



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117529530 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 06

(21) 申请号 202280041037.1

阿里·阿尔-祖海尔

(22) 申请日 2022.06.02

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

(30) 优先权数据

21178723.9 2021.06.10 EP

专利代理师 敖莲 瞿卫军

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.12.07

(51) Int.Cl.

C09C 1/50 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2022/065128 2022.06.02

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/258496 EN 2022.12.15

(71) 申请人 欧励隆工程炭知识产权有限两合公司

地址 德国蒙海姆

(72) 发明人 阿恩特-彼得·申克尔

埃迪·蒂莫曼斯

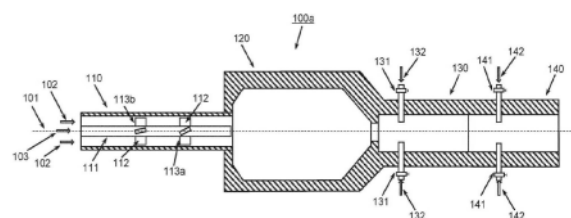
权利要求书3页 说明书19页 附图7页

(54) 发明名称

用于生产炭黑的均匀热燃烧气体

(57) 摘要

本发明涉及一种反应器以及一种用于制造炭黑的方法。特别地,本发明涉及一种反应器以及一种用于更好地混合燃料和含氧气体以获得均匀的热燃烧气体的方法。使用旋流元件提供与燃烧燃料混合的涡旋含氧气体或与含氧气体混合的涡旋燃料。本发明可以获得均匀的燃烧混合物,从而可以增加炭黑的收率和炭黑反应器的生产率。所获得的炭黑具有高度均匀的特性。



1. 一种用于生产炭黑的反应器, 其具有沿着所述反应器的中心纵轴的流动通道, 并且包括:

(i) 燃烧室, 所述燃烧室用于通过燃料的燃烧产生热燃烧气体,

(ii) 管状导管, 所述管状导管用于向所述燃烧室供应第一流体, 包括至少一个旋流元件, 所述旋流元件设置在所述管状导管内部, 以在所述第一流体流过所述管状导管流入所述燃烧室时使所述第一流体产生涡旋,

(iii) 注射装置, 所述注射装置用于将第二流体注入所述燃烧室, 以及

(iv) 反应室, 所述反应室位于所述燃烧室之后, 包括将炭黑的原料注入从所述燃烧室接收的所述热燃烧气体中以形成炭黑的装置,

其中所述第一流体为含氧气体, 并且所述第二流体为燃料, 或者所述第一流体为燃料, 并且所述第二流体为含氧气体, 并且其中所述燃烧室和所述管状导管沿着所述反应器的中心纵轴布置。

2. 根据权利要求1所述的反应器, 其中所述注射装置为燃料注射装置, 所述第一流体为含氧气体, 并且所述第二流体为燃料。

3. 根据权利要求1或2所述的反应器, 其中所述燃料注射装置为燃料喷管, 并延伸穿过所述管状导管, 在所述导管的内表面和所述燃料喷管的外表面之间具有限定用于所述含氧气体的通道的间隙, 或者其中所述注射装置是喷管, 并延伸穿过所述管状导管, 在所述导管的内表面和所述喷管的外表面之间具有限定用于所述含氧气体的通道的间隙, 其中优选所述喷管沿所述反应器的中心纵轴布置。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的反应器, 其包括至少两个沿着所述管状导管的纵轴串联布置的旋流元件, 优选地, 所述反应器包括第一旋流元件和第二旋流元件, 其中所述第一旋流元件布置成更靠近所述燃烧室。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的反应器, 其中所述旋流元件各自单独包含至少一个叶片, 优选多个叶片, 其中优选所述至少一个叶片相对于所述反应器的中心纵轴倾斜, 优选角度为 10° 至 70° , 优选 15° 至 60° , 更优选 25° 至 55° , 最优选 25° 至 50° , 或者其中所述至少一个叶片在包含所述反应器的中心纵轴和相应贯轴的平面内相对于所述反应器的中心纵轴倾斜, 其中所述相应贯轴正交于所述反应器的中心纵轴并且正交于相应横轴, 其中所述相应横轴正交于所述反应器的中心纵轴, 并且在各叶片的宽度方向上延伸, 其中优选地, 所述叶片在前述平面内相对于所述反应器的中心纵轴倾斜 10° 至 70° , 优选 15° 至 60° , 更优选 25° 至 55° , 最优选 25° 至 50° 。

6. 根据权利要求5所述的反应器, 其中所述至少一个叶片的面向流的一侧在包含所述反应器的中心纵轴和相应贯轴的平面内相对于所述反应器的中心纵轴沿流动方向具有恒定的斜度和/或连续增大/减小的斜度, 其中所述相应贯轴正交于所述反应器的中心纵轴并正交于相应横轴, 其中所述相应横轴正交于所述反应器的中心纵轴, 并在各叶片的宽度方向上延伸。

7. 根据权利要求4至6所述的反应器, 其中所述第一旋流元件具有至少一个叶片, 所述叶片在包含所述反应器的中心纵轴和相应横轴的平面内相对于所述反应器的中心纵轴以第一角度倾斜, 并且其中所述第二旋流元件具有至少一个叶片, 所述叶片在包含所述反应器的中心纵轴和相应贯轴的平面内相对于所述反应器的中心纵轴以第二角度倾斜, 其中所

述相应贯轴正交于所述反应器的中心纵轴并且正交于相应横轴,其中所述相应横轴正交于所述反应器的中心纵轴并且在各叶片的宽度方向上延伸,其中所述第一角度大于所述第二角度,优选所述第一角度在 15° 至 70° 之间的范围内,例如 20° 至 60° , 30° 至 55° , 35° 至 60° , 35° 至 55° ,或 40° 至 50° ,和/或所述第二角度在 10° 至 60° 的范围内,例如 10° 至 55° , 15° 至 50° , 20° 至 45° , 20° 至 40° ,或 25° 至 35° ,和/或其中所述第一角度与所述第二角度相差至少 5° 至 40° ,例如 5° 至 30° , 8° 至 25° , 5° 至 20° ,或 10° 至 20° 。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的反应器,其中所述管状导管还包括相对于流动方向位于所述旋流元件前方的流入漏斗,其中所述流入漏斗的直径优选沿着所述流动方向连续减小,优选所述流入漏斗的最大直径与最小直径的直径比在大于1至3的范围内,例如1.1至2或1.5至2。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的反应器,其中所述反应器还包括在远离燃烧室的远端连接到所述管状导管的导流装置,用于改变所述含氧气体的流动路径,其中所述导流装置优选被配置为从入口接收所述含氧气体,并使所接收的含氧气体平行于所述反应器的中心纵轴流动。

10. 一种用于生产炭黑的方法,所述方法包括:

- (a) 通过注射装置将第二流体注入到反应器的燃烧室中,
- (b) 通过管状导管沿所述反应器的中心纵轴供应第一流体,流过设置在所述管状导管内部的至少一个旋流元件,
- (c) 通过所述至少一个旋流元件使第一流体涡旋,
- (d) 混合所述第二流体和涡旋的第一流体,
- (e) 在所述燃烧室中燃烧燃料以产生热燃烧气体,
- (f) 在位于所述燃烧室之后沿所述反应器的中心纵轴设置的反应室中接收所述热燃烧气体,和
- (g) 将炭黑的原料注入从所述燃烧室接收的热燃烧气体中,以在所述反应室中形成炭黑,

其中所述第一流体是含氧气体,并且所述第二流体是燃料,或者所述第一流体是燃料,并且所述第二流体是含氧气体。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中,所述注射装置是燃料注射装置,所述第一流体是含氧气体,并且所述第二流体是燃料。

12. 根据权利要求10或11所述的方法,其中,通过沿反应器的中心纵轴布置并延伸穿过管状导管到反应器的燃烧室中的燃料喷管喷入所述燃料,通过由所述导管的内表面和所述燃料喷管的外表面之间的间隙限定的通道向所述燃烧室供应所述含氧气体,包括通过设置在所述间隙中的所述至少一个旋流元件使所述含氧气体涡旋,或者其中通过沿着反应器的中心纵轴布置并延伸穿过管状导管到反应器的燃烧室中的喷管喷入所述含氧气体,通过由所述导管的内表面和所述喷管的外表面之间的间隙限定的通道向所述燃烧室供应所述燃料,包括通过设置在所述间隙中的所述至少一个旋流元件使所述燃料产生涡旋。

13. 根据权利要求10至12所述的方法,其中当将所述炭黑的原料注入所述热燃烧气体中时,所述热燃烧气体中的氧气浓度在所述反应室的横截面上基本上是均匀的。

14. 根据前述权利要求中任一项所述的方法和/或使用前述权利要求任一项所述的反

应器生产的炭黑。

15. 涡旋含氧气体或涡旋燃料用于使燃料与含氧气体更好地混合以生产炭黑的用途。

用于生产炭黑的均匀热燃烧气体

技术领域

[0001] 本发明涉及一种反应器以及一种制造炭黑的方法。特别地,本发明涉及用于更好地混合燃料和含氧气体以获得均匀的热燃烧气体的一种反应器以及一种方法。使用旋流元件提供与燃烧燃料或含氧气体混合的涡旋含氧气体或涡旋燃料。可以获得均匀的燃烧混合物,从而可以增加炭黑的收率(yield)和炭黑反应器的生产率(productivity)。获得的炭黑具有高度均匀的特性。

背景技术

[0002] 炭黑的生产需要在远高于1000℃(例如2000℃)的温度下在反应室中对烃原料进行裂解或热分解。这些高温是通过燃烧包含含氧气体和燃烧燃料(即燃料)在内的混合物获得的。离开反应室的气体中夹带的炭黑之后在急冷(quenching)操作中被冷却,然后通过本领域常规使用的任何适当的方法收集。

[0003] 炭黑有许多用途,诸如橡胶和轮胎工业的增强剂(reinforcing agent)或填料。此外,炭黑在其他领域的应用也越来越多,如着色剂和复印机的复印墨粉(reprographic toner)。炭黑的各种应用需要炭黑具有不同的特性,例如粒度、结构、收率、表面积和染色性。

[0004] 炭黑生产的一个关键特征是将含氧气体与燃烧用燃料混合,以及将热燃烧气体与炭黑原料快速完全混合,以获得热反应混合物。含氧气体和燃料的混合物以及热反应混合物应该尽可能均匀地混合,使得所需的炭黑特性也保持高度一致。通常,在燃料完全燃烧后,热燃烧气体会含有剩余的氧气。期望的是,剩余的氧气也能均匀地分布在热燃烧气体中。

[0005] 含氧气体的连续供应可以多种方式进行。然而,重要的是要避免燃烧燃料和热燃烧气体回流到含氧气体导管中,以避免用于燃烧的混合物发生不期望的燃烧。

[0006] 例如,EP 0494068 A2涉及一种用于生产炭黑的反应器和方法,涉及在燃烧室的前壁内呈周向布置燃烧燃料导管,并在燃烧室的另一侧提供冲击表面(impact surface)。

[0007] 在US2013/0039840 A1中描述了一种不同的方法,其中含氧气体以相对于反应器纵轴的正交方向供应,然后使用导流管整流(或引导)到燃烧室中。因此,气流基本平行于反应器纵轴。然而,经整流的(rectified)含氧气体并不与燃料均匀混合,使得所获得的燃烧混合物以及热燃烧气体的氧气或剩余氧气分布不均匀。

[0008] 因此,本发明的目的是提供一种用于生产炭黑的反应器和方法,其中含氧气体被均匀混合。还期望热燃烧气体中剩余的氧气也能均匀混合。此外,应该提高所生产的炭黑的总收率以及炭黑反应器的日产量。此外,期望炭黑特性应该高度一致。

[0009] 本发明提供了一种新的和创造性的用于生产炭黑的反应器和方法,其中提供涡旋(swirled)含氧气体或涡旋燃料以获得含氧气体和燃烧燃料的均匀混合物。甚至可以保持燃烧和反应混合物中的涡流(swirl),以增加炭黑反应器的收率 and 生产率,并获得高度一致的炭黑材料。

发明内容

[0010] 特别地,该目的可以通过一种用于生产炭黑的反应器来实现,该反应器具有沿着该反应器的中心纵轴的流动通道,并且包括:(i) 燃烧室,用于通过燃料的燃烧来产生热燃烧气体,(ii) 管状导管(tubular conduit),用于向燃烧室供应第一流体,该管状导管包括至少一个设置在管状导管内部的旋流元件(swirling element),以在第一流体流经管状导管进入燃烧室时使第一流体产生涡旋(to swirl),(iii) 注射装置,用于将第二流体注入燃烧室,和(iv) 反应室,位于燃烧室之后,包括将炭黑的原料注入从燃烧室接收的热燃烧气体中以形成炭黑的装置,其中第一流体是含氧气体,并且第二流体是燃料,或者第一流体是燃料,并且第二流体是含氧气体,并且其中燃烧室和管状导管沿着反应器的中心纵轴布置。

[0011] 本发明还涉及一种用于生产炭黑的方法,包括:(a) 通过注射装置将第二流体注入到反应器的燃烧室中,(b) 通过管状导管沿反应器的中心纵轴供应第一流体,流过(passing)设置在管状导管内部的至少一个旋流元件,(c) 通过至少一个旋流元件使第一流体涡旋,(d) 混合第二流体和涡旋的第一流体,(e) 在燃烧室中燃烧燃料以产生热燃烧气体,(f) 在位于燃烧室之后沿反应器的中心纵轴设置的反应室中接收热燃烧气体,和(g) 将炭黑的原料注入从燃烧室接收的热燃烧气体中,以在反应室中形成炭黑,其中第一流体是含氧气体,并且第二流体是燃料,或者第一流体是燃料,并且第二流体是含氧气体。

[0012] 在从属权利要求和方面中阐述了本发明的反应器或方法的特定或优选变型。本发明还涉及根据前述权利要求中任一项的方法和/或使用前述权利要求任一项的反应器生产的炭黑。在以下描述、方面和附图中将更详细地描述本发明的这些和其他可选特征和优点。

附图说明

[0013] 图1a:旋流元件在x-z平面内的截面

[0014] 图1b:旋流元件在x-y平面内的截面

[0015] 图2:生产炭黑的反应器。

[0016] 图3:包括流入漏斗(inflow funnel)的生产炭黑的反应器。

[0017] 图4:包括燃料喷管和连接到管状导管内表面的旋流元件的管状导管的截面。

[0018] 图5:包括流入漏斗、燃料喷管和连接到管状导管内表面的旋流元件的管状导管的截面。

[0019] 图6:包括燃料喷管和连接到燃料喷管外表面的旋流元件的管状导管的截面。

[0020] 图7:包括流入漏斗、燃料喷管和连接到燃料喷管外表面的旋流元件的管状导管的截面。

[0021] 图8:具有两个恒定斜度(pitch)区域和一个平滑连接部(smooth connection)的旋流元件的截面。

[0022] 图9:具有两个恒定斜度区域和一个尖的连接部(sharp connection)的旋流元件的截面。

[0023] 图10:具有连续增大/减小的斜度的旋流元件的截面。

[0024] 图11:包含具有不同排列方式(alignment)的三个旋流元件的燃料喷管的截面。

[0025] 图12:包含具有不同排列方式的三个旋流元件的燃料喷管的截面。

[0026] 图13:具有一个与燃料喷管外表面连接的叶片的旋流元件的多视角投影图。

具体实施方式

[0027] 如上所述,本发明涉及炭黑反应器和生产炭黑的方法,优选使用前述炭黑反应器。参照附图描述本发明,附图不限制本发明的范围和范畴。

[0028] 必须注意的是,如本说明书和所附权利要求中所使用的,除非上下文另有明确规定,否则单数形式“一(a)”、“一个(an)”和“该(the)”也包括复数指示物。因此,例如,提及“含氧气体”也包括含氧气体的混合物,提及“燃料”也包括两种或多种此类燃料的混合物,等等。

[0029] “纵轴(longitudinal axis)”是指在物体的长度(或经度)方向上延伸的轴。“横轴(lateral axis)”是指在物体宽度方向上延伸的轴。“贯轴(transversal axis)”是指在物体高度方向上延伸的轴。这些轴被定位成相互正交。因此,术语“反应器的中心纵轴”是指沿炭黑反应器的长度方向延伸的操作轴(operative axis)。燃烧室和管状导管沿着前述反应器的中心纵轴布置。管状导管的纵轴和反应器的中心纵轴可以是同轴的。

[0030] 术语“涡流(swirl)”是指在特定方向或沿特定方向(例如沿轴线)旋转的气流。术语涡流和旋转气流(spin)可以作为同义词使用。因此,涡旋的或旋转的气流沿轴线的定向旋转运动。根据本发明,涡旋气流沿着反应器的中心纵轴旋转。显然,气体的涡旋或旋转可以沿流动方向向左旋或向右旋。根据旋流元件的设计,可以调整旋转。然而,期望旋流元件和/或叶片被设计成使得流的旋转或者向左或者向右,并沿流的方向传播。气体的旋转轴通常与反应器的中心纵轴或管状导管的中心纵轴基本上同轴或共轴。

[0031] 气流可以通过经过能够使气流涡旋或旋转的旋流元件而发生涡旋。例如,旋流元件提供了沿着气流轴线引起前述定向旋转运动的装置(means)。在本发明中,气体是含氧气体或燃料。旋流元件将在下文进行详细描述。

[0032] 除非另有说明,否则直径总是指物体的内直径。例如,管状导管的直径是指管状导管的内直径。

[0033] 炭黑反应器沿着反应器中心纵轴具有流动通道,并且可以是炉黑反应器。该反应器从上游到下游(流动方向)依次包括燃烧室、反应室和任选的急冷室。这些室沿反应器中心纵轴为热燃烧气体和反应混合物限定了流动通道。因此,这些室应该是流体连通的,特别是沿着反应器的中心纵轴。管状导管连接到燃烧室,用于供应燃料(或燃烧燃料)燃烧所需的含氧气体。管状导管也沿着反应器的中心纵轴布置,使得沿着上述流动通道进行含氧气体的补充。此外,反应器包括用于将燃料注入到燃烧室中的燃料注射装置。

[0034] 还可能的是,前述管状导管供应燃料,而前述喷射装置(例如喷管)供应含氧气体。因此,燃料被设置在管状导管内部的旋流元件涡旋。因此,一般而言,反应器包括用于向燃烧室供应第一流体的管状导管,包括至少一个设置在管状导管内的旋流元件,以在第一流体流经管状导管进入燃烧室时使第一流体产生涡旋,以及用于将第二流体注入燃烧室的注射装置,其中第一流体是含氧气体,并且第二流体是燃料,或者第一流体是燃料,并且第二流体是含氧气体。在下文中,定义,特别是反应器、方法和各个部件和/或步骤的定义也相应地适用于前述反应器,该反应器包括用于供应第一流体的管状导管和用于注入第二流体的注射装置,其中第一流体是含氧气体,并且第二流体是燃料,或者第一流体是燃料,并且第二流体是含氧气体。

[0035] 燃烧室沿从下游到上游的方向与管状导管相连,使得可以向燃烧室供应含氧气

体。燃烧室沿反应器的中心纵轴布置。

[0036] 燃烧室优选由覆盖有气密性例如金属覆盖层的内部耐火衬里 (internal refractory lining) 形成。形成耐火材料 and 外衬的材料可以是本领域中常见的材料,例如可浇铸耐火材料 **Kaocrete®** 32-cm, 其为 70% 氧化铝 (Al_2O_3), 熔点约为 1870°C。另外, 可以使用砖状耐火材料, 例如 RUBY SR (由宾夕法尼亚州匹兹堡的 Harrison-Walker 耐火材料公司出售) 砖状耐火材料, 其氧化铝含量为 84.5%, 氧化铬 (Cr_2O_3) 含量为 9.8%, 并且熔点为约 2050°C。外壳或衬里优选由碳钢形成, 除了与热工艺空气接触的任何管道之外。在这些区域, 管道由 “316 不锈钢” 制成。

[0037] 优选将燃烧室设定为圆柱体 (cylinder)。可以在燃烧室的下游提供收缩部分 (constriction section)。收缩部分的通道逐渐变细, 并在上游至下游方向上收敛。优选地, 这些收缩部分呈截头圆锥形通道 (frustoconical passageway) 的形式。燃烧室也可以沿从下游到上游的方向呈锥形。因此, 燃烧室可以包括朝向反应室和/或朝向管状导管逐渐变细的区域。

[0038] 通常, 含氧气体被预热到 500°C 到 1000°C 之间的温度, 优选 500°C 到 900°C, 500°C 到 800°C, 500°C 到 750°C, 600°C 到 900°C, 或 750°C 到 950°C, 并与燃料混合。

[0039] 通常, 燃料被预热到 500°C 和 1000°C 之间的温度, 优选 500°C 到 900°C, 500°C 到 800°C, 500°C 到 750°C, 600°C 到 900°C, 或 750°C 到 950°C, 并与含氧气体混合。

[0040] 反应室与燃烧室连接, 使得在燃烧室中获得的热燃烧气体能够流入反应室。反应室可以沿着反应器的中心纵轴线布置。反应室的直径可以大于燃烧室的收缩部分的直径, 使得热燃烧气体能够膨胀。膨胀部分的尺寸优选定制为圆柱体并且与燃烧室连通, 优选地与燃烧室的收缩部分连通。

[0041] 反应室包括将炭黑的原料 (例如, 裂解油或石脑油等的液态烃) 注入热燃烧气体的装置。用于注入原料的装置可以包括多个注射喷嘴, 这些注射喷嘴优选地相对于中心纵轴线沿圆周布置。圆周布置进一步改进炭黑的均匀特性, 因为炭黑的原料可以与热燃烧气体均匀混合。

[0042] 可以通过多种装置引入炭黑的原料 (具有高含量芳香族化合物的液态烃, 例如杂酚油、蒽油、催化裂解油、石脑油裂解油) 以注入原料。

[0043] 例如, 可以实施轴向延伸的原料喷管和径向延伸的原料注射器, 其具有能够产生各种锥形喷雾 (例如, 15、30、45 和 60 度锥形喷雾角) 的喷嘴。

[0044] 为了生产出所需的炭黑特性, 可以在径向延伸的原料注射器上安装截止阀, 使得原料仅通过某些原料注射器引入, 或者改变注射器中流动的原料的流速。

[0045] 反应器还可以包括在反应室 (反应部分) 之后的急冷室 (或部分), 优选包括用于将急冷介质沿反应器的中心纵轴注入流动通道的装置, 该装置相对于流动方向位于炭黑的原料注入之后。或者, 急冷室可以是急冷锅炉 (quench boiler) 或热交换器。

[0046] 急冷室/部分可以包括用于将急冷介质沿着反应器的中心纵轴注入流动通道的装置。该用于注入急冷介质的装置相对于流动方向位于注入炭黑的原料的装置之后。

[0047] 用于注入急冷介质的装置可以延伸到急冷室中。例如, 可以使用冷却流体导管 (cooling fluid conduit) 或多个径向冷却流体导管 (radial cooling fluid conduit)。冷却流体 (例如水) 等急冷介质, 被喷洒在急冷室内, 以在适当的时间和位置停止炭黑反应。

[0048] 导流装置可以在远离燃烧室的远端连接到管状导管,以改变含氧气体的流路。导流装置优选被配置为从入口接收含氧气体,并使接收到的含氧气体与反应器的中心纵轴平行流动,并且优选相对于反应器的中心纵轴轴对称流动。换句话说,优选的是,气流相对于管状导管的横截面对称分布。

[0049] 同样期望的是,流入漏斗位于导流装置的前方,使得气流经过流入漏斗然后被引导至导流装置。

[0050] 例如,导流装置包括圆柱形主体,该圆柱形主体包括在圆柱形主体的壁中的开口,这些开口基本上正交于,优选正交于反应器的中心纵轴,并且圆柱形主体与管状导管连接,并且沿着反应器的中心纵轴定位。因此,进入导流装置的含氧气体在流动方向上被整流(rectified)。然后,经过整流的含氧气体可以通过旋流元件,从而可以进一步提高含氧气体的旋流稳定性。

[0051] 反应器还包括用于向燃烧室供应含氧气体的管状导管。含氧气体(含 O_2 气体或含 O_2 气体混合物)可以是空气、富氧空气、其他含氧气体和/或纯氧。因此,管状导管与燃烧室连接,使得含氧气体能够流经管状导管流入燃烧室。管状导管沿着反应器的中心纵轴布置。期望的是管状导管的中心纵轴与反应器的中心纵轴同轴。因此,管状导管可以沿着反应器的中心纵轴同轴布置。

[0052] 管状导管可以具有圆柱形形状,沿着反应器的中心纵轴延伸而没有弯曲。

[0053] 管状导管的内直径可以为5cm至3m,例如10cm至3m、20cm至3m、9cm至2.5m、13cm至1.5m、0.1m至2m、20cm至1m、30cm至1.5m、15cm至60cm或15cm至90cm。

[0054] 对于整个管状导管而言,内直径优选是恒定的,但是管状导管也可以具有与流入漏斗连接的两个不同部分,该流入漏斗朝着流动方向(即,燃烧室的方向)减小管状导管的内直径。因此,管状导管可以具有具有第一内直径的第一部分和具有小于第一内直径的第二内直径的第二部分。第一内直径可以在5cm至3m的范围内,例如20cm至3m、9cm至2.5m、13cm至1.5m、0.1m至2m、20cm至1m、30cm至1.5m、15cm至60cm或15cm至90cm,第二内直径可以在5cm至3m的范围内,如20cm至3m、9cm至2.5m、13cm至1.5m、0.1m至2m、20cm至1m、30cm至1.5m、15cm至60cm或15cm至90cm。如果存在流入漏斗,则一个或多个旋流元件将设置在流入漏斗和燃烧室之间,即在第二部分中。

[0055] 因此,管状导管还可以包括流入漏斗,该流入漏斗相对于流动方向位于旋流元件的前方。流入漏斗可以具有截头圆锥形状(frustoconical shape)。因此,流入漏斗的内直径沿着流动方向连续减小,因此从反应器的上游到下游减小。流入漏斗的最大内直径与最小内直径的内直径比在大于1至3的范围内,例如1.1至2或1.5至2。

[0056] 因此,流入漏斗的较小的一端沿流动方向与管状导管连接。流入漏斗的最小内直径与管状导管在流入流动方向上的内直径相对应,因此是朝向燃烧室的。最大内直径对应于管状导管从下游到上游的内直径。

[0057] 流入漏斗可用于在通过旋流元件之前改善流量。

[0058] 用于引入任何合适的燃烧燃料(例如,天然气、燃料油或其他气态或液态烃,优选天然气或燃料油,或 H_2)的燃料注射装置可以以不同的方式配置。例如,注射装置可以布置在管状导管的端部,在此处管状导管与燃烧室相连。例如,注射装置是相对于管状导管的中心纵轴周向布置的管状注射管,使得燃料的注射角度基本上正交于含氧气体的流动方向。

[0059] 或者,燃料注射装置集成在至少一个旋流元件中和/或与至少一个旋流元件结合(coupled)在一起。因此,燃料与含氧气体的混合直接发生在含氧气体产生涡旋或旋转的位置。

[0060] 然而,优选的是,燃料注射装置实施为燃料喷管(lance),并延伸穿过管状导管,其中导管的内表面和燃料喷管的外表面之间的间隙为含氧气体限定了通道。燃料注射装置的这种布置还可以在不干扰气流的情况下实现旋转对称的氧气分布。燃料喷管可以沿着反应器和/或管状导管的中心纵轴布置。因此,可以进一步增强旋转对称的氧气分布(oxygen profile)。

[0061] 因此,旋流元件可以设置在所述间隙中,使得旋流元件能够使通过管状导管提供的含氧气体产生涡旋。这在结构上是有利的。优选的是,燃料喷管同轴地延伸穿过管状导管。

[0062] 此外,沿着反应器的中心纵轴布置并延伸穿过管状导管的燃料喷管可以是向燃烧室供应燃料的唯一装置。因此,在含氧气体流的中间喷射燃料,并且燃料的混合可以得到增强。

[0063] 然而,除了燃料喷管之外,还可以提供多个燃料注射装置。例如,在管状导管的端部,相对于管状导管的中心纵轴旋转对称地布置另外的燃料注射装置。

[0064] 燃料喷管将燃料注入燃烧室的一端可以被布置成与向燃烧室供应含氧气体的管状导管的一端基本齐平。或者,燃料喷管可以被布置成相对于向燃烧室供应含氧气体的管状导管的端部突出/缩回。燃料喷管可以相对于管状导管的端部突出/缩回的距离可以是5至70cm,优选10至50cm,更优选20至45cm,和/或最高为在向燃烧室供应含氧气体的管状导管的末端处的管状导管的直径的1至5倍,优选1至4倍,更优选2至3倍。燃料喷管的突出/缩回布置,即控制燃烧的位置,可以减少由于燃烧的高温引起的材料应变。

[0065] 燃料喷管等燃料注射装置可以包括至少一个喷射口(injection opening)和/或至少一个喷嘴,其中至少一个喷射口和/或至少一个喷嘴基本上正交于,优选正交于反应器的中心纵轴。它们可以布置成与反应器的中心纵轴成70°至90°范围内的夹角,例如75°至89°,80°至88°。

[0066] 至少一个注射口和/或至少一个喷嘴可以围绕燃料喷管的外壁周向布置。至少一个喷嘴也可以位于燃料喷管的底部区域(base area)。

[0067] 至少一个注射口和/或至少一个喷嘴的周向布置以及夹角使得燃料和含氧气体能够更均匀地混合。

[0068] 燃料喷管等燃料注射装置的形状可以是圆柱形的。燃料喷管等燃料注射装置的内直径和/或外直径可以为0.6cm至2.0m,如0.6cm至1m、1cm至1m、5cm至1m、10cm至1.0m、15cm至90cm、20cm至60cm、15cm至30m、1cm至20cm或15cm至90cm。对于燃料喷管等整个燃料注射装置,内直径和/或外直径优选是恒定的。通常,位于管状导管内部的燃料注射装置的内直径和/或外直径小于管状导管的内直径。

[0069] 显而易见的是,燃料喷管等燃料注射装置以这样的方式定位,即:使得将燃料注射到涡旋的含氧气体中。因此,燃料注射装置可以包括旋流元件后面(相对于流动方向)的入口或注射口。

[0070] 根据本发明的管状导管包括至少一个设置在管状导管内部的旋流元件,以在含氧

气体流经管状导管进入燃烧室时使含氧气体产生涡旋。

[0071] 因此,反应器包括一个或多个旋流元件。优选地,反应器包括两个或多个旋流元件,例如2至10个、2至5个、2至4个、2至3个、3至5个或3至4个。更优选地,反应器包括两个、三个或四个旋流元件,最优选两个。如果存在多个旋流元件,旋流元件在管状导管内一个接一个地连接。

[0072] 多个旋流元件由于可以进一步防止涡旋的中断是特别有利的。特别地,有利的是,旋流元件沿着管状导管的纵轴串联设置,并连续地引起含氧气体的旋转/涡旋。旋流元件应该以相同的旋转方式使含氧气体形成涡旋,例如左涡旋或右涡旋。

[0073] 优选的是,旋流元件位于导管的内表面和燃料喷管的外表面之间的间隙中,以在含氧气体流经管状导管进入燃烧室时使含氧气体形成涡旋。

[0074] 此外,当使用两个或更多个旋流元件时,它们优选地在结构和/或涡旋导向方面彼此不同。

[0075] 多个旋流元件可以各自独立地(沿流动方向)彼此隔开,例如隔开0至300cm范围内的距离,例如1至300cm、1至200cm、1至100cm、1至70cm、10至90cm、10至60cm、15至40cm。距离可以是0cm。距离为0意味着旋流元件彼此连接而没有间隙。

[0076] 每个前述旋流元件(或叶片)通常与管状导管的内表面或燃料喷管等燃料注射装置的外表面连接。因此,根据特定的连接方式,在旋流元件(或叶片)和管状导管的内表面或燃料注射装置的外表面之间形成间隙。优选地,间隙较小,使得大部分含氧气体必须通过旋流元件,以提供涡旋气体并进一步增强技术效果。此外,特别有利的是,旋流元件(或叶片)与管状导管的内表面连接,因为可以防止热燃烧气体的回流(back flow)。旋流元件(或叶片)与燃料注射装置的外表面连接提供了有利的简单构造。

[0077] 一般来说,旋流元件被设计成使得基本上全部含氧气体都通过经过该元件而形成涡旋。例如,旋流元件包括叶片、翅片(fins)等,这些叶片、翅片等以这样的方式定位或设计,即:使得基本上全部含氧气体被叶片、翅片等导流,并引起旋转或涡旋。至少一个旋流元件(或叶片)的自由端(loose end)与旋流元件没有固定到或集成形成在其上的管状导管的内表面或燃料喷管的外表面之间的间隙应该不超过0mm至10cm,例如0mm至10cm,0mm至1cm,0mm至5mm,0.1mm至10cm,1mm至1cm,1mm至5mm或1mm至2mm。间隙处的管状导管的直径与至少一个旋流元件(或叶片)的自由端和管状导管的内表面或燃料喷管的外表面之间的前述间隙的距离的比例应在0.001至30000的范围内,例如0.01至3000、0.5至3000、10至3000、100至3000、100至1000、200至2000、1000至3000、5000至20000或2000至3000。这是特别有利的,因为可以进一步防止热燃烧气体回流到导管中。

[0078] 至少一个旋流元件优选地固定到或集成形成在管状导管的内表面上和/或燃料喷管的外表面上。至少一个旋流元件优选可更换地固定在管状导管的内表面上和/或燃料喷管的外表面上。可更换意指旋流元件可以容易地更换。这可以通过将旋流元件或叶片从管状导管中形状合适的间隙插入,并用螺钉等紧固件将旋流元件或叶片固定到管状导管的外壁上来实现。因此,这种旋流元件可更换地固定在管状导管的内表面上。

[0079] 每个旋流元件可以单独包括至少一个叶片,优选多个叶片,其中多个叶片优选相对于反应器的中心纵轴旋转对称布置。或者,叶片可以被限定为翅片、肋片(rib)或刀片(blade)。如上所述,叶片优选以这样的方式布置,即:迫使含氧气体撞击叶片,从而引起旋

转或涡旋。

[0080] 引起涡旋或旋转的一种可能方式是使叶片相对于反应器的中心纵轴倾斜。倾斜意指叶片以这样的方式定位,即:含氧气体以所需的角度撞击叶片表面,以引起旋转或涡旋。至少一个叶片可以相对于反应器的中心纵轴倾斜,优选角度为 10° 至 70° ,优选 15° 至 60° ,更优选 25° 至 55° ,最优选 25° 至 50° 。至少一个叶片也可以相对于反应器的中心纵轴倾斜,优选叶片的纵轴相对于反应器的中心纵轴倾斜 10° 至 70° ,优选 15° 至 60° ,更优选 25° 至 55° ,最优选 25° 至 50° 。

[0081] 因此,至少一个叶片可以在包含反应器的中心纵轴和相应贯轴的平面内相对于反应器的中心纵轴倾斜,其中相应贯轴正交于反应器的中心纵轴并且正交于相应横轴,其中相应横轴正交于反应器的中心纵轴,并且沿各叶片的宽度方向延伸,其中优选地,叶片在前述平面内相对于反应器的中心纵轴倾斜 10° 至 70° ,优选 15° 至 60° ,更优选 25° 至 55° ,最优选 25° 至 50° 。应该注意的是,叶片的期望角度通常应该限定与含氧气体的接触角。优选地,相应横轴正交于反应器的中心纵轴,并且沿各叶片的宽度方向延伸并穿过叶片的中心。

[0082] 叶片的宽度在从管状导管壁到燃料喷管壁的方向上。叶片的长度在流动通道的方向上。借助附图进一步解释尺寸和轴线。至少一个叶片面向流(facing the flow)的一侧可以在包含反应器的中心纵轴和相应贯轴的平面内相对于反应器的中心纵轴沿着流动方向具有恒定的斜度(pitch)和/或连续增大/减小的斜度,其中相应贯轴正交于反应器的中心纵轴并正交于相应横轴,其中相应横轴正交于反应器的中心纵轴,并沿各叶片的宽度方向延伸。优选地,相应横轴正交于反应器的中心纵轴,并且沿各叶片的宽度方向延伸并穿过叶片的中心。至少一个叶片(或至少一个旋流元件)可以具有相对于面向流的表面增大/减小/恒定斜度的区域。至少一个叶片可以沿着流动方向具有连续增大/减小的斜度。如果叶片具有沿着流动方向连续增大的斜度,则含氧气体将会以左旋方式旋转。如果叶片具有沿着流动方向连续减小的斜度,则含氧气体将会以右旋方式涡旋。特别优选的是,旋流元件的所有叶片都具有增大的斜度或减小的斜度。通常,每个旋流元件的所有叶片都具有增大的斜度或减小的斜度,使得含氧气体的旋转或者向左或者向右。连续增大/减小的斜度进一步避免了流的中断。

[0083] 此外,如上限定的恒定斜度和/或沿着流动方向连续增大/减小的斜度通常涉及至少一个叶片面向流的一侧的区域,使得叶片可以具有圆角和边缘。通常,至少一个叶片面向流的一侧的80%、85%、90%、95%或99%可以具有恒定的斜度和/或沿着如上限定的流动方向连续增大/减小的斜度。

[0084] 叶片也可以沿着反应器的中心纵轴形成连续的螺纹(thread)。因此,螺纹包括多个缠绕(winding)。优选地,叶片具有2至10个缠绕,例如2至5个缠绕。连续的螺纹可以具有不同的螺距(pitch),即第一螺距和第二螺距,其中第二螺距大于第一螺距。连续螺纹可以具有恒定的螺距,和/或连续螺纹的螺距连续增大/减小。沿着中心纵轴的连续螺纹也可以通过在一排中以0cm的距离添加多个旋流元件来形成。连续螺纹的优点是,因为在叶片/涡流元件之间不存在间隙,含氧气体可以容易地形成涡流而不会中断流动。

[0085] 叶片的形状可以是平面形(planar)或曲面形(curved shape),也可以是两者的组合。平面形意指叶片的斜度是恒定的,而曲面形意指斜度不断增大或减小。

[0086] 如上所述,根据本发明,可以存在一个以上的旋流元件。因此,第一旋流元件可以

具有至少一个叶片,该叶片在包含反应器的中心纵轴和相应贯轴的平面内相对于反应器的中心纵轴以第一角度倾斜,并且其中第二旋流元件可以具有至少一个叶片,该叶片在包含反应器的中心纵轴和相应贯轴的平面内相对于反应器的中心纵轴以第二角度倾斜,其中相应贯轴正交于反应器的中心纵轴并且正交于相应横轴,其中相应横轴正交于反应器的中心纵轴,并且沿相应叶片的宽度方向延伸,其中第一角度大于第二角度。优选地,相应横轴正交于反应器的中心纵轴,并且沿各叶片的宽度方向延伸并穿过叶片的中心。第一旋流元件是最靠近燃烧室的元件,使得含氧气体首先通过第二旋流元件,然后通过第一旋流元件。如果存在第三旋流元件,则含氧气体将首先通过第三旋流元件,依此类推。从编号最高的旋流元件开始到编号最低的旋流元件,角度递增,使得含氧气体的涡旋程度连续增加。这是特别优选的,因为可以防止气流中断。优选的是,每个相应旋流元件的所有叶片都以相同的角度倾斜。例如,第一旋流元件的所有叶片都以如上限定的第一角度倾斜,和/或第二旋流元件的所有叶片都以如上限定的第二角度倾斜。此外,很明显,每个相应旋流元件的叶片应该以相同的方向/旋转(例如向左或向右)使含氧气体发生涡旋。

[0087] 第一角度优选在 15° 至 70° 的范围内,例如 20° 至 60° , 30° 至 55° , 35° 至 60° , 35° 至 55° ,或 40° 至 50° ,和/或第二角度优选在 10° 至 60° 的范围内,例如 10° 至 55° , 15° 至 50° , 20° 至 45° , 20° 至 40° ,或 25° 至 35° ,和/或第一角度优选与第二角度相差至少 5° 至 40° ,例如 5° 至 30° , 8° 至 25° , 5° 至 20° ,或 10° 至 20° 。

[0088] 叶片相对于管状导管和反应器的中心纵轴的倾斜度的另一种定义是,叶片的长度轴平行于反应器的中心纵轴,然后,特定叶片围绕各叶片的相应中心横轴旋转上述角度。简单叶片的一个实例是板或矩形板,例如金属板。然后,该矩形板可以旋转上述角度,例如第一和/或第二角度。

[0089] 本发明还涉及一种生产炭黑的方法,该方法可以在上述反应器中进行。优选地,该方法是炉黑工艺。该方法包括(a)通过燃料注射装置将燃料注入到反应器的燃烧室中,(b)通过管状导管沿反应器的中心纵轴供应含氧气体,流过设置在管状导管内部的至少一个旋流元件,(c)通过至少一个旋流元件使含氧气体涡旋,(d)混合注入的燃料和涡旋的含氧气体,(e)在燃烧室中燃烧燃料以产生热燃烧气体,(f)在位于燃烧室之后沿反应器的中心纵轴设置的反应室中接收热燃烧气体,和(g)将炭黑的原料注入从燃烧室接收的热燃烧气体中,以在反应室中形成炭黑。使用上述方法,可以以与相应的不涡旋含氧气体进行制造相比更高的收率生产炭黑。因此,可以生产根据本发明方法优选使用本发明反应器生产的炭黑。

[0090] 燃料可以通过沿着反应器的中心纵轴布置并延伸穿过管状导管到反应器的燃烧室中的燃料喷管喷射,并且含氧气体通过由导管的内表面和燃料喷管的外表面之间的间隙限定的通道供应到燃烧室,包括通过设置在间隙中的至少一个旋流元件使含氧气体发生涡旋。

[0091] 含氧气体通常以相对于燃料完全燃烧所需的氧气量产生过剩氧气的量供应,和/或其中含氧气体以k值在0.01至10之间,例如0.01至1、0.1至1、0.1至5、1至2、0.7至1或0.5至1的量供应。其中k值是由燃料完全按化学计量燃烧所需的化学计量 O_2 量与供应的 O_2 量的比率来定义的。

[0092] 含氧气体在进入向燃烧室供应含氧气体的管状导管之前,可以进行导流和/或整流。

[0093] 含氧气体的涡旋也可以存在于热燃烧气体中和包含炭黑的原料的反应混合物中。涡旋的热燃烧气体是特别优选的,因为气体中剩余的氧气也是均匀分布的,使得原料物质的反应提供均匀的炭黑性能,并且收率(yield)和生产率(productivity)得到增加。因此,可以获得燃烧室中产生的热燃烧气体朝向燃料喷管的喷射端的再循环。

[0094] 当将炭黑的原料注入到热燃烧气体中时,热燃烧气体中的氧浓度应在反应室的横截面上基本上是均匀的或者是均匀的。

[0095] 调整燃料和含氧气体的流量以产生高温,并且通常接近化学计量比。必须调整比例以防止耐火材料熔化。含氧流量的范围相当宽,例如,从低的约 $1000\text{Nm}^3/\text{小时}$ 到高的约 $100\text{kNm}^3/\text{小时}$,例如 $1000\text{Nm}^3/\text{小时}$ 到 $100\text{kNm}^3/\text{小时}$, $1000\text{Nm}^3/\text{小时}$ 到 $10\text{kNm}^3/\text{小时}$, $2000\text{Nm}^3/\text{小时}$ 到 $3000\text{Nm}^3/\text{小时}$,或者 $1000\text{Nm}^3/\text{小时}$ 到 $2000\text{Nm}^3/\text{小时}$ 。然而,本发明并不局限于这些大小(dimension);对于较大的反应器,需要较高的空气流量,而对于较小的反应器,需要较低的空气流量。然而,由于含氧气体的涡旋,燃料和含氧气体可以均匀地混合,并且燃烧气体的温度分布更理想,使得耐火材料的应变更小。

[0096] 第一流体可以是涡旋的(涡旋的流体),并且具有0.2至1.2之间的旋流数,优选0.4至1.1,更优选0.5至1.0,甚至更优选0.6至0.8的旋流数。通常,涡流强度(swirl intensity)是气体角动量的量度。其特征是旋流数S,定义为角动量的轴向通量与轴动量的轴向通量之比(Gupta等人,1984)。

[0097] 第二流体可以是涡旋的(涡旋的第二流体),并且具有0.2至1.2之间的旋流数,优选0.4至1.1,更优选0.5至1.0,甚至更优选0.6至0.8的旋流数。通常,涡流强度是气体角动量的量度。其特征是旋流数S,定义为角动量的轴向通量与轴动量的轴向通量之比(Gupta等人,1984)。

[0098] 燃料可以是涡旋的(涡旋的燃料),并且具有0.2至1.2的旋流数,优选0.4至1.1,更优选0.5至1.0,甚至更优选0.6至0.8的旋流数。通常,涡流强度是气体角动量的量度。其特征是旋流数S,定义为角动量的轴向通量与轴动量的轴向通量之比(Gupta等人,1984)。

[0099] 含氧气体可以是涡旋的(涡旋的含氧气体),并且具有0.2至1.2的旋流数,优选0.4至1.1,更优选0.5至1.0,甚至更优选0.6至0.8的旋流数。通常,涡流强度是气体角动量的量度。其特征是旋流数S,定义为角动量的轴向通量与轴动量的轴向通量之比(Gupta等人,1984)。

[0100] 通过使用串联布置的两个或多个旋流元件可以有利地实现高旋流数。

[0101] 现在将参照附图描述本发明,附图不限制本发明的范围和范畴。所提供的描述纯粹是通过实施例和说明的方式。然而,图中示例的具体特征可以用于进一步限制本发明和权利要求的范围。

[0102] 参见图1a和图1b,其中示出了旋流元件在x-z平面(010)内的截面和旋流元件在x-y平面(011)内的截面。

[0103] 如上所述,旋流元件可以包括沿着反应器的中心纵轴相对于反应器的流动方向倾斜的叶片。图1a是连接到管状导管(110)内部的燃料喷管(111)的特定叶片(092)的x-z平面内的视图。燃料喷管(111)的纵轴与反应器的中心纵轴(101)同轴。反应器的中心纵轴(101)代表坐标系中平面的x轴。坐标系是笛卡尔坐标系。坐标系中的z轴和y轴取决于所考虑的具体叶片(092)。z轴是与反应器的中心纵轴(101)正交的相应贯轴(090)并正交于相应横轴

(091)。所考虑的叶片(092)的相应横轴(091)是坐标系中的y轴(091)。相应横轴(091)正交于反应器的中心纵轴(101),并且沿各叶片的宽度方向延伸。图1b示出了叶片的宽度(094)和沿所考虑的叶片宽度(094)方向延伸的y轴(091)。如果考虑不同叶片的角度(或位置、排列方式、旋转和/或倾斜),则坐标系中将使用所考虑叶片的另一相应横轴(z轴)(090)和相应横轴(091)(y轴)。换句话说,y轴和z轴取决于各叶片。此外,叶片(095)的长度(经度)方向沿流动方向延伸。叶片(093)的高度如图1a所示。优选地,x值沿流动方向增加或减少,优选增加。

[0104] 根据本发明的反应器在图2中通常由数字(100a)表示。在图3中反应器由数字(100b)表示,并且与图2中的反应器的不同之处在于流入漏斗(150)位于旋流元件(113a、113b)的前方。在这种情况下,管状导管(110)与流入漏斗(150)相连。在附图中,未示出管状导管(110)的第一部分具有比管状导管(110)的第二部分更大的直径。

[0105] 图2和图3中反应器(100a、100b)包括燃烧室(120)、反应室(130)和急冷室(140)。此外,管状导管(110)与燃烧室(120)相连。这些部件沿着反应器的中心纵轴(101)布置,并形成流动通道。箭头(102)指示通过管状导管(110)供应到燃烧室(120)的含氧气体的流动方向。在这些反应器中,燃料注射装置是设置在管状导管(110)内部的燃料喷管(111)。燃料喷管(111)沿着反应器的中心纵轴(101)布置。箭头(103)指示燃料的流动方向。

[0106] 管状导管(110)包括两个旋流元件(113a、113b),但是显然也可以使用一个或两个以上的旋流元件,例如三个旋流元件。旋流元件(113a、113b)一个接一个地定位,其中第一旋流元件(113a)最靠近燃烧室(120)布置。第二旋流元件(113b)相对于流动方向(从上游到下游)位于第一旋流元件(113a)的前方。旋流元件(113a、113b)包括多个相对于反应器的中心纵轴(101)倾斜的叶片(112)。如上所述,第二旋流元件(113b)以第二角度倾斜。第一旋流元件(113a)以第一角度倾斜,其中第一角度小于第二角度。如果含氧气体先通过第二旋流元件然后再通过第一旋流元件(113a、113b),则在含氧气体中引发旋转或涡旋。在旋流元件(113a、113b)后面,因此,在引起涡旋之后,燃料与涡旋含氧气体混合。

[0107] 反应室(130)包括多个注射喷嘴(131)以注射烃原料(132)。此外,急冷室(140)包括用于注入急冷介质(142)的多个注射喷嘴(141)。

[0108] 流入漏斗(150)具有最大直径(151)和最小直径(152),其中流入漏斗的最小直径(152)对应于管状导管(110)的直径。

[0109] 参见图4、图5、图6和图7,其中示出了包括燃料喷管和旋流元件的管状导管的截面。特别地,图4示出包括燃料喷管和连接到燃料喷管外表面的旋流元件的管状导管的截面(200a)。图5示出包括流入漏斗、燃料喷管和连接到燃料喷管外表面的旋流元件的管状导管的截面(200b)。图6示出包括燃料喷管和连接到管状导管的内表面的旋流元件的管状导管的截面(200c)。图7示出包括流入漏斗、燃料喷管和连接到管状导管内表面的旋流元件的管状导管的截面(200d)。

[0110] 同样,管状导管包括两个旋流元件(113a和113b或114a和114b),它们沿反应器的中心纵轴(101)布置。如上所述,图4和图5示出了管状导管(110),其中旋流元件(113a、113b)与燃料喷管(111)相连。在图6和图7中,旋流元件(114a、114b)与管状导管(110)的内壁相连。在图5和图7中,流入漏斗(150)与管状导管(110)相连。

[0111] 在这些图中,燃料装置以多个注射口(250)的形式围绕燃料喷管的外壁周向布置,

使得注射口 (250) 能够以相对于反应器的中心纵轴 (101) 基本正交的方向注射燃料。

[0112] 参照图4和图5,第一旋流元件 (113a) 的叶片 (112a) 和第二旋流元件 (113b) 的叶片 (112b) 连接到燃料喷管 (111) 的外壁,使得在叶片和管状导管 (210) 的内表面之间出现间隙。在图6和图7中,第一旋流元件 (114a) 的叶片 (112a) 和第二旋流元件 (114b) 的叶片 (112b) 连接到燃料喷管 (111) 的外壁,使得在叶片和燃料喷管的外表面 (211) 之间出现间隙。如上所述,各个间隙的尺寸应该在0mm至10cm的范围内,例如0mm至10cm、0mm至1cm、0mm至5mm、0.1mm至10cm、1mm至1cm、1mm至5mm或1mm至2m。该间隙优选尽可能小,即0mm,使得大部分含氧气体形成涡旋。

[0113] 第一旋流元件和第二旋流元件之间的距离 (220) 可以在0至300cm的范围内,例如1至300cm、1至200cm、1至100cm、1至70cm、10至90cm、10至60cm、15至40cm。距离可以是0cm。第一旋流元件和连接到燃烧室的管状导管的端部之间的距离 (230) 可以在0至2m的范围内,例如0至1.5m、1cm至1.5m、1cm至1m、1cm至60cm、10cm至60cm、15cm至40cm、5cm至30cm或20cm至1m。

[0114] 如上所述,管状导管的内直径 (240) 可以选自5cm至3m,例如10cm至3m、20cm至3m、9cm至2.5m、13cm至1.5m、0.1m至2m、20cm至1m、30cm至1.5m、15cm至60cm或15cm至90cm。管状导管的内直径 (240) 影响含氧气体的流量,并且应该根据反应器的尺寸进行调整。

[0115] 第一旋流元件和燃料入口之间的距离 (260) 可以在1cm至1.5m的范围内,例如2cm至1m、10cm至1m、20cm至1m或30cm至1m。

[0116] 从上述附图中可以看出,考虑到上述坐标系,最靠近燃烧室 (120) 的第一旋流元件的叶片 (112a) 相对于反应器的中心纵轴 (101) 倾斜。第一旋流元件的叶片在第一旋流元件的叶片的长度轴线 (291a) 和反应器的中心纵轴 (101) 之间的第一角度 (290a) 大于第二旋流元件的叶片在第二旋流元件的叶片的长度轴线 (291b) 和反应器的中心纵轴 (101) 之间的第二角度 (290b)。应该注意的是,叶片定位在燃料喷管 (111) 上的方式是,使得含氧气体以从流动方向来看向左旋转的方式涡旋。然而,根据本发明,含氧气体也以从流动方向来看向右旋转的方式涡旋。期望的是多个旋流元件沿相同的方向引发涡旋。通过将叶片 (112a、112b) 以例如与所述图中所示相同的角度指向下方,使得叶片的相对侧 (opposite side) 朝向含氧气体流,可以简单地实现右旋。尽管如此,还期望的是设置在同一管状导管内的所有叶片和旋流元件都能以相同的旋转方式 (例如左旋或右旋) 引发涡旋。

[0117] 叶片的位置和排列方式也可以用上述坐标系中的函数 (function) 来描述,其中坐标系中的z轴和y轴取决于所考虑的具体叶片 (092)。特别地,各叶片 (092) 的相应横轴 (091) 是坐标系中的y轴 (091)。相应横轴 (091) 正交于反应器的中心纵轴 (101),并且沿相应叶片的宽度方向延伸。z轴是相应的横轴 (090),其正交于反应器的中心纵轴 (101) 并正交于相应的横轴 (091)。在该笛卡尔坐标系中,针对相应的叶片考虑x轴和z轴。该笛卡尔坐标系中的原点可以位于叶片表面上的某个位置,该位置与燃料喷管或导管相邻。

[0118] 图1至图7中的叶片除圆角/边缘处之外具有恒定增大/减小斜度的区域,使得叶片面向含氧气体流的一侧可以用函数如 $f(x) = (-)^n \cdot x$ 来描述,其中n为斜度,x轴由反应器的中心纵轴 (101) 表示。公式中的术语“(-)”涉及一种可选的负号,表示递减的斜度。因此,负号是可选的。连续增大/减小的斜度可以用 $f(x) = (-)^m \cdot x^m$ (或 $f(x) = (-)^n \cdot x^m$) 来描述,其中m可以选自大于1至10,例如2至10、1至5、1至3、1.1至5或2至3。该函数在特定点x处的导数揭示

了叶片在该位置的斜度。该函数可以在x、y和z方向上移动,例如 $f(x) = (-)^n(x+b)^m$,其中该函数沿x方向移动。具有恒定斜度或恒定斜度区域的叶片的斜度优选在0.09至10、0.17至6、0.26至6、0.26至3或0.17至1.75的范围内,没有符号(即,绝对值)。没有恒定斜度区域的叶片的最大斜度,例如斜度恒定地增大/减小,优选在0.09至10、0.17至6、0.26至6、0.26至3、0.17至2.74、0.26至1.73、0.46至1.42、0.46至1.2或0.17至1.75的范围内,没有符号(即绝对值)。由于定义了最大斜度的绝对值,因此最大斜度描述了连续增大和减小的斜度。

[0119] 每个旋流元件(113a和113b或114a和114b)的叶片尺寸可以相同或不同。例如,第一旋流元件(270)的叶片长度(095)可以在1cm至3m的范围内,例如5cm至2m、10cm至1m、15cm至1m、20cm至90cm、25cm至1m、30至60cm、40cm至1.5m,或35cm至3m。第二旋流元件(271)的叶片长度(095)可以在1cm至3m的范围内,例如5cm至2m、10cm至1m、15cm至1m、20cm至90cm、25cm至1m、30至60cm、40cm至1.5m,或35cm至3m。第一旋流元件(280)的叶片宽度(094)可以在4cm至2.9m的范围内,例如5cm至2.5m、9cm至2.5m、10cm至2m、20cm至2m、8cm至1m、12cm至1.4m、0.1m至2m、19cm至1m、30cm至1.5m、14cm至60cm、14cm至59cm,或14cm至89cm。第二旋流元件(281)的叶片宽度(094)可以在4cm至2.9m的范围内,例如5cm至2.5m、9cm至2.5m、10cm至2m、20cm至2m、8cm至1m、12cm至1.4m、0.1m至2m、19cm至1m、30cm至1.5m、14cm至60cm、14cm至59cm,或14cm至89cm。特别地,旋流元件(280、281)的叶片宽度(094)应该选择为在至少一个旋流元件的自由端和旋流元件没有固定到或集成形成在其上的管状导管的内表面或燃料喷管的外表面之间的角间隙(angular gap)尽可能小,例如不大于0mm至10cm,例如0mm至10cm、0mm至1cm、0mm至5mm、0.1mm至10cm、1mm至1cm、1mm至5mm,或1mm至2mm,如上所述。期望具体旋流元件的叶片的形状和尺寸相同。根据本发明,两个以上旋流元件也是期望的,并且其他的旋流元件的叶片的尺寸也可以从上述尺寸中选择。

[0120] 参见图8、图9和图10,其中示出了旋流元件的截面。特别地,图8涉及具有两个恒定斜度区域和平滑连接部的旋流元件的截面(300a)。图9涉及具有两个恒定斜度区域和尖的连接部的旋流元件的截面(300b)。图10涉及具有连续减小的斜度的旋流元件的截面(300c)。用显示含氧气体通道的箭头(102)表示流动方向。斜度区域指的是叶片面向流的一侧。

[0121] 图8示出了旋流元件,其叶片的第一区域(310)具有第一恒定斜度,叶片的第二区域(320)具有第二恒定斜度。或者,两个斜度区域可以被描述为以0mm的距离彼此连接的两个旋流元件,使得叶片之间不存在间隙。叶片的具有第二恒定斜度的第二区域(320)包括恒定斜度的区域和叶片的具有第二恒定斜度的第二区域的长度轴(330)。具有第二恒定斜度的第一旋流元件的叶片的第二区域的长度轴相对于反应器的中心纵轴的角度(340)可以与上述定义相同,即 10° 至 70° ,优选 15° 至 60° ,更优选 25° 至 55° ,最优选 25° 至 50° 。具有第二恒定斜度的叶片的第二区域(320)的斜度可以在0.09至10、0.17至6、0.26至6、0.26至3、0.17至2.74、0.26至1.73、0.46至1.42、0.46至1.2或0.17至1.75的范围内,没有符号(即绝对值)。

[0122] 图9与图8的不同之处在于,具有第一恒定斜度(310)的叶片的第一区域和具有第二恒定斜度(320)的叶片的第二区域以尖角(sharp angle)连接。

[0123] 图10中所示的旋流元件(300c)相对于面向含氧气体流的叶片侧具有连续减小的斜度。考虑到含氧气体的流动方向(102),斜度不断减小。描述面向含氧气体并具有不断减

小的斜度的一侧的函数可以用 $f(x) = n * (x)^2$ 来描述。叶片的最大斜度(331)优选在0.09至10、0.17至6、0.26至6、0.26至3、0.17至2.74、0.26至1.73、0.46至1.42、0.46至1.2或0.17至1.75的范围内,没有符号(即绝对值)。由于限定了最大斜度的绝对值,因此最大斜度描述了连续增大和连续减小的斜度。应该注意的是,叶片的最大斜度和角度决定了涡旋或旋转的程度。

[0124] 参见图11和图12,其中示出了包含具有不同排列方式的三个旋流元件的燃料喷管的截面(400a,400b)。

[0125] 特别地,前述附图示出了连接到燃料喷管的旋流元件的不同可能配置。显然,这些旋流元件也可以连接到管状导管的内壁上。此外,还可以对不同的漩涡元件进行不同的布置。

[0126] 如图11中所示,三个旋流元件串联布置。最靠近燃烧室(120)的第一旋流元件包括叶片的具有第一斜度的第一区域(310a)和叶片的具有第二斜度的第二区域(320a)。位于第一旋流元件和第三旋流元件(113c)之间的第二旋流元件包括叶片的具有第一斜度的第一区域(310b)和叶片的具有第二斜度的第二区域(320b)。第三旋流元件(113c)包括叶片的具有第一斜度的第一区域(310c)和叶片的具有第二斜度的第二区域(320c)。具有第二斜度的各叶片的第二区域的各个长度轴(330a、330b和330c)与反应器的中心纵轴(101)之间的夹角(340a、340b和340c)沿流动方向依次增大,使得涡旋的程度也依次增大。

[0127] 在图12中,燃料喷管上连接了三种不同类型的旋流元件。第一旋流元件包括具有连续增大的斜度(311)的叶片,最大斜度(331)在叶片的端部。第二旋流元件(112b)具有恒定的斜度,并且相对于第二旋流元件的叶片的长度轴线(291b)和反应器的中心纵轴(101)以特定的角度(290b)倾斜。第三旋流元件包括叶片的具有第一斜度的第一区域(310c)和叶片的具有第二斜度的第二区域(320c)。同样,斜度和/或角度沿流动方向依次增大。

[0128] 图13示出了旋流元件的多视角投影图,该旋流元件具有一个连接到管状导管(110)内的燃料喷管的外表面的叶片(112)。可以在燃料喷管上安装多个叶片。优选地,将多个叶片连接到燃料喷管上,使得每个叶片至少部分地与至少第二叶片重叠。图13中的叶片具有连续增大的斜度(311),但是也可以根据需要使用如上所述的其他形式的叶片。

[0129] 应当理解,在不脱离本发明的原理的情况下,可以进行各种修改,并且可以对优选实施方案进行许多更改。

本发明的方面

[0130] 1.一种用于生产炭黑的反应器,优选根据方面29至41的方法生产,其具有沿着反应器的中心纵轴的流动通道,并且包括:

(i) 燃烧室,所述燃烧室用于通过燃料燃烧产生热燃烧气体,

(ii) 管状导管,所述管状导管用于向所述燃烧室供应第一流体,包括至少一个设置在所述管状导管内部的旋流元件,以在所述第一流体流过所述管状导管流入所述燃烧室时使所述第一流体产生涡旋,

(iii) 注射装置,所述注射装置用于将第二流体注入所述燃烧室,以及(iv) 反应室,所述反应室位于所述燃烧室之后,包括将炭黑的原料注入从所述燃烧室接收的热燃烧气体中以形成炭黑的装置,

其中所述第一流体为含氧气体,并且所述第二流体为燃料,或者所述第一流体为

燃料,并且所述第二流体为含氧气体,并且其中所述燃烧室和所述管状导管沿着所述反应器的中心纵轴布置。

[0131] 2.根据方面1所述的反应器,其中所述注射装置为燃料注射装置,所述第一流体为含氧气体,并且所述第二流体为燃料。

[0132] 3.一种用于生产炭黑的反应器,其具有沿着所述反应器的中心纵轴的流动通道,并且包括:

(i) 燃烧室,所述燃烧室用于通过燃料燃烧产生热燃烧气体,

(ii) 管状导管,所述管状导管用于向所述燃烧室供应含氧气体,包括至少一个设置在所述管状导管内部的旋流元件,以在含氧气体通过所述管状导管流入所述燃烧室时使所述含氧气体产生涡旋,

(iii) 燃料注射装置,所述燃料注射装置用于将燃料注入所述燃烧室,以及

(iv) 反应室,所述反应室位于所述燃烧室之后,包括将炭黑的原料注入从所述燃烧室接收的热燃烧气体中以形成炭黑的装置,

其中所述燃烧室和所述管状导管沿着所述反应器的中心纵轴布置。

[0133] 4.根据前述任一方面所述的反应器,其中所述燃料注射装置为燃料喷管,并且延伸穿过所述管状导管,在所述导管的内表面和所述燃料喷管的外表面之间具有限定用于所述含氧气体的通道的间隙,其中优选所述燃料喷管沿着所述反应器的中心纵轴布置,或者其中所述注射装置为喷管,并延伸穿过所述管状导管,所述导管的内表面和所述喷管的外表面之间具有限定用于所述含氧气体的通道的间隙,其中优选所述喷管沿着所述反应器的中心纵轴布置。

[0134] 5.根据前述方面中任一方面所述的反应器,其中所述至少一个旋流元件设置在所述间隙中。

[0135] 6.根据前述任一方面所述的反应器,其中所述燃料喷管同轴延伸穿过所述管状导管,和/或其中所述管状导管沿着所述反应器的中心纵轴同轴布置,和/或其中至少一个旋流元件沿着所述管状导管的纵轴同轴布置。

[0136] 7.根据前述任一方面所述的反应器,其中沿所述反应器的中心纵轴布置并延伸穿过所述管状导管的燃料喷管是用于向所述燃烧室供应燃料的唯一装置。

[0137] 8.根据前述任一方面所述的反应器,其中将燃料注入燃烧室的燃料喷管的端部布置成与向燃烧室供应含氧气体的管状导管的端部基本齐平,或者其中将燃料喷管布置成相对于向燃烧室供应含氧气体的管状导管的端部突出/缩回,例如突出/缩回的距离最高为在向燃烧室供应含氧气体的管状导管的端部处的管状导管的直径的1至5倍,优选1至4倍,更优选2至3倍,和/或突出/缩回的距离为5至70cm,优选10至50cm,更优选20至45cm。

[0138] 9.根据前述任一方面所述的反应器,其包括至少两个沿着所述管状导管的纵轴串联布置的旋流元件,特别是在导管的内表面和燃料喷管的外表面之间的间隙中,以便在含氧气体流经管状导管进入燃烧室时使含氧气体产生涡旋,和/或其中旋流元件在它们的结构和/或涡旋导向方面彼此不同,和/或彼此间隔开一定距离,例如0至300cm,例如1至300cm、1至200cm、1至100cm、1至70cm、10至90cm、10至60cm、15至40cm。

[0139] 10.根据前述任一方面所述的反应器,其中所述反应器包括第一旋流元件和第二旋流元件,其中所述第一旋流元件更靠近所述燃烧室布置。

[0140] 11. 根据前述任一方面所述的反应器, 其中所述旋流元件各自独立地包括至少一个叶片, 优选多个叶片, 其中所述多个叶片优选相对于所述反应器的中心纵轴旋转对称地布置。

[0141] 12. 根据前述任一方面所述的反应器, 其中所述旋流元件各自独立地包括至少一个叶片, 优选多个叶片, 其中优选所述至少一个叶片相对于所述反应器的中心纵轴倾斜, 优选角度为 10° 至 70° , 优选 15° 至 60° , 更优选 25° 至 55° , 最优选 25° 至 50° 。

[0142] 13. 根据前述任一方面所述的反应器, 其中所述至少一个叶片在包含所述反应器的中心纵轴和相应贯轴的平面内相对于所述反应器的中心纵轴倾斜, 其中所述相应贯轴正交于所述反应器的中心纵轴并且正交于相应横轴, 其中所述相应横轴正交于所述反应器的中心纵轴, 并且沿各叶片的宽度方向延伸, 其中优选地, 所述叶片在前述平面内相对于所述反应器的中心纵轴倾斜 10° 至 70° , 优选 15° 至 60° , 更优选 25° 至 55° , 最优选 25° 至 50° 。

[0143] 14. 根据前述任一方面所述的反应器, 其中所述至少一个叶片的面向流的一侧在包含所述反应器的中心纵轴和相应贯轴的平面内相对于所述反应器的中心纵轴沿流动方向具有恒定的斜度和/或连续增大/减小的斜度, 其中所述相应贯轴正交于所述反应器的中心纵轴, 并且正交于相应横轴, 其中所述相应横轴正交于所述反应器的中心纵轴, 并且在各叶片的宽度方向上延伸。

[0144] 15. 根据前述任一方面所述的反应器, 其中所述至少一个旋流元件包括沿着所述反应器的中心纵轴形成连续螺纹的叶片, 优选地, 叶片具有2至10个缠绕, 例如2至5个缠绕, 优选地, 所述连续螺纹具有不同的螺距, 即第一螺距和第二螺距, 其中所述第二螺距大于所述第一螺距, 和/或所述连续螺纹具有恒定螺距, 和/或所述连续螺纹的螺距连续增大/减小。

[0145] 16. 根据前述任一方面所述的反应器, 其中所述至少一个叶片具有平面形或曲面形或其组合, 和/或其中所述至少一个叶片具有沿流动方向连续增大/减小的斜度。

[0146] 17. 根据前述任一方面所述的反应器, 其中所述第一旋流元件具有至少一个叶片, 所述叶片在包含所述反应器的中心纵轴和相应贯轴的平面内相对于所述反应器的中心纵轴以第一角度倾斜, 并且其中所述第二旋流元件具有至少一个叶片, 该叶片在包含反应器的中心纵轴和相应贯轴的平面内相对于所述反应器的中心纵轴以第二角度倾斜, 其中所述相应贯轴正交于所述反应器的中心纵轴并且正交于相应横轴, 其中所述相应横轴正交于所述反应器的中心纵轴, 并且在各叶片的宽度方向上延伸, 其中所述第一角度大于所述第二角度, 优选所述第一角度在 15° 至 70° 之间, 例如 20° 至 60° , 30° 至 55° , 35° 至 60° , 35° 至 55° , 或 40° 至 50° , 和/或所述第二角度在 10° 至 60° 之间, 例如 10° 至 55° , 15° 至 50° , 20° 至 45° , 20° 至 40° , 或 25° 至 35° , 和/或其中所述第一角度与所述第二角度相差至少 5° 至 40° , 例如 5° 至 30° , 8° 至 25° , 5° 至 20° , 或 10° 至 20° 。

[0147] 18. 根据前述任一方面所述的反应器, 其中所述至少一个旋流元件固定到或集成形成在管状导管的内表面上和/或燃料喷管的外表面上, 其中所述至少一个旋流元件优选可更换地固定在管状导管的内表面上和/或燃料喷管的外表面上。

[0148] 19. 根据前述任一方面所述的反应器, 其中所述至少一个旋流元件的自由端与旋流元件没有固定到或集成形成在其上的所述管状导管的内表面或所述燃料喷管的外表面之间的间隙不大于0mm至10cm, 例如0mm至10cm, 0mm至1cm, 0mm至5mm, 0.1mm至10cm、1mm至

1cm、1mm至5mm或1mm至2mm,和/或所述间隙处的管状导管的直径与所述至少一个旋流元件的自由端和所述管状导管的内表面或所述燃料喷管的外表面之间的前述间隙的距离的比例在0.001至30000的范围内,例如0.01至3000,0.5至3000,10至3000,100至3000,100至1000,200至2000,1000至3000,5000至20000或者2000至3000。

[0149] 20.根据前述任一方面所述的反应器,其中所述管状导管和/或所述燃料喷管具有圆柱形形状。

[0150] 21.根据前述任一方面所述的反应器,其中所述管状导管还包括相对于所述流动方向位于所述旋流元件前方的流入漏斗,其中所述流入漏斗的直径优选地沿着所述流动方向连续减小,优选地,所述流入漏斗的最大直径与最小直径的直径比在大于1至3的范围内,例如1.1至2或1.5至2。

[0151] 22.根据前述任一方面所述的反应器,其中所述注射装置集成在所述至少一个旋流元件中和/或与所述至少一个旋流元件结合在一起。

[0152] 23.根据前述任一方面所述的反应器,其中所述燃料注射装置包括至少一个喷射口和/或至少一个喷嘴,其中所述至少一个喷射口和/或至少一个喷嘴被布置成基本上正交于所述反应器的中心纵轴和/或被布置成与所述反应器的中心纵轴成70°至90°范围内的夹角,例如75°至89°,80°至88°。

[0153] 24.根据前述任一方面所述的反应器,还包括在远离燃烧室的远端连接到所述管状导管的导流装置,用于改变含氧气体的流动路径,其中所述导流装置优选被配置为从入口接收含氧气体,并使接收到的含氧气体平行于反应器的中心纵轴流动。

[0154] 25.根据方面24所述的反应器,其中所述导流装置包括圆柱形主体,所述圆柱形主体包括圆柱形主体的壁中的开口,所述开口基本上正交于,优选正交于所述反应器的中心纵轴,并且所述圆柱形主体与所述管状导管连接并且沿着所述反应器的中心纵轴定位。

[0155] 26.根据前述任一方面所述的反应器,其中所述燃烧室包括朝向所述反应室和/或朝向所述管状导管逐渐变细的区域。

[0156] 27.根据前述任一方面所述的反应器,其中将炭黑的原料注射到热燃烧气体中的装置包括多个注射喷嘴,其中所述喷嘴优选相对于所述中心纵轴周向布置。

[0157] 28.根据前述任一方面所述的反应器,其中所述反应器还包括位于所述反应室之后的急冷室,优选包括用于将急冷介质沿着所述反应器的中心纵轴注入流动通道中的装置,所述装置相对于流动方向位于用于注入炭黑的原料的装置之后。

[0158] 29.一种用于生产炭黑的方法,包括:

- (a) 通过注射装置将第二流体注射到反应器的燃烧室中,
- (b) 通过管状导管沿所述反应器的中心纵轴供应第一流体,流过设置在所述管状导管内部的至少一个旋流元件,
- (c) 通过所述至少一个旋流元件使第一流体涡旋,
- (d) 混合第二流体和涡旋的第一流体,
- (e) 在所述燃烧室中燃烧燃料以产生热燃烧气体,
- (f) 在位于所述燃烧室之后沿所述反应器的中心纵轴设置的反应室中接收所述热燃烧气体,和
- (g) 将炭黑的原料注入从所述燃烧室接收的热燃烧气体中,以在所述反应室中形

成炭黑,

其中所述第一流体是含氧气体,并且所述第二流体是燃料,或者所述第一流体是燃料,并且所述第二流体是含氧气体。

[0159] 30. 根据方面29的方法,其中所述注射装置是燃料注射装置,所述第一流体是含氧气体,并且所述第二流体是燃料。

[0160] 31. 一种用于生产炭黑的方法,包括:

- (a) 通过燃料注射装置将燃料注入到反应器的燃烧室中,
- (b) 通过管状导管沿所述反应器的中心纵轴供应含氧气体,流过设置在所述管状导管内部的至少一个旋流元件,
- (c) 通过所述至少一个旋流元件使含氧气体涡旋,
- (d) 混合注入的燃料和涡旋的含氧气体,
- (e) 在所述燃烧室中燃烧燃料以产生热燃烧气体,
- (f) 在位于所述燃烧室之后沿所述反应器的中心纵轴设置的反应室中接收所述热燃烧气体,和

(g) 将炭黑的原料注入从所述燃烧室接收的热燃烧气体中,以在所述反应室中形成炭黑。

[0161] 32. 根据前述任一方面所述的方法,其中所述方法在如方面1至28中任一方面所限定的反应器中进行。

[0162] 33. 根据前述任一方面所述的方法,其中通过沿着反应器的中心纵轴布置并通过管状导管延伸到反应器的燃烧室中的燃料喷管喷射燃料,并且含氧气体通过由导管的内表面和燃料喷管的外表面之间的间隙限定的通道供应到燃烧室,包括通过设置在间隙中的至少一个旋流元件使含氧气体发生涡旋,或者其中含氧气体通过沿着反应器的中心纵轴布置并延伸穿过管状导管到反应器的燃烧室中的喷管注入,燃料通过由导管的内表面和喷管的外表面之间的间隙限定的通道供应到燃烧室,包括通过设置在间隙中的至少一个旋流元件使燃料涡旋。

[0163] 34. 根据前述任一方面所述的方法,其中供应的含氧气体是空气、富氧空气或氧气。

[0164] 35. 根据前述任一方面所述的方法,其中所述燃料包括气态烃或液态烃,优选天然气、燃料油或 H_2 。

[0165] 36. 根据前述任一方面所述的方法,其中所述炭黑的原料包括液态烃,例如杂酚油、葱油、催化裂解油、石脑油裂解油。

[0166] 37. 根据前述任一方面所述的方法,其中所述含氧气体以相对于燃料完全燃烧的氧气量产生过剩氧气的量供应,和/或其中所述含氧气体以k值在0.01至10范围内,例如0.01至1、0.1至1、0.1至5、1至2、0.7至1或0.5至1的量供应。

[0167] 38. 根据前述任一方面所述的方法,还包括在将含氧气体流提供到用于向燃烧室供应含氧气体的管状导管之前,对所述含氧气体流进行导流和/或整流。

[0168] 39. 根据前述任一方面所述的方法,包括引导燃烧室内产生的热燃烧气体朝向燃料喷管的喷射端再循环。

[0169] 40. 根据前述任一方面所述的方法,其中当将炭黑的原料注入热燃烧气体中时,热

燃烧气体中的氧浓度在反应室的横截面上基本上是均匀的。

[0170] 41. 根据前述任一方面所述的方法, 其中以与不使含氧气体发生涡旋的相应制造相比更高的收率生产炭黑。

[0171] 42. 根据前述任一方面所述的方法和/或使用前述任一方面的反应器生产的炭黑。

[0172] 43. 涡旋含氧气体或涡旋燃料用于使燃料与含氧气体更好地混合以生产炭黑的用途。

[0173] 44. 根据方面43所述的用途, 其中通过使用串联布置的两个旋流元件使含氧气体涡旋。

[0174] 45. 根据方面43或44中任一方面所述的用途, 其中根据前述方面中任一方面使用反应器或方法。

[0175] 46. 根据方面43或44中任一项所述的用途, 其中所述涡旋含氧气体或涡旋燃料的旋流数为0.2至1.2, 优选0.4至1.1, 更优选0.5至1.0, 甚至更优选0.6至0.8。

[0176] 47. 串联布置的两个旋流元件用于获得涡旋含氧气体或涡旋燃料, 以使燃料和含氧气体更好地混合以生产炭黑的用途。

[0177] 48. 根据前述任一方面所述的反应器或方法, 其中所述涡旋含氧气体和/或涡旋燃料的旋流数为0.2至1.2, 优选0.4至1.1, 更优选0.5至1.0, 甚至更优选0.6至0.8。

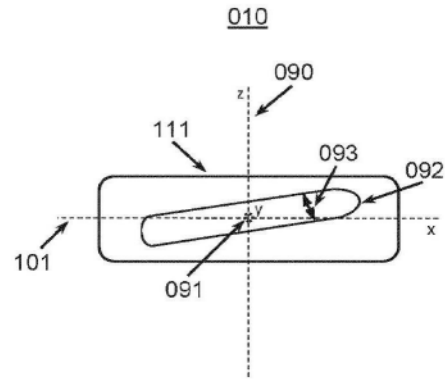


图1a

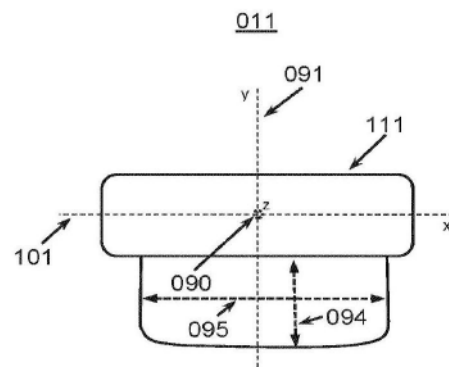


图1b

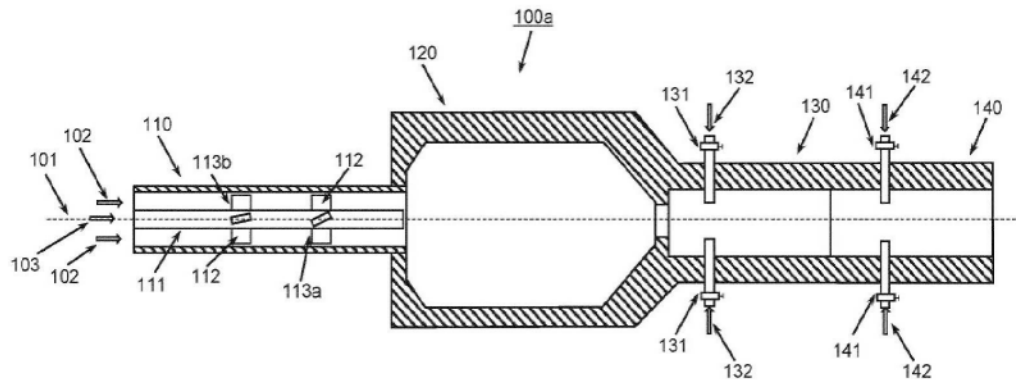


图2

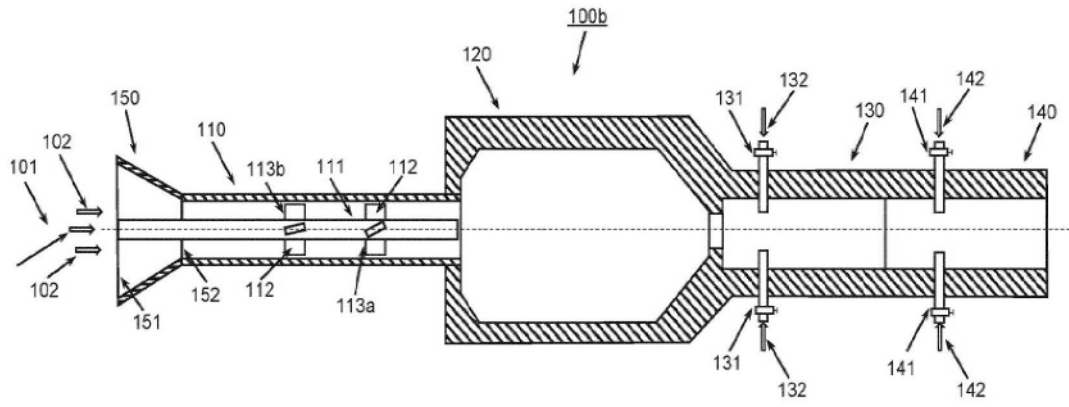


图3

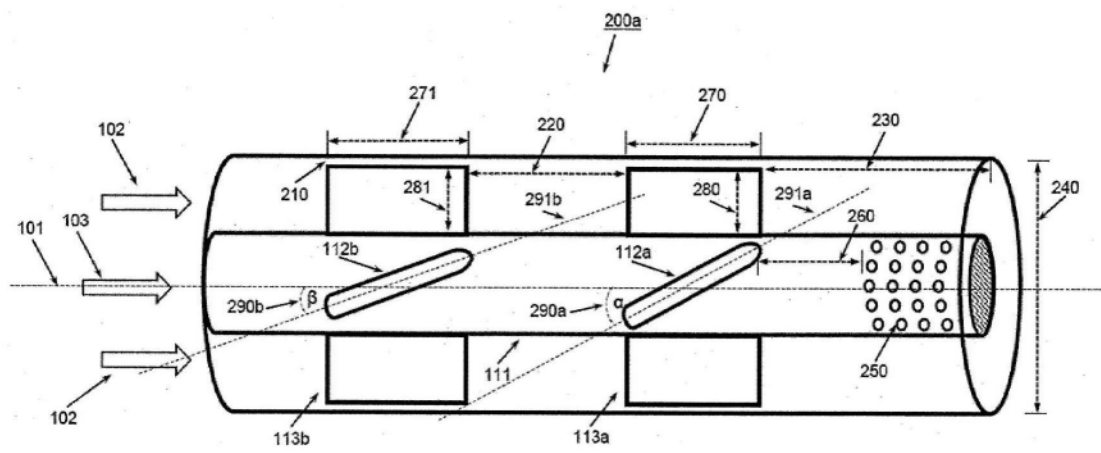


图4

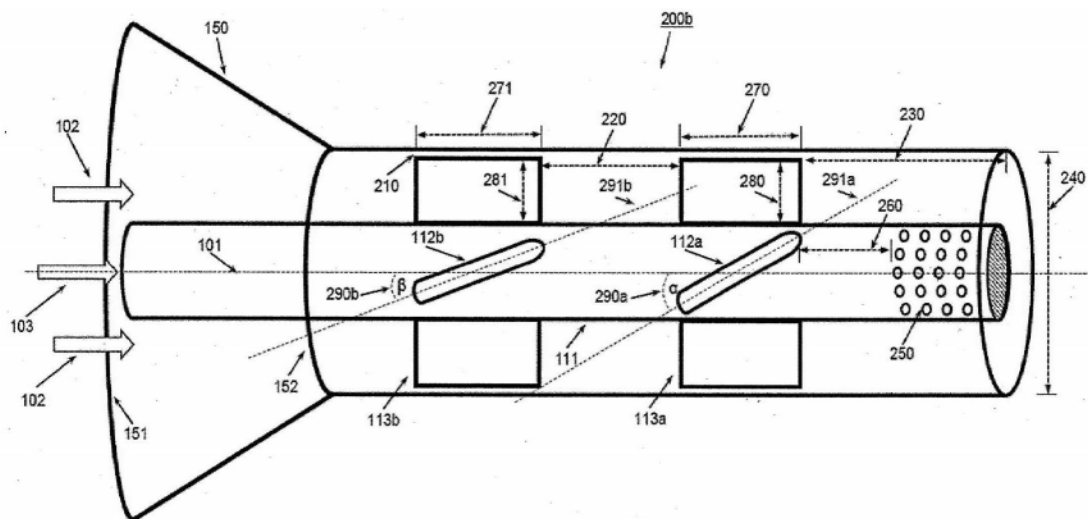


图5

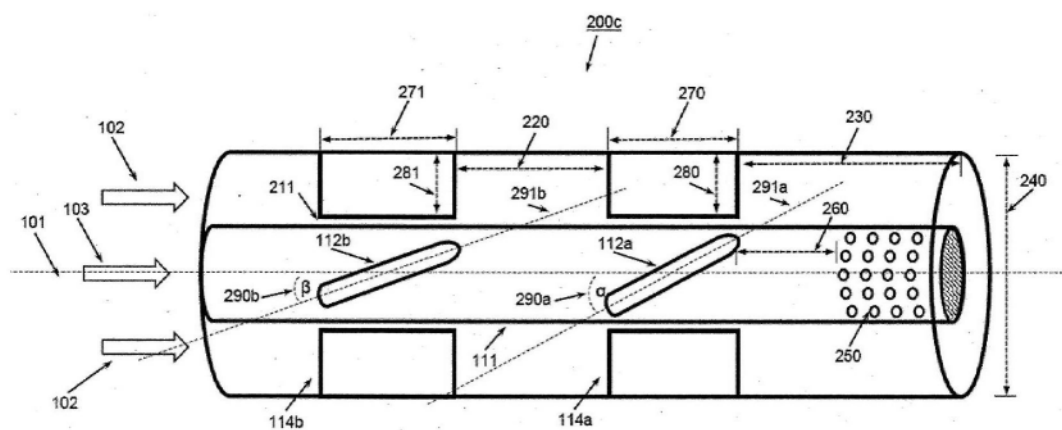


图6

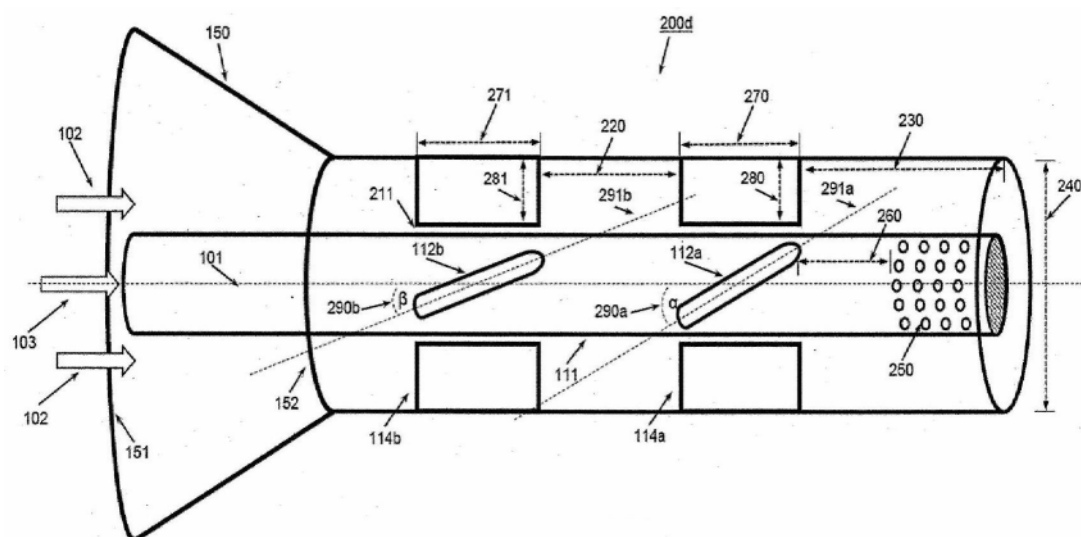


图7

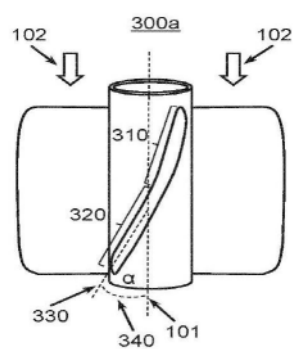


图8

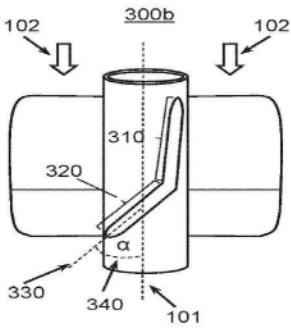


图9

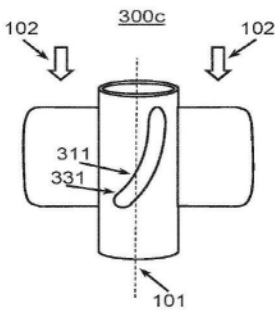


图10

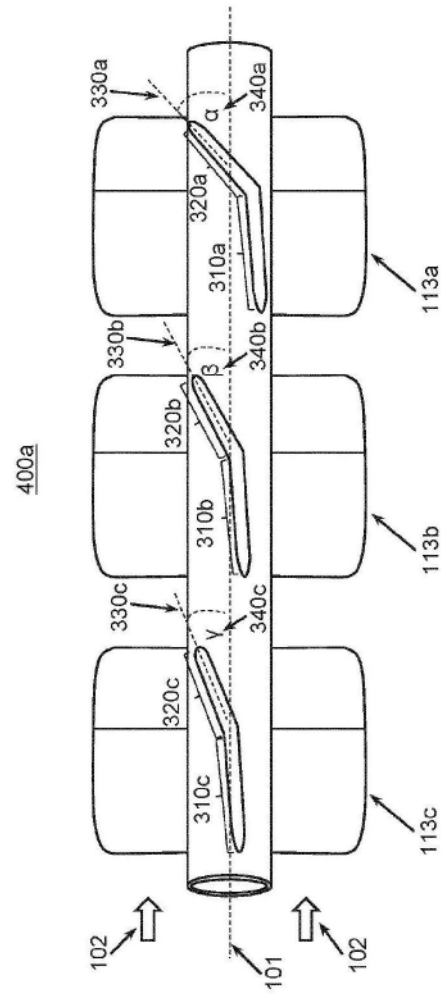


图11

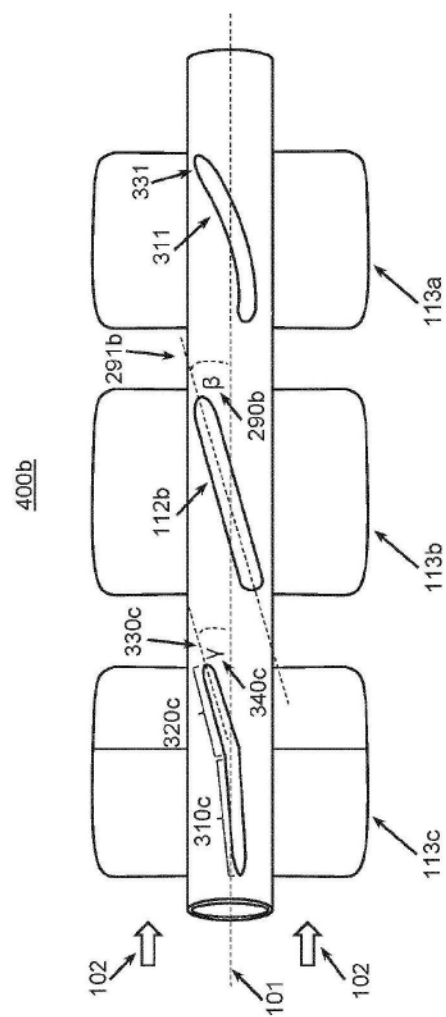


图12

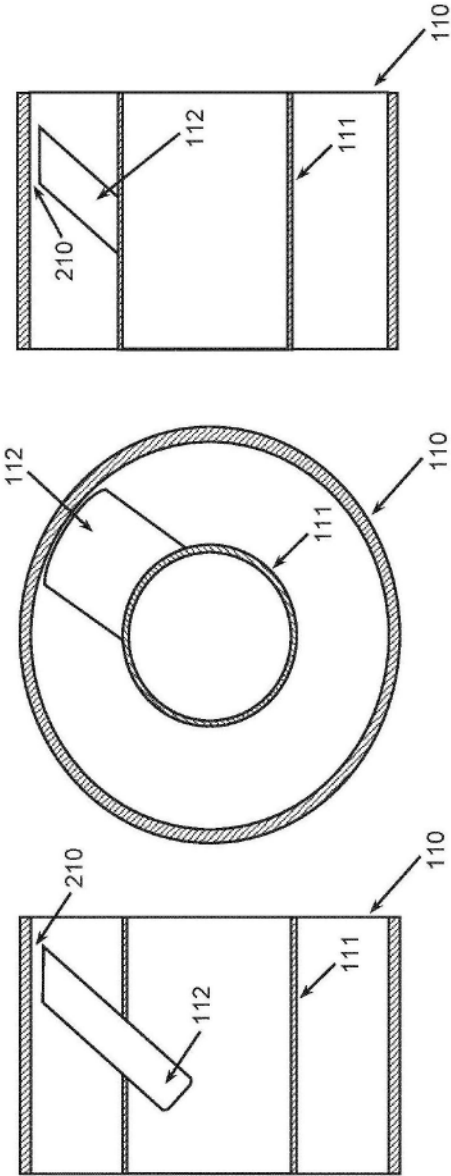


图13