(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108999645 B
(45)授权公告日 2023.05.16

(21)申请号 201810580261.3

(22)申请日 2018.06.07

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108999645 A

(43)申请公布日 2018.12.14

(30)优先权数据
17174863.5 2017.06.07 EP

(73)专利权人 安萨尔多能源瑞士股份公司
地址 瑞士巴登

(72)发明人 S.纳克

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
专利代理师 郭帆扬 傅永霄

(51)Int.Cl.
F01D 5/18(2006.01)

(56)对比文件
CN 103080477 A,2013.05.01
CN 103527261 A,2014.01.22
US 2006222494 A1,2006.10.05
US 2011236221 A1,2011.09.29
王纯;张勃;吉洪湖;赵旭阳.旋流冲击孔偏置方向对小尺寸涡轮叶片前缘冷却效果影响的数值研究.重庆理工大学学报(自然科学).2016,(第11期),全文.

审查员 乔路

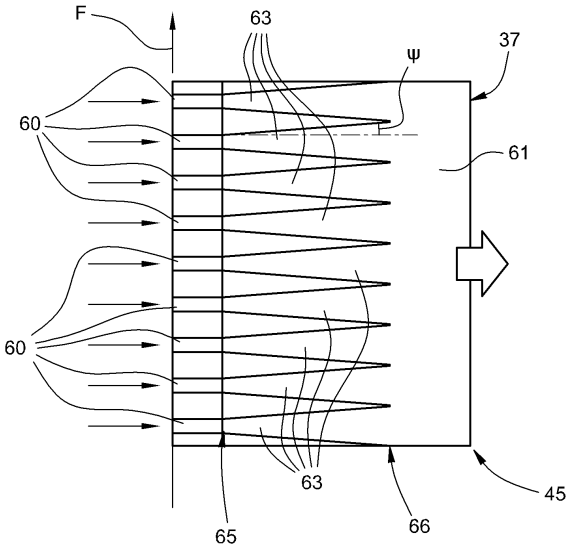
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

用于燃气涡轮的叶片和包括所述叶片的电力生成设备

(57)摘要

本发明涉及用于燃气涡轮的叶片和包括所述叶片的电力生成设备。用于燃气涡轮(5)的叶片,设有翼型件(18),具有前缘(27)、后缘(28)、压力侧(24)和吸取侧(25);所述翼型件(18)包括外壁(35)和基本上由外壁(35)包围的内壁(36);且带有冷却装置(29),其包括至少一个在外壁(35)和内壁(36)之间的冷却路径(31a;31b;31c;31d);冷却路径(31a;31b;31c;31d)具有至少一个入口(40;44;51;57)和至少一个排放装置(41;45;53;58);其中,排放装置(41;45;53;58)延伸穿过外壁(35)且包括多个入口孔洞(60;160)和至少一个出口公共缝口(61;161)。本发明涉及用于燃气涡轮的叶片和包括所述叶片的电力生成设备。



CN 108999645 B

1.一种用于燃气涡轮(5)的叶片,包括:

翼型件(18),具有底座(21)、尖端(22)、前缘(27)、后缘(28)、压力侧(24)和吸取侧(25);所述翼型件(18)包括外壁(35)和基本上由所述外壁(35)包围的内壁(36);和

冷却装置(29),其包含在所述外壁(35)和所述内壁(36)之间的至少一个冷却路径(31a;31b;31c;31d);所述冷却路径(31a;31b;31c;31d)具有至少一个入口(40;44;51;57)和至少一个排放装置;其中,所述排放装置延伸穿过所述外壁(35)且包括多个入口孔洞(60;160)和至少一个出口公用缝口(61;161);

其中,所述排放装置包括多个连接通道(63;163),所述连接通道中的每个构造成连接相应的入口孔洞(60;160)和所述出口公用缝口(61;161);

其中,沿着横穿从所述翼型件(18)的底座(21)延伸至尖端(22)的方向(F)的截面,所述入口孔洞、所述连接通道(63)和所述出口公用缝口沿着主轴线(G)延伸,所述主轴线相对于所述外壁的外部面(37)以角度(α)倾斜。

2.根据权利要求1所述的叶片,其特征在于,所述入口孔洞(60;160)基本上彼此相同。

3.根据权利要求1所述的叶片,其特征在于,所述连接通道(63;163)基本上彼此相同。

4.根据权利要求1-3中任一项所述的叶片,其特征在于,每个连接通道(63;163)具有入口区段(65;165)和出口区段(66;166);每个连接通道(63;163)的所述入口区段(65;165)处于与所述相应的入口孔洞(60;160)的接触中且每个连接通道(63;163)的所述出口区段(66;166)处于与所述出口公用缝口(61;161)的接触中。

5.根据权利要求4所述的叶片,其特征在于,每个入口孔洞(60;160)的通路面积小于相应的连接通道(63;163)的入口区段(65;165)的通路面积。

6.根据权利要求4所述的叶片,在所述入口孔洞(60;160)的区段和所述连接通道(63;163)的出口区段(66;166)之间的面积比包括在3.5至5之间。

7.根据权利要求1-3中任一项所述的叶片,其特征在于,所述连接通道(63;163)以岔开角(ψ)朝向所述出口公用缝口(61;161)岔开。

8.根据权利要求1-3中任一项所述的叶片,其特征在于,所述入口孔洞(60;160)的通路面积是恒定的。

9.根据权利要求1-3中任一项所述的叶片,其特征在于,所述入口孔洞(60;160)基本上沿如下方向(F)对准,该方向基本上是从所述翼型件(18)的底座(21)延伸至所述翼型件(18)的尖端(22)的直线。

10.根据权利要求9所述的叶片,其特征在于,所述入口孔洞布置成彼此相等地间隔开。

11.根据权利要求1-10中任一项所述的叶片,其特征在于,所述排放装置包括至少两个排放组(146);每个排放组(146)包括所述多个入口孔洞、所述出口公用缝口和所述多个连接通道(163)。

12.根据权利要求11所述的叶片,其特征在于,每个排放组(146)的所述入口孔洞与彼此相等地间隔开。

13.根据权利要求11所述的叶片,其特征在于,所述排放组(146)与彼此相等地间隔开。

14.根据权利要求7所述的叶片,其特征在于,所述岔开角包括在5°和10°之间。

15.一种用于电力生成的设备,包括至少一个燃气涡轮(5),其沿纵向轴线(A)延伸并包括周向地间隔开且从所述燃气涡轮(5)的相应的支承盘径向地向外延伸的至少一排叶片

(15);所述至少一排叶片(15)中的至少一个是根据权利要求1-14中任一项所述的叶片。

16.根据权利要求15所述的设备,包括至少一个压缩机(3),其由吸取管线(33)连接至所述燃气涡轮(5),所述吸取管线构造成从所述压缩机(3)抽取冷却空气且将其供应至所述至少一个叶片(15)的冷却装置(29)。

用于燃气涡轮的叶片和包括所述叶片的电力生成设备

[0001] 优先权

[0002] 本申请要求2017年6月7日提交的欧洲专利申请号17174863.5的优先权，其公开内容通过引用并入。

技术领域

[0003] 本发明涉及用于燃气涡轮的叶片且涉及包括所述叶片的电力生成设备。具体地，本发明涉及燃气涡轮的叶片的改善的冷却。优选地，电力生成设备连接至电网。

背景技术

[0004] 在电能生成设备的操作期间，燃气涡轮的叶片经常暴露于来自燃烧室的热气体流。

[0005] 在燃气涡轮中流动的热气体的温度影响设备的性能。具体地，设备的性能随着在涡轮内部流动的热气体的增加的温度而增加。

[0006] 然而，在燃气涡轮中流动的热气体的温度的增加由构成叶片的材料的热阻限制。

[0007] 为了克服这种限制，近年来，用于叶片的冷却系统已经被采用。通常，从压缩机提取或来自专用冷却空气源的冷却空气被驱动穿过叶片。

[0008] 设有冷却系统的叶片的示例在文件US 8,231,349或EP 2107215中公开。

[0009] 然而，将大量冷却空气引入到燃气涡轮的叶片中将导致过度的热动力损失。

发明内容

[0010] 本发明的对象因此是提供具有优化冷却系统的叶片，能够改善叶片的热阻，允许在燃气涡轮中流动的气体的温度的进一步增加且降低热动力损失，因而从而改善了设备性能。

[0011] 根据本发明，提供了用于燃气涡轮的叶片，包括：

[0012] 翼型件，具有前缘、后缘、压力侧和吸取侧；翼型件包括外壁和基本上由外壁包围的内壁；和

[0013] 冷却装置，其包括在外壁和内壁之间的至少一个冷却路径；冷却路径具有至少一个入口和至少一个排放装置；其中，排放装置延伸穿过外壁且包括多个入口孔洞和至少一个出口公用缝口。

[0014] 由于具有限定的通路面积的多个入口孔洞的存在，延伸穿过排放装置的冷却流体的流率被适当地调节。因为由于多个冷却流体流在出口公用缝口处结合的事实，改善了薄膜冷却效率。外壁的外部面事实上由宽且均匀的冷却流重叠。

[0015] 因为冷却的效率增加，更低的冷却流体流率可抽取用于冷却叶片。这导致了设备效率的显著增加，因为冷却流体通常从设备的压缩机抽取。

[0016] 根据本发明的一种优选实施例，排放装置包括多个连接通道，其中每个构造成连接相应的孔洞和出口公用缝口。

[0017] 根据本发明的一种优选实施例，入口孔洞基本上彼此相同。

[0018] 根据本发明的一种优选实施例，连接通道基本上彼此相同。

[0019] 根据本发明的一种优选实施例，每个连接通道具有入口区段和出口区段；每个连接通道的入口区段处于与相应的入口孔洞的接触中且每个连接通道的出口区段处于与出口公用缝口的接触中。

[0020] 根据本发明的一种优选实施例，每个入口孔洞的通路面积小于相应的连接通道的入口区段的通路面积。

[0021] 根据本发明的一种优选实施例，连接通道朝向出口公用缝口岔开。

[0022] 根据本发明的一种优选实施例，入口孔洞的通路面积是恒定的。

[0023] 根据本发明的一种优选实施例，入口孔洞基本上沿如下方向对准，该方向基本上是从翼型件的底座延伸至翼型件的尖端的直线。

[0024] 根据本发明的一种优选实施例，入口孔洞布置成与彼此相等地间隔开。

[0025] 根据本发明的一种优选实施例，排放装置包括至少两个排放组；每个排放组包括多个入口孔洞、出口公用缝口和多个连接通道。

[0026] 根据本发明的一种优选实施例，每个排放组的入口孔洞与彼此相等地间隔开。

[0027] 根据本发明的一种优选的实施例，排放组与彼此相等地间隔开。

[0028] 此外，本发明的另一目标是提供具有改善的功率效率的用于电力生成的设备。

[0029] 根据所述目标，本发明涉及用于电力生成的设备，包括至少一个燃气涡轮，其沿纵向轴线延伸且包括周向地间隔开且从燃气涡轮的相应的支承盘径向地向外延伸的至少一排叶片；该排的叶片中的至少一个具有在权利要求1-12中任一项中要求保护的类型。

[0030] 根据本发明的一种优选实施例，设备包括至少一个压缩机，其由吸取管线连接至燃气涡轮，该吸取管线构造成从压缩机抽取冷却空气且将其供应至至少一个叶片的冷却装置。

附图说明

[0031] 本发明现在参考附图来描述，附图图示了一些非限制性实施例，在其中：

[0032] 图1是根据本发明的电力生成设备的示意性横向图，其中部分为了清楚而移除且部分以截面的形式；

[0033] 图2是根据本发明的用于燃气涡轮的叶片的示意性横向图，其中部分为了清楚而移除且部分以截面的形式；

[0034] 图3是图2的叶片的第一细节的示意性透视图，其中部分为了清楚而移除且部分以截面的形式；

[0035] 图4是图2的叶片的第一细节的顶部截面图；

[0036] 图5是根据本发明的叶片的第二细节的放大示意性截面图。

[0037] 图6是沿在图5中指示的平面VI-VI的第二细节的示意性截面图；

[0038] 图7是根据本发明的另一实施例的沿在图5中指示的平面VI-VI的第二细节的示意性截面图。

具体实施方式

[0039] 在图1中，参考标号1指示用于电能生成的燃气涡轮设备，包括压缩机3、燃烧器4、燃气涡轮5和发电机7，其将由涡轮5供应的机械功率转换成待供应至经由开关9连接至发电机7的电网8的电功率。

[0040] 未示出的变型方案提供用于设备1，其具有组合循环类型且除了燃气涡轮5和发电机7也包含蒸汽涡轮。

[0041] 燃气涡轮5沿纵向轴线A延伸且设有轴10(也沿轴线A延伸)，压缩机3和发电机7也连接至该轴10。

[0042] 燃气涡轮5包括膨胀通道12，其中，来自燃烧器4的热气体工作流体沿方向D流动。

[0043] 膨胀通道12具有区段，其径向地沿轴线A沿方向D增加。

[0044] 在膨胀通道12中布置有沿纵向轴线A间隔开的多个级13。每个级13包括固定叶片的排和旋转叶片的排(未在图1中图示)。每个排包括从相应的支承盘径向地向外延伸的周向地间隔开的叶片。

[0045] 在图2中表现了燃气涡轮5的级13的叶片15。

[0046] 优选地，叶片15是旋转叶片，但清楚的是，本发明也可应用于定子叶片。

[0047] 叶片15包括根部17、翼型件18和平台20。

[0048] 根部17构造成联接至燃气涡轮5的支承盘(未在附图中图示)。具体地，盘具有多个轴向座，其周向地间隔开且由旋转叶片15的相应的根部17接合。

[0049] 翼型件18从根部17延伸且设有联接至根部17的底座21和尖端22，其在使用中径向地相对于底座21。

[0050] 翼型件18完全容纳在膨胀通道12中且限定旋转叶片15的空气动力学的轮廓。

[0051] 翼型件18具有凹压力侧24(在图3和4中更好地可见)和凸吸取侧25，其在使用中在前缘27和后缘28之间轴向地延伸且在底座21和尖端22之间径向地延伸。

[0052] 前缘27沿在膨胀通道12中的热工作流体的方向D布置在后缘28上游。

[0053] 平台20布置在根部17和翼型件18之间。

[0054] 叶片15设有冷却装置29。冷却装置29包括多个制作在根部17中的供给通道30和多个制作在翼型件18中的冷却路径31(未在图2中图示且在图3和4中更好地可见)。

[0055] 供给通道30供应有来自冷却流体源32的冷却流体。

[0056] 优选地，冷却流体源32是压缩机3的一部分。在图1中示出了专用于冷却空气从压缩机3的吸取且连接至燃气涡轮5的吸取管线33。

[0057] 优选地，每个供给通道30联接至相应的冷却路径31。根据未示出的一种变型方案，每个供给通道可联接至多于一个冷却路径。

[0058] 在此处公开和图示的非限制性实施例中，供给通道30是四个且冷却路径31是四个。

[0059] 参考图3，冷却装置29包括主要专用于吸取侧25的冷却的吸取侧冷却路径31a，主要专用于压力侧24的冷却的压力侧冷却路径31b、主要专用于前缘27的冷却的前缘冷却路径31c和主要专用于后缘28的冷却的后缘冷却路径31d。

[0060] 在图3中虚线用于示意性地指示冷却路径31a，虚点线用于示意性地指示压力侧冷却路径31b，点线用于示意性地指示前缘冷却路径31c，实线用于示意性地指示后缘冷却路

径31d。

[0061] 翼型件18包括外壁35和内壁36。

[0062] 外壁35至少部分地限定叶片15的空气动力学的轮廓且具有外部面37,其在使用中布置成与在膨胀通道12中流动的热气体工作流体接触。

[0063] 内壁36由外壁35包围且可具有冷却和结构功能。

[0064] 具体地,内壁36限定内部中央冷却室38,通过其在使用中来自相应的供给通道30的冷却流体如将在下面详述那样流动。

[0065] 吸取侧冷却路径31a限定在内壁36和外壁35之间且至少部分地沿吸取侧25延伸。

[0066] 吸取侧冷却路径31a包括至少一个入口40(在图2中更好地可见)和至少一个排放装置41。

[0067] 入口40相比排放装置41布置成更靠近后缘28。

[0068] 在此处公开和图示的非限制性实施例中,吸取侧冷却路径31a包括一个入口40,其由位于翼型件18的底座21处且处于与根部17的相应的供给通道30的流体联通的孔穴限定。

[0069] 在此处公开和图示的非限制性实施例中,吸取侧冷却路径31a包括一个排放装置41,其将稍后详细描述。

[0070] 更详细地,吸取侧冷却路径31a包括多个吸取侧冷却室42,其处于流体联通且沿吸取侧25在内壁36和外壁35之间并排布置。

[0071] 吸取侧冷却室42中的每个基本上沿从底座21朝向尖端22行进的方向延伸。

[0072] 多个吸取侧冷却室42包括吸取侧入口室42a,其是最靠近后缘28的吸取侧冷却室42;和吸取侧排放室42b,其是最靠近前缘27的吸取侧冷却室42。

[0073] 吸取侧入口室42a包括入口40且吸取侧排放室42b包括排放装置41。

[0074] 在此处公开和图示的非限制性实施例中,吸取侧冷却路径31a包括三个吸取侧冷却室42。换而言之,在吸取侧入口室42a和吸取侧排放室42b之间布置有仅一个吸取侧中间室42c。

[0075] 优选地,吸取侧排放室42b通过在尖端22处的弯曲部(未图示)连接至吸取侧中间室42c且中间室42c通过在底座21处的弯曲部(未图示)连接至吸取侧排放室42b。

[0076] 在使用中,来自根部17的相应的供给通道30的冷却流体沿吸取侧入口室42a流动,沿吸取侧中间室42c沿吸取侧排放室42b且通过吸取侧排放室42b的排放装置41退出。

[0077] 换而言之,冷却流体沿吸取侧冷却路径31a的流是相对于在膨胀通道12中的具有方向D的热气体工作流体的流的反向流。

[0078] 吸取侧冷却室42的横截面沿冷却剂流的方向在10%至30%之间渐缩,以便控制冷却剂的压力且从而控制穿过排放装置41的排放流一致性。此外,冷却剂的压力的控制降低了在吸取侧冷却室42中的摩擦损失。

[0079] 压力侧冷却路径31b限定在内壁36和外壁35之间且至少部分地沿压力侧24延伸。

[0080] 压力侧冷却路径31b包括至少一个入口44(在图2中更好地可见)和至少一个排放装置45。

[0081] 排放装置45相比入口44布置成更靠近后缘28。

[0082] 在此处公开和图示的非限制性实施例中,压力侧冷却路径31b包括一个入口44,其由位于翼型件18的底座21处且处于与根部17的相应的供给通道30流体联通的孔穴限定。

[0083] 在此处公开和图示的非限制性实施例中，压力侧冷却路径31b包括两个排放装置45，其稍后将详细描述。

[0084] 更详细地，压力侧冷却路径31b包括多个压力侧冷却室47，其处于流体联通且沿压力侧24在内壁36和外壁35之间并排布置。

[0085] 压力侧冷却室47中的每个基本上沿从底座21朝向尖端22行进的方向延伸。

[0086] 多个压力侧冷却室47包括压力侧入口室47a，其是最靠近前缘27的压力侧冷却室47；和至少一个压力侧排放室47b，其是最靠近后缘28的压力侧冷却室47。

[0087] 压力侧入口室47a包括入口44且压力侧排放室47b包括至少一个排放装置45。

[0088] 在此处公开和图示的非限制性实施例中，压力侧冷却路径31b包括三个压力侧冷却室47：一个压力侧入口室47a和两个后续的排放室47b，其中每个设有至少一个排放装置45。

[0089] 在使用中，来自根部17的相应的供给通道30的冷却流体沿压力侧入口室47a流动，沿邻近压力侧入口室47a的压力侧排放室47b且沿最靠近后缘28的压力侧排放室47b流动且通过压力侧排放室47b的两个排放装置45退出。

[0090] 优选地，压力侧入口室47a通过在尖端22处的弯曲部(未图示)连接至邻近压力侧入口室47a的压力侧排放室47b且邻近压力侧入口室47a的压力侧排放室47b通过在底座21处的弯曲部(未图示)连接至最靠近后缘的压力侧排放室47b。

[0091] 换而言之，冷却流体沿压力侧冷却路径31b的流是相对于在膨胀通道12中具有方向D的热气体工作流体的流的平行流。

[0092] 压力侧冷却室47的横截面沿冷却剂流的方向在10%至30%之间渐缩，以便控制冷却剂的压力且从而控制穿过排放装置45的排放流一致性。此外，冷却剂的压力的控制降低了在压力侧冷却室47中的摩擦损失。

[0093] 前缘冷却路径31c由内部中央冷却室38且由在前缘27处布置在内壁36和外壁35之间的前缘冷却室49限定。

[0094] 内部中央冷却室38通过至少一个连接孔穴50与前缘冷却室49处于流体联通。优选地，内部中央冷却室38经由穿孔的腹板连结在前缘27处，该腹板在前缘27处连接叶片15的压力侧24和吸取侧25.

[0095] 每个连接孔穴50的轴线优选地朝向前缘27相对于外壁35的外部面的相应的部分以角度β倾斜。优选地，角度β至少等于20°。

[0096] 优选地，内部中央冷却室38通过连接孔穴50的至少两个径向排与前缘冷却室49处于流体联通。优选地，一排连接孔穴50相对于另一排的连接孔穴50错列。内部中央冷却室38和前缘冷却室49基本上沿从底座21朝向尖端22行进的方向延伸。

[0097] 前缘冷却路径31c包括至少一个入口51(在图2中更好地可见)和至少一个排放装置53。

[0098] 排放装置53相比入口51布置成更靠近前缘27。

[0099] 在此处公开和图示的非限制性实施例中，前缘冷却路径31c包括一个入口51，其由位于翼型件18的底座21处且与根部17的相应的供给通道30处于流体联通的孔穴限定。

[0100] 在此处公开的非限制性实施例中，前缘冷却路径31c包括多个排放装置53，其稍后将详细描述。优选地，排放装置53为至少三个：朝向前缘27引导的至少一个排放装置53、朝

向吸取侧25引导的至少一个排放装置53和朝向压力侧24引导的至少一个排放装置53。

[0101] 更详细地，前缘冷却室49包括排放装置53，同时内部中央冷却室38包括入口51。

[0102] 优选地，在前缘冷却室49中的排放装置53相对于连接孔穴50错列。

[0103] 在使用中，来自根部17的相应的供给通道30的冷却流体沿内部中央冷却室38流动，穿过连接孔穴50，沿前缘冷却室49流动且通过前缘冷却室49的排放装置53退出。

[0104] 换而言之，冷却流体沿前缘冷却路径31c的流是相对于在膨胀通道12中具有方向D的热气体工作流体的流的平行流。

[0105] 后缘冷却路径31d由布置在后缘28和吸取侧冷却路径31a的入口40之间的后缘冷却室55限定。

[0106] 后缘冷却室55基本上沿从底座21朝向尖端22行进的方向延伸。

[0107] 后缘冷却路径31d包括至少一个入口57(在图2中更好地可见)和至少一个排放装置58。

[0108] 排放装置58布置在压力侧24上且构造成引导流朝向后缘28。

[0109] 在此处公开和图示的非限制性实施例中，后缘冷却路径31d包括一个入口57，其由定位在翼型件18的底座21处且与根部17的相应的供给通道30处于流体联通的孔穴限定。

[0110] 在此处公开和图示的非限制性实施例中，后缘冷却路径31d包括一个排放装置58，其稍后将详细描述。

[0111] 更详细地，后缘冷却室55包括排放装置58和入口57。

[0112] 在使用中，来自根部17的相应的供给通道30的冷却流体沿后缘冷却室55流动且通过排放装置58朝向后缘28退出。

[0113] 吸取侧冷却室42、压力侧冷却室47、前缘冷却室49和后缘冷却室55可以可选地设有至少一个湍流器以便改善冷却效果。

[0114] 具体地，吸取侧冷却室42、压力侧冷却室47和后缘冷却室55可包括由肋部限定的湍流器，肋部从相应的室的至少一个内部面突出且相对于在室内部的冷却流体的方向成角。优选地，所述湍流器从相应的室的三个邻近内部面突出。

[0115] 前缘冷却室49可包括多个由从前缘冷却室49的至少一个内部面突出的肋部限定的湍流器。所述肋部具有梯形成型的区段。优选地，所述湍流器相对于至少在前缘冷却室49的两个内部面上的冷却装置53的入口孔洞错列地布置，其相应地最接近压力侧24和吸取侧25。

[0116] 优选地，在冷却路径31a,31b,31c,31d中流动的冷却流体主要具有从底座21至尖端22或从尖端22至底座21的径向方向，而在冷却路径31a,31b,31d中流动的冷却流体主要具有从底座21至尖端22或从尖端22至底座21的径向方向。在冷却路径31c中流动的冷却流体在内部中央冷却室38中主要具有从底座21至尖端22的径向方向，而在前缘冷却室49中冷却流主要具有从连接孔穴50至排放装置53的轴向方向。

[0117] 优选地，吸取侧冷却室42、压力侧冷却室47、前缘冷却室49和后缘冷却室55是长方形形状且具有优选地包括在范围4-6中的高度/宽度比。

[0118] 在图5和6中图示了排放装置的形状。

[0119] 优选地，吸取侧冷却路径31a的排放装置41、压力侧冷却路径31b的排放装置45、前缘冷却路径31c的排放装置53和后缘冷却路径31d的排放装置58具有所有在图5和6中图示

的结构。

[0120] 根据一种未图示的变型方案，排放装置41 45 53 58中的至少一个具有在图5和6中图示的结构。

[0121] 在图5和6中仅图示了排放装置45。然而，因为保留的排放装置41 53 58的结构基本上等同于排放装置45的结构，下面的考虑对于排放装置41 53 58而言也可被考虑成有效。

[0122] 排放装置45从压力侧排放冷却室47b的相应的内部面延伸穿过外壁35至外壁35的外部面37。

[0123] 参考图6，排放装置45包括多个入口孔洞60、出口公用缝口61和多个连接通道63，连接通道中的每个构造成连接相应的孔洞60与出口公用缝口61。

[0124] 优选地，入口孔洞60彼此等同。

[0125] 优选地，入口孔洞60的数量从5至10分布。

[0126] 优选地，入口孔洞60以从3至6分布的间距-孔洞直径比的间隔开。

[0127] 优选地，连接通道63彼此等同。

[0128] 连接通道63朝向出口公用缝口61岔开。换而言之，连接通道63具有朝向出口公用缝口61逐渐增加的通路面积。

[0129] 通路面积的增加从连接通道63的入口区段65开始且在连接通道63的出口区段66处结束。每个连接通道63的入口区段65与相应的入口孔洞60接触，且每个连接通道63的出口区段66与出口公用缝口61接触。

[0130] 优选地，连接通道63以分岔角ψ朝向出口公用缝口61分岔，该分岔角限定在连接通道倾斜壁和入口区段65的壁的延伸部之间；优选地，分岔角ψ包括在5°和10°之间。

[0131] 入口孔洞60的通路面积是恒定的。

[0132] 如在图5中更好地可见的，入口孔洞60的通路面积小于相应的连接通道63的入口区段65的通路面积。

[0133] 在此处公开和图示的非限制性示例中，相应的连接通道63的入口区段65的通路面积以10-20%大于入口孔洞60的通路面积。

[0134] 此外，在此处公开和图示的非限制性示例中，在连接通道63的入口区段65和出口区段66之间的面积比包括在3.5至5之间。

[0135] 优选地，入口孔洞60基本上沿方向F在压力侧排放冷却室47b的相应的内部面上对齐。优选地，入口孔洞60与彼此相等间隔地布置。

[0136] 优选地，出口公用缝口61基本上沿平行于方向F的方向对准。

[0137] 方向F基本上是从翼型件18的底座21延伸至尖端22的直线。

[0138] 参考图5，排放装置45沿主轴线G延伸，其相对于外壁的外部面37以角度α倾斜。

[0139] 角度α优选地从25°至35°分布。

[0140] 换而言之，入口孔洞60和连接通道63和出口公用缝口61沿如在图5的横截面中所示的所述主轴线G延伸。

[0141] 入口孔洞60的深度DH是外壁35的总深度Dtot的10-20%；其中，深度DH和深度Dtot二者沿主轴线G测量。

[0142] 优选地，在入口孔洞60的深度DH和入口孔洞的直径d之间的比从1至2分布。

[0143] 连接通道63的深度DC是外壁35的总深度Dtot的50%-70%;其中,深度DC和深度Dtot二者沿主轴线G测量。

[0144] 优选地,在连接通道63的深度DC和入口孔洞的直径d之间的比从2至4分布。

[0145] 出口公用缝口61的深度DS是外壁35的总深度Dtot的20-30%;其中,深度DS和深度Dtot二者沿主轴线G测量。

[0146] 优选地,在出口公用缝口61的深度DS和入口孔洞的直径d之间的比从1至4分布。

[0147] 显然,倾斜的角度α和沿主轴线G测量的外壁35的总深度对于排放装置41 45 53 58中的每一个可不同。

[0148] 在此处公开和图示的非限制性示例中,排放装置58的角度α等于或大于排放装置45的角度α。

[0149] 在使用中,来自相应的压力侧排放冷却室47b的冷却流体由多个入口孔洞60划分,流动到相应的连接通道63中且在出口公用缝口61处结合。冷却流体的单个宽且均匀的流从出口公用缝口61退出,如也由在图6中的箭头指示的。

[0150] 具有限定的通路面积的多个入口孔洞60的存在调节了通过排放装置45退出的冷却流体的流率。

[0151] 出口公用缝口61的存在改善了薄膜冷却效果,因为外壁35的外部面37由宽且均匀的冷却流重叠(或称为覆盖、搭叠,即lap)。

[0152] 由于增加的冷却效率,更低数量的冷却空气被需要用于叶片。由于这个,燃气涡轮的整体效率增加。

[0153] 在图7中图示了排放装置145的另一实施例。用于图5和6的冷却装置45的相同的参考标号也用在图7中用于指示相似的或等同的部分。

[0154] 根据所述实施例,排放装置145包括至少两个排放组146。

[0155] 在此处公开和图示的非限制性示例中,排放装置145包括三个排放组146。

[0156] 每个排放组146包括多个入口孔洞160、出口公用缝口161和多个连接通道163,其中每个构造成连接相应的孔洞160与出口公用缝口161。

[0157] 具体地,每个连接通道163具有入口区段165和出口区段166;每个连接通道163的入口区段165与相应的入口孔洞160接触且每个连接通道163的出口区段166与出口公用缝口161接触。每个入口孔洞160的通路面积优选地小于相应的连接通道163的入口区段165的通路面积,类似于图6中图示的实施例。

[0158] 在此处公开和图示的非限制性示例中,每个排放组146包括三个入口孔洞160、出口公用缝口161和三个连接通道163,其中每个构造成连接相应的孔洞160与出口公用缝口161。

[0159] 每组146的入口孔洞160彼此相等地间隔开。

[0160] 排放组146彼此间隔开。优选地,排放组146彼此相等地间隔开。

[0161] 在使用中,来自相应的压力侧排放冷却室47b的冷却流体由多个入口孔洞160划分,流到相应的连接通道163中且在出口公用缝口161处结合。在此处公开和图示的非限制性示例中,冷却流体的三个均匀的流从出口公用缝口161退出,如也由图7中的箭头指示的那样。

[0162] 最终,清楚的是,可对本文描述的叶片和燃气涡轮做出修改和变型,而不背离如在

所附权利要求中限定的本发明的范围。

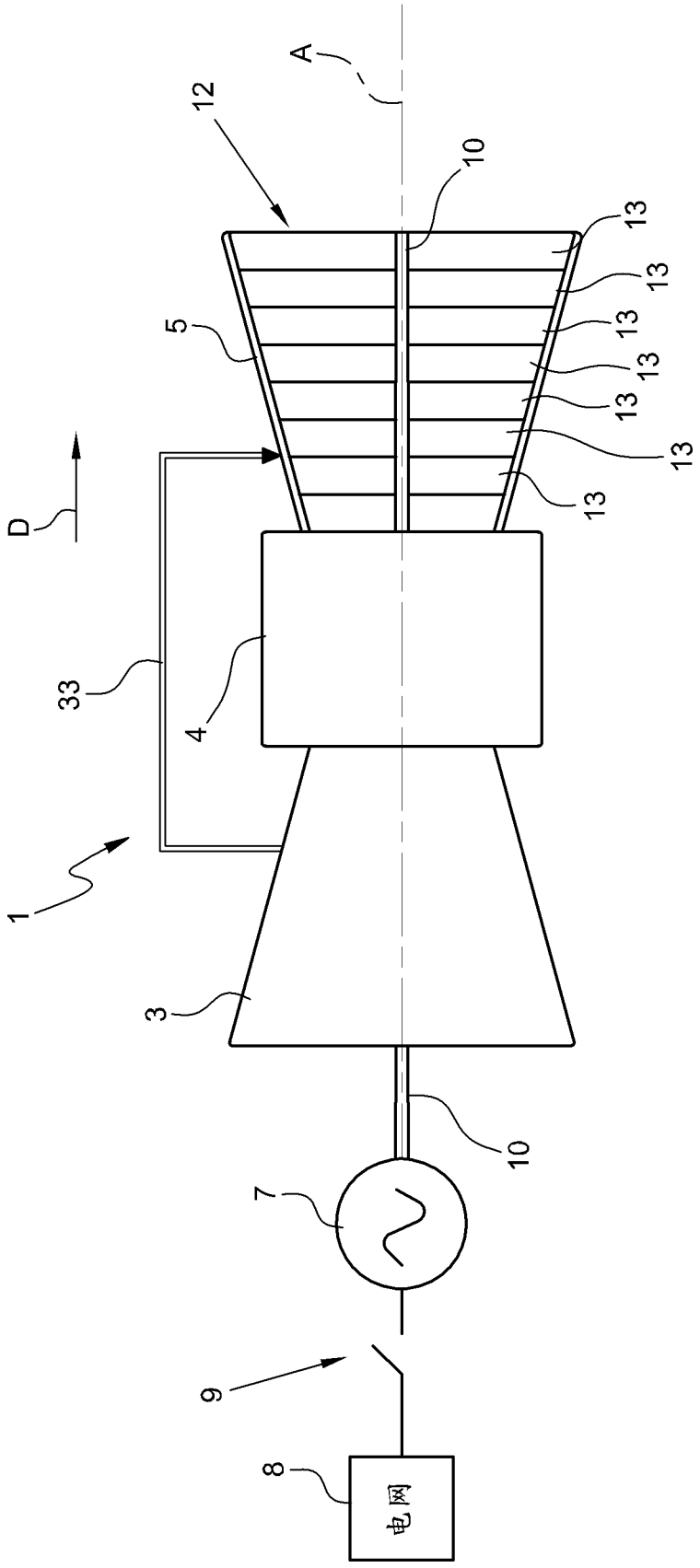


图 1

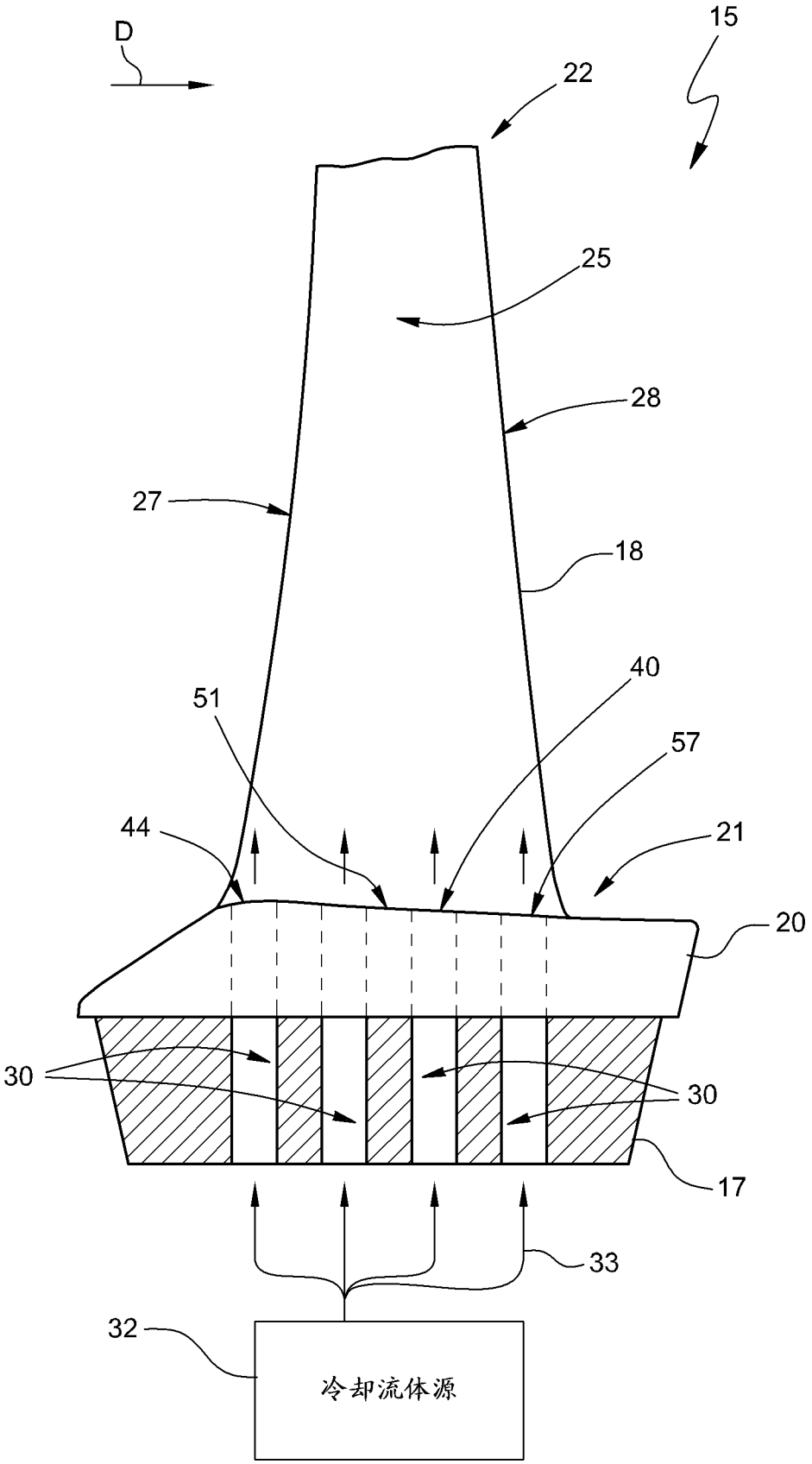


图 2

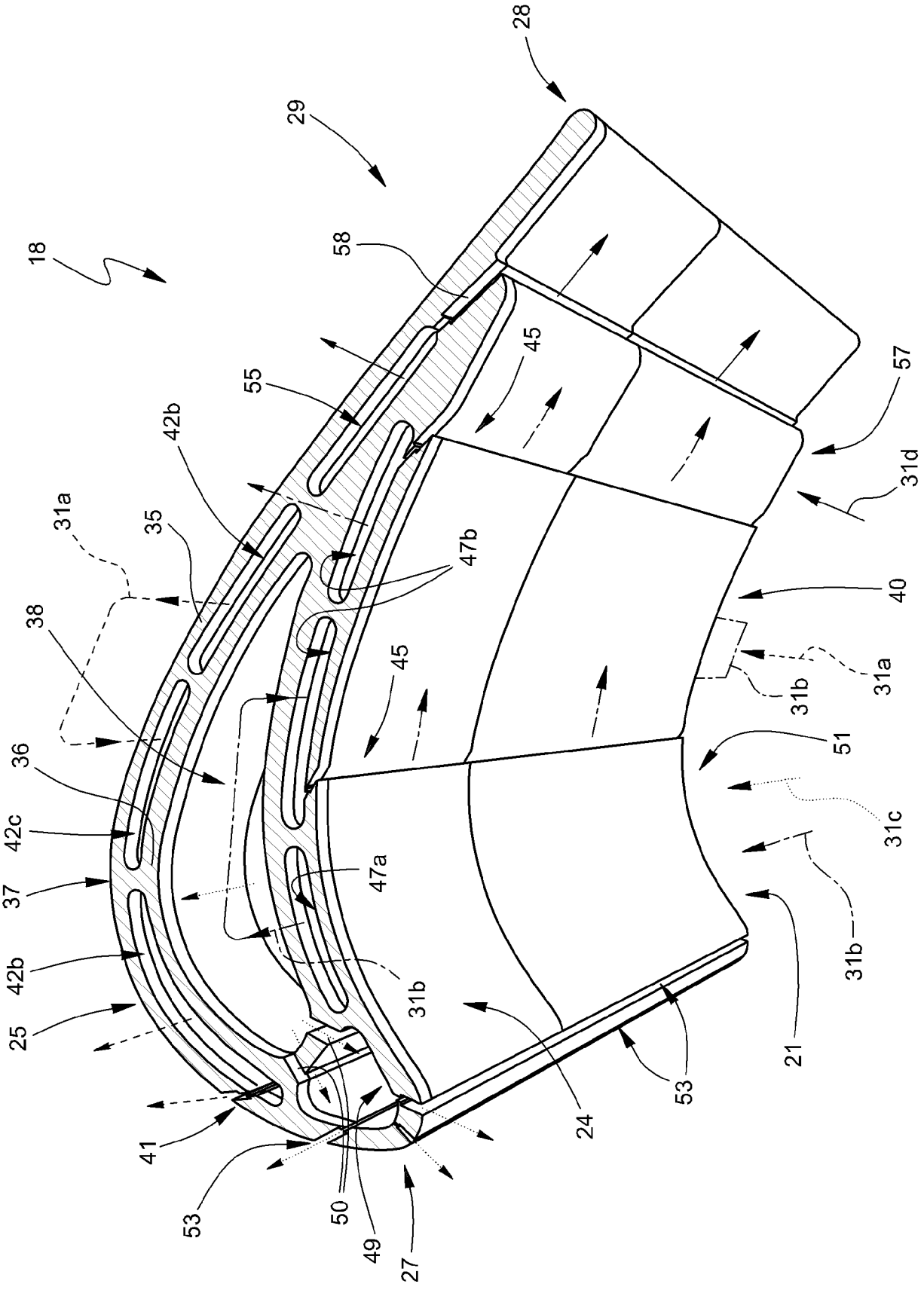

28
29
18
58
45
55
57
42b
31d
31a
35
47b
40
38
45
31a
31b
36
51
42c
31c
37
47a
42b
31b
31b
25
21
53
41
24
53
50
49
27

图 3

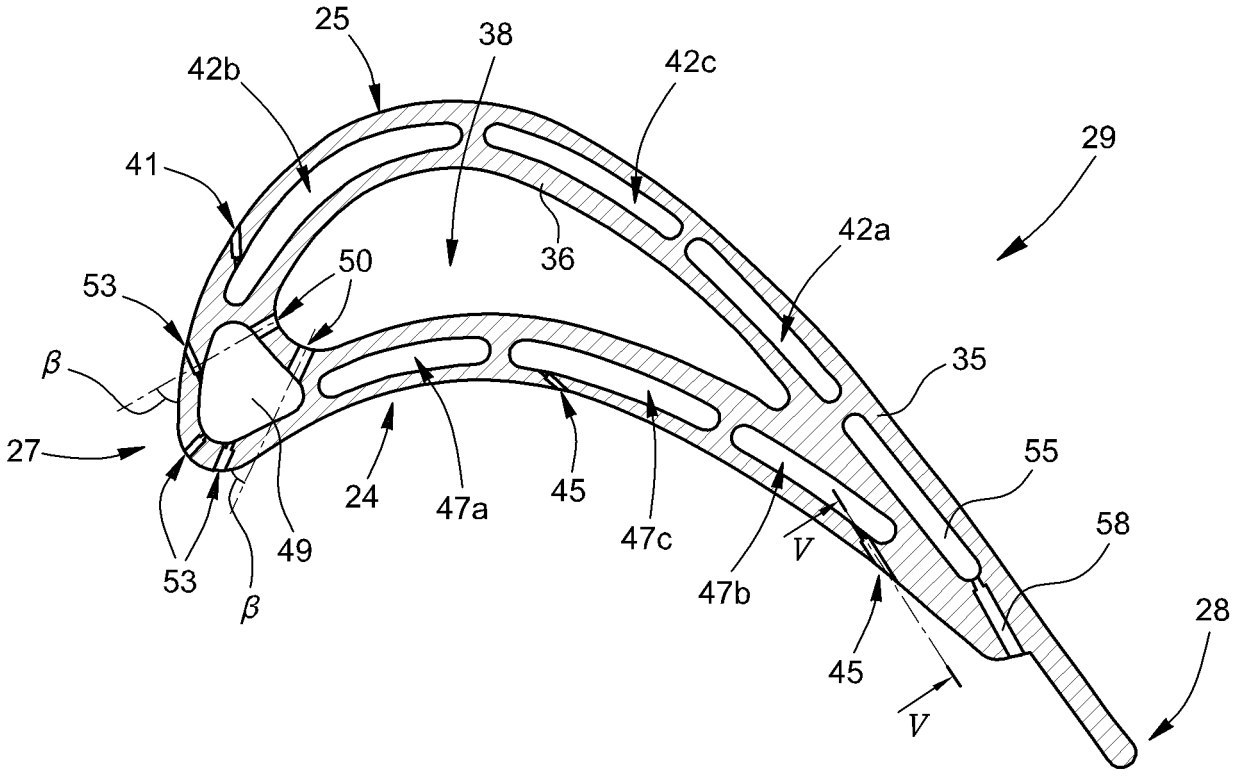

25
38
42b
42c
41
29
36
42a
50
53
β
35
27
55
24
47a
45
47c
58
49
V
53
47b
β
28
45
V

图 4

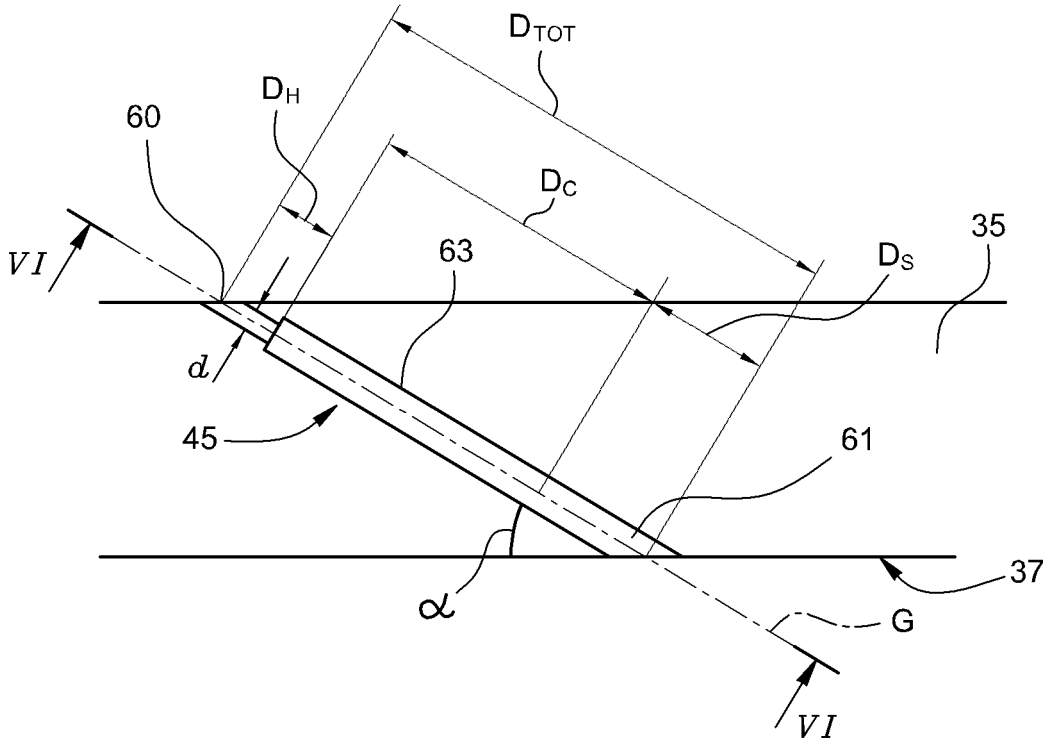

D_TOT
D_H
60
D_C
35
VI
63
D_S
d
45
61
37
α
G
VI

图 5

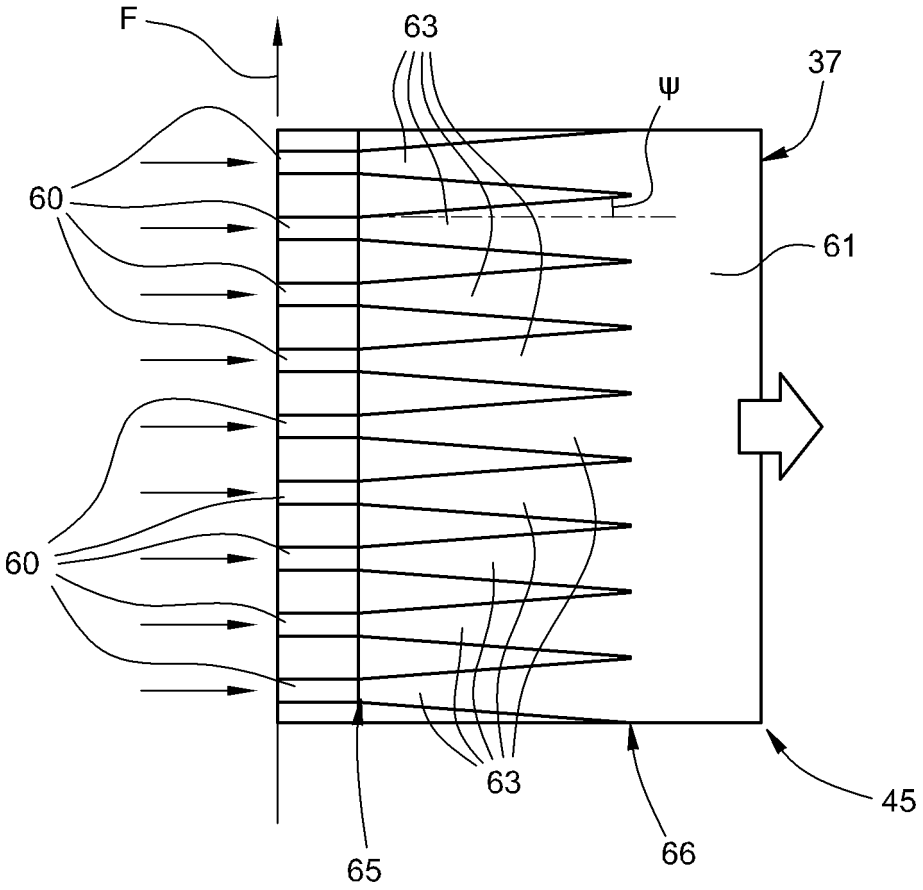


图 6

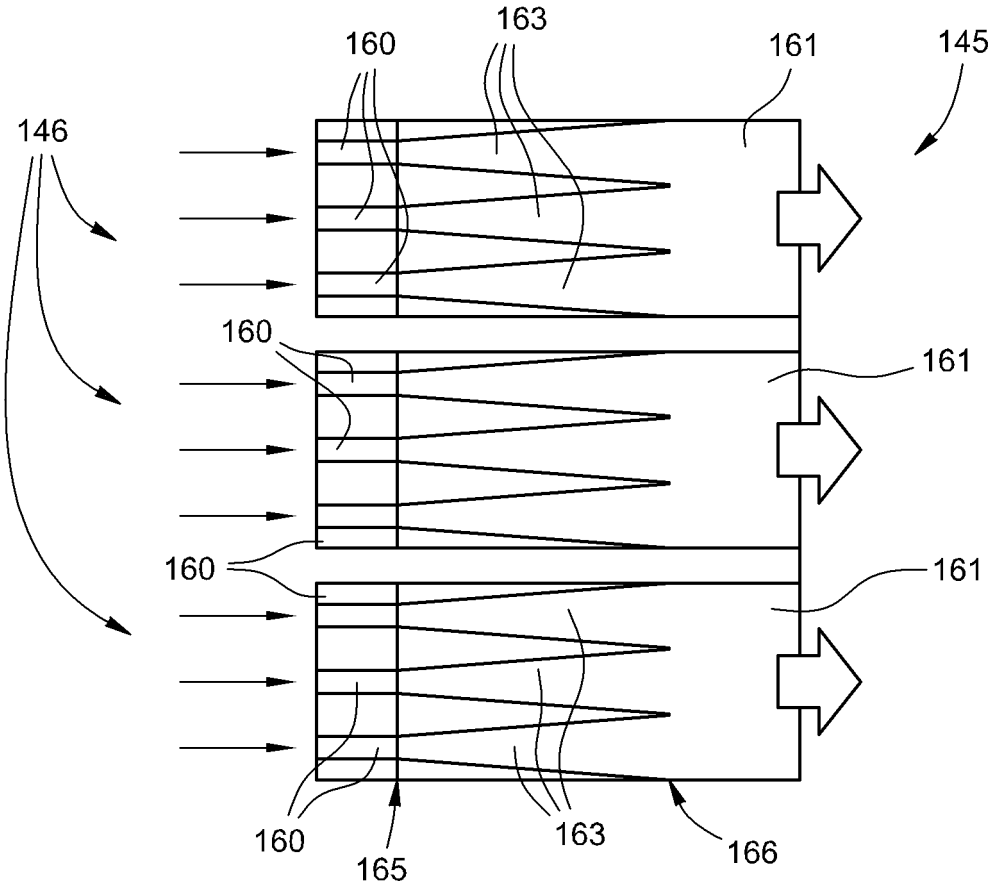


图 7