



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103375187 B

(45)授权公告日 2016. 11. 23

(21)申请号 201310145765.X

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2013.04.24

F01D 9/02(2006.01)

B22D 19/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103375187 A

审查员 曹昕慧

(43)申请公布日 2013.10.30

(30)优先权数据

13/454785 2012.04.24 US

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 K.W.麦马罕 A.佩克 N.弗勒西斯

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 肖日松 谭祐祥

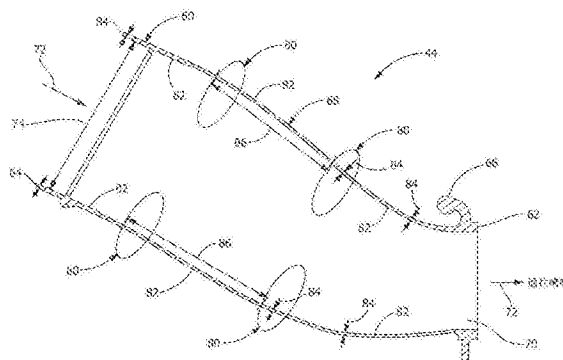
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

过渡件、燃烧系统和形成一体式铸造过渡件的方法

(57)摘要

本发明公开一种包括过渡件的燃烧系统及使用铸造高温合金形成所述过渡件的方法。所述过渡件包括限定流路和罩壳的主体,所述主体具有:圆形入口段,所述入口段用于接纳来自所述燃烧器的燃烧产物;以及出口端,所述出口端用于使所述燃烧器产物流入燃气涡轮机的第一级喷嘴。所述过渡件包括由所述圆形入口段、所述主体以及所述出口端构成的一体式单一铸造构造。所述过渡件由高温合金形成。过渡件具有大约1.1到大约2.5的厚过渡壁厚与薄过渡壁厚之间相比得到的厚薄比。



1. 一种用于燃气涡轮机的过渡件,所述过渡件包括:

限定流路和罩壳的主体,所述主体具有:圆形入口段,所述入口段用于接纳来自燃烧器的燃烧产物;以及出口端,所述出口端用于使所述燃烧器产物流入所述燃气涡轮机的第一级喷嘴;

其中所述过渡件包括由所述圆形入口段、所述主体以及所述出口端构成的一体式铸造构造,所述过渡件由镍基高温合金形成,以及

其中所述过渡件具有1.1到2.5的厚过渡壁厚与薄过渡壁厚之间相比得到的厚薄过渡比;

其中所述过渡件具有0.1到0.9的长度直径比,所述长度直径比是厚过渡到薄过渡的长度与入口段的直径之间的比值。

2. 根据权利要求1所述的过渡件,其中所述过渡件包括围绕所述出口端的框架,所述框架在一体式铸造构造期间与所述过渡件整体铸造。

3. 根据权利要求1所述的过渡件,其中所述过渡件包括所述燃气涡轮机的部件硬件,所述部件硬件包括与所述过渡件整体铸造的部件硬件。

4. 根据权利要求3所述的过渡件,其中所述部件硬件包括至少一个安装连接器。

5. 根据权利要求1所述的过渡件,其中所述过渡件具有厚薄过渡比与长度直径比相比得到的锥度比,所述锥度比为1.1到2.5与0.1到0.9之间的比值。

6. 一种形成一体式铸造过渡件的方法,其包括:

提供过渡件模型;

在浆状材料中浸渍所述过渡件模型以构建所述浆状材料;

烧制所述浆状材料以制出过渡件壳;

将包括熔融金属的熔融材料引入到所述过渡件壳;以及

固化所述熔融材料以形成所述一体式铸造过渡件;

其中所述过渡件具有厚过渡到薄过渡的长度与入口段的直径之间相比得到的长度直径比,所述长度直径比为0.1到0.9。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中所述过渡件模型包括蜡、泡沫,或其组合。

8. 根据权利要求6所述的方法,其中所述浆状材料是陶瓷。

9. 根据权利要求6所述的方法,其中所述熔融金属包括镍基高温合金、钴基高温合金,及其组合。

10. 根据权利要求6所述的方法,其中所述过渡件包括厚过渡壁厚与薄过渡壁厚之间相比得到的厚薄过渡比。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中所述厚薄过渡比为1.1到2.5。

12. 根据权利要求10所述的方法,其中所述过渡件具有厚薄过渡比与长度直径比之间相比得到的锥度比,所述锥度比为1.1到2.5与0.1到0.9之间的比值。

13. 一种燃烧系统,其包括:

燃烧器;

过渡件,其包括:

限定流路和罩壳的主体,所述主体具有圆形入口段,所述入口段用于接纳来自所述燃烧器的燃烧产物;以及出口端,所述出口端用于使所述燃烧器产物流入燃气涡轮机的第一

级喷嘴；

其中所述过渡件包括一体式铸造构造,所述过渡件由镍基高温合金形成,并且

其中所述过渡件具有厚过渡壁厚与薄过渡壁厚之间相比得到的厚薄过渡比,所述厚薄过渡比为1.1到2.5;

其中所述过渡件具有厚过渡与薄过渡之间的长度与入口段的直径相比得到的长度直径比,所述长度直径比为0.1到0.9。

14.根据权利要求13所述的燃烧系统,其中所述过渡件包括围绕所述出口端的框架,并且所述框架包括一体式铸造构造的一部分。

15.根据权利要求13所述的燃烧系统,其中所述过渡件包括所述燃烧系统的部件硬件,所述部件硬件包括与燃烧衬里整体铸造的部件硬件。

16.根据权利要求13所述的燃烧系统,其中所述过渡件具有的厚薄过渡比与长度直径比之间相比得到的锥度比,所述锥度比为1.1到2.5与0.1到0.9之间的比值。

过渡件、燃烧系统和形成一体式铸造过渡件的方法

技术领域

[0001] 本发明大体涉及燃气轮机,确切地说,涉及用于热气路径部分的材料,例如,但不限于,用于燃气轮机的燃烧室内的过渡件(transition piece,也称为过渡连接件)的材料。

背景技术

[0002] 燃气轮机的燃烧系统生成了热气。热气可以用于驱动涡轮。涡轮继而可以驱动压缩机,其中所述压缩机提供了用于在燃烧系统中燃烧的压缩空气。此外,涡轮生成了可用的输出功率,所述输出功率可以直接连接到耗能机械或连接到发电机上。

[0003] 燃气轮机的燃烧系统可以配置为燃烧室的环形阵列。燃烧室经布置以接纳来自压缩机的压缩空气,喷射燃料到压缩空气中以产生燃烧反应,并且生成用于涡轮的热燃烧气体。燃烧室通常是圆柱形的,但是,其他形状的燃烧室也是可能的。每个燃烧室包括一个或多个燃料喷嘴、位于燃烧衬里(liner)内的燃烧区域、围绕所述衬里并且与所述衬里径向隔开的导流套管,以及位于燃烧室与涡轮之间的气体过渡导管,或者过渡件。

[0004] 传统上使用高温合金(superalloy),例如,但不限于,锻造镍基高温合金,来制造大的燃气轮机燃烧器部件。随着针对在较高温度下运行的涡轮机设计的发展,期望的是具有极低的周疲劳、氧化及蠕变的性质的铸造高温合金。另外,通过,例如,但不限于,铜焊或焊接等冶金连接方法来将多个铸造件顺次地接合到涡轮机燃烧器部件上。然而,这些方法,例如,但不限于,铜焊或焊接并不是所期望的,这是因为接合位置不具有与涡轮机燃烧器部件的剩余部分相匹配的材料性质。相应地,需要具有连接铸造件的涡轮机燃烧器部件,其中所述连接铸造件具有与涡轮机燃烧器部件类似的材料性质,以及将连接铸造件连接到涡轮机燃烧器部件上的方法。

[0005] 用于燃气轮机燃烧器的过渡件可以由多种材料形成,例如,一些过渡件可以由镍/钴基铸造合金,例如,GT-222®(GT-222是美国纽约州斯卡奈塔第(Schenectady, NY)的通用电气公司(General Electric Company)的注册商标)形成。这些材料在包括热气路径部分的涡轮机燃烧器部件中提供了材料性质的改进,例如,但不限于,以下材料性质中的至少一者:相对于锻造合金的低周疲劳(LCF)抗性和蠕变强度、制造性、机械加工性、焊接性以及抗氧化性。参照锻造合金材料性质,这些改进尤其明显。然而,对于一些高温涡轮机应用而言,增强的材料性质,例如,强度,可以提供热气路径部分的期望的寿命潜能。

[0006] 先前用薄壁来生产大的铸造物件的尝试并未取得极大的成功。在先前的铸造尝试中问题出现于,例如,但不限于,当熔融材料因所形成的薄壁而在模具中冷却过快时,从而会导致产品可能不具有热气路径部分所期望的性质。

[0007] 因此,在此项技术中所期望的是不会受到上述缺点影响的一种包括过渡件的燃烧系统以及形成所述过渡件的方法。

发明内容

[0008] 根据本发明的一项示例性实施例,提供一种用于燃气涡轮机的过渡件。所述过渡件包括限定流路和罩壳的主体,所述主体具有:圆形入口段,所述入口段用于接纳来自燃烧器的燃烧产物;以及出口端,所述出口端用于使燃烧器产物流入燃气涡轮机的第一级喷嘴。所述过渡件包括圆形入口段、主体以及出口端的一体式铸造构造(one-piece cast construction),所述过渡件由镍基高温合金形成。所述过渡件具有厚过渡壁厚(wall thickness of thick transition)与薄过渡壁厚(wall thickness of thin transition)之间相比得到的厚薄过渡比(thick-to-thin transition ratio),所述厚薄过渡比为大约1.1到大约2.5。

[0009] 优选的,其中所述过渡件包括围绕所述出口端的框架,所述框架在一体式铸造构造期间与所述过渡件整体铸造。

[0010] 优选的,其中所述过渡件包括所述燃气涡轮机的部件硬件,所述部件硬件包括与所述过渡件整体铸造的部件硬件。

[0011] 优选的,其中所述部件硬件包括至少一个安装连接器。

[0012] 优选的,其中所述过渡件具有大约0.1到大约0.9的长度直径比,所述长度直径比是厚过渡到薄过渡的长度与入口段的直径之间的比值。

[0013] 优选的,其中所述过渡件具有厚薄过渡比与长度直径比相比得到的锥度比,所述锥度比为大约1.1到大约2.5与大约0.1到大约0.9之间的比值。

[0014] 根据本发明的另一项示例性实施例,提供一种形成一体式铸造过渡件的方法。所述方法包括提供过渡件模型。所述方法包括在浆状材料中浸渍过渡件模型以构建浆状材料。所述方法包括烧制浆状材料以制出过渡件壳。所述方法包括将熔融材料引入过渡件壳,所述熔融材料包括熔融金属。所述方法包括对熔融材料进行固化以形成一体式铸造过渡件,其中所述一体式铸造过渡件由熔融材料形成。

[0015] 优选的,其中所述过渡件模型包括蜡、泡沫,或其组合。

[0016] 优选的,其中所述浆状材料是陶瓷。

[0017] 优选的,其中所述熔融金属包括镍基高温合金、钴基高温合金,及其组合。

[0018] 优选的,其中所述过渡件包括厚过渡壁厚与薄过渡壁厚之间相比得到的厚薄过渡比。

[0019] 优选的,其中所述厚薄过渡比为大约1.1到大约2.5。

[0020] 优选的,其中所述过渡件具有所述厚过渡到薄过渡的长度与入口段的直径之间相比得到的长度直径比,所述长度直径比为大约0.1到大约0.9。

[0021] 优选的,其中所述过渡件具有厚薄过渡比与长度直径比之间相比得到的锥度比,所述锥度比为大约1.1到大约2.5与大约0.1到大约0.9之间的比值。

[0022] 根据本发明的另一项示例性实施例,提供一种燃烧系统。所述燃烧系统包括燃烧器和过渡件。所述过渡件包括限定流路和罩壳的主体,所述主体具有:圆形入口段,所述入口段用于接纳来自燃烧器的燃烧产物;以及出口端,所述出口端用于使燃烧器产物流入燃气涡轮机的第一级喷嘴。所述过渡件包括一体式铸造构造,所述过渡件由镍基高温合金形成。所述过渡件具有的厚过渡的壁厚度与薄过渡的壁厚度的厚薄过渡比为大约1.1到大约2.5。

[0023] 优选的,其中所述过渡件包括围绕所述出口端的框架,并且所述框架包括一体式

铸造构造的一部分。

[0024] 优选的,其中所述过渡件包括所述燃烧系统的部件硬件,所述部件硬件包括与所述燃烧衬里整体铸造的部件硬件。

[0025] 优选的,其中所述过渡件具有厚过渡与薄过渡之间的长度与入口段的直径相比得到的长度直径比,所述长度直径比为大约0.1到大约0.9。

[0026] 优选的,其中所述过渡件具有的厚薄过渡比与长度直径比之间相比得到的锥度比,所述锥度比为大约1.1到大约2.5与大约0.1到大约0.9之间的比值。

[0027] 通过以下对优选实施例的描述并结合附图将清楚地了解本发明的其他特征和优点,附图以实例的方式说明本发明的原理。

附图说明

[0028] 图1所示为包括燃烧系统的涡轮机,其中所述涡轮机的一段被切除以便图示出燃气涡轮机的内部部件。

[0029] 图2所示为燃气轮机燃烧系统的示意性截面图,其包括本发明的过渡件。

[0030] 图3是本发明的过渡件的透视图。

[0031] 图4是沿线4-4截取的图3的过渡件的截面图,其描绘了本发明的厚过渡与薄过渡。

[0032] 图5是本发明的过渡件的直线形出口的正视图。

[0033] 图6是形成一体式铸造过渡件的方法的流程图。

[0034] 附图中相同的附图标记表示表示相同部分。

具体实施方式

[0035] 提供的是一种不会经受现有技术的缺点的燃烧系统与过渡件。本发明的实施例包括一种燃气轮机过渡件,所述燃气轮机过渡件会延长燃烧检查间隔。

[0036] 本发明的一项实施例的另一优点是可以铸造具有期望的并且增强的机械性质的整体式/单体式过渡件。

[0037] 本发明的一项实施例的又一优点是所述一体式铸造过渡件可以在燃气轮机系统中提供更长的部件寿命。

[0038] 本发明的一项实施例的另一优点是制造过渡件所用的成本和时间变少,这是因为需要的精整加工变少并且其他的铸造后过程也被消除。

[0039] 本发明的一项实施例的又一优点是一体式过渡件构造提供了增强的强度从而延长了涡轮机寿命。

[0040] 本发明的一项实施例的另一优点是采用整体式铸造的一体式铸造过渡件改进了过渡件的整体性,方法是在过渡件部件或特征的先前焊接中消除了明显的不牢固的接头。

[0041] 图1所描绘的燃气涡轮发动机12包括压缩机14、燃烧系统16和燃气轮机18。压缩机14、燃烧系统16,以及燃气轮机18围绕至少一个旋转轴24进行设置。环境空气进入燃气轮机18以进行加压、加热,并且被排出以提供可用的功率输出30。功率输出30可以被提供到由功率驱动机器或者相关的发电机器,例如,但不限于,发电机20。

[0042] 压缩机14向燃烧系统16提供加压空气。燃料从燃料系统22被提供到燃烧系统16。燃料可以在燃烧室40中与加压空气混合,从而产生燃烧气体和热能。燃烧气体流动离开燃

烧室40而进入到燃气轮机18。燃烧气体流经涡轮叶片26的环形阵列,所述环形阵列安装在盘28上。这些盘28与对应的轴24一起旋转。每个轴24的旋转使压缩机14转动,该压缩机继而对空气进行压缩以向燃烧过程供应。另外,轴24的旋转还可以从燃气轮机18向发电机20或其他系统提供功率输出30。

[0043] 如图2所示,燃烧室40包括压缩空气入口导管、导流套管42,以及过渡件44或燃烧气体排放导管,用于将燃烧空气引导至燃气轮机18(参见图1)。导流套管42容纳有燃烧衬里46,燃烧衬里46继而限定了燃烧区域50。

[0044] 如图2所示,燃烧壳体48将燃烧室40附接到燃气涡轮发动机12的外壳32。燃烧衬里46同轴地安装在导流套管42内。燃烧衬里46与导流套管42都同轴地安装在燃烧器壳体48内。导流套管42通过任意适当的方法,例如,但不限于,安装支架,而安装在燃烧壳体48中。

[0045] 燃烧衬里46包括与燃料喷嘴大体上对齐的入口端。燃烧衬里46还限定了排气端。排气端连接到过渡件44,从而限定了燃烧气体从燃烧区域50到第一级喷嘴64的流道。

[0046] 图3、图4和图5中所描绘的过渡件44包括主体68,主体68限定了流路72并且具有用于从燃烧室40接纳燃烧产物的大体上呈圆形的入口段60以及用于使燃烧器产物流入第一级喷嘴64的大体上呈直线形的出口端62。主体68限定了位于入口段60与出口端62之间的罩壳70(参见图4和图5),而罩壳70限制了入口段60与出口端62之间的燃烧产物的流动。

[0047] 过渡件44可以通过采用一体式或单体式构造的铸造工艺来形成。本说明书中使用的术语“一体式”或“单体式”构造包括在部件内不具有机械连接或冶金连接的部件,所述连接,例如,但不限于,如已知的过渡件构造中的铜焊或焊接。换言之,过渡件44并不是由两个或多个部件或部分组装的,而是由单个部分形成的。在一项替代性实施例中,过渡件44包括在过渡件44形成之后焊接到一体式结构上的额外的部分或零件。

[0048] 在一项实施例中,过渡件44由镍基高温合金材料、钴基高温合金材料及其组合形成。所述高温合金材料应提供可以足够的材料特性以便能在所需的燃气轮机运行条件下运行。这些材料性质包括,但不限于,增强的低周疲劳、相对于锻造合金的增强的抗性和蠕变强度、增强的制造性、改进的机械加工性、增强的焊接性以及增强的抗氧化性。提供此类材料特性的镍基高温合金是UDIMET®合金500(UDIMET® alloy 500)。UDIMET®是美国纽约州新哈特福德(New Hartford, NY)的特殊金属公司(Special Metals Corporation)的注册商标。该合金仅仅是能够提供所需的金属性质的一种示例性材料。UDIMET®合金500的组成提供于表1中。

[0049] 表1

UDIMET® 合金 500 的组成	
碳	最高为 0.15
铝	2.50-3.25
钛	2.5-3.25
钼	3.00-5.00
铬	15.00-20.00
钴	13.00-20.00

[0050]

[0051]	铁	最高为 4.00
	硅	最高为 0.75
	锰	最高为 0.75
	硫	最高为 0.015
	镍	剩余量

[0052] 过渡件44的材料提供了形成过渡件44的材料的期望的LCF抗性以及蠕变强度。LCF抗性和蠕变强度的提供延长材料的寿命,其中寿命可以增强或延长任意的时间量。镍基高温合金所具有的强度特性至少符合于,如果不大于的话,UDIMET®合金500的强度特性。

[0053] 如图4所示,一体式或单体式过渡件44包括厚过渡80和薄过渡82。厚过渡80发生在铸造过渡件44的模具的方向发生改变以提供所需锥度的区域。过渡件44包括沿着壁的长度发生变化的壁厚度84。薄过渡82的壁厚度84从大约2.54毫米(0.100英寸)到大约5.08毫米(0.250英寸),或者从大约2.75毫米(0.108英寸)到大约4.75毫米(0.187英寸),或者从大约3.0毫米(0.118英寸)到大约4.0毫米(0.157英寸)。厚过渡80的壁厚度84大于薄过渡82的壁厚度,并且通常为薄过渡82的壁厚度84的大约1.1倍到大约2.5倍。

[0054] 此外,如图4所示,厚过渡80与薄过渡82之间的距离或长度由标记为86的线表示。过渡件44的直径由标记为74的线表示。一体式铸造过渡件44的形成使用了锥度比(taper ratio)。锥度比是作为过渡件44的厚薄过渡比与长度直径比的比值的函数而进行计算。厚薄过渡比是厚过渡80的壁厚度84与薄过渡82的壁厚度84的比值。厚薄过渡比为大约1.1到大约2.5,或者为大约1.3到大约2.2,或者为大约1.4到大约2.0。长度直径比使用了厚过渡80与薄过渡82之间的距离或长度86与过渡件44的直径74的比值。长度直径比为大约0.1到大约0.9,或者为大约0.3到大约0.8,或者为大约0.5到大约0.7。锥度比为大约1.1到大约2.5与0.1到0.9的比值的一体式铸造过渡件44是由温控铸造工艺提供的。

[0055] 此外,如图2和图3所示,过渡件44包括之前焊接或者以其它方式连接到过渡件44上的燃气轮机部件硬件或零件。这些部件硬件或零件可以与过渡件44整体铸造。因此,部件硬件包括与过渡件44整体形成的多个铸造零件,而不需要此类部件硬件在部件内采用机械连接或冶金连接(例如,但不限于,铜焊或焊接)而接合到涡轮机燃烧器部件上。因此,在过渡件44与材料性质不同于过渡件44其余部分的部件硬件/零件之间的位置上不存在过渡件44。过渡件44作为具有整体铸造与连接的硬件零件的单体式制品而形成,其中这些连接硬件零件具有与过渡件44类似的材料性质,以及与连接铸造零件附接到过渡件44的点处类似的材料性质。

[0056] 过渡件44的部件硬件/零件可以包括在大体上呈管状的主体68上的稀释孔、安装连接器66、圆形入口段60,以及直线形出口端62。这些部件硬件/零件与过渡件44一起铸造,并且按照非常接近于所需最终形状的形式来铸造。被称作“近净成形部件(near net shape component)”的其他部件在初始铸造之后,需要非常少的后续加工或者不需要后续加工。因此,在将这些其他部件形成为近净成形状或最终形状的过程中,铸造工艺后几乎不需要其它工艺。从而使得过渡件44的产量增加。

[0057] 过渡件44的材料提供了增强的LCF、增强的抗性和蠕变强度、改进的制造性、更好的机械加工性、增强的焊接性以及期望的抗氧化性。其他铸造镍基 γ' 相强化合金(cast

nickel based gamma prime strengthened alloy)也是通常具有与UDIMET®合金500相匹配的强度特性或者优于该强度特性的可采用候选项。本说明书中的“强度特征”包括至少LCF抗性、蠕变强度、屈服强度以及极限抗拉强度,它们中的每一项都可以使用众所周知的测试来进行确定。

[0058] 如图6所示,在一项实施例中,形成一体式铸造过渡件44的方法600可以包括,提供过渡件模型,步骤601(参见图3)。方法600包括在浆状材料中浸渍过渡件模型(步骤603),从而构建出该浆状材料(步骤605)。方法600包括烧制浆状材料以获得过渡件壳,步骤607。方法600包括用熔融金属填充过渡件壳,步骤609。方法600包括固化熔融金属以形成一体式铸造过渡件44,步骤611(参见图3)。方法600包括移除过渡件壳,从而呈现出所形成的一体式铸造过渡件。在一项实施例中,使用了温控铸造工艺。一种此类温控铸造工艺是“热控凝固铸造工艺”(TSC),该工艺可以从美国俄勒冈州的波特兰(Portland,Oregon)的精密铸件公司(Precision Castparts Corporation(PCC))购得。

[0059] 在一项实施例中,过渡件模型包括蜡、泡沫、二者的组合,或者可以用于获得所需过渡件形状的其他合适的材料。在一项实施例中,用于形成过渡件壳的浆状材料是陶瓷或其他合适的材料。在一项实施例中,熔融材料是镍基高温合金,例如,但不限于,UDIMET®合金500。在另一项实施例中,过渡件44包括厚薄过渡比与长度直径比相比得到的锥度比,所述锥度比为大约1.1到大约2.5与大约0.1到大约0.9的比值。

[0060] 尽管本发明已经参考优选实施例进行了描述,但是本领域的技术人员应理解,在不脱离本发明范围的情况下可以发生各种改变并且可以用等效物来替代各元件。此外,在不脱离本发明的本质范围的情况下,可以进行多种修改,从而使特定情况或材料适应本发明的教导。因此,本发明不限于作为最佳模式来实施本发明的特定实施例,相反,本发明包括所附权利要求范围内的所有实施例。

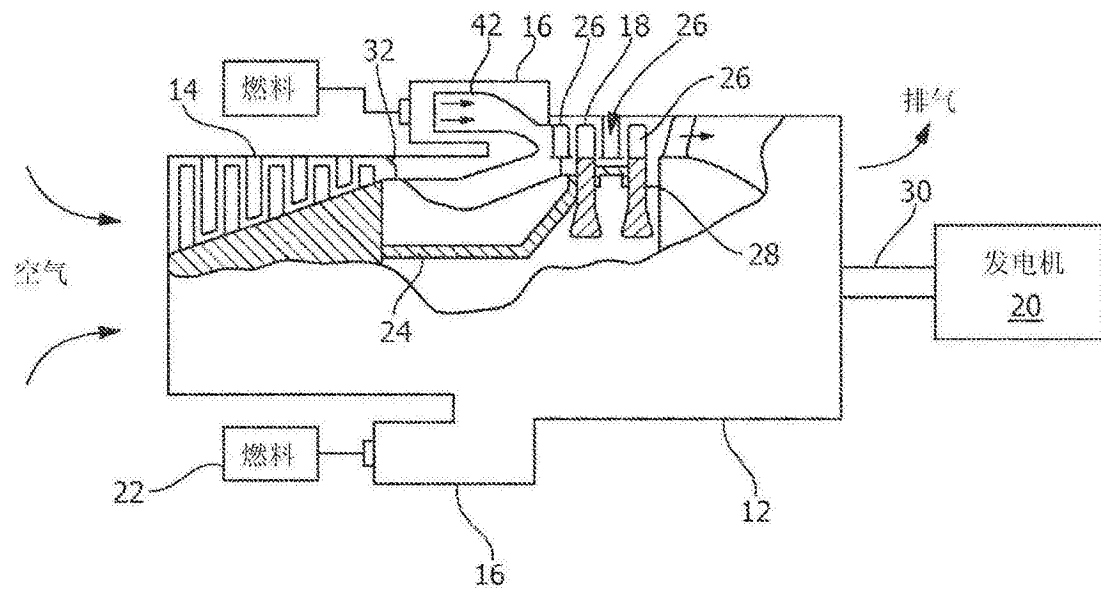


图1

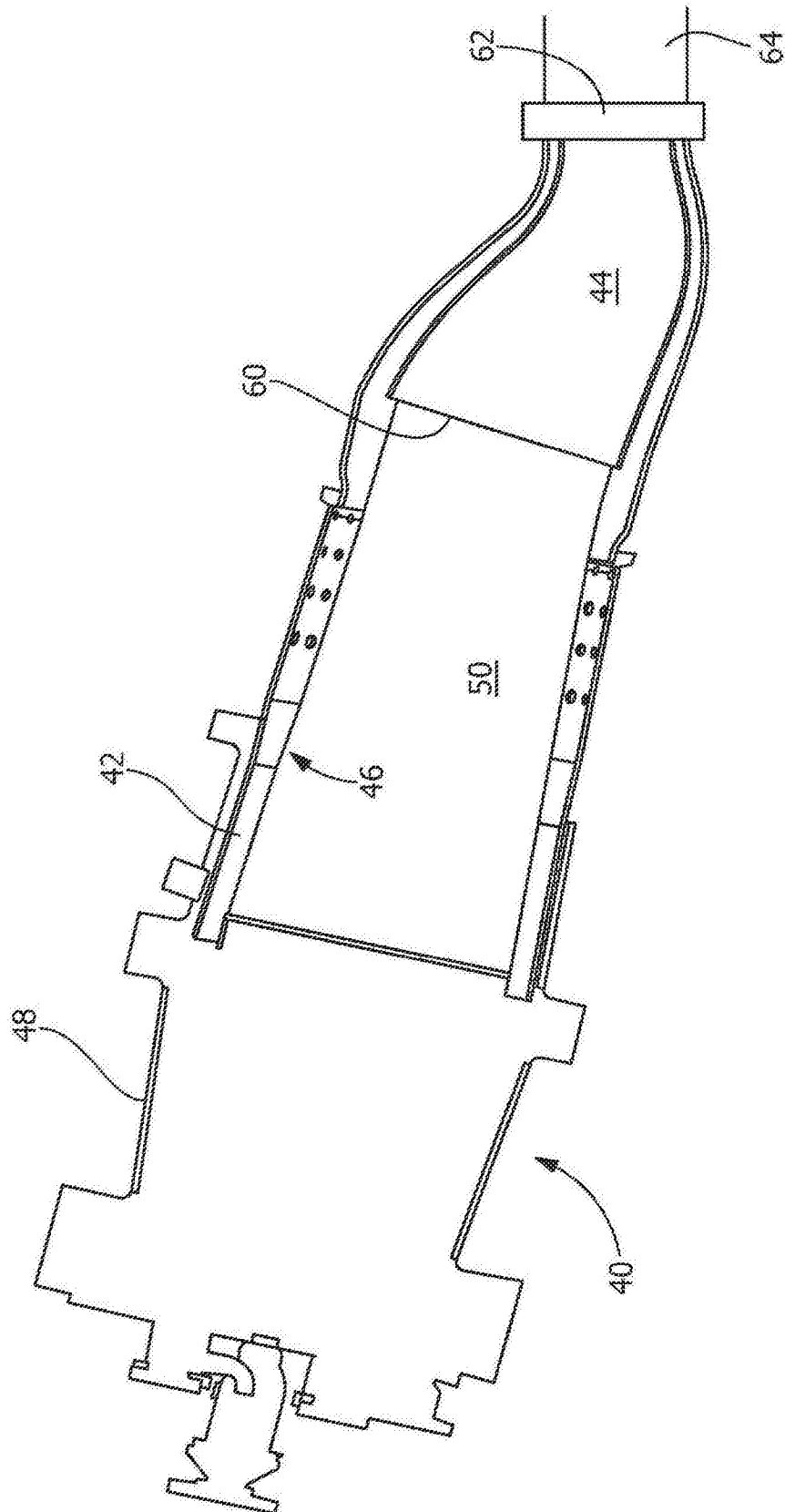


图2

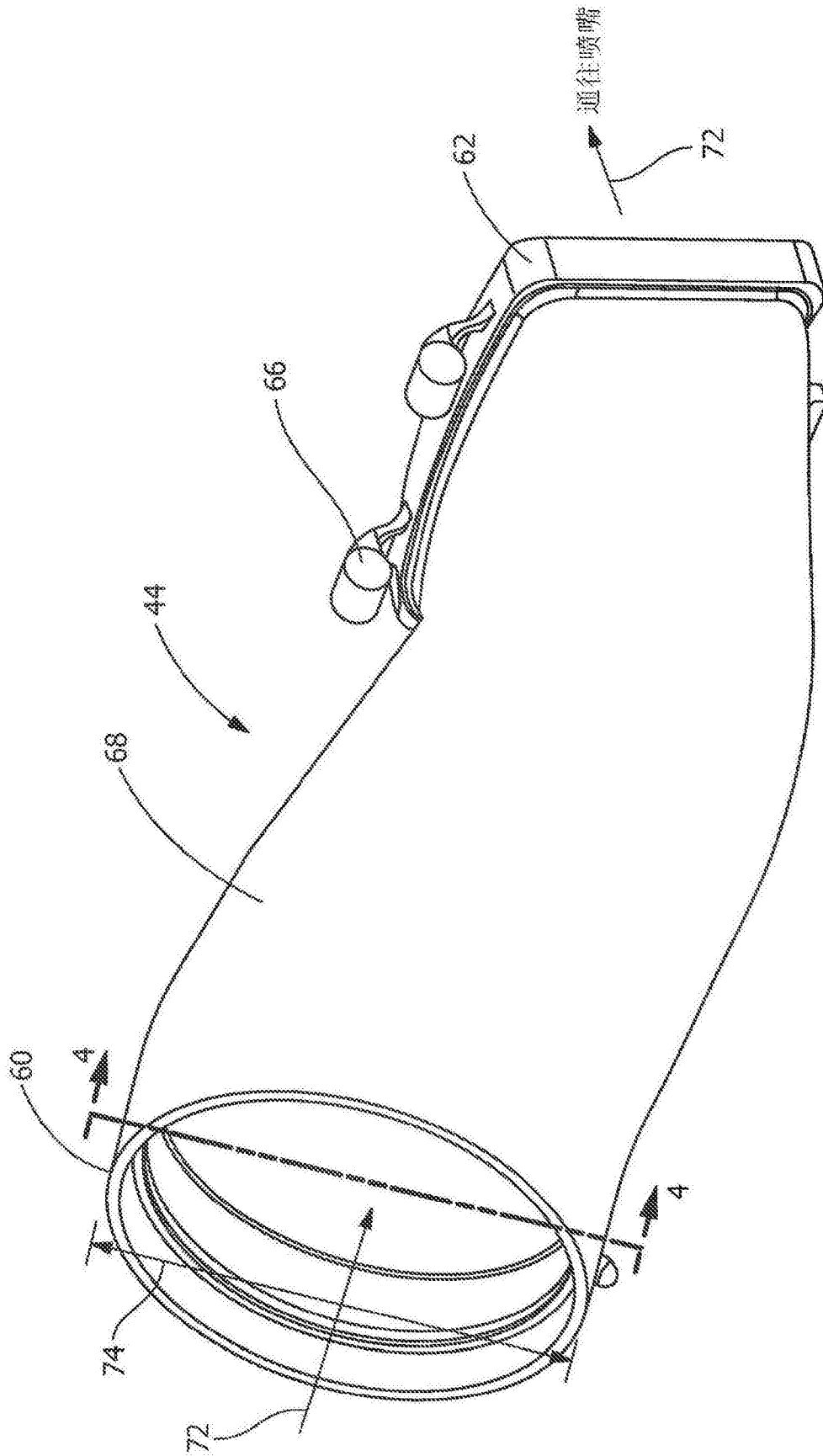


图3

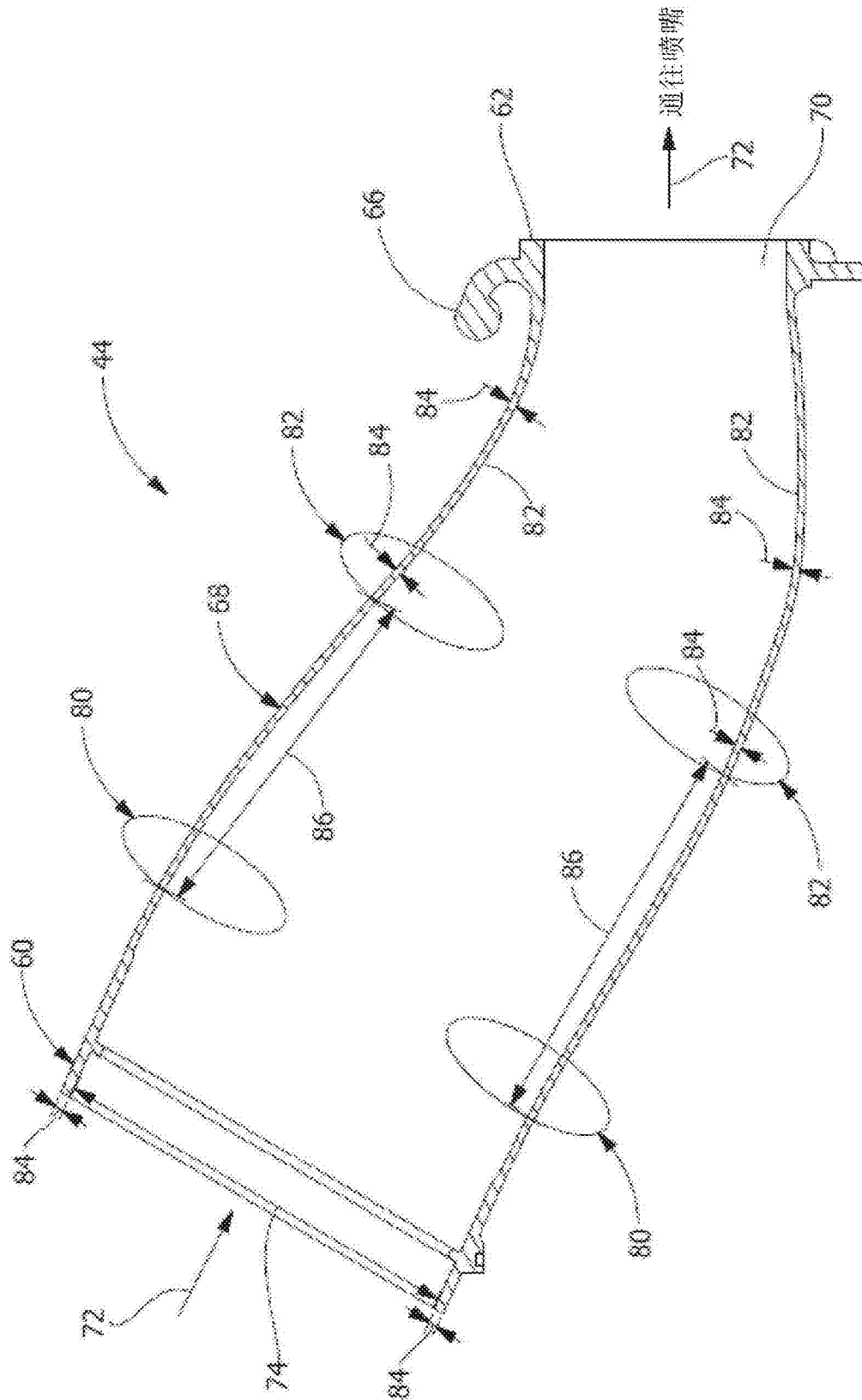


图4

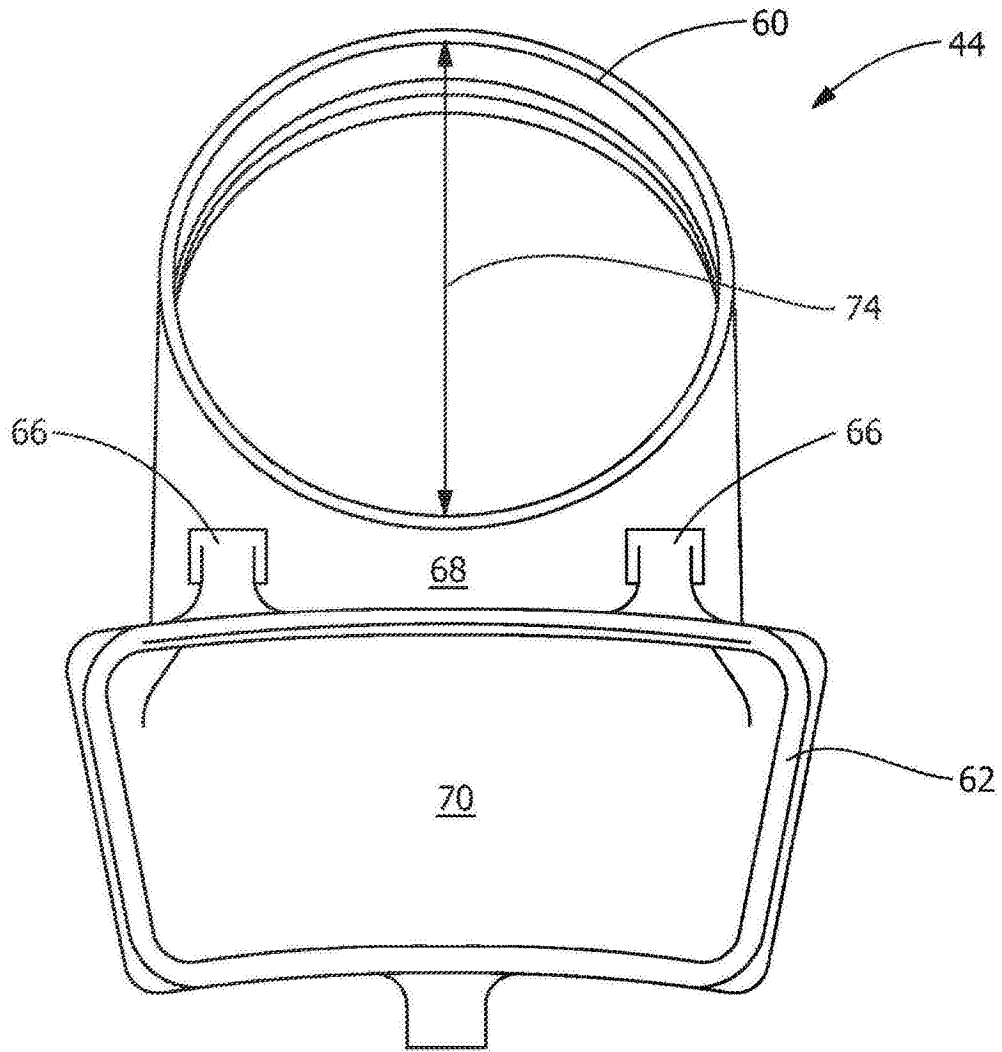


图5

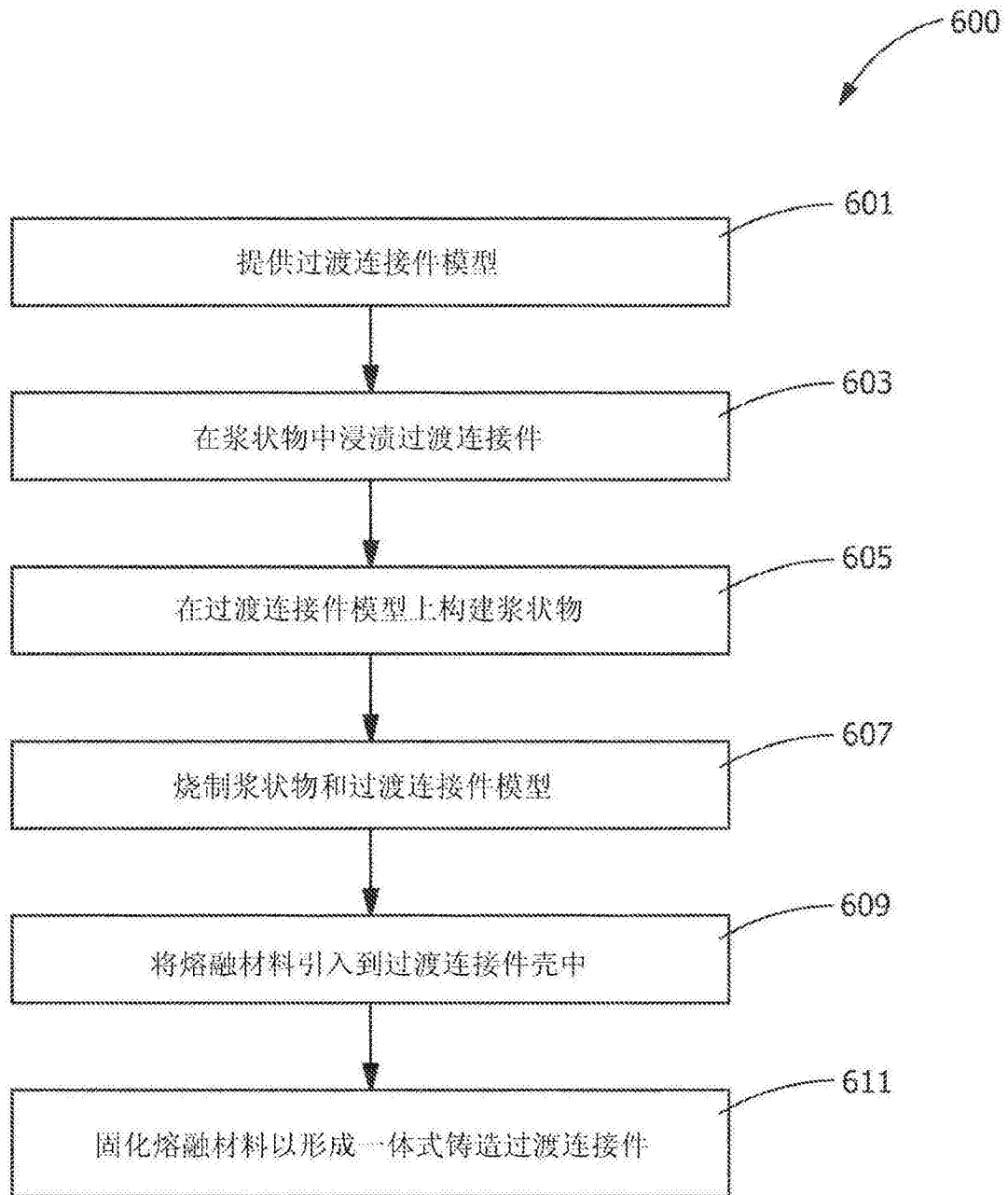


图6