

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101535602 B

(45) 授权公告日 2012. 01. 11

(21) 申请号 200780041599. 1

(22) 申请日 2007. 09. 20

(30) 优先权数据

06023274. 1 2006. 11. 08 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 05. 08

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2007/059935 2007. 09. 20

(87) PCT申请的公布数据

W02008/055737 DE 2008. 05. 15

(73) 专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 海因茨-于尔根·格罗斯

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 郝俊梅

(51) Int. Cl.

F01D 5/18(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5468125 A, 1995. 11. 21,
EP 1508746 A1, 2005. 02. 23,
GB 2257479 A, 1993. 01. 13,
EP 1510653 A3, 2006. 10. 18,
US 5857837 A, 1999. 01. 12,
EP 1473439 A2, 2004. 11. 03,
EP 1043479 A2, 2000. 10. 11,
EP 0416542 B1, 1994. 02. 02,
JP 8296403 A, 1996. 11. 12,

审查员 吴斐

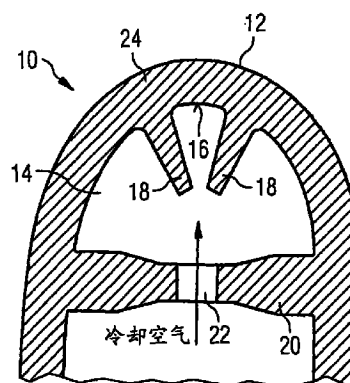
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

涡轮叶片

(57) 摘要

本发明涉及一种涡轮叶片 (10), 其包括至少一个冷却元件 (18) 和一个流过冷却剂的冷却通道 (14), 所述至少一个冷却元件 (18) 布设在冷却剂流路中以及设计为棒齿状。本发明还涉及一种涡轮叶片 (10), 它包括一个前缘 (12)、一个设计在涡轮叶片 (10) 内流过冷却空气的冷却通道 (14), 它至少沿部分进气边 (12) 延伸, 以及包括一些冷却元件 (18), 这些冷却元件沿冷却通道 (14) 的纵向位置固定地相继排列在冷却通道内, 其中, 每个冷却元件 (18) 具有一种与冷却元件 (18) 周围前缘 (12) 预定的冷却需求相适应的冷却能力。



1. 一种涡轮叶片 (10), 其包括带有冷却通道 (14) 的叶身和沿叶身延伸的前缘 (12), 其中冷却通道 (14) 相对于前缘 (12) 而言以壁段 (24) 为界, 以及, 设有用于冷却壁段 (24) 的冲击冷却装置, 其特征为: 两个或多个有不同长度的榫齿状冷却元件 (18), 从壁段 (24) 起延伸到冷却通道 (14) 中, 它们的长度与当地预定的冷却需求相适应。

2. 按照权利要求 1 所述的涡轮叶片 (10), 其中, 所述壁段 (24) 具有面朝冷却通道 (14) 的壁面 (16), 以及所述至少一个冷却元件 (18) 与该壁面 (16) 成直角地延伸到冷却通道 (14) 中。

3. 按照权利要求 1 或 2 所述的涡轮叶片 (10), 其中, 所述壁段 (24) 具有面朝冷却通道 (14) 的拱形壁面 (16), 设有两个或多个冷却元件 (18), 这些冷却元件 (18) 具有延伸到冷却通道 (14) 中的长度尺寸, 以及所述两个或多个冷却元件 (18) 以其长度尺寸指向壁面 (16) 的拱形的中心。

4. 按照权利要求 3 所述的涡轮叶片 (10), 其中, 所述冷却通道 (14) 至少部分平行于前缘 (12) 地连续延伸通过涡轮叶片 (10)。

5. 按照权利要求 1 或 2 所述的涡轮叶片 (10), 其中, 所述至少一个冷却元件 (18) 或两个或多个冷却元件 (18) 与所述壁段 (24) 设计为一体式的。

6. 按照权利要求 1 或 2 所述的涡轮叶片 (10), 其中, 所述冷却通道 (14) 至少部分平行于前缘 (12) 地连续延伸通过涡轮叶片 (10)。

7. 按照权利要求 6 所述的涡轮叶片 (10), 其中, 所述壁段 (24) 具有面朝冷却通道 (14) 的拱形壁面 (16), 设有两个或多个冷却元件 (18), 这些冷却元件 (18) 具有延伸到冷却通道 (14) 中的长度尺寸, 以及所述两个或多个冷却元件 (18) 以其长度尺寸指向壁面 (16) 的拱形的中心。

8. 按照权利要求 1 或 2 所述的涡轮叶片 (10), 其中, 所述壁段 (24) 的冲击冷却装置是一个与该壁段 (24) 相对置的构成冷却通道 (14) 边界的后壁 (20), 其中设有多个冲击冷却孔 (22)。

9. 按照权利要求 8 所述的涡轮叶片 (10), 其中, 所述冲击冷却孔 (22) 布置为, 使通过它们流动的冷却空气射流被导向所述冷却元件 (18)。

涡轮叶片

技术领域

[0001] 本发明涉及一种涡轮叶片,该涡轮叶片包括带有冷却通道的叶身和沿叶身延伸的前缘,其中冷却通道相对于前缘而言以壁段为界,以及,设有用于冷却壁段的冲击冷却装置。

[0002] 涡轮叶片,尤其燃气轮机的涡轮叶片,工作时遭受迅速超过材料应力极限的高温。这种情况尤其发生在进气边周围的区域,在这里高温的工作气流最初冲击在涡轮叶片的叶片型面上。为了使涡轮叶片也能在高温下使用,长期以来已知恰当地冷却涡轮叶片,使涡轮叶片有更高的耐热强度。采用有高耐热强度的涡轮叶片,尤其可以达到特别高的能量利用效率。

[0003] 已知的冷却方式尤其是对流冷却、冲击冷却和气膜冷却。在对流冷却的情况下,冷却空气经通道导入叶片内部,利用对流效应排出热量。在冲击冷却的情况下,冷却气流从内部冲击在叶片内表面上。以此方式在命中点可以实施非常良好的冷却作用,当然这种冷却作用只限于命中点狭小的区域及其周围。因此这种冷却方式大多用于冷却也称为前缘的进气边。在气膜冷却的情况下,冷却空气通过涡轮叶片上的一些孔从涡轮叶片内部向外导引。这种冷却空气绕流涡轮叶片,以及在高温工作气体与叶片表面之间形成隔热层。所说明的这些冷却方式根据应用情况恰当组合,以达到尽可能有效的叶片冷却。

[0004] 由 EP1473439A2 已知一种具有冲击冷却的入流边的此类涡轮叶片,它在面朝冲击冷却通道的内表面上有肋和扰流子。在连接吸入侧壁与压力侧壁的桥梁内设有冲击冷却孔,冷却空气可以通过这些冷却孔导向布设在内表面上的肋。

[0005] 作为上述冷却方式的补充,非常广泛地使用冷却装置,如扰流子,它们大多制备成肋的形式。冷却装置布设在用于对流流动的冷却通道内部,冷却通道在涡轮叶片内部延伸。冷却通道内肋的置入,促使在边界层内的冷却气流分离和扰流。在冷却通道壁与冷却空气之间存在温差时,通过这种对流动的强迫干扰增强热传导。通过配备冷却肋,持续地促使气流形成新的“再存留区(Wiederanlegegebiete)”,在此区域内可达到显著增大当地传热系数。基于高的工作温度,限制了已知肋的使用寿命,这尤其是已知肋的几何形状带来的结果。与已知肋几何形状相关联的热应力导致内部裂纹,该裂纹会限制肋的使用寿命,并因而最终也限制涡轮叶片的使用寿命。

[0006] 为了冷却涡轮叶片在工作期间通常热负荷非常高的进气边,亦即前缘,往往在涡轮叶片内靠近进气边设计有平行延伸的冷却通道,其中通过设计在叶片中的其他冷却通道供入冷却空气。如此实现的进气边对流冷却,对于薄膜冷却的叶片,大多通过对在进气边附近延伸的冷却通道的冲击冷却作为补充。在涡轮叶片不进行薄膜冷却的应用中,对流冷却通过设在冷却通道内壁上的扰流子强化。

[0007] 发明内容

[0008] 总之,当前不仅在气膜冷却式叶片中,而且在非气膜冷却的叶片中,均存在更显著地要改善冷却,尤其要改善进气边冷却的需求。尤其是当前的冷却方案也没有考虑在涡轮叶片使用期间形成的不均匀温度分布。

[0009] 本发明要解决的技术问题是提供一种涡轮叶片,它无论存在气膜冷却与否,与已知的方案相比均能有效地冷却,并有更长的使用寿命。

[0010] 按照本发明此技术问题通过按照权利要求 1 特征所述的涡轮叶片得以解决。

[0011] 涡轮叶片具有一个在涡轮叶片一侧延伸的前缘,其中冷却通道相对于前缘而言以一个壁段为界,以及,具有两个或多个长度不同的榫齿状冷却元件,它们从所述壁段起延伸到冷却通道中,为了与当地预定的冷却需求相适应,它们的长度是不同的。

[0012] 因此通常热负荷很大的前缘可以非常有效地被冷却。借助按照本发明的从所述壁段延伸到冷却通道中以及尤其促使冷却剂强烈扰流的冷却元件,在所述壁段与冷却剂之间存在温差时可以显著增强热传导,与此同时显著增大当地传热系数。总之,以此方式可以将热量非常有效地排出到前缘的周围环境中,与此同时非常有效地冷却前缘。

[0013] 按照本发明将由冷却剂首先冲击冷却式地入流的冷却元件,设计为榫齿状。设计为榫齿状的冷却元件,一方面促使增大可冷却的壁面,另一方面在实施冲击冷却后,导致例如冷却空气形式的冷却剂非常强烈的扰流,在冷却通道壁与冷却剂之间存在温差时,流动通过如此强烈的强迫干扰增强热传导,与此同时显著增大当地传热系数。

[0014] 此外,通过冷却元件采用按照本发明规定的榫齿状的设计,在涡轮叶片工作期间在冷却元件内形成的热应力保持为最低程度,从而不会产生内部裂纹,在这里尤其使热应力比在已知的扰流子中形成的热应力小得多。因此按照本发明改善整体的应力状况,与已知的方案相比,可以达到显著延长冷却元件的使用寿命,与冷却元件长的使用寿命相关联地也使涡轮叶片有长的使用寿命。

[0015] 与已知的方案相比,按照本发明的涡轮叶片即使不采用气膜冷却也可以经受更高的燃气温度。如果采用气膜冷却,则允许有更高的燃气温度。由此再次提供可能性,可以将按照本发明的涡轮叶片设计为有较薄的外壁。

[0016] 按照本发明每个榫齿状冷却元件沿恰当设计的长度的冷却能力,与冷却元件周围预定的当地冷却需求相适应。在其周围存在高冷却需求的冷却元件的长度,按照本发明比那些在其周围冷却需求低的冷却元件长。通过增加个别冷却元件的长度,一方面增大“扰流区”以及也增大要冷却的表面,与此同时显著提高当地的传热系数。

[0017] 按照本发明的一项实用的扩展设计,所述壁段具有面朝冷却通道的壁面,以及所述至少一个冷却元件或两个或多个冷却元件,与该壁面成直角或与拱形壁面成直角地延伸到冷却通道中。按照本发明规定的沿一个与冷却通道壁面成直角方向的延伸,促使冷却剂非常有效地扰流,与此同时它非常有效地冷却尤其前缘,因为按照本发明可以实现冷却元件的一种与冷却元件的长度尺寸基本上成直角定向的冷却剂入流。

[0018] 按照本发明另一项有利的扩展设计,冷却通道优选地以一个壁段为界,该壁段面朝冷却通道具有拱形的壁面,其中设两个或多个冷却元件,这些冷却元件具有延伸到冷却通道中的长度尺寸,以及,两个或多个冷却元件以其长度尺寸指向壁面的拱形的中心。

[0019] 借助这些以其长度尺寸指向壁面拱形的中心的冷却元件,可以使流过冷却元件的冷却剂达到非常有效的扰流。尤其可以借助按照本发明的此项扩展设计,将借助冷却元件实现的对流冷却以这样的方式非常有效地与冲击冷却组合,即使冷却剂以冲击在冷却元件上的方式流向冷却元件,从而在各自的冲击点内可以获得一种很高的冷却效果,这种冷却效果与提供的对流冷却相结合,导致十分有效地冷却按照本发明的涡轮叶片。

[0020] 涡轮叶片工作时通常有很不均匀的温度分布,这与涡轮叶片上作用高的热负荷相关联,高热负荷尤其对涡轮叶片的寿命造成有害的影响。例如对于使用于轴流式涡轮中的涡轮叶片而言,在前缘形成沿径向不均匀的温度分布。通过优选地在前缘附近延伸的冷却通道内部按照本发明使用冷却元件,它们沿其长度的冷却能力与例如在冷却元件周围前缘预定的冷却需求相适应,可以使例如前缘处的温度分布“均匀化”,因为按照本发明在比较热的部位通过恰当设计冷却元件实施比较强烈的冷却,或反之。因此按照本发明的涡轮叶片可以以一种针对不均匀温度分布的方式冷却,这尤其对于有效冷却前缘是有利的。

[0021] 优选地,作为用于冷却所述壁段的冲击冷却装置采用一个与壁段相对置的构成冷却通道的部分边界的后壁,其中设有一个或多个冲击冷却孔。冷却孔优选地以这样的方式在后壁内定位和定向,即,使通过它们流动的冷却空气射流被导向冷却元件,由此可以达到特别有效地冷却前缘。尤其基于冷却元件伸入到冷却通道内的比较大的长度尺寸,在一方面冷却元件顶端与另一方面冲击冷却孔出口之间的距离可以保持得比较小。这种情况同样存在于冷却通道流出截面比较大时。由此能可靠地避免冲击冷却射流受横向于射流,亦即沿冷却通道流动的冷却空气的干扰。

[0022] 总之,本发明涉及一种涡轮叶片,它包括前缘、设计在涡轮叶片中沿至少部分前缘延伸的用于流过冷却空气的冷却通道、以及一些冷却元件,这些冷却元件位置固定地沿冷却通道纵向彼此相继布置在冷却通道内,每个冷却元件具有一种与在冷却元件周围前缘预定的冷却需求相适应的冷却能力,以及,冷却通道优选平行于前缘地连续延伸通过涡轮叶片。

[0023] 下面借助附图详细说明按照本发明的涡轮叶片的一种实施例。其中:

[0024] 附图说明

[0025] 图 1 概略地表示出按照本发明包括一些布置在冷却通道中的棒齿状冷却元件的涡轮叶片的横截面图;以及

[0026] 图 2 表示沿前缘通过涡轮叶片的纵剖面。

[0027] 具体实施方式

[0028] 图 1 用一个与其前缘 12 成直角的剖切平面,概略表示按照本发明的涡轮叶片 10 的叶片前段。前缘 12 也可以称为进气边。在涡轮叶片 10 的内部,前缘 12 附近,设计一个平行于前缘 12 延伸的冷却通道 14(在轴流式涡轮中亦即沿径向延伸的通道 14),它相对于前缘 12 以壁段 24 为界。一些棒齿状冷却元件 18 从冷却通道 14 的拱形壁面 16 起延伸到冷却通道 14 内,其中冷却元件 18 以其纵向尺寸指向壁面 16 的拱形中心。

[0029] 在冷却通道 14 的后壁 20 内设计一些孔 22,以便从另一些设计在涡轮叶片 1 的后部区域内的冷却通道(未示出),向冷却通道 14 冲击冷却地供给冷却空气。

[0030] 图 2 用一个平行于前缘 12 的剖切平面,表示按照本发明的涡轮叶片 10 前段的另一个剖面图。设计在冷却通道 14 拱形壁面 16 上的冷却元件 18 与拱形壁面 16 成直角地延伸到冷却通道 14 内。由图 2 可以看出,沿径向 R 冷却元件 18 的长度不同。按照本发明这是为了针对涡轮叶片 10 使用时沿前缘 12 形成的不均匀温度分布。例如尤其朝涡轮叶片 10 前缘 12 的中央方向,有比前缘 12 边缘区内高的工作温度。由于这一原因,截锥形冷却元件 18 在中央区有比在边缘区大的长度,因为如上所述通过增加冷却元件 18 的长度,可以增大当地传热系数并因而提高冷却元件 18 的冷却能力。

[0031] 冲击冷却在这里包括从孔 22 排出的冷却空气冲击在拱形壁面 16 上或冷却元件 18 上,为的是在那里能局部实施非常好的冷却作用。因为按照本发明规定,冷却元件 18 以其长度尺寸指向壁面 16 的拱形的中心,所以可以为提供非常有效的冲击冷却,利用冲击冷却结合相应的对流冷却总体上可以为涡轮叶片 10 提供非常有效的冷却。冷却通道 14 朝涡轮叶片 10 两端开口,以允许冷却空气沿两个方向从冷却通道 14 流出。由此有利于涡轮叶片 10 的温度均匀化,因为在需要冷却空气的地方也可以提供冷却空气,而且冲击冷却的效果不因横向流动而减小。

[0032] 取代截锥形结构,冷却元件 18 也可以设计为肋状,它们沿冷却通道 14,亦即沿冷却空气的流动方向延伸。在这种情况下壁面 16 的表面积显著增大,以改善优选地对流冷却式涡轮叶片的冷却。还可以设想,基于前面提及的前缘 12 上当地不同的温度,肋的高度可以对应地与之相适应。

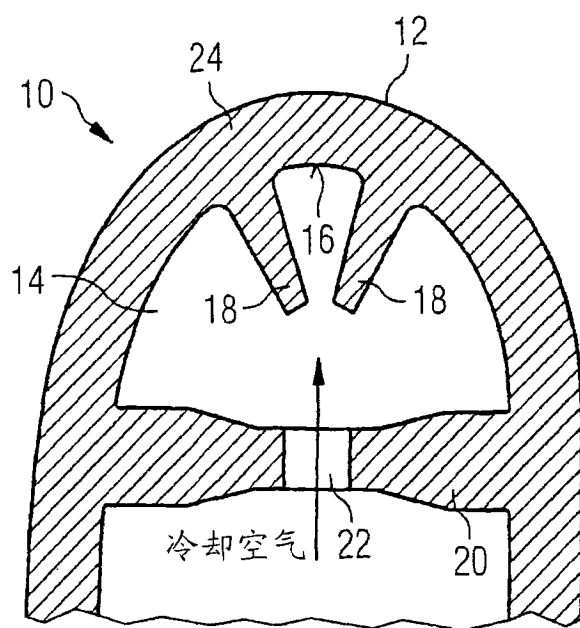


图 1

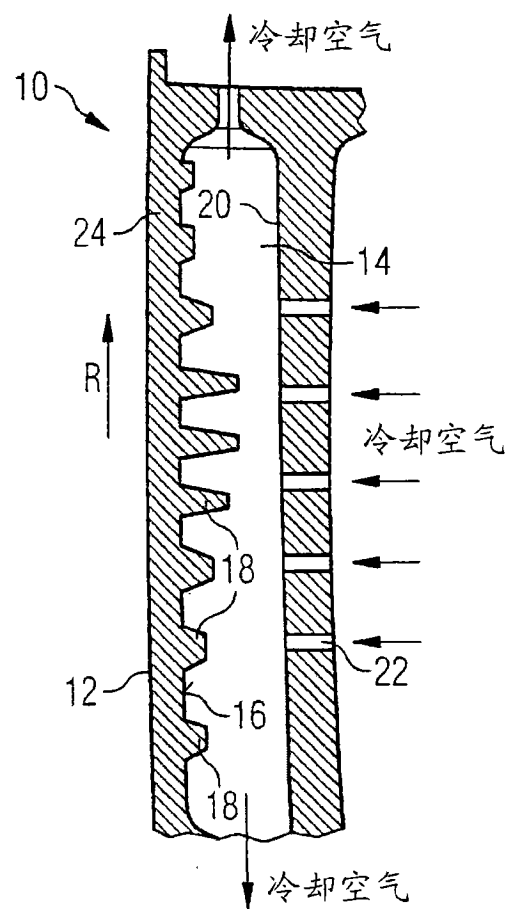


图 2