



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101069039 B

(45) 授权公告日 2011. 10. 19

(21) 申请号 200580041003. 9

(22) 申请日 2005. 11. 15

(30) 优先权数据

1971/04 2004. 11. 30 CH

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007. 05. 30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2005/055985 2005. 11. 15

(87) PCT申请的公布数据

W02006/058843 DE 2006. 06. 08

(73) 专利权人 阿尔斯托姆科技有限公司

地址 瑞士巴登

(72) 发明人 R·卡罗尼 T·格里芬

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

72001

代理人 曹若 赵辛

(51) Int. Cl.

F23C 99/00(2006. 01)

F23D 14/02(2006. 01)

F23D 17/00(2006. 01)

F23C 7/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1185559 A, 1998. 06. 24, 全文.

CN 1154799 C, 2004. 06. 23, 说明书第 1 页第 20 行, 第 2 页第 20 行至第 3 页第 25 行, 说明书第 4 页第 24、25 行, 附图 1、2.

EP 0610722 A1, 1994. 08. 17, 全文.

CN 1162089 A, 1997. 10. 15, 全文.

CN 1090728 C, 2002. 09. 11, 全文.

US 5735687 A, 1998. 04. 07, 全文.

DE 4409918 A1, 1995. 09. 28, 全文.

审查员 段晓宁

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 6 页

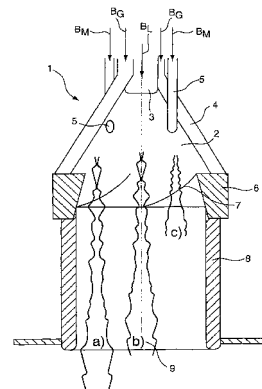
(54) 发明名称

用于在预混合燃烧器中燃烧氢气的方法和设备

(57) 摘要

本发明涉及利用一种通过燃烧器使含有氢气或者由氢气所组成的气态燃料进行燃烧的方法和设备, 所述燃烧器设置有涡流发生器 (1), 流体燃料可以中央地沿着燃烧器轴线 (A) 在形成锥形的流体燃料柱的情况下被输入到该涡流发生器 (1) 中, 所述流体燃料柱被切向地流入到涡流发生器 (1) 中的旋转的燃烧用气流所包围并充分混合。本发明的特征在于, 所述含有氢气或者由氢气所组成的气态燃料在涡流发生器 (1) 内相对于燃烧器轴线 (A) 尽可能轴向地和 / 或同轴地、在形成燃料流的情况下尽可能以空间受限制的流动形状 (9) 被输入, 该流动形状 (9) 在燃烧器内得以保持, 并且在燃烧器出口的范围展开。

CN 101069039 B



1. 一种利用燃烧器使含有氢气或者由氢气所组成的气态燃料进行燃烧的方法,所述燃烧器设置有涡流发生器(1),流体燃料可以中央地沿着燃烧器轴线(A)在形成锥形的流体燃料柱的情况下被输入到该涡流发生器(1)中,所述流体燃料柱被切向地流入到涡流发生器(1)中的旋转着的燃烧用气流所包围并充分混合,其特征在于,所述含有氢气或者由氢气所组成的气态燃料在涡流发生器(1)内相对于燃烧器轴线(A)尽可能轴向地和/或同轴地、在形成燃料流(9)的情况下以尽可能空间受限制的流动形状并以流动动量如此地被输入,使得所述燃料流的流动形状在燃烧器内得以保持,并且该燃料流在燃烧器出口的范围范围内绽开,并且在所形成的回流区范围内点火,并最终达到燃烧;

所述含有氢气的燃料具有至少50%的氢气含量。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述含有氢气或者由氢气所组成的燃料以多个单个的燃料流(9)的形式以圆周形的分布被输入到旋转着的燃烧用气流周围,和/或被输入到旋转着的燃烧用气流中。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述含有氢气或者由氢气所组成的燃料以多个单个燃料流(9)的形式以径向的分布相对于旋转着的燃烧用气流被输入到涡流发生器(1)中。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,径向外侧的燃料流以比位于径向内侧的燃料流(9)更大的燃料流量被输入到涡流发生器(1)中。

5. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述燃料流(9)直接在燃烧器出口的上游绽开。

6. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述燃料流(9)具有圆形的、椭圆的、环形的、近似矩形的或者近似三角形的流动横截面。

7. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述含有氢气或者由氢气所组成的燃料以流动动量被输入到涡流发生器(1)中,该流动动量尽可能适合于沿着涡流发生器(1)扩散的、旋转着的燃烧用气流的流动动量。

8. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述被输入到涡流发生器(1)内的燃料流(9)以朝向或者背向燃烧器轴线(A)的径向角度 α 倾斜地被输入。

9. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述被输入到涡流发生器(1)内的燃料流(9)以切向角度 β 沿着或者相反于流入到涡流发生器(1)中的燃烧用气流的旋转方向被输入。

10. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述被输入到涡流发生器(1)内的燃料流以围绕着其流动方向的自旋(E)被送出。

11. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述燃料流(9)具有环形的流动横截面,该流动横截面将位于内部的、与燃料流具有相同流动方向的气流包围;或者所述燃料流(9)具有圆形的流动横截面,该流动横截面被环形的气流所包围。

12. 根据权利要求11所述的方法,其特征在于,所述气流具有比被输入到涡流发生器(1)中的燃烧用气流更高的流动速度。

13. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述含有氢气或者由氢气所组成的燃料在进入涡流发生器(1)内之前被部分地催化氧化。

14. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述由氢气所组成的气态燃料被混

入 N_2 。

15. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在於,所述燃烧用气流被混入 N_2 。

16. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在於,所述由氢气所组成的燃料流 (9) 具有环形的流动横截面,该流动横截面将位於内部的、具有与燃料流相同流动方向的 N_2 气流包围;或者所述由氢气所组成的燃料流 (9) 具有圆形的流动横截面,该流动横截面被环形的 N_2 气流所包围。

17. 用于借助燃烧器使含有氢气或者由氢气所组成的燃料进行燃烧的设备,所述燃烧器具有涡流发生器 (1)、用于输入燃料的装置以及用于将燃烧用空气 (L) 输入到涡流发生器 (1) 中的装置,其中,设置有用于沿着燃烧器轴线 (A) 输入流体燃料的第一装置、设置有用于沿着切向地被涡流发生器 (1) 所界定的空气入口 (4) 输入气态燃料的第二装置以及设置有第三装置,通过该第三装置可以相对于燃烧器轴线 (A) 轴向地和 / 或者同轴地将燃料输入到涡流发生器 (1) 的内部,其特征在於,通过所述第三装置可以将含有氢气或者由氢气所组成的燃料输入,所述燃料在涡流发生器 (1) 内在形成燃料流 (9) 的情况下以尽可能空间受限制的流动形状并以流动动量如此地被输入,使得所述燃料流的流动形状在燃烧器内得以保持,并且该燃料流在燃烧器出口的范围內绽开,并且在所形成的回流区范围內点火,并且最终达到燃烧;

所述含有氢气或者由氢气所组成的燃料以多个单个燃料流 (9) 的形式以径向的分布相对于旋转着的燃烧用气流被输入到涡流发生器 (1) 中。

18. 根据权利要求 17 所述的设备,其特征在於,所述涡流发生器 (1) 由多个单独涡流壳体 (2) 构成,该多个涡流壳体 (2) 相互地界定了相对于涡流发生器 (1) 切向地延伸的空气入口 (4);所述第三装置构造为固定在涡流壳体 (2) 上的燃料管道 (5);每个涡流壳体 (2) 固定有多个这种燃料管道 (5);并且每个涡流壳体 (2) 的燃料管道 (5) 成组地或者单个地以到燃烧器轴线 (A) 的不同径向距离进行布置,其中那些具有较大径向距离的燃料管道 (5) 具有比靠近于燃烧器轴线 (A) 的燃料管道 (5) 更大的管道直径。

19. 根据权利要求 18 所述的设备,其特征在於,所述固定在涡流发生器 (1) 上的燃料管道 (5) 以径向角度 α 相对于燃烧器轴线 (A) 倾斜,通过燃料管道 (5) 被输入的燃料流 (9) 以该径向角度朝向或者背向于燃烧器轴线 (A) 扩散。

20. 根据权利要求 18 所述的设备,其特征在於,所述固定在涡流发生器 (1) 上的燃料管道 (5) 以切向角度 β 进行安装,通过燃料管道 (5) 被输入的燃料流 (9) 以该切向角度沿着或者相反于通过涡流发生器 (1) 所强制施加的、流入到涡流发生器 (1) 中的燃烧用空气的旋转方向而扩散。

21. 根据权利要求 18 所述的设备,其特征在於,所述构造为第三装置的燃料管道 (5) 分别设置有涡流结构,该涡流结构使从燃料管道 (5) 流出的燃料流 (9) 形成自旋 (E)。

22. 根据权利要求 17 或 18 所述的设备,其特征在於,在涡流发生器 (1) 的下游设置有混合管 (8),该混合管 (8) 的下游端部对应于燃烧器出口。

用于在预混合燃烧器中燃烧氢气的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种借助燃烧器使含有氢气或者由氢气所组成的气态燃料进行燃烧的方法和设备,所述燃烧器设置有涡流发生器,流体燃料例如石油可以中央地沿着燃烧器轴线在形成锥形的流体燃料柱的情况下被输入到该涡流发生器中,所述流体燃料柱被切向地流入到涡流发生器中的旋转的燃烧用气流所包围并充分混合。此外在通过切向的空气入口进入到涡流发生器中的燃烧用气流中设置有用于输入气态燃料例如石油气的装置。

背景技术

[0002] 世界各地均在积极减少排放到大气中的温室气体,尤其是所谓京都议定书中所规定的目标,应在 2010 年将温室气体排放降低到与 1990 年一样的水平。为了实现这一目标,需要做出巨大的努力,尤其是减少人为的 CO₂ 排放。人为排放到大气中的 CO₂ 大约有一三分之一是能量生产中所引起的,因为多数发电设备均燃烧石化燃料来发电。通过使用现代化技术,以及辅之以政治框架条件,就能在能量制造领域实现显著的节约潜力,从而避免 CO₂ 排放进一步增加。

[0003] 一种技术上可行的已知方法能够减少发电站的 CO₂ 排放,即在将燃料输入燃烧室之前,从将要进行燃烧的燃料中去除碳。这种方法需要对燃料进行相应的预处理,例如利用氧气对燃料进行部分氧化处理,和 / 或使用水蒸气对燃料进行预处理。经过如此预处理后的燃料通常含有大比例的 H₂ 和 CO,且所具有的热值通常低于石油气的热值,具体视混合例而定。根据此类合成燃气的热值,将其称为 Mbtu 或者 Lbtu 燃气,可以直接用于传统的、为燃烧天然气例如石油气而构造的燃烧器,例如在 EP0321809B1、EP0780629A2、W093/17279 以及 EP1070915A1 中公布的此类燃烧器。在所有上述专利文献中,所涉及的均为燃料预混合式燃烧器,其中分别产生沿流动方向呈锥形扩展的、由燃烧用空气和混合的燃料所形成的涡流,该涡流沿流动方向在从燃烧器中流出之后、尽可能在达到均匀的空气—燃料混合气后通过增大的涡流而变得不稳定,并且转变成中心具有回流的环状涡流。

[0004] 根据燃烧器结构以及燃烧器功率,流体和 / 或燃料被输入到在预混合燃烧器的内部所形成的涡流中,以形成尽可能均匀的燃料—空气混合气。如上所述,如果要使用合成气态燃料来替代传统类型的燃料,或者将其与传统燃料组合使用,以减少有害物质、尤其是 CO₂ 的排放,则对传统的预混合燃烧器系统的结构有特别高的要求。相对于类似的使用石油气驱动的燃烧器而言,需要有多倍的燃料体积流量用于将合成燃气输入燃烧器系统之中,从而会产生有明显区别的流动动量特性。由于合成燃气中的氢气含量较高和由此引起的氢气的较低点燃温度以及较高火焰速度,因此燃料有很高的反应倾向,会增大发生回火的危险。为了防止发生这种情况,必须尽可能降低可燃的燃料—空气混合气在燃烧器内的平均停留时间。

[0005] 在 EP0908671B1 中公开了使气态、流体燃料以及中等或较低热值含量的燃料进行燃烧的方法和燃烧器。在这种情况下,使用 EP0780629A2 所述具有后置混合段的双锥式燃烧器 (Doppelkegelbrenner),其中限定着涡流室的涡流壳体 (Drallschale) 设置有输入管

道,用于将中等或低热值含量的燃料轴向地和/或同轴地喷入到涡流发生器的内部。附图 2 和 3 示出这种预混合燃烧器的结构。附图 2 所示为纵剖视图,附图 3 所示为预混合燃烧器结构的横截面,该燃烧器具有被涡流壳体 2 限定的、呈锥形扩展的涡流发生器 1。轴向地和/或同轴地围绕着涡流发生器 1 的轴线 A 设置有用输入燃料的装置。于是流体燃料 B_L 通过沿燃烧器轴线 A 定位于涡流发生器 1 的最小直径处的喷嘴 3 进入涡流室中。燃烧用空气 L 通过空气入口 4 以切向的流动方向进入到涡流室中,优选是石油气的气态燃料 B_G 沿着该空气入口 4 与燃烧用空气混合。此外还设置有同轴地围绕着燃烧器轴线 A 布置的、用于附加地输入中等热值的燃料 B_M 的喷入装置 5。

[0006] 在可燃的燃料—空气混合气在沿顺流方向连接在混合管 8 上的燃烧室(未示出)内被点燃之前,在涡流发生器 1 内部所形成的燃料—空气混合气以涡流形式通过转换接头(Uebergangsstueck)6(它设置有稳定涡流的流动介质 7)进入混合管 8(在其中进行燃料—空气混合气的彻底均匀的混合)中。附图 3 所示为涡流发生器 1 的在贯穿了涡流壳体 2 的喷入装置 5 范围内的横截面。在横截面示意图中可更好地看清空气入口 4,空气通过该入口进入涡流发生器 1 的内部。通过相应的管道使气态燃料 B_G 在空气入口 4 处与燃烧用空气 L 混合在一起。与燃烧器轴线 A 同心地设置有入射喷嘴,用于将燃料喷入涡流发生器 1 内部。

[0007] 尽管可以利用上述类型燃烧器,以混合运行方式单独地或者与流体燃料和石油气的燃烧相组合地,使热值在 5MJ/kg 和 15MJ/kg 之间的中等热值燃料进行燃烧,但大量的燃烧试验结果已证明,在运行中尽可能使用不含碳的、此外尽可能具有高氢含量的燃料,优选是完全由氢气所组成的燃料,而上述的预混合燃烧器不适合。氢气含量大于 50% 的含氢燃料具有非常高的反应性和非常高的是中等热值的合成燃气火焰的两倍的火焰速度,此外还具有小得多的单位体积热值 (MJ/m^3),因此需要将大量的氢气输入燃烧器,才能达到所需的燃烧热。尤其当使用纯粹由氢气所组成的燃料时,对用于驱动气轮机(为驱动其需要高燃烧温度)的此类混合燃烧器进行的高压试验表明,在涡流室中或者顺着燃烧器的混合段就出现了点燃现象,其原因是沿轴向以较大体积流量输入燃烧器的氢气无法充分混合。甚至在没有出现回火现象的情况下,没有充分混合的氢气和燃烧用空气也会引起类似扩散的燃烧,从而最终导致氮氧化物排放增大。

发明内容

[0008] 由现有技术出发,本发明的任务在于:提供不会出现上述缺点的预混合燃烧器,并且该预混合燃烧器尤其是在使用氢气含量至少为 50% 的含氢燃料、或者完全由氢气所组成的气态燃料进行运行时,能够确保改善与燃烧用空气的混合,同时还负责实现稳定的流动特性。

[0009] 本发明任务的解决方案已在权利要求 1 中加以给出。权利要求 18 的主题是相应的预混合燃烧器。本发明思想的有利的改进特征由从属权利要求的主题以及尤其借助实施例进行的说明中给出。

[0010] 尽管在 EP0908671B1 所述结构形式的传统的预混合燃烧器上获得的试验结果,如开始所述,根据本发明的燃烧器构思也并未脱离这种原理:即相对于燃烧器轴线轴向地和/或同轴地将含有氢气的、优选由氢气所组成的燃料输入到涡流室中。以何种方式和方法,以什么样的形状和以什么样的混合程度将含有氢气或者完全由氢气所组成的燃料输入到

燃烧器中,才是决定性的因素。为了简化本发明的说明,以下仅使用氢气或者氢燃料的说法,其含义就是该燃料中氢气含量为至少 50%,优选完全或者 100%由氢气所组成的燃料。

[0011] 为了保证氢气按照期望清洁和可靠地进行燃烧,相对于燃烧器轴线轴向地和/或同轴地取向的氢气输入应该这样进行:一方面显著提高输入氢气的速度,另一方面显著提高氢气和燃烧用空气之间的混合率。这些措施在混合的燃料—空气混合气顺流于燃烧器到达焰锋之前,明显改善其均匀性。

[0012] 根据本发明的利用燃烧器使含有氢气或者由氢气所组成的气态燃料进行燃烧的方法,所述燃烧器设置有涡流发生器,流体燃料可以中央地沿着燃烧器轴线在形成锥形的流体燃料柱的情况下被输入到该涡流发生器中,所述流体燃料柱被切向地流入到涡流发生器中的旋转的燃烧用气流所包围并充分混合,含有氢气或者由氢气所组成的气态燃料在涡流发生器内相对于燃烧器轴线轴向地和/或同轴地、在形成燃料流的情况下以尽可能空间受限制的流动形状被输入,该流动形状在燃烧器内得以保持,并且直到在燃烧器出口的范围才绽开成涡流的流动形状。

[0013] 用于将燃料输入到燃烧器的涡流发生器中的装置的为此所需的结构和尺寸如此地进行选择和集成到燃烧器中,使得燃烧器的为燃烧流体燃料以及石油气而优化的结构不受影响或者仅很小地受影响。这就意味着涡流发生器、转换接头以及混合管的形状、结构和尺寸,如图 2 所示,尽可能保持不变,除了穿过涡流壳体而进入涡流发生器内部的、用于输入氢气或者主要含有氢气的燃料的装置。

[0014] 氢气的输入这样进行:尽可能紧接着在氢气从输入管道流出之后,立即使氢气与燃烧用空气有效地混合,以防止在燃烧器内局部氢气浓缩,这会引发自燃形式的提前点燃。除此之外,还要尽可能减少氢气在燃烧器内的平均停留时间。为此的前提是,在燃烧器内所形成的氢气—空气混合气的速度非常高。

[0015] 为了使氢气—空气在燃烧器内以这种方式进行混合,将多个单个氢气流以围绕着燃烧器轴线的圆周形分布输入到涡流发生器的涡流室中。氢气流输入的实施一方面依据与燃烧用空气的有效混合,另一方面,沿着燃烧器所形成的流动结构(Stoemungsstruktur)尽可能保持直到燃烧器出口处,也就是说在设置有混合管的情况下,则要尽可能保持直到顺流方向的混合管末端,也就是说对沿着燃烧器所形成的氢气—空气混合气流的流动动量(Stroemungsimpuls)如此地进行调整,使得所形成的氢气—空气流在燃烧器出口处绽开,并且在所形成的回流区的范围内点火,并最终达到燃烧。相应地匹配于流动特性以及燃烧器长度的流动动量,是避免在燃烧器内出现自燃现象、回火的前提条件,也是有害物质排放的决定因素。

[0016] 在随后的实施方式中参照具体实施例,对本发明所述的利用燃烧器使含有氢气或者由氢气所组成的燃料进行燃烧的方法以及设备进一步进行说明。

附图说明

[0017] 随后不局限于共同的发明构思,根据实施例并参照附图对本发明进行说明。附图示出:

[0018] 图 1 预混合燃烧器机构的示意纵剖视图,它具有将氢气输入到燃烧器中的不同的流动结构,

- [0019] 图 2 根据现有技术的预混合燃烧器结构的纵剖视图，
- [0020] 图 3 根据现有技术的预混合燃烧器结构的横截面，
- [0021] 图 4a-c 涡流壳体的局部横截面示意图，它具有用于输入氢气的不同结构，
- [0022] 图 5-8 涡流壳体的细节横截面图，它具有用于输入氢气的不同装置，
- [0023] 图 9 预混合燃烧器机构的纵剖视图，它沿着混合管径向地输入氢气，
- [0024] 图 10a、b 预混合燃烧器的带有细节图的纵剖视图，它具有集成着催化反应器的氢气输入管道。

具体实施方式

[0025] 图 1 示出预混合燃烧器的纵剖视图，该预混合燃烧器具有涡流发生器 1、一个转换接头 6 以及紧随其后的混合管 8，在其氢气或者含有氢气的燃料被输入到燃烧器内的情况下，借助于图 1 对在燃烧器内所形成的理想的流动特性进行详细说明。为了输入氢气，设置有多个输入管道 5，在图 1 中仅示出了其中两个同轴地围绕着燃烧器轴线 A 布置的输入管道。仅出于完整性的原因，也简单涉及到其它用于燃料供应的装置，并且这些装置此外也参照图 2 进行了说明。通过安装于中央的燃料喷嘴 3 可以喷入流体燃料，优选是石油 B_L ；同样沿着空气入口 4 布置的燃料管道也能输入气态的燃料 B_G ，例如天然气。视运行方式以及不同燃料类型的可用性而定，可以给燃烧器供应组合燃料或者单一燃料，并使之相应运行。

[0026] 就利用氢气使预混合燃烧器运行而言，通过单个的输入管道 5，每次将一个氢气流 9 输入到燃烧器 1 的内部，该氢气流 9 具有一种流动动量，其中流动结构在燃烧器之内尽可能得以保持，在此同时还负责使氢气流与燃烧用空气尽可能有效地充分混合。仅仅就在氢气流从燃烧器中流出时，流动形状才会绽开，使得沿着流体 9 所形成的氢气—空气混合气扩散开来，并且完全在燃烧室之内燃烧。

[0027] 这种流动情况如图 1 中的示例 b 所示。然而当氢气流 9 有较大的流动动量时，也就是将氢气流以较大的流动速度从输入管道 5 输入到燃烧室内时，那么在从燃烧器流出之后、也就是在燃烧室之内得以保持流动形状，如示例 a 所示。在这种情况下，就会出现扩散形式的燃烧，这引起氮氧化物排放增大。反之当流动动量过小时，氢气流 9 在燃烧器之内就会绽开，如示例 c 所示。在这种情况下，优选在燃烧器内产生自燃，因为氢气在燃烧器内的停留时间非常长。除此之外，过小的流动动量还会引起氢气流与燃烧用空气的充分混合度降低，因为仅有很小的横向流动渗透。

[0028] 除了如上述地选择有流入到燃烧器中的氢气流的、在流动方向上取向的流动动量之外，同样也可以形成尽可能空间均匀地围绕着燃烧器轴线分布的氢气—空气混合气。因此在用于限定涡流发生器 1 的涡流室的涡流壳体 2 中，设置有用用于供应氢气的输入管道 5，如图 4a 至 c 所示。原则上应使输入管道 5 的管道直径小于在迄今为止已知的输送低热值或中等热值燃料时的情况。图 4a 至 c 分别是涡流壳体 2 的部分横截面示意图，在其中设置有不同结构的输入管道 5，氢气通过该输入管道 5 被输入到涡流室中。图 4a 中设置有四个输入管道 5，它们相对于燃烧器轴线 A 既在径向布置上、又在圆周布置上被不同地定位。在根据图 4b 的实施例，设置有多多个在管道横截面内尺寸比较小的输入管道 5，它们围绕着燃烧器轴线 A 分别尽可能同心地布置。在根据图 4c 的实施例，设置有不同尺寸大小的输入管道 5，其中径向位于外侧的输入管道 5 具有比位于内侧的输入管道 5 更大的管道横截

面。这使得氢气流随着与燃烧器轴线 A 之间距离的增大而增大。

[0029] 当然,输入管道 5 在涡流壳体 2 中也可以实现其它结构和布置。

[0030] 为了将氢气流从相应的输入管道 5 送出,优选设置有适当的喷嘴,在最简单的情况下,该喷嘴构造为无轴针式喷嘴 (Lochduese),或者构造为合适的文杜利喷嘴 (Venturiduese) 的形式或者类似的喷嘴结构。这样就可以通过选用适当的喷嘴来改变在燃烧器中所形成的氢气流的流动形状,例如形成具有椭圆的、矩形的或者三角形的流动横截面 (Stromungsquerschnitt) 的气流。根据选用的流动形状,可以影响并改善氢气流与围绕着氢气流的燃烧用空气的混合效果。

[0031] 图 5 同样也是通过涡流壳体 2 的局部横截面,它示出的是另一种用于改善氢气流与燃烧用空气的混合效果的备选措施,其中用一个输入管道 5 来代表多个其它输入管道。输入管道 5 具有一个径向分量 r_c 和 / 或者一个切向分量 t_c 。如果径向分量 r_c 指向燃烧器轴线 A,则输入管道 5 向着燃烧器轴线 A 倾斜,使得从输入管道 5 射出的燃料射流以可预定的径向角度 α 向着燃烧器轴线 A 倾斜。同样也可以使径向分量 r_c 反向于燃烧器轴线 A 设置,在这种情况下,从输入管道 5 射出的氢气射流则背离燃烧器轴线 A。在这种情况下,应适当选择偏角,使得氢气流与燃烧器壁不会出现湿润,尤其是在混合管的范围内。与上述径向分量相似,也可以备选地或者组合地使输入管道 5 在涡流壳体 2 的圆周方向上围绕着燃烧器轴线 A 以所谓的切向角度倾斜。切向倾斜的取向优选如此地设置,使得从输入管道 5 中出来的氢气流在相同的涡流方向上围绕着燃烧器轴线 A 流出,燃烧用空气也随着该氢气流通过空气入口 4 流入到涡流发生器 1 中。此外切向分量 t_c 或者切向角度的设置还应该这样选择,使得从管道流出的氢气流不直接出现在处于相邻的部件壁上。除此之外,不要过份延长进入到燃烧器中的氢气流的平均停留时间。还可以考虑,使切向分量在燃烧器中反向于燃烧用空气的涡流方向而取向,使得氢气流以对向旋流 (Gegenwirbel) 的形式被输入到涡流发生器中。以这种方式也能明显地提高氢气和燃烧用空气的混合程度。

[0032] 另一种用于提高氢气与燃烧用空气混合程度的备选措施是,沿着氢气流形成自旋 (Eigendrall)E。图 6 中以一个输入管道 5 代表其它输入管道,氢气流从其中流出,该氢气流具有顺时针取向的自旋 E (箭头所示)。当然也可以使自旋 E 逆时针取向。例如在枪管中所设置的那样,例如螺旋地在输入管道 5 内延伸的槽形轮廓用于产生自旋。也可以在输入管道 5 的流动出口范围内设置相应的、使气流形成自旋的导流板。通过使氢气流形成自旋,能够明显改善同周围燃烧用空气的横向混合效果,而不会增大氢气在燃烧器中需要被降低的平均停留时间。多次试验已表明,自旋的涡流比 (Drallzahl) Ω 设置为远远小于 1,优选小于 0.5,其中 Ω 是切向流动力矩 (Stromungsmoment) 的轴向流 (axialer Fluss) 和轴向流动力矩的轴向流之比。在这种情况下,尽可能避免了发生涡流破裂。

[0033] 图 7a、b 示出了另一种用于改善氢气流与周围燃烧用空气的混合特性的备选措施。在这种情况下,输入管道 5 构造为环形管 11,或者在管道出口处具有环形的出口形状,氢气流通过该出口进入涡流发生器中。与由单孔开口所产生的标准流动 (Standardstroemung) 相比,通过构造为环形的氢气流可以增大该氢气流的表面积,且因此能够与周围燃烧用空气更为有效地进行混合。

[0034] 这里可以需要说明的是,这种用于进一步改善混合比的环形氢气流可以与前面已经提到的用于改善氢气流与燃烧用空气之间的混合的措施任意地组合。

[0035] 图 7b 示出了输入管道 5 的出口区域的纵剖视图,其中安装有一个楔形的挤流体 (Verdraegungskoerper) 10,从输入管道 5 出来的氢气流以可设定的扩散度通过该挤流体流出。

[0036] 在图 8a 所示的实施例中,可认为输入管道 5 的环形的暗色阴影部分 11 是氢气从中流出的区域。中间的亮色圆形区域对应于空气输入管道,空气从该空气输入管道流出,该空气被环形的氢气流所包围。在图 8b 所示的实施例中所描述的情况正好相反。这里氢气以氢气流的形式从位于内部的亮色的流动区域流出,该氢气流被圆周的、环形的气流 11 所包围。尤其有利地表明,气流从输入管道 5 的相应流动区域中流出的流动速度选择为大于燃烧用空气沿轴向流过燃烧器的速度。采用这种措施可以明显减少氢气在燃烧器中的平均停留时间,并且可以改善混合比。

[0037] 在一种进一步改善了混合程度的措施中,替代一致的环形气流,设置有多个沿着环形形状布置的小的流道,空气通过这些小流道流出,并且形成环形气流,该环形气流将在环形形状中央所形成的氢气流圆周地包围。

[0038] 所有上述用于将氢气流输入预混合燃烧器的内部的方案均具有共同之处,即流入到燃烧器内的氢气流并不接触燃烧器部件的壁体,尤其在靠近壁体的边界层区域内的流动速度明显降低,这样就使得氢气在燃烧器内的平均停留时间增大,同样也增大了发生自燃和回火的风险。

[0039] 上述给预混合燃烧器供应氢气作为燃料的措施优选应用于使用于驱动气轮机的燃烧室进行燃烧。常见的气轮机与所谓的整体气化联合循环所构成的组合 (IGCC, 整体气化联合循环) 通常具有燃料脱碳单元,通过该脱碳单元可以获得富含氢气的燃料,该燃料可以被供应给本发明所述的预混合燃烧器。在脱碳的范围内,同样也会产生大量高过程压力的氮气,典型地大约为 30 巴,该氮气还具有通常为 150°C 或以下的温度。可以将所获得的氮气掺入氢气燃料,用于以这种方式来降低反应性很强的氢气可能会引起的危险。为此只要掺入极少量的氮气,就足以明显降低氢气的高反应性以及火焰速度。此类运行方式还具有下列优点:将富含氮气的氢气燃料混合气 12 附加地在混合管 8 的区域内与燃烧器轴线 A 呈径向地输入,如图 9 中具有相应构造的预混合燃烧器的示意的纵剖视图所示,为避免重复,不再赘述其中所引用的附图标记。通过在氢气燃料中混入氮气,提高了流动动量,由此使得在混合区域中径向地输入的氮气—氢气流 12 足够充分地渗透,在气流到达燃烧室之前,该氮气—氢气流 12 能够与燃烧用空气完全混合。此外,通过混入 N_2 ,还可明显降低氢气的反应性。还可以将通过切向的空气入口进入燃烧器的氮气与燃烧用空气相混合,以此来替代上述用于降低 N_2 反应性的方法,或者与其组合使用。这样可降低氧气含量,因此以这种方式可影响氢气的反应性。此外也可以考虑,替代在图 8a 和 b 所述的实施例中供应空气而供应 N_2 。

[0040] 在另一种用于降低氢气反应性和火焰速度的替代措施中使用了催化反应器,如图 10 中的实施例的细节所示。沿着至少一个用于将氢气输入到预混合燃烧器内进行燃烧的输入管道 5 集成有一个按照图 10b 所示的催化反应器 13。沿输入管道 5 将氢气 H_2 与空气 L 一起输入到混合单元 14,在混合气流入催化反应器 13 之前,该混合单元 14 将流入的空气 L 与氢气 H_2 混合。在氢气部分地以氧化反应的方式形成水 H_2O ,水与空气中所含的氮气 N_2 以及尚未氧化的氢气 H_2 从催化反应器 13 中流出,并通过旋流发生器 15 进入涡流发生器 11

内部。通过催化方式所生产的水蒸气以及含有 N_2 的混合气,可决定性地影响氢气的反应动力,从而明显降低发生回火危险。此外,从催化反应器 13 流入涡流发生器 1 内部的燃料流还改善了与燃烧器中的燃烧用空气的混合特性。这样就更加易于控制和处理燃料充足以及燃料缺乏的燃烧系统或者状态。

[0041] 上述燃烧器方案使氢气实现燃烧,且能够以简单的方式对现有的预混合燃烧器系统进行匹配,不必对匹配于使用着传统流体和 / 或者气态燃料的燃烧器驱动装置的燃烧器型式进行任何改变。除了用于输入氢气或者含有氢气的燃料的输入管道的轴向地和 / 或者同轴地围绕着燃烧器轴线进行设置的结构和布置以外,混合段长度 (Mischstrecke) 也是一个非常重要的构造参数。混合管典型地所具有的长度在最大燃烧器直径的一倍到两倍之间。根据预混合燃烧器的运行方式,可以选用已经过相应优化的、匹配于燃料类型的混合管长度。

[0042] 附图标记列表

- [0043] 1 涡流发生器
- [0044] 2 涡流壳体
- [0045] 3 入射喷嘴
- [0046] 4 空气入口
- [0047] 5 输入管道
- [0048] 6 转换接头
- [0049] 7 导流板
- [0050] 8 混合管
- [0051] 9 氢气流
- [0052] 10 楔形的挤流体
- [0053] 11 环形区域
- [0054] 12 氮气—氢气燃料混合气
- [0055] 13 催化反应器
- [0056] 14 混合单元
- [0057] 15 旋流发生器

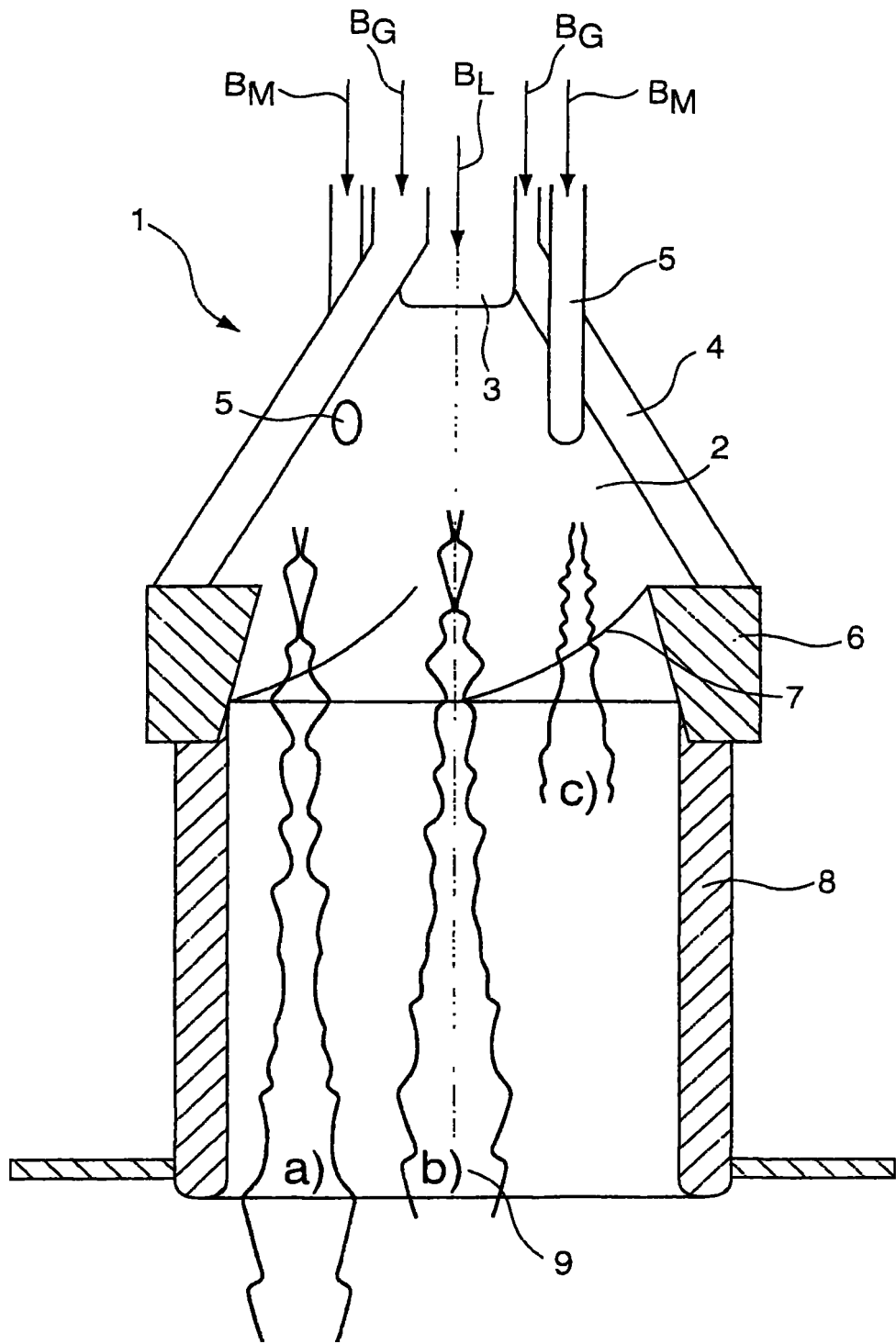


图 1

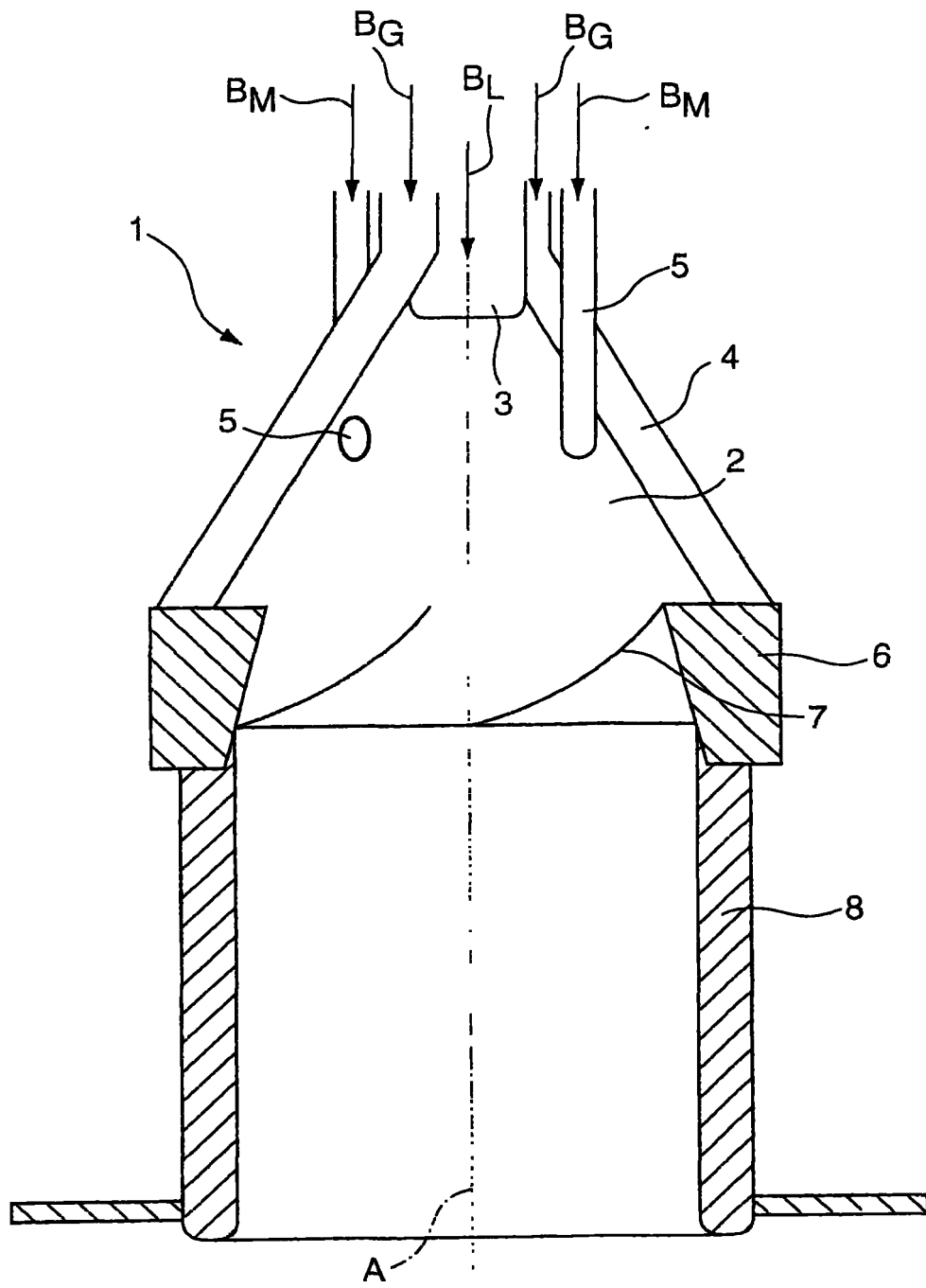


图 2

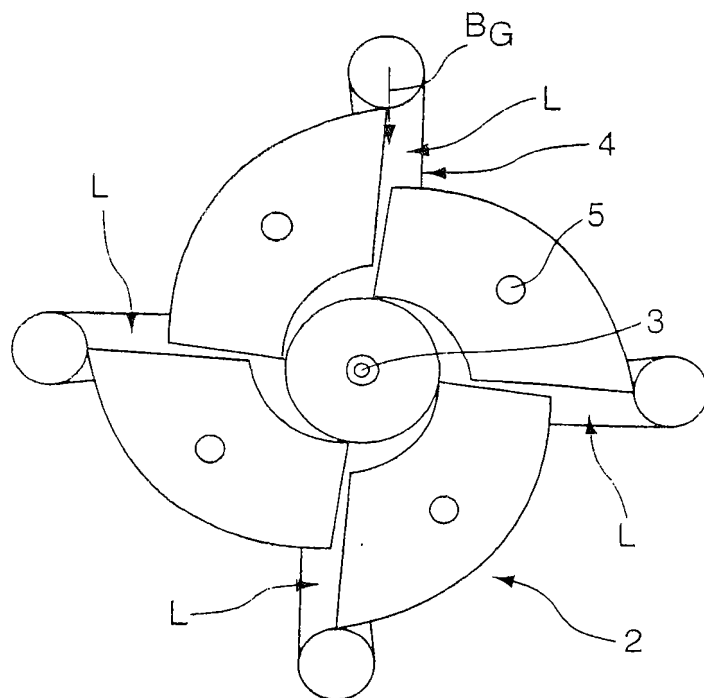


图 3

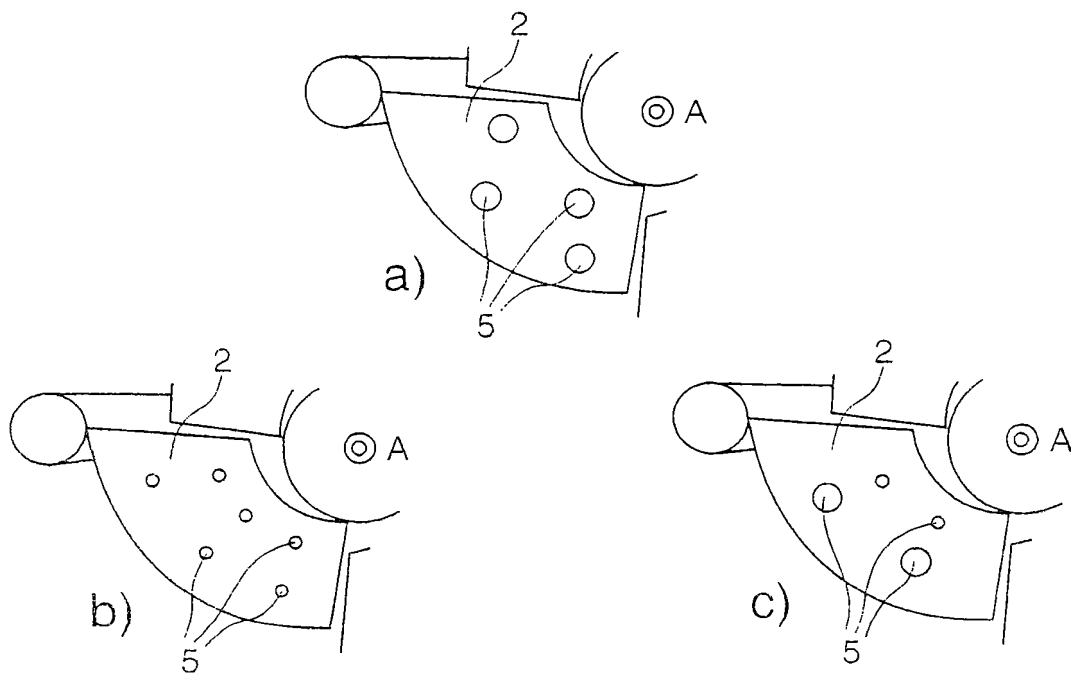


图 4

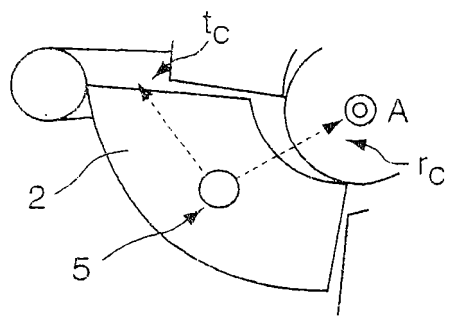


图 5

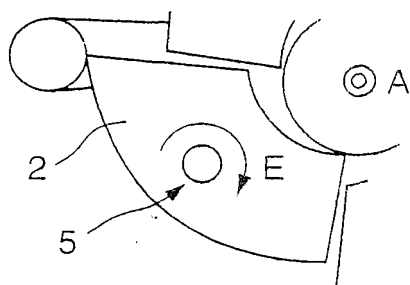


图 6

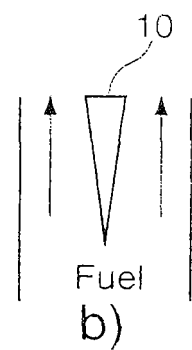
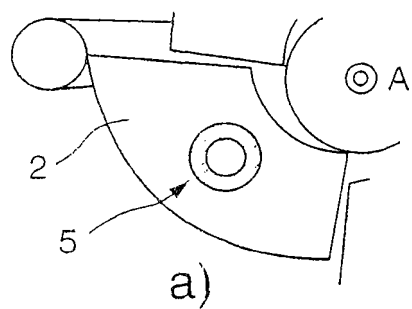


图 7

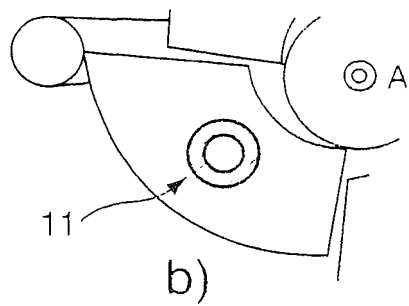
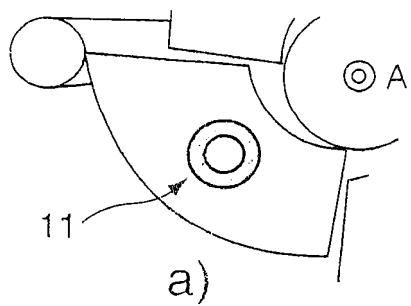


图 8

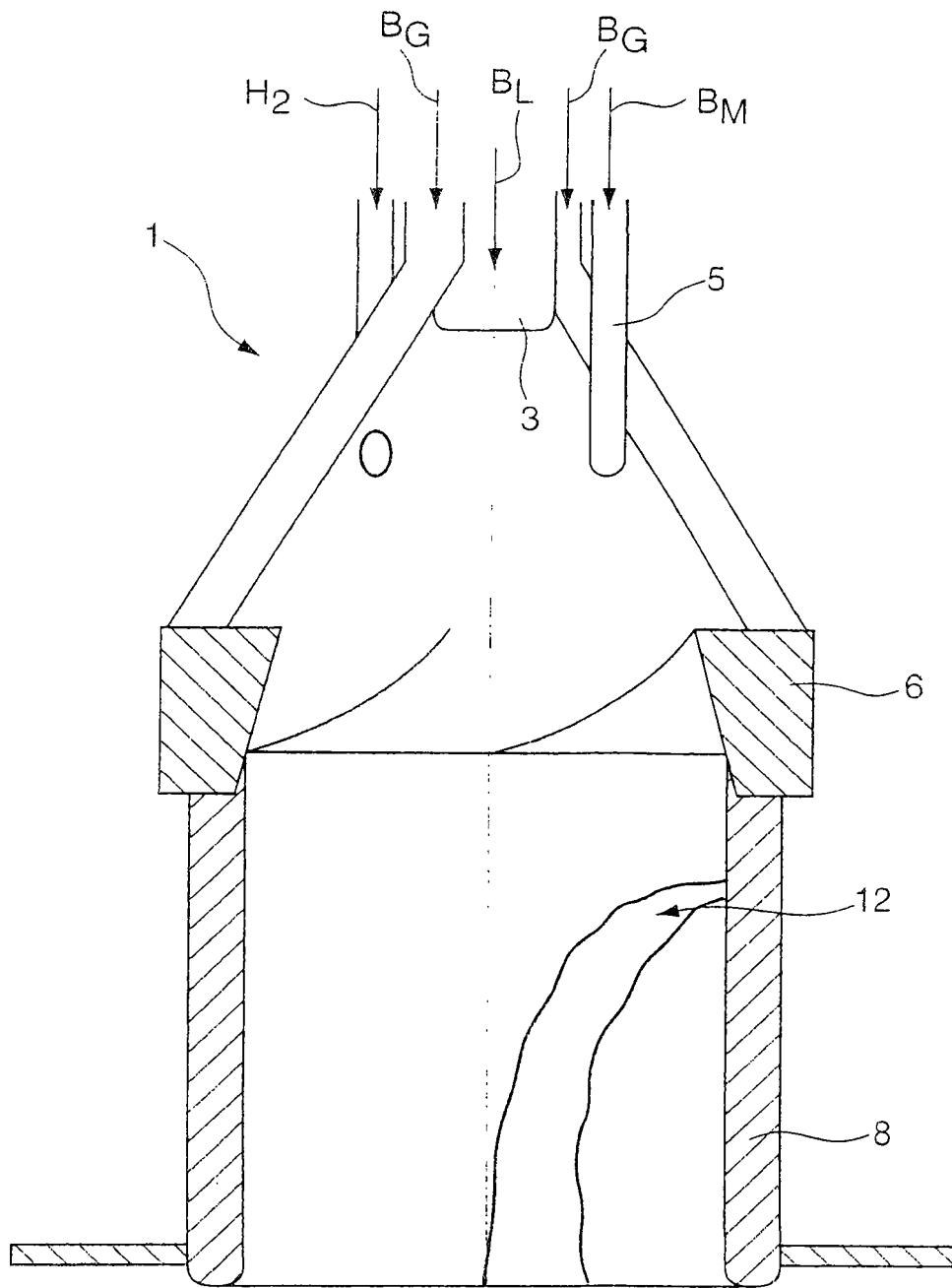


图 9

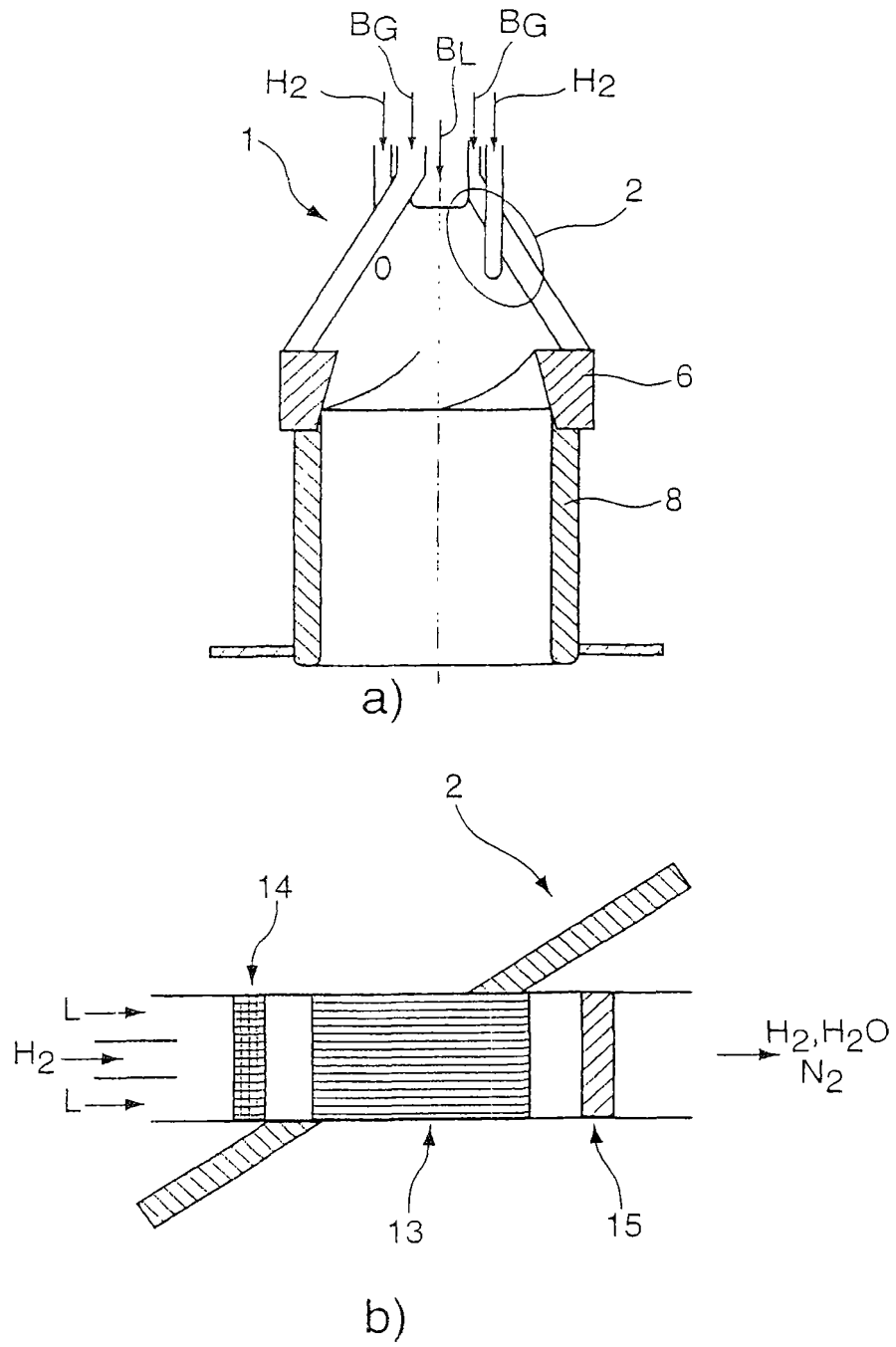


图 10