(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118103574 A
(43)申请公布日 2024.05.28

(21)申请号 202280068888.5
(22)申请日 2022.08.19
(30)优先权数据
102021121595.1 2021.08.19 DE
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.04.11
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2022/073258 2022.08.19
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/021210 DE 2023.02.23
(71)申请人 SG泡沫玻璃有限责任联合公司
地址 德国米特泰希
(72)发明人 沃尔特·弗兰克
(74)专利代理机构 北京柏杉松知识产权代理事务所(普通合伙) 11413
专利代理师 王贺达 谢攀
(51)Int.Cl.
E04C 1/40(2006.01)
E04C 2/04(2006.01)

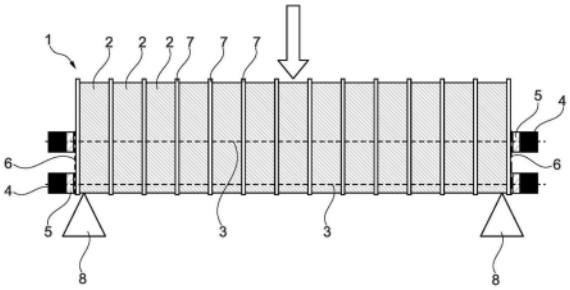
权利要求书4页 说明书22页 附图44页

(54)发明名称

复合泡沫玻璃元件及其应用

(57)摘要

本发明涉及一种复合泡沫玻璃元件,特别涉及一种复合泡沫玻璃面板元件,其具有至少一个、优选多个泡沫玻璃主体(2;12;22;32;42、42a、42b、42c、42d;52、52a、52b、52c;62、62a、62b、62c、62d;72;82;92;102;112;122;132;142;152;162;172;192;212;222;242;252;282、282a;292、292a;302、302a)和至少一个加固元件(3、4、5、6、9;19;23、24、25;33、34、35、36;43、44、46、50;54、56、60;66、69、70;73、74、75、76、77、78、79;83、85、86、87、88;93、94、95、96;103、106、109;113;123;133;143、145、146、148、149;153、154、155、156、157;163、164、165、166、168、169;173、174、175、176、177、178、179、180;193、194、195、196、197;203、204、205、206、207;213、214、215、216;223、224、225、226;246、249;253),所述至少一个加固元件被布置成使得压缩应力通过至少一个加固元件至少沿一个方向作用在一个或更多个泡沫玻璃主体上和/或两个或更多个泡沫玻璃主体通过至少一个加固元件彼此连接,并且还涉及由所述复合泡沫玻璃元件制成的构造物以及生产该构造物的方法及其应用。



CN 118103574 A

1.一种复合泡沫玻璃元件,其具有至少一个、优选多个泡沫玻璃主体(2;12;22;32;42、42a、42b、42c、42d;52、52a、52b、52c;62、62a、62b、62c、62d;72;82;92;102;112;122;132;142;152;162;172;192;212;222;242;252;282、282a;292、292a;302、302a)和至少一个加固元件(3、4、5、6、9;19;23、24、25;33、34、35、36;43、44、46、50;54、56、60;66、69、70;73、74、75、76、77、78、79;83、85、86、87、88;93、94、95、96;103、106、109;113;123;133;143、145、146、148、149;153、154、155、156、157;163、164、165、166、168、169;173、174、175、176、177、178、179、180;193、194、195、196、197;203、204、205、206、207;213、214、215、216;223、224、225、226;246、249;253),所述至少一个加固元件被布置成使得压缩应力通过所述至少一个加固元件至少沿一个方向作用在一个或更多个泡沫玻璃主体上和/或两个或更多个泡沫玻璃主体通过所述至少一个加固元件彼此连接。

2.根据权利要求1所述的复合泡沫玻璃元件,

其特征在于,

所述泡沫玻璃主体(2;12;22;32;42、42a、42b、42c、42d;52、52a、52b、52c;62、62a、62b、62c、62d;72;82;92;102;112;122;132;142;152;162;172;192;212;222;242;252;282、282a;292、292a;302、302a)是由泡沫玻璃制成的单件主体,所述泡沫玻璃由具有埋入的多个孔隙的玻璃均匀形成,其中所述孔隙是开放的或闭合的。

3.根据前述权利要求中任一项所述的复合泡沫玻璃元件,

其特征在于,

所述复合泡沫玻璃元件的多个、特别是所有泡沫玻璃主体具有相同的设计,或者所述复合泡沫玻璃元件包括多个不同的泡沫玻璃主体,所述多个不同的泡沫玻璃主体尤其在其形状和/或尺寸和/或其密度和/或孔隙率和/或其化学成分上不同。

4.根据前述权利要求中任一项所述的复合泡沫玻璃元件,

其特征在于,

所述泡沫玻璃主体(2;12;22;32;42、42a、42b、42c、42d;52、52a、52b、52c;62、62a、62b、62c、62d;72;82;92;102;112;122;132;142;152;162;172;192;212;222;242;252;282、282a;292、292a;302、302a)是具有至少一个平坦表面和/或彼此平行对齐的至少两个表面和/或彼此互补的接触表面的主体,其中,特别是在复合泡沫玻璃元件具有多个、特别是多个不同的泡沫玻璃主体的情况下,一个泡沫玻璃主体的接触表面适配另一个泡沫玻璃主体的接触表面。

5.根据前述权利要求中任一项所述的复合泡沫玻璃元件,

其特征在于,

所述泡沫玻璃主体(2;12;22;32;42、42a、42b、42c、42d;52、52a、52b、52c;62、62a、62b、62c、62d;72;82;92;102;112;122;132;142;152;162;172;192;212;222;242;252;282、282a;292、292a;302、302a)由从包括长方体、长方体形状的主体、类长方体主体、立方体、棱柱体、棱锥体、平行六面体、四面体、多面体、圆柱体、空心圆柱体,旋转主体、圆形主体、盘状主体和环形主体的组中选择的至少一个元件形成。

6.根据前述权利要求中任一项所述的复合泡沫玻璃元件,

其特征在于,

所述加固元件(3、4、5、6、9;19;23、24、25;33、34、35、36;43、44、46、50;54、56、60;66、

69、70;73、74、75、76、77、78、79;83、85、86、87、88;93、94、95、96;103、106、109;113;123;133;143、145、146、148、149;153、154、155、156、157;163、164、165、166、168、169;173、174、175、176、177、178、179、180;193、194、195、196、197;203、204、205、206、207;213、214、215、216;223、224、225、226;246、249;253)包括从包括带、绳、绞线、纤维、线、条、带子、棒、管、圆柱、桁、T形梁、双T形梁、杆、型材杆、螺纹杆、板、具有至少部分弯曲的边缘的板、U形型材、框架元件、二维或三维框架元件、特别是矩形或长方体形状的框架元件、轭、二维或三维桁架、螺栓、张紧元件、弹簧、夹持元件、可塑性形变的保持元件等的组中选择的至少一个元件。

7.根据前述权利要求中任一项所述的复合泡沫玻璃元件,

其特征在于,

所述加固元件由多个部件构成和/或所述加固元件(3、4、5、6、9;19;23、24、25;33、34、35、36;43、44、46、50;54、56、60;66、69、70;73、74、75、76、77、78、79;83、85、86、87、88;93、94、95、96;103、106、109;113;123;133;143、145、146、148、149;153、154、155、156、157;163、164、165、166、168、169;173、174、175、176、177、178、179、180;193、194、195、196、197;203、204、205、206、207;213、214、215、216;223、224、225、226;246、249;253)由来自包括金属、塑料、玻璃、陶瓷、塑料、天然材料及其组合的组中的材料形成或包括来自包括金属、塑料、玻璃、陶瓷、塑料、天然材料及其组合的组中的材料。

8.根据前述权利要求中任一项所述的复合泡沫玻璃元件,

其特征在于,

至少一个加固元件、优选多个加固元件是弹性形变的并且处于拉伸应力下。

9.根据前述权利要求中任一项所述的复合泡沫玻璃元件,

其特征在于,

所述至少一个加固元件至少部分地延伸穿过所述至少一个泡沫玻璃主体和/或沿所述至少一个泡沫玻璃主体的表面延伸和/或在所述至少一个泡沫玻璃主体的凹口中延伸。

10.根据前述权利要求中任一项所述的复合泡沫玻璃元件,

其特征在于,

所述复合泡沫玻璃元件具有至少两个呈板或带或框架形式的加固元件,多个泡沫玻璃主体和至少一个、优选多个呈绳、条、带等形式的加固元件布置在所述至少两个呈板或带或框架形式的加固元件之间,以便将板或带或板压靠泡沫玻璃主体并将泡沫玻璃主体相互压靠。

11.根据前述权利要求中任一项所述的复合泡沫玻璃元件,

其特征在于,

所述至少一个加固元件以完全环形的方式环绕所述至少一个泡沫玻璃主体。

12.根据前述权利要求中任一项所述的复合泡沫玻璃元件,

其特征在于,

所述泡沫玻璃主体(2;12;22;32;42、42a、42b、42c、42d;52、52a、52b、52c;62、62a、62b、62c、62d;72;82;92;102;112;122;132;142;152;162;172;192;212;222;242;252;282、282a;292、292a;302、302a)以特别是已知类型的砌合类型、优选以来自包括简单堆叠、承载砌合、顺砖砌合、丁砖砌合、英式砌合、交叉砌合等的组中的一个类型布置成砌砖结构,而没有任何粘结剂放置在泡沫玻璃主体之间。

13.根据前述权利要求中任一项所述的复合泡沫玻璃元件，

其特征在于，

所述泡沫玻璃主体(2;12;22;32;42、42a、42b、42c、42d;52、52a、52b、52c;62、62a、62b、62c、62d;72;82;92;102;112;122;132;142;152;162;172;192;212;222;242;252;282、282a;292、292a;302、302a)彼此之间至少部分不具有粘性连接。

14.根据前述权利要求中任一项所述的复合泡沫玻璃元件，

其特征在于，

所述复合泡沫玻璃元件由泡沫玻璃主体布置成行的泡沫玻璃主体的单层或多层堆叠形成，所述泡沫玻璃主体在行与行之间一个在另一个之上地布置和/或相对彼此交错地布置。

15.根据前述权利要求中任一项所述的复合泡沫玻璃元件，

其特征在于，

所述泡沫玻璃主体(2;12;22;32;42、42a、42b、42c、42d;52、52a、52b、52c;62、62a、62b、62c、62d;72;82;92;102;112;122;132;142;152;162;172;192;212;222;242;252;282、282a;292、292a;302、302a)至少部分地直接相互抵靠或者在相邻的泡沫玻璃主体之间至少部分地布置有分离元件，特别是呈片或箔的形式的分离元件，优选呈可形变的片或箔的形式的分离元件，所述分离元件优选由纸、纸板、橡胶或塑料、聚异丁烯、纺织品、机织织物、钩织织物、针织织物、编织织物、缝制织物、非织造布和毡制成。

16.根据前述权利要求中任一项所述的复合泡沫玻璃元件，

其特征在于，

所述复合泡沫玻璃元件和特别是所述泡沫玻璃主体在表面上被涂覆和/或所述复合泡沫玻璃元件具有盖(158)，特别是所述复合泡沫玻璃元件在其主表面中的至少一个上具有盖。

17.根据前述权利要求中任一项所述的复合泡沫玻璃元件，

其特征在于，

所述复合泡沫玻璃元件或所述泡沫玻璃主体具有结构化表面，其中所述结构化表面包括从包括凸形凸起(48)、凹形凸起(47)、盲孔、台阶、底切、锯齿形台阶等的组中选择的至少一个元件。

18.根据前述权利要求中任一项所述的复合泡沫玻璃元件，

其特征在于，

从包括壁元件、天花板元件、地板元件、浮动体、包层元件、隧道衬砌元件、隔音元件等的组中选择所述复合泡沫玻璃元件。

19.一种包括至少一个、优选多个根据前述权利要求中任一项所述的复合泡沫玻璃元件的构造物。

20.根据权利要求19所述的构造物，

其特征在于，

所述构造物包括至少一个连接元件，至少两个复合泡沫玻璃元件连接到所述至少一个连接元件。

21.根据权利要求20所述的构造物，

其特征在于，

所述连接元件包括从包括带、绳、线、条、杆、型材杆、螺纹杆、板、具有至少部分弯曲的边缘的板、U形型材、框架元件、二维或三维框架元件，特别是矩形或长方体形状的框架元件、轭、二维和三维桁架、螺栓、张紧元件、夹持元件、可塑性形变的保持元件等的组中选择的至少一个元件。

22.根据权利要求20或21所述的构造物，

其特征在于，

所述连接元件由多个部件构成。

23.根据权利要求20至22中任一项所述的构造物，

其特征在于，

至少一个连接元件、优选多个连接元件是弹性形变的并且处于拉伸应力下。

24.根据权利要求19至23中任一项所述的构造物，

其特征在于，

从包括壁、隔音屏(45、55、65)、建筑物(260)、包层和隧道衬砌(229)的组中选择所述构造物。

25.一种用于生产构造物、优选根据权利要求19至24中任一项所述的构造物的方法，其中使用根据权利要求1至18中任一项所述的复合泡沫玻璃元件。

复合泡沫玻璃元件及其应用

背景技术

技术领域

[0001] 本发明涉及一种复合泡沫玻璃元件、特别是一种具有至少一个、优选多个泡沫玻璃主体或泡沫玻璃面板的复合泡沫玻璃面板元件以及由其生产的构造物和生产该构造物的方法及其应用。

[0002] 现有技术

[0003] 已知泡沫玻璃面板在现有技术中主要用作隔热材料。由于泡沫玻璃的结构由玻璃基体包围的多个孔隙组成,因此泡沫玻璃具有优异的性能,特别是隔热性能。泡沫玻璃相对于其重量具有较高的抗压强度,是耐化学的,可以被配置为当孔隙闭合时防水或气密,不易燃且防虫,具有低导热性且非常耐用。同时,泡沫玻璃面板也可以100%由回收玻璃以生态、可持续、经济的方式生产。3m x 1.5m的面板尺寸已经可以工业规模生产。

[0004] 然而,泡沫玻璃的拉伸强度相对较低。此外,泡沫玻璃相对较脆。因此,应用或使用领域受到限制。

[0005] 此外,能够实现单个泡沫玻璃主体的限定布置的泡沫玻璃面板(即具有限定形状和尺寸的泡沫玻璃主体)的生产是非常复杂的,因为必须进行非常缓慢的冷却,以避免在冷却过程中出现残余应力裂纹。因此,泡沫玻璃也经常被用作具有多个不限定形状的泡沫玻璃块,其由于适当的原因更容易生产并且还可以用作隔热材料。

[0006] 尽管泡沫玻璃面板在隔热性能、不燃性、抗压强度和低比重方面具有优异的性能,但由于其生产工艺复杂和低断裂韧性的脆性特性,其使用仍然受到限制。

发明内容

[0007] 发明目的

[0008] 因此,本发明的目的是在不损害现有的有利性能的情况下改进或拓宽泡沫玻璃或泡沫玻璃面板的可能应用。尤其是,要克服或至少减少(特别是在具有弯曲应力的应用中)关于低拉伸强度的不利特性。

[0009] 技术方案

[0010] 该目的通过具有权利要求1的特征的复合泡沫玻璃元件以及具有权利要求19的特征的构造物和具有权利要求25的特征的方法来实现。有利的实施例是从属权利要求的主题。

[0011] 根据本发明,提出了一种复合泡沫玻璃元件、特别是一种复合泡沫玻璃面板元件,其具有至少一个、优选多个泡沫玻璃主体和至少一个加固元件,其中至少一个加固元件被布置成使得至少一个加固元件至少沿一个方向向一个或更多个泡沫玻璃主体施加压缩应力。压缩应力的施加抵消了可能导致泡沫玻璃主体失效的拉伸应力,并且在复合泡沫玻璃元件中通过加固元件相互压靠的多个泡沫玻璃主体的情况下,在泡沫玻璃主体的界面处建立了相应的高摩擦力,使得复合泡沫玻璃元件具有较高的整体强度和刚度。因此,复合泡沫

玻璃元件可以在拉伸载荷下使用,特别是在弯曲载荷下使用。与简单的泡沫玻璃面板相比,由于复合泡沫玻璃元件的改进的机械性能,因此复合泡沫玻璃元件可以取代传统建筑材料(例如,混凝土或木材)。鉴于水泥生产具有较高的能量需求,并释放出大量的CO_2(全球CO_2排放量的约10%是在水泥生产过程中生成的),与传统的建筑材料相比,根据本发明的复合泡沫玻璃元件在能量消耗和CO_2排放方面是非常有利的,因为在生产过程中,玻璃材料没有完全熔化,而是在存在添加剂的情况下仅加热至大约800℃。泡沫玻璃也是一种极佳的绝缘材料,此外其不易燃,并且可以通过包层来防止风化。此外,它与传统建筑材料相比明显更轻,因此可以以更少的能量输入进行运输和安装。最后,延伸穿过形成复合泡沫玻璃元件的泡沫玻璃主体的加固元件/拉伸元件在发生火灾时会更好地防止热材料疲劳。

[0012] 因此,本发明为众多应用提供了一种前瞻性的建筑材料,因为根据本发明的复合泡沫玻璃元件将泡沫玻璃的低能耗、低CO_2生成、隔热、耐火和可重复使用与构造建筑物所需的机械稳定性(压缩、拉伸和弯曲强度)相结合。

[0013] 根据本发明的复合泡沫玻璃元件中容纳的泡沫玻璃主体可以理解为整体由泡沫玻璃形成和/或具有均匀结构的主体,其中埋入的多个孔隙被玻璃基体包围。这些孔隙可以是开放的或闭合的,其中,例如,当孔隙闭合时,流体(例如,水)不能从外部渗透到孔隙中。

[0014] 复合泡沫玻璃元件的泡沫玻璃主体可以被配置为具有泡沫玻璃主体的不同特性。例如,泡沫玻璃主体的密度可以变化,使得在复合泡沫玻璃元件的某些区域中使用较高密度的泡沫玻璃主体,而在其他区域中使用较低密度的泡沫玻璃主体。因此,泡沫玻璃主体的弹性模量也可以是不同的,并且适配预期用途。因此,在复合泡沫玻璃元件中也可以使用不同的泡沫玻璃主体,其在其他特性上不同,例如关于开放的孔隙或闭合的孔隙。因此,在复合泡沫玻璃元件中,可以仅使用相同的泡沫玻璃主体或使用具有不同特性的泡沫玻璃主体。

[0015] 复合泡沫玻璃元件的泡沫玻璃主体可以在形状和/或尺寸上均相同地配置,但是在形状和/或尺寸上彼此不同的不同的泡沫玻璃主体也可以容纳在复合泡沫玻璃元件中。

[0016] 泡沫玻璃主体可以具有限定的形状和尺寸,其允许相应的泡沫玻璃主体以限定的方式布置在复合泡沫玻璃元件中。特别是,尺寸可以被选择成使得可以形成复合泡沫玻璃元件,其适合于生产构造物或构造物的一部分、特别是建筑物或建筑物的一部分的设计和构造用途。尽管对于所使用的泡沫玻璃主体和由泡沫玻璃主体形成的复合泡沫玻璃元件而言,宽范围的尺寸都是可行的,但泡沫玻璃主体或复合泡沫玻璃元件的最小尺寸可以在1cm、5cm或10cm及以上的范围内,而泡沫玻璃主体或复合泡沫玻璃元件的最大尺寸可以在约10厘米、例如50cm、1m、2m、5m、10m或以上的范围内。泡沫玻璃主体或复合泡沫玻璃元件的最小尺寸或最小范围表示泡沫玻璃主体或复合泡沫玻璃元件的具有最小范围并且可以例如在厚度或宽度方向上存在的尺寸,而泡沫玻璃主体或复合泡沫玻璃元件的最大尺寸是泡沫玻璃主体或复合泡沫玻璃元件的具有最大范围并且可以因此限定纵向方向的尺寸。

[0017] 泡沫玻璃主体可以是任何形状的主体,但其具有限定的且预先确定的形状。特别地,根据本发明的复合泡沫玻璃元件的泡沫玻璃主体可以具有长方体、长方体形状的主体、类长方体主体、立方体、棱柱体、棱锥体、平行六面体、四面体、多面体、圆柱体、空心圆柱体、旋转主体、圆形主体、盘状主体和/或环形主体等。

[0018] 泡沫玻璃主体可以具有至少一个平坦表面和/或彼此平行对齐的至少两个表面

和/或任何三维形状的表面,其中,相邻的泡沫玻璃主体的彼此抵靠的表面(接触表面)被配置为彼此互补,使得它们以平坦的方式相互抵靠,以便因此能够形成堆叠,或者通常能够形成用于生产复合物泡沫玻璃元件的泡沫玻璃主体的复合物。因此,泡沫玻璃主体的相对的表面可以被配置成彼此互补,或者泡沫玻璃主体的接触表面可以适配另一个配置不同的泡沫玻璃主体的接触表面。相应地,其他泡沫玻璃主体然后可以布置在至少一个接触表面上。在两个或更多的接触表面或平坦表面或互补表面的情况下,泡沫玻璃主体可以一个在另一个之上地和/或一个接一个地或彼此相邻地布置成行和/或成列,以便形成不同形状的复合泡沫玻璃元件。优选地,泡沫玻璃主体的表面可以被配置为表示最大表面的接触表面,以便使接触泡沫玻璃主体的相互摩擦力最大化。

[0019] 在泡沫玻璃主体的配置为彼此互补的接触表面的情况下,泡沫玻璃主体可以在一侧上具有第一接触表面,在相对侧上具有配置为与第一接触表面互补的第二接触表面,使得多个这样的泡沫玻璃主体可以被布置成复合物或堆叠。接触表面可以具有突起和/或凹陷。如果接触表面由在笛卡尔坐标系统中在x方向和y方向上跨越的平面定义,则突起和/或凹陷在垂直于xy平面延伸的z方向上延伸。除了突起和/或凹陷的完全任意布置外,突起和/或凹陷可以周期性地在xy平面的一个或两个方向上(即在x方向或y方向上)重复,使得接触表面可以具有起伏状或锯齿状或结节状的表面形状。

[0020] 复合泡沫玻璃元件中的泡沫玻璃主体可以一个在另一个之上地堆叠和/或一个接一个地堆叠和/或彼此相邻地堆叠和/或以砌砖结构的方式布置,而无需放置在泡沫玻璃主体之间的粘合剂(例如,在砌砖结构中提供的砂浆)。特别地,复合泡沫玻璃元件中的泡沫玻璃主体彼此之间可以至少部分不具有粘性连接,但优选地完全不具有粘性连接,使得相应的复合泡沫玻璃元件还可以以简单的方式再次回收,因为泡沫玻璃主体和加固元件及其部件可以容易地再次彼此分离。

[0021] 泡沫玻璃主体在复合泡沫玻璃元件中的布置类型可以以不同方式进行。特别是,可以形成已知类型的砌砖结构,例如承载砌合、顺砖砌合、丁砖砌合、英式砌合、交叉砌合等。此外,简单堆叠是可行的,其中泡沫玻璃主体以一个在另一个之上或成行布置的单独的泡沫玻璃主体的单层或多层堆叠的方式提供。泡沫玻璃主体可以在行与行之间一个在另一个之上对齐地和/或相对彼此交错地布置成堆叠。

[0022] 在复合泡沫玻璃元件中,泡沫玻璃主体可以至少部分地直接和/或直接彼此接触,或者可以在相邻的泡沫玻璃主体之间至少部分地设置有分离元件,例如呈片或箔的形式的分离元件。片或箔可以由纸、纸板、橡胶或塑料、例如聚异丁烯、纺织品、例如机织织物、钩针织物、针织织物、编织织物、缝制织物、非织造布和毡或其他合适的材料形成。分离元件可以被配置成使得其是弹性或塑性形变的,使得其能够穿透到泡沫玻璃主体的粗糙表面中,一方面防止彼此相邻的泡沫玻璃主体相互损坏,另一方面使泡沫玻璃主体之间的摩擦力增加,以便增强复合泡沫玻璃元件中泡沫玻璃主体的内聚力,从而增强复合泡沫玻璃元件的强度。能够由分离元件产生的额外稳定性能够通过泡沫玻璃主体的表面结构来加强。泡沫玻璃主体可以被切割并优选被打磨以获得平坦表面。切割和/或打磨导致靠近表面的微腔(孔隙)被破坏,并且埋入这些微腔的壁的残余物会从宏观平坦表面急剧突出。这些微小的、突出的边缘穿透到布置在表面上(或两个泡沫玻璃主体之间)的分离元件中,可以在分离元件与相应的泡沫玻璃主体之间产生钩环紧固件状的静摩擦力,这能够有助于稳定由一个在

另一个之上堆叠的泡沫玻璃主体形成的壁元件,抵抗横向作用力(图1中的箭头),而无需额外使用粘合剂或砂浆,使得这种壁元件也可以再次完全拆除,泡沫玻璃主体因此可以重复使用。这就是为什么复合泡沫玻璃元件不仅出于能量原因有利,而且是可持续的建筑材料。还应注意的是,混凝土板需要加固,以便充分抵抗横向力。然而,相当一部分的加固是由于混凝土的高自重造成的。相反,根据本发明的复合泡沫玻璃元件具有非常低的自重或比重,使得仅出于这个原因,就可以在复合泡沫玻璃元件中以低的体积和重量比例选择加固元件的数量和尺寸,然而,其中形成复合泡沫玻璃元件的泡沫玻璃主体与分离元件之间的摩擦力由于高静摩擦力可以额外产生对横向力的阻力,因此加固元件的比例甚至可以更低。

[0023] 与一个或更多个泡沫玻璃主体一起形成复合泡沫玻璃元件的至少一个加固元件还可以以非常多样的形式进行配置,特别地,至少一个加固元件的形状可以被配置成使得至少一个加固元件可以在一个或更多个方向上吸收拉力或在布置有加固元件的玻璃主体上施加压缩力。特别是,根据发明的复合泡沫玻璃元件的至少一个加固元件可以被配置为带、绳、绞线、纤维、线、条、带子、棒、杆、型材杆、螺纹杆、管、圆柱、桁、型材梁、T形梁、双T形梁、板、具有至少部分弯曲的边缘的板、U形型材、框架元件、二维或三维框架元件、特别是矩形或长方体的框架元件、轭、二维或三维桁架、螺栓、张紧元件、夹持元件、弹簧、可塑性形变的保持元件等。

[0024] 加固元件可以被配置为单个部件或者可以由多个部件构成,其中,部件尤其可以由上面列出的元件形成。一个加固元件或多个加固元件的部件可以以任何合适的方式组合并相互连接,其中形状配合连接、力配合连接和/或粘性连接是可行的。例如,可以在加固元件和/或加固元件的部件之间建立螺纹连接、夹持连接、焊接或粘合连接。

[0025] 加固元件可以由任何合适的材料制成,特别是由金属材料(例如,钢,特别是不锈钢、防锈钢或其他常规金属合金)制成。此外,碳材料或塑料(例如,尼龙或聚酯)或纤维材料(例如,碳纤维或碳纤维增强塑料)可用于加固元件。天然材料(例如,大麻纤维等)以及其他天然材料(例如,玄武岩,石板等)也是可以想到的。此外,还可以使用玻璃、陶瓷或陶瓷复合材料,以例如形成板元件等。

[0026] 至少一个加固元件可以是可弹性形变的,以便能够相应地向复合泡沫玻璃元件的至少一个泡沫玻璃主体施加压缩应力。如果使用多个加固元件和/或具有多个部件的加固元件,则至少一个加固元件或至少一个部件、优选多个加固元件或多个部件可以是可弹性形变的。因此,至少一个加固元件或其部件可以在复合泡沫玻璃元件中处于拉伸应力下。

[0027] 至少一个加固元件可布置在复合泡沫玻璃元件中,使至少一个加固元件至少部分地延伸穿过至少一个泡沫玻璃主体。如果多个泡沫玻璃主体连接以形成复合泡沫玻璃元件,则至少一个加固元件、特别是多个加固元件同样可以至少部分地延伸穿过泡沫玻璃主体,该泡沫玻璃主体可以为此目的具有对应的通道或开口。加固元件还可以几乎完全延伸穿过泡沫玻璃主体,例如只有小部段从对应的泡沫玻璃主体突出,以便连接到另外的加固元件(例如,板)。另外,至少一个加固元件还可以沿至少一个泡沫玻璃主体的表面布置。

[0028] 特别地,复合泡沫玻璃元件的多个加固元件可以相互作用,使得布置在泡沫玻璃主体或复合泡沫玻璃元件表面上的例如板、带或框架元件通过延伸穿过泡沫玻璃主体的绳、杆、条、带、线等彼此连接,并且布置在其间的泡沫玻璃主体相互压靠,加固元件延伸穿过该泡沫玻璃主体。

[0029] 为了将至少一个加固元件布置在至少一个泡沫玻璃主体上,还可以在一个或更多个泡沫玻璃主体的表面上设置对应的容纳区域,例如凹口等。例如,作为加固元件设置在表面上的带可以在对应的槽中延伸,使得可以形成复合泡沫玻璃元件的光滑或平坦的表面。

[0030] 特别地,至少一个加固元件可以环形地围绕复合泡沫玻璃元件的泡沫玻璃主体延伸,其中环形加固元件可以从所有侧压缩泡沫玻璃主体。通过布置可以彼此平行和/或彼此交叉延伸的多个环形加固元件,可以从复合泡沫玻璃元件的多个、特别是所有侧在泡沫玻璃主体上建立压缩应力,从而产生紧凑的复合物。

[0031] 复合泡沫玻璃元件可以被设计成与形成复合泡沫玻璃元件的泡沫玻璃主体相似的多种形状,其中,尤其可以提供长方体或类长方体的设计。相应的,这种复合泡沫玻璃元件具有宽度、长度和高度,这种长方体或类长方体复合泡沫玻璃元件的主表面由具有最大尺寸的方向跨越,即例如由高度与长度或者宽度与长度跨越。其他表面形成相应的端面。在这种复合泡沫玻璃元件的设计中,加固元件可以优选地被布置成使得至少在复合泡沫玻璃元件的最大范围或最大尺寸的方向上,即在纵向方向上相互压靠,即例如,呈杆、棒、线、绳或带形式的加固元件在纵向上延伸,呈板或带形式的加固元件相应地布置在端面上,利用这些加固元件将压缩应力传递至泡沫玻璃主体。

[0032] 复合泡沫玻璃元件可以在其表面上至少部分地具有涂层和/或盖,以便能够使表面适配不同的应用领域。

[0033] 另外,复合泡沫玻璃元件或存在于复合泡沫玻璃元件的表面上的泡沫玻璃主体可以具有结构化表面,可以想到多种结构。例如,可以在复合泡沫玻璃元件的表面上设置凸形凸起和/或凹形凸起和/或盲孔和/或台阶和/或底切和/或锯齿形台阶等。

[0034] 相应的复合泡沫玻璃元件可以用于各种应用中,例如用作构造物或建筑物的壁和/或天花板和/或地板元件、用作浮动体、用作包层元件、用作隧道衬砌元件或用作隔音元件。其他应用是可以想到的。构造物是指任何可以移动的构造物。

[0035] 因此,还要求保护一种构造物,该构造物包括至少一个、优选多个复合泡沫玻璃元件,特别是上述类型的复合泡沫玻璃元件。

[0036] 为了在构造物中连接多个复合泡沫玻璃元件,构造物可以包括至少一个、优选多个连接元件,复合泡沫玻璃元件连接到该连接元件。连接元件的结构可以被配置为类似于在复合泡沫玻璃元件内将泡沫玻璃主体彼此连接的加固元件。然而,此外,还可以想到其他连接元件,包括粘性连接。通常,复合泡沫玻璃元件可以通过力配合连接和/或形状配合连接和/或粘性连接以任何合适的方式相互连接。

[0037] 特别地,连接元件可以包括带、绳、线、条、杆、型材杆、螺纹杆、板、具有至少部分弯曲的边缘的板、U形型材、框架元件、二维或三维框架元件、特别是矩形或长方体的框架元件、轭、二维或三维桁架、螺栓、张紧元件、夹持元件、可塑性形变的保持元件等。

[0038] 连接元件可以由多个部件构成,其中部件可以由也可以用作单独的连接元件的部件形成,如已经针对加固元件所描述的那样。

[0039] 类似于复合泡沫玻璃元件的加固元件,连接元件也可以是可弹性形变的,并且特别是可以在构造物中至少部分地处于拉伸应力下,使得复合泡沫玻璃元件又在压缩应力下相互连接。

[0040] 本发明的复合泡沫玻璃元件可以用于形成各种结构或建筑物,例如建筑物的壁、

地板和/或天花板、隔音屏、浮桥、浮动房屋、隧道衬砌等。

附图说明

[0041] 附图以纯粹示意性的方式示出了：

[0042] 图1示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件的第一实施例，

[0043] 图2示出了图1实施例的立体视图，

[0044] 图3示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件的第二实施例的立体视图，

[0045] 图4示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件的第三实施例的侧视图，

[0046] 图5示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件的第四实施例的侧视图，

[0047] 图6示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件的第五实施例的局部分解图示，

[0048] 图7示出了根据本发明的呈具有多个图6的复合泡沫玻璃元件的隔音屏形式的构造物的第一实施例，

[0049] 图8示出了根据本发明的类似于图6的图示的复合泡沫玻璃元件的第六实施例，

[0050] 图9示出了图8中复合泡沫玻璃元件的一部分的详细视图，

[0051] 图10示出了具有多个图8的复合泡沫玻璃元件的隔音屏的第二实施例，

[0052] 图11示出了根据本发明的类似于图6和图8的实施例的复合泡沫玻璃元件的第七实施例，

[0053] 图12示出了具有多个图11的复合泡沫玻璃元件的隔音屏的第三实施例，

[0054] 图13示出了根据本发明的另一个复合泡沫玻璃元件的一部分的立体图示，

[0055] 图14示出了图13的复合泡沫玻璃元件的详细图示，

[0056] 图15示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件的另一个立体局部图示，

[0057] 图16示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件的另一个立体局部图示，

[0058] 图17示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件的另一个立体图示，

[0059] 图18示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件的另一个立体图示，

[0060] 图19示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件的另一个立体图示，

[0061] 图20示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件的另一个立体图示，

[0062] 图21示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件的另一个立体局部分解图示，

[0063] 图22示出了根据本发明的另一个复合泡沫玻璃元件的立体局部分解图示,其中为了清楚起见,未示出一些泡沫玻璃主体，

[0064] 图23示出了图22的复合泡沫玻璃元件的一部分的立体详细图示，

[0065] 图24示出了根据本发明的另一个复合泡沫玻璃元件的立体局部分解图示,其中为了清楚起见,未示出一些泡沫玻璃主体，

[0066] 图25示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件的另一个立体图示,其中为了清楚起见,未示出一些泡沫玻璃主体，

[0067] 图26示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件的又一个立体图示,其中为了清楚起见,未示出一些泡沫玻璃主体，

[0068] 图27从不同角度示出了图26的复合泡沫玻璃元件的图示，

[0069] 图28示出了根据图26和图27的发明的复合泡沫玻璃元件的局部立体详细图示，

[0070] 图29从不同角度示出了根据图28的发明的复合泡沫玻璃元件的局部立体详细图

示，

[0071] 图30示出了具有拉伸元件的呈带的形式的加固元件的立体图示，

[0072] 图31示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件的局部立体图示，具有根据图30的实施例的加固元件，

[0073] 图32示出了呈可弹性拉伸的带的形式的另一个加固元件的图示，该带具有用于固定带的夹持元件，

[0074] 图33示出了根据本发明的另一个复合泡沫玻璃元件的图示，

[0075] 图34示出了由根据本发明的复合泡沫玻璃元件制成的隧道衬砌的一部分的图示，

[0076] 图35示出了用作图34的隧道衬砌的一部分的复合泡沫玻璃元件的立体图示，

[0077] 图36示出了图36的复合泡沫玻璃元件的局部立体图示，

[0078] 图37示出了图36和图37的复合泡沫玻璃元件的作为隧道衬砌的布置的图示，

[0079] 图38示出了可用作根据图34和图38的隧道衬砌的一部分的复合泡沫玻璃元件的另一个立体图示，

[0080] 图39示出了图36、37、39的复合泡沫玻璃元件在隧道内的布置的详细立体视图，

[0081] 图40示出了具有根据本发明的复合泡沫玻璃元件的隧道衬砌的另一个实施例，

[0082] 图41示出了具有根据本发明的另一个复合泡沫玻璃元件的隧道衬砌的另一个实施例，

[0083] 图42示出了图42的隧道衬砌的复合泡沫玻璃元件的图示，

[0084] 图43示出了由根据本发明的复合泡沫玻璃元件制成的建筑物的图示，

[0085] 图44示出了高层建筑物的图示，其中立面由根据本发明的复合泡沫玻璃元件制成，

[0086] 图45示出了两个不同的泡沫玻璃主体的复合物的图示，这两个不同的泡沫玻璃主体具有配置为彼此互补的接触表面，

[0087] 图46示出了两个不同的泡沫玻璃主体的复合物的另一个图示，这两个不同的泡沫玻璃主体具有配置为彼此互补的接触表面，

[0088] 图47示出了两个不同的泡沫玻璃主体的复合物的另一个图示，这两个不同的泡沫玻璃主体具有配置为彼此互补的接触表面，以及

[0089] 图48示出了浮桥上的建筑物的图示，其中建筑物或其部分以及浮桥均由根据本发明的复合泡沫玻璃元件制成。

具体实施方式

[0090] 本发明的其他优点、特性和特征将从以下示例性实施例的详细描述中显而易见。然而，本发明并不局限于这些示例性实施例。

[0091] 图1示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件1的第一示例性实施例，其可以例如用作建筑物的天花板或屋顶元件或者以任何其他形式用作桁或梁。复合泡沫玻璃元件1在其两端处安装在两个支撑件8上，图1所示的箭头表示，由于根据本发明的复合泡沫玻璃元件的结构，复合泡沫玻璃元件1可以承受由于在两个支撑件8之间的中间的载荷施加所造成的弯曲应力。复合泡沫玻璃元件1由彼此相邻布置的多个长方体泡沫玻璃主体2构成，其中在各个泡沫玻璃主体2之间设置分离元件7，该分离元件可以由可压缩的、特别是弹性可压缩

的材料(例如,橡胶材料或类橡胶塑料)形成。

[0092] 泡沫玻璃主体2经由螺纹杆3彼此连接,该螺纹杆穿过泡沫玻璃主体2和分离元件7插入。在它们的端部,呈螺纹杆3形式的加固元件或拉伸元件具有螺纹,使得可以将呈螺母4形式的固定件拧到相应的螺纹上。通过拧上并拧紧螺母4,可以减小螺纹杆3上的螺母4之间的空间,并且泡沫玻璃主体2和分离元件7彼此压靠,使得压缩应力作用在泡沫玻璃主体2和分离元件7上,可弹性形变的螺纹杆3受到拉伸应力。如上所述,分离元件产生相当大的静摩擦力以作用在泡沫玻璃主体之间,而无需粘合剂或砂浆,这就是为什么复合泡沫玻璃元件1可以在螺母4松动后再次完全拆卸成其部件,然后泡沫玻璃主体和加固元件可以再次使用。因此,从可持续性的角度来看,根据本发明的复合泡沫玻璃元件1特别有利。

[0093] 在图1所示的示例性实施例中,弹簧元件5还分别布置在复合泡沫玻璃元件1的相应的最后一个泡沫玻璃主体2与螺母4之间,通过将螺母4拧到螺纹杆3上,该弹簧元件同样被拉伸,并相应地对泡沫玻璃主体2和分离元件7施加压缩应力。

[0094] 为了不将任何应力峰值通过螺母4和/或弹簧元件5引入到布置在复合泡沫玻璃元件1的端部处的泡沫玻璃主体2或分离元件7中,压力分配板6分别布置在复合泡沫玻璃元件1的表面上,以便在附接到复合泡沫玻璃元件1的端部的泡沫玻璃主体2或分离元件7表面上的更大区域上分配通过螺母4通过拧到螺纹杆3的螺纹和/或通过弹簧元件5而施加到泡沫玻璃主体2或分离元件7的压缩应力。

[0095] 螺纹杆3可以被直接引导穿过泡沫玻璃主体2和分离元件7中的开口,或者可以设置引导元件(例如,管),螺纹杆3可以容纳在该引导元件中。因此,还可以使用其他加固元件(例如,绳等)来代替螺纹杆3。

[0096] 从图1可以看出,在所示的示例性实施例中,呈螺纹杆3形式的加固元件与螺母4、弹簧元件5和压力分配板6一起布置在示出为悬臂梁的复合泡沫玻璃元件1的下部区域,使得在根据箭头所示的载荷弯曲时出现最大拉伸应力的区域中,由于经由加固元件3、4、5和6产生的预应力,存在呈压缩应力形式的反向张力。这种压缩预应力补偿了该区域中弯曲所施加的拉伸应力。因此,尽管泡沫玻璃材料易碎,但部件不会出现故障。

[0097] 图2以布置在支撑件8上的另一个立体图示示出了复合泡沫玻璃元件1,该复合泡沫玻璃元件具有多个泡沫玻璃主体2和呈螺纹杆3形式的加固元件/拉伸元件9、螺母4、弹簧元件5(未在图2中单独显示),没有布置压力分配板6。在此可以看出,复合泡沫玻璃元件1的下部区域中的加固元件9的数量可以多于中心区域中的加固元件9的数量。

[0098] 图3示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件11的另一个实施例,该复合泡沫玻璃元件具有多个泡沫玻璃主体12,这些泡沫玻璃主体12彼此相邻且一个接一个地布置,泡沫玻璃主体12在各行中的布置是相对于彼此交错的,使得提供了所谓的砌砖结构,但没有通过任何粘结剂提供泡沫玻璃主体12的粘性连接。另外,在复合泡沫玻璃元件11中,加固元件/拉伸元件19沿纵向方向L和宽度方向B布置,使得泡沫玻璃主体12在纵向方向L和宽度方向B的压缩应力下布置,并且压力分配板16设置在宽侧和长侧上。

[0099] 图4示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件21的另一个实施例,类似于图1中的图示。在此,多个长方体泡沫玻璃主体22也彼此相邻地布置,并且通过布置在泡沫玻璃主体之间的分离元件27彼此分离。然而,代替如图1的复合泡沫玻璃元件1中所使用的延伸穿过泡沫玻璃主体2的螺纹杆3,复合泡沫玻璃元件21的泡沫玻璃主体22和分离元件27通过设置在

复合泡沫玻璃元件21的外侧上的加固元件连接,该加固元件具有呈拉伸带/张紧带形式的带23,并该带具有呈张紧元件24形式的固定件,通过该张紧元件,带23可以在拉伸应力下围绕泡沫玻璃主体22和分离元件27张紧,使得它们反过来在压缩应力下互相抵靠。为了通过带23和张紧元件24分配作用在泡沫玻璃主体22和分离元件27上的压力,在转角处设置呈L形型材形式的压力分配型材25,该压力分配型材沿复合泡沫玻璃元件1的边缘延伸。替代地,还可以使用单独的压力分配板。此外,在如图4所示的设计中,复合泡沫玻璃元件21可以承受弯曲应力,该弯曲应力通过图4中的复合泡沫玻璃元件21在支撑件28上的支撑和箭头的载荷施加表示。

[0100] 图5示出了呈壁元件形式的另一个复合泡沫玻璃元件31。在此,多个泡沫玻璃主体32还一个在另一个之上地布置,通过分离元件37彼此分开,并且经由呈螺纹杆33形式的加固元件/拉伸元件连接,所述螺纹杆33在其端部处拧到呈螺母34形式的固定件(仅示出了一个螺纹杆33,但是多个螺纹杆33在垂直于绘图面的方向上一个接一个地布置)。弹簧元件35和压力分配板36又向泡沫玻璃主体32和分离元件37施加压缩应力。这种壁元件31还可以承受剪切应力,如复合泡沫玻璃元件31的下部区域中的箭头所示,因为泡沫玻璃主体32和分离元件33通过加固元件33、34、35、36施加的压缩应力彼此牢固地连接。因此,这种复合泡沫玻璃元件也可以用于抗震建筑,特别是需要吸收剪切力的抗震建筑。然而,由于呈壁元件形式的复合泡沫玻璃元件31必须从两侧传递侧向力(例如,剪切力),因此,呈螺纹杆33、螺母34、张紧元件35和压力分配板36形式的加固元件布置在复合泡沫玻璃元件1的中心,以实现对称布置。

[0101] 图6示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件41的第五示例性实施例,该复合泡沫玻璃元件被配置为隔音屏的一部分。复合泡沫玻璃元件41具有多个泡沫玻璃主体42、42a、42b、42c、42d,这些泡沫玻璃主体具有长方体的基本形状并且一个在另一个之上地堆叠。图1所示实施例的复合泡沫玻璃元件41具有形状不同的各种泡沫玻璃主体42、42a、42b、42c、42d。

[0102] 泡沫玻璃主体42为图1的图示中最上面的泡沫玻璃主体,其在上部纵向边缘处具有倾斜表面,使得泡沫玻璃主体42形成屋顶结构。

[0103] 在布置为复合泡沫玻璃元件41的最上面的泡沫玻璃主体的泡沫玻璃主体42的下方,存在泡沫玻璃主体42a,其在纵向侧上具有凹形凹口47。具有凸形凸起48的泡沫玻璃主体42b布置在具有凹形凹口47的泡沫玻璃主体42a的下方,从而泡沫玻璃主体42a和42b相结合产生S形表面。此外,多个泡沫玻璃主体42a和42b交替地一个在另一个之上地布置,使得复合泡沫玻璃元件41具有波浪形状的表面。这与可在表面上制作的盲孔一起提供声波的反射和吸收,从而提供隔音。如果泡沫玻璃主体42、42a、42b、42c、42d被配置成具有开放的孔隙,则还可以改善隔音。

[0104] 具有不同形状的另外的泡沫玻璃主体42c、42d布置在复合泡沫玻璃元件41的下部区域中。泡沫玻璃主体42c沿其纵向侧具有槽49,而泡沫玻璃主体42d被配置为长方体形状的泡沫玻璃主体。在图6所示的复合泡沫玻璃元件41中,两个泡沫玻璃主体5和6分别交替布置。

[0105] 所有泡沫玻璃主体42、42a、42b、42c、42d布置在底板50上,该底板可以例如由金属板制成。

[0106] 与底板50相对,盖板或压力分配板46布置在最上面的泡沫玻璃主体42上,该盖板或压力分配板经由呈螺纹杆43形式的加固元件/拉伸元件连接到底板50。为了清楚起见,在图6的图示中,最下面的泡沫玻璃主体和上部区域中的两个泡沫玻璃主体间隔开地示出,以便示出螺纹杆43,尽管真正的复合泡沫玻璃元件41并非如此。螺纹杆43在其端部处分别具有螺纹,底板50可以具有对应的螺纹孔,杆43拧入所述螺纹孔中。泡沫玻璃主体42、42a、42b、42c、42d具有引导杆43的对应开口,其中盖板46也具有开口,使得杆43在其端部处以其相应的螺纹突出穿过盖板46的开口。杆43的端部拧到呈螺母44形式的固定件,使得盖板46压靠泡沫玻璃主体42、42a、42b、42c、42d,并且泡沫玻璃主体42、42a、42b、42c、42d的整个堆叠经由杆43和底板50以及盖板46和与螺母44的螺纹连接被张紧,使得泡沫玻璃主体42、42a、42b、42c、42d处于压缩应力下,同时拉伸应力作用在杆43上。

[0107] 图6所示的复合泡沫玻璃元件41分别具有一个在另一个之上的泡沫玻璃主体42、42a、42b、42c、42d,但也可以在一行中彼此相邻布置多个相同类型的泡沫玻璃主体来替代单个泡沫玻璃主体42、42a、42b、42c、42d。

[0108] 图7以彼此相邻的壁布置示出了图6的多个复合泡沫玻璃元件41,使得形成完整的隔音屏45,其中,图1的单独的复合泡沫玻璃元件41彼此相邻地放置成一行。在这种情况下,复合泡沫玻璃元件41可以简单地彼此相邻放置或者可以彼此相互连接,例如通过水平延伸连接元件,该水平延伸连接元件类似于杆43穿透复合泡沫玻璃元件41或沿着复合泡沫玻璃元件41的表面延伸。

[0109] 图8示出了复合泡沫玻璃元件51的另一个示例性实施例,其基本上对应于图6的示例性实施例的复合泡沫玻璃元件41。代替图6的复合泡沫玻璃元件41的泡沫玻璃主体42a和42b,在图8的复合泡沫玻璃元件51中,多个相同的泡沫玻璃主体52a一个在另一个之上地布置,这些泡沫玻璃主体又具有长方体的基本形状,但在其纵向侧之一上具有倾斜表面58,这导致泡沫玻璃主体52a的底部面积小于上部面积,使得在一个在另一个之上堆叠的泡沫玻璃主体52a中产生复合泡沫玻璃元件51的锯齿状表面。这样的表面又与可能的另外的表面结构(例如,盲孔等)一起用于反射和/或吸收声波,以便形成噪声防护元件。与复合泡沫玻璃元件41的情况一样,经由盖板56、底板60以及杆(未示出),各泡沫玻璃主体52、52a、52b、52c被拧在一起并被张紧。

[0110] 在图9中,复合泡沫玻璃元件51的一部分的详细视图示出了呈螺母54形式的固定件,延伸穿过泡沫玻璃主体52、52a的螺纹杆(未示出)和盖板或压力分配板56和泡沫玻璃主体52、52a拧到该螺母。另外,图9示出了盲孔59,其被制作在泡沫玻璃主体52a中以改进声波的反射和/或吸收。

[0111] 图10示出了类似于图7的隔音屏45的隔音屏55,其由多个复合泡沫玻璃元件51形成。

[0112] 图11示出了复合泡沫玻璃元件61的另一示例性实施例,其由一个在另一个之上堆叠的多个泡沫玻璃主体62、62a、62b、62c、62d形成。图11的示例性实施例与图6和图8的示例性实施例的不同之处在于,代替图6的示例性实施例的泡沫玻璃主体42a和62b以及图3的示例性实施例的泡沫玻璃主体52a,泡沫玻璃主体62a和62b分别具有不同的宽度和底部面积,泡沫玻璃主体62a和62b交替地一个在另一个之上地堆叠,使得当泡沫玻璃主体62a和62b的纵向侧之一对齐时,在复合泡沫玻璃元件61的表面上在相对侧上产生凹口67和突起68,凹

口67和突起68分别为立方体构造。相应地,在此还构造了复合泡沫玻璃元件61的结构化表面,该结构化表面又通过声波的反射和/或吸收来提供声音的减少。

[0113] 图12示出了类似于图7和图10的示例性实施例的隔音屏45、55的对应的隔音屏65,其具有彼此相邻布置的多个复合泡沫玻璃元件61。

[0114] 图13示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件71的另一个实施例的立体局部图示,其中多个长方体形状的泡沫玻璃主体72经由作用在不同方向上的不同的加固元件保持在一起。首先,在复合泡沫玻璃元件71的由复合泡沫玻璃元件71的宽度和长度跨越的主表面上,设置有桁架元件73,该桁架元件经由呈拉伸线74形式的拉伸元件彼此连接,该拉伸线延伸穿过泡沫玻璃主体72,使得泡沫玻璃主体72在高度方向H上被张紧在一起。此外,经由横撑77彼此连接的两个U形型材75、76沿复合泡沫玻璃元件71的纵向方向L布置。在复合泡沫玻璃元件71的两个纵向侧上设置的U形型材75、76经由呈螺纹杆79形式的加固元件/连接杆连接,该螺纹杆在U形型材上拧到螺母78,使得泡沫玻璃主体72同样在宽度方向上被张紧在一起。

[0115] 图14更详细地示出了呈U型型材75、76和横撑77以及螺纹杆79和螺母78形式的加固元件。

[0116] 相应的复合泡沫玻璃元件71可以在多种应用中并且特别是在多个构造物或建筑物的建造中用作壁元件、地板元件或天花板元件。例如,这种类型的复合泡沫玻璃元件71可用于形成浮动体,即所谓的浮桥,或用于构造建筑物。

[0117] 图15示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件81的另一个示例性实施例,其中U形型材85、86依次布置在纵向侧上,该U形型材经由呈螺纹杆87形式的加固元件/拉伸元件连接,该螺纹杆拧到螺母88。如图15的示例性实施例所示,可以使用任何形状的U型型材,例如图15所示的与条相比底部尺寸较大的U形型材85、86,使得U形型材85、86被配置为板状。

[0118] 从图15还可以看出,在复合泡沫玻璃元件81中,其中泡沫玻璃主体82已经利用呈U形型材85、86、螺纹杆87和螺母88形式的加固元件在纵向侧上张紧,复合泡沫玻璃元件81的宽侧还另外经由加固元件连接和张紧,即,泡沫玻璃主体82的连接和张紧在横向于螺纹杆87的纵向轴线方向的方向上存在。在图15的示例性实施例中,为此目的在宽侧上设置桁架83,该桁架又经由张力线(未示出)彼此连接。

[0119] 图16以局部立体视图示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件91的另一个实施例。复合泡沫玻璃元件91包括多个泡沫玻璃主体92,这些泡沫玻璃主体又以长方体结构一个在另一个之上地且彼此相邻地布置。如前述示例性实施例中那样,复合泡沫玻璃元件91的泡沫玻璃主体92经由呈复合泡沫玻璃元件91的主表面和宽侧上的桁架93、94和设置在相应的桁架93、94之间的张力线(未示出)形式的加固元件而相互张紧,而双T型梁95、96设置在复合泡沫玻璃元件91的纵向侧上,该双T型梁又经由螺纹杆和螺母(未详细示出)连接,并将其间布置的泡沫玻璃主体62相互压靠和张紧。除了从前述实施例中已知的加固元件(例如,桁架、螺纹杆、张紧绳等)外,该实施例在一个端面上还具有双T型梁95、96,该双T型梁又经由螺纹杆或张紧绳等与相对的加固元件(例如,双T型梁)张紧,以便向位于其间的泡沫玻璃主体92施加压缩应力。

[0120] 图17示出了复合泡沫玻璃元件101,其中一个在另一个之上且彼此相邻布置的多个长方体形状的泡沫玻璃主体102一方面在侧表面上周向地具有双T型梁106,并且具有在

顶部和底部上和在侧表面上的桁架103以及用于连接彼此相对的桁架103的对应的加固元件,该双T型梁又经由加固元件109与相对的双T型梁106张紧,使得泡沫玻璃主体102的所有侧都保持在压缩应力下。

[0121] 图18、图19和图20示出了具有不同尺寸的各种复合泡沫玻璃元件111、121和131,但是这些复合泡沫玻璃元件具有相同的结构,具有多个长方体形状的泡沫玻璃主体112、122和132以及在表面侧上彼此相对布置的桁架113、123和133,在相对表面侧上布置的桁架113、123和133又经由延伸穿过泡沫玻璃主体112、122、132的棒、杆、绳等相互连接,使得位于其间的泡沫玻璃主体112、122和132各自保持在压缩应力下。

[0122] 图21示出了另一个复合泡沫玻璃元件141,其中,在复合泡沫玻璃元件141的立体视图中,盖147的在复合泡沫玻璃元件141的主表面上的一部分被切割开,并且,泡沫玻璃主体142的一部分未示出以便使延伸穿过复合泡沫玻璃元件141的呈螺纹杆143形式的加固元件/拉伸元件可见,该螺纹杆在纵向方向(L)和宽度方向(B)延伸穿过复合泡沫玻璃元件141。如复合泡沫玻璃元件的前述实施例中示出的,复合泡沫玻璃元件141包括多个长方体形状的泡沫玻璃主体142,这些泡沫玻璃主体彼此相邻地且一个在另一个之上地堆叠以形成壁元件。压力分配板145、146周向地设置在复合泡沫玻璃元件141的端面处,并且经由加固元件/拉伸元件148、149与相应的相对的压力分配板145、146连接并张紧,使得压缩应力施加在泡沫玻璃主体142上。在复合泡沫玻璃元件141内部延伸的螺纹杆143是加固元件/拉伸元件148、149的一部分。

[0123] 图21的示例性实施例还示出了盖147设置在复合泡沫玻璃元件141的表面上,即复合泡沫玻璃元件141的跨越长度方向(L)和宽度方向(B)的主表面之一上,使得复合泡沫玻璃元件141可以具有任何表面。所有合适的材料(例如,钢、塑料、石膏板等)都可以用作这种盖的材料,该盖也可以被设计为涂层。当然,这种盖可以设置在复合泡沫玻璃元件的全部表面上或仅单个表面上并且可以设置在复合泡沫玻璃元件的所有实施例上。

[0124] 图22示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件151的另一个示例,该复合泡沫玻璃元件由多个泡沫玻璃主体152形成,这些泡沫玻璃主体经由呈侧板155、156和棒153、154形式的加固元件/拉伸元件相互夹持。图22所示实施例的复合泡沫玻璃元件151还具有覆盖复合泡沫玻璃元件151的主表面的盖(或包层或立面)158。为了示出连接复合泡沫玻璃元件151的在相对侧上的侧板155、156的棒153、154和泡沫玻璃主体152,在中心区域省略了盖158,此外,一些泡沫玻璃主体152也未示出。

[0125] 棒153连接布置在长方体复合泡沫玻璃元件151的在相对侧上的侧板156,而在图22的图示中水平延伸的棒154连接布置在复合泡沫玻璃元件151的在相对侧上的侧板155。棒153、154经由呈螺纹连接件157形式的固定件连接到侧板155、156,其中螺纹连接件的多种设计是可以想到的,例如,螺母的布置,该螺母拧到穿过侧板155、156中的开口或侧板155、156中的螺纹孔插入的杆153、154,杆153、154以其两端处的螺纹拧入该螺母中。

[0126] 图23从不同角度示出了图22的复合泡沫玻璃元件151的一部分,示出了如何可以将盖158布置在主表面之一上。在图23的图示中,盖158从主表面升起,使得可以看到位于其后面的棒153、154,该棒连接相对的侧板155、156,从而将位于其间的泡沫玻璃主体152相互压靠。

[0127] 盖158可以由任何合适的材料(例如,塑料或金属)形成,并且可以通过合适的连接

技术连接到复合泡沫玻璃元件151或泡沫玻璃主体152和呈侧板155、156和棒153、154形式的加固元件。例如,可以通过粘性连接、特别是通过胶合或焊接来布置盖158。

[0128] 棒153、154具有螺纹连接件157,其中,在示例性实施例中,棒153、154在其端部处具有螺纹,其中穿过侧板155、156中的开口的棒153、154拧到螺母。

[0129] 侧板155和156以及棒153、154可以由任何合适的材料形成,特别是,金属材料、特别是钢材料等在此是合适的。

[0130] 在图24以立体视图示出的复合泡沫玻璃元件161中实现了复合泡沫玻璃元件141和151的组合,盖167的一部分被切割开并且泡沫玻璃主体162的一部分被省去,以便示出呈内螺纹杆163和外螺纹杆164形式的加固元件/拉伸元件的布置。如前述示例性实施例中示出的,加固元件中的至少一部分(例如,螺纹杆、张紧绳等)可以在复合泡沫玻璃元件的内部延伸,并且特别是延伸穿过泡沫玻璃主体。然而,也可以将加固元件全部或主要布置在复合泡沫玻璃元件或泡沫玻璃主体的表面上。然而,也可以将加固元件全部或主要布置在复合泡沫玻璃元件或泡沫玻璃主体的表面上。然而,也可以将加固元件的内部布置和外部布置彼此结合,如图24所示,以复合泡沫玻璃元件161为例。为了将周向地位于端面或侧面上的压力分配板165、166连接到分别相对的压力分配板165、166,设置了主要延伸穿过泡沫玻璃主体162和沿泡沫玻璃主体162表面延伸的加固元件/拉伸元件168、169。如图24所示,内螺纹杆163位于复合泡沫玻璃元件161的内部,而沿泡沫玻璃主体162表面延伸的外螺纹杆164布置在泡沫玻璃主体162的表面上,其中内螺纹杆163、外螺纹杆164又拧到压力分配板165、166,以便在泡沫玻璃主体162上施加压缩应力。外螺纹杆164可由盖167覆盖。

[0131] 图25示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件171的另一个实施例,该复合泡沫玻璃元件原则上类似于前述复合泡沫玻璃元件151进行构造。复合泡沫玻璃元件171与复合泡沫玻璃元件151的不同之处仅在于,侧板175、176不配置为平坦侧板(例如,侧板155、156),而是在其纵向边缘具有成圆形和成角度的区域,该区域围绕复合泡沫玻璃元件171的主表面接合。因此,呈加固元件/拉伸元件173、174形式的加固元件可以布置在这些成角度的区域上,例如通过勾入对应的开口中或延伸穿过对应的开口。又连接相应的相对的侧板175、176的加固元件/拉伸元件173、174相应地弹性张紧,使得侧板175、176将位于其间的泡沫玻璃主体82彼此压靠。

[0132] 图26示出了类似于图21至图25的前述示例性实施例的另一个复合泡沫玻璃元件191。复合泡沫玻璃元件191还具有侧板193、194,该侧板在其纵向边缘处具有成圆形和成角度的区域,这些区域横向于对应的侧板193、194的底部表面成角度并且围绕主表面。然而,环形周向地围绕复合泡沫玻璃元件191延伸的线(或圆钢等)195、196被设置为加固元件,该线在复合泡沫玻璃元件191的两个主表面和相对的侧表面上延伸,侧板193、194布置在该侧表面上。为了环形闭合,在每个线195、196的两端处设置张紧螺纹连接件或拉伸元件197,通过该张紧螺纹连接件或拉伸元件,相应的线195、196的螺纹端部可以被拉向彼此从而被张紧。张紧的线195、196使相对的侧板193、194压靠位于其间的泡沫玻璃主体192,并使其张紧以形成根据本发明的复合泡沫玻璃元件191。

[0133] 图27至图29从不同角度更详细地示出了复合泡沫玻璃元件191,使得可以清楚地识别张紧螺纹连接件197以及侧板193、194的成圆形和成角度的纵向边缘的原理和结构。

[0134] 图30示出了张紧螺纹连接件177的另一个示例性实施例,其也可以在图26至图29

的复合泡沫玻璃元件191中使用,用于线195、196的螺纹连接和张紧。图30清楚地示出了带173的环形布置,该带在其端部处具有与螺栓180相互作用的插入式容纳部178和螺纹式容纳部179。螺栓180穿过插入式容纳部178插入并接合到螺纹式容纳部179的螺纹中,使得当螺栓拧入螺纹式容纳部179中时,带173的连接到插入式容纳部178和螺纹式容纳部179的端部朝彼此移动,从而带173可以围绕复合泡沫玻璃元件(未示出)被张紧。

[0135] 图31示出了复合泡沫玻璃元件201的另一个示例性实施例,类似于前述示例性实施例,在复合泡沫玻璃元件201的端面上具有侧板203、204,该侧板在其纵向边缘上具有成角度和成圆形的区域,该区域朝复合泡沫玻璃元件201的主表面的方向成角度并围绕该主表面接合。类似于复合泡沫玻璃元件191的线195、196,多个平行带205、206围绕复合泡沫玻璃元件201延伸,这些平行带使位于相对的端面上的侧板203、204压靠布置在其间的泡沫玻璃主体。为了带205、206的环形闭合,分别设置有夹持元件,该夹持元件与对应的带206一起在图32中示出。带206的端部穿过横向开槽的套筒以便重叠,随后压缩套筒以便将带206的端部压在一起。所产生的带206的端部之间的摩擦接合允许实现带206的安全环形闭合,该摩擦接合由于夹持元件207的塑性形变而由夹持元件207保持。为了在侧板203、204上施加相应的带205、206的弹性张力,带205、206在被夹持到夹持元件207之前可以通过张力进行弹性形变,使得带206的端部通过夹持元件207彼此紧固在一起后,布置在侧板203、204之间的泡沫玻璃主体相互压靠。

[0136] 图33示出了另一个复合泡沫玻璃元件211,其又由多个泡沫玻璃主体212组成。长方体形状的泡沫玻璃主体212被堆叠以形成长方体形状的复合泡沫玻璃元件211,其中边缘框架213设置在跨越宽度方向和高度方向的端面中的每个上,该边缘框架沿端面的边缘延伸并由角型材构成,使得边缘框架一方面抵靠对应的端面,另一方面抵靠由复合泡沫玻璃元件211的高度和长度限定的相邻主面和纵向侧。布置在相对的端面上的两个边缘框架213经由多个平行的、弹性形变的带216相对于彼此张紧,使得位于其间的泡沫玻璃主体212相互压靠。此外,角型材214布置在复合泡沫玻璃元件211的纵向边缘上,该角型材同样经由相互平行延伸的、弹性张紧的多个带215压靠泡沫玻璃主体212,使得泡沫玻璃主体212在复合泡沫玻璃元件211的宽度方向上、高度方向上和纵向方向上相对彼此张紧。

[0137] 根据本发明的复合泡沫玻璃元件的多个可能应用之一是形成隧道228,限定隧道管的隧道衬砌229布置在该隧道中,使得隧道中间空间230形成在隧道衬砌229与隧道228的隧道壁之间。隧道衬砌229由多个复合泡沫玻璃元件221形成,这些复合泡沫玻璃元件经由支架227附接到隧道228的隧道壁。

[0138] 图34示出了用于形成隧道衬砌229的复合泡沫玻璃元件221的拱形布置。由于复合泡沫玻璃元件221的机械性能,即使在高速列车的隧道中,也可以在隧道衬砌中进行布置,因为当列车高速通过时,压缩载荷由复合泡沫玻璃元件传递。单独的复合泡沫玻璃元件221本身被配置为拱形,其中单独的泡沫玻璃主体222具有略微楔形的形状,使得相邻泡沫玻璃主体222所抵靠的泡沫玻璃主体222的相对接触表面不是彼此平行对齐的,而是相对于彼此成一小角度,使得当多个泡沫玻璃主体222以其接触表面彼此抵靠的方式布置时,产生了复合泡沫玻璃元件221的拱形结构。根据前面所示的示例性实施例,用于将泡沫玻璃主体222彼此连接并相互彼此压靠的相应的加固元件可以被引导穿过泡沫玻璃主体222和/或沿泡沫玻璃主体222的表面引导。

[0139] 图35示出了形成隧道衬砌229的复合泡沫玻璃元件221之一。复合泡沫玻璃元件221又由多个泡沫玻璃主体222构成,这些泡沫玻璃主体222支撑在端板223和224(底板在图23中不可见,参见图36)之间并且经由延伸穿过泡沫玻璃主体222的杆226和在表面上延伸的条225相互夹持。图35的示例性实施例示出了还可以形成弯曲的或拱形的复合泡沫玻璃元件。在图35所示的示例性实施例中,单独的泡沫玻璃主体222被配置为环形部段或截断楔形,使得与相邻的泡沫玻璃主体222连接或用于将泡沫玻璃主体122一个在另一个之上堆叠的两个相对的表面被配置成相对于彼此倾斜。结果是,可以实现复合泡沫玻璃元件221的弯曲或拱形发展,其中多个弯曲的复合泡沫玻璃元件221一起产生弯曲的隧道衬砌229,该隧道衬砌的横截面为环形。

[0140] 杆226分别延伸穿过泡沫玻璃主体222和复合泡沫玻璃元件221,端板223、224通过该杆压靠布置在其间的泡沫玻璃主体222。另外,条225设置在复合泡沫玻璃元件221的外表面上,该条还将复合泡沫玻璃元件221的端板223、224彼此连接。

[0141] 支架227设置在端板223中的至少一个上,该支架可以将复合泡沫玻璃元件221以与隧道壁间隔开的方式紧固在隧道228中。

[0142] 图36至图39以不同的视图示出了隧道衬砌229或相关联的复合泡沫玻璃元件221,其中可以看到复合泡沫玻璃元件221经由支架227在隧道228的隧道壁上的布置以及具有端板223、224和U形条225的单独的复合泡沫玻璃元件221的构造物。

[0143] 图37还示出了如何结合隧道衬砌229来改进对事故的保护。此外,吸能材料(例如,泡沫玻璃块220)可以填充到隧道衬砌229与隧道228之间的隧道中间空间230中,在车辆撞击隧道衬砌229的情况下,该吸能材料可以吸收并耗散大部分撞击能量,使得可以减轻碰撞隧道壁或隧道衬砌229的事故后果。

[0144] 隧道衬砌229的另一个实施例可以在图40-图42中看到。在图40的隧道衬砌229中,使用直的或平坦的复合泡沫玻璃元件231来代替拱形的复合泡沫玻璃元件221,这些直的或平坦的复合泡沫玻璃元件以折线的形式排列,以便同样实现拱形的隧道衬砌229。由泡沫玻璃制成的楔形元件232插入在各平坦的或直的复合泡沫玻璃元件231之间,以便填充在连接处在直的或平坦的复合泡沫玻璃元件231之间出现的间隙。

[0145] 替代地,可以使用复合泡沫玻璃元件241,其本身在与相邻的复合泡沫玻璃元件241的连接端部处具有楔形形状的泡沫玻璃端体243,而复合泡沫玻璃元件241的其余泡沫玻璃主体242又可以被配置为长方体泡沫玻璃主体。

[0146] 图42详细示出了复合泡沫玻璃元件241。从图42可以看出,平行六面体形状的泡沫玻璃主体242一个在另一个之上地堆叠,楔形形状的泡沫玻璃端体243布置在堆叠的两个端部处。具有支架247的压力分配板246布置在楔形形状的泡沫玻璃端体243的相应表面上,该支架用于将复合泡沫玻璃元件241紧固到隧道壁。借助于加固元件249,压缩应力经由压力分配板246施加在泡沫玻璃主体242、243上,该加固元件延伸穿过楔形形状的泡沫玻璃端体243和长方体形状的泡沫玻璃主体242,使得这些泡沫玻璃主体又处于压缩应力下。

[0147] 图43和图44示出了本发明的另外两个应用。

[0148] 图43示出了完全由复合泡沫玻璃元件251和261形成的建筑物260。复合泡沫玻璃元件261形成壁,而复合泡沫玻璃元件251被配置为天花板或屋顶。

[0149] 通过周向地布置在复合泡沫玻璃元件251的端面上的金属板253与穿过泡沫玻璃

主体252插入的金属棒一起加固复合泡沫玻璃元件251的泡沫玻璃主体252，具有金属棒的金属板253将泡沫玻璃主体252彼此压靠，从而增加强度。由于泡沫玻璃主体252具有闭合孔隙，这种复合泡沫玻璃元件251具有不透水性，并且由于机械强度，由相应的复合泡沫玻璃元件251制成的屋顶可以容易地传递所需的雪载荷等。此外，机械性能会受到泡沫玻璃主体生产过程中泡沫玻璃密度的变化的影响。因此，较高的弹性模量从而较高的机械强度可以通过较高的泡沫玻璃主体密度来设定。

[0150] 此外，复合泡沫玻璃元件251、261在导热性和建筑安全性(例如，不可燃性)方面满足高标准，使得可以用该复合泡沫玻璃元件构造对应的建筑物，例如被动式房屋。

[0151] 如在所有前述示例性实施例中那样，复合泡沫玻璃元件251、261易于回收，因为该复合泡沫玻璃元件通常不具有或仅具有轻微的粘性连接，而是仅具有通过可拆卸的加固元件的机械连接，使得单独的材料(例如，泡沫玻璃和加固元件的材料)可以容易地分离以便重复使用。

[0152] 图44示出了根据本发明的复合泡沫玻璃元件的另一个应用情况。图44示出了例如以骨架结构构造的高层建筑物270。复合泡沫玻璃元件271作为立面元件插入高层建筑物270的骨架中。由于复合泡沫玻璃元件271的良好机械性能，该复合泡沫玻璃元件能够承受对应的高层建筑物中出现的风荷载。此外，该复合泡沫玻璃元件还具有隔热性好、易于回收的优点。

[0153] 形成壁的复合泡沫玻璃元件可以例如由先前描述的长方体复合泡沫玻璃元件形成。

[0154] 为了额外避免复合泡沫玻璃元件的单独的泡沫玻璃主体之间的冷桥和/或为了改进相邻的泡沫玻璃主体的连接，泡沫玻璃主体的形状可以被适配成使得至少在一个方向上在相邻泡沫玻璃主体之间额外提供形状配合。这可以通过泡沫玻璃主体的接触表面的表面轮廓或表面形状的特殊配置来实现。这相当普遍地适用于本发明的所有复合泡沫玻璃元件，并且特别地也适用于已经描述的所有实施例。

[0155] 图45至图47示出了泡沫玻璃主体282、282a、292、292a、302和302a的各种配置。

[0156] 图45示出了两个不同的泡沫玻璃主体282和282a，这两个不同的泡沫玻璃主体具有不同接触表面，用于连接到相邻的泡沫玻璃主体282、282a。因此，泡沫玻璃主体282具有波浪形状的第一端面283，而在泡沫玻璃主体282的相对的端部处，设置有具有彼此成角度布置的两个平坦表面的第二端面284。泡沫玻璃主体282a具有与泡沫玻璃主体282的第二端面284互补的第三端面285，而泡沫玻璃主体282a的第四端面286又是波浪形状的，并且与泡沫玻璃主体282的第一端面283互补，使得泡沫玻璃主体282和282a可以交替地一个接一个地布置。

[0157] 图46类似地示出了两个泡沫玻璃主体292和292a，这两个泡沫玻璃主体又具有对应的端面293、294、295和296。泡沫玻璃主体292的第一端面293与泡沫玻璃主体292a的第四端面296互补，并且又具有波浪形状。彼此互补的端面294、295(即泡沫玻璃主体292的第二端面294和泡沫玻璃主体292的第三端面295)具有三个平坦的局部表面，其中的两个与第三局部表面成角度地布置。

[0158] 在图47的另一个示例性实施例中，泡沫玻璃主体302的第一端面303和泡沫玻璃主体302a的第四端面306对应于前述示例性实施例的第一端面和第四端面，而泡沫玻璃主体

302的第二端面304和泡沫玻璃主体302a的第三端面302a具有锯齿状的表面结构,但第二端面304和第三端面305又被配置成彼此互补。

[0159] 在图45至图47的示例性实施例中,两个不同的泡沫玻璃主体分别相互组合成复合物。然而,还可以想到的是,在具有全部相同的泡沫玻璃主体或多个不同的泡沫玻璃主体的复合材料的情况下,也可以实现接触表面或端面的相应构造。

[0160] 图48示出了复合泡沫玻璃元件在浮动房屋310中的应用,其中复合泡沫玻璃元件不仅用于房屋的壁和天花板或屋顶(如图43的实施例中那样),而且特别用于形成浮桥311,浮动房屋支撑在该浮桥上。由于泡沫玻璃的高孔隙比例和由此产生的低泡沫玻璃密度以及由于玻璃的高压缩强度和通过加固元件的机械加固的复合泡沫玻璃元件的高机械强度,本发明的复合泡沫玻璃元件有利于用作浮动房屋的浮桥,因为自重低并且浮力高。

[0161] 尽管已经基于示例性实施例详细描述了本发明,但是对于本领域技术人员来说不言而喻的是,本发明不限于这些示例性实施例,而是在不脱离所附权利要求的范围的情况下,可以进行各种应用和配置修改使得尤其可以省略所示示例性实施例的个别特征或者可以实现特征的其他组合。特别地,本公开包括在各种示例性实施例中所示的各个特征的所有组合,使得仅结合一个示例性实施例描述的各个特征也可以用于其他示例性实施例中或未明确说明的各个特征的组合中。

[0162] 附图标记列表

[0163]	1	复合泡沫玻璃元件
[0164]	2	泡沫玻璃主体
[0165]	3	加固元件/拉伸元件(螺纹杆)
[0166]	4	固定件(螺母)
[0167]	5	弹簧元件
[0168]	6	压力分配板
[0169]	7	分离元件
[0170]	8	支撑件
[0171]	9	加固元件/拉伸元件
[0172]	11	复合泡沫玻璃元件
[0173]	12	泡沫玻璃主体
[0174]	16	压力分配板
[0175]	19	加固元件/拉伸元件
[0176]	21	复合泡沫玻璃元件
[0177]	22	泡沫玻璃主体
[0178]	23	带(张紧带/拉紧带)
[0179]	24	张紧元件(固定件)
[0180]	25	压力分配型材
[0181]	27	分离元件
[0182]	28	支撑件
[0183]	31	复合泡沫玻璃元件
[0184]	32	泡沫玻璃主体

[0185]	33	加固元件/拉伸元件(螺纹杆)
[0186]	34	固定件(螺母)
[0187]	35	张紧元件
[0188]	36	压力分配板
[0189]	41	复合泡沫玻璃元件
[0190]	42、42a、42b、42c、42d	泡沫玻璃主体
[0191]	43	加固元件/拉伸元件(螺纹杆)
[0192]	44	固定件(螺母)
[0193]	45	隔音屏
[0194]	46	压力分配板
[0195]	47	凹形凹口
[0196]	48	凸形凸起
[0197]	49	槽
[0198]	50	底板
[0199]	51	复合泡沫玻璃元件
[0200]	52、52a、52b、52c	泡沫玻璃主体
[0201]	54	固定件(螺母)
[0202]	55	隔音屏
[0203]	56	压力分配板
[0204]	58	倾斜表面
[0205]	59	孔
[0206]	60	底板
[0207]	61	复合泡沫玻璃元件
[0208]	62、62a、62b、62c、62d	泡沫玻璃主体
[0209]	65	隔音屏
[0210]	66	压力分配板
[0211]	67	凹口
[0212]	68	突起
[0213]	69	加固元件/拉伸元件
[0214]	70	底板
[0215]	71	复合泡沫玻璃元件
[0216]	72	泡沫玻璃主体
[0217]	73	桁架
[0218]	74	拉伸元件(张力线)
[0219]	75	U形型材
[0220]	76	U形型材
[0221]	77	横撑
[0222]	78	螺母
[0223]	79	加固元件/拉伸元件(螺纹杆)

[0224]	81	复合泡沫玻璃元件
[0225]	82	泡沫玻璃主体
[0226]	83	桁架
[0227]	85	U形型材
[0228]	86	U形型材
[0229]	87	加固元件/拉伸元件(螺纹杆)
[0230]	88	螺母
[0231]	91	复合泡沫玻璃元件
[0232]	92	泡沫玻璃主体
[0233]	93	桁架
[0234]	94	桁架
[0235]	95	双T型梁
[0236]	96	双T型梁
[0237]	101	复合泡沫玻璃元件
[0238]	102	泡沫玻璃主体
[0239]	103	桁架
[0240]	106	双T型梁
[0241]	111	复合泡沫玻璃元件
[0242]	112	泡沫玻璃主体
[0243]	113	桁架
[0244]	121	复合泡沫玻璃元件
[0245]	122	泡沫玻璃主体
[0246]	123	桁架
[0247]	131	复合泡沫玻璃元件
[0248]	132	泡沫玻璃主体
[0249]	133	桁架
[0250]	141	复合泡沫玻璃元件
[0251]	142	泡沫玻璃主体
[0252]	143	加固元件/拉伸元件(螺纹杆)
[0253]	145	压力分配板
[0254]	146	压力分配板
[0255]	147	盖
[0256]	148	加固元件/拉伸元件
[0257]	149	加固元件/拉伸元件
[0258]	151	复合泡沫玻璃元件
[0259]	152	泡沫玻璃主体
[0260]	153	棒
[0261]	154	棒
[0262]	155	侧板

[0263]	156	侧板
[0264]	157	固定件(螺纹连接件)
[0265]	158	盖/包层/立面
[0266]	161	复合泡沫玻璃元件
[0267]	162	泡沫玻璃主体
[0268]	163	加固元件/拉伸元件(内螺纹杆)
[0269]	164	加固元件/拉伸元件(外螺纹杆)
[0270]	165	压力分配板
[0271]	166	压力分配板
[0272]	167	盖
[0273]	168	水平加固元件/拉伸元件
[0274]	169	竖直加固元件/拉伸元件
[0275]	171	复合泡沫玻璃元件
[0276]	172	泡沫玻璃主体
[0277]	173	加固元件/拉伸元件
[0278]	174	加固元件/拉伸元件
[0279]	175	侧板
[0280]	176	侧板
[0281]	177	张紧螺纹连接件
[0282]	178	插入式容纳部
[0283]	179	螺纹式容纳部
[0284]	180	螺栓
[0285]	191	复合泡沫玻璃元件
[0286]	192	泡沫玻璃主体
[0287]	193	侧板
[0288]	194	侧板
[0289]	195	线/圆钢棒
[0290]	196	线/圆钢棒
[0291]	197	张紧螺纹连接件/拉伸元件
[0292]	201	复合泡沫玻璃元件
[0293]	203	侧板
[0294]	204	侧板
[0295]	205	带
[0296]	206	带
[0297]	207	夹持元件
[0298]	211	复合泡沫玻璃元件
[0299]	212	泡沫玻璃主体
[0300]	213	边缘框架
[0301]	214	角型材

[0302]	215	带
[0303]	216	带
[0304]	220	泡沫玻璃块
[0305]	221	复合泡沫玻璃元件
[0306]	222	泡沫玻璃主体
[0307]	223	端板
[0308]	224	端板
[0309]	225	条
[0310]	226	杆
[0311]	227	支架
[0312]	228	隧道
[0313]	229	隧道衬砌
[0314]	230	隧道中间空间
[0315]	231	复合泡沫玻璃元件
[0316]	232	楔形元件
[0317]	241	复合泡沫玻璃元件
[0318]	242	泡沫玻璃主体
[0319]	243	楔形形状的泡沫玻璃端体
[0320]	246	端板
[0321]	247	支架
[0322]	249	加固元件
[0323]	251	复合泡沫玻璃元件
[0324]	252	泡沫玻璃主体
[0325]	253	金属板
[0326]	260	建筑物
[0327]	261	复合泡沫玻璃元件
[0328]	270	高层建筑物
[0329]	271	复合泡沫玻璃元件
[0330]	282、282a	泡沫玻璃主体
[0331]	283	第一端面
[0332]	284	第二端面
[0333]	285	第三端面
[0334]	286	第四端面
[0335]	292、292a	泡沫玻璃主体
[0336]	293	第一端面
[0337]	294	第二端面
[0338]	295	第三端面
[0339]	296	第四端面
[0340]	302、302a	泡沫玻璃主体

[0341]	303	第一端面
[0342]	304	第二端面
[0343]	305	第三端面
[0344]	306	第四端面
[0345]	310	浮动房屋
[0346]	311	浮桥
[0347]	H	高度
[0348]	W	宽度
[0349]	L	长度

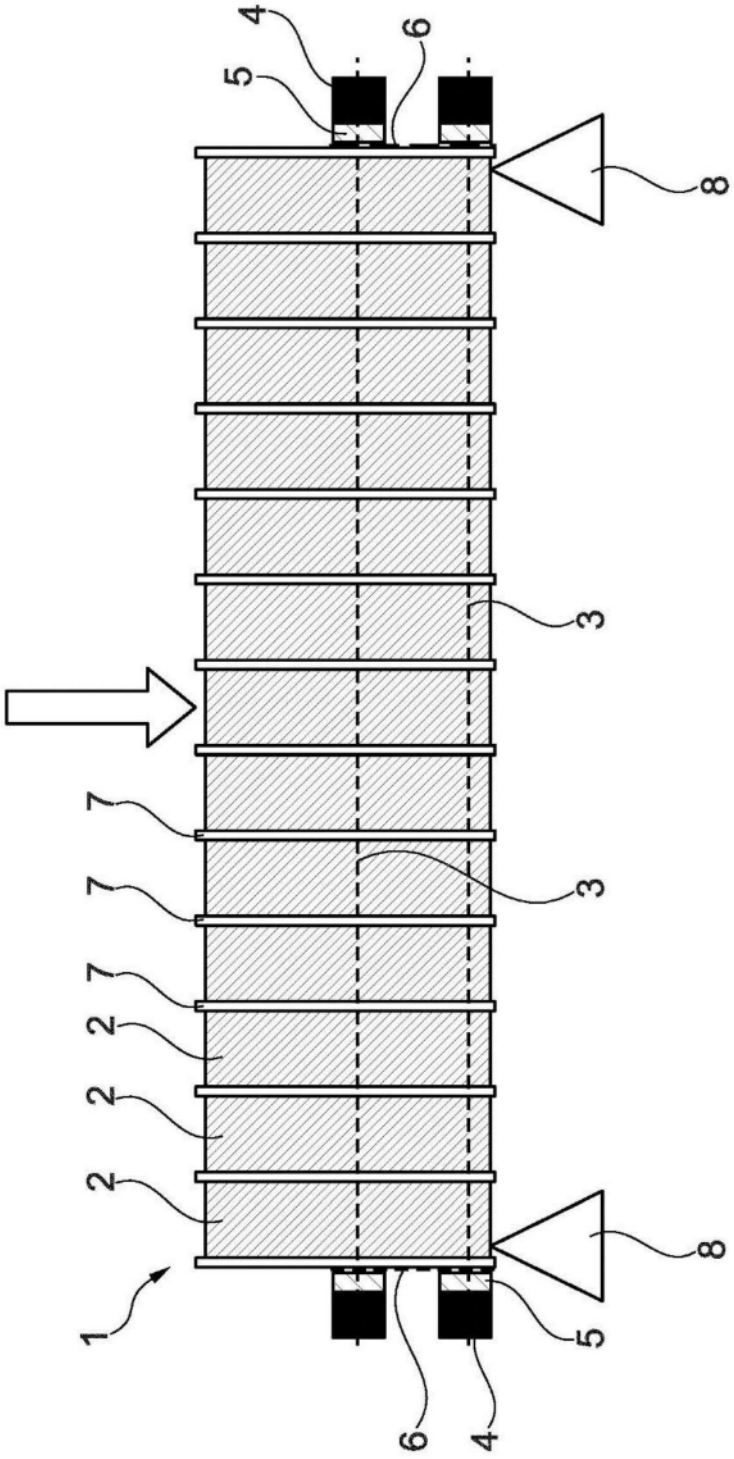


图1

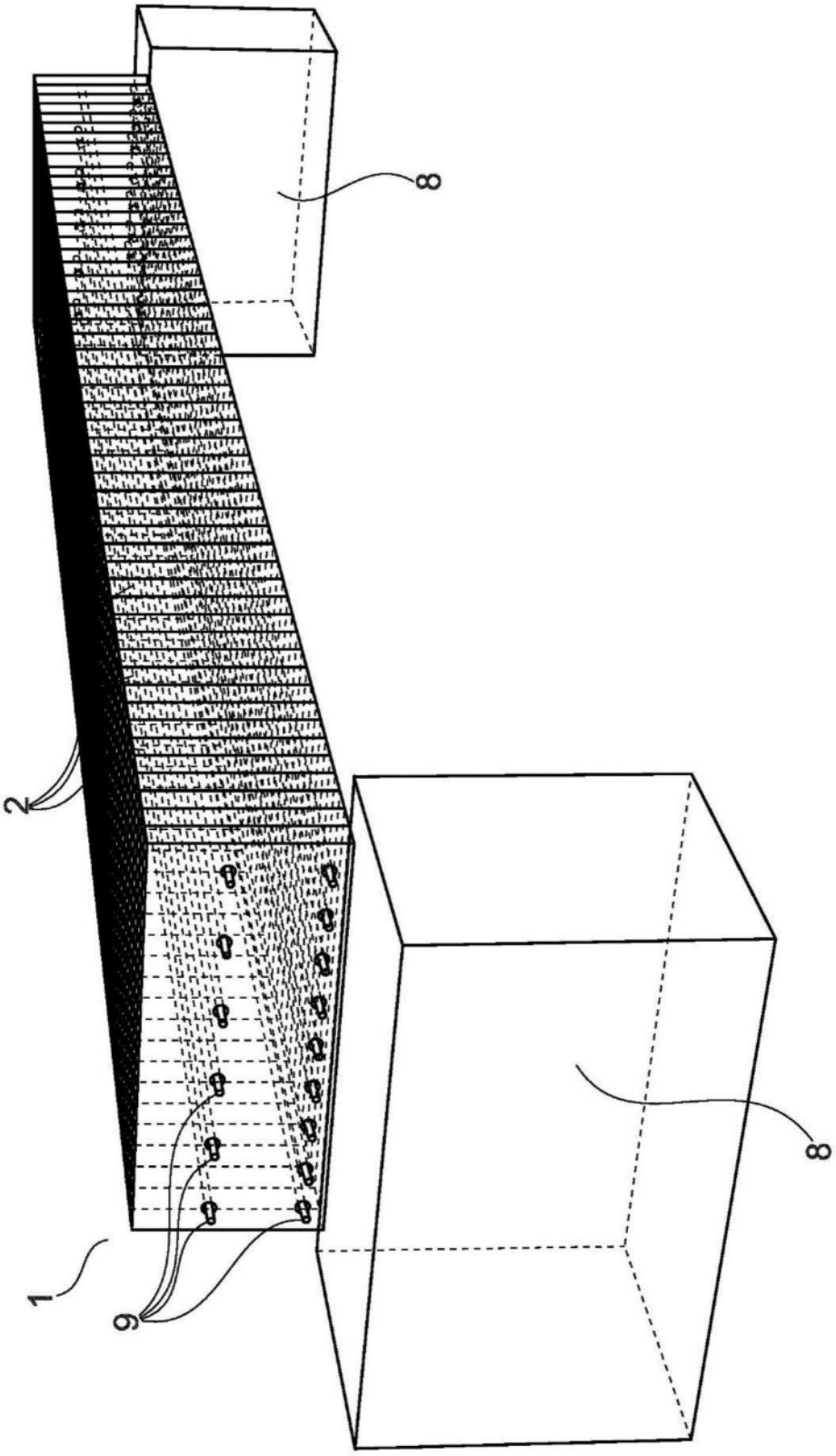


图2

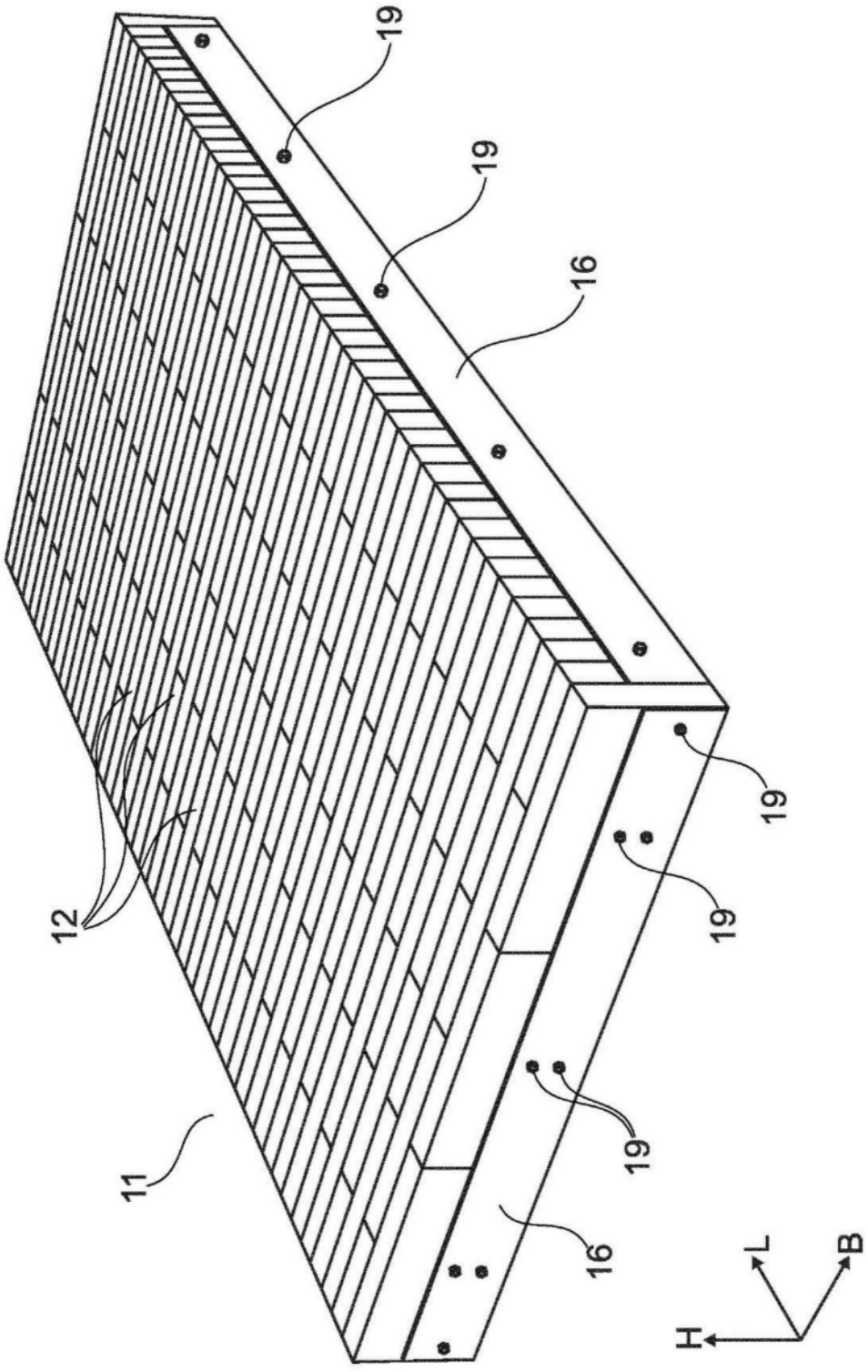


图3

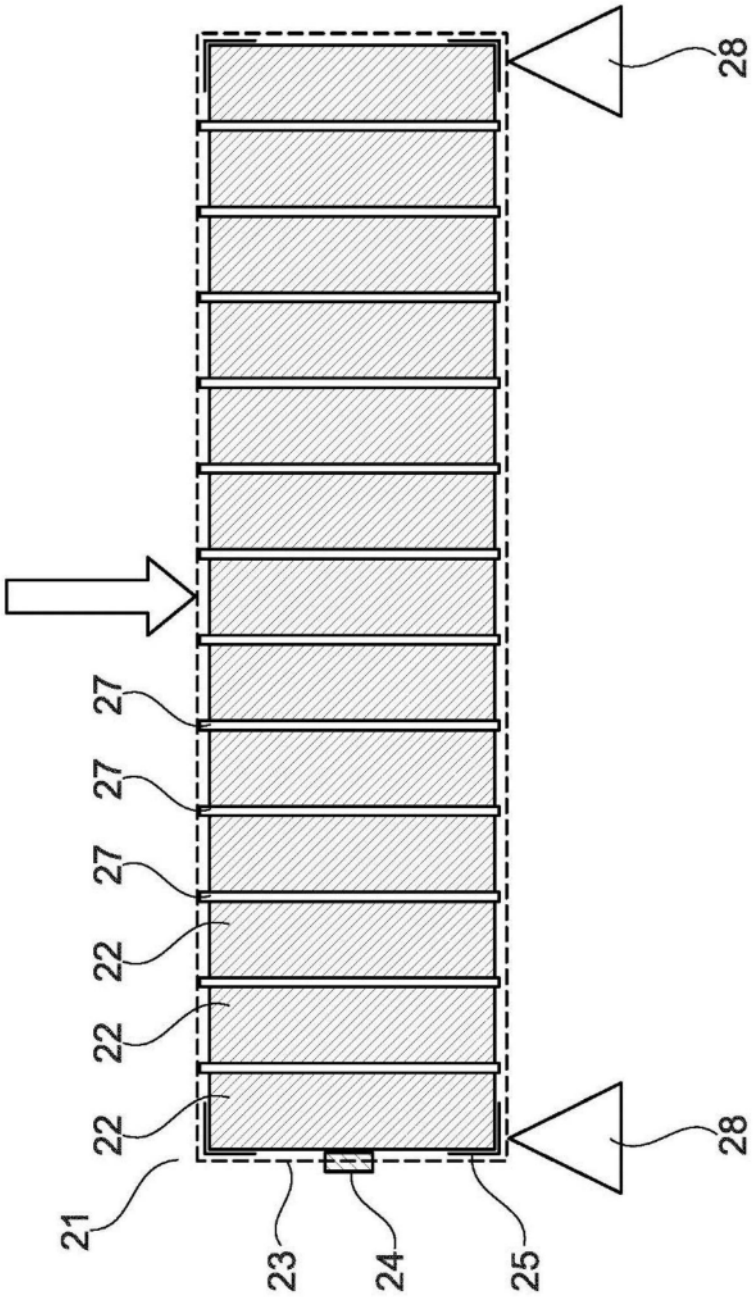


图4

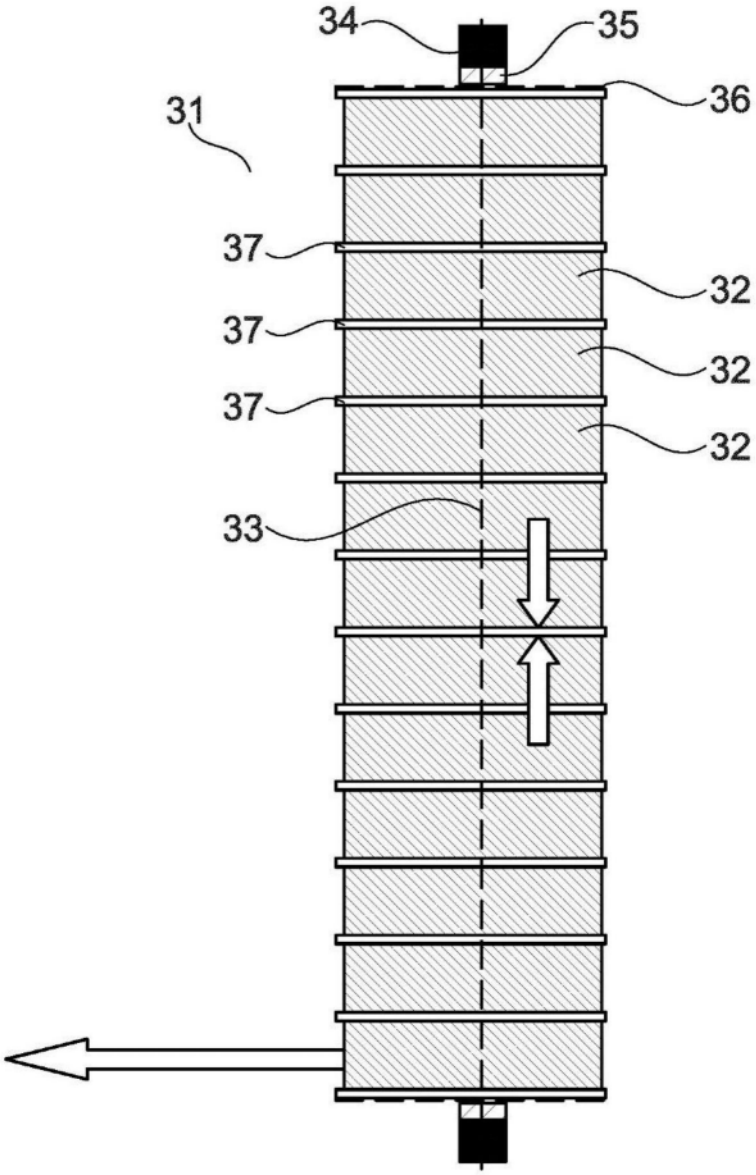


图5

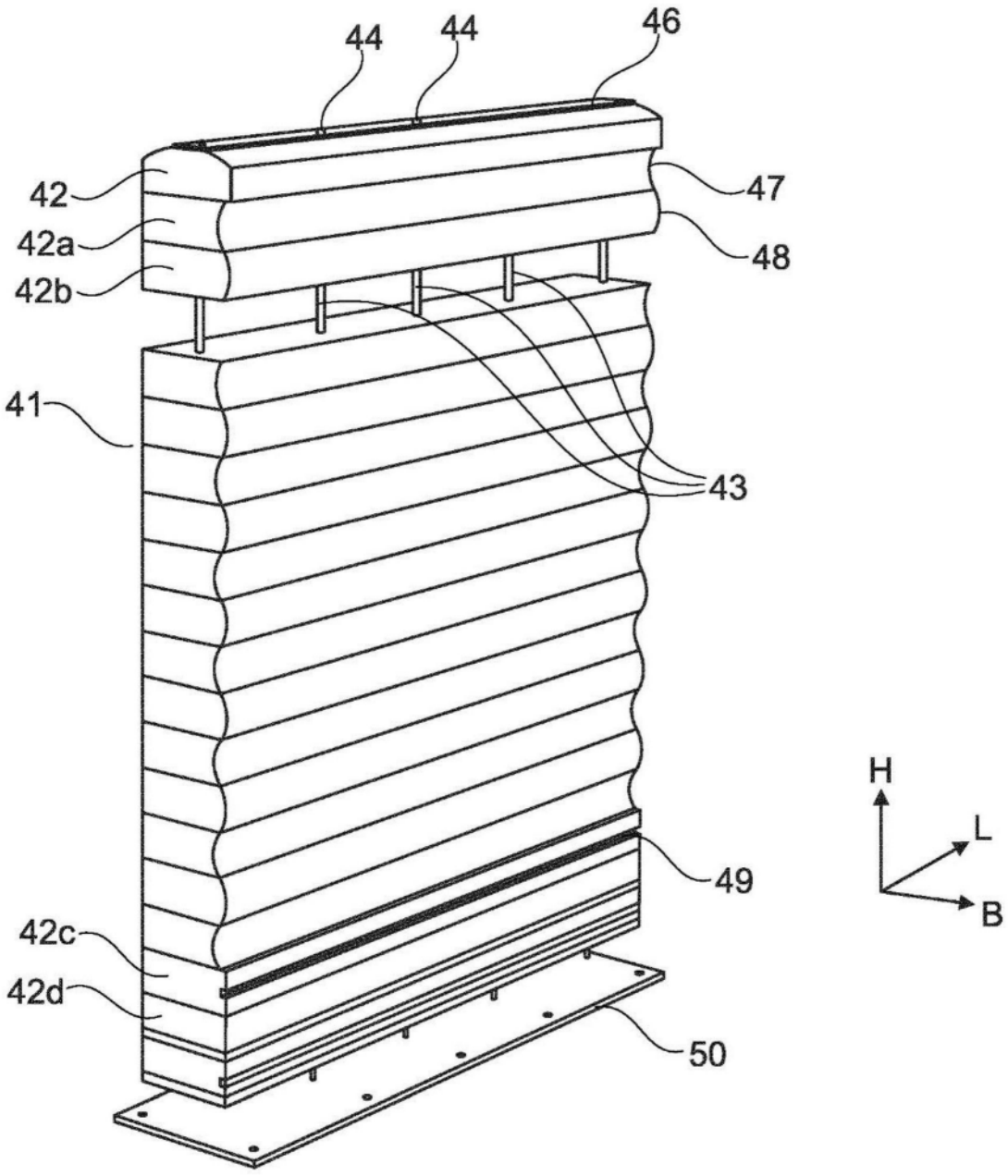


图6

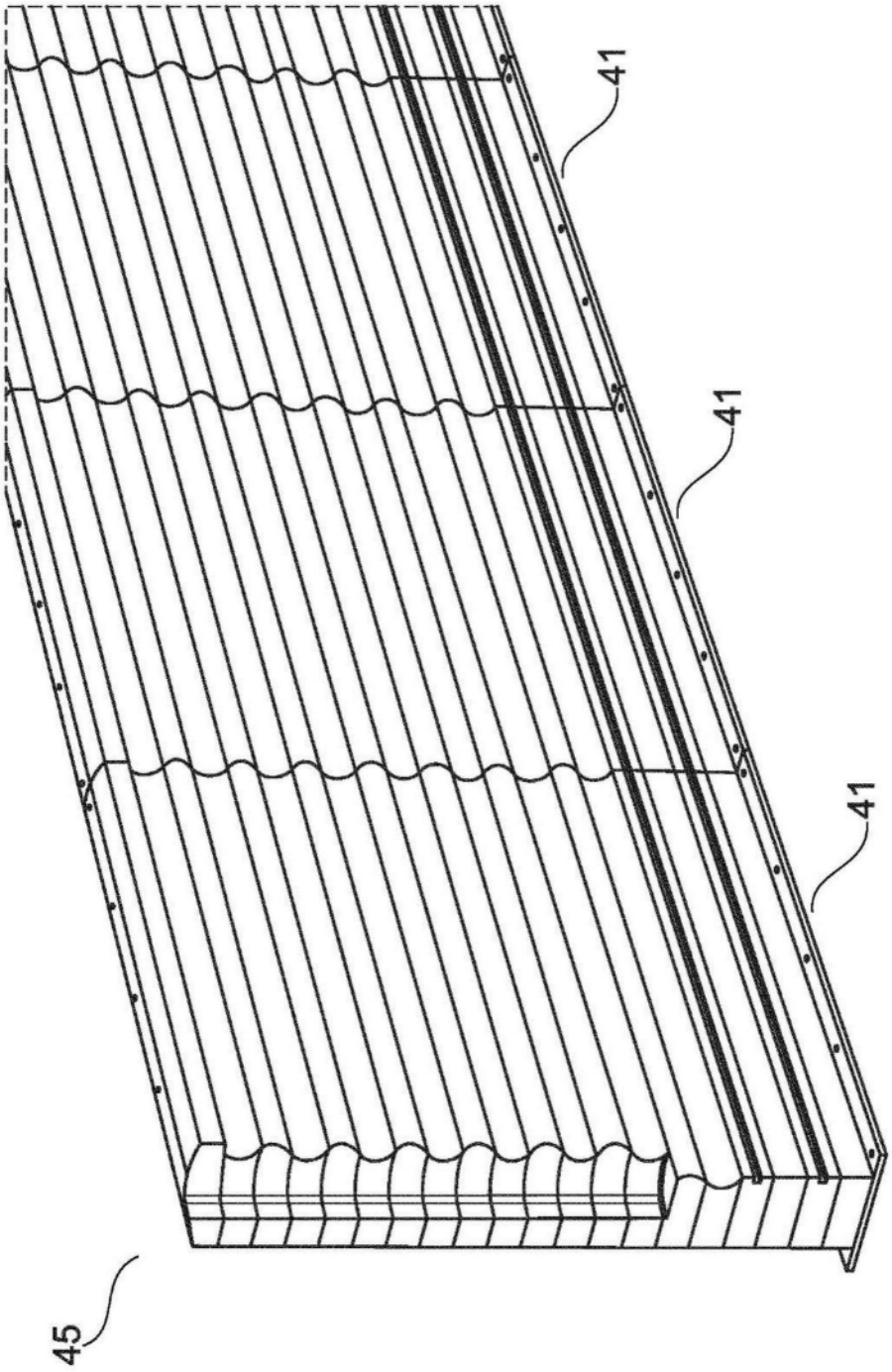


图7

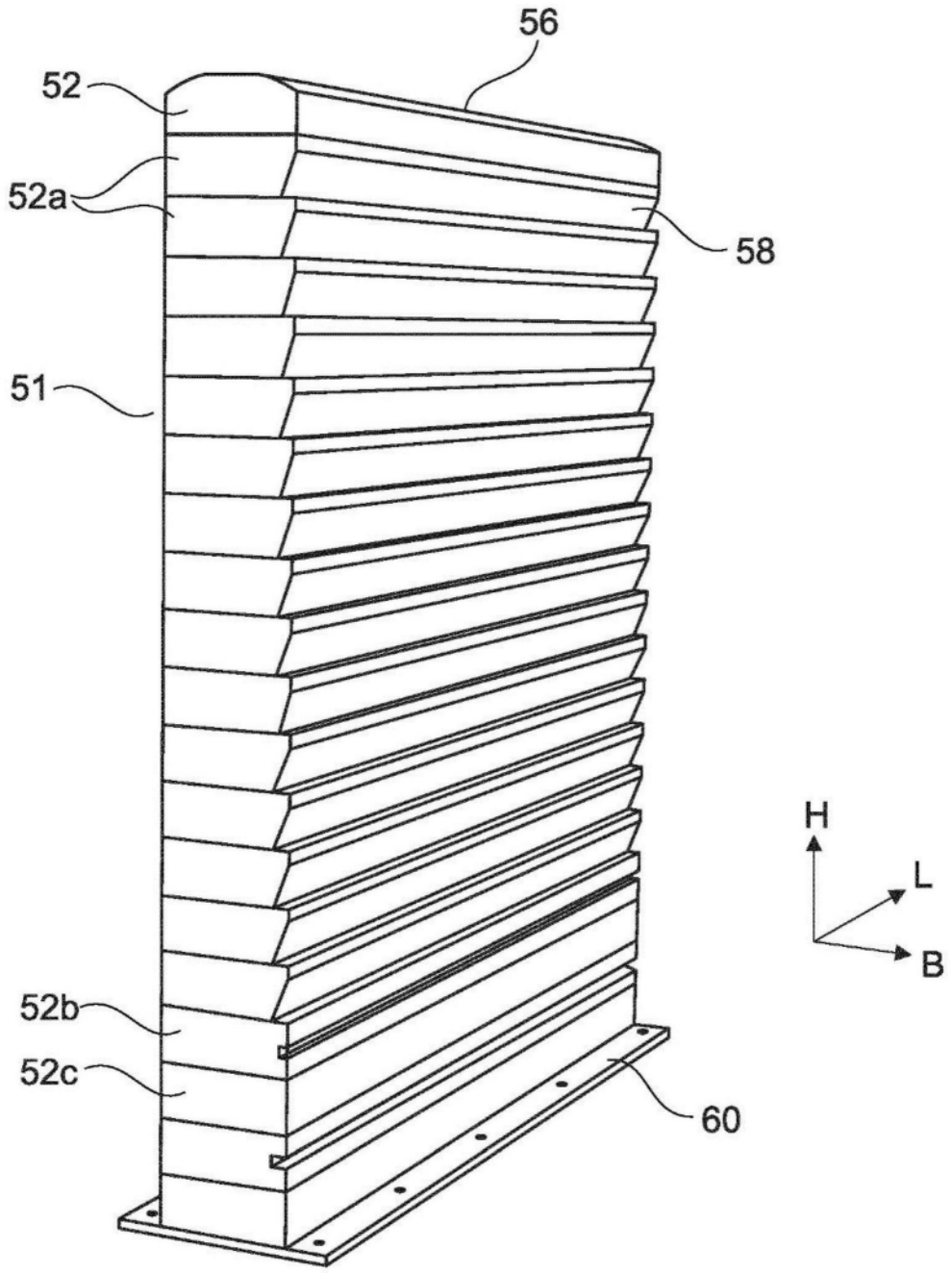


图8

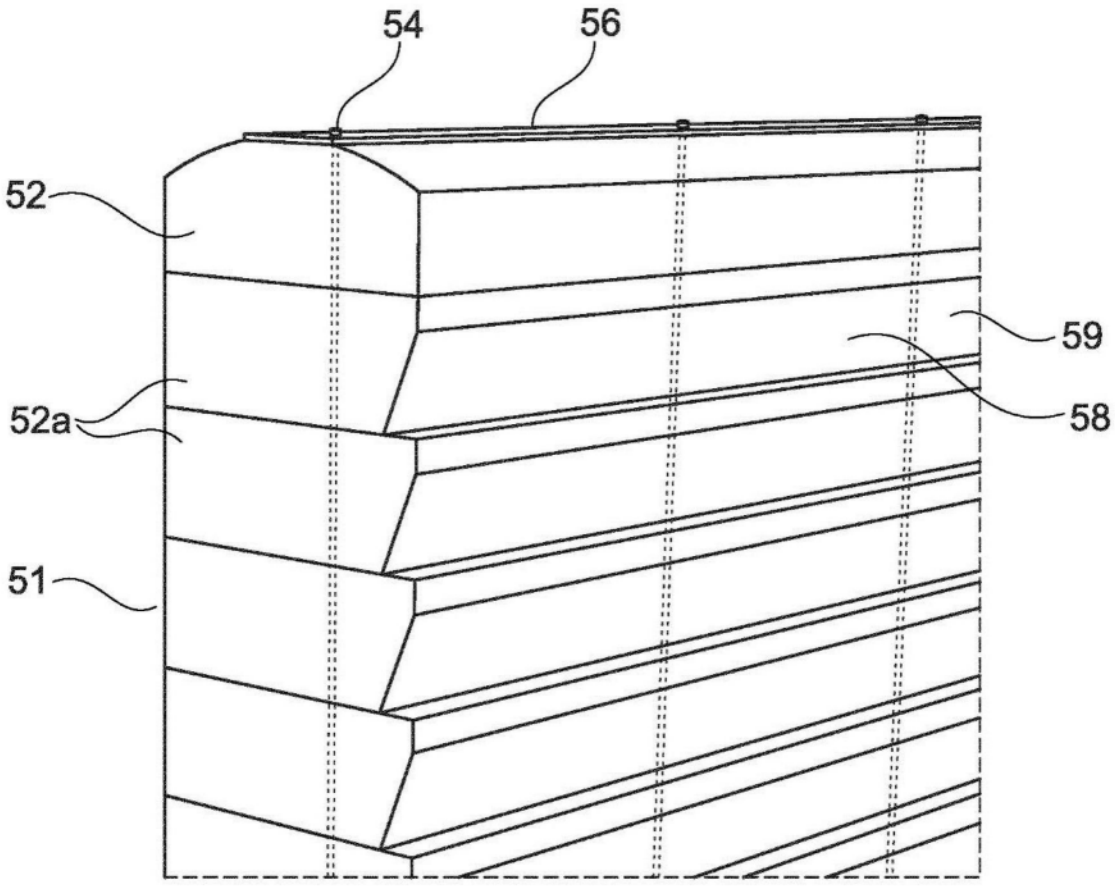


图9

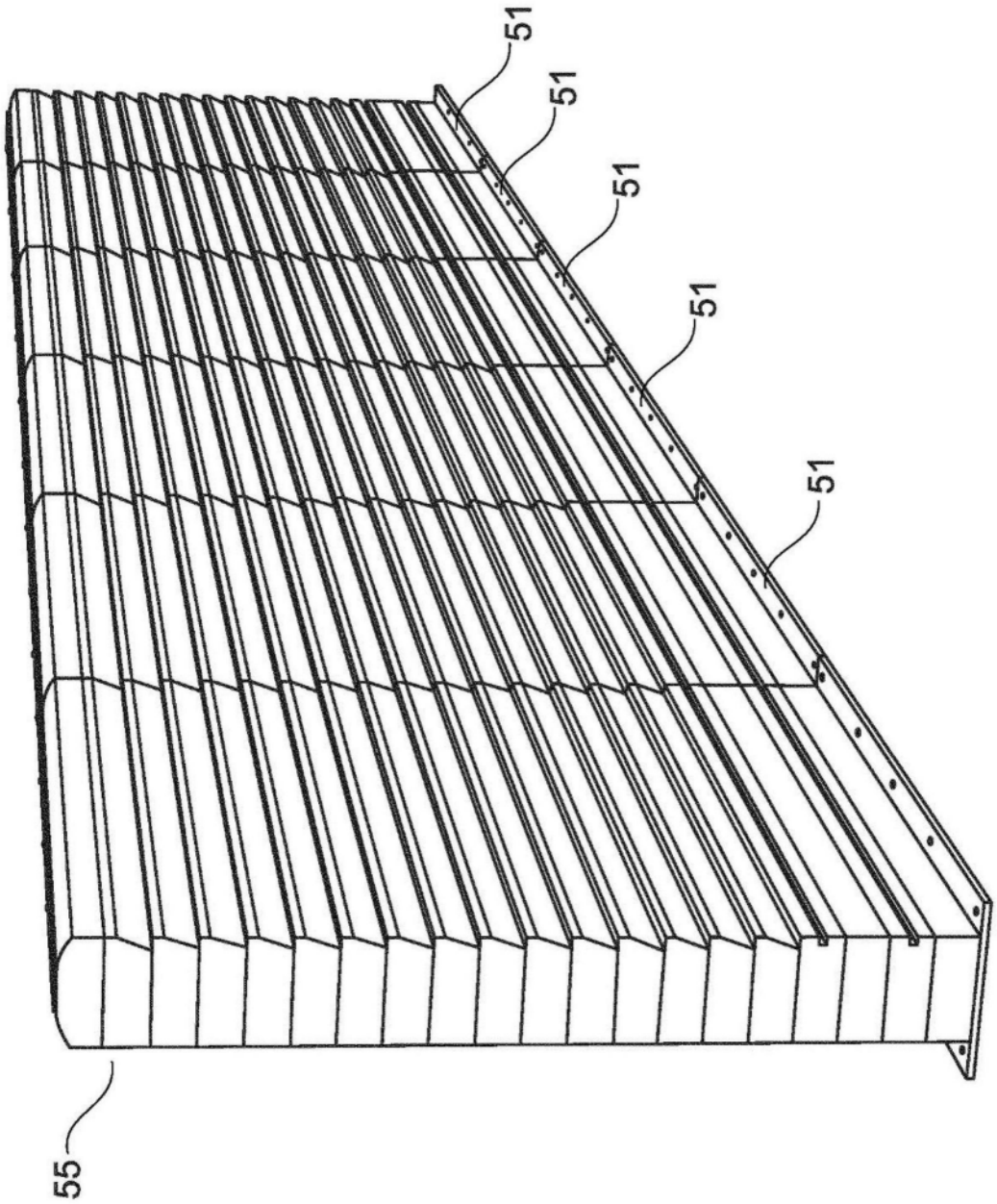


图10

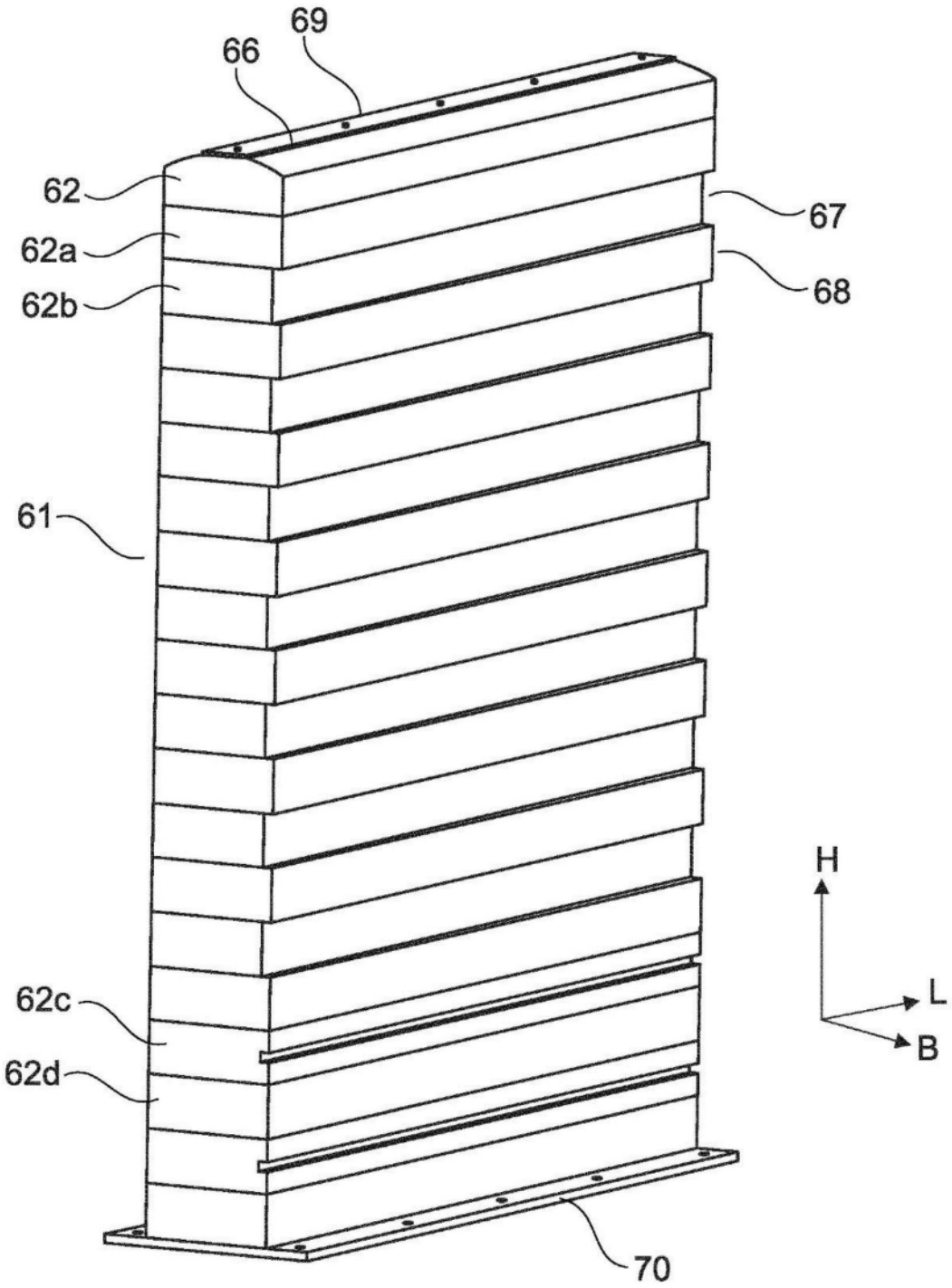


图11

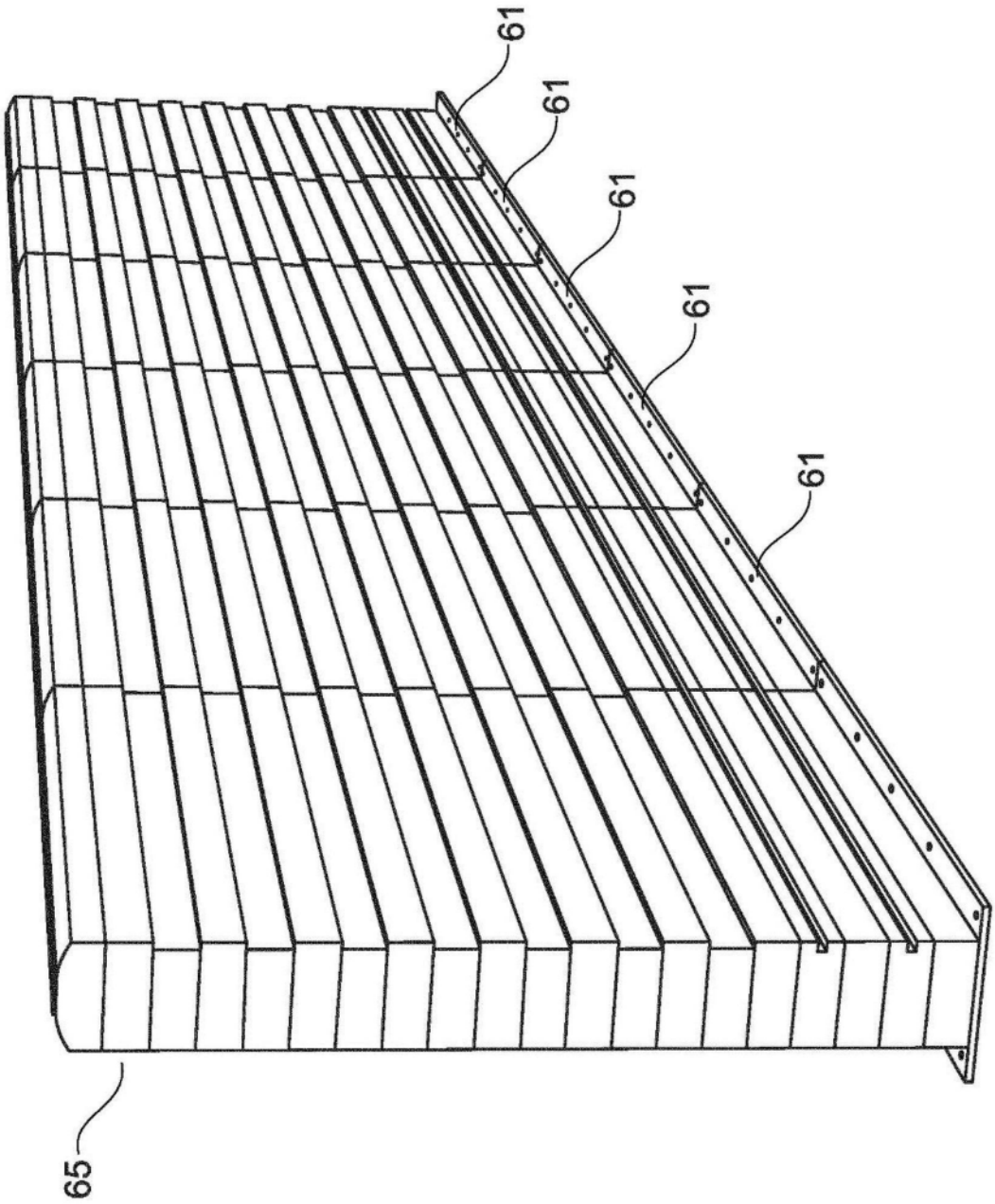


图12

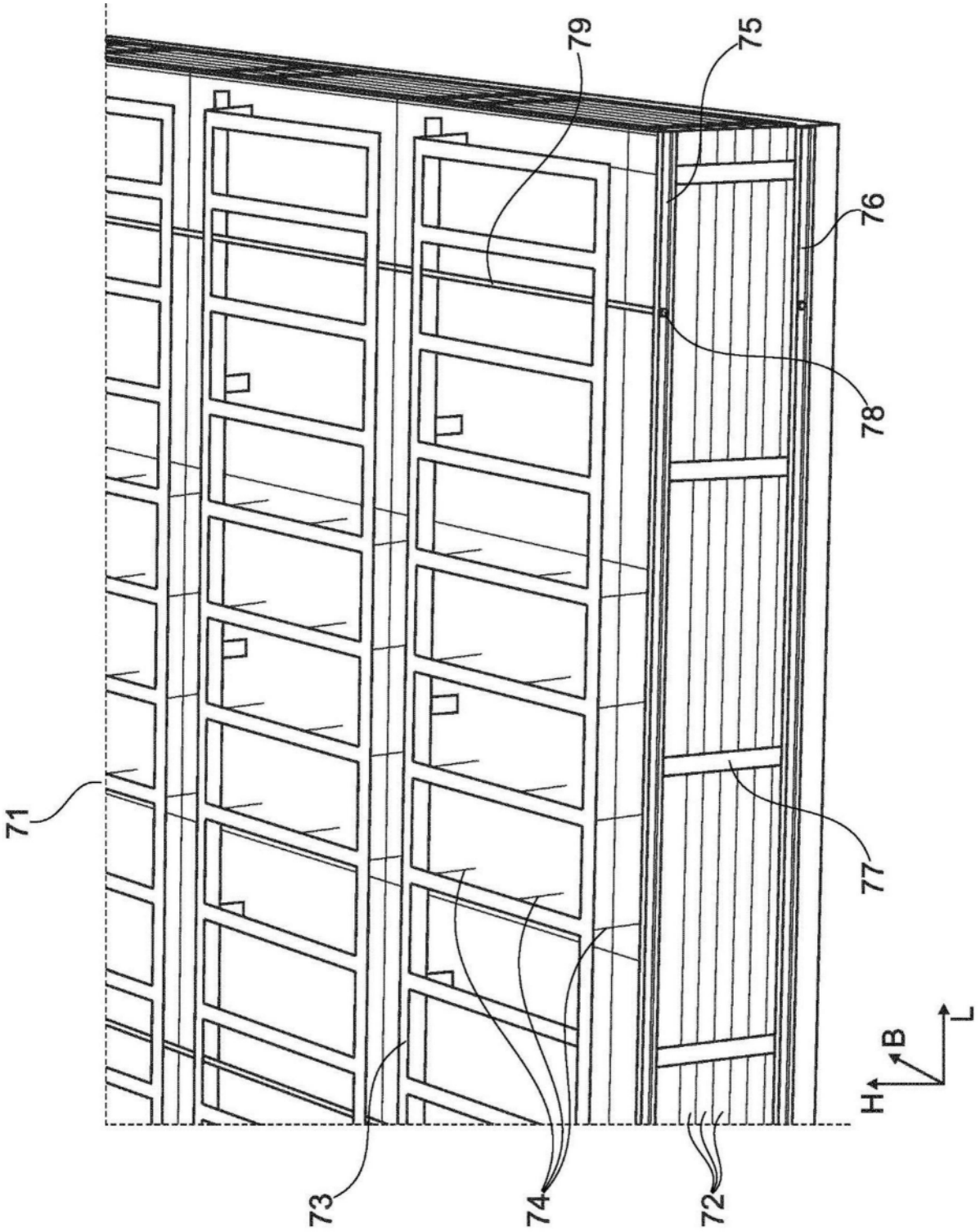


图13

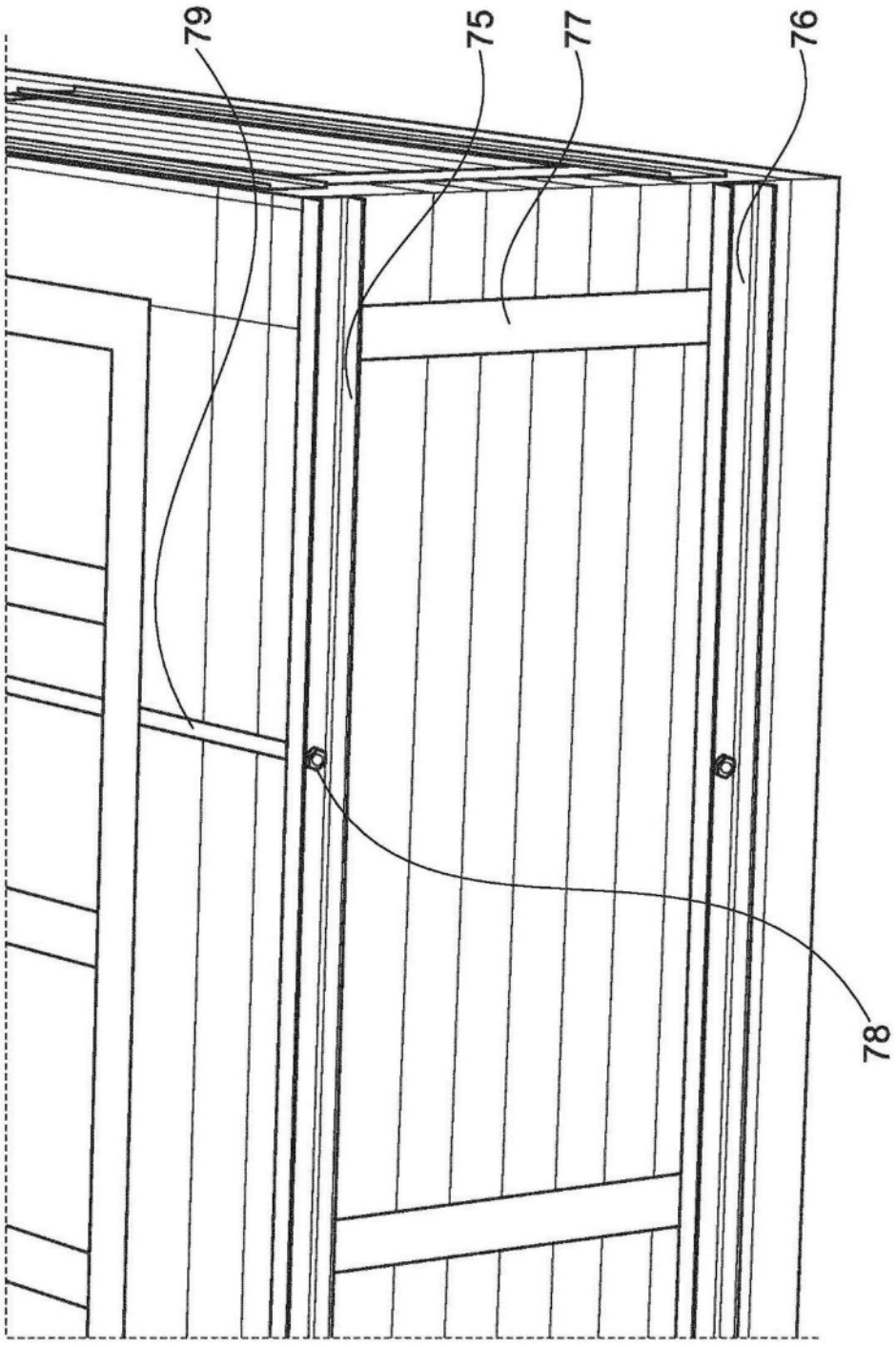


图14

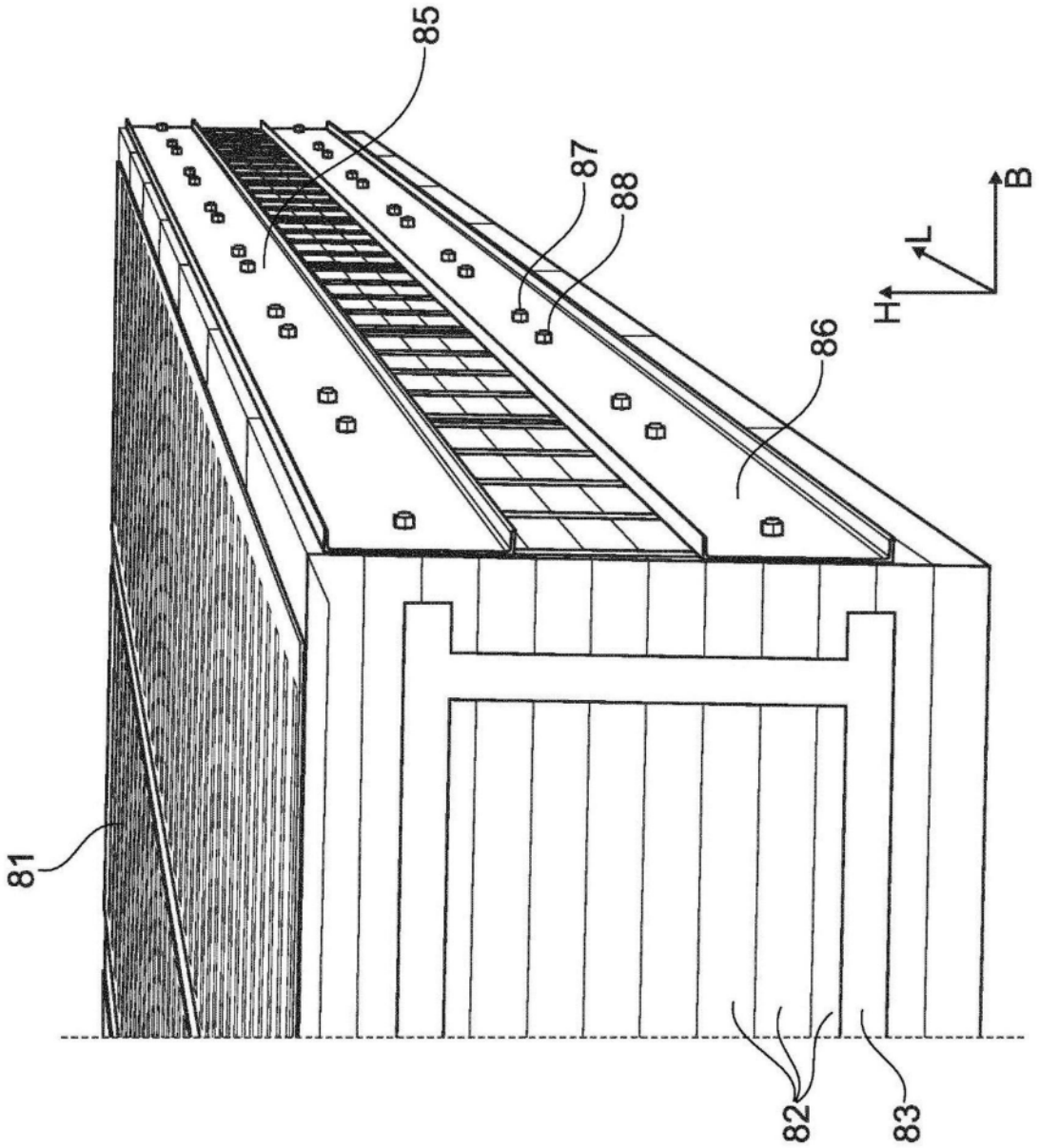


图15

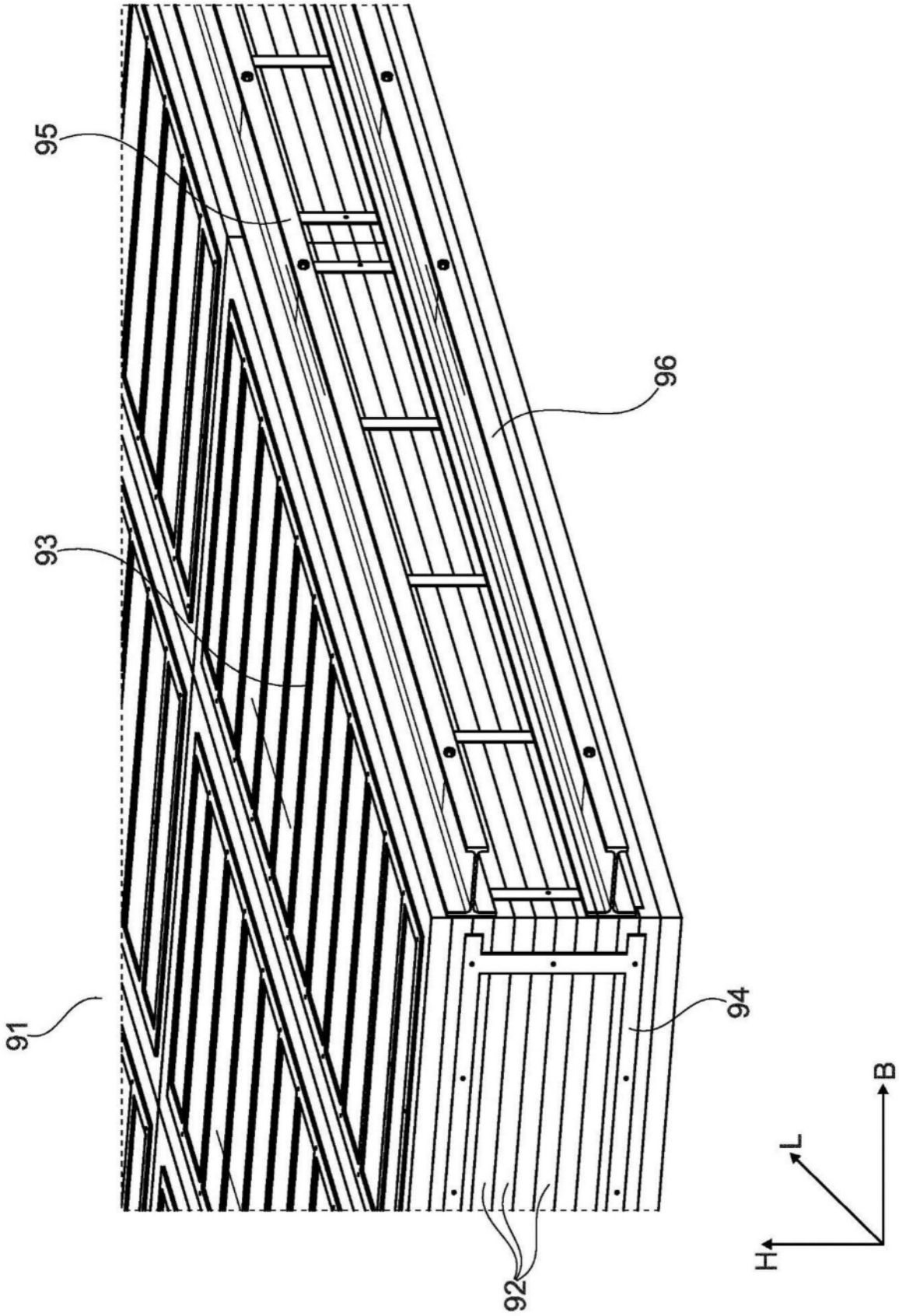


图16

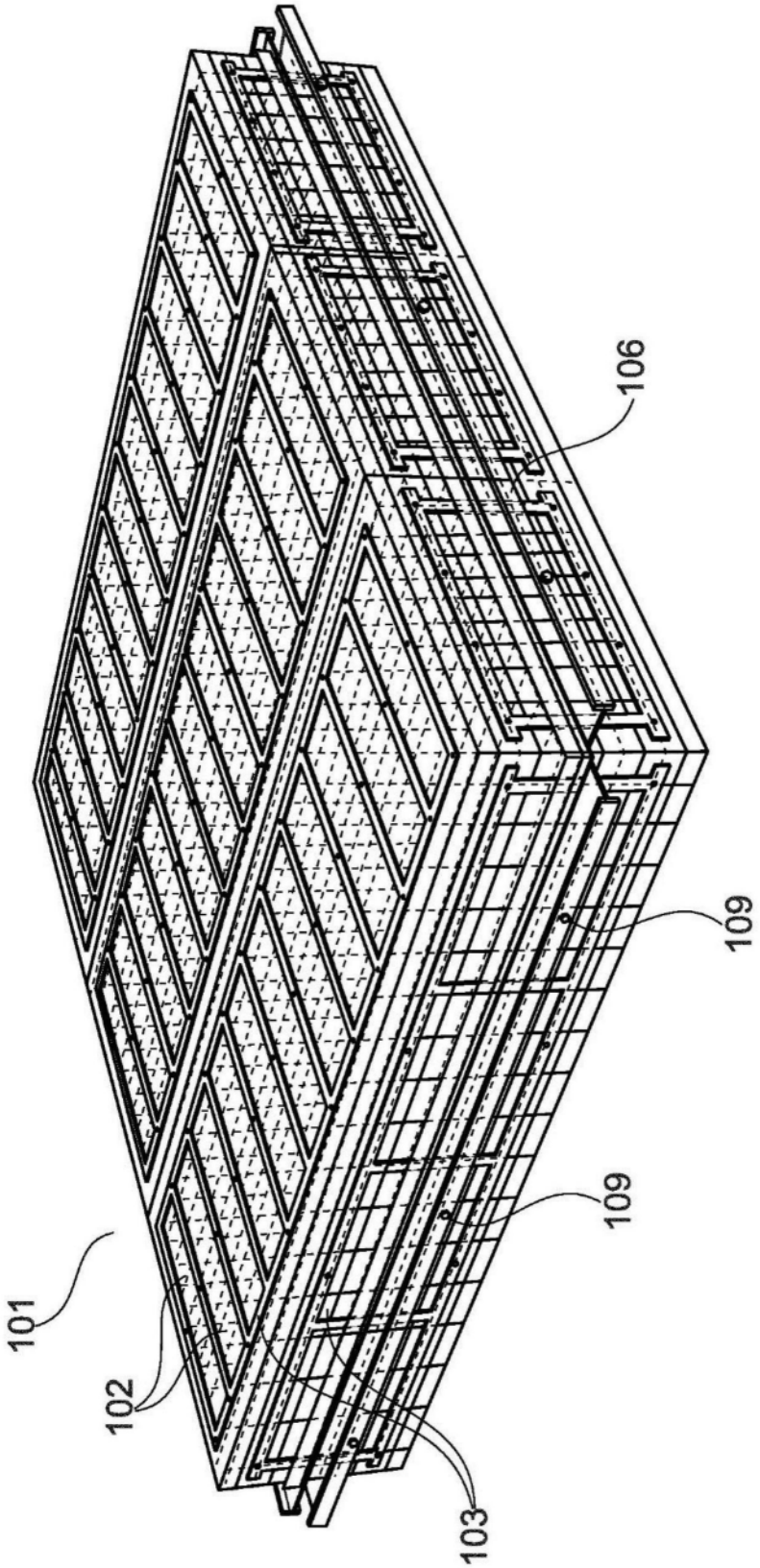


图17

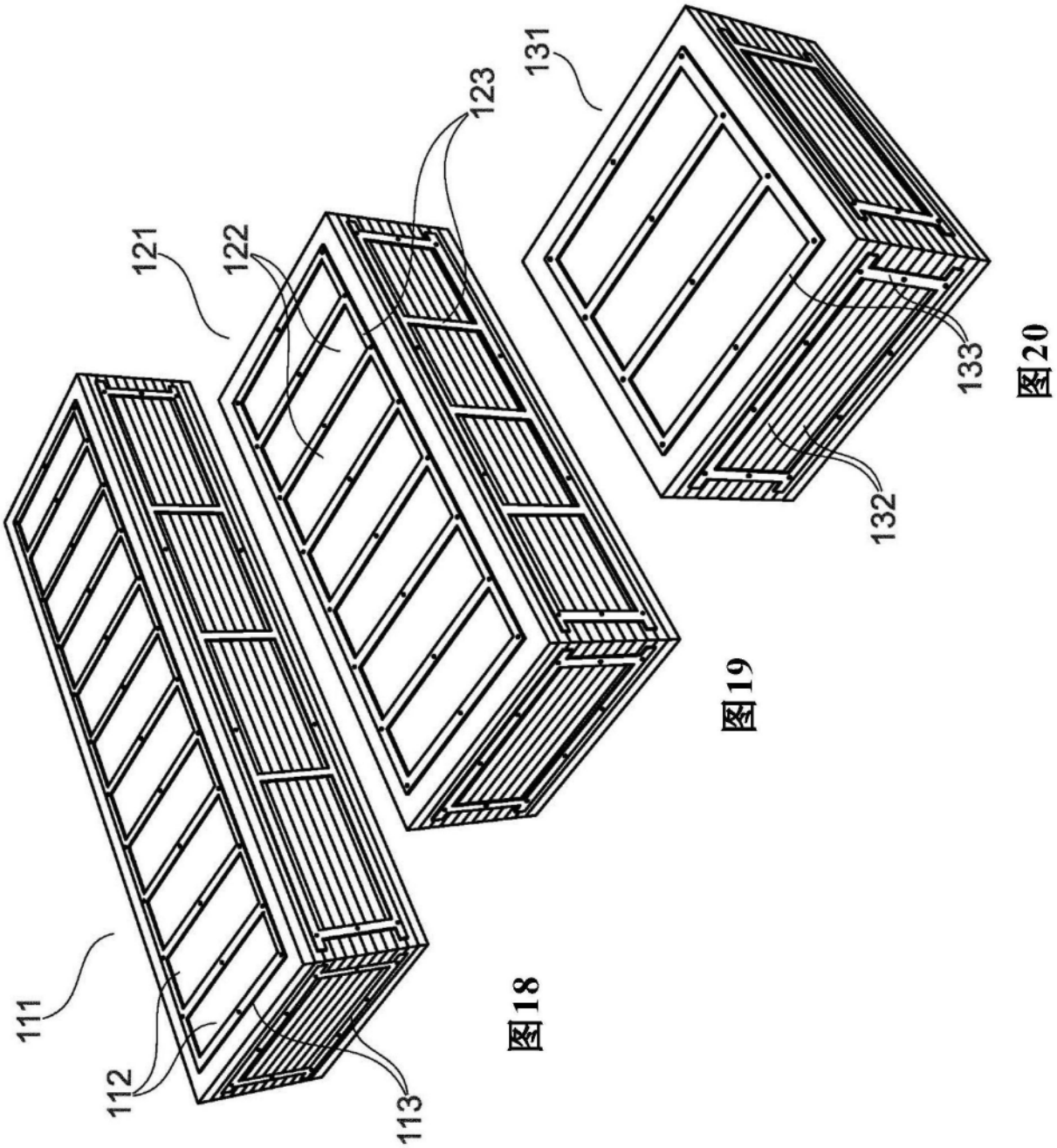


图18 图19 图20

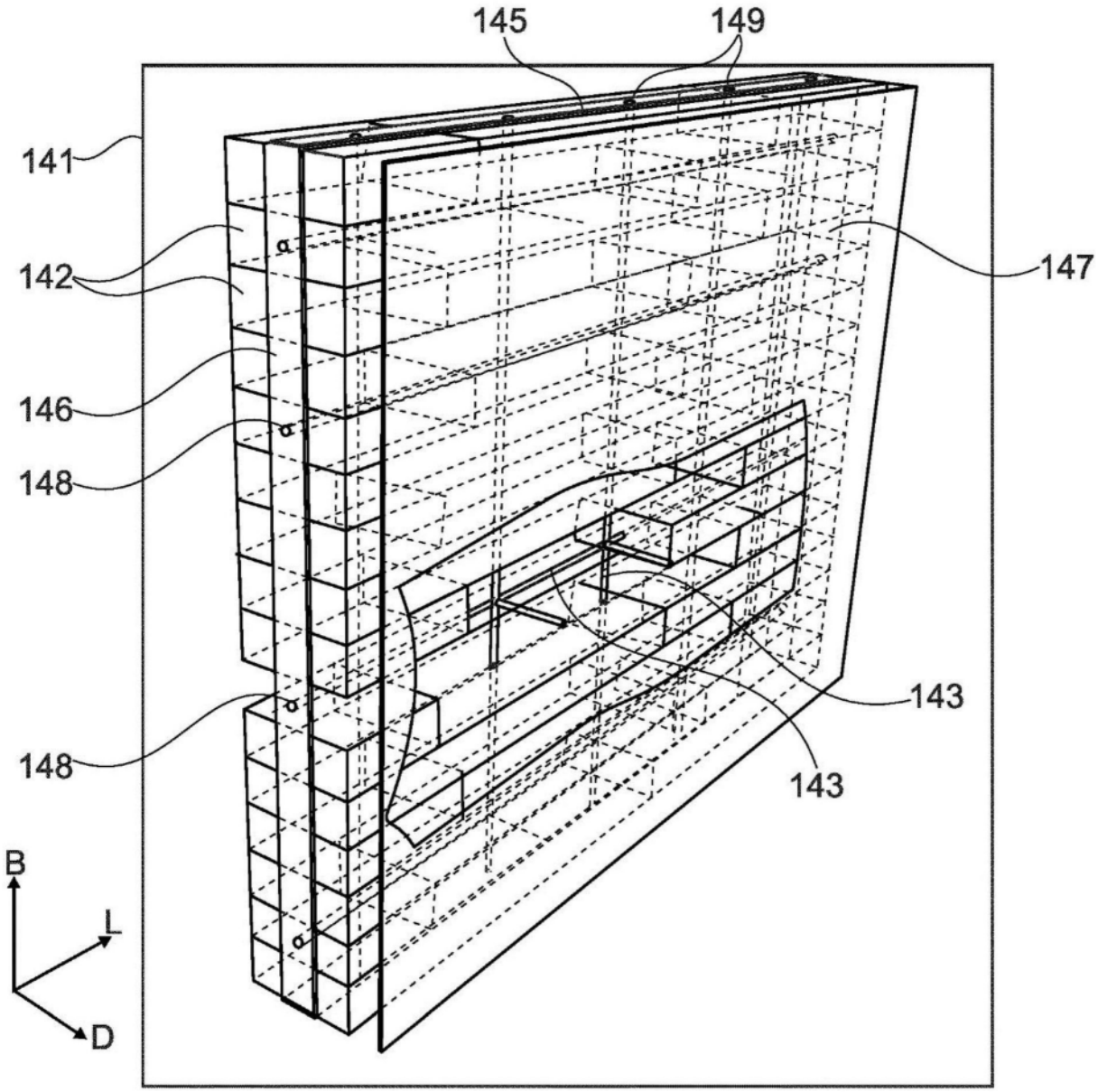


图21

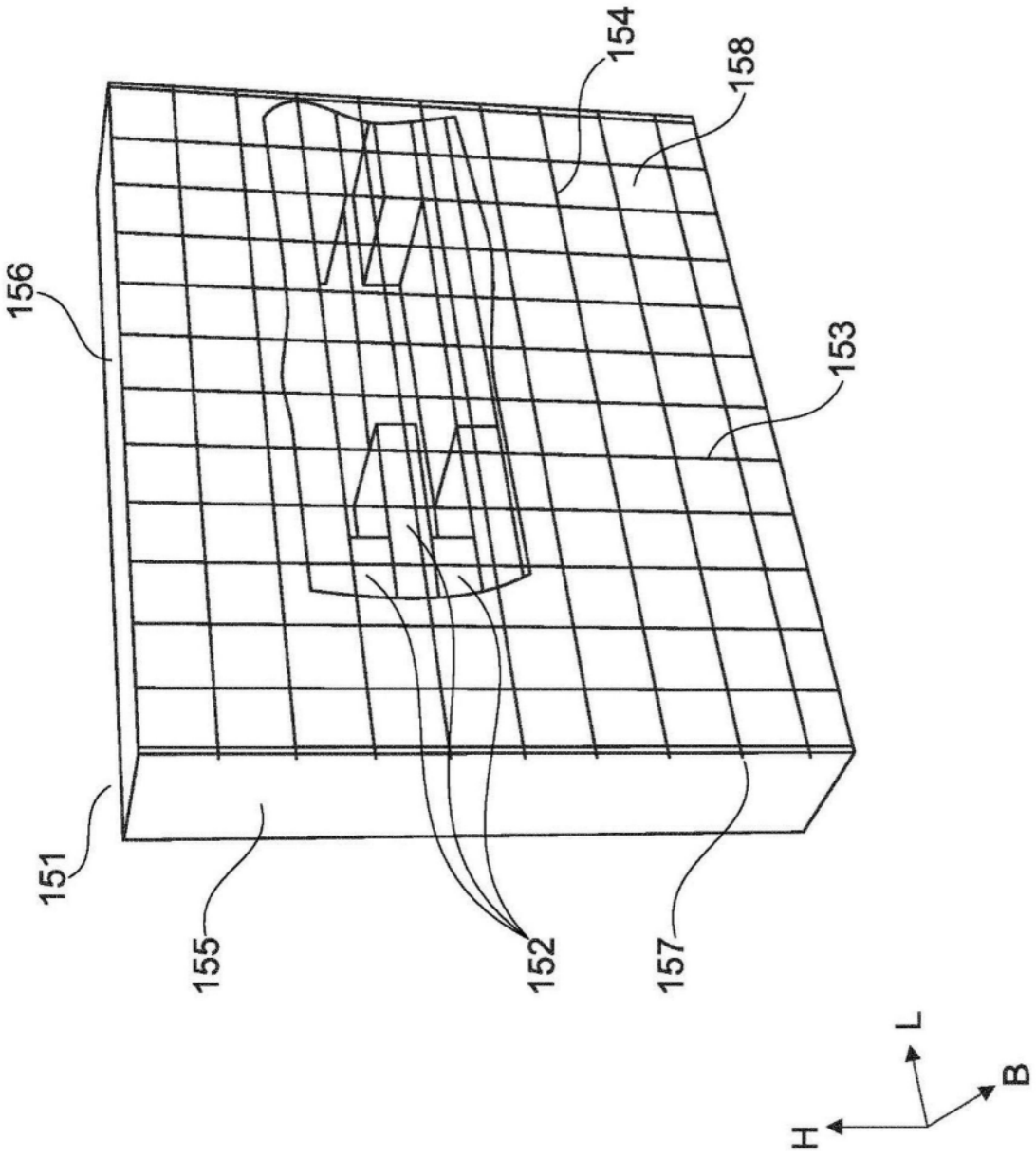


图22

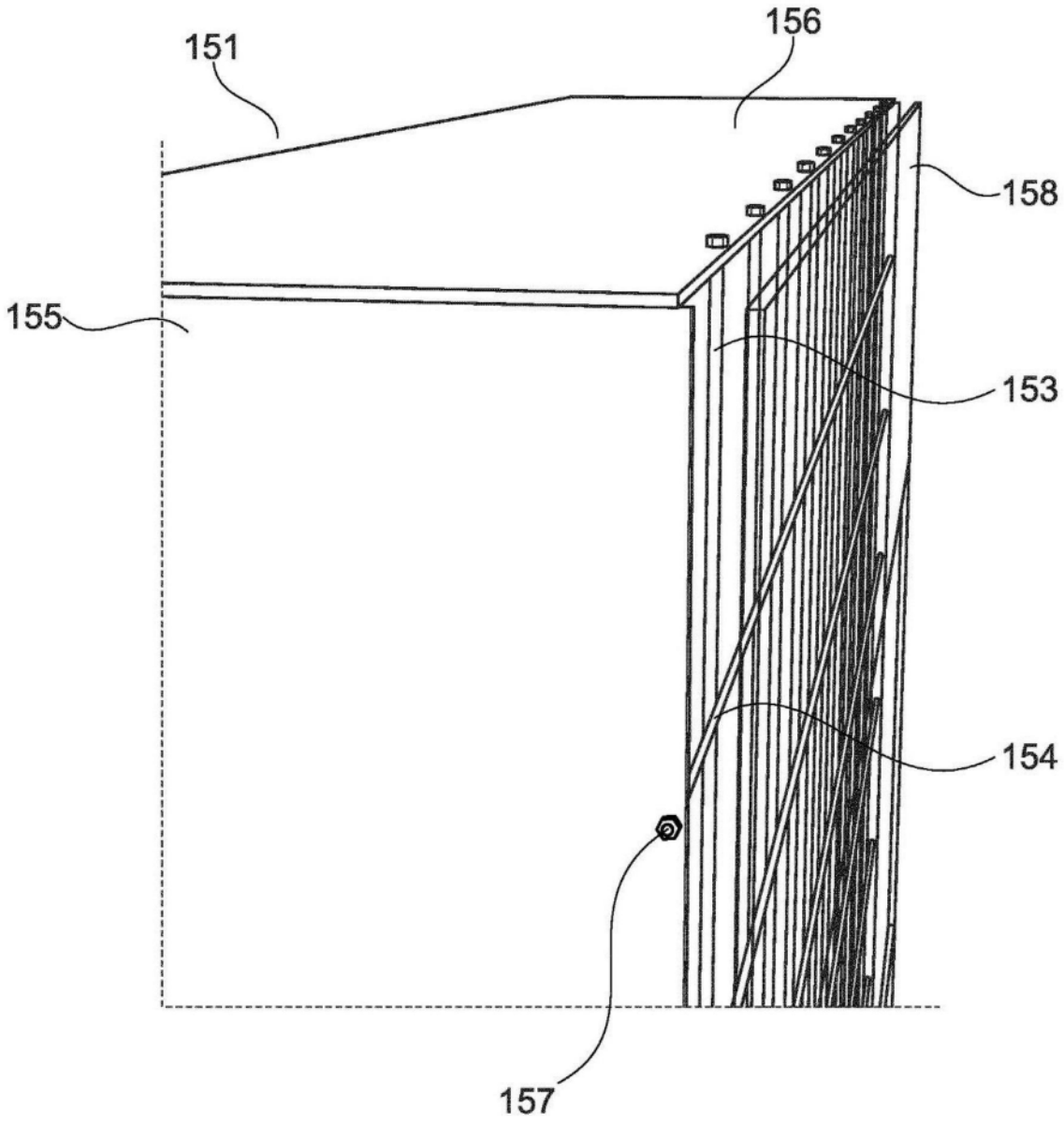


图23

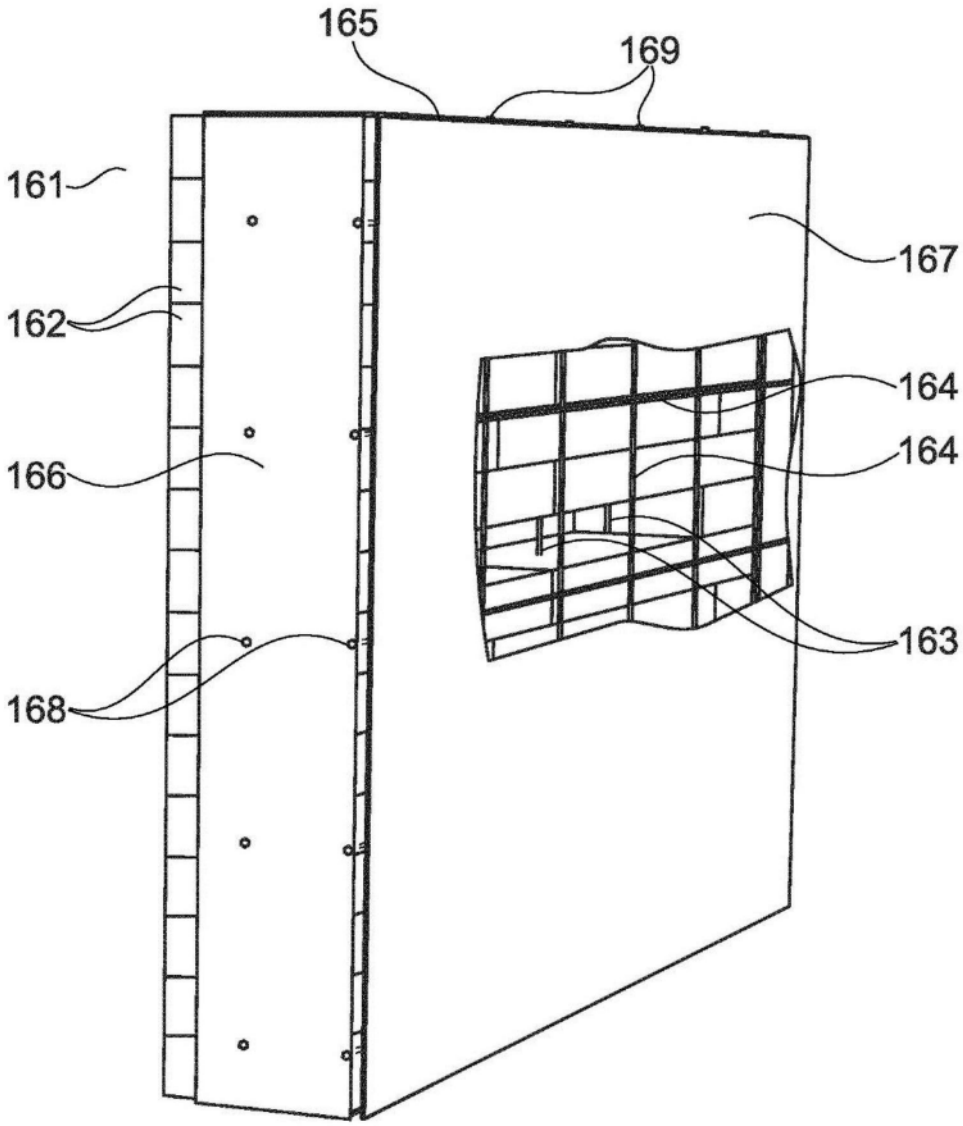


图24

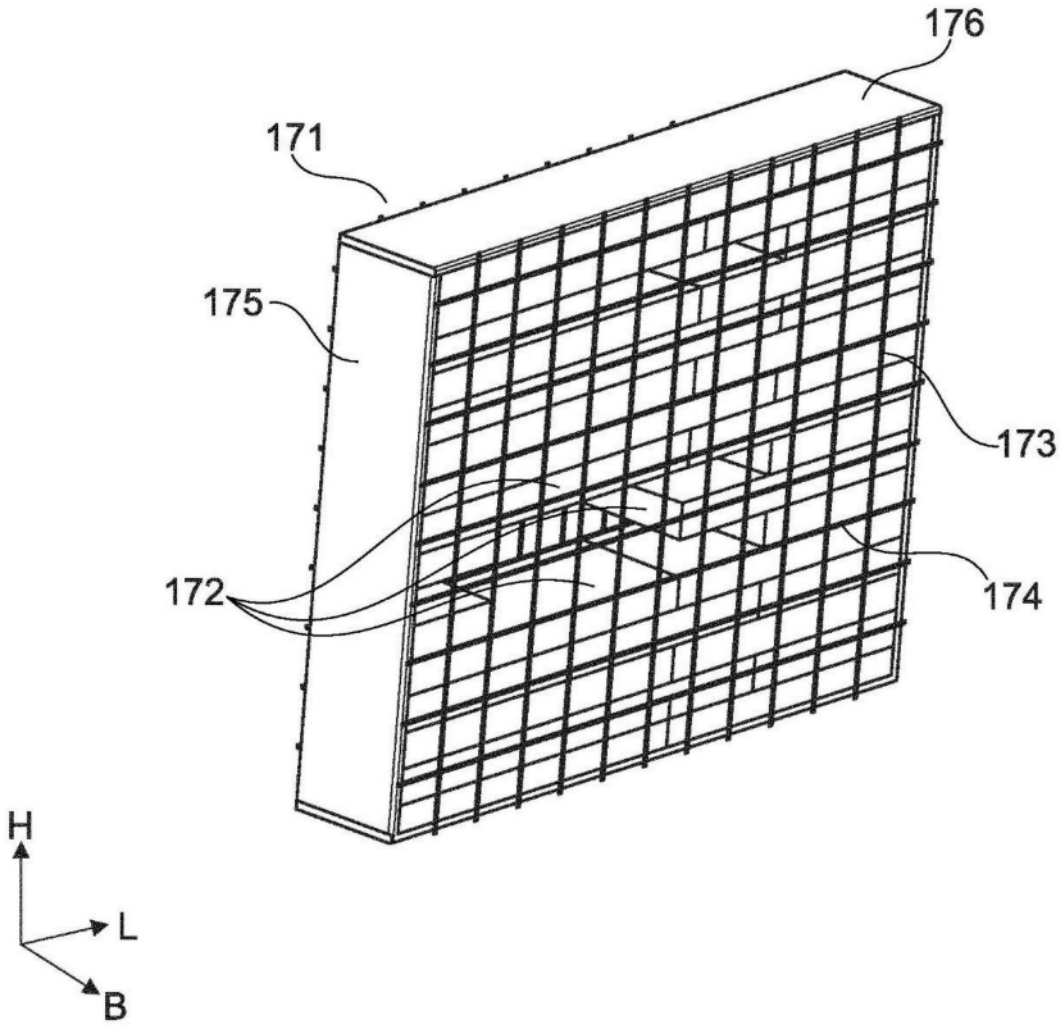


图25

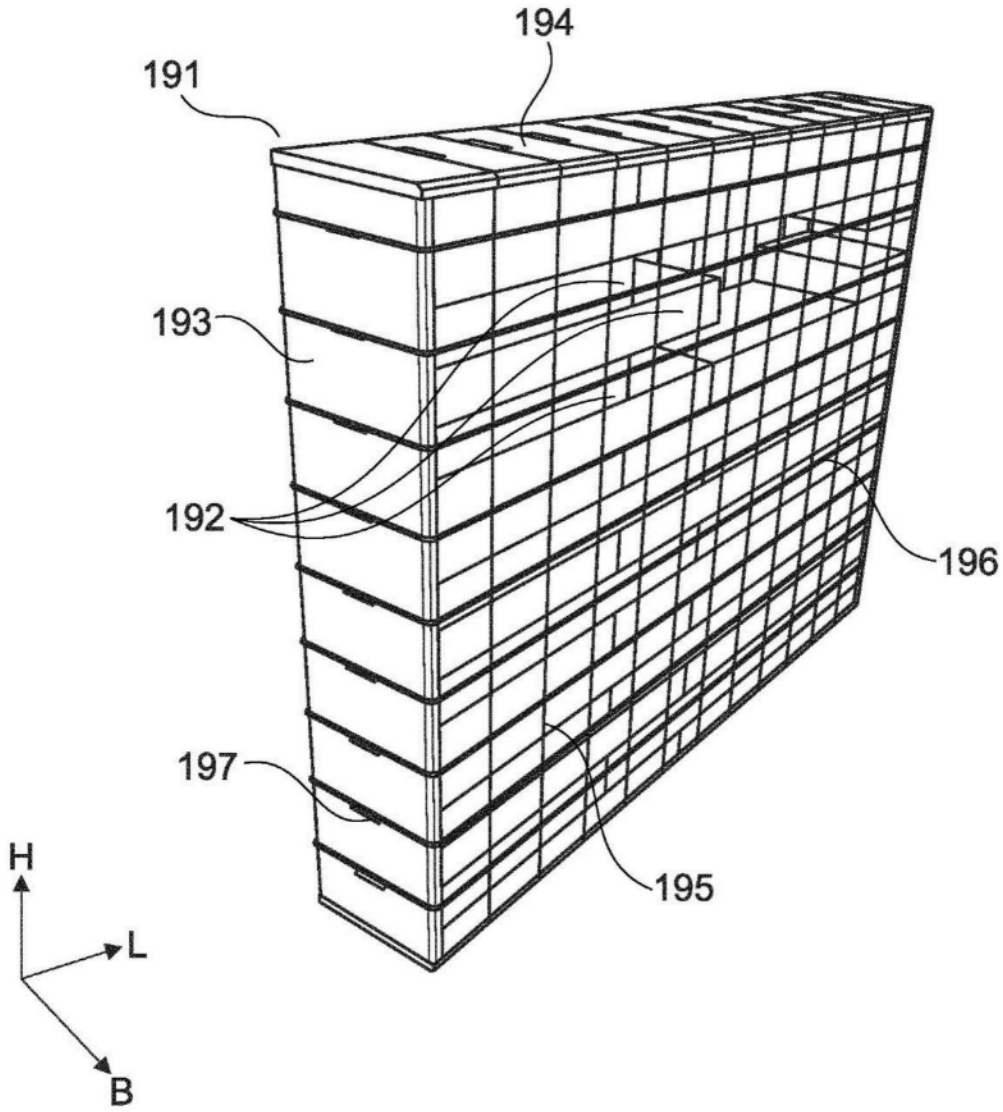


图26

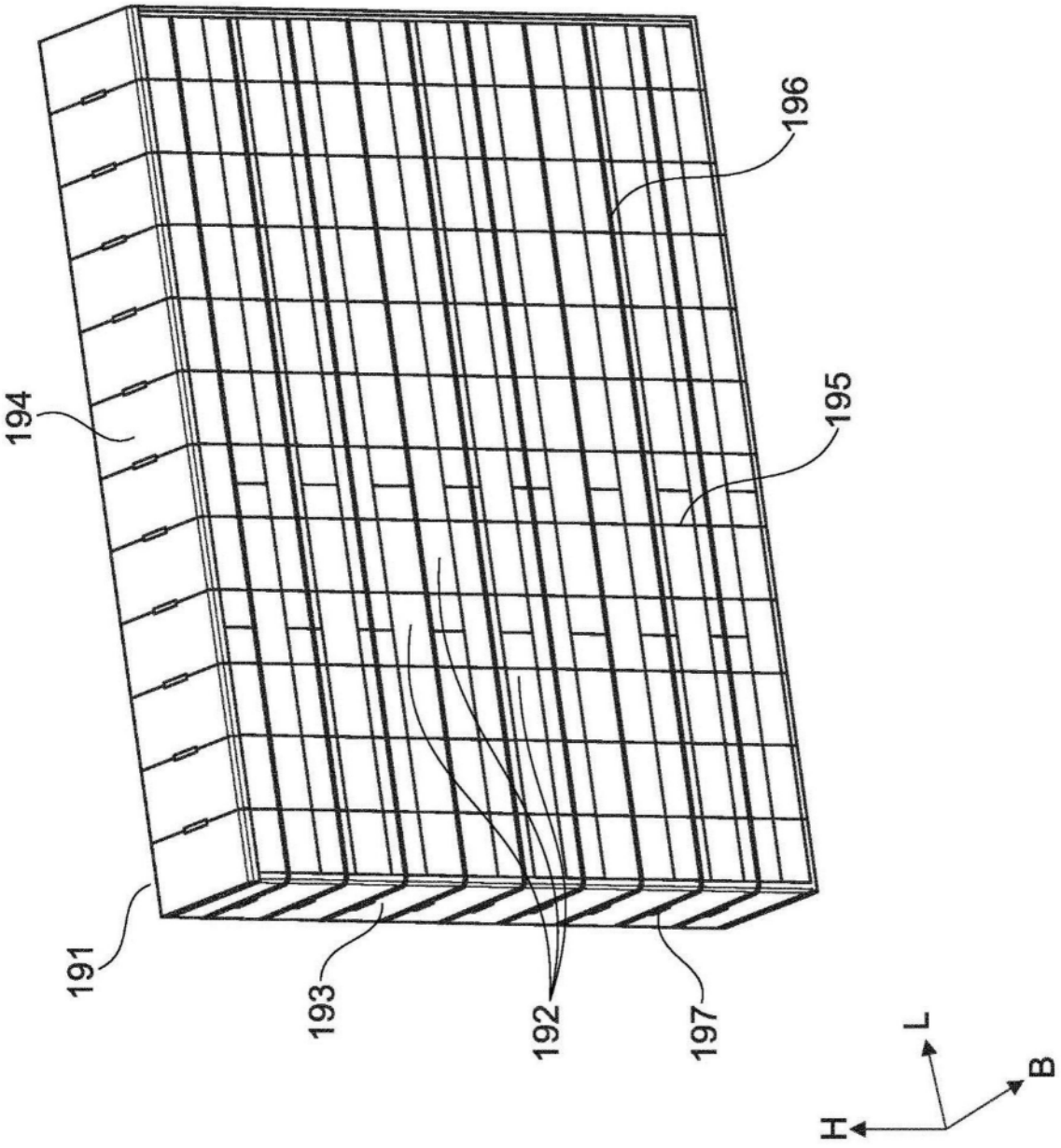


图27

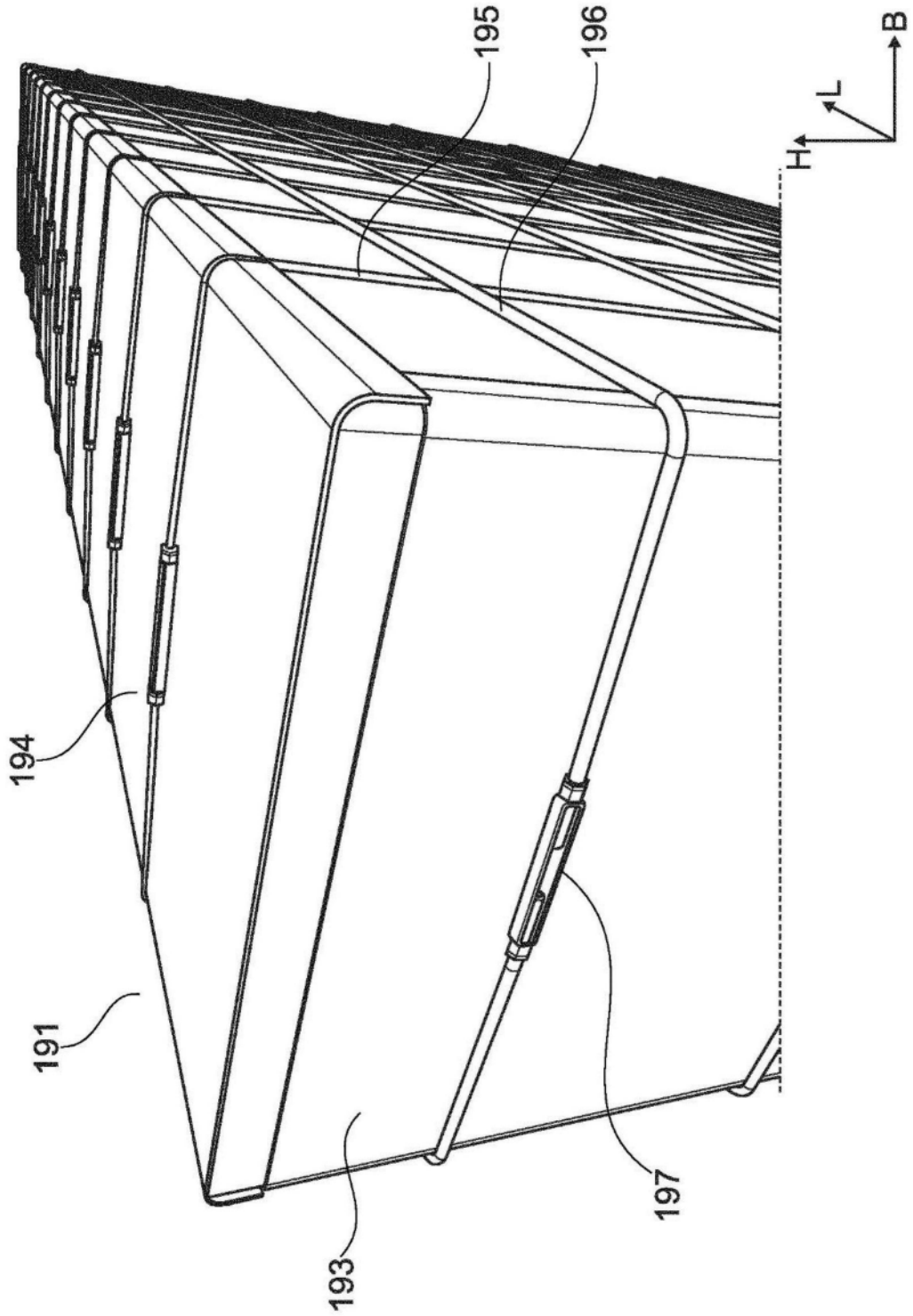


图28

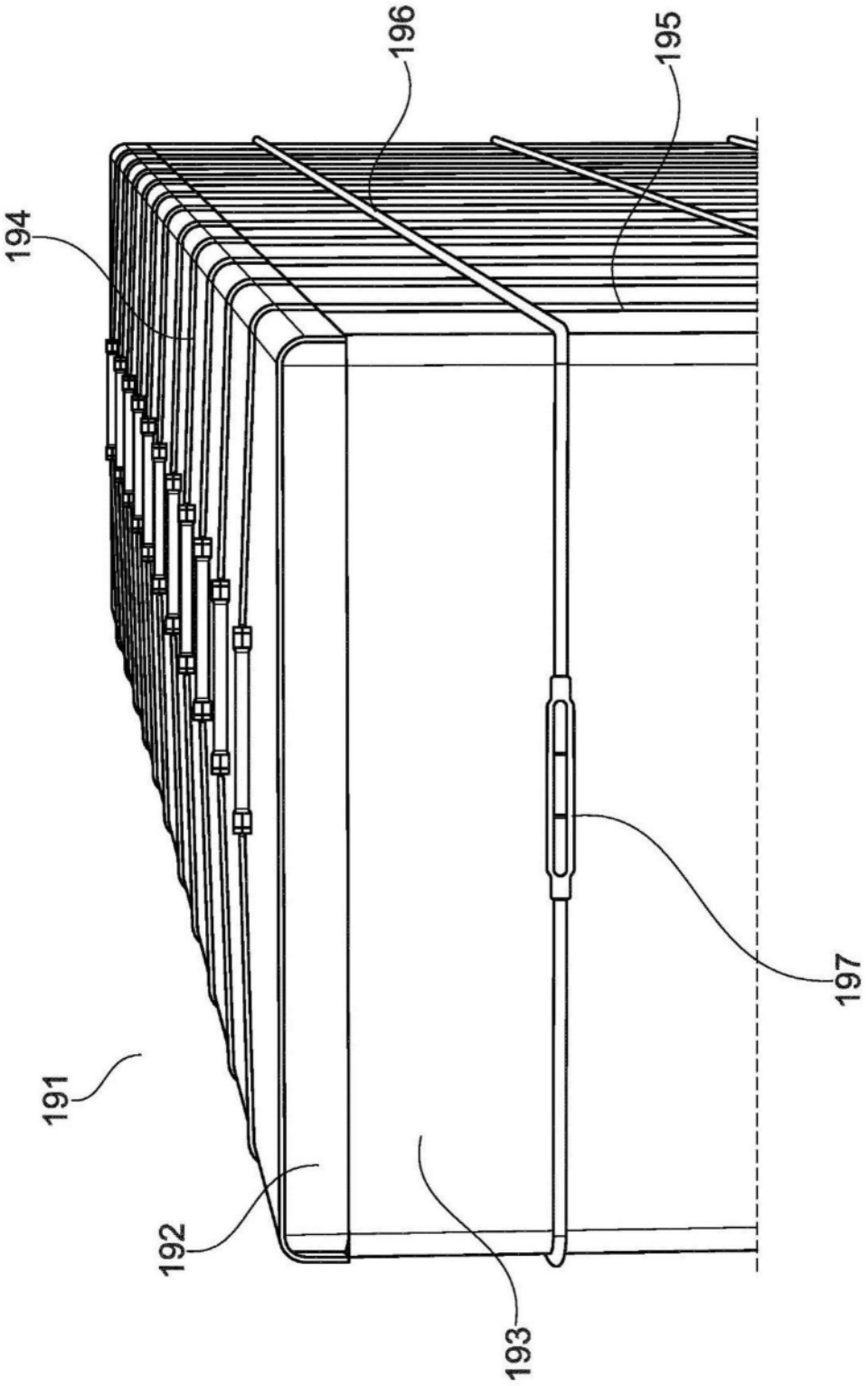


图29

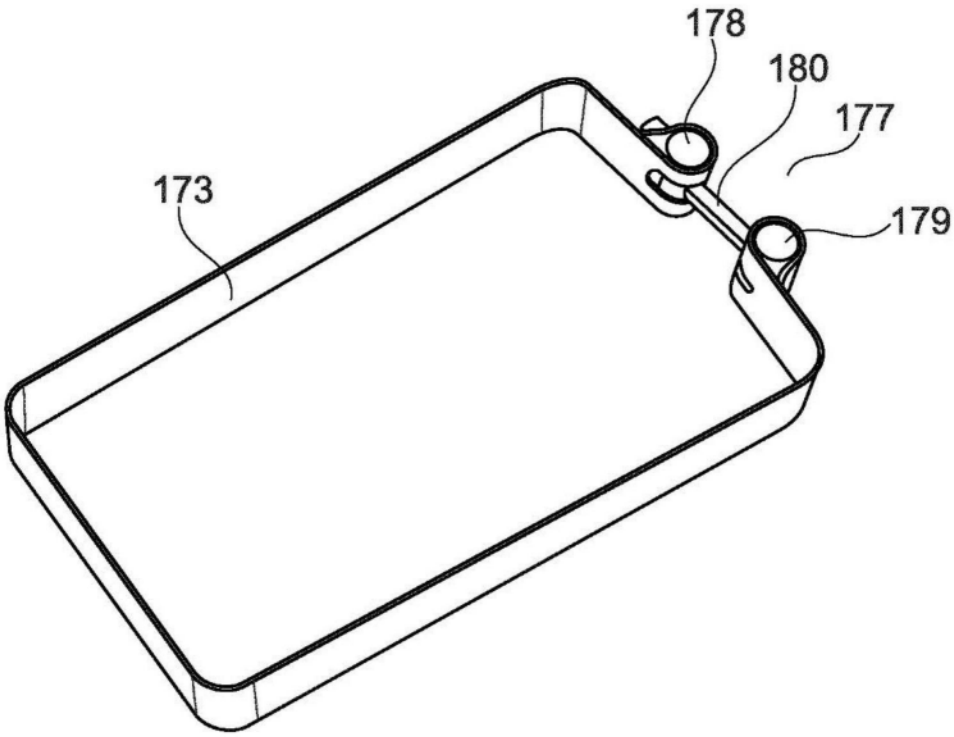


图30

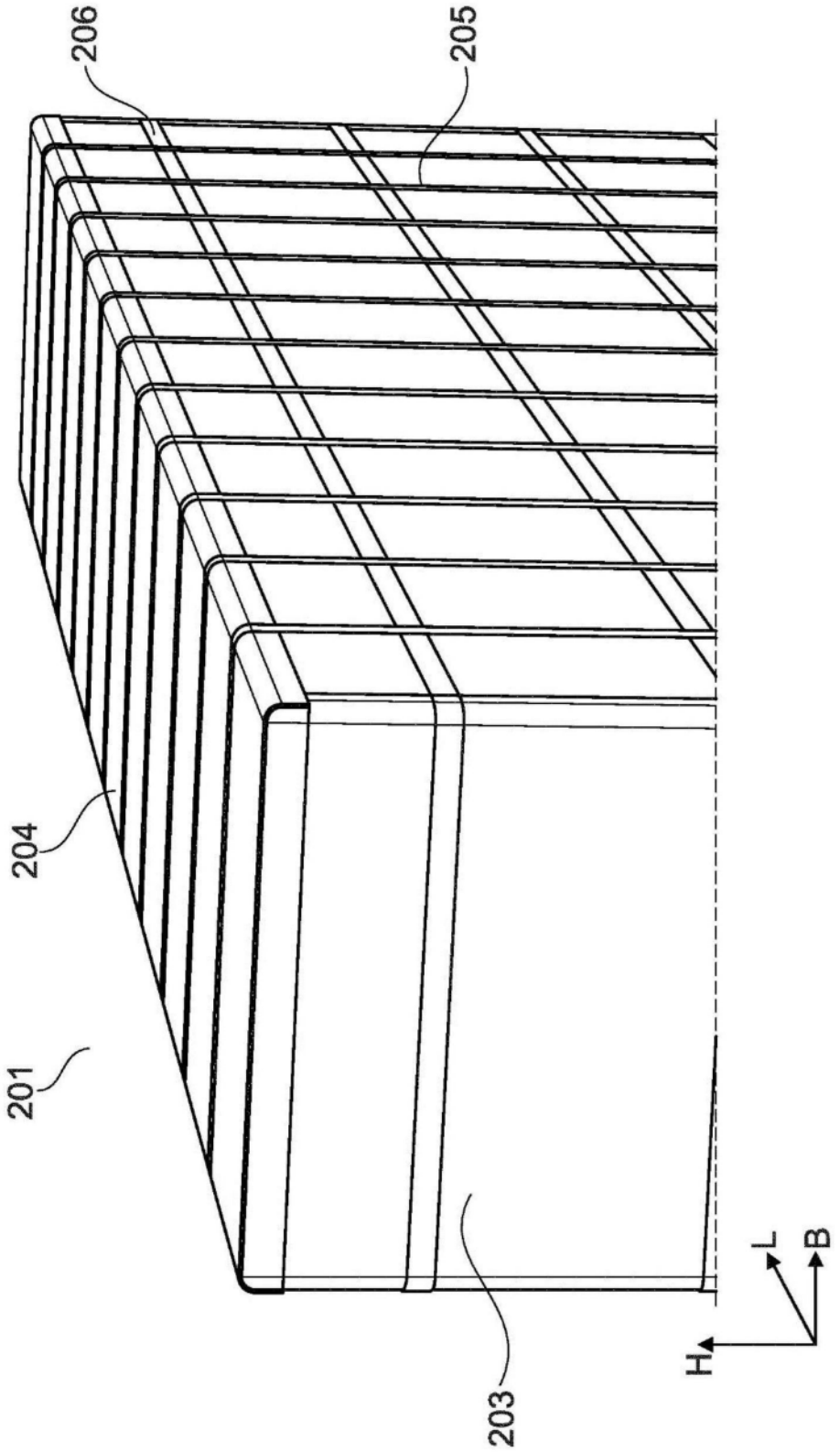


图31

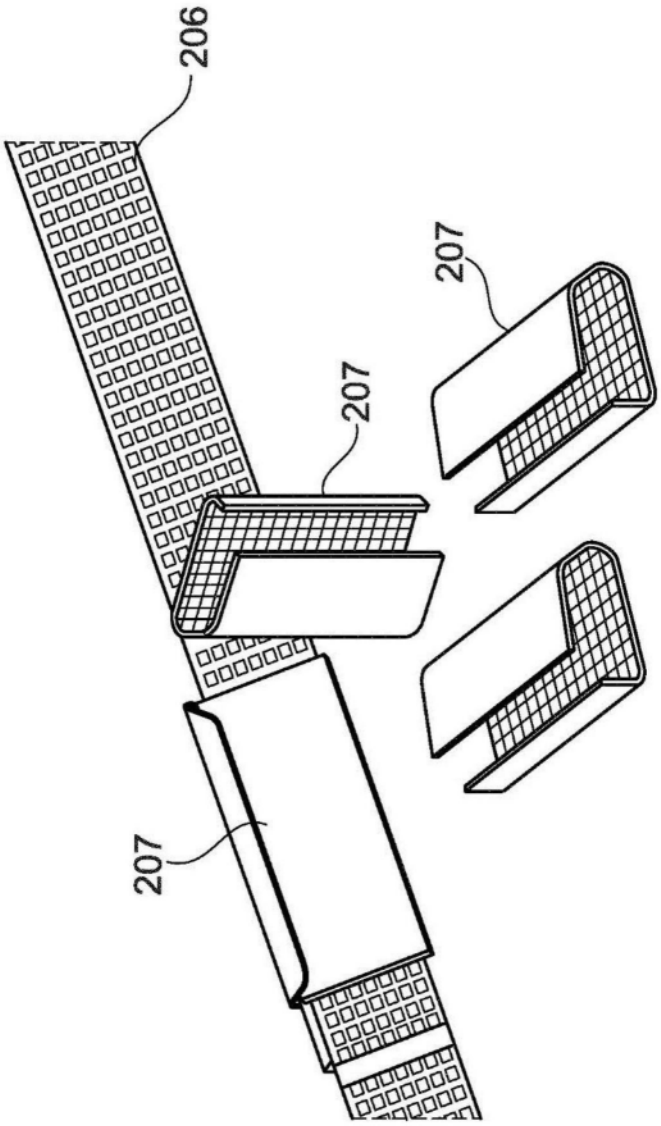


图32

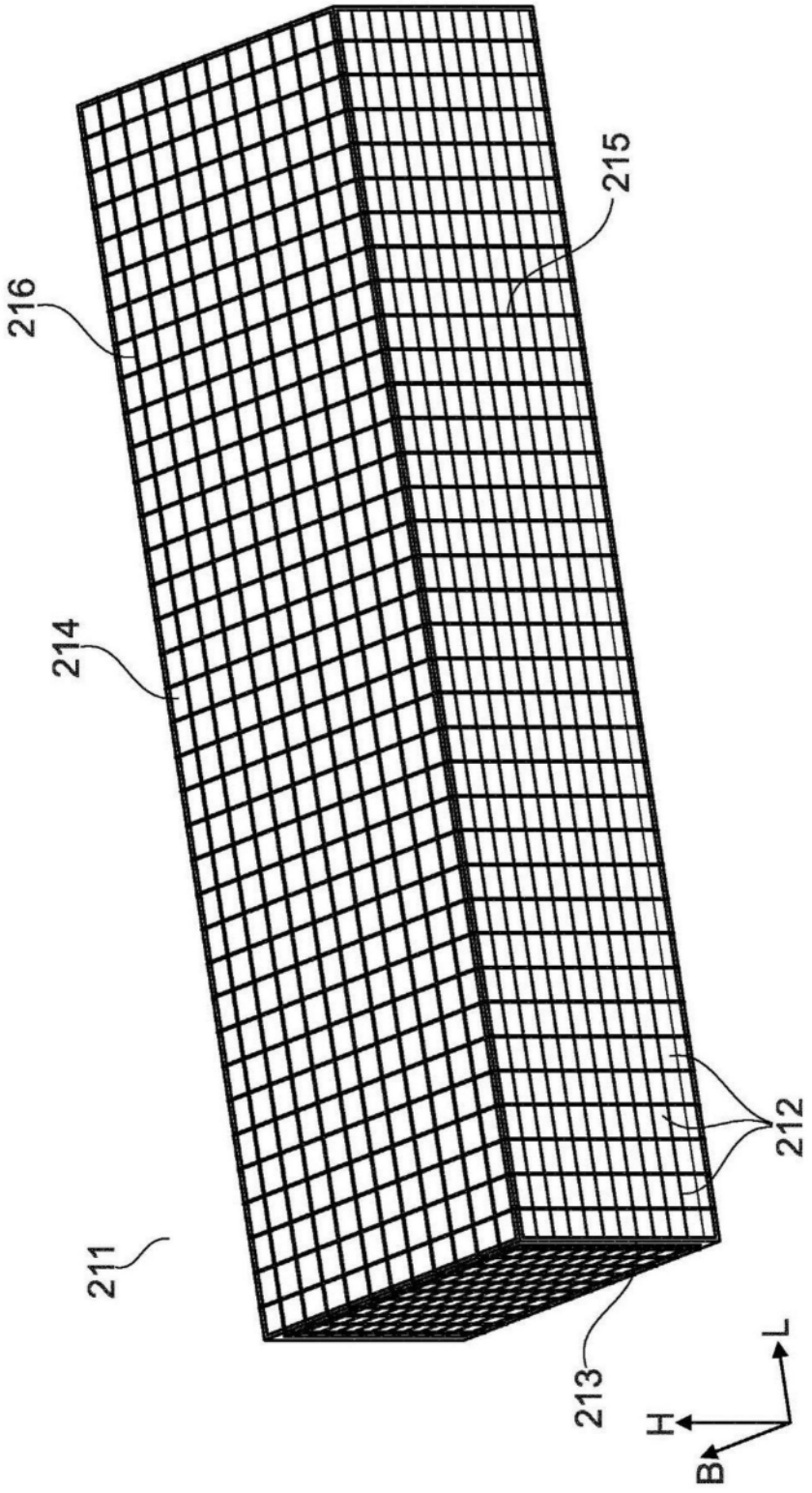


图33

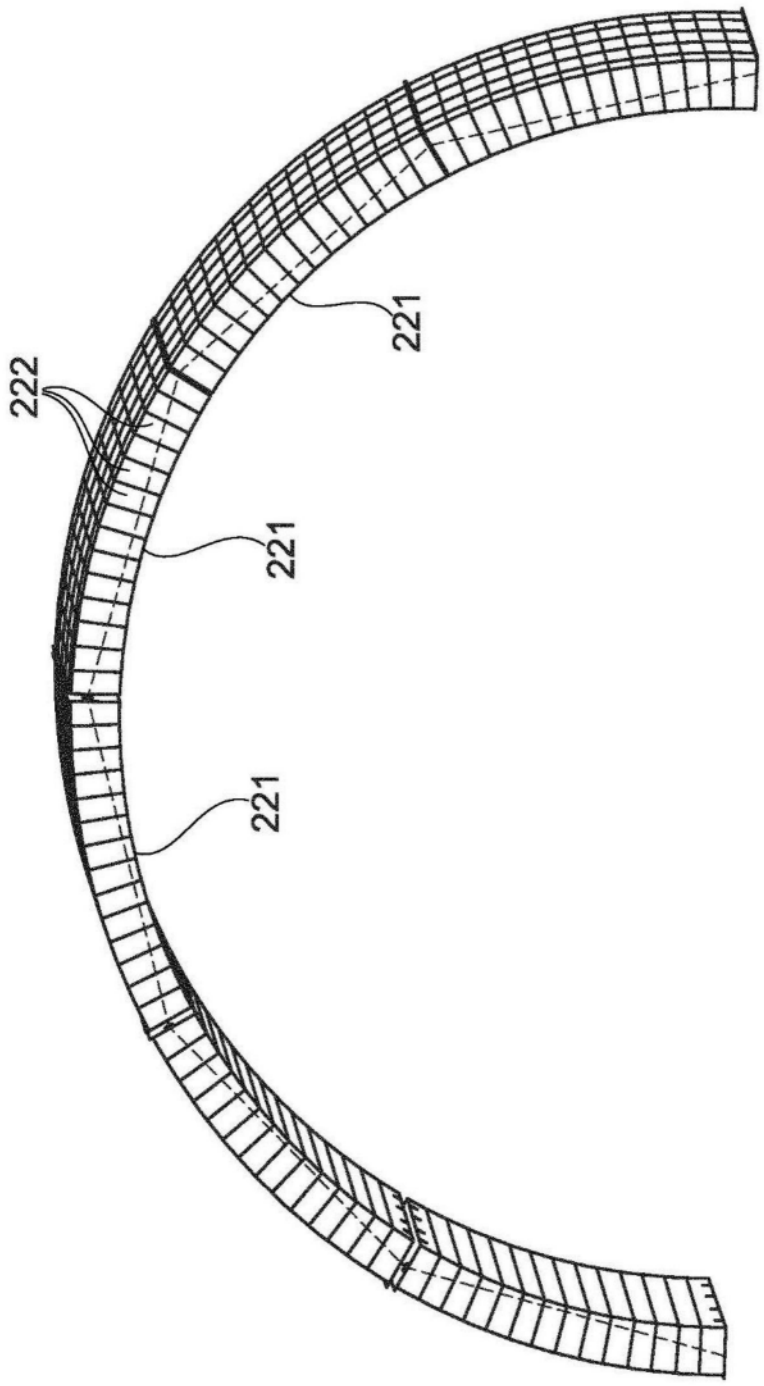


图34

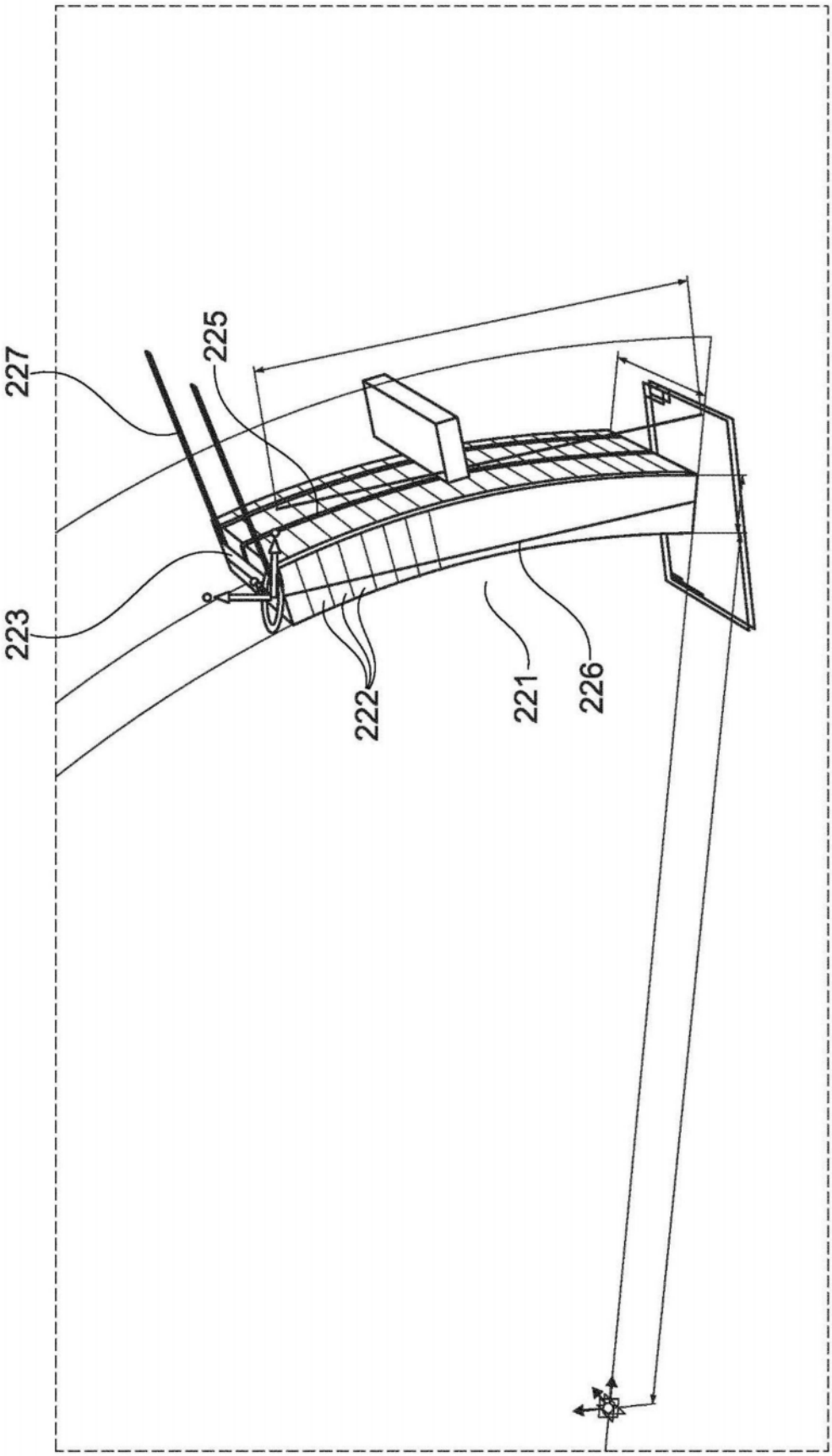


图35

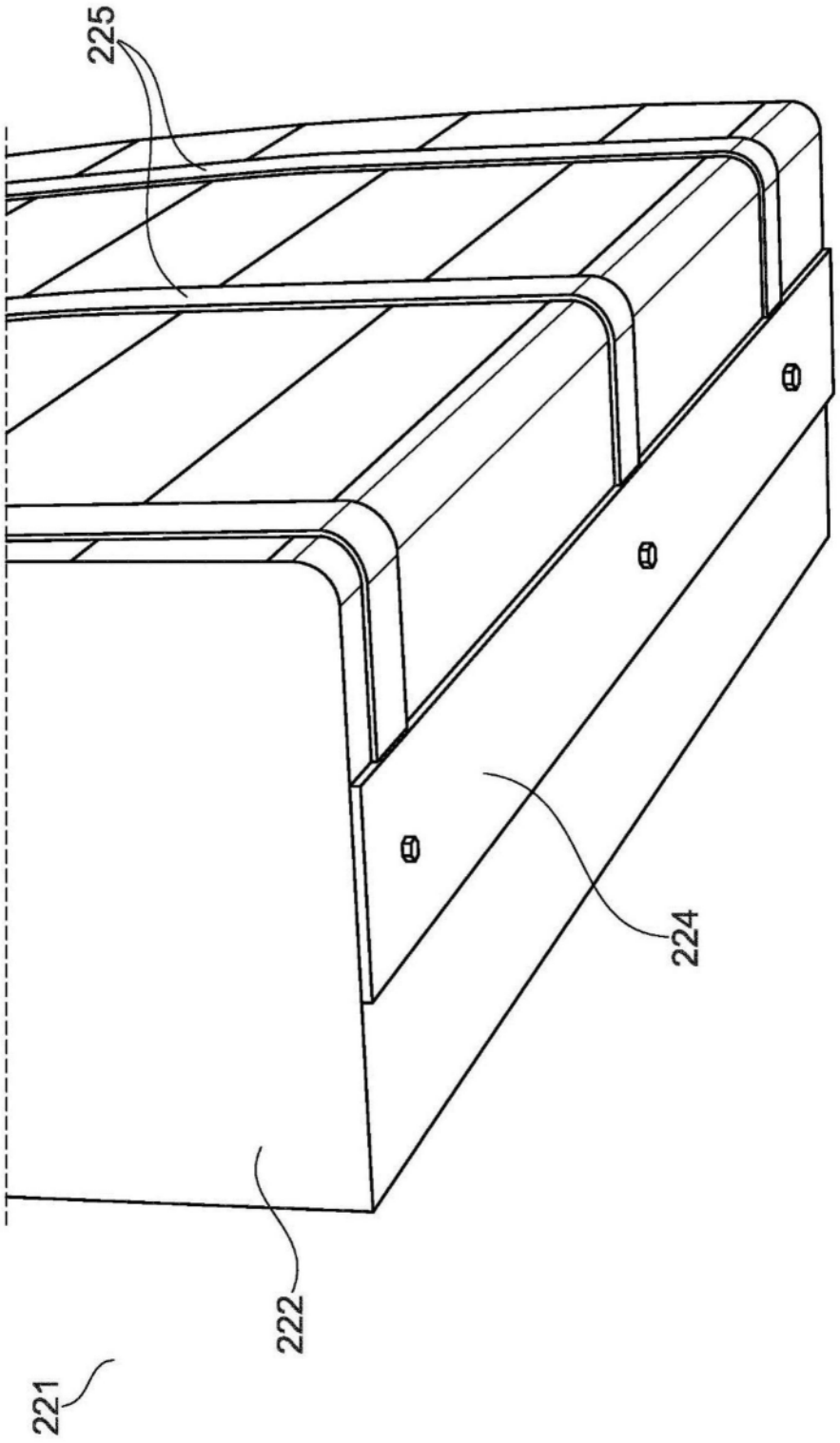


图36

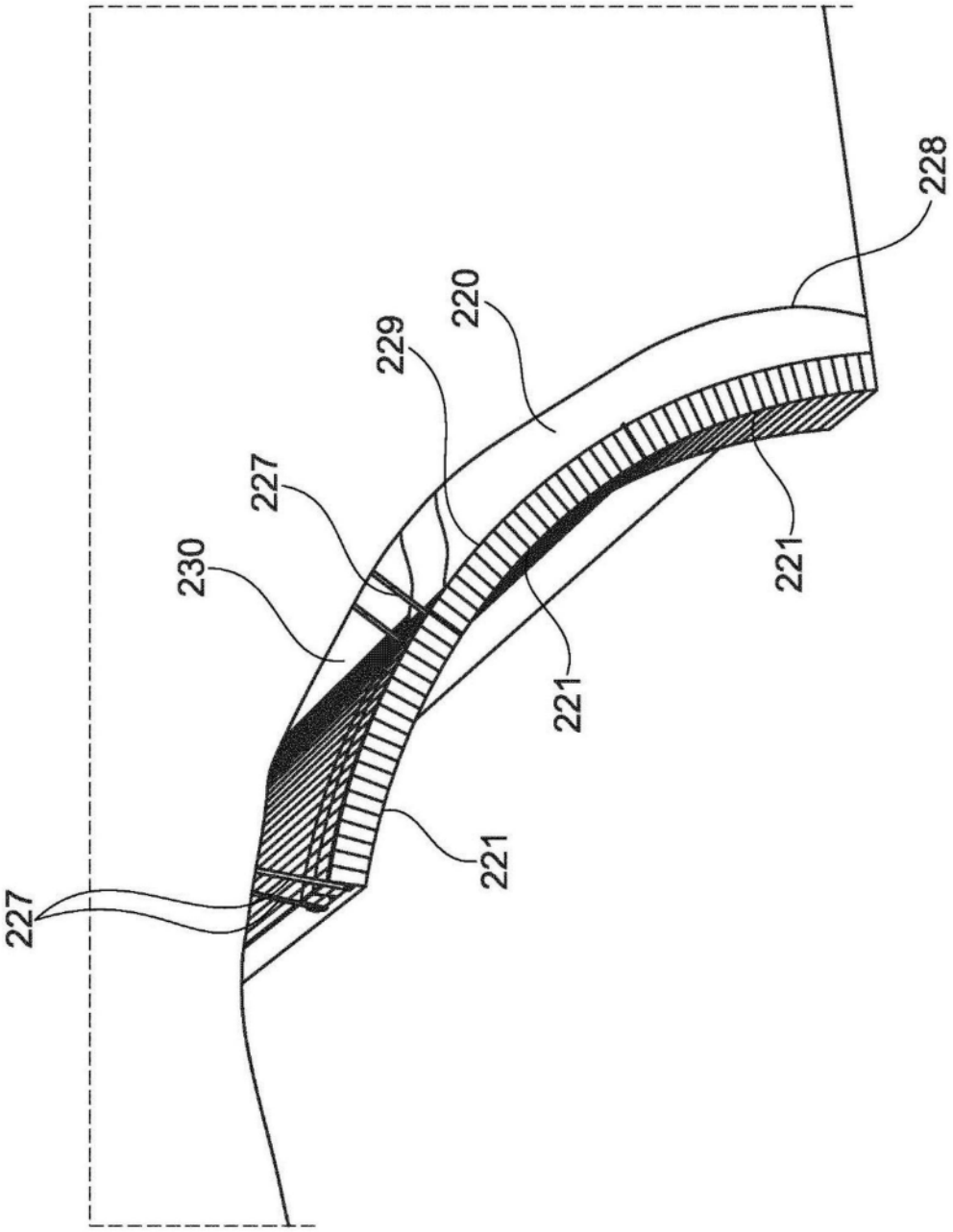


图37

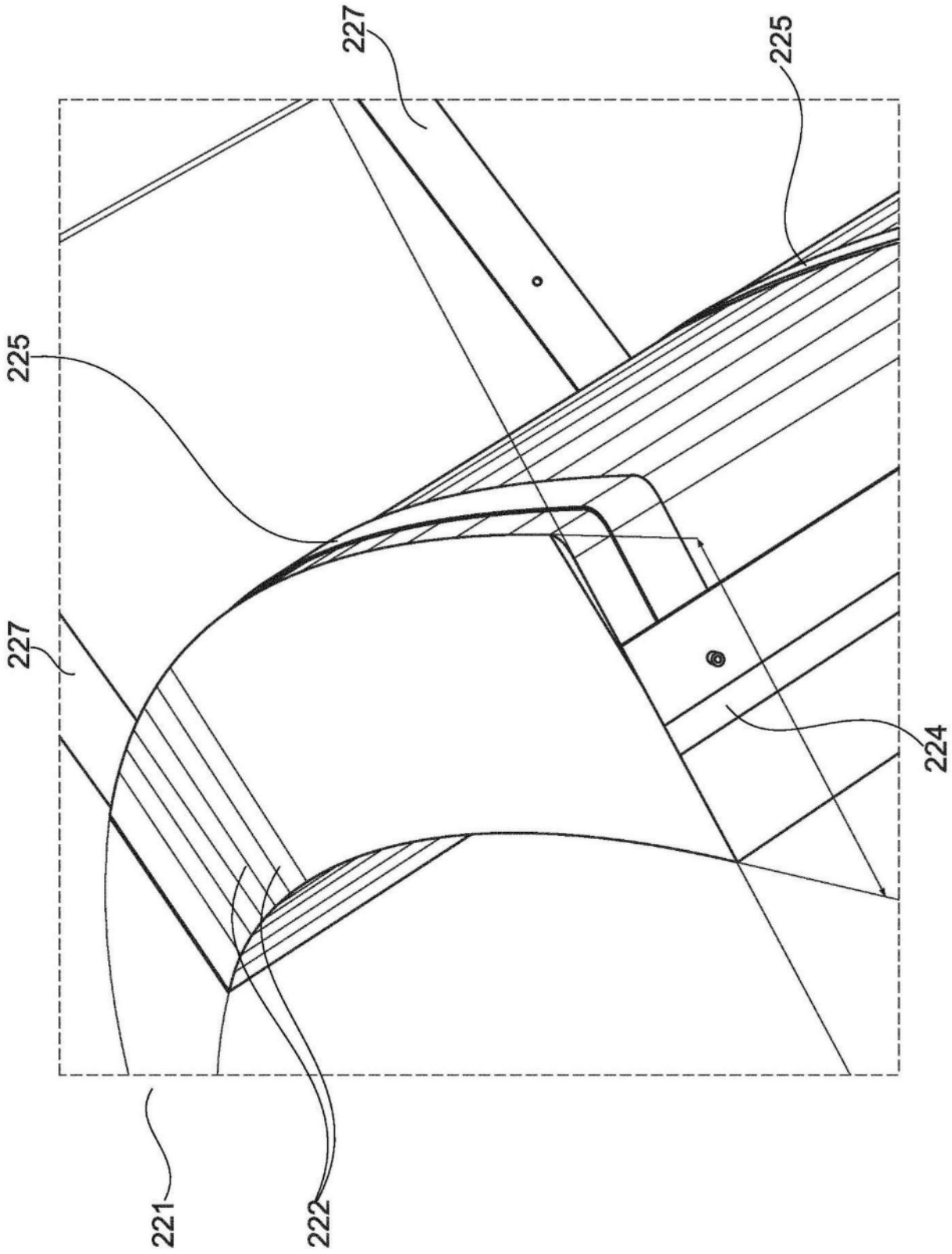


图38

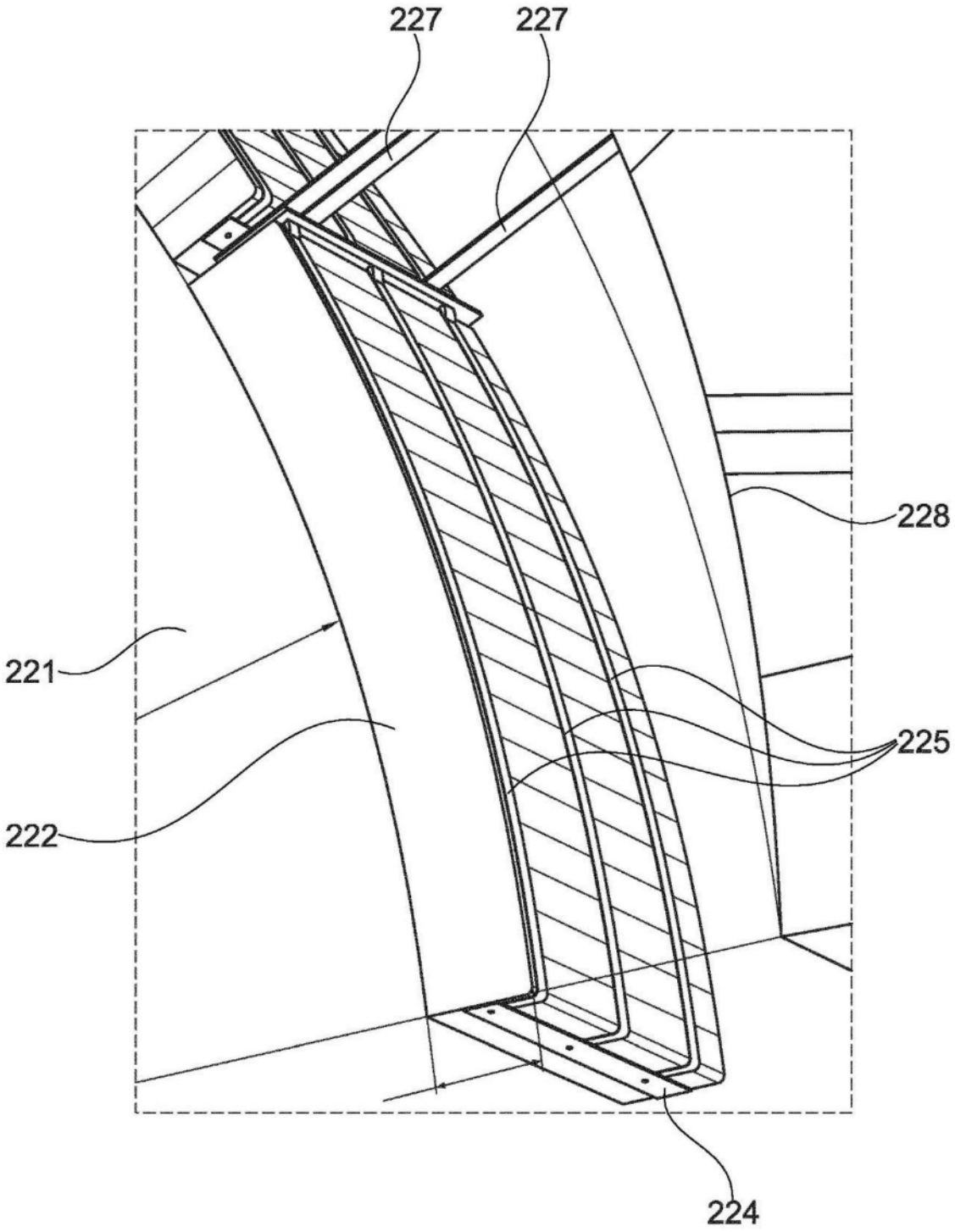


图39

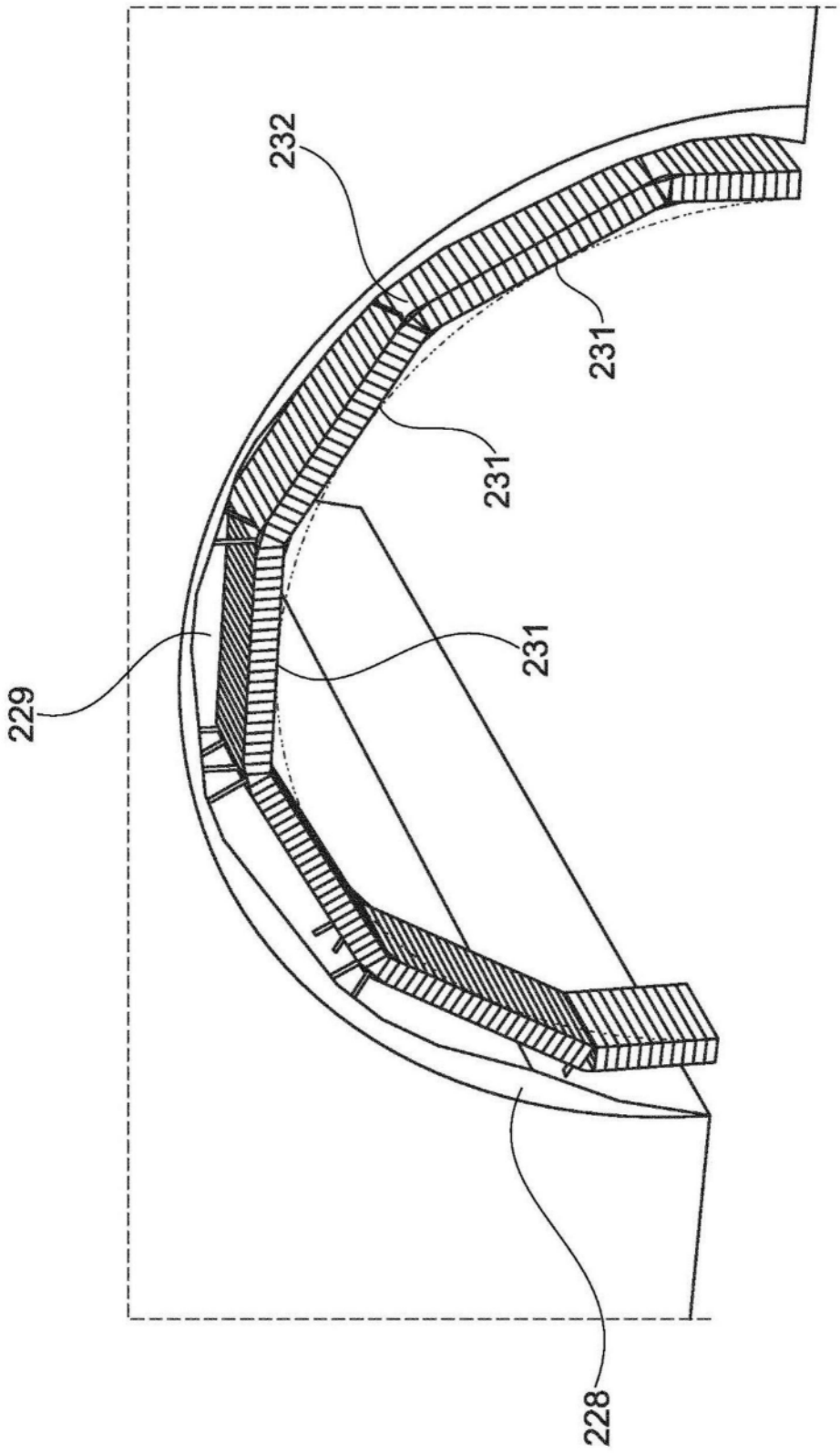


图40

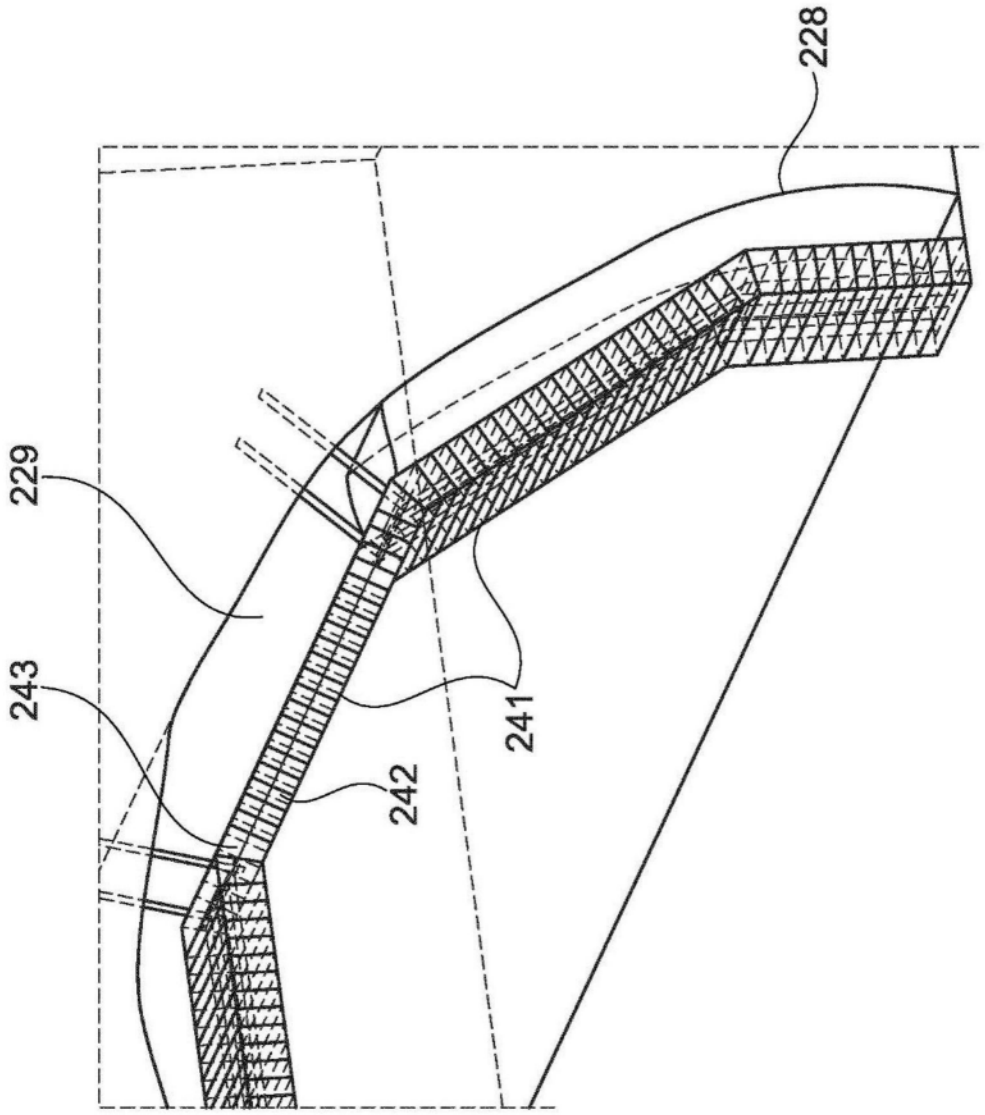


图41

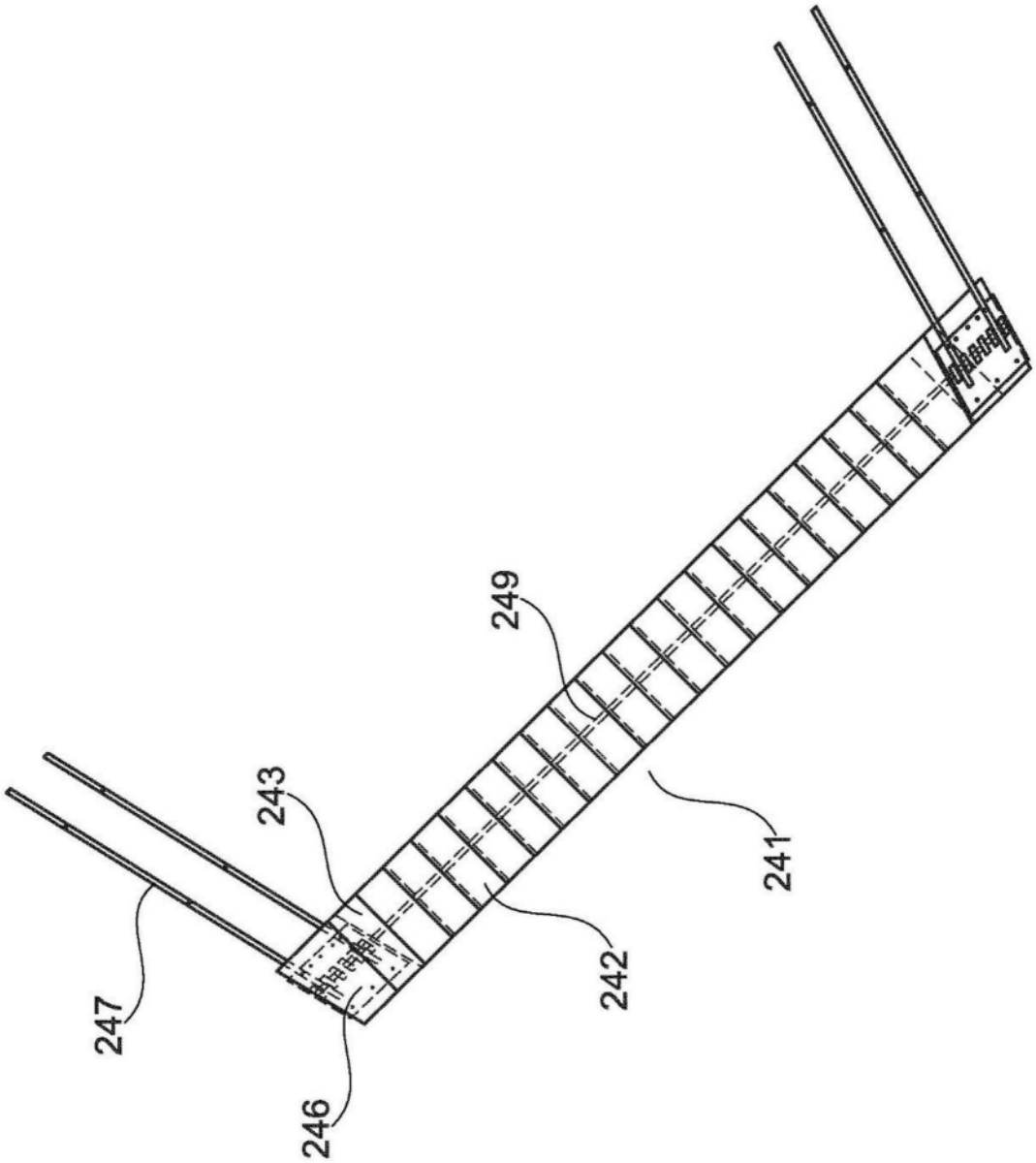


图42

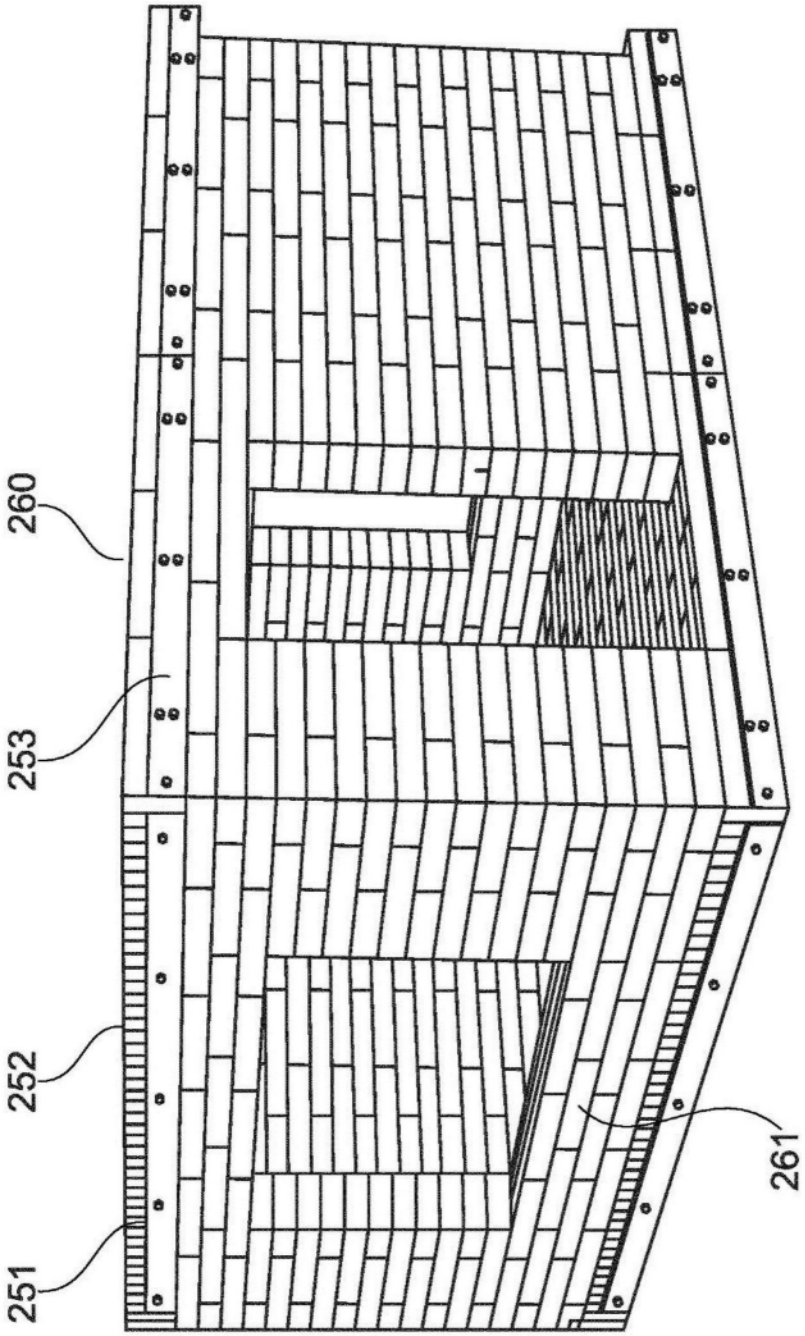


图43

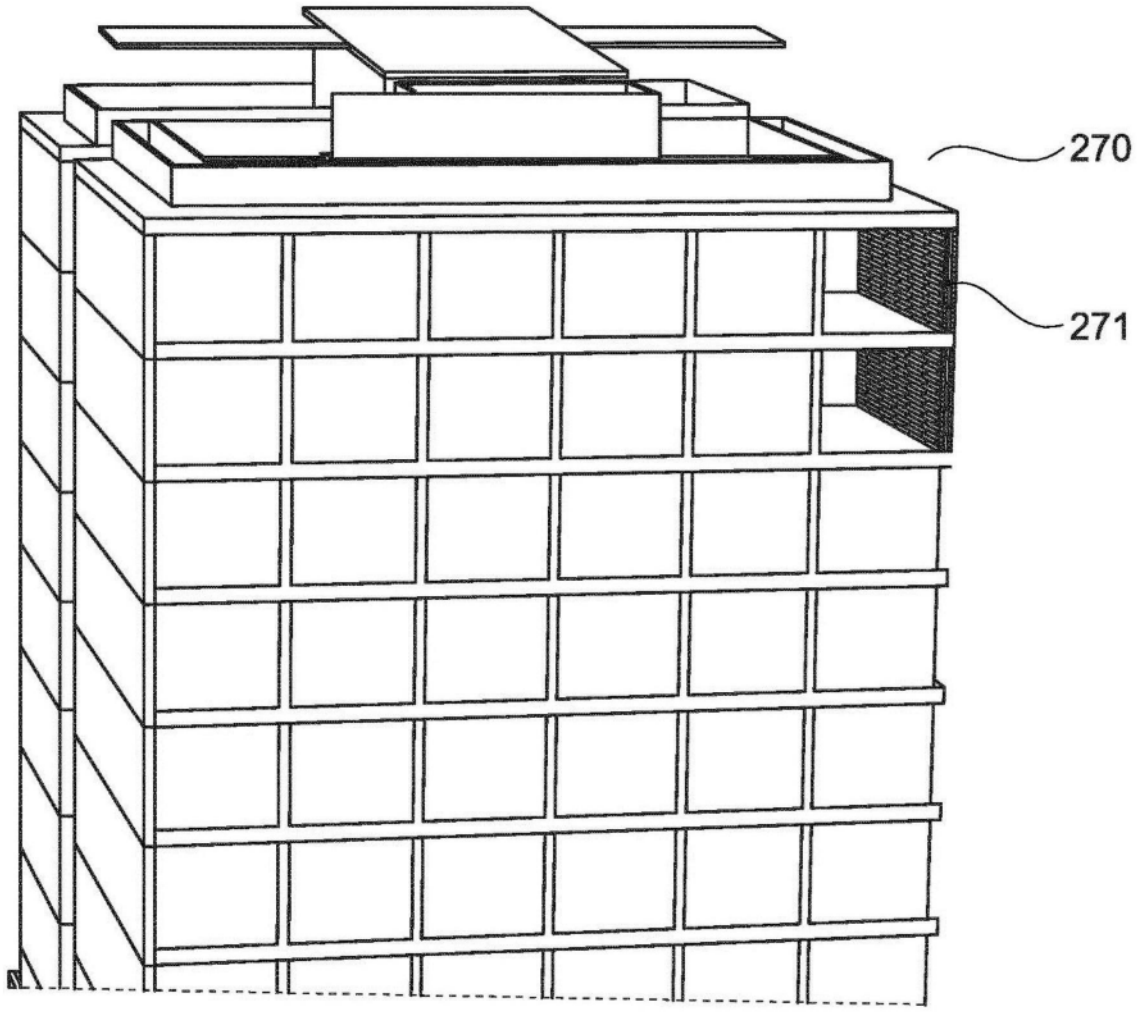


图44

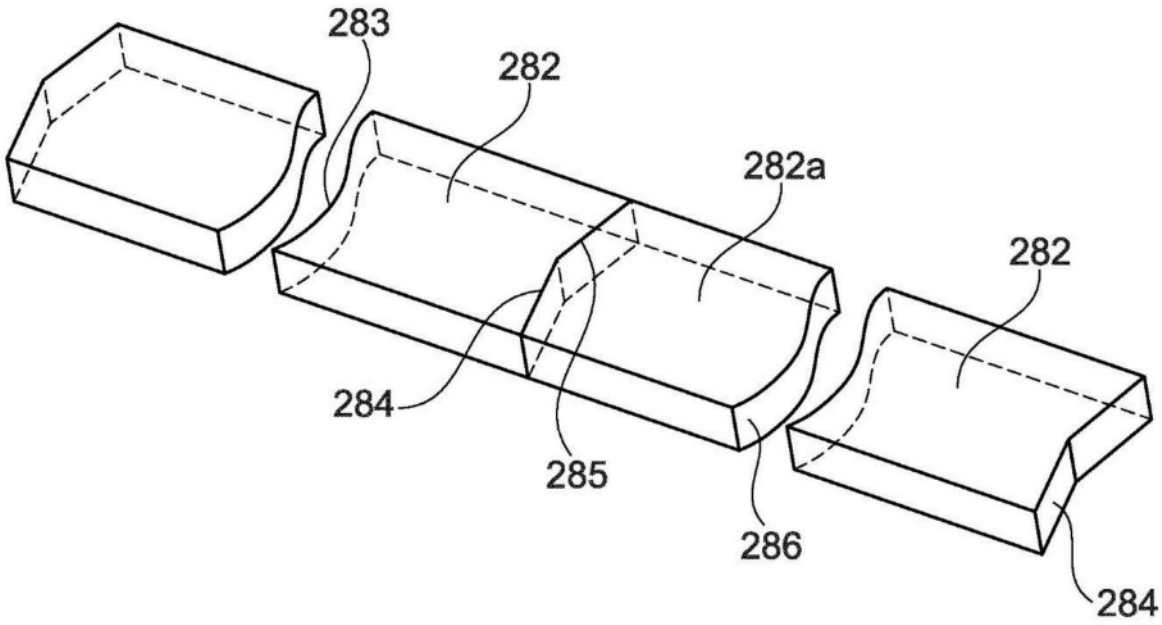

283
282
282a
282
284
285
286
284

图45

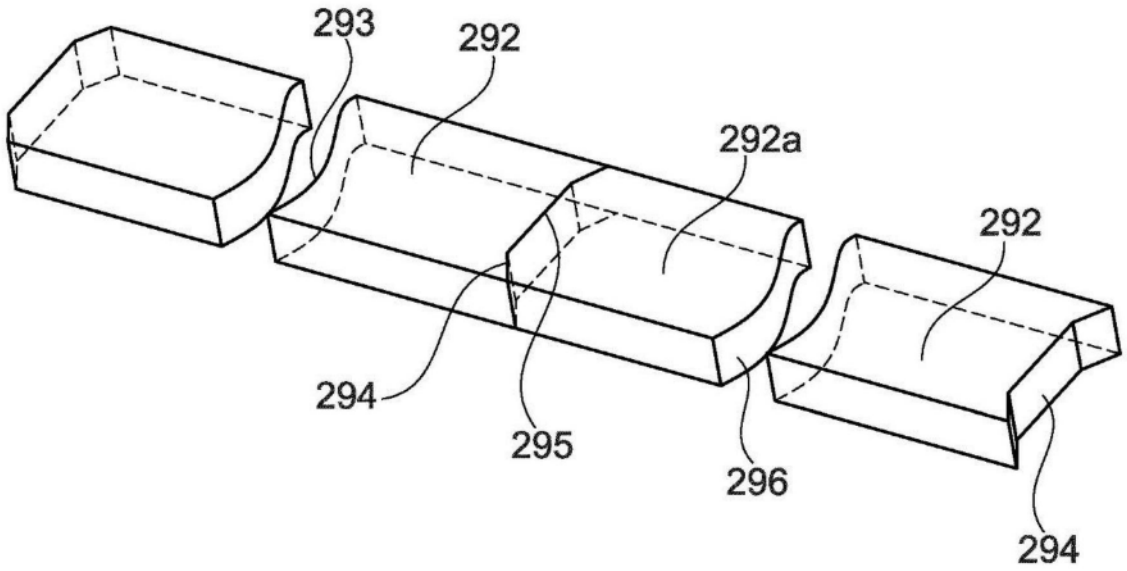

293
292
292a
292
294
295
296
294

图46

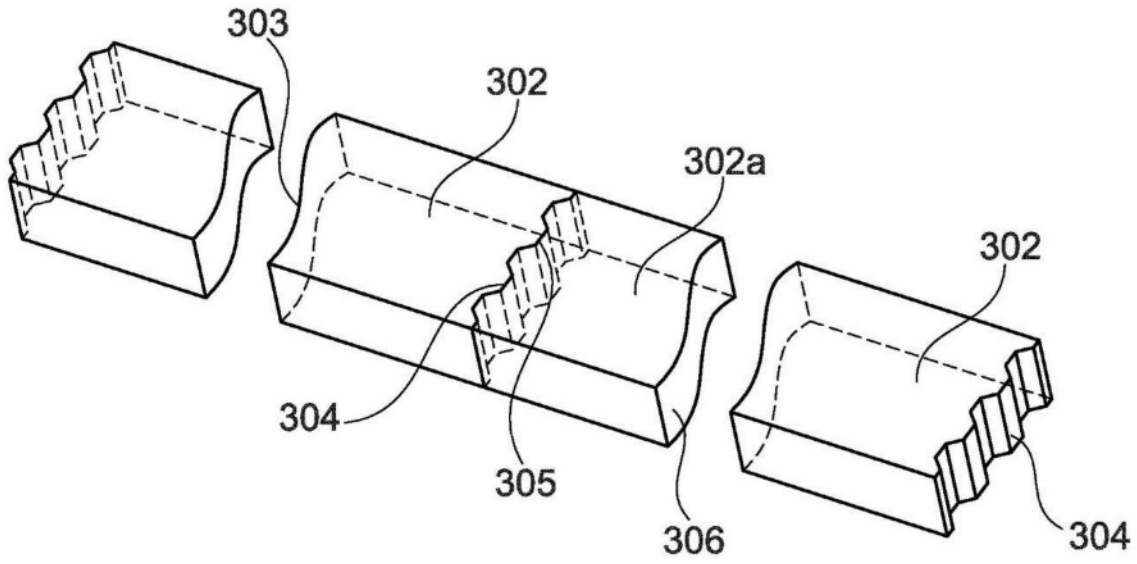


图47

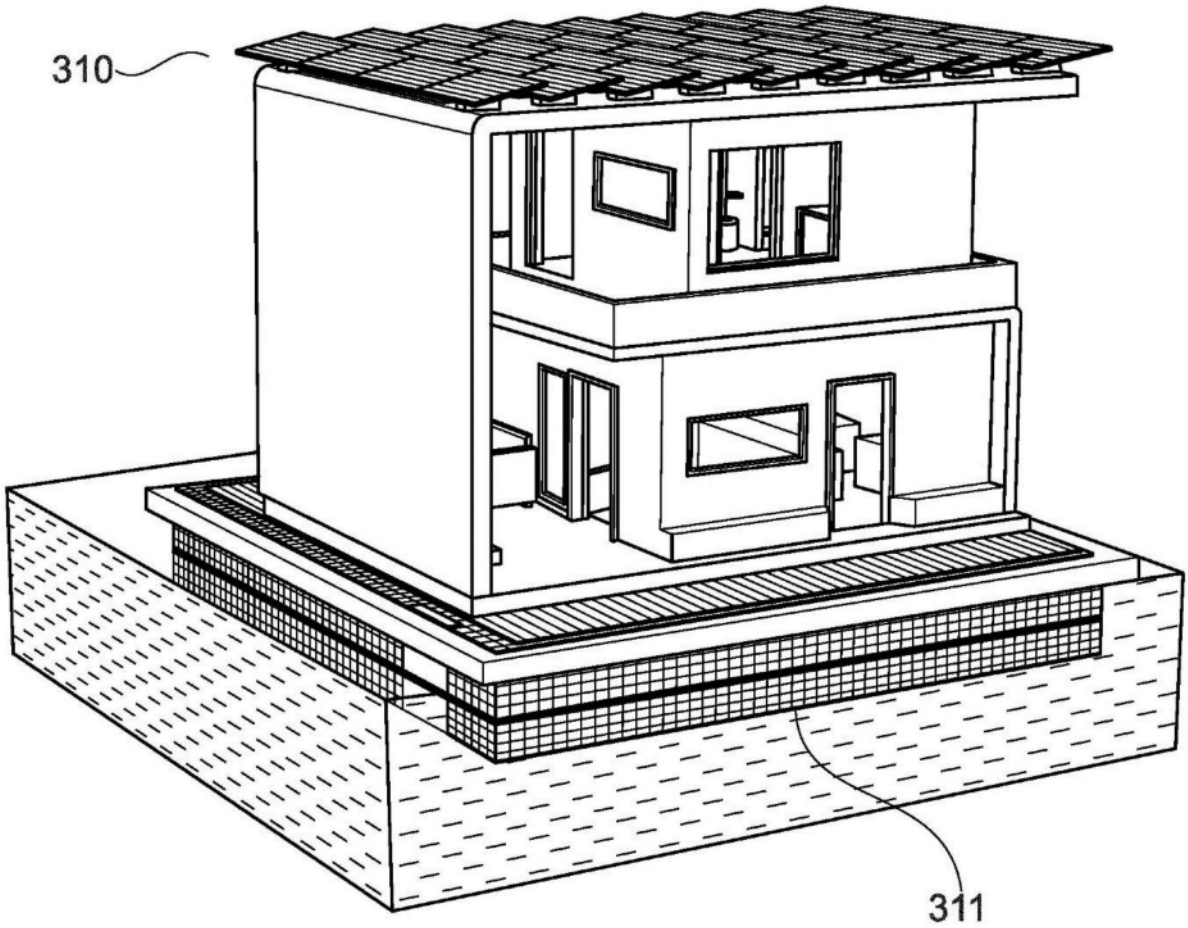


图48