



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101351647 B

(45) 授权公告日 2011.05.18

(21) 申请号 200680049928.2

(22) 申请日 2006.12.28

(30) 优先权数据

60/755,252 2005.12.30 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008.06.30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2006/049417 2006.12.28

(87) PCT申请的公布数据

W02007/079137 EN 2007.07.12

(73) 专利权人 英格索尔-兰德公司

地址 美国新泽西州

(72) 发明人 R·A·斯肯菲蒂

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

72001

代理人 温大鹏

(51) Int. Cl.

F04D 29/46 (2006.01)

F04D 29/58 (2006.01)

F04D 29/70 (2006.01)

(56) 对比文件

US 3014639 B, 1961.12.26, 全文.

GB 674689 A, 1952.06.25, 全文.

US 2004/055740 A1, 2004.03.25, 全文.

US 6039534 A, 2000.03.21, 说明书第4栏第55行至第6栏第65行、附图2-7.

EP 0331902 A2, 1989.09.13, 全文.

US 4087197 A, 1978.05.02, 说明书第4栏第5行至第24行、附图7.

US 5553997 A, 1996.09.10, 说明书第1栏第37行至第48行、附图1.

WO 02/095237 A1, 2002.11.28, 全文.

审查员 任志安

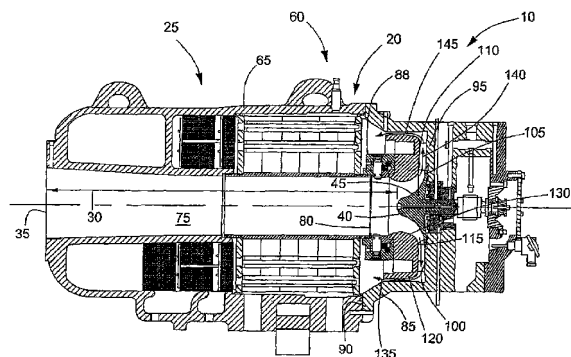
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 9 页

(54) 发明名称

用于离心式压缩机的齿轮传动进口导向叶片

(57) 摘要

一种压缩机组件,其具有被定位成利于流体通过的流体进口。所述压缩机组件包括限定了压缩机进口的压缩机壳体和至少部分地在所述压缩机壳体内被可旋转地支撑的叶轮。所述叶轮包括导入部分。流体处理构件被布置成邻近压缩机壳体且处于所述压缩机进口和导入部分之间,且进口叶片组件被布置成邻近压缩机进口且包括多个叶片。每个叶片可在第一位置和第二位置之间运动以控制通向叶轮的流量。



1. 一种压缩机组件,具有被定位成利于流体通过的流体进口,所述压缩机组件包括:
在第一端处限定了压缩机进口的压缩机壳体;
至少部分地在所述压缩机壳体内被可旋转地支撑的叶轮,所述叶轮包括导入部分,所述叶轮被定位成邻近所述压缩机壳体的第二端,所述第二端与所述第一端相对;
流体处理构件,所述流体处理构件被布置成邻近压缩机壳体且处于所述压缩机进口和导入部分之间;和
进口叶片组件,所述进口叶片组件被布置成邻近所述压缩机壳体的与所述压缩机进口相对的所述第二端且包括多个叶片,每个叶片可在第一位置和第二位置之间运动以控制通向叶轮的流体量。
2. 根据权利要求 1 所述的压缩机组件,其特征在于,所述流体处理构件为冷却器和水气分离器中的一个。
3. 根据权利要求 2 所述的压缩机组件,其特征在于,还包括第二流体处理构件,所述第二流体处理构件被布置成邻近压缩机壳体且处于压缩机进口和导入部分之间,所述第二流体处理构件为冷却器和水气分离器中的另一个。
4. 根据权利要求 1 所述的压缩机组件,其特征在于,每个叶片基本上为三角形,且包括两个基本上为线性的侧面。
5. 根据权利要求 4 所述的压缩机组件,其特征在于,每个侧面包括上游斜面和下游斜面,且其中上游斜面和下游斜面的尺寸不相等。
6. 根据权利要求 1 所述的压缩机组件,其特征在于,每个叶片包括第一大致平坦表面和与所述第一大致平坦表面相对且平行的第二大致平坦表面。
7. 根据权利要求 1 所述的压缩机组件,其特征在于,还包括多个叶片齿轮,每个叶片齿轮联接到所述多个叶片之一,每个叶片齿轮是可旋转的以使与该叶片齿轮联接的叶片运动。
8. 根据权利要求 7 所述的压缩机组件,其特征在于,还包括联接到每个所述叶片齿轮的环形齿轮,所述环形齿轮是可运动的,以使每个所述叶片齿轮同时运动。
9. 根据权利要求 8 所述的压缩机组件,其特征在于,所述叶片中的一个联接到线性致动器,所述线性致动器可操作以使所述多个叶片中的每一个旋转。
10. 一种压缩机组件,包括:
第一级,所述第一级包括:
第一进口;
可围绕限定了第一轴向方向的第一轴线旋转的第一叶轮;
第一冷却器,所述第一冷却器的至少一部分在轴向上被布置在所述第一叶轮和第一进口之间;和
第一进口叶片组件,所述第一进口叶片组件被定位成邻近第一叶轮并且包括多个叶片,每个叶片可在第一位置和第二位置之间运动;和
第二级,所述第二级包括:
第二进口;
可围绕限定了第二轴向方向的第二轴线旋转的第二叶轮;
第二冷却器,所述第二冷却器的至少一部分在轴向上被布置在所述第二叶轮和第二进

口之间;和

第二进口叶片组件,所述第二进口叶片组件被定位成邻近第二叶轮并且包括多个叶片,每个叶片可在第一位置和第二位置之间运动,所述第二级联接到所述第一级,从而流体流进入第一进口,流过第一级,进入第二级。

11. 根据权利要求 10 所述的压缩机组件,其特征在于,每个叶片为大致三角形且包括两个大致线性的侧面。

12. 根据权利要求 11 所述的压缩机组件,其特征在于,每个侧面包括上游斜面和下游斜面,且其中上游斜面和下游斜面尺寸不相等。

13. 根据权利要求 10 所述的压缩机组件,其特征在于,每个叶片包括第一大致平坦表面和与所述第一大致平坦表面相对且平行的第二大致平坦表面。

14. 根据权利要求 10 所述的压缩机组件,其特征在于,还包括多个叶片齿轮,每个叶片齿轮联接到所述多个叶片之一,每个叶片齿轮是可旋转的以使与该叶片齿轮联接的叶片运动。

15. 根据权利要求 14 所述的压缩机组件,其特征在于,还包括联接到每个所述叶片齿轮的环形齿轮,所述环形齿轮是可运动的,以使每个所述叶片齿轮同时运动。

16. 根据权利要求 15 所述的压缩机组件,其特征在于,所述叶片中的一个联接到线性致动器,所述线性致动器是可操作的以使所述多个叶片中的每一个旋转。

17. 一种压缩机组件,所述压缩机组件包括:

压缩机壳体,压缩机壳体限定了邻近第一端的进口和邻近第二端的叶轮部分;

至少部分地由所述压缩机壳体支撑在所述第一端和所述第二端之间的流体处理构件;

进口叶片组件,所述进口叶片组件被定位成邻近第二端并包括设置为限定了流动区域的多个叶片,每个叶片可在第一位置和第二位置之间运动以改变流动区域;和

叶轮,所述叶轮被可旋转地支撑成至少部分地在所述压缩机壳体内,且可操作以将流体流抽吸通过进口和流动区域,并将流体流引向流体处理构件。

18. 根据权利要求 17 所述的压缩机组件,其特征在于,所述流体处理构件为冷却器和水气分离器中的一个。

19. 根据权利要求 18 所述的压缩机组件,其特征在于,还包括第二流体处理构件,所述第二流体处理构件被布置成邻近压缩机壳体且处于所述第一端和所述第二端之间,所述第二流体处理构件为冷却器和水气分离器中的另一个。

20. 根据权利要求 17 所述的压缩机组件,其特征在于,每个叶片为大致三角形且包括两个大致线性的侧面。

21. 根据权利要求 20 所述的压缩机组件,其特征在于,每个侧面包括上游斜面和下游斜面,且其中上游斜面和下游斜面尺寸不相等。

22. 根据权利要求 17 所述的压缩机组件,其特征在于,每个叶片包括第一大致平坦表面和与所述第一大致平坦表面相对且平行的第二大致平坦表面。

23. 根据权利要求 17 所述的压缩机组件,其特征在于,还包括多个叶片齿轮,每个叶片齿轮联接到所述多个叶片中的一个,每个叶片齿轮是可旋转的以使与该叶片齿轮联接的叶片运动。

24. 根据权利要求 23 所述的压缩机组件,其特征在于,还包括联接到每个所述叶片齿轮的环形齿轮,所述环形齿轮是可运动的以使每个所述叶片齿轮同时运动。

25. 根据权利要求 24 所述的压缩机组件,其特征在于,所述叶片中的一个联接到线性致动器,所述线性致动器可操作以使所述多个叶片中的每个旋转。

用于离心式压缩机的齿轮传动进口导向叶片

相关申请数据

[0001] 本申请根据美国法典第 35 篇第 119(e) 条要求 2005 年 12 月 30 日提交的共同待决的美国临时申请第 60/755, 252 号的权益, 并且在此将上述申请的内容全文并入本文作为参考。

技术领域

[0002] 本发明涉及控制离心式压缩机或离心式压缩机级的流量和压力比的进口导向叶片装置。更具体地, 本发明涉及改变通过压缩机或压缩机级流量的可调节的进口导向叶片。

背景技术

[0003] 压缩机, 更具体地是离心式压缩机, 可在宽范围的操作参数上操作。这些参数中的一些的变化可能产生不希望的效率和容量变化。此外, 多级压缩机可操作在如下环境下, 即, 这些压缩机级中的一个或更多操作于不希望的的压力比或者排出流量过多或过少。

发明内容

[0004] 在一个结构中, 本发明提供了一种压缩机组件, 所述压缩机组件具有定位成利于流体通过的流体进口。所述压缩机组件包括限定了压缩机进口的压缩机壳体和至少部分地在所述压缩机壳体内被可旋转地支撑的叶轮。所述叶轮包括导入部分。流体处理构件被布置成邻近压缩机壳体且处于所述压缩机进口和导入部分之间, 而进口叶片组件被布置成邻近压缩机进口且包括多个叶片。每个叶片可在第一位置和第二位置之间运动以控制传到叶轮的流体量。

[0005] 在另一结构中, 本发明提供一种包括第一级的压缩机组件, 所述第一级包括第一进口、可围绕限定了第一轴向方向的第一轴线旋转的第一叶轮、和第一冷却器。所述第一冷却器的至少一部分在轴向上被布置在所述第一叶轮和第一进口之间。第一级也包括第一进口叶片组件, 所述第一进口叶片组件被定位成邻近第一叶轮且可在第一位置和第二位置之间运动。第二级包括第二进口、可围绕限定了第二轴向方向的第二轴线旋转的第二叶轮、和第二冷却器。所述第二冷却器的至少一部分在轴向上被布置在所述第二叶轮和第二进口之间。第二级也包括第二进口叶片组件, 第二进口叶片组件被定位成邻近第二叶轮且可在第一位置和第二位置之间运动。第二级联接到第一级, 从而使得流体流进入第一开口, 流过第一级, 从而进入第二级。

[0006] 在又一结构中, 本发明提供了一种压缩机组件, 所述压缩机组件包括压缩机壳体, 所述压缩机壳体在邻近第一端处限定了进口, 在邻近第二端处限定了叶轮部分。流体处理构件至少部分地由所述压缩机壳体支撑, 而进口叶片组件并定位成邻近第二端并包括设置为限定了流动区域的多个叶片。每个叶片可在第一位置和第二位置之间运动以改变流动区域。叶轮邻近叶轮部分被可旋转地支撑, 且可操作以将流体流抽吸通过进口和流动区域并将流体流引向流体处理构件。

附图说明

- [0007] 图 1 是通过实施本发明的离心式气体压缩机的压缩级的中心线剖切的剖视图；
- [0008] 图 2 是通过现有技术离心式气体压缩机的现有技术压缩级的中心线剖切的剖视图；
- [0009] 图 3 是包括活动进口导向叶片装置的图 1 的压缩级的一部分的透视图；
- [0010] 图 4 是图 1 的压缩级的一部分的透视图,包括联接到图 3 的活动进口导向叶片装置的致动器装置；
- [0011] 图 5 是图 3 的活动进口导向叶片装置的一部分的透视图；
- [0012] 图 6 是包括扩压器的图 3 的活动进口导向叶片装置的一部分的透视图；
- [0013] 图 7 是处于打开位置的图 3 的活动进口导向叶片装置的一部分的透视图；
- [0014] 图 8 是处于闭合位置的图 3 的活动进口导向叶片装置的一部分的透视图；
- [0015] 图 9 是沿图 7 的线 9-9 剖切的图 7 的活动进口导向叶片装置的剖视图；
- [0016] 图 10 是图 3 的进口导向叶片装置的进口导向叶片的前视图；
- [0017] 图 11 是图 10 的进口导向叶片的俯视图；
- [0018] 图 12 是沿图 11 的曲线 12-12 截取的图 10 的进口导向叶片的一部分的放大图；
- [0019] 图 13 是对准螺栓的剖视图；和
- [0020] 图 14 是旋转支撑斜环形齿轮 (bevel ring gear) 的推力球组件的剖视图。

具体实施方式

[0021] 在详细阐述本发明的任何实施例之前,应当理解,本发明在其应用方面并不局限于以下描述说明的或附图图示的部件结构和布局的细节。本发明可具有其它实施例,且能够以各种方式实现或实施。此外,应当理解,本文使用的短语和术语都是出于说明的目的,不应认为是限定性的。本文使用“包括”、“包含”或“具有”及其变型时是要表示拥有其后所列举的项目及其等同物以及其它额外项目。除非另行指明或限定,否则术语“装配”、“连接”、“支撑”和“联接”及其变型均是被广义地使用,包括了直接和间接的装配、连接、支撑和联接。此外,“连接”和“联接”并不局限于物理或机械的连接或联接。

[0022] 图 1 和 2 图示了离心式压缩机 10、15 或离心式压缩机级,其包括内嵌的中间冷却系统 20 和水气分离器 25。具体而言,图 1 图示了实施本发明的压缩机或压缩机级 10,而图 2 图示了现有技术的压缩机或压缩机级 15。当中间冷却离心式压缩机的主要设计要求是要保证紧凑性时,最有效而经济的途径是将压缩机中间冷却系统 20 设计成内嵌于压缩机或压缩机级 10、15,如图 1 和 2 所示。因而,为了适应存在中间冷却系统 20 和水气分离系统 25,在压缩机或压缩机级 10、15 的进口 35 与叶轮 45 的入口或导入部分 40 之间产生了距离 30。

[0023] 应当注意,图 1 和 2 在此被称为图示了压缩机或压缩机级。因而,图 1 和 2 所示的部件可以布置为独立的单级压缩机或可以串连和 / 或并联布置以形成多级压缩机。因此,术语压缩机和压缩机级在本文中可互换使用。

[0024] 在讨论图 1 和 3-13 所示结构之前,有必要先对压缩机的操作进行一些讨论。动态压缩机尤其是离心式压缩机的压缩循环基于从旋转轮叶到气体的动能传递。旋转轮叶通过

改变流体的动量和速度来给予流体动能。然后通过固定的扩压器和下游收集系统中降低气体的速度,可将气体动量转化为压力能。多级离心式压缩机的性能取决于每个压缩级进口处气体的状况和各压缩机级的操作速度。在动态压缩中,在容量和压缩比之间有互相依赖的关系。因此,离心式压缩机中气体容量的变化通常伴随压缩比的变化。此外,离心式压缩机入口处气体温度的变化与进口节流装置的打开和闭合在体积流量和排出压力方面产生相同的效果。

[0025] 压缩机的功能在于向接收系统或处理过程以一定速率和预定排出压力提供所需的气体量。接收系统或处理过程所采用的压缩气体速率至少部分地决定了气体供应的压力。因此,当气体需求下降时,接收系统中的压力增加。因此,优选的压缩机控制器操作以减少被压缩的气体数量,同时还保持对接收系统或处理过程的预定操作压力(排出压力)。

[0026] 响应于处理过程的需求来控制离心式压缩机 15 输出的方案之一是改变第一压缩级叶轮 45 进口处的压力。为了提高多级离心式压缩机的性能,相同的方案也可以应用于任何中间压缩级。控制离心式压缩机容量的一种方法是采用节流装置 50(例如,进口阀),节流装置 50 产生可变的压降。当阀闭合时,产生更大的压降,从而需要压缩机 15 产生较大的压力比以保持排出压力在接收处理过程的指定操作值。因此,对进口进行节流(即,使阀闭合)减少了压缩机 15 的体积容量。单独采用进口节流装置 50 的调节方案在达到压缩机的最大稳定压力前都是可行的。超出该点,可能需要压缩机 15 排出部分上的旁通阀(未示出)来释放过剩流量,以保持处理过程中所需的排出压力,而且不引起压缩机 15 在可达到的最大排出压力附近的不稳定操作。

[0027] 一种现有技术节流装置(未示出)包括单盘,其围绕一条垂直于压缩机进气流轴线的轴线旋转。这种节流装置类似于蝶形阀。包含单旋转盘的阀可用来产生所需的压降。然而,该盘会产生杂乱无章的紊流气体流动模式或图案,这对旋转叶轮 45 的气动性能具有负面影响,尤其是在该阀距离叶轮入口或导入部分 40 仅有几个管直径长时。

[0028] 节流装置 50 更有效的设计包括多个旋转叶片 55,如图 2 所示。节流装置 50 包括多个叶片 55,而且通常被称为进口导向叶片节流装置或 IGV 50。离开进口导向叶片的流体流比单盘节流阀的情况具有更协调的速度分布模式,因而减少了节流过程中固有的不可回收能量的数量。进口导向叶片 50 的其它好处之一在于为离开进口导向叶片装置 50 的气流提供了旋转动量(漩涡),尤其是在叶片的完全闭合和全开位置之间的过渡区域中。此外,叶片 55 的适当的旋转方向也改善了流到叶轮导入部分 40 的流动途径,因而进一步提高了压缩机流动调节的有效性和效率。叶片 55 也可以被超转(over-rotated)通过全开位置,且具有实际上增加了动态压缩机 15 的抽气容量的效果。

[0029] 在图 2 的 IGV 50 的某些结构中,采用了叶片 55 的特定气动轮廓来保持气体的预旋转直到叶轮 45 的入口。这种叶片 55 的横截面轮廓是压缩机流动特性的函数。每个叶片 55 必须被精确地铸造,然后被恰当地加工,以适应进口导向叶片组件 50 的机械要求。然而,这种轮廓的使用极大地增加了 IGV 装置 50 的成本和复杂性。另外,叶片 55 易造成不希望的流动特性(例如失速),而且要对一个特定的操作点进行优化。该优化在压缩机 15 偏离设计点操作时,可能会导致操作显著降级。

[0030] 参见图 1 和 2,在应用单盘进口节流阀的情况下,距离 30 通常不足以允许流动速度模式的变直。因而,由于阀的存在而引起的不协调流态的不利影响仍然会对下游叶轮 45 的

气动性能产生影响。另一方面,距离 30 对于图 2 的 IGV 50 的有效操作来说过长,因为距离 30 会造成流动旋转动量显著损失。

[0031] 因而,具有内嵌于压缩级的中间冷却器 20 的离心式压缩机 15 的结构实际上阻碍了进口导向叶片装置 50 的最优应用,因为装置 50 必须定位为离叶轮入口 40 过远从而利用其全部潜能。

[0032] 图 1 和 3-13 图示了压缩机 10 的各种方案,该压缩机 10 解决了许多与现有技术结构(包括如图 2 所示的结构)有关的问题。在继续进行描述之前,应当理解的是,虽然图 1 和 3-13 被描述为涉及压缩机,但本领域技术人员应当认识到,图 1 和 3-13 可以应用于多级压缩机的一个或更多的级。因此,本发明不应被限制于单级压缩机,也不应限制于多级压缩机。

[0033] 如图 1 所示,压缩机 10 包括具有第一壳体 65 的压缩机壳体 60,第一壳体 65 至少部分地支撑中间冷却器 20 和水气分离器 25。实际上可以采用任何中间冷却器 20 或水气分离器 25,只要它能够基本上布置在所提供的如图 1 所示的空间中。第一壳体 65 也限定了叶轮入口通道 75 的一部分,其中所述叶轮入口通道 75 从压缩机头部进口 35 向导入部分 40 附近的第一壳体出口 80 提供气流。

[0034] 压缩机壳体 60 也包括第二或扩压器壳体 85,第二或扩压器壳体 85 附接到第一壳体 65 且至少部分地支撑进口导向叶片和扩压器组件 88 以及叶轮 45。因而,压缩机壳体 60 包括限定了进口 35 的第一端 90 和与第一端 90 相对的第二端 95。叶轮部分 100 由邻近第二端 100 的压缩机壳体 60 限定,且被定位成允许叶轮 45 邻近其定位。

[0035] 扩压器壳体 85 附接到第一壳体 65,从而使得叶轮 45 以及进口导向叶片和扩压器组件 88 被定位成邻近第一壳体出口 80。该位置允许离开第一壳体的气流在进入叶轮 45 之前至少部分通过进口导向叶片和扩压器组件 88。此外,该位置允许进口导向叶片和扩压器组件 88 以及扩压器壳体 85 共同限定扩压器。

[0036] 叶轮 45 可旋转地联接到为叶轮 45 提供旋转动力的原动机(未示出),如电机或发动机。叶轮 45 包括支撑多个轮叶 110 的盘 105。轮叶限定了导入部分 40 和导出部分 115。导入部分 40 位于叶轮 45 中心处且进行操作以吸入待压缩的流体。当流体流过轮叶 110 时,其速度增加且方向改变,从而使得流体以基本上径向的方向通过导出部分 115 离开。

[0037] 进口导向叶片和扩压器组件 88 包括扩压环 120 和附接到扩压环 120 的进口导向叶片组件 (IGV) 125。扩压环 120 限定入口环轮廓 130,最佳地如图 1 和 6 所示,入口环轮廓 130 与叶轮 45 配合以利于这两个部件之间的有效流动。扩压环 120 的外部与扩压器壳体 85 配合,以至少部分地限定包括径向流动部分 140 和轴向流动部分 145 的扩压器流动路径 135。在一些结构中,如图 5 所示,一连串轴向导向叶片或翅片 150 从外部表面大致径向地延伸或形成外部表面的一部分,以引导扩压器流动路径 135 的轴向流动部分 145 中的流动。如图 5 和 6 所示,这些轴向导向叶片 150 优选具有气动形状,根据需要,也可使用其它形状。在一些结构中,扩压器径向叶片 155 也形成为扩压环 120 的一部分或从扩压环 120 延伸。扩压器径向叶片 155 从扩压环 120 的外部表面轴向延伸,从而以径向方向将离开叶轮 45 的气流引导通过扩压器流动路径 135 的径向流动部分 140。径向叶片 155 和轴向叶片 150 都被布置成限定了扩张的流动路径,当流体流通过叶片时,这种扩张的流动路径减少了流体的流动速度。

[0038] 如图 3 和 5 所示,进口导向叶片组件 (IGV) 125 包括限定了孔 165 的环 160,孔 165 允许气体从第一壳体 65 通向扩压环 120 和叶轮 45。在一种优选结构中,孔 165 被基本上中心地定位,其它位置是可能的。多个平板叶片 170 位于孔 165 内,且可围绕各独立的大致径向的轴线在打开位置和闭合位置之间旋转。当位于闭合位置时,平板叶片 170 在中心 175 附近和叶片 170 外部 180 周围限定了最小流动开口,最小流动开口允许甚至在闭合位置时一些流动通过平板叶片 170。

[0039] 参见图 5,进口导向叶片组件 125 也包括环形齿轮 185、多个叶片齿轮 190、多个叶片轴 195、和多个轴承 200。轴承 200 联接到环 160 且相对于环 160 被固定地支撑。所述多个叶片轴 195 中的每个叶片轴由两个轴承 200 旋转支撑。轴承 200 被布置成使得每个轴 195 围绕径向地延伸通过环 160 中心的轴线旋转。如图 9 所示,优选的结构包括支撑轴 195 且允许围绕相应轴线旋转的自润滑轴颈轴承 200。当然,如果需要,可以采用其它类型的轴承(例如,滚柱轴承、球轴承、滚针轴承、轴衬等)。

[0040] 所述多个叶片齿轮 190 之一由叶片轴 195 中的每个支撑,以致齿轮 190 的旋转使其所附接的轴 195 相应旋转。齿轮 190 被定位成使得每个齿轮都接合环形齿轮 185。因而,环形齿轮 185 的旋转使得每个叶片齿轮 190 和每个轴 195 相应旋转。

[0041] 在一种优选结构中,采用了斜环形齿轮 185 和斜叶片齿轮 190。然而,如果需要,也可采用正齿轮或其它类型的齿轮。之所以优选使用斜齿轮系统是因为需要将旋转运动从第一方向传递到大致垂直于第一方向的第二方向。具体而言,叶片齿轮 190 和叶片轴 195 的旋转方向垂直于齿圈 185 的旋转方向。而且,斜齿轮系统也是自对准的,只要所有的齿轮 185、190 在致动期间保持相互接触即可。

[0042] 斜齿轮 185、190 的使用在每个叶片轴 195 上以及环形齿轮 185 上获得了净推力。支撑每个叶片轴 195 的轴承 200 之一包括推力特征 205,如图 9 所示,该推力特征 205 接合轴 195 的端部以承载推力载荷。当然,其它结构可以包括支撑推力载荷的第三轴承或可以采用与图 9 所示不同的布置。

[0043] 环形齿轮 185 通过多个推力球组件 210 支撑,如图 9 和 14 所示。如图 14 所示,每个推力球组件 210 包括本体 215、偏压构件 220、和球 225。本体 215 可以与环 160 接合,从而使得球 225 与环形齿轮 185 接触。本体 215 包括与环 160 中的孔接合的螺纹或其它接合装置。偏压构件 220(如压缩弹簧)和球 225 被捕获在本体 215 内,以便球 225 的一部分延伸超出本体 215。球 225 接合环形齿轮 185 且支撑环形齿轮 185 以便围绕其轴线旋转。此外,施加给环形齿轮 185 的任何推力载荷由偏压构件 220 调节。

[0044] 应当注意,环形齿轮 185 的轴向预加载优选均匀地分布。然而,制造公差使得这种对准非常困难。为了改进该对准,可以在进口导向叶片 125 组装期间调节推力球组件 210 的轴向位置以改进该对准。此外,由于每个推力球组件 210 配备有偏压球 225,如图 14 所示,使得在阀致动期间可以调节斜环形齿轮 185 的轴向偏移。

[0045] 多个对准螺栓 230 联接到环 160 以进一步协助恰当地定位和支撑环形齿轮 185。如图 13 所示,每个对准螺栓 230 包括接合端部 235 和本体装配部分 240。接合端部 235 与环 160 接合,从而将对准螺栓 230 固定地附接到环 160,以致本体装配部分 240 向外延伸至允许与环形齿轮 185 接合的位置。因而,对准螺栓 230 有助于将环形齿轮 185 定位在恰当的位置,并将环形齿轮 185 支撑在该位置,从而使得环形齿轮 185 可围绕其轴线旋转。在一

些结构中,本体部分 240 包括有助于旋转支撑环形齿轮 185 的轴承(例如,滚柱轴承、滚针轴承、球轴承、轴颈轴承或类似物)。

[0046] 图 13 的对准螺栓 230 在进口导向叶片组件 125 组装期间也是有用的,因为它提供环形齿轮 185 相对于组装在叶片轴 195 上的齿轮 190 的准确位置。

[0047] 参见图 9,进口导向叶片组件 125 也包括组装在每个叶片轴 195 上的两个 O 形环 245,以在进口导向叶片组件 125 的高压侧(邻近扩压器出口)和低压侧(邻近孔 165)之间提供恰当的密封。如果需要,也可以用其它密封装置和机构来代替 O 形环 245 或者与 O 形环 245 结合使用。

[0048] 叶片轴 195 之一是一个延伸轴 250,其径向向外延伸超出其它轴 195,以便于平板叶片 170 连接到致动器组件 255。如图 3 和 4 所示,致动器组件 255 包括致动器 260 以及将致动器 260 和延伸轴 250 互连的连接件 265。在所示结构中,采用了线性液压致动器 260。致动器 260 包括凸轮 270,凸轮 270 从致动器 260 一端延伸且响应于液压流体的受控流动以大致线性方式运动一预定距离。其它合适的致动器 260 包括旋转和线性的气动或气压致动器、旋转和线性的电机、以及其它类似致动器。

[0049] 连接件 265 包括连接臂 275,连接臂 275 包括位于第一端处的槽 280 和位于第二端处的孔 285。孔 285 与延伸轴 250 接合,以致连接臂 275 和轴 250 一致地旋转。槽 280 接合凸轮 270,从而使凸轮 270 的线性运动转化为延伸轴 250 处的旋转运动。

[0050] 转向图 10-12,每个平板叶片 170 为大致三角形的,且包括两个大致线性的侧面 290,侧面 290 向刃形边缘 295 变窄。刃形边缘 295 允许相邻的平板叶片 170 在闭合位置时彼此接触以更好地闭合孔 165。在优选结构中,两个侧面 290 在叶片 170 每一侧面上具有不同的几何形状(最佳地如图 12 所示),以在叶片 170 运动至闭合位置时进一步增强孔 165 的闭合性。具体而言,每一侧面 290 包括尺寸不同的上游斜面 300 和下游斜面 305。总体而言,叶片 170 第一侧面上的上游斜面 300 与叶片 170 第二侧面上的下游斜面 305 尺寸类似。类似地,第一侧面上的下游斜面 305 与第二侧面上的上游斜面 300 尺寸类似。在一个结构中,两个斜面 300、305 中的较大者为大约 5mm 宽(在图 10 中标记为“Y”),而两个斜面 300、305 中的较小者为大约 3mm 宽(在图 10 中标记为“X”)。当然,如果希望,可以采用其它布置和其它侧面 290。

[0051] 继续参考图 10-12,每个三角形叶片 170 包括彼此相对且平行的两个大致平坦的表面 310、315。虽然可以采用更加符合空气动力学形状,但是使用平板叶片 170 可以极大地减少叶片 170 的成本,同时对性能的影响最小。

[0052] 每个平板叶片 170 附接到相应的叶片轴 195,叶片轴 195 径向延伸通过环 160 以将叶片 170 附接到环 160。叶片轴 195 附接在三角形叶片 170 的基部附近,从而当叶片 170 组装到环 160 中时,一个顶点向内朝孔 165 中心延伸。

[0053] 通过将进口导向叶片组件 125 与压缩机级扩压器组件集成,如图 1 所示,在此所示的结构解决了进口导向叶片组件 125 离叶轮导入部分 40 定位太远的问题。这允许恰当连接入口通道 75 与叶轮进口 40,而不需要对该级组件的剩余部件进行额外的变动。

[0054] 操作中,进口导向叶片组件 125 通过螺栓连接或者以其它方式联接到扩压环 120,如图 1 所示。该组件 88 继而联接到扩压器壳体 85,使得其被定位成邻近叶轮 45。当叶轮 45 开始旋转时,待压缩的气体沿叶轮入口通道 75 吸入。气体通过进口导向叶片组件 125 流

入叶轮 45。叶轮 45 增加了气体速度且将气体引向扩压器流动路径 135。叶轮 45 和扩压环 120 共同限定了多个半闭合流动路径,气体流过叶轮 45 时将经过这些路径。

[0055] 当气体流过扩压器流动路径 135 时,流动速度降低,而压力和温度则相应增加。然后,在将气体引向使用点或另一压缩机级之前,气体流过冷却器 20 和水气分离器 25。

[0056] 每个压缩机或压缩机级 10 由一个或更多的控制系统控制,控制系统来监测该系统的各种参数(例如,级进口压力、级出口压力、进口温度、出口温度、流动速度、体积流率等),并根据具体系统的需要使用这一数据来调节进口导向叶片 170。为了调节进口导向叶片 170,对应于期望致动器位置的信号被发送给致动器 260。例如,信号可表示致动器 260 应当处于其 50% 行进位置。致动器 260 运动至对应于信号的位置,从而改变了凸轮 270 的位置。可以采用反馈机构(例如,位置传感器、LVDT、RVDT 等)来确保凸轮 270 运动至期望位置。当凸轮 270 运动时,线性运动通过连接件 295 传递给延伸叶片轴 250。当延伸叶片轴 250 旋转时,与环形齿轮 185 接合的叶片齿轮 190 旋转,从而旋转环形齿轮 185。如所讨论的,推力球组件 210 和对准螺栓 230 共同支撑环形齿轮 185 以便进行旋转并且支撑旋转期间产生的所有推力载荷。

[0057] 环形齿轮 185 的旋转使得其余叶片齿轮 190 相应旋转,这继而会使附接到各独立叶片轴 195 的叶片 170 旋转。因而,多个叶片 170 中的每个叶片会同时旋转。气流通过叶片 170 时可能会产生漩涡。与现有技术的装置相比,漩涡并未减少,因为导向叶片 170 被定位成直接邻近叶轮进口 40。因而,采用本文公开的装置不会损失漩涡的积极流动效应。

[0058] 在某些操作状态下,希望完全闭合进口导向叶片 170。然而,当叶片 170 处于完全闭合位置时,确保通过进口导向叶片组件 125 的气体具有最小流量是特别重要的。该最小流量是确保压缩机级充分冷却所必须的。如图 3 和 5 所示,在进口导向叶片 170 处于完全闭合位置时,仍设置有小流动区域(包括孔 175)。此外,也在环 160 和叶片 170 之间设置环形开口,以确保即使在叶片 170 闭合时也能具有适当的流量。

[0059] 仅数量有限的气流会通过处于完全闭合位置的进口导向叶片组件 125,因而显著地减少了在未加载操作期间压缩机的动力消耗。为了实现该预定目的以确保当叶片 170 处于完全闭合位置时仅最小量的气体通过进口导向叶片组件 125,要仔细地设计叶片 170 的几何形状,如图 10-12 所示。在图 10-12 中可看到叶片 170 侧面 290 上的非对称斜面特征。非对称斜面确保了相邻叶片 170 能够彼此接触且完全闭合,从而在倾斜表面之间建立局部密封。此外,每个叶片的前缘处(即,刃形边缘 295)的锥形特征利于叶片 170 和引入气流之间相互的气动作用。

[0060] 总之,在此所示的装置允许进口导向叶片节流组件 125 被定位在带有内嵌中间冷却器 20 的动态压缩机设计中的离心式叶轮 45 的导入部分 40 的最优邻近处。装置 125 采用了由对准和减摩轴承特征增强的斜齿轮系统。

[0061] 虽然前文将本发明描述为包括进口导向叶片组件 125,而该进口导向叶片组件 125 控制了具有内嵌于压缩级的冷却器 20 的离心式压缩机的容量,但是也可利用其它类型压缩机或其它压缩机装置实现其它应用。

[0062] 进口导向叶片节流组件 125 可在内部靠近带有内嵌中间冷却器 20 的离心式压缩机中的叶轮 45 安装,可以是压缩机扩压器系统的一个整体部分,且可以与压缩机中间冷却器系统 20 接口。

[0063] 一个进口导向叶片装置 125 的结构和功能可包括垂直分离的壳体或环 160、通过连接到凸轮或连接机构 265 的线性致动器 260 在外部进行操作的斜齿轮系统、和连接到单叶片 170 的轴组件,其中单叶片 170 即在其上施加外部转矩的驱动叶片。施加给驱动叶片的旋转运动然后通过斜齿轮系统同步地传递给其它叶片。进口导向叶片组件 125 还包括径向和推力轴承特征,以在组装期间对准斜齿轮系统且在该装置操作期间保持恰当的齿轮功能;和带有特定几何特征的许多同步操作的平板叶片 170 以允许在组件 125 处于完全闭合位置时具有最优的密封并且与引入的流体产生符合相互的气动作用。进口导向叶片组件 125 还包括支撑每个叶片 170 的自润滑轴颈轴承 200 和衬垫系统;以及应用于每个叶片 170 且包括两个 O 形环 245 的密封系统,这两个 O 形环 245 恰当地就位于每个叶片轴 195 上加工的凹槽中。

[0064] 因而,除了其它事情之外,本发明提供了可调节的导向叶片组件 125。可调节的导向叶片组件 125 位于叶轮 45 和中间冷却器 20 之间且被制成压缩级扩压器的一部分。

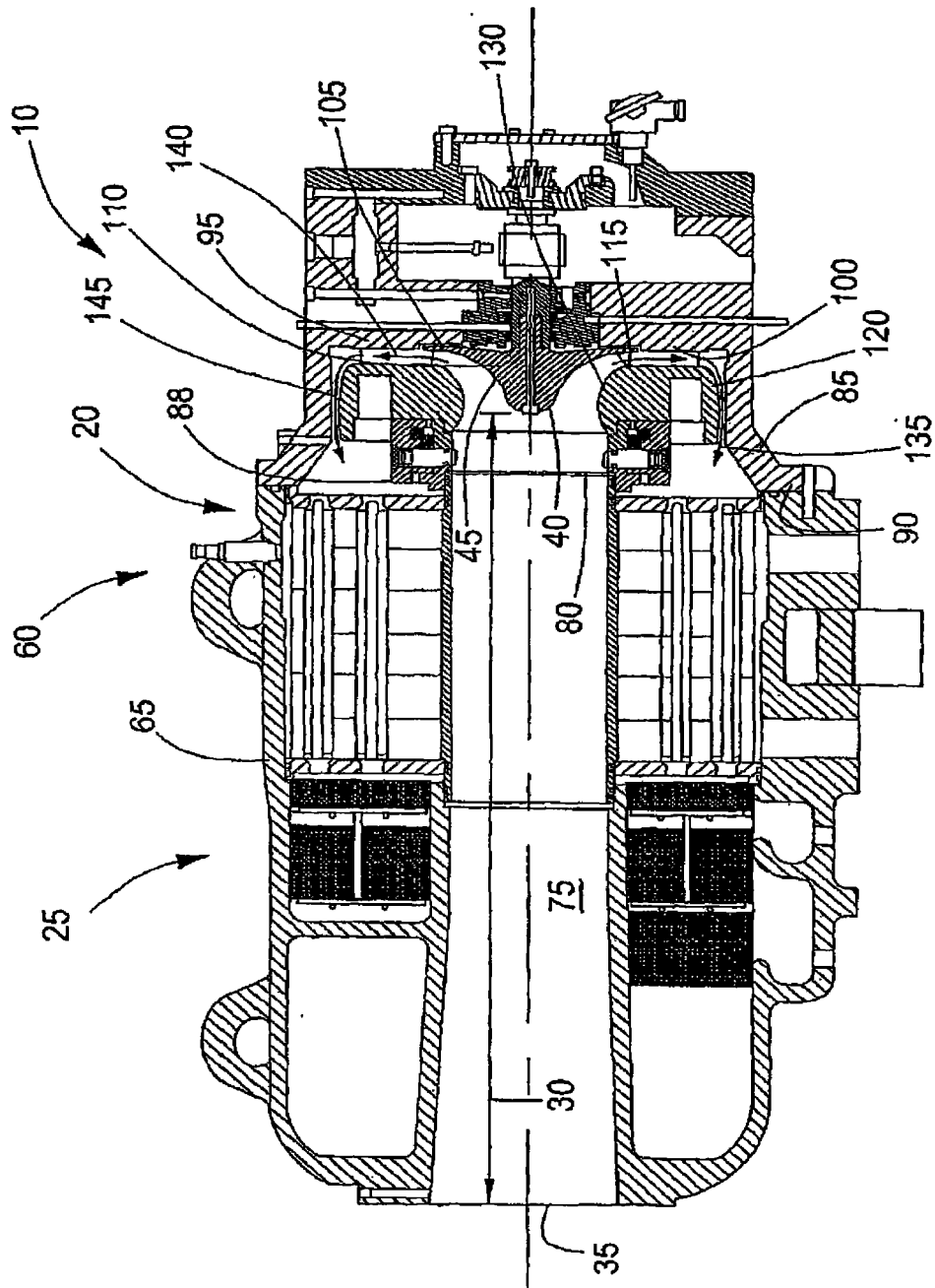


图 1

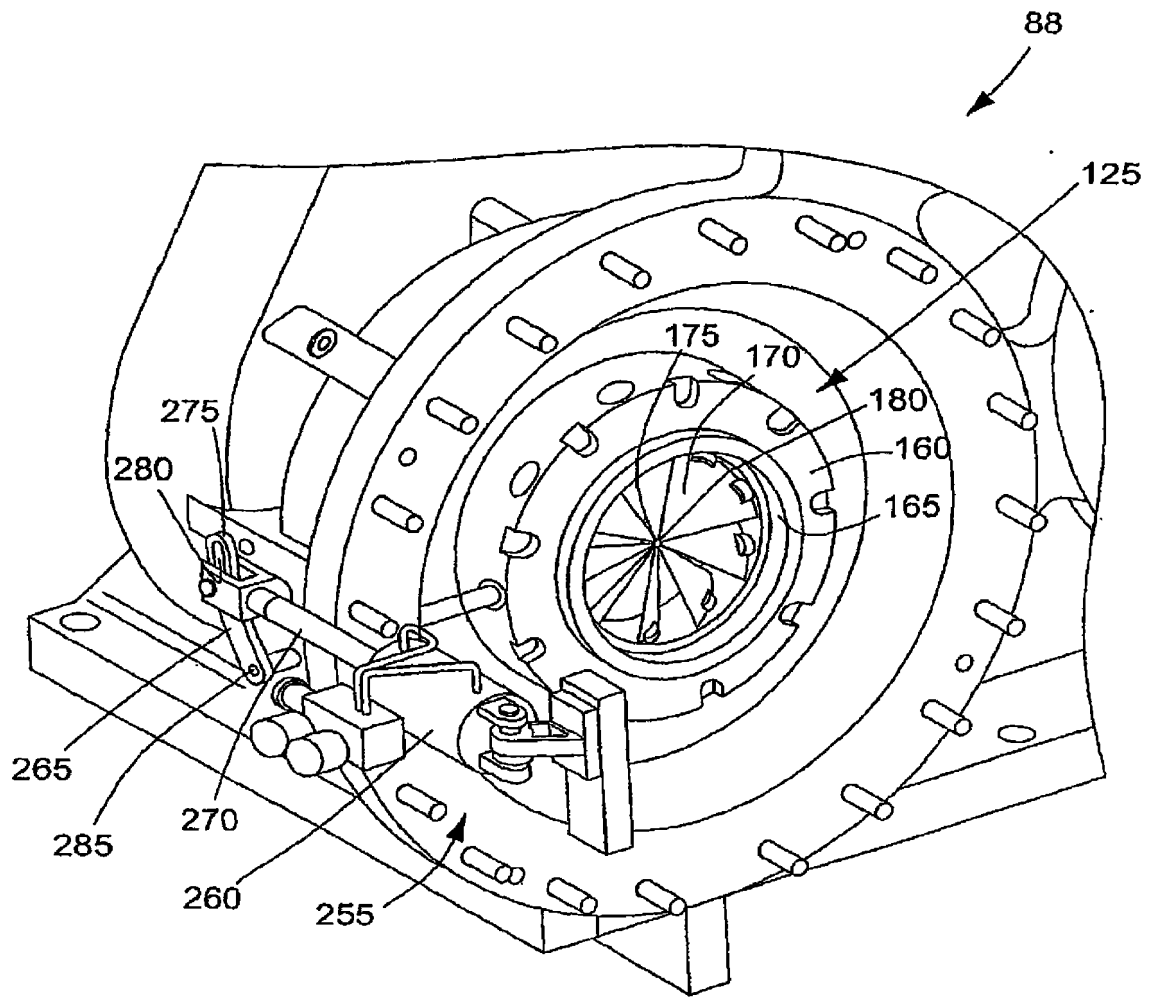


图 3

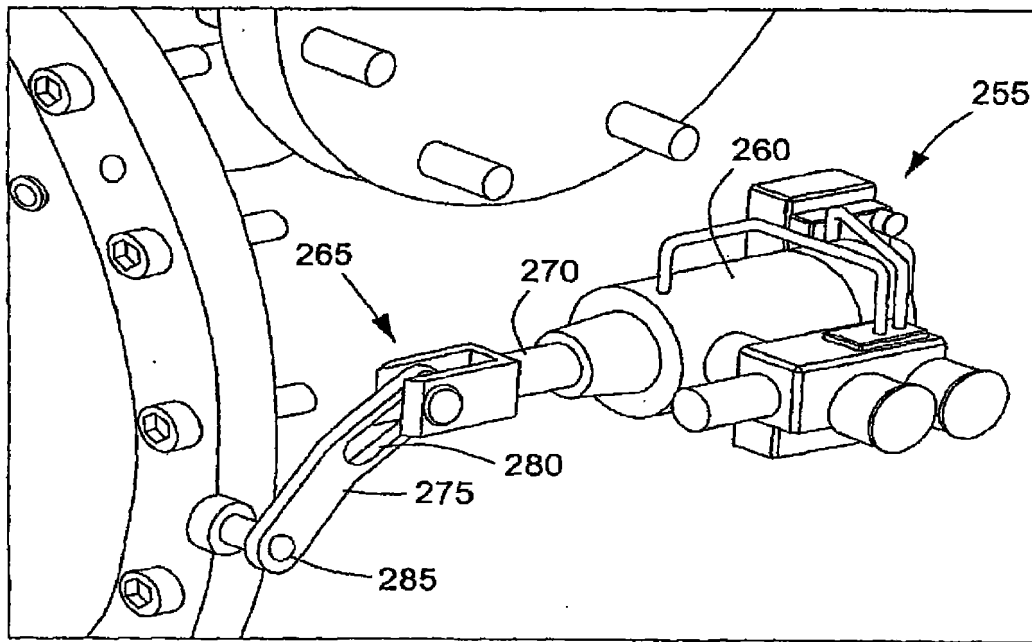


图 4

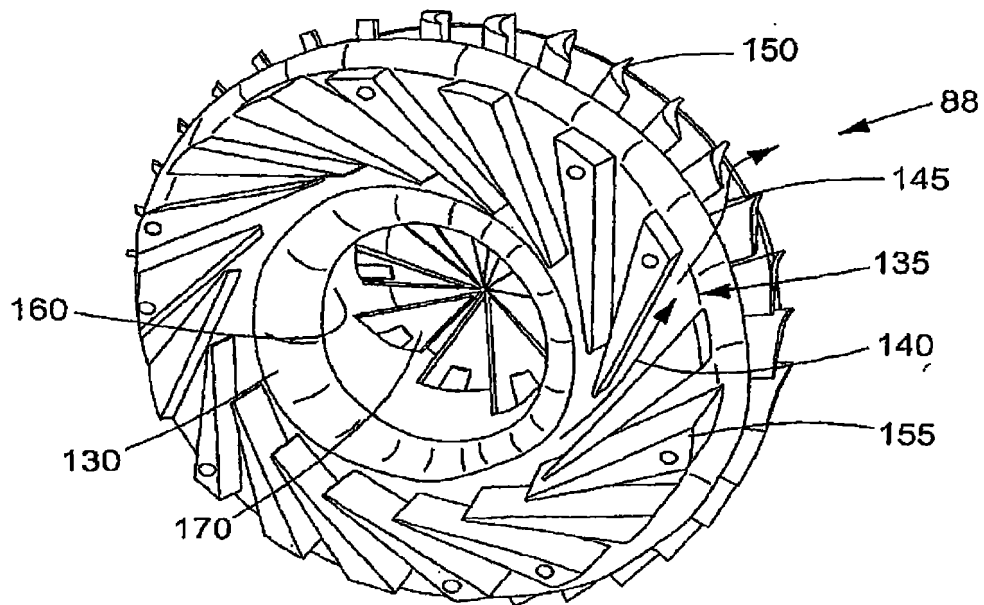


图 6

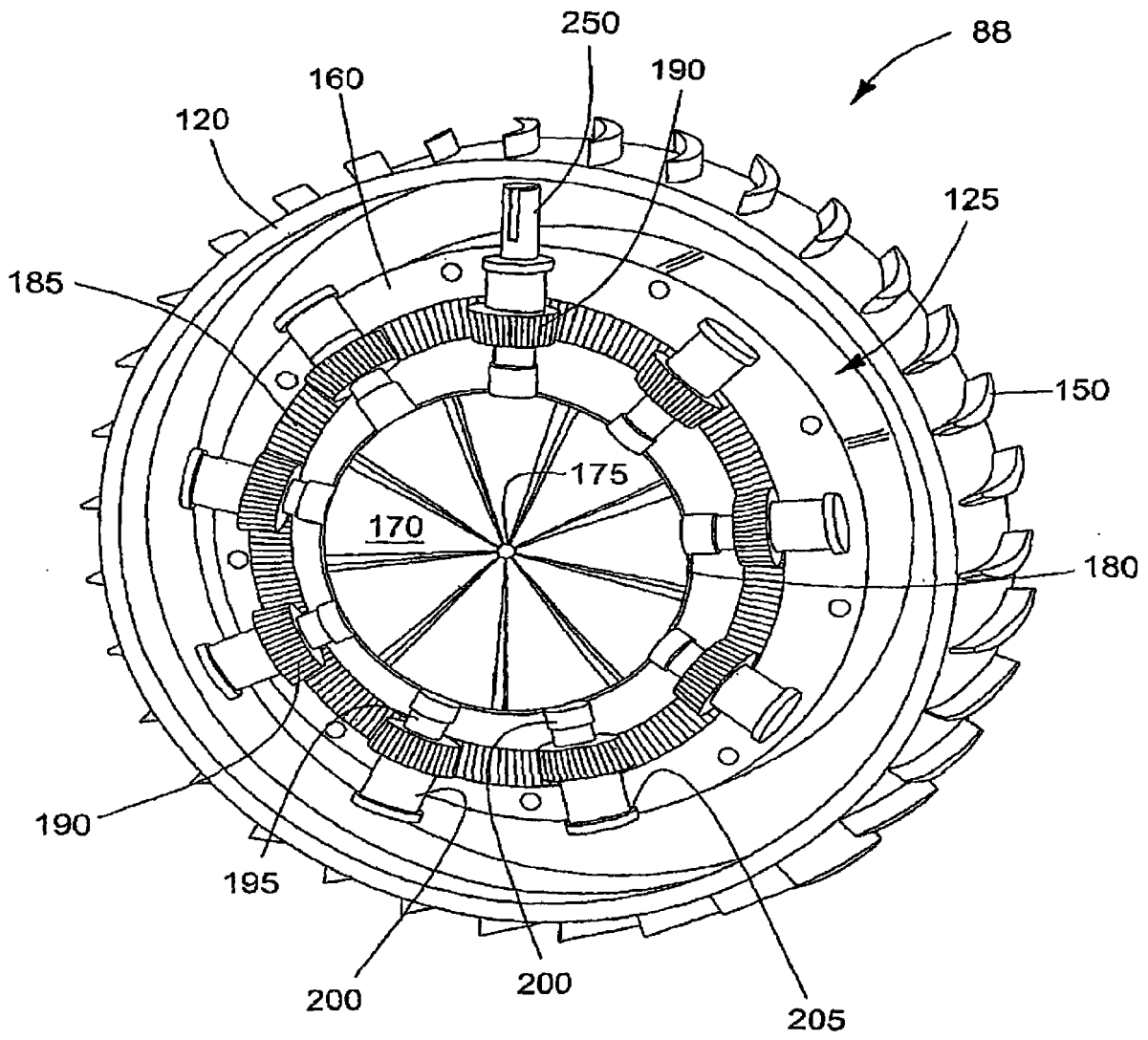


图 5

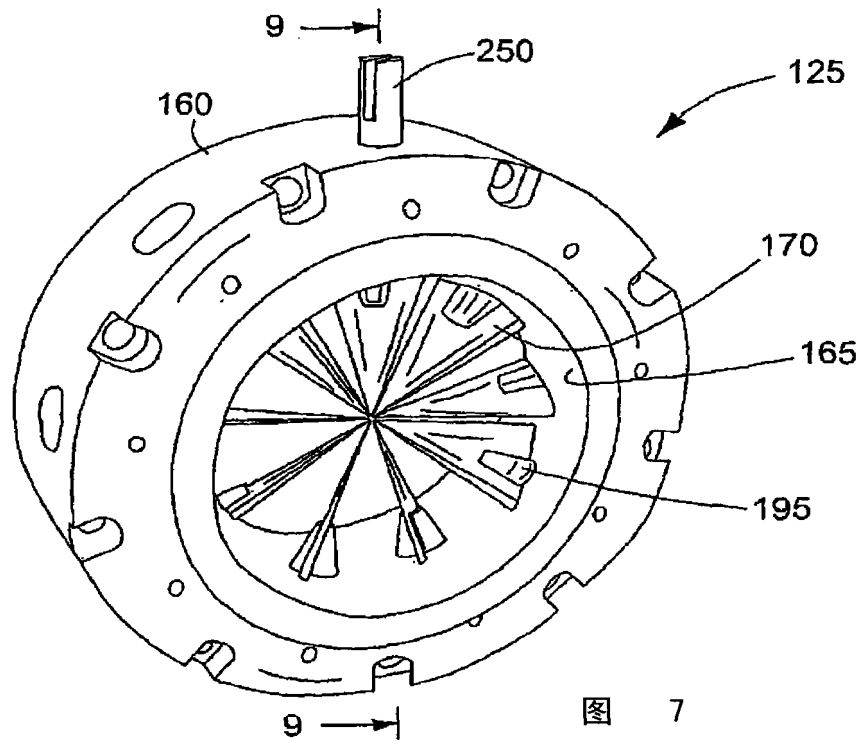


图 7

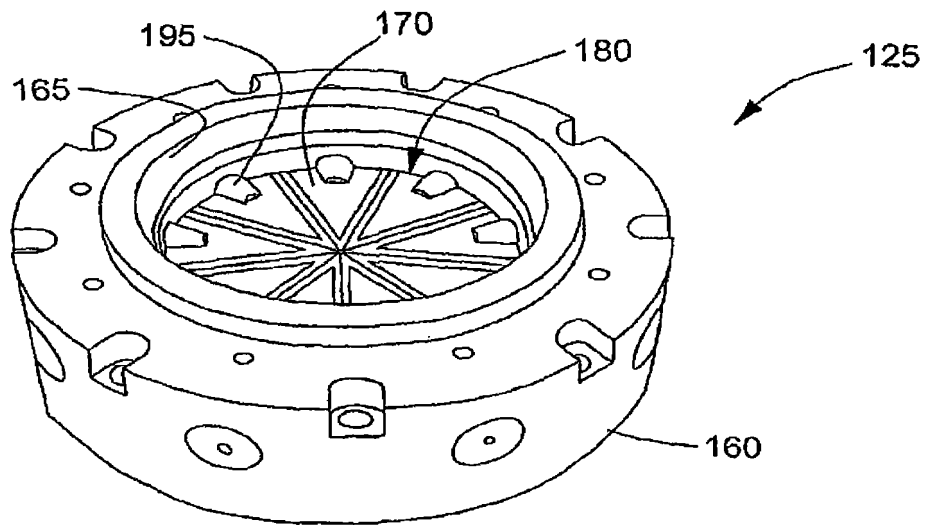
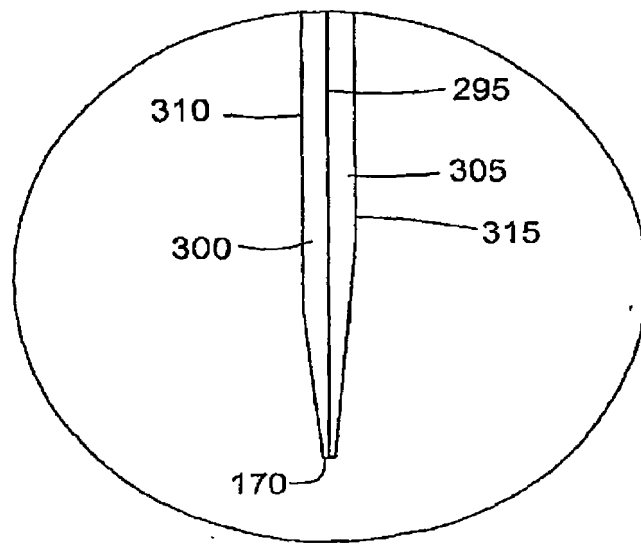
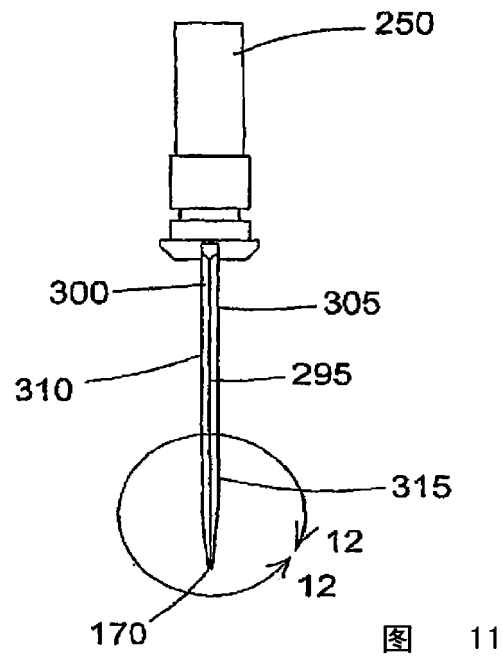


图 8



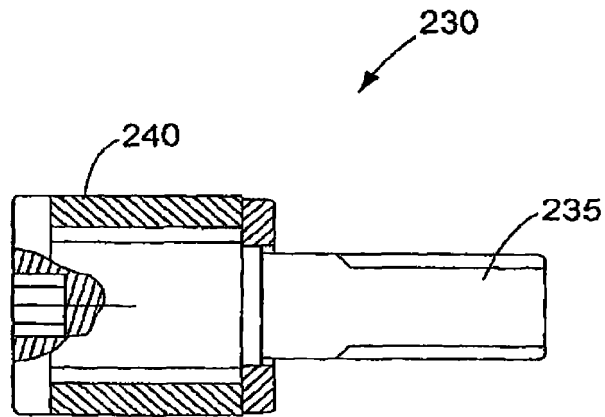


图 13

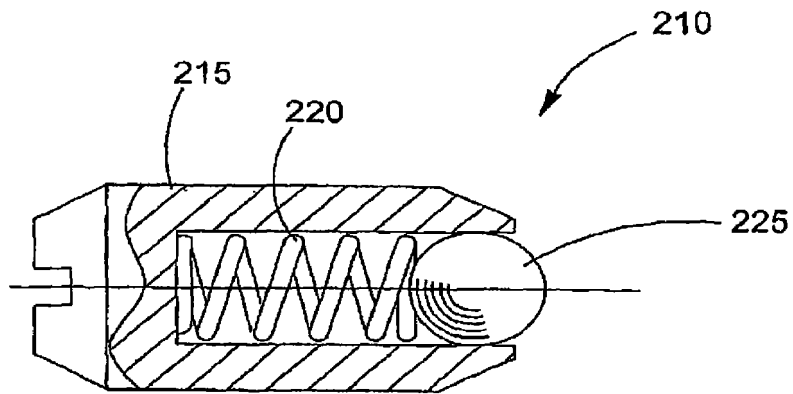


图 14