



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105121967 B

(45)授权公告日 2017.05.24

(21)申请号 201480016055.X

(22)申请日 2014.03.11

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105121967 A

(43)申请公布日 2015.12.02

(30)优先权数据
13/834,857 2013.03.15 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.09.15

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2014/059620 2014.03.11

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/141059 EN 2014.09.18

(73)专利权人 瓦特捷恩有限公司
地址 以色列里雄莱锡安

(72)发明人 阿叶·科哈维 沙伦·达尔伯格

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 李静 马强

(51)Int.Cl.
F24F 3/14(2006.01)
F24F 7/06(2006.01)

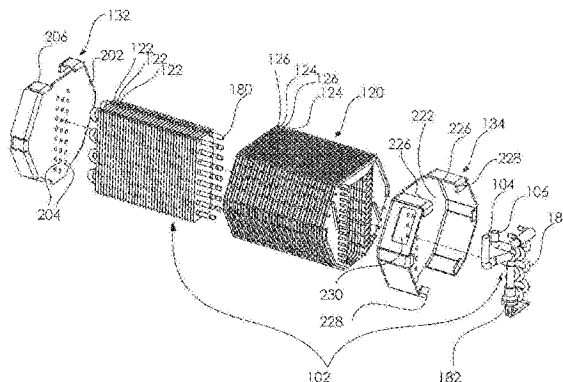
(56)对比文件
US 2004/0250557 A1,2004.12.16,
JP 特开2001-263729 A,2001.09.26,
US 7281389 B1,2007.10.16,
CN 101187486 A,2008.05.28,
CN 201569092 U,2010.09.01,
审查员 樊云飞

权利要求书3页 说明书12页 附图21页

(54)发明名称
除湿装置

(57)摘要

一种除湿装置(100),包括:冷却芯(102),耦接至外部冷却源;至少第一相对潮湿空气进口通路和第二相对潮湿空气进口通路(108),通向冷却芯;以及至少第一相对干燥空气出口通路和第二相对干燥空气出口通路(112),从冷却芯引导,出口通路与进口通路处于热交换近似关系,其中,进口通路中的相对潮湿的空气在冷却芯的上游被预冷却,并且出口通路中的相对干燥的空气在冷却芯的下游被加热,冷却芯限定通过冷却芯延伸的相互邻近的冷却通路的多样性,每个相互邻近的冷却通路均耦接至进口通路中的一个并且耦接至出口通路中的一个,以使得空气在相互不同的方向上通过相互邻近的冷却通路中邻近的一些。



1. 一种除湿装置,包括:

冷却芯,耦接至外部冷却源;

第一空气通路,构造成从第一进口,通过第一热交换器元件,经由所述冷却芯,通过第二热交换器元件,至第一出口传递第一气流;以及

第二空气通路,构造成从第二进口,通过所述第二热交换器元件,经由所述冷却芯,通过所述第一热交换器元件,至第二出口传递第二气流,

其中,所述第一空气通路和所述第二空气通路彼此交错成使得:

从所述第一进口朝向所述冷却芯流动的所述第一气流通过从所述冷却芯朝向所述第二出口流动的所述第二气流利用经由所述第一热交换器元件的热交换进行预冷却;

从所述冷却芯朝向所述第一出口流动的所述第一气流通过从所述第二进口朝向所述冷却芯流动的所述第二气流利用经由所述第二热交换器元件的热交换进行加热;

从所述第二进口朝向所述冷却芯流动的所述第二气流通过从所述冷却芯朝向所述第一出口流动的所述第一气流利用经由所述第二热交换器元件的热交换进行预冷却;

从所述冷却芯朝向所述第二出口流动的所述第二气流通过从所述第一进口朝向所述冷却芯流动的所述第一气流利用经由所述第一热交换器元件的热交换进行加热。

2. 根据权利要求1所述的除湿装置,其中,所述冷却芯由具有相对高的热导率的材料构成,并且其中所述第一热交换器元件和所述第二热交换器元件由具有相对低的热导率的材料构成。

3. 根据权利要求1所述的除湿装置,其中:

所述冷却芯由所述第一气流和所述第二气流通过所沿的芯元件构成;

所述第一热交换器元件和所述第二热交换器元件由所述第一气流和所述第二气流通过所沿的热交换器通路元件构成;

所述芯元件在所述第一气流和所述第二气流通过所沿的方向上具有相对高的热导率;并且

所述热交换器通路元件在所述第一气流和所述第二气流通过所沿的方向上具有相对低的热导率。

4. 根据权利要求3所述的除湿装置,其中,所述芯元件与所述热交换器通路元件对齐,并且所述芯元件相对于所述热交换器通路元件密封。

5. 根据权利要求1所述的除湿装置,其中,所述第一空气通路和所述第二空气通路由浮凸的基本平面元件的堆叠物限定。

6. 根据权利要求5所述的除湿装置,其中,所述浮凸的基本平面元件的堆叠物的各个对之间的气流初始被预冷却,然后该气流通过所述冷却芯被冷却,之后该气流被加热。

7. 根据权利要求5所述的除湿装置,其中,所述浮凸的基本平面元件的堆叠物包括交替的第一基本平面元件和第二基本平面元件。

8. 根据权利要求7所述的除湿装置,其中,在交替的所述第一基本平面元件和所述第二基本平面元件中邻近的一些基本平面元件之间的气流处于总体逆流的相互热交换关系。

9. 根据权利要求5所述的除湿装置,其中,所述基本平面元件为真空形成。

10. 根据权利要求5所述的除湿装置,其中,所述基本平面元件包括至少一个突出部和至少一个对应的凹部。

11. 根据权利要求10所述的除湿装置,其中,所述至少一个突出部和所述至少一个对应的凹部形成突出部和对应的凹部的至少一个阵列。

12. 根据权利要求11所述的除湿装置,其中,所述突出部的至少一个阵列中的每个突出部均形成有渐缩端。

13. 根据权利要求11所述的除湿装置,其中,所述突出部的至少一个阵列包括至少一个向下倾斜的突出部。

14. 根据权利要求13所述的除湿装置,其中,所述至少一个向下倾斜的突出部提供用于排出冷凝物的通路。

15. 根据权利要求1所述的除湿装置,其中,所述冷却芯由所述第一气流和所述第二气流相对于彼此逆流通过所沿的芯元件构成。

16. 根据权利要求5所述的除湿装置,其中,所述基本平面元件中的每个均包括所述第一热交换器元件中相应的一个第一热交换器元件并包括所述第二热交换器元件中相应的一个第二热交换器元件。

17. 根据权利要求1所述的除湿装置,其中,所述第一热交换器元件和所述第二热交换器元件中的至少一些第一空气通路中的每个第一空气通路在四个侧面上通过所述第二空气通路中的多个第二空气通路包围,并且其中至少一些第二空气通路中的每个第二空气通路在四个侧面上通过所述第一空气通路中的多个第一空气通路包围。

18. 一种除湿装置,包括:

冷却芯,耦接至外部冷却源;

第一空气通路,构造成从第一进口,通过第一热交换器元件,经由所述冷却芯,通过第二热交换器元件,至第一出口传递第一气流;以及

第二空气通路,构造成从第二进口,通过所述第二热交换器元件,经由所述冷却芯,通过所述第一热交换器元件,至第二出口传递第二气流,

其中,所述第一空气通路和所述第二空气通路彼此交错,其中所述冷却芯由具有相对高的热导率的材料构成,并且其中所述第一热交换器元件和所述第二热交换器元件由具有相对低的热导率的材料构成。

19. 一种除湿装置,包括:

冷却芯,耦接至外部冷却源;

第一空气通路,构造成从第一进口,通过第一热交换器元件,经由所述冷却芯,通过第二热交换器元件,至第一出口传递第一气流;以及

第二空气通路,构造成从第二进口,通过所述第二热交换器元件,经由所述冷却芯,通过所述第一热交换器元件,至第二出口传递第二气流,

其中,所述第一空气通路和所述第二空气通路彼此交错,并且由浮凸的基本平面元件的堆叠物限定。

20. 一种除湿装置,包括:

冷却芯,耦接至外部冷却源;

第一空气通路,构造成从第一进口,通过第一热交换器元件,经由所述冷却芯,通过第二热交换器元件,至第一出口传递第一气流;以及

第二空气通路,构造成从第二进口,通过所述第二热交换器元件,经由所述冷却芯,通

过所述第一热交换器元件,至第二出口传递第二气流,

其中,所述第一空气通路和所述第二空气通路彼此交错,其中所述冷却芯由所述第一气流和所述第二气流通过所沿的芯元件构成,其中所述第一热交换器元件和所述第二热交换器元件由所述第一气流和所述第二气流通过所沿的热交换器通路元件构成,其中,所述芯元件在所述第一气流和所述第二气流通过所沿的方向上具有相对高的热导率,并且其中,所述热交换器通路元件在所述第一气流和所述第二气流通过所沿的方向上具有相对低的热导率。

除湿装置

[0001] 相关申请的交叉引证

[0002] 本申请是于2013年3月15日提交的美国专利申请13/834,857的部分继续申请,该美国专利申请的公开内容通过引证方式结合于此。

技术领域

[0003] 本发明涉及除湿。

发明内容

[0004] 本发明的实施方式寻求可能结合加热或者冷却来提供改良的除湿。例如,所公开的技术可体现为除湿器的一部分、空气调节器、饮用大气水生成系统、衣用烘干机或者其他合适的设备。公开技术中使用的其他实施方式可以用于对液体或者气体进行加热,诸如,用于灭菌或者巴氏杀菌。

[0005] 因此,根据本发明的优选实施方式提供一种除湿装置,包括:冷却芯,耦接至外部冷却源;至少第一相对潮湿空气进口通路和第二相对潮湿空气进口通路,通向冷却芯;以及至少第一相对干燥空气出口通路和第二相对干燥空气出口通路,从冷却芯引导,至少第一相对干燥空气出口通路和第二相对干燥空气出口通路与至少第一相对潮湿空气进口通路和第二相对潮湿空气进口通路处于热交换近似关系,其中,第一相对潮湿空气进口通路和第二相对潮湿空气进口通路中的相对潮湿的空气在冷却芯的上游被预冷却,并且第一相对干燥空气出口通路和第二相对干燥空气出口通路中的相对干燥的空气在冷却芯的下游被加热,冷却芯限定通过冷却芯延伸的相互邻近的冷却通路的多样性,相互邻近的冷却通路中的每个均耦接至至少第一相对潮湿空气进口通路和第二相对潮湿空气进口通路中的一个并且耦接至至少第一相对干燥空气出口通路和第二相对干燥空气出口通路中的一个,以使得空气在相互不同的方向上通过相互邻近的冷却通路中邻近的一些。

[0006] 优选地,冷却芯由具有相对高的热导率的材料构成,并且至少第一相对潮湿空气进口通路和第二相对潮湿空气进口通路以及至少第一相对干燥空气出口通路和第二相对干燥空气出口通路由具有相对低的热导率的材料构成。

[0007] 根据本发明的优选实施方式,冷却芯由气流通过所沿的芯元件构成,至少第一相对潮湿空气进口通路和第二相对潮湿空气进口通路以及至少第一相对干燥空气出口通路和第二相对干燥空气出口通路由气流通过所沿的通路元件构成,芯元件在气流通过所沿的方向上具有相对高的热导率,并且通路元件在气流通过所沿的方向上具有相对低的热导率。

[0008] 优选地,芯元件与通路元件对齐并且芯元件相对于通路元件被密封。此外或者可替代地,通路元件包括至少一个气流引导突出部。可替代地或者此外,通路元件包括至少一个气流堵塞突出部。

[0009] 根据本发明的优选实施方式,至少第一相对潮湿空气进口通路和第二相对潮湿空气进口通路以及至少第一相对干燥空气出口通路和第二相对干燥空气出口通路由浮凸的

基本平面元件的堆叠物限定,浮凸的基本平面元件布置成围绕冷却芯处于总体包围关系。此外,浮凸的基本平面元件的堆叠物的各个对之间的气流初始被预冷却,然后该气流通过芯被冷却,之后该气流被加热。

[0010] 优选地,浮凸的基本平面元件的堆叠物包括交替的第一基本平面元件和第二基本平面元件。此外,交替的第一基本平面元件和第二基本平面元件中邻近的一些之间的气流处于总体逆流的相互热交换关系。

[0011] 根据本发明的优选实施方式,基本平面元件优选为真空形成。

[0012] 优选地,基本平面元件包括至少一个突出部和至少一个对应的凹部。此外,该至少一个突出部和该至少一个对应的凹部包括突出部和对应的凹部的至少一个阵列。

[0013] 根据本发明的优选实施方式,突出部的至少一个阵列形成有渐缩端。此外或者可替代地,突出部的至少一个阵列包括至少一个向下倾斜的突出部。

[0014] 优选地,该至少一个向下倾斜的突出部提供用于排出冷凝物的通路。

[0015] 在一些实施方式中,装置包括堵塞机构,堵塞机构构造成,通过至少部分地阻止空气进入潮湿空气进口通路的一个中而有条件地使装置执行除湿和冷却。

[0016] 在一些实施方式中,装置包括一个或多个热再利用单元,该一个或多个热再利用单元构造成再利用通过冷却芯从相对潮湿的空气移除的热能。在实施方式中,热再利用单元构造成通过对从相对干燥空气出口通路流出的相对干燥的空气进行加热而再利用热能。

[0017] 根据本发明的另一优选实施方式,还提供一种除湿装置,包括:冷却芯,耦接至外部冷却源;至少第一相对潮湿空气进口通路和第二相对潮湿空气进口通路,通向冷却芯;以及至少第一相对干燥空气出口通路和第二相对干燥空气出口通路,从冷却芯引导,冷却芯由具有相对高的热导率的材料构成,并且至少第一相对潮湿空气进口通路和第二相对潮湿空气进口通路以及至少第一相对干燥空气出口通路和第二相对干燥空气出口通路由具有相对低的热导率的材料构成。

[0018] 根据本发明的又一优选实施方式,进一步提供一种除湿装置,包括:冷却芯,耦接至外部冷却源;至少第一相对潮湿空气进口通路和第二相对潮湿空气进口通路,通向冷却芯;以及至少第一相对干燥空气出口通路和第二相对干燥空气出口通路,从冷却芯引导,至少第一相对潮湿空气进口通路和第二相对潮湿空气进口通路以及至少第一相对干燥空气出口通路和第二相对干燥空气出口通路由浮凸的基本平面元件的堆叠物限定,浮凸的基本平面元件布置成围绕芯处于总体包围关系。

[0019] 根据本发明的又一优选实施方式,更进一步提供一种除湿装置,包括:冷却芯,耦接至外部冷却源;至少第一相对潮湿空气进口通路和第二相对潮湿空气进口通路,通向冷却芯;以及至少第一相对干燥空气出口通路和第二相对干燥空气出口通路,从冷却芯引导,冷却芯由气流通过所沿的芯元件构成,至少第一相对潮湿空气进口通路和第二相对潮湿空气进口通路以及至少第一相对干燥空气出口通路和第二相对干燥空气出口通路由气流通过所沿的通路元件构成,芯元件在气流通过所沿的方向上具有相对高的热导率,并且通路元件在气流通过所沿的方向上具有相对低的热导率。

[0020] 根据本发明的又一优选实施方式,又进一步提供一种除湿装置,包括:冷却芯,耦接至外部冷却源;至少第一相对潮湿空气进口通路和第二相对潮湿空气进口通路,通向冷却芯;以及至少第一相对干燥空气出口通路和第二相对干燥空气出口通路,从冷却芯引导,

通过装置的气流在通向冷却芯的至少第一相对潮湿空气进口通路和第二相对潮湿空气进口通路中被预冷却,然后该气流在芯中被冷却,之后该气流在从冷却芯延伸的至少第一相对干燥空气出口通路和第二相对干燥空气出口通路中被加热。

[0021] 根据本发明的实施方式,另外提供一种用于加热流体的装置,包括:加热芯,耦接至外部加热源;至少第一流体进口通路和第二流体进口通路,通向加热芯;以及至少第一流体出口通路和第二流体出口通路,从加热芯引导。至少第一流体出口通路和第二流体出口通路与至少第一流体进口通路和第二流体进口通路处于热交换近似关系,其中,第一流体进口通路和第二流体进口通路中的流体在加热芯的上游被预加热,并且第一流体出口通路和第二流体出口通路中的流体在加热芯的下游被冷却。加热芯限定通过加热芯延伸的相互邻近的加热通路的多样性,相互邻近的加热通路中的每个均耦接至至少第一流体进口通路和第二流体进口通路中的一个并且耦接至至少第一流体出口通路和第二流体出口通路中的一个,以使得流体在相互不同的方向上通过相互邻近的加热通路中邻近的一些。

[0022] 根据本发明的实施方式,另外提供一种除湿装置,包括:多个第一空气通路,使热潮湿空气进口连接至冷除湿空气出口;以及多个第二空气通路,使环境空气进口连接至加热除湿空气出口。第一空气通路和第二空气通路处于热交换近似关系,以使得第一气流对第二气流进行加热以及除湿,第一气流经由第一空气通路从热潮湿空气进口流动至冷除湿空气出口,并且第二气流经由第二空气通路从环境空气进口流动至加热除湿空气出口。第一空气通路和第二空气通路在第一气流和第二气流通过所沿的方向上具有相对低的热导率,并且第一空气通路和第二空气通路在与第一气流和第二气流通过所沿的方向正交的方向上具有相对高的热导率。在一些实施方式中,第一空气通路和第二空气通路由塑料或者其他低热导性的材料构成。

[0023] 在一些实施方式中,第一空气通路和第二空气通路使第一气流和第二气流在彼此相反的方向上流动。在实施方式中,除湿装置进一步包括芯,第一气流和第二气流流经芯,并且芯由相对于第一空气通路和第二空气通路的材料不同的材料制成。在示例性实施方式中,该不同的材料构造成增加第一气流和第二气流的冷凝。在实施方式中,第二气流使第一气流冷却并且除湿。

[0024] 结合附图,从下面实施方式的细节描述中,可以更为全面地理解本发明,在附图中:

附图说明

[0025] 图1A和图1B是根据本发明的优选实施方式构造并且操作的除湿装置的简化俯视图和仰视图;

[0026] 图1C是图1A和图1B中的除湿装置的简化分解示意图;

[0027] 图2A和图2B是构成图1A至图1C中的除湿装置的可选部分的基部元件的简化俯视图和仰视图;

[0028] 图3A和图3B是根据本发明的第一优选实施方式和第二优选实施方式构造和操作的包括冷却芯并包括芯周围气流预冷却和后热组件(CSAFPCPHA)的热交换组件的分解示意图,该热交换组件构成图1A至图1C中的除湿装置的部分;

[0029] 图4A和图4B是构成图1A至图1C中的除湿装置的部分的第一端板元件的简化示意

图；

[0030] 图5A和图5B是构成图1A至图1C中的除湿装置的部分的第二端板元件的简化示意图；

[0031] 图6A和图6B是构成图3A中的热交换组件的部分的冷却芯组件的相应简化的装配示意图和分解示意图；

[0032] 图7A和图7B是构成图3B中的热交换组件的部分的冷却芯组件的相应简化的装配示意图和分解示意图；

[0033] 图8A和图8B是构成图3A和图3B中的热交换组件的部分的芯周围气流预冷却和后热组件(CSAFPCPHA)的相应简化的装配示意图和分解示意图；

[0034] 图9A和图9B是芯周围气流预冷却和后热组件(CSAFPCPHA)的第一板的第一侧的相应简化的平面示意图和示图；

[0035] 图10A和图10B是芯周围气流预冷却和后热组件(CSAFPCPHA)的第一板的第二侧的相应简化的平面示意图和示图；

[0036] 图11A和图11B是芯周围气流预冷却和后热组件(CSAFPCPHA)的第二板的第一侧的相应简化的平面示意图和示图；

[0037] 图12A和图12B是芯周围气流预冷却和后热组件(CSAFPCPHA)的第二板的第二侧的相应简化的平面示意图和示图；

[0038] 图13是图3A和图3B中的热交换组件的一部分的简化局部分解示意图,示出了相邻的浮凸的基本平面元件之间的典型气流；

[0039] 图14A、图14B、图14C以及图14D是穿过图3A和图3B中的热交换组件的气流的简化示图,其中,图14A是平面图,图14B、图14C以及图14D是沿着图14A中的相应截面线B-B、截面线C-C以及截面线D-D截取的截面图；

[0040] 图15是根据本发明的实施方式的除湿和冷却装置的示意性示意图；

[0041] 图16是根据本发明的实施方式的衣用滚筒式烘干机的示意性示意图；

[0042] 图17是根据本发明的实施方式的用于对流体进行加热的装置的示意性示意图；并且

[0043] 图18是根据本发明的实施方式的除湿和加热装置的示意性示意图。

具体实施方式

[0044] 系统描述

[0045] 本发明的实施方式描述了一种装置,该装置进行除湿并且可体现在多种可替代的操作环境中,诸如,除湿装置的一部分、空气调节器、提供用于饮用的水的水生成系统、衣用滚筒式烘干机或者任何其他应用。上述装置通常需要流动至其的潮湿空气的气流和穿过其的伴随的气压梯度。还需要提供冷却剂流体,该冷却剂流体可以是任何合适的气体或者液体。下面进一步描述的其他实施方式使用用于对流体(液体或者气体)进行加热(诸如,用于灭菌或者巴氏杀菌)的公开的装置

[0046] 现参考图1A至图3B,其是根据本发明的优选实施方式构造和操作的除湿装置100的简化示意图。如从图1A至图3B中可以看出,除湿装置100包括冷却芯102,该冷却芯经由冷却流体进口管104和冷却流体出口管106耦接至外部冷却源(未示出)。冷却流体可以是任何

合适的冷却剂,诸如,氨或者 **FREON®** (其以局部液相供应并且在芯102中转变成气相)、或者总是保持为液相形式的冷冻液体(通常是水或者酒精)。

[0047] 至少第一和第二相对潮湿空气进口通路108通向冷却芯102,并且至少第一和第二相对干燥空气出口通路112从冷却芯102延伸。

[0048] 根据本发明的优选实施方式,提供一种芯周围气流预冷却和后热组件(CSAFPCPHA) 120,其中,至少第一和第二相对干燥空气出口通路112与至少第一和第二相对潮湿空气进口通路108中相应的一个处于热交换近似关系(propinquity),其中第一和第二相对潮湿空气进口通路中的相对潮湿的空气在冷却芯102的上游被预冷却,并且第一和第二相对干燥空气出口通路中的相对干燥的空气在冷却芯102的下游被加热。

[0049] 本发明的实施方式的具体特征在于,冷却芯102由诸如芯板122的芯元件构成,气流沿着芯元件通过,并且至少第一和第二相对潮湿空气进口通路以及至少第一和第二相对干燥空气出口通路由诸如浮凸的(embossed)基本平面元件124和126的通路元件构成,气流沿着通路元件通过,芯元件在气流通过所沿的方向上具有相对高的热导率,并且通路元件在气流通过所沿的方向上具有相对低的热导率。应当认识到,芯板122与对应的平面元件124和126对齐并且相对于这些平面元件密封。

[0050] 具体地,如从图1A至图1C中可以看出,除湿装置100还优选包括提供用于排出冷凝物的贮槽的基部子组件130、端板子组件132和134、端盖板136和138、优选限制进口气流沿着通路108的顶部气流密封板140、优选限制出口气流沿着通路112的一对底部气流密封板142、以及在相应的一对进口气流通路108与一对出口气流通路112之间进行分离的一对侧部气流密封板144。此处象征性地示出的周缘板148在相对潮湿的空气环境(保持在相对高压下)与相对干燥的空气环境(保持在相对低压下)之间进行分离。

[0051] 具体地,现转向图2A和图2B,其是构成图1A和图1B中的除湿装置的可选部分的基部子组件的简化示意图,可以看出,基部子组件通常是由金属片进行焊接的并且包括一对相互倾斜的板160和162,这些板通过限定支腿168的一对端部164和166接合。一对贮槽孔170优选形成在板160和162的接合处的相对端部并且优选地与相应的贮槽管174配合。

[0052] 现转向图3A以及图6A和图6B,应注意,这些附图示出了包括冷却芯102以及芯周围气流预冷却和后热组件(CSAFPCPHA) 120的热交换组件,其特别适于使用诸如**FREON®**的气体冷却剂,因此,冷却剂管道180优选设置有分配器182,该分配器将气体流分成多个单独的流,每个单独的流通过单独的气体循环通路。

[0053] 现转向图3B以及图7A和图7B,应注意,这些附图示出了包括冷却芯102以及芯周围气流预冷却和后热组件(CSAFPCPHA) 120的热交换组件,其特别适于使用诸如冷冻水或者酒精的液体冷却剂,因此,冷却剂管道190优选不设置有分配器182。

[0054] 现参考示出了端板132的图4A和图4B。可以看出,端板132包括基本平面部分202,该基本平面部分具有布置成容纳诸如管道180或者190的冷却剂管道的一系列孔204,并且优选地,该端板包括端盖板136可密封地附接在上面的多个双弯折边缘208和多个弯折边缘206。

[0055] 现参考示出了端板134的图5A和图5B。可以看出,端板134包括基本平面部分222,该基本平面部分具有布置成容纳诸如管道180或者190的冷却剂管道的一系列孔224,并且优选地,该端板包括端盖板138可附接在上面的多个双弯折边缘228和多个弯折边缘226。应

注意,弯折边缘226中的一个弯折边缘优选形成有孔230,该孔容纳冷却流体进口管104和冷却流体出口管106。

[0056] 现参考图8A至图12B,其示出了芯周围气流预冷却和后热组件(CSAFPCPHA)的结构。如从图8A和图8B中可以看出,CSAFPCPHA由两个不同的浮凸的基本平面元件124和126的堆叠物组成,这两个不同的浮凸的基本平面元件优选布置成围绕芯102的彼此交叉的接触关系。

[0057] 现将具体参考图9A至图12B描述浮凸的基本平面元件124和126的结构和操作。应注意,优选地,平面元件124和126通过常规的真空形成技术由相对不导电的柔性材料(通常是塑料的,诸如,通常厚度为0.3mm的PVC和PET)形成。

[0058] 首先,转向基本平面元件124,图9A和图9B中示出了以参考标号300表示的基本平面元件的第一侧,并且图10A和图10B中示出了以参考标号302表示的基本平面元件的第二侧。平面元件124优选具有十个侧边缘,参考图9A,沿顺时针方向,这十个侧边缘以参考标号320、321、322、323、324、325、326、327、328以及329表示。平面元件124形成有以参考标号330表示的多个突出部,在图9A中,这些突出部在平面元件124的平面上延伸至近似3mm的高度,现将对其进行详细描述。由于通过真空形成制造平面元件124和126,所以存在与每个突出部对应的凹部。

[0059] 从图9A和图9B中可以看出,平面元件124的第一侧300包括气流堵塞突出部340,在图9A中,该气流堵塞突出部沿顺时针方向延伸,首先,该气流堵塞突出部从边缘320和329的接合处附近的位置狭窄地延伸,沿着边缘320并且与该边缘略微间隔开地延伸(其中,气流堵塞突出部在该边缘处变宽并且然后变窄),并且沿着边缘321和322且与这些边缘间隔开狭窄地延伸。突出部340用于防止平面330上方的气流经过边缘320、321以及322。平面元件124还包括气流堵塞突出部342,在图9A中,气流堵塞突出部沿顺时针方向延伸,从边缘325和326的接合处附近的位置狭窄地延伸,并且沿着边缘326、327以及328且与这些边缘略微间隔开狭窄地延伸。突出部342用于防止平面330上方的气流经过边缘326、327以及328。平面元件124还包括气流堵塞突出部344,该气流堵塞突出部沿着边缘324并且与该边缘略微间隔开地延伸。突出部344用于防止平面330上方的气流经过边缘324。

[0060] 平面元件124在第一侧300处还包括气流引导突出部346(在该处典型地具有位于平面330上方的进口区域348)和气流引导突出部350(在该处典型地具有位于平面330上方的出口区域352)。

[0061] 平面元件124在第一侧300处还包括位于进口区域348的下游的相互间隔开的增强逆流热交换(ECFHE)突出部362的阵列360。每个相互间隔开的突出部362均优选具有渐缩进口端364和渐缩出口端366。

[0062] 平面元件124在第一侧300处还包括位于出口区域352的上游的相互间隔开的增强逆流热交换(ECFHE)突出部372的阵列370。每个相互间隔开的突出部372均优选具有渐缩进口端374和渐缩出口端376。

[0063] 平面元件124在第一侧300处还包括在内边缘相互间隔开的多个突出部380,这些突出部优选布置在基本矩形的切口382的容纳芯102的侧部。

[0064] 平面元件124在第一侧300处还包括优选沿着边缘323和329布置的在外边缘相互间隔开的多个突出部390。

[0065] 从图10A和图10B中可以看出,平面元件124的第二侧302包括凹部440,在图10A中,凹部440沿逆时针方向延伸,首先,该凹部从边缘320和329的接合处附近的位置狭窄地延伸,沿着边缘320并且与该边缘略微间隔开地延伸(其中,凹部在该边缘处变宽并且然后变窄),并且沿着边缘321和322且与这些边缘间隔开狭窄地延伸。平面元件124还包括凹部442,在图10A中,该凹部沿逆时针方向延伸,从边缘325和326的接合处附近的位置狭窄地延伸,并且沿着边缘326、327以及328且与这些边缘略微间隔开狭窄地延伸。平面元件124还包括凹部444,该凹部沿着边缘324并且与该边缘略微间隔开地延伸,凹部440、442以及444与平面元件126上的对应突出部协作,以提供交叉的平面元件124和126的堆叠物的增强的配准(registration,对准)。

[0066] 平面元件124在第二侧302处典型地还包括位于进口区域348处的凹部446和位于出口区域352处的凹部450。

[0067] 平面元件124在第二侧302处还包括位于进口区域448的下游的相互间隔开的增强逆流热交换(ECFHE)凹部462的阵列460。每个相互间隔开的凹部462均优选具有渐缩进口端464和渐缩出口端466。

[0068] 平面元件124在第二侧302处还包括位于出口区域352的上游的相互间隔开的增强逆流热交换(ECFHE)凹部472的阵列470。每个相互间隔开的凹部472均优选具有渐缩进口端474和渐缩出口端476。

[0069] 平面元件124在第二侧302处还包括在内边缘相互间隔开的多个凹部480,这些凹部优选布置在基本矩形的切口382的容纳芯102的侧部。

[0070] 平面元件124在第二侧302处还包括在外边缘的多个凹部490,这些凹部优选沿着边缘323和329布置。

[0071] 现转向基本平面元件126,图11A和图11B中示出了以参考标号500表示的基本平面元件的第一侧,并且图12A和图12B中示出了以参考标号502表示的基本平面元件的第二侧。平面元件126优选具有十个侧边缘,参考图11A,沿逆时针方向,这十个侧边缘以参考标号520、521、522、523、524、525、526、527、528以及529表示。平面元件126形成有以参考标号530表示的多个突出部,在图11A中,这些突出部在平面元件126的平面上延伸至近似3mm的高度,现将对此进行详细描述。由于通过真空形成制造平面元件124和126,所以存在与每个突出部对应的凹部。

[0072] 从图11A和图11B中可以看出,平面元件126的第一侧500包括气流堵塞突出部540,在图11A中,该气流堵塞突出部沿逆时针方向延伸,首先,该气流堵塞突出部从边缘520和529的接合处附近的位置狭窄地延伸,沿着边缘520并且与该边缘略微间隔开地延伸(其中,气流堵塞突出部在该边缘处变宽并且然后变窄),并且沿着边缘521和522且与这些边缘间隔开地狭窄延伸。突出部540用于防止平面530上方的气流经过边缘520、521以及522。平面元件126还包括气流堵塞突出部542,在图11A中,该气流堵塞突出部沿逆时针方向延伸,从边缘525和526的接合处附近的位置狭窄地延伸,并且沿着边缘526、527以及528且与这些边缘略微间隔开地延伸。突出部542用于防止平面530上方的气流经过边缘526、527以及528。平面元件126还包括气流堵塞突出部544,该气流堵塞突出部沿着边缘524并且与该边缘略微间隔开地延伸。突出部544用于防止平面530上方的气流经过边缘524。

[0073] 平面元件126在第一侧500处还包括气流引导突出部546(在该处典型地具有位于

平面530上方的进口区域548)和气流引导突出部550(在该处典型地具有位于平面530上方的出口区域552)。

[0074] 平面元件126在第一侧500处还包括位于进口区域548的下游的相互间隔开的增强逆流热交换(ECFHE)突出部562的阵列560。每个相互间隔开的突出部562均优选具有渐缩进口端564和渐缩出口端566。

[0075] 平面元件126在第一侧500处还包括位于出口区域552的上游的相互间隔开的增强逆流热交换(ECFHE)突出部572的阵列570。每个相互间隔开的突出部572均优选具有渐缩进口端574和渐缩出口端576。

[0076] 平面元件126在第一侧500处还包括在内边缘相互间隔开的多个突出部580,这些突出部优选布置在基本矩形切口582的容纳芯102的侧部。

[0077] 平面元件126在第一侧500处还包括在外边缘相互间隔开的多个突出部590,这些突出部优选沿着边缘523和529布置。

[0078] 从图12A和图12B中可以看出,平面元件126的第二侧502包括凹部640,在图12A中,该凹部沿顺时针方向延伸,首先,从边缘520和529的接合处附近的位置狭窄地延伸,沿着边缘520并且与该边缘略微间隔开地延伸(其中,凹部在该边缘处变宽并且然后变窄),并且沿着边缘521和522且与这些边缘间隔开地狭窄延伸。平面元件126还包括凹部642,在图12A中,凹部642沿顺时针方向延伸,从边缘525和526的接合处附近的位置狭窄地延伸,并且沿着边缘526、527以及528且与这些边缘526、527以及528略微间隔开狭窄地延伸。平面元件126还包括凹部644,该凹部沿着边缘524并且与该边缘略微间隔开地延伸。凹部640、642以及644与平面元件124上的对应突出部协作,以提供交叉的平面元件124与126的堆叠物的增强的配准。

[0079] 平面元件126在第二侧502处典型地还包括位于进口区域548处的凹部646和位于出口区域552处的凹部650。

[0080] 平面元件126在第二侧502处还包括位于进口区域548的下游的相互间隔开的增强逆流热交换(ECFHE)凹部662的阵列660。每个相互间隔开的凹部662均优选具有渐缩进口端664和渐缩出口端666。

[0081] 平面元件126在第二侧502处还包括位于出口区域552的上游的相互间隔开的增强逆流热交换(ECFHE)凹部672的阵列670。每个相互间隔开的凹部672均优选具有渐缩进口端674和渐缩出口端676。

[0082] 平面元件126在第二侧502处还包括在内边缘相互间隔开的多个凹部680,这些凹部优选布置在基本矩形切口582的容纳芯102的侧部。

[0083] 平面元件126在第二侧502处还包括在外边缘的多个凹部690,这些凹部优选沿着边缘523和529布置。

[0084] 现参考图13,图13是图3A和图3B中的热交换组件的一部分的简化局部分解示意图,示出了相邻浮凸的基本平面元件之间的典型气流,并且参考图14A、图14B、图14C以及图14D,这些附图是通过图3A和图3B中的热交换组件的气流的简化示意图,其中,图14A是平面图,图14B、图14C以及图14D是沿着图14A中的相应截面线B-B、C-C、以及D-D截取的截面图。

[0085] 图13示出了位于平面元件124的第一侧300与平面元件126的第二侧502之间的总体上以参考标号700表示的气流。平面元件126的第二侧502在图13中不可见。图13还示出了

位于平面元件126的第一侧500与平面元件124的第二侧302之间的总体上以参考标号702表示的气流。平面元件124的第二侧302在图13中不可见。

[0086] 考虑气流700,可以看出,典型地相对潮湿的空氣的相对平面气流进入平面元件124的平面330上方的进口区域348,并且其由平面元件126的邻近的第二侧502界定。该气流通过一个或者多个突出部346引导成与平面元件124上的突出部362的阵列360以及平面元件126上的对应定位的凹部672的阵列670接合。应当认识到,突出部362部分位于对应的凹部672内,并且共同限定介于每个凹部672与部分位于其内的对应突出部362之间的气流通道。应注意,突出部362的渐缩端部364和366与凹部672的渐缩端部674和676辅助限定这些气流通道。

[0087] 如下文中描述的,在阵列360的下游,气流(在该阶段,气流已经在某些程度上被预冷却)以基本上平面的流动通过芯102的芯板122,其中,气流基本上被冷却,优选地,冷却至露点以下。在芯102的芯板122的下游,基本被冷却的气流通过平面元件124上的突出部372的阵列370以及平面元件126上的对应定位的凹部662的阵列660。应当认识到,突出部372部分位于对应的凹部662内并且共同限定介于每个凹部662与部分位于其内的对应突出部372之间的气流通道。应注意,突出部372的渐缩端部374和376与凹部662的渐缩端部664和666辅助限定这些气流通道。

[0088] 如下文中描述的,在阵列370的下游,气流(在该阶段,气流已经在某些程度上被加热)与位于平面元件124的平面330上方的出口区域352处的相对平面气流接合,并且其由平面元件126的邻近的第二侧502界定。该气流通过一个或者多个突出部350引导。

[0089] 考虑气流702,可以看出,典型地相对潮湿的空氣的相对平面气流进入平面元件126的平面530上方的进口区域548,其由平面元件124的邻近的第二侧302界定。该气流通过一个或者多个突出部546引导成与平面元件126上的突出部562的阵列560以及平面元件124上的对应定位的凹部472的阵列470接合。应当认识到,突出部562部分位于对应的凹部472内并且共同限定介于每个凹部472与部分位于其内的对应突出部562之间的气流通道。应注意,突出部562的渐缩端部564和566与凹部472的渐缩端部474和476辅助限定这些气流通道。

[0090] 如下文中描述的,在阵列560的下游,气流(在该阶段,气流已经在某些程度上被预冷却)以基本上平面的流动通过芯102的芯板122,其中,气流基本上被冷却,优选地,被冷却至露点以下。在芯102的芯板122的下游,基本上被冷却的气流通过平面元件126上的突出部572的阵列570和平面元件124上的对应定位的凹部462的阵列460。应当认识到,突出部572部分位于对应的凹部462内并且共同限定介于每个凹部462与部分位于其内的对应突出部572之间的气流通道。应注意,突出部572的渐缩端部574和576与凹部462的渐缩端部464和466辅助限定这些气流通道。

[0091] 如下文中描述的,在阵列570的下游,气流(在该阶段,气流已经在某些程度上被加热)与位于平面元件126的平面530上方的出口区域552处的相对平面的气流接合,并且其由平面元件124的邻近的第二侧302界定。该气流通过一个或者多个突出部550引导。

[0092] 此外,参考图14A至图14D,可以看出,尽管气流并非完全并行(parallel),具体地,在其相应的进口区域和出口区域处并非完全并行,然而,介于堆叠物中的邻近的局部交叉的平面元件124与126之间的气流700和702处于总体逆流的相互热交换关系。本发明的重要

特征在于,气流700与702在它们通过芯102时在两个维度(dimension)上基本并行,在这些气流通过限定在阵列360和阵列570各自的突出部与凹部之间的气流通道以及在这些气流通过限定在阵列370和560各自的突出部与凹部之间的气流通道时,这些气流在三个维度上基本并行。

[0093] 因此,应当认识到,在限定在阵列360和670各自的突出部与凹部之间的气流通道中的相互逆流气流之间提供了增强的热交换,并且当气流通过限定在阵列570和460各自的突出部与凹部之间的气流通道时,提供了增强的热交换,其中,提供了三维逆流,并且在进口区域与出口区域中提供了较低程度的热交换,其中,在邻近的平面气流之间仅提供了二维热交换接合。

[0094] 这可从图14B与图14C的比较中以图示形式看出。图14B示出了芯102中的位于芯102的邻近板122之间的邻近的基本平面气流之间的二维逆流热交换关系。

[0095] 图14C示出了沿着由阵列360和670限定的流动路径的邻近的基本平面气流之间的三维逆流热交换关系。图14C还示出了沿着由阵列570和460限定的流动路径的邻近的基本平面气流之间的三维逆流热交换关系。

[0096] 应当认识到,与图14B中所示的相比较,图14C中所示的热交换关系极大地增强,这是因为这样的事实,即,图14C中几乎每个流均在四个侧面上被逆流流动路径包围,其中,在图14B中,几乎每个平面流均在两个侧面上被逆流流动路径包围。应当进一步认识到,限定流动路径的突出部和凹部向下倾斜,以便增强使冷凝物经由边缘325和525从流动路径排出至基部子组件130中的便利性,以用于排出并且优选用作饮用水。

[0097] 通过上述突出部和凹部的局部相互数字化,根据本发明的具体特征实现了图14C中所示的高效热交换结构的实现方式,并且上述实现方式在图14D中可视化,该图通过垂直于相应平面元件124和126的平面330和530得到的示意图示出了这些流动路径的布置方式。

[0098] 额外实施方式和变形

[0099] 下面图15至图18示出了根据本发明的各个实施方式的公开的除湿装置的若干种额外应用、使用情况以及变形。仅通过实例方式描述这些应用、使用情况以及变形。在可替代的实施方式中,公开的技术可应用于任何其他合适的设备和任何其他合适的用途。

[0100] 在一些应用中,除对环境空气除湿之外,希望对环境空气进行冷却。例如,除湿装置100可位于热的和潮湿的环境中,且局部不接触外部空气。

[0101] 图15是根据本发明的实施方式的除湿和冷却装置的示意性示意图。在本实施方式中,堵塞机构构造成有条件地(conditionally)堵塞空气进口通路中的一个。在图15的实例中,堵塞板800有条件地放置在空气进口通路(在图中表示为108A)中的一个上。当放置在空气进口通路上时,堵塞板800通过进口108A堵塞气流进入装置100的至少一部分。其他空气进口通路(以108B表示,从该图中观察是隐藏的)未被覆盖。

[0102] 因此,仅一个气流方向(例如,仅图13中的气流702而非气流700)通过装置100。由于反方向气流被板800阻止,因而气流未被反方向气流再次加热。最终结果是,流出对应的出口通路112的空气比进入的空气更干燥且更冷。

[0103] 在各个实施方式中,板800可阻止整个气流进入进口通路108或者仅阻止气流的一部分进入该进口通路。例如,板800可覆盖整个进口区域或者仅覆盖进口区域的一部分。在实施方式中,通过控制由板800阻止的气流的部分可以调节冷却的程度。

[0104] 在示例性实施方式中,装置100构造成以两种操作模式操作—非冷却的除湿以及具有冷却的除湿(即,空气调节)。例如,当环境空气高度潮湿时,可以移除板800,在这种情况下,装置100在不进行冷却的情况下对空气除湿。当环境空气是热的且干燥时,可装配板800,在这种情况下,装置100执行除湿和冷却。

[0105] 在一些实施方式中,可再利用从除湿装置100中离开的空气的热量。下面的实例涉及滚筒式烘干机的应用,但是,相似的再利用的形式可应用于除湿装置的各种其他应用中。

[0106] 图16是根据本发明的另一实施方式的衣用滚筒式烘干机的示意性示意图。在该实施方式中,烘干机包括滚动筒802,在该筒中设置有用于烘干的洗涤装置(laundry)804。烘干机进一步包括用于使装置100的芯冷却的压缩机806、一对冷凝器808(或者可替代地,单个冷凝器)以及膨胀阀810。温热且相对潮湿的空气814被从滚动筒802中汲取并且施加于装置100的进口108。如上所述,装置100对进入的空气进行除湿,以便在出口112处产生温热并且干燥的空气816。冷凝水812形成该过程的副产物。

[0107] 在图16的实例中,冷凝器808对气流816进行加热。从冷凝器808中散出的热量被再利用以用于对空气816进行加热。产生的热的并且干燥的空气(以818表示)馈送回滚动筒802中并且进一步辅助洗涤装置804。实践中,一些热量还从筒802自然地散发至环境中。

[0108] 如上所述,图16中的滚筒式烘干机应用描述为再利用离开装置100的温热干燥空气的实例。换言之,冷凝器808被示出为热量再利用单元的实例,该冷凝器构造成再利用通过装置100的芯从空气814中移除的热量。在可替代的实施方式中,可通过任何其他合适的方式再利用热能并且使该热能被再利用为任何其他合适的系统的一部分。

[0109] 在一些实施方式中,如下面图17示出的,与装置100相似的机械结构用于流体(液体或者气体)的能效加热。这些实施方式在流体在短时间段内被快速加热的各种应用中是有用的。例如,这些应用包括液体的灭菌或者巴氏杀菌以及加速流体中的化学反应等。

[0110] 在这些实施方式中,使用外部热源对芯102进行加热而非进行冷却。相对冷的流体进入进口108中,以通过芯进行加热。在到达加热芯之前,进入的冷流体通过已经由芯加热且即将离开装置的反方向流体进行预加热。在被芯加热之后,流体通过刚刚进入装置在接近芯的路途中的反方向流体冷却。被冷却的流体最终在出口112处离开装置。上面图中示出的装置100的机械结构也可适用于本实现方式。

[0111] 公开的技术能够对流体进行加热,然后,以最低的能耗对流体进行再冷却。

[0112] 图17是根据本发明的实施方式的用于对流体进行快速加热的装置的示意性图示意图。在图17的实例中,加热装置用于巴氏杀菌牛奶。为了确保进行适当的巴氏杀菌,应使牛奶在138°C的温度下加热2秒。

[0113] 在本实施方式中,冷牛奶820在进口108处进入装置,这些进口现用作流体进口。如箭头822示出的,牛奶流过加热的芯824。在被芯加热之后,巴氏杀菌牛奶826从出口112离开,这些出口现用作流体出口。

[0114] 在到达芯824之前,进入的牛奶820被已经通过芯加热的反方向巴氏杀菌牛奶826加热。在通过芯824进行加热之后,巴氏杀菌牛奶826被反方向进入的牛奶820冷却。该机构能够使公开的装置对流体进行加热,同时,仅消耗最低的额外能量,以克服热损耗或者化学变化。在一些实施方式中,可以在高压下执行该过程,以避免流体沸腾。

[0115] 在一些实施方式中,装置100的独特机构构造可以用作执行除湿和加热的热交换

器,而不需要冷却芯和加热芯。具体地,可以由诸如塑料的非热导性材料来制造该热交换器。因此,在与气流方向正交的方向上发生大部分的热传递,即,在相反方向的气流之间发生大部分的热传递。

[0116] 图18是根据本发明的实施方式的除湿和加热装置的示意性示意图。本实例涉及滚筒式烘干机应用。然而,可替代地,公开的构造可以用在涉及与除湿结合的干燥(诸如,油漆的干燥等)的各种应用中。

[0117] 在图18的实例中,热交换器828用于滚动筒802中的干燥洗涤装置804。热交换器828位于四种环境之间的边界(boundary)上:热交换器828的左手侧是具有待被除湿和加热的潮湿空气的环境(在图中,以“烘干机侧”表示)。该环境被分割成从其中移除热的且相对潮湿的空气838的区域、以及将热的且相对干燥的空气836加入其中的区域。热交换器828的右手侧是具有更为冷却且更为干燥的环境空气的环境(以“室侧(room side)”表示)。该环境被分割成从其中取得环境空气834的区域,以及将更为冷却且更为干燥的空气840供应至其中的区域。热交换器828与上述装置100具有相似的机械构造,然而不具有芯102。

[0118] 图中示出了两个气流。热的且相对潮湿的空气838从烘干机侧进入热交换器828,并且冷却的环境空气834从室侧进入热交换器。如上所述,两个气流穿过热交换器中的交替通路并且能够彼此交换热量。因此,环境空气834被空气838加热,并且因此,热的且相对干燥的空气836进入烘干机侧。空气838被空气834冷却并且除湿,因此,冷却和干燥的空气840在室侧离开热交换器。在一些实施方式中,冷凝器832对空气836进一步加热,并且蒸发器840对空气830进一步除湿和/或冷却。

[0119] 在图18的实例中,热交换器828是无芯的。可替代地,热交换器828可包括由另一种材料制成的芯(未被加热或者冷却),例如,由因流过的气流而产生增加的冷凝的材料制成。

[0120] 因此,应当认识到,通过实例方式引用了上述实施方式,并且本发明并不局限于上文中具体示出和描述的实施方式。而是,本公开的范围包括上述各种特征的组合和子组合、以及本领域技术人员在阅读下列描述的情况下可做出的并且现有技术中未公开的变形及其修改。通过引用结合在本专利申请中的文献被视为本申请的整体部分,但是,在这些结合的文献中限定的与本说明书中明示或者暗示的限定相冲突的任何术语的范围内,仅应考虑本说明书中的限定。

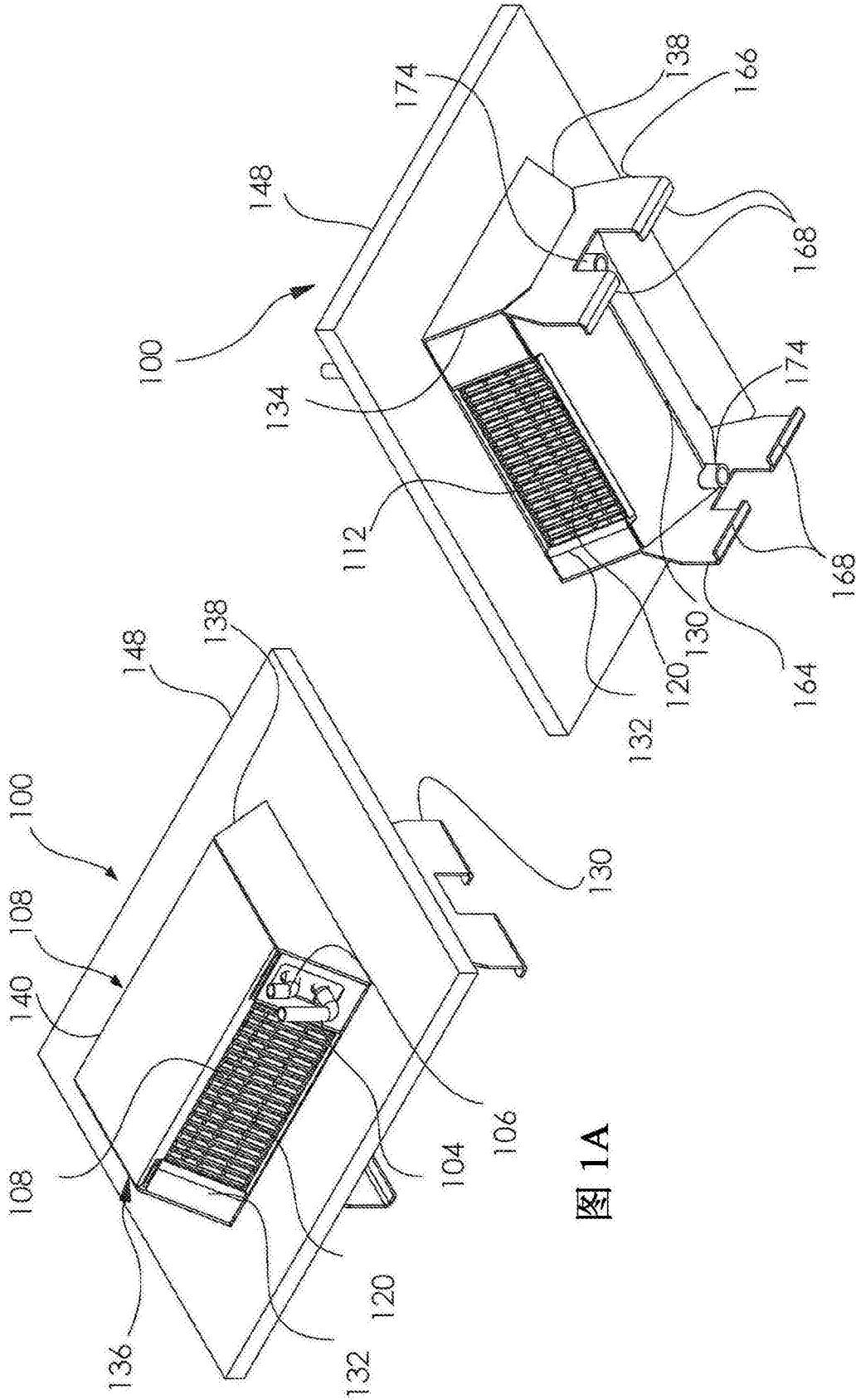


图 1A

图 1B

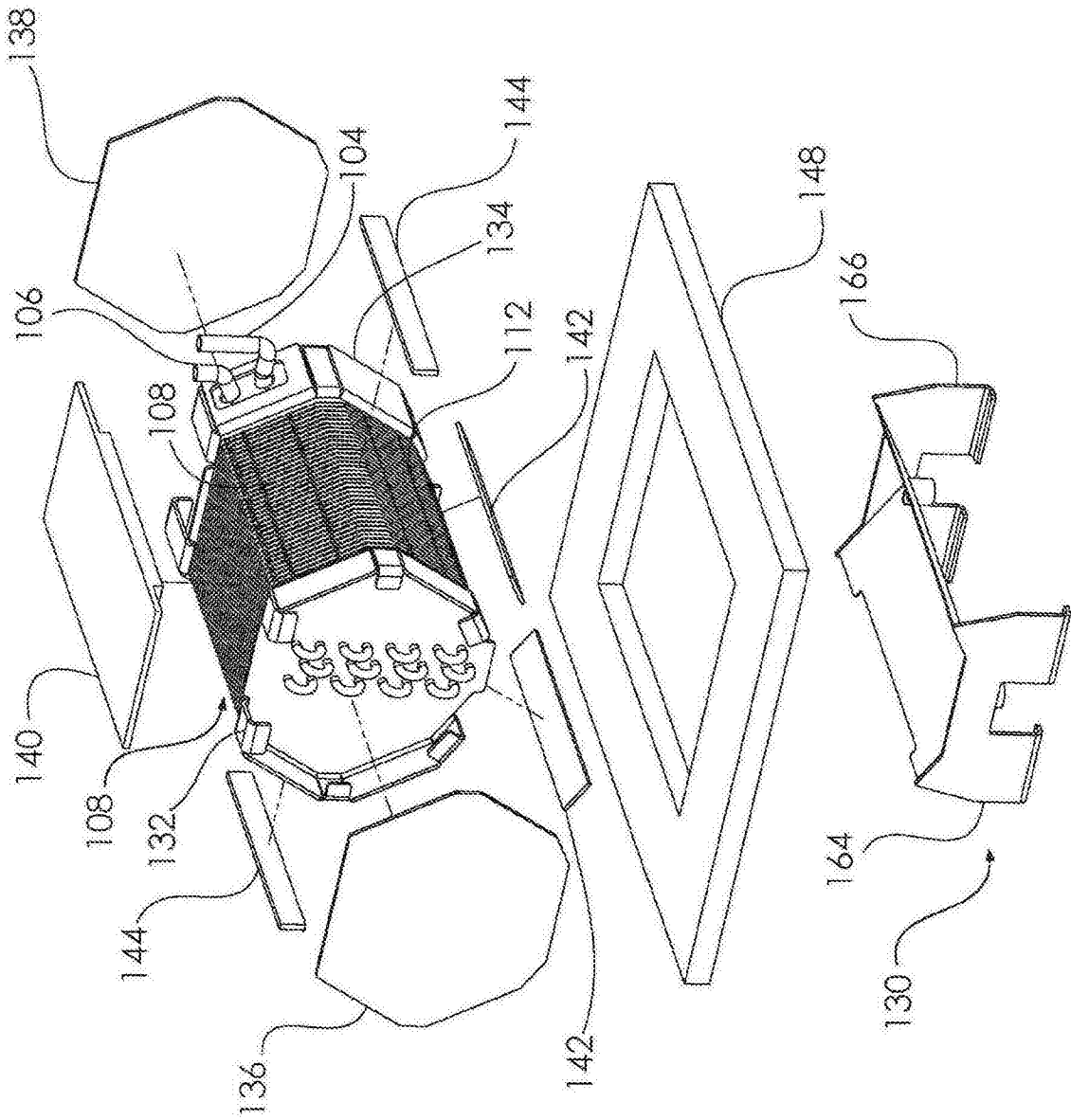


图1C

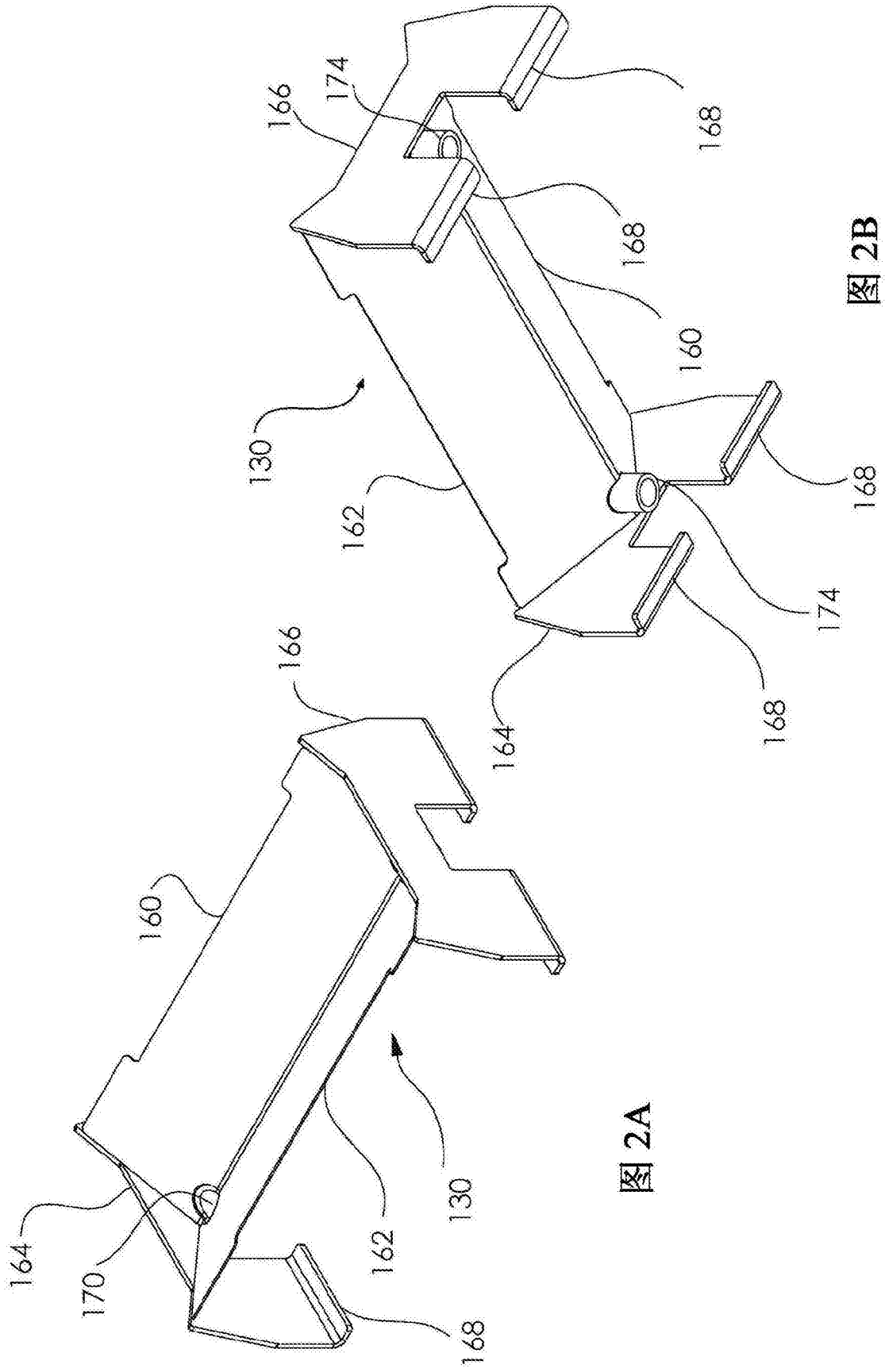


图 2A

图 2B

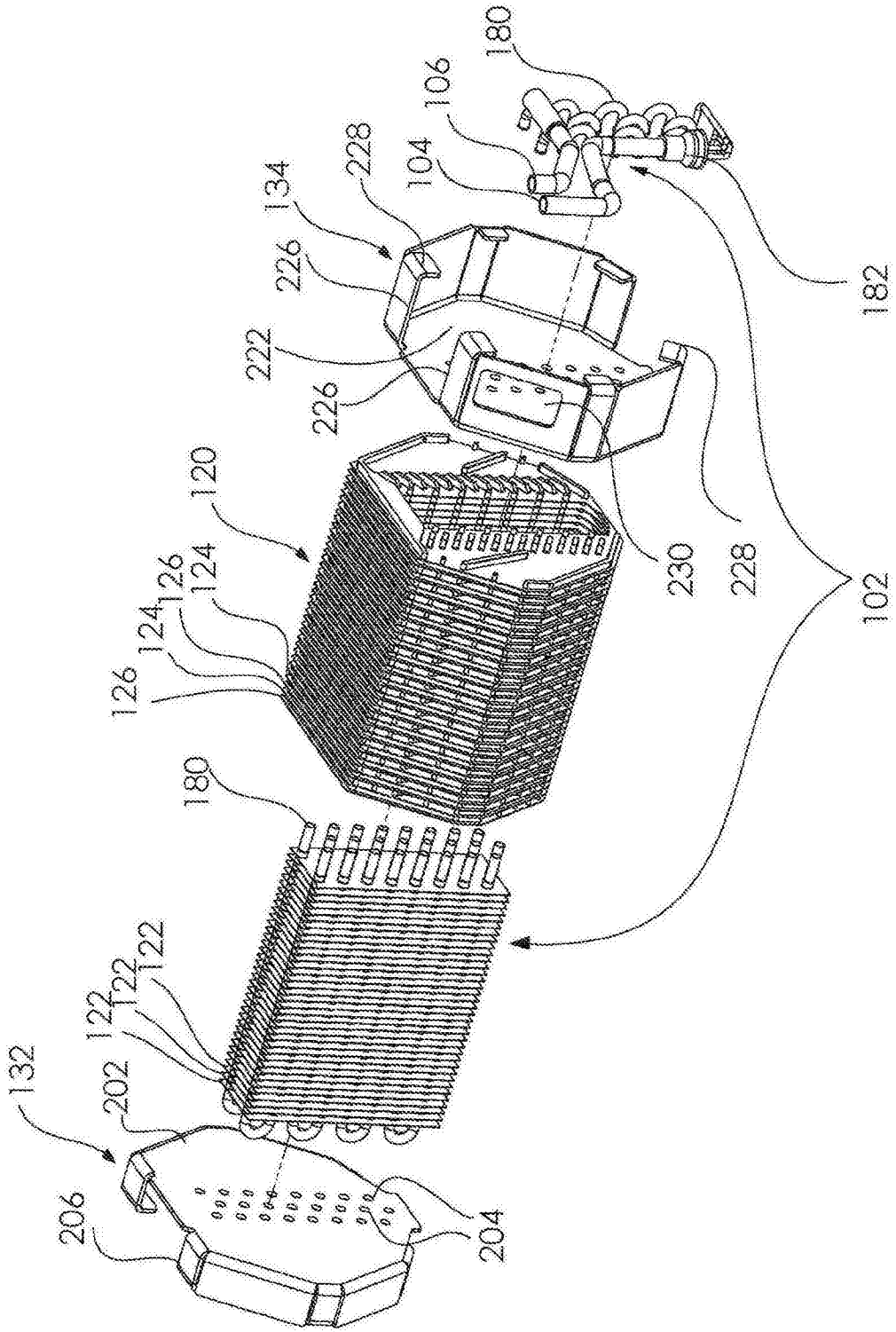


图3A

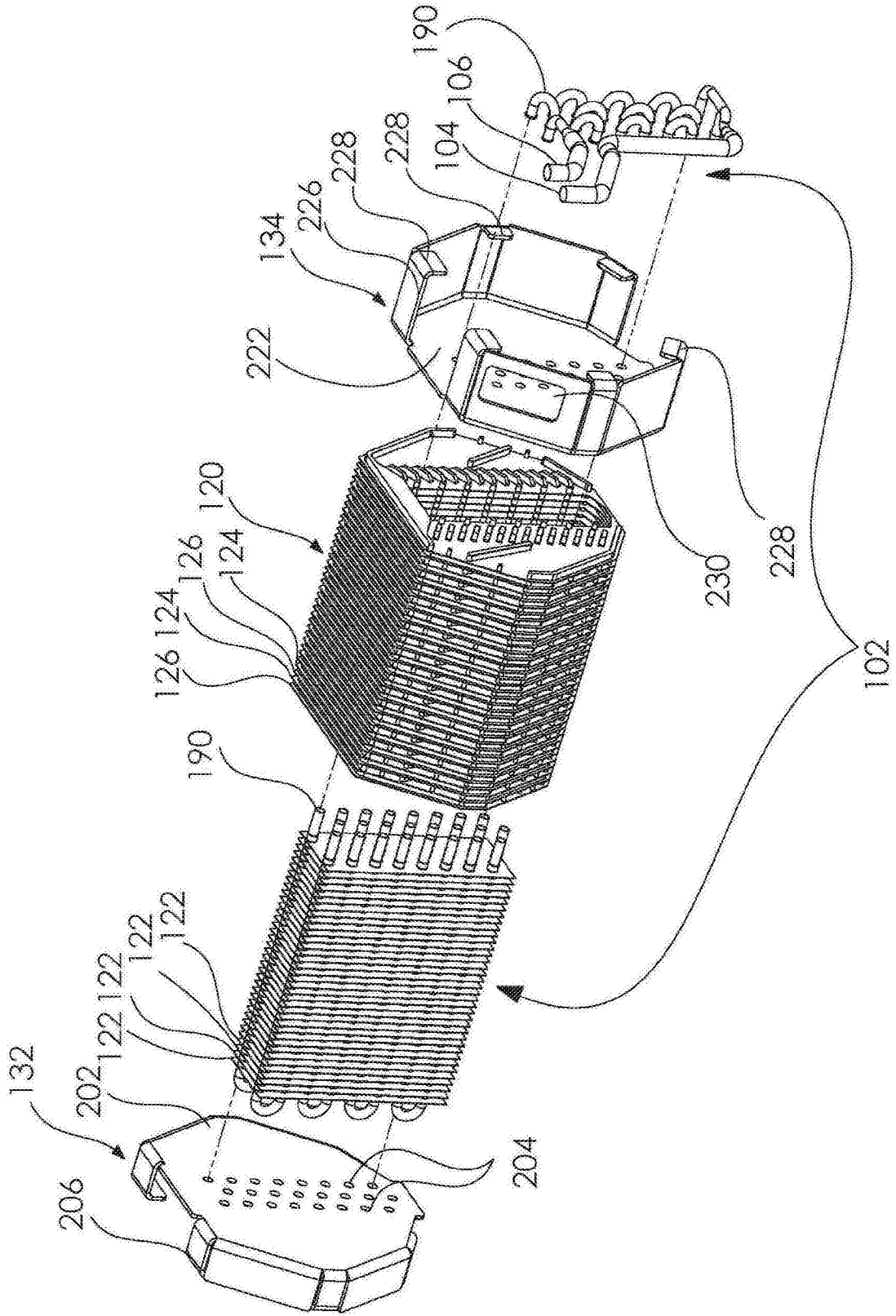


图3B

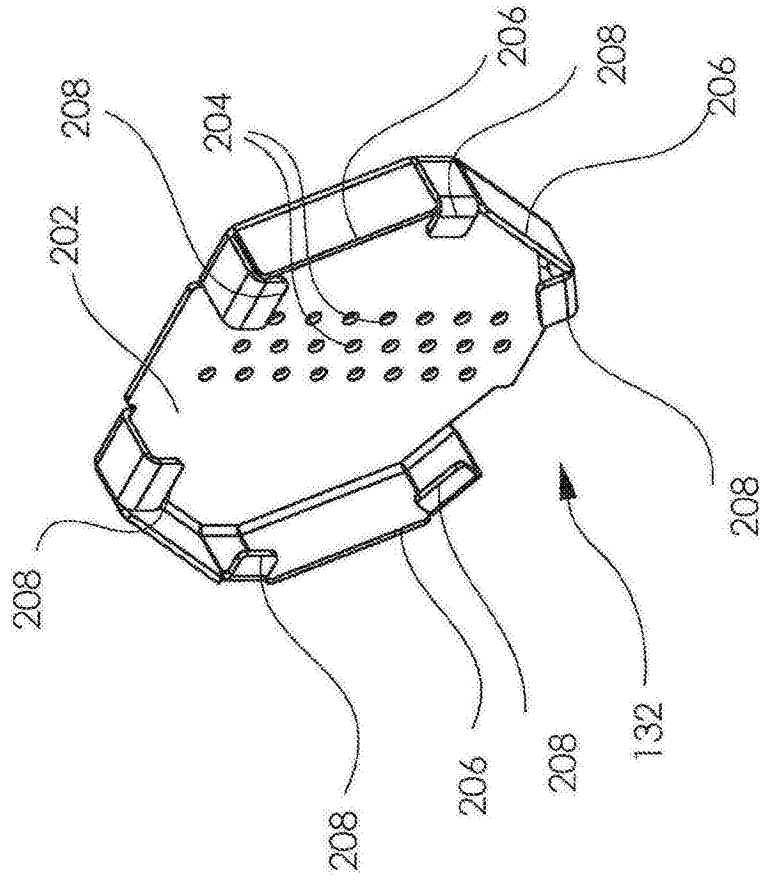


图4A

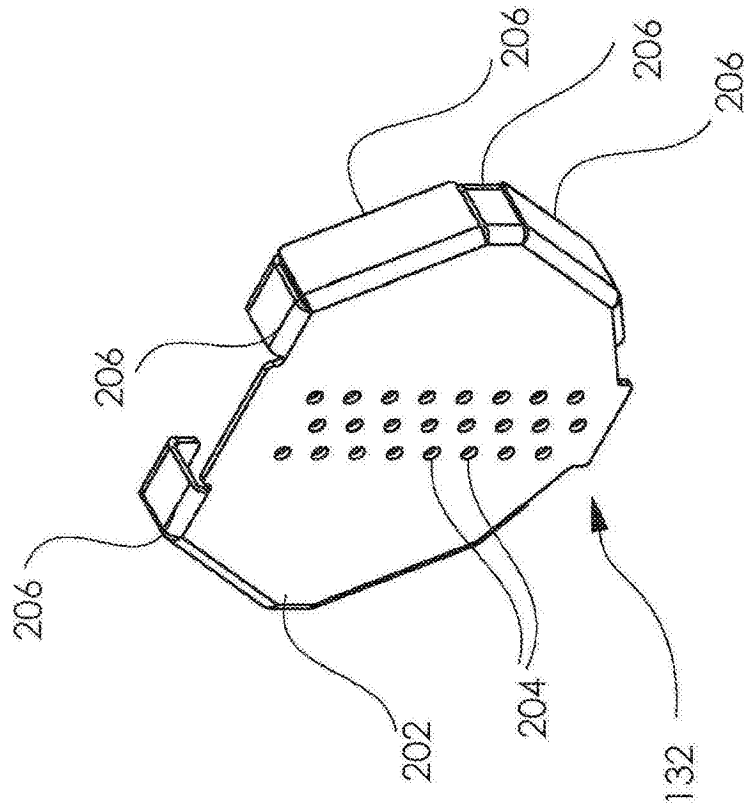


图4B

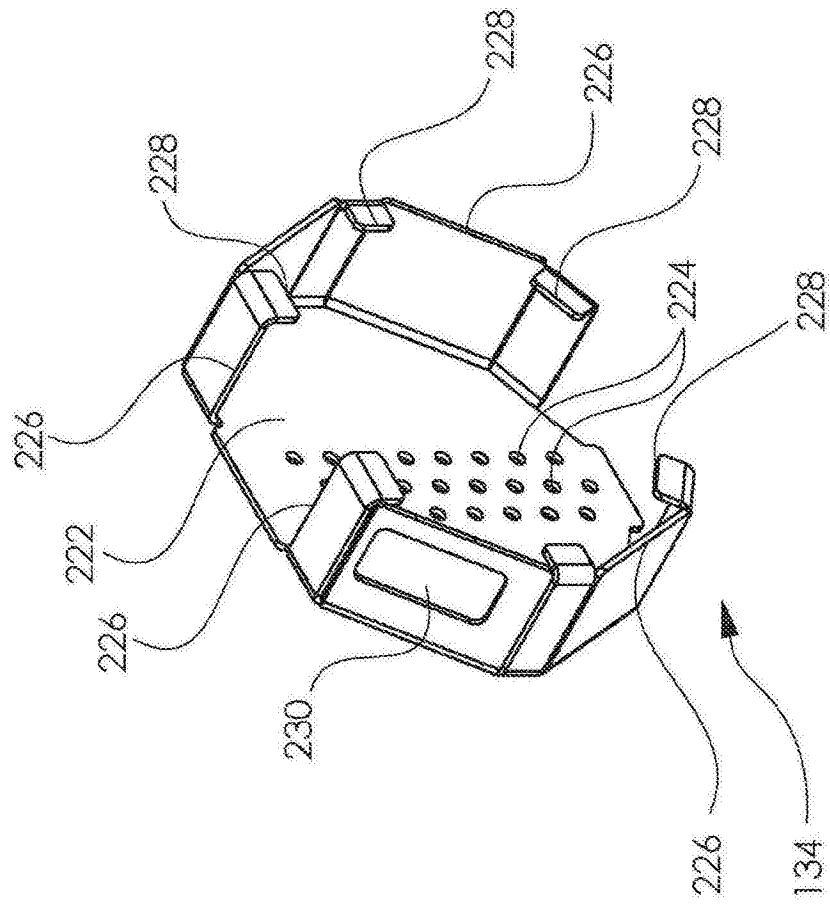


图5A

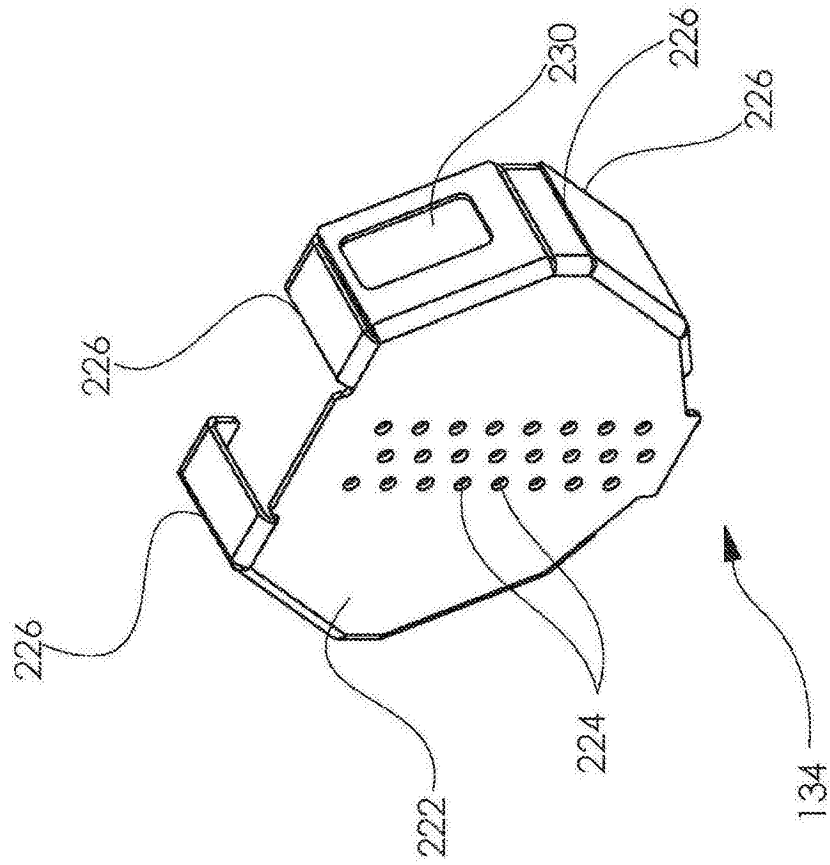


图5B

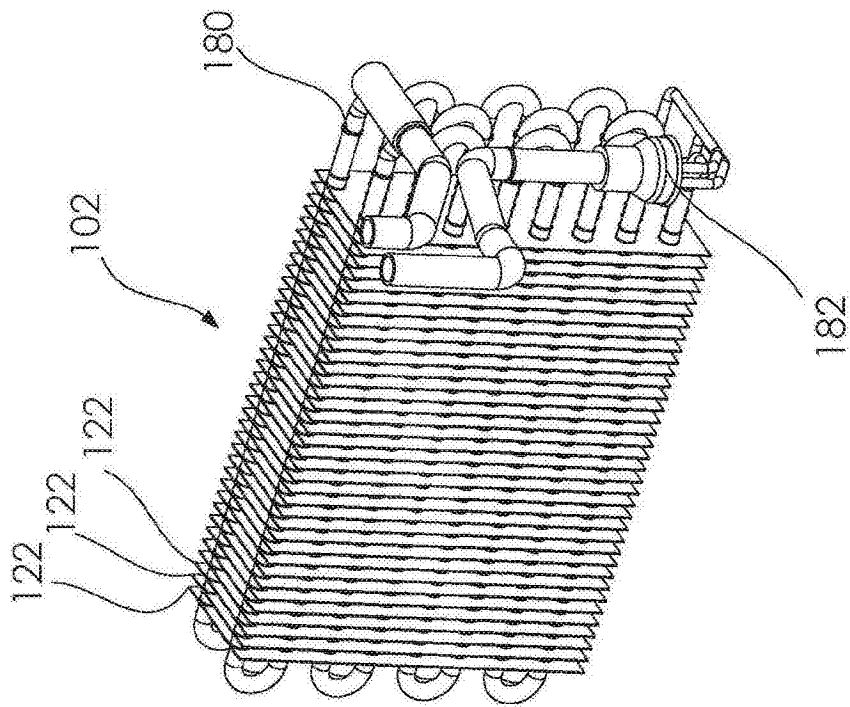


图6A

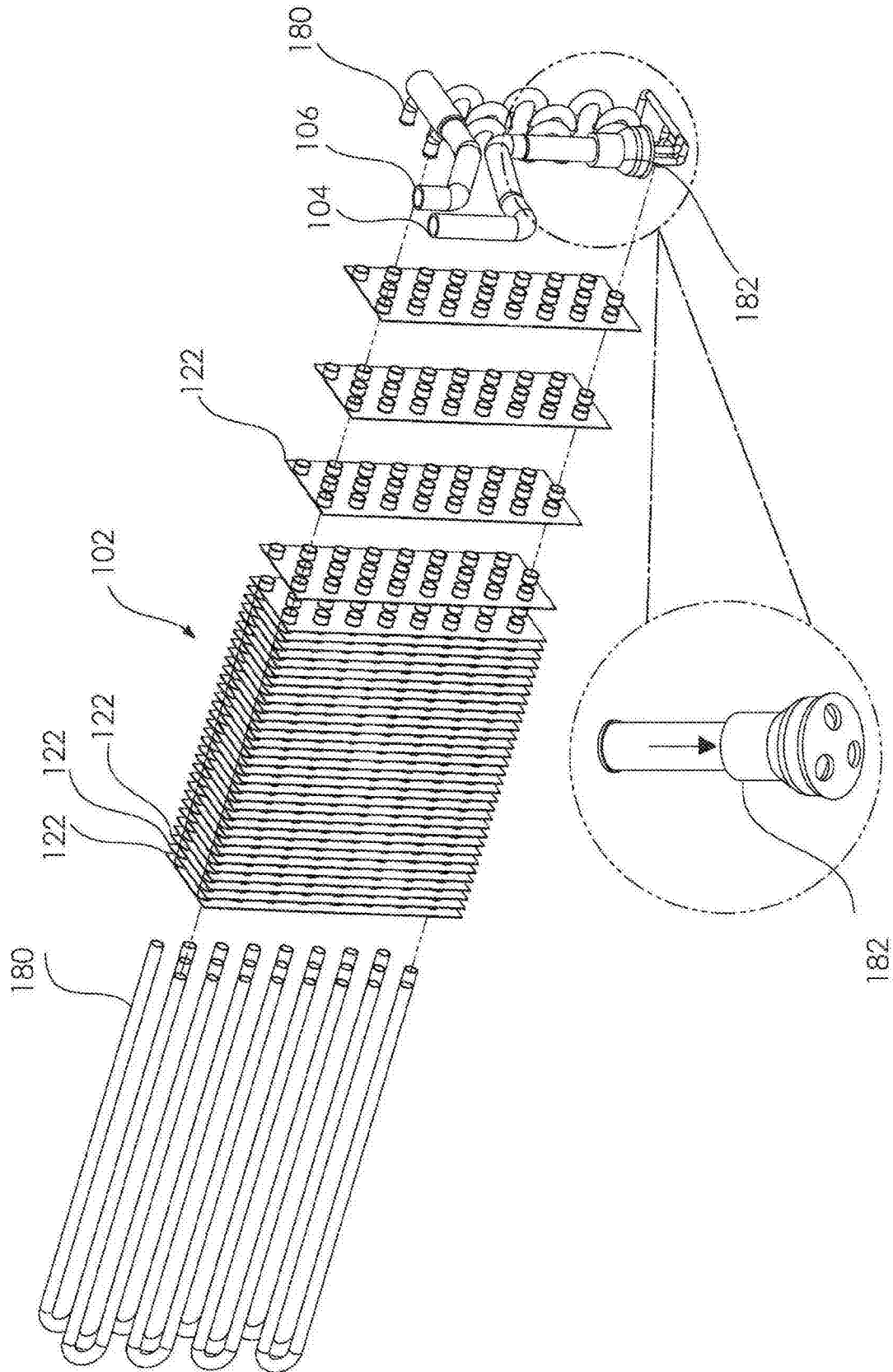


图6B

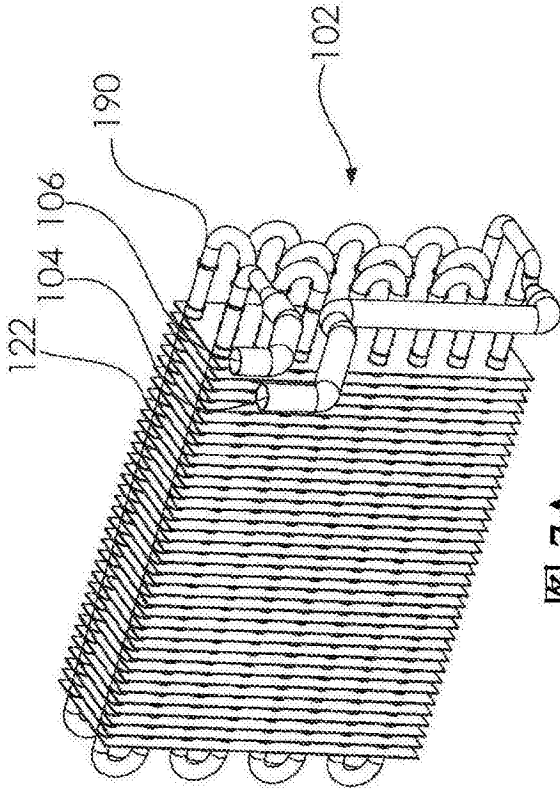


图 7A

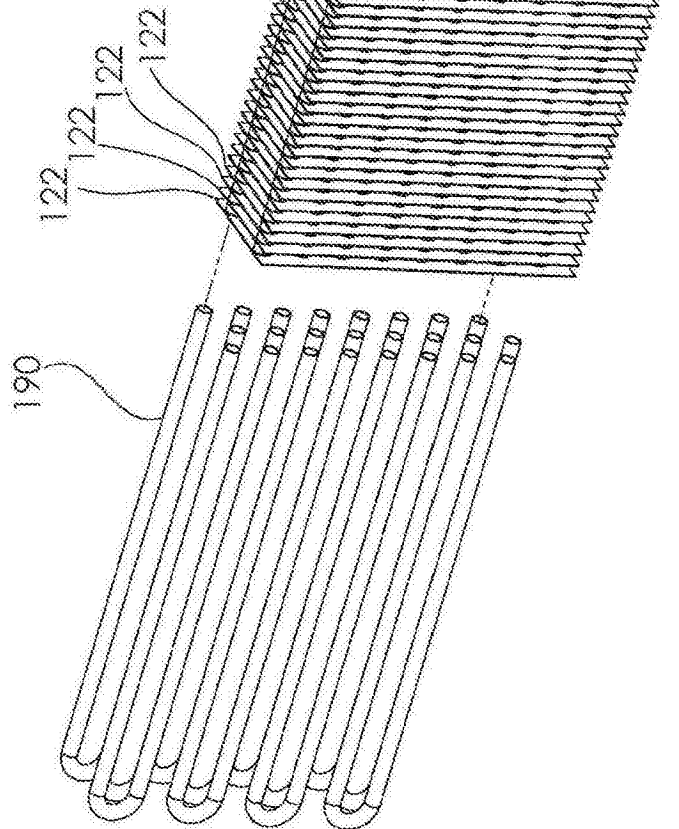
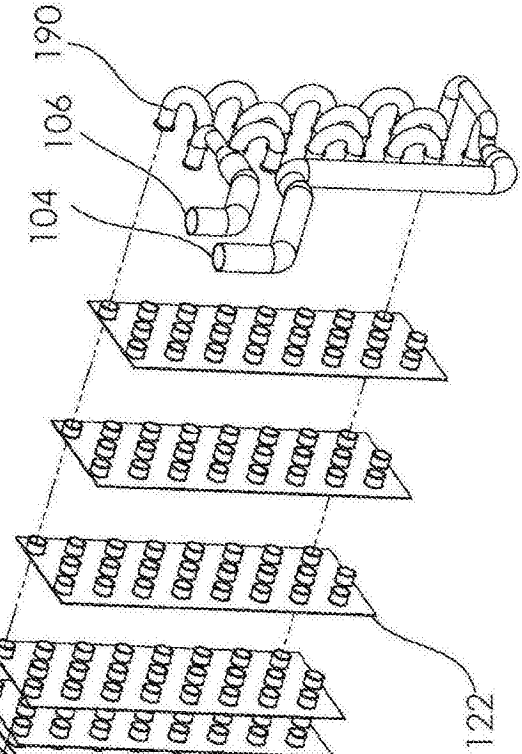


图 7B



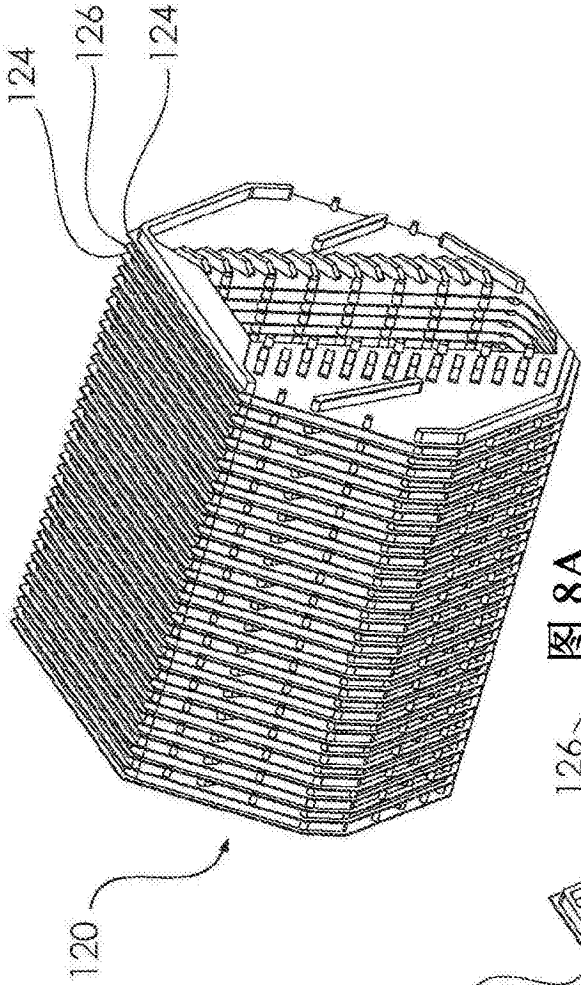


图 8A

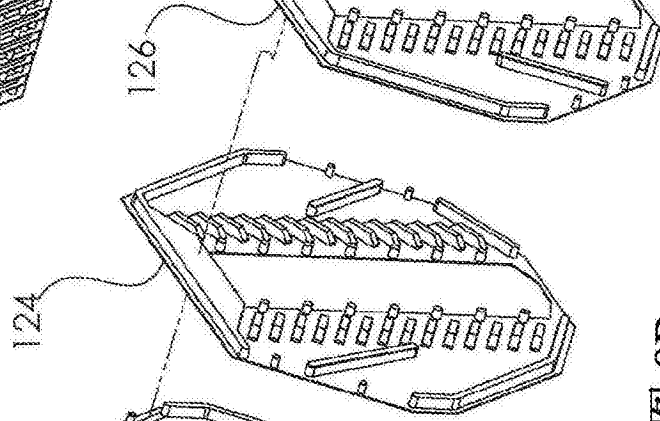
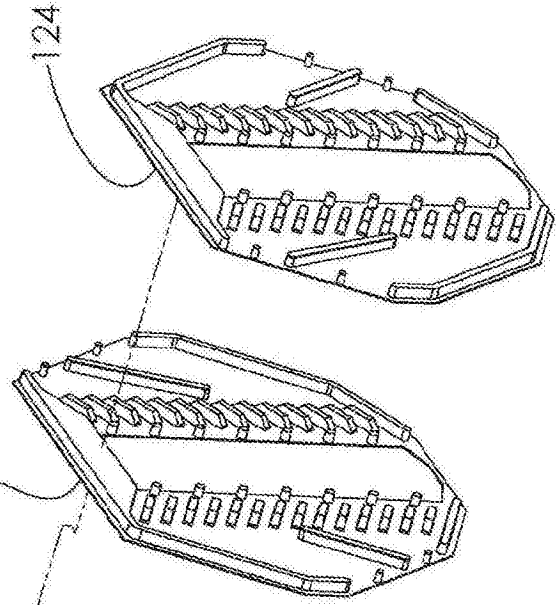
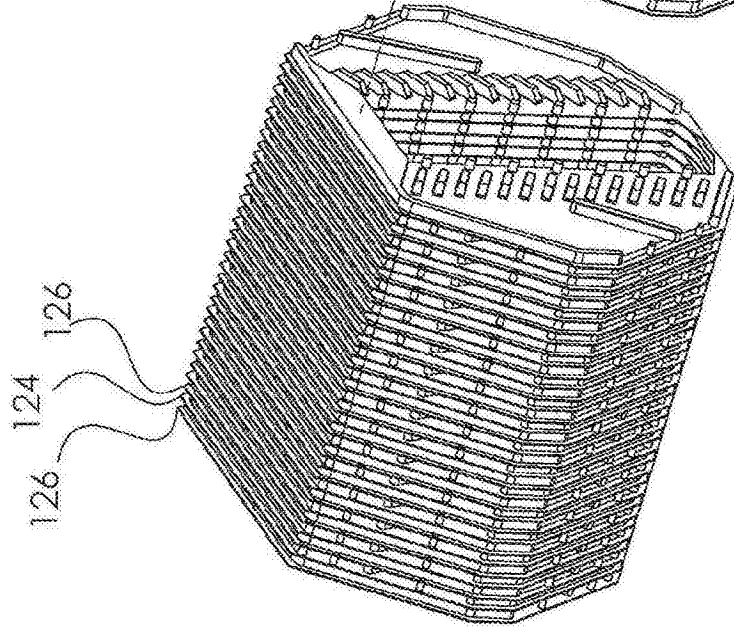


图 8B



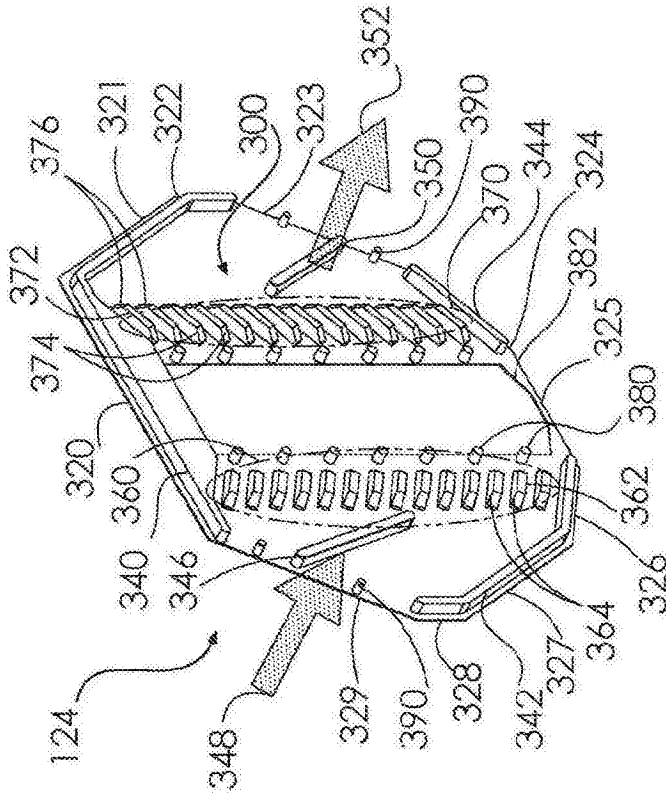


图 9B

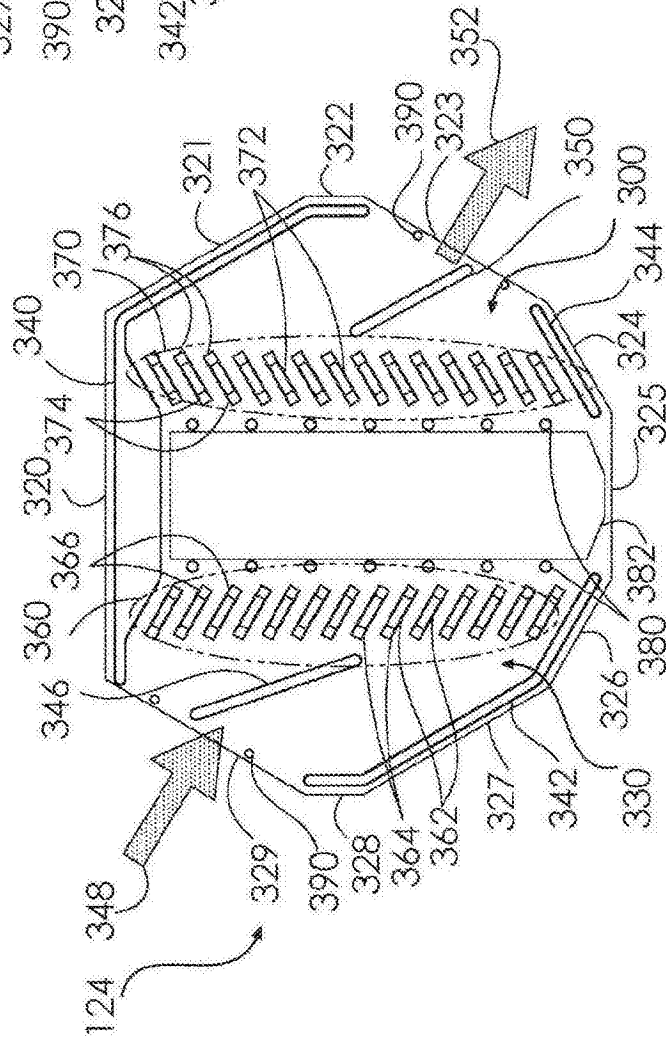


图 9A

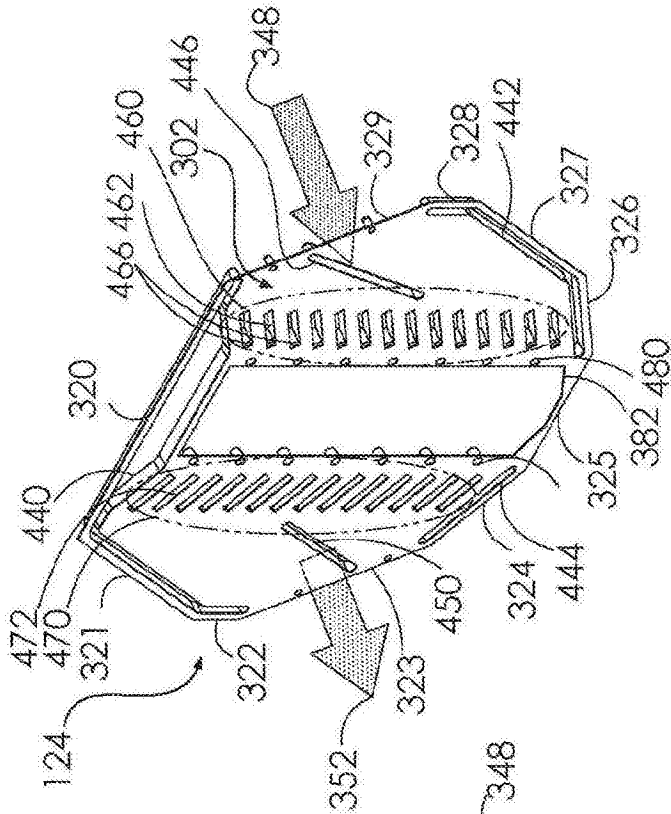


图 10B

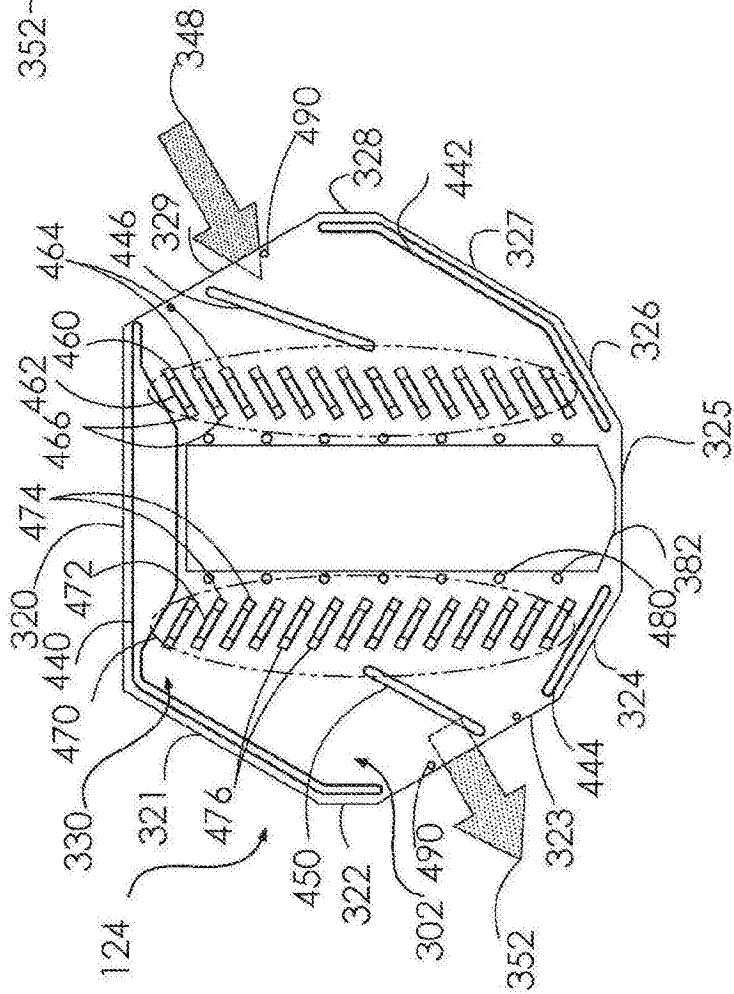


图 10A

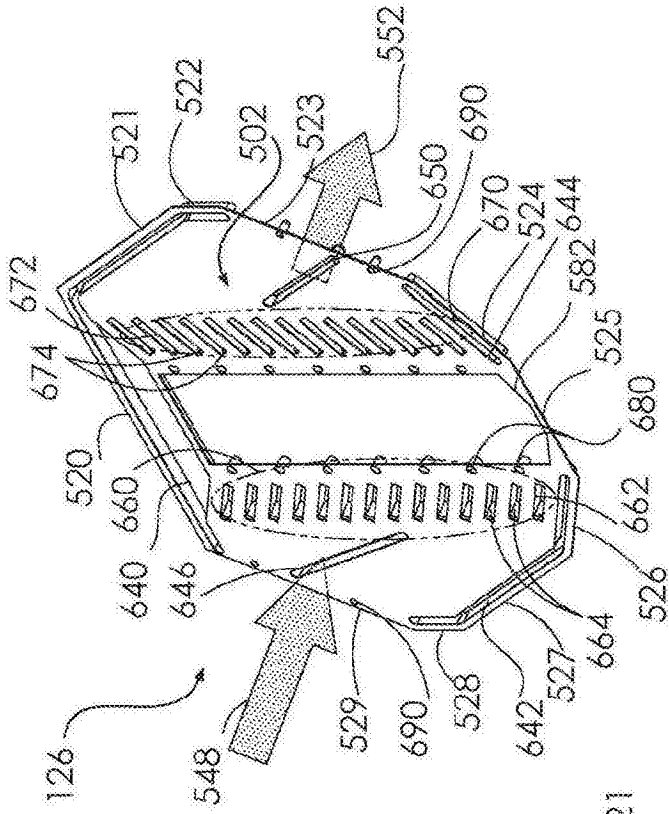


图 12A

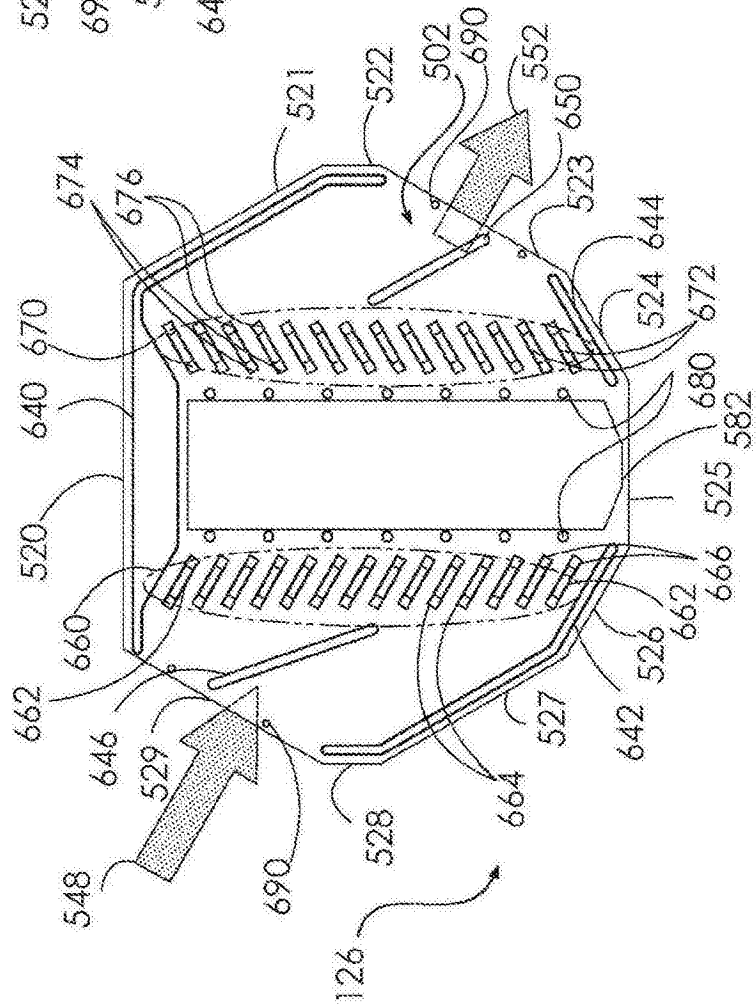


图 12B

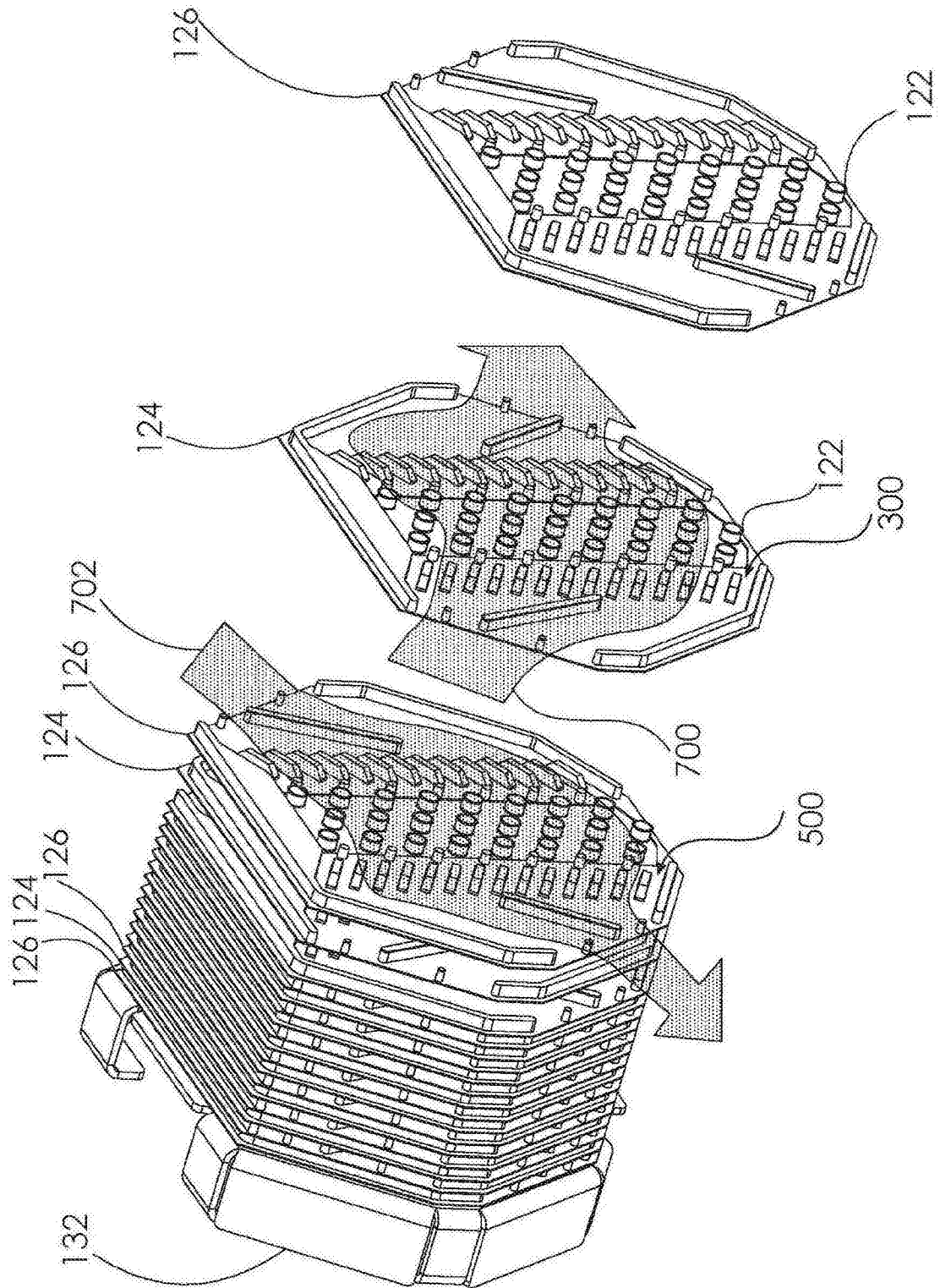


图13

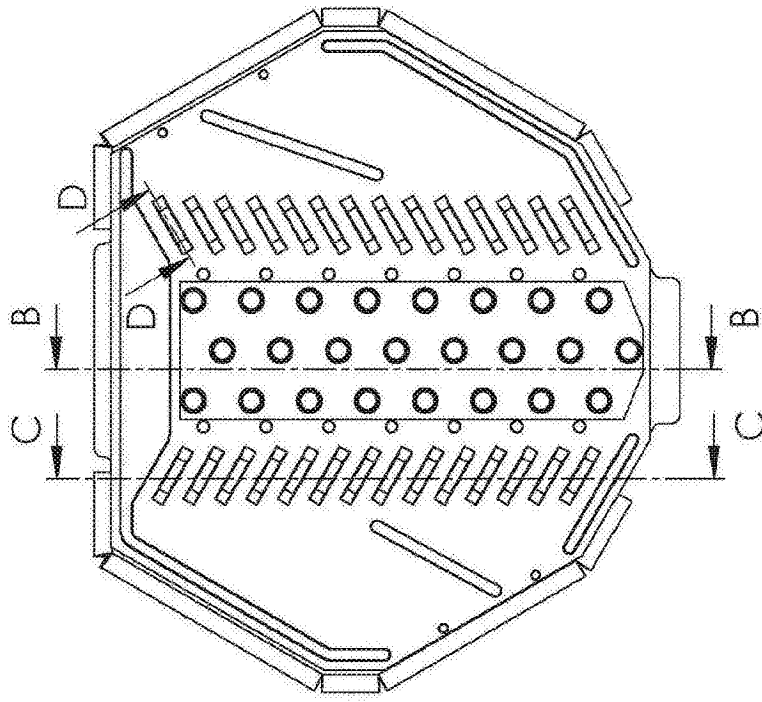


图14A

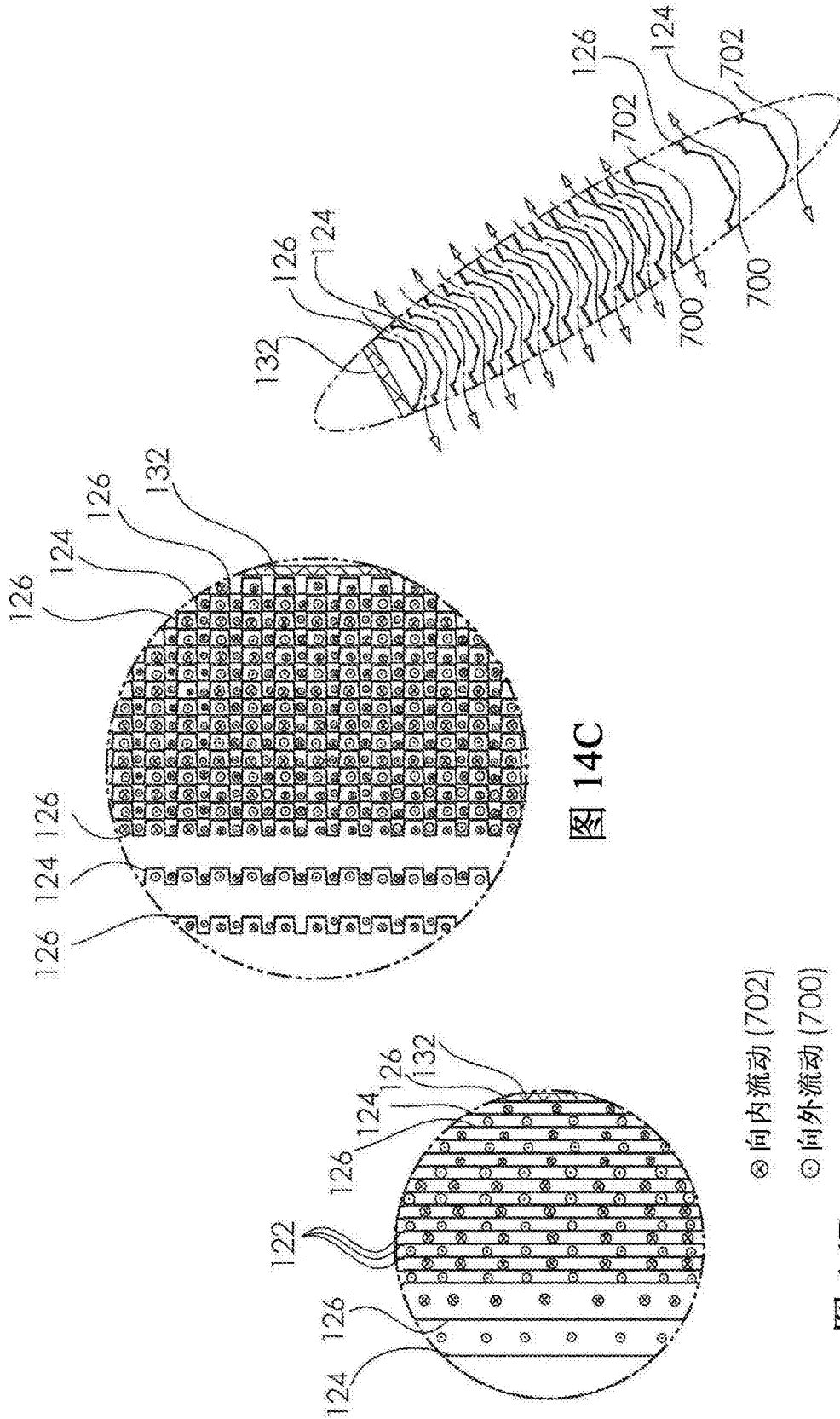


图 14C

⊗ 向内流动 (702)
⊙ 向外流动 (700)

图 14B

图 14D

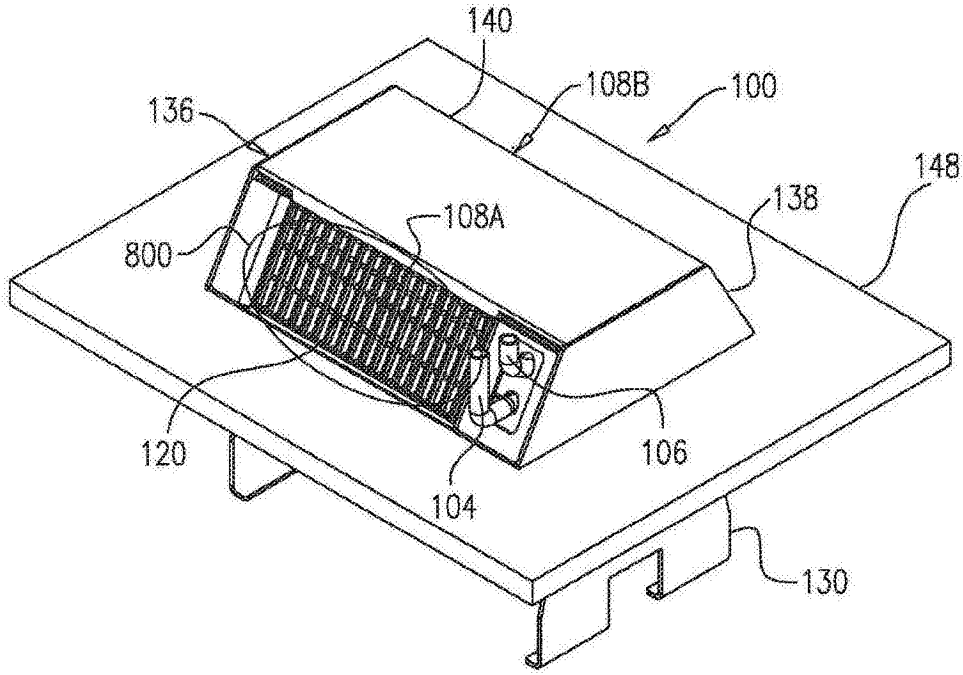


图15

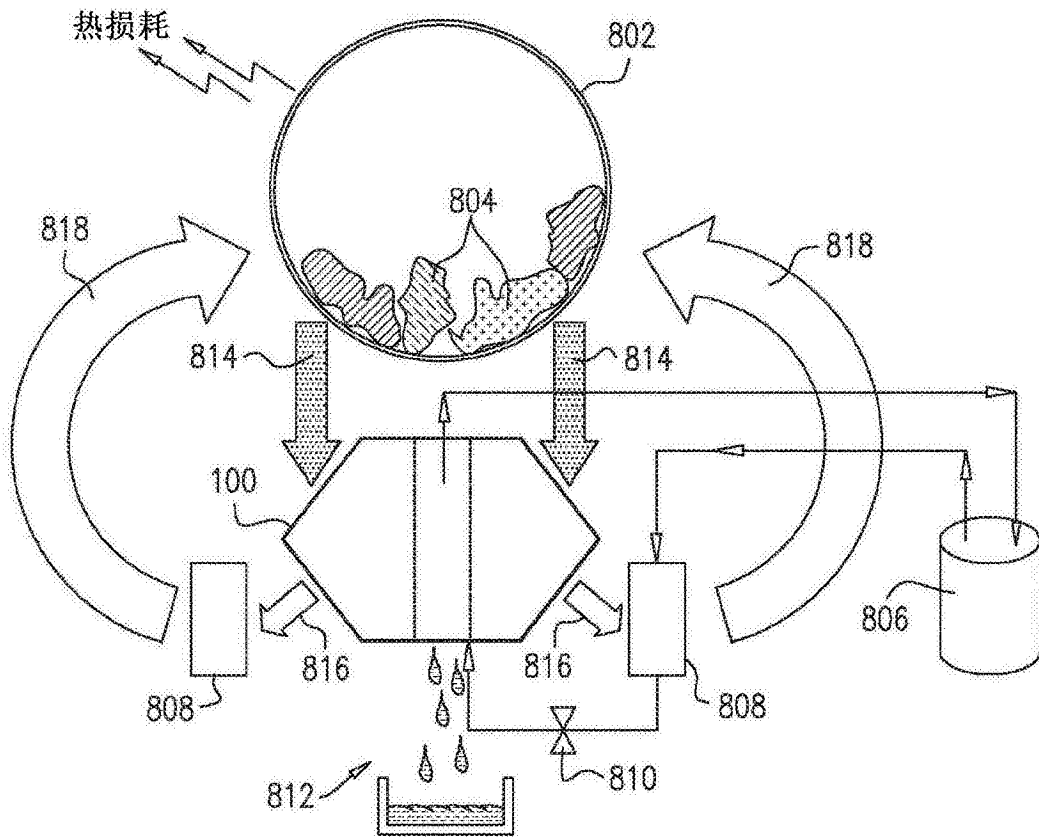


图16

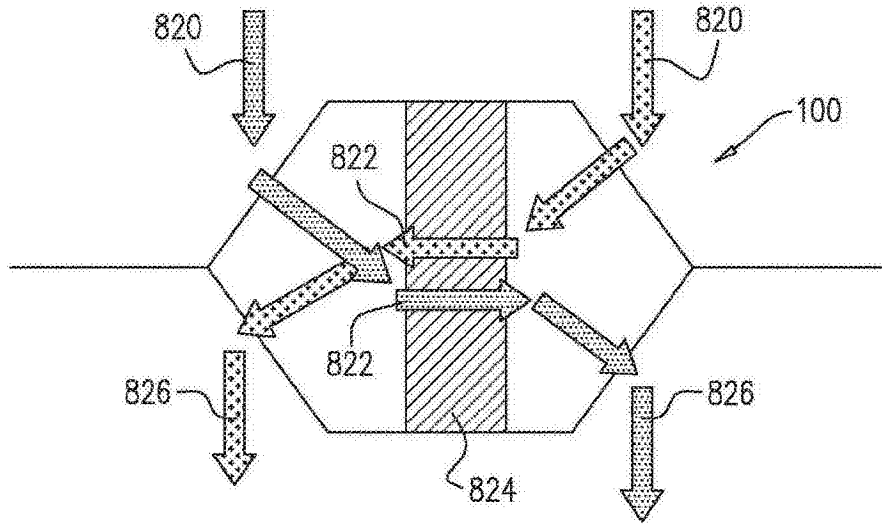


图17

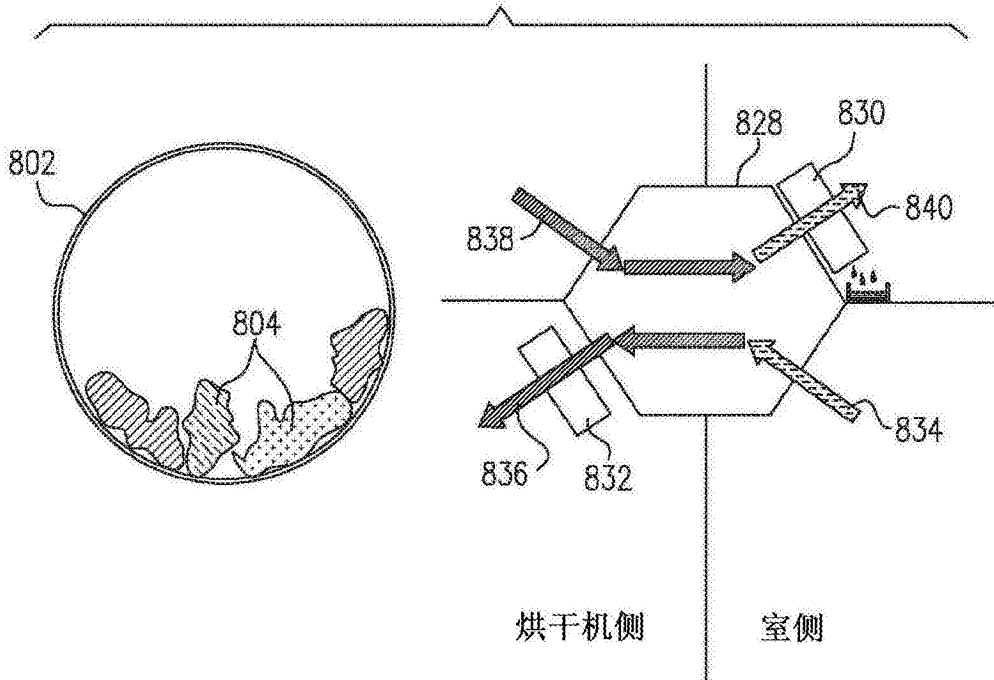


图18