(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 103291379 B
(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201310061204.1

(22)申请日 2013.02.27

(30)优先权数据
2012-042693 2012.02.29 JP

(73)专利权人 三菱日立电力系统株式会社
地址 日本神奈川县

(72)发明人 远藤彰 山口和幸 真柄洋平
吉田丰美 村田健一 工藤健

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243
代理人 丁文蕴 郑永梅

(51)Int.Cl.
F01D 11/02(2006.01)

(56)对比文件
JP 3-43502 U,1991.04.24,
JP 3-43502 U,1991.04.24,
JP 2002-228013 A,2002.08.14,
CN 1704561 A,2005.12.07,
EP 2151583 A2,2010.02.10,
CN 1924301 A,2007.03.07,

审查员 陈力涛

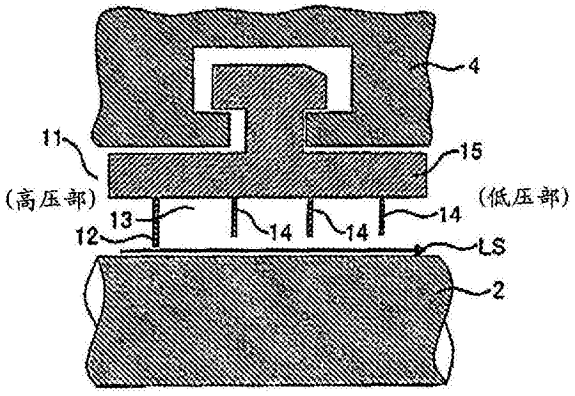
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

涡轮机

(57)摘要

本发明提供涡轮机，其具备能抑制密封件内的非对称压力分布并防止转子的不稳定振动的迷宫式密封装置。涡轮机具备：转子(2)；配置于转子的周围的静止体；及设置于转子与静止体之间的间隙部的迷宫式密封件(11)，其特征在于，迷宫式密封件(11)具有：设置于比转子轴向中央靠高压侧的位置且从转子(2)或静止体的任何一方向另一方的相对的部位突出的第一密封翅片(12)；及设置于第一密封翅片(12)的低压侧并与第一密封翅片(12)一起形成腔室(13)，且从转子(2)或静止体的任何一方向另一方的相对的部位突出的第二密封翅片(14)，第一密封翅片(12)与相对的部位的间隙小于第二密封翅片(14)与相对的部位的间隙。



CN 103291379 B

1.一种涡轮机，具备：

旋转体；

在上述旋转体的周围，在与上述旋转体之间留出间隙而配置的静止体；以及

设置于上述旋转体与上述静止体之间的间隙部，并减少在上述间隙部从高压侧向低压侧流动的泄漏流的迷宫式密封件，其特征在于，

上述迷宫式密封件在设置于上述静止体的同一密封环上具有沿上述旋转体的轴方向固定的第一密封翅片及第二密封翅片，

上述第一密封翅片设置于上述迷宫式密封件的比旋转体轴向中央位置靠高压侧的位置，并且从上述静止体向上述旋转体的相对的部位突出，

上述第二密封翅片设置于上述第一密封翅片的低压侧，并与上述第一密封翅片一起形成腔室，并且从上述静止体向上述旋转体的相对的部位突出，

上述第一密封翅片与相对的部位的间隙小于上述第二密封翅片与相对的部位的间隙。

2.根据权利要求1所述的涡轮机，其特征在于，

在与上述第一密封翅片相对的部位设有耐磨层。

3.根据权利要求1所述的涡轮机，其特征在于，

在上述第一密封翅片的相对的部位，具备向上述第一密封翅片突出的第三密封翅片，

上述第一密封翅片及上述第三密封翅片的任何一方与另一方相比轴向厚度厚。

4.根据权利要求2所述的涡轮机，其特征在于，

在上述第一密封翅片的相对的部位，具备向上述第一密封翅片突出的第三密封翅片，

上述第一密封翅片及上述第三密封翅片的任何一方与另一方相比轴向厚度厚。

5.根据权利要求1至4中任何一项所述的涡轮机，其特征在于，

上述第一密封翅片是在构成上述迷宫式密封件的多个密封翅片之中最靠近高压部侧设置的密封翅片。

涡轮机

技术领域

[0001] 本发明涉及涡轮机，尤其涉及汽轮机等高速、高压涡轮机。

背景技术

[0002] 在汽轮机等的涡轮机中，为了防止工作流体从容纳转子的壳体沿转子泄漏，在转子与壳体之间设置迷宫式密封件的情况较多。

[0003] 迷宫式密封件一般沿转子的轴向具有多个密封翅片，在这些翅片与翅片之间以沿转子外周的方式形成有压损用空隙。

[0004] 迷宫式密封件利用该压损用空隙，使在密封件内流下的泄漏流产生压力损失，通过该压力损失抑制泄漏流，由此发挥密封功能。

[0005] 在这种迷宫式密封件中，有可能由于在密封件内流下的泄漏流而产生转子的不稳定振动。具体而言，迷宫式密封件内的泄漏流由于转子的旋转引起的随动回转效果，伴随与转子的旋转相同方向的旋转方向流。该旋转方向流相对于因振动而轴心位置位移的转子、即振动位移的转子，在旋转方向上游侧形成高压部而发生非对称压力分布。虽然转子的旋转速度越快旋转方向流的流速越大，但上述压力分布相对于转子的振动位移以对应于流速的强度发生直角方向的流体力。

[0006] 因此，在汽轮机等的高压涡轮机中，在高速旋转时相对于转子的振动位移向直角方向发挥作用的流体力以转子沿旋转方向振摆回转的方式起作用。其结果，转子的振动稳定性降低而有可能发生不稳定振动。

[0007] 与这种迷宫式密封件相关的转子的不稳定振动问题，能够通过抑制相对于转子的振动位移向直角方向发挥作用的流体力而消除。作为消除流体力的技术，已知例如专利文献1及2公开的技术。

[0008] 在专利文献1的密封件形状中，将衰减效果大的减振密封件配置于泄漏流方向上游侧，在下游侧配置迷宫式密封件。通过减振密封件的衰减效果与抑制旋转方向流的效果，从而减小相对于转子的振动位移向直角方向发挥作用的流体力。

[0009] 在专利文献2的迷宫式密封件中，在密封环设置连通高压侧即泄漏流上游侧的密封外侧区域与腔室的蒸汽通路。利用蒸汽通路将高压的蒸汽抽至腔室，使抽气蒸汽与旋转方向流相撞而抑制由流体力引起的旋转方向流。

[0010] 现有技术文献

[0011] 专利文献1：日本特开2010-38114号公报

[0012] 专利文献2：日本特开平7-19005号公报

[0013] 在上述专利文献1公开的密封件结构中，由于配置于上游侧的减振密封件比迷宫式密封件密封性差，因此牵连到涡轮机的效率降低。

[0014] 而且，在上述的专利文献2公开的结构中，虽然能够有效地抑制旋转方向流，但另一方面，由于抽出的蒸汽而使朝向下游侧的泄漏量增加，有可能降低密封性。

发明内容

[0015] 因此，本发明的目的在于提供一种涡轮机，其具备迷宫式密封装置，该迷宫式密封装置能够抑制发生在密封件内沿振摆旋转方向发挥作用的流体力，抑制转子的不稳定振动，并且能够确保密封性。

[0016] 为了实现上述目的，本发明的涡轮机的特征在于，具备：旋转体；在旋转体的周围，在与旋转体之间留出间隙而配置的静止体；以及设置于旋转体与静止体之间的间隙部，并减少在间隙部从高压侧向低压侧流动的泄漏流的迷宫式密封件，迷宫式密封件具有第一密封翅片及第二密封翅片，第一密封翅片设置于比旋转体轴向中央靠高压侧的位置，并且从旋转体或静止体的任何一方向另一方的相对的部位突出，第二密封翅片设置于第一密封翅片的低压侧，并与第一密封翅片一起形成腔室，并且从旋转体或静止体的任何一方向另一方的相对的部位突出，第一密封翅片与相对的部位的间隙小于第二密封翅片与相对的部位的间隙。

[0017] 本发明具有如下有益效果。

[0018] 根据本发明，在转子振动位移时，通过在腔室内的流路扩大的部位发生腔室内的周方向压力峰值，从而使相对于转子振动位移向直角方向发挥作用的流体力向抑制转子向旋转方向的振摆旋转的方向起作用，能够抑制转子的不稳定振动。另外，通过不在迷宫式密封件上安装使泄漏流增加的结构，能够确保密封性。

附图说明

[0019] 图1是表示汽轮机的主要部位的剖视图。

[0020] 图2是表示现有的迷宫式密封件的腔室内压力分布的模式图。

[0021] 图3是本发明的第一实施例的迷宫式密封件的轴向剖视图。

[0022] 图4是图3所示的迷宫式密封件的局部放大图。

[0023] 图5是表示本发明的第一实施例的迷宫式密封件的腔室内压力分布的模式图。

[0024] 图6是本发明的第二实施例的迷宫式密封件的轴向剖视图。

[0025] 图7是本发明的第三实施例的迷宫式密封件的轴向剖视图。

[0026] 图8是本发明的第四实施例的迷宫式密封件的轴向剖视图。

[0027] 图中：

[0028] 1-汽轮机；2-转子；3-转子壳体；4-喷嘴隔膜内轮；5-喷嘴隔膜外轮；6-动叶；7-喷嘴；8-隔膜密封件；9-叶端翅片；10-轴密封件；11-迷宫式密封件；12、14-密封翅片；13-腔室；15-密封环；16-耐磨层；17-蒸汽；18-阶梯；LS-泄漏流；RS-旋转方向流；R-旋转方向。

具体实施方式

[0029] 以下，用附图说明本发明的实施例。

[0030] 实施例1

[0031] 关于本发明的第一实施例用图1至图5进行说明。本实施例是将本发明应用于汽轮机所使用的迷宫式密封装置的例子。

[0032] 首先，关于应用本发明的汽轮机的主要部位结构与现有的迷宫式密封装置的课题

进行说明。

[0033] 图1是表示一般的汽轮机的主要部位结构的一例的剖视图。

[0034] 在图1所示的汽轮机1中，2为转子，3为转子壳体，4为喷嘴隔膜内轮，5为喷嘴隔膜外轮，6为动叶，7为喷嘴，8为隔膜密封件，9为叶端翅片，10为轴密封件。

[0035] 汽轮机主要具备：与动叶6一起构成旋转体即涡轮的转子2；以及作为静止体且内装和保持转子2，并且形成工作流体即蒸汽17的流路的转子壳体3。在转子2上，沿周方向固定有多片动叶6；以与动叶6的蒸汽流方向上游侧相对的方式多个喷嘴7沿周方向经由喷嘴隔膜外轮5固定于转子壳体3。喷嘴7将外周侧前端固定于在转子壳体3上所固定的喷嘴隔膜外轮5，将内周侧前端用喷嘴隔膜内轮4固定。在汽轮机中，由动叶6和在上游侧相对地设置的喷嘴7形成级，级在转子2的轴向上设置多级。

[0036] 作为工作流体的蒸汽17在通过喷嘴7时被加速而输送到动叶6，用动叶6从速度能量转换为运动能量而使转子2旋转。转子2与未图示的发电机连接，作为电能量而摄取输出。

[0037] 在作为旋转体的转子2与作为静止体的转子壳体3之间，设置有间隙以免妨碍转子2的旋转。并且，在该间隙中，蒸汽17的一部分从高压侧向低压侧作为泄漏流而流出，但该泄漏出的蒸汽由于没有有效用于转子2的旋转运动，因此成为汽轮机效率降低的一个原因。

[0038] 因此，在作为旋转体的转子2与作为静止体的转子壳体3的间隙部，为了防止蒸汽流出，而设置有迷宫式密封件等密封装置。

[0039] 例如，在防止来自设置于喷嘴7的内周侧的喷嘴隔膜内轮4与转子2的间隙的蒸汽泄漏的隔膜密封件8、防止来自动叶6与转子壳体3的间隙的蒸汽泄漏的叶端翅片9、防止来自转子2与转子壳体3的间隙的蒸汽泄漏的轴密封件10上使用迷宫式密封件。

[0040] 迷宫式密封件在转子或静止体的至少任何一方上具有向转子径向突出的多个密封翅片。在沿转子轴方向设置多个的这些密封翅片之间，以沿转子2的外周的方式形成有环状的压损用空隙(腔室13)。迷宫式密封件利用该压损用空隙，使在密封件内流下的泄漏流产生压力损失，通过该压力损失抑制泄漏流，由此发挥密封作用。

[0041] 可是，在现有的迷宫式密封件中存在以下的课题。

[0042] 图2是表示现有的迷宫式密封件的腔室13内的周方向压力分布的模式图。

[0043] 一般而言，在汽轮机等的轴流涡轮机中，由于转子2的旋转引起的随动回转效果，泄漏流也沿转子2的旋转方向R回旋，产生旋转方向流RS。

[0044] 当转子2向一个方向偏心(振动位移)，则腔室13在位移方向上变窄。旋转方向流RS在转子2的位移方向的上游侧流动被堵住，产生高压部。由于该非对称压力分布而产生流体力F，转子2沿旋转方向R受到推压。通过反复进行该动作，从而转子2引起振摆回转不稳定振动。

[0045] 依据以上所述的现有的迷宫式密封件的课题，接着对本实施例的迷宫式密封件进行说明。

[0046] 本实施例是在将本发明应用于在汽轮机所使用的迷宫式密封装置的例子之中，应用于在隔膜密封件8所使用的迷宫式密封装置的例子。

[0047] 图3是第一实施例的迷宫式密封件11的轴向剖视图。图4是图3所示的第一实施例的从迷宫式密封件11的泄漏流方向最上游侧到第二级密封翅片的局部放大图。图5是表示图4所示的第一实施例的迷宫式密封件11的X-X剖面的腔室内压力分布的模式图。

[0048] 在迷宫式密封11件中，如图3所示，在圆环状的喷嘴隔膜内轮4的内周侧设有装配成环状的密封环15，在该密封环15的内周侧沿转子2的轴方向固定有多根密封翅片。在密封翅片之间形成有腔室13。在迷宫式密封件11的入口侧与出口侧压力不同，相对于出口侧入口侧的压力高。在本实施例中，在这些多根密封翅片之中，在最靠近高压部设置的第一级的密封翅片12上设置长的密封翅片，缩小密封翅片12与转子2的相对的部位的间隙。另外，在设置于密封翅片12的低压部侧的第二级以下的密封翅片14上，设置径向长度比密封翅片12短的密封翅片14，与第一级的密封翅片12相比扩大转子2与翅片的间隙。另外，密封翅片12只要形成为比密封翅片14长即可。

[0049] 接着，关于本发明的作用效果用图4及图5进行说明。

[0050] 如图4所示，在本实施例中，若由于转子的振动等而转子2的轴心位置沿径向仅位移偏心量e，则由于位移方向的第一级的密封翅片12与转子2的间隙缩小相当于偏心量e的量，因此堵住泄漏流LS。另一方面，在位移方向相反侧，由于第一级的密封翅片12与转子2的间隙扩大相当于偏心量e的量，因此泄漏流LS所通过的流路扩大，泄漏流进一步流入腔室13c。

[0051] 在第一级的密封翅片与第二级的密封翅片之间的腔室13之中，在位移方向的部位即腔室13d中，可抑制来自上游的泄漏流LS的流入，另一方面，腔室13d内的泄漏流通过密封翅片14而向下游漏掉。由此，位移方向的腔室13d由于与其上游侧的腔室13b的差压变大而变为低压。另一方面，在第一级的密封翅片与第二级的密封翅片之间的腔室13之中，在位移方向相反侧的部位即腔室13c中，由于来自上游的泄漏流LS的流入增加，与上游侧腔室13a的差压变小，因此变为高压。

[0052] 在此时的腔室13内，如图5所示，与压力斜度相反，旋转方向流RS流入到位移方向相反侧的流路扩大部即腔室13c，在位移方向相反侧部位的靠旋转方向流上游侧的部位产生压力峰值P。即，流入位移方向相反侧的流路扩大部即腔室13c的旋转方向流RS的压力被提高。该压力分布成为图2那样的迷宫式密封件11内的周方向压力分布反转的形状。由于该压力分布而产生流体力G，转子2相对于流体力F沿相反方向被推压。其结果，能够抑制转子2的振摆回转不稳定振动。另外根据本结构，也没有必要在迷宫式密封件上另外安装增加泄漏流的结构。

[0053] 在本实施例中，虽然使高压侧的密封翅片12加长，使低压侧的密封翅片14缩短，但密封翅片12只要是比下游侧的密封翅片14密封性高的翅片即可，也可以使用不同的密封形状的密封翅片。但是，本发明由于是利用偏心时的周方向间隙的变化的发明，因此泄漏流上游侧的密封翅片12必须具有间隙。不能应用于刷形密封件等没有间隙的密封形状。

[0054] 另外，迷宫式密封件11也可以不是在密封环15上具有密封翅片的形状。也可以是在转子2上具有密封翅片的形状，或在转子2、密封环15这双方上具有密封翅片的形状。

[0055] 另外，在迷宫式密封件内，泄漏流的压力越为低压侧越低。因此认为，产生比较大的流体力的是高压侧，越为低压侧，流体力对振动的影响越小。因而，本实施例的密封翅片结构设置在迷宫式密封件的比旋转体轴向中央位置靠高压侧的位置为好，最好是应用于最靠近高压侧的迷宫式密封件入口部。

[0056] 另外，本实施例虽然使用将本发明应用于在隔膜密封件8所使用的迷宫式密封装置的例子进行了说明，但在轴密封件10、叶端翅片9上使用迷宫式密封装置时也同样能够应

用。

[0057] 实施例2

[0058] 接着，关于本发明的第二本实施例进行说明。图6是本发明的第二实施例的迷宫式密封装置的轴向剖视图。对于与第一实施例同等的结构要素标注同一符号，省略说明。

[0059] 在上述的第一实施例中，使高压侧的密封翅片12加长，使低压侧的密封翅片14缩短。另一方面，在本实施例中，使密封翅片的长度固定，形成为在转子2、密封环15这双方上具有翅片的形状。通过使转子2、密封环15的密封翅片的配置间隔不相等，从而使高压侧的静止体侧的密封翅片12a、旋转体侧的密封翅片12b的轴方向位置一致，在低压侧的密封翅片14中为偏移的配置。通过该配置，泄漏流方向上游侧的密封翅片12的间隙变小，下游侧的密封翅片12的间隙变大。

[0060] 而且，通过增加设置于转子侧的密封翅片12b的轴向厚度，即使在存在由于转子与壳体的轴方向的热伸长差所引起的密封翅片的轴方向位置偏移的情况下，也能够保持高压侧的密封翅片12的密封性。

[0061] 另外，本实施例虽然加厚了转子侧的高压侧密封翅片12b的宽度，但也可以加厚静止体侧的密封翅片12a的宽度。

[0062] 另外，在存在由于热伸长差引起的密封翅片的轴方向位置偏移的情况下，只要能够保持高压侧的密封翅片12的密封性即可，也可以加厚高压侧的密封翅片12b的密封翅片厚度。也可以通过轴方向精密对位，使高压侧的密封翅片12a、高压侧的密封翅片12b的轴方向位置一致。可是，根据本实施例，与轴方向精密对位的情况相比，能够更容易地保持密封性。

[0063] 根据本实施例的结构，也能够使腔室13内的周方向压力分布反转。因而，本实施例与第一实施例同样，在能够确保密封性的同时，能够使周方向压力分布反转而有效地消除转子2的不稳定振动。根据本结构，也没有必要在迷宫式密封件上另外安装增加泄漏流的结构。

[0064] 实施例3

[0065] 关于本发明的第三本实施例进行说明。图7是本发明的第三实施例的迷宫式密封件11的轴方向剖视图的例子。对于与第一实施例同等的结构要素标注同一符号，省略说明。

[0066] 在上述的第一实施例中，高压侧的密封翅片12为了防止由于转子与壳体的半径方向的热伸长差引起的翅片的接触，而在某种程度上增大了间隙。另一方面，在本实施例中，通过使高压侧的密封翅片12加长，在与高压侧的密封翅片12相对的部分设置耐磨层16，从而使间隙非常小。通过设置耐磨层16，从而即使因转子与壳体的半径方向的热伸长差而上游侧的密封翅片12接触密封环15，也不会发生发热和密封翅片的损伤。另外，图7的例子表示了在转子2侧设置密封翅片，且在密封环15侧设置耐磨层16的例子，但也可以在转子2侧设置耐磨层16，在密封环15侧设置密封翅片。

[0067] 根据本实施例的结构，也能够使腔室13内的周方向压力分布反转。因而，本实施例与第一实施例同样，在能够确保密封性的同时，能够使周方向压力分布反转而有效地消除转子2的不稳定振动。而且，根据本结构，也没有必要在迷宫式密封件上另外安装增加泄漏流的结构。

[0068] 而且，本实施例由于缩小对密封性影响很大的上游侧的间隙，使其难以泄漏，因此

能够有效地降低泄漏量。

[0069] 实施例4

[0070] 关于本发明的第四本实施例进行说明。图8是本发明的第四实施例的迷宫式密封件11的轴向剖视图的例子。对于与第一本实施例同等的结构要素标注同一符号，省略说明。

[0071] 在上述的第二实施例中，使密封翅片的长度固定，在转子2侧和密封环15侧设置密封翅片。另一方面，在本实施例中，在高压侧的密封翅片12与密封环15之间配置有阶梯18。通过在泄漏流方向上游侧的密封翅片12与密封环15之间设置阶梯18，从而能够使密封翅片的长度固定。不在转子2与密封环15的两侧设置翅片，而能够在使翅片的长度固定的状态下使腔室13的周方向压力分布反转，不加长高压侧的密封翅片12的长度，由此能够保持高压侧的密封翅片12的强度。而且，根据本结构，也没有必要在迷宫式密封件上另外安装增加泄漏流的结构。

[0072] 另外，本实施例虽然在密封环15侧设置有阶梯18，但也可以设置在转子2侧。

[0073] 另外，本实施例虽然降阶梯18的剖面形状形成为三角形，但也可以为其它的剖面形状。

[0074] 本发明不限于上述的各实施例，包含各种变形例。上述的各实施例是为了容易理解地说明本发明而详细地进行说明的例子，未必限定于具备所说明的所有结构的方案。

[0075] 另外，上述的各实施例虽然以汽轮机的例子进行了说明，但不限于此，也可以应用于其他的涡轮机，例如离心压缩机等。

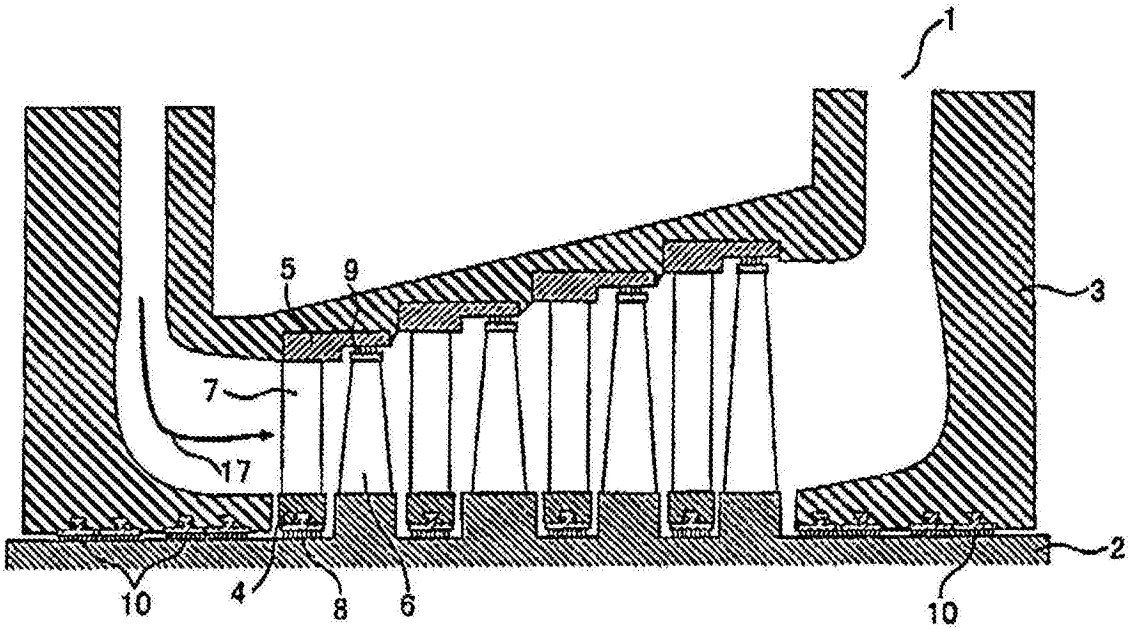


图1

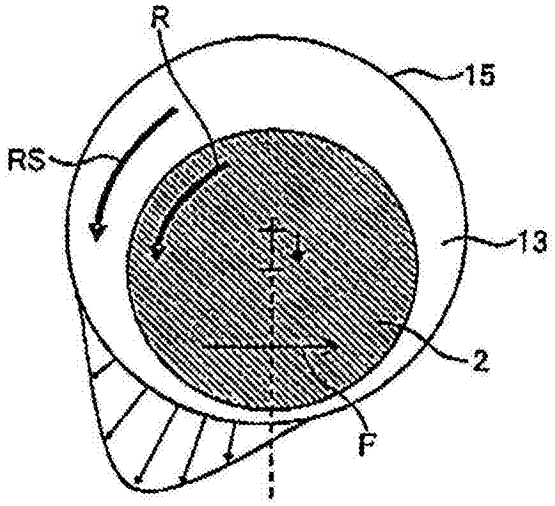


图2

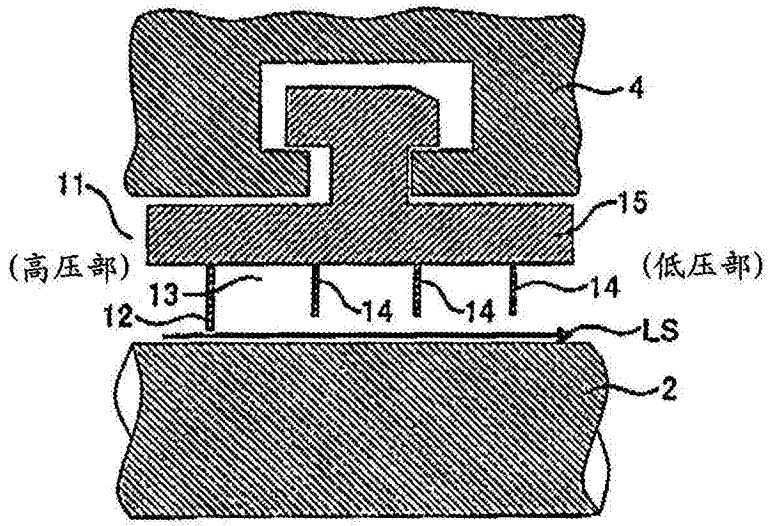


图3

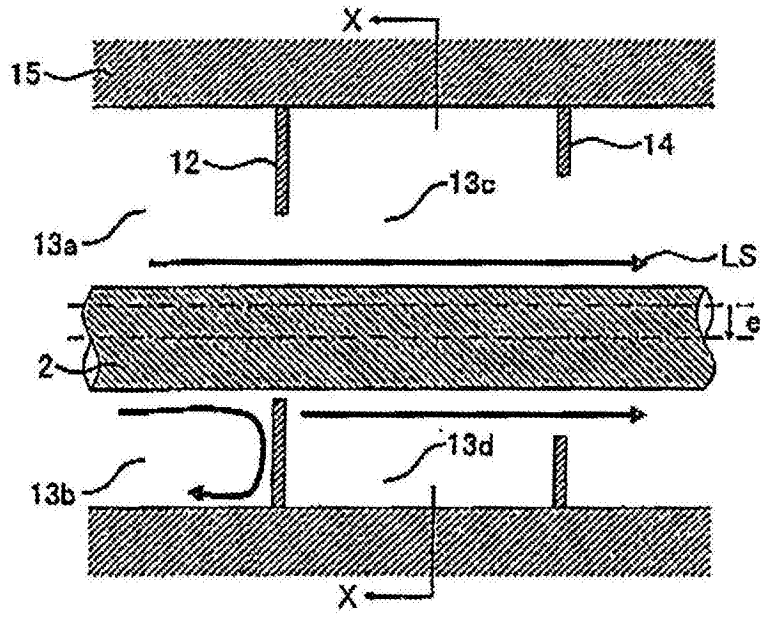


图4

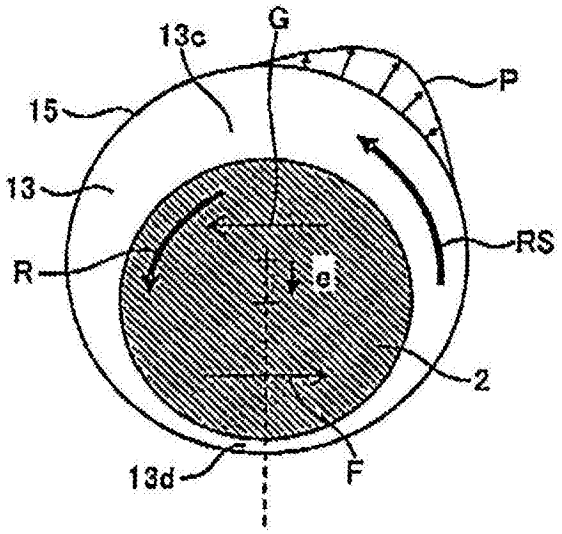


图5

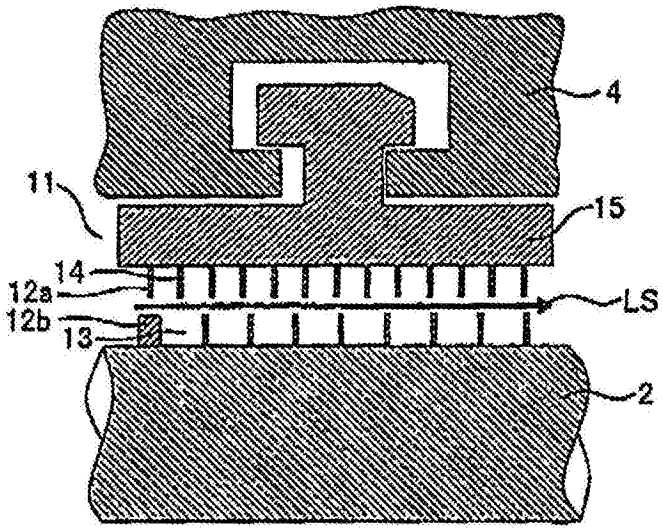


图6

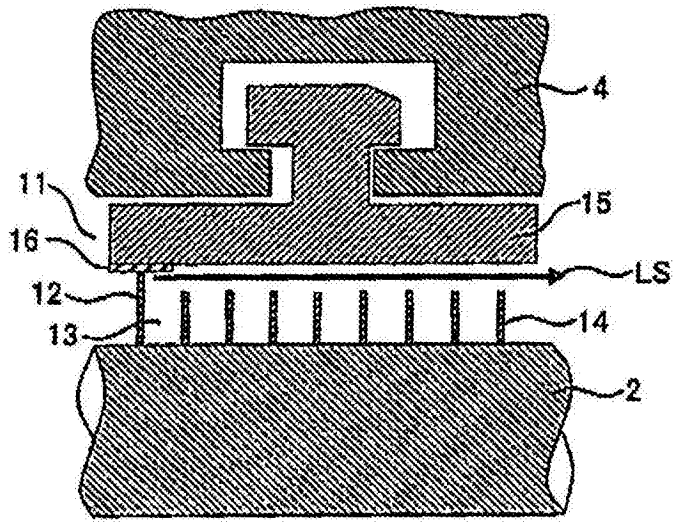


图7

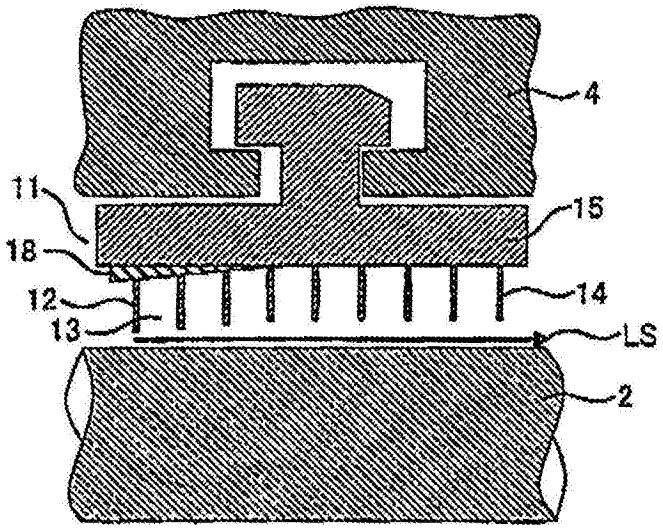


图8