



(45)授權公告日 2020. 06. 30

审查员 姚放

1. 一种密封结构,对在以旋转轴为中心进行旋转的旋转构件和与所述旋转构件相对地设置的静止构件之间的间隙中从作为所述旋转轴的一侧的上游侧朝向作为所述旋转轴的另一侧的下游侧流动的泄漏流体进行密封,所述密封结构的特征在于,具备:

多个密封翅片,所述密封翅片以所述旋转构件及所述静止构件中的任一方为基部,从所述基部朝向所述旋转构件及所述静止构件中的任意另一方突出设置,并在所述旋转轴的轴向上隔开规定的间隔地配置;及

台阶,设置于所述旋转构件及所述静止构件中的任意另一方,利用与多个所述密封翅片相对的多个台阶面和形成在相邻的所述台阶面彼此之间的竖板面来形成高低差,

多个所述密封翅片从所述基部朝向前端部相对于与所述旋转轴正交的径向而向所述泄漏流体的流通方向的上游侧倾斜,

由所述各密封翅片和所述基部形成的拐角部成为曲面,

所述台阶的所述竖板面从上游侧的所述台阶面朝向下游侧的所述台阶面相对于与所述旋转轴正交的径向而向所述泄漏流体的流通方向的下游侧倾斜。

2. 根据权利要求1所述的密封结构,其特征在于,

在将所述密封翅片的相对于与所述旋转轴正交的径向的倾斜角度设为 β 时,
所述倾斜角度 β 处于“ $10^\circ \leq \beta \leq 25^\circ$ ”的范围。

3. 根据权利要求2所述的密封结构,其特征在于,

多个所述密封翅片的倾斜角度 β 全部成为相同角度。

4. 根据权利要求1所述的密封结构,其特征在于,

多个所述密封翅片的在突出方向上的从所述基部至所述前端部的长度全部成为相同长度。

5. 根据权利要求2所述的密封结构,其特征在于,

多个所述密封翅片的在突出方向上的从所述基部至所述前端部的长度全部成为相同长度。

6. 根据权利要求3所述的密封结构,其特征在于,

多个所述密封翅片的在突出方向上的从所述基部至所述前端部的长度全部成为相同长度。

7. 根据权利要求1~6中任一项所述的密封结构,其特征在于,

在将所述台阶的所述竖板面的相对于与所述旋转轴正交的径向的倾斜角度设为 α ,将所述密封翅片的相对于与所述旋转轴正交的径向的倾斜角度设为 β 时,

所述倾斜角度 α 处于“ $0^\circ < \alpha \leq \beta + 30^\circ$ ”的范围。

8. 根据权利要求7所述的密封结构,其特征在于,

所述竖板面的倾斜角度 α 全部成为相同角度。

9. 根据权利要求1~6中任一项所述的密封结构,其特征在于,

当将在与所述旋转轴正交的径向上的、所述台阶面与所述密封翅片之间的距离设为H,将在与所述旋转轴正交的径向上的、隔着所述竖板面的上游侧的所述台阶面与下游侧的所述台阶面之间的距离设为S,将在与所述旋转轴正交的径向上的、形成在相邻的所述密封翅片彼此之间的腔室的底部与下游侧的所述台阶面之间的距离设为D时,

所述距离H、所述距离S及所述距离D具有“ $1.5H \leq S \leq D$ ”的关系。

10. 根据权利要求1~6中任一项所述的密封结构,其特征在于,
所述各密封翅片在从所述基部至前端部的全长上倾斜。
11. 根据权利要求1~6中任一项所述的密封结构,其特征在于,
所述各密封翅片的在所述旋转轴的轴向上的厚度从所述基部朝向前端部而连续地变薄。
12. 一种涡轮,其特征在于,具备:
作为所述旋转构件的动叶片;
作为所述静止构件的壳体;及
权利要求1~11中任一项所述的密封结构。
13. 一种涡轮,其特征在于,具备:
作为所述旋转构件的转子;
作为所述静止构件的静叶片;及
权利要求1~11中任一项所述的密封结构。

密封结构及涡轮

技术领域

[0001] 本发明涉及用于将在旋转构件与静止构件之间的间隙中流动的泄漏流体密封的密封结构及涡轮。

背景技术

[0002] 以往,作为具备密封结构的涡轮,已知有具备在动叶片的前端部的尖端护罩设置的多个台阶部和设置于与动叶片相对的壳体并朝向台阶部的周面延伸的密封翅片的涡轮(例如,参照专利文献1)。在该涡轮,利用密封翅片、壳体及尖端护罩而形成有多个腔室,各腔室的拐角部带有圆角地形成。而且,在台阶部的高低差面形成有从上游侧朝向下流侧倾斜的倾斜面。在该专利文献1的涡轮中,通过将各腔室的拐角部形成为带有圆角的形状,来抑制在腔室内产生的主涡流的能量损失,由此主涡流变强。由此,在涡轮中,减小在腔室内产生的剥离流的大小,抑制泄漏流体的流量。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2013-199860号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 然而,在专利文献1的涡轮中,各密封翅片朝向各台阶部沿旋转轴的径向延伸。因此,泄漏流体沿密封翅片在径向上流动,然后,从密封翅片与台阶部之间的间隙漏出。这样,泄漏流体旋入密封翅片地流动,利用缩流效果进行缩流。这种情况下,各密封翅片沿径向延伸,因此泄漏流体旋入密封翅片而容易流动,存在实现缩流效果的提高的余地。

[0008] 因此,本发明的课题在于提供一种能够抑制泄漏流体的泄漏的密封结构及涡轮。

[0009] 用于解决课题的方案

[0010] 本发明的密封结构对在以旋转轴为中心进行旋转的旋转构件和与所述旋转构件相对地设置的静止构件之间的间隙中从作为所述旋转轴的一侧的上游侧朝向作为所述旋转轴的另一侧的下游侧流动的泄漏流体进行密封,其特征在于,具备:多个密封翅片,所述密封翅片以所述旋转构件及所述静止构件中的任一方为基部,从所述基部朝向所述旋转构件及所述静止构件中的任意另一方突出设置,并在所述旋转轴的轴向上隔开规定的间隔地配置;及台阶,设置于所述旋转构件及所述静止构件中的任意另一方,利用与多个所述密封翅片相对的多个台阶面和形成在相邻的所述台阶面彼此之间的竖板面来形成高低差,多个所述密封翅片从所述基部朝向前端部相对于与所述旋转轴正交的径向而向所述泄漏流体的流通方向的上游侧倾斜,由所述各密封翅片和所述基部形成的拐角部成为曲面。

[0011] 根据该结构,通过使密封翅片倾斜,能够使沿着密封翅片流动的泄漏流体向与泄漏流体的流通方向相反的方向流动。然后,泄漏流体再次向流通方向流动,从密封翅片与台阶面之间的间隙漏出。这样,能够使泄漏流体暂时向流通方向的反方向流通,因此能够提高

由于在密封翅片与台阶面之间的间隙中流通而产生的缩流效果,能够抑制泄漏流体的泄漏。

[0012] 另外,优选的是,在将所述密封翅片的相对于与所述旋转轴正交的径向的倾斜角度设为 β 时,所述倾斜角度 β 处于“ $10^\circ \leq \beta \leq 25^\circ$ ”的范围。

[0013] 根据该结构,通过使密封翅片的倾斜角度处于上述的范围,能够使沿着密封翅片的泄漏流体的流动成为缩流效果高的流动。

[0014] 另外,优选的是,多个所述密封翅片的倾斜角度 β 全部成为相同角度。

[0015] 根据该结构,通过使全部的密封翅片的倾斜角度相同而能够使密封翅片的制造容易,因此能够抑制制造成本的增大。

[0016] 另外,优选的是,多个所述密封翅片的在突出方向上的从所述基部至所述前端部的长度全部成为相同长度。

[0017] 根据该结构,通过使全部的密封翅片的长度相同而能够使密封翅片的制造容易,因此能够抑制制造成本的增大。

[0018] 另外,优选的是,所述台阶的所述竖板面从上游侧的所述台阶面朝向下游侧的所述台阶面相对于与所述旋转轴正交的径向而向所述泄漏流体的流通方向的下游侧倾斜。

[0019] 根据该结构,沿着竖板面流动的泄漏流体在离开竖板面之后,其一部分再附着于密封翅片,沿着密封翅片流动。此时,通过使竖板面倾斜,与竖板面成为沿径向的面的情况相比,能够使沿着竖板面流动的泄漏流体再附着于密封翅片的前端侧。因此,能够减小由于泄漏流体而在密封翅片与台阶面之间的间隙的附近形成的涡流,能够提高缩流效果。

[0020] 另外,优选的是,在将所述台阶的所述竖板面的相对于与所述旋转轴正交的径向的倾斜角度设为 α 、将所述密封翅片的相对于与所述旋转轴正交的径向的倾斜角度设为 β 时,所述倾斜角度 α 处于“ $0^\circ < \alpha \leq \beta + 30^\circ$ ”的范围。

[0021] 根据该结构,通过使竖板面的倾斜角度处于上述的范围,能够使再附着于密封翅片的泄漏流体的流动成为缩流效果高的流动。

[0022] 另外,优选的是,所述竖板面的倾斜角度 α 全部成为相同角度。

[0023] 根据该结构,通过使全部的竖板面的倾斜角度相同而能够使台阶的制造容易,因此能够抑制制造成本的增大。

[0024] 另外,优选的是,当将在与所述旋转轴正交的径向上的、所述台阶面与所述密封翅片之间的距离设为 H 、将在与所述旋转轴正交的径向上的、隔着所述竖板面的上游侧的所述台阶面与下游侧的所述台阶面之间的距离设为 S 、将在与所述旋转轴正交的径向上的、形成在相邻的所述翅片彼此之间的腔室的底部与下游侧的所述台阶面之间的距离设为 D 时,所述距离 H 、所述距离 S 及所述距离 D 具有“ $1.5H \leq S \leq D$ ”的关系。

[0025] 根据该结构,通过使距离 H 、距离 S 及距离 D 具有上述的关系,能够使泄漏流体的流动成为缩流效果高的流动。

[0026] 另外,优选的是,所述各密封翅片在从所述基部至前端部的全长上倾斜。

[0027] 根据该结构,不用将密封翅片折弯而能够将密封翅片整体倾斜地形成。而且,能够使泄漏流体沿着密封翅片的全长良好地流通。

[0028] 本发明的涡轮的特征在于,具备作为所述旋转构件的动叶片、作为所述静止构件的壳体、及上述的密封结构。

[0029] 根据该结构,能够抑制泄漏流体的流量,因此能够抑制涡轮的作功效率的下降。

[0030] 本发明的另一涡轮的特征在于,具备作为所述旋转构件的转子、作为所述静止构件的静叶片、及上述的密封结构。

[0031] 根据该结构,能够抑制泄漏流体的流量,因此能够抑制涡轮的作功效率的下降。

附图说明

[0032] 图1是表示具备本实施方式的密封结构的蒸汽涡轮的概略结构图。

[0033] 图2是表示本实施方式的密封结构的剖视图。

具体实施方式

[0034] 以下,基于附图,详细说明本发明的实施方式。需要说明的是,没有通过该实施方式来限定本发明。而且,下述实施方式中的结构要素包括本领域技术人员能够且容易置换的要素,或者实质上相同的要素。此外,可以将以下记载的结构要素适当组合,而且,在实施方式存在多个时,也可以将各实施方式组合。

[0035] [实施方式1]

[0036] 图1是表示具备本实施方式的密封结构的蒸汽涡轮的概略结构图,图2是表示本实施方式的密封结构的剖视图。

[0037] 本实施方式的密封结构30适用于例如蒸汽涡轮1,将从设置于蒸汽涡轮的旋转构件与静止构件之间的间隙漏出的泄漏流体密封。首先,在说明密封结构30之前,参照图1,说明蒸汽涡轮1。

[0038] 如图1所示,蒸汽涡轮1具备壳体10、设置于壳体10内的作为旋转轴的转子12、设置于转子12的多级的动叶片13、设置于壳体10的多级的静叶片14。

[0039] 壳体10形成有使蒸汽从转子12的径向流入的流入口22和使蒸汽从转子12的轴向流出的流出口23。并且,在壳体10内从流入口22朝向流出口23形成有使蒸汽在其内部流通的蒸汽通路21。即,蒸汽通路21形成为,使蒸汽从转子12的一侧的径向流入,使蒸汽朝向转子12的另一侧沿轴向流通,然后,使蒸汽从转子12的另一侧流出。

[0040] 转子12旋转自如地支承于壳体10。多级的动叶片13固定于转子12的外周部,设置于蒸汽通路21内,并沿转子12的轴向隔开规定的间隔地配置。多级的静叶片14固定于壳体10的内周部,设置于蒸汽通路21内,并沿转子12的轴向隔开规定的间隔地配置。并且,多级的动叶片13与多级的静叶片14沿转子12的轴向交替地配置。

[0041] 因此,当从流入口22供给蒸汽时,蒸汽在蒸汽通路21中流通,通过多级的动叶片13和静叶片14,由此经由各动叶片13来驱动转子12旋转,对连结于该转子12的未图示的发电机进行驱动。并且,通过了多级的动叶片13和静叶片14的蒸汽从蒸汽通路21的流出口23排出。

[0042] 在这样构成的蒸汽涡轮1中,在成为静止构件的壳体10与成为旋转构件的动叶片13之间、及成为静止构件的静叶片14与成为旋转构件的转子12之间中的至少一方,设有将作为泄漏流体的泄漏蒸汽密封的密封结构30。需要说明的是,在本实施方式中,说明在壳体10与动叶片13之间的间隙设置的密封结构30。

[0043] 如图2所示,密封结构30具备在壳体10的内周部安装的密封环31和在设置于动叶

片13的前端部的尖端护罩32上形成的台阶33。需要说明的是,图2是利用与转子12的周向正交的面剖切的密封结构30周围的剖视图。

[0044] 密封环31收容于在壳体10的内周的整周形成为圆环状的环收容槽35,设置成圆环状。密封环31具有成为基部的环主体41、从环主体41朝向动叶片13侧突出的多个密封翅片42、从环主体41向壳体10侧设置的安装部43。安装部43的截面形成为向轴向的两侧突出的大致T字形状,嵌合于在环收容槽35的底部(壳体10侧的部位)形成的安装槽36。

[0045] 多个密封翅片42沿转子12的轴向隔开规定的间隔地配置。需要说明的是,在本实施方式中,密封翅片42例如设置3个,3个密封翅片42在轴向上的相互的间隔成为相同间隔。而且,多个密封翅片42设置成从泄漏蒸汽的流通方向的上游侧朝向下游侧,使位置不同地设置在转子12的径向的外侧。因此,多个密封翅片42中,上游侧的密封翅片42位于径向内侧,另一方面,下游侧的密封翅片42位于径向外侧。

[0046] 另外,各密封翅片42从环主体41朝向前端部相对于转子12的径向而向泄漏蒸汽的流通方向的上游侧倾斜。各密封翅片42的在轴向上的厚度从环主体41朝向前端部而连续地减薄,即,形成为从环主体41朝向前端部而变得尖细的锥形形状。并且,各密封翅片42在从环主体41至前端部的全长上倾斜。

[0047] 在此,设密封翅片42的相对于转子12的径向的倾斜角度为 β 时,倾斜角度 β 处于“ $10^{\circ} \leq \beta \leq 25^{\circ}$ ”的范围。具体而言,密封翅片42的倾斜角度是与密封翅片42的前端部的上游侧的面相切的切线和转子12的径向的延伸的线所成的角度。需要说明的是,倾斜角度 β 从泄漏蒸汽的流通方向的上游侧起依次成为倾斜角度 β_1 、倾斜角度 β_2 、倾斜角度 β_3 ,可以形成为相同角度,也可以形成为不同角度。

[0048] 另外,密封翅片42的基端侧的拐角部,即,利用密封翅片42和环主体41形成的拐角部形成为规定的曲率半径的曲面。因此,从上游侧的密封翅片42至下游侧的密封翅片42的形状在图2所示的截面中,成为半圆弧形形状。

[0049] 并且,多个密封翅片42的形状全部成为相同形状。具体而言,多个密封翅片42的突出方向上的从环主体41至前端部的长度全部成为相同长度。而且,多个密封翅片42相对于转子12的径向的倾斜角度全部成为相同角度。因此,从上游侧的密封翅片42至下游侧的密封翅片42的半圆弧形形状成为相同形状。

[0050] 在尖端护罩32形成的台阶33具有与多个密封翅片42相对的多个台阶面51和在相邻的2个台阶面51之间形成的竖板面52,形成有多级的高低差部53。

[0051] 多个台阶面51在图2所示的截面中,与转子12的轴向平行地形成。需要说明的是,在本实施方式中,台阶面51根据密封翅片42的个数而设置例如3个,3个台阶面51从泄漏蒸汽的流通方向的上游侧朝向下游侧使位置不同地设置于转子12的径向的外侧。因此,多个台阶面51中,上游侧的台阶面51位于径向内侧,另一方面,下游侧的台阶面51位于径向外侧。

[0052] 各竖板面52从上游侧的台阶面51朝向下游侧的台阶面51相对于转子12的径向而向泄漏蒸汽的流通方向的下游侧倾斜。各竖板面52在从上游侧的台阶面51至下游侧的台阶面51的全长上倾斜。

[0053] 在此,将竖板面52的相对于转子12的径向的倾斜角度设为 α 时,倾斜角度 α 处于“ $0^{\circ} < \alpha \leq \beta + 30^{\circ}$ ”的范围。并且,多个竖板面52的倾斜角度 α 全部成为相同角度。需要说明的是,倾

斜角度 α 也可以从泄漏蒸汽的流通方向的上游侧依次成为倾斜角度 α_1 、倾斜角度 α_2 、倾斜角度 α_3 ,形成不同的角度。

[0054] 这样形成的密封结构30利用密封环31和台阶33来形成多个腔室55。各腔室55由环主体41、相邻的2个密封翅片42、相邻的2个台阶面51、2个台阶面51之间的竖板面52划分。该腔室55在转子12的径向上将成为壳体侧的部位作为底部。

[0055] 在转子12的径向上,将台阶面51与密封翅片42之间的余隙(距离)设为H。而且,在转子12的径向上,将隔着竖板面52的上游侧的台阶面51与下游侧的台阶面51之间的高度(距离)设为S。此外,在转子12的径向上,将腔室55的底部与下游侧的台阶面51之间的腔室深度(距离)设为D。这种情况下,余隙H、高度S及腔室深度D具有“ $1.5H \leq S \leq D$ ”的关系。

[0056] 在这样形成的密封结构30中,泄漏蒸汽向壳体10与动叶片13之间的间隙流入时,泄漏蒸汽从上游侧的密封翅片42与上游侧的台阶面51之间的余隙向上游侧的腔室55流入。

[0057] 流入到腔室55的泄漏蒸汽在腔室55的上游侧的空间,即,与上游侧的台阶面51相接的空间内,形成主涡流。该形成主涡流的泄漏蒸汽从密封翅片42与台阶面51之间的余隙沿着上游侧的台阶面51及竖板面52流动,从竖板面52分离。然后,从竖板面52分离的泄漏蒸汽的一部分沿着腔室55的底部流动到上游侧之后,沿着上游侧的密封翅片42流动,再次向密封翅片42与台阶面51之间的余隙回流。

[0058] 另外,流入到腔室55的泄漏蒸汽在腔室55的下游侧的空间,即,在与下游侧的台阶面51相接的空间中,形成反向涡流。该形成反向涡流的泄漏蒸汽中从竖板面52分离的泄漏蒸汽的一部分再附着于下游侧的密封翅片42,沿着下游侧的密封翅片42流动。然后,沿着下游侧的密封翅片42流动的泄漏蒸汽的一部分沿着下游侧的台阶面51向上游侧流动,与从竖板面52分离的泄漏蒸汽汇合。

[0059] 并且,沿着下游侧的密封翅片42流动的泄漏蒸汽的一部分从下游侧的密封翅片42与下游侧的台阶面51之间的余隙流出。

[0060] 如以上所述,根据本实施方式,通过使密封翅片42倾斜而能够使沿着密封翅片42流动的泄漏蒸汽向与泄漏蒸汽的流通方向相反的方向流动。然后,泄漏蒸汽再次向流通方向流动,从密封翅片42与台阶面52之间的间隙漏出。这样,能够使泄漏蒸汽暂时向流通方向的反方向流通,因此能够提高在密封翅片42与台阶面51之间的间隙中流通而产生的缩流效果,能够抑制泄漏蒸汽的泄漏。

[0061] 另外,根据本实施方式,通过将密封翅片42的倾斜角度 β 设为“ $10^\circ \leq \beta \leq 25^\circ$ ”的范围,能够使沿着密封翅片42的泄漏蒸汽的流动成为缩流效果高的流动。

[0062] 另外,根据本实施方式,使全部的密封翅片42的倾斜角度相同或者使全部的密封翅片42的长度相同而使全部的密封翅片42的形状为相同形状,由此能够使密封翅片42的制造容易,因此能够抑制制造成本的增大。

[0063] 另外,根据本实施方式,沿着竖板面52流动的泄漏蒸汽在离开竖板面52之后,其一部分再附着于密封翅片42,沿着密封翅片42流动。此时,通过使竖板面52倾斜,与竖板面52成为沿着径向的面的情况相比,能够使沿着竖板面52流动的泄漏蒸汽再附着于密封翅片42的前端侧。因此,能够减小由于泄漏蒸汽而在密封翅片42与台阶面51之间的间隙的附近形成的反向涡流,能够提高缩流效果。

[0064] 另外,根据本实施方式,通过将竖板面52的倾斜角度 α 设为“ $0^\circ < \alpha \leq \beta + 30^\circ$ ”的范围,

能够使再附着于密封翅片42的泄漏蒸汽的流动成为缩流效果高的流动。

[0065] 另外,根据本实施方式,通过使全部的竖板面52的倾斜角度 α 相同而能够使台阶33的制造容易,因此能够抑制制造成本的增大。

[0066] 另外,根据本实施方式,通过将余隙H、高度S及腔室深度D设为“ $1.5H \leq S \leq D$ ”的关系,能够使泄漏蒸汽的流动成为缩流效果高的流动。

[0067] 另外,根据本实施方式,通过使各密封翅片42在全长上倾斜,不用将密封翅片42折弯而能够将密封翅片42整体倾斜地形成。而且,能够使泄漏蒸汽沿着密封翅片42的全长良好地流通。

[0068] 另外,根据本实施方式,能够利用密封结构30抑制泄漏蒸汽的流量,因此能够抑制蒸汽涡轮1的作功效率的下降。

[0069] 需要说明的是,在本实施方式中,说明了在壳体10与动叶片13之间设置密封结构30的情况,但是也可以在静叶片14与转子12之间设置密封结构30,没有特别限定。即,密封结构30只要将旋转构件与静止构件之间密封即可,能够适用于任意的间隙。

[0070] 另外,在本实施方式中,将密封环31设置在作为静止构件的壳体10侧,将台阶33设置在作为旋转构件的动叶片13侧,但也可以是相反的结构。即,也可以将密封环31设置在旋转构件侧,并将台阶33设置在静止构件侧。

[0071] 标号说明

[0072] 1 蒸汽涡轮

[0073] 10 壳体

[0074] 12 转子

[0075] 13 动叶片

[0076] 14 静叶片

[0077] 21 蒸汽通路

[0078] 22 流入口

[0079] 23 流出口

[0080] 30 密封结构

[0081] 31 密封环

[0082] 32 尖端护罩

[0083] 33 台阶

[0084] 35 环收容槽

[0085] 36 安装槽

[0086] 41 环主体

[0087] 42 密封翅片

[0088] 43 安装部

[0089] 51 台阶面

[0090] 52 竖板面

[0091] 53 高低差部

[0092] 55 腔室。

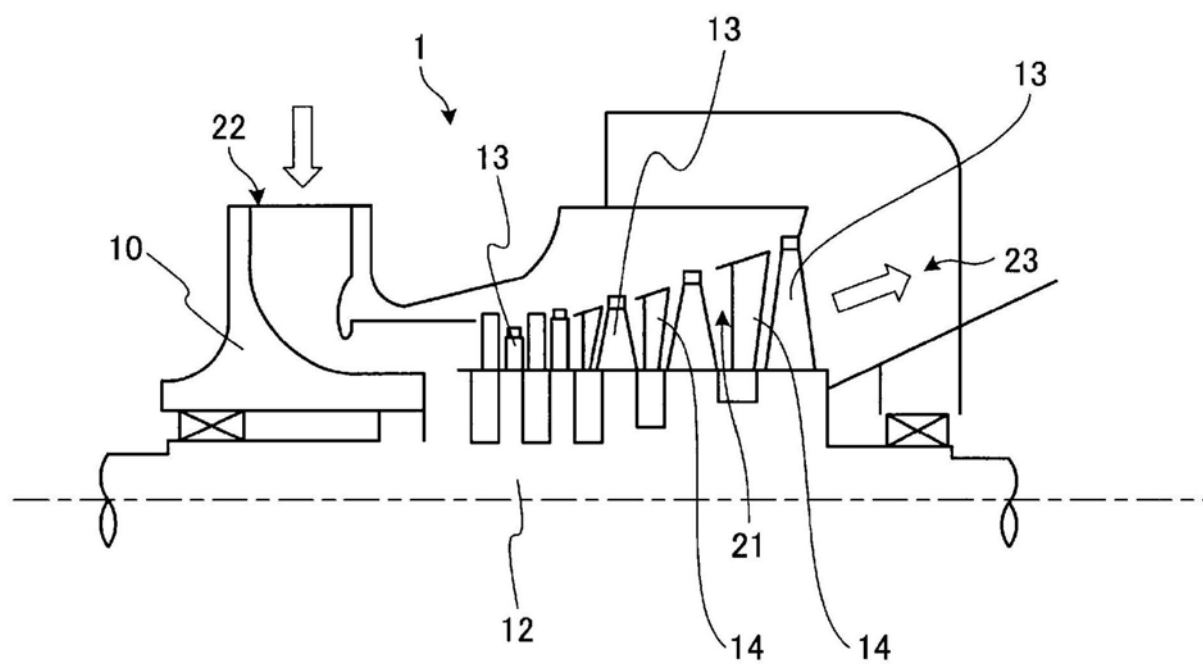


图1

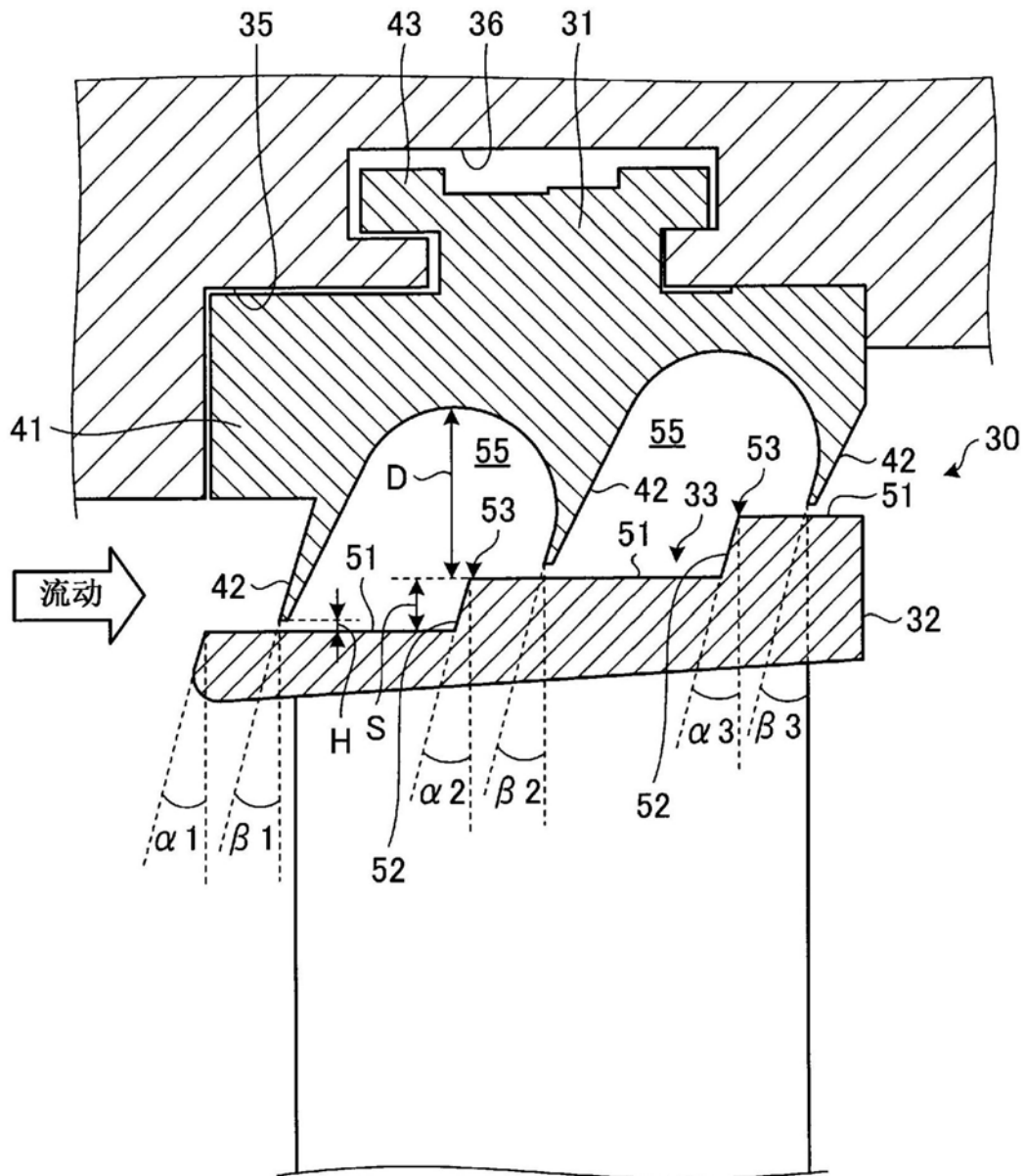


图2