(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101135248 B
(45)授权公告日 2011.04.06

(21)申请号 200710109797.9

(22)申请日 2007.04.09

(30)优先权数据
11/399719 2006.04.07 US

(73)专利权人 通用电气公司
地址 美国纽约州

(72)发明人 W·E·阿迪斯

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 崔幼平 黄力行

(51)Int.Cl.
F01D 11/04(2006.01)

(56)对比文件
US 6572115 B1,2003.06.03,说明书第2栏第40行至第4栏第60行,附图1-4.
US 6655696 B1,2003.12.02,全文.
US 5709388 A,1998.01.20,说明书第6栏,附图1-4.
US 2003/0057653 A1,2003.03.27,全文.

审查员 王瑞朋

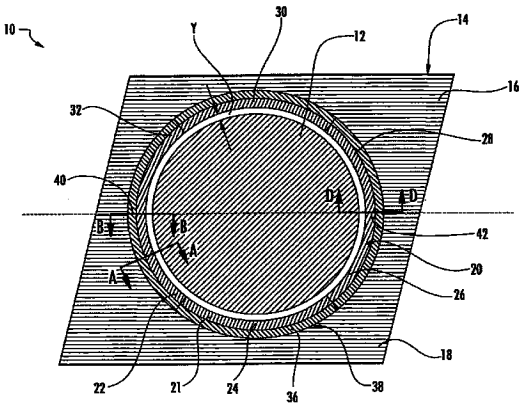
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 11 页

(54)发明名称

变间隙正压密封环以及带有板簧的支承装置

(57)摘要

本发明涉及变间隙正压密封环以及带有板簧的支承装置。提供一个密封环组件(20),其包括:具有贯穿其中的孔(56)的弧形支承环段(36),带有穿过支承环段(36)的孔(56)并与支承环段(36)、密封环段(22,24,26,28,30,32)可动连接的连接件(58)的弧形密封环段(22,24,26,28,30,32),和设置在支承环段(36)和密封环段(22,24,26,28,30,32)之间并至少部分地沿孔(56)延伸的促动件(34)。促动件(34)构造成将密封环段(22,24,26,28,30,32)保持在相对于支承环段(36)的第一位置上并在密封环组件(20)处于压力条件时允许密封环段(22,24,26,28,30,32)移到相对于支承环段(36)的第二位置上。



CN 101135248 B

1. 一种密封环组件，包括：

一对相邻的弧形支承环段 (36)，所述对弧形支承环段 (36) 的每个限定孔 (56) 的一部分；

包括穿过支承环段 (36) 的孔 (56) 延伸并可动连接支承环段 (36) 和密封环段 (22,24,26,28,30,32) 的连接件 (58) 的弧形密封环段 (22,24,26,28,30,32)；和

设置在支承环段 (36) 和密封环段 (22,24,26,28,30,32) 之间并至少部分地沿孔 (56) 延伸的促动件 (34)；

其中，促动件 (34) 构造成将密封环段 (22,24,26,28,30,32) 保持在相对于支承环段 (36) 的第一位置上，并在密封环组件处于压力条件时允许密封环段 (22,24,26,28,30,32) 移到相对于支承环段 (36) 的第二位置上。

2. 如权利要求 1 所述的密封环组件，其中，第一位置靠近支承环段 (36)，并且第二位置远离支承环段 (36)。

3. 如权利要求 1 所述的密封环组件，其中，压力条件包括在密封环段 (22,24,26,28,30,32) 附近的区域内的大于约 50 磅每平方英寸的空气压力。

4. 如权利要求 1 所述的密封环组件，其中，促动件 (34) 包括装在支承环内的第一板簧和第二板簧，其中，第一板簧位于所述支承环段 (36) 的支承面 (63) 上的孔 (56) 的第一侧，并且第二板簧位于支承面 (63) 上的孔 (56) 的相对的第二侧。

5. 如权利要求 4 所述的密封环组件，其中，连接件 (58) 包括：

可动地穿过孔 (56) 延伸至支承环段 (36) 内部的延伸件 (72)；和

连在延伸件 (72) 上并装在支承环段 (36) 内部的阻挡件 (70)；

其中，阻挡件 (70) 的尺寸比孔 (56) 的尺寸大，使阻挡件 (70) 保持在支承环段 (36) 内部。

6. 如权利要求 1 所述的密封环组件，其中，这对支承环段 (36) 安置在相对于密封环段 (22,24,26,28,30,32) 的沿径向向外的位置上。

7. 如权利要求 1 所述的密封环组件，其中，这对支承环段 (36) 是多个独立的支承环段中的两个，它们形成了环形支承环 (36)，其中密封环段 (22,24,26,28,30,32) 包括多个独立的密封环，它们形成了环形密封环 (21)，并且这个环形密封环 (21) 安置在相对于环形支承环 (36) 的沿径向向内的位置上。

8. 如权利要求 7 所述的密封环组件，还包括：

固定在所述密封环段 (22,24,26,28,30,32) 的第一段上并从那里沿周向延续的对准键 (94)；和

形成于所述密封环段 (22,24,26,28,30,32) 的第二段中用来容纳键 (94) 的孔，第一密封环段 (22) 与第二密封环段 (24) 相邻安置；

其中，对准键 (94) 和孔 (56) 构造成允许第一、第二密封环段 (22,24) 的径向运动并阻止它们的周向运动。

9. 一种蒸汽涡轮机，包括：

静止涡轮导流盘 (14)；

装在涡轮导流盘 (14) 内的旋转涡轮轴 (12)，涡轮导流盘 (14) 包括围绕涡轮轴 (12) 延续的环形槽 (38)；和

包括装在环形槽 (38) 中的支承环 (36) 的密封环组件 (20)，所述支承环具有至少一个孔，所述支承环的一对相邻支承环段的每个形成所述孔的一部分，多个围绕涡轮轴 (12) 布置与支承环 (36) 构成径向可动连接的变间隙弧形密封环段 (22,24,26,28,30,32)，所述多个变间隙弧形密封环段的至少其中一个包括连接件，所述连接件具有一个延伸穿过支承环的该至少一个孔的延伸件，以及一个或多个构造成将密封环段 (22,24,26,28,30,32) 保持在相对于支承环 (36) 的第一位置并在密封环组件 (20) 处于压力条件时允许密封环段 (22,24,26,28,30,32) 运动到相对于支承环 (36) 的第二位置的板簧 (34)。

10. 一种利用正压变间隙密封环组件对旋转机械进行密封的方法，该方法包括：

将支承环 (36) 构造成容纳并保持在旋转机械的静止导流盘 (14) 的环形槽 (38) 中，所述支承环具有一个孔，所述支承环的一对相邻支承环段的每个形成所述孔的一部分；

将支承环 (36) 布置在环形槽 (38) 中并围绕旋转机械的旋转轴 (12)；

通过所述多个变间隙弧形密封环段的至少其中一个的连接件的延伸件延伸穿过上述孔将多个变间隙密封环段 (22,24,26,28,30,32) 连到支承环 (36) 上，所述连接环状地围绕着旋转轴 (12) 产生；

将一个或多个板簧 (34) 设在密封环段 (22,24,26,28,30,32) 和支承环 (36) 之间，从而在密封环段 (22,24,26,28,30,32) 和支承环 (36) 之间形成一个径向可动连接；以及

在这多个密封环段 (22,24,26,28,30,32) 的径向运动过程中保持这多个密封环段 (22,24,26,28,30,32) 的周向位置。

变间隙正压密封环以及带有板簧的支承装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于旋转机械的密封环，尤其涉及一种用于工业蒸汽涡轮机的变间隙正压密封环。

背景技术

[0002] 在涡轮机这样的旋转机械中，旋转部件和静止部件之间需要进行密封。例如，在蒸汽涡轮机中通常设置了多个密封环弧形段从而在静止部件和旋转部件之间形成环形迷宫式密封。具有代表性的是，密封环弧形段（通常一个环形密封有 4-6 段）布置在与机械转轴同轴从而与旋转部件的密封面同轴的静止部件的环形槽中。每个密封环弧形段都具有与旋转部件密封面相对的弧形密封面。在迷宫式密封中，密封面具有一组沿径向定向的轴向间隔的齿，这些齿与旋转部件密封面上沿轴向隔开的一系列环形齿在径向上相隔开来。此密封功能是通过工作介质的紊流来实现的，例如蒸汽，它穿过了迷宫中相对较紧的间隙，此迷宫是由密封面的齿和旋转部件的相对面限定而成的。

[0003] 在旋转设备和静止部件之间保持一个无直接接触的合适间隙的能力能够形成有效密封。如果段的密封面与旋转部件的相对密封面之间的径向间隙太大，将形成较小的紊流，从而影响了密封效果。相反，如果这个间隙太小，密封齿将接触到旋转元件，使齿失去光滑轮廓和紧密密封从而形成较小的紊流，同样损害密封作用。

[0004] 为了形成并保持理想的密封，同时避免转子和密封环在过渡状态下的损害，使用将进一步描述的正压变间隙密封环，本文结合了如下参考文献 :GE 文件 No.193439，Cantor Colburn LLP 文件 No.GS1-0202，题名为“变间隙密封环装置”;GE 文件 No.194777，Cantor Colburn LLP 文件 No.GS1-0210，题名为“蒸汽涡轮机变间隙密封环的设备及方法”;GE 文件 No.193440，Cantor ColburnLLP 文件 No.GS1-0204，题名为“变间隙正压密封环及支承装置”;（美国序列号尚未生效）。在这些正压变间隙密封环中，密封环段通常被弹簧偏压在外面或大间隙位置上，使得由密封环支承的密封面与旋转部件的表面充分地间隔开 来。启动之后，工作流体介质，例如蒸汽，进入静止部件，形成压差使得段抵制弹簧的偏压而向内移向里面或小间隙位置。这些弹簧和相应的环形组件通常都是安置在由静止外壳限定的环形槽中。

[0005] 然而，现有蒸汽涡轮机的正压变间隙密封环的安装是一件非常复杂的事情，需要进行现场加工或者对这些环形物或用来将这些环形物安装环形槽中的外壳进行另外的改造。而且，由于单个弧形段的周向运动，改进的变间隙密封环倾向于拱边，拱边情况是弧形段沿周向压在相邻段上，在径向偏移位置上影响这些段。

[0006] 因此，需要一种变间隙正压密封环，它能够简单便捷地安装在现有蒸汽涡轮机的静止部件的环形槽中，通过这种方式能够避免产生不希望的拱边情况，并且在改造时，减少对静止部件的额外再加工。

发明内容

[0007] 本文公开了一种密封环组件，其包括：具有贯穿其中的孔的弧形支承环段，带有穿过支承环段的孔并与支承环段、密封环段可动连接的连接件的弧形密封环段，和设置在支承环段和密封环段之间并至少部分地沿孔延伸的促动件，其中，促动件构造成将密封环段保持在相对于支承环段的第一位置上，并在密封环组件处于压力条件时允许密封环段移到相对于支承环段的第二位置上。

[0008] 还公开了一种蒸汽涡轮机，其包括静止涡轮导流盘，装在涡轮导流盘内的旋转涡轮轴，该涡轮导流盘包括围绕涡轮轴延续的环形槽，和带有装在环形槽中的支承环的密封环组件，多个围绕涡轮轴布置与支承环构成径向可动连接的变间隙弧形密封环段，以及一个或多个构造成将密封环段保持在相对于支承环的第一位置并在密封环组件处于压力条件时允许密封环段运动到相对于支承环的第二位置的板簧。

[0009] 还公开了一种利用正压变间隙密封环组件对旋转机械进行密封的方法，该方法包括：将支承环构造成容纳并保持在旋转机械的静止导流盘的环形槽中；将支承环布置在环形槽中并围绕旋转机械的旋转轴；将多个变间隙密封环段环状地围绕着旋转轴连到支承环上；将一个或多个板簧设在密封环段和支承环之间，从而在密封环段和支承环之间形成径向可动连接；以及在这多个密封环段的径向运动过程中保持这多个密封环段的周向位置。

附图说明

[0010] 参照各实施例附图，其中，相同元件的编号相同：

[0011] 图 1 是本发明实施例中蒸汽轮机一部分的截面图；

[0012] 图 2 是图 1 中蒸汽轮机实施例沿 A-A 向展开的截面放大图；

[0013] 图 3 是支承环一部分的平面图；

[0014] 图 4 是本发明另一个实施中支承环一部分的平面图

[0015] 图 5 是密封环弧形段的平面图；

[0016] 图 6 是板簧的侧视图；

[0017] 图 7 是图 1 中蒸汽轮机实施例沿 B-B 向展开的截面放大图；

[0018] 图 8 是图 7 中支承环段一侧的正视图；

[0019] 图 9 是图 8 中支承环一部分的平面图；

[0020] 图 10 是图 7 中蒸汽轮机截面的局部侧视图；

[0021] 图 11 是图 3 中支承环段的侧视图；

[0022] 图 12 是图 1 中蒸汽轮机实施例沿 D-D 向展开的截面放大图；

[0023] 图 13 是图 12 中蒸汽轮机截面的局部侧视图；

[0024] 图 14 是图 13 中支承环段一侧的正视图；

[0025] 图 15 是图 14 中支承环段一部分的底视图；

[0026] 图 16 是密封环弧形段的正视图；

[0027] 图 17 是图 16 中密封环弧形段一部分的侧视图；

[0028] 图 18 是带有对接栓的发明中密封环的局部放大图；和

[0029] 图 19 是图 18 中密封环的局部放大图。

[0030] 零件号

[0031]	蒸汽涡轮机	10
[0032]	涡轮轴	12
[0033]	涡轮导流盘	14
[0034]	第一半盘	16
[0035]	第二半盘	18
[0036]	密封环组件	20
[0037]	密封环	21
[0038]	第一密封环段	22
[0039]	第二密封环段	24
[0040]	第三密封环段	26
[0041]	第四密封环段	28
[0042]	第五密封环段	30
[0043]	第六密封环段	32
[0044]	促动件	34
[0045]	支承环	36
[0046]	环形槽	38
[0047]	水平接头	40,42
[0048]	密封面	44
[0049]	齿	46
[0050]	突起	48
[0051]	凸缘	50
[0052]	第一部分	52
[0053]	第二部分	54
[0054]	孔	56
[0055]	连接件	58
[0056]	第一支承面	60
[0057]	第二支承面	62
[0058]	第三支承面	63
[0059]	第四支承面	64
[0060]	侧边	66,68
[0061]	阻挡件	70
[0062]	调段螺钉	71
[0063]	延伸件	72
[0064]	座部	74
[0065]	螺纹孔	76
[0066]	第一端	78
[0067]	第二端	80
[0068]	隙距	82
[0069]	止动件	84

[0070] 螺栓 86

[0071] 凹处 88

[0072] 调段螺钉 90

[0073] 定位元件 92

[0074] 键 94

[0075] 孔 96

[0076] 孔 98

[0077] 大隙距 Y

[0078] 小隙距 Z

[0079] 径向距离 X

具体实施方式

[0080] 如图 1 所示，蒸汽涡轮机 10 的一部分包括安装在静止涡轮导流盘 14 上的涡轮轴 12。涡轮导流盘 14 由相对的第一、第二半盘 16、18 组成。在涡轮轴—导流盘的交界处设置迷宫式密封来防止泄漏。迷宫式密封是由正压变间隙密封环组件 20 和涡轮轴 12 外表面的相互作用形成的。

[0081] 密封环组件 20 装在涡轮导流盘 14 上并且沿周向围绕涡轮轴 12 布置。图 1 所示密封环组件 20 包括具有六段弧形段的环形密封环 21，弧形段的第一、二、三段密封环段 22、24 和 26 分别装在下侧第二半盘 18 上，第四、五、六段密封环段 28、30、32 分别装在涡轮导流盘 14 上侧第一半盘 16 上。此处仅仅用举例的方式描述这六段密封环段 22、24、26、28、30、32。可以用到任意多个密封环段。例如，密封环组件 20 可以包括总共四个弧形密封环段，两个装在涡轮导流盘的第一半盘 16 上，两个装在第二半盘 18 上。

[0082] 这多个密封环段 22、24、26、28、30 和 32 与支承环 36 结合在一起安装，下面将对其进行详细介绍。在密封环段 22、24、26、28、30、32 和支承环 36 之间设置促动件 34，例如弹簧，从而允许前者相对于后者产生运动。例如，参照图 2。支承环 36 装在涡轮导流盘 14 的环形槽 38 内，并最好由多个弧形支承环段组成。支承环 36 可以包括，例如，六段支承环段，其在尺寸和分布上大致与这多个密封环段 22、24、26、28、30 和 32 相对应。也可以是，一个支承 环段具有足够的尺寸和长度，以便与多个密封环段相对应，例如，一个支承环段可以对应两个密封环段。

[0083] 从图 1 以及其它附图的组件中可以看到，密封环段 22、24、26、28、30 和 32 包括正压变间隙密封环段，分别在启动和加速运转时，其在开放的最外面大间隙位置和闭合的最里面的小间隙位置之间围绕涡轮轴 12 可动。在与支承环 36 结合在一起安装的促动件 34 的作用下，密封环段 22、24、26、28、30 和 32 偏置在开放的最外面的最大直径位置。为了将密封环段 22、24、26、28、30 和 32 置在闭合的较小直径位置，流动介质，例如蒸汽可以沿着密封环段的外表面运动和 / 或在由密封环段 22、24、26、28、30、32、涡轮导流盘 14、促动件 34 和支承环 36 限定的空间内运动，由此产生压差使密封环段抵抗促动件 34 的偏压沿径向向内移向涡轮轴 14。可选地，涡轮导流盘 14 和 / 或密封环段 22、24、26、28、30、32 包括多个通道（未示出）以助于流动介质的导入和运动。

[0084] 密封环组件 20 在涡轮导流盘 14 的对立侧限定水平接合点 40 和 42，上侧第一半 16

与下侧第二半 18 在此处相接。更具体地说，水平接合点 40 和 42 分别形成于第一、第六密封环段 22、32 的交接处和第三、第四密封环段 26、28 的交接处。如下文将要进一步描述的，密封环段 22、32 和 26、28（及它们对应的支承环段）分别终止在水平接合点 40 和 42 处。

[0085] 图 2 是沿图 1 中 A-A 轴截取的蒸汽涡轮机 10 的一部分的截面图。特别地，图 2 从段 22 的中部位置示出了密封环段 22。作为其它密封环段 24、26、28、30、32 的代表，现在详细描述密封环段 22 的视图，这些段与段 22 大致相似，因此在此不再逐个详细介绍。

[0086] 如图 2 所示，密封环段 22 有密封面 44，其上设有与装在涡轮轴 12 上的突起 48 相对的齿 46。其它密封环段 24、26、28、30 和 32 也有密封面 44 和齿 46，因此密封环 21 围绕涡轮轴 12 沿周向限定出连续的密封面。同样，突起 48 也围绕涡轮轴 12 的周向延伸。齿 46 和突起 48 用于在蒸汽涡轮机 10 的工作过程中形成迷宫式密封。

[0087] 如上所述，密封环组件 20 包括支承环 36、促动件 34 以及由弧形段 22、24、26、28、30、32 组成的环形密封环 21。如图 2 所示，支承环 36 装在由静止涡轮导流盘 14 限定的环形槽 38 中。如图所示，盘 14 有凸缘 50，其使环形槽 38 有大致燕尾形的截面。同样，环形槽 38 包括第一部分 52 和第二部分 54，其中第一部分 52 布置在相对于第二部分 54 的径向外侧位置上，而第二部分 54 实际上是个颈部，其截面宽度比第一部分 52 的更窄。

[0088] 支承环 36 构造成装在环形槽 38 的第一部分 52 内。即，支承环 36 各段的形状和尺寸与环形槽 38 的第一部分 52 的外形结构相对应，这样支承环 36 才能保持在那里。特别地，支承环 36 装在和 / 或靠在涡轮导流盘 14 的凸缘 50 上。支承环 36 可以搭扣配合到环形槽 38 的第一部分 52 并以紧密摩擦配合的方式保持在那里。可选地和 / 或另外地，支承环 36 可以通过任何适合的方式，例如安装螺钉、固定螺钉等固定在涡轮导流盘 14 的环形槽 38 的内部。然而，支承环 36 最好是装在相对环形槽 38 浮动的装置中。也就是说，在位于槽 38 的第一部分 52 内的支承环 36 的周围提供一个期望间隙，这样支承环 36 可以在其中做微小角度的移动。

[0089] 现在参照图 2-4，如本文更详细描述地，支承环 36 由多个相同的弧形轨道状段组成，每个段都有一个或者多个贯穿其中的孔 56，它允许连接件 58 穿过。支承环 36 的每个段还包括形成其上的多个支承面。第一支承面 60 设在支承环 36 上，以在与盘 14 的凸缘 50 大致相对的位置处接合涡轮导流盘 14。支承环 36 还包括与连接件 58 结合在一起布置的第二支承面 62。第三支承面 63 与促动件 34 结合在一起布置。支承环 36 还包括与涡轮导流盘 14 的凸缘 50 结合在一起布置的第四支承面 64。支承环 36 的第一、第四支承面 60、64 分别靠在涡轮导流盘的环形槽 38 上并且用于将支承环 36 保持在那里。如下文详细描述地，第四支承面 64 另外还用于约束并阻止密封环段 22、24、26、28、30 和 32 向外的径向运动。第二支承面 62 用作相对于连接件 58 的向内径向运动的止动面。最后，支承环 36 的第三支承面 63 充当了促动件 34 的一个反作用端。

[0090] 第一、第四支承面 60、64 的形状和尺寸足以靠在上述环形槽 38 上。组成支承环 36 的这些段的形状是弧形，从而使支承环 36 有环形结构。第一、第四支承面 60、64 最好是平滑表面，这些表面大致相互同心地在支承环 36 的各段的长度上延续。通过这种方式，第一、第四支承面 60、64 能够沿着支承环 36 的各段的长度方向接合涡轮导流盘 14。当然，在一个替代的实施例中，多个第一和 / 或第四支承面 60、64 以相同或任意的方式沿着支承环 36 的长度方向有段制地分布，以与涡轮导流盘 14 充分接合，从而影响支承环 36 在槽 38 内的保

持。

[0091] 如上提到地，第二、第三支承面62、63可以有任何足以为促动件34和连接件58提供支承面的形状和尺寸。实施例中，面62是一个连续的平滑表面，其与第一支承面60同心地在支承环36的各段的长度方向上延续。如图2所示，第三支承面63形成了支承环36的段的中央区域，从而为促动件34提供支承面并且用于限定孔56。

[0092] 图3的实施例中，第一支承环段37布置成邻近第二支承环段77从而形成支承环36的一部分。实际上，更多的类似支承环段布置成邻近段37、77从而形成环形支承环36。在这里，仅以举例的方式描述段37和77。

[0093] 第一、第二支承环段37、77实际上是弧形部件，每个都包括第一、第二、第三、第四支承面62、62、63、64和孔56的一部分。孔56的这部分由第三支承面63限定，并设置在段37、77的每一者的端部。由段37、77限定的孔56的这部分包括一个椭圆形部分，这样，当段37、77邻近布置时，形成一个细长的全孔56。孔56的形状和尺寸使密封环段22的延伸件72能够从中穿过。第二支承面62布置成与孔56相对，从而靠在密封环段22的阻挡件70上，并且，如本文进一步描述地，就防止了从那里穿过孔56。如图3所示，第三支承面63构造成支承促动件34并为其提供反作用面。在一个实施例中，部件34包括一个细长的弹簧元件，它在支承面63上延续，并远远超过了支承环段37、77的长度。

[0094] 图2所示支承环段37、77的结构仅仅是示例性的。本发明的宽范围考虑了其它结构和布置。例如，支承环36可以由图4所示的支承环段39、79组成。此处，如图所示，段39、79是弧形元件，每段都包括孔56的相对布置的的两部分。如图4所示，第三支承面63限界孔56的各部分并在它们之间延续。而且，孔56的各部分是全孔56的一部分，这样，当两个支承环段39、79邻近布置时，如图4所示，两部分孔56就彼此邻近布置从而形成了全孔56。此处，如图3实施例所示，支承面60、62在段39的长度上延续。

[0095] 支承环段39、79可用于形成完整的支承环36。可选地，支承环36可由与上述一个或多个支承环段37、77结合在一起使用的一个或者多个段39、79组成。任何单个支承环段37、77都与密封环段22、24、26、28、30、32的一半相对应。这样就需要一对段37、77来适当装配密封环段22、24、26、28、30、32中的一个。每个支承环段39、79都与两个密封环段22、24、26、28、30、32相互作用，其中任一个密封环段在支承环段39、79的任一端。因此同样需要一对段39、79来装配一个密封环段22。这是因为，容纳并保持段22、24、26、28、30、32的连接件58的孔56是通过一对段39、79对接而形成。

[0096] 如图2和5所示，密封环段22包括连接件58，其大体上具有一个元件，此元件以允许密封环段22和/或支承环36相互之间产生径向移动的方式有效地连接密封环段22和支承环36。图示的实施例中，连接件58与密封环段22一体成型，并包括阻挡件70和延伸件72。阻挡件70根据其在环形槽38的第二部分54中的布置来确定其形状和尺寸，从而允许连接件58在某一确定的公差范围内产生径向移动并且阻止超出这个公差的移动。阻挡件70构造成在环形槽38内相对于涡轮导流盘14和涡轮轴12产生向内和向外的径向运动。如下文更详细描述地，这种径向运动，在向内的方向上受到第二支承面62的限制，在向外的方向上受到密封环段22与支承环36的第四支承面64之间的接合的限制。总的来说，阻挡件70是一个细长的弧形凸缘状元件，它在支承面62上至少延续孔56的长度（见图3-4），而且它的宽度超出孔56。

[0097] 连接件 58 的延伸件 72 从阻挡件 70 的中央位置开始，在相对于涡轮导流盘 14 径向向内的方向上延续。延伸件是专门构造成穿过密封环段 22 的孔 56。也就是说，延伸件 72 是个细长的弧形元件，其构造成大致延续孔 56 的长度（见图 3-4），并构造成穿过孔 56 从而允许密封环段 22 相对于支承环 36 产生径向运动。孔 56 的截面宽度比延伸件 72 的稍宽，从而允许延伸件 72 产生适当的周向运动。延伸件 72 与阻挡件 70 一体成型，这样延伸部分也可以产生如上所述的径向运动。

[0098] 图示的实施例中，连接件 58 是与密封环段 22 一体成型的元件。在另一个实施例中，连接件 58 是可选地连在密封环段 22 上的独立元件。例如，连接件 58 包括一个或多个台肩螺栓，这里阻挡件 70 是一个圆盘状元件，延伸件 72 是一个从阻挡件 70 处伸出并与其一体成型的带螺纹的圆柱状元件。在这个实施例中，密封环段包括对应的螺纹孔，从而容纳并螺旋式接合延伸件 72。

[0099] 如图 2、3 和 6 所示，促动件 34 装在支承环 21 中紧接着孔 56。在第一端，促动件 34 与连接件 58 的阻挡件 70 相连。在另一端，促动件 34 与支承环 36 的第三支承面 63 相连。实施例中，促动件 34 是板簧，装在支承环 36 的第三支承面 63 上。板簧 34 是细长的弧形弹簧元件，其沿着支承环段 37、39、77 和 79 的长度方向延续。优选地，在支承环 36 中装两个这样的板簧 34，其中任一个板簧在孔 56 的任一侧。弹簧 34 至少沿着孔 56 的整个长度延续。通过这种方式，弹簧 34 定位成靠在连接件 58 的延伸件 70 的整个长度上。作为替代性的实施例，可以在孔 56 的任一侧设置多个板簧 34。

[0100] 促动件 34（本文中有时称作“板簧 34”）的结构和布置使连接件 58 沿径向向外偏置，从而将密封环段 22（其通过延伸件 72 连在连接件 58 上）保持在开放的最外面大间隙位置处。这个位置使得旋转机械处于过渡状态时，在旋转涡轮轴 12 和密封环段 22 的密封面 44 之间可以有一个大隙距 Y（见图 1）。该“间隙”位置是通过由板簧 34 作用在支承环 36 的第三支承面 63 上的反作用而产生的向外的径向力来获得的，这个径向力作用在连接件 58 的阻挡件 70 上从而促使密封环段 22 进入这个间隙位置。

[0101] 应当理解此处仅仅是以举例的方式将促动件 34 描述成板簧。部件 34 可以是任何促动装置、机构或结构，例如但不局限于，至少一个弹簧负载棒、至少一个凸轮、至少一个液压缸、至少一个气动装置、至少一个压电装置和至少一个正弦弹簧等。

[0102] 如图 2 所示，密封环段 22 可以从间隙位置移动到闭合的最里面的小间隙密封位置，其中，在涡轮轴 12 和密封环段 22 的密封面 44 之间形成小隙距 Z。在蒸汽涡轮机 10 的运转过程中，当流体介质例如蒸汽从高压源进入静止涡轮导流盘 14 的环形槽 38 时，密封环段 22 移入该“密封”位置。流体介质施压于密封环段 22 并且抵抗促动件 34 的偏压向内偏压段 22 到，这样，将密封环段 22 移向旋转涡轮轴 12 并且减小隙距，直到最终形成涡轮轴 12 的密封。

[0103] 如图所示，密封环段 22 能够在开放的大间隙位置和闭合的小间隙位置之间径向移动距离 X。距离 X 由阻挡件 70 作用于支承环 36 的第二支承面 62 的反作用限定在径向向内方向上。距离 X 由密封环段 22-32 作用于支承环 36 的第四支承面 64 的反作用限定在径向向外方向上。有利地，通过改变延伸件 72 的径向长度和 / 或通过改变第二支承面 62 相对于第四支承面 64 的位置可以对距离 X 进行精确控制。例如，在密封环 21 与支承环 36 的第二、第四支承面 62、64 接触之前，具有更大径向长度的延伸件 72 可以，穿过支承环 36 的

孔 56 作更多移动从而增加距离 X。相应地，减小延伸件 72 的径向长度将缩小密封环 21 相对于支承环 36 的移动范围，从而缩短距离 X。

[0104] 在一个实施例中，距离 X 大约为 0.05 英寸到 0.09 英寸，优选为 0.07 英寸。促动件 34 构造成使密封环组件 20 保持在开放的大间隙位置，因为涡轮机 10 中的压力小于约 50 镑每平方英寸 (psi)。因为压力超过了约 50psi 时，连接件 58 靠在促动件 34 上并挤压它，从而将密封环段 22 定位在闭合的小间隙位置处。当压力降至 50psi 以下时，促动件 34 促使阻挡件 70 沿径向向外移动，直到密封环段 22 接触到支承环 36 的第四支承面 64，从而将密封环段 22 回到了外面的大间隙位置处，段 22 保持在该位置处直到压力变化再次促使段 22 向内移动。

[0105] 参照图 1 和 7-11，在每个水平接头 40、42 处，密封环组件 20 还包括止动件 84。止动件 84 通常在水平接头 40、42 处连接在位于涡轮导流盘 14 的下侧第二半盘 18 中的支承环 21 的段上。这样，在实施例中，止动件 84 在接近单个水平接头 40、42 处连接在密封环段 22、26 的端部上。图 7 是密封环组件 20 在水平接头 40 处沿图 1 中 B-B 轴展开的截面图。如图所示，止动件 84 从密封环段 22 处沿径向向外伸出。在这个实施例中，止动件 84 通过螺栓 86 连在密封环组件 20 上，并从那自由延伸在支承环 36 上。当然，止动件 84 的这种固定方式完全只是举例。止动件 84 还可以焊接在密封环段 22 上，与之一体成型等。

[0106] 止动件 84 用于定位并保持密封环段 22 相对于支承环 36 的位置，以防止出现拱边状况。图 8 示出了图 7 中支承环 36 的一侧的单独视图。图 9 是沿图 8 的 C-C 轴截取的支承环 36 的一侧的局部视图。从这些视图中可以看出，支承环 36 的限定第三支承面 63 的部分，相对于支承环 36 的形成支承面 60、62 的部分沿周向后置。这种后置布置限界出一个凹处 88，该凹处构造成容纳止动件 84。也就是说，止动件 84 从密封环段 22 处沿径向向外伸出，而且容纳和保持在支承环 36 的凹处 88 内，从图 3 和 11 中可以更清楚地看到。通过这种方式，止动件 84 确保密封环段 22 在支承环 36 的相应段上，并且防止前者相对于后者产生周向移动。即，止动件 84 将密封环段 22 保持在相对于支承环段的固定周向位置上，并由此防止了由于地球引力导致的密封环段 22 向下的周向运动。这就确保了在蒸汽涡轮机 10 的运转过程中，密封环段 22 不会向下滑动并在相邻的密封环段 24 的上面或下面形成拱边位置。尤其是，止动件 84 考虑了密封环段 22 的径向运动从而考虑了密封环 21 的变间隙，但抑制了段 22 的周向运动。

[0107] 图 12 是沿图 1 的 D-D 轴截取的密封环组件 20 的截面图。也就是说，该视图示出了水平接头 42 处的密封环段 28。在上侧第一半盘 16 上，不需要考虑拱边。因此，在段 28 和 32 之间没有用到止动件 84。此处，利用调段螺钉 90 将支承环 36 保持在涡轮导流盘 14 的环形槽 38 中。在支承环 36 的段装入槽 38 中的初始定位过程中，这对为了在安装密封环组件 20 的过程中将支承环段保持在环形槽 38 的上半段是特别有利的。

[0108] 另外，在水平接头 42 处，密封环组件 20 还包括通过附加螺栓 86 连在支承环 36 上的定位元件 92。定位元件 92 将促动件 34 和密封环段 28 的连接件 58 固定在支承环 36 中，并防止了它们由于地球引力而导致的向下运动。如图 15 所示，水平接头 42 处的支承环 36，包括用来容纳定位元件 92 的凹处 89。凹处 89 由支承环 36 的形成第一支承面 60 的一部分的周向外延限定。也就是说，支承环 36 的限定面 60 的部分比形成第二、第三支承面 62、63 的部分沿周向伸出更多。从图 14 和 15 中可以看出，这种伸出形成了凹处 89。另外，定

位元件 92 在支承环 36 的两个相对面之间延伸入凹处 89。

[0109] 水平接头 40 处的密封环段 32 与上文参照图 12-15 所描述段 28 非常相似。即，密封环段 32 包括调段螺钉 90 和定位元件 92。因此，本文不再做详细描述段 32，而是参考密封环弧形段 28。

[0110] 现在参照图 1 和 16-19，密封环组件 20 还包括一个设置在相邻密封环段 22 和 24、段 24 和 26、段 28 和 30、段 30 和 32 之间的对准装置 93。也就是说，在所有密封环段 22、24、26、28、30 和 32 之间，除水平接头 40 和 42 处之外，都用了对准装置 93。通常，对准装置 93 包括为密封环段 22、24、26、28、30 和 32 提供适当径向运动但不允许它们出现不期望的未对准情况的装置。在一个实施例中，对准装置 93 包括键 94，该键固定在一对相邻密封环段中的一段上，并从这个段开始沿周向延续。例如，如图 16-19 所示，键 94 固定在密封环段 22 中，并部分地从那延伸。此处，键 94 可以通过摩擦配合，经由调段螺钉，经由焊接等，设置在段 22 的孔 96 中。可选地，键 94 还可以与段 22 一体成型。从密封环段 22 伸出的键 94 的部分容纳在相邻密封环段 24 的孔 98 中。孔 98 的截面积比键 94 的伸出部分的更大，这样，键 94 能轻微地移入孔 98 中。这个装置沿周向连接相邻的密封环段 22、24，从而避免拱边，但还允许段 22、24 产生期望的径向运动为由压力引起的变间隙位移做准备。

[0111] 尽管参照一个示例性的实施例对本发明进行了描述，本领域技术人员应该了解，在不超出本发明的范围的情况下，可以对其元件作各种变形和等同替代。另外，在不超出其范围的情况下，可以作很多变形使特殊位置或物质适应本发明的教导。因此，本发明不局限于为实现本发明而作为最佳实施例公开的具体实施例，而是包括所有落入所附权利要求的保护范围的实施例，这点非常重要。此外，除非明确声明，术语第一、第二等的使用并不表示任何顺序或者重要程度，而只是用术语第一、第二来区分彼此。

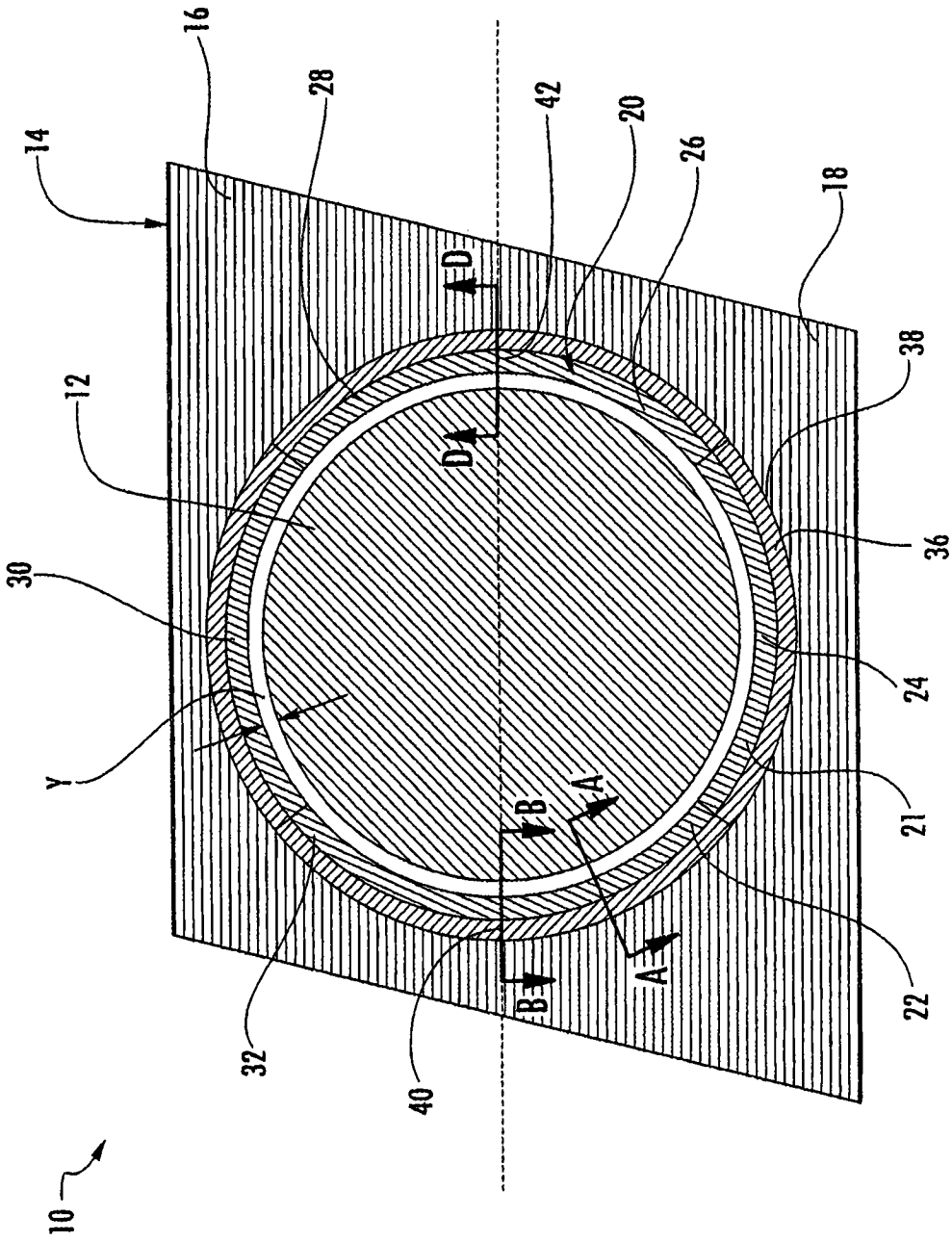


图 1

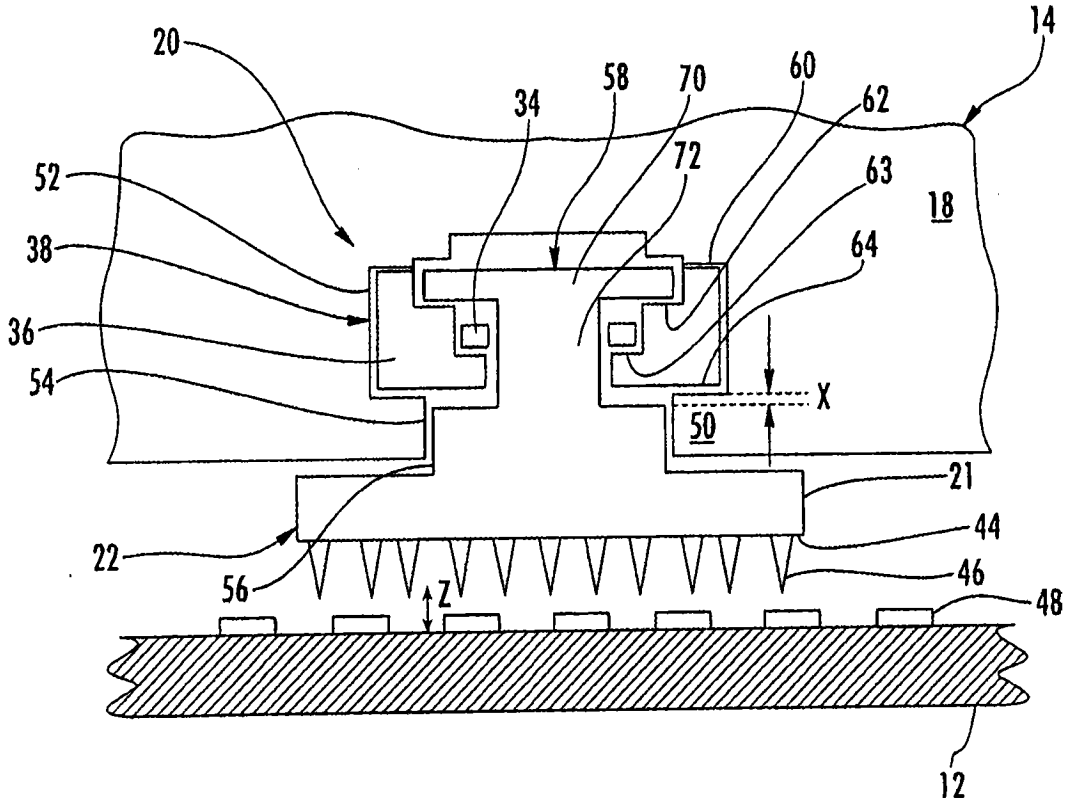


图 2

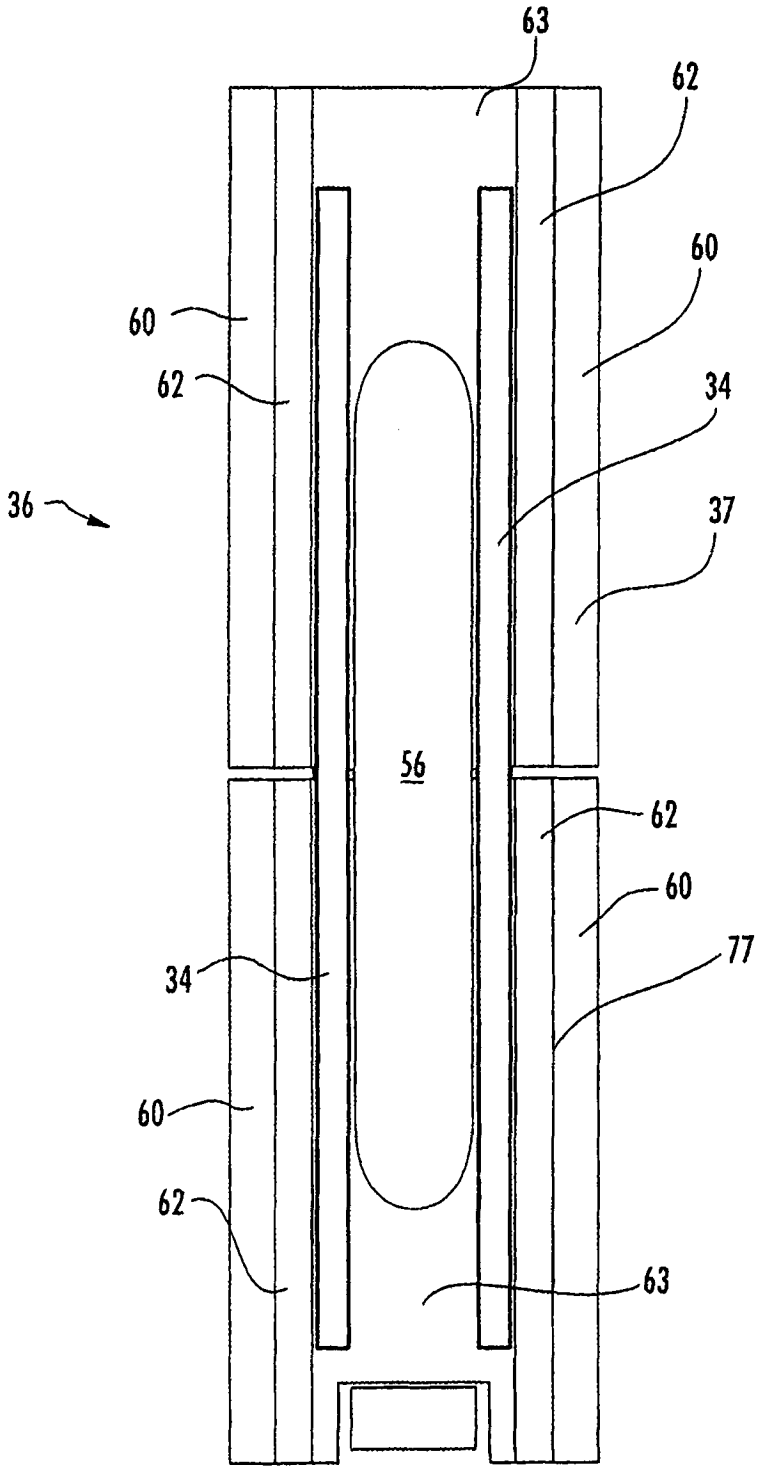


图 3

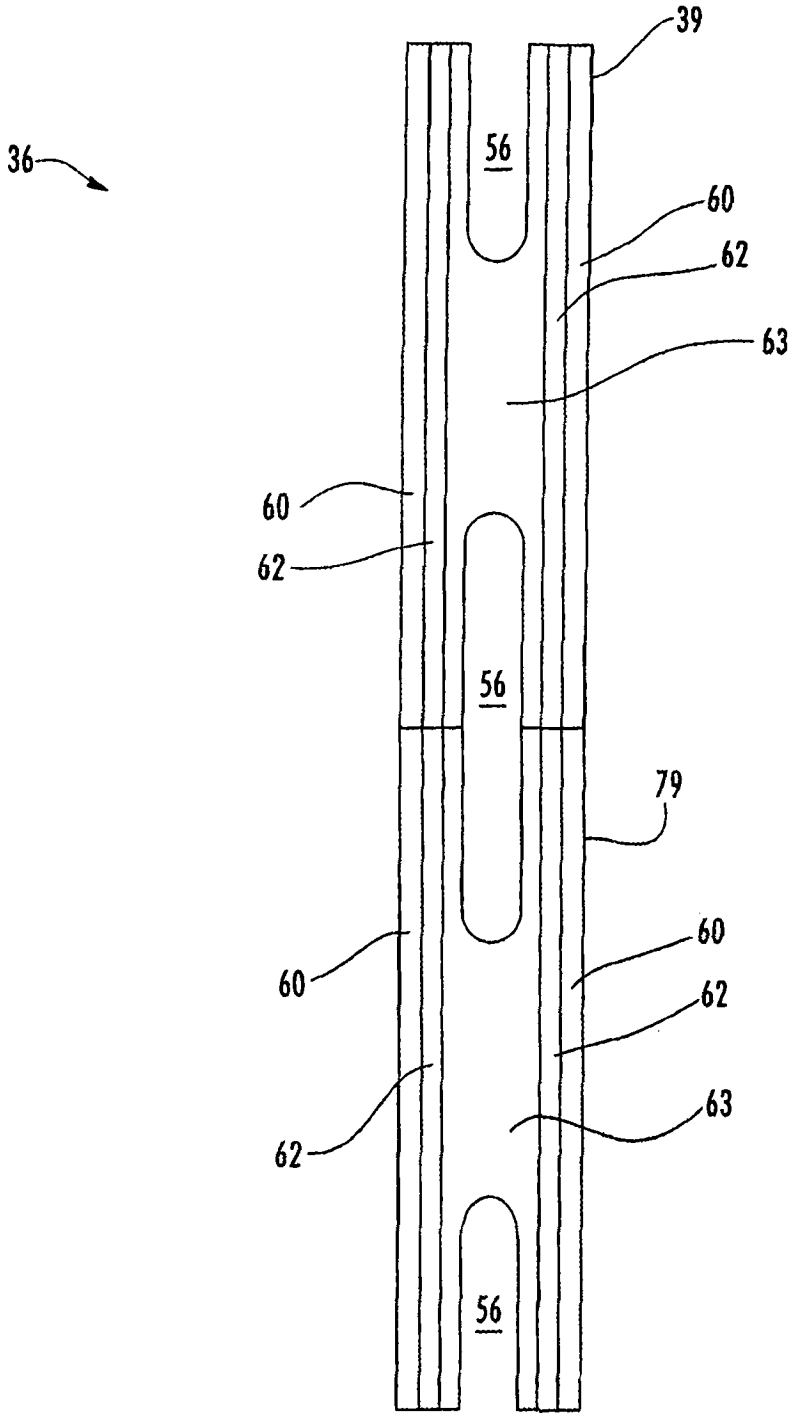


图 4

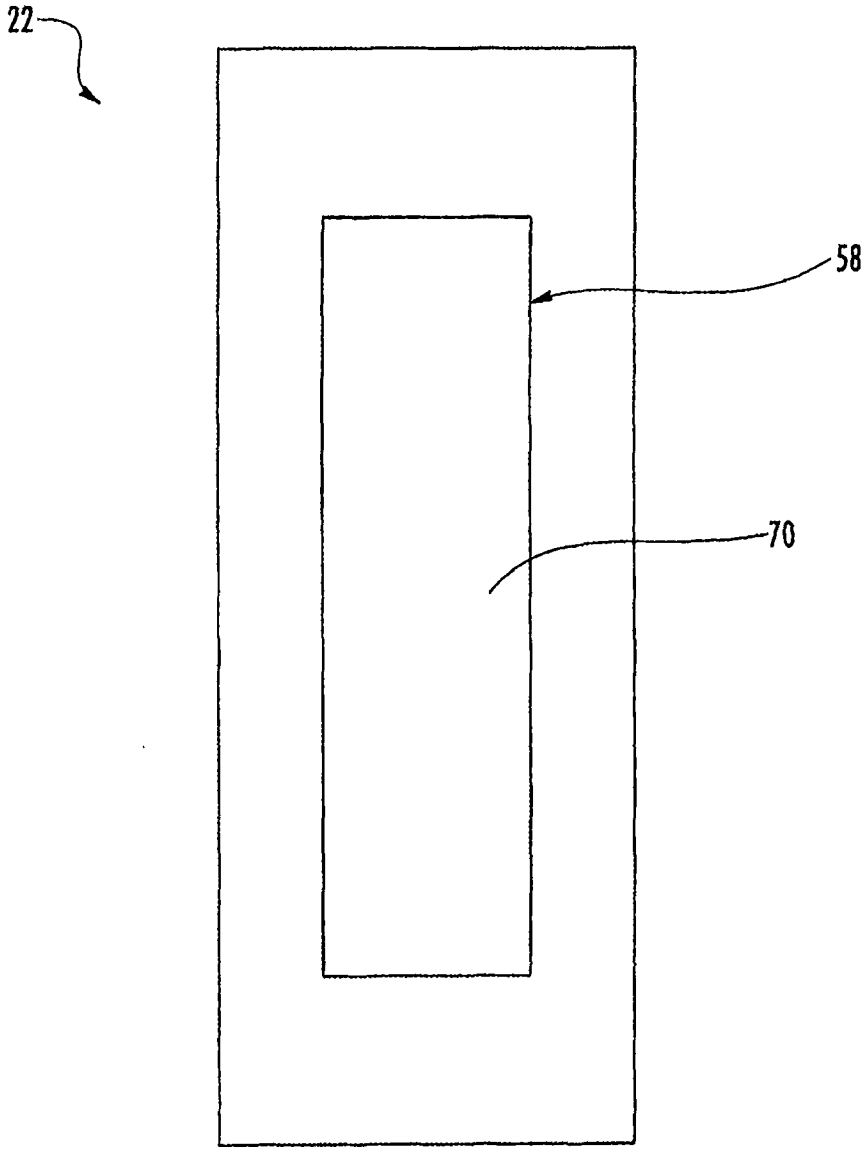


图 5

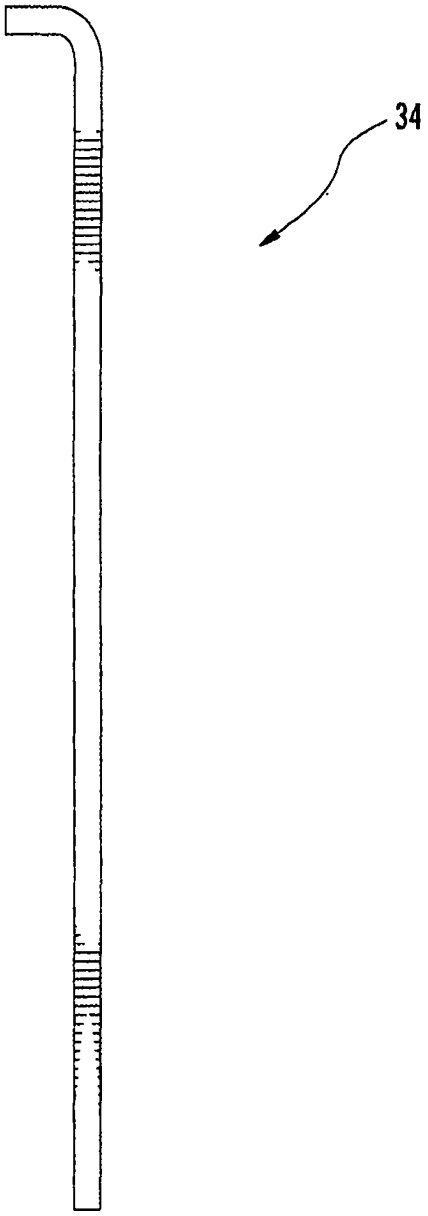


图 6

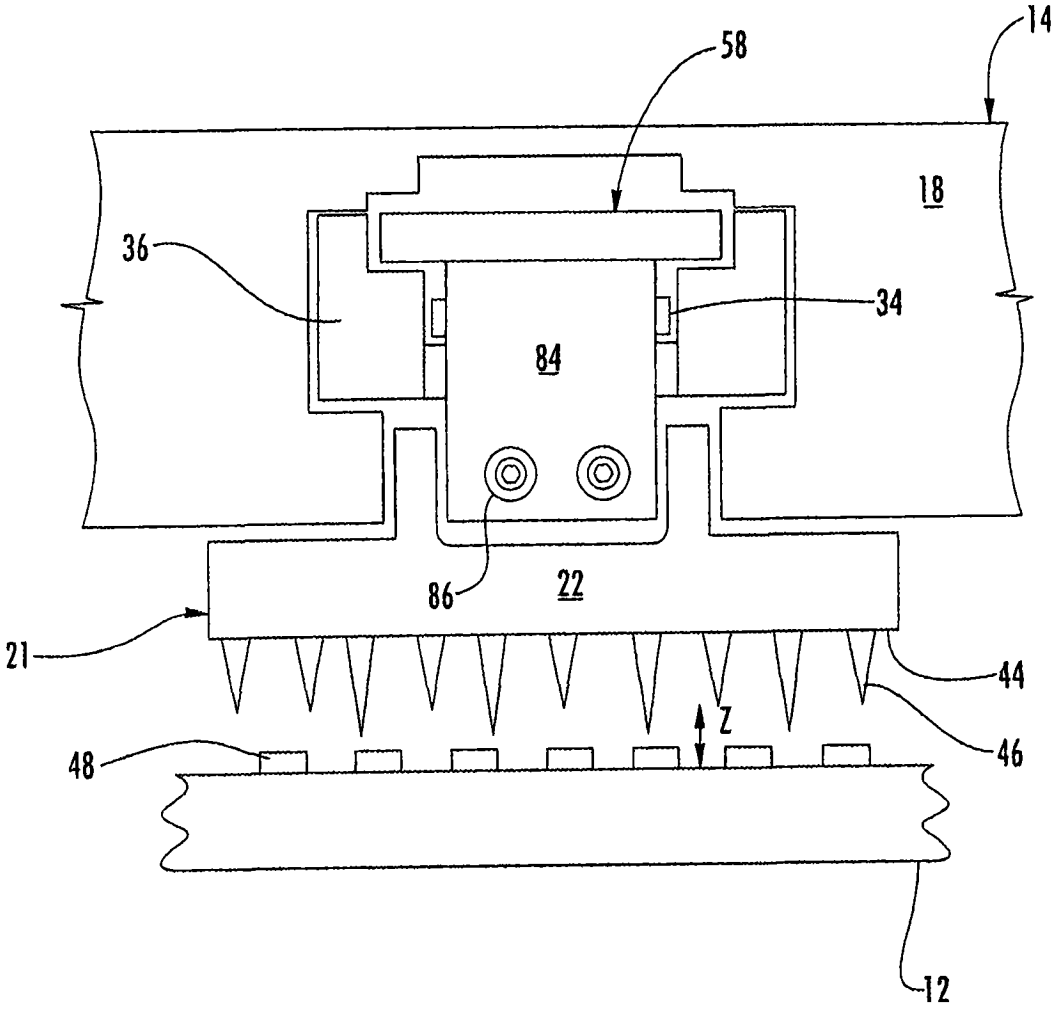


图 7

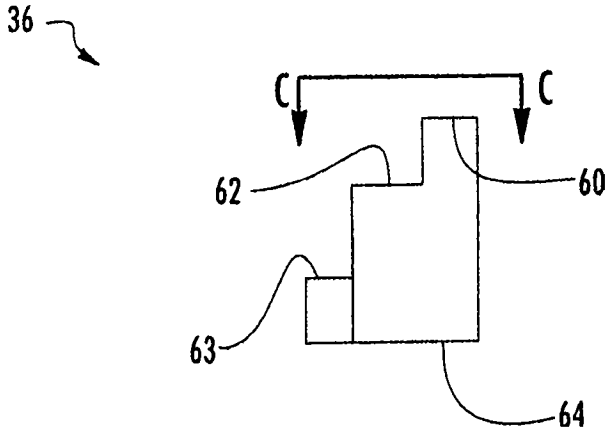


图 8

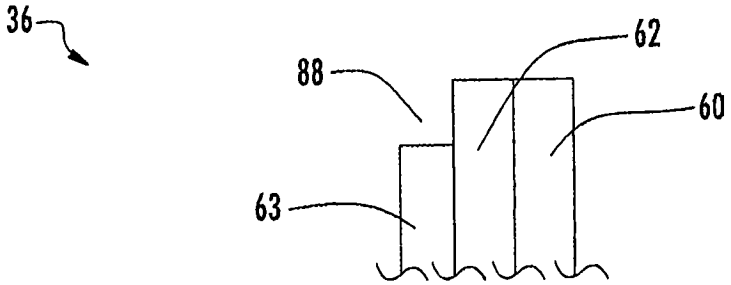


图 9

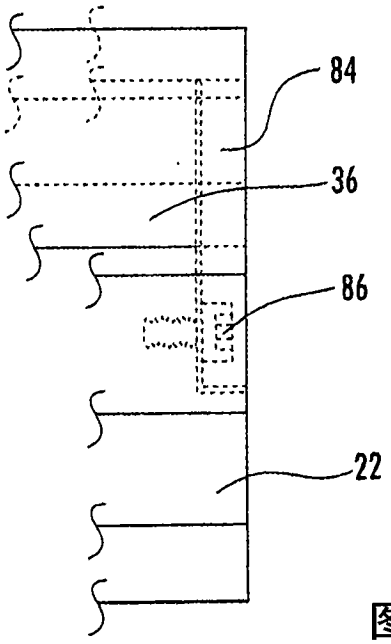


图 10

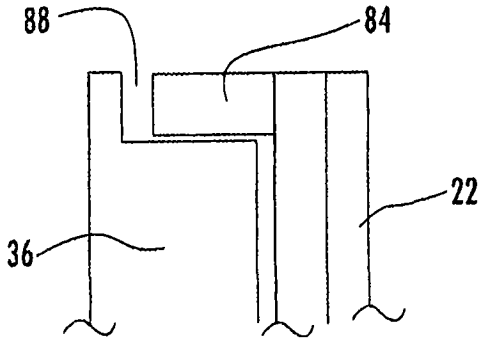


图 11

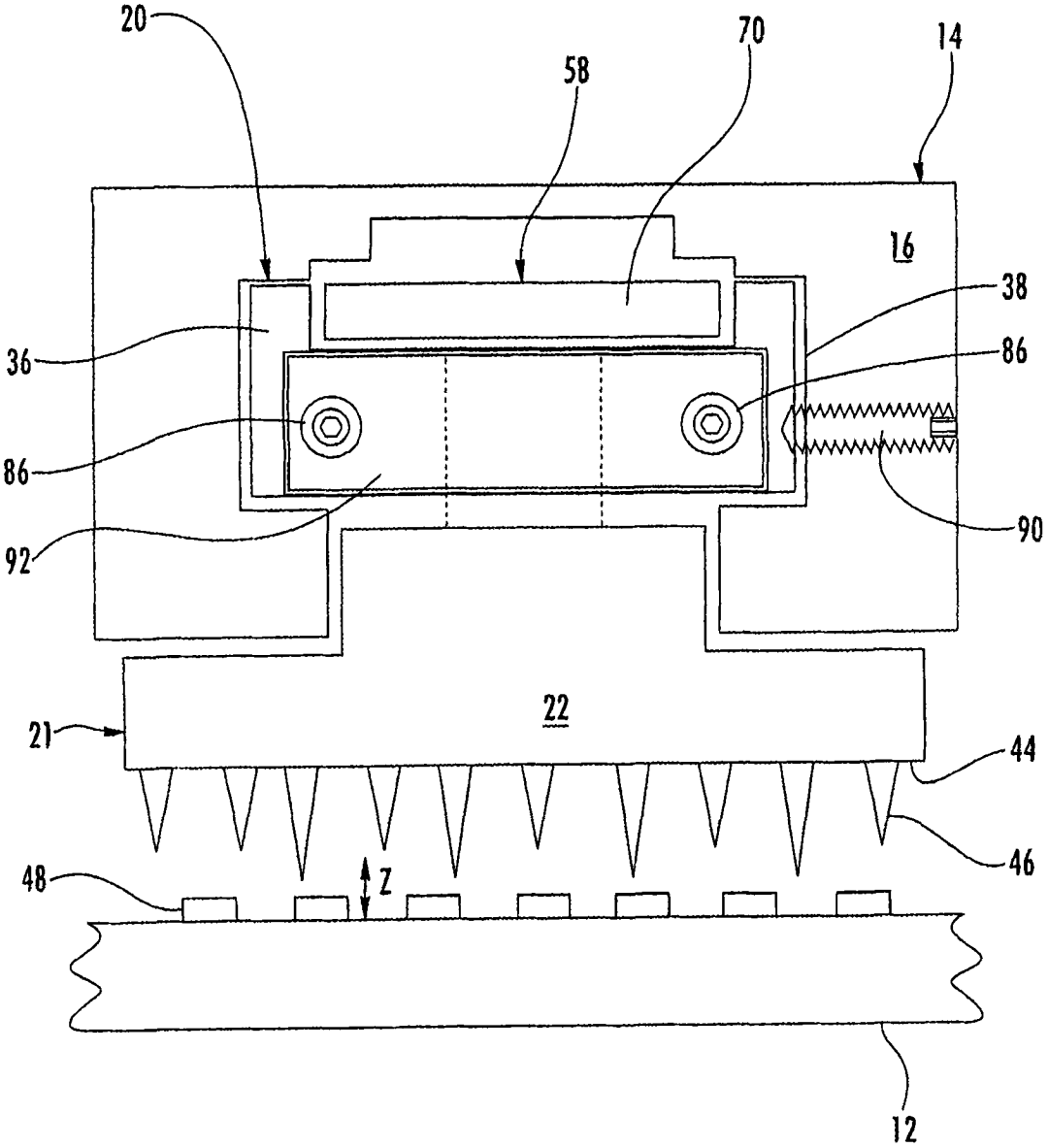


图 12

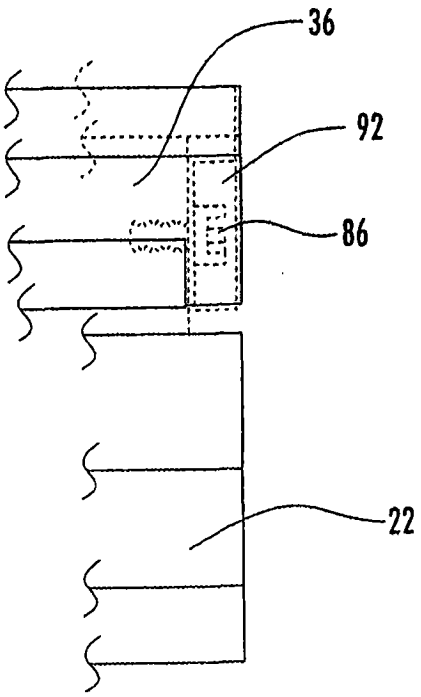


图 13

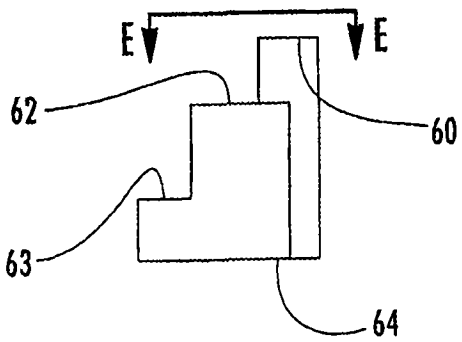


图 14

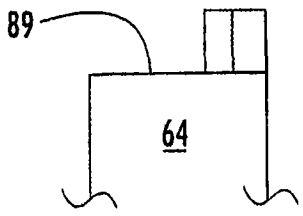


图 15

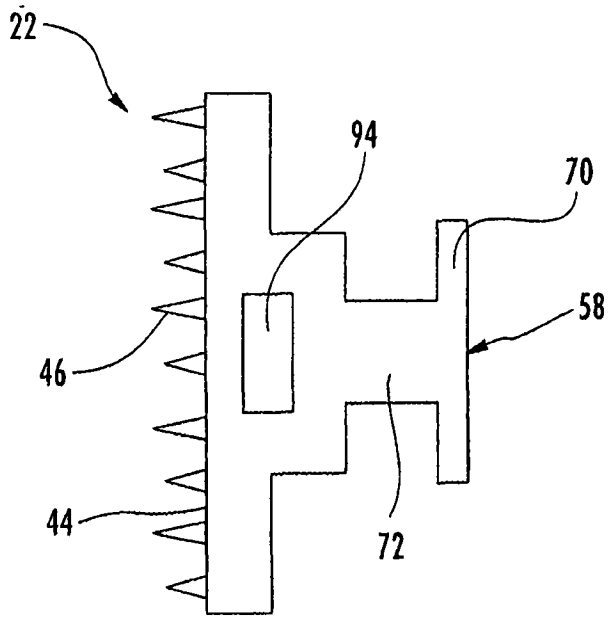


图 16

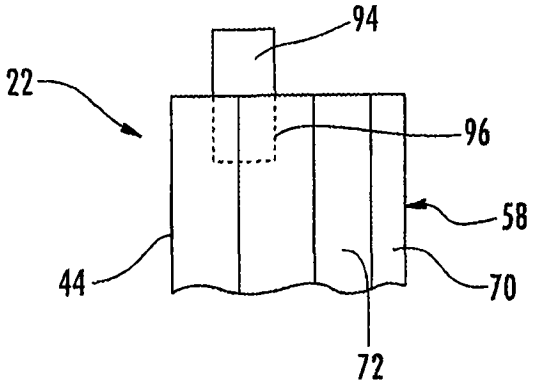


图 17

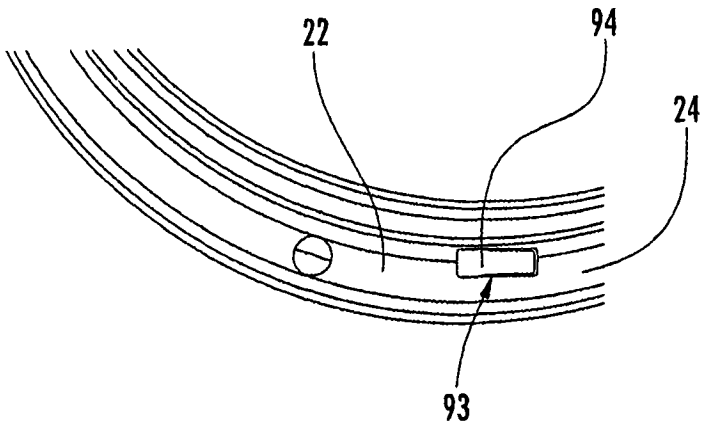


图 18

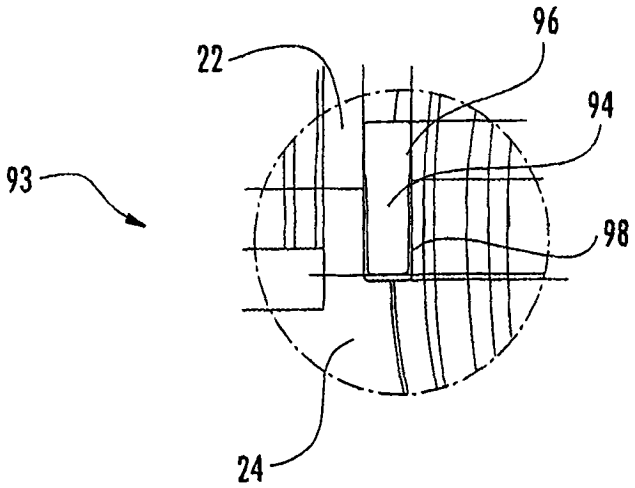


图 19