



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114616423 B

(45) 授权公告日 2025. 05. 27

(21) 申请号 202080075379.6

C·霍根比尔克

(22) 申请日 2020.10.23

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

(65) 同一申请的已公布的文献号

11256

申请公布号 CN 114616423 A

专利代理师 刘迎春

(43) 申请公布日 2022.06.10

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据

F23D 14/02 (2006.01)

2024101 2019.10.25 NL

F23D 14/26 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

F23D 14/46 (2006.01)

2022.04.24

F23D 14/62 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

(56) 对比文件

PCT/EP2020/079904 2020.10.23

DE 19744008 A1, 1998.04.02

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/078949 EN 2021.04.29

A. VAN DER DRIFT. low-NOx hydrogen burner. International Association for Hydrogen Energy. 1996, 第vol. 21卷 (第6期), 445-449.

(73) 专利权人 贝卡尔特燃烧技术股份有限公司

审查员 李怡

地址 荷兰阿森

(72) 发明人 G·福克斯 G·范维利特

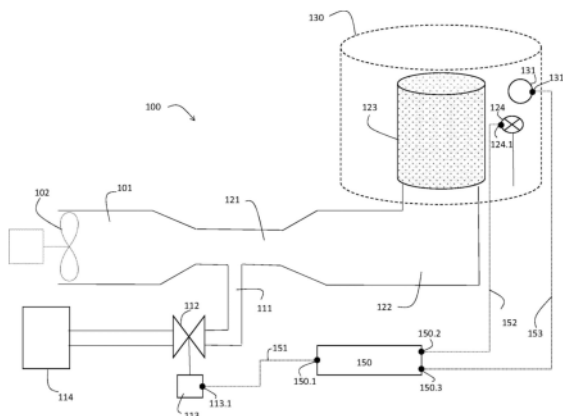
权利要求书3页 说明书16页 附图3页

(54) 发明名称

用于燃烧氢气的表面稳定完全预混气体预混燃烧器和启动这种燃烧器的方法

(57) 摘要

一种用于启动燃烧器的方法,其中供应包括可燃气体和空气的预混气体,其中所述可燃气体包括至少50体积%的氢气。所述方法包括以下步骤:在启动阶段期间:将具有第一λ值的预混气体供应到所述燃烧器表面,其中所述第一λ值至少为1.85,并且使用点燃源点燃所供应的具有所述第一λ值的预混气体。在预混气体点燃后的操作阶段期间:将具有第二λ值的预混气体供应到所述燃烧器表面,其中所述第一λ值大于所述第二λ值。包括燃烧器和加热设备的独立权利要求。



1. 一种用于启动燃烧器的方法,其中将包括可燃气体和空气的预混气体供应到所述燃烧器的燃烧器表面,其中

●所述可燃气体包括至少50体积%的氢气,

● λ 值定义为实际供应的空气量与预混气体的化学计量燃烧所需的空气量之间的比率,

●所述燃烧器是表面稳定完全预混气体预混燃烧器,

●所述燃烧器被构造成在最小负载与全负载之间进行调节,

其中所述方法包括以下步骤:

●在启动阶段期间:将具有第一 λ 值的预混气体供应到所述燃烧器表面,其中所述第一 λ 值至少为1.85,并且使用点燃源点燃所供应的具有所述第一 λ 值的预混气体,

●在预混气体点燃后的操作阶段期间:将具有第二 λ 值的预混气体供应到所述燃烧器表面,其中所述第一 λ 值大于所述第二 λ 值。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,通过控制由空气通道供应的空气量和/或由可燃气体通道供应的可燃气体量,在启动阶段期间控制 λ 值。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的方法,其中,所述燃烧器包括预混气体供应回路,所述预混气体供应回路包括:

●用于供应空气的空气通道,

●用于供应可燃气体的可燃气体通道,

●混合通道,所述混合通道用于将由所述空气通道供应的空气和由所述可燃气体通道供应的可燃气体混合成将被供应至所述燃烧器表面的预混气体,以及

●用于部分地阻塞所述可燃气体通道和/或所述空气通道的至少一个通道阻塞元件,

其中所述方法进一步包括以下步骤:

●在启动阶段期间:用所述至少一个通道阻塞元件部分地阻塞所述可燃气体通道,从而相对于所述操作阶段期间,在所述启动阶段期间向所述混合通道提供较少的可燃气体,和/或

●在操作阶段期间:用所述至少一个通道阻塞元件部分地阻塞所述空气通道,从而相对于所述操作阶段期间,在所述启动阶段期间向所述混合通道提供更多的空气。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中,所述至少一个通道阻塞元件在所述启动阶段期间布置在静置位置,其中,所述方法还包括在所述操作阶段期间致动所述通道阻塞元件以将所述通道阻塞元件布置在致动位置的步骤。

5. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述第一 λ 值大于2。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述第一 λ 值大于3。

7. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述第一 λ 值大于4。

8. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述第二 λ 值在1-2之间。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中,所述第二 λ 值在1.05-1.5之间。

10. 根据权利要求8所述的方法,其中,所述第二 λ 值在1.05-1.3之间。

11. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述第一 λ 值是所述第二 λ 值的至少1.5倍大。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述第一 λ 值是所述第二 λ 值的至少2倍大。

13. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述第一 λ 值是所述第二 λ 值的至少3倍大。

14. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述可燃气体包括至少95体积%的氢气。

15. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,启动阶段期间持续至少1秒。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中,启动阶段期间持续至少2秒。

17. 根据权利要求15所述的方法,其中,启动阶段期间持续至少3秒。

18. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述燃烧器在所述启动阶段以与所述操作阶段的期望负载不同的启动负载启动,其中,所述方法还包括在所述预混气体被点燃之后从所述启动阶段过渡到所述操作阶段的过渡阶段,其中,所述过渡阶段包括将所述负载改变为所述期望负载的步骤。

19. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述方法还包括在已经检测所供应的具有所述第一 λ 值的预混气体已经被点燃之后将所述点燃源保持在点燃状态长达持续点燃周期的步骤。

20. 一种用于燃烧包括至少50体积%氢气的可燃气体的燃烧器,其中所述燃烧器是表面稳定完全预混气体预混燃烧器,并且其中所述燃烧器被构造成在最小负载与全负载之间调节,

所述燃烧器包括:

● 燃烧器表面,

● 预混气体供应回路,包括

i. 用于供应空气的空气通道,

ii. 用于供应可燃气体的可燃气体通道,

iii. 混合通道,所述混合通道用于将由所述空气通道供应的空气和由所述可燃气体通道供应的可燃气体混合成将被供应到所述燃烧器表面的预混气体,其中 λ 值被定义为实际供应的空气量与所述预混气体的化学计量燃烧所需的空气量之间的比率,

● 点燃源,用于点燃供应到所述燃烧器表面的所述预混气体,

● 控制器,所述控制器被构造成用于通过控制由所述空气通道供应的空气量和/或由所述可燃气体通道供应的可燃气体的量来控制所供应的预混气体的 λ 值,其中所述控制器被构造成用于:

i. 在所述燃烧器的启动阶段期间供应具有第一 λ 值的预混气体,其中所述点燃源被构造成点燃所供应的具有所述第一 λ 值的预混气体,其中所述第一 λ 值至少为1.85,以及

ii. 在所述点燃源被构造成点燃所供应的具有第一 λ 值的预混气体之后,在所述燃烧器的操作阶段期间供应具有第二 λ 值的预混气体,其中所述第一 λ 值大于所述第二 λ 值。

21. 根据权利要求20所述的燃烧器,还包括至少一个通道阻塞元件,用于部分地阻塞所述可燃气体通道和/或所述空气通道,其中,所述控制器还被构造成控制所述至少一个通道阻塞元件,以在所述启动阶段期间部分地阻塞所述可燃气体通道和/或在所述操作阶段期间部分地阻塞所述空气通道。

22. 根据权利要求21所述的燃烧器,其中,所述至少一个通道阻塞元件具有致动位置和静置位置,其中,所述至少一个通道阻塞元件被构造成在所述操作阶段期间处于所述致动位置,而在所述启动阶段期间处于所述静置位置。

23. 根据权利要求21所述的燃烧器,其中,所述燃烧器除了所述至少一个通道阻塞元件之外还包括气体阀,其中所述气体阀布置在所述可燃气体通道中,其中所述气体阀具有关

闭位置和打开位置,在所述关闭位置中防止所述可燃气体流过所述可燃气体通道,在所述打开位置中所述可燃气体能够流过所述可燃气体通道。

24.根据权利要求21所述的燃烧器,其中,所述通道阻塞元件是阀。

25.根据权利要求20或21所述的燃烧器,还包括至少一个氧气传感器,所述氧气传感器被构造成测量表示由所述燃烧器产生的烟道气的氧气含量的值或表示供应到所述燃烧器表面的所述预混气体的氧气含量的值。

26.根据权利要求20或21所述的燃烧器,还包括至少一个火焰检测器,所述火焰检测器被构造成检测所供应的预混气体何时点燃和/或燃烧,并产生相应的火焰信号。

27.根据权利要求20或21所述的燃烧器,其中,所述燃烧器包括穿孔金属板,用于在所供应的预混气体燃烧时稳定火焰。

28.一种燃烧氢气的加热设备,包括根据权利要求20或21所述的燃烧器。

29.根据权利要求24所述的燃烧器,其中,所述阀是电子致动控制阀。

30.根据权利要求26所述的燃烧器,其中,所述控制器还被构造成在已经从所述检测器接收所述火焰信号之后控制所述预混气体以具有所述第二 λ 值。

用于燃烧氢气的表面稳定完全预混气体预混燃烧器和启动这种燃烧器的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于燃烧包括氢气的可燃气体的表面稳定完全预混气体预混燃烧器的领域,以及用于启动这种燃烧器的方法,以及包括这种燃烧器的设备。

背景技术

[0002] 众所周知,表面稳定预混合燃烧器用于在加热设备中,特别是在燃气加热设备中燃烧碳氢化合物气体,例如天然气、甲烷和丙烷气。它们在尺寸、发射和调节到不同负载(也称为调制)的能力方面提供益处。

[0003] 在具有表面稳定预混合燃烧器的燃气加热设备中控制可燃气体和空气的混合物的最常见方式是使用气动气体阀。在所述系统中,可燃气体和空气的比例由气体阀确定。例如,气体阀可以被偏置到关闭位置并且可以由于气动力而打开。所述力取决于空气的流动,并且在一定空气流量下气体阀的打开由气体阀的设计确定。这是一种主(空气)从(可燃气体)解决方案。还有其它可用的系统,例如控制阀。一些系统使用反馈回路来控制气体-空气比。

[0004] 大多数系统采用以下顺序来点燃可燃气体。启动风扇,并且在大多数情况下确定空气正在流动。然后通过燃烧器的燃烧器表面上产生火花或其它点燃源开始点燃序列。下一步是打开气体阀。如果可燃气体与空气的比率在一定范围内,则将发生点燃。

[0005] 近年来,由于二氧化碳的排放,天然气和丙烷气的使用受到批评。已经提出氢气作为替代燃料,特别是用于家用和工业加热设备。然而,氢或具有大量氢含量的气体燃料具有与传统碳氢化合物气体不同的燃烧行为,例如较高的火焰速度。不同的燃烧行为可能导致许多问题,例如火焰回火(flashback)。火焰回火是当火焰的上游传播部分传播回到燃烧器中时发生的情况,这可由高火焰速度引起。

[0006] 要求本申请人的申请号为EP 19162278的欧洲专利申请的优先权的国际专利申请W02020/182902公开了一种用于基于燃烧器的负载来调节空气与可燃气体的比率以减轻诸如回火的风险的方法。EP 19162278和W02020/182902在此引入作为参考。

[0007] 如果使用氢气作为燃料的系统按照上述顺序启动,并且由于任何原因延迟点燃,则包括氢气的混合物将充满燃烧室。测试已经表明,如果在燃烧室至少部分地填充氢气-空气混合物的情况下确实发生点燃,则可能存在可能损坏加热系统的部件的爆炸状燃烧。

[0008] 此外,已经建立标准以确保燃烧器的安全操作。在所述标准中,几个测试被描述为验收标准。例如,欧洲标准EN 15502-1燃气加热锅炉第1部分一般要求和试验,对于天然气和LPG,描述了几个试验。尽管此时没有氢作为燃料的标准,但预期类似于EN 15502-1中所述的安全测试将适用于使用除例如EN437中所述之外的其它气体的未来燃气加热锅炉。同样在欧洲之外,对于作为燃料的氢存在和/或期望开发类似的标准。

[0009] 当前标准中的测试之一是“延迟点燃测试”。在延迟点燃测试期间,在用点燃源点燃之前,可燃气体和空气首先被引入燃烧室一小段时间。这不应该导致损害或其它不希望

的副作用。然而,试验已经发现,当传统的燃烧器使用氢气作为燃料时,在所述试验过程中可能发生火焰回火。

发明内容

[0010] 本发明的目的是减轻上述缺点中的一个或多个,或者至少提供现有方法和燃烧器的替代方案。

[0011] 所述目的通过如本文所述的根据本发明的方法,燃烧器和氢气燃烧加热装置中的每一种来实现。

[0012] 本发明涉及一种用于启动燃烧器的方法,其中将包括可燃气体和空气的预混气体供应到所述燃烧器的燃烧器表面,其中

[0013] • 所述可燃气体包括至少50体积%的氢气,

[0014] • λ 值定义为实际供应的空气量与预混气体的化学计量燃烧所需的空气量之间的比率,

[0015] • 燃烧器优选是表面稳定完全预混气体预混燃烧器,

[0016] • 所述燃烧器优选地被构造成在最小负载与全负载之间进行调节。

[0017] 其中所述方法包括以下步骤

[0018] • 在启动阶段期间:将具有第一 λ 值的预混气体供应至所述燃烧器表面,其中优选地,所述第一 λ 值为至少1.85,并且使用点燃源点燃所供应的具有所述第一 λ 值的预混气体,

[0019] • 优选地,在预混气体被点燃之后的操作阶段期间:将具有第二 λ 值的预混气体供应到所述燃烧器表面,其中所述第一 λ 值大于所述第二 λ 值。

[0020] 本发明涉及一种用于启动燃烧器的方法。燃烧器优选是表面稳定完全预混气体预混燃烧器,其可以例如用于家庭和/或工业应用中的加热设备。在这种应用中,希望燃烧器能够在一定范围的负载下工作。例如,在家庭应用中,当居民用热水淋浴时所需的负载可能比保持住处温度所需的负载大得多。因此,燃烧器优选地被构造成在最小负载和全负载之间调节。被定义为满负载与最小负载之比的调制比可以例如是至少3、优选地大于4、更优选地大于5,更优选地大于7、更优选地大于10。例如,燃烧器的满负载可以是24kW,例如当燃烧器用于家用加热设备如锅炉时。

[0021] 根据本发明,将包括可燃气体的预混气体供应到燃烧器的燃烧器表面。可燃气体包括可以燃烧以提供热能的至少一种气体燃料,在本发明中,所述气体燃料是氢。应注意,在传统加热设备中使用的一些气体可包括少量的氢气;然而,在这些混合物中,燃烧行为实际上仍然完全由主要存在的碳氢化合物确定。已经发现,当可燃气体包括大量氢气时,与传统的碳氢化合物气体相比,燃烧行为显著改变。特别地,在本发明的上下文中,可燃气体包括至少50体积%的氢气。除了氢气之外,可燃气体可以例如包括添加剂,例如着色剂和增味剂,或氮气。在氢的生产过程中形成的一氧化碳或二氧化碳也可能存在。可燃气体还可以包括少量的碳氢化合物,例如甲烷或丙烷。这些碳氢化合物可以有意添加以降低可燃气体的价格,或者它们可以是存在于用于分配氢气的管道中的残余气体,所述管道先前用于分配所述碳氢化合物。可燃气体还可以包括少量的氧气,其因此可以影响燃烧需要添加的氧气或空气的量。它可以取决于附加化学品以什么浓度存在其中的所需氢气纯度。

[0022] 预混气体还包括空气。空气包括氧气,氧气是可点燃可燃气体所需的。通常,空气

取自燃烧器所处的环境,例如外部。一方面取决于可燃气体的组成,另一方面取决于空气的组成,需要一定量的空气用于预混气体的化学计量燃烧。然而,实际上,预混气体包括的空气的实际量将与其不同。传统上,对于碳氢化合物气体,提供少量过量的空气,以避免可能导致一氧化碳的不完全燃烧。 λ 值定义为实际供应的空气量与预混气体的化学计量燃烧所需的空气量之间的比率。因此, λ 值表示过量的空气。

[0023] 根据本发明,所述方法包括在启动阶段期间向燃烧器表面供应具有第一 λ 值的预混气体的第一步。在启动阶段期间,使用点燃源点燃所供应的具有第一 λ 值的预混气体。

[0024] 应注意,在一些实施方式中,在供应具有第一 λ 值的预混气体之前,点燃源可能已经被激活,例如火花。此外,在一些实施方式中,可以首先将空气供应到燃烧器表面,然后激活点燃源,然后将可燃气体供应到预混气体,然后将具有第一 λ 值的所述预混气体供应到燃烧器表面。

[0025] 所述方法优选地还包括以下步骤:在预混气体被点燃之后的操作阶段期间,将具有第二 λ 值的预混气体供应到燃烧器表面。根据本发明,第一 λ 值大于第二 λ 值。

[0026] 在启动阶段和操作阶段之间产生差异。启动阶段包括供应具有第一 λ 值的预混气体和点燃所述供应的预混气体。应当注意,相对于操作阶段,燃烧器可以在启动阶段被调节到不同的负载。即使在启动阶段和/或操作阶段本身,也可以将燃烧器调节到不同的负载。在这种情况下,第一和/或第二 λ 值可能不是恒定的。

[0027] 本发明要求最初,在启动阶段期间,供应到燃烧器表面的预混气体包括相对大量过量的空气。本发明人已经发现,当预混气体包括更多空气时,火焰速度降低,并且同样地,火焰回火的风险也降低。此外,已经发现,在点燃存在的具有第一 λ 值的预混气体之后,可以在操作阶段期间供应具有较低 λ 值的预混气体。由于不再存在或至少存在较少的累积预混气体,因此降低火焰回火的风险。

[0028] 本发明的另一个优点是减少由于再循环引起的回火的机会。当出口气体被吸入燃烧器的入口,例如进入风扇的入口时,发生再循环。实际上,再循环可以例如在锅炉系统的出口和入口彼此靠近地布置时发生,例如在建筑物的屋顶上。某些天气条件如强风可增加再循环。当再循环发生时,由风扇提供的空气包括较少的氧气。另外,在可燃气体被点燃之前的启动阶段期间,未燃烧的可燃气体也可以被再循环。结果,供应到燃烧器表面的预混气体中的氧气与可燃气体的比率减小,即实际 λ 值减小。通过将启动阶段期间的 λ 值控制得更高,减少回火的机会。

[0029] 有利地,可以可选地减少过量空气,使得可以选择操作阶段期间的第二 λ 值,从而改善其他特性,例如效率。第一 λ 值优选为至少1.85。已经发现这是具有满意结果的实际下限。应该注意的是,传统的碳氢化合物如甲烷在 λ 值为1.85或更大时不会燃烧,或燃烧得很差。

[0030] 可以在启动阶段期间和可选的操作阶段期间控制 λ 值。 λ 值可以例如通过控制由空气通道供应的空气量和/或由可燃气体通道供应的可燃气体量来控制,例如通过使用控制器。这里将详细描述控制 λ 值的几种实际方式。

[0031] 在一种实施方式中,燃烧器包括预混气体供应回路,所述预混气体供应回路包括:用于供应空气的空气通道;用于供应可燃气体的可燃气体通道;混合通道,用于将由所述空气通道供应的空气和由所述可燃气体通道供应的可燃气体混合到将被供应到所述燃烧器

表面的所述预混气体中;以及至少一个通道阻塞元件,用于部分地阻塞所述可燃气体通道和/或所述空气通道。在所述实施方式中,所述方法进一步包括以下步骤:在启动阶段期间:用所述至少一个通道阻塞元件部分地阻塞所述可燃气体通道,从而相对于所述操作阶段期间,在所述启动阶段期间向所述混合通道提供较少的可燃气体;和/或在操作阶段期间:用所述至少一个通道阻塞元件部分地阻塞所述空气通道,从而相对于所述操作阶段期间,在所述启动阶段期间向所述混合通道提供更多的空气。

[0032] 在所述实施方式中,通道阻塞元件用于阻塞可燃气体通道和/或空气通道,使得较少可燃气体和/或空气分别供应到预混气体。这样, λ 值可以例如从第一 λ 值调整到第二 λ 值。通道阻塞元件可以以多种方式实施,下面将更详细地解释其中的几种。

[0033] 在一种实施方式中,所述至少一个通道阻塞元件在启动阶段期间布置静置位置。在所述实施方式中,所述方法还包括在操作阶段期间致动通道阻塞元件以将通道阻塞元件布置在致动位置的步骤。

[0034] 因此,通道阻塞元件的静置位置对应于启动阶段。需要主动致动通道阻塞元件的步骤来实现降低第二 λ 值。在其中所述致动步骤不能完成的故障的情况下,预混气体在操作阶段期间将仍然具有第一 λ 值,这可能导致不令人满意的效率。然而,故障不会影响启动阶段期间的第二 λ 值。通道阻塞元件同样是故障安全(fail-safe)的。

[0035] 在一种实施方式中,第一 λ 值大于1.9,优选地大于2,例如在2-5之间,优选地大于3,例如在3-5之间,更优选地大于4,例如在4-5之间。第一 λ 值越大,当点燃具有第一 λ 值的预混气体时火焰回火的机会越小。然而,如果第一 λ 值太大,则可能发生预混气体不燃烧,因为存在太少的可燃气体。此外,燃烧器的效率会随着第一 λ 值的增加而降低。试验表明合适的上限是7,优选6,更优选5。例如,第一 λ 值可以在2-7,2-6,3-7,3-6,4-7或4-6之间。

[0036] 在一种实施方式中,第二 λ 值在1和2之间,优选在1.05和1.5之间,更优选在1.05和1.3之间。可选地,第二 λ 值是满负载时的 λ 值。这些已经表明对于安全,有效的操作是合适的 λ 值。尽管理论上所需的空气量对应于 λ 值为1,但优选在操作阶段期间提供少量过量的空气。这使得火焰速度稍低,并且还提供缓冲器以避免在空气包括比正常少的氧气的情况下不完全燃烧,例如由于天气条件或燃烧器在具有怠速空气(idle air)的位置上,或当可燃气体包括不同于预期条件的成分时。不完全燃烧导致较低的效率,因为在可燃气体中使用较少的能量。如果废气中可燃气体的浓度太高,不完全燃烧也可能引起安全问题,因为这可能在不希望的位置进一步下游引起爆炸或着火。此外,降低 λ 值也可导致废气中NO_x的增加。

[0037] 在一种实施方式中,第一 λ 值是第二 λ 值的至少1.5倍大,优选至少2倍大,例如至少3倍大。已经发现,这些是可以获得满意结果的实际第一 λ 值。

[0038] 在一种实施方式中,可燃气体包括至少75体积%的氢气,优选至少80体积%的氢气,更优选至少95体积%或至少98体积%的氢气。由于可燃气体包括更多的氢,因此与使用氢作为燃料相关的优点增加。然而,同时,火焰速度和火焰回火的风险增加,使得本发明更加有利。

[0039] 在一种实施方式中,启动阶段持续至少1秒,优选至少2秒,甚至更优选至少3秒,例如3-6秒。优选地,启动阶段足够长,从而确保所供应的预混气体被点燃。因此,在点燃源已经被激活之后,启动阶段可以至少持续一点点,例如1-2秒。启动阶段还可以在火焰探测器检测到火焰之后至少持续一点点,例如1-2秒。这确保具有第一 λ 值的预混气体在操作阶段

期间开始之前被点燃。在使用火焰检测器的情况下,在点燃源已经被激活以检测火焰之后,还可能花费一些时间,例如1-2秒。在燃烧器被启动用于延迟点燃测试的情况下,标准EN15502-1规定启动阶段可以持续长达10秒。在没有点燃具有第一 λ 值的预混气体的情况下,例如当没有检测到火焰时,例如在预定时间之后,例如对应于根据EN 15502的安全时间,可以中断燃烧器的启动。可选地,在所述中止之后,可以重新开始根据本发明的方法。

[0040] 在一种实施方式中,所述方法包括在启动期间将风扇设置为高负载的步骤,例如大于全负载的每分钟转数RPM的80%,例如大于全负载的RPM的90%,例如大于全负载的RPM的95%,例如在全负载时。

[0041] 所述实施方式的优点可以从居民希望在其包括燃烧器的锅炉关闭时进行热淋浴的例子中理解到。为了足够地加热用于淋浴的水,希望燃烧器满负载。然而,在传统的燃烧器中,燃烧器必须以较低的负载启动,例如负载的25-40%。只有在燃烧开始之后,燃烧器才可以通过调节风扇速度而缓慢地增加到满负载。然而,这需要几秒钟,例如因为当风扇的流量增加时必须确保预混气体的安全和正确混合。根据本发明的另一方面,在启动阶段期间提供更多的空气。因此,可以在将可燃气体添加到预混气体之前将风扇设置在高负载,这可以更快完成。一旦燃烧已经开始,可燃气体的量可以在操作阶段被调整,并且燃烧器在期望的高或满负载下更快。因此,当应用根据本实施方式的方法时,居民在其淋浴中较快地获得热水。

[0042] 在一种实施方式中,第二 λ 值随负载而变。这在国际专利申请W02020/182902中进行了详细描述,所述申请要求本申请人的申请号为EP 19162278的欧洲专利申请的优先权。EP 19162278和W02020/182902在此引入作为参考。如EP 19162278和W02020/182902中所解释的,最小负载时的 λ 值可以比全负载时高至少20%,并且可选地,平均负载时的 λ 值可以比全负载时高小于10%。通常,燃烧器将在调节范围内的负载下启动。根据本发明,当燃烧器在所述负载下启动时,在任何给定负载下的第一 λ 值高于在所述负载下的第二 λ 值。然而,在一些实施方式中,燃烧器可以在低于最小负载的负载下启动,尽管这受到减小的最小负载的限制。在所述减小的最小负载之下,不可能确定发生了点燃,或者不可能维持稳定的燃烧。另一方面,在满负载以上,也不可能确定发生了点燃,因为与火焰检测传感器相比,穿过燃烧器表面的预混气体的增加的速度可能导致火焰更远离燃烧器表面。

[0043] 在一种实施方式中,第二 λ 值被定义为在燃烧器启动的相同负载下操作期间的 λ 值。

[0044] 在一种实施方式中,第二 λ 值被定义为在燃烧器满负载操作期间的 λ 值。

[0045] 在一种实施方式中,燃烧器在与操作阶段的期望负载不同的启动阶段的启动负载下启动,其中所述方法还包括在预混气体已经被点燃之后从启动阶段过渡到操作阶段的过渡阶段,其中过渡阶段包括将负载改变到期望负载的步骤。

[0046] 例如,实际上,可以在操作阶段期间将预定的第二 λ 值存储在用于每个负载的存储器中。所述第二 λ 值可以随负载而不同。根据本发明,如果燃烧器在启动负载下启动,则如果操作阶段的负载等于所述启动负载,则第一 λ 值将大于对应于启动负载的第二 λ 值。然而,有可能的是,燃烧器通常在启动负载下启动,所述启动负载可以例如是相对低的负载,而与在操作阶段实际需要的期望负载无关。在操作阶段的期望负载不同于燃烧器在启动阶段启动时的启动负载的情况下,在预混气体已经被点燃之后,可以存在从启动阶段过渡到操作阶

段的过渡阶段。

[0047] 在第一实施方式中,过渡阶段包括:如果操作阶段的负载等于启动负载则将供应的预混气体的 λ 值改变为与所述启动负载相关联的第二 λ 值的步骤;以及随后将负载改变为期望负载并将 λ 值改变为与所述期望负载相关联的第二 λ 值的步骤。

[0048] 在第二实施方式中,过渡阶段包括以下步骤:将负载改变为期望负载,同时将所供应的预混气体的 λ 值保持在第一 λ 值,然后将 λ 值改变为与期望负载相关联的第二 λ 值。

[0049] 在第三实施方式中,过渡阶段包括同时将负载改变为期望负载和将供应的预混气体的 λ 值改变为与期望负载相关的第二 λ 值的步骤。

[0050] 在期望负载大于启动负载的情况下,过渡阶段期间的第一和第三实施方式可以是优选的,因为在第二实施方式中,风扇可能不能在较高的期望负载下提供第一 λ 值。

[0051] 注意到,在期望负载小于启动负载的情况下,与期望负载相关联的第二 λ 值实际上可以大于燃烧器在启动负载下启动时的第一 λ 值。然而,根据本发明的优选实施方式,如果操作阶段的负载等于所述启动负载,则燃烧器启动时的第一 λ 值大于与启动负载相关联的第二 λ 值。

[0052] 在一种实施方式中,第一 λ 值低于吹出值 (blow-off value)。吹出值是 λ 值,在所述 λ 值处,相对于预混气体中的空气,存在如此少的可燃气体,使得燃烧器表面处的任何火焰被预混气体吹出,因为不存在足够的可燃气体来保持火焰燃烧。

[0053] 在一种实施方式中,第一 λ 值使得预混气体中可燃气体的浓度低于可燃性上限 (也称为UFL),和/或高于可燃性下限 (也称为LFL)。应注意,可燃性下限和可燃性上限由可燃气体的组成确定,但也取决于诸如温度和压力的因素。在UFL之上,预混气体可能过浓而不能燃烧,在LFL之下,预混气体可能过稀而不能燃烧。

[0054] 在一种实施方式中,当所述风扇满负载时,第一 λ 值对应于低于由风扇提供的空气量的空气量。

[0055] 在一种实施方式中,第一 λ 值使得预混气体中可燃气体的浓度低于爆炸下限 (也称为LEL),这意味着第一 λ 值应当高于与LEL对应的 λ 值。优选控制第一 λ 值与爆炸下限相差大于预定安全界限,例如安全界限为1.2或1.5倍。这确保了安全启动,即使当空气或可燃气体的实际组成不同于预期时。应当注意,对于许多气体,LEL和LFL是对应的,但是对于含氢气的气体,这是不相同的。对于含氢气的气体,存在预混气体可燃但不会爆炸的浓度范围,这是启动阶段的优选范围。所述范围取决于温度、压力、可燃气体中可能的其它组分以及混合。对于纯氢气,当预混气体包括4-17体积%的氢气时,浓度在LFL和LEL之间。

[0056] 在一种实施方式中,所述方法还包括在已经检测所供应的具有第一 λ 值的预混气体已经被点燃之后将点燃源保持在点燃状态长达点燃周期的步骤。点燃状态对应于点燃源执行的用于点燃预混气体的动作。例如,点燃源可以在点燃状态期间保持火花。例如,当点燃源是电热塞或热表面点燃器时,提供给它的电流可以保持在使点燃源在使预混气体点燃的温度下发热的水平。点燃周期例如可以是预定周期,例如1秒,2秒或5秒。点燃周期可以例如与启动阶段的结束周期,和/或操作阶段的开始周期,和/或启动阶段与操作阶段之间的过渡阶段期间重叠,其中 λ 值适于朝向第二 λ 值调整,和/或负载适于从启动负载调整到期望负载。在各种实施方式中,燃烧器在启动阶段以不同于操作阶段的期望负载的启动负载启动,其中点燃源保持在点燃状态,直到燃烧器已经被调节到期望负载和/或与期望负载相关

联的第二 λ 值。

[0057] 所述实施方式允许在例如燃烧器内部或燃烧室中存在积聚的预混气体的情况下，所述积聚的预混气体由点燃源点燃。预混气体的积聚可以例如在火焰已经快速地远离例如燃烧器表面移动而没有燃烧存在的所有气体时发生。例如在火焰速度改变之后，积聚的气体可能引起意外的和/或不希望的火焰行为，这可能例如在燃烧器被调节到不同负载时发生。通过点燃和燃烧累积的气体，所述实施方式避免了所述的意外的和/或不希望的行为，并因此进一步降低了例如火焰回火的风险。注意，在所述实施方式中，如果点燃源是电热塞或热表面点燃器，特别是当使用火花点燃器的火花不利地影响火焰检测的火焰检测器时，可能是有利的。还可以停止点燃源，例如火花点燃，以便检测火焰，并且在检测到火焰之后开始点燃周期。

[0058] 本发明还涉及一种被构造成执行根据本发明的方法的燃烧器。优选地，所述燃烧器是表面稳定完全预混气体预混燃烧器。任选地，所述燃烧器也根据下文所述的燃烧器。

[0059] 本发明还涉及一种如下所述的燃烧器。根据本发明的方法可以用所述燃烧器执行；然而，所述方法和燃烧器都不限于此。然而，当参考燃烧器提及时，参考根据本发明的方法解释的特征和定义可以类似地解释，反之亦然。此外，参考根据本发明的方法解释的特征和/或实施方式可以被添加到根据本发明的燃烧器以实现类似的优点，反之亦然。

[0060] 本发明涉及一种用于燃烧包括至少50体积%氢气的可燃气体的燃烧器，其中所述燃烧器优选是表面稳定完全预混气体预混燃烧器，并且其中所述燃烧器优选被构造成在最小负载与全负载之间调节，

[0061] 所述燃烧器包括

[0062] • 燃烧器表面，

[0063] • 预混气体供应回路，包括：

[0064] i. 用于供应空气的空气通道，

[0065] ii. 用于供应可燃气体的可燃气体通道，

[0066] iii. 混合通道，所述混合通道用于将由所述空气通道供应的空气和由所述可燃气体通道供应的可燃气体混合成将被供应到所述燃烧器表面的预混气体，其中 λ 值被定义为实际供应的空气量与所述预混气体的化学计量燃烧所需的空气量之间的比率，

[0067] • 点燃源，用于点燃供应到所述燃烧器表面的所述预混气体，

[0068] • 控制器，所述控制器被构造成用于通过控制由所述空气通道供应的空气量和/或由所述可燃气体通道供应的燃气体的量来控制所供应的预混气体的 λ 值，其中所述控制器被构造成用于：

[0069] i. 在所述燃烧器的启动阶段期间供应具有第一 λ 值的预混气体，其中所述点燃源被构造成点燃所供应的具有所述第一 λ 值的预混气体，其中所述第一 λ 值优选为至少1.85，以及

[0070] ii. 优选地，在所述点燃源被构造成点燃所供应的具有第一 λ 值的预混气体之后，在所述燃烧器的操作阶段期间供应具有第二 λ 值的预混气体，其中所述第一 λ 值大于所述第二 λ 值。

[0071] 根据本发明的燃烧器优选是表面稳定完全预混气体预混燃烧器。在此上下文中，表面稳定应被解释为在正常操作期间，火焰旨在位于燃烧器表面上或靠近燃烧器表面。在

本文中,完全预混气体应解释为(基本上)在预混气体到达燃烧器表面之前加入所有空气。这不同于例如其中可燃气体和空气在燃烧器表面处相遇的喷嘴混合系统,或其中部分空气在气体到达燃烧器表面之前添加且部分空气直接供应到燃烧器表面的部分预混合系统。

[0072] 燃烧器适于燃烧包括至少50体积%氢气的可燃气体,并且可在最小负载和全负载之间调节。满负载取决于预期的应用,例如用于单个家庭,多个家庭如公寓大楼,或工业。满负载的例子可以是例如20kW、24kW、30-40kW、90-150kW、200-300kW、2200-3000kW。

[0073] 根据本发明的燃烧器包括预混气体供应回路、燃烧器表面和点燃源。预混气体由预混气体供给回路供给到燃烧器表面。燃烧器表面可以例如包括开口或穿孔,例如圆形或细长形,预混气体可以通过开口或穿孔流入例如燃烧室中。点燃源布置在燃烧器附近,例如在燃烧室中。点燃源被构造成点燃预混气体,使得预混气体燃烧和/或开始燃烧。点燃源例如可以是火花点燃器、电热塞或热表面点燃器。一旦预混气体体被点燃,就存在火焰。只要存在火焰,供应到燃烧器表面的预混气体通常将一旦到达火焰就点燃。理想地,在操作阶段期间,火焰存在于燃烧器表面上。燃烧器表面可以具有任何合适的形状,例如圆形、弯曲的或扁平的。

[0074] 预混气体供应回路包括空气通道、可燃气体通道和混合通道。在混合通道中,由空气通道供应的空气和由可燃气体通道供应的可燃气体混合到预混气体中。混合可以通过流动自然地实现,或者可选地借助于诸如风扇的混合元件实现。空气通道可以例如通过吸入口连接到环境空气,用于提供空气,空气可以例如通过风扇供应到混合通道中。所述风扇可设置在混合通道的上游或下游。通常,所需的空气体积大于所需的可燃气体体积。因此,空气通道可以大于可燃气体通道。优选地,至少部分地通过使用文丘里效应将可燃气体供应到混合通道。这可以例如通过在可燃气体通道连接到空气通道的位置处为空气通道提供变窄或较窄的部分来实现。所述变窄或较窄的部分将导致空气流速的局部增加,从而减小压力并对可燃气体施加吸力。

[0075] 根据本发明,燃烧器还包括控制器。控制器被构造成控制所供应的预混气体的 λ 值。控制器可以被构造成以多种方式来实现这一点,下面将进一步详细描述其几个实施方式。通常,控制器被构造成通过控制由空气通道供应的空气量和/或由可燃气体通道供应的可燃气体量来控制 λ 值。

[0076] 根据本发明,控制器被构造成使得在启动阶段期间,具有第一 λ 值的预混气体被供应到燃烧器表面,并且所供应的预混气体由点燃源点燃。只有在点燃所供应的具有第一 λ 值的预混气体之后,控制器才控制 λ 值,使得在操作阶段期间供应具有第二 λ 值的预混气体。根据本发明,第一 λ 值大于第二 λ 值,并且优选地,第一 λ 值至少为1.85。这样,实现了与根据本发明的方法相关联的相同优点。

[0077] 在一种实施方式中,燃烧器还包括至少一个通道阻塞元件,用于部分地阻塞可燃气体通道和/或空气通道。控制器还被构造成控制至少一个通道阻塞元件,以在启动阶段期间部分地阻塞可燃气体通道和/或在操作阶段期间部分地阻塞空气通道。

[0078] 通道阻塞元件可以以各种方式实施,下面将更详细地解释其中的几种。通过部分地阻塞可燃气体通道或空气通道,较少可燃气体或空气将分别进入混合通道。通过在启动阶段期间阻塞气体通道和/或在操作阶段期间阻塞空气通道,可以实现第一 λ 值大于第二 λ 值。

[0079] 通常,通道阻塞元件优选地具有至少第一位置,在所述第一位置中,通道阻塞元件通过布置在所述相应通道中而部分地阻塞可燃气体通道或空气通道。其还具有第二位置,在所述第二位置中,其或者不布置在相应的通道中,或者至少较少地阻塞相应的通道。可选地,在第二位置或在另外的第三位置,通道阻塞元件阻塞相应的另一通道。

[0080] 在一种实施方式中,所述至少一个通道阻塞元件具有致动位置和静置位置,其中,所述至少一个通道阻塞元件被构造成在操作阶段期间处于致动位置,而在启动阶段期间处于静置位置。

[0081] 因此,通道阻塞元件的静置位置对应于启动阶段期间。需要主动致动通道阻塞元件的步骤来实现降低第二 λ 值。在不能完成所述致动步骤的故障的情况下,预混气体在操作阶段期间将仍然具有第一 λ 值,这可能导致不令人满意的效率。然而,故障不会影响启动阶段期间的第二 λ 值。通道阻塞元件同样是故障安全的。

[0082] 静置位置是否对应于第一位置或第二位置取决于通道阻塞元件是布置在可燃气体通道中还是空气通道中。

[0083] 在一种实施方式中,至少一个通道阻塞元件被构造成由气动、液压、磁性或机械力致动,以阻塞可燃气体通道和/或空气通道。

[0084] 在一种实施方式中,燃烧器除了包括至少一个通道阻塞元件之外还包括气体阀,其中气体阀布置在可燃气体通道中,其中所述气体阀具有关闭位置和打开位置,在关闭位置,可燃气体被阻止流过可燃气体通道,在打开位置,可燃气体能够流过可燃气体通道。应当注意,在所述实施方式中,气体阀和通道阻塞元件都存在,即作为单独的部件。气体阀设置在可燃气体通道中,通道阻塞元件可设置在可燃气体通道或空气通道中。可选地,控制器被构造为控制气体阀。

[0085] 所述实施方式的优点在于,可使用气体阀打开或关闭可燃气体通道,而与通道阻塞元件无关。因此功能被去耦。另外,可以用更简单或更便宜的结构来实施气体阀,例如气动气体阀。

[0086] 在一些实施方式中,气体阀可以是控制阀,例如电子致动控制阀,气动致动控制阀或液压致动控制阀。在其它实施方式中,气体阀是气动气体阀,优选地是主-从关系的一部分,其中空气通道中的气流是主气流。例如,所述气动气体阀可以被偏置到关闭位置并且由于气动力而打开,其中所述力取决于空气的流动。气动气体阀在一定空气流量下的开度可由气动气体阀的设计确定。在所述系统中,可燃气体和空气的比例由气动气体阀的设计确定。

[0087] 任选地,气动气体阀被设计成具有负偏移,这意味着在气动气体阀可以打开之前必须存在预定阈值的气流或负压。这避免了当没有空气流时存在不希望的可燃气体流,否则当存在由其它原因引起的负压时,例如下游的吸力,所述气流可能例如由气动气体阀的打开引起。这种不希望的可燃气体流可能导致废气是可燃的,这出于安全原因是不希望的。

[0088] 在一种实施方式中,至少一个通道阻塞元件是阀,例如电子致动控制阀、气动致动控制阀或液压致动控制阀。这允许精确地控制供应到混合通道的可燃气体和/或空气的体积,并因此控制预混气体的 λ 值。

[0089] 在另一种实施方式中,至少一个阻塞元件中的至少一个对应于布置在可燃气体通道中的气体阀,其中所述气体阀具有关闭位置和打开位置,在关闭位置中,可燃气体被阻止

流过可燃气体通道,在打开位置中,可燃气体能够流过可燃气体通道。

[0090] 在一种实施方式中,燃烧器还包括至少一个氧气传感器,所述氧气传感器被构造成测量表示由燃烧器产生的烟气的氧气含量的值或表示供应到燃烧器表面的预混气体的氧气含量的值。测量值可以表示供应的预混气体的 λ 值。控制器可以被构造为基于测量值控制 λ 值。

[0091] 在一种实施方式中,燃烧器还包括至少一个火焰检测器,所述火焰检测器被构造成检测所供应的预混气体何时点燃和/或燃烧,并产生相应的火焰信号,其中优选地,控制器还被构造成在已经从检测器接收到火焰信号之后控制预混气体以具有第二 λ 值。如果在所供应的具有第一 λ 值的预混气体尚未点燃时供应具有第二 λ 值的预混气体,则具有第一 λ 值和第二 λ 值的预混气体将混合。这可能导致产生具有会带来火焰回火风险的 λ 值的气体。本实施方式减轻了这种风险。在另一实施方式中,控制器可被构造成在预定时间(例如2,5或10秒)之后没有检测到预混气体的任何点燃或燃烧,则停止供应预混气体。

[0092] 在一种实施方式中,燃烧器包括穿孔金属板,用于在供应的预混气体燃烧时稳定火焰。所述穿孔金属板可以对应于燃烧器表面,但所述穿孔金属板也可以设置在燃烧器表面的内侧,在这种情况下,穿孔金属板有时也称为分配器或压力分配器。在一种实施方式中,所述穿孔金属板根据本申请人的以下申请中示出的一个或多个实施方式来实施,所述申请通过引用结合在此:W02011/069839、W02009/077505或W002/44618。

[0093] 在一种实施方式中,燃烧器包括具有空气阀的第二空气通道。空气阀具有第一位置和第二位置,在第一位置,空气能够以第一流速经由第二空气通道供给到预混气体,在第二位置,空气能够以第二流速经由第二空气通道供给到预混气体。第二流速可以小于或大于第一流速,并且可选地第二流速接近零。控制器还被构造成在启动阶段期间控制空气阀处于第一位置,并且在操作阶段期间控制空气阀处于第二位置。空气阀优选地偏置到第一位置。

[0094] 在一种实施方式中,燃烧器包括具有第二可燃气体阀的第二可燃气体通道。第二可燃气体阀具有第一位置和第二位置,在第一位置中,可燃气体可以第一流速经由第二可燃气体通道供应到预混气体,在第二位置中,可燃气体可以第二流速经由第二可燃气体通道供应到预混气体。第二流速可以小于或大于第一流速,并且可选地第二流速为零。控制器还被构造成在启动阶段期间控制第二可燃气体阀处于第二位置,并在操作阶段期间控制第二可燃气体阀处于第一位置。第二可燃气体阀优选地偏置到第二位置。

[0095] 在一种实施方式中,控制器可以进一步被构造成在最小负载和全负载之间调节燃烧器。为此,控制器可以例如控制风扇,和/或气体阀,和/或一个或多个通道阻塞元件。

[0096] 在一种实施方式中,燃烧器可以进一步包括燃烧室,其中布置有例如点燃源,和/或氧气传感器,和/或火焰检测器。

[0097] 在一种实施方式中,燃烧器还可包括风扇,并且可选地,控制器被构造成控制风扇。

[0098] 本发明还涉及包括根据本发明的燃烧器的氢气燃烧加热设备。加热装置可以例如用于家庭或工业应用,例如用于锅炉。

[0099] 现在将参照以下附图通过示例描述本发明,其中不同附图中的相同附图标记表示相同的特征。然而,应当注意,附图仅仅是其中组合了几个可选特征的示例。本发明不限于

图中所示的内容。

附图说明

- [0100] 图1示出了根据本发明第一实施方式的燃烧器；
- [0101] 图2示出了作为时间函数的 λ 值的示例；
- [0102] 图3示出了在可选实施方式中当决定第一 λ 值和/或第二 λ 值时可以考虑的几个因素；
- [0103] 图4示出了根据本发明的燃烧器的第二实施方式；
- [0104] 图5示出了根据本发明的燃烧器的第三实施方式；
- [0105] 图6示意性地示出了根据本发明的可能实施方式的用于启动燃烧器的方法的步骤。

具体实施方式

[0106] 图1示意性地示出了本发明第一实施方式的燃烧器100。燃烧器100优选为表面稳定完全预混气体预混燃烧器,其可在最小负载和全负载之间调节。燃烧器100包括燃烧器表面123,预混气体通过预混气体供应回路供应到燃烧器表面123。在所示示例中,燃烧器表面123包括穿孔,预混气体通过所述穿孔流入燃烧室130。燃烧室130例如可以是加热设备的一部分,其中特别是水被加热。还提供点燃源124用于点燃供应的预混气体。在所示的实施方式中,燃烧器表面123示意性地示出为圆形。然而,实际上燃烧器表面123可以具有任何合适的形状,例如圆形、弯曲的或扁平的。燃烧器表面123的形状可取决于燃烧室130的形状,和/或反之亦然。

[0107] 预混气体包括可燃气体和空气。因此,预混气体供应回路包括可燃气体通道111,所述可燃气体通道111连接到可燃气体供应114。所示实例中的可燃气体供应源114是罐,但其它选择包括类似于已知用于在市政或工业区域中分配传统碳氢化合物气体(例如甲烷)的分配网络的分配网络。在本发明的上下文中,可燃气体包括至少50体积%的氢气,在一些实施方式中至少80%,至少95%或至少98%。

[0108] 在可燃气体通道111中设有气体阀112,利用所述气体阀可以调节流过可燃气体通道111的可燃气体的量。在所示示例中,气体阀112是由电子致动器113控制的电子致动控制阀。然而,还已知将气体阀112设计成基于气动力打开。例如,气体阀112可以通过弹簧力偏压到关闭位置,但是当气体阀112下游的负压由空气流产生时,气体阀112自动打开以允许所需量的可燃气体通过。

[0109] 为了能够点燃可燃气体,需要氧气。在本发明中,空气用于供应所述氧气。因此,预混气体供应回路包括用于提供空气的空气通道101。优选地,设置风扇102用于提供空气流。尽管在所示实例中,风扇102设置在空气通道101和可燃气体通道111相交的位置的上游,但在一些实施方式中,风扇102可设置在所述位置的下游。还可以可选地在多个位置上布置多个风扇。空气通道101还在上游连接到空气供应源(未示出)。通常,空气供应仅是环境空气。例如,空气通道101可以例如通过壁中的孔连接到外部空气,并且风扇102提供用于将空气吸入到空气通道101中的吸力。

[0110] 图1还示出了可选的空气通道101包括较窄部分121,即比空气通道101的更上游部

分更窄。空气的流速在较窄部分中增加,因此压力降低,如Bernoulli原理所述。可燃气体通道111连接到所述较窄部分121。由于空气的压力降低,产生了文氏效应,因为在可燃气体上提供了吸力,导致可燃气体和空气的混合改善。

[0111] 预混气体供应回路还包括混合通道122。在混合通道122中,由空气通道101供应的空气和由可燃气体通道111供应的可燃气体变成预混气体以供应到燃烧器表面123。基于可燃气体的组成,可燃气体的完全燃烧需要一定量的氧气。基于空气的组成,所需空气的量可以从所需氧气的量得到。由于在实践中,空气量将不同于此, λ 值被定义为实际供应的空气量与预混气体的化学计量燃烧所需的空气量之间的比率。

[0112] 通常,燃烧器100按照以下过程启动。首先,启动风扇102,使得空气流过空气通道101。然后,点燃源124启动,但是由于还没有可燃气体,因此不会有任何燃烧。此后,气体阀112打开,使得可燃气体可在可燃气体通道111中流动。可燃气体和空气在混合通道122中混合,预混气体通过燃烧器表面123的穿孔进入燃烧室130。仍然被激活的点燃源124点燃所供应的预混气体,并且燃烧室130中存在燃烧和火焰。

[0113] 然而,如果存在例如点燃源124的故障或失效,则可能不存在所供应的预混气体的立即燃烧。因此,包括可燃气体的预混气体将积聚在燃烧室130中。在延迟点燃测试期间将发生相同情况。试验已经表明,在可燃气体包括大量氢的情况下,如果在点燃一定量时间之后积累的预混气体,则会出现几个问题。这些问题可导致不希望的损害和/或危险。例如,可以发生火焰回火,即火焰可以通过燃烧器表面123向后传播。在燃烧室130中也可能发生爆炸。

[0114] 与操作阶段期间相比,本发明通过在启动阶段期间提供额外过量的空气而提供解决方案。在图2中示出了作为时间函数的 λ 值的示例。可以看出, λ 值在第一秒和第六秒之间为4。注意,最初仅启动风扇以提供空气,并且在1秒之后添加可燃气体。在第八秒之后,所示示例中的 λ 值约为1.3,尽管确切的 λ 值可能取决于负载。测试表明,在启动阶段期间增加的 λ 值减少了上述问题。还要注意,启动阶段的负载可以不同于操作阶段的负载。在从启动阶段到操作阶段的过渡期间,其在图2中对应于时间周期6-8秒,风扇也可适于提供不同的流量。

[0115] 参考图1,将进一步详细说明本发明的实现的实施方式。燃烧器100包括控制器150。控制器150被构造成控制所供应的预混气体的 λ 值。在所示的例子中,控制器150通过控制气体阀112来做到这一点。特别地,控制器150具有输出端150.1,用于向气体阀112的致动器113的输入端113.1发送控制信号151。通过控制气体阀112的位置,控制进入混合通道122的可燃气体的量,并因此控制空气与可燃气体的比率和 λ 值。然而,应当注意的是,作为电子致动的控制气体阀112的替代或组合,可以应用若干其他可能性,其中一些在此详细阐述。

[0116] 根据本发明,控制器150被构造成在燃烧器100的启动阶段期间供应具有第一 λ 值的预混气体。在点燃源124点燃所供应的具有第一 λ 值的预混气体之前的时间段是启动阶段的一部分。点燃本身也处于启动阶段期间。控制器150还被构造成在燃烧器的操作阶段期间供应具有第二 λ 值的预混气体。在点燃源124已经点燃所供应的具有第一 λ 值的预混气体之后,操作阶段开始。根据本发明,第一 λ 值大于第二 λ 值。

[0117] 在故障的情况下或在延迟点燃测试期间,具有第一 λ 值的预混气体可积聚在燃烧室130中,直到其被点燃。因为最初点燃的预混气体具有较低的第一 λ 值,所以火焰速度降低。火焰回火和爆炸的风险同样降低。

[0118] 优选地,第一 λ 值为至少1.85。已经发现这是可以获得满意结果的实际下限。

[0119] 燃烧器100优选地包括至少一个通道阻塞元件112,其在图1所示的示例中实施为气体阀112。所述实施方式中的通道阻塞元件112布置成使得它可部分地阻塞可燃气体通道111。控制器150可以通过经由输出端150.1向致动器113的输入端113.1输出控制信号151来控制通道阻塞元件112。在启动阶段期间,控制器150控制通道阻塞元件112,使得可燃气体通道111被部分阻塞。这样,较少的可燃气体被供应到预混气体,导致第一 λ 值较大。

[0120] 优选地,通道阻塞元件112在启动阶段期间处于静置位置。因此,气体阀112可以例如通过一个或多个弹簧被偏置成部分关闭。通过用致动器113提供力,气体阀112可在操作阶段期间进一步打开到致动位置,使得更多的可燃气体供应到预混气体。然而,在存在故障的情况下,例如在控制器150或致动器113中,气体阀112将甚至在操作阶段期间保持在静置位置,并且操作阶段的预混气体将具有第一 λ 值。虽然这可能导致低效率的燃烧,但是保证了安全性,因为避免了在这种故障期间启动阶段期间的 λ 值太低。

[0121] 当可以完成从启动阶段到操作阶段的转换时,有几种可能的实现方式。优选地,启动阶段持续至少1秒,优选至少2秒,甚至更优选至少3秒,例如3-6秒。在一些实施方式中,控制器150可以被构造成在预定时间量之后自动切换到操作阶段。

[0122] 图1示出了可选的火焰检测器131设置在燃烧室130中。火焰检测器131被构造成当它检测到燃烧室130中的火焰时产生火焰信号153,所述火焰信号153指示所供应的预混气体被点燃和/或燃烧。火焰检测器131可以根据用于火焰检测的任何已知的合适原理来实施。火焰信号153通过输出端131.1和输入端150.3输出到控制器150。控制器150可以以几种方式使用由火焰信号153提供的信息。例如,控制器150可被构造成仅在检测到火焰之后将气体阀112致动到致动位置,由此避免具有第二 λ 值的预混气体在已经存在的预混气体被点燃之前到达燃烧室130。这可以作为如上所述等待预定时间量的替代或附加来进行。控制器150还可以控制点燃源124,如图1所示,其中控制信号152可以通过输出端150.2和输入端124.1发送。在这种情况下,控制器150可以被构造成如果在一定时间量之后火焰检测器131没有检测到火焰则停止点燃源124点燃预混气体。这将避免当大量的预混气体在燃烧室130中积聚而没有被点燃时的危险情况。注意到,一些标准将此规定为强制性措施。另一方面,通过控制点燃源124,还可以确保当所述预混气体具有令人满意的 λ 值时,仅点燃燃烧室130中供应的预混气体。控制器150还可以控制点燃源124在检测到预混气体的初始点燃之后的点燃周期内保持在点燃状态。这样,即使当火焰已经离开所述积聚的预混气体时,积聚的预混气体也可以燃烧。

[0123] 图3示出了在可选实施方式中当决定第一 λ 值和/或第二 λ 值时可以考虑的几个因素。这些因素可以单独考虑或彼此组合考虑。在图3的水平轴上,表示燃烧器的负载,在垂直轴上表示 λ 值。图中的每条线表示不同的因子,这将在下面解释。对于每条线,提供箭头,指示 λ 值优选应该在相应线的哪一侧上。

[0124] 燃烧器被构造成在最小和满负载之间调节。例如,对于家用加热设备,满负载可以是24kW。而传统上,调制比(即全负载与最小负载的比)约为4:1-5:1,近来已经提出了高达10:1的调制比。在图3中,线3.6示出了当调制比为5:1时20%的下限,而线3.7示出了当调制比为10:1时10%的下限。

[0125] 第二 λ 值通常在1.05-1.3的范围内,特别是在高负载或满负载时。在空气和可燃气

体没有充分混合或者空气和/或可燃气体的成分偏离的情况下,提供少量过量的空气以避免不完全燃烧。图3中的线3.8示出了作为负载的函数的第二 λ 值的示例。已经发现,当可燃气体包括显著量的氢气时,在操作阶段期间基于负载调整 λ 值可能是最佳的,因此例如第二 λ 值。如申请号为19162278的欧洲专利申请中所解释的,最小负载时的 λ 值可以比全负载时高至少20%,并且可选地,平均负载时的 λ 值可以比全负载时高小于10%。通常,燃烧器将在调节范围内的负载下启动。根据本发明,当燃烧器在所述负载下启动时,在任何给定负载下的第一 λ 值高于在所述负载下的第二 λ 值。这由图3中的线3.10表示,其对应于线3.8乘以1.5。然而,在一些实施方式中,燃烧器可以在低于最小负载的负载下启动,尽管这受到减小的最小负载的限制,因为低于所述最小负载可能不能确定火焰或燃烧器是否在可接受的时间内打开或关闭。

[0126] 优选地,第一 λ 值低于吹出值。吹出值是 λ 值,在所述 λ 值处,相对于预混气体中的空气,存在如此少的可燃气体,使得燃烧器表面处的任何火焰被预混气体吹出,因为不存在足够的可燃气体来保持火焰燃烧。

[0127] 优选地,第一 λ 值使得预混气体中可燃气体的浓度低于可燃性上限,也称为UFL,在图3中由线3.2指示。优选地,第一 λ 值使得预混气体中可燃气体的浓度高于可燃下限,也称为LFL,在图3中由线3.1指示。否则,不可能点燃预混气体,因为预混气体分别太浓或太稀。应注意,预混气体中可燃气体的高于某一阈值的浓度对应于低于与所述阈值对应的 λ 值的 λ 值。还应注意的是,可燃性上限和下限由可燃气体的组成确定,但也取决于诸如温度和压力的因素。

[0128] 实际上,第一 λ 值也可由风扇限制,特别是在通过部分地阻塞空气通道来调节 λ 值的实施方式中。风扇的最大能力或功率确定可流过空气通道的最大空气量,所述空气量与给定量的供给可燃气体一起确定预混气体的 λ 值。当然,理论上可以提供更大的风扇,但实际上由于成本考虑,这可能是不希望的。因此,当所述风扇满负载时,第一 λ 值优选地对应于低于由风扇提供的空气量的空气量。这在图3中用线3.3表示。应注意,可燃气体的量也可由风扇确定,特别是当风扇布置在可燃气体通道与空气通道相交的位置的下游时。

[0129] 优选地,第一 λ 值使得预混气体中可燃气体的浓度低于爆炸下限,也称为LEL,这意味着第一 λ 值应该高于与LEL对应的 λ 值,如图3中的线3.4所示。最好控制第一 λ 值与爆炸下限相差大于预定安全界限,例如安全界限为1.2或1.5倍,如图3中线3.5所示。这确保了安全启动,即使当空气或可燃气体的实际组成不同于预期时。

[0130] 优选地,第一 λ 值低于较低温度值,在图3中由线3.9表示。在本文中,较低温度值定义为使点燃的预混气体的火焰处于其熄灭的低温下的值。在可燃气体仅包括氢气的情况下,所述温度为约571摄氏度。

[0131] 如图3所示,当遵循所有上述可选限制时,第一 λ 值的理想范围变得明显,其在图3中由附图标记3.50表示。这可用于基于可燃气体和空气的组成以及诸如温度和压力的环境条件来确定最佳第一 λ 值。根据考虑了多少上述因素,可以更精确地确定所述范围。然而,在一些情况下,估计或标准值可用于一个或多个因素。

[0132] 然而,实际上,通过确定图3中所示的所有线来确定第一 λ 值和第二 λ 值可能是麻烦的。在测试和模拟中,申请人已经发现,通常以下经验法则给出令人满意的结果。第一 λ 值为至少1.85,优选至少1.9,优选大于2,例如在2和5之间,优选大于3,例如在3和5之间,更优选

大于4,例如在4和5之间。第二 λ 值可以取为1-2,优选1.05-1.5,更优选1.05-1.3。通常,第一 λ 值优选为第二 λ 值的至少1.5倍大,优选至少2倍大,例如至少3倍大。

[0133] 图4示出了根据本发明的燃烧器300的第二实施方式。图4所示的燃烧器300与图1所示的燃烧器100的不同之处在于通道阻塞元件和气体阀。在图4中,通道阻塞元件312与气体阀212不是相同的元件,相反,除了气体阀212之外还存在通道阻塞元件312。此外,在所示实施方式中,气体阀212不是电子致动控制阀,而是基于阀212上游和下游的气动力平衡打开的机构;然而,这不是如图4所示的通道阻塞元件312的实施方式的要求。

[0134] 通道阻塞元件312被构造成在静置位置布置在可燃气体通道111中,如图4所示。在未示出的致动位置,通道阻塞元件312不在可燃气体通道111中,或者至少通道阻塞元件312与静置位置相比更少地阻塞可燃气体通道111。提供致动器313以将通道阻塞元件312从静置位置移动到致动位置。通道阻塞元件312优选地偏置到静置位置,使得利用其可以进行返回到静置位置的反向移动,例如包括弹簧力或重力。致动器312可被构造成基于气动、液压、机械和/或磁力移动通道阻塞元件312。控制器150被构造成经由输出端150.1和输入端313.1用控制信号351控制致动器313。控制器150被构造成在启动阶段期间将通道阻塞元件412布置在静置位置,并且在操作阶段期间将通道阻塞元件412布置在致动位置。通道阻塞元件312本身可以采用任何合适的形状和形式。

[0135] 图5示出了根据本发明的燃烧器400的第三实施方式。图5所示的燃烧器400与图1所示的燃烧器100的不同之处在于通道阻塞元件和阀。在图5中,通道阻塞元件412不是与阀212相同的元件。此外,在所示实施方式中,阀212不是电子致动控制阀,而是基于阀212上游和下游的气动力平衡打开的机构;然而,这不是如图5所示的通道阻塞元件412的实施方式的要求。

[0136] 通道阻塞元件412被构造为在致动位置中被布置在空气通道101中,如图5所示。在未示出的静置位置中,通道阻塞元件412不在空气通道101中,或者至少通道阻塞元件412与致动位置相比更少地阻塞空气通道101。提供致动器413以将通道阻塞元件412从静置位置移动到致动位置。通道阻塞元件412优选地被偏压到静置位置,使得返回到静置位置的反向移动可利用其进行,例如包括弹簧力或重力。致动器412可被构造成基于气动、液压、机械和/或磁力移动通道阻塞元件412。控制器150被构造成经由输出端150.1和输入端413.1用控制信号451控制致动器413。控制器150被构造成在启动阶段期间将通道阻塞元件412布置在静置位置,并且在操作阶段期间将通道阻塞元件412布置在致动位置。通道阻塞元件412本身可以采用任何合适的形状和形式。

[0137] 在所述实施方式中,与图1和图3所示的实施方式不同,在操作阶段期间减少空气量,而不是在启动阶段期间减少可燃气体的量。

[0138] 在未示出的实施方式中,通道阻塞元件412被构造成布置在较窄部分121中。由于在这种情况下较窄部分212甚至更窄,所以速度进一步增加并且压力进一步减小,并且通过减小的压力将吸入更多的可燃气体。

[0139] 图6示意性地示出了根据本发明的可能实施方式的用于启动燃烧器的方法的步骤。在步骤1001中,存在热需求。热需求可以例如由打开的建筑物中的加热或水龙头或淋浴器要求的温水引起。热需求可任选地在步骤1002中引发预净化(pre-purging)。预净化需要将空气吹过燃烧器以确保不存在可燃气体。在预净化之后,在步骤1003中供应具有第一 λ 值

的预混气体,并且在步骤1004中控制点燃源处于点燃状态。在点燃状态下,点燃源适于点燃具有第一 λ 值的预混气体。步骤1004可以在步骤1003之前或与步骤1003同时执行。优选地,第一 λ 值至少为1.85。可选地,在步骤1005中,点燃源被控制为在步骤1006中利用火焰检测器执行火焰检测之前不再处于点燃状态。如果点燃源例如是火花点燃器,否则将不利地检测火焰检测,这也取决于用作火焰检测器的传感器的类型,则步骤1005可能特别有益。步骤1001-1006是启动阶段期间1100的一部分。

[0140] 如果在安全时间之后在步骤1006中没有检测到火焰,则步骤1007提供重启,其中步骤1002中的预净化确保燃烧器中不再存在未燃烧的预混气体。可选地,步骤1007可以仅执行预定次数,使得如果在例如五次尝试之后不能启动燃烧器,则完全关闭燃烧器。安全时间可以根据EN 15502。

[0141] 如果在步骤1006中检测到火焰,则所述方法可以可选地包括在启动阶段1100之后的过渡阶段1200。如果燃烧器在启动阶段1100中以不同于所需负载的启动负载启动,则过渡阶段1200特别有利。在所示实施方式中,过渡阶段1200包括步骤1009,如果操作阶段的负载等于所述启动负载,则将供应的预混气体的 λ 值改变为与启动负载相关联的第二 λ 值。过渡阶段1200然后包括将负载改变为期望负载并将 λ 值改变为与所述期望负载相关联的第二 λ 值的步骤1010。过渡阶段1200的其它实施方式是可能的,如本文所解释。

[0142] 在过渡阶段之后,所述方法可以包括操作阶段1400。操作阶段1400包括向燃烧器表面供应具有第二 λ 值的预混气体的步骤1012。第一 λ 值大于第二 λ 值。

[0143] 图6还示出了可选的点燃周期1300。点燃周期1300开始于步骤1008,在步骤1008中,点燃源被控制为处于点燃状态,并且在步骤1011中,点燃源被控制为不处于点燃状态。在所示示例中,点燃周期1300对应于启动阶段1100的结束、过渡阶段1200和操作阶段1400的开始。

[0144] 尽管在此示出为单独的实施方式,但是应当注意,可以组合图1的实施方式中的一个或多个,即用作通道阻塞元件112的气体阀112;图4的实施方式,即设置在可燃气体通道111中的通道阻塞元件312;以及图5的实施方式,即布置在空气通道101中的通道阻塞元件111。

[0145] 根据需要,本文描述了本发明的详细实施方式。然而,必须理解,所公开的实施方式仅作为示例,并且本发明也可以以其它形式实现。因此,这里公开的具体结构方面不应该被认为是对本发明的限制,而仅仅是作为权利要求的基础和作为使本发明可由普通技术人员实施的基础。

[0146] 此外,说明书中使用的各种术语不应解释为限制性的,而应解释为对本发明的全面解释。

[0147] 除非另有说明,本文所用的词语“一个”是指一个或多于一个。短语“多个”是指两个或多于两个。词语“包括”和“具有”构成开放式语言并且不排除存在更多元件。

[0148] 权利要求中的附图标记不应被解释为对本发明的限制。具体实施方式不需要实现所描述的所有目的。

[0149] 在不同的从属权利要求中指定某些技术措施的事实仍然允许有利地应用这些技术措施的组合的可能性。

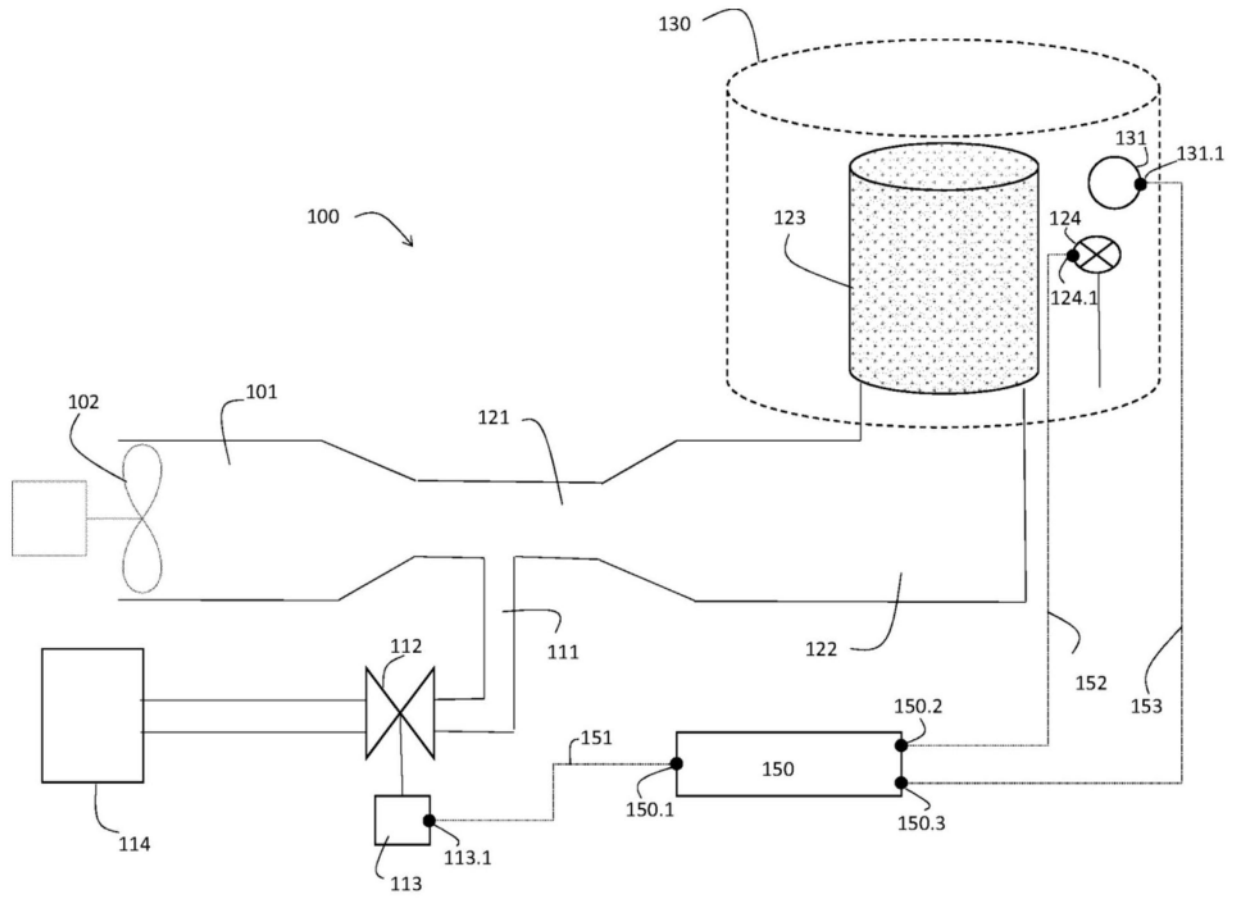


图1

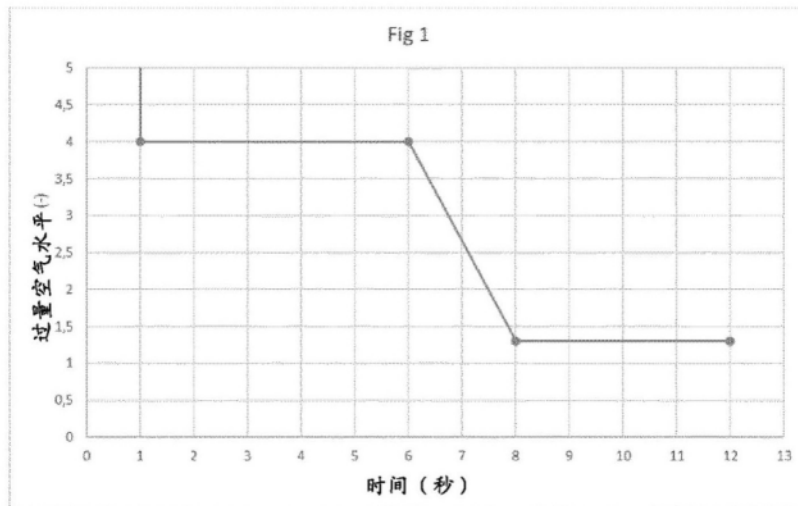


图2

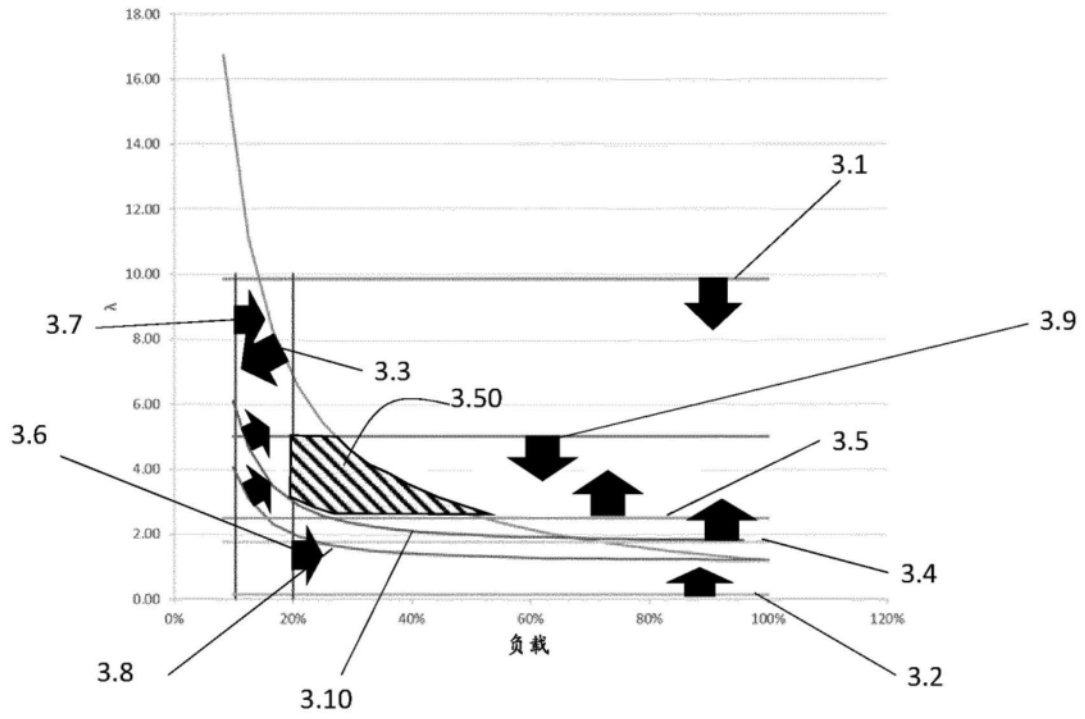


图3

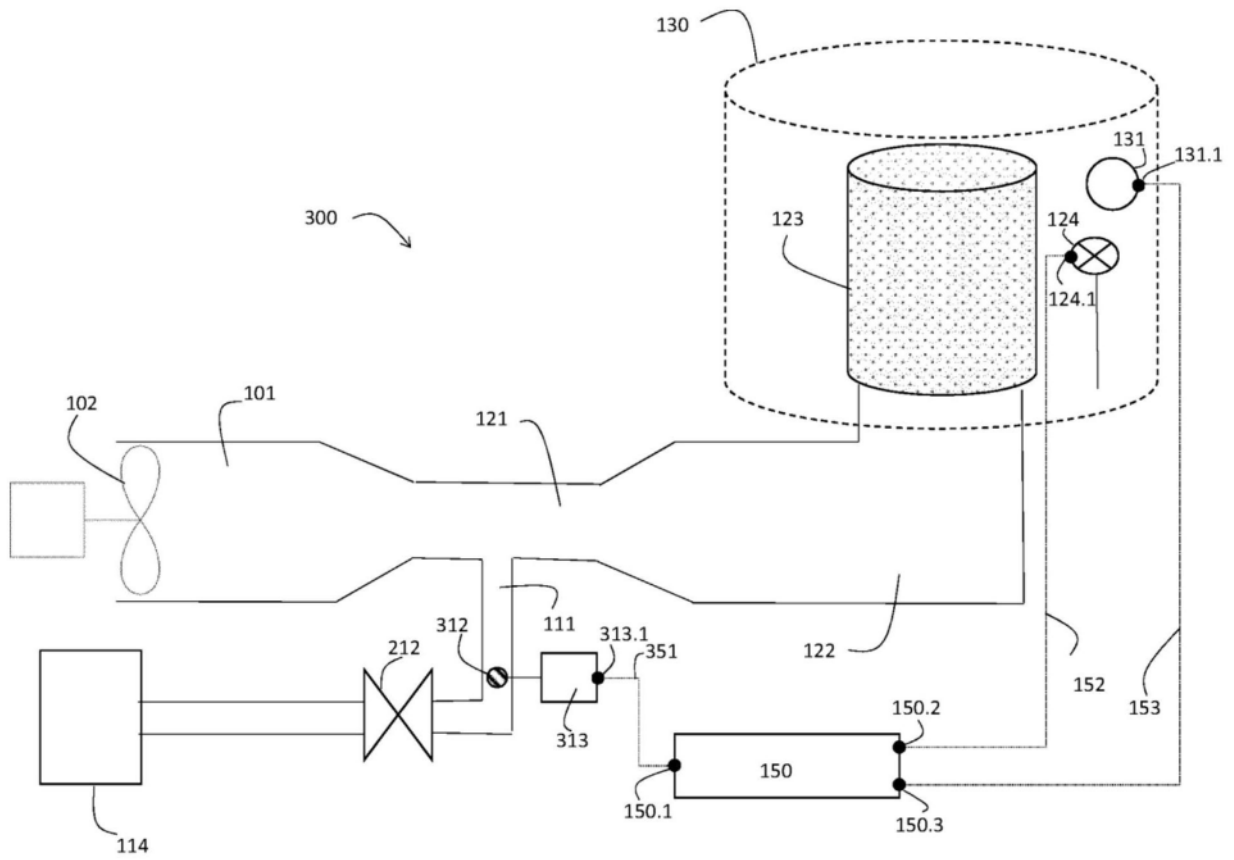


图4

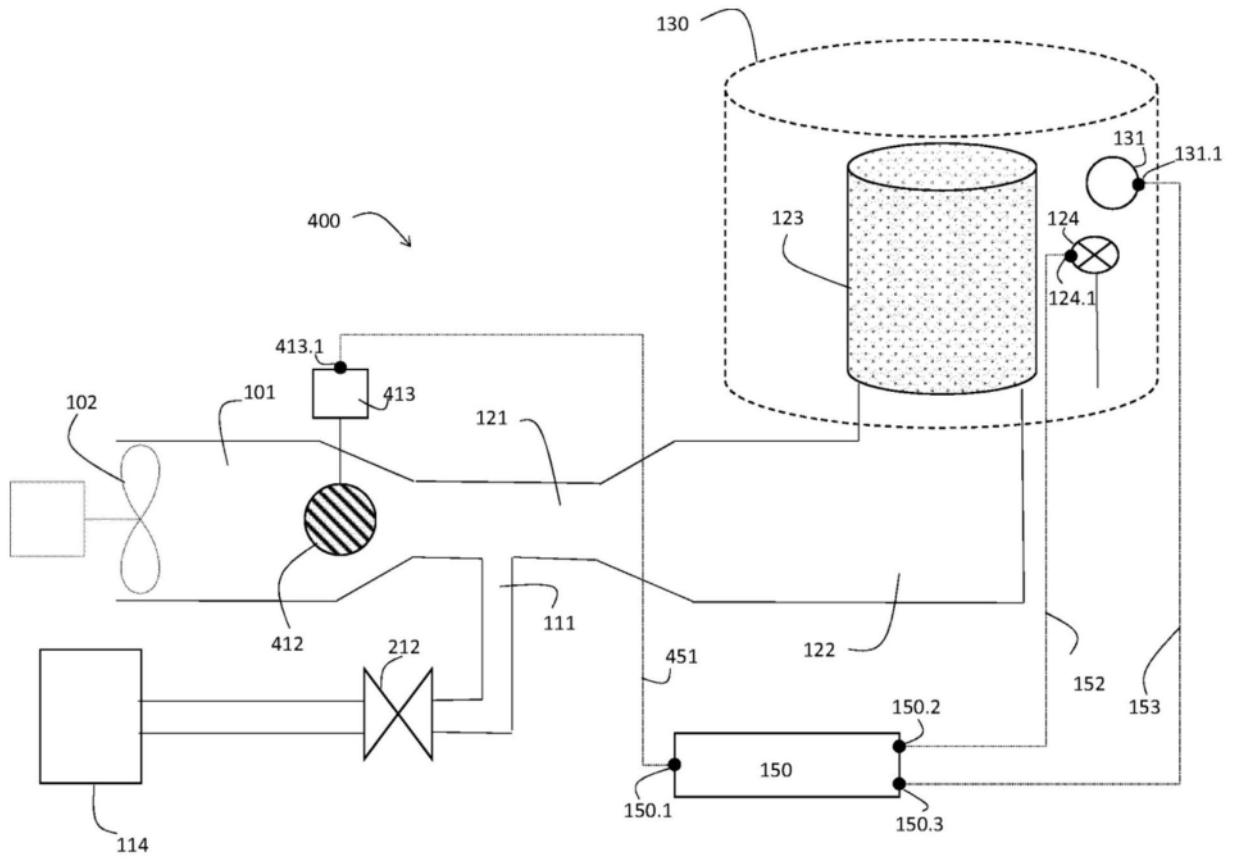
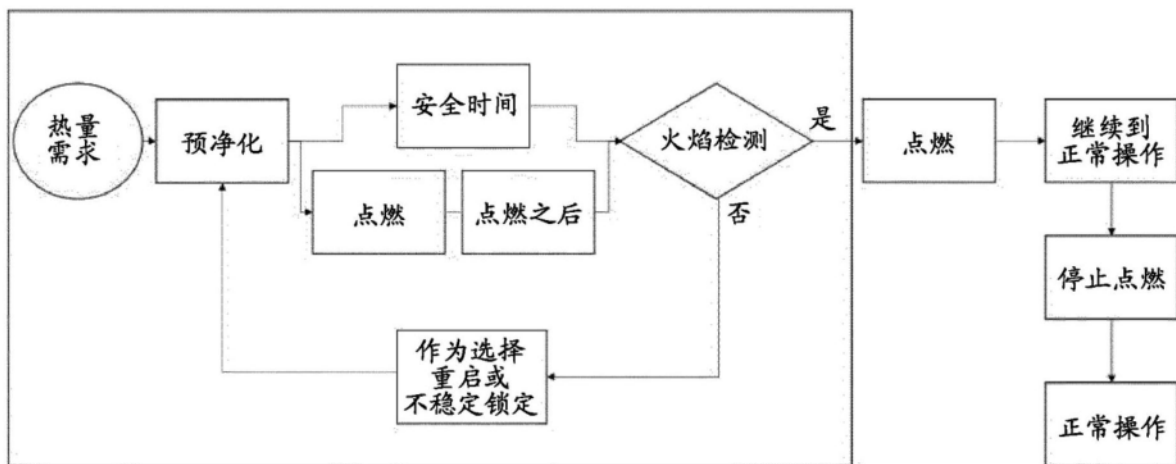


图5



启动阶段

图6