



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103563005 B

(45) 授权公告日 2016. 06. 01

(21) 申请号 201280024558. 2

G21C 3/356(2006. 01)

(22) 申请日 2012. 05. 18

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

11305628. 7 2011. 05. 20 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 11. 20

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2012/059306 2012. 05. 18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/160003 EN 2012. 11. 29

(73) 专利权人 阿海珐核能公司

地址 法国库伯瓦

(72) 发明人 迈克尔·利布莱尔 B·德雷塞尔

克文·艾略特 威廉·D·比肖普

杰弗里·C·莫里森

(74) 专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有

限公司 11270

代理人 归莹 张颖玲

(51) Int. Cl.

G21C 3/352(2006. 01)

US 3844887 A, 1974. 10. 29,

US 3844887 A, 1974. 10. 29,

US 4058436 A, 1977. 11. 15,

US 4396573 A, 1983. 08. 02,

CN 1458653 A, 2003. 11. 26,

CN 1261975 A, 2000. 08. 02,

GB 2181292 A, 1987. 04. 15,

CN 1189236 A, 1998. 07. 29,

CN 1231053 A, 1999. 10. 06,

CN 101589438 A, 2009. 11. 25,

US 4163690 A, 1979. 08. 07,

审查员 李乐

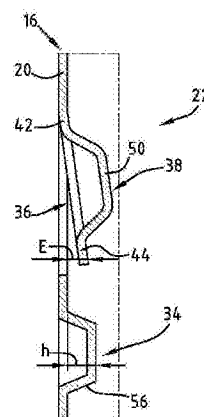
权利要求书2页 说明书6页 附图9页

(54) 发明名称

用于核燃料组件定位格架的条带

(57) 摘要

条带(16)的类型为包括壁部分(20)、弹簧(22),所述壁部分(20)通过交错条带(16)来界定室(18),所述弹簧(22)在所述条带(16)中形成并且设置在所述壁部分(20)上以偏压延伸穿过所述室(18)的燃料棒(4)远离所述壁部分(20),所述弹簧(22)包括悬臂式凸片(36)和接触部分(38),所述凸片(36)在所述条带(16)中形成,所述接触部分(38)至少部分地在所述凸片(36)上形成并且从所述凸片(36)突出以接触被容纳在所述室(18)中的燃料棒(4)。



1.-一种用于核燃料组件定位格架(14)的条带(16),所述定位格架(14)包括限定栅格状的室(18)的交错条带,所述室(18)用于容纳燃料棒(4)并允许冷却剂沿流动方向(F)流动,所述条带(16)的类型为包括壁部分(20)和弹簧(22),所述壁部分(20)用于界定室(18),所述弹簧(22)在所述条带(16)中形成并且设置在所述壁部分(20)上以偏压延伸穿过所述室(18)的燃料棒(4)远离所述壁部分(20),所述条带包括运动限制部(34),所述运动限制部(34)在所述条带(16)中的所述壁部分(20)上形成以限制容纳在所述室(18)中的燃料棒(4)逆着所述弹簧(22)的作用而朝所述壁部分(20)的运动,所述弹簧(22)包括悬臂式凸片(36)和接触部分(38),所述凸片(36)在所述条带(16)中形成,所述接触部分(38)至少部分地在所述凸片(36)上形成并且从所述凸片(36)突出以接触被容纳在所述室(18)中的所述燃料棒(4),在所述凸片(36)与所述壁部分(20)之间的连接线(46)垂直于所述流动方向(F)延伸,所述运动限制部(34)定位成沿所述流动方向(F)与所述弹簧(22)设置在一条直线上,位于所述弹簧(22)的上游或下游。

2.-根据权利要求1所述的条带,其中在所述弹簧(22)的自由状态下,所述凸片(36)相对于所述壁部分(20)是倾斜的。

3.-根据权利要求1或2所述的条带,其中所述接触部分(38)仅在所述凸片(36)上形成。

4.-根据权利要求1或2所述的条带,其中所述接触部分(38)在所述凸片(36)上并且在所述壁部分(20)上形成,所述接触部分(38)越过所述连接线(46)。

5.-根据权利要求1所述的条带,其中所述接触部分(38)呈拱桥的形式。

6.-根据权利要求5所述的条带,其中所述接触部分(38)具有连接至所述凸片(36)的端部和连接至所述壁部分(20)的端部。

7.-根据权利要求1所述的条带,其中所述接触部分是在所述凸片上形成的隆起。

8.-根据权利要求7所述的条带,其中所述接触部分具有弯曲周界。

9.-根据权利要求1所述的条带,其中所述接触部分(38)沿所述流动方向(F)伸长。

10.-根据权利要求1所述的条带,其中所述凸片(36)朝所述条带(16)的上游下部边缘(26)以悬臂式方式向下延伸。

11.-根据权利要求10所述的条带,其中所述凸片(36)具有连接至所述壁部分(20)的上部基部(42)以及下部自由末端(44),所述凸片朝所述自由末端(44)会聚。

12.-根据权利要求1所述的条带,其中所述凸片(36)由细长的弯曲槽(40)和所述连接线(46)界定,所述连接线(46)连接所述槽(40)的两个相对端部(48)。

13.-根据权利要求12所述的条带,其中所述槽的端部是圆形的并且被扩大。

14.-根据权利要求12所述的条带,其中所述槽(40)呈具有彼此分开的分叉的U形。

15.-根据权利要求1所述的条带,其中所述运动限制部(34)沿所述流动方向(F)或者横向于所述流动方向(F)伸长。

16.-根据权利要求1所述的条带,其中所述运动限制部(34)是具有弯曲周界的隆起。

17.-根据权利要求1所述的条带,其中所述运动限制部(34)与所述连接线(46)相切。

18.-根据权利要求1或2所述的条带,其中,在凸片(36)的自由末端(44)大体上在壁部分(20)的平面上延伸的配置中,接触部分(38)的相对于壁部分(20)的高度(H)大于运动限制部(34)的顶部(62)的高度(h)。

19.-根据权利要求7所述的条带,其中所述接触部分具有椭圆形的周界。

20.-根据权利要求1所述的条带,其中所述运动限制部(34)是具有圆形周界的隆起。

21.-根据权利要求1所述的条带,其中所述运动限制部(34)是具有椭圆形周界的隆起。

22.-一种定位格架(14),包括限定栅格状的室(18)的交错条带,所述室(18)用于容纳燃料棒(4)并且允许冷却剂经过所述定位格架(14)向上轴向流动,所述交错条带中的至少一个是权利要求1所限定的条带(16)。

23.-一种核燃料组件(2),包括成束的燃料棒(4)和支撑所述燃料棒(4)的支架(6),所述支架(6)包括至少一个根据权利要求22所限定的定位格架(14)。

用于核燃料组件定位格架的条带

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于核燃料组件定位格架的条带,所述定位格架包括限定栅格状的室的交错条带,所述室用于容纳燃料棒并允许冷却剂沿流动方向流动。

背景技术

[0002] 专利US4879090在其图5中示出了一种用于核燃料组件定位格架的外部条带,该外部条带包括界定室的壁部分,且在每个壁部分上包括通过在该条带切割的凸片形成的弹簧以及在距该凸片一定距离处作为一对在条带凸出的凸台形成的运动限制部。

[0003] 在操作中,冷却剂流体(例如水)经过定位格架的室向上轴向地流动。在每个壁部分上提供的弹簧和运动限制部从壁部分的平面朝向由该壁部分界定的相同室的中心突出并且部分阻塞了冷却剂流体流动通道。

发明内容

[0004] 本发明的目标在于提供一种用于核燃料组件定位格架的条带,所述条带限制了所述定位格架的流动阻力同时允许在整个燃料组件寿命期限内对核燃料棒进行合适的支撑以及良好的制造性。

[0005] 为此,本发明提出了一种用于核燃料组件定位格架的条带,所述定位格架包括限定栅格状的室的交错条带,所述室用于容纳燃料棒并允许冷却剂沿流动方向流动,所述条带的类型为包括壁部分、弹簧,所述壁部分用于界定室,所述弹簧在所述条带中形成并且设置在所述壁部分上以偏压延伸穿过所述室的燃料棒远离所述壁部分,所述弹簧包括悬臂式凸片和接触部分,所述凸片在所述条带中形成,所述接触部分至少部分地在所述凸片上形成并且从所述凸片突出以接触被容纳在所述室中的燃料棒。

[0006] 在其他的实施例中,所述条带包括单个或根据任何技术上可能的组合的一个或多个下述特征:

[0007] -在所述弹簧的自由状态下,所述凸片相对于所述壁部分是倾斜的;

[0008] -所述接触部分仅在所述凸片上形成;

[0009] -所述接触部分在所述凸片上并且在所述壁部分上形成,所述接触部分越过所述凸片和所述壁部分之间的连接线;

[0010] -所述接触部分呈拱桥的形式;

[0011] -所述接触部分具有连接至所述凸片的端部和连接至所述壁部分的端部;

[0012] -所述接触部分是在所述凸片上形成的隆起;

[0013] -所述接触部分具有椭圆形周界;

[0014] -所述接触部分沿所述流动方向伸长;

[0015] -所述凸片朝所述条带的上游下部边缘以悬臂式方式向下延伸;

[0016] -所述凸片由细长的弯曲槽和连接所述槽的两个相对端部的连接线界定;

[0017] -所述槽的端部是圆形的并且被扩大;

- [0018] -所述槽呈具有彼此分开的分叉的U形；
- [0019] -在所述条带中的所述壁部分上形成的运动限制部限制了容纳在所述室中的燃料棒逆着所述弹簧的作用而朝所述壁部分的运动；
- [0020] -所述运动限制部在冷却剂流动经过由所述壁部分界定的室的方向上，被提供在所述弹簧的上游或下游；
- [0021] -所述运动限制部是在所述壁部分上形成的隆起；
- [0022] -所述运动限制部伸长，即具有椭圆形周界。
- [0023] 本发明还涉及一种定位格架，所述定位格架包括限定栅格状的室的交错条带，所述室用于容纳燃料棒并且允许冷却剂经过所述定位格架向上轴向流动，所述交错条带中的至少一个是如上所限定的条带。
- [0024] 本发明另外涉及一种核燃料组件，所述核燃料组件包括成束的燃料棒和用于支撑所述燃料棒的支架，所述支架包括至少一个如上所限定的定位格架。

附图说明

- [0025] 通过阅读下面的仅作为示例提供的描述并且参考附图将更好地理解本发明及其优点，附图中：
- [0026] -图1是具有由交错条带制成的定位格架的压水反应堆核燃料组件的侧向正视图；
- [0027] -图2是具有由交错条带制成的定位格架的沸水反应堆核燃料组件的局部截面视图；
- [0028] -图3是根据本发明的定位格架的俯视图；
- [0029] -图4是图3的定位格架条带的局部正视图；
- [0030] -图5是图4的条带的弹簧以及相关运动限制部的正视图；
- [0031] -图6是弹簧和运动限制部沿图5的VI-VI的截面图；
- [0032] -图7是定位格架的室的局部截面图，燃料棒延伸穿过该室；
- [0033] -图8和9是分别对应于示出本发明的另一实施例的图5和6的视图；以及
- [0034] -图10是示出本发明的另一实施例的条带的正视图；以及
- [0035] -图11是本发明又一实施例的条带的正视图。

具体实施方式

- [0036] 图1中所说明的用于压水反应堆(PWR)的核燃料组件2包括成束的核燃料棒4和用于支撑该燃料棒4的支架6。当核燃料组件2配置在核反应堆内部时，PWR核燃料组件沿竖直延伸的组件轴线L的方向伸长。
- [0037] 支架6包括下部管嘴8、上部管嘴10、多个导向管12和多个定位格架14。
- [0038] 导向管12平行于组件轴线L延伸并且将下部管嘴8连接至上部管嘴10并且在管嘴8、10之间沿组件轴线L保持预定的间距。每个导向管12穿过上部管嘴10向上敞开以允许控制杆插入导向管12。
- [0039] 图2中所示出的用于沸水反应堆(BWR)的核燃料组件2在该核燃料组件2配置在核反应堆内部时同样沿竖直延伸的组件轴线L的方向伸长。
- [0040] BWR燃料组件2包括成束的核燃料棒4、用于支撑该燃料棒4的支架和围绕所述成束

的燃料棒4的管状燃料管道15。所述支架通常包括沿组件轴线L隔开的下部管嘴和上部管嘴、布置在所述成束的燃料棒4中的至少一个水管道13以及多个沿所述成束的燃料棒4分布的定位格架14。

[0041] 燃料棒4、水管道13和燃料管道15在下部管嘴和上部管嘴之间延伸,水管道13和燃料管道15将下部管嘴和上部管嘴相连接。

[0042] 水管道13平行于燃料棒4延伸。水管道13被布置成以与所述成束的燃料棒4分隔的方式引导冷却剂/减速剂流。

[0043] 燃料管道15平行于燃料棒4延伸。燃料管道15包封所述成束的燃料棒4和水管道13。燃料管道15被布置成引导燃料棒4之间和附近的冷却剂/减速剂流。

[0044] PWR和BWR定位格架14沿燃料棒4以间隔关系分布。

[0045] 每个定位格架14横向于组件轴线L延伸。

[0046] 每个燃料棒4包括管状包壳、堆叠在该包壳内部的核燃料芯块以及封闭该包壳端部的盖子。每个燃料棒4平行于组件轴线L延伸穿过定位格架14且由该定位格架14相对于组件轴线L横向和纵向地支撑。

[0047] 在操作中,燃料组件2放置在核反应堆中,下部管嘴8靠置在该反应堆的底板上且组件轴线L大体上是竖直的。冷却剂以在图1和图2中由箭头F示出的在燃料棒4之间流动并且流动穿过管嘴8、10和定位格架14的方式沿燃料组件2向上流动。

[0048] 定位格架14可以是彼此相似的并且参照图3-7将对根据本发明的一个定位格架14进行进一步描述。

[0049] 如图3所示,定位格架14包括限定栅格状的室18的多个交错的金属条带16,每个室18用于容纳一个燃料棒,在图3中仅示出一些室18。

[0050] 在已知的方式中,在用于PWR燃料组件的定位格架的情况下,该交错的条带16还限定了多个用于容纳PWR导向管12的室,所述定位格架14例如通过焊接被固定至导向管12。类似地,在用于BWR燃料组件的定位格架的情况中,所述的至少一个BWR水管道通常替换一个或数个栅格中的燃料棒4,交错的条带限定了用于容纳水管道13的开口,定位格架14例如通过焊接被固定至水管道13。

[0051] 在图3中仅示出用于容纳燃料棒4的室18。在下文中,术语“室”指代用于容纳燃料棒4的室18。

[0052] 每个室18是管状的并且沿室轴线A延伸。当定位格架14被装配在燃料组件2中时(图1和图2),室轴线A与组件轴线L平行(垂直于图3)。不同室的室轴线A是平行的。每个室18由两对相交条带16的四个壁部分20界定,每对条带16彼此平行延伸。

[0053] 界定室18的每对相对壁部分20的一个壁部分具有形成于壁部分20并且在自由状态下朝室18的中心突出的弹性弹簧22,每对相对壁部分20的另一个壁部分具有形成于该壁部分20并且朝室18的中心突出的刚性凸起24。

[0054] 设置在每个室18的壁部分20上的弹簧22和凸起24被布置成使得延伸穿过室18的燃料棒4被弹簧22横向偏压而抵靠在凸起24上以相对室轴线A横向和纵向支撑燃料棒4。

[0055] 界定两个相邻室18(在条带16的每侧各一个)的每个壁部分20具有在壁部分20的表面上在一个室18中突出的弹簧22和在壁部分20的相反表面上在另一室18中突出的凸起24。仅界定一个室的每个壁部分20具有弹簧22或者凸起24。

[0056] 图4示出了条带16的多个壁部分20,这些壁部分20的每个适于界定两个室18,所述两个室18在条带16的每侧各一个。

[0057] 在操作中,冷却剂以图4中示出的流动方向F从条带16的上游下部边缘26至下游上部边缘28向上流动穿过每个室18。流动方向F与室轴线A平行。

[0058] 每个壁部分20从下部边缘26延伸至上部边缘28。壁部分20被狭缝30分隔开,该狭缝30设置在下部边缘26上且大体上延伸至条带16的半高处以与一系列设置在上部边缘26上且大体上延伸至条带16的半高处的相应狭缝30接合。

[0059] 条带16可选地包括从上部边缘向上突出的翼片32,每个翼片32相对于室轴线A倾斜以对流经室18的冷却剂流体给予螺旋运动并且提高冷却剂和燃料棒4之间的热交换。

[0060] 条带16包括在所示出的每个壁部分上的弹簧22、凸起24和运动限制部34,每个弹簧22、凸起24和运动限制部34在条带16上形成因而与条带16集成为一个整体。

[0061] 设置在每个壁部分20上的弹簧22和运动限制部34在条带16的相同表面上突出,而凸起24在条带16的相反表面上突出。

[0062] 凸起24在相邻壁部分20上的弹簧22的下方和上方交替配置。交错条带16因此能够被布置使得设置在界定室18的条带的壁部分20上的弹簧22面对设置在界定室18的另一条带16的相反壁部分20上的凸起24。

[0063] 条带16的弹簧22是相同的并且参考图5-7对一个弹簧22进行进一步描述。

[0064] 图5示出的弹簧22包括在条带16中切割的可变形的悬臂式凸片36和接触部分38。

[0065] 凸片36在条带16中由具有闭合轮廓的细长弯曲的槽40界定。凸片36被界定在槽40和联结槽40的相对端部48的连接线46之间。优选地,端部48是圆形的并且被扩大以限制局部机械峰值应力。线46与室轴线A垂直。凸片36沿线46连接至壁部分20。

[0066] 凸片36以悬臂式的方式朝上游下部边缘26向下延伸并且具有连接至壁部分20的上部基部和下部自由末端44。凸片36朝自由末端44会聚。槽40大致呈具有分开的分叉的U形(或具有圆形末端的V形)。

[0067] 在弹簧22的自由状态下,凸片36相对于壁部分20是倾斜的并且向下且远离壁部分20朝向由该壁部分20界定的室18的中心延伸。通过在凸片36围绕与线46大体上重合的旋转轴线旋转的情况下凸片36的弹性变形,凸片36是弹性可变形的。凸片的弹性可以通过调节槽40的端部48的直径来调节。

[0068] 接触部分38仅在凸片中形成并且相反于壁部分20从凸片36且朝向由该壁部分20界定的室的中心突出。接触部分38与凸片36是完整的整体。

[0069] 根据图4-6示出的实施例,接触部分38设置成在凸片36上切割的拱桥的形式。接触部分38沿室轴线A的方向伸长,接触部分38的连接至凸片36的两个端部在室轴线A的方向上对齐。接触部分形成为在两个开口52之间界定的片状物,所述两个开口52在室轴线A的方向上大体上相互平行地延伸。

[0070] 与弹簧22相关联的运动限制部34距离弹簧22一定距离处在条带16上形成并且在与相应的弹簧22相同侧从壁部分20突出。运动限制部34是形成在条带16上的具有弯曲周界的隆起,例如图5中示出的具有升起部分56和顶部62的圆形周界。运动限制部34配置在相应的弹簧22的下方或上方(图3)。

[0071] 如图7所示出地,在凸片36朝向壁部分20弹性变形的情况下,接触部分38接触延伸

穿过由壁部分20界定的室18的燃料棒4的外表面。弹簧22因而偏压燃料棒4远离与凸起24(设置在界定室18的相反壁部分20上)接触的壁部分20(在图7中朝右)。

[0072] 在该配置中,凸片36的自由末端44大体上在壁部分20的平面上延伸并且接触部分38的相对于壁部分20的高度H大于运动限制部34的顶部的高度h。在顶部62和燃料棒4的外表面之间有间隙D。

[0073] 在操作中,冷却剂在与室轴线A平行的流动方向F上以高速穿过室18及燃料棒4周围向上流动。这导致了在室18内部燃料棒4的横向振动。横向振动还可以发生在从制造厂到发电厂的运输过程中以及在燃料组件2的处理过程中。

[0074] 运动限制部34是刚性的并且限制了燃料棒4逆着弹簧22的作用朝向壁部分20的移动。运动限制部34因此避免了弹簧22的过载即弹簧22的塑形变形。

[0075] 在条带16上形成的、具有可变形悬臂式凸片36和刚性接触部分38的弹簧22能够以合适的横向力偏压燃料棒同时限制流动阻力。当凸片36的自由末端44在壁部分20的平面上(或附近)伸缩时,凸片36提供偏置力。在该位置,仅仅接触部分38从壁部分20突出。

[0076] 沿流动方向F伸长的接触部分38能够进一步限制流动阻力并且提供用于限制磨损风险的与燃料棒4的长形接触区。

[0077] 包括凸片36和接触部分38的弹簧22可在单个冲压操作中简单且低成本地获得。

[0078] 图8和9的可替代实施例与图5和6不同在于如下特征:接触部分38一部分在凸片中形成并且一部分在壁部分20中形成。该接触部分38进一步伸长并且越过联结槽40(界定了该凸片36)的端部48的线46。

[0079] 这增加了弹簧22的刚度,因为使弹簧22偏置同时导致了凸片36的上部基部42以及接触部分38的上部端部围绕两个平行但不相同的轴线的变形。

[0080] 在图10的可替代实施例中,运动限制部34是具有椭圆形周界的隆起。运动限制部34沿横向于流动方向F的方向伸长。每个运动限制部34位于相应弹簧22的上方且在流动方向与该弹簧22在一条直线上。每个运动限制部34毗邻弹簧凸片36的基部。优选地,运动限制部34与连接线46相切。

[0081] 接触部分38设置成具有弯曲周界的闭合隆起的形式。如图10所示出的,有利地,该周界是优选地沿流动方向伸长的椭圆形周界。

[0082] 凸起24也设置成沿流动方向伸长的具有椭圆形周界的隆起的形式。

[0083] 在一可替代实施例中,图10的运动限制部34与弹簧22相结合,弹簧22具有如图4-6中的在弹簧中切割的桥状接触部分38。在另一实施例中,图4-6中的具有圆形周界的运动限制部34与图10中的呈闭合隆起形式即具有椭圆形周界的接触部分结合。

[0084] 在不同实施例中,运动限制部34和弹簧22设置在一条直线上,一个沿流动方向F在另一个的上游,这降低了条带16的流动阻力。

[0085] 弹簧34位于弹簧22的上方毗邻连接线46,这加强了弹簧元件22并且导致了在槽40的端部处更低的局部峰值应力。这些效果在图10的椭圆形周界的运动限制部34中增加更多。

[0086] 在图11的可替代实施例中,条带16的上游下部边缘26是Z字形形状,使得下部边缘26在每个壁部分20的中心处较低且在壁部分20之间的、交错条带16相互交叉的交汇处较高。

[0087] 因此,定位格架14可以通过在比较低点64更高水平处的相交点66处相交的交错条带16形成,藉此可能存在于冷却剂流体中的碎屑朝在正方形形状的室18的拐角交点66被横向引导,在该拐角处室18的内表面和燃料棒之间的间距更大。因而防止碎屑损害燃料棒4。

[0088] 在一可替代实施例中,条带16的下部边缘是Z字形形状从而使得上游下部边缘26交替处于高水平和在壁部分20之间的交汇处的低水平。

[0089] 因此,交错条带16可以以同样的优势装配成提供布置在交错排中的高水平处的交点66和和低水平处的交点66。

[0090] 下部边缘26可以以波浪形状代替Z字形形状。

[0091] 本发明适用于所示出的用于PWR(压水反应堆)燃料组件的定位格架或用于BWR(沸水反应堆)燃料组件的定位格架,并且适用于用于VVER(水水动力反应堆)燃料组件的定位格架。

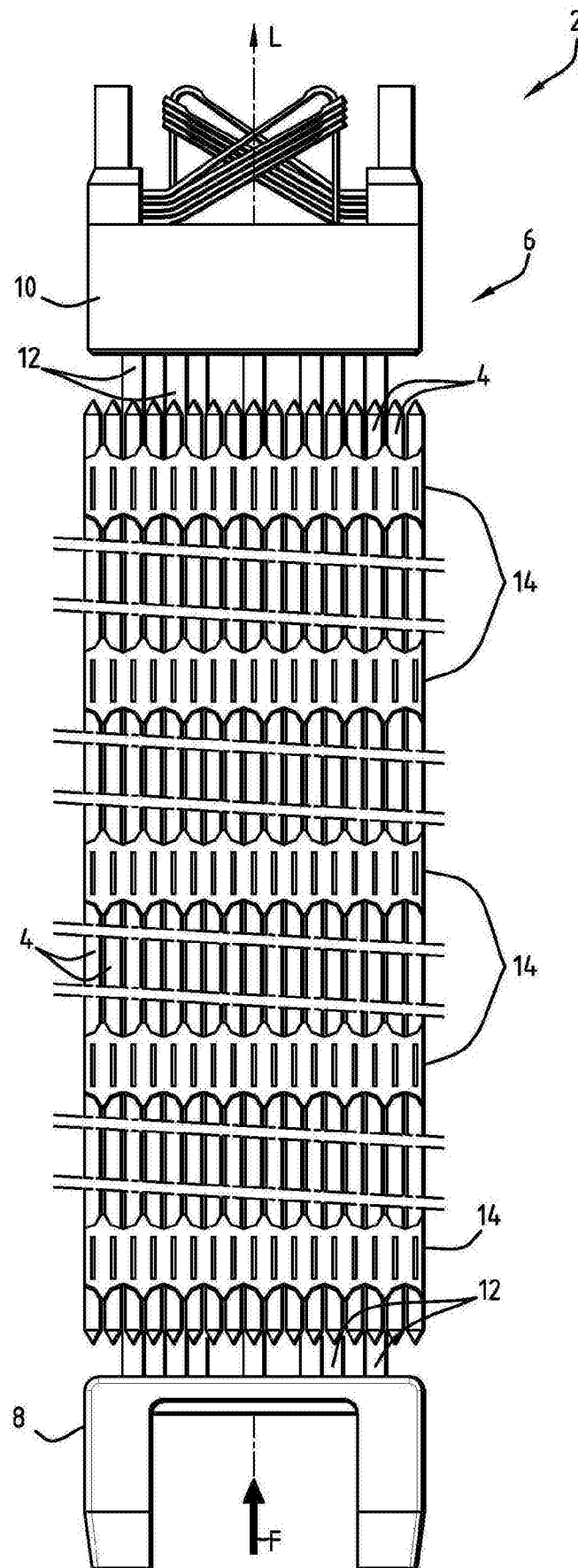


图1

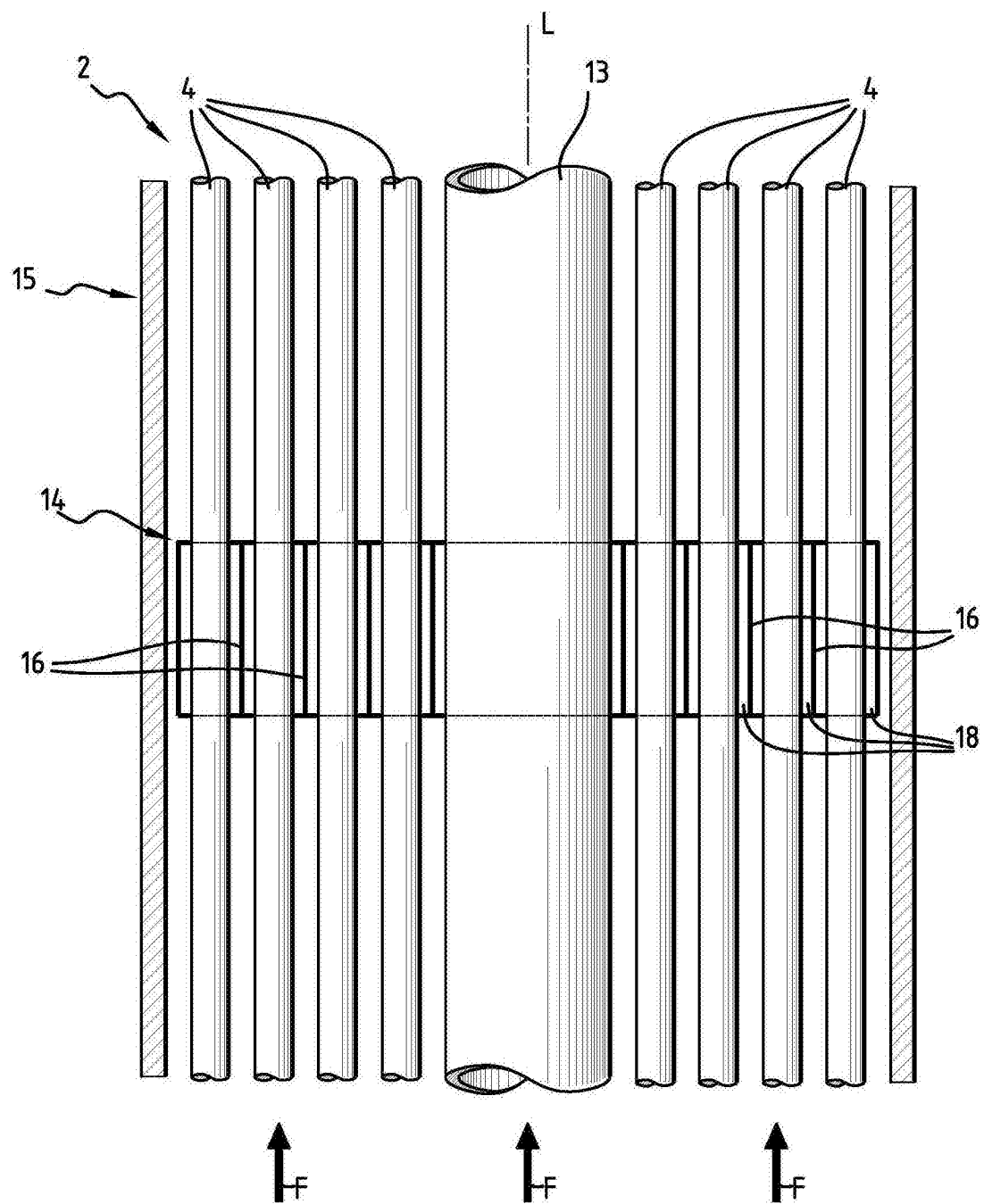


图2

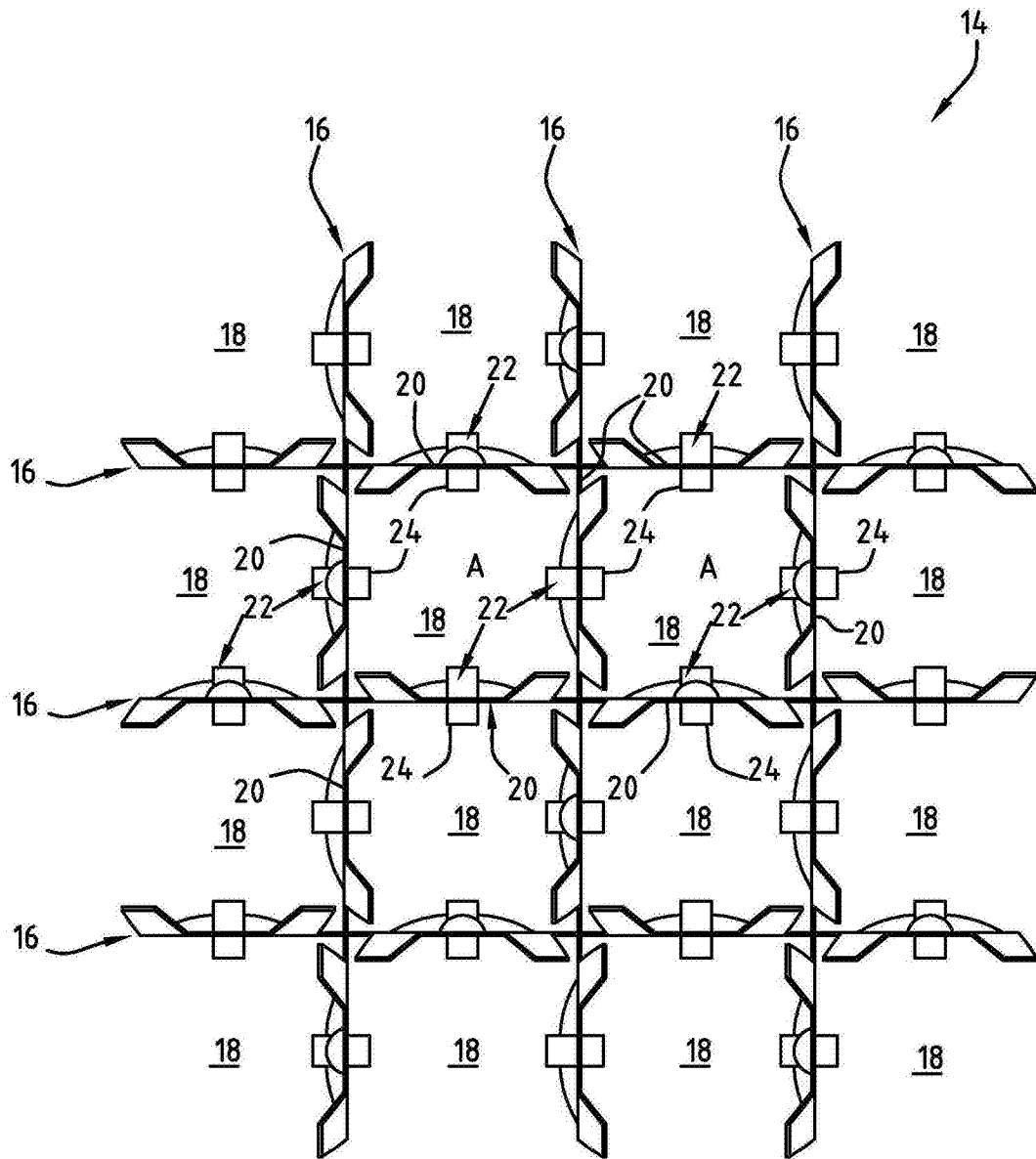


图3

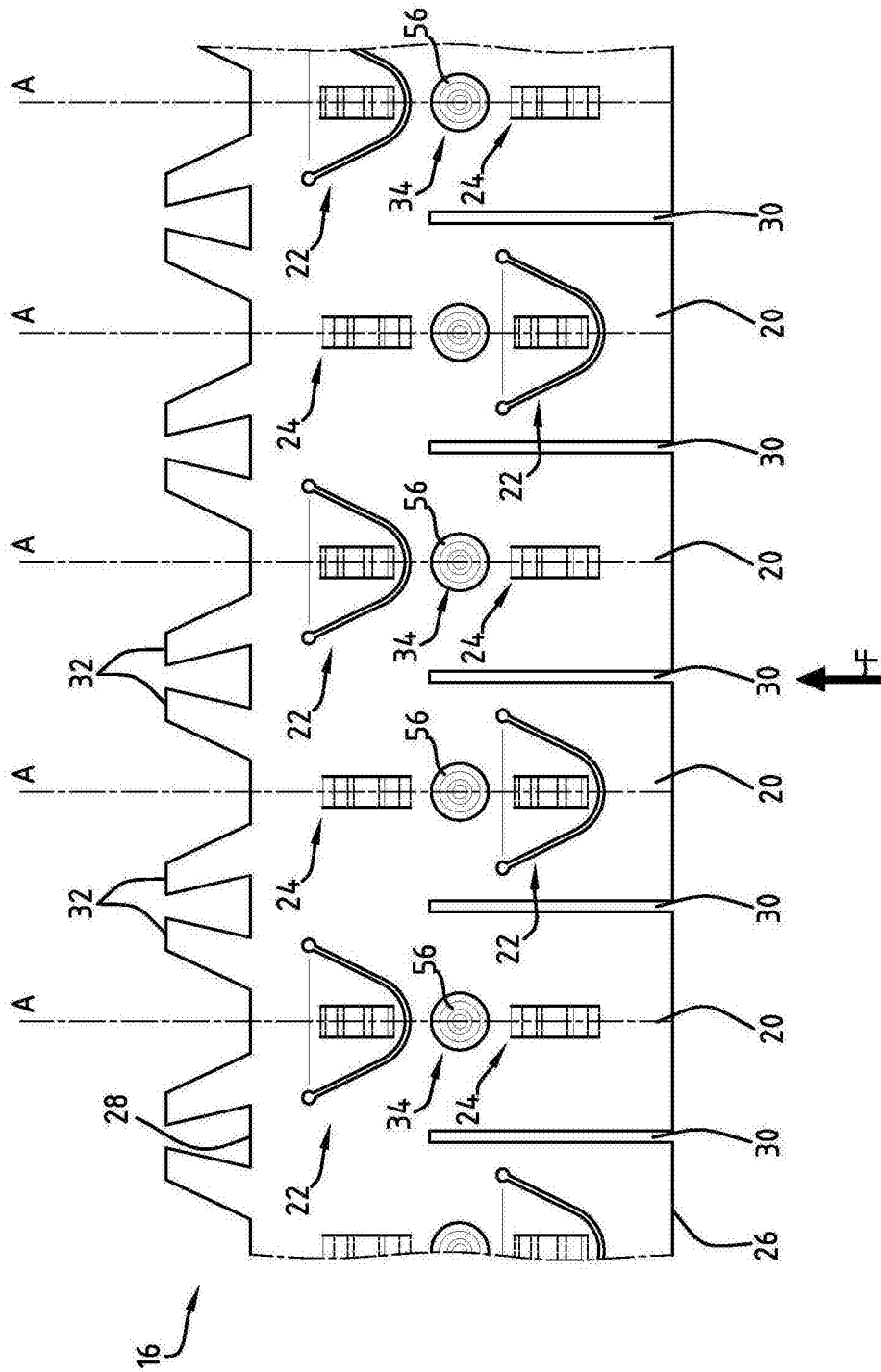


图4

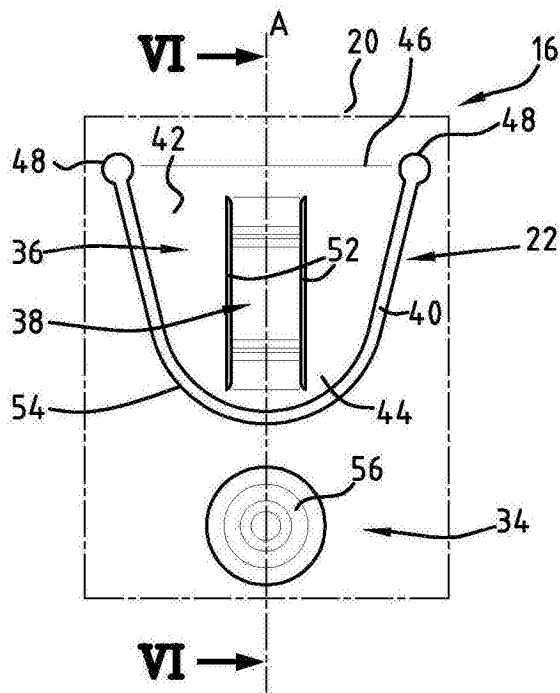


图5

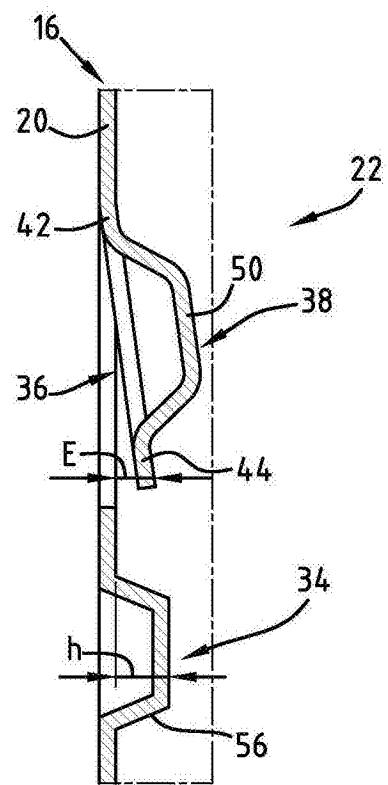


图6

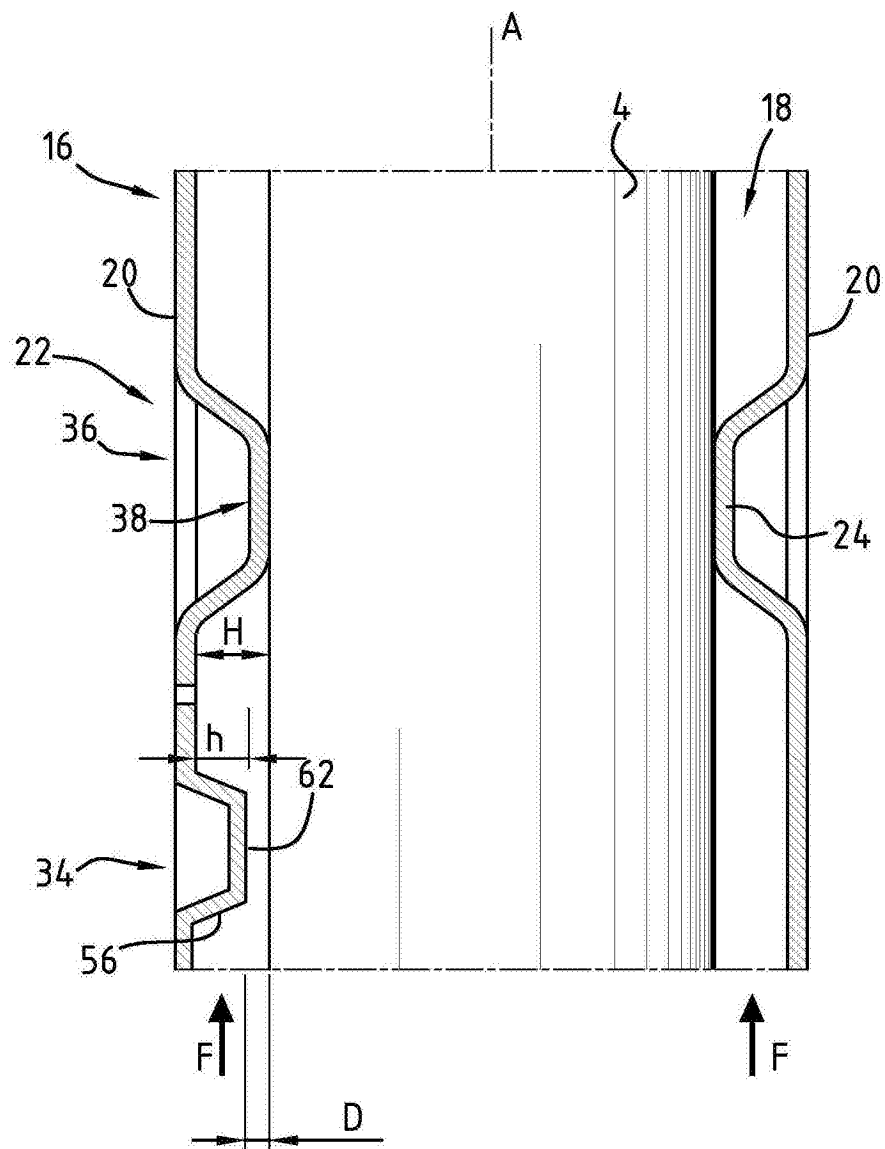


图7

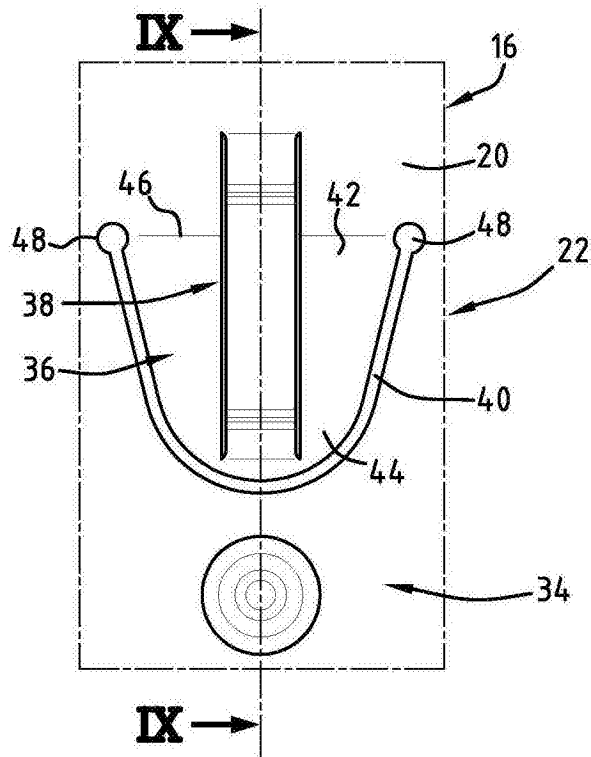


图8

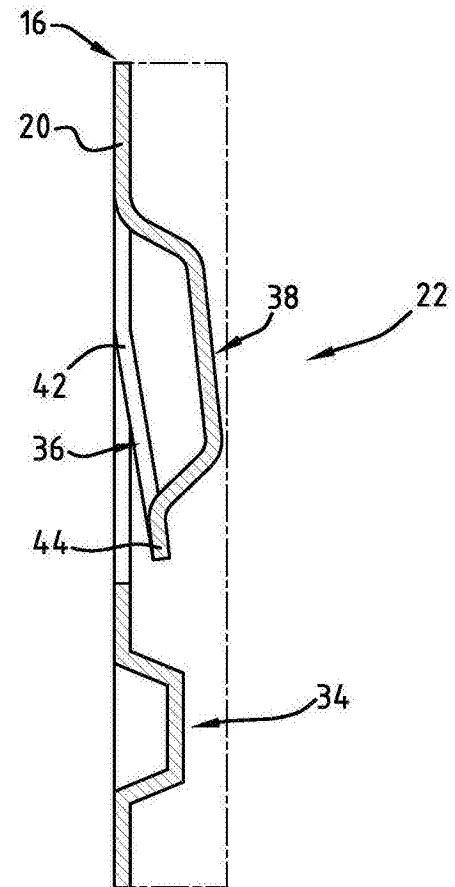


图9

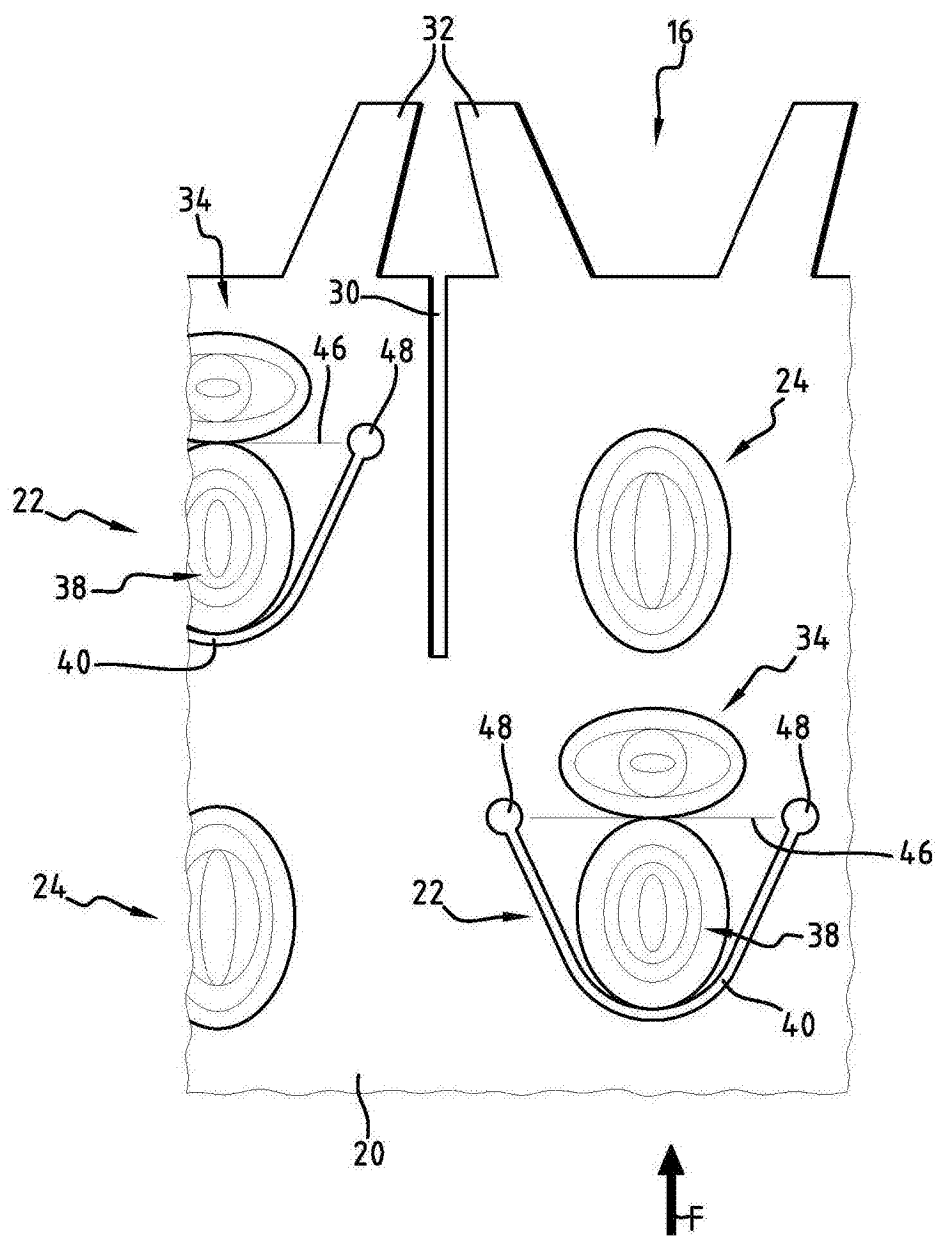


图10

