



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101509398 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 08

(21) 申请号 200810189158. 2

(22) 申请日 2008. 12. 29

(30) 优先权数据

07150436. 9 2007. 12. 27 EP

(73) 专利权人 太空技术航空公司

地址 比利时米尔芒特赫斯托

(72) 发明人 阿兰·德克雷 菲利普·恩斯特

(74) 专利代理机构 中国商标专利事务所有限公

司 11234

代理人 万学堂

FR 2715968 A1, 1995. 08. 11,

US 5030063 A, 1991. 07. 09,

GB 190909278 A, 1909. 08. 12,

GB 190909278 A, 1909. 08. 12,

审查员 刘京

(51) Int. Cl.

F01D 5/02 (2006. 01)

F01D 5/14 (2006. 01)

F04D 29/32 (2006. 01)

(56) 对比文件

DE 7225964 U, 1973. 08. 02,

US 5263823 A, 1993. 11. 23,

CN 1512037 A, 2004. 07. 14,

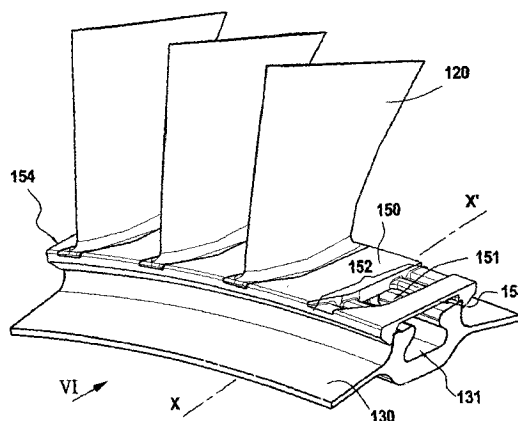
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

涡轮机叶轮的平台和叶片, 叶轮和包括这种叶轮的压气机或涡轮机

(57) 摘要

本发明涉及涡轮机叶轮用的平台 (150), 其包括鼓轮 (130) 和锤头连接式叶片 (120), 叶片的根部 (122) 固定到鼓轮 (130) 的周向槽 (131) 内, 该平台具有可与鼓轮 (130) 相配合的支撑和 / 或固定面。其特征在于, 平台 (150) 包括至少两个沿周向等距离隔开的开口 (151), 每个开口能够容纳叶片 (120) 的根部, 从而其构成与叶片 (120) 分开的整体构件形式的多叶片平台。适用于叶轮或涡轮机压气机。



1. 一种涡轮机叶轮的的平台 (150), 所述叶轮包括鼓轮 (130) 和锤头连接式叶片 (120), 叶片的根部 (122) 固定在鼓轮 (130) 的周向槽 (131) 内, 其特征在于, 该平台包括两个加强件 (153), 该加强件构成了位于平台 (150) 的上游和下游两端的内加强筋; 该加强件 (153) 包括构成轴向支撑表面的侧向支撑面 (153a), 该侧向支撑面在所述平台 (150)、所述鼓轮 (130) 和所述叶片 (120) 配合过程中能够在所述鼓轮 (130) 上周向地滑动, 并且该侧向支撑面能够独自将平台 (150) 轴向固定在鼓轮 (130) 上, 并通过在鼓轮 (130) 和加强件 (153) 之间形成迷宫式密封减少空气循环; 其中, 在其两个周向端部的每个端部处, 该平台还包括平台间支撑面 (154), 该平台间支撑面在安装到鼓轮 (130) 上后, 能够抵靠在相邻平台 (150) 的平台间支撑面 (154) 上; 其中, 该平台跨越角形段, 且该平台包括至少两个沿周向等距离隔开的开口 (151), 每个开口能够容纳叶片 (120) 的根部 (122), 从而构成与叶片 (120) 分开的整体构件形式的多叶片平台。

2. 根据权利要求 1 所述的平台 (150), 其特征在于, 在每个开口 (151) 的位置, 该平台还包括通向外端面的凹槽 (152), 从而可以容纳缩小的叶片平台 (123)。

3. 根据权利要求 1 所述的平台 (150), 其特征在于, 该平台在其每个开口 (151) 沿轴向方向的两侧还包括两个孔口 (155), 叶片锁扣 (125) 能穿过每个孔口。

4. 根据权利要求 1 所述的平台 (150), 其特征在于, 该平台包括四个沿周向等距离隔开的开口 (151), 每个开口都能够容纳叶片 (120)。

5. 根据权利要求 1 所述的平台 (150), 其特征在于, 该平台由轻金属合金或复合材料制成, 复合材料包括热塑性基体和纤维。

6. 通过根据以上任意一项权利要求所述的平台安装在鼓轮上的叶片 (120), 其特征在于, 该叶片制作成整体构件, 并包括叶片 (121) 和根部 (122), 二者之间形成缩小的平台 (123), 而且缩小的平台 (123) 的底面具有两个叶片锁扣 (125), 这两个叶片锁扣轴向设置在根部 (122) 的两侧并指向根部 (122)。

7. 一种动叶轮, 包括锤头连接式叶片 (120) 和鼓轮 (130), 该鼓轮包括周向槽 (131), 该周向槽能固定在叶片 (120) 的根部 (122) 上, 并具有插入凹槽 (133), 其特征在于, 该动叶轮包括数个根据权利要求 1 至 5 中任意一项所述的平台 (150), 每个平台都跨越叶轮的角形段并将数个叶片 (120) 固定在鼓轮 (130) 上, 从而在鼓轮 (130) 和加强件 (153) 之间形成迷宫式密封, 以减少平台下方空气循环。

8. 一种压气机, 其包括至少一个根据权利要求 7 所述的动叶轮。

9. 一种涡轮机, 其包括至少一个根据权利要求 7 所述的动叶轮。

涡轮机叶轮的平台和叶片,叶轮和包括这种叶轮的压气机 或涡轮机

技术领域

[0001] 本发明涉及涡轮机叶轮的 platform, 该叶轮包括鼓轮和锤头连接式叶片, 该叶片的根部固定在鼓轮的周向槽内, 具有与鼓轮配合的支撑和 / 或固定面。

[0002] 本发明特别涉及 (但并不限于) 涡轮机低压压气机的动叶轮。

背景技术

[0003] 通常, 这些叶轮包括一系列叶片, 每个叶片构成具有几个部件的独立件, 这些叶片直接安装到鼓轮上。

[0004] 图 1 为这种叶片的单独示意图, 图 2 到图 4 为安装到鼓轮 30 的周向槽 31 内的叶片示意图。

[0005] 在该示例中, 图 1 示出了现有技术的叶片 20, 其包括如下部件:

[0006] -- 叶片 21, 其主要沿径向和轴向延伸, 形成向空气流传输动能的部件;

[0007] -- 根部 22, 其通过被置入鼓轮 30 内, 使叶片固定在转子上的部件;

[0008] -- 平台 23, 其主要沿轴向并沿周向延伸, 形成限制和导通空气流的部件, 其位于叶片 21 和根部 22 之间; 以及

[0009] -- 倒圆部分 24(radius), 其形成叶片 21 和平台 23 之间的联接部件, 具有外渐进的过渡端面, 呈凹入轮廓形状。

[0010] 如图 2 到图 4 所示, 在装入到轴为 X-X' 的鼓轮 30 的周向槽 31 中后:

[0011] -- 每对平台 23 通过其周向端面 23a(见图 4) 相互抵靠, 由于成排叶片 20 之间安装的锁紧件 (图中未示) 以及周向槽 31 的锁紧缺口 (图中未示), 使叶片 20 沿相对于鼓轮 30 的圆周方向保持固定不动; 以及

[0012] -- 根部 22 和周向槽 31 具有彼此相对的支撑面 22a, 22b 和 31a, 31b(见图 3), 这些支撑面成对相互配合, 使叶片 20 相对于鼓轮 30 在径向和轴向上保持固定不动 (在转动时, 以及在离心力的作用下, 倾斜的支撑面 22a 和 31a 相接触)。

[0013] 这样, 环形锁扣 25 设在平台 23 的内端面、下游端 (见图 1, 3 和 4) 或平台 23 的上游端。作为另一种形式, 也可以在平台 23 的下游端和上游端都装有锁扣 25。

[0014] 该锁扣 25 在平台 23 的下方形成了一个接合点, 当发动机停止运转和叶片 20 不在离心状态时, 可保证支撑该锁扣的叶片 20 始终处于正确的位置。实际上, 锁扣 25 通过其自由端形成固定面, 该固定面抵靠在周向槽 31 周围的其中一个侧壁的顶面 (外端面) 上; 这样就防止了叶片 20 围绕根部 22 (图 3 中围绕平行于垂直方向的轴) 旋转。该锁扣 25 还用来确保密封性, 因为其还可以用作 O 形密封环 40 的支撑面, O 形密封环设置于鼓轮 30 外端面的环形突起 32 上, 靠近周向槽 31 (见图 3), 以防止空气在叶片 20 下方循环。

[0015] 在本发明中, 术语“内部”和“外部”分别表示靠近轴 X-X' 和远离轴 X-X' 的径向位置, 而术语“上游”和“下游”则指代以气流流动方向的沿轴 X-X' 的轴线位置, “上游”位于“下游”的前方。

[0016] 这种锤头连接式的整体式叶片 20 一般采用几种技术由钛合金制成：置于空气流中的部件，即叶片 21、倒圆部分 24 和平台 23 的顶面，是经锻造而成，而其它部件，即平台 23 的底表面和根部，都是在后锻造机加工步骤完成后获得。

[0017] 由于这些叶片 20 的整体特性，不可能使用与叶片 20 的各个不同部件的几何和工作应力最适合的方法和材料来制作这些不同的部件。

[0018] 另外，人们已经知道如何制作包含缩小的叶片平台（缩小的圆周范围）的叶片的制作方法，这些叶片是与其它叶片相分开，并具有各自特定的叶片间平台。

[0019] 文献 US6632070，US20070020102，尤其是 US20060222502 涉及到了这种情况。

[0020] 在文献 US20060222502 中，叶片、叶片间平台、叶片、叶片间平台…，如此交替安装在鼓轮的周向槽内。这样带有缩小平台的叶片和特定的叶片间平台就可以分开制造，因此，可以使用不同的技术和 / 或材料。

[0021] 然而，由于叶轮的部件数量非常大（一般多达两倍），在叶轮装配（或分解）时，还有许多手工操作。因为沿周向方向的空隙（所占间隙）必须尽可能小，大量部件的装配时间会比较长，因此，造成额外费用，而且部件彼此之间及沿多个叶片和叶片间平台的定位误差的风险也很大。

[0022] 此外，在带有特定叶片间平台的情况下，锁扣系统变得更加复杂，因为锁扣占用的空间一般是由叶片间平台所利用，这导致对称之为“锁定的叶片间平台”的叶片间平台的使用更加复杂。

[0023] 此外，在这种情况下，还存在出现空气泄漏的风险，这是因为在叶片的缩小平台和邻近的特定叶片间平台之间的空气通道数量过大，在平台外端面所限定的导管到平台下方的空间之间存在空气循环。为了优化特定叶片间平台的密封性，人们提出了修改叶片（或叶片间平台）的几何形状，但是，这些努力最终以几何形状非常复杂而告结束，而且，这也会增加大量额外费用。

发明内容

[0024] 本发明的目的是提供一种解决方案，可以解决现有技术中的缺陷，特别是提供可以分别制造平台和叶片的可能性，在不会过大地增加装配和 / 分解的手工操作次数的同时，又能将空气循环的风险降到最低。

[0025] 为此，根据本发明，该平台的特征在于，其具有支撑和 / 或固定面，该支撑和 / 或固定面能够与鼓轮相配合，使平台固定在鼓轮上，且该平台跨越角形段，且该平台包括至少两个沿周向等距离隔开的开口，每个开口能够容纳叶片的根部，从而构成与叶片分开的整体构件形式的多叶片平台。

[0026] 应该了解，通过不再使用各自特定的叶片间平台，而是使用多叶片平台，减少了沿周向堆叠的构件的数量，从而减少了装配 / 分解时的操作次数。

[0027] 该解决方案还提供了另一个优点，即，可以方便地优化平台的密封性，也就是说，将空气循环的风险降到最小。

[0028] 该解决方案还具有与传统的锁紧系统相匹配的优点，这对于特定的叶片间平台的方案是做不到的。

[0029] 本发明还涉及通过以上所述类型的平台用于安装在鼓轮上的叶片，其特征在于，

该叶片制作成整体构件,并包括叶片和根部,二者之间形成缩小的平台。

[0030] 本发明还涉及一种动叶轮,其包括锤头连接式叶片和鼓轮,该鼓轮包括周向槽,该周向槽能固定在叶片的根部上,并具有插入凹槽,其特征在于,该动叶轮包括数个以上所述类型的平台,每个平台都跨越叶轮的角形段并将数个叶轮的叶片固定在鼓轮上。

[0031] 本发明还涉及一种压气机,特别是低压压气机,在适当的场合也涉及高压压气机,该压气机包括以上所述类型的叶轮。

[0032] 最后,本发明涉及一种涡轮机,特别涉及涡轮喷气发动机,该涡轮机包括以上所述类型的叶轮。

附图说明

[0033] 下面参考附图,通过结合实施例阅读以下发明说明,就会了解本发明的其它优点和特性,附图如下:

[0034] 图 1 为根据现有技术的叶片的透视图(上面已经介绍);

[0035] 图 2 为根据图 1 的几个安装在鼓轮上的叶片的透视图(上面已经介绍);

[0036] 图 3 为图 2 沿 III 方向的投影视图(上面已经介绍);

[0037] 图 4 为图 3 沿 IV-IV 方向的剖面图(上面已经介绍);

[0038] 图 5 为根据本发明的平台的示意图,与图 2 类似;

[0039] 图 6 为图 5 沿 VI 方向的投影图;

[0040] 图 7 和图 8 为图 6 分别沿 VII-VII 和 VIII-VIII 方向的剖面图;

[0041] 图 9 和图 10 为根据本发明的多叶片平台的局部透视图和根据本发明的具有缩小平台的叶片的局部透视图;

[0042] 图 11 至图 13 为多叶片平台、带缩小平台的叶片和鼓轮相互之间装配步骤透视示意图;

[0043] 图 14 为图 13 沿 XIV-XIV 方向的局部放大剖面图。

具体实施方式

[0044] 参照图 5,其中部分示出了鼓轮 130 的一部分,这一部分对应跨越了四个带有缩小平台的叶片 120(图 5 中仅示出了四个叶片 120 中的其中三个)的角形段,四个叶片通过一个多叶片平台 150 经由其根部 122 而固定在鼓轮 130 的周向槽 131 内。

[0045] 当多叶片平台 150 安装在鼓轮 130 上时,对于每个叶片 120,该多叶片平台 150 包括通向周向槽 131 的开口 151。

[0046] 该多叶片平台 150 在每个开口 151 位置还包括通向多叶片平台 150 的外端面的凹槽 152,该凹槽可以容纳缩小的叶片平台 123。该凹槽 152 是沿轴向在平台 150 的整个长度上延伸的腔室,而其宽度是沿周向方向以与开口 151 或叶片 120 的缩小平台 123 的宽度相同的距离延伸,其自身至多与叶片 120 根部 122 的宽度相同。

[0047] 为了使平台 150 安装在鼓轮上,平台 150 还包括两个加强件 153,该加强件包括侧向支撑面 153a,该支撑面能够独自将平台 150 轴向固定在鼓轮 130 上,并能减少空气循环。

[0048] 为此,两个加强件 153 构成了位于平台 150 的两个上游和下游端的内加强筋。两个加强件 153 包括(见图 14)侧向支撑面 153a,用来与周向槽 131 侧壁 132 的支撑面 132a

相配合。较佳地,侧向支撑面 132a 和 153a 构成轴向支撑表面,即,在鼓轮和平台 150 之间提供全面接触的表面,以便实现鼓轮和平台 150 之间完全的轴向固定。

[0049] 此外,在鼓轮 130 和加强件 153 之间可以形成迷宫式密封,以减少平台(内端面)下方空气循环,这样就不需要使用 O 形密封环 40。

[0050] 平台 150 在其两个周向端部的每个端部处还包括(见图 5,6,10,12 和 13)平台间支撑面 154,在平台 150 安装到鼓轮 130 上后,该支撑面能够抵靠在相邻平台 150 的平台间支撑面 154 上。

[0051] 平台 150 在每个开口 151 沿轴向的两侧还包括两个孔口 155,叶片锁扣 125(见图 9,10 和 14)能够通过每个孔口。

[0052] 因而,应该了解,凹槽 152 限定了凹槽的空间,其相对于平台 150 的外表面形成凹陷,只在开口 151 和孔口 155 的位置处穿过平台 150 的整个厚度。

[0053] 根据本发明,具体如图 9 和图 12 所示,专门用于根据本发明的多叶片平台 150 的叶片 120 制成整体件,其包括叶片 121 和根部 122,二者之间形成缩小的平台 123,该平台的尺寸在轴向、周向和径向上均精确地分别对应于缩小的平台 123 能够插入的凹槽 152 的轴向、周向和径向方向上的尺寸。

[0054] 这样,可以避免缩小的平台 123 和多叶片平台 150 之间的空气循环。

[0055] 此外,当每个缩小平台 123 置于其凹槽 152 内时,缩小的平台 123 和多叶片平台 150 的顶面都为齐平状态,从而可避免空气流的任何气动力扰动。

[0056] 带缩小平台 123 的叶片 120 还包括一个倒圆部分 124,其类似于与现有技术相关的前面所述叶片 20 的倒圆部分 24。

[0057] 此外,缩小平台 123 的底面具有两个叶片锁扣 125,轴向布置在根部 122 的两侧并指向根部 122。

[0058] 这两个叶片锁扣 125 穿过平台 150 的两个孔口 155 与鼓轮 130 相互配合。锁扣 125 的自由端具有内支撑面 125a(见图 14),这些支撑面的配合形式是倚靠在 / 抵在位于鼓轮周向槽 131 的侧壁 132 内的自由端上的对应外支撑面 132b 上。

[0059] 这样,叶片 120 的锁扣 125 就与鼓轮 130 的外支撑面 132b 相互配合,从而以径向固定平台 150。制作孔口 155 并确定其尺寸,以便使叶片 120 和鼓轮 130 之间能够相互配合。

[0060] 这种带两个锁扣 125 的形式是优选方式,如附图所示(具体见图 7,9 和 14),而根据图中未示的另一种形式,缩小的平台 123 仅包括一个锁扣 125。在这种情况下,或者是多叶片平台 150 不改动,而两个孔口 155 中的其中一个在装配后保持空闲,或者是多叶片平台 150 只包括一个孔口 155。

[0061] 平台 150 的侧向支撑面 153a 与鼓轮 130 的侧向支撑面 132a 之间的相互配合,一方面确保了在装配时平台 130 正确的轴向定位,另一方面限制了平台底部的空气循环(空气渗漏)。

[0062] 应该注意,每个叶片 120 的根部 122 和鼓轮的周向槽 131 之间的相对位置,与图 1 到图 4 中提供的现有技术的装配方式保持类似,该相对位置是通过周向槽 131 侧壁 132 的倾斜内支撑面 132c 与根部 122 侧向面的倾斜外支撑面 122a 在旋转时及在离心力的作用下相接触,从而在轴向和径向方向上被确定。

[0063] 根据以上所述和附图所示的实施例,该多叶片平台 150 包括沿周向彼此等距离隔开的四个开口 151,而且每个开口都能容纳叶片 120。根据本发明,该多叶片平台 150 跨越由几个叶片 120 组成的角形段,这意味着多叶片平台 150 可以按照几个不同的形式来制造,以通过同样数量的开口 151 来容纳两个、三个或更多叶片 120,每个开口均与凹槽 152 和两个孔口 155 相联通。

[0064] 多叶片平台 150 优采用轻金属合金或复合材料制成,该复合材料包括热塑性基体和纤维,优选短纤维,但长纤维也能使用。

[0065] 例如,热塑性基体可以是 PEI(聚醚醚亚胺)或 PEEK(聚醚醚酮)型,纤维包括碳纤维或玻璃纤维。

[0066] 或者,多叶片平台 150 也可以采用铝合金制成。

[0067] 鼓轮 130 可以与现有技术的鼓轮 30 相同。然而因为根据本发明,平台 150 与叶片 120 是分开的,因此可以(如前所述)用较轻的材料而不是叶片 120 材料(一般为钛)制成平台。可以将鼓轮 130 变薄,因为其所承受的各种力降低了。

[0068] 应该了解,与根据现有技术所获得的叶片 20 所需尺寸相比,根据本发明,可从缩小了尺寸的“锻造”件中获得带有缩小的平台的叶片 120。

[0069] 此外,根据本发明,可以减轻含有叶片 120 和多叶片平台 150 的组件的重量,并因此减轻该组件装配到鼓轮 130 上时转子(或叶轮)的重量。

[0070] 参照图 11 到 13,下面介绍每个平台 150、鼓轮 130 和叶片 120 之间的装配情况。

[0071] 多叶片平台 150 必须首先通过在加强件 153 的侧向支撑面 153a 和鼓轮 130 周向槽 131 侧壁 132 的侧向支撑面 132a 之间滑动从而安装在鼓轮 130 上(见图 13)。在该步骤中,多叶片平台 150 的开口 151 设于插入凹槽 133 的对面(见图 11),插入凹槽 133 形成一个伸入鼓轮 130 周向槽 131 的底部的凹部。

[0072] 其次,在整个根部 122 被置于周向槽 131 内之前,第一叶片 120 的根部 122 插入到与插入凹槽 133 相对而置的开口 151 内。

[0073] 在该步骤中,锁扣 125 自动进入到对应的孔口 155 内(见图 14)。

[0074] 第三,多叶片平台 150 通过在加强件 153 的侧向支撑面 153a 和鼓轮 130 周向槽 131 侧壁 132 的侧向支撑面 132a 之间滑动,而在鼓轮 130 的周向移动,从而使下一个开口 151 面向插入凹槽 133,以使下一个叶片装入到多叶片平台 150 内。

[0075] 在该步骤中,第一叶片 120 锁定到位,因为后者不再面对插入凹槽 133,其根部 122 不再从周向槽 131 中退出,从而获得图 14 所示的固定位置。

[0076] 当对应于多叶片平台 150 的周向长度的角形段的所有叶片 120 都按这种方法安装后,就可以安装下一个多叶片平台 150 和其相应的叶片 120,依此类推。

[0077] 当所有多叶片平台 150 和所有叶片 120 都安装后,如现有技术那样,整个部件就通过安装两个锁件(图中未示)被锁定在插入凹槽 133 内及其两侧。

[0078] 应该了解,平台 150 将叶片 120 固定在鼓轮 130 的周向上。

[0079] 由于采用了多叶片平台 150,装配阶段(或反方向的分解阶段)就非常容易、可靠、快捷了。

[0080] 因此应该了解,多叶片平台 150 的使用可以改善流经动叶轮的空气流循环的主管道的限定范围,与此同时,将空气循环降到最小。

[0081] 根据本发明,平台 150 仅通过支撑和 / 或固定面来安装在鼓轮 130 上,而不使用附加固定装置,诸如螺丝和螺栓或焊接(不需要在鼓轮、平台或叶片根部上进行钻孔)。

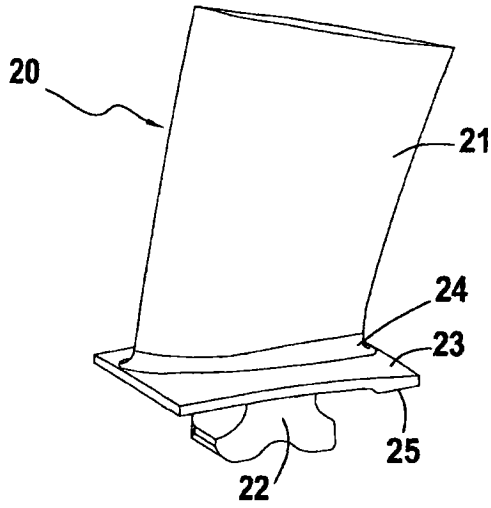


图 1

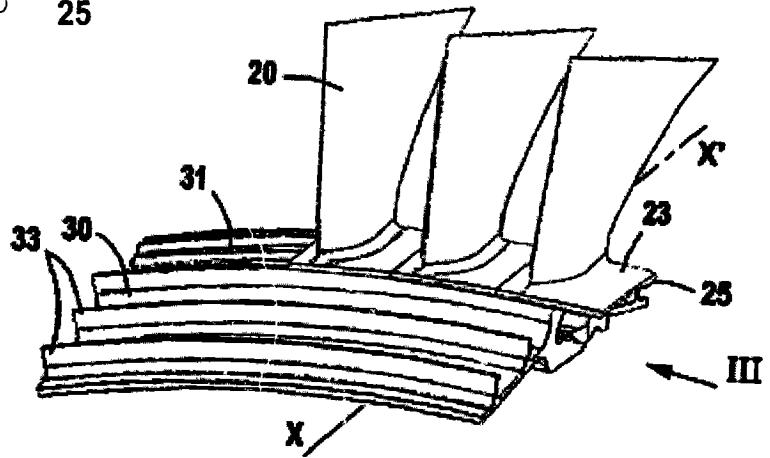


图 2

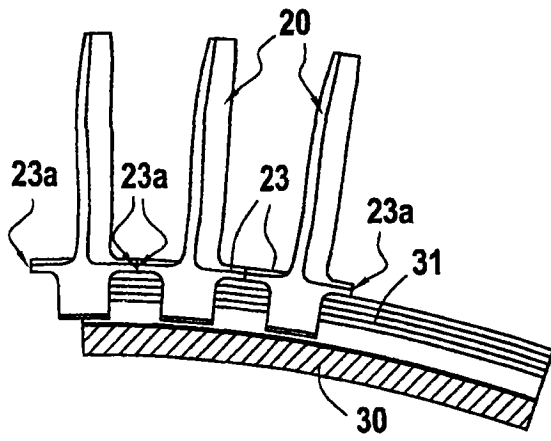


图 4

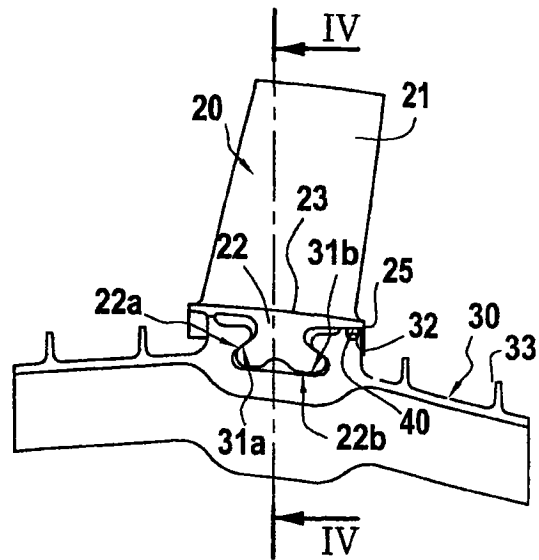


图 3

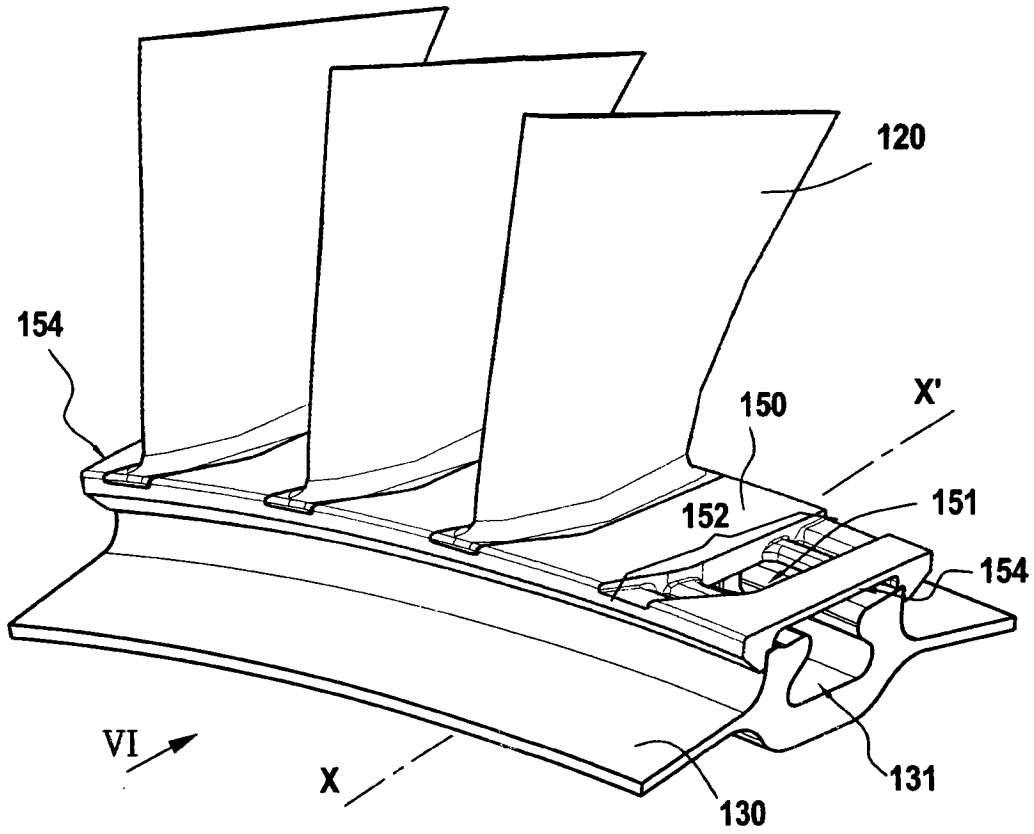


图 5

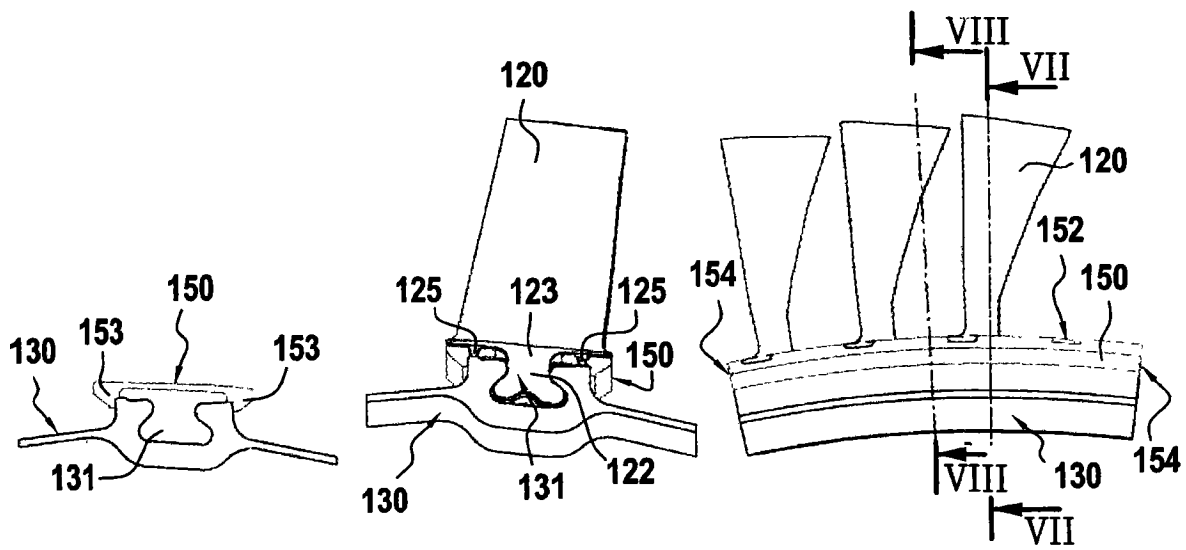


图 8

图 7

图 6

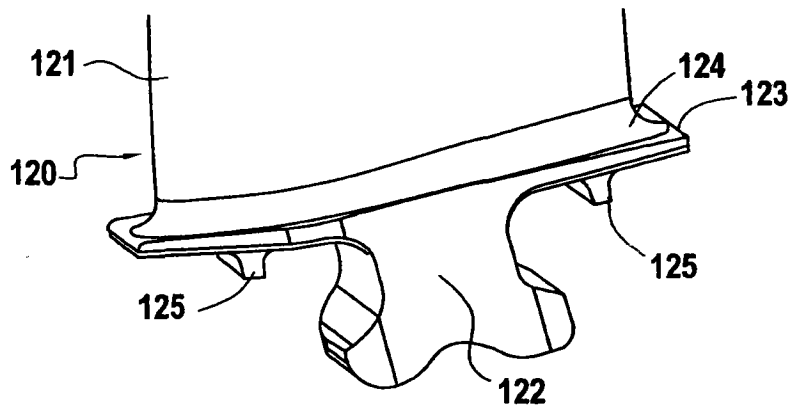


图 9

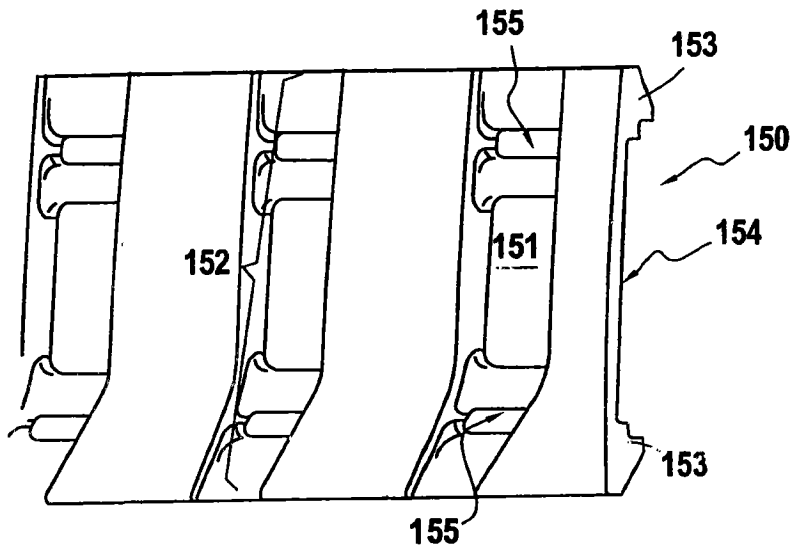


图 10

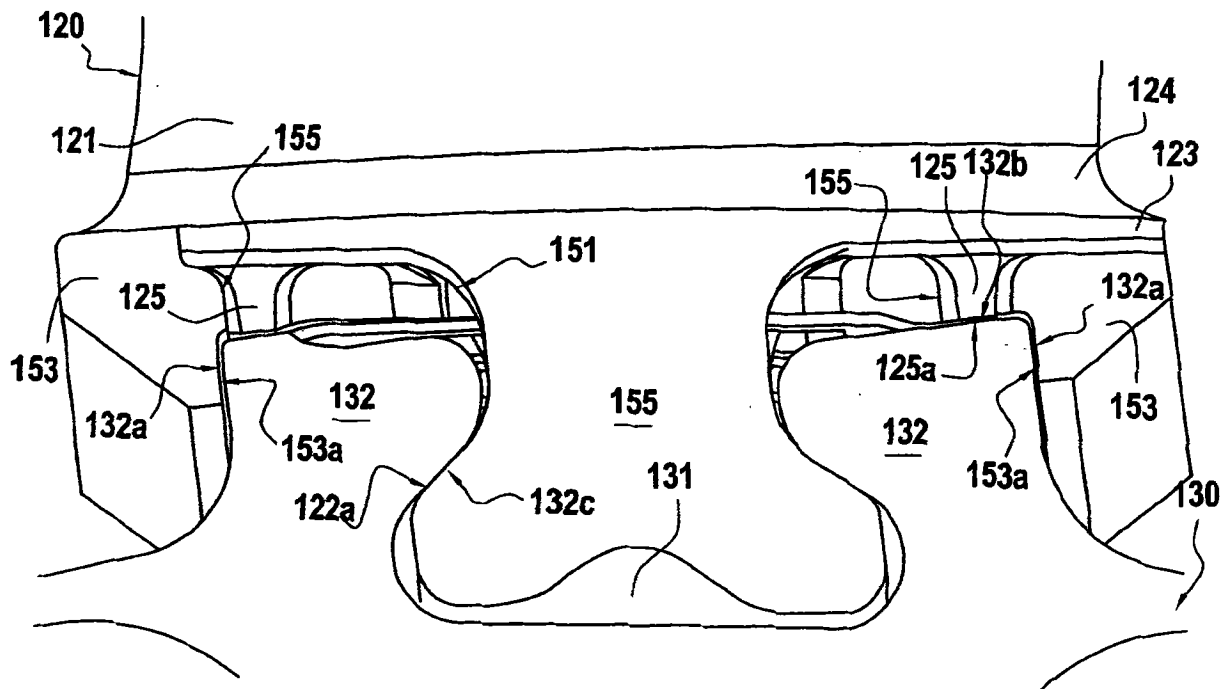


图 14

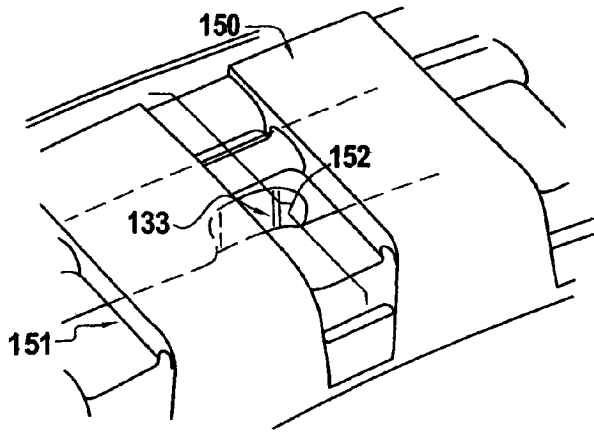


图 11

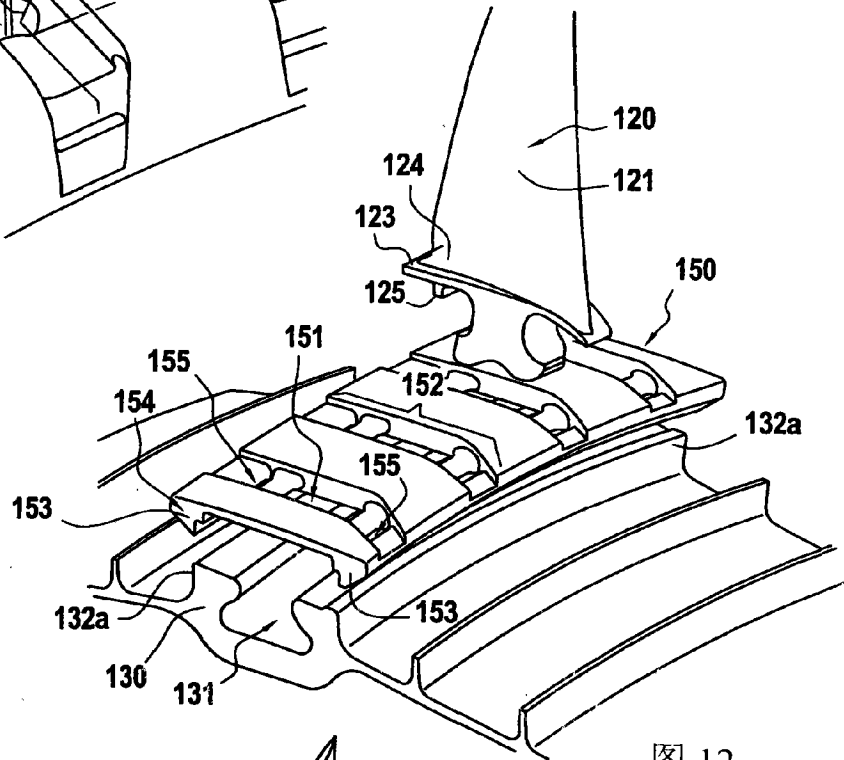


图 12

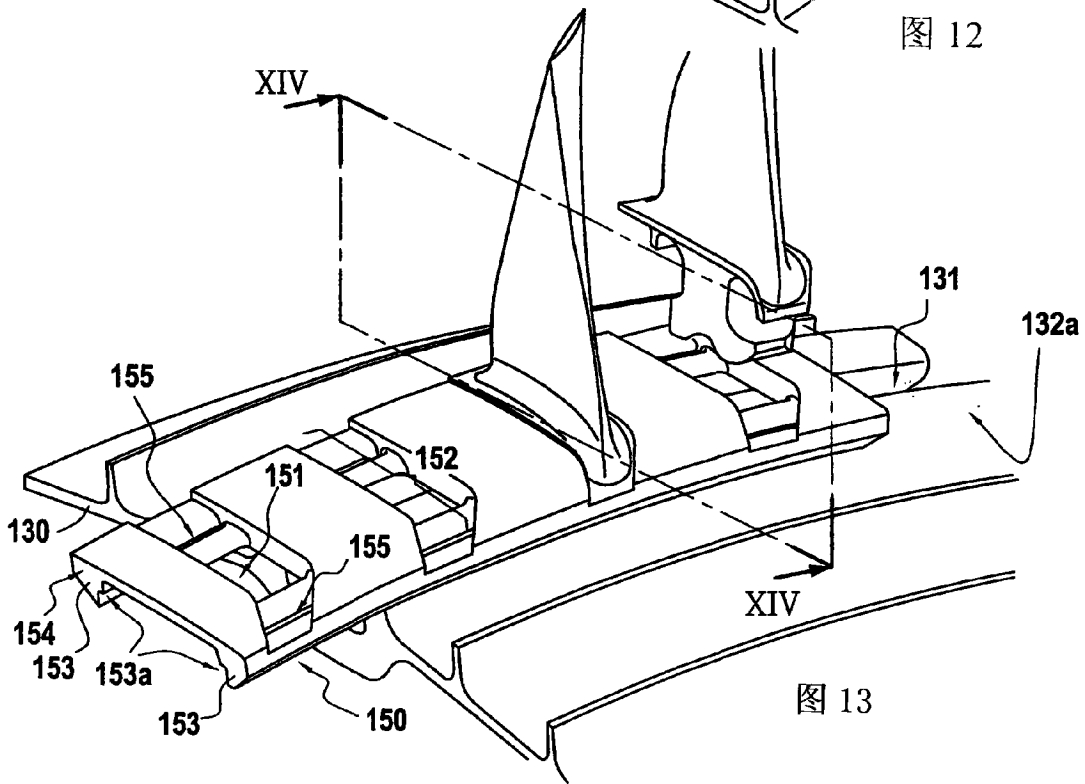


图 13