



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102465718 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 13

(21) 申请号 201110373680. 8

CN 1782329 A, 2006. 06. 07,

(22) 申请日 2011. 11. 10

CN 1550642 A, 2004. 12. 01,

CN 1525047 A, 2004. 09. 01,

(30) 优先权数据

12/944209 2010. 11. 11 US

审查员 吴斐

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 M·S·洪坎普 M·D·科利耶

J·D·赫斯林格

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 周心志 傅永霄

(51) Int. Cl.

F01D 5/20(2006. 01)

F01D 5/34(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1550642 A, 2004. 12. 01,

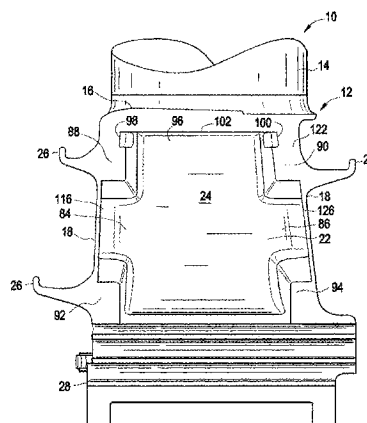
权利要求书1页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

涡轮机叶片组件

(57) 摘要

本发明涉及一种涡轮机叶片组件。所述叶片组件的每一个都具有翼型件和料斗。所述料斗的后侧和前侧设有凹处,所述凹处的末端设有阻尼器销槽。位于所述后侧的所述阻尼器销槽的深度足以完全收容一个阻尼器销。位于第一相邻叶片组件的后侧的所述阻尼器销槽置于相对于位于第二相邻叶片组件的前侧的所述阻尼器销槽进行设置,从而允许所述阻尼器销移动。位于所述后侧的所述凹处的每一侧都设有一个其中包括密封销的密封销槽。所述密封销槽延伸超过与所述后侧的所述阻尼器销槽的内缘对齐的边线,其中所述密封销与所述阻尼器销重叠。



1. 一种具有至少两个相邻叶片组件 (10、10') 的涡轮机, 其中所述叶片组件围绕所述涡轮机的转子周向安置, 所述涡轮机包括:

所述至少两个相邻叶片组件 (10、10'), 其中每一个具有:

一个具有平台 (16) 的料斗 (12), 所述料斗 (12) 的后侧设有第一凹处 (20), 且所述料斗 (12) 的前侧设有第二凹处 (22), 所述料斗 (12) 进一步具有位于所述第一凹处 (20) 的一端的第一阻尼器销槽 (42) 和位于所述第二凹处 (22) 的一端的第二阻尼器销槽 (96), 以及一个伸出到所述涡轮机的流中的翼型件 (14), 以此通过所述转子的旋转来将所述流中的动能转换成机械能, 所述翼型件 (14) 从所述平台 (16) 向外延伸; 以及

一个阻尼器销 (48), 其收容于 (i) 所述至少两个相邻叶片组件的第一个 (10) 的所述第一阻尼器销槽 (42) 和 (ii) 所述至少两个相邻叶片组件的第二个 (10') 的所述第二阻尼器销槽 (96'); 所述至少两个相邻叶片组件的所述第一个 (10) 的所述第一阻尼器销槽 (42) 相对于所述至少两个相邻叶片组件的所述第二个 (10') 的所述第二阻尼器销槽 (96') 来进行设置, 以便让所述阻尼器销 (48) 在所述至少两个相邻叶片组件的所述第一个 (10) 的所述第一阻尼器销槽 (42) 和所述至少两个相邻叶片组件的所述第二个 (10') 的所述第二阻尼器销槽 (96') 内移动, 所述第一阻尼器销槽 (42) 的深度足以在其中完全收容所述阻尼器销 (48);

其中, 所述至少两个相邻叶片组件的所述第一个 (10) 的所述第一阻尼器销槽 (42) 通过以一定角度倾斜来相对于所述至少两个相邻叶片组件的所述第二个 (10') 的所述第二阻尼器销槽 (96) 来进行定位设置, 所述角度与所述涡轮机的内部流路角大致相同。

2. 根据权利要求 1 所述的涡轮机, 其特征在于: 所述第二阻尼器销槽 (96') 的深度足以在其中部分收容所述阻尼器销 (48)。

3. 根据权利要求 1 所述的涡轮机, 其特征在于, 所述涡轮机进一步包括:

(i) 所述至少两个相邻叶片组件的所述第一个 (10) 的所述第一凹处 (20) 和 (ii) 所述相邻叶片组件的所述第二个 (10') 的所述第二凹处 (22') 中的至少一个的每一侧都设有一个密封销槽 (56、58); 以及

一个密封销 (64、76), 收容于所述密封销槽 (56、58) 中。

4. 根据权利要求 3 所述的涡轮机, 其特征在于:

所述密封销槽 (56、58) 的每一个的深度都足以在其中完全收容所述密封销 (64、76) 中的一个。

5. 根据权利要求 3 所述的涡轮机, 其特征在于: 所述密封销槽 (56、58) 延伸超过与所述第一阻尼器销槽 (42) 和所述第二阻尼器销槽 (96) 的至少一个的边缘 (52、54) 对齐的边缘线, 其中所述密封销 (64、76) 与所述阻尼器销 (48) 重叠。

6. 根据权利要求 1 所述的涡轮机, 其特征在于: 所述至少两个相邻叶片组件 (10、10') 的每一个进一步具有从所述平台 (16) 下垂的柄部分 (18), 所述柄部分 (18) 界定所述第一和第二凹处 (20、22)。

7. 根据权利要求 6 所述的涡轮机, 其特征在于: 所述至少两个相邻叶片组件 (10、10') 的每一个进一步具有从所述柄部分 (18) 延伸的联锁连接器部分, 所述联锁连接器部分配置成收容于所述转子的开口中。

8. 根据权利要求 7 所述的涡轮机, 其特征在于: 所述联锁连接器部分是鸠尾榫 (28)。

涡轮机叶片组件

技术领域

[0001] 本发明涉及涡轮机,确切地说,涉及用于抑制振动并密封相邻叶片组件之间的空间的机构,其中所述叶片组件在涡轮机中周向隔开。

背景技术

[0002] 涡轮发动机通常具有多个周向隔开的叶片组件,所述叶片组件安装在转子上,从而与转子一起围绕转子轴旋转。这些叶片组件的形状和配置各不相同,但通常包括最内部的鸠尾榫部分、具有平台部分的中间部分,以及最外部的翼型件部分,其中所述平台部分具有从所述平台下垂的柄部分,且所述鸠尾榫部分以可滑动方式收容于转子中的以互补方式配置的凹槽中。柄部分将鸠尾榫和平台部分分开,同时也界定了用于冷却流体的凹处。在相邻叶片组件之间引入冷却流体,通常是空气,来提高在高入口温度下运作的叶片组件上的冶金限制已成为惯例。平台部分将柄和翼型件部分分开。翼型件部分通常径向向下垂到通道中,从而与工作流体相互作用。但是,这些翼型件部分同时也会受到谐波刺激。此类叶片振动的来源和性质是难以识别和消除的。因此普遍需要和希望抑制此类振动。因此通过阻尼器组件来有效减少涡轮发动机的谐波刺激已成为惯例。

[0003] 尽管这些已知的阻尼器组件在很大程度上是合乎需要的,但冷却流体会从阻尼器组件漏入工作流体中,这就会降低涡轮发动机的效率。因此使用能够密封相邻叶片组件周围的阻尼器组件就变得尤为有益。

发明内容

[0004] 本发明提供一种具有至少两个相邻叶片组件的涡轮机,其中所述叶片组件围绕所述涡轮机的转子周向安置,所述涡轮机包括:所述至少两个相邻叶片组件的每一个具有:具有平台的料斗,所述料斗的后侧设有第一凹处,且所述料斗的前侧设有第二凹处,所述料斗进一步具有位于所述第一凹处的一端的第一阻尼器销槽和位于所述第二凹处的一端的第二阻尼器销槽,以及伸出到所述涡轮机的流中的翼型件,以此通过所述转子的旋转来将所述流中的动能转换成机械能,所述翼型件从所述平台向外延伸;以及一个阻尼器销,其收容于(i)所述至少两个相邻叶片组件的第一个的所述第一阻尼器销槽和(ii)所述至少两个相邻叶片组件的第二个的所述第二阻尼器销槽的至少一个中,所述至少两个相邻叶片组件的所述第一个的所述第一阻尼器销槽相对于所述至少两个相邻叶片组件的所述第二个的所述第二阻尼器销槽来进行设置,以便使得所述阻尼器销可在所述至少两个相邻叶片组件的所述第一个的所述第一阻尼器销槽和所述至少两个相邻叶片组件的所述第二个的所述第二阻尼器销槽内移动,所述第一阻尼器销槽的深度足以在其中完全收容所述阻尼器销。

[0005] 所述第二阻尼器销槽的深度足以在其中部分收容所述阻尼器销。所述涡轮机进一步包括:(i)所述至少两个相邻叶片组件的所述第一个的所述第一凹处和(ii)所述相邻叶片组件的所述第二个的所述第二凹处中的至少一个的每一侧都设有一个密封销槽;以及收

容于所述密封销槽中的密封销。每一个所述密封销槽的深度都足以在其中完全收容所述密封销的一个。所述密封销槽延伸超过与所述第一阻尼器销槽和所述第二阻尼器销槽的至少一个的边缘对齐的边线,其中所述密封销与所述阻尼器销重叠。所述至少两个相邻叶片组件的每一个都进一步具有从所述平台下垂的柄部分,所述柄部分界定所述第一和第二凹处。所述至少两个相邻叶片组件的每一个进一步具有从所述柄部分延伸的联锁连接器部分,所述联锁连接器部分配置成收容于所述转子的开口中。所述联锁连接器部分是一个鸠尾榫。所述至少两个相邻叶片组件的所述第一个的所述第一阻尼器销槽通过以一定角度倾斜,从相对于所述至少两个相邻叶片组件的所述第二个的所述第二阻尼器销槽来进行定位。所述角度与所述涡轮机的内部流路角大致相同。

[0006] 本发明进一步提供一种叶片组件,所述叶片组件包括:具有平台的料斗,所述料斗的一侧设有凹处,所述料斗进一步具有位于所述凹处的一端的阻尼器销槽以及一个位于所述凹处的每一侧的密封销槽,所述密封销槽延伸超过与所述阻尼器销槽的边缘对齐的边线;从所述平台向外延伸的翼型件;收容于所述密封销槽中的密封销;以及收容于所述阻尼器销槽中的阻尼器销,其中所述密封销与所述阻尼器销重叠。

[0007] 每一个所述密封销槽的深度都足以在其中完全收容所述密封销的一个。所述叶片组件进一步包括:从所述平台下垂的柄部分,所述柄部分界定所述凹处。所述叶片组件进一步包括:从所述柄部分延伸的联锁连接器部分,所述联锁连接器部分配置成收容于所述转子的开口中。所述联锁连接器部分是一个鸠尾榫。其中所述叶片组件围绕所述涡轮机的转子周向设置,所述涡轮机包括:所述至少两个相邻叶片组件中的每一个都具有翼型件和设有平台的料斗,其中所述翼型件伸出到所述涡轮机的流中,以此通过所述转子的旋转来将所述流中的动能转换成机械能,且所述翼型件从所述平台向外延伸;一个凹处,其设在所述至少两个相邻叶片组件的至少一个的所述料斗的一侧;位于所述凹处的一端的阻尼器销槽;所述至少两个相邻叶片组件的另一个的(i)所述凹处的一侧和(ii)所述料斗的一侧都设有一个密封销槽,当所述两个叶片组件相邻时,所述密封销槽设置于所述凹处的相对侧,所述密封销槽延伸超过与所述阻尼器销槽的边缘对齐的边线;收容于所述密封销槽中的密封销;以及收容于所述阻尼器销槽中的阻尼器销,其中所述密封销与所述阻尼器销重叠。

[0008] 所述密封销槽的每一个的深度都足以在其中完全收容所述密封销的一个。所述凹处由从所述平台下垂的柄部分界定。所述涡轮机进一步包括:从所述柄部分延伸的联锁连接器部分,所述联锁连接器部分配置成收容于所述转子的开口中。所述凹处设在后侧。

[0009] 因此,根据本发明的一个实施例,涡轮机具有至少两个相邻叶片组件,其中所述叶片组件围绕涡轮机的转子周向安置。至少两个相邻叶片组件中的每一个都包括具有平台的料斗,且料斗的后侧(trailingside)设有第一凹处,料斗的前侧(leading side)设有第二凹处。所述料斗进一步包括位于第一凹处的一端的第一阻尼器销槽,以及位于第二凹处一端的第二阻尼器销槽。至少两个相邻叶片组件中的每一个进一步包括一个伸出到涡轮机的流中的翼型件,以此来通过转子的旋转将流中的动能转换成机械能。翼型件从平台向外延伸。阻尼器销收容于(i)至少两个相邻叶片组件的第一个的第一阻尼器销槽和(ii)至少两个相邻叶片组件的第二个的第二阻尼器销槽中的至少一个中。至少两个相邻叶片组件的第一个的第一阻尼器销槽设于相对于至少两个相邻叶片组件的第二个的第二阻尼器销槽的位置,以便阻尼器销在至少两个相邻叶片组件的第一个的第一阻尼器销槽和至少两个

相邻叶片组件的第二个的第二阻尼器销槽内移动。第一阻尼器销槽的深度足够在其中完全收容阻尼器销。

[0010] 根据本发明的另一实施例，叶片组件包括一个具有平台的料斗，且料斗的一侧设有凹处。所述料斗进一步包括一个位于凹处的一端的阻尼器销槽，以及设于凹处的每一侧的密封销槽。密封销槽延伸超过与阻尼器销槽的边缘对齐的边线。所述叶片组件进一步包括从平台向外延伸的翼型件。密封销收容于密封销槽中。阻尼器销收容于阻尼器销槽中，其中密封销与阻尼器销重叠。

[0011] 根据本发明的又一实施例，涡轮机具有至少两个相邻叶片组件，其中所述叶片组件围绕涡轮机的转子周向安置。至少两个相邻叶片组件中的每一个都包括翼型件和具有平台的料斗，其中所述翼型件伸出到涡轮机的流中，以此来通过转子的旋转将流中的动能转换成机械能，且翼型件从平台向外延伸。有一个凹处设在至少两个相邻叶片组件的至少一个的料斗的一侧。一个阻尼器销槽位于所述凹处的一端。至少两个相邻叶片组件的另一个的 (i) 凹处的一侧和 (ii) 料斗的一侧都设有一个密封销槽。当两个叶片组件相邻时，密封销槽安置在所述凹处的相对侧。密封销槽延伸超过与阻尼器销槽的边缘对齐的边线。密封销收容于密封销槽中。阻尼器销收容于阻尼器销槽中，其中密封销与阻尼器销重叠。

[0012] 通过以下说明并结合附图可以更加清楚地了解到这些和其他优点和特征。

附图说明

[0013] 本专利申请文件中的权利要求详细指出并明确主张了本发明。通过以下说明并结合附图可以清楚地了解本发明的上述及其他特征和优点，其中：

[0014] 图 1 是根据本发明的一个实施例的涡轮机叶片组件的后侧的局部侧视图；

[0015] 图 2 是根据本发明的一个实施例的涡轮机叶片组件的前侧的局部侧视图；

[0016] 图 3 是根据本发明的一个实施例的涡轮机叶片组件的前侧的局部侧视图，其中包括密封销和阻尼器销；

[0017] 图 4 为根据本发明的一个实施例的相邻涡轮机叶片组件的阻尼器销槽和阻尼器销的局部侧视截面示意图；

[0018] 图 5 为根据本发明的一个实施例的相邻涡轮机叶片组件的密封销槽和密封销的局部侧视截面示意图；以及；

[0019] 图 6 为根据本发明的一个实施例的相邻涡轮机叶片组件的局部侧视截面图；

[0020] 具体实施方式部分参考附图以举例方式介绍本发明的实施例及优点和特征。

[0021] 元件符号列表：

[0022]

参考标号	部件	参考标号	部件
10	叶片组件	10'	叶片组件
12	料斗	12'	料斗
14	翼型件	14'	翼型件

16	平台	18	柄部分
20	凹处	22	凹处
22'	凹处	24	壁部分
26	支架	28	鸠尾榫
30	横向延伸	32	横向延伸
34	外缘	36	外缘
38	内缘	40	内缘
42	阻尼器销槽	44	末端
46	末端	48	阻尼器销
50	边缘	52	边缘
54	边缘	56	密封销
58	密封销	60	末端
62	末端	64	密封销
66	边缘	68	边缘
70	边缘	72	末端
74	末端	76	密封销
78	边缘	80	边缘
82	边缘	84	横向延伸
86	横向延伸	88	外缘
90	外缘	90'	外缘
92	内缘	94	内缘
94'	内缘	96	阻尼器销槽
96'	阻尼器销槽	98	末端
100	末端	102	边缘

104	边缘	106	边缘
126	边缘	126'	边缘
128	边缘	134	初始位置
136	第二位置	138	表面
140	位置	142	位置
144	表面	146	间隙
147	区域	148	表面
150	表面		

具体实施方式

[0023] 参阅图 1 和图 2, 这两幅图一般性地展示了叶片组件 10 的局部视图。叶片组件 10 是围绕涡轮机的转子 (未图示) 周向安置的多个叶片组件中的一个。叶片组件 10 包括具有翼型件 14 的料斗 12, 所述翼型件伸出到涡轮机的流中, 从而通过转子的旋转来将流中的动能转换成机械能。平台 16 具有柄部分 18, 所述柄部分从平台向下延伸, 从而界定位于料斗 12 后侧的凹处 20 以及位于料斗 12 前侧的凹处 22。凹处 20 和 22 由壁部分 24 隔开。位于料斗 12 后侧的平台 16 相对于邻接料斗前侧的平台 (未图示) 密封和隔离。位于料斗 12 的前侧的平台 16 相对于另一邻接料斗的后侧的平台 (未图示) 密封和隔离。翼型件 14 从平台 16 向外延伸。柄部分 18 包括轴向隔开的支架 26。一个联锁的连接, 例如鸠尾榫 28, 从柄部分 18 延伸。鸠尾榫 28 配置成收容于涡轮机 (未图示) 的转子中的配合开口中。转子中的这些开口轴向对齐或略微离轴。

[0024] 同时参阅图 3、图 4 和图 5, 后侧的凹处 20 通常成矩形, 且具有横向的延伸 30 和 32。横向延伸 30 和 32 的上部形成外缘 34 和 36, 且下部设置内缘 38 和 40。凹处 20 的一端为阻尼器销槽 42。阻尼器销槽 42 具有延伸到外缘 34 和 36 中、用于收容阻尼器销 48 的末端 44 和 46。阻尼器销槽 42 的外端与边缘 50 接界, 内端与边缘 52 和 54 接界, 且内端的一部分拓展到凹处 20 中。尽管其他形状, 如半圆形, 可能已足够, 但阻尼器销槽 42 通常成 U 形, 且从它的一端来看, 所述阻尼器销槽向内倾斜。阻尼器销槽 42 的深度足以完全收容阻尼器销 48, 阻尼器销 48 的完全嵌入是一项重要特征。凹处 20 的每一侧为密封销槽 56 和 58。密封销槽 56 具有分别延伸到外缘 34 和内缘 38 中、用于收容密封销 64 的末端 60 和 62。密封销槽 56 的一侧与边缘 66 接界, 另一侧与边缘 68 和 70 接界, 且所述另一侧的一部分拓展到凹处 20 的延伸 30 中。尽管其他形状, 如半圆形, 可能已足够, 密封销槽 56 通常成 U 形, 且从它的一端看来, 所述密封销槽通常周向倾斜。密封销槽 56 的深度足以完全收容密封销 64。密封销槽 58 具有分别延伸到外缘 36 和内缘 40 中、用于收容密封销 76 的末端 72 和 74。密封销槽 58 的一侧与边缘 78 接界, 另一侧与边缘 80 和 82 接界, 且所述另一侧的一部分拓展到凹处 20 的延伸 32 中。尽管其他形状, 如半圆形, 可能已足够, 密封销槽 58

通常成 U 形,且从它的一端来,所述密封销槽通常周向倾斜。密封销槽 58 的深度足以完全收容密封销 76。末端 60 沿着与阻尼器销槽 42 的边缘 52 对齐的边线延伸,从而使得在以端面视角(图 6)看去时,密封销 64 与阻尼器销 48 重叠。末端 72 延伸超过与阻尼器销槽 42 的边缘 54 对齐的边线,从而使得在以端面视角(图 6)看去时,密封销 76 与阻尼器销 48 重叠。所述重叠是一项重要特征。

[0025] 后侧的凹处 22 通常成矩形,且具有横向延伸 84 和 86,所述延伸分别与边缘 116 和 126 接界。横向延伸 84 和 86 的上部形成外缘 88 和 90,下部形成内缘 92 和 94。凹处 22 的一端为阻尼器销槽 96。阻尼器销槽 96 具有延伸到外缘 88 和 90 中、用于从邻接料斗(未图示)收容阻尼器销的末端 98 和 100。阻尼器销槽 96 的外端与边缘 102 接界,内端与边缘 104 和 106 接界,且所述内端的一部分拓展到凹处 22 中。阻尼器销槽 96 通常成 U 形,且从它的一端看来,所述阻尼器销槽在 U 形的开口处变宽。阻尼器销槽 96 的深度足以在阻尼器销完全由涡轮机旋转所产生的离心力负载时,从邻接料斗(未图示)部分收容阻尼器销。在完全负载时,料斗 12 中的阻尼器销 48 在卸到相邻料斗 12' 中的阻尼器销槽 96' 时,其从完全嵌入阻尼器销槽 42 中移位是一项重要特征,并且将在下文详细讨论。

[0026] 在高效的现代燃气涡轮发动机中,密封相邻叶片组件 10、10' 周围非常重要,因为渗漏的冷却流实质上是浪费的能源。参阅图 6,本发明将用于支撑阻尼器销 48 的配合阻尼器销槽 42、96' 与重叠的密封销 64、76 结合使用,以形成环绕相邻叶片组件 10、10' 的均匀间隙 146,从而防止冷却空气从相邻凹处 20 和 22' 以及由相邻叶片组件 10、10' 从所述凹处向内界定的区域 147,泄漏到工作流体通过相邻翼型件 14、14' 的区域 132 中。而阻尼器销槽 42、96' 以一定角度(即相对于与转子旋转方向相切的直线的角度,所述角度介于 0° 至 90° 之间)倾斜,例如一个内部流路角(即工作流体流动的角度)或其他角度,以便提高燃气涡轮发动机的效率。再次参阅图 4,阻尼器销 48 在槽 42 和 96' 内的静止位置取决于叶片组件 10、10' 的旋转位置。但是,在旋转过程中,阻尼器销 48 将向外并向槽 96' (如虚线所示)移动到它的完全负载位置(如实线所示)。因涡轮机的旋转而在阻尼器销 48 上产生的离心力是在阻尼器销 48 上向外的,使得阻尼器销 48 从初始位置 134 移动到第二位置 136,此时阻尼器销 48 作用于槽 42 的表面 138。表面 138 的角度和向外的离心力使得阻尼器销 48 向槽 96' 移动,如位置 140 所示。阻尼器销 48 继续沿着表面 138 移动,直到收容于槽 96' 中,如位置 142 所示,所述位置为阻尼器销 48 的完全负载位置。在完全负载位置中,阻尼器销 48 穿过两个槽相遇的间隙 146 与槽 42 的表面 138 和槽 96' 的表面 144 接触,与之前所述的重叠密封销相结合从而提供相应密封。阻尼器销 48 也消除了涡轮机运行时相邻叶片组件 10、10' 之间的谐波刺激。减小叶片组件 10、10' 之间的谐波刺激可减小涡轮机中的应力。再次参阅图 5,密封销 64 在槽 56 内的静止位置取决于叶片组件 10、10' 的旋转位置。应了解,尽管描述的是密封销 64,同样的情况也类似地适用于密封销 76。但在旋转时,密封销 64 将在周向上向边缘 90'、94' 以及边缘 126' (如虚线所示)移动到它的完全负载位置(如实线所示)。因涡轮机旋转而在密封销 64 上产生的离心力通常是在密封销 64 上轴向和周向的,使得密封销 64 从初始位置 146 沿着槽 56 的表面 148 和 150 移动,直到与边缘 90'、94' 和边缘 126' 接触,所述位置为密封销 64 的完全负载位置。在完全负载位置中,密封销 64 与槽 56 的表面 148 和 150、边缘 90' 和 94', 以及边缘 126' 接触,这就形成了均匀密封。或者,密封销槽 56 和 58 可设于料斗 12 的相对侧上。

[0027] 尽管本专利申请文件仅以有限数量的实施例来详细介绍本发明,但应了解,本发明并不局限于此类公开的实施例。相反,本发明可经修改以包括所有之前并未介绍,但与本发明的精神和范围相符合的变化、更改、替换或等效布置。另外,尽管介绍的是本发明的各种实施例,但应了解,本发明的各个方面可以仅包括前述的部分实施例。因此,本发明不应被视为受前述说明书的限制,其仅受所附权利要求范围的限制。

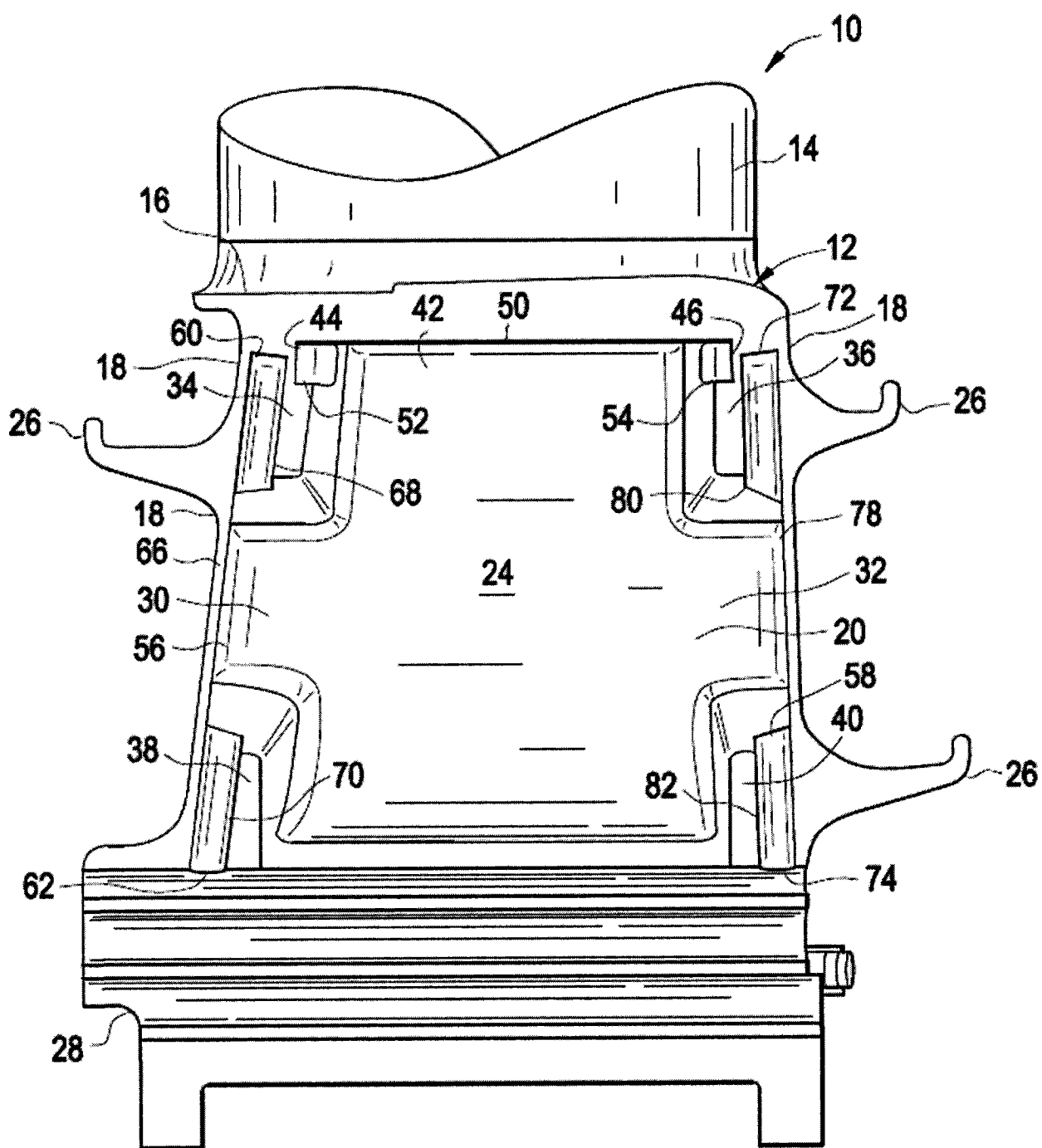


图 1

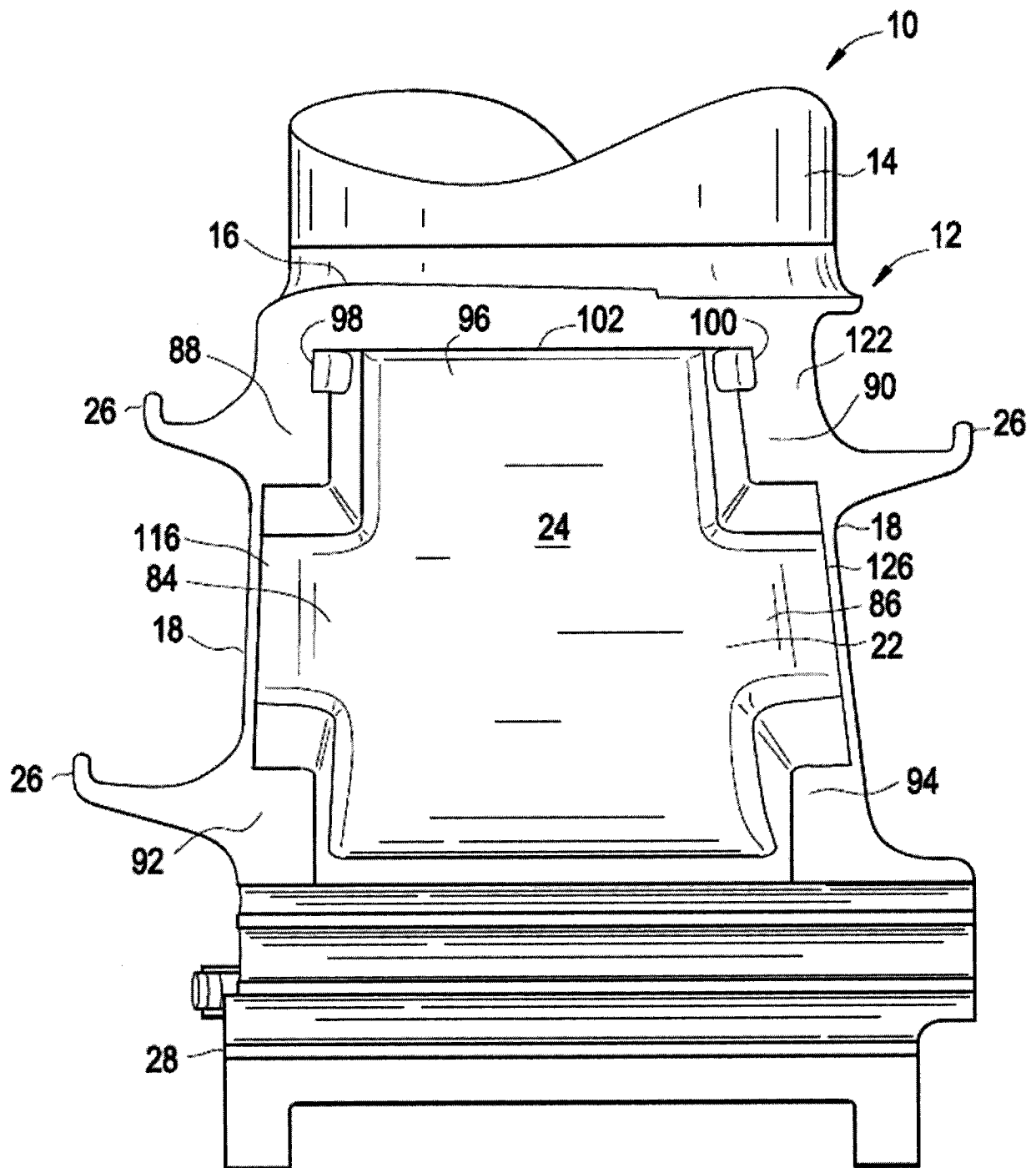


图 2

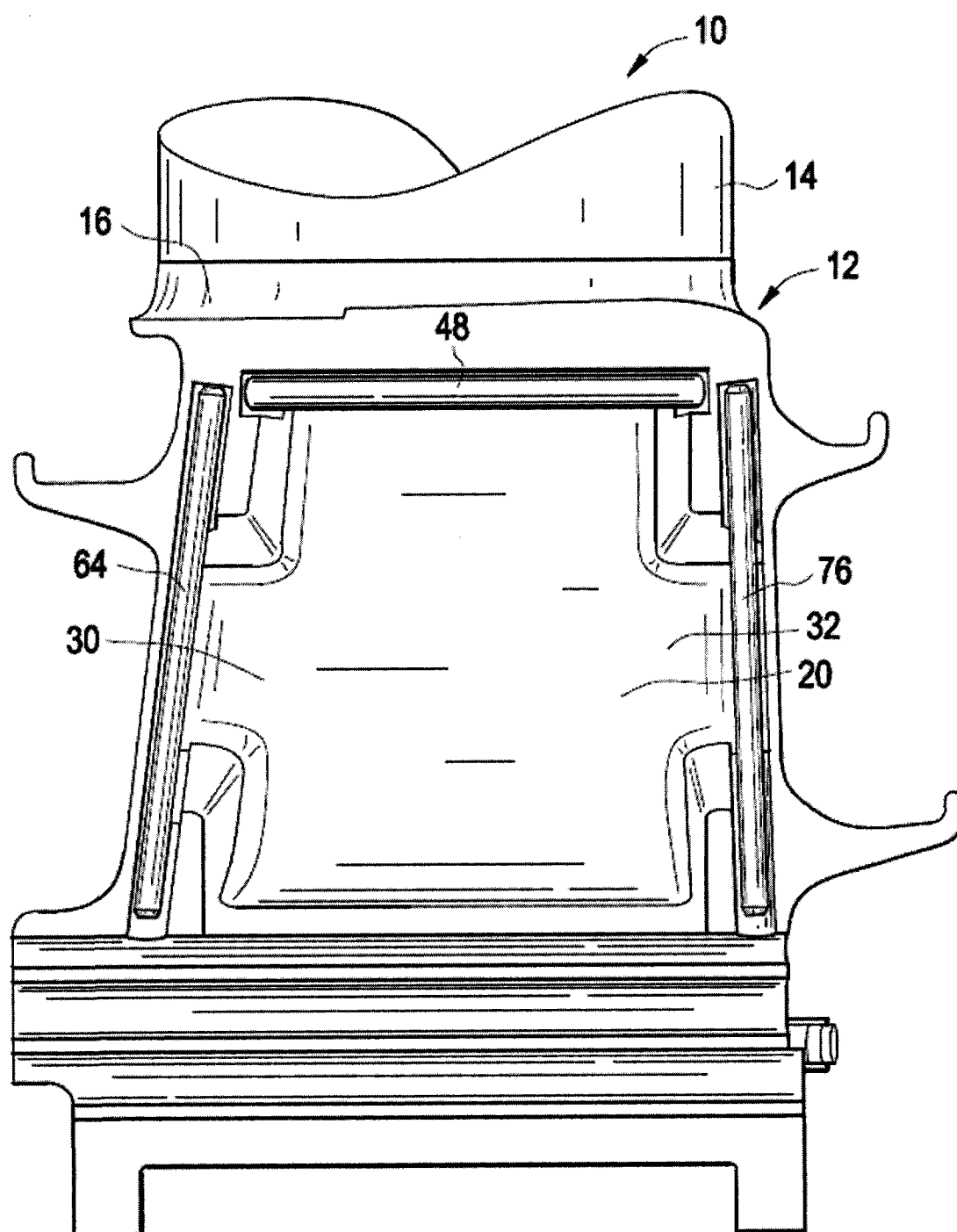


图 3

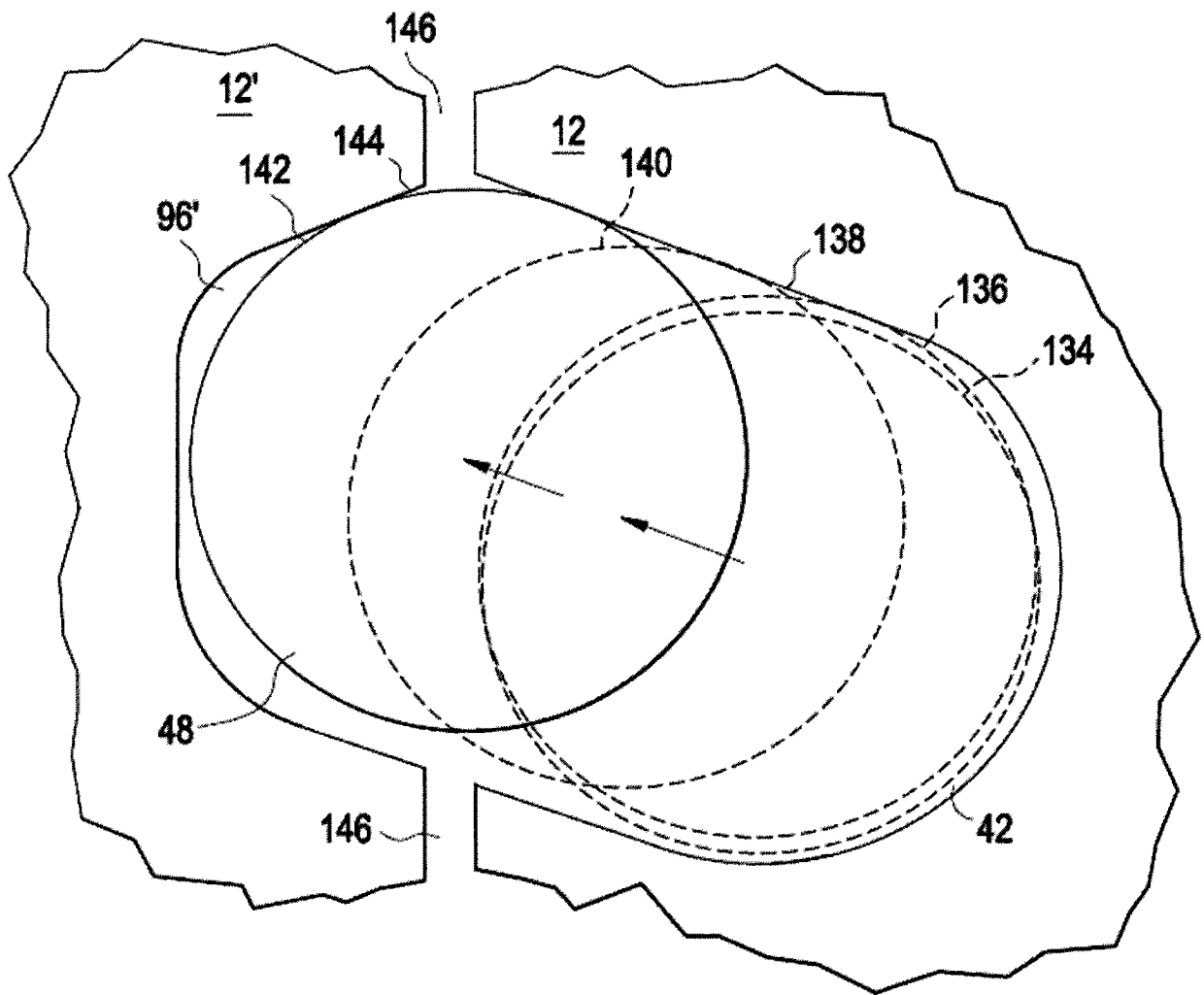


图 4

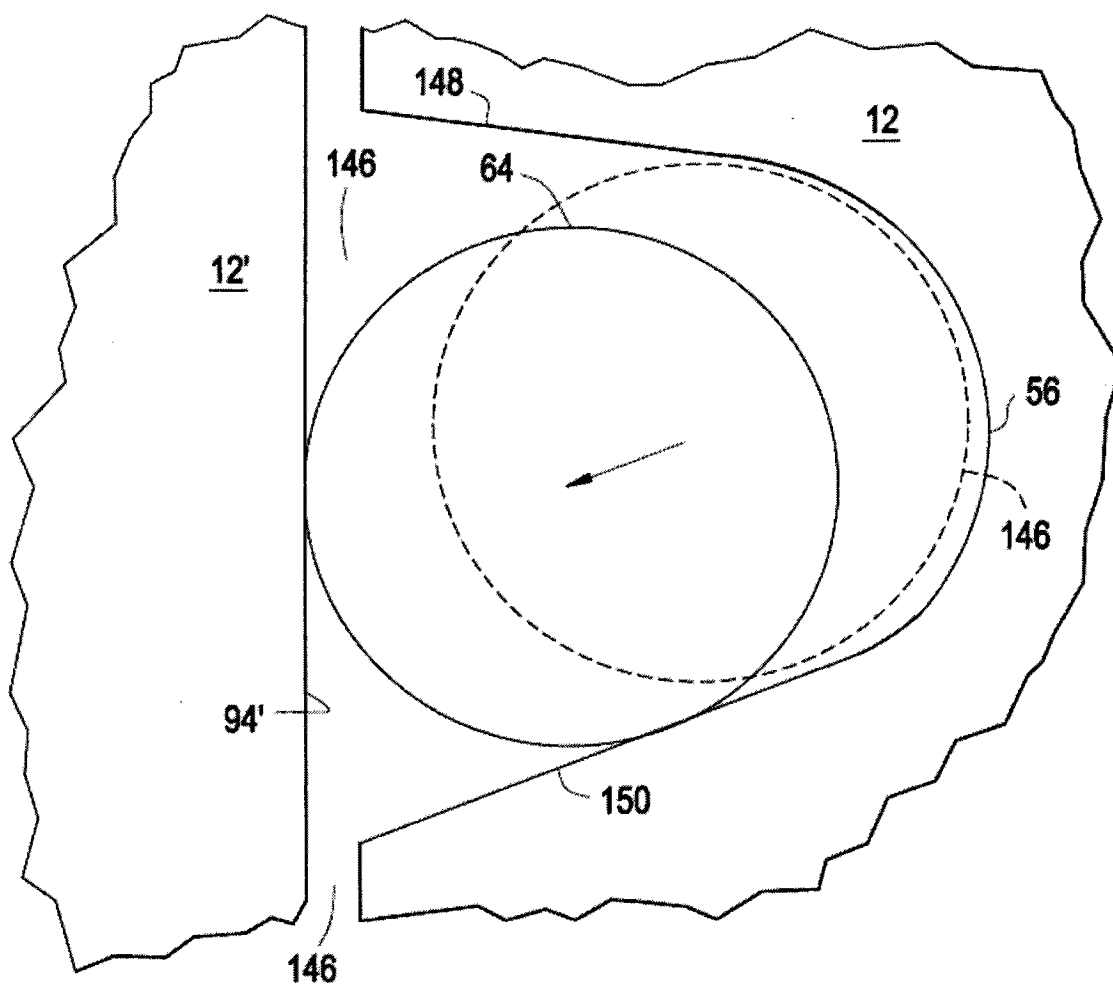


图 5

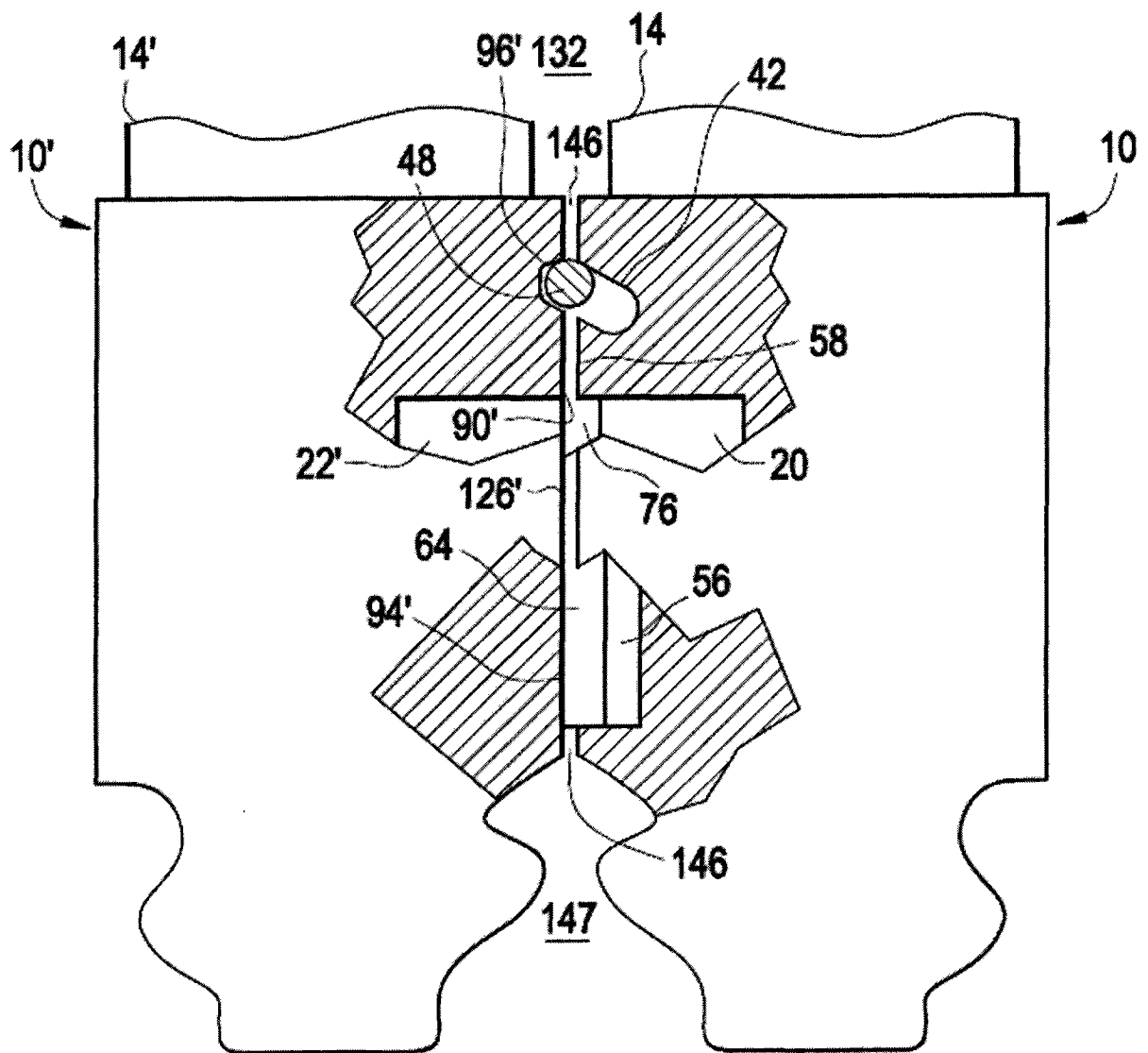


图 6