

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F23R 3/14 (2006.01)

F23R 3/28 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710008354.0

[43] 公开日 2007年10月17日

[11] 公开号 CN 101055093A

[22] 申请日 2007.1.29

[21] 申请号 200710008354.0

[30] 优先权

[32] 2006.4.14 [33] JP [31] 2006-112217

[71] 申请人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 石坂浩一 川田裕 泷口智志

谷村聪

[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 田军锋 王爱华

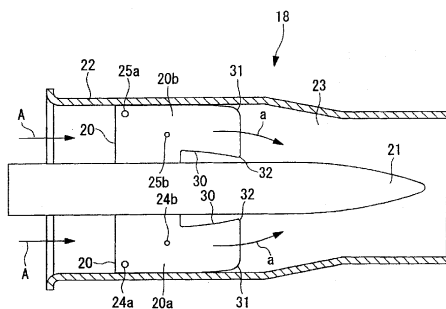
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 8 页

## [54] 发明名称

燃气涡轮的预混合燃烧嘴

## [57] 摘要

本发明提供一种燃气涡轮的预混合燃烧嘴，能够有效预混合燃料和空气，提供浓度均匀的燃料气体，并且使燃料气体的流速大致均匀，防止逆燃。该燃气涡轮的预混合燃烧嘴，包括：燃料喷嘴；燃烧嘴筒，以围绕所述燃料喷嘴的状态配置，在与所述燃料喷嘴之间形成空气通道；以及回旋翼，沿着所述燃料喷嘴的轴方向配置在沿所述燃料喷嘴外周面的周方向的多个部位，从上游侧到下游侧逐渐弯曲，以使从上游侧向下游侧流通的空气在所述空气通道内回旋，所述回旋翼的内周侧后边缘部上设有切口部。



1. 一种燃气涡轮的预混合燃烧嘴，包括：

燃料喷嘴；

燃烧嘴筒，以围绕所述燃料喷嘴的状态配置，在与所述燃料喷嘴之间形成空气通道；以及

回旋翼，沿着所述燃料喷嘴的轴方向配置在沿所述燃料喷嘴外周面的周方向的多个部位，从上游侧到下游侧逐渐弯曲，以使从上游侧向下游侧流通的空气在所述空气通道内回旋，其特征在于，

在所述回旋翼的内周侧后边缘部上设有切口部。

2. 根据权利要求1所述的燃气涡轮的预混合燃烧嘴，其特征在于，所述切口部的高度被设定为所述回旋翼的最大翼高的3%~20%。

3. 根据权利要求1或2所述的燃气涡轮的预混合燃烧嘴，其特征在于，

所述回旋翼的翼背面和/或翼腹面上设有燃料喷射用的喷射孔，并且，位于半径方向外侧的喷射孔的孔径设置得比位于半径方向内侧的喷射孔的孔径大。

4. 根据权利要求3所述的燃气涡轮的预混合燃烧嘴，其特征在于，位于半径方向内侧的喷射孔设置在所述切口部的附近，并且能够使从该喷射孔喷射出的燃料沿着各回旋翼的翼背面和/或翼腹面流到各回旋翼的后边缘的位置上。

5. 根据权利要求3或4所述的燃气涡轮的预混合燃烧嘴，其特征在于，

所述喷射孔设置在所述回旋翼的翼高方向和/或翼长方向上相互错开的位置。

6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的燃气涡轮的预混合燃烧嘴，其特征在于，

所述回旋翼的后边缘部翼尖侧和/或翼根侧上设有倒角部。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的燃气涡轮的预混合燃烧嘴，其特征在于，

在所述切口部的半径方向内侧设有环状部件。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的燃气涡轮的预混合燃烧嘴，其特征在于，

在所述回旋翼的外周侧端面和所述燃烧嘴筒的内周面之间设有间隙。

9. 一种燃气涡轮的燃烧器，其特征在于，包括权利要求 1 至 8 中任一项所述的燃气涡轮的预混合燃烧嘴。

10. 一种燃气涡轮，其特征在于，包括权利要求 9 所述的燃气涡轮的燃烧器。

## 燃气涡轮的预混合燃烧嘴

### 技术领域

本发明涉及一种燃气涡轮的预混合燃烧嘴。在本发明中，设法能够将燃料和空气有效地预混合，得到均匀浓度的燃料气体，并且使燃料气体的流速大致均匀，切实地防止逆燃（逆火）。

### 背景技术

作为燃气涡轮的预混合燃烧嘴，例如公知的有特表 2006-500544 号公报中公开的装置。

在上述专利文献中公开的发明通过降低空气通道内周侧（半径方向内侧）的燃料浓度，防止逆燃。

但是，由于喷射到空气通道的单位时间内的燃料总量不变，因此空气通道内周侧中燃料浓度降低，其他领域（例如空气通道的外周侧）的燃料浓度提高与上述降低相应的量，有可能其下游侧的火焰温度上升， $\text{NO}_x$  增加。

### 发明内容

本发明用于解决上述问题，其目的在于提供一种燃气涡轮的预混合燃烧嘴，能够有效预混合燃料和空气，提供均匀浓度的燃料气体，并且能够使燃料气体的流速大致均匀，切实地防止逆燃。

本发明为了解决上述课题，采用以下装置。

本发明的燃气涡轮的预混合燃烧嘴，包括：燃料喷嘴；燃烧嘴筒，以围绕所述燃料喷嘴的状态配置，在与所述燃料喷嘴之间形成空气通

道；以及回旋翼，沿着所述燃料喷嘴的轴方向配置在沿所述燃料喷嘴外周面的周方向的多个部位，从上游侧到下游侧逐渐弯曲，以使从上游侧向下游侧流通的空气在所述空气通道内回旋，所述回旋翼的内周侧后边缘部上设有切口部。

根据这种燃气涡轮的预混合燃烧嘴，沿着各回旋翼的翼腹面的根部流动的压缩空气通过切口部向下游侧流动，由此，在空气通道的内周侧形成比回旋空气流的流速快的压缩空气层。并且，沿着各回旋翼的翼腹面的根部以外部分流动的压缩空气从各回旋翼的前边缘到后边缘流过各回旋翼的翼背面和翼腹面，同时受到回旋力，在空气通道的外周侧形成回旋空气流。这些压缩空气层和回旋空气流在回旋翼的下游侧（即，空气通道的下游侧）相互作用，产生涡气流。并且，利用该涡气流能够使空气通道的半径方向上的燃料浓度均匀，能够防止逆燃（逆火）的产生。

在所述燃气涡轮的预混合燃烧嘴中，更优选所述切口部的高度优选被设定为所述回旋翼的最大翼高的3%~20%。

根据这种燃气涡轮的预混合燃烧嘴，切口部的高度被设定为回旋翼的最大翼高的3%~20%，能够产生最佳涡气流，因此能够使空气通道半径方向的燃料浓度更加均匀，能够更切实地防止逆燃的产生。

另外，在将切口部的高度设为比回旋翼的最大翼高的3%低的情况下，形成在空气通道内周侧的压缩空气的厚度变薄，空气通道半径方向的燃料浓度变浓，有可能会产生逆燃。

并且，在将切口部的高度设为比回旋翼的最大翼高的20%高的情况下，由各回旋翼施加的回旋力降低，无法使空气通道半径方向的燃料浓度均匀，有可能会产生逆燃。

在上述燃气涡轮的预混合燃烧嘴中，更优选所述回旋翼的翼背面和/或翼腹面上设有燃料喷射用的喷射孔，并且，位于半径方向外侧的喷射孔的孔径设定得比位于半径方向内侧的喷射孔的孔径大。

根据这种燃气涡轮的预混合燃烧嘴，位于半径方向外侧的喷射孔的孔径设置得比位于半径方向内侧的喷射孔的孔径大，因此能够使空气通道半径方向的燃料浓度更加均匀，能够更切实地防止逆燃（逆火）的产生。

在上述燃气涡轮的预混合燃烧嘴中，更优选位于半径方向内侧的喷射孔设置在所述切口部的附近，并且能够使从该喷射孔喷射出的燃料沿着各回旋翼的翼背面和/或翼腹面流到各回旋翼的后边缘的位置上。

根据这种燃气涡轮的预混合燃烧嘴，位于半径方向内侧的喷射孔设置在所述切口部的附近，并且能够使这些喷射孔喷射出的燃料沿着各回旋翼的翼背面、翼腹面流动，与回旋空气流一同流到下游侧的位置上，因此能够防止燃料喷嘴表面附近的燃料和空气混合，防止喷嘴表面暴露于火焰。

在上述燃气涡轮的预混合燃烧嘴中，更优选所述喷射孔设在所述回旋翼的翼高方向和/或翼长方向上相互错开的位置。

根据这种燃气涡轮的预混合燃烧嘴，喷射孔设在所述回旋翼的翼高方向和/或翼长方向上相互错开的位置（偏移位置），因此能够防止燃料供给压力的降低，并且能够稳定地进行燃料喷射。

在上述燃气涡轮的预混合燃烧嘴中，更优选所述回旋翼的后边缘部翼尖侧和/或翼根侧上设有倒角部。

根据这种燃气涡轮的预混合燃烧嘴，在回旋翼的后边缘部设有倒角部，在这些倒角部的后方产生涡流，能够进一步促进压缩空气层和回旋气流的混合，因此能够进一步使空气通道半径方向的燃料浓度均匀，能够进一步防止逆燃的产生。

在上述燃气涡轮的预混合燃烧嘴中，更优选在所述切口部的半径方向内侧设有环状部件。

根据这种燃气涡轮的预混合燃烧嘴，由于环形部件，作用于空气通道内周侧的回旋力变弱，结果切口部的效果进一步提高，进一步促进压缩空气层和回旋气流的混合，因此能够进一步使空气通道半径方向的燃料浓度均匀，可以进一步防止逆燃的产生。

并且，切口部内周侧整体由环状部件保持（支撑），因此能够提高回旋翼整体的刚性。

在上述燃气涡轮的预混合燃烧嘴中，更优选在所述回旋翼的外周侧端面和所述燃烧嘴筒的内周面之间设有间隙。

根据这种燃气涡轮的预混合燃烧嘴，由于存有间隙，燃料和空气能够有效混合，能够促进燃料气体的均匀化，因此能够进一步使空气通道半径方向的燃料浓度均匀，能够进一步防止逆燃的产生。

本发明的燃气涡轮的燃烧器包括燃气涡轮的预混合燃烧嘴(予混合燃烧バーナー)，能够有效地预混合燃料和空气，得到均匀浓度的燃料气体，并且使燃料气体的流速大致均匀，切实地防止逆燃。

根据这种燃气涡轮的燃烧器，能够防止燃料喷嘴因逆燃烧坏，延长燃料喷嘴的寿命（长使用寿命化），提高燃烧器的可靠性，并且能够延长维修间隔，降低维修费用。

本发明的燃气涡轮具有可靠性高的燃烧器。

根据这种燃气涡轮，能够提高燃气涡轮整体的可靠性。

根据本发明，能够达到有效地预混合燃料和空气，得到均匀浓度的燃料气体，并且使燃料气体的流速大致均匀，切实地防止逆燃的效果。

#### 附图说明

图 1 是表示具有本发明的预混合燃烧嘴的燃气涡轮的燃烧器的概略结构图。

图 2 是分解表示图 1 所示的燃烧器的燃料喷嘴、内筒以及尾筒的透视图。

图 3 是表示本发明的预混合燃烧嘴的第一实施方式的概略结构图。

图 4 (a) ~ (c) 是表示图 3 的回旋翼和燃料喷嘴的图，(a) 是侧视图，(b) 是主视图，(c) 是透视图。

图 5 (a) 和 (b) 是表示图 3 和图 4 的回旋翼的图，(a) 是侧视图，(b) 是剖视图。

图 6 (a) 和 (b) 是表示本发明的预混合燃烧嘴的第二实施方式的图，(a) 是回旋翼和燃料喷嘴的侧视图，(b) 是主视图。

图 7 是表示本发明的预混合燃烧嘴的第三实施方式的概略结构图。

图 8 是表示本发明的预混合燃烧嘴的第四实施方式的概略结构图。

#### 具体实施方式

以下参照附图对本发明的燃气涡轮的预混合燃烧嘴的第一实施方式进行说明。



图 1 表示具有本实施方式的燃气涡轮的预混合燃烧嘴（以下称为预混合燃烧嘴）18 的用于发电等的燃气涡轮（未图示）的主要部件为压缩机（未图示）、燃烧器 10、涡轮（未图示）。燃气涡轮大多具有多个燃烧器，将由压缩机压缩的空气和供给到燃烧器 10 的燃料混合，在各燃烧器 10 中燃烧，产生高温的燃烧气体。将该高温的燃烧气体供给到涡轮，驱动涡轮旋转。

如图 1 所示，在燃烧器外壳 11 中以环状设置多个燃气涡轮的燃烧器 10（在图 1 中仅表示 1 个）。燃烧器外壳 11 和燃气涡轮壳 12 中充满压缩空气，形成机室（車室）13。在该机室 13 中导入由压缩机压缩的空气。导入的压缩空气从设在燃烧器 10 上游部的空气流入口 14 进入燃烧器 10 内部。在燃烧器 10 的内筒 15 内部，从燃烧嘴 16 供给的燃料和压缩空气混合并燃烧。由燃烧所产生的燃烧气体通过尾筒 17 供给到涡轮室侧，使涡轮转子（未图示）旋转。

图 2 是分离表示燃烧嘴 16、内筒 15 以及尾筒 17 的透视图。

如图 2 所示，燃烧嘴 16 包括多根预混合燃烧嘴 18 和一根引导燃烧嘴 19。

多根预混合燃烧嘴 18 配置在内筒 15 内部，且如图 2 所示，环绕配置在引导燃烧嘴 19 的周围。并且从预混合燃烧嘴 18 喷射的燃料通过后述的预混合燃烧嘴 18 的回旋翼（回旋叶片）20 与变成回旋流的空气预混合，在内筒 15 的内部燃烧。

另外，在引导燃烧嘴 19 中组装有未图示的引导燃烧喷嘴。

如图 3 所示，预混合燃烧嘴 18 主要由燃料喷嘴 21、燃烧嘴筒 22 以及回旋翼 20 构成。

燃烧嘴筒 22 相对于燃料喷嘴 21 为同心状，并且以围绕该燃料喷嘴 2 的状态配置。因此，在燃料喷嘴 21 的外周面和燃烧嘴筒 22 的内周面之间形成环状的空气通道 23。

在该空气通道 23 中，压缩空气 A 从其上游侧（图 3 中左侧）向下游侧（图 1 中右侧）流通。

如图 4 (a) ~ 图 4 (c) 所示，多个（本实施方式中为 6 个）回旋翼 20 从燃料喷嘴 21 的外周面呈放射状且沿燃料喷嘴 21 的轴方向配置。

另外，在图 3 中，为了便于理解仅表示了配置在沿周方向角度为 0 度和角度为 180 度的位置的 2 个回旋翼 20（在图 3 的状态下实际上一共可以看到 4 个回旋翼 20）。

各回旋翼 20 向在空气通道 23 内流通的压缩空气 A 施加回旋力，将该压缩空气 A 变成回旋气流 a。因此，各回旋翼 20 为了可以使压缩空气 A 回旋，如图 5 (b) 所示，以随着从上游侧向下游侧，其翼型拱弧线 C 和压缩空气 A 的流动方向（即燃料喷嘴 21 的轴线方向）所成的角  $\theta$  逐渐变大，并且回旋翼 20 的后边缘端的  $\theta$  为  $20^\circ \sim 30^\circ$  的方式弯曲。

并且，各回旋翼 20 的内周侧（半径方向内侧：距离燃料喷嘴 21 近的一侧）后边缘部上设有切口部 30。并且，该切口部 30 的高度 h 设定为回旋翼 20 的最大翼高 H 的 3%~20%（优选为 15%左右），其长度  $\Delta L$  被设定为回旋翼 20 的翼弦（chord）长度 L 的 20%~50%（参照图 5 (a)）。

另外，更优选切口部 30 的前边缘侧端面设在翼型拱弧线 C 与压缩

空气 A 的流动方向所成的角  $\theta$  大于  $0^\circ$  的位置（优选为  $3^\circ$  的位置）。即，优选从翼型拱弧线 C 与压缩空气 A 的流动方向所成的角  $\theta$  大于  $0^\circ$  的位置（优选为  $3^\circ$  的位置）至后边缘设置切口部 30。

在各回旋翼 20 的后端部翼尖侧（前端侧）设有倒角部（或 R 部）31，各回旋翼 20 的后边缘部翼根侧（根侧）设有倒角部（或 R 部）32。这些倒角部 31、32 的翼高方向的长度  $h_1$ 、 $h_2$  分别与切口部 30 的高度  $h$  相等，即被设定为回旋翼 20 的最大翼高  $H$  的  $3\% \sim 20\%$ （优选为  $15\%$  左右）。

在各回旋翼 20 的翼背面 20a 上形成有多个（本实施方式中为 2 个）喷射孔 24a、24b，在各回旋翼 20 的翼腹面 20b 上形成有多个（本实施方式中为 2 个）喷射孔 25a、25b。如图 5 (a) 和图 5 (b) 所示，喷射孔 24a、25a 设在回旋翼 20 外周侧（半径方向外侧：距燃料喷嘴 21 远的一侧）前边缘部，喷射孔 24b、25b 设置在喷射孔 24a、25a 和切口部 30 之间（即，比喷射孔 24a、25a 靠内周侧，比切口部 30 靠外周侧，且比喷射孔 24a、25a 靠后边缘侧、比切口部 30 靠前边缘侧），且设在切口部 30 附近。并且，喷射孔 24a 设在比喷射孔 25a 靠内周侧且靠后边缘侧，喷射孔 24b 配置在比喷射孔 25b 靠内周侧。另外，喷射孔 24b 在轴方向上的位置与喷射孔 25b 相同。

喷射孔 24a、25a 的孔径分别比喷射孔 24b、25b 的孔径大，喷射孔 24a 的孔径与喷射孔 25a 的孔径为大致相同大小，喷射孔 24b 的孔径与喷射孔 25b 的孔径为大致相同大小。并且这些喷射孔 24a、24b、25a、25b 分别通过形成在回旋翼 20 内部的燃料通道 26 以及形成在燃料喷嘴 21 内部的燃料通道（未图示）被供给燃料。并且，从喷射孔 24a、24b、25a、25b 喷射的燃料与压缩空气 A 混合，变成燃料气体，送入内筒 15 的内部空间并燃烧。

根据本实施方式的预混合燃烧嘴 18，沿着各回旋翼 20 的翼腹面

20b 的根部流动的压缩空气 A 通过切口部 30 向下游侧流动，在空气通道 23 的内周侧形成比回旋气流 a 流速快的压缩空气 A 的层。并且，沿着各回旋翼 20 的翼背面 20a 以及翼腹面 20b 的根部以外的部分流动的压缩空气 A 从各回旋翼 20 的前边缘到后边缘流过各回旋翼 20 的翼背面 20a 和翼腹面 20b，并且被施加回旋力，在空气通道 23 的外周侧形成回旋气流 a。这些压缩空气 A 层和回旋气流 a 在回旋翼 20 的下游侧（即空气通道 23 的下游侧）相互作用，产生涡气流。并且，利用该涡气流，能够使空气通道 23 的半径方向的燃料浓度均匀，防止逆燃（逆火）的产生。

根据本实施方式预混合燃烧嘴 18，切口部 30 的高度 h 被设定成回旋翼 20 的最大翼高 H 的 3%~20%（优选为 15%左右），使其产生最佳涡气流，因此能够使空气通道 23 的半径方向的燃料浓度均匀，进一步切实的防止逆燃（逆火）的产生。

另外，在将切口部 30 的高度 h 设置得比回旋翼 20 的最大翼高 H 的 3%低时，形成在空气通道 23 内周侧的压缩空气 A 的厚度变薄，空气通道 23 的半径方向的燃料浓度变浓，有可能会产生逆燃（逆火）。

并且，在将切口部 30 的高度 h 设置得比回旋翼 20 的最大翼高 H 的 20%大时，由各回旋翼 20 施加的回旋力降低，无法使空气通道 23 半径方向燃料浓度均匀，有可能产生逆燃（逆火）。

并且，根据本实施方式的预混合燃烧嘴 18，喷射孔 24b、25b 设置在切口部 30 附近，并且设置在从喷射孔 24b、25b 喷射的燃料可以沿着各回旋翼 20 的翼背面 20a、翼腹面 20b 流动，并与回旋气流 a 一并向下游侧流动的位置上，因此能够防止燃料喷嘴 21 表面附近的燃料和空气混合，能够防止燃料喷嘴 21 的表面暴露于火焰。

并且，根据本实施方式的预混合燃烧嘴 18，喷射孔 24a、24b、25a、

25b 设置在回旋翼 20 的翼高方向和/或翼长方向上相互错开的位置（偏移位置）上，因此能够防止燃料供给压力的降低，并且能够稳定地进行燃料喷射。

并且，根据本实施方式的预混合燃烧嘴 18，位于半径方向外侧的喷射孔 24a、25a 的孔径设置成比位于半径方向内侧的喷射孔 24b、25b 的孔径大，因此能够进一步使空气通道 23 的半径方向的燃料浓度均匀，能够进一步切实地防止逆燃（逆火）的产生。

并且，根据本实施方式的预混合燃烧嘴 18，在回旋翼 20 的后边缘部设有倒角部 31、32，在这些倒角部 31、32 的后方产生涡流，能够进一步促进压缩空气 A 层和回旋气流 a 的混合，因此能够进一步使空气通道 23 半径方向的燃料浓度均匀，能够进一步防止逆燃（逆火）的产生。

参照图 6（a）和图 6（b）对本发明的预混合燃烧嘴的第二实施方式进行说明。

本实施方式的预混合燃烧嘴 28 在切口部 30 的内周侧（半径方向内侧）设有环状部件 40 这一点与第一实施方式的装置不同。其他构成要素与上述第一实施方式相同，因此在此省略对上述其他要素的说明。

环状部件 40 是从切口部 30 的前边缘侧端面开始至后边缘与切口部 30 的内周侧端面接触地设置的截面为轮状（参照图 6（b））的板状部件，由此，空气通道 23 的内周侧与外周侧分离（被间隔）。

根据本实施方式的预混合燃烧嘴 28，由于环形部件 40，作用于空气通道 23 内周侧的回旋力变弱，结果切口部 30 的效果进一步提高，进一步促进压缩空气 A 层和回旋气流 a 的混合，因此能够进一步使空气通道 23 半径方向的燃料浓度均匀，进一步防止逆燃（逆火）的产生。

并且，切口部 30 内周侧整体由环状部件 40 保持（支撑），因此能够提高回旋翼 20 整体的刚性。

其他的作用效果与上述第一实施方式相同，因此在此省略其说明。

参照图 7 对本发明的预混合燃烧嘴的第三实施方式进行说明。

本实施方式的预混合燃烧嘴 38，在各回旋翼 20 的外周侧端面（翼尖）和燃烧嘴筒 22 的内周面之间设有间隙（间隙）50 这一点与第一实施方式不同。其他构成要素与上述第一实施方式相同，因此在此省略对上述其他要素的说明。

间隙 50 从各回旋翼 20 的前边缘开始至后边缘设置，各翼高方向的长度 C 分别被设定为与切口部 30 的高度 h 相同，即被设定成回旋翼 20 的最大翼高 H 的 3%~20%（优选为 15%左右）。

因此，在回旋翼 20 的翼背面 20a 上压力变低，在翼腹面 20b 上压力变高，翼背面 20a 和翼腹面 20b 之间产生压力差。因此，通过间隙 50，产生从翼腹面 20b 向翼背面 20a 绕入的漏气流。该漏气流与在空气通道 23 内向轴方向流通的压缩空气 A 作用，产生涡气流。通过该涡气流，从喷射孔 24a、24b、25a、25b 喷射的燃料与空气有效混合，促进燃料气体的均匀化。

根据本实施方式的预混合燃烧嘴 38，由于通过间隙 50 有效地混合空气和燃料，促进燃料气体的均匀化，因而可以进一步使空气通道 23 的半径方向的燃料浓度变得均匀，可以进一步防止逆燃（逆火）的发生。

其他的作用效果与上述第一实施方式相同，因此在此省略其说明。

参照图 8 说明本发明的预混合燃烧嘴的第四实施方式。

本实施方式的预混合燃烧嘴 48 设有喷射孔 44a、44b、45a、45b 代替喷射孔 24a、24b、25a、25b 这一点与第三实施方式不同。其他构成要素与上述第三实施方式相同，因此在此省略对上述其他构成要素的说明。

喷射孔 24a、24b 形成在桩（ペグ，燃料喷射装置）43 的一面（与回旋翼 20 的翼背面 20a 同侧的面）上，喷射孔 25a、25b 形成在桩 43 的另一面（与回旋翼 20 的翼腹面 20b 同侧的面）上。如图 8 所示，喷射孔 44a、45a 设在桩 43 的外周侧（半径方向外侧：距燃料喷嘴 21 远的一侧），喷射孔 44b、45b 设在桩 43 的内周侧（半径方向内侧：距燃料喷嘴 21 近的一侧）。并且喷射孔 44a、44b、45a、45b 设置在桩 43 的高度方向和/或宽度（轴）方向上错开的位置（偏移位置）。

喷射孔 44a、45a 的孔径分别比喷射孔 44b、45b 的孔径大，喷射孔 44a 的孔径与喷射孔 45a 的孔径为大致相同大小，喷射孔 44b 的孔径与喷射孔 45b 的孔径为大致相同大小。并且这些喷射孔 44a、44b、45a、45b 分别通过形成在桩 43 内部的燃料通道（未图示）以及形成在燃料喷嘴 21 内部的燃料通道（未图示）被供给燃料。并且，从喷射孔 44a、44b、45a、45b 喷射的燃料与压缩空气 A 混合，变成燃料气体，送入内筒 15 的内部空间并燃烧。

根据本实施方式的预混合燃烧嘴 48，不需要在形状复杂的回旋翼 20 上加工喷射孔 44a、44b、45a、45b，因此能够缩短加工喷射孔 44a、44b、45a、45b 所用的操作时间，并且降低制造成本。

其他作用效果与上述第三实施方式相同，因此在此省略其说明。

---

另外，本发明不限于上述实施方式限定的方案，例如，在第二实施方式中说明的环形部件 40 可以应用于第三实施方式和第四实施方式中说明的装置中，第四实施方式中说明的桩 43 可以应用于第一实施方式和第二实施方式中说明的装置中。



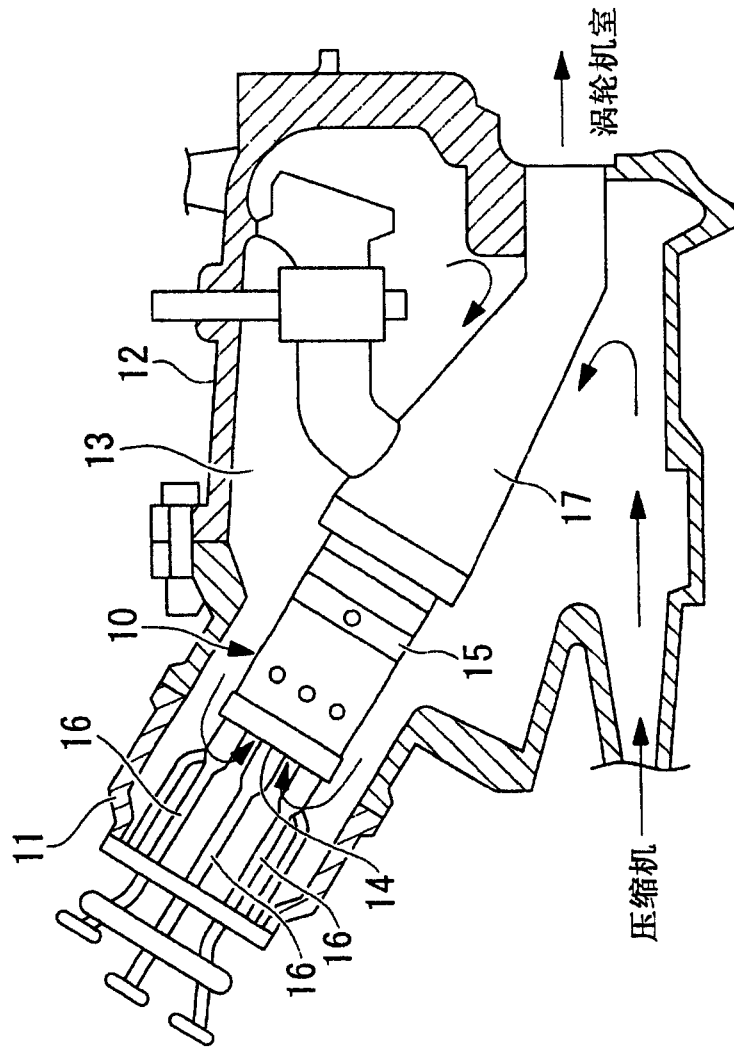


图1

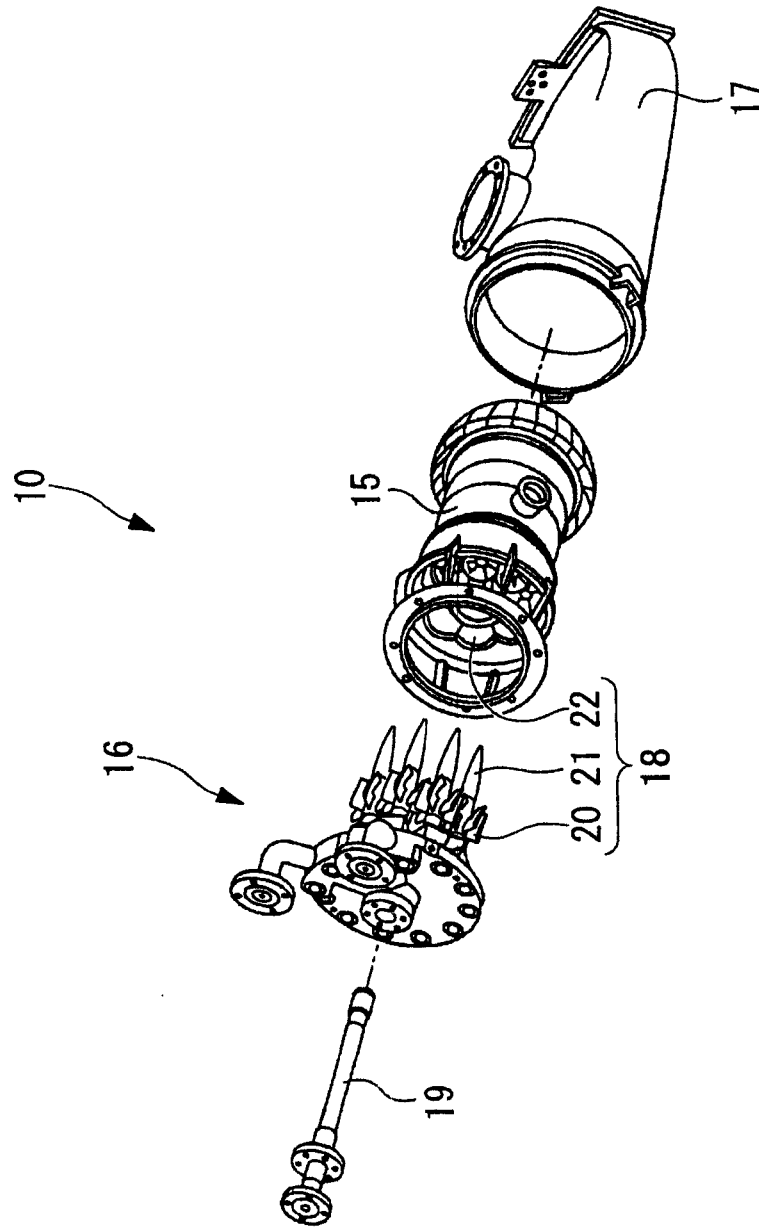


图2

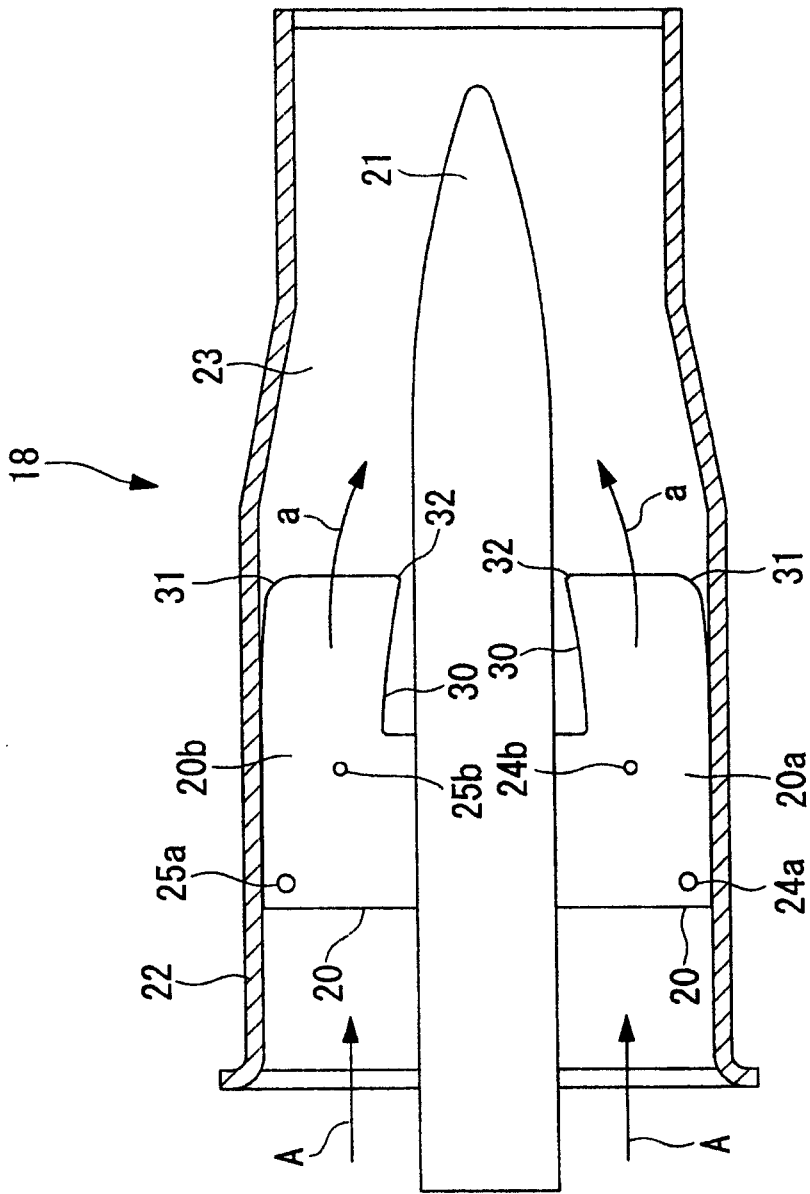
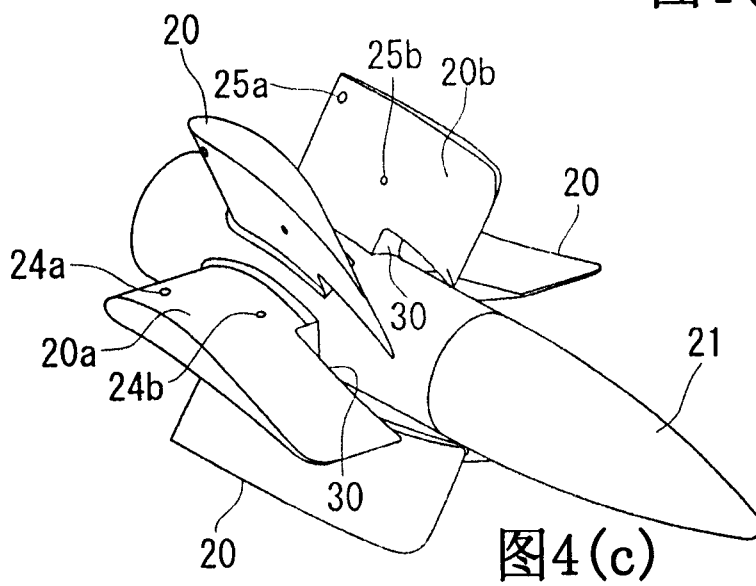
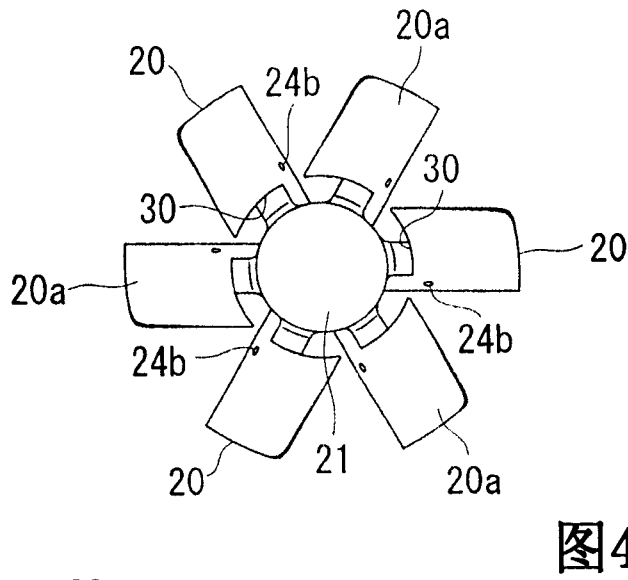
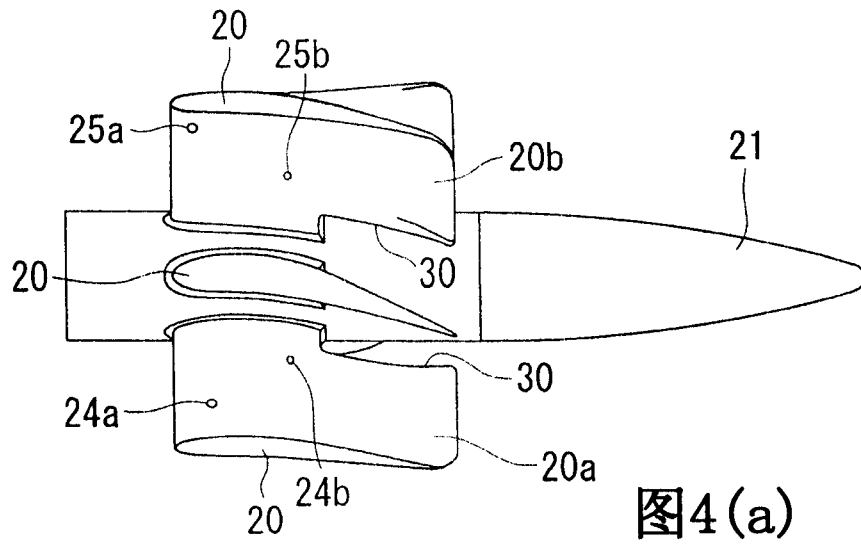


图3



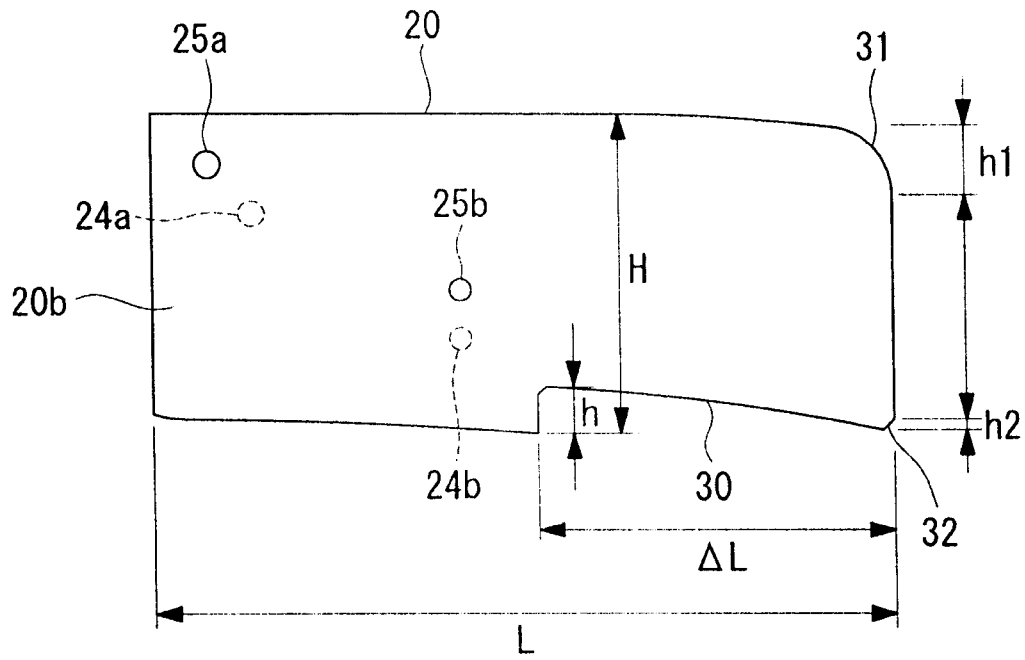


图5(a)

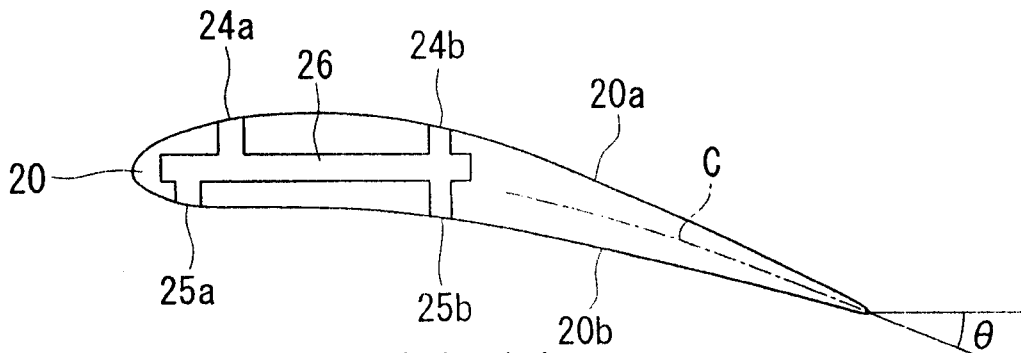


图5(b)

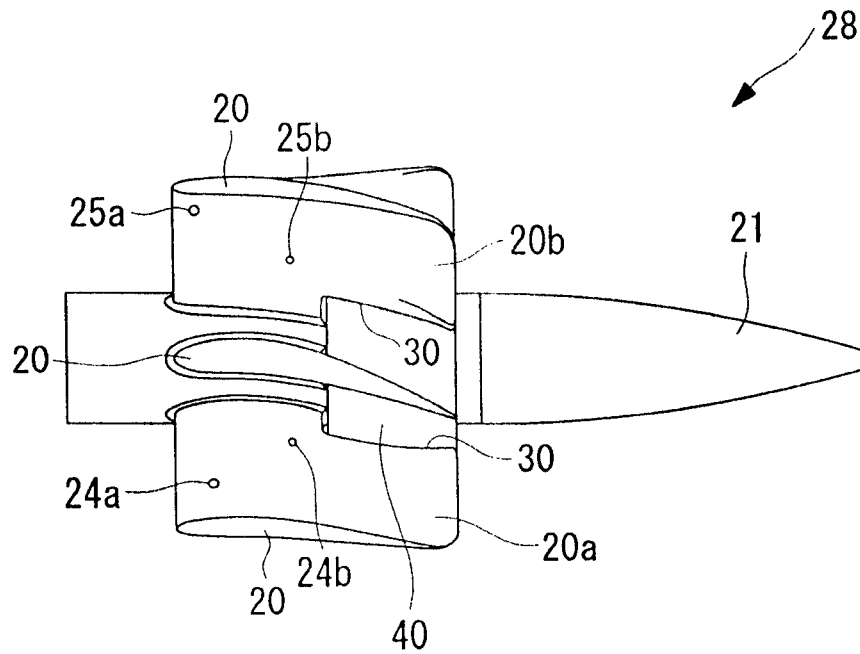


图6(a)

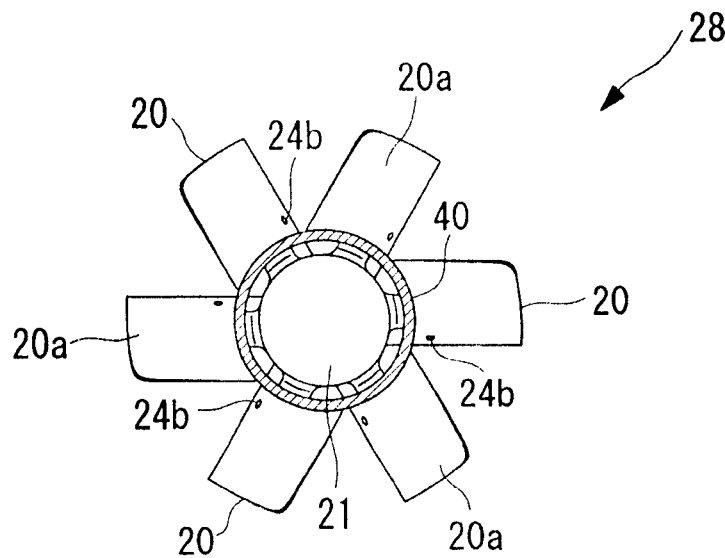


图6(b)

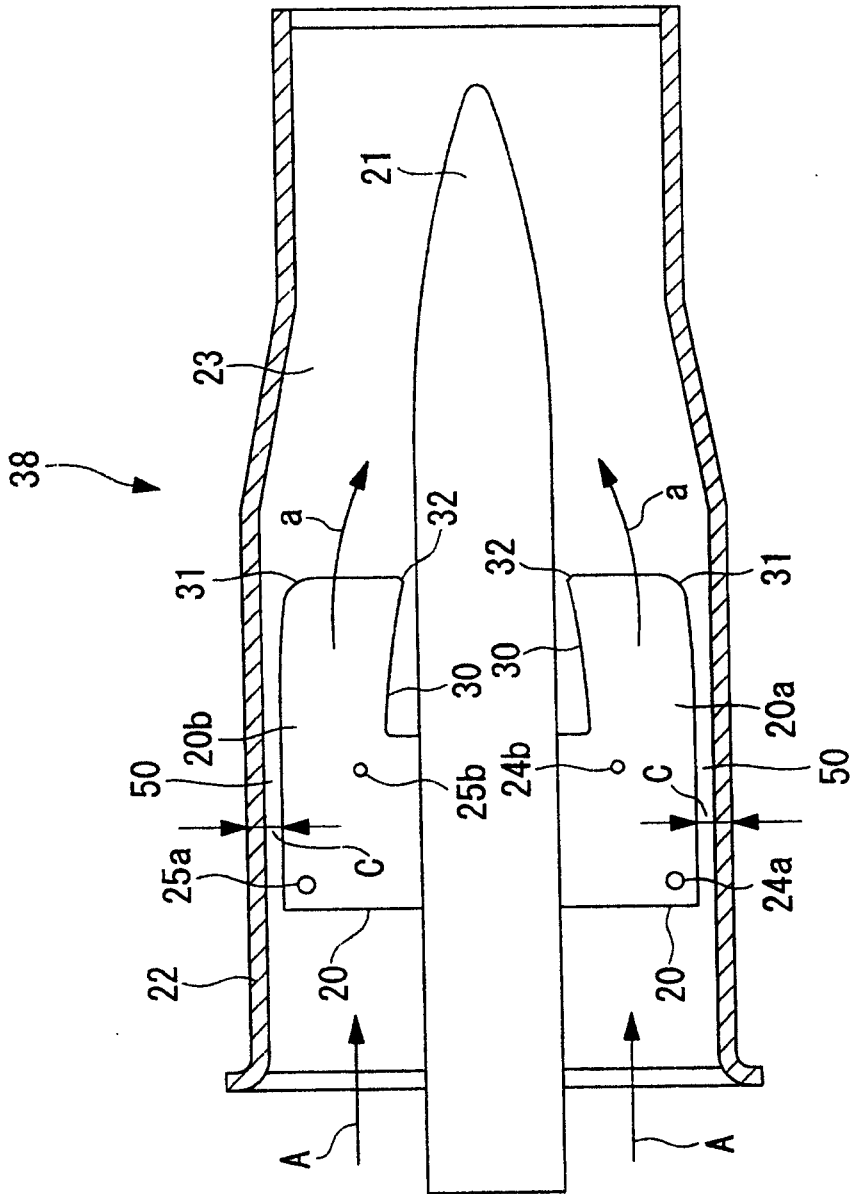


图7

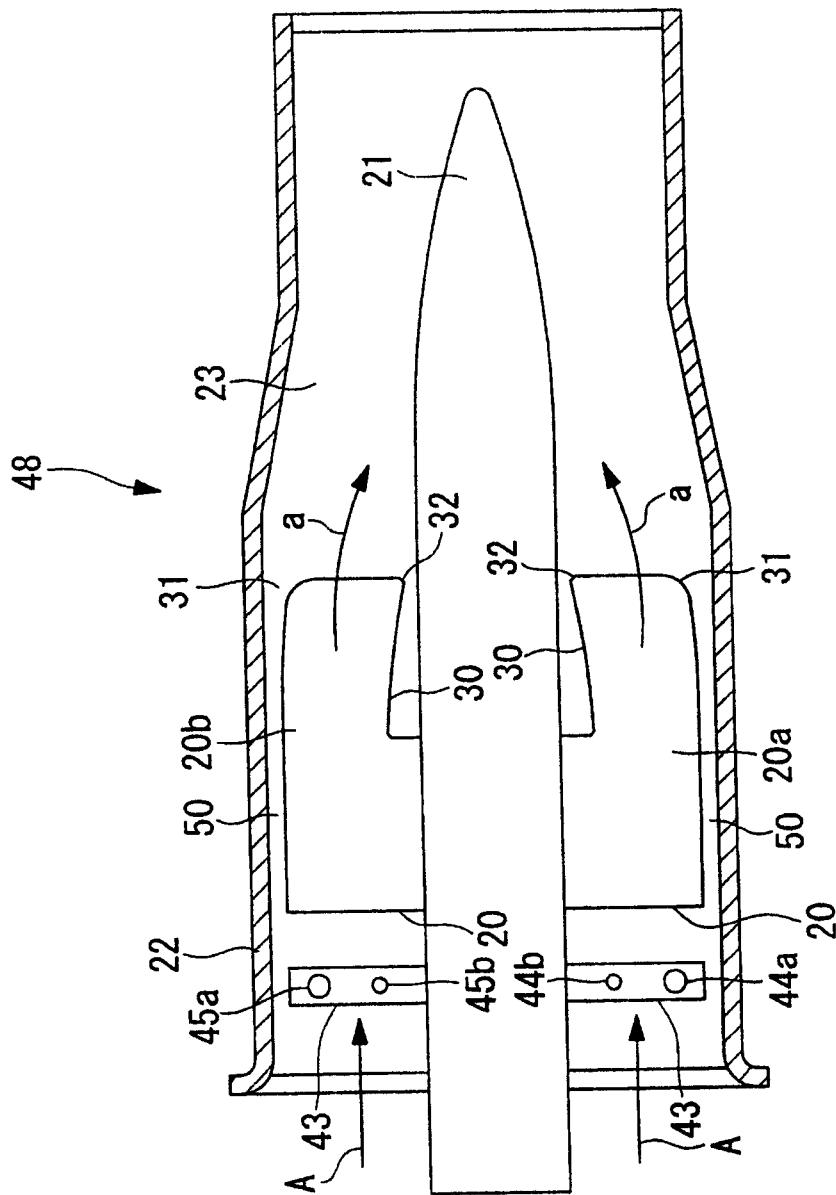


图8