



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113544434 B

(45) 授权公告日 2022. 08. 23

(21) 申请号 202080019415.7

(22) 申请日 2020.01.24

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 113544434 A

(43) 申请公布日 2021.10.22

(30) 优先权数据  
2019-057307 2019.03.25 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2021.09.07

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2020/002588 2020.01.24

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02020/195085 JA 2020.10.01

(73) 专利权人 三菱重工业株式会社  
地址 日本东京

(72) 发明人 三浦圭祐 多田胜义 齐藤圭司郎  
小金泽知己 苅宿充博

(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.  
F23R 3/28 (2006.01)  
F02C 7/22 (2006.01)  
F23D 14/70 (2006.01)  
F23R 3/10 (2006.01)

(56) 对比文件  
JP 2004340416 A, 2004.12.02  
JP 2016109309 A, 2016.06.20  
JP 2007232234 A, 2007.09.13  
CN 1401938 A, 2003.03.12  
CN 108885002 A, 2018.11.23  
CN 1464958 A, 2003.12.31  
CN 103672965 A, 2014.03.26  
CN 104100975 A, 2014.10.15  
CN 108738333 A, 2018.11.02  
US 3630024 A, 1971.12.28  
JP 2012154570 A, 2012.08.16

审查员 郑丹丹

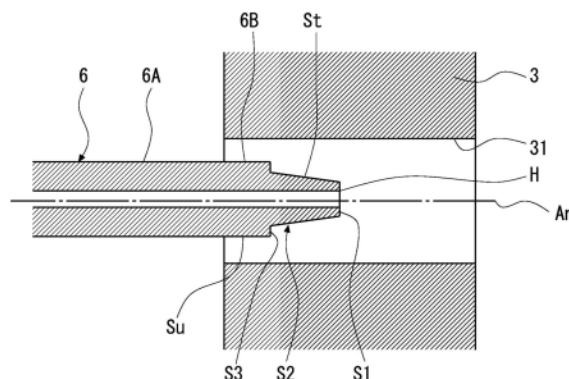
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

燃烧器及燃气轮机

(57) 摘要

燃烧器具备:多个燃料喷嘴(6),其沿喷嘴轴(An)方向延伸,并且朝向喷嘴轴(An)方向一侧喷射燃料;管板(3),其形成有沿喷嘴轴(An)方向延伸,并且供各燃料喷嘴(6)的前端部(6B)插入、且具有比前端部(6B)大的内径尺寸的多个空气孔(31);以及台阶面(S3),其在前端部(6B)中的比朝向喷嘴轴(An)方向一侧的前端面(S1)靠另一侧的位置,从前端部(6B)的外周面即前端外周面(S2)沿针对喷嘴轴(An)而言的径向扩展。



1. 一种燃烧器,其中,  
所述燃烧器具备:  
多个燃料喷嘴,其沿喷嘴轴方向延伸,并且朝向所述喷嘴轴方向一侧喷射燃料;  
管板,其形成有沿所述喷嘴轴方向延伸,并且供各所述燃料喷嘴的前端部插入且具有比所述前端部大的内径尺寸的多个空气孔;以及  
台阶面,其在所述前端部中的比朝向所述喷嘴轴方向一侧的前端面靠另一侧的位置,从所述前端部的外周面即前端外周面沿针对所述喷嘴轴而言的径向扩展。
2. 根据权利要求1所述的燃烧器,其中,  
所述前端外周面中的比所述台阶面靠所述喷嘴轴方向一侧的区域随着从另一侧朝向一侧,而从针对所述喷嘴轴而言的径向外侧朝向内侧延伸。
3. 根据权利要求1或2所述的燃烧器,其中,  
在将所述前端外周面中的比所述台阶面靠所述喷嘴轴方向一侧的区域在所述喷嘴轴方向上的尺寸设为 $x$ 、将径向上的所述台阶面的尺寸设为 $s$ 时,满足 $5 < x/s < 20$ 。
4. 根据权利要求1或2所述的燃烧器,其中,  
所述燃烧器具有形成有所述台阶面的多个紊乱凸起,所述多个紊乱凸起在针对所述喷嘴轴而言的周向上隔开间隔地排列,并且从所述前端外周面向径向突出。
5. 根据权利要求4所述的燃烧器,其中,  
在将所述前端外周面中的比所述台阶面靠所述喷嘴轴方向一侧的区域在所述喷嘴轴方向上的尺寸设为 $x$ 、将径向上的所述台阶面的尺寸设为 $s$ 时,满足 $2 < x/s < 8$ 。
6. 一种燃气轮机,其中,  
所述燃气轮机具备:  
压缩机,其生成压缩空气;  
权利要求1至5中任一项所述的燃烧器,其向所述压缩空气混合燃料并使该燃料燃烧,从而生成燃烧气体;以及  
涡轮,其由所述燃烧气体驱动。

## 燃烧器及燃气轮机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及燃烧器及燃气轮机。

[0002] 本申请基于2019年3月25日在日本申请的日本特愿2019-057307号而主张优先权，并将其内容援引于此。

### 背景技术

[0003] 在发电厂、化学厂中，为了削减排出的碳化合物，将煤气化作为燃料使用、或者通过含有大量氢的燃料使燃气轮机运转的例子正在增加。另一方面，也已知这种燃料与现有的燃料相比燃烧速度高，因此产生逆火(返火)的可能性高。因此，提出了以更短的距离混合燃料和空气并使其燃烧的燃烧器。作为这样的燃烧器的具体例子，已知有下述专利文献1所记载的燃烧器。

[0004] 专利文献1所记载的燃烧器是被称为所谓的集成(cluster)燃烧器的形式。集成燃烧器具有：喷射燃料的多个燃料喷嘴、以及在该燃料喷嘴的下游侧与这些喷嘴同轴设置的多个空气孔。随着燃料的喷射，周围的空气与燃料的混合气体通过空气孔向下游侧供给。通过对该混合气体进行点火，在各空气孔的下游侧形成多个小规模火焰。另外，在燃料喷嘴前端部的外周面设置有用于扰乱流动的突起。通过扰乱流动，能够促进燃料与空气的混合。

[0005] 在先技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1：日本专利第4894295号公报

### 发明内容

[0008] 发明所要解决的课题

[0009] 但是，在上述专利文献1所记载的装置中，由于用于产生紊流的突起设置在燃料喷嘴前端部，因此有可能在该前端部的附近产生混合气的滞留。若混合气滞留，则由于某些原因，下游侧的火焰向上游传播、或者点火源从上游飞来，与该混合气接触，在非预期的区域形成火焰(保焰)。也就是说，在上述专利文献1所记载的装置中，有可能产生逆火。

[0010] 本发明是为了完成上述课题而完成的，其目的在于提供一种促进燃料与空气的混合，且进一步降低产生逆火的可能性的燃烧器及燃气轮机。

[0011] 用于解决课题的方案

[0012] 本发明的一个实施方式的燃烧器具备：多个燃料喷嘴，其沿喷嘴轴方向延伸，并且朝向所述喷嘴轴方向一侧喷射燃料；管板，其形成有沿所述喷嘴轴方向延伸，并且供各所述燃料喷嘴的前端部插入且具有比所述前端部大的内径尺寸的多个空气孔；以及台阶面，其在所述前端部中的比朝向所述喷嘴轴方向一侧的前端面靠另一侧的位置，从所述前端部的外周面即前端外周面沿针对所述喷嘴轴而言的径向扩展。

[0013] 根据上述结构，燃料喷嘴的前端部插入到空气孔内，并且在比该前端部的前端面靠另一侧的位置形成有从前端部的外周面(前端外周面)沿径向扩展的台阶面。由此，空气

的流动在台阶面的下游侧形成循环流区域和湍流区域。湍流到达燃料喷嘴的前端,从而能够促进燃料与空气的混合。特别是,由于台阶面形成在插入到空气的流速变快的空气孔内部的前端部,因此在台阶面的下游产生较强的空气紊流。由此,能够进一步促进燃料与空气的混合。此外,由于台阶面设置在比燃料喷嘴的前端面靠另一侧的位置,因此由该台阶面引起的循环流不会到达燃料喷嘴的前端。因此,含有燃料的混合气体被该循环流捕获的可能性降低,从而能够抑制逆火。

[0014] 在上述燃烧器中,也可以是,所述前端外周面中的比所述台阶面靠所述喷嘴轴方向一侧的区域随着从另一侧朝向一侧,而从针对所述喷嘴轴而言的径向外侧朝向内侧延伸。

[0015] 根据上述结构,前端外周面中的比台阶面靠一侧的区域随着从另一侧朝向一侧而从径向外侧向内侧延伸,由此成为锥状。由此,形成沿着该区域朝向燃料喷嘴的中心(即,喷嘴轴)的流动。其结果是,沿着前端外周面形成的循环流的大小变小,能够抑制前端的附近的保焰。并且,由于台阶面产生的湍流成分也同样地朝向燃料喷嘴的中心(即,喷嘴轴),因此该湍流成分被供给到燃料与空气的分界面。由此,能够进一步促进燃料与空气的混合。

[0016] 在上述燃烧器中,也可以是,在将所述前端外周面中的比所述台阶面靠所述喷嘴轴方向一侧的区域在所述喷嘴轴方向上的尺寸设为 $x$ 、将径向上的所述台阶面的尺寸设为 $s$ 时,满足 $5 < x/s < 20$ 。

[0017] 根据上述结构,能够使在台阶面的下游侧形成的循环流再次附着于前端外周面。换言之,根据上述的结构,能够在台阶面的下游侧稳定地形成循环流。

[0018] 上述燃烧器具有形成有所述台阶面的多个紊流凸起,所述多个紊流凸起在针对所述喷嘴轴而言的周向上隔开间隔地排列,并且从所述前端外周面向径向突出。

[0019] 根据上述结构,在周向上隔开间隔地排列有多个从前端外周面向径向突出的紊流凸起。由此,通过紊流凸起彼此之间的间隔产生空气的漏流。其结果是,该漏流与在台阶面的下游侧形成的循环流发生干涉,从而能够减小循环流的大小。因此,能够进一步降低因循环流变得过大而产生的逆火的可能性。

[0020] 在上述燃烧器中,也可以是,在将所述前端外周面中的比所述台阶面靠所述喷嘴轴方向一侧的区域在所述喷嘴轴方向上的尺寸设为 $x$ 、将径向上的所述台阶面的尺寸设为 $s$ 时,满足 $2 < x/s < 8$ 。

[0021] 根据上述结构,能够使在台阶面的下游侧形成的循环流再次附着于前端外周面。换言之,根据上述的结构,能够在台阶面的下游侧稳定地形成循环流。

[0022] 本发明的一个实施方式的燃气轮机具备:压缩机,其生成压缩空气;上述任一实施方式的燃烧器,其向所述压缩空气混合燃料并使该燃料燃烧,从而生成燃烧气体;以及涡轮,其由所述燃烧气体驱动。

[0023] 根据上述结构,可以提供能够更稳定运转的燃气轮机。

[0024] 发明效果

[0025] 根据本发明,能够提供促进燃料与空气的混合、且进一步降低产生逆火的可能性的燃烧器及燃气轮机。

## 附图说明

- [0026] 图1是示出本发明的第一实施方式的燃烧器的结构的整体图。
- [0027] 图2是本发明的第一实施方式的燃烧器的主要部分放大剖视图。
- [0028] 图3是对本发明的第一实施方式的燃料喷嘴周围的流体的流动进行说明的说明图。
- [0029] 图4是示出本发明的第一实施方式的燃料喷嘴的变形例的图。
- [0030] 图5是本发明的第二实施方式的燃烧器的主要部分放大剖视图。
- [0031] 图6是从喷嘴轴线方向观察图5的燃烧器的图。
- [0032] 图7是示出本发明的各实施方式的燃气轮机的结构的示意图。
- [0033] 图8是本发明的变形例的燃烧器的主要部分放大图。

## 具体实施方式

[0034] [第一实施方式]

[0035] 参照图1至图4、以及图7对本发明的第一实施方式进行说明。如图7所示,本实施方式的燃烧器100是例如作为燃气轮机的一个要素使用的装置。燃气轮机90具备:生成压缩空气的压缩机70、生成燃烧气体的燃烧器100、以及由燃烧气体驱动的涡轮80。燃烧器100在从外部引入的空气(压缩空气)中混合燃料并使其燃烧,生成高温高压的燃烧气体。

[0036] 如图1所示,燃烧器100具备:筒体1、封闭板2、管板3、燃料供给管4、空腔5、以及燃料喷嘴6。筒体1呈以主轴线 $A_m$ 为中心的圆筒状。在主轴线 $A_m$ 方向上的筒体1的一侧安装有圆盘状的管板3。具体而言,该管板3具有:形成有后述的多个空气孔31的管板主体3H、以及从该管板主体3H的外周侧的端缘沿主轴线 $A_m$ 方向延伸的筒状的嵌合部3A。嵌合部3A嵌合于筒体1的内周面,由此管板3被固定于筒体1。主轴线 $A_m$ 方向上的筒体1的另一侧的端部被封闭板2封闭。

[0037] 在筒体1的内部收容有燃料供给管4、空腔5、以及燃料喷嘴6。燃料供给管4在主轴线 $A_m$ 方向上贯通封闭板2。通过该燃料供给管4从外部供给燃料。在燃料供给管4的一侧的端部安装有空腔5。在空腔5的一侧的端面设置有多燃料喷嘴6。各燃料喷嘴6沿着与主轴线 $A_m$ 平行的喷嘴轴线 $A_n$ 延伸。在管板3的与各燃料喷嘴6对应的位置分别形成有空气孔31。空气孔31在喷嘴轴线 $A_n$ 方向上贯通管板3。也就是说,燃料喷嘴6和空气孔31以在喷嘴轴线 $A_n$ 上成为同轴状的方式配置。各空气孔31的内径尺寸大于燃料喷嘴6的外径尺寸。

[0038] 接着,参照图2对燃料喷嘴6的结构进行说明。如该图所示,燃料喷嘴6具有:位于空气孔31的外侧的主体部6A、以及插入到空气孔31内的前端部6B。前端部6B的朝向喷嘴轴线 $A_n$ 方向一侧的面为前端面S1。在该前端面S1形成有用于喷射燃料的喷射孔H。前端部6B的外周面为前端外周面S2。前端外周面S2中的喷嘴轴线 $A_n$ 方向上最靠一侧的区域为锥面 $S_t$ 。锥面 $S_t$ 以随着从喷嘴轴线 $A_n$ 方向的另一侧朝向一侧而从径向外侧朝向内侧的方式延伸。

[0039] 锥面 $S_t$ 的另一侧的端缘与台阶面S3连接。该台阶面S3呈从前端外周面S2(锥面 $S_t$ )沿径向扩展的圆环状。更具体而言,在本实施方式中,台阶面S3在与喷嘴轴线 $A_n$ 正交的平面内扩展。也就是说,通过台阶面S3,在前端部6B形成台阶。台阶面S3的径向外侧的端缘与上游侧外周面 $S_u$ 连接。上游侧外周面 $S_u$ 与主体部6A的外周面连接,在自身的延伸方向整个区域的范围内具有恒定的直径尺寸。

[0040] 并且,如图3所示,在将上述的前端外周面S2中的的比台阶面S3靠一侧的区域(即,锥面St)在喷嘴轴An方向上的尺寸设为x、将径向上的台阶面S3的尺寸(即,以锥面St的最靠近向内侧的端缘为基准的台阶面S3的径向上的尺寸)设为s时,期望x/s的值满足以下的(1)式的关系。

[0041]  $5 < x/s < 20 \dots (1)$

[0042] 并且,更期望x/s的值满足以下的(2)式的关系。

[0043]  $8 < x/s < 16 \dots (2)$

[0044] 最期望x/s的值满足以下的(3)式的关系。

[0045]  $8 < x/s < 10 \dots (3)$

[0046] 接着,对本实施方式的燃烧器100的动作以及燃料喷嘴6周围的流体的行为进行说明。在使燃烧器100运转时,如图1所示,首先通过燃料供给管4从外部向空腔5内供给燃料。此时,向筒体1的内部供给高压的空气。燃料经过空腔5被供给到燃料喷嘴6。如上所述,燃料喷嘴6的前端部6B插入到空气孔31内,在前端部6B的外周面与空气孔31的内周面之间形成有间隙。因此,随着从燃料喷嘴6的喷射孔H喷射燃料,高压空气通过该间隙从筒体1内流入空气孔31内。因此,燃料和空气在空气孔31内混合而生成混合气体。通过对该混合气体进行点火,从而在各空气孔31的下游侧(喷嘴轴线An方向一侧)形成火焰。

[0047] 在此,如图3所示,在燃料喷嘴6的前端部6B周围,在空气流A通过台阶面S3后,形成湍流Vo和循环流Vr。具体而言,沿着上游侧外周面Su流过来的空气流A在到达台阶面S3时从前端外周面S2剥离,在台阶面S3的下游侧形成含有涡流的湍流Vo。另一方面,在沿着台阶面S3和锥面St的区域中,空气流A的剩余成分滞留,从而形成循环流Vr。

[0048] 湍流Vo到达燃料喷嘴6的前端(前端面S1),由此能够促进燃料与空气的混合。特别是,台阶面S3形成于插入到空气孔31内部的前端部6B,因此流速更高的空气通过台阶面S3的周围。由此,湍流Vo的强度增加,能够进一步促进燃料与空气的混合。此外,台阶面S3设置在比燃料喷嘴6的前端面S1靠另一侧(上游侧)的位置,因此由该台阶面S3引起的循环流Vr不会到达燃料喷嘴6的前端(前端面S1)。因此,包含燃料的混合气体被该循环流Vr捕获的可能性降低,从而能够抑制逆火。这样,根据本实施方式的燃烧器100,能够在促进燃料与空气的混合的同时进一步降低逆火的可能性。

[0049] 并且,根据上述结构,前端外周面S2中的比台阶面S3靠一侧的区域随着从另一侧朝向一侧而从径向外侧向内侧延伸,由此形成锥面St。由此,形成沿着该锥面St朝向燃料喷嘴6的中心(即,喷嘴轴An)的流动。其结果是,沿着前端外周面S2形成的循环流Vr的大小变小,能够抑制前端面S1的附近的保焰。并且,由台阶面S3产生的湍流Vo也同样地朝向燃料喷嘴6的中心(即,喷嘴轴An),因此向燃料与空气的分界面P供给包含该湍流Vo的成分。由此,也能够进一步促进燃料与空气的混合。

[0050] 此外,在上述燃烧器中,在将前端外周面S2中的比台阶面S3靠喷嘴轴An方向一侧的区域在喷嘴轴An方向上的尺寸设为x、将径向上的台阶面S3的尺寸设为s时,满足 $5 < x/s < 20$ 。根据该结构,能够使在台阶面S3的下游侧形成的循环流Vr再次附着于前端外周面S2。换言之,根据上述的结构,能够在台阶面S3的下游侧更稳定地形成循环流Vr。

[0051] 以上,对本发明的第一实施方式进行了说明。需要说明的是,能够在不脱离本发明的主旨的范围内对上述的结构实施各种变更、修改。例如,也可以如图4所示那样,在前端外

周面S2上设置以喷嘴轴线An为中心的圆环状的肋8,将该肋8的朝向喷嘴轴线An方向一侧的面作为台阶面S3。也就是说,在该结构中,比肋8靠另一侧的上游侧外周面Su'和锥面St的另一侧的端缘在针对喷嘴轴线An而言的径向上设置在相同的位置。根据这样的结构,也能够得到与上述相同的作用效果。

[0052] [第二实施方式]

[0053] 接着,参照图5和图6对本发明的第二实施方式进行说明。需要说明的是,对与上述第一实施方式相同的结构标注相同的附图标记,并省略详细的说明。如图5及图6所示,在本实施方式中,在周向上隔开间隔地排列有多个(作为一例为8个)从前端外周面S2向径向突出的紊乱凸起9。各紊乱凸起9中的朝向喷嘴轴线An方向一侧的面为台阶面S3。台阶面S3沿针对喷嘴轴线An而言的径向扩展。另外,各紊乱凸起9在包含喷嘴轴线An的剖视观察下具有矩形的截面形状。

[0054] 并且,在上述第一实施方式中说明的 $x/s$ 的值在本实施方式中满足以下的(4)式的关系。

[0055]  $2 < x/s < 8 \dots (4)$

[0056] 更期望 $x/s$ 的值满足以下的(5)式的关系。

[0057]  $3 < x/s < 7 \dots (5)$

[0058] 最期望 $x/s$ 的值满足以下的(6)式的关系。

[0059]  $4 < x/s < 6 \dots (6)$

[0060] 根据上述结构,在周向上隔开间隔地排列有多个从前端外周面S2向径向突出的紊乱凸起9。由此,通过紊乱凸起9彼此之间的间隔产生空气的漏流。其结果是,该漏流与在台阶面S3的下游侧形成的循环流 $V_r$ 发生干涉,从而能够减少循环流 $V_r$ 的大小。因此,能够进一步降低因循环流 $V_r$ 过大而产生的逆火的可能性。

[0061] 并且,在上述结构中,在将前端外周面S2中的比台阶面S3靠喷嘴轴An方向一侧的区域在喷嘴轴An方向上的尺寸设为 $x$ 、将径向上的台阶面的尺寸设为 $s$ 时,满足 $2 < x/s < 8$ 。由此,能够使在台阶面S3的下游侧形成的循环流 $V_r$ 再次附着于前端外周面S2。换言之,根据上述的结构,能够在台阶面S3的下游侧更稳定地形成循环流 $V_r$ 。

[0062] 以上,对本发明的第二实施方式进行了说明。需要说明的是,能够在不脱离本发明的主旨的范围内对上述的结构实施各种变更、修改。例如,作为与上述的各实施方式共同的变形例,也可以采用图8所示那样的结构。在上述的各实施方式中,对台阶面S3在与喷嘴轴线An正交的面内扩展的例子进行了说明,但在图8的例子中,台阶面S3'为相对于喷嘴轴线An形成小于 $90^\circ$ 的角度即 $\theta_2$ 的圆锥面。另外,该角度 $\theta_2$ 大于锥面St相对于轴线An所成的角度即 $\theta_1$ 。通过这样的结构,也能够获得与上述的各实施方式相同的作用效果。

[0063] 产业上的可利用性

[0064] 根据本发明,能够提供促进燃料与空气的混合,且进一步降低产生逆火的可能性的燃烧器及燃气轮机。

[0065] 附图标记说明:

[0066] 100...燃烧器;

[0067] 1...筒体;

[0068] 2...封闭板;

- [0069] 3...管板;
- [0070] 3A...嵌合部;
- [0071] 3H...管板主体;
- [0072] 31...空气孔;
- [0073] 4...燃料供给管;
- [0074] 5...空腔;
- [0075] 6...燃料喷嘴;
- [0076] 6A...主体部;
- [0077] 6B...前端部;
- [0078] 8...肋;
- [0079] 9...紊乱凸起;
- [0080] 70...压缩机;
- [0081] 80...涡轮;
- [0082] 90...燃气轮机;
- [0083] Am...主轴线;
- [0084] An...喷嘴轴线;
- [0085] H...喷射孔;
- [0086] P...分界面;
- [0087] S1...前端面;
- [0088] S2...前端外周面;
- [0089] S3...台阶面;
- [0090] St...锥面;
- [0091] Su、Su'...上游侧外周面;
- [0092] Vo...湍流;
- [0093] Vr...循环流。



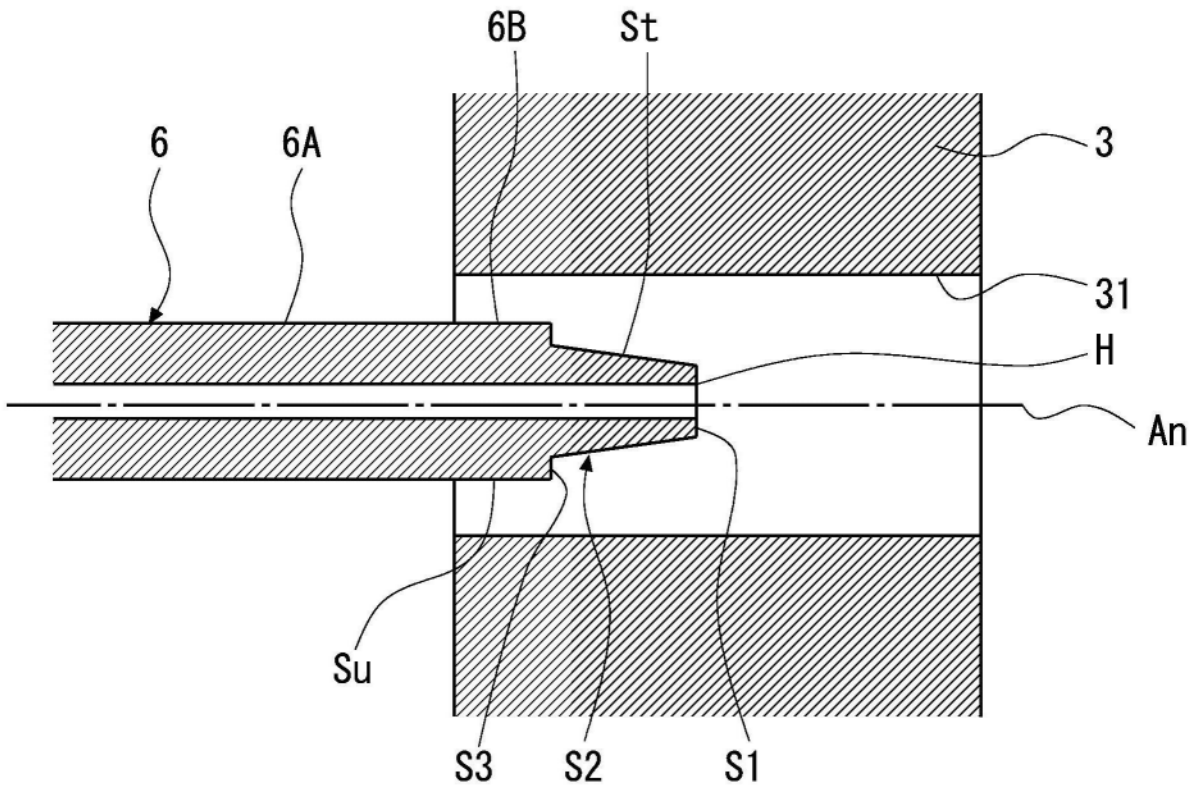


图2

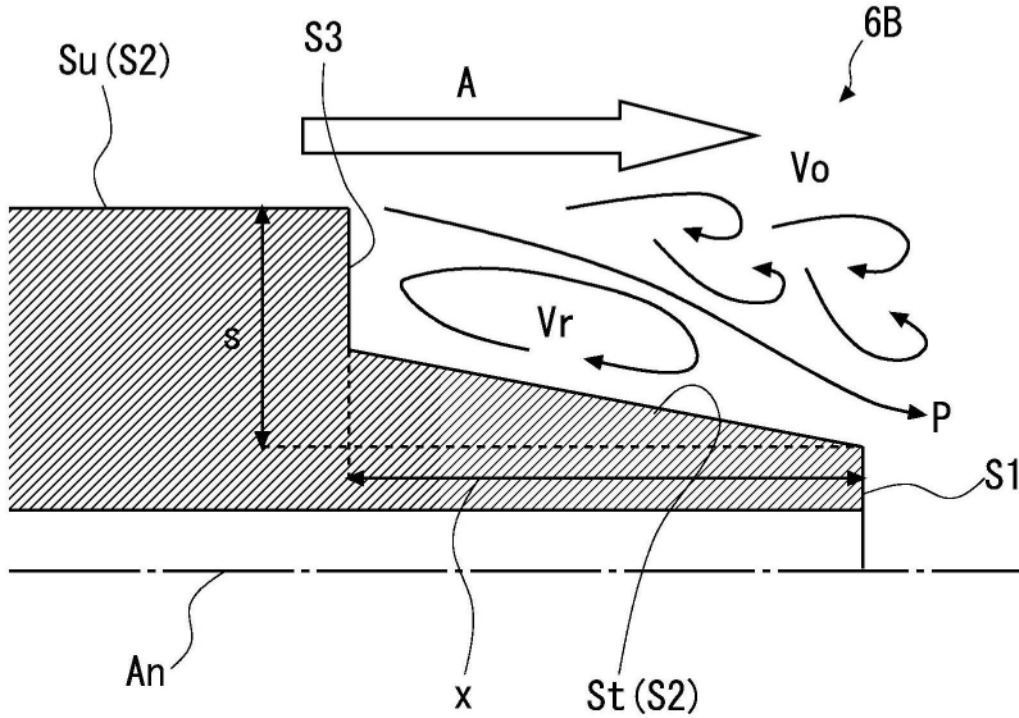


图3

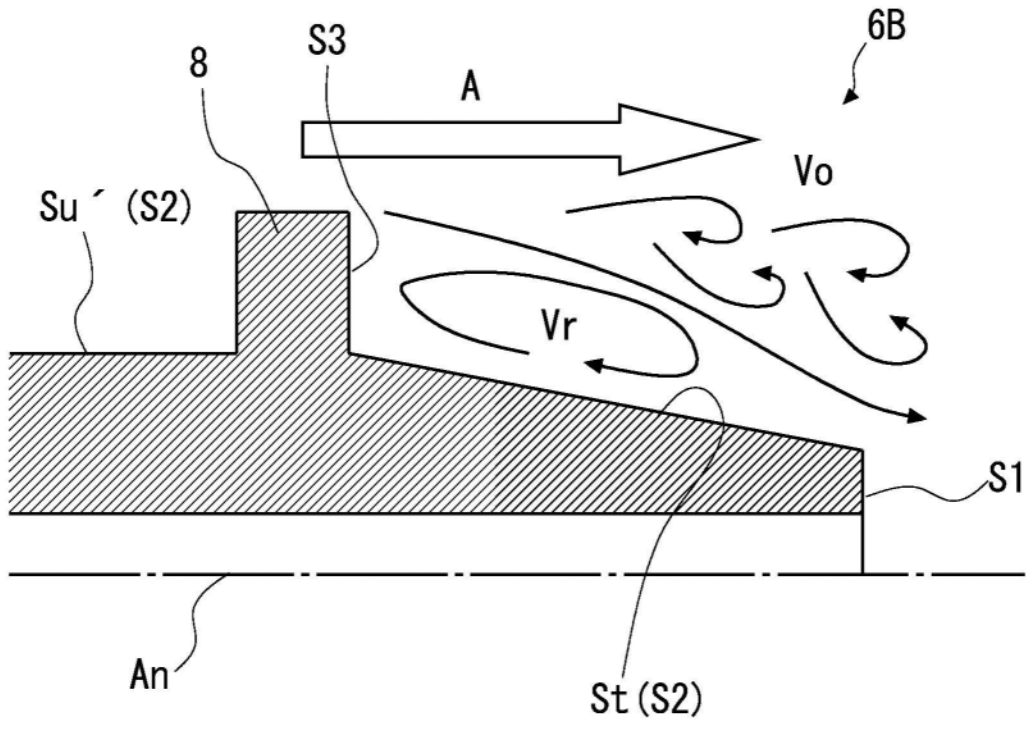


图4

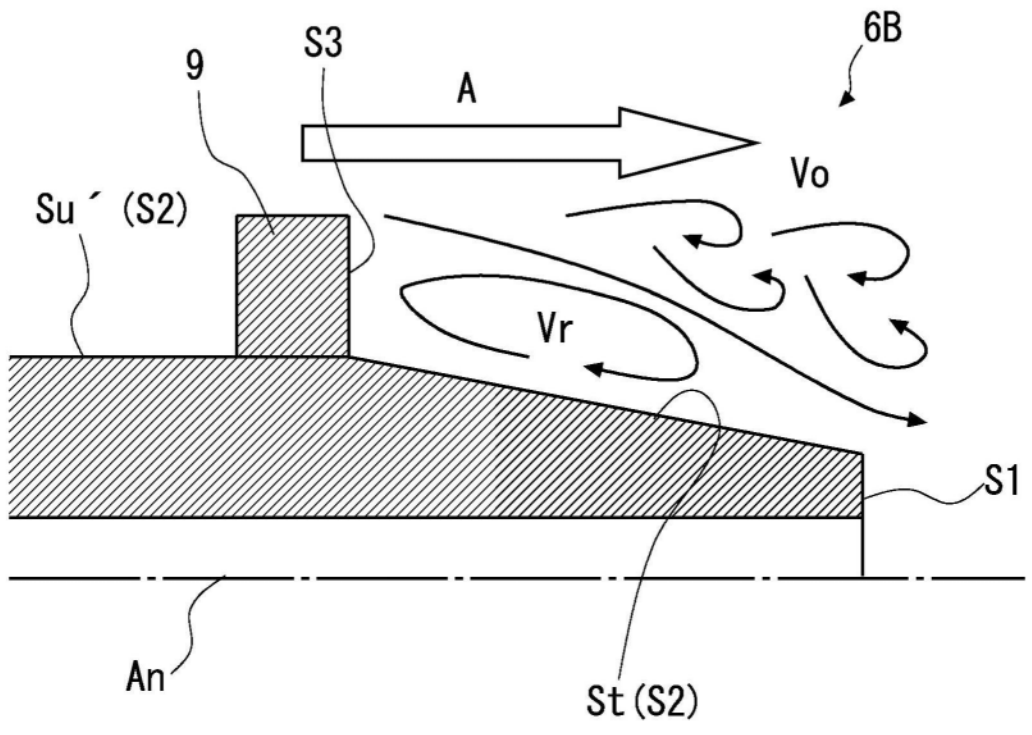


图5

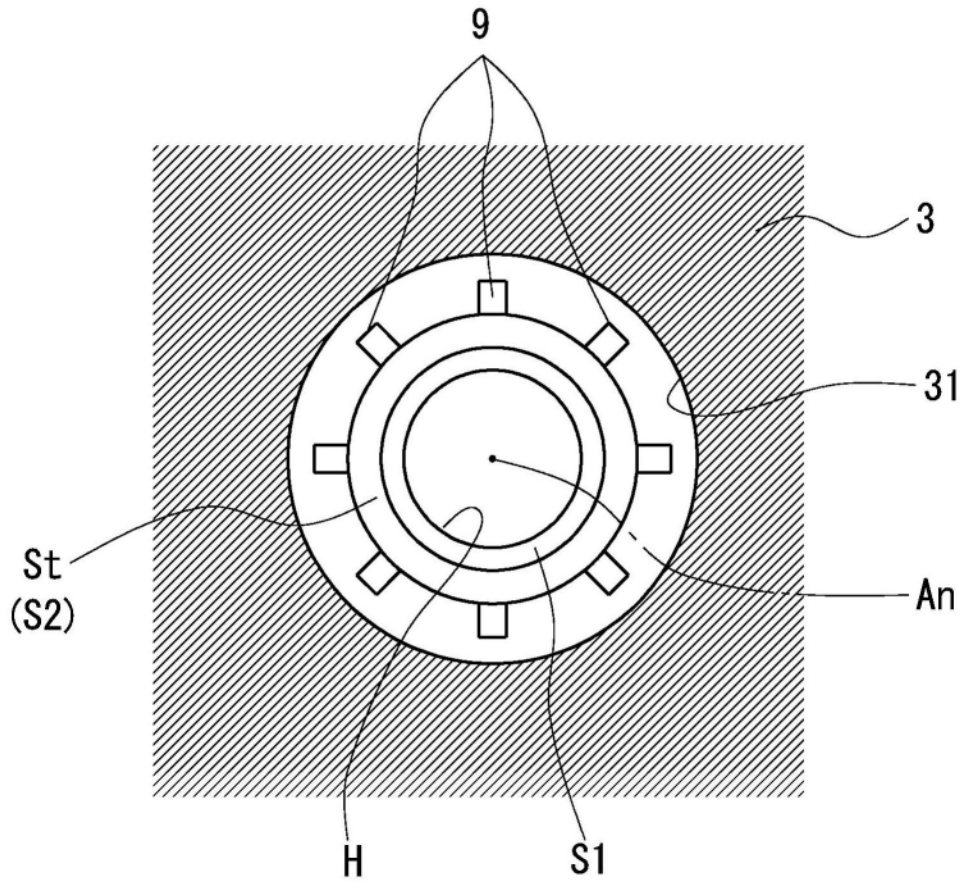


图6

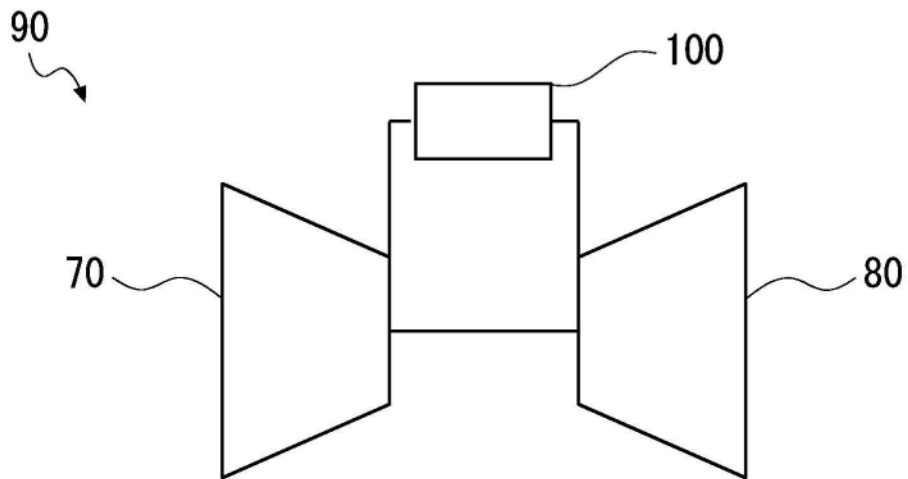


图7

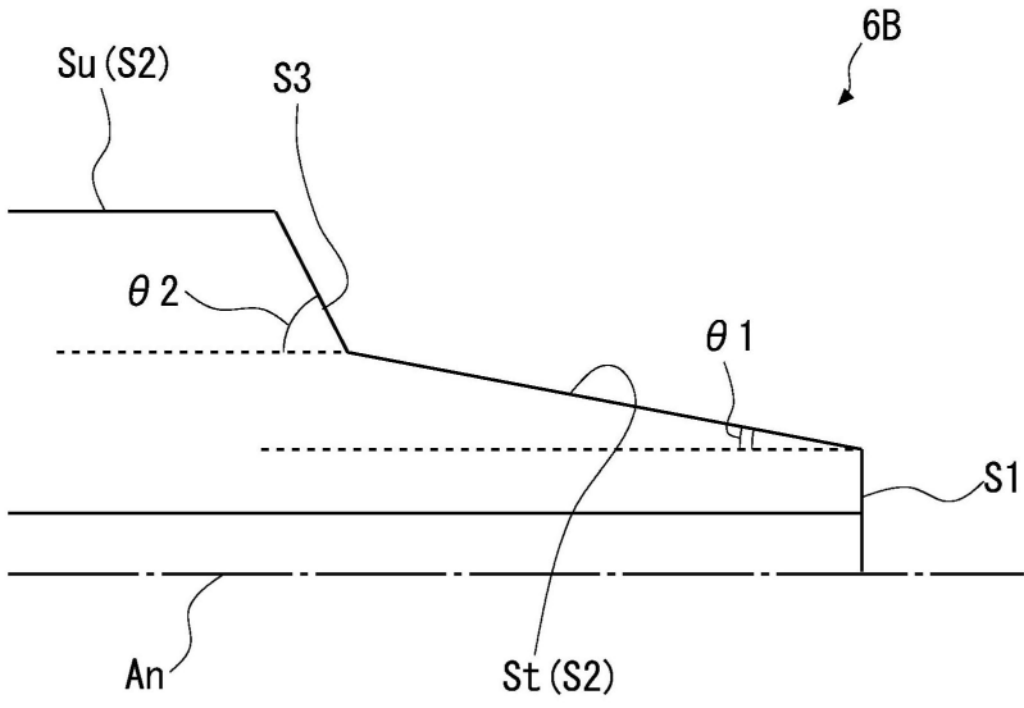


图8