

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F23R 3/28 (2006.01)

F23R 3/32 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02802306.4

[45] 授权公告日 2006年2月15日

[11] 授权公告号 CN 1242201C

[22] 申请日 2002.7.5 [21] 申请号 02802306.4

[30] 优先权

[32] 2001.7.10 [33] JP [31] 209935/01

[86] 国际申请 PCT/JP2002/006838 2002.7.5

[87] 国际公布 WO2003/006887 日 2003.1.23

[85] 进入国家阶段日期 2003.3.4

[71] 专利权人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 万代重实 斋藤圭司郎 田中克则

秋月涉

审查员 钟德惠

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利

商标事务所

代理人 何腾云

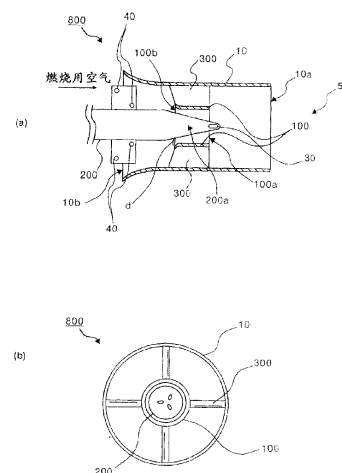
权利要求书 2 页 说明书 24 页 附图 13 页

[54] 发明名称

预混合喷嘴、燃烧器及燃气轮机

[57] 摘要

本发明公开了一种预混合喷嘴，该预混合喷嘴(800)在喷嘴壳体(10)内部具有用于搅拌燃烧用空气的旋流器叶片(300)。旋流器叶片(300)的一端安装在喷嘴壳体(10)，其另一端与轮毂(100)连接。燃料喷嘴轴(200)的前端部(200a)形成为圆锥状，前端部(200a)的一部分配置在轮毂(100)的内部。燃烧用气体从燃料喷嘴轴(200)的前端部(200a)与轮毂(100)的上游侧端部(100b)之间流入轮毂(100)内，通过该前端部(200a)与轮毂(100)的内周面之间流到轮毂(100)的下游侧。



1. 一种预混合喷嘴，它是在喷嘴壳体内部具有旋流器叶片、与该旋流器叶片连接的管状的轮毂、燃料喷嘴轴的燃气轮机燃烧器的预混合喷嘴，其特征在于，上述燃料喷嘴轴设有前端部，上述前端部具有比上述燃料喷嘴轴的上游侧直径小的直径，该前端部面向上述旋流器的轮毂内周配置着，在上述轮毂的内周面与上述燃料喷嘴轴之间设有燃料用气体通过的空间，而且将通过了上述空间的燃烧用气体流到上述喷嘴壳体的中心部。

2. 如权利要求1所述的预混合喷嘴，其特征在于，使上述燃料喷嘴轴的一部分变细，将该燃料喷嘴轴的细的部分配置在朝向下游方向渐渐变细的上述轮毂的内部。

3. 一种预混合喷嘴，它是在喷嘴壳体内部具有旋流器叶片、与该旋流器叶片连接的管状的轮毂、燃料喷嘴轴的燃气轮机燃烧器的预混合喷嘴，其特征在于，上述轮毂的直径朝向下游变小，上述燃料喷嘴轴的前端被配置在上述轮毂的上游侧，而且使燃烧用气体通过上述轮毂与上述燃料喷嘴轴之间。

4. 一种燃气轮机的燃烧器，其特征在于，具有燃烧器内筒和筒状的燃烧室，上述燃烧器内筒在其内部具有权利要求1所述的预混合喷嘴，上述筒状的燃烧室在其入口侧具有上述燃烧器内筒，而且使从上述预混合喷嘴喷射的预混合气体燃烧而形成燃烧气体。

5. 一种燃气轮机，其特征在于，具有压缩机、权利要求4的燃气轮机的燃烧器及气轮机，上述压缩机压缩空气而形成燃烧用空气，上述燃气轮机的燃烧器使燃料混合于从该压缩机送来的燃烧用空气中，再通过使作为两者的混合气体的预混合气体燃烧形成燃烧气体，上述气轮机通过喷射在该燃气轮机的燃烧器中形成的燃烧气体而产生旋转驱动力。

6. 一种燃气轮机的燃烧器，其特征在于，具有燃烧器内筒和筒状的燃烧室，上述燃烧器内筒在其内部具有权利要求3所述的预混合喷

嘴，上述筒状的燃烧室在其入口侧具有上述燃烧器内筒，而且使从上述预混合喷嘴喷射的预混合气体燃烧而形成燃烧气体。

7. 一种燃气轮机，其特征在于，具有压缩机、权利要求6的燃气轮机的燃烧器及气轮机，上述压缩机压缩空气而形成燃烧用空气，上述燃气轮机的燃烧器使燃料混合于从该压缩机送来的燃烧用空气中，再通过使作为两者的混合气体的预混合气体燃烧形成燃烧气体，上述气轮机通过喷射在该燃气轮机的燃烧器中形成的燃烧气体而产生旋转驱动力。

预混合喷嘴、燃烧器及燃气轮机

技术领域

本发明涉及一种燃气轮机，更详细地是涉及一种可以抑制返火的预混合喷嘴、燃烧器及燃气轮机。

背景技术

在近年的燃气轮机燃烧器中，从保护环境等的观点出发，使用着通过降低氮氧化物(NO_x)而对环保有利的预混合燃烧方式的燃烧器。所谓预混合燃烧方式，指的是预先混合燃料和过剩的燃烧空气进行燃烧的方式，在燃烧器中的全部区域中，由于在燃料稀薄的条件下进行燃烧，可以容易地降低 NO_x 。以下，一边对燃气轮机的预混合燃烧器进行说明、一边对过去使用着的预混合喷嘴进行说明。

图 14 是表示过去使用着的燃气轮机的预混合燃烧器及预混合喷嘴的说明图。在燃烧器外筒 600 内，隔着一定的间隔设置着燃烧喷嘴部件 505，在该燃烧喷嘴部件 505 的中央部设置用于形成扩散火焰的控制锥形构件 60。该燃烧喷嘴部件 505 插入燃烧室内筒 515。另外控制锥形构件 60 使从控制燃料供给喷嘴 62 供给的控制燃料与从压缩机（未图示）供给燃烧用空气反应而形成扩散火焰。

虽然在图 14 中没有明确表示，用于形成预混合火焰的预混合喷嘴 820 在上述控制锥形构件 60 的周围设置 8 个。在喷嘴壳体 10 的内部安装着用于使燃烧用空气旋转的旋流器叶片 320。该旋流器叶片 320 通过使从压缩机（未图示）送来的燃烧用空气旋转而制作出燃烧用空气的旋流，由此，使燃料与燃烧用空气混合。另外，在旋流器叶片 320 的中心部安装着用保持后述的燃料喷嘴轴 220 的轮毂 120。

用于供给燃料的燃料喷嘴轴 220 插入上述轮毂 120 中，由旋流器叶片 320 和轮毂 120 将其支承在喷嘴壳体 10 的大致中心。另外，在该

燃料喷嘴轴 220 上设置着中空的气体燃料供给翼 29, 从设置在燃料喷嘴轴 220 内部的燃料供给通送来的气体燃料被导入到该气体燃料供给翼 29 内部。然后, 该气体燃料从设置在气体燃料供给翼 29 的侧面的气体燃料供给孔 49 向喷嘴壳体 10 内供给。

供给到喷嘴壳体 10 内的燃料在经过其内部流到下流侧的过程中, 与由旋流器叶片 320 赋予了旋转的燃烧用空气充分混合而形成预混合气体。该预混合气体从喷嘴壳体 10 的出口 10a 向燃烧室内筒 515 内喷射, 由从上述扩散火焰排出的高温的燃烧气体点火而形成预混合气体燃烧火焰。从预混合气体火焰排出高温高压的燃烧气体, 该燃烧气体通过燃烧器尾筒 (未图示) 被导入到气轮机第一级喷嘴。

可是, 在过去的预混合燃烧器中使用的预混合喷嘴 820 是由旋流器叶片 320 对燃烧用空气赋予旋转来促进燃料与燃烧用空气混合的预混合喷嘴。但是, 当由旋流器叶片 320 对燃烧用空气赋予旋转时, 由于该旋转所引起的离心力, 喷嘴壳体 10 的中心附近的流速变慢 (参照图 3 (a))。当在喷嘴壳体 10 的中心附近流速变慢时, 会导致在流速慢的部分预混合气体容易逆流, 结果造成返火的现象, 有时会烧坏喷嘴壳体 10 和燃料喷嘴轴 220。由于该烧坏缩短了预混合喷嘴的寿命, 因此需要频繁地进行修理或更换, 有在维护检修上花费较多的时间的问题。

发明内容

因此, 本发明的目的是提供一种通过减少喷嘴壳体内的低流速区的存在来抑制返火的产生, 从而可以抑制预混合喷嘴等的烧坏的预混合喷嘴、燃气轮机燃烧器及燃气轮机。

本发明的预混合喷嘴, 它是在喷嘴壳体内部具有旋流器叶片、与该旋流器叶片连接的管状的轮毂、燃料喷嘴轴的燃气轮机燃烧器的预混合喷嘴, 其特征在于, 上述燃料喷嘴轴设有前端部, 上述前端部具有比上述燃料喷嘴轴的上游侧直径小的直径, 该前端部面向上述旋流器的轮毂内周配置着, 在上述轮毂的内周面与上述燃料喷嘴轴之间设

有燃料用气体通过的空间，而且将通过了上述空间的燃烧用气体流到上述喷嘴壳体的中心部。

该预混合喷嘴在用于供给燃料的燃料喷嘴轴与连接着旋流器叶片的轮毂之间设置使燃烧用气体通过的空间。在现有的预混合喷嘴中，由旋流器赋予了旋转的燃烧用气体在旋转的离心力的作用下朝向喷嘴壳体的内壁侧流动，其结果，在喷嘴壳体中心部产生了低流速区。而且，由于该低流速区的存在导致了返火，有使预混合喷嘴烧坏的危险。在该预混合喷嘴中，由于燃烧用气体通过使上述燃烧用气体通过的空间流到喷嘴壳体的中心部，因此，可以提高该部分处的流速。由此降低了返火的危险性，可以抑制预混合喷嘴的烧坏。该预混合喷嘴适用于气体燃气轮机燃烧器及燃气轮机（以下相同）。而且，使用了该预混合喷嘴的燃气轮机燃烧器及燃气轮机抑制了返火，可以实现稳定的运转。

在现有的预混合喷嘴中也在燃料喷嘴轴与轮毂之间设置了间隙，但是该间隙的大小是容易将燃料喷嘴轴组装入轮毂程度的大小。因此，燃烧用气体不能通过该间隙，不能获得本发明的预混合喷嘴那样的作用、效果。

该预混合喷嘴中的使燃烧用气体通过的上述空间的大小较好是2.0mm以上，最好是3.0mm以上。另外，所谓燃烧用气体除了使天然气等的气体燃料或重油、轻油等的液体燃料与燃烧用空气混合的燃烧用气体之外，也包括从压缩机送来的燃烧用空气。

下一个发明的预混合喷嘴是在喷嘴壳体内部具有旋流器叶片、与该旋流器叶片连接的管状的轮毂、燃料喷嘴轴的燃气轮机燃烧器的预混合喷嘴，其特征在于，将朝向上述喷嘴壳体的出口渐渐变细的上述燃料喷嘴轴的前端部分配置在上述轮毂内部，而且，在上述燃料喷嘴轴的前端与上述轮毂之间形成的空间中使燃烧用气体通过。

该预混合喷嘴将朝向喷嘴壳体的出口渐渐变细的上述燃料喷嘴轴的前端部分配置在轮毂的内部，使燃烧用气体通过形成于燃料喷嘴轴的前端与轮毂之间的空间。因此，燃料喷嘴轴具有一定间隔地配置在

燃料喷嘴的前端与轮毂之间，该间隔较好是 2.0mm 以上，最好是 3.0mm 以上。在该预混合喷嘴中，由于在确保了旋流器叶片的长度的同时、使燃烧用气体通过的空间充分大，因此，可以提高喷嘴壳体中心部分处的流速，可以抑制返火的产生。另外，由于只要使燃料喷嘴轴的位置移动到喷嘴壳体出口侧即可，因此，不需要进行大幅度的设计变更。另外，使用该预混合喷嘴的燃气轮机燃烧器和燃气轮机通过抑制返火也可以实现稳定的运转。

下一个发明的预混合喷嘴，是在喷嘴壳体内部具有旋流器叶片、与该旋流器叶片连接的管状的轮毂、燃料喷嘴轴的燃气轮机燃烧器的预混合喷嘴，其特征在于，使上述燃料喷嘴轴一部分变细，将该燃料喷嘴轴的细的部分配置在上述轮毂的内部，而且使燃烧用气体通过形成在上述燃料喷嘴轴与上述轮毂内周面之间的空间。

该预混合喷嘴由于使燃料喷嘴轴的一部分变细，且将该部分配置在轮毂的内部，形成于燃料喷嘴轴与轮毂内周面之间的燃料用气体通过用的空间相对于燃烧用空气的流动方向一定。因此，该空间中的燃烧用气体通过的横截面积沿燃烧用气体的流动方向基本一致，因此，燃烧用空气的流速几乎不变低。因此，该预混合喷嘴与上述预混合喷嘴相比，可以使喷嘴壳体内部的流速分布更加均匀。其结果，可以进一步抑制返火的产生。而且，使用了该预混合喷嘴的燃气轮机燃烧器和燃气轮机也进一步抑制了返火从而可以实现稳定的运转。

下一个发明的预混合喷嘴，是在喷嘴壳体内部具有旋流器叶片、与该旋流器叶片连接的管状的轮毂、燃料喷嘴轴的燃气轮机燃烧器的预混合喷嘴，其特征在于，在朝向上述预混合喷嘴的出口直径渐渐变小的上述轮毂的内部配置朝向预混合喷嘴的出口直径渐渐变小的燃料喷嘴轴的前端部分，在上述轮毂内周与上述喷嘴轴前端的空间中通过燃烧用气体。

该预混合喷嘴由于将轮毂的直径朝向下游渐渐变小，因此，喷嘴壳体与轮毂之间的横截面积随着向下游去而变大。因此，该部分、即通过了旋流器叶片的燃烧用的气体的流速，旋流器叶片的出口侧比入

口侧低。因此，由于在通过旋流器叶片的燃烧用气体的流速与通过了燃料喷嘴轴与轮毂内周之间的燃烧用气体的流速之间速度差变少，因此，喷嘴壳体内部的流速分布比上述预混合喷嘴更加一样。因此，在该预混合喷嘴中可以进一步抑制返火的产生。另外，形成于燃料喷嘴轴与轮毂内周面之间的空间较好是 2.0mm 以上，最好是 3.0mm 以上。而且，使用了该预混合喷嘴的燃气轮机燃烧器和燃气轮机也进一步抑制了返火而可以实现稳定的运转。

下一个发明的预混合喷嘴，是在喷嘴壳体内部具有旋流器叶片、与该旋流器叶片连接的管状的轮毂、燃料喷嘴轴的燃气轮机燃烧器的预混合喷嘴，其特征在于，使上述燃料喷嘴轴的一部分变细，将该燃料喷嘴轴的细的部分配置在朝向下游方向渐渐变细的上述轮毂的内部。

该预混合喷嘴，形成于喷嘴壳体与轮毂之间的空间朝向流动方向其横截面积渐渐变大，形成于轮毂与燃料喷嘴轴之间的空间朝向流动方向其断面渐渐变小。因此，通过喷嘴壳体与轮毂之间的燃烧用气体的流速，出口侧的流速比入口侧低，通过轮毂与燃料喷嘴轴之间的燃烧用气体的流速入口侧比出口侧高。因此，旋流器叶片下游的喷嘴壳体内部的流速分布比上述预混合喷嘴更加一样。因此，在该预混合喷嘴中，可比上述混合喷嘴进一步降低返火的危险性。另外，使用了该预混合喷嘴的燃气轮机燃烧器和燃气轮机也进一步抑制了返火而可以实现稳定的运转。

下一个发明的预混合喷嘴，是在喷嘴壳体内部具有旋流器叶片、与该旋流器叶片连接的管状的轮毂、燃料喷嘴轴的燃气轮机燃烧器的预混合喷嘴，其特征在于，上述轮毂的直径朝向下游变小，上述燃料喷嘴轴的前端被配置在上述轮毂的上游侧，而且在上述轮毂与上述燃料喷嘴轴之间使燃烧用气体通过。

在该预混合喷嘴中，由于将燃料喷嘴轴的前端配置在比轮毂的入口更靠上游侧，因此，可以增多流过轮毂内部的燃烧用气体的流量。因此，由于喷嘴壳体内部的流速分布均匀，可以在存在于现有的预混合喷嘴内部的低速流速区抑制预混合气体逆流，从而可以抑制返火的

产生。燃料喷嘴轴的前端与轮毂入口的距离最好是燃料喷嘴轴的直径的四分之一以上。这是因为如果离开至少该以上的距离，可以充分确保通过轮毂内部的燃烧用气体的量。另外，使用了该预混合喷嘴的燃气轮机燃烧器和燃气轮机也进一步抑制了返火而可以实现稳定的运转。

下一个发明的预混合喷嘴，是在喷嘴壳体内部具有旋流器叶片，与该旋流器叶片连接的管状的轮毂、燃料喷嘴轴的燃气轮机燃烧器的预混合喷嘴，其特征在于，在上述喷嘴壳体内部设有形成朝向上述喷嘴壳体的中心的燃烧用气体的流动的流动偏向装置。

在该预混合喷嘴中，具有用于使燃烧用气体朝向喷嘴壳体的中心的流动的偏向装置，在现有的预混合喷嘴中，由旋流器给予了旋转的燃烧用气体由于旋转的离心力而朝向喷嘴壳体的内壁侧流动，其结果，在喷嘴壳体中心产生低流速区。因此，如果使燃烧气体形成朝向喷嘴壳体中心的向内的流动，则可以抵消上述离心力，因此，可以将喷嘴壳体内部的流速分布接近一样的状态。由此，抑制预混合气体的逆流，从而可以抑制返火。另外，由于不需要在燃料喷嘴轴与轮毂之间设置燃烧用气体通过的大的间隙，因此即使在燃料喷嘴轴振动等时，也可以由轮毂约束燃料喷嘴轴的运动。由此，在该使用了该预混合喷嘴的燃烧中，可以抑制由振动等引起的燃烧器的不良现象，从而可以实现稳定的运转。而且，使用了该预混合喷嘴的燃气轮机燃烧器和燃气轮机也进一步抑制了返火而可以实现稳定的运转。

下一个发明的预混合喷嘴，具有喷嘴壳体、旋流器叶片、燃料喷嘴轴，该旋流器叶片其一端安装在上述喷嘴壳体的内壁上、且另一端部开放，上述燃料喷嘴轴配置在由上述旋流器叶片的端部围着的空间中，其特征在于，通过使燃烧用气体沿上述燃料喷嘴轴流动，而使燃烧用气体流到上述喷嘴壳体的中心部分。

该预混合喷嘴，使旋流器叶片的叶片端开放，在由该开放端围着的空间中配置燃料喷嘴轴。在该预混合喷嘴中，由于在燃料喷嘴轴的周围不存在轮毂，因此，燃烧用气体的流动不被轮毂妨碍而沿燃料喷

嘴轴顺利地流动。因此，由于在喷嘴壳的中心部分也流动燃烧用气体，因此，可以提高该部分的流速，可以使喷嘴壳体内部的流速分布接近一样。其结果，可以抑制预混合气体的逆流从而降低返火的危险性。另外，使用了该预混合喷嘴的燃气轮机燃烧器和燃气轮机也进一步抑制了返火而可以实现稳定的运转。

下一个发明的燃气轮机的燃烧器，其特征在于，具有燃烧器内筒和筒状的燃烧室，上述燃烧器内筒在其内部具有上述预混合喷嘴，上述筒状的燃烧室在其入口侧具有上述燃烧器内筒、而且使从上述预混合喷嘴喷射的预混合气体燃烧而形成燃烧气体。该燃气轮机的燃烧器由于具有上述预混合喷嘴，因此抑制了返火而可以实现稳定的运转。另外，由于可以抑制燃烧器的烧坏，可以延长燃烧器的寿命、也可以减轻保养、检修的工作量。另外，由于减少了预混合喷嘴内的低流速区，因此可以更加确实地在燃烧室内使预混合气体燃烧。因此，由于燃料和燃烧用气体在前进到燃烧室以前被充分的混合，因此，在燃烧时抑制了局部高温部的产生，可以抑制 NO_x 的产生。

下一个发明的燃气轮机，其特征在于，具有压缩机、上述的燃气轮机的燃烧器及气轮机，上述压缩机压缩空气形成燃烧用空气，上述燃气轮机的燃烧器使燃料混合于从该压缩机送来的燃烧用空气中，再通过使作为两者的混合气体的预混合气体燃烧而形成燃烧气体，上述气轮机通过喷射在该燃气轮机的燃烧器中形成的燃烧气体而产生旋转驱动力。该燃气轮机由于具有上述燃气轮机燃烧器，因此抑制返火而可以实现稳定的运转。而且可以抑制由返火带来的燃烧器等的烧坏，从而可以延长燃气轮机燃烧器等的寿命。其结果，可以使维护、检修的间隔变长，使用了该燃气轮机的设备可以使实际运转时间变长。

另外，由于可以在燃气轮机燃烧器的燃烧室内更加确实地使预混合气体燃烧，因此，预混合气体被充分混合，从而也可以减少 NO_x 的产生。

附图说明

图 1 是表示本发明的实施例 1 的燃气轮机燃烧器的预混合喷嘴的说明图。

图 2 是表示使用于该预混合喷嘴的燃料喷嘴轴的说明图。

图 3 是表示现有的预混合喷嘴和实施例 1 的预混合喷嘴的喷嘴壳体中的轴向流速分布的说明图。

图 4 是表示本发明的实施例 1 的预混合喷嘴的第一变型例的轴向剖面图。

图 5 是表示本发明的实施例 1 的预混合喷嘴的第二变型例的轴向剖面图。

图 6 是表示本发明的实施例 1 的预混合喷嘴的第三变型例的轴向剖面图。

图 7 是表示本发明的实施例 2 的预混合喷嘴的轴向剖面图。

图 8 是表示本发明的实施例 3 的预混合喷嘴的说明图。

图 9 是表示本发明的实施例 4 的预混合喷嘴的说明图。

图 10 是表示本发明的实施例 5 的预混合喷嘴的说明图。

图 11 是表示本发明的实施例 5 的变型例的预混合喷嘴的说明图。

图 12 是使用了本发明的燃气轮机燃烧器的预混合喷嘴的燃气轮机的燃烧器的说明图。

图 13 是表示使用了本发明的燃气轮机燃烧器的预混合喷嘴的燃气轮机的局部剖面图。

图 14 是表示过去使用的燃气轮机的预混合燃烧器及预混合喷嘴的说明图。

具体实施方式

以下，参照附图详细说明本发明。本发明不由该实施例限定。而且，在下述实施例中的构成要素中包含本技术领域的技术人员容易设想的技术。

(实施例 1)

图 1 是表示本发明的实施例 1 的燃气轮机燃烧器的预混合喷嘴的

说明图。该预混合喷嘴的特征在于，将朝向前端渐渐变细的燃料喷嘴轴的前端部配置在旋流器的轮毂内周，使燃烧用空气流入该燃料喷嘴轴的前端部与旋流器的轮毂内周面之间的间隙。而且，由该燃烧用空气提高喷嘴壳体中心附近的流速而使喷嘴壳体内的流速分布接近一样。

实施例 1 的预混合喷嘴 800 具有燃料喷嘴轴 200，该燃料喷嘴轴 200 是可以将轻油和重油等的液体燃料及天然气等的气体燃料供给于作为燃烧用气体的燃烧用空气的方式的燃料喷嘴轴。图 2 是表示使用于该预混合喷嘴的燃料喷嘴轴的说明图。如图 2(a) 所示，为了供给气体燃料和液体燃料，燃料喷嘴轴 200 在其内部具有液体燃料通路 200d 和气体燃料通路 200e。液体燃料从设在燃料喷嘴轴 200 的前端部 200a 上的液体燃料供给孔 30 供给到喷嘴壳体内，与燃烧用气体混合。

而且，气体燃料在被导入安装在燃料喷嘴轴 200 的上游侧的中空的气体燃料供给翼 20 后，从设在该气体燃料供给翼 20 的侧面上的气体燃料供给孔 40 喷射到燃烧用空气中，形成气体燃料与燃烧用空气混合的混合气体、即燃烧用气体。可以使用于实施例 1 中的燃料喷嘴轴不限于此，也可以是只供给气体燃料的方式的燃料喷嘴轴或只供给液体燃料的方式的燃料喷嘴轴（以下同样）。另外，气体燃料即可以使用气体燃料供给翼 20 供给，也可以通过在燃料喷嘴轴 200 上设置气体燃料供给孔 40 进行供给（以下同样）。

另外，为了使燃烧用气体顺利地流动，燃料喷嘴轴 200 的前端部 200a 上带有朝向该燃料喷嘴轴 200 的前端渐渐变细的锥部。如图 2(a) 所示，既可以只在燃料喷嘴轴 200 的前端部 200a 上带有锥部，也可以如图 2(b) 那样地形成沿燃料喷嘴轴 201 整体形成朝向前端渐渐变细的锥状。这样，由于沿燃料喷嘴轴 201 整体燃料用气体的通过的横截面积渐渐地进行变化，因此，抑制燃烧用气体的剥离，从而可以使燃烧用气体更加顺利地流动。

该预混合喷嘴 800 在喷嘴壳体 10 内部具有用于搅拌燃烧用气体的旋流器叶片 300（参照图 1）。在此，旋流器叶片 300 如果至少有一片，

则可以获得搅拌燃烧用空气的作用，但是为了更加有效地搅拌燃烧用气体，最好是设置多片旋流器叶片。如图1(b)所示，在该例子中使用了四片旋流器叶片300。在该旋流器叶片300的中心部安装着轮毂100，由此使多个旋流器叶片300相互结合而提高其整体刚性。而且，该轮毂100在由于运动中的振动等而使燃料喷嘴轴300产生活动时，也有限制其活动的作用。

燃料喷嘴轴200的前端部200a的一部分配置在轮毂100的内部。而且，从压缩机器（未图示）送来的燃烧用空气从燃料喷嘴轴200的前端部200a与轮毂100的上游侧端部100b之间流入轮毂100内，通过该前端部200a与轮毂100的内周面之间流向轮毂100的出口侧端部100a侧。即，将存在于燃料喷嘴轴200的前端部200a与轮毂100内周面之间的空间作为燃烧用气体的通路。若将该空间的间隔d做成为现有技术的2~3倍，则有使喷嘴壳体10内的低速区域减少的效果。具体地讲，最好将在现有技术中为1.0~1.5mm左右的该空间形成为2.0~3.0mm以上。另外，也可以将该间隔d做成为燃料喷嘴轴200的直径的1/4以上。

但是，由于想要使燃烧器的大小尽量小不能使喷嘴壳体10的直径过分地变大，而且燃料喷嘴轴200需要在内部设置燃料的通路，因此其直径不能太小。而且，如果喷嘴壳体10的中心部分的流速是喷嘴壳体10内部的平均流速的1/2以上则几乎不产生返火。因此，在喷嘴10的中心部的流速满足该条件的范围内、且在满足上述设计上的要求的范围内确定间隔d。

从压缩机（未图示）送来的燃烧用空气在从喷嘴壳体10的入口10b流入后，由旋流器叶片300给予旋转后流入喷嘴壳体10内。在其过程中，从气体燃料供给孔40供给的气体燃料及从液体燃料供给孔30供给的液体燃料被充分混合而形成预混合气体。预混合气体然后从喷嘴壳体10的出口10a喷射到燃烧室50内，由控制锥形构件（未图示）形成的扩散火焰着火而形成预混合火焰。

图3是表示现有的预混合喷嘴与实施例1的预混合喷嘴的喷嘴壳

体内的轴向流速分布的说明图。如图3(a)所示,在现有的预混合喷嘴810(参照图14)中,受由旋转产生的离心力的影响,喷嘴壳体内的流速分布成为中心部具有低流速区的分布。但是,如上所述,在实施例1的预混合喷嘴800中,从燃料喷嘴轴200的前端部200a与轮毂100内周面之间的空间流动燃烧用气体的一部分。由从该空间流动用的燃烧用气体,实施例1的喷嘴壳体内的轴向的流向分布如图3(b)所示地与现有的预混合喷嘴相比可以提高中心部的流速。因此,可以抑制喷嘴壳体中心附近产生的低流速区引起的预混合气体的逆流,可以降低返火的产生。

另外,在现有的预混合喷嘴中,由于在燃料喷嘴轴的前端部附近存在上述低流速区,因此,在该前端部附近预混合火焰容易稳定。但是,当在该部分预混合火焰被稳定时,在使用轻油等的液体燃料时,蒸发时间变短,而且与空气的混合距离变短,不能与燃烧用空气充分混合,其结果有时难以抑制 NO_x 的产生。而且,在使用了气体燃料时,由于与燃烧用空气的混合距离变短,因此,两者的混合不充分,燃料浓度高的部分燃烧而产生局部高温部,其结果有时难以充分抑制 NO_x 的产生。

在实施例1的预混合喷嘴中,由于喷嘴壳体中心部的低流速区域的流速比现有的高,预混合火焰在喷嘴壳体的出口的下游侧被稳定。因此,在使用液体燃料时,可以充分地获得蒸发时间及混合距离。因此,可以抑制由于燃料的不均匀的混合引起的局部高温部的产生, NO_x 的产生也可以比现有的预混合喷嘴低。同样的理由,即使在使用气体燃料的情况下,由于也可以充分地取得气体燃料与燃烧用空气的混合距离,因此,与现有的预混合喷嘴相比可以降低 NO_x 的产生。

另外,在该预混合喷嘴中,如图1(a)所示,将具有锥部的燃料喷嘴轴200的前端部200a配置在轮毂100的内部。因此,即使缩小轮毂100的直径,如果调整燃料喷嘴轴200的前端部200a的位置则可以确保由燃料喷嘴轴200与轮毂100的内周形成的空间。因此,通过缩小轮毂100的直径可以加大旋流器叶片300的长度,由此可以由燃烧

用气体给予更强的旋转。其结果，可以充分地搅拌燃料与燃烧用气体而可以获得更加均匀的预混合气体，因此，在燃烧时抑制了局部高温部的产生，从而可以抑制 NO_x 的产生。

另外，也可以通过使旋流器叶片的长度比现有技术的短来在燃料喷嘴轴与轮毂内周面之间设置燃烧用气体通过的空间。而且，如图2(c)及(d)所示，也可以在燃料喷嘴轴202的周围设置沟202f，使燃烧用气体在该沟202f中通过。

(变型例1)

图4是表示本发明的实施例1的预混合喷嘴的第一变型例的轴向剖面图。该预混合喷嘴的特征在于，使燃料喷嘴轴的一部分比其它部分细，并将该部分配置在旋流器的轮毂内周中，将存在于两者之间的空间作为燃烧用空气的通路。而且，将燃烧用气体从该空间通向旋流器的轮毂下游侧。

燃料喷嘴轴203其一部分的直径变细，该部分被配置在轮毂100内。而且燃料喷嘴轴203配置在轮毂100内的部分在轴向上与轮毂100的内轴面大致平行。因此，形成于两者之间的空间、即间隙成为大致一定的间隔。另外，在燃料喷嘴轴203的前端部201a上具有用于将液体燃料供给到燃烧用空气的液体燃料供给孔33。在燃料喷嘴轴203的上游侧从设在气体燃料供给翼23的侧面上的气体燃料供给孔43向燃烧用空气供给。

从喷嘴壳体10的入口10b流入的燃烧用空气首先从气体燃料供给孔43供给天然气等的气体燃料而形成燃烧用气体，在喷嘴壳体10内流到下游。接着该燃烧用气体由旋流器叶片300施加旋转而一边在喷嘴壳体10内旋转一边进行流动。在此，上述燃烧用气体的一部分通过形成于燃料喷嘴轴203与轮毂100内周面之间的间隙流向轮毂100的下游。该燃烧用气体与由旋流器叶片300赋予了旋转的燃烧用气体在轮毂100下游合流。

这时，由旋流器叶片300赋予了旋转的燃烧用气体以一定的角速度进行旋转。另外，由于通过形成于燃料喷嘴轴203与轮毂100内周

面之间的空间的燃烧用气体几乎不旋转，因此，几乎不具有角速度。由该角速度的不同产生的剪切力而充分地搅动通过了旋流器叶片 300 的燃烧用气体和通过了上述空间的燃烧用气体。

在轮毂 100 的下游从液体燃料供给孔 33 供给液体燃料，由于由旋流器叶片 300 产生的旋转效果和角速度的不同产生的上述搅动效果，被供给的液体燃料被充分混合而形成预混合气体。然后，该预混合气体从喷嘴壳体 10 的出口 10a 喷射到燃烧室 50。

该预混合喷嘴 803 使燃料喷嘴轴 203 的一部分变细，并将该部分配置于旋流器叶片 300 的轮毂 100 内部。因此，在燃料喷嘴轴 203 与轮毂 100 内周面之间形成的空间相对于燃烧用气体的流动方向为一定。在此，在上述预混合喷嘴 800（参照图 1）中，形成于燃料喷嘴轴 200 与轮毂 100 内周面之间的空间由于朝向燃烧用气体流动方向变大，燃烧用气体在通过该部分时其流速稍微变慢。

但是，在该预混合喷嘴 803 中，上述空间相对于流动方向基本保持为一定，因此在该部分中燃烧用气体的流速几乎不变慢。因此，变型例 1 的预混合喷嘴 803 与上述预混合喷嘴 800 相比，可以使喷嘴壳体 10 内的流速分布更加均匀。其结果，返火的危险更低，另外，由于在比喷嘴壳体 10 的出口 10a 更下游可以更加确实地使预混合火焰稳定，也可以降低 NO_x 的产生。

（变型例 2）

图 5 是表示本发明实施例 1 的预混合喷嘴的第二变型例的轴向断面图。该预混合喷嘴其特征在于，将朝向前端渐渐变细的燃料喷嘴轴的前端部配置在朝向流动方向直径渐渐变细的旋流器的轮毂内周内，在该燃料喷嘴轴的前端部与旋流器的轮毂内周之间的间隙中流过燃烧用气体。

如图 5 所示，与旋流器叶片 304 的一端连接的轮毂 104 朝向燃烧用空气的流动方向其直径渐渐变小。而且，燃料喷嘴轴 204 的前端部 204a 带有朝向前端直径渐渐变小的锥部，该前端部 204a 配置在轮毂 104 内。因此，作为燃烧用气体的通路的燃料喷嘴轴 204 的前端侧面

与轮毂 104 的内周面之间的间隙保持为基本一定的间隔。

该间隔既可以沿轮毂 104 的轴向一定，也可以沿该轴向使间隙的间隔变化。特别是当朝向喷嘴壳体 10 的下游使该间隙变小时，通过轮毂 104 和喷嘴壳体 10 之间的燃烧用气体的流速在轮毂 104 的出口变慢，通过上述间隙的燃烧用气体的流速在轮毂 104 的出口变快。因此，在旋流器叶片 304 的下游两者间的速度差变小，由此可以使喷嘴壳体 10 内的流速分布更加接近均匀。

从喷嘴壳体 10 的入口 10b 流入来的燃烧用空气，从气体燃料供给孔 44 供给气体燃料而形成燃烧用气体后，其一部分由旋流器叶片 304 给予旋转。而且，剩余的一部分通过形成于轮毂 104 内周面与燃料喷嘴轴 204 前端部 204a 侧面之间的空间后而向轮毂 104 的下游流动。在轮毂 104 的下游，通过旋流器叶片 304 的燃烧用气体与通过了上述空间的燃烧用气体合流，再从液体燃料供给孔 34 供给轻油等的液体燃料而形成预混合气体。该预混合气体从喷嘴壳体 10 的出口 10a 喷射到燃烧室 50。

该预混合喷嘴 804 由于轮毂 104 的直径朝向下流变小，喷嘴壳体 10 与轮毂 104 之间的横截面积随着朝向下流去而渐渐变大。因此，通过喷嘴壳体 10 与轮毂 104 之间的燃烧用气体、即通过了旋流器叶片 304 燃烧用气体出口侧的其流速比入口侧低。因此，在通过旋流器叶片 304 的燃烧用气体流速与通过轮毂 104 与燃料喷嘴轴 204 的间隙的燃烧用气体流速之间速度差变少，因此，喷嘴壳体 10 内部的流速分布比上述变型例 1 的预混合喷嘴 803 更一样。因此，在变型例 2 的预混合喷嘴中，返火的危险更低，另外，由于在比喷嘴壳体 10 的出口 10a 更靠下游处可以更加确实地使预混合火焰稳定，因此可以使 NO_x 的产生变低。

(变型例 3)

图 6 是表示本发明的实施例 1 的预混合喷嘴的第三变型例的轴向剖面图。该预混合喷嘴的特征在于，将燃料喷嘴轴的一部分比其它部分细，将该部分配置到朝向流动方向直径变小的旋流器的轮毂内周中，

将存在于两者之间的间隙作为燃烧用空气的通路。即，变型例3的预混合喷嘴805是组合变型例1的燃料喷嘴轴203（参照图4）和变型例2的轮毂104（参照图5）而成的。

从气体燃烧供给孔45向从压缩机（未图示）送来的燃烧用气体中供给气体燃料而形成燃烧用气体。该燃烧用气体被分到形成于喷嘴壳体10与轮毂104之间的第一流路1及形成于燃料喷嘴轴203与轮毂104内周面之间的第二流路2中流动。如图6所示，第一流路1随着朝向喷嘴壳体10的下游前进燃烧用气体所通过的横截面积变大，相反，第二流路2燃烧用气体所通过横截面积变小。

因此，通过了第一流路1燃烧用气体其流路出口的流速比流路入口的流速低，但是，通过了第二流路2的燃烧用气体的流速是流路出口方比流路入口方快。因此，喷嘴壳体10内的流速分布比上述变型例2的预混合喷嘴804（参照图5）更均匀。其结果，在变型例3的预混合喷嘴中，返火的危险进一步变低，而且，在比喷嘴壳体10的出口10a更靠下游处，可以更加确实地使预混合火焰稳定，可以更加降低NO_x的产生。

（实施例2）

图7是表示本发明的实施例2的预混合喷嘴的轴向剖面图。该预混合喷嘴的特征在于，将燃料喷嘴轴的前端配置在比轮毂的入口更上游侧。该预混合喷嘴806由于特别适合于只使用气体燃料的情况，因此首先对只由气体燃料形成混合气体的情况进行说明。

在喷嘴壳体10的内部安装旋流器叶片306，旋流器叶片306在其中心部具有轮毂106。燃料喷嘴轴206其前端部206a的直径朝向流动方向渐渐变小，前端部206a配置在比轮毂106的入口106b更靠上游侧。从设在气体燃料供给翼26上的气体燃料供给孔46将气体燃料供给到从压缩机（未图示）送来的燃烧用空气中，形成燃烧用气体。

该燃烧用气体的一部分在通过喷嘴壳体10与轮毂106之间的期间由旋流器叶片306使其旋转。剩余的燃烧用气体通过形成于燃料喷嘴轴206的前端206a与轮毂106的入口106b之间的空间流向轮毂106

内。被分为二的燃烧用气体在轮毂 106 的出口 106a 的下游合流，在流向喷嘴壳体 10 的下游的过程中两者被充分地混合。

在该预混合喷嘴 806 中，由于可以使在轮毂 106 内流动的燃烧用气体流量变多，因此，可以将喷嘴壳体 10 内的流速分布接近一样。因此，通过抑制预混合气体的逆流可以抑制返火的产生。另外，由于预混合气体不向流速变低的部分逆流，在燃烧室 50 内预混合火焰被保持。因此，可以充分地确保气体燃料与燃烧用空气的混合距离，因此，可以通过抑制局部高温部的产生来抑制 NO_x 的产生。如图 7 (b) 所示，也可以将轮毂 107 的直径朝向下游变小。这样，轮毂 107 的出口 107a 处的燃烧用气体的流速由于比入口 107b 处的流速高，因此可以使喷嘴壳体 10 内的流速分布更加均匀。由此，可以进一步抑制返火及 NO_x 的产生。

当在用于该预混合喷嘴 806 的燃料喷嘴轴 206 的前端部 206a 上设置液体燃料供给孔来供给液体燃料时，由下游侧的轮毂 106 妨碍液体燃料的分散。因此，在该预混合喷嘴 806 中使液体燃料燃烧时，也可以如图 7 (c) 所示地使用中空的旋流器叶片 307，在下游侧的旋流器叶片 307 的边缘上设置液体燃料供给孔 37，从该处将液体燃料供给于燃烧用气体。这样，即使在实施例 2 的预混合喷嘴中也可以使用液体燃料。

(实施例 3)

图 8 是表示本发明的实施例 3 的预混合喷嘴的说明图。该预混合喷嘴的特征在于，在喷嘴壳体内具有使燃烧用气体的流动方向朝向喷嘴壳体的中心的装置。在喷嘴壳体的中心产生低流速区的原因是，由旋流器施加了旋转的燃烧用气体由于旋转的离心力而朝向喷嘴壳体的径向外侧去。实施例 3 的预混合喷嘴由使上述流动方向朝向喷嘴壳体的中心的装置使欲向喷嘴壳体外侧去的流动朝向内侧，而使喷嘴壳体内的流速分布均匀。

如图 8 (a) 所示，该预混合喷嘴 807 作为使流动方向朝向喷嘴壳体 10 的中心的装置使用的是朝向流动方向直径变小的筒状的偏向环

80。该偏向环 80 安装在旋流器叶片 308 上。天然气等气体燃料供给到从喷嘴壳体 10 的入口 10b 流入来的燃烧用空气中而形成燃烧用气体。该燃烧用气体由设置在喷嘴壳体 10 内的旋流器叶片 308 给予旋转。同时,在该燃烧用气体上由安装在旋流器叶片 308 上的偏向环 80 给予朝向喷嘴壳体 10 的中心的流动。

实施例 3 的预混合喷嘴 807 由于由朝向该中心的流动缓和由旋转引起的离心力,因此,可以使喷嘴壳体 10 内的流速分布均匀。而且,该预混合喷嘴 807 即使将燃料喷嘴轴 207 与轮毂 107 的间隔加大,也可以由偏向环 80 使喷嘴壳体 10 内的流速分布接近均匀。因此,即使在燃料喷嘴轴 207 由于振动等而活动时,也可以由轮毂 107 将其活动限制小,因此,与实施例 1 或 2 中的预混合喷嘴相比,耐振动等的外干扰的能力强。另外,由于偏向环 80 也可以起到加强构件的作用,因此,通过抑制旋流器叶片 308 的振动等可以实现稳定的运转。

在上述例子中,将偏向环 80 安装在了旋流器叶片 308 上,但是,也可以将偏向环 80 配置在旋流器叶片 308 的下游。另外,也可以将偏向环 80 配置在旋流器叶片 308 的上游,但是这时缓和由旋转产生的离心力的作用稍微变弱。

另外,作为使燃烧用气体的流向朝向喷嘴壳体 10 的中心的的手段,也可以是如图 8(d)所示地在旋流器叶片 309 的轮毂 107 侧设置流动偏向部 309a,在该部分使燃烧用气体朝向喷嘴壳体 10 的中心的流动。这样,由于是相对于过去的预混合喷嘴几乎没有改变构造,因此,在现有技术的延长线上可以实现制造或保护、检修。

(实施例 4)

图 9 是表示本发明的实施例 4 的预混合喷嘴的说明图。该预混合喷嘴特征在于,使用具有沿轴向贯通燃料喷嘴轴的燃烧用气体的通过孔的燃料喷嘴轴。在该预混合喷嘴 808 中,在喷嘴壳体 10 内具有燃料喷嘴轴 208,该燃料喷嘴轴 208 具有用于使作为燃烧用气体的燃烧用空气流向旋流器叶片 310 的下游侧的通过孔。

如图 9(b)所示,燃料喷嘴轴 208,在其内部具有作为燃料空气

用通过孔的、沿其轴向贯通燃料喷嘴轴 208 的内筒 150。该内筒 150 的入口 150b 对燃料喷嘴轴 208 的上游侧开口（图 9（a）），为了容易取入燃烧用空气，入口 150b 的形状形成为漏斗状。入口 150b 的形状不限于漏斗状。

内筒 150 的出口 150a（如图 9（b））所示在燃烧喷嘴轴 208 的前端部 208a 开口，流入入口 150b 的燃烧用空气从该出口 150a 流向旋流器叶片 310 的下游侧。如图 9（b）所示，当在内筒 150 的出口 150a 上设置节流部时，可以使燃烧用空气的流速变高，因此，可以更加使喷嘴壳体 10 内的流速分布接近于一定。

从压缩机（未图示）送来的燃烧用空气的一部分从内筒 150 的入口 150b 流向内筒 150 内部。剩余的燃烧用空气与从气体燃料供给孔 48 供给的气体燃料形成燃烧用气体后朝向喷嘴壳体 10 的下游流动。而且，该燃烧用气体由旋流器叶片 310 赋予旋转，在旋流器叶片 310 的下游由于旋转离心力而成为朝向喷嘴壳体 10 的径向外侧的旋转流进行流动。

当然这样不变时，在喷嘴壳体 10 的中心部附近形成低流速区，但是，在该预混合喷嘴 808 中由于从内筒 150 的出口 150a 流出燃烧用空气，因此喷嘴壳体 10 的中心部的流速不降低。因此，喷嘴壳体 10 内的流速分布接近一样，由此可以降低返火或 NO_x 。另外在实施例 4 的预混合喷嘴 808 中，不必要向实施例 1 或实施例 2 的预混合喷嘴那样将燃料喷嘴轴 208 与轮毂 108 的间隔形成的那样大。因此，即使在燃料喷嘴轴 208 由于振动等而活动时，也可以由轮毂 108 减小其活动。因此，该与混合喷嘴 808 与实施例 1 或实施例 2 的预混合喷嘴相比，抵抗振动等的外部干扰的能力强，不管其运转状况如何都可以获得稳定的燃烧。

（实施例 5）

图 10 是表示本发明的实施例 5 的预混合喷嘴的说明图。该预混合喷嘴的特征在于，不使用旋流器的轮毂，在由端部开放的多个旋流器叶片围着的空间中配置燃料喷嘴轴。在喷嘴壳体 10 内安装旋流器叶片

311 的一端,其另一端部被开放。在由旋流器叶片 311 的开放端部 311a 围成的空间(由图 10(b)的 A 包围的部分)中配置燃料喷嘴轴 209。

从压缩机(未图示)送来的作为燃烧用气体的燃烧用空气的一部分与从气体燃料供给孔 49 供给的气体燃料形成燃烧用气体并流向喷嘴壳体 10 的下游。而且,该燃烧用气体由旋流器叶片 311 赋予旋转,在旋转的离心力作用下成为朝向喷嘴壳体 10 的径向外侧去的旋转流进行流动。在现有的预混合喷嘴中,如图 14 所示,将燃料喷嘴轴 220 配置在轮毂 120 的内部,因此,由轮毂 120 阻碍了燃烧用气体的流动,其结果,在喷嘴壳体 10 的中心附近,燃烧用气体不流动。但是,在该预混合喷嘴 809 中由于不使用轮毂,不会妨碍燃烧用气体的流动。而且,燃烧用气体沿燃料喷嘴轴 209 的表面不剥离地进行顺利地流动,因此,燃烧用气体也在喷嘴壳体 10 的中心附近流动,因此,喷嘴壳体 10 内的流速分布平均化。其结果,喷嘴壳体 10 内的流速分布接近一样,因此可以降低返火或 NO_x 。

(变型例)

图 11 是表示实施例 5 的变型例的混合喷嘴的说明图。该预混合喷嘴的特征在于,在燃料喷嘴轴的表面形成着沟,在该沟中插入旋流器叶片的开放端部。实施例 5 的预混合喷嘴由于不使用轮毂,因此只由旋流器叶片的端保持燃料喷嘴轴。因此在运转中,在燃料喷嘴轴产生振动等时,不能充分地抑制该振动,有给燃料供给带来障碍或给燃烧器的各部施加不良影响的危险。该预混合喷嘴是用于解决该问题。

在燃料喷嘴轴 210 的表面上形成着用于插入旋流器叶片的开放端部的沟 210f。在喷嘴壳体 10 内安装着旋流器叶片 311 的一端,另一端部开放着。与实施例 5 的预混合喷嘴 809(参照图 10)同样,在由旋流器叶片 311 的开放端部围着的空间中配置燃料喷嘴轴 210。这时,在形成于燃料喷嘴轴 210 上的沟 210f 中插入旋流器叶片 311 的开放部 311a。由于容易将燃料喷嘴轴 210 组装入旋流器叶片 311 中,因此,可以如图 11(c)所示地与燃料喷嘴轴 210 上形成的沟 210f 平行地形成旋流器叶片 311 的开放端部 311a。这样,由于可以容易地将燃料喷

嘴轴 210 组装入旋流器叶片 311，因此，组装作业不费事。

该预混合喷嘴 810 通过将旋流器叶片 311 的开放端部 311a 插入沟 210f 来保持燃料喷嘴轴 210，因此，可以抑制燃料喷嘴轴 210 的自由运动。因此，该预混合喷嘴 810 除了在上述实施例 5 的预混合喷嘴 809 中获得的效果之外，还可以获得抵抗振动等的外部干扰的能力强、不管燃气轮机的运转状况如何都可以获得稳定的运转的效果。

(实施例 6)

在实施例 6 中，对在燃气轮机燃烧器及燃气轮机中使用了本发明的燃气轮机燃烧器的预混合喷嘴的例子进行说明。图 12 是表示使用了本发明的燃气轮机燃烧器的预混合喷嘴的燃气轮机的燃烧器的说明图。该燃气轮机的燃烧器 730 在扩散火焰形成喷嘴 63 与燃烧器内筒之间具有本发明的预混合喷嘴 800(参照图 1)。从图 12 虽然不能看清楚，但是，预混合喷嘴 800 在扩散火焰形成喷嘴 63 的周围设置有 8 个。该数量不限定于 8 个，可以根据燃烧器或燃气轮机的规格适当地改变。可以使用于上述燃烧器 730 的预混合喷嘴不限于此，上述的本发明的预混合喷嘴都可以使用。在燃烧器内筒 510 的出口设置燃烧室内筒 515，由该燃烧室内筒 515 围成的筒状的空间形成燃烧室 50。另外，在燃烧器内筒 510 及燃烧室内筒 515 的外侧设有燃烧器外筒 600，由燃烧器外筒 600 保持燃烧器内筒 510 及燃烧室内筒 515。

图 13 是表示使用了本发明的燃气轮机燃烧器的预混合喷嘴的燃气轮机的局部剖面图。该燃气轮机 700 具有压缩机 720、燃烧器 730、气轮机 740，该压缩机 720 压缩被导入的空气形成燃烧用空气，上述燃烧器 730 向从压缩机 720 送来的燃烧用空气中喷射天然气等的气体燃料或轻油等的液体燃料而使其产生高温的燃烧气体，该气轮机 740 由该燃烧气体使其产生旋转驱动力。在此，燃烧器 730 是上述的燃烧器 730。

下面参照图 12 及图 13 说明该燃气轮机燃烧器及燃气轮机的动作，燃气轮机 700 的压缩机 720 与气轮机 740 连接，由气轮机 740 的旋转驱动而将从压缩机入口 721 取入的空气压缩。由压缩机 720 压缩的空

气的大半部分作为燃烧用空气使用，剩余的压缩空气用于冷却燃气轮机的动叶片、静叶片或称为尾筒的高温构件。

从压缩机 720 送来的燃烧用空气通过燃烧器外筒 600 与燃烧内筒 510 之间从燃烧器内筒 510 的入口侧进入预混合喷嘴 800 及扩散火焰形成喷嘴 63 内。扩散火焰形成喷嘴 63 在其中心部分具有控制燃料供给喷嘴 62，从该处将控制燃料喷射到燃烧用空气中而形成扩散火焰。另外，在扩散火焰形成喷嘴 63 的出口具有扩散火焰形成锥 60，从此将扩散火焰喷射到燃烧室 50 内。

流入到混合喷嘴 800 内的压缩空气由旋流器叶片 300 赋予旋转并在喷嘴壳体 10 内流动。在其过程中，从气体燃料供给孔 40 供给的气体燃料及从液体燃料供给孔 30 供给的液体燃料被充分地混合而形成预混合气体。其后，预混合气体从喷嘴壳体 10 的出口 10a 向燃烧室 50 内喷射，由以控制锥 60 形成的扩散火焰点火形成预混合火焰。在预混合燃烧中由于相对于燃料是在空气过剩的状态下进行燃烧，因此与扩散燃烧相比可以降低火焰温度，由此可以抑制 NO_x 的产生。

另外，在该燃烧器 730 中由于使用了本发明的预混合喷嘴，因此抑制了预混合气体的逆流，从而抑制了返火，可以稳定地形成预混合火焰。而且，在该燃烧器 730 中由于几乎不产生预混合气体的逆流，因此预混合气体在燃烧室 50 内稳定地进行燃烧。因此，在燃料被供给后到前进到燃烧室 50 的过程中，由于燃料和燃烧用空气被充分地混合，因此，在作为两者的混合气体的预混合气体中几乎不存在燃料浓度高的部分。其结果，在预混合气体燃烧时由于抑制了局部高温部的产生，因此，可以进一步降低 NO_x 的产生。

从预混合火焰产生的高温高压燃烧气体从燃烧室 50 导引向燃烧器尾筒 750，向气轮机 740 喷射。气轮机 740 在该燃烧气体作用下进行旋转，产生旋转动力。其一部分由于驱动压缩机 720 而被消耗，剩余的动力用于驱动发电机等。驱动了气轮机 740 的燃烧气体成为废气被排出到气轮机外部。由于该废气还保持着高温，因此，由 HRSG (Heat Recovery Steam Generator: 排热回收锅炉) 等也可以回收其

热能。

该燃气轮机由于使用该发明这样的预混合喷嘴，因此抑制了返火而可以获得稳定的运转。另外，该发明的预混合喷嘴由于也获得了抑制 NO_x 的效果，因此，对于环境的影响也小。另外，通过抑制返火也可抑制燃烧器的烧坏，其结果，可以延长燃烧器等的寿命，减轻了保养、检修的负担。其结果，使用该气轮机的设备可以加长其实际运转时间，可以容易地进行合乎需要的柔性的运转。

如以上说明的那样，在该发明的预混合喷嘴中，在用于供给燃料的燃料喷嘴轴与连接了旋流器叶片的轮毂之间设有使燃烧用气体通过的空间。因此，由于燃烧用气体通过使上述燃烧用气体通过的空间流到喷嘴壳体的中心部，因此可以提高该部分处的流速。由此，使喷嘴壳体内部的燃烧用气体的流速分布接近一样，而降低了返火的危险性，从而可以抑制预混合喷嘴的烧坏。

在接下来的发明的预混合喷嘴中，在轮毂的内部配置朝向喷嘴壳体的出口渐渐变细的上述燃料喷嘴轴的前端部分，在燃料喷嘴轴的前端与轮毂之间形成的空间中使燃料气体通过。因此，可以一边确保旋流器叶片的长度一边充分地获得燃烧用气体所通过的空间，因此可以一边对燃烧用气体赋予强的旋转一边提高喷嘴壳体中心部分的流速。由此，可以抑制返火的产生，而且可以由强的旋转充分地使燃料与燃烧用空气混合，从而可以降低 NO_x 。另外，由于只要将燃料喷嘴轴的位置移动到喷嘴壳体出口侧即可，因此，不需要大幅度地进行设计变更。

在接下来的发明的预混合喷嘴中，由于将燃料喷嘴轴的一部分变细，将该部分配置在轮毂的内部，因此，形成在燃料喷嘴轴与轮毂内周面之间的燃烧用气体通过用的空间相对于燃烧用空气的流动方向为一定。因此，由于该空间的燃烧用气体所通过的横截面积基本一定，因此通过该空间的燃烧用气体的流速几乎不变小。因此，该预混合喷嘴与上述预混合喷嘴相比，可以使喷嘴壳体内部的流速分布更加均匀，因此可以进一步抑制返火的产生。

在接下来的发明的预混合喷嘴中，由于使轮毂的直径朝向喷嘴壳体的下游渐渐变小，因此，喷嘴壳体与轮毂之间的横截面积随着向喷嘴壳体的下游前进而渐渐变大。因此，通过旋流器叶片的燃烧用气体的流速在旋流器叶片的出口变慢，可以缩小其与通过燃料喷嘴轴与轮毂内周面之间的燃烧用气体的速度差。因此，喷嘴壳体内部的流速分布比上述预混合喷嘴更加一样，因此，可以进一步降低返火的危险。

在接下来的发明的预混合喷嘴中，将燃料喷嘴轴的一部分变细，将该燃料喷嘴轴的细的部分配置在朝向下流侧渐渐变细的轮毂的内部。因此，通过喷嘴壳体与轮毂之间的燃烧用气体的流速出口侧方比入口侧小，通过轮毂与燃料喷嘴轴之间的燃烧用气体的流速出口侧方比入口侧快。因此，旋流器下游的两者的流速差变少，因此旋流器叶片的下游的喷嘴壳体内部的流速分布可以比上述预混合喷嘴更加一样。其结果，可以比上述预混合喷嘴更加降低返火的危险性，可以延长预混合喷嘴的寿命。

在接下来的发明的预混合喷嘴中，由于将燃烧喷嘴的前端配置在比轮毂的入口更靠上游侧，因此，可以获得多的流过轮毂内部燃烧用气体的流量。因此，可以使喷嘴壳体内部的流速分布接近一样，因此，可以抑制在存在于现有的预混合喷嘴内部的低流速区中预混合气体逆流的现象，抑制返火的产生，从而可以抑制预混合喷嘴的烧坏。

在接下来的发明的预混合喷嘴中，在喷嘴壳体内部具有用于将燃烧用气体朝向喷嘴壳体中心流动的偏向装置。因此，可以将旋转离心力作用下产生的朝向喷嘴壳体的内壁侧的燃烧用气体的流动朝向喷嘴壳体中心部，因此，可以使喷嘴壳体内部的流速分布接近一样的状态。由此，可以抑制预混合气体的逆流，从而可以抑制返火。

在接下来的发明的预混合喷嘴中，使旋流器叶片的叶片端开放，在由开放端围着的空间中配置燃料喷嘴轴。因此，在燃料喷嘴轴的周围由于不存在轮毂，因此燃烧用气体沿燃料喷嘴轴顺利地流动。其结果，在喷嘴壳体的中心部也流动燃烧用气体，可以使该部分的流速提高，因此，可以使喷嘴壳体内部的流速分布接近一样。因此，抑制了

预混合气体的逆流，从而可以降低返火危险性。

在接下来的发明的预混合喷嘴中，由于由上述预混合喷嘴形成预混合气体并使其燃烧，因此抑制了返火，可以获得稳定的运转。而且，由于也可以抑制燃烧器的烧坏，燃烧器的寿命变长，可以减轻保养、检修的负担。

在接下来的发明的预混合喷嘴中，由于由上述燃气轮机的燃烧器具有燃烧气体，因此抑制了返火，可以获得稳定的运转。另外，由于可以抑制返火，因此，抑制了燃烧器等的烧坏，燃气轮机燃烧器的寿命也变长，其结果，加长了保养、检修的间隔。因此，在使用了该燃气轮机的设备中可以加长实际运转时间，可以容易进行符合需要的运转。

如上所述，本发明的预混合喷嘴、燃烧器以及燃气轮机对于燃气轮机有用，适用于抑制返火的产生来抑制预混合喷嘴或燃烧器的烧坏。

图1

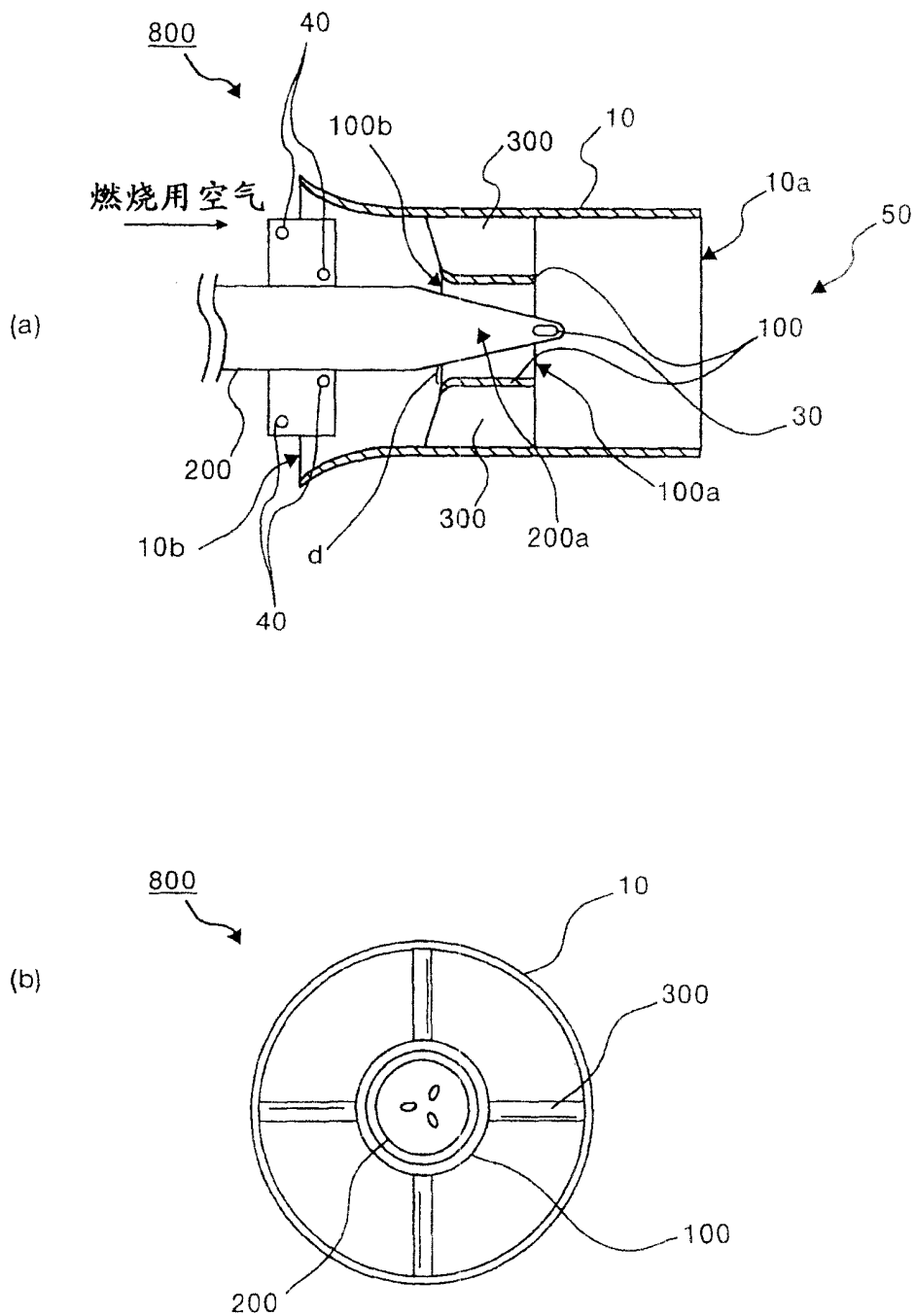


图2

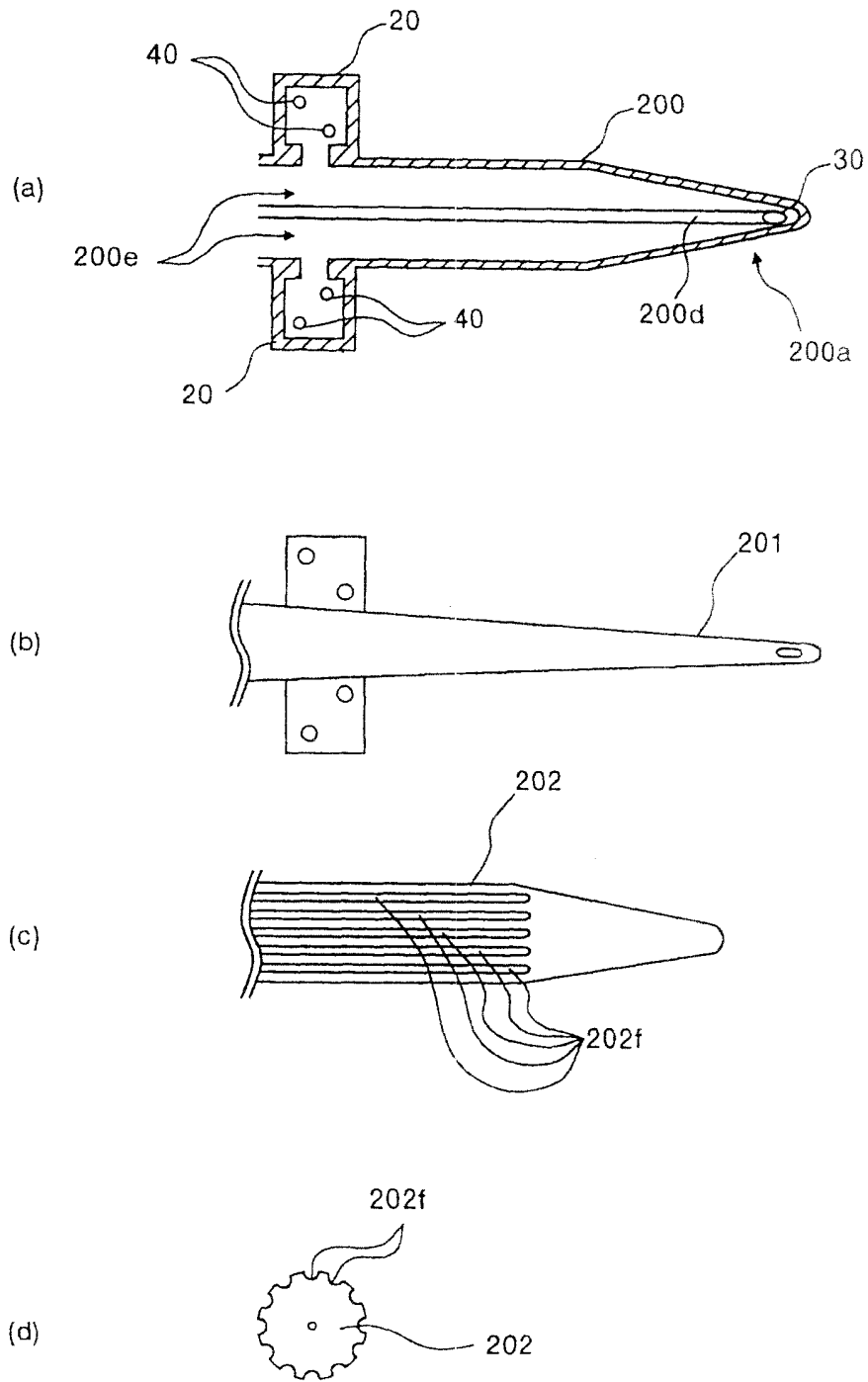


图3

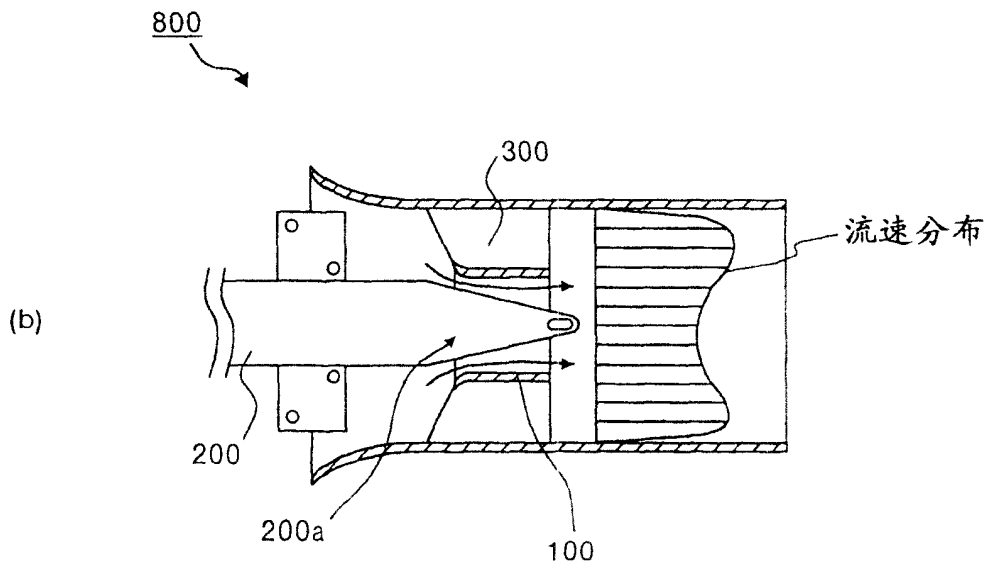
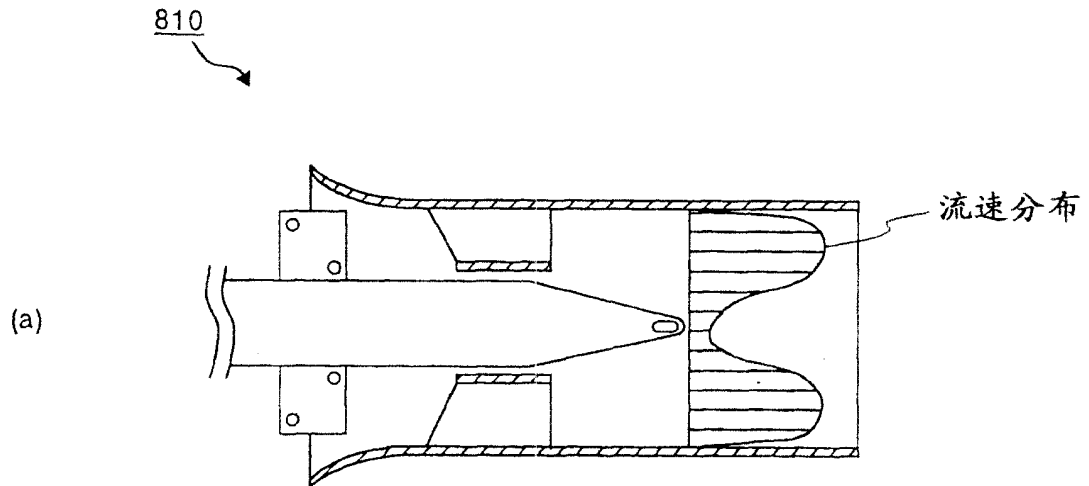


图4

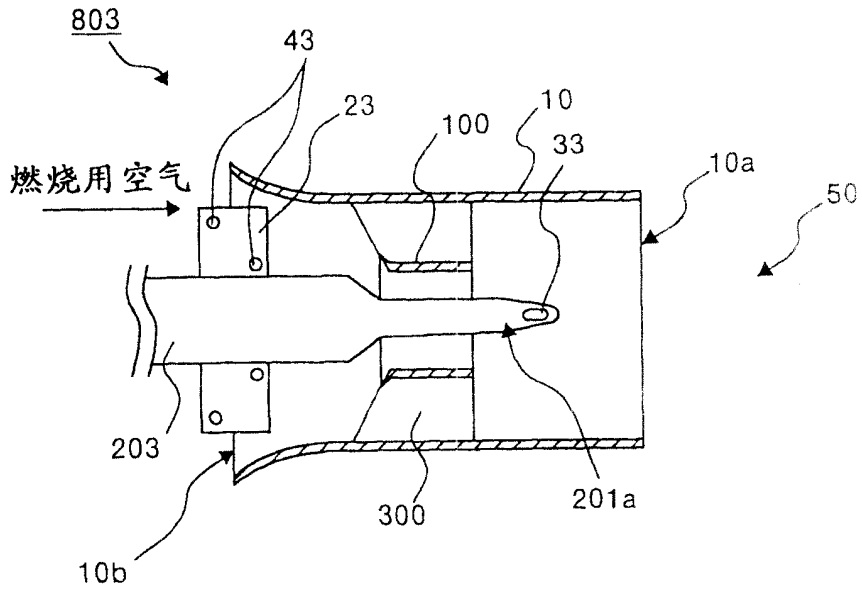


图5

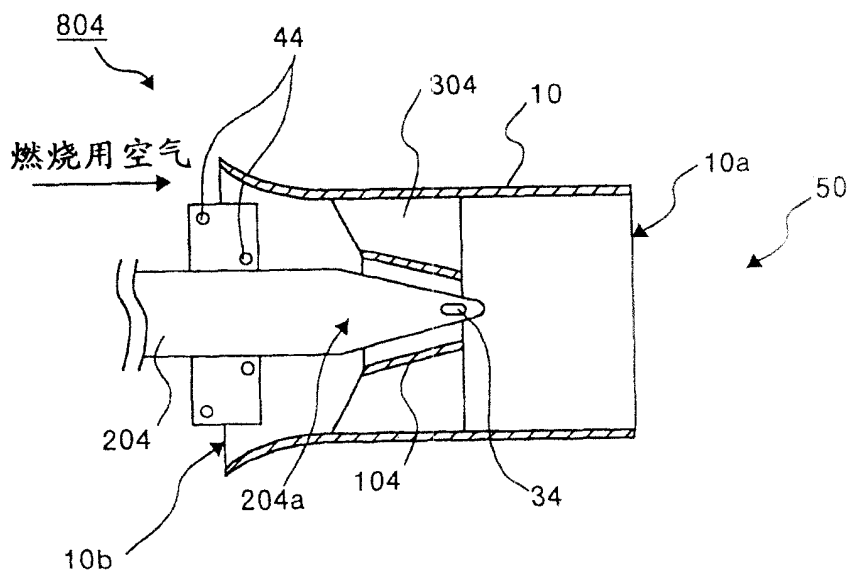


图6

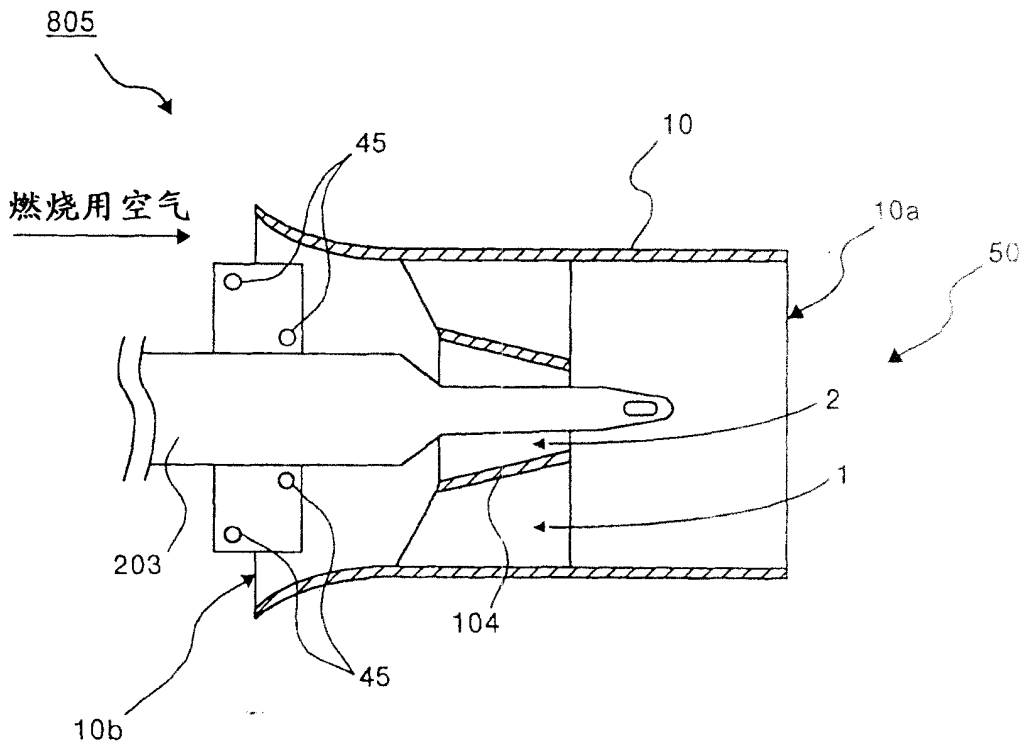


图7

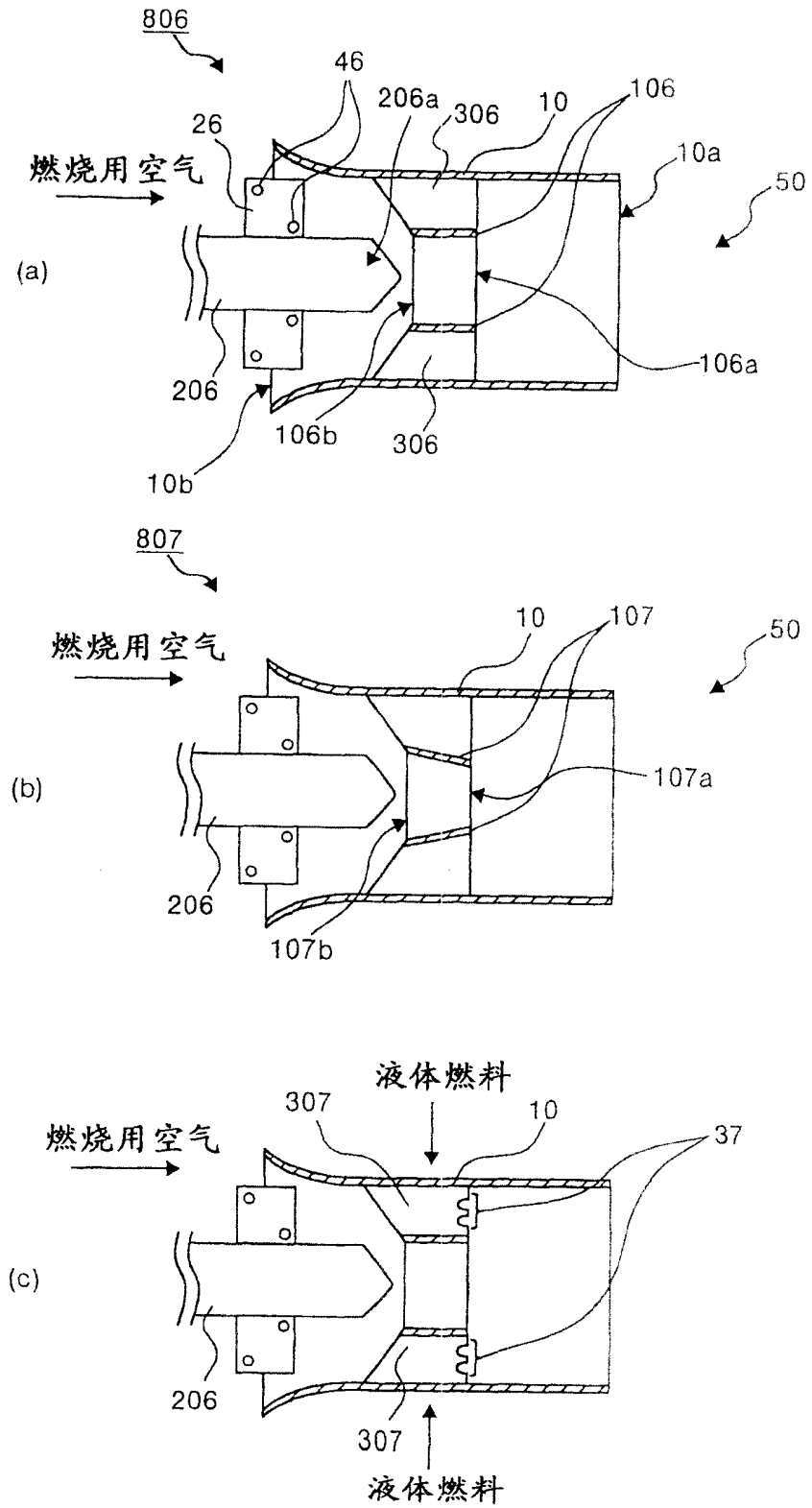


图8

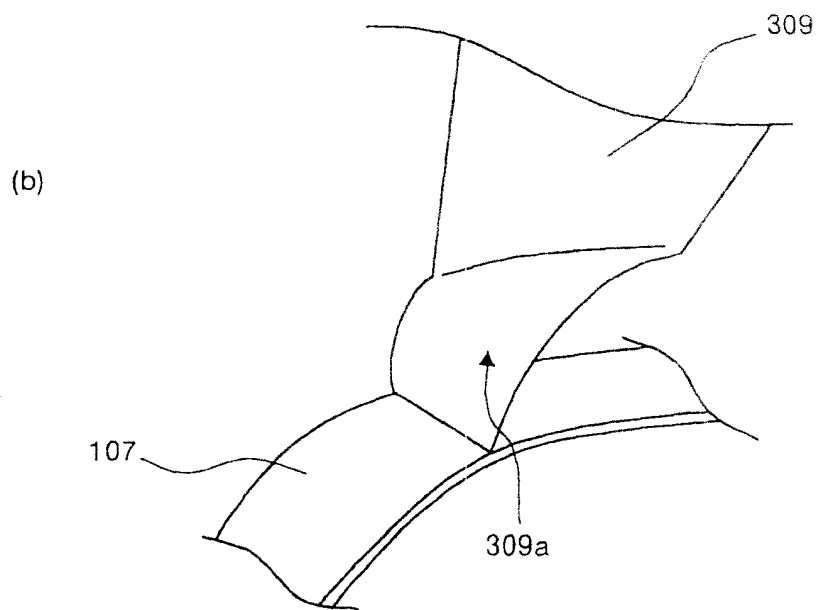
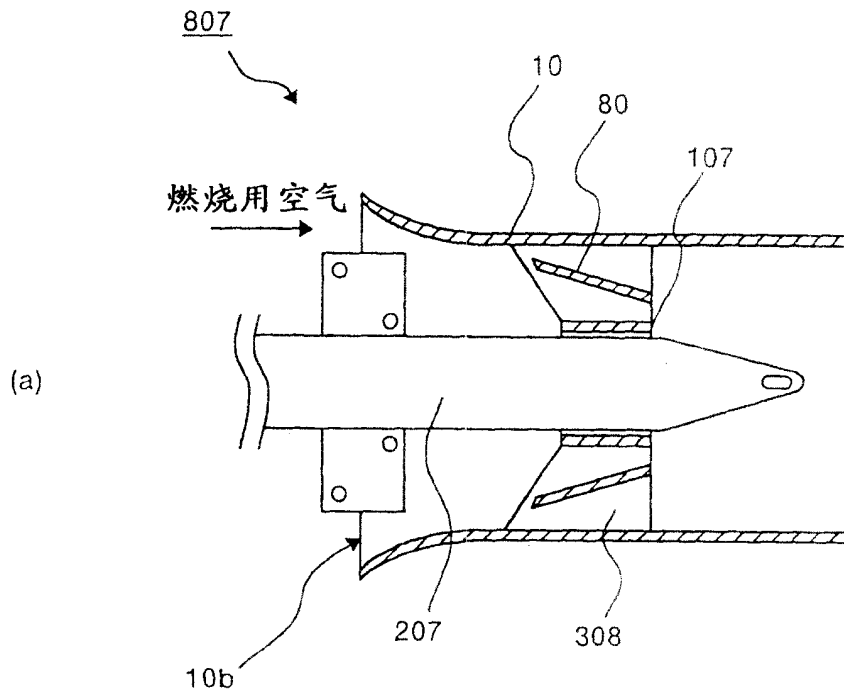


图9

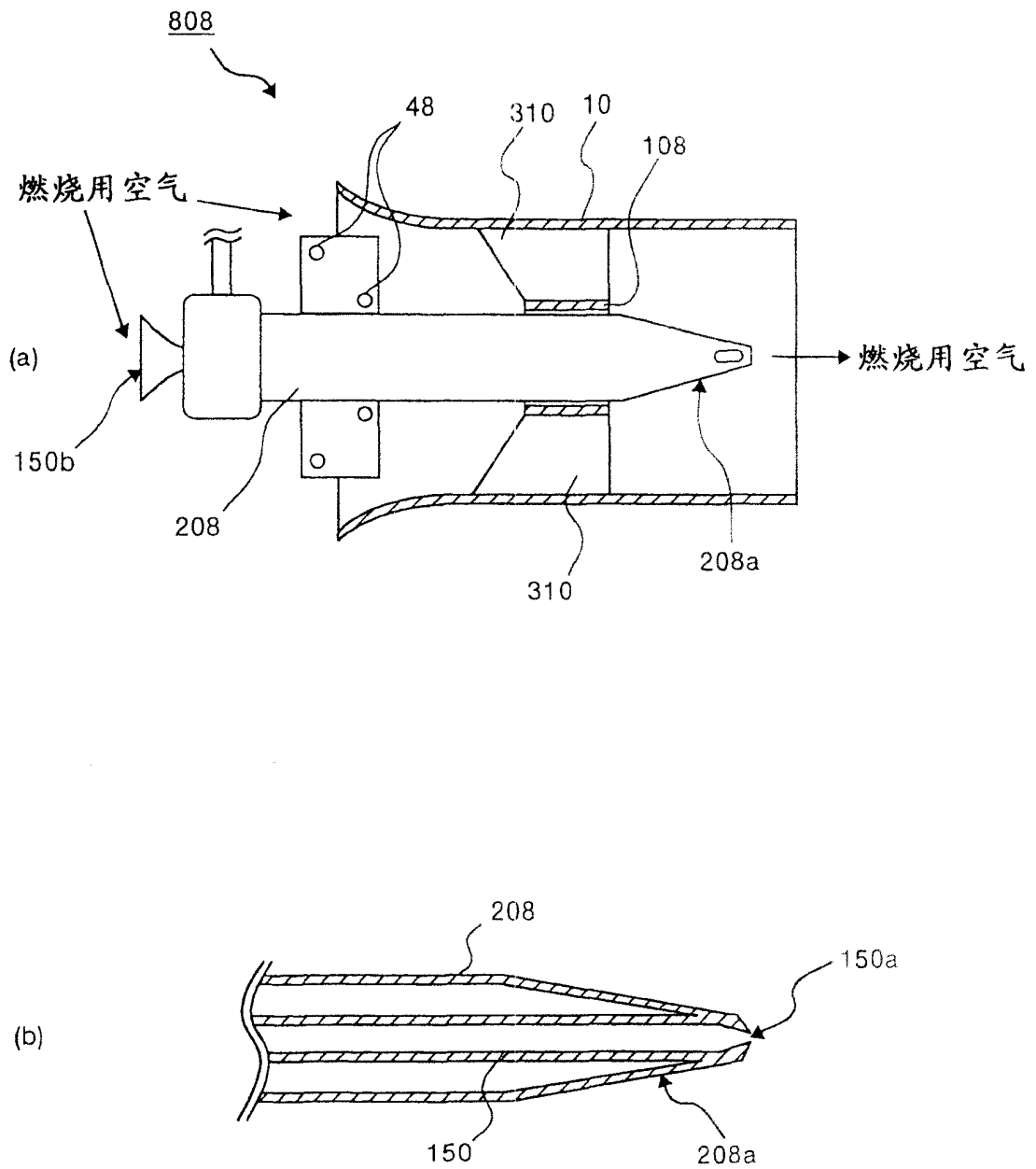


图10

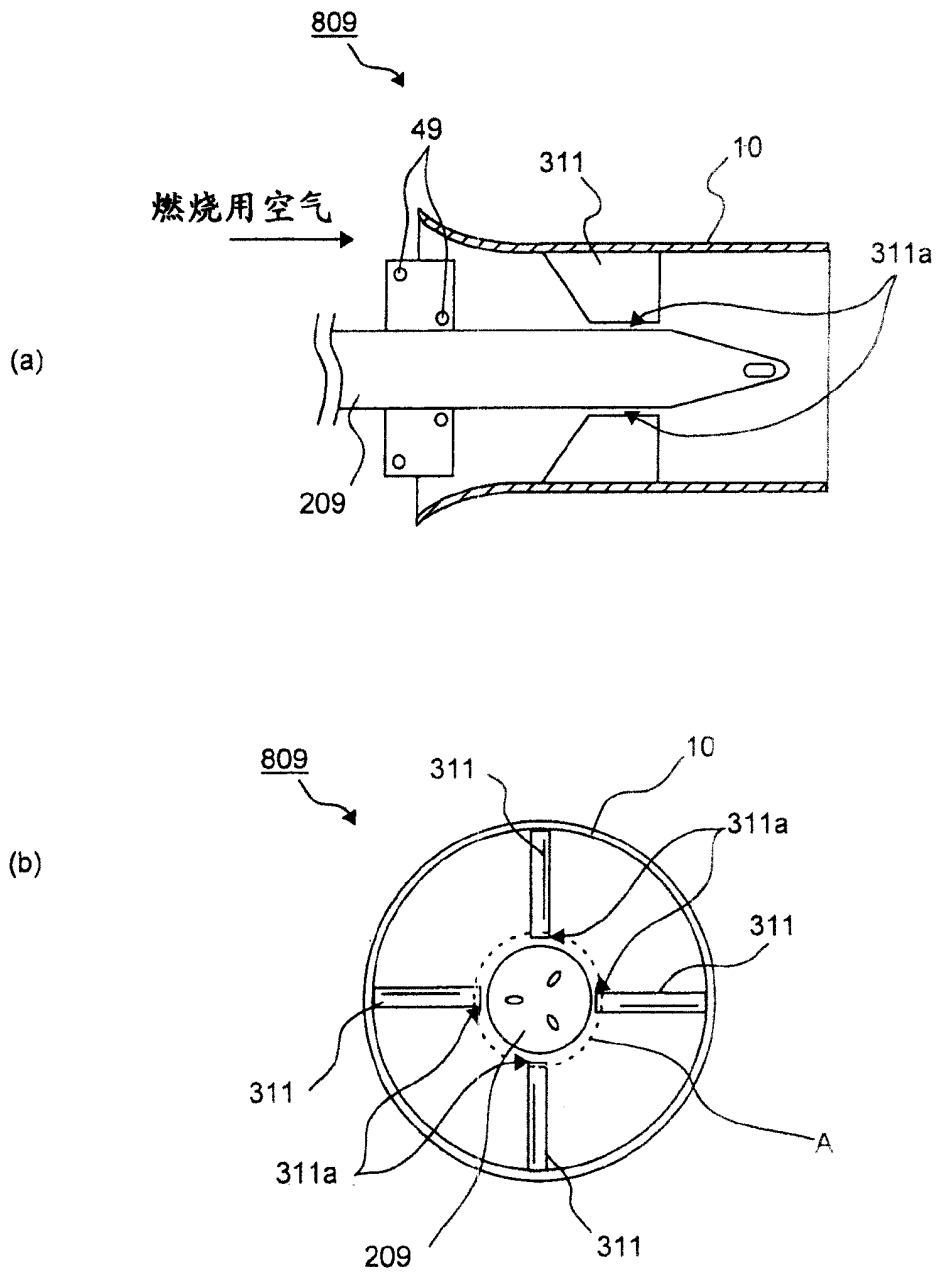


图11

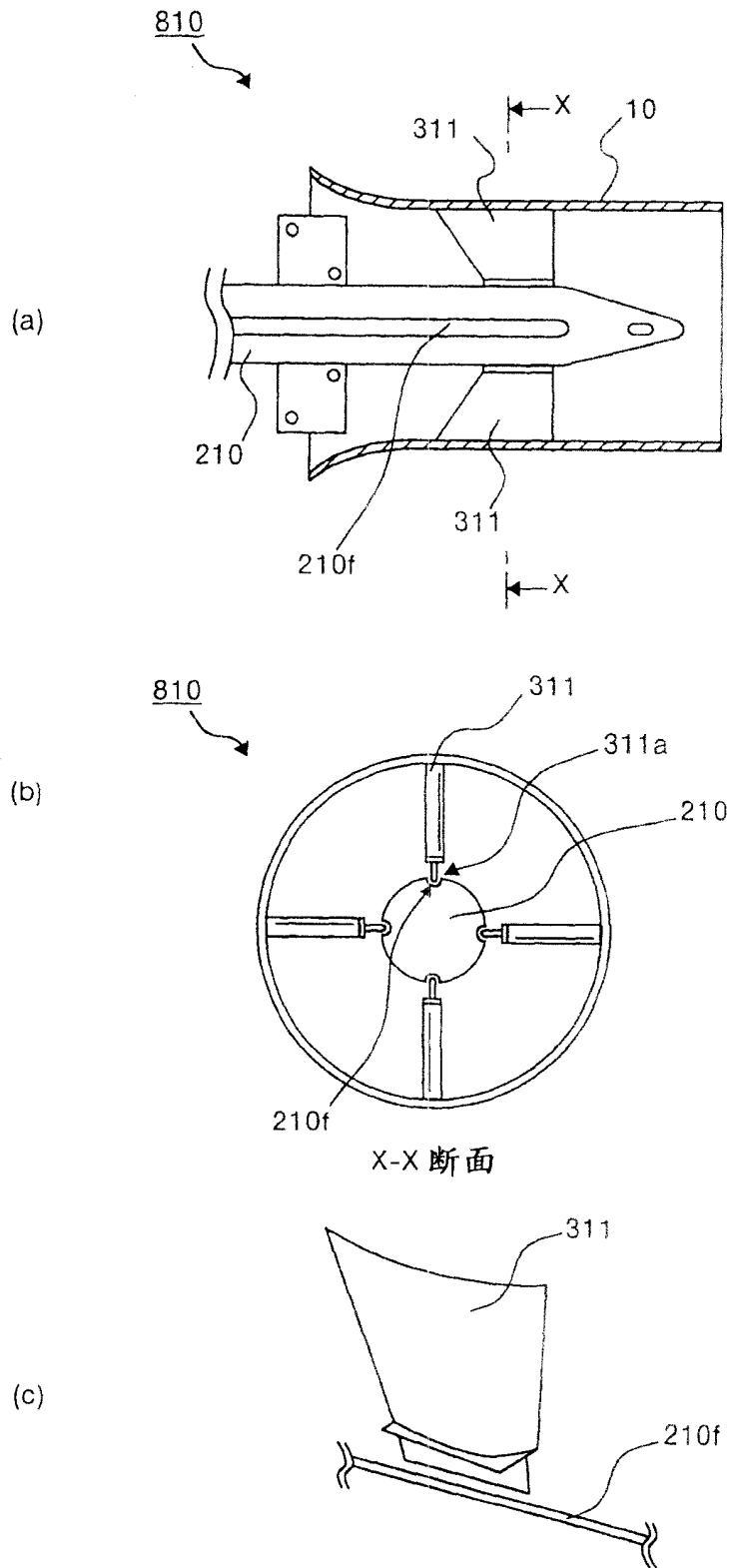


图12

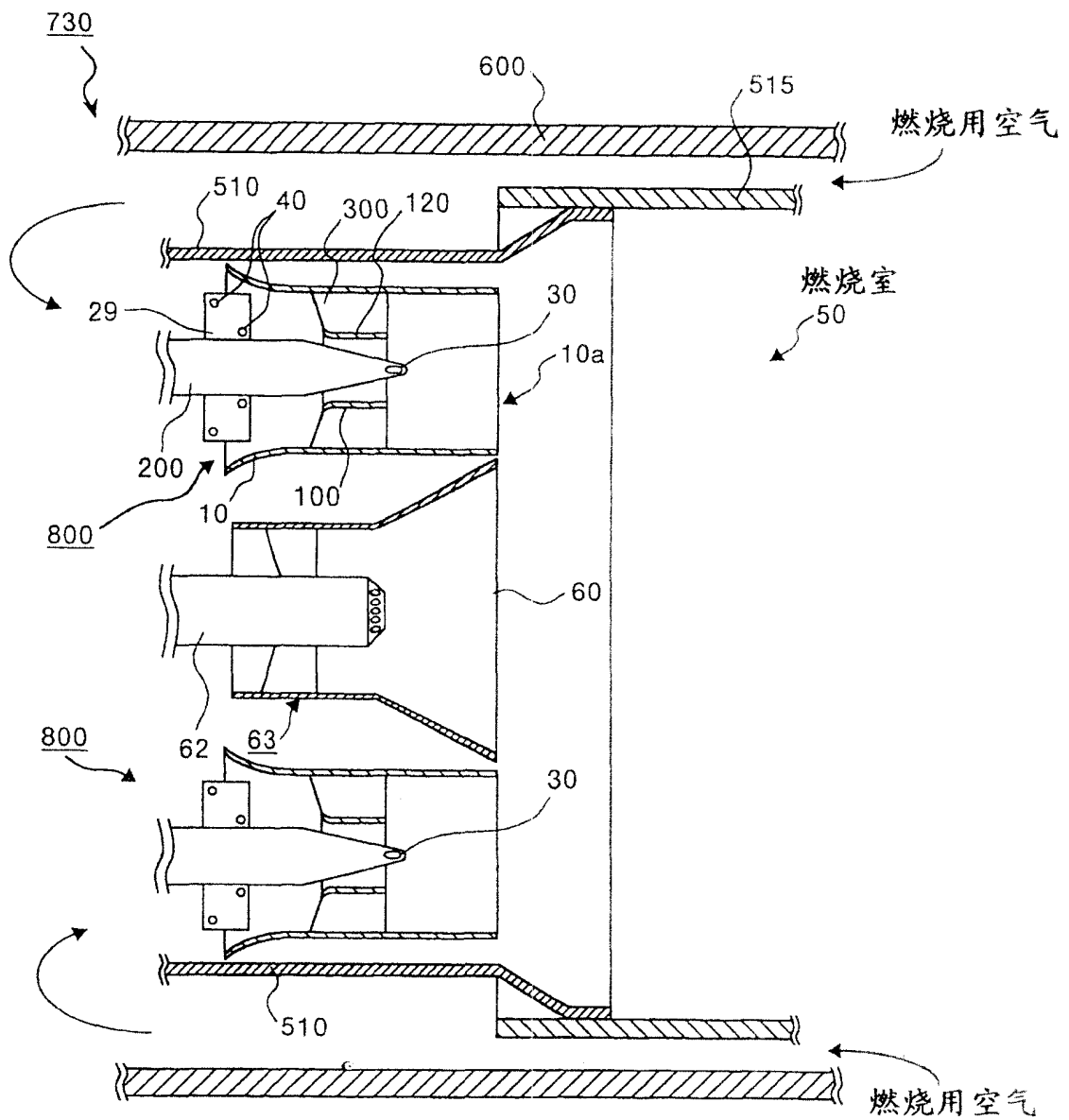


图13

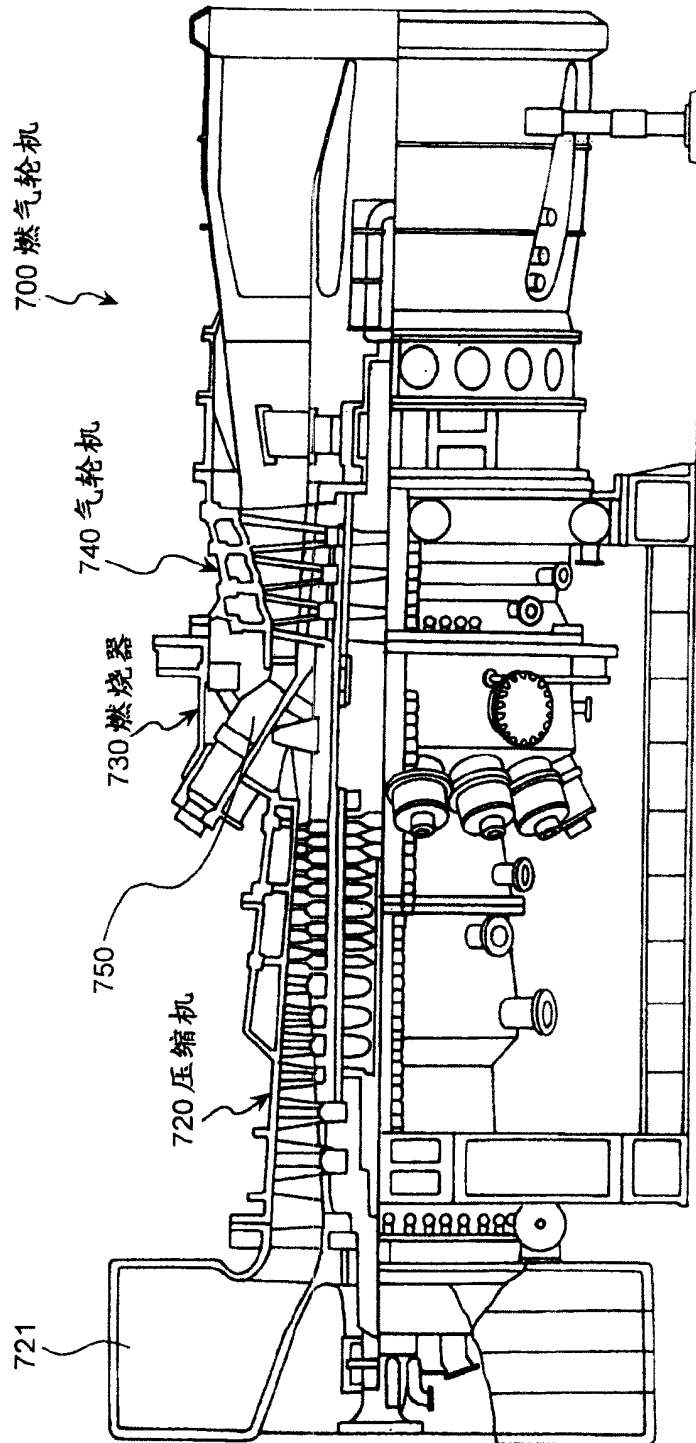


图14

