

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910159567.2

[51] Int. Cl.

F23D 14/58 (2006.01)

F23D 14/48 (2006.01)

F02C 7/22 (2006.01)

[43] 公开日 2010年2月10日

[11] 公开号 CN 101644435A

[22] 申请日 2009.6.8

[21] 申请号 200910159567.2

[30] 优先权

[32] 2008.8.8 [33] US [31] 12/222423

[71] 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 B·瓦拉塔拉彦 W·S·齐明斯基

J·利平斯基 G·O·克雷默

E·伊尔梅茨 B·莱西

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 刘华联

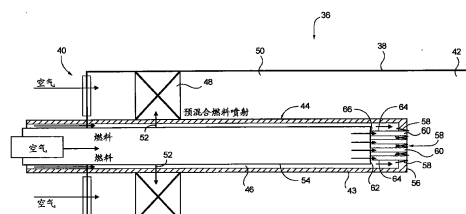
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

[54] 发明名称

稀薄直喷式扩散头和相关方法

[57] 摘要

本发明涉及稀薄直喷式扩散头和相关方法，尤其是用于燃气轮机燃烧器的喷嘴。该喷嘴包括：第一径向外部管，限定了具有入口和出口的第一通道，该入口适于提供空气给燃料器的反应区；第一径向外部管内的中心体，包括提供燃料给反应区的第二径向中间管和供给空气到反应区的第三径向内部管。第二中间管具有由第一端壁闭合的第一出口端，该端壁形成有多个基本平行和轴向定向并用于第三内部管中的附加空气的空气出口通道，各空气出口通道具有多个相应的位于第一端壁中并用于第二中间管中的燃料的相关燃料出口通道。该多个燃料出口通道具有非平行的中心轴线，它们与用来局部混合从中心体排出的燃料和空气的相应空气出口通道的中心轴线交叉。



1. 一种用于燃气轮机燃烧器的喷嘴，包括：

第一径向外部管，其限定了具有入口和出口的第一通道，所述入口适于将预混空气提供给燃料器的反应区；

位于所述第一径向外部管内的中心体，所述中心体包括位于所述第一径向外部管内的用于提供燃料给所述反应区的第二径向中间管，以及用于提供额外的空气给所述反应区的第三径向内部管；

其中，所述第二中间管具有由第一端壁所封闭的第一出口端，所述端壁形成有多个基本平行且轴向定向的用于所述第三径向内部管中的额外空气的空气出口通道，每个所述空气出口通道具有多个相应的位于所述第一端壁中并用于所述第二径向中间管中的燃料的相关燃料出口通道，其中，所述多个相应的相关燃料出口通道具有非平行的中心轴线，所述中心轴线与适用于使离开所述中心体的燃料和空气局部混合的对应空气出口通道的中心轴线交叉。

2. 根据权利要求1所述的喷嘴，其特征在于，所述多个相应的相关燃料出口通道包括一组燃料出口通道，所述一组燃料出口通道位于与相应的燃料出口通道基本上径向相反的位置。

3. 根据权利要求2所述的喷嘴，其特征在于，所述一组燃料出口通道的数量和方位选择成使得所述燃料和空气的局部混合最大化。

4. 根据权利要求1所述的喷嘴，其特征在于，所述径向内部管具有与所述第一出口端径向隔开的第二出口端，所述第二出口端由第二端壁闭合，所述第二端壁形成有多个在所述第二出口端和所述第一出口端之间延伸的空气管。

5. 根据权利要求4所述的喷嘴，其特征在于，所述喷嘴包括围绕着所述中心体的燃料喷射器环，其具有将自所述中间管的燃料喷射到预混空气中的通道，所述预混空气流经位于所述第一出口端上游的位置处的所述径向外部管。

6. 根据权利要求5所述的喷嘴，其特征在于，所述第一出口端径向地伸出于所述中心体，在其径向延伸部分内具有与所述第一通道连通的通过通道，每个所述通过通道将所述第一通道中的一定量预混空气转向，用于与从所述中间管中经成角度的燃料通道排出的燃料形成额外的混合，所述成角度的燃料通道位于所述径向延伸部分中，并具有与所述通过通道的中心轴线相交叉地定向的

中心轴线。

7. 一种用于燃气轮机燃烧器的喷嘴，包括：

第一径向外部管，其限定了具有入口和出口的第一通道，所述入口适于将预混空气提供给燃料器的反应区；

位于所述第一径向外部管内的中心体，所述中心体包括用于提供燃料给所述反应区的第二径向中间管，以及用于提供额外的空气给所述反应区的第三径向内部管；和

位于所述中心体的出口端附近并用于使燃料和额外的空气局部混合的装置。

8. 根据权利要求7所述的喷嘴，其特征在于，所述喷嘴包括围绕着所述中心体的燃料喷射器环，其具有将自所述中间管的燃料喷射到预混空气中的通道，所述预混空气流经位于所述第一出口端上游的位置处的所述径向外部管。

9. 根据权利要求8所述的喷嘴，其特征在于，所述第一出口端径向地伸出所述中心体，在其径向延伸部分内具有与所述第一通道连通的通过通道，每个所述通过通道将所述第一通道中的一定量预混空气转向，用于与从所述中间管中经成角度的燃料通道排出的燃料形成额外的混合，所述成角度的燃料通道位于所述径向延伸部分中，并具有与所述通过通道的中心轴线相交叉地定向的中心轴线。

10. 一种在启动和部分负载状况下操作气体涡轮的方法，包括：

提供至少一个用于为燃烧器的反应区供给燃料和空气的喷嘴，该喷嘴包括第一径向外部管，其限定了具有入口和出口的第一通道，所述入口适于将预混空气提供给燃料器的反应区，还包括位于所述第一径向外部管内的中心体，所述中心体包括位于所述第一径向外部管内的用于提供燃料给所述反应区的第二径向中间管，以及用于提供额外的空气给所述反应区的第三径向内部管；和

使来自所述第二径向中间管的燃料流在大致排出所述中心体的同时与来自所述第三径向内部管的附加空气流交叉并混合。

11. 根据权利要求10所述的方法，其特征在于，所述方法包括使一部分预混空气转向，从而进一步与来自所述第二径向中间管的燃料在所述中心体的端头处混合。

稀薄直喷式扩散头和相关方法

技术领域

本发明是在政府的支持下根据能源部所授予的合同 No. DE-FC26-05NT42643 下完成的。政府享有本发明的一定权利。

本发明大体涉及涡轮燃烧，尤其是涉及为实现低 NO_x 排放的稀薄直喷式喷嘴。

背景技术

至少一些已知的燃气涡轮发动机燃烧空燃混合物，从而从混合物中释放热能，以形成高温燃烧气流，该气流通过热气通道进入到涡轮中。涡轮将来自燃料气流的热能转化成能使涡轮轴旋转的机械能。涡轮的输出可用于为机器、例如发电机或泵等提供动力。

燃烧反应的至少一种副产品可能要受到法令的限制。例如，在热能驱动反应中，通过由燃气涡轮发动机内的高温所启动的空气中的氮和氧之间的反应可以形成氮氧化物(NO_x)。通常来说，进入燃气涡轮发动机的涡轮部分内的燃烧气流的温度增加，发动机的效率也提高；然而，增加燃烧气体温度也会促进形成更多的不希望有的 NO_x 。

燃烧通常发生在或邻近于燃烧器的上游区域，该区域通常被称为反应区或主区域。可引入惰性稀释剂来稀释空燃混合物，从而降低最高温度以及 NO_x 的排放。然而，惰性稀释剂并不总是可行的，它可能会对发动机的加热速度造成不利影响，并且会增加资金和运营成本。蒸汽可以作为稀释剂来引入，但这也会缩短热气体通道组件的期望寿命。

为了控制涡轮发动机运行期间 NO_x 的排放，至少一些已知燃气涡轮发动机使用了燃烧器，该燃烧器利用稀薄的燃料/空气比来工作，和/或利用在进入燃烧器的反应区之前与空气进行预混合的燃料来工作。预混合可促进燃烧温度的降低，从而减少了 NO_x 的形成，不需要使用稀释添加剂。然而，假如所使用的燃料是过程气体或合成气体，那么就可能存在足够的氢气，从而使相关的高火焰

速度可促进混合装置中的自燃、回烧和/或火焰保持。预混合喷嘴同时具有降低的边际降燃(turndown margin), 这是因为其能吹出非常稀薄的火焰。

为扩大降燃能力, 使用了这样一种预混合喷嘴, 其利用扩散头在启动和部分负载的状况下喷射燃料。扩散头典型地连接在预混合喷嘴的中心体上。合成气体燃烧器同样利用独立的扩散喷嘴来燃烧多种不同的燃料, 从而防止高氢燃料的火焰保持或/回烧, 并且防止在低沃泊指数(Wobbe Index)燃料下的吹出。这种系统的缺点是在引燃或引燃的预混合模式下运行时, NO_x 水平较高。当前, 采用并流扩散头来提供引燃火焰的稳定性、降燃能力和燃料适应性。然而, 这种装置也会导致高 NO_x 。

稀薄直喷(LDI)式燃烧方法典型地定义为这样一种喷射方法, 其中将燃料和空气喷射到燃烧器的燃烧室中, 在喷射之前不对燃料和空气进行与传统扩散喷嘴中类似的预混合。然而, 这种方法能在燃烧区域中提供改善的快速混合, 形成低于传统的非预混合或扩散燃烧方法中形成的最高火焰温度以及低 NO_x 排放。

发明内容

在一方面, 提供了一种用于燃气轮燃烧器的新型的 LDI 喷嘴。该喷嘴包括第一径向外部管, 其限定了具有入口和出口的第一通道, 该入口适于将预混空气提供给燃料器的反应区; 位于第一径向外部管内的中心体, 该中心体包括用于提供燃料给反应区的第二径向中间管, 以及用于提供空气给反应区的第三径向内部管; 其中, 第二中间管具有由第一端壁所封闭的第一出口端, 该端壁形成有多个基本平行且轴向定向的用于第三径向内部管中的额外空气的空气出口通道, 各空气出口通道具有多个相应的位于第一端壁中并用于第二径向中间管中的燃料的相关燃料出口通道, 并且, 所述多个相应的相关燃料出口通道具有非平行的中心轴线, 它们与适用于使离开中心体的燃料和空气局部混合的对应空气出口通道的中心轴线交叉。

在另一方面, 提供了一种用于燃气轮机燃烧器的喷嘴, 包括: 第一径向外部管, 其限定了具有入口和出口的第一通道, 所述入口适于将预混空气提供给燃料器的反应区; 位于所述第一径向外部管内的中心体, 其包括用于提供燃料给反应区的第二径向中间管, 以及用于提供空气给反应区的第三径向内部管;

以及位于中心体的出口端附近并用于使燃料和额外的空气局部混合的装置。

在另外的一个方面，提供了操作涡轮发动机的方法。该方法包括步骤：提供至少一个用于为燃烧器的反应区供给燃料和空气的喷嘴，该喷嘴包括第一径向外部管，其限定了具有入口和出口的第一通道，该入口适于将预混空气提供给燃料器的反应区，还包括位于第一径向外部管内的中心体，其包括位于第一径向外部管内的用于提供燃料给反应区的第二径向中间管，以及用于提供额外的空气给反应区的第三径向内部管；以及，使来自第二径向中间管的燃料流在大致排出中心体的同时与来自第三径向内部管的附加空气流交叉并混合。

现在将结合下面的附图具体地描述本发明。

附图说明

图1是具有扩散头的传统预混合喷嘴的示意图；

图2是根据本发明的非限制性第一实施例的稀薄直喷式喷嘴的示意图；

图3是图2所示喷嘴的中心体端头部分的正面图；

图4是根据非限制性第二实施例的稀薄直喷式喷嘴的示意图；和

图5是图4所示喷嘴的中心体端头部分的前视图。

图中各标号的含义如下：10 喷嘴；12 径向外部壁；14 空气入口；16 出口；18 中心体；20 燃料通道；22 喷射环；24 径向燃料通道；26 外部空气通道；28 内部管；30 端壁或端头；32 燃料出口孔；34 空气出口孔；36 喷嘴；38 外部管；40 空气入口；42 出口；43 中心体；44 中间管；46 环形燃料通道；48 燃料喷射器环；50 外部空气通道；52 径向燃料通道；54 内部管；56 端壁或端头；58 燃料出口通道；60 空气出口孔或通道；62 第二端壁或端头；64 空气管；66 空气出口孔；68 环；70 通过通道；72 管/通道；74 燃料通道；143 中心体；144 外部管；150 通道；156 端头；158 燃料孔；160 空气孔

具体实施方式

参照图1，其中示出了一种已知的DLN（干燥且低 NO_x ）预混合喷嘴10，其具有用于引燃(pilot)和引燃预混的扩散头。喷嘴10形成有具有空气入口14和出口16的径向外部壁12。中心体18延伸到喷嘴中，且沿着喷嘴的纵向中心轴

线设置。中心体 18 限定了燃料通道 20, 该燃料通道将部分燃料供给燃料预混喷射环 22, 该喷射环围绕中心体 18, 并且在喷嘴的中心体和径向外壁 12 之间径向延伸。因此, 通过径向燃料通道 24 将燃料引入到径向外部的空气通道 26 中, 从而预混合燃烧器反应区域上游的燃料和空气。余下的燃料沿着通道 20 流动, 如下面更详细描述的那样从下游中心体端头处流出。

中心体 18 还具有用于供给空气到中心体端头的内部管 28。中心体 18 的下游或出口端具有闭合的端壁或端头 30, 其配置有相应的环形燃料出口孔 32 和空气出口孔 34 的环形阵列。在该已知的装置中, 孔 32,34 相对于纵向轴线成一定角度地向外展开, 从而实现与在径向外通道 26 中流动的预混空气相混合。然而需要注意的是, 从孔 32,34 中排出的燃料和空气的流动通道不会交叉, 因此不会在中心体端头出现燃料和空气的局部互混。

图 2 示出了根据本发明的一个示例性但非限制性的 LDI 喷嘴 36 的实施例。如上述已知的喷嘴构造那样, 喷嘴 36 形成有具有空气入口 40 和出口 42 的径向外壁 38 (或第一径向外壁)。中心体 43 包括第二径向中间管 44, 其延伸到喷嘴中且沿着喷嘴的纵向中心轴线设置。该管 44 限定了环形燃料通道 46, 其供给部分燃料到径向定向的燃料预混喷射环 48, 该喷射环 48 围绕着中心体 43, 并且在中心体 43 和径向外壁 38 之间径向延伸。燃料通过径向燃料通道 52 引入到径向外部的空气通道 50 中, 用于预混合在燃料室反应区上游的通道 50 中的燃料和空气。余下的燃料沿着通道 46 流动到中心体端头。

中心体 43 还具有用于供给空气到中心体端头的第三径向内部管 54。管 54 类似于管 28 地设置在喷嘴的中心或纵向轴线上, 也就是说, 管 18,28 和 44,54 分别同心地设置。中心体 43 的下游端或端头具有闭合的端壁或端头 56, 其形成有相对较小的、成角度的燃料出口孔 (或通道) 58 和相对较大的同轴的空气出口孔 (或通道) 60。在该示例性实施例中, 径向内部的空气管 54 在端壁 56 的上游具有自身闭合的端壁或端头 62, 而管 64 将内部空气管 54 的空气出口孔 66 与端壁或端头 56 中的空气出口孔 60 连接。同时参考图 3, 每个空气出口孔 60 沿下游方向引导空气流轴向地离开中心体到喷嘴的出口 42。如果需要的话, 这些空气出口可以在切向上成一定角度, 从而为流体赋予涡流。每个空气出口孔 60 具有其自己的相应一组相对较小的燃料出口孔 58, 它们设置在基本上径向相反的位置, 数量和方位设定成使得混合最大化, 同时保持所需的燃料侧压降。

另外,与特定空气出口孔 60 相关的每一组燃料出口孔 58 设置成使得燃料出口通道 58 的轴线与相关的空气出口通道 60 的轴线交叉。换句话说,在喷嘴中心体 44 的端头 56 处经通道 60 引出的各空气流与来自径向相反地设置的通道或孔 58 中的燃料流相互碰撞或交汇。这种布置在中心体端头 56 处提供了比现有的扩散头喷嘴更快的燃料和空气混合,同时能够更好地混合空气通道 50 中的预混空气和燃料,进一步降低了 NO_x 。燃料出口孔也可往空气孔处凹进一些距离,从而提供附加的预混。

图 4 和图 5 示出了如图 3 和 4 所示的喷嘴结构的变型。如果适用的话,在图 4 和图 5 中使用类似的但加入了前缀“1”的附图标记来表示相应的机械部件。在下面未提及的特定部件可假设为在结构和功能上都与结合图 2 和 3 所描述和示出的对应部件相似。因此,在该变型中,中心体 143 的闭合端壁或端头 156 通过施加在中心体外部管 144 的端头 156 周围的环 68 而基本上径向地伸出中心体。伸出部分或环 68 具有多个径向定向的空气通道 70,该通道平行于中心体 143 地延伸,并且与喷嘴的径向外空气通道 150 连通。如果需要的话,这些空气通道可在切向上成一定角度,从而为流体赋予涡流。多个燃料管/通道 72 从中心体燃料通道 146 径向向外地延伸到环 68 中,从而供给燃料到多个成角度定向(且相直径对较小)的燃料通道 74。通道 74 被设置为确定了与空气通道 70 交叉的燃料流通道,从而使空气和燃料超过中心体的直径地局部混合。

参考图 5,可以看到燃料和空气孔 158,160 的形式已扩展为将环 68 夹在中间的两个空气通道 70 和燃料通道 74 的径向外环形阵列的类似形式,从而进一步加强中心体的端头处的空气和燃料的局部混合。如图 3 所示,这种布置使得各空气通道 70 具有一组在径向相反地设置的相关燃料通道 74,它们向内成一定角度以与空气流交叉,数量和方位设定为在保持所期望的燃料侧压降的同时使混合最大化。燃料出口孔也可往空气孔凹进一些距离,从而提供附加的预混合。然而可以理解,燃料和空气通道的数量和设置可以变化。在本实施例中可以理解的是,通道 150 中的一些预混空气被转向为供给 LDI 中心体 143,从而通过允许中心体端头处的稀薄火焰而进一步降低了 NO_x 。

因此,这里所描述的本发明的示例性实施例可有助于降低 NO_x ,增加燃料的适应性和降燃能力,增加火焰额外的稳定性/降低其运动性。

应该认识到的是,这里所设计的空气或燃料通道可具有通过它们喷射的燃

料、空气和稀释液的混合物，从而改进了可操作性/排放。

虽然已经结合目前认为是最实用的和优选实施例描述本发明，可以理解的是本发明不仅限于所披露的实施例，正相反，其用于覆盖包含在所附上的权利要求的精神和范围内的各种修改和等同的设置。

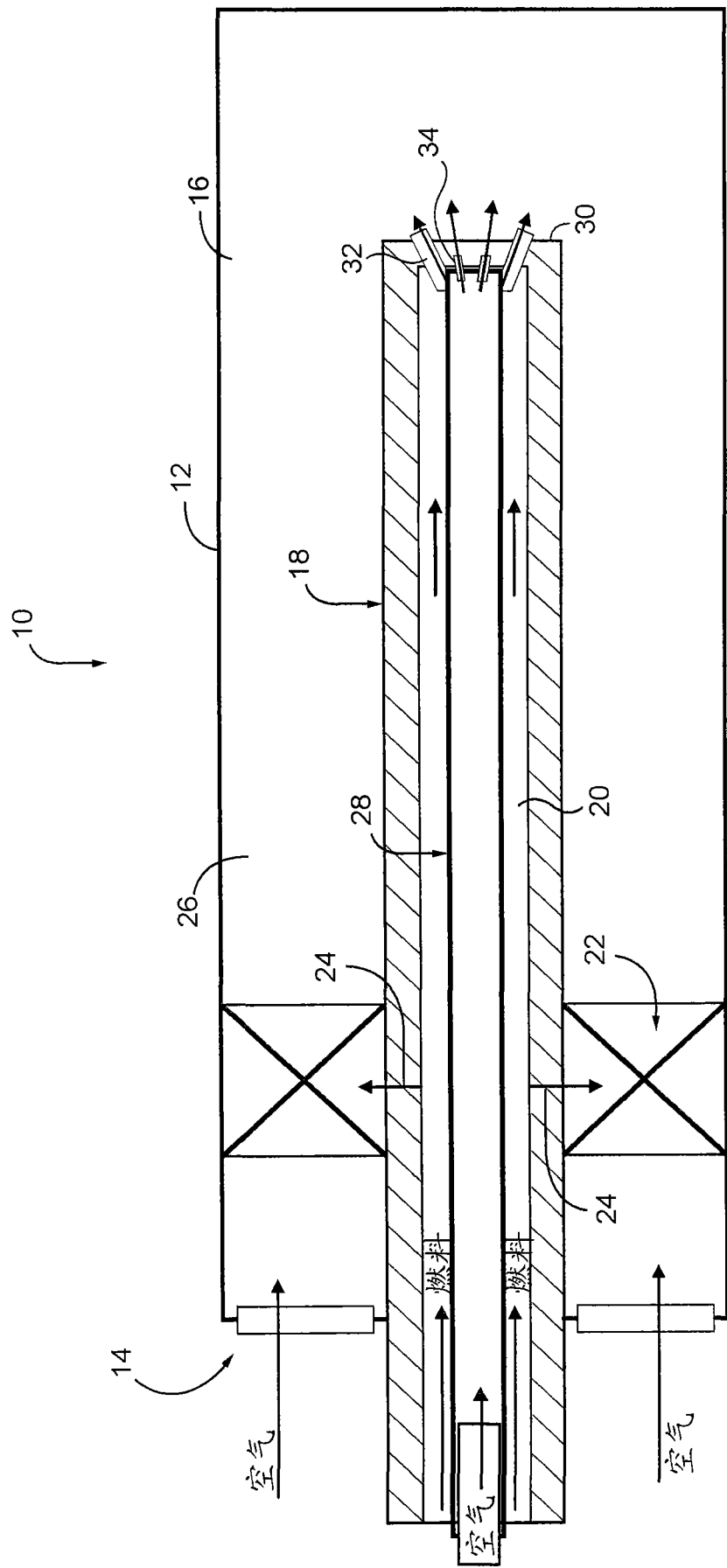
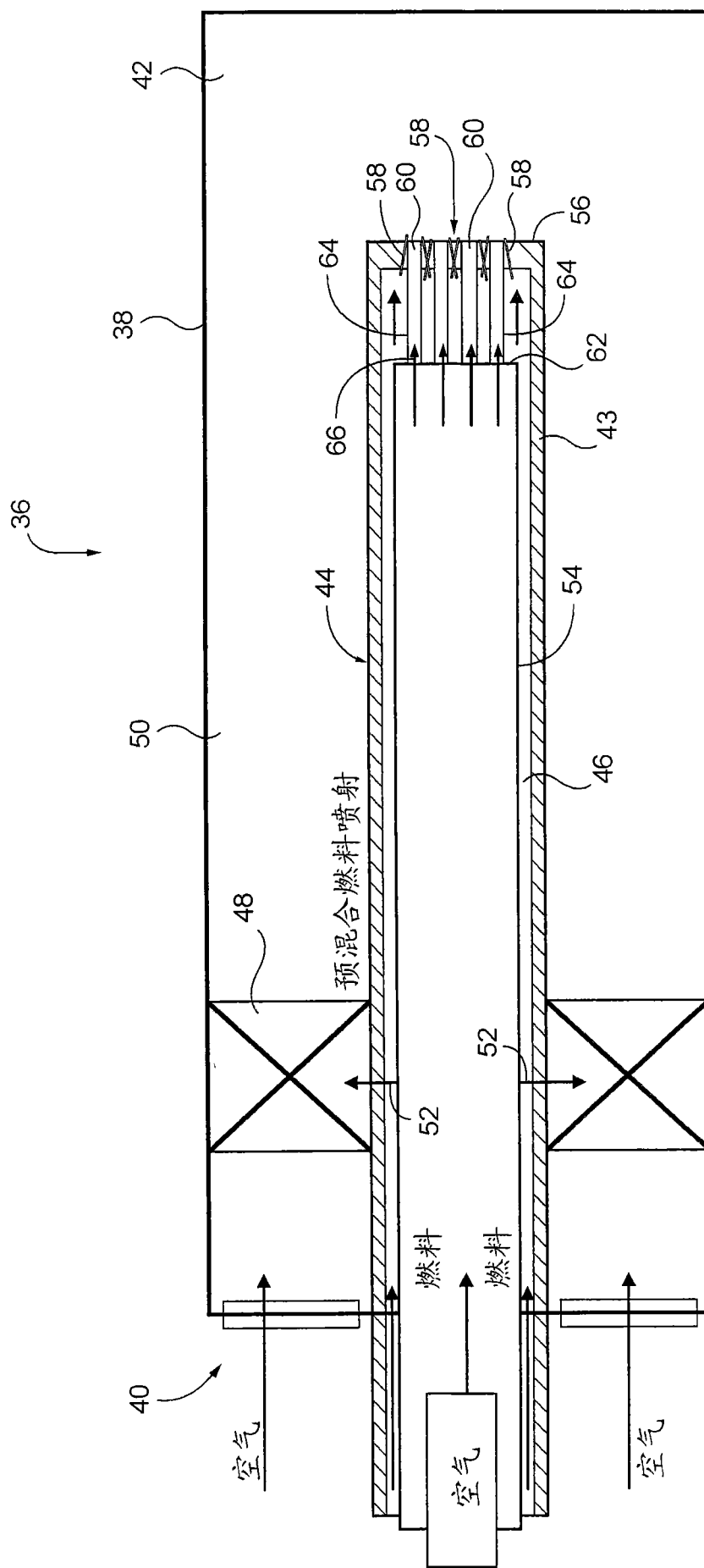


图 1 (现有技术)



2

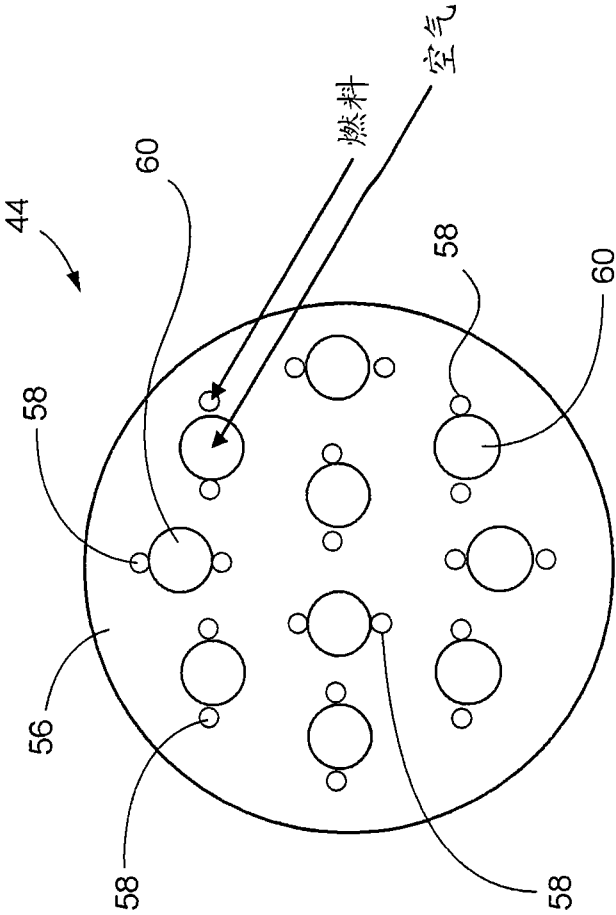


图 3

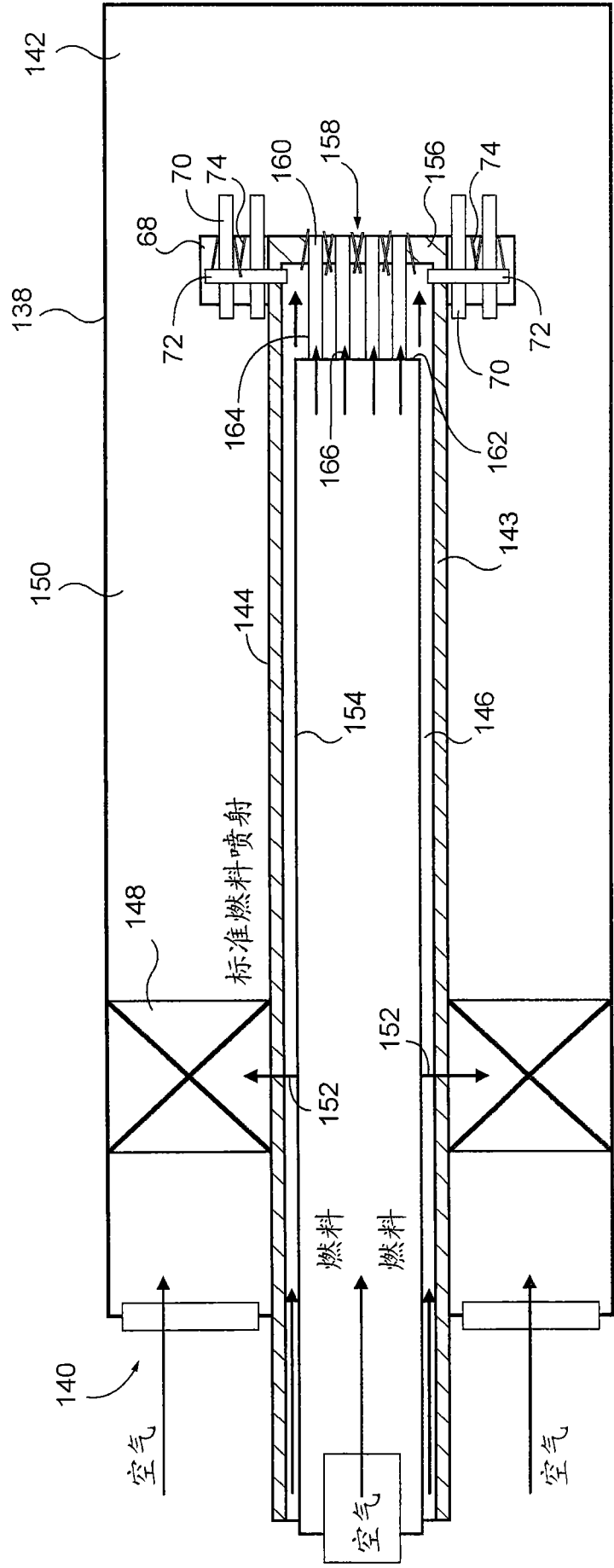


图 4

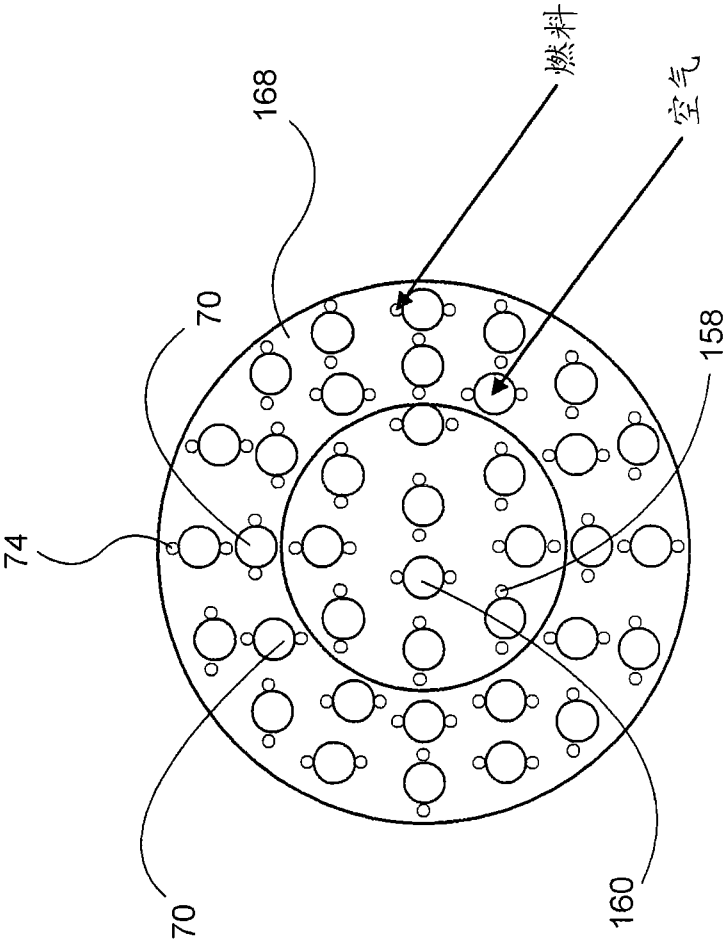


图 5