



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107084406 A
(43)申请公布日 2017.08.22

(21)申请号 201710075034.0

(22)申请日 2017.02.10

(30)优先权数据

15/042586 2016.02.12 US

(71)申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 R.S.班克

(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 谭祐祥

(51)Int. Cl.

F23R 3/42(2006.01)

F01D 9/02(2006.01)

F01D 25/12(2006.01)

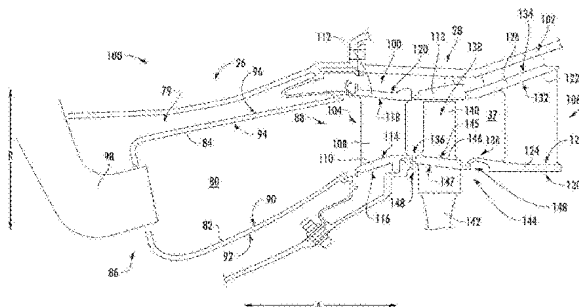
权利要求书1页 说明书10页 附图6页

(54)发明名称

燃气涡轮发动机的燃烧部分或涡轮机部分的部件及相关方法

(57)摘要

本发明提供了一种用于燃气涡轮发动机的燃烧部分或涡轮机部分中的至少一个的部件。所述燃气涡轮发动机的所述燃烧部分和所述涡轮机部分至少部分限定核心空气流动路径,所述部件包括壁。所述壁进而包括热侧和相对的冷侧。当所述部件安装在所述燃气涡轮发动机中时,所述热侧暴露于并至少部分限定所述核心空气流动路径。所述壁制造为包括在所述壁的所述冷侧上的表面轮廓,以便在结构上容纳所述壁的热管理特征。



1. 一种部件,用于燃气涡轮发动机的燃烧部分或涡轮机部分中的至少一个,所述燃气涡轮发动机的燃烧部分和涡轮机部分至少部分限定核心空气流动路径,所述部件包括:

壁,包括热侧和相对的冷侧,所述热侧暴露于并至少部分限定所述核心空气流动路径,所述壁制造为包括在所述壁的所述冷侧上的表面轮廓,以便在结构上容纳所述壁的热管理特征。

2. 根据权利要求1所述的部件,其中,所述壁的所述热管理特征是冷却孔,所述冷却孔由所述壁限定,并从所述壁的所述冷侧上的入口延伸到所述壁的所述热侧上的出口,其中,所述壁的所述冷侧上的所述表面轮廓包括添加到围绕所述冷却孔的所述入口的局部区域上的附加材料。

3. 根据权利要求2所述的部件,其中,所述冷却孔限定相对于所述壁小于九十度的角度,并且其中,添加到围绕所述冷却孔的所述入口的所述局部区域的附加材料延伸到所述壁的所述冷侧上的区域,与所述冷却孔的所述出口相对。

4. 根据权利要求1所述的部件,其中,所述壁的所述热管理特征是多个冷却孔,所述多个冷却孔由所述壁限定,每个冷却孔从所述壁的所述冷侧上的入口延伸到所述壁的所述热侧上的出口,并且其中,所述壁的所述冷侧上的所述表面轮廓包括添加到围绕每个所述冷却孔的所述入口的局部区域上的附加材料。

5. 根据权利要求1所述的部件,其中,所述部件是用于所述燃气涡轮发动机的所述涡轮机部分的涡轮机喷嘴级的喷嘴部分。

6. 根据权利要求1所述的部件,其中,所述壁的所述热管理特征是所述壁的所述热侧上的局部轮廓,并且其中,所述壁的所述冷侧上的所述表面轮廓包括与所述壁的所述热侧上的所述局部轮廓形状基本对应的局部轮廓。

7. 根据权利要求1所述的部件,其中,所述壁包括基部几何结构,并且其中,使用增材制造工艺将所述表面轮廓添加到所述基部几何结构。

8. 根据权利要求1所述的部件,其中,所述壁的基部几何结构通过铸造形成。

9. 一种制造部件的方法,所述部件用于燃气涡轮发动机的燃烧部分或涡轮机部分中的至少一个,所述燃气涡轮发动机的燃烧部分和涡轮机部分至少部分限定核心空气流动路径,所述方法包括:

形成所述部件的基部几何机构,所述部件的所述壁包括暴露于并至少部分限定所述核心空气流动路径的热侧和相对的冷侧;以及

修改所述部件的所述壁的所述基部几何结构,以包括所述壁的所述冷侧上的表面轮廓;以及

形成所述壁的一个或多个热管理特征,所述壁的所述冷侧上的所述表面轮廓在结构上容纳所述一个或多个热管理特征。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中,形成所述部件的所述壁的所述基部几何结构包括铸造所述部件的所述壁的所述基部几何结构。

燃气涡轮发动机的燃烧部分或涡轮机部分的部件及相关方法

技术领域

[0001] 本主题通常涉及燃气涡轮发动机的涡轮机部分和/或燃烧部分内某些部件的表面轮廓。

背景技术

[0002] 燃气涡轮发动机通常包括设置为彼此流动连通的风扇和核心。此外，燃气涡轮发动机的核心按连续顺流顺序大体上包括：压缩机部分、燃烧部分、涡轮机部分和排气部分。在操作中，空气从风扇提供到压缩机部分的入口，其中，一个或多个轴流式压缩机逐渐压缩空气，直到其到达燃烧部分。燃料与压缩空气混合，并在燃烧部分内燃烧，以提供燃烧气体。燃烧气体从燃烧部分导入到涡轮机部分。通过涡轮机部分的燃烧气体流驱动涡轮机部分，然后通过排气部分进入例如大气。

[0003] 在涡轮机部分内，设置了一级或多级涡轮机喷嘴，包括静止导叶、定子叶片等，以引导通过其中的燃烧气体流。涡轮机喷嘴的每个级由多个周向间隔开的涡轮机喷嘴部分形成，每个部分包括径向内部和外部端壁，其部分限定通过涡轮机部分的流动路径。为了将形成端壁的材料温度维持在所需温度范围内，端壁通常包括一个或多个热管理特征。例如，端壁通常包括延伸穿过其中的多个冷却孔。

[0004] 当端壁包括多个冷却孔时，端壁通常形成为比结构上容纳多个冷却孔所需的厚度更厚。但是，本发明的发明人已发现，这通常会给涡轮机喷嘴和燃气涡轮发动机的级增加额外的重量。因此，能够在结构上容纳各种热管理特征，而不增加不必要的重量的部件的壁将很有使用价值。例如，能够在结构上容纳各种热管理特征，而不增加不必要的重量的涡轮机喷嘴的级的喷嘴部分的端壁将尤为有利。

发明内容

[0005] 本发明的方面和优点将在以下说明中部分阐述，或者可以通过说明使人理解，或者可以通过实施本发明来了解。

[0006] 在本发明的一项示例性实施例中，提供了一种用于燃气涡轮发动机的燃烧部分或涡轮机部分中的至少一个的部件。所述燃气涡轮发动机的所述燃烧部分和涡轮机部分至少部分限定核心空气流动路径。所述部件包括具有热侧和相对的冷侧的壁，所述热侧接触，并至少部分限定所述核心空气流动路径。所述壁制造为包括在所述壁的所述冷侧上的表面轮廓，以便在结构上容纳所述壁的热管理特征。

[0007] 其中，所述部件是用于所述燃气涡轮发动机的所述涡轮机部分的涡轮机喷嘴级的喷嘴部分。其中，所述壁是所述喷嘴部分的端壁。

[0008] 其中，所述部件是燃烧器，并且其中，所述壁是所述燃烧器的衬垫。

[0009] 在本发明的另一示例性实施例中，提供了一种用于燃气涡轮发动机的燃烧部分或涡轮机部分中的至少一个的部件。所述燃气涡轮发动机的所述燃烧部分和涡轮机部分至少部分限定核心空气流动路径。所述部件包括具有热侧和相对的冷侧的壁。所述热侧接触，并

至少部分限定所述核心空气流动路径,所述冷侧限定未覆盖的表面。所述壁制造为包括基部几何结构和在所述冷侧上的基部几何结构的局部增加的厚度,以形成在所述壁的所述冷侧上的表面轮廓。

[0010] 所述表面轮廓构造为在结构上容纳所述壁的热管理特征,所述热管理特征是冷却孔,所述冷却孔从所述壁的所述冷侧上的入口延伸到所述壁的所述热侧上的出口。

[0011] 在本发明的一个示例性方面中,提供了一种用于制造燃气涡轮发动机的燃烧部分或涡轮机部分中的至少一个的部件的方法。所述燃气涡轮发动机的所述燃烧部分和涡轮机部分至少部分限定核心空气流动路径。所述方法包括形成所述部件的壁的基部几何结构。所述部件的所述壁包括曝露于并至少部分限定所述核心空气流动路径的热侧和相对的冷侧。所述方法还包括修改所述部件的所述壁的所述基部几何结构,以包括所述壁的所述冷侧上的表面轮廓。所述方法还包括,形成所述壁的一个或多个热管理特征,以及在结构上容纳所述一个或多个热管理特征的所述壁的所述冷侧上的所述表面轮廓。

[0012] 其中,修改所述部件的所述壁的所述基部几何结构以包括在所述壁的所述冷侧上的所述表面轮廓包括:使用增材制造工艺添加材料,以形成所述壁的所述冷侧上的所述表面轮廓。

[0013] 其中,形成所述壁的一个或多个热管理特征包括钻取从所述壁的所述冷侧到所述壁的所述热侧并且穿过所述壁的所述冷侧上的所述表面轮廓的冷却孔。

[0014] 其中,钻取所述冷却孔包括相对于所述壁以小于九十度的角度钻取所述冷却孔,并且其中,添加材料以形成所述壁的所述冷侧上的所述表面轮廓还包括将材料添加到所述壁的所述冷侧,所述冷侧位于与所述壁的所述热侧上的所述冷却孔出口相对的位置或预期位置。

[0015] 其中,修改所述部件的所述壁的所述基部几何结构以包括所述壁的所述冷侧上的所述表面轮廓包括从所述部件的所述壁的所述基部几何结构上移除材料。

[0016] 其中,形成所述壁的一个或多个热管理特征包括将材料添加到所述壁的所述热侧,在所述热侧的对侧,所述壁的所述基部几何结构修改为包括所述冷侧上的所述表面轮廓。

[0017] 其中,所述部件是用于所述燃气涡轮发动机的所述涡轮机部分的涡轮机喷嘴级的喷嘴部分,并且其中,所述壁是所述喷嘴部分的端壁。

[0018] 参考以下说明和所附权利要求,将有助于理解本发明的这些和其他特征、方面和优点。本说明书中所结合并限定其一部分的附图展示了本发明的实施例,并与说明书一起用于解释本发明的原理。

附图说明

[0019] 参考附图,在说明书中针对本领域一般技术人员对本发明进行了完整和可实现的公开,包括其最佳模式,其中:

[0020] 图1是本主题各种实施例所述的示例性燃气涡轮发动机的截面原理图。

[0021] 图2是图1的示例性燃气涡轮发动机的燃烧部分和涡轮机部分的特写侧视图。

[0022] 图3是本发明的一项示例性实施例所述的部件的壁的冷侧的平面图。

[0023] 图4是沿图3中的线4-4截取的图3的示例性部件的壁的侧视截面图。

- [0024] 图5是本发明的另一示例性实施例所述的部件的壁的冷侧的平面图。
- [0025] 图6是沿图5中的线6-6截取的图5的示例性部件的壁的侧视截面图。
- [0026] 图7是本发明的另一示例性实施例所述的部件的壁的截面图。
- [0027] 图8是本发明的另一示例性实施例所述的部件的壁的截面图。
- [0028] 图9是本发明一项示例性实施例所述的燃气涡轮发动机部件的制造方法的流程图。

具体实施方式

[0029] 现在,将详细参考本发明的实施例,其一个或多个示例在附图中展示。详细说明使用数字和字母标记来指代附图中的特征。在附图和说明中的相同或相似的标记用于指代本发明的相同或类似部件。本文中所使用术语“第一”、“第二”和“第三”可以互换使用,以便将一个部件与另一个部件区分开,而并非意在表示单个部件的位置或重要性。术语“上游”和“下游”是指流体路径中流体流动的相对方向。例如,“上游”是指流体来自的方向,“下游”是指流体流向的方向。

[0030] 现在参考附图,其中,在所有附图中,相同的编号表示相同的元件,图1是本发明一项示例性实施例所述的涡轮机的截面原理图。更具体地,对于图1的实施例,涡轮机构造为燃气涡轮发动机,或者构造为高旁通比涡扇喷气发动机12,在本文中称为“涡扇发动机12”。如图1,涡扇发动机12限定轴向方向A(平行于供参考的纵向中线13延伸)、径向方向R和绕轴向方向A延伸的圆周方向C(围绕纵向中线13延伸;参见图3)。通常,涡扇10包括风扇部分14和设置在风扇部分14下游的核心涡轮发动机16。

[0031] 所示的示例性核心涡轮发动机16通常包括大致为管状的外壳18,其限定环形入口20。外壳18包围,且核心涡轮发动机16按连续顺流关系包括:压缩机部分,其包括增压器或低压(LP)压缩机22和高压(HP)压缩机24;燃烧部分26;涡轮机部分,其包括高压(HP)涡轮机28和低压(LP)涡轮机30;以及喷射排气喷嘴部分32。高压(HP)轴或卷轴34以驱动方式将HP涡轮机28连接到HP压缩机24。低压(LP)轴或卷轴36以驱动方式将LP涡轮机30连接到LP压缩机22。因此,LP轴36和HP轴34各自为旋转部件,在涡扇发动机12工作期间围绕轴向方向A旋转。

[0032] 仍然参考图1的实施例,风扇部分14包括可变桨距风扇38,其具有以间隔方式联接到盘42的多个风扇叶片40。如图所示,风扇叶片40大致沿径向方向R,由盘42向外延伸。每个风扇叶片40可相对于盘42围绕变桨轴P旋转,其方法是将风扇叶片40可操作地联接到合适的变桨机构44,该机构构造为共同一致地改变风扇叶片40的桨距。风扇叶片40、盘42和变桨机构44可一起通过贯穿动力齿轮箱46的LP轴36,围绕纵向轴12旋转。动力齿轮箱46包括多个齿轮,用于将风扇38相对于LP轴36的旋转速度调节到更高效的旋转风扇速度。更具体地,风扇部分包括风扇轴,其可通过穿过动力齿轮箱46的LP轴36旋转。因此,风扇轴也可以被认为是旋转部件,并且类似地由一个或多个轴承支撑。

[0033] 仍然参考图1的示例性实施例,盘42由可旋转前轮毂48覆盖,其以空气动力学方式轮廓化,以促使气流通过多个风扇叶片40。另外,示例性风扇部分14包括环形风扇壳体或外罩50,其周向围绕风扇38和/或核心涡轮发动机16的至少一部分。示例性外罩50由多个周向隔开的出口导叶52,相对于核心涡轮发动机16支撑。此外,外罩50的下游部分54在核心涡轮

发动机16的外部上方延伸,以便在其间限定旁通气流通道56。

[0034] 在涡扇发动机12工作期间,一定体积的空气58通过外罩50和/或风扇部分14的相关入口60进入涡扇10。当空气58的体积穿过风扇叶片40时,箭头62所示的空气58的第一部分导入或进入旁通气流通道56中,而箭头64所示的空气58的第二部分导入或进入核心空气流动路径37中,或更具体地,进入LP压缩机22中。空气62的第一部分和空气64的第二部分之间的比率通常称为旁通比。然后,空气64的第二部分的压力随着其导入高压(HP)压缩机24和进入燃烧部分26而增加,在其中,其与燃料混合并燃烧,以提供燃烧气体66。

[0035] 燃烧气体66经引导通过HP涡轮机28,其中来自燃烧气体66的热能和/或动能的一部分通过联接到外壳18的HP涡轮机定子叶片68和联接到HP轴或卷轴34的HP涡轮机转子叶片70的顺序级获取,从而使HP轴或卷轴34旋转,进而支持HP压缩机24的工作。燃烧气体66经引导通过LP涡轮机30,其中第二部分热能和/或动能通过联接到外壳18的LP涡轮机定子叶片72和联接到LP轴或卷轴36的LP涡轮机转子叶片74的顺序级从燃烧气体66获取,从而使LP轴或卷轴36旋转,进而支持LP压缩机22的工作和/或风扇38的旋转。

[0036] 燃烧气体66随后经引导通过核心涡轮发动机16的喷射排气喷嘴部分32,以提供推进力。同时,随着空气62的第一部分经引导通过旁通气流通道56,之后从涡扇10的风扇喷嘴排气部分76排出,空气62的第一部分的压力大体上升,并且提供推进力。HP涡轮机28、LP涡轮机30和喷射排气喷嘴部分32至少部分限定引导燃烧气体66通过核心涡轮发动机16的热气体路径78。

[0037] 现在参考图2,其提供了图1的涡扇发动机12,尤其是涡轮机部分的燃烧部分26和HP涡轮机28的特写截面图。所示的燃烧部分26通常包括燃烧器79,其包括由内衬垫82和外衬垫84限定的燃烧室80,燃烧室80大致沿轴向方向A,从前端86延伸到后端88。内衬垫82通常限定曝露于并部分限定延伸穿过燃烧室80的核心空气流动路径37的一部分的热侧90,以及相对的冷侧92。与此相似,外衬垫84也限定曝露于并部分限定延伸穿过燃烧室80的核心空气流动路径37的一部分的热侧94,以及相对的冷侧96。虽然未示出,但是内和/或外衬套82、84可以包括延伸穿过其中的一个或多个冷却孔,或其它热管理特征,以将内和/或外衬套82、84的温度保持在所需的工作温度范围内。

[0038] 此外,多个燃料喷嘴98位于燃烧室80的前端86,用于为燃烧室80提供来自压缩机部分的燃料和压缩空气的混合物。如上所述,燃料和空气混合物在燃烧室80内燃烧,以产生通过其中的燃烧气体流。对于所示的实施例,燃烧器79构造为环形燃烧器。

[0039] 在燃烧部分26的下游,HP涡轮机28包括多个涡轮机部件级,每个涡轮机部件级包括多个涡轮机部件。更具体地,对于所示实施例,HP涡轮机28包括多个涡轮机喷嘴级,以及一个或多个级的涡轮机转子叶片。具体地,对于所示的实施例,HP涡轮机28包括第一涡轮机喷嘴级100和第二涡轮机喷嘴级102,每个涡轮机喷嘴级构造为引导燃烧气体流通过其中。第一涡轮机喷嘴级100包括沿圆周方向C间隔开的多个涡轮机喷嘴部分104。应注意,第一涡轮机喷嘴级100紧靠燃烧部分26,位于其下游,因此也可以称为具有多个燃烧排放喷嘴部分的燃烧器排放喷嘴级。另外,对于所示的示例性实施例,第二涡轮机喷嘴级102还包括沿圆周方向C间隔开的多个涡轮机喷嘴部分106。

[0040] 形成第一涡轮机喷嘴级100的第一涡轮机喷嘴部分104包括位于核心空气流动路径37内的第一级涡轮机喷嘴108,以及壁。更具体地,喷嘴部分104包括内端壁110和外端壁

112,其中喷嘴100大致沿径向方向R,从内端壁110延伸到外端壁112。第一喷嘴部分104的内端壁110限定热侧114,其曝露于并至少部分限定核心空气流动路径37,以及与热侧相对的冷侧116。与此相似,第一喷嘴部分104的外端壁112限定热侧118,其曝露于并至少部分限定核心空气流动路径37,以及与热侧相对的冷侧120。应注意,对于所示实施例,内端壁110和外端壁112的冷侧116、120在组装之前未受覆盖并且可接触,即未封闭在部件内。

[0041] 与第一涡轮机喷嘴级100类似,形成第二涡轮机喷嘴级102的第二涡轮机喷嘴部分106各包括位于核心空气流动路径37内的第二级涡轮机喷嘴122,以及壁。更具体地,喷嘴部分106包括内端壁124和外端壁126,其中第二级涡轮机喷嘴122大致沿径向方向R,从内端壁124延伸到外端壁126。第二喷嘴部分106的内端壁124限定热侧128,其曝露于并至少部分限定核心空气流动路径37,以及与热侧相对的冷侧130。与此相似,第二喷嘴部分106的外端壁126限定热侧132,其曝露于并至少部分限定核心空气流动路径37,以及与热侧相对的冷侧134。如同所示实施例的第一涡轮机喷嘴部分104的内和外端壁110、112一样,第二涡轮机喷嘴部分106的内和外端壁124、126的冷侧130、134未受覆盖,且可接触,即未封闭在部件内。

[0042] 此外,同样如图2,第一涡轮机喷嘴级100和第二涡轮机喷嘴级102的每个涡轮机喷嘴部分104、106分别包括密封圈136,密封圈136也至少部分接触核心空气流动路径37,下文将就此进行详细讨论。

[0043] HP涡轮机28紧靠第一涡轮机喷嘴级100的下游,且紧靠第二涡轮机喷嘴级102的上游,其包括涡轮机转子叶片140的第一级138。涡轮机转子叶片140的第一级138包括沿圆周方向C间隔开的多个涡轮机转子叶片140(参见图3)和第一级转子142。多个涡轮机转子叶片140各自包括基部144,相应的涡轮机转子叶片140通过该基部附接到第一级转子142。虽然未示出,但是涡轮机转子142又连接到HP轴34(参见图1)。通过这种方式,涡轮机转子叶片140可以从穿过由HP涡轮机28限定的核心空气流动路径37的燃烧气体流中获取动能,作为施加到HP轴34的旋转能量。涡扇发动机12还包括曝露于并至少部分限定核心空气流动路径37的防护罩113。防护罩113构造为与涡轮机转子叶片140的第一级138形成密封。

[0044] 类似于形成第一和第二涡轮机喷嘴级100、102的多个喷嘴部分104、106,每个涡轮机转子叶片140的基部144包括壁或平台146。各涡轮机转子叶片140的基部144的平台146还限定热侧145,其曝露于并至少部分限定核心空气流动路径37,以及与热侧相对的冷侧147。此外,各涡轮机转子叶片140的平台146包括密封圈148。密封圈148构造为与形成第一和第二涡轮机喷嘴级100、102的涡轮喷嘴部分104、106的密封圈136相互作用,以防止来自核心空气流动路径37的燃烧气体在涡轮机转子叶片140的第一级138与第一和第二涡轮机喷嘴级100、102之间意外流动。此外,应理解,每个相应转子叶片140的尖端120构造为与防护罩113形成密封。

[0045] 现在参考图3和4,展示了本发明的一项示例性实施例所述,燃气涡轮发动机的燃烧部分或涡轮机部分中的至少一个的部件的壁。更具体地,图3提供示例性壁的冷侧的平面图;而图4是沿图3中的线4-4截取的图3的示例性壁的一部分的侧视截面图。

[0046] 对于所示的示例性实施例,该壁构造为燃气涡轮发动机的涡轮机部分的涡轮机喷嘴级的喷嘴部分的端壁。更具体地,对于所示实施例,壁构造为第一涡轮机喷嘴级100的喷嘴部分104的内端壁110。内端壁110可以与以上考图2所述的示例性内端壁110基本相同的方式构造,因此相同或相似的编号可以指相同或相似的部件。

[0047] 因此,所述内端壁110(在本文中也简称为壁110)通常限定热侧114,其曝露于并至少部分限定核心空气流动路径37,以及与热侧相对的冷侧116。另外,壁110可附接到热侧114上的第一级涡轮机喷嘴108,或与其成一体形成(以虚线描绘;也可参见图2)。尽管未示出,但是一个或多个冷却气流通道可以延伸穿过所示端壁110,以便在工作期间为涡轮机喷嘴108的第一级的内腔提供冷却空气流。应理解,图3和图4中确定的轴向、径向和圆周方向A、R、C对应于由上述示例性涡扇发动机12所限定的轴向、径向和圆周方向A、R、C。因此,图3和图4中所确定的方向可以是所示示例性壁110安装在示例性涡扇发动机12中时的延伸方向。

[0048] 如上所述,在燃气涡轮发动机的工作期间,壁110的热侧114接触在其上流动的相对较热的燃烧气体。为了适应这种热燃烧气体的流动,喷嘴部分104的壁110包括热管理特征。对于所示实施例,热管理特征是由壁110限定的冷却孔150。具体而言,对于所示实施例,壁110的热管理特征是由壁110限定的多个冷却孔150。多个冷却孔150中的每个从壁110的冷侧116上的入口152延伸到壁110的热侧114上的出口154。

[0049] 同样对于所示的实施例,多个冷却孔150中的每个限定角度155,其相对于壁110小于九十度(90°)。更具体地,所示多个冷却孔150各自包括主体部分156和张开的出口部分158。由多个冷却孔150限定的角135是冷却孔150的主体部分156的中线160与壁110的表面(例如,热侧114上的壁110的表面)之间的角。应注意,在张开的出口部分158中,移除了额外量的壁110的材料,以促进冷却空气流通过冷却孔150,从而在壁110的热侧114上形成冷却膜。但是应理解,在其他实施例中,冷却孔150中的一个或多个可以具有任何其他合适的形状、方向或构造。

[0050] 为了在结构上适应从冷却孔150的壁110移除的材料,特别是针对冷却孔150的张开的出口部分158,现有的壁(例如,端壁)已经制造为具有足够的厚度,以便在移除这些材料后保持结构稳固。但是,本发明的发明人已经发现,这可能导致包含不必要的材料,潜在地增加包括这些壁的各种部件部分的成本和重量。

[0051] 因此,图3和图4中所示的壁110制造为包括在壁110的冷侧116上的表面轮廓162,以便在结构上容纳壁110的热管理特征。更具体地,对于所示的实施例,其中,壁110的热管理特征包括一个冷却孔150或多个冷却孔150,壁110的冷侧116上的表面轮廓162包括附加材料164,其添加到围绕冷却孔150的入口152的局部区域166(即,局部增加厚度)。更具体地,对于所示实施例,壁110的冷侧116上的表面轮廓162包括添加到多个局部区域166的附加材料164,每个局部区域166围绕多个冷却孔150中的一个或多个的入口152。此外,鉴于冷却孔150相对于壁110延伸的角度155,添加到围绕各冷却孔150的入口152的局部区域166的附加材料164延伸到壁110的冷侧116上的区域,与冷却孔150的出口154相对。这种构造可允许冷却孔150包括相对较大的张开的出口部分158。

[0052] 应注意,对于图3所示的示例性冷却孔150,至少一些表面轮廓162包括添加到各局部区域166的附加材料164,每个局部区域166围绕单个独立的冷却孔150。但是,在其他位置,表面轮廓162可以覆盖多个热管理特征。例如,所示的示例性壁110包括在壁110前端处的冷却孔150的行168。对于该实施例,表面轮廓162容纳多个热管理特征中的每个,或者对于所示实施例,则容纳冷却孔150的行168。更具体地,如图所示,在壁110前端处的冷却孔150的行168包括表面轮廓162的相应行170,表面轮廓162包括添加到局部区域166的附加材

料164,该局部区域包围冷却孔150的行168中多个冷却孔150中的每个的入口152。此外,表面轮廓162包括添加在壁110的冷侧116上的附加材料164,与冷却孔150的行168中多个冷却孔150中的每个的出口154相对。

[0053] 如下将参考图9所示的示例性流程图进行更详细的讨论,所示的壁110通常包括基部几何结构172,且表面轮廓部分162由添加到基部几何结构172的附加材料164形成(即,冷侧116上的基部几何结构172局部增加厚度)。例如,在某些示例性方面中,壁110的基部几何结构172可以通过铸造形成,且表面轮廓162可以使用增材制造工艺(也称为快速成型、快速制造和3D打印)添加到基部几何结构172。例如,在某些示例性方面,壁110的基部几何结构172可通过铸造形成,且可使用选择性激光烧结(SLS)、直接金属激光烧结(DMLS)、电子束熔炼(EBM),扩散接合或选择性热烧结(SHS)等方法将壁110的冷侧116上的表面轮廓162(包括附加材料164)添加到基部几何结构172。因此,当表面轮廓162包括围绕冷却孔150添加到基部几何结构172的附加材料164时,可以保持冷却孔150开启和展开的方式添加附加材料164。这可以通过使用增材制造工艺添加附加材料164来实现。额外或替代地,附加材料164可在冷却孔150加工之前添加到基部几何结构172,且加工冷却孔150可包括穿过附加材料164加工。

[0054] 现在参考图5和6,展示了本发明另一示例性实施例所述的燃气涡轮发动机的燃烧部分或涡轮机部分中的至少一个的部件的壁110。更具体地,图5提供示例性壁110的冷侧116的平面图;而图6是沿图5中的线6-6截取的图5的示例性壁110的一部分的截面图。

[0055] 所示的示例性壁110可以与以上考图3和4所述的示例性壁110基本相同的方式构造,因此相同或相似的编号可以指相同或相似的部件。因此,所示的壁110(或端壁110)通常包括接触新空气流动路径37的热侧114,和相对的冷侧116。另外,如图3中的虚线所示,壁110可附接到热侧114(也可参见图2)上的第一级涡轮机喷嘴108,或与其一体形成。

[0056] 此外,示例性壁110包括热管理特征,其构造为一个冷却孔150,或者构造为多个冷却孔150。每个冷却孔150从壁110的冷侧116上的入口152延伸到壁110的热侧114上的出口154。但是,对于所示实施例,示例性壁110,或者更准确地,示例性壁110的冷侧116包括附加的热管理特征。具体地,所示的壁110的冷侧116包括构造为多个湍流器174的热管理特征,用于扰乱壁110的冷侧116上的气流(即,产生湍流)并增加与这种气流的热传递。对于所示实施例,湍流器174构造为多个圆柱形销,其垂直于壁110的冷侧116延伸。但是,在其他实施例中,湍流器174可以具有任何其他合适的构造,例如,任何其他合适的尺寸或形状。此外,对于所示实施例,示例性壁110的冷侧116包括构造为翅片176的附加热管理特征,用于增加与通过壁110的冷侧116上的气流所进行的热交换。应注意,对于所示实施例,不需要将附加表面轮廓162添加到壁110的冷侧116上的湍流器174和/或翅片176,以在结构上容纳这种热管理特征。

[0057] 此外,现在参考图7,展示了本发明另一示例性实施例所述的燃气涡轮发动机的燃烧部分或涡轮机部分中的至少一个的部件的壁110的侧视截面图。图7中的壁110的视图可从图4的示例性壁110的相同视角获得,并且进一步地,图7的示例性壁110可以参考图3和图4的上述示例性壁110基本相同的方式构造。因此,相同或相似的编号可以指相同或相似的部件。因此,图7的示例性壁110(或端壁110)通常限定接触核心空气流动路径37的热侧114和相对的冷侧116。此外,所示的示例性壁110包括多个热管理特征。热管理特征包括至少一

个冷却孔150,其从壁110的冷侧116上的入口152延伸到壁110的热侧114上的出口154。此外,壁110包括位于壁110的冷侧116上的表面轮廓162,其在结构上容纳至少一个冷却孔150。

[0058] 此外,对于所示实施例,所示的示例性壁110的热管理特征还包括壁110的热侧114上的局部轮廓。具体地,对于所示实施例,所示的示例性壁110的热管理特征还包括壁110的热侧114上的脊178。壁110的热侧114上的脊178可构造为例如以所需方式操纵热燃烧气体流,以实现所需的热效应。此外,对于所示的实施例,在结构上容纳这种热特征的壁110的冷侧116上的轮廓162(即,构造为壁110的热侧114上的脊178的局部轮廓)包括与这种热特征互补的局部轮廓。具体地,对于所示的实施例,在结构上容纳这种热特征的壁110的冷侧116上的轮廓162包括谷部区域180,其大致在形状上对应于壁110的热侧114上的脊部178。这种构造可允许壁110保持基本连续的厚度(例如,沿径向方向R),尽管包括了用于操纵壁110的热侧114上方的热燃烧气体流的脊178。更具体地,尽管包括脊178,这种构造可使沿壁110的长度(例如,沿轴向方向A)上具有基本上一致的热应力。

[0059] 对于这种示例性实施例,表面轮廓162可通过从壁110的基部几何结构172移除材料而添加到壁110。例如,壁110的基部几何结构172可铸造,且表面轮廓162可以例如通过在基部几何结构172中加工或钻孔材料而从基部几何结构172移除。应注意,可以例如使用增材制造工艺将热管理特征,或者更具体地,将壁110的热侧114上的脊178添加到基部几何结构172。

[0060] 但是,应理解,在其他实施例中,壁110的热管理特征可额外或替代地包括各种其他形式的局部轮廓。例如,壁110的热管理特征可以额外或替代地包括在壁110的热侧114上的谷部或其他凹陷。例如,现在简要地参考图8,其提供了本发明的另一示例性实施例所述的壁110的一部分的侧视截面图。图8所示的壁110可以与图7所示的壁110基本相同的方式构造。但是,对于图8的实施例,壁110包括热管理特征,其构造为壁110的热侧114上的谷部区域182。壁110的热侧114上的谷部区域182可构造为以操纵壁110上方的热燃烧气体流,以实现所需的热效应。对于该示例性实施例,构造为在结构上容纳热管理特征的壁110的冷侧116上的表面轮廓162包括添加到局部区域166中的壁110的附加材料164,该区域与壁110上热侧114的谷部区域182相对。更具体地,壁110的冷侧116上的表面轮廓162包括添加到壁110的脊184,其具有与壁110的热侧114上的谷部区域182基本相同的形状。这种构造可允许壁110保持基本连续的厚度(例如,沿径向方向R),尽管包括了用于操纵壁110的热侧114上方的热燃烧气体流的谷部区域182。更具体地,尽管包括谷部区域182,这种构造可使沿壁110的长度(例如,沿轴向方向A)上具有基本上一致的热应力。

[0061] 对于该示例性实施例,表面轮廓162可使用增材制造工艺添加到壁110。例如,壁110的基部几何结构172可以铸造,例如可通过在基部几何结构172上机械加工或钻孔材料,从基部几何结构172移除谷部区域182,并且可使用例如增材制造工艺将表面轮廓162,或者更具体地,壁110的冷侧116上的脊178,添加到基部几何结构172。

[0062] 本发明的一项或多项实施例所述的部件的壁可产生结构上更稳固的壁,同时仍然可容纳所需数量和形式的热管理特征。例如,本发明的一项或多项实施例所述的部件的壁以不需要形成整体比容纳所需数量和形式的热管理特征所需的厚度更厚的壁。因此,本发明的一项或多项实施例所述的壁可以产生更轻、更便宜和结构上更稳固的壁,用于燃气涡

轮发动机的燃烧部分或涡轮机部分中的至少一个的部件。

[0063] 但是应理解, 尽管以上参考图3至8描述的示例性壁被描述为第一涡轮机喷嘴级100的喷嘴部分104的内端壁110, 但是在其他示例性实施例中, 以上参考图3至7描述的壁可替换为涡扇发动机12的燃烧部分26或涡轮机部分的任何其他合适部件的一部分。例如, 在其他示例性实施例中, 壁110可以是燃烧器79的壁, 或者更具体地, 壁可以是燃烧器79的内衬垫82或燃烧器79的外衬垫84中的至少一个。额外或替代地, 壁可以是第二涡轮机喷嘴级102的喷嘴部分104的壁110, 例如, 第二涡轮机喷嘴级102的喷嘴部分106之一的内端壁124或外端壁126。此外, 在其他示例性实施例中, 壁可以是涡轮机叶片140的第一级138的涡轮机叶片140, 或涡轮机叶片的任何其它级的壁或平台146。此外, 在其他示例性实施例中, 壁可以是防护罩 (例如, 图2的示例性防护罩113) 的壁。

[0064] 此外, 应理解, 尽管在图1所示的示例性涡扇发动机12的上下文中描述了以上部件, 但是在其他示例性实施例中, 本发明的各方面可以结合到具有其他任何合适构造的涡扇发动机12中。额外或替代地, 在其他实施例中, 本发明的各方面可结合到任何其他合适的燃气涡轮发动机中。例如, 在其他示例性实施例中, 本发明的各方面可以结合到例如涡轮螺旋桨发动机、涡轮轴发动机或涡轮喷气发动机中。此外, 在其他实施例中, 本发明的各方面可以结合到其他任何合适的涡轮机中, 包括但不限于蒸汽涡轮机, 离心压缩机和/或涡轮增压器。

[0065] 现在参考图9, 其提供了本发明的一项示例性方面所述, 用于制造燃气涡轮发动机的燃烧部分或涡轮机部分中的至少一个的部件的方法 (200) 的流程图。在某些示例性方面, 燃气涡轮发动机的燃烧部分和涡轮机部分可以与以上参考图1和2所述的示例性涡扇发动机的燃烧部分和涡轮机部分基本相同的方式构造。因此, 燃气涡轮发动机的燃烧部分和涡轮机部分可至少部分限定核心空气流动路径。

[0066] 示例方法 (200) 包括在 (202) 处形成部件的壁的基部几何结构。部件的壁限定接触核心空气流动路径的热侧和相对的冷侧。此外, 对于所示的示例性方面, 在 (202) 处形成部件的壁的基部几何结构包括在 (203) 处铸造部件的壁的基部几何结构。在 (203) 处铸造部件的壁的基部几何结构可以使用任何合适的铸造技术进行。

[0067] 示例性方法 (200) 还包括在 (204) 处修改部件的壁的基部几何结构, 以便包括在壁的冷侧上的表面轮廓, 以及在 (206) 处形成壁的一个或多个热管理特征。在 (204) 处通过修改基部几何结构而形成的壁的冷侧上的表面轮廓在结构上容纳在 (206) 处形成的一个或多个热管理特征。

[0068] 在某些示例性方面, 在 (206) 处形成的壁的一个或多个热管理特征包括从壁的冷侧延伸到壁的热侧的一个或多个冷却孔。在该示例性方面, 修改部件的壁的基部几何结构以包括在 (204) 处的壁的冷侧上的表面轮廓包括添加材料, 以形成壁的冷侧上的表面轮廓。在某些示例性方面, 可以使用增材制造工艺将材料添加到壁的冷侧, 以形成表面轮廓。此外, 在该示例性方面中, 在 (206) 处形成壁的一个或多个热管理特征, 即形成一个或多个冷却孔, 可包括从壁的冷侧到壁的热侧钻取一个或多个冷却孔, 并且穿过壁的冷侧上的表面轮廓。

[0069] 应注意, 在某些示例性方面中, 钻取一个或多个冷却孔可包括相对于壁以小于九十度 (90°) 的角度钻取一个或多个冷却孔, 使一个或多个冷却孔限定相对于壁的倾斜。在该

示例性方面,添加材料以形成壁的冷侧上的表面轮廓可进一步包括将材料添加到壁的冷侧,其位于壁热侧上的冷却孔出口的相对位置或预期位置。

[0070] 但是,在其他示例性方面,修改部件的壁的基部几何结构以包括在(204)处的壁的冷侧上的表面轮廓可包括从部件壁的基部几何结构上移除材料。对于该示例性方面,在(206)处形成壁的一个或多个热管理特征可包括将材料添加到热侧壁,其中,壁的基部几何结构修改为包括冷侧上的表面轮廓。例如,添加到热侧的材料可以形成脊,而从冷侧壁移除以形成表面轮廓的材料可以形成与脊的形状基本相同的谷部。

[0071] 但是应理解,制造用于燃气涡轮发动机的燃烧部分或涡轮机部分中的至少一个的部件的示例性方法(200)仅作为示例提供。例如,在其他示例性方面中,部件的基部几何结构可以不通过铸造形成,而是可以使用增材制造工艺形成。对于该示例性方面,可以使用增材制造工艺来形成部件的整体,包括部件冷侧上的表面轮廓。

[0072] 本书面说明使用示例公开本发明,包括最佳模式,并且使本领域技术人员能够实践本发明,包括制造和使用任何设备或系统,以及执行任何组合方法。本发明的可取得专利范围由权利要求限定,并且可包括本领域技术人员所想到的其他示例。如果这种其他示例包括与权利要求的字面语言无差异的结构元件,或者如果其包括与权利要求的字面语言无实质差异的等同结构元件,则这些示例应包括在权利要求的范围内。

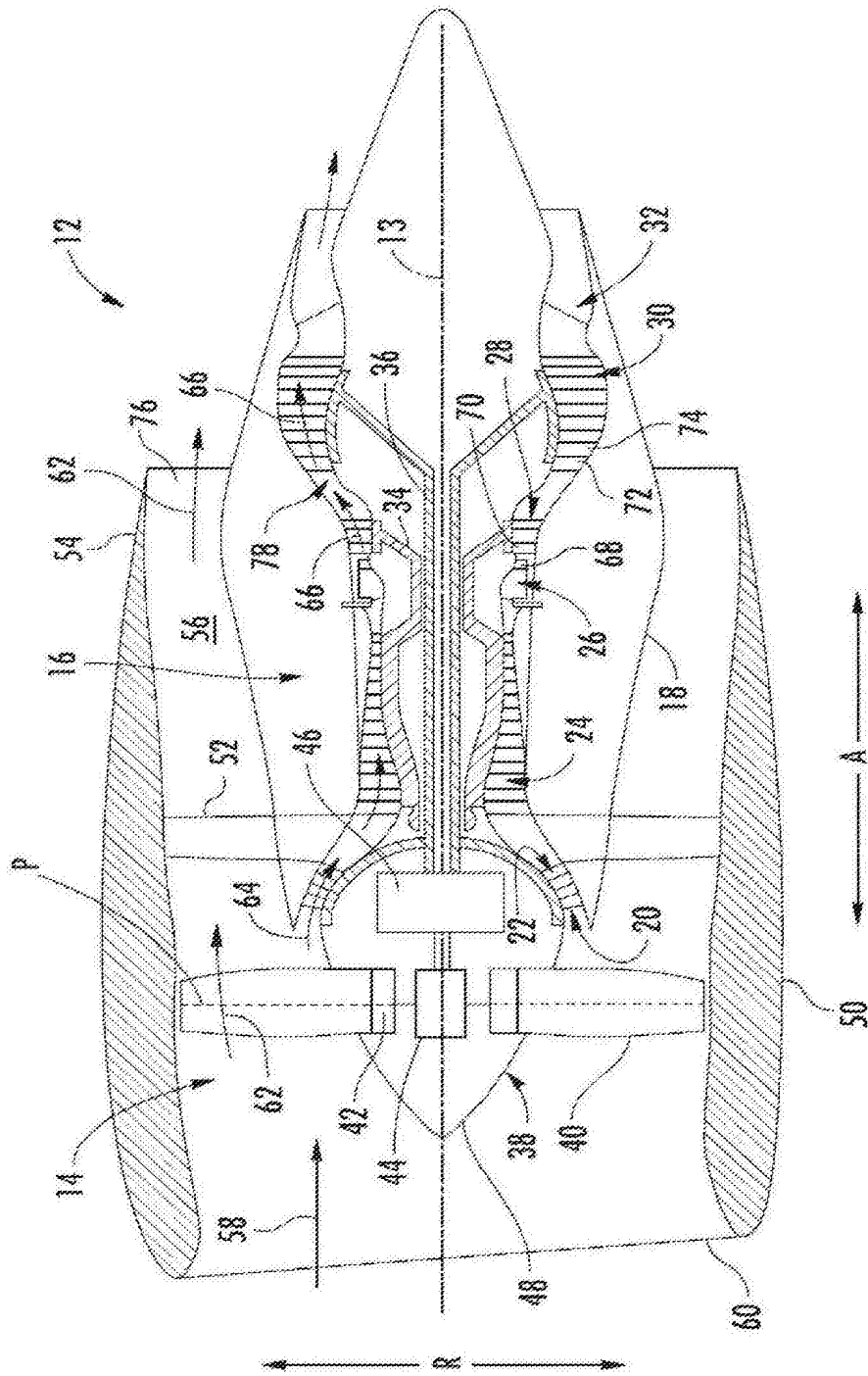


图1

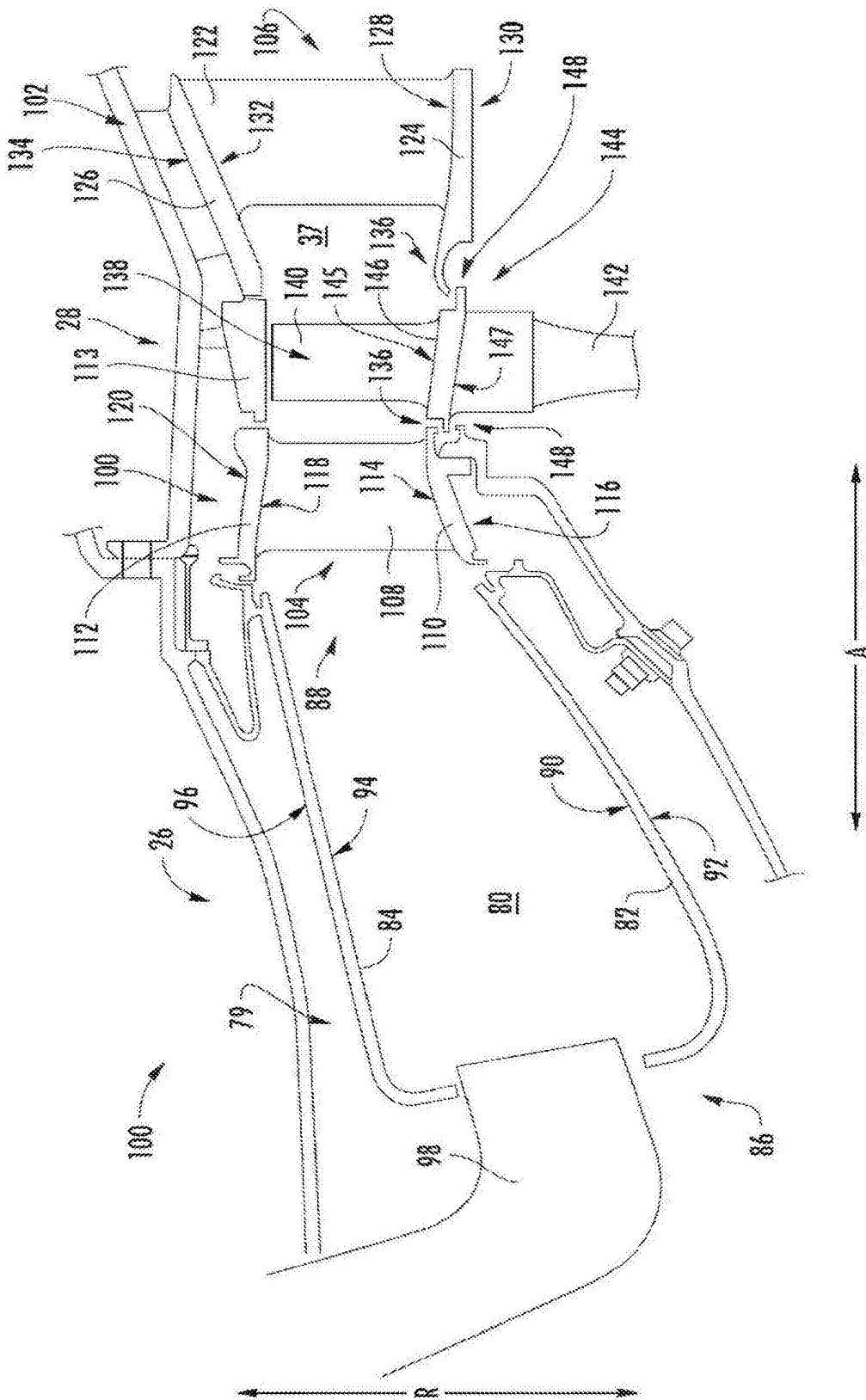


图2

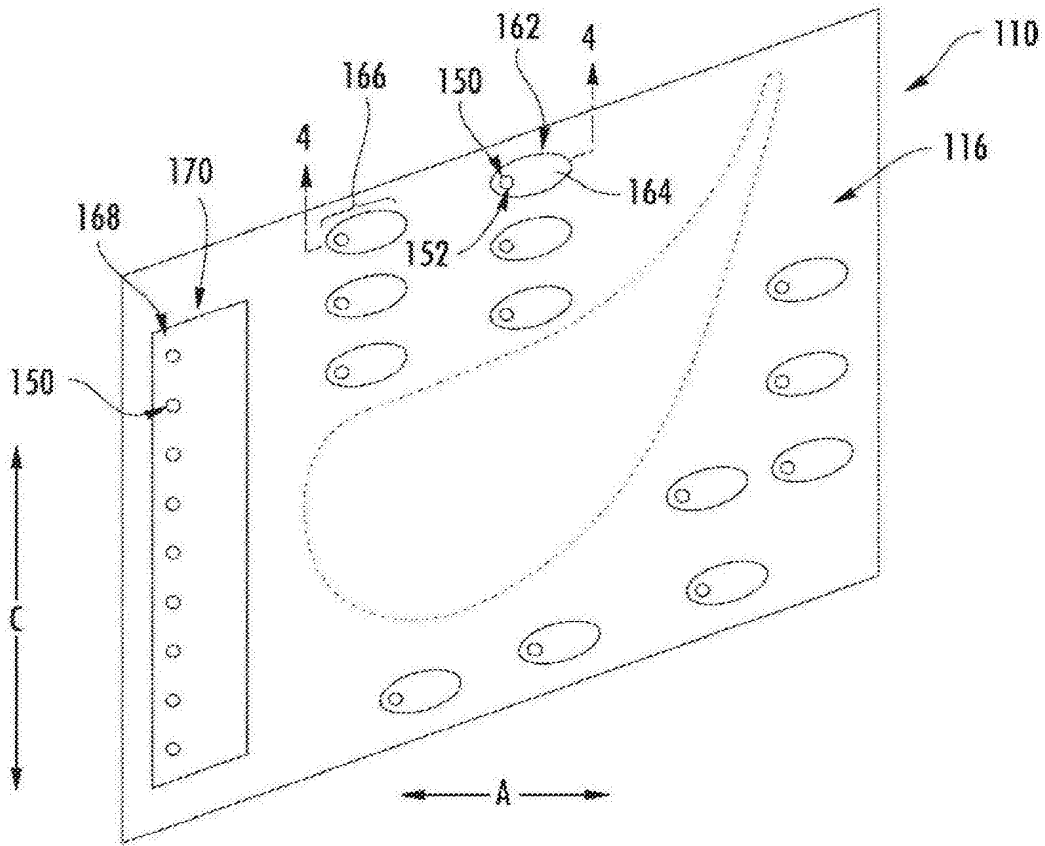


图3

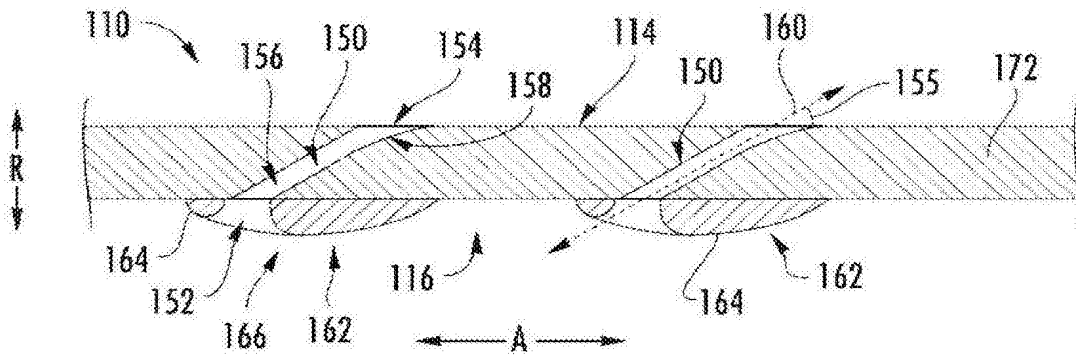


图4

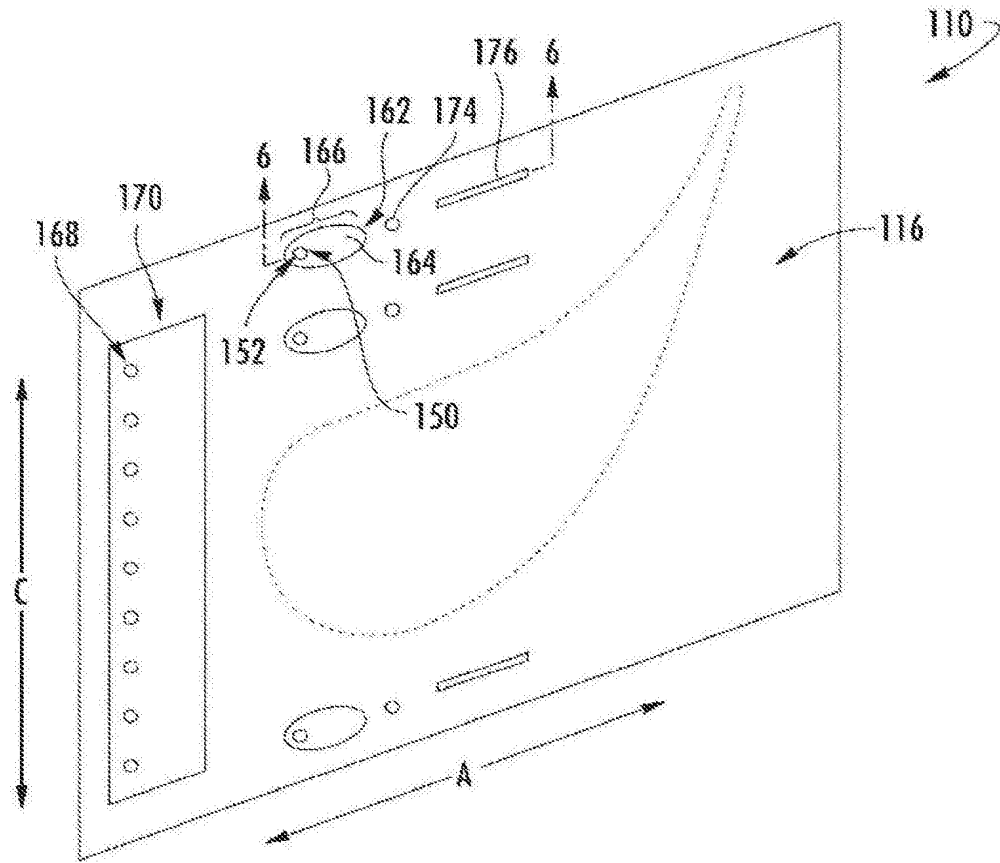


图5

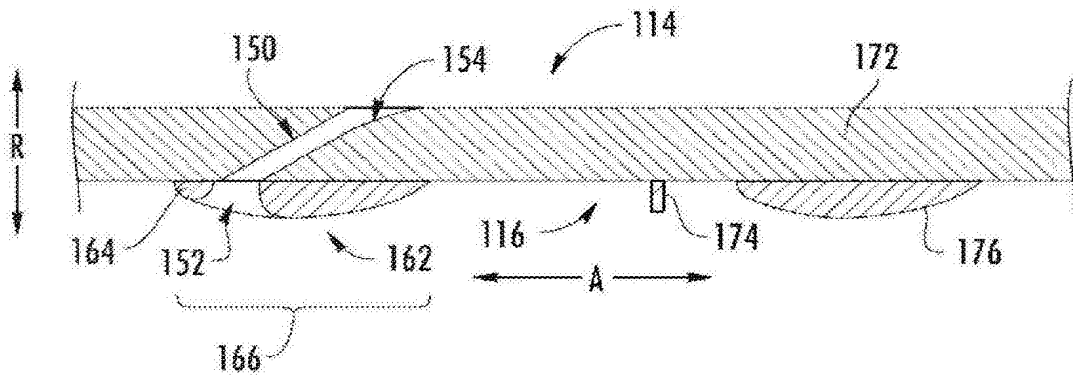


图6

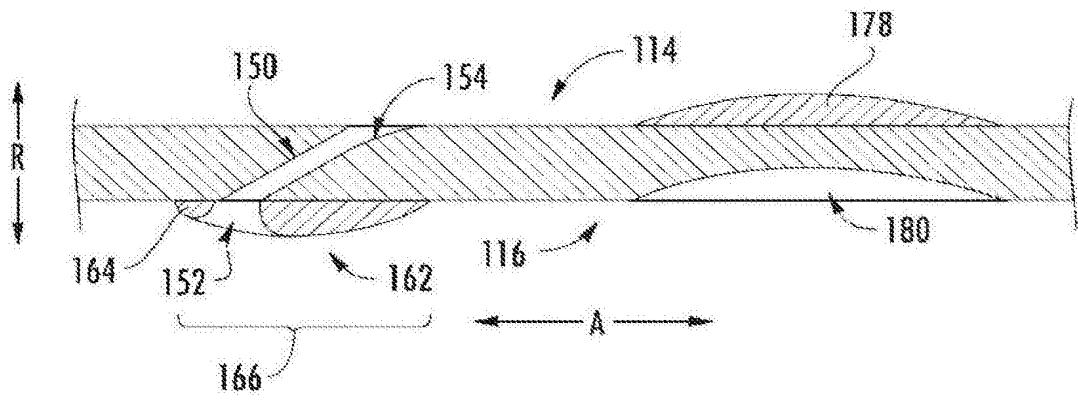


图7

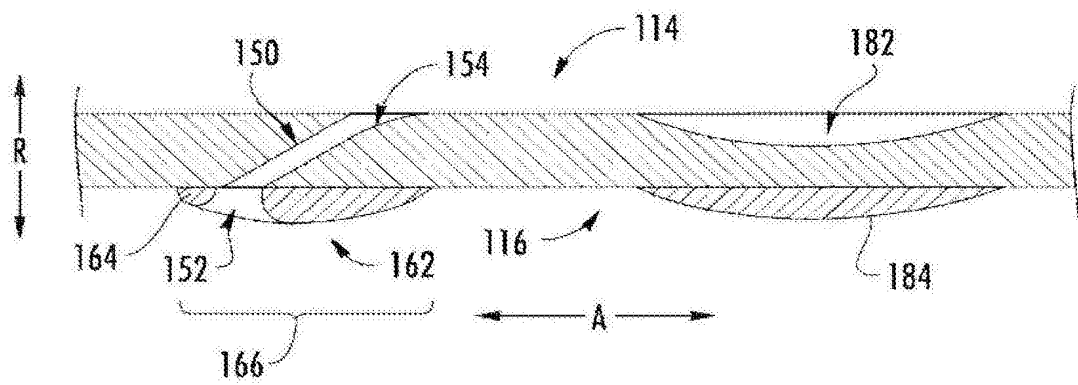


图8

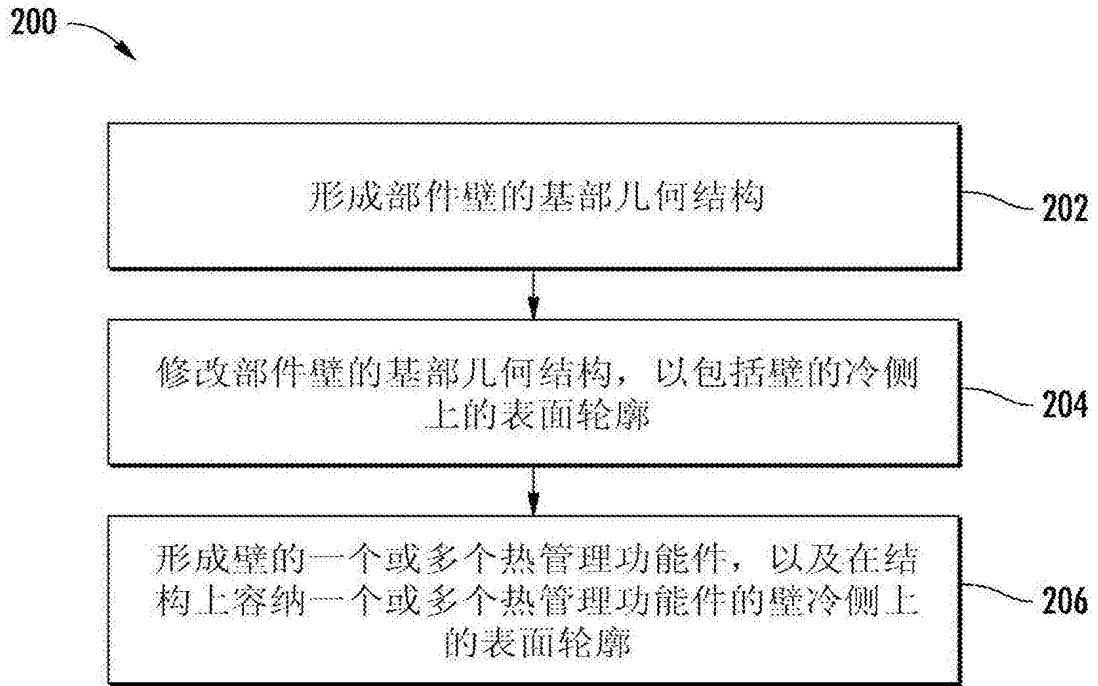


图9