



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102619574 B

(45)授权公告日 2016.08.24

(21)申请号 201110462735.2

US 6132173 A, 2000.10.17, 全文.

(22)申请日 2011.12.30

US 5848876 A, 1998.12.15, 说明书第3栏第

32行—第4栏第3行, 图1C, 3A-3B.

(30)优先权数据

JP 2005-146858 A, 2005.06.09, 全文.

12/981859 2010.12.30 US

审查员 朱云龙

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 B·T·博伊尔

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 朱铁宏 谭祐祥

(51)Int.Cl.

F01D 5/18(2006.01)

(56)对比文件

US 5915923 A, 1999.06.29, 图1-3.

JP 10-169404 A, 1998.06.23, 全文.

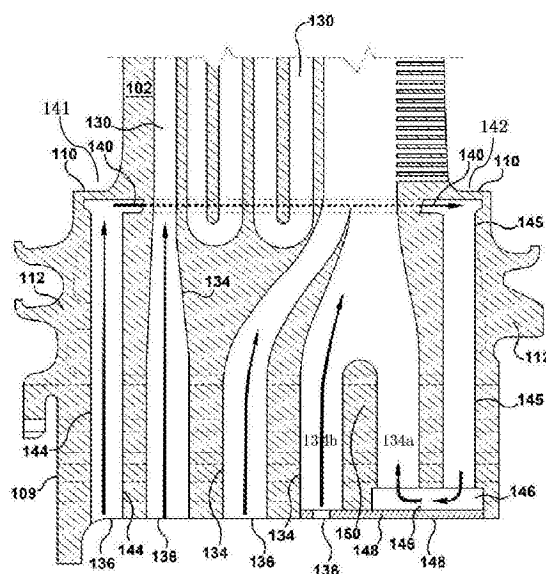
权利要求书3页 说明书7页 附图8页

(54)发明名称

用于冷却涡轮转子叶片平台区的设备及方法

(57)摘要

本发明涉及用于冷却涡轮转子叶片平台区的设备及方法。具体而言,一种穿过具有平台的涡轮转子叶片的内部的冷却通道构造,其中转子叶片包括翼型件冷却通道,该通道包括形成在翼型件内的冷却通道和外部翼型件供应通道。该冷却通道构造可包括:平台冷却通道,其包括横穿平台的至少一部分的冷却通道,该平台冷却通道具有上游端和下游端;外部平台供应通道,其包括从形成在根部中的第二冷却剂入口伸展至平台冷却通道的上游端的冷却通道;以及内部平台返回通道,其包括从平台冷却通道的下游端伸展至形成在根部中的端接点的冷却通道。



1. 一种穿过涡轮转子叶片的内部的冷却通道构造,所述转子叶片具有位于翼型件与根部之间的对接面处的平台,其中,所述转子叶片包括翼型件冷却通道,所述翼型件冷却通道包括外部翼型件供送通道和形成在所述翼型件内的冷却通道,所述外部翼型件供送通道包括从形成为穿过所述根部的第一冷却剂入口伸展至与所述翼型件内的冷却通道相连的冷却剂供送通道;

所述冷却通道构造包括:

平台冷却通道,其包括横穿所述平台的至少一部分的冷却通道,所述平台冷却通道具有上游端和下游端;

外部平台供送通道,其包括从形成在所述根部中的第二冷却剂入口伸展至所述平台冷却通道的上游端的冷却通道;以及

内部平台返回通道,其包括从所述平台冷却通道的下游端伸展至形成在所述根部中的端接点的冷却通道;其中所述根部包括具有连接装置的内部部分和在所述连接装置与所述平台之间延伸的外部部分;以及其中,所述第一冷却剂入口、所述第二冷却剂入口以及所述内部平台返回通道的端接点定位在所述连接装置内;

其中所述外部平台供送通道、所述平台冷却通道以及所述内部平台返回通道构成平台冷却回路;以及其中,所述外部翼型件供送通道和所述翼型件冷却通道构成翼型件冷却回路;所述冷却通道构造还包括分离结构,所述分离结构将所述平台冷却回路在所述连接装置外的径向位置处与所述翼型件冷却回路分离开;其中所述冷却通道构造还包括形成在所述连接装置中的连接件;其中,所述连接件包括将所述内部平台返回通道的端接点连接到所述外部翼型件供送通道上的通道。

2. 根据权利要求1所述的冷却通道构造,其特征在于,所述连接装置包括燕尾部;

其中,所述连接件包括由外壁封闭的通道;

其中,所述外壁的第一侧包括所述连接件的内壁以及所述外壁的第二侧形成所述燕尾部的外表面;以及

其中,所述连接件定位成紧邻所述燕尾部的内部边缘。

3. 根据权利要求2所述的冷却通道构造,其特征在于,所述连接件的外壁包括盖板,所述盖板构成相对于所述燕尾部的非整体构件。

4. 根据权利要求3所述的冷却通道构造,其特征在于,所述盖板包括形成为经其穿过的所述第一冷却剂入口;以及

其中,所述第一冷却剂入口基于期望的计量特性来构造。

5. 根据权利要求2所述的冷却通道构造,其特征在于,所述外部翼型件供送通道包括分隔件,所述分隔件将所述外部翼型件供送通道分成两个通道:a)与所述连接件成流体连通的第一外部翼型件供送通道;以及b)与所述第一冷却剂入口成流体连通的第二外部翼型件供送通道;

其中,超过所述分隔件,所述第一外部翼型件供送通道与所述第二外部翼型件供送通道汇合;以及

其中,所述分隔件沿所述径向方向延伸预定距离,使得所述第一外部翼型件供送通道在柄部内的径向位置处与所述第二外部翼型件供送通道汇合。

6. 根据权利要求2所述的冷却通道构造,其特征在于:

所述平台冷却通道的上游端构成所述平台的径向高度；

所述第二冷却剂入口与所述平台冷却通道的上游端对准，使得所述外部平台供送通道在与各者的连接之间沿径向延伸；

所述平台冷却通道的下游端构成所述平台的径向高度；以及

所述平台冷却通道的下游端与所述内部平台返回通道的端接点对准，使得所述内部平台返回通道在各者之间沿径向延伸。

7. 一种穿过涡轮转子叶片的内部的冷却通道构造，所述涡轮转子叶片具有位于翼型件与根部之间的对接面处的平台，其中，沿内部径向部分，所述根部包括构造成用以接合转子叶轮的燕尾部，以及沿外部径向部分，所述根部包括在所述燕尾部与所述平台之间延伸的柄部，其中，所述涡轮转子叶片包括形成在所述翼型件内的包括外部翼型件供送通道的翼型件冷却通道，所述外部翼型件供送通道包括从形成为穿过所述燕尾部的内部径向表面的第一冷却剂入口伸展至所述翼型件冷却通道的上游端的冷却通道；以及平台冷却通道，所述平台冷却通道构造成用以引送冷却剂穿过所述平台的内部的至少一部分，所述平台冷却通道具有上游端和下游端；所述冷却通道构造包括：

外部平台供送通道，其包括从形成为穿过所述燕尾部的内部径向表面的第二冷却剂入口伸展至所述平台冷却通道的上游端的冷却通道；以及

内部平台返回通道，其包括从所述平台冷却通道的下游端伸展至形成为紧邻所述燕尾部的内部径向表面的连接件的冷却通道；

其中，所述连接件连接所述外部翼型件供送通道和所述内部平台返回通道。

8. 根据权利要求7所述的冷却通道构造，其特征在于，

所述外部平台供送通道、所述平台冷却通道和所述内部平台返回通道构成平台冷却回路；

其中，所述外部翼型件供送通道和所述翼型件冷却通道构成翼型件冷却回路；以及

所述冷却通道构造还包括分离结构，所述分离结构将所述平台冷却回路在所述燕尾部的外部径向位置处与所述翼型件冷却回路分离开。

9. 根据权利要求8所述的冷却通道构造，其特征在于，所述内部平台返回通道构造成用以将经由其流过的所有冷却剂引送至所述连接件中；以及

其中，所述连接件构造成用以将经由其流过的所有冷却剂引送至所述外部翼型件供送通道中。

10. 根据权利要求9所述的冷却通道构造，其特征在于，所述连接件包括由外壁封闭的通道，所述外壁形成所述燕尾部的内部径向表面的一部分。

11. 根据权利要求10所述的冷却通道构造，其特征在于，所述连接件的外壁包括盖板，所述盖板构成相对于所述燕尾部的非整体构件。

12. 一种在涡轮转子叶片中产生冷却通道构造的方法，所述涡轮转子叶片具有位于翼型件与根部之间的对接面处的平台，其中，沿内部径向部分，所述根部包括构造成用以接合转子叶轮的燕尾部，以及沿外部径向部分，所述根部包括在所述燕尾部与所述平台之间延伸的柄部，所述方法包括以下步骤：

形成翼型件冷却回路，所述翼型件冷却回路包括外部翼型件供送通道和翼型件冷却通道，其中，所述外部翼型件供送通道包括从形成为穿过所述燕尾部的内部径向表面的第一

冷却剂入口伸展至所述翼型件冷却通道的上游端的冷却通道,以及所述翼型件冷却通道包括构造成用以将冷却剂引送穿过所述平台的至少一部分的通道;

形成平台冷却回路,所述平台冷却回路包括外部平台供送通道、平台冷却通道以及内部平台返回通道,其中,所述平台冷却通道为构造成用以引送冷却剂穿过所述平台的至少一部分的通道,所述平台冷却通道具有上游端和下游端,以及所述外部平台供送通道包括从形成穿过所述燕尾部的内部径向表面的第二冷却剂入口伸展至所述平台冷却通道的上游端的冷却通道,以及所述内部平台返回通道包括从所述平台冷却通道的下游端伸展至形成穿过所述燕尾部的内部径向表面的开口的冷却通道;以及

紧邻所述燕尾部的内部径向表面,形成连接所述外部翼型件供送通道和所述内部平台返回通道的连接件。

13. 根据权利要求12所述的方法,其特征在于,所述平台冷却回路和所述翼型件冷却回路形成使得各回路不会与另一回路成流体连通直至形成所述连接件。

14. 根据权利要求13所述的方法,其特征在于,所述平台冷却回路和所述翼型件冷却回路通过铸造工艺形成;以及

其中,所述连接件通过铸造后的机械加工过程形成。

15. 根据权利要求14所述的方法,其特征在于,所述连接件包括机械加工成穿过所述燕尾部的内部径向表面的通道,使得所述连接件的所述通道连接所述第一冷却剂入口和所述开口;

所述方法还包括将盖板附连在所述连接件的所述通道、所述第一冷却剂入口和所述开口上的步骤。

16. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述连接件构造成用以将流经所述内部平台返回通道的所有冷却剂引送至所述外部翼型件供送通道。

17. 根据权利要求16所述的方法,其特征在于,所述盖板构造成以便将流经所述内部平台返回通道的所有冷却剂引送至所述连接件中,且然后通向所述外部翼型件供送通道。

用于冷却涡轮转子叶片平台区的设备及方法

技术领域

[0001] 本申请主要涉及燃烧涡轮发动机,如本文所用且除非另外明确声明,燃烧涡轮发动机包括所有类型的燃烧涡轮发动机,例如用于发电和航空发动机中的那些。更具体而言,但非通过限制的方式,本申请涉及用于冷却涡轮转子叶片平台区的设备、系统和/或方法。

背景技术

[0002] 燃气涡轮发动机通常包括压缩机、燃烧器和涡轮。压缩机和涡轮主要包括轴向地叠置成多级的翼型件列或叶片列。各级通常均包括固定的一排周向间隔开的定子叶片,以及围绕中心轴线或轴旋转的一组周向间隔开的转子叶片。在操作中,压缩机中的转子叶片围绕轴旋转以压缩空气流。然后,压缩空气在燃烧器内使用以燃烧供送的燃料。由燃烧过程产生的热气流膨胀穿过涡轮,这导致转子叶片使它们所附接的轴旋转。以此方式,燃料中所包含的能量转变成旋转轴的机械能,然后,该机械能例如可用于使发电机的线圈旋转以发电。

[0003] 参看图1和图2,涡轮转子叶片100通常包括翼型部分或翼型件102,以及根部部分或根部104。翼型件102可描述为具有凸出的吸入面105和凹入的压力面106。翼型件102还可描述为具有作为前方边缘的前缘107,以及作为后方边缘的后缘108。根部104可描述为具有用于将叶片100附连到转子轴上的结构(如图所示,其通常包括燕尾部(dovetail)109)、翼型件102自其延伸的平台110,以及包括处在燕尾部109与平台110之间的结构的柄部112。

[0004] 总体而言,平台110在涡轮转子叶片100上用于形成燃气轮机热气体路径区段的内部流动路径边界。平台110还向翼型件102提供结构支承。在操作中,涡轮的旋转速度引起沿平台110产生较高应力区的机械加载,当较高应力区结合高温时,最终导致形成操作缺陷,例如氧化、蠕变、低周疲劳开裂等。当然,这些缺陷不利地影响转子叶片100的使用寿命。将会认识到的是,这些恶劣的操作条件,也即经受热气体路径的极端温度和与旋转叶片相关的机械加载,在良好运转且成本效益合算地制造的耐用持久的转子叶片100的设计中产生相当大的挑战。

[0005] 使平台区110更为耐用的一种常用解决方案是在操作期间利用压缩空气流或其它冷却剂流来对其冷却,且公知有许多这些类型的平台设计。然而,如本领域的技术人员将认识到的那样,平台区110提出了使其很难以这种方式冷却的设计挑战。很大程度上,这归因于该区难以处理的几何形状,因为正如所述那样,平台110为远离转子叶片的中心内核(core)安置的外围构件且通常设计为具有结构上合理但较薄的径向厚度。

[0006] 为了使冷却剂循环,转子叶片100通常包括一个或多个中空冷却通路116(见图3、图4和图5),冷却通路116至少沿径向延伸穿过叶片100的内核,包括穿过根部104和翼型件102。如下文更为详细描述的那样,为了加强热交换,此类冷却通路116可形成具有蛇形路径,该蛇形路径蜿蜒穿过叶片100的中心区,但其它构造也是可能的。在操作中,冷却剂可经由形成在根部104的内部部分中的一个或多个入口117而进入中心冷却通路。冷却剂可循环

穿过叶片100,且经由形成在翼型件上的出口(未示出)和/或经由形成在根部104中的一个或多个出口(未示出)流出。冷却剂可加压,且例如可包括加压空气、与水混合的加压空气、蒸汽等。在许多情况下,冷却剂为从发动机的压缩机转移而来的加压空气,但其它来源也是可能的。如下文更为详细描述那样,这些冷却剂通路通常包括高压冷却剂区和低压冷却剂区。高压冷却剂区通常对应于具有较高冷却剂压力的冷却通路的上游部分,而低压冷却剂区则对应于具有相对较低冷却剂压力的下游部分。

[0007] 在一些情况下,冷却剂可从冷却通路116引送至形成在柄部112与相邻转子叶片100的平台110之间的空腔119中。由此,冷却剂可用于冷却叶片100的平台区110,图3中提供了此种叶片的常规设计。这种类型的设计通常从其中的一个冷却通路116获取空气并使用该空气来加压形成在柄部112/平台110之间的空腔119。一旦加压,则该空腔119然后将冷却剂供送至延伸穿过平台110的冷却通道(channel)。在横穿平台110之后,冷却空气可经由形成在平台110的顶侧113中的膜冷却孔离开空腔。

[0008] 然而,应当认识到的是,这种类型的常规设计具有若干缺点。首先,冷却回路不是在一个部件中整装的,因为冷却回路仅形成在两个相邻转子叶片100组装之后。这较大程度地增加了安装和预安装流动测试的难度和复杂性。第二个缺点在于,形成在相邻转子叶片100之间的空腔119的完整性取决于空腔119的周界有多好的密封。不充分的密封可导致不足的平台冷却和/或浪费冷却空气。第三个缺点是热气体路径的气体可摄入到空腔119或平台自身110中的固有风险。这可能发生在空腔119在操作期间未保持在足够高压力的情况下。如果空腔119的压力下降到低于热气体路径内的压力,则热气体将摄入到柄部空腔119或平台110自身中,这在这些构件并未设计成用以耐受暴露于热气体路径状况时通常会损坏这些构件。

[0009] 图4和图5示出了另一类型的用于平台冷却的常规设计。在此情况下,冷却回路容纳在转子叶片100内且不会涉及柄部空腔119,如图所示。冷却空气从延伸穿过叶片100内核的其中一个冷却通路116获取,且向后引送穿过形成在平台110内的冷却通道120(也即,“平台冷却通道120”)。如由多个箭头所示,冷却空气流经平台冷却通道120并经由平台110的后缘121中的出口流出或从沿吸入侧边缘122设置的出口流出。(注意,在描述或提及矩形平台110的边缘或面中,各者均可基于其相对于翼型件102的吸入面105和压力面106的位置和/或一旦已安装叶片100的发动机的前后方向来描绘。因此,如本领域的普通技术人员将认识到的那样,平台可包括后方边缘121、吸入侧边缘122、前方边缘124和压力侧边缘126,如图3和图4中所示。此外,吸入侧边缘122和压力侧边缘126也通常称为“斜面(slashface)”,且一旦相邻转子叶片100已安装,则形成在其间的窄空腔可称为“斜面空腔”。)

[0010] 将会认识到的是,图4和图5的常规设计具有优于图3中设计的优点,因为它们不受组装或安装条件变化的影响。然而,这种性质的常规设计也具有若干限制或缺陷。首先,如图所示,仅单个回路提供在翼型件102的各侧上,且因此具有在平台110中的不同位置处使用的冷却空气量受到有限控制的缺点。第二,这种类型的常规设计具有大体受限的覆盖区域。尽管图5的蛇形路径在覆盖度方面是优于图4的改进,但在平台110内仍存在未经冷却的死区。第三,为了以复杂形成的平台冷却通道120来获得较好的覆盖度,制造成本会急剧增加,尤其是如果具有一定形状的冷却通道需要铸造工艺来形成的情况。第四,这些常规设计通常在使用之后和在冷却剂完全排放之前将冷却剂排放到热气体路径中,这会不利地影响

发动机的效率。第五,这种性质的常规设计通常具有较小的灵活性。即是说,通道120形成为平台110的整体部分并提供很小的或不提供随操作条件变化而改变其功能或构造的机会。此外,这些类型的常规设计难以修理或整修。

[0011] 此外,本领域的普通技术人员将认识到的是,与这些类型的冷却布置相关的另一挑战在于平台冷却回路(也即,形成为穿过平台内部的冷却通路)与主冷却回路(也即,形成为穿过根部和翼型件内部的内部冷却通路)之间通常需要的连接。对此的一个原因在于所需连接通常必须形成为穿过叶片的高应力区。因此,将形成连接作为铸造后的机械加工过程的一部分可产生不可接受的应力集中。然而,将形成连接作为铸造过程的一部分需要平台冷却回路的型芯必须在铸造过程期间连接到主冷却回路的型芯上,这通常是不期望的。通常,本领域的普通技术人员将认识到,平台冷却回路具有与内部冷却通路相对于平台外表面的放置相关的紧公差要求。由于其长度,主冷却回路的型芯易于在铸造过程期间填充模具时移动。这种移动尽管对于主冷却回路的安置是可接受的,但如果主型芯的移动传递至平台型芯,则其难以满足平台冷却回路的紧安置公差。使两个型芯贯穿铸造过程保持未连接意味着主型芯的移动不会影响平台冷却回路的最终安置。

[0012] 常规平台冷却设计不能满足这些重要要求。仍然需要以高效的方式有效冷却涡轮转子叶片的平台区同时还使得构建成本效益合算、应用灵活、结构合理且耐用的改进型设备、系统和方法。

发明内容

[0013] 因此,本申请描述了一种穿过涡轮转子叶片内部的冷却通道构造,该涡轮转子叶片具有位于翼型件与根部之间的对接面(interface)处的平台,其中转子叶片包括翼型件冷却通道,该冷却通道包括形成在翼型件内的冷却通道,以及外部翼型件供应通道,该外部翼型件供应通道包括从形成为穿过根部的第一冷却剂入口伸展至与翼型件冷却通道相连的冷却剂供应通道。在一个实施例中,该冷却通道构造包括:平台冷却通道,其包括横穿平台的至少一部分的冷却通道,该平台冷却通道具有上游端和下游端;外部平台供应通道,其包括从形成在根部中的第二冷却剂入口伸展至平台冷却通道的上游端的冷却通道;以及内部平台返回通道,其包括从平台冷却通道的下游端伸展至形成在根部中的端接点(termination point)的冷却通道。

[0014] 本申请还描述了一种穿过涡轮转子叶片内部的冷却通道构造,该涡轮转子叶片具有位于翼型件与根部之间的对接面处的平台,其中沿内部径向部分,根部包括构造成用以接合转子叶轮(wheel)的燕尾部,而沿外部径向部分,根部包括在燕尾部与平台之间延伸的柄部,其中涡轮转子叶片包括形成在翼型件内的包括外部翼型件供应通道的翼型件冷却通道,该外部翼型件供应通道包括从形成为穿过燕尾部内部径向表面的第一冷却剂入口伸展至翼型件冷却通道的上游端的冷却通道;以及平台冷却通道,其构造成用以将冷却剂引送穿过平台内部的至少一部分,该平台冷却通道具有上游端和下游端。在这些实施例中,冷却通道构造可包括:外部平台供应通道,其包括从形成为穿过燕尾部的内部径向表面的第二冷却剂入口伸展至平台冷却通道的上游端的冷却通道;以及内部平台返回通道,其包括从平台冷却通道下游端伸展至形成为紧邻燕尾部内部径向表面的连接件的冷却通道;其中该连接件连接外部翼型件供应通道和内部平台返回通道。

[0015] 本申请还描述了一种在涡轮转子叶片中产生冷却通道构造的方法,该涡轮转子叶片具有位于翼型件与根部之间的对接面处的平台,其中沿内部径向部分,根部包括构造成用以接合转子叶轮的燕尾部,而沿外部径向部分,根部包括在燕尾部与平台之间延伸的柄部。在一些实施例中,该方法包括如下步骤:形成包括外部翼型件供应通道和翼型件冷却通道的翼型件冷却回路,其中外部翼型件供应通道包括从形成为穿过燕尾部内部径向表面的第一冷却剂入口伸展至翼型件冷却通道的上游端的冷却通道,以及翼型件冷却通道包括构造成用以将冷却剂引送穿过平台的至少一部分的通道;形成包括外部平台供应通道、平台冷却通道和内部平台返回通道的平台冷却回路,其中平台冷却通道为构造成用以将冷却剂引送穿过平台的至少一部分的通道,该平台冷却通道具有上游端和下游端,以及外部平台供应通道包括从形成为穿过燕尾部内部径向表面的第二冷却剂入口伸展至平台冷却通道的上游端的冷却通道,以及内部平台返回通道包括从平台冷却通道的下游端伸展至形成为穿过燕尾部内部径向表面的开口的冷却通道;以及紧邻燕尾部的内部径向表面,形成连接外部翼型件供应通道和内部平台返回通道的连接件。

[0016] 研读以下对优选实施例的详细描述,同时结合附图和所附权利要求,本申请的这些及其它特征将变得更为清楚。

附图说明

[0017] 通过结合附图仔细研究以下对本发明示例性实施例的更为详细的描述,可更为完全地理解和认识本发明的这些及其它特征,在附图中:

[0018] 图1示出了其中可使用本发明实施例的示例性涡轮转子叶片的透视图;

[0019] 图2示出了其中可使用本发明实施例的涡轮转子叶片的下侧视图;

[0020] 图3示出了具有根据常规设计的冷却系统的相邻涡轮转子叶片的截面视图;

[0021] 图4示出了根据常规设计的具有带内部冷却通道的平台的涡轮转子叶片的顶视图;

[0022] 图5示出了根据备选常规设计的具有带内部冷却通道的平台的涡轮转子叶片的顶视图;

[0023] 图6示出了根据本发明示例性实施例的涡轮转子叶片和平台冷却构造的侧视图;

[0024] 图7示出了从根据本发明示例性实施例的涡轮转子叶片燕尾部内部位置和平台冷却构造观察的视图;

[0025] 图8示出了从根据本发明示例性实施例的涡轮转子叶片燕尾部内部位置和平台冷却构造观察的视图;

[0026] 图9示出了从根据本发明示例性实施例的涡轮转子叶片燕尾部内部位置和平台冷却构造观察的视图;

[0027] 图10示出了根据本发明备选实施例的涡轮转子叶片燕尾部中的连接件的侧视图;

[0028] 图11示出了根据本发明备选实施例的从涡轮转子叶片的外部位置观察的视图,示出了平台冷却通道可定位于其处的位置;

[0029] 图12示出了根据本发明备选实施例的从具有示例性平台冷却通道的涡轮转子叶片的外部位置观察的视图;以及

[0030] 图13示出了根据本发明备选实施例的从具有示例性平台冷却通道的涡轮转子叶

片的外部位置观察的视图。

具体实施方式

[0031] 现在参看图6至图13,提供了本发明的若干实施例。如图6中所示,本发明可包括穿过涡轮转子叶片100内部的冷却通道构造。本发明可用于在翼型件102与根部104之间的对接面处具有平台110的涡轮转子叶片。将会认识到的是,沿内部径向部分,根部104可包括构造成用以接合涡轮叶轮的机械附接件。通常,机械附接件为燕尾部109,其插入形成在涡轮叶轮中的槽口中。沿外部径向部分,根部104主要包括柄部112,其在燕尾部109与平台110之间延伸。

[0032] 涡轮转子叶片100还可包括翼型件冷却通道130。翼型件冷却通道130可包括引送或导送冷却剂穿过翼型件102的任何部分的内部通道。翼型件冷却通道130可包括外部翼型件供送通道134,该供送通道134可构造成用以将冷却剂从冷却剂入口136供送至翼型件冷却通道130,其中,冷却剂入口136通常形成在转子叶片100的根部104或燕尾部109中。更具体而言,冷却剂入口136可形成为穿过燕尾部109的内部径向表面138。将会认识到的是,外部翼型件供送通道134可以此方式提及,因为其大体将供送的冷却剂从根部104沿向外方向导送至转子叶片100的翼型件102。外部翼型件供送通道134和翼型件冷却通道130还可称为翼型件冷却回路。

[0033] 转子叶片100还可包括平台冷却通道140,其构造成用以引送或导送冷却剂穿过平台110内部的至少一部分。如图11、图12和图13中所示,平台冷却通道140可具有多种构造,这些构造通常将定位在图11的阴影区内。如图12中所示,一个示例性构造包括具有销钉阵列的腔室。如图13中所示,另一示例性构造包括蜿蜒的蛇形路径。将会认识到的是,平台冷却通道140可具有上游端141和下游端142。

[0034] 如图所示,可提供外部平台供送通道144。如图所示,外部平台供送通道144包括沿向外方向从冷却剂入口136延伸的内部冷却通道,该冷却剂入口136例如可形成为穿过燕尾部109的内部径向表面。外部平台供送通道144可延伸至平台冷却通道140的上游端141。根据本发明的实施例,还可提供内部平台返回通道145。如图所示,内部平台返回通道145包括沿向内方向从平台冷却通道140的下游端142延伸至端接点的内部冷却通道,该端接点可包括与连接件146的连接。将会认识到的是,其它构造也是可能的,如图7至图10中所示。

[0035] 在一个实施例中,连接件146包括通道,该通道机械加工成穿过燕尾部109的内部径向表面138且随后通过盖板148封闭。该构造在图10中绘出,其中交叉影线区代表将经机械加工以产生连接件146和凹陷区域的区,使得盖板148可相对于燕尾部109的表面齐平。

[0036] 将会认识到的是,连接件146形成在外部翼型件供送通道134与内部平台返回通道145之间的连接。以此方式,单独形成的冷却回路可高效并有效地产生且随后连接,对其的连接可经调节以适应变化或意外的状况。具体而言,如上文所述,可形成包括外部翼型件供送通道134和翼型件冷却通道130的翼型件冷却回路。可形成与其分开且未连接的平台冷却回路,其包括外部平台供送通道144、平台冷却通道140,以及内部平台返回通道145。如上文所述,本领域的普通技术人员将认识到的是,形成这两个回路使得它们可贯穿铸造工艺具有未连接的型芯存在一定的优点。

[0037] 本领域的普通技术人员将认识到的是,在一个实施例中,内部平台返回通道145可

构造成用以引送所有冷却剂经由其流动进入连接件146中。连接件146然后可引送从内部平台返回通道145流入其中的所有冷却剂进入外部翼型件供送通道134中。以此方式,用于冷却平台的大致所有冷却剂然后可在翼型件冷却通道130中再次使用。如在图7至图9中所示,取决于所期望的特性,盖板148可包括冷却剂入口136。将会认识到的是,为了防止回流,形成为穿过盖板148的入口136可经计量以便实现所期望的流型。在此情况下,如图7和图9中所示,计量的入口136可具有减小的截面积。

[0038] 如所声称的那样,连接装置可为燕尾状连接件109。连接件146可为由外壁封闭的通道。在此情况下,外壁的第一侧可为连接件146的其中一个内壁,而外壁相反的第二侧可形成燕尾部109的外表面。在此情况下,连接件146可定位成紧邻燕尾部109的内部边缘。

[0039] 如图6中所示,连接件的外壁可称为盖板148。将会认识到的是,盖板148可形成为相对于燕尾部109的非整体构件。在某些实施例中,如图7和图9中所示,盖板148还可具有穿过其形成的适用于外部翼型件供送通道134的冷却剂入口136。将会认识到的是,冷却剂入口136可基于实现穿过其的期望流量水平来构造,如上文所述。

[0040] 如图6中所示,外部翼型件供送通道134可包括分隔件150,其将外部翼型件供送通道分成两个通道:a)与连接件146成流体连通的第一外部翼型件供送通道134a;以及b)与冷却剂入口136成流体连通的第二外部翼型件供送通道134b。如图所示,一旦超过分隔件150,则第一外部翼型件供送通道134a可与第二外部翼型件供送通道134b汇合。更具体而言,分隔件150可沿径向方向延伸预定距离,使得第一外部翼型件供送通道134a在柄部112内的径向位置处与第二外部翼型件供送通道134b汇合。

[0041] 本发明还包括一种穿过涡轮转子叶片100内部的冷却通道构造,该涡轮转子叶片100具有位于翼型件102与根部104之间的对接面处的平台110,其中沿内部径向部分,根部104包括构造成用以接合转子叶轮的燕尾部109,而沿外部径向部分,根部104包括在燕尾部109与平台110之间延伸的柄部112,其中涡轮转子叶片100还包括翼型件冷却通道130,翼型件冷却通道130包括形成在翼型件102内的冷却通道,以及外部翼型件供送通道134,该外部翼型件供送通道134包括沿向外方向从形成为穿过燕尾部109的内部径向表面138的第一冷却剂入口136伸展至形成在翼型件102中的冷却通道的上游端的冷却通道。本发明的构造还可包括平台冷却通道140,其构造成用以引送冷却剂穿过平台110内部的至少一部分。平台冷却通道140大体上具有上游端141和下游端142。冷却通道构造还可包括外部平台供送通道144和内部平台返回通道145,其中,外部平台供送通道144包括从形成为穿过燕尾部109的内部径向表面的第二冷却剂入口136伸展至平台冷却通道140的上游端141的冷却通道,以及内部平台返回通道145包括从平台冷却通道140的下游端142伸展至形成为紧邻燕尾部109内部径向表面138的仓室或连接件146的冷却通道。连接件146可构造成用以连接外部翼型件供送通道134和内部平台返回通道145。在优选实施例中,内部平台返回通道145可构造成用以将经由其流过的所有冷却剂引送到连接件146中,且连接件146可构造成用以将经由其流过的所有冷却剂引送到外部翼型件供送通道130中。

[0042] 本发明还包括一种在翼型件102与根部104之间的对接面处具有平台110的涡轮转子叶片100中产生冷却通道构造的方法。该方法可包括以下步骤:a)形成翼型件冷却回路,该回路包括外部翼型件供送通道134和翼型件冷却通道130。外部翼型件供送通道134可为从形成为穿过燕尾部109的内部径向表面138的冷却剂入口136伸展至翼型件冷却通道130

的上游端的冷却通道;以及b)形成平台冷却回路,该回路包括外部平台供送通道144、平台冷却通道140和内部平台返回通道145。平台冷却通道140可为构造成用以引送冷却剂穿过平台110的至少一部分的通道,且可包括上游端141和下游端142。外部平台供送通道144可为从形成穿过燕尾部109的内部径向表面138的冷却剂入口136伸展至平台冷却通道140的上游端141的冷却通道。内部平台返回通道145可包括从平台冷却通道140的下游端142伸展至端接点或与连接件146相连的冷却通道。

[0043] 该方法还可包括形成连接件146的步骤,该连接件146连接外部翼型件供送通道134和内部平台返回通道145。连接件146可定位成紧邻燕尾部109的内部径向表面138。在一些实施例中,平台冷却回路和翼型件冷却回路可形成为使得各回路不会与另一回路连通直到形成连接件146。

[0044] 在优选实施例中,平台冷却回路和翼型件冷却回路可通过铸造工艺形成,而连接件146可通过铸造后的机械加工过程来形成。在此情况下,连接件146可包括机械加工成穿过燕尾部109的内部径向表面138的敞开通道或凹槽,使得该通道连接冷却剂入口136和形成在内部平台返回通道145的端接点处的开口。该方法还可包括将盖板148附连在连接件通道上的步骤,使得大致封闭连接件通道。

[0045] 如本领域的技术人员将认识到的那样,上文关于多个示例性实施例描述的诸多变化的特征和构造可进一步有选择地应用来形成本发明的其它可能实施例。为了简洁和考虑到本领域普通技术人员的能力,本文未详细提供或阐述所有可能的重复内容,但认为由所附多个权利要求或其它所包含的所有组合和可能实施例为本申请的一部分。此外,本领域的技术人员从本发明的多个示例性实施例的以上描述中将领会到诸多改进、变化和修改。本领域技术人员能力内的这些改进方案、变化和修改也认为由所附权利要求所覆盖。此外,应认识到的是上文仅涉及本申请所描述的实施例,并且在不脱离由所附权利要求及其等同方案所限定的本申请的精神和范围的情况下,可作出许多变化和修改。

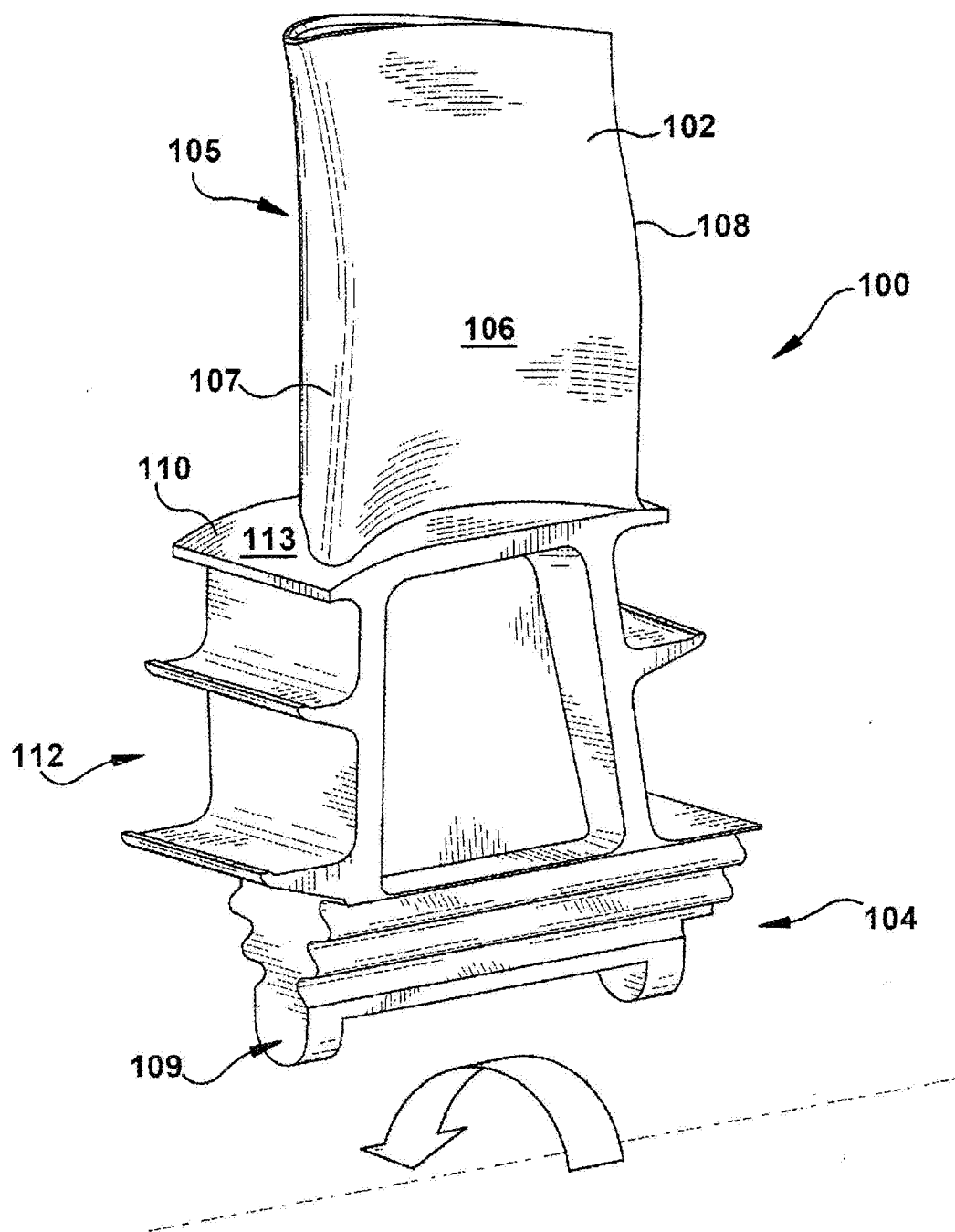


图 1

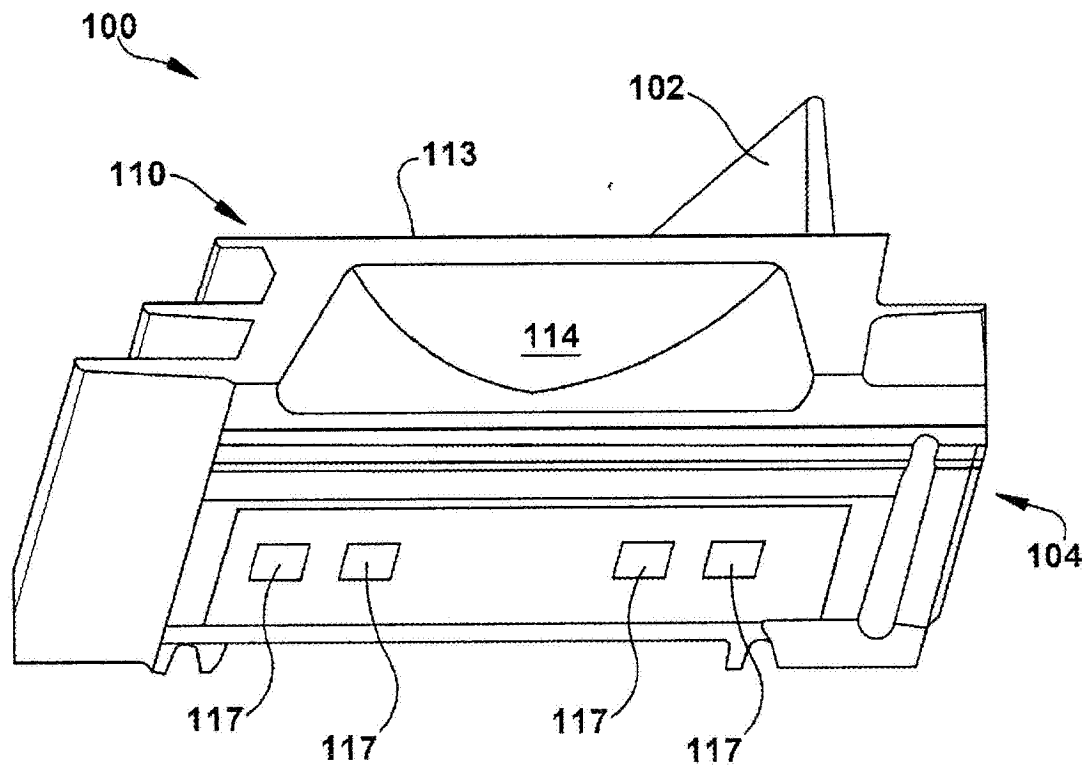


图 2

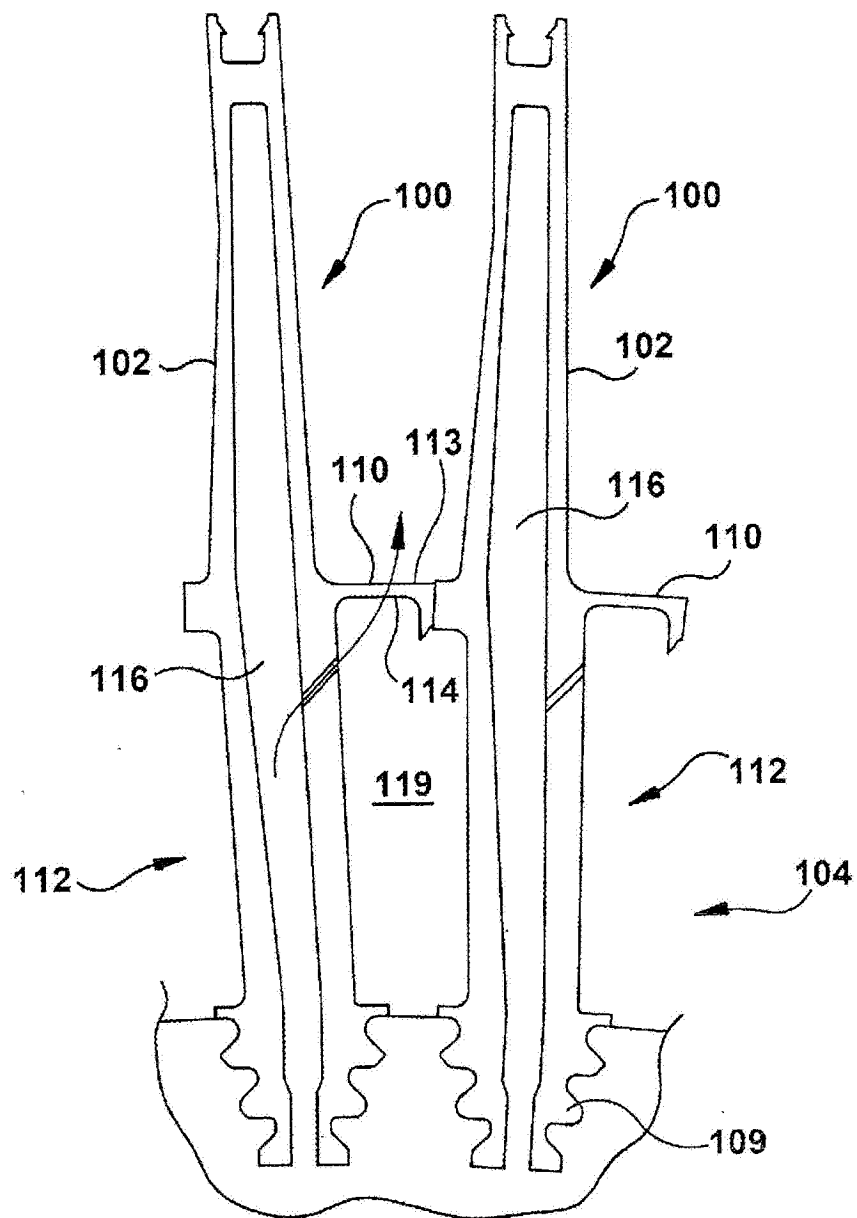


图 3

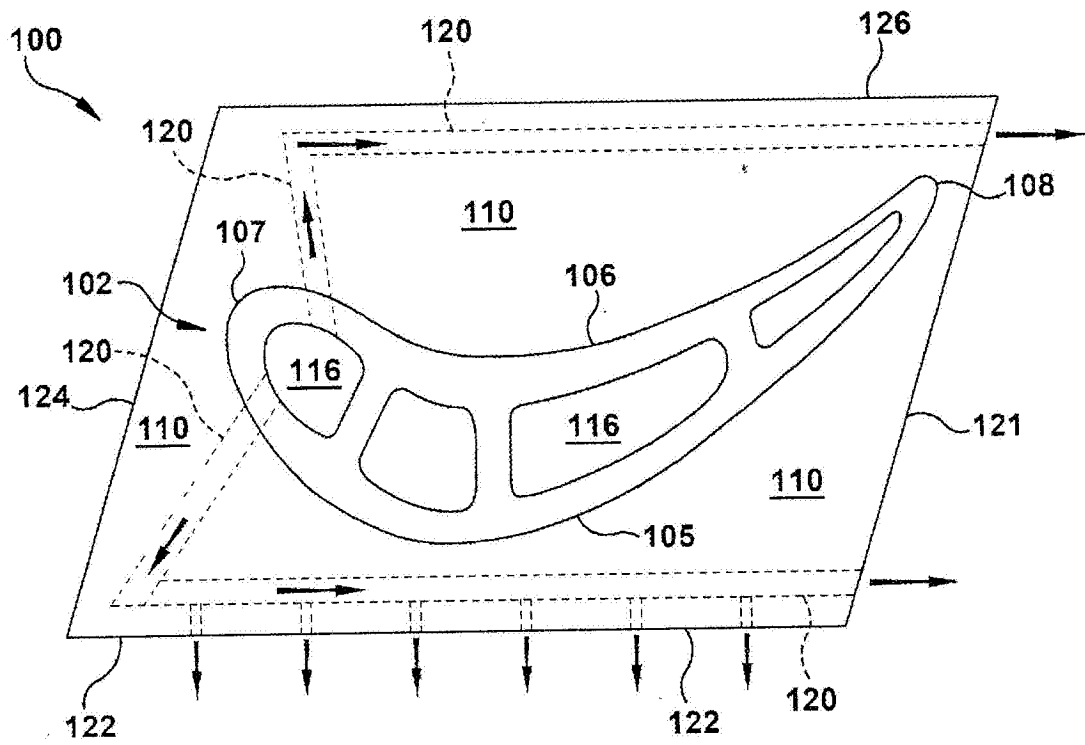


图 4

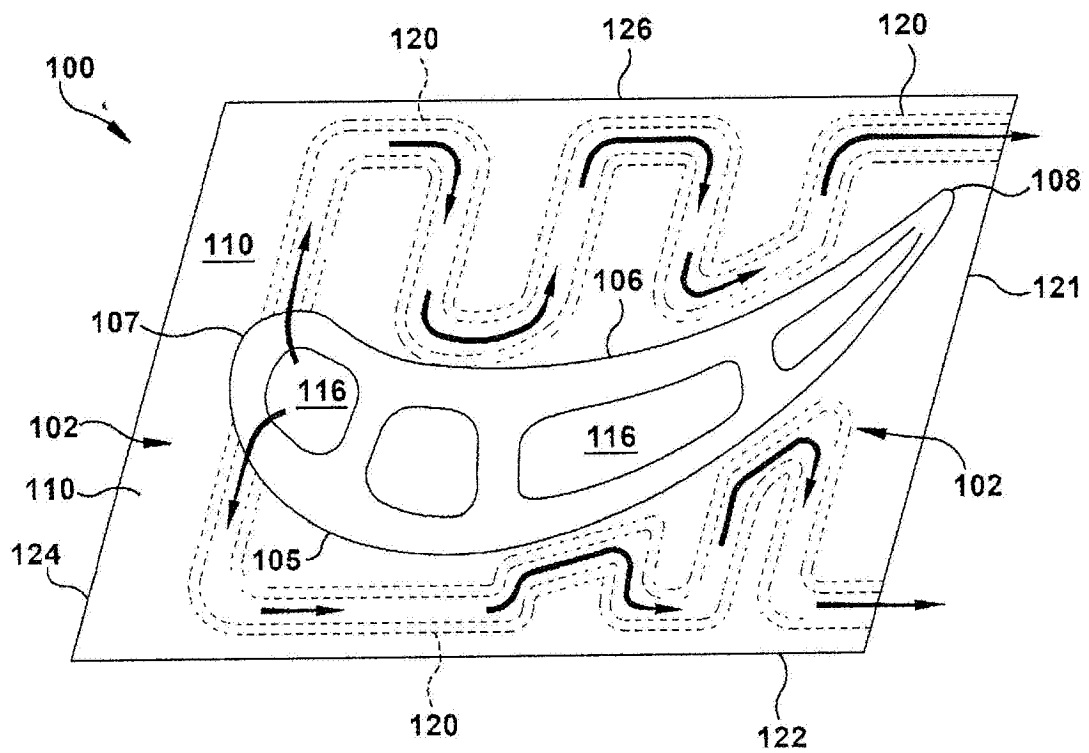


图 5

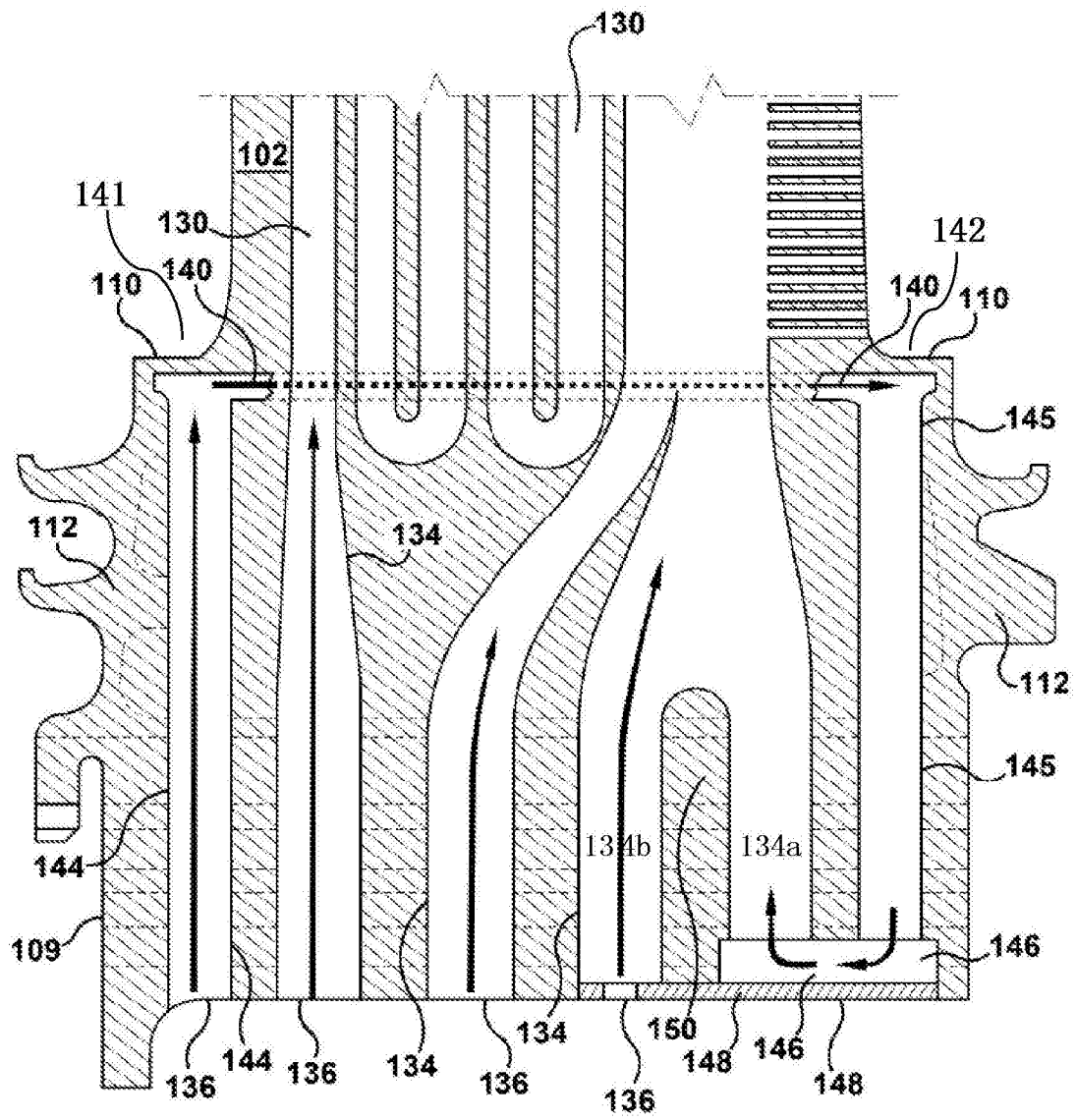


图 6

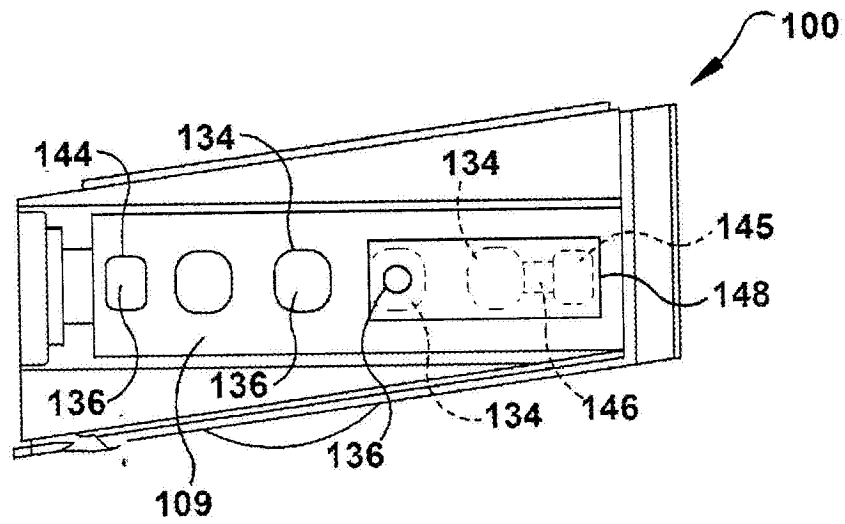


图 7

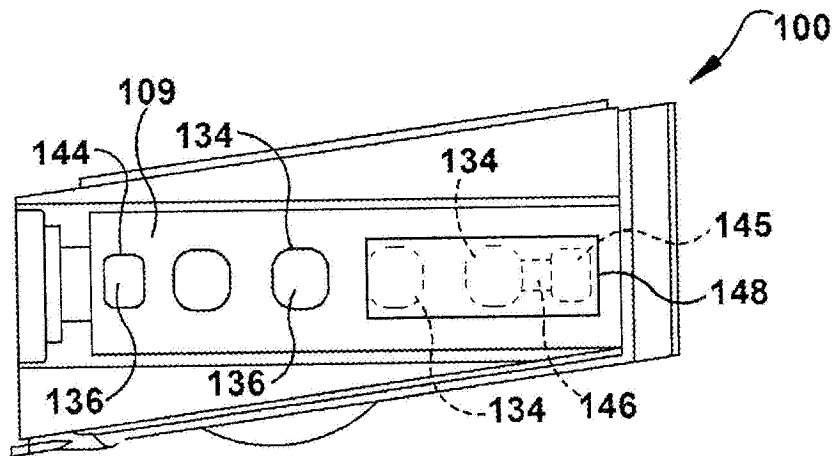


图 8

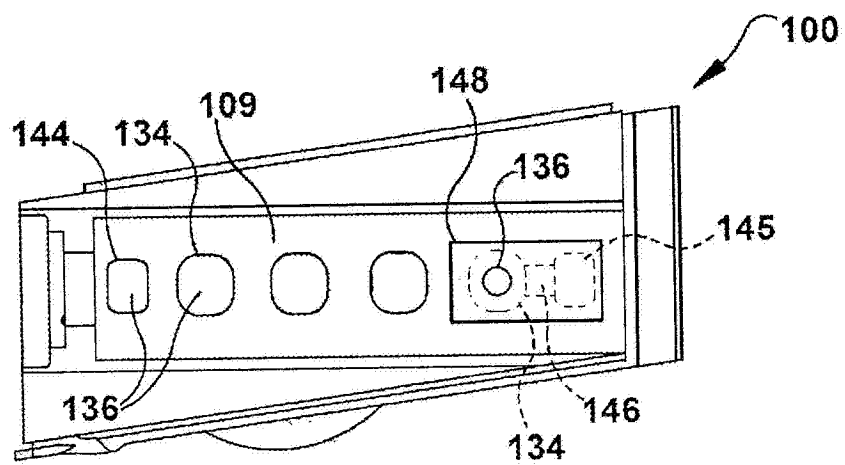


图 9

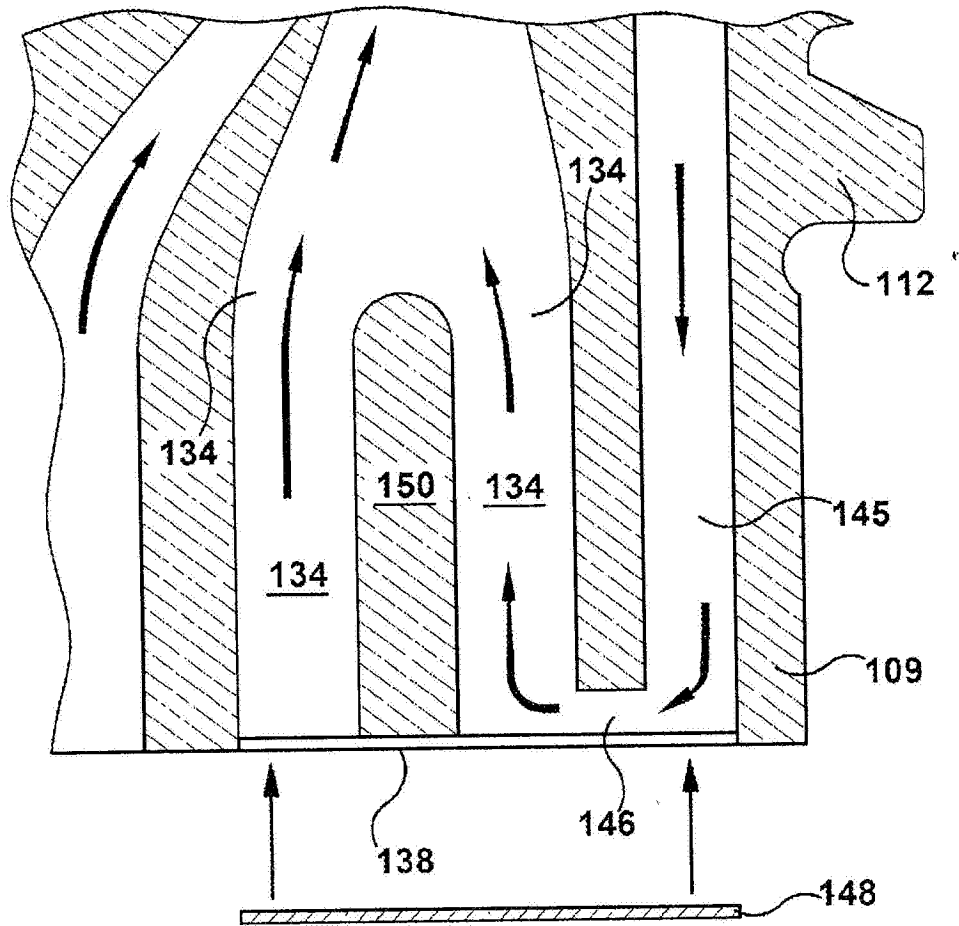


图 10

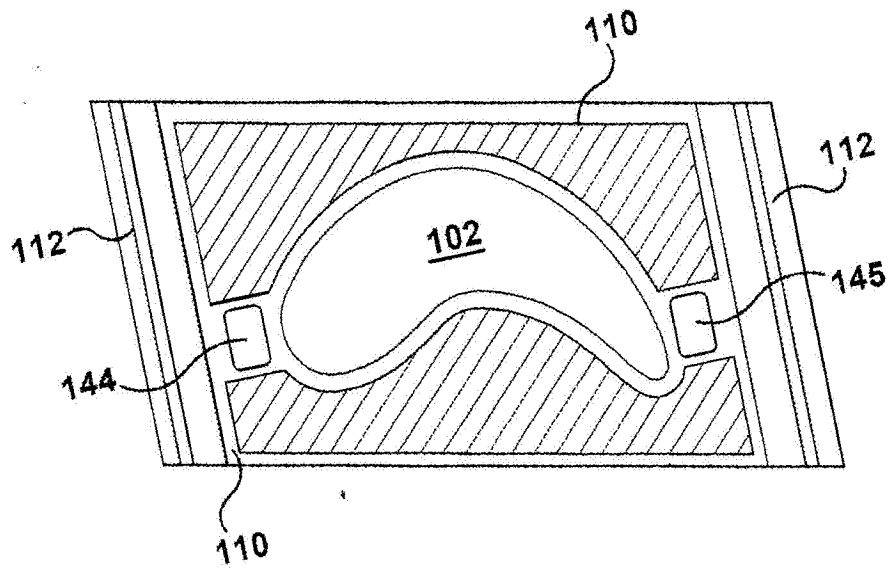


图 11

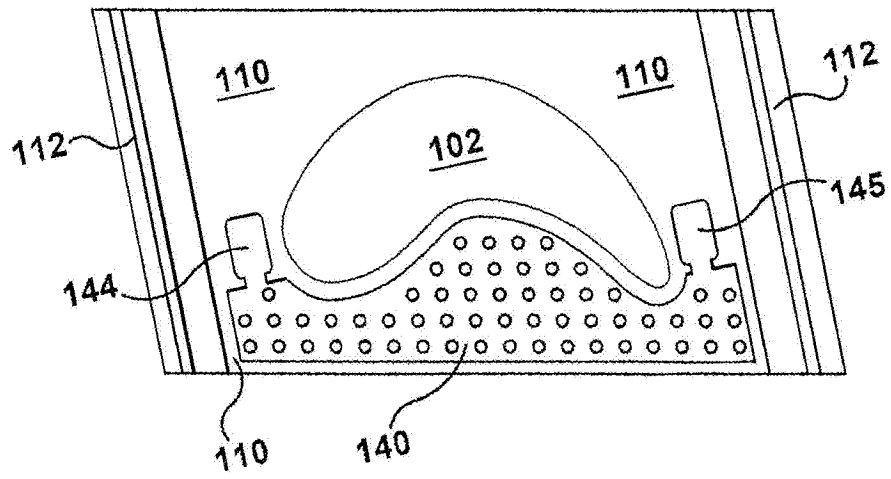


图 12

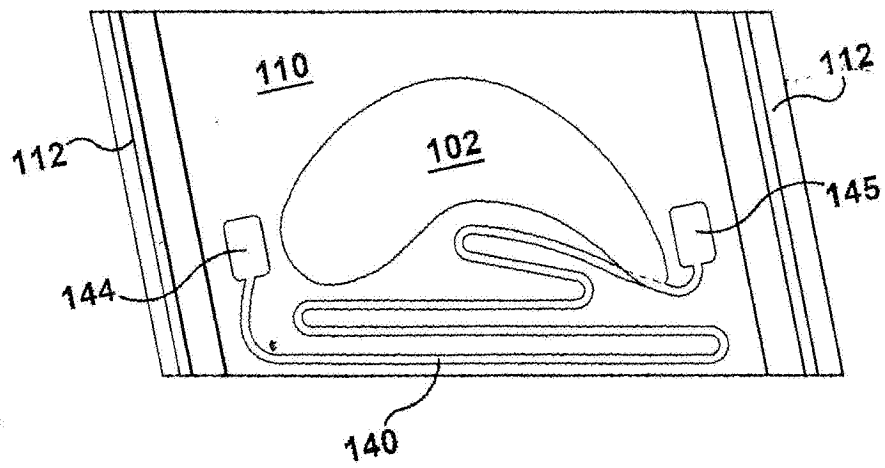


图 13