

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F01D 11/08 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03143695.1

[45] 授权公告日 2009 年 10 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 100554648C

[22] 申请日 2003.7.30 [21] 申请号 03143695.1
[30] 优先权

[32] 2002.7.30 [33] US [31] 10/207385

[73] 专利权人 通用电气公司
地址 美国纽约州

[72] 发明人 S·S·博德吉克

[56] 参考文献

US5971400A 1999.10.26

US4759687A 1988.7.26

US5738490A 1998.4.14

US20010007384A1 2001.7.12

审查员 丁 雷

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 崔幼平 郑建晖

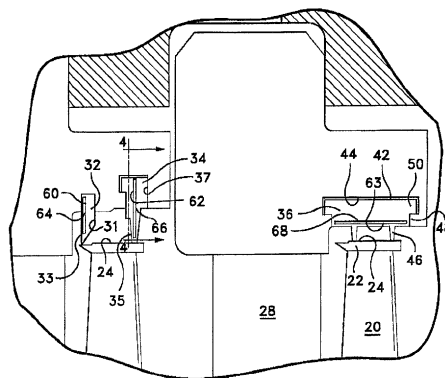
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 3 页

[54] 发明名称

涡轮机叶片顶端的静态密封条段的端面间隙密封及其改进

[57] 摘要

键式密封(64、66、68)设置在邻接弧形密封条段(36、38、42)的周向对正的槽(60、62、63)中,在叶片(22)的旋转顶端(24)的径向相对的位置处该条段设置在蒸汽涡轮机的隔板组件的凹槽(31、37、44)中。键式密封在条段的端面之间的间隙(54)中延伸,并且减小或消除通过端面的蒸汽泄漏。键式密封可设置在作为原始设备制造的一部分而形成的槽中、或是作为改进的加工成具有键式密封的条段的槽中。



1. 一种蒸汽涡轮机，其包含：

转子（16），其承载多个具有叶片顶端（24）的周向间隔的叶片（20）；

静止的壳体（18），其围绕该转子并承载多个喷嘴（28），该叶片和喷嘴形成蒸汽涡轮机的一级；

在轴向密封位置处承载多个周向延伸的静态密封条段（36、38、42）的所述壳体与所述叶片顶端径向地间隔开，以用于在该叶片顶端和该壳体之间密封；

每一个所述条段在周向上分别具有端面（56），该端面与周向上邻接的条段的相对端面对正，所述端面包含在周向上开口的槽（60、62、63），并且该槽大致在周向上彼此对正；以及

键式密封（64、66、68），其在周向相邻条段的每一所述相对端面之间以及在所述槽内延伸，以用于减小或消除流过所述对正端面的蒸汽泄漏流动，所述键式密封的厚度小于所述槽的深度，以容纳该密封条段的相对移动和键式密封在所述槽中的移动。

2. 如权利要求1所述的涡轮机，其特征在于，每一个所述键式密封（68）大致沿轴向和周向延伸，以用于大致密封沿径向方向的蒸汽泄漏流动。

3. 如权利要求1所述的涡轮机，其特征在于，每一个所述键式密封（64、66）大致沿径向和周向延伸，以用于大致密封沿轴向方向的蒸汽泄漏流动。

4. 如权利要求1所述的涡轮机，其特征在于，每一个所述密封条段具有多个轴向间隔的迷宫式密封齿（33、35、46）以用于与该转子密封。

5. 如权利要求1所述的涡轮机，其特征在于，所述壳体带有具有轴向延伸钩形部（48）的周向延伸的燕尾槽（44），每一个所述条段具有用于径向覆盖壳体钩形部的钩形部（50），所述壳体钩形部和所述条段在所述条段的下游侧上具有轴向面对的密封表面，所述键式密封（68）大致沿轴向和周向延伸，以用于密封大致沿径向方向终止于邻接的所述轴向面对的密封表面的泄漏流动。

6. 如权利要求1所述的涡轮机，其特征在于，所述壳体具有一带有轴向延伸钩形部（48）的周向延伸的燕尾槽（44），每一个所述

条段具有用于径向覆盖壳体钩形部的钩形部(50)，所述壳体钩形部和所述条段在所述条段的下游侧上具有轴向面对的密封表面，所述键式密封大致沿着径向和周向延伸，以用于密封大致沿轴向方向的泄漏流动。

7. 一种蒸汽涡轮机，包含：

转子(16)，其承载多个具有叶片顶端(24)的周向间隔的叶片(20)；

静止的壳体(18)，其围绕该转子并承载多个喷嘴(28)，该叶片和喷嘴形成蒸汽涡轮机的一级；

所述壳体具有周向延伸的燕尾槽(37、44)，该燕尾槽承载多个周向延伸的静态密封条段，该条段在该燕尾槽中围绕该壳体，所述条段承载至少一个用于密封所述叶片顶端的迷宫式密封齿(35、46)；

每一个所述条段在周向上分别具有端面(56)，该端面与周向上邻接的条段的相对端面对正，所述端面包含在周向上开口的槽(62、63)，并且该槽大致在周向上彼此对正；以及

键式密封(66、68)，其在周向相邻条段的每一所述相对端面之间以及在所述槽内延伸，以用于减小或消除流过所述对正端面的蒸汽泄漏流动，所述键式密封的厚度小于所述槽的深度，以容纳该密封条段的相对移动和键式密封在所述槽中的移动。

8. 如权利要求7所述的涡轮机，其特征在于，每一个所述键式密封(68)大致沿轴向和周向延伸，以用于大致密封沿径向方向的蒸汽泄漏流动。

9. 如权利要求7所述的涡轮机，其特征在于，每一个所述键式密封(66)大致沿径向和周向延伸，以用于大致密封沿轴向方向的蒸汽泄漏流动。

10. 一种改进蒸汽涡轮机中密封条段的方法，该蒸汽涡轮机具有承载多个周向间隔的叶片(20)的转子(16)，静止的壳体(18)围绕该转子，并且多个周向延伸的密封条段(36、38、42)在周向延伸的凹槽(37)中围绕所述壳体，以用于在壳体和叶片顶端之间密封，该改进密封条段的方法用以在邻近的密封条段的相对端面之间提供密封，其步骤包含：

从涡轮机壳体中拆下该密封条段(36、38、42)；

在每一个拆卸下密封条段的端面(56)中形成至少一个槽(60、62、63)；

在密封条段的相对端面的该槽中设置键式密封(64、66、68)，所述键式密封的厚度小于所述槽的深度，以容纳该密封条段的相对移动和键式密封在所述槽中的移动；以及

将该密封条段插入到该壳体的凹槽中，由此该键式密封在邻接条段之间延伸，以用于减小或消除所述邻接条段之间的蒸汽泄漏流动。

涡轮机叶片顶端的静态密封条段的端面间隙密封及其改进

技术领域

本发明总体上涉及一种在蒸汽涡轮机隔板组件中的叶片顶端静态密封条段的周向对正端面之间的密封，特别涉及在蒸汽涡轮机的静态隔板中首尾相连的周向设置的叶片顶端静态密封条段的端面之间的键式密封，以及改进该键式密封的方法。

背景技术

在蒸汽涡轮机的设计中，所希望的是尽量减小或消除在蒸汽流动路径中的蒸汽泄漏途径。蒸汽涡轮机的每一级包含多个安装在转子上的周向间隔的叶片和带有多个喷嘴的隔板，叶片和隔板形成蒸汽涡轮机的涡轮机段的一级。安装在隔板组件中的是用于与旋转叶片的顶端相密封的、作为密封条段公知的典型静态密封。密封条段通常是设置在或卷成在蒸汽涡轮机的隔板或壳体中的周向槽中。密封条段结构是环形的，并且是由多个弧形密封条段形成的。该条段安装在隔板组件或壳体中，以形成其环形的布置，即连续环形圈，其在涡轮机级相对侧上的高压和低压区域之间和叶片顶端形成密封。

静态密封条段直接位于旋转叶片顶端，并且控制穿过叶片顶端的任何泄漏，这对于设备的性能来说是至关重要的。静态密封条段通常位于隔板组件形成的周向槽和燕尾槽中。然而在弧形密封条段端面之间的间隙对于蒸汽存在显著的泄漏路径。如果该泄漏路径足够大将可以导致在效率上的显著损失，对典型发电机的蒸汽涡轮机的用户来说其将转化成潜在收入的损失。由于条段和隔板或涡轮机壳体的加工误差，在密封条段端面之间的间隙可能非常大。此外，由于热增长的不同以及隔板和壳体之间的压力，在操作状况过程中在邻接端面之间的间隙也可能增加。此外，由于在典型的蒸汽涡轮机组件的每一个高压、中压和低压部配置有密封条段的事实，其泄漏可能非常显著。因此，在蒸汽涡轮机中有用于密封隔板或壳体与旋转叶片顶端之间的静态密封条段的端面间隙密封的需求。

发明内容

在本发明的优选实施例中，在静态密封条段的相对端面上提供有用以在这些端面之间起密封作用的键式密封，并且减小或消除在涡轮机叶片的相对侧上的高压和低压区域之间的蒸汽泄漏流动。特别是，在密封条段的端面中形成有槽，而键式密封插入到该槽中，以密封横跨端面之间出现的任何间隙。密封条段设置在隔板组件中形成的环形槽中。某些槽是燕尾形结构的，而密封条段通常具有互补的结构。此外，键式密封通常可以沿着轴向或径向方向延伸。沿轴向方向延伸的键式密封基本上充满密封条段的轴向宽度，以避免通过邻接密封条段的端面之间的任何间隙的沿径向向外及轴向下方向游方向的蒸汽泄漏流动。径向延伸的键式密封基本上在密封条段的整个半径上延伸，以避免或减小通过密封条段的端面之间的任何间隙在轴向方向上的蒸汽泄漏流动。

在按照本发明的优选实施例中，提供有一种蒸汽涡轮机，其包含转子，该转子承载多个具有叶片顶端的周向间隔的叶片；静止的壳体，其围绕该转子并承载多个喷嘴，该叶片和喷嘴形成蒸汽涡轮机的一级；在轴向密封位置处承载多个周向延伸的静态密封条段的所述壳体与所述叶片顶端径向地间隔开，以用于在该叶片顶端和该壳体之间密封；每一个所述条段在周向上分别具有端面，该端面与周向上邻接的条段的相对端面对正，所述端面包含在周向上开口的槽，并且该槽大致在周向上彼此对正；以及键式密封，其在周向相邻条段的每一所述相对端面之间以及在所述槽内延伸，以用于减小或消除流过所述对正端面的蒸汽泄漏流动。

在按照本发明的优选实施例中，提供有一种蒸汽涡轮机，其包含转子，该转子承载多个具有叶片顶端的周向间隔的叶片；静止的壳体，其围绕该转子并承载多个喷嘴，该叶片和喷嘴形成蒸汽涡轮机的一级；所述壳体具有周向延伸的燕尾槽，该燕尾槽承载多个周向延伸的静态密封条段，该条段在该槽中围绕该壳体，所述条段承载至少一个用于密封所述叶片顶端的迷宫式密封齿；每一个所述条段在周向上分别具有端面，该端面与周向上邻接的条段的相对端面对正，所述端面包含在周向上开口的槽，并且该槽大致在周向上彼此对正；以及键式密封，其在周向相邻条段的每一所述相对端面之间以及在所述槽内延伸，以用于减小或消除流过所述对正端面的蒸汽泄漏流动。

在按照本发明的另一个优选实施例中，在具有承载多个周向间隔的叶片的转子的蒸汽轮机中，静止的壳体围绕该转子，并且多个周向延伸的密封条段在周向延伸的槽中围绕所述壳体，以用于在壳体和叶片顶端之间密封，一种改进密封条段的方法，以在邻近的密封条段的该相对端面之间提供密封，其步骤包含：从轮机壳体中拆下该密封条段；在每一个拆卸下密封条段的端面中形成至少一个槽；在密封条段的相对端面的该槽中设置键式密封；以及将该密封条段插入到该壳体的凹槽中，由此该键式密封在邻接条段之间延伸，以用于减小或消除所述邻接条段之间的蒸汽泄漏流动。

附图说明

图1是一具有高压和中间压力轮机剖面的蒸汽轮机的示意图。

图2是按照本发明的一个优选形式的局部放大部分剖视图，其通过转子和隔板组件示出了在隔板组件中的叶片顶端静态密封条段的位置。

图3是在旋转叶片顶端上面的静态密封条段端面的一局部放大视图。

图4是一沿图3中4-4线的放大剖视图。

图5是键式密封的一平面图。

图6是键式密封的另一种形式的局部剖视图。

图7是键式密封的另一种形式的示意图。

图8是键式密封的一放大剖视图，其中示出了其上覆盖的金属线织物覆盖层。

具体实施方式

下面参考附图，特别是附图1，其中示出了蒸汽轮机，通常用附图标记10表示。在该实施例中，蒸汽轮机10包含安装在单一整体转子16上的高压轮机段12和中间压力轮机段14，该转子延伸到蒸汽轮机壳体18相对端。应当理解，转子16是由高压和中间压力的轮机段12、14的旋转而驱动的，而壳体18保持静止。参考附图2，通常在蒸汽轮机中，转子16上安装有多个周向间隔的叶片20，该叶片在其端部24处通常具有覆盖板22。每一个轮机段还包含安装有多个喷嘴28（即定子叶片）的隔板组件26。轴向邻近的叶片20和喷嘴28形成蒸汽轮机的一级，并且应当理解的是在图2中示出了两级，然而通常可以附加任何

数量的级数。经过喷嘴28和叶片20的蒸汽流路径由蒸汽流方向箭头30表示。

密封条32、34和36分别在径向相对于顶端24的轴向位置处安装在隔板组件26中，该顶端包含叶片20的盖板22，其用于密封蒸汽流在顶端24周围的泄漏。在图2中示出的左手侧级中，密封条32和34中的每一个均分别包含多个弧形的密封条段36和38，它们分别具有径向向内方向的密封齿33、35，以和叶片20的顶端24形成迷宫式密封齿。密封条段32设置在隔板组件的槽31中。密封条段34位于隔板组件的燕尾槽37中，条段34与槽37的形状相互补。在第二或右手侧级中，密封条包含多个设置在隔板组件中形成的燕尾槽中的弧形密封条段42。每一个弧形密封条段36包含一个或多个从该条段径向向内突出的迷宫式密封齿46，以用于与叶片20的顶端相密封。例如，每一个常规的隔板组件在上端和下端设置有隔板半部，而每一隔板组件半部可以安装多个叶片顶端密封段，例如在每一个上端和下端隔板半部中安装有三个密封段。如图3所示，密封条段36安装在包含一对轴向相对钩形部48的燕尾槽44中。密封条段36具有位于钩形部48径向外侧的轴向延伸的钩形部50，其用于将密封条段保持在槽44中。然而应当理解的是，在每一个隔板半部中可以设置任何数量的密封条段36。

在相应的槽中的弧形密封条段32、34和36的布置中，可以看出在邻接段的端面之间将出现间隙。例如，如图3所示，在邻接叶片顶端密封条段36的端面56之间出现有间隙54。如上所述，在邻接密封条段之间的精确密封面不允许有制造和加工误差，而因此在邻接段的端面之间的蒸汽泄漏路径一般比较普遍。

按照本发明的优选实施例，键式密封设置在邻接密封条段36的周向对正的端面之间。例如，参考图3和4，在每一个邻接段32、34和36的邻接端面中设置有槽或凹槽。相对于段32和34的邻接端面，槽60和62通常分别沿径向方向延伸；而相对于段36，槽63沿轴向方向延伸。在所有情况中，槽沿周向延伸一有限长度。段32、34和36的相应槽60、62和63彼此对正，并且接收该键式密封以横跨端面之间的间隙。例如，密封条段32在邻接段32的径向对正的槽60中具有通常沿周向延伸的键式密封64。段34具有设置在邻接段34的端面的对正的槽62中的键式密封66。同样地，密封条段36的邻接端面在对正端面槽63中具有键式密封68。

如图5所示, 每一个键式密封可以包含一平的金属板, 其通常具有直线形的形状。板的厚度小于槽的深度, 以容纳该密封段的例如在设备中由热瞬变导致的相对移动。从图3中可以看出, 每一个键式密封64和66通常分别沿着段32和34的大部分径向范围的径向方向延伸。键式密封68沿着轴向和周向在相对对正槽63中在邻接密封条段36的端面处延伸。这种设置的结果, 可以基本上减小或消除通过密封段相应的端面的蒸汽泄漏路径。优选地, 键式密封64、66和68通常是直线形的形状, 如在图5中键式密封64的典型实例所示。

可以看出, 按照本发明用于密封条段的端面间隙键式密封, 可以提供作为原始设备制造或更新现有设备的部分。例如为了更新键式密封, 拆卸下现有的蒸汽涡轮机, 即拆下上部、外部和内部的壳体, 并拆下隔板组件。密封条段可以通过从槽中周向地滚动而从隔板组件中拆卸下来。而后在密封条段的端面中形成槽以接收键式密封。因此通过形成的槽, 条段可以被滚动退回到隔板组件的燕尾槽中, 而使键式密封插入到邻接端面之间的槽中。此外, 当然也可以使用新的具有已经形成槽的密封条段, 以代替在拆卸密封条段中的形成槽。

下面参考附图6, 在槽或凹槽中示出了键式密封70的另一种形式, 该槽是例如在条段36的周向相对端面中的槽。键式密封70包含具有沿着该密封的相对边缘的放大部分74的密封体72, 以用于设置在槽的基部附近。因此, 密封体72的中心部76与槽的宽度相比其具有减小的宽度尺寸。放大部分74使得例如条段32和34的条段沿轴向方向以及条段36的条段沿径向方向的运动更容易, 而没有约束或损坏键式密封。

此外, 通过在键式密封的端部和凹槽的端部之间提供较小的空间, 以适应键式密封在凹槽中轻微的移动, 例如, 在相对于条段36的轴向方向以及相对于条段32和34的径向方向的移动。键式密封可以是在共同拥有的美国专利第5624227号中公开的形式, 其中公开的内容在这里将作为参考。

下面参考附图7, 其中示出了键式密封的另一种形式。图7中的键式密封80可以由薄片金属材料形成, 其具有在相对端在84处反向弯曲或弯折的密封体82, 以沿着槽形密80的相对侧形成放大部分86。反向弯曲部的边缘88面对着密封体82的中心部。类似于图5中键式密封70的放大部分

分72的放大部分86设置在凹槽的基部附近,并且便于密封条段26的相对运动。键式密封的这种形式也在上述参考专利文献中公开了。

在图8中式出了键式密封90,其可以形成有一个或多个键式密封64、66和68。键式密封90具有由金属形成的中心内芯92,并具有覆盖织物94。覆盖织物可以包含金属、陶瓷和/或经过编织以形成织物层的聚合纤维。覆盖织物可以是在共同拥有的美国专利第5934687号中公开的形式,其中公开的内容在这里将作为参考。

从前面的说明可以看出,在设置在蒸汽轮机围绕转子的隔板组件的槽中的弧形密封条段的周向对正端面之间的(例如间隙54的)间隙中设置有键式密封。键式密封减小或消除通过端面之间、以及在旋转叶片的相对侧上的高压和低压区域之间的间隙的蒸汽泄漏流动。键式密封可以选择这里示出的键式密封各种形式中的任何一种形式。在所有情况中,减小或消除任何蒸汽泄漏的流动路径,其结果改进设备的性能。

上面已经通过目前被认为是最实际和优选的实施例描述了本发明,可以理解的是,本发明不仅限于上面公开的实施例,而相反,本发明意在覆盖包含在附加权利要求的精神和范围内的各种修改和等同形式。

部件表

蒸汽轮机 10

高压轮机段 12

中压轮机段 14

转子 16

轮机壳体 18

叶片 20

覆盖板 22

顶端 24

隔板组件 26

喷嘴 28

箭头 30

密封条 32、34、36

密封条段 36、38、42

密封齿 33、35
燕尾槽 37、44
迷宫式齿 46
钩形部 48、50
间隙 54
端面 56
槽 60、62、63
键式密封 64、66、68、70、80、90
密封体 72、82
放大部分 74、86
中心部 76
弯曲部 84
边缘 88
中心内芯 92
织物 94

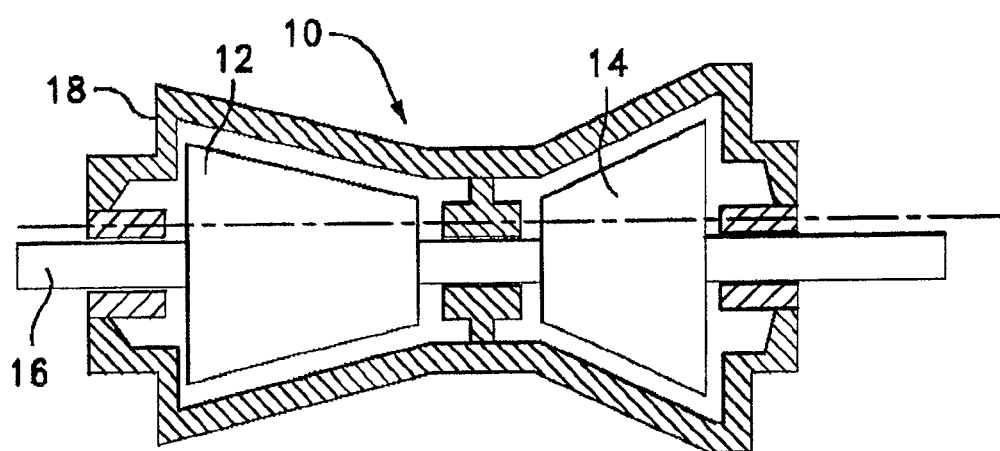


图 1

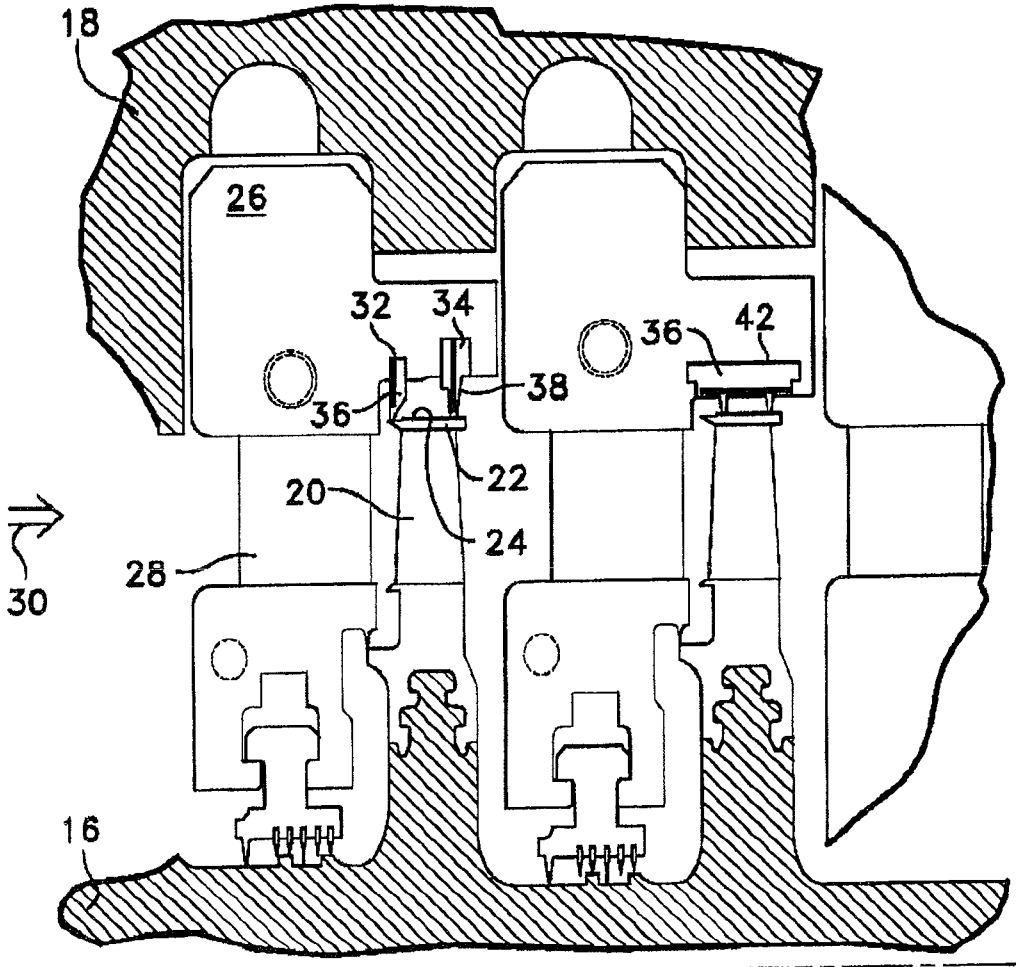


图 2

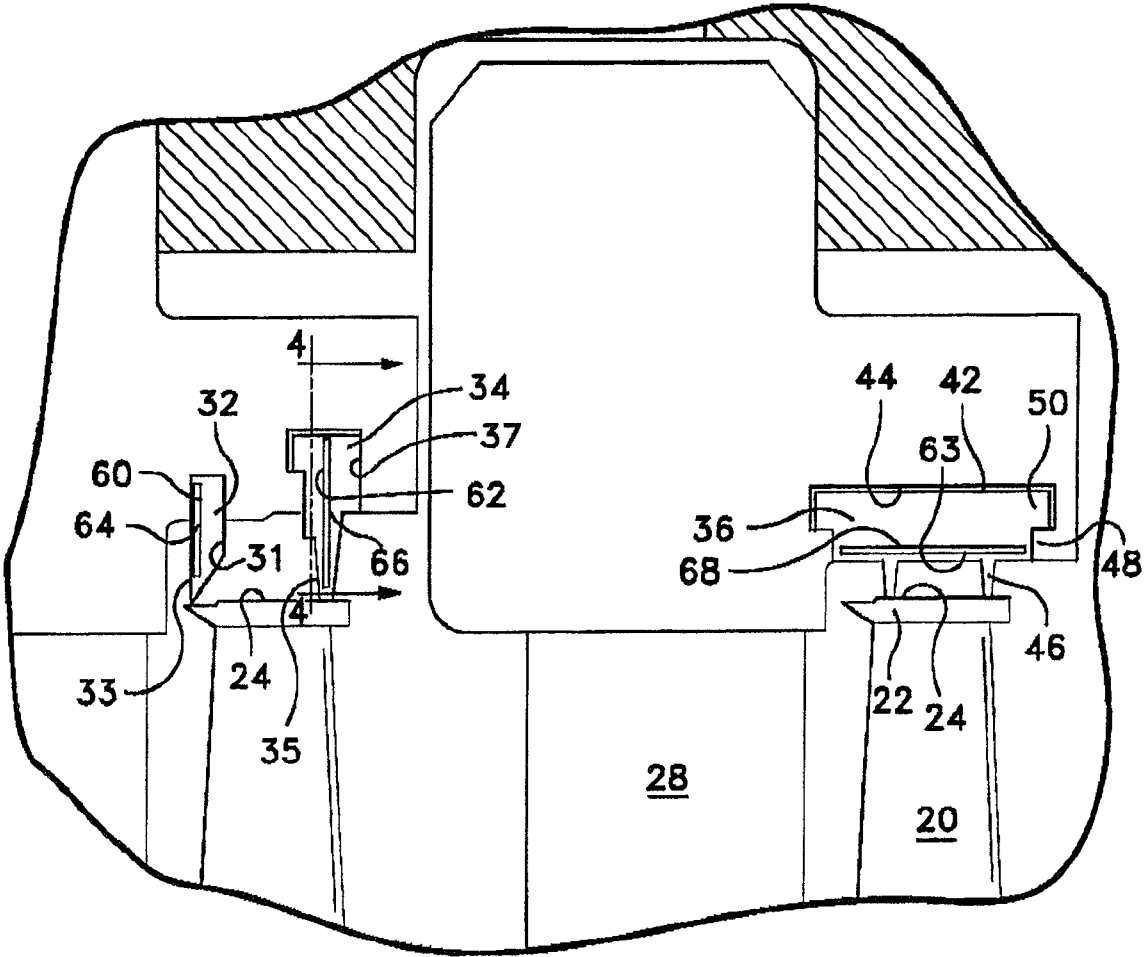


图 3

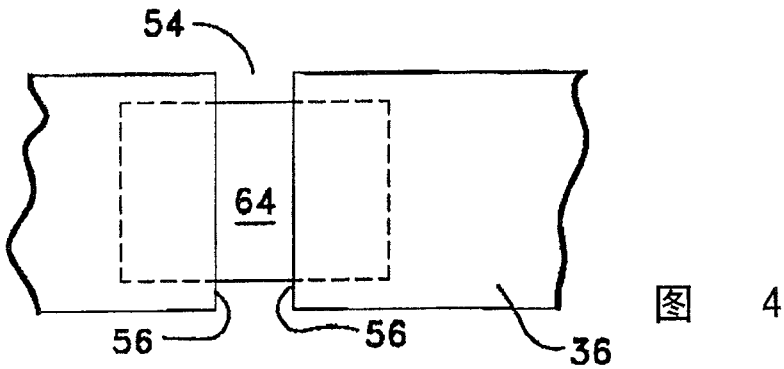


图 4

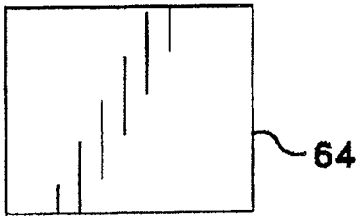


图 5

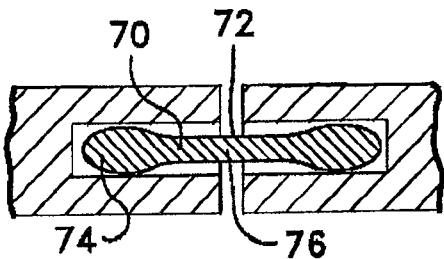


图 6

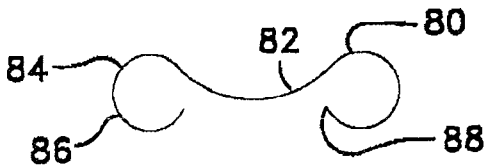


图 7

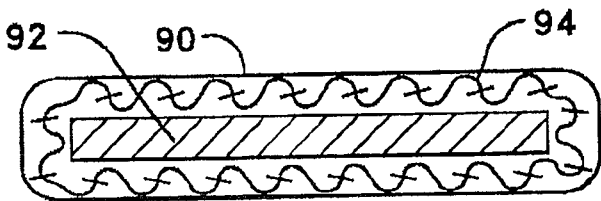


图 8