



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115335638 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 11

(21) 申请号 202180024645.7

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

(22) 申请日 2021.03.31

专利代理师 海坤

(30) 优先权数据

2020-063062 2020.03.31 JP

(51) Int.Cl.

F23R 3/34 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

F23R 3/16 (2006.01)

2022.09.26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/013809 2021.03.31

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/201093 JA 2021.10.07

(71) 申请人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 福场信一 泷口智志 木下泰希

谷口健太 中村聪介 松村嘉和

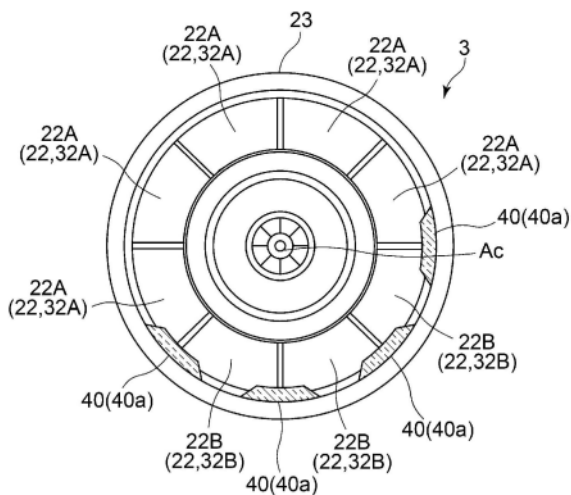
权利要求书2页 说明书13页 附图12页

(54) 发明名称

燃气轮机的燃烧器以及燃气轮机

(57) 摘要

燃气轮机的燃烧器具备包括能够供给燃料的燃料嘴的第一燃料嘴组以及第二燃料嘴组。第一燃料嘴组以及第二燃料嘴组具有能够相互独立地控制的燃料供给系统。在能够供燃烧气体流通的筒体的内周面,设置有以与第一燃料嘴组以及所述第二燃料嘴组中的一方对应的方式沿着周向局部地延伸且朝向径向内侧突出的第一节流部。



1. 一种燃气轮机的燃烧器,其中,
所述燃气轮机的燃烧器具备:
第一燃料嘴组及第二燃料嘴组,它们分别包括能够供给燃料的燃料嘴,且具有能够相互独立地控制的燃料供给系统;
筒体,其在内侧形成能够供由所述燃料的燃烧生成的燃烧气体流通的燃烧区域;以及
第一节流部,其以与所述第一燃料嘴组以及所述第二燃料嘴组中的一方对应的方式沿着周向局部地延伸,且从所述筒体的内周面朝向径向内侧突出。
2. 根据权利要求1所述的燃气轮机的燃烧器,其中,
所述第一节流部包括沿着周向隔开间隔地配置的多个节流零件。
3. 根据权利要求2所述的燃气轮机的燃烧器,其中,
所述多个节流零件在从轴向观察时配置于沿着周向相邻的所述燃料嘴之间。
4. 根据权利要求2或3所述的燃气轮机的燃烧器,其中,
所述多个节流零件由沿着周向延伸的连结构件相互连结。
5. 根据权利要求2至4中任一项所述的燃气轮机的燃烧器,其中,
所述多个节流零件包括具有从所述节流零件的径向内侧缘部朝向径向外侧形成的槽部的带槽节流零件。
6. 根据权利要求5所述的燃气轮机的燃烧器,其中,
所述带槽节流零件具备由所述槽部相互分割而成的第一零件构件以及第二零件构件。
7. 根据权利要求5或6所述的燃气轮机的燃烧器,其中,
所述槽部设置于所述带槽节流零件的沿着周向的大致中心位置。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的燃气轮机的燃烧器,其中,
所述燃气轮机的燃烧器还具备第二节流部,所述第二节流部以与所述第一燃料嘴组以及所述第二燃料嘴组中的另一方对应的方式沿着周向局部地延伸,且从所述筒体的内周面朝向径向内侧突出,
所述第一节流部以及所述第二节流部设置于互不相同的轴向位置。
9. 根据权利要求8所述的燃气轮机的燃烧器,其中,
所述第二节流部包括沿着周向隔开间隔地配置的多个节流零件。
10. 根据权利要求9所述的燃气轮机的燃烧器,其中,
所述多个节流零件在从轴向观察时配置于沿着周向相邻的燃料嘴之间。
11. 根据权利要求9或10所述的燃气轮机的燃烧器,其中,
所述多个节流零件由沿着周向延伸的连结构件相互连结。
12. 根据权利要求9至11中任一项所述的燃气轮机的燃烧器,其中,
所述多个节流零件包括具有从所述节流零件的径向内侧缘部朝向径向外侧形成的槽部的带槽节流零件。
13. 根据权利要求12所述的燃气轮机的燃烧器,其中,
所述带槽节流零件具备由所述槽部相互分割而成的第一零件构件以及第二零件构件。
14. 根据权利要求12或13所述的燃气轮机的燃烧器,其中,
所述槽部设置于所述带槽节流零件的沿着周向的大致中心位置。
15. 根据权利要求8至14中任一项所述的燃气轮机的燃烧器,其中,

所述第一燃料嘴组所包含的所述燃料嘴在部分负载运转时被控制为与所述第二燃料嘴组所包含的所述燃料嘴相比燃料喷射量较多，

所述第一节流部以与所述第二燃料嘴组对应的方式设置，

所述第二节流部以与所述第一燃料嘴组对应的方式设置，

所述第一节流部设置于比所述第二节流部靠上游侧的位置。

16. 根据权利要求8至15中任一项所述的燃气轮机的燃烧器，其中，

所述第一节流部以及所述第二节流部以使距所述筒体的上游侧端部的距离与所述燃烧气体所包含的CO的氧化速度之比相等的方式设置。

17. 一种燃气轮机，其中，

所述燃气轮机具备权利要求1至16中任一项所述的燃烧器。

燃气轮机的燃烧器以及燃气轮机

技术领域

[0001] 本发明涉及燃气轮机的燃烧器以及燃气轮机。

背景技术

[0002] 用于燃气轮机的燃烧器例如具备：燃料嘴，其能够供给燃料；以及筒体，其在内侧形成能够供由燃料的燃烧生成的燃烧气体流通的燃烧区域。从燃料嘴供给的燃料通过燃烧而成为燃料气体，并经由筒体的燃烧区域而将设置于下游侧的涡轮驱动。

[0003] 在这种燃气轮机的燃烧器中，有时由于筒体的内壁面的附近的燃烧气体的温度比中心部低，而导致燃烧气体所包含的一氧化碳(CO)化学反应为二氧化碳(CO₂)的时机较迟，且一氧化碳的产生增加。针对这样的课题，在专利文献1中公开了如下内容：通过在燃烧器所具有的筒体的内壁面设置节流构件，而使内壁面的附近的燃烧气体朝向中心部流动，由此与高温的燃烧气体混合而促进燃烧，并抑制一氧化碳的产生。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1：国际公开第2011/058931号

发明内容

[0007] 发明要解决的课题

[0008] 然而，在燃气轮机的燃烧器中，在运转负载比额定运转时小的部分负载运转时，有时由于由燃料的燃烧引起的发热与压力变动相互作用而产生燃烧振动。为了防止这样的燃烧振动，例如，考虑将燃气轮机的燃烧器所具有的多个燃料嘴分类为燃料喷射量较大的组以及燃料喷射量较小的组，并将两者非对称地配置。然而，在属于燃料喷射量较小的组的燃料嘴中，燃烧气体的温度比较低，因此由喷射出的燃料形成的火焰的形成区域扩大到下游侧，且一氧化碳的排出量增加。

[0009] 本发明的至少一方案是鉴于上述的情况而完成的，目的在于提供能够在部分负载运转时防止燃烧振动的同时适当抑制一氧化碳的产生的燃气轮机的燃烧器以及燃气轮机。

[0010] 用于解决课题的方案

[0011] 本发明的一方案的燃气轮机的燃烧器为了解决上述课题，而具备：

[0012] 第一燃料嘴组及第二燃料嘴组，它们分别包括能够供给燃料的燃料嘴，且具有能够相互独立地控制的燃料供给系统；

[0013] 筒体，其在内侧形成能够供由所述燃料的燃烧生成的燃烧气体流通的燃烧区域；以及

[0014] 第一节流部，其以与所述第一燃料嘴组以及所述第二燃料嘴组中的一方对应的方式沿着周向局部地延伸，且从所述筒体的内周面朝向径向内侧突出。

[0015] 发明效果

[0016] 根据本发明的至少一方案，能够提供能够在部分负载运转时防止燃烧振动的同时

适当抑制一氧化碳的产生的燃气轮机的燃烧器以及燃气轮机。

附图说明

- [0017] 图1是本发明的至少一实施方式的燃气轮机的整体结构图。
- [0018] 图2是将图1的燃烧器与周边结构一起示出的剖视图。
- [0019] 图3是图2的区域L的放大图。
- [0020] 图4是将图3的多个燃料嘴沿着燃烧器轴线从下游侧示出的示意图。
- [0021] 图5是示意性示出在比较例的燃烧器中在部分负载运转时形成于筒体内的火焰的剖视图。
- [0022] 图6是示出图5的虚线上的温度以及一氧化碳的浓度的分布的图。
- [0023] 图7是示意性示出在本发明的几个实施方式的燃烧器中在部分负载运转时形成于筒体内的火焰的剖视图。
- [0024] 图8是从侧方示出图7的第一节流部的放大图。
- [0025] 图9是将图7的第一节流部以单体提取而示出的立体图。
- [0026] 图10是示出与图7对应的温度以及一氧化碳的浓度的分布的图。
- [0027] 图11是示出包括带槽节流零件的第一节流部的一例的图。
- [0028] 图12是将图11的带槽节流零件从径向内侧与燃烧气体流一起示出的图。
- [0029] 图13是图7的变形例。
- [0030] 图14是将图13的第一节流部以及第二节流部透过性地示出的筒体的侧视图。
- [0031] 图15是将图13的多个燃料嘴沿着燃烧器轴线从下游侧示出的示意图。
- [0032] 图16是示出与图13对应的温度以及一氧化碳的浓度的分布的图。
- [0033] 图17是示出包括带槽节流零件的第二节流部的一例的图。
- [0034] 图18是将图17的带槽节流零件从径向内侧与燃烧气体流一起示出的图。

具体实施方式

[0035] 以下,参照附图对本发明的几个实施方式进行说明。其中,作为实施方式而记载的或附图所示的构成部件的尺寸、材质、形状、其相对配置等并不旨在将本发明的范围限定于此,而只不过是说明例。

[0036] 图1是本发明的至少一实施方式的燃气轮机1的整体结构图。燃气轮机1具备压缩机2、燃烧器3以及涡轮5。

[0037] 压缩机2具有沿着轴线As延伸的压缩机转子6以及从外周侧覆盖压缩机转子6的压缩机壳体7。压缩机转子6呈以轴线As为中心的柱状,且在其外周面安装有压缩机动叶片8。压缩机动叶片8通过在相对于轴线As的周向上隔开间隔地排列多个而构成压缩机动叶片级9。在压缩机转子6上,这样的压缩机动叶片级9在轴线As方向上隔开间隔地在多列上设置。

[0038] 在压缩机壳体7的内周侧,设置有以相对于压缩机动叶片8在轴线As方向上相互交错的方式排列多列的压缩机静叶片级11。压缩机静叶片级11以与压缩机动叶片级9对应的方式构成为包括在轴线As的周向上隔开间隔地排列的多个压缩机静叶片10。

[0039] 燃烧器3是本发明的至少一实施方式的燃气轮机燃烧器,且通过对于由压缩机2生成的高压空气将燃料混合并使它们燃烧而生成高温高压的燃烧气体。燃烧气体通过向后述

的涡轮5供给,从而驱动涡轮5。需要说明的是,关于燃烧器3的结构,在后详细叙述。

[0040] 涡轮5是被由燃烧器3生成的燃烧气体驱动的燃气涡轮,且具有沿着轴线As延伸的涡轮转子12以及从外周侧覆盖涡轮转子12的涡轮壳体13。涡轮转子12呈以轴线As为中心的柱状,且在其外周面安装有涡轮动叶片14。涡轮动叶片14通过在相对于轴线As的周向上隔开间隔地排列多个从而形成涡轮动叶片级15。在涡轮转子12上,这样的涡轮动叶片级15在轴线As方向上隔开间隔地设置有多列。

[0041] 在涡轮壳体13的内周侧,设置有以相对于涡轮动叶片14在轴线As方向上相互交错的方式排列多列的涡轮静叶片级17。涡轮静叶片级17构成为包括在轴线As的周向上隔开间隔地排列的多个涡轮静叶片16。

[0042] 压缩机转子6以及涡轮转子12位于同轴(轴线As)上且相互连结而形成燃气轮机转子18。在燃气轮机转子18的轴端例如连接发电机20。另外,压缩机壳体7以及涡轮壳体13相互连结而构成燃气轮机壳体19。

[0043] 在具有上述结构的燃气轮机1中,通过压缩机转子6旋转,从而压缩机2生成高压空气。高压空气被导向燃烧器3并与燃料一起燃烧,从而生成高温高压的燃烧气体。接着,当燃烧气体被导向涡轮5时,燃烧气体与涡轮动叶片14以及涡轮静叶片16依次碰撞,从而对涡轮转子12(燃气轮机转子18)赋予动能。燃气轮机转子18利用这样赋予的动能,绕轴线As旋转。燃气轮机转子18的旋转向与燃气轮机转子18的轴端连结的发电机20传递,并用于发电等。

[0044] 图2是将图1的燃烧器3与周边结构一起示出的剖视图。燃烧器3具有:外筒21,其支承于燃气轮机壳体19;燃料嘴22,其支承于外筒21,且能够供给燃料;旋流器支承筒23,其从外侧覆盖燃料嘴22;以及筒体24(燃烧筒),其连接于旋流器支承筒23的下游侧。

[0045] 从燃料嘴22喷射出的燃料在旋流器支承筒内部与压缩空气混合,并向筒体24内供给。旋流器支承筒23具有以燃烧器轴线Ac为中心的圆筒状。燃烧器轴线Ac沿相对于轴线As(参照图1)交叉的方向延伸。轴线As与燃烧器轴线Ac的交叉角度设定为锐角(小于90度)。在旋流器支承筒23的下游侧的端部连接有筒体24。从燃料嘴22供给的燃料在筒体24内的燃烧区域与从压缩机2供给的压缩空气混合后进行燃烧,从而生成燃烧气体。燃烧气体经由筒体24而向涡轮5供给。

[0046] 需要说明的是,在以后的说明中使用的上游、下游、上游侧、下游侧等表现基于在筒体24的内侧流动的燃烧气体的流动方向。即,以上述的筒体24为基准将设置燃料嘴22的一侧称为上游侧,以燃料嘴22为基准将设置筒体24的一侧称为下游侧。另外,燃烧气体的流通方向是指沿着燃烧器轴线Ac方向的方向。并且,将在旋流器支承筒23内与筒体24内流动的燃烧气体流适当称为“主流”。

[0047] 图3是图2的区域L的放大图,图4是将图3的多个燃料嘴22沿着燃烧器轴线Ac从下游侧示出的示意图。燃烧器3所具备的多个燃料嘴22包括能够相互独立地控制的多个燃料嘴组。具体而言,多个燃料嘴22包括具有第一燃料供给系统30A的第一燃料嘴组32A以及具有第二燃料供给系统30B的第二燃料嘴组32B。在图3以及图4中,由附图标记22A表示属于第一燃料嘴组32A的燃料嘴22,由附图标记22B表示属于第二燃料嘴组32B的燃料嘴22。

[0048] 另外,在图3中,为了使图示容易理解,代表性示出与属于第一燃料嘴组32A的一个燃料嘴22连接的第一燃料供给系统30A以及与属于第二燃料嘴组32B的一个燃料嘴22连接的第二燃料供给系统30B(未在图3中图示的其他燃料嘴22只要没有特殊的记载,则具有与

在图3中图示的燃料嘴22相同的结构)。

[0049] 第一燃料供给系统30A具有与属于第一燃料嘴组32A的燃料嘴22A连接的第一燃料供给路34A以及设置于第一燃料供给路34A的第一燃料流量调整阀36A。第一燃料流量调整阀36A是能够通过调整开度从而调整经由第一燃料供给路34A向属于第一燃料嘴组32A的燃料嘴22A供给的燃料的流量的装置。第二燃料供给系统30B具有与属于第二燃料嘴组32B的燃料嘴22B连接的第二燃料供给路34B以及设置于第二燃料供给路34B的第二燃料流量调整阀36B。第二燃料流量调整阀36B是能够通过调整开度而调整经由第二燃料供给路34B向属于第二燃料嘴组32B的燃料嘴22B供给的燃料的流量的阀装置。

[0050] 第一燃料流量调整阀36A以及第二燃料流量调整阀36B的开度能够根据来自未图示的控制单元的控制信号而相互独立地控制。由此,属于第一燃料嘴组32A的燃料嘴22A以及属于第二燃料嘴组32B的燃料嘴22B构成为能够独立地控制燃料供给量。由此,例如在燃气轮机1的输出比额定输出小的部分负载运转时,通过使属于第一燃料嘴组32A的燃料嘴22A的燃料供给量与属于第二燃料嘴组32B的燃料嘴22B的燃料供给量互不相同,从而能够防止在部分负载运转时容易产生的燃烧振动。在本实施方式中,在部分负载运转时,属于第一燃料嘴组32A的燃料嘴22A的燃料供给量被控制为比属于第二燃料嘴组32B的燃料嘴22B的燃料供给量多。

[0051] 属于第一燃料嘴组32A的燃料嘴22A的数量与属于第二燃料嘴组32B的燃料嘴22B的数量也可以设定为互不相同。如图4所示那样,本实施方式的燃烧器3总共具备8个燃料嘴22,8个燃料嘴22中的5个属于第一燃料嘴组32A,剩余的3个属于第二燃料嘴组32B。在部分负载运转时,如前述那样,属于第一燃料嘴组32A的燃料嘴22A的燃料供给量以及属于第二燃料嘴组32B的燃料嘴22B的燃料供给量被控制为互不相同,但通过像这样使属于第一燃料嘴组32A的燃料嘴22A的数量与属于第二燃料嘴组32B的燃料嘴22B的数量互不相同,从而能够更有效地防止燃烧振动。

[0052] 在此本实施方式的燃烧器3在位于燃料嘴22的下游侧的筒体24的内周面设置后述的第一节流部40,但首先作为比较例,对不具有第一节流部40的比较例进行说明。图5是示意性示出在比较例的燃烧器3'中在部分负载运转时形成于筒体24内的火焰的剖视图,图6是示出图5的虚线上的温度以及一氧化碳的浓度的分布的图(图6的上方示出沿着图5的虚线A的温度以及一氧化碳的浓度的分布,图6的下方示出沿着图5的虚线B的温度以及一氧化碳的浓度的分布)。

[0053] 在筒体24的内部,通过从配置于比燃烧区域靠上游侧的位置的燃料嘴22供给的燃料的燃烧而形成火焰。在图5中,分别示出由属于第一燃料嘴组32A的燃料嘴22A形成的第一火焰38A'以及由属于第二燃料嘴组32B的燃料嘴22B形成的第二火焰38B'。在部分负载运转时,如前述那样,为了防止燃烧振动的产生,属于第一燃料嘴组32A的燃料嘴22A的燃料供给量被控制为比属于第二燃料嘴组32B的燃料嘴22B的燃料供给量多。因此,对于第一火焰38A'而言,燃烧气体的温度比较高,从筒体24的上游侧端部起在距离 $L1'$ 的范围内形成。另外,燃烧气体所包含的一氧化碳的浓度在与距离 $L1'$ 对应的筒体24的比较上游侧示出峰值,且随着趋向下游侧而减小,从而在筒体24的下游侧端部 L_{end} 满足基准值。这表示,在与第一燃料嘴组32A对应的第一火焰38A'中燃烧气体的温度充分高,因此由燃烧产生的一氧化碳在通过筒体24的燃烧区域时,被充分氧化从而化学反应为二氧化碳,并被消耗。

[0054] 另一方面,对于第二火焰38B'而言,燃烧气体的温度比较低,在距离L2'的较宽范围内形成到比第一火焰38A'靠下游侧的位置($L2' > L1'$)。另外,燃烧气体所包含的一氧化碳的浓度在与距离L2'对应的筒体24的比较下游侧示出峰值,在筒体24的下游侧端部 L_{end} 也示出超过基准值的较高值。因此,为了将下游侧端部 L_{end} 的一氧化碳的浓度抑制为基准值以下,必须使部分负载运转时的负载比较大,难以得到良好的关小(turn down)性能(低负载运转性能)。

[0055] 这样的课题如以下说明的那样,能够通过位于燃料嘴22的下游侧的筒体24的内周面设置第一节流部40而消除。图7是示意性示出在本发明的几个实施方式的燃烧器3中在部分负载运转时形成于筒体24内的火焰的剖视图,图8是从侧方示出图7的第一节流部40的放大图,图9是将图7的第一节流部40以单体提取而示出的立体图,图10是示出与图7对应的温度以及一氧化碳的浓度的分布的图。

[0056] 燃烧器3具有以与第一燃料嘴组32A以及第二燃料嘴组32B中的一方对应的方式沿着周向延伸的第一节流部40。在本实施方式中,第一节流部40以与在部分负载运转时被控制为燃料供给量较少的第二燃料嘴组32B对应的方式设置。在图4所示的例子中,在沿着燃烧器轴线Ac从下游侧观察的情况下,在与属于第二燃料嘴组32B的各燃料嘴22B的配置区域重叠的范围设置有第一节流部40。由此,构成为由从属于第二燃料嘴组32B的各燃料嘴22B供给的燃料的燃烧产生的燃烧气体的至少一部分与第一节流部40触碰。

[0057] 需要说明的是,在筒体24的内部流动的燃烧气体具有绕燃烧器轴线Ac的回旋分量的情况下,也可以是,第一节流部40的范围相对于属于第二燃料嘴组32B的各燃料嘴22B的配置区域具有规定的相位差地设置。

[0058] 第一节流部40形成为从筒体24的内周面朝向径向内侧突出。具体说明的话,如图8所示那样,第一节流部40具有相对于燃烧器轴线Ac倾斜地形成的接受面42,以接受在筒体24的内部从上游侧朝向下流侧流动的燃烧气体。这样的燃烧器3通过具有第一节流部40,从而由来自属于第二燃料嘴组32B的燃料嘴22B的燃料产生的燃烧气体被第一节流部40的接受面42朝向温度比较高的筒体24的径向内侧偏向。

[0059] 由此,如图10所示那样,由来自属于第二燃料嘴组32B的燃料嘴22B的燃料产生的燃烧气体的温度在与第一节流部40对应的位置L2上升。由此,与参照图5以及图6前述的比较例的情况相比第二火焰38B的形成范围减小(向上游侧移动),燃烧气体所包含的一氧化碳的消耗被促进。由此,筒体24的下游侧端部 L_{end} 的一氧化碳的浓度减小。其结果是,能够在将下游侧端部 L_{end} 的一氧化碳的浓度抑制为基准值以下的同时进行运转的负载区域扩大,因此与比较例相比能够提高关小性能(低负载运转性能)。

[0060] 另外,第一节流部40如图4以及图9所示那样沿着周向局部地延伸。即,第一节流部40具有非对称的结构,因此能够适当抑制在部分负载运转时容易产生的燃烧振动。

[0061] 另外,也可以是,第一节流部40包括沿着周向隔开间隔地配置的多个节流零件40a。第一节流部40由于接受在筒体24的内部流动的燃烧气体而温度上升,因此被供给作为冷却用介质的冷却空气44(参照图7)。在此冷却空气44利用从压缩机2供给的压缩空气的一部分,因此当冷却空气44增加时,用于与来自燃料嘴22的燃料混合从而生成燃烧气体的压缩空气减少,NOx排出量有可能增加。于是,在本实施方式中,将第一节流部40分割为多个节流零件40a而构成,从而能够使第一节流部40所具有的热容量下降,并以较少的冷却空气44

抑制第一节流部40的温度上升。由此,能够充分确保用于与来自燃料嘴22的燃料混合从而生成燃烧气体的压缩空气,并抑制NO_x排出量。

[0062] 这些多个节流零件40a在如图4那样从轴向观察时配置于沿着周向相邻的燃料嘴22B之间。这样的位置相比于与燃料嘴22B重叠的位置,燃烧气体的温度容易变低,因此通过利用第一节流部40使径向内侧的高温气体以及燃料嘴中央部的高温气体向节流下游流动,能够有效地促进燃烧气体的温度上升。

[0063] 另外,也可以是,这些多个节流零件40a如图9所示那样由沿着周向延伸的连结构件40b相互连结从而一体地构成。由此,第一节流部40相对于筒体24的内周面的安装作业变得容易。

[0064] 在此也可以是,构成第一节流部40的多个节流零件40a包括具有槽部41的带槽节流零件45。图11是示出包括带槽节流零件45的第一节流部40的一例的图,图12是将图11的带槽节流零件45从径向内侧与燃烧气体流一起示出的图。

[0065] 需要说明的是,在图11以及图12中,例示了第一节流部40由作为相互独立的构件(分体构件)的多个节流零件40a构成的情况,但也可以如图9那样多个节流零件40a由连结构件40b连结。另外,在图11中,示出了第一节流部40所具备的多个节流零件40a中的一部分构成为带槽节流零件45的情况,但多个节流零件40a中的带槽节流零件45的比例可以是任意的。另外,也可以将全部节流零件40a设为带槽节流零件45,也可以将全部节流零件45如前述的实施方式那样设为无槽节流零件。

[0066] 带槽节流零件45具有形成为从径向内侧缘部43朝向径向外侧延伸的槽部41。在本实施方式中,槽部41从径向内侧缘部43延伸到径向外侧缘部47,从而带槽节流零件45被分割为第一零件构件45a以及第二零件构件45b。通过像这样将带槽节流零件45构成为较小构件的组合,从而能够容易地进行向筒体的安装。

[0067] 需要说明的是,也可以是,槽部41构成为从径向内侧缘部43朝向径向外侧局部地切缺而成的(即,未到达径向外侧缘部47的)凹部。在该情况下,带槽节流零件45成为第一零件构件45a以及第二零件构件45b局部地连结的结构。

[0068] 当第一节流部40从上游侧接受的燃烧气体通过带槽节流零件45的槽部41时,如图12所示那样,在带槽节流零件45的下游侧形成旋涡46。该旋涡46在与筒体24的轴向垂直的截面中以在面内方向回旋的方式形成。在这样的旋涡46的作用下在筒体24的内部燃烧气体被搅拌,能够促进燃烧。

[0069] 需要说明的是,槽部41的形状、尺寸能够任意地设定,但当槽部41过大时,由前述的基于第一节流部40的燃烧气体向径向的偏向带来的燃烧促进效果减小,相反地当槽部41过小时,由利用槽部41形成的旋涡46带来的燃烧促进效果减小,因此优选考虑它们的平衡来决定。另外,槽部41的大小优选相对于多个燃料嘴22的周向上的配置间隔(间距)充分小,例如优选设定为节流高度以下。

[0070] 需要说明的是,槽部41设置于带槽节流零件45的沿着周向的大致中心位置。能够通过像这样设定槽部41的位置而使用于促进燃烧的旋涡46有效地产生。

[0071] 图13是图7的变形例,图14是将图13的第一节流部40以及第二节流部50透过性地示出的筒体24的侧视图,图15是将图13的多个燃料嘴22沿着燃烧器轴线Ac从下游侧示出的示意图,图16是示出与图13对应的温度以及一氧化碳的浓度的分布的图。

[0072] 本变形例的燃烧器3除了前述的第一节流部40以外,还具备第二节流部50。第二节流部50设置为以与第一燃料嘴组32A以及第二燃料嘴组32B中的另一方对应的方式沿着周向延伸。在本变形例中,第一节流部40与第二燃料嘴组32B对应地设置,因此第二节流部50与第一燃料嘴组32A对应地设置。即,与在燃烧器3的部分负载运转时被控制为燃料喷射量被较少的第二燃料嘴组32B对应的第一节流部40设置于比与在燃烧器3的部分负载运转时被控制为燃料喷射量较多的第一燃料嘴组32A对应的第二节流部50靠上游侧的位置。

[0073] 属于第二燃料嘴组32B的燃料嘴22B与属于第一燃料嘴组32A的燃料嘴22A相比燃料喷射量较少,因此如图13所示那样,第二火焰的形成范围达到较大范围,而且燃烧温度也比较低,因此与第一燃料嘴组32A侧相比一氧化碳容易产生。因此,通过将第二燃料嘴组32B对应的第一节流部40配置于比与第一燃料嘴组32A对应的第二节流部50靠上游侧的位置,从而能够在靠近燃料嘴的位置使内周面附近的燃烧气体朝向中央部流动。由此,能够更加促进第二燃料嘴组32B中的燃烧气体的燃烧,并有效地降低从燃烧气体排出的一氧化碳。

[0074] 第二节流部50具有与参照图8前述的第一节流部40大致相同的形状,且设置为从筒体24的内周面朝向径向内侧突出。由此,设置有第二节流部50的内周面的附近的燃烧气体朝向温度比较高的筒体24的径向内侧流动。其结果是,对于与另一侧的第一燃料嘴组32A对应的燃烧气体也促进燃烧,能够更有效地降低燃烧气体所包含的一氧化碳。在图16中,示出了在设置有第二节流部50的距离L3的附近,第一燃料嘴组32A中的燃烧气体温度进一步上升,并且燃烧气体所包含的一氧化碳浓度更加降低(需要说明的是,在图16中为了使图示容易理解,根据其他附图适当变更距离L1、L1'、L2、L2'、L3的相对的位置关系)。

[0075] 这样的第二节流部50与第一节流部40同样地在筒体24的内周面沿着周向局部地延伸,但如图13以及图14所示那样,通过设置于与第一节流部40互不相同的轴向位置,从而具有非对称的结构。因此,在除了第一节流部40以外还追加设置有第二节流部50的情况下,也能够有效地抑制部分负载运转时的燃烧振动。

[0076] 第一节流部40以及第二节流部50以使到筒体24的下游侧端部 L_{end} 的距离与燃烧气体所包含的CO的氧化速度之比相等的方式设置。具体说明的话,从筒体24的上游侧端部到第一节流部40的距离L2、属于与第一节流部40对应的第二燃料嘴组32B的燃料嘴22B中的CO的氧化速度V2、从筒体24的上游侧端部到第二节流部50的距离L3以及属于与第二节流部50对应的第一燃料嘴组32A的燃料嘴22A中的CO的氧化速度V1以满足下式的方式设计(在此当将筒体24的总长度设为L时,为 $L2''=L-L2, L3'=L-L3$)。

[0077] $L2''/V1=L3'/V2$

[0078] 通过将第一节流部40以及第二节流部50配置为这样的位置关系,从而能够有效地降低来自属于第一燃料嘴组32A以及第二燃料嘴组32B的各燃料嘴22的燃烧气体所包含的一氧化碳。

[0079] 另外,也可以是,第二节流部50与第一节流部40同样地包括沿着周向隔开间隔地配置的多个节流零件50a。通过像这样将第二节流部50分割为多个节流零件50a而构成,从而能够使第二节流部50所具有的热容量下降,并以较少的冷却空气44抑制第二节流部50的温度上升。由此,在第一燃料嘴组32A侧,也能够充分确保用于与来自燃料嘴22的燃料混合从而生成燃烧气体的压缩空气,并抑制NOx排出量。

[0080] 这些多个节流零件50a在如图15那样从轴向观察时配置于沿着周向相邻的燃料嘴

22A之间。这样的位置相比于与燃料嘴22A重叠的位置,燃烧气体的温度容易变低,因此通过利用第二节流部50使燃烧气体向径向内侧流动,能够有效地促进燃烧气体的温度上升。

[0081] 另外,也可以是,这些多个节流零件50a也还如图15所示那样由沿着周向延伸的连结构件50b相互连结从而一体地构成。由此,第二节流部50相对于筒体24的内周面的安装作业变得容易。

[0082] 在此也可以是,构成第二节流部50的多个节流零件50a包括具有槽部51的带槽节流零件55。图17是示出包括带槽节流零件55的第二节流部50的一例的图,图18是将图17的带槽节流零件55从径向内侧与燃烧气体流一起示出的图。

[0083] 需要说明的是,在图17以及图18中,例示了第二节流部50由作为相互独立的构件(分体构件)的多个节流零件50a构成的情况,但也可以如图15那样多个节流零件50a由连结构件50b连结。另外,在图17中,示出了第二节流部50所具备的多个节流零件50a中的一部分构成为带槽节流零件55的情况,但多个节流零件50a中的带槽节流零件55的比例可以是任意。另外,也可以将全部节流零件50a设为带槽节流零件55,也可以将全部节流零件55如前述的实施方式那样设为无槽节流零件。

[0084] 带槽节流零件55具有形成为从径向内侧缘部53朝向径向外侧延伸的槽部51。在本实施方式中,槽部51从径向内侧缘部53延伸到径向外侧缘部57,从而带槽节流零件55被分割为第一零件构件55a以及第二零件构件55b。通过像这样将带槽节流零件55构成为较小构件的组合,从而能够容易地进行向筒体的安装。

[0085] 需要说明的是,也可以是,槽部51构成为从径向内侧缘部53朝向径向外侧局部地切缺而成的(即,未到达径向外侧缘部57的)凹部。在该情况下,带槽节流零件55成为第一零件构件55a以及第二零件构件55b局部地连结的结构。

[0086] 当第二节流部50从上游侧接受的燃烧气体通过带槽节流零件55的槽部51时,如图18所示那样,在带槽节流零件55的下游侧形成旋涡56。该旋涡56在与筒体24的轴向垂直的截面中以在面内方向回旋的方式形成。在这样的旋涡56的作用下在筒体24的内部燃烧气体被搅拌,能够促进燃烧。

[0087] 需要说明的是,槽部51的形状、尺寸能够任意设定,但当槽部51过大时,由前述的基于第二节流部50的燃烧气体向径向的偏向带来的燃烧促进效果减小,相反地当槽部51过小时,由利用槽部51形成的旋涡56带来的燃烧促进效果减小,因此优选考虑它们的平衡来决定。另外,槽部51的大小优选相对于多个燃料嘴22的周向上的配置间隔(间距)充分小,例如优选设定为节流高度以下。

[0088] 需要说明的是,槽部51设置于带槽节流零件55的沿着周向的大致中心位置。能够通过像这样设定槽部51的位置而使用于促进燃烧的旋涡56有效地产生。

[0089] 如以上说明的那样,根据上述的各实施方式,能够提供能够在部分负载运转时防止燃烧振动的同时适当抑制一氧化碳的产生的燃气轮机1的燃烧器3。

[0090] 除此之外,在不脱离本发明的主旨的范围内,能够适当将上述的实施方式中的构成要素置换为周知的构成要素,另外,也可以适当组合上述的实施方式。

[0091] 上述各实施方式所述的内容例如如下那样掌握。

[0092] (1)一方案的燃气轮机的燃烧器具备:

[0093] 第一燃料嘴组及第二燃料嘴组,它们分别包括能够供给燃料的燃料嘴,且具有能

够相互独立地控制的燃料供给系统；

[0094] 筒体,其在内侧形成能够供由所述燃料的燃烧生成的燃烧气体流通的燃烧区域；
以及

[0095] 第一节流部,其以与所述第一燃料嘴组以及所述第二燃料嘴组中的一方对应的方式沿着周向局部地延伸,且从所述筒体的内周面朝向径向内侧突出。

[0096] 根据上述(1)的方案,在筒体的内周面上,以与第一燃料嘴组以及第二燃料嘴组中的一方对应的方式设置朝向径向内侧突出的第一节流部。由此,设置有第一节流部的内周面的附近的燃烧气体朝向温度比较高的筒体的径向内侧偏向,从而促进燃烧,并有效地降低一氧化碳。另外,第一节流部具有沿着周向局部地延伸的非对称的结构,因此在部分负载运转时也不易产生燃烧振动。这样,能够实现能够在部分负载运转时防止燃烧振动的同时适当抑制一氧化碳的产生的燃气轮机的燃烧器。

[0097] (2)在其他方案中,在上述(1)的方案的基础上,

[0098] 所述第一节流部包括沿着周向隔开间隔地配置的多个节流零件。

[0099] 根据上述(2)的方案,第一节流部构成为包括多个节流零件。第一节流部在使燃烧气体偏向时,有时为了抑制由从燃烧气体接受的热量引起的温度上升,而被供给冷却空气。在本方案中,将第一节流部分割为多个节流零件而构成,从而能够使第一节流部所具有的热容量下降,并以较少的冷却空气有效地抑制温度上升。

[0100] (3)在其他方案中,在上述(2)的方案的基础上,

[0101] 所述多个节流零件在从轴向观察时配置于沿着周向相邻的所述燃料嘴之间。

[0102] 根据上述(3)的方案,构成第一节流部的多个节流零件在从轴向观察时配置于沿着周向相邻的燃料嘴之间。这样的位置相比于与燃料嘴重叠的位置,温度比较低,因此在抑制第一节流部的温度上升方面有效。

[0103] (4)在其他方案中,在上述(2)或(3)的方案的基础上,

[0104] 所述多个节流零件由沿着周向延伸的连结构件相互连结。

[0105] 根据上述(4)的方案,构成第一节流部的多个节流零件由沿着周向延伸的连结构件相互连结从而一体地构成。由此,第一节流部相对于筒体的内周面的安装作业变得容易。

[0106] (5)在其他方案中,在上述(1)至(4)中任一方案的基础上,

[0107] 所述多个节流零件包括具有从所述节流零件的径向内侧缘部朝向径向外侧形成的槽部的带槽节流零件。

[0108] 根据上述(5)的方案,第一零件构件所具备的多个节流零件的至少一部分构成为带槽节流零件。带槽节流零件具有从径向内侧缘部朝向径向外侧形成的槽部。槽部在节流零件所接受的燃烧气体通过时,在节流零件的下游侧形成旋涡,从而能够有效地促进燃烧。

[0109] (6)在其他方案中,在上述(5)的方案的基础上,

[0110] 所述带槽节流零件具备由所述槽部相互分割而成的第一零件构件以及第二零件构件。

[0111] 根据上述(6)的方案,带槽节流零件具有第一零件构件与第二零件构件由槽部相互分割而成的结构。通过像这样将带槽节流零件构成为较小构件的组合,从而能够容易地进行向筒体的安装。另外,能够在第一零件构件与第二零件构件之间形成充分的槽部,因此能够增大由槽部形成的旋涡,能够更加促进燃烧。

[0112] (7) 在其他方案中,在上述(5)或(6)的方案的基础上,

[0113] 所述槽部设置于所述带槽节流零件的沿着周向的大致中心位置。

[0114] 根据上述(7)的方案,在带槽节流零件中,在带槽节流零件的沿着周向的大致中心位置设置槽部,从而能够使用于促进燃烧的旋涡有效地产生。

[0115] (8) 在其他方案中,在上述(1)至(7)中任一方案的基础上,

[0116] 所述燃气轮机的燃烧器还具备第二节流部,所述第二节流部以与所述第一燃料嘴组以及所述第二燃料嘴组中的另一方对应的方式沿着周向局部地延伸,且从所述筒体的内周面朝向径向内侧突出,

[0117] 所述第一节流部以及所述第二节流部设置于互不相同的轴向位置。

[0118] 根据上述(8)的方案,除了前述的第一节流部以外,还设置与第一燃料嘴组以及第二燃料嘴组中的另一方对应的第二节流部。第二节流部与第一节流部同样地,构成为朝向径向内侧突出,从而在设置有第二节流部的筒体的内周面的附近使燃烧气体向径向内侧偏向。由此,在另一侧也促进燃烧气体的燃烧,能够有效地降低一氧化碳。另外,第二节流部在与第一节流部互不相同的轴向位置上具有沿着周向局部地延伸的非对称的结构。因此,在除了第一节流部以外还追加设置有第二节流部的情况下,也能够有效地抑制部分负载运转时的燃烧振动。

[0119] (9) 在其他方案中,在上述(8)的方案的基础上,

[0120] 所述第二节流部包括沿着周向隔开间隔地配置的多个节流零件。

[0121] 根据上述(9)的方案,第二节流部构成为包括多个节流零件。第二节流部与前述的第一节流部同样地,为了抑制由接受在筒体的内部流动的燃烧气体引起的温度上升,而被供给冷却空气。在本方案中,将第二节流部分割为多个节流零件而构成,从而能够使第二节流部所具有的热容量下降,并以较少的冷却空气有效地抑制温度上升。

[0122] (10) 在其他方案中,在上述(9)的方案的基础上,

[0123] 所述多个节流零件在从轴向观察时配置于沿着周向相邻的燃料嘴之间。

[0124] 根据上述(10)的方案,构成第二节流部的多个节流零件也还与前述的第一节流部同样地,从轴向观察时配置于沿着周向相邻的燃料嘴之间。这样的位置相比于与燃料嘴重叠的位置,温度比较低,因此在抑制第二节流部的温度上升方面有效。

[0125] (11) 在其他方案中,在上述(9)或(10)的方案的基础上,

[0126] 所述多个节流零件由沿着周向延伸的连结构件相互连结。

[0127] 根据上述(11)的方案,构成第二节流部的多个节流零件也还与前述的第一节流部同样地由沿着周向延伸的连结构件相互连结从而一体地构成。由此,第二节流部相对于筒体的内周面的安装作业变得容易。

[0128] (12) 在其他方案中,在上述(9)至(11)中任一方案的基础上,

[0129] 所述多个节流零件包括具有从所述节流零件的径向内侧缘部朝向径向外侧形成的槽部的带槽节流零件。

[0130] 根据上述(12)的方案,第二零件构件所具备的多个节流零件的至少一部分构成为带槽节流零件。带槽节流零件具有从径向内侧缘部朝向径向外侧形成的槽部。槽部在节流零件所接受的燃烧气体通过时,在节流零件的下游侧形成旋涡,从而能够有效地促进燃烧。

[0131] (13) 在其他方案中,在上述(12)的方案的基础上,

[0132] 所述带槽节流零件具备由所述槽部相互分割而成的第一零件构件以及第二零件构件。

[0133] 根据上述(13)的方案,带槽节流零件具有第一零件构件与第二零件构件由槽部相互分割而成的结构。通过像这样将带槽节流零件构成为较小构件的组合,从而能够容易地进行向筒体的安装。另外,能够在第一零件构件与第二零件构件之间形成充分的槽部,因此能够增大由槽部形成的旋涡,能够更加促进燃烧。

[0134] (14)在其他方案中,在上述(12)或(13)的方案的基础上,

[0135] 所述槽部设置于所述带槽节流零件的沿着周向的大致中心位置。

[0136] 根据上述(14)的方案,在带槽节流零件中,在带槽节流零件的沿着周向的大致中心位置设置槽部,从而能够使用于促进燃烧的旋涡有效地产生。

[0137] (15)在其他方案中,在上述(8)至(14)中任一方案的基础上,

[0138] 所述第一燃料嘴组所包含的所述燃料嘴在部分负载运转时被控制为与所述第二燃料嘴组所包含的所述燃料嘴相比燃料喷射量较多,

[0139] 所述第一节流部以与所述第二燃料嘴组对应的方式设置,

[0140] 所述第二节流部以与所述第一燃料嘴组对应的方式设置,

[0141] 所述第一节流部设置于比所述第二节流部靠上游侧的位置。

[0142] 根据上述(15)的方案,与第二燃料嘴组对应的第一节流部设置于比与第一燃料嘴组对应的第二节流部靠上游侧的位置。属于第二燃料嘴组的燃料嘴与属于第一燃料嘴组的燃料嘴相比燃料喷射量较少,因此火焰的形成范围达到较宽范围,燃烧温度也比较低,因此与属于第一燃料嘴组的燃烧嘴相比一氧化碳容易产生。因此,通过将第二燃料嘴组对应的第一节流部配置于比与第一燃料嘴组对应的第二节流部靠上游侧的位置,从而在靠近燃料嘴的位置使内周面附近的燃烧气体偏向中央部并促进燃烧,能够降低一氧化碳。

[0143] (16)在其他方案中,在上述(8)至(15)中任一方案的基础上,

[0144] 所述第一节流部以及所述第二节流部以使距所述筒体的上游侧端部的距离与所述燃烧气体所包含的CO的氧化速度之比相等的方式设置。

[0145] 根据上述(16)的方案,将第一节流部以及第二节流部配置为这样的位置关系,从而能够有效地降低来自属于第一燃料嘴组以及第二燃料嘴组的各燃料嘴的燃烧气体所包含的一氧化碳。

[0146] (17)一方案的燃气轮机具备上述(1)至(16)中任一方案的燃烧器。

[0147] 根据上述(17)的方案,通过具备上述结构的燃烧器,从而能够实现能够在部分负载运转时防止燃烧振动的同时适当抑制一氧化碳的产生的燃气轮机。

[0148] 附图标记说明

- | | | |
|--------|---|--------|
| [0149] | 1 | 燃气轮机 |
| [0150] | 2 | 压缩机 |
| [0151] | 3 | 燃烧器 |
| [0152] | 5 | 涡轮 |
| [0153] | 6 | 压缩机转子 |
| [0154] | 7 | 压缩机壳体 |
| [0155] | 8 | 压缩机动叶片 |

[0156]	9	压缩机动叶片级
[0157]	10	压缩机静叶片
[0158]	11	压缩机静叶片级
[0159]	12	涡轮转子
[0160]	13	涡轮壳体
[0161]	14	涡轮动叶片
[0162]	15	涡轮动叶片级
[0163]	16	涡轮静叶片
[0164]	17	涡轮静叶片级
[0165]	18	燃气轮机转子
[0166]	19	燃气轮机壳体
[0167]	20	发电机
[0168]	21	外筒
[0169]	22	燃料嘴
[0170]	23	旋流器支承筒
[0171]	24	筒体
[0172]	30A	第一燃料供给系统
[0173]	30B	第二燃料供给系统
[0174]	32A	第一燃料嘴组
[0175]	32B	第二燃料嘴组
[0176]	34A	第一燃料供给路
[0177]	34B	第二燃料供给路
[0178]	36A	第一燃料流量调整阀
[0179]	36B	第二燃料流量调整阀
[0180]	38A	第一火焰
[0181]	38B	第二火焰
[0182]	40	第一节流部
[0183]	40a	节流零件
[0184]	40b	连结构件
[0185]	41	槽部
[0186]	43	径向内侧缘部
[0187]	45	带槽节流零件
[0188]	45a	第一零件构件
[0189]	45b	第二零件构件
[0190]	46	旋涡
[0191]	47	径向外侧缘部
[0192]	50	第二节流部
[0193]	50a	节流零件
[0194]	50b	连结构件

[0195]	51	槽部
[0196]	53	径向内侧缘部
[0197]	55	带槽节流零件
[0198]	55a	第一零件构件
[0199]	55b	第二零件构件
[0200]	56	旋涡
[0201]	57	径向外侧缘部。

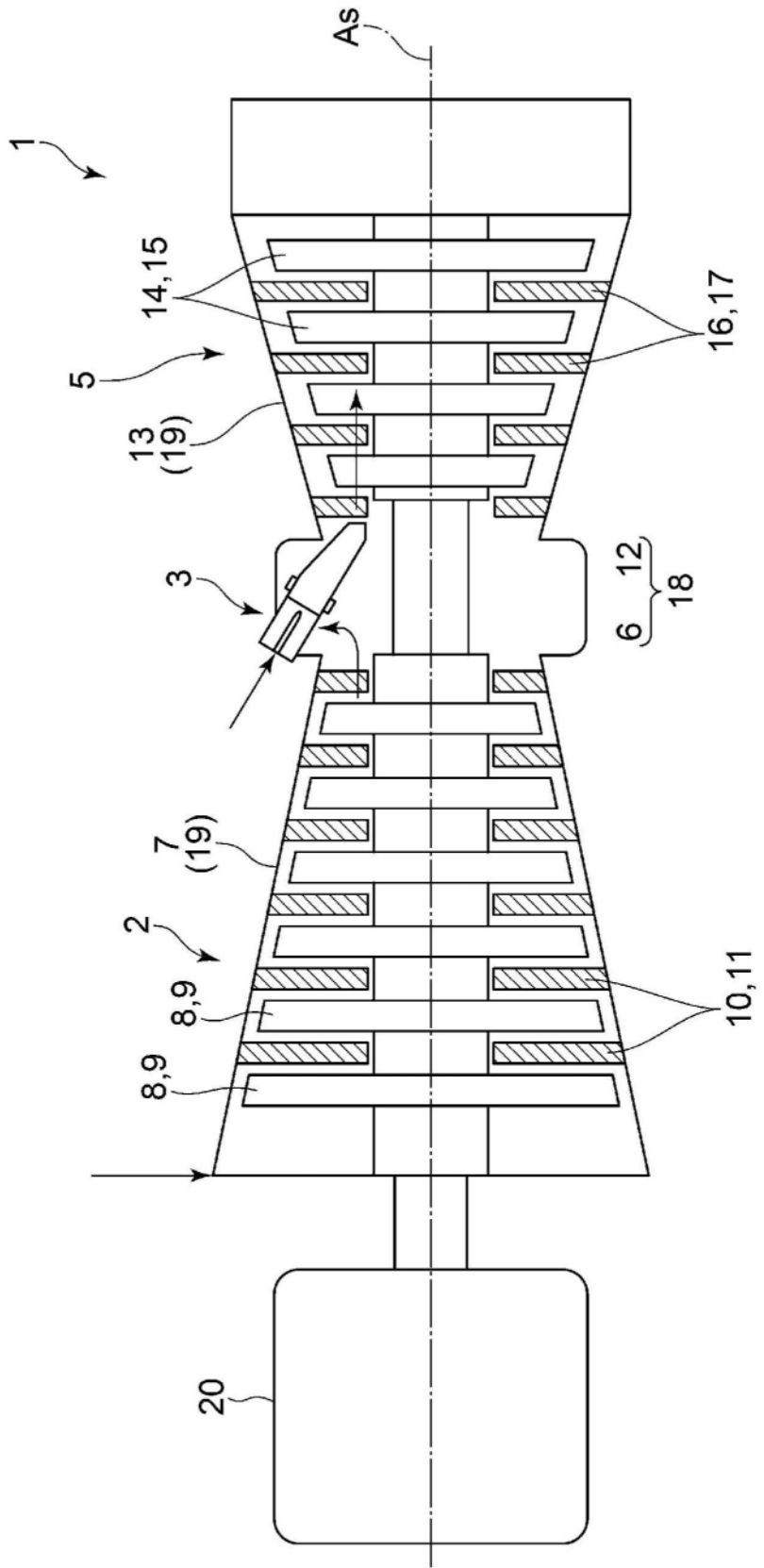


图1

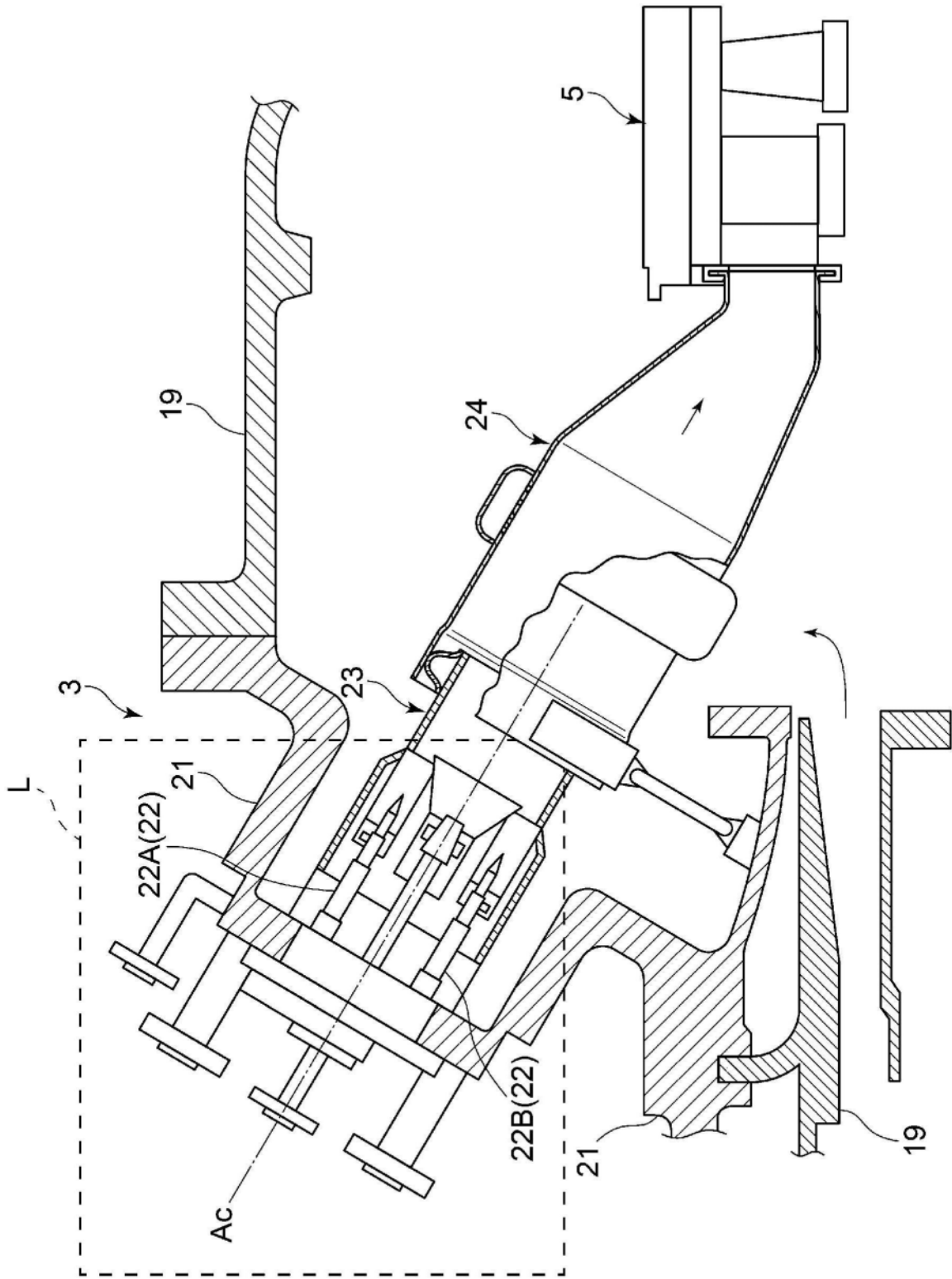


图2

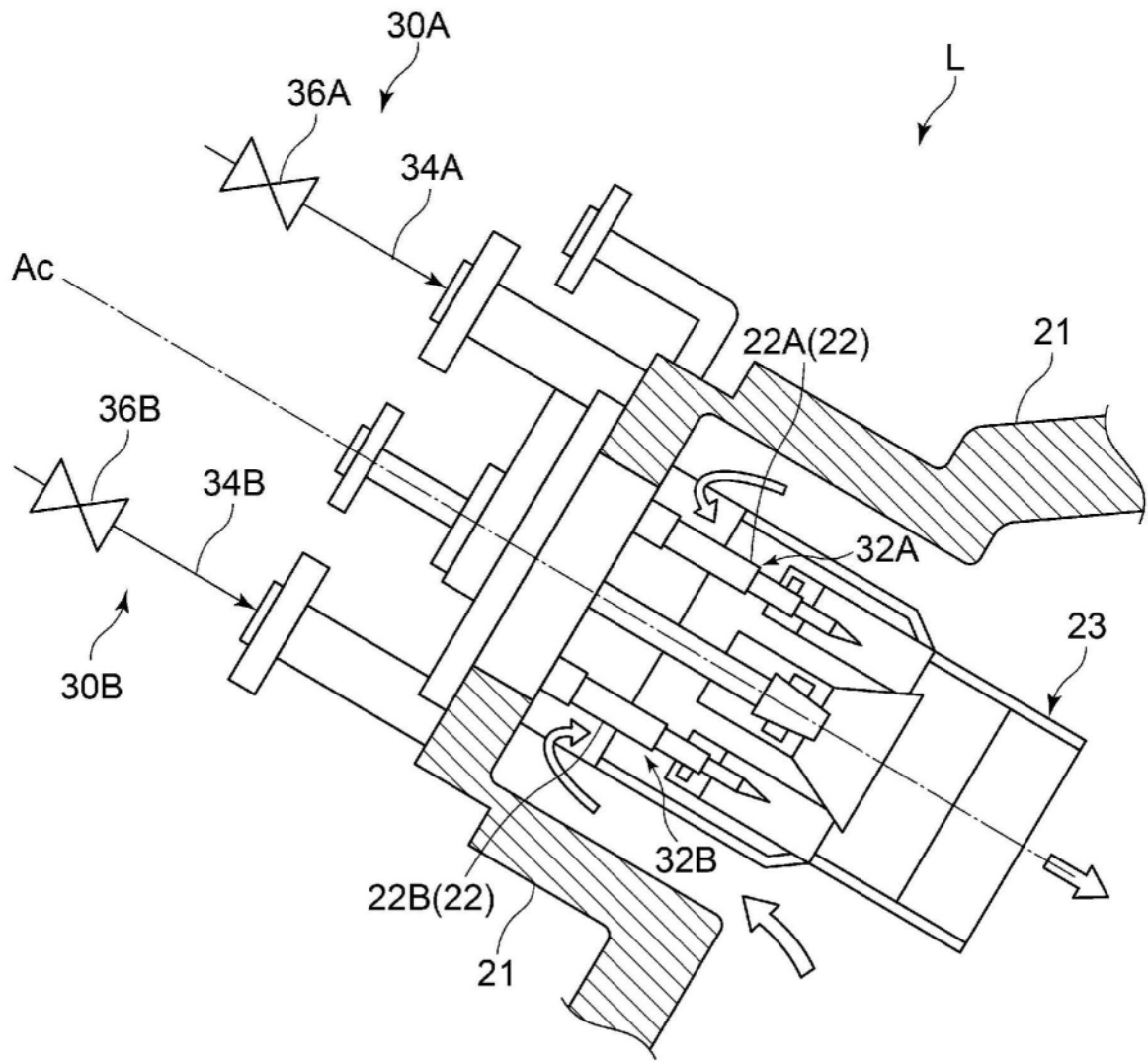


图3

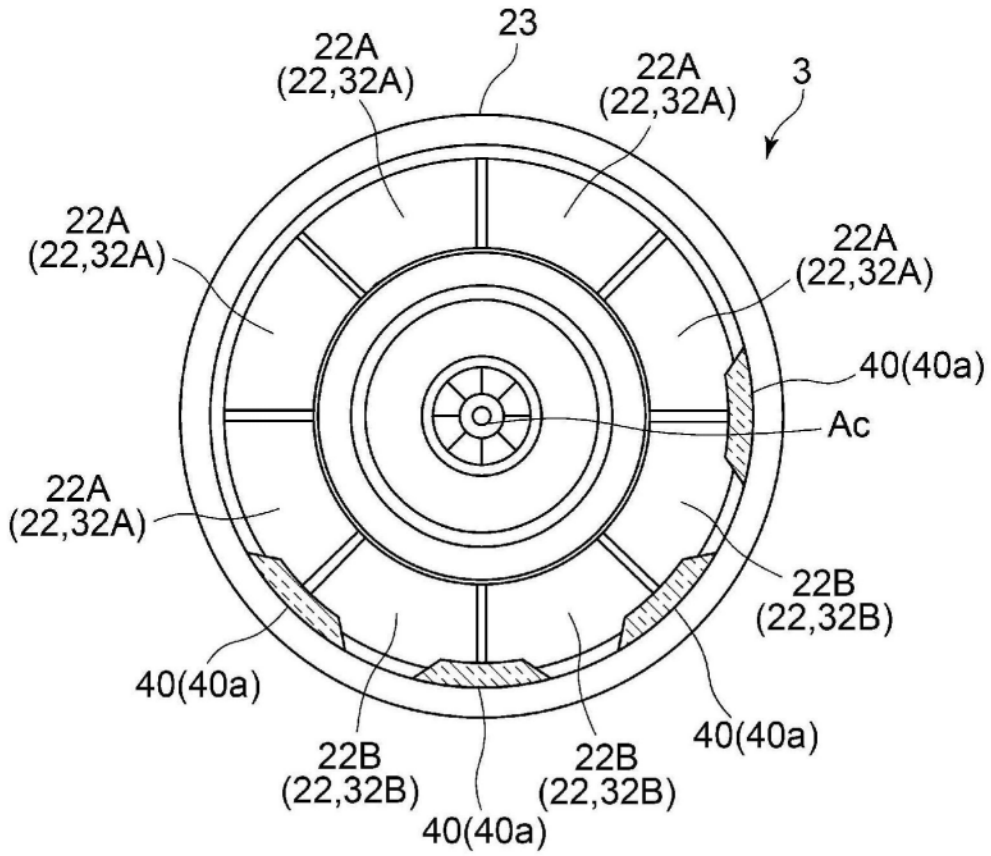


图4

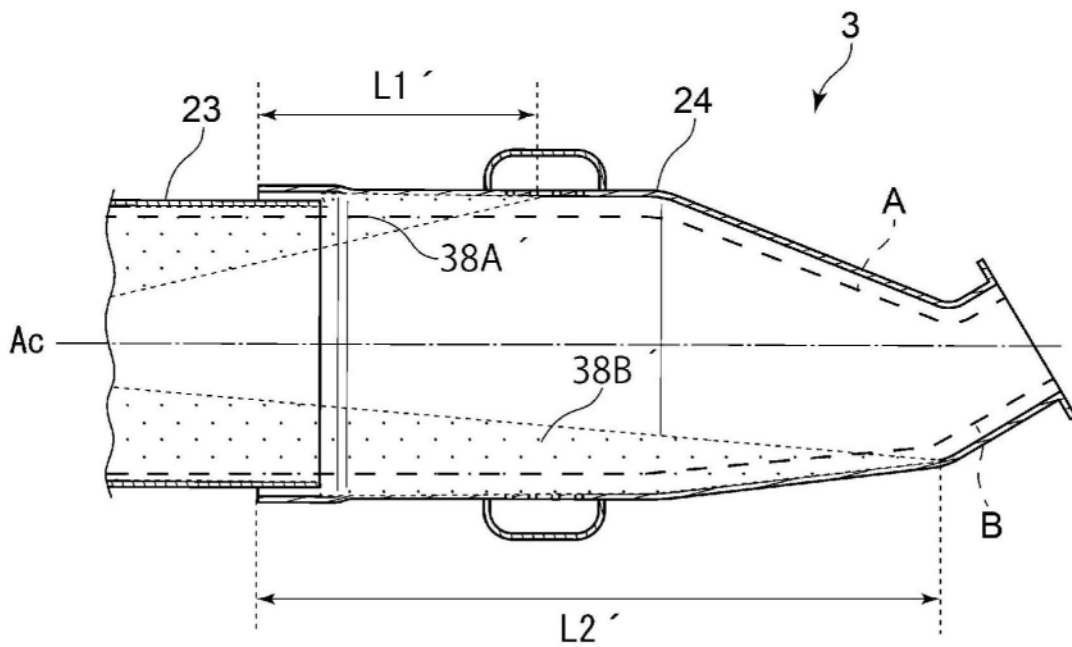


图5

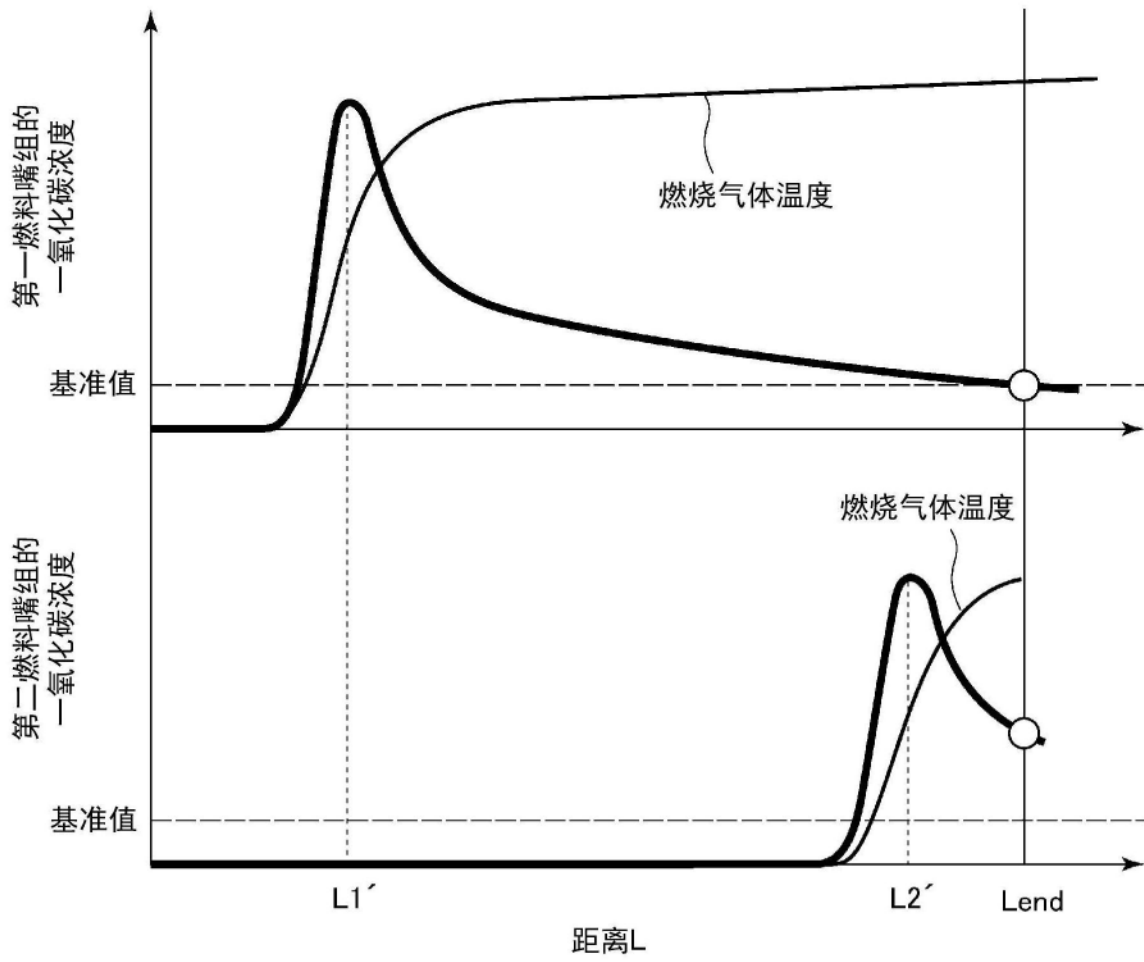


图6

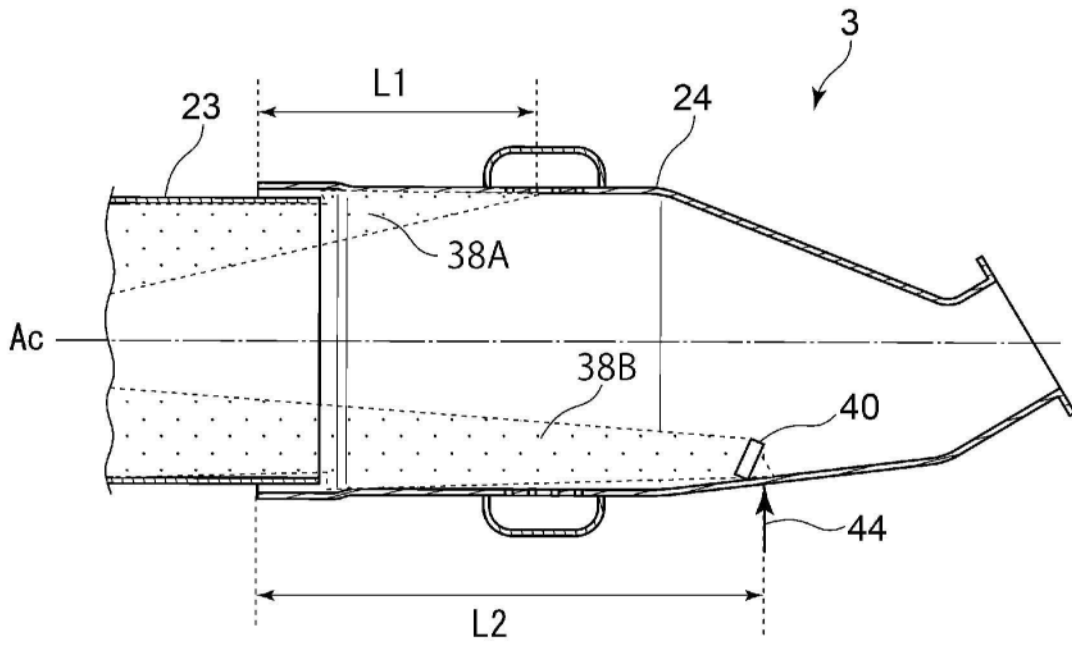


图7

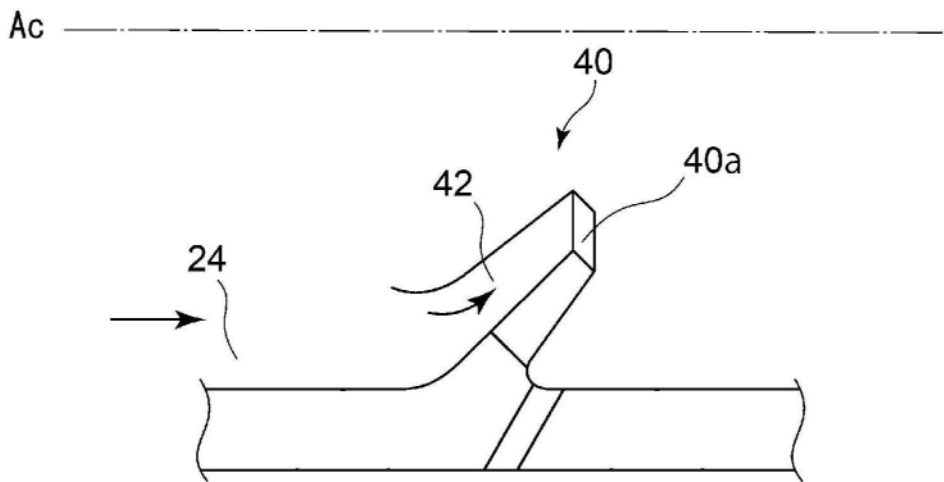


图8

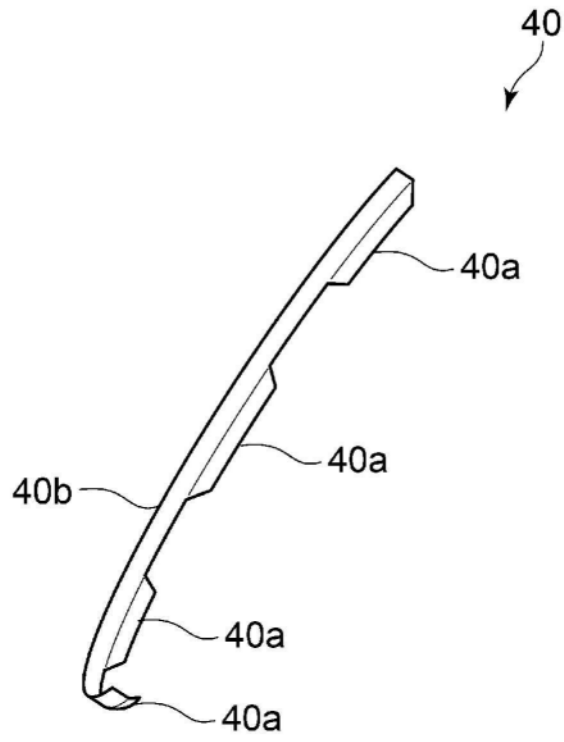


图9

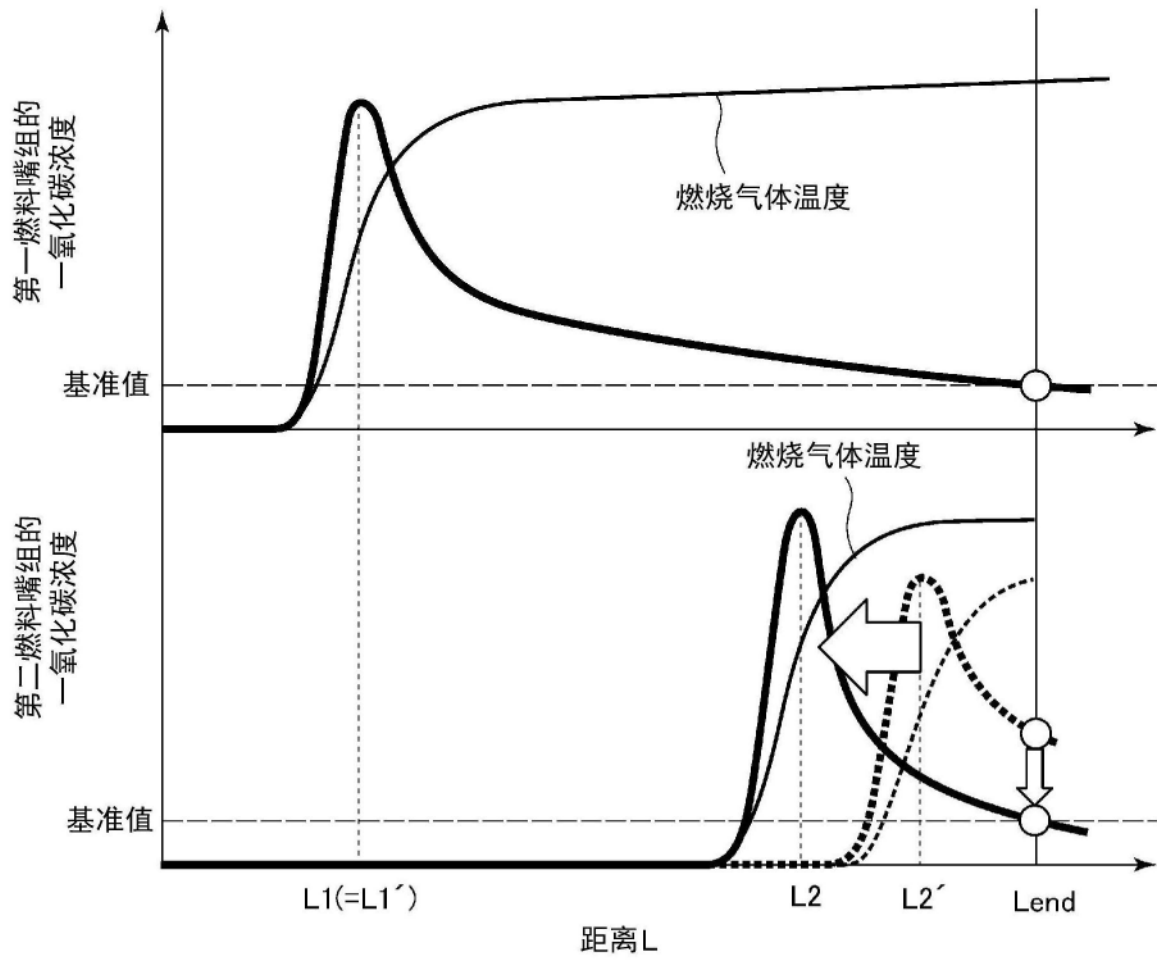


图10

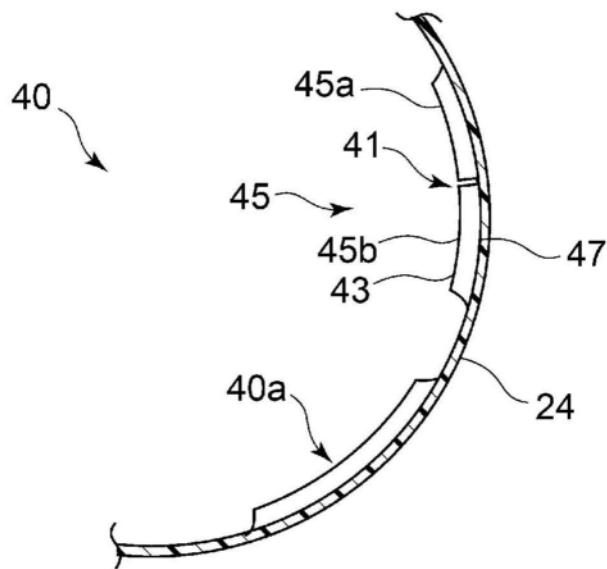


图11

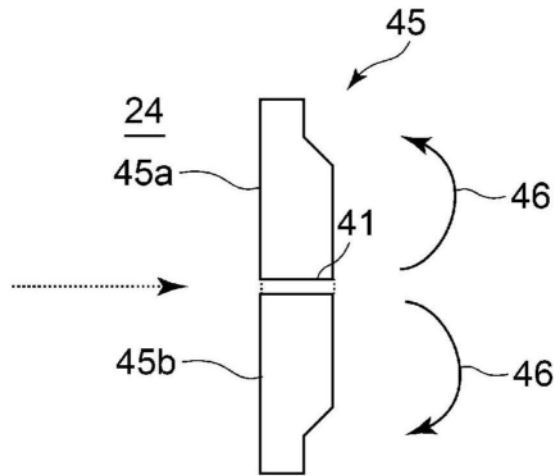


图12

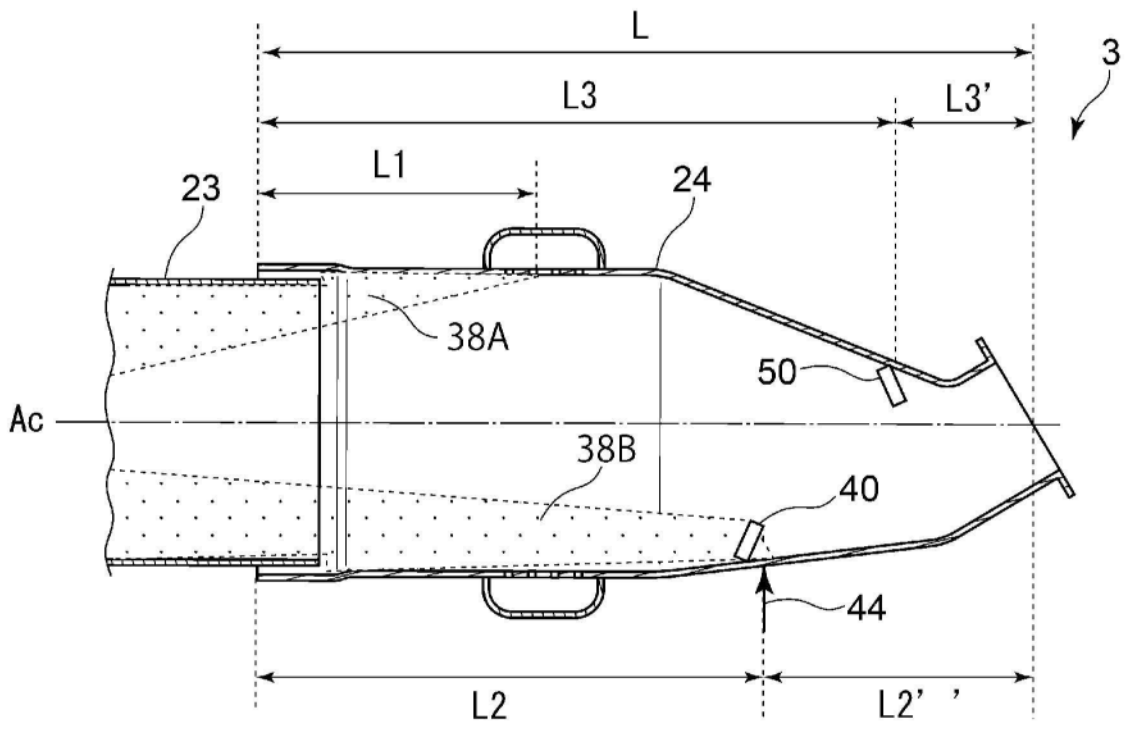


图13

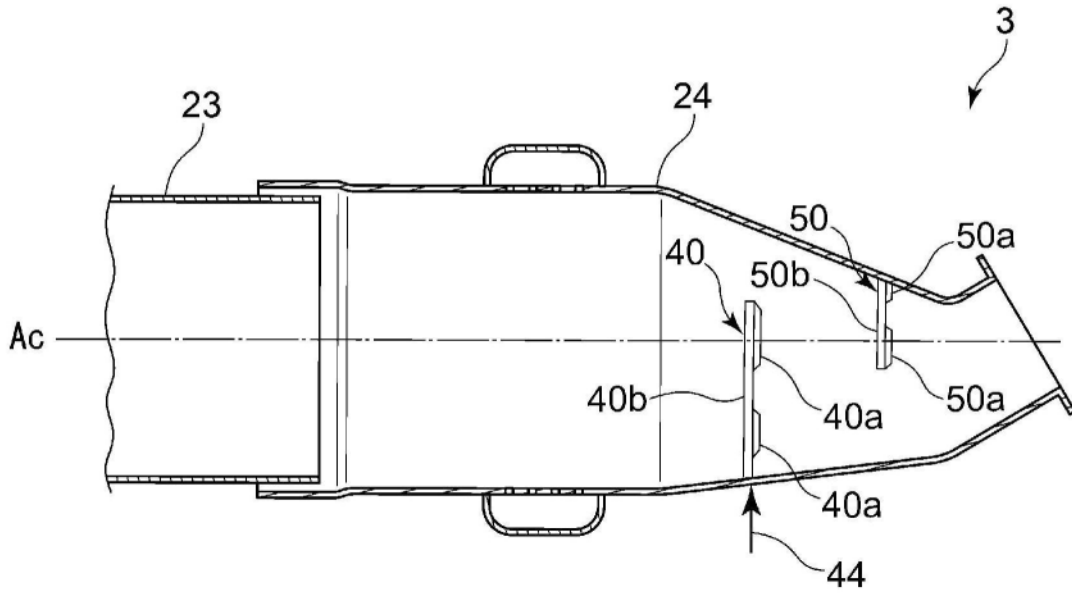


图14

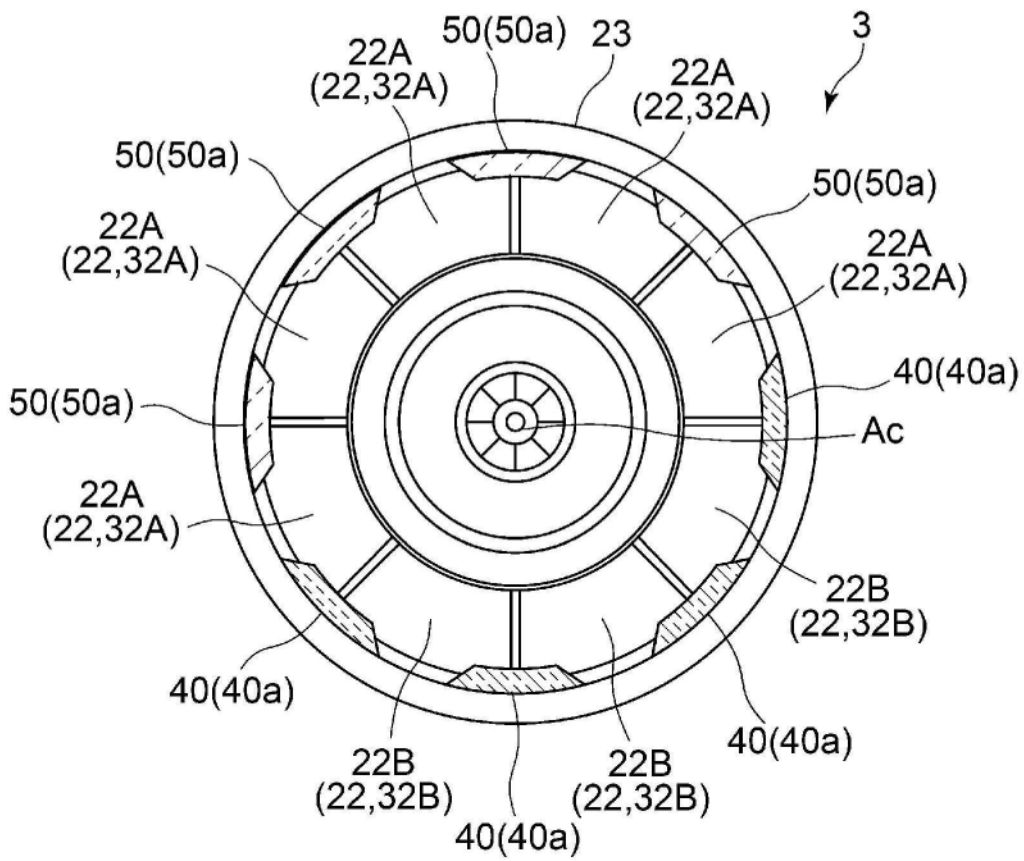


图15

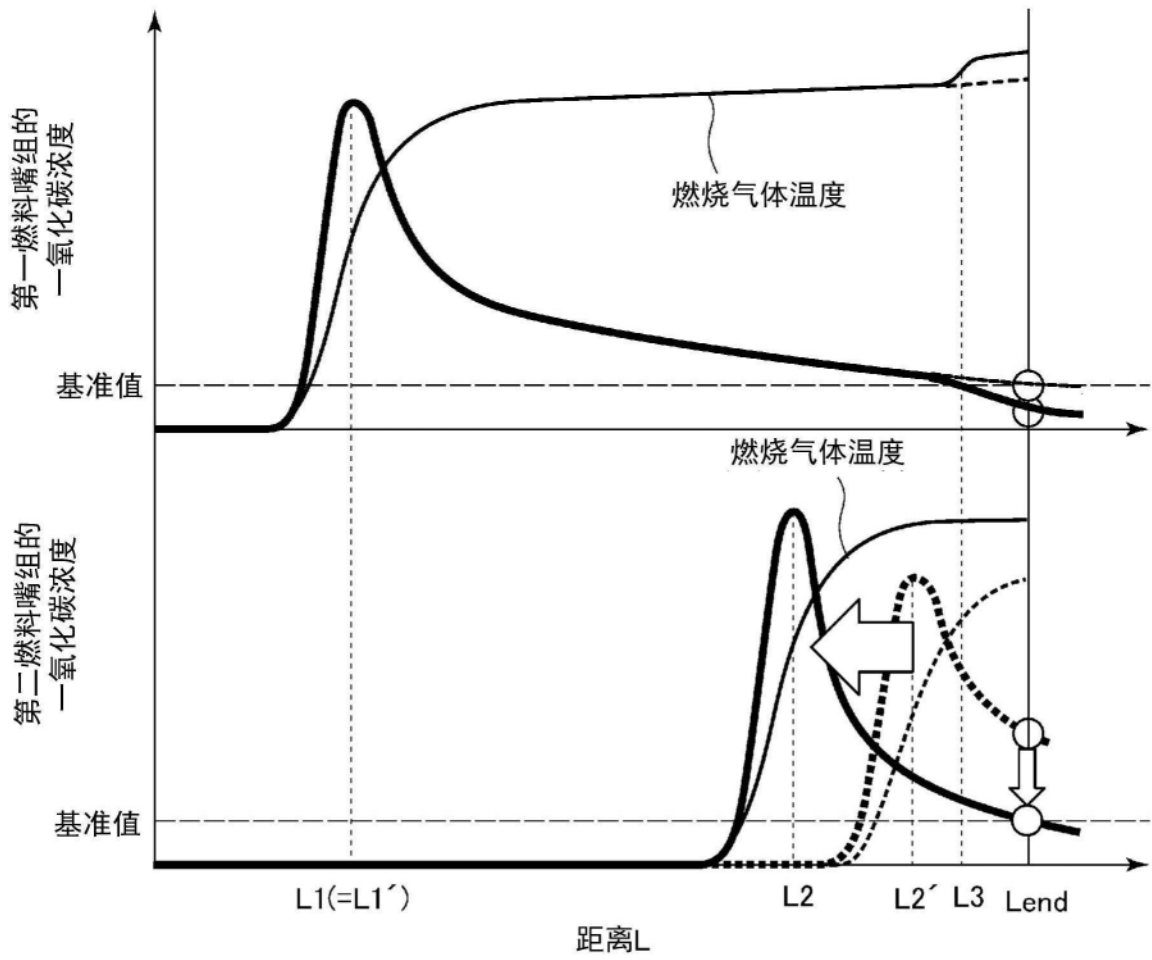


图16

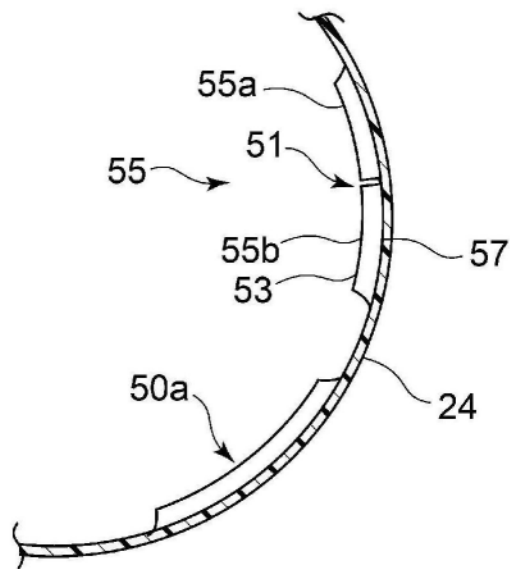


图17

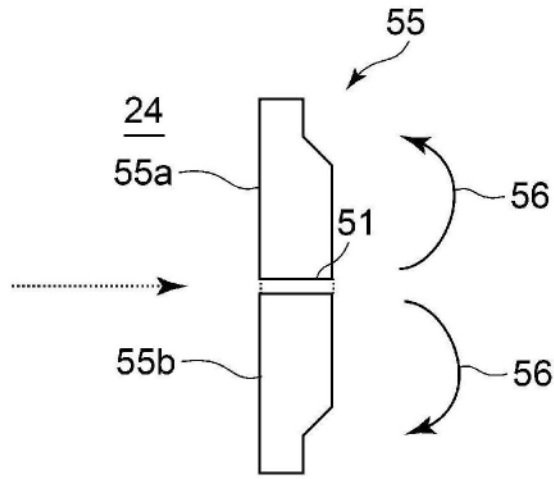


图18