(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103133059 B
(45)授权公告日 2016.02.10

(21)申请号 201210461959.6
(22)申请日 2012.11.16
(30)优先权数据
13/302372 2011.11.22 US
(73)专利权人 通用电气公司
地址 美国纽约州
(72)发明人 R.J.基拉 E.卡勒罗斯
P.S.拉杰什 E.佩纳 N.安托万
J-Q.达-科斯塔
(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 李强 谭祐祥
(51)Int.Cl.
F01D 11/14(2006.01)
(56)对比文件
JP 特開 2007 — 77990 A,2007.03.29,
JP 特開 2007 — 77990 A,2007.03.29,
DE 102006012977 A1,2007.10.11,
CN 101078356 A,2007.11.28,
CN 1854468 A,2006.11.01,
US 2002/0055330 A1,2002.05.09,
JP 特開平 8-210106 A,1996.08.20,
审查员 彭小熙

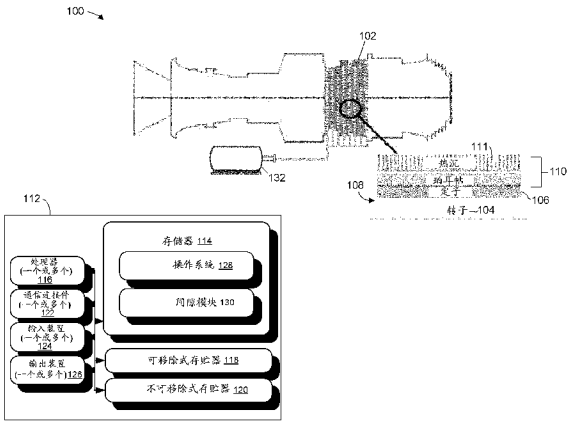
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

用于调节涡轮中的间隙的系统和方法

(57)摘要

本发明涉及用于调节涡轮中的间隙的系统和方法。本发明的实施例可提供用于调节涡轮中的间隙的系统和方法。根据本发明的一个实施例，公开一种涡轮系统。该系统可包括：一个或多个涡轮叶片；包围一个或多个涡轮叶片的涡轮壳体；以及至少部分地围绕涡轮壳体而设置的热电元件，其中，热电元件通过加热或冷却涡轮壳体的至少一部分来使涡轮壳体膨胀或收缩，从而调节一个或多个涡轮叶片和涡轮壳体之间的间隙。



CN 103133059 B

1. 一种涡轮系统，包括：

一个或多个涡轮叶片；

包围所述一个或多个涡轮叶片的涡轮壳体；以及

至少部分地围绕所述涡轮壳体的外侧而设置的热电元件，其中，所述热电元件通过加热或冷却所述涡轮壳体的至少一部分来使所述涡轮壳体膨胀或收缩，从而调节所述一个或多个涡轮叶片和所述涡轮壳体之间的间隙；

其中所述热电元件包括设置在冷沉和热沉之间的珀耳帖元件，其中所述热沉与通风系统连通。

2. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于，对所述珀耳帖元件施加电压，以控制所述冷沉和所述热沉之间的热传递。

3. 根据权利要求 2 所述的系统，其特征在于，所述冷沉和所述热沉取决于对所述珀耳帖元件施加的电压的极性。

4. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于，所述冷沉和所述热沉包括陶瓷板。

5. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于，减小所述一个或多个涡轮叶片和所述涡轮壳体之间的间隙，以提高运行期间的效率。

6. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于，增大所述一个或多个涡轮叶片和所述涡轮壳体之间的间隙，以提高启动的效率和速度。

7. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于，所述热电元件围绕所述涡轮壳体的外侧的至少一部分沿周向设置成与所述一个或多个涡轮叶片成顺列。

8. 一种用于调节涡轮中的间隙的方法，所述涡轮包括包围一个或多个涡轮叶片的涡轮壳体，所述方法包括：

至少部分地围绕所述涡轮壳体的外侧而定位一个或多个热电元件，其中所述一个或多个热电元件包括设置在冷沉和热沉之间的珀耳帖元件，其中所述热沉与通风系统连通；以及

通过用所述一个或多个热电元件加热或冷却所述涡轮壳体的至少一部分来控制所述涡轮壳体的膨胀或收缩，其中所述一个或多个涡轮叶片和所述涡轮壳体之间的间隙得到调节。

9. 根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，对所述珀耳帖元件施加电压，以控制所述冷沉和所述热沉之间的热传递。

10. 根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述冷沉和所述热沉取决于对所述珀耳帖元件施加的电压的极性。

11. 根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述冷沉和所述热沉包括陶瓷板。

12. 根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，减小所述一个或多个涡轮叶片和所述涡轮壳体之间的间隙，以提高运行期间的效率。

13. 根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，增大所述一个或多个涡轮叶片和所述涡轮壳体之间的间隙，以提高启动期间的效率。

14. 根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述一个或多个热电元件围绕所述涡轮壳体的外侧的至少一部分沿周向设置成与所述一个或多个涡轮叶片成顺列。

15. 一种涡轮系统，包括：

一个或多个涡轮叶片；

包围所述一个或多个涡轮叶片的涡轮壳体；

至少部分地围绕所述涡轮壳体的外侧而设置的至少一个热电元件，其中所述至少一个热电元件包括设置在冷沉和热沉之间的珀耳帖元件，其中所述热沉与通风系统连通；以及

与所述至少一个热电元件通信的控制器，所述控制器包括：

计算机处理器；以及

与所述计算机处理器通信的存储器，其可操作用来存储计算机可执行指令，所述计算机可执行指令可操作用来进行下者：

通过用所述至少一个热电元件加热或冷却所述涡轮壳体的至少一部分来控制所述涡轮壳体的膨胀或收缩，其中所述一个或多个涡轮叶片和所述涡轮壳体之间的间隙得到调节。

用于调节涡轮中的间隙的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明的实施例大体涉及涡轮，并且更具体而言，涉及用于调节涡轮中的间隙的系统和方法。

背景技术

[0002] 由涡轮的热状态的原因，在涡轮的启动和运行期间，涡轮叶片和涡轮壳体可膨胀或收缩。因此，由于涡轮叶片和涡轮壳体的膨胀和收缩的原因，涡轮叶片和涡轮壳体之间的间隙可改变。一般而言，涡轮叶片和涡轮壳体之间的间隙越小，涡轮在运行期间的效率就越高。此外，涡轮叶片和涡轮壳体之间的间隙越大，涡轮的启动就越快。

发明内容

[0003] 以上需要和/或问题中的一些或全部都可由本发明的某些实施例解决。公开的实施例可包括用于调节涡轮中的间隙的系统和方法。根据本发明的一个实施例，公开一种涡轮系统。该系统可包括：一个或多个涡轮叶片；包围一个或多个涡轮叶片的涡轮壳体；以及至少部分地围绕涡轮壳体而设置的热电元件，其中，热电元件通过加热或冷却涡轮壳体的至少一部分来使涡轮壳体膨胀或收缩，从而调节一个或多个涡轮叶片和涡轮壳体之间的间隙。

[0004] 根据本发明的另一个实施例，公开一种用于调节涡轮中的间隙的方法，涡轮包括包围一个或多个涡轮叶片的涡轮壳体，该方法包括：至少部分地围绕涡轮壳体而定位一个或多个热电元件；以及通过用一个或多个热电元件加热或冷却涡轮壳体的至少一部分来控制涡轮壳体的膨胀或收缩，其中，一个或多个涡轮叶片和涡轮壳体之间的间隙得到调节。

[0005] 另外，根据本发明的另一个实施例，公开另一种涡轮系统。该系统可包括：一个或多个涡轮叶片；包围一个或多个涡轮叶片的涡轮壳体；至少部分地围绕涡轮壳体而设置的至少一个热电元件；以及与至少一个热电元件通信的控制器。控制器可包括：计算机处理器；以及与计算机处理器通信的存储器，其可操作来存储计算机可执行指令。计算机可执行指令能够可操作来通过用至少一个热电元件加热或冷却涡轮壳体的至少一部分来控制涡轮壳体的膨胀或收缩，其中，一个或多个涡轮叶片和涡轮壳体之间的间隙得到调节。

[0006] 根据以下详细描述、附图和所附权利要求，本发明的其它实施例、方面和特征将对本领域技术人员变得显而易见。

附图说明

[0007] 现在将参照附图，未必按比例绘制附图，并且其中：

[0008] 图 1 是示出了根据本发明的实施例的示例涡轮系统的示意图，其包括用于调节涡轮中的间隙的计算机环境的框图。

[0009] 图 2 是示出了根据本发明的实施例的示例热电元件的细节的示意图。

[0010] 图 3 是示出了根据本发明的实施例的示例涡轮系统的示意图。

[0011] 图 4 是示出了根据本发明的实施例的、用于调节涡轮中的间隙的示例方法的细节的流程图。

具体实施方式

[0012] 参照附图，现在将在下文中更加全面地描述本发明的说明性实施例，在附图中显示了本发明的一些实施例，但不是所有实施例。本发明可体现为许多不同的形式，并且不应将本发明理解为限于本文阐述的实施例。相反，提供这些实施例，使得本公开将满足适用的法律要求。类似标号在所有图中指示类似元件。

[0013] 除了别的以外，本发明的说明性实施例涉及用于调节涡轮中的间隙的系统和方法。本发明的某些说明性实施例可涉及热电元件，该热电元件设置在涡轮壳体的至少一部分周围，以通过加热或冷却涡轮壳体的至少一部分涡来使轮壳体膨胀或收缩，从而调节一个或多个涡轮叶片和涡轮壳体之间的间隙。

[0014] 在一些实施例中，热电元件可包括设置在冷沉 (cold sink，其与热沉的作用相反) 和热沉 (heat sink) 之间的珀耳帖 (Peltier) 元件。可对珀耳帖元件施加电压，以控制冷沉和热沉之间的热传递。冷沉和热沉可取决于对珀耳帖元件施加的电压的极性。在一些方面，冷沉和热沉可包括陶瓷板。在其它方面，热沉可与通风系统连通。在另外的其它方面，热电元件可围绕涡轮壳体的至少一部分沿周向设置成与一个或多个涡轮叶片成顺列。

[0015] 本发明的某些实施例可提供技术性解决方案来调节一个或多个涡轮叶片和涡轮壳体之间的间隙。在一个实施例中，可减小一个或多个涡轮叶片和涡轮壳体之间的间隙，以提高运行期间的效率。照这样，可冷却涡轮壳体，以使其围绕一个或多个涡轮叶片而收缩。在另一个实施例中，可增大一个或多个涡轮叶片和涡轮壳体之间的间隙，以提高启动期间的效率，以及提高启动的速度。照这样，可加热涡轮壳体，以使其围绕一个或多个涡轮叶片而膨胀，以允许一个或多个涡轮叶片在启动期间膨胀。在又一个实施例中，可调节一个或多个涡轮叶片和涡轮壳体之间的间隙，以提高过渡期间的效率。

[0016] 图 1 提供了示例涡轮系统 100，其示出了用于调节涡轮 102 中的间隙的细节。涡轮 102 可包括一个或多个涡轮叶片 104 (或转子)。涡轮 102 还可包括涡轮壳体 106 (或定子)，使得涡轮壳体 106 包围一个或多个涡轮叶片 104。一个或多个涡轮叶片 104 大体围绕涡轮 102 的中心轴线旋转。涡轮 102 可在一个或多个涡轮叶片 104 的远端和涡轮壳体 106 的内半径之间包括间隙 108。

[0017] 涡轮系统 100 可包括至少部分地围绕涡轮壳体 106 而设置的热电元件 110。在某些实施例中，热电元件 110 可至少部分地围绕涡轮壳体而设置成与涡轮叶片 104 成顺列。热电元件 110 可加热或冷却与热电元件 110 连通的涡轮壳体 106 的一部分。热电元件 110 加热和冷却涡轮壳体 106 分别可使涡轮壳体 106 的至少一部分膨胀或收缩。涡轮壳体 106 的膨胀和收缩会调节一个或多个涡轮叶片 104 和涡轮壳体 106 之间的间隙 108。一个或多个热传感器可设置在涡轮壳体、一个或多个涡轮叶片上或在它们周围，以及 / 或者在涡轮上或涡轮周围的任何其它位置上，以监测涡轮系统 100。

[0018] 在某些实施例中，热电元件 110 可包括用于从热电元件 110 中散热的热沉 111。一个或多个热电元件 110 的加热或冷却取决于接收自功率源 132 的电压和极性。例如，热沉 111 可为热沉或冷沉，这取决于由热电元件 110 接收到的功率源的极性。因此，热电元件是

处于加热模式还是冷却模式，这取决于功率源 132 的极性。

[0019] 仍然参照图 1，在某些说明性实施例中，涡轮系统 100 可包括用于调节一个或多个涡轮叶片 104 和涡轮壳体 106 之间的间隙的控制器装置 112。控制器装置 112 可构造成能够实现公开的特征和所附方法的任何适当的计算装置，诸如（但不限于）参照图 4 所描述的那些。以示例而非限制的方式，适当的计算装置可包括个人计算机 (PC)、服务器、服务器群、数据中心，或者能够存储和执行公开的特征的全部或者一部分的任何其它装置。

[0020] 在一个说明性构造中，控制器装置 112 至少包括存储器 114 和一个或多个处理单元（或处理器（一个或多个））116。处理器（一个或多个）116 可如合适的那样实现为硬件、软件、固件或它们的组合。处理器（一个或多个）116 的软件或固件实现可包括用任何适当的程序设计语言编写的、用以执行所描述的各种功能的计算机可执行或机器可执行的指令。

[0021] 存储器 114 可存储可加载到处理器（一个或多个）116 上以及可在处理器（一个或多个）116 上执行的程序指令，以及在这些程序的执行期间产生的数据。取决于控制器装置 112 的配置和类型，存储器 114 可为易失性的（诸如随机存取存储器 (RAM)）和 / 或非易失性的（诸如只读存储器 (ROM)、闪速存储器等）。计算装置或服务器还可包括额外的可移除式存贮器 118 和 / 或不可移除式存贮器 120，包括（但不限于）磁存贮器、光盘和 / 或磁带存贮器。磁盘驱动器及其相关联的计算机可读介质可对计算机可读指令、数据结构、程序模块和用于计算装置的其它数据提供非易失性存储。在一些实现中，存储器 114 可包括多种不同类型的存储器，诸如静态随机存取存储器 (SRAM)、动态随机存取存储器 (DRAM) 或 ROM。

[0022] 存储器 114、可移除式存贮器 118 和不可移除式存贮器 120 都是计算机可读存储介质的示例。例如，计算机可读存储介质可包括以任何方法或技术实施来存储信息（诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其它数据）的易失性和非易失性、可移除式和不可移除式介质。存储器 114、可移除式存贮器 118 和不可移除式存贮器 120 都是计算机存储介质的示例。可存在的额外类型的计算机存储介质，其可包括（但不限于）可编程随机存取存储器 (PRAM)、SRAM、DRAM、RAM、ROM、电子可擦可编程序只读存储器 (EEPROM)、闪速存储器或其它存储器技术、压密盘只读存储器 (CD-ROM)、数字多功能盘 (DVD) 或其它光学存贮器、磁带盒、磁带、磁盘存贮器或其它磁存储装置，或者可用来存储期望的信息且可由服务器或其它计算装置访问的任何其它介质。以上任一个的组合应当也包括在计算机可读介质的范围内。

[0023] 备选地，计算机可读的通信介质可包括计算机可读指令、程序模块或在数据信号（诸如载波或其它传输物）内传输的其它数据。

[0024] 控制器装置 112 还可包含通信连接件（一个或多个）122，通信连接件 122 允许控制器装置 112 与存储的数据库、另一个计算装置或服务器、用户终端和 / 或网络上的其它装置通信。控制器装置 112 还可包括输入装置（一个或多个）124（诸如键盘、鼠标、笔、语音输入装置、触摸输入装置等），以及输出装置（一个或多个）126，诸如显示器、扬声器、打印机等。

[0025] 更详细地转到存储器 114 的内容，存储器 114 可包括操作系统 128，以及用于实现本文公开的特征的一个或多个应用程序或服务，其包括间隙模块 130。间隙模块 130 可构造成通过经由一个或多个热电元件 110 控制涡轮壳体 106 的至少一部分的加热或冷却来控制

涡轮壳体 106 的膨胀或收缩，使得一个或多个涡轮叶片 104 和涡轮壳体 106 之间的间隙 108 由于涡轮壳体 106 的膨胀或收缩而得到调节。间隙模块 130 可通过控制一个或多个热电元件 110 从功率源 132 接收到的电压和极性来控制一个或多个热电元件 110 的加热或冷却。也就是说，热电元件 110 的加热或冷却取决于其接收自功率源 132 的电压的极性。在某些实施例中，随着来自功率源 132 的功率提高，涡轮壳体 106 的加热或冷却可提高。相反，在其它实施例中，随着来自功率源 132 的功率降低，涡轮壳体 106 的加热或冷却可降低。

[0026] 可在由一个或多个计算机或其它装置执行的计算机可执行指令（诸如程序模块）的一般语境中考虑本文描述的各种指令、方法和技术。大体上，程序模块包括用于执行特定任务或实现特定的抽象数据类型的例程、程序、对象、构件、数据结构等。这些程序模块等可执行为原始代码，或者可诸如在虚拟机或其它及时的编译执行环境中下载和执行。典型地，程序模块的功能性可如期望的那样在各种实施例中组合或分布。这些模块和技术的实现可存储在一些形式的计算机可读存储介质上。

[0027] 仅以示例的方式提供图 1 中显示的示例控制器装置 112。许多其它操作环境、系统架构和装置配置是可行的。因此，本公开的实施例不应理解为限于任何特定的操作环境、系统架构或装置配置。

[0028] 图 2 是示出了示例热电元件 200 的细节的示意图。在某些实施例中，热电元件 200 可包括至少一个珀耳帖元件，或者可包括采用或以别的方式实现珀耳帖效应的构件。例如，热电元件 200 可包括掺有 N 型杂质离子的半导体 202 和掺有 P 型杂质离子的半导体 204。掺有 N 型和 P 型的半导体元件 202 和 204 可通过导体 206 和 208 连接在一起形成串联的电子电路和并联的热回路。热传递衬底 210 和 212 分别可包住导体 206 和 208。热传递衬底 210 和 212 可为冷沉或热沉，这取决于热电元件 200 的极性。

[0029] 如在珀耳帖型热电元件中已知的那样，对热电元件 200 施加电流 214 有利于接合部和 / 或导体中的局部加热和 / 或冷却，因为珀耳帖型热电元件的能量差会转变成热或冷。因此，热电元件 200 可布置成使得在一个位置中进行加热，而在另一个位置中进行冷却，反之亦然。

[0030] 热传递衬底 210 和 212 可为冷沉或热沉，这取决于对热电元件 200 施加的电压的极性。例如，如图 2 中描绘的那样，热传递衬底 212 是冷沉，而热传递衬底 210 是热沉。在其它实施例中，热传递衬底 212 可为热沉，而热传递衬底 210 可为冷沉。

[0031] 图 3 是示出了示例涡轮系统 300 的示意图。涡轮系统 300 可包括涡轮 302。涡轮 302 可包括涡轮壳体 304。涡轮系统 300 还可包括至少部分地围绕涡轮壳体 304 而设置的热电元件 306。热电元件 306 加热或冷却与热电元件 306 连通的涡轮壳体 304 的一部分。热电元件 306 加热和冷却涡轮壳体 304 分别会使涡轮壳体 304 的至少一部分膨胀或收缩。涡轮壳体 304 的膨胀和收缩会调节一个或多个涡轮叶片和涡轮壳体 304 之间的间隙。热电元件 306 可与通风系统 308 连通。例如，当在冷却模式中时，热电元件 306 可包括外部热沉部分 111，如图 1 中描绘的那样。热沉部分可将传递自涡轮壳体 304 的热扩散到周围环境中。通风系统 308 可将从热电元件 306 的热沉部分扩散出的热引导到远处位置，在该处可回收或弃置热。

[0032] 图 4 示出了根据本发明的实施例的、用于调节涡轮中的间隙的方法 400 的示例流程图。在一个示例中，图 1 的说明性控制器装置 112 和 / 或说明性控制器装置 112 的一个

或多个模块可单独地或以组合的方式执行所描述的方法 400 的操作。

[0033] 在这个特定实现中，方法 400 可始于图 4 的框 402 处，其中，方法 400 可包括至少部分地围绕涡轮壳体而定位一个或多个热电元件。可将一个或多个热电元件定位成与一个或多个涡轮叶片成顺列，或者将一个或多个热电元件定位在一个或多个涡轮叶片附近。此外，可将一个或多个热电元件定位在涡轮壳体的整个周边周围或者在涡轮壳体的周边的一部分周围。在涡轮壳体上或在涡轮壳体周围，可将一个或多个热电元件定位在任何位置处，以及以任何型式定位一个或多个热电元件。

[0034] 框 402 后面是框 404。在 404 框处，方法 400 可包括通过用一个或多个热电元件加热或冷却涡轮壳体的至少一部分来控制涡轮壳体的膨胀或收缩，其中，一个或多个涡轮叶片和涡轮壳体之间的间隙得到调节。例如，在某些实施例中，方法 400 减小一个或多个涡轮叶片和涡轮壳体之间的间隙，以提高运行期间的效率，即，可冷却涡轮壳体，以使其围绕一个或多个涡轮叶片而收缩。在另一个实施例中，方法 400 增大一个或多个涡轮叶片和涡轮壳体之间的间隙，以提高启动期间的效率，即，可加热涡轮壳体，以使其围绕一个或多个涡轮叶片而膨胀，以允许一个或多个涡轮叶片在启动期间膨胀。

[0035] 描述了用于调节涡轮中的间隙的说明性系统和方法。这些系统和方法中的一些或全部可（但不必）至少部分地由诸如上面的图 1 中显示的那些的架构实现。

[0036] 虽然已经用对结构特征和 / 或方法动作专有的语言描述了实施例，但要理解的是，本公开不必限于所描述的具体特征或动作。相反，公开具体特征和动作作为实现实施例的说明性形式。

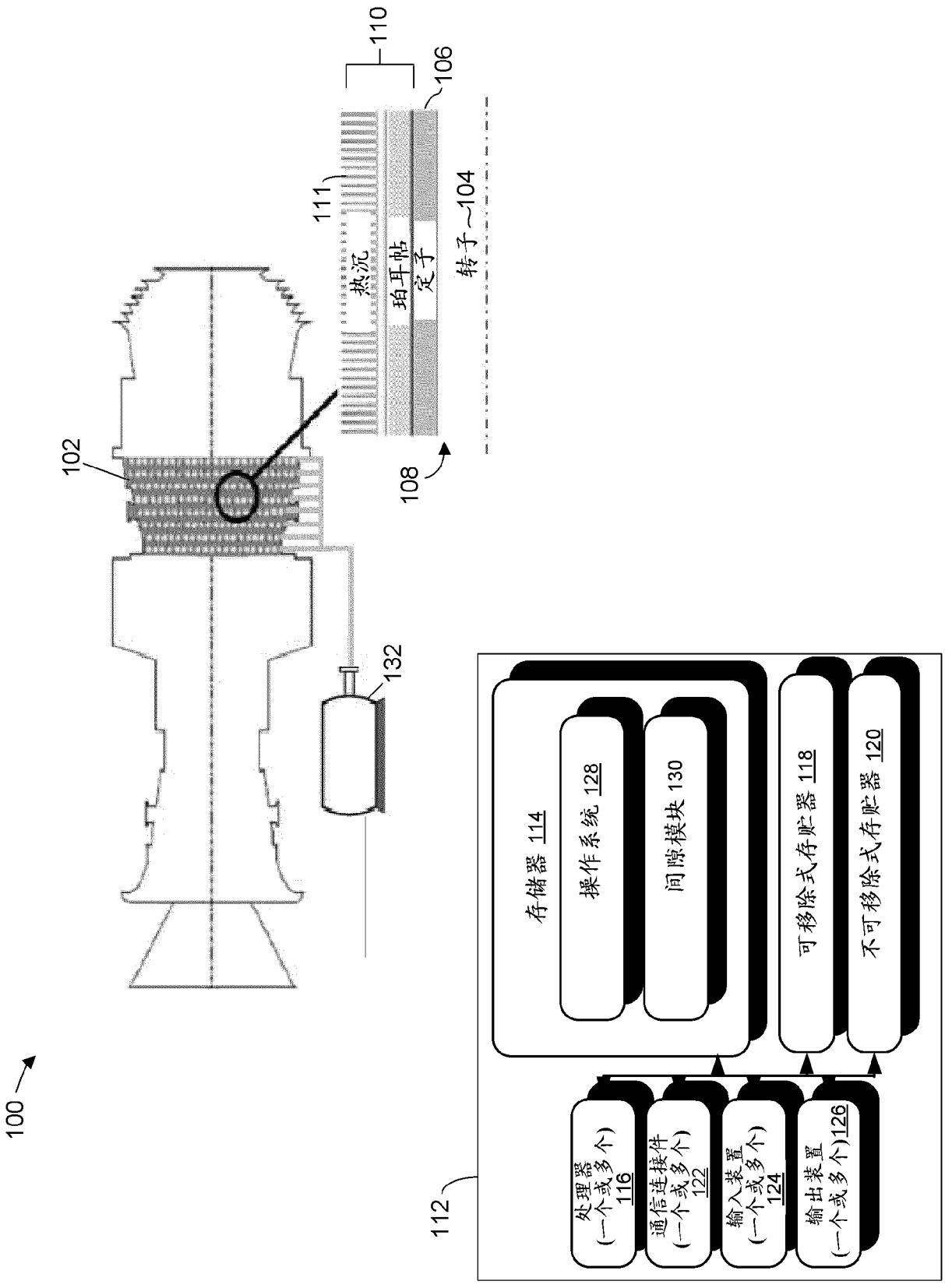

100
102
110
106
111
热沉
珀耳帖
定子
转子
104
108
132
112
存储器 114
操作系统 128
间隙模块 130
可移除式存储器 118
不可移除式存储器 120
处理器 (一个或多个) 116
通信连接件 (一个或多个) 122
输入装置 (一个或多个) 124
输出装置 (一个或多个) 126

图 1

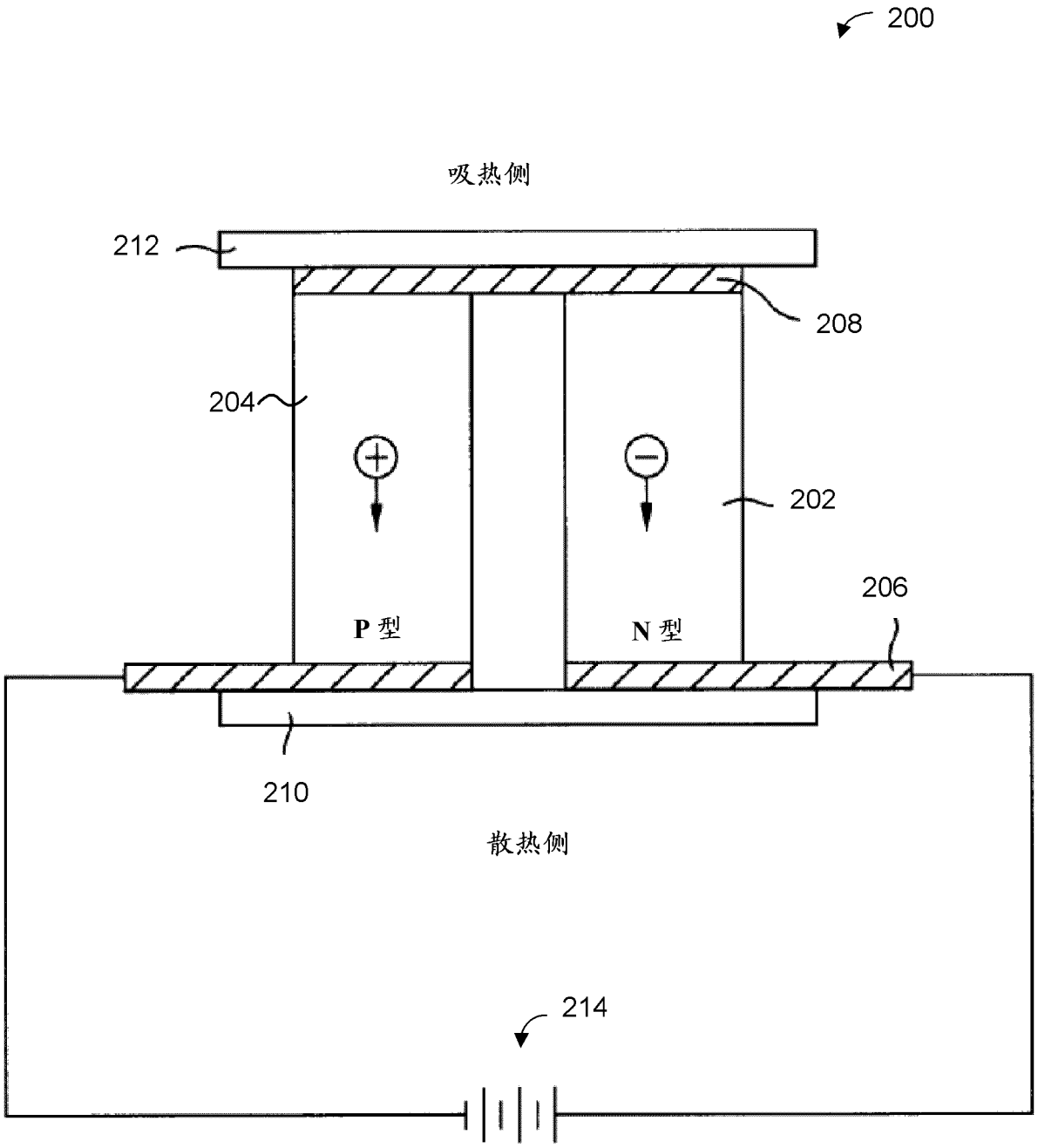


图 2

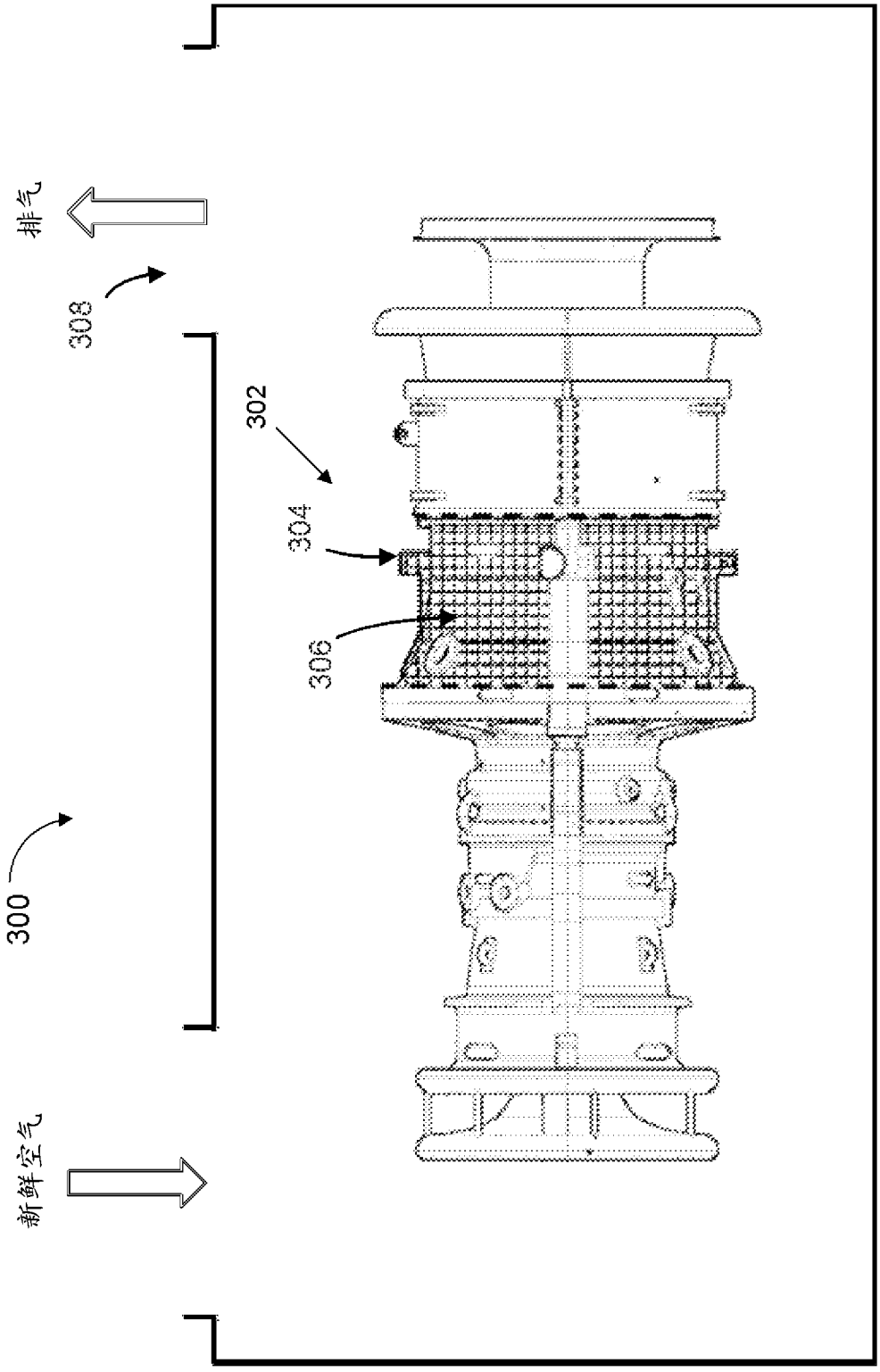


图 3

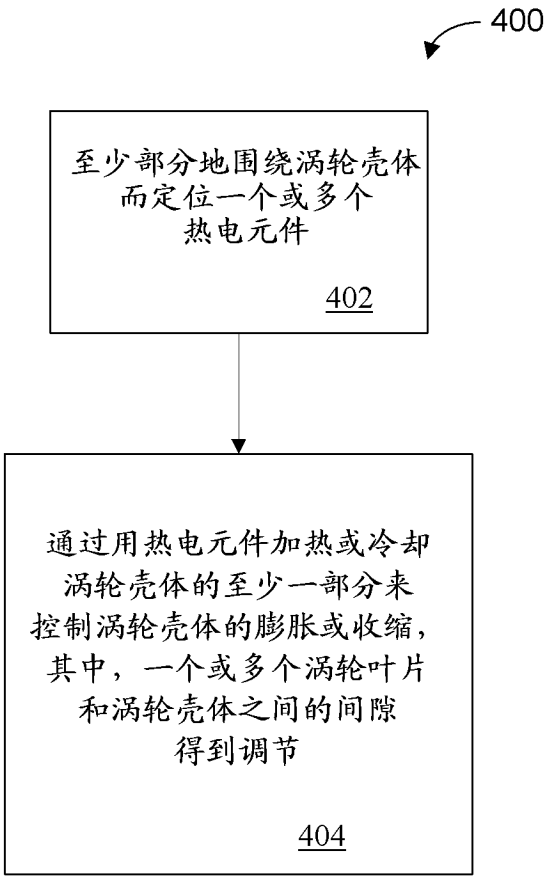

400
至少部分地围绕涡轮壳体而定位一个或多个热电元件
402
通过用热电元件加热或冷却涡轮壳体的至少一部分来控制涡轮壳体的膨胀或收缩，其中，一个或多个涡轮叶片和涡轮壳体之间的间隙得到调节
404

图 4