

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
F04D 29/08 (2006.01)



## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510081882.X

[43] 公开日 2006年1月11日

[11] 公开号 CN 1719042A

[22] 申请日 2005.7.6

[21] 申请号 200510081882.X

[30] 优先权

[32] 2004.7.7 [33] JP [31] 2004-200002

[71] 申请人 日立产业有限公司

地址 日本国东京都

[72] 发明人 锅坂周作 田中定司 樱井信介

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司  
代理人 刘建

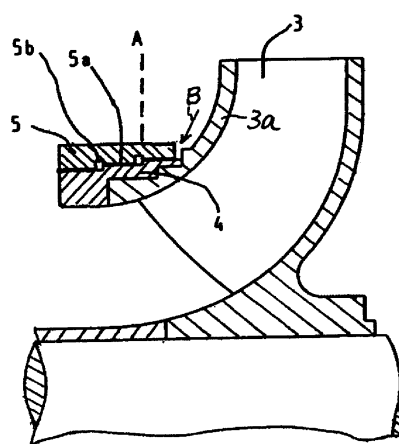
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

### [54] 发明名称

涡轮型流体机械及其使用的阶梯形密封装置

### [57] 摘要

一种涡轮型流体机械，其叶轮(3)的侧板与泵外壳(1)之间设置有具有密封功能的封口环部。该封口环部由叶轮侧板侧封口环(4)和在外壳的非回转体壁面侧设置的封口环(5)构成，封口环(4)构成在叶轮的吸入侧为小直径而在其出口侧为大直径的拥有至少两阶以上的阶梯状的阶梯部。封口环(5)作成拥有凸部(5a)和凹部(5b)的迷宫形状，在凸部(5a)与封口环(4)之间形成狭小的径向间隙的细隙部(E)，由凹部(5b)与封口环(4)的阶梯部形成成为径向间隙的扩大部的流路空间部。由此，能够充分降低从泵等使用非压缩流体的涡轮型流体机械的封口环部泄漏的流体流量，容易制造、且可靠性高。



1. 一种涡轮型流体机械，配备有设置于泵外壳内的回转轴、安装在  
5 该回转轴上的叶轮、在该叶轮的侧板与上述泵外壳之间设置的具有密封功  
能的封口环部，其特征在于：

上述封口环部由叶轮侧板侧封口环、和在外壳的非回转体壁面侧设置  
的封口环构成，

上述叶轮侧板侧封口环构成为在叶轮的吸入侧为小直径而在其出口  
10 侧为大直径的拥有至少两阶以上的阶梯状的阶梯部，

上述非回转体壁面侧设置的封口环拥有凸部和凹部的迷宫形状，且在  
上述凸部与上述叶轮侧板侧封口环之间形成狭小的径向间隙的细隙部，并  
由上述凹部与上述叶轮侧板侧封口环的阶梯部形成成为径向间隙的扩大  
部的流路空间部。

2. 根据权利要求 1 所述的涡轮型流体机械，其特征在于：使上述叶  
15 轮侧板侧阶梯部的径向壁部与上述非回转体侧迷宫状凹部的径向壁部在  
轴向的位置一致或大约一致。

3. 根据权利要求 1 所述的涡轮型流体机械，其特征在于：将叶轮侧  
板封口环的阶梯部与非回转体侧迷宫状凹部所形成的上述流路空间部作  
20 成大约矩形形状，且使上述狭小的径向间隙的细隙部的径向位置，比由上  
述阶梯部与上述迷宫状凹部构成、且设置在上述细隙部的下游侧的流路空  
间部的径向中央位置还靠外径一侧。

4. 根据权利要求 3 所述的涡轮型流体机械，其特征在于：设置上述  
细隙部的径向位置，使其位于由上述阶梯部与上述迷宫状凹部形成的流路  
25 空间部的从底面朝向外径方向的  $1/2\sim 3/4$  的范围的高度位置。

5. 一种涡轮型流体机械，配备有设置于外壳内的回转轴、安装在该  
回转轴上的叶轮、在该叶轮的侧板与上述泵外壳之间设置的具有密封功  
能的封口环部，其特征在于：

上述封口环部由叶轮侧板侧封口环和外壳的非回转体壁面侧封口环  
30 构成，

上述叶轮侧板侧封口环构成为在叶轮的吸入侧为小直径而在其出口侧为大直径的拥有至少三个阶梯的阶梯部，

上述非回转体壁面侧封口环拥有迷宫状凸部和迷宫状凹部，且在上述迷宫状凸部与上述叶轮侧板侧封口环之间形成细隙部，并由上述迷宫状凹部与上述叶轮侧板侧封口环的阶梯部形成成为径向间隙的扩大部的流路空间部，在该流路空间部中产生从比上述细隙部还靠内径的一侧流向比上述细隙部还靠外径的一侧的二次流（D）。

6. 根据权利要求 1 所述的涡轮型流体机械，其特征在于：上述非回转体侧的封口环的材质是热塑性树脂。

7. 根据权利要求 1 所述的涡轮型流体机械，其特征在于：在构成上述细隙部的非回转体侧封口环的凸部的内壁面上形成有多个比上述凹部的深度浅的迷宫状槽。

8. 一种涡轮型流体机械使用的阶梯形密封装置，是在涡轮型流体机械的回转体与静止体之间形成阶梯状的狭小间隙进行密封的阶梯形密封装置，其特征在于：

上述回转体侧的密封面的结构是：拥有在低压侧（吸入侧）为小直径而在高压侧（排出侧）为大直径的至少三阶的阶梯部，

上述静止体的密封面的结构是：拥有迷宫状凸部和迷宫状凹部，且在上述迷宫状凸部与上述回转体侧密封面之间形成细隙部，并由上述迷宫状凹部与上述回转体侧密封面的阶梯部形成成为径向间隙的扩大部的流路空间部，在该流路空间部中产生从比上述细隙部还靠内径的一侧流向比上述细隙部还靠外径的一侧的二次流（D）。

9. 根据权利要求 8 所述的涡轮型流体机械使用的阶梯形密封装置，其特征在于：构成上述静止体侧的密封面的构件的材质是热塑性树脂，设置上述细隙部的径向位置，使其位于由上述阶梯部与上述迷宫状凹部形成的流路空间部的从底面朝向外径方向的  $1/2 \sim 3/4$  的范围的高度位置。

## 涡轮型流体机械及其使用的阶梯形密封装置

5

## 技术领域

本发明涉及配备有密封泵外壳等非回转体与叶轮侧板之间的回转细隙部的封口环的涡轮型流体机械以及该涡轮型流体机械的上述封口环处使用的阶梯形密封装置。

10

## 背景技术

涡轮型流体机械配备有回转轴及该回转轴上安装的叶轮，它通过回转轴驱动叶轮回转产生的叶轮出入口的角运动差而工作。因此，除去叶轮全开的场合，在非回转体与叶轮之间就形成有 1 至 2 处回转细隙部。流体经该细隙部从叶轮的高压侧向低压侧流出，形成泄漏而造成损失。该泄漏损失在为高效流体机械、且低比速度运行的场合下很大，甚至会占总损失的 20%。

该泄露流量  $q$ ，如下式所示，与细隙部的截面积  $A$  及细隙部前后的压差  $\Delta P$  的平方根成正比，而与细隙部的流体阻力  $\xi$  的平方根成反比。为此，人们下了很多工夫来提高细隙部的流体阻力，。

[公式 1]

$$q = \alpha A \sqrt{\Delta P / \xi} \quad (\text{公式 1})$$

这里， $\alpha$  是常数。

细隙部的流体阻力  $\xi$  分为流过细隙部时的摩擦损失和伴随细隙部的形状或截面积变化而产生的急剧扩大损失或急剧缩小损失两类。因为上述摩擦损失由细隙部尺寸与工作流体的流速及动粘度系数决定，但又必须避免叶轮与非回转体的接触，所以，靠极端地减小细隙部或增加细隙部长度来增大阻力的方法是有限度的。为此，减小封口环部泄漏损失的密封装置的结构，在大多场合，都采用了有效地利用形状或截面积变化的结构，例如使用专利文献 1 中所记载的阶梯形迷宫状密封结构等。

专利文献 1：特开平 11-343996 号公报

但是，以往的封口环部的迷宫密封结构，对流体阻力利用了从迷宫密封凸部向凹部面积急剧扩大而产生的绝热压缩效应，因此若直接用在泵等使用非压缩流体的涡轮型流体机械上，则达不到充分降低泄漏量的效果。

5

发明内容

本发明的目的是获得能够充分降低从尤其是泵等使用非压缩流体的涡轮型流体机械的封口环部泄漏的流体流量，且容易制造、可靠性高的涡轮型流体机械及其使用的阶梯形密封装置。

10 为了达到上述目的，本发明的涡轮型流体机械，配备有设置于泵外壳内的回转轴、安装在该回转轴上的叶轮、在该叶轮的侧板与上述泵外壳之间设置的具有密封功能的封口环部，其中：上述封口环部由叶轮侧板侧封口环、和在外壳的非回转体壁面侧设置的封口环构成，上述叶轮侧板侧封口环构成为在叶轮的吸入侧为小直径而在其出口侧为大直径的拥有至少  
15 两阶以上的阶梯状的阶梯部，上述非回转体壁面侧设置的封口环拥有凸部和凹部的迷宫形状，且在上述凸部与上述叶轮侧板侧封口环之间形成狭小的径向间隙的细隙部，并由上述凹部与上述叶轮侧板侧封口环的阶梯部形成成为径向间隙的扩大部的流路空间部。

20 这里，最好使上述叶轮侧板侧阶梯部的径向壁部与上述非回转体侧迷宫状凹部的径向壁部在轴向的位置一致或大约一致。

而且，最好将叶轮侧板封口环的阶梯部与非回转体侧迷宫状凹部所形成的上述流路空间部作成大约矩形形状，且使上述狭小的径向间隙的细隙部的径向位置，比由上述阶梯部与上述迷宫状凹部构成、且设置在上述细隙部的下游侧的流路空间部的径向中央位置还靠外径一侧。特别是，最好  
25 设置上述细隙部的径向位置，使其位于由上述阶梯部与上述迷宫状凹部形成的流路空间部的从底面朝向外径方向的  $1/2 \sim 3/4$  的范围的高度位置。

本发明的其它特征在于，配备有设置于外壳内的回转轴、安装在该回转轴上的叶轮、在该叶轮的侧板与上述泵外壳之间设置的具有密封功能的封口环部，其中：上述封口环部由叶轮侧板侧封口环和外壳的非回转体壁  
30 面侧封口环构成，上述叶轮侧板侧封口环构成为在叶轮的吸入侧为小直径

而在其出口侧为大直径的拥有至少三个阶梯的阶梯部，上述非回转体壁面侧封口环拥有迷宫状凸部和迷宫状凹部，且在上述迷宫状凸部与上述叶轮侧板侧封口环之间形成细隙部，并由上述迷宫状凹部与上述叶轮侧板侧封口环的阶梯部形成成为径向间隙的扩大部的流路空间部，在该流路空间部中产生从比上述细隙部还靠内径的一侧流向比上述细隙部还靠外径的一侧的二次流（D）。

本发明的更进一步的特征是，在涡轮型流体机械的回转体与静止体之间形成阶梯状的狭小间隙进行密封的阶梯形密封装置中，上述回转体侧的密封面的结构是：拥有在低压侧（吸入侧）为小直径而在高压侧（排出侧）为大直径的至少三阶的阶梯部，上述静止体的密封面的结构是：拥有迷宫状凸部和迷宫状凹部，且在上述迷宫状凸部与上述回转体侧密封面之间形成细隙部，并由上述迷宫状凹部与上述回转体侧密封面的阶梯部形成成为径向间隙的扩大部的流路空间部，在该流路空间部中产生从比上述细隙部还靠内径的一侧流向比上述细隙部还靠外径的一侧的二次流（D）。

上述结构中，最好构成上述静止体侧的密封面的构件的材质是热塑性树脂。并且，如果在构成上述细隙部的非回转体侧封口环的凸部的内壁面上形成有多个比上述凹部的深度浅的迷宫状槽，则能够进一步减少泄漏流。

如果采用本发明，即使是使用无压缩性工作流体的涡轮型流体机械，也能够增大流经阶梯形密封装置上设置的阶梯部内的流体的阻力，从而能够降低从该阶梯形密封装置泄漏的流体流量。

而且，相对于迷宫状凹部，可以增大迷宫状凸部的轴向尺寸，容易进行高精密加工，能够得到制作简单的涡轮型流体机械及其使用的阶梯形密封装置。

进一步地，能够抑制在阶梯形密封装置的阶梯部形成的流路空间部内产生显著的回旋流动，即使是在用含泥浆流体工作的泵中使用的场合，也能够不损害可靠性，而降低泄漏损失。

进而，非回转体侧密封部的材质采用热塑性树脂的话，热塑性树脂具有低摩擦和耐磨性好的优点，有自润滑性，能够防止烧结现象的发生。其结果是，密封部的间隙有可能做得更小，更进一步降低泄漏量，因此，能

够最大限度地发挥本发明的效果。

### 附图说明

5 图 1 是表示本发明的一实施例的涡轮型流体机械（离心泵）的主要部分的纵向剖面图。

图 2 是说明图 1 所示的离心泵中的封口环部的详细结构的剖面图。

图 3 是表示图 2 所示的迷宫状凹部 5b 附近形状的横剖面图。

图 4 是表示图 2 所示的封口环部的阶梯形密封装置的主要部分的结构  
10 的详细剖面图。

图 5 是表示本发明的另一实施例的阶梯形密封装置的详细剖面图。

图 6 是说明一般的阶梯形密封装置的一例的剖面图。

图 7 是说明一般的阶梯形密封装置的另一例的剖面图。

15 图中：1—外壳，1a—非回转体壁面，2—回转轴，3—叶轮，3a—叶轮侧板，4、5—封口环，5a—迷宫状凸部，5b、5b'—迷宫状凹部，4c、5c—径向壁部，5d—迷宫槽，A—径向细隙部轴向位置，B—泄露流，C—旋转流，D—二次流，E—细隙部（径向间隙）。

### 具体实施方式

20 在泵等使用非压缩流体的涡轮型流体机械上，如图 6 所示，可考虑在叶轮侧板部侧设置由凹部和凸部构成的迷宫结构，利用该迷宫结构内因离心力作用产生的非压缩流体的二次流效应加大流体阻力。但是，在该结构中，一旦回转体与静止体的轴向相对位置发生了变化，就会出现泄露量显著增加的问题。而且，在图 6 所示结构中，构成迷宫部的封口环 4 的凸部 4b 的轴向尺寸比其凹部 4a 的小，难加工，但加工精度要求却很高。

25 为此，在使用非压缩流体的涡轮型流体机械上，如图 7 所示那样，考虑使用细隙部轴向长度比间隙部轴向长度长的多阶结构的阶梯形密封装置。但是，使用这种多阶结构的阶梯形密封装置的场合，如上所述，阶梯形密封部的泄露损失在全部损失中占的比例大，不能忽略，对于近来的市场上的 1%水平的效率竞争而言，成为一个很大的问题。

30 以下，基于附图说明能够充分降低使用非压缩流体的涡轮型流体机械

的封口环部的泄漏量、且制造简单的本发明的具体实施例。

### 实施例 1

5 基于图 1 至图 4 说明本发明的一个实施例。图 1 是表示本实施例的涡轮型流体机械（离心泵）的主要部分纵向剖面图。图 2 是说明图 1 所示的离心泵中的封口环部的详细结构的剖面图，图 3 是表示图 2 所示的迷宫状凹部 5b 附近形状的横剖面图，图 4 是表示封口环部的阶梯形密封装置的主要部分的结构详细剖面图。

10 如图 1 所示，本实施例中的涡轮型流体机械（离心泵）中，外壳 1 内配置有受驱动机（未图示）驱动的回转轴 2，该回转轴 2 上安装有多个叶轮 3，分别嵌合配置在不同阶梯位置。在外壳 1 与作为回转体的叶轮 3 之间设置形成有回转细隙部，为了达到抑制从叶轮出口侧经该细隙部流向吸入侧的工作流体的泄漏量的目的，叶轮侧板 3a 侧设置有封口环 4（参照图 2），在与此相对的外壳 1 的非回转体壁面 1a 上也设置有封口环 5（参照图 15 2）。

20 如图 2 所示，在本实施例中，在封口环 4、5 处形成了阶梯形密封装置。叶轮侧板 3a 上设置的封口环 4 构成在叶轮的吸入侧为小直径、而在其出口侧为大直径的拥有至少两阶以上（本实施例为三阶）的阶梯形状。而且，非回转体壁面 1a 侧的封口环 5 作成迷宫形状，在每一个阶梯处，使得叶轮侧封口环 4 的阶梯差（径向壁部）4c（参照图 4）与封口环 5 处的迷宫状凹部 5b 的径向侧壁部 5c（参照图 4）在轴向位置（径向细隙部的泄漏流体的下游侧端位置）A 对齐。

25 本实施例的离心泵具有如上结构，通过由迷宫状凸部 5a 与叶轮侧板的封口环 4 之间形成有狭小的径向间隙 E 的二重圆筒部，以及迷宫状凹部 5b 与封口环 4 的阶梯部处形成的径向间隙的扩大部，能够使作为泄漏流体通路的径向间隙的面积由急剧扩大部分与急剧缩小部分组合而成。而且，阶梯形密封装置各阶梯（阶梯差部）处的二重圆筒部的径向位置可以错开。其结果是，不会像将以往迷宫密封用于非压缩性流体的场合那样，从迷宫凸部（齿部）5a 流向流路空间部（凹部）5b 的流体不被压缩地呈喷流状流出，而不流经流路空间部 5b，所以，能够有效地提高回转细隙部的 30



流体阻力，降低泄漏流量。

而且，静止侧的封口环 5 的阶梯部（凹部）5b 以迷宫状从细隙部（径向间隙 E）的径向位置向外径侧扩大而构成。因此，如图 4 所示，叶轮侧板 3a 侧的垂直壁面 4c 近旁的流体在离心力作用下，产生向径向外侧流动的二次流 D，该二次流 D 有效发挥作用，急剧扩大部的阻力增加，与图 6 和图 7 所示的阶梯形密封装置相比，密封效果能够显著提高。

进一步地，与图 6 和图 7 所示的阶梯形密封装置相比，由于能够增加迷宫状凹部 5b 处流路空间部的体积，加上二次流 D 产生的干涉作用增加，也能够降低流路空间部（凹部 5b）处的旋转流 C（参照图 3），成为下一段细隙部（泄露流下游侧的径向间隙 E）的部分再次形成旋转流时的阻力，其结果是，能够增加阶梯形密封装置中的流出和流入阻力，从而获得能够大幅度降低泄漏量的效果。

## 实施例 2

图 5 是表示本发明的另一实施例的阶梯形密封装置的详细剖面图，表示了封口环处设置的阶梯形密封装置的其他例子。在该实施例中，由叶轮侧板的封口环 4 的阶梯部与非回转体侧的迷宫状凹部 5b 形成的流路空间部作成大约矩形形状，且使该流路空间部处的静止侧封口环 5 的迷宫状凹部 5b 侧被扩大至细隙部（径向间隙）E 的径向位置的外侧，在这些方面，实施例 2 的构成与上述实施例 1 的相同。而且，在该实施例中，细隙部 E 处的非回转体侧的封口环 5 的内壁面上设置有比上述凹部 5b 浅的迷宫槽 5d。

由于本实施例的结构如上所述，能够抑制来自上游侧的迷宫状凹部 5b 泄漏流 B 经下一段迷宫状凹部 5b' 流出，有效地提高了细隙部 E 的流体阻力，从而减小了泄露量。特别是，如果设置细隙部 E 的径向位置使其比由叶轮阶梯部与非回转体侧迷宫状凹部 5b，5b' 形成的流路空间部高度 1/2~3/4（流路空间部的从底面朝向外径方向 1/2~3/4 的高度位置），则二次流有效工作，迷宫状凹部内也不会形成显著的周向旋转流 C。其结果是，即使在使用含沙泥浆水的场合，也能够防止因沙砾运动产生的细隙部磨损，而且，即使是在高压泵的场合，也能降低由于高流速的泄露流导致的

阶梯部出口侧壁面上发生腐蚀的危险性。并且，通过在细隙部 E 的外壳侧壁面上形成迷宫槽 5d，能够进一步降低泄漏流的量、滑动转矩、旋转流。

不仅如此，构成阶梯形密封装置的非回转体侧的封口环 5 的材质最好是热塑性树脂。热塑性树脂的传热特性好，能够构成小间隙尺寸的回转细隙部，即使是在万一发生了封口环接触或异物侵入的场合，也能够很容易地消除摩擦热。因此，能够提高密封性能，不用变更叶轮轴向长度也能够构成阶梯形状，能够最大限度地发挥阶梯形密封装置的性能。

如上详细说明的那样，如果采用本实施例，即使工作流体是非压缩性流体，也能够提高封口环部的密封装置处的流体阻力，而且迷宫状凹部内也不会出现显著的周向旋转流，即使是使用含沙液体的场合，也能达到不损害可靠性却能降低泄露损失的效果。

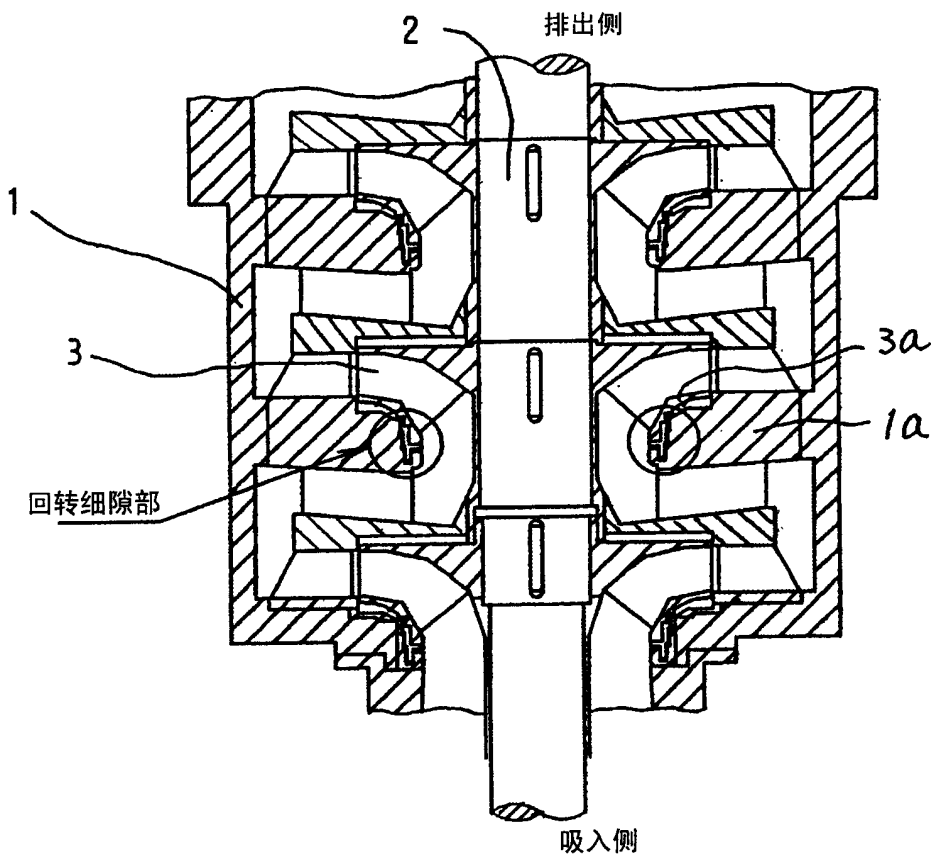


图 1

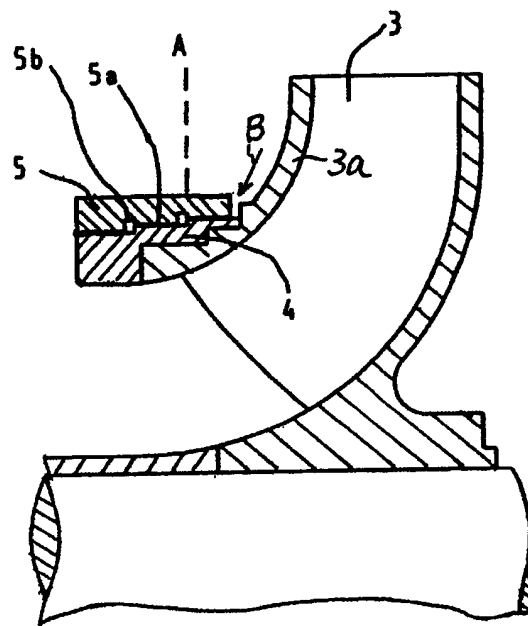


图 2

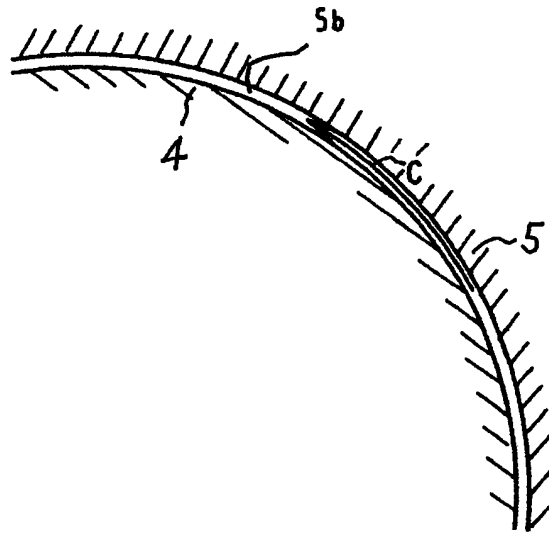


图 3

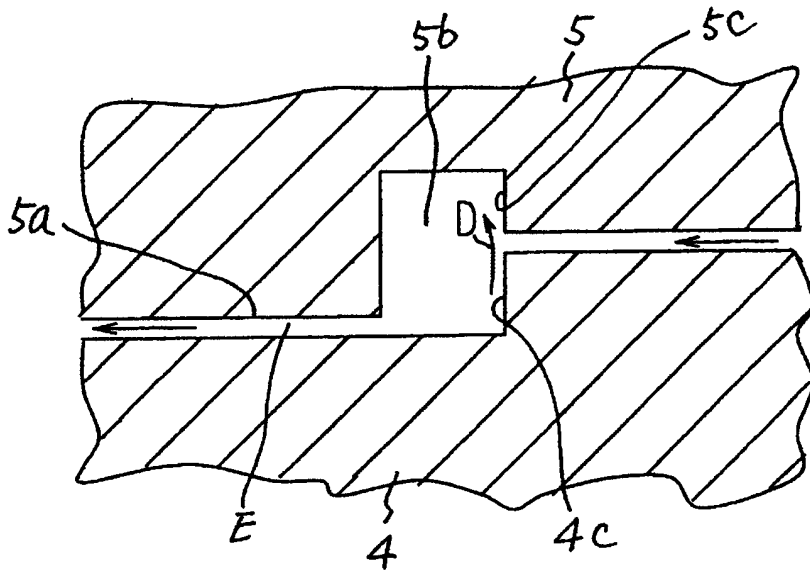


图 4

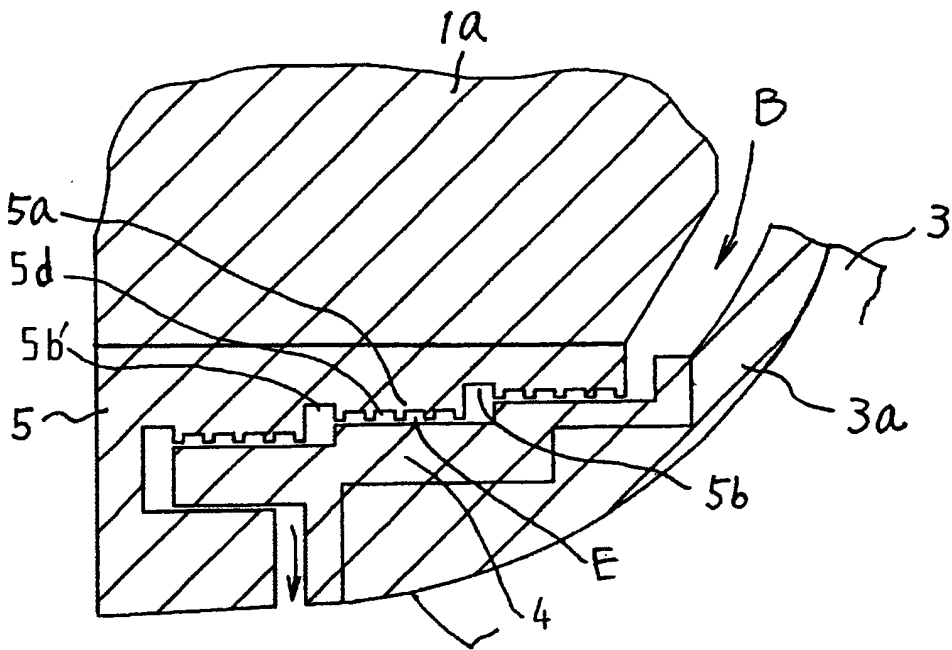


图 5

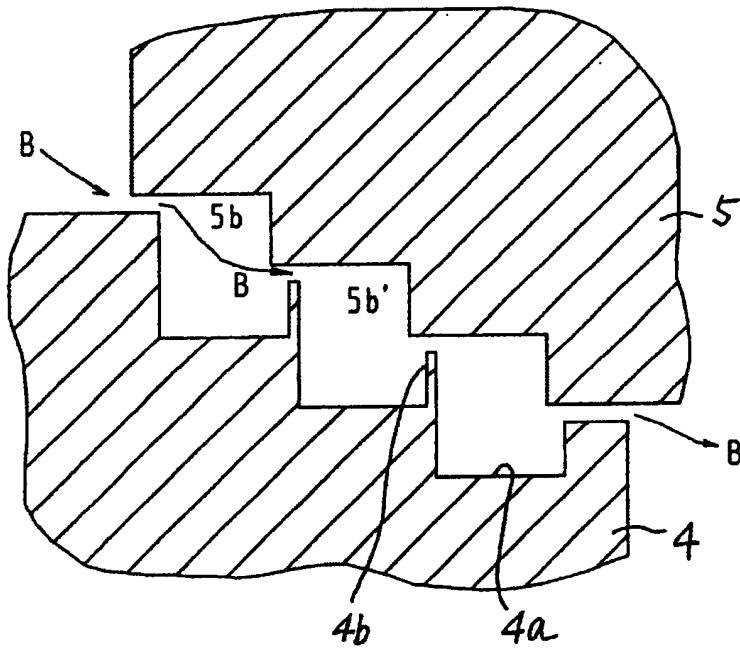


图 6

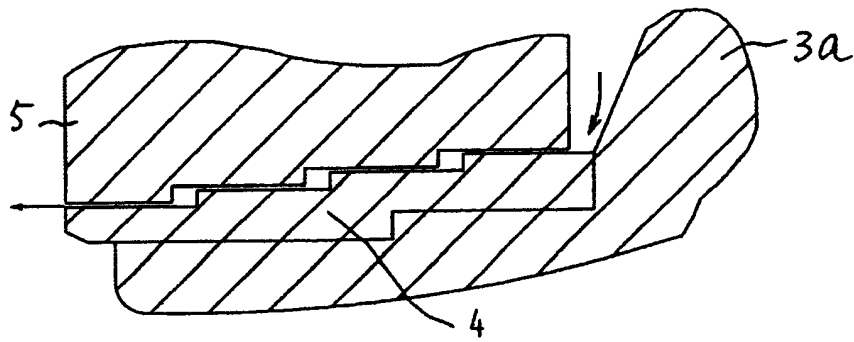


图 7