



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103620844 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 05

(21) 申请号 201280025662. 3

代理人 张颖玲 胡春光

(22) 申请日 2012. 05. 24

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H01M 8/04 (2006. 01)

1154607 2011. 05. 26 FR

H01M 8/24 (2006. 01)

H01M 8/02 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 11. 26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2012/059755 2012. 05. 24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/160162 FR 2012. 11. 29

(71) 申请人 原子能和替代能源委员会

地址 法国巴黎

(72) 发明人 戴尔芬·卓豪特 皮埃尔·尼维隆

(74) 专利代理机构 北京派特恩知识产权代理事

务所(普通合伙) 11270

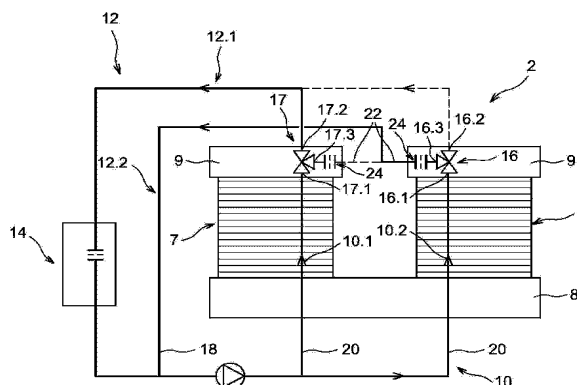
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

具有改进的热管理的燃料电池

(57) 摘要

一种燃料电池,所述燃料电池包括:两个电化学电池的堆栈(6、7);热管理系统,所述热管理系统由回路以及外回路形成,所述回路用于使冷却剂流入平行供给的堆栈,所述外回路用于使所述冷却剂流至所述堆栈(6、7)的外部,所述外回路(12)包括提供有热交换器(14)的第一子回路(12.1)和直接连接至所述内回路(10)的第二子回路(12.2);控制阀(16、17),所述控制阀用于根据在每个堆栈的输出处的所述冷却剂的温度函数控制所述冷却剂朝向子回路(12.1、12.2)中任意一个或两个流动,所述第二外子回路包括增加所述第二外子回路的压头损失的构件,从而所述第二外子回路的压头损失与所述第一外子回路的压头损失相近或相等。



1. 一种燃料电池,所述燃料电池包括:至少两个电化学电池的堆栈(6、7)和端板(8、9),所述端板(8、9)施加紧固力至所述电化学电池的堆栈(6、7);热管理系统,所述热管理系统由用于使冷却剂流入每个堆栈(6、7)的被称为内回路(10)的回路和用于使所述冷却剂流至所述堆栈(6、7)的外部的被称为外回路(12)的回路形成,两个堆栈并联连接,所述外回路(12)包括第一子回路(12.1)和第二子回路(12.2),所述第一子回路(12.1)提供有热交换器(14),所述第二子回路(12.2)直接连接至所述内回路(10)的入口;装置(16),所述装置(16)用于根据在每个堆栈的输出处的所述冷却剂的温度函数控制所述冷却剂朝向外子回路(12.1、12.2)中任意一个或两个的流动;所述热管理系统包括用于确保所述第一外子回路和所述第二外子回路具有相近或相同的压头损失的构件(24)。

2. 根据权利要求1所述的燃料电池,其中,用于产生与由所述第一外子回路(12.1)中的所述热交换器产生的压头损失相近或相等的压头损失的所述构件(24)被提供在所述第二外子回路(12.2)中。

3. 根据权利要求2所述的燃料电池,其中,每个堆栈包括用于产生压头损失的构件。

4. 根据权利要求3所述的燃料电池,其中,所述用于产生压头损失的构件(24)被提供在所述控制装置(16)中。

5. 根据权利要求3或4所述的燃料电池,其中,所述用于产生压头损失的构件(24)通过形成膜的减小的横截面通道部而形成。

6. 根据权利要求5所述的燃料电池,其中,所述减小的横截面通道部与用于将至少一个控制装置(16)连接至所述第二外子回路的尖端一体地制成。

7. 根据权利要求5或6所述的燃料电池,其中,所述减小的横截面通道部由钻孔板形成,所述钻孔板安装在至少一个控制装置(16)中。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的燃料电池,其中,所述控制装置(16)的至少一个被集成至端板中。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的燃料电池,其中,所述控制装置(16)的至少一个为温控阀。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的燃料电池,其为 PEMFC 电池。

11. 一种制造根据权利要求1至10中任一项所述的燃料电池的方法,所述方法包括以下步骤:

a) 确定由所述热交换器产生的压头损失;

b) 调整所述第一外子回路和/或所述第二外子回路以使得两个子回路中的压头损失相近或相同。

12. 根据权利要求11所述的制造燃料电池的方法,其中,步骤b)包括选择待被引入所述第二子回路的构件以产生与所述热交换器产生的压头损失相近或相同的压头损失的子步骤。

13. 根据权利要求12所述的制造燃料电池的方法,其中,在步骤b)期间,确定所述膜的尺寸。

具有改进的热管理的燃料电池

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有改进的热管理的燃料电池。

背景技术

[0002] 燃料电池被供应有燃料气体(例如,在质子交换膜燃料气体(PEMFC)型电池情况中的氢气以及例如空气或氧气的氧化性气体)以释放电力。

[0003] 燃料电池的运行也导致产生热能。

[0004] 燃料电池包括一堆电化学电池,每个电池包括一个阳极和一个阴极。这些电池通过拉杆连接的端板而保持彼此压靠。

[0005] 回路被提供用于供应电池中的反应气体。另一方面,由于所使用的材料的本质性质,燃料电池的电化学效率依赖于电池内的温度。因此,应当监测该温度以使其不超过80°C,从而获得尽可能最高的效率。事实上,如果运行温度过低时,不能实现燃料电池的最佳运行效率;并且如果燃料电池经受过高的温度上升,可能损坏制成燃料电池的材料。最佳温度范围为65°C至75°C。

[0006] 如前所述,燃料电池在其运行期间产生热。一般来说,该热应当被去除以限制燃料电池内的温度上升。为此,热管理回路被提供用来使冷却剂流经电池。该回路包括穿过电池堆栈的第一部分(被称为内回路)以及堆栈外部的部分(被称为外回路)。控制冷却剂的流量(flow rate)和温度。外回路包括两个子回路,一个子回路提供有热交换器以冷却该冷却剂,以及一个子回路将冷却剂带回到内回路的入口中,在内回路中,冷却剂不会且难以被冷却。

[0007] 当冷却剂的温度高于给定阈值时,所有的冷却剂或部分的冷却剂被送入提供有热交换器的子回路中以通过穿过热交换器而被冷却。

[0008] 为了管理燃料电池的温度,阀被直接置入在每个电池的出口处,并且根据冷却剂温度的函数被控制。在PEMFC燃料电池的情况下:当流体具有高于75°C的温度时,整个流体被导向包括热交换器的第一冷却子回路。当流体到达65°C和75°C之间的温度时,部分的该流体被偏离到直接将冷却剂带回至内回路的入口的第二子回路以及提供有热交换器的第一短回路,温度接近65°C,该短回路的分数变大。对于流体的温度低于65°C的情况,全部流量被短回路直接导向堆栈的入口。

[0009] 在具有高电功率(几十千瓦的数量级)的电池中,制成并联液压连接的双极板的几个堆栈,以限制整体高度空间并且限制冷却剂、氧化剂和燃料流体的分布中的压头损失,并且降低电池的电压水平。

[0010] 在至少包括并联供应有冷却剂的第一堆栈和第二堆栈的电池的情况下,每个堆栈被装备有阀以控制其温度,如果第一堆栈比第二堆栈更快速地升温,阀向提供有热交换器的第一冷却子回路打开。但是压头损失由于通过热交换器而增加。因此,第一堆栈中的冷却剂的流量降低,这将减少从第一堆栈中去除的热。然而,由于通过泵提供的总流量保持相同,第二冷却剂的流量增加,这将导致在第二个堆栈中热交换的增加,并且因此降低了第二

堆栈的温度。第一堆栈(起始时是热的)进一步加热和第二堆栈(起始时是较冷的)被进一步冷却。然后,这就产生了两个堆栈之间热不平衡的加剧,这可能会危及最热堆栈的电化学隔膜(membrane)的完整性。

发明内容

[0011] 因此,本发明的目的是提供一种燃料电池,所述燃料电池包括至少两个电池的堆栈,其中,避免或至少减少堆栈之间的热不平衡。

[0012] 通过燃料电池来实现本发明的目的,该燃料电池包括:至少两个电池的堆栈和热管理系统,所述热管理系统包括内回路和外回路,所述内回路用于使冷却剂流入堆栈,所述外回路由第一子回路和第二子回路形成,所述第一子回路提供有热交换器,所述第二子回路直接将冷却剂带回至冷却剂回路穿过的内回路的入口;以及阀,所述阀位于所述内子回路的出口处,并且控制在任意一个外子回路或两个外子回路中的冷却剂的流动。所述电池还包括用于确保两个外子回路之间的压头损失(head loss)相近或相等的构件。

[0013] 在本申请中“压头损失相近或相等”的意思是关于压头损失目标值的偏离至多为20%,这能够有效地避免两个堆栈之间的不平衡。

[0014] 有利地,在第二外子回路压头损失增加。为此,在第二子回路中的流动变差,然而,令人惊讶地,该恶化的流对电池的总操作具有有利的影响。

[0015] 优选地,用于增加该压头损失的构件被提供在连接至第二外子回路的阀中。例如,其为降低了冷却剂流动横截面的膜(diaphragm)。

[0016] 非常有利的是,该阀是温控阀,这就简化了电池的热管理。

[0017] 还非常有利的是,堆栈的每个阀被定位在堆栈的一个端板中,这将能够降低电池的轴向整体空间。

[0018] 因此,本发明的主题是一种燃料电池,所述燃料电池包括:至少两个电化学电池的堆栈和端板,所述端板施加紧固力(tightening strain)至电化学电池的堆栈;热管理系统,所述热管理由用于使冷却剂流入每个堆栈的被称为内回路的回路和用于使所述冷却剂流至所述堆栈的外部的被称为外回路的回路,所述外回路包括第一子回路和第二子回路,所述第一子回路提供有热交换器,所述第二子回路直接连接至所述内回路的入口;装置,所述装置用于根据在每个堆栈的输出处的所述冷却剂的温度函数(function)控制所述冷却剂朝向子回路中任意一个或两个的流动;所述热管理系统包括用于确保所述第一外子回路和所述第二外子回路具有相近或相同的压头损失的构件。

[0019] 优选地,用于产生与由所述第一外子回路中的所述热交换器产生的压头损失相近或相等的压头损失的所述构件被提供在所述第二外子回路中。

[0020] 优选地,每个堆栈包括用于产生压头损失的构件。

[0021] 有利地,用于产生压头损失的构件被提供在控制装置中。

[0022] 在尤其有利的实例中,用于产生压头损失的构件通过形成隔膜的减小的横截面通道部而形成。所述减小的横截面通道部与用于将至少一个控制装置(16)连接至所述第二外子回路的尖端(tip)一体地制成。可替代地,所述减小的横截面通道部由钻孔板形成,所述钻孔板安装在至少一个控制装置中。

[0023] 有利地,所述控制装置中的至少一个被集成至端板中。

- [0024] 优选地,所述控制装置中的至少一个是温控阀。
- [0025] 燃料电池例如为 PEMFC 电池。
- [0026] 本发明的主题还为一种用于制造根据本发明的燃料电池的方法,所述方法包括以下步骤:
- [0027] a) 确定由所述热交换器产生的压头损失;
- [0028] b) 调整所述第一外子回路和 / 或所述第二外子回路以使得两个子回路中的压头损失相近或相同。
- [0029] 步骤 b) 包括选择待被引入所述第二子回路的构件,以产生与所述热交换器产生的压头损失相近或相同的压头损失的子步骤。例如,在步骤 b) 期间,确定隔膜的尺寸。

附图说明

- [0030] 通过以下描述和所附附图将更好地理解本发明,其中:
- [0031] 图 1 为根据本发明的电池的示意代表图,其中表示了用于冷却剂流动的回路;
- [0032] 图 2A 和 2B 为能够在两种不同状态中在本发明的电池中安装的温控阀的实施例的截面图;
- [0033] 图 3 为可安装在本发明的电池中的温控阀的另一示例性实施例的截面图。具体实施方式
- [0034] 在图 1,可以看到装配有热控制系统 4 的燃料电池 2 的示意代表图。
- [0035] 燃料电池 2 包括由交替地提供的双极板和离子交换膜构成的两个电化学电池的堆栈 6、7 和在堆栈的两侧(either side)上的下游端板 8 和上游端板 9。
- [0036] 端板 8、9 在堆栈 6、7 上施加压缩力(compressive strain)以确保电传导均匀分布在构成该电池的元件的整个表面上。在所示实例中,该电池包括两个堆栈共用的上游端板,但两个堆栈可以被分开。下游端板也可被共用的板来代替。
- [0037] 此外,通过端板 8、9 中的任意一个或者这两者制成具有反应流体的电池的供应源,例如一边为氢气,另一边为氧气。端板(多个端板)包括均连接至堆栈内的回路以及供应回路和回收回路(未示出)的供应孔和排出孔。施加在端板 8、9 的紧固力还确保了对反应气体的良好气密性。
- [0038] 热控制系统 4 包括用于流动冷却剂的回路,该回路的一部分 10 允许在堆栈 6、7 内的流动,该回路的另一部分 12 允许堆栈 6、7 外部的流动。
- [0039] 流动回路穿过端板 8、9。
- [0040] 被称为内回路的流动回路的堆栈 6、7 内的一部分 10 例如直接在电池中制成。
- [0041] 端板 8、9 施加的紧固力还确保了对冷却剂的良好气密性。
- [0042] 流动回路包括一个流泵 P 以确保冷却剂流入堆栈以及流到堆栈的外部。
- [0043] 内回路 10 包括两个内子回路 10.1、10.2,每个内子回路穿过堆栈,由泵 P 并行供给。
- [0044] 被称为外回路 12 的回路的堆栈外部的部分 12 包括两个流动子回路 12.1、12.2。第一子回路 12.1 包括热交换器 14,以使冷却剂与外界环境进行热交换,例如,放出热到外部。但可以预期的是,它接收来自外部环境的热。
- [0045] 第二子回路 12.2 被用于允许冷却剂不经由交换器而流回堆栈。因此,该第二子回

路 12.2 与第一子回路 12.1 并联地液压连接,并使得避免在第一子回路 12.1 中的流体流动。

[0046] 通过控制装置,例如三通阀 16、17 实现子回路 12.1、12.2 中任意一个中的冷却剂流动。

[0047] 第一堆栈通过三通阀 16 被连接到第一子回路和第二子回路,以及第二堆栈通过三通阀 17 被连接到第一子回路和第二子回路。

[0048] 第二子回路包括两个堆栈的冷却剂在其中被混合的共用流动部分 18,和将堆栈的每个内回路连接至共用部分 18 的上游部分 20 和下游部分 22。

[0049] 每个控制阀 16、17 包括连接到外部回路 10 的出口的入口 16.1、17.1 以及连接到子回路 12.1、12.2 的入口的两个出口 16.2、16.3、17.2、17.3,并确保全部的或部分的冷却剂在子回路 12.1、12.2 的任意一个中的通过。

[0050] 该三通阀 16、17 根据通过堆栈的冷却剂的温度的作用(function)被控制。根据冷却剂的温度,将在任意一个堆栈中流动的冷却剂送入第一子回路和 / 或第二子回路。

[0051] 例如,控制阀 16、17 可为从动于冷却剂流体的温度测量的三通阀,所述温度测量例如通过浸入冷却剂流体的温度探头和控制阀的状态的电子单元进行。

[0052] 尤其有利地,控制阀 16、17 是温控阀,通过冷却剂流体直接控制控制阀 16、17 的状态,更具体地,通过冷却剂流体的温度而不需要另外的构件(例如电子式构件)来直接控制控制阀 16、17 的状态。应当注意的是,温控阀为包括具有高膨胀系数的元件的阀,该具有高膨胀系数的元件通过减压或阻塞冷却剂流体通道口而依赖于环绕其的流体的温度来膨胀或收缩。在三通阀的具体情况下,具有高膨胀系数的元件或者完全阻塞三通阀中一个通道中,或者部分地阻塞三通阀中两个通道。除了提高控制阀的可靠性和坚固性外,进一步实现了空间的节省。

[0053] 还非常有利地,一个或两个控制阀 16、17 被提供在一个或多个下游端板 9 内。这种集成能够减小热控制系统的整体空间。事实上,端板具有大致相同的厚度以确保电池的紧固。

[0054] 热管理回路包括构件 24,该构件 24 确保了第一子回路的压头损失与第二子回路的压头损失相近或相等。尝试使两个子回路的压头损失的值尽可能地相近,即使两个压头损失之间关于目标值的偏差等于或低于 20%。

[0055] 优选地,第二子回路包括构件 24,该构件 24 用于增加第二子回路的压头损失,从而使得其压头损失与第一外子回路的压头损失相近或相等,热交换器是造成第一外子回路的压头损失的主要原因。

[0056] 优选地,这些构件可为膜,膜在第二外子回路中 1mm 或 2mm 的流动中形成突然变窄紧接着突然变宽的构造,即在具有低厚度的板中制成的圆形孔,具有相对于在其中安装构件的导管的直径减小的直径。膜具有的优势是:能够被容易地集成并且其尺寸在流动领域的文献中是熟知。此外,膜是非常紧凑的。

[0057] 通常,在环绕其的壁上增加流体摩擦的任何构件可适合于形成用于增加压头损失的构件 24。因此,能够产生压头损失的任何构件很可能是合适的,而不管其是否为横截面变化的(例如节流阀或通道横截面的突然扩大),方向的改变(例如尽可能短的弯曲),或管道太长。

[0058] 优选地,该通道节流阀直接形成在控制阀的到第二外子回路的出口处,从而简化电池的制造。

[0059] 在图 2A 和图 2B 中可以看到,温控阀 16 的有利的示例性实施例包括这样的减小的横截面通道部 24。在该实例中,减小的横截面通道部 24 形成在于将阀的出口连接到第二外子回路 12.2 的尖端 26 的端部。该减小的横截面与尖端 26 一体形成。此示例性实施例具有的优势是:不再需要另一部件,因此,该减小的横截面的加入不会影响安装控制阀,以及将其安装到回路中。

[0060] 在图 2A 中,温控阀确保了冷却剂只流向提供有热交换器的第一外子回路,密封件 32 关闭至第一外子回路 12.1 的通道。然后,该冷却剂具有的温度高于给定阈值(例如,在 PEMFC 型燃料电池情况下,大约 75°C)。

[0061] 在图 2B 中,温控阀确保了冷却剂只流向第二外子回路 12.2,密封件 34 关闭至第二子回路的通道。然后,该冷却剂具有的温度低于给定阈值(例如,在 PEMFC 型燃料电池情况下,大约 65°C)。

[0062] 在图 3 中,可以看到另一种示例性的控制阀 16',其中,通过在阀的内部增加钻孔板 28 来实现减小的横截面通道部。例如,垫圈 28 被引入阀至第二子回路的出口连接器的上游。有利地,钻孔板 28 被夹持在阀的主体 30 和连接尖端 26 之间,这就允许了相对简单的支撑。图 3 中表示的阀 16' 处于通过密封件 34' 密封流向第一外子回路 12.1 的状态中。

[0063] 确保了控制阀中压头损失的构件的布置不受任何方式的限制,可预期的是,它们被提供在第二外子回路的两个下游部分中,被提供在第二外子回路的两个上游部分中,一个在堆栈的上游部分中而另一个在另一个堆栈的下游部分中。

[0064] 另外,阀中产生压头损失的构件对于两个堆栈并不必须是相同的。

[0065] 在图 1 中示意性示出的电池中,控制阀被集成在下游端板中,这将能够降低电池的整体空间。另外,压头损失构件直接在阀中制成,这使得整体空间进一步降低。此外,在温控阀的情况下,电池的热管理是自动的,特别简单而且既不需要控制也不需要外部测量。

[0066] 现将简要描述根据本发明的电池的运行。

[0067] 在电池的运行期间,冷却剂流入电池中的两个堆栈中以从堆栈中提取电池运行所产生的热。冷却剂在内回路中流动,并根据在每个堆栈 6、7 中流动的每个冷却剂的温度的函数通过控制阀 16、17 被导向到第一外子回路 12.1 和 / 或第二外子回路 12.2。

[0068] 例如,如果流出堆栈的冷却剂的温度低于 65°C,冷却剂被送至第二子回路 12.2 以将其直接送回堆栈而不经由热交换器 14 放出热量。如果在第一堆栈 6 中的冷却剂的温度在高于 75°C 时,控制阀 16 将整个冷却剂送往第一外子回路 12.1,从而冷却剂可被冷却。

[0069] 当冷却剂具有在 65°C 和 75°C 之间的温度时,控制阀 16 将冷却剂的一部分送入第一外子回路 12.1 并且将冷却剂的另一部分送入第二外子回路 12.2。

[0070] 让我们考虑这样的情况:第一堆栈 6 升温超过所述第二堆栈 7 的升温,并且从第一堆栈 6 流出的冷却剂的温度高于 75°C,从第二堆栈 7 流出的冷却剂的温度低于 65°C。第一阀 16 将从第一堆栈 6 流出的全部冷却剂送入提供有热交换器 17 的第一外子回路 12.1,第二阀 17 将从第二堆栈 7 流出的冷却剂送入第二外子回路 12.2。第一子回路 12.1 由于热交换器 14 的存在而产生一些压头损失,第二子回路 12.2 由于膜 24 的存在产生一些压头损失,膜 24 被选择为使得两个压头损失相近或甚至相同。然后,在两个子回路 12.1、12.2 中

冷却剂的流量是非常相近,或者甚至是相同的,然后,流入两个堆栈 6、7 的冷却剂的量大致相同,从而确保两个堆栈 6、7 之间的平衡的冷却。

[0071] 现将描述一种用于制造根据本发明的热管理回路的示例性方法。

[0072] 该制造方法包括:确定在第二外子回路将要引起的压头损失的步骤。

[0073] 考虑通过膜得到将要引起的压头损失的情况。

[0074] 首先确定提供有交换器的第一个外子回路的压头损失。该压头损失可被分为两部分:所谓的“奇异(singular)”的部分,对应于在流体通道横截面中由所有的“几何”变化而引起的流体通道的阻力;以及所谓的“普通(regular)”部分,对应于沿通道横截面的壁的摩擦。

[0075] 这两种压头损失系数(普通和奇异)使得在回路的外子回路中得到相同的压头损失。

[0076] 该压头损失可被写为:

$$[0077] \quad DP = (k_{\text{普通}} + K_{\text{奇异}}) \cdot V^2$$

[0078] 可通过下列方式计算在控制阀至第二子回路的出口处增加的奇异压头损失:

[0079]

$$\Delta H = \left(\frac{S_{\text{上游}}}{S_{\text{膜}}} - 1 \right)^2 \cdot \frac{V_{\text{上游}}}{2g}$$

[0080] 其中 $S_{\text{上游}}$ 表示膜上游的流体通道横截面, $S_{\text{膜}}$ 表示膜通道横截面, $V_{\text{上游}}$ 表示膜上游的流体速率, g 表示重力加速度,以及 ΔH 表示由膜带来的压头损失(用水柱的米数表示, mWC)。

[0081] 在具有功率约为 15kW 的燃料电池的情况下,该燃料电池的冷却剂(例如乙二醇的水溶液)流约等于 7kg/s。

[0082] 对于 2.5m³/h 的流体流量将产生 150 毫巴的压头损失。

[0083] 对于 22.6 毫米的上游直径,从计算确定要被用来产生这样的压头损失的膜的直径为 6.9mm。

[0084] 可替换地,可以想到通过对第一子回路加压(例如,通过集成泵型装置…)而降低第一子回路中的压头损失。还可想到的是增加第二子回路中的压头损失并且降低第一子回路中的压头损失。

[0085] 本发明适用于多于两个堆栈的电池。

[0086] 凭借本发明,以非常简单的方式确保了电池中并联的不同堆栈件的非热不平衡(non heat imbalance),并且不会引起热管理系统的整体空间的增加以及因此电池的整体空间的增加。

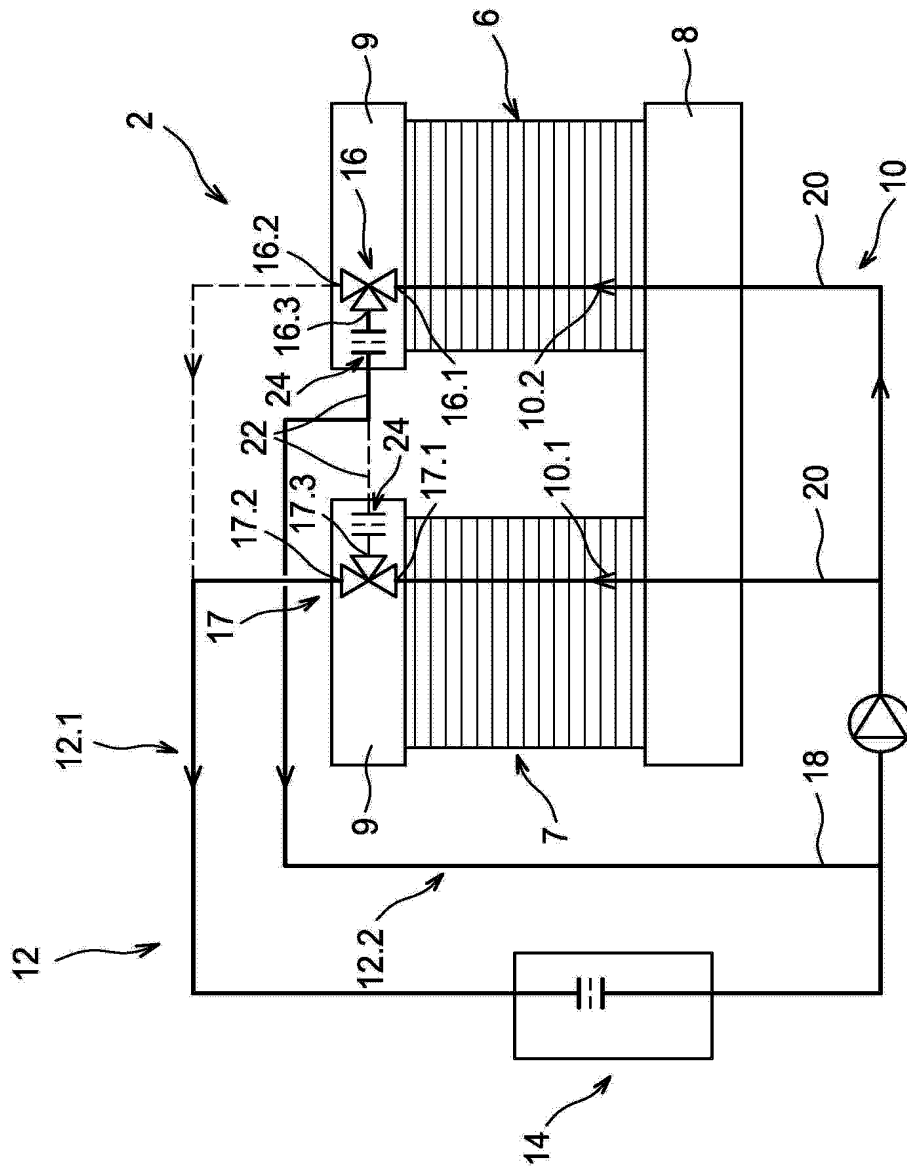


图 1

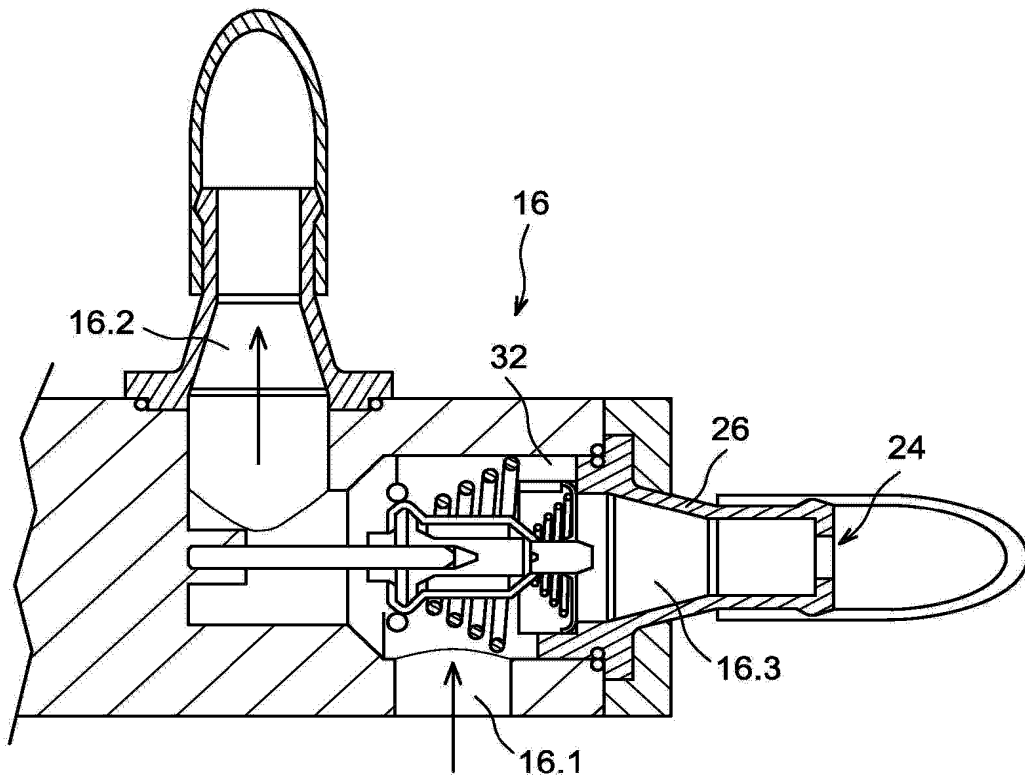


图 2A

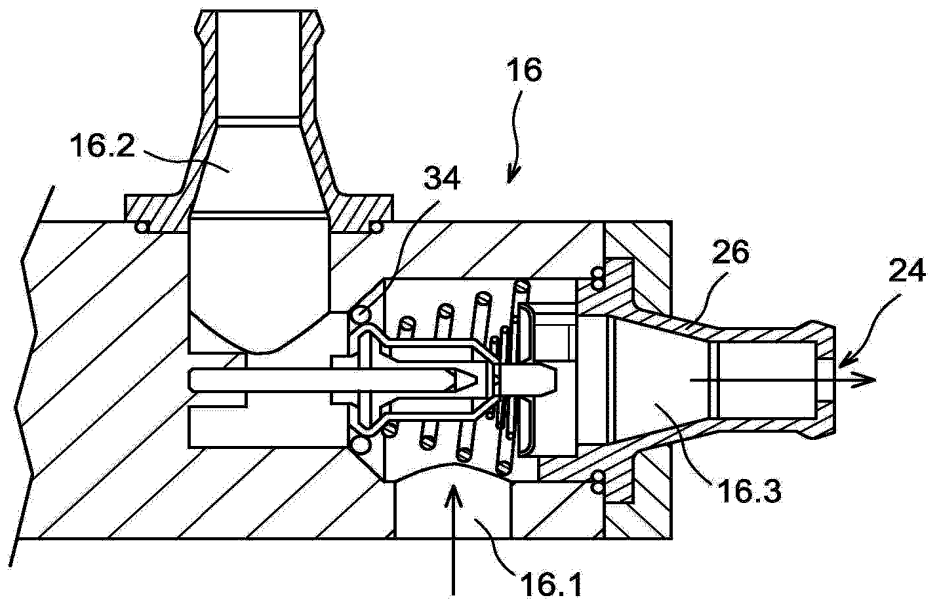


图 2B

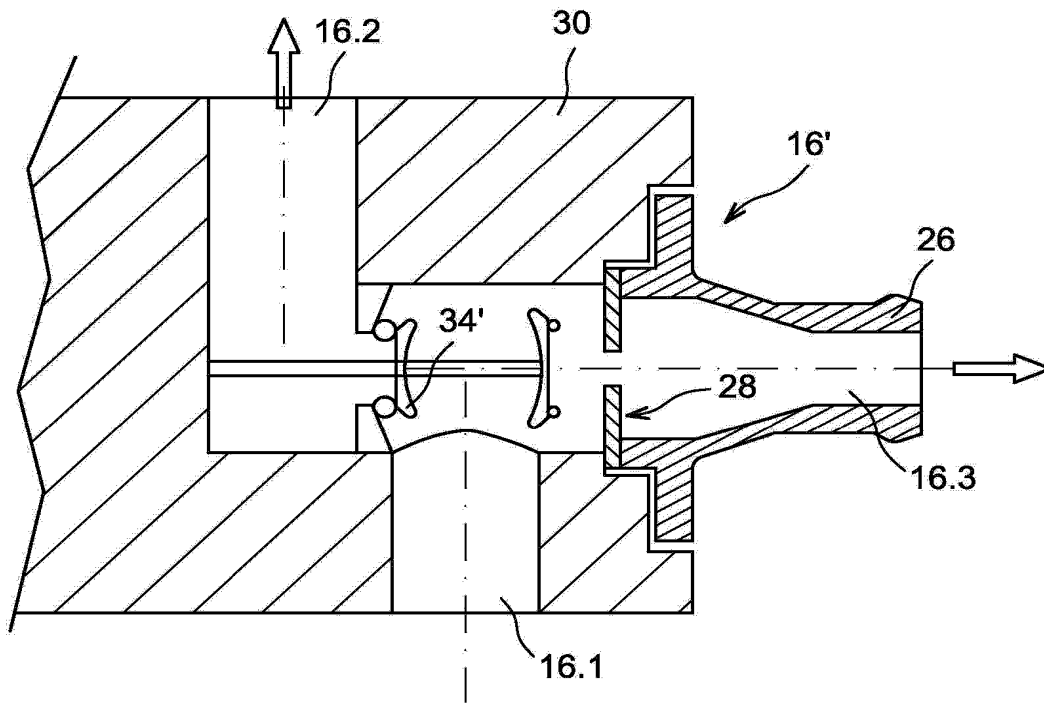


图 3