(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 104937221 A
(43)申请公布日 2015.09.23

(21)申请号 201480005514.4

(22)申请日 2014.01.22

(30)优先权数据
13/746,423 2013.01.22 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.07.21

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/012416 2014.01.22

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2014/116616 EN 2014.07.31

(71)申请人 西门子能量股份有限公司
地址 美国佛罗里达州

(72)发明人 M. 芒希 J.W. 芬纳兰 Y. 施特曼
D.J. 格雷伯 M.R. 波特 J.M. 利冈

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
代理人 曲莹 张邦帅

(51)Int.Cl.
*F01D 25/30*(2006.01)
*F01D 25/24*(2006.01)
*F01D 25/12*(2006.01)
*F01D 9/06*(2006.01)

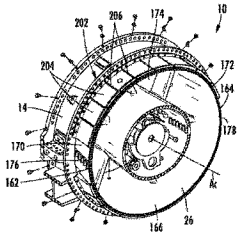
权利要求书3页 说明书9页 附图9页

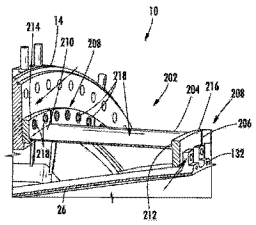
(54)发明名称

具有与外壳环境外部冷却系统结合操作的多个部件排气扩压器的燃气轮机发动机

(57)摘要

公开了一种附接系统，用于附接燃气轮机发动机中的涡轮组件(12)下游的至少一个排气扩压器(26)。该附接系统可包括从下游边缘(132)延伸并附接到弹簧板扩压器支撑结构(202)的至少一个附接凸缘(134)以及从排气扩压器(26)的侧边缘延伸以将排气扩压器(26)的各部分联接在一起的至少一个附接凸缘(134)。扩压器(26)还可包括热障/冷却系统(44)，用于控制燃气轮机发动机的外壳(11)的温度。热障/冷却系统(44)可形成用于环境气流冷却的流路。





CN 104937221 A

1. 一种燃气轮机发动机，包括：

至少一个排气扩压器 (26)，定位在涡轮组件 (12) 的下游，绕所述燃气轮机发动机的中心纵向轴线 ($A_C$) 周向地延伸，并且具有从上游边缘 (130) 向下游边缘 (132) 增加的横截面面积；

其中，所述至少一个排气扩压器 (26) 的下游边缘 (132) 包括具有至少一个下游附接孔的至少一个下游附接凸缘 (134)，所述至少一个下游附接凸缘延伸穿过所述至少一个下游附接孔。

2. 如权利要求 1 所述的燃气轮机发动机，其中，所述至少一个下游附接凸缘 (134) 包括从所述至少一个排气扩压器 (26) 大致径向向外延伸的多个下游附接凸缘 (134)。

3. 如权利要求 2 所述的燃气轮机发动机，其中，相邻的下游附接凸缘由一孔隙 (138) 分开，所述孔隙由第一外表面 (140)、第二外表面 (144) 和第三外表面 (148) 限定出，所述第一外表面在第一下游附接凸缘 (134) 和所述排气扩压器 (26) 之间延伸，具有半径 (150)，所述第二外表面在第二下游附接凸缘 (134) 和所述排气扩压器 (26) 之间延伸，具有半径 (152)，所述第三外表面在第一和第二外表面 (140,144) 之间延伸，其中，所述第三外表面 (148) 具有比第一和第二外表面 (140,144) 的半径大的半径 (154)。

4. 如权利要求 3 所述的燃气轮机发动机，其中，所述第一外表面 (140) 上的半径 (150) 和所述第二外表面 (144) 上的半径 (152) 相等。

5. 如权利要求 1 所述的燃气轮机发动机，其中，所述至少一个下游附接凸缘 (134) 是具有恒定厚度的大致矩形。

6. 如权利要求 1 所述的燃气轮机发动机，其中，至少一个排气扩压器 (26) 由至少两部分形成。

7. 如权利要求 6 所述的燃气轮机发动机，其中，至少一个排气扩压器 (26) 由上半部 (174) 和下半部 (166) 形成。

8. 如权利要求 7 所述的燃气轮机发动机，其中，所述下半部 (166) 的第一和第二侧 (162,164) 的上边缘 (160) 在第一和第二接头 (176,178) 处连接到所述上半部 (174) 的第一和第二侧 (170,172) 的下边缘 (168)，其中，所述下半部 (166) 的第一和第二侧 (162,164) 的上边缘 (160) 均包括具有至少一个侧附接孔 (182) 的至少一个侧附接凸缘 (180)，所述至少一个侧附接凸缘延伸穿过所述至少一个侧附接孔，所述上半部 (174) 的第一和第二侧 (170,172) 的下边缘均包括具有至少一个侧附接孔 (182) 的至少一个侧附接凸缘 (180)，所述至少一个侧附接凸缘延伸穿过所述至少一个侧附接孔。

9. 如权利要求 8 所述的燃气轮机发动机，其中，所述下半部 (166) 的第一和第二侧 (162,164) 的上边缘 (160) 以及所述上半部 (174) 的第一和第二侧 (170,172) 的下边缘 (168) 均包括从所述至少一个排气扩压器 (26) 大致径向向外延伸的多个侧附接凸缘 (180)，使得位于所述上半部 (174) 的下边缘 (168) 上的侧附接凸缘 (180) 中的侧附接孔 (182) 与所述下半部 (166) 的上边缘 (160) 上的侧附接凸缘 (180) 匹配。

10. 如权利要求 9 所述的燃气轮机发动机，其中，相邻的侧附接凸缘 (180) 由一孔隙 (184) 分开，所述孔隙由第一外表面 (186)、第二外表面 (190) 和第三外表面 (194) 限定出，所述第一外表面在第一侧附接凸缘 (188) 和所述排气扩压器 (26) 之间延伸，具有半径 (196)，所述第二外表面在第二侧附接凸缘 (192) 和所述排气扩压器 (26) 之间延伸，具有半

径 (198)，所述第三外表面在第一和第二外表面 (186,190) 之间延伸，其中，所述第三外表面 (194) 具有比第一和第二外表面 (186,190) 的半径 (196,198) 大的半径 (200)。

11. 如权利要求 10 所述的燃气轮机发动机，其中，所述第一外表面 (140) 上的半径 (196) 以及所述第二外表面 (144) 上的半径 (198) 相等。

12. 如权利要求 8 所述的燃气轮机发动机，其中，所述至少一个侧附接凸缘 (180) 是具有恒定厚度的大致矩形。

13. 如权利要求 1 所述的燃气轮机发动机，还包括弹簧板扩压器支撑结构 (202)，所述弹簧板扩压器支撑结构联接到所述至少一个排气扩压器 (26) 的下游边缘 (132)，并附接到涡轮排气壳体 (14)，其中，所述弹簧板扩压器支撑结构 (202) 绕所述至少一个排气扩压器 (26) 周向地延伸。

14. 如权利要求 13 所述的燃气轮机发动机，其中，所述弹簧板扩压器支撑结构 (202) 由绕所述至少一个排气扩压器 (26) 周向延伸的多个弹簧板 (204) 形成，使得一间隙 (206) 存在于相邻的弹簧板 (204) 之间。

15. 如权利要求 13 所述的燃气轮机发动机，还包括外壳 (11)，所述外壳包括涡轮排气壳体 (14) 和阀芯结构 (16)，其中，所述涡轮排气壳体 (14) 绕所述至少一个排气扩压器 (26) 周向地延伸，外壳表面 (68) 绕所述中心纵向轴线 ($A_C$) 周向地延伸，其中，排气壳体 (14) 包括排气壳体凸缘 (18)，并且其中，所述阀芯结构 (16) 具有与所述排气壳体凸缘 (18) 形成接头 (22) 的阀芯结构凸缘 (20)；

热障 / 冷却系统 (44)，用于控制所述外壳 (11) 的温度，所述热障 / 冷却系统 (44) 包括：

支撑在与所述外壳表面 (68) 相对的内壳表面 (42) 上的内部绝缘层 (46)，所述内部绝缘层 (46) 沿所述内壳表面 (42) 周向地延伸，并针对来自位于所述外壳 (11) 径向内部的结构的辐射能提供耐热性；以及

由板结构 (72) 限定的对流冷却通道 (48)，所述板结构与所述外壳表面 (68) 径向间隔开，并绕所述外壳表面 (68) 的圆周延伸，所述对流冷却通道 (48) 与所述内部绝缘层 (46) 大致轴向对准，并形成冷却所述外壳表面 (68) 的环境气流的流路。

16. 如权利要求 15 所述的燃气轮机发动机，还包括空气供给入口 (84) 和排气出口 (86)，所述空气供给入口在第一周向位置处与所述对流冷却通道 (48) 连通，所述排气出口在与所述第一周向位置径向相对的第二周向位置处与所述对流冷却通道 (48) 连通。

17. 如权利要求 16 所述的燃气轮机发动机，其中，所述空气供给入口 (84) 位于所述外壳 (11) 的下止点位置，所述排气出口 (86) 位于所述外壳 (11) 的上止点位置。

18. 如权利要求 17 所述的燃气轮机发动机，还包括定位在所述空气供给入口 (84) 和所述排气出口 (86) 之间的至少一个辅助空气入口开口 (104,106)。

19. 如权利要求 18 所述的燃气轮机发动机，还包括第一辅助空气入口开口 (104) 和第二辅助空气入口开口 (106)，所述第一辅助空气入口开口定位在所述空气供给入口 (84) 和所述排气出口 (86) 之间，所述第二辅助空气入口开口定位在所述空气供给入口 (84) 和所述排气出口 (86) 之间，与所述第一辅助空气入口开口 (104) 径向相对。

20. 如权利要求 15 所述的燃气轮机发动机，还包括支撑在所述阀芯结构 (16) 的内表面 (126) 上的第二内部绝缘层 (124)，所述内部绝缘层 (46) 沿所述阀芯结构 (16) 的内表

面 (126) 周向地延伸，并针对来自所述排气扩压器 (26) 的辐射能提供耐热性；以及板结构 (72)，所述板结构延伸经过所述排气壳体凸缘 (18) 和所述阀芯结构凸缘 (20) 之间的接头 (22)，以形成所述对流冷却通道 (48) 的绕所述阀芯结构 (16) 的圆周延伸的第二部分 (82)，另一对流冷却通道 (48) 与所述第二内部绝缘层 (124) 大致轴向对准，并形成沿向上方向引导环境非强制气流以冷却阀芯结构表面的第二流路。

21. 如权利要求 16 所述的燃气轮机发动机，还包括支撑在所述板结构 (72) 上并覆盖所述板结构的外部绝缘层 (122)，其中，所述板结构 (72) 包括在轴向延伸接头 (98) 处连接起来的多个周向安置的板区段 (72a)，穿过所述冷却通道 (48) 的气流产生比环境空气压力低的压力，使得经由所述接头 (98) 的任何空气泄漏包括环境空气泄漏进所述冷却结构 (44) 中。

# 具有与外壳环境外部冷却系统结合操作的多个部件排气扩压器的燃气轮机发动机

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请是于 2011 年 11 月 8 日提交的美国专利申请 13/314311 的部分继续申请。

## 技术领域

[0003] 本发明涉及燃气轮机发动机，更具体地说，涉及提供热防伪以限制燃气轮机发动机的外壳的加热的结构。

## 背景技术

[0004] 燃气轮机发动机通常包括压缩器部分、燃烧器部分、涡轮部分和排气部分。在操作时，压缩器部分可接纳环境空气并压缩环境空气。来自压缩器部分的压缩空气进入燃烧器部分中的一个或多个燃烧器。压缩空气在燃烧器中与燃料混合，空气燃料混合物在燃烧器中燃烧以形成热工作气体。热工作气体传送到涡轮部分，在涡轮部分，热工作气体膨胀通过交替的静止翼面和旋转翼面排，并用于产生驱动转子的功率。然后，离开涡轮部分的膨胀气体经由排气部分从发动机排出。

[0005] 在典型的燃气轮机发动机中，包括从压缩器的一个或多个级获得的压缩空气的一部分的放气可充当冷却空气，以冷却涡轮部分的部件。额外的放气还可供应到排气部分的各部，以比如冷却排气部分的各部，并经由在发动机外壳或其它部件内提供的强制对流气流维持涡轮排气壳体于预定温度。燃气轮机发动机技术的发展已导致增加的温度和由在蠕变温度之上操作引起的相关外壳变形。壳体变形可增加壳体和支撑在发动机壳体上的部件（比如轴承支撑柱）中的应力。额外应力（与低循环疲劳结合操作）可导致轴承支撑柱（安装到壳体以支撑排气端轴承罩）的裂纹、破裂或故障。

## 发明内容

[0006] 根据本发明的一方面，提供了一种燃气轮机发动机，包括限定出中心纵向轴线的外壳，外壳表面绕中心纵向轴线周向地延伸。提供热障 / 冷却系统来控制外壳的温度。热障 / 冷却系统包括支撑在与外壳表面相对的内壳表面上的内部绝缘层，内部绝缘层沿内壳表面周向地延伸，并针对来自位于外壳径向内部的结构的辐射能提供耐热性。热障 / 冷却系统还包括由板结构限定的对流冷却通道，板结构与外壳表面径向间隔开，并绕外壳表面的圆周延伸。对流冷却通道通常与内部绝缘层轴向对准，并形成冷却外壳表面的环境气流的流路。

[0007] 根据本发明的另外方面，对流冷却通道可包括位于第一周向位置的冷却空气供给入口以及位于与第一周向位置径向相对的第二周向位置的排气出口。外壳的轴线可在大致水平方向上延伸，空气供给入口可位于外壳的下止点位置，排气出口可位于外壳的上止点位置。辅助空气入口可位于外壳的相对两侧上的周向位置处，比如但不局限于第一和第二周向位置之间的大致中间处，覆盖板可位于辅助空气入口上，覆盖板可从辅助空气入口移

位，以允许额外的环境空气经由辅助空气入口中的一个或多个进入冷却通道中。另外，可提供支撑在板结构上并覆盖板结构的外部绝缘层。

[0008] 板结构可包括在轴向延伸的接头处连接起来的多个周向安置的板区段，穿过冷却通道的气流可产生比环境空气压力低的压力，使得经由接头的任何空气泄漏可包括环境空气泄漏进冷却结构中。

[0009] 内部绝缘层可包括多个周向安置的、分离安装的绝缘层区段。

[0010] 外壳可包括涡轮排气壳体，并可包括排气扩压器，排气扩压器在内部绝缘层的轴向位置处限定出位于外壳径向内部的结构。

[0011] 根据本发明的另一方面，提供了一种燃气轮机发动机，包括外壳，外壳包括涡轮排气壳体，涡轮排气壳体限定出在大致水平方向上延伸的中心纵向轴线，外壳表面绕中心纵向轴线周向地延伸。提供热障 / 冷却系统以控制外壳的温度。热障 / 冷却系统包括支撑在与外壳表面相对的内壳表面上的内部绝缘层，内部绝缘层沿内壳表面周向地延伸，并针对来自位于外壳径向内部的排气扩压器的辐射能提供耐热性。热障 / 冷却系统还包括对流冷却通道，对流冷却通道包括由与外壳表面径向间隔开的板结构限定的第一部分，板结构绕外壳表面的圆周延伸。对流冷却通道通常与内部绝缘层轴向对准，并形成用于沿向上方向引导环境非强制气流以冷却外壳表面的流路。

[0012] 根据本发明的额外方面，绝缘层区段可包括多个周向安置的、分离安装的绝缘层区段，并均包括一对片状金属层和位于片状金属层之间的保温层 (thermal blanket layer)，保温层具有比片状金属层低的导热系数，即高的耐热性。

[0013] 轴承支撑柱可从外壳延伸穿过内部绝缘层和排气扩压器。

[0014] 内部绝缘层可具有约 0.15W/m·K 或更小的导热系数。

[0015] 排气壳体可包括排气壳体凸缘，燃气轮机发动机还可包括阀芯结构，阀芯结构具有形成到排气壳体凸缘的接头的阀芯结构凸缘。热障 / 冷却系统可包括支撑在阀芯结构的内表面上的第二内部绝缘层，内部绝缘层沿阀芯结构的内表面周向地延伸，并针对来自排气扩压器的辐射能提供耐热性。热障 / 冷却系统的板结构可延伸经过排气壳体凸缘和阀芯结构凸缘之间的接头，以形成对绕阀芯结构的圆周延伸的流冷却通道的第二部分，另一对流冷却通道可大致与第二内部绝缘层轴向对准，并形成用于沿向上方向引导环境非强制气流以冷却阀芯结构表面的第二流路。

## 附图说明

[0016] 尽管本说明书以特别指出并明确发明的权利要求书结束，但是应明白，结合附图，从下面的描述中会更好地理解本发明，在附图中，类似的标号表示类似的元件，附图中：

[0017] 图 1 是图 1 是穿过包括示出本发明各方面的排气部分的燃气轮机发动机的一部分的前剖视图；

[0018] 图 2 是示出本发明各方面的排气部分的局部剖面透视图；

[0019] 图 2A 是图 2 所示结构的下部的透视图，示出主空气入口；

[0020] 图 2B 是图 2 所示结构的下侧的透视图，示出辅助空气入口；

[0021] 图 3 是排气部分的轴向剖视图，示意性示出在燃气轮机发动机的外壳周围提供的气流；

[0022] 图 4 是排气部分的邻近排气部分上止点的部分的剖面透视图；以及

[0023] 图 5 是示出根据本发明一方面的绝缘层区段的透视图。

[0024] 图 6 是包括排气部分的燃气轮机发动机的一部分的透视图，排气部分具有由多个弹簧板支撑的排气扩压器，多个弹簧板沿轴向延伸，并绕排气扩压器形成周向环。

[0025] 图 7 是沿图 6 的截线 7-7 截取的在排气扩压器和涡轮排气壳体之间沿轴向延伸的弹簧板的局部截面图。

[0026] 图 8 是沿轴向延伸并定位在涡轮排气壳体内的排气扩压器的侧视图。

[0027] 图 9 是在图 8 的细节 9-9 截取的排气扩压器的上半部和下半部之间的水平接头的详细视图。

[0028] 图 10 是在图 8 的细节 10-10 截取的可用于附接到弹簧板以进行支撑的排气扩压器下游边缘的详细视图。

## 具体实施方式

[0029] 在下面对优选实施例的详细描述中，参考形成本说明书一部分的附图，在附图中，仅以示例方式而不以限制方式示出可实施本发明的特定优选的实施例。应理解，可使用其它实施例，并可在不脱离本发明的精神和范围的情况下对实施例进行改变。

[0030] 参见图 1，示出燃气轮机发动机的位于涡轮部分 12 的轴向下游的排气部分 10 的一部分，以示出本发明的各方面。排气部分 10 通常包括柱形结构，柱形结构包括绕大致水平中心纵向轴线 $A_C$ 周向延伸的外壳 11，排气部分形成燃气轮机发动机的外壳的下游延伸部。排气部分 10 的外壳 11 包括排气筒或涡轮排气壳体 14 以及位于排气壳体 14 下游的排气阀芯结构 16。

[0031] 排气壳体 14 包括从排气壳体 14 下游端径向向外延伸的下游排气壳体凸缘 18，滑芯结构 16 包括上游滑芯结构凸缘 20，其从滑芯结构 16 径向向外延伸。下游排气壳体凸缘 18 和上游滑芯结构凸缘 20 在接头处 22 彼此抵接，并可以常规方式保持在一起，比如通过螺柱（未示出）。此外，上游排气壳体凸缘 21 从排气壳体 14 的上游端径向向外延伸，并可栓接到涡轮部分 12 的径向延伸凸缘 23，以将排气壳体 14 支撑到涡轮部分 12。

[0032] 排气壳体 14 包括形成结构构件或框架的相对厚壁，以支撑排气端轴承罩 24，并支撑排气扩压器 26 的一部分。排气端轴承罩 24 用于支撑用于燃气轮机发动机的转子 25 的端部。

[0033] 扩压器 26 包括限定出环形通路以运送来自涡轮部分 12 的热排气 31 的内壁 28 和外壁 30。轴承罩 24 由多个柱结构 32 支撑。每个柱结构 32 包括从排气壳体 14 上的连接件 36 延伸穿过扩压器 26 而到达轴承罩 24 上的连接件 38 的柱 34，以支撑和维持轴承罩 24 位于排气罩 24 内的居中位置。柱结构 32 还可包括围绕柱 34 的柱遮蔽件或整流件 40，以使柱 34 与穿过扩压器 26 的热排气 31 隔离，还见图 3。

[0034] 由于热排气 31 穿过扩压器 26，所以扩压器 26 的外壁 30 朝向排气壳体 14 的内壳体表面 42 径向向外辐射热量。如上所讨论的，用于冷却涡轮排气部分的常规设计可提供从发动机的压缩器部分供应到排气部分的放气，以在扩压器和排气壳体之间提供冷却气流，从而经由强制对流控制或降低排气壳体的温度。根据本发明的一方面，提供热障 / 冷却系统 44 以减少和 / 或消除对压缩器放气的使用，以控制排气壳体 14 和滑芯结构 16 的温度。

[0035] 参见图 2 和 3，热障 / 冷却系统 44 通常包括内部绝缘层 46 和对流冷却通道 48。内部绝缘层 46 支撑在内壳体表面 42 上，并周向延伸，以基本上覆盖整个内壳体表面 42。内部绝缘层 46 在扩压器 26 和排气壳体 14 之间形成热障，以针对从扩压器 26 的外壁 30 辐射出的能量提供耐热性。

[0036] 内部绝缘层 46 优选地由多个绝缘层区段 46a 形成（图 5），多个绝缘层区段通常彼此并排安置，并具有约等于排气壳体 14 的轴向长度的纵向或轴向延伸部，以基本上在排气壳体 14 的整个内壳体表面 42 上提供热障。因此，防止从扩压器 26 辐射出的热量的明显部分到达排气壳体 14，从而使排气壳体 14 的壁与容纳在排气壳体 14 内的热负荷隔离。

[0037] 还参见图 5，绝缘层区段 46a 可包括具有前缘 50、后缘 52 和相对侧边缘 54、56 的矩形区段构件。绝缘层区段 46a 具有比排气壳体 14 的壁低的导热系数。绝缘层区段 46a 的导热系数可具有约 0.15W/mK 的最大值，优选地具有约 0.005W/mK 的导热系数值，以抵抗热量从扩压器传递到发动机壳体 14。绝缘层区段 46a 可定位在排气壳体 14 的内壳体表面 42 上，一个绝缘层区段 46a 的侧边缘 54、56 与相邻绝缘层区段 46a 的侧边缘 54、56 紧密相邻或接合。

[0038] 绝缘层区段 46a 的构造可包括一对相对的片状金属层 58、60 和位于片状金属层 58、60 之间的保温层 62，保温层的导热系数明显低于片状金属层 58、60。多个金属套管 64 可在绝缘层区段 46a 的安装点处延伸穿过片状金属层 58、60 和保温层 62。特别地，每个金属套管 64 包括在片状金属层 58、60 之间限定出预定间隔的刚性结构，并适于接收紧固件结构，比如支架 66（图 4），以将每个绝缘层区段 46a 附接到排气壳体 14。支架 66 可构造成允许绝缘层区段 46a 相对于内壳体表面 42 的有限移动，以比如提供用于内部绝缘层 46 和排气壳体 14 之间的任何热失配。例如，支架 66 可均包括立柱 67，立柱具有固定在内壳体表面 42 的径向外端，并具有接收螺母 69 以保留绝缘层区段 46a 位于螺母和内壳体表面 42 之间的螺纹径向内端。

[0039] 绝缘层区段 46a 可具有从后缘 52 延伸到套管 64 的后排的槽 65，以便于将绝缘层区段 46a 组装到排气壳体 14。特别地，在组装期间，通过允许套管 64 的后排到位于排气壳体 14 后部的对应立柱 67 排的轴向移动度，槽 65 便于绝缘层区段 46a 移动到立柱 67 上，在排气壳体 14 的后部，在排气壳体 14 和扩压器 26 之间有最小间隙。

[0040] 应注意，有限间隙可在内壳体表面 42 周围的特定位置处设置在相邻绝缘层区段 46a 之间。例如，在连接件 36 的位置处（柱 34 从内壳体表面 42 向内延伸），间隙或空隙可设置在邻近每个柱 34 的两侧的相邻绝缘层区段 46a 之间。类似地，有限空隙可存在于直接相邻形成水平接头 92 的结构的绝缘层区段 46a 之间。应注意，可提供绝缘层区段 46a 的替代构造，以减小这些位置处的空隙。例如，绝缘层区段 46a 可构造成包括绕柱 34 紧密延伸的部分，从而减小使内壳体表面 42 暴露于辐射热的空隙区域。

[0041] 提供多个绝缘层区段 46a 便于将内部绝缘层 46 组装到发动机壳体 14，并还使得能够维护内部绝缘层 46 的选择部分。例如，在损坏内部绝缘层 46 的一部分的情形下，内部绝缘层 46 的构造允许移除和更换绝缘层区段 46a 的受到损坏的单独几个，而不需要更换整个内部绝缘层 46。

[0042] 应理解，尽管描述了绝缘层区段 46a 的特定构造，但是可提供用于绝缘层区段 46a 的其它材料和构造。例如，绝缘层区段 46a 可由已知陶瓷绝缘材料形成，构造成给诸如内壳

体表面 42 的表面提供耐热性。

[0043] 参见图 1，对流冷却通道 48 绕排气壳体 14 的外壳体表面 68 周向地延伸，并通常轴向地安置成从上游排气壳体凸缘 21 延伸到至少下游排气壳体凸缘 18，优选地延伸到下游滑芯结构凸缘 70（从滑芯结构 16 的下游端径向向外延伸）。对流冷却通道 48 由从上游位置 74 延伸到下游位置 76 的板结构 72 限定，在上游位置，其在上游排气壳体凸缘 21 处固定到排气部分 10，在下游位置，其在下游滑芯凸缘 70 处固定到排气部分 10。板结构 72 与外壳体表面 68 径向间隔开，以限定出对流冷却通道 48 的第一冷却通道部分 78，即上游排气壳体凸缘 21 和下游排气壳体凸缘 18 之间的凹陷区域。板结构 72 还与滑芯结构 16 的外表面 80 径向间隔开，以限定出对流冷却通道 48 的第二冷却通道部分 82，即上游滑芯结构凸缘 20 和下游滑芯结构凸缘 70 之间的凹陷区域。第一和第二冷却通道部分 78、82 在排气部分 10 周围限定出周向平行的流路，并可在凸缘 18、20 的径向外端上彼此流体连通。

[0044] 参见图 2 和 3，对流冷却通道 48 包括位于第一周向位置的主冷却空气供应入口 84，用于给对流冷却通道 48 提供环境空气的供应。对流冷却通道 48 还包括位于第二周向位置的排气出口 86，第二周向位置与第一周向位置径向相对。根据优选的实施例，主空气供应入口 84（图 2A）位于排气部分 10 的外壳 11 的下止点位置，排气出口 86 位于排气部分 10 的外壳 11 的上止点位置。

[0045] 如图 2 可看出，排气部分 10 可由在水平接头 92 处连接在一起的两个半部形成，即上半部 88 和下半部 90。根据本发明的一方面，板结构 72 包括形成为盒部的放大侧部 94，其在水平接头 92 上从水平接头 92 上方和下方的位置延伸。侧部 94 构造成给水平接头 92 周围的气流提供额外孔隙，并还构造成给对流冷却通道 48 提供额外气流，如下面讨论的。

[0046] 板结构 72 包括单独板部分 72a，其可由片状金属形成，即与外壳 11 相比比较薄。板部分 72a 弯曲成匹配外壳 11 的曲率，并从侧部 94 朝向主空气入口 84 向下延伸，从侧部 94 朝向空气出口 86 向上延伸。板部分 72a 形成为在排气部分 10 上的上游和下游位置 74、76 之间延伸的大致矩形部分，优选地彼此接合或抵接，以及沿板部分 72a 的轴向延伸边缘在搭接处 98 接合侧部 94。板部分 72a 和侧部 94 可通过任何常规装置附接到排气部分外壳 11，并优选地通过紧固件（比如螺栓或螺钉）附接为可移除部件。应理解，尽管放大侧部 94 显示为盒部，但是板结构 72 的该部分不必限于特定形状，可以是任何构造，以便于气流流过水平接头 92，水平接头通常包括排气部分外壳 11 的放大的和径向向外延伸的凸缘部分。另外，应注意，主空气入口 84 和空气出口 86 可在板结构 72 周围的相应下止点位置和上止点位置处结合进相应板部分 72a 中。

[0047] 参见图 2 和 2B，侧部 94 可形成有下部 100，下部在水平接头 92 下方延伸，并终止于向下面向的辅助空气入口结构 102。辅助空气入口结构 102 可包括并排安置的第一和第二辅助空气入口开口 104、106，每个辅助空气入口开口显示为板结构 72 中的向下面向开口。第一和第二辅助空气入口开口 104、106 可以分别在第一和第二通道部分 78、82 上轴向对准。一个或多个辅助空气入口开口中 104、106 可定位在空气供给入口和排气出口之间。在一个实施例中，第一辅助空气入口开口 104 可定位在空气供给入口 84 和排气出口 86 之间，第二辅助空气入口开口 106 可定位在空气供给入口 84 和排气出口 86 之间，并与第一辅助空气入口开口 104 径向相对。辅助空气入口开口 104、106 显示为具有相应覆盖面板或板 108、110，其可利用紧固件 112（比如螺栓或螺钉）可移除地附接在开口上。覆盖板 108、110

中的一个或两个可从辅助空气入口开口 104、106 移位或移除，以允许额外或辅助环境空气 116 经由辅助空气入口结构 102 进入对流冷却通道 48，如图 3 进一步示出。

[0048] 根据本发明的一方面，对流冷却通道 48 经由主空气供应入口 84 接收非强制性环境空气。即，可给对流冷却通道 48 提供空气，而在空气入口 84 处不需要驱动力或压力将对流主空气供应流 114 中的空气从燃气轮机发动机外部的位置传送通过主空气供应入口 84。主空气供应入口 84 的直径大小可以做成在第一和第二通道部分 78、82 的每个的至少一部分上延伸，使得主供应空气流 114 的一部分可直接引导进通道部分 78、82 中。

[0049] 进入对流冷却通道 48 的环境气流在排气部分 10 的圆周周围提供减少的热梯度，以降低或最小化在排气部分 10 周围的非均匀温度分布时发生的热应力。特别地，与排气壳体 14 的不同热膨胀相关并被传送到柱 34 的应力可以通过增加冷却流的均匀性（通过对流冷却通道 48 提供）而减小。另外，排气壳体 14 的操作温度可以维持在材料蠕变极限以下，以避免导致柱应力增加的相关壳体蠕变变形。

[0050] 通过移位或移除辅助空气入口结构 102 的覆盖板 108、110 中的一个或多个以增加对流冷却空气供应位置的数量，可以给对流冷却通道 48 提供多端口冷却构造。因此，可以对位于现场的涡轮发动机调节提供给通道部分 78、82 的冷却量，以通过移除或更换覆盖板 108、110 增加或减小冷却。例如，取决于环境空气温度的增加或减小，期望的是，通过移除覆盖板 108、110 的一个或多个来增加冷却气流，或者期望的是，通过更换覆盖板 108、110 的一个或多个来防止或减少辅助空气流 116 而提供减少的气流。另外，可使用覆盖板 108、110 优化排气壳体 14 和滑芯结构 16 的温度，以使相邻硬件和部件之间的任何热失调最小。

[0051] 排气出口 86 位于对流冷却通道 48 的顶部，使得加热的排气 118 可通过对流出对流冷却通道 48 而流动。排气出口 86 的直径大小可做成在第一和第二通道部分 78、82 的每个的至少一部分上延伸，使得从对流冷却通道 48 排出的加热空气可直接从每个通道部分 78、82 传送到排气出口 86。随后，流出排气出口 86 的加热空气可排出当前提供给现有燃气轮机发动机单元的现有散热孔结构（未示出）。

[0052] 应理解，穿过对流冷却通道 48 的对流气流包括基本上由沿外壳体表面 68 和滑芯结构 16 的外表面 80 加热的空气产生的对流力驱动的冷却气流。对流冷却通道 48 内的加热空气通过自然对流升高，并朝向排气出口 86 引导。当空气在对流冷却通道 48 内升高时，其经由主冷却空气供应入口 84 将环境空气抽吸进通道 48 中，从而有效地给外壳 11 的外表面周围向上的冷却空气连续流提供驱动力。类似地，当板结构 72 各侧的辅助空气入口开口 104、106 之一或两个打开时，自然对流会把通道 48 周围的空气向上抽吸通过辅助空气入口结构 102，到达排气出口 86。

[0053] 应注意，当冷却空气作为对流气流 48 向上流动时，会在对流冷却通道 48 内产生比对流冷却通道 48 外部的环境空气压力低的压力。因此，板接头 98 处或接头 97、99（图 2）（板区段 72a 的边缘在上游和下游位置 74、76 处安装到排气部分 10）处的任何泄漏会向内进入对流冷却通道 48。在这方面，应理解，不必在板区段 72a 的周界边缘和侧部 94 处提供防泄漏密封件，进入对流冷却通道 48 的泄漏可被看作便于热障 / 冷却系统 44 的冷却功能的优点。

[0054] 可选地，如图 3 示意性示出，可提供连接到排气出口 86 的风扇单元 120。风扇单元 120 可提供来自排气出口 86 的额外气流，以增加对流冷却通道 48 的冷却能力。替代地或另

外地，可给主冷却空气供应入口 84 提供入口风扇单元（未示出），以提供增加的环境气流进入通道 48。应理解，即使在提供风扇单元（即出口 86 处的风扇单元 120 和 / 或入口 84 处的风扇单元 120）以便于流过对流冷却通道 48 的情况下，流过通道 48 的气流的移动会可在通道 48 内产生降低的压力（相对于外壳 11 外部周围的环境区域）。

[0055] 对流冷却通道 48 还可具有外部绝缘层 122，如图 1、3 和 4 看出（图 2 中未示出）。外部绝缘层可基本覆盖板结构 72 的由板区段 72a 和侧部 94 限定的整个外部表面，并具有低导热系数，以总体上给在排气部分 10 附近工作或经过的人员提供热防护。

[0056] 参见图 4，可给滑芯结构 16 提供可选的另一或第二内部绝缘层 124，其绕内滑芯区段表面 126 周向延伸，并从设置用于支撑扩压器 26 的 Z 板或弹簧板结构 128 径向向外延伸。第二内部绝缘层 124 可包括具有与内部绝缘层 46 所述的类似的构造和导热系数的分离的绝缘层区段。另外，第二内部绝缘层 124 可以与针对内部绝缘层 46 的绝缘层区段 46a 所述的方式类似的方式安装到内滑芯区段表面 126。可提供第二内部绝缘层 124 以限制或最小化从扩压器 26 传递到滑芯结构 16 的辐射热量。因此，通过包含第二内部绝缘层 124 可降低对流过对流冷却通道 48 的第二部分 82 的空气的对流气流要求。

[0057] 如上所述，热障 / 冷却系统 44 提供了一系统，其中，内部绝缘层 46 基本上减少了传递到排气部分 10 的外壳 11 的热量，从而降低了对维持外壳 11 的材料低于其蠕变极限的冷却要求。因此，由对流冷却通道 48 提供的外部冷却构造以对流气流给外壳 11 提供了恰当的冷却，伴随着减少或消除给外壳 11 内部提供强制空气冷却的需求。消除到外壳 11 内部的强制空气冷却，即通过维持冷却空气在外壳 11 外部的供应和排出，避免了与外壳 11 内的部件之间的热失调或热梯度相关的问题。

[0058] 另外，由于冷却外壳 11 的空气供应不会吸收压缩器放气或者直接取决于来自燃气轮机发动机的空气供应，所以本热障 / 冷却系统 44 不会降低涡轮功率，比如抽吸压缩器放气的系统的情况下会发生的，本系统的冷却效率基本上独立于发动机操作条件而操作。因此，本发明可在不吸收燃气轮机发动机的二次冷却空气的情况下实施，并可降低对使用二次冷却空气的需要以及增加燃气轮机发动机操作时的总体效率。

[0059] 如图 6-10 所示，燃气轮机发动机 10 可包括定位在涡轮组件 12 下游的排气扩压器 26。排气扩压器 26 可绕燃气轮机发动机的中心纵向轴线 $A_C$ 周向地延伸，并可具有从上游边缘 130 到下游边缘 132 的增加的横截面面积。排气扩压器 26 的下游边缘 132 可包括一个或多个下游附接凸缘 134，下游附接凸缘具有可穿过其中的一个或多个附接孔 136。下游附接凸缘 134 和附接孔 136 可与相邻附接装置对准，以将排气扩压器 26 在涡轮发动机内固定到位。在至少一个实施例中，排气扩压器 26 可包括多个下游附接凸缘 134 和对应的下游附接孔 136。

[0060] 如图 6、7 和 10 所示，下游附接凸缘 134 可包括从排气扩压器 26 大致径向向外延伸的多个下游附接凸缘 134。相邻的下游附接凸缘 134 可由孔隙 138 分开，孔隙由第一外表面 140、第二外表面 144 和第三外表面 148 限定出，第一外表面在第一下游附接凸缘 142 和排气扩压器 26 之间延伸，具有半径 150，第二外表面在第二下游附接凸缘 146 和排气扩压器 26 之间延伸，具有半径 152，第三外表面在第一和第二外表面 140、144 之间延伸，其中，第三外表面 148 具有比第一和第二外表面 140、144 的半径 150、152 大的半径 154。第一外表面 140 的半径 150 和第二外表面 144 的半径 152 可以相等。在一个实施例中，下游附接凸缘

134 可以是具有恒定厚度的大致矩形。

[0061] 在一个实施例中，排气扩压器 26 可由至少两部分形成。排气扩压器 26 可由上半部 174 和下半部 166 形成。下半部 166 的第一和第二侧 162、164 的上边缘 160 在第一和第二接头 176、178 处连接到上半部 174 的第一和第二侧 170、172 的下边缘 168，其中，下半部 166 的第一和第二侧 162、164 的上边缘 160 均包括具有穿过其中的至少一个侧附接孔 182 的至少一个侧附接凸缘 180，上半部 174 的第一和第二侧 170、172 的下边缘 168 均包括具有穿过其中的至少一个侧附接孔 182 的至少一个侧接凸缘 180。下半部 166 的第一和第二侧 162、164 的上边缘 160 以及上半部 174 的第一和第二侧 170、172 的下边缘 168 均包括多个侧附接凸缘 180，多个侧附接凸缘 180 从至少一个排气扩压器 26 大致径向向外延伸，使得位于上半部 174 的下边缘 169 上的侧附接凸缘 180 中的侧附接孔 182 与位于下半部 166 的上边缘 160 上的侧附接凸缘 180 匹配。

[0062] 位于下半部 166 或上半部 174 或者两者上的相邻的侧附接凸缘 180 可由孔隙 184 分开，孔隙由第一外表面 186、第二外表面 190 和第三外表面 194 限定出，第一外表面在第一附接凸缘 188 和排气扩压器 26 之间延伸，具有半径 196，第二外表面在第二侧附接凸缘 192 和排气扩压器 26 之间延伸，具有半径 198，第三外表面在第一和第二外表面 186、190 之间延伸，其中，第三外表面 194 具有比第一和第二外表面 186、190 的半径 196、198 大的半径 200。第一外表面 186 上的半径 196 和第二外表面 190 上的半径 198 可以相等。在一个实施例中，侧附接凸缘 180 可以是具有恒定厚度的大致矩形。

[0063] 弹簧板扩压器支撑结构 202 可联接到排气扩压器 26 的下游边缘 132，并可附接到涡轮排气壳体 14。弹簧板扩压器支撑结构 202 可绕排气扩压器 26 周向地延伸。弹簧板扩压器支撑结构 202 可由多个弹簧板 204 形成，多个弹簧板绕排气扩压器 26 周向地延伸，使得间隙 206 存在于相邻的弹簧板 204 之间。在一个实施例中，弹簧板扩压器支撑结构 202 可由 20 个弹簧板形成。弹簧板 204 可以周向地弯曲。弹簧板 204 可包括位于上游和下游边缘 210、212 上的一个或多个附接系统 208，以将弹簧板 204 固定到位。在至少一个实施例中，上游边缘 210 可包括上游凸缘 214。上游凸缘 214 可从弹簧板 204 径向向外延伸。上游凸缘 214 可包括一个或多个凸缘孔 218，凸缘孔 218 定位成与相邻支撑结构中的孔对准。弹簧板 204 可包括下游凸缘 216。下游凸缘 216 可从弹簧板 204 径向向内延伸。下游凸缘 216 可包括一个或多个凸缘孔 214，凸缘孔 214 定位成与位于排气扩压器中的下游附接孔 136 对准。

[0064] 图 6-10 所示燃气轮机发动机 10 可包括图 1-5 所示其它部件中的一个或多个。例如，外壳 11 可以由涡轮排气壳体 14 和阀芯结构 16 形成。涡轮排气壳体 14 可绕排气扩压器 26 周向地延伸，外壳表面 68 绕中心纵向轴线 $A_C$ 周向地延伸。排气壳体 14 可包括排气壳体凸缘 18。阀芯结构 16 可具有与排气壳体凸缘 18 形成接头 22 的阀芯结构凸缘 20。热障 / 冷却系统 44 可以邻近排气扩压器 26 定位，以控制外壳 11 的温度。热障 / 冷却系统 44 可包括支撑在与外壳表面 68 相对的内壳表面 42 上的内部绝缘层 46。内部绝缘层 46 可沿内壳表面 42 周向地延伸，并可针对来自位于外壳 11 径向内部的结构的辐射能提供耐热性。热障 / 冷却系统 44 可包括由板结构 72 限定的对流冷却通道 48，板结构与外壳表面 68 径向间隔开，并可绕外壳表面 68 的圆周延伸。对流冷却通道 48 可以与内部绝缘层 46 大致轴向对准，并可形成冷却外壳表面 68 的环境气流的流路。

[0065] 第二内部绝缘层 124 可支撑在阀芯结构 16 的内表面上。内部绝缘层 124 可沿阀芯结构 16 的内表面周向地延伸，并可针对来自排气扩压器 26 的辐射能提供耐热性。板结构 72 可延伸经过排气壳体凸缘 18 和阀芯结构凸缘 20 之间的接头 22，以形成绕阀芯结构 16 的圆周延伸的对流冷却通道 48 的第二部分 82。对流冷却通道 48 可以与第二内部绝缘层 124 大致轴向对准，并可形成沿向上方向引导环境非强制气流以冷却阀芯结构表面的第二流路。外部绝缘层 122 可支撑在板结构 72 上，并覆盖板结构。板结构 72 可包括在轴向延伸接头 98 处连接起来的多个周向安置的板区段 72a。穿过冷却通道 48 的气流可产生比环境空气压力低的压力，使得发生的任何空气泄漏是环境空气泄漏进冷却结构 44 中。

[0066] 尽管示出和描述了本发明的特定实施例，但是本领域技术人员应明白，在不脱离本发明的精神和范围的情况下，可以进行各种其它改变和修改。因此，意在于所附权利要求中涵盖位于本发明范围内的所有这些改变和修改。

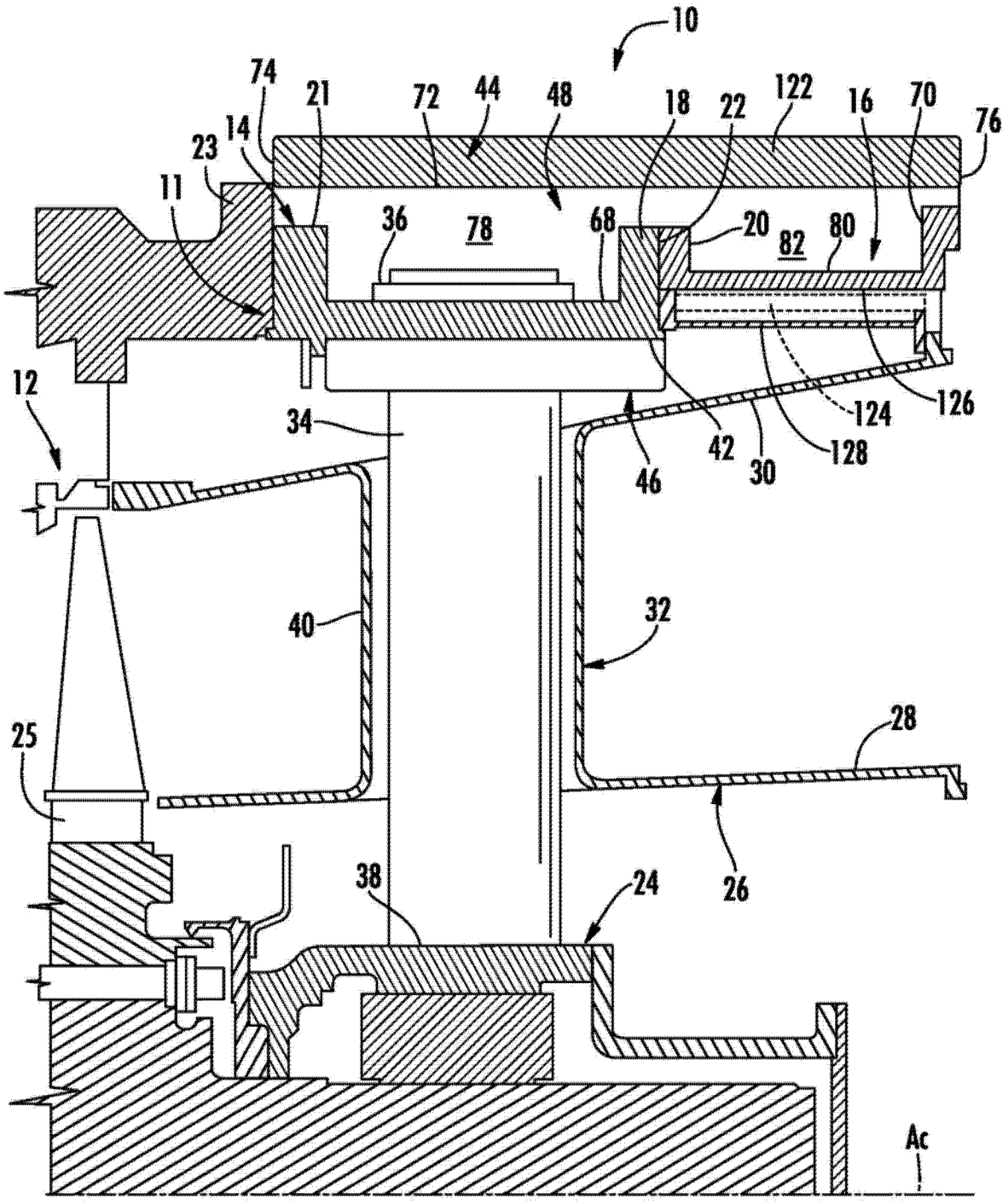

10
74
21
72
44
48
18
22
122
16
70
76
23
14
11
36
78
68
20
82
80
12
34
42
46
30
128
124
126
40
32
25
28
38
24
26
Ac

图 1

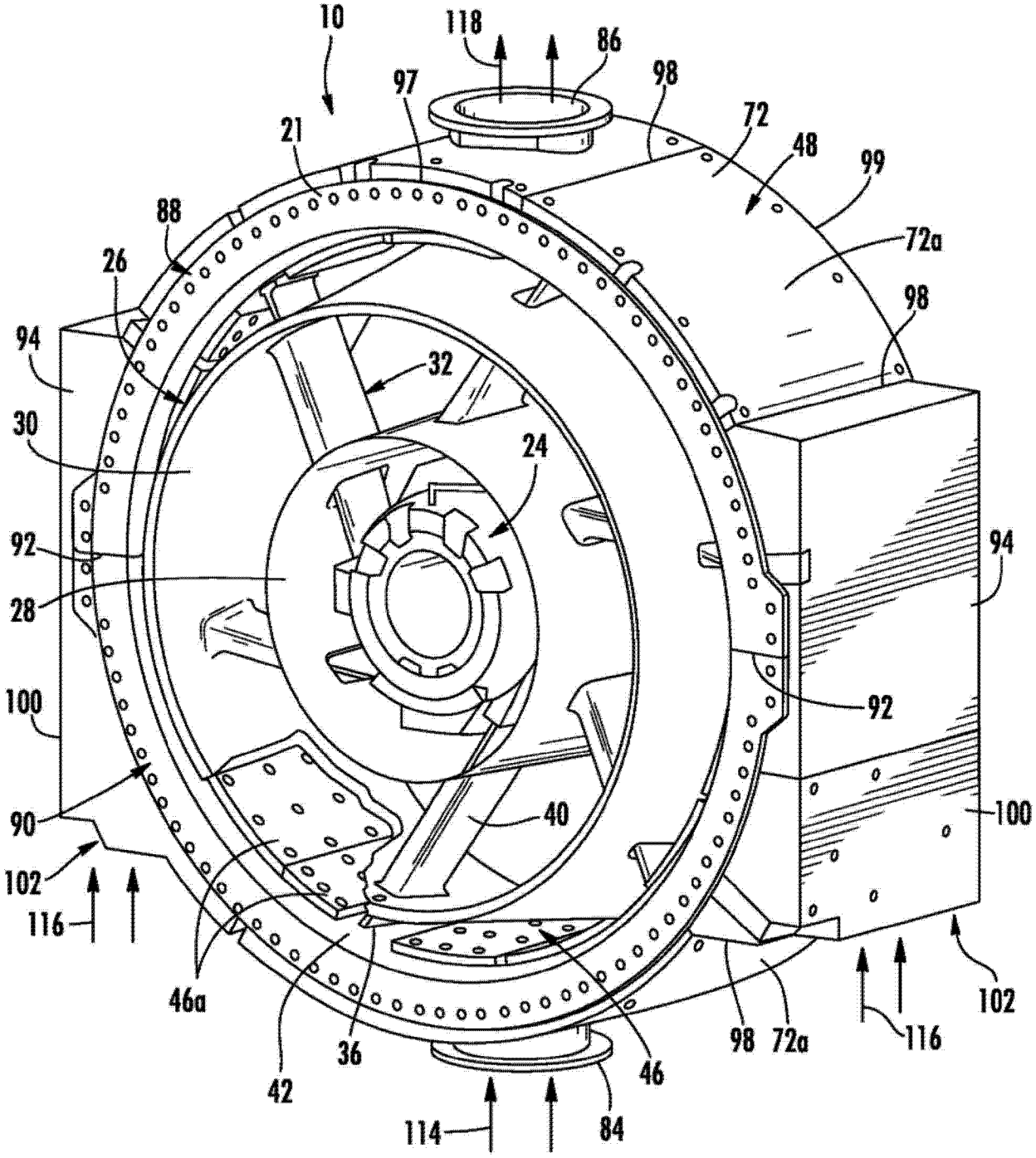

10
118
86
97
98
72
48
99
21
88
72a
26
98
94
32
30
24
92
94
28
92
100
100
90
40
102
116
46a
42
36
46
98
72a
116
102
114
84

图 2

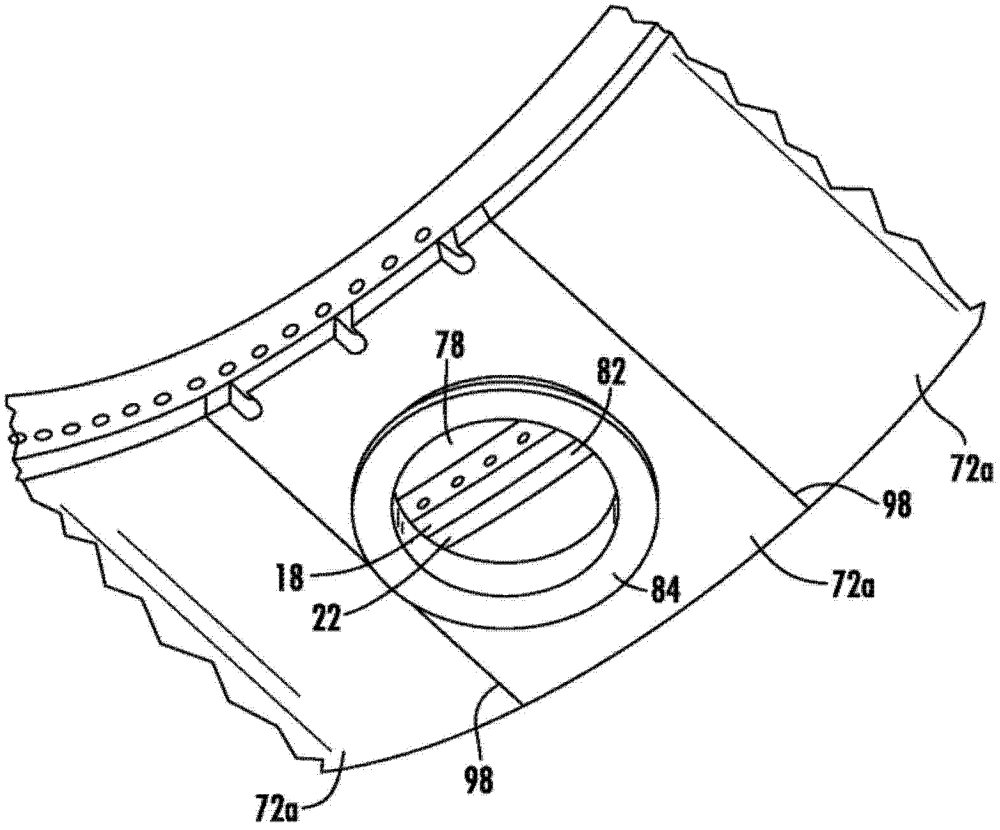



图 2A

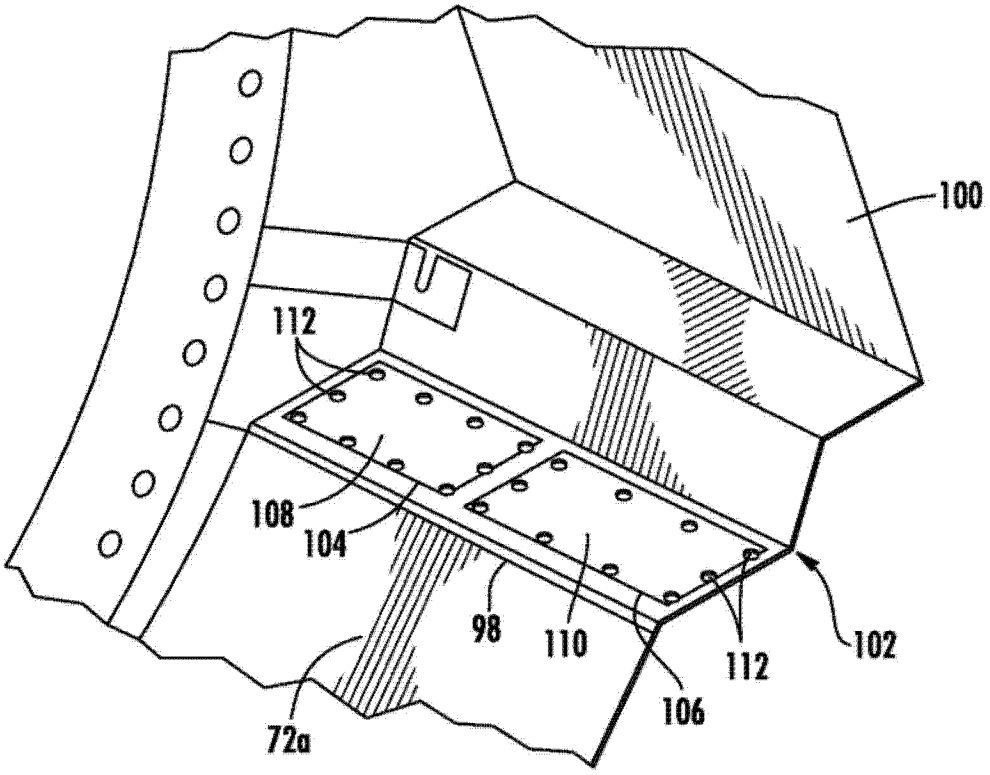



图 2B

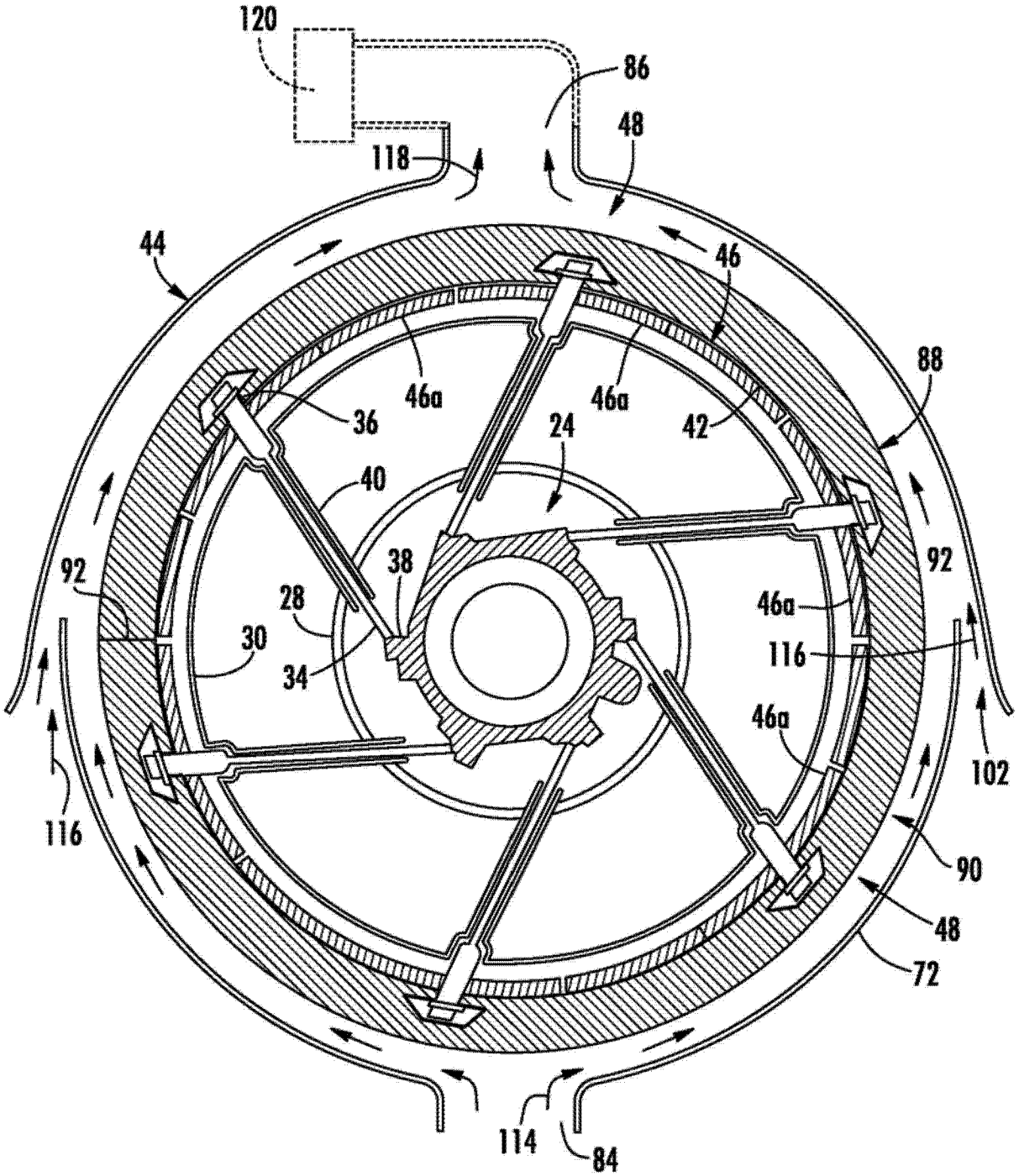

120
86
48
118
44
46
46a
46a
88
36
42
24
40
92
92
38
28
46a
30
116
34
46a
102
116
90
48
72
114
84

图 3

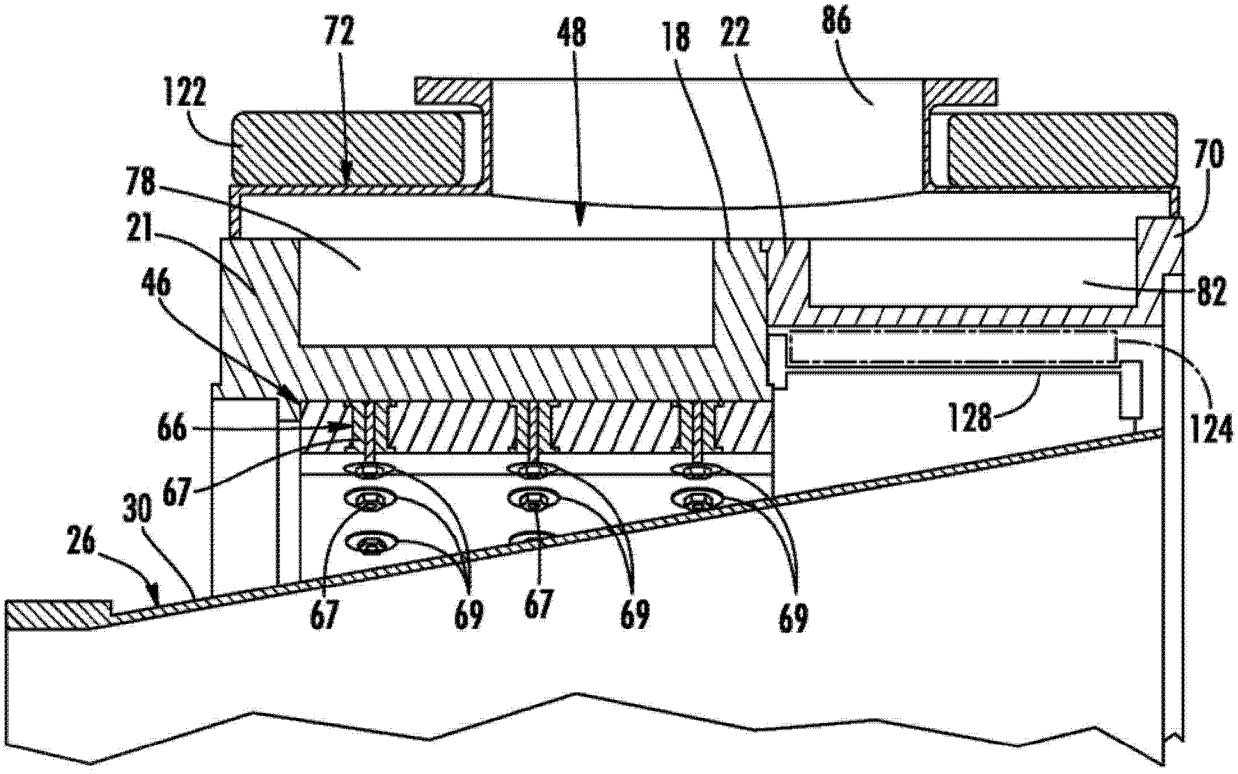

72
48
18
22
86
122
70
78
21
82
46
128
124
66
67
30
26
67
69
67
69
69

图 4

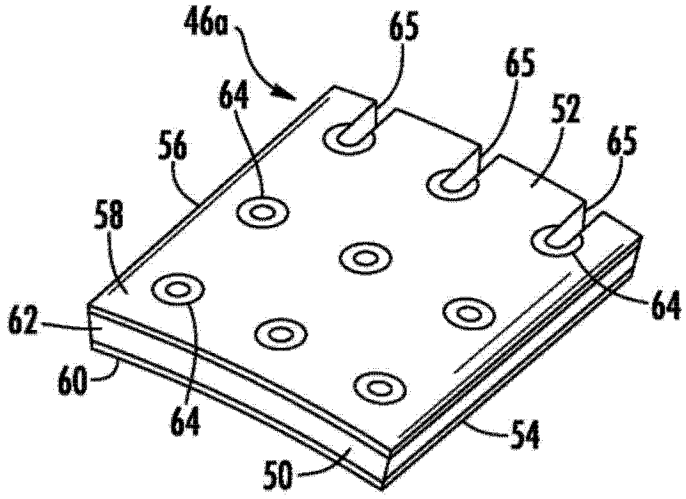

46a
65
65
64
52
56
65
58
64
62
60
64
54
50

图 5

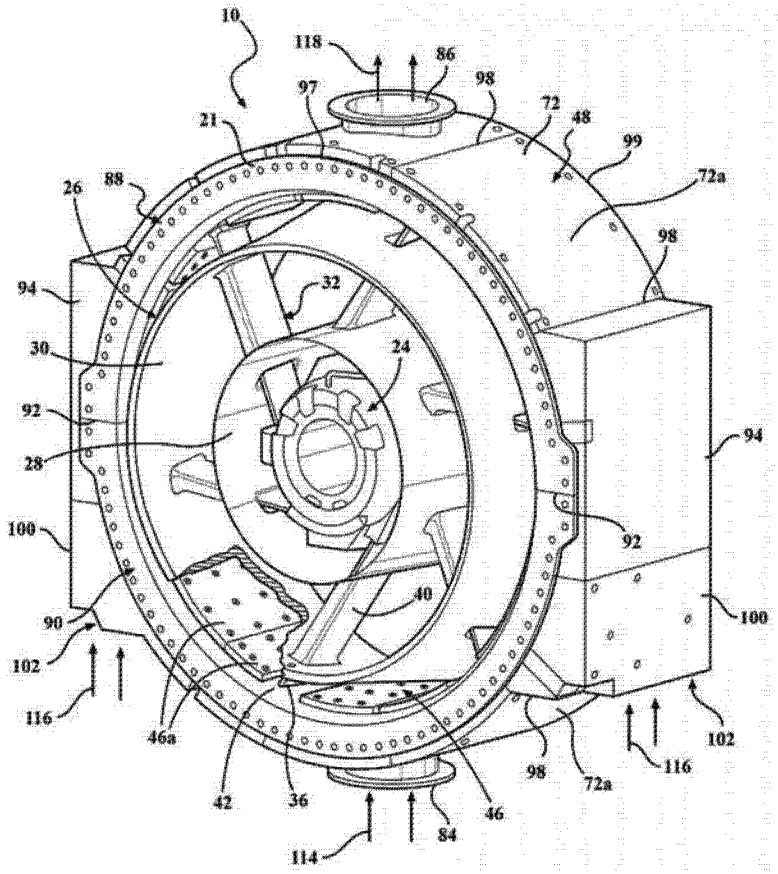

10
118
86
98
97
72
48
21
99
72a
26
88
98
94
32
30
24
92
94
28
92
100
40
100
90
102
116
46a
42
36
46
98
72a
116
102
114
84

图 6

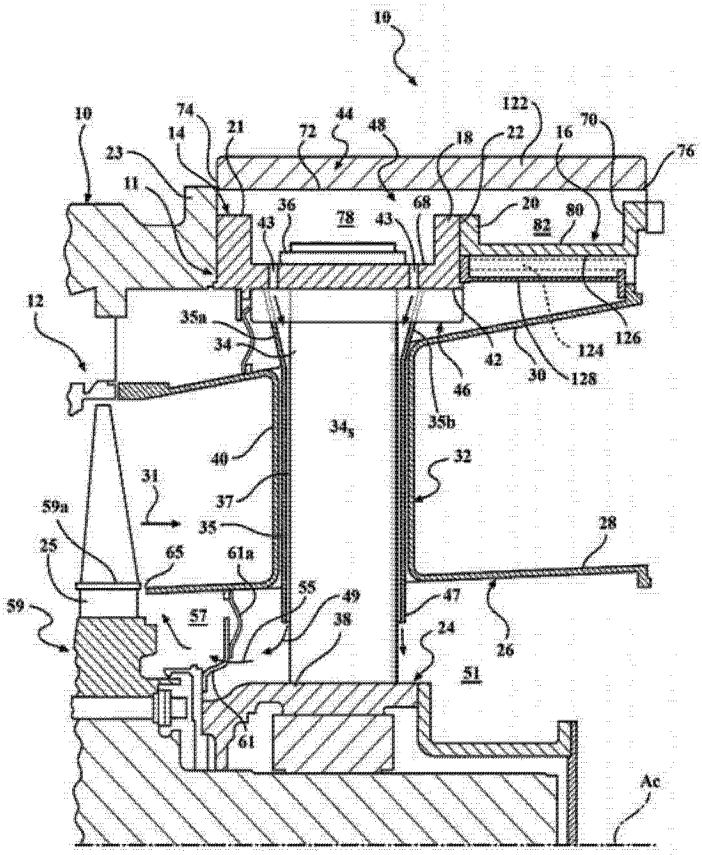

10
74
14
21
72
44
48
18
22
122
16
70
76
23
11
36
43
78
43
68
20
82
80
12
35a
34
42
30
124
126
128
46
35b
$34_s$
40
32
31
37
59a
35
28
25
65
61a
55
49
47
59
57
38
24
26
51
61
Ac

图 7

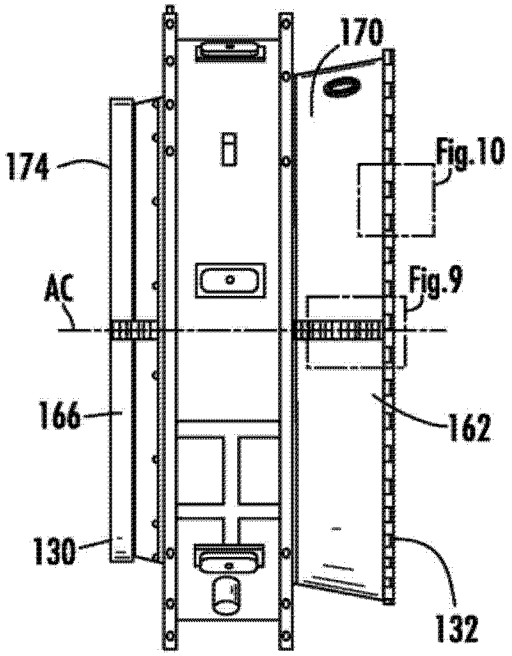

170
174
Fig.10
AC
Fig.9
166
162
130
132

图 8

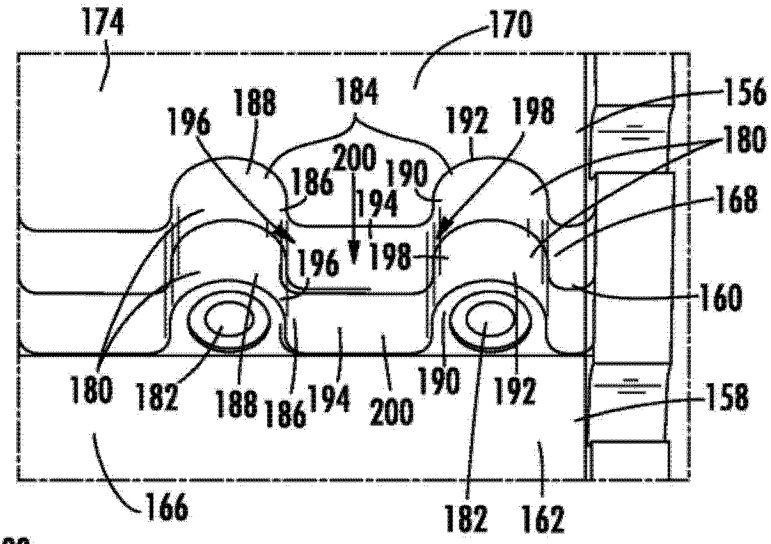

174
170
156
180
168
160
158
196
188
184
192
198
200
186
190
194
180
182
188
186
194
200
190
192
166
182
162

图 9

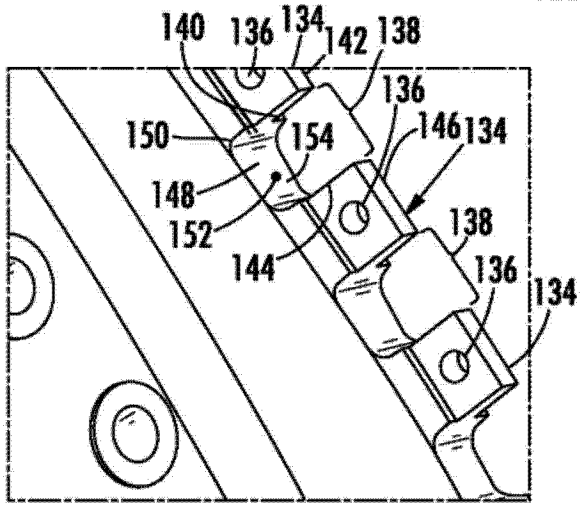

140
136
134
142
138
150
154
146
148
152
144

图 10