



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113785105 B

(45) 授权公告日 2023. 08. 15

(21) 申请号 202080032415.0

田畑创一朗

(22) 申请日 2020.05.01

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113785105 A

专利代理师 杜雨 苏卉

(43) 申请公布日 2021.12.10

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据
2019-108080 2019.06.10 JP

F01D 9/02 (2006.01)

F01D 25/00 (2006.01)

F01D 25/32 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.10.29

(56) 对比文件

JP S63280801 A, 1988.11.17

JP S63117104 A, 1988.05.21

JP H0264702 U, 1990.05.15

CN 105392965 A, 2016.03.09

JP 2014040803 A, 2014.03.06

CN 205895331 U, 2017.01.18

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/018395 2020.05.01

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/250596 JA 2020.12.17

审查员 靳文强

(73) 专利权人 三菱重工业株式会社
地址 日本东京都

(72) 发明人 高田亮 笹尾泰洋 杼谷直人

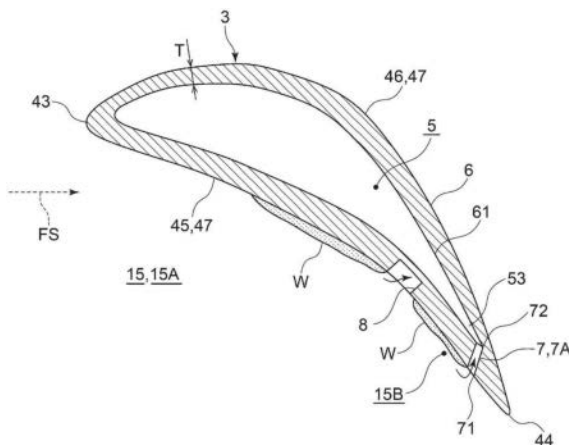
权利要求书2页 说明书15页 附图15页

(54) 发明名称

蒸汽轮机静叶片、蒸汽轮机及蒸汽轮机静叶片的制造方法

(57) 摘要

蒸汽轮机静叶片具备:叶片主体部,具有包含压力面及负压面的叶片面;水分去除流路,设置于叶片主体部的内部;至少一个狭缝,在叶片面开口而与水分去除流路连通,并且沿着从叶片主体部的基端部朝着前端部的高度方向延伸;及至少一个槽部,设置于叶片面,从基端部沿着高度方向延伸,且至少一个槽部的至少一部分沿着高度方向与至少一个狭缝重叠。



1. 一种蒸汽轮机静叶片, 具备:

叶片主体部, 具有包含压力面及负压面的叶片面;

水分去除流路, 设置于所述叶片主体部的内部;

至少一个狭缝, 在与从所述叶片主体部的基端部朝向前端部的高度方向正交的方向上在所述压力面的比中央靠后缘侧处开口而与所述水分去除流路连通, 并且沿着所述高度方向延伸; 及

至少一个槽部, 在与所述高度方向正交的方向上设置于所述压力面的比中央靠后缘侧处从所述基端部沿着所述高度方向延伸, 且所述至少一个槽部的至少一部分沿着所述高度方向与所述至少一个狭缝重叠。

2. 根据权利要求1所述的蒸汽轮机静叶片, 其中,

所述至少一个槽部构成为从所述前端部朝着所述基端部而向后缘侧倾斜。

3. 根据权利要求1或2所述的蒸汽轮机静叶片, 其中,

所述至少一个狭缝包含在所述高度方向上相互分离地设置的多个狭缝。

4. 根据权利要求3所述的蒸汽轮机静叶片, 其中,

所述蒸汽轮机静叶片还具备凹部, 所述凹部设置于所述叶片面, 所述多个狭缝分别在所述凹部开口。

5. 根据权利要求1或2所述的蒸汽轮机静叶片, 其中,

所述至少一个狭缝设置于比所述至少一个槽部靠前缘侧处。

6. 根据权利要求1或2所述的蒸汽轮机静叶片, 其中,

所述至少一个狭缝设置于比所述至少一个槽部靠后缘侧处。

7. 根据权利要求1或2所述的蒸汽轮机静叶片, 其中,

所述叶片主体部包含弯曲板部, 所述弯曲板部包围所述水分去除流路的周围, 且所述弯曲板部构成为厚度的最大值与最小值之差在所述厚度的平均值的40%以内。

8. 根据权利要求7所述的蒸汽轮机静叶片, 其中,

所述弯曲板部包含: 压力面侧弯曲板部, 具有包含所述压力面的至少一部分的面; 及负压面侧弯曲板部, 具有包含所述负压面的至少一部分的面,

所述至少一个狭缝和所述至少一个槽部中的一方构成为包含通过焊接而将所述压力面侧弯曲板部的一个端部与所述负压面侧弯曲板部的一个端部接合的接合部。

9. 根据权利要求8所述的蒸汽轮机静叶片, 其中,

所述叶片主体部还包含后缘部, 所述后缘部设置于比所述接合部靠后缘侧处且具有后缘侧压力面和后缘侧壁面, 所述后缘侧压力面与所述后缘相连, 所述后缘侧壁面从所述后缘侧压力面的前端部沿着与所述后缘侧压力面交叉的方向延伸,

所述至少一个槽部包含所述接合部, 并且所述至少一个槽部的一部分由所述后缘侧壁面划定。

10. 根据权利要求8所述的蒸汽轮机静叶片, 其中,

所述叶片主体部还包含后缘部, 所述后缘部设置于比所述接合部靠后缘侧处且具有后缘侧压力面和后缘侧壁面, 所述后缘侧压力面与所述后缘相连, 所述后缘侧壁面从所述后缘侧压力面的前端部沿着与所述后缘侧压力面交叉的方向延伸,

所述至少一个狭缝包含所述接合部, 并且所述至少一个狭缝的一部分由所述后缘侧壁

面划定。

11. 根据权利要求8所述的蒸汽轮机静叶片, 其中,

所述负压面侧弯曲板部包含延伸部, 所述延伸部从后缘朝着前缘延伸且具有包含所述压力面的至少一部分的面,

所述负压面侧弯曲板部的所述一个端部包含位于所述延伸部的前缘侧的前端部,

所述至少一个槽部包含所述接合部, 并且所述至少一个槽部的一部分由所述延伸部的所述前端部的端面划定。

12. 一种蒸汽轮机, 具备:

权利要求1或2所述的蒸汽轮机静叶片;

环状部件, 支撑所述蒸汽轮机静叶片; 及

腔室, 设置于所述环状部件的内部, 且构成为分别从所述叶片主体部的所述水分去除流路及所述至少一个槽部被输送液体。

13. 一种蒸汽轮机静叶片的制造方法, 包含如下的步骤:

狭缝形成步骤, 形成至少一个狭缝, 所述至少一个狭缝在与从具有包含压力面及负压面的叶片面的叶片主体部的基端部朝向前端部的高度方向正交的方向上在所述压力面的比中央靠后缘侧处开口而与设置于所述叶片主体部的内部的水分去除流路连通, 并且沿着所述高度方向延伸; 及

槽部形成步骤, 形成至少一个槽部, 所述至少一个槽部在与所述高度方向正交的方向上在所述压力面的比中央靠后缘侧处从所述基端部沿着所述高度方向延伸, 且所述至少一个槽部的至少一部分沿着所述高度方向与所述至少一个狭缝重叠。

蒸汽轮机静叶片、蒸汽轮机及蒸汽轮机静叶片的制造方法

技术领域

[0001] 本公开涉及蒸汽轮机静叶片、具备该蒸汽轮机静叶片的蒸汽轮机及蒸汽轮机静叶片的制造方法。

背景技术

[0002] 在蒸汽轮机的最终级附近,蒸汽流的湿度为8%以上。由于从湿蒸汽流产生的水滴而产生湿损失,涡轮效率降低。另外,从湿蒸汽流产生的水滴附着于静叶片的表面而形成水膜。上述水膜在静叶片的表面成为水膜流而向静叶片的后缘侧流动,在静叶片的后缘破碎而形成粗大水滴。上述粗大水滴与以高速旋转的动叶片碰撞是引起动叶片的水蚀的主要原因之一。

[0003] 为了防止蒸汽轮机的湿损失和水蚀,去除附着于静叶片的表面的液体(水滴)是有效的。以往,以去除附着于静叶片的表面的液体为目的,在静叶片的表面设置槽或狭缝(参照专利文献1、2)。附着于静叶片的表面的液体被送入槽或狭缝,从槽或狭缝向系统外排出。在专利文献1中公开了在静叶片的表面设置一个或多个槽。专利文献1中记载的槽从静叶片的长度方向上的一个端部到另一个端部,朝着蒸汽轮机的径向延伸。在专利文献2中,公开了在内部具有空洞部的中空状的静叶片的表面设置与空洞部连通的一个或多个狭缝。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献1:美国专利第6474942号说明书

[0006] 专利文献2:日本特开平3-26802号公报

发明内容

[0007] 发明所要解决的课题

[0008] 为了实现附着于静叶片的表面的液体的去除效率的提高,可想到在静叶片的表面沿着高度方向并列地设置两个专利文献1所记载的槽。但是,由于上述槽自身的去除效率较低,因此即使并列地设置两个上述槽,液体的去除量也较少,有可能无法实现液体的去除效率的提高。

[0009] 另外,为了实现上述液体的去除效率的提高,可想到在静叶片的表面沿着高度方向并列地设置两个专利文献2所记载的狭缝。在该情况下,由于设置于上述轴向上的上游侧的第一狭缝与设置于上述轴向上的下游侧的第二狭缝之间的压力差,从第一狭缝吸入到空洞部的液体有可能从压力比第一狭缝低的第二狭缝喷出(逆流)。因此,无法增多液体的去除量,有可能无法实现液体的去除效率的提高。若为了防止液体的逆流而扩大狭缝的宽度来提高狭缝的吸引压,则通过狭缝向空洞部泄漏的驱动蒸汽的量增大,因此有可能导致蒸汽轮机的性能降低。

[0010] 鉴于上述情况,本发明的至少一个实施方式的目的提供一种能够防止蒸汽涡

轮机的性能降低并且提高附着于静叶片的表面的液体的去除效率的蒸汽轮机静叶片及具备该蒸汽轮机静叶片的蒸汽轮机。

[0011] 用于解决课题的技术方案

[0012] (1) 本发明的至少一个实施方式的蒸汽轮机静叶片具备：

[0013] 叶片主体部，具有包含压力面及负压面的叶片面；

[0014] 水分去除流路，设置于上述叶片主体部的内部；

[0015] 至少一个狭缝，在上述叶片面开口而与上述水分去除流路连通，并且沿着从上述叶片主体部的基端部朝着前端部的高度方向延伸；及

[0016] 至少一个槽部，设置于上述叶片面，从上述基端部沿着上述高度方向延伸，上述至少一个槽部的至少一部分沿着上述高度方向与上述至少一个狭缝重叠。

[0017] 根据上述(1)的结构，蒸汽轮机静叶片在静叶片的表面即叶片面设置有狭缝和槽部，狭缝和槽部的至少一部分沿着高度方向重叠。因此，能够通过狭缝和槽部中的设置于叶片面的上游侧的狭缝和槽部(上游侧排水部)，去除聚集在叶片面上的液体。另外，能够通过狭缝和槽部中的设置于叶片面的下游侧的狭缝和槽部(下游侧排水部)，去除聚集在比叶片面的上游侧排水部靠下游侧处的液体。也就是说，上述蒸汽轮机静叶片能够通过槽部及液体的去除效率比该槽部高的狭缝，来去除附着于叶片面的液体，因此能够提高附着于叶片面的液体的去除效率。

[0018] 另外，上述蒸汽轮机静叶片由于上游侧排水部和下游侧排水部中的一方是不与水分去除流路连通的槽部，因此与比较例的蒸汽轮机静叶片那样的在叶片面设置沿着高度方向重叠的两个狭缝的结构相比，能够减少通过狭缝泄漏到水分去除流路的驱动蒸汽的量。另外，上述蒸汽轮机静叶片与比较例的蒸汽轮机静叶片那样的在叶片面设置沿着高度方向重叠的两个狭缝的结构不同，液体不会经由狭缝从水分去除流路逆流，因此不需要扩大狭缝宽度来提高狭缝的吸引压。通过抑制狭缝的吸引压，能够进一步减少通过狭缝泄漏到水分去除流路的驱动蒸汽的量。因此，上述蒸汽轮机静叶片能够减少通过狭缝泄漏到水分去除流路的驱动蒸汽的量，所以能够防止蒸汽轮机的性能降低。

[0019] (2) 在几个实施方式中，在上述(1)所述的蒸汽轮机静叶片中，上述至少一个槽部构成为从上述前端部朝着上述基端部而向后缘侧倾斜。

[0020] 根据上述(2)的结构，因为至少一个槽部构成为从前端部朝着基端部而向后缘侧倾斜，所以贮存在槽部中的液体被在蒸汽轮机内流动的蒸汽的流动推压，朝着作为液体的排出侧的基端部流动。由此，上述槽部能够提高贮存于槽部的液体的去除效率。

[0021] (3) 在几个实施方式中，在上述(1)或(2)所述的蒸汽轮机静叶片中，上述至少一个狭缝包含在上述高度方向上相互分离地设置的多个狭缝。

[0022] 根据上述(3)的结构，因为多个狭缝分别在高度方向上相互分离地设置，所以与假设单一的狭缝沿着高度方向延伸的情况相比，能够提高蒸汽轮机静叶片的狭缝附近的强度。通过提高蒸汽轮机静叶片的狭缝附近的强度，能够减薄蒸汽轮机静叶片的厚度，因此能够降低蒸汽轮机静叶片的制造成本。

[0023] (4) 在几个实施方式中，上述(3)所述的蒸汽轮机静叶片还具备凹部，上述凹部设置于上述叶片面，上述多个狭缝分别在上述凹部开口。

[0024] 根据上述(4)的结构，相互分离地设置的多个狭缝分别在设置于叶片面的凹部开

口,因此附着于叶片面的液体贮存于凹部。因此,具备上述凹部的蒸汽涡轮机静叶片能够防止附着于叶片面的液体通过狭缝彼此之间而向叶片面的狭缝的下游侧流动。因此,具备上述凹部的蒸汽涡轮机静叶片能够提高附着于叶片面的液体的去除效率。

[0025] (5) 在几个实施方式中,在上述(1)~(4)中任一项所述的蒸汽涡轮机静叶片中,上述至少一个狭缝设置于比上述至少一个槽部靠前缘侧处。

[0026] 根据上述(5)的结构,能够通过设置于比狭缝靠叶片面的后缘侧处的槽部去除狭缝未能从叶片面去除的液体和附着于比狭缝靠叶片面的后缘侧处的液体。

[0027] (6) 在几个实施方式中,在上述(1)~(4)中任一项所述的蒸汽涡轮机静叶片中,上述至少一个狭缝设置于比上述至少一个槽部靠后缘侧处。

[0028] 根据上述(6)的结构,能够通过设置于比槽部靠叶片面的后缘侧处的狭缝去除槽部未能从叶片面去除的液体和附着于比槽部靠叶片面的后缘侧处的液体。槽部能够减少到达狭缝的液体的量,由于狭缝与槽部相比,附着于叶片面的液体的去除效率高,因此能够去除到达狭缝的液体。因此,根据上述的结构,通过将狭缝设置于比槽部靠后缘侧处,能够有效地去除附着于叶片面的液体。

[0029] (7) 在几个实施方式中,在上述(1)~(6)中任一项所述的蒸汽涡轮机静叶片中,上述叶片主体部包含弯曲板部,上述弯曲板部包围上述水分去除流路的周围,上述弯曲板部构成为厚度的最大值与最小值之差在上述厚度的平均值的40%以内。

[0030] 根据上述(7)的结构,通过使弯曲板部的厚度均等,能够抑制构成弯曲板部的材料的无用的消耗而降低弯曲板部的材料费,因此能够降低静叶片的制造成本。

[0031] (8) 在几个实施方式中,在上述(7)所述的蒸汽涡轮机静叶片中,上述弯曲板部包含:压力面侧弯曲板部,具有包含上述压力面的至少一部分的面;及负压面侧弯曲板部,具有包含上述负压面的至少一部分的面,上述至少一个狭缝和上述至少一个槽部中的一方构成为包含通过焊接将上述压力面侧弯曲板部的一个端部与上述负压面侧弯曲板部的一个端部接合的接合部。

[0032] 根据上述(8)的结构,狭缝和槽部中的一方包含通过焊接将压力面侧弯曲板部的一个端部和负压面侧弯曲板部的一个端部接合的接合部。也就是说,在将压力面侧弯曲板部的一个端部和负压面侧弯曲板部的一个端部焊接而形成弯曲板部时,狭缝和槽部中的一方形成其形状。根据上述的结构,为了形成狭缝和槽部中的一方,不需要另外进行切削等加工,能够降低加工费,进而能够降低静叶片的制造成本。另外,根据上述结构,不进行切削等加工,就能够形成狭缝和槽部中的一方,因此能够防止狭缝和槽部中的一方的附近的强度的降低。

[0033] (9) 在几个实施方式中,在上述(8)所述的蒸汽涡轮机静叶片中,上述叶片主体部还包含后缘部,上述后缘部设置于比上述接合部靠后缘侧处且具有后缘侧压力面和后缘侧壁面,上述后缘侧压力面与上述后缘相连,上述后缘侧壁面从上述后缘侧压力面的前端部沿着与上述后缘侧压力面交叉的方向延伸,上述至少一个槽部包含上述接合部,并且上述至少一个槽部的一部分由上述后缘侧壁面划定。

[0034] 根据上述(9)的结构,至少一个槽部包含接合部,并且至少一个槽部的一部分由后缘侧壁面划定。也就是说,在通过焊接形成弯曲板部时,槽部以后缘部的后缘侧壁面为一部分而形成其形状。上述槽部由沿着与后缘侧压力面交叉的方向延伸的后缘侧壁面划定一部

分,因此能够有效地防止附着于叶片面的液体从后缘侧壁面朝着后缘侧压力面流动。

[0035] (10) 在几个实施方式中,在上述(8)所述的蒸汽轮机静叶片中,上述叶片主体部还包含后缘部,上述后缘部设置于比上述接合部靠后缘侧处且具有后缘侧压力面和后缘侧壁面,上述后缘侧压力面与上述后缘相连,上述后缘侧壁面从上述后缘侧压力面的前端部沿着与上述后缘侧压力面交叉的方向延伸,上述至少一个狭缝包含上述接合部,并且上述至少一个狭缝的一部分由上述后缘侧壁面划定。

[0036] 根据上述(10)的结构,至少一个狭缝包含接合部,并且至少一个狭缝的一部分由后缘侧壁面划定。也就是说,在通过焊接形成弯曲板部时,狭缝以后缘部的后缘侧壁面为一部分而形成其形状。上述狭缝由沿与后缘侧压力面交叉的方向延伸的后缘侧壁面划定一部分,因此附着于叶片面的液体在后缘侧壁面通过狭缝从叶片面被去除。因此,根据上述的结构,能够有效地防止附着于叶片面的液体从后缘侧壁面朝着后缘侧压力面流动。

[0037] (11) 在几个实施方式中,在上述(8)所述的蒸汽轮机静叶片中,上述负压面侧弯曲板部包含延伸部,上述延伸部从后缘朝着前缘延伸且具有包含上述压力面的至少一部分的面,上述负压面侧弯曲板部的上述一个端部包含位于上述延伸部的前缘侧的前端部,上述至少一个槽部包含上述接合部,并且上述至少一个槽部的一部分由上述延伸部的上述前端部的端面划定。

[0038] 根据上述(11)的结构,至少一个槽部包含接合部,并且由延伸部的前端部的端面划定一部分。也就是说,在通过将压力面侧弯曲板部的一个端部和延伸部的前端部焊接而形成弯曲板部时,槽部以上述前端部的端面为一部分而形成其形状。上述槽部由位于延伸部的前缘侧的前端部的端面划定一部分,能够有效地防止附着于端面的液体朝着延伸部的压力面流动。

[0039] (12) 本发明的至少一个实施方式的蒸汽轮机具备:

[0040] 上述(1)~(11)中任一项所述的蒸汽轮机静叶片;

[0041] 环状部件,支撑上述蒸汽轮机静叶片;及

[0042] 腔室,设置于上述环状部件的内部,且构成为从上述叶片主体部的上述水分去除流路及上述至少一个槽部分别向上述腔室输送液体。

[0043] 根据上述(12)的结构,蒸汽轮机具备设置于环状部件的内部且构成为从叶片主体部的水分去除流路及至少一个槽部分别被输送液体的腔室,因此能够将通过狭缝和槽部而从叶片面去除的液体贮存于腔室。通过利用狭缝和槽部来将从叶片面去除的液体贮存于腔室,而能够防止液体滞留于叶片主体部的狭缝或水分去除流路,能够防止狭缝和槽部对附着于叶片面的液体的去除效率的降低。由此,上述蒸汽轮机通过狭缝和槽部有效地去除附着于叶片面的液体。

[0044] (13) 本发明的至少一个实施方式的蒸汽轮机静叶片的制造方法包含如下的步骤:

[0045] 狭缝形成步骤,形成至少一个狭缝,上述至少一个狭缝在具有包括压力面及负压面的叶片面的叶片主体部的上述叶片面开口而与设置于上述叶片主体部的内部的水分去除流路连通,并且沿着从上述叶片主体部的基端部朝着前端部的高度方向延伸;及

[0046] 槽部形成步骤,形成至少一个槽部,上述至少一个槽部在上述叶片面从上述基端部沿着上述高度方向延伸,且上述至少一个槽部的至少一部分沿着上述高度方向与上述至

少一个狭缝重叠。

[0047] 根据上述(13)的方法,蒸汽轮机静叶片的制造方法包含形成至少一个狭缝的狭缝形成步骤和形成至少一个槽部的槽部形成步骤。通过蒸汽轮机静叶片的制造方法制造的蒸汽轮机静叶片在作为静叶片的表面的叶片面设置有狭缝和槽部,狭缝和槽部的至少一部分沿着高度方向重叠。因此,通过蒸汽轮机静叶片的制造方法制造的蒸汽轮机静叶片能够提高附着于叶片面的液体的去除效率,并且能够防止蒸汽轮机的性能降低。

[0048] 发明效果

[0049] 根据本发明的至少一个实施方式,提供能够防止蒸汽轮机的性能降低并且提高附着于静叶片的表面的液体的去除效率的蒸汽轮机静叶片及具备该蒸汽轮机静叶片的蒸汽轮机。

附图说明

[0050] 图1是具备本发明的一个实施方式的蒸汽轮机静叶片的蒸汽轮机的沿着轴向的概略剖视图。

[0051] 图2是具备本发明的一个实施方式的蒸汽轮机静叶片的蒸汽轮机的沿着轴向的概略局部放大剖视图。

[0052] 图3是本发明的一个实施方式的蒸汽轮机静叶片的沿着与高度方向正交的方向的概略剖视图。

[0053] 图4是比较例的蒸汽轮机静叶片的沿着轴向的概略图。

[0054] 图5是比较例的蒸汽轮机静叶片的沿着与高度方向正交的方向的概略剖视图。

[0055] 图6是用于说明本发明的一个实施方式的蒸汽轮机静叶片及比较例的蒸汽轮机静叶片的狭缝宽度与蒸汽的吸引量之间的关系的关系的说明图。

[0056] 图7是第一变形例的蒸汽轮机静叶片的沿着轴向的概略图。

[0057] 图8是第二变形例的蒸汽轮机静叶片的沿着轴向的概略图。

[0058] 图9是第二变形例的蒸汽轮机静叶片的沿着与高度方向正交的方向的概略剖视图。

[0059] 图10是第三变形例的蒸汽轮机静叶片的沿着轴向的概略图。

[0060] 图11是第三变形例的蒸汽轮机静叶片的沿着与高度方向正交的方向的概略剖视图。

[0061] 图12是第四变形例的蒸汽轮机静叶片的沿着与高度方向正交的方向的概略剖视图。

[0062] 图13是第五变形例的蒸汽轮机静叶片的沿着与高度方向正交的方向的概略剖视图。

[0063] 图14是第六变形例的蒸汽轮机静叶片的沿着与高度方向正交的方向的概略剖视图。

[0064] 图15是表示本发明的一个实施方式的蒸汽轮机静叶片的制造方法的一例的流程图。

具体实施方式

[0065] 以下,参照附图对本发明的几个实施方式进行说明。但是,作为实施方式记载的或图示的构成部件的尺寸、材质、形状及其相对的配置等并不是将本发明的范围限定于此的意思,只不过是说明例。

[0066] 例如,表示“在某个方向上”、“沿着某个方向”、“平行”、“正交”、“中心”、“同心”或“同轴”等的相对的或绝对的配置的表述不仅严格地表示这样的配置,也表示以公差或可以得到相同功能的程度的角度或距离相对地位移的状态。

[0067] 例如,表示“相同”、“相等”及“均质”等事物相等的状态的表述不仅表示严格地相等的状态,也表示以公差或可以得到相同功能的程度的差存在的状态。

[0068] 例如,四边形状或圆筒形状等表示形状的表述不仅表示几何学上严格意义上的四边形状或圆筒形状等形状,也表示在可得到相同效果的范围内包含凹凸部或倒角部等的形状。

[0069] 另一方面,“具备”、“包含”或“具有”一个构成要素这样的表达并不是排除其他构成要素的存在的排他性的表达。

[0070] 另外,有时对相同的结构标注相同附图标记并省略说明。

[0071] 图1是具备本发明的一个实施方式的蒸汽轮机静叶片的蒸汽轮机的沿着轴向的概略剖视图。图1及后述的图2~5、7~14中记载的箭头FS概略地表示蒸汽的流动方向。以下,有时将蒸汽轮机静叶片简称为静叶片,有时将蒸汽轮机动叶片简称为动叶片。

[0072] 如图1所示,蒸汽轮机1具备:转子11,构成为能够绕着轴线LA旋转;至少一个动叶片12,与转子11以机械的方式连结;环状部件13,将转子11及动叶片12收纳为旋转自如;及至少一个静叶片3,以与动叶片12隔着间隙而相对的方式配置,并且与环状部件13以机械的方式连结。转子11由轴承14以能够旋转的方式支撑。

[0073] 环状部件13在其与转子11之间划定有内侧空间15。环状部件13和静叶片3不与转子11和动叶片12的旋转联动而静止。静叶片3以从环状部件13朝着转子11横穿内侧空间15的方式沿着径向(与蒸汽轮机1的轴线LA正交的方向)延伸。动叶片12以从转子11朝着环状部件13横穿内侧空间15的方式沿着径向延伸。

[0074] 如图1所示,蒸汽轮机1还具备支撑环状部件13并且收纳环状部件13的壳体16。壳体16在内部划定有排气室17。另外,壳体16形成有用于向内侧空间15导入蒸汽的蒸汽入口18和用于将蒸汽向蒸汽轮机1的外部排出的蒸汽出口19。

[0075] 在图示的实施方式中,如图1所示,蒸汽入口18构成为能够供从产生蒸汽的蒸汽产生装置21经由蒸汽导入管线20而排出的蒸汽流入。作为蒸汽产生装置21,可举出锅炉等。作为蒸汽导入管线20,可举出连接蒸汽入口18与蒸汽产生装置21的蒸汽供给管等。从蒸汽产生装置21排出并通过了蒸汽入口18的蒸汽向内侧空间15流入。

[0076] 导入内侧空间15的蒸汽主要沿着轴向(蒸汽轮机1的轴线LA延伸的方向)流动。以下,有时将蒸汽的流动方向上的上游侧简称为上游侧,有时将蒸汽的流动方向上的下游侧简称为下游侧。

[0077] 蒸汽轮机1构成为将在内侧空间15沿着轴向流动的蒸汽作为工作流体,将工作流体具有的能量转换为转子11的旋转能量。在图示的实施方式中,在将静叶片3的叶片列与动叶片12的叶片列的组合设为一级时,蒸汽轮机1具备多个级。各级的静叶片3分别沿着

周向隔开预定的间隔地配置。各级的动叶片12分别沿转子11的周向隔开预定的间隔地配置。各级的静叶片3在蒸汽通过该级的静叶片3之间时,对蒸汽进行整流,各级的动叶片12承受由静叶片3整流后的蒸汽,将从蒸汽承受的力转换为旋转力,使转子11旋转。通过转子11的旋转,对与转子11以机械的方式连接的未图示的发电机进行驱动。

[0078] 如图1所示,排气室17位于内侧空间15的下游侧。在内侧空间15通过了静叶片3和动叶片12的蒸汽从位于比位于蒸汽的流动方向上的最下游侧的动叶片即最终级动叶片12A靠下游侧处的排气室入口22向排气室17流入,在通过了排气室17后,从上述蒸汽出口19向蒸汽涡轮机1的外部排出。

[0079] 图2是具备本发明的一个实施方式的蒸汽涡轮机静叶片的蒸汽涡轮机的沿着轴向的概略局部放大剖视图。图3是本发明的一个实施方式的蒸汽涡轮机静叶片的沿着与高度方向正交的方向的概略剖视图。

[0080] 如图2所示,静叶片3包含沿着高度方向(图2中上下方向)延伸的叶片主体部4。在图示的实施方式中,叶片主体部4具有设置于高度方向上的一端的基端部41、设置于高度方向上的另一端的前端部42。基端部41与上述环状部件13连接,前端部42与直径比环状部件13小的环状的隔膜23连接。

[0081] 如图3所示,叶片主体部4具有包括在前缘43与后缘44之间延伸的一面即压力面45和在前缘43与后缘44之间延伸的另一面即负压面46的叶片面47。压力面45包含呈凹状地弯曲的面,负压面46包含呈凸状地弯曲的面。

[0082] 静叶片3配置在内侧空间15中的湿蒸汽流流动的区域15A。在一个实施方式中,区域15A是在蒸汽涡轮机1的运转过程中蒸汽流的湿度满足5%以上的条件的区域。叶片主体部4在蒸汽的流动方向上以前缘43位于上游侧、后缘44位于下游侧的方式配置。压力面45为了承受蒸汽,以相对于蒸汽的流动方向交叉的方式配置。湿蒸汽流中包含的水分成为水滴(液体)而附着于叶片面47(压力面45及负压面46)。

[0083] 如图3所示,叶片主体部4在其内部形成有水分去除流路5。在图示的实施方式中,叶片主体部4包含包围水分去除流路5的周围的弯曲板部6。水分去除流路5由具有叶片面47的弯曲板部6的位于与叶片面47相反的位置的内表面61划定。此外,在其他几个实施方式中,也可以在实心状的叶片主体部4形成水分去除流路5。

[0084] 如图2所示,水分去除流路5从在基端部41开口的基端侧开口部51沿着高度方向朝着前端部42延伸。在图示的实施方式中,水分去除流路5从基端侧开口部51延伸到在前端部42开口的前端侧开口部52。

[0085] 如图3所示,静叶片3具备在叶片面47开口而与水分去除流路5连通的至少一个狭缝7和设置于叶片面47的至少一个槽部8。至少一个槽部8构成为不与水分去除流路5连通。如图2所示,至少一个狭缝7沿着从叶片主体部4的基端部41朝着前端部42的高度方向延伸。另外,至少一个槽部8从叶片主体部4的基端部41沿着高度方向延伸,至少一部分沿着高度方向与至少一个狭缝7重叠。

[0086] 如图2所示,在环状部件13的内部,设置有能够贮存液体的腔室24。腔室24构成为从叶片主体部4的水分去除流路5及至少一个槽部8分别被输送液体W。在图示的实施方式中,在环状部件13的内部,形成有使水分去除流路5和腔室24连通的第一连通孔131、使槽部8和腔室24连通的第二连通孔132、使腔室24和排气室17连通的第三连通孔133。在蒸汽涡轮

机1的运转过程中,排气室17比腔室24低压,腔室24比水分去除流路5低压。并且,水分去除流路5比区域15A的面向叶片面47的部分15B低压。

[0087] 附着于比叶片面47的狭缝7靠前缘43侧处的液体W通过区域15A的面向叶片面47的部分15B与水分去除流路5之间的差压,经由狭缝7而被吸引到水分去除流路5。被吸引到水分去除流路5的液体W通过水分去除流路5与腔室24之间的差压,经由第一连通孔131而被吸引到腔室24。

[0088] 附着于比叶片面47的槽部8靠前缘43侧处的液体W被在区域15A中流动的蒸汽的流动推压而进入槽部8。进入槽部8的液体W通过槽部8与腔室24之间的差压,经由第二连通孔132被吸引到腔室24。

[0089] 贮存于腔室24的液体W通过腔室24与排气室17之间的差压,经由第三连通孔133而被排出到排气室17。在其他几个实施方式中,也可以向蒸汽轮机1的外部排出液体W,例如也可以构成为通过吸引泵等未图示的吸引装置来吸引液体W。

[0090] 在图2所示的实施方式中,狭缝7及槽部8分别在高度方向上设置于比中央靠基端部41侧处。在其他几个实施方式中,狭缝7及槽部8分别可以在高度方向上延伸至比中央靠前端部42侧处,也可以在高度方向上的全长范围内延伸。

[0091] 在图3所示的实施方式中,狭缝7及槽部8分别设置于比压力面45的中央靠后缘44侧处。狭缝7在压力面45开口有入口开口71,在弯曲板部6的内表面61开口有与水分去除流路5的后缘侧端部53连通的出口开口72。槽部8设置于比狭缝7靠前缘43侧处。

[0092] 在其他几个实施方式中,狭缝7及槽部8分别也可以设置于比压力面45的中央靠前缘43侧处或负压面46,但由于液体(水膜流)聚集的是压力面45的后缘44侧,所以与负压面46相比,优选压力面45,优选设置在压力面45的后缘44附近。另外,槽部8也可以设置于比狭缝7靠后缘44侧处。

[0093] 图4是比较例的蒸汽轮机静叶片的沿着轴向的概略图。图5是比较例的蒸汽轮机静叶片的沿着与高度方向正交的方向的概略剖视图。

[0094] 如图4、5所示,比较例的静叶片30在代替槽部8而在压力面45(叶片面47)设置有第二狭缝70这一点上与图2、3所示的静叶片3不同。如图5所示,第二狭缝70与狭缝7相同地,与水分去除流路5连通。狭缝7设置于比第二狭缝70靠后缘44侧处,与第二狭缝70相比为低压。在该情况下,附着于叶片面47的液体W通过第二狭缝70而被吸引到水分去除流路5,但由于狭缝7与第二狭缝70之间的差压,被吸引到水分去除流路5的液体W有可能从狭缝7喷出(逆流)。

[0095] 图6是用于说明本发明的一个实施方式的蒸汽轮机静叶片及比较例的蒸汽轮机静叶片的狭缝宽度与蒸汽的吸引量之间的关系的关系的说明图。在图6中,以狭缝7和第二狭缝70的狭缝宽度为横轴,以经由狭缝7和第二狭缝70而从静叶片3的外部吸引到水分去除流路5的蒸汽的吸引量为纵轴。如图6所示,当增大狭缝宽度时,被吸引到水分去除流路5的蒸汽的吸引量增大。另外,一个狭缝7与水分去除流路5连通的静叶片3与两个狭缝(狭缝7及第二狭缝70)与水分去除流路5连通的静叶片30相比,与任意的狭缝宽度对应的蒸汽的吸引量变小。也就是说,静叶片3与静叶片30相比,能够减少被吸引到水分去除流路5的蒸汽的吸引量。通过减少被吸引到水分去除流路5的蒸汽的吸引量,能够防止使动叶片12旋转的驱动蒸汽的量的减少,能够防止蒸汽轮机1的性能降低。

[0096] 如上所述,例如图2、3所示,几个实施方式的静叶片3具备:上述叶片主体部4、上述水分去除流路5、上述至少一个狭缝7、至少一部分沿着高度方向与至少一个狭缝7重叠的上述至少一个槽部8。

[0097] 在图示的实施方式中,如图2所示,至少一个狭缝7包括沿着高度方向延伸的单一的狭缝7A。至少一个槽部8的横截面形状形成为U字状,具有在基端部41开口的开口端部81。

[0098] 根据上述的结构,静叶片3在静叶片3的表面即叶片面47上设有狭缝7和槽部8,狭缝7和槽部8的至少一部分沿着高度方向重叠。因此,能够通过狭缝7和槽部8中的设置于叶片面47的上游侧(前缘43侧)的狭缝和槽部(上游侧排水部),去除聚集在叶片面47的液体W。另外,通过狭缝7和槽部8中的设置于叶片面47的下游侧(后缘44侧)的狭缝和槽部(下游侧排水部),能够去除聚集在叶片面47的比上述上游侧排水部靠下游侧处的液体W。也就是说,静叶片3能够通过槽部8及液体W的去除效率比该槽部8高的狭缝7去除附着于叶片面47的液体W,因此能够提高附着于叶片面47的液体W的去除效率。

[0099] 另外,静叶片3由于上述上游侧排水部和上述下游侧排水部中的一方是不与水分去除流路5连通的槽部8,因此与比较例的静叶片30那样的在叶片面47上设置沿着高度方向重叠的两个狭缝(狭缝7、第二狭缝70)的结构相比,能够减少通过狭缝而泄漏到水分去除流路5的驱动蒸汽的量。另外,静叶片3与比较例的静叶片30那样的在叶片面47上设置沿着高度方向重叠的两个狭缝的结构不同,液体W不会经由狭缝7从水分去除流路5逆流,因此不需要扩大狭缝宽度来提高狭缝7的吸引压。通过抑制狭缝7的吸引压,能够进一步减少通过狭缝7而泄漏到水分去除流路5的驱动蒸汽的量。因此,静叶片3能够减少通过狭缝7而泄漏到水分去除流路5的驱动蒸汽的量,所以能够防止蒸汽轮机1的性能降低。

[0100] 在几个实施方式中,例如如图2所示,上述至少一个槽部8构成为从前端部42朝着基端部41而向后缘44侧倾斜。在该情况下,因为至少一个槽部8构成为从前端部42朝着基端部41而向后缘44侧倾斜,所以贮存于槽部8的液体W被在蒸汽流流动的区域15A(蒸汽轮机1内)流动的蒸汽的流动推压,向作为液体W的排出侧的基端部41侧流动。因此,上述槽部8能够提高贮存于槽部8的液体的去除效率。

[0101] 图7是第一变形例的蒸汽轮机静叶片的沿着轴向的概略图。图8是第二变形例的蒸汽轮机静叶片的沿着轴向的概略图。图9是第二变形例的蒸汽轮机静叶片的沿着与高度方向正交的方向的概略剖视图。

[0102] 在几个实施方式中,例如如图7、8所示,至少一个狭缝7包含在高度方向上相互分离地设置的多个狭缝7B。在图示的实施方式中,多个狭缝7B分别沿着高度方向串联地配置,并沿着高度方向延伸。

[0103] 根据上述的结构,由于多个狭缝7B分别在高度方向上相互分离地设置,因此与假设单一的狭缝7A沿着高度方向延伸的情况相比,能够提高静叶片3的狭缝7附近的强度。通过提高静叶片3的狭缝7附近的强度,能够减薄静叶片3的厚度,所以能够降低静叶片3的制造成本。

[0104] 在几个实施方式中,例如如图8、9所示,上述静叶片3具备凹部9,凹部9设置于叶片面47,多个狭缝7B分别在凹部9开口。在图示的实施方式中,凹部9从叶片主体部4的基端部41沿着高度方向延伸,至少一部分沿着高度方向与至少一个槽部8重叠。凹部9的横截面形状形成为U字状,具有在基端部41开口的开口端部91。多个狭缝7B分别在凹部9的底部开口

有入口开口71。

[0105] 在图8所示的实施方式中,凹部9在高度方向上设置于比中央靠基端部41侧处。在其他几个实施方式中,凹部9可以在高度方向上延伸至比中央靠前端部42侧处,也可以在高度方向上的全长范围内延伸。

[0106] 根据上述的结构,因为相互分离地设置的多个狭缝7B分别在设置于叶片面47的凹部9开口,所以附着于叶片面47的液体W被在区域15A流动的蒸汽的流动推压而进入凹部9,并贮存于凹部9。因此,具备凹部9的静叶片3能够防止附着于叶片面47的液体W通过狭缝7B彼此之间而向叶片面47的狭缝7B的下游侧流动。因此,具备凹部9的静叶片3能够提高附着于叶片面47的液体W的去除效率。

[0107] 在几个实施方式中,如图8所示,上述的凹部9构成为从前端部42朝着基端部41而向后缘44侧倾斜。在该情况下,因为凹部9构成为从前端部42朝着基端部41而向后缘44侧倾斜,所以贮存于凹部9的液体W被在蒸汽流流动的区域15A(蒸汽轮机1内)流动的蒸汽的流动推压而向作为液体W的排出侧的基端部41侧流动。向基端部41侧流动的液体W通过位于基端部41侧的狭缝7B,从在基端部41开口的开口端部91排出,从而被送到腔室24。由此,上述凹部9能够提高贮存于凹部9的液体W的去除效率。

[0108] 图10是第三变形例的蒸汽轮机静叶片的沿着轴向的概略图。图11是第三变形例的蒸汽轮机静叶片的沿着与高度方向正交的方向的概略剖视图。图12是第四变形例的蒸汽轮机静叶片的沿着与高度方向正交的方向的概略剖视图。图13是第五变形例的蒸汽轮机静叶片的沿着与高度方向正交的方向的概略剖视图。图14是第六变形例的蒸汽轮机静叶片的沿着与高度方向正交的方向的概略剖视图。

[0109] 在几个实施方式中,如图10~13所示,上述狭缝7设置于比上述的槽部8靠前缘43侧处。在该情况下,能够通过设置于比狭缝7靠叶片面47的后缘44侧处的槽部8去除狭缝7未能从叶片面47去除的液体W和附着于比狭缝7靠叶片面47的后缘44侧处的液体W。

[0110] 在几个实施方式中,如图2、3、7~9、14所示,上述狭缝7设置于比上述槽部8靠后缘44侧处。在该情况下,能够通过设置于比槽部8靠叶片面47的后缘44侧处的狭缝7去除槽部8未能从叶片面47去除的液体W和附着于比槽部8靠叶片面47的后缘44侧处的液体W。槽部8能够减少到达狭缝7的液体W的量,狭缝7与槽部8相比,附着于叶片面47的液体W的去除效率高,因此能够去除到达狭缝7的液体W。由此,根据上述的结构,通过将狭缝7设置于比槽部8靠后缘44侧处,能够有效地去除附着于叶片面47的液体W。

[0111] 在几个实施方式中,如图3、9、11~14所示,上述叶片主体部4包含包围水分去除通路5的周围的上述弯曲板部6,弯曲板部6构成为厚度T的最大值与最小值之差在厚度T的平均值的40%以内。在该情况下,通过使弯曲板部6的厚度T均等,能够抑制构成弯曲板部6的材料的不必要的消耗,从而降低弯曲板部6的材料费,因此能够降低静叶片3的制造成本。

[0112] 在几个实施方式中,包含上述弯曲板部6的叶片主体部4是通过至少一张金属板进行钣金加工而形成其形状的钣金部件。在该情况下,通过对一张或多张金属板(例如通过轧制等形成薄且平的形状的金属板材)进行钣金加工(切断加工、弯曲加工、焊接等),能够形成包含弯曲板部6的叶片主体部4,因此能够降低叶片主体部4的材料费和加工费。由此,根据上述的结构,因为能够降低叶片主体部4的材料费和加工费,所以能够降低静叶片3的制造成本。

[0113] 在几个实施方式中,如图10~14所示,上述弯曲板部6包含:压力面侧弯曲板部62,具有包含上述压力面45的至少一部分的面621;及负压面侧弯曲板部63,具有包含上述负压面46的至少一部分的面631。上述至少一个狭缝7和上述至少一个槽部8中的一方构成为包含通过焊接将压力面侧弯曲板部62的一个端部622和负压面侧弯曲板部63的一个端部632接合的接合部WP。

[0114] 在图示的实施方式中,如图10~14所示,压力面侧弯曲板部62和负压面侧弯曲板部63通过将一张金属板以形成前缘43的方式弯折成V字状,而形成各自的形状。然后,通过焊接将压力面侧弯曲板部62的一个端部622(后端部)和负压面侧弯曲板部63的一个端部632(后端部)接合,由此形成上述的弯曲板部6及狭缝7和槽部8中的一方。另外,在其他几个实施方式中,弯曲板部6也可以通过焊接将多张金属板接合,由此形成其形状。

[0115] 根据上述结构,狭缝7和槽部8中的一方包含通过焊接将压力面侧弯曲板部62的一个端部622和负压面侧弯曲板部63的一个端部632接合的接合部WP。也就是说,在将压力面侧弯曲板部62的一个端部622和负压面侧弯曲板部63的一个端部632焊接而形成弯曲板部6时,狭缝7和槽部8中的一方形成其形状。根据上述结构,为了形成狭缝7和槽部8中的一方,不需要另外进行切削等加工,因此能够降低加工费,进而能够降低静叶片3的制造成本。另外,根据上述的结构,由于不进行切削等加工,就能够形成狭缝7和槽部8中的一方,因此能够防止狭缝7和槽部8中的一方的附近的强度的降低。

[0116] 在几个实施方式中,如图10~12所示,上述叶片主体部4包含:上述弯曲板部6,包含压力面侧弯曲板部62和负压面侧弯曲板部63;及后缘部64,设置于比上述接合部WP靠后缘44侧处。后缘部64具有:后缘侧压力面642,与后缘44相连;及后缘侧壁面644,从后缘侧压力面642的前端部643沿着与后缘侧压力面642交叉的方向延伸。上述至少一个槽部8包含上述接合部WP,并且由后缘侧壁面644划定一部分。

[0117] 在图10、11所示的实施方式中,后缘部64一体地设置于负压面侧弯曲板部63的一个端部632,后缘部64的后缘侧负压面641与负压面侧弯曲板部63的面631平缓地相连。后缘部64由构成负压面侧弯曲板部63的金属板构成,通过钣金加工形成其形状。槽部8由压力面侧弯曲板部62的一个端部622的端面623、后缘侧壁面644、将端面623和后缘侧壁面644的负压面46侧端部彼此相连的底面645划定U字状的横截面形状。上述接合部WP将端面623与底面645之间接合。狭缝7(例如7B)设置于位于比槽部8靠前缘43侧处的压力面侧弯曲板部62。

[0118] 在图10、11所示的实施方式中,在叶片主体部4的高度方向上的槽部8不延伸的部分,比上述端面623更向后缘44侧突出的突端面624与后缘侧壁面644通过焊接被接合。

[0119] 在图12所示的实施方式中,后缘部64一体地设置于负压面侧弯曲板部63的一个端部632上,后缘部64的后缘侧负压面641与负压面侧弯曲板部63的面631平缓地相连。后缘部64由构成负压面侧弯曲板部63的金属板构成,通过钣金加工形成其形状。在压力面侧弯曲板部62的一个端部622,形成有压力面45侧缘部比负压面46侧缘部向后缘44侧倾斜的倾斜面625。在上述倾斜面625与负压面侧弯曲板部63的一个端部632的内表面633抵接的状态下,通过焊接接合。槽部8由后缘侧壁面644、从后缘侧壁面644的负压面侧端部646沿与后缘侧壁面644交叉的方向延伸的底面645、压力面侧弯曲板部62的面621中的一个端部622附近的面621A划定。上述面621A与底面645平缓地相连。上述接合部WP将面621A与底面645之间接合。狭缝7设置于位于比槽部8靠前缘43侧处的压力面侧弯曲板部62。

[0120] 在图12所示的实施方式中,后缘侧压力面642以比压力面侧弯曲板部62的面621向在周向上相邻的静叶片3的负压面46侧突出的方式设置,与其上述负压面46之间的间隔变窄。在此,静叶片3构成为,其后缘44与在周向上相邻的静叶片3的负压面46之间成为喉道部TH,构成为在上述喉道部TH中,静叶片3间的间隔最小。在比喉道部TH靠上游侧,蒸汽的流速慢,因此压力损失少。因此,上述后缘侧压力面642不会阻碍蒸汽的流动。

[0121] 根据上述的结构,至少一个槽部8包含接合部WP,并且由后缘侧壁面644划定一部分。也就是说,在通过焊接形成弯曲板部6时,槽部8以后缘部64的后缘侧壁面644为一部分而形成其形状。由于上述槽部8由沿着与后缘侧压力面642交叉的方向延伸的后缘侧壁面644划定一部分,因此能够有效地防止附着于叶片面47的液体W从后缘侧壁面644朝着后缘侧压力面642流动。

[0122] 在几个实施方式中,如图13所示,上述叶片主体部4包含:上述弯曲板部6,包含压力面侧弯曲板部62和负压面侧弯曲板部63;及后缘部64,设置于比上述接合部WP靠后缘44侧处。后缘部64具有:后缘侧压力面642,与后缘44相连;及后缘侧壁面644,从后缘侧压力面642的前端部643沿着与后缘侧压力面642交叉的方向延伸。上述至少一个狭缝7包含上述接合部WP,并且由后缘侧壁面644划定一部分。

[0123] 在图13所示的实施方式中,后缘部64一体地设置于负压面侧弯曲板部63的一个端部632。后缘部64的后缘侧负压面641与负压面侧弯曲板部63的面631平缓地相连。另外,后缘侧壁面644与内表面61相连。后缘部64由构成负压面侧弯曲板部63的金属板构成,通过钣金加工形成其形状。上述一个端部632也可以包含后缘部64。后缘部64包含构成为厚度朝着前缘43侧逐渐变厚的厚壁部64A。

[0124] 狭缝7由压力面侧弯曲板部62的一个端部622的端面623、后缘侧壁面644、将端面623与后缘侧壁面644之间接合的接合部WP划定其形状。槽部8设置于位于比狭缝7靠后缘44侧处的厚壁部64A(后缘部64)的后缘侧压力面642,具有U字状的横截面形状。这样,通过将槽部8设置于位于比狭缝7靠后缘44侧处的后缘部64,与将槽部8设置于位于比狭缝7靠前缘43侧处的压力面侧弯曲板部62的情况相比,能够提高附着于叶片面47的液体的去除效率。另外,在后缘部64上形成槽部8的加工比在压力面侧弯曲板部62上形成槽部8的加工更容易进行。另外,通过采用在压力面侧弯曲板部62上不设置槽部8的结构,能够减薄压力面侧弯曲板部62(弯曲板部6)的厚度。

[0125] 另外,通过将后缘侧壁面644中的接合部WP设为从前端部643朝着负压面46侧离开的一部分644A,能够通过后缘侧壁面644中的比上述部分644A靠前端部643侧的部分644B和压力面侧弯曲板部62的面621形成上述凹部9。也就是说,在通过焊接形成弯曲板部6时,凹部9将后缘部64的后缘侧壁面644作为一部分而形成其形状。

[0126] 根据上述结构,至少一个狭缝7包含接合部WP,并且由后缘侧壁面644划定一部分。也就是说,在通过焊接形成弯曲板部6时,狭缝7以后缘部64的后缘侧壁面644为一部分而形成其形状。由于上述狭缝7的一部分由沿着与后缘侧压力面642交叉的方向延伸的后缘侧壁面644划定,因此附着于叶片面47的液体W在后缘侧壁面644通过狭缝7被从叶片面47去除。因此,根据上述的结构,能够有效地防止附着于叶片面47的液体W从后缘侧壁面644朝着后缘侧压力面642流动。

[0127] 在几个实施方式中,如图14所示,上述叶片主体部4包含上述弯曲板部6,弯曲板部

6包含压力面侧弯曲板部62和负压面侧弯曲板部63。上述负压面侧弯曲板部63包含从后缘44朝着前缘43延伸的延伸部65,延伸部65具有包含压力面45的至少一部分的面651,负压面侧弯曲板部63的一个端部632包含位于延伸部65的前缘43侧处的前端部652。上述至少一个槽部8包含上述接合部WP,并且由延伸部65的前端部652的端面653划定一部分。

[0128] 在图14所示的实施方式中,负压面侧弯曲板部63和延伸部65通过将一张金属板以形成后缘44的方式弯折成V字状,而形成各自的形状。前端部652的端面653沿着与压力面侧弯曲板部62的面621及面651分别交叉的方向延伸,成为将面621和面651相连的台阶面。槽部8由端面653、压力面侧弯曲板部62的面621中的一个端部622附近的面621A划定。上述接合部WP将端面653与面621A之间接合。狭缝7设置于位于比槽部8靠后缘44侧处的延伸部65,入口开口71在面651开口。

[0129] 根据上述的结构,至少一个槽部8包含接合部WP,并且由延伸部65的前端部652的端面653划定一部分。也就是说,在将压力面侧弯曲板部62的一个端部622和延伸部65的前端部652焊接而形成弯曲板部6时,槽部8以前端部652的端面653为一部分而形成其形状。上述槽部8的一部分由位于延伸部65的前缘43侧的前端部652的端面653划定,因此能够有效地防止附着于端面653的液体W朝着延伸部65的面651(压力面)流动。

[0130] 如图2所示,几个实施方式的蒸汽轮机1具备:上述静叶片3;支撑静叶片3的上述的环状部件13;及上述腔室24,设置于环状部件13的内部,构成为从叶片主体部4的水分去除流路5及至少一个槽部8分别被输送液体W。

[0131] 根据上述的结构,由于蒸汽轮机1具备设置于环状部件13的内部且构成为从叶片主体部4的水分去除流路5及至少一个槽部8分别被输送液体的腔室24,因此能够将通过狭缝7和槽部8从叶片面47去除的液体W贮存于腔室24。通过将利用狭缝7和槽部8从叶片面47去除的液体W贮存于腔室24,能够防止液体W滞留于叶片主体部4的狭缝7或水分去除流路5,能够防止狭缝7和槽部8对附着于叶片面47的液体W的去除效率的降低。因此,上述蒸汽轮机1能够通过狭缝7和槽部8有效地去除附着于叶片面47的液体W。

[0132] 图15是表示本发明的一个实施方式的蒸汽轮机静叶片的制造方法的一例的流程图。

[0133] 如图15所示,几个实施方式的蒸汽轮机静叶片的制造方法100具备形成上述至少一个狭缝7的狭缝形成步骤S102和形成上述至少一个槽部8的槽部形成步骤S103。在图示的实施方式中,如图15所示,蒸汽轮机静叶片的制造方法100还具备形成上述弯曲板部6的弯曲板部形成步骤S101。在弯曲板部形成步骤S101中,通过钣金加工从一张或多张金属板形成上述弯曲板部6。

[0134] 在狭缝形成步骤S102中,形成至少一个狭缝7(7A、7B),至少一个狭缝7(7A、7B)在具有包含压力面45及负压面46的叶片面47的叶片主体部4的叶片面47开口而与设置于叶片主体部4的内部的水分去除流路5连通,并且沿着从叶片主体部4的基端部41朝着前端部42的高度方向延伸。

[0135] 在槽部形成步骤S103中,在叶片面47形成从基端部41沿着高度方向延伸的至少一个槽部8,至少一个槽部8的至少一部分沿着高度方向与至少一个狭缝7重叠。

[0136] 狭缝7和槽部8可以分别通过切削加工形成,也可以在如上所述形成弯曲板部6时形成其形状。

[0137] 根据上述的方法,蒸汽轮机静叶片的制造方法100包含形成至少一个狭缝7的狭缝形成步骤S102和形成至少一个槽部8的槽部形成步骤S103。通过蒸汽轮机静叶片的制造方法100制造的静叶片3在作为静叶片3的表面的叶片面47设有狭缝7和槽部8,狭缝7和槽部8的至少一部分沿着高度方向重叠。因此,通过蒸汽轮机静叶片的制造方法100制造的静叶片3能够提高附着于叶片面47的液体W的去除效率,并且能够防止蒸汽轮机1的性能降低。

[0138] 本发明并不限于上述的实施方式,也包括对上述的实施方式施加了变形的方式或将这些方式适当组合的方式。

[0139] 附图标记说明

[0140]	1	蒸汽轮机
[0141]	3	静叶片
[0142]	30	比较例的静叶片
[0143]	4	叶片主体部
[0144]	41	基端部
[0145]	42	前端部
[0146]	43	前缘
[0147]	44	后缘
[0148]	45	压力面
[0149]	46	负压面
[0150]	47	叶片面
[0151]	5	水分去除流路
[0152]	51	基端侧开口部
[0153]	52	前端侧开口部
[0154]	53	后缘侧端部
[0155]	6	弯曲板部
[0156]	61	内表面
[0157]	62	压力面侧弯曲板部
[0158]	63	负压面侧弯曲板部
[0159]	64	后缘部
[0160]	64A	厚壁部
[0161]	65	延伸部
[0162]	7、7A、7B	狭缝
[0163]	70	第二狭缝
[0164]	71	入口开口
[0165]	72	出口开口
[0166]	8	槽部
[0167]	81	开口端部
[0168]	9	凹部
[0169]	91	开口端部

[0170]	11	转子
[0171]	12	动叶片
[0172]	12A	最终级动叶片
[0173]	13	环状部件
[0174]	131	第一连通孔
[0175]	132	第二连通孔
[0176]	133	第三连通孔
[0177]	14	轴承
[0178]	15	内侧空间
[0179]	15A	区域
[0180]	15B	部分
[0181]	16	壳体
[0182]	17	排气室
[0183]	18	蒸汽入口
[0184]	19	蒸汽出口
[0185]	20	蒸汽导入管线
[0186]	21	蒸汽产生装置
[0187]	22	排气室入口
[0188]	23	隔膜
[0189]	24	腔室
[0190]	100	静叶片的制造方法
[0191]	LA	轴线
[0192]	S101	弯曲板部形成步骤
[0193]	S102	狭缝形成步骤
[0194]	S103	槽部形成步骤
[0195]	T	厚度
[0196]	TH	喉道部
[0197]	W	液体
[0198]	WP	接合部。

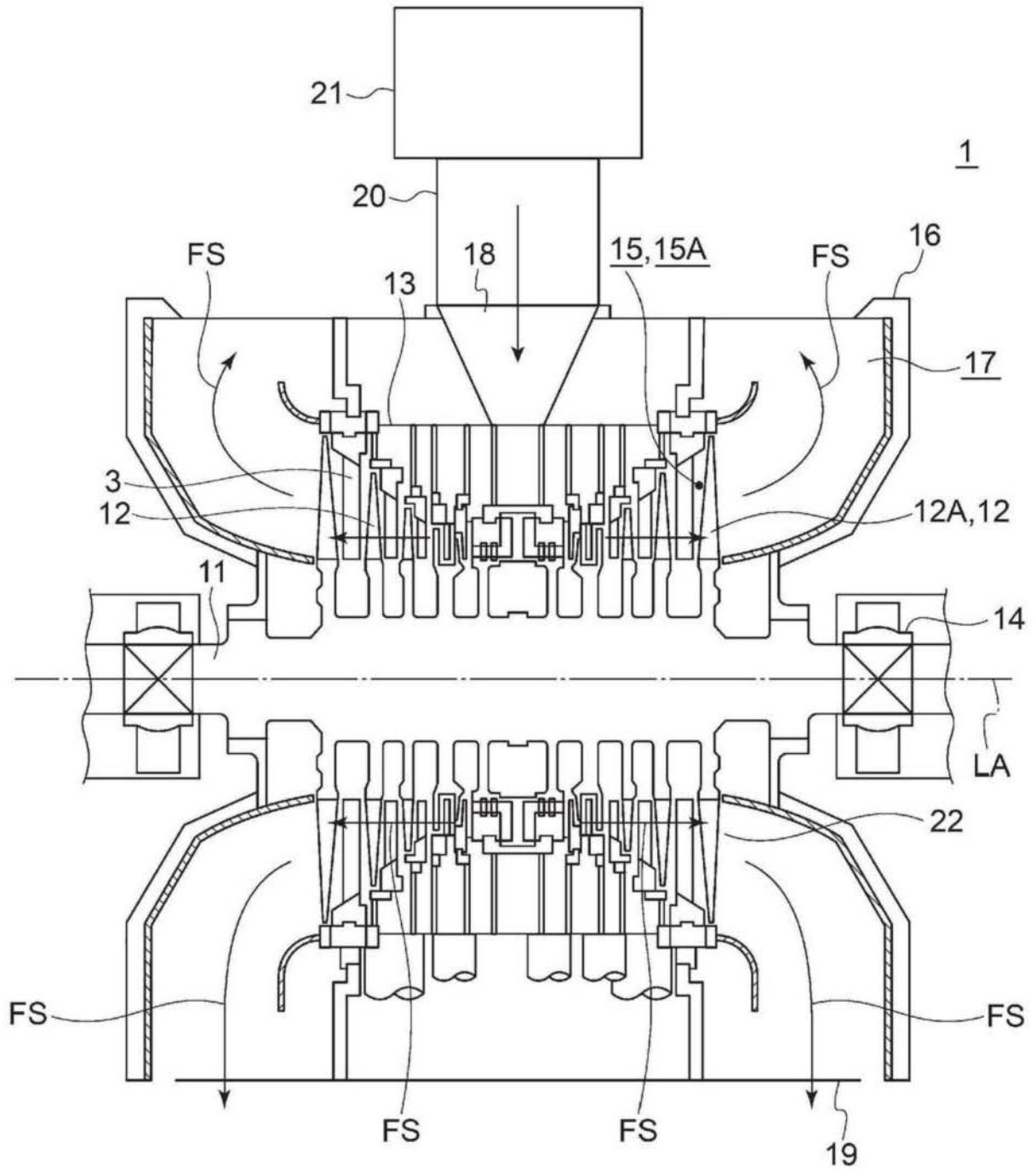


图1

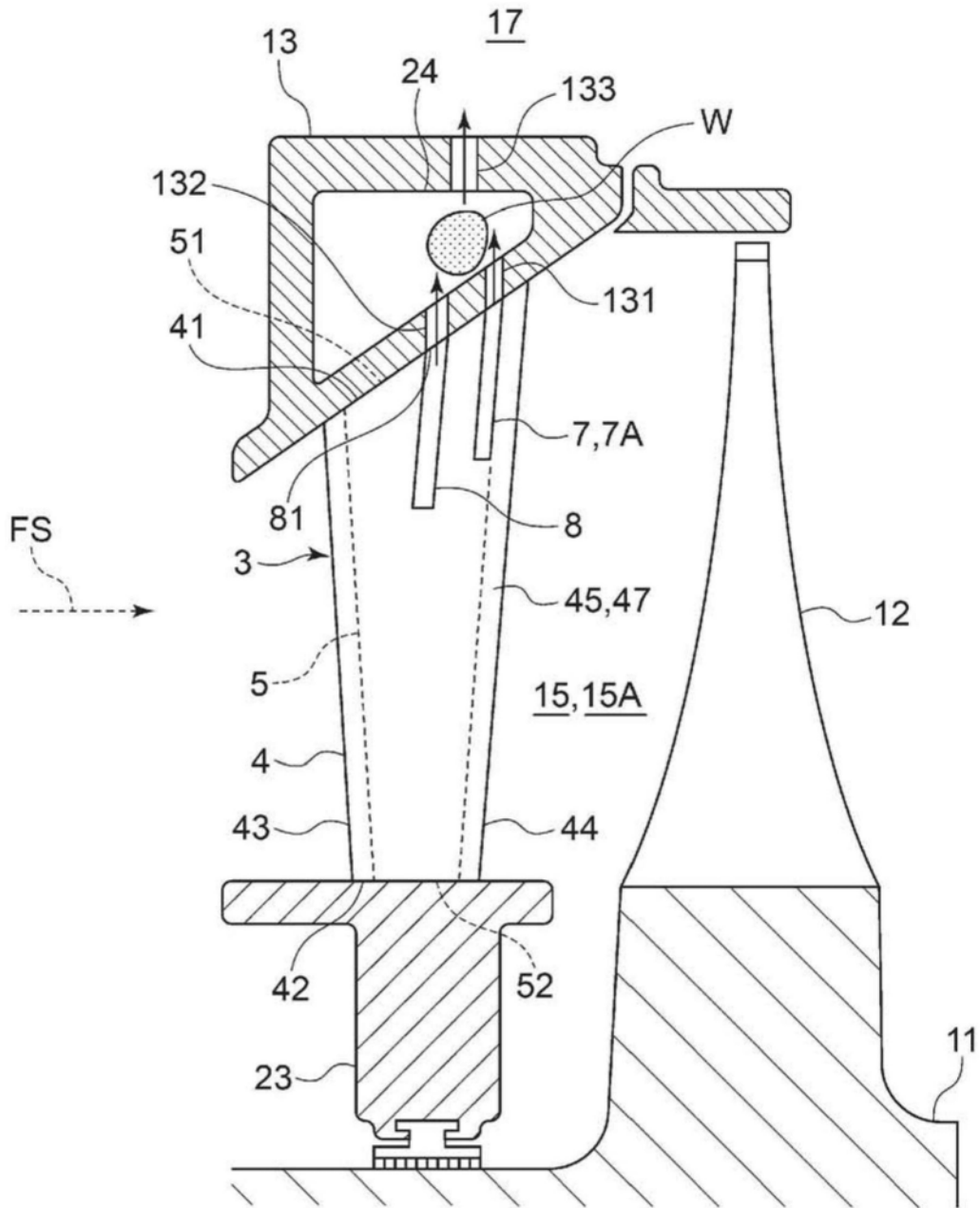


图2

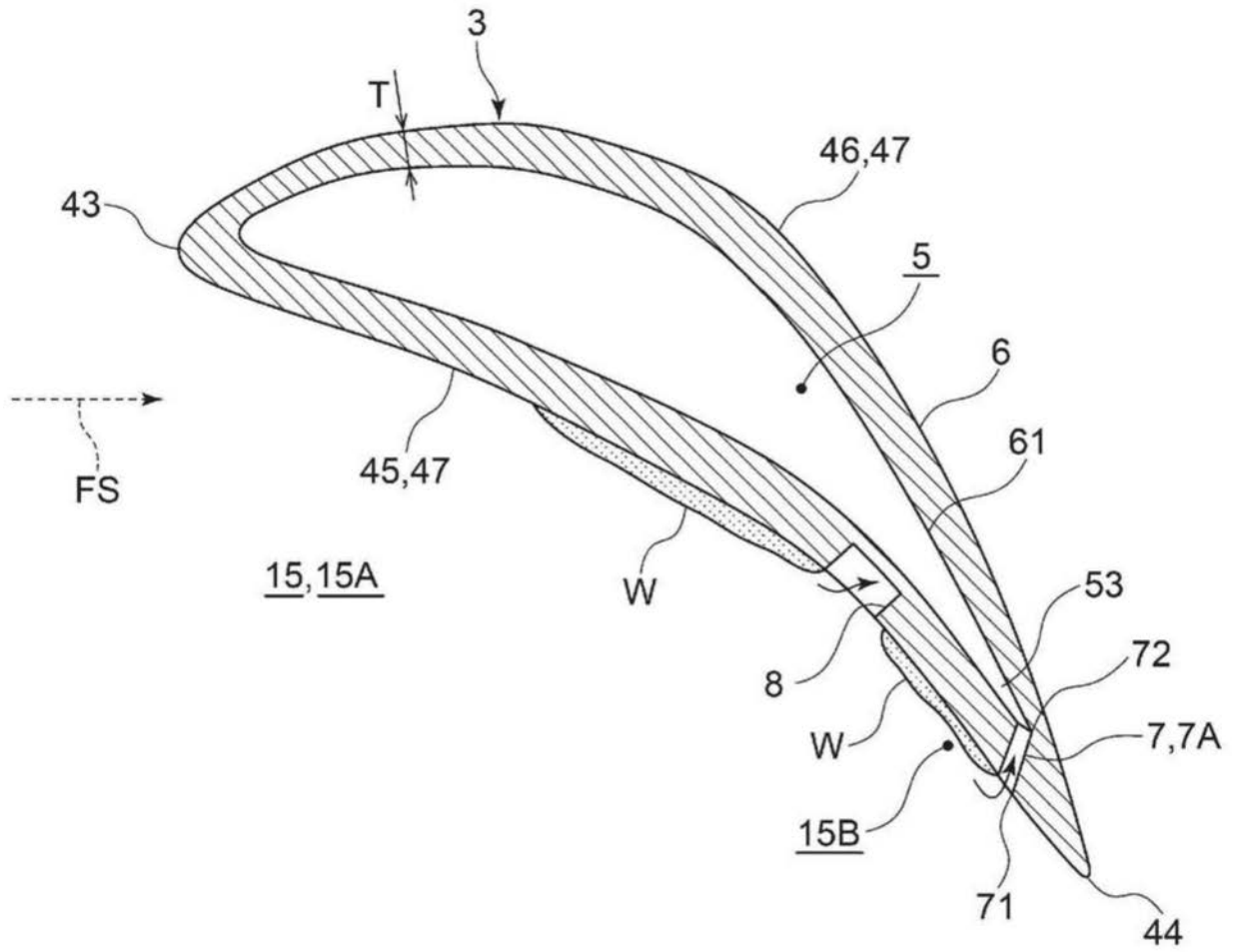


图3

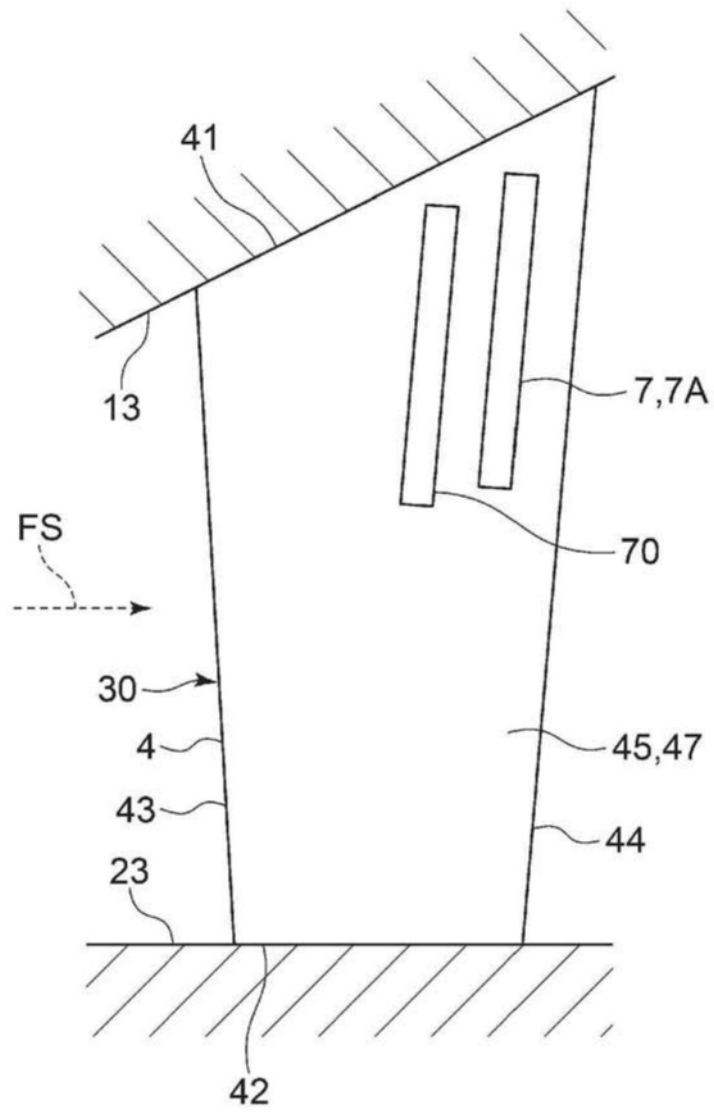


图4

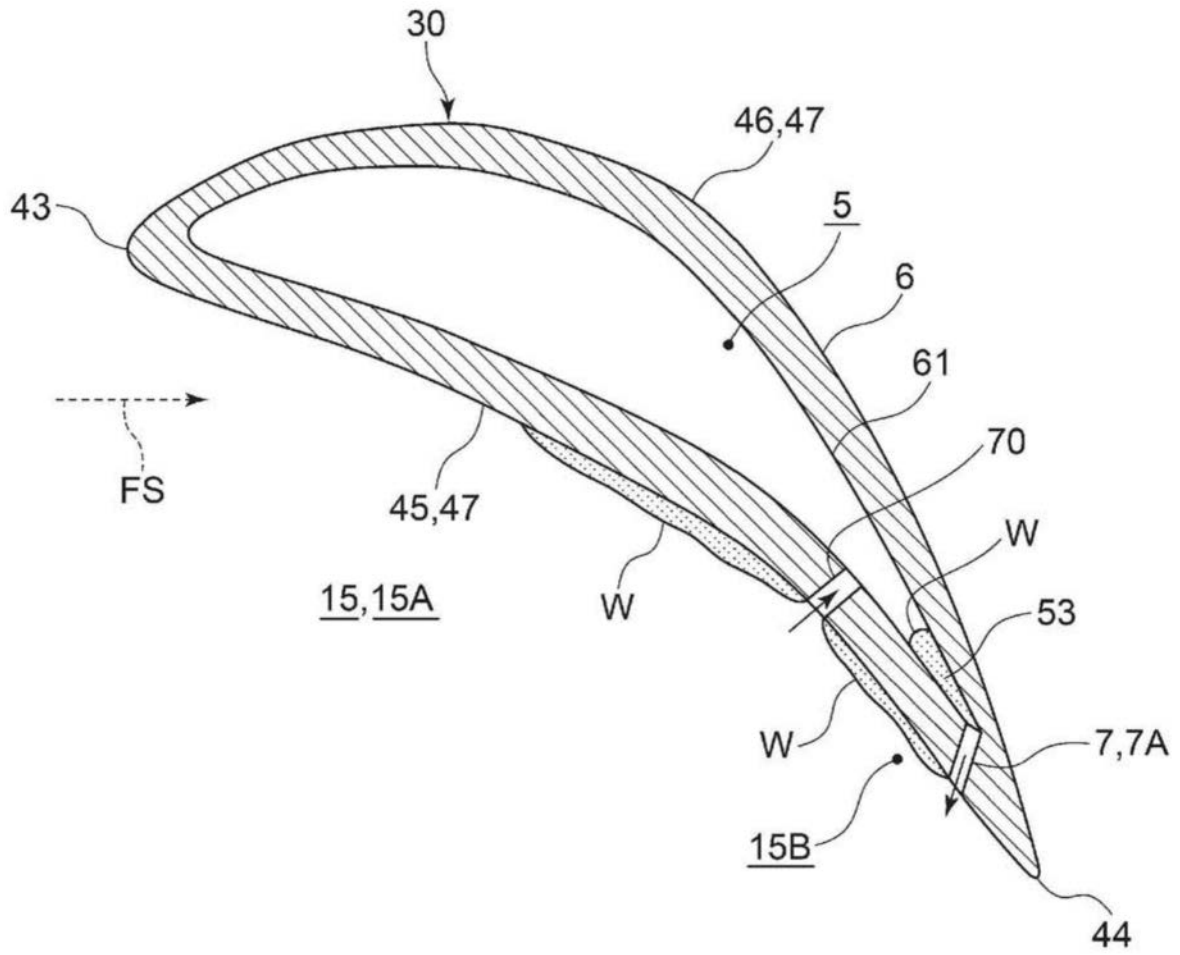


图5

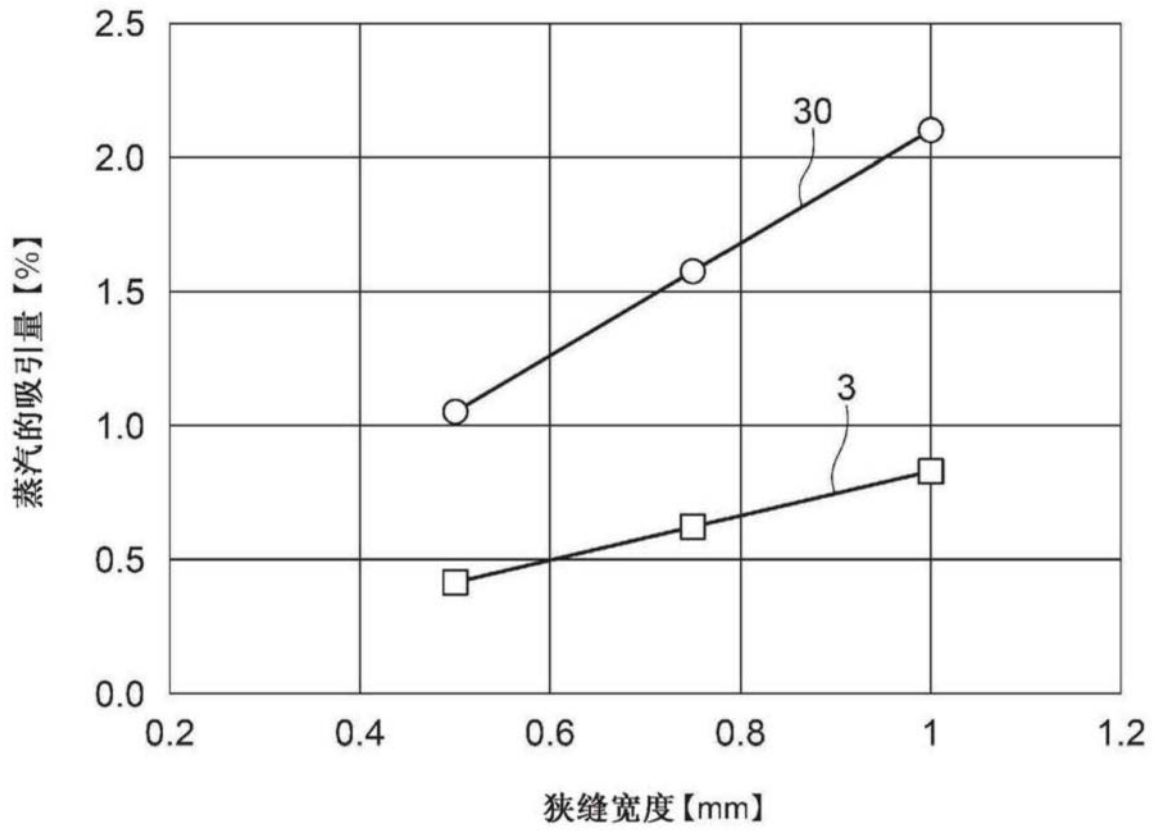


图6

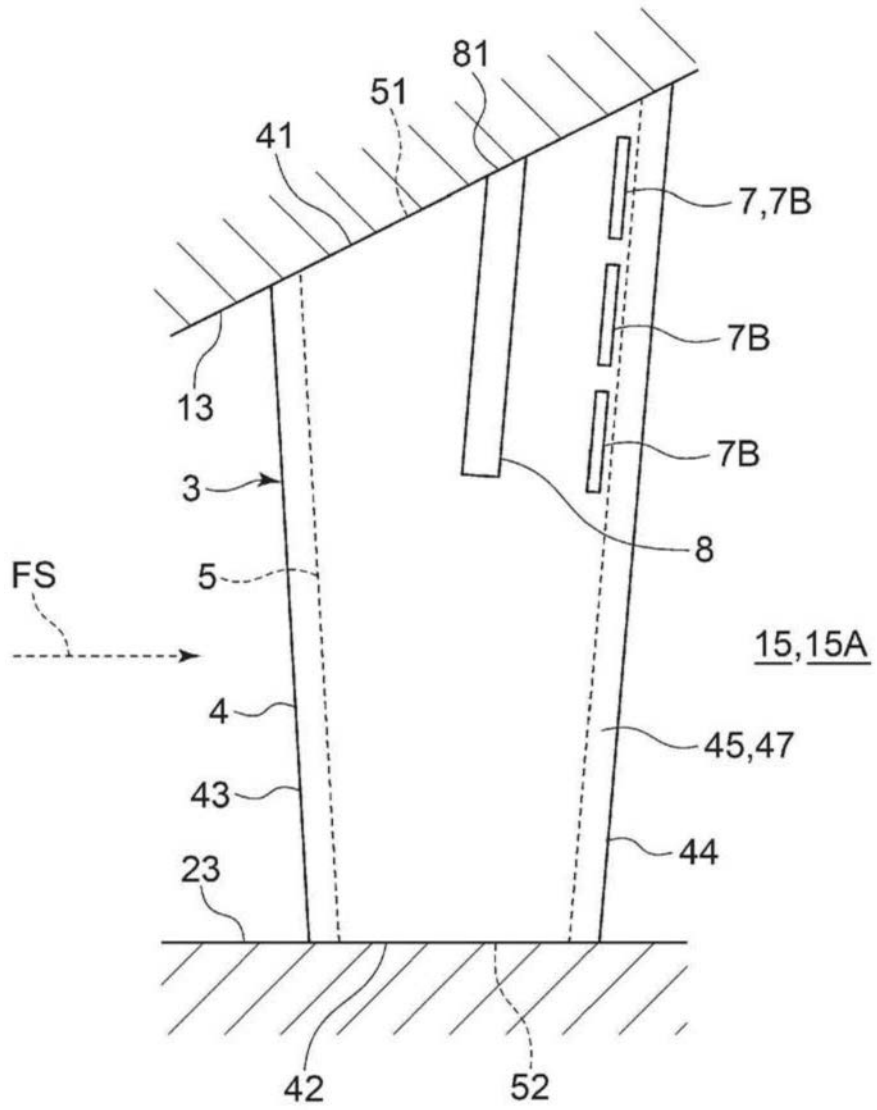


图7

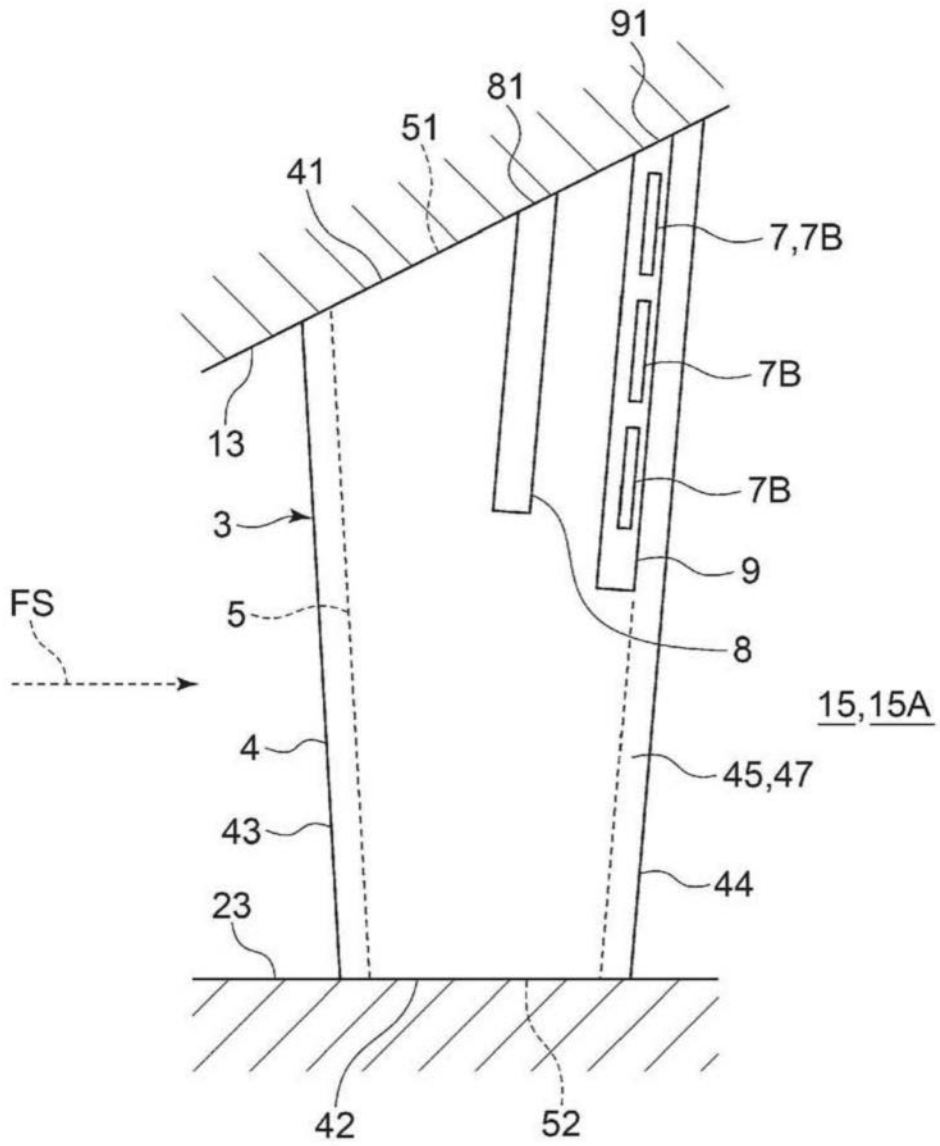


图8

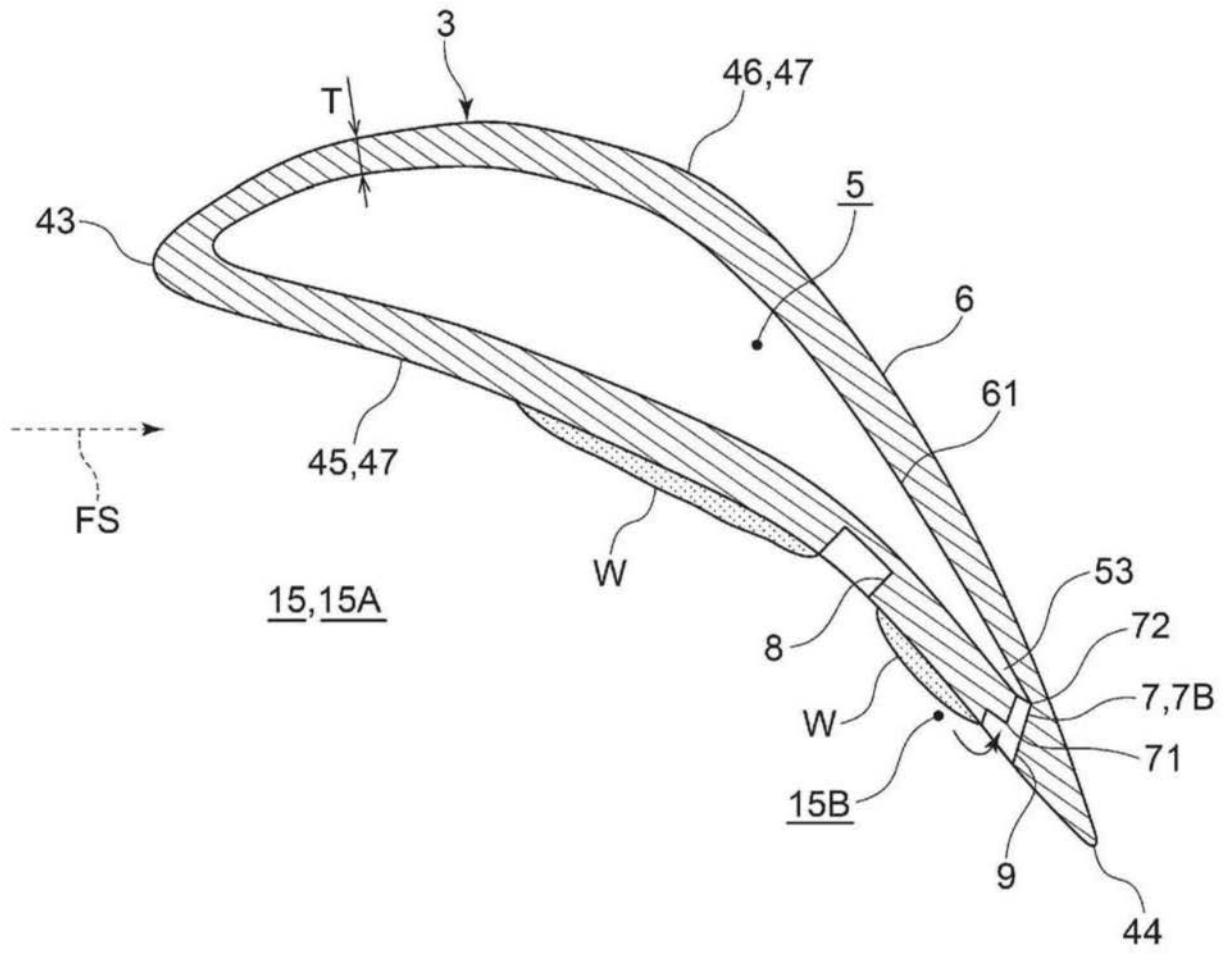


图9

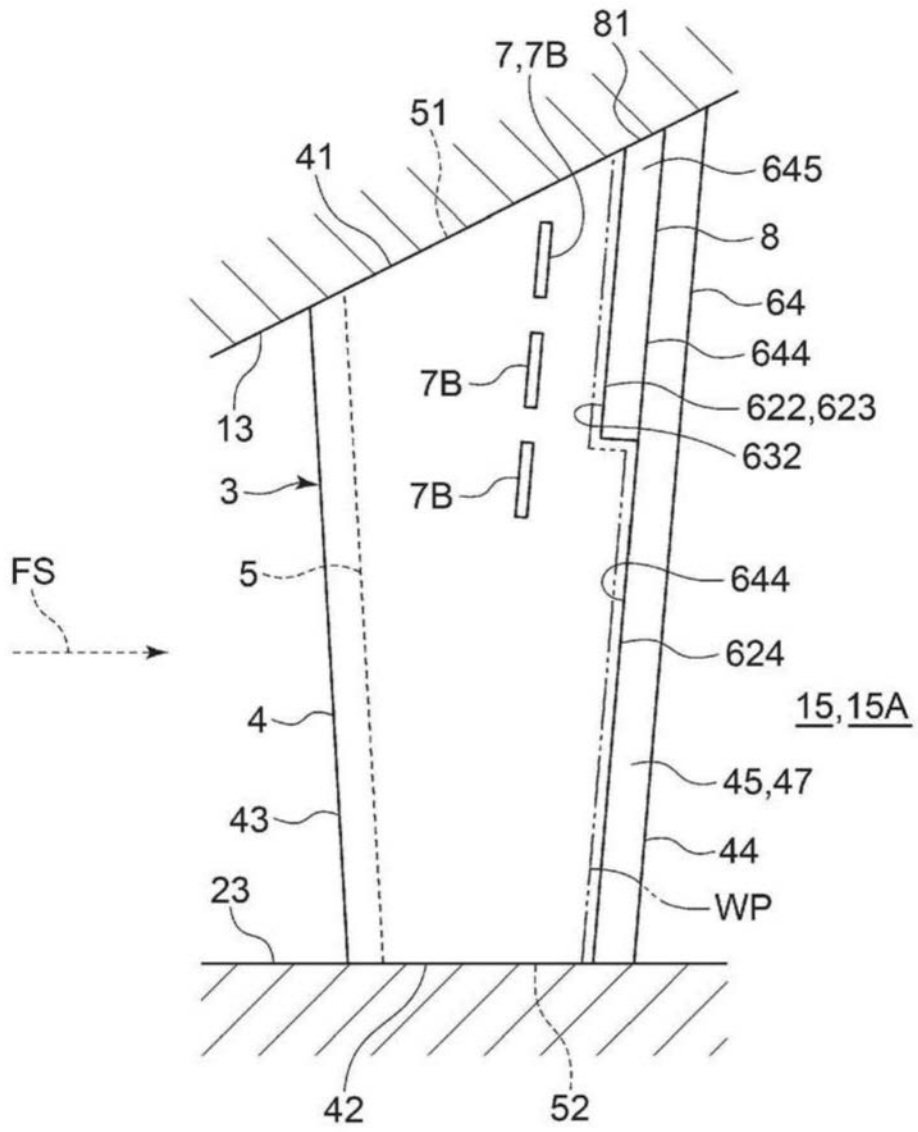


图10

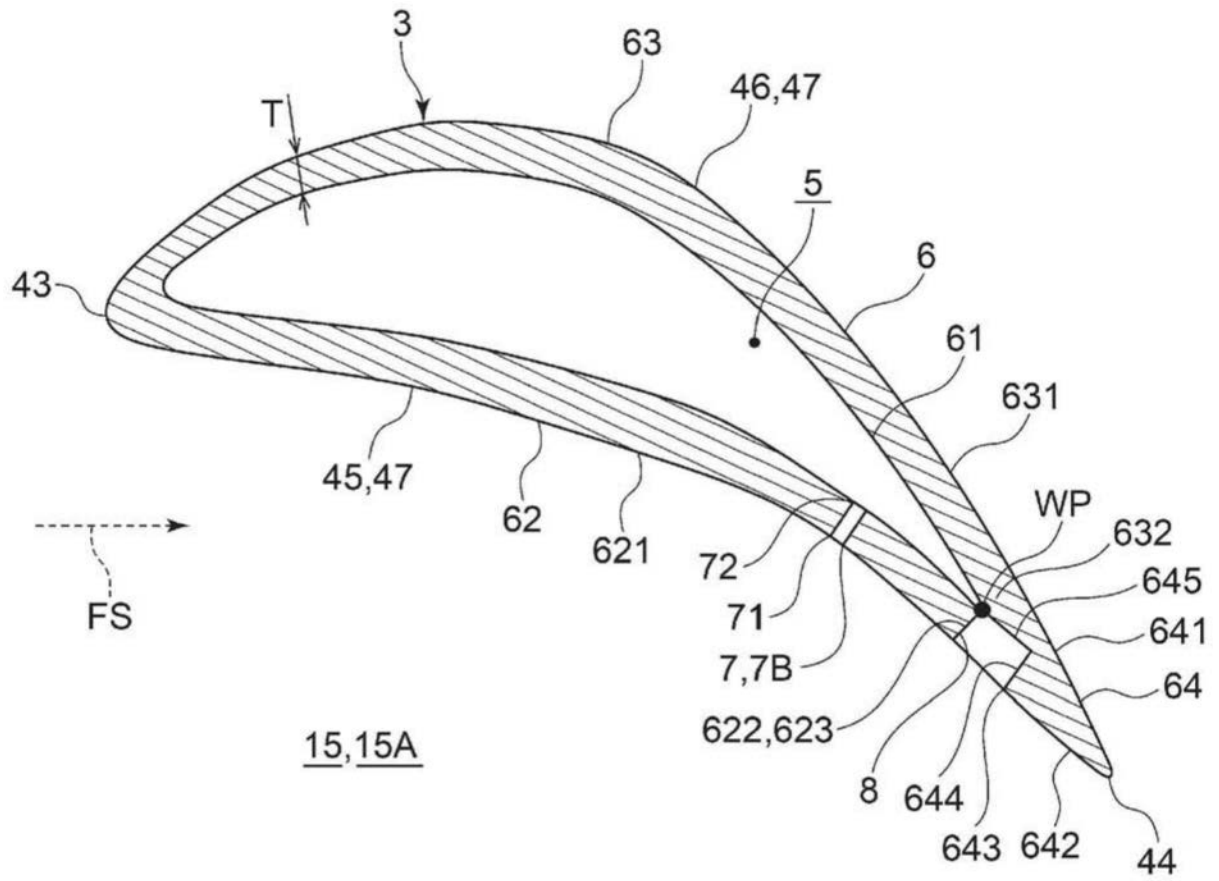


图11

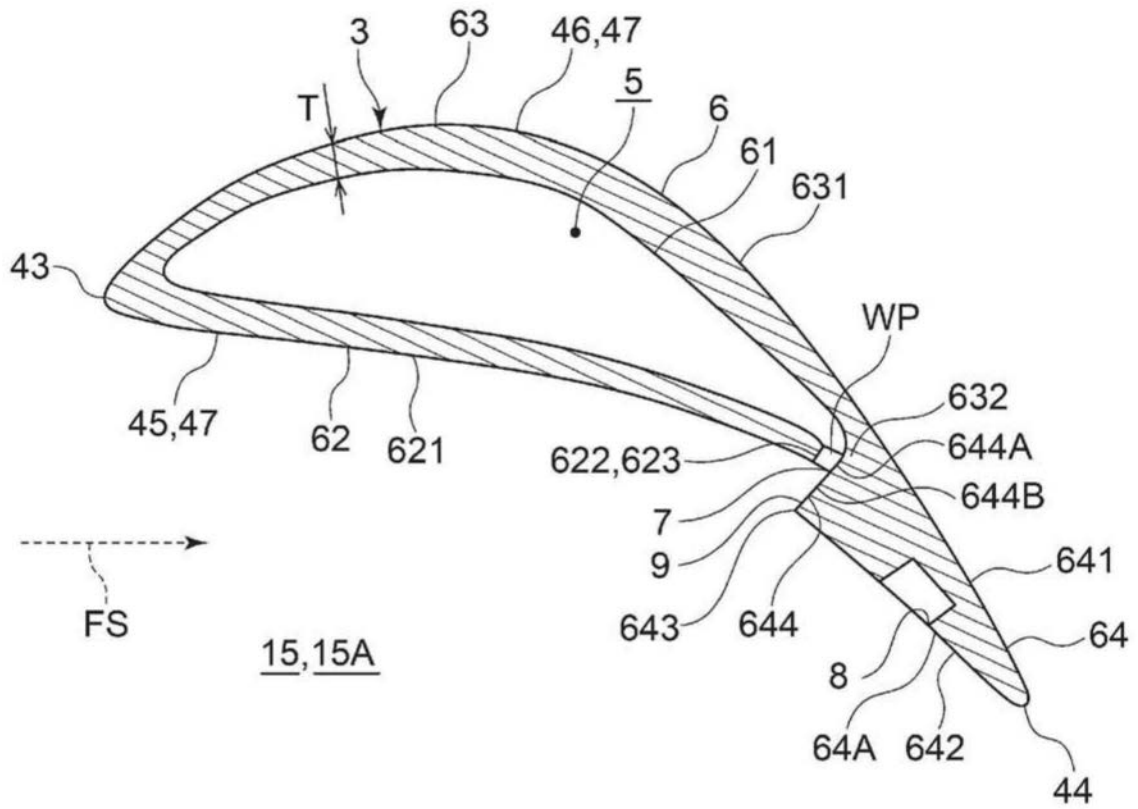


图13

100

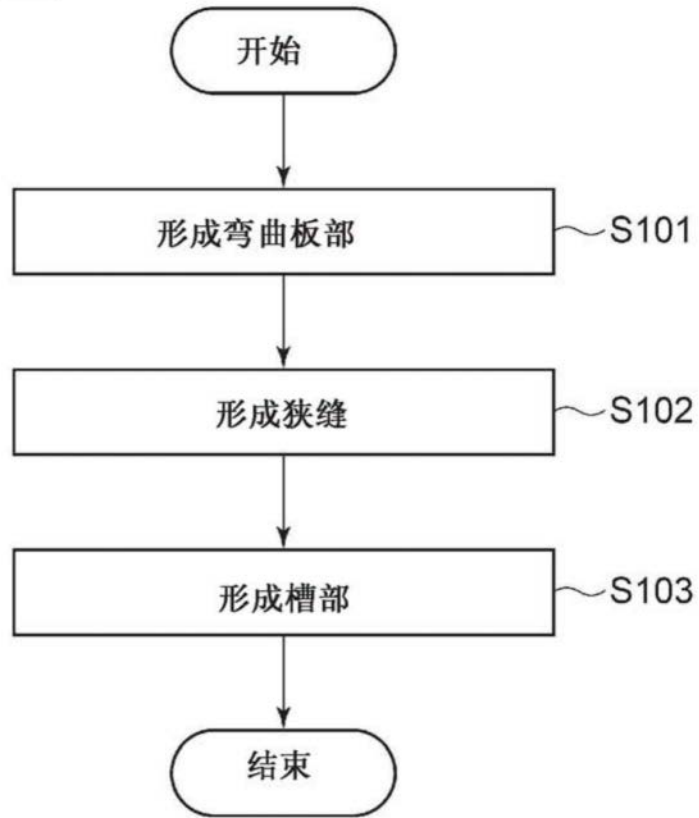


图15