



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114651113 B

(45) 授权公告日 2024.09.24

(21) 申请号 202080074515.X

(22) 申请日 2020.12.11

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114651113 A

(43) 申请公布日 2022.06.21

(30) 优先权数据
2019-223560 2019.12.11 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.04.24

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/046349 2020.12.11

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/117883 JA 2021.06.17

(73) 专利权人 三菱重工业株式会社
地址 日本东京

(72) 发明人 水见俊介 田畑创一朗 段冲非
石桥光司

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021
专利代理师 海坤

(51) Int.Cl.
F01D 25/32 (2006.01)
F01D 9/02 (2006.01)

(56) 对比文件
US 8206095 B2, 2012.06.26
US 2017167301 A1, 2017.06.15
JP 2007309235 A, 2007.11.29

审查员 尚文博

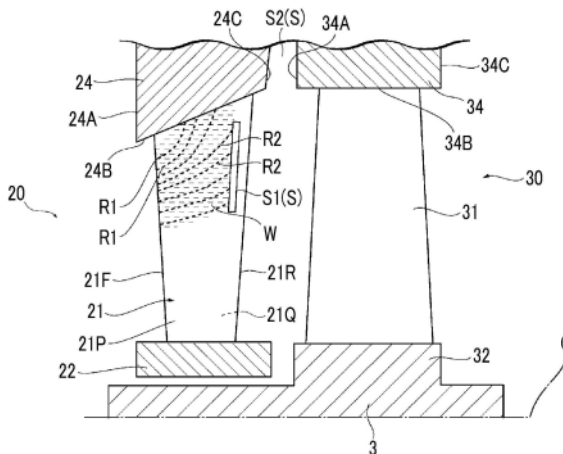
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

涡轮静叶片、涡轮静叶片组件及蒸汽涡轮

(57) 摘要

涡轮静叶片沿与蒸气的流动方向交叉的径向延伸,并且具有朝向流动方向的上游侧的腹面及朝向下游侧的背面,至少在腹面上形成有多个随着趋向下游侧而沿径向外侧延伸的槽,在腹面中的槽的周围形成有具有比该腹面高的亲水性的亲水性凹凸区域,多个槽的下游侧的端部与捕捉蒸气中的液化成分的狭缝连接。



1. 一种涡轮静叶片,其沿与蒸气的流动方向交叉的径向延伸,并且具有朝向该流动方向的上游侧的腹面及朝向下游侧的背面,其中,

至少在所述腹面上形成有多个随着趋向下游侧而沿所述径向的外侧延伸的槽,在所述腹面中的所述槽的周围形成有具有比该腹面高的亲水性的亲水性凹凸区域,所述多个槽的下游侧的端部与捕捉所述蒸气中的液化成分的狭缝连接,所述槽以横穿所述亲水性凹凸区域的方式延伸,且在所述槽的内表面上未形成亲水性凹凸区域。

2. 根据权利要求1所述的涡轮静叶片,其中,所述狭缝是中空狭缝,其至少形成于所述腹面中的下游侧,并沿所述径向延伸。

3. 根据权利要求1或2所述的涡轮静叶片,其具有多个所述槽。

4. 一种涡轮静叶片组件,其具备:
权利要求1至3中任一项所述的涡轮静叶片;及
外周环,设置于该涡轮静叶片的所述径向外侧的端部,
所述涡轮静叶片组件在所述外周环的内周面上形成有环槽,所述环槽与所述槽连接,并且沿着该内周面向下游侧延伸。

5. 根据权利要求4所述的涡轮静叶片组件,其中,所述环槽的起点设置于所述腹面中的偏向前缘侧的位置。

6. 根据权利要求4或5所述的涡轮静叶片组件,其还具备:
圆角部,连接所述涡轮静叶片与所述内周面,并且随着从该涡轮静叶片侧趋向该内周面侧而弯曲,
所述环槽比该圆角部更靠所述内周面侧形成。

7. 根据权利要求4或5所述的涡轮静叶片组件,其中,所述狭缝是中空狭缝,其至少形成于所述腹面中的下游侧,并沿所述径向延伸。

8. 一种涡轮静叶片组件,其具备:
涡轮静叶片,沿与蒸气的流动方向交叉的径向延伸,并且具有朝向该流动方向的上游侧的腹面及朝向下游侧的背面;及
外周环,设置于该涡轮静叶片的所述径向外侧的端部,
所述涡轮静叶片组件至少在所述腹面上形成有多个随着趋向下游侧而沿所述径向的外侧延伸的槽,

在所述外周环的内周面上形成有环槽,所述环槽与所述槽连接,并且以沿着所述腹面的形状的方式沿着该内周面向下游侧延伸,

所述多个槽的下游侧的端部与捕捉所述蒸气中的液化成分的狭缝连接,
所述涡轮静叶片组件还具有圆角部,所述圆角部连接所述涡轮静叶片与所述内周面,并且随着从该涡轮静叶片侧趋向该内周面侧而弯曲,
所述环槽比该圆角部更靠所述内周面侧形成。

9. 根据权利要求8所述的涡轮静叶片组件,其中,所述环槽的起点设置于所述腹面中的偏向前缘侧的位置。

10. 根据权利要求8或9所述的涡轮静叶片组件,其中,所述狭缝是中空狭缝,其至少形成于所述腹面中的下游侧,并沿所述径向延伸。

11. 根据权利要求4或8所述的涡轮静叶片组件,其中,
所述外周环的内周面中的包括下游侧端部的部分随着从上游侧趋向下游侧向所述径向向外侧弯曲。

12. 根据权利要求4或8所述的涡轮静叶片组件,其中,
在包括轴线的剖视图中,将所述外周环的内周面向下游侧延长的延长线与从所述径向与位于下游侧的涡轮动叶片对置的护罩上游面交叉。

13. 一种蒸汽涡轮,其具备:
涡轮静叶片,沿与蒸气的流动方向交叉的径向延伸;
涡轮动叶片,在所述流动方向上的所述涡轮静叶片的下游侧隔开间隙而配置;及
涡轮壳体,从外周侧覆盖所述涡轮静叶片及所述涡轮动叶片,
所述涡轮静叶片具有朝向所述流动方向的上游侧的腹面及朝向下游侧的背面,
至少在所述腹面上形成有多个随着趋向下游侧而沿所述径向的外侧延伸的槽,
在所述腹面中的所述槽的周围形成有具有比该腹面高的亲水性的亲水性凹凸区域,
所述多个槽的下游侧的端部与作为捕捉所述蒸气中的液化成分的狭缝的所述间隙连接,
所述槽以横穿所述亲水性凹凸区域的方式延伸,且在所述槽的内表面上未形成亲水性凹凸区域。

14. 根据权利要求13所述的蒸汽涡轮,其中,
所述涡轮静叶片还具有中空狭缝,其至少形成于所述腹面中的下游侧,并沿所述径向延伸。

涡轮静叶片、涡轮静叶片组件及蒸汽涡轮

技术领域

[0001] 本发明涉及一种涡轮静叶片、涡轮静叶片组件及蒸汽涡轮。本申请主张基于2019年12月11日申请的日本专利申请2019-223560号的优先权,其援用该日本申请中记载的所有记载内容。

背景技术

[0002] 蒸汽涡轮具备:旋转轴,围绕轴线可以旋转;多个涡轮动叶片层,在该旋转轴的外周面上,沿轴线方向隔开间隔而排列;壳体,从外周侧覆盖旋转轴及涡轮动叶片层;及多个涡轮静叶片层,在壳体的内周面上,与涡轮动叶片层交替排列。在壳体的上游侧形成有从外部吸入蒸气的吸入口,在下游侧形成有排气口。从吸入口吸入的高温高压蒸气在涡轮静叶片层中被调整流动方向和速度之后,在涡轮动叶片层中转换为旋转轴的旋转力。

[0003] 通过涡轮内部的蒸气随着从上游侧趋向下游侧而失去能量,温度(和压力)降低。因此,在最下游侧的涡轮静叶片层中,蒸气的一部分液化而作为微小水滴存在于气流中,该水滴的一部分附着于涡轮静叶片的表面。该水滴在叶片表面上立即生长而成为液膜。液膜将其周围始终暴露于高速蒸气流中,但是若该液膜进一步生长而厚度增加,则其一部分通过蒸气流而断裂,以粗大液滴的状态飞散。飞散的液滴一边由蒸气流逐渐加速,一边向下游侧流动。越是大的液滴,惯性力越大,因此无法顺着主流蒸气通过涡轮动叶片之间,而是与涡轮动叶片碰撞。由于有时涡轮动叶片的圆周速度超过声速,因此在飞散的液滴与涡轮动叶片碰撞的情况下,可能侵蚀其表面并产生腐蚀。并且,也可能通过液滴的碰撞而阻碍涡轮动叶片的旋转并产生制动损失。

[0004] 为了防止这种液滴的附着和生长,迄今为止提出了各种技术。例如,在下述专利文献1中记载的动叶片中,用于将液滴或液膜向动叶片下游侧引导的引导槽或引导肋设置于叶片的表面。

[0005] 以往技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本专利公开2016-166569号公报

发明内容

[0008] 发明要解决的技术课题

[0009] 在涡轮静叶片壁面上生成的液滴或液膜在任意部位产生,而与上述专利文献1中记载的引导槽或引导肋的位置无关。此外,在旋转的涡轮动叶片中因离心力而产生液滴或液膜的移动,另一方面,在作为静止体的涡轮静叶片中不产生这种外力。从而,仅通过设置这些引导槽或引导肋,可能无法充分地引导/去除液滴或液膜。

[0010] 本发明是为了解决上述课题而完成的,其目的在于提供一种可以进一步降低并有效地去除液膜生长的涡轮静叶片、涡轮静叶片组件及蒸汽涡轮。

[0011] 用于解决技术课题的手段

[0012] 为了解决上述课题,本发明所涉及的涡轮静叶片,其沿与蒸气的流动方向交叉的径向延伸,并且具有朝向该流动方向的上游侧的腹面及朝向下游侧的背面,至少在所述腹面上形成有多个随着趋向下游侧而沿所述径向的外侧延伸的槽,在所述腹面中的所述槽的周围,通过向与该腹面交叉的深度方向凹陷而形成有液膜容许量比该腹面大的亲水性凹凸区域,所述多个槽的下游侧的端部与捕捉所述蒸气中的液化成分的狭缝连接。

[0013] 本发明所涉及的涡轮静叶片组件,其具备:涡轮静叶片,沿与蒸气的流动方向交叉的径向延伸,并且具有朝向该流动方向的上游侧的腹面及朝向下游侧的背面;及外周环,设置于该涡轮静叶片的径向外侧的端部,所述涡轮静叶片组件至少在所述腹面上形成有多个随着趋向下游侧而沿所述径向的外侧延伸的槽,在所述外周环的内周面上形成有环槽,所述环槽与所述槽连接,并且沿着该内周面向下游侧延伸,所述多个槽的下游侧的端部与捕捉所述蒸气中的液化成分的狭缝连接。

[0014] 本发明所涉及的蒸汽涡轮,其具备:涡轮静叶片,沿与蒸气的流动方向交叉的径向延伸;涡轮动叶片,在所述流动方向上的所述涡轮静叶片的所述流动方向的下游侧隔开间隙而配置;及涡轮壳体,从外周侧覆盖所述涡轮静叶片及所述涡轮动叶片,所述涡轮静叶片具有朝向所述流动方向的上游侧的腹面及朝向下游侧的背面,至少在所述腹面上形成有多个随着趋向下游侧而沿所述径向的外侧延伸的槽,在所述腹面中的所述槽的周围形成有具有比该腹面高的亲水性的亲水性凹凸区域,所述多个槽的下游侧的端部与作为捕捉所述蒸气中的液化成分的狭缝的所述间隙连接。

[0015] 发明效果

[0016] 根据本发明,能够提供一种可以进一步降低并有效地去除液膜生长的涡轮静叶片及涡轮静叶片组件。

附图说明

[0017] 图1是表示本发明的第一实施方式所涉及的蒸汽涡轮的结构示意图。

[0018] 图2是表示本发明的第一实施方式所涉及的涡轮静叶片组件的结构图。

[0019] 图3是表示本发明的第一实施方式所涉及的亲水性凹凸区域的一例的立体图。

[0020] 图4是表示本发明的第二实施方式所涉及的涡轮静叶片组件的结构图。

[0021] 图5是从径向观察到本发明的第二实施方式所涉及的涡轮静叶片组件的剖视图。

[0022] 图6是从叶片弦方向观察到本发明的第二实施方式所涉及的涡轮静叶片组件的剖视图。

[0023] 图7是从径向观察到本发明的第二实施方式所涉及的涡轮静叶片组件的变形例的剖视图。

[0024] 图8是从径向观察到本发明的第二实施方式所涉及的涡轮静叶片组件的又一变形例的剖视图。

[0025] 图9是表示本发明的第三实施方式所涉及的涡轮静叶片组件的结构图。

[0026] 图10是表示本发明的第三实施方式所涉及的涡轮静叶片组件的变形例的图。

具体实施方式

[0027] [第一实施方式]

[0028] (蒸汽涡轮的结构)

[0029] 参考图1和图2,对本发明的第一实施方式所涉及的蒸汽涡轮100进行说明。本实施方式所涉及的蒸汽涡轮100具备:蒸汽涡轮转子1,沿着轴线0方向延伸;蒸汽涡轮壳体2,从外周侧覆盖蒸汽涡轮转子1;及轴颈轴承4A及推力轴承4B,将蒸汽涡轮转子1的轴端11支承为围绕轴线0可以旋转。

[0030] 蒸汽涡轮转子1具有沿轴线0延伸的旋转轴3和设置于旋转轴3的外周面上的多个动叶片30。动叶片30在旋转轴3的周向上隔开恒定间隔而排列有多个。在轴线0方向上,也隔开恒定间隔而排列有多个动叶片30的列(动叶片层)。动叶片30具有动叶片主体31(涡轮动叶片)和动叶片护罩34。动叶片主体31从蒸汽涡轮转子1的外周面向径向外侧突出。动叶片主体31从径向观察时具有叶片状截面。在动叶片主体31的前端部(径向外侧的端部)设置有动叶片护罩34。在动叶片主体31的基端部(径向内侧的端部),与旋转轴3一体地设置有平台32(参考图2)。

[0031] 蒸汽涡轮壳体2呈从外周侧覆盖蒸汽涡轮转子1的大致筒状。在蒸汽涡轮壳体2的轴线0方向的一侧设置有吸入蒸气S的蒸气供给管12。在蒸汽涡轮壳体2的轴线0方向的另一侧设置有排出蒸气S的蒸气排出管13。蒸气在蒸汽涡轮壳体2的内部从轴线0方向的一侧向另一侧流动。在以下说明中,将蒸气的流动方向简称为“流动方向”。此外,将从蒸气排出管13观察时蒸气供给管12所在的一侧称为流动方向的上游侧,将从蒸气供给管12观察时蒸气排出管13所在的一侧称为流动方向的下游侧。

[0032] 在蒸汽涡轮壳体2的内周面上设置有多个静叶片20(涡轮静叶片组件)的列。静叶片20具有静叶片主体21(涡轮静叶片)、静叶片护罩22及外周环24。静叶片主体21是经由外周环24与蒸汽涡轮壳体2的内周面连接的叶片状部件。此外,在静叶片主体21的前端部(径向内侧的端部)设置有静叶片护罩22。与动叶片30同样,静叶片20在内周面上沿周向及轴线0方向排列有多个。动叶片30配置成进入相邻的多个静叶片20之间的区域中。即,静叶片20及动叶片30沿与蒸气的流动方向交叉的方向(相对于轴线0的径向)延伸。

[0033] 蒸气S经由上游侧的蒸气供给管12供给到如上所述构成的蒸汽涡轮壳体2的内部。在通过蒸汽涡轮壳体2的中途,蒸气S交替通过静叶片20和动叶片30。静叶片20对蒸气S的流动进行整流,整流后的蒸气S的块推动动叶片30,由此对蒸汽涡轮转子1赋予旋转力。蒸汽涡轮转子1的旋转力从轴端11取出并用于驱动外部设备(发电机等)。随着蒸汽涡轮转子1的旋转,蒸气S通过下游侧的蒸气排出管13向后续装置(冷凝器等)排出。

[0034] 轴颈轴承4A支承相对于轴线0的径向的荷载。轴颈轴承4A在蒸汽涡轮转子1的两端各设置有一个。推力轴承4B支承轴线0方向的荷载。推力轴承4B仅设置于蒸汽涡轮转子1的上游侧的端部。

[0035] (静叶片主体的结构)

[0036] 接着,参考图2,对静叶片主体21的结构进行说明。静叶片主体21沿与流动方向交叉的方向即径向(相对于轴线0的径向)延伸。从径向观察到的静叶片主体21的截面呈叶片状。更具体而言,流动方向的上游侧的端缘即前缘21F呈曲面状。下游侧的端缘即后缘21R从径向观察时周向的尺寸逐渐变小,由此呈锥形形状。从前缘21F到后缘21R,静叶片主体21从相对于轴线0的周向的一侧向另一侧平缓地弯曲。并且,静叶片主体21的轴线0方向的尺寸随着趋向径向内侧而减小。在静叶片主体21的径向外侧的端部安装有外周环24。外周环24

呈以轴线0为中心的圆环状。

[0037] 在外周环24的各面中,朝向上游侧的面设为环上游面24A,朝向内周侧的面设为环内周面24B,朝向下游侧的面设为环下游面24C。环上游面24A及环下游面24C向相对于轴线0的径向扩展。环上游面24A在径向上的尺寸大于环下游面24C在径向上的尺寸。由此,在本实施方式中,作为一例,环内周面24B以随着趋向下游侧而逐渐趋向径向外侧的方式扩径。

[0038] 环下游面24C隔开间隙S2对置于与静叶片20的下游侧相邻的动叶片30的动叶片护罩34。在动叶片护罩34的各面中,朝向上游侧的面设为护罩上游面34A,朝向内周侧的面设为护罩内周面34B,朝向下游侧的面设为护罩下游面34C。即,上述环下游面24C隔开间隔对置于护罩上游面34A。该间隙S2是用于捕捉后述液滴的狭缝S的一部分。

[0039] 在静叶片主体21中的朝向周向的一对面中,朝向上游侧的面设为腹面21P,朝向下游侧的面设为背面21Q。在这些腹面21P及背面21Q中,至少在腹面21P上形成有多个槽R1、R2及作为上述狭缝S的一部分的中空狭缝S1。这些槽R1、R2为了捕捉并引导在腹面21P上生成的液滴(水滴)而设置。槽R1、R2均从腹面21P向叶片厚度方向凹陷,并且随着趋向下游侧而沿径向外侧延伸。

[0040] 其中,槽R1的径向外侧的端部可以延伸至外周环24的内周面(环内周面24B),径向内侧的端部可以延伸至前缘21F。另一方面,槽R2从前缘21F延伸到中空狭缝S1。中空狭缝S1形成于腹面21P中的下游侧的端部(即,后缘21R)的附近,沿径向延伸,并且向叶片厚度方向凹陷。在本实施方式中形成有3个槽R1和5个槽R2,但是这些槽R1、R2的数量并不限定于本实施方式,可以根据设计或规格适当地变更。

[0041] 在腹面21P中的槽R1、R2的周围形成有亲水性凹凸区域W。即,腹面21P具有上述亲水性凹凸区域W和除了该亲水性凹凸区域W以外的主腹面区域。如图3中作为一例所示剖视图,该亲水性凹凸区域W由向与腹面21P交叉的深度方向凹陷的微细的多个槽G形成。由此,在亲水性凹凸区域W中,与未加工的腹面21P自身相比,液膜容许量变大。另外,在此所说的“液膜容许量”表示液膜相对于该区域的渗透量和保持量。即,在该亲水性凹凸区域W中,与其他区域相比,亲水性变高。另外,这种亲水性除了如上所述的微细加工(槽G的形成)以外,还可以通过涂覆等来实现。并且,该渗透量和保持量根据该区域中的空隙率来决定。另外,槽R1、R2的内表面未被实施这种亲水加工。在此,通常,中空狭缝S1的宽度设为1mm到2mm左右的毫米级,腹面21P中的槽R1、R2的宽度每个设为几百 μm 到1mm左右的亚毫米级,相对于此,微细槽G的宽度每个设为几 μm 到几十 μm 的微米级。

[0042] (作用效果)

[0043] 接着,对本实施方式所涉及的静叶片20(静叶片主体21)中的蒸气的动作进行说明。通过蒸汽涡轮壳体2内部的蒸气随着从上游侧趋向下游侧而工作,由此温度降低。从而,在最下游侧的涡轮静叶片层中,蒸气的一部分液化,作为液滴(水滴)附着于静叶片主体21的表面。该液滴逐渐生长而成为液膜。若液膜进一步生长,则其一部分断裂并作为粗大液滴而飞散。飞散的液滴顺着蒸气的主流向下游侧流动,粗大液滴由于作用于自身的惯性力大,因此无法充分地顺着主流而与涡轮动叶片(动叶片主体31)碰撞。由于有时涡轮动叶片的圆周速度超过声速,因此在飞散的液滴与涡轮动叶片碰撞的情况下,可能侵蚀其表面并产生腐蚀。并且,也可能通过液滴的碰撞而阻碍涡轮动叶片的旋转并产生制动损失。

[0044] 然而,根据上述结构,在腹面21P或背面21Q上生成的液滴通过向槽R1、R2聚集而形

成液脉。该液脉通过暴露于蒸气流中而沿着槽R1、R2流动。通过了槽R1、R2的液脉随后被狭缝S捕捉并排出到外部。具体而言,通过了槽R1的液脉沿着外周环24的内周面(环内周面24B)向下游侧流动,此后,流入外周环24与动叶片护罩34之间的间隙S2中。另一方面,通过了槽R2的液脉通过中空狭缝S1而流入。由此,能够降低液滴或液膜在静叶片主体21的表面(腹面21P或背面21Q)上生长的可能性。

[0045] 此外,在上述结构中,在槽R1、R2的周围形成有亲水性凹凸区域W。在该亲水性凹凸区域W中,通过实施如上述槽G那样的微细加工或涂覆处理等,水与壁面的张力增强。由此,液膜趋向于在整个该亲水性凹凸区域W扩展。即,能够减小该区域中的液膜的厚度。叶片表面的液膜被涡轮内的气流冲走,但是气流越靠近壁面,流速越慢。因此,与作用于厚液膜的气流相比,作用于薄液膜的气流的流速变慢。即,液膜越薄,液膜的移动速度越慢。此外,通过对叶片表面加工亲水性凹凸区域W,即使是相同面积的叶片表面,与液膜接触的面积变大,叶片表面与液膜之间的摩擦变大。由此,能够增大流动阻力。其结果,能够降低液膜越过槽R1、R2向下游侧流动的可能性。换言之,可以由槽R1、R2更稳定地捕捉液膜。

[0046] 根据上述结构,作为狭缝S的中空狭缝S1至少形成于腹面21P中的下游侧部分。由此,在由槽R2引导在腹面21P上生成的液膜之后,能够立即由该中空狭缝S1捕捉。其结果,能够进一步降低液膜向下游侧飞散的可能性。

[0047] 根据上述结构,在由槽R1引导在腹面21P上生成的液膜之后,能够立即由作为狭缝S的间隙S2捕捉。由于间隙S2是静叶片20与动叶片30之间的间隙,因此与仅将中空狭缝S1形成于静叶片主体21的情况相比,能够捕捉更多的液脉。由此,能够进一步降低液膜向下游侧飞散的可能性。

[0048] 并且,根据上述结构,通过分别形成有多个槽R1、R2,能够在更广的范围内捕捉和引导液滴。

[0049] 以上,对本发明的第一实施方式进行了说明。另外,只要不脱离本发明的主旨,可以对上述结构进行各种变更或改进。

[0050] [第二实施方式]

[0051] 接着,参考图4到图6,对本发明的第二实施方式进行说明。另外,对于与第一实施方式相同的结构标注相同符号,并省略详细说明。如图4所示,在本实施方式中,在静叶片主体21上形成有上述亲水性凹凸区域W,另一方面,除了槽R1、R2以外,在外周环24上还形成有其他环槽R3。

[0052] 环槽R3在环内周面24B上沿着腹面21P的形状向下游侧延伸,并且与在腹面21P上形成的槽R1的径向外侧的端部连接。在图4和图5的例子中,环槽R3的起点设置于腹面21P中的偏向前缘21F侧的位置。并且,如图6所示,环槽R3在剖视图中呈矩形形状。另外,环槽R3的截面形状并不限定于矩形,也可以是不具有角部的凹曲面形状(在该情况下,与矩形相比,能够抑制局部应力的集中)。如图7所示,该环槽R3不仅设置于腹面21P侧,而且也可以与槽R1、R2一同设置于背面21Q侧。另外,在图7的例子中,环槽R3的下游侧端部未到达内周面24B的下游端(狭缝S2),这是因为,如后述[变形例]所记载,外周环24的内周面(环内周面24B)中的包括下游侧的端部的部分如图10所示随着从上游侧趋向下游侧而向径向外侧弯曲。并且,如图8所示,环槽R3可以分别设置于腹面21P和背面21Q的两侧。

[0053] 在此,如图5或图6所示,在静叶片主体21与环内周面24B之间设置有连接这些静叶

片主体21与环内周面24B的圆角部F。圆角部F随着从静叶片主体21侧趋向环内周面24B侧而从向与静叶片主体21分开的方向弯曲。即,圆角部F呈朝向静叶片主体21侧凹陷的曲面状,由此将静叶片主体21与环内周面24B平滑地连接。上述环槽R3比该圆角部F更靠环内周面24B侧形成。换言之,环槽R3以不与圆角部F重叠且追随该圆角部F的外延的方式形成于其附近。

[0054] 根据上述结构,在腹面21P或背面21Q上生成的液滴通过向槽R1、R2聚集而形成液脉。该液脉通过暴露于蒸气流中而沿着槽R1、R2流动。其中,通过了槽R1的液脉随后流入环槽R3中。流入环槽R3中的液脉被作为狭缝S的间隙S2捕捉并排出到外部。由此,能够降低液滴或液膜在静叶片主体21的表面(腹面21P或背面21Q)上生长的可能性。

[0055] 此外,根据上述结构,环槽R3比圆角部F更靠环内周面24B侧形成。即,不改变该圆角部F的形状而能够形成环槽R3。由此,在抑制圆角部F的强度降低的同时,能够稳定地引导液脉。

[0056] 并且,根据上述结构,环槽R3的起点设置于腹面21P中的偏向前缘21F侧的位置。由此,例如,与该起点设置于偏向后缘21R侧的情况相比,能够在偏向前缘21F侧的位置,在生长前的阶段将液脉提前引导到环槽R3。

[0057] 以上,对本发明的第二实施方式进行了说明。另外,只要不脱离本发明的主旨,可以对上述结构进行各种变更或改进。

[0058] [第三实施方式]

[0059] 接着,参照图9,对本发明的第三实施方式进行说明。另外,对于与各实施方式相同的结构标注相同符号,并省略详细说明。如图9所示,在本实施方式中,在第一实施方式中已说明的亲水性凹凸区域W设置于静叶片主体21,并且在第二实施方式中已说明的环槽R3形成于外周环24。即,在本实施方式中,将第一实施方式和第二实施方式的各结构组合使用。根据这种结构,均可获得在各实施方式中已说明的作用效果。其结果,能够进一步降低静叶片20中的液膜生长。

[0060] [变形例]

[0061] 在上述第二实施方式或第三实施方式中,外周环24的内周面(环内周面24B)中的包括下游侧的端部的部分可以如图10所示随着从上游侧趋向下游侧而向径向外侧弯曲。根据这种结构,能够沿着向径向外侧弯曲的环内周面24B的下游端顺畅地引导液滴,并使其到达作为狭缝S的间隙S2。并且,在液滴从弯曲部飞散而未被狭缝S2捕捉的情况下,液滴也与作为静止部件的护罩上游面34A碰撞,而不是与相对于机室以高圆周速度旋转的涡轮动叶片31的前端侧碰撞,因此能够降低在涡轮动叶片31上产生腐蚀等的可能性。

[0062] 并且,在上述第三实施方式中,在包括轴线O的剖视图中,将外周环24的内周面(环内周面24B)沿下游侧延长的延长线(图10中的破线L)可以与从径向与位于下游侧的涡轮动叶片31对置的护罩上游面34A交叉。根据这种结构,即使在液滴的一部分从环槽R3未被狭缝S2捕捉而从环内周面24B向涡轮动叶片31侧飞散的情况下,不是与涡轮动叶片31碰撞,而是与护罩上游面34A碰撞,因此能够进一步降低在涡轮动叶片31上产生腐蚀等的可能性。

[0063] [附记]

[0064] 例如,如下理解各实施方式中记载的涡轮静叶片及涡轮静叶片组件。

[0065] (1) 第1方式所涉及的涡轮静叶片21,其沿与蒸气的流动方向交叉的径向延伸,并

且具有朝向该流动方向的上游侧的腹面21P及朝向下游侧的背面21Q,至少在所述腹面21P上形成有多个随着趋向下游侧而沿所述径向的外侧延伸的槽R1、R2,在所述腹面21P中的所述槽R1、R2的周围,通过向与该腹面21P交叉的深度方向凹陷而形成有液膜容许量比所述腹面21P大的亲水性凹凸区域W,所述多个槽R1、R2的下游侧的端部与捕捉所述蒸气中的液化成分的狭缝S连接。

[0066] 根据上述结构,在腹面21P或背面21Q上生成的液滴通过向槽R1、R2聚集而形成液脉。该液脉通过暴露于蒸气流中而沿着槽R1、R2流动。通过了槽R1、R2的液脉随后被狭缝S捕捉并排出到外部。由此,能够降低液滴或液膜在涡轮静叶片21的表面(腹面21P或背面21Q)生长的可能性。

[0067] 此外,在上述结构中,在槽R1、R2的周围形成有亲水性凹凸区域W。由此,能够减小该区域中的液膜的厚度,并且能够增大流动阻力。其结果,能够降低液膜越过槽R1、R2向下游侧流动的可能性。换言之,可以由槽R1、R2更稳定地捕捉液膜。

[0068] (2) 在第2方式所涉及的涡轮静叶片21中,所述狭缝S是中空狭缝S1,其至少形成于所述腹面21P中的下游侧,并沿所述径向延伸。

[0069] 根据上述结构,中空狭缝S1至少形成于腹面21P中的下游侧的部分。由此,在由槽R2引导在腹面21P上生成的液膜之后,能够立即由该中空狭缝S1捕捉。其结果,能够进一步降低液膜向下游侧飞散的可能性。

[0070] (3) 第3方式所涉及的涡轮静叶片21,其具有多个所述槽R1、R2。

[0071] 根据上述结构,通过形成有多个槽R1、R2,能够在更广的范围内捕捉和引导。

[0072] (4) 第4方式所涉及的涡轮静叶片组件20,其具备:上述任一方式所涉及的涡轮静叶片21;及外周环24,设置于该涡轮静叶片21的所述径向外侧的端部,所述涡轮静叶片组件20在所述外周环24的内周面24B上形成有环槽R3,所述环槽R3与所述槽R1连接,并且沿着该内周面24B向下游侧延伸。

[0073] 根据上述结构,在腹面21P或背面21Q上生成的液滴通过向槽R1聚集而形成液脉。该液脉通过暴露于蒸气流中而沿着槽R1流动。通过了槽R1的液脉随后流入环槽R3中。流入环槽R3中的液脉被狭缝S捕捉并排出到外部。由此,能够降低液滴或液膜在涡轮静叶片21的表面(腹面21P或背面21Q)生长的可能性。

[0074] (5) 在第5方式所涉及的涡轮静叶片组件20中,所述环槽R3的起点设置于所述腹面21P中的偏向前缘21F侧的位置。

[0075] 根据上述结构,能够从腹面21P中的偏向前缘21F侧的位置将液脉提前引导至环槽R3。

[0076] (6) 第6方式所涉及的涡轮静叶片组件20,其还具有:圆角部F,连接所述涡轮静叶片21与所述内周面24B,并且随着从该涡轮静叶片21侧趋向该内周面24B侧而弯曲,所述环槽R3比该圆角部F更靠所述内周面24B侧形成。

[0077] 根据上述结构,环槽R3比圆角部F更靠内周面24B侧形成。即,不改变该圆角部F的形状而能够形成环槽R3。由此,在抑制圆角部F的强度降低的同时,能够稳定地引导液脉。

[0078] (7) 在第7方式所涉及的涡轮静叶片21中,所述狭缝S是中空狭缝S1,其至少形成于所述腹面21P中的下游侧,并沿所述径向延伸。

[0079] 根据上述结构,中空狭缝S1至少形成于腹面21P中的下游侧的部分。由此,在由槽

R2引导在腹面21P上生成的液膜之后,能够立即由该中空狭缝S1捕捉。其结果,能够进一步降低液膜向下游侧飞散的可能性。

[0080] (8) 第8方式所涉及的涡轮静叶片组件20,其具备:涡轮静叶片21,沿与蒸气的流动方向交叉的径向延伸,并且具有朝向该流动方向的上游侧的腹面21P及朝向下游侧的背面21Q;及外周环24,设置于该涡轮静叶片21的所述径向外侧的端部,所述涡轮静叶片组件20至少在所述腹面21P上形成有多个随着趋向下游侧而沿所述径向的外侧延伸的槽R1,在所述外周环24的内周面24B上形成有环槽R3,所述环槽R3与所述槽R1连接,并且沿着该内周面24B向下游侧延伸,所述多个槽R1的下游侧的端部与捕捉所述蒸气中的液化成分的狭缝S连接。

[0081] 根据上述结构,在腹面21P或背面21Q上生成的液滴通过向槽R1聚集而形成液脉。该液脉通过暴露于蒸气流中而沿着槽R1流动。通过了槽R1的液脉随后流入环槽R3中。流入环槽R3中的液脉被狭缝S捕捉并排出到外部。由此,能够降低液滴或液膜在涡轮静叶片21的表面(腹面21P或背面21Q)生长的可能性。

[0082] (9) 第9方式所涉及的涡轮静叶片组件20中,所述环槽R3的起点设置于所述腹面21P中的偏向前缘21F侧的位置。

[0083] 根据上述结构,能够从腹面21P中的偏向前缘21F侧的位置将液脉提前引导至环槽R3。

[0084] (10) 第10方式所涉及的涡轮静叶片组件20,其还具有:圆角部F,连接所述涡轮静叶片21与所述内周面24B,并且随着从该涡轮静叶片21侧趋向该内周面24B侧而弯曲,所述环槽R3比该圆角部F更靠所述内周面24B侧形成。

[0085] 根据上述结构,环槽R3比圆角部F更靠内周面24B侧形成。即,不改变该圆角部F的形状而能够形成环槽R3。由此,在抑制圆角部F的强度降低的同时,能够稳定地引导液脉。

[0086] (11) 在第11方式所涉及的涡轮静叶片组件20中,所述狭缝S是中空狭缝S1,其至少形成于所述腹面21P中的下游侧,并沿所述径向延伸。

[0087] 根据上述结构,中空狭缝S1至少形成于腹面21P中的下游侧的部分。由此,在由槽R2引导在腹面21P上生成的液膜之后,能够立即由该中空狭缝S1捕捉。其结果,能够进一步降低液膜向下游侧飞散的可能性。

[0088] (12) 在第12方式所涉及的涡轮静叶片组件20中,所述外周环24的内周面中的包括下游侧的端部的部分随着从上游侧趋向下游侧而向所述径向外侧弯曲。

[0089] 根据上述结构,能够沿着向径向外侧弯曲的环内周面24B顺畅地引导液滴,能够使其到达作为狭缝S的间隙S2。并且,在液滴从弯曲部飞散而未被狭缝S2捕捉的情况下,液滴也与作为静止部件的护罩上游面34A碰撞,而不是与相对于机室以高圆周速度旋转的涡轮动叶片31的前端侧碰撞,因此能够降低在涡轮动叶片31上产生腐蚀等的可能性。

[0090] (13) 在第13方式所涉及的涡轮静叶片组件20中,在包括轴线O的剖视图中,将所述外周环24的内周面(环内周面24B)向下游侧延长的延长线L与从所述径向与位于下游侧的涡轮动叶片31对置的护罩上游面34A交叉。

[0091] 根据上述结构,即使在液滴的一部分从环槽R3未被狭缝S2捕捉而从环内周面24B向涡轮动叶片31侧飞散的情况下,不是与涡轮动叶片31碰撞,而是与护罩上游面34A碰撞,因此能够进一步降低在涡轮动叶片31上产生腐蚀等的可能性。

[0092] (14) 第14方式所涉及的蒸汽涡轮100,其具备:涡轮静叶片21,沿与蒸气的流动方向交叉的径向延伸;涡轮动叶片31,在所述流动方向上的所述涡轮静叶片21的下游侧隔开间隙S2而配置;及涡轮壳体2,从外周侧覆盖所述涡轮静叶片21及所述涡轮动叶片31,所述涡轮静叶片21具有朝向所述流动方向的上游侧的腹面21P及朝向下游侧的背面21Q,至少在所述腹面21P上形成有多个随着趋向下游侧而沿所述径向的外侧延伸的槽R1、R2,在所述腹面21P中的所述槽R1、R2的周围形成有具有比该腹面21P高的亲水性的亲水性凹凸区域W,所述多个槽R1、R2的下游侧的端部与作为捕捉所述蒸气中的液化成分的狭缝S的所述间隙S2连接。

[0093] 根据上述结构,在由槽R1引导在腹面21P上生成的液膜之后,能够立即由该间隙S2捕捉。由于间隙S2是涡轮静叶片21与涡轮动叶片31之间的间隙,因此与例如仅在腹面21P上形成狭缝等的情况相比,能够捕捉更多的液脉。由此,能够进一步降低液膜向下游侧飞散的可能性。

[0094] (15) 在第15的方式所涉及的蒸汽涡轮100中,所述涡轮静叶片21还具有中空狭缝S1,其至少形成于所述腹面21P中的下游侧,并沿所述径向延伸。

[0095] 根据上述结构,中空狭缝S1至少形成于腹面21P中的下游侧的部分。由此,在由槽R2引导在腹面21P上生成的液膜之后,能够立即由该中空狭缝S1捕捉。其结果,能够进一步降低液膜向下游侧飞散的可能性。

[0096] 产业上的可利用性

[0097] 根据本发明,能够提供一种可以进一步降低并有效地去除液膜生长的涡轮静叶片及涡轮静叶片组件。

[0098] 符号说明

[0099] 100-蒸汽涡轮,1-蒸汽涡轮转子,2-蒸汽涡轮壳体,3-旋转轴,4A-轴颈轴承,4B-推力轴承,11-轴端,12-蒸气供给管,13-蒸气排出管,20-静叶片,21-静叶片主体,21F-前缘,21P-腹面,21Q-背面,21R-后缘,22-静叶片护罩,24-外周环,24A-环上游面,24B-环内周面,24C-环下游面,30-动叶片,31-动叶片主体,32-平台,34-动叶片护罩,34A-护罩上游面,34B-护罩内周面,34C-护罩下游面,F-圆角部,0-轴线,R1、R2-槽,R3-环槽,S-狭缝,S1-中空狭缝,S2-间隙,W-亲水性凹凸区域。

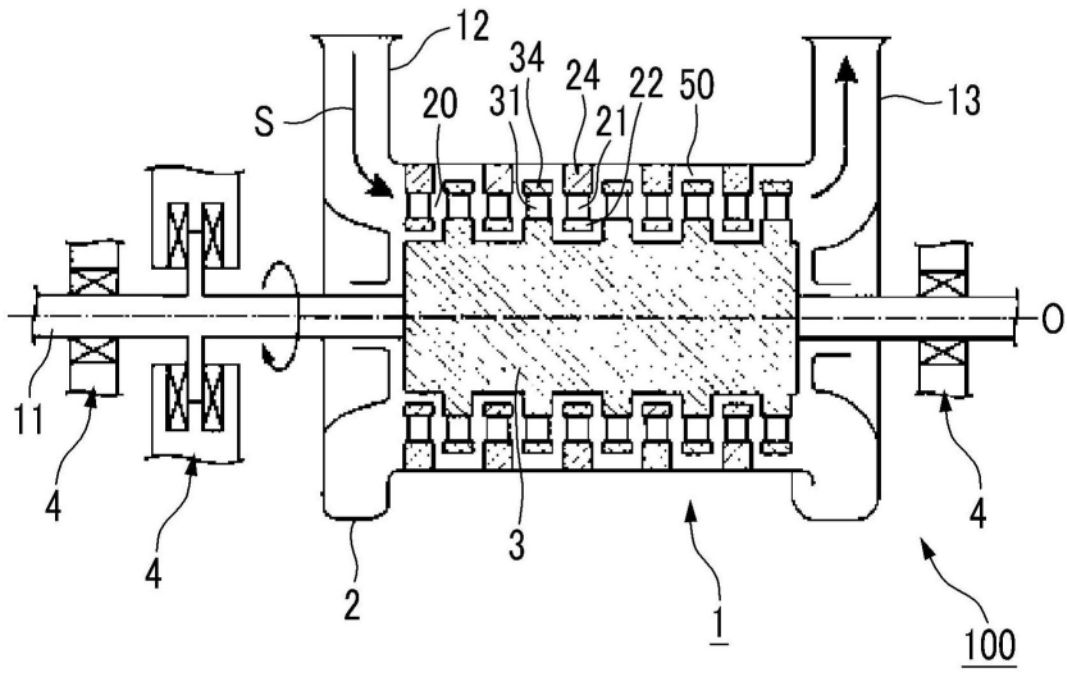


图1

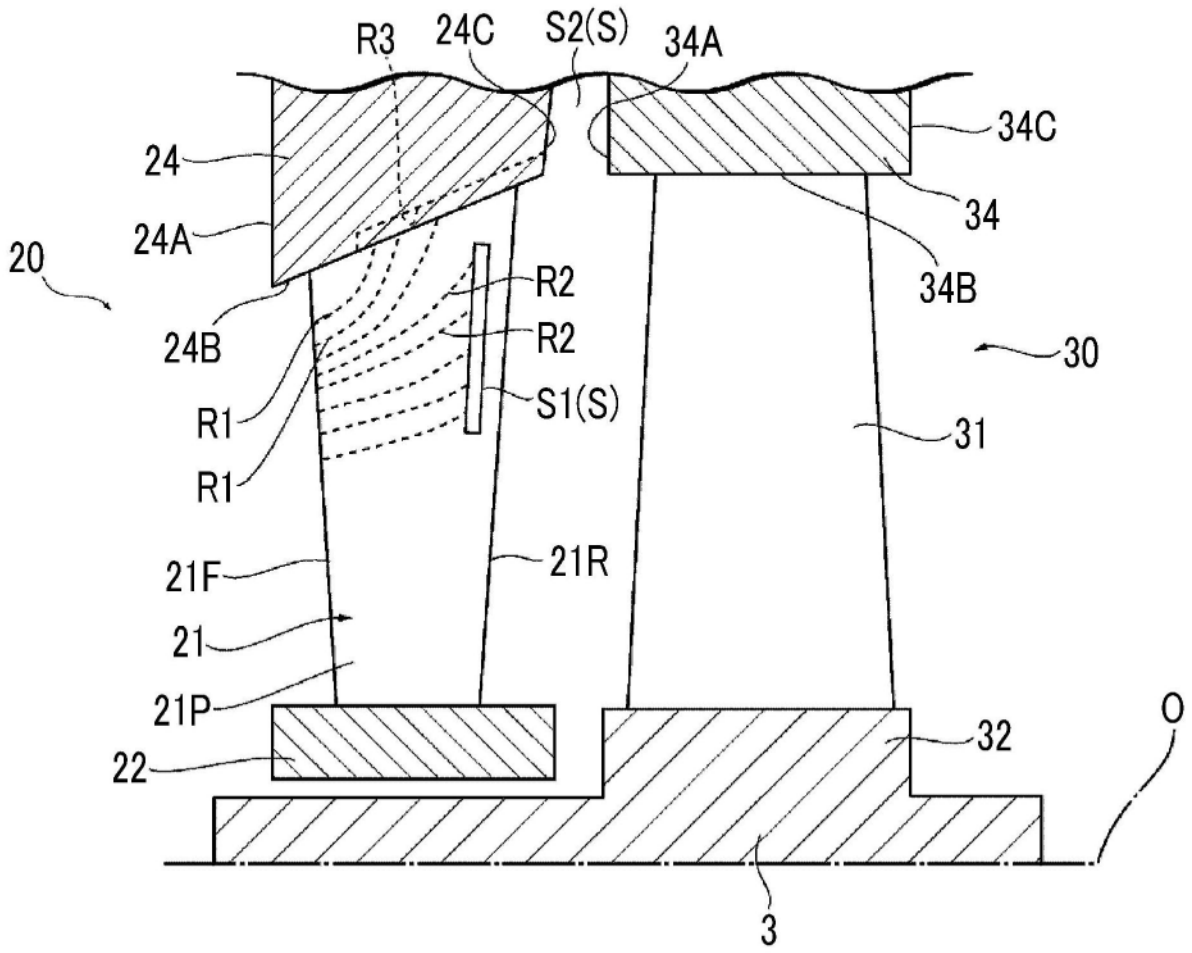


图4

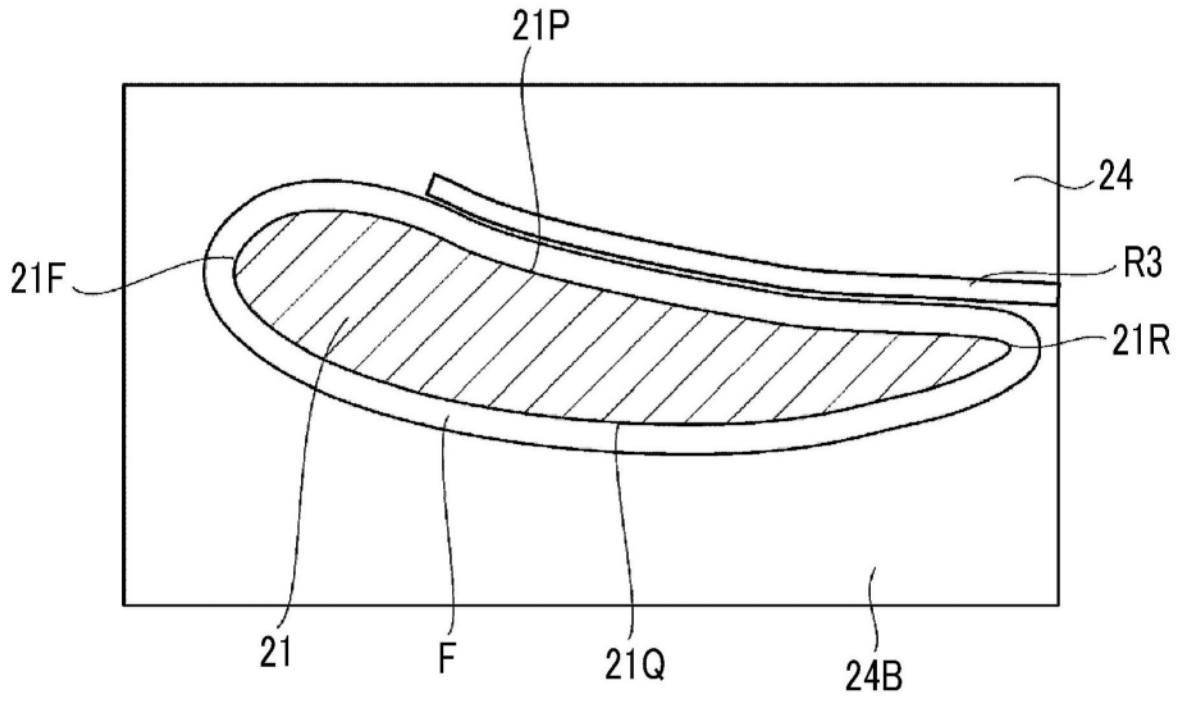


图5

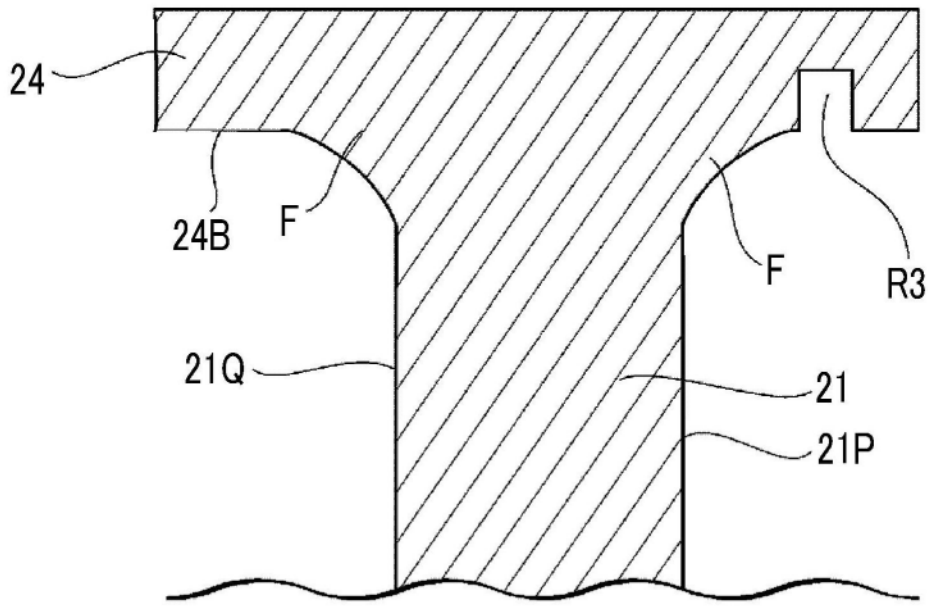


图6

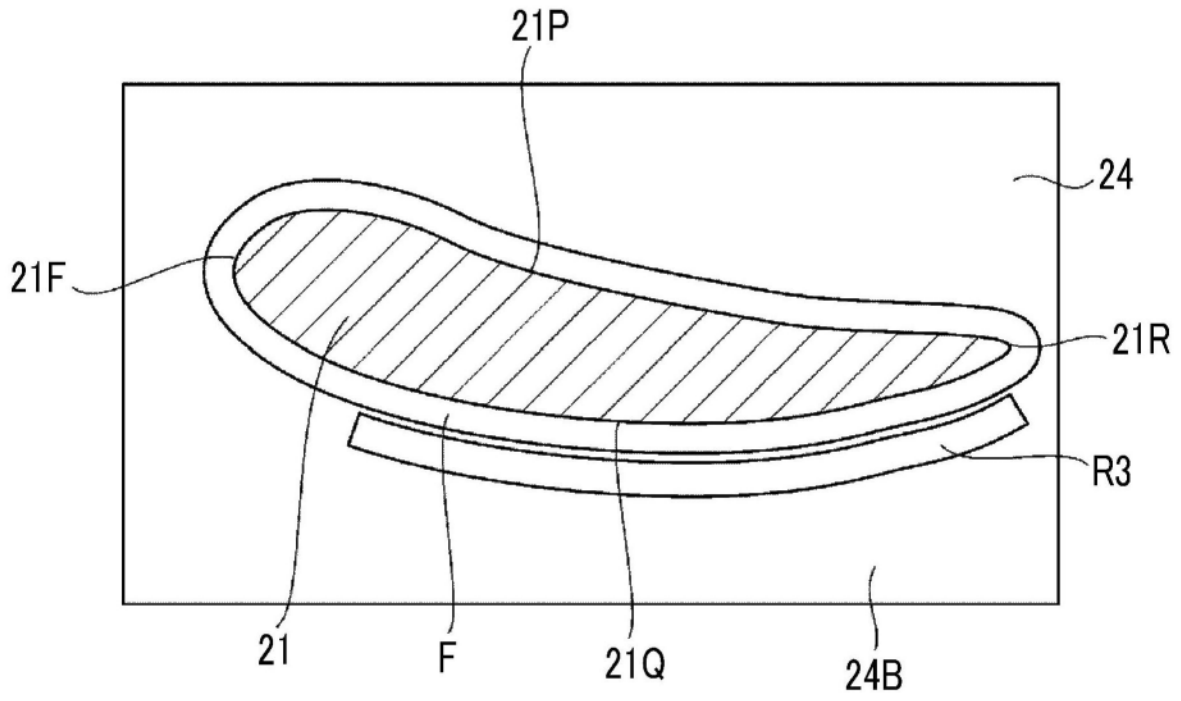


图7

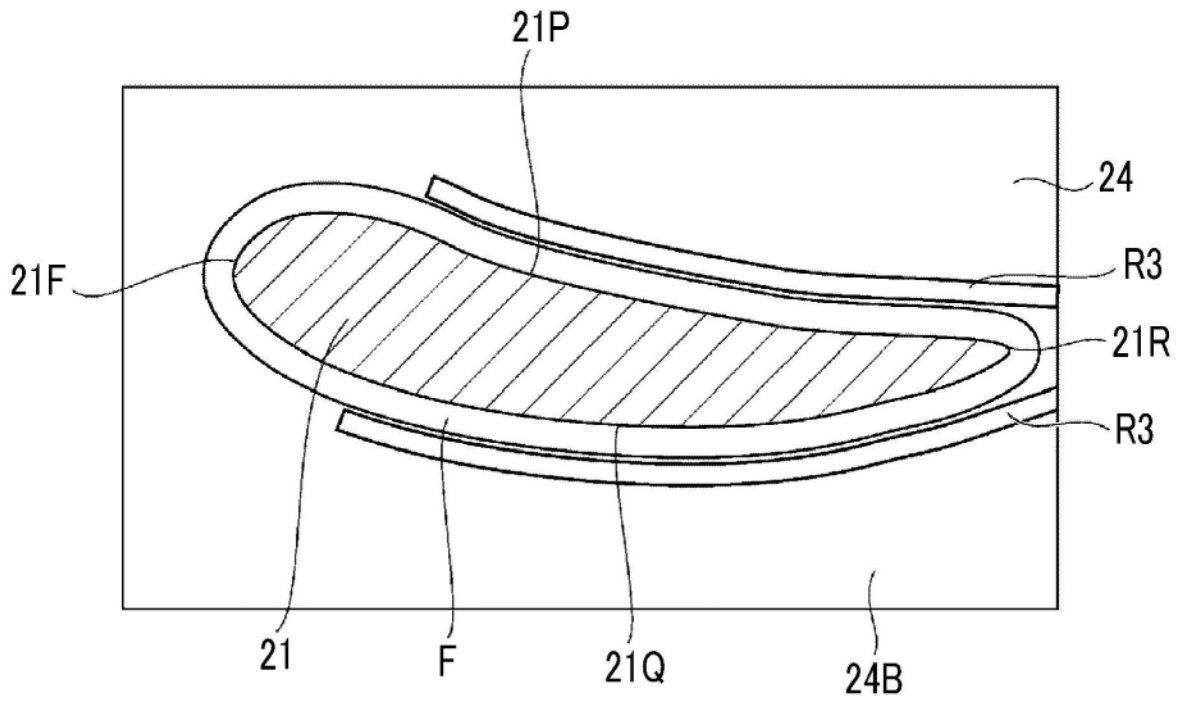


图8

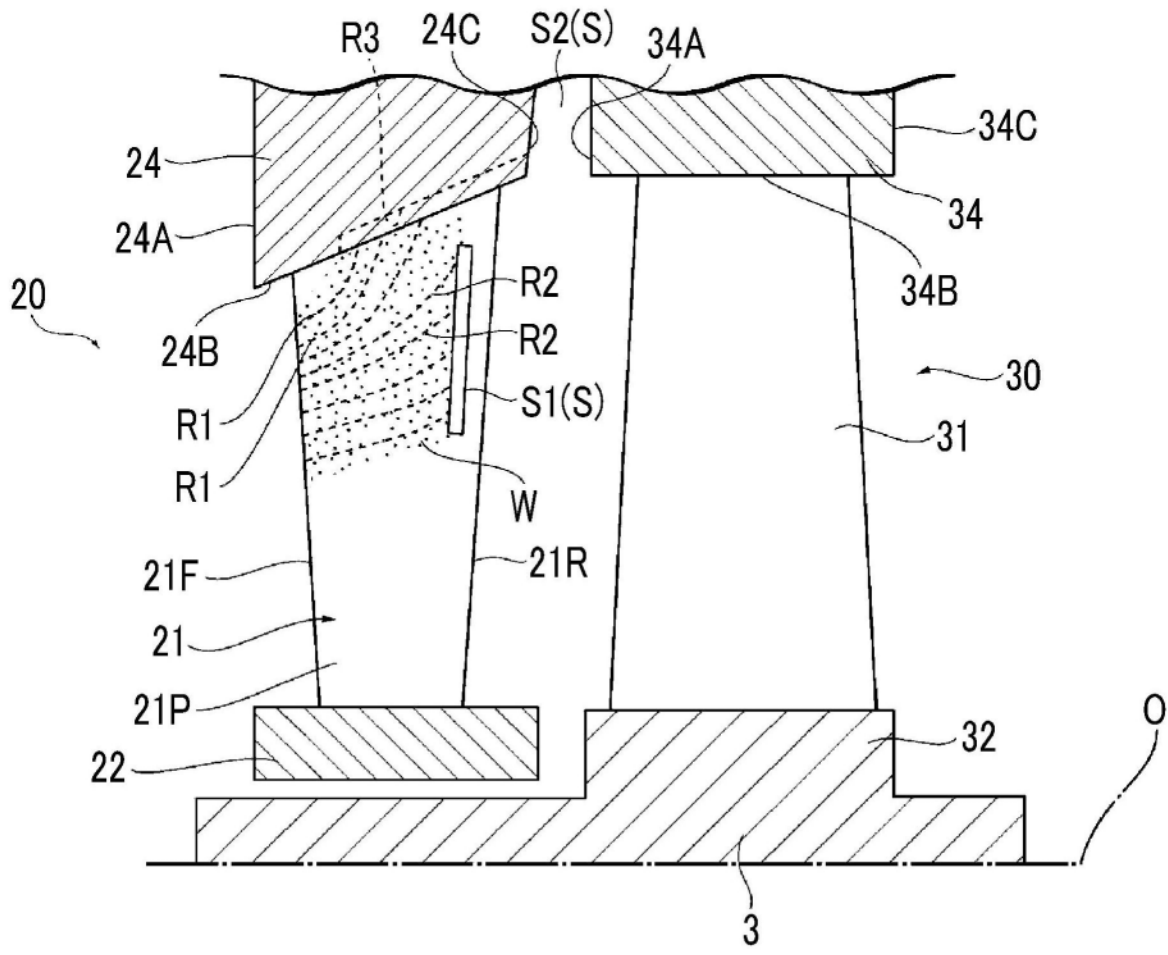


图9

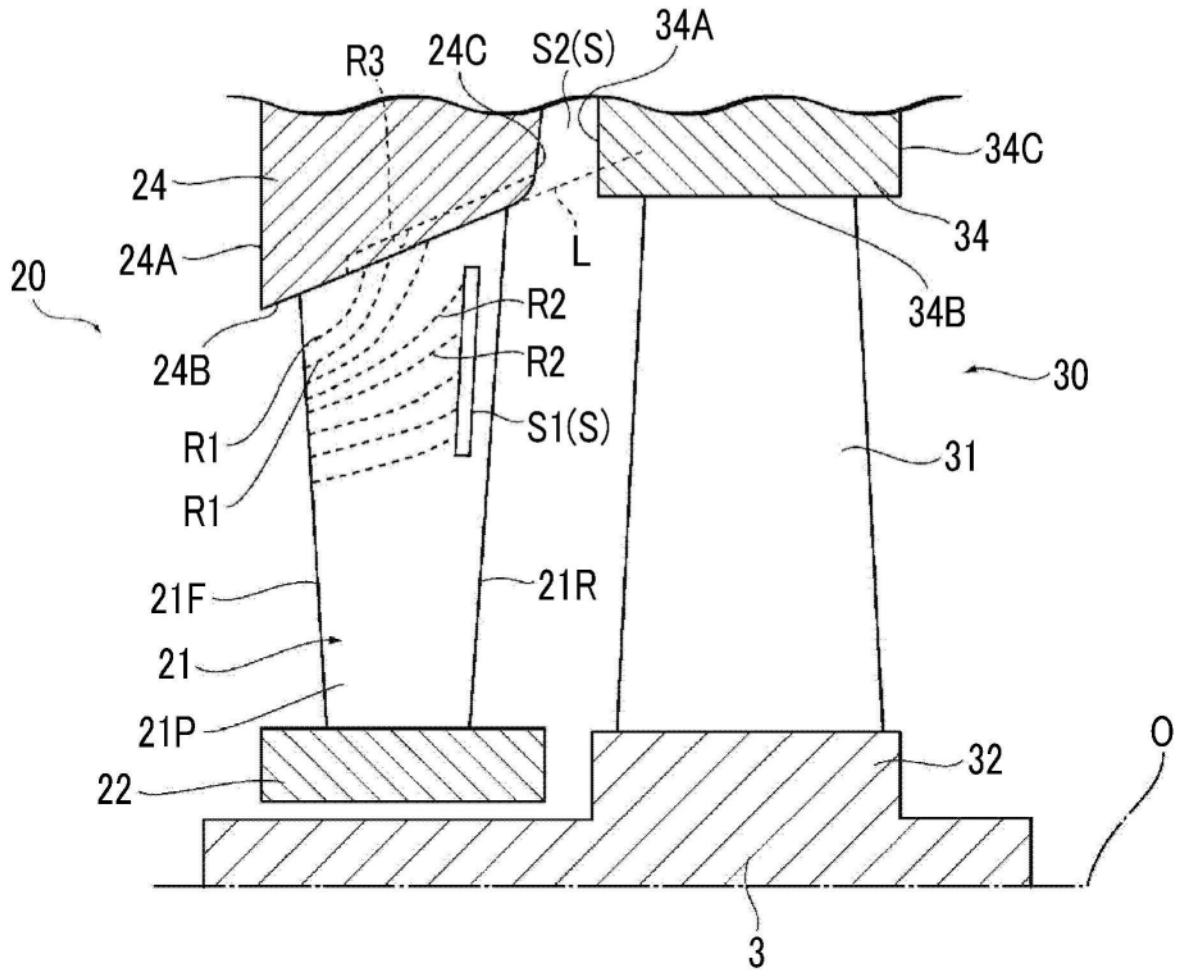


图10