

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

F16J 15/36

F16J 15/16 F16J 15/44



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99810933.9

[45] 授权公告日 2004 年 9 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 1165698C

[22] 申请日 1999.7.2 [21] 申请号 99810933.9

[30] 优先权

[32] 1998. 7. 15 [33] DE [31] 19831815.4

[86] 国际申请 PCT/DE1999/002059 1999. 7. 2

[87] 国际公布 WO2000/004309 德 2000. 1. 27

[85] 进入国家阶段日期 2001. 3. 15

[71] 专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

[72] 发明人 德特莱夫·哈杰

审查员 刘 源

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

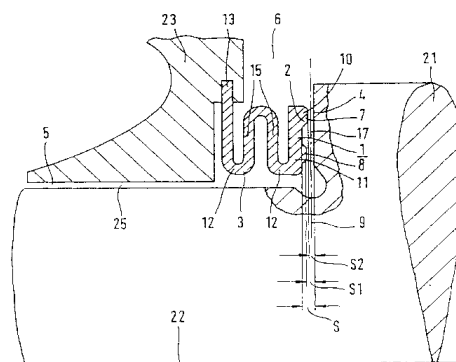
代理人 侯 宇

权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 7 页

[54] 发明名称 密封装置,特别是用于一旋转机械的密封装置

[57] 摘要

本发明涉及一种用于将一第一区域(5)相对于一第二区域(6)密封起来的密封装置(1),这两个区域(5、6)中可分别流过一种流体,并且可以保持不同的压力。密封装置(1)具有一个变形区(3)和一种与该变形区连接的密封面(2),该密封面与一相对面(4)隔开一密封间隙(17),密封间隙(17)的宽度(S)取决于变形区(3)因压差(P1 - P2)而发生的变形。该密封装置(1)优选用于使一涡轮轴(21)相对于涡轮机壳体(23)密封,或者使动叶片(27)相对于一涡轮机壳体(23)密封。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种密封装置(1), 用于使一第一区域(5)相对于一第二区域(6)密封起来, 这两个区域(5、6)中分别可流过和/或可充入一种流体, 还可保持不同的压力(P1、P2)以形成压差, 这种密封装置具有一个变形区(3)及一个与该区相联的密封面(2), 该密封面通过一个密封间隙(17)与一个相对面(4)隔开, 其中, 密封间隙(17)的高度(S)通过所述变形区(3)的变形来调节, 变形区的变形是在由于压差(P1-P2)所引起的力的作用下发生的。
2. 如权利要求1所述的密封装置(1), 其中, 在密封面(2)和/或相对面(4)上设有至少一密封件(7、8), 该密封件向密封间隙(17)或密封面(2)中突入。
3. 如权利要求2所述的密封装置(1), 其中, 密封件(7)设在密封面(2)的一个朝向低压区的边缘区(10)。
4. 如权利要求2或3所述的密封装置(1), 其中, 设置两个密封件(7、8), 它们在间隙的主方向(9)上彼此隔开, 该主方向对应于一个感应压差的流动方向。
5. 如权利要求4所述的密封装置(1), 其中, 一个密封件(7)使间隙高度(S)减小到第一高度(S1), 另一密封件(8)使间隙高度减小到第二高度(S2), 第一高度与第二高度不同。
6. 如权利要求1所述的密封装置(1), 其中, 在密封面(2)和/或相对面(4)上设置至少一个间隙调节件(14), 例如消涡件或流体动力支撑面。
7. 如权利要求1所述的密封装置(1), 其中, 变形区(3)和/或密封面(2)为环形。
8. 如权利要求1或7所述的密封装置(1), 其中, 变形区(3)为风箱状。
9. 如权利要求1所述的密封装置(1), 其用于密封一沿着一机器轴线(22)延伸的间隙(25), 其中密封间隙(17)在一个密封平面内延伸, 该密封平面相对于机器轴线倾斜70-110°。
10. 如权利要求1或7所述的密封装置(1), 其中, 变形区(3)和/或密封面(2)由一种耐高温钢材、一种镍基合金或一种钴基合金制成。

11. 如权利要求1或2所述的密封装置(1), 其中, 密封面(2)的几何形状使得密封面(2)由于在其上的一个压差发生使密封间隙(17)的高度(S)减小的变形。

5 12. 如权利要求1或2所述的密封装置(1), 其中, 密封面(2)设置在一个固定的机器部件(23)上, 而相对面(4)设置在一个可绕机器轴线(22)旋转的机器部件(21)上, 或者反之。

13. 如权利要求12所述的密封装置(1), 其设置在一台旋转机械(20)上, 特别是一台涡轮机、一台压缩机或一台发电机上。

10 14. 如权利要求1或2所述的密封装置(1), 其中相对面(4)设置在一台流动机械(20), 特别是一台蒸汽轮机的动叶片(27)上。

15. 如权利要求1或2所述的密封装置(1), 其中密封面(2)设置在一台流体机械(20), 特别是一台蒸汽轮机的导向叶片(26)上。

## 密封装置，特别是用于一旋转机械的密封装置

## 5 技术领域

本发明涉及一种用于使一第一区域相对于一第二区域密封起来的密封装置，这两个区域内可分别流过一种流体，并保持在不同的压力下。由于压力不同，在两区域之间可产生压差。本发明尤其涉及一种例如用于在旋转机械中密封，例如在电动旋转机械以及热力流体机械中进行密封的密封装置。

## 背景技术

在欧洲专利EP0611905A1中描述了一种装置，其用于无接触地密封两个不同压力的空间，并尤其用于一种流体机械，在这种机械中，轴必须穿过压力不同并以适当的密封装置密封的空间。这种装置包括一个迷宫式密封装置，在这种情况下，在一旋转的和一静止的部件之间形成阶梯状迷宫式间隙。在迷宫式间隙中，分别在旋转的和固定的部件上设置迷宫式密封片，这样，流过的介质的涡流度应该较高。固定件与旋转件之间的迷宫式密封片应该尽可能贴近，因此，只有很小的径向间隙。迷宫式密封片应该沿径向延伸，并且两相邻级的迷宫式密封片彼此搭接。一组迷宫式密封片可以借助于一个凿缆(Stemmdraht)凿入一相应的槽中。

在VGB 发电站技术 71，1991年第2卷第116至122页上发表的D. Bergmann、M. Jansen和H. Oeynhausens的文章“涡轮机部件的现代化和延长寿命的措施”中描述了用于一涡轮机的一涡轮级的不同的密封件。该文中的图13示出了在一静止叶片与转子叶片之间的相对漏泄汽流。在其中的几个实施形式中，在静止叶片上形成凹入部分。达到了对于迷宫式密封装置最小的相对漏泄汽流量，在这种迷宫式密封装置中，沿轴向在转子叶片与静止叶片上交替地设置迷宫式密封片。通过改善转子叶片与静止叶片之间的间隙式密封，减小了涡轮机装置的效率损失。

在奥地利专利AT-PS362639中示出了一种在旋转部件与一个固定部件之间的无接触式密封，所述旋转部件位于一个被密封的空间中。一个环形密封体包围着一个从一壳体中伸出的轴。在该壳体中储存着一种处于一压力 $T_1$ 下的压力介质。在压力介质的压力的作用下，密封体被压向轴的一个密封面。通过压力室在密封面与密封体之间保持一间隙。该间隙的高度由节流点规定，这些节流点将压力 $T_1$ 减小到压力室中的一个较低的压力。密封体的与密封面相对的一个前壁段这样来定位，即，通过一种倾斜点偏移，自动地补偿密封体可能出现的倾斜。

德国专利DE3533829A1示出一个密封装置，这种密封装置具有一个以气体润滑的滑动环密封件。两个彼此相对的密封环构成一个密封间隙，在该间隙中流过一种气态的介质。在一个完全确定的压力下得到一种气体润滑膜，该膜使两密封环之间隔开一个确定的间隙宽度。在压力减小的情况下，密封环中的一个在弹簧力的作用下被压回到一个开启位置。

15

#### 发明内容

本发明的目的是提供一种密封装置，该密封装置用于将两个可流过一种流体的不同压力区域相对密封起来，以减少从一个区域向另一个区域泄漏的流体，就象在热力学流体机械中，或者在电动旋转机械中所必需的那样。

20

本发明的目的通过一种密封装置来实现，这种密封装置用于使一第一区域相对于一第二区域密封起来，这两个区域中分别可流过和/或充入一种流体，并可保持不同的压力，因此形成压差，这种密封装置具有一个变形区及一个与该区相联的密封面，该密封面通过一个密封间隙与一个相对面隔开，密封间隙的高度通过所述变形区的变形来调节，变形区的变形是在由于压差所引起的力的作用下发生的。

25

本发明出自这样的考虑，即，在压力驱动的机械，例如流体机械，特别是汽轮机中，密封出工作介质(例如蒸汽或者气体)的不同压力区，或者将工作介质与环境介质密封开。在公知的密封装置中，在静止与旋转部件之间一般都采用无接触式密封，特别是在汽轮机中，由于圆周速度很高和密封件的功能类型，更是如此。这种无接触式密封在存在压差

30

的情况下不可避免地出现泄漏流量，这导致了压力驱动机械的功率和效率损失。泄漏流量基本上由密封中存在的间隙（例如峰-峰密封或迷宫式密封）以及无密封片的情况下密封的间隙宽度来确定。在公知的密封装置中，这样来设计间隙，使其在机器所出现的负荷情况下不会造成损坏，即，没有刮擦。例如，这种间隙适合于机器正常运转、冷或热启动、经过一个临界转数、回转运转以及出现故障的情况。出现刮擦指的是由于旋转部件与静止部件之间的间隙被桥接而接触。能够在机器的各种运转和故障情况下避免这种刮擦的间隙对于密封要求很高的实际运转来说通常太大。在对间隙的测量中起到决定的作用倒是多个不稳定过程以及通过一个临界转数以及补偿可能出现的尺寸、形状和位置方面的加工公差。此外，在公知的汽轮机的密封装置中，在高蒸汽压和细长的涡轮机转子的情况下，间隙的减小将导致引发间隙，这一方面对机器的动力特性产生影响，在一定情况下还会导致自激的摇摆。此外，在目前的密封装置中出现的穿过滚筒式汽轮机的叶片组密封件的泄漏流在重新回到叶片组空间时对流入下一排叶片组的入流形成阻碍，例如形成误入流。

通过一种压差控制的密封装置，在压差改变时密封间隙的高度也随之变化，因此，尤其是在压差增大的情况下，密封间隙的高度，即，间隙减小，并由此而产生良好的密封作用。在此，密封是通过密封面与（特别是轴向上的）相对面的配合实现的。在此，通过变形区的作用方式达到高的密封功能，当压差作用在密封装置上时，该变形区向密封面产生一个变形，特别是轴向拉伸。此外，通过密封面与相对面之间的变化间距形成一个密封区域，通过密封间隙的高度的减小，改善了密封效果。此外，在密封间隙高度减小的情况下，相对于变形区的变形（拉伸）的反作用力，尤其是轴向力增大。因此，这种密封装置不仅无接触，而且是自调节的。

优选的是，在密封面和/或相对面上设置至少一个伸入密封间隙或密封面或相对面上的密封件。该密封件优选设置在密封面或相对面的一外边缘，朝向第一区或第二区。优选的是，密封件设置在朝向较低压力区域的外边缘上。在此，密封件可以是例如一个缝隙、一个凸出部或者一个尖部。作为密封件，也可以考虑密封面或相对面的一个相应的形状，或者密封面或相对面的几何结构或者空间分布的材料组合，这种材料组

合引起压力控制的弹性变形以及由此而引起密封间隙的高度的减小为条件。通过装入一个适合的密封件，提供了一种自调节的密封装置，在这种装置中，随着密封间隙的高度的减小，形成了一个逐渐增加的抵抗变形区的变形的反作用力，特别是一个轴向力。这一反作用力又总是进一步阻止间隙变窄，阻止密封间隙的高度减小。这可能是由于下述原因引起的，即，密封间隙的高度比较大时，压力增加时在两区域之间产生流体的流动，这些流体流过密封面与相对面之间的间隙。流速越大，密封间隙的高度及压差就越大。在超临界压比的情况下，在最窄的横断面上可以形成声速。根据物理规律，例如在伯努利方程中所得出的物理规律，在间隙中形成一个降低的静压力。密封面受到一个沿密封间隙方向上的力(闭合力)的作用，这至少导致间隙被部分关闭。随着密封间隙的变窄，流速降低，而且在密封面上作用的闭合力也会导致间隙进一步被关闭。

优选的是，密封装置具有两个密封件，它们在压差引起的流动方向(间隙主方向上彼此隔开。优选的是，一个密封件设置在一个朝向低压区的边缘区内，另一密封件优选设置在密封面或者相对面的朝向高压区的边缘区域内。优选的是，朝向低压区的密封件所引起的密封间隙的变窄大于朝向高压区的密封件所引起的密封间隙的变窄。在密封间隙的高度减小的情况下，设置在密封面或相对面上的密封件导致两密封件之间的密封间隙区域内的压力升高。同时，这使得在密封间隙中总的流速下降。如果朝向低压区的密封件导致密封间隙变窄得更多，则该密封间隙中的压力达到更高压力。这在密封间隙的高度减小的情况下导致作用在密封面上的反作用力增大，同时，导致质量流量的损耗减小。

在预定的压差范围内，可以对这种密封装置的结构和材料进行简单设计和选择，使之达到尽可能大的密封效果。特别是，在这种可预定的压差范围内，在由于压差而作用在密封面上的闭合力和与之反作用的因间隙变窄而产生的反作用力之间可以实现平衡，在这种平衡下，形成了有利的间隙高度。因此，在比设计压差小的压差下，一个相对于闭合力与反作用力之间的平衡状态形成的密封间隙高度会形成一个更大一些的间隙。在不存在压差的情况下，密封装置保持不变形。这时，间隙的最大高度固定，根据对于相应的机器，特别是汽轮机的设计要求，这一

最大值可以是几毫米。只有在汽轮机的设计压差，尤其是在密封要求提高的功率运转的情况下，密封装置才具有一个非常窄的间隙，也因此具有良好的密封功能。在迄今的汽轮机间隙确定过程中，密封装置的间隙都很大，所以，避免了密封面与相对面的刮擦，从而避免了机器受损。

5 密封面可以这样来设计，即在设计压差下它们是刚性或挠性(可变形的)。密封面优选通过一个连接区与变形区，特别是一个U形横截面轮廓的变形区刚性或挠性连接。密封面与变形区的连接可以发生在低压区或高压区。在密封面为圆环形的情况下，连接发生在该圆环形的内径或外径上。

10 密封件可以设计成一个加厚部分、一个卷边、一个由于压差在密封面上形成的使间隙高度减小的变形或者一个密封条带或密封片。一个或几个密封件不仅可以设置在密封面上，而且可以设置在相对面上，也可以在两个面上都设置，特别是设置在它们的边缘区域。

此外，可以选择通过设置一个间隙调节件来替代密封件，它优选是消涡件(Drallbrecher)，或者是一个流体动力支撑面。通过一个间隙调节件可以对闭合力与反作用力之间的力平衡产生一个流动影响或者一个有针对性的影响作用。一个消涡件特别适合于用于避免或减小间隙激发效应的密封装置上。一个流体动力支撑面优选用于向下限制密封间隙的高度，该支撑面通过一个渐缩的充入介质的间隙产生一个反作用力。

20 所述变形区域尤其在机器的轴向上可移动，它优选为一个波纹弹簧、一个风箱或者一连串的承受径向弯曲应力的板，特别是围绕着一机器轴的弯曲板(圆环形板)。因压差作用在板的一侧上的压力使板形成一个挠度，该挠度的大小因结构和压力而不同。此时对于设计压差，可借助于分析计算或者市售的计算机程序计算出变形特性。根据不同的结构，对被支撑的或被压紧的变形区的边缘进行计算。为了补偿相对变形  
25 (例如在汽轮机中出现的)，可以使用一个接一个的板，这些板构成一个变形风箱。在此，各板的外部边缘可以弯曲地彼此相连，或者尤其是在高压差的情况下抗弯地彼此连接。也可以使一块板与一块相邻板可弯曲地连接，而与另一个相邻的板抗弯地连接。此外，这些板还可以具有不同的强度，特别是可以薄板与厚板交替地设置。优选使这些板彼此平行，  
30 特别是垂直于机器轴。也可以使相邻的板之间呈锐角。当然，不仅板的



直径从变形区向外可以改变，而且两相邻的板之间的间隔，即，距离也是可以变化的。除了若干构成风箱的板以外，也可以设置一个单独的板，或者一个板状部件，其上设置与之相连的密封面。

特别是当用于一个具有一旋转轴的旋转机械时，密封面和变形区被设计为环状，优选为圆环形。优选的是，密封间隙在一个密封平面上延伸，该密封平面相对于机器轴倾斜 $70^{\circ}$ 至 $110^{\circ}$ ，以密封一个沿着一个机器轴延伸的径向间隙。在此，该密封间隙优选垂直于机器轴，或者垂直于原来需要密封的径向间隙。在使用这种密封装置的情况下，可以在设计旋转机器时不考虑一径向间隙。这一有待密封的径向间隙例如在一固定的机器部件与一旋转的机器部件之间形成。这时，密封面或者与固定的机器部件连接，或者与可旋转的机器部件连接，其相对面相对应地与另一机器部件连接。

这种密封装置优选设置在一个旋转机器上，特别是一台泵、一台涡轮机（例如一台蒸汽轮机或者燃气轮机）、一台燃气轮机的压气机或者一台发电机上。本发明的密封装置可以与现有的密封件串接使用，也可以部分或者完全取代现有的密封件。当对与这种密封装置相邻的、通常的密封件的密封要求较低时，可以设置一个较大的密封间隙，这样特别有利于提高运行可靠性。所述密封装置在此可以用在有待密封的间隙压力更高的一侧，这样可以使被密封间隙内的压力下降，从而减小可能出现的间隙诱发。由于这种具有小质量、薄壁变形区的密封装置的紧凑结构，还可以避免由于温差和不稳定的温度传导过程而引起变形。由于壁厚小，在任何情况下，在密封面上和变形区上的温差都很小。此外，在一个蒸汽涡轮机中，穿过这种密封装置的蒸汽经历节流后只有很小的温度降低。所以，在密封装置前后的温差基本上相等。由于质量较小，密封件可以迅速跟随不稳定的温度变化。此外，对有待密封的间隙形成限制的、在旋转部件和固定部件之间很小的径向支撑不会对密封装置的密封效果造成影响。

一个环形的变形区以及密封面可以通过磨削，特别是车削、仿形、成型或焊接加工，或者通过这些方法的组合制造出来。变形区可以固定地压紧在机器的固定部件或旋转部件上。它优选由一种耐高温材料，特别是一种钢、一种镍基或钴基合金制成。密封面也可以由一种耐高温材

料制成。在密封装置的结构设计中，为达到尽可能高的密封效果和  
封面上作用的力之间实现平衡(闭合力、反作用力)，可以改变如下参数：  
风箱直径(圆环直径、圆环厚度)；密封面以及构成风箱的板的厚度(壁厚)；  
风箱上的固定用板的定位；风箱板的数量；密封面的直径；密封  
5 面的刚度；密封间隙的长度和直径；位置类型；密封件的间隙缩减；安  
装间隙以及相邻板之间的过渡结构(连接区)。

除了在作为机器的旋转部件的涡轮轴与作为机器的固定部件的涡轮壳体部分之间的一间隙的密封之外，在密封装置的一种实施形式中，还可以在一动叶片(特别是一复合动叶片环)与涡轮机壳体之间进行密封。  
10 在此，优选的是，相对面设置在动叶片上，密封面则通过变形区与涡轮壳体固定连接。当然，密封装置也可以设置在一导向叶片(特别是一导向叶片环)与一涡轮机轴之间。

#### 附图说明

15 下面结合附图所示实施例详细描述这种密封装置，特别是在一蒸汽轮机中的密封装置。这些附图均为局部概略性示图并且不按比例示出。  
附图中：

图1是一高压蒸汽轮机的一纵剖面图，

图2是一带有一密封装置的涡轮机级的局部纵剖面图，

20 图3是一用于密封一涡轮轴的密封装置的纵剖面图，

图4是一用于密封终止于同一平面内的机器部件之间的一间隙的密封装置，

图5是带有一作为密封面设计的变形区的一密封装置，

图6至10分别是一带有密封件的密封面的一纵剖面图，

25 图11至14分别示出一带有一间隙调节件的密封面，

图15至20分别是一风箱状变形区的各种实施形式的纵剖面图。

在图1-20中使用的附图标记有相同的代表意义。

#### 具体实施方式

30 在图1中示出一流体机械20，即一台高压级汽轮机20的纵剖面图。该汽轮机20具有一可旋转的机器部件21，即一根涡轮轴21，它沿一机器

轴线22定向。涡轮轴21由一涡轮机壳体23包围。涡轮机壳体23包括一个涡轮机外壳23A和一个涡轮机内壳23B(导向叶片架23B),该涡轮机内壳23B与涡轮轴21上的两个轴向上相互隔开的密封区域24相邻接,并与每个密封区域留出一径向间隙25。该径向间隙25沿着机器轴线22延伸,在径向上也有一定尺寸,因此,径向间隙25具有一环状横断面。在两密封区域24之间,在涡轮轴21上是动叶片27,在涡轮机内壳23B上是静叶片26。在汽轮机20运转时,较热的高压蒸汽在动叶片27与静叶片26之间流过。因此,在汽轮机运行时,在汽轮机壳体23内形成一个具有高压蒸汽的第一压力区5。该第一压力区5的内侧与两密封区域24相邻。密封区域24的外侧分别与一第二压力区6相邻,第二压力区的压力较小。由于第一压力区5与相应的第二压力区6之间的压差,根据密封类型的不同,有或多或少的蒸汽从第一压力区5穿过径向间隙25流到相应的第二压力区6。

在图3中示出一个具有变形区3的密封装置1的纵剖面图。变形区3沿机器轴线22的方向延伸,它由三个轴向上前后相邻的圆环状板15构成,相邻的板15通过一个相应的U形连接区域12彼此连接。在变形区3的一轴向端部,设置在那里的板15在一个固定区13中与涡轮机内壳23B,亦即一个固定的机器部件固定连接。在变形区3的另一轴向端,通过一连接区12设置一板状密封面2。包括密封面2和变形区3在内的密封装置1围绕着一根涡轮轴21,亦即一个可旋转的转动机器部件。该涡轮轴21沿轴向在密封装置1的后方径向延伸,构成在轴向上与密封面2相对的一个相对面4。在密封面2与相对面4之间形成一密封间隙17,该间隙沿着一间隙的主方向9延伸,该主方向垂直于机器轴22。密封间隙17具有一个最大高度S。在密封面2的外边缘区10上设置一个突入密封间隙17的外密封件7,它将密封间隙的高度S减小到一高度S2。在密封面2的一个直径比外边缘区域10的直径小的内边缘区域11上设置一内密封件8。该密封件8同样突入密封间隙17中,并将密封间隙的高度S减小到一高度S1。高度S2小于高度S1。内边缘区域11与一第一压力区5邻接,该压力区中具有高压的汽轮机工作介质,特别是汽轮机20的蒸汽。外边缘区域11与一第二压力区6邻接,该压力区内的压力小于第一压力区5内的压力。

由于第一压力区5与第二压力区6之间的压差，变形区3的圆环形板15出现了轴向压力变形，因此，压差较大时的密封间隙17的轴向高度比压差较小(特别是压差值为0)时小。通过变形区3中的板15的串接，即便在汽轮机20的涡轮轴21与涡轮机壳体23之间的热变形较大时，密封间隙17的高度S也可减小。

密封间隙17的高度S在外密封件7与内密封件8处的减小量的不同导致在密封间隙17中的蒸汽流动速度的减小，同时导致密封间隙17中的压力的升高，直到大致达到第一压力区5的压力值。这时，在密封面2上产生一个轴向作用的反作用力，该反作用力抵消在压差的作用下沿密封间隙17的方向由变形区3施加到密封面2上的压紧力。这样，由于一个更窄的密封间隙会引起一个更大的反作用力(回复力)，从这个意义上讲，密封装置1因而是可自动调节的。这样，通过作用方向相反的压紧力与反作用力(压力与密封力)的平衡，可以实现结构上可预选的、小的密封间隙高度S。

当压差小于汽轮机运行时在第一压力区5与第二压力区6之间的通常压差时，密封间隙17的高度S较大。这样基于更大的间隙(即间隙17的高度S较大)就避免了汽轮机20在不稳定的过程中和通过临界转速时，密封件7、8刮擦到相对面4的危险。

在图示实施例中，将密封面2连接到变形区3的连接区域12设置在密封面2的内边缘区域11上。显然，在密封面2的外边缘区域10上也可以设置连接区12。在对密封装置1的材料进行相应设计的情况下，也可以将变形区3装在旋转的机器部件21，亦即涡轮轴21上。

在图2中示出一个汽轮机20的局部纵剖面。在动叶片27上，尤其是在动叶片环上设置一个径向向外的密封隔板28，该隔板构成一个相对面4。一个密封装置1的密封面2在轴向上与该密封面4隔开设置。密封面2也同时沿径向定向，并与一在轴向上移动的变形区3连接。

与图3中所示相似，密封面2具有一个外密封件7和一个内密封件8。通过密封装置1实现了在动叶片27与壳体23之间的一径向间隙的密封。正如结合图3所作的描述那样，形成密封效果的基础是，变形区3通过感应压差进行轴向膨胀(变形)，同时在密封面2及相对面4之间形成的密封间隙17内产生一个反作用力。

图4示出一个密封装置1的纵剖面图，该密封装置带有一变形区3和  
一与其连接的密封面2。密封装置1用于密封位于一固定的机器部件23与  
一旋转的机器部件21之间的一径向间隙25。径向间隙25终止在一个平面  
内，在该平面内，固定的机器部件23和旋转的机器部件21都至少直接终  
止在径向间隙25的周围。在固定的机器部件23上设置一个固定环16，该  
5 环沿轴向从径向间隙25伸出。在经过一个未详细限定的轴向间隔之后，  
该固定环16沿径向弯曲，并在径向上越过径向间隙25延伸，这样，固定  
环16沿径向与旋转的机器部件21叠置。在固定环16的径向区域，在朝向  
径向间隙25的方向上设置一个在轴向上可移动的变形区3，该变形区过  
渡到一个密封面2。该密封面2与旋转部件21上的一相对面4隔开一个密  
封间隙17。这样，在图4所示的实施例中形成了一个与图2和3所示相似的  
10 轴向密封间隙17，该间隙可由一个感应压差进行自调节的密封装置1  
密封。由此也可密封径向间隙25。

在图5中示出了一个密封装置1，其中的密封面2和变形区3以一块单  
15 独的板或一板状构件的形式实现。该密封板2与一相对面4隔开一密封间  
隙17。密封面2及相对面4均沿径向延伸，密封面2超过相对面4向外延伸，  
并与一固定的机器部件23连接。具有高压P1的第一压力区5与具有较低  
压力P2的第二压力区6通过该密封面2分隔开来。由于压差，密封面2受  
压弯向相对面4。

20 在图6中示出密封面2的纵剖面图，在图6A中，密封面为刚性的，因  
此，高压P1与低压P2之间的压差不会使密封面2弯曲。按照图6B，密封  
面2是挠性的，因此，压差(P1-P2)会使密封面2弯曲。

按照图7A，密封面2的朝向变形区3的连接区域12相对于高压P1与低  
压P2之间的压差来说是刚性的。图7B示出的是一个挠性的连接区域12的  
25 实施例。

图8A至8E分别示出外密封件7的一个实施例。图8A示出一个横截面  
形状为腹板的密封件7。按照图8B，在密封面2中设置一个槽形加深部分，  
在该槽中嵌入一个线状密封片，该片伸入密封间隙17中。按照图8C，密  
封面2具有一个密封件7，其形状为伸入密封间隙17中的卷边。按照图8D  
30 和8E，外边缘区域10相对于内边缘区域11更大的变形将导致密封间隙17

的高度S减小。在图8E中，这样来选择密封面2的形状，即，使密封面2在外边缘区域10向密封间隙17变形。

在图9A、B和C中，在密封面2的外边缘区域10和内边缘区域11上或相对面4上分别设置一对径向上相邻的密封片7、8。按照图9C，不仅密封面2，而且相对面4上也设置了两对密封片7、8，它们成对地以迷宫的形式朝彼此的内侧嵌入。

在图10A中示出一密封面2，在未变形的状态下，内边缘区域11离相对面4明显地比外边缘区域10远。在存在压差的情况下，密封面2出现变形，内边缘区域11在相对面4的方向上的变形明显地大于外边缘区域10，因此，内边缘区域上的密封间隙17的高度S1只比外边缘区域10处的密封间隙17的高度S2还大一点点。

图11示出一个带有一外密封件7和一内密封件8的密封面2的纵剖面图，在两密封件7和8之间设置一个间隙调节件14。在该带有间隙调节件14的密封面2的如图12所示的俯视图中，间隙调节件14是一个消涡器。该消涡器用于调节流体流，以抵抗间隙激励效应。

在如图13和14所示的密封面2的俯视图中示出了一个流体动力轴向支撑面，该面通过一个逐渐变窄的充以介质的间隙形成一个轴向力，由此防止密封间隙17的高度S被进一步减小。

在图15至20中示出了变形件13的风箱状实施形式，按照图15，变形区3的与连接区12相邻的板15相对于高压的第一压力区5与较低压力的第二压力区6之间的压差是刚性的。

按照图16，外连接区域12是刚性的，而直径较小的内连接区域12是挠性的。此外，沿轴向交替地在轴向上设置壁厚为W1的板15和壁厚为W2的板15。壁厚W1大于壁厚W2。当然，也可以设置多于两种壁厚的板，还可以按其它顺序设置不同壁厚的板。

按照图17，彼此相邻的板15并不像在图15和16中示出的那样彼此平行，而是形成一个在5至20°之间的锐角 $\alpha$ 。角 $\alpha$ 的大小取决于密封装置1的要求，例如由诸如涡轮发电机的流体机械或旋转机械的运行条件来确定。

按照图18，变形区域3具有许多块板15，这些板可以具有不同的直径，其中最大的直径为 $D_2$ ，最小的直径为 $D_1$ 。此外，变形区3的间距也不同，这就是说，相邻板15对之间的距离 $T_1$ 、 $T_2$ 不同。

按照图19，板15彼此倾斜，因此，连接区域呈波腹状。按照图20，  
5 板15彼此平行，连接区域类似于圆形，圆的直径大于相邻板15的距离。

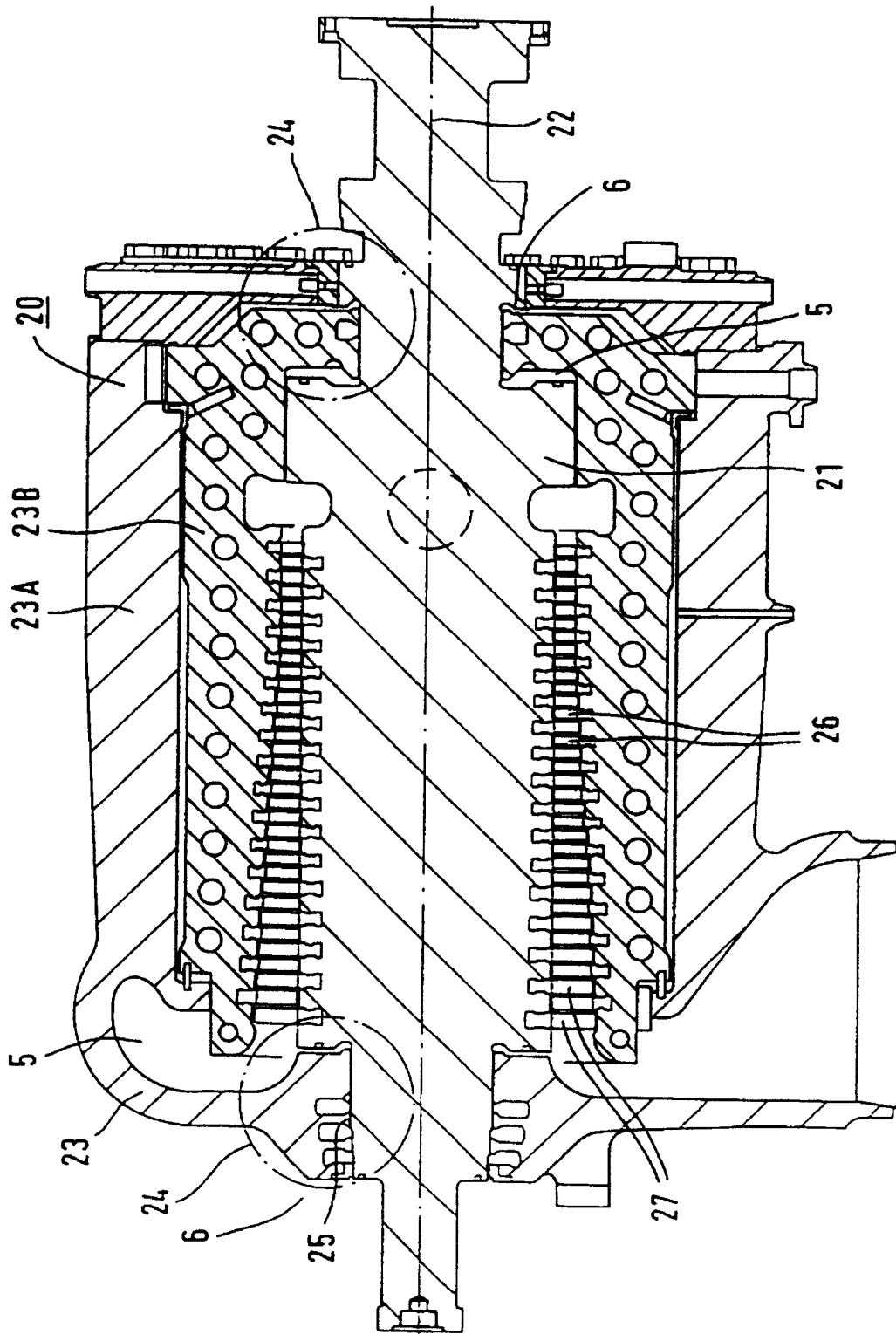


图 1



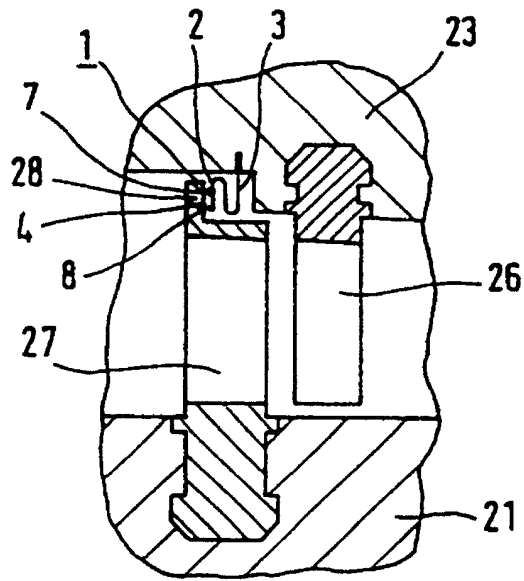


图 2

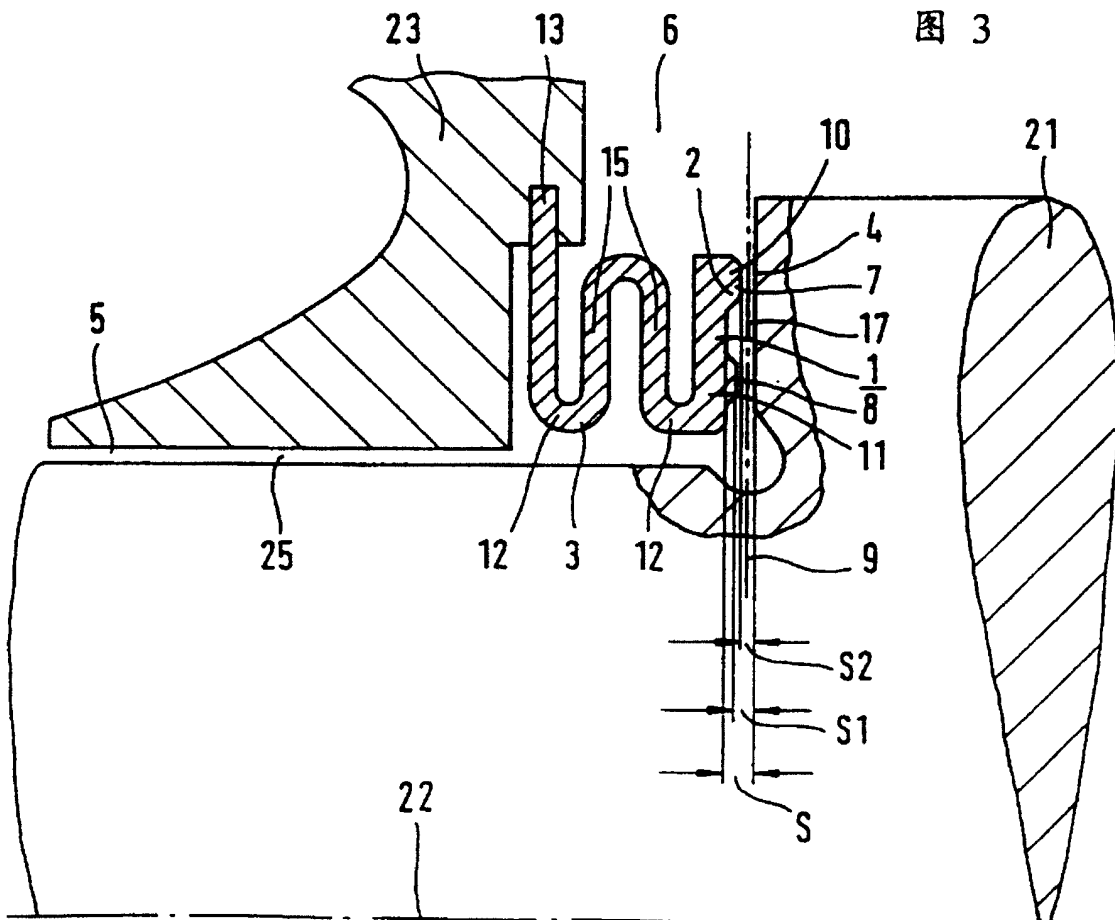


图 3

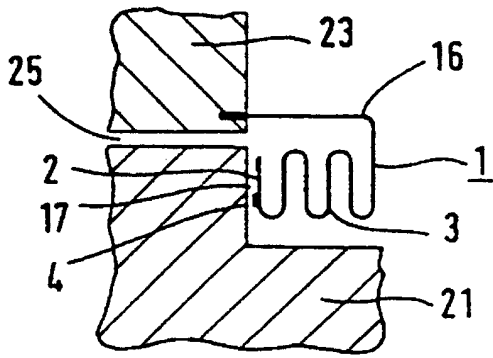


图 4

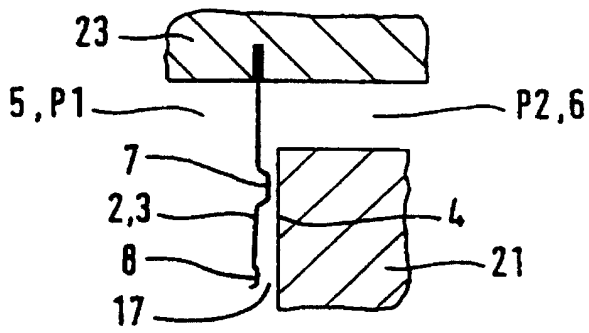


图 5

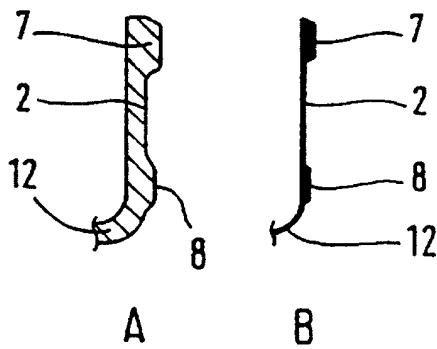


图 6

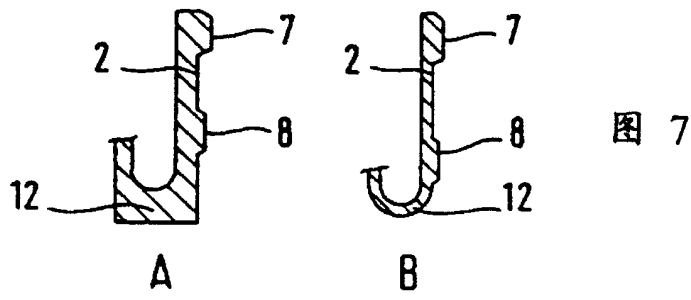


图 7

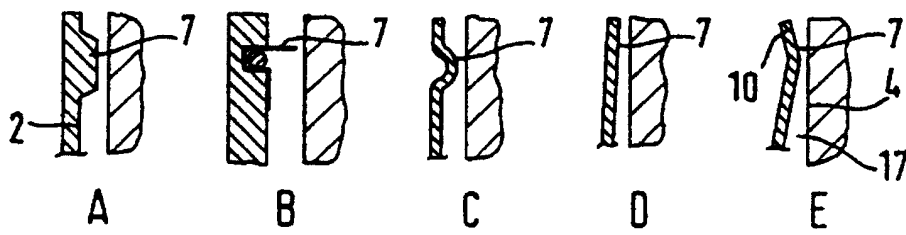


图 8

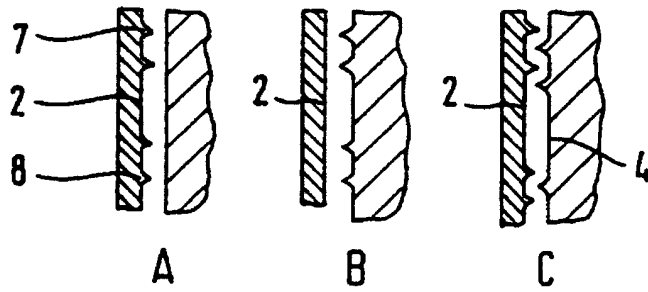


图 9

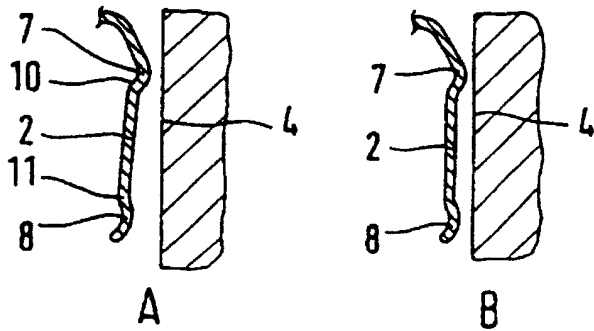


图 10

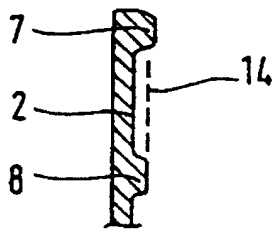


图 11

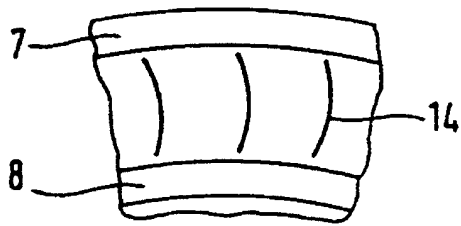


图 12

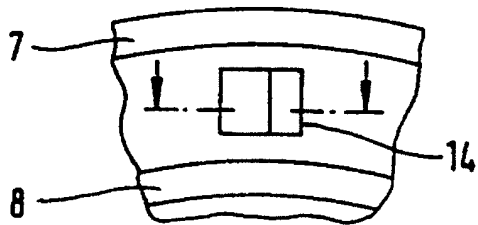


图 13

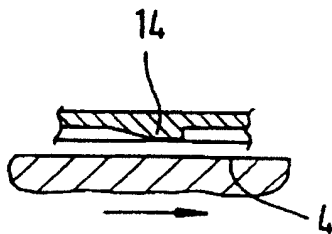


图 14

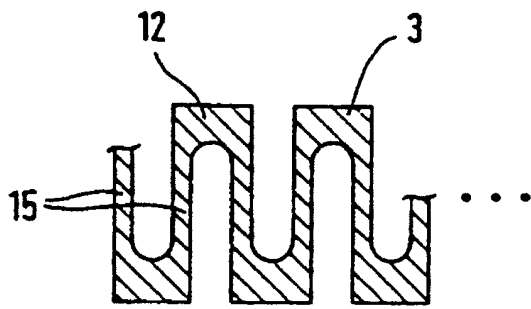


图 15

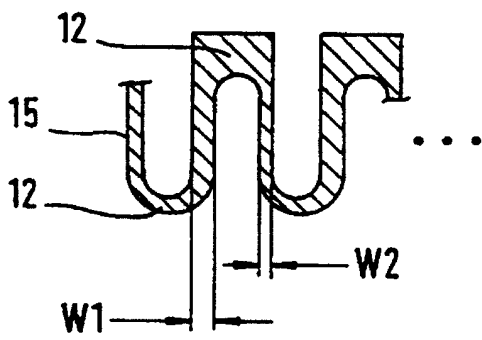


图 16

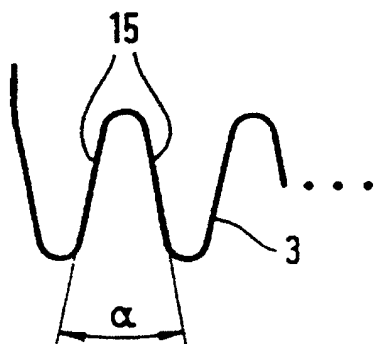


图 17

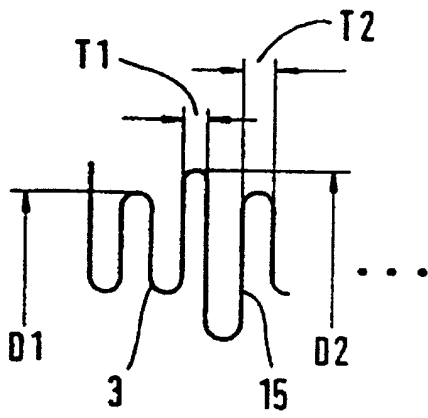


图 18

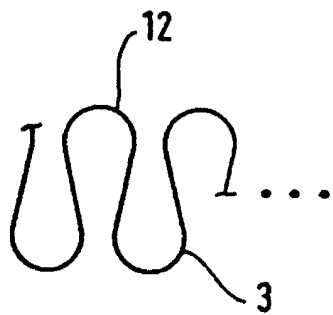


图 19

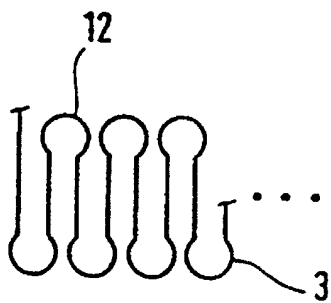


图 20