



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104093295 A

(43) 申请公布日 2014. 10. 08

(21) 申请号 201410324290. 5

(22) 申请日 2014. 07. 08

(71) 申请人 中国电子科技集团公司第二十九研究所

地址 610036 四川省成都市营康西路 496 号

(72) 发明人 任川 王超

(74) 专利代理机构 西北工业大学专利中心
61204

代理人 陈星

(51) Int. Cl.

H05K 7/20(2006. 01)

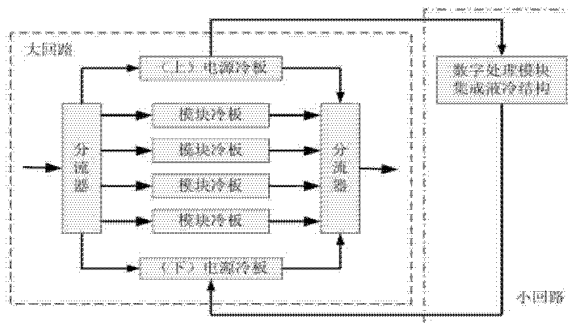
权利要求书1页 说明书4页 附图9页

(54) 发明名称

一种小型化阵列设备的液冷机架

(57) 摘要

本发明提出了一种小型化阵列设备的液冷机架,分流器通过自密封卡口液体连接器连接外部冷却液源,在分流器主流道上有向模块冷板和电源冷板分流冷却液的分流道;模块冷板通过盲插液体连接器与分流器连通;相邻模块冷板之间形成收发模块的安装空间;两个电源冷板分别固定在模块冷板整体的上方和下方;电源冷板通过自密封盲插液体连接器连接数字处理模块集成液冷结构。本发明提出的液冷机架兼具复杂流路组织、散热和承力功能,通过紧凑且巧妙的结构布局 and 流路设计,以有限的液冷资源实现了高热流密度的收发模块散热,同时兼顾多个具有差异化散热要求的功能模块的有效热管理,并实现了满足平台装载的小型化要求。



1. 一种小型化阵列设备的液冷机架,其特征在于:由若干个模块冷板、两个电源冷板、两个分流器、若干个盲插液体连接器、两个自密封盲插液体连接器、两个自密封卡口液体连接器以及导向架组成;分流器通过自密封卡口液体连接器连接外部冷却液源,前侧分流器作为冷却液入口,后侧分流器作为冷却液出口;在分流器主流道上有向模块冷板和电源冷板分流冷却液的分流道;模块冷板通过盲插液体连接器与分流器连通,且模块冷板水平放置,并与分流器通过机械连接固定;相邻模块冷板之间形成收发模块的安装空间,并通过导向架约束;两个电源冷板分别固定安装在模块冷板整体的上方和下方;电源冷板通过自密封盲插液体连接器连接数字处理模块集成液冷结构,上方电源冷板作为数字处理模块集成液冷结构的冷却液入口,下方电源冷板作为数字处理模块集成液冷结构的冷却液出口。

2. 根据权利要求1所述一种小型化阵列设备的液冷机架,其特征在于:电源冷板与分流器之间通过密封圈实现流路分离面密封。

3. 根据权利要求1所述一种小型化阵列设备的液冷机架,其特征在于:上方电源冷板内部有两类流道,一类流道用于自身电源冷却,通向后侧分流器,另一类流道通向数字处理模块集成液冷结构;下方电源冷板内部有两类流道,一类流道用于自身电源冷却,通向后侧分流器,另一类流道接受数字处理模块集成液冷结构的回流冷却液后通向后侧分流器。

4. 根据权利要求1所述一种小型化阵列设备的液冷机架,其特征在于:分流器向若干个模块冷板进行均匀分流。

5. 根据权利要求4所述一种小型化阵列设备的液冷机架,其特征在于:分流器分流流量从大到小依次是模块冷板、上方电源冷板和下方电源冷板。

6. 根据权利要求1所述一种小型化阵列设备的液冷机架,其特征在于:模块冷板和电源冷板采用U形主流道,并分为前后两级换热器。

一种小型化阵列设备的液冷机架

技术领域

[0001] 本发明设计航空电子设备的热管理和结构设计技术领域，具体为一种小型化阵列设备的液冷机架。

背景技术

[0002] 有源相控阵系统的射频前端设备（以下简称为设备）通常由收发模块、数字处理模块、电源模块、其它功能模块和液冷机架组成。设备性能的持续增强导致器件热流密度和设备总热耗散功率不断增大，因而对散热能力提出了更高要求，而且军用航空平台对设备的小型化要求更加剧了设备的散热难度。

[0003] 基于当前结构技术的解决方案有两种。其一，定制的抽屉式液冷机架可容纳全部模块并提供良好散热，模块之间通过母板和大量的射频电缆互联，更换收发模块、电源模块或数字处理模块时不需要拆解设备，维修性较好。但是，设备体积较大且互联损耗大，而且液冷机架由多层液冷板和分流器焊接而成，可制造性较差。其二，先由收发模块和液冷板组成单元体，再由单元体组成收发阵列，分流器常分置于两侧或集中于一侧，其余模块则装配于收发阵列的前后两侧。该方案中，大部分模块之间实现了盲插互联，体积较紧凑且互联损耗小。但是，只有收发模块可有效散热，而电源模块和数字处理模块常出现散热不良而性能下降或停机的状况；更换收发模块时需完全拆解设备，且液冷机架拆装后存在热调校环节，导致维修性较差。

[0004] 这两种方案都不能在有限的液冷资源和小型化的限制下同时解决高热流密度散热、设备有效热管理和维修性的问题。

发明内容

[0005] 本发明提出了一种小型化阵列设备的液冷机架，以有限的液冷资源实现了高热流密度的收发模块散热，同时兼顾多个具有差异化散热要求的功能模块（收发模块、电源模块、数字处理模块）的有效热管理，并且较好地解决了维修性问题。

[0006] 本发明的技术方案为：

[0007] 所述一种小型化阵列设备的液冷机架，其特征在于：由若干个模块冷板、两个电源冷板、两个分流器、若干个盲插液体连接器、两个自密封盲插液体连接器、两个自密封卡口液体连接器以及导向架组成；分流器通过自密封卡口液体连接器连接外部冷却液源，前侧分流器作为冷却液入口，后侧分流器作为冷却液出口；在分流器主流道上有向模块冷板和电源冷板分流冷却液的分流道；模块冷板通过盲插液体连接器与分流器连通，且模块冷板水平放置，并与分流器通过机械连接固定；相邻模块冷板之间形成收发模块的安装空间，并通过导向架约束；两个电源冷板分别固定安装在模块冷板整体的上方和下方；电源冷板通过自密封盲插液体连接器连接数字处理模块集成液冷结构，上方电源冷板作为数字处理模块集成液冷结构的冷却液入口，下方电源冷板作为数字处理模块集成液冷结构的冷却液出口。

[0008] 进一步的优选方案,所述一种小型化阵列设备的液冷机架,其特征在于:电源冷板与分流器之间通过密封圈实现流路分离面密封。

[0009] 进一步的优选方案,所述一种小型化阵列设备的液冷机架,其特征在于:上方电源冷板内部有两类流道,一类流道用于自身电源冷却,通向后侧分流器,另一类流道通向数字处理模块集成液冷结构;下方电源冷板内部有两类流道,一类流道用于自身电源冷却,通向后侧分流器,另一类流道接受数字处理模块集成液冷结构的回流冷却液后通向后侧分流器。

[0010] 进一步的优选方案,所述一种小型化阵列设备的液冷机架,其特征在于:分流器向若干个模块冷板进行均匀分流。

[0011] 进一步的优选方案,所述一种小型化阵列设备的液冷机架,其特征在于:分流器分流流量从大到小依次是模块冷板、上方电源冷板和下方电源冷板。

[0012] 进一步的优选方案,所述一种小型化阵列设备的液冷机架,其特征在于:模块冷板和电源冷板采用 U 形主流道,并分为前后两级换热器。

[0013] 有益效果

[0014] 本发明提出的液冷机架兼具复杂流路组织、散热和承力功能,通过紧凑且巧妙的结构布局和流路设计,以有限的液冷资源实现了高热流密度的收发模块散热,同时兼顾多个具有差异化散热要求的功能模块(收发模块、电源模块、数字处理模块)的有效热管理,并实现了满足平台装载的小型化要求。通过工程样机验证,收发模块功率器件的工作温度降低了约 27.8%,功率器件之间的温度一致性良好,且电源模块和数字处理模块散热良好,完全满足了设备性能和可靠性要求;通过与模块适配器配合,实现了更换收发模块时无需完全拆解设备、无需热调校环节的维修性要求,可缩短 75%的外场维修时间。

附图说明

[0015] 图 1:设备中的冷却液流动循环图;

[0016] 图 2:液冷机架的主视图;

[0017] 图 3:液冷机架的左视图;

[0018] 图 4:液冷机架的俯视图;

[0019] 图 5:液冷机架的右视图;

[0020] 图 6:分流器示意图;

[0021] 图 7:图 6 的 A-A 剖视图;

[0022] 图 8:上电源冷板示意图;

[0023] 图 9:上电源冷板 A-A 剖视图;

[0024] 图 10:下电源冷板示意图;

[0025] 图 11:下电源冷板 A-A 剖视图;

[0026] 图 12:模块冷板示意图;

[0027] 其中:1、模块冷板;2、上电源冷板;3、下电源冷板;4、分流器;5、盲插液体连接器;6、自密封盲插液体连接器;7、自密封卡口液体连接器;8、左导向架;9、右导向架;10、密封圈;11、螺栓。

具体实施方式

[0028] 下面结合具体实施例描述本发明：

[0029] 参照附图 2 ~ 附图 5, 本实施例中的小型化阵列设备的液冷机架由四个模块冷板、两个电源冷板、两个分流器、八个盲插液体连接器、两个自密封盲插液体连接器、两个自密封卡口液体连接器以及导向架组成。

[0030] 分流器通过自密封卡口液体连接器连接外部冷却液源, 前侧分流器作为冷却液入口, 后侧分流器作为冷却液出口; 在分流器主流道上有向模块冷板和电源冷板分流冷却液的分流道。以两个分流器为装配基准, 每个模块冷板通过两个盲插液体连接器同时水平连接两个分流器, 该盲插液体连接器兼具机械定位和流路分离面密封功能。相邻模块冷板之间形成收发模块的安装空间, 并通过导向架约束, 实现收发模块装入时的导向功能。两个电源冷板分别固定安装在模块冷板整体的上方和下方, 每个电源冷板与两个分流器之间分别以一个橡胶密封圈实现流路分离面密封。四个模块冷板和两个电源冷板叠放好后以 4 枚螺栓穿过模块冷板和电源冷板上对应通孔连接并紧固, 分流器与模块冷板以及电源冷板之间通过螺钉加固连接。电源冷板通过自密封盲插液体连接器连接数字处理模块集成液冷结构, 上方电源冷板作为数字处理模块集成液冷结构的冷却液入口, 下方电源冷板作为数字处理模块集成液冷结构的冷却液出口。

[0031] 该液冷机架的流路组织具有如下特点: 第一, 分流器利用空间关系和节流孔实现了四块模块冷板 (水平分流) 与两块电源冷板 (垂直分流) 之间的非均匀分流, 将较多的冷却液分配给模块冷板; 而在四块模块冷板之间则实现了均匀分流, 保证了全阵列的功率器件具有良好的温度一致性。第二, 数字处理模块集成液冷结构位于设备远端, 受较小的截面积限制, 只能通过电源冷板接入流体回路。此液冷机架成功解决了集成液冷结构、上方电源冷板和下方电源冷板之间流动和换热紧密耦合的问题, 保证了远端模块的有效散热, 以及小回路与大回路之间的流阻匹配。

[0032] 液冷机架中冷却液流动循环如下: (1) 冷却液通过前侧分流器实现在水平方向上向模块冷板、以及在垂直方向上向电源冷板的一分六分流, 分流流量从大到小依次是模块冷板、上方电源冷板和下方电源冷板, 而模块冷板之间均匀分流。(2) 四路冷却液各自独立流过模块冷板并与热源换热后, 回到后端分流器进口处; 一路冷却液进入上方电源冷板, 上方电源冷板内部有两类流道, 一类流道用于自身电源冷却, 冷却液流过热源下方并与热源换热后回到后端分流器进口处, 另一类流道用于冷却液通向远端的数字处理模块集成液冷结构; 一路冷却液流过下方电源冷板并与热源换热。(3) 自上方电源冷板引出的冷却液完成水平—垂直转向后流过集成液冷结构, 并与数字处理模块和邻近的功能模块换热, 然后完成垂直—水平转向后回流到下方电源冷板, 构成小回路。(4) 下方电源冷板内部有两类流道, 一类流道用于自身电源冷却, 通向后侧分流器, 另一类流道接受数字处理模块集成液冷结构的回流冷却液后通向后侧分流器。小回路冷却液通过下方电源冷板分流道与其内部一路冷却液汇合后回到后端分流器进口处; 所有六路冷却液由后端分流器汇流后流出液冷机架。液冷机架内的冷却液流动构成大回路。

[0033] 模块冷板和电源冷板均应用 U 形主流道和前后两级换热器的设计。其中, 模块冷板设计了两级大高宽比通道的换热器以实现高热流密度、较大功率的功率器件的有效冷却; 电源冷板则设计了非对称的、具有不同高宽比通道的前后级换热器, 除有效冷却电源模

块外,还实现了主流道和分流道的流阻匹配。

[0034] 本实施例中,模块冷板最大外形轮廓 $122\text{mm} \times 21\text{mm} \times 110\text{mm}$ (宽度 \times 高度 \times 长度),冷板高度 10mm ;电源冷板最大外形轮廓 $150\text{mm} \times 33\text{mm} \times 110\text{mm}$ (宽度 \times 高度 \times 长度),冷板高度 10mm ;分流器最大外形轮廓 $56\text{mm} \times 87\text{mm} \times 42\text{mm}$ (宽度 \times 高度 \times 长度);盲插液体连接器 $\Phi 8\text{mm} \times 16\text{mm}$ (外径 \times 长度);自密封盲插液体连接器 $\Phi 11\text{mm} \times 23\text{mm}$ (外径 \times 长度);自密封卡口液体连接器 $\Phi 19\text{mm} \times 38.7\text{mm}$ (外径 \times 长度),法兰盘 $27.6\text{mm} \times 27.6\text{mm}$ 。完成组装的液冷机架最大外形轮廓 $178\text{mm} \times 150\text{mm} \times 160.9\text{mm}$ (宽度 \times 高度 \times 长度),主体截面积 $150\text{mm} \times 150\text{mm}$,可实现设备最大外形轮廓 $178\text{mm} \times 150\text{mm} \times 270.9\text{mm}$ (宽度 \times 高度 \times 长度),满足截面积仅为 $200\text{mm} \times 240\text{mm}$ 的小型平台的应用要求。

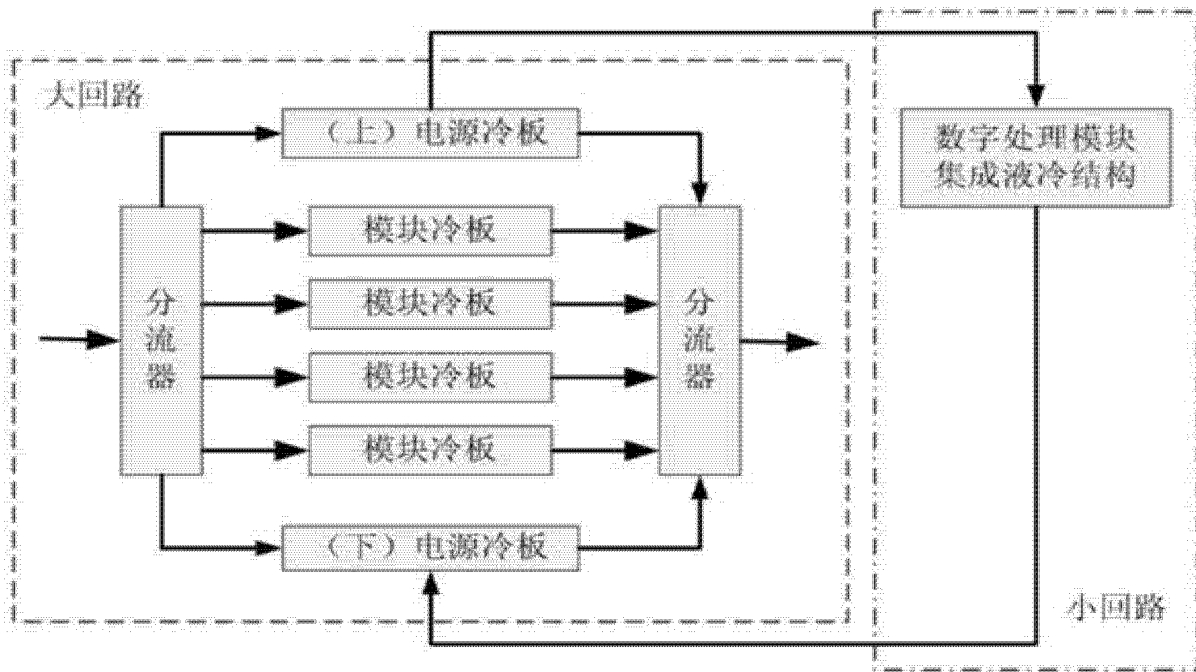


图 1

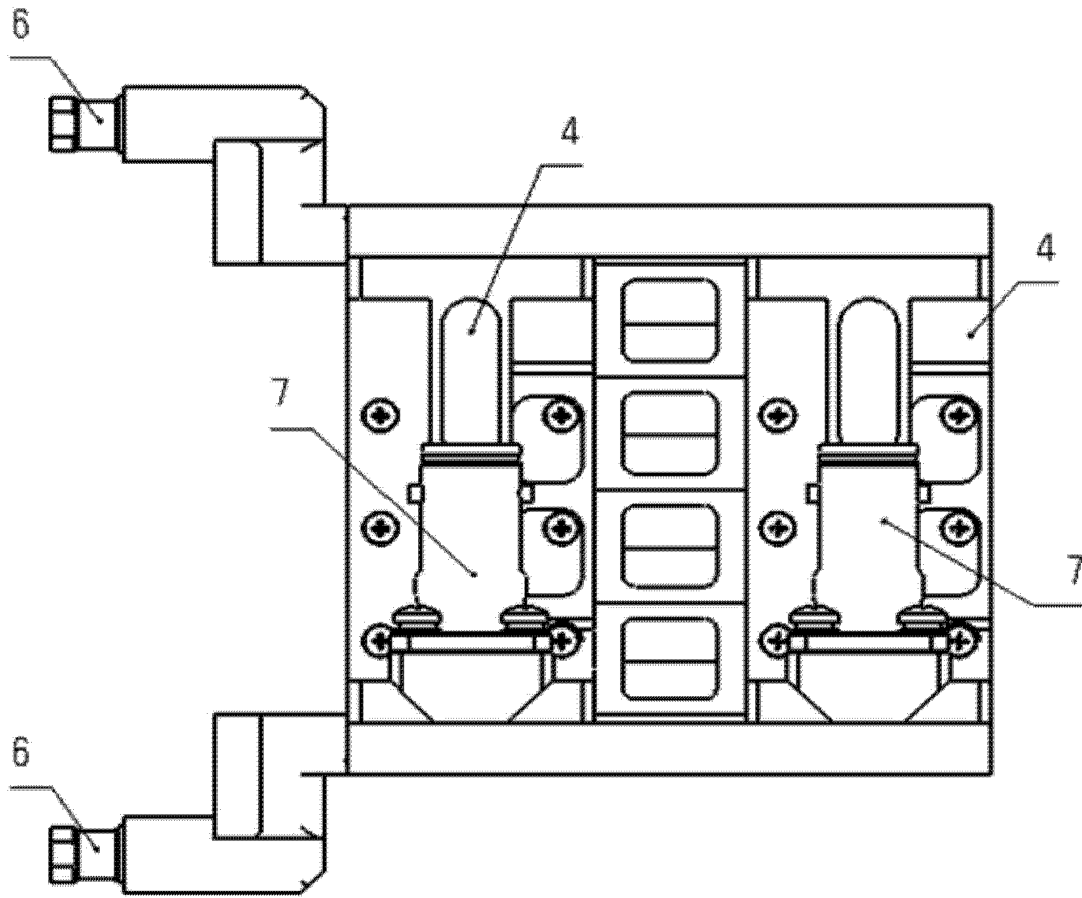


图 2

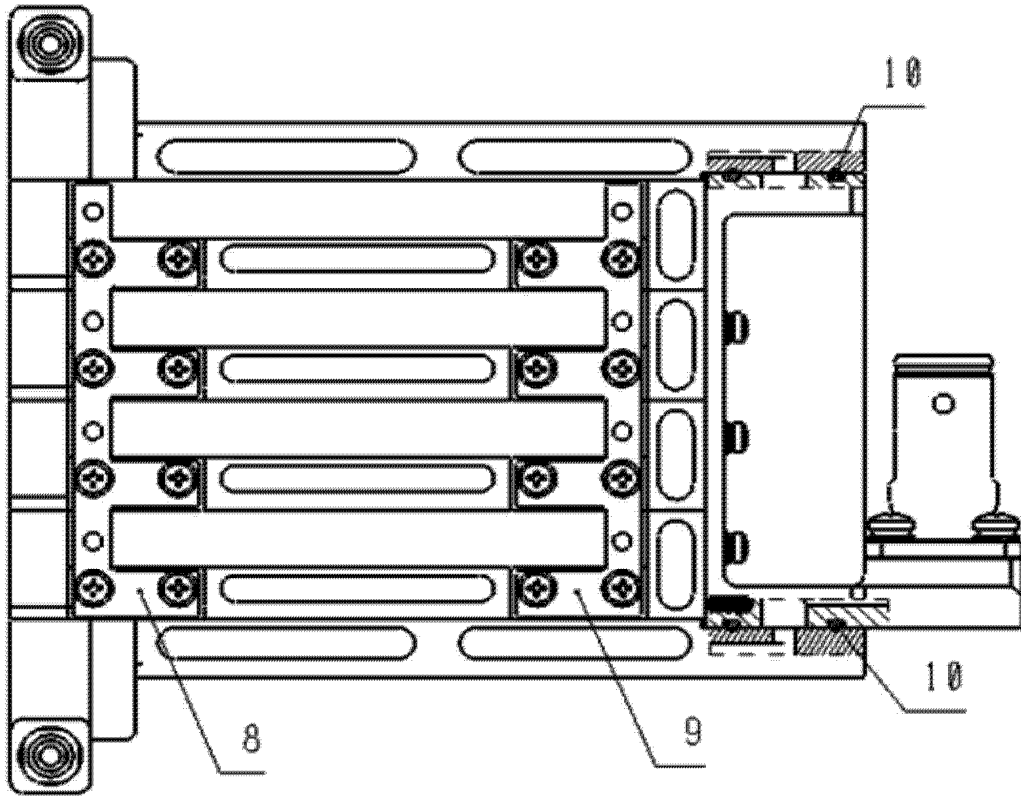


图 3

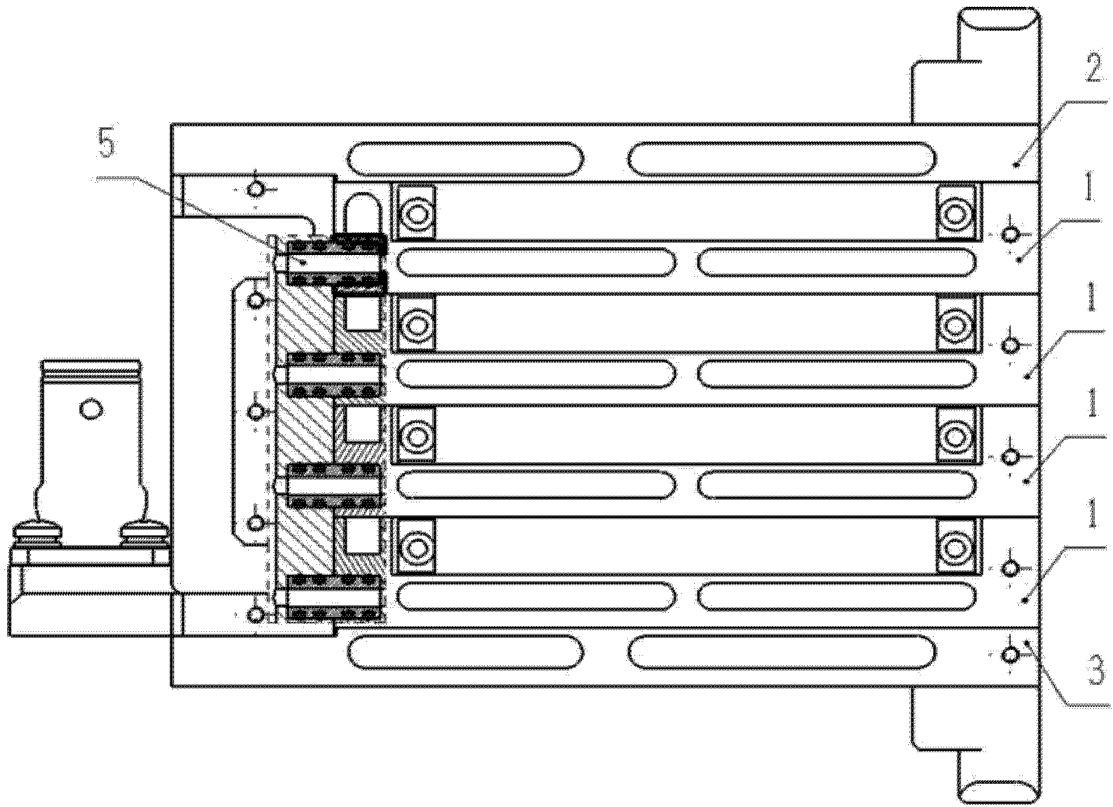


图 4

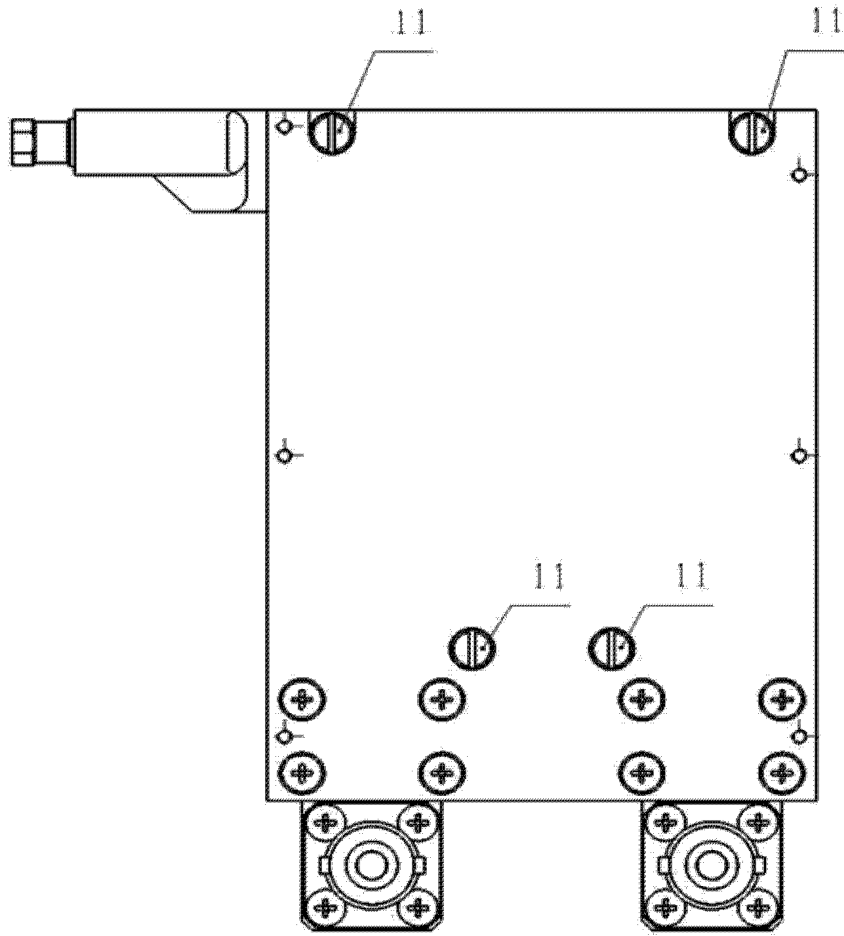


图 5

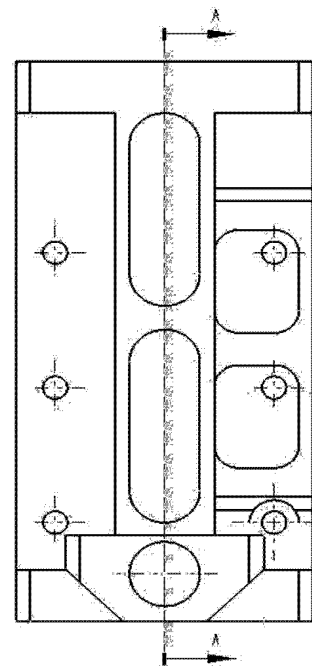


图 6

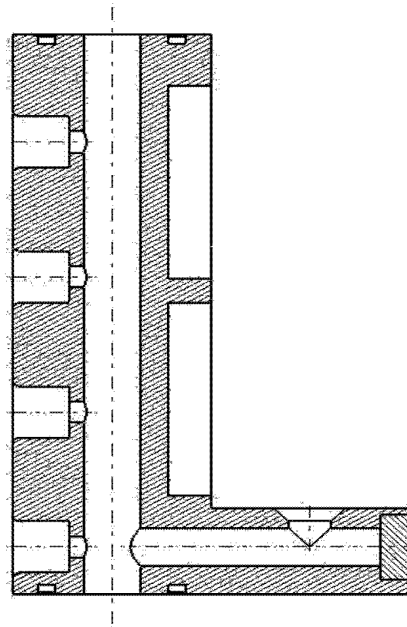


图 7

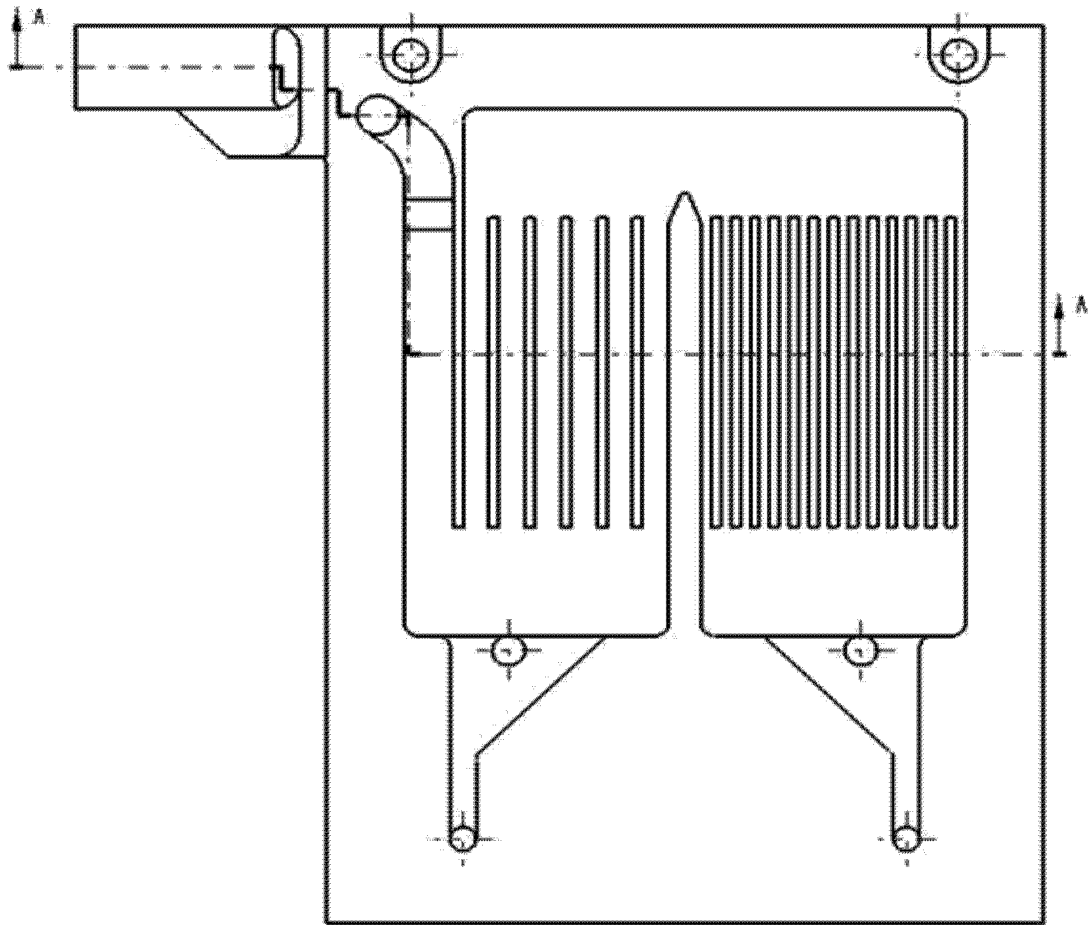


图 8

A-A

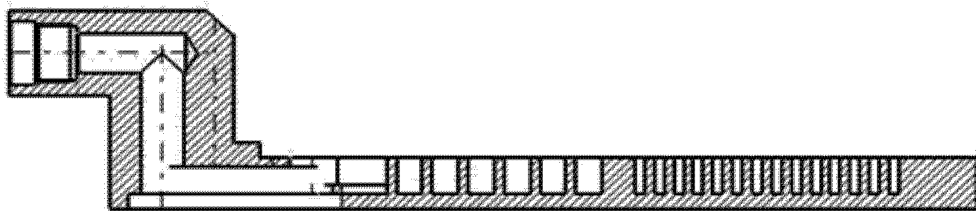


图 9

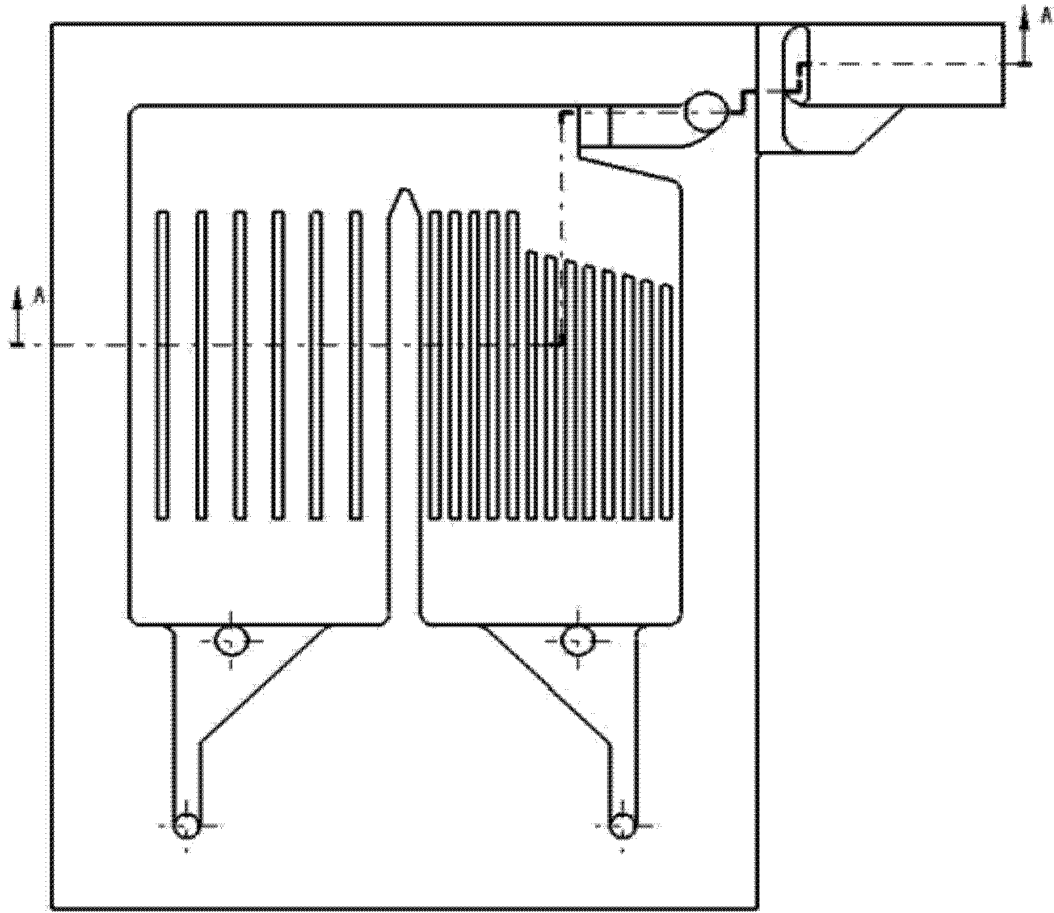


图 10

A-A

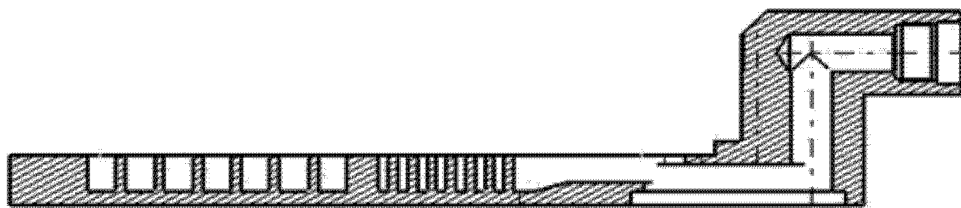


图 11

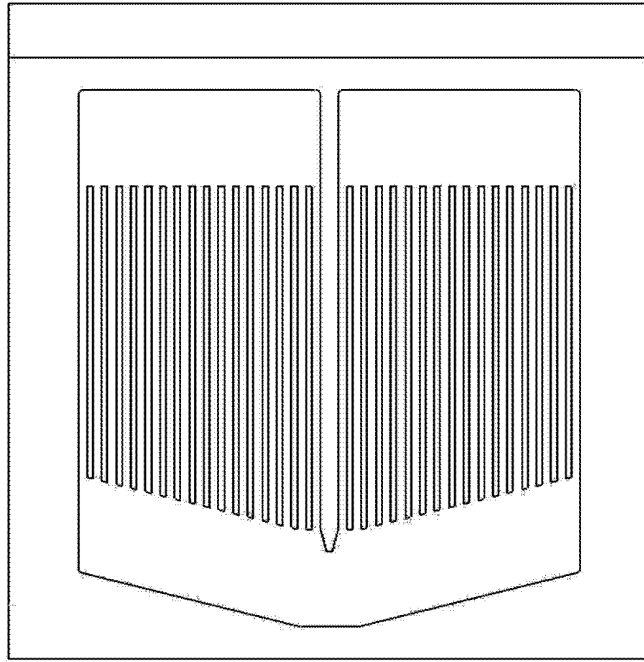


图 12