



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102251814 B

(45) 授权公告日 2015. 03. 11

(21) 申请号 201110170693. 5

(22) 申请日 2004. 02. 27

(30) 优先权数据

10/375415 2003. 02. 27 US

(62) 分案原申请数据

200410007647. 3 2004. 02. 27

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 J·J·彼得曼 A·C·波维斯

R·E·小麦克雷 J·P·克拉克

R·A·弗雷德里克 E·E·吉布勒

B·D·凯斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 严志军 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F01D 9/02(2006. 01)

(56) 对比文件

US 3715170 A, 1973. 02. 06, 说明书第2栏第49行-第4栏第32行, 附图1-3.

CN 85108282 A, 1986. 08. 27, 全文.

US 6089822 A, 2000. 07. 18, 说明书第7栏第6行-第10栏第12行, 附图1-5.

US 5207556 A, 1993. 05. 04, 全文.

EP 1247940 A1, 2002. 10. 09, 全文.

FR 2094033 A1, 1972. 02. 04, 全文.

审查员 张博

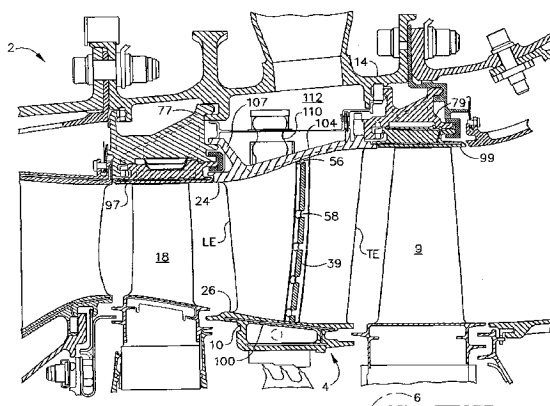
权利要求书1页 说明书8页 附图10页

(54) 发明名称

燃气轮机发动机涡轮机喷嘴分叉冲击隔板

(57) 摘要

一种涡轮机喷嘴分叉冲击隔板(30), 其包括在其间轴向上带有间隙(57)的前室(53)和后室(55), 分别穿过前室(53)和后室(55)的前隔板壁(73)和后隔板壁(75)的冲击孔(70), 和与前室(53)和后室(55)流体连通的充气增压室(105)。分叉冲击隔板(30)的实施例中还包括至包围在充气增压室封闭件(108)内的充气增压室(105)的单一冷却空气入口(114)。密封板(109)安装并密封在充气增压室封闭件(108)和前、后室(53, 55)之间。该密封板具有分别设置在充气增压室(105)和前、后室(53, 55)之间的前、后入口孔(131, 133)。前端板(113)和后端板(115)分别盖住前室(53)和后室(55)的径向内端(111)。前端板(113)内的出口孔(117)具有通过该出口孔(117)设置的级间密封腔供给管(119)。



1. 一种分叉冲击隔板 (30), 包括 :

在其间轴向上具有间隙 (57) 的前室 (53) 和后室 (55) ;

分别穿过前室 (53) 和后室 (55) 的前隔板壁 (73) 和后隔板壁 (75) 的冲击孔 (70) ;

与前室 (53) 和后室 (55) 处于流体流动连通的充气增压室 (105) ;和

包封充气增压室 (105) 的充气增压室封闭件 (108) ;

盖住所述前室 (53) 和后室 (55) 的径向内端 (111) 的前端板 (113) 和后端板 (115) ;

其还包括 :

前端板 (113) 中的出口孔 (117), 和穿过该出口孔 (117) 设置的级间密封腔供给管 (119) ;以及

密封所述级间密封腔供给管 (119) 的管端盖 (121)。

2. 如权利要求 1 所述的分叉冲击隔板 (30), 其特征在于, 其还包括通至充气增压室 (105) 的单一冷却空气入口 (114)。

3. 如权利要求 2 所述的分叉冲击隔板 (30), 其特征在于, 所述单一冷却空气入口 (114) 包括短管 (110)。

4. 如权利要求 3 所述的分叉冲击隔板 (30), 其特征在于, 其还包括 :

安装在充气增压室封闭件 (108) 与前、后室 (53, 55) 之间并密封到其上的密封板 (109) ;和

所述密封板 (109) 具有分别设置在充气增压室 (105) 与前、后室 (53, 55) 之间的、前、后入口孔 (131, 133)。

燃气轮机发动机涡轮机喷嘴分叉冲击隔板

技术领域

[0001] 本发明涉及燃气轮机发动机涡轮机喷嘴段,特别是,涉及具有带有用来容纳冷却空气分配隔板的空腔的中空叶片或翼型的喷嘴段。

背景技术

[0002] 在传统的燃气轮机发动机中,空气在压缩机中压缩并在燃烧室中与燃料混合并被点燃燃烧,用于产生热的燃气。所产生的燃气向下流过具有一级或多级的高压涡轮机(HPT),其中的级包括有一个或多个HPT涡轮机喷嘴和HPT转子叶片列。而后该燃气流到低压涡轮机(LPT),低压涡轮机一般包括带有相应的LPT涡轮机喷嘴和LPT转子叶片的多个级。

[0003] HPT涡轮机喷嘴包括多个沿周向间隔开的固定中空喷嘴叶片,这些叶片固定在径向的外带板和内带板(或带)之间。通常单一腔室冲击隔板插入每一个中空翼型内,以向翼型提供冷却空气。可以通过一个位于喷嘴的外带板的径向外侧的单一短管(spoolie)向每一个隔板输送冷却空气。

[0004] 涡轮机转子级包括多个沿周向间隔开的转子叶片,该转子叶片由转子盘沿径向向外延伸,使转子盘在运行过程中产生旋转扭矩。HPT喷嘴形成在具有连接在外带板和内带板的对应段之间的两个或多个中空叶片的弓形段内。每一个喷嘴段一般在其径向外端由一个栓件连接到一环形外壳上的法兰支撑。每一个叶片都具有—设置在径向内带嵌板和外带嵌板之间的被冷却的中空翼型,该内带嵌板和外带嵌板形成内带板和外带板。翼型、内带板部分、外带板部分、法兰部分和进出口一般是铸造在一起的,这样每一个叶片都是一个单一铸件。叶片是沿法兰段、内带嵌板和外带嵌板的接触面铜焊在一起的,以形成喷嘴段。在单一叶片或喷嘴段中还可以将两个或多个翼型铸造在一起。

[0005] 某些两级涡轮机具有一悬臂式第二级喷嘴,该喷嘴安装在外带板上并从外带板悬臂伸出。在第一级和第二级转子盘之间有很小的或没有入口,以将喷嘴段固定在内带板上。一般第二级喷嘴的构造具有多个翼型或叶片段。两叶片设计,如一种两个叶片相同的成对叶片设计,是一种很通常的设计。成对叶片设计在降低叶片段之间分裂线泄漏流动上具有性能优势。然而,安装结构和外带板的翼弦长度越长则成对叶片的耐久性就越差。较长的翼弦长度由于带板上的温度梯度和翼型应力的不均匀增加而使得翼弦应力增加。成对叶片的箱形结构也使得喷嘴段内的应力不均匀。成对叶片的尾缘的相当高的应力限制了喷嘴段的使用寿命。

[0006] 实践中很需要具有在第一级和第二级转子盘之间的用于供给冷却空气的入口并能够固定在外带板上且从外带板悬臂伸出的涡轮机喷嘴段。还需要能够避免降低多叶片段的耐久力的涡轮机喷嘴段,其中耐久力的降低是由于较长的外带板弦长和安装结构引起的。还需要能够避免弦长应力的增加的涡轮机喷嘴段,其中弦长应力的增加是由于带板的温度梯度和多叶片喷嘴段的较长的弦长所引起的翼型应力的非均匀性的增加所带来的。还需要能够避免成对叶片或其它的多叶片喷嘴段的尾缘叶片中应力增加的涡轮机喷嘴段,该

应力增加限制了喷嘴段的使用寿命。

[0007] 单一叶片段,如一种单个叶片的叶片段,公开在确认为案卷号为 No. 139104 美国专利申请中,其具有一分叉加强肋,将分叉空腔分隔成需要两个隔板的前空腔和后空腔。一种用于涡轮机喷嘴段的悬臂式安装公开在确认为案卷号为 No. 129664 的美国专利申请中。由于第二级喷嘴的悬臂式设计,在第一级和第二级转子盘之间没有足够的入口以从喷嘴的径向内侧提供冷却空气。因此两个隔板都必须从喷嘴的径向外侧提供冷却空气。所以,需要提供一种用于分叉空腔的隔板,使得能够从喷嘴的外侧提供冷却空气至前空腔和后空腔。还需要提供一种隔板,使得能够从隔板至级间密封空腔提供冷却空气。

发明内容

[0008] 根据本发明,提供了一种分叉冲击隔板,其包括:在其间轴向上具有间隙的前室和后室;分别穿过前室和后室的前隔板壁和后隔板壁的冲击孔;与前室和后室流体流动连通的充气增压室,和包封充气增压室的充气增压室封闭件。

[0009] 一种用于燃气轮机发动机涡轮机喷嘴的分叉冲击隔板,其包括在其间轴向上具有间隙的前室和后室,分别穿过前室的前隔板壁和后室的后隔板壁的冲击孔,和与前室和后室流体流动连通的充气增压室。分叉冲击隔板的示例性实施例还包括通至充气增压室的单一冷却空气入口。充气增压室封闭件包围该充气增压室。密封板安装在充气增压室封闭件和前、后室之间并密封到其上。密封板具有分别设置在充气增压室和前、后室之间的前、后入口孔。盖住前室和后室的径向内端的前端板和后端板。在前端板内的出口孔具有通过其中设置的级间密封腔供给管。管端盖密封级间密封腔供给管。级间密封腔供给管从隔板至级间密封腔供给冷却空气。

[0010] 分叉冲击隔板设计成用于燃气轮机发动机涡轮机喷嘴,特别是具有至少一个在径向外带板段和内带板段之间径向延伸的中空翼型的涡轮机喷嘴段。该翼型具有翼型壁,翼型壁的压力侧和吸入侧轴向上延伸在该翼型的导缘和尾缘之间,并围绕分叉空腔。延伸通过分叉空腔的分叉肋将分叉空腔分成前空腔和后空腔。前、后室分别设置在前、后空腔内。

[0011] 分叉冲击隔板使得冷却空气从喷嘴的外侧供给。还允许单一入口和短管用于向冲击隔板提供冷却空气。分叉冲击隔板还用于从隔板向级间密封腔提供冷却空气。分叉冲击隔板允许使用非常耐久的单一喷嘴。隔板的充气增压室配装在喷嘴的受限制的空腔内,且运行中仅采用一个短管,这降低了泄漏和复杂性。

附图说明

[0012] 以下将参照附图对本发明进行描述以解释上述的各方面以及其它特征,在附图中:

[0013] 图 1 是表示燃气轮机发动机高压涡轮机第二级涡轮机喷嘴的一部分的剖视图,该喷嘴带有一叶片翼型,该翼型具有由一个分叉肋分叉的中空的内部,该分叉肋在该翼型的压力侧和吸入侧之间延伸;

[0014] 图 2 是表示图 1 中所示的第二级涡轮机喷嘴段的透视图;

[0015] 图 3 是表示图 1 中所示的第二级涡轮机喷嘴段的剖视图;

[0016] 图 4 是表示图 2 中所示的翼型的径向向外看的透视图;

- [0017] 图 5 是表示图 2 中通过 4-4 线的分叉肋和加强肋的剖视图；
- [0018] 图 6 是表示设置在图 2 和 3 示出的中空叶片的分叉内部的两腔室冲击隔板的透视图；
- [0019] 图 7 是表示图 6 中所示的冲击隔板的分解透视图；
- [0020] 图 8 是表示图 1 中所示的第二级涡轮机喷嘴的一部段的透视图；
- [0021] 图 9 是表示图 8 中所示的第二级涡轮机喷嘴段的后支撑部分的放大透视图；以及
- [0022] 图 10 是表示图 9 中所示的其中一个第二级涡轮机喷嘴段上的抗旋转和切向载荷止挡件的放大透视图。

具体实施方式

[0023] 图 1 中示出了本发明一个航空燃气轮机的高压涡轮机 2 的一个示例性的第二级涡轮喷嘴 4。该喷嘴 4 环绕一纵向或轴向中心轴线 6 设置，并包括一个环状壳体 14，安装有由环状壳体 14 悬臂状伸出的多个喷嘴段 10。喷嘴段 10 设置在直接上游列高压涡轮机第一级转子叶片 18 和直接下游列涡轮机第二级转子叶片 9 之间。第一和第二围带 (shroud) 97、99 分别围绕第一和第二级涡轮机转子叶片 18 和 9，并由第一和第二围带支撑件 77 和 79 支撑，这些围带支撑件沿径向向内由环状壳体 14 悬置并与之连接。喷嘴段 10 由向前的钩件 107 钩挂到第一围带支撑件 77 上，并由第二围带支撑件 79 悬臂伸出。

[0024] 图 2 中示出其中一个喷嘴段 10，它包括一个单一中空叶片翼型 28，该翼型 28 整体地连接到形状为弓形的径向外带板段 24 和内带板段 26 之间并在其间径向延伸。翼型 28 具有压力侧 22 和吸入侧 23，并轴向上在导缘 LE 和尾缘 TE 之间延伸。每一喷嘴段 10 仅具有一个翼型 28，该翼型位于径向外带板段 24 和径向内带板段 26 的周向间隔开的压力侧缘 33 和吸入侧缘 35 之间。喷嘴段 10 图示为一整体，并由整体一件制造而成。中空翼型 28 具有一个翼型壁 29，该翼型壁 29 围绕一个由分叉肋 39 形成的分叉空腔 37，该分叉肋在压力侧 22 和吸入侧 23 之间延伸，并将该空腔分隔成轴向前空腔 41 和轴向后空腔 43。

[0025] 加强肋 60 从外带板段 24 的径向外表面 62 沿径向向外延伸，并由外带板段 24 的压力侧前拐角部 64 轴向且周向延伸到分叉肋 39。加强肋 60 和分叉肋 39 沿翼型 28 上的合成燃气载荷的方向 63 伸展，并为喷嘴段 10 提供了相当重要的加强作用。加强肋 60 与分叉肋 39 在轴向和周向上对准。加强肋 60 和分叉肋 39 可以视为大体上在同一平面内。这为喷嘴段 10 提供了加强作用并减少了其偏斜。加强肋 60 还为翼型破裂提供了额外的安全保障。

[0026] 向前的钩件 107 从外带板段 24 向前延伸。一个径向内翼型嵌条 89 环绕翼型 28 和内带板段 26 之间的连接处伸展。如图 4 和 5 所示，径向外翼型嵌条 91 环绕翼型 28 和内带板段 24 的连接处伸展。外翼型嵌条 91 在向前的钩件 107 下面具有第一加大部分 90，以减小在这一区域的机械应力。外翼型嵌条 91 在分叉肋 39 和翼型 28 的吸入侧 23 的相交处具有第二加大部分 93，以减小这一区域的机械应力。

[0027] 沿翼型 28 向下延伸的分叉肋 39 具有许多好处，包括使应力经肋扩散，有助于防止绕翼型嵌条的疲劳断裂横过该肋传播，从而使翼型不会损坏。由于来自于分叉肋 39 的增加的支撑，使得翼型壁 29 比通常的仅有一个空腔的设计要薄，这使得翼型壁 29 沿翼型 28 的压力侧 22 不会倾向于迅速增大。分叉肋 39 相对于翼型 28 的压力侧 22 和吸入侧 23 成一

定角度,以允许一个撞击冷却分叉插入件或隔板可以被安装到前空腔 41 和后空腔 43 中,如图 2 和 3 所示。

[0028] 分叉空腔 37 使得必需具有两个撞击冷却隔板。由于喷嘴段 10 的悬臂式设计,在第一级转子叶片 18 和第二级转子叶片 9 之间没有入口,以从喷嘴段 10 的径向内侧 100 供应冷却空气。因此,两个隔板必须从喷嘴段的径向外侧 104 送入。这是具有挑战性的,因为喷嘴的外侧上的空间有限。如果从独立的短管送入,则可以使用两个隔板,但是这样的结构安装起来很复杂,而且比采用单一短管送入两个隔板更容易出现泄漏。

[0029] 如图 3、6 和 7 所示,分叉撞击隔板 30 设置在分叉空腔 37 内。分叉撞击隔板 30 具有轴向前室 53 和后室 55,其间有一轴向延伸的轴向间隙 57,并且前室 53 和后室 55 分别设置在前空腔 41 和后空腔 43 内。分叉撞击隔板 30 具有一个封装在如图所示像一个圆屋顶的充气增压室封闭件 108 上的充气增压室 105,它设计成通过单一冷却空气入口 114 从如图 1 所示的一位于喷嘴段 10 和环状壳体 14 之间的环状充气增压空间 112 接受冷却空气 80 至充气增压室。单一短管 110 设置在冷却空气入口 114 内。

[0030] 再次参照附图 3、6 和 7,充气增压室封闭件 108 固定在密封板 109 上,而密封板 109 上安装到前室 53 和后室 55 上。冷却空气分别从密封板 109 内的前室入口孔 131 和后室入口孔 133 经过且可以在经过时被测量。冷却空气分别流过前室入口孔 131 和后室入口孔 133 而进入前室 53 和后室 55。前室端盖板 113 和后室端盖板 115 径向上盖住前室 53 和后室 55 的内端部 111。前室端盖板 113 具有一出口孔 117,一级间密封腔供给管 119 通过该出口孔 117 设置,该供给管 119 由一管端盖 121 密封。另外的方案是,级间腔室供给管可以通过一后端盖板内的出口孔设置。

[0031] 前室 53 和后室 55 分别容纳在前空腔 41 和后空腔 43 内,且分叉肋 39 设置在前室和后室之间的间隙 57 内。前室 53 和后室 55 可以在第二级涡轮机喷嘴 4 的安装过程中滑入分叉空腔 37 的前空腔 41 和后空腔 43 内。之后分叉冲击隔板 30 围绕喷嘴段的环部 116 被铜焊或焊接到喷嘴段 10 上,如图 2 和 3 所示。分叉冲击隔板 30 和前空腔 41 和后空腔 43 之间的间隙 57 使得该冲击隔板横跨分叉肋 39。

[0032] 从附图 3、6 和 7 中还可以看出,分别通过前室 53 和后室 55 的前隔板壁 73 和后隔板壁 75 的冲击孔 70 设计成用来实现翼型壁 29 的冲击冷却。前隔板壁 73 和后隔板壁 75 的外表面 78 上的支脚垫 76 分别在分叉空腔 37 以及前空腔 41 和后空腔 43 内定位分叉冲击隔板 30 以及轴向的前室 53 和后室 55,以提供良好的对翼型壁 29 的冲击冷却。已消耗的叶片冲击冷却空气 82 从翼型壁 29 通过薄膜冷却孔 84 排出,如图 2 和 8 所示。

[0033] 分叉肋 39 具有至少一个从中通过的横向孔 58,虽然在图 1 和 5 所示的喷嘴段 10 的示例性实施例中示出了多个横向孔 58。横向孔 58 使得大量的冷却空气 80 能够冲击在导缘 LE 上,而后通过流经分叉肋 39 并通过在翼型 28 的尾缘 TE 内的紊流通道 86 排出来提供辅助的冷却,如图 3 所示。分叉肋 39 上的横向孔 58 使得大部分的冷却空气 80 用来冷却翼型 28 的导缘 LE 和尾缘 TE。分叉冲击隔板 30 和分叉肋 39 之间的径向延伸的径向间隙 56 还使得冷却空气 80 从前空腔 41 流过后空腔 43,以冷却翼型 28 的导缘 LE 和尾缘 TE。在喷嘴段的一些实施例中可以省略使用横向孔 58。横向孔 58 的使用还可以提高可生产率,因为可以采用单一铸造芯型。可以用石英杆来形成横向孔 58 并保证该芯型的刚度。可以围绕整个翼型 28 施加热屏障涂层 (TBC) 以更好地包覆,也比通常针对多个翼型叶片段所作的更

容易。单一翼型叶片段与发动机内的仅单一翼型相比具有柔韧性,这是很有利的,比如在燃气喷嘴由于翼型上的热裂纹而引起的问题的情况下。这些热裂纹一般仅会损坏一个翼型。

[0034] 喷嘴段 10 从环状壳体 14 由外带板段 24 悬臂伸出。翼型 28 具有一高的扭转角,该扭转角在合成燃气载荷的方向 63 上产生一合成的燃气载荷矢量,在喷嘴段 10 的外带板段 24 的后端 128 偏离基板 (wheelbase) 120,如图 2 所示。基板 120 通常是喷嘴段 10 的外带板段 24 的后端 128 的轴向向后朝向载荷的一个面或多个面 150。加强肋 60 和分叉肋 39 表示为基本上关于一个中心平面 49 对中,该中心平面 49 偏离基板 120,位于该基板的一侧。这使得喷嘴段 10 有绕着垂直于中心轴线 6 的径向线旋转的趋势,并使得单一翼型喷嘴段的安装和密封都变得很困难。再次参见图 1 和 8,喷嘴段 10 在外带板段 24 的前端 122 通过向前的钩件 107,以及分别借助于外带板段 24 的后端 128 上的顺时针端部 138 和逆时针端部 140 上的顺时针开口的第二钩件 124 和逆时针开口的第三钩件 126 径向上定位。

[0035] 如图 8 至 10 所示,每一个喷嘴段 10 的第二钩件 124 和第三钩件 126 是外带板段 24 的后端 128 的后凸缘 129 上的部件。顺时针开口第二钩件 124 与从第二围带支撑件 79 轴向向前延伸的栓件 130 接合。喷嘴段 10 的相邻喷嘴段 132 的逆时针开口第三钩件 126 在后凸缘 129 的顺时针端部 138 接合径向面向外的平凸缘表面 142,而顺时针开口第二钩件 124 位于该表面上。顺时针开口第二钩件 124、逆时针开口第三钩件 126 和栓件 130 都是矩形形状的。顺时针开口第二钩件 124 是 C 形的,而逆时针开口第三钩件 126 是一个搭叠式 (shiplap) 钩件并与后凸缘 129 的顺时针端部 138 相搭叠且沿径向面向外的平凸缘表面 142 放置。

[0036] 顺时针开口第二钩件 124 和逆时针开口第三钩件 126 相对于前视后瞻 (forward looking aft view) 分别是顺时针和逆时针位于喷嘴段上,但如果合成燃气载荷矢量和方向 63 相对于前视后瞻在逆时针方向上倾斜,则也可以是从后视前瞻 (aft looking forward view) 的角度。

[0037] 一个载荷止挡件 144 至少部分地防止喷嘴段 10 绕垂直于中心轴线 6 的一径向线转动,该载荷止挡件 144 从外带板段 24 径向向外延伸并与在喷嘴段 10 的相邻喷嘴段 132 的逆时针开口第三钩件 126 上的轴向面向前载荷面 21 相接合。载荷止挡件 144 与燃气载荷的总和所产生的力矩相反,该力矩偏离位于后凸缘 129 的后侧 152 上的轴向面向后载荷面 150 的基板。整个的涡轮机喷嘴装置将处于平衡状态。涡轮机喷嘴 4 被沿径向安装,使得这些特征 (features) 能够轴向交迭。止挡件 144 和面向后的载荷面 150 可以在相同的加工结构中精确地生产出。这使得轴向载荷面能够被用来作为在喷嘴的后端的空气密封,实现高度的防止泄漏控制。钩件、栓件和止挡件还可以在具有多于一个翼型的喷嘴段 10 上使用,特别是在如果合成的燃气载荷偏离外带板段的喷嘴段 10 的基板的情况下。

[0038] 以上以实施例的方式描述了本发明。可以理解的是其中所用的术语是出于描述说明本发明的目的,而不是对本发明的限制。虽然以上描述了本发明的优选和示例性的实施例,但对于本领域技术人员来讲根据以上的教导可以得出其他的修改变化,因此落入本发明的宗旨和范围的所有的这些修改变化希望在所附的权利要求书中得到保护。

[0039] 因此,希望得到专利保护的本发明在所附权利要求中限定。

[0040] 附图标记说明:

[0041] 2、高压涡轮机;

- [0042] 4、涡轮机喷嘴；
- [0043] 6、中心轴线；
- [0044] 9、涡轮机第二级转子叶片；
- [0045] 10、涡轮机喷嘴段；
- [0046] 14、壳体；
- [0047] 18、涡轮机第一级转子叶片；
- [0048] 21、向前载荷面；
- [0049] 22、压力侧；
- [0050] 23、吸入侧；
- [0051] 24、外带板段；
- [0052] 26、内带板段；
- [0053] 28、翼型；
- [0054] 29、翼型壁；
- [0055] 30、隔板；
- [0056] 33、压力侧缘；
- [0057] 35、吸入侧缘；
- [0058] 37、分叉空腔；
- [0059] 39、分叉肋；
- [0060] 41、前空腔；
- [0061] 43、后空腔；
- [0062] 49、中心平面；
- [0063] 53、前室；
- [0064] 55、后室；
- [0065] 56、径向间隙；
- [0066] 57、轴向间隙；
- [0067] 58、孔；
- [0068] 60、加强肋；
- [0069] 62、外表面；
- [0070] 63、方向；
- [0071] 64、压力侧前拐角部；
- [0072] 70、冲击孔；
- [0073] 73、前隔板壁；
- [0074] 75、后隔板壁；
- [0075] 76、支脚垫；
- [0076] 77、第一围带支撑件；
- [0077] 78、外表面；
- [0078] 79、围带支撑件 / 第二围带支撑件；
- [0079] 80、冷却空气；
- [0080] 82、已消耗的叶片冲击冷却空气；

- [0081] 84、薄膜冷却孔；
- [0082] 86、通道；
- [0083] 89、径向内翼型嵌条；
- [0084] 90、第一加大部分；
- [0085] 91、径向外翼型嵌条；
- [0086] 93、第二加大部分；
- [0087] 97、第一围带；
- [0088] 99、第二围带；
- [0089] 100、内侧；
- [0090] 104、外侧；
- [0091] 105、充气增压室；
- [0092] 107、向前的钩件；
- [0093] 108、室封闭件；
- [0094] 109、密封板；
- [0095] 110、单一短管；
- [0096] 111、内端；
- [0097] 112、环状充气增压室；
- [0098] 113、前端板；
- [0099] 114、冷却空气入口；
- [0100] 115、后端板；
- [0101] 116、环部；
- [0102] 117、出口孔；
- [0103] 119、供给管；
- [0104] 120、基板；
- [0105] 121、管端盖；
- [0106] 122、前端；
- [0107] 124、顺时针开口钩件 / 第二钩件；
- [0108] 126、逆时针开口钩件 / 第三钩件；
- [0109] 128、后端；
- [0110] 129、后凸缘；
- [0111] 130、栓件；
- [0112] 131、前入口孔；
- [0113] 132、相邻的喷嘴段；
- [0114] 133、后入口孔；
- [0115] 138、顺时针端部；
- [0116] 140、逆时针端部；
- [0117] 142、平凸缘表面；
- [0118] 144、载荷止挡件；
- [0119] 150、向后载荷面；

- [0120] 152、后侧；
- [0121] LE、导缘；
- [0122] TE、尾缘。

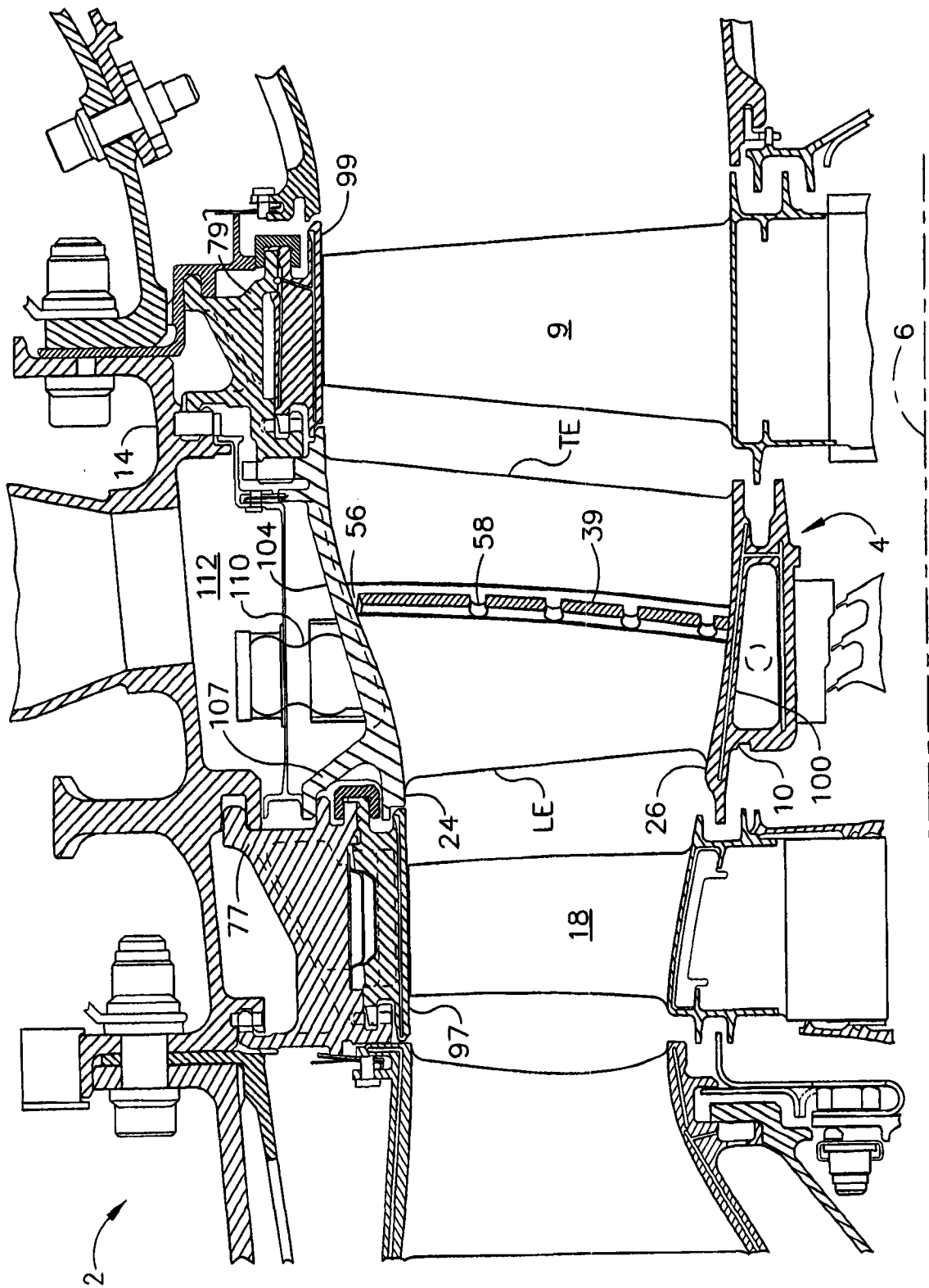


图 1

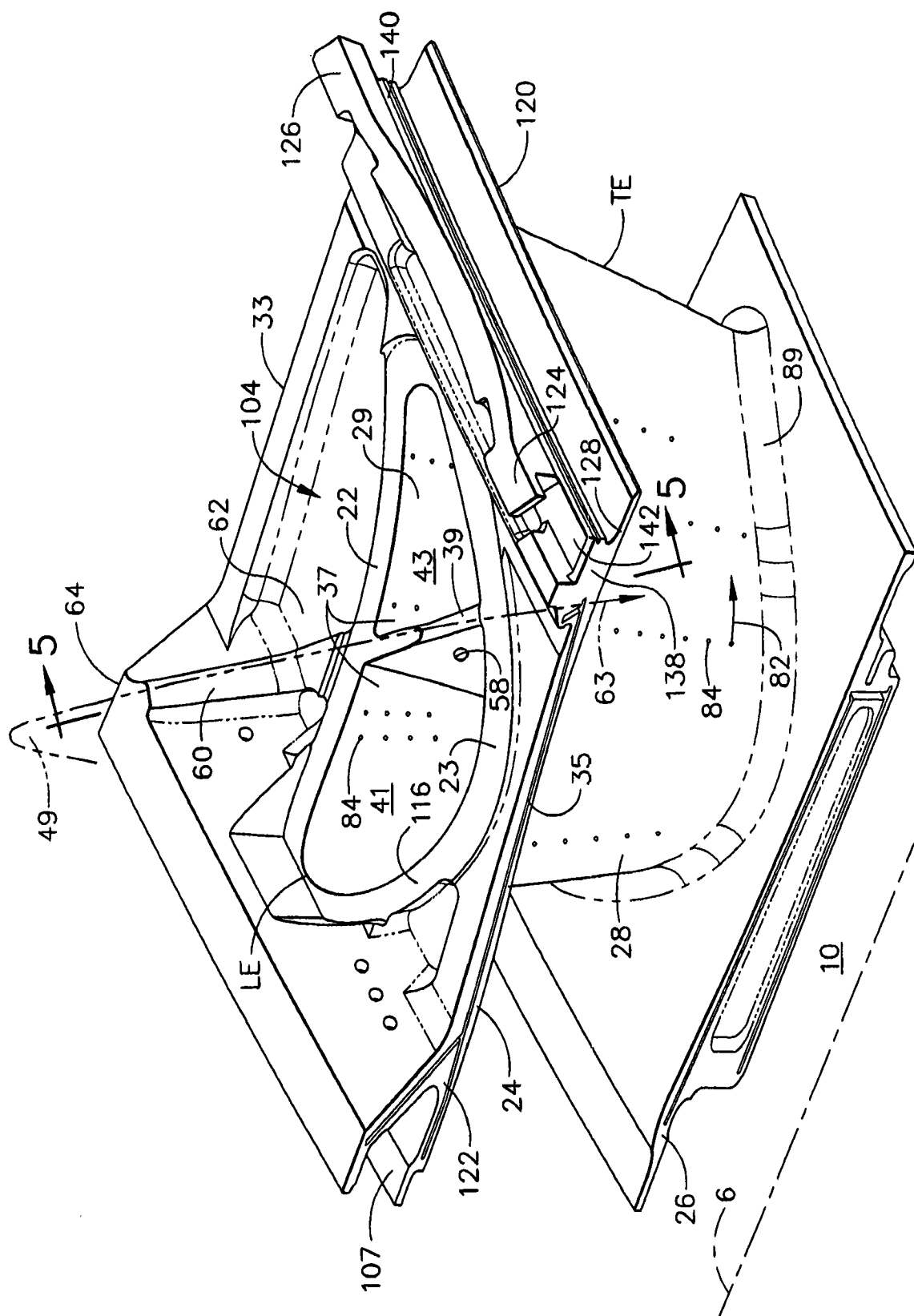


图 2

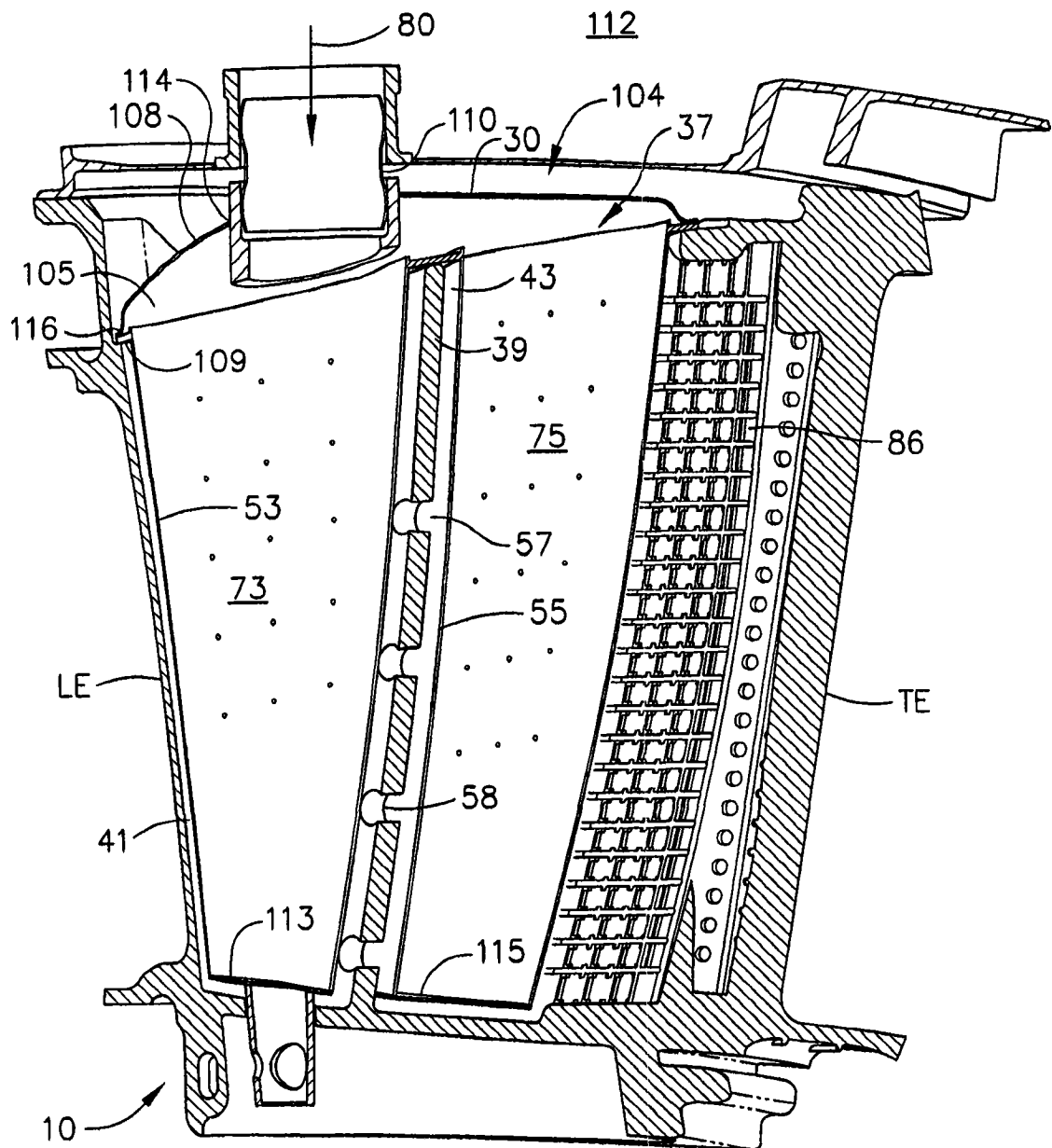


图 3

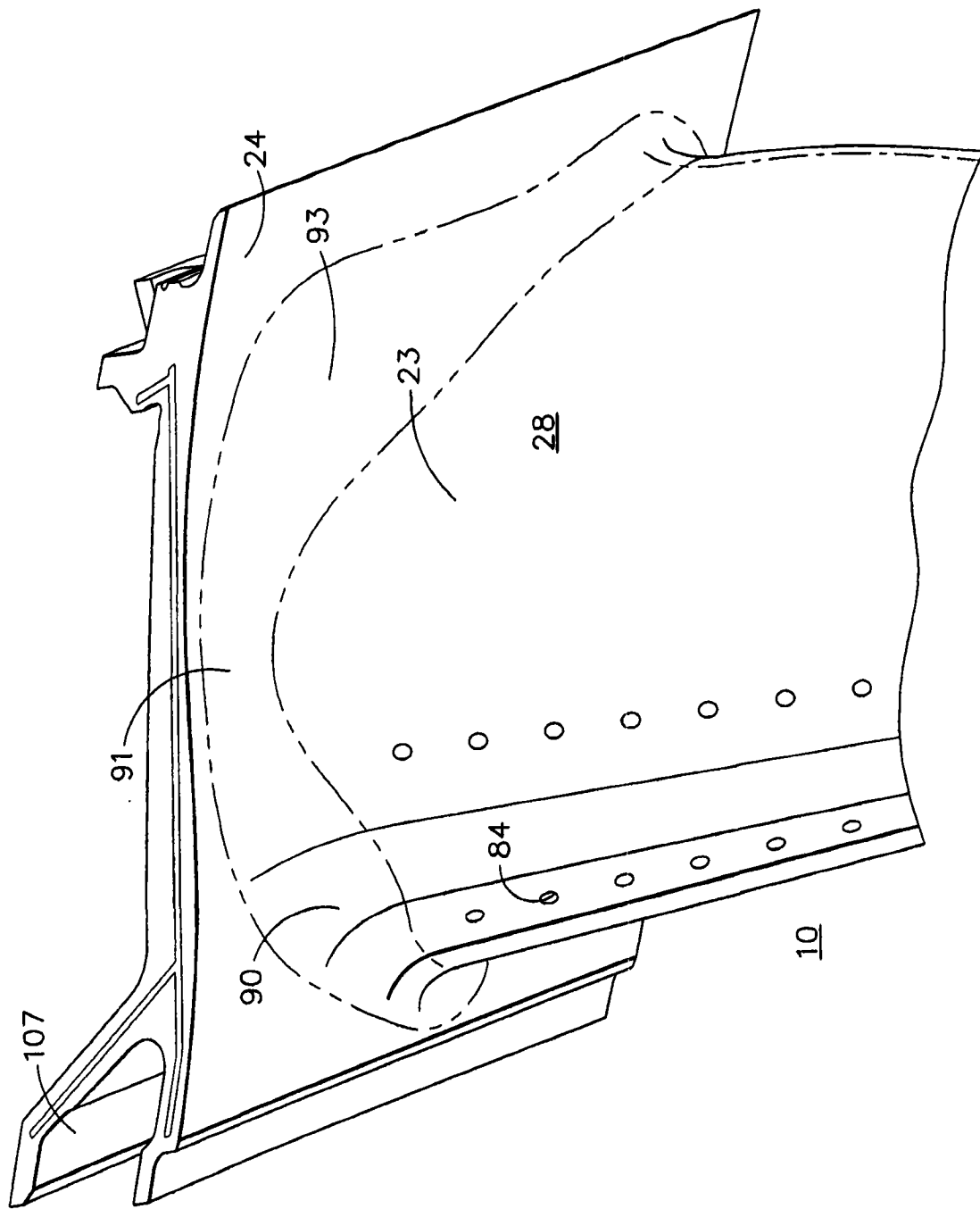


图 4

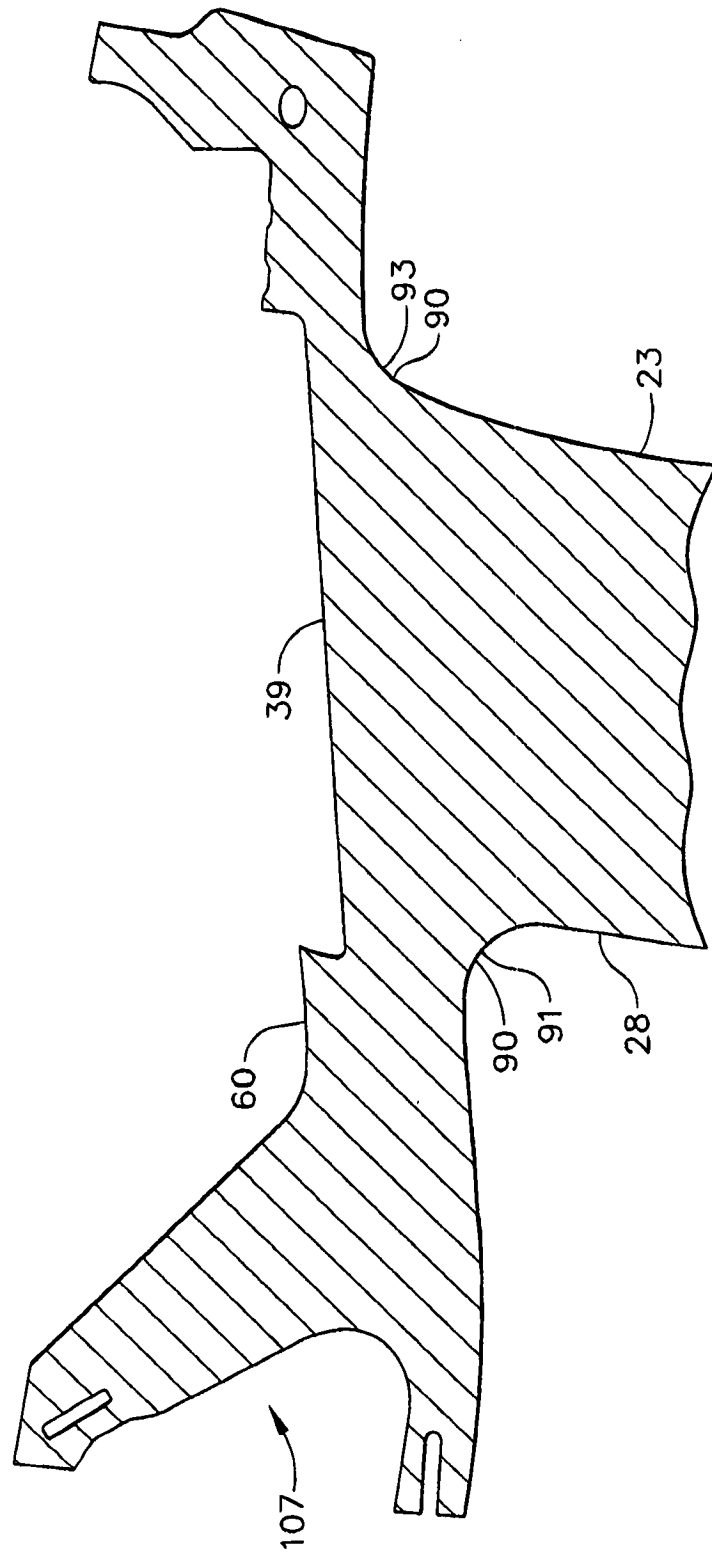


图 5

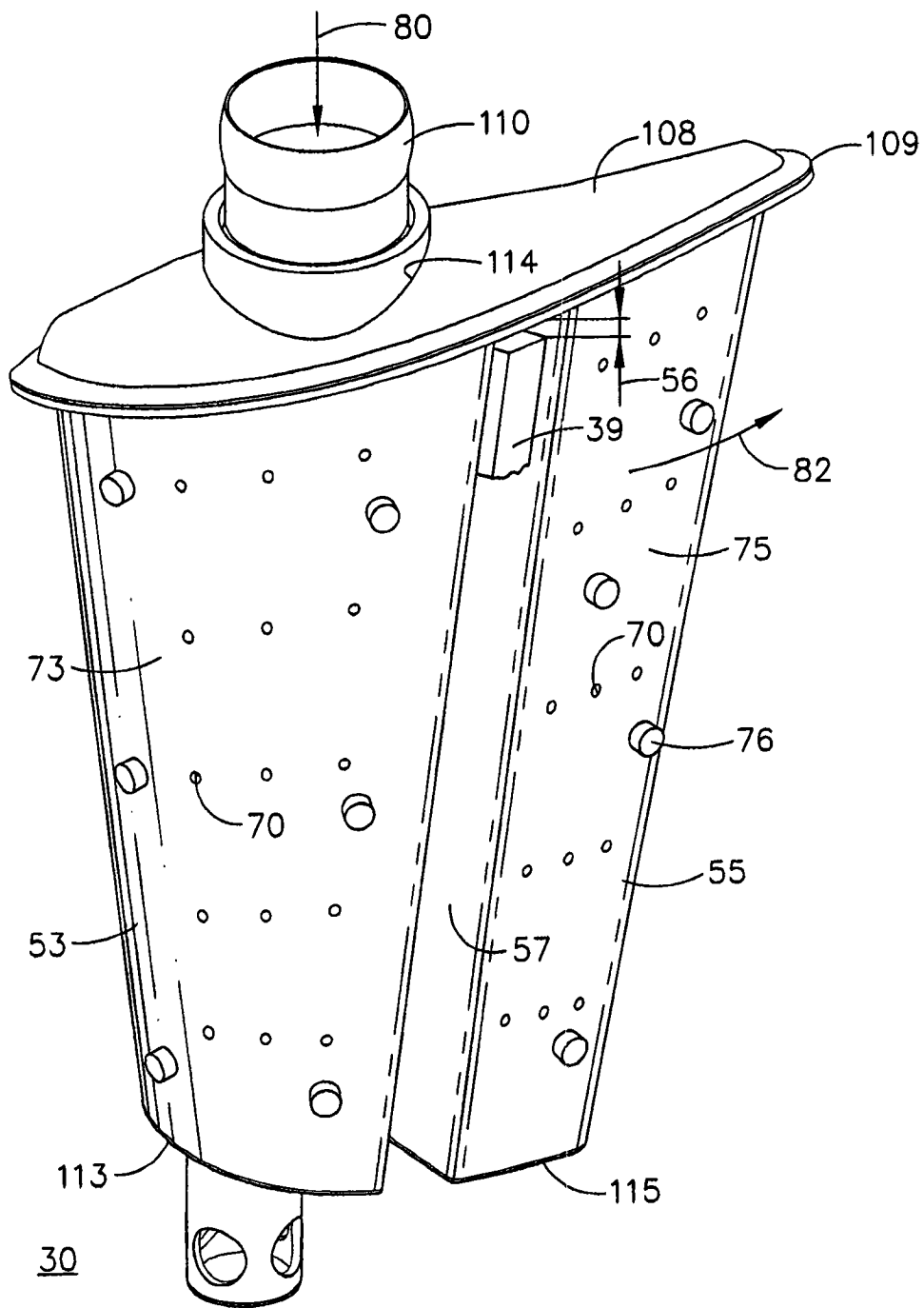


图 6

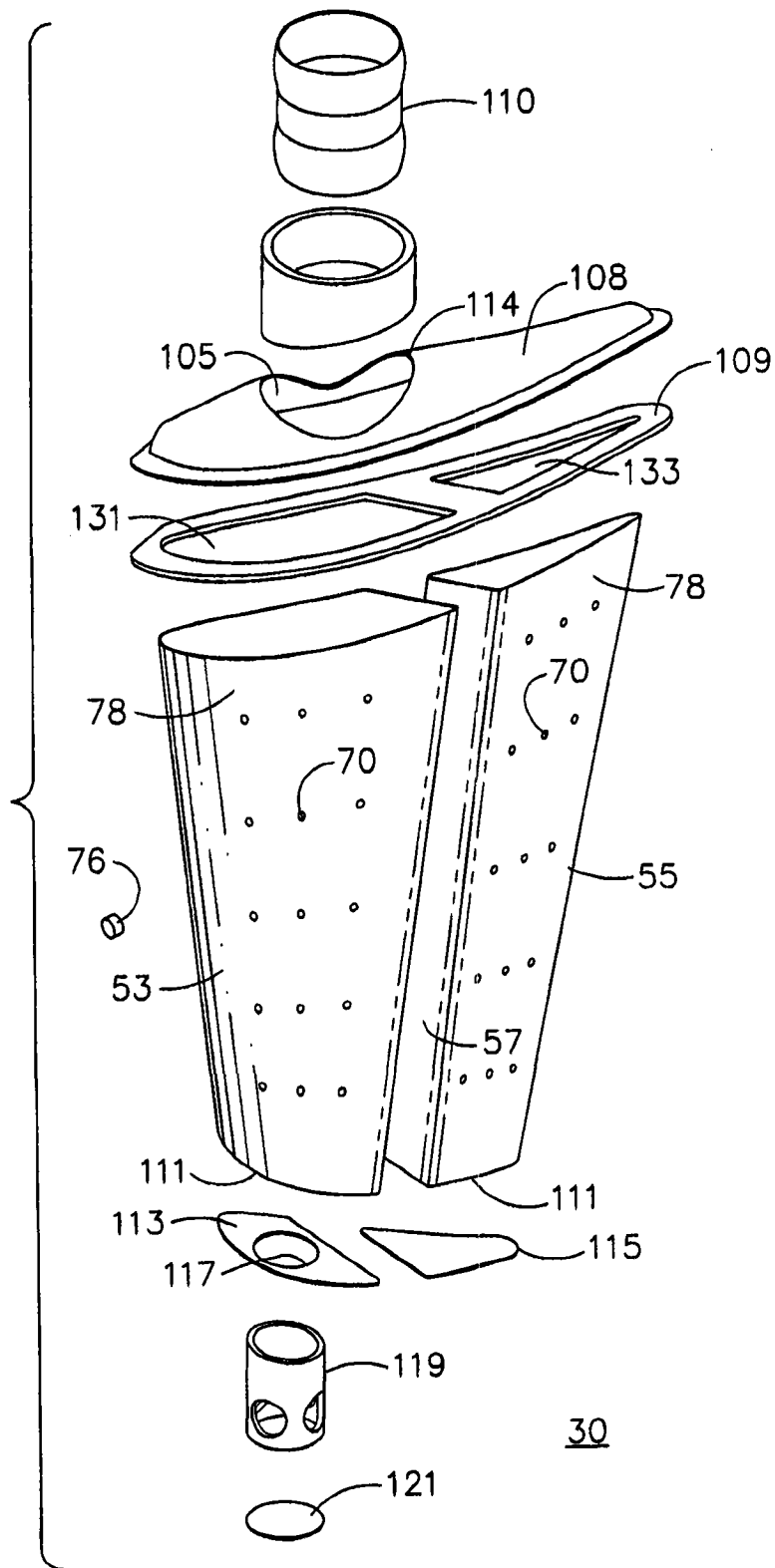


图 7

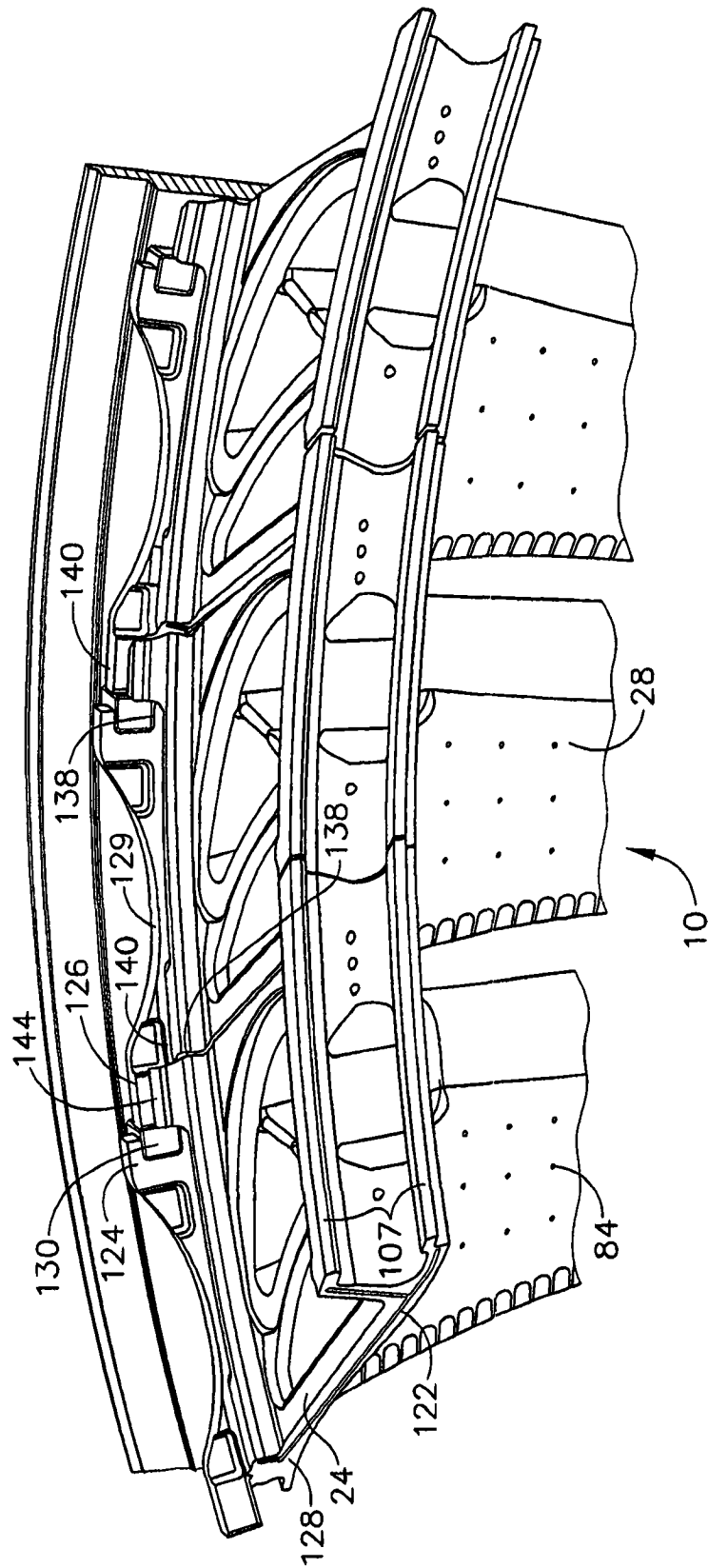


图 8

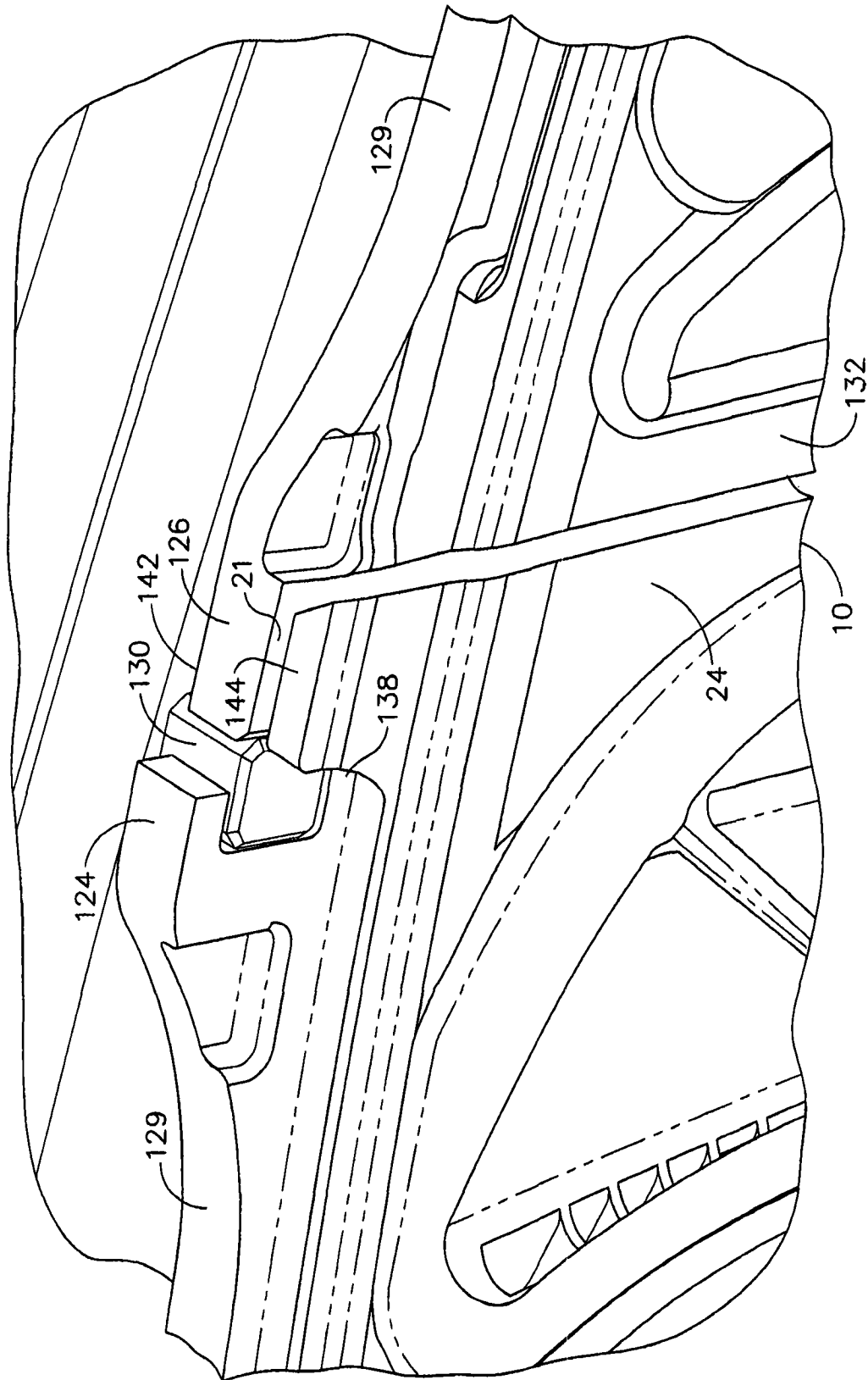


图 9

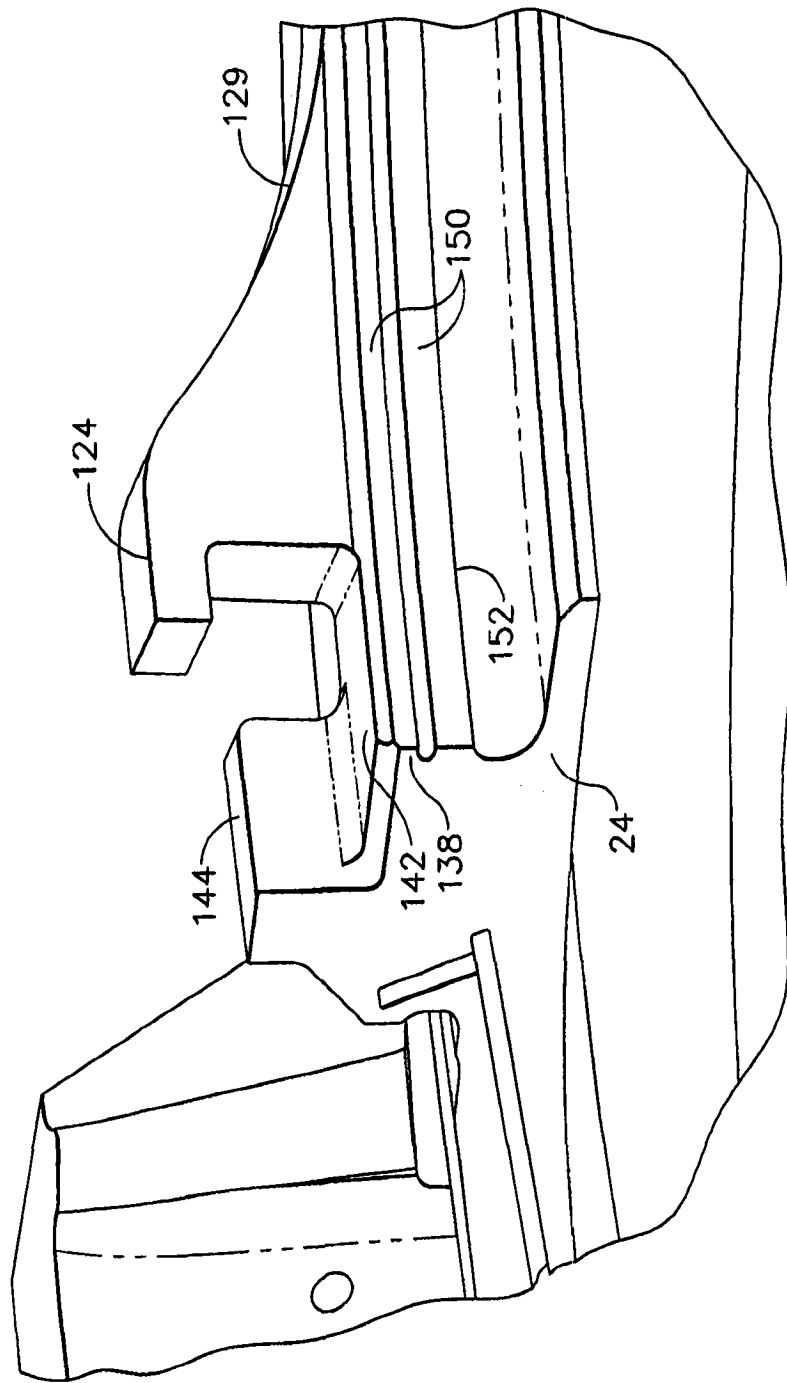


图 10