



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113423988 B

(45) 授权公告日 2023.02.17

(21) 申请号 202080014560.6

(22) 申请日 2020.02.11

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 113423988 A

(43) 申请公布日 2021.09.21

(30) 优先权数据  
1901516 2019.02.14 FR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2021.08.13

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/FR2020/050246 2020.02.11

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02020/165537 FR 2020.08.20

(73) 专利权人 气体运输技术公司  
地址 法国圣雷米-莱谢夫勒斯

(72) 发明人 皮埃尔·蒙福尔  
本杰明·沙尔庞捷 霍尔格·弗雷

(74) 专利代理机构 成都超凡明远知识产权代理有限公司 51258

专利代理师 王晖

(51) Int.Cl.  
F17C 3/02 (2006.01)

(56) 对比文件  
FR 3014085 A1, 2015.06.05  
WO 8101807 A1, 1981.07.09  
CA 1257105 A, 1989.07.11  
CN 105393043 A, 2016.03.09  
US 3970210 A, 1976.07.20  
FR 2877637 A1, 2006.05.12  
US 3978808 A, 1976.09.07  
RO 130117 A0, 2015.03.30  
CN 201265211 Y, 2009.07.01  
CN 208122279 U, 2018.11.20  
KR 20120077759 A, 2012.07.10  
US 4875361 A, 1989.10.24

审查员 张红

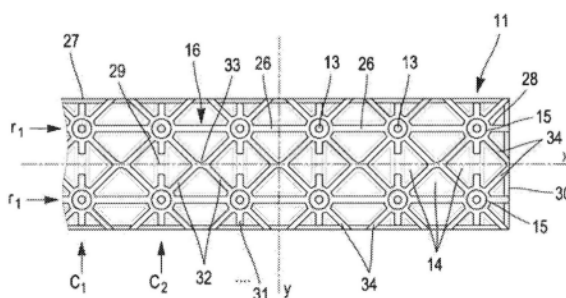
权利要求书2页 说明书10页 附图10页

## (54) 发明名称

用于对储存罐进行热绝缘的绝缘块

## (57) 摘要

本发明涉及一种意在对流体储存罐进行热绝缘的绝缘块,该绝缘块包括:-彼此平行、沿绝缘块的厚度方向间隔开的第一板(11)和第二板;-沿绝缘块的厚度方向被插入在第一和第二板(10、11)之间的支承柱;以及-布置在支承柱之间的热绝缘衬里;-第一板(11)包括增强支承区域(13),支承柱(12)抵靠增强支承区域按压,增强支承区域(13)通过肋网络(18)彼此连接。



1. 一种意在对流体储存罐进行热绝缘的绝缘块(3、7),包括:
  - 在所述绝缘块(3、7)的厚度方向上间隔开的彼此平行的第一板(11)和第二板(10);
  - 沿所述绝缘块(3、7)的厚度方向被插入所述第一板(11)和所述第二板(10)之间的多个支撑柱(12);以及
  - 位于所述支撑柱(12)之间的第一热绝缘衬里(17);
  - 所述第一板(11)由包括纤维增强聚合物基体的复合材料模制,并且包括所述支撑柱(12)抵靠其进行支承的增强支承区域(13),所述增强支承区域(13)通过较薄区域(14)彼此隔开并且具有比所述较薄区域(14)的厚度大的厚度,所述增强支承区域(13)通过肋网络(16)彼此链接,所述肋网络(16)形成在所述第一板(11)中。
2. 根据权利要求1所述的绝缘块(3、7),包括沿平行于纵向方向(x)的行(r1、r2)对齐的增强支承区域(13),并且其中,所述肋网络(16)包括各自在所述行(r1、r2)中的一行的相邻两个增强支承区域(13)之间延伸的纵向肋(26、36、38、46、50)。
3. 根据权利要求1或2所述的绝缘块(3、7),包括沿平行于横向方向(y)的列(c1、c2)对齐的增强支承区域(13),并且其中,所述肋网络(16)包括各自在所述列(c1、c2)中的一列的相邻两个增强支承区域(13)之间延伸的横向肋(29、35、39、49)。
4. 根据权利要求1所述的绝缘块(3、7),其中,所述肋网络(16)包括各自在与纵向方向(x)和横向方向(y)正割的方向上对齐的两个增强支承区域(13)之间延伸的对角肋(32、41、42、44、47、51、52)。
5. 根据权利要求1所述的绝缘块(3、7),其中,所述肋网络(16)的每个肋具有直线形式和曲线形式中的一者。
6. 根据权利要求1所述的绝缘块(3、7),其中,所述肋网络(16)的每个肋具有直线形式和 $\Omega$ 形式中的一者。
7. 根据权利要求2所述的绝缘块(3、7),其中,所述肋网络(16)包括链接肋,所述链接肋各自链接两个所述纵向肋。
8. 根据权利要求3所述的绝缘块(3、7),其中,所述肋网络(16)包括链接肋,所述链接肋各自链接两个所述横向肋。
9. 根据权利要求1或2所述的绝缘块(3、7),其中,所述肋网络(16)包括边界肋(27、30),所述边界肋各自沿所述第一板(11)的边缘中的一个边缘延伸,并且其中,所述边界肋(27、30)各自通过连接肋(28、31、34)被链接到所述增强支承区域(13)中的一个或更多个增强支承区域。
10. 根据权利要求1或2所述的绝缘块(3、7),其中,所述第一热绝缘衬里(17)是粘附到所述第一板(11)和所述第二板(10)的绝缘聚合物泡沫。
11. 根据权利要求10所述的绝缘块(3、7),其中,所述绝缘聚合物泡沫还粘附到所述支撑柱(12)。
12. 根据权利要求10所述的绝缘块(3、7),其中,所述第一热绝缘衬里(17)通过在所述第一板(11)和所述第二板(10)之间模制绝缘聚合物泡沫获得。
13. 根据权利要求1或2所述的绝缘块(3、7),其中,所述第一热绝缘衬里(17)是纤维增强聚氨酯泡沫,所述纤维增强聚氨酯泡沫具有在20至40kg/m<sup>3</sup>之间的密度以及在按重量计3至5%之间的纤维比。

14. 根据权利要求1或2所述的绝缘块(3、7), 其中, 所述增强支承区域(13)中的至少一个增强支承区域具有适配元件(15), 所述适配元件通过形状连结与所述支撑柱(12)中的一个支撑柱的一个端部进行配合。

15. 根据权利要求1或2所述的绝缘块(3、7), 其中, 所述支撑柱(12)由包括纤维增强聚合物基体的复合材料制造, 所述支撑柱(12)具有沿所述绝缘块(3、7)的厚度方向定向的纵向方向, 所述支撑柱(12)的50%以上的纤维被定向成平行于所述支撑柱(12)的纵向方向或者相对于所述支撑柱(12)的所述纵向方向倾斜小于 $45^{\circ}$ 的角度。

16. 根据权利要求1或2所述的绝缘块(3、7), 其中, 所述第一板(11)通过热成型热塑性基体进行制造, 所述热塑性基体通过选自毡、层片和织物的纤维增强材料增强。

17. 根据权利要求1或2所述的绝缘块(3、7), 所述第二板(10)由包括纤维增强聚合物基体的复合材料模制, 并且包括所述支撑柱抵靠其进行支承的增强支承区域(13), 所述增强支承区域(13)通过较薄区域(14)彼此隔开并且具有比所述较薄区域(14)的厚度大的厚度, 所述增强支承区域(13)通过肋网络(16)彼此链接。

18. 根据权利要求1或2所述的绝缘块(3、7), 其中, 所述支撑柱(12)通过拉挤成型进行制造。

19. 根据权利要求1或2所述的绝缘块(3、7), 其中, 所述支撑柱(12)是中空的并且衬有第二热绝缘衬里(24)。

20. 根据权利要求1或2所述的绝缘块(3、7), 其中, 所述第一板(11)是盖板。

21. 一种密封热绝缘的流体储存罐, 包括: 热绝缘屏障(2、6), 所述热绝缘屏障包括并置的多个根据权利要求1至20中任一项所述的绝缘块(3、7); 以及抵靠所述热绝缘屏障(2、6)搁置的密封膜(5、9)。

22. 一种用于运输流体的船(70), 所述船包括双壳体(72)和定位在所述双壳体中的根据权利要求21所述的流体储存罐(71)。

23. 一种流体转移系统, 所述流体转移系统包括: 根据权利要求22所述的船(70); 绝缘管道(73、79、76、81), 所述绝缘管道被布置成将被安装在所述船的所述双壳体中的流体储存罐(71)链接至浮式或陆地储存设施(77); 以及泵, 所述泵用于驱动流体通过绝缘管道从所述浮式或陆地储存设施到所述船的流体储存罐, 或者从所述船的流体储存罐到所述浮式或陆地储存设施。

24. 一种用于装载或卸载根据权利要求22所述的船(70)的方法, 其中, 通过绝缘管道(73、79、76、81)将流体从浮式或陆地储存设施(77)输送至所述船的流体储存罐(71), 或者从所述船的流体储存罐输送至所述浮式或陆地储存设施。

## 用于对储存罐进行热绝缘的绝缘块

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于储存和/或运输流体诸如低温流体的具有膜的密封热绝缘罐的领域。

[0002] 具有膜的密封热绝缘罐尤其用于储存液化天然气(LNG),该液化天然气在约-162℃处在大气压力处被储存。这些罐可以被安装在陆地上或浮式结构上。在浮式结构的情况下,罐可以用于运输液化天然气或用于接收充当用于推进浮式结构的燃料的液化天然气。

### 背景技术

[0003] 文件W02016097578公开了一种用于储存液化天然气的密封热绝缘罐,其包括固定到支撑结构诸如船的双壳体的罐壁。每个罐壁在厚度方向上从罐的外侧到内侧依次包括:锚固到支撑结构的第二级热绝缘屏障;抵靠第二级热绝缘屏障搁置的第二级密封膜;抵靠第二级密封膜搁置的第一级热绝缘屏障;以及第一级密封膜,该第一级密封膜抵靠第二级热绝缘屏障搁置并意在与储存在罐中的液化天然气接触。

[0004] 第二级和第一级热绝缘屏障包括彼此近旁并置的绝缘块。绝缘块包括彼此平行的底板和盖板,以及在底板和盖板之间沿绝缘块的厚度方向延伸的支撑柱。绝缘块还包括位于支撑元件之间的绝缘衬里。

[0005] 在上述文件W02016097578的图11至图13所示的实施方式中,绝缘块包括载荷分布结构。鉴于支撑柱意在承受流体静力和流体动力载荷以将其从绝缘块的盖板传递到支撑结构,这样的载荷分布结构使得可以避免在压缩应力过度集中的情况下可能存在的冲压现象。载荷分布结构一方面插入柱与盖板之间,另一方面插入柱与底板之间。

[0006] 盖板件和底部板件具有相当大的厚度,以确保绝缘块的抗弯刚度足以限制其弯曲,特别是当它们经受热梯度时。然而,机械硬化效应的对应物是盖板和底板的相当大的厚度,这具有使绝缘块的热绝缘性能劣化并使其重量增加的结果。

[0007] 因此上述绝缘块并不完全令人满意。

### 发明内容

[0008] 本发明所基于的一个构思是提出一种上述类型的、意在用于流体储存罐的热绝缘的绝缘块,其在一方面显著的刚度与另一方面有效的热绝缘之间提供优秀的折衷。

[0009] 为此,根据一实施方式,本发明提供了一种意在用于流体储存罐的热绝缘的绝缘块,其包括:

[0010] -在绝缘块的厚度方向上间隔开的彼此平行的第一板和第二板;

[0011] -沿绝缘块的厚度方向被插入在所述第一和第二板之间的支撑柱;以及

[0012] -位于支撑柱之间的第一热绝缘衬里;

[0013] -第一板由包括纤维增强聚合物基体的复合材料模制,并且包括支撑柱抵靠其进行支承的增强支承区域,增强支承区域通过较薄区域彼此隔开并且具有比较薄区域的厚度大的厚度,增强支承区域通过肋网络彼此链接。

[0014] 因此,肋使得可以增强第一板在柱抵靠其进行支承的较厚支承区域之间的抗弯刚度。这允许减小第一板在支承区之间的厚度。因此,绝缘块的重量减轻,其热绝缘性能增强,同时获得足够的绝缘块刚度。

[0015] 根据实施方式,这种绝缘块可以包括以下特征中的一个或多个。

[0016] 根据一个实施方式,绝缘块包括沿平行于纵向方向的行对齐的增强支承区,并且肋网络包括各自在行之一的相邻两个增强支承区域之间延伸的肋。

[0017] 根据一个实施方式,绝缘块包括沿平行于横向方向的列对齐的增强支承区,并且肋网络包括各自在列之一的相邻两个增强支承区域之间延伸的肋。

[0018] 根据一个实施方式,肋网络具有彼此成直角的两个对称轴线。

[0019] 根据一个实施方式,横向方向与纵向方向正交。

[0020] 根据一个实施方式,肋网络包括各自在与纵向方向和横向方向正割的方向上对齐的两个增强支承区域之间延伸的肋。

[0021] 根据一个实施方式,每个肋具有从直线形式、曲线形式和 $\Omega$ 形式中选择的形式。

[0022] 根据一个实施方式,肋网络包括链接肋,上述链接肋各自链接各自在两个增强支承区域之间延伸的两个肋。

[0023] 根据一个实施方式,肋网络包括边界肋,边界肋各自沿第一板的边缘之一延伸并且边界肋各自通过肋被链接到增强支承区域中的一个或多个增强支承区域。

[0024] 根据一个实施方式,第一热绝缘衬里是粘附至第一板和第二板的绝缘聚合物泡沫。这使得可以增大绝缘块对施加在第一板和第二板之间的剪切力的抵抗力并且因此抵抗支撑柱的翘曲。

[0025] 根据一个实施方式,绝缘聚合物泡沫还粘附到支撑柱。这甚至有助于增大绝缘块对机械力的抵抗力。

[0026] 根据一个实施方式,第一热绝缘衬里通过在第一板和第二板之间模制绝缘聚合物泡沫获得。如此获得的泡沫特别有利,因为它可以简单地获得第一热绝缘衬里的几何形状对于第一板的复杂几何形状的适应性,尤其是当后者包括肋网络时。

[0027] 根据另一变型实施方式,绝缘聚合物泡沫以具有容纳支撑柱的孔和与肋网络互补的切口的一个或多个预切块的形式预制。

[0028] 根据一个实施方式,第一热绝缘衬里是聚氨酯泡沫,可选地纤维增强的。根据特定实施方式,纤维增强聚氨酯泡沫具有大约20至40kg/m<sup>3</sup>的密度。根据一个实施方式,增强聚氨酯泡沫包括在按重量计3至5%之间的纤维比。

[0029] 根据一个实施方式,第一热绝缘衬里的纤维选自玻璃纤维、碳纤维、芳族聚酰胺纤维及其混合物。

[0030] 根据一个实施方式,增强支承区域中的至少一个增强支承区域具有适配元件,该适配元件通过形状连结与支撑柱之一的端部进行配合。根据一个实施方式,适配元件是凹形元件,诸如套筒,支撑柱的端部适配到其中。根据另一实施方式,适配元件是被插入到支撑柱的中空端部中的凸形元件。

[0031] 根据一个实施方式,第一板通过热成型热塑性基体进行制造,所述热塑性基体由选自毡、单向(UD)或非单向层片和织物的纤维增强材料增强。纤维增强材料例如由玻璃纤维制成。

[0032] 根据一个实施方式,热塑性基体例如选自聚乙烯、聚丙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚酰胺、聚甲醛、聚醚酰亚胺、聚丙烯酸酯及其共聚物。

[0033] 根据一个实施方式,纤维选自玻璃纤维、碳纤维、芳族聚酰胺纤维、亚麻纤维、玄武岩纤维及其混合物。

[0034] 根据一个实施方式,支撑柱由包括纤维增强聚合物基体的复合材料制造,支撑柱具有沿绝缘块的厚度方向定向的纵向方向,支撑柱的50%以上的纤维平被定向或行于支撑柱的纵向方向或者相对于所述纵向方向倾斜小于45°的角度。这对于赋予支撑柱令人满意的抗压强度是特别有利的。

[0035] 支撑柱纤维选自玻璃纤维、碳纤维、芳族聚酰胺纤维、玄武岩纤维及其副产物和混合物。

[0036] 根据一个实施方式,支撑柱通过拉挤成型进行制造,这有利于获得纤维在纤维挤出方向上的优选定向和中空形式的优选定向。

[0037] 根据一个实施方式,支撑柱是中空的并衬有第二热绝缘衬里。

[0038] 根据一个实施方式,第二板由包括纤维增强聚合物基体的复合材料模制,并且包括支撑柱抵靠其进行支承的增强支承区域,增强支承区域通过较薄区域彼此隔开并且具有比较薄区域的厚度大的厚度,增强支承区域通过肋网络彼此链接。

[0039] 第二板可以具有上文关于第一板呈现的特征中的一个或更多个特征。

[0040] 根据一个实施方式,第一板和第二板是相同的。

[0041] 根据一个实施方式,第一板是盖板并且第二板是底板。

[0042] 根据一个实施方式,本发明还提供一种密封热绝缘的流体储存罐,其包括:热绝缘屏障,该热绝缘屏障包括并置的多个上述绝缘块;以及抵靠该热绝缘屏障搁置的密封膜。这种罐可以使用单个密封膜或使用两个密封构件与两个热绝缘屏障交替来制造。

[0043] 这种储罐可以形成陆地储存设施的一部分,例如用于储存LNG,或安装在浮式、沿海或深水结构中,尤其是在甲烷油轮船、LNG燃料船、浮式储存和再气化单元(FSRU)、浮式生产储存离岸单元(FPSO)等中。

[0044] 根据一个实施方式,一种用于运输流体的船包括双壳体和位于双壳体中的上述罐。

[0045] 根据一个实施方式,本发明还提供了一种用于装载或卸载这种船的方法,其中,通过绝缘管道将流体从浮式或陆地储存设施输送至船的罐,或者从船的罐输送至浮式或陆地储存设施。

[0046] 根据一个实施方式,本发明还提供了一种流体转移系统,所述系统包括:上述船、绝缘管道,所述绝缘管道被布置成将被安装在船的壳体中的罐链接至浮式或陆地储存设施;以及泵,所述泵用于驱动流体通过绝缘管道从浮式或陆地储存设施到船的罐,或者从船的罐到浮式或陆地储存设施。

## 附图说明

[0047] 根据参考附图、以仅例示性和非限制性方式给出的本发明的多个特定实施方式的以下描述,将较好地理解本发明并且其其他目的、细节、特征和优点将变得更加清楚。

[0048] [图1]图1是根据实施方式的罐壁的剖切立体图。

- [0049] [图2]图2是绝缘块的截面示意图。
- [0050] [图3]图3例示通过在绝缘块的盖板和底板之间注入聚合物泡沫的原位模制方法。
- [0051] [图4]图4是绝缘块的盖板的正视图,其朝向底板翻转。
- [0052] [图5]图5是图4盖板的详细视图。
- [0053] [图6]图6是甲烷油轮罐和用于从该罐装载/卸载的码头的剖切示意图。
- [0054] [图7]图7是盖板的示意图,例示了根据变型实施方式的肋网络。
- [0055] [图8]图8是盖板的示意图,例示了根据变型实施方式的肋网络。
- [0056] [图9]图9是盖板的示意图,例示了根据变型实施方式的肋网络。
- [0057] [图10]图10是盖板的示意图,例示了根据变型实施方式的肋网络。
- [0058] [图11]图11是盖板的示意图,例示了根据变型实施方式的肋网络。
- [0059] [图12]图12是盖板的示意图,例示了根据变型实施方式的肋网络。
- [0060] [图13]图13是盖板的示意图,例示了根据变型实施方式的肋网络。
- [0061] [图14]图14是盖板的示意图,例示了根据变型实施方式的肋网络。
- [0062] [图15]图15是盖板的示意图,例示了根据变型实施方式的肋网络。
- [0063] [图16]图16是盖板的示意图,例示了根据变型实施方式的肋网络。
- [0064] [图17]图17是盖板的示意图,例示了根据变型实施方式的肋网络。
- [0065] [图18]图18是盖板的示意图,例示了根据变型实施方式的肋网络。
- [0066] [图19]图19是盖板的示意图,例示了根据变型实施方式的肋网络。
- [0067] [图20]图20是盖板的示意图,例示了根据变型实施方式的肋网络。

### 具体实施方式

[0068] 在图1中,示出了密封热绝缘罐的壁。这种罐的一般结构是众所周知的并且具有多面体形式。因此,以下内容将仅开始描述罐壁区域,应当理解,罐的所有壁可以具有类似的一般结构。罐的壁从罐的外侧至内侧包括:支撑壁1;第二级热绝缘屏障2,该第二级热绝缘屏障由自支撑绝缘块3形成,上述自支撑绝缘块并置在支撑结构1上并通过第二级保持构件4锚固至支撑结构;由绝缘块3支撑的第二级密封膜5;第一级热绝缘屏障6,该第一级热绝缘屏障由自支撑绝缘块7形成,上述自支撑绝缘块通过第一级保持构件8并置和锚固在第二级密封膜5上;以及第一级密封膜9,该第一级密封膜由绝缘块7支撑并且意在与容纳在罐中的低温流体接触。

[0069] 支撑结构包括限定罐的一般形式的多个支撑壁1。支撑结构尤其可以由船的壳体或双壳体形成。支撑壁1尤其可以是自支撑金属片材,或更一般地,可以是任何种类的呈现适当机械特性的刚性隔板。

[0070] 第一级密封膜9和第二级密封膜5例如由具有凸起边缘的连续扩展的金属列板构成,所述列板通过它们的凸起边缘被焊接到平行的焊接支撑件上,上述平行的焊接支撑件被固定至绝缘块3、7。金属列板例如,由Invar®制成,即膨胀系数通常介于 $1.2 \times 10^{-6}$ 至 $2 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ 之间的铁与镍的合金,或具有高的锰含量、膨胀系数通常为7至 $9 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ 的铁合金。在船的罐的情况下,列板优选平行于船的纵向方向10定向。

[0071] 第二级绝缘块3和第一级绝缘块7可以具有相同或不同的结构。

[0072] 第二级绝缘块3和第一级绝缘块7具有由两个大面或主要面以及四个小面或侧向

面限定的矩形平行立面体形式。根据一个实施方式,第二级绝缘块3和第一级绝缘块7具有相同的长度和相同的宽度,然而,第二级绝缘块3比第一级绝缘块7厚。

[0073] 图2是意在形成第二级绝缘块或第一级绝缘块的绝缘块3、7的结构的面示意图。绝缘块3、7包括平行的、在绝缘块3、7的厚度方向上间隔开的底板10和盖板11。底板10和盖板11限定绝缘块3、7的主要面。

[0074] 盖板11具有支撑外表面,使得其可以接收第二级密封膜5或第一级密封膜9。盖板11还具有槽,该槽未例示,用于接收焊接支撑件,使得可以将第二级密封膜5或第一级密封膜9的金属列板彼此焊接。槽具有L形形式,以及例如,每个绝缘块3、7有槽中的两个槽。按照惯例,绝缘块3、7的纵向方向对应于所述绝缘块3、7的长度。

[0075] 绝缘块3、7包括在绝缘块3、7的厚度方向上延伸的支撑柱12。支撑柱12一方面支承抵靠底板10,另一方面支承抵靠盖板11。支撑柱12可以将施加到盖板11的法向力传递到底板10。

[0076] 如图4和图5所示,盖板11包括增强支承区域13,支撑柱12抵靠该增强支承区域进行支承。增强支承区域13的厚度大于盖板11的其他区域的厚度,上述其他区域在下文称为“较薄区域”14。需要注意的是,这里的“较薄”一词具有相对意义,表示较薄区域14的厚度小于增强支承区域13的厚度。增强支承区域13可以避免在与支撑柱12接触的区域中应力过度集中的现象。例如,盖板11的增强支承区域13的厚度在15至35mm之间,例如大约25mm,而较薄区域14的厚度在1至10mm之间,例如大约2至4mm。

[0077] 此外,根据一个实施方式,支撑柱12的两个端部分别地被适配至被形成在盖板11中的适配元件15中以及形成于底板10中的适配元件中。适配元件15可以是凹型,诸如套筒,例如支撑柱12的端部通过形式连结被接合在其中。或者,适配元件15是凸型的并且被适配到支撑柱12的中空端部中。

[0078] 在图4和图5所示的实施方式中,盖板11的适配元件15各自由形成在盖板11的增强支承区域13之一中的环形缘形成。根据实施方式,支撑柱12也例如通过胶合固定到盖板11。根据一个实施方式,盖板11的适配元件15与底板10的适配元件具有不同的结构。

[0079] 此外,盖板11包括肋16的网络,特别在图4和图5中示出,将增强支承区域13彼此链接并且意在增强盖板件的抗弯刚度。因此,肋16的网络使得可以限制支撑柱12抵靠其进行支承的增强支承区域13外侧的盖板11的厚度,以便减小绝缘块3、7的重量并改进绝缘块3、7的热绝缘性能,同时保持盖板11的足够刚度。

[0080] 绝缘块3、7还包括第一热绝缘衬里17,尤其在图2中例示,其位于盖板11和底板10之间,在未被支撑柱12占据的空间中。

[0081] 有利地,第一热绝缘衬里17是绝缘聚合物泡沫,诸如低密度纤维增强聚氨酯泡沫。绝缘聚合物泡沫例如是密度在20至40kg/m<sup>3</sup>之间例如大约35kg/m<sup>3</sup>的聚氨酯泡沫。纤维比有利地在按重量计3至5%之间。纤维例如是玻璃纤维,但也可以是碳纤维、芳族聚酰胺纤维及其混合物。

[0082] 根据一个实施方式,绝缘聚合物泡沫在盖板11和底板10之间没有被支撑柱12占据的空间中原位模制。因此,绝缘聚合物泡沫粘附至底板10、盖板11和支撑柱12。因此,绝缘聚合物泡沫增大绝缘块3、7对施加在绝缘块3、7的底板10和盖板11之间的剪切力的抵抗力,并因此抵抗支撑柱12的翘曲。此外,如上所述,在具有复杂几何形状的盖板11的绝缘块3、7中



原位注入模制绝缘泡沫是特别有利的,因为它使得可以简单地获得第一热绝缘衬里17对于盖板11的复杂几何形状的几何形状适应性。

[0083] 为此,如图3所示,将由盖板11、底板10和支撑柱12构成的预组装结构定位在模具18中。模具18包括分别抵靠绝缘块3、7的盖板11和底板10支承的盖部19和底部20,以及四个周缘壁21、22,上述四个周缘壁中的两个周缘壁在图3中被示出,其沿着底板10和盖板11的边缘在模具18的盖部19和底部20之间延伸。

[0084] 此外,模具18具有一个或更多个注入孔23,其允许形成第一热绝缘衬里17的绝缘泡沫在盖板11和底板10之间流动。如图3所示,当注入孔23形成在模具18的盖部19中时,绝缘块3、7的盖板11则包括对应的孔。根据未示出的另一有利实施方式,注入孔形成在绝缘块3、7的底板10中,这避免了盖板11的意在膜进行支撑的平坦表面的劣化。

[0085] 根据未示出的另一实施方式,模具18不包括盖部并且位于模具中的预组装结构仅包括底板10或盖板11中的一者以及相关联的支撑柱12。所述预组装结构被定位在模具中,使得所述底板10或盖板11抵靠模具18的底部20定位。在泡沫膨胀到达底板10或盖板11之前,将底板10或盖板11中的另一者抵靠支撑柱12组装。

[0086] 根据未示出的另一实施方式,绝缘聚合物泡沫以一个或更多个预切块的形式被预制,一个或更多个预切块具有容纳支撑柱12的孔和与形成在盖板11中的肋16的网络互补的切口。绝缘聚合物泡沫块有利地粘合到盖板11和底板10,以便增大绝缘块3、7对机械力的抵抗力,特别是对施加在绝缘块3、7的底板10和盖板11之间的剪切力的抵抗力,以便抵抗支撑柱12的翘曲。

[0087] 为了生产具有增强支承区域13和肋16网络的盖板11,所述盖板11有利地通过具有纤维增强聚合物基体的复合材料的模制获得。

[0088] 根据一个实施方式,盖板11通过热成型复合材料片材的方法制造,也就是说盖板11由复合材料片材通过所述复合材料片材在温度、压力和可选的真空条件下的蠕变而形成。

[0089] 盖板11例如由复合材料制造,复合材料通常简称为GMT,即“玻璃纤维毡增强热塑性塑料”。这种类型的材料包括由选自毡、单向(UD)或非单向层片和织物的纤维增强材料增强的热塑性基体。纤维增强材料例如由玻璃纤维制成。这种材料意在被热压。这种材料具有良好机械抵抗力,并且例如在20℃处表现出大约400mW/mK的热导率。

[0090] 热塑性基体例如选自聚乙烯、聚丙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚酰胺、聚甲醛、聚醚酰亚胺、聚丙烯酸酯及其共聚物。

[0091] 纤维选自玻璃纤维、碳纤维、芳族聚酰胺纤维、亚麻纤维、玄武岩纤维及其混合物。

[0092] 根据另一实施方式,盖板11通过模制包括纤维和热固性基体的复合材料的方法制造。模制方法例如是压缩模制:待被模制成片材的混合型复合材料,简称为SMC,“片状模塑料”;或待被模制成块的混合型复合材料,简称为BMC,“团状模塑料”。

[0093] 热固性基体例如选自聚酯、乙烯基酯、环氧树脂和聚氨酯。

[0094] 此外,与热固性基体相关联的纤维具有与以上述关于热塑性基体提及的那些纤维,即选自玻璃纤维、碳纤维、芳族聚酰胺纤维、亚麻纤维、玄武岩纤维及其混合物的那些纤维相同的性质。

[0095] 根据变型实施方式,增强支承区域13和肋16的网络通过在复合材料的平片材上包

覆模制复合材料获得。

[0096] 根据一个实施方式,支撑柱12由包括纤维和热塑性或热固性基体的复合材料通过拉挤成型方法制造。支撑柱12因此具有管状形式。使用拉挤成型方法特别有利,因为它使得可以在平行于支撑柱12的纵向方向的方向上获得纤维的优选定向。此外,有利地,支撑柱12的超过50%的纤维被定向成平行于支撑柱12的纵向方向或者相对于所述纵向方向倾斜小于 $45^\circ$ 的角度。这使得可以在不增大所述支撑柱12的导热截面的情况下获得令人满意的抗压强度。支撑柱12的纤维例如选自玻璃纤维、碳纤维、芳族聚酰胺纤维、亚麻纤维、玄武岩纤维及其混合物。

[0097] 如图2和图3所示,这种支撑柱12具有中空形式,所述支撑柱12的内部有利地衬有第二热绝缘衬里24。有利地,在支撑柱12被连结至盖板11和底板10之前,支撑柱12填充有第二热绝缘衬里,这使得可以避免存在可能削弱所述支撑柱12的穿孔。此外,根据一个实施方式,支撑柱12配备有端部适配件25,端部适配件封闭支撑柱12的两个端部,并因此防止位于所述支撑柱12内部的第二热绝缘衬里24与所述支撑柱12分离。端部适配件25尤其可以被粘合到支撑柱12的端部上或通过力被插入到该支撑柱的端部中。

[0098] 容置于支撑柱12内的第二热绝缘衬里24例如为绝缘聚合物泡沫,诸如聚氨酯泡沫,其在支撑柱12内在原位被模制。特别地,绝缘聚合物泡沫可以在支撑柱12的拉挤成型期间、在其拉挤成型之后同时或在将绝缘聚合物泡沫灌注在盖板11和底板10之间之后被灌注到支撑柱中。

[0099] 根据另一变型实施方式,第二热绝缘衬里24由被适配到每个支撑柱12中的绝缘聚合物泡沫的预切块构成。

[0100] 增强支承区域13和肋16的网络可以具有多种不同的形式。有利地,肋16的网络具有两个对称轴线,即平行于盖板11的纵向轴线x的对称轴线和平行于盖板11的横向轴线y的对称轴线。

[0101] 在图4和图5所示的实施方式中,支撑柱12以及因此增强支承区域13沿着平行于绝缘块3、7的纵向方向x延伸的多个行 $r_1$ 、 $r_2$ 对齐,在所示的实施方式中为两行。此外,在该实施方式中,增强支承区域13还沿着平行于绝缘块3、7的横向方向y延伸的多个列 $c_1$ 、 $c_2$ 等对齐。根据其他实施方式,支撑柱12和增强支承区域13以交错的方式分布。此外,在一有利的实施方式中,支撑柱12和增强支承区域13等距分布。

[0102] 在图4和图5所示的实施方式中,盖板11包括多个直线肋26,其平行于盖板11的纵向方向x延伸并且其成对地链接同一行 $r_1$ 、 $r_2$ 的相邻的增强支承区域13。盖板11还包括沿盖板11的纵向边缘延伸的直线肋27和将位于每行 $r_1$ 、 $r_2$ 的端部处的增强支承区域13链接至盖板11的相邻横向边缘的直线肋28。

[0103] 盖板11还包括直线肋29,其横向地延伸即与盖板11的纵向方向x成直角并且其链接同一列 $c_1$ 、 $c_2$ 等的两个相邻的增强支承区域13。盖板11还包括:平行于横向方向y的直线肋30,其沿着盖板11的横向边缘延伸;以及直线肋31,其将位于每列 $c_1$ 、 $c_2$ 等中的每个列的端部处的增强支承区域13与盖板11的相邻纵向边缘链接。

[0104] 此外,盖板11包括对角肋32,其将每个增强支承区域13链接到属于相邻列 $c_1$ 、 $c_2$ 等和相邻行 $r_1$ 、 $r_2$ 的增强支承区域13。在所示的实施方式中,对角肋32在平行于盖板11的纵向方向x延伸的交叉区域33中交叉。盖板11还包括对角肋34,其平行于以上提到的对角肋32延

伸并且其各自将位于行 $r_1$ 、 $r_2$ 之一的端部处的增强支承区域13中的任一个链接到相邻的横向边缘或将位于列 $c_1$ 、 $c_2$ 等之一的端部处的增强支承区域13中的一个链接到相邻纵向边缘。

[0105] 图7示意性地例示肋26、29、32和增强支承区域13的另一种布置。该实施方式与关于图4和图5描述的实施方式的不同之处在于对角肋32是完全直线的,使得两个割线对角肋32之间的交叉区域33没有平行于盖板11的纵向方向 $x$ 延伸的部分。还要注意,在所示实施方式中,两个相邻行 $r_1$ 、 $r_2$ 之间的间隔等于两个相邻列 $c_1$ 、 $c_2$ 等之间的距离,使得对角肋32彼此成直角。

[0106] 图8示意性地例示肋26、29、32和增强支承区域13的另一种布置。该实施方式与以上关于图7所述的实施方式的不同之处在于,同一行 $r_1$ 、 $r_2$ 的增强支承区域13彼此不等距定位。此外,对角肋32不必彼此成直角。

[0107] 图9所示的实施方式与以上关于图7描述的实施方式的不同之处在于,属于图9中标记为 $c_2$ 的中心列的增强支承区域13没有通过肋链接。

[0108] 图10所示的实施方式与以上关于图7描述的实施方式不同之处特别地在于,盖板11没有将每个增强支承区域13链接到属于相邻行 $r_1$ 、 $r_2$ 和相邻列 $c_1$ 、 $c_2$ 等的增强支承区域13的对角肋32。此外,在该实施方式中,位于盖板11端部处的列 $c_1$ 的相邻增强支承区域13通过曲线肋35彼此链接。

[0109] 在图11所示的实施方式中,成对地链接同一行 $r_1$ 的相邻增强支承区域13的肋36是曲线的。盖板11还包括肋29,这里是直线的,其成对地链接同一列 $c_1$ 、 $c_2$ 的相邻增强支承区域13。此外,在该实施方式中,盖板11配备有链接肋37,其沿盖板11的纵向方向 $x$ 在两个相邻的行 $r_1$ 、 $r_2$ 之间延伸并且其因此链接肋29。

[0110] 在图12中,盖板11包括:肋26,其成对地链接同一行 $r_1$ 、 $r_2$ 的相邻增强支承区域13;和肋29,其成对地链接同一列 $c_1$ 、 $c_2$ 等的相邻增强支承区域13。此外,同一行 $r_1$ 、 $r_2$ 的相邻增强支承区域13在此通过 $\Omega$ 形式的肋38成对地链接。链接同一行 $r_1$ 、 $r_2$ 的相邻增强支承区域13的 $\Omega$ 形式的肋38可以或不链接到相邻行 $r_1$ 、 $r_2$ 的增强支承区域13的 $\Omega$ 形肋38。

[0111] 在图13中,盖板11包括曲线肋39,其各自链接同一列 $c_1$ 、 $c_2$ 的两个增强支承区域13并且各自被连接到将相邻列 $c_1$ 、 $c_2$ 等的两个增强支承区域13链接的曲线肋39。此外,盖板11还包括可选的肋29,其链接在图13中标记为 $c_2$ 的中心列的两个增强支承区域13。

[0112] 图14表示根据变型实施方式的盖板11。在该图中,盖板11仅包括四个增强支承区域13。然而,根据可以设想的其他变型,盖板11包括较多数量的增强支承区域13,图14中呈现的图案被重复若干次。在该实施方式中,盖板11包括直线肋26,其链接每行 $r_1$ 、 $r_2$ 的相邻增强支承区域13。盖板11还包括直线肋29,其链接每列 $c_1$ 、 $c_2$ 等的相邻增强支承区域13。最后,盖板11在此包括链接肋40,其在纵向定向的两个肋26之间横向地延伸。

[0113] 在图15中,盖板11包括链接每行 $r_1$ 的相邻增强支承区域13的肋26和链接位于盖板11的端部处的列的相邻增强支承区域13的横向肋。此外,盖板11还包括对角肋41,这里是直线的,其各自将位于盖板11的第一端部附近的第一行 $r_1$ 、 $r_2$ 的增强支承区域13链接到位于盖板11的相反的第二端部附近的第二行的增强支承区域13。此外,在图15中,盖板11包括其他可选的对角肋42,其各自将位于盖板11的端部之一附近的行 $r_1$ 、 $r_2$ 的增强支承区域13链接到相邻行 $r_1$ 、 $r_2$ 和相邻列 $c_1$ 、 $c_2$ 等的增强支承区域。

[0114] 关于图16至20,下文描述了其他变型实施方式,其中支撑柱12的布置以及因此增强支承区域13的布置与上述布置的不同之处特别地在于,所述增强支承区域13是并非全部以列和行的形式布置。

[0115] 在图16所示的实施方式中,增强支承区域13沿着平行于绝缘块3、7的纵向方向x延伸的两行r1、r2对齐。此外,增强支承区域13还沿着平行于绝缘块3、7的横向方向y延伸的多个列c1、c2等——这里是其中四个——对齐。此外,盖板11包括位于盖板11的中心处的中心增强支承区域43。盖板11包括肋26,这里是直线的,其平行于盖板11的纵向方向x延伸并且其成对地链接同一行c1、c2的增强支承区域13。盖板11还包括两个肋29,其平行于横向方向y延伸并且其成对地链接位于盖板11的端部处的两个列的增强支承区域13。最后,盖板11包括径向肋44,其将中心增强支承区域43链接到其他增强支承区域13中的每一者。

[0116] 在图17所示的实施方式中,盖板11包括四个外部增强支承区域13,它们在盖板11的纵向方向和横向方向y上成对地对齐。盖板11还包括两个中心增强支承区域45,它们沿平行于盖板11的纵向方向x的中心轴线对齐并均匀分布。盖板11包括纵向定向的肋26和横向定向的肋29,它们成对地链接四个外部增强支承区域13。此外,两个中心增强支承区域45通过在此为直线的、纵向定向的肋46彼此链接。最后,两个中心增强支承区域45中的每一个中心增强支承区域通过肋47链接到两个相邻的外部增强支承区域13。

[0117] 在图18所示的实施方式中,盖板11包括四个外部增强支承区域13,如关于图17所述。此外,盖板11包括五个中心增强支承区域48、56,其中四个平行于纵向方向x和平行于横向方向y成对地对齐以限定矩形,并且第五个48位于四个其他中心增强支承区域13的对角线的相交处。盖板11包括平行于横向方向y的肋29和平行于纵向方向x的肋26,它们成对地链接四个外部增强支承区域13。此外,盖板11包括平行于横向方向y的肋49和平行于纵向方向x的肋50,它们成对地链接限定矩形的四个中心增强支承区域13。此外,限定矩形的四个中心增强支承区域13中的每个中心增强支承区域通过对角肋51被链接到第五中心增强支承区域48。最后,四个外部增强支承区域13中的每个外部增强支承区域此外通过肋52被链接到相邻的中心增强支承区域56。

[0118] 在图19所示的实施方式中,盖板11包括四个外部增强支承区域13,如关于图17所述。盖板11包括肋26、29,它们成对地链接四个外部增强支承区域13。此外,盖板11包括限定菱形的四个中心增强支承区域53,菱形的对角线分别地平行于纵向方向x和平行于横向方向y被定向。此外,盖板11包括肋54,其通过各自沿着由所述四个中心增强支承区域53限定的菱形的侧之一延伸来链接四个中心增强支承区域13。最后,四个外部增强支承区域13中的每个外部增强支承区域通过肋55被链接到相邻的中心增强支承区域53。

[0119] 图20中所示的实施方式与以上关于图19描述的实施方式的不同之处在于四个外部增强支承区域13不链接到中心增强支承区域53之一。然而,最靠近盖板11的两个纵向端部的两个中心增强支承区域53各自通过链接肋被链接到相邻的肋29。

[0120] 尽管已经结合多个特定实施方式对本发明进行了描述,但很明显,本发明绝不限于这些实施方式,并且本发明涵盖所描述的装置的所有技术等同物及其组合,只要它们落入本发明的范围内。

[0121] 特别地,如上所述的增强支承区域的布置和肋的不同几何形状可以彼此组合。

[0122] 还要注意的,虽然上文关于盖板11描述了肋和增强支承区域的几何形状和布

置,但是底板10也可以使用类似的布置和几何形状。

[0123] 参考图6,甲烷油轮船70的剖切图示出了安装在船的双壳体72中的大体上棱柱形式的密封绝缘罐71。罐71的壁包括:意在与容纳在罐中的LNG接触的第一级密封屏障;布置在第一级密封屏障与船的双壳体72之间的第二级密封屏障;以及分别布置在第一级密封屏障与第二级密封屏障之间以及在第二级密封屏障与双壳体72之间的两个绝缘屏障。

[0124] 以本身已知的方式,在船的上层甲板上的装载/卸载管道73可以通过适当的连接件被连接至海上或港口码头,以便将LNG货物从罐71转移或者转移至该罐。

[0125] 图6示出海上码头的示例,其包括装载和卸载站75、水下线路76和陆地设施77。装载和卸载站75是固定的离岸设施,其包括可移动臂74和支撑该可移动臂74的立管78。可移动臂74携带可以连接至装载/卸载管道73的一束绝缘柔性管79。可操纵的可移动臂74适于所有的甲烷油轮样板。未示出的链接线路在立管78内部延伸。装载和卸载站75允许甲烷油轮70从陆地设施77装载或者卸载至陆地设施。后者包括液化气体储存罐80和由水下线路76链接到装载或卸载站75的链接线路81。水下线路76使得液化气体能够在装载或卸载站75与陆地设施77之间以较大距离例如5km来进行转移,这允许甲烷油轮船70在装载和卸载操作期间与海岸保持远距离。

[0126] 为了生成转移液化气体所需的压力,使用嵌入船70中的泵和/或陆地设施77配备的泵和/或装载和卸载站75配备的泵。

[0127] 动词“包含”或“包括”及其同源形式的使用并不排除权利要求中所述的元件或步骤以外的元件或步骤的存在。

[0128] 在权利要求中,括号中的任何附图标记不应被解释为对权利要求的限制。

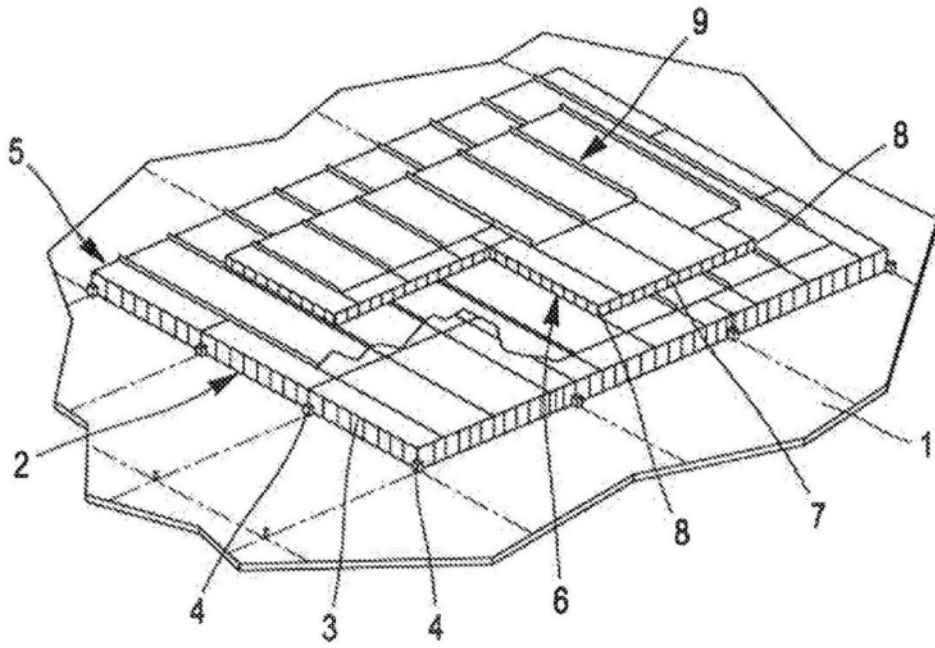


图1

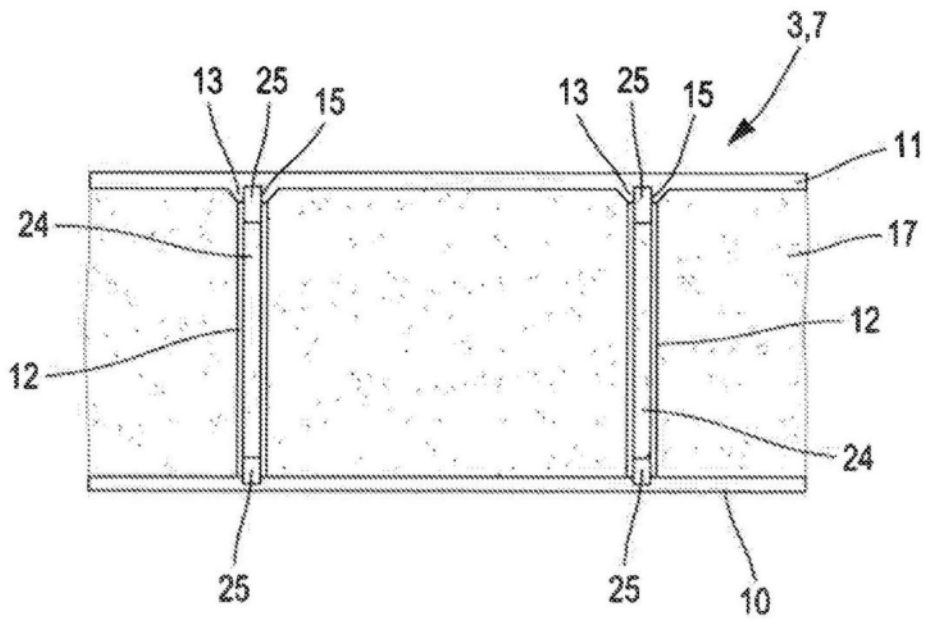


图2

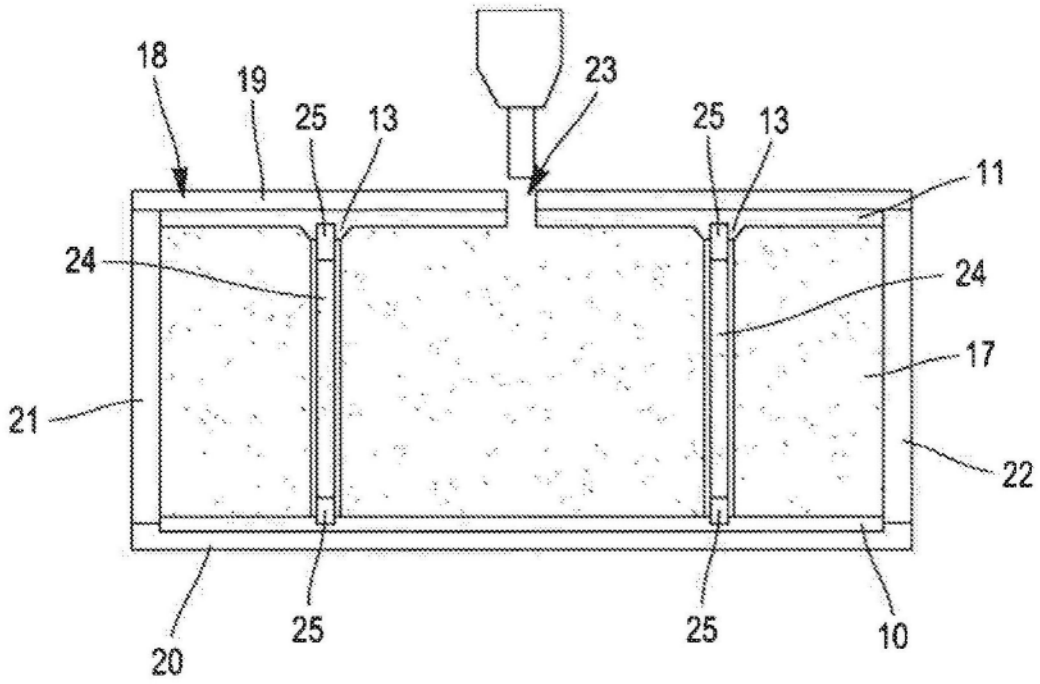


图3

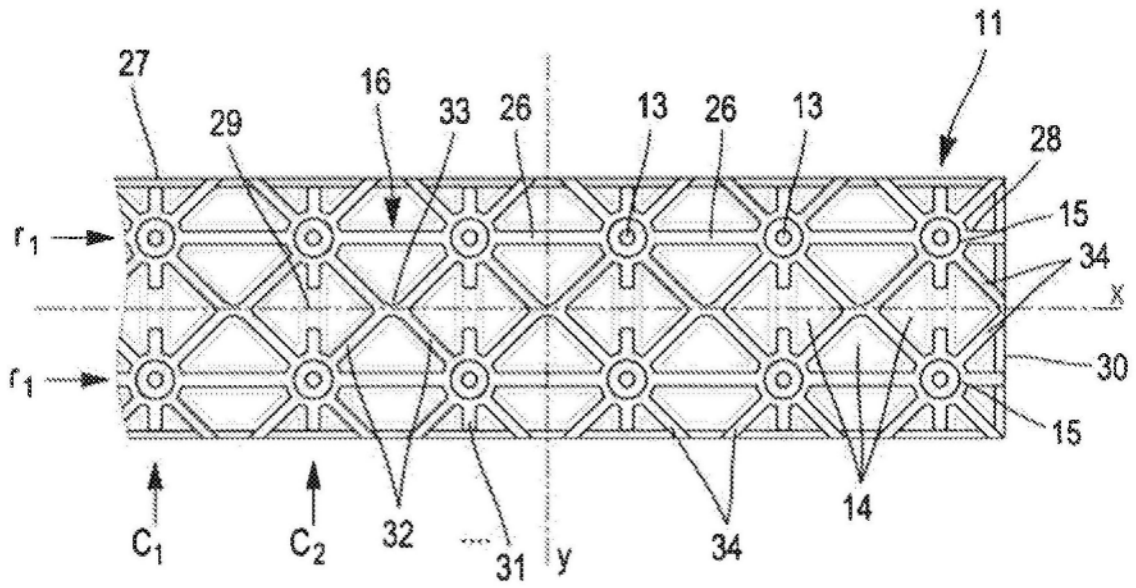


图4

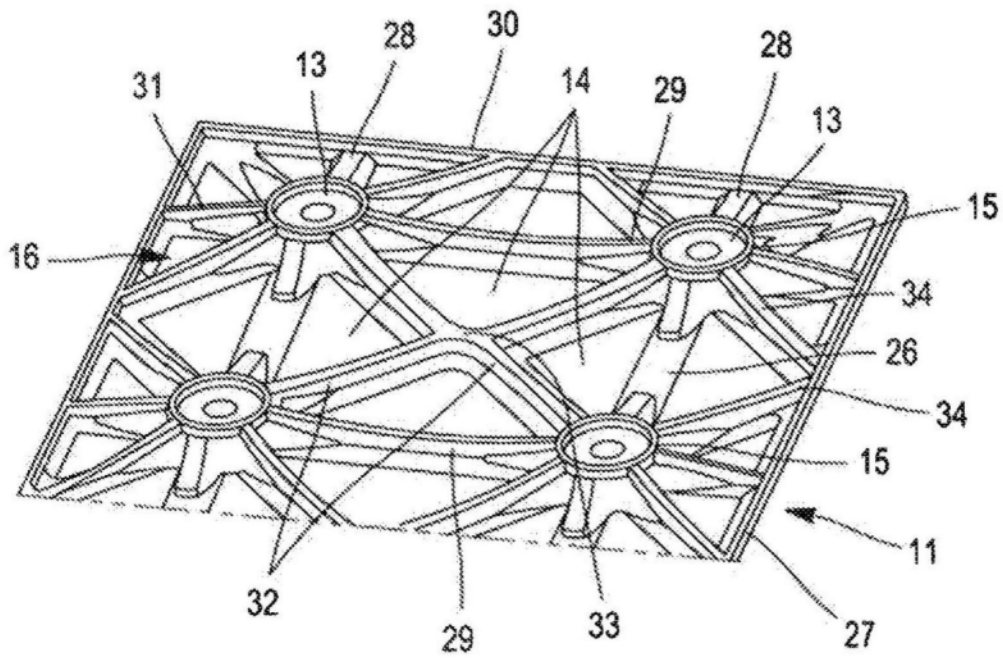


图5

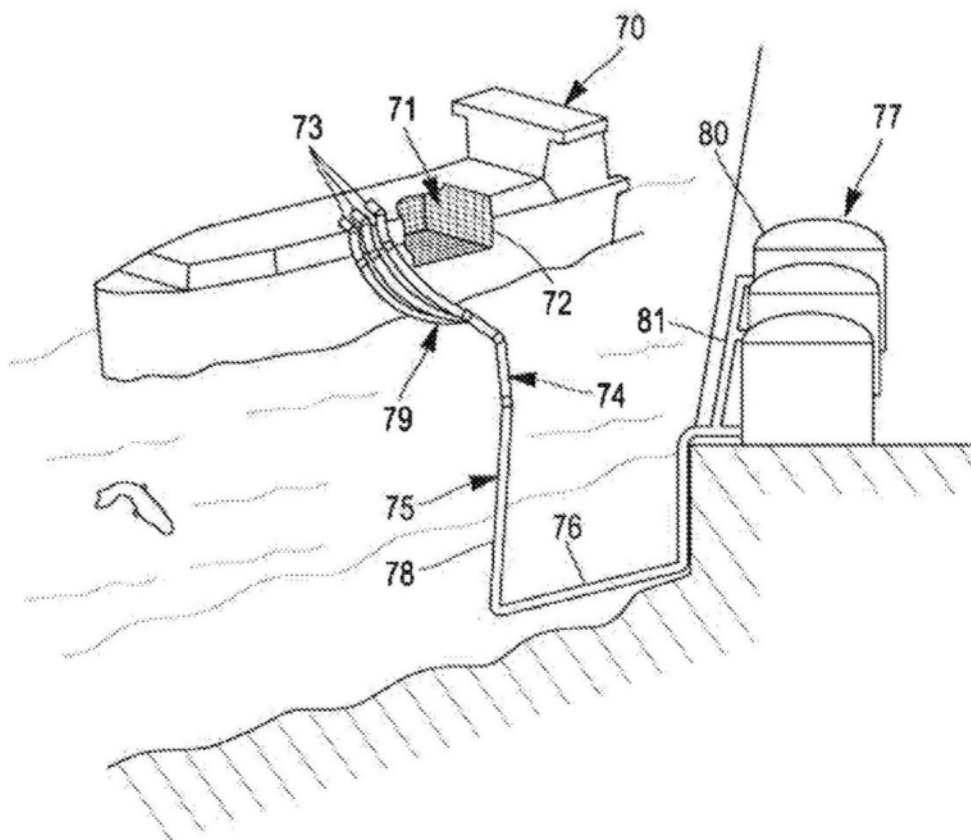


图6



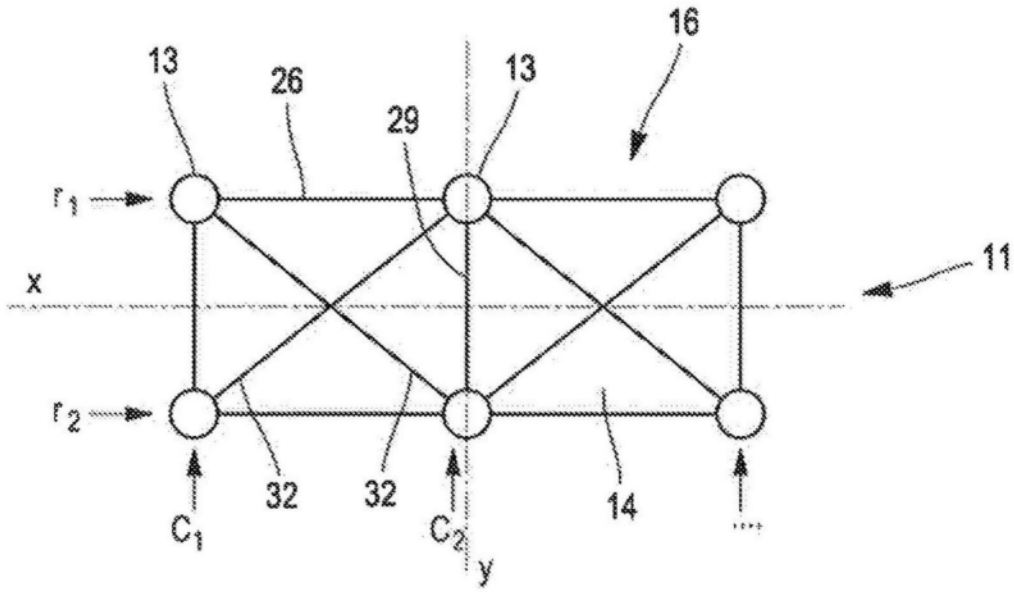


图7

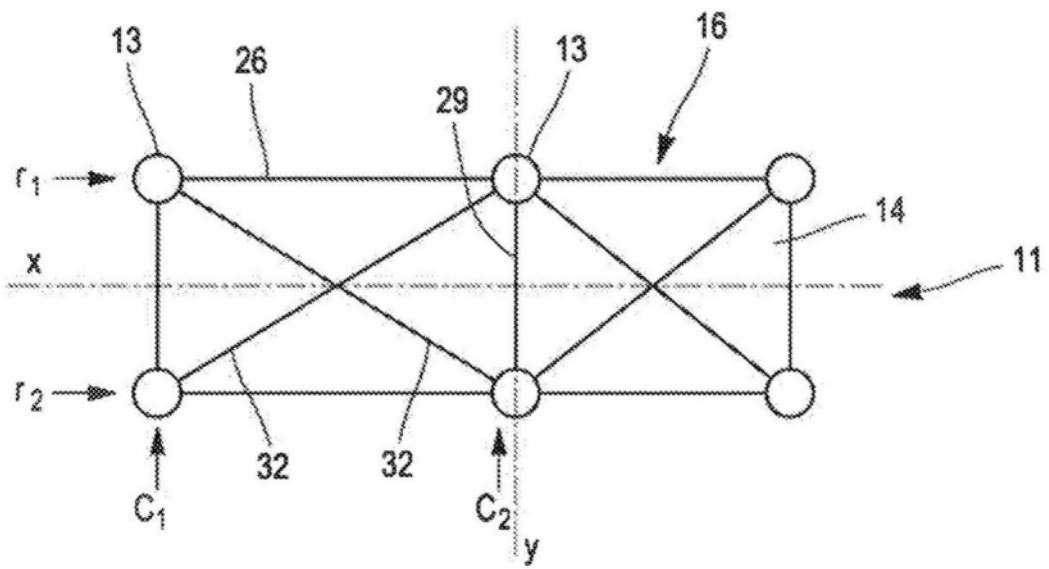


图8

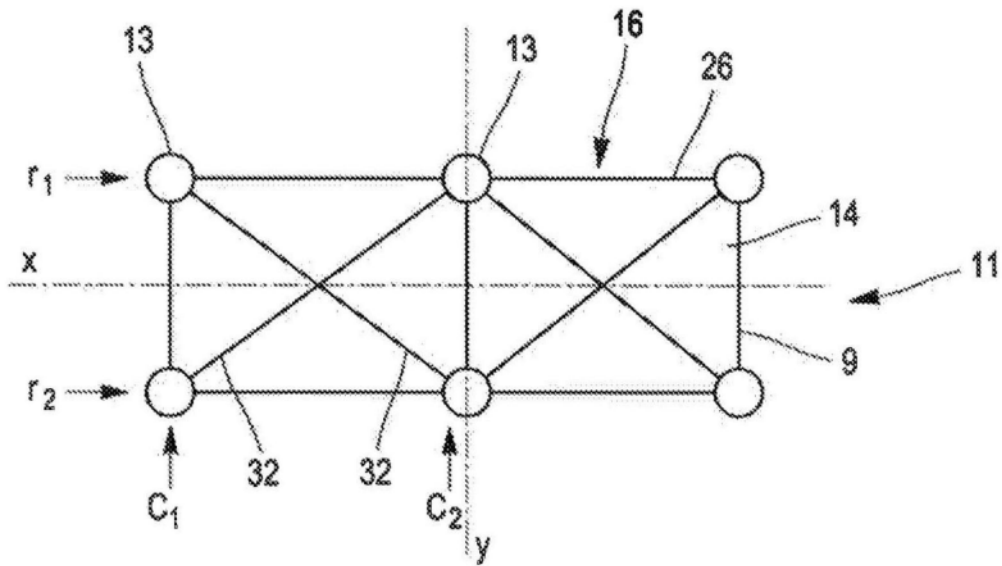


图9

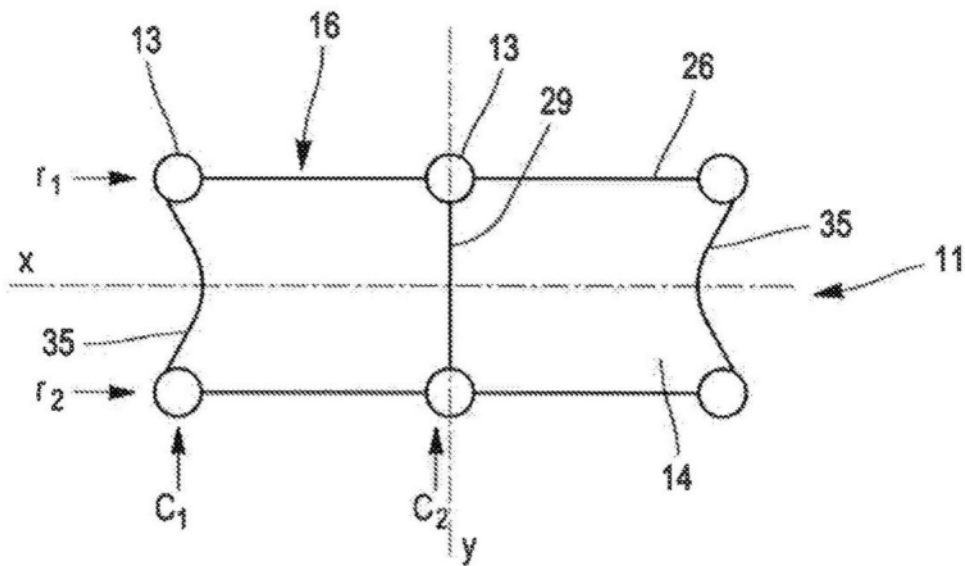


图10

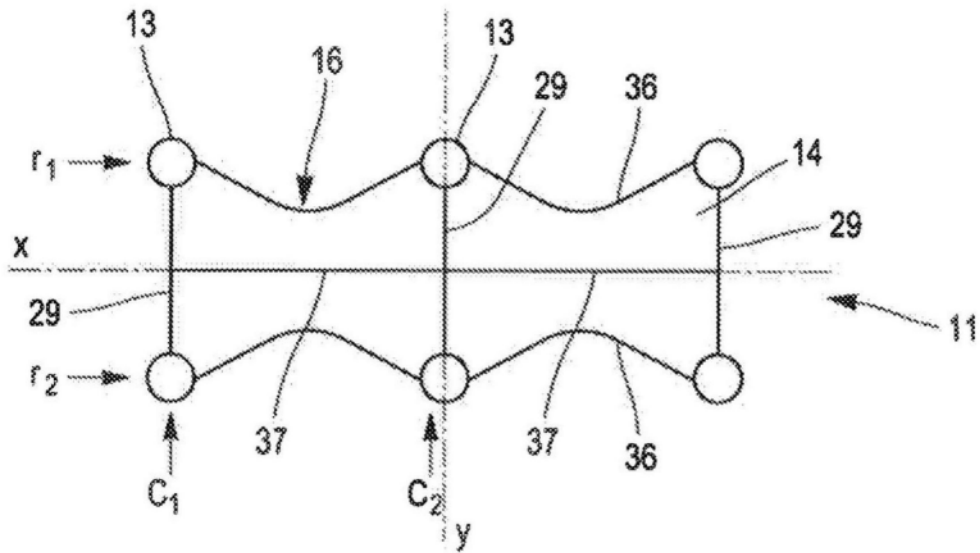


图11

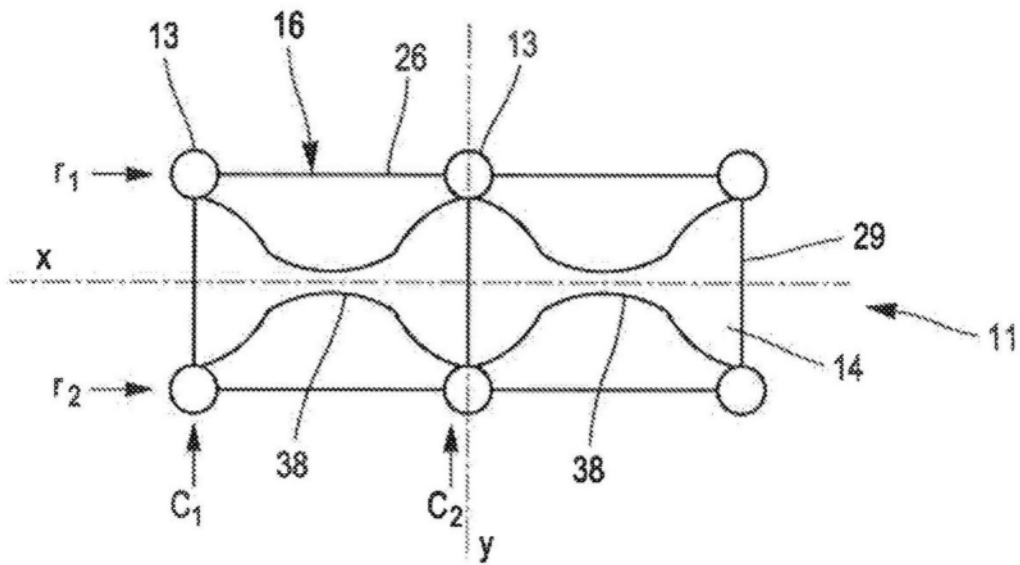


图12

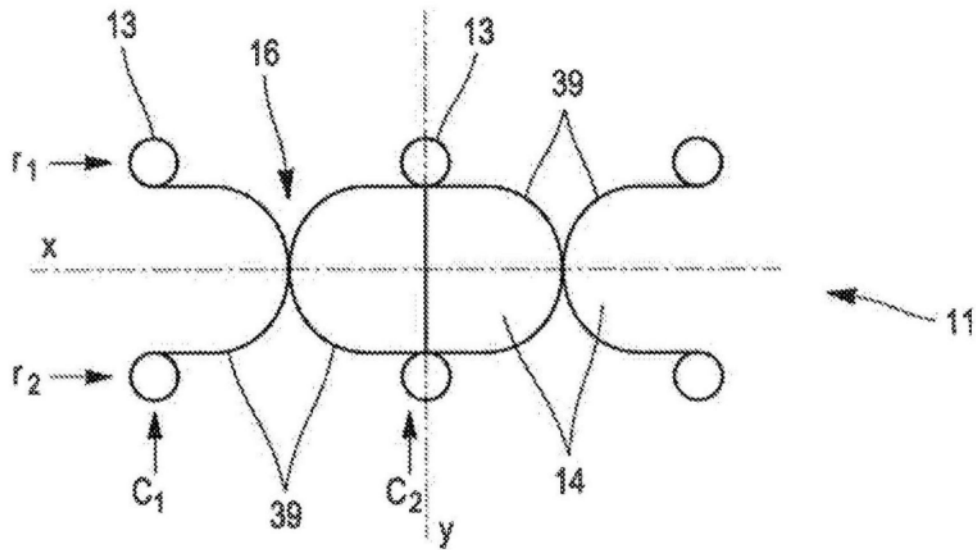


图13

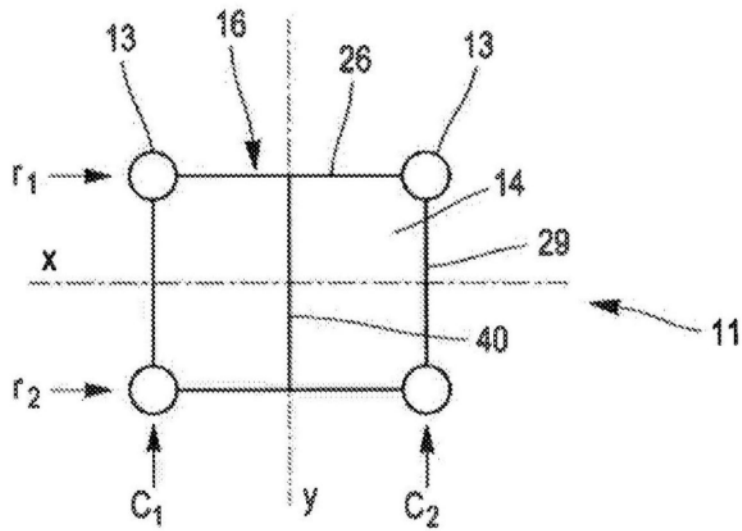


图14

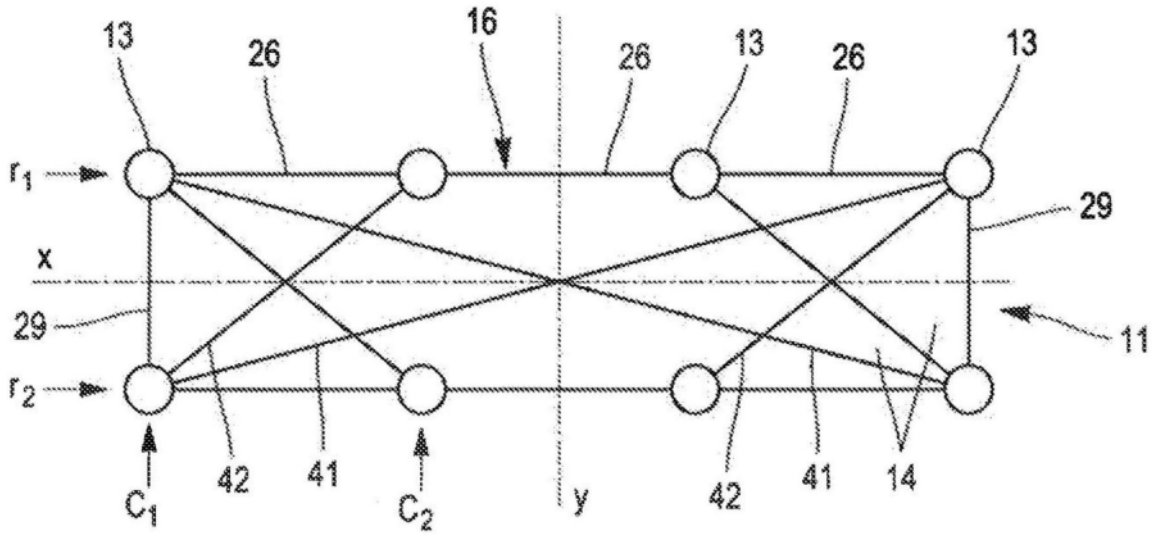


图15

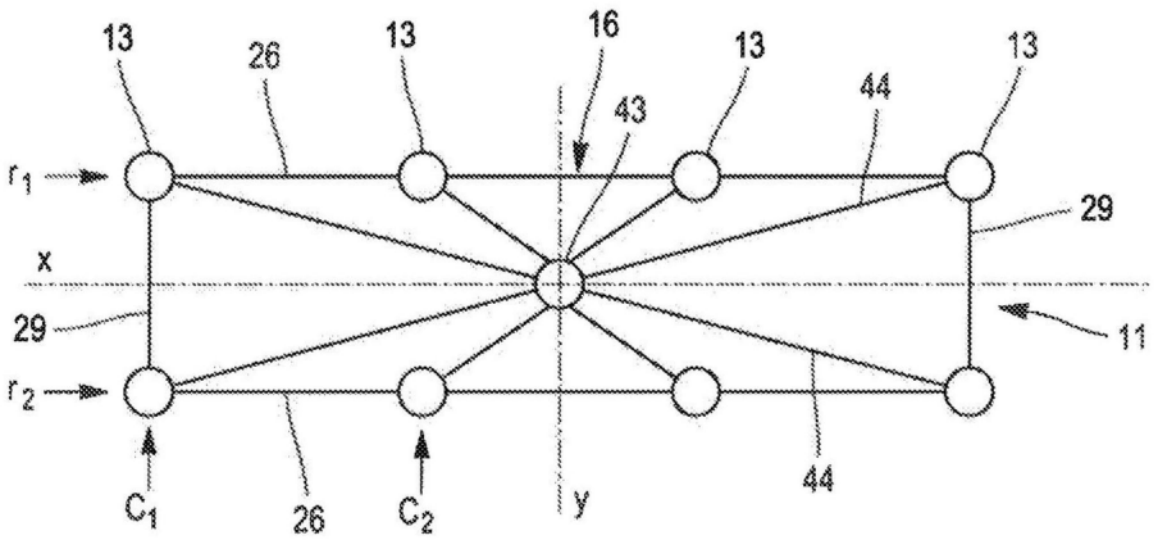


图16

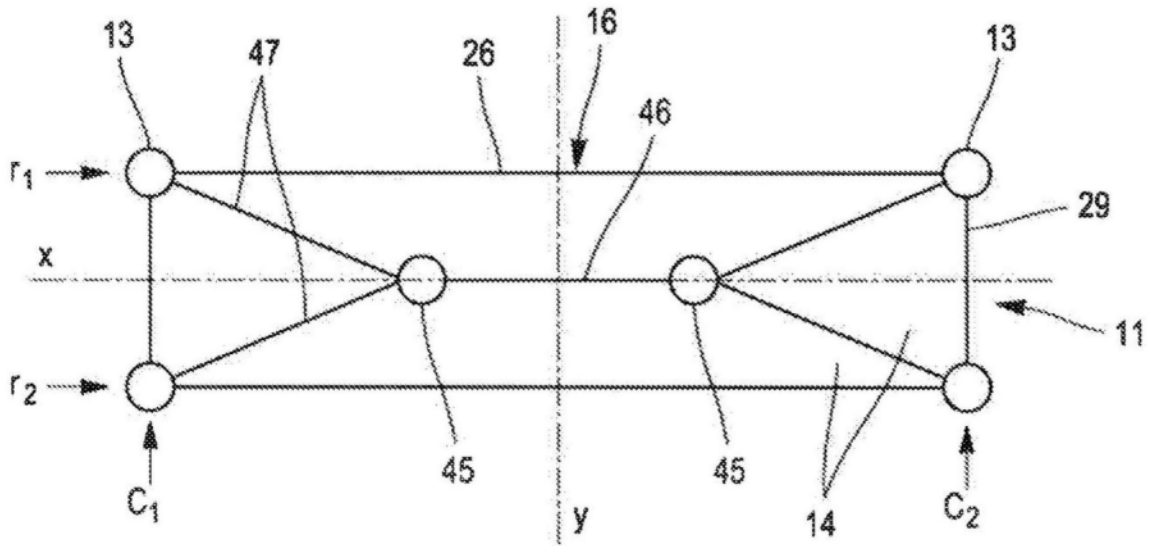


图17

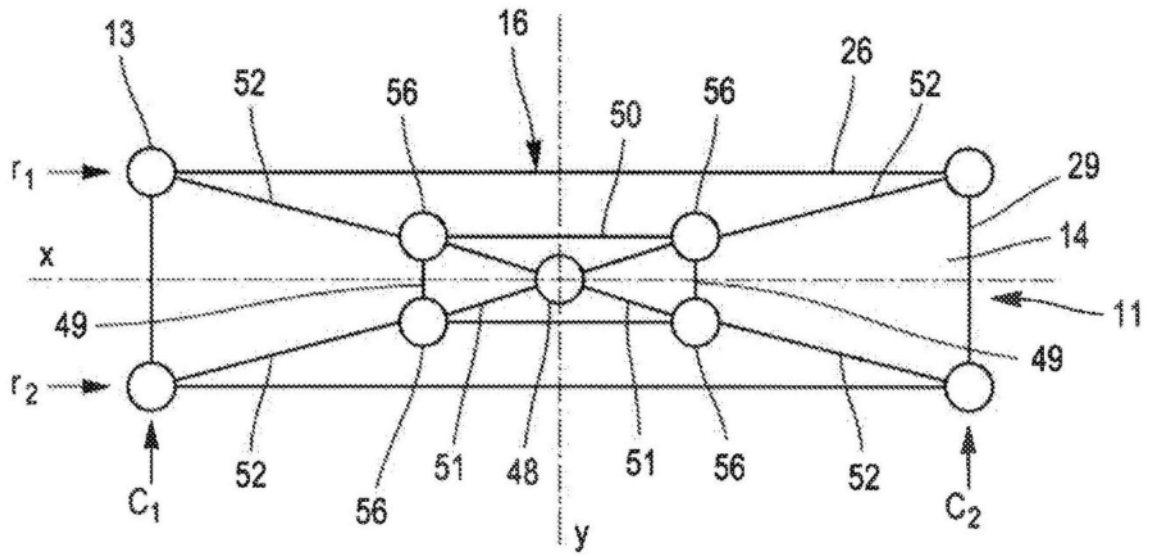


图18

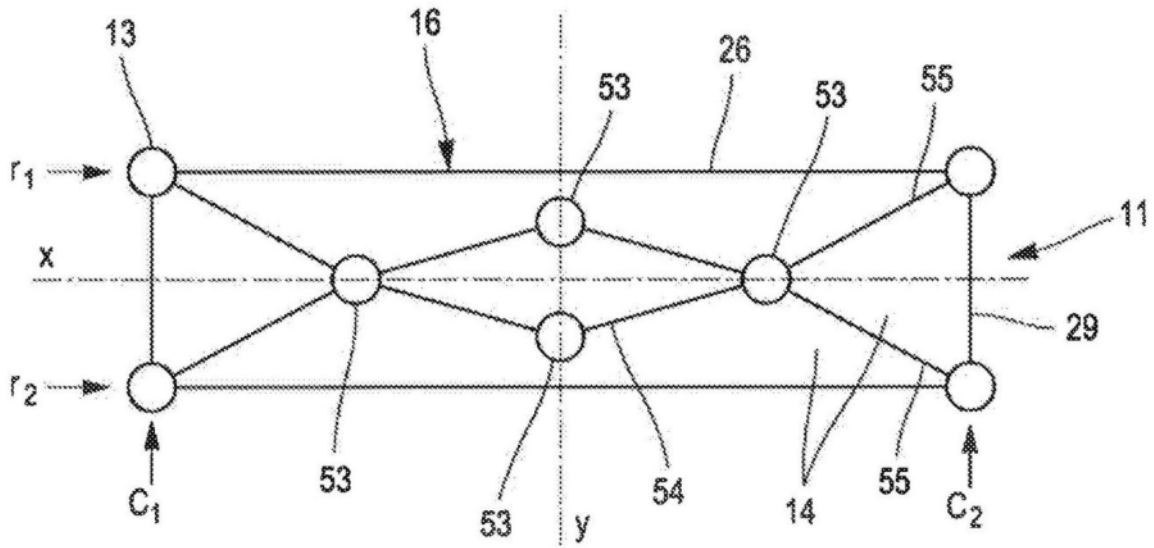


图19

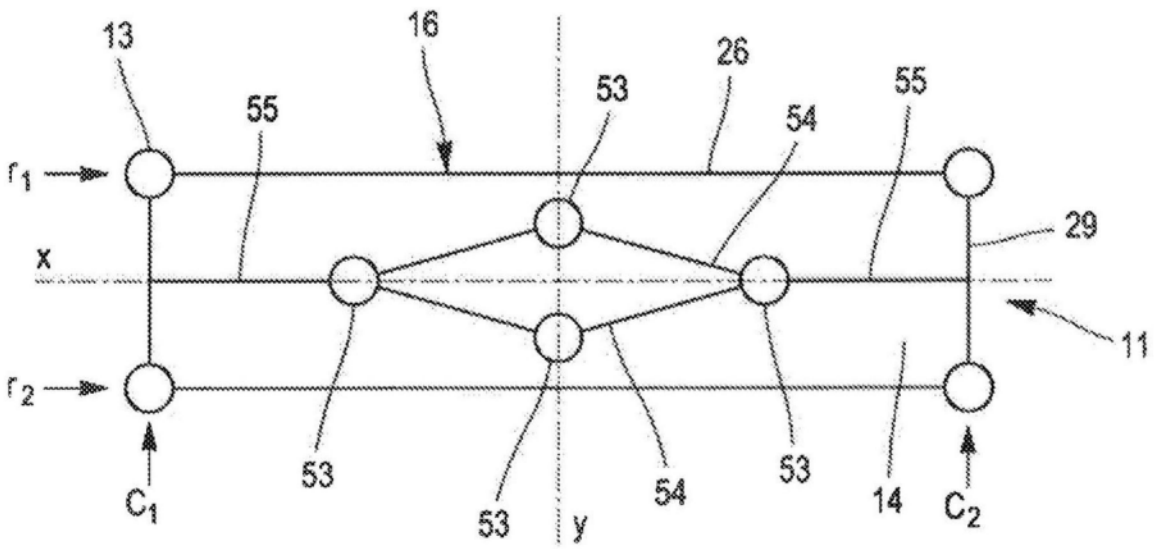


图20