



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102828782 B

(45) 授权公告日 2016.05.11

(21) 申请号 201210197941.X

审查员 靳文强

(22) 申请日 2012.06.15

(30) 优先权数据

13/163312 2011.06.17 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 Y. D. 哈蒂瓦拉 A. K. H. 穆里格帕

W. A. 小格林 P. A. 桑托斯 S. 拉维

R. S. 丹马克

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 李强 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F01D 5/30(2006.01)

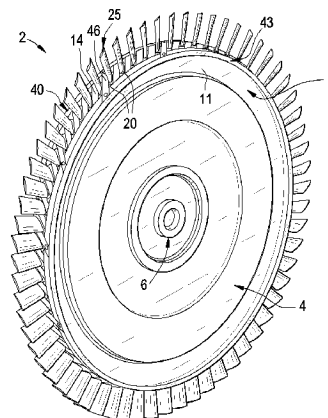
权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

用以修理涡轮机转子轮的方法和设备

(57) 摘要

本发明涉及用以修理涡轮机转子轮的方法和设备。提供了一种修理涡轮机转子轮(2)的方法,涡轮机转子轮(2)包括:第一外部周向边缘(10),其通过周向表面延伸到第二外部周向边缘(11); 鸠尾接口(20),其在第一外部周向边缘和第二外部周向边缘(10,11)之间延伸跨过外部周向表面;以及轮叶(25),其安装到鸠尾接口(20)上,该方法包括:识别转子轮(2)的第一外部周向边缘和第二外部周向边缘(10,11)中的一个上的邻近轮叶(25)的缺陷;将轮叶(25)固定在鸠尾接口(20)中,以基本约束轴向运动;以及移除第一外部周向边缘和第二外部周向边缘(10,11)中的该一个的部分(106,108),以移除缺陷。



1. 一种修理涡轮机转子轮的方法,所述转子轮包括:第一外部周向边缘,其通过周向表面延伸到第二外部周向边缘;鸠尾接口,其在所述第一外部周向边缘和第二外部周向边缘之间延伸跨过外部周向表面;轮叶,其安装到所述鸠尾接口上,所述方法包括:

识别所述转子轮的所述第一外部周向边缘和第二外部周向边缘中的一个处的邻近所述轮叶的缺陷;

将所述轮叶固定在所述鸠尾接口中,以约束轴向运动;以及

移除所述第一外部周向边缘和第二外部周向边缘中的所述一个的部分,以移除所述缺陷。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法进一步包括:同时移除将所述轮叶固持在所述鸠尾接口中的间隔件的部分以及所述第一外部周向边缘和第二外部周向边缘中的所述一个的所述部分。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述方法进一步包括:在所述鸠尾接口中将所述间隔件桩定到所述转子轮上。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述方法进一步包括:斜切所述间隔件的外部边缘,以形成堆叠区段。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述方法进一步包括:在所述鸠尾接口中在所述堆叠区段处将所述间隔件桩定到所述转子轮上。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,将所述轮叶固定在所述鸠尾接口中包括:

在所述第一外部周向边缘周围安装第一转子轮环;

在所述第二外部周向边缘周围安装第二转子轮环;以及

将所述第一转子轮环连结到所述第二转子轮环上。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,将所述第一转子轮环连结到所述第二转子轮环上包括跨过所述外部周向表面而将连结条固定到所述第一转子轮环和第二转子轮环上。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,将所述连结条固定到所述第一转子轮环和第二转子轮环上包括通过所述连结条而将第一紧固件传送到所述第一转子轮环中,以及通过所述连结条而将第二紧固件传送到所述第二转子轮环中。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,将所述第一紧固件传送到所述第一转子轮环中包括将所述第一紧固件旋拧通过所述第一转子轮环而使其与所述外部周向表面进行抵靠接合,并且将所述第二紧固件传送到所述第二转子轮环中包括将所述第一紧固件旋拧通过所述第二转子轮环而使其与所述外部周向表面进行抵靠接合。

10. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,识别所述缺陷包括定位大于0.1英寸(2.54毫米)和高达0.5英寸(12.7毫米)的裂缝。

用以修理涡轮机转子轮的方法和设备

技术领域

[0001] 本文公开的主题涉及涡轮机的技术,并且更具体而言,涉及用于修理燃气轮机转子轮的方法和设备。

背景技术

[0002] 一般而言,涡轮机包括各自具有相关联的转子轮的许多级。转子轮包括支承多个轮叶或叶片的外部周向表面。叶片通过设置在外周向表面上的鸠尾接口固定到转子轮上。鸠尾接口包括多个尖锐的角,其限定沿着周向表面沿轴向延伸的鸠尾槽口。各个轮叶包括具有匹配的鸠尾部件的基部部分。在运行期间,转子轮以非常高的速度旋转,并且经历高的热梯度。高的速度和热梯度在鸠尾接口的尖锐的角处产生应力。随着时间的过去,会由于应力而在尖锐的角附近形成裂缝。

[0003] 用于修理转子盘的传统方法需要移除叶片,并且允许修理具有小于 0.25 英寸(6.35 毫米)的长度的裂缝。在其中裂缝大于 0.25 英寸的情况下,当前没有可用的修理选择。因而,在发现大于 0.25 英寸的裂缝的情况下,转子轮必须报废。因为拆卸相关联的涡轮级、移除转子轮、拆卸叶片、将叶片安装在新的转子轮上以及随后将新的转子轮安装在涡轮机中所需要的停机时间和维修时间的原因,报废转子轮导致直接增大涡轮机的运营成本。

发明内容

[0004] 根据示例性实施例的一个方面,提供了一种修理涡轮机转子轮的方法,该涡轮机转子轮包括:第一外部周向边缘,其通过周向表面延伸到第二外部周向边缘;鸠尾接口,其在第一外部周向边缘和第二外部周向边缘之间延伸跨过外部周向表面;以及轮叶,其安装到鸠尾接口上,该方法包括:识别转子轮的第一外部周向边缘和第二外部周向边缘中的一个上的邻近轮叶的缺陷;将轮叶固定在鸠尾接口中以基本约束轴向运动;以及移除第一外部周向边缘和第二外部周向边缘中的该一个的一部分以移除缺陷。

[0005] 根据示例性实施例的另一个方面,一种转子轮修理设备包括:第一转子轮环,其具有第一外表面和构造成和设置成接收转子轮的第一外部周向边缘的第一环形凹部;以及第二转子轮环,其具有第二外表面和构造成和设置成接收转子轮的第二外部周向边缘的第二环形凹部;以及连结条,其具有第一安装元件和第二安装元件。第一安装元件构造成和设置成联结到第一转子轮环的第一外表面上,并且第二安装元件构造成和设置成与第二转子轮环的第二外表面联结。

[0006] 根据结合附图得到的以下描述,这些和其它优点和特征将变得更加显而易见。

附图说明

[0007] 在说明书的结论部分处的权利要求中特别指出和明确声明了被视为本发明的主题。根据结合附图得到的以下详细描述,本发明的前述和其它特征与优点是显而易见的,其中:

- [0008] 图 1 是包括根据一个示例性实施例的转子轮修理设备的涡轮机转子轮的透视图；
- [0009] 图 2 是图 1 的涡轮机转子轮的分解透视图；
- [0010] 图 3 是图 1 的涡轮机转子轮的局部横截面侧视图；
- [0011] 图 4 是图 3 的涡轮机转子轮的分解局部横截面图；
- [0012] 图 5 是图 1 的涡轮机转子轮的局部俯视平面图；
- [0013] 图 6 是根据示例性实施例的图 1 的涡轮机转子轮在修理操作之后的局部透视图，其示出了布置成定位涡轮轮叶的第一间隔件和第二间隔件，间隔件中的至少一个被进行修理；
- [0014] 图 7 是显示成第一间隔件和第二间隔件中的一个被移除的图 5 的涡轮机转子轮的透视图；
- [0015] 图 8 是根据示例性实施例的一个方面的第一间隔件和第二间隔件中的一个的下部右侧透视图；
- [0016] 图 9 是根据示例性实施例的另一个方面的第一间隔件和第二间隔件中的一个的下部右侧透视图；以及
- [0017] 图 10 是根据示例性实施例修理的轮叶的局部下部右侧透视图。
- [0018] 详细描述以参照附图的实例的方式阐述本发明的实施例，以及优点和特征。
- [0019] 部件列表
- [0020] 2 涡轮机转子轮
- [0021] 4 本体
- [0022] 6 中心毂
- [0023] 8 外轮缘
- [0024] 10 第一外部周向边缘
- [0025] 11 第二外部周向边缘
- [0026] 14、55、65 外表面
- [0027] 20 鸠尾凹槽
- [0028] 25、125 多个涡轮机轮叶（轮叶）
- [0029] 30 第一间隔件
- [0030] 31 第二或平衡间隔件
- [0031] 40 第一转子轮环
- [0032] 43 第二转子轮环
- [0033] 46 多个连结条
- [0034] 57、67 环形凹部
- [0035] 60、70 多个安装部件
- [0036] 62、72 带螺纹开口
- [0037] 80 本体部件
- [0038] 82、128 第一端
- [0039] 83、129 第二端
- [0040] 84 中间部分
- [0041] 87 第一安装元件

- [0042] 88、92 开口
- [0043] 91 第二安装元件
- [0044] 95 第一紧固件
- [0045] 96 第二紧固件
- [0046] 106 第一被移除部分（拐角凹槽）（第一材料部分）
- [0047] 107 第一拐角凹槽
- [0048] 108 第二被移除部分（拐角凹槽）（第一材料部分）
- [0049] 109 第二拐角凹槽
- [0050] 111、114 凹槽
- [0051] 116、119、120、137 斜面区域
- [0052] 127 基部部分
- [0053] 132 第一凹槽
- [0054] 133 第二凹槽。

具体实施方式

[0055] 参照图 1-5,大体在 2 处指示涡轮机转子轮。转子轮 2 包括具有中心轮毂 6 和外轮缘 8 的本体 4。外轮缘 8 包括被外表面 14 分开的第一外部周向边缘 10 和第二外部周向边缘 11。外表面 14 包括多个鸠尾凹槽,其中一个在 20 处指示,鸠尾凹槽构造成接收例如显示在 25 处的对应的多个涡轮机轮叶。轮叶 25 由第一间隔件 30 和第二或平衡间隔件 31 保持就位。当然,轮叶 25 可通过其它手段保持就位,如下面将更完整地论述的那样。在涡轮机运行期间,各种力所引起的应力导致在第一外部周向边缘 10 和第二外部周向边缘 11 中形成裂缝。随着时间的过去,诸如裂缝、凹坑等的任何缺陷将传播,并且可导致转子轮失效。因此,合乎需要的是在可能发生失效之前修理任何裂缝。因而,通常,直观地和用各种测试装备来检查转子轮,以定位和识别可存在于外部周向边缘 10 和 11 上的任何裂缝。取决于裂缝大小,将如下面将更完整地详细描述的那样修理转子轮。

[0056] 根据示例性实施例,具有大约 0.1 英寸(2.54 毫米)直至大约 0.5 英寸(12.7 毫米)的长度的裂缝可通过在外部周向边缘 10 和 11 中加工出拐角凹槽(turning groove)来移除。在任何加工之前,轮叶 25 必须固定在鸠尾凹槽 20 中。根据一个示例性实施例,轮叶 25 固持到转子轮 2 上,其中第一转子轮环 40 定位在第一外部周向边缘 10 周围,而第二转子轮环 43 定位在第二外部周向边缘 11 周围。多个连结条(其中一个在 46 处指示)将第一转子轮环 40 联结到第二转子轮环 43 上。照这样,当拐角凹槽形成于第一外部周向边缘 10 和第二外部周向边缘 11 中时,轮叶 25 被约束到外轮缘 8 上,如下面将更完整地论述的那样。

[0057] 进一步根据示例性实施例,第一转子轮环 40 包括外表面 55 和构造成接收第一外部周向边缘 10 的环形凹部 57。第一转子轮环 40 还包括多个安装部件,其中一个在 60 处指示,它们排列在外表面 55 周围。安装部件 60 呈例如 62 处所指示的带螺纹开口的形式,带螺纹开口从外表面 55 延伸向环形凹部 57。类似地,第二转子轮环 43 包括外表面 65 和环形凹部 67。多个安装部件(其中一个在 70 处指示)排列在外表面 65 周围。安装部件 70 呈带螺纹开口 72 的形式,带螺纹开口 72 从外表面 65 延伸向环形凹部 67。

[0058] 连结条 46 包括本体部件 80, 本体部件 80 具有通过中间部分 84 延伸到第二端 83 的第一端 82。第一端 82 包括呈开口 88 的形式的第二安装元件 91。类似地, 第二端 83 包括呈开口 92 的形式的第二安装元件 91。对于这个布置, 连结条 46 在邻近的轮叶 25 之间跨过外表面 14 而定位。第一安装元件 87 对准第一安装部件 60 或布置成与第一安装部件 60 配准, 而第二安装元件 91 对准第二安装部件 70 或布置成与第二安装部件 70 配准。一旦对准, 第一紧固件 95 就被传送通过第一安装元件 87 且接合带螺纹开口 62, 并且第二紧固件 96 被传送通过第二安装元件 91 且接合带螺纹开口 72。在这时, 将额外的连结条 (未分开标注) 安装在第一转子轮环 40 和第二转子轮环 43 之间, 以将轮叶 25 约束在鸠尾凹槽 20 内。

[0059] 在将第一转子轮环 40 和第二转子轮环 43 固定到转子轮 2 上之后, 从第一外部周向边缘 10 移除第一材料部分 106, 从而形成第一拐角凹槽 107。(图 6 和 7) 移除第一材料部分 106 会移除可已经形成于第一外部周向边缘 10 处的缺陷。类似地, 从第二外部周向边缘 11 移除第二材料部分 108, 从而形成第二拐角凹槽 109。移除第二材料部分 108 会从第二外部周向边缘 11 移除缺陷。在仅在第一外部周向边缘 10 和第二外部周向边缘 11 中的一个上发现缺陷的情况下, 可从第一外部周向边缘 10 和第二外部周向边缘 11 中的另一个移除材料, 以为转子轮 2 提供任何期望的平衡。

[0060] 如图 8-9 中显示的那样, 移除第一材料部分 106 和第二材料部分 108 而形成对应的第一拐角凹槽 107 和第二拐角凹槽 109 还导致间隔件 30 和 31 有材料损失。更具体而言, 形成拐角凹槽 107 导致在间隔件 30 中形成凹槽 111(图 8), 而拐角凹槽 109 导致在间隔件 31 中形成凹槽 114(图 9)。产生凹槽 111 和 114 的失去的材料包括用来在鸠尾凹槽 20 中将间隔件 30 和 31 固定到转子轮 2 上的连接部分。因此, 在形成拐角凹槽 107 和 109 之后, 从鸠尾凹槽 20 移除间隔件 30 和 31。斜面区域 116 形成于间隔件 30 上, 并且第一斜面区域 119 和第二斜面区域 120 形成于间隔件 31 上。斜面区域 116、119 和 120 提供促进在鸠尾凹槽 20 中将间隔件 30 和 31 固定或桩定到转子轮 2 上的可楔入表面。

[0061] 在某些布置中, 未使用间隔件。在这样的情况下, 诸如在图 10 中的 125 处显示的轮叶包括基部部分 127, 基部部分 127 具有在第一外部周向边缘 10 和第二外部周向边缘 11 之间延伸的第一端部分 128 和第二端部分 129。形成拐角凹槽来去掉缺陷导致在第一端部分 128 和第二端部分 129 中产生第一凹槽 132 和第二凹槽 133。在这个布置中, 斜面区域 137 形成于第一端部分 128 和第二端部分 129 中的一个处。斜面区域 137 提供促进在鸠尾凹槽 20 中将轮叶 125 固定或桩定到转子轮 2 上的可楔入表面。

[0062] 在这时, 应当理解, 示范性实施例描述了用于修理涡轮机转子轮的方法和设备。该设备在修理操作期间将轮叶固定到转子轮上。固定轮叶允许材料被从轮的外部边缘部分移除, 以促进移除可能已经形成的缺陷。如果让其不被固定, 则移除材料将允许轮叶从转子轮滑出。保持转子轮完整性允许形成可移除缺陷 (例如高达大约 0.5 英寸 (12.7 毫米) 的裂纹) 的拐角凹槽。以前, 超过 0.25 英寸 (6.35 毫米) 的裂纹需要停用转子轮。因此, 示范性实施例使得能够修理以别的方式将被放弃的转子轮。应当理解, 用语“缺陷”包括实际裂纹、凹坑、切口或在转子轮或轮叶中形成或生成的其它瑕疵。在修理期间让轮留在叶轮上导致在任何必要的修理之后轮和间隔件有期望的最终几何结构。也就是说, 将轮叶留在轮上导致组件的初始几何结构 (在修理之前) 尽可能地接近最终几何结构 (在修理之后)。照

这样,轮上的切面和间隔件上的切面对准,从而消除潜在的风阻加热。

[0063] 虽然结合仅有限数量的实施例来详细描述了本发明,但是应当容易地理解,本发明不限于这样公开的实施例。相反,可修改本发明,以结合此前未描述但与本发明的精神和范围相当的任何数量的变型、更改、替代或等效布置。另外,虽然描述了本发明的多种实施例,但是要理解,本发明的各方面可包括所描述的实施例中的仅一些。因此,本发明不应视为由前述描述限制,而是仅由所附权利要求的范围限制。

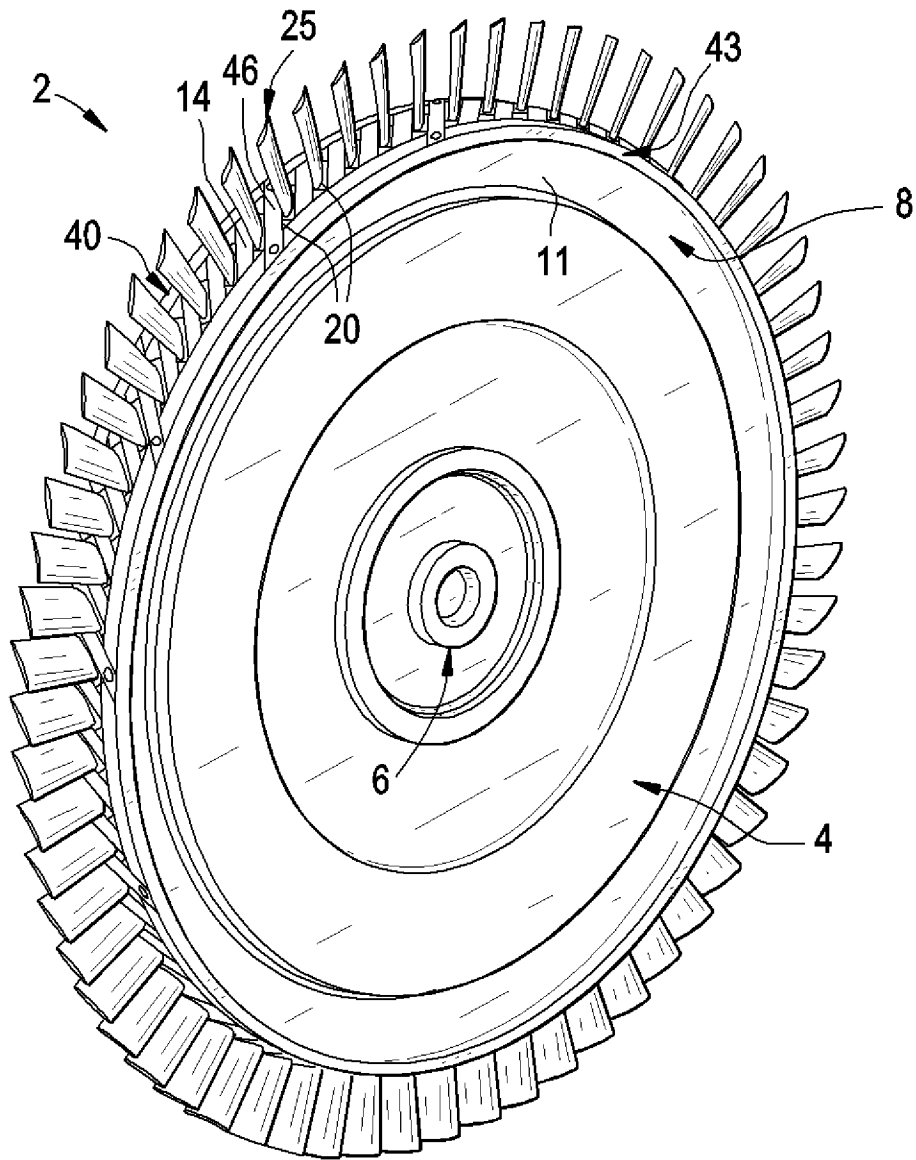


图 1

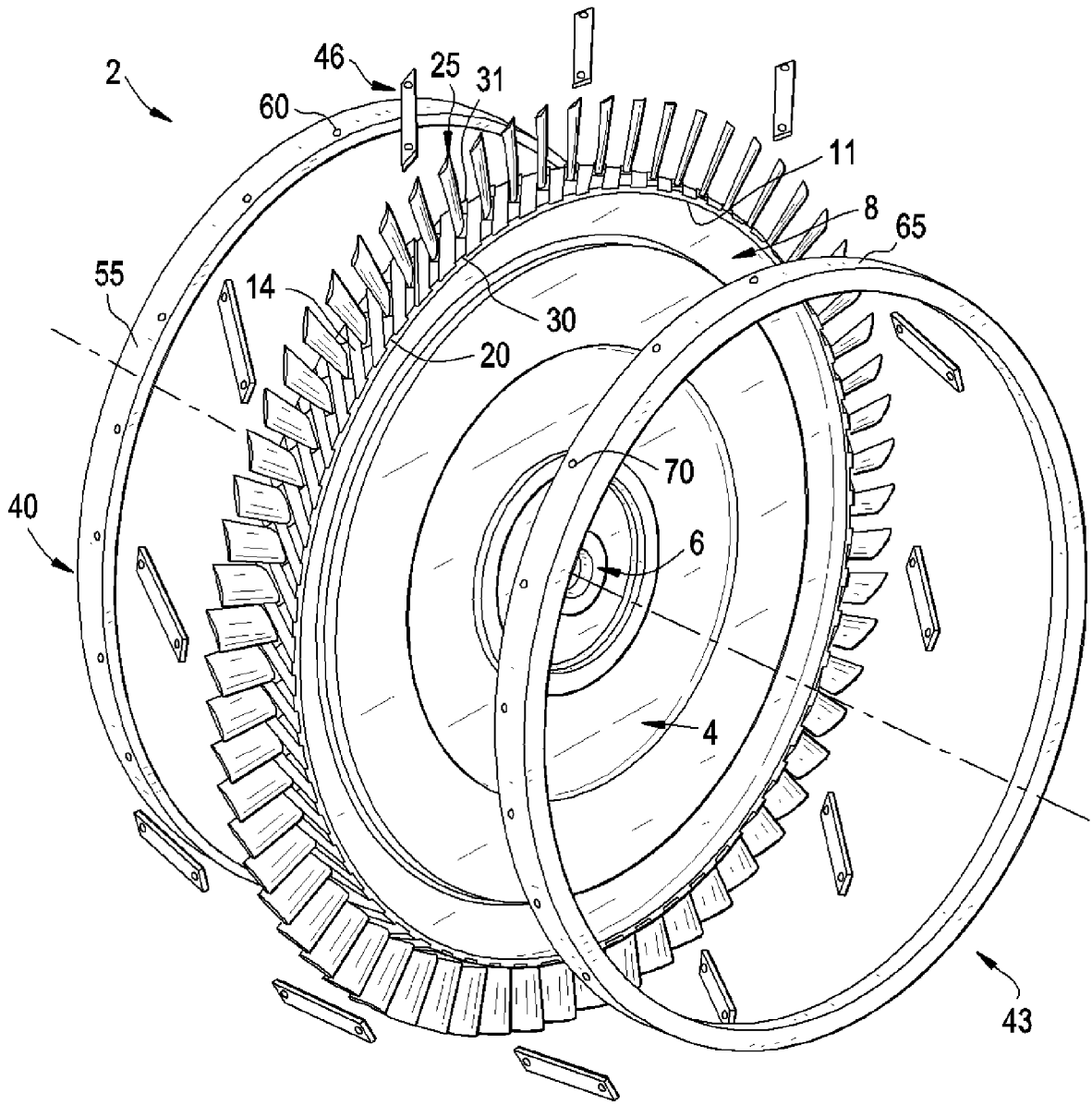


图 2

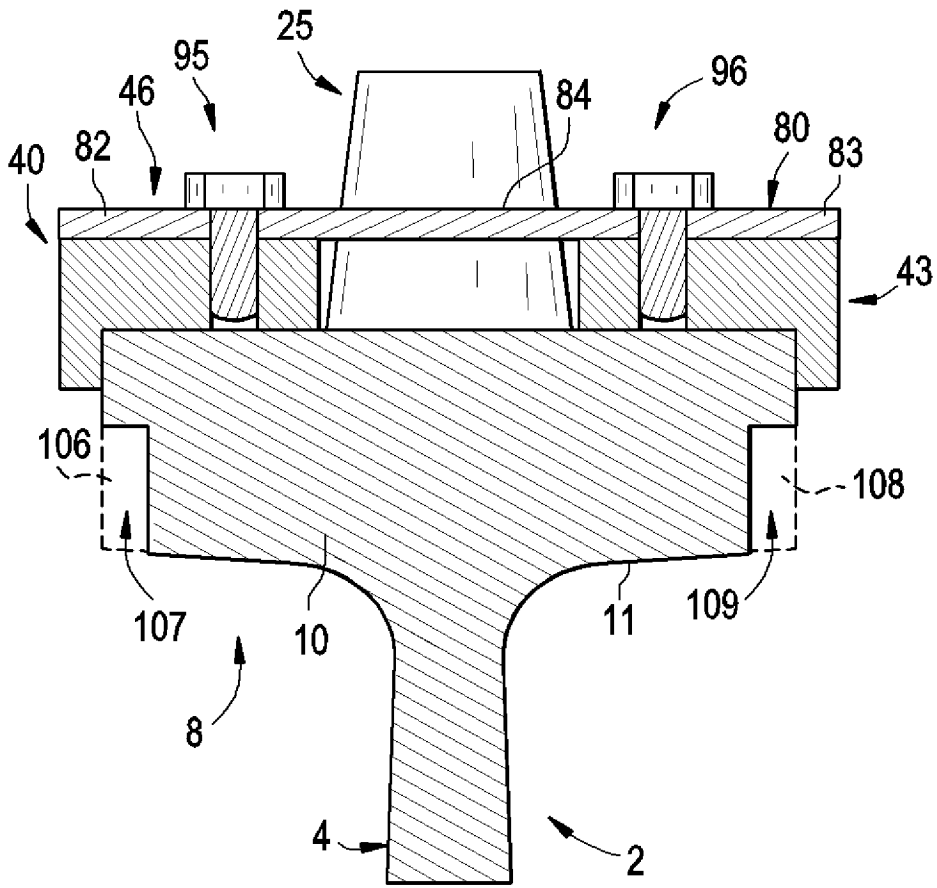


图 3

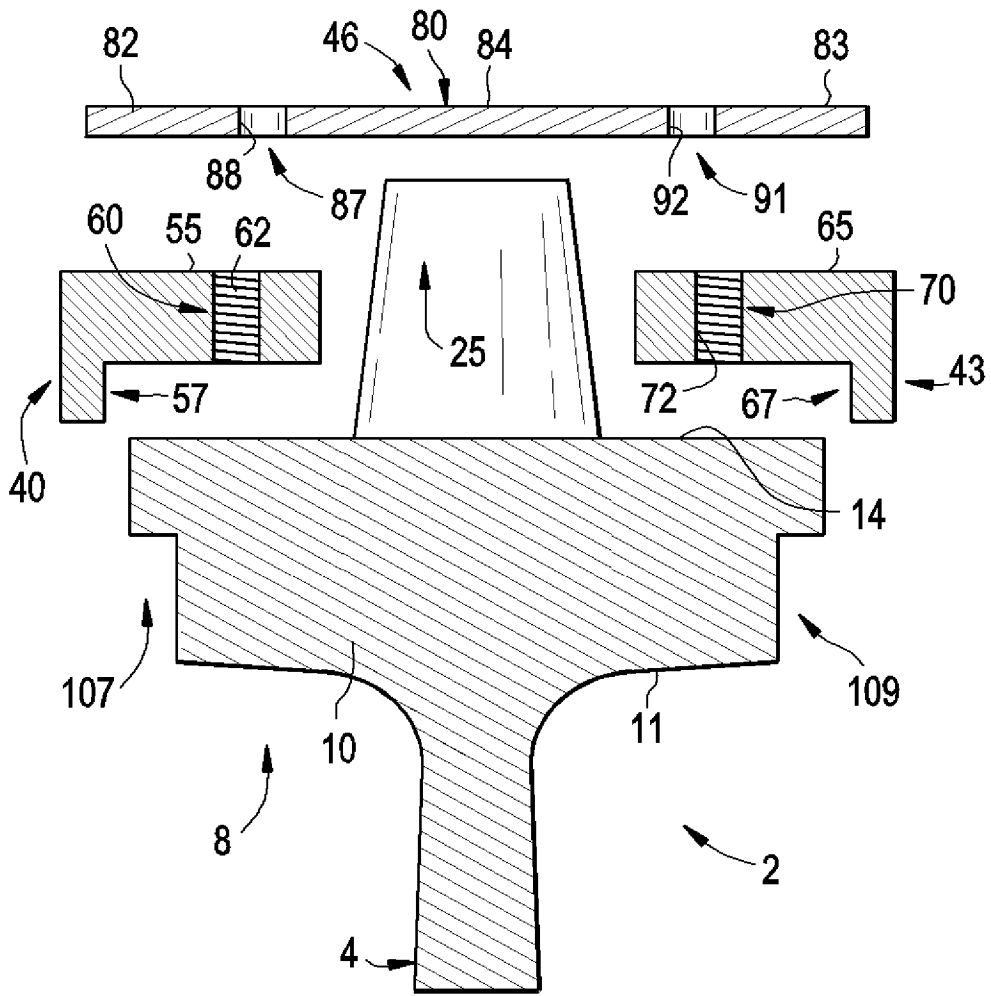


图 4

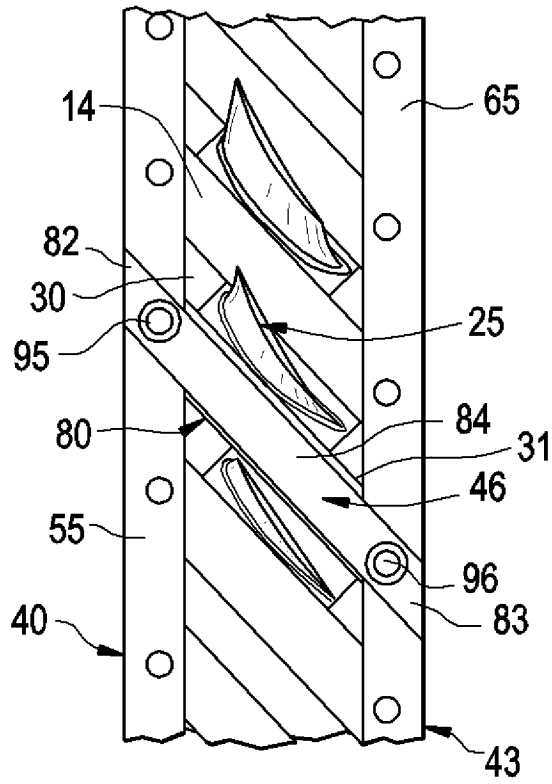


图 5

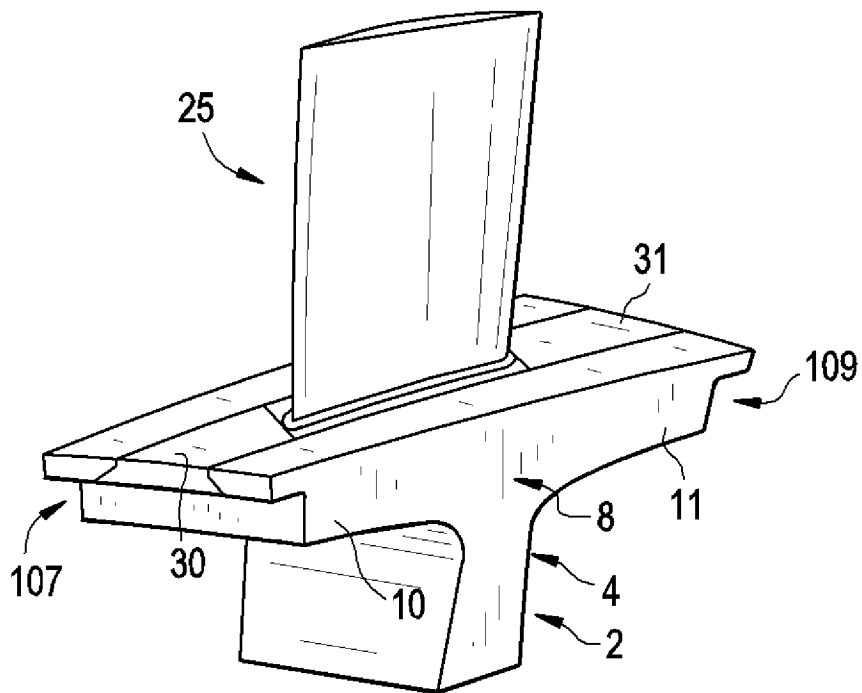


图 6

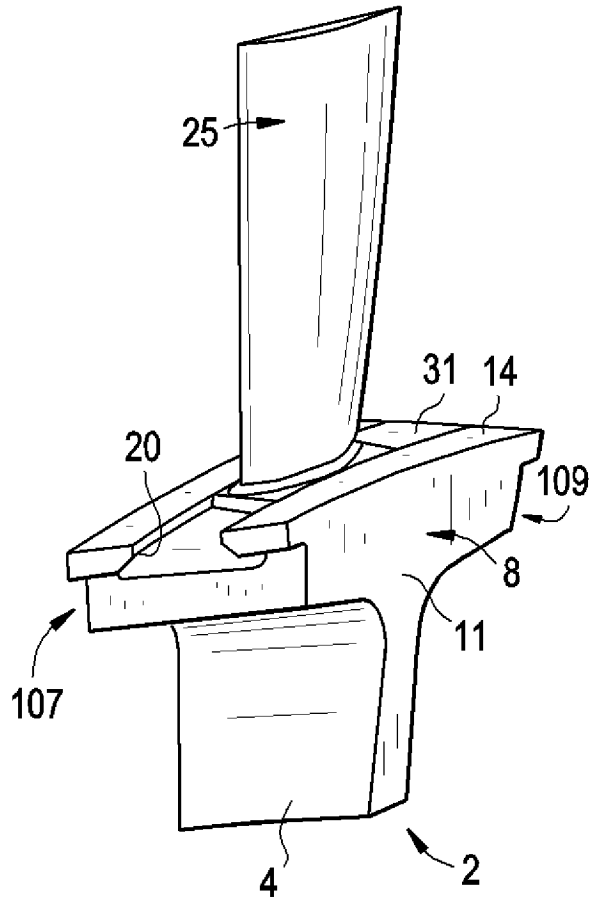


图 7

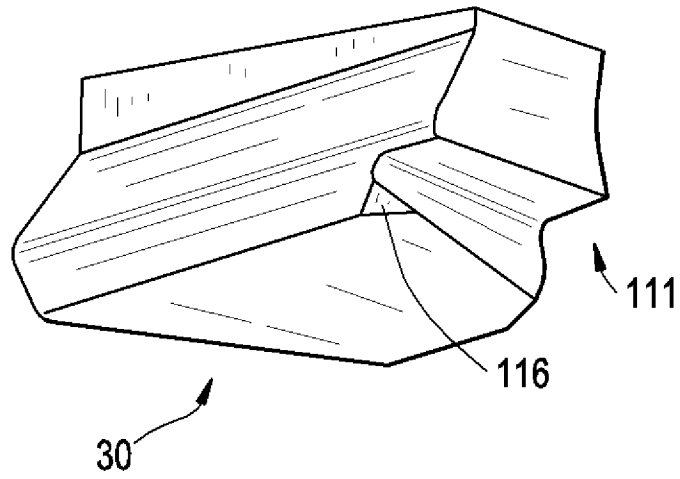


图 8

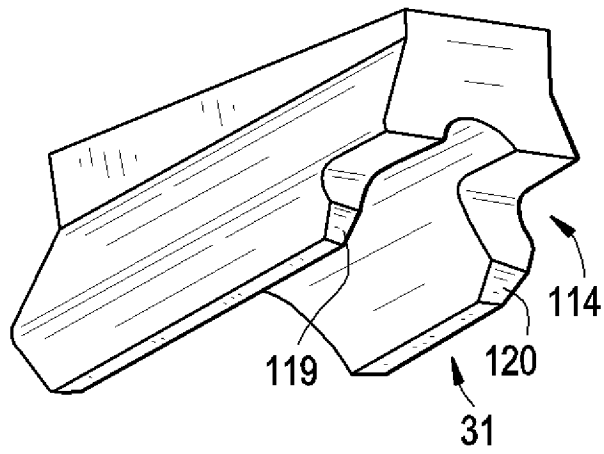


图 9

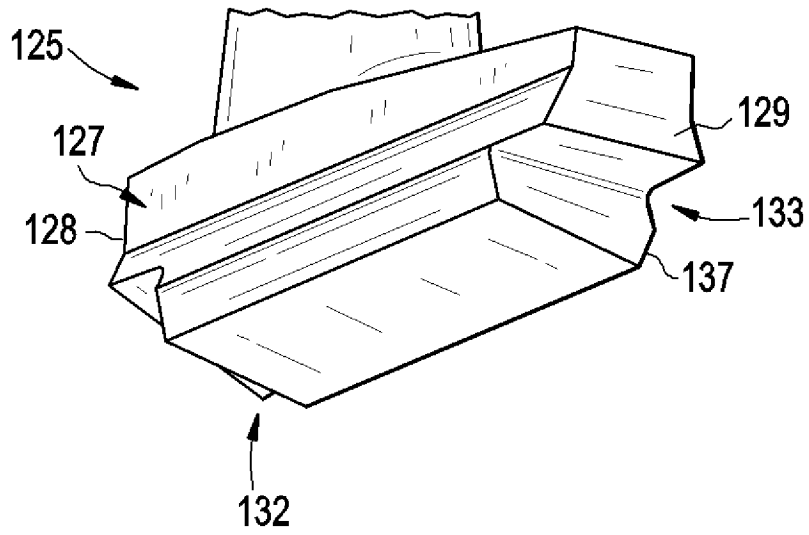


图 10