

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F23R 3/28 (2006.01)

F23R 3/14 (2006.01)

F23D 14/62 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480028218.2

[45] 授权公告日 2009年9月30日

[11] 授权公告号 CN 100545517C

[22] 申请日 2004.7.20

[21] 申请号 200480028218.2

[30] 优先权

[32] 2003.8.13 [33] EP [31] 03018408.9

[86] 国际申请 PCT/EP2004/008115 2004.7.20

[87] 国际公布 WO2005/019733 德 2005.3.3

[85] 进入国家阶段日期 2006.3.29

[73] 专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

[72] 发明人 马尔特·布洛迈耶

[56] 参考文献

US2001/0052229A1 2001.12.20

CN1242830A 2000.1.26

EP1193450A1 2002.4.3

US5435126A 1995.7.25

EP0747636A2 1996.12.11

审查员 陈翔

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 侯宇 陶凤波

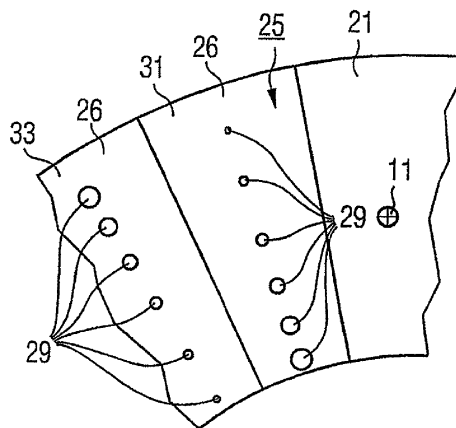
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称

燃烧器和燃气轮机的运行方法

[57] 摘要

本发明涉及一种有环形预混合通道(21)的燃烧器(9)，燃料(13)可沿径向分布地引入预混合通道内。在燃烧器(9)工作期间燃料(13)沿径向的分布可以调整为，使燃料(13)可彼此无关地借助燃料输入管(41、43、45)供给进口装置的第一和第二部分(31；33)，所述第一和第二部分(31；33)的进入孔(29)有沿径向相互反向变化的孔截面。本发明还涉及一种燃气轮机的运行方法，其中，调整在燃烧器(9)预混合通道(21)内燃料沿径向的分布。



1. 一种沿一轴线(10)定向的燃烧器(9), 其包括

- 一个环形的预混合通道(21), 燃料(13)可沿径向分布地引入该预混合通道内, 其中, 在燃烧器(9)工作期间燃料(13)沿径向的分布是可调的, 以及
- 沿所述预混合通道(21)圆周分布的进口装置(31、33), 用于借助沿径向布置的有各自的孔截面的进入孔(29)在各自的周向位置使燃料(13)沿径向进入,

其特征在于, 在所述进口装置的第一部分(31)内孔截面朝轴线(10)的方向渐增, 以及在所述进口装置的第二部分(33)内孔截面朝轴线(10)的方向渐减。

2. 按照权利要求1所述的燃烧器(9), 其中, 所述进口装置的第一部分(31)和所述进口装置的第二部分(33)沿所述预混合通道(21)的圆周交替排列。

3. 按照权利要求1所述的燃烧器(9), 其中, 所述进口装置的第一部分(31)和所述进口装置的第二部分(33)沿所述预混合通道(21)的轴向彼此相继。

4. 按照上述任一项权利要求所述的燃烧器(9), 其包括围绕所述轴线(10)延伸的第一和第二燃料输入管, 在两个燃料输入管(43、45)内的燃料压力的压差可根据燃烧器(9)的工作状态相互调整。

5. 按照权利要求4所述的燃烧器(9), 其中, 所述进口装置的第一部分(31)与第一燃料输入管(43)连接, 以及所述进口装置的第二部分(33)与第二燃料输入管(45)连接。

6. 按照权利要求1至3之一所述的燃烧器(9), 其中, 所述进口装置(31、33)是沿径向伸入所述预混合通道(21)中的小管, 燃料(13)供入所述小管的内部。

7. 按照权利要求1至3之一所述的燃烧器(9), 其中, 所述进口装置(31、33)是沿径向伸入所述预混合通道(21)内的旋流叶片(26), 燃料(13)供入所述旋流叶片(26)的内部。

8. 按照权利要求3所述的燃烧器(9), 其中, 所述进口装置的第一部分(31)由沿径向伸入所述预混合通道(21)内的小管构成, 以及所述进口装置的

第二部分(33)由沿径向伸入所述预混合通道(21)内的旋流叶片(26)构成。

9. 按照权利要求 1 至 3 之一所述的燃烧器(9)，其被设计为燃气轮机燃烧器。

10. 按照权利要求 1 至 3 之一所述的燃烧器(9)，其包括一个被所述预混合通道(21)围绕的位于中央的扩散燃烧器(23)。

11. 一种燃气轮机(1)，其具有按照上述任一项权利要求所述的燃烧器(9)。

12. 一种用于运行按照权利要求 11 所述的燃气轮机(1)的运行方法，其中，根据燃气轮机(1)的运行状态调整燃料(13)沿径向的分布，其特征在于，当燃气轮机(1)全负荷运行时将沿燃料径向的分布调整为，造成一个燃料(13)和空气(11)均匀的混合浓度。

13. 按照权利要求 12 所述的方法，其中，当燃气轮机(1)部分负荷运行时将沿燃料径向的分布调整为，构成一个在燃料-空气混合物(28)内燃料浓度沿径向的分布中局部最大的区域。

14. 按照权利要求 12 或 13 所述的方法，其中，当所述燃烧器(9)的燃烧室(5)内产生超过一规定的极限振幅值的燃烧振荡时，改变燃料沿径向的分布。

燃烧器和燃气轮机的运行方法

本发明涉及一种具有环形的预混合通道的燃烧器，燃料可沿径向分布地引入预混合通道内。本发明还涉及一种运行燃气轮机的方法，它包括一个有环形的预混合通道的燃烧器。

在燃烧器内，燃烧空气和燃料共同流动、混合、点火和在火焰内燃烧。在这方面通常有重要意义的是，将有害物质排放如一氧化碳或一氧化氮保持得很小。使一氧化氮排放量少的燃烧的可能性尤其通过一种所谓的预混合燃烧实现，其中，在燃料和燃烧空气供入燃烧区之前应使它们首先尽可能均匀地混合。在 WO 02/095293A1 中公开了这种预混合燃烧器。这种燃烧器显示具有一个环形的预混合通道，它围绕着一个中央扩散燃烧器。在预混合通道内，在燃烧区的远上游，在一个沿预混合通道整个横截面延伸的旋流叶栅内设旋流叶片。这样一种旋流叶栅用于火焰的稳定。所公开的旋流叶栅的旋流叶片设计为空心的，其中，在旋流叶片表面上的一些孔沿径向沿旋流叶片分布延伸。燃料可从这些孔流入预混合通道内，事先燃料已供给空心的旋流叶片。由此达到燃料沿预混合通道的径向高度均匀地进入通过预混合通道流动的燃烧空气内。与此同时，通过燃料从所有的旋流叶片进入还达到燃料沿预混合通道的周向均匀地分布的目的。其结果是使之后流入燃烧区的燃烧空气-燃料混合物有高的均质性。这种均质性对于低的一氧化氮排放是期望的，因为一氧化氮的形成随火焰温度呈指数级地上升。对于均质的混合物避免了局部峰值温度，因为在混合物内能量的释放均匀分布。由此减少生成一氧化氮。此外，当预混合燃烧时在燃烧空气内燃烧比较少的燃料。然而，这种所谓的贫预混合燃烧倾向于不稳定燃烧，也就是说在火焰释放能量时火焰波动或甚至可能熄灭。为了稳定所述的预混合燃烧采用中央扩散燃烧器，其中燃料和燃烧空气在火焰内混合。为了达到进一步稳定预混合火焰的火焰稳定性，建议在环形预混合通道沿径向的外边缘设流动阻塞构件，它们在一些局部位置减缓燃烧空气的流动。其结果是在这些区域燃烧空气-燃料混合物中富含燃料，并因而导致在燃烧区内的局部高温条段，它们稳定预混合燃烧。然而，当与具体运行相关地发生条

件改变时，这种静态的方案却不能对此作出反应。

本发明的目的是提供一种有环形的预混合通道的燃烧器，它在其燃烧稳定性方面可以根据存在的工作条件调整。

本发明的另一个目的是提供一种燃气轮机的运行方法，其中，燃烧器根据燃气轮机的运行状态调整为，使得有尽可能高的火焰稳定性和尽可能低的有害物质排放。

针对燃烧器的目的按本发明通过一种沿轴线定向具有环形的预混合通道的燃烧器达到，燃料可沿径向分布地引入预混合通道内，在这里，在燃烧器工作期间燃料沿径向的分布是可调的。

燃料沿径向分布是燃料沿一条垂直于燃烧器轴线的直线的分布。采用本发明首次建议将燃料沿径向的分布设计为可调的，所以可以对不同的工作条件或运行工况作出反应。迄今只能借助几何结构以及燃料和燃烧气体的进入位置实现静态的燃烧分布。与之相对，本发明以下列认识为出发点，即，有害物质排放和燃烧稳定性在燃烧器不同的工作条件下可有利地通过改变燃料沿径向的分布加以影响。例如，在全负荷运行时通常力求燃料尽可能均匀地分布在燃烧空气内，以保持低的一氧化氮排放。这就要求燃料在沿径向的外部多于内部地进入的这样一种沿径向的分布，因为在环形预混合通道内沿径向在外部比沿径向在内部供给更大的空气质量流量。也就是说，为了获得沿预混合通道的横截面均匀的燃料浓度，燃料的进入必须沿径向在外部比沿径向在内部多。与之相反，在部分负荷运行时在比较冷的区域内燃料空气混合物中局部富含燃料可减少一氧化碳排放。因此，在部分负荷运行时在燃料进入时的一种有利的径向分布是，沿径向在内部比沿径向在外部流入更多燃料。此外，沿径向的燃烧剖面对燃烧振荡造成影响。这种燃烧振荡在火焰不稳定时形成，其结果是导致燃烧器汇入其中的燃烧室内压力波动。由于这种压力波动在火焰区内或在燃料与燃烧空气混合区内从燃烧室壁反射，当相位重叠时形成火焰不稳定性与压力波动的正反馈，由此可以构成一种稳定的燃烧振荡。其结果是导致在燃烧系统内严重的声发射和振荡，从而可能造成损坏。改变燃料进口的分布剖面可以切断这种正反馈并因而能抑制燃烧振荡。

优选地，在燃烧器内沿预混合通道的圆周分布地设有进口装置，用于燃料借助沿径向布置的有各自的孔截面的进入孔在各自的圆周位置进入，

其中，在进口装置的第一部分内孔截面朝轴线的方向渐增，以及在进口装置的第二部分内孔截面朝轴线的方向渐减。通过这种构型，可以根据燃料一方面从进口装置第一部分和另一方面从进口装置第二部分的进入，通过反向改变孔截面，调整燃料进入量沿径向期望的分布。

优选地，第一部分和第二部分的进口装置沿预混合通道的圆周交替排列。也就是说，第一和第二部分的进口装置沿圆周交替并列地分布。

优选地，第一部分和第二部分的进口装置沿预混合通道的轴向彼此相继。也就是说，按这种构型例如燃料首先从第一部分进口装置流入预混合通道，然后沿流动方向在下游燃料从第二部分进口装置流入。由此可尤其不仅从第一部分进口装置而且从第二部分进口装置沿预混合通道圆周均匀分布地流入。从两个部分进入燃料的叠加得出进入的全部燃料沿径向期望的分布。

优选地，设置围绕燃烧器轴线延伸的第一和第二燃料输入管，在两个燃料输入管内的燃料压力的压差可根据燃烧器的工作状态相互调整。也优选的是，进口装置的第一部分与第一燃料输入管连接，以及进口装置的第二部分与第二燃料输入管连接。采用这种构型按简单的方式可以将从进口装置第一部分和从进口装置第二部分的燃料进入按期望彼此独立地调整。为此分别调整在第一或第二燃料输入管内针对期望的分布所需要的压力。因此取决于压差有不同的通过第一或第二进口装置流入的燃料量，从而根据期望的分布调整了全部进入的燃料。

优选地，进口装置是沿径向伸入预混合通道中的小管，燃料供入其内部。然后从这些小管燃料从进入孔流入预混合通道内。

优选地，进口装置是沿径向伸入预混合通道内的旋流叶片，燃料供入其内部。在这种情况下，在旋流叶片的表面，优选地在叶片前缘附近，设置进入孔。因此这些旋流叶片满足双重功能，即它们造成为燃烧稳定所必要的旋流以及与此同时还起燃料进口装置的作用。

优选地，进口装置的第一部分由沿径向伸入预混合通道内的小管构成，以及进口装置的第二部分由沿径向伸入预混合通道内的旋流叶片构成。在这里不仅进口装置的第一部分而且其第二部分总是设在预混合通道内另一个部分的上游。有利地，小管设在旋流叶片的上游，这导致在通过旋流叶栅时燃料与燃烧空气更强烈地混合。但对于更可靠地防止火焰反冲有利的

是，将小管安排在旋流叶片的下游。

优选地，燃烧器是燃气轮机燃烧器，尤其用于功率大于 50MW 的固定式燃气轮机。燃气轮机有一压气机，它将空气高度压缩并供给燃烧器。燃烧器汇入燃气轮机燃烧室，燃烧火焰被包围在燃烧室内。然后，在燃烧室内产生的热燃气流入涡轮部分，其中的涡轮叶片被热燃气绕流。装在涡轮轴上的工作叶片被热燃气驱动后使涡轮轴旋转。正是在大型固定式燃气轮机中，对于低的有害物质排放和低的形成燃烧振荡的倾向均提出了严格的要求。

优选地，燃烧器有一个被所述预混合通道围绕的位于中央的扩散燃烧器。

针对方法的目的按本发明通过提供一种燃气轮机的运行方法达到，燃气轮机有一个用于在空气中燃烧燃料的燃烧器，该燃烧器有环形的预混合通道，燃料沿径向分布地引入其中，根据燃气轮机的运行状态调整沿径向的分布。

以上对于燃烧器的优点的陈述也相应地适用于本方法的优点。

优选地，当燃气轮机部分负荷运行时将沿径向的分布调整为，构成一个在燃料空气混合物内燃料浓度沿径向的分布中局部最大的区域。

优选地，当燃气轮机全负荷运行时将沿径向的分布调整为，造成一个燃料和空气均匀的混合浓度。

优选地，当产生振幅超过一规定的极限值的燃烧振荡时，改变沿径向的分布。

下面借助附图所示实施方式详细说明本发明，附图中：

附图局部示意性地和未按尺寸比例地表示：

图 1 表示燃气轮机；

图 2 表示按先有技术的预混合燃烧器；

图 3 表示按先有技术的预混合燃烧器的预混合通道的纵剖面；

图 4、5 分别表示预混合通道的纵剖面的一截取部分；

图 6、7 表示预混合通道的纵剖面；

图 8 表示预混合通道的横截面的一截取部分；以及

图 9 表示通过预混合通道的纵剖面的一截取部分。

在不同的图中相同的附图标记有同样的含义。

图 1 表示燃气轮机 1。此燃气轮机 1 有设在一公共的涡轮轴 8 上的压气机 3 和涡轮部分 7。在压气机 3 与涡轮部分 7 之间连接一环形燃烧室 5。在环形燃烧室 5 内绕圆周分布地汇入一定数量的预混合燃烧器 9。来自压气机 3 的高度压缩后的空气 11 供给预混合燃烧器 9。此外将燃料 13 供入预混合燃烧器 9。空气 11 和燃料 13 混合并通过预混合燃烧器 9 引入燃烧室 5，在那里它们燃烧成热燃气 15。

图 2 表示一预混合燃烧器 9。它沿轴线 10 定向。预混合燃烧器 9 有一环形的预混合通道 21。所述预混合通道 21 围绕一中央的扩散燃烧器 23。预混合通道 21 有一环形中面 22，它在横截面内相对于燃烧器轴线 10 形成一个角度。预混合通道 21 有一个沿径向在外部的外表面 18 和一个沿径向在内部的内表面 20。沿径向，沿预混合通道 21 的整个横截面，亦即垂直于预混合通道中面 22，延伸一个环形的旋流叶栅 25，它由一个个旋流叶片 26 组成。此外，沿径向从扩散燃烧器 23 出发在预混合通道 21 内伸入燃料进入小管 27。燃料进入小管 27 设计为空心的以及有进入孔 29。

在按图 2 所示的先有技术的燃烧器中，空气 11 通过预混合通道 21 引入。空气 11 在燃料进入小管 27 旁流过。燃料 13 供入燃料进入小管 27 内部，它从进入孔 27 排入空气 11 中。空气 11 借助旋流叶栅 25 中的旋流叶片 26 发生扭转，这种扭转用于稳定燃烧。旋流叶片 26 设计为也可以供给它们燃料 13。通过在旋流叶片 26 表面上没有进一步表示的进入孔，燃料 13 同样流入在预混合通道 21 内的空气 11 中。燃料 13 和空气 11 在预混合通道 21 内混合成燃料空气混合物 28，它从预混合燃烧室 9 排出以及在燃烧区内燃烧。在贫预混合燃烧时，亦即在空气 11 中燃料 13 较少时，这种预混合燃烧倾向于火焰不稳定，换句话说导致火焰波动或甚至熄火。为了稳定燃烧，往往使用中央扩散燃烧器 21，同样供给它空气 11 和燃料 13。然而它们基本上在燃烧区才互相混合，在这里选择一种富混合物。借助扩散燃烧器 23 的火焰可以稳定预混合燃烧。在图 2 所示的预混合燃烧器 9 中，燃料 13 按固定的静态分布引入所述预混合通道 21 内。

图 3 表示通过按先有技术的预混合通道的局部纵剖面。所表示的是一个通过旋流叶栅 25 的旋流叶片 26 的剖面。从预混合通道 21 的一个环形的沿径向在内部，亦即在内表面 20 的区域出发，设一环形的燃料输入管 41。燃料 13 从此环形的燃料输入管 41 供给旋流叶片 26。旋流叶片 26 的进入孔

29 全都有相同的布局 and 同样的孔横截面。

图 4 在通过预混合通道 21 的局部纵剖面内表示一种与图 3 相比已改变的布局，它与图 5 一起说明。图 4 和图 5 分别表示通过两个相邻旋流叶片 26 的其中一个剖面，也就是说，图 4 表示第一旋流叶片 26 以及图 5 表示与之相邻的旋流叶片 26。图 4 的旋流叶片 26 中，进入孔 29 的孔横截面改变，确切地说，孔横截面朝预混合通道 21 的内表面 20 的方向，亦即朝图中未表示的轴线 10 的方向增大。相比之下，图 5 中表示的旋流叶片 26 进入孔 29 的孔横截面沿同一个方向减小。因此，对于旋流叶栅 25 每两个彼此相邻的旋流叶片 26，进入孔 29 的孔横截面沿相反的方向改变，也就是说，接着一个朝轴线 10 的方向进入孔 29 渐大的叶片 26，总是一个有其孔横截面朝轴线 10 的方向减小的进入孔 29 的旋流叶片 26。在这里，图 4 的旋流叶片 26 构成用于燃料 13 进入预混合通道 21 的进口装置的第一部分 31。图 5 的旋流叶片 26 构成用于燃料 13 进入预混合通道 21 的进口装置的第二部分 33。

图 6 和 7 表示进口装置 31、33 如何供应燃料 13。进口装置的第一部分 31 由环形的燃料输入管 43 供给，它设在扩散燃烧器 23 与预混合通道 21 之间。第二部分 33 由第二个独立的环形燃料输入管 45 供给燃料 13。第二环形燃料输入管 45 布置为与第一燃料输入管 43 直接相邻。

采用所介绍的这种构型，现在第一次可以在燃烧器工作期间改变在预混合通道 21 内燃料沿径向的分布。这些借助燃料输入管 43、45 通过向进口装置 31、33 不同的燃料供给实现。通过在进口装置 31、33 内反向改变孔横截面，几乎可以调整为燃料 13 在预混合通道 21 内任意期望的沿径向分布。例如，在部分负荷运行时，可以向进口装置的第一部分 31 供更多的燃料 13，基于朝轴线 10 的方向进入孔 29 渐增的孔横截面，这导致朝预混合通道 21 内表面 20 方向富含燃料。因此，借助局部富油，可以对于减少一氧化碳的生成造成有利的作用。相比之下，例如在全负荷运行时可以向进口装置的第二部分供更多的燃料，这导致燃料 13 在预混合通道 21 内更均匀地分布。朝预混合通道 21 的外表面 18 的方向扩展进入孔 29，考虑到了在预混合通道 21 内朝外表面 18 的方向沿径向在外面的部分内空气 11 相关的质量流量，所以通过这种渐增的孔横截面调整在预混合通道 21 内燃料 13 沿径向的分布，其结果是使燃料 13 和空气 11 尽可能均匀地混合。此外，例如当燃烧室 5 内发生超过一规定的极限振幅的燃烧振荡时，也可以改变

燃料 13 沿径向的分布。这些燃烧振荡可由于火焰不稳定和压力脉动反馈以及在燃料空气混合物内密度的波动形成。通过改变在空气 11 内燃料 13 沿径向的分布，可以切断这种反馈机理并由此抑制燃烧振荡。

图 8 再次在通过预混合通道 21 的局部横截面图中表示分别设计为在旋流叶栅 25 中的旋流叶片 26 的进口装置第一部分 31 和进口装置第二部分 33 交替的排列。可以看出这两部分的进入孔 29 的孔横截面沿径向的变化相互反向。

图 9 表示进口装置的第一部分 31 和第二部分 33 布局的另一种可能的构型。该通过预混合通道 21 的局部纵剖面图，表示出沿空气 11 的流动方向先后排列的进口装置第一部分 31 和第二部分 33。在这里，第一部分 31 由小管构成，它们伸入预混合通道 21 内。第二部分 33 由旋流叶片 26 构成。第一部分 31 和第二部分 33 的进入孔 29 的孔横截面仍反向改变，也就是说，进口装置第一部分 31 的进入孔 29 朝轴线 10 的方向或朝内表面 20 的方向增大，而进口装置第二部分 33 进入孔 29 的孔横截面朝轴线 10 的方向减小。通过进口装置第一部分 31 与第二部分 33 的这种轴向串列，燃料 13 沿周向也可以非常均匀地引入预混合通道 21 内。

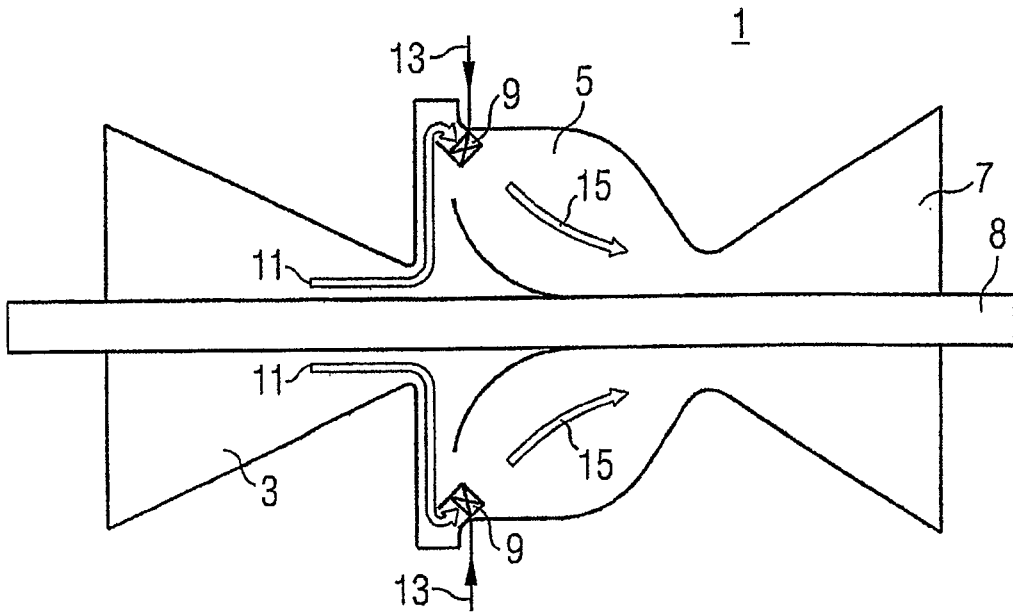


图 1

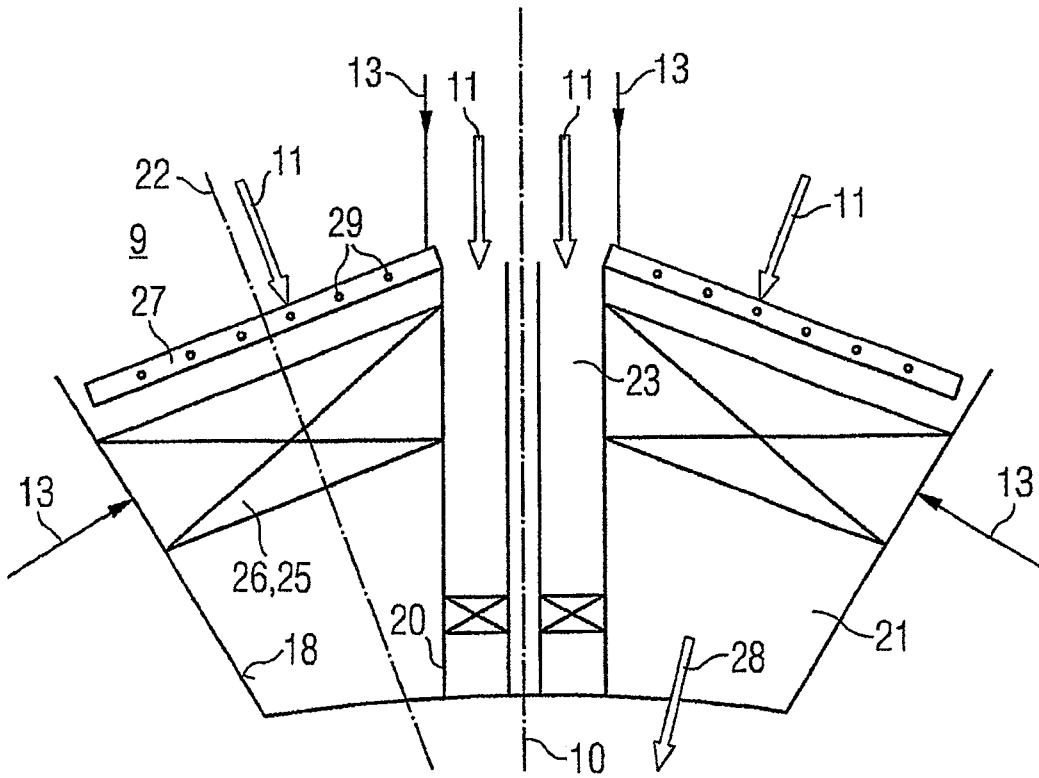


图 2 现有技术

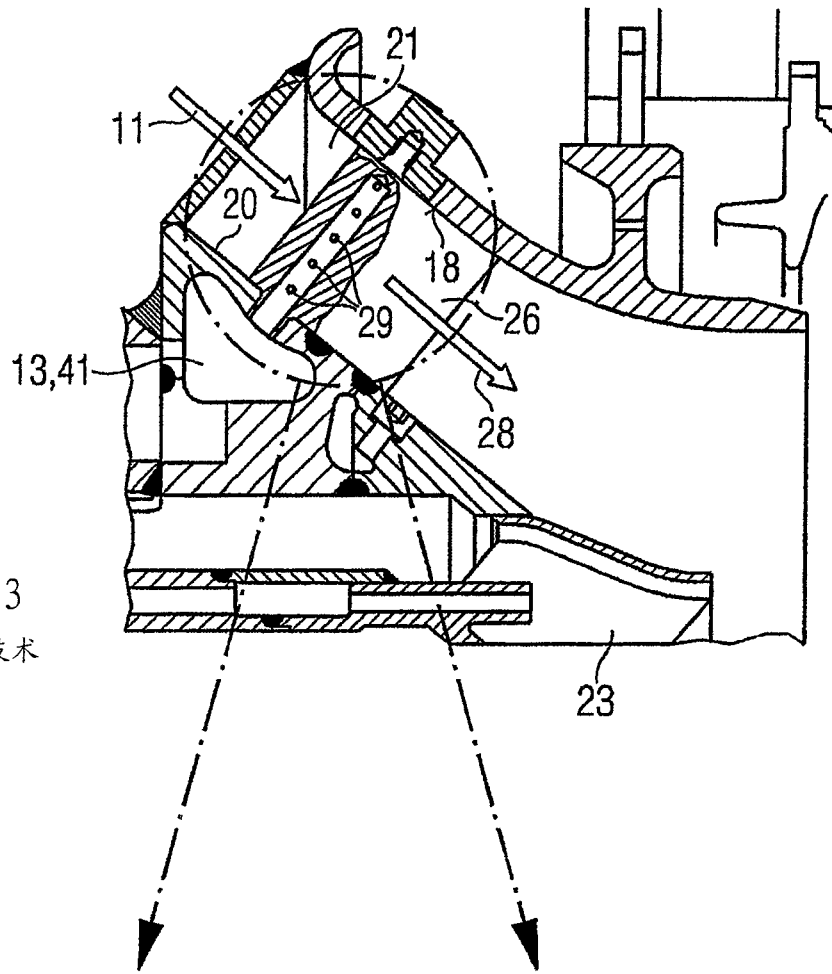


图 3
现有技术

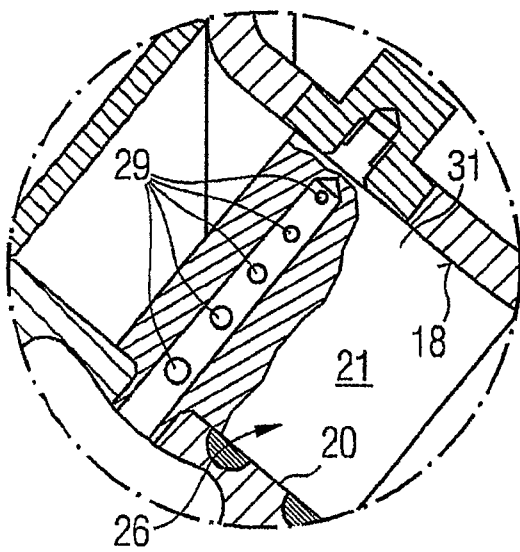


图 4

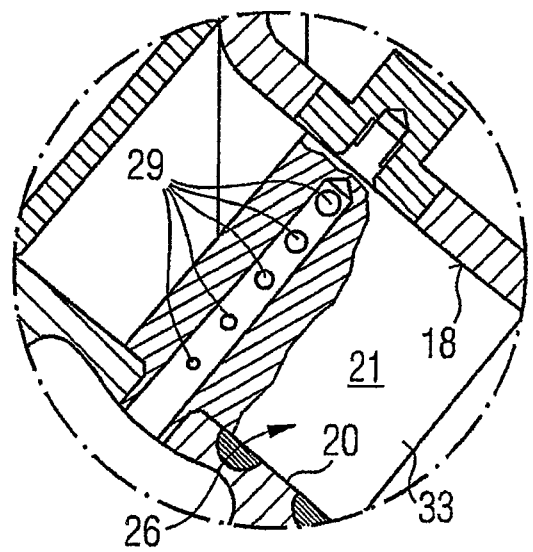


图 5

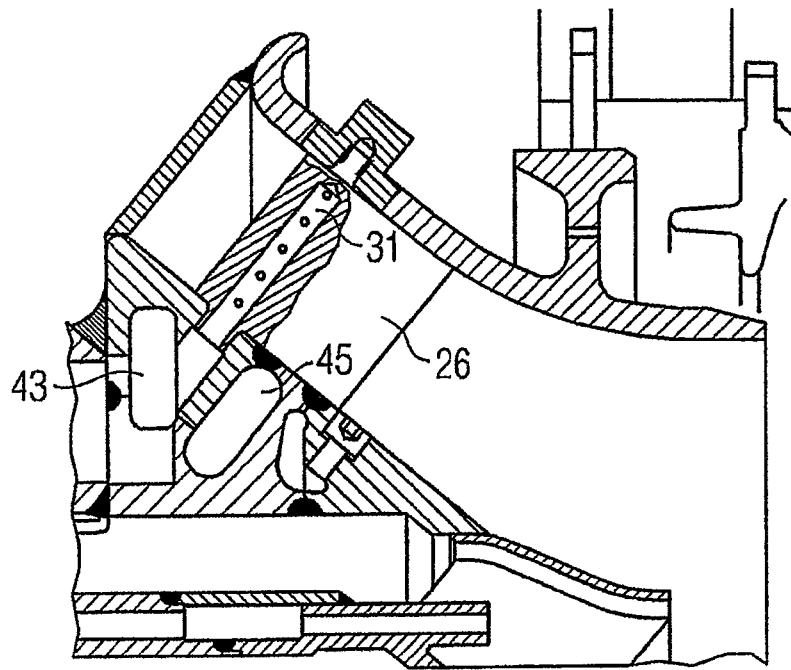


图 6

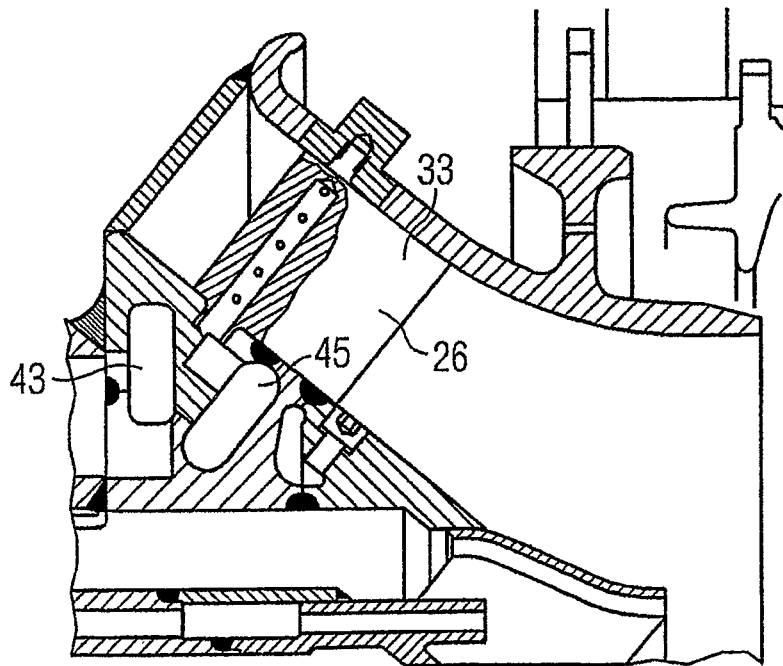


图 7

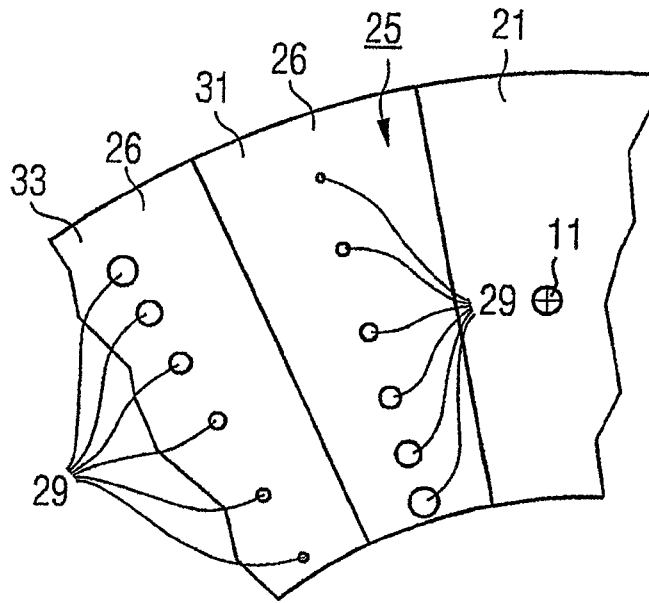


图 8

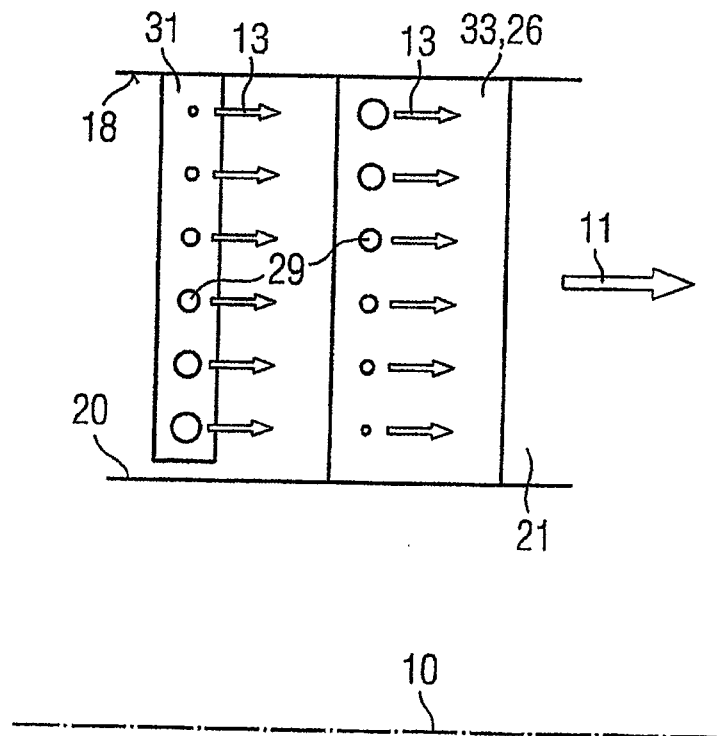


图 9