



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102032047 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 16

(21) 申请号 201010508558. 2

CN 1205389 A, 1999. 01. 20,

(22) 申请日 2010. 09. 30

US 6295803 B1, 2001. 10. 02,

(30) 优先权数据

审查员 张云芳

12/571646 2009. 10. 01 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 J·J·马尔多纳多

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 严志军 杨楷

(51) Int. Cl.

F02C 7/16(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2647368 A, 1953. 08. 04,

US 5120192 A, 1992. 06. 09,

US 7434402 B2, 2008. 10. 14,

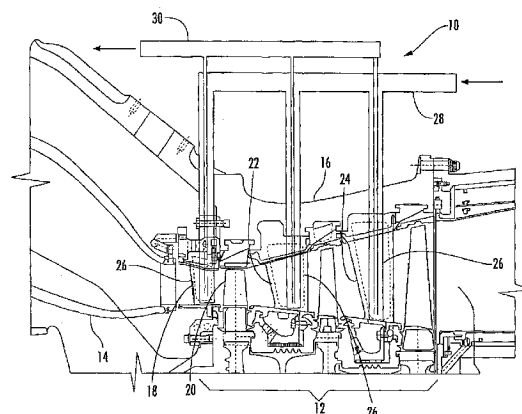
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

用于从燃气涡轮中除热的装置和方法

(57) 摘要

本发明涉及用于从燃气涡轮中除热的装置和方法。一种用于从涡轮中除热的装置包括具有空腔的定子以及在该空腔内部的第一腔室和第二腔室。第二腔室连接到第一腔室上,并且在空腔内部包围第一腔室。制冷剂流过第一腔室和第二腔室,以从定子中除热。一种用于冷却涡轮的方法包括在待冷却的构件中形成空腔,在空腔内部安装第一腔室,以及在空腔内部安装第二腔室。该方法进一步包括将第二腔室连接到第一腔室上,在该空腔内部用第二腔室包围第一腔室,以及使制冷剂流过第一腔室和第二腔室以冷却该构件。



1. 一种用于从涡轮 (12) 中除热的装置 (10), 包括 :
 - a. 定子 (18) ;
 - b. 在所述定子 (18) 内部的空腔 ;
 - c. 在所述空腔内部的第一腔室 ;
 - d. 在所述空腔内部且连接到所述第一腔室上的第二腔室, 其中, 所述第二腔室在所述空腔内部包围所述第一腔室 ; 以及
 - e. 流过所述第一腔室和所述第二腔室以从所述定子 (18) 中除热的制冷剂, 其中所述第一腔室和所述第二腔室为所述制冷剂界定了闭环 ;
 - f. 贯穿所述闭环的多个孔口, 所述闭环为制冷剂提供流体连通, 以使制冷剂通过所述多个孔口和所述闭环的周围供应至所述空腔 ; 其中所述第一腔室或者第二腔室之一提供所述制冷剂从所述空腔的流出。
2. 根据权利要求 1 所述的装置 (10), 其特征在于, 所述第一腔室和所述第二腔室是基本同心的管。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的装置 (10), 其特征在于, 所述第二腔室限定通过其中的多个孔口 (46)。
4. 根据权利要求 1 或 2 所述的装置 (10), 其特征在于, 所述装置 (10) 进一步包括在所述第二腔室上的辐射性涂层。
5. 根据权利要求 1 或 2 所述的装置 (10), 其特征在于, 所述制冷剂具有大于 $1.5 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 的比热容。
6. 根据权利要求 1 或 2 所述的装置 (10), 其特征在于, 所述制冷剂是燃料。
7. 一种用于冷却涡轮 (12) 的方法, 包括 :
 - a. 在待冷却的构件中形成空腔 ;
 - b. 在所述空腔内部安装第一腔室 ;
 - c. 在所述空腔内部安装第二腔室 ;
 - d. 将所述第二腔室连接到所述第一腔室上 ;
 - e. 在所述空腔内部用所述第二腔室包围所述第一腔室, 其中所述第一腔室和所述第二腔室为制冷剂界定了闭环, 多个孔口贯穿所述闭环, 所述闭环为制冷剂提供流体连通, 以使制冷剂通过所述多个孔口和所述闭环的周围供应至所述空腔 ; 以及
 - f. 使制冷剂流过所述第一腔室和第二腔室, 以冷却所述构件 ; 其中所述第一腔室或者第二腔室之一提供所述制冷剂从所述空腔的流出。
8. 根据权利要求 7 所述的方法, 其特征在于, 所述方法进一步包括形成通过所述第二腔室的多个孔口 (46)。
9. 根据权利要求 7 或 8 所述的方法, 其特征在于, 所述方法进一步包括在所述涡轮 (12) 中的定子 (18) 中形成所述空腔。
10. 根据权利要求 7 或 8 所述的方法, 其特征在于, 所述方法进一步包括使燃料流过所述第一腔室和所述第二腔室, 以冷却所述构件。

用于从燃气涡轮中除热的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明大体涉及用于从燃气涡轮构件中除热的装置和方法。具体而言,本发明包括为燃烧器、定子、壳体和其它燃气涡轮构件提供辐射冷却的冷却系统。

背景技术

[0002] 燃气涡轮广泛用于商业运行中来进行发电。典型的燃气涡轮包括在前部处的压缩机、在中部附近的一个或多个燃烧器和在后部处的涡轮。压缩机对工作流体(空气)赋予动能,以使其达到高度激励的状态。压缩工作流体离开压缩机,并且流到燃烧器。燃烧器使燃料与压缩工作流体混合,并且燃料和工作流体的混合物点燃,以产生具有高温、高压和高速的燃烧气体。燃烧气体流到涡轮,它们在涡轮中膨胀来做功。

[0003] 广为人知的是燃气涡轮的热力学效率随着操作温度(即燃烧气体温度)的升高而提高。温度更高的燃烧气体包含更多能量,并且在燃烧气体在涡轮中膨胀时做更多的功。但是,温度更高的燃烧气体可在涡轮中产生过度的温度,该温度可接近或超过各个涡轮构件的熔化温度。

[0004] 存在用来允许燃烧器在更高温度处操作的各种各样的技术。例如,可从压缩机中抽取空气,使其绕过燃烧器,并且直接喷射到涡轮中的燃烧气体流中,以对涡轮级提供传导式和/或对流式冷却。但是,从压缩机中抽取的空气已经被压缩,且因此进行了一些量的加热,从而降低了抽取的空气的除热能力。另外,因为抽取的空气绕过燃烧器,所以从压缩机中抽取空气降低了燃烧气体的量和燃气涡轮的总效率和输出。

[0005] 用以冷却涡轮构件的另一种方法是使空气流通通过涡轮构件的内部。例如,涡轮典型地包括固定的喷嘴或定子和旋转的叶片或轮叶。定子和/或轮叶可包括冷却空气可流过其中的内部通道。当冷却空气流过内部通道时,冷却空气直接接触内部通道的壁,以通过传导式或对流式冷却来从定子和/或轮叶中除热。这种冷却方法的缺点在于与在定子和/或轮叶中制造复杂的且具有一定轮廓的内部通道相关联的增加了的生产成本。另外,流过内部通道的冷却空气优选必须处于比在涡轮构件外部流动的燃烧气体更高的压力处,以最小化燃烧气体可穿透定子和/或轮叶的风险,从而消除由冷却空气提供的任何冷却。最后,从燃气涡轮中除热而不从该热量中产生功必定会降低燃气涡轮的总热力学效率。

[0006] 因此,存在对避免了现有系统的一些或所有缺点的、可从燃气涡轮构件中除热的冷却系统的需要。理想地,该冷却系统将在不增加生产成本或不降低燃气涡轮的总操作效率的情况下对燃气涡轮构件提供冷却。

发明内容

[0007] 下面在以下描述中阐明本发明的各方面和优点,或者根据该描述,本发明的各方面和优点可为显而易见的,或者可通过本发明的实践来学习本发明的各方面和优点。

[0008] 本发明的一个实施例是一种用于从具有一个或多个燃烧器和涡轮的燃气涡轮中除热的装置。该装置包括燃气涡轮中的构件,并且该构件在其中包括空腔。该装置进一步

包括在空腔内部的第一腔室(plenum)和第二腔室。第二腔室连接到第一腔室上,并且在空腔内部包围第一腔室。制冷剂流过第一腔室和第二腔室,以从燃气涡轮构件中除热。

[0009] 本发明的另一个实施例是一种用于从涡轮中除热的装置。该装置包括具有内部空腔的定子。第一腔室在该空腔内部,并且第二腔室在空腔内部且连接到第一腔室上。第二腔室在空腔内部包围第一腔室。制冷剂流过第一腔室和第二腔室,以从定子中除热。

[0010] 本发明还包括一种用于冷却涡轮的方法。该方法包括在待冷却的构件中形成空腔,在空腔内部安装第一腔室和在空腔内部安装第二腔室。该方法进一步包括将第二腔室连接到第一腔室上,在空腔内部用第二腔室包围第一腔室,以及使制冷剂流过第一腔室和第二腔室以冷却该构件。

[0011] 在审阅说明书后,本领域的普通技术人员将更好地理解这样的实施例的特征和各方面及其它。

附图说明

[0012] 在说明书的剩余部分中(包括参照附图)更具体地阐明了本发明的完整且使得能够实施的公开,包括其对于本领域技术人员而言的最佳模式,在附图中:

[0013] 图1是根据本发明的一个实施例的冷却系统的简化截面;

[0014] 图2提供了根据本发明的一个实施例的、图1所示的定子的俯视平面图。

[0015] 图3显示了在本发明的范围内的冷却系统的一个备选实施例的截面;以及

[0016] 图4显示了在燃气涡轮联合循环的背景中的本发明的一个实施例。

[0017] 部件列表

[0018] 10 冷却系统

[0019] 12 涡轮

[0020] 14 转接件

[0021] 16 壳体

[0022] 18 第一级定子

[0023] 20 第一级轮叶

[0024] 22 第二级定子

[0025] 24 第三级定子

[0026] 26 空腔

[0027] 28 供应腔室

[0028] 30 排出腔室

[0029] 32 真空侧

[0030] 34 压力侧

[0031] 36 备选冷却系统

[0032] 38 构件表面

[0033] 40 空腔

[0034] 42 供应腔室

[0035] 44 排出腔室

[0036] 46 孔口

[0037]	48	GTCC
[0038]	50	燃气涡轮
[0039]	52	热回收系统
[0040]	54	压缩机
[0041]	56	燃烧器
[0042]	58	涡轮
[0043]	60	转子
[0044]	62	发电机
[0045]	64	热交换器
[0046]	66	蒸汽涡轮
[0047]	68	冷凝器
[0048]	70	辅助发电机
[0049]	72	轴
[0050]	74	泵
[0051]	76	燃料线路

具体实施方式

[0052] 现在将对本发明的当前的实施例进行详细参照,在附图中示出了实施例的一个或多个实例。详细描述使用数字和字母标号来指示图中的特征。附图和描述中的相同或类似的标号用来指示本发明的相同或类似的部件。

[0053] 以解释本发明的方式而非限制本发明的方式提供了各个实例。实际上,对于本领域技术人员而言,将显而易见的是可在本发明中作出修改和变化,而不偏离本发明的范围或精神。例如,说明或描述为一个实施例的一部分的特征可用于另一个实施例上,以产生又一个实施例。因此,意在本发明覆盖在所附的权利要求书及其等效物的范围内的这种修改和变化。

[0054] 图 1 显示了根据本发明的一个实施例的冷却系统 10 的简化截面。在这个特定实施例中,使用冷却系统 10 来从涡轮 12 中的定子中除热。虽然在涡轮定子的背景中对冷却系统 10 进行了描述和说明,但是本发明的范围不限于冷却涡轮定子,并且本领域的普通技术人员将理解,冷却系统 10 可适于从实际上任何燃气涡轮构件中除热。

[0055] 参看图 1,燃烧气体从左流到右,通过转接件 14 从燃烧器(未显示)流到涡轮 12。壳体 16 包含涡轮 12 内的燃烧气体,并且将燃烧气体引导到第一级定子 18。第一级定子 18 将燃烧气体引导到第一级轮叶 20 上,在第一级轮叶 20 处,燃烧气体的膨胀促使轮叶 20 旋转来做功。然后燃烧气体流到第二级定子 22,在第二级定子 22 处,该过程重复,直到燃烧气体已经穿过涡轮 12 的各个级为止。当燃烧气体穿过涡轮级时,来自燃烧气体的热量沿着热气路径使各个涡轮构件的温度升高。例如,燃烧气体加热壳体 16 和涡轮 12 中的定子 18、22、24。

[0056] 在图 1 所示的实施例中,各个定子 18、22、24 在定子的内侧上限定了空腔(由虚线框 26 表示)。包含制冷剂的供应腔室 28 穿过壳体 16,以为制冷剂提供流体连通,以使其流到或到达各个空腔 26 中。排出腔室 30 联接到各个空腔 26 内部的供应腔室 28 上,并且离

开壳体 16, 以为制冷剂提供流体连通, 以使其流出或到达各个空腔 26 之外。这样, 制冷剂就通过供应腔室 28 流到各个定子 18、22、24 中, 并且通过排出腔室 30 离开各个空腔 26。制冷剂将保持供应腔室 28 的表面温度始终比各个空腔 26 的表面温度更冷, 从而允许在较热的空腔 26 到较冷的腔室 28 之间进行辐射和对流交换。

[0057] 如图 1 所示, 供应腔室 28 和排出腔室 30 可为基本同心的管, 其中任一个在另一个的内部。例如, 如图 1 所示, 供应腔室 28 可包围排出腔室 30。但是, 在备选实施例中, 排出腔室 30 可包围供应腔室 28。为了确保所要求保护的本发明的覆盖范围, 供应腔室 28 和排出腔室 30 可更一般地称为第一腔室和第二腔室, 取决于权利要求书中限定的特定实施例, 第一腔室指供应腔室 28 或排出腔室 30, 而第二腔室指的是另一个腔室。

[0058] 管套管式设计提供了优于现有系统的许多可行的优点。例如, 尤其是与现有技术系统中的一些定子中发现的复杂的内部流道相比, 供应腔室 28 和排出腔室 30 提供了廉价的结构来将制冷剂供应到定子 18、22、24 以及从定子 18、22、24 中移除制冷剂。供应腔室 28 和排出腔室 30 可独立于定子的生产和组装来生产和组装, 从而提供了另外的灵活性和生产成本的降低。

[0059] 另外, 供应腔室 28 和排出腔室 30 提供了用来分开制冷剂与热气路径的可靠的边界。结果, 制冷剂的压力可远远小于燃烧气体压力, 而不会增加燃烧气体突破定子壁的风险。另外, 制冷剂不限于具有大约 1000J/kgC 的比热容的空气。相反, 具有较高的比热容特性 (例如大于 1500J/kgC 的比热容) 的许多其它可容易地获得的流体可用作制冷剂。例如, 燃料 (1670J/kgC)、水蒸气 (2014J/kgC) 和水 (4186J/kgC) 是与空气相比具有较高比热容的、在燃气涡轮联合循环 (GTCC) 中可容易地获得的流体。类似地, 制冷剂不限于达到超过 200 摄氏度的温度的、从压缩机抽取的空气。相反, 在室温 (20 摄氏度) 处的许多其它可容易地获得的流体可用作制冷剂。因为传热的量与制冷剂的比热容和温差成正比, 所以在给定有相同的流率的情况下, 管套管式设计比专门依赖空气作为制冷剂的系统提供了更大的传热能力潜力。

[0060] 虽然在从涡轮定子中除热的背景中对图 1 中所示的冷却系统进行了描述和说明, 但是本领域的普通技术人员将理解, 冷却系统可适于从实际上任何燃气涡轮构件中除热。例如, 壳体 16 可限定空腔, 并且供应腔室 28 和排出腔室 30 可位于该空腔中, 以对包围热气路径的壳体 16 提供冷却。类似地, 各个燃烧器可包括包围燃烧室的衬套。供应腔室 28 和排出腔室 30 可位于燃烧器衬套附近, 以冷却燃烧室。

[0061] 图 2 提供了根据本发明的一个实施例的、图 1 所示的定子 18、22、24 的俯视平面图。如图所示, 定子 22 包括压力侧 34 和真空侧 32, 压力侧 34 和真空侧 32 结合起来在定子 22 的内侧上限定了空腔 26。供应腔室 28 在图 2 中看上去是包围排出腔室 30 的大体椭圆形的管, 排出腔室 30 看上去是圆形管。但是, 如之前所陈述的那样, 在备选实施例中, 排出腔室 30 可包围供应腔室 28。另外, 供应腔室 28 和排出腔室 30 可采用有利于制造和生产或提高传热的任何形状。

[0062] 在本发明的范围内的特定实施例可包括另外的特征, 以有利于或改进从热气路径到制冷剂的传热。例如, 图 2 所示的供应腔室 28 的外部的表面积可扩大, 以增大可通过其中发生传热的表面积。另外, 供应腔室 28 的外表面可合理地尽可能地靠近定子 22 的内壁, 以进一步有利于对制冷剂的传热。最后, 可对定子 22、供应腔室 28 和排出腔室 30 的各个表

面应用辐射性涂层,以有利于热量传送通过各个表面而到达制冷剂。

[0063] 图 3 显示了在本发明的范围内的冷却系统 36 的一个备选实施例的截面。待冷却的构件再次包括限定构件内部的空腔 40 的表面 38。冷却系统 36 再次包括供应腔室 42,供应腔室 42 为制冷剂提供流体连通,以使其流到或到达空腔 40 中。在供应腔室 42 的任一侧上离开空腔 40 的排出腔室 44 可为包围供应腔室 42 的圆柱形形状,或者其可为包围供应腔室 42 的多个管。图 3 所示的排出腔室 44 包括多个孔口 46,孔口 46 允许供应到空腔 40 的冷却空气流通通过排出腔室 44,以进一步改进对构件的传热。

[0064] 由于本发明的冷却系统将冷却剂包含在与空腔、燃烧气体或周围的空气分开的闭环中这一事实,所以本发明的冷却系统允许许多流体(例如燃料、蒸汽、空气和水)用作制冷剂,这在之前是不实际或不可行的。例如,燃气涡轮联合循环(GTCC)包括许多流体系统,它们被重复地加热和冷却,或者在 GTCC 中使用之前需要预热。本发明的冷却剂系统可将这些流体中的任何一种用作制冷剂。因此,冷却系统提供的除热能力不仅不减损燃气涡轮热力学效率,而且它还可通过预热在 GTCC 中使用的各种流体来改进 GTCC 的热力学效率。

[0065] 图 4 显示了在 GTCC48 的示意性表示的背景中的本发明的一个实施例。GTCC48 典型地包括结合有热回收系统 52 的燃气涡轮 50。燃气涡轮 50 包括在一端处的压缩机 54、在中部附近的一个或多个燃烧器 56 和在另一端处的涡轮 58。压缩机 54 和涡轮 58 连接到共同的转子 60 上,转子 60 驱动发电机 62 来发电。热回收系统 52 包括用以从燃气涡轮 50 中回收热量以改进燃气涡轮 50 的总热力学效率的闭环系统。热回收系统包括热交换器 64、蒸汽涡轮 66、冷凝器 68 和辅助发电机 70。热交换器 64 从离开涡轮 58 的燃烧气体中回收热量,并且由这个回收的热量产生蒸汽。蒸汽流过蒸汽涡轮 66,以转动连接到辅助发电机 70 上的轴 72 来产生功率。然后蒸汽流到冷凝器 68,并且泵 74 使冷凝物流通回到热交换器 64,该循环在热交换器 64 中重复。

[0066] 如图 4 所示,本发明可使用来自 GTCC 中的若干个点的流体。例如,冷凝器 68 和热交换器 64 之间的冷凝物可从热回收系统 52 转移到涡轮 58,以冷却定子或壳体,如之前所描述的那样。这样,冷凝物就对涡轮 58 起制冷剂的作用,以从涡轮 58 中除热,并且涡轮 58 继而在冷凝物穿过热交换器 64 以转化成蒸汽之前起用于该冷凝物的预热器的作用。从涡轮 58 到冷凝物的该热交换降低了涡轮构件的温度,以允许具有更高的燃烧温度,而在整体上不牺牲燃气涡轮 50 中的任何热力学效率。

[0067] 燃烧器 56 中消耗的燃料也可用作制冷剂,以在燃烧之前从涡轮构件中除热。例如,如图 4 所示,对燃烧器 56 提供燃料的燃料线路可使该燃料的一部分在燃烧之前首先流通到涡轮 58,以从涡轮构件中除热。类似地,通过燃气涡轮 50 的压缩机 54 的空气的一部分可被重新引导到涡轮 58,用作用以从涡轮构件中除热的制冷剂,且然后再引入回到压缩机 54。关于之前所论述的冷凝物,从涡轮 58 到燃料或到空气的热交换降低了涡轮构件的温度,并且预热了燃料或空气,以允许具有更高的燃烧温度,而在整体上不牺牲燃气涡轮 50 中的任何热力学效率。

[0068] 本发明的实施例的初步计算和评估表明对燃气涡轮构件提供的辐射式冷却的较大的增加。改进的辐射式冷却可用来补充现有的冷却系统,以进一步降低燃气涡轮构件的温度,或者延长维护周期之间的时间。备选地,取决于对于各个应用而言独特的操作考虑,改进的辐射式冷却可用来完全代替现有的冷却系统。

[0069] 本领域技术人员应当理解,可对本文阐明的本发明的实施例作出修改和变化,而不偏离在所附的权利要求书及其等效物中阐明的本发明的范围和精神。

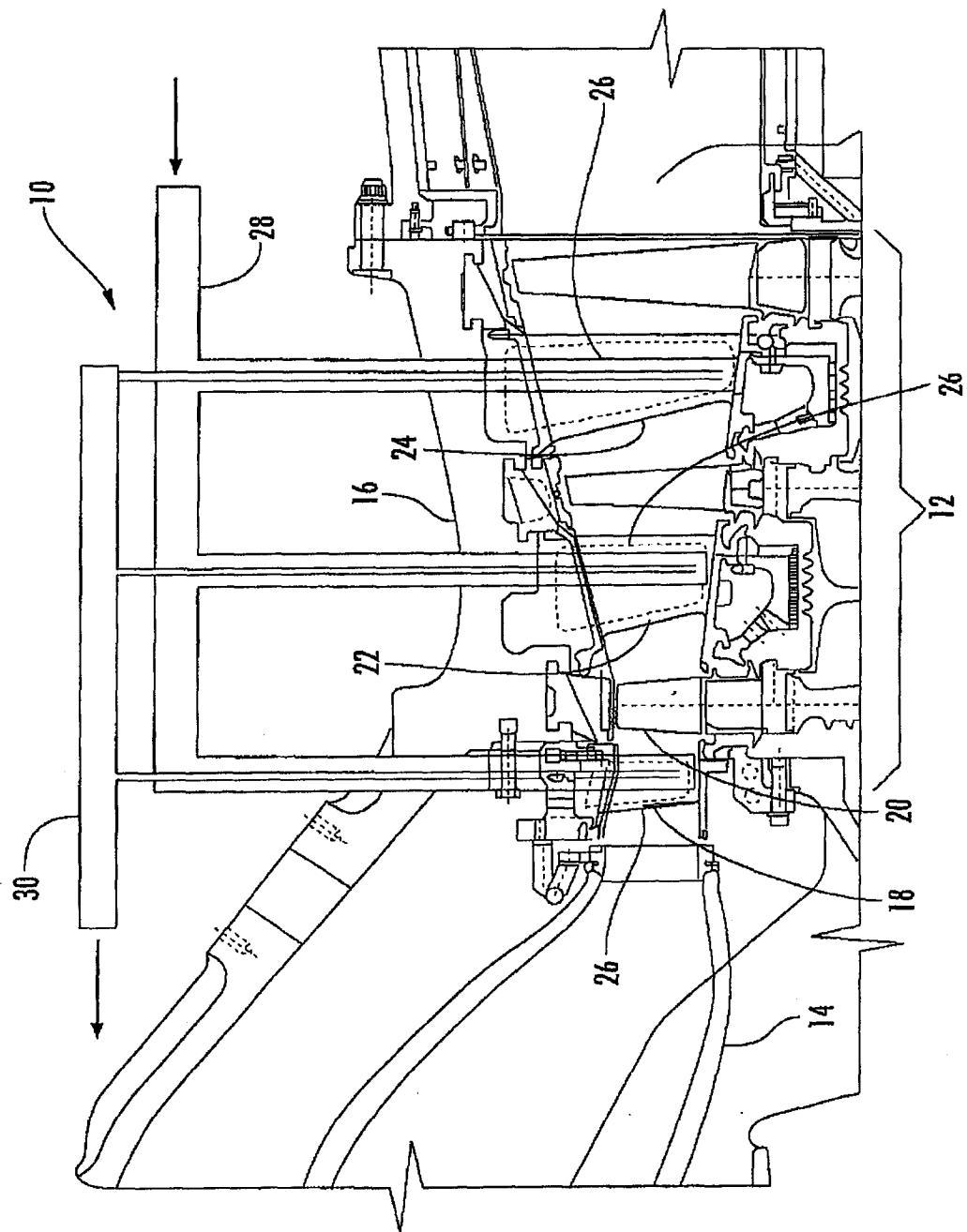


图 1

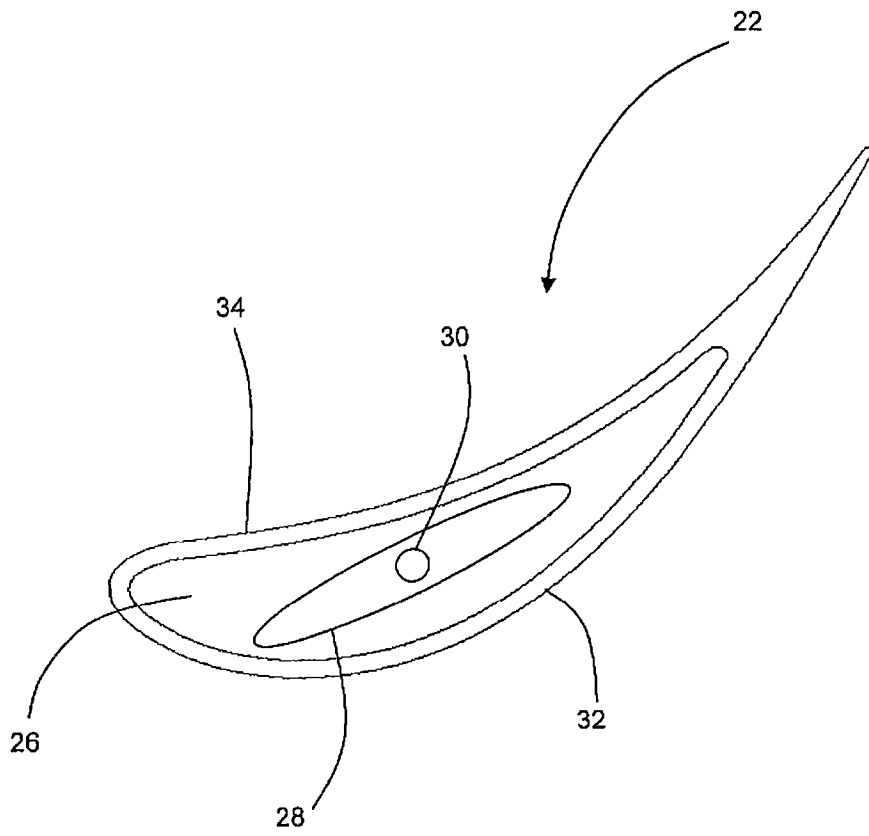


图 2

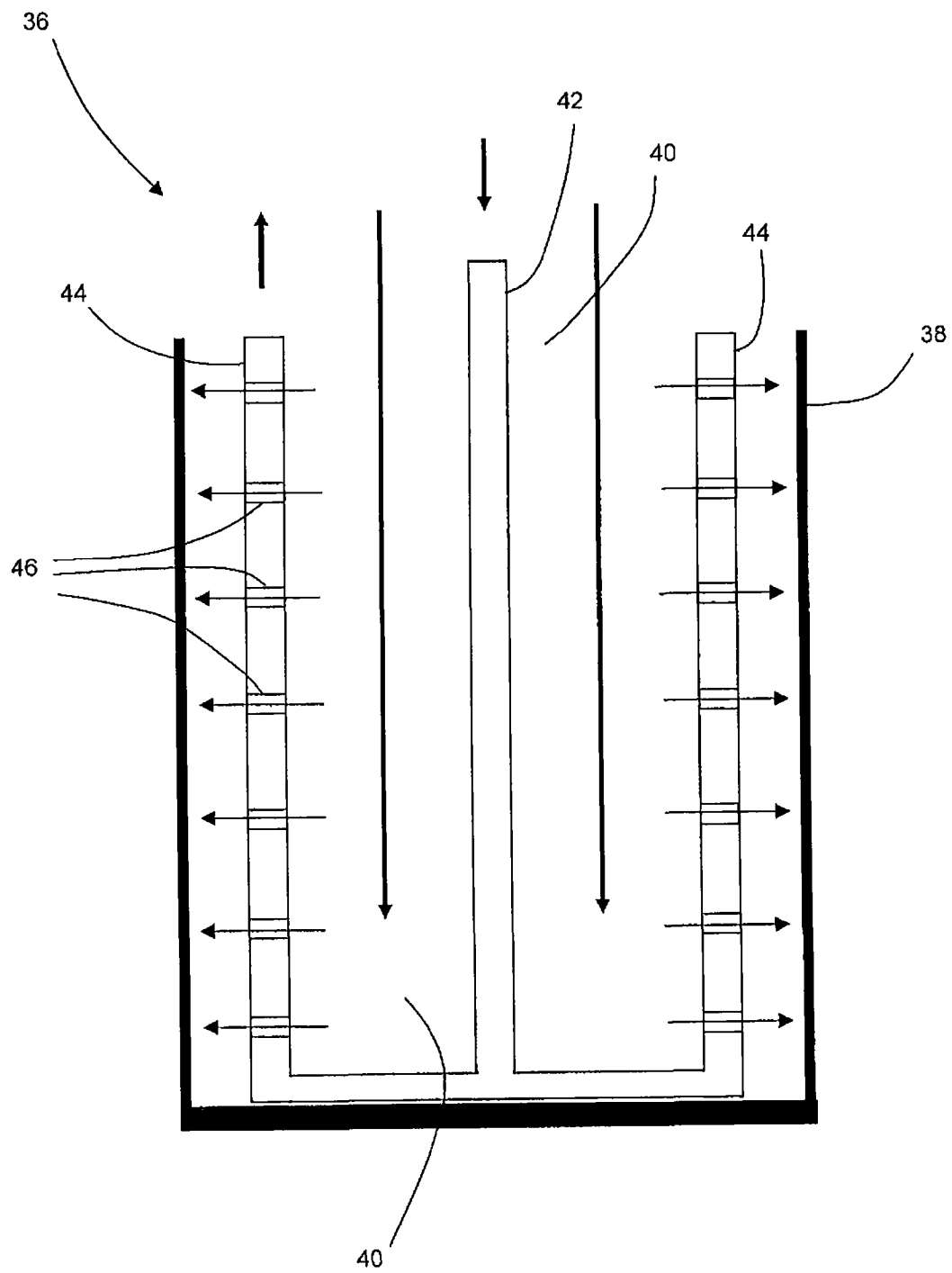


图 3

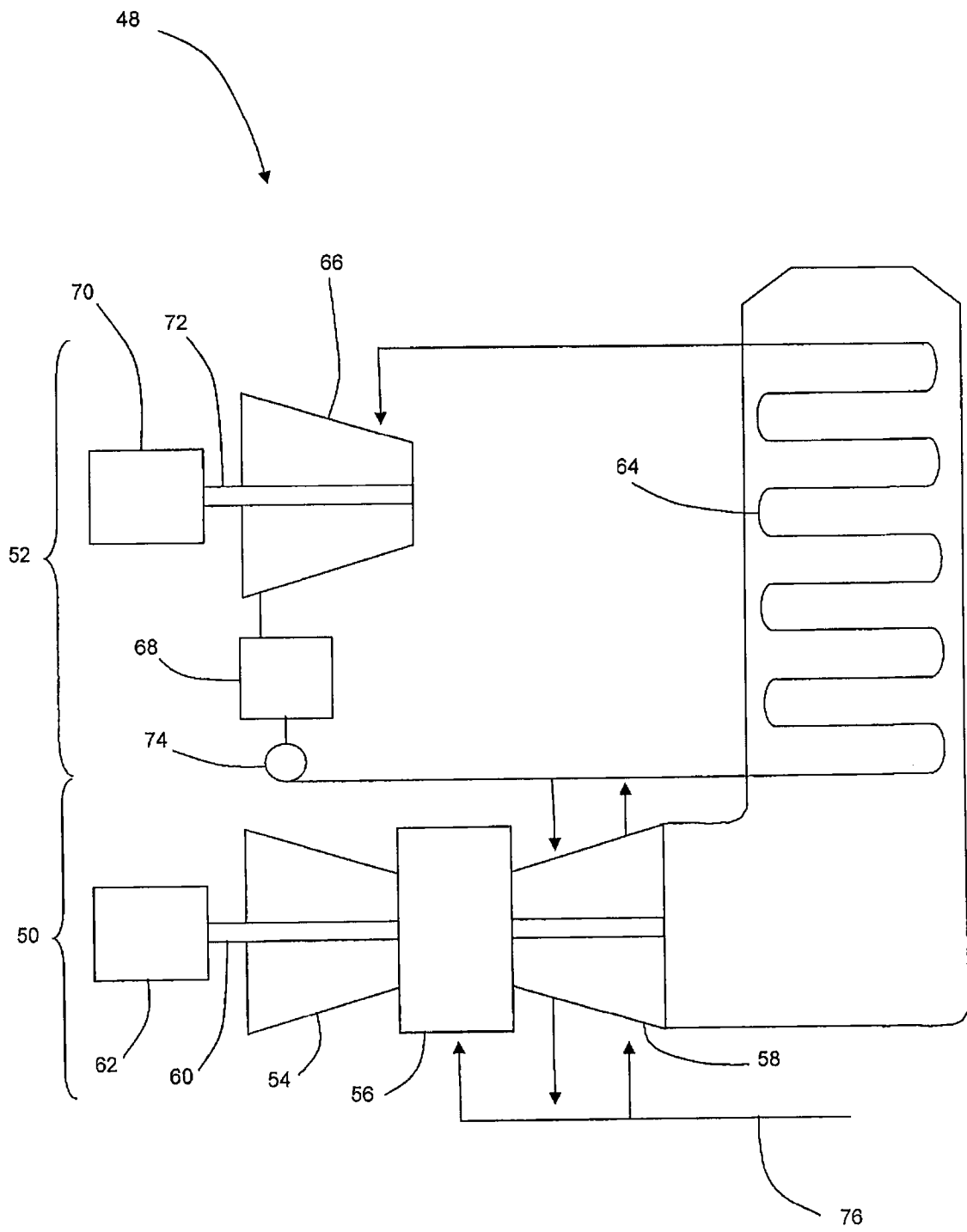


图 4