



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103493272 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 01

(21) 申请号 201280020739. 8

代理人 余刚 李静

(22) 申请日 2012. 04. 26

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H01M 8/04 (2006. 01)

1153607 2011. 04. 27 FR

H01M 8/10 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H01M 8/02 (2006. 01)

2013. 10. 28

H01M 8/24 (2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2012/057620 2012. 04. 26

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/146646 FR 2012. 11. 01

(71) 申请人 法国原子能及替代能源委员会

地址 法国巴黎

(72) 发明人 德尔菲娜·德鲁奥特

皮埃尔·尼弗隆

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

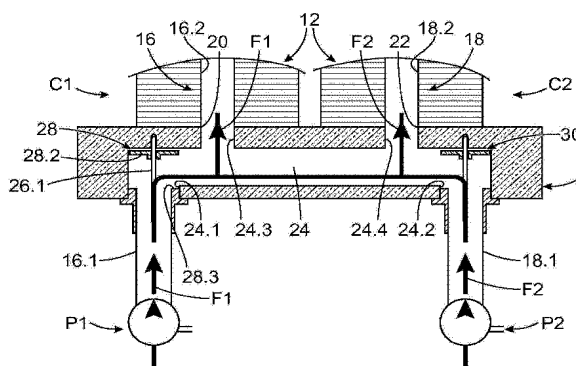
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

整体尺寸减小的燃料电池

(57) 摘要

本发明涉及一种燃料电池，该燃料电池包括：电化学电池的两个堆(C1、C2)；由用于使冷却剂在堆内循环的回路(16、18)组成的热管理系统(12)，电化学电池的每个堆受到由第一端板(2)和第二端板(4)施加的夹持力，第一端板由两个堆共用，每个堆(C1、C2)均包括：用于使冷却剂循环的至少一个通道；设置成用于使冷却剂在通道中循环的两个泵(P1、P2)；以及形成于共用端板(2)中的室(24)，这两个泵(P1、P2)和延伸穿过堆的通道连接至所述室。阀(28、30)设置在每个泵(P1、P2)与室(24)之间，所述阀与泵(P1、P2)的连通在不存在来自所述泵(P1、P2)的冷却剂的情况下被切断。



1. 一种燃料电池,包括:电化学电池的至少两个堆(C1、C2);由所述堆中的冷却剂循环回路(16、18)组成的热管理系统(12);以及用于对电池供应反应气体的系统,电化学电池的每个堆受第一端板(2)和第二端板(4)挤压,所述第一端板由所述两个堆共用,共用端板(2)沿着所述冷却剂的循环方向位于所述电化学电池的上游侧,

所述热管理系统包括:

- 处于每个堆(C1、C2)中的至少一个冷却剂循环通道,
- 用于使所述冷却剂在所述通道中循环的至少两个泵(P1、P2),
- 形成于所述共用端板(2)中的室(24),所述至少两个泵(P1、P2)以及穿过所述堆(C1、C2)的所述通道(16.2、18.2)连接至所述室,所述室介于所述泵(P1、P2)与穿过所述堆的所述通道(16.2、18.2)之间,以及
- 中断每个泵(P1、P2)与所述室(24)之间的连通的装置(26),与泵(P1、P2)的连通在不存在来自该泵(P1、P2)的冷却剂流的情况下被中断。

2. 一种燃料电池,包括:电化学电池的堆(C),以及在所述电化学电池上施加挤压力的第一端板和第二端板(102);由用于使冷却剂在所述堆中循环的系统形成的热管理系统;以及用于对所述堆供应反应气体的系统,所述第一端板(102)沿着所述冷却剂的循环方向位于所述电池的上游侧,

所述热管理系统包括:

- 穿过所述堆(C)的至少两个通道(116、118),
- 至少两个冷却剂循环泵(P101、P102),
- 形成于所述第一端板(102)中且连接至穿过所述堆的通道(116、118)的输入端并连接至所述泵(P101、P102)的室(124),所述室(124)介于所述通道(116、118)与所述泵(P101、P102)之间,以及
- 中断每个泵(P101、P102)与所述室(P124)之间的连通的装置(126),与泵的连通在不存在来自该泵的冷却剂流的情况下被中断。

3. 根据权利要求1或2所述的燃料电池,其中,所述中断装置(26、126)由用于每个泵的阀(28、30)形成,每个阀均包括关闭器(28.1),所述关闭器将在不存在冷却剂流的情况下与阀座(28.3)抵靠地接触,所述阀座由所述室(24、124)与泵(P1、P2、P101、P102)之间的连接孔的轮廓形成。

4. 根据权利要求3所述的燃料电池,其中,所述阀(28、30)包括固定至所述关闭器(28.1)且垂直于所述关闭器的引导杆(28.2)。

5. 根据权利要求3或4所述的燃料电池,其中,每个阀(28、30)均包括与所述阀座抵靠地接触的所述关闭器的弹性回复装置。

6. 根据权利要求1至5中的一项所述的燃料电池,包括用于使每个泵独立于其余的一个泵或其余的多个泵而停止的装置。

7. 根据权利要求1至6中的一项所述的燃料电池,包括控制所述泵的装置,投入运行的泵的数量基于从所述电池所需的运行功率。

8. 根据权利要求1至7中的一项所述的燃料电池,包括质子交换膜类型的电化学电池。

## 整体尺寸减小的燃料电池

[0001] 技术领域和现有技术

[0002] 本发明涉及一种整体尺寸减小的燃料电池。

[0003] 燃料电池通过可燃气体(对于质子交换膜燃料电池(PEMFC, Proton Exchange Membrane Fuel Cell)类型的电池的情况,可燃气体例如为氢气)及气体氧化燃料(例如空气或氧气)提供功率,以产生电力。燃料电池的运行的另一种效果是产生热能。

[0004] 燃料电池包括电化学电池的一个或多个堆(stack),并且每个电池均包括阳极和阴极。电池通过由连接杆连接的端板而保持彼此接触。

[0005] 提供回路以对电池供应反应气体。

[0006] 此外,电池的电化学效率依赖于电池内的温度,并且这是因为所使用的材料的性质导致的。运行温度通常低于 80°C,以便实现最佳的电化学效率。通过堆内的冷却剂的循环来实现冷却,其中冷却剂自身在电池外部被冷却。泵使得冷却剂流特别地在堆内循环并且通常地在回路中进行循环。泵的尺寸依据待排出的热能并且还依据回路内的压力损失来形成。

[0007] 对于具有几十千瓦量级的高电功率电池而言,形成连接的双极板的多个堆,其通过使电池在接近 0.7V/ 电池的运行点下运行来优化电池的效率。具有多个堆的该构造还可限制在分布冷却剂和反应流体时的总高度和压力损失。

[0008] 在其中电池包括多个堆的情况下,每个堆中的冷却回路并行地提供,并且冷却剂通过泵而在不同冷却回路中循环。

[0009] 因此,该泵被选择成功率足够大,以使冷却剂在所有堆中循环,从而从所有堆抽取热。因此,对于具有大量电化学电池的高功率电池的情况,泵相对大,然而通常的目的是为了减小燃料电池的尺寸,特别是在机载(onboard)应用的情况下。此外,如果该泵出现故障,则不可能再在任何堆中进行冷却。

### 发明内容

[0010] 因此,本发明的一个目的是提供一种燃料电池,其中与根据现有技术的燃料电池相比,热交换系统是可靠且紧凑的。

[0011] 对于具有多个堆的电池的情况,上述目的通过包括多个堆以及至少一个热管理回路的燃料电池来实现,所述多个堆压缩在两个端板之间,其中端板中的至少一个由两个堆共用。该回路包括穿过每个堆的通道。每个通道连接至形成于端板中的共用室,所述室通过多个泵来供应。还提供用于中断每个泵与室之间的连通的装置。如果所有的泵均在运行中,则所有通道均被供应以由泵供应的来自于室的冷却剂。如果其中一个泵停止,则其与室的连通被中断,并且所有堆中的冷却剂供应通过保持运行的泵来维持。

[0012] 对于包括单个堆的燃料电池的情况,上述目的也通过形成于一个端板中的室来实现,所述室连接于穿过该单个堆的多个通道以及对室供应的泵,室自身向通道输出冷却剂。即使一个泵停止,所有通道也均被供应以冷却剂。还提供用于防止冷却剂排入停止的泵中的装置。

[0013] 非常有利的是,通过阀形成这些回流保护装置,所述阀通过冷却剂流的存在或不存在来直接控制。

[0014] 换言之,端板中的一个包括冷却剂再分配室,该室均衡不同冷却回路中的压力,并保持所有堆中或整个堆中的冷却。

[0015] 本发明的主题则是一种燃料电池,该燃料电池包括:电化学电池的至少两个堆;热管理系统,由堆中的冷却剂循环回路组成;以及用于对电池供应反应气体的系统,电化学电池的每个堆受第一端板和第二端板挤压,第一端板由两个堆共用,共用的端板沿冷却剂的循环方向位于电化学电池的上游侧,

[0016] 所述热管理系统包括:

[0017] - 处于每个堆中的至少一个冷却剂循环通道,

[0018] - 用于使冷却剂在通道中循环的至少两个泵,

[0019] - 形成于共用端板中的室,所述至少两个泵以及穿过堆的通道连接至室,所述室介于泵与穿过堆的通道之间,以及

[0020] - 中断每个泵与室之间的连通的装置,与泵的连通在不存在来自该泵的冷却剂流的情况下被中断。

[0021] 本发明的另一主题是一种燃料电池,该燃料电池包括:电化学电池的堆以及在电化学电池上施加挤压力的第一端板和第二端板;热管理系统,由用于使冷却剂在堆中循环的系统形成;以及用于向堆供应反应气体的系统,第一端板沿着冷却剂的循环方向位于电池的上游侧,

[0022] 热管理系统,包括:

[0023] - 穿过堆并且开设于另一侧上的至少两个通道,

[0024] - 至少两个冷却剂循环泵,

[0025] - 形成于第一端板中且连接至穿过堆的通道并连接至泵的室,所述室介于通道与泵之间,以及

[0026] - 中断每个泵与室之间的连通的装置,与泵的连通在不存在来自该泵的冷却剂流的情况下被中断。

[0027] 有利地,中断装置由用于每个泵的阀形成,每个阀包括关闭器,关闭器将在不存在冷却剂流的情况下与阀座抵靠地接触,该阀座由室与泵之间的连接孔的轮廓形成。阀优选地包括固定至关闭器且垂直于关闭器的引导杆。阀还可包括与阀座抵靠接触的关闭器的弹性回复装置。

[0028] 燃料电池可包括每个均对应于一个堆的冷却剂循环泵。

[0029] 燃料电池还可包括用于使每个泵独立于其余的一个泵或其余的多个泵而停止的装置,以降低电力消耗。

[0030] 燃料电池有利地包括控制泵的装置,投入运行的泵的数量基于从电池所需的运行功率。

[0031] 燃料电池可包括质子交换膜类型的电化学电池。

#### 附图说明

[0032] 在阅读以下描述及附图之后,将更好地理解本发明,附图中:

- [0033] - 图 1 是其中两个泵运行的状态下的根据本发明的燃料电池的示例性实施例的端板的纵向截面图；
- [0034] - 图 2 是其中一个泵停止的情况下的与图 1 中的截面图类似的截面图；
- [0035] - 图 3 是根据本发明的燃料电池的变型实施例的纵向截面图；
- [0036] - 图 4 是根据本发明的包括两个电池堆的燃料电池的示例性实施例的立体图；
- [0037] - 图 5 是根据本发明的包括单个电池堆的燃料电池的示例性实施例的纵向截面图。

### 具体实施方式

- [0038] 可应用于本发明的燃料电池的示例性实施例在图 4 中示出。
- [0039] 该燃料电池包括电化学电池的两个堆 C1、C2。
- [0040] 每个堆 C1、C2 均包括交替布置的离子双极板和交换膜。通过拉杆连接的两个端板 2、4 对双极电池施加压缩力,以实现均匀地分布在形成电池的元件的整个区域上的电传导。
- [0041] 在所示实例中,一个端板 2 由两个堆共用,而另一端板 4 对于每个堆而言是不同的。作为变型,可以设想,两个端板 2、4 均由两个堆 C1、C2 共用。
- [0042] 该电池还包括对电池供应反应气体的回路,例如一个回路供应氢气,而另一回路供应空气或氧气。
- [0043] 该电池还包括热管理系统 12,该热管理系统由堆内的用于与电池进行热交换的冷却剂循环回路以及位于堆外部的循环回路(未示出)形成。
- [0044] 图 1 示出了根据本发明的在下端板处的电池截面图,冷却剂通过所述下端板进入电池。冷却剂是具有低导电性的流体且通常是去离子水,冷却剂中可添加有一些添加剂(例如单乙二醇,用以降低其凝固点),或者添加有抑制腐蚀的纳米颗粒。
- [0045] 热管理系统包括处于每个堆中的循环回路 16、18,循环回路由纵向地通过堆 C1、C2 的至少一个通道形成。每个通道均包括连接于“冷的”冷却剂供应部的入口端 20、22 以及在通过堆时受热的冷却剂通过其排出的端部(未示出)。
- [0046] 在所示实例中,每个堆包括位于回路内的其自身的冷却剂循环泵 P1、P2。
- [0047] 泵 P1、P2 沿着冷却剂的循环方向位于堆 C1、C2 的上游侧。
- [0048] 泵通常是旋转离心(或轴向)类型的。这些泵的优点在于,它们可以低排出压力来控制连续的流体流,这是因为冷却剂回路通常不是加压的。
- [0049] 热管理系统包括位于堆的入口处的室 24,该室形成在第一端板 2 中,在两个循环回路 16、18 之间形成压力均衡室。因此,该室介于泵 P1、P2 与堆 C1、C2 之间。
- [0050] 每个循环回路 16、18 包括上游部分 16.1、18.1 和下游部分,所述上游部分通过入口孔(orifice)24.1、24.2 向上开设到室 24 中并且将泵连接至室 24,所述下游部分位于室 24 与堆 C1、C2 之间,并且通过出口孔 24.3、24.4 连接至室 24。
- [0051] 在图 1 中,在堆 C1、C2 中的冷却剂循环由箭头 F1 和 F2 表示,这些循环由泵 P1 和 P2 驱动。
- [0052] 室 24 还包括关闭入口孔 24.1、24.2 中的一个的装置,以便在一个泵发生故障而不能运行的情况下防止冷却剂通过室 24 从上游部分 16.1、18.1 中的一个循环至另一个上游部分 18.1、16.1。

[0053] 非常有利且如在图 1 和图 2 中所示的,关闭装置由安装在每个入口孔 24.1、24.2 处的阀 28、30 形成。

[0054] 优选地,两个阀是相同的。我们将仅详细描述一个阀。

[0055] 阀 28 包括安装在杆 28.2 上的关闭器 28.1,该杆垂直于关闭器且与入口孔 24.1 同轴,并为入口孔 24.1 中的阀提供轴向引导。该阀包括由入口孔 24.1 的轮廓形成的阀座 28.3。该阀的优点在于,它们是制作简单、可靠、且运行独立,并且它们分别在存在或不存在冷却剂流循环时自动地关闭和打开。

[0056] 在所示实例中,阀是重力类型的,即,它们在不存在冷却剂流的情况下由于其重量的作用而与其阀座接触。在其中阀不是重力类型的一个实施例中,例如,如果室 24 的一部分靠近堆的顶部或者如果堆的轴线是水平的,则提供例如以压缩的方式安装的螺旋弹簧类型的回复装置,以便在不存在冷却剂流的情况下使关闭器重新与其座部接触。弹簧可安装在关闭器和室的与定位有入口孔的壁相对的壁之间,或者可安装在相对于关闭器固定的弹簧架(spring cage)中。

[0057] 作为变型,例如,实例可提供从外部控制的装置,例如电磁阀。在一个泵故障而不能运行的情况下,立即控制对应的电磁阀。

[0058] 图 4 示出了根据本发明的电池的实际变型实施例,其中每个循环回路包括纵向地穿过堆的至少两个通道。室 24 则包括连接于循环回路的上游部分的一对出口孔 24.3、24.4。

[0059] 每个堆均可包括两个以上的通道,室则包括用于每个通道的一个出口孔。

[0060] 现在我们将阐述根据本发明的热管理系统的运行。

[0061] 本说明书中的正常操作被认为是这样的运行,即,在该运行期间,所有的泵(即,所示实例中的两个泵 P1 和 P2)均运行。

[0062] 降级操作对应于其中两个泵中的一个不运行的情况,不运行是因为其发生故障或者其已被故意停止(例如,为了减少电力消耗)。

[0063] 在正常操作期间,两个泵 P1、P2 运行。每个泵 P1、P2 使上游部分 16.1、18.1 中的冷却剂通过室 24 朝向下游部分 16.2、18.2 循环。该循环由箭头 F1、F2 表示。阀处于打开位置中,关闭器被保持在与它们的阀座分离的位置中。在每个上游部分中循环的冷却剂在室 24 中混合,这均衡了冷却剂的压力。冷却剂然后分布在两个下游部分 16.2、18.2 之间。

[0064] 在降级操作期间,例如泵 P2 不运行。因此,在回路 18 的上游部分 18.1 中不存在冷却剂循环。由于循环的缺少及重力的原因,关闭器与阀座抵靠地接触,并且阀然后关闭。

[0065] 同时,泵 P1 继续运行,使得回路 16 的上游部分 16.1 中的冷却剂通过室 24 朝向下游侧部 16.2 循环,阀是打开的。由于泵 P1 对室 24 供应冷却剂,因而冷却剂则分布在两个下游部分 16.2、18.2 之间。此外,由于阀 30 关闭,因而该阀防止了来自上游部分 16.1 的冷却剂朝向上游部分 18.1 流动。然后,泵 P1 独自地使冷却剂在两个堆中循环。

[0066] 如果两个泵中的一个意外停止,保持冷却流通过电池中的所有堆可延缓堆中的一个的温度上升,并因此有利于在设备被损坏之前检测到该故障。有利地,提供用于指示其中一个泵未运行的装置,例如,检测上游部分中的一个中流的缺少的装置、或者测量由泵消耗的电流的装置。

[0067] 为了进行比较,我们现在给出根据本发明的包括两个堆和两个泵的热管理系统以

及根据现有技术具有单个泵的热管理系统的尺寸设计的实例。

[0068] 燃料电池应满足的规格如下：

[0069] - 电功率供应要求 30kW，

[0070] - 排出的热功率 30kW，

[0071] - 冷却剂的热容量等于 3000J/kg/K，例如 50%的单乙二醇的密度为 1021kg/m<sup>3</sup>，

[0072] - 燃料电池入口与出口之间的温度差等于 10℃，

[0073] - 热交换器中的预计压力损失等于 100mbar，

[0074] - 回路的其余部分中的预计压力损失等于约 100mbar，回路的其余部分由用于依据冷却剂的温度来管理冷却剂的循环的热阀、以及管道入口孔和出口孔组成。

[0075] 对于理论电池效率等于 50%的情况而言，循环流为  $Q_m=0.98$  升 / 秒，即，大约 60 升 / 分钟。

[0076] 因此，泵必须以 60 升 / 分钟输出等于至少 350mbar 的排出压力。

[0077] 根据本发明的这些条件可使用以 30 升 / 分钟运行的两个离心泵来满足。在这些流的情况下可使用紧凑型塑料离心泵。例如，并行安装的两个 **Johnson C090®** 泵满足上述条件。

[0078] 然后，每个泵的尺寸为深 24cm、宽 12cm、且高 15cm。这种泵的质量是 3kg。

[0079] 对于包括单个泵的传统回路的情况，为满足以上的规格，可使用 **Lutz-Jesco®** 离心泵参考号 BN80-50-200，其尺寸为深 60cm、宽 26cm、且高 36cm，质量为 60kg。

[0080] 因此，可发现，根据本发明，电池中的冷却剂循环装置的尺寸显著减小，并且质量降低得非常多，因为它是除以 10 的。

[0081] 在以上给出的示例性电池的情况下，对于阀而言，通道直径可为 28mm，横截面通道为 0.000632m<sup>2</sup>。

[0082] 对于 30 升 / 分钟 (对应于 1.8m<sup>3</sup>/h) 的循环流，阀具有的最大质量为 40g。例如，直径为 28mm 的不锈钢关闭器的最大厚度为 8.2mm。

[0083] 本发明还非常有利地适用于具有单个堆 C 的燃料电池中，如在图 5 中示出的。

[0084] 电池可在多个功率下运行，并且因此根据其运行时的功率而释放不同的热量。例如，在入口处连接于室 124 (其自身连接于多个泵 P101、P102) 的不同通道 116、118 通过单个堆。

[0085] 然后可使得所有泵 P101、P102 在电池以最大功率运行时运行，并且根据功率减少运行的泵的数量。然后，电力消耗可依据待排出的热量来改变。此外，这避免使单个泵尺寸设计成用于永久地以高功率运行，而这样的流是不必要的。

[0086] 此外，如上文所述，当一个泵不再运行时，保持了热的排出并且即使在降级模式下电池仍可继续运行，而对于根据现有技术的电池中的单个泵发生故障的情况，则电池必须停止，否则堆将被损坏。

[0087] 此外，也可以使用开 - 闭 (on-off) 运行的泵，因为它们更易于制造。

[0088] 具有不同数量的堆和泵的燃料电池落在本发明的范围内，并且具有多个泵以及通过单个堆的通道的燃料电池也落在本发明的范围内。

[0089] 本发明不使尺寸增大，因为其整体地一体形成于一个端板中，并且与根据现有技术的电池相比其包括很少的附加元件。仅仅在端板中增加阀并且形成室 24。因此，它容易

使用并且它可容易地应用于已有电池结构。

[0090] 本发明使热管理系统到电池中的整合简化,因为它使用了多个小的且重量轻的泵,这些泵可更容易地一体形成于电池系统中。此外,在一个循环泵发生故障的情况下保持了不同堆的安全。此外,使用本发明,如果电池必须以低输出运行(例如为了节省电能),则可使一个或多个冷却泵停止工作。



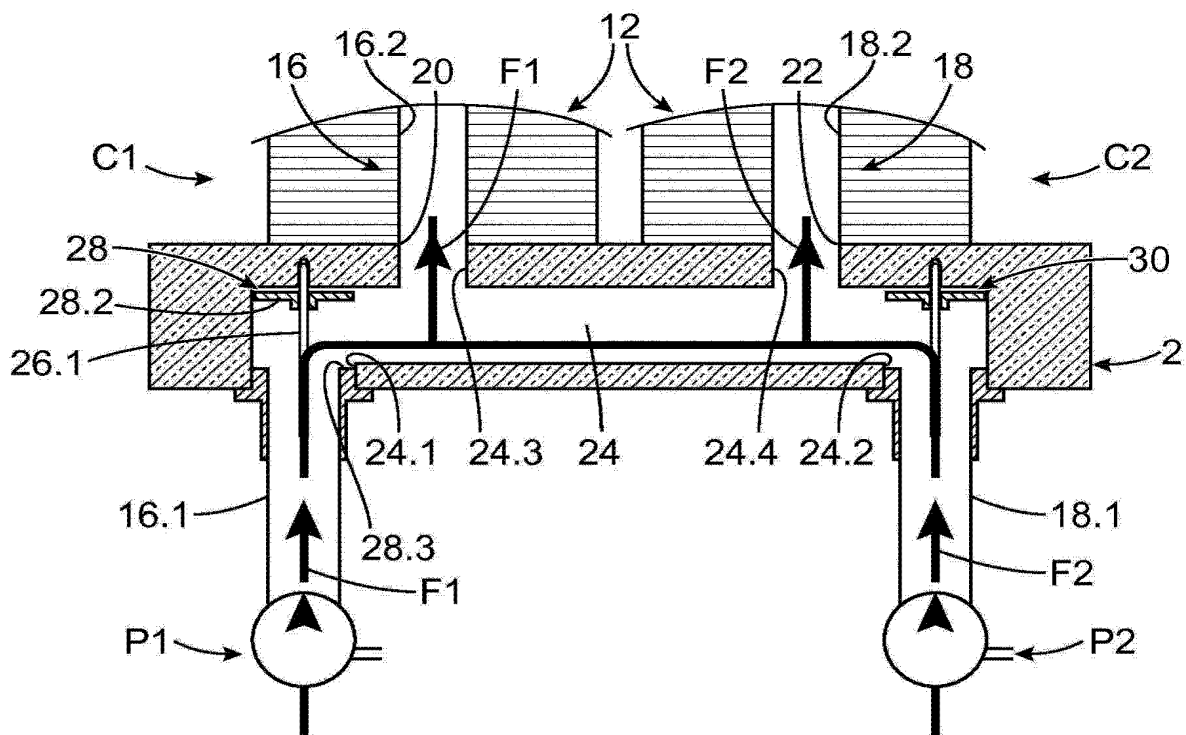


图 1

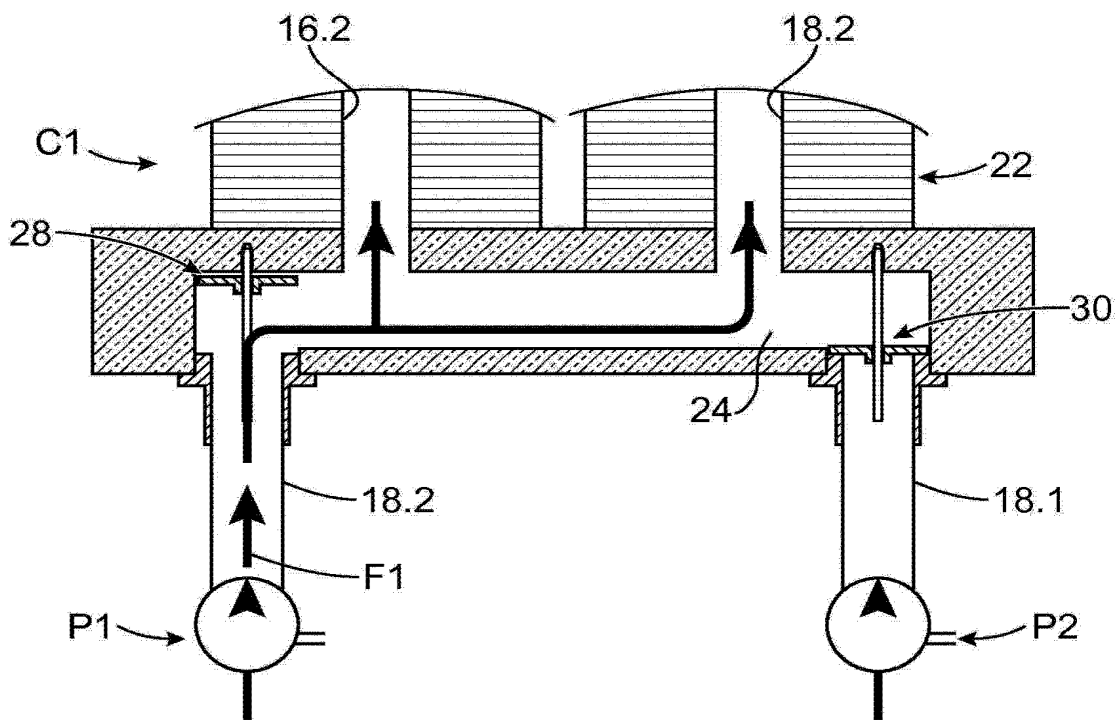


图 2

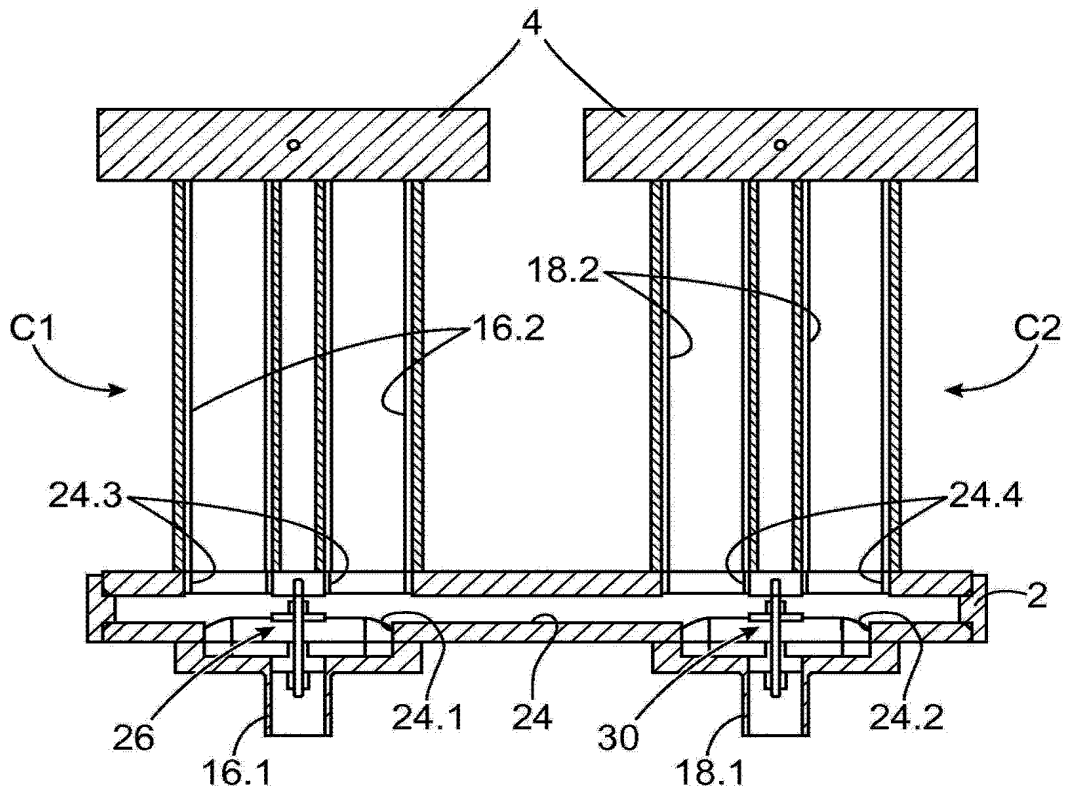


图 3

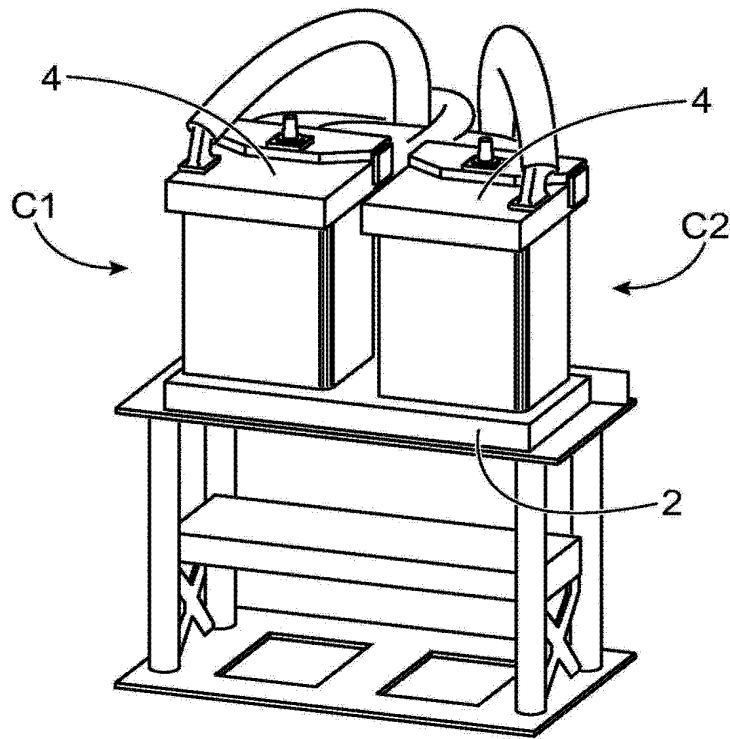


图 4

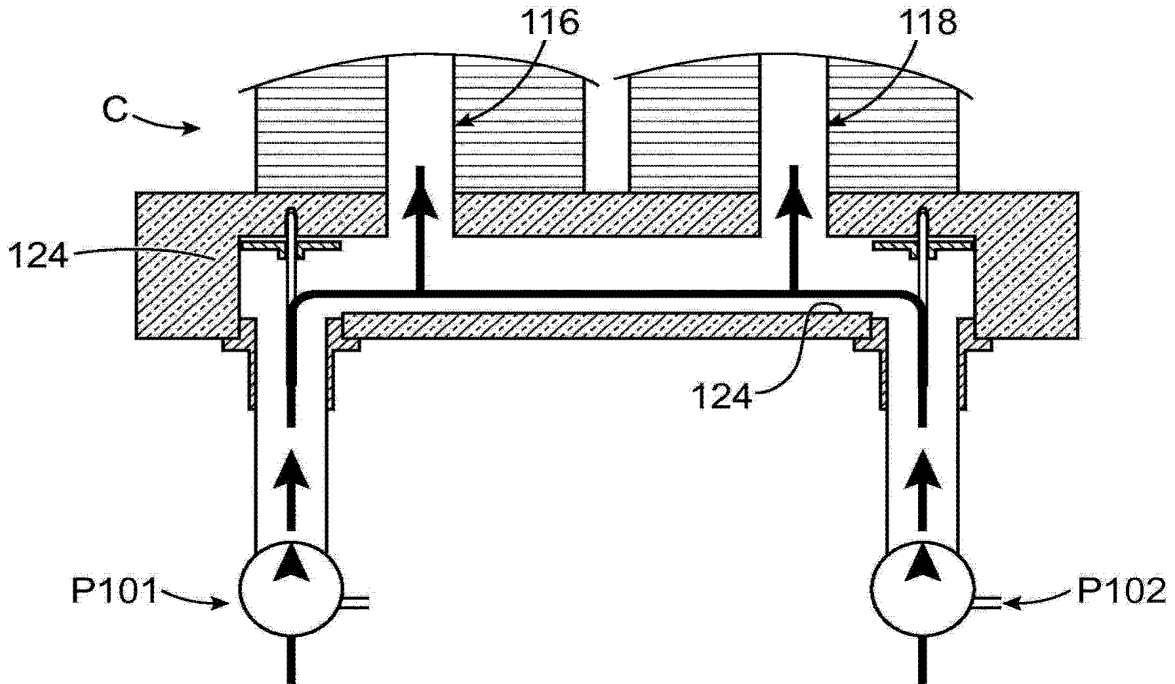


图 5