(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 118511029 B
(45)授权公告日 2024.11.26

(21)申请号 202380013496.3
(22)申请日 2023.10.04
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 118511029 A
(43)申请公布日 2024.08.16
(30)优先权数据
FR2213707 2022.12.16 FR
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.03.06
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2023/077484 2023.10.04
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/125849 FR 2024.06.20

(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 A·菲利皮 S·德拉诺
(74)专利代理机构 北京市中伦律师事务所 11410
专利代理师 钟锦舜 赵嫦

(51)Int.Cl.
F17C 3/02(2006.01)
(56)对比文件
CN 107690547 A,2018.02.13
CN 113646574 A,2021.11.12
审查员 梅海燕

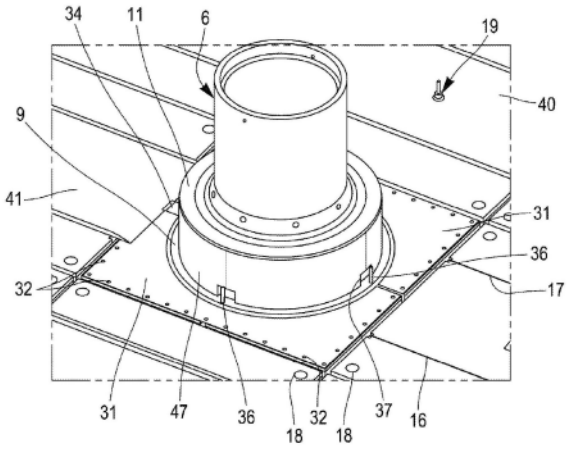
权利要求书4页 说明书17页 附图10页

(54)发明名称

包括导通元件的密封且绝热的贮罐

(57)摘要

一种密封且绝热的贮罐被布置在支撑结构中以容纳流体。密封膜包括平行于第一方向的多个列板(40、41),所述多个列板由具有低膨胀系数的合金制成,所述列板包括形成与中断区域对齐的窗口的多个切割列板(41)。导通元件(6)穿过贮罐壁设置,使得所述导通元件(6)在所述中断区中穿过绝热屏障并且穿过密封膜,所述导通元件(6)在与绝缘面板的上表面相同的水平处包括密封板(9),所述绝热屏障包括至少一个填充面板,所述至少一个填充面板围绕所述导通元件(6)设置在所述中断区中并锚固在所述支撑壁上,至少一个封闭片(31)沿所述密封膜延伸达到所述密封板(9)。



CN 118511029 B

1.一种密封且绝热的贮罐,其被布置在支撑结构中以容纳流体,所述密封且绝热的贮罐包括:

贮罐壁,所述贮罐壁锚固在所述支撑结构的支撑壁(1)上,所述贮罐壁在厚度方向上从所述密封且绝热的贮罐的外部到内部包括至少一个绝热屏障(2)和由所述绝热屏障(2)承载的一个密封膜(3),

所述绝热屏障(2)包括采取锚固在所述支撑壁(1)上的平行六面体块的形式的多个绝缘面板(13),所述绝缘面板(13)设置成平行的行,一行包括在第一方向(L)上以重复图案并置的多个绝缘面板(13),所述行在垂直于所述第一方向(L)的第二方向(T)上并置,所述行中的单行包括中断区(20),所述中断区在所述第一方向上的尺寸等于所述重复图案的尺寸,

所述密封膜(3)包括平行于所述第一方向的多个列板(40、41、42),所述多个列板由具有低膨胀系数的合金制成,每个列板(40、41、42)具有搁置在所述绝缘面板(13)的上表面(161)上的平面中心部分和相对于所述平面中心部分朝向所述贮罐的所述内部突出的两个凸起边缘(43),所述列板(40、41、42)在所述第二方向上以重复图案并置并且在所述凸起边缘(43)的水平处以密封方式焊接在一起,锚固到所述绝缘面板(13)且平行于所述第一方向的锚固凸缘被布置在所述并置的列板(40、41、42)之间以将所述密封膜(3)保持在所述绝热屏障(2)上,所述列板(40、41、42)在所述第二方向上的尺寸小于所述绝缘面板在所述第二方向上的尺寸,所述列板(40、41、42)包括多个切割列板(41、42;241、242),所述多个切割列板形成与所述中断区(20)对齐的窗口,以及

导通元件(6、400),所述导通元件穿过所述贮罐壁设置,使得所述导通元件(6、400)穿过在所述中断区(20)的中心部分中的所述绝热屏障(2)并且穿过在所述窗口的中心部分中的所述密封膜(3),所述导通元件(6、400)包括在所述贮罐壁的所述厚度方向上延伸的主体和平行于所述支撑壁(1)的密封板(9、209),所述密封板连接到所述主体的外围并在与所述绝缘面板(13、213)的所述上表面(161)相同的水平处围绕所述主体延伸,

所述绝热屏障(2)包括至少一个填充面板(21、121),所述填充面板围绕所述导通元件(6、400)设置在所述中断区(20)中并锚固在所述支撑壁(1)上,

支承在所述至少一个填充面板(21、121)的上表面上的至少一个金属封闭片(31、231),所述至少一个封闭片(31、231)具有围绕所述主体以密封方式焊接到所述密封板(9、209)的第一边缘,所述切割列板(41、42;241、242)具有在所述窗口侧面的边缘部分,所述边缘部分覆盖所述至少一个封闭片(31、231)的第二边缘并且以密封方式焊接到所述至少一个封闭片(31、231),使得所述至少一个封闭片(31、231)沿所述密封膜(3)延伸达到所述密封板(9、209)。

2.根据权利要求1所述的密封且绝热的贮罐,其中所述绝缘面板(13、213)具有在所述第一方向和所述第二方向上具有相同尺寸的正方形形状的截面。

3.根据权利要求1或2所述的密封且绝热的贮罐,其中所述密封板(9、209)具有圆形轮廓。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的密封且绝热的贮罐,其中所述贮罐壁包括分别设置在所述中断区(20)的四个扇区中的四个相同的填充面板(21),所述四个扇区通过所述中断区(20)的在所述第一方向上延伸的第一中线(A)和所述中断区的在所述第二方向上延伸

的第二中线(B)彼此分离。

5.根据权利要求1至3中任一项所述的密封且绝热的贮罐,其中所述贮罐壁包括分别设置在所述中断区(20)的四个扇区中的四个相同的填充面板(121),所述四个扇区通过所述中断区(20)的第一对角线和第二对角线彼此分离。

6.根据权利要求1至5中任一项所述的密封且绝热的贮罐,其中所述主体具有圆形轮廓形状,所述至少一个填充面板(21、121)具有在所述厚度方向上延伸并面朝所述主体的近侧侧面(211),所述近侧侧面(211)具有圆弧形状。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的密封且绝热的贮罐,其中所述填充面板(21、121)中的一者具有在所述厚度方向上延伸并面朝所述主体的近侧侧面(211)以及在所述厚度方向上延伸并面朝邻近所述中断区(20)的绝缘面板(13)的至少一个远侧侧面(212),所述封闭片(31)通过固定件(32)固定到所述填充面板(21、121)的上表面,所述固定件沿着所述远侧侧面(212)中的一者布置在所述上表面上,所述切割列板(41、42)的所述边缘部分被布置为覆盖所述固定件(32)。

8.根据权利要求7所述的密封且绝热的贮罐,其中所述填充面板(21、121)包括形成所述填充面板(21)的所述上表面的盖板(24),所述盖板(24)包括锪平面(26)以接收所述固定件(32)。

9.根据权利要求1至8中任一项所述的密封且绝热的贮罐,其中所述行在所述第二方向上以重复图案并置,在所述第二方向上所述行的重复图案的尺寸是所述列板(40、41、42)的重复图案的尺寸的两倍,所述切割列板(41、42;241、242)搁置在所述单行上并且包括中心切割列板(41、241)和分别位于所述中心切割列板(41、241)的相对侧上的两个侧向切割列板(42、242),所述中心切割列板(41、241)的所述凸起边缘(43)在所述第二方向上相对于所述单行的边缘偏移,所述中心切割列板(41、241)完全搁置在所述单行上并且在其整个宽度上在所述窗口的水平处被中断,所述侧向切割列板(42、242)中的每一者横跨所述单行和邻近所述单行的行,并且在其宽度的一部分中在所述窗口的水平处被中断。

10.根据权利要求9所述的密封且绝热的贮罐,其中所述主体具有圆形轮廓形状,并且所述主体的平行于所述第一方向的直径与所述中心切割列板(41、241)的所述平面中心部分对齐。

11.根据权利要求1至10中任一项所述的密封且绝热的贮罐,其中所述绝热屏障是次级绝热屏障(2)并且所述密封膜是次级密封膜(3),所述行是次级行,所述绝缘面板是次级绝缘面板(13),所述单行是次级单行,所述贮罐壁在所述厚度方向上从所述密封且绝热的贮罐的所述内部到所述外部还包括由所述次级密封膜(3)承载的初级绝热屏障(4)和由所述初级绝热屏障(4)承载的初级密封膜(5),所述初级密封膜(5)旨在与所述密封且绝热的贮罐中容纳的所述流体接触,

所述初级绝热屏障(4)包括平行于所述第一方向的多个初级行,初级行包括在所述第一方向上并置的多个初级绝缘面板(50),所述初级绝缘面板(50)采取平行六面体块的形式,所述平行六面体块的尺寸等于所述次级绝缘面板(13)在所述第二方向上的尺寸,所述初级行在所述第二方向上相对于所述次级行偏移,使得每个初级行横跨在两个次级行上,

初级保持构件(19、219)由所述次级绝缘面板(13、213)承载并且与所述初级绝缘面板(50)配合以将所述初级绝缘面板(50)保持在所述次级密封膜(3)上,

所述初级行中的第一初级单行和第二初级单行堆叠在所述次级单行上,所述第一初级单行和所述第二初级单行各自包括与所述中断区(20)对齐截断的至少一个初级绝缘面板(51、251),每个截断初级绝缘面板(51、251)具有面朝所述主体的截断边缘(57),所述截断边缘(57)远离第一界面线(C)延伸以便绕过所述主体,所述第一界面线(C)位于所述第一初级单行与所述第二初级单行之间并且平行于所述第一方向(L)。

12.根据权利要求11所述的密封且绝热的贮罐,其中附加的第一初级锚固构件(61)固定到所述密封板(9、209)上与所述第一界面线(C)对齐,并且与所述第一初级单行的第一截断初级绝缘面板(51、251)和所述第二初级单行的第一截断初级绝缘面板(51、251)配合以将所述第一截断初级绝缘面板(51、251)保持在所述密封板(9、209)上。

13.根据权利要求11或12所述的密封且绝热的贮罐,其中所述初级行在所述第二方向(T)上相对于所述次级行偏移所述次级绝缘面板(13)在所述第二方向(T)上的尺寸的一半,所述第一界面线(C)与所述中断区(20)的第一中线(A)重合。

14.根据权利要求11至13中任一项所述的密封且绝热的贮罐,其中所述第一初级单行和所述第二初级单行各自包括邻近所述第一截断初级绝缘面板(51、251)的第二截断初级绝缘面板(51、251),其中两个附加的第一初级锚固构件(61)分别在所述主体的相对侧上固定到所述密封板(9、209)上与所述第一界面线(C)对齐,并且分别与所述第一初级单行和所述第二初级单行的所述第一截断初级绝缘面板和第二截断初级绝缘面板(51、251)配合,以分别将所述第一截断初级绝缘面板和第二截断初级绝缘面板(51、251)保持在所述密封板(9、209)上。

15.根据权利要求14所述的密封且绝热的贮罐,其中两个附加的第二初级锚固构件(61)分别在所述主体的相对侧上固定到所述密封板(9、209)上与第二界面线(D)对齐,并且分别与所述第一初级单行和所述第二初级单行的所述第一截断初级绝缘面板和第二截断初级绝缘面板(51、251)配合,以将所述第一截断初级绝缘面板和第二截断初级绝缘面板(51、251)保持在所述密封板(9、209)上。

16.根据权利要求11至15中任一项所述的密封且绝热的贮罐,其中所述第一截断初级绝缘面板(51、251)具有多层结构,所述多层结构在所述厚度方向上从所述贮罐的所述外部到所述内部由外部刚性板(52、252)、绝缘聚合物泡沫层(53、253)和内部刚性板(54、254)组成,所述第一截断初级绝缘面板包括穿过所述内部刚性板(54、254)和所述绝缘聚合物泡沫层(53、253)的长方形槽(68、268)以暴露所述外部刚性板(52、252)的内表面区,所述附加的第一锚固构件(61、261)包括支承在所述第一截断初级绝缘面板(51、251)的所述外部刚性板(52、252)的所述内表面区上的锚固板(63、263)。

17.根据权利要求16所述的密封且绝热的贮罐,其中所述附加的初级锚固构件(61)包括固定到所述密封板(9、209)的杆(36、236)和支承在所述外部刚性板(52、252)的所述内表面区上的板条(67、267),所述锚固板(63、263)搁置在所述板条(67、267)上,所述杆(36、236)的上部部分穿过所述锚固板(63、263),所述附加的初级锚固构件(61)还包括螺母(65)和至少一个垫圈(64),所述螺母(65)与所述杆(36、236)的所述上部部分配合并且所述至少一个垫圈(64)在所述螺母(65)与所述锚固板(63、263)之间螺纹连接到所述杆(36)上。

18.一种用于运输液化气的船(1070),所述船包括双层船体(1072)和根据权利要求1至17中任一项所述的密封且绝热的贮罐(1000),所述贮罐设置在所述双层船体(1072)中。

19.一种用于液化气的运输系统,所述运输系统包括根据权利要求18所述的船(1070)、绝缘管路(1073、1076、1079、1081),所述绝缘管路以特定方式布置以将设置在所述船(1070)的所述双层船体(1072)中的所述密封且绝热的贮罐(1000)连接到浮式或陆地储存装置。

20.一种将根据权利要求18所述的船(1070)用于装载或卸载液化气的用途,其中通过绝缘管路(1073、1076、1079、1081)将液化气从浮式或陆地储存装置(1077)运送到所述船(1070)的所述密封且绝热的贮罐或从所述贮罐运送到所述储存装置。

包括导通元件的密封且绝热的贮罐

技术领域

[0001] 本发明涉及制造支撑结构中的密封且绝热的贮罐的领域。本发明特别地涉及制造旨在容纳热液体或冷液体的贮罐,并且更具体地是用于储存和/或海上运输液化气的贮罐,此类贮罐必须接收导通元件。

背景技术

[0002] 密封且绝热的贮罐可以用于各种行业,以储存热产品或冷产品。密封且绝热的贮罐通常用于在浮式结构中进行陆地或船上储存,例如以用于在大气压力和低温下海上运输液化气。这种液化气可能是在-50℃和0℃(包含端值)之间的温度下运输的液化石油气(LPG)、在大约-253℃的温度下运输的氢气(LH2)或者在大约-163℃的温度下运输的液化天然气(LNG)。运载密封且绝热的贮罐的浮式结构特别地是驳船、用于运输产品的甲烷油轮船以及也被称为浮式生产储存和卸载(FPSO)单元和浮式储存和再气化单元(FSRU)的近海装置,以用于产品的储存、液化或再气化。

[0003] 这些密封且绝热的贮罐由与绝缘层相关联的一个或多个密封膜组成。特别地,在文献WO 2019/234360中已知并描述了一种密封且绝热的贮罐,该贮罐包括固定到支撑结构的贮罐壁,其中贮罐壁具有多层结构,该多层结构从贮罐的外部到内部依次是抵靠支撑结构锚固的次级绝热屏障、由次级绝热屏障支撑的次级密封膜、由次级密封膜支撑的初级绝热屏障,以及由初级绝热屏障支撑并且旨在与容纳在贮罐中的产品接触的初级密封膜。

[0004] 在前述类型的贮罐中,所有元件都会因货物的温度和重量变化而变形,从而在填充诸如LNG的极冷液体期间和相反地在其排放期间影响贮罐壁,导致贮罐壁的局部加热和当填充压载舱时由海水的压力引起的变形。除了在任何密封且绝热的贮罐的寿命期间随时间重复的这些热收缩和膨胀效应之外,船贮罐还承受由船的船体在海上变形引起的力。这导致了密封膜和绝热屏障的疲劳现象,这必须随时间监测以防止任何破裂、特别是在穿过贮罐壁的特定区的元件水平上监测,例如在贮罐的顶壁中、在蒸汽收集管或气体圆顶结构的水平上,或者在贮罐的底壁中、在贮罐底板出口结构或用于重型设备的支撑件的水平上。

发明内容

[0005] 根据一个实施方式,本发明的第一目的提供了一种密封且绝热的贮罐,该密封且绝热的贮罐被布置在支撑结构中以容纳流体,该密封且绝热的贮罐包括锚固在支撑结构的支撑壁上的贮罐壁,该贮罐壁在厚度方向上从所述密封且绝热的贮罐的外部到内部包括至少一个绝热屏障和由该绝热屏障承载的一个密封膜。

[0006] 绝热屏障(例如,次级绝热屏障)可以包括采取锚固在支撑壁上的平行六面体块的形式的多个绝缘面板(例如,次级绝缘面板),绝缘面板设置成平行的行,一行包括在第一方向上以重复图案并置的多个绝缘面板,所述行在垂直于第一方向的第二方向上并置,所述行中的单行包括中断区,该中断区在第一方向上的尺寸等于重复图案的尺寸。

[0007] 密封膜(例如,次级密封膜)可以包括平行于第一方向的多个列板,该多个列板由

具有低膨胀系数的合金制成,每个列板具有搁置在绝缘面板的上表面上的平面中心部分和相对于平面中心部分朝向贮罐的内部突出的两个凸起边缘,列板在第二方向上以重复图案并置并且在凸起边缘的水平处以密封方式焊接在一起,锚固到绝缘面板且平行于第一方向的锚固凸缘被布置在并置的列板之间以将密封膜保持在绝缘屏障上,列板在第二方向上的尺寸小于绝缘面板在第二方向上的尺寸,所述列板包括形成与中断区域对齐的窗口的多个切割列板。

[0008] 密封且绝热的贮罐还可以包括导通元件,该导通元件穿过所述贮罐壁设置,使得导通元件在中断区的中心部分中穿过绝热屏障并且在所述窗口的中心部分中穿过密封膜,导通元件包括在贮罐壁的厚度方向上延伸的主体和平行于支撑壁的密封板,该密封板连接到主体的外围并在与绝缘面板的上表面相同的水平处围绕主体延伸。

[0009] 绝热屏障可以包括至少一个填充面板,该至少一个填充面板围绕导通元件设置在中断区中并锚固在支撑壁上,并且至少一个金属封闭片可以支承在所述至少一个填充面板的上表面上,所述至少一个金属封闭片具有围绕主体以密封方式焊接到密封板的第一边缘。

[0010] 所述切割列板具有在所述窗口侧面的边缘部分,所述边缘部分覆盖所述至少一个封闭片的第二边缘并且以密封方式焊接到所述至少一个封闭片,使得所述至少一个封闭片沿所述密封膜延伸达到所述密封板。

[0011] 由于上述特征,可以通过使用已通过实验证明其坚固性的连续平行列板层在贮罐壁的特定区的水平处增加密封膜的疲劳抗性,同时实现密封膜与导通元件的简单连接。

[0012] 根据有利的实施方式,上述种类的密封且绝热的贮罐可以具有以下特征中的一者或多者。

[0013] 根据一个实施方式,绝缘面板具有正方形形状的截面,该截面在第一方向和第二方向上具有相同尺寸。

[0014] 密封板可以具有不同的轮廓形状。根据一个实施方式,密封板具有圆形轮廓。根据一个实施方式,密封板具有正方形或矩形轮廓。

[0015] 根据一个实施方式,贮罐壁包括分别设置在中断区的四个扇区中的四个相同的填充面板,四个扇区通过中断区的在第一方向上延伸的第一中线和中断区的在第二方向上延伸的第二中线彼此分离。

[0016] 根据一个实施方式,贮罐壁包括分别设置在中断区的四个扇区中的四个相同的填充面板,四个扇区通过中断区的第一对角线和第二对角线彼此分离。

[0017] 根据一个实施方式,贮罐壁包括分别设置在中断区的两个扇区中的相同填充面板,两个扇区通过中断区的在第一方向或第二方向上延伸的第一中线彼此分离。

[0018] 根据一个实施方式,主体具有圆形轮廓形状,所述至少一个填充面板具有在厚度方向上延伸并面朝主体的近侧侧面,该近侧侧面具有圆弧形状。

[0019] 根据一个实施方式,所述填充面板中的一者具有在厚度方向上延伸并面朝所述主体的近侧侧面和在厚度方向上延伸并面朝邻近中断区的绝缘面板的至少一个远侧侧面,封闭片通过固定件(例如,金属插入件或固定螺钉)固定到所述填充面板的上表面,所述固定件沿着所述远侧侧面中的一者布置在上表面上,所述切割列板的边缘部分被布置为覆盖所述固定件。

[0020] 替代地,封闭片可以在邻近中断区的一个或多个绝缘面板上突出并且通过固定件(例如,金属插入件或固定螺钉)固定到至少一个绝缘面板的上表面,该封闭片突出到该上表面外,所述固定件沿着邻近中断区的边缘布置在绝缘面板的上表面上。在这种情况下,封闭片简单地支承在填充面板上而不固定到该填充面板。

[0021] 根据一个实施方式,封闭片通过将其焊接到金属插入件上来固定到填充面板或邻近中断区的绝缘面板的上表面,所述切割列板的边缘部分被布置为覆盖所述焊缝。

[0022] 根据一个实施方式,所述填充面板或邻近中断区的绝缘面板包括形成上表面的盖板,该盖板包括锪平面(spot facing)以接收固定件,例如接收金属插入件或接收所述固定螺钉的头部。

[0023] 根据一个实施方式,固定件采取平行于填充面板的所述远侧侧面或平行于邻近中断区的绝缘面板的边缘的一排件的形式,所述锪平面采取平行于填充面板的所述远侧侧面或平行于邻近中断区的绝缘面板的边缘的凹槽的形式。

[0024] 根据一个实施方式,所述行在第二方向上以重复图案并置,所述行的重复图案的尺寸是在第二方向上的列板的重复图案的尺寸的两倍,切割列板搁置在单行上并且包括中心切割列板和分别位于中心切割列板的相对侧上的两个侧向切割列板,中心切割列板的凸起边缘在第二方向上相对于所述单行的边缘偏移,中心切割列板完全搁置在所述单行上并且在其整个宽度上在窗口的水平处被中断,所述侧向切割列板中的每一者横跨在单行和邻近所述单行的行上并且在其宽度的一部分中在窗口的水平处被中断。

[0025] 根据一个实施方式,主体具有圆形轮廓形状,并且主体的平行于第一方向的直径,与中心切割列板的平面中心部分对齐。

[0026] 根据一个实施方式,绝热屏障是次级绝热屏障并且密封膜是次级密封膜,所述行是次级行,所述绝缘面板是次级绝缘面板,单行是次级单行,贮罐壁在厚度方向上从密封且绝热的贮罐的内部到外部还包括由次级密封膜承载的初级绝热屏障和由初级绝热屏障承载的初级密封膜,初级密封膜旨在与密封且绝热的贮罐中容纳的流体接触。

[0027] 初级绝热屏障可以包括平行于第一方向的多个初级行,初级行包括在第一方向上并置的多个初级绝缘面板,初级绝缘面板采取平行六面体块的形式,所述平行六面体块的尺寸等于次级绝缘面板在第二方向上的尺寸,并且初级行在第二方向上相对于次级行偏移,使得每个初级行横跨在两个次级行上。

[0028] 根据一个实施方式,初级保持构件由次级绝缘面板承载并且与初级绝缘面板配合以将初级绝缘面板保持在次级密封膜上。

[0029] 根据一个实施方式,所述初级行中的第一初级单行和第二初级单行堆叠在次级单行上,第一初级单行和第二初级单行各自包括与中断区对齐截断的至少一个初级绝缘面板,每个截断初级绝缘面板具有面朝主体的截断边缘,截断边缘远离第一界面线延伸以便绕过主体,第一界面线位于第一初级单行与第二初级单行之间并且平行于第一方向。

[0030] 根据一个实施方式,附加的第一初级锚固构件固定到密封板上与第一界面线对齐,并且与第一初级单行的第一截断初级绝缘面板和第二初级单行的第一截断初级绝缘面板配合以将所述第一初级截断初级绝缘面板保持在密封板上。

[0031] 根据一个实施方式,初级行在第二方向上相对于次级行偏移次级绝缘面板在第二方向上的尺寸的一半,第一界面线与中断区的第一中线重合。

[0032] 初级行相对于次级行的偏移使得可以实现穿过密封膜和初级绝缘件并传输到支撑壁的次级绝缘面板的力的更均匀分布。实际上,在这种情况下,施加在初级绝缘面板上的压力分布在多个(例如,两个或四个)下面的次级绝缘面板上。

[0033] 初级保持构件优选地由次级绝缘面板支撑在距次级绝缘面板的边缘的一定距离处,例如在次级绝缘面板的中心处。

[0034] 根据一个实施方式,第一初级单行和第二初级单行各自包括邻近第一截断初级绝缘面板的第二截断初级绝缘面板,并且两个附加的第一初级锚固构件分别在主体的相对侧上固定到密封板上与第一界面线对齐,并且分别与第一初级单行和第二初级单行的第一和第二截断初级绝缘面板配合,以将所述第一、相应地第二截断初级绝缘面板保持在密封板上。

[0035] 根据一个实施方式,两个附加的第二初级锚固构件分别在主体的相对侧上固定到密封板上与第二界面线对齐,并且分别与第一初级单行和第二初级单行的第一和第二截断初级绝缘面板配合,以将所述第一和第二截断初级绝缘面板保持在密封板上。

[0036] 由于这些特征,四个截断初级绝缘面板中的每一者在截断边缘的两个端部的水平处通过两个附加的初级锚固构件被保持在导通元件的密封板上。这样重复锚固点使得能够将截断初级绝缘面板更好地保持在次级密封膜上、特别是抵抗它们受到的机械载荷。

[0037] 根据一个实施方式,初级绝缘面板和截断初级绝缘面板具有与次级绝缘面板在第一方向上的尺寸相等的尺寸,第一次级单行和第二次级单行中的初级绝缘面板与截断初级绝缘面板之间的界面在第一方向上相对于次级行中的次级绝缘面板之间的界面偏移次级绝缘面板在第一方向上的尺寸的一半,次级界面线与中断区的第二中线重合。

[0038] 根据一个实施方式,第一截断初级绝缘面板具有多层结构,该多层结构在厚度方向上从贮罐的外部到内部由外部刚性板、绝缘聚合物泡沫层和内部刚性板组成,第一截断初级绝缘面板包括穿过内部刚性板和绝缘聚合物泡沫层的长方形槽以暴露外部刚性板的内表面区,所述附加的第一锚固构件包括支承在所述第一截断初级绝缘面板的外部刚性板的内表面区上的锚固板。

[0039] 根据一个实施方式,附加的初级锚固构件包括固定到密封板的杆和支承在外部刚性板的内表面区上的板条,锚固板搁置在板条上,杆的上部部分穿过锚固板,所述附加的初级锚固构件还包括螺母和至少一个垫圈,螺母与杆的上部部分配合并且至少一个垫圈在螺母与锚固板之间螺纹连接到杆上。

[0040] 根据一个实施方式,附加的初级锚固构件还包括支承在密封板上的垫片,锚固板横跨在板条和垫片上。根据另一个实施方式,锚固板横跨在板条和导通元件的边缘上。

[0041] 本发明的第二目的的一个实施方式提供了一种密封且绝热的贮罐,该密封且绝热的贮罐被布置在支撑结构中以容纳流体,该密封且绝热的贮罐包括锚固在支撑结构的支撑壁上的贮罐壁,该贮罐壁在厚度方向上从所述密封且绝热的贮罐的外部到内部包括至少一个绝热屏障和由该绝热屏障承载的一个密封膜。

[0042] 所述绝热屏障(例如,初级绝热屏障)可以包括采取平行六面体块的形式的多个绝缘面板(例如,初级绝缘面板),绝缘面板设置成平行的行,所述行包括在第一方向上以重复图案并置的多个绝缘面板,所述行在垂直于第一方向的第二方向上以重复图案并置,绝缘面板具有平行于第一方向和第二方向的边缘。

[0043] 密封且绝热的贮罐还可以包括导通元件,该导通元件穿过贮罐壁设置,导通元件包括在贮罐壁的厚度方向上延伸的主体和平行于支撑壁的密封板,该密封板连接到主体的外围并在与绝缘面板的上表面相同的水平处围绕主体延伸。

[0044] 密封膜(例如,初级密封膜)可以包括在第一方向上通过第一波距(wave pitch)间隔开并平行于第二方向的第一波纹以及位于第一波纹之间并搁置在绝缘面板的上表面上的平面部分,在第一方向上的绝缘面板的重复图案的尺寸是第一波距的三倍。

[0045] 导通元件可以具有在第一方向上的第一波距的一倍和三倍之间的尺寸,并且穿过所述行中的至少一个单行,该单行包括第一截断绝缘面板和邻近该第一截断绝缘面板的第二截断绝缘面板。

[0046] 每个截断绝缘面板可以包括面朝主体的截断边缘,截断边缘远离界面线延伸以便绕过主体,界面线在第一截断绝缘面板与第二截断绝缘面板之间穿过并且平行于第二方向。

[0047] 密封膜可以包括平行于第一方向且覆盖单行的一行板,该行板包括在第一方向上以重复图案并置并且通过其边缘区在有或没有相互重叠的情况下以密封方式焊接在一起,在第一方向上的矩形板的重复图案的尺寸是第一波距的三倍,第一波纹在第一方向上与矩形板的边缘间隔开,每个矩形板包括所述第一波纹中的三者,矩形板之间的焊接接头在第一方向上相对于单行内部的绝缘面板之间的界面偏移。

[0048] 该行板可以包括横跨在第一截断绝缘面板和第二截断绝缘面板上的第一截断矩形板,以及邻近第一截断板且设置在第二截断绝缘面板上的第二截断矩形板。

[0049] 每个截断矩形板可以具有面朝主体的截断边缘,截断边缘远离焊接接头延伸以便绕过主体,焊接接头将第一截断矩形板和第二截断矩形板组装并且平行于第二方向。

[0050] 根据一个实施方式,第一截断矩形板的截断边缘中断第一截断矩形板的两个第一波纹,并且第二截断矩形板的截断边缘不中断第二截断矩形板的第一波纹中的任一者。

[0051] 根据一个实施方式,封闭件将第一截断矩形板的截断边缘和第二截断矩形板的截断边缘连接到密封板。

[0052] 根据其他有利的实施方式,上述种类的密封且绝热的贮罐可以具有以下特征中的一者或多者。

[0053] 根据一个实施方式,第一金属锚固元件在一定距离处固定到单行的绝缘面板的上表面,该距离小于平行于第二方向的绝缘面板的边缘的第一波距,并且其中每个矩形板包括横跨单行的两个绝缘面板的上表面上的所述平面部分中的一者,平面部分焊接到两个绝缘面板的第一金属锚固元件,并且位于第一截断矩形板的由截断边缘中断的两个第一波纹之间的第一截断矩形板的平面部分焊接到第一截断绝缘面板和第二截断绝缘面板的第一金属锚固元件。

[0054] 根据一个实施方式,主体具有圆形轮廓形状,并且导通元件设置为使得平行于第二方向的主体的直径位于第一截断矩形板的由截断边缘中断的两个第一波纹之间、优选地位于第一截断矩形板的所述两个第一波纹的中间。

[0055] 根据一个实施方式,单行是第一单行,界面线是第二界面线,并且导通元件还穿过所述行中的第二单行,第一界面线位于第一单行与第二单行之间并且平行于第一方向,第二单行包括在第二方向上邻近第一单行的第一截断(初级)绝缘面板的第一截断绝缘面板

和在第二方向上邻近第二单行的第二截断绝缘面板的第二截断绝缘面板，第二界面线还在第二单行的第一截断绝缘面板和第二截断绝缘面板之间穿过，每个截断绝缘面板具有面朝主体的截断边缘，截断边缘远离第二界面线延伸以便绕过主体。

[0056] 根据一个实施方式，密封膜具有在第二方向上通过第二波距间隔开并平行于第一方向的第二波纹，平面部分位于第一波纹之间且位于第二波纹之间，第二波纹在第二方向上与矩形板的边缘间隔开。

[0057] 行的重复图案在第二方向上的尺寸可以是第二波距的三维，矩形板在第二方向上的尺寸大于或等于第二波距的三倍，该行板横跨第一单行和第二单行。

[0058] 第二金属锚固元件可以在一定距离处固定到第一单行和第二单行的第一和第二截断绝缘面板的上表面，该距离小于平行于第一方向的截断绝缘面板的边缘的第二波距。

[0059] 第一截断矩形板和第二截断矩形板可以分别包括横跨在第一界面线上的所述平面部分中的一者，该平面部分焊接到第一单行和第二单行的第一截断绝缘面板以及第一单行和第二单行的第二截断绝缘面板的两个金属锚固元件。

[0060] 根据一个实施方式，导通元件具有在第二方向上的第二波距的一倍和三倍之间的尺寸，并且第一截断矩形板的截断边缘和第二截断矩形板的截断边缘中断邻近第一界面线的所述第二波纹中的两者。

[0061] 导通元件有利地具有小于第一方向和/或第二方向上的三个波距的尺寸，以防止中断三个第一波纹和/或防止中断三个第二波纹。导通元件优选地具有在第一方向和/或第二方向上的一个波距和两个波距(包含)之间的尺寸。

[0062] 根据一个实施方式，矩形板在第二方向上的尺寸等于第二波距的九倍，每个矩形板包括九个所述第二波纹，邻近第一界面线的两个第二波纹具有2和8(包含端值)之间的排数(rank)、优选地4和6(包含端值)之间的排数，第二波纹的排数从矩形板的边缘算起。

[0063] 根据一个实施方式，主体具有圆形轮廓形状，其中导通元件设置为使得平行于第一方向的主体的直径位于由第一截断矩形板的截断主体中断的两个第二波纹之间、优选地位于所述两个第二波纹的中间。

[0064] 根据一个实施方式，第二波距等于第一波距。

[0065] 根据一个实施方式，第二波纹的高度小于第一波纹的高度。

[0066] 根据一个实施方式，第一波纹和第二波纹在第一波纹和第二波纹之间的交叉点处是连续的。

[0067] 根据一个实施方式，封闭件包括至少一个金属封闭板，第一截断矩形板的截断边缘焊接到该至少一个金属封闭板，该至少一个金属封闭板具有焊接到密封板的内边缘，至少四个第一端件焊接到至少一个金属封闭板以在主体的任一侧上封闭由第一截断矩形板的截断边缘中断的两个第一波纹。

[0068] 根据一个实施方式，至少四个第二端件焊接到至少一个金属封闭板以在主体的任一侧上封闭由第一截断矩形板的截断边缘和第二截断矩形板的截断边缘中断的两个第二波纹。

[0069] 根据一个实施方式，绝缘面板具有正方形形状的截面，该截面在第一方向和第二方向上具有相同尺寸。

[0070] 根据一个实施方式，主体具有圆形轮廓形状，密封板具有与主体同心的圆形轮廓。

[0071] 根据一个实施方式,主体具有圆形轮廓形状,第一和第二截断绝缘面板的截断边缘具有与主体同心的圆弧形状。

[0072] 根据一个实施方式,密封膜是旨在与密封且绝热的贮罐中容纳的流体接触的初级密封膜,并且绝热屏障是初级绝热屏障,贮罐壁还包括设置在初级绝热屏障与支撑壁之间的次级密封膜和设置在次级密封膜与支撑壁之间的次级绝热屏障,密封板是初级密封板,导通元件还包括平行于支撑壁的次级密封板,该密封板连接到主体的外围并在与次级绝热面板的上表面相同的水平处围绕主体延伸。

[0073] 根据一个实施方式,本发明还提供了一种密封且绝热的贮罐,该密封且绝热的贮罐被布置在支撑结构中以容纳流体,该密封且绝热的贮罐包括锚固到支撑结构的支撑壁的贮罐壁,该贮罐壁在厚度方向上从所述密封且绝热的贮罐的外部到内部包括次级绝热屏障、次级密封膜、初级绝热屏障和初级密封膜。

[0074] 密封且绝热的贮罐包括导通元件,该导通元件穿过所述贮罐壁,使得导通元件穿过绝热屏障并且穿过密封膜,导通元件包括在贮罐壁的厚度方向上延伸的主体和平行于支撑壁的密封板,该密封板连接到主体的外围并在与次级绝热屏障的上表面相同的水平处围绕主体延伸。

[0075] 初级绝热屏障包括平行于第一方向的多个初级行,初级行包括在第一方向上并置的多个初级绝缘面板,初级绝缘面板采取平行六面体块的形式。

[0076] 所述初级行中的第一初级单行和第二初级单行中的每一者包括至少一个截断初级绝缘面板,每个截断初级绝缘面板具有面朝主体的截断边缘,截断边缘远离第一界面线延伸以便绕过主体,第一界面线位于第一初级单行与第二初级单行之间并且平行于第一方向。

[0077] 附加的第一初级锚固构件固定到密封板上与第一界面线对齐,并且与第一初级单行的第一截断初级绝缘面板和第二初级单行的第一截断初级绝缘面板配合以将所述第一截断初级绝缘面板保持在密封板上。

[0078] 上述种类的密封且绝热的贮罐可以是陆地储存装置的一部分,以例如用于储存LNG,或者其安装在沿海或深水的浮式结构中,特别是甲烷油轮、乙烷油轮、浮式储存和再气化单元(FSRU)、浮式生产储存和卸载(FPSO)单元等。

[0079] 根据一个实施方式,本发明还提供了一种用于运输液化气的船,该船包括双层船体和设置在双层船体中的密封且绝热的贮罐。

[0080] 根据一个实施方式,双层船体包括形成密封且绝热的贮罐的支撑结构的内部船体。

[0081] 根据一个实施方式,本发明还提供了一种用于液化气的运输系统,该运输系统包括船、绝缘管路,所述绝缘管路以特定方式布置以将设置在船的双层船体中的密封且绝热的贮罐连接到浮式或陆地储存装置。

[0082] 根据一个实施方式,本发明还提供了一种将船用于装载或卸载液化气的用途,其中通过绝缘管路将液化气从浮式或陆地储存装置运送到船的密封且绝热的贮罐或从该贮罐运送到该储存装置。

附图说明

[0083] 在仅以非限制性说明方式并且参考附图对本发明的特定实施方式进行以下描述的过程中,将更好地理解本发明并且本发明的其他目标、细节、特征和优点将变得更清楚地显而易见。

[0084] [图1]图1是根据一个实施方式的密封且绝热的贮罐壁和支撑腿的截面视图。

[0085] [图2]图2是图1的可以在密封且绝热的贮罐中使用的支撑腿和贮罐壁的透视图,省略了次级密封膜、初级绝热屏障和初级密封膜。

[0086] [图3]图3是根据第一实施方式的填充面板的透视图。

[0087] [图4]图4是支撑腿和围绕支撑腿的次级绝热屏障的区域从上方的视图。

[0088] [图5]图5是图2的支撑腿和贮罐壁的透视图,示出了次级密封膜的一部分。

[0089] [图6]图6是类似于图5的视图,示出了次级密封膜。

[0090] [图7]图7是根据第二实施方式的类似于图3的视图。

[0091] [图8]图8是根据第二实施方式的类似于图4的视图。

[0092] [图9]图9是图6的支撑腿和贮罐壁从上方的视图,示出了围绕支撑腿的初级绝热屏障。

[0093] [图10]图10是图1的部分X的更大比例的透视图,示出了能够与截断初级绝缘面板配合以便保持它们抵靠次级密封膜的附加初级锚固构件。

[0094] [图11]图11是在图10的箭头XI的方向上从上方的视图,省略了绝缘插塞。

[0095] [图12]图12是支撑腿和围绕支撑腿的初级密封膜的区域的透视图。

[0096] [图13]图13是甲烷油轮船贮罐和用于装载/卸载该贮罐的码头的图解剖面图。

[0097] [图14]图14是变型中的类似于图5的视图,其中支撑腿被穿过贮罐的顶壁的蒸汽收集管替代。

[0098] [图15]图15是类似于图14的视图,示出了次级密封膜。

[0099] [图16]图16是可以围绕蒸汽收集管使用的截断初级绝缘面板的局部透视图。

[0100] [图17]图17是变型中的类似于图10的视图,其中支撑腿被蒸汽收集管替代。

[0101] [图18]图18是围绕蒸汽收集管的初级密封膜的区域的透视图。

具体实施方式

[0102] 下文参考旨在储存和/或海上运输LNG的密封且绝热的贮罐来描述实施方式。在未描述的变型中,这种密封且绝热的贮罐可以是用于其他冷产品(例如,LPG或LH2)的陆地储存的贮罐。

[0103] 上述种类的密封且绝热的贮罐可以制成不同的几何形状,例如,在船的船体或双层船体中的多面体几何形状、陆地上的圆柱形几何形状或者其他几何形状。

[0104] 按照惯例,无论贮罐壁相对于地球重力场的取向如何,术语“上”、“上方”、“上部”和“顶部”一般是指朝向密封且绝热的贮罐的内部定位的位置,而术语“下”、“下方”、“下部”和“底部”一般是指朝向密封且绝热的贮罐的外部定位的位置。

[0105] 参考图1和图2描述了支撑腿6穿过的密封且绝热的贮罐的底壁的结构。

[0106] 底壁在厚度方向上从密封且绝热的贮罐的外部到内部依次具有:次级绝热屏障2,其包括通过次级保持构件锚固到支撑结构的支撑壁1的并置次级绝缘面板13;次级密封膜

3,其由次级绝热屏障2的次级绝缘面板13承载;初级绝热屏障4,其包括通过初级保持构件19锚固到次级绝热屏障2的次级绝缘面板13的并置初级绝缘面板50;以及初级密封膜5,其由初级绝热膜5的初级绝缘面板50承载并且旨在与容纳在密封且绝热的贮罐中的LNG接触。

[0107] 支撑壁1尤其可以是自支撑金属板,或者更一般地,具有适当机械性能的任何类型的刚性分隔件。多个支撑壁通常用来形成支撑结构,该支撑结构具有密封且绝热的贮罐的总体形状。

[0108] 次级绝热屏障2包括借助于树脂珠粒(未描绘)和/或焊接到支撑壁1的螺柱30锚固在支撑壁1上的采取平行六面体块的形式的多个次级绝缘面板13。如图2所描绘,次级绝缘面板13采取具有正方形基部的平行六面体块的形式。在其他实施方式中,次级绝缘面板13采取具有矩形基部的平行六面体块的形式。

[0109] 每个次级绝缘面板13包括夹在两个刚性板(即,底板14和盖板16)之间的绝缘聚合物泡沫层15。盖板16尤其具有朝向密封且绝热的贮罐的内部定向的上表面161。底板14和盖板16例如由胶合板制成并胶合到所述绝缘聚合物泡沫层15上。绝缘聚合物泡沫层15尤其可以是聚氨酯基泡沫层。聚合物泡沫有利地用玻璃纤维增强,有助于降低其热收缩系数。盖板16包括用于接收焊接支撑件的凹槽17。

[0110] 上面通过示例描述了次级绝缘面板13的结构。在其他实施方式中,次级绝缘面板13可以具有某种其他总体结构。

[0111] 例如,在文献WO 2012/127141中,次级绝缘面板13以箱的形式制成,所述箱包括底板、盖板和支撑腹板,所述支撑腹板在贮罐壁的厚度方向上在底板和盖板之间延伸,并且限定了用诸如珍珠岩、玻璃棉或岩石棉的绝缘填料填充的多个隔室。

[0112] 例如,在文献WO 2019/234360中,次级绝缘面板13不是包括两个刚性板,而是三个刚性板,即,底板、中间板和盖板,以及两个聚合物泡沫层,第一绝缘聚合物泡沫层被夹在底板和中间板之间,并且第二绝缘聚合物泡沫层被夹在中间板和盖板之间。

[0113] 为了将次级绝缘面板13固定到已固定至支撑壁1的螺柱30,次级绝缘面板13设置有图2中描述的圆柱形焊缝18,所述圆柱形焊缝穿过次级绝缘面板13的整个厚度并且在次级绝缘面板13的每个拐角的附近形成。圆柱形焊缝18包括区段的变化(未描绘),从而限定与螺柱30的螺纹端配合的螺母上的支承表面。例如,圆柱形焊缝18具有在绝缘聚合物泡沫层15中的在40mm和50mm(包含端值)之间的第一区段和在底板14中的在15mm和25mm(包含)之间的第二区段,从而限定螺母的支承表面。

[0114] 次级绝缘面板13以平行的次级行并置。更确切地说,次级绝缘面板在纵向方向L和横向方向T上构成重复图案,使得密封且绝热的贮罐的支撑壁1由次级绝缘面板13“铺设”。

[0115] 次级绝缘面板13通过间隙彼此分离,从而确保装配功能间隙。间隙填充有耐热填料,例如,诸如玻璃棉、岩棉或柔性开孔合成泡沫。绝热填料有利地由多孔材料制成,以便在次级绝缘面板之间的间隙中形成气体流动空间。

[0116] 在图2中,在纵向方向上表示了次级绝缘面板13的三个次级行。次级单行包括正方形中断区20,其具有与重复图案相同的尺寸,即,次级绝缘面板13的尺寸。

[0117] 在中断区20上居中的构成支撑腿6的导通元件穿过密封且绝热的贮罐的底壁。支撑腿6延伸穿过次级绝热屏障2和初级绝热屏障4以及次级密封膜3和初级密封膜5,使得一端抵靠在支撑壁1上,并且另一端突出到密封且绝热的贮罐中,距初级密封膜5一定距离。

[0118] 支撑腿6可以用来支撑必须浸没在密封且绝热的贮罐中的重型设备。例如,为了支撑卸载泵,这种支撑腿可以设置在密封且绝热的贮罐的泵送桅杆(未描绘)的基部处。尽管这里在密封且绝热的贮罐的底壁上表示了支撑腿6,但类似的导通元件可以以相同的方式设置在密封且绝热的贮罐中的其他地方,例如,作为用于将任何物体保持在距贮罐壁的一定距离处的支撑或间隔元件。

[0119] 如图1和图2所描绘,支撑腿6包括主体,该主体具有关于旋转轴线R旋转对称的圆形区段,该旋转轴线平行于底壁的厚度方向。截头圆锥形下部部分7在其最小直径端的水平处连接到圆柱形上部部分8。截头圆锥形下部部分7的最大直径基部抵靠在支撑壁1上。中断区20大于截头圆锥形下部部分7的最大直径基部,使得支撑腿6位于中断区20中。截头圆锥形下部部分7穿过底壁的厚度延伸到初级密封膜5的水平之外。圆柱形上部部分8由圆形板12以密封方式封闭,该圆形板焊接到例如圆柱形上部部分8的内边缘(未描绘)。

[0120] 支撑腿的主体包括:次级密封板9,其平行于支撑壁1、连接到主体的外围并且在次级绝缘面板13的上表面161的水平处围绕主体延伸;以及初级密封板11,其也平行于支撑壁1、连接到主体的外围并且在初级绝缘面板50的上表面的水平处完全围绕主体延伸。

[0121] 次级密封板9通过内板10在截头圆锥形下部部分7的内部延伸,该内板将截头圆锥形下部部分7的内部空间分成次级部分7a和初级部分7b。内部空间的次级部分7a和初级部分7b填充有绝缘填料,诸如玻璃棉,以限制热传导。

[0122] 接下来参考图3至图8描述围绕支撑腿的次级绝热屏障2和次级密封膜3的生产。

[0123] 根据图4所描绘的第一实施方式,次级绝热屏障2包括围绕支撑腿6的主体设置的四个相同的填充面板21。因此,中断区20被分成四个扇区,每个扇区接收一个填充面板21。

[0124] 如图3所描绘,填充面板21的结构类似于次级绝缘面板13的结构,即,填充面板21包括夹层结构,该夹层结构由位于两个刚性板(即,底板22和盖板24)之间的绝缘聚合物泡沫层23组成。例如,底板和盖板由胶合板制成。在其他实施方式中,填充面板21可以具有某种其他总体结构,例如在文献WO 2012/127141中描述的结构或在文献WO 2019/234360中描述的结构。

[0125] 填充面板21以类似于次级绝缘面板13的方式固定到支撑壁1的螺柱30。每个填充面板21包括穿过填充面板21的整个厚度的两个圆柱形焊缝25。圆柱形焊缝25具有区段的变化(未描绘),从而限定与螺柱30的螺纹端配合的螺母上的支承表面。

[0126] 中断区的四个扇区通过两个中线彼此分离,即,平行于纵向方向L的纵向中线A和平行于横向方向T的横向中线B。中线在中断区20的中心处的交点与支撑壁1和支撑腿6的主体的旋转轴线R的交点重合。

[0127] 在图3中,每个填充面板21具有面朝支撑腿6的主体的近侧侧面311、面朝邻近中断区20的面板的两个远侧侧面312以及中间侧面313。近侧侧面311、远侧侧面312和中间侧面313在底壁的厚度方向上延伸。

[0128] 近侧侧面311具有半圆形切口以接收支撑腿6的主体。两个远侧侧面312是直线的并且相互垂直。在纵向方向L或横向方向T上,填充面板21的远侧侧面312的尺寸是次级绝缘面板13的侧面的尺寸的大致一半。每个远侧侧面312通过中间侧面313连接到近侧侧面311。中间侧面313分别与中断区20的纵向中线A和横向中线B对齐。

[0129] 填充面板21的盖板24的上面包括凹槽26,所述凹槽在远侧侧面312的侧面以接收

平行于远侧侧面312的两行固定螺钉32中的螺钉的头部。固定螺钉32旨在将封闭片31固定到盖板24的上表面。

[0130] 当组装填充面板21时,近侧侧面311中的切口界定直径大于支撑腿6的截头圆锥形下部部分7的最大直径基部的圆。相邻的填充面板21被在两个相向的中间侧面之间形成的间隙27分开。间隙27与中断区20的纵向中线A或横向中线B一致。间隙27填充有绝热填料,例如,诸如玻璃棉、岩棉或柔性开孔合成泡沫。

[0131] 如可以在图1中看出,由填充面板21、支撑腿6的截头圆锥形下部部分7和次级密封板9界定的空间48填充有绝缘填料,例如玻璃棉。

[0132] 参考图7,次级绝热屏障2包括两个金属封闭片31。每个封闭片31覆盖两个填充面板21。封闭片31由位于填充面板21的盖板24中的凹槽26中的固定螺钉32固定。每个封闭片31还具有围绕支撑腿6的主体以密封方式焊接到次级密封板9的半圆形内边缘。

[0133] 封闭片31例如由Invar®制成,即,铁和镍的合金,其膨胀系数典型地在$1.2\times10^{-6}K^{-1}$与$2.0\times10^{-6}K^{-1}$(包含端值)之间。也可以使用铁和锰的合金,其膨胀系数典型地为约$7.0\times10^{-6}K^{-1}$。

[0134] 替代地,次级绝热屏障2可以包括仅一个或多于两个封闭片31。

[0135] 参考图5和图6,次级密封膜3包括在纵向方向L上具有凸起边缘43的连续金属列板层40。列板40在横向方向T上并置。每个列板40具有搁置在次级绝缘面板13的上表面161上的平面中心部分和相对于平面中心部分朝向密封且绝热的贮罐的内部突出的两个凸起边缘43。列板40的凸起边缘43焊接到固定在次级绝缘面板13的盖板16上的凹槽17中的平行焊接支撑件。

[0136] 在横向方向T上,列板40的尺寸是次级绝缘面板13的尺寸的一半。在此处描述的实施方式中,在纵向方向L上的每个次级行的次级绝缘面板13被中心列板和两个侧向列板的一半覆盖。因此,侧向列板横跨两个相邻的次级行的次级绝缘面板13。

[0137] 列板40例如由Invar®制成。也可以使用铁和锰的合金,其膨胀系数典型地为约$7.0\times10^{-6}K^{-1}$。

[0138] 如图7和图8所描绘,次级密封膜2的列板层40包括形成与中断区20对齐的正方形窗口的切割列板41、42。切割列板41、42包括完全搁置在次级单行的次级绝缘面板13上的中心切割列板41以及分别位于中心切割列板41的相对侧上的两个侧向切割列板42。侧向切割列板42相应地横跨次级单行和相邻的次级行。

[0139] 中心切割列板41在其整个宽度上沿着中心边缘在窗口的水平处被中断。侧向切割列板42在其宽度上沿着侧向边缘部分在窗口的水平处被中断。切割列板41、42的中心边缘和侧向边缘部分覆盖封闭片31的边缘。为了实现次级密封膜围绕支撑腿的连续性,切割列板41、42在其边缘的重叠水平处以密封方式焊接到封闭片31,从而覆盖固定螺钉32的头部。

[0140] 横跨在两个封闭片31和次级密封板9上的两个金属密封带34也以密封方式焊接到所述封闭片31和次级密封板9。在此处描述的实施方式中,密封带34分别位于支撑腿6的相对侧上与纵向中线A对齐。密封带34例如由与列板40、41、42相同的材料制成,也就是说Invar®或铁和锰的合金,其膨胀系数典型地为约$7.0\times10^{-6}K^{-1}$。

[0141] 因此,封闭片31和密封带34将次级密封膜3延伸至次级密封板9。

[0142] 在未表示的变型中,封闭片31围绕中断区20突出超过次级绝缘面板13的盖板16。在这种情况下,固定螺钉32和凹槽26可以在次级绝缘面板13的盖板16上偏移、特别是沿着邻近中断区20的边缘偏移。否则,如上所述生产次级密封膜2。

[0143] 图7和图8描绘了围绕支撑腿6的次级绝热屏障2的另一个实施方式。与图3和图4的实施方式的那些类似或相同的元件具有增加100的相同附图标记。在该实施方式中,中断区20的四个扇区通过中断区的对角线彼此分离。对角线在中断区20的中心处的交点与支撑壁1和支撑腿6的主体的旋转轴线R的交点重合。

[0144] 填充面板121具有单个远侧侧面,其尺寸与次级绝缘面板13的侧面相同。此外,两个对角侧面与中断区20的对角线对齐进行延伸。

[0145] 可以设想围绕支撑腿6的填充面板的其他形状。填充面板的数量可以大于四或小于四,例如二。在未描绘的变型中,次级密封板9可以具有稍微更大的尺寸并且部分地覆盖围绕支撑腿6的填充面板。

[0146] 参考图9,初级绝热屏障4包括多个初级绝缘面板50,该多个初级绝缘面板采取平行六面体块的形式,该平行六面体块借助于由次级绝缘面板13承载的初级保持构件19锚固到次级绝热屏障2。初级保持构件19可以以各种方式产生,例如,如在文献WO 2019/234360或文献FR 2 887 010中所述。

[0147] 初级绝缘面板50具有与次级绝缘面板13的那些尺寸相同的尺寸,除了它们在底壁的厚度方向上的厚度,该厚度可以是不同的并且具体是更小。在其他实施方式中,初级绝缘面板50可以具有其他尺寸并且具体地采取具有矩形基部的平行六面体块的形式。

[0148] 初级绝缘面板50以平行的初级行并置。更确切地说,初级绝缘面板50构成在纵向方向L和横向方向T上重复的图案,使得次级密封膜3被初级绝缘面板50覆盖。

[0149] 在此处描述的实施方式中,初级行在纵向方向L和横向方向T上相对于次级行偏移次级绝缘面板13的长度的一半。因此,初级行的初级绝缘面板50横跨下面的两个相邻次级行的四个次级绝缘面板13。初级保持构件19定位在次级绝缘面板13的盖板16的中心处并且与四个相邻的初级绝缘面板50的拐角配合。

[0150] 在未描述的其他实施方式中,初级行和次级行之间在纵向方向L和/或横向方向T上的偏移幅度可以不同,并且初级保持构件19可以定位在次级绝缘面板13的盖板16上的其他地方,但优选地在距列板40的凸起边缘43的一定距离处,以便不干扰它们。

[0151] 接下来参考图9至图11描述产生围绕支撑腿6的初级绝热屏障4。

[0152] 参考图9,在纵向方向L上,在次级单行上面的两个初级单行遇到中断区20。第一初级单行和第二初级单行各自包括与中断区20对齐的两个截断初级绝缘面板51。截断初级绝缘面板51通过分别在中断区20的纵向中线A和横向中线B上面的纵向界面线C和横向界面线D两两分开。

[0153] 每个截断初级绝缘面板51包括截断边缘57,该截断边缘面朝主体并且在其整个厚度上具有半圆形切口以接收支撑腿6。切口在截断边缘57的两个侧向端之间延伸,第一端定位在纵向界面线C的水平处并且第二端定位在横向界面线D的水平处。

[0154] 初级绝缘面板50和截断初级绝缘面板51的结构可以类似于次级绝缘面板13和填充面板21的结构,即,包括夹层结构,该夹层结构由位于底板52和盖板54之间的绝缘聚合物泡沫层53组成。例如,底板52和盖板54由胶合板制成。在其他实施方式中,初级绝缘面板50

和截断初级绝缘面板51可以具有不同的总体结构,例如在文献WO 2012/127141中描述的结构或在文献WO 2019/234360中描述的结构。

[0155] 初级绝缘面板50和截断初级绝缘面板51的盖板54和绝缘聚合物泡沫层53可以设置有松弛狭槽55(在图1和图10中可见),所述松弛狭槽将盖板54和绝缘聚合物泡沫层53分成多个部分,从而防止在冷却期间发生破裂。

[0156] 截断初级绝缘面板51在其未截断的边缘的三个拐角的水平处通过初级保持构件19保持在次级密封膜3上。然而,仅通过未截断的边缘的三个拐角来锚固截断初级绝缘面板51可能是不够的,具体取决于它们将受到的机械载荷。另外,四个截断初级绝缘面板51通过固定到次级密封板9的四个附加的初级锚固构件61保持在次级密封膜3上。四个附加的初级锚固构件61中的每一者与四个截断初级绝缘面板51中的两者配合。

[0157] 更确切地说,在纵向界面线C的水平处固定到次级密封板9的两个附加的第一初级锚固构件61分别与第一初级单行和第二初级单行的第一截断初级绝缘面板和第二截断初级绝缘面板配合。在横向界面线D的水平处固定到次级密封板9的两个附加的初级锚固构件61分别与第一初级单行和第二初级单行的第一截断初级绝缘面板和第二截断初级绝缘面板51配合。

[0158] 图10和图11更详细地描绘了附加的初级锚固构件61的结构。

[0159] 在截断边缘57的两个侧向端中的每一者处,截断初级绝缘面51包括长方形槽68,该长方形槽穿过盖板54、绝缘聚合物泡沫层53和底板52但暴露底板52的内表面区。

[0160] 当截断初级绝缘面板51围绕支撑腿6组装时,两个相邻的截断初级绝缘面板51的两个长方形焊缝68的接合产生与纵向界面线C或横向界面线D对齐的开口,该开口旨在接收附加的初级锚固构件61。

[0161] 每个附加的初级锚固构件61包括焊接到次级密封板9的杆36。杆36穿过矩形锚固板63,经由垫片66支承在次级密封板9上并且经由板条67支承在相邻的截断初级绝缘面板51的两个底板52的内表面区上。

[0162] 螺母65与在杆36的上端处形成的螺纹配合,以将锚固板63保持在杆36上。一个或多个贝氏弹簧垫圈64在螺母65与锚固板63之间螺纹连接到杆36上,这使得可以将截断初级绝缘面板51弹性地锚固在次级密封板9上。

[0163] 间隔件69放置在锚固板63上。间隔件69包括中心壳体,该中心壳体接收杆36的上端、贝氏垫圈64和螺母65。该中心壳体可以具有各种形状:例如,与杆36同轴的圆柱形孔的形状,或如此处所表示,赋予间隔件69的矩形切口形状、分别在中心壳体的相对侧上具有两个分支的倒“U”总体形状。间隔件69支承绝缘插塞62,该绝缘插塞旨在确保初级绝热件在附加的初级锚固构件61的水平处的连续性。绝缘插塞在截断初级绝缘面板51的上表面的水平处由盖板93加盖。

[0164] 锚固板63有利地由选自以下各项的金属制成:不锈钢;铁和镍的合金,诸如Invar®,其膨胀系数典型地在$1.2\times10^{-6}K^{-1}$与$2.0\times10^{-6}K^{-1}$(包含)之间;以及铁和锰的合金,其膨胀系数小于$2.0\times10^{-5}K^{-1}$、典型地为约$7.0\times10^{-6}K^{-1}$。

[0165] 垫片66、板条67和间隔件69有利地由木材制成,使得可以在附加的初级锚固构件61的水平处将热桥限制到次级密封板9。

[0166] 接下来参考图9和图12描述产生围绕支撑腿6的初级密封膜5。

[0167] 参考图12,初级密封膜5包括矩形板70、71、72的连续层,所述矩形板在其上面上具有沿纵向方向L延伸的纵向波纹76和沿横向方向T延伸从而朝向密封且绝热的贮罐的内部突出的横向波纹75,以及在波纹之间搁置在初级绝缘面板50和截断初级绝缘面板51的盖板54上的平面部分85。因此,纵向波纹76平行于次级密封膜4的列板的凸起边缘43。横向波纹75垂直于次级密封膜4的列板的凸起边缘43。横向波纹75优选地高于纵向波纹76。

[0168] 横向波纹75通过第一波距规则地间隔开,并且纵向波纹76通过第二波距规则地间隔开。在此处描述的实施方式中,第一波距和第二波距相等;因此在描述的剩余部分,将仅提及“波距”。在其他实施方式中,第一波距和第二波距可以不同。

[0169] 矩形板在纵向方向L和横向方向T上的尺寸优选地是波距的整数倍和初级绝缘面板的尺寸的整数倍。矩形板沿着其边缘以小重叠区焊接在一起。图12仅示出了矩形板70、71、72的横向边缘之间的焊接接头83。

[0170] 在所描绘的实施方式中,初级密封膜5可以基本上由部分地表示的矩形板70形成,其尺寸等于横向方向T上的波距的九倍和纵向方向L上的波距的三倍。因此,每个矩形板70包括九个纵向波和三个横向波。然而,为了使支撑腿6能够通过,以特定方式切割形成初级密封膜的连续矩形板层以便界定围绕支撑腿的窗口。

[0171] 为此,第一截断矩形板71具有截断边缘73,并且第二截断矩形板72具有截断边缘74。截断边缘73和74共同勾勒出窗口,该窗口的轮廓是大致八边形的。两个截断矩形板71和72是不对称的。

[0172] 截断边缘73是较长的边缘并且从两个截断矩形板71和72之间的焊接接头83朝向第一截断矩形板71的内部延伸,从而形成:

[0173] -直线纵向部分,该直线纵向部分在第一截断矩形板71的第3和4排的纵向波纹76之间延伸并且中断第一截断矩形板71的第1和2排的两个横向波纹75;纵向波纹76的排数从图12中的左侧算起;横向波纹75的排数从截断矩形板71和72之间的焊接接头83算起;

[0174] -倾斜部分,该倾斜部分与位于第3和4排的纵向波纹76之间以及第2和3排的横向波纹75之间的平面部分85相交;

[0175] -直线横向部分,该直线横向部分在第2和3排的横向波纹75之间延伸并且中断第一截断矩形板71的第4和5排的两个纵向波纹76;以及

[0176] -对称的另一个倾斜部分和另一个直线纵向部分,它们延伸至两个截断矩形板71和72之间的焊接接头83。

[0177] 截断边缘74是最短的边缘并且从两个截断矩形板71和72之间的焊接接头83朝向第二截断矩形板72的内部延伸,从而形成:

[0178] -倾斜部分,该倾斜部分与位于第3和4排的纵向波纹76之间以及第二截断矩形板72的横向边缘和第1排的横向波纹75之间的平面部分相交,而不中断任何横向波纹75;

[0179] -直线横向部分,该直线横向部分在第二截断板72的横向边缘和第1排的横向波纹75之间延伸且中断第二截断矩形板72的第4和5排的两个纵向波纹76;以及

[0180] -对称的另一个倾斜部分,其延伸至两个截断矩形板71和72之间的焊接接头83。

[0181] 再次参考图9,金属锚固带58、59、60固定到初级绝缘面板50和截断初级绝缘面板51的盖板54。每个锚固带58、59、60通过任何合适的方式(例如,螺钉或铆钉和/或胶合)固定在盖板54的锪平面中。

[0182] 更确切地说,第一锚固带59设置在初级绝缘面板50或截断初级绝缘面板51的每个横向边缘与最近的松弛狭槽55之间,例如,四个第一锚固带59;第二锚固带58设置在初级绝缘面板50或截断初级绝缘面板51的每个纵向边缘与最近的松弛狭槽55之间,例如,三个第二锚固带58;并且三个锚固带60设置在初级绝缘面板50或截断初级绝缘面板51的每个拐角与最近的松弛狭槽55之间,例如,四个第三锚固带60。然而,在截断初级绝缘面板51上,截断边缘57消除了一个拐角和因此第三锚固带60中的一者。此外,第一锚固带59和第二锚固带58也可以因截断边缘57而被消除。

[0183] 第一锚固带59使得能够与矩形板70、71、72的平面部分85产生焊缝81,使得横跨在单行49中的两个截断初级绝缘面板51之间的界面(即,横向界面线D)或单行49中的截断初级绝缘面板51与初级绝缘面板50之间的界面上的平面部分85被焊接到分别在界面的相对侧上的两个第一锚固带59。类似地,第二锚固带58使得能够与矩形板70、71、72的平面部分85形成焊缝82,使得横跨在两个单行49之间(例如,两个截断初级绝缘面板51之间或两个初级绝缘面板50之间)的纵向界面线C上的平面部分85被焊接到分别在纵向界面C的相对侧上的两个第二锚固带58。类似地,第三锚固带60使得能够与矩形板70、71、72的平面部分85形成焊缝84,使得横跨在分别属于两个截断初级绝缘面板51和两个初级绝缘面板50的四个相邻拐角之间的接头上的平面部分85在面板的四个拐角中的每一者上被焊接到四个第三锚固带60。

[0184] 每个焊接平面部分在其接合的绝缘面板之间起到机械连接的功能。这防止所述绝缘面板远离彼此的相互移动并且有助于将所支撑的结构的变形更均匀地分布到初级绝热屏障。焊缝81、82和84可以是插塞焊缝或透明焊缝。关于焊缝81、82和84的其他细节可以在公开WO 2022/074148中找到。

[0185] 为了获得初级密封膜5在由截断边缘73和74形成的窗口的水平处的连续性,在支撑腿6与截断矩形板71和72之间产生连接件的密封组件。更确切地说,两个半环形连接板79和80围绕支撑腿6焊接到初级密封板11,以这种方式使初级密封板11径向地延伸超过四个截断初级绝缘面板51的截断边缘57。两个连接板79和80放置在初级密封板11的锪平面86和四个截断初级绝缘面板51的锪平面87中以防止形成过大的厚度。此处,连接板79和80的内边缘限定圆形轮廓,而连接板79和80的外边缘限定对应于锪平面87的边缘的正方形轮廓,如可以在图9中看出。

[0186] 截断矩形板71与两个连接板79和80重叠,并且截断边缘73以密封方式焊接到两个连接板79和80。类似地,截断边缘74以密封方式焊接到连接板80。应当注意,两个连接板79和80之间的接头88与焊接接头83不对准。

[0187] 此处,采用了两个连接板79和80,但可以采用更少或更多的连接板以产生相同的连接。

[0188] 由于支撑腿6的直径大于波距,因此两个横向波纹75在围绕支撑腿6的窗口的水平处通过截断边缘73而被中断。中断的横向波纹75的端部在窗口的水平处以密封方式用端件77封闭。类似地,两个纵向波纹76在围绕支撑腿6的窗口的水平处通过截断边缘73和截断边缘74而被中断。已经被中断的纵向波纹76的端部在窗口的水平处以密封方式用端件78封闭。端件77和78包括焊接到两个连接板79和80的底板。关于产生端件的更多细节可以在文献WO 2011/157915中找到。

[0189] 在未描绘的变型中,长度是横向方向T上的波距的九倍的截断矩形板71由在纵向方向L上宽度相同但在横向方向T上比截断矩形板71短的多个截断矩形板替代。

[0190] 根据第一示例,截断矩形板71由长度分别是横向方向T上的波距的五倍和四倍的两个截断矩形板替代。在这种情况下,两个截断矩形板之间的焊接接头与纵向界面线C对齐,即,位于与焊缝82相同的平面部分中。

[0191] 根据第二示例,截断矩形板71由长度分别是横向方向T上的波距的三倍、两倍和四倍的三个截断矩形板替代。在这种情况下,三个截断矩形板之间的焊接接头位于截断边缘73的两个倾斜部分的水平处。

[0192] 在所有情况下,截断边缘73在各个并置的截断矩形板中被依次切割。

[0193] 参考图14至图18描述蒸汽收集管206穿过的密封且绝热的贮罐的顶壁的结构。与如上所述的将支撑腿作为导通元件的贮罐壁的那些元件类似或相同的元件具有与图1至图12相同但增加200的附图标记。

[0194] 蒸汽收集管206用于收集贮罐内部的蒸汽相,并且为此目的,穿过位于贮罐的顶部处、典型地位于顶壁中的壁区。根据已知的技术,蒸汽收集管206可以是还具有其他功能的气体圆顶结构的一部分。气体圆顶结构例如在公开WO2013093261中进行了描述。

[0195] 此处只需说明:气体圆顶结构包括在贮罐内部打开的蒸汽收集管206以及包围蒸汽收集管206并在初级绝热屏障204的内部打开的外部管400。如前所述,气体圆顶结构被布置在次级绝热屏障的中断区中。

[0196] 如图14所示,初级密封板211包围蒸汽收集管206,并且次级密封板209包围外部管400。如前所述,四个填充面板(未表示)围绕外部管400布置在次级绝热屏障中。此处,填充面板具有图7中描绘的形式。

[0197] 封闭片231覆盖填充面板并且围绕中断区突出到次级绝缘面板213的盖板216外。固定螺钉232将封闭片231固定到次级绝缘面板213的盖板216。每个封闭片231还具有围绕外部管400以密封方式焊接到次级密封板209的圆形内边缘。

[0198] 如图15所示,为了产生次级密封膜围绕外部管400的连续性,切割列板241和242在其边缘的重叠水平处以密封方式焊接到封闭片231,从而覆盖固定螺钉232的头部。每个密封带234横跨在切割列板242和次级密封板209上的两个封闭片231。

[0199] 在初级绝热屏障中,四个截断初级绝缘面板251包围初级密封板211。如图16和图18中所示,除了松弛狭槽255外,截断初级绝缘面板251包括向底板252开口的凹槽90以接收次级密封膜的凸起边缘243。

[0200] 长方形焊缝268穿过盖板254和绝缘泡沫层253以暴露底板252的内表面区。板条267固定到底板252的该内表面。

[0201] 图17示出了锚固板263在杆236的一侧上支承在两个相邻的截断初级绝缘面板251的板条267上(仅表示了两个截断初级绝缘面板251中的一者)并且在杆236的另一侧上支承在延伸超过次级密封板209的外部管400的边缘91上。因此,未使用垫片66。否则,与截断初级绝缘面板51相比,截断初级绝缘面板251的固定未改变。

[0202] 如图18所示,初级密封膜的布置未改变。特别地,第一截断矩形面板271具有截断边缘273,并且第二截断矩形面板272具有截断边缘274。截断边缘273和274共同限定围绕初级密封板211的窗口,该窗口的轮廓是大致八边形的。

[0203] 参考图13,甲烷运输船1070的剖视图示出了安装在船的双层船体1072中的棱柱总体形状的密封且绝热的贮罐1000。贮罐的壁包括旨在与贮罐中容纳的液化气接触的至少一个密封膜和布置在密封膜与双层船体1072之间的至少一个绝热屏障。

[0204] 以本身已知的方式,设置在船的上甲板上的装载/卸载管路1073借助于适当的连接器连接到海事或港口码头,以往返运输密封且绝热的贮罐1000运输货物液化气。

[0205] 图13表示了海事码头的示例,海事码头包括装卸站1075、水下管路1076和陆地装置1077。装卸站1075是固定近海装置,其具有移动臂1074和支撑移动臂1074的塔架1078。移动臂1074承载可以连接到装载/卸载管路1073的一束绝缘柔性管路1079。可定向的移动臂1074适合于所有甲烷运输船装载压力表。未表示的连接管路在塔架1078内部延伸。装卸站1075使船1070能够从陆地装置1077装载和向其卸载。陆地装置包括液化气储存贮罐1080和连接管路1081,所述连接管路通过水下管路1076连接到装卸站1075。水下管路1076使得能够在较大距离上(例如5km)在装卸站1075与陆地装置1077之间运输液化气,这使得船1070能够在装载和卸载操作期间保持在距海岸的较大距离处。

[0206] 船1070上的泵和/或装备有陆地装置1077的泵和/或装备有装卸站1075的泵用于生成运输液化气所需的压力。

[0207] 尽管已经结合多个特定实施方式描述了本发明,但显而易见的是,本发明绝不限于这些实施方式,并且如果所描述的装置落在本发明的范围内,则本发明包括所描述的装置的所有技术等同物和它们的组合。

[0208] 使用动词“包括”、“包含”或其词形变化形式并不排除权利要求中陈述的元件或步骤之外的元件或步骤的存在。

[0209] 在权利要求中,括号内的任何参考符号不应被解释为权利要求的限制。

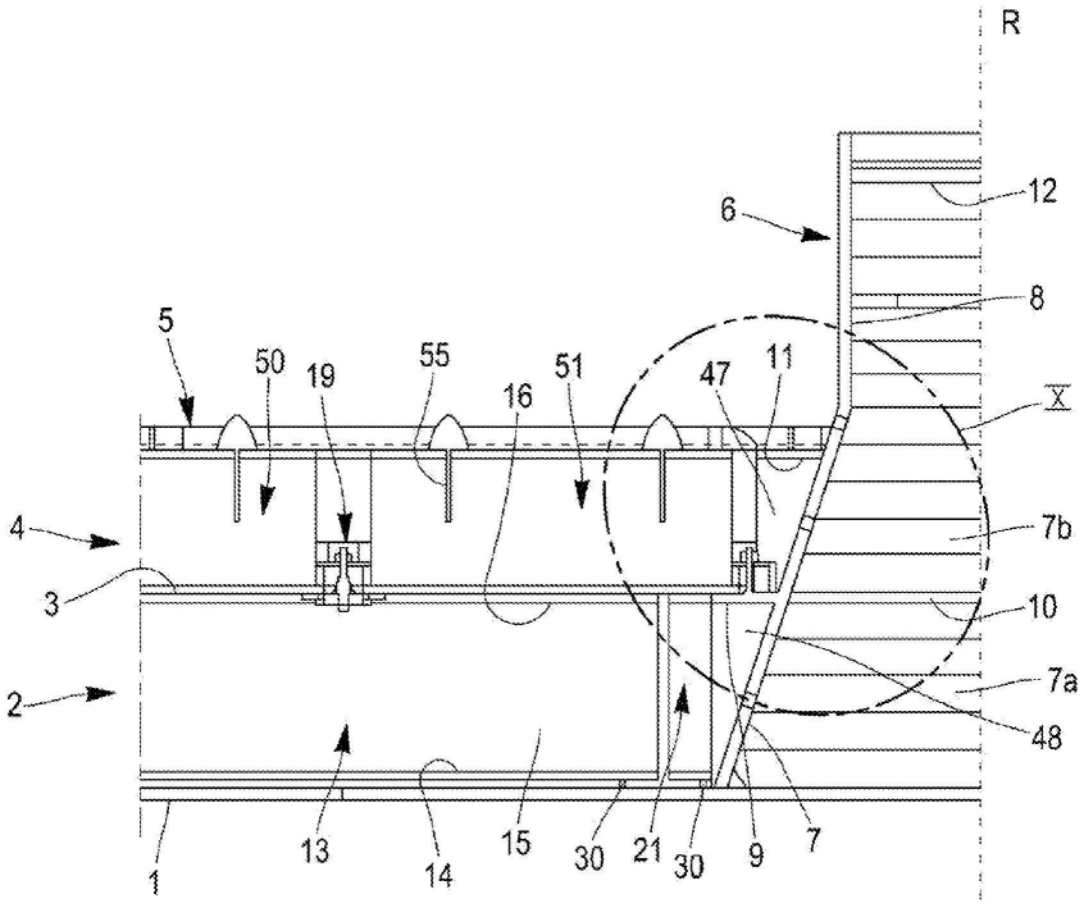


图1

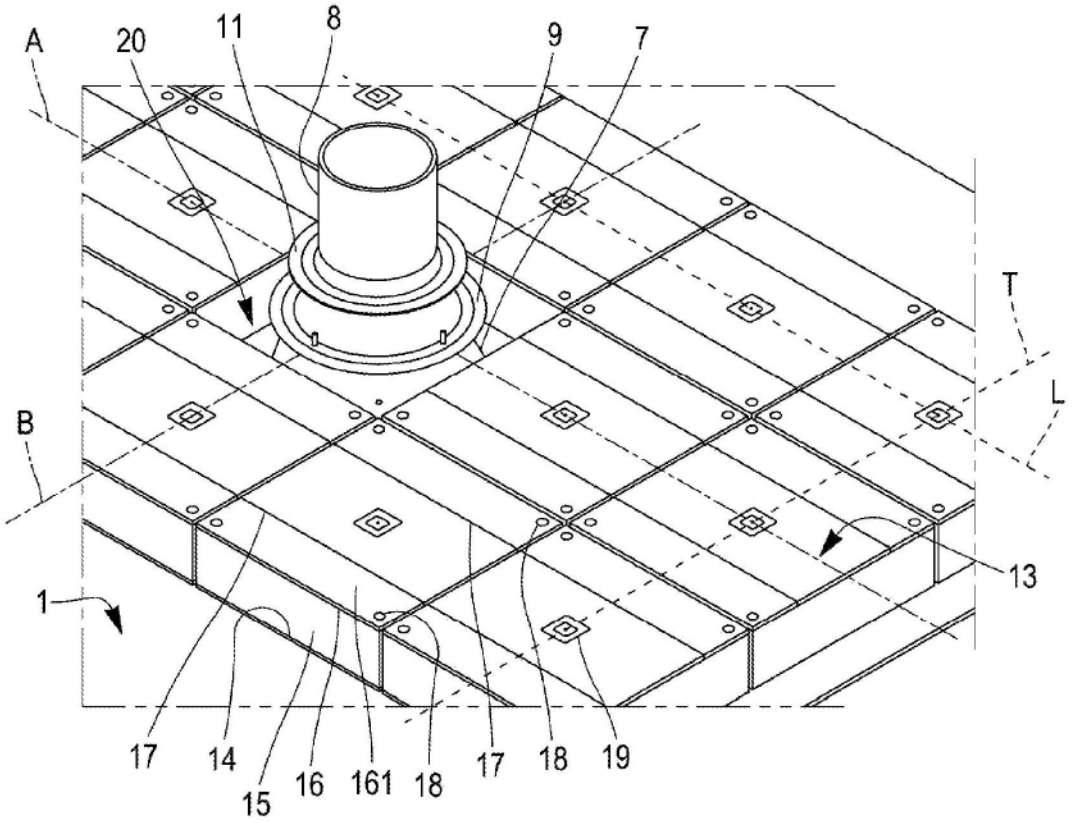

A
20
11
8
9
7
T
L
B
13
1
17
14
15
16
161
18
17
18
19

图2

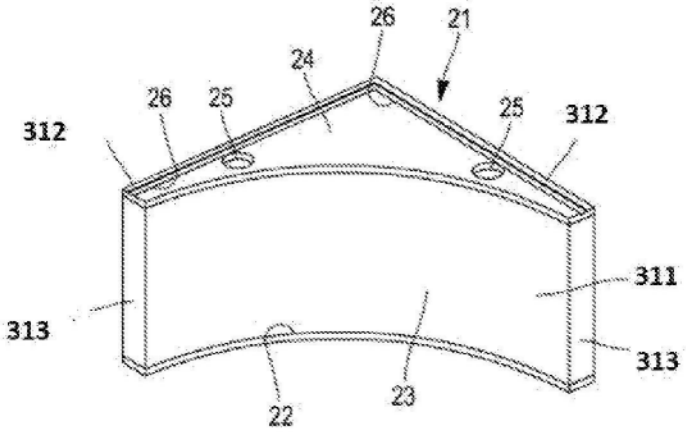

26
21
24
26
25
25
312
312
311
313
313
22
23

图3

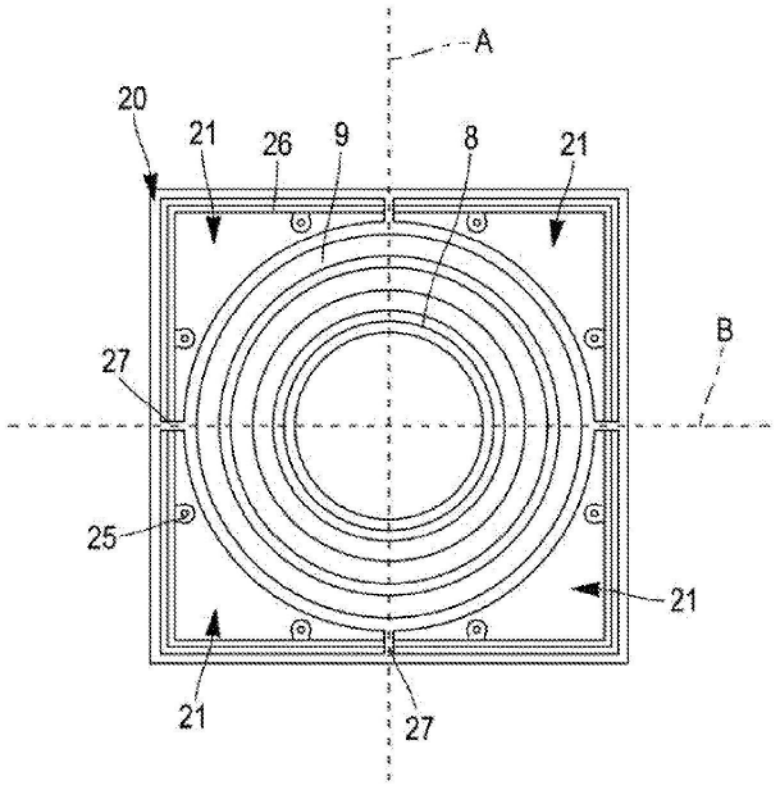

A
20
21
26
9
8
21
B
27
25
21
21
27

图4

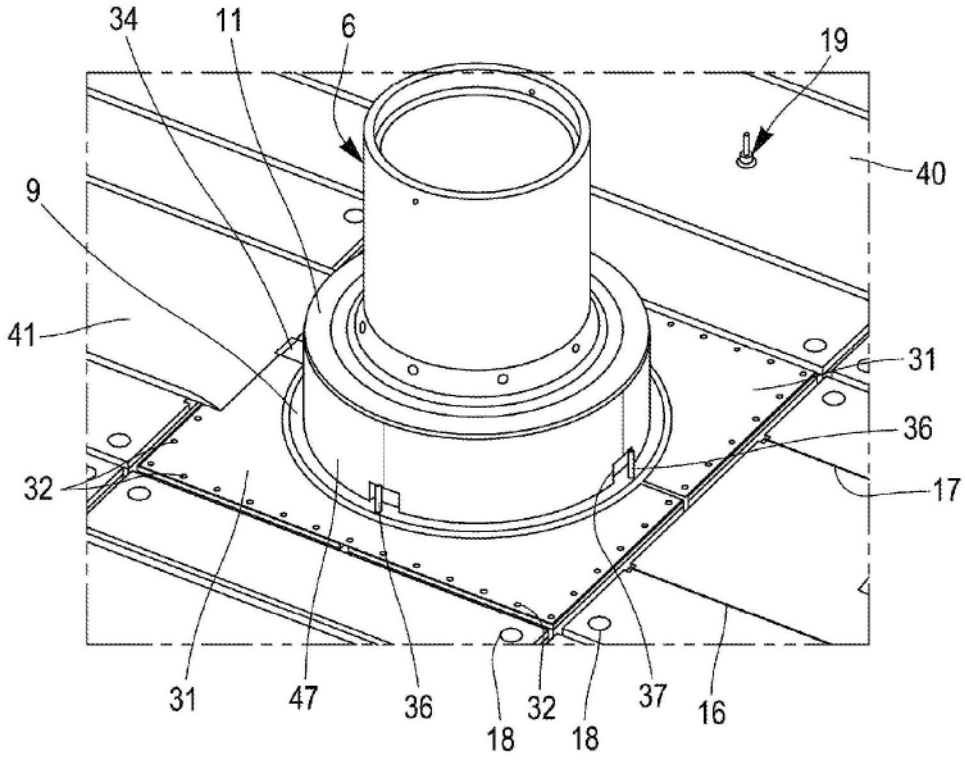

34
11
6
19
40
9
41
31
36
32
17
31
47
36
18
32
18
37
16

图5

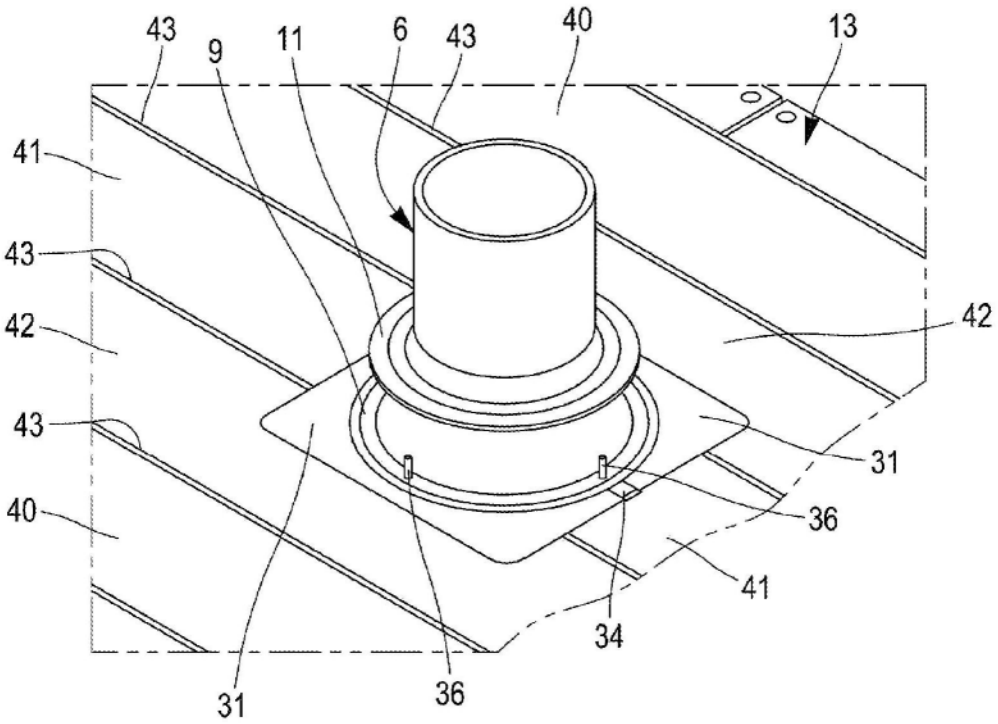

43
9
11
6
43
40
13
41
43
42
43
40
42
31
36
41
34
31
36

图6

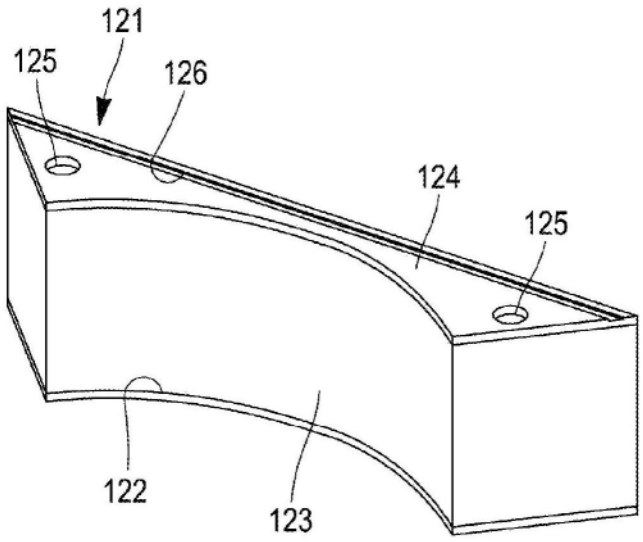

121
125
126
124
125
122
123

图7

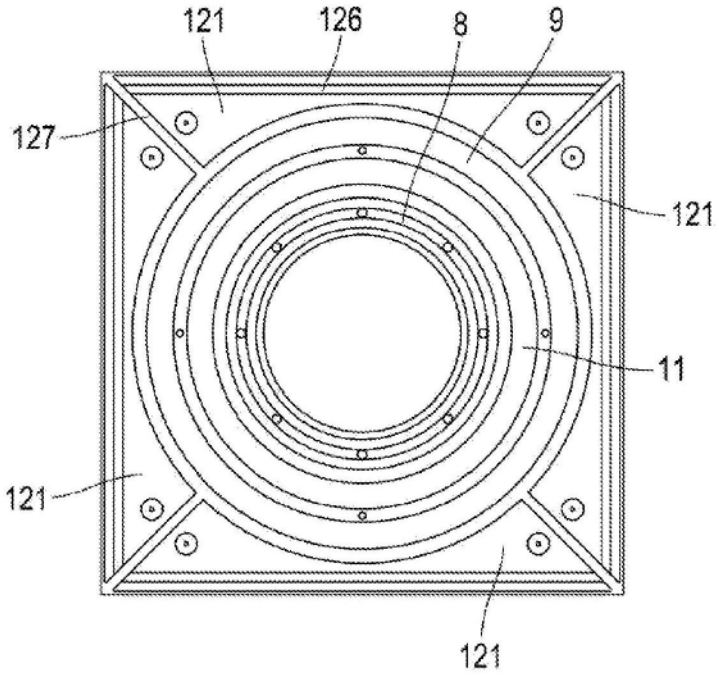

121
126
8
9
127
121
11
121
121

图8

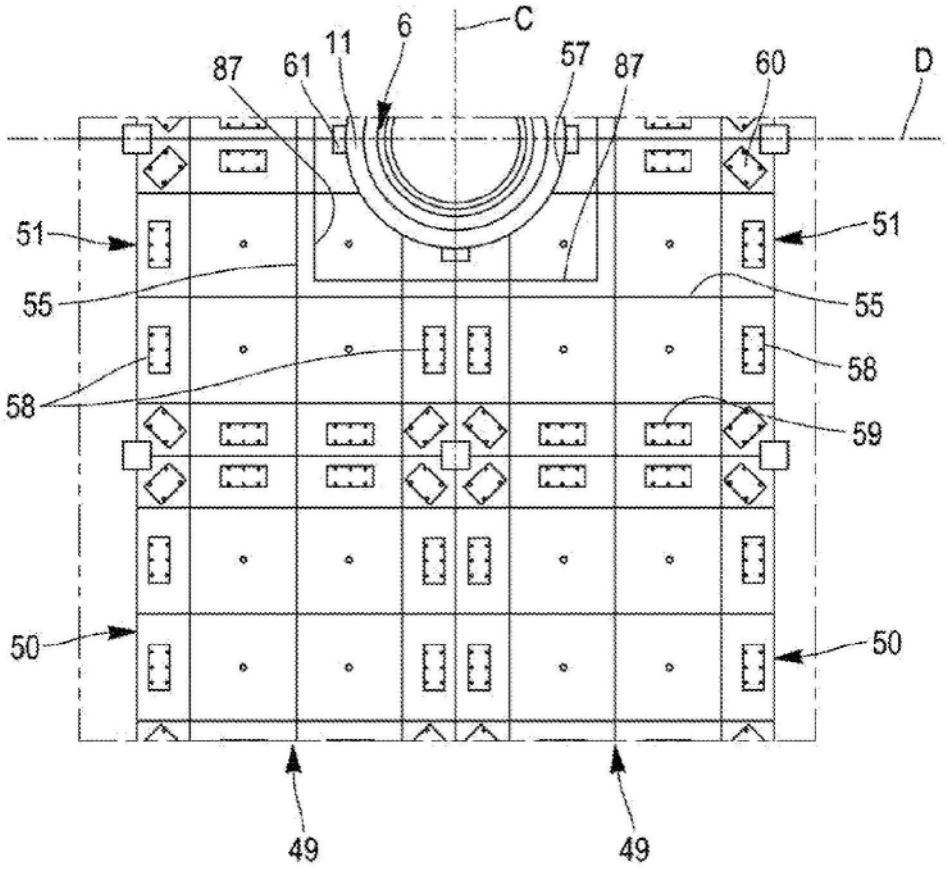

C
6
11
87
61
57
87
60
D
51
51
55
55
58
58
59
50
50
49
49

图9

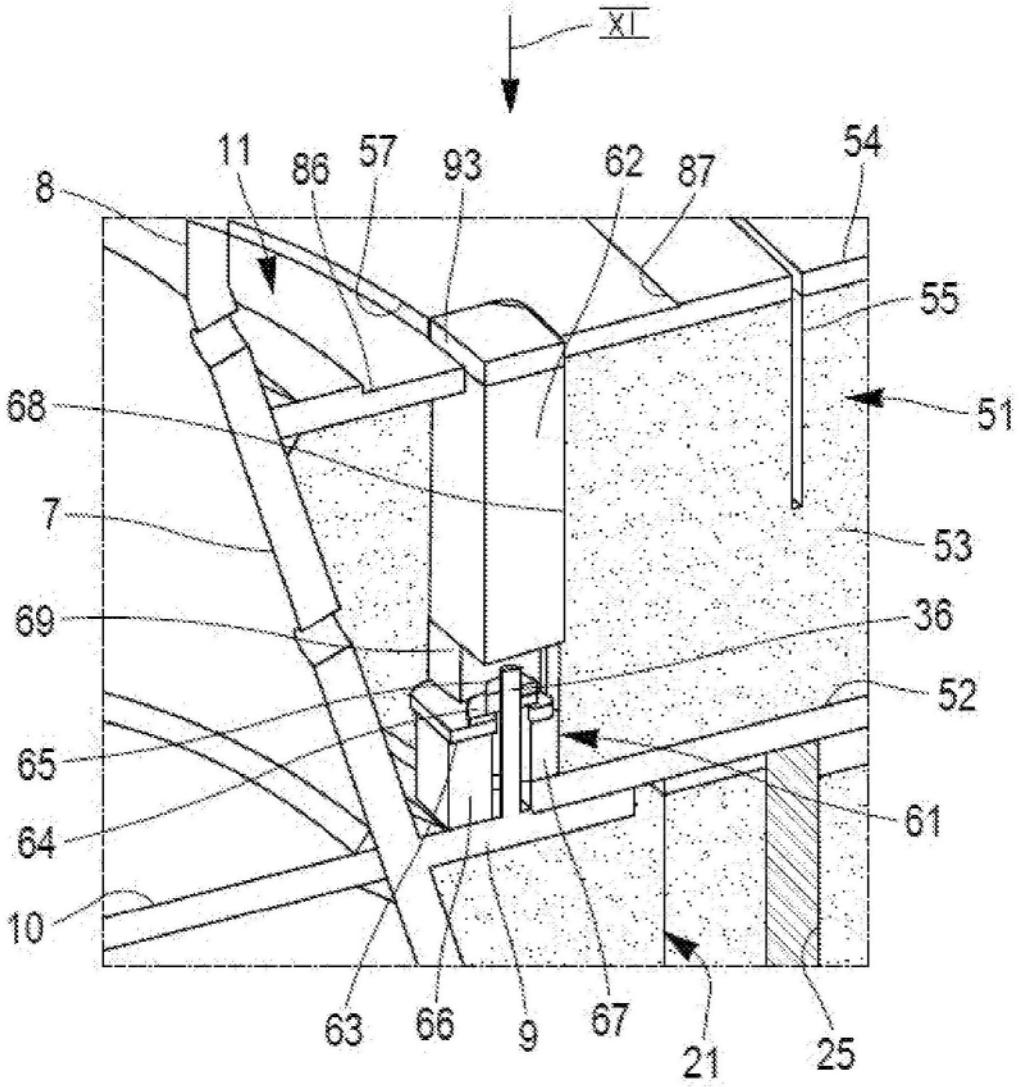

XI
11
86
57
93
62
87
54
8
55
68
51
7
53
69
36
52
65
61
64
10
63
66
9
67
21
25

图10

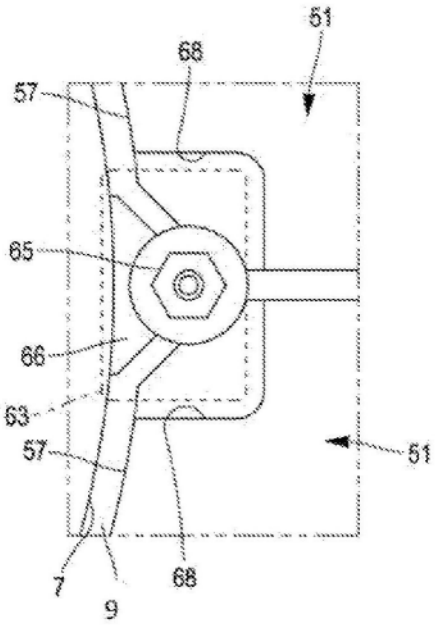

51
68
57
65
66
63
57
51
7
9
68

图11

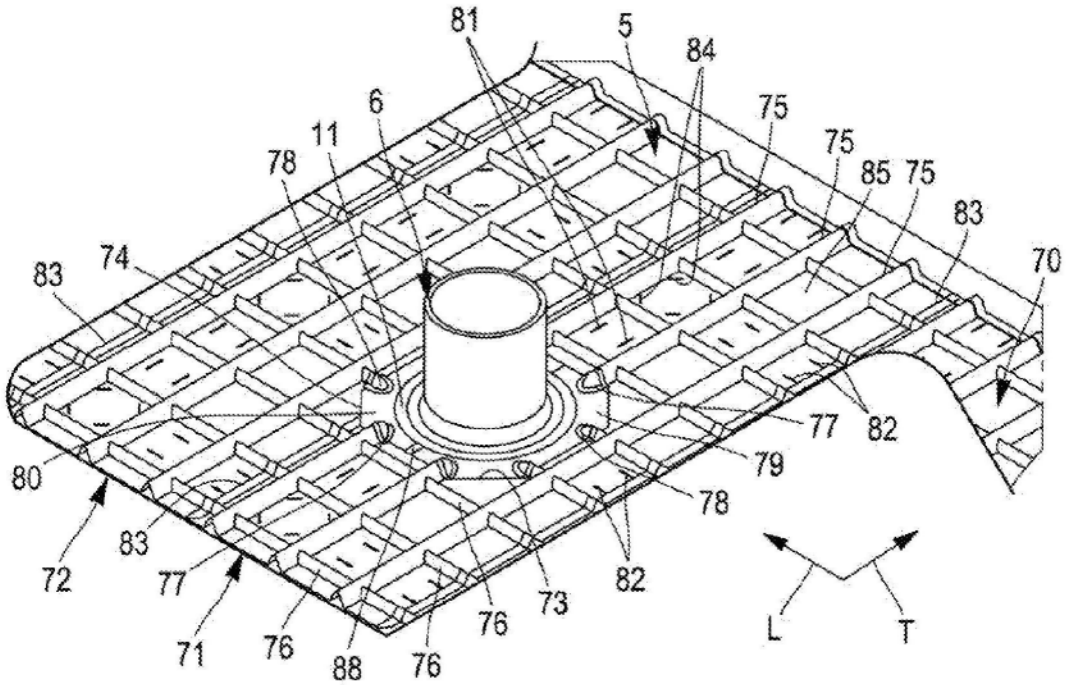

81
5
84
6
11
78
75
75
85
75
83
74
83
70
77
82
79
80
78
83
72
77
71
76
88
76
76
73
82
L
T

图12

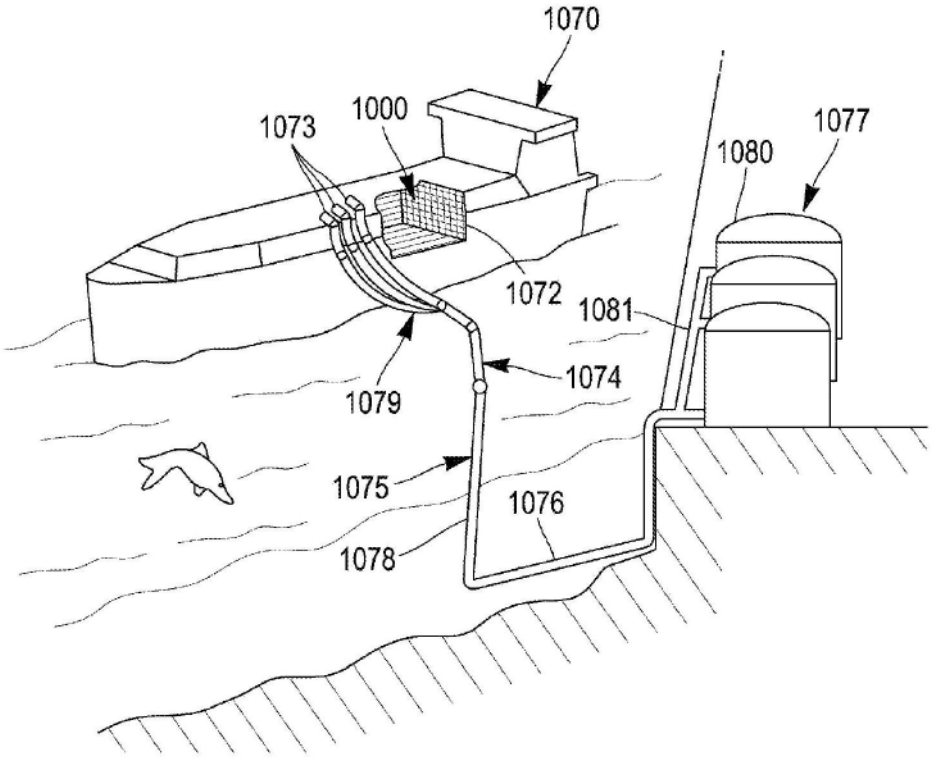

1070
1000
1073
1077
1080
1072
1081
1074
1079
1075
1076
1078

图13

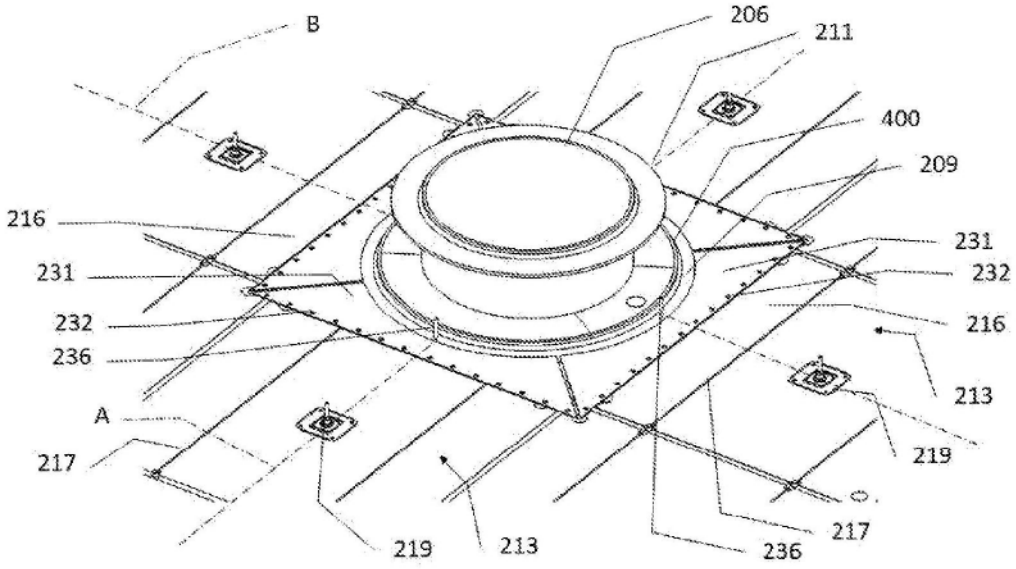

B
206
211
400
209
216
231
231
232
232
216
236
213
A
219
217
217
219
213
236

图14

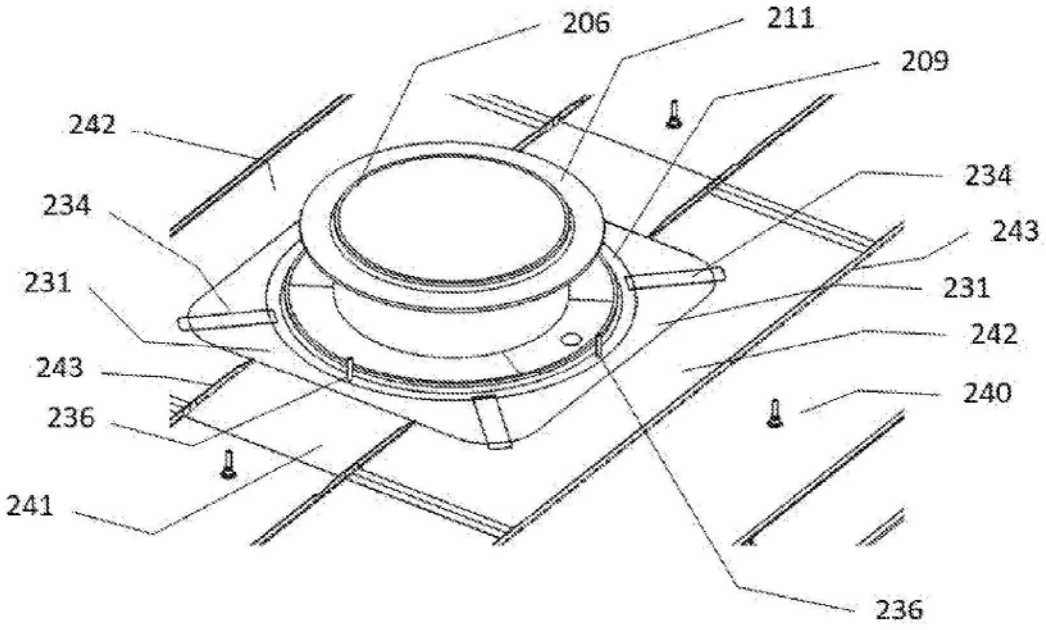

206
211
209
242
234
234
243
231
231
243
242
236
240
241
236

图15

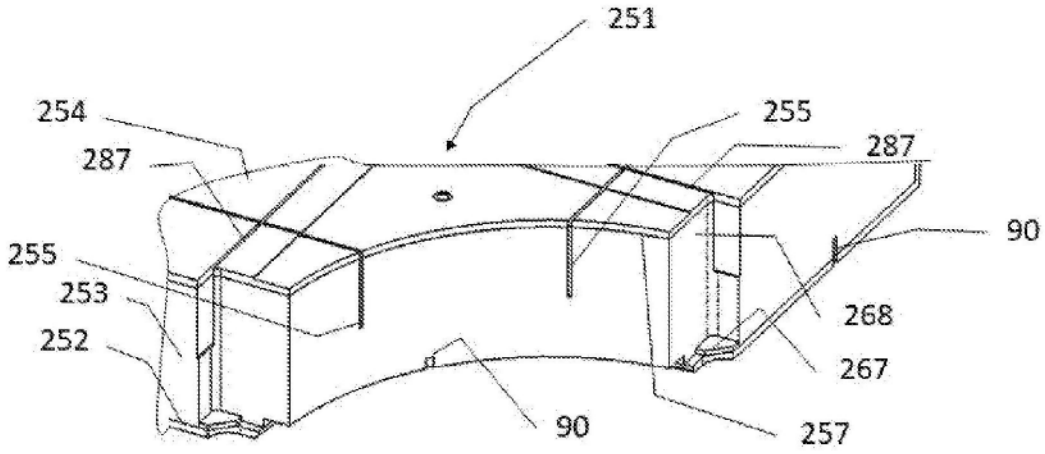

251
254
255
287
287
90
255
253
252
268
267
90
257

图16

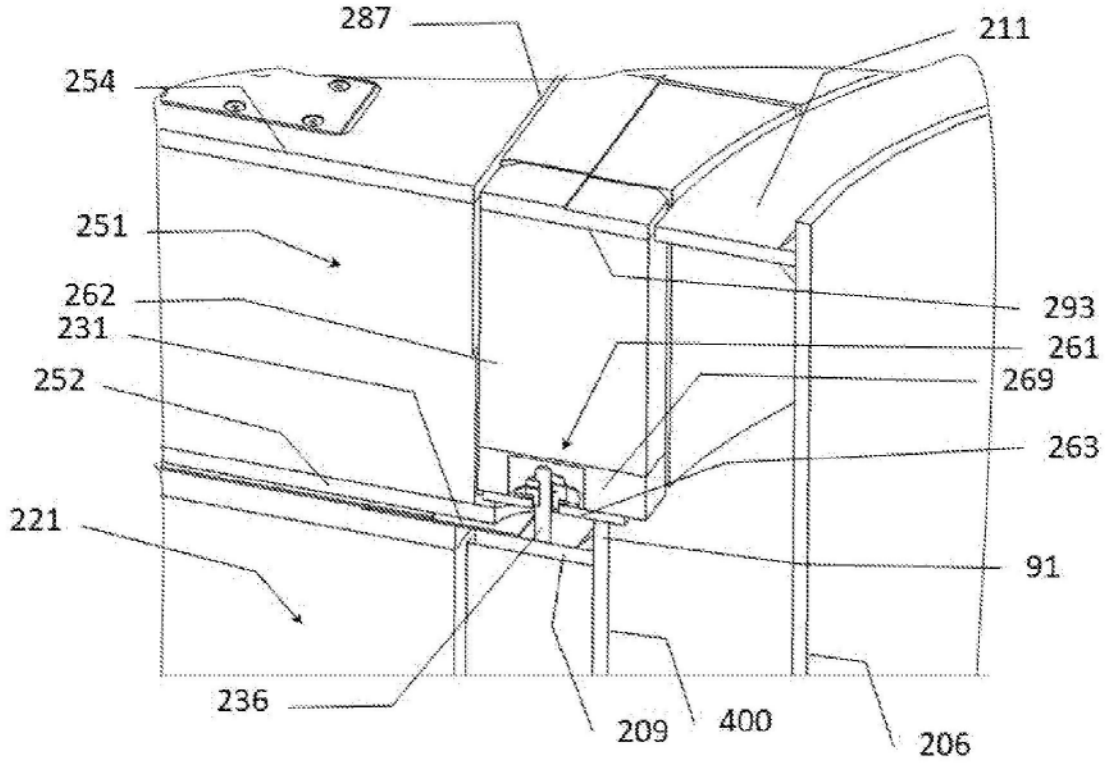

287
211
254
251
262
231
252
293
261
269
263
221
91
236
209
400
206

图17

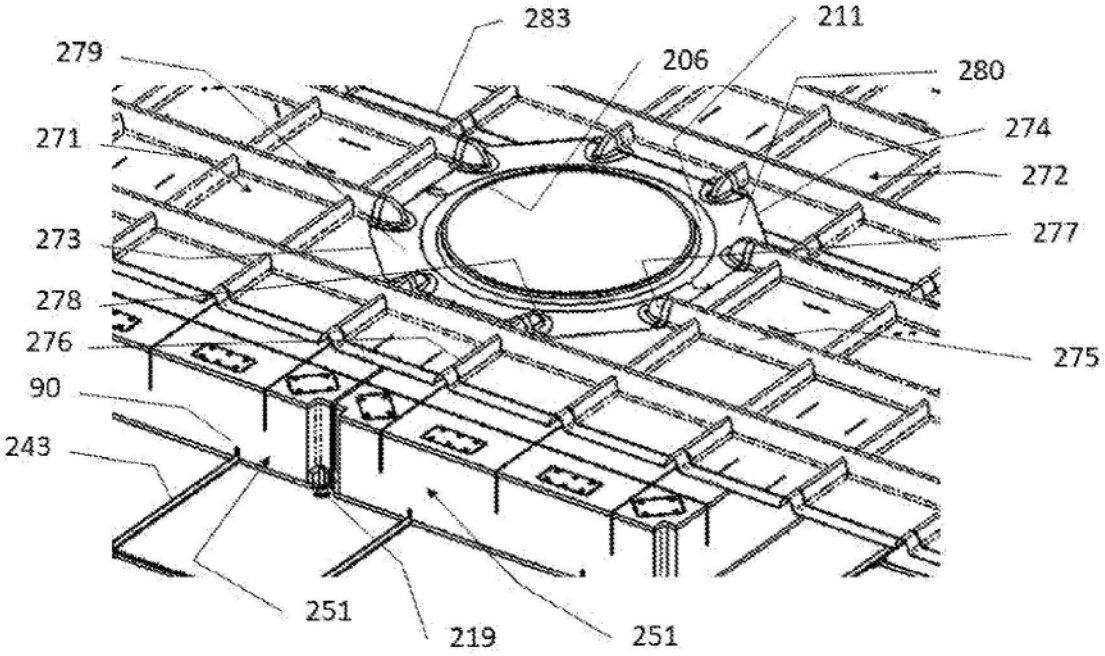

283
211
279
206
280
271
274
272
273
277
278
276
275
90
243
251
219
251

图18