

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680034454.4

[51] Int. Cl.

F04D 29/16 (2006.01)

F04D 29/28 (2006.01)

F16J 15/447 (2006.01)

F01D 11/02 (2006.01)

F01D 1/22 (2006.01)

[43] 公开日 2008 年 10 月 15 日

[11] 公开号 CN 101287911A

[22] 申请日 2006.9.19

[21] 申请号 200680034454.4

[30] 优先权

[32] 2005.9.19 [33] US [31] 60/718,440

[86] 国际申请 PCT/US2006/036416 2006.9.19

[87] 国际公布 WO2007/035698 英 2007.3.29

[85] 进入国家阶段日期 2008.3.19

[71] 申请人 英格索尔-兰德公司

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 M·O·穆勒 J·L·罗布

F·马利亚尼

[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

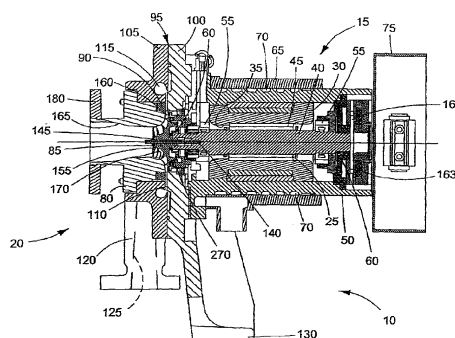
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 10 页

[54] 发明名称

包括密封系统的离心压缩机

[57] 摘要

本发明提出一种离心压缩机(20)，它包括涡轮(85)，该涡轮确定有外径(190)并可以关于轴线转动，以提供经压缩的流体流，该经压缩的流体流的一部分流过该外径周围以形成泄露流。伸长部(200)，该伸长部由该涡轮延伸并包括第一密封部分(215)，该第一密封部分具有平均直径(230)，该平均直径大于或等于该外径的大约 50%。静止密封环(270)，该静止密封环包括具有多个齿(320)的第二密封部分(275)。该第二密封部分邻近该第一密封部分(215)设置，以形成禁止该泄露流通过的密封。



1. 一种离心压缩机，它包括：

涡轮，所述涡轮确定有外径并可以关于轴线转动，以提供经压缩的流体流，所述经压缩的流体流的一部分流过所述外径周围以形成泄露流；

伸长部，所述伸长部由所述涡轮延伸并包括第一密封部分，所述第一密封部分具有平均直径，所述平均直径大于或等于所述外径的大约50%；以及

静止密封环，所述静止密封环包括具有多个齿的第二密封部分，所述第二密封部分邻近所述第一密封部分设置，以形成禁止所述泄露流通过的密封。

2. 按照权利要求1所述的离心压缩机，其特征在于，所述第一密封部分包括多个阶梯。

3. 按照权利要求2所述的离心压缩机，其特征在于，所述阶梯的数量与所述齿的数量基本上相等。

4. 按照权利要求2所述的离心压缩机，其特征在于，所述多个阶梯中的第一阶梯限定第一阶梯直径，而接续的阶梯中的每一个在泄露流方向上限定的直径小于相邻的上游齿的直径。

5. 按照权利要求4所述的离心压缩机，其特征在于，每个齿的顶端限定顶端直径，且其中所述齿的所述顶端直径在所述泄露流方向上被减小，使得每个齿顶端与相邻的阶梯协同工作，以形成基本上均匀的间隙。

6. 按照权利要求2所述的离心压缩机，其特征在于，每个阶梯包括大致径向延伸的第一部分和大致轴向延伸的第二部分。

7. 按照权利要求1所述的离心压缩机，其特征在于，每个齿在具有轴向分量和径向分量的方向由所述静止密封件延伸。

8. 一种离心压缩机，它包括：

涡轮，所述涡轮确定有外径并可以关于轴线转动，以提供经压缩的流体流，所述经压缩的流体流的一部分流过所述外径周围以形成泄露流；

伸长部，所述伸长部由所述涡轮延伸并包括第一密封部分，所述第一密封部分沿泄露流方向具有多个阶梯，所述多个阶梯中的第一阶梯具有第一直径，每个接续的阶梯的直径小于相邻的上游阶梯的直径；以及

静止密封环，所述静止密封环包括具有多个齿的第二密封部分，每个齿邻近所述多个阶梯中的其中一个阶梯设置，以形成多个禁止所述泄露流通过的密封点。

9. 按照权利要求 8 所述的离心压缩机，其特征在于，所述阶梯的数量与所述齿的数量基本上相等。

10. 按照权利要求 8 所述的离心压缩机，其特征在于，每个齿的顶端限定顶端直径，且其中所述齿的所述顶端直径在所述泄露流方向上被减小，使得每个齿顶端与相邻的阶梯协同工作，以形成基本上均匀的间隙。

11. 按照权利要求 8 所述的离心压缩机，其特征在于，每个阶梯包括大致径向延伸的第一部分和大致轴向延伸的第二部分。

12. 按照权利要求 8 所述的离心压缩机，其特征在于，每个齿在具有轴向分量和径向分量的方向由所述静止密封件延伸。

13. 按照权利要求 8 所述的离心压缩机，其特征在于，所述多个阶梯和所述多个齿协同工作，以形成平均密封直径，所述平均密封直径大于或等于所述外径的大约 50%。

14. 一种离心压缩机，它包括：

涡轮，所述涡轮确定有外径并可以关于轴线转动，以提供经压缩的流体流，所述经压缩的流体流的一部分流过所述外径周围以形成泄露流；

伸长部，所述伸长部由所述涡轮延伸并包括第一密封部分；

壳体，所述壳体联接于所述涡轮以至少部分地支持所述涡轮用以转动，所述壳体包括第一表面和孔；以及

静止密封环，所述静止密封环包括第二密封部分，联接所述第一表面的第二表面，和与所述孔的接合的对准表面，所述对准表面包括挤压件，所述挤压件响应于与所述孔的接合永久地变形，所述第一表面、所述第二表面、所述孔和所述对准表面协同工作，以将所述第二密封部分邻近所述第一密封部分定位用来形成密封。

15. 按照权利要求 14 所述的离心压缩机，其特征在于，所述第一密封部分包括多个阶梯，而所述第二密封部分包括多个齿。

16. 按照权利要求 15 所述的离心压缩机，其特征在于，所述阶梯的数量与所述齿的数量基本上相等。

17. 按照权利要求 15 所述的离心压缩机，其特征在于，所述多个阶梯中的第一阶梯限定第一阶梯直径，而接续的阶梯中的每一个在泄露流方向上限定的直径小于相邻的上游齿的直径。

18. 按照权利要求 15 所述的离心压缩机，其特征在于，每个齿的顶端限定顶端直径，且其中所述齿的所述顶端直径在所述泄露流方向上被减小，使得每个齿顶端与相邻的阶梯协同工作，以形成基本上均匀的间隙。

19. 按照权利要求 15 所述的离心压缩机，其特征在于，每个阶梯包括大致径向延伸的第一部分和大致轴向延伸的第二部分。

20. 按照权利要求 15 所述的离心压缩机，其特征在于，每个齿在具有轴向分量和径向分量的方向由所述静止密封件延伸。

21. 按照权利要求 14 所述的离心压缩机，其特征在于，所述第一密封部分和所述第二密封部分协同工作，以形成平均密封直径，所述平均密封直径大于或等于所述外径的大约 50%。

22. 按照权利要求 14 所述的静止密封环，其特征在于，其包括具有可选择的厚度的垫片，所述垫片设置在所述第一表面与所述第二表面之间，将所述垫片的厚度选择成确定所述第二密封部分关于所述第一密封部分的轴向位置。

包括密封系统的离心压缩机

相关申请

本申请要求按照美国第 35 U.S.C. sec. 119 在 2005 年 9 月 19 日提交的临时专利申请 No. 60/718440 的优先权，在这里将该申请结合进来作为参考。

技术领域

本发明涉及一种用于离心压缩机的涡轮（impeller）。更具体地说，本发明涉及一种用于离心压缩机的涡轮，它包括在背部的一个密封表面。

背景技术

在离心压缩机，也被称为动力学压缩机，中气体的压缩是基于能量由一组旋转的涡轮叶片转移到气体。传统的离心气体压缩机包括一个静止不动的壳体和在该壳体内的一个涡轮，该涡轮可关于一个轴线旋转。在大致轴向的方向上将气体比如空气引向涡轮叶片的前边缘，并且气体在叶片的后边缘以大致径向的方向出去，典型地进入一个扩压器（diffuser）随后进入一个涡壳（volute）。旋转的叶片通过改变动量或速度提供能量，并且提高气体的压力。随后由于在静止的扩压器和下游的收集系统（例如涡壳）中通过将气体速度降低，与动能相关的气体动量被转变成压力能。与在叶片的前边缘的气体相比，在叶片的后边缘的气体的压力增加了。因为离心压缩机既包括静止不动的部件也包括运动的部件，所以需要密封装置以容纳由涡轮排出的经压缩的气体。

由于涡轮的刚硬度不对称，因旋转造成的与质量有关的主体作用力（mass-related body forces）（例如离心作用力）施加到涡轮上，因而产生方向朝向涡轮的叶片侧的特征位移。

可以通过具有负荷承载能力的一个推力轴承（或止推轴承）吸收作用在包括一个或多个涡轮的轴上的净轴向推力，该轴承的负荷承载能力一般取决于轴承类型，设计，性能和成本。在涡轮运行期间，可能发展出不同的空气动力学诱导的状态，使得净推力的方向可以逆转，因此需

要另外的推力轴承以针对压缩机的周围的静止不动的结构将转子组件保持在适当的轴向位置。

发明内容

在一个实施例中，本发明提供一种离心压缩机，它包括一涡轮，所述涡轮确定有一外径并可以关于一轴线转动，以提供一经压缩的流体流，所述经压缩的流体流的一部分流过所述外径周围以形成一泄露流。一伸长部，所述伸长部由所述涡轮延伸并包括第一密封部分，所述第一密封部分具有平均直径，所述平均直径大于或等于所述外径的大约50%。一静止密封环，所述静止密封环包括具有多个齿的第二密封部分。所述第二密封部分邻近所述第一密封部分设置，以形成禁止所述泄露流通过的密封。

在另一实施例中，本发明提供一种离心压缩机，它包括一涡轮，所述涡轮确定有一外径并可以关于一轴线转动，以提供一经压缩的流体流，所述经压缩的流体流的一部分流过所述外径周围以形成一泄露流。一伸长部，所述伸长部由所述涡轮延伸并包括第一密封部分，所述第一密封部分沿泄露流方向具有多个阶梯。所述多个阶梯中的第一阶梯具有第一直径，每个接续的阶梯的直径小于相邻的上游阶梯的直径。一静止密封环，所述静止密封环包括具有多个齿的第二密封部分，每个齿邻近所述多个阶梯中的其中一个阶梯设置，以形成多个禁止所述泄露流通过的密封点。

在又一实施例中，本发明提供一种离心压缩机，它包括一涡轮，所述涡轮确定有一外径并可以关于一轴线转动，以提供一经压缩的流体流，所述经压缩的流体流的一部分流过所述外径周围以形成一泄露流。一伸长部，所述伸长部由所述涡轮延伸并包括第一密封部分。一壳体，所述壳体联接于所述涡轮以至少部分地支持所述涡轮用以转动。所述壳体包括第一表面和孔。一静止密封环，所述静止密封环包括第二密封部分，联接所述第一表面的第二表面，和与所述孔的接合的对准表面，所述对准表面包括挤压件，所述挤压件响应于与所述孔的接合永久地变形。所述第一表面、所述第二表面、所述孔和所述对准表面协同工作，以将所述第二密封部分邻近所述第一密封部分定位用来形成密封。

对于本领域技术人员而言，通过阅读下面的详细描述，权利要求书

和附图将会清楚本发明的其它特点和优点。

附图说明

图 1 是实施本发明的流体压缩系统的穿过转动轴线取的剖视图；

图 2 是图 1 的流体压缩系统的涡轮的放大剖视图；

图 3 是图 2 所示涡轮的一部分的剖视图；

图 4 是图 2 所示涡轮的一部分的另一剖视图；

图 5 是图 1 所示静止密封环穿过转动轴线取的剖视图；

图 6 是图 5 所示静止密封环的两个齿的剖视图；

图 7 是实现本发明的另一种静止密封环的剖视图，该密封环包括从中穿过的流动路径；

图 8 是图 2 的离心压缩机的一部分的剖视图；

图 9 是图 2 的离心压缩机的另一部分的剖视图；

图 10 是先有技术涡轮的压力分布的示意图；以及

图 11 是图 2 所示涡轮的压力分布的示意图。

具体实施方式

在详细地解释本发明的任何实施例之前，应当理解，本发明的应用不限于在下面的描述中叙述的或者在下面的附图所图示出的结构和部件的配置的细节。本发明可以有其它的实施例，并且可以以多种方式实现本发明。同样，应当理解，在这里采用的说法和术语是为了描述的目的，不应该被视为限制。使用“包含”，“包括”或“具有”以及它们的类似词义意味着包括列在后面的那些物品和它们的等价物，以及附加的物品。在任何方法权利要求中具体说明的限制次序并不意味着在那里叙述的步骤或动作必须按那个次序进行，除非在说明中明确地叙述了次序。

图 1 图示出一种流体压缩系统 10，它包括一个原动机（或主驱动机），比如联接到压缩机 20 上的马达 15，且可操作该原动机以产生压缩的流体。在图示出的结构中，采用电动机 15 作为原动机。然而，其它结构可以采用其它的原动机，比如但不限于，内燃机引擎，柴油引擎，燃气涡轮机等。

电动机 15 包括一个转子 25 和一个定子 30，定子形成一个定子孔 35。转子 25 支承成在轴 40 上旋转，并且基本上被定位在定子孔 35 中。

图示出的转子 25 包含永久磁体 45, 它与定子 30 所产生的磁场相互作用, 以产生转子 25 和轴 40 的转动。可以改变定子 30 的磁场, 从而改变轴 40 的旋转速度。当然, 如果愿意, 其它结构可以采用其它类型的电动机 (例如, 同步电动机, 感应电动机, 带电刷的直流电动机等等)。

将马达 15 定位在壳体 50 内, 该壳体对于马达 15 既提供支承, 又提供保护。在壳体 50 的两端设置有轴承 55, 且通过壳体 50 直接或者间接地支承轴承。轴承 55 进而支承着轴 40, 用以实现转动。在图示出的结构中, 采用了磁性轴承 55, 其它轴承 (例如滚柱轴承, 滚珠轴承, 针式轴承等) 也适于使用。在图 1 所示的结构中, 采用了第二轴承 60, 在磁性轴承 55 中的一个或两个失效的情况下提供对轴的支承。

在某些结构中, 一个外套筒 65 围绕着壳体 50 的一部分, 并且在它们之间形成冷却通路 70。一种液体冷却剂 (例如乙二醇, 制冷剂等) 或气体冷却剂 (例如空气, 二氧化碳等) 流过冷却通路 70, 以在工作过程中冷却马达 50。

在壳体 50 的一端可以设置一个电气箱 (或接线盒) 75, 以装放各种部件比如马达控制器, 制动器, 开关以及类似物。马达轴 40 延伸越过壳体 50 的相反那端, 从而以使轴可以连接到压缩机 20 上。

压缩机 20 包括一个进口壳体 80 或进口环, 一个涡轮 85, 一个扩压器 90 以及一个涡壳 95。涡壳 95 包括第一部分 100 和第二部分 105。第一部分 100 装接到壳体 50 上, 以把压缩机 20 的静止部分联接到马达 15 的静止部分上。将第二部分 105 装接到第一部分 100 上, 以形成入口通道 110 和收集通道 115。第二部分 105 也形成一个排放部分 120, 该排放部分包括一个排放通道 125, 该排放通道与收集通道 115 处于流体连通状态, 以由压缩机 20 排放出经压缩的流体。

在图示出的结构中, 涡壳 95 的第一部分 100 包括一个腿 130, 该腿对于压缩机 20 和马达 15 提供支承。在其它结构中, 采用其它部件将压缩机 20 和马达 15 支承在水平位置。在另外的结构中, 采用一个或多个腿或者其它装置将马达 15 和压缩机 20 支承在竖直取向或者任何所希望的取向上。

将扩压器 90 径向上定位于收集通道 115 的里面, 使得由涡轮 85 流出的流体在进入涡壳 95 之前必须通过该扩压器 90。扩压器 90 包括空气动力学表面 135 (例如叶片, 导向叶片, 翅片等), 在图 2 中示出, 这

些表面配置（或布置）成在流体流过扩压器 90 时降低流速并提高流体的压力。

把涡轮 85 联接到转子轴 40 上，使得涡轮 85 与马达转子 25 一起转动。在图示出的结构中，将一个杆 140 通过螺纹与轴 40 接合，并且使一个螺母 145 通过螺纹与杆 140 接合，以把涡轮 85 固定地装接到轴 40 上。涡轮 85 延伸越过支承马达轴 40 的轴承 55，这样，涡轮就以悬臂方式得到支承。其它结构可以采用把涡轮 85 装接到轴 40 上的其它安装方案和支承涡轮 85 的其它支承方案。这样，本发明不应当限于图 1 中示出的结构。进而，尽管图示出的结构包括直接联接到涡轮 85 上的马达 15，但是，其它结构可以采用速度提高装置，比如一个齿轮箱，以使马达 15 可以以比涡轮 85 低的速度运行。

涡轮 85 包括多个空气动力学表面或叶片 150，这些叶片配置成形成一个导入部分 155 和一个导出部分 160。导入部分 155 定位于涡轮 85 的第一端，并且可操作该导入部分在基本轴向的方向上将流体抽吸进涡轮 85 中。叶片 150 使流体加速，并且使流体的方向朝向位于涡轮 85 的相反那端附近的导出部分 160。在至少部分径向的方向上由导出部分 160 排出流体，该导出部分围绕着涡轮 85 伸展 360 度。

涡轮 85 与静止的密封环 270 协同工作，以形成一个密封装置（或密封）。该密封装置设置成降低施加到涡轮 85 的背面上的轴向作用力，从而减小朝向叶片 150 的总的轴向推力。将推力减小到容许使用活性磁性推力轴承（an active magnetic thrust bearing）163，而不使用更传统的推力轴承。磁性推力轴承 163 包括一个推力盘 164，与上面没有提到的密封系统可能必须有的直径相比，推力盘 164 的直径减小。

进口壳体 80 有时被称为进口环，该进口壳体 80 连接到涡壳 95 上，并且进口壳体 80 包括通到涡轮 85 上的一个流动通道 165。涡轮 85 把要被压缩的流体沿流动通道 165 抽吸并抽入涡轮 85 的导入部分 155。流动通道 165 包括一个涡轮接口部分 170，该接口部分的位置靠近涡轮 85 的叶片 150，以减少流体在叶片 150 的顶部上的泄漏。因此，涡轮 85 与进口壳体 80 协同工作，以形成多个基本上封闭的流动通道 175。

在图示出的结构中，进口壳体 80 也包括一个法兰 180，它使管道或者其它的流通部件或其它的保持部件的连接（或装接）变得容易。例如，可以将一个过滤器组件连接到法兰 180 上，且利用该过滤器组件在把要

压缩的流体引导到涡轮 85 之前对流体进行过滤。一个管道可以由该过滤器组件通到法兰 180，以将过滤器之后的系统基本上密封起来，并禁止不想要的流体或污染物进入。

转到图 2，其中更详细地图示出涡轮 85。涡轮 85 包括一个轮毂 181 或本体，它具有前侧面 182 和后侧面 184，叶片由该前侧面伸展，而后侧面 184 与前侧面 182 相对。导入部分 155 基本上为环形，并沿着进口路径 185 将流体抽吸到涡轮 85 中。流体在基本轴向的方向上进入，并且流过在相邻的叶片 150 之间形成的通道 175，到达导出部分 160。导出部分 160 的出口确定涡轮 85 的外径 190。

图 3 图示出涡轮 85 的背面 184，该背面包括一个平衡环 195，一个伸长部 200 以及一个对准部 205。将对准部 205 的尺寸确定成至少部分地配装在作为轴 40 的一部分形成的孔 210 内。这为涡轮 85 提供支承，以防止在轴 40 与涡轮 85 之间出现对不准，这种对不准可能产生不希望出现的震动。在某些结构中，轴孔 210 和对准部 205 包括对准结构（或特征）（例如键槽），这些对准结构帮助实现想要的对准。

平衡环 195 在涡轮 85 的背面 184 上提供附加的材料，为的是在实现平衡过程中使用。可以在选定的径向位置和角度位置由平衡环 195 上去掉一些材料，如对于特定的应用所要求的那样，以使涡轮 85 实现静态平衡和动态平衡。当然，其它的结构以不同的方式设置平衡环 195，或者完全省掉平衡环 195。

伸长部 200 由背面 184 在大致轴向的方向上离开叶片 150 伸展。该伸长部 200 包括第一密封部分 215 和一个内表面 225，第一密封部分包括多个密封表面 220，而内表面在某些结构中可能包括另外的多个密封表面。第一密封部分 215 确定平均径向直径 230，在优选的结构中，该平均径向直径比涡轮 85 的最外直径 190 的大约 50% 大。伸长部 200 的位置将涡轮 85 的背面 184 分成第一环形区域 235 和第二环形区域 240，第一环形区域径向上设于伸长部 200 的外面，并且伸展到涡轮 85 的最外直径 190，而第二环形区域径向上设于伸长部 200 的里面，并且径向内伸展到对准部 205。

图 4 更详细地图示出伸长部 200。围绕着悬臂的伸长部 200 的包络部（或包络线）245 在包括轴线的那个剖面中大致为梯形。在三维尺寸中，伸长部 200 的外包络部包括两个截锥形表面，但是，伸长部 200 的

其它形状也是可能的。多个阶梯 250 形成第一密封部分 215 的多个密封表面 220。每个阶梯 250 包括大致轴向延伸的第一部分 255 和大致径向延伸的第二部分 260，第一部分 255 与第二部分 260 基本上形成一个直角。如在图 4 中所示，最靠近背面 184 的那个轴向延伸的第一表面 255 具有最大的直径，每个接续的轴向表面 255 随着它们离开背面 184 越来越远而直径逐渐减小。换句话说，由最靠近叶片 150 的那个表面 255 开始，按照轴向的次序由轴向表面 225 的相对应的径向尺寸确定的顺序基本上均匀地减小。大致径向的表面 260 与邻近的轴向表面 255 相互连接，以形成多个密封表面 220。在优选的结构中，轴向表面 255 在轴向长度上基本上相等，而在任意两个相邻的轴向表面 255 之间的径向变化近似相等。换句话说，径向表面 260 的长度都基本上相等。在其它结构中。可以采用其它的阶梯图案。例如，一种结构采用交替的高部和低部。因此，本发明不应当仅限于图示出的密封表面的图案 220。

在优选结构中，伸长部 200，平衡环 195，对准部 205 以及叶片 150 由单一的均匀材料件整体地形成。当然，其它的结构可以装接多种部件或者用另外方式形成多种部件。

返回到图 2，图示出的结构包括装接到马达壳体 50 上的一个轴承支承壳体 265。该轴承支承壳体 265 至少部分地支承着轴承 55，60，且它也可以支承流体压缩系统 10 的其它静止不动的部件。装接到该轴承支承壳体 265 上的静止的密封环 270 包括第二密封部分 275，该第二密封部分的位置邻近形成密封件（或密封）280 的第一密封部分 215。如关于图 11 将更详细地讨论的那样，密封件 280 最好是一个迷宫型的密封件。

图 5 比在图 2 中所示的更详细地图示出静止密封环 270。静止密封环 270 包括第二密封部分 275，一个法兰 285，多个螺栓孔 290 以及一个对准表面 295。法兰 285 配装成贴靠基本径向的平面表面 298 上，以把静止密封环 270 定位在所希望的轴向位置。在优选结构中，使一个垫片 300（在图 2 中示出定位于法兰 285 与径向的平面表面 298 之间，该垫片具有可选择的厚度或者可调整的厚度，以设定静止密封环 270 的轴向位置。螺栓 305（在图 2 中示出）穿过螺栓孔 290，且将静止密封环 270 装接到轴承支承壳体 265 或者其它的静止部件上。

对准表面 295 配装在一个孔 310 中，该孔形成为轴承支承壳体 265

的一部分，并且将该孔的尺寸确定成容纳对准表面 295。在优选结构中，采用轻微的过盈或压配合，以确保静止密封环 170 的位置与轴承支承壳体 265 共轴线。为了适应压配合，对准表面 195 可包括挤压结构（或特征 crush features）315，比如隆起，凹槽，或者其它结构，这些结构使得在组装过程中可比较容易地变形。一旦将轴承支承壳体 265 和静止密封环 270 彼此联接起来，可能发生的相对运动将非常小。为了拆开该组件可以采用起重螺栓（jack bolts）。在采用起重螺栓的结构中，另外的螺纹孔穿过法兰 285，以使得螺栓可以将静止密封环 270 与轴承支承壳体 265 分开。在其它结构中，可以将轴承支承壳体 265 与静止密封环 270 形成为单一部件，或者如果愿意可以形成为多于两个的部件。

如在图 5 中所示，第二密封部分 275 包括多个齿 320，这些齿至少部分地在径向上向内延伸。图 6 更详细地图示出这些齿 320 中的两个齿和它们之间的内腔 323。每个齿 320 的剖面基本上为梯形，在相邻的齿 320 之间和在齿 320 与静止密封环 270 的其余部分之间有大的倒角半径（fillet radiuses）。因此每个齿 320 包括上游侧 325 和下游侧 330，这些侧面至少部分地径向向内延伸，并且终止于顶端表面 335 处。在图示出的结构中，上游侧 325 和下游侧 330 不平行。具体地说，每个齿 320 大致在既有径向分量又有轴向分量的方向上延伸，使得每个齿相对于轴线 332 形成一个倾斜角 331。使每个齿 320 的下游侧 330 相对于轴向方向以近似 45 度的角度取向，且使每个齿 320 的上游侧 325 相对于轴向方向以近似 30 度的角度取向。然而，其它结构可以采用平行的上游侧 325 和下游侧 330，或者采用不是在这里图示出的角度。

顶端表面 335 基本上在轴向的方向上伸展，并且确定顶端半径 340。在图示出的结构中，邻近涡轮 85 的齿 320 的顶端半径 340 为最大，每个相邻的齿 320 的顶端半径 340 随着该齿 320 离开涡轮 85 越远而逐渐变小，换句话说，由在轴向上最靠近叶片 150 的齿 320 开始，按照轴向的次序由顶端表面 335 的相对应的径向尺寸 340 确定的顺序在轴向上减小。在优选的结构中，每个顶端表面 335 的半径 340 的改变近似等于多个轴向阶梯表面 255 的半径的改变。在其它结构中，齿 320 具有尖锐的边缘尖端或者刀刃尖端（或顶端），而不是在这里图示出的轴向表面 335。在另一些结构中，采用倒圆的顶端。

图 7 图示出静止密封环 345 的另一种结构，它与图 5 的静止密封环

270 类似，但是附加地包括一个流动通道 350。流动通道 350 将静止密封环 345 分成高压部分 355 和低压部分 360，且该流动通道特别适于在想要隔绝被压缩的流体的应用中使用。可以在流动通道 350 引入压力比在流动通道 350 的入口处的预期的压力要高的气体。该高压气体将禁止被压缩的流体流过流动通道 350。相反，被引入的气体将流过密封环 345 的低压部分 360。替代地，可以将低压作用在流动通道 350 上，使得正被压缩的流体流过高压部分 355，并且通过低压部分 360 抽吸入空气。空气和正被压缩的流体在流动通道 350 中混合，并且由系统 10 将该混合物抽出。

图 8 更详细地图示出完成的迷宫式密封件 280。在图示出的结构中，每个顶端表面 335 与轴向表面 255 之一对准，以形成一个径向密封点 365，其在顶端表面 335 与轴向表面 255 之间具有一个狭窄的间隙 370。此外，某些结构可以使齿 320 的位置邻近径向延伸的表面 260，以形成一个轴向密封点 375。在其它结构中，可以采用其它的配置（或布置）。例如，可以将多个齿 320 定位于共同的轴向表面 255 上。替代地，可以采用直的齿。

迷宫式密封件 280 提供了适当的密封，而在转动部件与静止部件之间没有不希望出现的接触。如果在无意中出现了这样的接触，相对较窄的齿 320 将对于摩擦和加热提供非常小的表面面积。此外，密封表面 335, 255 中的一个表面或两个表面可以由一种弹性材料或者一种可研磨的材料制成，以进一步降低如果出现不希望的接触时损坏涡轮 85 或静止密封环 270 的可能性。

在运行中，将电力提供给马达 15，以产生轴 40 和涡轮 85 的转动。随着涡轮 85 转动，将要被压缩的流体抽吸到进口壳体 80 中，并且进入涡轮 85 的导入部分 155 中。涡轮 85 将流体由接近零的速度加速到在导出部分 160 的高速度。此外，涡轮 85 在导入部分 155 与导出部分 160 之间产生压力的增加。

在流过涡轮 85 之后，流体进入扩压器 90。扩压器 90 作用在流体上，以使流体的速度降低。这种速度的降低将流体流动的动能转变成位能或者高压。现在的高压流体流出扩压器 90，并且通过入口通道 110 进入涡壳 95。随后，高压流体进入收集通道 115，该收集通道收集来自围绕入口通道 110 的任何角度位置的流体。随后，收集通道 110 引导高压流体

通过排放通道 125 离开涡壳 95。一旦由涡壳 95 排放出来,可以使流体通到几个不同的部件,这包括但不限于干燥系统、中间阶段的(或中级)热交换器,另外的压缩机,储存罐,使用者,空气使用系统等。

参见图 9,其中可以看出,在旋转的涡轮 85 与静止不动的扩压器 90 之间设有一个空间 380。尽管希望使这个空间 380 变小,但是,某些被压缩的流体围绕涡轮 85 泄漏、通过这个空间 380 并到达涡轮的背面 184 将是不可避免的。这股高压泄漏流 385 径向向内流动,直到它达到迷宫式密封件 280 为止。为了通过迷宫式密封件 280,泄漏流必须在每个顶端表面 335 与邻近齿 320 的径向和轴向表面 255,260 之间通过。泄露流 385 首先必须加速,流过在齿 320 与相应的径向和轴向表面 255,260 之间形成的狭窄间隙 370 或开孔。在流过这些狭窄的间隙 370 之后,泄露流 385 就暴露给相邻的齿 320 之间的相对较大的内腔 323,并且快速膨胀充填该内腔 323。该膨胀过程不是很有效,且将产生一系列蜗旋和涡流,这些涡流将使流体的压力稍微降低。此外,涡轮 85 的旋转会迫使流体径向向外进入内腔 323 的底部,并离开下一个密封件开孔 370,该密封件开孔在径向上设于前一个密封件开孔 370 的里面。随着泄露流 385 流过每个齿 320,这个过程继续,直到泄露流 385 最后以仅稍微比大气压力(或者压缩系统 10 的环境压力)高一点的压力流出迷宫式密封件 280 为止。

一股冷却空气流 390 流过马达 15 和轴承 55,60,并进入涡轮 85 与轴承支承壳体 265 之间的空间。冷却空气 390 的压力也稍稍高于大气压力(或环境压力),并且其压力最好稍微高于由迷宫式密封件 280 流出的泄漏流 385 的压力。两股流 385,390 相互混合,并且通过在壳体 50 中形成的口 395 流出系统。通过把冷却空气 390 保持在比泄漏流 385 稍微高一点的压力,系统 10 禁止热泄漏流 385 的不希望泄露流进入马达 15。此外,把在涡轮 85 与轴承支承壳体 265 之间的间隙空间保持为一个小的数值,以进一步禁止热泄漏流 385 经过进入轴承 55,60 和马达 15。

伸长部 200 的定位也帮助使运行过程中涡轮 85 所产生的推力负荷达到平衡。图 10 图示出先有技术涡轮 400,它包括在轴上的标准密封件(或密封)配置。因为对于给定的径向间隙在轴处的流动面积比在较大直径处对于相同的径向间隙的流动面积小,所以一般采用轴密封件。在

运行过程中，涡轮 400 的最内前边缘就暴露给稍微比涡轮 400 的进入压力高一点的压力。当流体流沿着涡轮运动时，压力以基本上线性的方式增加。在涡轮的出口（出口段）压力处于它的最高水平（在通过扩压器和涡轮之前）。因此，涡轮 400 的前部暴露给一个压力梯度 405，该压力梯度随着离开转动轴线的径向距离增加。

流出涡轮 400 的高压流体的一部分围绕涡轮 400 的外径流到背部。在先有技术的涡轮 400 的背部除了轴密封件以外没有任何机构来降低泄漏流的压力。这样，整个背部就暴露给高压流体。因此，背面经受在整个面积上基本均匀的压力梯度 410。这产生朝向入口的净推力，如箭头 415 所表示的那样。

转到图 11，为了进行比较图示出本发明的涡轮 85。施加在涡轮 85 的前侧 182 上的压力和压力梯度 420 基本上与图 10 的先有技术涡轮 400 的相同。然而，伸长部 200 的设置于背侧 184 上产生了不同的压力梯度 425。如可以看到的，高压泄漏流仅施加到在径向上位于伸长部 200 外面的第一环形部分 235 上。随着流体流过迷宫式密封件 280，压力降低，使得在涡轮 85 背侧 184 的其余部分上施加低得多的压力（接近大气压力或环境压力）。尽管净轴向推力，如箭头 430 所表示的那样，仍然朝向进口段 155，但是推力的数值大大减小。推力减小使得可以采用较小的推力轴承，这将消耗较少的动力，并且较少经受过度的加热。

尽管图示出的结构采用伸长部 200，该伸长部定位成使净轴向推力的方向保持成如在图 10 和 11 中图示出的那样，但是应该很容易清楚，可以改变伸长部 200 的位置，调节推力负荷的大小，并且如果愿意可以使推力负荷的方向相反。

应当注意，压缩系统 10 的其它配置可以暴露给不是大气的压力环境，或者在不是大气的压力区域中工作。例如，多级压缩系统可以采用几个阶段，在这样的系统中，迷宫式密封件 280 的出口所处的压力比大气压力高得多。而且，本发明不应当仅限于在这里描述的压力数值。

因此，本发明其中提供了一种压缩系统 10，它包括静止的密封环 270，该密封环至少部分地形成一个密封系统，该密封系统配置成能够改进压缩系统 10 的性能。在下面的权利要求书中叙述了本发明的各种特点和优点。

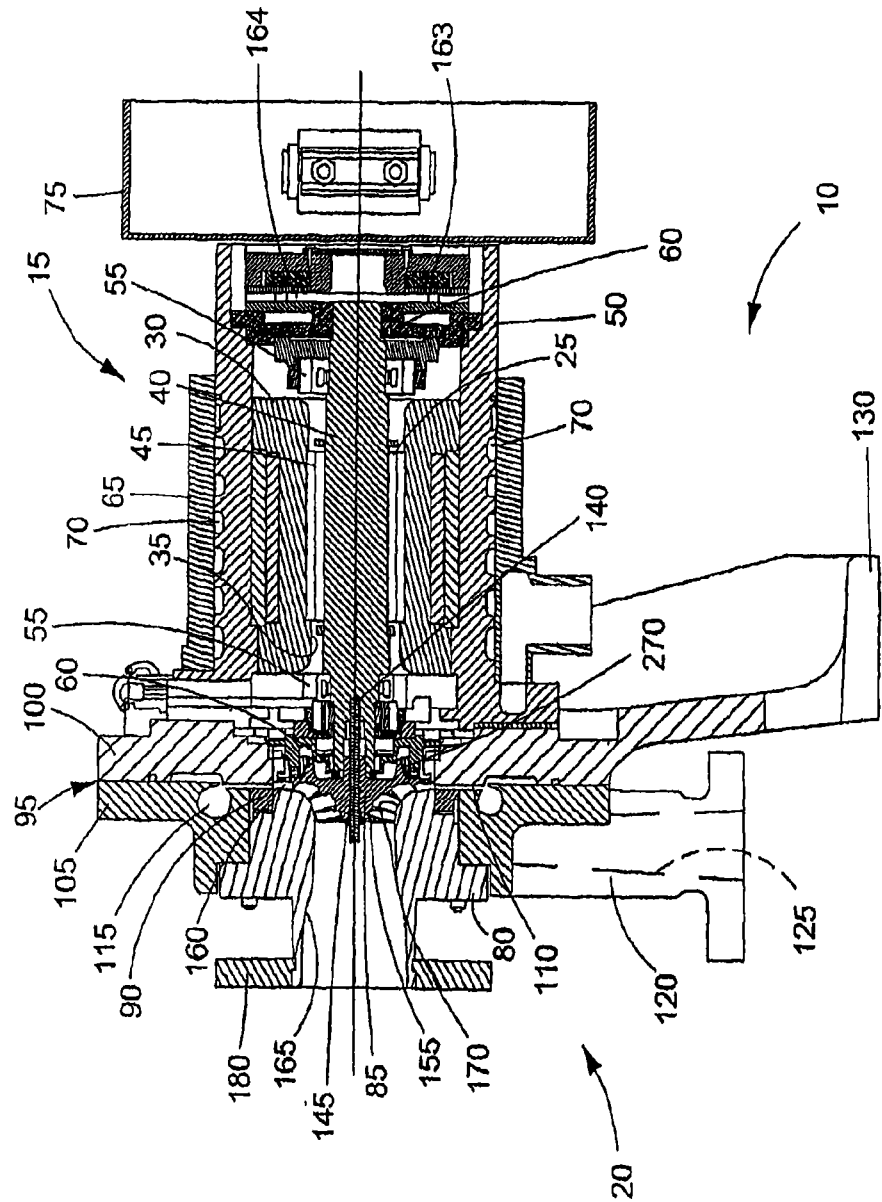


图 1

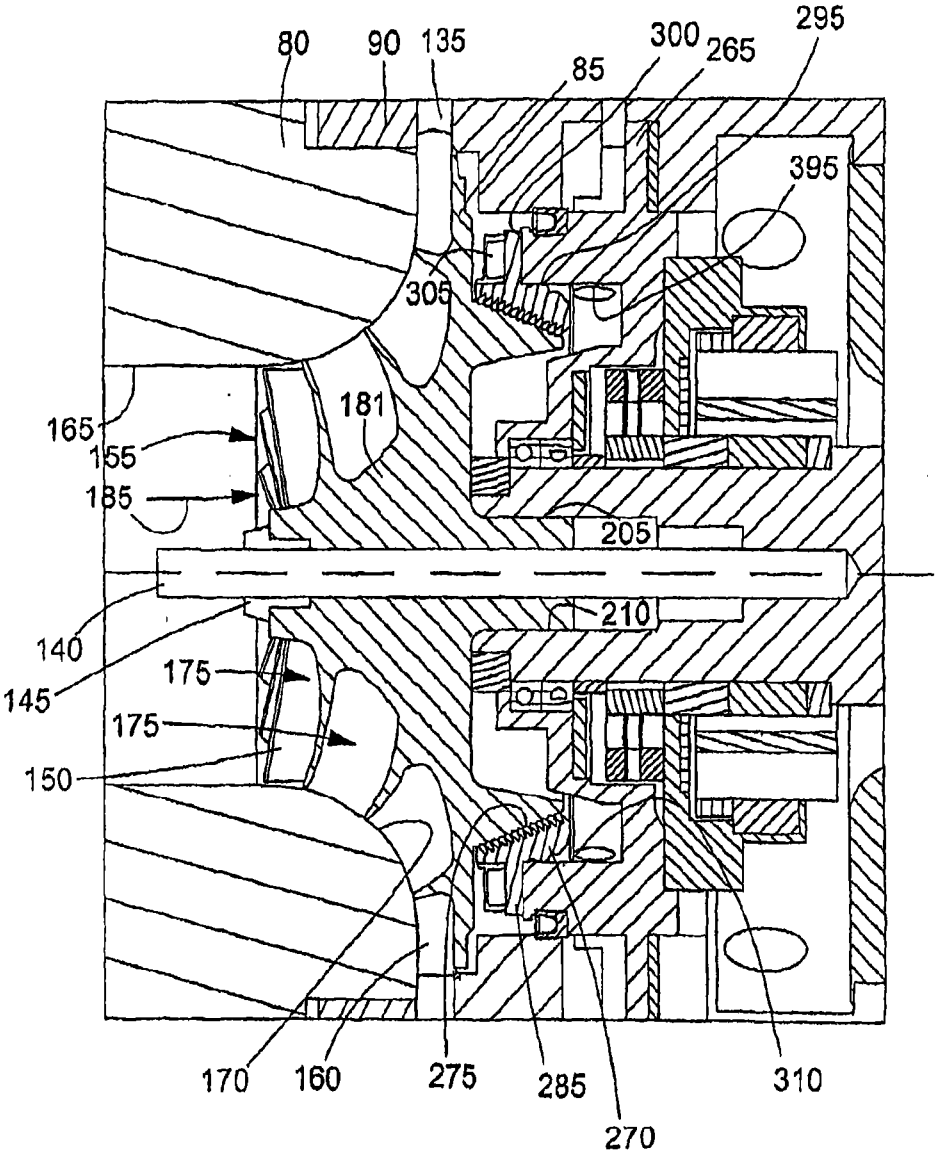


图 2

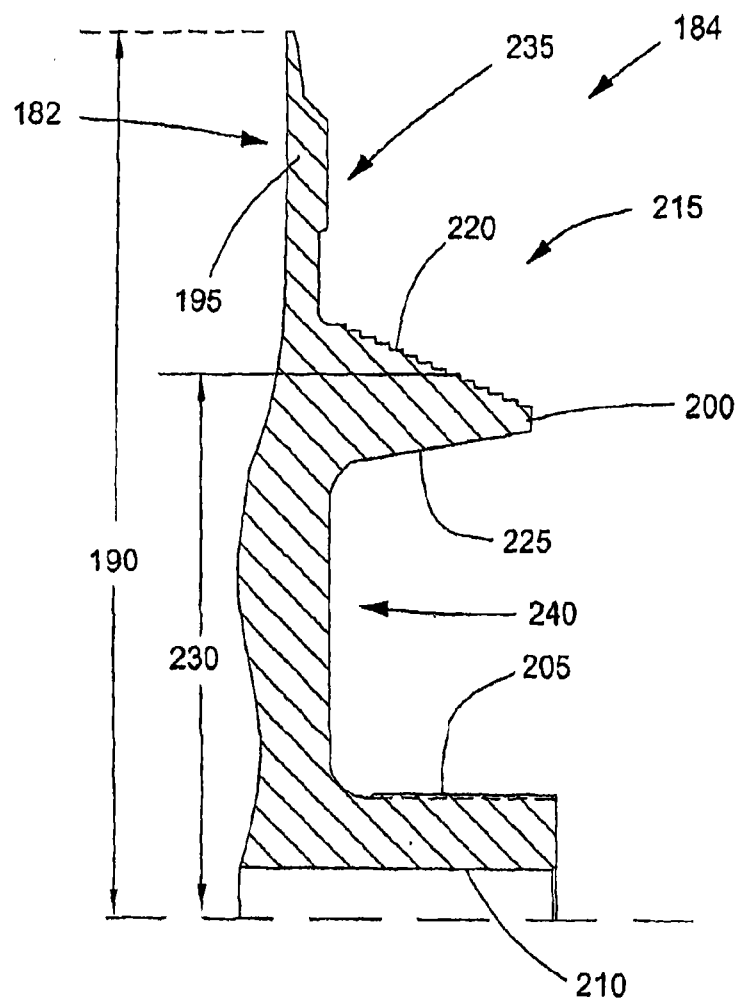


图 3

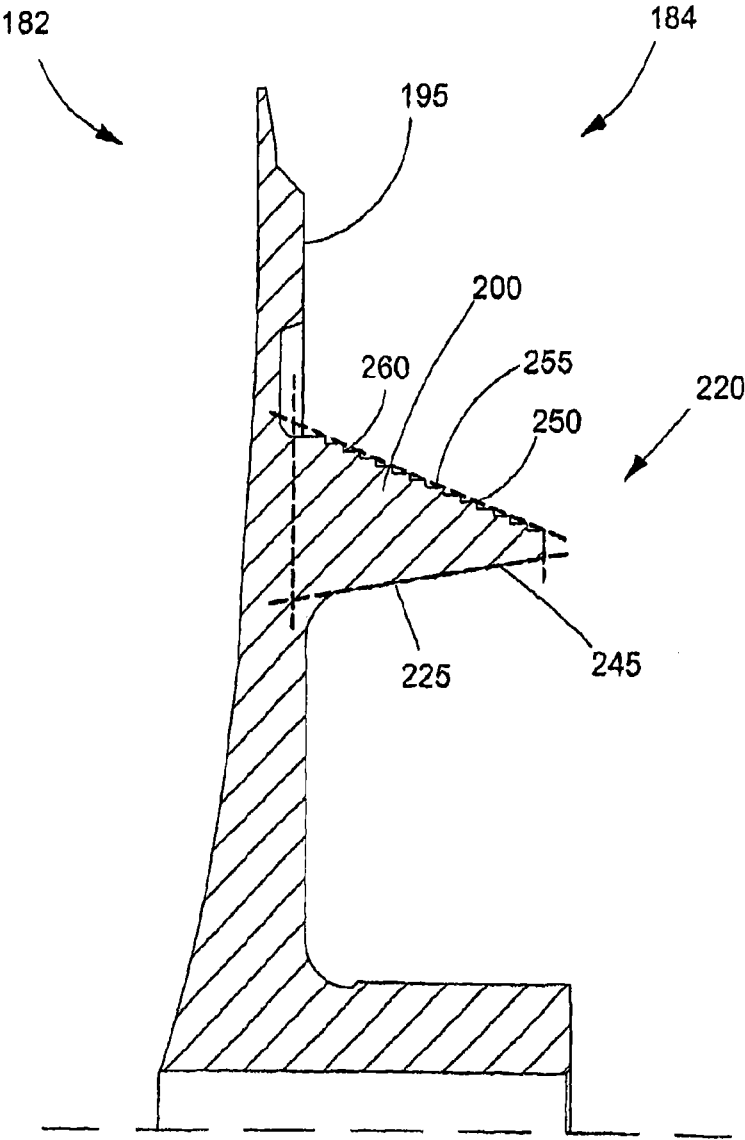


图 4

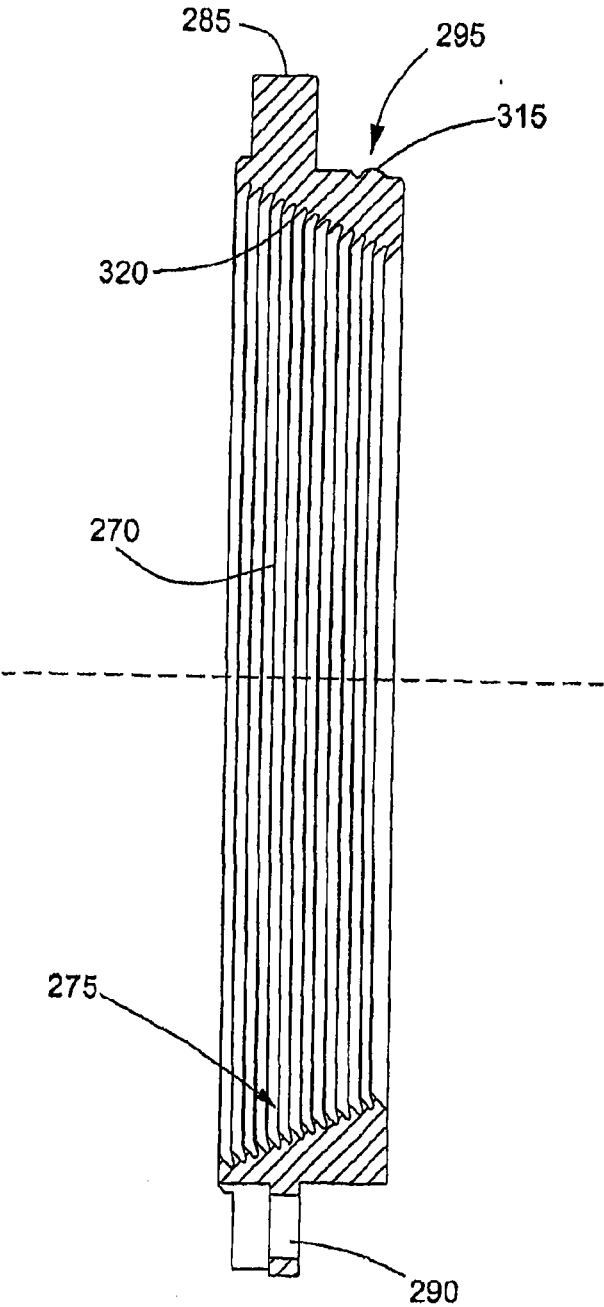


图 5

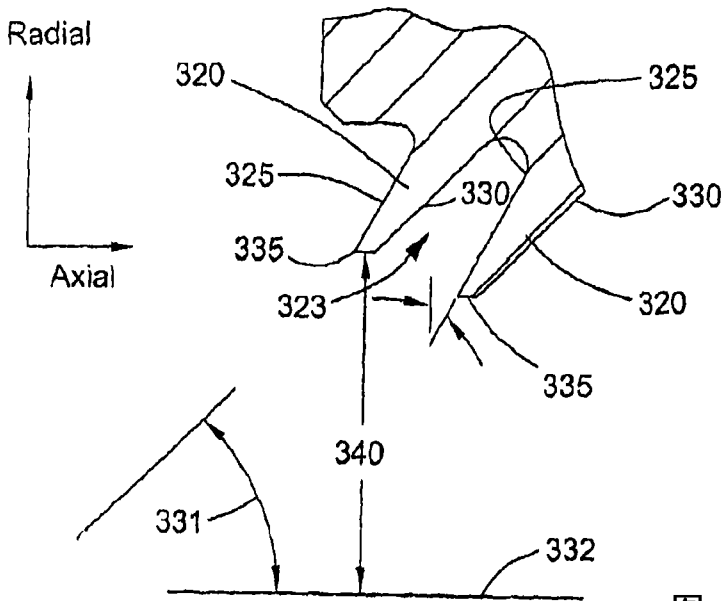


图 6

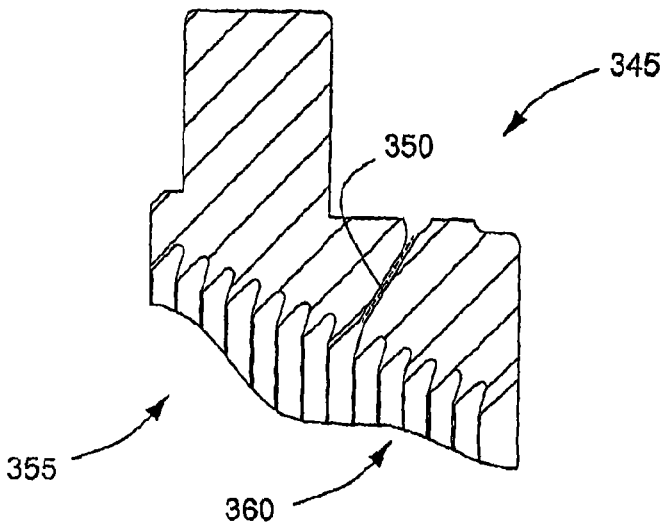


图 7

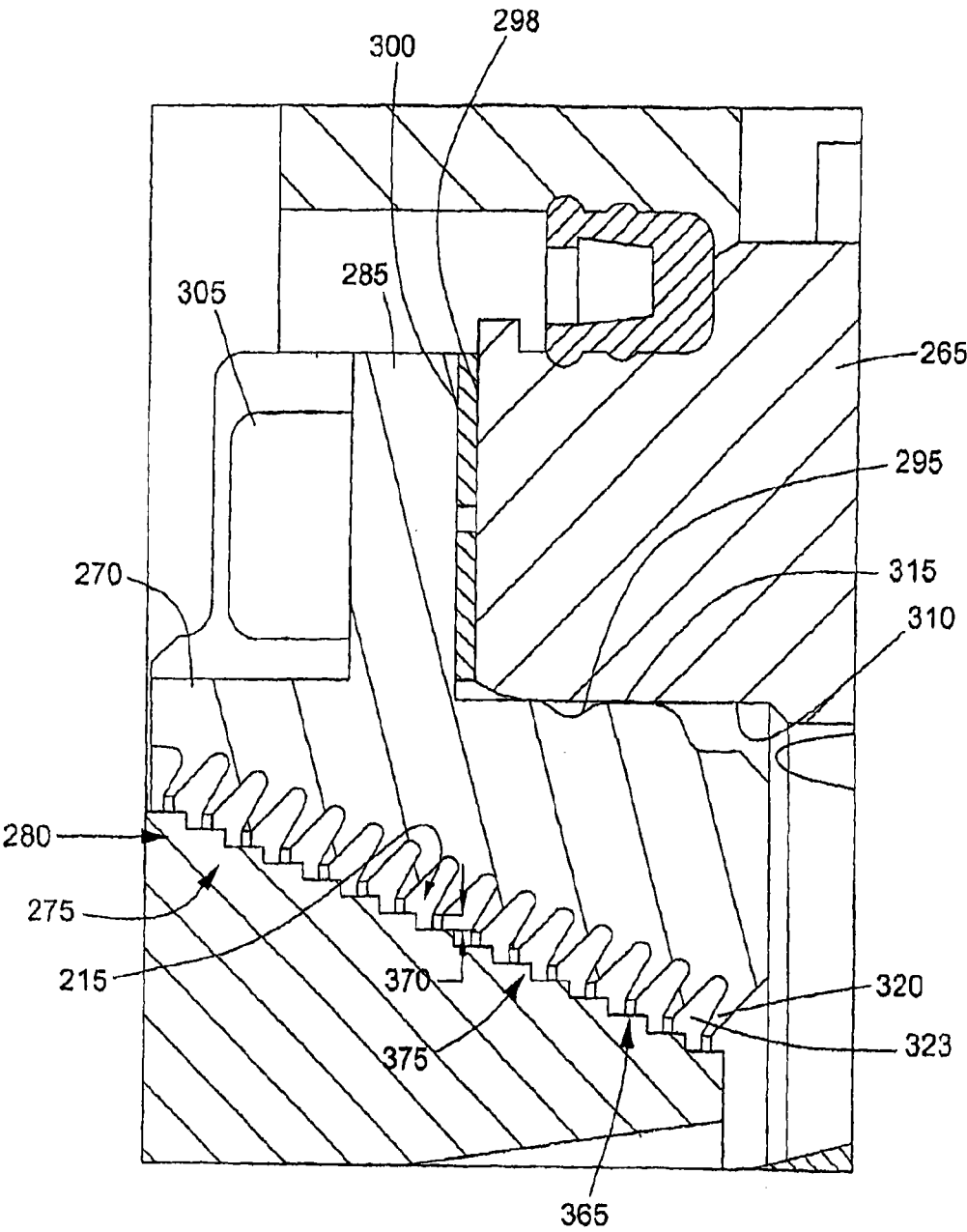


图 8

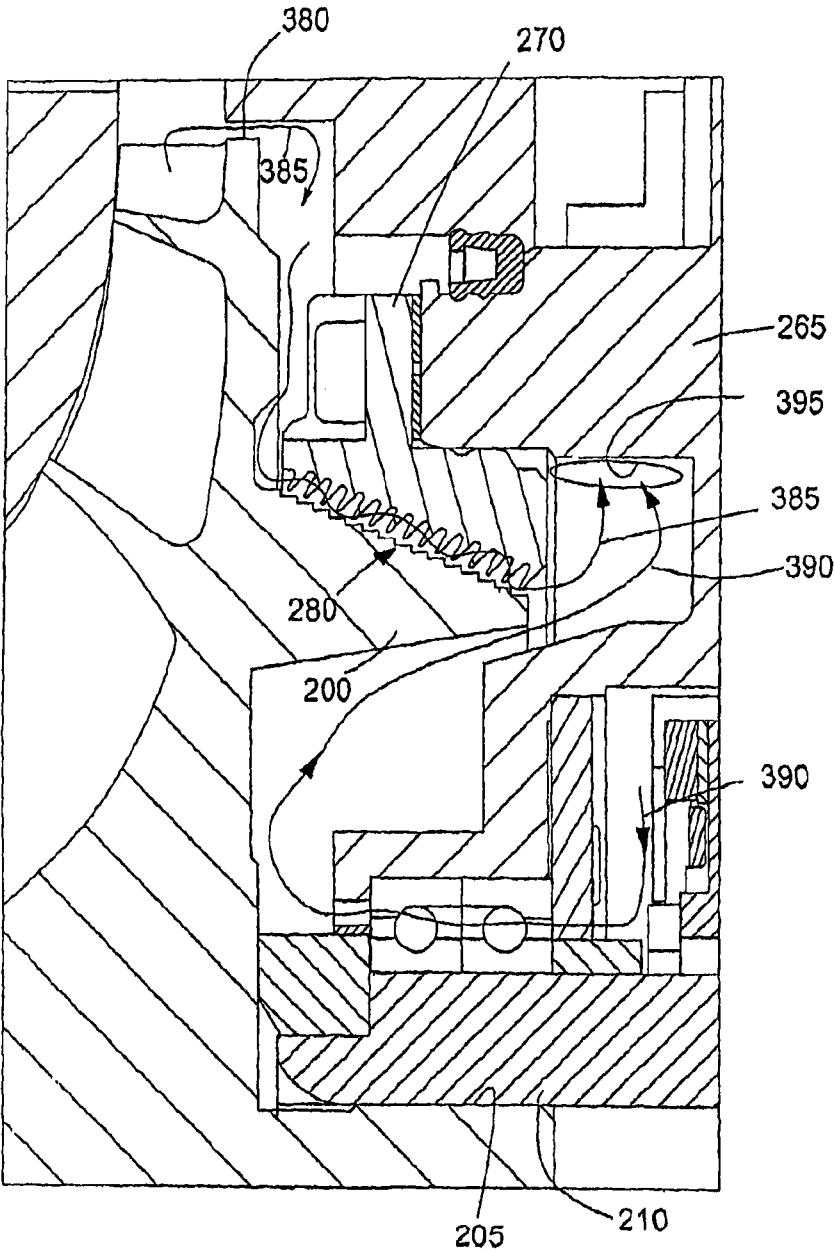


图 9

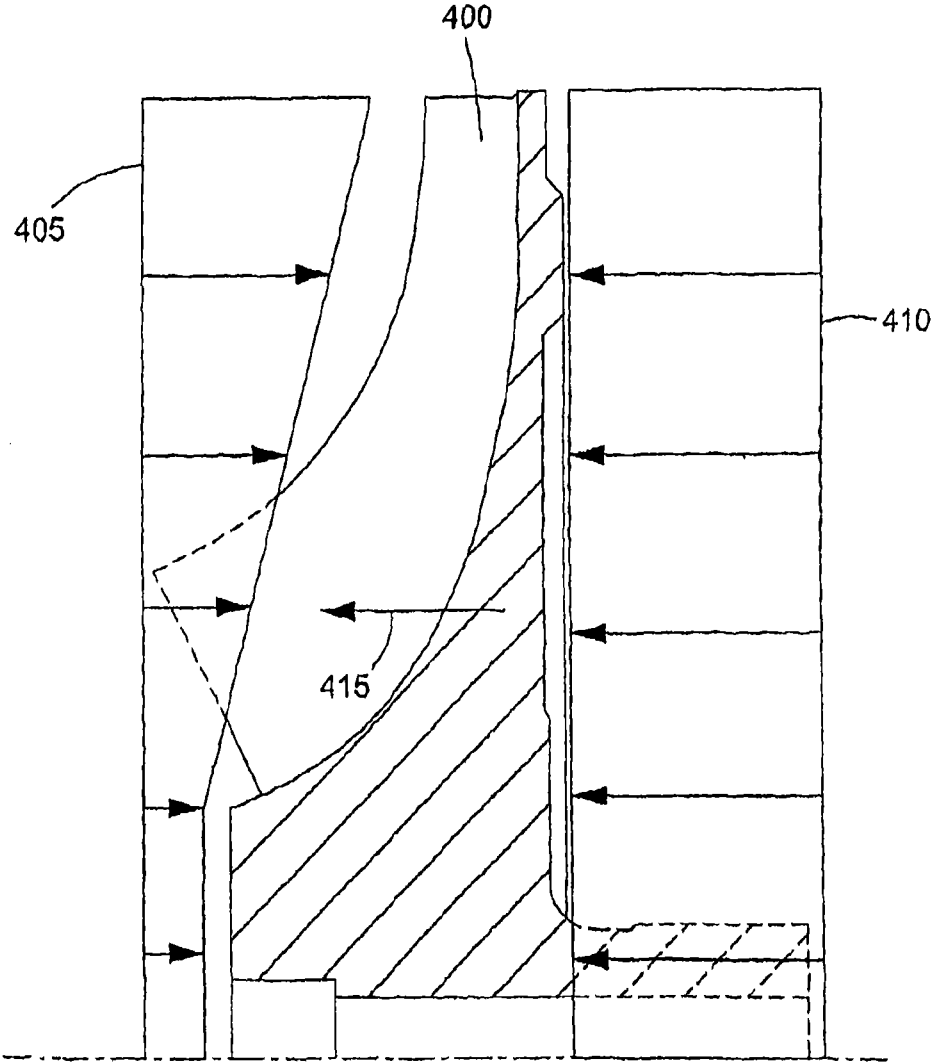


图 10

(现有技术)

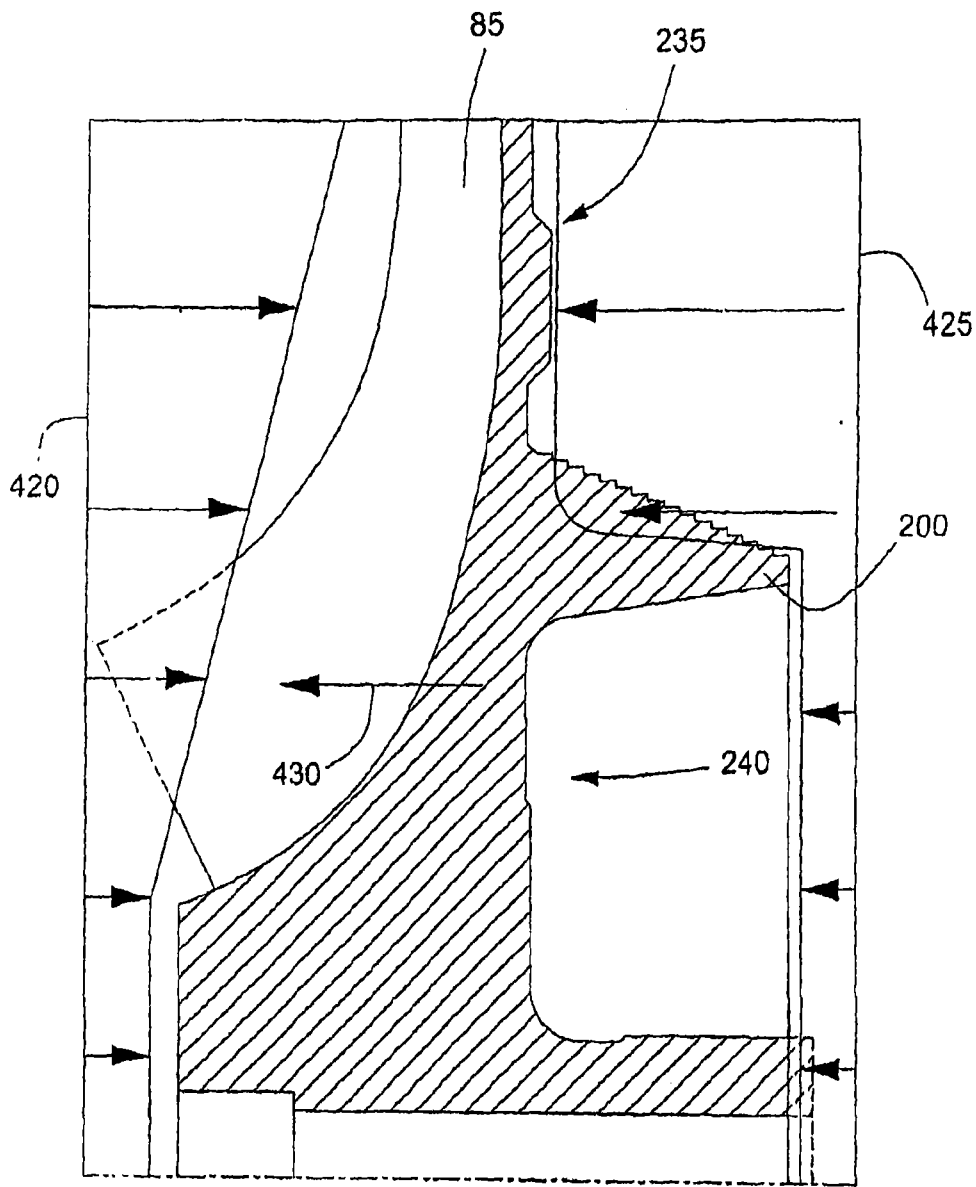


图 11