



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105008672 A
(43) 申请公布日 2015. 10. 28

(21) 申请号 201480014537. 1

代理人 王茂华 黄海鸣

(22) 申请日 2014. 02. 26

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

F01D 9/06(2006. 01)

13/795, 542 2013. 03. 12 US

F01D 11/24(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

F01D 25/10(2006. 01)

2015. 09. 11

F01D 25/12(2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/018711 2014. 02. 26

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/158609 EN 2014. 10. 02

(71) 申请人 西门子股份公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 谭国汶 C·P·李 B·H·特珀斯

D·M·西姆科

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

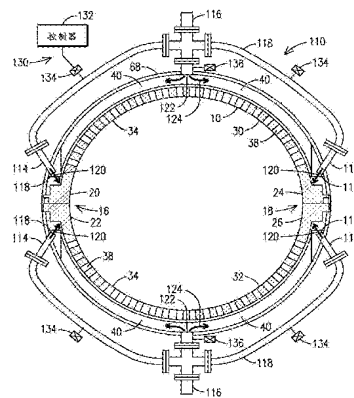
权利要求书2页 说明书7页 附图7页

(54) 发明名称

翼片承载件热管理布置和用于间隙控制的方法

(57) 摘要

一种燃气涡轮发动机 (60) 中的热管理布置 (110), 包括 : 提供压气机部 (156) 与 : 涡轮翼片承载件 (110) 的相对地有热响应的部分 (52) ; 和涡轮翼片承载件的相对地无热响应的部分 (48) 之间的流体连通的管道布置 (62)。管道布置包括 : 接近于涡轮翼片承载件的相对地有热响应的部分布置并配置成排放一般冷却流 (124) 的一般冷却流出口 (122) ; 和接近于相对地无热响应的部分布置并配置成排放冲击流 (120) 的冲击流出口 (118)。热管理布置被配置成使得冲击流的流速率对于使相对地无热响应的部分的热响应朝向相对地有热响应的部分的热响应加速是有效的。



1. 一种燃气涡轮发动机中的热管理布置,包括:
管道布置,提供:压气机部与:涡轮翼片承载件的相对地有热响应的部分;和所述涡轮翼片承载件的相对地无热响应的部分之间的流体连通,所述管道布置包括:
一般冷却流出口,接近于所述涡轮翼片承载件的所述相对地有热响应的部分布置并配置成排放一般冷却流;和
冲击流出口,接近于所述相对地无热响应的部分布置并配置成排放冲击流;
其中所述热管理布置被配置成使得所述冲击流的流速率对于使所述相对地无热响应的部分的热响应朝向所述相对地有热响应的部分的热响应加速是有效的。
2. 根据权利要求 1 所述的热管理布置,其中所述冲击流没有主动的补充加热和冷却。
3. 根据权利要求 1 所述的热管理布置,进一步包括配置成主动地控制冲击流速率和一般冷却流速率的涡轮翼片承载件流调节布置。
4. 一种燃气涡轮发动机中的热管理布置,包括:
第一管道布置,提供第一压气机部与第一涡轮翼片承载件凸缘之间的流体连通,所述第一管道布置包括接近于所述第一涡轮翼片承载件凸缘布置的第一冲击流出口,
其中所述第一压气机部中的第一压力驱动压缩空气的第一冲击流通过所述第一管道布置并且其中所述第一冲击流在所述第一冲击流直接离开所述第一冲击流出口之后冲击所述第一涡轮翼片承载件凸缘。
5. 根据权利要求 4 所述的热管理布置,其中在冲击所述第一涡轮翼片承载件凸缘之后,所述第一冲击流流到流经包括所述第一涡轮翼片承载件凸缘的涡轮的热气体的流内。
6. 根据权利要求 4 所述的热管理布置,进一步包括配置成控制所述第一冲击流的流速率的第一涡轮翼片承载件流调节布置。
7. 根据权利要求 4 所述的热管理布置,所述第一管道布置进一步包括配置成将压缩空气的第一一般冷却流传送至包括所述第一涡轮翼片承载件凸缘的第一涡轮翼片承载件的第一一般冷却出口,其中所述第一一般冷却流被传送至所述第一涡轮翼片承载件的第二部分,所述第一涡轮翼片承载件的所述第二部分具有与所述第一涡轮翼片承载件的包括所述第一涡轮翼片承载件凸缘的第一部分不同的每单位弧长平均质量,
其中所述热管理布置被配置成使得所述第一冲击流和所述第一一般冷却流的相对的流速率与所述第一部分和所述第二部分的各自热响应相互关联。
8. 根据权利要求 7 所述的热管理布置,进一步包括配置成主动地控制所述第一冲击流和所述第一一般冷却流的相对流速率的第一涡轮翼片承载件流调节布置。
9. 根据权利要求 4 所述的热管理布置,其中所述第一冲击流没有主动的补充加热和冷却。
10. 根据权利要求 4 所述的热管理布置,进一步包括:
第二管道布置,提供第二压气机部与第二涡轮翼片承载件凸缘之间的流体连通,所述第二管道布置包括接近于所述第二涡轮翼片承载件凸缘布置的第二冲击流出口,其中所述第二压气机部中的第二压力驱动压缩空气的第二冲击流通过所述第二管道布置,其中所述第二压力小于所述第一压力,并且其中所述第二冲击流冲击所述第二涡轮翼片承载件凸缘。
11. 根据权利要求 10 所述的热管理布置,所述第二管道布置进一步包括配置成将压缩

空气的第二一般冷却流传送到包括所述第二涡轮翼片承载件凸缘的第二涡轮翼片承载件的第二一般冷却出口,其中所述第二一般冷气流被传送到所述第二涡轮翼片承载件的第二部分,所述第二涡轮翼片承载件的所述第二部分具有与所述第二涡轮翼片承载件的包括所述第二涡轮翼片承载件凸缘的第一部分不同的每单位弧长平均质量,

其中所述热管理布置被配置成使得所述第二冲击流和所述第二一般冷却流的相对流速率与所述第一部分和所述第二部分的各自热响应相互关联。

12. 根据权利要求 11 所述的热管理布置,进一步包括配置成主动控制所述第二冲击流和所述第二一般冷却流的所述相对流速率的第二涡轮翼片承载件流调节布置。

13. 一种热管理燃气涡轮发动机的方法,包括:

凭借第一管道布置在压气机中的第一部位与第一涡轮翼片承载件之间建立流体连通;

利用所述第一部位处的较大压力将压缩空气的第一冲击流从所述第一部位驱动至所述第一涡轮翼片承载件;

用直接在所述第一冲击流离开所述第一管道布置的冲击流出口之后的所述第一冲击流来冲击所述第一涡轮翼片承载件的第一周向部分,和

通过使所述第一涡轮翼片承载件的所述第一周向部分的热响应与所述第一涡轮翼片承载件的第二周向部分的第二热响应相匹配来控制所述第一涡轮翼片承载件的椭圆化,

其中所述第一周向部分和所述第二周向部分包括不同的每单位弧长平均质量。

14. 根据权利要求 13 所述的方法,进一步包括利用所述第一部位处的所述较大压力将压缩空气的第一一般冷却流驱动至所述第一涡轮翼片承载件的所述第二周向部分。

15. 根据权利要求 14 所述的方法,进一步包括独立地调节对于控制所述第一涡轮翼片承载件的所述椭圆化有效的所述第一冲击流的流速率和所述第一一般冷却流的流速率。

16. 根据权利要求 15 所述的方法,其中所述第一冲击流的所述流速率和所述第一一般冷却流的所述流速率被主动地调节。

17. 根据权利要求 13 所述的方法,进一步包括将所述第一冲击流在所述第一冲击流冲击所述第一涡轮翼片承载件的所述第一周向部分之后引导到包括所述第一涡轮翼片承载件的涡轮中的热气体的流内。

18. 根据权利要求 13 所述的方法,其中所述流体连通在没有所述第一冲击流的主动的补充的加热和冷却的情况下发生。

19. 根据权利要求 13 所述的方法,进一步包括在所述燃气涡轮发动机的起动机期间使用所述第一冲击流来加热所述第一涡轮翼片承载件的所述第一周向部分。

20. 根据权利要求 13 所述的方法,进一步包括在所述燃气涡轮发动机的关闭期间使用所述第一冲击流来冷却所述第一涡轮翼片承载件的所述第一周向部分。

翼片承载件热管理布置和用于间隙控制的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于涡轮翼片承载件的热调节的装置和方法。特别地,发明涉及凭借来自压气机的压缩空气的选择性应用来控制涡轮翼片承载件的椭圆化。

背景技术

[0002] 凭借燃气涡轮发动机内的燃烧产生的热气体被导向到涡轮内。存在于热气体中的能量被用来使成排的涡轮叶片旋转并且这生成了电能并且使上游压气机转子旋转。为了增加该能量提取的效率,成排的涡轮翼片被布置在成排的涡轮叶片中的每一排之间。这些排中的每一排的涡轮翼片使穿过那里的热气体正确地定向,用于与下一排的涡轮叶片最佳的相互作用。

[0003] 涡轮叶片可以布置在中央转子轴上因为它们与转子轴一起旋转。相比之下,必须保持静止的涡轮翼片必须以另一种方式安装。在某些配置中涡轮翼片被安装在涡轮翼片承载环的内周。涡轮翼片承载环可以进而被安装至发动机壳体。燃气涡轮发动机的组装和拆卸的组织管理可以许可单件式涡轮翼片承载件。然而,在目前实践中为了维护等的简化起见,经常使用两件式涡轮翼片承载件。当使用两件式翼片承载环时,上半部和下半部经常是通过将各半部的带凸缘的端部螺栓连接到一起而被接合到一起。

[0004] 在起动、常规操作和关闭期间,燃气涡轮发动机内的温度可以从稳定状态操作条件开始变化。这些情况称作瞬态。与温度上的改变相关联的可以是组件的尺寸上的改变。然而,尺寸改变可能会遍及组件的体积不均匀,导致瞬态期间组件的形状的扭曲。该现象可以控制具有相对不同的热响应的部件之间的许可的公差。一个结果是可能会使得公差比将在稳定状态条件期间最佳的更大,使得在瞬态温度条件期间任何热生长失配都不会导致组件彼此干涉(生长到彼此内)。例如,转动的涡轮叶片的顶端与布置在包围涡轮叶片的环段的内周的各个密封表面之间的空隙必须大小做成使顶端与密封表面之间的接触(摩擦)最小化并且使与热生长失配有关的相关联的叶片顶端材料损耗最小化。然而,这降低了发动机性能。

[0005] 在某些配置中涡轮翼片承载件也保持环段。然而,涡轮翼片承载件和相关联的结构可以具有与涡轮叶片和相关联的结构不同的热响应。作为结果,涡轮翼片承载件必须被热调节以控制转动的叶片的顶端与叶片密封表面之间的空隙。传统的热调节已知是从压气机抽吸压缩空气并将压缩空气导向至包围涡轮翼片承载件的集气室。在基本负载操作期间该压缩空气基本上将涡轮翼片承载件冷却,并接着穿过涡轮翼片承载件并进入涡轮翼片的基部内,在那里压缩空气在离开进入涡轮内的热气体路径之前将涡轮翼片冷却。

附图说明

[0006] 鉴于附图在以下描述中说明发明,附图示出:

[0007] 图 1 示出涡轮翼片承载件。

[0008] 图 2 示出用于图 1 的涡轮翼片承载件的燃气涡轮发动机的现有技术概括性冷却布

置。

[0009] 图 3 是代表了产生于图 2 的现有技术一般性冷却布置的图 1 的涡轮翼片承载件的椭圆化的图。

[0010] 图 4 示出这里所公开的热管理布置的示例性实施例的一部分。

[0011] 图 5 示意性地代表了这里所公开的热布置的示例性实施例的流布置。

[0012] 图 6 是具有识别出的特定部位的图 1 的涡轮翼片承载件的代表。

[0013] 图 7 是示出了在燃气涡轮发动机的起动期间冲击空气的和图 6 中识别出的部位的温度的图表。

[0014] 图 8 是示出了在燃气涡轮发动机的关闭期间冲击空气的和图 6 中识别出的部位的温度的图表。

具体实施方式

[0015] 本发明人认识到了：当涡轮翼片承载件是分裂环配置使得它由在各个凸缘处螺栓连接到一起的两个半部形成时，凸缘和螺栓的质量可能会使翼片承载环的包括凸缘和螺栓的局部区域的热响应在与相对较低质量的翼片承载环的其他局部区域相比时减慢。本发明人进一步认识到了：这些相对高质量的区域的相对慢的热响应可以对瞬态期间涡轮翼片承载件的椭圆化负责。该椭圆化可以进而导致减小的叶片顶端间隙或依环境变化的叶片顶端间隙，因为翼片承载件可以承载与叶片顶端形成密封的环段。结果，发明人认识到了可以在现有技术的一般性冷却之上加以改进。

[0016] 本发明人设想了一种对于更好的控制涡轮翼片环的椭圆化有效的巧妙但仍简单的热管理布置。发明性的装置和方法通过将来自压气机的压缩空气的流施加至涡轮翼片承载件的局部区对于补偿涡轮翼片承载件的变化质量是有效的，其中被供给至各局部区的压缩空气的量和冷却的类型（对流或冲击）与局部区的各个质量和相关联的热响应相关联。冲击流在热传递中比对流冷却更加有效，对流冷却与一般冷却流更加紧密地相关联。作为结果，较高质量的凸缘区可以通过增加该区的流动速率和 / 或在该区中使用更加有效的冲击冷却而被选择性地调节至与相对较低质量的其他区相比相对较大的程度。基于局部化质量的局部化调节的该方案使得不同质量的局部区的热生长能够被更加紧密地带到一起。当局部区的热生长更加紧密地匹配、即相对较高的质量（较慢的响应部分）的响应被朝向相对较低的质量区（较快的响应部分）的热响应加速时，整个涡轮翼片承载件的热生长变得均匀。涡轮翼片环的均匀的热生长减轻或消除了涡轮翼片环的椭圆化。作为结果，与涡轮翼片承载件的热生长相关联的叶片顶端间隙保持更加均匀。这导致更好的间隙控制、潜在的较严格的空隙和提高的发动机效率。

[0017] 图 1 示出具有在左侧水平接头 16 和右侧水平接头 18 处联接的上半部 12 和下半部 14 的传统涡轮翼片承载件 10。左侧水平接头 16 具有左侧接头上凸缘 20（不可见）、左侧接头下凸缘 22（不可见）和联接左侧凸缘 20、22 的左侧接头螺栓（未示出）。同样，右侧水平接头 18 具有右侧上凸缘 24、右侧下凸缘 26 和联接右侧凸缘 24、26 的右侧螺栓（未示出）。上半部 12 还包括在上凸缘 20、24 之间的上弧形部分 30（不包括上凸缘 20、24）。下半部 14 还包括在下凸缘 22、26 之间的下弧形部分 32（不包括下凸缘 22、26）。涡轮翼片（未示出）在第一轴向位置 36 处被固定至涡轮翼片承载件 10 的内周 34。通孔 38 许可冷却空

气从包围涡轮翼片承载件 10 的外周 42 的集气室 40 行进通过涡轮翼片承载件 10 并进入被固定至涡轮翼片承载件 10 的内周 34 的涡轮翼片（未示出）的基部。涡轮环段（未示出）也被固定至内周 34，但是是在第二轴向位置 44 处。从这可以看出，涡轮翼片承载件 10 的任何椭圆化都将导致被安装至涡轮翼片承载件 10 的环段（未示出）的椭圆化。因此，可以看出，任何椭圆化都将更改任何叶片顶端（未示出）与环段（未示出）之间的空隙（未示出）。

[0018] 图 1 还示出了涡轮翼片承载件 10 的中心轴线 46。右侧水平接头 18 占据涡轮翼片承载件 10 的整个圆周的第一周向部分 48。因此，水平接头还具有凸缘弧长 50。第一周向部分 48 包括凸缘 24、26 和相关联的螺栓（未示出）的额外质量，并因此它将相对地无响应。上弧形部分 30（不包括上凸缘 20、24）限定了涡轮翼片承载件 10 的整个圆周的第二个周向部分 52。因此第二周向部分 52 具有第二周向部分弧长 54。第二周向部分 52 不包括凸缘和螺栓的质量，并因此当与第一周向部分 48 相比时它将相对地有热响应。在该示例性实施例中，当加到一起时，第一周向部分 48 和第二周向部分 52 形成涡轮翼片承载件 10 的半部。用不同方面表述，可以看出，归因于凸缘 24、26 和相关联的螺栓（未示出）的存在，第一周向部分 48 中的每单位弧长的平均质量比第二周向部分 52 中的每单位弧长的平均质量大得多。每单位弧长的平均质量上的该差异导致涡轮翼片承载件 10 的热生长失配和相关联的椭圆化，并且该椭圆化正是这里所公开的方法和结构所控制的。

[0019] 这里所公开的用于该现象的发明性补偿可以通过选择性地控制第一周向部分 48 和第二周向部分 52 的热响应来完成，并且这凭借压缩空气的至各个周向部分的选择性施加来发生。压缩空气的选择性施加允许第一周向部分 48 和第二周向部分 52 中的各个热响应和相关联的尺寸改变的局部和可选地主动的控制。尺寸改变的该控制使得能够实现涡轮翼片承载件 10 的椭圆化的控制。

[0020] 图 2 示出采用现有技术的一般性冷却布置 62 的燃气涡轮发动机 60，其中第一管道布置压缩空气被从至少一个第一泄放端口 64 抽吸、引导通过第一管道布置 66 并通过涡轮壳体 68，在那里被排放到集气室 40 内以如上面详述地一般冷却。还示出了可以用来分别驱动第二管道布置压缩空气通过第二管道布置（未示出）并驱动第三管道布置压缩空气通过第三管道布置（未示出）的第二泄放端口 70 和第三泄放端口 72，其中第二管道布置压缩空气和第三管道布置压缩空气分别一般冷却第二涡轮翼片承载件（未示出）和第三涡轮翼片承载件（未示出）。第一涡轮翼片承载件可以是“涡轮翼片承载件 2”（在该示例性实施例中未解决第一排涡轮叶片的上游的一排涡轮叶片）、第二涡轮翼片承载件可以是“涡轮翼片承载件 3”并且第三涡轮翼片承载件可以是“涡轮翼片承载件 4”，这些承载件对于本领域技术人员而言已知分别作为保持第二排涡轮翼片、第三排涡轮翼片和第四排涡轮翼片。

[0021] 从第一泄放端口 64 流出的压缩空气的压力大于接近于第一涡轮翼片承载件在涡轮内流动的热气体的压力。结果，压缩空气自然地压气机流动至第一涡轮翼片承载件。从第二泄放端口 70 流出的压缩空气大于接近于第二涡轮翼片承载件在涡轮内流动的热气体的压力。归因于在涡轮内的膨胀，接近于第二涡轮翼片承载件在涡轮内流动的热气体的压力低于接近于第一涡轮翼片承载件在涡轮内流动的热气体的压力。作为结果，第二泄放端口 70 处的压力可以小于第一泄放端口 64 处的压力。为此原因，第二泄放端口 70 可以被定位在压力小于第一泄放端口 64 处所需压力的部位处。同样，从第三泄放端口 72 流出的压

缩空气大于接近于第三涡轮翼片承载件在涡轮内流动的热气体的压力,并因此第三泄放端口 72 处的压力可以小于第二泄放端口 70 处的压力。

[0022] 如可以从图中看出的,第一管道布置典型地在十二点钟位置和六点钟位置处贯穿涡轮壳体 68。典型地,涡轮翼片承载件 10 被定向成使得当从上游看向下游时左侧水平接头 16 布置在九点钟位置,并且右侧水平接头 18 布置在三点钟位置。这样,一般性冷却空气在上弧形部分 30 的上方进入集气室 40,并且虽然图中不可见,但一般性冷却空气还在下弧形部分 32 的下方在六点钟位置进入。

[0023] 在像这样的配置中,一般性冷却空气接近于涡轮翼片承载件的具有最低质量的部分进入集气室 40,而涡轮翼片承载件的具有最大质量的部分与最少的一般性冷却空气会面。图 3 示出在这样的配置中发生的最终椭圆化的示例。实线 100 指示出涡轮翼片环的平均(又名优选)径向位移,而虚线 102 指示出实际位移。从这可以看出,叶片顶端与包围的环段之间的间隙将不均匀,并且可能导致至少在十二点钟位置 104 和/或六点钟位置 106 处的夹点。

[0024] 图 4 示出这里所公开的热管理布置 110 的一个示例性实施例的一部分。涡轮翼片承载件 10 被布置在涡轮壳体 68 内,涡轮壳体具有从中通过的贯穿部 114。贯穿部 114 可以专用于使第一冲击流穿过涡轮壳体 68。第一管道布置 116 与压气机的泄放端口中的一个流体连通。第一管道布置 116 可以直接敷设并且可以没有主动的补充的冷却和/或加热,而不是可能在第一管道布置 116 内的传输期间自然发生的微不足道的热改变。第一管道布置 116 可以具有冲击流出口 118,其中的每一个将压缩空气的冲击流 120 直接导向到左侧水平接头 16 和右侧水平接头 18 中的一个上。第一管道布置 116 还具有一般冷却出口 122,每一个配置成将压缩空气的一般冷却流 124 导向至上弧形部分 30 和下弧形部分 32 中的一个。通孔 38 许可存在于集气室 40 中的任何压缩空气穿过涡轮翼片承载件 10 进入布置在涡轮翼片承载件 10 的内周 34 上的涡轮翼片(未示出)内。翼片承载件流调节布置 130 可以包括控制器 132、传感器(未示出)、控制各个冲击流 120 的流动的速率的单独可控的阀 134 和控制各个一般冷却流 124 的流动的速率的单独可控的阀 136。流动速率的该单独控制可以用来帮助椭圆化的控制。

[0025] 图 5 示出热管理包括了涡轮翼片承载件二 150、涡轮翼片承载件三 152 和涡轮翼片承载件四 154 的三个不同的涡轮翼片承载件 10 的热管理布置 110 的示例性实施例。图 4 中示出的使得热管理布置 110 的示例性实施例的用于一个涡轮翼片承载件 10 的部分能够实现的组件将能够施加至涡轮翼片承载件二 150、涡轮翼片承载件三 152 和涡轮翼片承载件四 154 中的每一个。因此,涡轮翼片承载件二 150 可以凭借第一管道布置 116 和第一泄放端口 64 与第一压气机部 156 流体连通。涡轮翼片承载件三 152 可以凭借第二管道布置 160 和第二泄放端口 70 与第二压气机部 158 流体连通。涡轮翼片承载件四 154 可以凭借第三管道布置 164 和第三泄放端口 72 与第三压气机部 162 流体连通。

[0026] 在第一压气机部 156 内的第一压力 P_{c1} 大于涡轮中的邻接于被固定至涡轮翼片承载件二 150 的内周 34 的第一涡轮部翼片 170 的第一压力 P_{t1} 。作为结果,第一压力 P_{c1} 驱动压缩空气从第一压气机部 156 通过第一管道布置 116、从冲击流出口 118(即,翼片承载件二 150 的情况中的第一冲击流出口)出来以冲击涡轮翼片承载件二 150 的左侧水平接头 16 的凸缘 20、22 和右侧水平接头 18 的凸缘 24、26(即,第一凸缘和第一水平接头)。第一

压力 P_{c1} 与第一压力 P_{t1} 之间的第一压力差 $P1$ 自身足够大以当各个冲击流出口 118 正确地配置时提供冲击冷却而不用附加的冲击孔。作为结果,热调节涡轮翼片承载件二 150 所需要的所有压缩空气可以由压气机 168 提供。

[0027] 如上,在第二压气机部 158 内的第二压力 P_{c2} 大于涡轮中的邻接于第二涡轮部翼片 172 的第二压力 P_{t2} 。作为结果,第二压力 P_{c2} 驱动压缩空气从第二压气机部 158 通过第二管道布置 160、从各个冲击流出口 118(即,翼片承载件三 152 的情况中的“第二冲击流出口”)出来以冲击涡轮翼片承载件三 152 的各个左侧水平接头 16 的各个凸缘 20、22 和各个右侧水平接头 18 的各个凸缘 24、26(即,“第二凸缘”和“第二水平接头”)。第二压力 P_{c2} 与第二压力 P_{t2} 之间的第二压力差 $P2$ 自身足够大以当各个冲击流出口 118 正确地配置时提供冲击冷却。作为结果,热调节涡轮翼片承载件三 152 所需要的所有压缩空气都可以由压气机 168 提供。另外,第二压气机部 158 中的第二压力 P_{c2} 可以小于第一压气机部 156 中的第一压力 P_{c1} 。涡轮中的邻接于第二涡轮部翼片 172 的第二压力 P_{t2} 可以小于涡轮中的邻接于第一涡轮部翼片 170 的第一压力 P_{t1} 。

[0028] 同样,第三压气机部 162 内的第三压力 P_{c3} 大于涡轮中的邻接于第三涡轮部涡轮翼片 174 的第三压力 P_{t3} 。作为结果,第三压力 P_{c3} 驱动压缩空气从第三压气机部 162 通过第三管道布置 164、从各个冲击流出口 118(即,翼片承载件四 154 的情况中的“第三冲击流出口”)出来以冲击涡轮翼片承载件四 154 的各个左侧水平接头 16 的各个凸缘 20、22 和各个右侧水平接头 18 的各个凸缘 24、26(即,“第三凸缘”和“第三水平接头”)。第三压力 P_{c3} 与第三压力 P_{t3} 之间的第三压力差 $P3$ 自身足够大以当各个冲击流出口 118 正确地配置时提供冲击冷却。作为结果,热调节涡轮翼片承载件四 154 所需要的所有压缩空气也可以由压气机 168 提供。另外,第三压气机部 162 中的第三压力 P_{c3} 可以小于第二压气机部 158 中的第二压力 P_{c2} 。涡轮中的邻接于第三涡轮部翼片 174 的第三压力 P_{t3} 可以小于涡轮中的邻接于第二涡轮部翼片 172 的第二压力 P_{t2} 。

[0029] 在替代的示例性实施例中,任何压气机部都可以用来供给各种涡轮翼片承载件 150、152、154 中的任一个,只要压气机部中的压力与涡轮中的接近于由涡轮翼片承载件所承载的涡轮翼片的压力之间的压力差是充分的以驱动压缩空气从压气机通过管道布置至涡轮。例如,第一压气机部 156 可以用来将压缩空气供给至各种涡轮翼片承载件 150、152、154 中的任一个。可替代地,第一压气机部 156 可以用来将压缩空气供给至涡轮翼片承载件二 150,并且第二压气机部 158 可以用来将压缩空气供给至涡轮翼片承载件三 152 和涡轮翼片承载件四 154。然而,图 5 中示出的布置是有利的,因为压力差、特别是 $P2$ 和 $P3$ 更靠近提供充足的冲击冷却所需要的阈值压力差。使用来自例如第一压气机部 156 的压缩空气来供给涡轮翼片承载件四 154 将导致大得多的压力差 $P3$ 。大得多的压力差 $P3$ 可能对于发动机操作是低效的,因为更多的压气机工作是为了获得该压力差而完成和 / 或与充分地热管理涡轮翼片承载件四 154 所必要的相比更多的冲击空气将流动。由于燃烧中不使用冲击空气,所以使用过量的冲击空气减少了可用于燃烧的空气,由此减小了发动机的操作效率。

[0030] 图 6 示出具有为了图 7 和图 8 的图表的目的而识别出的特定部位的涡轮翼片承载件 10。图 6 的涡轮翼片承载件 10 被定向成与图 3 中示出的椭圆化相对应。部位 200 是在十二点钟位置(零度)附近的内周 34 上。部位 202 是在十二点钟位置附近的外周 42 上。部位 204 是在 315 度(十点三十)位置附近的内周 34 上。部位 206 是在 315 度(十点三十)

位置附近的外周 42 上。部位 208 是在九点钟位置 (270 度) 附近的内周 34 上。部位 210 是在九点钟位置 (270 度) 附近的外周 42 上。在将这些部位与图 3 的椭圆化进行比较时, 变得明显的是左侧水平接头 16 的凸缘 20、22 和右侧水平接头 18 的凸缘 24、26 以及左侧螺栓 220 和右侧螺栓 222 的质量在没有如这里所公开地被冲击冷却时会引起椭圆化。同样, 变得清楚的是热管理布置 110 可以通过努力协调涡轮翼片承载件 10 的相对高的质量区的热响应 / 生长与涡轮翼片承载件 10 的相对低的质量区的热响应 / 生长来减轻该椭圆化。

[0031] 图 7 用图表示出了针对翼片承载件二 150 的与图 6 的各相应部位 200-210 相关联的温度曲线 200T、202T、204T、206T、208T 和 210T。也可以看见在起动期间进入包围涡轮翼片承载件 10 的外周 42 的集气室 40 的顶部 (十二点钟位置) 的压缩空气的温度曲线 230T, 和也是在起动期间进入包围涡轮翼片承载件 10 的外周 42 的集气室 40 的底部 (六点钟位置) 的压缩空气的温度曲线 232T。从图中可以看出, 进入集气室 40 的压缩空气比部位 200-210 处的温暖。结果, 在起动期间压缩空气不充当冷却空气, 而是反而充当加温空气。通过添加压缩空气的冲击流 120, 相对温暖的压缩空气可以被调整成将附加的热带给由部位 208 和 210 代表的左侧水平接头 16 的凸缘 20、22 和右侧水平接头 208 和 210 的凸缘 24、26 以及左侧螺栓 220 和右侧螺栓 222 的相对缓慢变暖的质量, 以匹配至少由部位 200 和 202 代表的较低质量部的较高温度和相关联的较高热生长。

[0032] 一旦发动机接近朝向图表的右端示出的稳定状态操作条件, 部位 200-210 的温度曲线 200T-210T 就接近均匀, 并且超过进入集气室 40 的顶部和底部的压缩空气的温度。这发生的原因是在涡轮中流动的燃烧气体比进入集气室 40 的顶部和底部的压缩空气的温度显著地更热, 并因此燃烧气体将部位 200-210 加热。作为结果, 在稳定状态操作期间压缩空气自然地过渡至充当冷却介质。

[0033] 图 8 也用图表示出了图 7 中图表示出的温度曲线 200T-210T, 只是在关闭过程期间。在关闭期间, 起动期间发生的现象反向地发生。进入集气室 40 的压缩空气的温度保持比与部位 200-210 相关联的温度冷。通过添加压缩空气的冲击流 120, 相对较冷的压缩空气可以被调整成进一步冷却由部位 208 和 210 代表的左侧水平接头 16 的凸缘 20、22 和右侧水平接头 18 的凸缘 24、26 以及左侧螺栓 220 和右侧螺栓 222 的相对低的冷却质量, 以匹配至少由部位 200 和 202 代表的较低质量部的较冷温度和相关联的较大的热收缩。

[0034] 如可以从图 7 和图 8 看出的, 由于压缩空气在起动期间自然地加热并且在稳定状态操作期间以及关闭期间自然地冷却, 并且因为这些是冲击流 120 的期望的确切特性, 所以压缩空气可以在没有补充的冷却或加热的情况下使用。

[0035] 适用于涡轮翼片承载件 10 的本原理和结构同样适用于可以具有类似的带凸缘的组件布置或者以其他方式具有每单位弧长不同的热响应 / 平均质量的部分的压气机翼片承载件。冲击流速率可以简单地调节成匹配热管理要求。

[0036] 创新的热管理布置和方法利用现有工作流体的本质来影响椭圆化控制, 使用了有限的附加硬件并因此使用了有限的附加资金和人力投入。减小了的椭圆化允许较大的公差控制, 并且这可以导致降低的干涉 (顶端摩擦) 和改进的发动机性能。针对以上所述, 热管理布置和方法代表现有技术的改进。

[0037] 虽然在这里已经示出并描述了本发明的各种实施例, 但显而易见的是这样的实施例是仅以示例的方式提供的。可以在不脱离这里的发明的情况下做出很多变化、改变和替

换。于是,意在发明仅由随附权利要求的精神和范围限制。

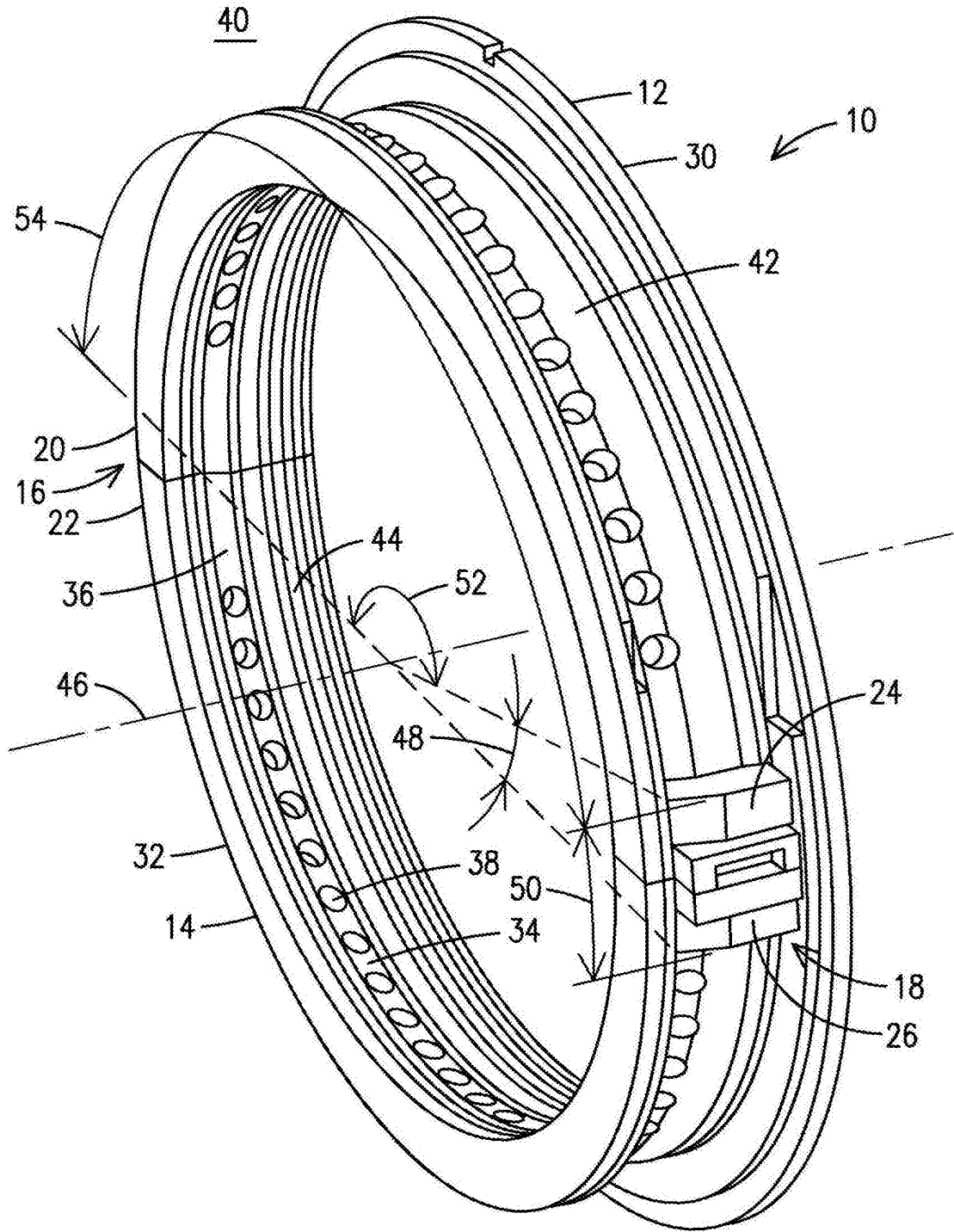
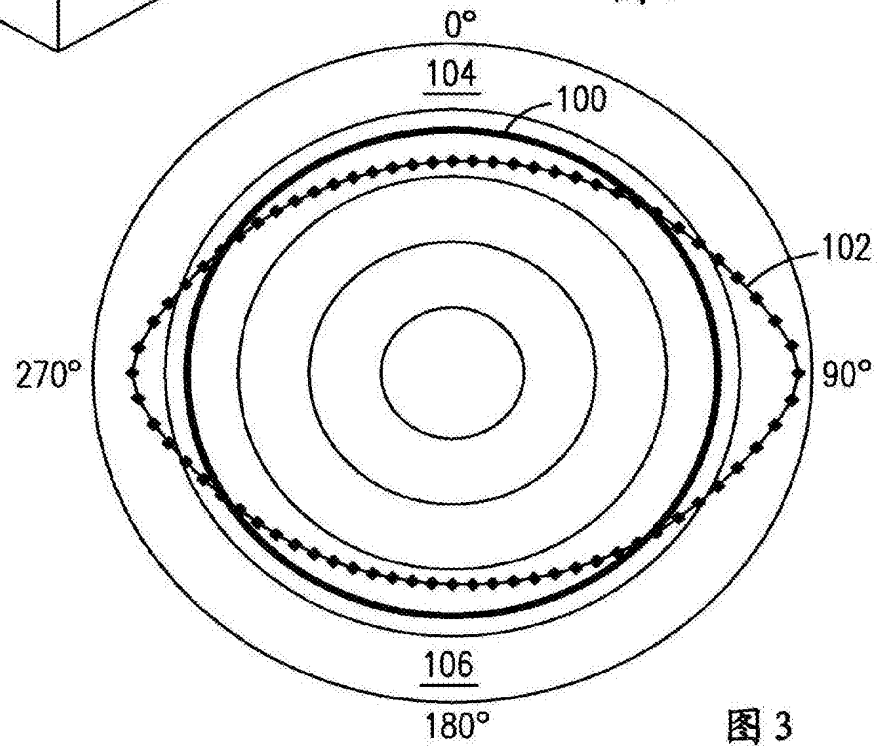
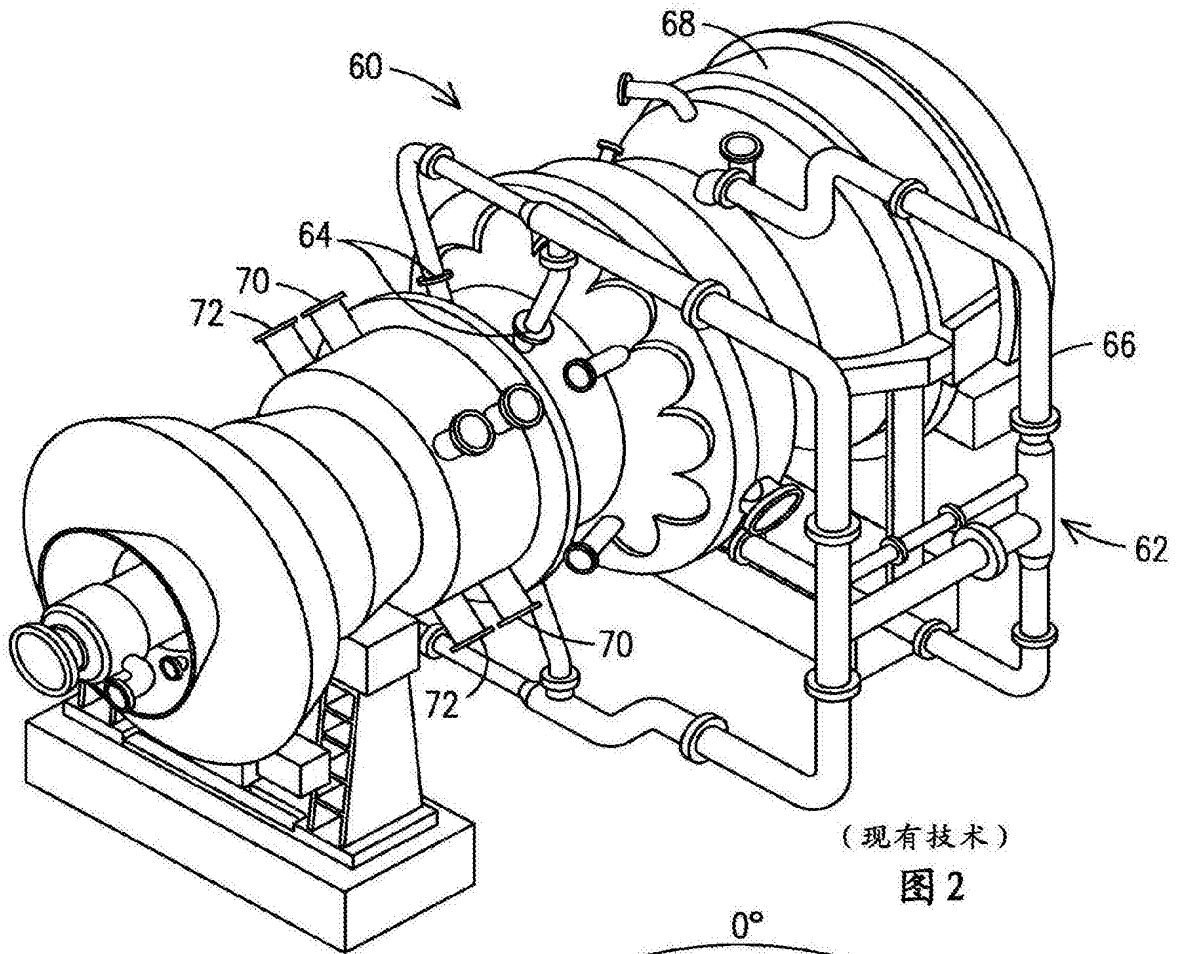


图 1



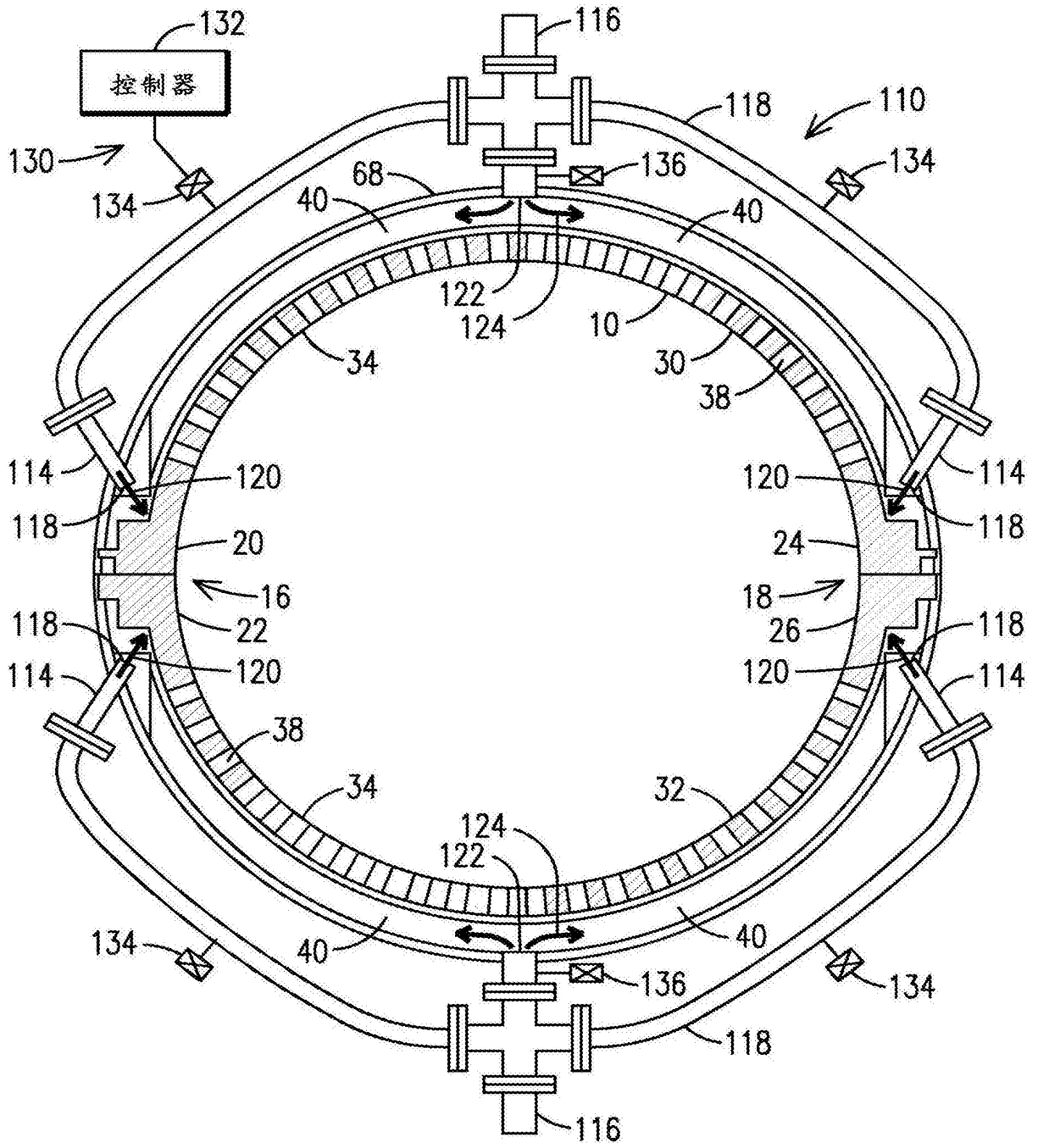


图 4

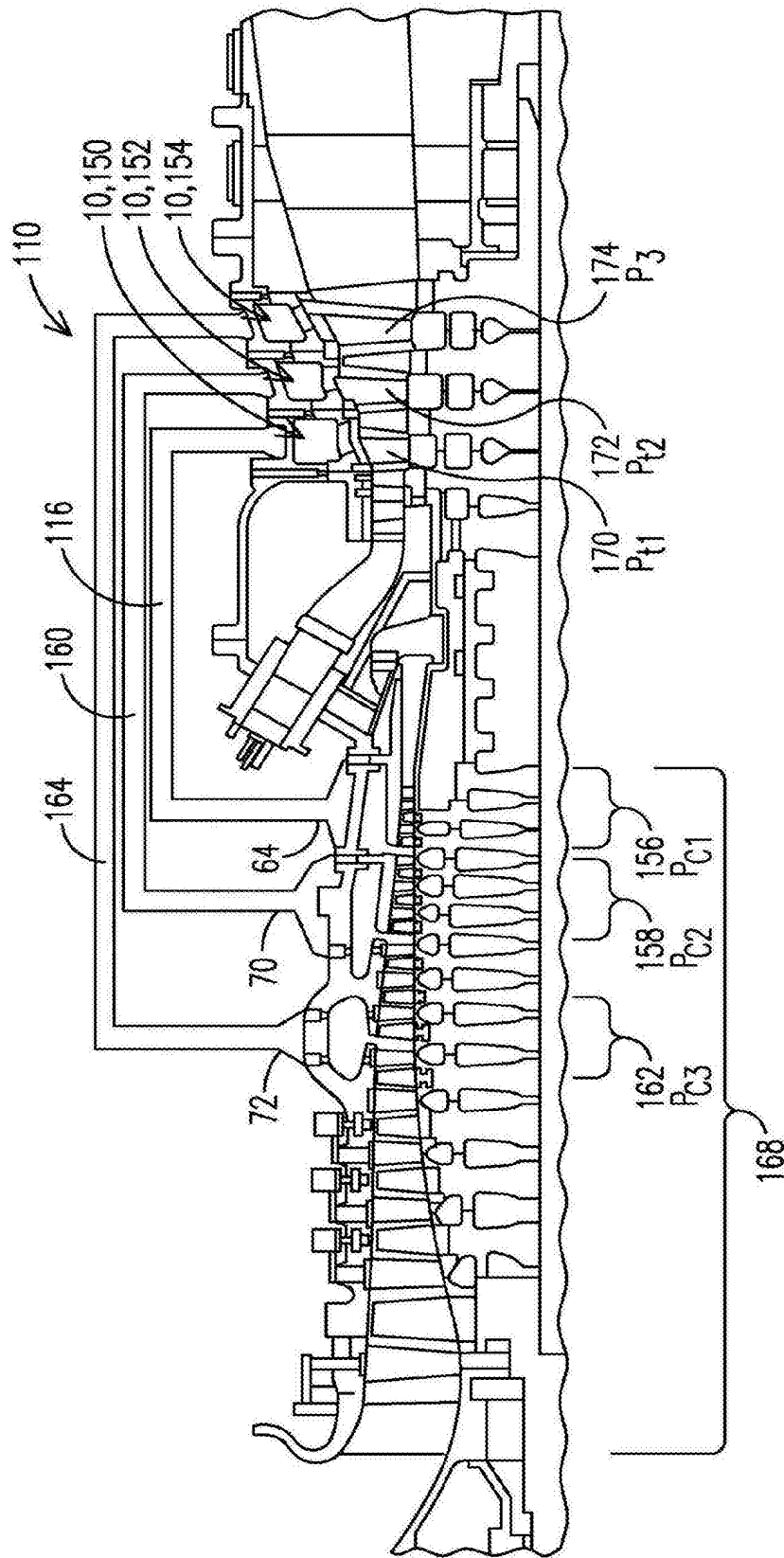


图 5

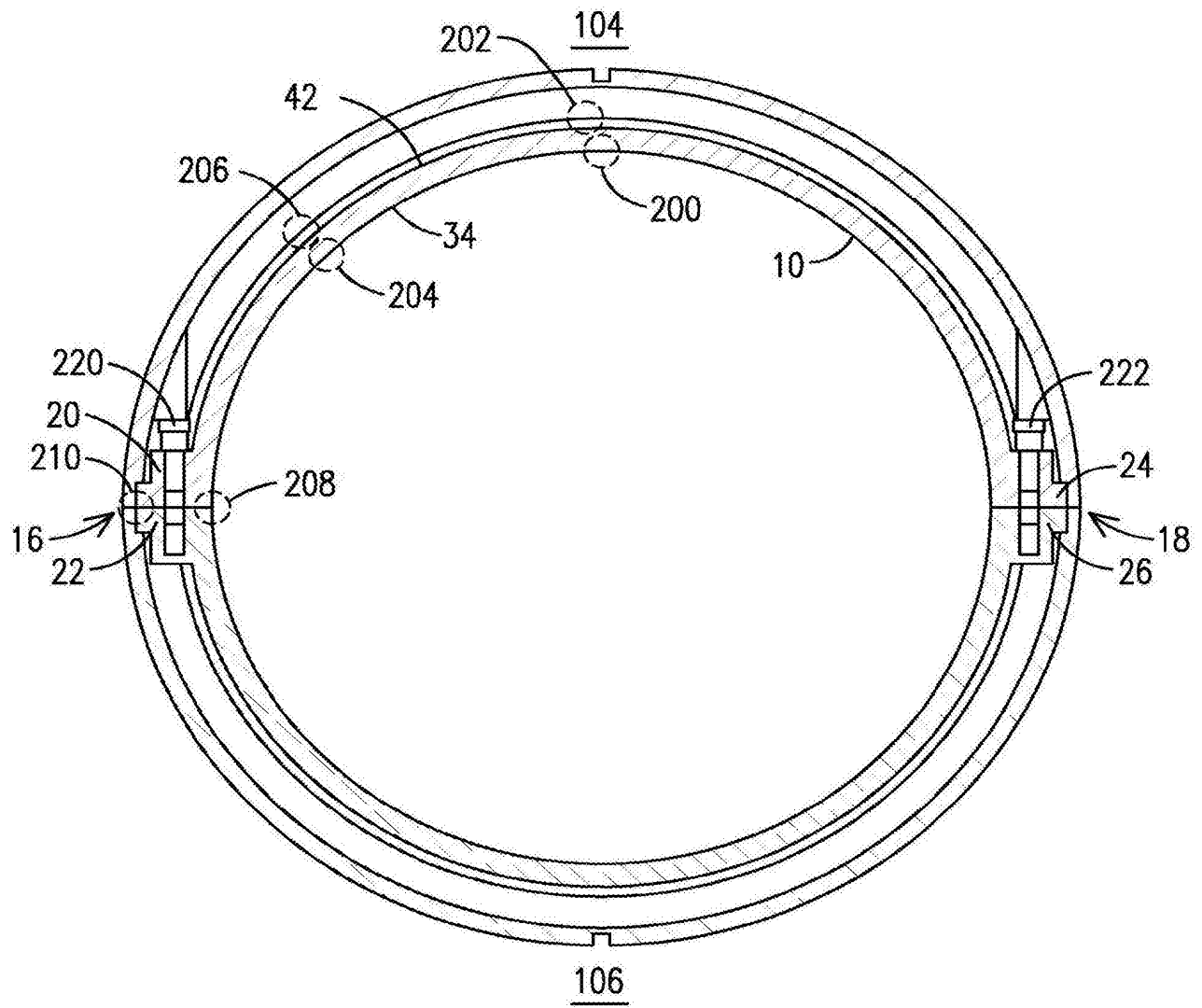


图 6

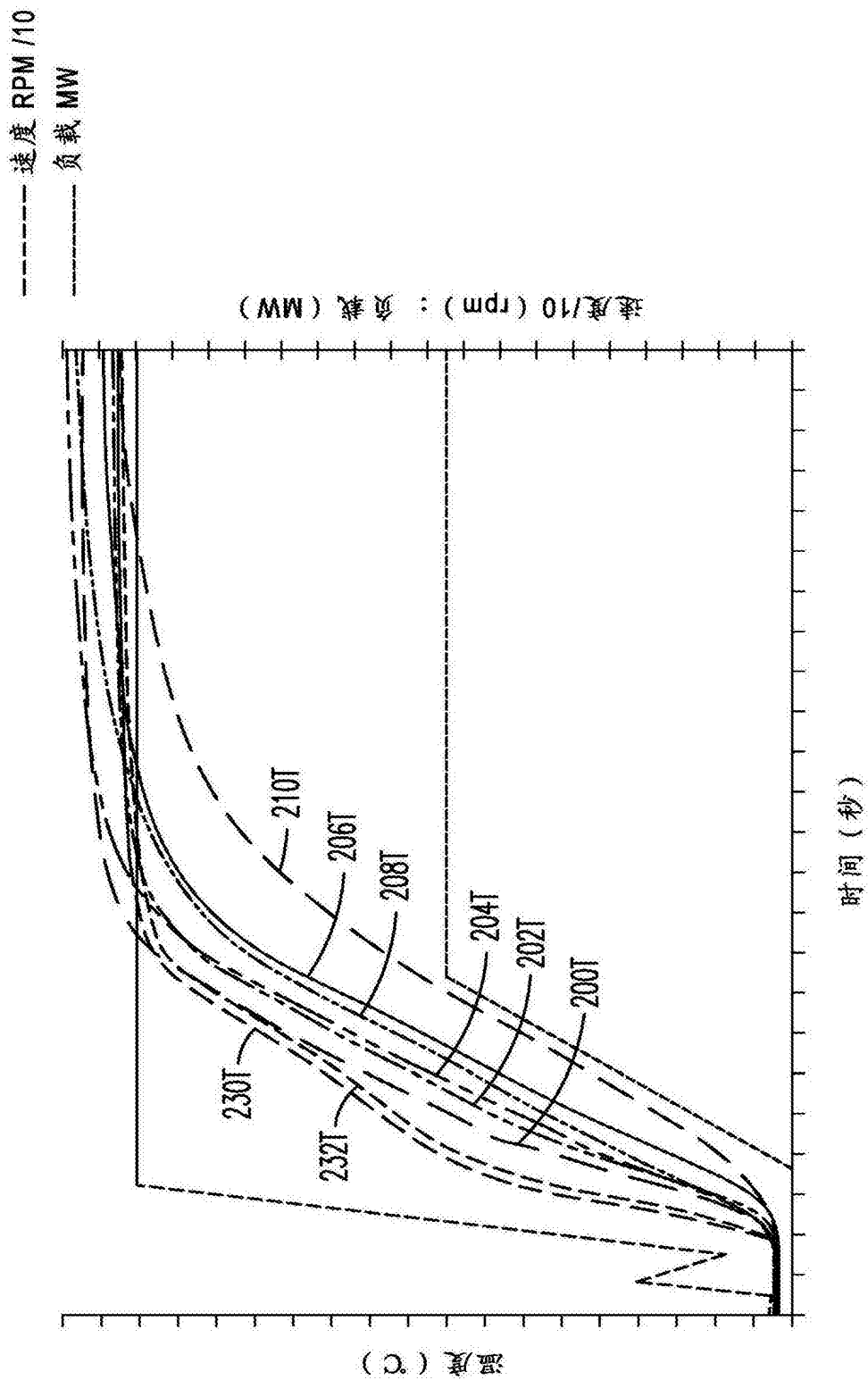


图 7

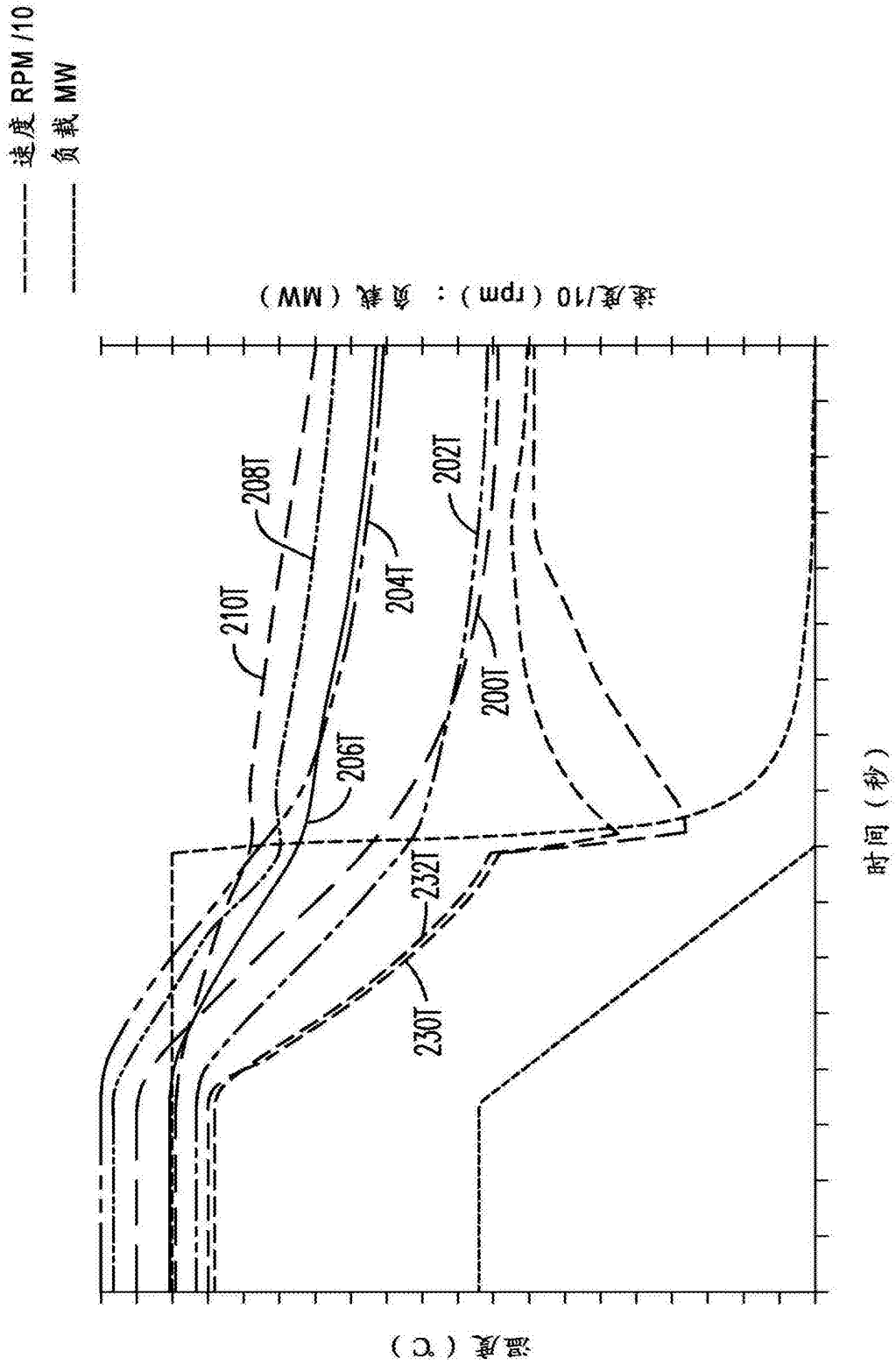


图 8