



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104653235 B

(45)授权公告日 2017.08.22

(21)申请号 201410664318.X

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2014.11.19

F01D 5/18(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104653235 A

(56)对比文件

CN 103628929 A, 2014.03.12,

(43)申请公布日 2015.05.27

审查员 曹昕慧

(30)优先权数据

2013-241034 2013.11.21 JP

(73)专利权人 三菱日立电力系统株式会社

地址 日本神奈川县

(72)发明人 中野晋 石桥光司 水见俊介

松田政喜 工藤健

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

公司 11243

代理人 张敬强 严星铁

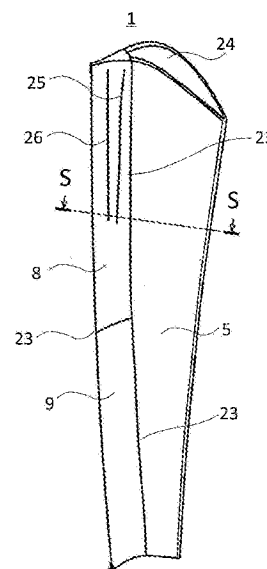
权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54)发明名称

蒸汽轮机

(57)摘要

本发明提供一种蒸汽轮机,能够降低由湿润水蒸气生成的水滴碰撞引起的腐蚀而导致的动叶片的侵蚀作用,提高可靠性,防止涡轮效率低下。对金属板进行塑性加工而将静叶片(1)的主体部(5)形成为空心叶片状。另外,在静叶片(1)的叶片尾部内的上方部(8)中,与空心叶片主体接合时,为了附着于叶片面上的液滴引导至空心叶片内,对在该金属板内面侧设置凹面状的掘入部(27)和肋(28)的金属板的叶片腹侧实施狭缝加工而形成狭缝(25、26)。而且,通过以通过背侧金属板从叶片背侧用背侧凸部(29)盖上盖的方式将该金属板的掘入部(27)覆盖,形成空心叶片的叶片尾部,通过利用焊接将这些金属板与主体部(5)接合而形成。



1. 一种蒸汽轮机,其具备由静叶片和动叶片构成的涡轮级,上述静叶片在叶片壁面具有将附着在该叶片壁面的液滴导向叶片内部的狭缝,上述动叶片设置在该静叶片的动作流体流动方向下游侧,该蒸汽轮机的特征在于,

上述静叶片具备通过对金属板进行塑性加工而形成且具有从叶片背侧凸出的背侧凸部的空心叶片状结构的主体、以及具有设置于叶片背侧金属板侧的一部分的掘入部和设置于该掘入部的肋的、与上述主体不同体的叶片腹侧金属板,

上述静叶片还具备通过使上述背侧凸部在上述掘入部的上述肋上重合而在上述背侧凸部与上述腹侧金属板之间形成与叶片主体空心部连通的间隙的叶片尾部,

上述狭缝设置在上述叶片尾部的上述叶片腹侧金属板的上述掘入部的位置。

2. 根据权利要求1所述的蒸汽轮机,其特征在于,

上述静叶片除了上述空心叶片状结构的叶片主体和具有上述掘入部的叶片尾部,还具备由实心部件形成的叶片尾部。

蒸汽轮机

技术领域

[0001] 本发明涉及蒸汽轮机。

背景技术

[0002] 在低压涡轮的最后级及其前1~2级中,由于一般压力非常低,作为动作流体的蒸汽为含有已经液化的细微的水滴(水滴核)的湿润蒸汽状态。凝结并附着于叶片面上的水滴核结合并在叶片面上形成液膜。而且,该液膜被动作流体主流的蒸汽牵拉,作为远远大于初始的水滴核的粗大水滴向下流喷雾。该粗大水滴之后由主流蒸汽稍微细微化,可是,保持某种程度的大小流下。该粗大水滴由于其惯性力而不能像气体蒸汽那样沿流道急剧转向,在下流的动叶片上高速碰撞,成为侵蚀叶片表面的腐蚀原因,妨碍涡轮叶片旋转而成为损失的原因。

[0003] 对于此,一直以来,为了防止由腐蚀现象而产生的侵蚀作用,使用钨铬钴合金等的硬且强度高的材料形成的密封材料覆盖动叶片前缘的前端部。或者,如专利文献1所述,有通过在叶片的前缘部表面进行多种凹凸加工形成粗面,缓和液滴碰撞时的冲击力的方法。

[0004] 可是,从其加工性问题看未必设置密封材料,另外,一般来说,只保护叶片面作为腐蚀对策并不完全,所以,通常,与其他的腐蚀对策方法并用。

[0005] 一般来说,为了减低腐蚀的影响,除去液滴自身是最有效的。作为该方法的一例,如专利文献2及专利文献3所表示,为了除去液滴使用在空心静叶片和其叶片表面设置狭缝降低空心静叶片内的压力而吸引液膜的方法。这些狭缝在具有空心结构的静叶片结构的叶片表面上直接加工的情况多。另外,如在专利文献4中所述,也存在将狭缝部作为其他部件安装在加工静叶片上的方法。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献1:日本实开昭61-142102号公报

[0008] 专利文献2:日本特开平1-110812号公报

[0009] 专利文献3:日本特开平11-336503号公报

[0010] 专利文献4:日本特开2007-23895号公报

[0011] 在此,一般来说,包含叶片后缘的叶片的叶片尾部为壁厚小的尖锐形状。因此,无论在通过弯曲一张板并在叶片尾部结合而形成静叶片的空心结构况、还是挖空实心材料的内部形成空心部的情况中的任意一个,从专利文献2及专利文献3那样的能够从叶片表面到达叶片空心区域的狭缝由于加工问题,不得不在距叶片后缘某种程度的位置加工。

[0012] 另外,如专利文献4中所记载的那样,关于作为其他部件加工狭缝部并安装在静叶片上的方法,得到尖锐的叶片尾形状的同时,为了确保将液滴从狭缝引导至空心部的路径,狭缝施工位置与上述例同样,需要距叶片后缘某种程度。

[0013] 另一方面,为了更有效地除去液膜,狭缝位置成为重要因素。例如,在静叶片的下游侧由于蒸汽流速加速,所以聚集在叶片面上的水分增加。因此,狭缝位置在如现有的狭缝加工那样用叶片结构规定的位置上,即使在不是充分的下游侧而是在狭缝下游,也具有水

分再次附着在叶片上而形成液膜的可能性。

[0014] 而且,在设置狭缝的区域上,由于蒸汽流速加速,液膜被蒸汽流牵拉也有从叶片面飞散的情况。在这种情况下,即使设置狭缝进行降压吸引,除去脱离叶片面的水分也是不可能的。

[0015] 在此,为了在空心静叶片的叶片后缘部上实施狭缝加工,需要将叶片尾部作为与叶片主体不同体进行组装,接合叶片尾部和叶片主体时使用焊接。焊接即使在叶片尾部件的组装,以及在叶片尾部与叶片主体的接合上也使用。

[0016] 在与形成空心叶片和狭缝的叶片尾部的接合中,伴随焊接时的热应力在薄板部的狭缝上容易出现热变形的影响。另外,即使在叶片尾部件的组装中,在组装中使用焊接时也会产生相同的问题。可能存在由于焊接时的热变形而产生狭缝的位置及形状变化,在变形大的情况下,不只会降低由狭缝而产生的水分分离的效率,由于因热变形而增加的狭缝宽度导致伴随蒸汽量增加,伴随涡轮效率的低下。

发明内容

[0017] 因此,本发明的目的提供一种蒸汽轮机,能够降低由湿润水蒸气生成的水滴碰撞引起的腐蚀而导致的动叶片的侵蚀作用,提高可靠性,防止涡轮效率下降。

[0018] 为了解决上述课题,例如,采用在专利要求保护的范围内记载的结构。

[0019] 本发明包含多个解决上述课题的方法,如果举出其中一例,是具备由在叶片壁面上具有将附着在该叶片壁面的液滴导向叶片内部的狭缝的静叶片、以及设置在该静叶片的动作流体流动方向下游侧的动叶片构成的涡轮级的蒸汽轮机,上述静叶片具备通过对金属板进行塑性加工而形成的空心叶片状结构的主体、以及将叶片背侧金属板及在该叶片背侧金属侧的一部分设置掘入部的叶片腹侧金属板重合而形成的叶片尾部,上述狭缝设置在上述叶片尾部的上述叶片腹侧金属板的上述掘入部的位置。

[0020] 本发明的效果如下。

[0021] 根据本发明,能够没有加工时变形的影响地将除去生成于静叶片的叶片壁面上的液膜的狭缝设置在静叶片后缘附近,能够充分地除去液膜。因此,能够降低由腐蚀而导致的动叶片侵蚀作用,提高可靠性。而且,能够减少伴随蒸汽,防止涡轮性能低下。

附图说明

[0022] 图1是表示蒸汽轮机的级、流经静叶片面上的液膜的情况的模式图。

[0023] 图2是模式化表示液滴从在蒸汽轮机的静叶片面上发展出的液膜飞散的情况的叶片间流道剖视图。

[0024] 图3是从涉及本发明的实施例的静叶片的腹侧观察的大致立体图。

[0025] 图4是从图3中S-S线的箭头方向观察的叶片的剖视图。

[0026] 图5是从涉及本发明的实施例的静叶片的背侧观察的大致立体图。

[0027] 图6是涉及本发明的实施例的静叶片的叶片尾部的上方部位的大致立体图。

[0028] 图7是涉及本发明的实施例的静叶片的叶片尾部的下方部位的大致立体图。

[0029] 图8是表示生成于叶片面上的液膜厚度与液膜流量的关系的图。

[0030] 图中:1—静叶片,2—动叶片,5—主体部,8—叶片尾上方部,9—叶片尾下方部,

23—焊接线,24—空心部,25—第一狭缝,26—第二狭缝,27—掘入部,28—肋,29—背侧凸部。

具体实施方式

[0031] 首先,最初使用图1及图2说明在涡轮叶片面上产生液膜和液滴的情况。

[0032] 图1是表示蒸汽轮机的级和在其静叶片的壁面上产生的液膜流动的情况的模式图,图2是模式化表示液滴从在静叶片的叶片面上产生的液膜飞散的情况的叶片间流道剖视图。

[0033] 如图1所示,蒸汽轮机的涡轮级具有被外周侧隔板4和内周侧隔板6固定的静叶片1、在该静叶片1的动作流体流动方向下流侧相对于转子轴3而被固定的动叶片2。在动叶片2的前端的外周侧,设置构成流道壁面的外壳7。

[0034] 通过上述结构,作为动作流体的蒸汽主流在通过静叶片1时增速,将能量供给至动叶片2而使转子轴3旋转。

[0035] 在具有这样结构的低压涡轮等中,作为动作流体的蒸汽主流为潮湿的蒸汽状态的情况下,包含在蒸汽主流中的液滴附着在静叶片1上,该液滴在叶片面上聚集形成液膜。该液膜在由位于与气体蒸汽的界面上的压力与剪切力的合力而确定的力的方向上流动,移动至静叶片后缘端附近。将移动的液膜的流动11在图1中表示。移动至叶片后缘端附近的液膜成为液滴13并与蒸汽主流一起向动叶片2飞散。

[0036] 如图2所示,气流蒸汽10通过静叶片间时,在静叶片1上附着液滴,液滴在静叶片面上聚集并发展成为液膜12。在静叶片1的叶片面上发展出的液膜12移动至叶片后缘端,从叶片后缘端成为液滴13飞散。飞散的液滴13与设置在下流的动叶片2碰撞,成为侵蚀该动叶片2的表面的腐蚀的原因,或妨碍动叶片2旋转而成为损失的原因。

[0037] 在经过以上的基础上,关于本发明的实施例,参照图3至图8,以下详细说明。

[0038] 本实施例是在图1的静叶片1中适用本发明的情况。

[0039] 图3是从涉及本实施例的静叶片的叶片腹侧观察的大致立体图,图4是在以图3中的双点划线(S-S)表示的位置的剖视图,图5是从静叶片的背侧观察的大致立体图,图6是从叶片背侧观察叶片尾上方部时的叶片尾上方部的大致立体图,图7是叶片尾下方部的大致立体图,图8是表示在壁面生成的液膜厚度与相对韦伯数为0.78时的液膜厚度(飞散界限液膜厚度)的图。并且,包含图1、2,在各图中都在同等的构成要素中标注相同的符号。

[0040] 如图3至图5所示,本实施例的静叶片1作为将空心结构的主体部5、与该主体部5作为不同体而形成的由叶片尾上方部8以及叶片尾下方部9构成的叶片尾部接合而形成的接合体构成。

[0041] 如图3至图5、尤其是图4所示,主体部5通过折弯金属板等产生塑性变形而形成,成为在内侧具有空心部24的空心叶片状的结构。该主体部5通过焊接安装在外侧隔板4和内侧隔板6上。

[0042] 如图3及图5所示,叶片尾部如上所述,在焊接线23将形成狭缝25、26的叶片尾上方部8和用实心部件形成的叶片尾下方部9接合而构成。

[0043] 如图5及图6所示,叶片尾上方部8是通过将金属块成型为叶片尾部形状的叶片背侧金属板和具有设置在叶片腹侧金属板的叶片背侧金属板侧的掘入部27的肋28的叶片

腹侧金属板借助于该肋28等结合而形成的部件。

[0044] 出现在该叶片尾上方部8的叶片腹侧的表面的狭缝25、26如图6所示,形成在与形成了形成于叶片腹侧金属板的叶片背侧(叶片的内侧)的掘入部27的位置对应的部分上。从在图5中所表示的叶片背侧面观察该结构时,该掘入部27的部分成为台阶部(背侧凸部29)。即,在该台阶部的相反侧的面设置两条狭缝25、26。

[0045] 如图6所示,两条狭缝中的、第一狭缝25设置在台阶部的中央部,第二狭缝26设置在接近台阶部高度方向的端部的位置。

[0046] 另外,如图6所示,在掘入部27上,在叶片高度方向沿叶片的流方向设置三处肋28。在三处上所设置的肋28以由掘入部27的端部与肋或者肋间分隔开的空间在高度方向上均压化的方式切断其一部分。

[0047] 如图5所示,该掘入部27以通过叶片主体部的背侧面的凸部29盖上盖的方式被覆盖,背侧凸部29形成叶片背侧的叶片面。

[0048] 另外,如图4所示,通过叶片主体的背侧凸部29和叶片尾上方部8的掘入部27,在叶片尾上方部8上确保连接叶片主体5的空心部24的空间。因此,通过上述背侧凸部29和叶片尾上方部8的掘入部27而形成的空间只通过设置于叶片尾上方部8的腹侧的狭缝25、26与叶片外部连通。

[0049] 如图7所示,在叶片尾下方部9上不设置狭缝,考虑加工的容易性,该部件用实心部件制成。

[0050] 并且,在需要将狭缝设置到叶片尾下方部的情况下,叶片尾下方部也与叶片尾上方部具有相同的构造。另外,这种情况下,叶片主体的背侧部也在叶片尾下方部设置图5中所示的背侧凸部29。

[0051] 其次,关于第一狭缝25和第二狭缝26的设置位置,以下参照图8进行说明。

[0052] 在叶片面上生成的液膜当蒸汽流速一变快就会不稳定,一部分从叶片面飞散。众所周知,该液膜的不稳定现象在由蒸汽密度 ρ 、液膜厚度 h 、蒸汽流速 U 、液膜流速 W 和液膜的表面张力 σ 表示的相对韦伯数 $Wr=0.5 \times \rho h (U-W) \times (U-W) / \sigma$ 为0.78以上时产生。

[0053] 即,即使在该相对韦伯数为0.78以上的位置设置狭缝,液膜的一部分已经飞散到流道中,所以,潮湿的效果性的除去无法进行。

[0054] 因此,在叶片尾上方部8上加工及形成的第一狭缝25及第二狭缝26需要任意一个都设置在液膜流的相对韦伯数小于0.78的部分。

[0055] 图8中的横轴是用沿从叶片型前缘端32到后缘端的叶片面测量的距离 L 对图4中所示的从叶片型前缘端32到叶片面的任意位置沿叶片面测量的距离 l 进行无量纲化的距离。

[0056] 在图8中,在飞散界限水膜厚度比在叶片面生成的水膜厚度薄的位置,液膜没有附着在叶片面上,即使设置狭缝也不能充分地除去潮湿。就图3及图4中所示的狭缝的位置而言,上游侧的第一狭缝25设置在 $l/L=0.65 \sim 0.75$ 的范围内。相比于 $l/L=0.65 \sim 0.75$ 的范围靠下游区域的蒸汽流速的增加大,即使在第一狭缝25中100%除去液膜,也会在其下游侧再次产生大量的液膜。该液膜的相对韦伯数由于会再次超过飞散界限液膜厚度,所以,在 $l/L=0.75 \sim 0.9$ 的范围内位置上设置第二狭缝26。即使在狭缝26的下游区域也产生液膜,但能够通过上述两个狭缝25、26除去在静叶片面上产生的液膜的80%以上。

[0057] 在上述的本发明的蒸汽轮机的实施方式中,在具备由静叶片1和设置在该静叶片1

的动作流体流动方向下流侧的动叶片2构成的涡轮级的蒸汽轮机中,静叶片1为通过塑性加工金属板而将静叶片1的主体部5形成空心叶片状的部件。另外,在静叶片1的叶片尾部内的上方部8中,与空心叶片主体接合时,为了将附着在叶片面上的液滴导向至空心叶片内,对在金属板的内面侧设置凹面状的掘入部27和肋28的金属板的叶片腹侧实施狭缝加工,形成狭缝25、26。而且,通过背侧金属板从叶片背侧用背侧凸部29盖上盖的方式将该金属板的掘入部27覆盖,形成空心叶片的叶片尾部,通过利用焊接将这些金属板与主体部接合而形成。

[0058] 根据这样的本实施例的结构,由于能够使附着于叶片壁面上的液滴导向叶片内部的狭缝的位置设定在成为飞散界限液膜厚度的区域,所以,能够将生成于静叶片上的液膜的80%以上除去,能够降低由湿润水蒸气生成的水滴碰撞引起的腐蚀而导致的动叶片的侵蚀作用,提高可靠性。

[0059] 并且,本发明不局限于上述实施方式,是可有多种变形、应用的装置。上述实施方式为了容易理解地说明本发明而详细说明,未必需具备说明的全部结构。

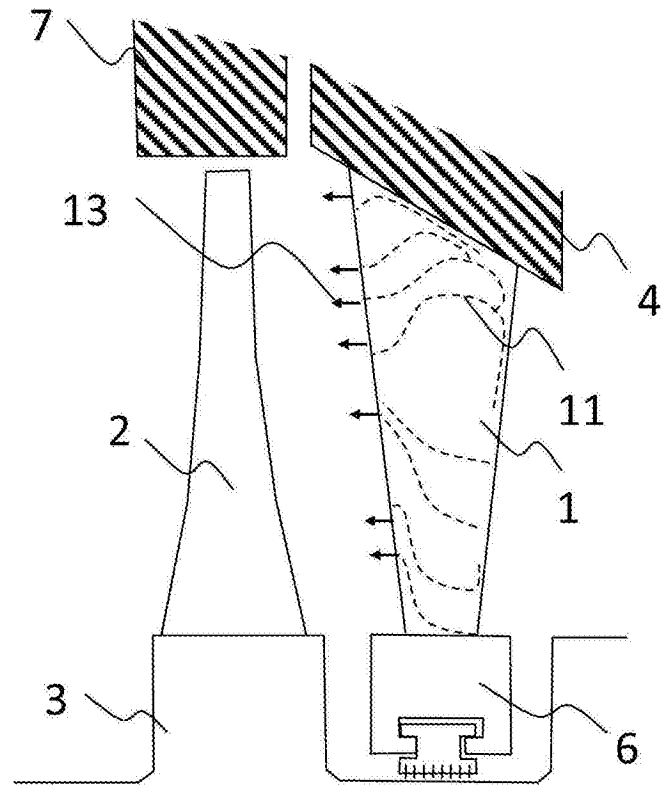


图1

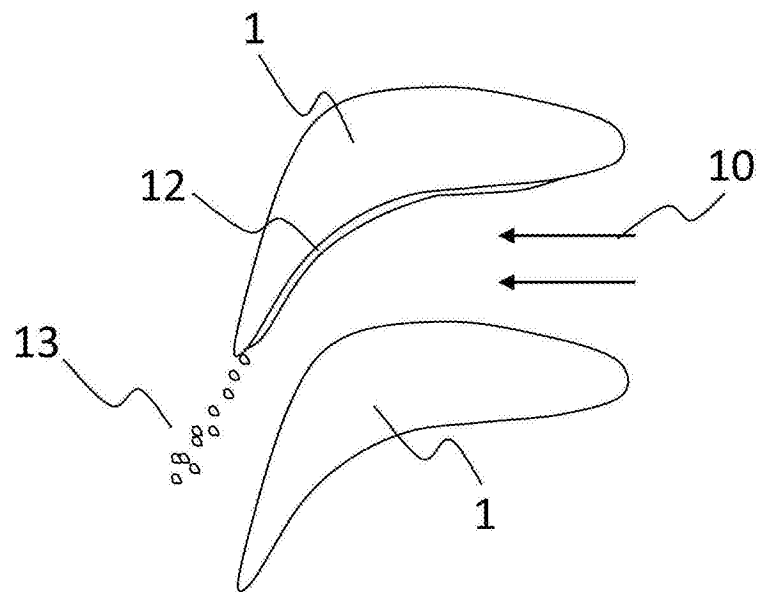


图2

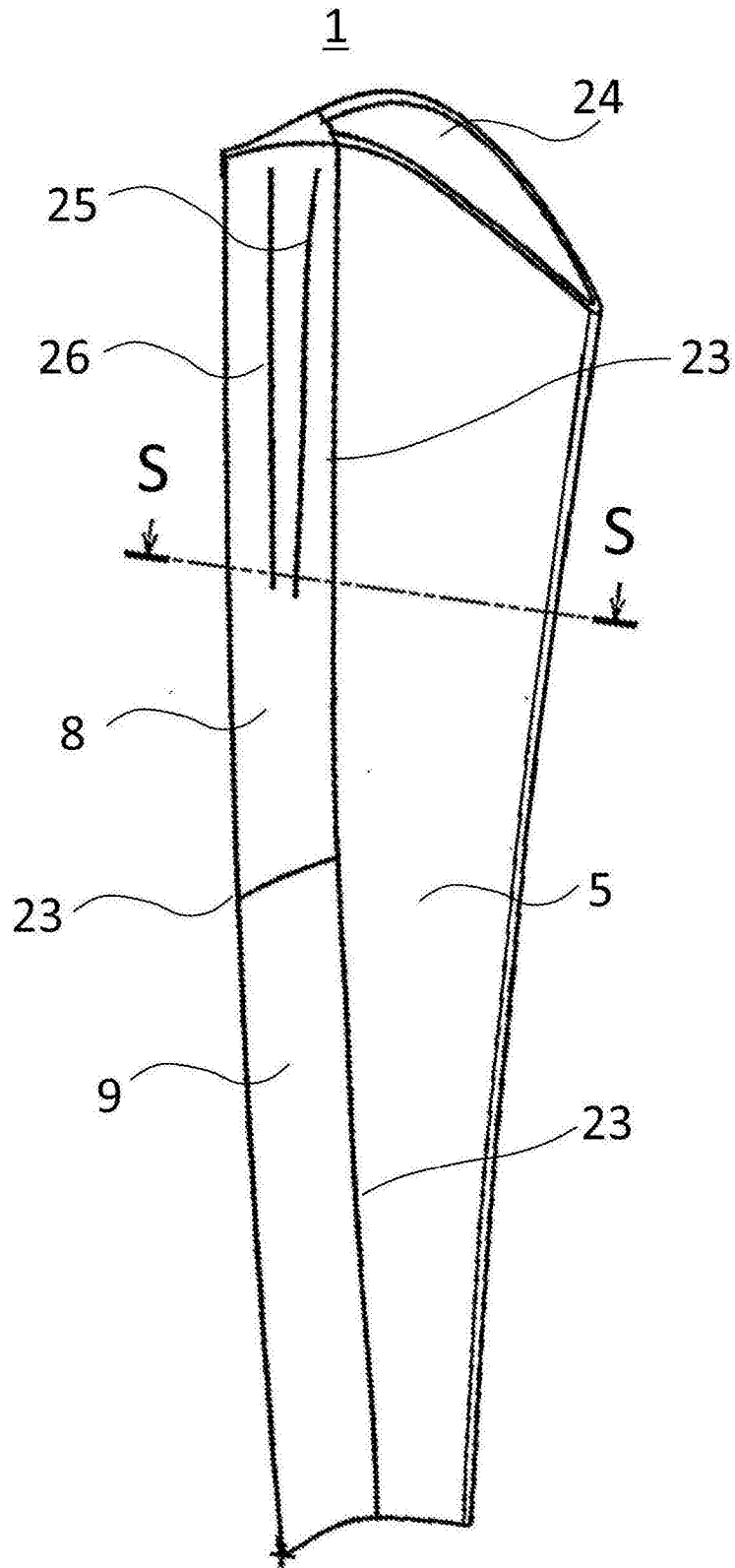


图3

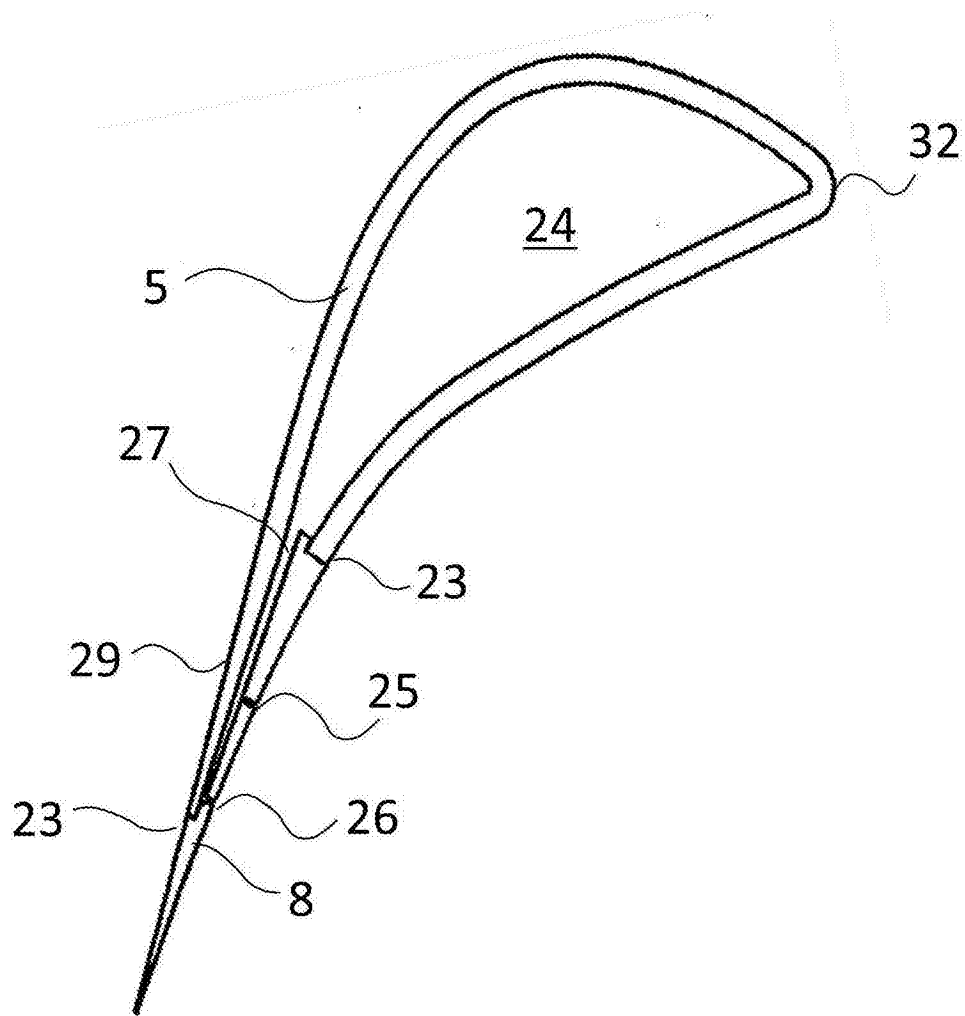


图4

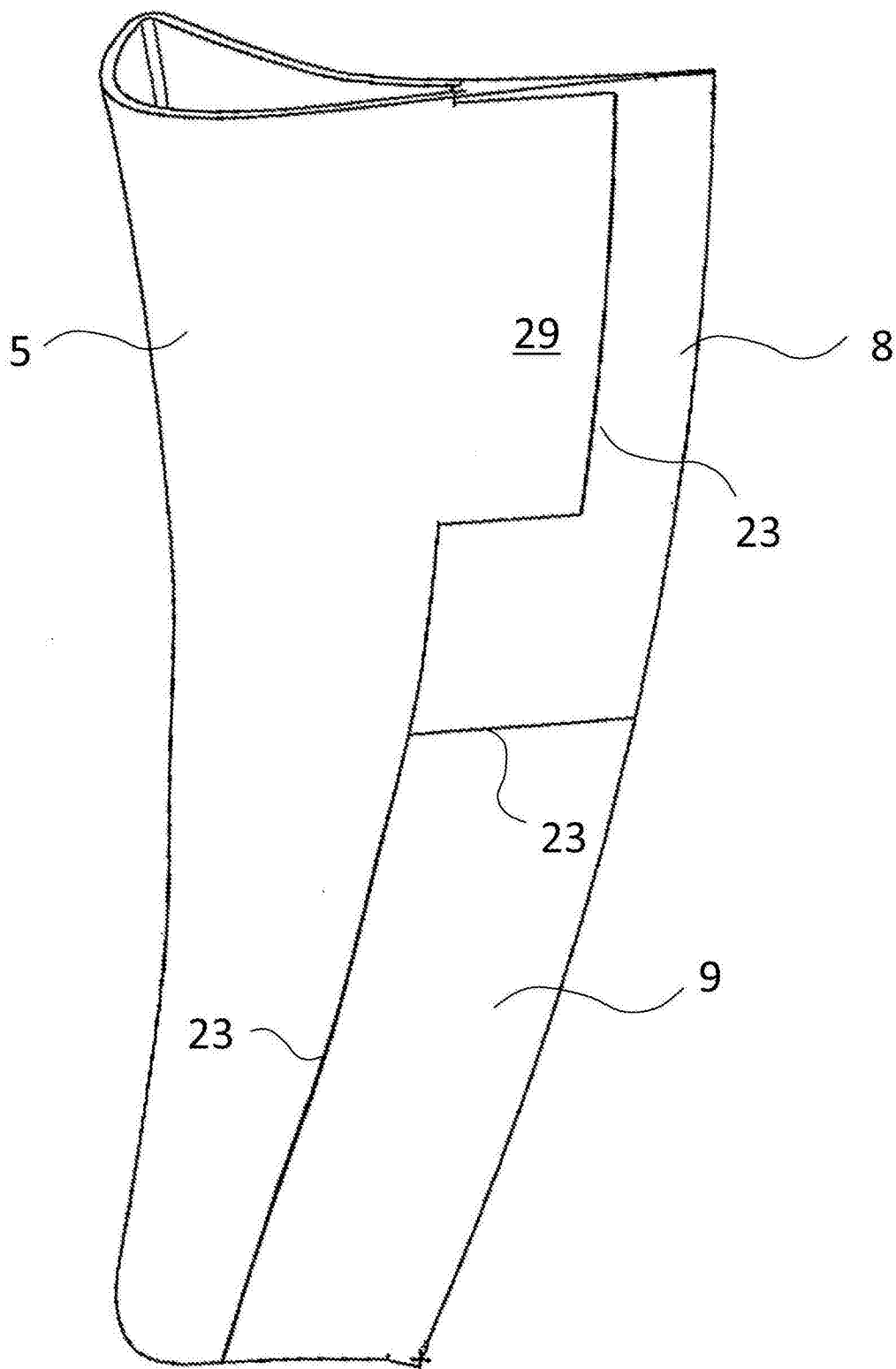


图5

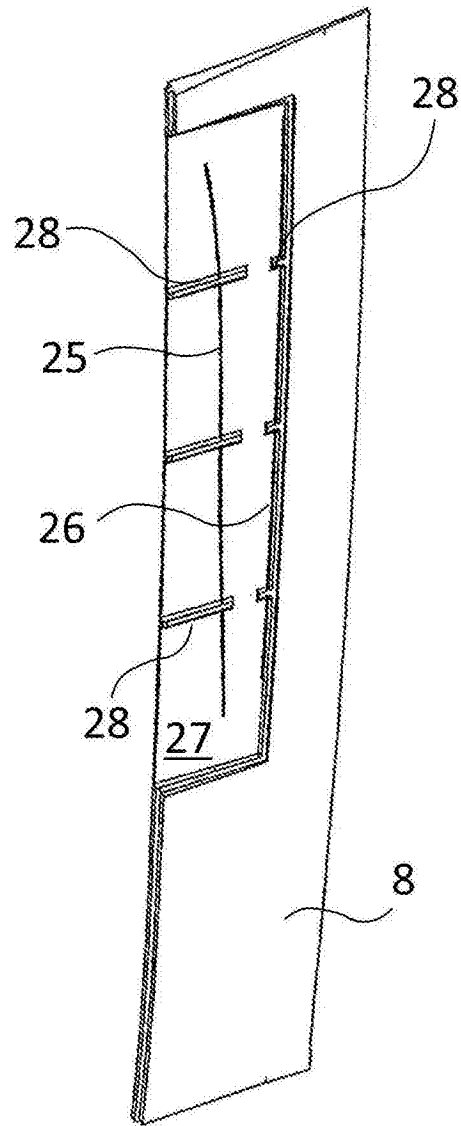


图6

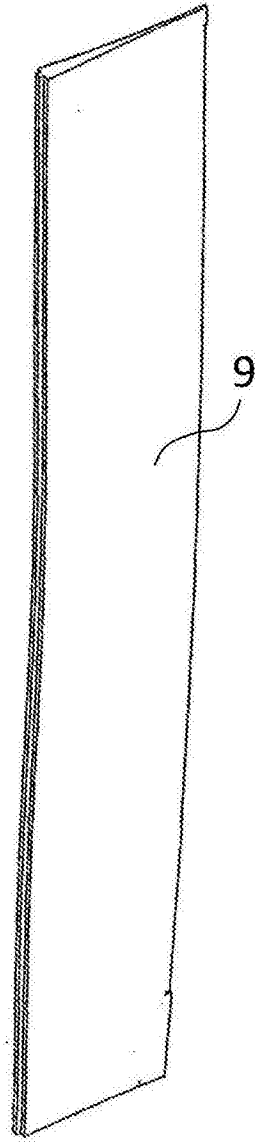


图7

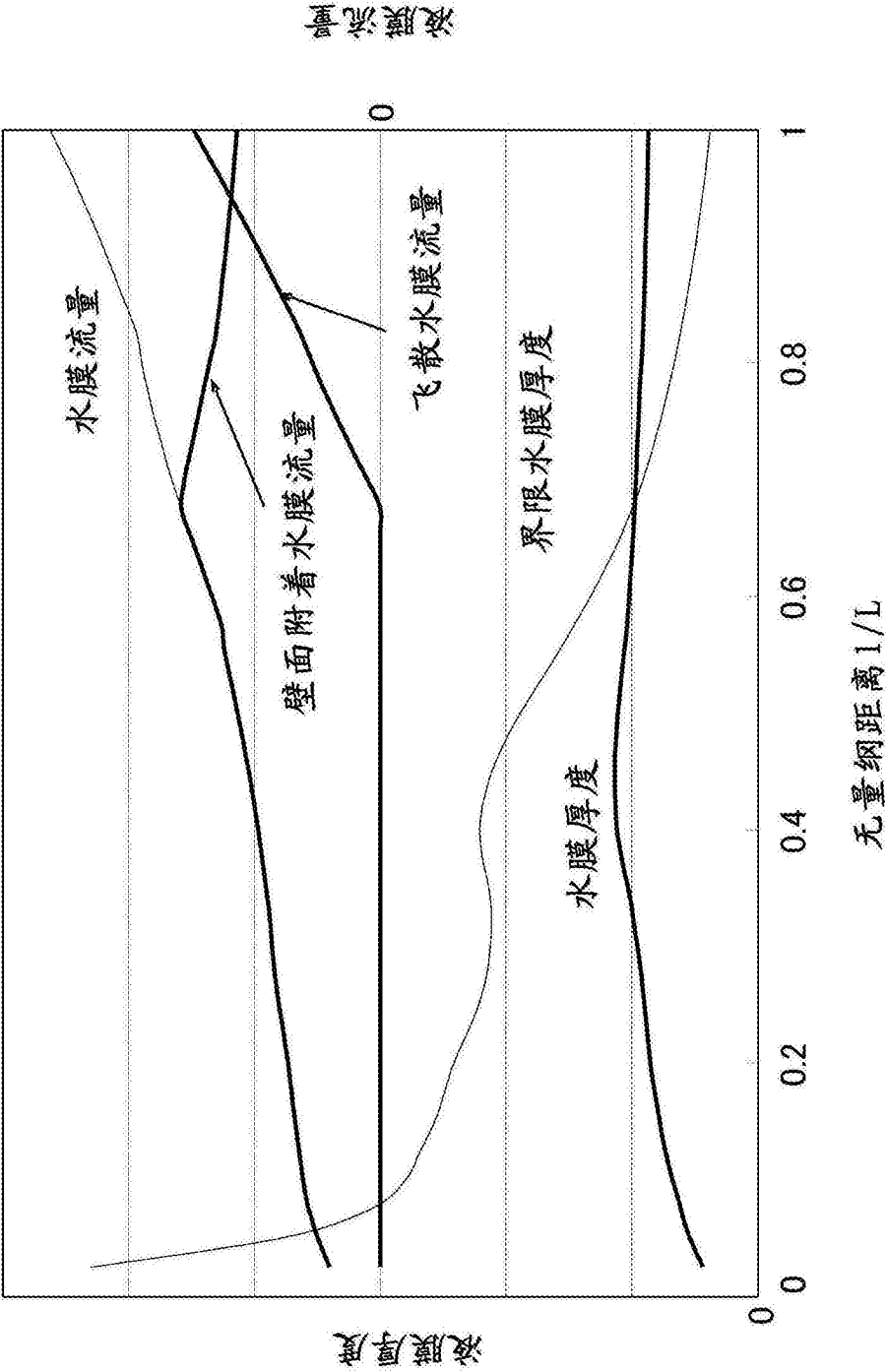


图8