[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F02C 7/18 (2006.01)
F01D 5/18 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410075151.X

[45] 授权公告日 2008 年 1 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 100365257C

[22] 申请日 2004.9.2
[21] 申请号 200410075151.X
[30] 优先权
[32] 2003.9.2 [33] US [31] 10/653519
[73] 专利权人 通用电气公司
地址 美国纽约州
[72] 发明人 R·E·小麦克雷 S·R·凯思
G·S·布雷恩奇
[56] 参考文献
US5639216A 1997.6.17
US64162841B1 2002.7.9
US6341939B1 2002.1.29
审查员 刘亚妮

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 周备麟

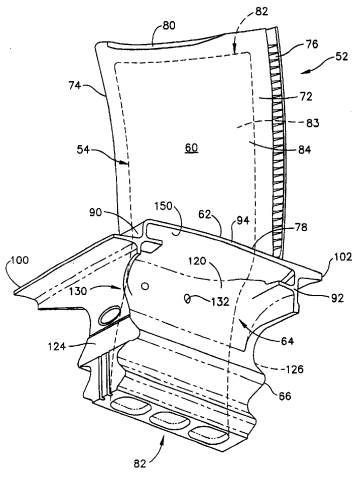
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称

冷却燃气涡轮发动机转子组件装置

[57] 摘要

一种燃气涡轮发动机(10)的转子叶片(52)，该转子叶片包括：一个平台(62)；从该平台沿径向向外延伸的一个翼面(60)；从该平台沿径向向内延伸的一个柄部(64)；从该柄部延伸的一个榫(66)；和一个穿过该柄部一部分的冷却回路(130)；该回路用于供给冷却空气，对该转子叶片的至少是一部分进行冲击冷却，并可将清洗空气从该转子叶片的下游送入在该燃气涡轮发动机内形成的一个腔(110)中。



1. 一种燃气涡轮发动机（10）的转子叶片（52），所述转子叶片包括:

一个平台（62）;

从所述平台沿径向向外延伸的一个翼面（60）;

从所述平台沿径向向内延伸的一个柄部（64），所述柄部包括一对通过上游侧壁和一下游侧壁连接在一起的相对侧壁;

从所述柄部延伸的一个榫（66）; 和

一个包括多个穿过所述柄部一部分的开口的冷却回路（130）; 该回路用于供给冷却空气，对所述转子叶片的至少是一部分进行冲击冷却，并可将清洗空气从所述转子叶片的下游导入在该燃气涡轮发动机内限定的一个腔（110）中，所述多个开口之一延伸通过所述柄部的上游侧壁和下游侧壁之一。

2. 如权利要求 1 所述的转子叶片（52），其特征为，所述柄部（64）包括在所述转子叶片的上游侧（90）和下游侧（92）处连接在一起的一个凸形侧壁（122）和一个凹形侧壁（120），所述冷却回路（130）包括多个穿过所述凸形侧壁和所述凹形侧壁中至少一个侧壁的开口（132）。

3. 如权利要求 2 所述的转子叶片（52），其特征为，所述冷却回路的多个开口（132、134）还包括一第一开口和一第二开口; 所述第一开口穿过所述柄部的凹形侧壁（120）以引导冷却空气冲击冷却所述平台（62），所述第二开口穿过所述柄部的凸形侧壁（122），将冷却空气流以相邻的所述柄部引导至所述转子叶片的下游。

4. 如权利要求 2 所述的转子叶片（52），其特征为，所述第二开口（134）在所述的柄部凸形侧壁（122）和所述的转子叶片的下游侧壁（92）之间延伸。

5. 如权利要求 4 所述的转子叶片（52），其特征为，所述第二开口（134）穿过所述平台（62）和所述榫（66）之间的所述转子叶片的下游侧（92）。

6. 一种包括一个转子组件（22）的燃气涡轮发动机（10），该转子组件包括多个与一个转子圆盘（26）连接的转子叶片（52），所述多个转子叶片的每一个转子叶片包括一个翼面（60），一个榫（66），

一个柄部（64）和一个平台（62）；所述平台在所述柄部和所述翼面之间延伸，所述榫从所述柄部向外延伸，所述柄部包括一对通过一上游侧壁和一下游侧壁连接在一起的相对侧壁，所述多个转子叶片中的至少一个转子叶片还包括一个冷却回路（130），该回路包括多个穿过所述柄部的开口，以供给冷却空气来冲击冷却所述转子叶片的一部分，并将清洗空气送至所述平台的下游，其中，所述多个开口之一延伸通过所述柄部的上游侧壁和下游侧壁之一。

7. 如权利要求 6 所述的燃气涡轮发动机（10），其特征为，每一个所述的转子叶片（52）包括一个压力侧（54）和一个负压侧（56）；所述柄部包括在所述转子叶片的上游侧壁（124）和下游侧壁（126）处连接的一个凸形侧壁（122）和一个凹形侧壁（120）。

8. 如权利要求 7 所述的燃气涡轮发动机（10），其特征为，还包括一个在所述多个转子叶片（52）下游的缓冲腔（110），使每一个所述转子叶片的平台（62）限定该一部分缓冲腔，所述冷却回路（130）包括一第一开口（132）和一第二开口（134），所述第一开口穿过所述柄部的凹形侧壁（120），以引导冷却空气来冲击冷却所述一部分平台，所述第二开口穿过所述柄部的凸形侧壁（122），以将冷却空气流从所述柄部腔引入该缓冲腔中。

9. 如权利要求 8 所述的燃气涡轮发动机（10），其特征为，所述第二开口（134）在所述柄部的凸形侧壁（122）和所述转子叶片的下游侧壁（126）之间延伸。

10. 如权利要求 9 所述的燃气涡轮发动机（10），其特征为，所述第二开口（134）穿过在所述平台（62）和所述榫（66）之间的所述转子叶片的下游侧壁（126）。

冷却燃气涡轮发动机转子组件装置

技术领域

本发明总的涉及燃气涡轮发动机，尤其涉及装配燃气涡轮发动机转子组件的方法和装置。

背景技术

至少一些已知的燃气涡轮发动机包括一个用于压缩空气的压缩机，该空气与燃料混合，并送至燃烧室。在燃烧室的燃烧腔内，该混合物被点火，产生热的燃烧气体。该热的燃烧气体送至下游的涡轮，涡轮从该燃烧气体中提取能量，驱动该压缩机，以及产生有用的功，去推动飞行中的飞机或驱动一个负载（例如发电机）。

已知的压缩机包括一个转子组件。该转子组件包括至少一排在圆周上彼此隔开的转子叶片。每一个转子叶片包括一个翼面，该翼面又包括一个压力侧和一个负压侧，它们在前缘和后缘处连接在一起。每一个翼面都从一个转子叶片平台上沿径向向外延伸。每一个转子叶片还包括一个榫，该榫从与该平台连接的一个柄部沿径向向内延伸。该榫用于在该转子组件内，将该转子叶片安装在一个转子圆盘或短轴上。已知的柄部为中空的，并包括一个凸形的侧壁和一个凹形的侧壁。

在工作过程中，由于连续地暴露在高温和应力作用下，至少一些已知的转子叶片可能受到低循环的疲劳作用。更具体地说，至少一些已知的转子叶片可能容易受到低循环的疲劳和/或沿着该平台的压力侧，和/或在该平台和该翼面之间延伸的倒角半径处的蠕变的影响。

为便于减少高温的作用，至少一些已知的转子叶片包括在该柄部内作出的一个冷却开口。更具体地说，在至少一些已知的柄部内，该冷却开口穿过该凹形侧壁，用于将冲击的冷却空气送至该平台。在另外一些已知的柄部中，该冷却开口穿过该柄部的凸形侧面。然而，在已知的转子叶片内，这种冷却开口只能对该转子叶片进行有限的冷却。

发明内容

按照本发明的一个方面，提供了一种燃气涡轮发动机的转子叶片，所述转子叶片包括：一个平台；从所述平台沿径向向外延伸的一个翼面；从所述平台沿径向向内延伸的一个柄部，所述柄部包括一对通过

上游侧壁和一下游侧壁连接在一起的相对侧壁；从所述柄部延伸的一个榫；和一个包括多个穿过所述柄部一部分的开口的冷却回路；该回路用于供给冷却空气，对所述转子叶片的至少是一部分进行冲击冷却，并可将清洗空气从所述转子叶片的下游导入在该燃气涡轮发动机内限定的一个腔中，所述多个开口之一延伸通过所述柄部的上游侧壁和下游侧壁之一。

按照本发明的另一个方面，提供了包括一种包括一个转子组件的燃气涡轮发动机，该转子组件包括多个与一个转子圆盘连接的转子叶片，所述多个转子叶片的每一个转子叶片包括一个翼面，一个榫，一个柄部和一个平台；所述平台在所述柄部和所述翼面之间延伸，所述榫从所述柄部向外延伸，所述柄部包括一对通过一上游侧壁和一下游侧壁连接在一起的相对侧壁，所述多个转子叶片中的至少一个转子叶片还包括一个冷却回路，该回路包括多个穿过所述柄部的开口，以供给冷却空气来冲击冷却所述转子叶片的一部分，并将清洗空气送至所述平台的下游，其中，所述多个开口之一延伸通过所述柄部的上游侧壁和下游侧壁之一。

按照本发明的再一个方面，提供了制造燃气涡轮发动机的转子组件的一种方法。该方法包括作出多个转子叶片，每一个转子叶片包括一个翼面，一个榫，一个柄部和一个平台。该平台在该柄部和该翼面之间延伸，访榫从该柄部向外延伸。该方法还包括在该柄部的一部分内作出一个冷却回路，将冷却空气送至该转子叶片，用于冲击冷却该转子叶片的一部分；和用于将冷却空气送至该转子叶片，以清洗在该转子叶片下游形成的一个腔。

附图说明

图 1 为燃气涡轮发动机的示意图；

图 2 为可以在图 1 所示的燃气涡轮发动机中使用的一个示例性转子组件的一部分的放大的横截面图；

图 3 为可以在图 2 所示的转子组件中使用，和从该转子叶片的压力侧看的一个转子叶片的一部分的放大的透视图；和

图 4 为图 3 所示的转子叶片和从该转子叶片的负压侧看的透视图。

具体实施方式

图 1 为燃气涡轮发动机 10 的示意图，它包括一个风扇组件 12，

一个高压压缩机 14 和一个燃烧室 16。发动机还包括一个高压涡轮 18，一个低压涡轮 20 和一个增压器 22。风扇组件 12 包括从一个转子圆盘 26 沿径向向外延伸的一组风扇叶片 24。发动机 10 具有一个进气侧 28 和一个排气侧 30。在一个实施例中，该燃气涡轮机为 Ohio 州 Cincinnati 城的通用电气公司销售的 GE 90。在另一个实施例中，发动机 10 包括一台低压压缩机。风扇组件 12 和涡轮 20 由第一转子轴 31 连接，而压缩机 14 和涡轮 18 由第二转子轴 32 连接。

在工作中，空气通过风扇组件 12 流动，并且压缩空气通过该增压器 22 送至该高压压缩机 14。高度压缩的空气输送至该燃烧室 16。从燃烧室 16 出来的气流（图 1 中没有示出）驱动涡轮 18 和 20，而涡轮 20 则通过轴 31 驱动风扇组件 12。

图 2 为可以用在燃烧涡轮发动机 10 中的一个示例性转子组件 50 的一部分的放大的横截面图。图 3 为可以用在该转子组件 50 中的一个示例性转子叶片 52，和一部分从压力侧 54 看的放大的透视图。图 4 为从该转子叶片 52 的负压侧 56 看的，转子叶片 52 的透视图。转子叶片 52 沿径向从一个转子圆盘 58 向外延伸，并且每一个转子叶片包括一个翼面 60，一个平台 62，一个柄部 64 和一个榫 66。在另一个实施例中，该转子叶片 52 安装在一个转子短轴（没有示出）内。

每一个翼面 60 包括第一侧面 70 和第二侧面 72。第一侧面 70 是凸形的，并形成翼面 60 的负压侧；第二侧面 72 为凹形的，并形成翼面 60 的压力侧。侧壁 70 和 72 在翼面 60 的前缘 74 和沿轴向隔开的后缘 76 处连接。更具体地说，翼面的后缘 76 在弦向隔开，并在翼面前缘 74 的下游。

第一和第二侧壁 70 和 72 分别沿纵向或径向，在跨度上从位于邻近该平台 62 的叶片根部 78 向外延伸至该翼面的顶部 80。翼面顶部 80 形成一个内部冷却腔 82 的径向外边界。冷却腔 82 的边界在该翼面 60 内，在侧壁 70 和 72 之间，并穿过该平台 62 和柄部 64，进入该榫 66 中。更具体地说，翼面 60 包括一个内表面 83 和一个外表面 84，并且该冷却腔 82 由该翼面的内表面 83 形成。

该平台 62 在该翼面 60 和该柄部 64 之间延伸，使每一个翼面 60 沿径向从每一个相应的平台 62 向外延伸。该柄部 64 沿径向向内，从该平台 62 延伸至该榫 66。榫 66 沿径向从该柄部 64 向内延伸，便于将

该转子叶片 52 固定在该转子圆盘 58 上。

该平台 62 包括一个上游侧或裙部 90 和一个下游侧或裙部 92。该裙部 90 和 92 与一个压力侧边缘 94 和一个相反的负压侧边缘 96 连接。该平台 62 还包括一个前部角翼 100 和一个后部角翼 102，它们每一个都从相应的裙部 90 和 92 向外延伸。该裙部 90 和 92 便于密封前部和后部角翼的缓冲腔 108 和 110。

柄部 64 包括一个基本上为凹形的侧壁 120 和一个基本上为凸形的侧壁 122。该二个侧壁在该转子叶片 52 的上游侧壁 124 和下游侧壁 126 处连接在一起。如下面更详细地说明那样，冷却回路 130 与该柄部 64 连接，为冷却该转子叶片 52 提供冷却空气。具体地说，该冷却回路 130 包括在该柄部的凹形侧壁 120 内形成的第一冷却开口 132，和在该柄部凸形侧壁 122 内形成的第二冷却开口 134。更具体地说，第一冷却开口 132 穿过该柄部凹形侧壁 120，并与上述冷却腔 82 流动连通。该冷却回路的第二冷却开口 134 至少部分地穿过该柄部的凸形侧壁 122，使该开口 134 在该凹形侧壁 120 和该平台的下游裙部 92 之间延伸。因此，开口 134 的排放侧（没有示出）在该平台 62 和该榫 66 之间、更具体地说，在该后部角翼 102 和该榫 66 之间。

在发动机工作过程中，至少通过该榫 66 供给至叶片 52 的一些冷却空气，通过该凹形侧壁中的开口 132 向外排出。更具体地说，该开口 132 的方向可使通过它排出的空气指向平台 62，以便沿着该平台的压力侧边缘 94，对该平台 62 进行冲击冷却。具体地说，从该冷却开口 132 排出的空气，冲击在该平台压力侧边缘 94 的下侧 150 上。在发动机工作过程中，转子叶片的压力侧 54 一般比该转子叶片的负压侧 56 更多地暴露在较高温度下。在工作过程中，冷却开口 134 可降低该平台 62 的工作温度。

从该开口 134 排出的气流也通过该冷却开口 134 送至后部角翼 102。更具体地说，从该冷却开口 134 排出的空气可清洗该后部角翼缓冲腔 110。保持适当的清洗该腔 110 可降低该后部角翼 102 的工作温度和减少其蠕变量。通过该开口 134 的气流的主要部分为从该开口 132 排出的气流。如果没有冷却开口 132，该开口 134 主要地只能接收从前端轮的空间腔 109 来的辅助气流，这样，该腔 108 接收减少的清洗流量。因此，该凹形柄部冷却孔 132 和凸形柄部冷却孔 134 的综合可对

腔 110 提供足够的冷却空气，使得在至少是一些已知的转子叶片内可能产生的流道吸收可以减少。

上述的转子叶片冷却回路提供了一种将冷却空气送至该平台的压力侧的成本低和可靠性高的方法，同时也可将清洗空气送至该后部角翼缓冲腔中。这样，可以降低该平台压力侧和该后部角翼的工作温度。因此，在发动机工作过程中，该后部角翼的蠕变量也可减少。结果，该转子叶片冷却回路可以延长该转子组件的使用寿命，和成本低和可靠地改善该燃气涡轮发动机的工作效率。

上面已详细地说明了转子叶片和转子组件的示例性实施例。该转子组件不是仅限于上述的具体实施例，而且每一个组件的零件都可与所述的其它零件独立地和单独地使用。每一个转子组件零件还可以与其它转子组件零件结合使用。例如，虽然本发明是结合叶片 52 说明的，但本发明不是仅局限于叶片 52，相反，本发明可以结合许多其它的叶片结构实现和使用。

虽然利用各种具体的实施例说明了本发明，但业内人士知道，在本发明请求保护的精神和范围内，本发明可作改进。

零件清单

10－燃气涡轮发动机，
12－风扇组件，
14－高压压缩机，
16－燃烧室，
18－高压涡轮，
20－低压涡轮，
22－增压器，
24－风扇叶片，
26－转子圆盘，
28－进气侧，
30－排气侧，
31－第一转子轴，
32－第二转子轴，
50－转子组件，
52－转子叶片，
54－压力侧，
56－负压侧，
60－翼面，
62－平台，
64－柄部，
66－榫，　　70－第一侧壁，
72－第二侧壁，
76－后缘，　　78－叶片根部，
80－翼面顶部，
82－冷却腔，
83－内表面，　　84－外表面，
90－上游侧或裙部，
92－下游侧或裙部，
94－压力侧边缘，
96－负压侧边缘，
100－前部角翼，

102－后部角翼，

108－缓冲腔，

109－轮空间腔，

110－缓冲腔，

120－凹形侧壁，　122－凸形侧壁，

124－上游侧壁，　126－下游侧壁，

130－冷却回路，　132－第一冷却开口，

134－第二冷却开口，　150－下侧。

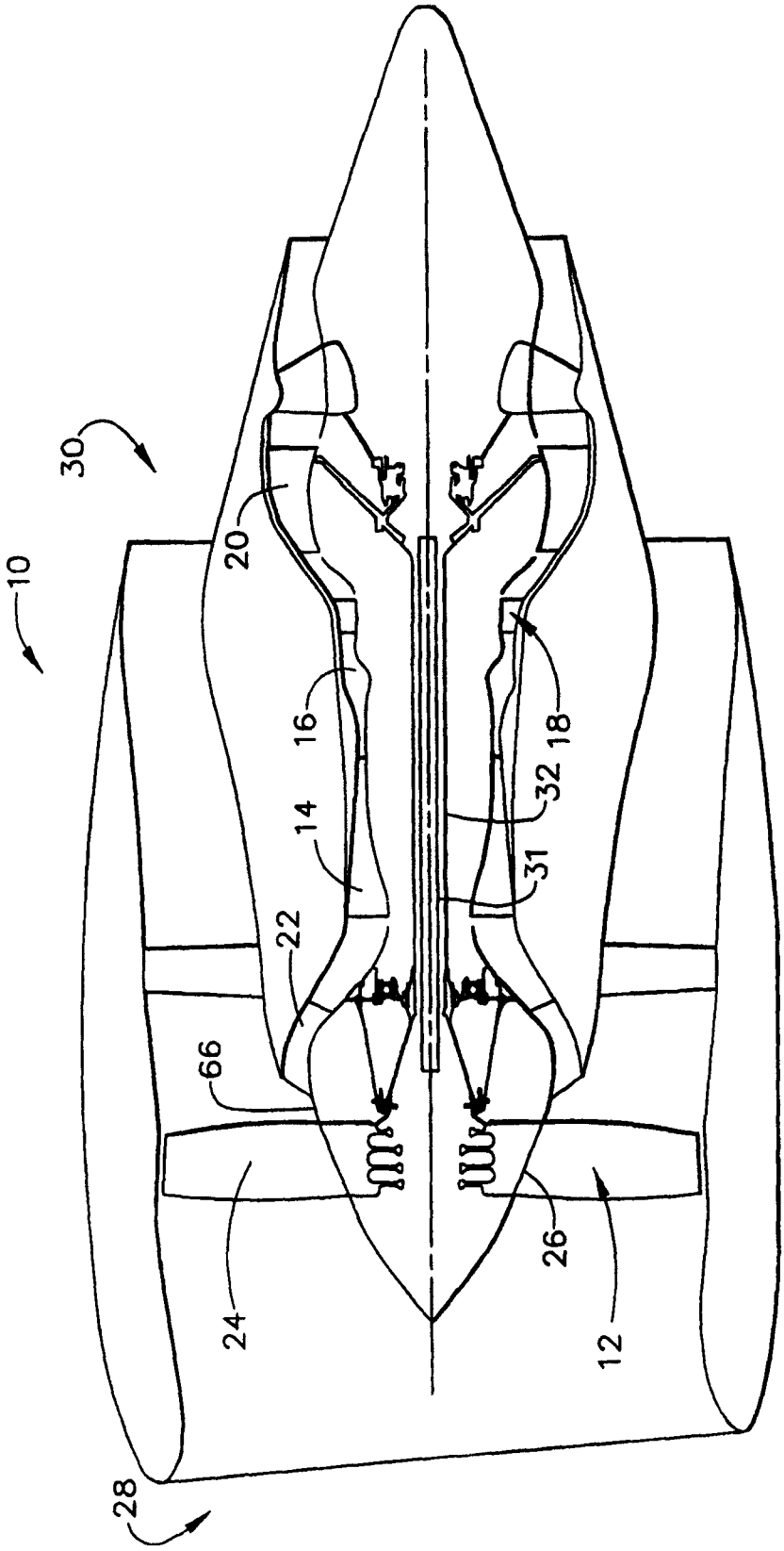


图 1

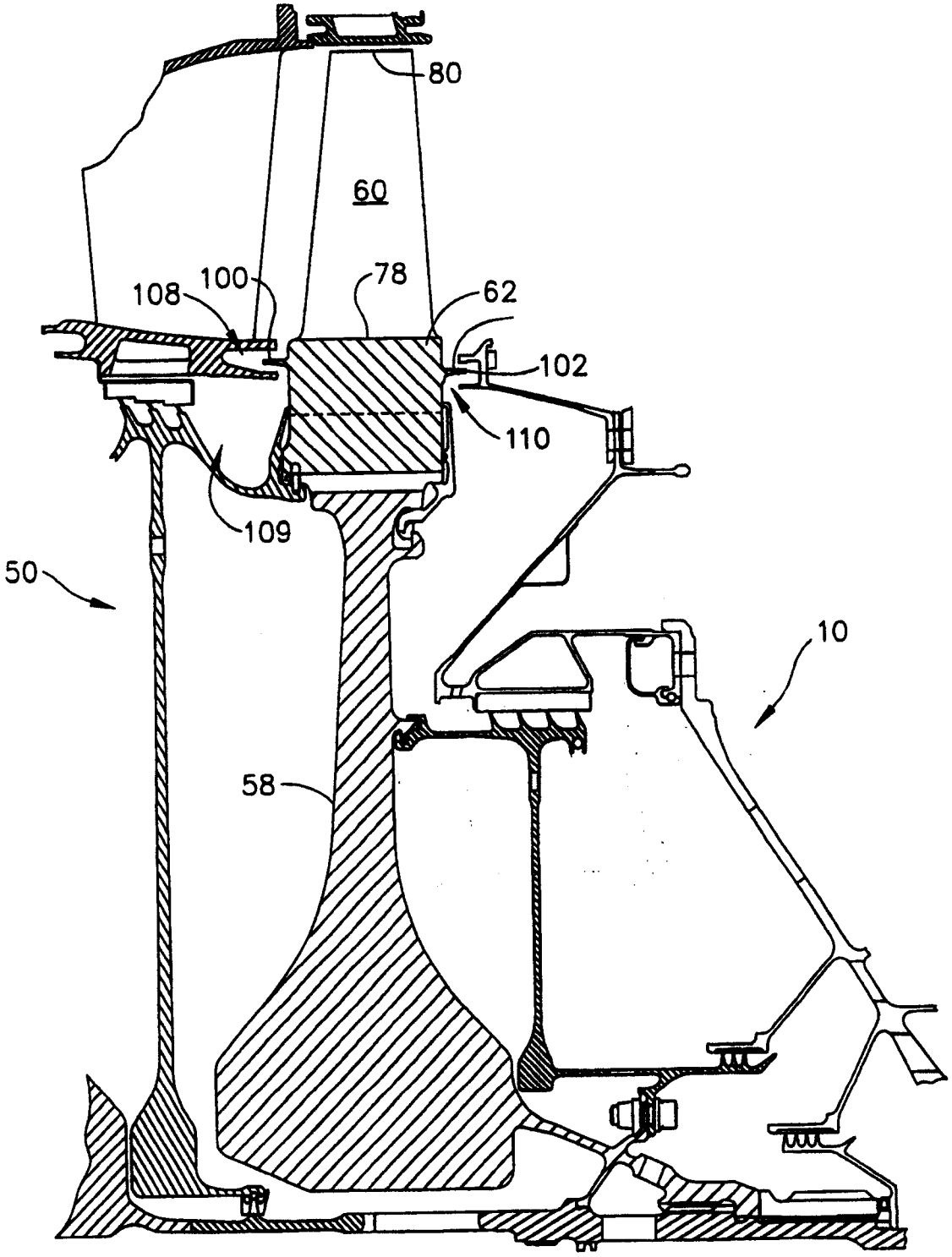


图 2

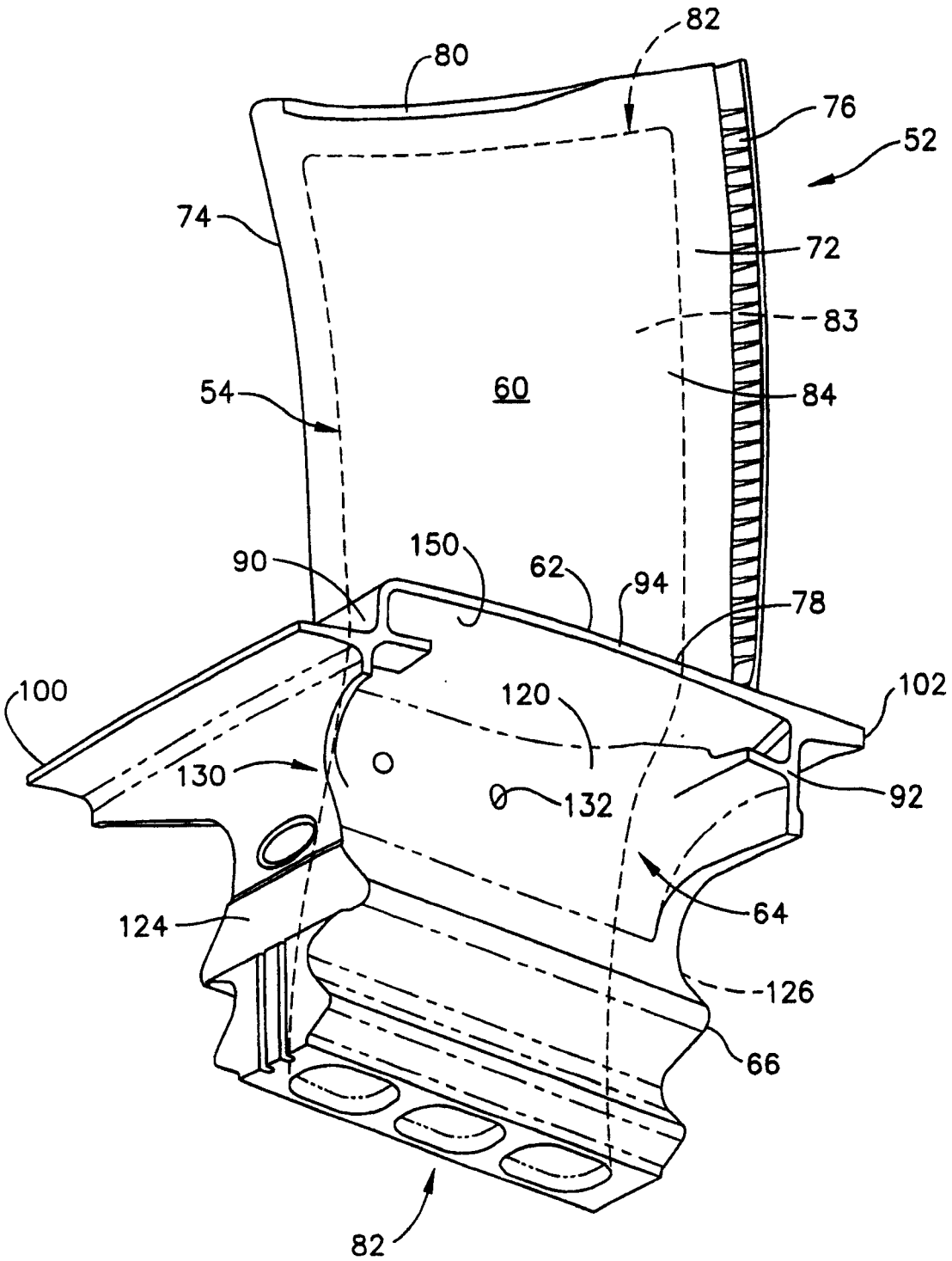

82
80
76
52
74
72
83
54
60
84
90
150
62
94
78
100
120
102
130
132
92
64
124
126
66
82

图 3

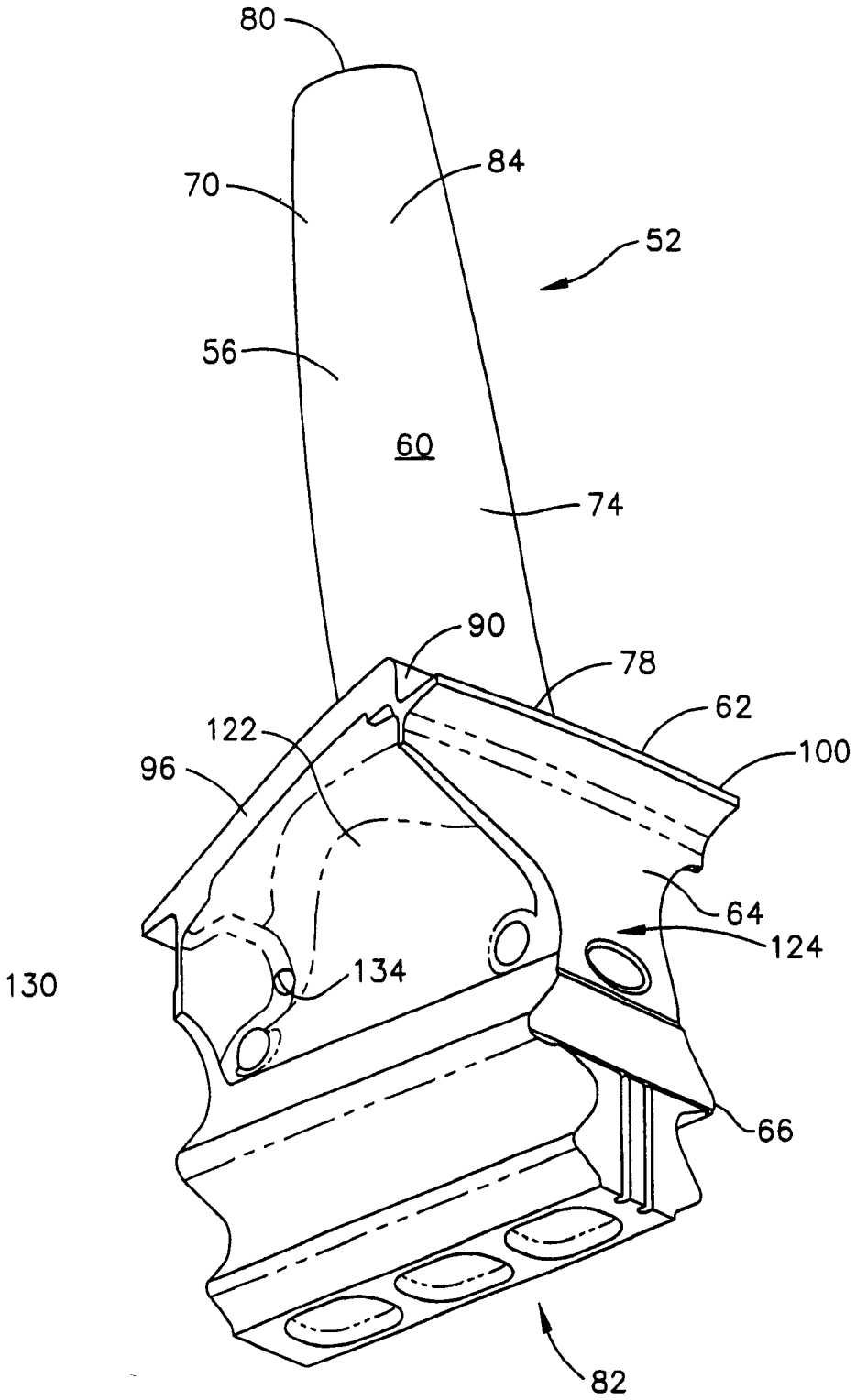


图 4