



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102597628 B

(45) 授权公告日 2015.09.02

(21) 申请号 201080049037.3

代理人 牛晓玲 吴鹏

(22) 申请日 2010.10.29

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

F23L 7/00(2006.01)

09174622.2 2009.10.30 EP

F23D 1/00(2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

F23M 5/02(2006.01)

2012.04.28

(56) 对比文件

(86) PCT国际申请的申请数据

US 6843185 B1, 2005.01.18,

PCT/EP2010/066499 2010.10.29

WO 2006032961 A1, 2006.03.30,

(87) PCT国际申请的公布数据

US 4630554 A, 1986.12.23,

W02011/051463 EN 2011.05.05

CN 1135030 A, 1996.11.06,

(73) 专利权人 乔治洛德方法研究和开发液化空
气有限公司

审查员 朱丽丹

地址 法国巴黎

(72) 发明人 B·贝拉斯 J·穆伦 F·帕尼耶
X·波贝尔 R·齐阿瓦

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

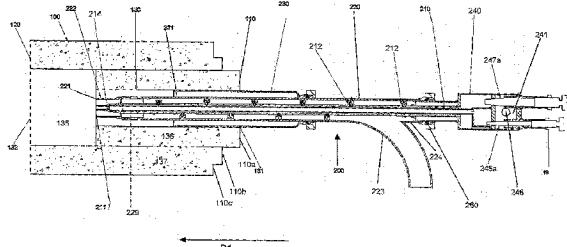
权利要求书2页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

固体燃料燃烧器

(57) 摘要

本发明涉及一种用于输送气体推进的微粒
固体燃料的燃烧器，所述燃烧器包括燃烧器炉体
(100) 和喷射器组件 (200)，该喷射器组件至少
部分被燃烧器炉体的喷射器通道 (130) 环绕，该
喷射器组件包括环绕燃料喷射器的内氧气供应管
(210)，该内氧气供应管 (210) 又环绕氧气喷射
器 (230)，各者均在通道出口侧具有下游端 (211，
221, 231)，内氧气供应管具有侧向表面，其上安装
有用于以一喷射定向将侧向主氧气射流喷射到燃
料喷射器中的一组侧向主氧气喷嘴 (212)，所述
喷射定向围绕纵向遵循相同的旋转方向且其朝向
燃料喷射器的下游端，所述侧向主氧气喷嘴定位
在与所述燃料喷射器的下游端 (221) 相距多个不
同距离处。



1. 一种包括燃烧器炉体 (100) 和喷射器组件 (200) 的燃烧器，

- 所述炉体 (100) 具有入口面 (110) 和出口面 (120) 以及喷射器通道 (130)，所述喷射器通道 (130) 沿纵向 D1 从所述入口面 (110) 中的通道入口 (131) 延伸到所述出口面 (120) 中的通道出口 (132)，

- 所述喷射器组件 (200) 至少部分被所述喷射器通道 (130) 环绕并包括均在所述通道出口 (132) 侧具有下游端 (211, 221, 231) 的内氧气供应管 (210)、燃料喷射器 (220) 和氧气喷射器 (230)，

o 所述燃料喷射器 (220)：

■在其下游端 (221) 具有燃料喷嘴 (222)，用于朝所述通道出口 (132) 喷射通过输送气体推进的微粒固体燃料，并且

■在所述内氧气供应管 (210) 的所述下游端 (211) 附近环绕所述内氧气供应管 (210)，

o 所述氧气喷射器 (230)：

■在其下游端 (231) 具有氧气喷嘴，用于朝所述通道出口 (132) 喷射二次氧气，并且

■在所述氧气喷射器 (230) 的所述下游端 (231) 附近环绕所述燃料喷射器 (220)，

其中所述内氧气供应管 (210) 具有侧向表面，所述侧向表面上安装有用于将侧向主氧气射流喷射到所述燃料喷射器 (220) 中的一组侧向主氧气喷嘴 (212)，其中所述侧向主氧气喷嘴 (212)：

■定位在与所述燃料喷射器 (220) 的所述下游端 (221) 相距沿纵向 D1 测量的多个不同距离处，并且

■具有喷射开口，所述喷射开口定向成用于以一喷射定向喷射所述侧向主氧气射流，所述喷射定向围绕纵向 D1 遵循相同的旋转方向并朝向所述燃料喷射器 (220) 的所述下游端 (221)，

其中，所述燃烧器还包括用于将通过输送气体推进的微粒固体燃料供应给所述燃料喷射器 (220) 的燃料供应管，所述燃料供应管限定在所述燃料喷射器 (220) 上游的弯头 (223)，所述燃烧器包括分支管 (224)，所述分支管 (224) 与所述燃料喷射器 (220) 成一线并安装在所述弯头 (223) 中的燃料供应管上，并且所述内氧气供应管 (210) 能够穿过所述分支管 (224) 安装在所述燃料喷射器 (220) 中并能够从所述燃料喷射器 (220) 移除所述内氧气供应管 (210)。

2. 根据权利要求 1 所述的燃烧器，其中，所述侧向主氧气喷嘴 (212) 具有定向成用于以与所述内氧气供应管 (210) 的所述侧向表面大致相切的喷射定向喷射侧向主氧气射流的喷射开口。

3. 根据权利要求 1 所述的燃烧器，包括用于将所述内氧气供应管 (210) 安装在所述燃料喷射器 (220) 中并用于从所述燃料喷射器 (220) 移除所述内氧气供应管 (210) 的装置。

4. 根据权利要求 2 所述的燃烧器，包括用于将所述内氧气供应管 (210) 安装在所述燃料喷射器 (220) 中并用于从所述燃料喷射器 (220) 移除所述内氧气供应管 (210) 的装置。

5. 根据权利要求 3 或 4 所述的燃烧器，包括用于将所述内氧气供应管 (210) 安装在所述燃料喷射器 (220) 中并用于在所述炉体 (100) 的所述入口面 (110) 侧从所述燃料喷射器 (220) 移除所述内氧气供应管 (210) 的装置。

6. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的燃烧器，包括用于将所述侧向主氧气喷嘴 (212)

安装在所述内氧气供应管 (210) 的所述侧向表面上并用于从所述内氧气供应管 (210) 的所述侧向表面移除所述侧向主氧气喷嘴 (212) 的装置。

7. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的燃烧器, 其中, 所述侧向主氧气喷嘴 (212) 以多个不同的径向角度 ($\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$) 定位在所述内氧气供应管 (210) 的侧向表面周围。

8. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的燃烧器, 其中, 所述内氧气供应管 (210) 还在其下游端 (211) 包括用于喷射主氧气的终端主氧气喷嘴 (216)。

9. 根据权利要求 8 所述的燃烧器, 其中, 所述氧气供应管包括 :

o 中央喷枪 (213), 其终止在与所述中央喷枪 (213) 流体连接的所述终端主氧气喷嘴 (216) 中, 和

o 在所述内氧气供应管 (210) 的所述侧向表面与所述中央喷枪 (213) 之间的环绕的环形通道 (214), 所述环绕的环形通道与所述侧向主氧气喷嘴 (212) 流体连接。

10. 根据权利要求 9 所述的燃烧器, 还包括与所述中央喷枪 (213) 和所述环绕的环形通道 (214) 分开流体连接的氧气分配器 (240), 所述氧气分配器包括用于将所述氧气分配器 (240) 连接到氧气源并适合于控制流入所述中央喷枪 (213) 和所述环绕的环形通道 (214) 中的主氧气流量之间的比率的装置。

11. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的燃烧器, 在紧邻所述通道出口 (132) 的所述喷射器通道 (130) 中具有较宽的预燃烧区段 (135)。

12. 一种炉, 包括限定燃烧室的炉壁、至少一个根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的燃烧器, 所述燃烧器安装在炉壁中使得所述燃烧器炉体 (100) 的所述出口面 (120) 面向所述燃烧室并且使得所述燃烧器炉体 (100) 的所述入口面 (110) 能从所述燃烧室外部到达。

13. 一种炉, 包括限定燃烧室的炉壁、至少一个根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的燃烧器, 所述燃烧器安装在炉壁中使得所述燃烧器炉体 (100) 的所述出口面 (120) 面向所述燃烧室并且所述燃烧器炉体 (100) 的所述入口面 (110) 能从所述燃烧室外部到达, 其中所述至少一个燃烧器安装在所述炉壁中使得所述燃烧器炉体 (100) 的所述出口面 (120) 相对于面向所述燃烧室的所述壁的表面凹进, 由此在所述燃烧器炉体 (100) 的所述出口面 (120) 与所述壁的所述表面之间形成较宽的预燃烧区段。

14. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的燃烧器用于在炉的燃烧区中燃烧微粒固体燃料以在其中产生热的用途。

15. 根据权利要求 14 所述的用途, 用于燃烧粉煤。

固体燃料燃烧器

技术领域

[0001] 本发明涉及微粒固体燃料如微粒或粉煤的燃烧的领域,且更具体地涉及所述微粒固体燃料的输送气体的氧气增浓的领域。

背景技术

[0002] 为了提高燃烧过程的效率和 / 或限制 NO_x 排放物,已提出氧气增浓。

[0003] 气态燃料流的氧气增浓已在多种工业过程尤其如玻璃熔融、石灰和水泥窑和炼钢中被成功地实施。

[0004] 另一方面,煤是当前可用的最丰富的化石燃料,并且全世界产生的大部分电力使用煤作为燃料。

[0005] 在固体燃料颗粒的情况下,通常需要输送气体来将固体燃料颗粒从燃料储存或碾磨设备(例如,碎煤机)输送到燃烧器。

[0006] 与气态燃料流的氧气增浓相比,携带颗粒的流如粉煤 / 空气流的氧气增浓提出了另外的挑战。这些挑战由于多种因素而产生,如下文所述。

[0007] 首先,这种携带颗粒的流的氧气增浓在燃烧器内形成可燃或可燃性更高的流,这必须非常谨慎地处理,以避免提前点火、爆炸或其它有害效应。

[0008] 其次,煤颗粒通常具有不均匀的粒径分布。大部分燃煤电厂使用范围为约 75–120 μm 的粒级。在重力的影响下,携带颗粒的流中的煤颗粒偏离气体流线。较大的颗粒偏离得较多,而较小的颗粒更接近地遵循气体流线。另外,在输送导管中的弯头中观察到称为“绳化现象 (rope phenomenon)”的现象。结果,颗粒加载跨导管的截面不均匀,并且颗粒甚至可能沉淀并聚集在导管内的某些部位。

[0009] 从 WO-A-2006032961 获知借助于一种系统来改善非气态燃料和输送气体的混合物的燃烧,该系统包括:1) 非气态燃料、特别是固体燃料和输送气体的混合物的源;2) 氧气源;3) 与燃烧室可操作地相关的燃烧器;

[0010] 4) 与混合的非气态燃料和输送气体的源流体连通的燃料管道;5) 与氧气源流体连通的管状氧气喷枪;以及 6) 与氧气源流体连通的至少第一和第二喷射元件。

[0011] 所述系统的燃料管道包括沿一轴线朝燃烧器延伸的部分。

[0012] 该至少第一和第二喷射元件构造成将氧气喷射到燃烧器上游或位于燃烧器处的混合物流中并与之混合。第一和第二喷射元件中的至少一者接收来自喷枪的氧气。第一和第二喷射元件还间隔开。

[0013] 利用如上所述的系统,首先允许非气态燃料和输送气体的混合物流入燃料管道中。然后允许氧气从第一和第二喷射装置流动,使得氧气以及非气态燃料和输送气体的混合物被混合。这样混合的氧气、非气态燃料和输送气体然后在燃烧室内燃烧。

[0014] 尽管如 WO-A-2006032961 中记载的系统的原理提供了喷射到混合的非气态燃料和输送气体的流中的氧气的改善混合,这转而引起改善的燃烧,但此系统在工业环境中的实际实施面临许多与固体燃料燃烧的固有问题有关的难题。

[0015] 实际上,工业用微粒固体燃料的范围相差较大。即使对于特定类型的微粒固体燃料如粉煤,诸如平均粒径、粒径分布、组分——包括水分、挥发性物质含量、极限氮量(bound nitrogen content)——等参数也会从一个固体燃料的批次到另一个批次而截然不同,这些参数中的每一个均对固体燃料在燃烧过程中的表现有影响。

[0016] 从 WO-A-2006032961 获知的系统的一个主要缺点是其缺乏灵活性。实际上,以不同方式优化的系统需要针对每一种特定的微粒固体燃料设计和生产。这显著增加了该系统的成本并使该系统不适合于使用不同粒径和组分的微粒固体燃料的燃烧过程。

[0017] 从 WO-A-2006032961 获知的系统的又一缺点是其相对高的维护成本。实际上,携带微粒的流如粉煤 / 空气流磨蚀性高并导致突出到携带颗粒的流中的任何元件如氧气喷枪和喷射器受到明显磨损,最终引发故障并因此带来提前点火和爆炸的重大风险。为了防止发生这种情况,在从 WO-A-2006032961 获知的系统中,需要至少定期更换燃料管道内部存在并因此受到磨蚀的整个氧气增浓结构。

[0018] 本发明的一个目的是提供一种改进的燃烧器,该燃烧器适合于在原理为多股间隔开的氧气在燃烧室上游喷射到输送气体和微粒固体燃料的混合物中的工业环境中实际实施。

发明内容

[0019] 根据本发明,提供一种包括燃烧器炉体和喷射器组件的燃烧器。

[0020] 通常由陶瓷耐火材料制成的燃烧器炉体具有入口面和出口面。喷射器通道沿纵向(下文称为 D1)穿过喷射器炉体从入口面中的通道入口延伸到出口面中的通道出口。

[0021] 喷射器组件通常由具有合适的耐热和耐腐蚀特性的金属制成并至少部分地被喷射器通道环绕。喷射器组件包括:内氧气供应管、燃料喷射器和氧气喷射器,它们均具有位于通道出口侧的下游端。

[0022] 燃料喷射器具有位于其下游端的燃料喷嘴,该燃料喷嘴用于朝通道出口喷射通过输送气体推进的微粒固体燃料。该燃料喷射器还在内氧气供应管的下游端附近环绕内氧气供应管。

[0023] 氧气喷射器在其(即,氧气喷射器的)下游端附近环绕燃料喷射器,或者换言之,氧气喷射器的下游端环绕燃料喷射器。氧气喷射器还具有位于其下游端的氧气喷嘴,该氧气喷嘴用于在燃料喷射器周围并朝通道出口喷射二次氧气。

[0024] 内氧气供应管具有侧向表面,其上安装有一组侧向主氧气喷嘴。这些侧向主氧气喷嘴用于将侧向主氧气射流喷射到燃料喷射器中,该燃料喷射器如上所述在其下游端附近环绕内氧气供应管。侧向主氧气喷嘴定位在与燃料喷射器的下游端相距的多个不同距离处,其中在上述纵向 D1 上测量所述距离。侧向主氧气喷嘴具有定向成用于以一喷射定向喷射这些侧向主氧气射流的喷射开口,所述喷射定向遵循围绕所述纵向 D1 的相同旋转方向(即,顺时针或逆时针方向),所述定向还朝向燃料喷射器的下游端,即,朝向喷射器通道出口。

[0025] 侧向主氧气喷嘴有利地具有定向成用于以与内氧气供应管的侧向表面大致相切的喷射定向喷射侧向主氧气射流的喷射开口。尤其是,侧向主喷嘴的喷射开口可有益地定向成用于以与纵向 D1 形成介于 20 度与 70 度之间的角度 α 的喷射定向喷射侧向主氧气射

流。优选地，侧向主氧气喷嘴是这样的：与纵向 D1 的所述角度 α 对应于或者接近预定角度 θ （即，具有预定值的角度 θ ）使得角度 α 落入 $[\theta - 10^\circ, \theta + 10^\circ]$ 的范围内。

[0026] 根据本发明的燃烧器有利地包括这种装置：该装置用于将内氧气供应管安装在燃料喷射器中并用于从燃料喷射器移除内氧气供应管，优选地，用于在炉体的入口面侧（即，炉体的所谓“冷侧”）上安装和移除内氧气供应管。

[0027] 该燃烧器的燃料供应管将通过输送气体推进的微粒固体燃料供应给燃料喷射器。

[0028] 所述燃料供应管一般在燃料喷射器上游形成或限定一弯头或弯曲部。这种情况下，优选地，该燃烧器包括与燃料喷射器成一直线并在所述弯头中安装在燃料供应管上的分支管。内氧气供应管然后可被安装在燃料喷射器中并可经所述分支管从燃料喷射器移除。

[0029] 该燃烧器有利地装备有用于将侧向主氧气喷嘴安装在内氧气供应管的侧向表面上并用于从内氧气供应管的侧向表面移除侧向主氧气喷嘴的装置。此类装置通常是通向内氧气供应管的侧壁中的开口或穿孔，侧向主氧气喷嘴能以所需定向配合在所述开口或穿孔中。开口的数量可超过侧向主氧气喷嘴的数量，这种情况下不带这种喷嘴的开口例如用可移除的插塞堵塞，其中所述可移除的插塞有利地与内氧气供应管的侧向表面大致齐平。所述用于将侧向主氧气喷嘴安装在内氧气供应管的侧向表面上的装置有利地包括锁紧机构，该锁紧机构用于例如通过将所述喷嘴拧紧或卡合在所述开口中的适当位置而以喷射开口的预定定向将侧向主氧气喷嘴锁紧在内氧气供应管道的侧向表面上，由此所述开口的喷嘴接纳部分与喷嘴进入所述开口的部分具有对应的形状。

[0030] 侧向主氧气喷嘴能以许多不同的径向角度定位在内氧气供应管的侧向表面周围。

[0031] 根据本发明的一个特别有利的实施例，内氧气供应管还包括位于其下游端的终端主氧气喷嘴，也可经该终端主氧气喷嘴喷射主氧气。终端主氧气喷嘴尤其可适合于沿纵向 D1 朝通道出口喷射主氧气。已发现，在纵向 D1 上的附加主氧气喷射器可改善火焰稳定性和附着。根据一个特别有益的实施例，内氧气供应管包括中央喷枪和环绕的环形通道。中央喷枪终止于终端主氧气喷嘴中，中央喷枪与该终端主氧气喷嘴流体连接。环绕的环形通道位于内氧气供应管的侧向表面与中央喷枪之间并与侧向主氧气喷嘴流体连接。为了一方面在中央喷枪 / 终端主氧气喷嘴之间而另一方面在环绕的环形通道 / 侧向主氧气喷嘴之间分配主氧气，优选地，该燃烧器包括氧气分配器，其中所述氧气分配器与中央喷枪并与环绕的环形通道分开流体连接。该氧气分配器包括用于将其连接到氧气源的装置。该氧气分配器还适合于控制流入中央喷枪的主氧气与流入环绕的环形通道的主氧气之间的比率。

[0032] 旋流器可安装在燃料喷射器中，通常安装在燃料喷嘴处或紧邻燃料喷嘴，并且优选地安装在内氧气供应管周围。此类旋流器在本领域中是公知的并用于在流体中——这种情况下 (in casu) 在加载有微粒固体燃料的输送气体中——形成湍流。当旋流器对应于暴露于通过输送气体推进的微粒固体燃料的装置时，该燃烧器优选地配设成用于将旋流器安装在燃料喷射器中并用于连同内氧气供应管一起或者在内氧气供应管已从燃料喷射器被移除之后从燃料喷射器移除旋流器。

[0033] 根据本发明的一个实施例，喷射器通道分别在内氧气供应管、燃料喷射器和二次氧气喷射器的下游端下游变宽。由此紧邻通道出口在喷射器通道中形成较宽的预燃烧区段。由此改善了火焰稳定性和 / 或附着。预燃烧区段的长度（沿纵向 D1）和直径之间的比

率优选地介于 0.6 与 1.0 之间，优选介于 0.7 与 0.9 之间。当燃烧器包括较宽的预燃烧区段时，内氧气供应管和燃料喷射器的下游端优选地定位在较宽的预燃烧区段起始处的通道出口上游或紧邻所述较宽的预燃烧区段且在其上游处。氧气喷射器的下游端也可定位在该部位，但有益地定位在喷射器通道中的更上游处。

[0034] 通过将燃烧器安装在燃烧室或炉的壁中使得燃烧器炉体的出口面相对于面向所述燃烧室或炉的燃烧区的所述壁的表面凹进，从而在燃烧器炉体的出口面与壁的所述表面之间形成较宽的预燃烧区段，可获得相同或相似的改善的火焰稳定性和 / 或附着的效果。如上所述，预燃烧区段的长度和直径之间的比率优选地介于 0.6 与 1.0 之间，优选地介于 0.7 与 0.9 之间。

[0035] 或者，喷射器通道可大致呈圆柱形，这种情况下内氧气供应管、燃料喷射器和氧气喷射器的下游端有利地定位在通道出口上游。

[0036] 如上文已经指出的，氧气喷射器的下游端可定位在燃料喷射器的下游端的上游。

[0037] 本发明还涉及一种炉，该炉具有限定燃烧室的炉壁，并且其中至少一个根据上述实施例中的任何一个的燃烧器安装在炉壁中使得燃烧器炉体的出口面面向所述燃烧室并且燃烧器炉体的入口面可从燃烧室外部到达。

[0038] 如上文已经描述的，根据所述炉的一个实施例，所述至少一个燃烧器安装在所述炉壁中使得燃烧器炉体的出口面相对于面向燃烧室的所述壁的表面凹进，从而在燃烧器炉体的出口面与壁的所述表面之间形成较宽的预燃烧区段。预燃烧区段的长度和直径之间的比率优选地介于 0.6 与 1.0 之间，优选介于 0.7 与 0.9 之间。

[0039] 本发明尤其涉及隧道窑和炉、通道窑、锅炉、回转窑和炉以及隧道炉。

[0040] 本发明还涉及根据上述实施例中的任何一个的燃烧器用于在炉的燃烧区中燃烧微粒固体燃料以在其中产生热量的用途。所述微粒固体燃料优选为粉煤，但也可以是不同的微粒固体燃料如石油焦、生物质微粒等。

[0041] 本发明尤其可有利地在用于生产水凝粘合剂如水泥、石灰或石膏的炉中使用。

[0042] 主氧气有利地具有按体积计至少 75%、优选地按体积计至少 85% 且更优选地按体积计至少 90% 的氧气含量。二次氧气可为空气，但优选地具有如上文关于主氧气所述的较高氧气含量。

附图说明

[0043] 根据下文参照附图 1 至 7 借助于特定实施例的示例的说明，可更容易地理解本发明及其优点。

[0044] 图 1 示出了根据本发明的燃烧器的一个实施例的示意性透视图。

[0045] 图 2 是图 1 的燃烧器的示意性侧视图。

[0046] 图 3 是根据图 1 和 2 的燃烧器的平面 A-A 的示意性截面图。

[0047] 图 4 是根据所述燃烧器的内氧气供应管的平面 A-A 的示意性截面图。

[0048] 图 5 是图 1 和 2 的燃烧器的示意性前立面图。

[0049] 图 6 是侧向主氧气喷嘴的示意性透视图。

[0050] 图 7 是根据本发明的燃烧器的一个替换实施例的下游端的示意性截面图。

具体实施方式

[0051] 所示的本发明的燃烧器包括燃烧器炉体 100 和喷射器组件 200。

[0052] 燃烧器炉体 100 具有入口面 110 和出口面 120。该炉体还具有穿过燃烧器炉体从入口面 110 延伸到出口面 120 的喷射器通道 130。

[0053] 喷射器通道 130 具有位于入口面 110 中的通道入口 131 和位于出口面 120 中的通道出口 132。

[0054] 在使用中,燃烧器炉体 100 安装或结合在燃烧室的壁中,使得出口面 120 面向燃烧室内部的燃烧区,而入口面 110 面向炉外且一般可从燃烧器外部到达以进行燃烧器控制、维护和修理。

[0055] 燃烧器炉体 100 一般由耐火材料制成,尤其是陶瓷耐火材料。

[0056] 在图 1 至 5 所示的实施例中,喷射器通道 130 包括在通道出口 132 附近的较宽的预燃烧区段 135。另一方面,在图 7 所示的实施例中,喷射器通道 130 具有大致一致的直径且不包括较宽的预燃烧区段。

[0057] 在实践中,已通过具有介于 0.6 与 1.0 之间、更具体地介于 0.7 与 0.9 之间的长宽比的预燃烧区段实现特别良好的火焰稳定性和火焰附着。预燃烧区段的长度有利地介于 8cm 与 14cm 之间,更优选地介于 9cm 与 12cm 之间。

[0058] 在图 1 至 4 的实施例中,燃烧器炉体 100 是两个耐火材料部分 136 和 137 的组件。入口面 110 包括若干小面 (facet) 110a、110b 和 110c。预燃烧区段的长度 (沿纵向 D1) 由两个耐火材料部分 136、137 的相对位置决定。在图 7 的实施例中,燃烧器炉体由单块耐火材料整体形成。入口面 110 为平坦表面。

[0059] 喷射器组件 200 包括内氧气供应管 210、燃料喷射器 220 和氧气喷射器 230。

[0060] 内氧气供应管 210、燃料喷射器 220 和氧气喷射器 230 各自的下游端 211、221 和 231 全部定位在燃烧器炉体 100 的喷射器通道 130 内。燃料喷射器 220 在其下游端 221 处具有燃料喷嘴 222,并至少在所述内氧气供应管的下游端 211 附近环绕内氧气供应管 210,以便形成通过内氧气供应管 210 周围的输送气体推进并被引向通道出口 132 以从其喷射到燃烧区中的微粒固体燃料流。

[0061] 在图示的实施例中,燃料喷嘴 222 是安装在燃料喷射器 220 的下游端 221 上的单独部件。

[0062] 旋流器 229 在燃料喷射器 220 的下游端 221 附近安装在燃料喷射器 220 中。所述旋流器 229 环绕内氧气供应管 210。

[0063] 氧气喷射器 230 在其下游端 231 处具有用于喷射二次氧气的二次氧气喷嘴 232。氧气喷射器 230 至少在氧气喷射器 230 的下游端 231 附近环绕燃料喷射器 220。

[0064] 在使用中,氧气喷射器 230 因此在燃料喷射器 220 周围并朝通道出口 132 提供二次氧气流以 (当存在较宽的预燃烧区段时,经由喷射器通道 130 的较宽的预燃烧区段 135) 从其喷射到燃烧区中。

[0065] 在图示的实施例中,二次氧气喷嘴 232 与氧气喷射器 230 的下游端 231 整体形成。替换实施例可具有安装在所述下游端 231 上的分开形成的二次氧气喷嘴。

[0066] 在图示的实施例中,氧气喷射器 230 的下游端 231 比内氧气供应管 210 和燃料喷射器 220 各自的下游端 211 和 221 更加远离通道出口 132 定位。

[0067] 氧气喷射器的下游端 231 可定位成更靠近下游端 211 和 221，但优选地不会延伸超出所述下游端 211 和 221。

[0068] 在其下游端 211 附近，内氧气供应管 210 居中地定位在燃料喷射器 220 内。

[0069] 多个侧向主氧气喷嘴 212 借助于内氧气供应管 210 的侧向表面中的穿孔 215 安装在所述侧向表面上。这些侧向主氧气喷嘴和对应的穿孔 215 定位在与内氧气供应管 210 的下游端 211 相距不同的距离处。

[0070] 在使用中，这些侧向主氧气喷嘴 212 将氧气喷射到燃料喷射器体部中，从而随着输送气体将微粒固体燃料投向燃料喷嘴 222 和通道出口 132 而逐渐增浓输送气体。

[0071] 侧向主氧气喷嘴 212 具有定向成以朝向通道出口 132 的氧气喷射方向将主氧气喷射到燃料喷射器 220 中的喷射开口，所述氧气喷射方向与氧气供应管的侧向表面大致相切并与喷射器通道 130 的纵向 D1 形成角度 α 。应理解，角度 α 对应于侧向主氧气射流在其离开喷射器开口时的初始方向并且此后：

[0072] (1) 主氧气射流的方向将在通过输送气体推进的微粒固体燃料的燃料喷射器中的流动的影响下改变，

[0073] (2) 这样喷射的主氧气将迅速与所述输送气体混合并增浓所述输送气体。

[0074] 侧向主喷嘴 212 的特定喷射定向不仅容许用氧气逐渐增浓输送气体，而且在不导致燃料喷射器 220 上的压降显著增加或甚至燃料喷射器 220 上不存在任何另外的压降的情况下进行增浓，并且这不受侧向主氧气喷嘴 212 延伸到通过输送气体推进的微粒固体燃料的路径中的事实影响。

[0075] 侧向主氧气喷嘴 212 的喷射定向还防止、限制或消除可能发生或者已经发生在燃料喷射器 220 内部的微粒固体燃料的任何明显沉积并因此提供微粒固体燃料跨燃料喷射器 220 的截面的更均匀的分布。推断侧向主氧气喷嘴 212 向微粒固体燃料的路径中的突出事实上可由于它们所形成的湍流而有助于限制或防止显著的固体燃料沉积。

[0076] 在图示的示例中，角度 α 对于所有侧向主喷嘴而言均相同。

[0077] 在一些特定的情况下，对于不同的侧向主喷嘴设有不同的角度 α 以便实现燃料喷射器 220 中更好（即，更均匀）的微粒固体燃料分布可能是有利的。

[0078] 输送气体随着其流经燃料喷射器而逐渐增浓的纵向轮廓 / 分布由以下决定：

[0079] (1) 侧向主氧气喷嘴 212 的纵向位置（相对于内氧气供应管 210 的下游端 211 的距离或相对于燃料喷射器 220 的下游端 221 的距离），和

[0080] (2) 相应的侧向主氧气喷嘴 212 的喷射开口，其截面决定经单独的喷嘴 212 喷射的供给内氧气供应管 210 的主氧气的比例（较小的喷射开口与较宽的喷射开口相比将限制通过其中的主氧气的流量）。

[0081] 如图 3、4 和 5 所示，侧向主氧气喷嘴 212 和对应的穿孔也定位在不同的径向位置（在图 4 中被示出为与向上的竖直方向形成顺时针角度 $\theta_1 = 0^\circ$ ， $\theta_2 = 90^\circ$ ， $\theta_3 = 180^\circ$ ，和 $\theta_4 = 270^\circ$ ）。可对侧向主氧气喷嘴 212 的径向位置进行优化，以防止发生燃料喷射器 220 中、尤其是在其下游端的固体燃料沉积以及富燃料或贫燃料区或地带。

[0082] 例如，在微粒固体燃料沉淀的可能性高的情况下，较多的侧向主氧气喷嘴 212 可定位成在内氧气供应管 210 下方喷射主氧气射流，并且还可跨内氧气供应管的顶部——其中最有可能发生燃料沉积——喷射主氧气射流。

[0083] 在图示的实施例中，内氧气供应管 210 还包括终止在终端主氧气喷嘴 216 中的中央氧气喷枪 213。在图示的实施例中，中央氧气喷枪 213 的终端喷嘴 216 沿喷射器通道的纵向 D1 朝通道出口喷射主氧气。也可设想用于中央氧气喷枪的其它终端氧气喷嘴，其可具有不同的喷射定向或构型。

[0084] 环绕中央氧气喷枪 213 的环形通道 214 形成在氧气喷枪与内氧气供应管 210 的侧向表面之间，侧向主氧气喷嘴 212 经由穿孔 215 与所述环形通道 214 流体连通。

[0085] 燃料喷射器 220 与包括在燃料喷射器 220 上游的弯头 223 的燃料供应管线流体连接。分支管 224 在所述弯头 223 处安装在燃料供应管线上并与燃料喷射器 220 成一线延伸。

[0086] 内氧气供应管 210 从所述分支管 224 延伸到燃料喷射器 220 中。

[0087] 氧气分配器 240 定位在内氧气供应管 210 的上游端处。氧气分配器 240 包括输入腔室 241 和两个输出腔室 242、243。在使用中，输入腔室 241 经由输入开口 246 连接到主氧气源。第一输出腔室 242 与内氧气供应管 210 的环绕的环形通道 214 流体连接。第二输出腔室 243 与中央氧气喷枪 213 流体连接。输入腔室 241 经由第一通道 247 与第一输出腔室 242 连通。输入腔室 241 经由第二通道 248 与第二输出腔室 243 连通。氧气分配器 240 还包括第一装置 247a 和第二装置 248a，该第一装置 247a 和第二装置 248a 用于约束主氧气分别经第一通道 247 和第二通道 248 分别流入第一输出腔室 242 和第二输出腔室 243 中，并因此用于约束主氧气分别流向环绕的环形通道 214 和中央氧气喷枪 213。流动约束尤其可通过分别手动或自动约束第一、第二通道的自由截面积来实现。在特别灵活地示出的实施例中，分别地使用第一螺杆 247a 和第二螺杆 248a 作为用于约束主氧气的流动的第一和第二装置。替换实施例包括隔膜和其它可调节阀。

[0088] 在使用中，主氧气从主氧气源经由输入开口 246 流入氧气分配器 240 的输入腔室 241 中。所述主氧气流然后以由用于约束主氧气的流动的第一和第二装置的设置决定的比例在第一输出腔室 242 和第二输出腔室 243 分流。此后，主氧气从第一输出腔室 242 流向中央氧气喷枪 213，然后流向终端喷嘴 216，并从第二输出腔室 243 流向环绕的环形通道 214，然后流向侧向主氧气喷嘴 212。

[0089] 根据一个替换实施例（未示出），第一输出腔室（其与环绕的环形通道流体连接并经由该通道与侧向喷嘴流体连接）还用作输入腔室，即，主氧气从主氧气源经由入口供应给第一输出腔室。所述第一输出腔室借助于连接通道与第二输出腔室（该第二输出腔室与内氧气喷枪流体连接并经由内氧气喷枪与纵向喷嘴流体连接）流体连接。氧气分配器还包括用于约束主氧气从第一输出腔室（输入腔室）流向第二输出腔室的装置。以下两者的比率：

[0090] (a) 从所述第一输出腔室流向第二输出腔室然后流入中央氧气喷枪中的主氧气的流量

[0091] 与

[0092] (b) 从所述第一输出腔室流入环形通道并流入侧向喷嘴中的主氧气的流量，在此（未示出的）实施例中，由所述约束装置的设置决定。该特定实施例还允许使用约束装置来仅通过侧向主喷嘴（当两个输出腔室之间的连接通道完全封闭时）喷射主氧气。

[0093] 喷射器组件借助于支架（未示出）安装在燃烧器炉体 100 的入口面 110 上使得喷射器组件在所述入口面下游的部分定位在炉体的喷射器通道 130 内。内氧气供应管 210 借

助于连接器 260 可分离地连接到喷射器组件 200 的剩余部分。连接器 260 易于到达并定位在燃烧器的“冷”侧。这样，内氧气供应管 210 可从燃料喷射器 220 被移除以便从炉外（即，从燃烧区外）进行检验和维护或更换。这还可在不停炉的情况下实现。这在装备有大量燃烧器的炉——对其而言，燃烧器维护是一个非常耗时的过程并且中断生产或关停炉将造成严重的经济损失——中尤为重要。

[0094] 当内氧气供应管 210 因此从燃料喷射器 220 内被移除时，侧向主氧气喷嘴 212（以及内氧气供应管上存在的任何其它喷嘴或部件，例如终端主氧气喷嘴 216）可进行清洗或者用相同的喷嘴替换（例如，当现有喷嘴由于微粒固体燃料的磨蚀效应而损坏时）。也可用不同的喷嘴（例如，用具有不同的喷射开口以便改变通过位于内氧气供应管的侧向表面上的给定位置的侧向喷嘴的主氧气的相对流量的喷嘴，或者用具有不同喷射方向的喷嘴）替换现有喷嘴，或者用插塞替换现有喷嘴，所述插塞优选地与内氧气供应管 210 的侧向表面齐平，或者反之亦然。

[0095] 根据本发明的燃烧器因此灵活性高，并可适合于燃烧不同微粒固体燃料或不同数量的这种燃料（粒径、挥发性物质含量等）的要求，以及适合于通过改变沿燃料喷射器的输送气体的氧气增浓的程度和轮廓、侧向主氧气喷嘴 212 的位置和定向等而导致的炉工况的改变（整体或局部能量需求）。

[0096] 本发明的一个主要优点是其灵活性。实际上，本发明的燃烧器非常容易改装。该燃烧器可通过使输送气体推进的燃料的流量以及主氧气和二次氧气的流量相适应而在宽功率范围上使用。该燃烧器可在输送气体中不同的微粒固体燃料浓度下使用。更显著地，本发明的燃烧器可用于不同类型的微粒固体燃料，诸如具有不同平均粒径的燃料、具有不同粒径分布的燃料以及化学上或物理上不同的微粒固体燃料，包括具有不同的可燃挥发性物质含量或不同的含灰量的燃料、具有不同的水分水平的燃料、粉煤、石油焦、压碎的废料等。

[0097] 本发明的一个特别的优点是可对这种宽范围的燃烧参数和燃料类型使用单个燃烧器。实际上，在本发明的燃烧器下，可控制输送气体推进的微粒固体燃料、主氧气和二次氧气的流率，从而尤其调节输送气体推进的微粒固体燃料中的氧气增浓的水平，同时还可仅通过改变内氧气供应管或通过改变燃烧器的侧向主氧气喷嘴、内氧气供应管的数量和 / 或位置和 / 或设计来调节沿燃料喷射器的所述氧气增浓的轮廓。

[0098] 此外，本发明还可以考虑输送气体中的固体微粒燃料的不同夹带流动表现（例如，由于不同的粒径或颗粒密度）。因此，可通过侧向主氧气喷嘴数量、位置、喷射定向等的适当选择来对抗颗粒沉淀或绳化。

[0099] 本发明又一高度相关的优点是其容易且低成本的维护。

[0100] 燃烧器维护是一个重要问题，尤其是对于微粒固体燃料燃烧器，其原因在于气体推进的颗粒对喷射器的磨蚀效应。此类颗粒导致的磨损最终可引起喷射器壁的穿孔和带来的爆炸风险等。

[0101] 在本发明的实施例下，可从喷射器移除内氧气供应管，而喷射器组件的其余部分在燃烧器炉体中保持原地不动，并且尤其是当因此可在炉体的入口面的“冷”侧移除内氧气供应管时，可容易并迅速地进行处于特别高的腐蚀风险下的主喷嘴的安全检查和维护，并且如果需要的话，可更换内氧气供应管以便维持操作安全性。

[0102] 此外，在本发明的实施例下，可从内氧气供应管的侧向表面移除侧向主氧气喷嘴

以便用其它侧向主氧气喷嘴或插塞更换它们,视情况而定,在腐蚀引起的风险上升的情况下甚至实际上不需要更换内氧气供应管。相反,仅更换已在已有的内氧气供应管上受到明显腐蚀的那些侧向主氧气喷嘴且此后将内氧气供应管如上所述重新插入喷射器通道即可。

[0103] 当然,可接着类似的步骤以便更换或改造内氧气供应管,从而使与燃烧过程参数的变化相适应,且尤其是当改变输送气体推进的微粒固体燃料时。

[0104] 由于微粒固体燃料的性质,燃烧室中的温度必须足够高以便所述燃料燃烧。因此,不可能用微粒固体燃料对炉进行冷起动。

[0105] 为克服这种困难,该固体燃料燃烧器可装备有包括辅助氧化剂喷射器 240 和辅助燃料喷射器 241 的辅助喷射器组件,其中所述辅助燃料喷射器连接到气态或液态燃料的源,优选地气态燃料的源。

[0106] 燃烧器炉体 100 可包括辅助喷射器通道 242,该辅助喷射器通道 242 在入口面 110 与出口面 120 之间延伸,且辅助喷射器组件安装在其中以便将氧化剂和液态或气态燃料喷射到燃烧室中以便燃烧。用于这种辅助喷射器通道的输出开口的合适的位置在图 7 中示出。

[0107] 在炉的冷起动期间,燃烧器首先利用辅助喷射器组件操作,以产生所述气态或液态燃料的燃烧,从而升高炉内温度。当燃烧室内的温度至少达到燃烧微粒固体燃料所需的最低温度时,燃烧器利用微粒固体燃料喷射器组件操作,以产生所述固体燃料的燃烧,并停用辅助喷射器组件。

[0108] 尽管本文参照本发明的特定燃烧器描述了辅助喷射器组件的使用,但这种辅助喷射器组件还可有利地结合在其它微粒固体燃料燃烧器中。

[0109] 示例

[0110] 在包括由炉壁限定的燃烧室的炉中,根据本发明的燃烧器的若干燃烧器炉体安装成使得燃烧器炉体的出口面对向燃烧室并与炉体安装在其中的炉壁齐平,并使得炉体的入口面背对燃烧室。

[0111] 氧气喷射器和燃料喷射器如上所述安装在燃烧器炉体的喷射器通道中。氧气喷射器连接到氧气源,并且燃料喷射器连接到输送气体推进的微粒固体燃料的源。

[0112] 侧向主氧气喷嘴以预定的数量、沿内氧气供应管的预定的轴向和径向位置、预定的喷射定向安装在各燃烧器的内氧气供应管上。这些参数可通过预先的试验和 / 或通过建模来确定。

[0113] 侧向主氧气喷嘴借助于内氧气供应管的侧壁中的匹配的穿孔或开口而安装在内氧气供应管上。用与管的侧向表面齐平的同样匹配的插塞来堵塞未被侧向主氧气喷嘴占用的任何此类穿孔。

[0114] 然后将内氧气供应管安装在喷射器通道中的燃料喷射器中并连接到主氧气源。

[0115] 如上所述,当内氧气供应管包括中央氧气喷枪和环绕其的环形通道时,中央氧气喷枪和环形通道两者均连接到这种主氧气源。

[0116] 在操作中,一个或多个控制装置调节输送气体推进的微粒燃料、主氧气和二次氧气流向燃烧器的相应流,其中控制装置还可调节分别流向中央氧气喷枪和环绕的环形通道的主氧气的流。

[0117] 如果燃烧室内部的温度足够高,则组装好的燃烧器可立即用于微粒固体燃料如粉

煤的燃烧。

[0118] 然而,如果组装燃烧器以便准备炉的冷起动,则在燃烧器用于燃烧微粒固体燃料的情形前,燃烧室通常首先借助于一个或多个气态或液态燃料燃烧器被加热至足够高的温度,所述气态或液态燃料燃烧器可以是分开的或者整体形成在根据本发明的燃烧器中。

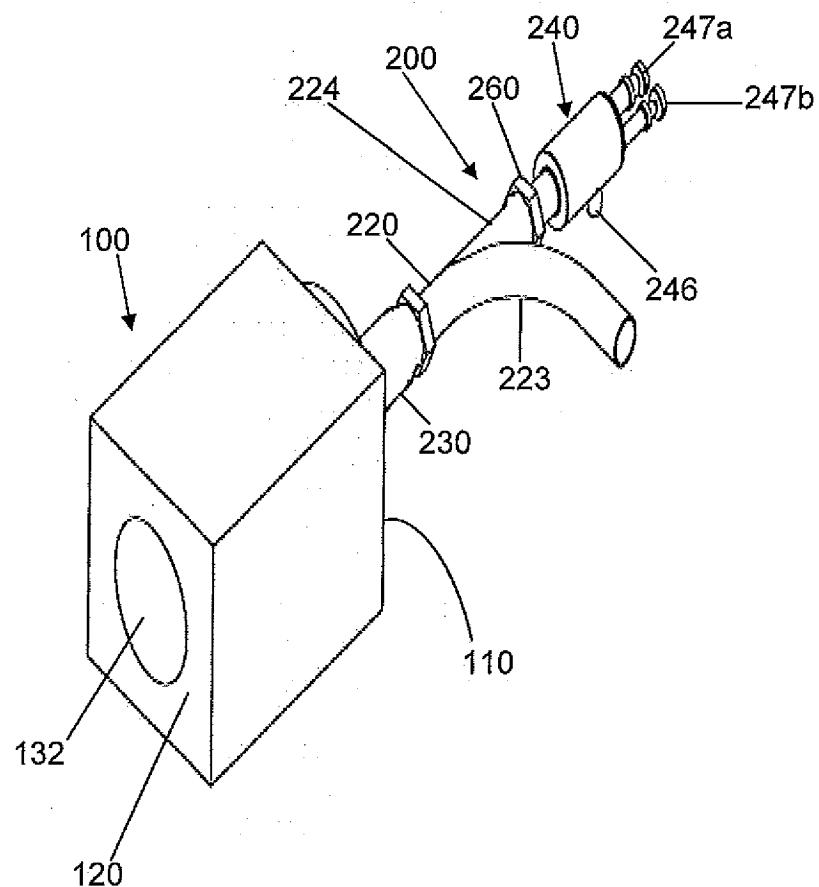


图 1

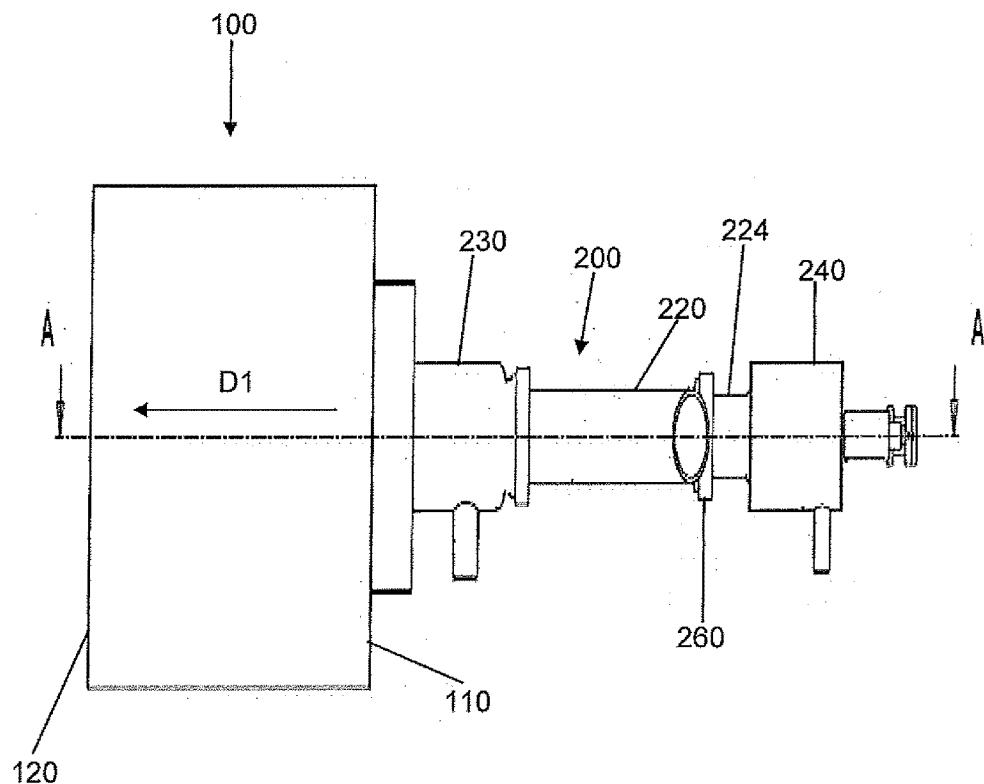


图 2

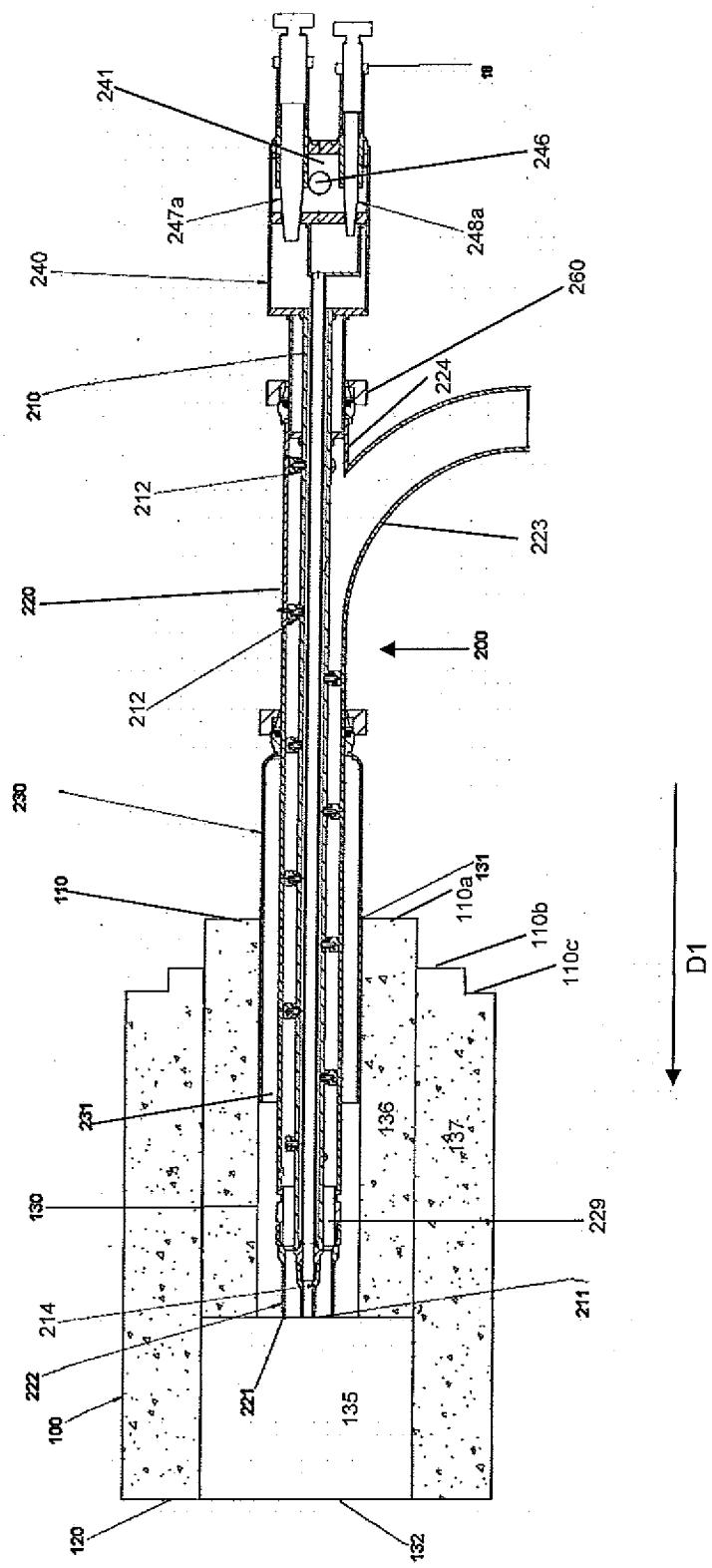


图 3

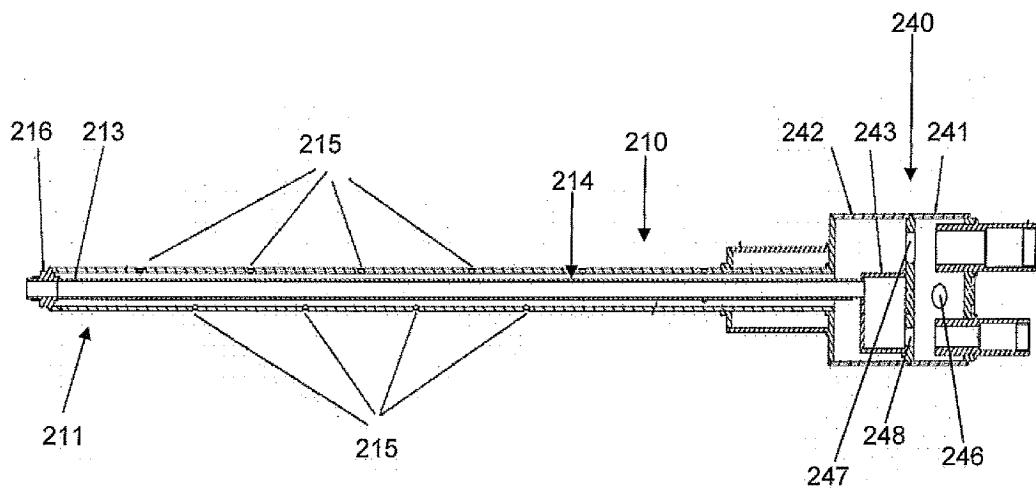


图 4

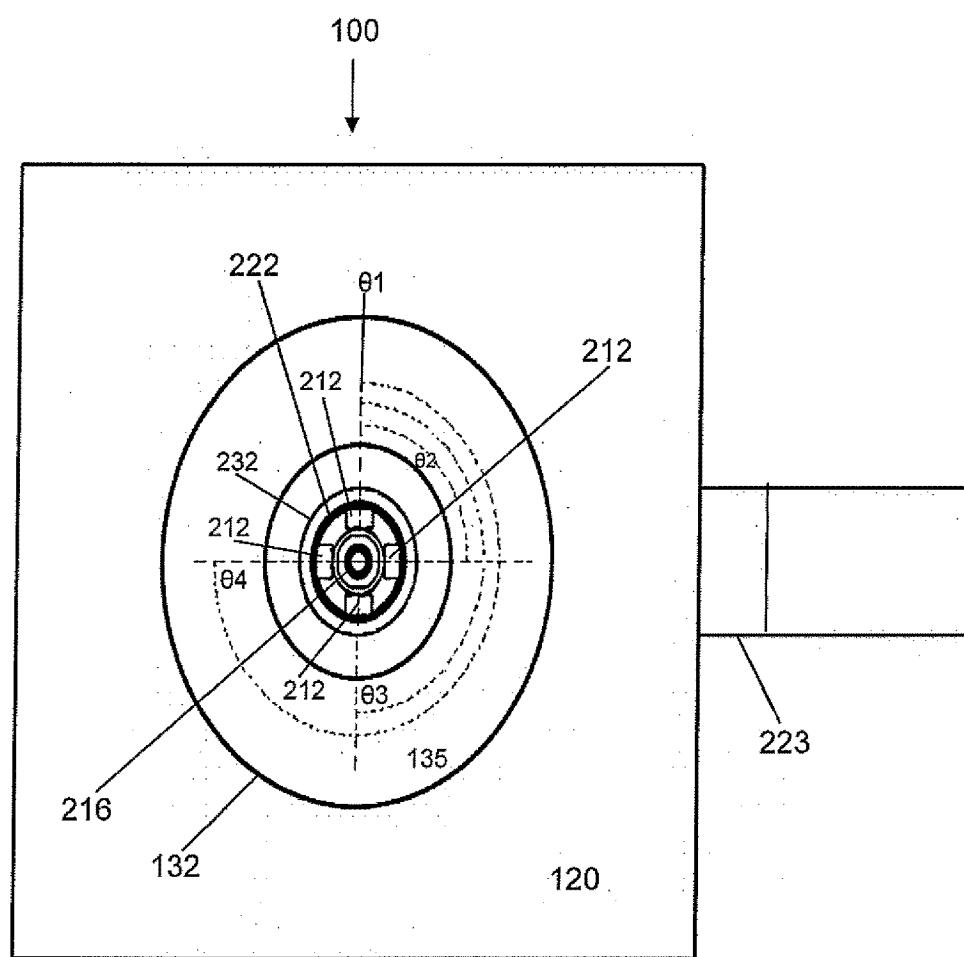


图 5

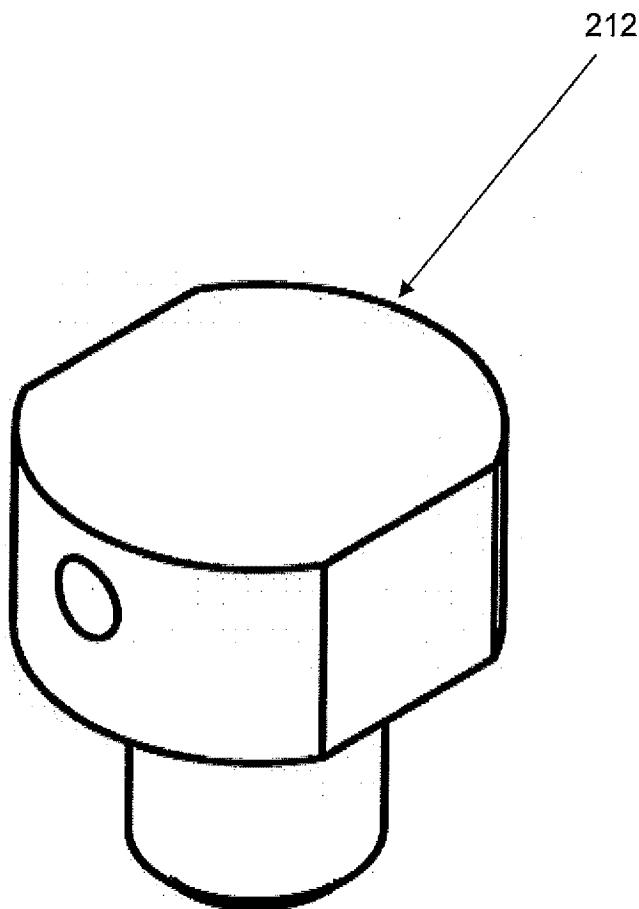


图 6

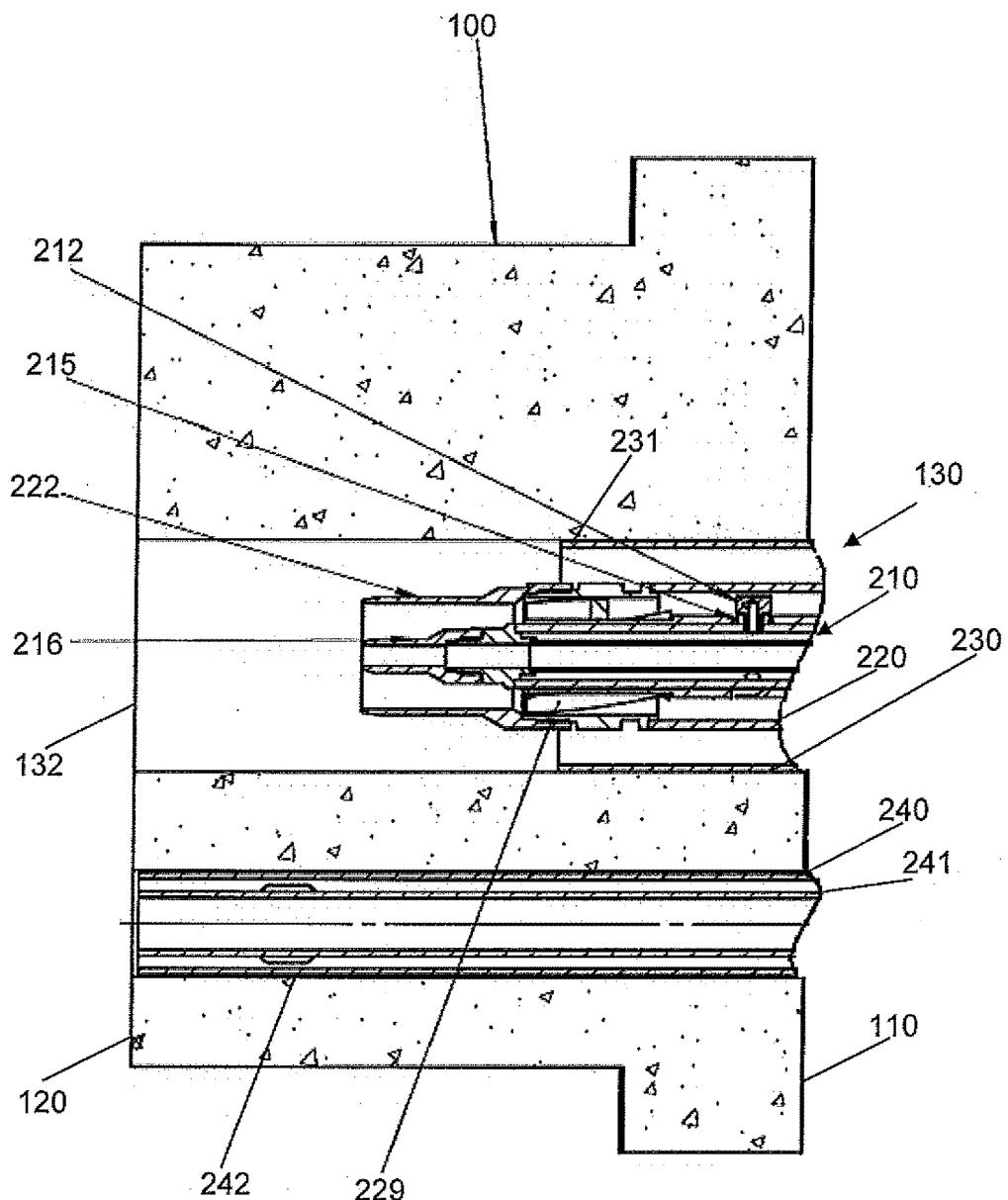


图 7