



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102373960 B

(45) 授权公告日 2016.03.02

(21) 申请号 201110280166.X

(22) 申请日 2011.08.19

(30) 优先权数据

12/859924 2010.08.20 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 G·L·赛登 C·A·比勒克

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 肖日松 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F01D 5/14(2006.01)

F01D 25/24(2006.01)

F02C 7/00(2006.01)

(56) 对比文件

EP 1178183 B1, 2005.05.11,

CN 1172893 A, 1998.02.11,

CN 2828322 Y, 2006.10.18,

US 3739872 A, 1973.06.19,

CN 1116271 A, 1996.02.07,

审查员 刘京

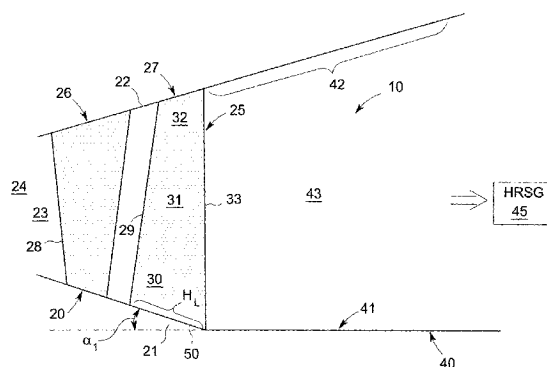
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

涡轮设备

(57) 摘要

本发明涉及毂部流道轮廓。提供设备(10),该设备(10)包括:涡轮(20),其包括平台、壳体和涡轮(20)动叶,涡轮(20)动叶具有联接至平台的毂部(30)和相对于通过涡轮(20)的流体流动方向限定的后缘(33);以及扩散器(40),其限定在中心表面(41)与壳体的下游区段(42)之间,扩散器(40)流体地联接至涡轮(20)并设置在后缘(33)的下游,在距后缘(33)大约0.5倍在毂部(30)处测量的涡轮(20)动叶弦长的范围内,毂部(30)的倾斜相对于中心表面(41)的倾斜成至少6度的角度,以及中心表面(41)和壳体的下游区段(42)从后缘(33)起至少大致平行或偏离。



1. 一种涡轮设备 (10), 包括 :

涡轮 (20), 其包括平台、壳体和涡轮 (20) 动叶, 所述涡轮 (20) 动叶具有联接至所述平台的毂部 (30) 和相对于通过所述涡轮 (20) 的流体流动方向限定的后缘 (33); 以及

扩散器 (40), 其限定在中心表面 (41) 与所述壳体的下游区段 (42) 之间, 所述扩散器 (40) 流体地联接至所述涡轮 (20) 并设置在所述后缘 (33) 的下游,

在距所述后缘 (33) 大约 0.5 倍在所述毂部 (30) 处测量的涡轮 (20) 动叶弦长的范围内, 所述毂部 (30) 的倾斜相对于所述中心表面 (41) 的倾斜成至少 6 度的角度, 以及

所述中心表面 (41) 的末端部分轴向地沿水平方向延伸并且和所述壳体的下游区段 (42) 从所述后缘 (33) 起至少大致平行或偏离。

2. 根据权利要求 1 所述的涡轮设备 (10), 其特征在于, 所述涡轮 (20) 动叶包括末级 (27) 涡轮 (20) 动叶。

3. 根据权利要求 1 所述的涡轮设备 (10), 其特征在于, 所述毂部 (30) 的倾斜在所述毂部 (30) 与所述平台之间的界线处限定。

4. 根据权利要求 1 所述的涡轮设备 (10), 其特征在于, 所述毂部 (30) 的倾斜与所述中心表面 (41) 的倾斜之间的差为大约 10 度或更大。

5. 根据权利要求 1 所述的涡轮设备 (10), 其特征在于, 所述中心表面 (41) 和所述壳体的下游区段 (42) 从所述后缘 (33) 起偏离。

6. 根据权利要求 1 所述的涡轮设备 (10), 其特征在于, 还包括装备, 其包括热回收蒸汽发生器 (HRSG) (45) 并且设置在所述扩散器 (40) 的下游, 所述流体从所述扩散器 (40) 流至所述装备。

7. 一种涡轮设备 (10), 包括 :

涡轮 (20), 其包括平台和涡轮 (20) 动叶, 所述涡轮 (20) 动叶具有联接至所述平台的毂部 (30) 和相对于通过所述涡轮 (20) 的流体流动方向限定的后缘 (33); 以及

扩散器 (40), 其流体地联接至所述涡轮 (20) 并设置在所述后缘 (33) 的下游, 所述扩散器 (40) 形成为限定从所述后缘 (33) 起并围绕中心表面 (41) 的扩散器 (40) 流道, 所述扩散器 (40) 流道具有从所述后缘 (33) 起至少不递减的横截面积,

在距所述后缘 (33) 大约 0.5 倍在所述毂部 (32) 处测量的所述涡轮 (20) 动叶的涡轮 (20) 动叶弦长的范围内, 所述毂部 (30) 的倾斜相对于所述中心表面 (41) 的倾斜成至少 6 度的角度, 所述中心表面的末端部分轴向地沿水平方向延伸。

8. 一种涡轮设备 (10), 包括 :

涡轮 (20), 其包括平台、壳体和涡轮 (20) 动叶, 所述涡轮 (20) 动叶具有联接至所述平台的毂部 (30)、接近所述壳体的尖部 (32) 和相对于通过所述涡轮 (20) 的流体流动方向限定的后缘 (33); 以及

扩散器 (40), 其限定在中心表面 (41) 与所述壳体的下游区段 (42) 之间, 所述扩散器 (40) 流体地联接至所述涡轮 (20) 并设置在所述后缘 (33) 的下游,

在距所述后缘 (33) 大约 0.5 倍在所述毂部 (30) 处测量的涡轮 (20) 动叶弦长的范围内, 所述毂部 (30) 的倾斜相对于所述中心表面 (41) 的倾斜成至少 6 度的角度,

在距所述后缘 (33) 大约 0.5 倍在所述尖部 (32) 处测量的涡轮 (20) 动叶弦长的范围内, 所述壳体的下游区段 (42) 的倾斜相对于所述尖部 (32) 的倾斜成至少 6 度的角度, 以及

所述中心表面 (41) 的末端部分轴向地沿水平方向延伸并且和所述壳体的下游区段 (42) 从所述后缘 (33) 起至少大致平行或偏离。

9. 根据权利要求 8 所述的涡轮设备 (10), 其特征在于, 所述涡轮 (20) 动叶包括末级 (27) 涡轮 (20) 动叶。

10. 根据权利要求 8 所述的涡轮设备 (10), 其特征在于, 还包括装备, 其包括热回收蒸汽发生器 (HRSG) (45) 并且设置在所述扩散器 (40) 的下游, 所述流体从所述扩散器 (40) 流至所述装备。

涡轮设备

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请涉及与本申请同时提交的名称为“TIP FLOWPATH CONTOUR”的申请。

技术领域

[0003] 在此公开的主题涉及在涡轮的出口与扩散器的入口之间的接口处的毂部流道轮廓。

背景技术

[0004] 在涡轮中,高能流体沿通路流动,在该通路处高能流体与布置在变化的涡轮级处的涡轮动叶(bucket)相互作用,以产生涡轮动叶绕转子的旋转和机械能。流体最终离开通路并进入扩散器,其设置在最后的涡轮级的下游。扩散器用于调节流体流,该流体流然后朝设置在扩散器的下游的诸如热回收蒸汽发生器(HRSG)的附加装备引导。

[0005] 现代燃气涡轮的趋势尤其地朝着提高流体的排气能量和速度。这在很大程度上是由于通过提高质量流而提高功率输出的需要,但是最后的涡轮级的涡轮动叶的材料和机械限制常常指示,涡轮出口环形面积可能不能够与需求相关的所需质量流的增加等同地增长。为了弥补该差异,于是需要频繁地增大涡轮排气动能,这将降低燃气涡轮效率,除非可在扩散器中回收动能。较大面积比的扩散器将允许回收较多的动能,而且将缩小可操作性范围,其限定为扩散器在其中良好运行的区域。

[0006] 当扩散器没有良好运行时,朝下游装备移动的不均匀的流体流引起对该装备的损伤的危险。例如,在装备为HRSG的情况下,不均匀的流体流导致HRSG的振动和劣化。

发明内容

[0007] 根据本发明的方面,提供一种设备,该设备包括:涡轮,其包括平台、壳体和涡轮动叶,涡轮动叶具有联接至平台的毂部和相对于通过涡轮的流体流动方向限定的后缘;以及扩散器,其限定在中心表面与壳体的下游区段之间,扩散器流体地联接至涡轮并设置在后缘的下游,在距后缘大约0.5倍在毂部处测量的涡轮动叶弦长的范围内,毂部的倾斜(slope)相对于中心表面的倾斜成至少6度的角度,以及中心表面和壳体的下游区段从后缘起至少大致平行或偏离。

[0008] 根据本发明的另一方面,提供一种设备,该设备包括:涡轮,其包括平台和涡轮动叶,涡轮动叶具有联接至平台的毂部和相对于通过涡轮的流体流动方向限定的后缘;以及扩散器,其流体地联接至涡轮并设置在后缘的下游,扩散器形成为限定从后缘起并围绕中心表面的扩散器流道,扩散器流道具有从后缘起至少不递减的横截面积,在距后缘大约0.5倍在毂部处测量的涡轮动叶的涡轮动叶弦长的范围内,毂部的倾斜相对于中心表面的倾斜以至少6度扭曲(kink)。

[0009] 根据本发明的又一方面,提供一种设备,该设备包括:涡轮,其包括平台、壳体和涡轮动叶,涡轮动叶具有联接至平台的毂部、接近壳体的尖部和相对于通过涡轮的流体流动

方向限定的后缘；以及扩散器，其限定在中心表面与壳体的下游区段之间，扩散器流体地联接至涡轮并设置在后缘的下游，在距后缘大约 0.5 倍在毂部处测量的涡轮动叶弦长的范围内，毂部的倾斜相对于中心表面的倾斜成至少 6 度的角度，在距后缘大约 0.5 倍在尖部处测量的涡轮动叶弦长的范围内，壳体的下游区段的倾斜相对于尖部的倾斜成至少 6 度的角度，以及中心表面和壳体的下游区段从后缘起至少大致平行或偏离。

[0010] 这些及其它的优点和特征将从以下结合附图的说明变得更加明显。

附图说明

[0011] 视为本发明的主题在说明书的结尾处的权利要求中特别地指出并明确地要求保护。本发明的前述及其它的特征和优点将从以下结合附图的详细说明显现，其中：

[0012] 图 1 是处于变化负载的扩散器性能的图解说明；以及

[0013] 图 2 是根据实施例的涡轮和扩散器的侧视图；

[0014] 图 3 是根据替代性实施例的涡轮和扩散器的侧视图；以及

[0015] 图 4 是根据另一实施例的涡轮和扩散器的侧视图。

[0016] 详细说明参考附图作为示例解释本发明的实施例以及优点和特征。

[0017] 部件列表：

[0018] 10：设备

[0019] 20：涡轮

[0020] 21：环形平台

[0021] 22：环形壳体

[0022] 23：流体通道

[0023] 24：上游区段

[0024] 25：涡轮出口

[0025] 26：中间级

[0026] 27：末级

[0027] 28：中间级涡轮动叶

[0028] 29：末级涡轮动叶

[0029] 30：毂部

[0030] 31：翼型区段

[0031] 32：尖部

[0032] 33：后缘

[0033] 40：扩散器

[0034] 41：中心表面

[0035] 42：下游区段

[0036] 43：扩散器流道

[0037] 45：HRSG

具体实施方式

[0038] 参考图 1，提供了处于变化负载的扩散器性能的图解说明。如图 1 所示，扩散器出

口速度保持在较低速度,其中当涡轮以中间负载百分比运转时,扩散器性能较好地运行。在诸如全速空载 (FSNL) 状态的部分负载状态下,涡轮的出口流剖面的特征为特别低的榖部速度和较高的尖部速度,并且在特定的部分负载状态下,扩散器榖部边界层将分开并导致降低的性能和越来越不均匀的并且尖部较强的扩散器出口流。相反,在较高的负载状态下,相反的效果出现并导致不均匀的榖部较强的出口流。

[0039] 根据多个方面,提供一种榖部流道轮廓,其具有接近末级动叶和下游扩散器的入口的凹曲度。凹曲度引起静压的局部提高,这将导致动叶在榖部壁的紧接的附近具有降低的功提取。该降低的功提取引起径向速度分布,该径向速度分布的特征为流体以靠近榖部壁局部较高的速度进入扩散器。该“激励的”榖部边界层可在不分开的情况下支持更强的扩散,从而允许使用较大面积比的扩散器,导致改善的性能。在涡轮壳体上可提供相似的尖部流道轮廓,以同样地提供用于激励的尖部边界层。因此,根据多个方面并如图 1 所示,扩散器的运行良好区可朝全速空载区 (FSNL) 和全速满载 (FSFL) 区扩展。

[0040] 参考图 2 和 3,提供设备 10,该设备 10 包括涡轮 20 和扩散器 40。涡轮 20 包括环形平台 21 和环形壳体 22,该环形壳体 22 周边地围绕环形平台 21 以限定流体通道 23,流体从上游区段 24 沿着流体通道 23 流至涡轮出口 25 并流过该涡轮出口 25。涡轮 20 可相对于沿着流体通道 23 的流体流动方向分级地顺序布置,诸如中间级 26 和末级 27。在每一级处,诸如中间级涡轮动叶 28 和末级涡轮动叶 29 的涡轮动叶排周向地围绕环形平台 21 布置。

[0041] 末级涡轮动叶 29 包括联接至环形平台 21 的外径向区段的榖部 30、具有与流过流体通道 23 的流体相互作用的翼型形状并从榖部 30 径向延伸的翼型区段 31、和尖部 32。尖部 32 设置在翼型区段 31 的远端处,并接近环形壳体 22 的内表面。末级涡轮动叶 29 还包括相对于沿着流体通道 23 的流体流动方向沿榖部 30、翼型区段 31 和尖部 32 的后侧限定的后缘 33。

[0042] 在每一级处的相应排中的每个涡轮动叶大致如上所述地形成的情况下,机械能可源自每级处的涡轮动叶由沿着流体通道 23 流动的流体与涡轮动叶的相互作用所引起的旋转。

[0043] 扩散器 40 限定在中心表面 41 与壳体 22 的下游区段 42 之间,该中心表面 41 可以是扩散器中心体的外部面向表面。扩散器 40 流体地联接至涡轮 20,并设置在末级涡轮动叶 29 的后缘 33 的下游。因此,当流体在末级涡轮动叶 29 的后缘 33 上流动并流过该后缘 33 时,流体离开涡轮 20 并进入扩散器 40。在扩散器 40 内,流体沿扩散器流道 43 流动,由此流体流被调节用于例如在热回收蒸汽发生器 (HRSG) 45 中在下游的进一步使用。

[0044] 如图 2 所示,在榖部 30 与环形平台 21 之间的榖部界线 50 处限定的榖部 30 的倾斜可相对于中心表面 41 的倾斜以至少 6 度扭曲或成角度。扭曲或成角度可出现在后缘 33 处或者至少在距后缘 33 大约 0.5 倍涡轮动叶弦长 H_L 的范围内。弦长 H_L 在榖部 30 处和 / 或沿榖部界线 50 测量。

[0045] 倾斜榖部 30 与倾斜的中心表面 41 形成角度 α_1 。根据实施例,角度 α_1 在从中心表面 41 的平面测量时大于或等于 6 度,并且尤其地可以是大约 10 度或更大。此外,中心表面 41 和壳体 22 的下游区段 42 在从后缘 33 观察并向下游前进通过扩散器 40 时至少大致平行或相互偏离。也就是说,扩散器 40 可以是较大面积比的扩散器,并且扩散器流道 43 可具有至少从后缘 33 起不递减的横截面积,并且在某些情况下可具有从后缘 33 起增大的横

截面积。

[0046] 如图 3 所示,壳体 22 的下游区段 42 的倾斜可相对于尖部 32 的倾斜以至少 6 度扭曲或成角度,尖部 32 的倾斜沿尖部 32 的径向远端轴向地限定。扭曲或成角度可出现在后缘 33 处或至少在距后缘 33 大约 0.5 倍涡轮动叶弦长 T_L 的范围内。弦长 T_L 在尖部 32 处测量。

[0047] 倾斜的下游区段 42 与倾斜的尖部 32 形成角度 α_2 。根据实施例,角度 α_2 在从尖部 32 的平面测量时大于或等于 6 度,并且尤其地可以是大约 10 度或更大。此外,中心表面 41 和壳体 22 的下游区段 42 在从后缘 33 观察并向下游前进通过扩散器 40 时至少大致平行或相互偏离。也就是说,扩散器 40 可以是较大面积比的扩散器,并且扩散器流道 43 可具有至少从后缘 33 起不递减的横截面积,并且在某些情况下可具有从后缘 33 起增大的横截面积。

[0048] 参考图 4 并根据附加的实施例,可结合以上参考图 2 和 3 描述的特征。也就是说,榖部 30 与平台 21 之间的界线的倾斜可相对于中心表面 41 的倾斜扭曲或成角度,壳体 22 的下游区段 42 的倾斜可相对于尖部 32 的倾斜扭曲或成角度。该扭曲或成角度可出现在距后缘 33 大约 0.5 倍分别测量于榖部 30 和尖部 32 处的涡轮动叶弦长的范围内,并且分别可通过由榖部 30 的界线与中心表面 41 的倾斜形成角度和通过由壳体 22 的下游区段 42 与尖部 32 的倾斜形成角度而形成。如上所述,在如上所述地测量的情况下,每个的扭曲或成角度可大于或等于 6 度,并且尤其地可以是大约 10 度或更大。此外,中心表面 41 和壳体 22 的下游区段 42 在从后缘 33 观察并向下游前进通过扩散器 40 时至少大致平行或相互偏离。

[0049] 在榖部 30、尖部 32 或两者处的扭曲或成角度可提高接近于后缘 33 在中心表面 41 处和在壳体 22 的下游区段 42 处的静压和总压。结果,在扩散器 40 内更下游的位置处,静压可以是大致均匀的。因此,可避免或显著减少对 HRSG 45 或任何其它装备的损伤。

[0050] 尽管只结合有限数量的实施例详细描述了本发明,但应容易理解的是,本发明不局限于这样公开的实施例。相反,本发明可变型,以结合在此以前没有描述、但与本发明的精神和范围相当的许多变体、变更、替换或等同布置。另外,尽管已描述本发明的各种实施例,但应理解的是,本发明的方面可仅包括描述的实施例中的一些。因此,本发明不视为受前述说明限制,而是仅受所附权利要求的范围限制。

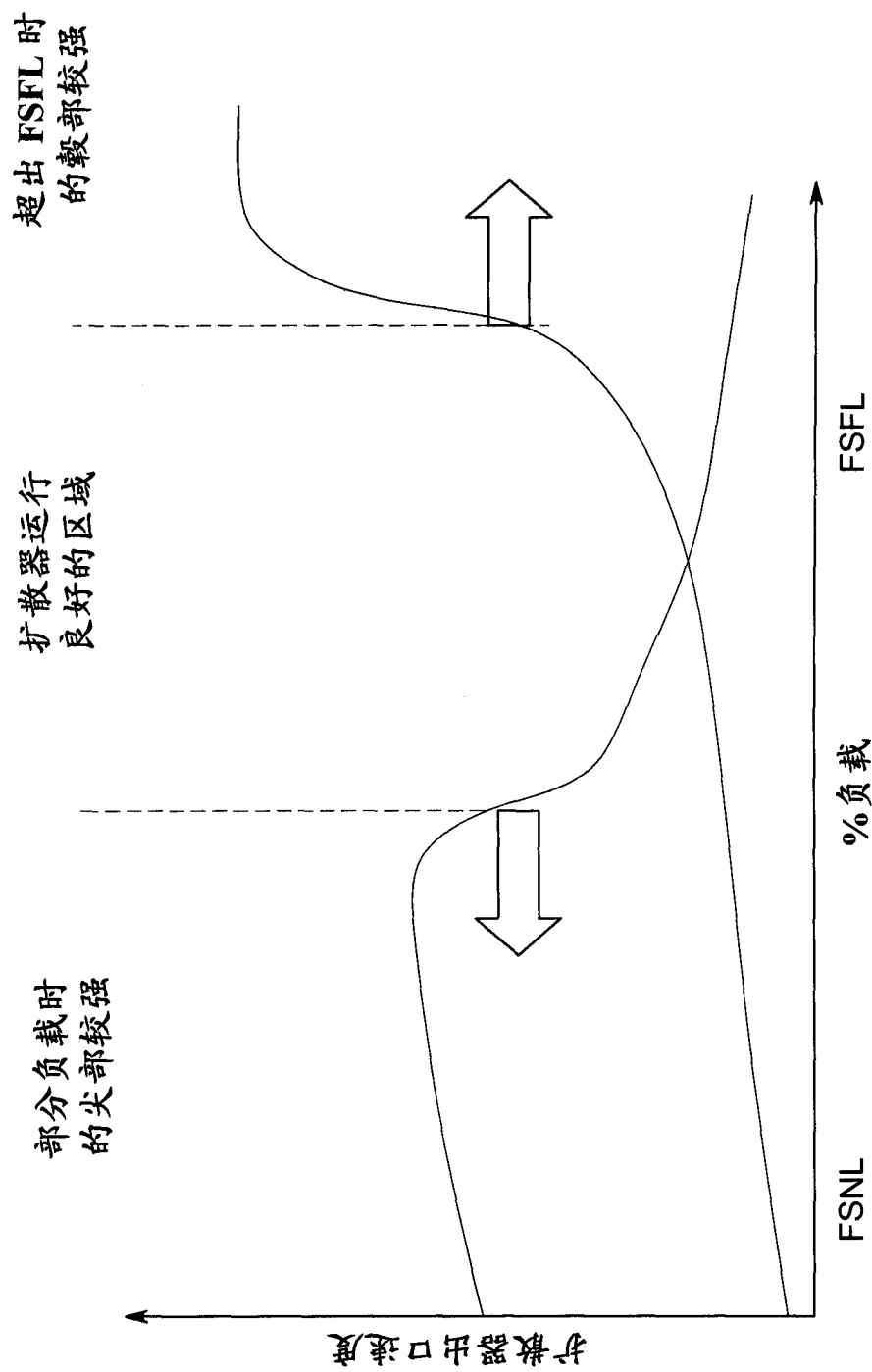


图 1

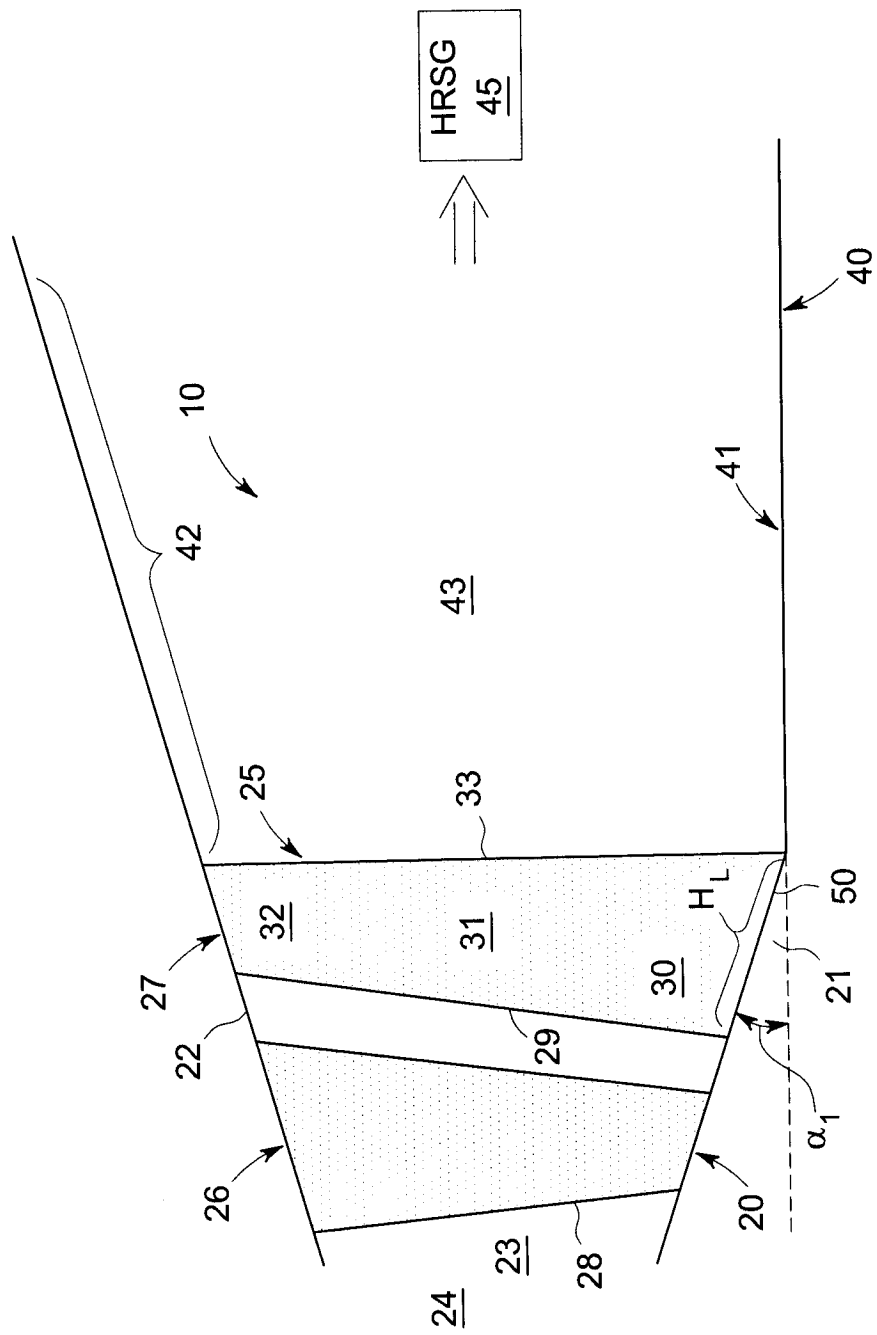


图 2

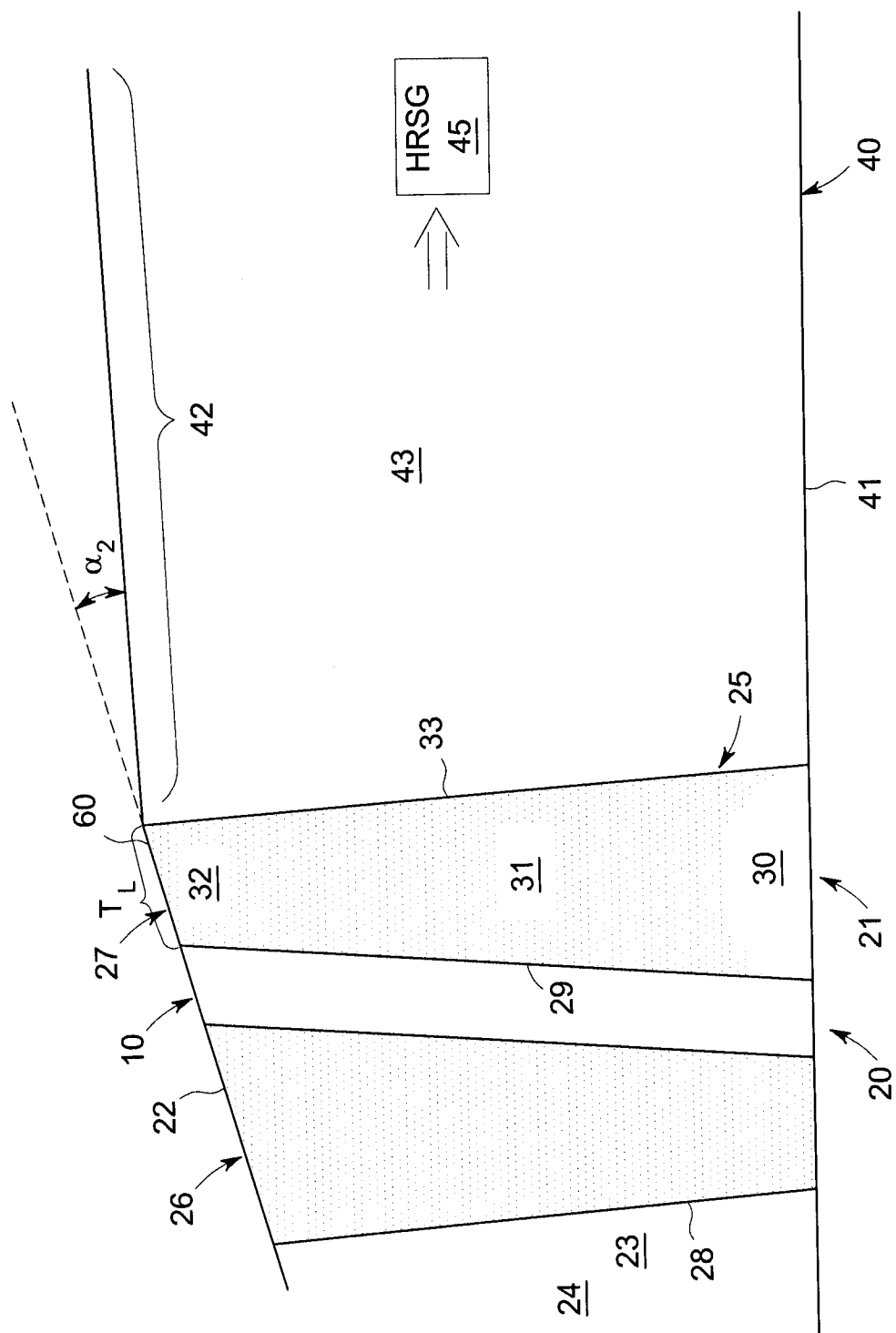


图 3

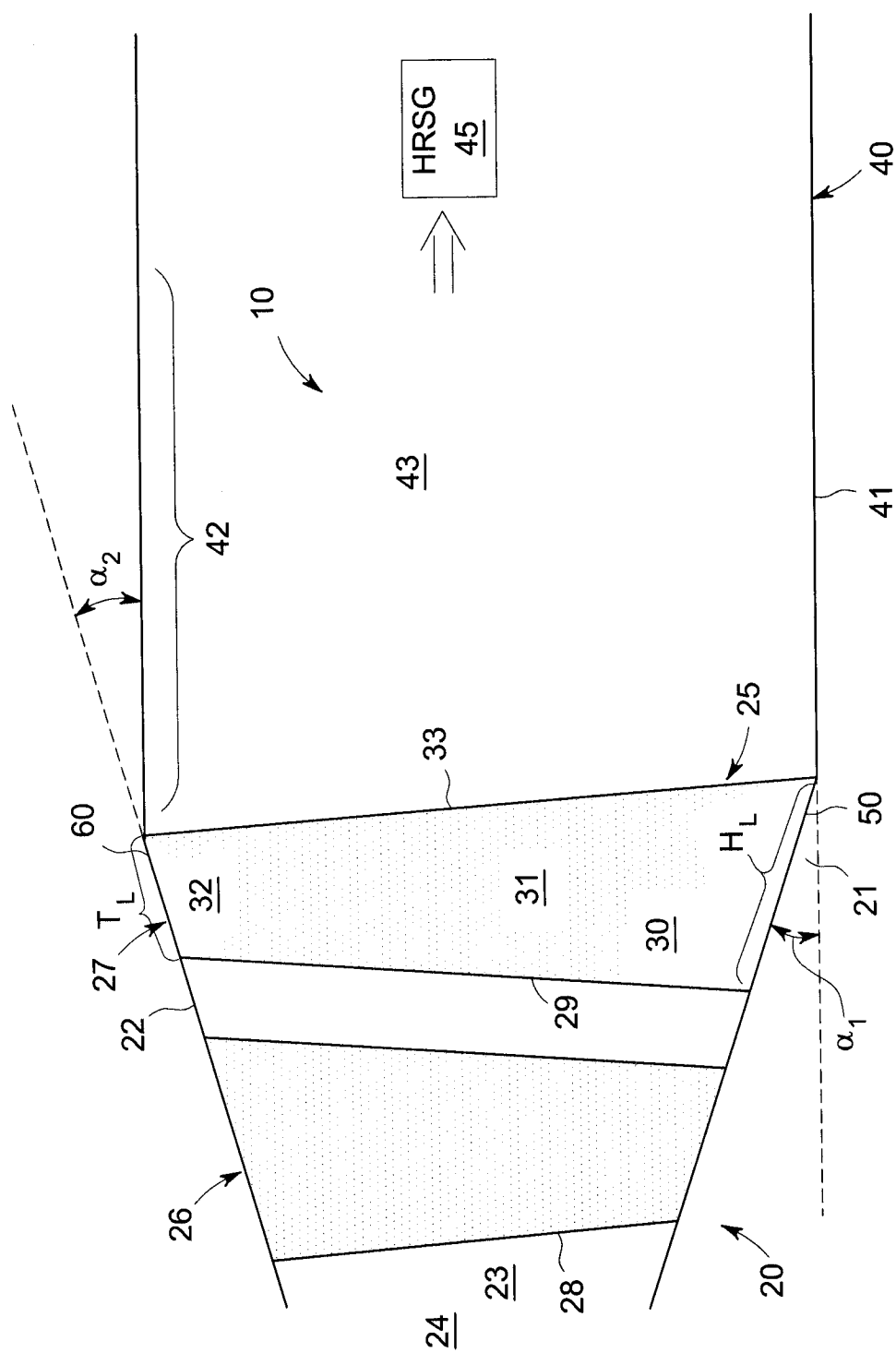


图 4