



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103930737 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 16

(21) 申请号 201280056269. 0

代理人 浦易文

(22) 申请日 2012. 11. 15

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

F24J 2/52 (2006. 01)

61/560, 512 2011. 11. 16 US

13/677, 545 2012. 11. 15 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 05. 15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/065332 2012. 11. 15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/074823 EN 2013. 05. 23

(71) 申请人 巴布科克和威尔科克斯能量产生集团
公司

地址 美国俄亥俄州

(72) 发明人 D·T·瓦西卢克 D·L·克拉夫特
J·A·珀尔辛格 J·M·马歇尔
M·J·阿尔布雷克特

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

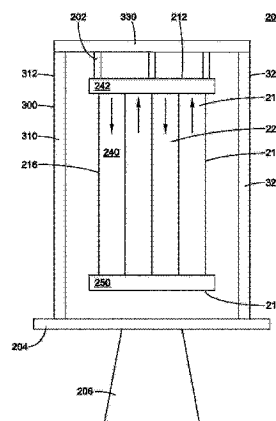
权利要求书2页 说明书10页 附图14页

(54) 发明名称

具有双重暴露吸热屏的太阳能接收器

(57) 摘要

公开了一种双重暴露的吸热屏,该双重暴露的吸热屏可以用于太阳能接收器设计。一般地,该吸热屏包括管屏,通过该管屏,传热流体流动以吸收来自定日镜、聚焦在该管屏上的太阳能。结构支架包绕该管屏。加强结构横过该管屏的暴露面延伸。通过使用热罩来保护位于周缘上的集管和其它支承结构。



1. 一种双重暴露的吸热屏,包括:

管屏,所述管屏包括用以递送传热流体的多个竖直管,其中,所述多个竖直管由至少一个上集管和至少一个下集管互相连通,并且其中,所述管屏具有第一暴露面、相对的第二暴露面、上边缘、下边缘、第一侧边缘和第二侧边缘;和

结构支承架,所述结构支承架沿所述管屏的所述上边缘、所述第一侧边缘和所述第二侧边缘延伸。

2. 如权利要求1所述的双重暴露的吸热屏,其特征在于,至少一个屏支承杆在所述结构支承架和所述至少一个上集管之间延伸。

3. 如权利要求1所述的双重暴露的吸热屏,其特征在于,所述竖直管被布置成多个相邻的管程,所述相邻的管程被布置成使得传热流体向上流过一个管程然后向下流过另一个管程。

4. 如权利要求1所述的双重暴露的吸热屏,其特征在于,还包括第一加强结构,所述第一加强结构在第一支承高度处从所述管屏的所述第一侧边缘到所述第二侧边缘横过所述第一暴露面和所述第二暴露面延伸。

5. 如权利要求4所述的双重暴露的吸热屏,其特征在于,所述加强结构由第一支承组件和第二支承组件形成,各所述支承组件包括:

支承管;

从所述支承管延伸并在内部具有槽的水平凸缘;以及

接合所述管屏的一个或多个竖直管并具有至少一个凸耳的扇贝形棒,所述扇贝形棒由穿过所述至少一个凸耳和所述水平凸缘的所述槽的销而接合所述水平凸缘。

6. 如权利要求5所述的双重暴露的吸热屏,其特征在于,各所述支承组件的所述支承管具有不同于所述管屏中任意管的直径。

7. 如权利要求4所述的双重暴露的吸热屏,其特征在于,还包括第二加强结构,所述第二加强结构在第二支承高度处从所述管屏的所述第一侧边缘到所述第二侧边缘横过所述第一暴露面和所述第二暴露面延伸。

8. 如权利要求7所述的双重暴露的吸热屏,其特征在于,所述第一支承高度和所述第二支承高度不处于所述管屏的中区。

9. 如权利要求1所述的双重暴露的吸热屏,其特征在于,所述结构支承架包括第一竖直柱、第二竖直柱以及从所述第一竖直柱的上端到所述第二竖直柱的上端延伸的上水平梁。

10. 如权利要求1所述的双重暴露的吸热屏,其特征在于,所述结构支承架还包括构造出所述管屏的所述第一暴露面的第一热罩,和构造出所述管屏的所述第二暴露面的第二热罩。

11. 如权利要求1所述的双重暴露的吸热屏,其特征在于,所述至少一个下集管被导引。

12. 一种太阳能接收器,包括至少一个双重暴露吸热屏,其中,所述双重暴露吸热屏包括:

管屏,所述管屏包括用以递送传热流体的多个竖直管,其中,所述多个竖直管由至少一个上集管和至少一个下集管互相连通,并且其中,所述管屏具有第一外表面、与所述第一外

表面相对的第二外表面、上边缘、下边缘、第一侧边缘和第二侧边缘；

结构支架，所述结构支架沿所述管屏的所述上边缘、所述第一侧边缘和所述第二侧边缘延伸，所述管屏通过所述至少一个上集管连接到所述结构支架；以及

至少一个加强结构，所述加强结构从所述管屏的所述第一侧边缘到所述第二侧边缘横过所述第一外表面和所述第二外表面延伸。

13. 如权利要求 12 所述的太阳能接收器，其特征在于，具有两个双重暴露吸热屏，其中，一个吸热屏处于另一个吸热屏的上方并且被定向成与所述另一个吸热屏成一定角度，或者具有四个双重暴露吸热屏，其中，所述四个双重暴露吸热屏的第一侧边缘被布置以形成内部多方形。

14. 如权利要求 12 所述的太阳能接收器，其特征在于，具有三个或更多的双重暴露吸热屏，其中，所述吸热屏的第一侧边缘被布置以形成内部多方形。

15. 一种太阳能系统，所述太阳能系统包括权利要求 12 所述的太阳能接收器和构造成将阳光朝所述太阳能接收器进行导向的镜场。

具有双重暴露吸热屏的太阳能接收器

[0001] 相关文件的交叉引用

[0002] 本申请要求于 2011 年 11 月 16 日提交的、申请号为 61/560,512 的美国专利临时申请的优先权。在此,该申请的全部内容通过参见的方式合并入本文。

技术领域

[0003] 本发明总体上涉及用于产生电能的太阳能发电领域。更具体地,本发明涉及双重暴露或两侧吸热的板和具有一个或多个所述板的太阳能接收器。这些太阳能接收器设计可以用于集中式太阳能塔技术(也称为集中式太阳能发电技术,CSP)以利用太阳能来产生“绿色”电能。

背景技术

[0004] 太阳能接收器是太阳能发电系统的主要部件,通过太阳能接收器,阳光被用作热源以最终产生过热的高质量蒸汽,此蒸汽被用以驱动汽轮发电机,并使用兰金循环最终产生电能,或者为其它热过程提供蒸汽。

[0005] 一般地,太阳能接收器被定位在高于地平面的高架支承塔的顶部。太阳能接收器被战略性地定位在一组反光表面即定日镜(或镜子)的场地中,这些反光表面收集太阳光线,然后将这些光线反射回来并集中到该太阳能接收器的吸热表面。然后,太阳能由流过太阳能接收器的工作传热流体(HTF)吸收。这些反光表面可以在整个白天于不同位置定向以跟踪太阳并最大化反射到该接收器吸热表面上的阳光。

[0006] 太阳能接收器是管的组件,水、蒸汽、熔盐或其它传热流体(HTF)在这些管中流动。在太阳能接收器的这些管中的传热流体吸收被集中的太阳能,使传热流体温度上升并且/或者发生相变,使得传热流体获得太阳能。然后,被加热的传热流体被直接运送到汽轮发电机以产生电能或者被间接运送到储存罐中以备日后使用。

[0007] 太阳能接收器设计通常包括具有竖直定向管的屏,即管屏(或管板),以及用于将管屏维持在合适位置的支承结构和其它关联设备(泵、管线、储存容器、热罩等)。在常规设计中,太阳能接收器具有正方形、长方形或圆形横截面(从上向下看的俯视图中)。这些管屏布置在该横截面的外部上,使得来自镜场的太阳能被导向(或被吸收)到管屏的仅一个面。在例如名称为“工厂组装的太阳能接收器热交换器(Shop-Assembled Solar Receiver Heat Exchanger)”并授予巴布考克和威尔克斯发电集团公司(Babcock&Wilcox Power Generation Group, Inc.)的美国专利第 12/605,241 号中描述了上述管屏,在此,该申请的全部内容通过参见的方式合并入本文。

[0008] 在此方面,图 1 是上述一个太阳能接收器设计 100 的俯视图(即从上方看),该太阳能接收器具有四个被设置成正方形的管屏 110、120、130、140。各管屏具有一个接收来自镜场的太阳能的外表面 112、122、132、142 以及一个不接收该太阳能的内表面 114、124、134、144。

[0009] 管屏的不接收太阳能的内表面一般具有加固梁系统,该加固梁系统支承所述屏以

承受强风、地震力以及热感应力。典型地,该加固梁系统包括“工”字型横梁或其它的结构钢形状,横梁或结构钢以使得该管屏可以独立于支承结构本身并独立于其它管和屏膨胀的方式被夹在管屏上。一般地,将夹具焊接到管上,使得当将热施加于该管时,管屏可以相对于固定支承结构移动,而该支承结构仍可为该管屏提供刚性。在太阳能接收器上,管屏中的管并未如同在矿石燃料燃烧锅炉中一样沿它们的轴线(即膜式构造)焊接在一起,而是未加束缚的构造。此允许管在当加热时独立于彼此进行膨胀。由此,各管必须具有夹具以附连到处于一定支承高度上的加固梁。

[0010] 由于管只有一面暴露于太阳能而导致的一个问题是暴露的热表面和非暴露的冷表面之间会产生温差。这导致管的热表面和冷表面之间不同的膨胀,由此使管弯曲。管弯曲的严重性取决于温差的大小和管屏的刚度。由于将管连接到加固梁的夹具在支承高度将管保持在位,所以在各支承高度之间会发生弯曲。此会在各支承高度处的管的加热侧上产生很高的压应力。

[0011] 由于每天在启动、关闭和云层经过期间会加热和冷却这些管,所以这样的压应力是循环的,最终将会导致疲劳失效。对于使用熔盐作为传热流体的接收器,熔盐中的杂质也可能导致腐蚀,在压应力所在之处,此现象更严重。

发明内容

[0012] 本发明在各个实施例中涉及吸热管屏和合并有在两个相对面上暴露于太阳能的这种吸热管屏的太阳能接收器。相比于在单个表面上吸收热能的屏,在两个表面上吸热可以减少热表面和冷表面之间的温差,并因此提供沿管周向上更均匀的管温。此导致管内显著降低的热应力和管失效更低的可能性。由于有较低的管应力,因应力腐蚀导致失效的风险也降低了。而且,对于给定的管屏大小,其有效的吸热面积相比单侧加热屏加倍了。降低的热应力和加倍的吸热面积一起产生能够吸收两倍以上太阳能的屏,此显著地提升了管屏的效率。太阳能接收器包括传热表面、结构上和功能上与传热表面互相连通的传热流体系统、竖直支承结构以及加强结构的布置。在本文中也描述了各种结构特征件和其它附加件。

[0013] 更具体地,本文在实施例中公开的是双重暴露的吸热屏,包括管屏和结构支承架。该管屏具有第一暴露面、与该第一暴露面相对的第二暴露面、上边缘、下边缘、第一侧边缘和第二侧边缘。该管屏包括用以递送传热流体的多个竖直管,其中所述多个竖直管由至少一个上集管和至少一个下集管互相连通。结构支承架沿管屏的上边缘、第一侧边缘和第二侧边缘延伸。

[0014] 至少一个屏支承杆可以在结构支承架和上集管之间延伸以将该管屏连接到该结构支承架。

[0015] 该管屏一般包括多个管程,相邻的管程被布置成使得传热流体向上流过一个管程然后向下流过另一个管程。

[0016] 该双重暴露的屏还可以包括在第一支承高度处从管屏的第一侧边缘到第二侧边缘横过第一暴露面和第二暴露面延伸的第一加强结构。

[0017] 在具体实施例中,该加强结构由第一支承组件和第二支承组件形成。各支承组件包括:支承管;从该支承管延伸并在内部具有槽的水平凸缘;以及接合该管屏并具有至少一个凸耳的扇贝形棒,该扇贝形棒由穿过该至少一个凸耳和该水平凸缘的槽的销而接合该

水平凸缘。

[0018] 各支承组件的支承管可以具有不同于管屏中任意管的直径,并且在一些实施例中大于管屏中任意管的直径。各支承管的外部表面可以被涂覆或涂漆以减少吸热。

[0019] 该两侧吸热的屏还可以包括第二加强结构,该第二加强结构在第二支承高度处从管屏的第一侧边缘到第二侧边缘横过第一暴露面和第二暴露面进行延伸。一般地,该第一支承高度和第二支承高度不处于管屏的中区。根据两侧吸热的屏的高度,可以考虑额外的加强结构。

[0020] 结构支承架包括第一竖直柱、第二竖直柱以及从第一竖直柱的上端到第二竖直柱的上端延伸的上水平梁。在一些实施例中,该结构支承架还包括构造出该管屏的第一暴露面的第一热罩,和构造出该管屏的第二暴露面的第二热罩。

[0021] 该第一热罩和该第二热罩可以被涂漆以减少吸热。类似地,管屏的第一暴露面和第二暴露面可以被油漆以增加吸热。

[0022] 该下集管可以在其于吸热屏内移动时被导引。

[0023] 该两侧吸热的屏还可以包括结构支承架所依靠的基底平台。

[0024] 本文在多个实施例中公开的是包括至少一个上述双重暴露吸热屏的太阳能接收器。

[0025] 太阳能接收器可以具有两个双重暴露吸热屏,其中,一个吸热屏处于另一个吸热屏的上方并且被定向成与该另一个吸热屏成一定角度。

[0026] 在另一变型中,太阳能接收器具有四个双重暴露吸热屏,其中所述四个双重暴露吸热屏的第一侧边缘被布置以形成内部正方形。更一般地,太阳能接收器可以具有三个或更多的双重暴露吸热屏,其中,这些吸热屏的第一侧边缘被布置以形成内部多方形。

[0027] 本文在不同实施例中公开的是一种太阳能系统,该太阳能系统包括上述太阳能接收器和镜场。该镜场构造成将阳光朝该太阳能接收器的暴露表面进行导向。

[0028] 下面将更具体地描述本发明的这些和其它非限定性方面和/或目的。

附图说明

[0029] 以下是附图说明,该说明用以描述本文公开的示例性实施例,而不是用以限制本发明。

[0030] 图1是具有正方形定向的常规太阳能接收器设计的平面图(即顶部视图),各管屏具有一个外部暴露表面和一个内部非暴露表面。

[0031] 图1A是具有挡光板和隔热部的常规管屏的侧部剖视图。

[0032] 图1B是图1A的管屏的立体图。

[0033] 图2是使用具有有限数量管程的双重暴露吸热屏的、本发明的太阳能接收器的第一前视图。在本图中,移除了热罩和屏加强支承结构以提供内部视图。

[0034] 图3是使用双重暴露吸热屏的本发明太阳能接收器的第二前视图。在本图中,屏加强支承结构是可见的,但移除了热罩以提供另一内部视图。

[0035] 图4是使用双重暴露吸热屏的本发明太阳能接收器的外部前视图。在此,热罩处于合适位置。

[0036] 图5是本发明的太阳能接收器的外部侧视图。

- [0037] 图 6 是示出了本发明的管屏和用于该管屏的加强结构的平面图。
- [0038] 图 7 是图 6 所示管屏以及用于该管屏的加强结构的侧面剖视图。
- [0039] 图 8 是图 6 所示管屏和加强结构的前视图。
- [0040] 图 8A 是图 6 所示管屏和加强结构的立体图。
- [0041] 图 9 是没有加强结构的管屏的放大前视图,其示出了具有多个管程、上集管和下集管的管屏。
- [0042] 图 10 是示出了流体流过双重暴露吸热屏的示意图。
- [0043] 图 11 是管屏和下集管的侧部剖视图,其示出了导引结构。
- [0044] 图 12 是使用两个所述双重暴露吸热屏的第二太阳能接收器设计的立体图,其中,一个屏在另一屏的顶部并且垂直于该屏。
- [0045] 图 13 是图 12 所示第二太阳能接收器设计的平面图。
- [0046] 图 14 是使用四个所述双重暴露吸热屏的第三太阳能接收器设计的平面图,各双重暴露吸热屏布置成加号形构造或十字形构造。
- [0047] 图 15 是使用六个所述双重暴露吸热屏的第四太阳能接收器设计的平面图,各双重暴露吸热屏被布置以形成内部多边形,各屏如同轮辐一样延伸。

具体实施方式

[0048] 通过参照附图可以更完整地理解本文公开的过程和装置。这些附图只是基于说明现有技术和 / 或本领域发展的方便性和容易性而示出的示意性视图,因此不是意为指定其组件或部件的相关大小和尺寸。

[0049] 虽然为了清晰在以下说明中使用了特定术语,但是这些术语仅意为表示附图中选定用以说明的、实施例的具体结构,而不是意为限定或限制本发明的范围。在附图中和以下具体实施方式中,应当理解的是,相同的附图标记用于表示具有相同作用的部件。

[0050] 与数量结合使用的修饰词“大约”包括所述值,并且具有上下文所表示的意义(例如,它至少包括与具体数量的测量值相关联的误差度)。当该词与具体值一起使用时,也应当考虑为公开该值。例如,术语“大约 2”也公开值“2”,范围“从大约 2 到大约 4”也公开范围“从 2 到 4”。

[0051] 应当注意的是,本文使用的许多术语是相对性的术语。例如,术语“内部(内侧)”、“外部(外侧)”、“向内”和“向外”是相对于中部的,而不应当理解为要求该结构的具体定向或定位。类似地,术语“上”和“下”是在位置上相对于彼此的,即上部件处在高于下部件的高度处。

[0052] 术语“水平”和“竖直”用以表示相对于绝对参照物即地平面的方向。但是,这些术语不应当理解为要求各结构相对于彼此完全平行或完全垂直。例如,第一竖直结构和第二竖直结构不一定是彼此平行的。

[0053] 解释太阳能接收器、锅炉和 / 或蒸汽发电机领域的特定术语或原理对于理解本发明是必要的,从这个意义上讲,读者可参考巴布考克 & 威尔克斯公司的 Stultz 和 Kitto 著的《蒸汽的产生和使用 (Steam/Its Generation And Use)》第 40 版,版权所有 1992,以及巴布考克 & 威尔克斯公司的 Stultz 和 Kitto 著的《蒸汽的产生和使用 (Steam/Its Generation And Use)》第 41 版,版权所有 2005,其二者的内容通过参见的方式合并入本文,

如同在本文中充分阐述一样。

[0054] 本发明涉及双重暴露或两侧吸热的吸热屏，并且涉及结合有一个或多个两侧吸热的吸热屏的太阳能接收器。吸热屏被设计成在两个相对的侧上或面上接收热量，而不是仅在一侧上或一个面上接收热量。这可以减少由于疲劳或应力侵蚀导致的管的失效，并且对于给定的管屏大小，有效的吸热面积相比于单侧加热管屏的吸热面积加倍了。管屏可以包括一个或多个加强结构或热罩。一般地，太阳能接收器处在高于地平面或水平面上的竖直支承结构的顶部。该竖直支承结构可以由基底支承。传热表面有利地包括未加束缚的相切的管屏，这些管屏允许管 / 管屏在水平和竖直方向上不受限制地热膨胀，由此消除额外的管应力。如本领域普通技术人员所知的，根据适用设计标准，管的大小、它们的材料、直径、壁厚、传热表面的数量和布置方式基于所使用的温度和压力。所要求的管内工作流体的传热特性、循环倍率、点吸收率、质量流量等也是必须要考虑的重要参数。根据太阳能接收器所要安装的地理位置，也要考虑适用的地震载荷和设计标准。

[0055] 应当注意的是，在一些实施例中，熔盐用作流过吸热屏的传热流体 (HTF)。在此方面，熔盐在接近 430°F (221°C , 494°K) 的温度时凝固。如果太阳能接收器的管屏由于有意停工或由于镜场意外故障而未暴露于光 / 热，那么熔盐可能快速地冷却并形成堵塞。被堵塞的管可能引起开机延迟，并且可能导致管失效。因此，典型地，快速排出熔盐的能力是太阳能接收器设计的一部分。用于排出熔盐的阀和额外的管线未在本文中描述，但是应当考虑为存在这些阀和管线。本发明也考虑了使用水、蒸汽或任何其它传热流体，同时对太阳能接收器的其它部件可以做适当的修改。

[0056] 图 1A 是使用一侧吸热的常规管屏 12 的侧视图，而图 1B 是该管屏的放大立体分解图。该一侧吸热的管屏用在图 1 所示的常规太阳能接收器中。反射模块化屏蔽光板 36 定位于与管屏的吸热侧（即外侧）相对的、管 13 的后部（即管屏的非暴露面）。挡光板 36 由金属板阵列组成，并且可以在管侧上涂覆白漆或其它反射性材料，以使反射回所述管的光能最大化，并降低该挡光板的工作温度。该挡光板由诸如加固梁支承系统 20 的管附连结构支承。在挡光板后部（即太阳能接收器的另一内部）的是由防护套覆盖的隔热部 38。该挡光板被设计成保护隔热部 38、支承结构 20 和太阳能接收器的内部零件以免使其暴露在可能通过管屏的各未加束缚的正切管之间的空隙进入的雨或热中。

[0057] 图 2 至图 4 是具有双重暴露或两侧吸热的屏的太阳能接收器的多个正视图，各正视图在具有或不具有特定结构上有所不同并允许更好地理解本发明。

[0058] 在图 2 中，两侧吸热屏 200 是可见的。吸热屏 200 包括管屏 210。管屏 210 包括第一暴露面 222 和与第一暴露面相对的第二暴露面 224（不可见；参见图 5）。术语“暴露”表示来自定日镜的集中阳光可以被导向管屏的该表面。第一暴露面 222 和第二暴露面 224 也可以称作外表面，该外表面也表示它们能够接收来自定日镜的集中阳光。该第一暴露面和第二暴露面是大体平坦的表面。管屏 210 在上集管 242 和下集管 250 之间延伸。换句话说，管屏中的各管通过至少一个上集管和至少一个下集管互相连通。应当注意的是，在实际中，管屏可以包括多个上集管和下集管。管屏 210 也具有上边缘 212、下边缘 214、第一侧边缘 216 和第二侧边缘 218。应当注意的是，在此视图中，人们可以看到管屏 210 和结构支承架 300 之间的结构。

[0059] 结构支承架 300 沿该管屏的上边缘 212、第一侧边缘 216 和第二侧边缘 218 延伸。

结构支承架 300 包括第一竖直柱 310、第二竖直柱 320 以及从第一竖直柱的上端 312 到第二竖直柱的上端 322 延伸的上水平梁 330。如所看到的,第一竖直柱 310 与第一侧边缘 216 相邻,第二竖直柱 320 与第二侧边缘 218 相邻并且上水平梁 330 与该吸热屏的上边缘 212 相邻。管屏 210 通过上集管 242 连接到结构支承架 300。在此,该管屏是顶部支承的。至少一个屏支承杆 202 在结构支承架 300 和上集管 242 之间延伸;在此示出了三个这样的屏支承杆。

[0060] 结构支承架 300 依靠在基底平台 204 上,该基底平台 204 可被认为为该吸热屏提供平台。基底平台 204 附连到或定位在塔 206 上。

[0061] 一般地,管屏 210 需要至少一个管程 240、上集管 242 和下集管 250。传热流体从入口集管流到出口集管(例如,此处的上集管可以是入口集管),并且在管程中被来自定日镜的太阳能加热。各管程 240 包括至少一个管,而一般包括多个这样的管。在图 2 中,示出了具有多个(这里为四个)管程的管屏。在此所述的管屏和管程都是未加束缚的管结构以允许各管间不同的膨胀,由此减小管应力。可以使用例如特制高温黑漆来涂覆或油漆管的各暴露面以增加/最大化吸热。相邻的管程被布置成使得传热流体以蜿蜒的方式向上流过一个管程并向下流过另一管程。可以使用各种流体流动布置方式以方便传热流体的排出并最小化通气口和排泄阀的数量。此处箭头表示一种流体流动布置方式。

[0062] 在图 3 中,示出了两个加强结构。优选地,各加强结构从第一侧边缘 216 向第二侧边缘 218 横过管屏的第一面 222 和第二面 224 延伸。在此,第一加强结构 401 处于第一支承高度 225 处,第二加强结构 402 处于第二支承高度 226 处。这两个加强结构平行布置。如以下进一步解释的,各加强结构由两个支承组件形成,其中在管屏的每个面上有一个支承组件。各支承组件都包括支承管。在此,在该第一面上的支承管 400 是可见的。支承管 406 在第二面上提供加强结构。

[0063] 一般地,加强结构的数量可以取决于承受风力和地震载荷的管屏的最大非支承长度。在此方面,管屏 210 可以考虑为分成上区 230、中区 232 和下区 234,这些区一般(但非必需)将该管屏的暴露部分沿其高度分成相等的区。图中示出了处于上区 230 中的第一加强结构 401 和处于下区 234 中的第二加强结构 402。换句话说,加强结构通常不定位在中区。这使得加强结构在峰值热流区外,并且降低了它们的工作温度。应当考虑的是,加强结构包括会由某种传热流体冷却的支承管,该种传热流体可以与穿过管屏的传热流体相同或不同。例如,使用油或水可以消除启动或停机期间熔盐在加强结构中凝固的可能性。在此,加强结构被描述为由连接到上集管 242 和下集管 250 的支承管 400 部分形成,其使用的传热流体与穿过管屏 210 的传热流体相同。加强结构 401、402 是在管屏 210 的表面 222 上延伸的支承管 400 的部分。该线路被最终设计成最小化温度和应力、允许加强结构独立热膨胀并且最小化启动期间流体凝固的可能性。该加强结构的外表面可以被涂漆或涂覆成降低/最小化吸热。

[0064] 在图 4 中,结构支承架(不可见;参见图 2)被示出为安装有热罩,热罩以保护该设计的某些零件不暴露于来自定日镜的集中阳光。结构支承架 300 在图 4 中不可见,但在图 2 中可见。在此,第一热罩 340 构造出(框出形成)管屏 210 的第一面 222。而第二热罩 360(不可见;参见图 5)构造出管屏的第二面 224。在此方面,热罩 340 包括内边缘 342,内边缘 342 形成该热罩中的窗口,通过该窗口可以看到管屏 210。虚线示出了管屏 210、上集

管 242 和下集管 250 的轮廓。如所示,该热罩的内边缘 342 抵接管屏的侧边缘 216、218,但是也可以布置成在管屏的该热罩和侧边缘之间具有空隙以减少热量向热罩上的溢出。各热罩 340、360 也可以考虑为都具有上表面、第一侧表面、第二侧表面和下表面。第一热罩和第二热罩一般由耐热材料制成。热罩也可以涂覆或油漆上反射高温白漆以减少 / 最小化吸热和 / 或工作温度。

[0065] 图 5 是太阳能接收器的外部侧视图。在此,第一热罩 340 和第二热罩 360 是可见的。图中也示出了暴露的第一面 222 和暴露第二面 224。在此示出的结构支承架的基底 302 宽于该结构支承架的顶端 304,此提供了额外的稳定性。应当注意的是,热罩 370 也处于结构支承架 300 的侧部上。

[0066] 如图 3 中所示,加强结构用以支承并加强管屏。图 6 至图 8A 是加强结构的一个示例性实施例的不同视图。图 6 是该示例性实施例的平面图(即俯视图)。图 7 是该示例性实施例的侧部剖视图。图 8 是该示例性实施例的前视图。图 8A 是其立体图。

[0067] 参照图 6,加强结构 401 由定位于该管屏相对的两个暴露面上的第一支承组件 410 和第二支承组件 470 形成。(返回参照图 3,第一支承组件 410 是支承管 400 的部分,第二支承组件 470 是支承管 406 的部分。)各支承组件 410 包括支承管 420、水平凸缘 430 和扇贝形棒 440。支承管 420 应考虑为中空的并允许冷却流体从中穿过。水平凸缘 430 从该支承管向内朝向管屏 210 延伸。水平凸缘 430 内具有槽 432。如所示,两个支承组件上的水平凸缘 430、472 彼此相对。扇贝形棒 440 具有接合管屏 210 的波状表面和在相对的表面上的凸耳 448。该扇贝形棒由穿过凸耳 448 和槽 432 的销 450 连接到该支承管。该扇贝形棒由穿过焊接到某些屏管上的凸耳 454 的销 452 被紧密地保持(但未固定)到屏管 460 上,并且该扇贝形棒接合一个或多个屏管。将扇贝形棒 440 保持在管 460 和销 452 之间的凸耳 454 相对将扇贝形棒 440 连接到支承管 420 的凸耳 448 偏离。此允许屏管和扇贝形棒沿竖直方向独立于相对固定(竖直方向上)的支承组件进行一致的热膨胀。保护性套筒 446 可以定位在所示屏管和扇贝形棒之间以当扇贝形棒和屏管之间发生任何相对运动(滑动接触)时保护管免于磨损和 / 或刨削。应当注意的是,在此只描述了一对凸缘和凸耳 430、478,但是在各支承组件上可以具有其它的凸缘和凸耳以防止屏扭转并保持屏之间的对齐。类似地,只示出了附连到支承管 420 的一个扇贝形棒 440,但是可以沿该支承管使用多个扇贝形棒,以例如当宽屏内或宽屏之间的管之间的竖直热膨胀有大的差异时,按需要加强单个宽的宽屏或多个宽屏。而且,各扇贝形棒 440 可以具有多个凸耳 448。该加强结构可以由结构支承架(参见图 3)支承。支承管可以附连或连接到该支承架的竖直柱,虽然未按此方式示出这些竖直柱。

[0068] 该加强结构允许管屏内各管进行独立热膨胀,并且允许加强结构和支承管进行独立热膨胀。扇贝形棒和支承管之间的销 / 槽布置允许支承管以独立于管屏中管的径向膨胀方式而进行轴向膨胀。(注意:支承管的轴线垂直于管屏中的管的轴线)。

[0069] 上述支承系统允许各管 460 以各管间具有最小空隙的、各管正切的方式进行布置。此降低了穿过空隙的光的能量损失,并且因此增加了接收器的吸热和效率。在此可以看到各管 460,它们的中部 462 沿该管屏的中线 405。也可以考虑对该管的布局进行其它变型。

[0070] 现在参照图 7,在一些实施例中,支承组件的支承管 420 的直径可以与管屏的任一

管 460 的直径不同,以使支承管具有额外刚度,并且用以加强该屏,并遮盖与该支承组件相关联的零件,由此降低零件的工作温度。在一些实施例中,支承管的直径 425 大于管屏中任一管 460 的直径 465。支承管 420 可以认为具有内表面 422 和外表面 424,其中,外表面暴露于来自定日镜的反射阳光中。可以涂覆或油漆该支承管的外表面 424 以减少 / 最小化吸热和 / 或工作温度。

[0071] 参照图 3,具体可以考虑加强结构的至少三种变型。第一,组成加强结构 401、402 的支承管 400、406 连接到上集管 242 和下集管 250,使得它们使用与流过管屏 210 的流体相同的传热流体。然而,可以考虑支承管使用不同冷却流体的其它实施例。此可以通过例如将各支承管连接到独立的集管上而实现。第二,在此示出的支承管 400 为加强结构 401、402 提供支承组件。在其它实施例中,加强结构可以使用独立的支承管制得。例如,支承管可以横过第一支承高度 225 延伸,但是不横过第二支承高度 226 上延伸回来;如果必要,不同的支承管可以用于第二支承高度 226 处的加强结构。第三,如所示,加强结构 401 使用两个独立的支承管 400、406。可以构想只有一个支承管用于加强结构的其它实施例。这可以例如通过将支承管形成环绕管屏的长方形环面(torus)而实现。该单个支承管会提供与屏的第一表面相邻的加强结构 401,然后包裹处于相同高度上的屏,并提供与屏的另一表面相邻的加强结构。在第二加强结构高度 402 处也可以通过相同的支承管或不同的支承管来实现。

[0072] 也应当注意的是,在图 3 中,各支承管在同一侧上连接到管屏的上集管和下集管。例如支承管 400 沿第一侧边缘 216 同时连接到上集管 242 和下集管 250。应当理解的是,此可以是不同的。例如,如果仅有一个加强结构,那么支承管 400 可以沿第一边缘 216 连接到上集管 242,然后横过第一表面并沿第二侧边缘 218 连接到下集管。

[0073] 图 9 是该管屏的放大正视图,其中移除了加强结构。一般而言,管屏 500 包括多个管程 510,在此示出了四个管屏。各管程都包括彼此平行的一个或多个管 512。管 512 在入口集管 514 和出口集管 516 之间通过以形成来自定日镜的、聚焦的太阳能所能够被导向到的体部或壁部 537。管程 510 使用跨接管 502 互连。管程 510 在竖直方向或轴向上被组织成使得传热流体沿交替上下方向流过管程,此以箭头 505 表示。在流动方向上的这种变化方式在本文中称作蜿蜒流道(蛇形流道)。

[0074] 该流道开始于入口 504,并终止于出口 506。应当注意的是,如果具有偶数个管程 510,那么可以沿管屏 500 的共同边缘 508 或 504 定位入口 504 和出口 506。可替换地,如果使用了奇数个管程,那么可以在管屏 500 的相对边缘 508 或 544 上定位入口 504 和出口 506。换句话说,按照接收器的设计需要,入口和出口独立地定位在顶部边缘 544 或底部边缘 508 处。如在此所述,入口 504 和出口 506 都沿顶部边缘 544 进行定位。

[0075] 入口集管是相对于流动方向定义的。因此,对于管程 530,集管 531 被考虑为入口集管,而集管 532 被考虑为出口集管。然而,对于邻近的管程 540,集管 542 被考虑为入口集管,而集管 541 被考虑为出口集管。管程的集管也可以被指定为上集管 531、541、551、561 和下集管 532、542、552、562,其中上集管定位在下集管的上方。换句话说,一套集管 532、542、552、562 定位在下平面 508 中,而另一套集管 531、541、551、561 定位在上平面 544 中。

[0076] 再参照管程 530,管 536 形成体部 537。各管紧密间隔并且彼此平行。上集管 531 具有宽度 533,而下集管 532 具有宽度 534。在一些考虑的实施例中,并且如所示,体部 537

的宽度 538 可以大于集管的宽度 533、534。换句话说,体 5 部 37 可以比下集管 532 和上集管 531 宽。宽度是在水平方向上测量的。各管屏的上集管和下集管的宽度相同。体部 537 的宽度与下集管和上集管 532、531 的宽度之间的比值可以至少为 1.01:1,并且可以在 1.01 至 1.5 的范围内。此允许相邻管屏的各边缘管之间的间隔与一个管屏内各管之间的紧密间隔相同。在这样的实施例中,相邻管屏的上集管会在侧向上彼此隔开。相邻管屏的下集管也会在侧向上彼此隔开。此可以允许管屏由于工作温度不同而相对彼此进行不同程度的膨胀。

[0077] 图 10 示出了流体流过双重暴露吸热屏 600 的示意图。开始,上引管 670 从冷储存罐 652 中提供冷流体到入口容器 660 中,例如,“冷”熔盐可以从温度大约为 550° F 的冷储存罐中被泵送。入口管 672 流体地将入口容器 660 连接到管屏入口 674。图中也示出了位于管程之间的跨接管 696。出口管 678 流体地将管屏出口 676 连接到出口容器 662。传热流体 (HTF) 可以从入口容器 660 流过管屏 684 到达出口容器 662。下引管 688 从出口容器 662 向下引回到水平面,在此处,“热”流体可以流入热储存罐 650 中。

[0078] 入口容器 660 是可选择的并且不是必要的,图中使用虚线示出,例如,如果传热流体是蒸汽/水时。出口管 678 和出口容器 662 也是可选择的并且不是必要的,其由虚线示出。如果没有出口容器,传热流体从管屏出口 676 通过出口管 691 直接流到下引管 688。旁路管线 690 也将上引管 670 连接到下引管 688。如果需要,该旁路流道可以阻止传热流体流过管屏 684。

[0079] 此完成了能量收集过程。在传热流体中所储存的热能可以用于产生蒸汽和电能。例如,此可通过将热的传热流体从热储存罐 650 泵送通过热交换器 654 的壳侧而实现。水进入热交换器 654 的管侧并转化成蒸汽。蒸汽可以被送到汽轮机 656,汽轮机 656 驱动发电机 658。然后,离开热交换器的、较冷的传热流体返回到冷储存罐 652 中,在此,该传热流体被泵送到接收器以重复上述能量收集过程。

[0080] 对于熔盐接收器,管屏必须是充分可排放的并且是可通风的。当日落而不使用时或有效太阳能太低时,该接收器通常被排放。熔盐在接近 430° F (221°C, 494° K) 的温度时凝固。如果不排放,盐可能在管内凝结,阻塞接收器并且可能使管破裂。如在此所看到的,太阳能接收器可以包括用于各独立流道的通气阀 692,这些通气阀都通过下引管 688 的顶部进行通气。该通气阀通常定位在下引管 688 的顶部附近,并且也示出的通气管线 694 将各流道连接到下引管。通常为每对管程设置一个排泄阀 697,并且排泄阀 697 定位在管程的下方。排泄管线 698 也被示出了,并且连接到下引管 688,使得存在于管屏中的熔盐被排出并流入下引管 688。通气阀和排泄阀是自动控制的。

[0081] 应当注意到,在图 10 中,所示各管为相对直的流道。然而,本领域普通技术人员应当理解的是,它们在布置方式和长度上的实际设计由适应太阳能接收器工作期间由于热膨胀和收缩所引起的预期运动所需的挠性程度决定。因此,可能的是,其它弯曲或长度是必要的,以提供这样的挠性。

[0082] 图 11 是示出了管屏 210 的下集管 250 的侧部剖视图。如前所述,管屏通过上集管连接到该结构支承架。应当考虑的是,该下集管被导引。此允许管屏在竖直方向上不受限制的进行热膨胀,同时仍旧在水平方向上限制风力和地震载荷的影响。在此,示出了用以导引下集管的一个设计。该下集管 250 和在此的相关结构未暴露于阳光,因为它们由热罩遮

盖。管屏 210 朝远离下集管 250 的方向延伸。附连到下集管的是一对水平凸缘 252, 同时销 254 穿过竖直定向的导引槽 256。由于管屏 210 沿轴向膨胀或收缩, 下集管 250 可以在导引槽 256 中移动。导引槽本身可以视情况连接到诸如基底平台或结构支承架等稳定基底上。

[0083] 图 12 是另一太阳能接收器设计的立体图, 而图 13 是同样设计的平面图。该设计使用两侧吸热的屏, 其中一个屏 490 处于另一屏 491 的上方。如图 13 所看到的, 此两个屏被定向成垂直于彼此, 如角度 496 所示的, 但是该角度可以变化。

[0084] 图 14 是另一太阳能接收器设计的平面图, 在此使用了四个两侧吸热的屏。在此, 该四个吸热屏 490、491、492、493 处在同样的高度或水平线上。该四个吸热屏的第一侧边缘被布置以形成内部正方形 497。该布置也可以称作加号形设计或十字形设计。

[0085] 图 14 的设计可以被一般化为具有三个或更多的两侧吸热屏的设计, 其中, 吸热屏的第一侧边缘被布置以形成内部多边形。因此, 吸热屏被设置成如同从该内部多边形延伸的轮辐。例如, 具有三个吸热屏的内部多边形可以是三角形的。图 15 是使用六个吸热屏 490、491、492、493、494、495 的设计的平面图。最终的内部多边形 498 具有六边形。该内部多边形可以用以包含不应暴露于集中阳光的其它零件。

[0086] 吸热屏的数量和管大小可以设计成为给定太阳能接收器的热功率定额和相应的流体流量提供足够的冷却。然而, 本发明的太阳能接收器是灵活, 并且只要管的金属温度和应力是可接受的, 则可以根据太阳能接收器所需的热功率定额和相应的流体流量来使用不同数量的管屏和 / 或管尺寸。

[0087] 已参照示例性实施例描述了本发明。明显地, 在阅读和理解了前述具体实施方式后, 其他人可以进行修改和变动。意图是如果这些修改和变动落在所附权利要求或等同内容的范围内, 那么本发明应理解为包括所有这些修改和变动。

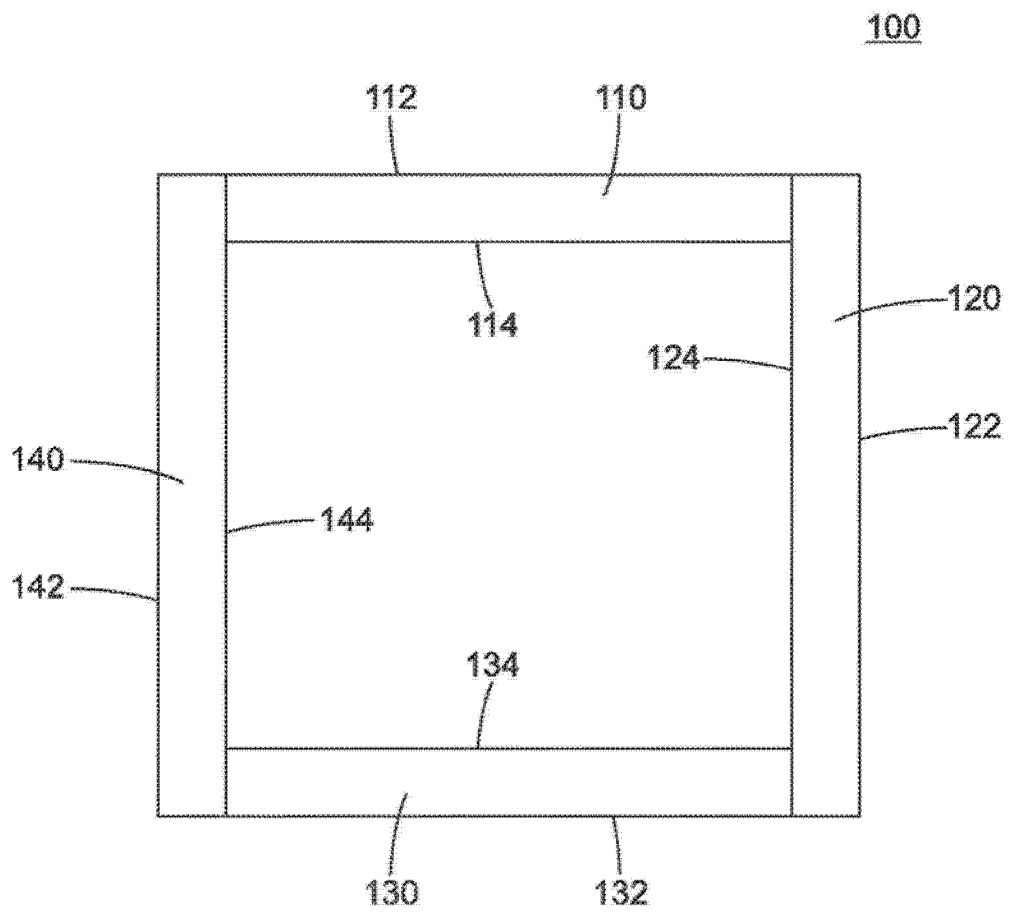
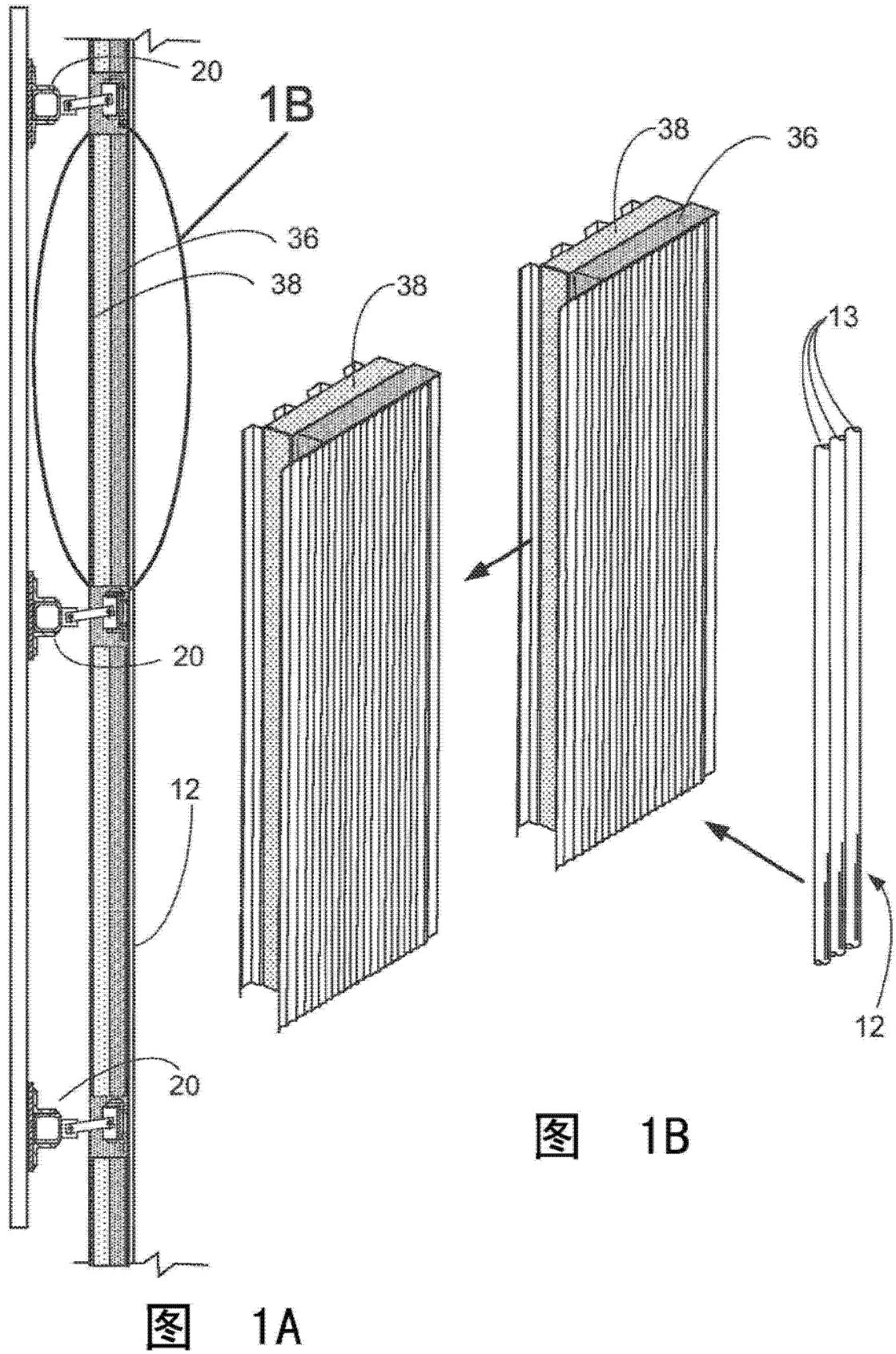


图 1



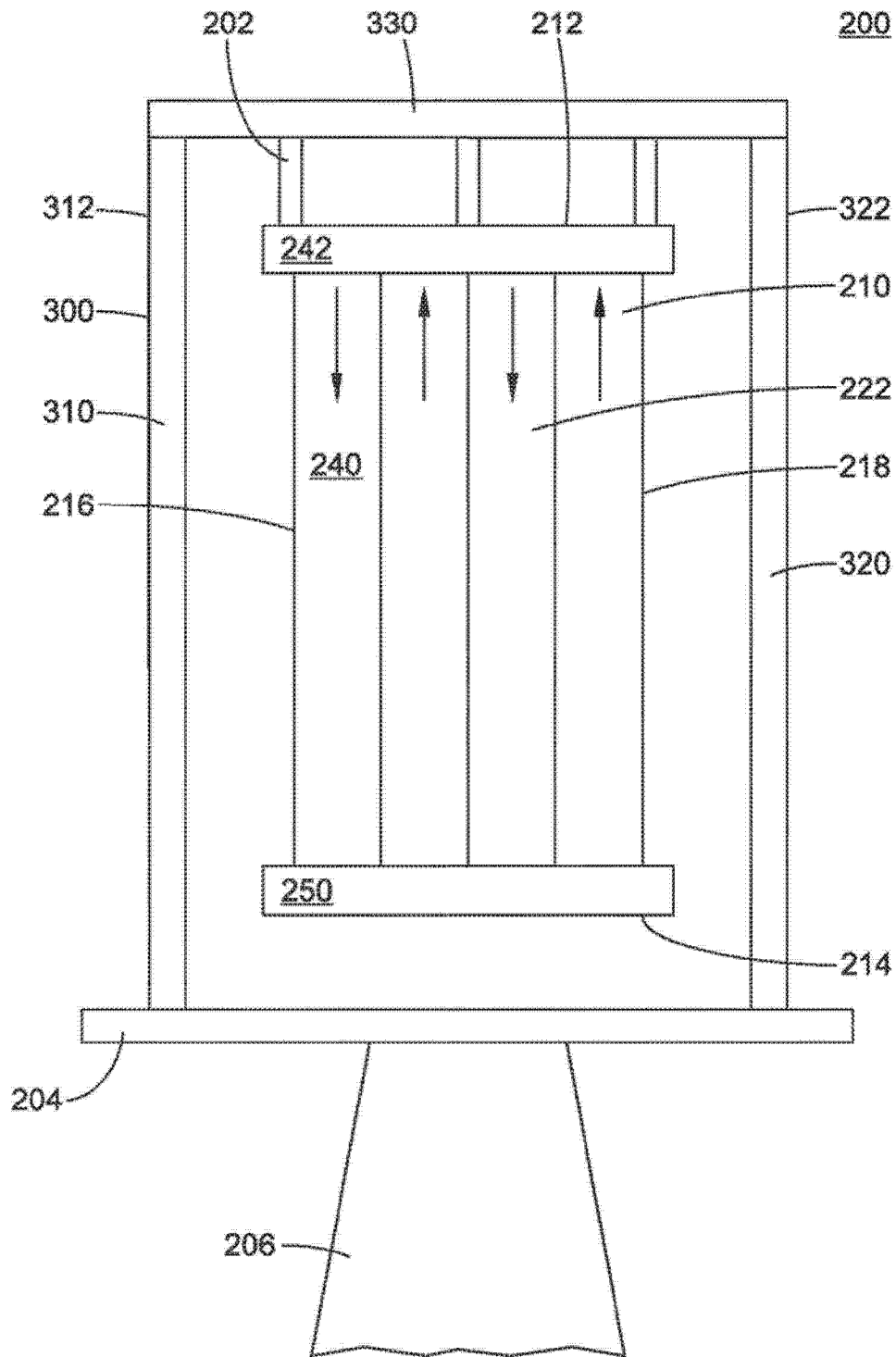


图 2

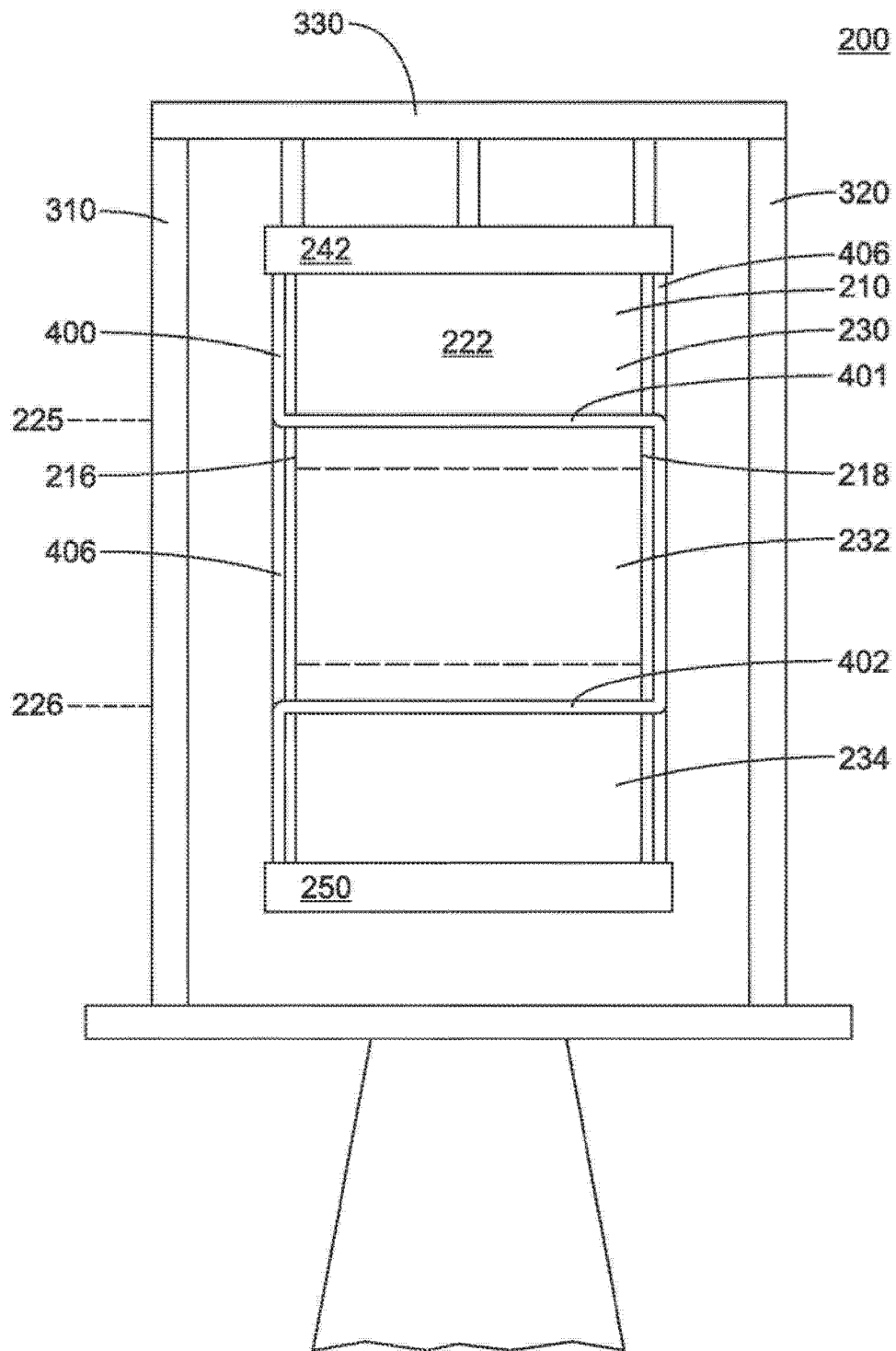


图 3

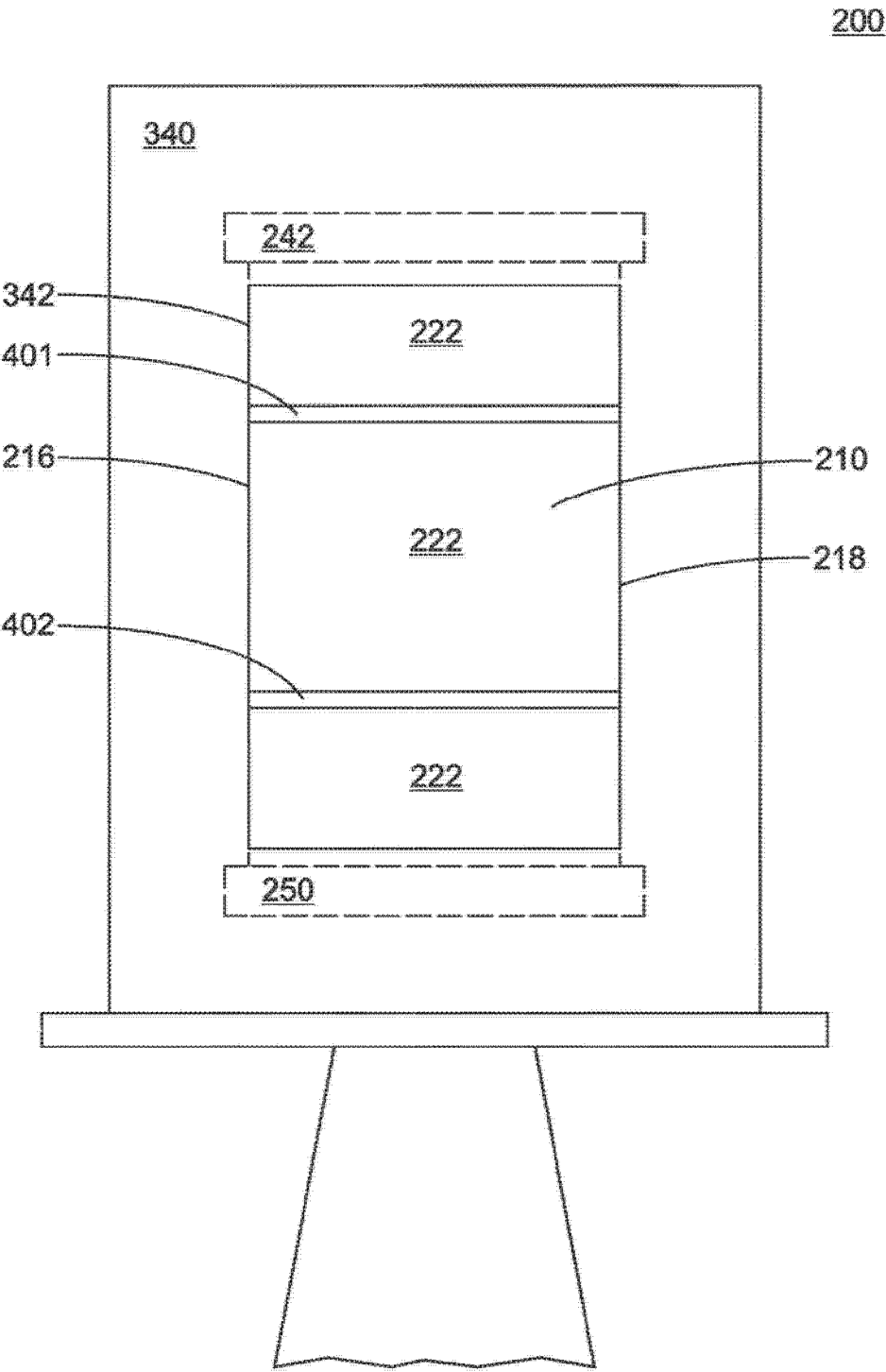


图 4

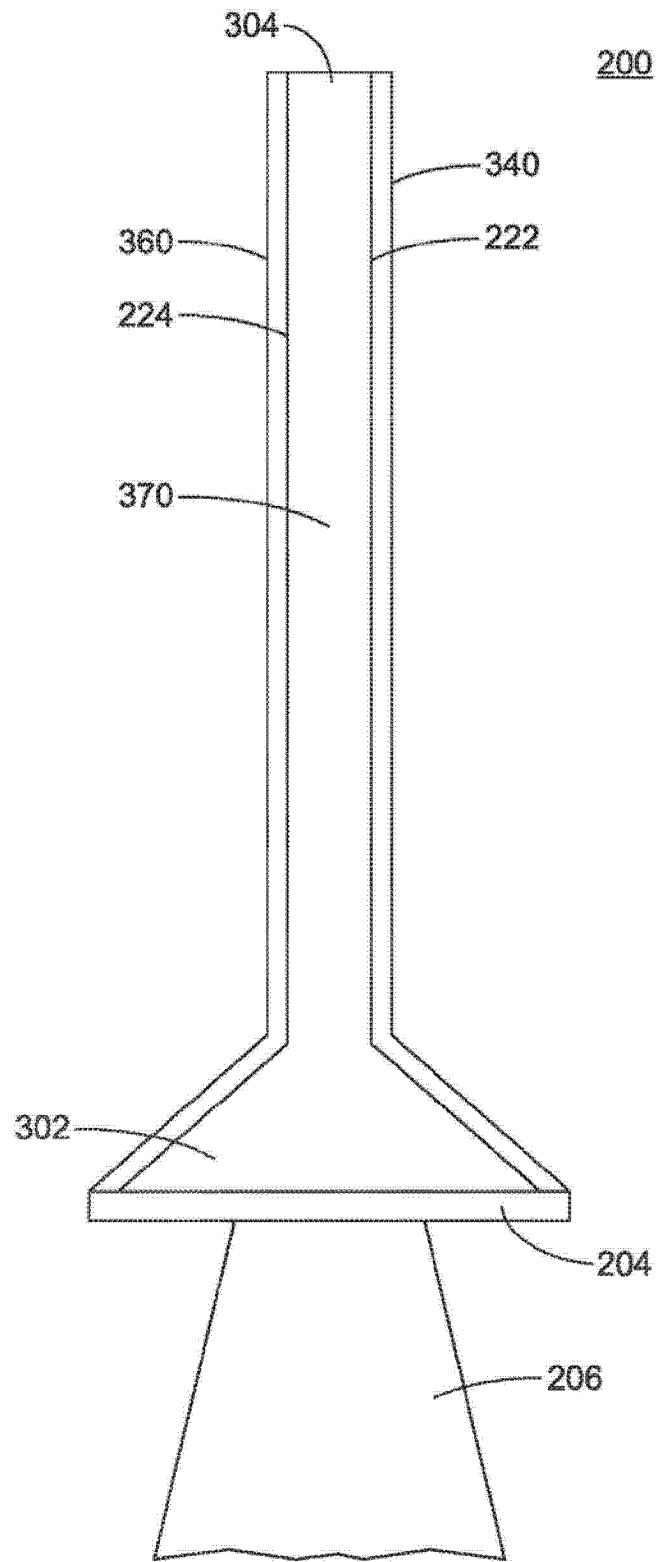


图 5

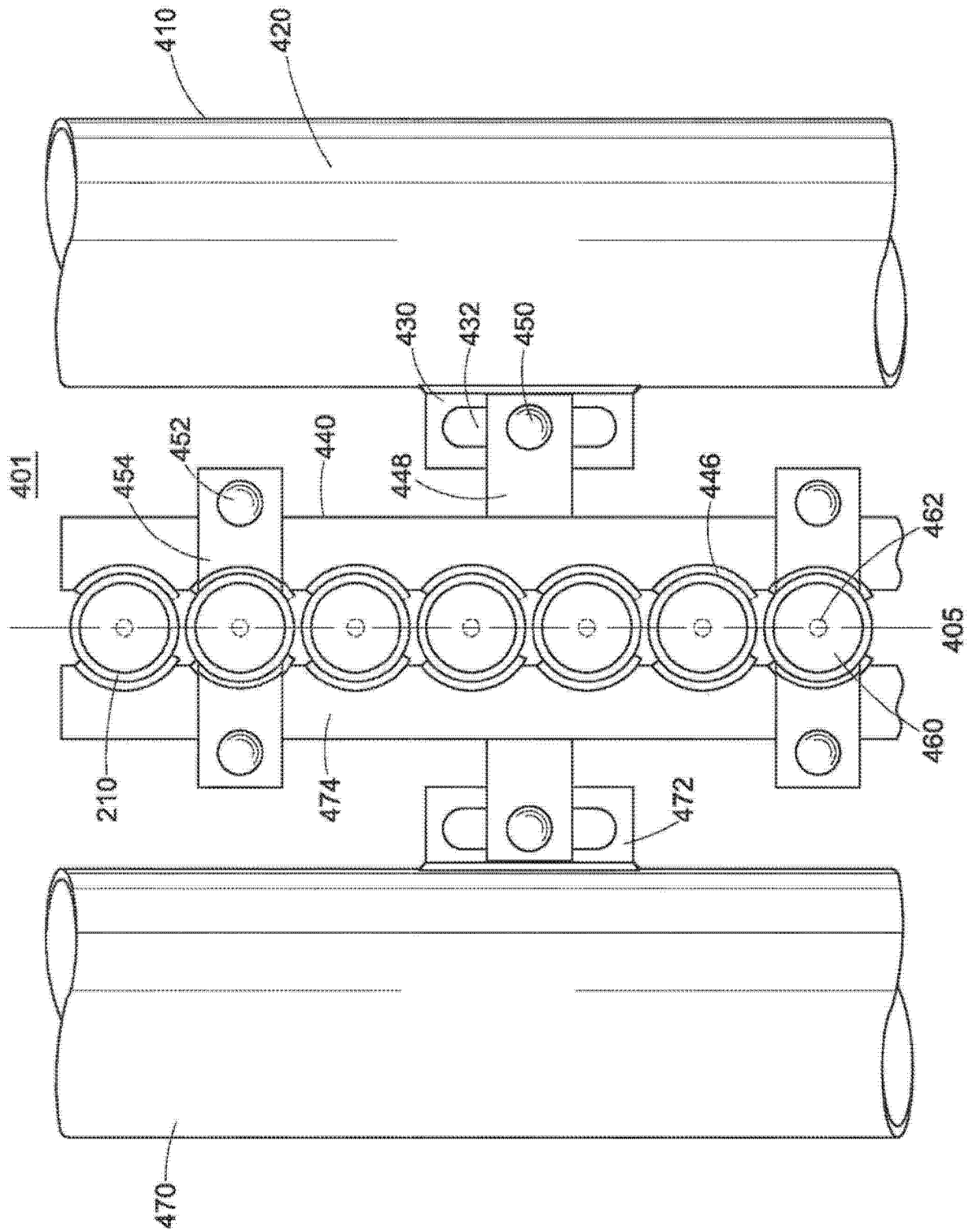


图 6

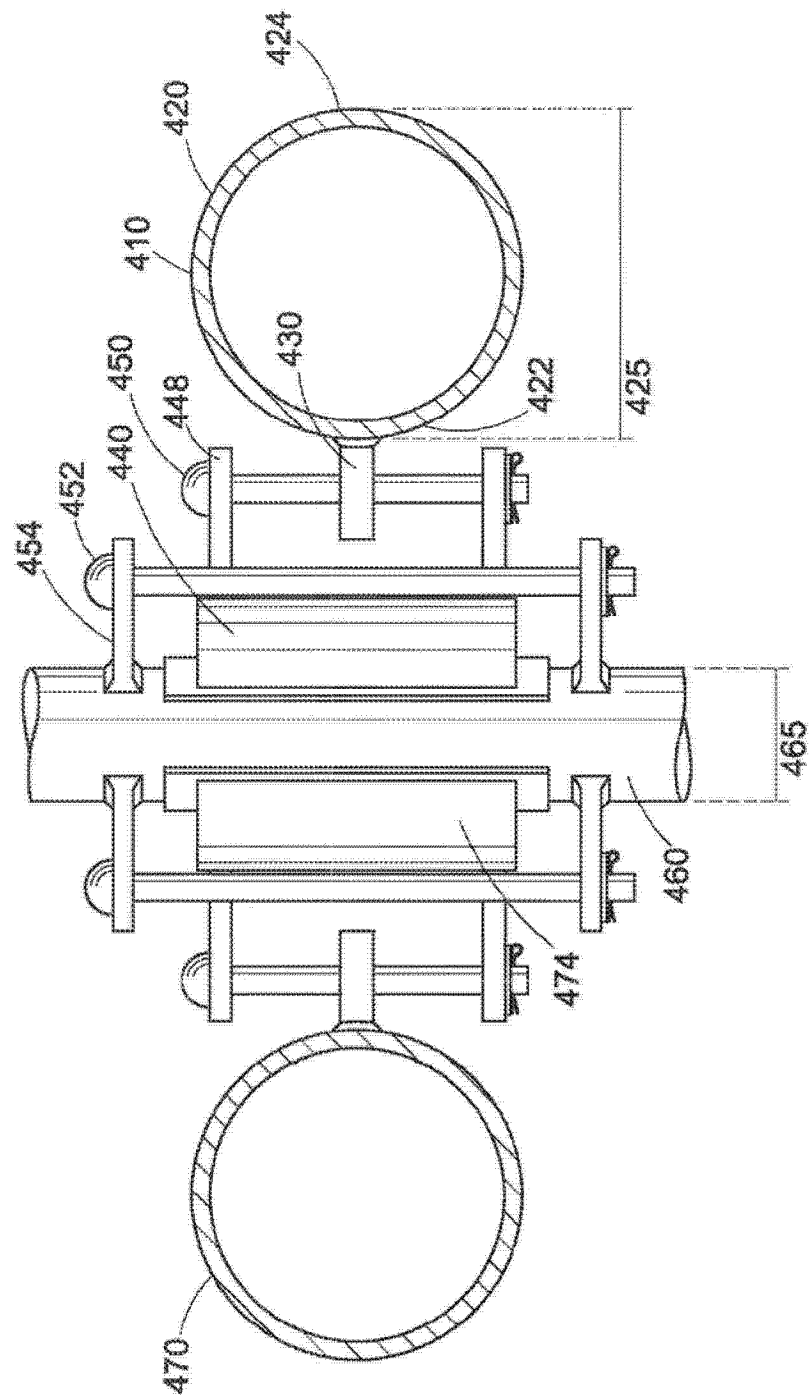


图 7

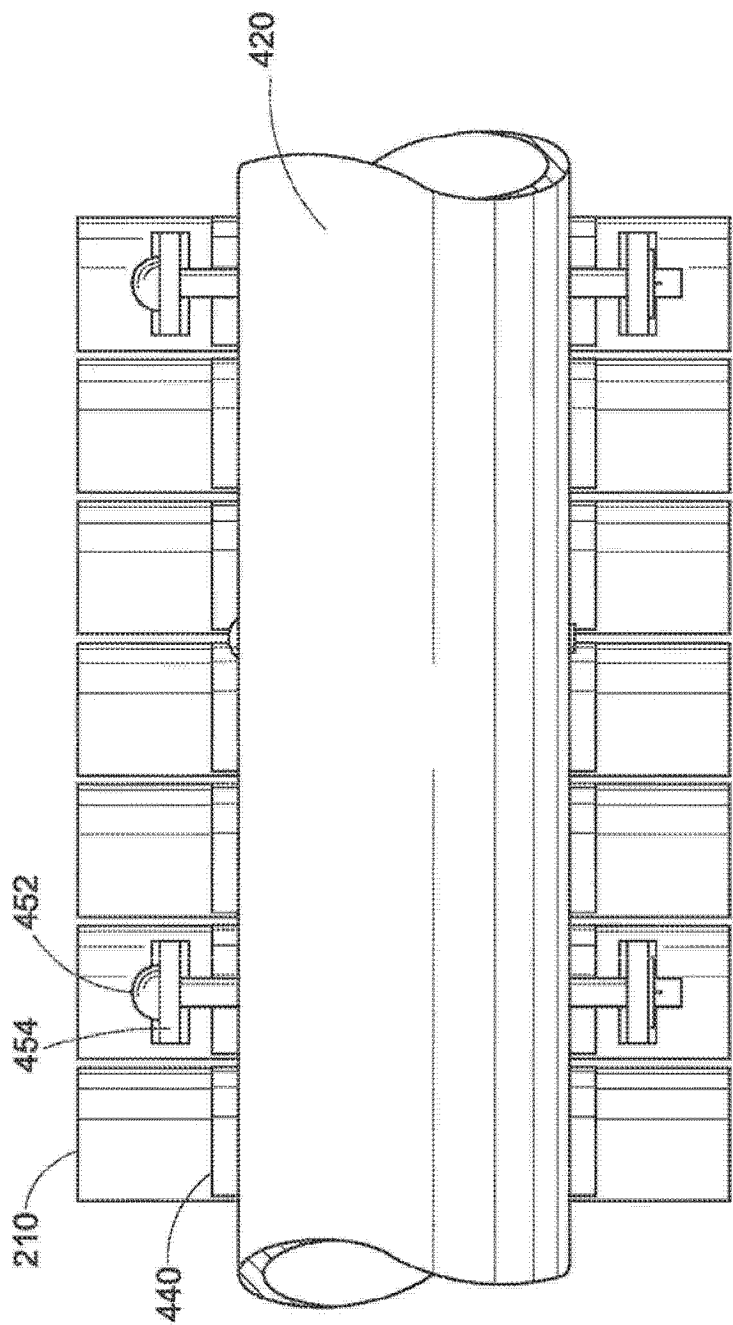


图 8

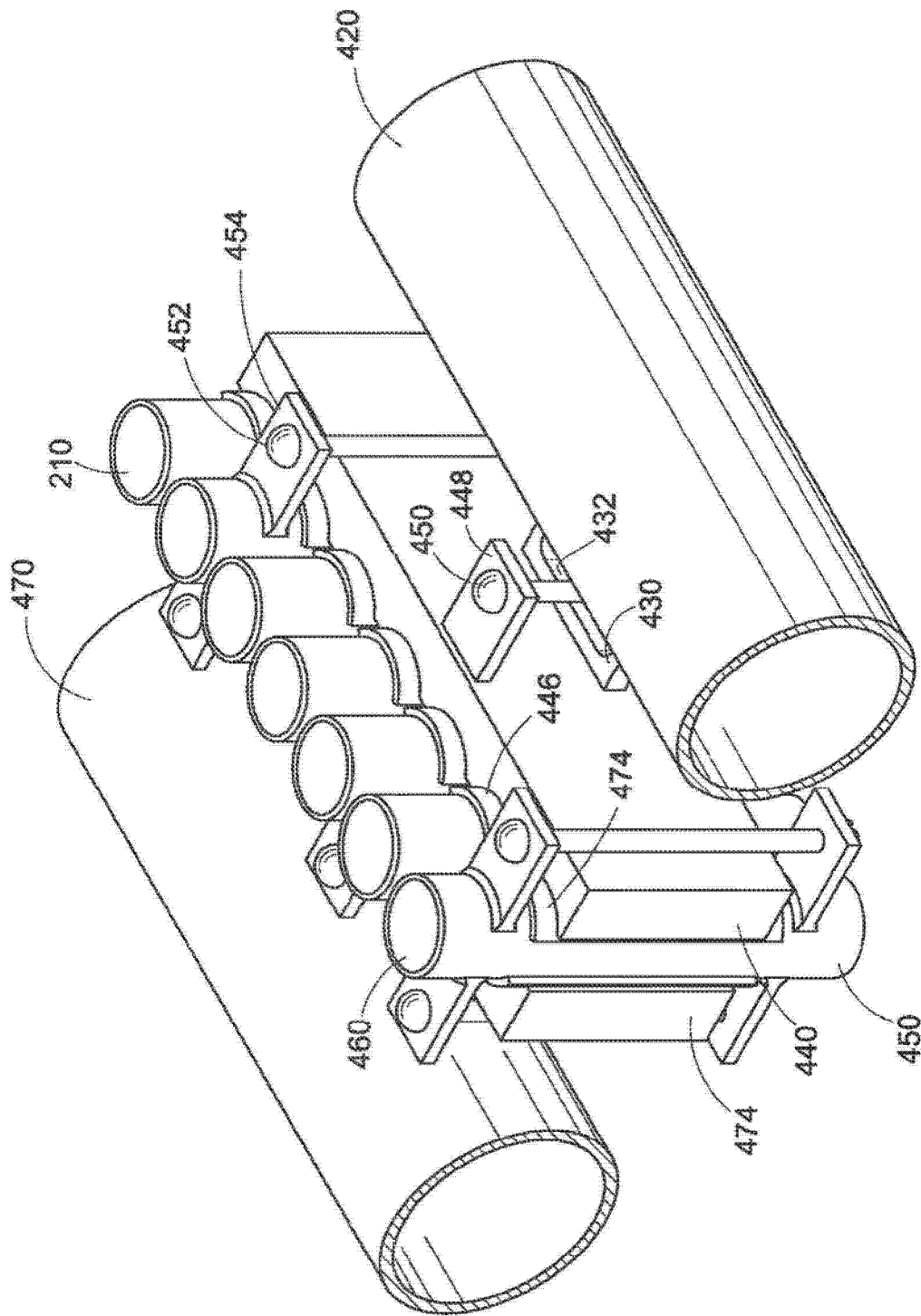


图 8A

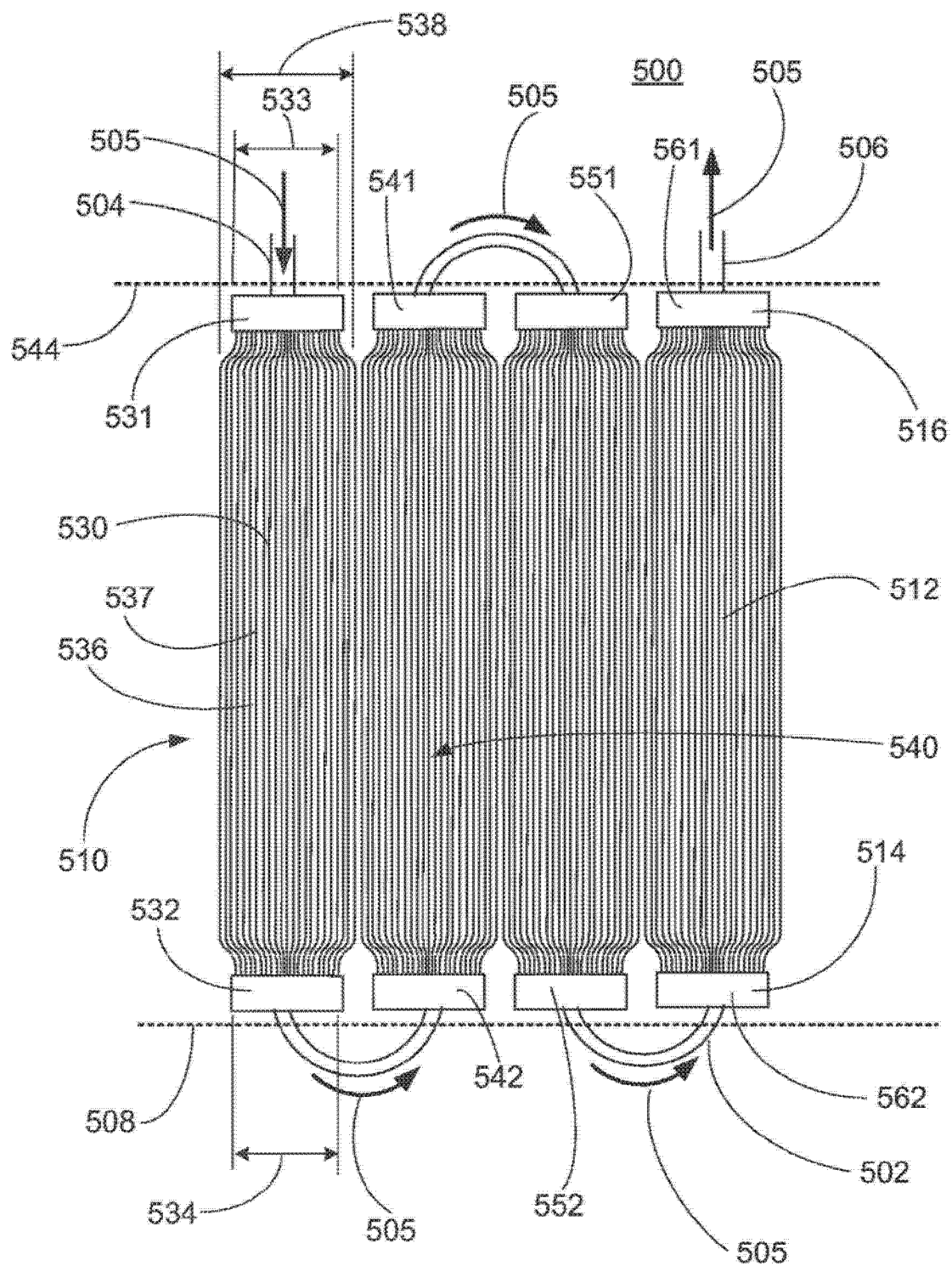


图 9

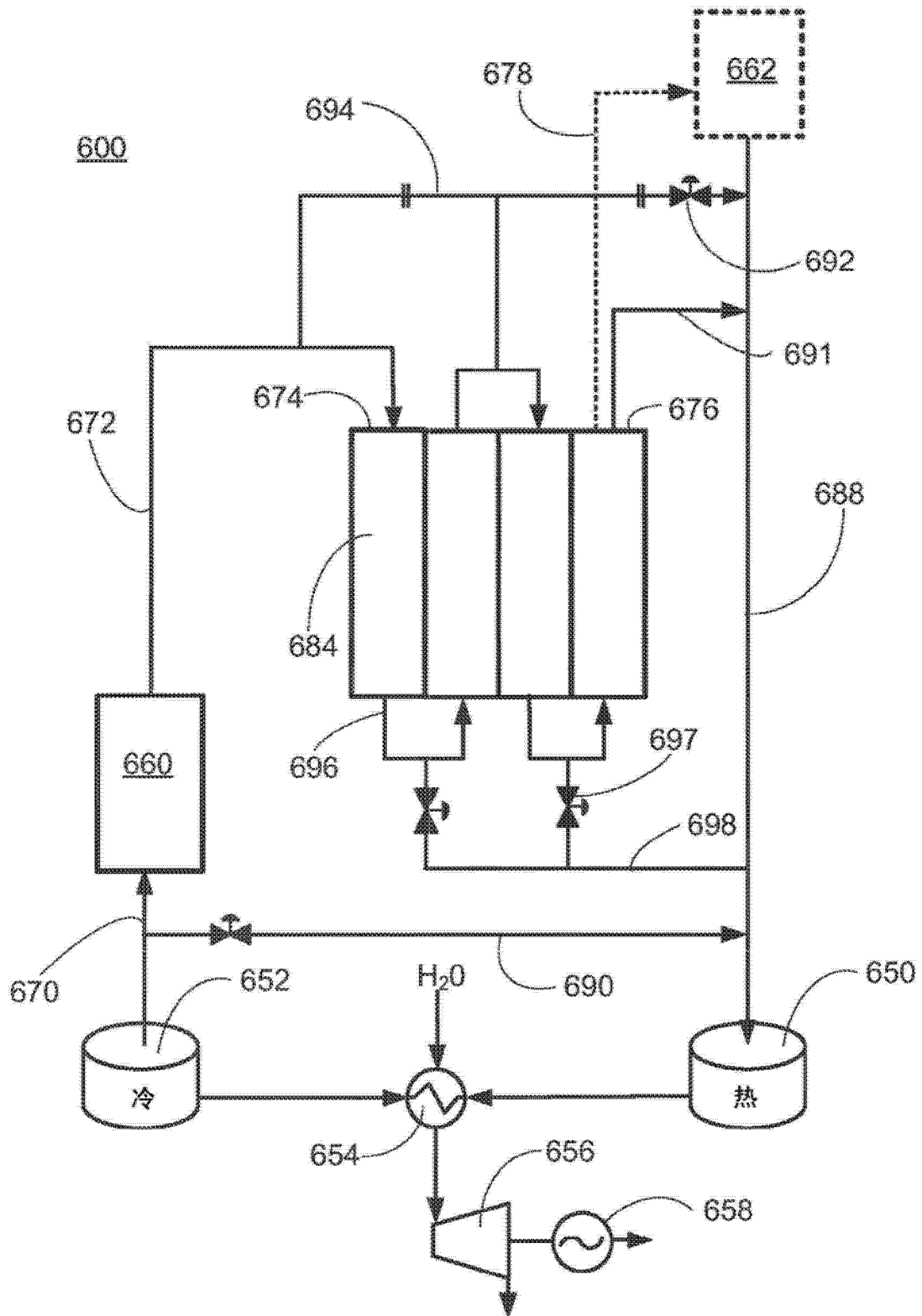


图 10

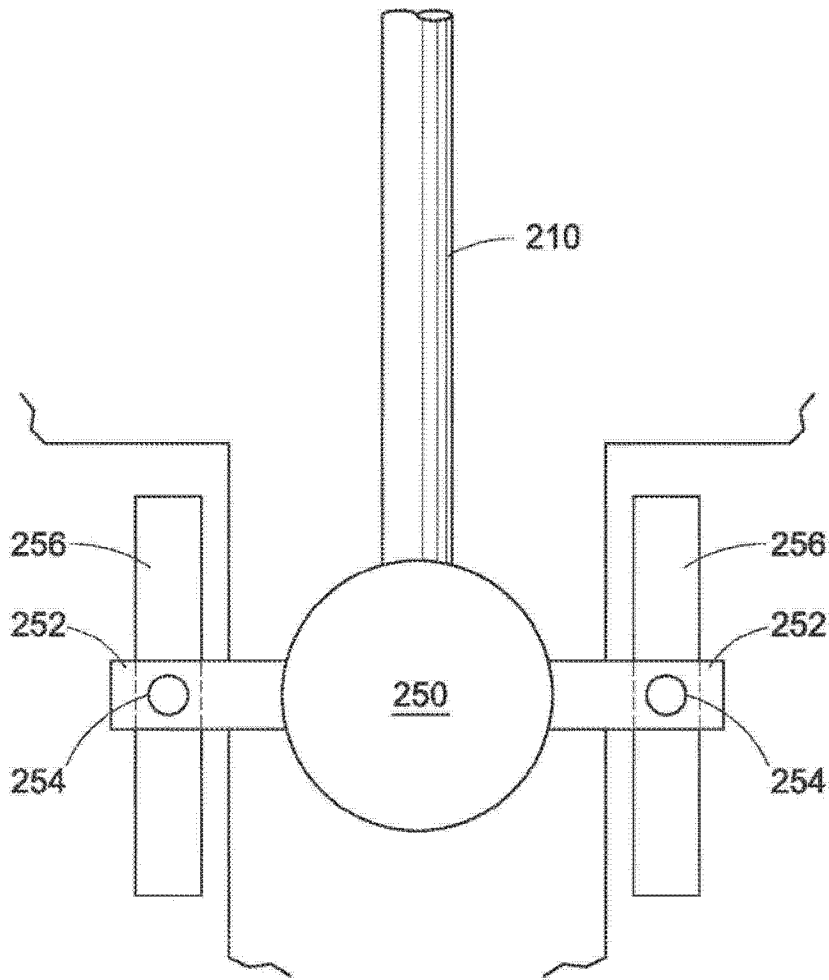


图 11

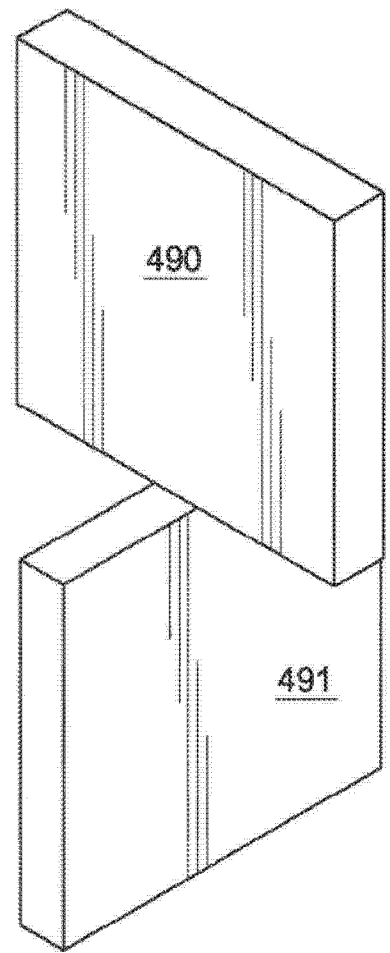


图 12

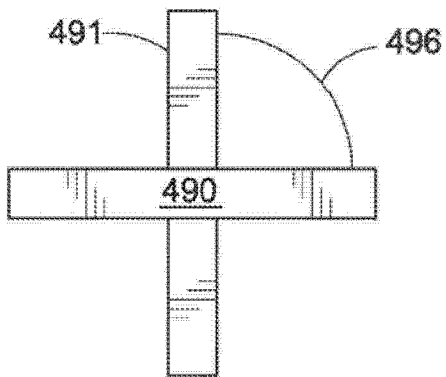


图 13

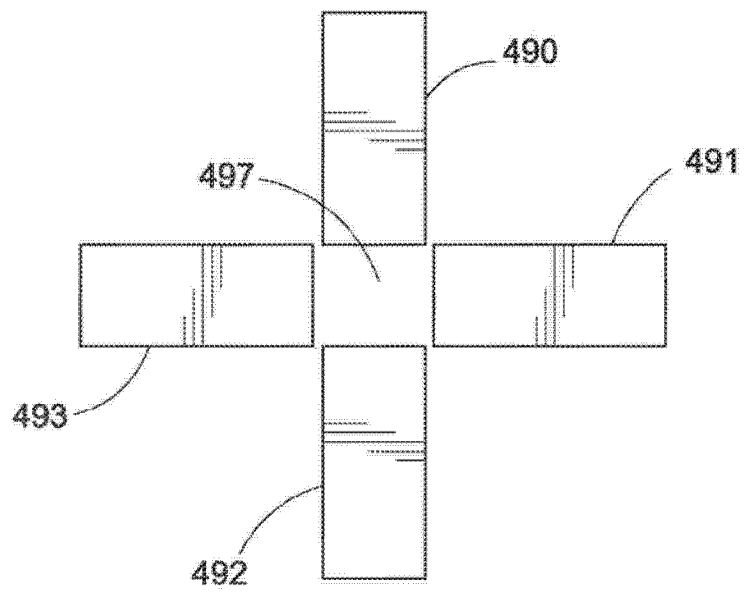


图 14

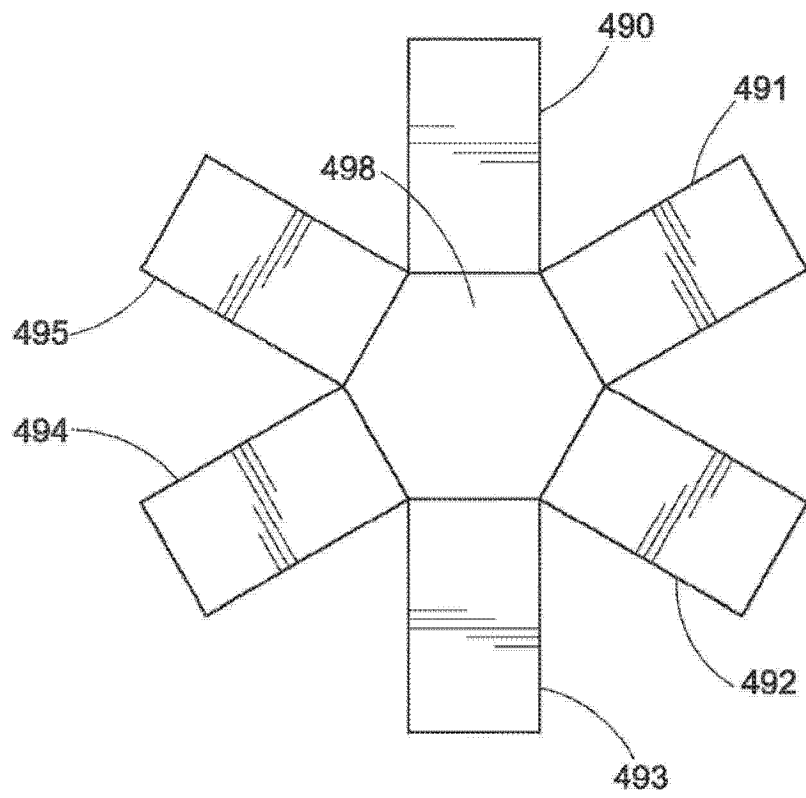


图 15