



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104343541 B

(45)授权公告日 2017.05.17

(21)申请号 201410350304.0

(22)申请日 2014.07.22

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104343541 A

(43)申请公布日 2015.02.11

(30)优先权数据

2013-152807 2013.07.23 JP

(73)专利权人 三菱日立电力株式会社

地址 日本神奈川县

(72)发明人 高桥康雄 明连千寻 川村康太

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

11243

代理人 张敬强 严星铁

(51)Int.Cl.

F02C 7/143(2006.01)

F02C 7/28(2006.01)

F01D 25/12(2006.01)

F01D 17/16(2006.01)

F04D 29/56(2006.01)

(56)对比文件

US 2012/0082545 A1, 2012.04.05,

US 2012/0082545 A1, 2012.04.05,

CN 102062078 A, 2011.05.18,

WO 2013/065369 A1, 2013.05.10,

CN 102562300 A, 2012.07.11,

JP 2012233424 A, 2012.11.29,

US 2012/0275912 A1, 2012.11.01,

US 2010/0111677 A1, 2010.05.06,

审查员 孙龙飞

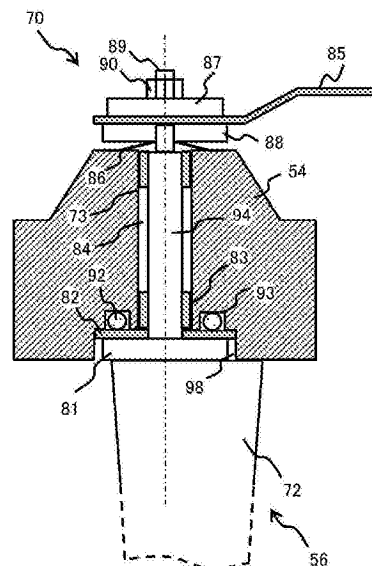
权利要求书1页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

轴流压缩机

(57)摘要

本发明提供一种能够抑制流体从可变静叶片与外壳的滑动部泄漏的轴流压缩机。该轴流压缩机具备：对于压缩前或者压缩过程中的工作流体供给液滴的喷雾喷嘴(32)、具有插入设置于外壳(54)的贯通孔(73)的轴杆部(94)通过轴杆部的转动与外壳进行相对滑动来改变迎角的可变静叶片(56)、设置于在轴杆部转动时相对于外壳相对滑动的推力垫圈(82)与外壳的滑动部的密封槽(93)、以及收纳于密封槽的密封部件(92)。



1. 一种轴流压缩机,其特征在于,具备:
液滴供给装置,其对于压缩前或者压缩过程中的工作流体供给液滴;
可变静叶片,其具有插入设置于外壳的孔的转动轴,通过所述转动轴的转动,与所述外壳进行相对滑动来改变迎角;
密封构造,其设置于在所述转动轴转动时相对于所述外壳相对滑动的部件与所述外壳的滑动部;
 铤槽,其设置于所述外壳的外周面上的所述转动轴的周围;以及
 凸缘部,其收纳于所述铤槽,
 作为所述密封构造之一的第一密封构造设置于所述凸缘部与所述转动轴相对滑动的滑动部。
2. 根据权利要求1所述的轴流压缩机,其特征在于,
 还具备静叶片台座,其以位于所述转动轴与叶片部之间的方式设置于所述可变静叶片,并配置为与所述外壳的内周面对置,
 作为所述密封构造之一的第二密封构造设置于所述静叶片台座与所述外壳的滑动部。
3. 根据权利要求1所述的轴流压缩机,其特征在于,还具备:
 静叶片台座,其以位于所述转动轴与叶片部之间的方式设置于所述可变静叶片,并配置于所述外壳的内周面侧;以及
 垫圈,其以位于所述静叶片台座与所述外壳的内周面之间的方式插入所述转动轴,
 作为所述密封构造之一的第三密封构造设置于所述外壳的供所述垫圈的转子径向外侧的面对置的位置。
4. 根据权利要求1所述的轴流压缩机,其特征在于,还具备:
 静叶片台座,其以位于所述转动轴与叶片部之间的方式设置于所述可变静叶片,并配置于所述外壳的内周面侧;以及
 垫圈,其以位于所述静叶片台座与所述外壳的内周面之间的方式插入所述转动轴,
 作为所述密封构造之一的第四密封构造设置于所述静叶片台座的供所述垫圈的转子径向内侧的面对置的位置。
5. 根据权利要求1所述的轴流压缩机,其特征在于,
 所述密封构造设置于所述相对滑动的部件与所述外壳的下半侧的滑动部。
6. 根据权利要求1所述的轴流压缩机,其特征在于,
 所述密封构造设置于工作介质的压力在所述外壳的附近成为比大气压力高压的部分。

轴流压缩机

技术领域

[0001] 本发明涉及燃气轮机用或者工业用的轴流压缩机。

背景技术

[0002] 在夏季等的燃气轮机的运转过程中,在大气温度较高的情况下,吸气密度下降,从而燃气轮机的输出降低。相对于该输出降低,例如,存在如下方法,即利用喷雾喷嘴向压缩机的吸入空气喷雾水等液滴,从而使吸气密度上升,通过吸气冷却的效果来提高燃气轮机输出。并且,在使该液滴的喷雾量增加而使液滴导入压缩机内部的情况下,通过中间冷却的效果使压缩动力减少,从而燃气轮机的效率提高。与该气流一同输送至压缩机内部的微小的液滴一边通过动叶片列之间、静叶片列之间一边蒸发至各级的饱和温度,从而通过其蒸发潜热使工作流体的温度降低。

[0003] 在多级轴流压缩机中,液滴从压缩机的上游侧被气化,从而主流的温度逐渐降低,因此成为相对于叶片列负荷在压缩机的上游侧减少,叶片列负荷在与压缩机的上游侧相反的下游侧增加之类的气流方向与通常的干燥运转的负荷分布不同的分布。因此,在向压缩机内部喷雾大量的液滴的情况下,需要预先设计为使下游侧的叶片列负荷下降,使上游侧的叶片列负荷增加。在如上设计的燃气轮机的起动时等转速较低的运转区域,不喷雾液滴,因此与通常的简单循环燃气轮机起动相比,存在如下担心,即由气流在下游侧的叶片列扼流所引起的上游侧的叶片列的气流失速的非稳定的流体现象,所谓的旋转失速引起的剥离区域增大。

[0004] 因此,在燃气轮机中,为了使压缩机稳定地运转,将具备能够改变迎角(叶片弦线与工作流体气流的方向所成的角)的可变机构的静叶片(可变静叶片)配置于压缩机的上游侧。在压缩机起动等的转速较低运转时,为了减少吸入流量,增大针对可变静叶片的流入角,与此相伴,需要使可变静叶片沿缩小气流的方向旋转,从而以与流入角一致的方式对可变静叶片的迎角进行调整。另一方面,在转速较高运转时,吸入流量增加,因此使可变静叶片沿打开气流的方向旋转。

[0005] 作为具备具有上述的可变机构的静叶片的轴流压缩机,例如存在日本特开平2-294501号公报、日本特开2012-72763号公报所公开的结构。在日本特开平2-294501号公报中公开有如下构造,即缩小可变静叶片的内周侧前端部与叶轮盘的外周部的锥形面之间的间隙。另外,在日本特开2012-72763号公报中公开有考虑了可变机构的滑动部的耐磨损性的构造。

[0006] 专利文献1:日本特开平2-294501号公报

[0007] 专利文献2:日本特开2012-72763号公报

[0008] 通常,简单循环燃气轮机所使用的可变静叶片在燃气轮机的起动时、部分负荷运转时旋转,从而能够改变其迎角。另外,可变静叶片沿外壳的轴向以及周向配置有多个,从而需要以与气流一致的方式同时改变沿同一周向配置的多个可变静叶片的迎角(旋转角度),因此高精度的角度控制尤为重要。因此,存在如下技术,即在可变静叶片的旋转轴采用

金属衬套、在可变静叶片的外壳侧的端面与外壳内周面之间采用推力垫圈,来实现可变静叶片的滑动性的提高。

[0009] 但是,几乎不考虑提高可变静叶片与外壳的滑动部的密封性为实际情况。因此,特别地在向具备可变静叶片的压缩机的内部喷雾水等的液滴的情况下,由外壳内外的压力差所引起的液滴从可变静叶片机构向外壳外泄漏,除此之外存在长期地因腐蚀而导致在可变静叶片的旋转轴与外壳面之间的滑动部生锈的担忧,从而存在可变静叶片的设备可靠性降低的担心。

发明内容

[0010] 因此,本发明的目的在于提供能够抑制流体从可变静叶片与外壳的滑动部泄漏的轴流压缩机。

[0011] 为了实现上述目的,本发明的特征在于,具备:液滴供给装置,其对于压缩前或者压缩过程中的工作流体供给液滴;可变静叶片,其具有插入设置于外壳的孔的转动轴,通过上述转动轴的转动,与上述外壳进行相对滑动来改变迎角;以及密封构造,其设置于在上述转动轴转动时相对于上述外壳相对滑动的部件与上述外壳的滑动部。

[0012] 根据本发明,能够抑制流体从可变静叶片与外壳的滑动部泄漏,从而能够提高轴流压缩机的可靠性。

附图说明

[0013] 图1是作为本发明的实施方式之一的具有吸气喷雾机构的燃气轮机系统的结构图。

[0014] 图2是作为本发明的实施方式之一的轴流压缩机的子午面剖视图。

[0015] 图3是作为本发明的实施方式之一的可变静叶片构造的剖视图。

[0016] 图4是作为本发明的实施方式之一的可变静叶片构造的剖视图。

[0017] 图5是作为本发明的实施方式之一的可变静叶片构造的剖视图。

[0018] 符号说明

[0019] 1-压缩机,2-燃烧器,3-涡轮,4-发电机,5-旋转轴,11-空气,12-高压空气,13-燃料,14-高温燃烧气体,15-废气,31-吸气管道,32-喷雾喷嘴,33-吸气充气腔,51-动叶片列,52-转子,53-静叶片列,54-外壳,55-入口引导叶片,56-可变静叶片,57-中间级动叶片列,70-可变机构,71-可变机构,72-叶片部,73-贯通孔,81-静叶片台座,82-推力垫圈,83-金属衬套,84-管,85-薄板杆,86-盘型弹簧,87-上垫圈,88-下垫圈,89-附带螺栓的轴杆,90-螺母,91-控制环,92-密封部件,93-密封槽,94-轴杆部,96-凸缘部,98-外壳槽,101-铰槽,102-螺栓。

具体实施方式

[0020] 以下,使用附图对本发明的实施方式进行说明。首先,使用图1对具备吸气喷雾机构的燃气轮机系统的结构例进行说明。图1是具备吸气喷雾机构的燃气轮机系统的简要整体结构图。

[0021] 该图所示的燃气轮机系统具备:对空气进行压缩而生成高压空气的压缩机1、对压

缩空气与燃料进行混合并使其燃烧的燃烧器2、以及通过高温的燃烧气体进行旋转驱动的涡轮3。压缩机1与涡轮3经由旋转轴与发电机4机械地连接。

[0022] 接下来,对图1的燃气轮机系统的工作流体的流动进行说明。作为工作流体的空气11流入压缩机1,被压缩机1压缩并且作为高压空气12流入燃烧器2。在燃烧器2中,将高压空气12与燃料13混合燃烧,从而生成高温燃烧气体14。燃烧气体14在使涡轮3旋转后,作为废气15释放至系统外部。发电机4被通过对压缩机1与涡轮3进行连结的旋转轴5传递的涡轮的旋转动力驱动。

[0023] 然而,在燃气轮机系统中的通常所使用的体积流量恒定的转速一定的压缩机中,在夏季等吸气温度增高的情况下,空气密度变小,从而吸入空气的质量流量减少,因此与上述情况一致的方式也不得不减少燃烧器中的燃料流量。换句话说,存在压缩机的吸气温度越高燃气轮机的输出越低的问题。

[0024] 因此,存在如下方法,即向压缩机的吸气喷雾水等的液滴,从而通过吸气冷却效果来提高燃气轮机输出。作为吸气冷却的方法,存在如下方法,即在吸气管道设置媒体式的吸气冷却器,吸入空气通过吸气冷却器从而使吸气温度降低。

[0025] 另外,作为其他的吸气冷却的方法,存在如下方法,即如图1所示,在吸气管道31内配置液滴喷雾喷嘴(液滴供给装置)32,对于放入吸气管道31内的压缩前的空气喷雾微小液滴而使其在气流中蒸发,从而利用液滴的蒸发潜热而使吸气温度降低。如上在喷雾液滴的方法的情况下,除了增加液滴量而使液滴在吸气管道内蒸发的吸气冷却效果之外,也向压缩机内部供给液滴,使液滴在压缩机内部气化,从而也能够期待中间冷却效果。由此,通过燃气轮机的输出提高与压缩动力减少能够有助于燃气轮机的高效率化。

[0026] 此外,在图1所示的例子中,虽将液滴喷雾喷嘴32仅配置于吸气管道31内的一处,但也可以配置于吸气管道31以外的其他的位置,其设置位置也可以为两处以上。例如,也可以在吸气管道31内与压缩机入口的吸气充气腔33内两处设置液滴喷雾喷嘴32,划分两个阶段实施吸气喷雾。并且,也可以在压缩机1的内部设置液滴喷雾喷嘴,不仅对压缩前的工作流体,也对压缩过程中的工作流体进行液滴喷雾。

[0027] 接下来,使用图2的压缩机1的子午面剖面的简图,对压缩机1的详细的构造进行说明。如图2所示,轴流压缩机1具备:安装有多个动叶片列51、57并通过从驱动源(涡轮3)被给予的轴驱动力进行旋转的转子52、以及将多个静叶片列56、53安装于内周面的外壳54,由转子52的外周面与外壳54的内周面形成环状流路。

[0028] 动叶片列51、57与静叶片列56、53沿着转子轴方向交替地排列,并由一组动叶片列与静叶片列构成级。在初级动叶片51的上游侧设置有利于对吸入流量进行控制而对燃气轮机负荷进行调整的入口引导叶片(IGV: Inlet Guide Vane) 55。入口引导叶片55安装有用于改变其迎角的可变机构71。可变机构71经由薄板杆85连结于控制环91,使控制环91旋转,从而入口引导叶片55能够转动而改变迎角。

[0029] 配置于初级动叶片列51与2级动叶片列51之间的前级侧静叶片列(初级静叶片列) 56为可变静叶片列,分别具备用于在燃气轮机起动时等改变迎角的可变机构70。例如若在燃气轮机起动时改变可变静叶片56的迎角,则能够抑制旋转失速。对于详细内容将后述,但可变机构70与可变机构71相同地经由薄板杆85连结于控制环91。

[0030] 此外,在图2所示的压缩机1中,仅在沿转子轴方向隔开间隔地排列的多个静叶片

列56、53中的初级静叶片列56具备可变机构70,但也可以在第二级以以后的静叶片列(例如,2级静叶片列53)具备可变机构70。特别地,在具备液滴喷雾喷嘴的吸气喷雾的压缩机中,能够增加前级侧的叶片负荷,因此存在为了确保稳定起动,而将遍布多个级间的静叶片设为可变静叶片的优点。

[0031] 从吸气管道(未图示)流入的空气11在位于压缩机1的上游侧的吸气充气腔33中使流通方向转向90度而供给至压缩机1内部。水等的液滴从配设于吸气管道内部的喷雾喷嘴32喷射,微小的液滴在气流中蒸发,从而通过其蒸发潜热使流入压缩机1的气体的温度降低,与此同时使吸气的密度上升。

[0032] 与气流一同被输送的微小的液滴中的、在吸气充气腔33中未完全气化直至饱和的液滴保持液滴的原样流入压缩机1内部。液滴在压缩机1的内部一边通过动叶片列之间、静叶片列之间一边蒸发至饱和温度,从而使压缩中途的工作流体的温度降低。通过该中间冷却效果使压缩特性接近等温压缩,因此能够减少压缩机1的动力。理想优选导入压缩机1内的所有的液滴在直至压缩机1的排出口之前完全在气流中蒸发。

[0033] 但是,从喷雾喷嘴32被喷射的液滴的一部分往往无助于主流空气的冷却,而作为液膜堆积于压缩机1内的各部,从而产生成为冷凝水的情况。

[0034] 此处,对无助于压缩机1的主流空气的冷却的液滴动作进行说明。被喷雾喷嘴32喷雾的液滴的一部分与吸气充气腔33的壁面碰撞而堆积为液膜。另外,在液滴彼此喷雾后干涉而生成粒径较大的液滴的情况下,其液滴不与气流一同被输送而与壁面碰撞堆积为液膜。并且,与位于压缩机1的入口的撑杆58、IGV55碰撞,一部分附着于叶片面而成为液膜。

[0035] 附着于该叶片面的液膜的一部分分裂而成为粒径较大的二次液滴,流入压缩机1的内部。在压缩机1的内部,粒径较大的液滴与动叶片51、57碰撞,被转子52的离心力朝转子径向外侧吹散,从而在外壳54的内周面成为液膜而堆积。

[0036] 该外壳54的内周面的液膜的一部分除了因外壳54的导热而蒸发之外,再次分裂而成为二次液滴朝下游级飞翔。二次液滴的粒径增大,因此与下游的动静叶片碰撞成为液膜的可能性增高。

[0037] 此外,上述的液膜存在的范围从轴流压缩机1的最前级至液滴在压缩机的内部完全蒸发的级(以下,蒸发结束级),特别地,本发明的发明者们确认了在从上游侧在中间级产生液膜。另外,蒸发结束级附近的主流温度为300℃以上,假设即使液滴与外壳54的内周面碰撞,也能够考虑为瞬时地蒸发。

[0038] 接下来,使用图2对可变静叶片56的简要构造进行说明。可变静叶片56在压缩机1内的特定的级(在图2的例子中为初级静叶片)中沿外壳54的周向以规定的间隔配置有多个。

[0039] 可变静叶片56具备:叶片部72、作为可变静叶片56的转动轴的大致圆柱状的轴杆部94、以及以位于轴杆部94与叶片部72之间的方式设置于可变静叶片56的大致圆盘状的静叶片台座81。静叶片台座81配置为与外壳54的内周面对置。在轴杆部94连结有薄板杆85的一端,薄板杆85的另一端以能够转动的方式与控制环91连结。其中,图2中所表示的是控制环91的剖面的一部分。

[0040] 控制环91形成为环状,其中心轴被支承为与转子52的中心轴一致。作为控制环91的支承方式的一个例子,存在使控制环91与外壳54在多处(未图示)接触的情况。在控制环

91安装有用于以转子52的中心轴为中心使控制环91旋转的驱动器(未图示),若对上述驱动器进行驱动,则能够使控制环91沿着转子52的周向绕顺时针方向或者逆时针方向旋转。如上若使控制环91沿转子周向旋转,则薄板杆85的控制环91侧的端部也与控制环91一同沿转子周向移动,从而薄板杆85的另一端使轴杆部94旋转,因此能够改变可变静叶片56的迎角。

[0041] 接下来,使用图3,对本发明的第一实施方式所涉及的压缩机的可变静叶片56的详细构造进行说明。在图3中,可变静叶片56具备:叶片部72、静叶片台座81、轴杆部94、以及附带螺栓的轴杆部89。叶片部72、静叶片台座81、轴杆部94以及附带螺栓的轴杆部89优选利用铸造等一体成型。

[0042] 轴杆部94具有圆柱形状,并插入沿转子径向设置于外壳54的圆柱状的贯通孔73的内部。轴杆部94为可变静叶片56的转动轴,从而若使轴杆部94以其轴心为中心进行转动,则能够改变叶片部72的迎角。

[0043] 在图3所示的例子中,轴杆部94在插入推力衬垫82后插入外壳54内的贯通孔73,从而在静叶片台座81与外壳54的内周面之间存在推力衬垫82。推力衬垫82具备低摩擦系数与耐磨损性,从而能够与可变静叶片56以及外壳54无润滑地滑动。

[0044] 在轴杆部94的插入外壳54的贯通孔73的外周与外壳54的贯通孔73之间形成有间隙,但在上述间隙的转子径向的两端以位于轴杆部94的外周的方式配置有无润滑条件下的滑动性优越的金属衬套83。在轴杆部94以位于上述两个金属衬套83之间的方式插入有管84,管84支承两个金属衬套83。此外,在图3的例子中,在轴杆部94的周围的间隙配置两个金属衬套83,但也能够轴杆部94的周围配置一个金属衬套83。

[0045] 在轴杆部94的转子径向的外侧的端部设置有附带螺栓的轴杆部89。附带螺栓的轴杆部89是在将轴杆部94插入外壳54的贯通孔73时朝外壳54的外部突出,从而插入设置于薄板杆85的贯通孔(未图示)的部分,在上述部分的外周面上切设有用于供螺母90安装的螺纹槽。图3所示的附带螺栓的轴杆部89的直径比轴杆部94的其他的部分的直径小。

[0046] 在图3所示的例子中,将盘型弹簧86、下垫圈88、薄板杆85以及上垫圈87按该顺序插入附带螺栓的轴杆部89,最后将螺母90紧固于附带螺栓的轴杆部89,从而对轴杆部94(附带螺栓的轴杆部89)与薄板杆85进行连结。由此,利用上垫圈87与下垫圈88夹住薄板杆85,从而成为对轴杆部94与薄板杆85进行连结的构造。

[0047] 另外,在图3中,在转子径向的下垫圈88与外壳54之间存在盘型弹簧86。盘型弹簧86在控制环91旋转时,在通过薄板杆85的刚性将可变静叶片56朝向转子径向内侧按下时,通过弹簧反作用力将可变静叶片56朝转子径向外侧向上推起,从而防止转子52的外周面与可变静叶片56的前端(端部)干涉。

[0048] 静叶片台座81是对叶片部72与轴杆部94进行连接的大致圆盘状的部分,并收纳于作为设置于外壳54的内周面上的大致圆盘状的凹部(铱孔)的外壳槽98内。外壳槽98的直径比供轴杆部94插入的贯通孔73的直径大。叶片部72从静叶片台座81的转子径向内侧的面朝向转子径向内侧突出,轴杆部94从静叶片台座81的转子径向外侧的面朝向转子径向外侧突出。

[0049] 在伴随着轴杆部94的转动而相对于外壳54相对滑动的部件(利用可变静叶片56的一部分或其相关部件,例如静叶片台座81、轴杆部94、垫圈81等)与外壳54相对滑动的部分(滑动部)设置有密封构造(密封装置)。在本实施方式中,在推力垫圈82相对于外壳54相对

滑动的部分设置有密封构造。上述密封构造设置于推力垫圈82的转子径向外侧的面与外壳54对置的位置,并由设置于外壳54的外壳槽98的底部的环状的密封槽93与收纳于密封槽93的环状的密封部件92(例如,O型圈)构成。此外,图3所示的密封槽93形成为与轴杆部94以及外壳槽98的中心轴同心的环状,且其外径比外壳槽98的直径小。

[0050] 另外,可变静叶片56被设置于外壳外周面的盘型弹簧86朝外周侧按压,因此如本实施方式那样在推力垫圈82的转子径向外侧设置密封构造,从而能够提高密封性能。

[0051] 此处,在不存在上述的密封构造(密封槽93以及密封部件92)的情况下,对在通过液滴喷雾喷嘴32向压缩机1的内部供给液滴时能够产生的课题进行说明。在该情况下,在压缩机1的内部,粒径较大的液滴与动叶片51碰撞,从而被由动叶片51的旋转而产生的离心力朝转子径向外侧吹散,并在外壳54的内壁面成为液膜。堆积于其外壳54的内壁面的液滴存在如下担忧,即流入外壳槽98与推力垫圈82的间隙,并且在外壳54的贯通孔73与轴杆部94的间隙传递,从而通过金属衬套83等朝外壳54的外部以成为冷凝水的方式排出。

[0052] 能够考虑为流入该外壳槽98与推力垫圈82的间隙的液滴以工作流体的流动为基准从上游侧与下游侧双方进入上述间隙,但也能够考虑为来自下游侧的液滴(冷凝水)的流入比来自上游侧的液滴(冷凝水)的流入变得显著。这是因为包含可变静叶片56在静叶片中气流被减速从而静压上升,因此存在静叶片的下游侧的压力与外壳54外部的压力(大气压)的差增大的趋势。

[0053] 另外,在外壳54的周向,可变静叶片56配置为遍布整周。而且,导入压缩机1内的液滴受重力的影响容易堆积于外壳54的下半侧。即,从外壳54的下半侧的可变静叶片机构56产生冷凝水变得显著,从而存在在燃气轮机运转时冷凝水积蓄在燃气轮机的基体而使设备可靠性降低的担忧。此外,所谓外壳54的下半侧是利用通过转子52的中心轴的水平面对外壳54进行两分割的情况下的下半部分的部分,所谓外壳54的上半侧是其上半部分的部分。

[0054] 如上,由从液滴喷雾喷嘴被喷雾的液滴所引起的冷凝水不仅使燃气轮机的设备可靠性降低。短期而言,也存在粉尘混入的冷凝水流入可变静叶片的滑动部,从而因上述粉尘的影响而降低可变静叶片的控制精度的担忧。例如,在沿转子周向排列的多个可变静叶片的各开度之间产生较大的偏差,当在沿同一周向配置的静叶片列的一部分产生剥离的情况下,在多级轴流压缩机中,上游级的叶片列的剥离对下游级的叶片列带来较大的影响,因此效率降低。另外,上游级的部分的剥离因旋转失速、压力波动之类的气流的非稳定现象而使压缩机叶片的可靠性降低。另外,长期而言,存在因腐蚀而在可变静叶片的滑动部生锈,从而可变静叶片的开度的精度降低的可能性。例如,在可变静叶片之类的跨音速的翼型中,若在作为叶片入口金属角度与流入角的偏差的进入角产生相对于设计值具有 $\pm 5^\circ$ 左右的偏差,则翼型损失也成为约2倍,从而叶片面的剥离成为显著的可能性较高。因此进入角根据设计值不存在偏差在性能与可靠性两方面尤为重要。

[0055] 如上述那样,在向压缩机内部供给液滴的情况下,从可变静叶片的滑动部浸入的液滴成为冷凝水而排出至外壳外部,从而对压缩机以及燃气轮机的性能与可靠性带来影响,但在不喷雾液滴的情况下,也考虑为使工作介质向外壳外部流出某种程度。可变静叶片位于压缩机的上游级,因此工作介质的温度为低温,从而流出的空气量也为微量,因此燃气轮机运转相对于设备可靠性的影响与排出冷凝水相比较小。另外,也不存在可变静叶片的滑动部腐蚀的担心,因此会使设备可靠性降低。

[0056] 相对于上述的课题,在本实施方式中,具备由密封槽93以及密封部件92构成的密封构造。根据如上设计的密封构造,即使在可变静叶片56的外壳54的内壁面堆积由液滴喷雾产生的冷凝水,也能够通过密封部件92的效果来抑制液滴浸入轴杆部94与贯通孔73的间隙,从而能够抑制冷凝水向外壳54的外部的泄漏,因此能够提高设备可靠性。

[0057] 另外,在推力垫圈82的转子径向的内侧的面,换句话说静叶片台座81侧的面施工有考虑了滑动性与耐磨损性的表面涂层,在相反的转子径向的外侧的面未施工有表面涂层。因此,推力垫圈82的表面涂层面(内侧的面)比接触面积大。因此,在推力垫圈82中,若利用转子径向的外侧的面与内侧的面对冷凝水的泄漏量(浸入轴杆部94与贯通孔73的间隙的浸水量)进行比较,则能够考虑为对于上述冷凝水的泄漏量而言,推力垫圈82的内侧的面比外侧的面少。因此,根据在推力垫圈82的外侧的面设置密封构造的本实施方式,特别地能够获得显著的冷凝水泄漏抑制效果。

[0058] 此外,以燃气轮机起动时以及部分负荷运转时等为主,可变静叶片56的迎角通过使轴杆部94旋转而再三改变,因此担心推力垫圈82的端面因推力垫圈82与密封部件92的滑动而磨损从而损坏滑动性。但是,推力垫圈82的静叶片台座81侧的面实施考虑了滑动性与耐磨损性的表面涂层,相反外壳内周面侧的面未实施表面涂层。因此,即使在推力垫圈82的外壳54的内周面侧配置密封部件92,也不对推力垫圈82的表面涂层面产生影响,因此能够维持推力垫圈82的依赖性,与此同时能够抑制产生冷凝水。

[0059] 此外,作为密封部件92的材质除了轴承密封之外,即使使用考虑了滑动性的树脂性的密封部件,也能够获得相同的效果,但在该情况下,考虑密封部件的长期可靠性,需要定期地更换密封部件。此外,可变静叶片56位于压缩机1的上游级,因此不喷雾液滴时的工作流体的温度也为低温,因此即便为树脂性的密封部件也能够应用。

[0060] 接下来,对由压缩机1的内部的工作介质的压力产生的影响进行说明。通常,上述的迎角的可变机构不仅应用于前级侧的静叶片(可变静叶片56),也能够应用于IGV55。但是,IGV55与作为减速叶片列的静叶片不同,是对气流进行加速而对初级动叶片给予旋转的增速叶片列,因此在IGV55的入口、出口成为负压。而且,通过动叶片对气流给予动能,从而总压力上升,进而通过其下游侧的第一级静叶片对气流进行减速而使静压上升。如上在IGV55的附近成为负压,因此与可变静叶片56的情况相反,从外壳54的外部经由贯通孔73朝向压缩机1的内部产生泄漏气流。此外,在向压缩机1的内部供给液滴的情况下,该泄漏气流担负相对于冷凝水流出的密封空气的作用,因此能够抑制冷凝水的产生。即,不存在在与IGV55的推力垫圈(未图示)相对的外壳54的内周面设置用于抑制冷凝水的密封槽93以及密封部件92的必要性。

[0061] 另外,在前级,级负荷较小,因此即便在向压缩机1的内部供给液滴的情况下,凭借液滴的喷雾量,即便在第一级静叶片的上下游也往往成为负压。在该情况下,当然不存在在与上述初级静叶片的推力垫圈82相对的外壳内周面应用密封槽93以及密封部件92的必要性。但是,即便在上述的情况下,在比上述第一级静叶片靠下游侧存在可变静叶片列的情况下,在通过上述可变静叶片列使工作流体成为比大气压高压时,也优选在上述可变静叶片列应用上述的密封槽93以及密封部件92。如上,若仅在工作介质的压力在外壳54的内周面的附近成为比大气压力高压的部分应用密封槽93以及密封部件92,则能够减少部件件数,从而能够减少成本。并且,密封部件根据寿命需要在燃气轮机的维护期间更换,因此部件件

数的减少在减少维护费用方面也存在效果。

[0062] 另外,如上所述,冷凝水的产生受重力的影响而在外壳54的下半侧的可变静叶片56尤为显著,因此也可以采用仅在位于外壳54的下半侧的可变静叶片56设置密封槽93以及密封部件92,不在上半侧设置上述部件的结构。

[0063] 并且,密封部件92能够应用O型、C型、E型等各种各样的形状。利用工作介质与外壳54的外部的差压,从而应用C型、E型,进而能够提高相对于冷凝水的流出的密封性能。

[0064] 另外,在IGV55中,工作介质成为负压,因此利用与外壳54的外部的差压,将C型、E型的密封部件应用于IGV55,从而也能够抑制从外部流入压缩机1的内部泄漏气流。由此能够减少泄漏气流对压缩机1的内部的气流带来的影响,从而能够提高压缩机1的性能。

[0065] 接下来,使用图4对本发明的第二实施方式所涉及的压缩机进行说明。图4是本发明的第二实施方式所涉及的压缩机的可变静叶片构造的剖视图的简图。其中,对与之前的图相同的部分标注相同的附图标记并省略说明(之后的图也相同)。

[0066] 本实施方式所涉及的压缩机与图3的第一实施方式的结构不同的点是在推力垫圈82的转子径向的内侧的面与静叶片台座81的转子径向的外侧的面之间具备密封构造这一点。在本实施方式中,相对于静叶片台座81的转子径向外侧的面(供推力垫圈82的转子径向的内侧的面对置的面)设置以轴杆部94的旋转轴为中心轴的环状的密封槽93A,并且在该密封槽93A内配置能够抑制冷凝水从静叶片台座81与推力垫圈82的间隙流出的密封部件92。

[0067] 将密封槽93A不是如第一实施方式那样设置于外壳54的内周面,而是设置于静叶片台座81存在密封槽93A的加工性的优点。即,当在外壳54的内周面加工密封槽93的情况下,在利用铸件制造外壳54后,将密封槽93加工在内周面,但各级的可变静叶片56的张数也可以为数十张以上(例如,40~50张左右),因此为了遍布其整周加工密封槽93需要相应的加工期间。另一方面,当如本实施方式那样在静叶片台座81加工密封槽93A的情况下,能够对每一张静叶片进行加工,因此对静叶片台座81追加密封槽加工较容易。因此,能够使加工成本廉价。

[0068] 此外,在本实施方式的情况下,推力垫圈82的位于静叶片台座81侧的耐磨损性的表面涂层面与密封部件92接触。因此,密封部件92的因磨损而损伤的风险减少,从而冷凝水产生的风险也能够减少。另外,也能够减小密封部件92与推力垫圈82的滑动部的摩擦,从而能够对可变静叶片的开度的精度进行维持。

[0069] 另外,使用图3以及图4对第一实施方式以及第二实施方式进行了说明,但也能够以能够在推力垫圈82的转子径向的内侧的面与外侧的面双方安装密封部件92的方式在静叶片台座81以及外壳54的内周面双方设置密封槽93。

[0070] 并且,在第一实施方式以及第二实施方式中,虽在静叶片台座81与外壳54的内周面之间配置推力垫圈82,但也能够不经由推力垫圈82,而使静叶片台座81与外壳54的内周面直接地滑动,通过在上述滑动部安装密封槽93与密封部件92从而构成密封构造。

[0071] 另外,第一实施方式所涉及的密封构造优选利用为上半侧的外壳54的密封构造,第二实施方式的密封构造优选利用为下半侧的外壳54的密封构造。这是因为受重力的影响,在上半侧的外壳54中,容易在外壳54与推力垫圈82之间形成间隙,相反地,在下半侧的外壳54中,容易在推力垫圈82与静叶片台座81之间形成间隙。

[0072] 接下来,使用图5对本发明的第三实施方式所涉及的压缩机进行说明。图5是本发

明的第三实施方式所涉及的压缩机的可变静叶片构造的剖视图的简图。本实施方式所涉及的压缩机与图3的第一实施方式的结构不同的点是在以隔着环状的管84的方式配置的两个金属衬套83中的位于转子径向外侧的金属衬套以位于比其进一步靠外侧的方式设置密封槽93B与密封部件92B这一点。

[0073] 该图所示的压缩机具备：在外壳54的外周面上挖通与轴杆部94的中心轴同心的圆盘而形成的铱槽(凹部)101、在中心具有供轴杆部94插入的孔并嵌入铱槽101的环状的凸缘部96、作为设置于凸缘部96的孔的周围的环状的铱槽的密封槽93B、以及收纳于密封槽93B并与轴杆部94接触的环状的密封部件92B。凸缘部96被多个螺栓102紧固于外壳54。铱槽101以位于轴杆部94的周围的方式设置于外壳54的外周面上。密封槽93B在与轴杆部94相对滑动的部分设置有凸缘部96。

[0074] 在图3、图4所示的压缩机中,在更换密封部件92的情况下,若不从外壳54的内周侧卸下可变静叶片56、56A,则无法访问密封部件92,因此需要分解・敞开外壳54。因此,密封部件92的更换在燃气轮机的定期检查时被限制。但是,如本实施方式那样构成,从而能够从外壳54的外部装卸密封部件92B,因此即便在密封部件92B因磨损而损伤的情况下,也能够不敞开外壳54而更换密封部件92B,从而能够提高维护性。

[0075] 根据上述进行了说明的各实施方式,能够抑制从具有向吸气喷雾液滴的中间冷却效果的轴流压缩机的可变静叶片的滑动部产生的液滴的泄漏,从而能够提供可靠性优越的轴流压缩机。

[0076] 此外,在上述的实施方式中,仅对合计三个密封构造进行了介绍,但若为在轴杆部94(可变静叶片56)转动时相对于外壳54相对滑动的部件与外壳54的滑动部,则也可以在除了上述三个情况以外的位置设置密封构造。即,例如,也可以在轴杆部94的外周设置环状的密封槽,在该密封槽收纳密封部件,从而构成密封构造。

[0077] 另外,在上述的各实施方式中,虽列举利用吸气喷雾的燃气轮机用轴流压缩机为例进行了说明,但本发明也能够广泛应用于工业用的轴流压缩机。

[0078] 然而,在未进行吸气喷雾的轴流压缩机中,可变静叶片通常应用于工作温度较低的压缩机的上游级侧,因此从可变静叶片机构向外壳外泄漏的工作流体考虑为低温并且微量,从而能够考虑为不对设备可靠性产生影响。但是,若在上述的压缩机中应用本发明所涉及的密封构造,则能够抑制工作流体从压缩机内部向外部的泄漏,因此存在能够提高压缩机的效率的可能性。

[0079] 另外,本发明不限于上述的实施方式,包含不脱离其要旨的范围内的各种各样的变形例。例如,本发明不限于具备在上述的实施方式中进行了说明的全部的结构,也包括删除其结构的一部分的结构。另外,能够将某实施方式所涉及的结构的一部分追加或者替换成其他的实施方式所涉及的结构。

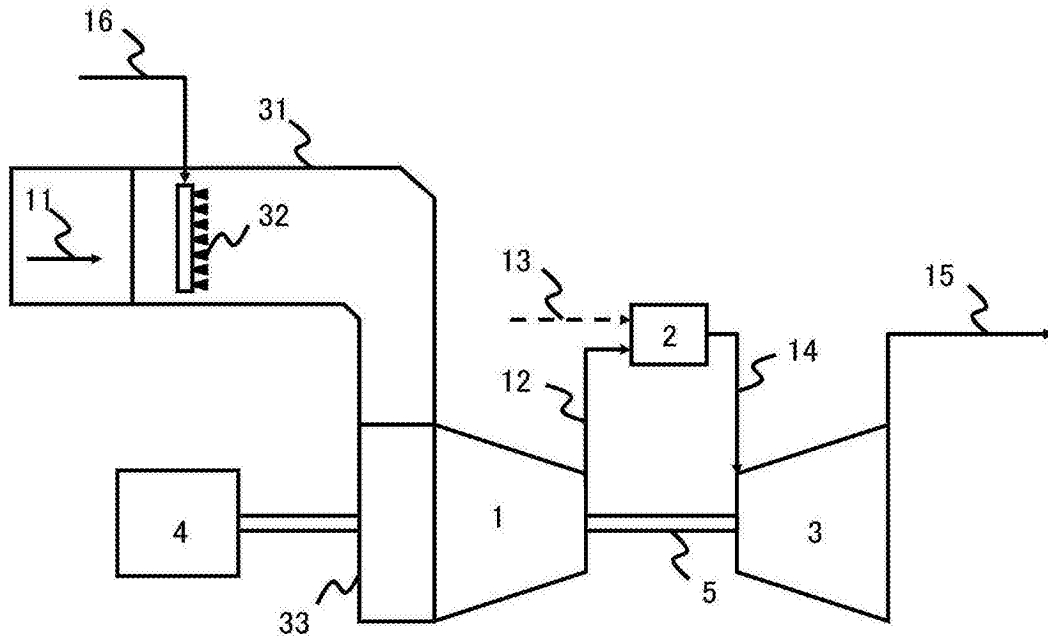


图1

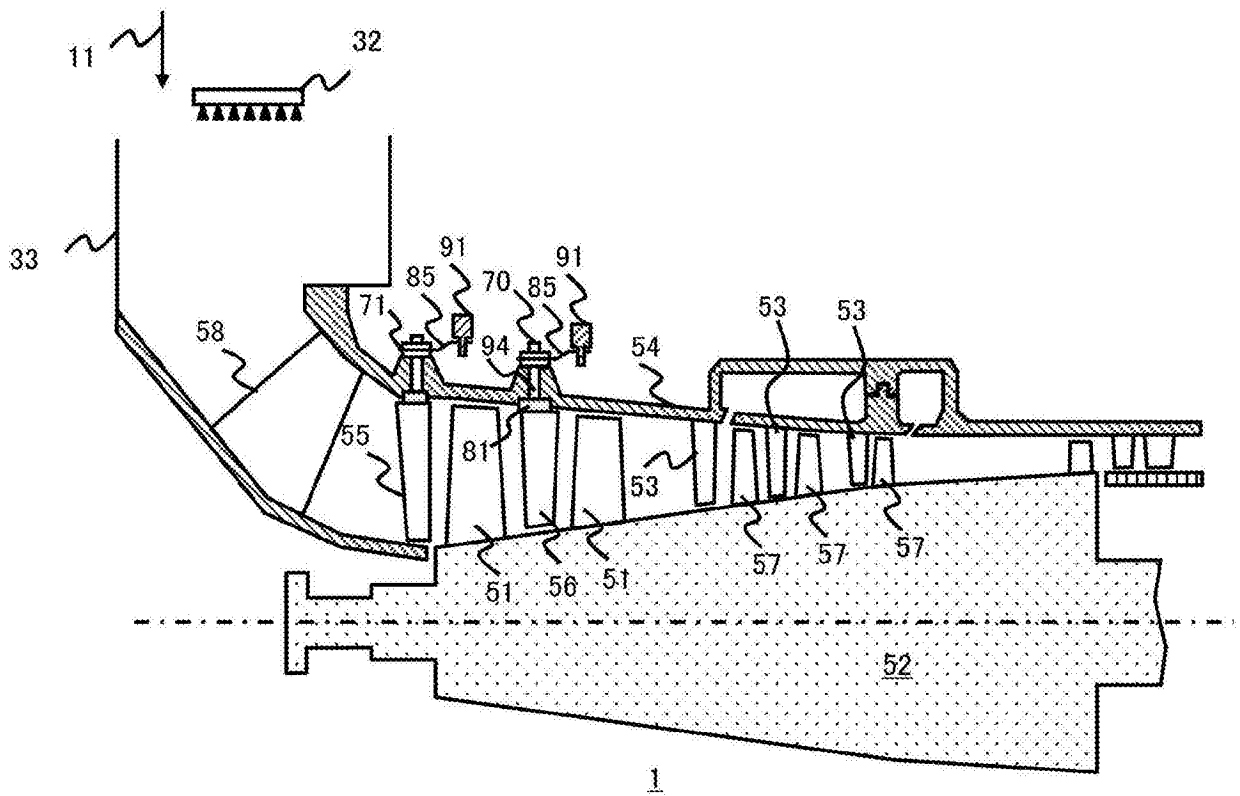


图2

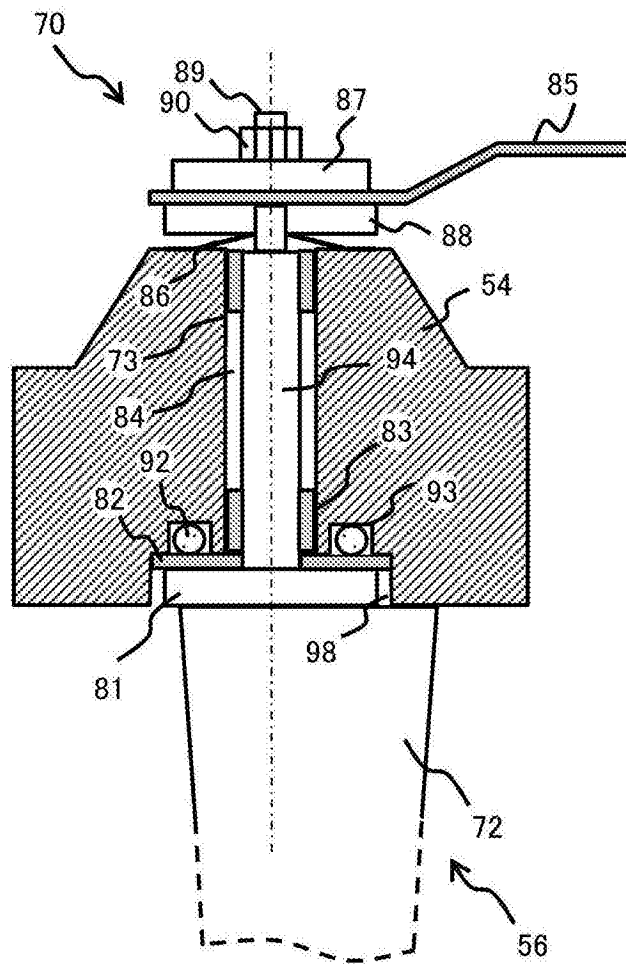


图3

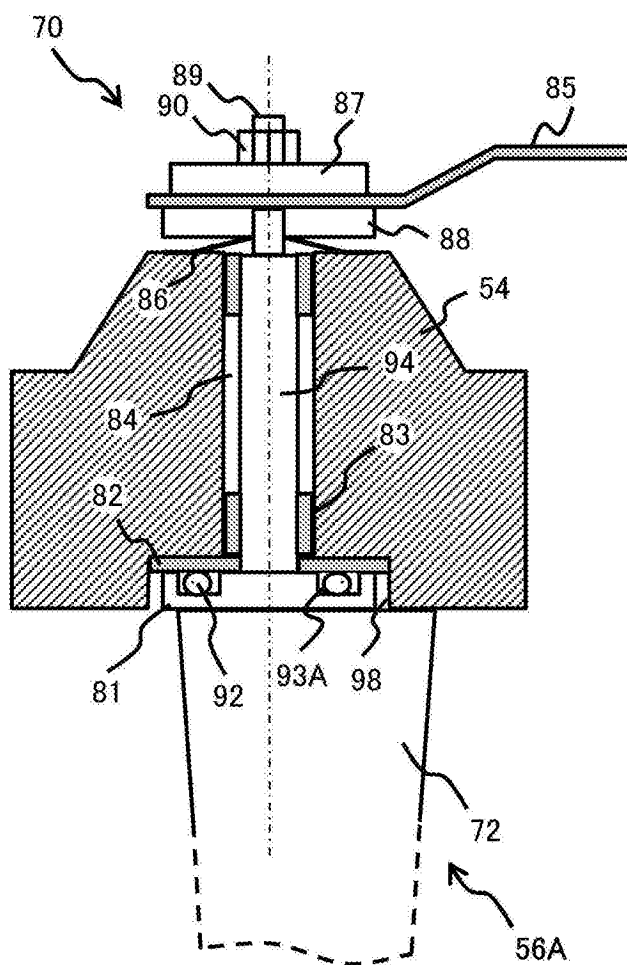


图4

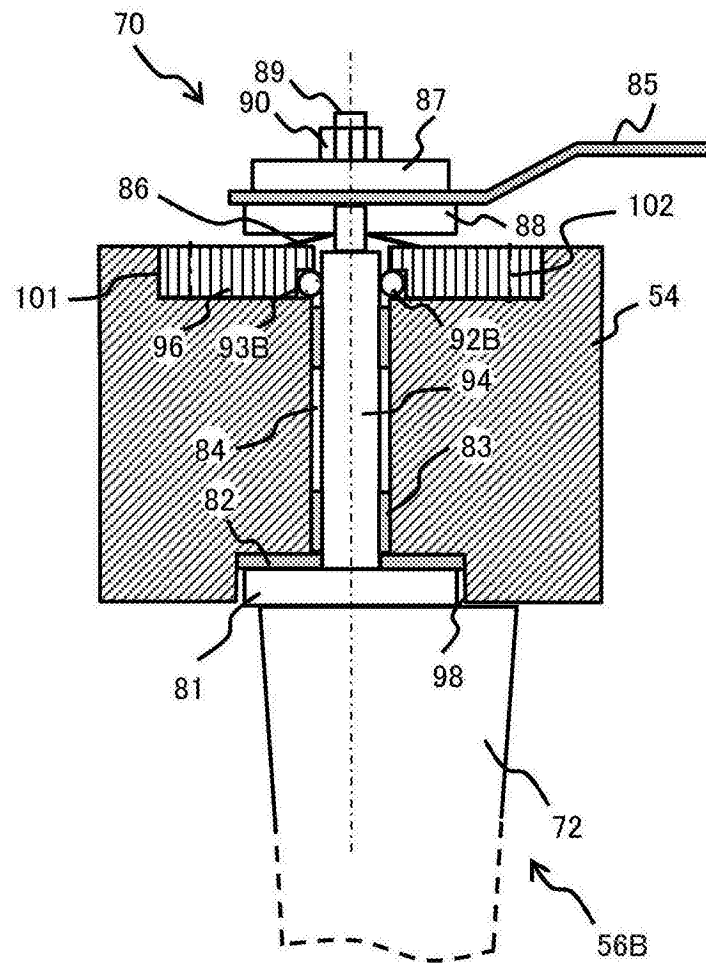


图5