

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F02K 9/62 (2006.01)

F23R 3/28 (2006.01)

F23R 3/34 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02141954. X

[45] 授权公告日 2006 年 8 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 1267635C

[22] 申请日 2002.8.29 [21] 申请号 02141954. X

[30] 优先权

[32] 2001.8.31 [33] JP [31] 264189/2001

[71] 专利权人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 松山敬介 田中克则 池上保彦

小野正树 池田和史

审查员 张 炜

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 林 潮 顾红霞

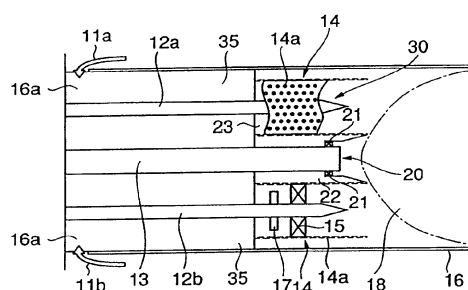
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 6 页

[54] 发明名称

燃气涡轮及其燃烧室

[57] 摘要

本发明的目的是提供一种燃气涡轮及其燃烧室，能够降低高频燃烧振荡和氧化氮的排放。引起放热振荡的压力振荡在燃气涡轮燃烧室中得以抑制，该燃烧室包括多个主燃料供应喷嘴，在每个主燃料供应喷嘴顶端部分有一个预混合喷嘴；通过在预混合喷嘴的上游空间提供用于分割沿燃烧室轴线空间的分割构件，或者具有轴向空气通道的蜂房状构件，或者通过提供由具有许多孔的圆柱状构件组成的预混合喷嘴，抑制压力振荡。



1. 一种燃气涡轮燃烧室，具有：

5 多个主燃料供应喷嘴，配置在位于火焰管中心轴上的引燃管的周围，在每个主燃料供应喷嘴顶端部分有一个预混合喷嘴；

 一个声压抑制装置，用来抑制声压在沿燃烧室轴线的横截面方向上的传播，其中燃烧室在围绕轴线的圆周方向上，同时允许空气自由流过预混合喷嘴所在的空间，或者该处的上游空间。

10 2. 根据权利要求 1 所述的燃气涡轮燃烧室，其特征在于，所述声压抑制装置是一个或者多个具有许多孔的分隔构件，它将围绕一个或者多个预混合喷嘴的空间或者沿燃烧室轴线方向的上游空间分隔开。

15 3. 根据权利要求 1 所述的燃气涡轮燃烧室，其特征在于，所述声压抑制装置是一个蜂房状构件，在燃烧室轴线方向上具有空气通道，该构件位于一个或者多个预混合喷嘴周围的空间中或其上游空间中。

20 4. 根据权利要求 1 所述的燃气涡轮燃烧室，其特征在于，所述声压抑制装置是预混合喷嘴，由孔状圆柱形构件组成。

25 5. 根据权利要求 1 所述的燃气涡轮燃烧室，其特征在于，所述声压抑制装置是由孔状圆柱形构件组成的预混合喷嘴和具有许多孔的分隔构件的组合物，其中所述分隔构件将围绕所述预混合喷嘴的空间或者沿燃烧室轴线方向的上游空间分隔开；或者是由孔状圆柱形构件组成的预混合喷嘴和蜂房状构件的组合物，其中所述蜂房状构件在燃烧室轴线方向上具有空气通道，并且该蜂房状构件位于所述预混合喷嘴周围的空间中或其上游空间中。

30

- 5 6. 一种燃气涡轮，包括一个具有多个主燃料供应喷嘴的燃烧室，
在每个喷嘴顶端部分有一个预混合喷嘴，配置在位于火焰管中心轴上
的引燃管的周围；这种结构便于由燃气涡轮的空气压缩机压缩的空气
作为燃烧气体进入燃烧室；还包括一个声压抑制装置，用来抑制声压
在沿燃烧室轴线的横截面方向上的传播，其中燃烧室在围绕轴线的圆
周方向上，同时允许空气自由流过预混合喷嘴所在的空间，或者该处
的上游空间。

10

燃气涡轮及其燃烧室

5 技术领域

本发明涉及燃气涡轮及其燃烧室，能够降低超高频燃烧振荡，并降低氧化氮（NO_x）的排放。

背景技术

10 图 6 是装配有传统燃烧室的燃气涡轮临近燃烧室部分的纵向截面剖视图。这里参照附图将对传统燃烧室进行说明。在图 6 中，标号 101 表示安装在转子发动机外壳 102 内的燃烧室。

15 燃烧室 101 具有一个燃料供应喷嘴 103，一个衬套（火焰管）104，和一个尾管 105。标号 106 表示外罩。在尾管 105 上连接着一个旁通弯管 107。标号 108 表示旁通阀，109 表示旁通阀 108 的调节机构。

20 标号 110 表示空气压缩机。从压缩机 110 排出的压缩空气 111 流入转子发动机外壳 102 内，按照箭头所示的方向传送到燃烧室 101，作为燃烧气体从燃料供应喷嘴 103 的上游进入燃烧室 101。

25 如图 6 所示的燃烧室 101 如上所述构成，通过燃料供应喷嘴 103 供应的燃料进行燃烧，燃烧气体输送到涡轮的叶片部分 112，用来驱动燃气涡轮转子。

燃气涡轮从启动到输出额定功率，需要在很大范围内的负载和速度下运行。所以，对应大范围的运行状态，例如从启动到输出额定功率的空气和燃料流量，要求燃料在燃气涡轮燃烧室内进行稳定的燃烧。

同时，为了降低燃气涡轮燃烧室中的氧化氮排放量，也非常需要一种能够抑制氧化氮排放的方法。

预混合燃烧是一种用来降低氧化氮产生的燃烧方法。大体上，氧化氮的产生随燃烧火焰温度而指数增加。通过使燃料在预混合燃烧状态下进行燃烧，可以阻止局部燃烧火焰温度的升高。所以，可以通过增加空气对燃料的比例而获得一种贫燃料混合物，这样就能降低燃烧的火焰温度，最终降低氧化氮排放。近来，为了达到进一步降低氧化氮排放的要求，在贫燃料预混合燃烧下运行的比例增加了。

然而，与燃料在燃烧时与空气进行混合的扩散燃烧相比，在贫燃料预混合燃烧中，通常易于产生火焰熄灭，也容易出现燃烧振荡。同样，会限制稳定的运行。所以，有必要对扩散燃烧和贫燃料预混合燃烧进行恰当的结合以降低氧化氮的排放并确保稳定的燃烧。

图 4 示意性显示传统燃烧室的结构，在这种燃烧室中能够恰当地结合扩散燃烧和贫燃料预混合燃烧。这里，将对该结构进行简要介绍。燃烧室包括一个位于基本为圆柱状的火焰管（衬套）6 的中心轴上、用于扩散燃烧的引燃燃烧器 01，引燃燃烧器 01 设置有一个引燃燃料供应喷嘴 3，引燃燃料供应喷嘴 3 具有连接在其顶端部分周围的引燃旋转器叶片 01a；以及预混合燃烧器 02，该预混合燃烧器具有八个布置在引燃燃烧器 01 周围的主燃料供应喷嘴 2a、…，布置在每个主燃料供应喷嘴 2a、…的端部周围的预混合喷嘴 4a、…，一个盘形喷嘴板 7 和一个预混合旋转器叶片 5、…布置在每个主燃料供应喷嘴 2a、…和预混合喷嘴 4a、…之间的环形空间内。

在这样的燃烧室中，引燃燃料由引燃燃料供应喷嘴 3 供应，用于燃烧引燃燃料的燃烧气体从引燃喷嘴周围供应，以实现引燃燃烧，引燃燃烧在燃烧室中央部分具有扩散火焰（下文中称之为引燃火焰）。在引燃火焰的周围供给具有极高过量空气比例的燃料/空气混合物，用

来与引燃火焰的高温气体接触，以实现由预混合火焰（下文中称之为
主火焰）组成的主燃烧。

5 预混合燃烧器 02 配置在引燃燃烧器 01 的周围，以使得预混合燃
烧器 02 的位置临近引燃燃烧器 01，这样从预混合喷嘴 4a、...喷射出
来的混合物和引燃燃烧的扩散燃烧火焰混合在一起，而扩散燃烧火焰
由引燃旋转器 01a 所导致的旋转气流扩散，进行连续的燃烧，引燃燃
烧器 01 的燃烧气体流量可以减小，而预混合燃烧的流量得到增加，
从而降低了氧化氮的排放。

10

在图中，标号 1a 和 1b 表示空气的流动，8 表示燃烧火焰，9 表
示声压波节线（声压波节：ND）。

15 然而，在上述的在先技术中，由于声学系统和燃烧系统的耦合，
非常高频的燃烧振荡（超高频燃烧振荡）会在燃烧室轴线的横向平面
上会形成声学模式（声压模式）。

20 现在，通过加强声学系统的阻尼效果来抑制超高频的燃烧振荡，
例如，如图 5 所示，通过沿火焰管 6 的内圆周在燃烧区域 8 提供一种
具有许多孔 10 的圆柱形构件。然而，由于具有许多孔 10 的圆柱形构
件位于燃烧室的高温区域，不可避免地要对其耐热性和冷却进行考
虑，这将导致复杂的结构并增加了制造成本。

25 还存在燃烧室不止具有一个波节线（1ND），而是具有图 3 所示
的许多声学模式的高阶波节线的情形。

30 例如，图 3A 显示了一种情形，其中有两条二阶波节线，将横断
燃烧室轴线的平面分成具有+-+的 4 个振动区；图 3B 显示了另一种
情形，其中有三条三阶波节线，将平面分成具有+-+-+的 6 个振动区；
图 3C 显示了另一种情形，其中有四条四阶波节线，将平面分成具有

+--+--+ 的 8 个振动区。

发明概述

5 本发明根据上述所提及的问题而提出的，其目的是提供一种燃气涡轮及其燃烧室，可以降低超高频燃烧振荡和氧化氮的产生。

特别是，由于燃烧振荡是声学系统压力波动和燃烧系统放热波动的耦合振荡，本发明的目的是提供一种工艺，特别是通过抑制导致放热波动的压力波动而抑制燃烧振荡，以达到上述目的。

10

本发明试图通过提供一种燃气涡轮解决这个问题，燃气涡轮包括一个具有多个主燃料供应喷嘴的燃烧室，在每个喷嘴顶端部分有一个预混合喷嘴，配置在位于火焰管中心轴上的引燃管的周围；这种结构便于由燃气涡轮的空气压缩机压缩的空气作为燃烧气体进入燃烧室；
15 还包括一个声压抑制装置，用来抑制声压在沿燃烧室轴线的横截面方向上的传播，其中燃烧室在围绕轴线的圆周方向上，同时允许空气自由流过预混合喷嘴所在的空间，或者该处的上游空间。特别是，燃气涡轮燃烧室具有一个声压抑制装置，用来抑制声压在沿燃烧室轴线的横截面方向上的传播，其中燃烧室在围绕轴线的圆周方向上，同时允
20 许空气自由流过预混合喷嘴所在的空间，或者该处的上游空间。所述声压抑制装置是一个或者多个具有许多孔的分割构件，它将围绕一个或者多个预混合喷嘴的空间或者沿燃烧室轴线方向的上游空间分割开；或者是一个蜂房状构件，在燃烧室轴线方向上具有空气通道，该构件位于一个或者多个预混合喷嘴周围的空间中或上游空间中；或者
25 是预混合喷嘴，每个喷嘴由孔状圆柱形构件组成。

所述声压抑制装置可以是由孔状圆柱形构件组成的所述预混合喷嘴和具有许多孔的所述分割构件或者所述蜂房状构件的组合物。

30

下文中将对本发明进行解释。

5 一般认为，所述放热的波动是由于预混合喷嘴处燃料和空气混合状态的波动导致的，这种波动通过预混合喷嘴传播到上游。超高频燃烧振荡是具有波节的平面振动，波节在与火焰管垂直的平面上，就是说，是如图 3 所示的平面模式振动，这样喷嘴之间的相互影响也会出现在预混合喷嘴的上游侧。通过诸如具有许多孔的板或者压力屏蔽板的分割板阻止或者限制这部分声压的传播，从而对在燃烧室（预混合喷嘴族）轴线的横截面方向上的声压传播的抑制成为可能，因此也可以抑制超高频燃烧振荡。

10

由于所述分割板是例如具有许多孔的板，因此声压可以被屏蔽，而空气可以自由流通。具有许多孔的板可以降低声压的原理是，由于孔的阻碍，能够降低声压的能量。对于具有许多孔 35 的板没有特殊的限制，只要它能够屏蔽声压并允许空气自由通过。例如，可以通过
15 冲压金属、钢网、烧结陶瓷、不锈钢或者耐热钢烧结网等来制造该板。

20

由于具有许多孔 35 的板位于相邻的预混合喷嘴之间，优选地将板放置在相邻预混合喷嘴之间的空隙中，这样具有许多孔 35 的板的数量就和预混合喷嘴的数量相同。然而，根据声音模式，没有必要一定是位于相邻的喷嘴之间，可以在每两个预混合喷嘴之间放置一块板，或者可以按照 2、1、2、1 的预混合喷嘴间隔放置板。可能会出现为偶数预混合喷嘴提供奇数板的情形，或者为奇数预混合喷嘴提供偶数板的情形。具有许多孔的板可以按照相等的间隔或者不相等的间隔放置在相邻预混合喷嘴之间。

25

进一步，通过加工孔状材料预混合喷嘴以抑制在预混合喷嘴处的燃料/空气混合物状态的波动，在燃烧室（预混合喷嘴族）轴线的横截面方向上的声压的传播进一步被抑制，导致超高频燃烧振荡被抑制。

30

在预混合喷嘴所在的空间或者其上游侧的空间内填充所述蜂房状

构件也是可行的，其中这种构件在燃烧室的轴线方向上具有空气通道。

附图简述

5 图 1A 是一个纵向剖面视图，显示按照本发明第一实施例的燃烧室内部结构，图 1B 是其横向剖面视图。

图 2A 是一个纵向剖面视图，显示按照本发明第二实施例的燃烧室内部结构，图 2B 是其横向剖面视图。

10 图 3A 是燃烧室中声压的模式视图，A 显示具有二阶两波节线的情形，B 显示具有三阶三波节线的情形，C 显示具有四阶四波节线的情形。

图 4A 是一个纵向剖面视图，显示在先技术的第一例的燃烧室的内部结构；图 4B 是其横向剖面视图。

15 图 5A 是一个纵向剖面视图，显示在先技术的第二例的燃烧室的内部结构；图 5B 是其横向剖面视图。

图 6 是燃气涡轮靠近燃烧室处的一个纵向剖面视图，本发明及在先技术的燃烧室都适用于该燃气涡轮。

优选实施例

20 现在将参照附图对本发明的优选实施例进行详细描述。然而，除非特别指出，实施例中的组成部件的尺寸、材料、相对位置等等只是作为示例，而不是对本发明范围的限制。

25 图 1A、B 是燃烧室的示意性图示，其中扩散燃烧和预混合燃烧结合在一起，图 1A 是一个纵向剖面视图，显示按照本发明第一实施例的燃烧室内部结构，图 1B 是其横向剖面视图。

30 在图中，燃烧室包括一个位于基本为圆柱状的火焰管（衬套）16 的中心轴上、用于扩散燃烧的引燃燃烧器 20，引燃燃烧器 20 设置有一个引燃燃料供应喷嘴 13，引燃燃料供应喷嘴 13 具有连接在其顶端

部分周围的引燃旋转器叶片 21；以及预混合燃烧器 30，该预混合燃烧器具有八个布置在引燃燃烧器 20 周围的主燃料供应喷嘴 12a、…，布置在每个主燃料供应喷嘴 12a、…的端部周围的预混合喷嘴 14、…，一个盘形喷嘴板 17 和一个预混合旋转叶片 15、…布置在每个主燃料供应喷嘴 12a、…和预混合喷嘴 14、…之间的环形空间内。

引燃燃料由引燃燃料供应喷嘴 13 提供，用于燃烧引燃燃料的燃烧气体从引燃喷嘴周围供应，以实现在燃烧室中央部分具有扩散火焰的引燃燃烧。在引燃火焰的周围，供应具有非常高的过量空气比例的燃料/空气混合物，与引燃火焰的高温气体接触，以实现由预混合火焰（主火焰）组成的主燃烧。这与在先技术的燃烧室是相同的。更为特殊的是，在燃气涡轮燃烧室中，引燃燃料由沿火焰管 16 中心轴伸出的引燃燃料供应喷嘴 13 供应，而引燃空气供应通道 22 成形在引燃燃料供应喷嘴 13 的周围。在引燃空气供应通道 22 中设置有用以保持火焰的引燃旋转器 21。进一步，用来向主燃烧提供燃料的主燃料供应喷嘴 12a、…，主空气供应喷嘴 23、…，以及预混合旋转叶片 15、…设置在引燃空气供应通道 22 周围。

由引燃燃料供应喷嘴 13 供应的引燃燃料，和由引燃空气供应通道 22 供应的空气混合在一起，在通道的出口侧燃烧，形成高温引燃火焰。由主燃料供应喷嘴 12a、…供应的燃料在预混合喷嘴 14、…下游形成的混合区和由主空气供应通道 23 供应的空气混合，…形成燃料/空气混合物。燃料/空气混合物与引燃火焰接触，形成主火焰 18。在附图中，标号 11a 和 11b 显示空气流动。

具有类似这种结构的燃烧室产生的燃烧振荡是声学系统的压力波动和燃烧系统的放热波动的耦合振动。根据本发明，特别是引起放热波动的压力波动可以被抑制。

通常认为放热波动是由于在预混合喷嘴处燃料和空气混合状态的

波动导致的，这种波动通过预混合喷嘴传播到上游侧。燃烧振荡是超高频振荡，而且是一种在与火焰管垂直的平面上具有波节的平面振动，就是说，是如图 3 所示的平面振动模式，这样在喷嘴之间出现的相互影响也出现在预混合喷嘴 14 的上游侧。

5

所以，在本发明的一个实施例中，通过在相邻预混合喷嘴 14 之间或者在上游侧相邻预混合喷嘴 14 之间用具有许多孔的板 35 的分割，可以阻止或者限制声压在垂直于火焰管轴线平面上的传播。

10

对于具有许多孔 35 的板没有特殊的限制，只要能够屏蔽声压并且允许空气自由通过。例如，可以通过冲压金属、钢网、烧结陶瓷、不锈钢或者耐热钢烧结网等来制造该板。

15

所述具有许多孔 35 的板定位为沿着从火焰管的空气入口 16a 的开口处到预混合喷嘴 14 的根部的空气流动纵向方向延伸，即预混合喷嘴 14 的上游，并从引燃燃料供应喷嘴 13 的周围到介于相邻预混合喷嘴之间空间内的火焰管 16 的内半径处延伸。

20

特别是，当八个预混合喷嘴从与垂直线的偏离角度为 22.5° 的位置，如图 1B 所示以 45° 间隔设置在圆周方向上时，具有许多孔 35 的八个板径向安装在以 45° 间隔的垂直、水平和两个倾斜方向上。

25

通过提供这种具有许多孔 35 的板，每个预混合喷嘴 14 周围的每个纵向间隔被分割成沿每个预混合喷嘴 14 的独立空间。因此，空气可以流过每个独立的空间，但是声压在燃烧室轴线的横截面方向上的传播可以被抑制，其中燃烧室在围绕轴线的圆周方向上。因此，在预混合喷嘴之间相互影响的出现和因相互影响引起的声压的传播被阻止，从而导致对超高频燃烧振荡的抑制。

30

由于具有许多孔 35 的板位于相邻的预混合喷嘴之间，优选地将

板放置在相邻预混合喷嘴之间的每个空隙中，这样具有许多孔 35 的板的数量就和预混合喷嘴的数量相同。然而，可以在每两个预混合喷嘴之间放置一块板，或者可以按照 2、1、2、1 的预混合喷嘴间隔放置板。在这种情况下，可能会出现为偶数预混合喷嘴提供奇数板的情形，或者为奇数预混合喷嘴提供偶数板的情形。

具有许多孔 35 的板按照相等的间隔 45° 位于相邻喷嘴之间，然而，也可以具有不同间隔，例如，具有 $40^\circ/50^\circ/40^\circ/50^\circ$ 的间隔，这取决于声压的模式。

进一步，通过使用孔状陶瓷材料或者诸如烧结金属的孔状材料，将预混合喷嘴 14 加工成具有许多孔 14a 的圆柱形构件，具有许多孔 14a 的圆柱形构件能够抑制在预混合喷嘴 14 处的燃料/空气混合状态的波动，同时又能保持空气在径向自由流通，声压在预混合喷嘴 14 轴线的横截面方向上的传播得到抑制，最终导致对超高频燃烧振荡的抑制。其中预混合喷嘴在火焰管 16 的中心轴周围的圆周方向上。

图 2 是燃烧室的另一实施例，其中轴向具有许多空气通道的蜂房状构件 40 位于预混合喷嘴所在的位置或者在预混合喷嘴的上游部分。蜂房状构件 40 位于火焰管 16 内，从火焰管 16 的空气入口 16a 的开口处向预混合喷嘴 14 的根部伸出，空气通道 41 沿轴向空气流通的方向伸出。

在该实施例中，预混合喷嘴 14 的上游侧通过蜂房状构件 40 提供许多独立的空气通道，声压在垂直于火焰管的平面上的传播得到有效的阻止，同时空气可以自由流经空气通道 41。

正如前面所描述的，根据本发明，声压在燃烧室（预混合喷嘴族）轴线的横截面方向上的传播可以被抑制，其中燃烧室在绕轴线的圆周方向上，其结果是，能够抑制超高频燃烧振荡。

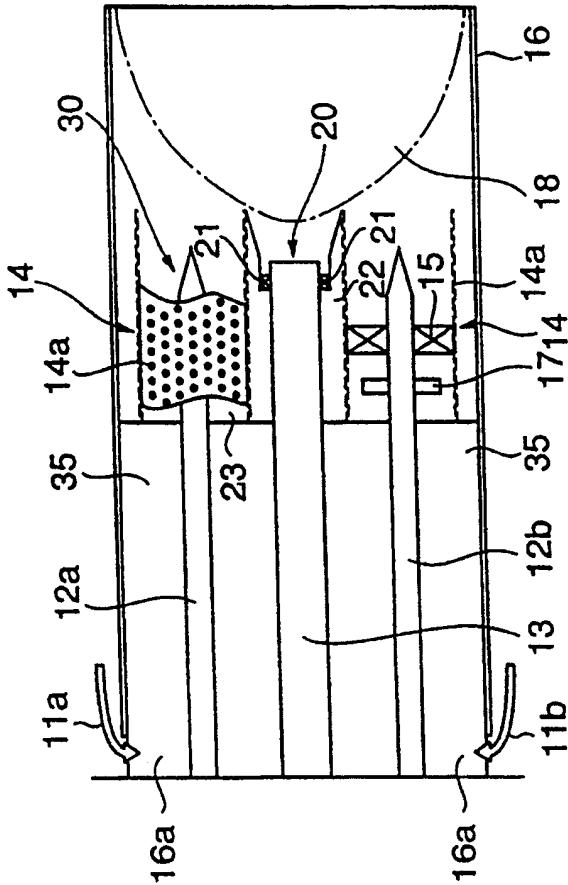


图 1A

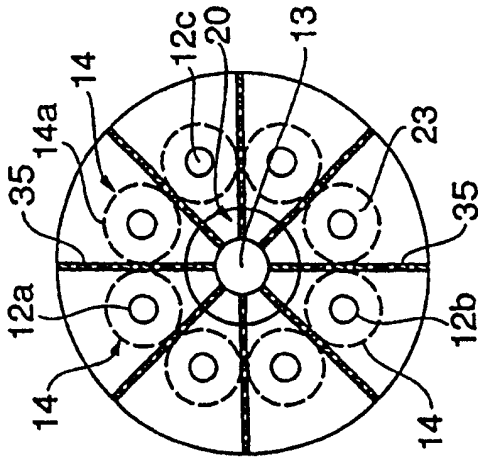
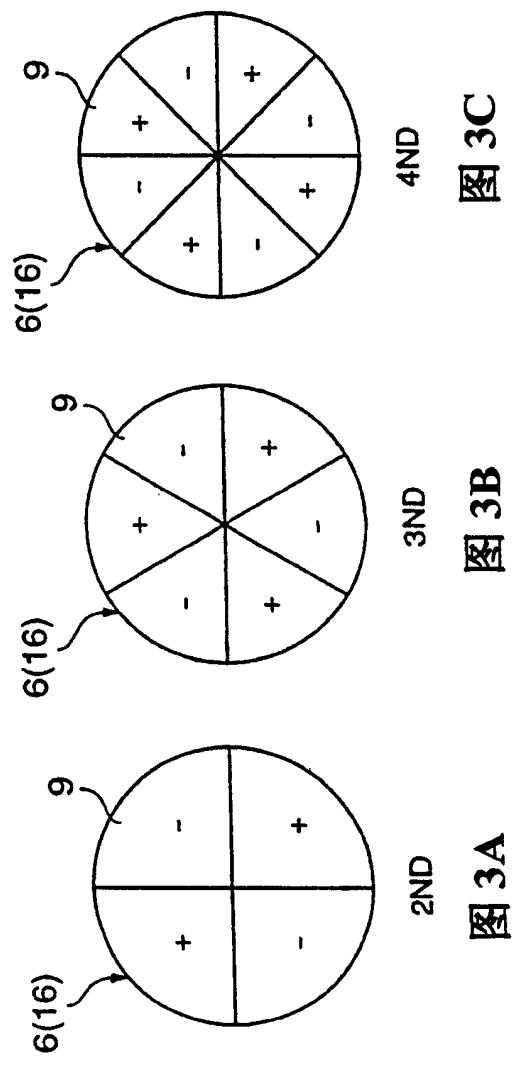


图 1B



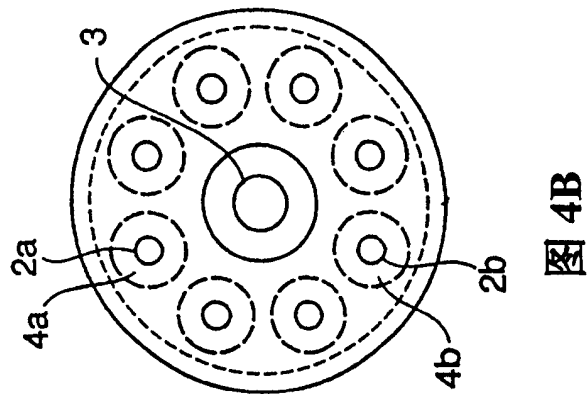


图 4B

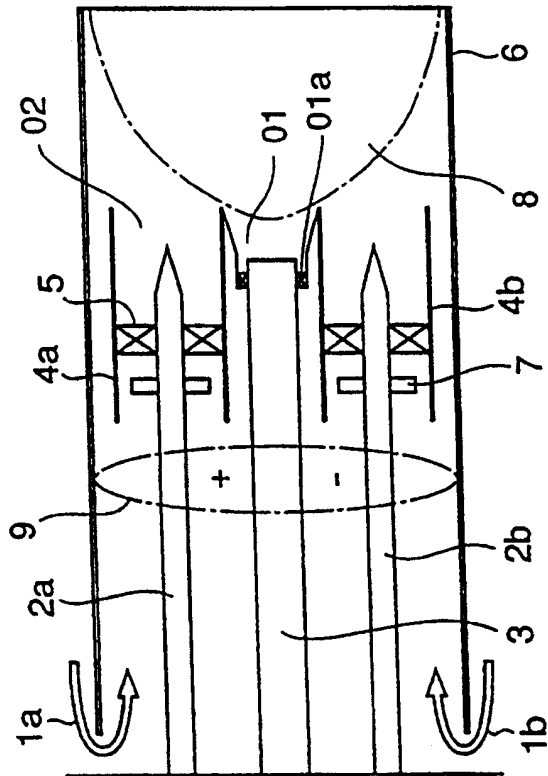
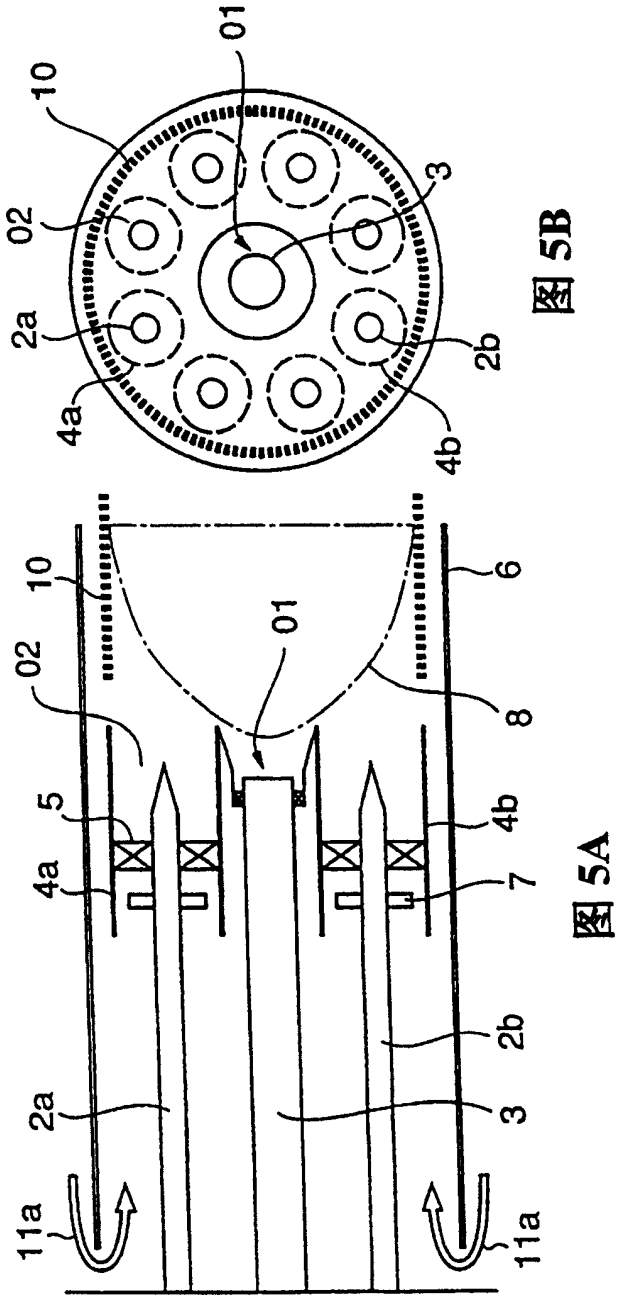


图 4A



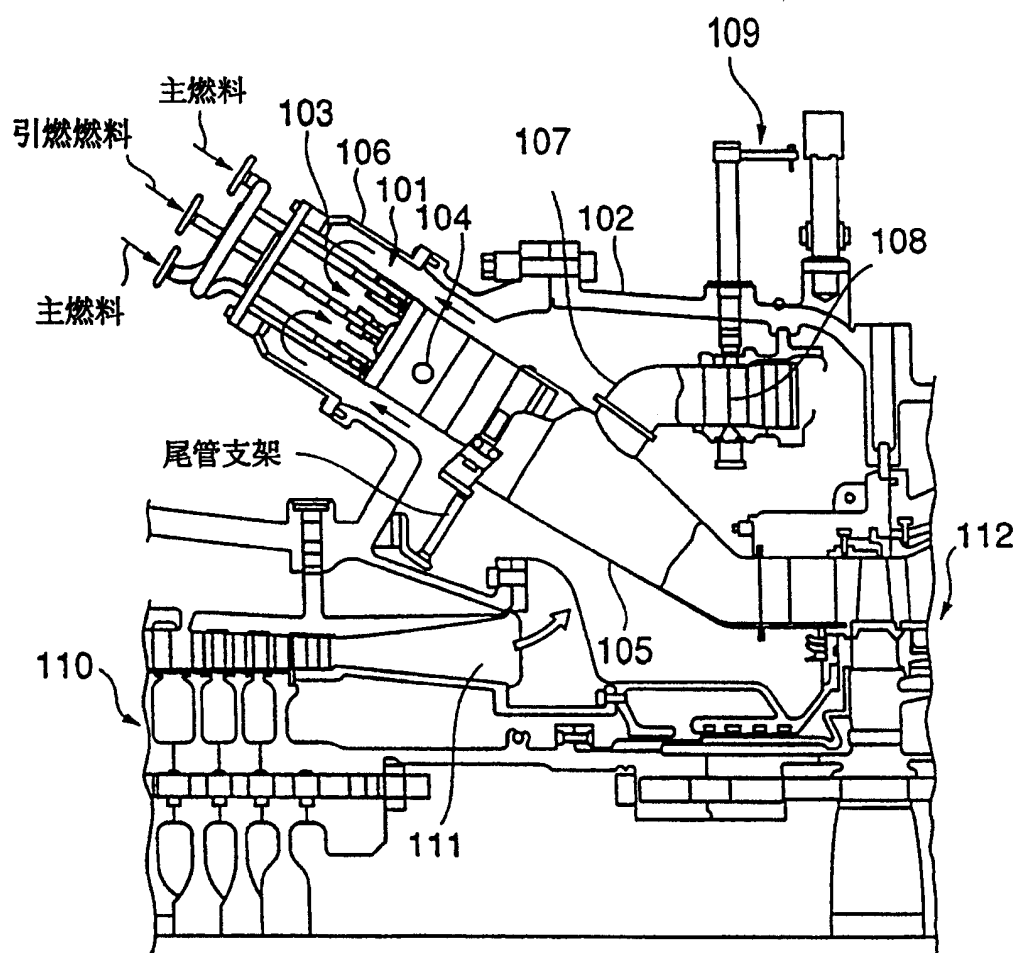


图 6