

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F04D 27/02 (2006.01)

F04D 29/42 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200480043702.2

[43] 公开日 2007年8月29日

[11] 公开号 CN 101027491A

[22] 申请日 2004.6.7

[21] 申请号 200480043702.2

[86] 国际申请 PCT/US2004/017866 2004.6.7

[87] 国际公布 WO2005/121560 英 2005.12.22

[85] 进入国家阶段日期 2007.1.29

[71] 申请人 霍尼韦尔国际公司

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 R·古 S·奥库波 A·伊施

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 曾祥交 赵辛

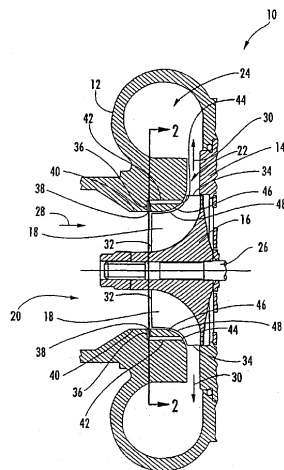
权利要求书4页 说明书7页 附图7页

[54] 发明名称

带再循环的压缩机装置及其方法

[57] 摘要

本发明提供了一种压缩机(10)以及用于提供再循环的空气流,以控制压缩机中的喘振的相关方法。压缩机包括外壳(12),压缩机叶轮(16)可旋转地安装在外壳(12)中。外壳限定了至少一个注入口(36),其配置成可从压缩机叶轮中接受压缩空气,并将压缩空气再循环到压缩机的进口通道(20)中。具体地说,各注入口在压缩机叶轮的叶片(18)的前缘(32)附近限定了出口(38),从而将压缩空气输送到前缘,并减少了喘振的发生。



1. 一种配置成可为喘振控制提供再循环的空气流的离心压缩机，所述压缩机包括：

限定了轴向进口通道和径向扩散器通道的外壳；和

限定了多个叶片的压缩机叶轮，各叶片具有与所述进口通道相邻的前缘和与所述扩散器通道相邻的后缘，所述压缩机叶轮可旋转地安装在所述外壳中，从而将压缩机叶轮配置成可在所述叶片的前缘接受进口通道中的一般轴向流动的空气，并且将空气沿一般径向方向从所述叶片的后缘输送到所述扩散器通道，

其中，所述外壳限定了至少一个注入口，其配置成可接受来自所述压缩机叶轮的压缩空气，并将压缩空气再循环到所述压缩机的进口通道，各所述注入口限定了靠近所述压缩机叶片前缘的出口。

2. 根据权利要求1所述的离心压缩机，其特征在于，所述外壳限定了至少一个流动通道，各所述流动通道在一般轴向方向上，从配置成可接受压缩空气的进口延伸到至少一个注入口。

3. 根据权利要求2所述的离心压缩机，其特征在于，各所述流动通道限定了位于扩散器通道处的进口，并且从所述进口延伸到相应的注入口，使得各所述注入口将空气从所述扩散器通道输送到所述压缩机叶片的前缘。

4. 根据权利要求2所述的离心压缩机，其特征在于，所述外壳限定了靠近所述压缩机叶轮而在所述叶片的前缘和后缘之间延伸的护罩部分，所述外壳限定了流动通道，其具有位于所述护罩部分处的进口，并从所述进口延伸到相应的注入口。

5. 根据权利要求1所述的离心压缩机，其特征在于，各所述注入口一般径向向内地延伸到所述出口。

6. 根据权利要求1所述的离心压缩机，其特征在于，各所述注入口设置成相对于轴向方向形成锐角，并被引向所述压缩机叶轮。

7. 根据权利要求1所述的离心压缩机,其特征在于,各所述注入口是孔。

8. 根据权利要求7所述的离心压缩机,其特征在于,所述外壳限定了多个注入口。

9. 根据权利要求7所述的离心压缩机,其特征在于,各所述注入口相对于径向方向环向地形成某一角度,用于将空气以某一环向速度分量注入到所述进口通道中。

10. 根据权利要求9所述的离心压缩机,其特征在于,各所述注入口设置成可使所述环向速度分量处于与所述压缩机叶轮的旋转相同的方向上。

11. 根据权利要求9所述的离心压缩机,其特征在于,各所述注入口设置成可使所述环向速度分量处于与所述压缩机叶轮的旋转相反的方向上。

12. 根据权利要求1所述的离心压缩机,其特征在于,所述注入口是在所述外壳中环向延伸的槽。

13. 根据权利要求1所述的离心压缩机,其特征在于,所述外壳包括整体式壳体部分,其限定了所述至少一个注入口并且至少部分地限定了所述进口通道和所述扩散器通道。

14. 根据权利要求1所述的离心压缩机,其特征在于,所述外壳包括相连的第一和第二的壳体部分,所述第一壳体部分限定了所述至少一个注入口,并且所述第二壳体部分至少部分地限定了由所述进口通道、所述扩散器通道以及配置成可从所述压缩机叶轮接受压缩空气的流动通道组成的通道组中的至少其中一个通道。

15. 根据权利要求1所述的离心压缩机,其特征在于,所述注入口配置成可在所述叶片前缘的径向外端附近的位置将压缩空气注入到所述进口通道中。

16. 一种用于在压缩机中提供再循环流的方法,所述方法包括:
在限定了轴向进口通道和径向扩散器通道的外壳中提供可旋转的

压缩机叶轮;

使具有多个叶片的压缩机叶轮在所述外壳中旋转,使得所述压缩机叶轮可在所述叶片的前缘接受所述进口通道中一般轴向流动的空气,并且将所述空气从所述叶片的后缘沿一般径向方向输送到所述扩散器通道;

接受由所述压缩机叶轮输送的压缩空气;和

在所述压缩机叶轮的叶片前缘附近,将压缩空气注入到所述压缩机进口通道中,从而降低所述压缩机的喘振。

17. 根据权利要求16所述的方法,其特征在于,所述注入步骤包括沿一般径向方向注入压缩空气。

18. 根据权利要求16所述的方法,其特征在于,所述接受步骤包括通过所述扩散器通道处的进口接受压缩空气。

19. 根据权利要求16所述的方法,其特征在于,所述接受步骤包括在所述叶片的前缘和后缘之间的位置,接受来自所述压缩机叶轮的压缩空气。

20. 根据权利要求16所述的方法,其特征在于,所述注入步骤包括以相对于轴向方向成某一锐角的角度,并朝向所述压缩机叶轮而注入压缩空气。

21. 根据权利要求16所述的方法,其特征在于,所述注入步骤包括通过至少一个孔注入压缩空气。

22. 根据权利要求21所述的方法,其特征在于,所述注入步骤包括通过多个孔注入压缩空气。

23. 根据权利要求21所述的方法,其特征在于,所述注入步骤包括以相对于径向方向环向地形成某一角度的方向注入压缩空气。

24. 根据权利要求16所述的方法,其特征在于,所述注入步骤包括通过在所述外壳中环向延伸的槽而注入压缩空气。

25. 根据权利要求16所述的方法,其特征在于,所述提供步骤包括形成整体式壳体部分,其限定了至少一个注入口,并且至少部分地

限定了所述进口通道和所述扩散器通道，其中，所述注入步骤包括通过所述至少一个注入口注入压缩空气。

26. 根据权利要求 16 所述的方法，其特征在于，所述提供步骤包括形成相连的第一和第二的壳体部分，所述第一壳体部分限定了至少一个注入口，并且所述第二壳体部分至少部分地限定了由所述进口通道、所述扩散器通道以及配置成可从所述压缩机叶轮中接受压缩空气的流动通道组成的通道组中的至少其中一个通道，并且所述注入步骤包括，通过所述流动通道和所述至少一个注入口注入压缩空气。

27. 根据权利要求 16 所述的方法，其特征在于，所述注入步骤包括，在所述叶片前缘的径向外端附近的位置将压缩空气注入到所述进口通道中。

带再循环的压缩机装置及其方法

技术领域

本发明大体上涉及压缩机系统，例如用于内燃机的涡轮增压器中的压缩机，更具体而言涉及这种压缩机中的再循环，以防止或减少喘振的发生。

发明背景

涡轮增压器通常用于增加例如汽车或其它车辆中的内燃机的功率输出。传统的涡轮增压器包括涡轮和压缩机。涡轮可由发动机的排气可旋转地驱动。利用轴将涡轮连接到压缩机上，并因此使压缩机旋转。当压缩机旋转时，它对空气进行压缩，然后将其作为进气输送到发动机中。进气压力的增加提高了发动机的功率输出。在典型的用于汽车内燃机的涡轮增压器中，压缩机是离心压缩机，即空气一般以轴向方向进入压缩机，并一般以径向方向而离开压缩机。

压缩机喘振指的是通常不太理想的工况，在这种状态下，流量开始在压缩机叶片上由于过大的入射角度而分离。喘振通常发生在当压缩机以相对较高的压力比和较低的流量工作时。例如，当发动机在较高的负载或扭矩下以较低的发动机速度工作时，或者当发动机以较低的发动机速度、在从发动机排气侧至进气侧的较高排气再循环速率下工作时，可能发生压缩机喘振。压缩机喘振还可发生在当带有电辅助式涡轮增压器的发动机需要相对较高的比功率输出，例如超过大约 70 至 80 千瓦每升时。另外，当采用电辅助式涡轮增压器和/或可变喷嘴涡轮的(VNT)涡轮增压器而需要快速的压缩机响应时，或者当发动机突然减速，例如如果节流阀在齿轮装置之间换挡的同时关闭时，可能会发生喘振。

作为任何前面工况的结果，压缩机可能会因为进入压缩机的绝对流速的轴向分量同叶片顶部的切线方向上的速度相比较低而发生喘振，从而导致压缩机的叶片在高的入射角度下操作，其导致流分离和/或叶片失速。压缩机喘振可能造成压缩机中的严重空气动力学波动，增加压缩机的噪声，并降低压缩机的效率。在某些情况下，压缩机喘振可导致对发动机或其进气管系统的损伤。

因此，需要一种改进的装置和方法，用于提供例如涡轮增压器中的压缩气体，同时减少压缩机喘振的发生。在某些情况下，防止压缩机喘振可延长压缩机的有效工作范围。

附图中若干视图的简要描述

在已经概括地描述了本发明之后，下面将参考附图，这些附图并不必按比例进行绘制，其中：

图 1 是显示了根据本发明一个实施例的涡轮增压器的压缩机的剖视图；

图 2 是显示了沿着图 1 的剖面线 2-2 看去的图 1 压缩机的剖视图；

图 2A 和 2B 是显示了根据本发明其它实施例的压缩机的剖视图，其中注入口是孔；

图 3 是示意性地显示了根据本发明另一实施例的涡轮增压器的压缩机的剖视图，其中流体通道延伸至扩散器通道；

图 4 是示意性地显示了根据本发明又一实施例的涡轮增压器的压缩机的剖视图，其中由压缩机外壳限定的注入口限定了相对于轴向方向的角度；和

图 5 是显示了根据本发明一个实施例的压缩机的典型工况的图表，其同传统的压缩机的工况形成对比。

本发明的详细描述

现在将参照附图更全面地描述本发明，这些附图仅显示了本发

明的一部分，而非所有的实施例。实际上，本发明可以多种不同的形式来体现，并且不应该被认为限于本文所阐述的实施例，更正确地说，提供这些实施例，使得本说明书将满足可适用的法律要求。全文中相似的标号表示相似的元件。

现在参看附图，具体地说，参见图 1 和图 2，显示了根据本发明一个实施例的压缩机 10。压缩机 10 可用于涡轮增压器中，例如用于为车辆的内燃机提供压缩的进气。作为备选，压缩机 10 可用于其它的装置和/或用于压缩不同于空气的气体。因此，虽然压缩机 10 的操作以下是针对内燃机中的压缩空气，但是应该懂得，压缩机 10 并不局限于这种功能，并且可用于各种其它的应用。另外，应该懂得，通过压缩机 10 而输送的进气可包括其它的气体，例如从发动机中的再循环的排气。

如图 1 中所示，压缩机 10 包括外壳 12 和背板 14。压缩机叶轮 16 可旋转地安装在外壳 12 上，并且压缩机叶轮 16 上的叶片 18 配置成可将空气从轴向进口通道 20 引导至扩散器通道 22 中，并穿过该通道 22 而至蜗壳 24。具体地说，压缩机叶轮 16 连接在从压缩机 10 延伸出的轴 26 上，例如，从而连接到涡轮外壳(未显示)中的涡轮叶轮上，使得压缩机叶轮 16 随涡轮叶轮一起旋转。当压缩机叶轮 16 在外壳 12 中旋转时，叶片 18 将空气从进口通道 20 输送到扩散器通道 22 和蜗壳 24 中，从而对空气进行压缩。因此，空气沿大致轴向方向 28 流入压缩机 10 中，而后穿过扩散器通道 22，而沿着大致径向方向 30 流向蜗壳 24。压缩机叶轮 16 的各叶片 18 限定了前缘 32 和后缘 34，并且叶片 18 可限定复杂的三维曲线轮廓。

外壳 12 限定了一个或多个注入口 36，其被配置成可接受来自压缩机叶轮 16 的压缩空气，并将压缩空气再循环到进口通道 20 中。各注入口 36 限定了位于外壳 12 的径向内表面 40 上的出口 38。例如，各注入口 36 流通式地连接在流动通道 42 上，流动通道 42 在注入口 36 和进口 44 之间延伸，进口 44 接受来自压缩机叶轮 16 的压缩空气，

如图 1 中所示。各注入口 36 和流动通道 42 可以是孔、槽或由外壳 12 限定的其它通道。例如，如图 2 中所示，注入口 36 是环向地穿过外壳 12 而延伸的通道或槽，并且注入口 36 的出口 38 在径向内表面 40 上环向地延伸。流动通道 42 是从相应的进口 44 轴向地延伸到注入口 36 的孔。作为备选，如图 2A 和 2B 中所示，各注入口 36 可以从其中一个流动通道 42 延伸到外壳 12 的径向内表面 40 上的离散的孔。

各个注入口 36 和流动通道 42 可限定各种配置中的任何一种。例如，可将各个流动通道 42 的进口 44 设置在与前缘和后缘 32,34 之间的压缩机叶轮叶片 18 的边缘 48 相邻表面 40 的护罩部分 46 上。作为备选，如图 3 中所示，可将进口 44 设置在位于压缩机叶轮叶片 18 的后缘 34 的径向外侧的扩散器通道 22 中。

各注入口 36 可在径向方向上，在相应的其中一个流动通道 42 和出口 38 之间延伸。作为备选，可将注入口 36 配置成相对于径向方向而形成某一角度。例如，如图 2A 和 2B 中所示，各注入口 36 相对于径向方向而环向地形成某一角度。更具体地说，图 2 和 2B 中所示的各个压缩机叶轮 16 被配置成可沿着顺时针方向 17 而旋转，并且注入口 36 配置成可利用图 2A 中的顺时针分量(即旋涡方向)或利用图 2B 中的逆时针分量(即反旋涡方向)而注入再循环的空气。作为附加，或作为备选，可将各注入口 36 设置在相对于轴向的某一角度上，如图 4 中所示。

在某些情况下，注入口 36 和/或流体通道 42 的构造可配置成便于外壳 12 的制造。例如，如图 1 和图 3 中所示，外壳 12 可形成单个整体式部件，在这种情况下，利用钻孔装置来够到外壳 12 的径向内表面 40 以形成作为圆柱形孔的注入口 36，这可能是较困难的。因此，以环向通道形式而形成注入口 36 可便于制造，这是因为利用可插入到外壳 12 中并径向抵靠在表面 40 上移动的刀盘或其它机械加工工具，就可形成这种环向通道。

作为备选，在本发明的另一实施例中，外壳 12 可包括多个在压缩机 10 的制造期间单独成形、之后装配起来的壳体部分。在这方面，图 4 显示了带有外壳 12 的压缩机 10，外壳 12 具有可通过压配合、螺栓或其它连接器、焊接接头等而连接在一起的第一和第二壳体部分 50,52。第一和第二壳体部分 50,52 各限定了至少部分径向内表面 40。第一部分 50 可限定注入口 36，而第二壳体部分 52 可限定流动通道 42。在装配两个壳体部分 50,52 之前，可在第一壳体部分 50 中形成流动通道 42，即可轻易地将钻具或其它工具设置在合适的位置上，以形成具有所需结构的注入口 36。例如，可以圆柱形孔的形式钻出注入口 36，其延伸穿过第一壳体部分 50，从而当壳体部分 50,52 装配起来时，注入口 36 在相对于径向方向成某一角度地延伸。如图 4 中所示，注入口 36 可相对于轴向方向成某一角度，和/或如图 2A 和 2B 中所示，注入口 36 可相对于环向成某一角度。此外，如果提供多个注入口 36，那么注入口 36 可成相似的角度，或者可限定相对于径向和/或轴向成不同的角度。

各注入口 36 的出口 38 一般设置在压缩机叶轮 16 的前缘 32 附近。例如，如图 1 中所示，各出口 38 刚好定位在压缩机叶轮 16 的前缘 32 的上游。因此，压缩空气通过注入口 36 进行再循环，并输送到压缩机叶轮叶片 18 的前缘 32 处。具体地说，将压缩空气注入到位于靠近叶片 18 的前缘 32 径向最外层顶端位置的进口通道 20 中。如果注入口 36 相对于轴向方向成某一角度，如图 4 中所示，那么可将再循环的空气从出口 38 被直接引向压缩机叶轮 16。

无论如何，空气通过注入口 36 的再循环可减少压缩机 10 发生喘振的可能性。虽然本发明并非试图受到任何特殊的操作原理的限制，但是，空气通过注入口 36 进行再循环的方案被认为可提高空气在进口通道 20 中的轴向速度，从而降低叶片 18 的前缘 32 处的流动的入射角度，并从而减少喘振。另外，再循环还提高了离开压缩机 10 而进入扩散器通道 22 中的流动的径向速度，从而降低了沿着与扩散

器 22 中的叶片 18 的后缘 34 相邻护罩 46 的流分离的可能性。在某些情况下,例如,通过使注入口 36 相对于轴向方向或环向相对于径向方向成某一角度,可将离开出口 38 的再循环流动的方向设计成还可提高防止喘振的作用。

空气通过注入口 36 的再循环通常降低了压缩机 10 在至少某些操作模式下的效率。因此,可将压缩机 10 配置成可提供一定量的再循环气流,其足以减少具体应用场合所需的喘振发生,同时最大程度地减少效率的降低。根据流动通道 42 的进口 44 的位置,流动通道 42 的进口 44 及注入口 36 的出口 38 处的操作压力,流动通道 42 和注入口 36 的尺寸和结构,流动通道 42 和注入口 36 的数量等等,就可确定再循环的气流量。在同时提交的题名为"带可控再循环的压缩机及其方法"的未决的国际申请 No. PCT/US__中,描述了对再循环空气流的控制,该国际申请 No. PCT/US__通过引用而完整地结合在本文中。

如上所述,进入进口通道的再循环空气可减少压缩机中的喘振,并扩展压缩机的有效工作区域。图 5 示意性地显示了根据本发明一个实施例的压缩机的典型喘振特征,其同传统压缩机的喘振特征形成对比。线 100,102 分别显示了没有排气再循环的压缩机和带有排气再循环的压缩机的典型压力比(在离开压缩机的空气和进入压缩机的空气之间)和气流状态。如图所示,工作线 102 表示当进行排气再循环时,需要较高的压力比来保持特定的气流。线 104 表示用于传统压缩机的喘振状态,即压力比,高于这一压力比,压缩机就发生喘振。可以看出工作线 102 与喘振线 104 相交。因此,压缩机将在某些工况下发生喘振。作为备选,线 106 显示了根据本发明一个实施例的用于压缩机的喘振状态。喘振线 106 相对于用于传统压缩机的喘振线 104 有移位。事实上,工作线 102 并不与喘振线 106 相交。这样,根据本发明的使空气再循环至进口通道的压缩机,就可以在没有喘振的更大工况范围内运转,从而扩大了与压缩机协同操作的

其它装置如涡轮增压器和/或发动机的工作范围。

在受益于前面所述和相关附图中的教导之后，本发明相关领域中的技术人员将会想到本文所公开的本发明的许多变型和其它实施例。例如，应该理解，本发明的各部件可由任何传统的结构材料组成，包括例如钢、钛、铝、和其它金属。因此，应该理解，本发明并不限于所公开的实施例，并且意图将变型和其它的实施例包括在所附权利要求的范围内。虽然这里使用了专用术语，但是，这些术语只是用作一般性的描述，而非用于限制的目的。

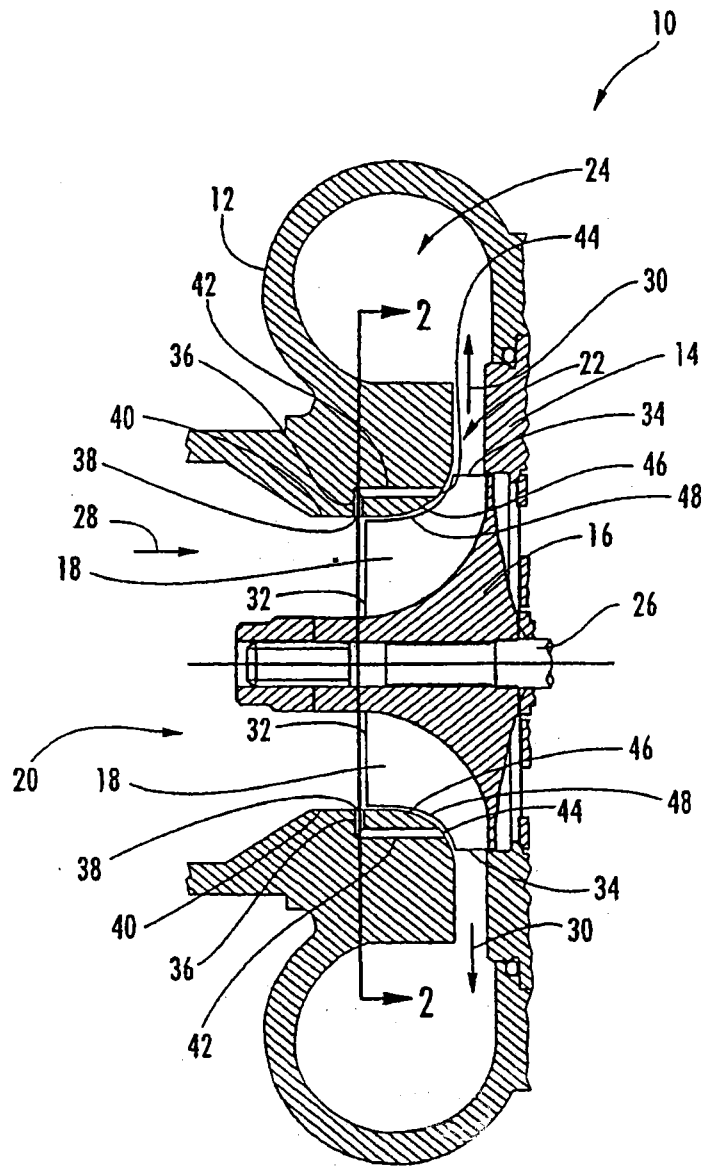


图 1

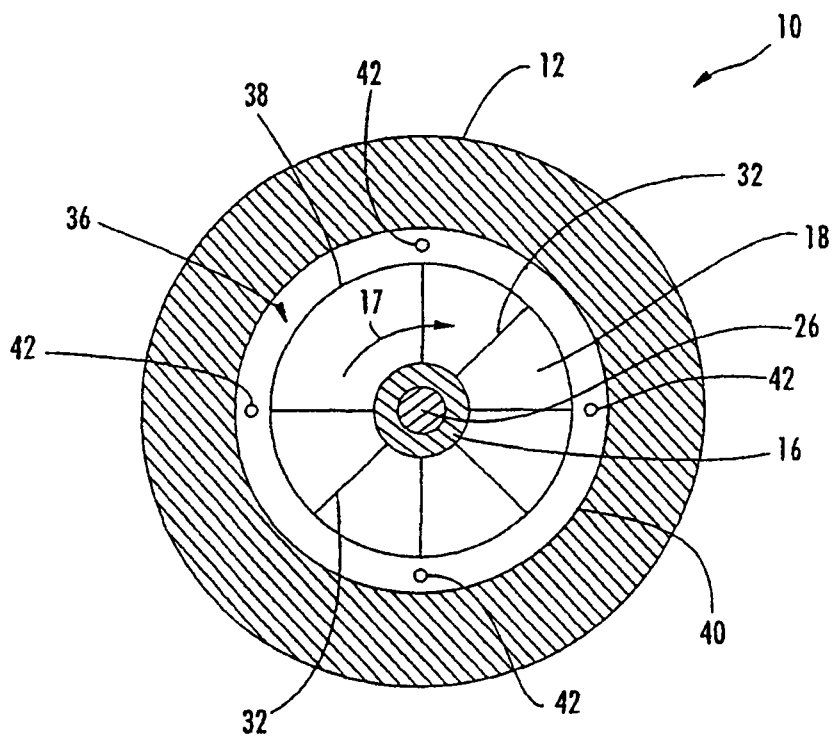


图 2

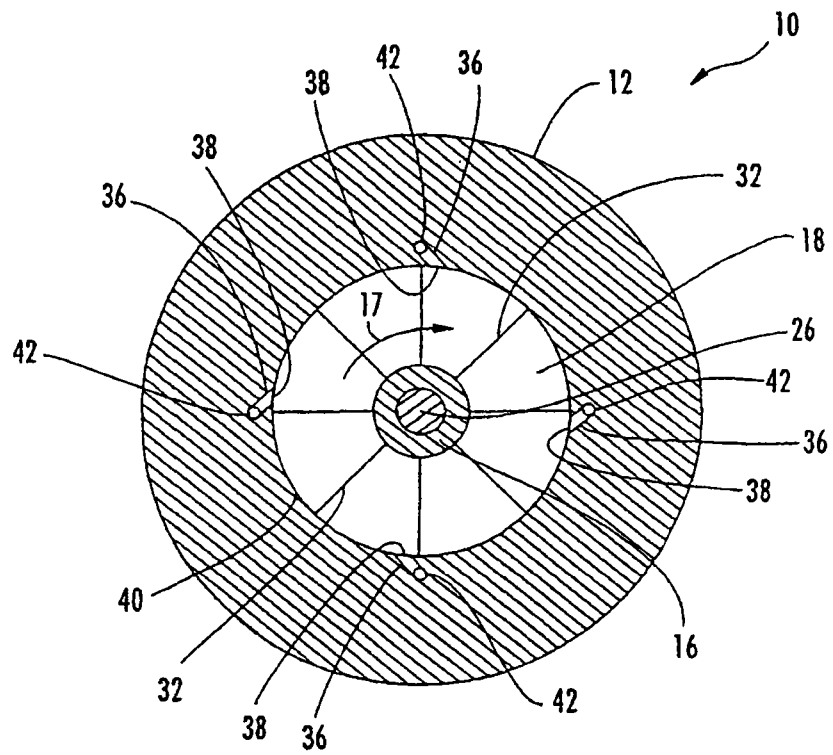


图 2A

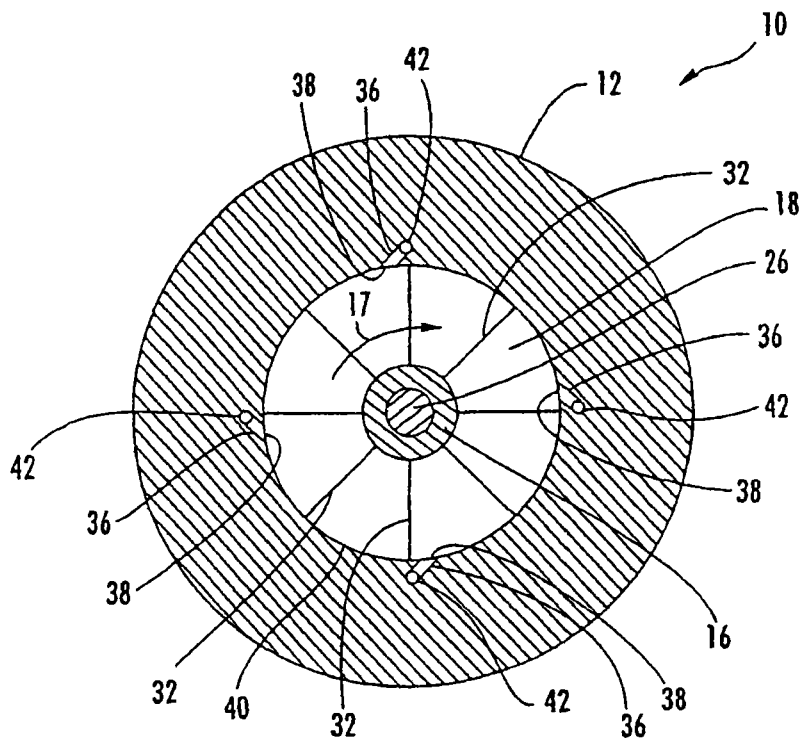


图 2B

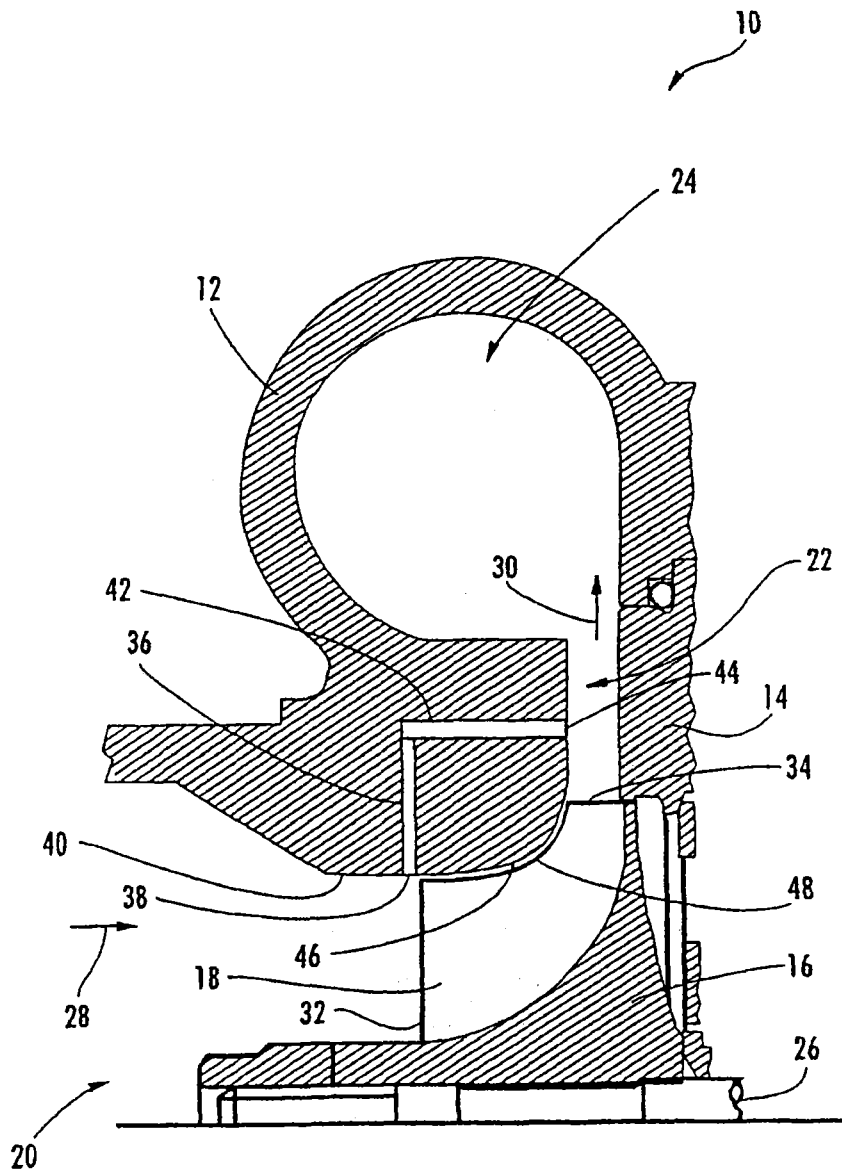


图 3

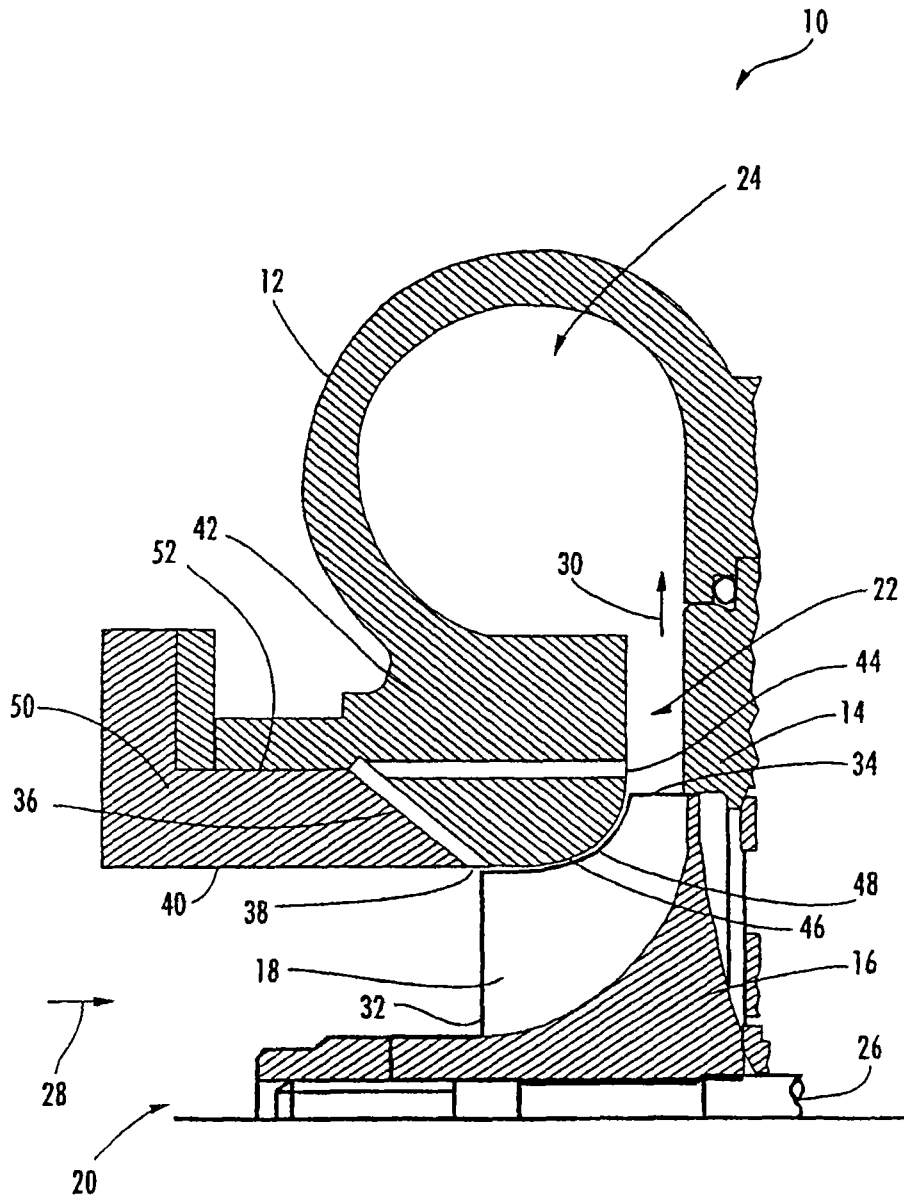


图 4

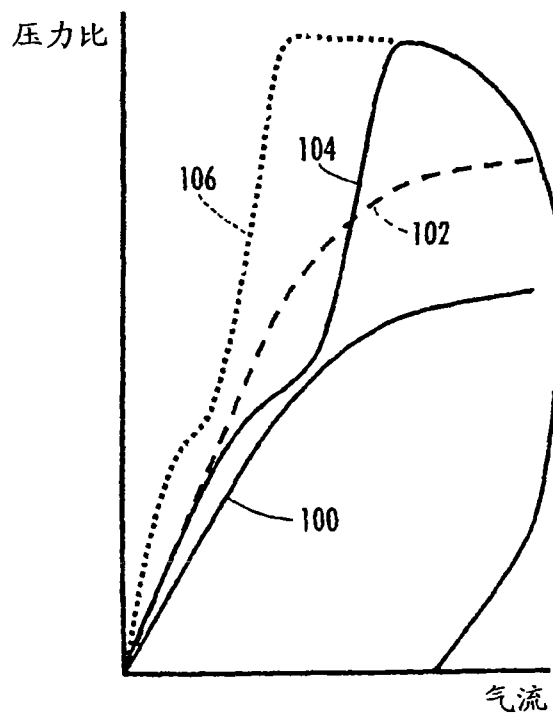


图 5