



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102597678 B

(45) 授权公告日 2014. 08. 20

(21) 申请号 200980161301. X

(22) 申请日 2009. 09. 07

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2012. 03. 05

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/FR2009/051682 2009. 09. 07

(87) PCT国际申请的公布数据
W02011/027042 FR 2011. 03. 10

(73) 专利权人 索里斯卡彭公司
地址 法国日沃尔

(72) 发明人 尼古拉斯·费奥特 皮埃尔·马黑尔

(74) 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理
有限责任公司 11204

代理人 余滕 王艳春

(51) Int. Cl.

F27D 19/00(2006. 01)

F27D 21/04(2006. 01)

F27B 13/14(2006. 01)

(56) 对比文件

US 6027339 A, 2000. 02. 22,
FR 2918164 A1, 2009. 01. 02,
US 4284404 A, 1981. 08. 18,
FR 2600152 A1, 1987. 12. 18,
CN 88103424 A, 1988. 12. 28,
CN 101172652 A, 2008. 05. 07,

审查员 许伟阳

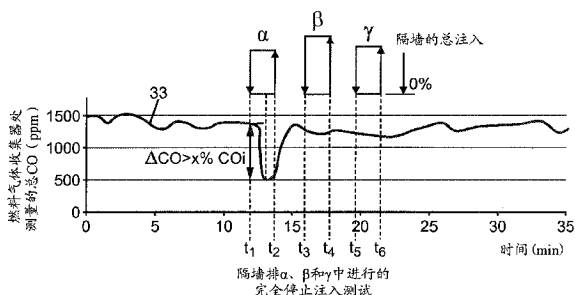
权利要求书3页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

用于描述具有旋转点火膛的炉子的多排隔墙中的燃烧特性的方法

(57) 摘要

本发明涉及包括完全停止燃料注入的连续测试的方法,该方法通过对多排隔墙(6)接连进行完全停止燃料注入,而不对除了测试中的隔墙之外的多排隔墙(6)采取任何动作,对每排经测试的隔墙(6)中完全停止注入之前和之后燃烧气体中未燃烧物质的总含量的指示性参数的测量之间的变化进行计算,如果在相应的测试开始时所述变化大于所述指示性参数的初始值的X%,其中X%优选地在约5%至10%之间,则识别出任何处于不完全燃烧状态的任一排隔墙(6)。



1. 一种描述用于焙烧碳块 (5) 的膛型环形炉的多排隔墙中的燃烧特性的方法,所述方法通过对指示从所述多排隔墙 (6) 排出的并收集在所述环形炉 (1) 的排气歧管 (11) 中的燃烧气体和剩余空气中未燃烧物质的总含量的至少一个参数的值进行分析来执行,所述环形炉 (1) 包括用于预热、加热、自然冷却和强制冷却的连续的膛 (2),所述膛 (2) 沿所述环形炉 (1) 的纵轴线 (XX) 连续地布置,每个所述膛 (2) 包括其中布置有待焙烧的碳块 (5) 的凹坑 (4)、以及在与所述纵轴线 (XX) 平行的方向上彼此相邻且交替布置的空心加热隔墙 (6),该隔墙在平行于所述环形炉 (1) 的所述纵轴线 (XX) 的方向上与其它膛 (2) 的隔墙连通和对准,冷却和燃烧空气以及燃烧气体在所述多排隔墙 (6) 中循环,所述排气歧管 (11) 通过相应的一个排气管道 (11a) 与第一预热膛 (2) 的每个隔墙 (6) 连接,必需的燃烧空气通过自然冷却区域 (C) 的与至少一个风扇连接的吹风斜面 (18) 被部分注入,并由于负压力而部分渗透过所述多排隔墙 (6),焙烧所述碳块 (5) 所必需的燃料通过至少两个燃烧器斜面 (16) 被部分注入,每个燃烧器斜面分别在邻近加热区域的至少两个膛 (2) 之一上方延伸,每个燃烧器斜面能够将燃料注入所述加热区域的相应膛 (2) 的每个隔墙 (6) 中,对所述环形炉 (1) 燃烧的调节包括将每个隔墙 (6) 的预热区域 (A)、加热区域 (B) 和自然冷却区域 (C) 的温度和 / 或压力调节为预定的温度和 / 或压力的设定点规则的函数,所述描述用于焙烧碳块 (5) 的膛型环形炉的多排隔墙中的燃烧特性的方法的特征在于,所述方法至少包括一个在足够的周期内逐排隔墙 (6) 地进行完全停止燃料注入的连续测试的步骤,以允许对指示燃烧气体中未燃烧物质的总含量的所述参数的测量保持稳定,除了在该测试的持续期间与进行完全停止注入测试相关的一排隔墙外,不对其它排隔墙采取任何动作,燃烧特性的描述基于计算每排经测试的隔墙 (6) 中完全停止注入之前和之后对所述指示性参数的测量结果之间的变化的计算,如果在所述完全停止注入测试开始时所述变化大于所述指示性参数值的 X%,则识别出处于不完全燃烧状态的一排或多排隔墙 (6),X 的值特别地取决于每个膛 (2) 的隔墙 (6) 的数量、探测阈值和至少一个探测器所获取的所述指示性参数的测量结果的准确度。

2. 根据权利要求 1 所述的描述用于焙烧碳块 (5) 的膛型环形炉的多排隔墙中的燃烧特性的方法,其特征在于,所述方法还包括至少一个在先的步骤,即,对可能处于不完全燃烧状态的多排隔墙 (6) 进行预先选择的步骤,所述预先选择的步骤允许限制停止注入测试的数量,以便在所述完全停止燃料注入的连续测试的步骤中仅对预先选择的多排隔墙 (6) 进行操作,所述预先选择的步骤包括:对于行 n 的每排隔墙 (6) 计算燃烧率 (RC_{c1n}),所述燃烧率等于可用的燃烧空气量与注入行 n 的该排隔墙 (6) 的燃料量的比率;基于指示从一排基准隔墙的出口处收集的燃烧气体中未燃烧物质的含量的参数的测量结果来根据经验限定出极限比率,所述极限比率被称为化学计量比 (RS),所述一排参考隔墙代表所述环形炉的多排隔墙 (6) 中的最佳状态,从而使得所述化学计量比与所述指示性参数的所测得的阈值相对应,低于所述阈值时则认为燃烧是不完全的;将所有排隔墙 (6) 的燃烧率 (RC_{c1n}) 与所述化学计量比 (RS) 进行比较;认为燃烧率 (RC_{c1n}) 小于化学计量比 (RS) 的、行 n 的任何一排隔墙 (6) 中的燃烧是不完全的。

3. 根据权利要求 2 所述的描述用于焙烧碳块 (5) 的膛型环形炉的多排隔墙中的燃烧特性的方法,其特征在于,在所述预先选择处于不完全燃烧状态的多排隔墙 (6) 的步骤中,所述行 n 的一排隔墙 (6) 中的所述燃烧率 (RC_{c1n}) 被计算为与该排隔墙 (6) 在所述预热区

域 (A) 中测量的静态负吸收压力的平方根成正比,与在行 n 的同一排隔墙 (6) 上工作的燃烧器斜面 (16) 的注入器的燃料注入容量的总和成反比。

4. 根据权利要求 3 所述的描述用于焙烧碳块 (5) 的膛型环形炉的多排隔墙中的燃烧特性的方法,其特征在于,在所述预先选择步骤中,通过以下等式计算所述行 n 的一排隔墙 (6) 的燃烧率 (RC_{clin}):

$$(1) \quad RC_{clin} = 10 \times \sqrt{|P_1 - P_7|} \times \left(\frac{N}{\sum_{i=1}^N InjHRi} \right)$$

其中 P_1 和 P_7 分别为与所述自然冷却区域 (C) 中的所述排气歧管 (11) 和“零点”斜面 (17) 连通的膛 (2) 的行 n 的隔墙 (6) 中所测量的压力, N 为所述燃烧器斜面 (16) 的数量,一般等于 2 或 3, $InjHRi$ 为对于行数为 i 的燃烧器斜面 (16) 的注入器而言所述行 n 的隔墙 (6) 中的总注入容量,其中 i 从 1 变化至 N。

5. 根据权利要求 2 至 4 中任一项所述的描述用于焙烧碳块 (5) 的膛型环形炉的多排隔墙中的燃烧特性的方法,其特征在于,所述预先选择处于不完全燃烧状态的多排隔墙 (6) 的步骤还包括:将处于不完全燃烧状态的多排隔墙 (6) 进行分类,将其按照最不完全燃烧至较不完全燃烧的顺序进行排序,将评分系统应用于所述多排隔墙 (6),其中行 n 的每排隔墙 (6) 被分配有分类分数 NC_{clin} ,所述分类分数 NC_{clin} 由以下等式给出:

$$(2) \quad NC_{clin} = 20 - 10 \left(\frac{RC_{clin}}{RS} \right).$$

6. 根据权利要求 5 所述的描述用于焙烧碳块 (5) 的膛型环形炉的多排隔墙中的燃烧特性的方法,其特征在于,所述将多排隔墙 (6) 进行分类的步骤通过以下方式执行:对处于良好状态的行 n 的一排隔墙 (6) 而言,如果 $NC_{clin} < 10$ 则认为燃烧是完全的,如果 $10 < NC_{clin} < 12$ 则认为燃烧是不完全的,如果 $NC_{clin} > 12$ 则认为燃烧是非常不完全的并因此认为是危险的。

7. 根据权利要求 1 至 4 和权利要求 6 中任一项所述的描述用于焙烧碳块 (5) 的膛型环形炉的多排隔墙中的燃烧特性的方法,其特征在于,一氧化碳 (CO) 含量被选择作为指示燃烧气体中未燃烧物质的总含量的参数,测量所述一氧化碳 (CO) 的含量以用于确定所述化学计量比,在与所述第一预热膛 (2) 中的所述一排基准隔墙 (6) 连通的所述排气歧管 (11) 的所述排气管道 (11a) 中,与所述化学计量比相对应的所述指示性参数的阈值为在所述排气管道 (11a) 中测得的大约 500ppm 的 CO,所述阈值在所述膛型环形炉的标准工作条件下与燃烧点处的 1000ppm 的 CO 水平相对应。

8. 根据权利要求 1 至 4 和权利要求 6 中任一项所述的描述用于焙烧碳块 (5) 的膛型环形炉的多排隔墙中的燃烧特性的方法,其特征在于,在允许识别和选择处于不完全燃烧状态的多排隔墙 (6) 的特性描述步骤之后,应用至少一个在后的燃烧优化步骤。

9. 根据权利要求 8 所述的描述用于焙烧碳块 (5) 的膛型环形炉的多排隔墙中的燃烧特性的方法,其特征在于,所述燃烧优化包括自动修改所述环形炉的所述预热区域 (A)、所述加热区域 (B) 和 / 或所述自然冷却区域 (C) 的调节参数,从而平衡燃烧空气与燃料的化学计量比 (RS),以便恢复到完全燃烧状态,所述化学计量比 (RS) 被定义为低于可配置的阈值的所述指示性参数的值。

10. 根据权利要求 9 所述的描述用于焙烧碳块 (5) 的膛型环形炉的多排隔墙中的燃烧

特性的方法,其特征在于,在所述优化步骤之后,在被认为处于不完全燃烧状态的多排隔墙(6)中没有根据权利要求2预先选择的多排隔墙(6)中,如果根据权利要求8或9所述的燃烧优化步骤没有恢复到完全燃烧状态,则启动根据权利要求1所述的描述燃烧特性的至少一个附加的步骤。

11. 根据权利要求1至4、权利要求6、权利要求9和权利要求10中任一项所述的描述用于焙烧碳块(5)的膛型环形炉的多排隔墙中的燃烧特性的方法,其特征在于,X%在5%至10%之间。

用于描述具有旋转点火膛的炉子的多排隔墙中的燃烧特性的方法

[0001] 本发明涉及一种具有旋转点火的膛型炉领域,所述膛型炉被称为“环形”炉,并且用于焙烧碳块,尤其是用于焙烧碳阳极和碳阴极以通过电解产生铝。更具体地,本发明还涉及用于描述上述膛型环形炉的多排隔墙中的燃烧特性的方法。

[0002] 在以下专利文献中具体描述了用于焙烧阳极的环形炉:US4,859,175、W091/19147、US6,339,729、US6,436,335 以及 CA2550880,要获得进一步的信息可参考这些文献。然而,在本文中参照图 1 和图 2 来部分回顾上述环形炉的结构和操作。图 1 中的示例示出了具有开放式膛的环形炉的结构平面示意图,在该示例中具有两个炉火,图 2 中示出了表示这种炉子内部结构的局部透视图以及具有一个剖面的横向截面图。

[0003] 焙烧炉 (FURN) 1 包括两个平行的箱体或隔舱 1a 和 1b,箱体或隔舱 1a 和 1b 沿纵轴线 XX 在焙烧炉 1 的长度上延伸,其中,每个箱体或隔舱 1a 和 1b 均包括连续的横向膛 2(与轴线 XX 垂直),横向膛 2 被横向壁 3 彼此隔开。各个横向膛 2 的长度,即在焙烧炉 1 的横向方向上,由凹坑 4 构成,凹坑 4 的上部是开放的以允许装载待焙烧的碳块以及取出冷却的焙烧过的碳块,并且其中堆放了由碳粉压实而成的生碳块 5,具有薄壁的、相邻的交替隔开的空心加热隔墙 6,所述薄壁通常由横向间隔件 6a 彼此分离。一个膛 2 的空心隔墙 6 在同一隔舱 1a 或 1b 中,在其他膛 2 的空心隔墙 6 的纵向延伸(与焙烧炉 1 的主轴线 XX 平行),并且这些空心隔墙 6 通过其纵向壁上部的端口 7 彼此连通,端口 7 面对布置在横向壁 3 中的相同水平高度的纵向通道,从而使空心隔墙 6 形成与焙烧炉的主轴线 XX 平行的纵向隔墙排,其中的气体(助燃空气、可燃气体以及燃烧气体和烟尘)在隔墙 6 内部循环以确保阳极 5 被预热和焙烧,之后冷却。此外,空心隔墙 6 包括挡板 8 以延长并更均匀地分布燃烧气体或烟尘的通道,上述空心隔墙 6 在其上部具有被称为窥孔的开口 9,开口 9 可通过布置在焙烧炉 1 的隆起块中的可移除的盖来封闭。

[0004] 焙烧炉 1 的两个隔舱 1a 和 1b 通过交叉烟道 10 在其纵向端部处相连通,交叉烟道 10 将气体从隔舱 1a 或 1b 中的空心隔墙 6 的每排的一端传送至另一隔舱 1a 或 1b 中的空心隔墙 6 的相应排的一端,从而基本形成空心隔墙 6 的各排的矩形回路。

[0005] 环形炉,也可被称为点火推进炉,其操作原理包括在一个循环中将火焰头从一个膛 2 推进至相邻的膛,各个膛 2 连续经历预热、强制加热、大火、然后冷却(先自然冷却,然后强制冷却)的阶段。

[0006] 阳极 5 被一个或多个炉火或炉火组焙烧(在图 1 中示出两个炉火组,在该示例中一个炉火组横跨隔舱 1a 的 13 个膛,另一炉火组横跨隔舱 1b 的 13 个膛 2 延伸),其循环地在膛 2 间推进。各个炉火或炉火组包括 5 个连续区域 A 至 E,如图 1 所示的隔舱 1b 的炉火的区域,区域 A 至 E 相对于流入空心隔墙 6 的各排的气流方向,从下游至上游分布,并与膛之间循环推进的方向相反。

[0007] A) 如果参考隔舱 1a 中的炉火且考虑炉火转动的方向,所述方向如图 1 上部炉子末端的交叉烟道 10 旁边的箭头所示,则预热区域包括:

[0008] - 排气歧管 11,该排气歧管在每个膛的 2 的空心隔墙 6 的上方延伸,对上述每个膛

的 2 的空心隔墙 6 而言,所述排气歧管装备有用于测量和调节空心隔墙 6 每排的燃烧气体和烟尘流速的系统,在每个吸管 11a 中所述系统可包括:一种由盖体致动器驱动旋转的可调密封盖,其用于调节该流速,以及流量计 12,其位于相应管道 11a 的略微上游处,温度传感器(热电偶)13,其用于测量吸入的燃烧气体的温度,其中所述吸管 11a 整体附接至排气歧管 11 并注入其中,而且还接合在该膛 2 的各空心隔墙 6 之一的开口 9 中;

[0009] - 预热测量斜面 15,基本上平行于同一膛 2 上面的排气歧管 11 并且位于排气歧管 11 的上游,所述排气歧管还装备有温度传感器(热电偶)以及压力传感器,以准备将要在该膛 2 的空心隔墙 6 的每一个中占优势的静态负压力和温度,以便能够显示和调节预热区域中的此负压力和此温度;

[0010] B) 加热区域,包括:

[0011] 多个相同的加热斜面 16,如图 1 所示,为两个或优选为三个:每个加热斜面都装备有燃料(液体燃料或气体燃料)燃烧器或注入器以及温度传感器(热电偶),每个斜面 16 在与相邻膛 2 的数目相对应的各膛的上方延伸,从而每个加热斜面 16 的注入器均接合在空心隔墙 6 的开口 9 中,以便将燃料注入其中;

[0012] C) 吹风区域或自然冷却区域,包括:

[0013] - 零点斜面 17,在膛 2 的上方延伸,该膛 2 紧挨着离上游最远端的加热斜面 16 下方的膛 2 的上游,并装备有压力传感器,用于测量存在于该膛 2 的每个空心隔墙 6 中的压力,以便能够按下述方式调节此压力,以及

[0014] - 吹风斜面 18,其装备有电动风扇,所述风扇具有用于调节吹入每个膛 2 的空心隔墙 6 中环境空气的流速的装置,该膛 2 位于零点斜面 17 下方的膛 2 的上游,从而可调节吹入这些空心隔墙 6 中的环境空气的流速,以便获取零点斜面 17 处所需的压力(略微为正或负的压力);

[0015] D) 强制冷却区域,其横跨吹风斜面 18 的上游处的三个膛 2 延伸,并在该实例中其包括两个平行的冷却斜面 19,每个冷却斜面装备有电动风扇和管道,用于将周围空气吹入相应膛 2 的空心隔墙 6 中;以及

[0016] E) 工作区域,在冷却斜面 19 的上游延伸,并且允许安置和移除炉子中的阳极 5,并且允许维修膛 2。

[0017] 炉子 1 通过加热斜面 16 加热,其燃烧器的注入器通过开口 9 被插入到涉及的膛 2 的空心隔墙 6 中。在加热坡道 16 的上游处(相对于炉火前进的方向以及空气和燃烧气体及烟尘在空心隔墙 6 的各排中循环的方向),吹风斜面 18 和冷却斜面 19 包括吹送由电动风扇提供的燃烧空气的管道,这些管道通过开口 9 连接至涉及的膛 2 的空心隔墙 6。加热斜面 16 的下游为排气歧管 11,用于提取在空心隔墙 6 的各排中循环的燃烧气体和烟尘,在下文中统称为术语“燃烧气体”。

[0018] 阳极 5 的加热和焙烧是通过燃烧燃料(气体或液体)而发生的,该燃料以可控的方式通过加热斜面 16 注入,并且以基本上同样的方法通过燃烧挥发物(例如多环芳香碳氢化合物)而发生,所述挥发物来自于预热区域和加热区域中的膛 2 的凹坑 4 中由阳极 5 释放的沥青。由于所述挥发物在凹坑 4 中释放,其通常是易燃的,能够通过安置在这些隔墙中的通道流入两个相邻的空心隔墙 6 中,并且可在这两个隔墙中燃烧,这是由于这些空心隔墙 6 中的燃烧气体中含有剩余的助燃空气。

[0019] 因此,空气和燃烧气体沿空心隔墙 6 的各排产生循环,并且一负压力被预热区域 A 下游末端处的排气歧管 11 强加于加热区域 B 的下游,该负压力能够控制空心隔墙 6 内燃烧气体的流速,同时由于冷却斜面 19 且特别是吹风斜面 18,使来自于冷却区域 C 和 D 的空气在空心隔墙 6 中被预加热,这是由于该空气沿其通道在邻接的凹坑 4 中冷却所述焙烤的阳极 5 并当它到达加热区域 B 时用作燃烧剂。

[0020] 当阳极 5 烘烤时,一组斜面 11 至 19 以及用于测量和记录的相关装置和设备被某一膛 2 循环地推进(例如每 24 小时),因此每个膛 2 被连续使用,在预热区域 A 的上游,用于执行装载生碳块 5,然后,在预热区域 A 中,用于通过燃烧燃料和沥青蒸汽而产生的燃烧气体执行自然预热,所述燃烧气体由于预热区域 A 中膛 2 的空心隔墙 6 中的负压力的作用,离开凹坑 4 并穿过空心隔墙 6,然后,在加热区域 B 或焙烧区域中,用于在大约 1100°C 的温度下加热块 5,最后,在冷却区域 C 和 D 中,用于使用周围空气冷却焙烧后的块 5 并相应地预热此构成用于炉子 1 的燃烧剂的空气。接下来是强制冷却区域 D,其方向与炉火推进方向和燃烧气体循环的方向相反,由区域 E 卸载冷却后的碳块 5,然后可能将生碳块装载入凹坑 4 中。

[0021] 调节炉子 1 的过程基本包括调节炉子 1 的预热区域 A、加热区域 B 和吹风或自然冷却区域 C 的温度和 / 或压力,作为预先定义的设定点规则的功能。

[0022] 由排气歧管 11 从炉火中提取的燃烧气体被集中在排气管 20 中,例如在图 2 中部分示出的圆柱形管,其具有排气烟道 21,所述排气烟道 21 可以为 U 形(参见图 1 中的虚线)或可绕炉体延伸,排气管 20 还具有出口 22,将吸入和收集的燃烧气体导向一烟道气体处理中心 (FGTC),由于该烟道气体处理中心并不是本发明的一部分,因此并未在图中示出。

[0023] 为了使阳极(碳块)实现其最佳特性,并且确保达到最终的烘烤温度,因此对于该类型的炉子而言目前优选的是不依赖于隔墙 6 中的压力差和气流条件向燃烧器斜面 16 提供燃料(液体或气体燃料),因此不完全燃烧可导致脆弱的或甚至大量的脆弱的隔墙 6 的排。然而,这会导致炉子的高操作成本,其不仅由于燃料的过度消耗,还由于在排气管和通向容纳未燃烧材料的管道中的污垢,显著增加了炉火的潜在风险以及不适当的焙烧过程。

[0024] 通常需要对上述焙烧炉的操作的连续优化进行改进,从而减少运行成本并阻止炉火风险以及对焙烧过程的影响。因此,本发明提出了一种描述用于焙烧碳块的膛型环形炉的多排隔墙中的燃烧特性的方法,所述方法通过对指示从所述多排隔墙排出并收集在所述环形炉的排气歧管中的燃烧气体和剩余空气中未燃烧物质的总含量的至少一个参数的值进行分析来执行,所述环形炉包括用于预热、加热、自然冷却和强制冷却的连续的膛,所述膛沿所述环形炉的纵轴线连续地布置,每个所述膛包括其中布置有待焙烧的碳块的凹坑、在与所述纵轴线平行的方向上彼此相邻且交替布置的空心加热隔墙,该隔墙在平行于所述环形炉的所述纵轴线的方向上与其它膛的隔墙连通和对准,冷却和燃烧空气以及燃烧气体在所述多排隔墙中循环,所述排气歧管通过相应的一个排气管道与第一预热膛的每个隔墙连接,必需的燃烧空气通过自然冷却区域的与至少一个风扇连接的吹风斜面被部分注入,并由于负压力而部分渗透过所述多排隔墙,焙烧所述碳块所必需的燃料通过至少两个燃烧器斜面被部分注入,每个燃烧器斜面分别在邻近加热区域的至少两个膛之一上方延伸,每个燃烧器斜面能够将燃料注入所述加热区域的相应膛的每个隔墙中,对所述环形炉燃烧的调节基本包括将每个隔墙的预热区域、加热区域和自然冷却区域的温度和 / 或压力调节为

预定的温度和 / 或压力的设定点规则的函数, 所述用于描述燃烧特性的方法的特征在于, 所述方法至少包括一个在足够的周期内逐排隔墙地进行完全停止燃料注入的连续测试的步骤, 以允许对指示燃烧气体中未燃烧物质的总含量的所述参数的测量保持稳定, 除了在该测试的持续期间与进行完全停止注入测试相关的一排隔墙外, 不对其它排隔墙采取任何动作, 燃烧特性的描述基于计算每排经测试的隔墙中完全停止注入之前和之后对所述指示性参数的测量结果之间的变化的计算, 如果在所述完全停止注入测试开始时所述变化大于所述指示性参数值的 X%, 其中 X% 优选地在约 5% 至 10% 之间, 则识别出处于不完全燃烧状态的一排或多排隔墙, X 的值特别地取决于每个膛的隔墙的数量、探测阈值和至少一个探测器所获取的所述指示性参数的测量结果的准确度。

[0025] 因此, 通过仅在足够的周期内在一排隔墙中进行完全停止燃料注入的测试, 以使所述指示性参数的测量结果保持稳定, 而不对其他排的隔墙进行任何修改。本发明的方法允许识别出工作在不完全燃烧状态下的一排隔墙, 然后可进行测量来优化燃烧。

[0026] 此外, 为了限制停止注入测试的数量并允许系统更迅速地识别处于不完全燃烧状态的一个或多个隔墙, 本发明的方法还包括至少一个在前的步骤, 即, 对可能处于不完全燃烧状态的多排隔墙进行预先选择以限制停止注入测试的数量的步骤, 以便在所述完全停止燃料注入的连续测试的步骤中仅对预先选择的多排隔墙进行操作, 所述预先选择的步骤包括: 对于行 n 的每排隔墙计算燃烧率, 所述燃烧率等于可用的燃烧空气量与注入行 n 的该排隔墙的燃料量的比率; 基于指示从一排基准隔墙的出口处收集的燃烧气体中未燃烧物质的含量的参数来根据经验限定出极限比率, 所述极限比率被称为化学计量比, 所述一排基准隔墙代表所述环形炉的多排隔墙中的最佳状态, 从而使得所述化学计量比与所述指示性参数的所测得的阈值相对应, 低于所述阈值时则认为燃烧是不完全的; 将所有排隔墙的燃烧率与所述化学计量比进行比较; 认为燃烧率小于化学计量比的、行 n 的任何一排隔墙中的燃烧是不完全的。

[0027] 因此, 有利的是, 在使用完全停止注入测试来识别处于不完全燃烧状态的多排隔墙之前, 使用用于环形炉中各排隔墙中的每一个的燃烧率的计算结果, 以及使用基于一排参考隔墙中的指示性参数的测量结果根据经验确定的所述化学计量比来预先选择可能处于不完全燃烧状态的多排隔墙, 所述一排参考隔墙被选择作为代表多排隔墙的最佳状态, 最终通过比较各个燃烧率与化学计量比从而推出可被认为处于不完全燃烧状态的一个或多个隔墙。

[0028] 在根据本发明的用于描述燃烧特性的方法的优选实施方式中, 在所述预先选择处于不完全燃烧状态的多排隔墙的步骤中, 所述行 n 的一排隔墙中的所述燃烧率被计算为与该排隔墙在所述预热区域中测量的静态负吸收压力的平方根成正比, 与在行 n 的同一排隔墙上工作的燃烧器斜面的注入器的燃料注入容量的总和成反比。

[0029] 特别地, 在该预先选择步骤中, 通过以下等式计算所述行 n 的一排隔墙的燃烧率:

[0030] (1)
$$RC_{\text{clin}} = 10 \times \sqrt{P_1 - P_7} \times \left(\frac{N}{\sum_{i=1}^N I_{nj} HR_i} \right)$$

[0031] 其中 P_1 和 P_7 分别为与所述自然冷却区域中的所述排气歧管和“零点”斜面连通的膛的行 n 的隔墙中所测量的压力, N 为所述燃烧器斜面的数量, 一般等于 2 或 3, $I_{nj} HR_i$ 为

对于行数为 i 的燃烧器斜面的注入器而言所述行 n 的隔墙中的总注入容量,其中 i 从 1 变化至 N 。

[0032] 此外,在本发明的特性描述方法中,所述预先选择处于不完全燃烧状态的多排隔墙的步骤还可有利地包括:将处于不完全燃烧状态的多排隔墙进行分类,将其按照最不完全燃烧至较不完全燃烧的顺序进行排序,将评分系统应用于所述多排隔墙,其中行 n 的每排隔墙被分配有分类分数 NC_{cin} ,所述分类分数 NC_{cin} 由以下等式给出:

$$[0033] \quad (2) \quad NC_{cin} = 20 - 10 \left(\frac{RC_{cin}}{RS} \right).$$

[0034] 此外,为了迅速获得易于使用的预先选择信息,将多排隔墙进行分类的步骤可优选地认为,对处于良好状态的行 n 的一排隔墙而言,如果 $NC_{cin} < 10$ 则燃烧是完全的,如果 $10 < NC_{cin} < 12$ 则燃烧是不完全的,如果 $NC_{cin} > 12$ 则燃烧是非常不完全的并因此认为是危险的。

[0035] 要确保有利地简化探测装置以及这些装置提供的信号处理的该特性描述方法的执行,一氧化碳 (CO) 含量被选择作为指示燃烧气体中未燃烧物质的总含量的参数,测量所述一氧化碳 (CO) 的含量以用于确定所述化学计量比,在与所述第一预热膛中的所述一排基准隔墙连通的所述排气歧管的所述排气管道中,与所述化学计量比相对应的所述指示性参数的阈值为在所述排气管道中测得的大约 500ppm 的 CO,所述阈值在该类型的环形炉的标准工作条件下与燃烧点处的 1000ppm 的 CO 水平相对应。

[0036] 因此,在一氧化碳探测器已存在的现有技术的环形炉中,通过使用由安装在上述环形炉上的探测仪器的传感器提供的已可用的测量数据,可在排气歧管的收集器中执行本发明而无需安装特定的探测和 / 或测量设备。因此,本发明的方法通过软件模块执行,可容易且简单地与运行上述环形炉的当前程序结合。

[0037] 此外,可在允许识别和选择处于不完全燃烧状态的多排隔墙的特性描述步骤之后,通过执行随后的至少一个燃烧优化步骤来补充本发明的方法。

[0038] 有利地,上述燃烧优化可包括自动修改环形炉的预热、加热和 / 或自然冷却区域的调节参数,从而平衡燃烧空气与燃料的化学计量比,以便恢复到完全燃烧状态,所述化学计量比被定义为低于可配置的阈值的所述指示性参数的值。

[0039] 无论该优化步骤是否如上文所述的那样进行或以任何其它方式进行,本发明的方法都可有利地在所述优化步骤之后,在被认为处于不完全燃烧状态的多排隔墙中没有以上述方式预先选择的多排隔墙中,如果上述至少一个燃烧优化步骤没有恢复到完全燃烧状态,则启动如上所述的至少一个附加的描述燃烧特性的步骤。

[0040] 通过下面的非限制性描述和附图,本发明的其它特点和优点将变得显而易见,在附图中:

[0041] - 图 1 和图 2 (在上文中已进行过描述) 分别为具有两个炉火和开放膛的环形炉结构的平面示意图以及示出上述环形炉内部结构的部分立体剖面图,

[0042] - 图 3 是对偶图,示出用于同一排隔墙的所测量的 CO (单位为 ppm) 的发展和在排气管道处收集的气体中的剩余氧气的百分比随该排隔墙中的总注入量的变化,根据在与环形炉的第一预热膛相关的预热测量斜面处所测的静态负吸收压力的三个不同值,总注入量表示为最大装机容量的百分比,

[0043] - 图 4 为描述行 n 的一排隔墙中的燃烧特性的曲线,示出每排隔墙中所测量的 CO

含量（单位为 ppm）随燃烧率 RC_{c1n} 的变化；

[0044] - 图 5 为示意图，示出通过应用根据本发明的燃烧分类系统，轴线 x 上的行 n 的一排隔墙中的燃烧量 NC_{c1n} ，以及 y 轴线上的所测量的相应排气管道中每排隔墙中的 CO 含量（单位 ppm），以及

[0045] - 图 6 为与在 3 排隔墙 α 、 β 和 γ 上连续进行完全停止燃料注入测试的示例行对应的示意图，其中示出 y 轴线上的在排气歧管中测量的总 CO 含量（单位 ppm）的值随时间的变化（用分钟来表示），并示出通过对第一排隔墙 α 进行测试所测得的总 CO 含量减少，总 CO 含量值大于表示该排隔墙 α 中的不完全燃烧状态的极限值。

[0046] 本发明的方法涉及一种回路，用于通过分析环形炉 1 的炉火在排气歧管 11 处收集的气体中总的一氧化碳 (CO) 含量或指示未燃物质含量的任何其它参数，来描述环形炉 1 的隔墙 6 的各排的燃烧特性，所述总的 CO 含量由排气歧管 11 的收集器中的 CO 分析探测器 14（参见图 2）进行测量，用于描述炉子 1 的隔墙 6 的各排的燃烧特性的方法包括：第一步，评估隔墙 6 的每排的燃烧质量并预先选择被评估为处于不完全燃烧状态的隔墙的排，然后使用评分系统将隔墙的排分类，评分系统允许选择被认为处于不完全燃烧状态的隔墙的排，并且定义为隔墙 6 的每排中燃烧空气与可用燃料的比率以及通过隔墙 6 的基准排中的测量结果凭经验定义的化学计量比 RS 的函数，其中隔墙 6 的基准排中的测量结果代表炉子的各排隔墙的最佳状态。

[0047] 如果燃烧率 RC 小于上述化学计量比 RS ，则这种用于描述炉子 1 的隔墙 6 的各排的燃烧特性的方法的第一步允许预先选择被评估为处于不完全燃烧状态的隔墙 6 的排，燃烧率被认为是可用于每排隔墙 6 的燃烧空气与燃料的比率。

[0048] 在预先选择被认为处于不完全燃烧状态的隔墙的排的上述步骤之后，基于（如上所述）每排隔墙中燃烧空气量与可用燃料量的比率的化学计量原理，通过使用对各排隔墙中的燃烧量评分的系统将其分类，立即选择被认为处于不完全燃烧状态的隔墙 6 的排。

[0049] 事实上，可在给定时刻注入到一排隔墙 6 中的燃料的最大量依赖于该排隔墙中的空气流速或同一时刻在该排隔墙中测量的静态负压力水平。若低于化学计量比则燃烧不完全，存在于隔墙的排中的燃料部分不再完全燃烧，导致产生一氧化碳 (CO)。

[0050] 通过参照附图 3 可更好地理解该阈值现象，图 3 示出了 3 条连续曲线，表示由排气管道 11a（参见图 2）中的 CO 分析器 14 测量的给定的隔墙排的 CO 含量（单位 ppm）随注入燃料量的变化，CO 含量表达为注入至该排隔墙的总注入容量并评估为最大装机容量的百分比。用于 CO 测量的 3 条连续曲线均在相关的隔墙排中的三个不同静态负吸收压力下建立，并分别与指示相关排气歧管 11 的排气管道 11a 中收集的气体中剩余氧气的百分比的三条虚线相对应，三个不同的静态负压力由第一预热腔 2 中的预热线 15 测量。

[0051] 因此，在静态负吸收压力分别为 -140Pa 、 -120Pa 和 -70Pa 的情况下，在总注入容量从最大装机容量的 10% 改变至约 30% 时，表示在所述排气管道 11a 处测量的 CO (ppm) 的曲线 23、24 和 25 分别与指示剩余氧气的百分比的相应变化（连续减少）的虚线曲线 26、27 和 28 相对应（如图 3 右边的 y 轴线上所指示的），虚线曲线 26、27 和 28 用于相同的各个负吸收压力。

[0052] 应注意，当注入一排隔墙 6 的总注入容量在最大装机容量的 10% 至 15% 之间时，表示在该排隔墙 6 的排气管道 11a 处所测量的 CO 的曲线 23、24 和 25 彼此略有不同，其指

示与被认为完全燃烧相对应的低 CO 含量（基本少于 500ppm），当总注入容量值大于最大装机容量的 15% 时，表示所测量的 CO 的 3 条曲线 23、24 和 25 彼此以一定斜度偏离，该斜度首先逐步增加，然后基本恒定，但是当负吸收压力的绝对值较低时以较大程度偏离。此外，对于大于最大装机容量的约 25% 的每个排隔墙的总注入容量，表示所测量的 CO 的 3 条曲线 23、24 和 25 给出的结果大于 1000ppm，这与在较低的负吸收压力的绝对值下增加地不完全燃烧相对应。同时，曲线 26、27 和 28 指示出剩余的氧气百分比的变化在下降，其具有基本恒定的负斜率并且在曲线之间略有不同。

[0053] 基于以上观察数据，为行 n 的每排隔墙 6 的定义燃烧率 RC_{cin} ，这给出了注入所述行 n 的该排隔墙的燃料量与行 n 的同一排隔墙的可用燃烧空气量之比。行 n 的隔墙排中的可用燃烧空气量与行 n 的该排隔墙的空气流速相对应，空气流速可通过计算行 n 的该排隔墙的静态负吸收压力的平方根来评估，通过在预热区域 A 中的预热测量斜面 15（参见图 1）测量。

[0054] 行 n 的同一排隔墙中注入的燃料量可通过增加在同一排隔墙上工作的注入器的容量直接获取。

[0055] 因此，等式 (1) 表示用于行 n 的该排隔墙的燃烧率或关系 RC_{cin} ，等式 (1) 如下：

$$(1) \quad RC_{cin} = 10 \times \sqrt{|P_1 - P_7|} \times \left(\frac{N}{\sum_{i=1}^N InjHRi} \right)$$

[0056]

[0057] 其中，P1 和 P7 是由自然冷却区域 C 中的零点斜面 17 在预热区域 A 中的横向膛 2 处分别与排气歧管 11 连通的行 n 的一排隔墙中所测量的压力，N 是燃烧器斜面 16 的数量，一般等于 2 或 3，InjHRi 是用于行 i 的燃烧器斜面 16 的注入器的注入容量之和，其中，在行 n 的一排隔墙中，i 从 1 变化到 N（2 或 3）。此外，应注意，一般在相同的相应横向膛 2 的每个隔墙 6 中，每个燃烧器斜面 16 包含两个注入器，从而使如果 $N = 3$ （如图 1 中的示例所示，具有 3 个燃烧器斜面 16），则行 n 的一排隔墙具有由 6 个注入器提供的燃料。因此，行 n 的一排隔墙中的燃烧率 RC_{cin} 与预热区域 A 中的该排隔墙 6 的所测量的静态负吸收压力的平方根成比例，并与在行 n 的同一排隔墙上运行的燃烧器斜面 16 的注入器的燃料注入量之和成反比。

[0058] 图 4 示出行 n 的该排隔墙的交叉且弯曲的区域 29，区域 29 与不同测量点的包络线相对应，不同测量点用于在相应的排气管道 11a 中所测量的随相应燃烧率 RC_{cin} 变化的单位为 ppm 的 CO。低于 RC 阈值的燃烧被认为是不完全的，意味着所述化学计量比 RS 的值通过观察表示炉子隔墙的最佳状态的一排隔墙中的 CO 值来根据经验确定。

[0059] 纯 CO 的值超过 1000ppm，这与在炉子 1 中采取稀释措施时排气管道 11a（图 2）中的 CO 探测器 14 所测量的 500ppm 值大致对应，燃烧被认为是不完全的。

[0060] 因此，在图 4 中，不完全燃烧阈值被指示为所测量的 CO 为 500ppm，这与在 CO 测量点的包络线的交叉区域 29 的交叉点处以及 500ppm 的不完全燃烧阈值处的约为 6 的化学计量比值相对应。

[0061] 因此，预先选择出可能处于不完全燃烧状态的隔墙 6 的排，应注意，在该示范性实施方式中将 CO 含量选为所测量的燃烧气体中的未燃烧物质总含量的指示性参数，从而确定化学计量比 RS，在与隔墙 6 之一连接的排气歧管 11 的一个排气管道 11a 中，所述隔墙 6

之一位于基本隔墙排和第一预热横向腔 2 的交叉处,化学计量比与在该排气管道 11a 处所测量的约为 500ppm 的 CO 含量阈值相对应,在用于该类型炉子 1 的标准运行条件下,该阈值与燃烧点处的 1000ppm 的 CO 水平相对应。

[0062] 根据燃烧率 RC_{c1n} 的计算,通过将各排隔墙的燃烧率 RC_{c1n} 与化学计量比 RS 相比较,还可至少推论出被认为处于不完全燃烧状态的隔墙 6 的排,然而,优选地,为炉子 1 的所有排隔墙 6 评定分数,该分数允许各排隔墙以降序分类,即从最不完全燃烧至最完全燃烧或甚至完全燃烧,如果所有排隔墙例如通过限定为从 0 至 20 的评分系统均被给出分数,从而在值超过 10 时,超过化学计量极限,相应排隔墙中的燃烧被认为是不完全的。

[0063] 例如,当处于上述的不完全燃烧状态时通过对这些隔墙排应用评分系统来将预先选择的隔墙排进行分类,这些隔墙排的顺序从燃烧最不完全至燃烧最完全,行 n 的任一排隔墙 6 被分配有一个分类分数 NC_{c1n} ,由以下等式 (2) 给出:

$$[0064] \quad (2) \quad NC_{c1n} = 20 - 10 \left(\frac{RC_{c1n}}{RS} \right)$$

[0065] 其中 RC_{c1n} 和 RS 为预先确定的比率,分别为行 n 的隔墙中的燃烧率和化学计量比

[0066] 一旦各排隔墙根据其 RC_{c1n}/RS 比率从 0 至 20 评分,如果燃烧分数 NC_{c1n} 小于 10,则燃烧被认为是完全的,而如果燃烧分数 NC_{c1n} 在 10 至 12 之间,则燃烧是不完全的并且非常不完全,如果 NC_{c1n} 大于 12 则是危险的。

[0067] 在图 5 中示出上述评分的示例,其中,分数 NC_{c1n} 由经过 3 个交叉矩形区域的连续曲线上的点来表示,区域之一 30 在分数 0 至 10 之间沿 x 轴线延伸,并且在 0 和处于完全燃烧状态的隔墙排中所测量的不完全燃烧阈值 500ppm 的 CO 之间延伸,第二区域 31 在分数 10 至 12 之间沿 x 轴线延伸, y 轴线上处于不完全燃烧状态的一排或多排隔墙所测量的 CO 在值 500ppm 和 1000ppm 之间,最后,第三区域 32 是 x 轴线上分数大于 12 的区域,在 y 轴线上具有高的不完全燃烧并因此危险的任一排隔墙所测量的 CO 大于 1000ppm。

[0068] 通过上述评分系统,如果隔墙排的分数大于 10,则其被认为处于不完全燃烧状态,然后,所选的隔墙排均经历使用测试鉴别各排隔墙是否处于不完全燃烧状态的鉴别步骤,在测试中,在所选隔墙排中的燃料注入被停止给定的周期,接着从具有最高分数的隔墙排开始,并通过其燃烧分数的降序将测试导向接下来的隔墙排上。

[0069] 图 6 示意性地示出在 α 、 β 和 γ 行的连续三排隔墙中完全停止燃料注入测试中的步骤, α 、 β 和 γ 行的燃烧分数 NC 逐渐递减。在图 6 中, y 轴线表示由位于排气歧管 11 的收集器中的 CO 探测器 14 (参见图 2) 测量的总 CO 含量 (单位 ppm),而 x 轴线表示时间 (单位分钟)。曲线 33 示出在排气歧管 11 的收集器中所测量的总 CO 含量随时间的发展。在时间 t_1 ,顺序为完全停止向 α 行的隔墙排上工作的燃烧器斜面 16 的注入器提供燃料,瞬间切断,从燃料注入速率的起始值 (完全停止注入测试) 至零速率,与矩形“ α ”中左边向下的箭头相对应,该箭头象征在完全停止输入的测试过程中该排隔墙 α 的注入燃料供应控制。注入停止 t_1 至 t_2 的时间间隔,该时间间隔足够用于 CO 含量的测量,以在注入完全切断结束时的时间 t_2 之前稳定。CO 含量的曲线 33 指出稳定值的下降,例如,在时间间隔 t_1 至 t_2 中的 500ppm,从而由于燃料供应的中断能够测量在时间 t_1 的起始 CO 含量与在时间 t_2 的最终值之间的差值相对应的值 ΔCO 。然后,在时间 t_2 ,向该排隔墙 α 提供的燃料供应返回其初始值,如图 6 中矩形“ α ”右侧的向上的箭头所指出的那样。然后,经过时间

间隔 t_2 至 t_3 , 其略大于时间间隔 t_1 至 t_2 或基本等于时间间隔 t_1 至 t_2 (约 2 分钟), 在时间 t_3 开始 β 行的隔墙排中相同的完全停止燃料注入测试, 应注意, 在某一排隔墙中执行完全停止注入测试的过程中, 所有其它排隔墙的焙烧过程没有变化。隔墙排 β 的第二次测试的持续时间 (与间隔 t_3 至 t_4 相对应) 与 t_1 至 t_2 的持续时间相同, CO 含量的曲线 33 在隔墙排 α 上的测试结束后返回正常水平, 曲线 33 仅示出由于隔墙排 β 上的测试的结果导致在间隔 t_3 至 t_4 之间隔墙排 β 中的注入完全停止之后测量的 CO 含量的有限下降。对于第三完全停止注入测试也是相同的, 在时间间隔 t_5 至 t_6 之间的隔墙排 γ 上进行的测试持续约 2min, 与其它测试的持续时间 t_1 至 t_2 和 t_3 至 t_4 相同, 使得在每个测试过程中, 在燃料注入不再被切断之后分离两个连续的测试的时间间隔之间, CO 含量的测量能够稳定。

[0070] 对于每次测试而言, CO 含量的减少 ΔCO 与该测试开始时的 CO 含量的起始值 CO_i 的百分比 X 相比较, 如隔墙排 α 的情况一样, 如果 ΔCO 大于 CO_i 的 $X\%$ 则隔墙排 α 被鉴别为处于不完全燃烧状态, 这种情况和图 6 中的曲线 33 所示的隔墙排 β 和 γ 的情况不同。

[0071] 因此, 在通过燃烧分数 NC 预先选择的隔墙排上对隔墙排接连进行完全停止燃料注入测试。重要的是, 除了在完全停止注入测试中所涉及的一排隔墙外, 在测试的全部持续时间内不在隔墙 6 各排上安排活动, 从而避免了干扰描述燃烧特性。该特性描述基于对测试初始时刻与最终时刻之间所测量的 CO 含量的变化的计算, CO 含量的计算总是总测量。图 6 中曲线 33 的突向下倾斜之后的上升很好地表示了隔墙排 α 中完全停止燃料注入对排气歧管 11 的收集器中的 CO 含量的影响, 因此利用从炉子中所有隔墙排提取的废气。

[0072] 关于每个完全停止注入测试的开始处的 CO_i 含量值的 $X\%$ 的阈值, 该 X 值特别地基于炉子中每个横向膛 2 的隔墙 6 的数量, 以及更具体地基于测量的准确度和 CO 探测器 14 的极限探测值。通常, $X\%$ 选在 5% 至 10% 的范围内。对于每个横向膛 2 具有 9 个隔墙 6 的炉子 1 来说, 通常使用本发明的方法的特性描述系统必能探测隔墙 6 中燃烧变得不完全的行 n 的 9 个隔墙 6 中的至少一个隔墙。如果考虑隔墙中每个线形隔墙 6 循环的流量是相等的, 则在停止将燃料注入行 n 的隔墙之后 CO 含量的下降至少等于 $\Delta CO_n = 500\text{ppm}/9 = 56\text{ppm}$, 由于稀释, 排气歧管 11 的收集器处所测量的 CO 含量约为 $X = 10\%$, 该含量至少与 500ppm 相等。

[0073] 在选定了被认为处于不完全燃烧状态的隔墙排之后, 使用化学计量比 RS 和隔墙排的燃烧的燃烧率 RC , 将燃烧率与化学计量比进行比较, 为隔墙排分配燃烧分数, 在处于不完全燃烧状态的隔墙排通过完全停止燃料注入测试之后, 可进行至少一个后面的燃烧优化步骤。

[0074] 上述步骤可包括修改、优选地自动修改自然冷却区域 C 、加热区域 B 和预热区域 A 中的至少一个的调节参数, 以尽可能多地平衡燃烧空气和燃料的燃烧率和化学计量比, 从而尽可能多地修复隔墙排中完全燃烧的情况, 当 CO 含量的测量值或指示燃烧气体中未燃烧物质的总含量的至少一个其它参数的值低于配置的阈值时, 能够限定完全燃烧情况的修复。

[0075] 然而, 如果上述的一个或多个燃烧优化步骤不允许或没有允许对炉子 1 中的所有隔墙排的完全燃烧情况进行修复, 则本发明的方法提出描述燃烧特性的至少一个另外的步骤, 该步骤不是根据本发明的方法从隔墙排之中预先选择处于不完全燃烧状态的隔墙排, 而是仅由于这些隔墙排的计算出的燃烧率 RC 小于化学计量比 RS 就对这些隔墙排应用完全

停止注入测试。此外,这个另外的特性描述步骤允许鉴别出化学计量条件符合要求即具有在上述评分系统示例中小于 10 的燃烧分数 NC 的隔墙,但由于隔墙变形、受限或几乎被堵塞所引起的物理条件会产生燃烧问题。

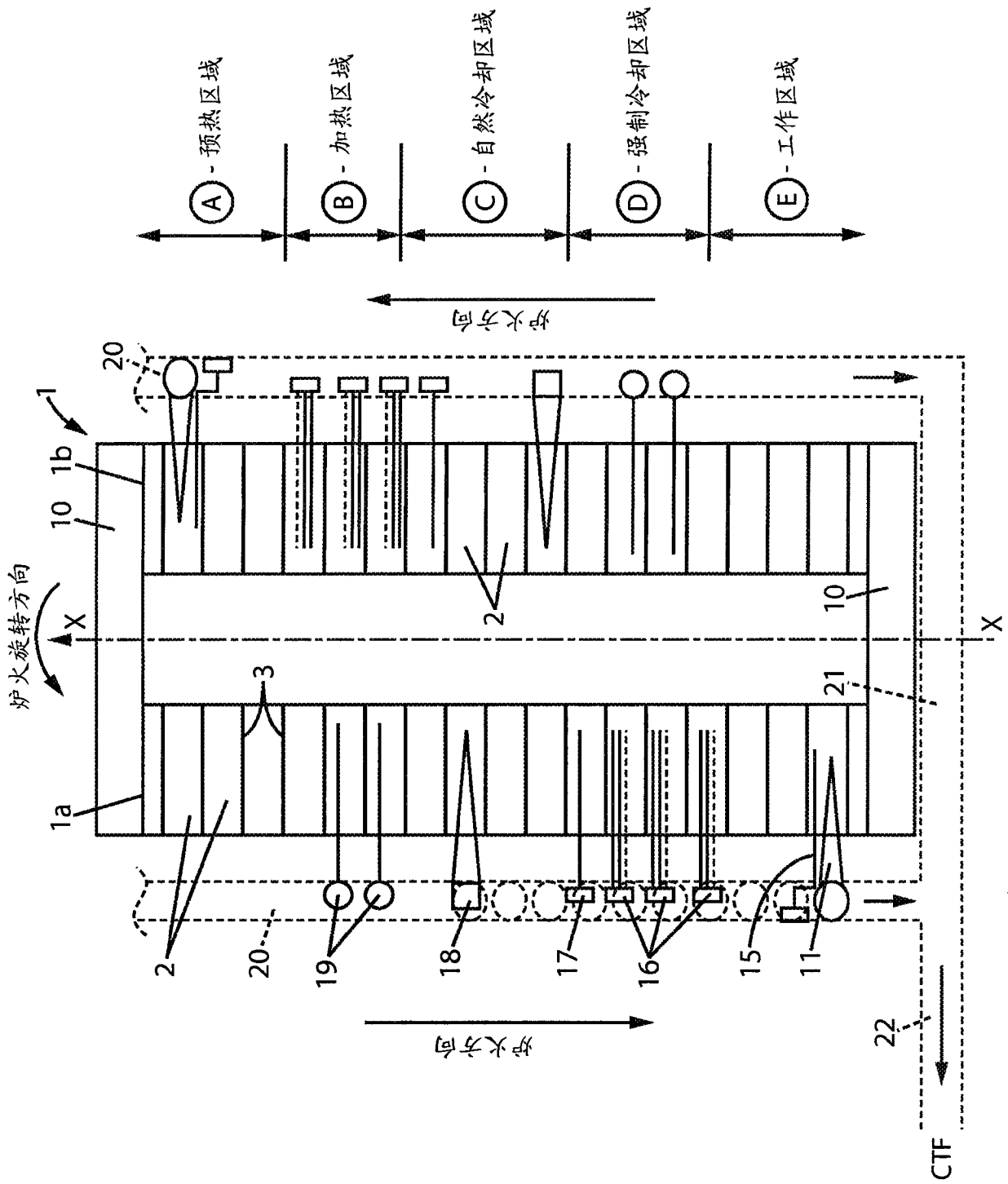


图 1

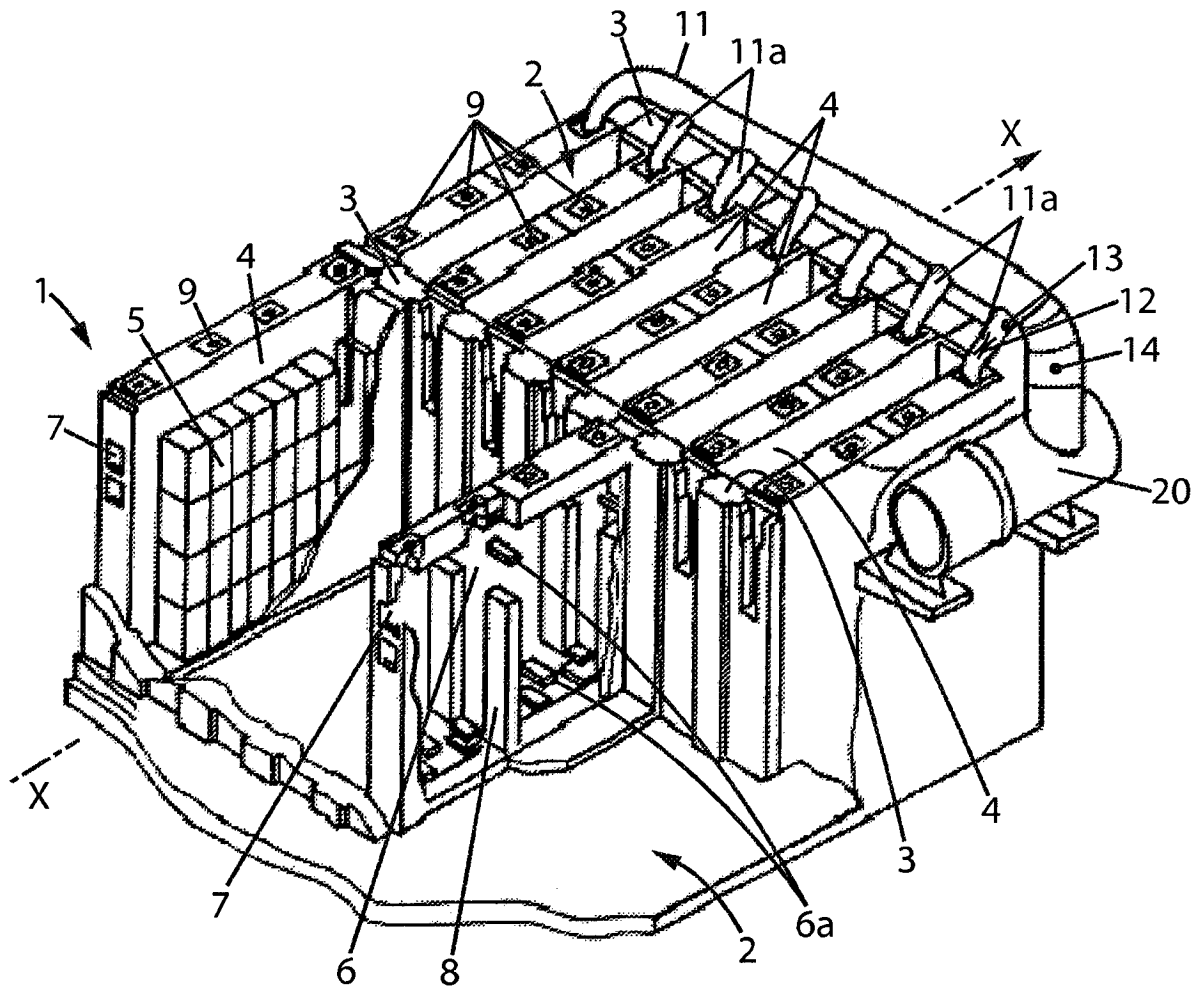


图 2

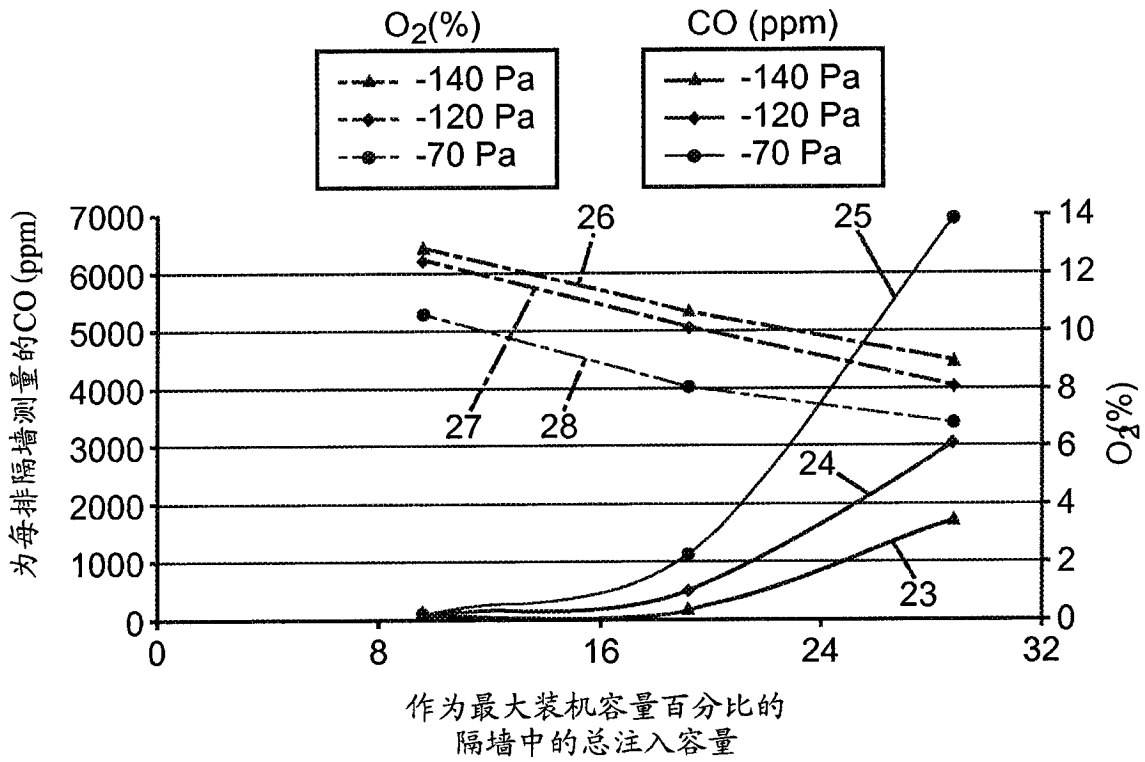


图 3

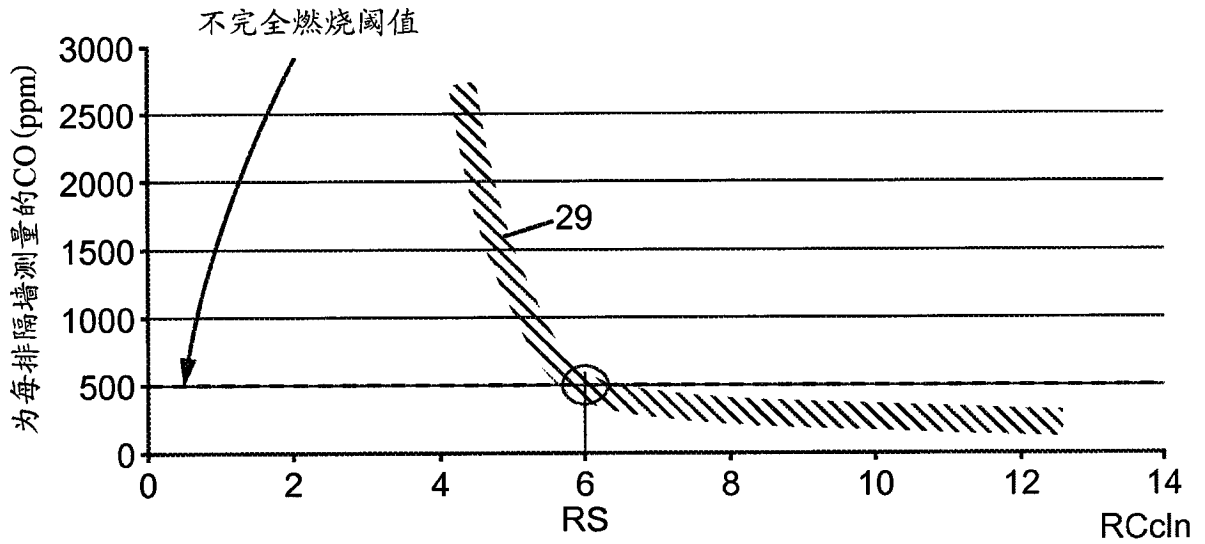


图 4

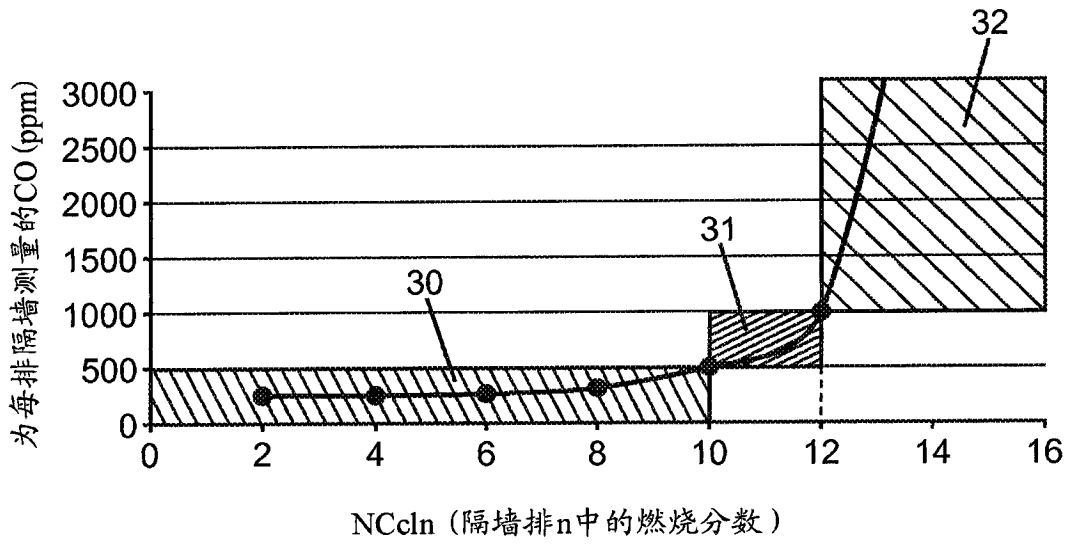


图 5

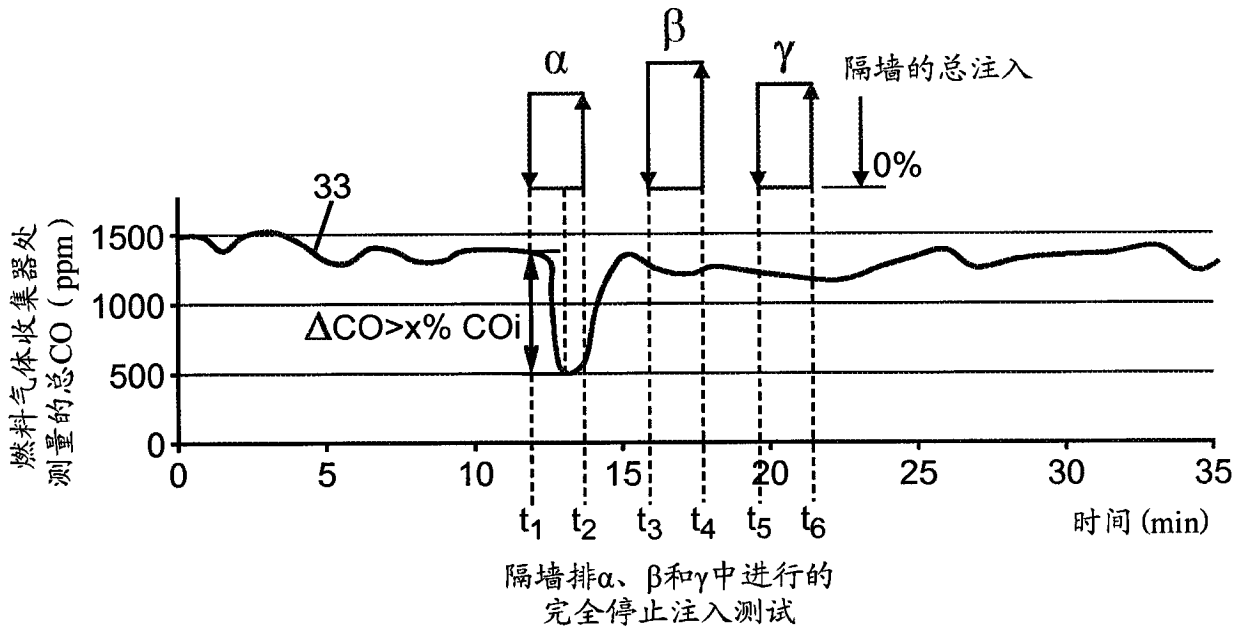


图 6