



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108779967 B

(45)授权公告日 2020.04.14

(21)申请号 201780008805.2

(22)申请日 2017.01.27

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108779967 A

(43)申请公布日 2018.11.09

(30)优先权数据

102016000009566 2016.01.29 IT

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.07.27

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2017/050445 2017.01.27

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2017/130149 EN 2017.08.03

(73)专利权人 阿基米德有限责任公司

地址 意大利卡尔塔尼塞塔

(72)发明人 A.布鲁卡托 G.卡普托

G.图米内里 G.图佐利诺

C.加图索 R.瑞佐

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 董均华 邓雪萌

(51)Int.Cl.

F28F 7/02(2006.01)

F28D 7/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 103994675 A, 2014.08.20,

CN 2237217 Y, 1996.10.09,

US 3999602 A, 1976.12.27,

WO 03079374 A2, 2003.09.25,

CN 2896189 Y, 2007.05.02,

审查员 张涛

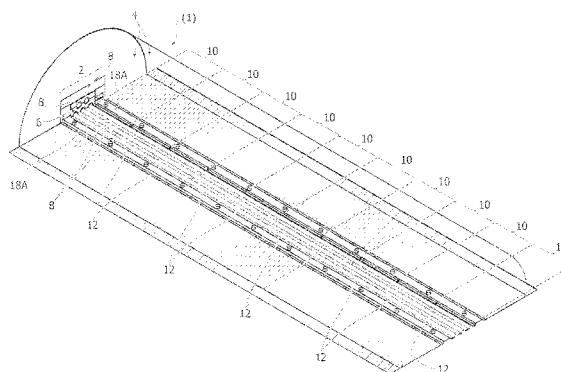
权利要求书2页 说明书11页 附图17页

(54)发明名称

热交换器

(57)摘要

本文描述的是一种热交换器(1;1*;100),包括:-管束(8),每个管在相应伸长方向(X1)上延伸并且限定沿着所述伸长方向延伸的用于工作流体的流动路径,其中,管束的每个管(8)能够供应有工作流体;-由热传导材料制成的基体(6),所述基体(6)容纳所述束的管(8)并且构造成在使用中促进流动通过所述束的对应管(8)的工作流体之间的热交换;以及-由布置在所述基体(6)周围的热绝缘材料制成的壳(4),其中:所述基体(6)由多个部段(10;10*)组成,所述多个部段(10;10*)布置成沿所述伸长方向(X1)对齐并且与横向于所述伸长方向(X1)延伸的热中断部(12)交替。



1. 一种热交换器(1;1*;100),包括:

-管束,每个管在相应伸长方向(X1)上延伸并且限定沿着所述伸长方向(X1)延伸的用于工作流体的流动路径,其中,所述管束的每个管(8)能够供应有工作流体,

-由热传导材料制成的基体(6),所述基体(6)容纳所述管束的管(8)并且构造成在使用中促进流动通过所述管束的对应管(8)的工作流体之间的热交换,

-由布置在所述基体(6)周围的热绝缘材料制成的壳(4),

其中,

所述基体(6)由多个部段(10)组成,所述多个部段(10)与横向于所述伸长方向(X1)延伸的热中断部(12)交替。

2. 根据权利要求1所述的热交换器(1;1*;100),其中,每个管(8)的所述伸长方向是所述热交换器(1)的纵向方向(X1),其中,所述基体(6)的所述多个部段(10)布置为沿着所述纵向方向(X1)对齐并且与横向于所述纵向方向(X1)延伸的热中断部(12)交替。

3. 根据权利要求2所述的热交换器(1;1*;100),其中,所述基体(6)是所述热交换器(1)的热交换芯(2)的一部分,所述热交换芯(2)在由热绝缘材料(4)制成的所述壳的内部,所述热交换芯(2)包括所述基体(6)、所述管束以及由耐火材料(5)制成的另外的壳。

4. 根据权利要求2所述的热交换器(1;1*;100),其中,所述基体(6)的每个部段(10)具有包括模块化元件(14、16)的堆的模块化构造。

5. 根据权利要求4所述的热交换器(1),其中,模块化元件的每个堆包括彼此依次布置的第一模块化元件(14)、两个第二模块化元件(16、16)、以及另外的第一模块化元件(14),其中:

-每个第一模块化元件(14)是由热传导材料制成的板,所述板包括在其单个面上的一个或更多个轴向沟槽(14A),以及

-每个第二模块化元件(16)是由热传导材料制成的板,所述板包括与其第一和第二相对面对应的轴向沟槽(16A)。

6. 根据权利要求5所述的热交换器(1),其中,所述第一模块化元件(14)包括第一数量的轴向沟槽(14A),而所述第二模块化元件(16)包括:

-在所述第一相对面上的所述第一数量的轴向沟槽,以及

-在所述第二相对面上的第二数量的轴向沟槽,所述第二数量等于所述第一数量加一个单位,以致当使所述第一和第二模块化元件(14、16)的具有相等数量的轴向沟槽(14A、16A)的面并置时,获得沿着所述纵向方向(X1)定向的孔的梅花状布置,其中,每个孔构造成用于容纳所述管束的管(8)。

7. 根据权利要求5所述的热交换器(1),其中,每个热中断部包括彼此依次布置的第一部分(12A)、两个第二部分(12B、12B)、以及另外的第一部分(12A),其中:

-每个第一部分(12A)是由热绝缘材料制成的板,所述板具有在其单个侧上包括一个或更多个凹口(120)的周界,

-每个第二部分(12B)是由热绝缘材料制成的板,所述板包括与其周界的彼此相对的第一侧和第二侧相对应的凹口(120),

其中,

所述第一部分(12A)包括第一数量的凹口(120),所述第一数量的凹口(120)等于所述

第一模块化元件(14)的所述第一数量的轴向沟槽(14A),

所述第二部分(12B)包括:

- 在所述第一侧上的凹口(120),其数量等于上述第一数量,以及
- 在所述第二侧上的第二数量的凹口(120),所述第二数量的凹口(120)等于所述第一数量的凹口加一个单位,以致当使具有相等数量的凹口(120)的所述第一和第二部分(12A、12B)并置时,获得具有平行于所述纵向方向(X1)的轴线的孔的梅花状布置,并且具有与由模块化元件(14、16、16、14)的所述堆确定的所述梅花状布置的所述孔相同的位置、数量和布置。

8.根据权利要求1、2、6或7中任一项所述的热交换器(1;1*;100),其中,所述管束的每个管(8)被安装为能够在所述基体(6)的每个部段(10)中的对应孔中自由地滑动。

9.根据权利要求3所述的热交换器(1),其中,所述基体的所述部段(10)借助于第一和第二金属轮廓(18、18)来包围,所述第一和第二金属轮廓(18、18)借助于凸缘接头(18A、BL)彼此连接。

10.根据权利要求1所述的热交换器(1),其中,各个所述热中断部(12)可替代地被制作

- 在其中施加真空的空隙,
- 在其中填入空气的空隙,
- 在其中填入惰性气体的空隙,
- 由热绝缘材料(12A、12B)制成的膜。

11.根据权利要求9所述的热交换器,其中,由耐火材料(5)制成的所述壳具有模块化结构并且包括:

- 第一对模块化元件(20),所述第一对模块化元件(20)包括由耐火材料制成的两个板,所述两个板布置为在所述基体(6)的相对侧上相对于所述第一和第二金属轮廓之间的接缝线与所述纵向方向(X1)对齐并且相对于所述接缝线侧向地突出,以及
- 第二对模块化元件(22),所述第二对模块化元件(22)具有布置在所述第一对模块化元件之间且骑跨所述凸缘接头的C形横截面。

12.根据权利要求1所述的热交换器(100),其中,每个所述热中断部由一系列接头(J)组成,所述一系列接头(J)液压地连接模块化热交换单元(1*)的管(8),每个模块化热交换单元(1*)包括所述热交换器(1*)的所述基体的部段(10;10*)。

13.根据权利要求12所述的热交换器(100),其中,每个模块化热交换单元(1*)的所述基体(6)继而被划分为由在横向于所述伸长方向(X1)的方向上延伸的热中断部(12)隔开的多个部段(10)。

14.根据权利要求12或者权利要求13所述的热交换器(100),其中,每个模块化热交换单元的所述管借助于接头(J)液压地连接至至少另一模块化热交换单元(1*)的对应的管,所述接头(J)提供所述热中断部。

15.根据权利要求12或者权利要求13所述的热交换器(100),其中,每个模块化热交换单元(1*)的所述基体由单个部段(10)组成,设置在所述单个部段(10)的端部处的是第一热中断部(12)和第二热中断部(12)。

16.根据权利要求7或者权利要求10所述的热交换器(1),其中,所述热绝缘材料为氧化铝。

热交换器

技术领域

[0001] 本发明涉及热交换器。具体地,已经参照用于携带侵略性化学物种(例如,有毒和/或腐蚀性物种)的高压和高温流体的热交换器来研发本发明。

[0002] 现有技术和一般技术问题

[0003] 高压和高温流体(可能携带侵略性化学物种)需要明显专门构造的热交换器,通常是基于所谓的双管技术。

[0004] 上述技术设想了生产具有一对管状元件的热交换器,一个管状元件在另一个管状元件内部,热流体和冷流体在其中流动。然而,该技术很可能需要大量经济资源来生产和安装热交换器并且同样导致采用非常复杂的技术方案来补偿根据哪个流体通过每个管而导致的在内管和外管的轴向方向上的不同热膨胀。

[0005] 在传统双管热交换器或者管壳式热交换器(其在流体的高温条件下操作)的情况下,这会导致需要提供用于将内管和外管连接至将流体携带至热交换器的膨胀接头,或者否则需要提供昂贵的和复杂的浮动头。

[0006] 应该注意的是,热交换器必须由能够承受极高结构应力(热应力和机械应力)以及同时承受相同程度的化学性质的应力(腐蚀和脆化)的材料制成。

[0007] 因此,这些装置的生产并不完全简单并且在经济上甚至更为不利,因为仅对结构强度的保证就会使得需要采用非常大的壁厚,因此由于必须使用高强度钢,所以材料的成本成倍增加。由于需要采用高强度合金(诸如,Inconel 825或者AISI 316L钢)以便能够承受被暴露于遍布在流体流中的侵略性化学物种,所以热交换器在任何情况下均具有异常高的固有成本。

[0008] 此外,大的壁厚会使得需要通过如下方式来获得热交换器的管:通过移除单个铸造块的原料来进行机加工,或者否则通过研磨拉制的圆柱形管状元件。

[0009] 在任一种情况下,除了所有上述构造的复杂问题之外,所使用的材料和所涉及的壁厚很可能会影响机加工过程的成本到达如下的程度:对使用热交换器的工厂的总体经济具有不可忽略的影响。

[0010] 发明目的

[0011] 本发明的目的是克服先前提到的技术问题。

[0012] 具体地,本发明的目的是简化用于由侵略性化学物种组成的处于高压和高温下的流体的热交换器的生产,从而降低其生产成本并且防止由于热膨胀引起的失效。

发明内容

[0013] 本发明的目的由具有形成所附权利要求的主题的特征的热交换器来实现,其构成本文所提供的关于本发明的技术教导的整体部分。

[0014] 本发明的目的由热交换器来实现,该热交换器包括:

[0015] -管束,每个管在相应伸长方向上延伸并且限定在所述伸长方向上扩展的用于工作流体的流动路径,其中,所述束中的每个管可以供应有工作流体;

- [0016] -由热传导材料制成的基体(matrix),该基体容纳所述束的管并且构造成在使用中促进流动通过所述束的对应管的工作流体之间的热交换;以及
- [0017] -由布置在所述基体周围的热绝缘材料制成的壳,
- [0018] 其中:
- [0019] 所述基体由多个部段组成,该多个部段与横向于所述伸长方向延伸的热中断部交替。

附图说明

- [0020] 现在将参照附图对本发明进行描述,附图仅仅通过非限制性示例的方式提供,并且在附图中:
- [0021] 图1是根据本发明的优选实施例的热交换器的透视图;
- [0022] 图2是根据图1的箭头II的前视图;
- [0023] 图2A图示了管在热交换器内的可能布置;
- [0024] 图3是根据图1的箭头III的透视图,其图示了沿着纵向平面分段的热交换器;
- [0025] 图4A和图4B图示了用在根据本发明的热交换器的基体中的第一部件和第二部件;
- [0026] 图4C是根据本发明的热交换器的基体的一部分的分解视图,而图4D是图4C的部件被组装时的视图;
- [0027] 图5、图6A和图6B图示了组成根据本发明的热交换器的另外的部件;
- [0028] 图7用图表图示了本发明的技术优点;
- [0029] 图8是根据本发明的另外的实施例的热交换器的基体的透视图,而图8A是根据图8的箭头VIII/A的前视图;
- [0030] 图9A和图9B分别是根据图8的基体和相同基体的变体的横截面视图,而图9C是热交换器的壳的分解视图;以及
- [0031] 图10和图11是根据本发明的热交换器的透视图,其被设置为根据图9A或者图9B的热交换器的集合。

具体实施方式

- [0032] 图1中的附图标记1作为整体指示根据本发明的优选实施例的热交换器。热交换器1包括热交换芯2和由设置在热交换芯2周围的绝缘材料制成的壳4。
- [0033] 热交换芯2继而包括由耐火材料制成的另外的壳5和基体6。基体6容纳包括多个管8的管束,每个管在相应伸长方向上延伸。在本文图示的优选实施例中,对于所有管8,伸长方向与热交换器1的由其纵向轴线X1确定的纵向方向相符。管8因此全部彼此平行。
- [0034] 所述束的管8提供用于处于不同温度下的两种或者更多种热向量流体(thermovector fluid)的流动路径且彼此呈热交换关系。这些流动路径在相应管8的伸长方向上扩展。在本文图示的优选实施例的情况下,流动路径的方向与热交换器的纵向方向X1相符。
- [0035] 例如,在用仅仅两种热向量流体进行操作的情况下,管8的第一部分用作用于第一热向量流体的流动路径,而管8的第二部分(剩余部分)则用作用于第二热向量流体的流动路径。当然,根据每一单个路径的方向,能够引起逆流(通常是优选的)或者并流的操作。

[0036] 在其它实施例中,能够具有多于两种工作流体并且因此多于两个流动路径:这意味着所述束的管8的第一部分提供用于第一工作流体的流动路径,所述束的管8的第二部分提供用于第二工作流体的流动路径,所述束的管8的第三部分提供用于第三工作流体的流动路径等等。

[0037] 参照图2和图2A,管束中的管8优选地具有梅花状布置,在本文所考虑的实施例中,这对应于在正六边形(或者等效地,具有等边三角形网格的几何结构)的顶点和形心处的布置。注意,无论考虑何种布置,携带第一工作流体的管8(例如,热流体,管8H)和携带第二工作流体的管8(例如,冷流体,管8C)的分布都可以发生变化。例如,参照图2A-1,在等边网格的情况下,两个顶点可以由其中流动着热流体的管占据,而第三顶点则可以由其中流动着冷流体的管占据。

[0038] 其它布置是可能的,例如,图2A-2或者图2A-3的布置(与图2A-1的布置相同,除了围绕管8C的管8H的几何布置):不一定存在优选布置,因为基体6的热传导性相对于管8的壁的热传导性来说是首要的,以致管的位置的可能差异由基体的极其高的(相对而言,假定与管的壁进行比较)热传导性来补偿。

[0039] 梅花状布置或者具有等边三角形网格的布置从构造立场来看被认为是优选的,但从功能立场来看,于是其就上文提到的相同原因而言则可能是不重要的:凭借基体6的高热传导性,其会使得各个管8之间的个体距离尽管潜在地不同但从对热传递的抵抗的立场来看是大体上等效的。

[0040] 参照图3,在附图中表示的实施例中,基体6由热传导材料(优选地为铜或者铝、或者合成金刚石)制成,并且包括多个部段10,多个部段10在纵向方向X1上依次布置并且与对应的热中断部12交替,热中断部12在横向于纵向方向X1的方向上扩展。

[0041] 通常,将部段10隔开的热中断部在横向于各个管8的伸长方向的方向上扩展:在当前的情况下(优选实施例),这等效于横向于方向X1的延伸,但在彼此不平行的伸长方向的情况下(无论是直线还是曲线),热中断部12在横向于每个伸长方向的方向上扩展。这可能会导致如下实施例:其中,热中断部按照仅仅横向于(正交于)仅一个伸长方向的方式扩展,还具有相对于其它伸长方向轴向扩展的分量,但即使对于热中断部具有多面体面的实施例,也会是这样以便局部地与每个伸长方向正交。

[0042] 在所图示的实施例中,热交换器1包括基体6,基体6具有十个部段10和九个热中断部12,其中,每个热中断部12将两个连续的部段10隔开。

[0043] 当然,部段10的数量取决于热交换器1的轴向长度,因为,如将在后文看到的,根据部段10被设想的目的,优选的是使部段10具有有限轴向长度。

[0044] 为此,在减小轴向长度的热交换器1的实施例的情况下,将能够设想由单个热中断部12隔开的有限的两个连续部段10,但通常很可能存在多于两个部段10和多于一个热中断部12。对部段10的数量的选择取决于在热交换器的效率和构造简易性之间选择的折中。部段10的数量越多,热交换器1的效率也越高,但显然这会导致实施的复杂性更大。

[0045] 因此,基体6具有模块化结构,其中,每个模块与一个部段10相对应,并且每个部段10继而具有模块化结构。

[0046] 每个部段10实际上借助于两对模块化元件(具体地是第一对第一模块化元件14和第二对第二结构模块16)来获得。

[0047] 参照图2以及图4A和图4B,现在跟随的是对模块化元件14和16的描述。基体6的每个部段通过使一个模块化元件14、两个模块化元件16、以及另外的模块化元件14直接接触并彼此上下设置来获得,以便使得模块化元件14布置在与模块化元件序列14-16-16-14相对应的堆的端部处,其中,元件14处于端部位置中并且元件16处于中间位置中。

[0048] 元件14、16各自大体上被构造为由热传导材料(铜或者具有高热传导性的其它材料)制成的板,具有一个且相同的占地空间(footprint),并且包括具有半圆形横截面的一个或更多个轴向沟槽14A或者16A。

[0049] 在该实施例中,构成热交换器1的管束的管8具有圆形横截面的事实要求该半圆形形状,以致当使元件14和元件16的沟槽相符时,两个半圆形截面作为整体构成具有与管8的外部形状配合的圆形截面的轴向腔体,管8被接收在该轴向腔体中。

[0050] 当然,取决于管8的构成管束的截面,沟槽14A、16A可以具有任何形状,由于如下事实而具有唯一约束:被制成相符的两个沟槽形成与构成管束的管的外部形状配合的截面,以便确保因此限定的轴向腔体与管的壁之间的接触。

[0051] 在所考虑的实施例中,元件14具有仅仅在其一侧上的一对轴向沟槽14A,而元件16具有在一个面上的一对沟槽16A(具有与沟槽14A的布置和尺寸相同的布置和尺寸,以及显然与其相同的数量)、以及在另一相对面上的三个沟槽16A。

[0052] 其上形成有两个沟槽16A的面被设计为与元件14的具有两个沟槽14A的一侧配合(因此利用相符的沟槽与其接触),而其上形成有三个沟槽16A的面被设计为与第二元件16的具有三个沟槽16A的面配合(因此利用相符的沟槽与其接触)。通过这样的方式,第二元件16必然会将具有两个沟槽16A的面呈现给元件14,具体地是呈现给其具有两个沟槽的面14A,因而限定部段的最后两个轴向腔体(一共七个)。

[0053] 概括地说,无论热交换器1的管束的管8的数量如何,第一模块化元件14都包括仅仅在一个面上的第一数量的轴向沟槽14A,而第二模块化元件16则包括在其第一面上的与前述第一数量相等的数量的轴向沟槽16A、以及在其与第一面相对的第二面上的第二数量的轴向沟槽,第二数量等于第一数量增加一。

[0054] 通过这样的方式,当使前述第一模块化元件14和第二模块化元件16的具有相同数量的沟槽14A、16A的面彼此相靠时,获得沿着纵向轴线X1定向的通孔的梅花状布置,其中,每个通孔构造成用于接收管束的对应管8。

[0055] 这在图4C的分解代表图中以及在图4D的组装代表图中清楚地可见,图4D大体上图示了与热中断部12组合的基体的部段10。

[0056] 再次参照图4C和图4D的视图,优选地,每个热中断部12贯穿部段10的横向延伸部扩展,将部段10划分为隔间并且使其按照彼此集成的方式热绝缘。

[0057] 为此,热中断部12可替代地设置为由热绝缘材料(诸如,氧化铝、石墨、陶瓷材料、Macor® 玻璃陶瓷、氧化镁、耐火材料、或者其它已知的绝缘材料)制成的膜,或者否则可以由仅仅填充有空气或者惰性气体(或者否则在其中设置成真空)的空间隙构成。

[0058] 在优选实施例(诸如,形成附图并且具体地是图4C和图4D的主题的实施例)中,热中断部12被设置为由具有模块化结构的热绝缘材料(再次为氧化铝、石墨、陶瓷材料、Macor® 玻璃陶瓷、氧化镁、耐火材料、或者其它等效绝缘材料)制成的膜,模块化结构包括四个部分:两个第一部分12A和两个第二部分12B,其根据方案12A-12B-12B-12A相对于彼此依次布

置。

[0059] 部分12A具有与元件14的横截面相符的占地空间并且构造成用于设立为抵靠对应元件14。替代地,部分12B具有与元件16的横截面相符的占地空间,并且构造成用于设立为抵靠对应元件16。对于膜12的各部分,术语“占地空间”是关于其大体上与板(即,具有小轴向扩展的元件)相对应来进行使用。

[0060] 每个第一部分12A是由热绝缘材料——优选地为氧化铝(或者通常为上文提到的任一种绝缘材料)——制成的板,具有仅仅在一侧上包括一个或更多个凹口120的周界。

[0061] 每个第二部分12B是由热绝缘材料——优选地为氧化铝(通常为上文提到的任一种绝缘材料)——制成的板,包括在周界的彼此相对的第一侧和第二侧上的凹口120。

[0062] 第一部分12A包括第一数量的凹口120(在该情况下为两个),其等于模块化元件14上的第一数量的轴向沟槽14A。

[0063] 第二部分12B替代地包括:

[0064] 与周界的前述第一侧上的第一数量的凹口120相等的数量的凹口120;以及

[0065] 在周界的前述第二侧上的第二数量的凹口120,其等于第一数量的凹口增加一,以便使得当使具有相同数量的凹口120的第一部分12A和第二部分12B的侧部设立为彼此抵靠时,获得孔的梅花状布置,所述孔具有平行于纵向方向X1的轴线,并且具有与由模块化元件14、16、16、14的堆限定的梅花状布置的孔相同的位置、数量和布置;因此,本领域的技术人员将理解,第二数量的凹口120等于模块化元件16的第二面上的第二数量的沟槽16A(或者等效地,等于模块化元件14上的或者模块化元件16的第一面上的第一数量的轴向沟槽14A)。

[0066] 然后,按照使其自身可在轴向方向上自由地滑动的方式将每个管8插入在一系列轴向通孔中,其特征在于使部段10上的通过将模块化元件14和/或16(14-16、16-16)设立为彼此抵靠而限定的轴向通孔与通过将部分12A和/或12B(12A-12A、12B-12B)设立为彼此抵靠而限定的轴向通孔进行交替,然后再次跟随着下一部段10上的具有类似位置的轴向通孔。

[0067] 在热中断部12由仅仅填充有空气或者惰性气体(或者否则在其中设置成真空)的空间隙构成的情况下,按照使其自身可在轴向方向上自由地滑动的方式将每个管8插入在处于每个部段10上的类似位置中的一系列轴向通孔中(每个孔通过将模块化元件14和/或16设立为彼此抵靠来限定)。

[0068] 参照图2、图4C和图4D,构成基体6的部段10(图3)的模块化元件14、16的堆由具有大体上C形横截面的一对金属轮廓18(图5)保持为紧紧地打包在一起。

[0069] 轮廓18贯穿基体6的轴向长度延伸并且借助于凸缘接头彼此结合,在此是借助于接合在轮廓18的侧向凸缘18A上的孔中的螺栓BL来获得。

[0070] 当然,本领域的技术人员将理解,其它形式的接头是可能的,例如,使用具有方形或者矩形截面的支架,其中螺栓被固定在元件14和16将被堆叠的顶部部分中,因而,利用通过旋拧螺栓而施加的力,元件自身会被挤压在一起,或者否则是经由焊接、或者经由能够将前述元件14和16紧压在一起的任何其它已知方法。

[0071] 由耐火材料5制成的壳被设置在基体6周围并且被插入在棱柱腔体中,所述棱柱腔体具有在由热绝缘材料制成的壳4中获得的与壳5的外部形状互补的形状,其也包围基体6。

[0072] 同样,壳5具有模块化结构。具体地,参照图2和图6A,耐火材料的壳5包括在图6B中图示的耐火材料的两个第一模块化元件20以及在图6A中图示的耐火材料的两个第二模块化元件22,两个第一模块化元件20大体上被构造成耐火材料的平板,两个第二模块化元件22具有大体上C形的横截面。

[0073] 模块化元件20、22具有与热交换器的轴向长度相等的轴向长度,或者可替代地,其可以具有与其分数相等的轴向长度,并且可以具有在其间位于与基体的热中断部相符的位置中的热中断部。

[0074] 如可以在图2中看到的,由轮廓18保持的基体6大体上被嵌入在耐火材料的壳5内:两个模块化元件20被布置在基体6的相对侧上(参照一对轮廓18之间的接头),其侧向地突起以便确定在由凸缘18A占据的区域周围的两个棱柱子腔体。

[0075] 在这些子腔体中容纳的是两个另外的模块化元件22,其C形形状使得能够对螺栓BL以及当然还有凸缘18A进行容纳。

[0076] 优选地,绝缘材料的壳4此外由两个半圆柱形夹套(jacket)24保持在外侧上,两个半圆柱形夹套24经由纵向凸缘26结合在一起,纵向凸缘26也通过螺栓连接或者焊接在一起。

[0077] 在下文对热交换器1的操作进行描述。

[0078] 参照图1和图2,热交换器的管束的管8构造成用于在使用中供应有两种工作流体,这两种工作流体具有不同温度。

[0079] 管8的端部自身可以用作用于工作流体的入口嘴部或者出口嘴部,并且可以直接连接至另一部件的工作嘴部,例如,在超临界水中的组合氧化和汽化反应器,诸如,在以本申请人的名义于同一天提交的专利申请号102016000009465、102016000009481、102016000009512中描述的反应器,或者在超临界水中的组合氧化和汽化过程内的反应器,诸如,在于2015年4月13日提交的专利申请号102015000011686中描述的反应器。连接可以利用凸缘或者管对管接头来获得。

[0080] 无论选择何种模式用于连接,都是第一工作流体在第一流动方向上穿过第一组管8(一个或更多个管),并且第二工作流体在优选地与第一方向相反(逆流地操作)的第二流动方向上穿过第二组管8(数量相对于第一组的数量在总数上互补)。在使用多于两种工作流体的情况下,于是其可以是并流地穿过对应管8的工作流体,以及逆流地穿过管8的工作流体。

[0081] 通常,热交换器1可以与处于不同压力下且具有不同化学成分的工作流体一起使用。对于压力和化学剂的抵抗交给单个管8的壁来完成,其可以选自市场上通常可用的模型。针对由工作流体的化学成分和压力决定的不同需要,管8可以由用于建筑目的的普通钢制成,或者否则由高强度钢制成并且具有可能甚至彼此不同的壁厚(例如,针对热流体,能够使用由Inconel 825制成的管,因为该流体明显地具有腐蚀性且经受高压,而针对冷流体,可以使用普通碳钢管,因为其在低压下经受非腐蚀性流体)。

[0082] 每个管可以由具有不同化学成分、压力、温度、以及处于不同物理状态下的不同流体穿过。

[0083] 热交换器内的两种(或者更多种)工作流体之间的热交换在操作期间可以由基体6促进。

[0084] 基体6由具有高热传导性(指示为从100至400 W/m°C)、但用于不同需要、以及用于特定应用的材料制成,具有大约52 W/m°C的热传导性的轧钢可以用于作用于基体6的材料,或者否则再次对于其它应用(诸如,用于例如在航空航天行业中的特定应用的微处理器的冷却),可以设想使用具有大约1200 W/m°C的传导性的合成金刚石,其用作用于在相对于管8的径向方向上在第一组和第二组管8之间进行交换的热传导流的媒介。

[0085] 将基体6设置为用于在管8之间——以及作为逻辑结果在其中流动的工作流体之间——的热交换的媒介使得能够消除对双管技术的依赖,同时维持其热交换的有效性,给出相同的能力(如果不是甚至使其增加的话)。

[0086] 由于在组成基体6的各个部段之间设置热中断部12而引起的基体6的分段结构用于对热流的传播进行轴向限制。换言之,基体的分段使得能够在轴向方向上限制每个部段的温度梯度,从而大体上迫使热流在径向方向上(横向于轴线X1的平面)传播。为此,如在开始时预期的那样,部段10的轴向长度不应该太大,以便防止热沿着横截面在轴向方向上传播以及因此使热交换的有效性降低。

[0087] 热流的纵向传播由于热中断部12而被中断,热中断部12使基体6的连续部段绝缘,因此提高热交换的效率。此外,管8在基体6内能够以可自由滑动的条件安装有利于其轴向热膨胀,因此避免例如对昂贵浮动头的依赖。

[0088] 因此,能够提供使用由高强度材料(诸如,Inconel 825或者AISI 316L钢)制成的管的任何长度的热交换器,其可商业获得并且不涉及用于生产传统双管热交换器的管所必需的昂贵的机加工过程。

[0089] 热交换器1的生产成本比具有相同能力的双管热交换器低很多,因为除了具有为达到需要的公差和尺寸所必需的最小切屑量之外,如已经提到的,管还可以选自市场上通常已经存在的低成本模型,而对于用于双管热交换器的管的机加工,切屑构成了废材料的较大比例,因为管源自对单个铸造块进行的机械机加工。

[0090] 由于基体6使得管8能够相对于彼此滑动,滑动的程度另一方面与可能在双管热交换器中注意到的传统热膨胀相比并不显著,因此其使得能够对热膨胀进行自动补偿,从而完全消除对浮动头或者大尺寸膨胀接头的需要。此外,管8的任何可能的热膨胀都可以由连接到其的管来补偿,其例如来自设置在上游或者下游的其它部件:通过给这些管设置肘部和/或弯曲部,其可变形性使得能够从源自可能热膨胀的变形中恢复。

[0091] 此外,将理解,热交换器1的模块化结构使得能够对已经存在的工厂进行可能的升级操作,以便按照相当快速的方式来执行。具体地,能够仅仅通过根据所需要的能力将管8添加至基体6或者从基体6上移除管8来提高热交换器1的热交换能力。

[0092] 从这个意义上讲,热交换器1的模块化提供了在热交换器自身的任何纵向截面中装配一个或更多个附加管8C' (冷流体)或者8H' (热流体)的可能性。这些附加管中的每个将热流体(8H')或者冷流体(8C')接收到热交换器的端部部段中(管8H、8C),该热流体(8H')或者冷流体(8C')处于与入口处的(分别为)热流体或者冷流体的温度不同的温度下,但与接近热流体或者冷流体的温度的温度相对应,所述热流体或者冷流体在装配了附加管的部段中在管8H、8C中流动。目的在于使推力最大化(推力与呈热交换关系的流体之间的温度差成比例),从而防止形成所谓的“热收缩(thermal pinch)”,即,热交换器1的部段(其中,推力由于呈热交换关系的流体而消失)具有相同温度。

[0093] 在图7中对上述内容进行了例示,图7示意性地简单表示了仅仅具有两个管8(具体地,用于第一热流体的管8H和用于第一冷流体的管8C)的热交换器1,管8H和管8C在热交换器的整个纵向扩展(在热交换器1的端部处的入口/出口)上延伸。此外,热交换器1包括管8H',管8H'使得能够在第一热流体的入口部段的下游的入口部段处注射第二热流体,其中,出口设置在与第一热流体的出口相对应的点处。最后,热交换器1包括管8C',管8C'使得能够在与第一冷流体的入口相对应的位置中注射第二冷流体,该第二冷流体在与第一冷流体的出口的的上游的部段相对应的点处从热交换器离开。所表示的情况是逆流操作(如也可以在图7中的热交换器的上方出现的图中看到)。

[0094] 在热交换器的下方的图中出现的示意性视图图示了其迹线VII-A—VII-A、VII-B—VII-B、VII-C—VII-C、VII-D—VII-D、VII-E—VII-E、VII-F—VII-F相对应的且分别由字母A、B、C、D、E、F确定的部段。装配有附加管的部段与字母D、B相对应。

[0095] 在热交换器1的示意性代表图上方出现的图中采用的附图标记此外具有如下意义:

[0096] TH1IN:在热交换器1的入口处的第一热工作流体的温度;

[0097] TH2IN:在热交换器1上的部段D的入口处的第二热工作流体的温度;

[0098] TH1OUT:在热交换器1的出口处的第一热工作流体的温度;

[0099] TH2OUT:在热交换器1的出口处的第二热工作流体的温度;

[0100] TC1IN:在热交换器1的入口处的第一冷工作流体的温度;

[0101] TC2IN:在热交换器1的入口处的第二冷工作流体的温度;

[0102] TC1OUT:在热交换器1的出口处的第一冷工作流体的温度;以及

[0103] TC2OUT:在热交换器1的部段B的出口处的第二冷工作流体的温度。

[0104] 如可以注意到的,热工作流体和冷工作流体的温度曲线之间存在完全均匀性:第二热工作流体在部段D处具有与第一热流体的温度相同的输入温度TH2IN,并且输出温度TH2OUT与第一热流体的输出温度TH1OUT相同。第二冷工作流体具有与第一冷流体的输入温度TC1IN相同的输入温度TC2IN,并且输出温度TC2OUT在部段B处与第一冷流体的温度相同。

[0105] 此外,在替代实施例中,绝缘材料的壳4自身可以由耐火绝缘材料制成,因而消除壳5。一种方案或者其它方案的可行性当然取决于技术要求和与每种设计关联的成本。

[0106] 除了上文提到的所有益处之外,热交换器1的模块化结构同样适合于生产由多组热交换器1*构成的热交换器(具有恰当模块化热交换器/模块化热交换单元的功能),多组热交换器1*根据取决于需要(串联连接、并联连接、或者混合连接)的逻辑彼此流体连通。基本上,在这些实施例中,每个热交换器1维持其自身的模块化结构并且同样用作用于更广泛的热交换器的结构模块。当然,也能够将热交换器1*用作独立单元:将进行简短描述的内容应仅仅被理解为是可能的和优选的使用模式。

[0107] 在图8至图11中表示了该实施例的示例。图10和图11在两个不同的版本中表示了设置用于组装多个热交换器1*的热交换器10,其中一个(图10)是单阵列(或者线性阵列)类型,另一个(图11)是多阵列(或者二维阵列)类型。

[0108] 图8、图9A、图9B和图9C替代地图示了按照在图10和图11中表示的应用的优选实施例中的热交换器1。

[0109] 图8、图9A和图9B的热交换器1*包括热交换芯2和设置在热交换芯2周围的绝缘材

料的壳4。热交换芯2优选地不具有耐火材料的另外的壳5,其基本上用于包含总体尺寸;然而,在另外的实施例中,也能够设想到壳5。

[0110] 热交换芯2包括基体6,在这些实施例中,基体6容纳包括一对管8的管束,每个管8在相应伸长方向上延伸。在本文图示的优选实施例中,对于所有管8,伸长方向与相应热交换器1的由其纵向轴线X1确定的纵向方向相符。管8因此全部彼此平行。当然,能够设想任何数量的管8。

[0111] 此外,在管束的端部处设置的是由绝缘材料制成的第一端板B1和第二端板B2。从每个热交换器1*离开的管8穿过端板B1和B2。

[0112] 附图标记24(图9C)在此指示具有棱柱形状的金属夹套,其具有的功能与先前描述的夹套24的功能相同,仅仅适应于热交换器1的新形状(棱柱形而不是圆柱形,尽管如此,也可以设想圆柱形版本)。夹套24被装配在壳4的外侧上,并且在相对端处由两个端板24B封闭,两个端板24B允许管8从其离开。

[0113] 所述束的管8提供用于处于不同温度下且彼此呈热交换关系的两种(或者更多种)热向量流体的流动路径。这些流动路径在相应管8的伸长方向上扩展。在本文图示的优选实施例的情况下,流动路径的方向与热交换器的纵向方向X1相符。

[0114] 同样在该实施例中,基体6由热传导材料(优选地为铜或者铝、或者合成金刚石)制成,并且包括多个部段10,多个部段10在纵向方向X1上依次布置并且与对应的热中断部12交替,热中断部12在横向于纵向方向X1的方向上扩展(图8、图9A)。

[0115] 将部段10隔开的热中断部12在横向于各个管8的伸长方向的方向上扩展:在当前的情况下,这等效于在横向于方向X1的方向上延伸,但在彼此不平行的伸长方向的情况下(无论其是直线还是曲线),热中断部12在横向于每个伸长方向的方向上扩展。

[0116] 在图9A中图示的实施例中,基体6包括十五个部段10和十四个热中断部12,其中,每个热中断部12将两个连续的部段10隔开。在图8中的放大视图中图示了基体,但为了表示的需要,仅仅图示了十五个部段中的五个。

[0117] 当然,部段10的数量取决于热交换器1*的轴向长度,因为,如将在后文看到的,鉴于部段10被设计的结果,优选的是使部段10具有有限轴向长度。

[0118] 每个部段10具有模块化结构,如先前所描述的。具体地,每个部段10通过使类似于先前描述的模块化元件的两个模块化元件14彼此上下设置来获得,即,仅仅在一侧上具有半圆形沟槽14A的模块化元件。在本文图示的实施例中(见图8A),模块化元件14仅仅在沟槽14A之间的表面处接触。

[0119] 优选地,由附图标记CL指示的S形夹子在热中断部12处被夹在管8上。

[0120] 参照图10和图11,热交换器100包括多个热交换器1*,借助于由附图标记J指示的接头(其在此是U形的)来使得多个热交换器1*的管8液压地连通。

[0121] 在图10的实施例中,热交换器100包括彼此并排布置的热交换器1*的单(或者线性)阵列(在图10的视图中,热交换器1*彼此上下布置,但在实践中——假定如所图示的那样或者根据需要进行液压连接——能够使热交换器100布置为具有任何取向),其中,每个接头J使流体的路径大体上转向180°,从而使得能够连接至立即覆盖在其上的热交换器1*的管8。热交换器100大体上由一系列热交换“筒管”(或者模块化热交换单元)组成,其中每个由一个热交换器1*构成。接头J可以具有任何形状,相应地产生热交换器100,热交换器

100的扩展可以不同于在图10和图11中图示的扩展。每个接头被设置为管的伸展部,其被设计成用于与其上游的管8和下游的管8连接。接头J此外优选地借助于热绝缘材料的涂层来绝缘。此外,接头J固有地呈现比该结构的其余部分更大的可变形性,以便使得其可以配合以吸收差异热膨胀。

[0122] 此外,热交换器100(也被看作整体并且参照管8的伸长方向)总体地包括热传导材料的基体,管8布置在该基体内并且该基体由部段10组成,部段10由热中断部12隔开。该条件沿着热交换器100的扩展得到证实。此外,应该牢记,中间交换器伸展部1*(接头J)自身构成相对于基体6的热中断部。

[0123] 基本上,在热交换器100中,每个热中断部12——在横向于方向X1的方向上延伸——由一系列接头J组成,接头J液压地连接热交换器100的模块化热交换单元的管8,其中,模块化热交换单元与热交换器1*相对应。

[0124] 每个模块化热交换单元1*实际上限定热交换器100的基体的部段10*。在图9A的实施例的情况下,每个模块化热交换单元1*的基体部段6继而被划分为由热中断部12隔开的多个部段10,热中断部12在横向于伸长方向X1的方向上延伸。

[0125] 上述情况也适用于图11的实施例,其中,提供了热交换器1*的彼此并排的三个线性阵列以便构成 8×3 的热交换器1*的二维阵列。

[0126] 同样,在该实施例中,每个热交换器1*的管8借助于由附图标记J指示的接头(在此为U形)液压地连接至至少一个其它热交换器1*的对应管8,其中,在该实施例中,每个接头J使流体的路径大体上转向 180° 。

[0127] 然而,在这种情况下,接头J用于彼此上下设置的热交换器1*的液压连接以及用于从一个线性阵列至另一个的通道中彼此并排布置的热交换器1*的液压连接这两者。参照附图,并且参照附图自身的视图假定上/下方向和左/右方向(这不会构成关于热交换器100的安装的任何限制),接头J的布置提供用于热向量流体的流动路径,其沿着左手侧线性阵列从左侧的热交换器1*竖直地向下扩展,并且然后转到在其右侧下方延伸的中央线性阵列,并且最后转到在其右侧上方延伸的右手侧线性阵列,以便终止在右上侧上的热交换器1*处(线性阵列的穿过方向清楚地取决于管8中的流体的流动方向,其继而取决于并流或者逆流的操作——逆流是优选的)。此外,如明显的,接头J按照交替方式存在于线性阵列的两侧上实际上迫使流体在每个阵列的平面中沿着蜿蜒路径向上或者向下流过各个阵列。

[0128] 然而,用于每种流体的总体路径可以是任何路径。取决于热向量流体的类型和需要,能够借助于接头J限定具有不同扩展的路径(例如,螺旋路径),或者具有与到目前为止描述的串联连接不同的连接形式的路径。例如,能够实施并联连接或者混合的串联-并联连接。

[0129] 然而,应该牢记,参照图9B,由于将这种热交换器1用作用于更广泛的热交换器100的结构模块,所以能够设想给热交换器1*提供基体6,基体6包括仅仅一个部段10,设置在一个部段10的端部处的是第一热中断部12和第二热中断部12。

[0130] 通过这样的方式,一旦热交换器100已经被组装,其在任何情况下都维持根据本发明的特性,即,热中断部12的存在,热中断部12在横向于管8的伸长方向的方向上将基体隔开(在此以热交换器100的整体扩展来考虑)。再次,中间交换器伸展部1*(接头J)自身构成相对于阵列6的热中断部。

[0131] 每个模块化热交换单元1*实际上限定热交换器100的热传导基体的部段10*。然而,在这种情况下,热交换器100的基体部段在每个单元1*中继续。

[0132] 最后,应该注意的是,接头J的存在使得能够也在仍另外的变体中维持根据本发明的特征,其中,基体6由单个部段组成,并且在端部处不存在热中断部12:在这种情况下,将仅仅保留中间换热器伸展部1*(即,接头J)以构成横向于伸长方向X1的热中断部。

[0133] 当然,在因此不背离如由所附权利要求限定的本发明的范围的情况下,构造细节和实施例可以相对于本文已经描述和图示的内容发生极大变化。

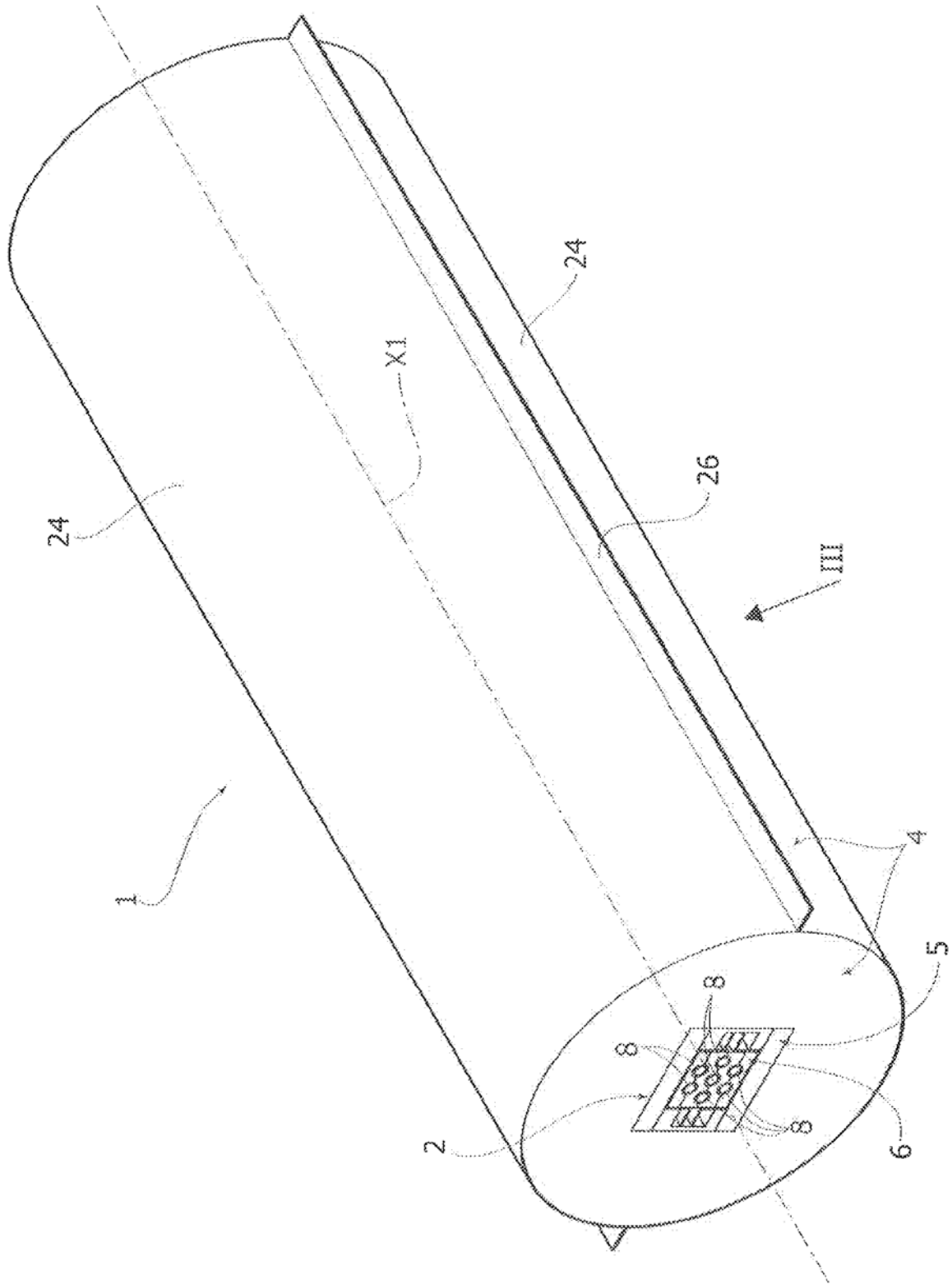


图 1

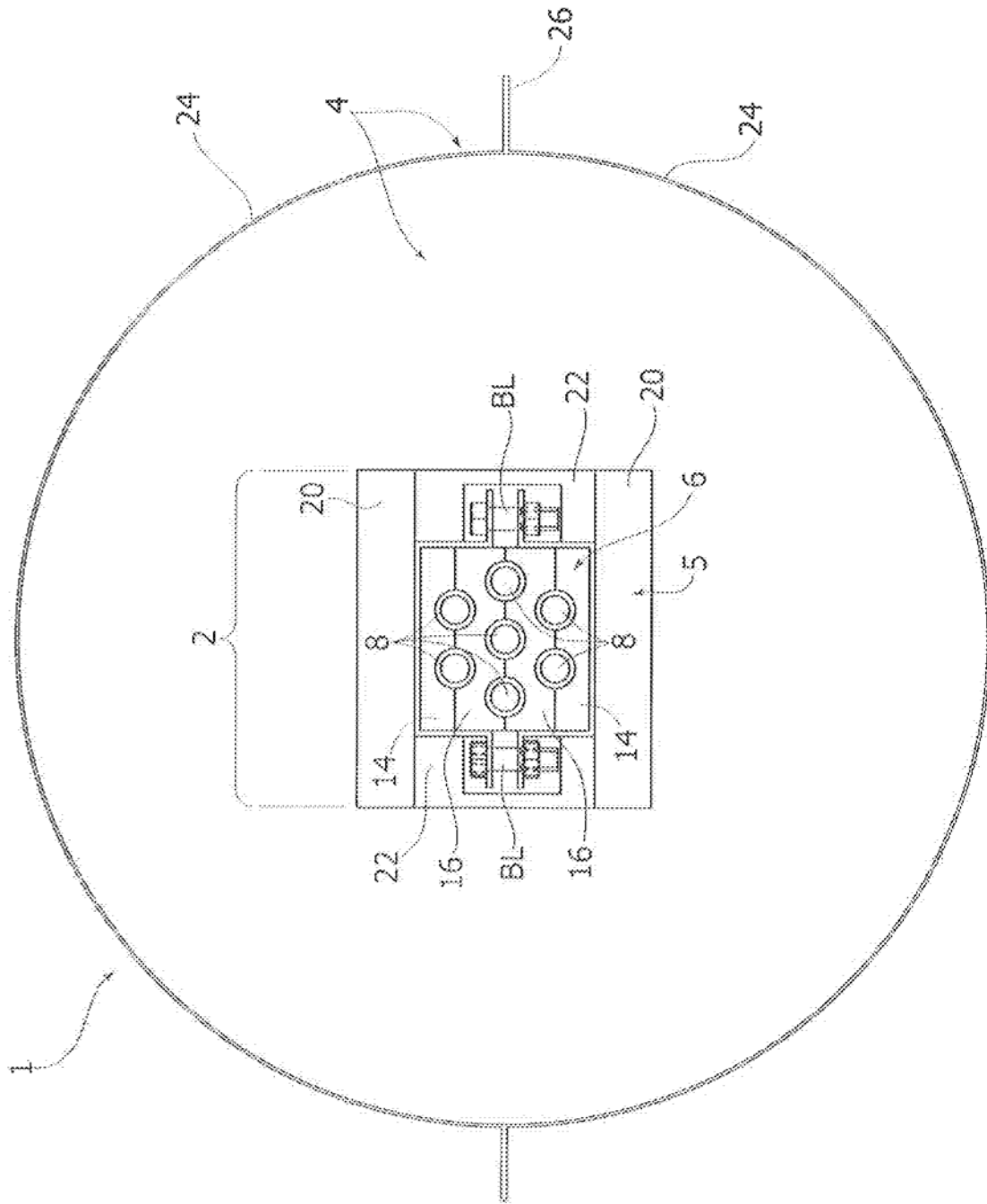


图 2

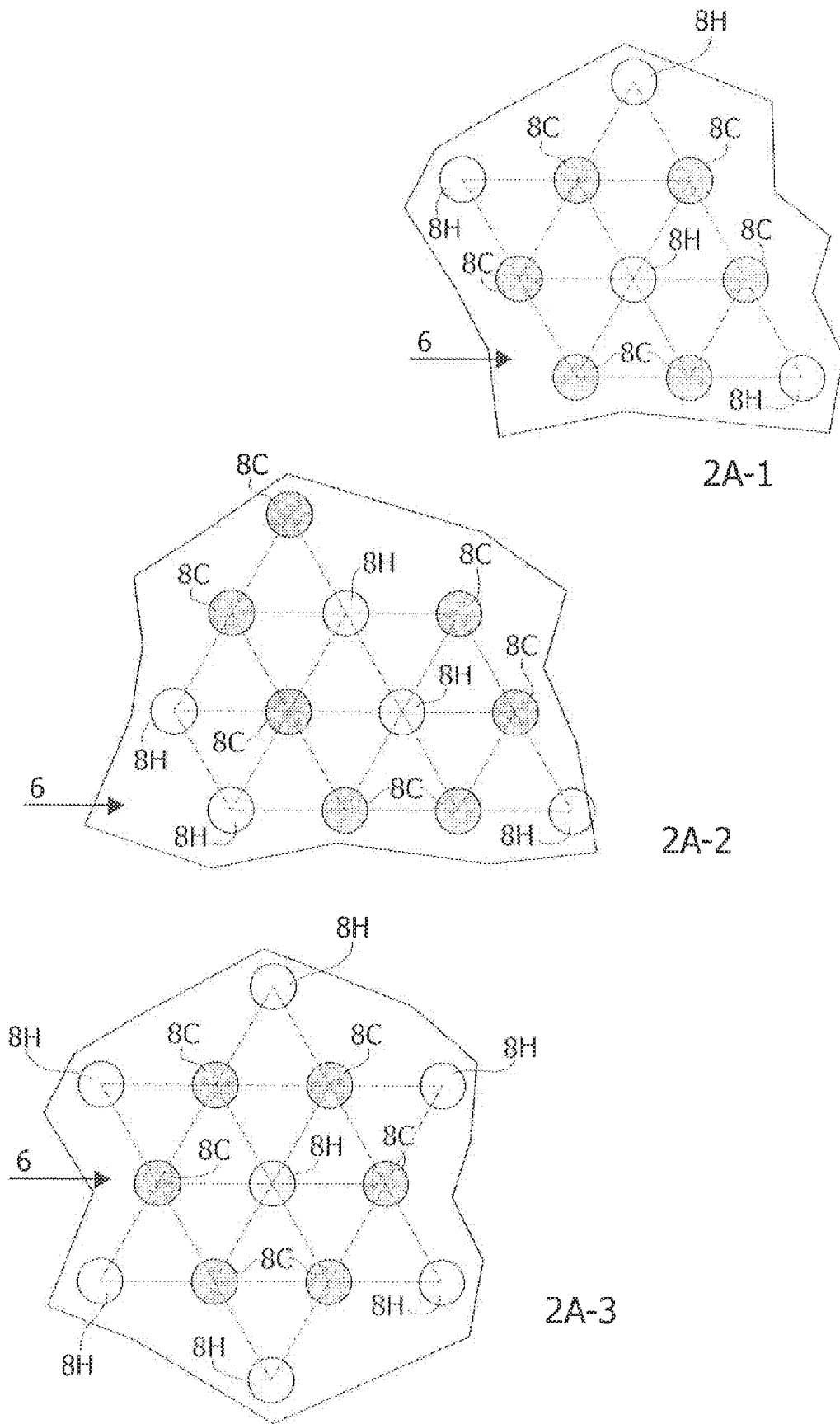


图 2A

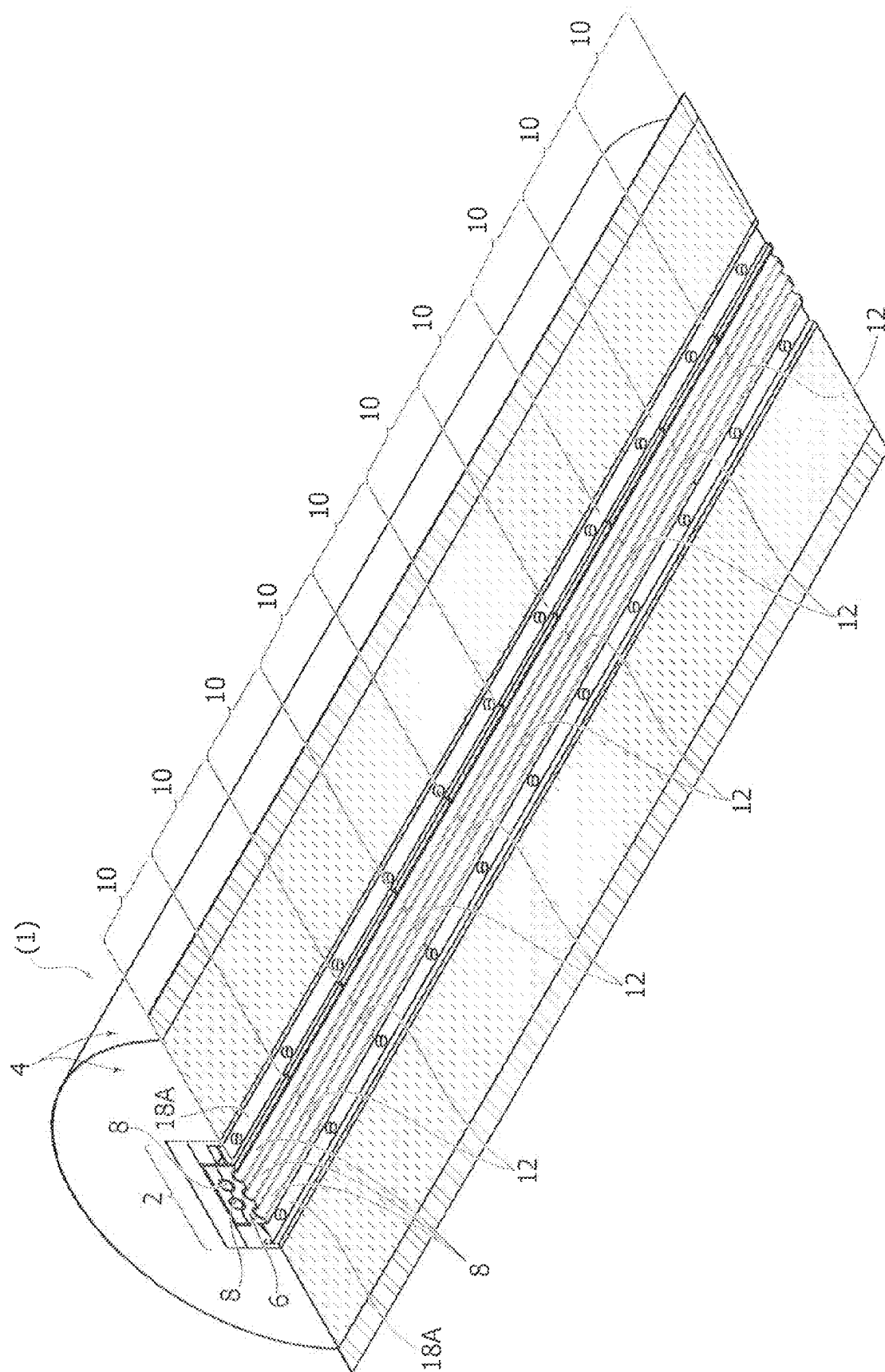


图 3

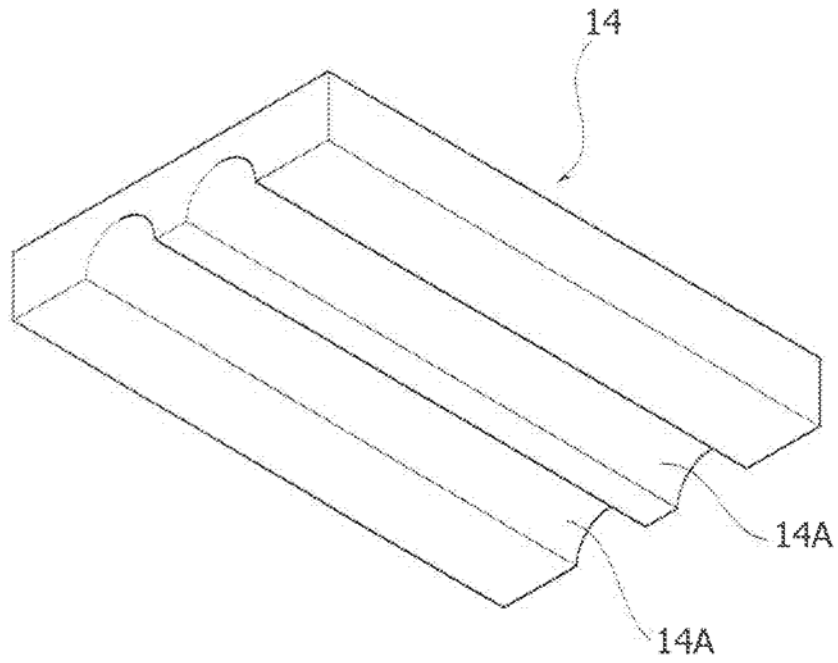


图 4A

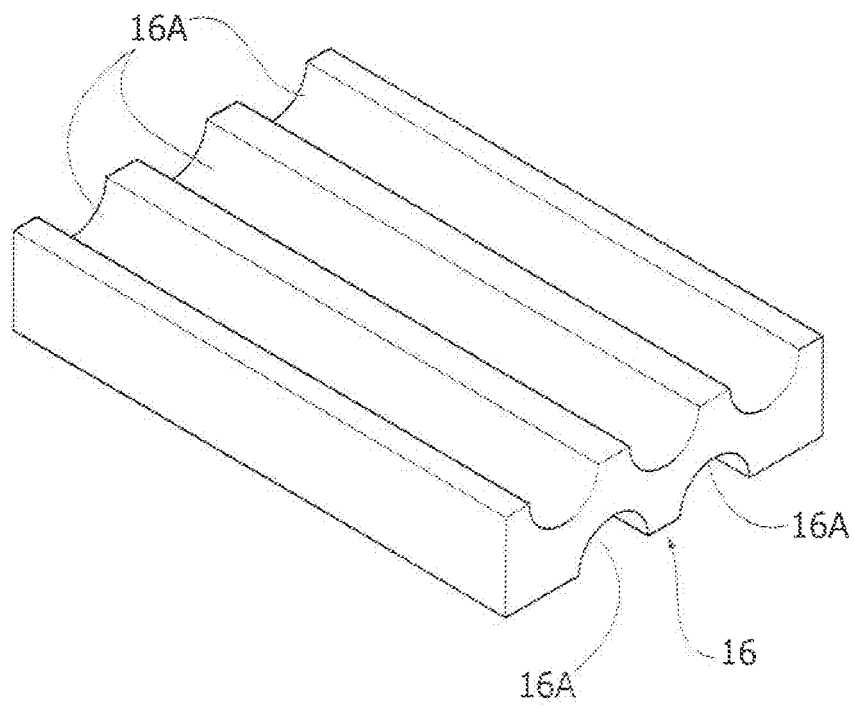


图 4B

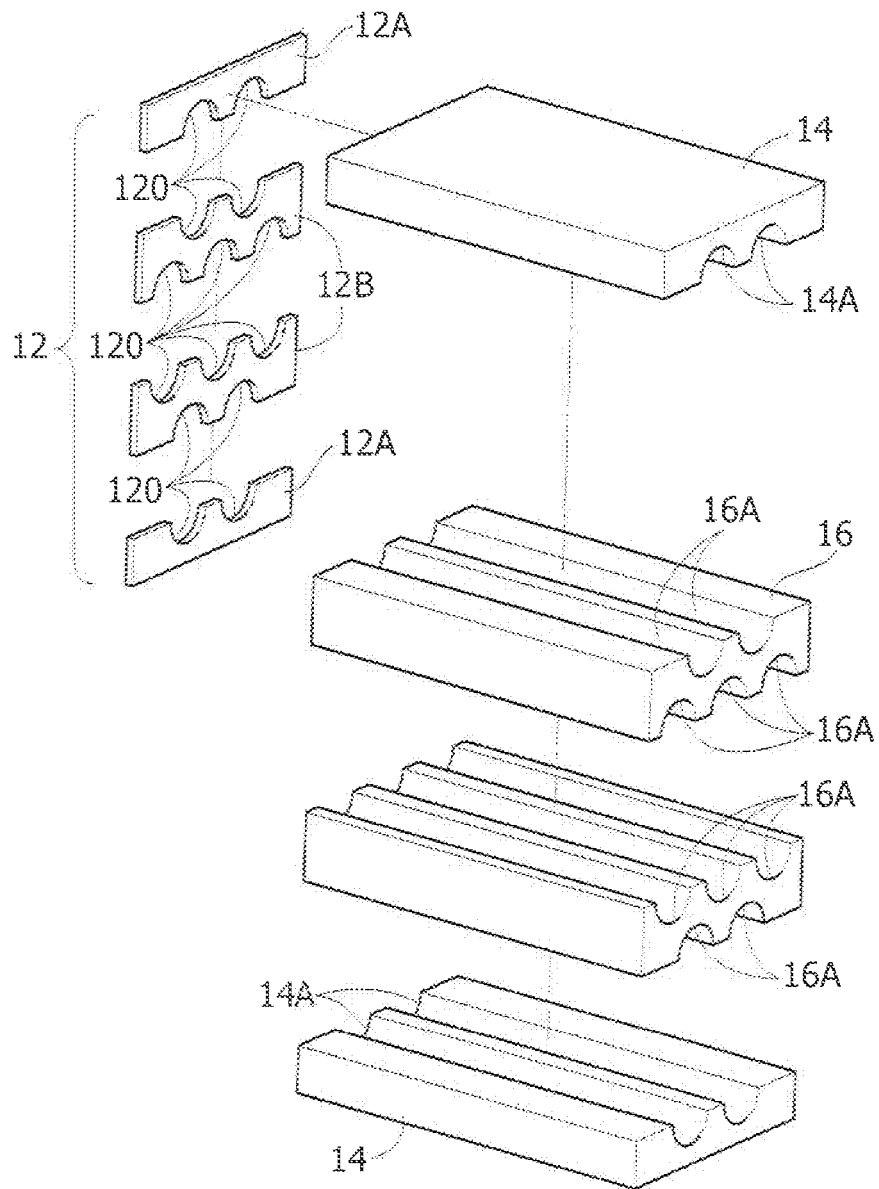


图 4C

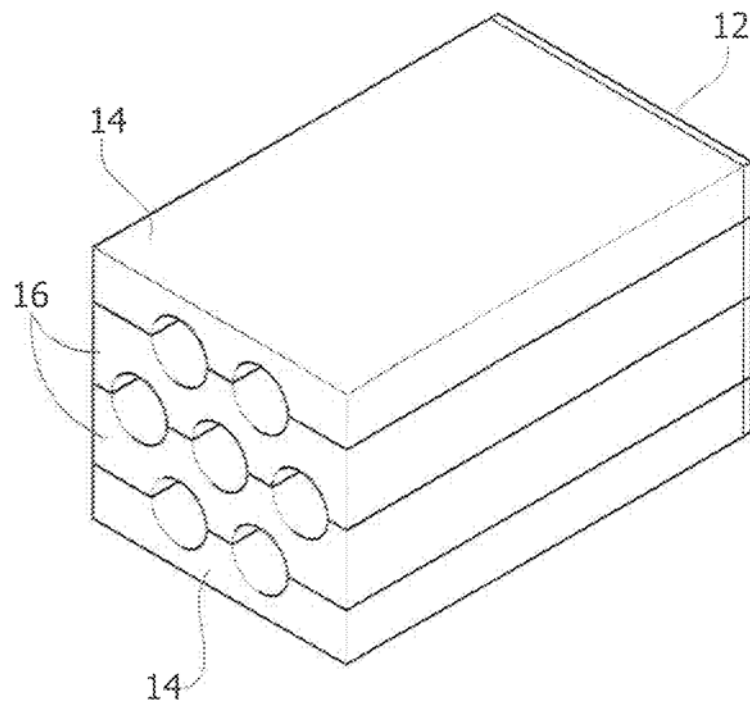


图 4D

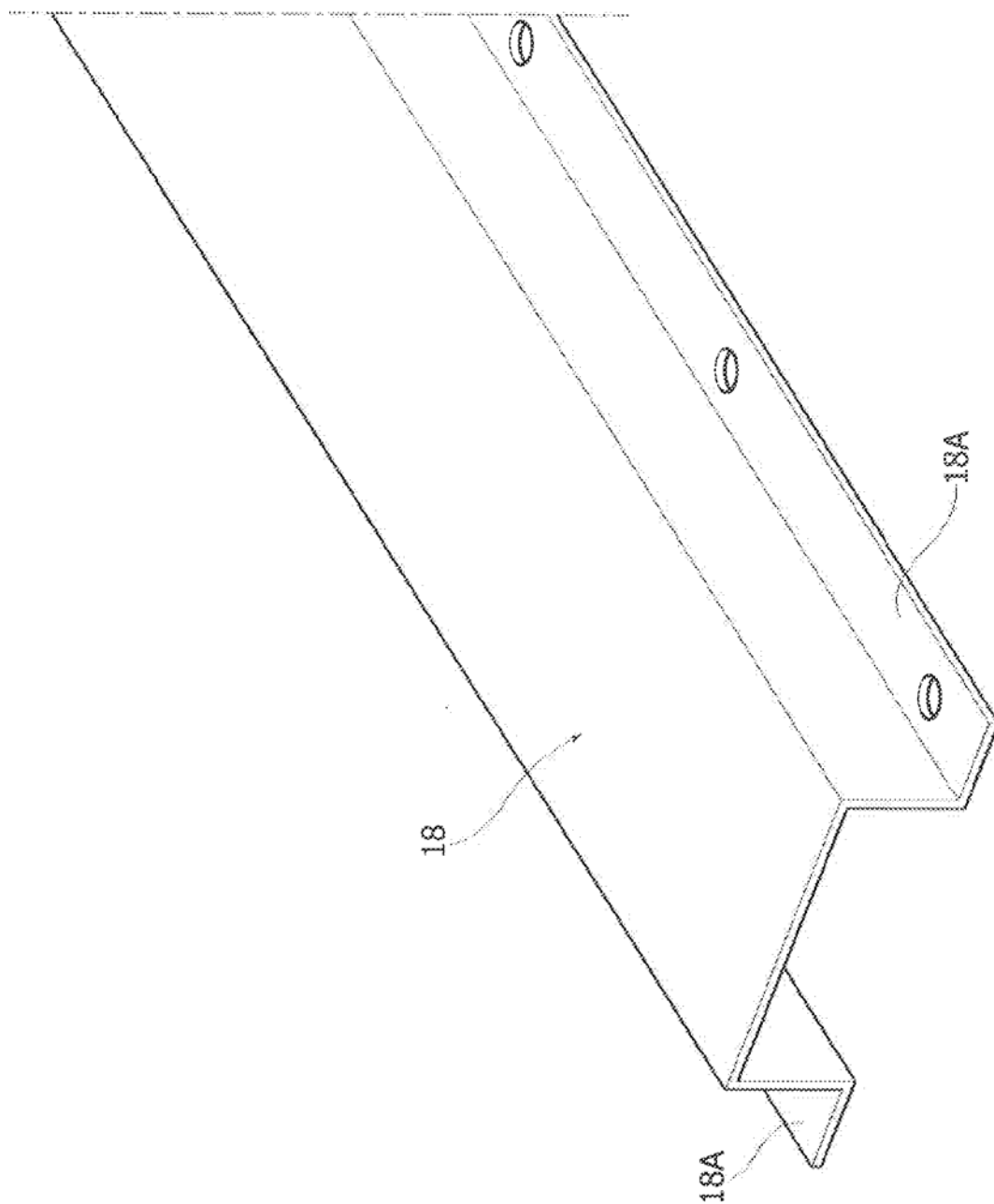


图 5

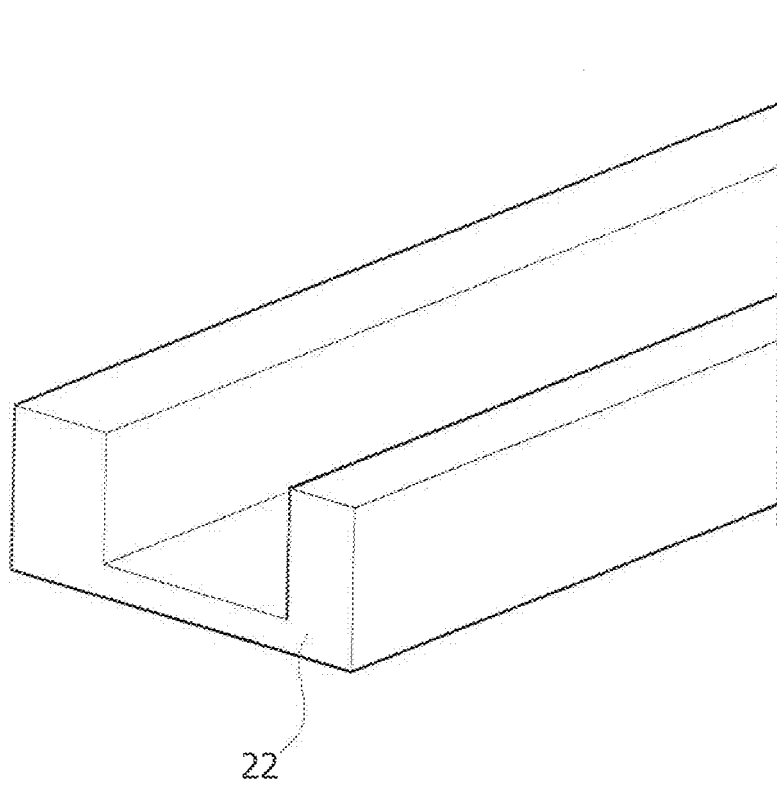


图 6A

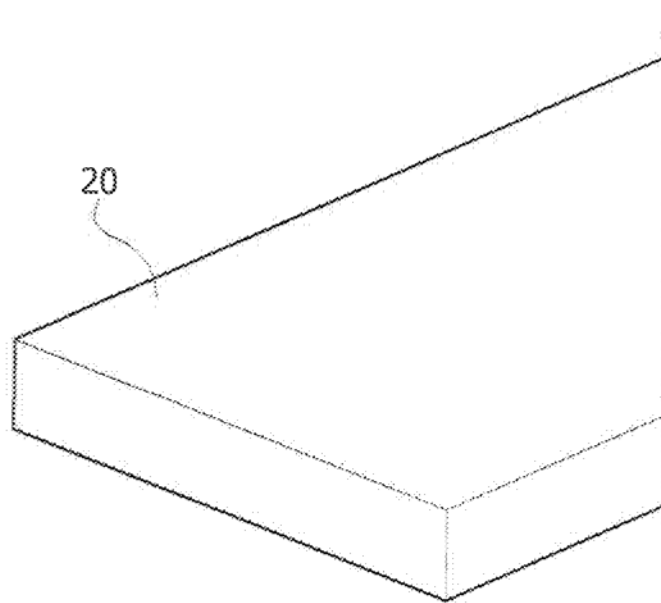


图 6B

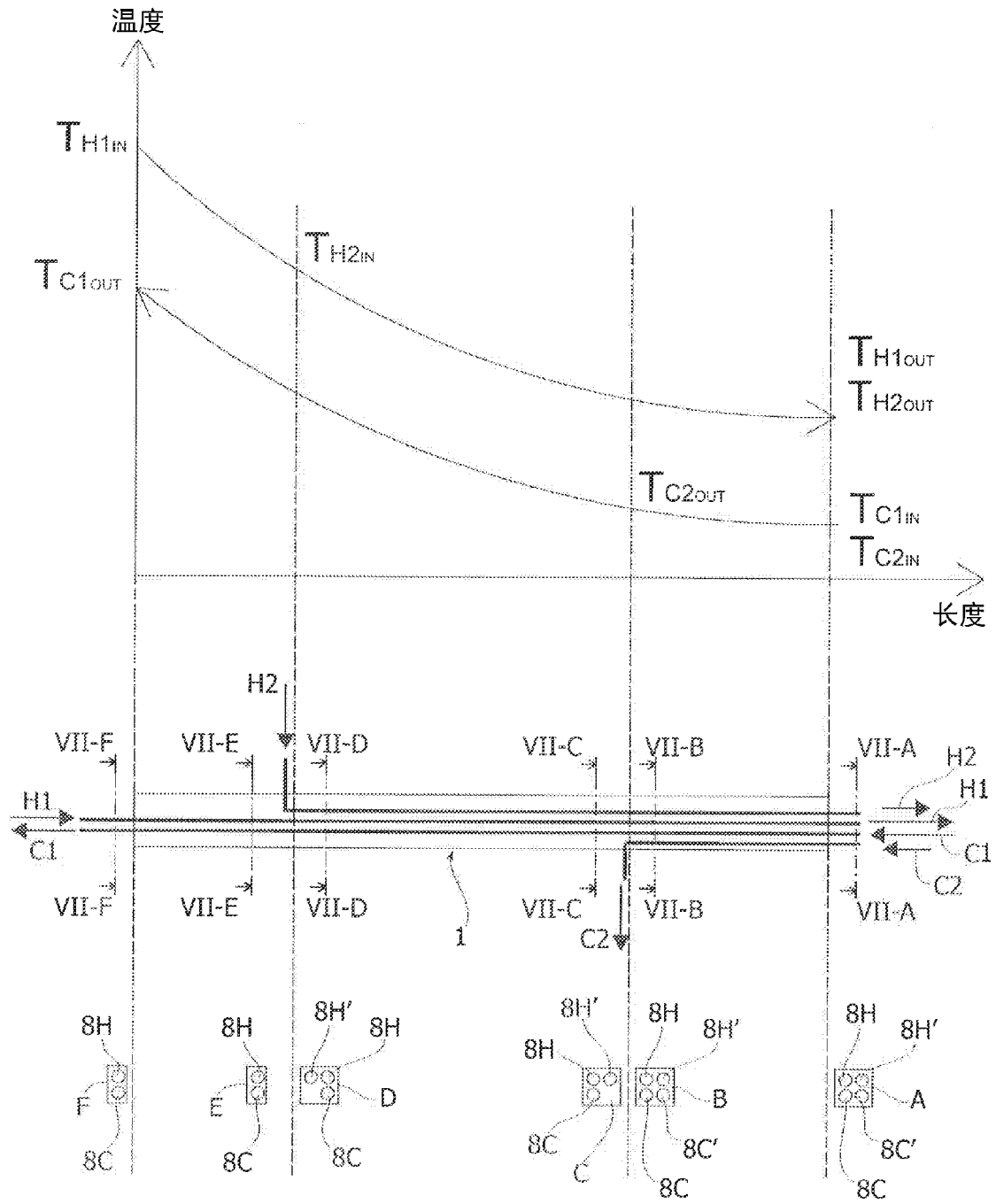


图 7

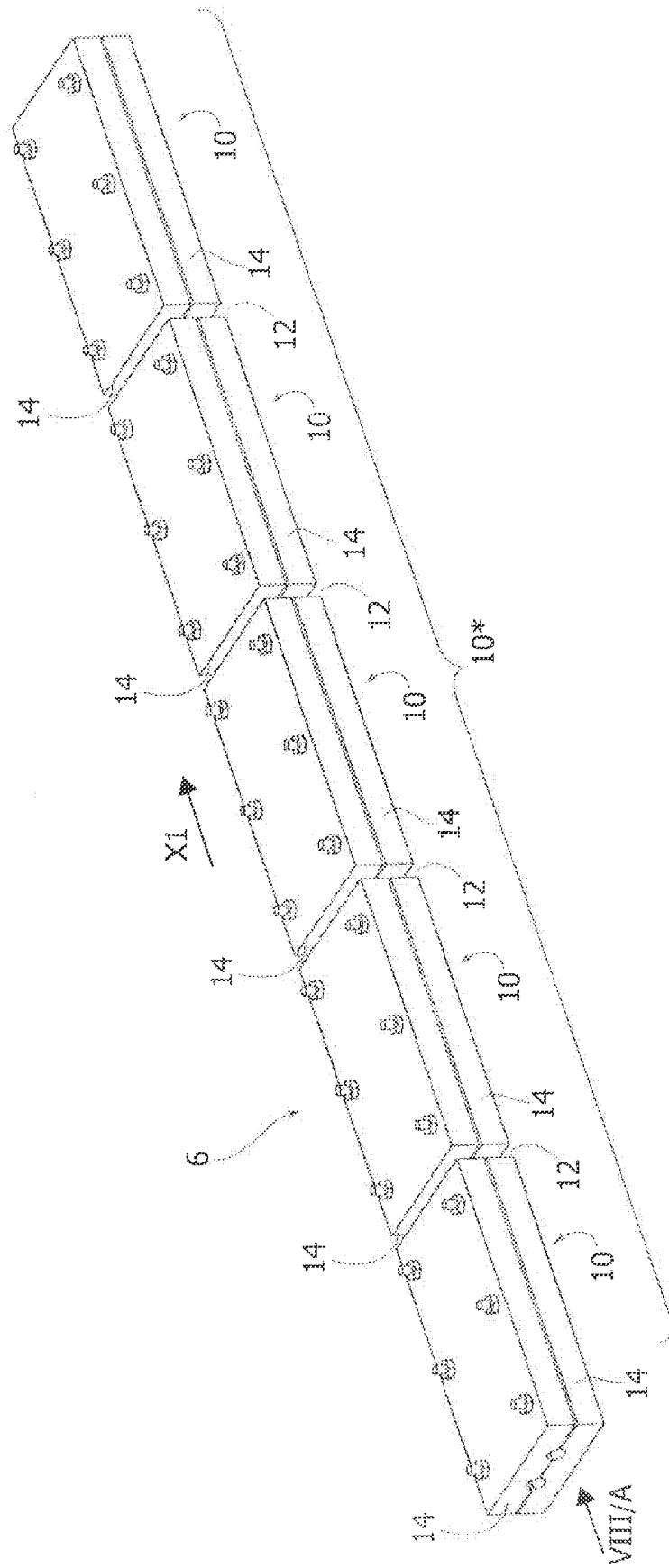


图 8

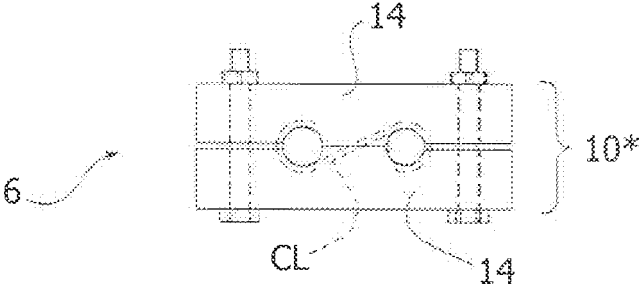


图 8A

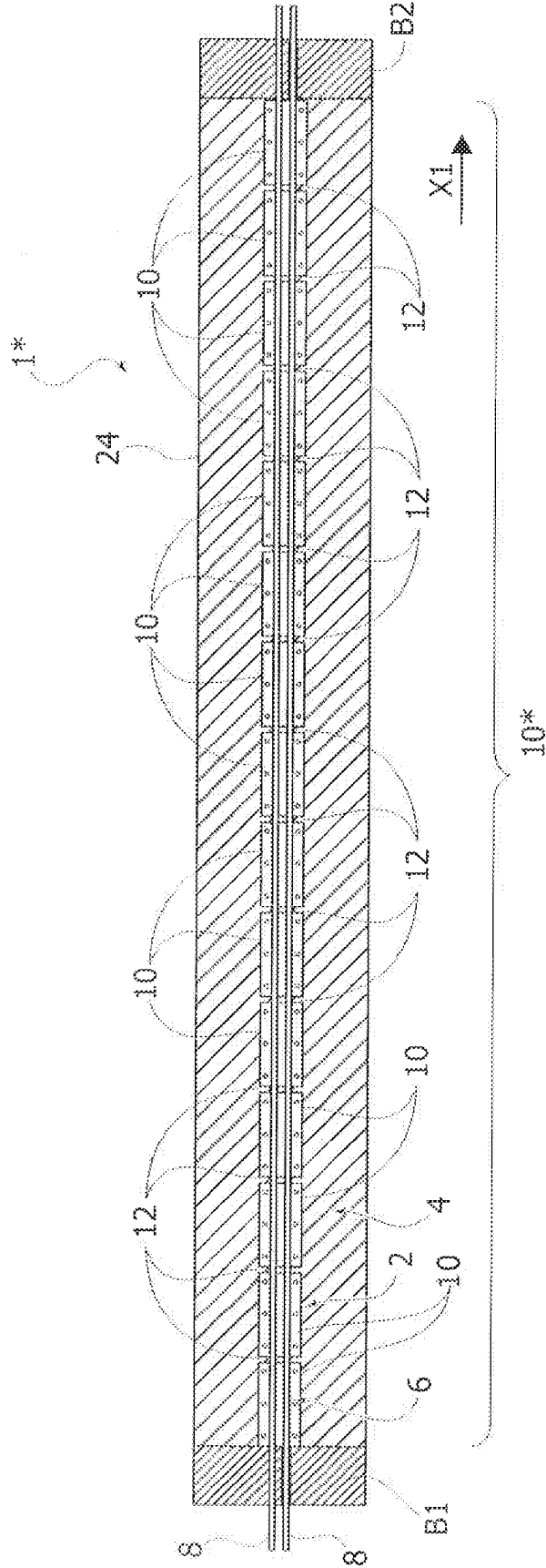


图 9A

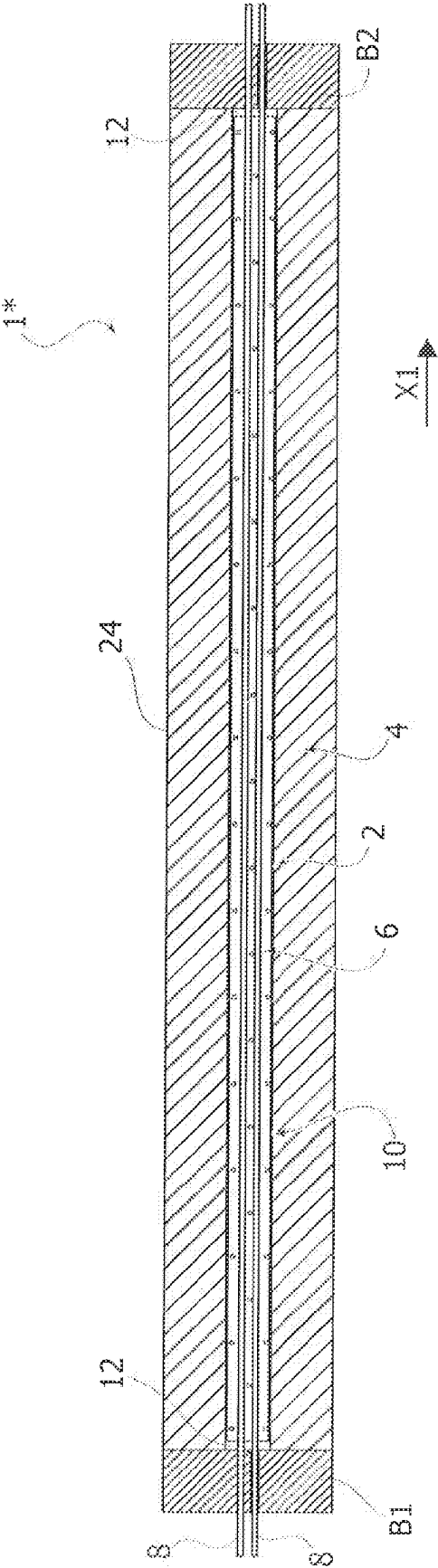


图 9B

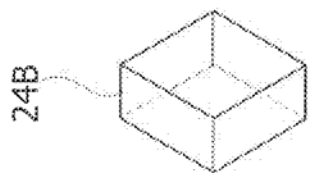
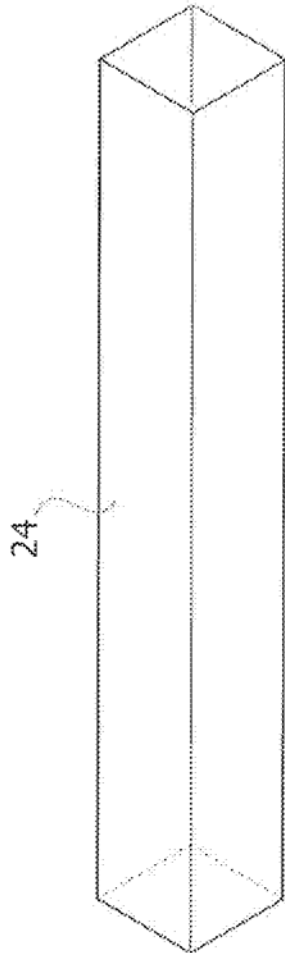
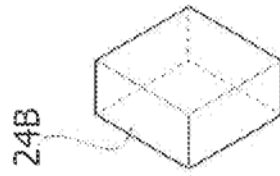


图 9C

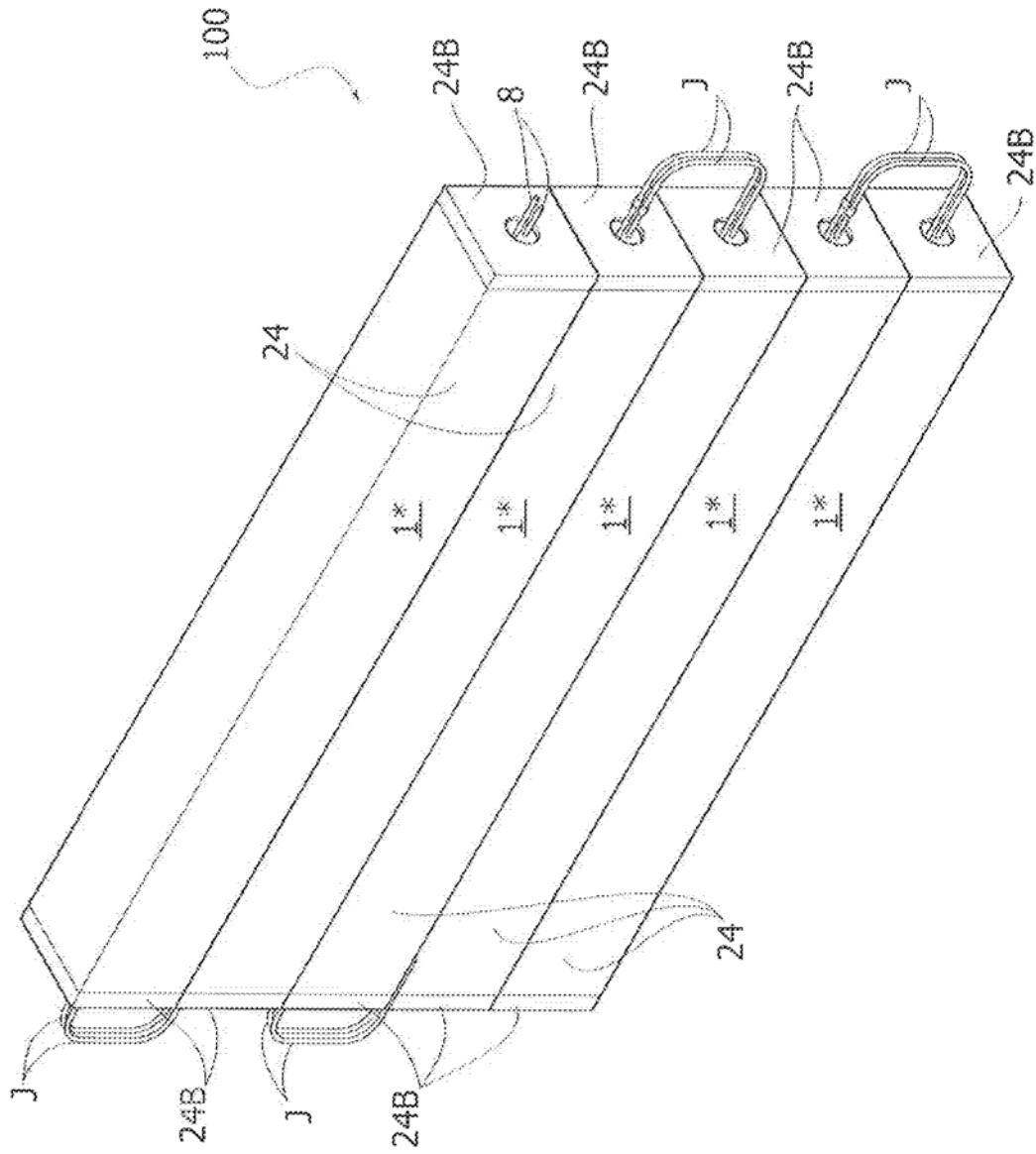


图 10

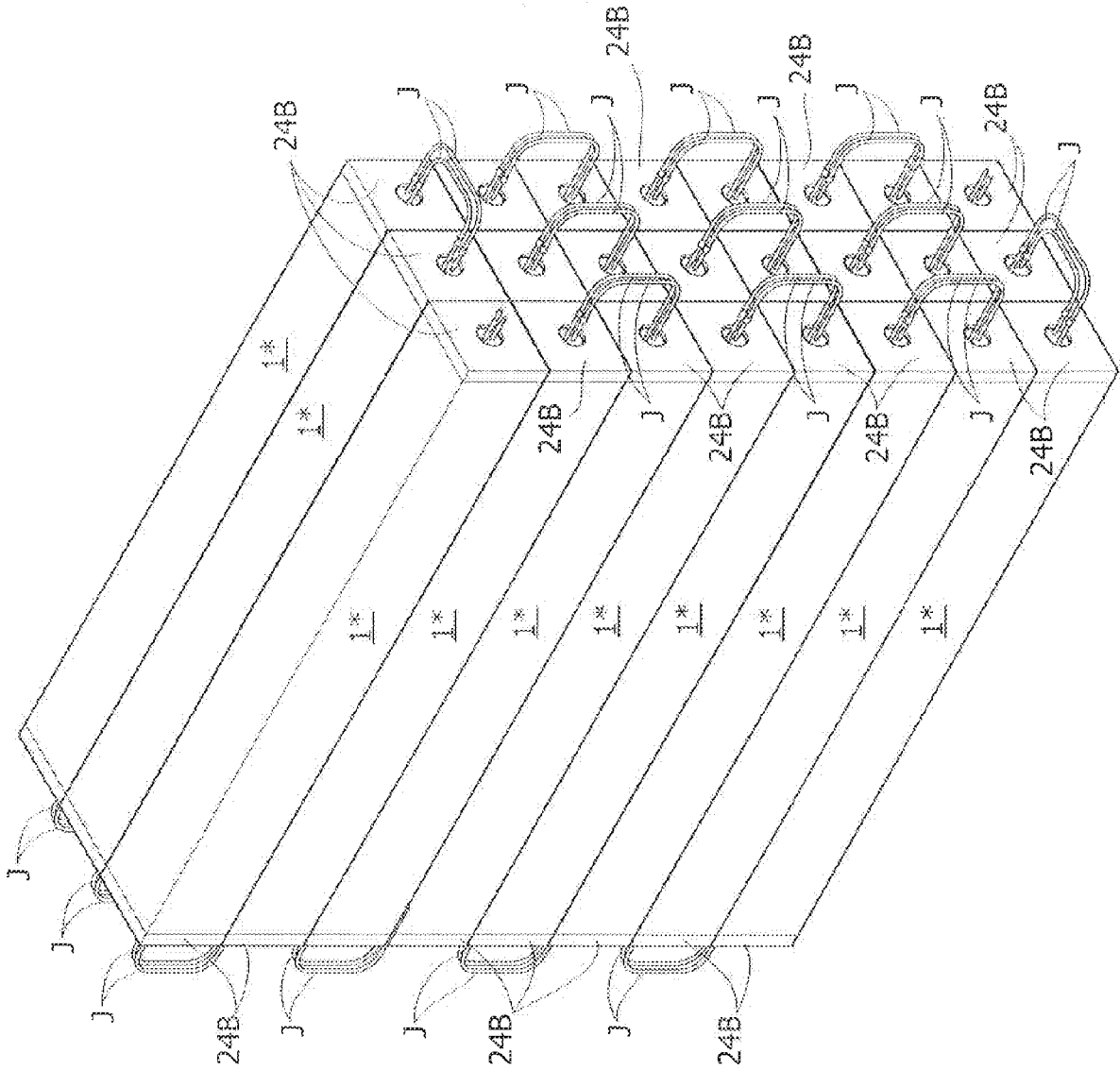


图 11