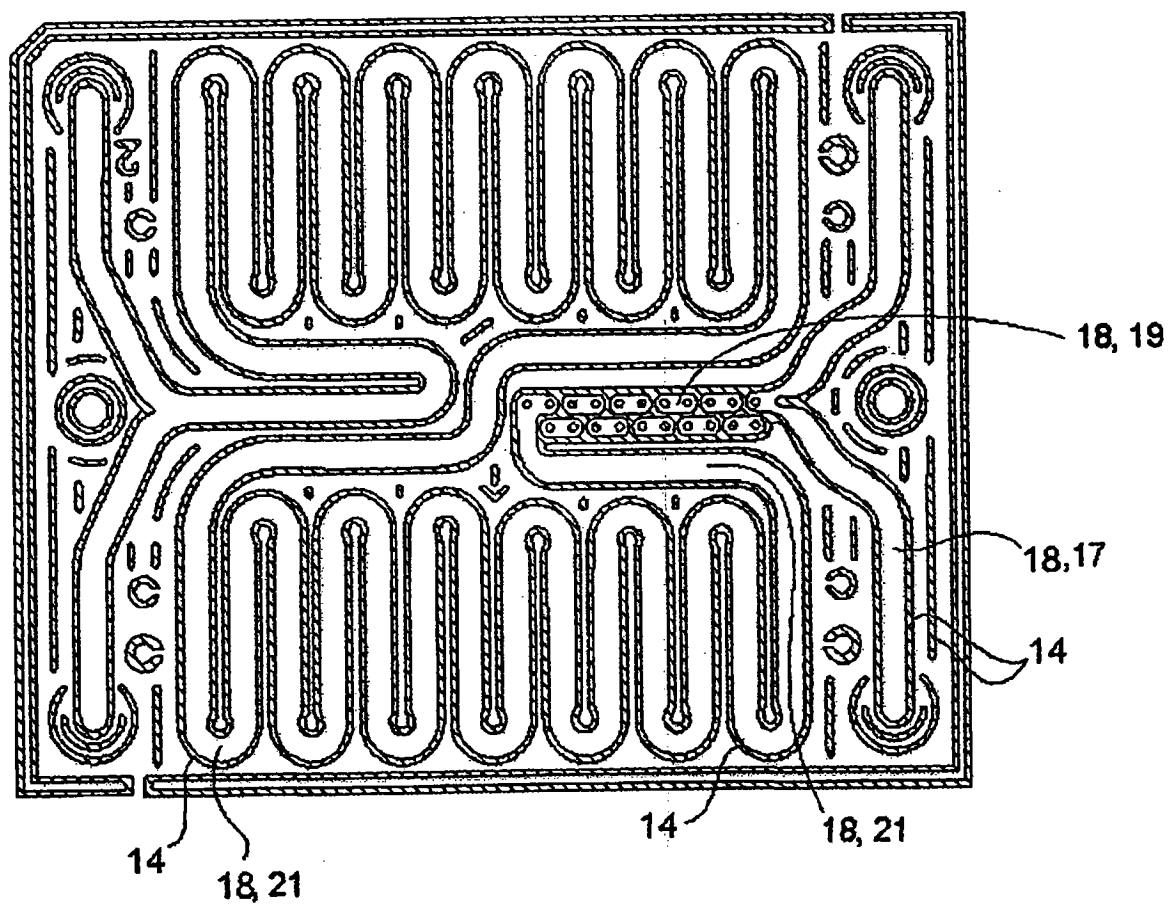


图2

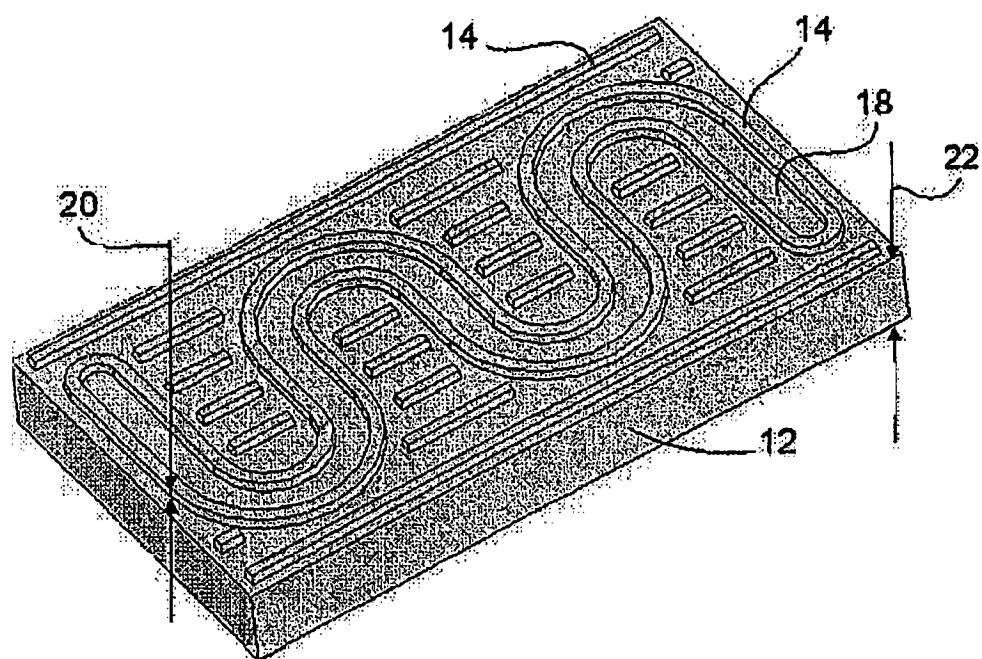


图 3 现有技术

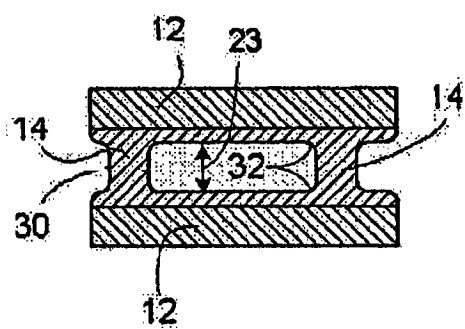


图 4

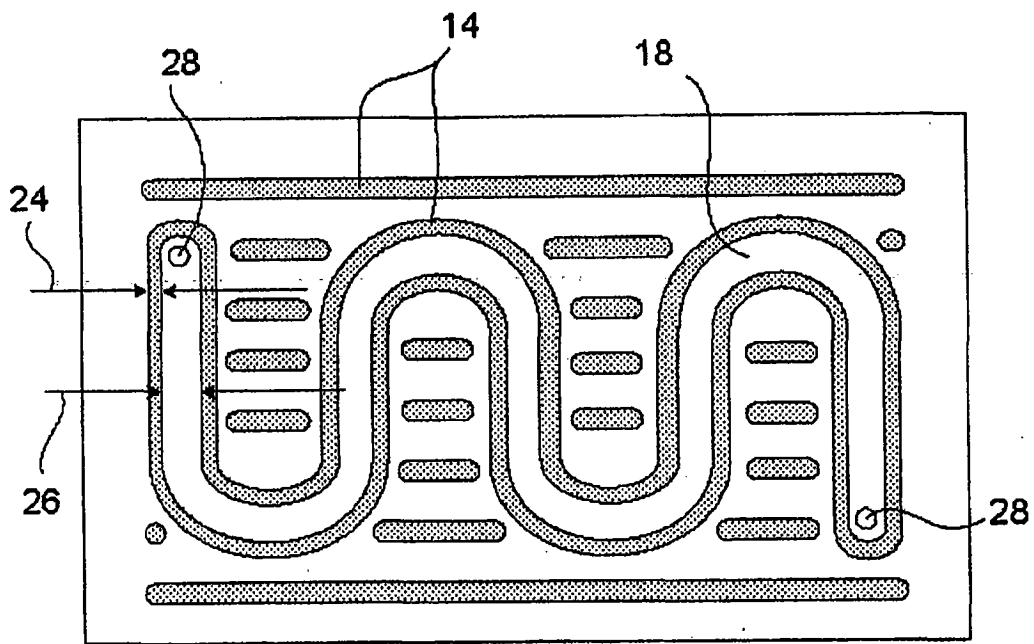


图 5

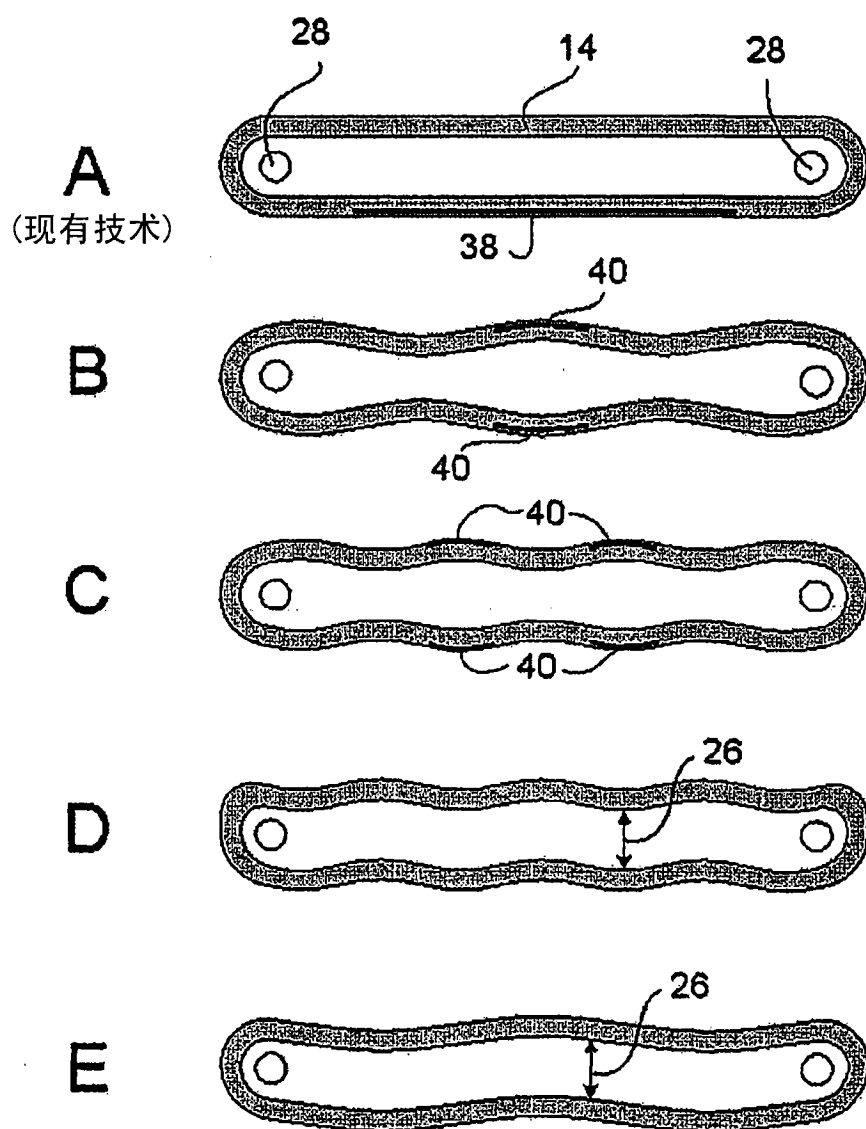


图 6

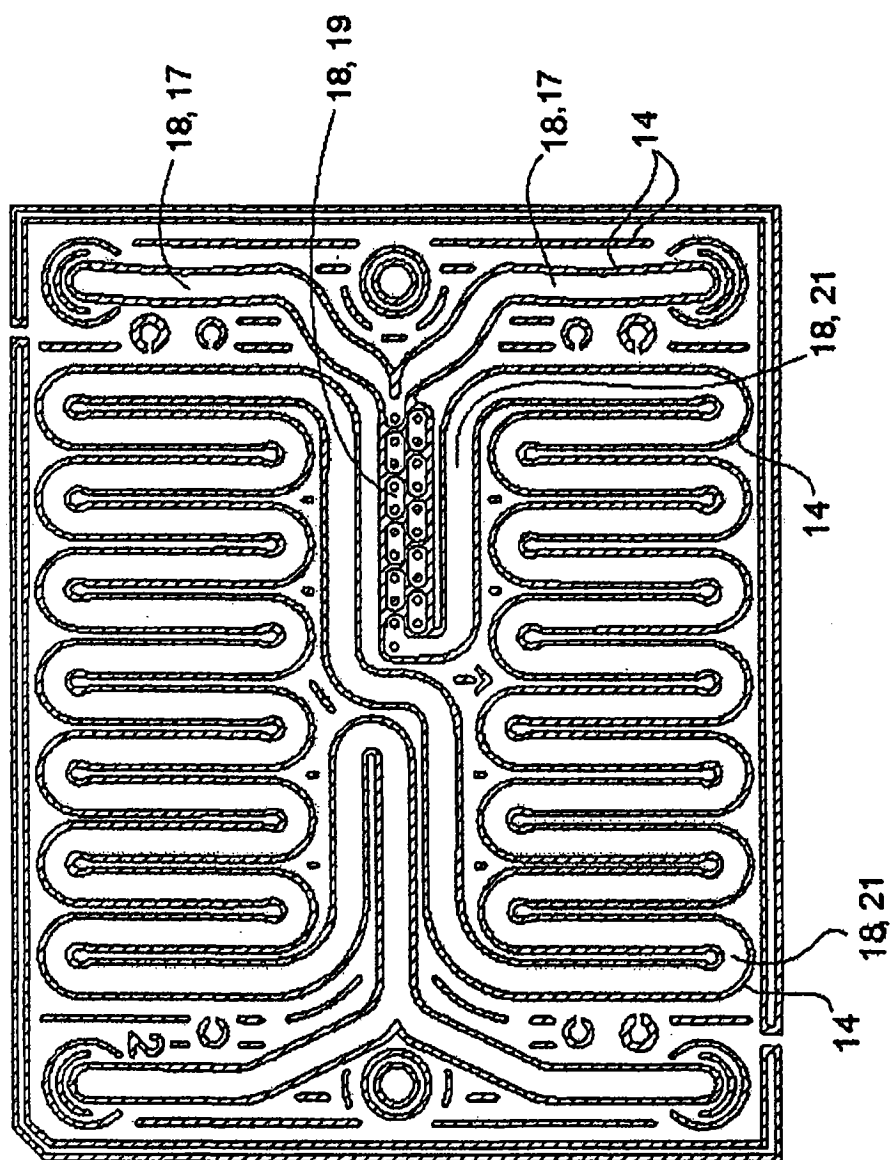


图 7