(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 107407152 A
(43)申请公布日 2017.11.28

(21)申请号 201680018252.4

(22)申请日 2016.03.22

(30)优先权数据
1552383 2015.03.23 FR

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.09.25

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/FR2016/050628 2016.03.22

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2016/151234 FR 2016.09.29

(71)申请人 赛峰集团
地址 法国巴黎
申请人 赛峰飞机发动机公司

(72)发明人 S·帕坎 C·M·迪若尔
P·安尼奥 H·D·朱伯特
A·B·V·罗林格

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100
代理人 茅翊忞

(51)Int.Cl.
A99Z 99/00(2006.01)

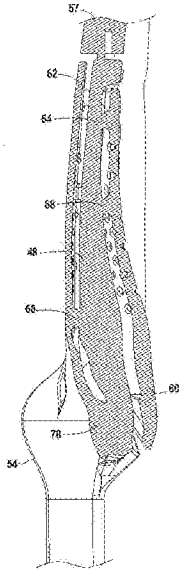
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54)发明名称

用于多腔涡轮叶片的陶瓷芯

(57)摘要

用于通过使用失蜡铸造方法制造涡轮发动机的中空涡轮叶片的陶瓷芯，其成形为将所述叶片的腔构成在单个元件中，包括：为了将冷却空气共同地馈送到所述腔内部，将形成第一侧腔和第二侧腔的芯部分(60、62)，芯部分(60、62)连接到将形成至少一个中央腔的芯部分(48)，既经由至少两个陶瓷接合部(70)在芯根部(54)处，以及经由多个其它陶瓷接合部(64、66、68)在所述芯的不同高度处，多个其它陶瓷接合部(64、66、68)的定位成限定叶片的内隔板的厚度，同时确保冷却空气补充到第一侧腔和第二侧腔的预定临界区。



CN 107407152 A

1.一种陶瓷芯,所述陶瓷芯用于通过使用失蜡铸造技术制造用于涡轮发动机的中空涡轮叶片,所述叶片包括至少一个中央腔(20、22)、布置在所述至少一个中央腔与所述叶片的吸力侧壁之间的第一侧腔(24)以及布置在所述至少一个中央腔与所述叶片的压力侧壁之间的第二侧腔(26),所述芯的特征在于,其成形为将所述腔构成为单个元件,并且为了向所述腔内部共同地馈送冷却空气,它包括将形成所述第一侧腔和第二侧腔的芯部分(60、62),所述芯部分(60、62)连接到将形成所述至少一个中央腔的芯部分(44、48),首先经由至少两个陶瓷接合部(70)在芯根部(46、54)中,并且其次经由多个其它陶瓷接合部(64、66、68)向上到所述芯的各个高度,多个其它陶瓷接合部(64、66、68)定位成限定叶片的内隔板的厚度,同时确保额外的冷却空气用于所述第一侧腔和第二侧腔的预定临界区。

2.根据权利要求1所述的陶瓷芯,其特征在于,还包括用于形成缸型(18)的芯部分(59),所述芯部分(59)经由陶瓷接合部(57)连接到将形成至少一个中央腔的所述芯部分,所述陶瓷接合部(57)的定位限定所述缸型的厚度,同时确保冷却空气在所述叶片顶端处排出。

3.根据权利要求1或2所述的陶瓷芯,其特征在于,所述预定临界区选自经受最大热机械应力的所述第一侧腔和第二侧腔的区域。

4.根据权利要求1或2所述的陶瓷芯,其特征在于,所述陶瓷接合部是确定为在铸造所述熔融金属时确保所述内部隔板的机械强度的部段。

5.根据权利要求1至4中任一项所述的陶瓷芯用于使用失蜡铸造技术制造涡轮发动机的中空涡轮叶片的用途。

6.一种通过使用失蜡铸造技术制造用于涡轮发动机的中空涡轮叶片的制造方法,所述叶片包括至少一个中央腔(20、22)、布置在所述至少一个中央腔与所述叶片的吸力侧壁之间的第一侧腔(24)以及布置在所述至少一个中央腔与所述叶片的压力侧壁之间的第二侧腔(26),所述方法的特征在于,其包括制造单元件陶瓷芯的步骤,所述单元件陶瓷芯对应于所述至少一个中央腔和所述第一侧腔和第二侧腔;将形成所述第一侧腔和第二侧腔的芯部分(60、62)连接到将形成所述至少一个中央腔的芯部分(44、48),首先经由至少两个陶瓷接合部(70)在芯根部(46、54)中,以便向所述腔内部共同地馈送冷却空气,并且其次经由多个其它陶瓷接合部(64、66、68)向上到所述芯的各个高度,多个其它陶瓷接合部(64、66、68)定位成限定所述叶片的内隔板的厚度,同时确保额外冷却空气用于所述第一侧腔和第二侧腔的预定临界区,将以此方式形成的所述陶瓷芯放置于铸模中就位并且将熔融金属浇注到所述模具中。

7.根据权利要求6所述的制造方法,其特征在于,所述单元件陶瓷芯还包括形成缸型(18)的芯部分(59),所述芯部分(59)经由陶瓷接合部(57)连接到形成至少一个中央腔的所述芯部分,所述陶瓷接合部(57)的定位限定所述缸型的厚度,同时确保冷却空气在所述叶片顶端处排出。

8.一种涡轮发动机,包括使用权利要求6或权利要求7所述的制造方法制成的中空涡轮叶片。

用于多腔涡轮叶片的陶瓷芯

技术领域

[0001] 本发明涉及用于涡轮发动机涡轮的叶片组的一般领域，更具体地涉及其中并入了冷却回路并由失蜡铸造技术制成的涡轮叶片。

背景技术

[0002] 以已知的方式，涡轮发动机包括燃烧室，在燃烧腔室中，空气和燃料在其中燃烧之前混合在一起。由这种燃烧产生的气体从燃烧室向下游流动，然后馈送高压涡轮和低压涡轮。每个涡轮包括与一个或多个活动叶片行(称为转子轮)交替的一个或多个静止翼片行(称为喷嘴)，在这些行中，叶片或翼片沿圆周方向围绕涡轮的转子间隔开。这种涡轮叶片或翼片经受燃烧气体非常高的温度，该温度达到远远高于与气体直接接触的叶片或翼片在不受损的情况下能够承受的温度，从而具有限制叶片或翼片寿命的后果。

[0003] 为了解决这个问题，已知为这种叶片和翼片提供内部冷却回路，这表现出高水平的热效率，并且通过在每个叶片或翼片内部(例如简单直接馈送U形腔或“长号形”腔)产生有组织的空气流动以及在叶片或翼片壁中用于在其周围产生保护膜的穿孔来设法降低它们的温度。

[0004] 然而，这种技术存在若干缺点。首先，尽管具有长号形腔的回路具有使穿过回路的空气做功最多的优点，这导致对空气的显著加热，因而造成位于长号形腔端部的孔的热效率降低。以相同的方式，具有直接馈送的前缘腔和后缘腔的配置不能使其提供在叶片顶端处通常观察到的高温水平下的有效响应。最后，各种腔仅通过壁与气流通路分开，壁的厚度随着翼型件的不同区域改变。鉴于可用于冷却叶片或翼片组的流率限制，并且鉴于气体通路中温度升高的当前趋势，利用这种类型的回路，在不显著增加空气流率的情况下，不能有效地冷却叶片或翼片，从而损害发动机的性能。

[0005] 图5示出了燃气涡轮发动机的高压涡轮叶片10，其具有在叶片根部14与叶片顶端16之间在径向方向上延伸的空气动力学表面或翼型件12。叶片的根部成形为能使叶片安装在转子盘上。叶片顶端呈现缸型(bathhub)形状的部分18，这部分18由相对于翼型件在横向延伸的底部和形成沿着翼型件12的壁延伸的其边缘的壁构成。如图6的截面图所示，作为示例给出只是为了展示原理，翼型件12具有多个腔20、22、24、26、28、30和32。第一中央腔20和第二中央腔22从根部延伸到翼型件顶端，并且另外两个腔24和26布置在中央腔的两侧，沿着吸力侧壁在中央腔与叶片的吸力侧壁之间，并且沿着压力侧壁在中央腔与叶片的压力侧壁之间。最后，腔28位于叶片靠近前缘的部分中，并且两个腔30和32在叶片靠近后缘的部分中一个在另一个后方对齐。

[0006] 通过说明的方式示出了腔的形状和数量以及外部孔34、36的位置和后缘槽38的形状，假定所有这些元件通常被优化，从而使对于来自叶片浸没于其中的燃烧气体的热量最敏感的区域中的热效率最高。为了增加热交换，内部腔也通常设置有湍流器(未图示)。

[0007] 如以本申请人名义的申请FR 2 961 552中所描述，高压涡轮叶片和翼片传统上通过失蜡铸造制成，具有通过在模具中定位一个或多个陶瓷芯(取决于复杂性)并且呈现形成

成品叶片或翼片的内表面的外表面而在叶片或翼片中制成回路的形状。

[0008] 特别地，冷却回路具有如图5和6所示的多个腔，这需要将多个单独的陶瓷芯组装在一起(用于制造与热气体隔离的冷中央腔和具有不同空气馈送的细小外腔)，以保证适合于铸造的金属壁厚。因此，这构成复杂的操作，其中经由陶瓷芯的根部和顶端手动执行的组装操作防止了叶片顶端处的缸型通过铸造而制成，从而需要昂贵的额外精加工操作，这可能导致限制该区域中的叶片的机械强度(例如添加缸型或通过钎焊来堵塞)。

发明内容

[0009] 因此，本发明旨在通过提出一种能使用单个芯制成的涡轮叶片的冷却回路来减轻与手动组装多个单独芯相关的缺点，以便消除现有技术回路所需的那些组装操作和缸型精加工操作，同时还保证在铸造熔融金属后与金属隔板的厚度相对应的腔间距离，使得这比目前的手动组装更可靠。

[0010] 为此，提供了一种陶瓷芯，其用于通过使用失蜡铸造技术制造用于涡轮发动机的中空涡轮叶片，叶片包括至少一个中央腔、布置在至少一个中央腔与叶片的吸力侧壁之间的第一侧腔以及布置在至少一个中央腔与叶片的压力侧壁之间的第二侧腔。该芯被成形为将所述腔构成为单个元件，并且包括将形成所述第一侧腔和第二侧腔并且连接到将形成所述至少一个中央腔的芯部分的芯部分，以便向所述腔内部共同地馈送冷却空气，首先经由至少两个陶瓷接合部在芯根部中，其次经由多个其它陶瓷接合部在沿着所述芯的各个高度处，多个其它陶瓷接合部定位成限定叶片的内隔板的厚度，同时确保额外冷却空气用于所述第一侧腔和第二侧腔的预定临界区。

[0011] 此外，用于形成缸型的芯部分经由缸型陶瓷接合部连接到将形成至少一个中央腔的芯部分，陶瓷接合部的定位限定所述缸型的厚度，同时确保冷却空气在叶片顶端处排出。

[0012] 利用经由叶片主体的这些接合部，消除了在叶片顶端处组装设计的需要，从而能获得与叶片主体相同机械性质的铸造缸型。此外，经由其根部对侧腔进行主要馈送得到了对空气流更好的控制以及对成品翼型件外壁的整体冷却的更好控制，并且在芯中，到各个腔的馈送可以从注射时联合，从而进一步改进了芯的机械强度。

[0013] 在预期的实施例中，所述预定临界区选自经受最大热机械应力的所述第一侧腔和第二侧腔的区域，并且所述陶瓷接合部是确定为在铸造熔融金属时确保所述内部隔板的机械强度的部段。

[0014] 本发明还提供了使用如上所解释的单元件芯采用失蜡铸造技术制造用于涡轮发动机的中空涡轮叶片的方法，以及包括使用这种方法制造的多个冷却叶片的任何涡轮发动机涡轮。

附图说明

[0015] 本发明的其它特征和优点从参考附图进行的描述中示出，附图示出了没有限制特征的实施方式，其中：

[0016] 图1是本发明的涡轮叶片芯的压力侧视图；

[0017] 图2是本发明的涡轮叶片芯的压力侧视图；

[0018] 图3是图1和图2的芯在叶片特定高度截面中的视图，示出了其接合区；

[0019] 图4A、图4B和图4C是沿叶片不同高度的截面图；

[0020] 图5是现有技术的涡轮叶片的透视图；以及

[0021] 图6是图5叶片的截面图。

具体实施方式

[0022] 图1和图2分别以关于叶片的吸力侧视图和压力侧视图示出了用于制造涡轮发动机的涡轮叶片的陶瓷芯40。在所示示例中，陶瓷芯包括形成单个元件的七个部分或柱(column)。位于燃烧气体到达的一侧的第一柱42对应于在铸造之后形成的前缘腔28，而第二柱44对应于与前缘腔28相邻的中央腔20。这个腔经由通道(未示出)接收冷却空气流，在铸造之后由于芯40的第一柱根部46的存在而形成这个通道。另外三个柱48、50和52遵循去程和回程路径并且对应于后面的腔22、30和32，后面的腔22、30和32接收另一通道传送的第二冷却空气流，由于存在连接到第一柱根部46以形成芯根部的第二柱根部54而形成另一通道。第一柱42和第二柱44通过一系列桥56连接在一起，这些桥在铸造之后对应于用于冷却前缘腔28的馈送孔(参见图4A中的附图标记80)。在与柱的连接处和芯40的顶端59的至少两个顶部桥57使得能在铸造期间获得缸型底部隔板的期望厚度，并且还将其尺寸设计为形成空气排出孔。关于第四柱50，竖直倾斜的小桥58产生芯的较薄区域，从而能够形成叶片的加强区域。

[0023] 确定各种桥的尺寸，以便在处理芯40时避免它们断裂，破裂可能使其不可用。在所考虑的示例中，使桥沿着芯40的高度、特别是在芯的第一柱42中基本上有规律间隔开地分布。

[0024] 根据本发明，芯40还具有第六柱60和第七柱62，第六柱60和第七柱62在侧向布置并且两者以确定的间距与第二柱44和第三柱48分隔以留下用于在铸造熔融金属时形成固态腔间壁的空间。为了保持这些柱并赋予芯组件刚性，第六柱60的底端连接到第一柱根部46，第七柱62的底端连接到第二柱根部54，并且多个小部段的陶瓷接合部(例如参见图3中的附图标记64、66、68)本身布置在叶片的功能部分上，在两个侧柱与中央第二柱和第三柱之间，小部段的陶瓷接合部的尺寸足以给向铸造模具内浇注熔融金属时形成的内隔板提供机械强度。

[0025] 存在两个柱根部连接(尽管仅示出了在第七柱62根部处的陶瓷接合部70)具有以下结果：在铸造后，侧腔24、26直接连接到中央腔20和22的冷却空气馈送通道，从而进一步改进了芯的机械强度，并且在成品翼型件中，改进了经由芯根部的馈送，从而获得对冷却空气的内部流和对外壁的整体冷却的更好控制。

[0026] 图4A、图4B和图4C示出了由在沿着叶片(或沿着芯)不同高度处两个中央腔20、22与两个侧腔24、26之间的接合部留下的孔72、74、76和78。在图4A中，可以看到两个孔72和74在中央腔22与相应侧腔24和26之间提供空气通路，孔80与由桥56产生的前缘腔28平齐。在图4B中，孔76提供在中央腔20与侧腔24之间的空气通路，并且在图4C中，孔78提供在中央腔20与侧腔26之间的空气通路。

[0027] 一旦制成了单元件芯，制造叶片的失蜡方法是常规的，并且最初包括形成注射模具，在注蜡之前将芯放置在注射模具中。然后将以这种方式制造的蜡模型浸入由陶瓷悬浮液构成的浆料中，以制成铸模(也称为壳模)。最后，消除蜡并烘烤壳模，使得熔融金属可以

浇注入其中。

[0028] 由于使芯的中心柱和侧柱互连的陶瓷接合部，芯的中心柱与侧柱的相对间距在叶片的整个高度上受到控制。这些接合部也被定位成在成品叶片中产生从中央腔朝向经受最大热机械应力的侧腔区域的额外冷空气供应，从而也改进局部热效率和叶片寿命。特别地，这些接合部的尺寸设定和布置成确保：

[0029] -铸造期间的机械强度；

[0030] -中央腔与侧腔的相对定位，即叶片内隔板的厚度；以及

[0031] -临界区域中足够的额外冷却空气，特别是对应于前缘附近。

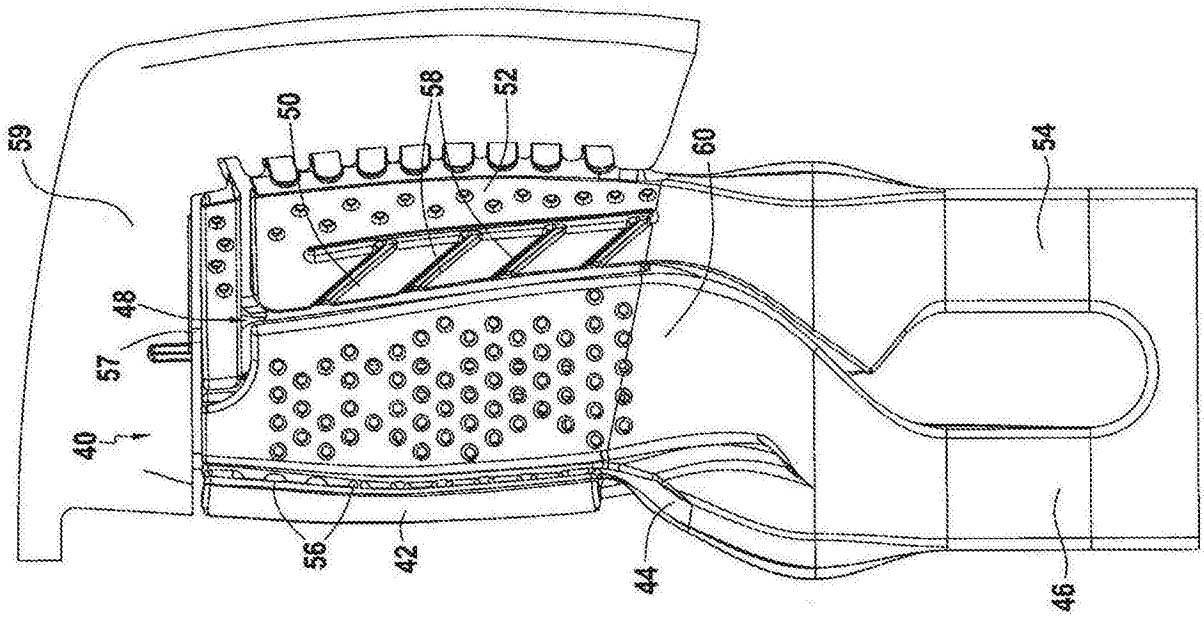


图1

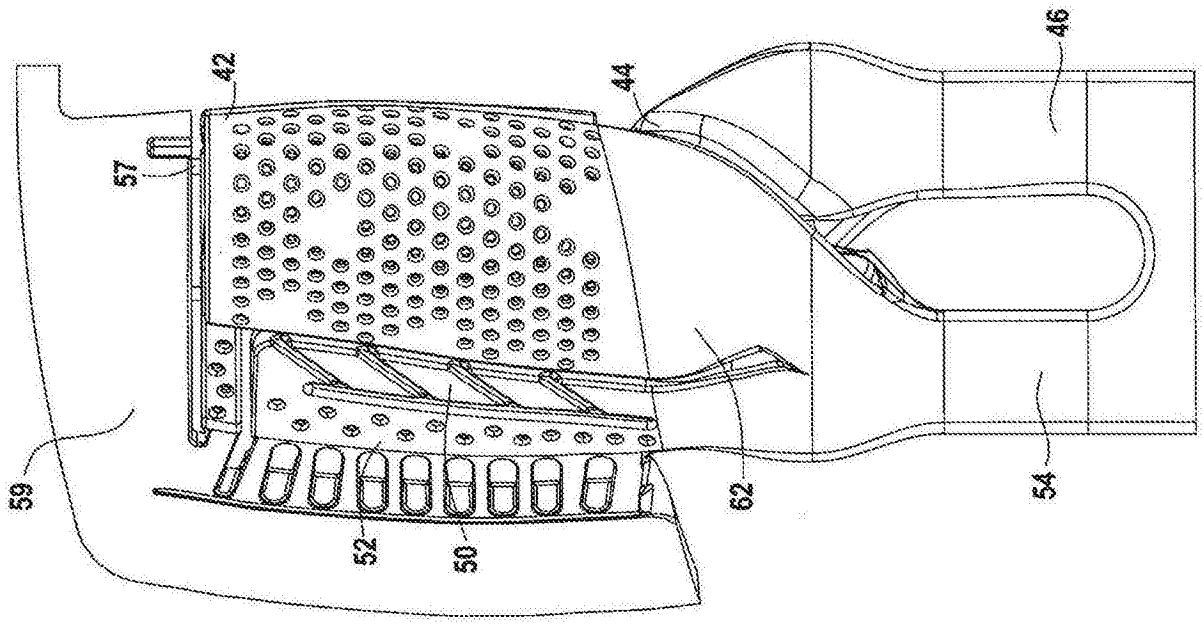


图2

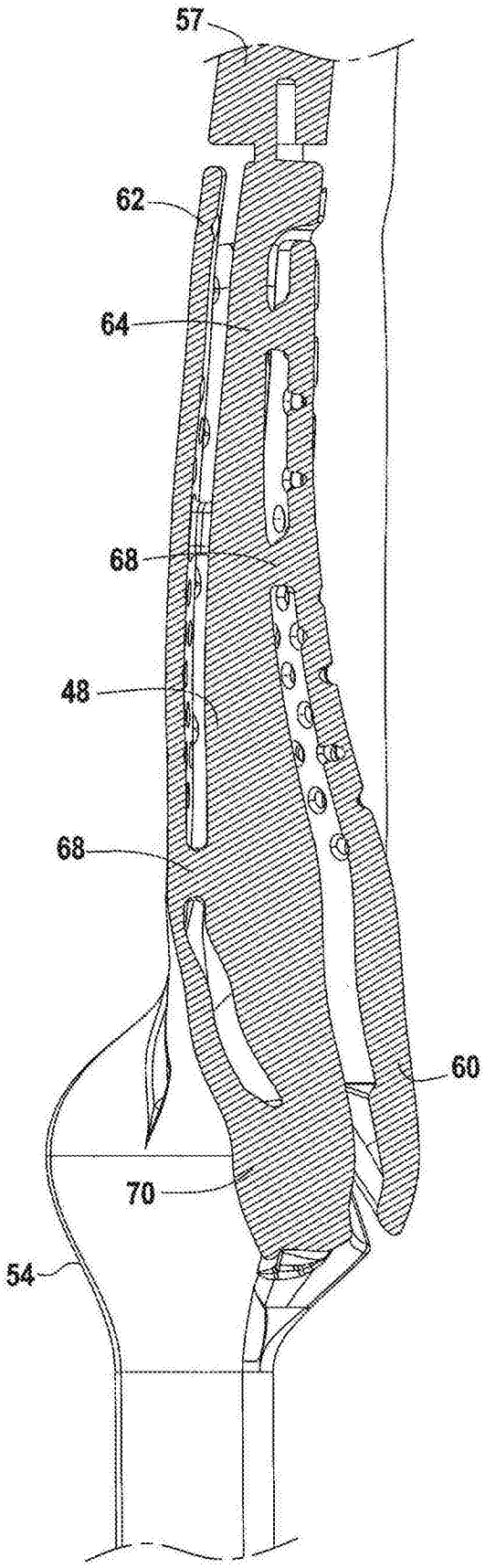


图3

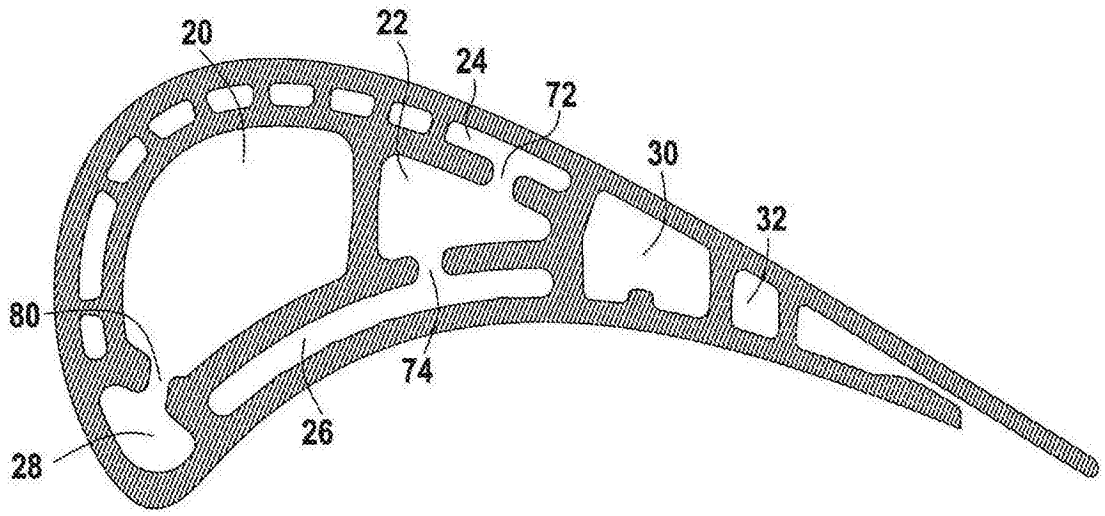


图4A

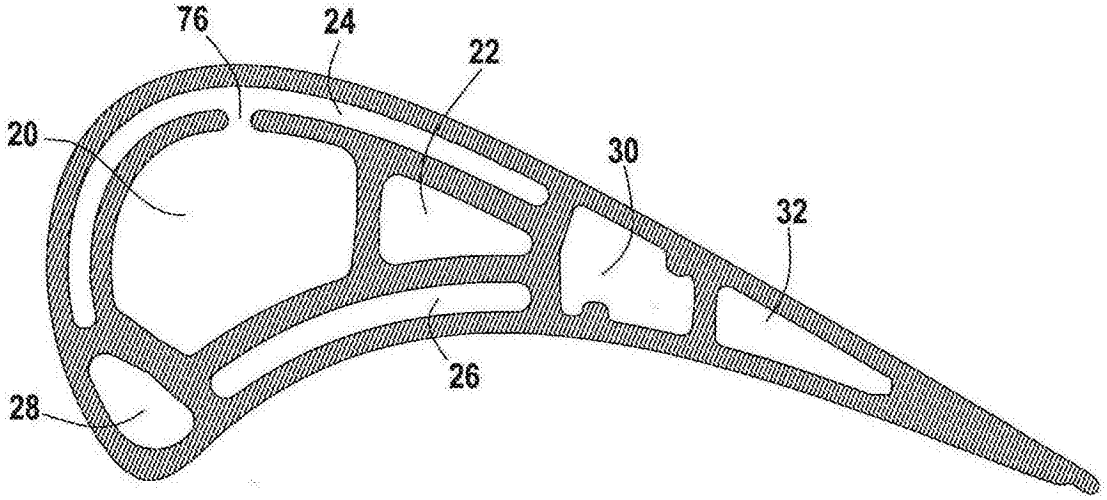


图4B

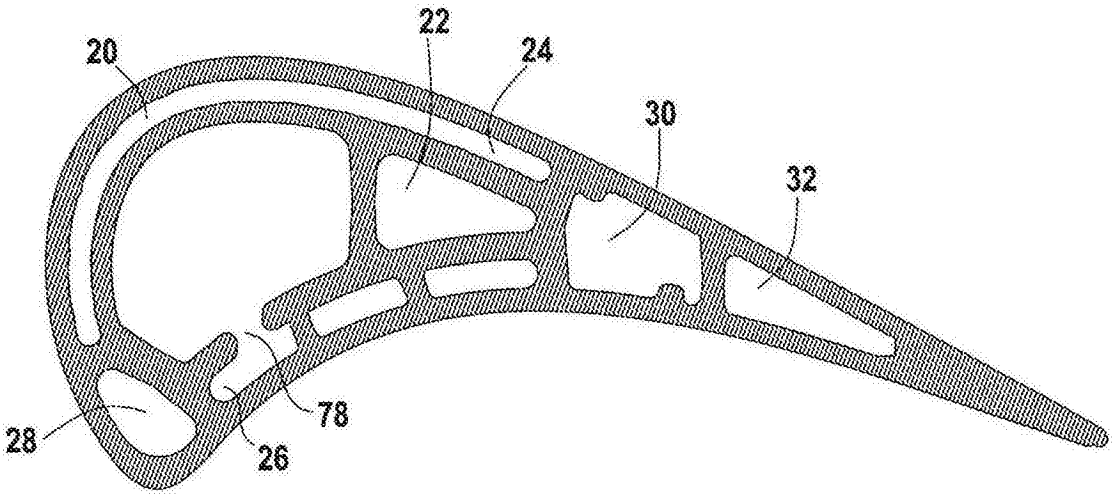


图4C

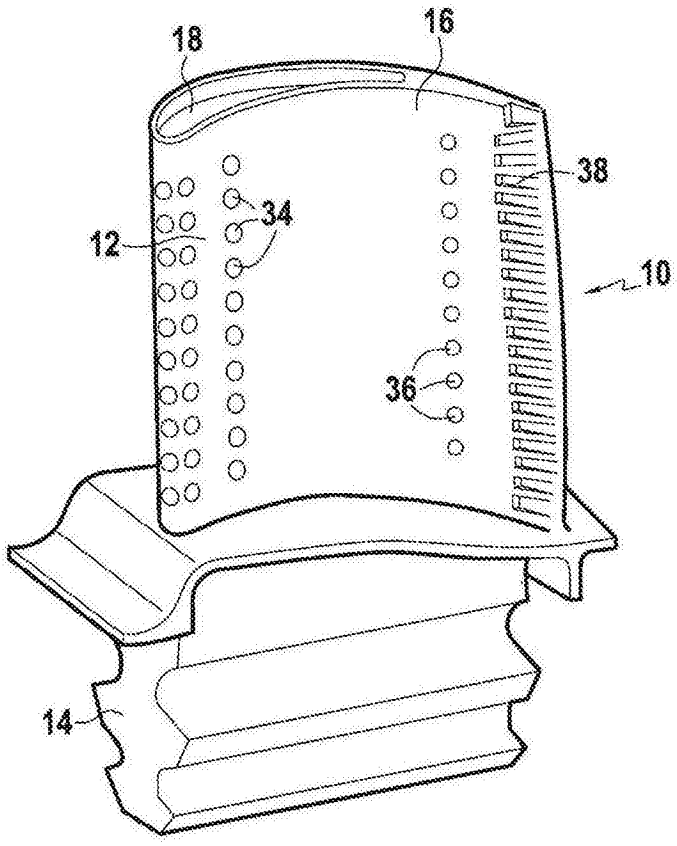


图5

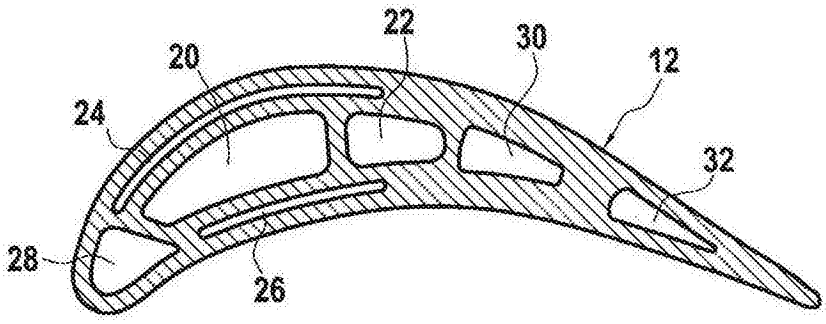


图6