



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105723096 A

(43)申请公布日 2016.06.29

(21)申请号 201480062326.5

(22)申请日 2014.07.23

(30)优先权数据

2014-009680 2014.01.22 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.05.13

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/069451 2014.07.23

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/111243 JA 2015.07.30

(71)申请人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京

申请人 三菱重工压缩机有限公司

(72)发明人 斋藤亮祐 岩本真治

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 雒运朴

(51)Int.Cl.

F04D 29/30(2006.01)

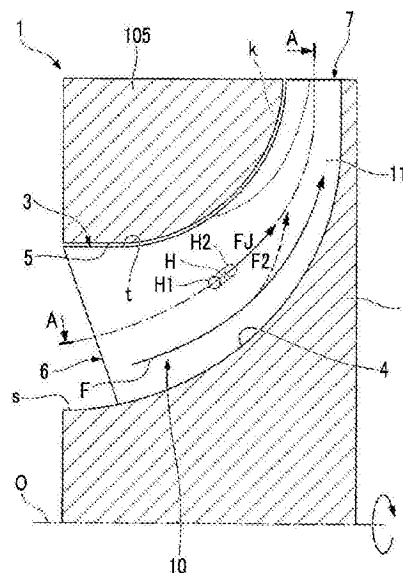
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

叶轮及离心压缩机

(57)摘要

本发明提供一种叶轮及离心压缩机,该叶轮具备:圆盘(2),绕轴线(O)旋转;及叶片(3),在该圆盘(2)的轴线(O)方向一侧的面沿周向隔着间隔设置有多个,且划分形成将从轴线(O)方向一侧流入的流体向径向外侧排出的流路(10),叶片(3)上形成有连通朝向旋转方向前方侧的压力面(p)和朝向旋转方向后方侧的负压面(n)的孔部(H)。



1. 一种叶轮, 具备:
圆盘, 绕轴线旋转; 及
叶片, 在该圆盘的轴线方向一侧的面沿周向隔着间隔设置有多个, 且划分形成将从轴线方向一侧流入的流体向径向外侧排出的流路,
所述叶片上形成有连通朝向旋转方向前方侧的压力面和朝向旋转方向后方侧的负压面的孔部。
2. 根据权利要求1所述的叶轮, 其中,
所述孔部随着从压力面侧朝向负压面侧而向所述流路的下游侧延伸。
3. 根据权利要求1或2所述的叶轮, 其中,
多个所述孔部从所述径向内侧朝向外侧彼此隔开排列。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的叶轮, 其中,
所述孔部随着从所述压力面侧朝向所述负压面侧而开孔面积扩大。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的叶轮, 其中,
所述孔部随着从所述压力面侧朝向所述负压面侧而开孔面积缩小。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的叶轮, 其中,
所述孔部具有以螺旋状形成于该孔部的内周面的槽。
7. 根据权利要求1至5中任一项所述的叶轮, 其中,
所述孔部具有设置于所述压力面侧的1个流入口, 且具有分别与所述流入口连通且设置于所述负压面侧的多个喷射口。
8. 一种离心压缩机, 具备权利要求1至7中任一项所述的叶轮。

叶轮及离心压缩机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种叶轮及离心压缩机。

[0002] 本申请主张基于2014年1月22日于日本申请的日本专利申请2014-009680号的优先权,并将该日本申请的全部内容援用于此。

背景技术

[0003] 工业用压缩机和涡轮制冷机、小型燃气轮机等旋转机械中使用的离心式或斜流式的压缩机的性能要求不断提高,尤其,需要提高这些压缩机的关键部件即叶轮的性能。因此近年来,为了提高叶轮的性能而提出有各种方案。

[0004] 专利文献1中记载有如下内容:在压缩机或轴流燃气轮机的风扇中使用的护罩叶片(Shroud-less blade)设置贯穿叶片两面的交叉排气孔(Cross Bleed Holes)。该交叉排气孔设置于叶片的尖端附近。

[0005] 以往技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:美国专利申请公开第2010/0329848号说明书

[0008] 发明的概要

[0009] 发明要解决的技术课题

[0010] 然而,上述专利文献1的护罩叶片中,在叶片的负压面侧的径向外侧的区域形成因二次流动产生的漩涡,因此低能流体滞留在该区域,作为叶轮产生能量损失。

发明内容

[0011] 本发明是为了解决上述课题而完成的,其提供一种抑制能量损失的高效率的叶轮。

[0012] 用于解决技术课题的手段

[0013] 为了解决上述课题,本发明的第一方式所涉及的叶轮及离心压缩机中,采用以下方式。

[0014] 本发明的一方式所涉及的叶轮具备:圆盘,绕轴线旋转;及叶片,在该圆盘的轴线方向一侧的面沿周向隔着间隔设置有多个,且划分形成将从轴线方向一侧流入的流体向径向外侧排出的流路,所述叶片上形成有连通朝向旋转方向前方侧的压力面和朝向旋转方向后方侧的负压面的孔部。

[0015] 根据该结构,在流路内部流通的流体的一部分经由孔部作为喷射流向负压面侧的流路内部喷出。通过该喷射流,能够消散在叶片的负压面侧产生的二次流动及漩涡。

[0016] 并且,本发明的第二方式所涉及的叶轮中,上述第一方式中的孔部也可以构成为随着从压力面侧朝向负压面侧而向流路的下游侧延伸。

[0017] 根据该结构,由于从孔部喷出的喷射流与在流路的负压面侧的流体的主流朝向大致相同的方向流动,因此不会阻碍主流的流动,能够消散二次流动及漩涡。

[0018] 另外,本发明的第三方式所涉及的叶轮中,上述第一或第二方式中的多个孔部也可以构成为从导管的径向内侧朝向外侧彼此隔开排列。

[0019] 根据该结构,从孔部喷出的喷射流的流量增加,并且喷射流喷射至负压面侧的更宽广的区域,因此能够更有效地消散在负压面侧产生的二次流动及漩涡。

[0020] 另外,本发明的第四方式所涉及的叶轮中,上述第一至第三的各方式中的孔部也可以构成为随着从压力面侧朝向负压面侧而开孔面积扩大。

[0021] 根据该结构,能够在下降方向上适当调节从孔部喷出的喷射流的压力。由此,能够适当地进行调节以使喷射流不阻碍主流的流动,并且能够有效地消散二次流动及漩涡。

[0022] 并且,本发明的第五方式所涉及的叶轮中,上述第一至第四的各方式的孔部也可以构成为随着从压力面侧朝向负压面侧而开孔面积缩小。

[0023] 根据该结构,能够在上升方向上适当调节从孔部喷出的喷射流的压力。由此,能够适当地进行调节以使喷射流不阻碍主流的流动,并且能够有效地消散二次流动及漩涡。

[0024] 而且,本发明的第六方式所涉及的叶轮中,上述第一至第五方式中的孔部也可以构成为具有以螺旋状形成于该孔部的内周面的槽。

[0025] 根据该结构,通过螺旋状的槽对从孔部喷出的喷射流施加旋转成分。包含旋转成分的流体与二次流动及漩涡发生碰撞,因此能够更有效地消散这些二次流动及漩涡。

[0026] 另外,本发明的第七方式所涉及的叶轮中,上述第一至第五方式中的孔部也可以具有设置于压力面侧的1个流入口,且具有分别与流入口连通且设置于负压面侧的多个喷射口。

[0027] 根据该结构,设置于压力面侧的流入口为1个,相对于此,设置于负压面侧的喷射口被分为多个,因此喷射流喷射于负压面侧的更宽广的区域,能够更有效地消散在负压面侧产生的二次流动及漩涡。

[0028] 另外,本发明的第八方式中,提供具备上述第一至第七中任一方式所涉及的叶轮的离心压缩机。

[0029] 发明效果

[0030] 根据本发明的叶轮,能够提供抑制能量损失的高效率的叶轮。

附图说明

[0031] 图1是表示本发明所涉及的离心压缩机的概要的剖视图。

[0032] 图2是本发明的第一实施方式所涉及的叶轮的周向剖视图。

[0033] 图3是本发明的第一实施方式所涉及的叶片的在图2的A-A线的剖视图。

[0034] 图4是表示设置有本发明的各实施方式所涉及的孔部H的区域的图。

[0035] 图5是本发明的第二实施方式所涉及的叶片的剖视图。

[0036] 图6是表示本发明的第二实施方式所涉及的叶片的变形例的剖视图。

[0037] 图7是本发明的第三实施方式所涉及的叶片的剖视图。

[0038] 图8是表示本发明的第三实施方式所涉及的叶片的变形例的剖视图。

[0039] 图9是本发明的第四实施方式所涉及的叶片的剖视图。

[0040] 图10是本发明的第五实施方式所涉及的叶片的剖视图。

具体实施方式

[0041] 接着,参考附图对本发明的实施方式中的旋转机械的叶轮进行说明。该实施方式中,将旋转机械即离心式压缩机的叶轮作为一例进行说明。

[0042] (第一实施方式)

[0043] 如图1所示,本实施方式的旋转机械即离心压缩机100作为一例,主要由

[0044] 绕轴线0旋转的轴102、安装于轴102且利用离心力压缩工艺气体(气体)G的叶轮1、及可旋转地支承轴102并且形成有使工艺气体G从上游侧流至下游侧的流路104的外壳105构成。

[0045] 外壳105形成为大致圆柱状的外框,且以贯穿中心的方式配置有轴102。在外壳105中的轴102的轴向两端设置有轴颈轴承105a,其中一端设置有推力轴承105b。这些轴颈轴承105a及推力轴承105b可旋转地支承轴102。即,轴102经由轴颈轴承105a及推力轴承105b被外壳105支承。

[0046] 并且,外壳105中的轴向的一端侧设置有从外部使工艺气体G流入的吸入口105c,另一端侧设置有使工艺气体G向外部流出的排出口105d。外壳105内设置有分别与这些吸入口105c及排出口105d连通,且重复缩径及扩径的内部空间。该内部空间作为容纳叶轮1的空间而发挥作用,并且也作为上述流路104发挥作用。

[0047] 即,吸入口105c与排出口105d经由叶轮1及流路104连通。

[0048] 在轴102的轴向上隔着间隔排列有多个叶轮1。另外,图1中设置有6个叶轮1,只要设置有至少1个以上即可。

[0049] 如图2至图4所示,叶轮1构成为具备圆盘2及多个叶片3。正面观察时,圆盘2形成为大致圆形,且以上述轴线0为中心可绕轴旋转。圆盘2中,从规定的位置S朝向径向外侧弯曲形成圆盘面4,该规定的位置S位于从轴线0稍微远离径向外侧的径向内侧。该弯曲形成的圆盘面4中,位于径向内侧的面沿轴线0形成,并且随着朝向径向外侧而逐渐形成沿径向的凹型。即,圆盘2中,随着从该轴线0稍微远离的径向内侧的位置S越朝向径向外侧,其轴向厚度尺寸越从轴向端面的一侧(上游侧)减少,该轴向厚度尺寸的减少量在内侧越大则在外侧越小。

[0050] 上述圆盘面4上大致呈放射状地配置有多个叶片3,并且大致垂直地立设在圆盘面4。该叶片3的厚度形成为从圆盘面4侧的端部至圆盘面4侧的相反一侧的尖端侧端部大致相同。

[0051] 并且,从轴线0方向观察叶片3时,具有从径向内侧的端部至径向外侧的端部朝向圆盘2的旋转方向呈若干凸面的弯曲形状。通过叶轮1旋转,弯曲形状的叶片3的凹面侧及凸面侧的各叶片面中的凸面侧的叶片面成为压力面p,另一方面,凸面的背面即凹面侧的叶片面成为负压面n。

[0052] 图3是表示图2的A-A线的剖面的图。另外,A-A线是以圆盘面4为基准穿过叶片3的高度方向的中间位置的线。如图2所示,叶片3的尖端t形成为从圆盘2的径向内侧向径向外侧弯曲。更具体而言,与上述圆盘面4同样地,形成为凹形,该凹形为越接近径向内侧,则越沿着轴线0,而越朝向径向外侧,则逐渐沿径向。并且,如果叶片3以圆盘面4为基准,则其高度尺寸形成为越在圆盘2的径向内侧越高,越在径向外侧越低。

[0053] 叶轮1中,叶片3的尖端t侧被外壳105(参考图1)覆盖,通过由该外壳105构成的护罩面5、上述相邻的叶片3的压力面p和负压面n、及这些压力面p与负压面n之间的圆盘面4构成叶轮1的叶轮流路10。即,2个叶轮流路10、10经由1个叶片3彼此相邻地构成。

[0054] 另外,叶片3的延伸途中形成有从压力面p朝向负压面n贯穿叶片3的孔部H。孔部H形成相对于厚度方向以规定角度贯穿叶片3。换言之,孔部H形成,从圆盘2的周向观察时压力面p侧的流入口H1与负压面n侧的喷射口H2的位置彼此错开,并且形成流入口H1与喷射口H2彼此直线连通。即,经由叶片3彼此相邻的2个叶轮流路10、10通过孔部H彼此连通。

[0055] 另外,本实施方式中,从叶轮1的周向观察时,孔部H的贯穿方向设定为与将以圆盘面4为基准的叶片3的高度方向上的中间位置沿轴线方向连结的线始终相同。

[0056] 从贯穿孔部H的方向观察的孔部H的剖面形状呈圆形。在此,孔部H的开孔尺寸可根据设计适当决定,但本实施方式中,孔部H的流入口H1与喷射口H2具有相同的开孔尺寸。

[0057] 接着,参考图4对从压力面p侧观察叶片3时的设置有孔部H(流入口H1)的位置进行说明。即,设置有孔部H的位置为图4中区域A的内侧。区域A是被沿叶片3的表面的流体的流动方向的假想曲线L1、分别与该假想曲线L1正交的假想曲线L2、L3及圆盘面4包围的区域。

[0058] 如上所述,假想曲线L1沿着流体的流动方向弯曲,并且设定为穿过从圆盘面4至叶片3的尖端t的高度尺寸的约60%的位置。并且,假想曲线L2设定为穿过在叶片3中从叶轮流路10的入口6侧的端缘至出口7侧的端缘的尺寸的约20%的位置。同样地,假想曲线L3设定为穿过从入口6侧的端缘至出口7侧的端缘的尺寸的约60%的位置。即,区域A是由形成圆弧形的一对长边及连结这些长边的一对短边形成的大致矩形的区域,与圆盘面4同样地,形成凹形,该凹形为越接近径向内侧,则越沿着轴线O,而越朝向径向外侧,则逐渐沿径向。并且,如果叶片3以圆盘面4为基准,则其高度尺寸形成越在圆盘2的径向内侧越高,越在径向外侧越低。

[0059] 另外,上述说明中,对压力面p侧的设置有流入口H1的位置进行了说明,喷射口H2也与流入口H1同样地,形成包含于区域A的内侧。

[0060] 如上所述,叶轮1的叶片3的尖端t侧被外壳105(参考图1)覆盖,通过由该外壳105构成的护罩面5、上述相邻的叶片3的压力面p和负压面n、及这些压力面p与负压面n之间的圆盘面4构成叶轮1的叶轮流路10。因此,通过叶轮1旋转,流体从位于圆盘2的径向内侧的叶轮流路10的入口6流入,并通过离心力从位于径向外侧的出口7向外侧流出。即,如图2所示,流体形成主流F。并且,主流F大致沿着圆盘面4的弯曲方向流通。另外,主流F存在于叶片3的整个高度方向,但图2中通过1个箭头表示主流F所流通的代表性的方向。

[0061] 在此,对没有在叶片3设置孔部H时的主流F的动作进行说明。即,叶轮流路10随着从其圆盘2的径向内侧朝向径向外侧,流动方向从轴向逐渐变化成径向,从上述入口6朝向出口7弯曲形成。如此,由于叶轮流路10弯曲、及随着叶轮1的旋转而产生朝向径向外侧的离心力,因此叶轮流路10中,除了主流F以外,还形成了图2中的用虚线箭头表示的二次流动F2。叶片3上没有形成孔部H时,该二次流动F2到达靠近叶轮流路10的出口7侧的后半部11的负压面n的护罩面5侧的区域k并形成漩涡。即,二次流动F2在区域k作为低能流体而滞留。

[0062] 然而,本实施方式中,在叶片3的延伸途中形成有从压力面p朝向负压面n贯穿叶片3的孔部H。此时,从叶轮流路10的入口6流入的流体的一部分从压力面p侧的流入口H1流入孔部H,从负压面n的喷射口H2经由叶片3朝向相邻的叶轮流路10(叶轮1的旋转方向后方侧

的叶轮流路10)进行喷射。并且,从喷射口H2喷射的流体形成喷射流FJ。如上所述,孔部H以如下方向贯穿叶片3,所述方向为与将以圆盘面4为基准的叶片3的高度方向上的中间位置连结的线的延伸的方向相同的方向。即,与在孔部H的附近流动的主流F的流通方向大致相同。因此,从孔部H喷射的喷射流FJ的流动方向也与主流F的流通方向大致相同。

[0063] 由此,具有与主流F大致相同的方向成分的喷射流FJ和具有与主流F的流向不同的方向成分的二次流动F2发生碰撞。在此,孔部H的开孔容积比叶轮流路10的容积小很多,因此,通过孔部H的喷射流FJ具有比周围更高的压力。换言之,喷射流FJ具有比二次流动F2更大的流速。

[0064] 因此,二次流动F2因喷射流FJ而偏向,从而成为与喷射流FJ大致相同的方向,即,朝向与主流F大致相同的方向的流动,朝向区域k的方向成分减少。

[0065] 如上所述,本实施方式所涉及的叶轮1中,叶片3上形成有孔部H,所述孔部H与朝向旋转方向前方侧的压力面p和朝向旋转方向后方侧的负压面n连通。

[0066] 由此,因二次流动F2而在区域k产生的漩涡由于从孔部H喷射的喷射流FJ而减少,作为低能流体而在区域k滞留的成分减少。即,叶轮1中,因二次流动F2产生的压力损失减少,能够得到高效率。

[0067] 并且,孔部H随着从压力面p侧朝向负压面n侧而向叶轮流路10的下游侧延伸。

[0068] 由此,能够相对于具有与主流F的流动方向不同的方向成分的二次流动F2形成具有与主流F大致相同的方向成分的喷射流FJ。

[0069] (第二实施方式)

[0070] 接着参考图5对本发明的第二实施方式进行说明。另外,对与第一实施方式相同的构成要件标注相同的符号,并省略详细说明。

[0071] 图5是表示本实施方式所涉及的叶轮1的叶片3的图。如图5所示,本实施方式所涉及的叶片3中,相对于设置于压力面p侧的流入口H1的开孔面积,设置于负压面n侧的喷射口H2的开孔面积形成得较大。即,孔部H形成为随着从压力面p侧朝向负压面n侧而该开孔面积扩大。

[0072] 根据该结构,与孔部H形成为直管状的情况相比,能够在下降方向上调节通过孔部H的喷射流FJ的压力。即,能够减小喷射流FJ的流速。因此,能够更有效地减少二次流动F2。

[0073] 另外,如图6所示,本实施方式所涉及的叶片3中,设置于负压面n侧的喷射口H2的开孔面积也可以相对于设置于压力面p侧的流入口H1的开孔面积形成得较小。即,孔部H也可以形成为随着从压力面p侧朝向负压面n侧而该开孔面积缩小。

[0074] 根据该结构,与孔部H形成为直管状的情况相比,能够在上升方向上调节通过孔部H的喷射流FJ的压力。即,能够提高喷射流FJ的流速。因此,能够更有效地减少二次流动F2。

[0075] (第三实施方式)

[0076] 接着参考图7对本发明的第三实施方式进行说明。另外,对与上述的各实施方式相同的构成要件标注相同的符号,并省略详细说明。

[0077] 如图7所示,本实施方式所涉及的叶片3中,从圆盘2的径向内侧朝向径向外侧彼此隔开间隔地设置有多孔部H。图7中示出了3个孔部H。这3个孔部H大致直线状排列成随着从位于径向内侧的孔部H开始远离圆盘面4直至位于径向外侧的孔部H。并且,这3个孔部H全部形成于图4所示的区域A的内侧。

[0078] 根据该结构,与仅设有1个孔部H的情况相比,能够将喷射流FJ喷射至更大的范围。因此,能够更有效地抑制二次流动F2。

[0079] 另外,如图8所示,3个孔部H也可以沿以圆盘面4为基准的叶片3的高度方向排列。根据该结构,也能够将喷射流FJ喷射至更宽广的范围,且能够更有效地减少二次流动F2。

[0080] (第四实施方式)

[0081] 接着参考图9对本发明的第四实施方式进行说明。另外,对与上述的各实施方式相同的构成要件标注相同的符号,并省略详细说明。

[0082] 如图9所示,本实施方式所涉及的叶片3中,孔部H的内周面具有螺旋状的槽C。槽C形成随着从压力面p侧朝向负压面n侧沿孔部H的内周面上画圈。即,槽C呈内螺纹状。另外,槽C的环绕方向可以为右旋,也可以为左旋。

[0083] 根据该结构,能够对通过孔部H的喷射流FJ施加以槽C的环绕方向为基准的旋转成分。因此,喷射流FJ与二次流动F2碰撞时,含有旋转成分的流动使二次流动F2扩散,由此能够更有效地减少二次流动F2。

[0084] (第五实施方式)

[0085] 接着参考图10对本发明的第五实施方式进行说明。另外,对与上述的各实施方式相同的构成要件标注相同的符号,并省略详细说明。

[0086] 如图10所示,本实施方式所涉及的叶片3中,孔部H具有设置于压力面p侧的1个流入口H1及设置于负压面n侧的多个喷射口H2。图10中示出了具有3个喷射口H2的结构。3个喷射口H2分别与1个流入口H1连通。并且,3个喷射口H2在从圆盘2的径向内侧朝向径向外侧彼此隔开间隔地排列。即,孔部H的内侧形成有以流入口H1为起点朝向各自的喷射口H2的3个流路。另外,该流路中位于径向最内侧的流路与流路口H1直线连通。

[0087] 根据该结构,从1个流入口H1导入的喷射流FJ朝向3个流路分支成3个流动之后,从3个喷射口H2喷射至负压面n侧。因此,能够将喷射流FJ供给至负压面n侧的更大的范围。并且,由于设置于压力面p侧的流入口H1仅为1个,因此形成喷射流FJ时所需的从主流F流出的流动的成分可以更少。

[0088] 因此,能够更有效地减少二次流动F2,并且能够抑制喷射流FJ对主流F产生的影响。

[0089] 以上,参考附图对本发明的实施方式进行了详细叙述,但具体的结构并不限于本实施方式,在不脱离本发明的宗旨的范围内的设计变更等均包含于本发明的范围内。

[0090] 例如,上述各实施方式中,孔部H的开孔形状为圆形,但孔部H的开孔形状并不限于此,也可以是矩形的狭缝状或三角形状等的多角形。另外,也可以是椭圆形。

[0091] 产业上的可利用性

[0092] 根据本发明所涉及的叶轮,能够提供抑制能量损失的高效率的叶轮。本发明所涉及的叶轮能够适用于离心压缩机等的旋转机械。

[0093] 符号说明

[0094] 1-叶轮,2-圆盘,3-叶片,4-圆盘面,5-护罩面,6-叶轮流路入口,7-叶轮流路出口,10-叶轮流路,100-离心压缩机,102-轴,104-流路,105-外壳,F-主流,F2-二次流动,FJ-喷射流,H-孔部。

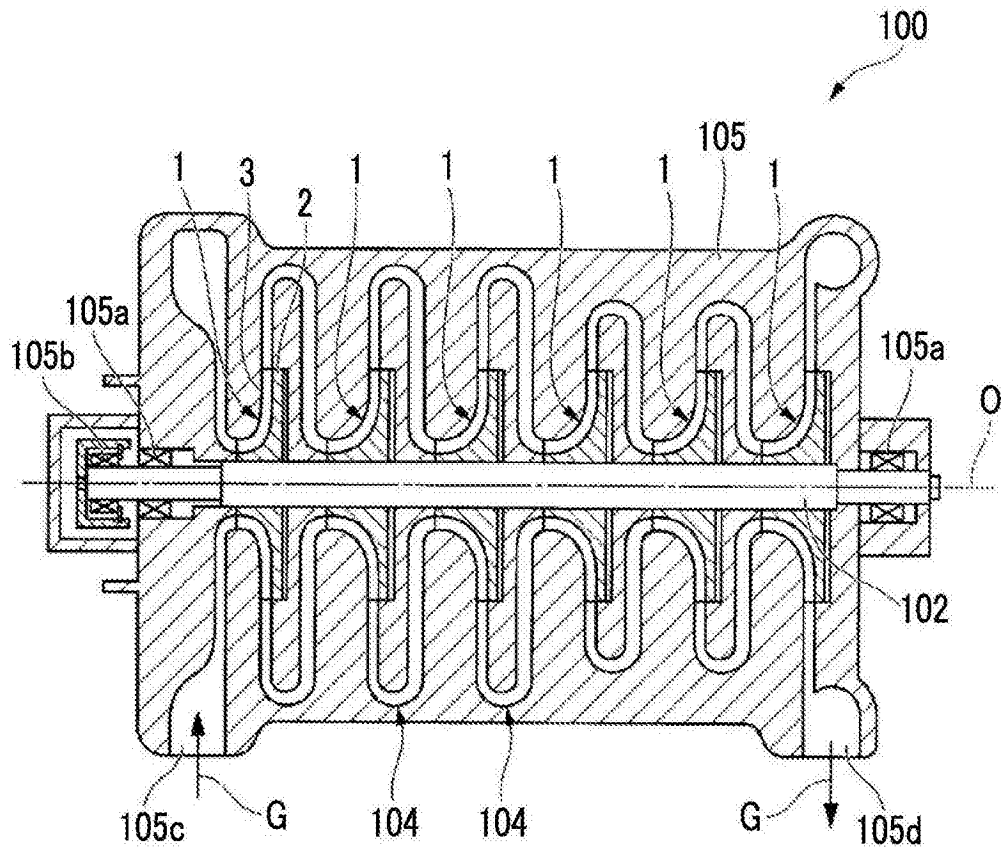


图1

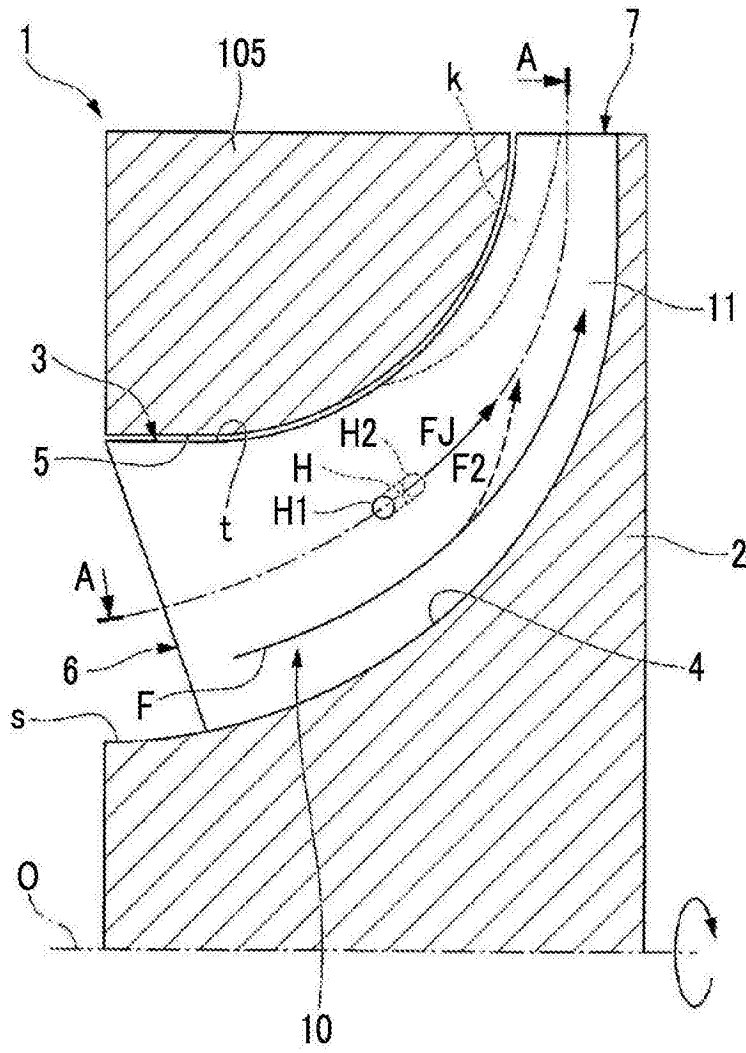


图2

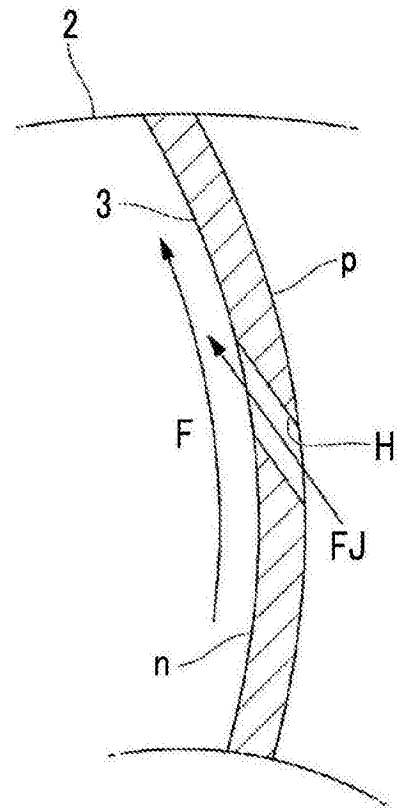


图3

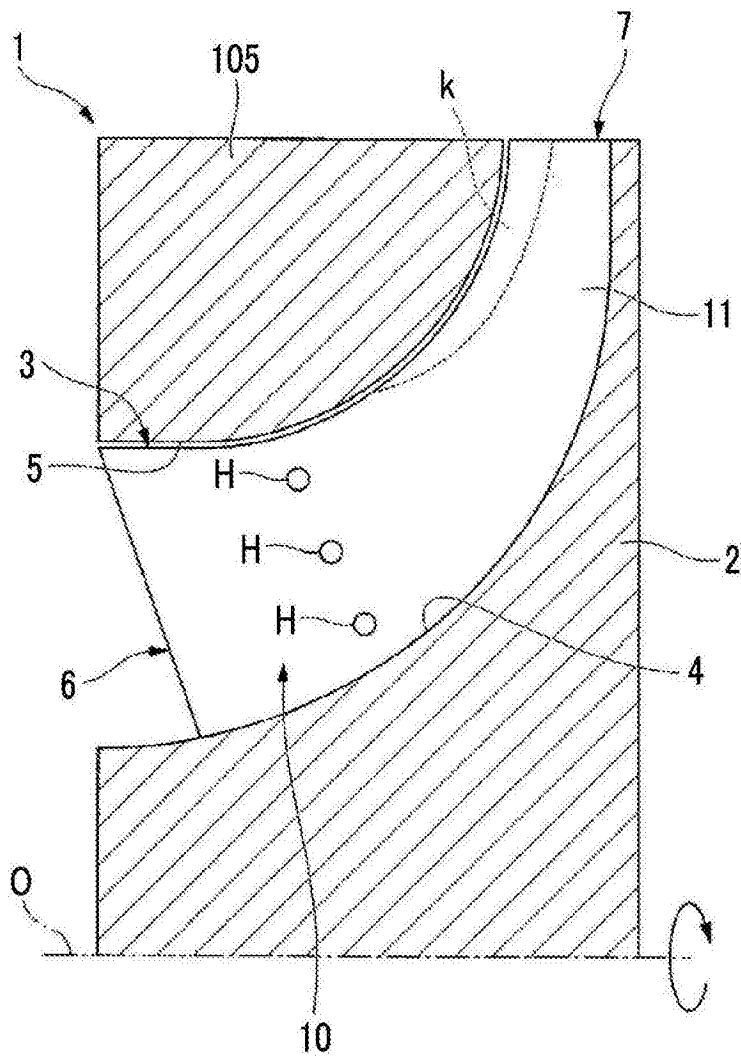


图8

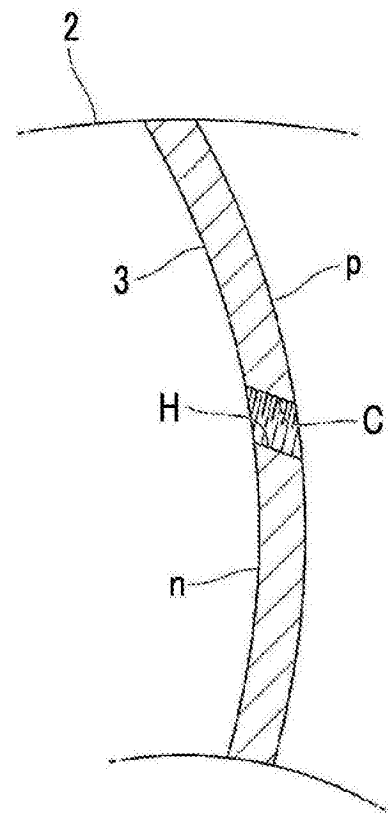


图9

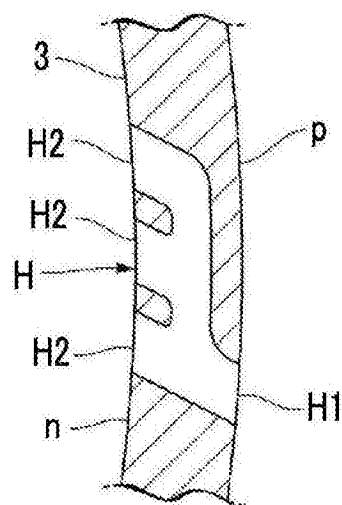


图10