



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1807983 B

(45) 授权公告日 2010.06.16

(21) 申请号 200510091379.2

(56) 对比文件

(22) 申请日 2005.07.01

US 5567141 A, 1996.10.22, 说明书第4栏第31行至第9栏第55行、图1-4.

(30) 优先权数据

11/037664 2005.01.18 US

审查员 张广宇

(73) 专利权人 气体产品与化学公司

地址 美国宾夕法尼亚州

(72) 发明人 R·杜迪尔 D·米林格顿

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 范赤 邹雪梅

(51) Int. Cl.

F23K 5/12(2006.01)

F23D 11/38(2006.01)

F23D 11/10(2006.01)

F23D 11/36(2006.01)

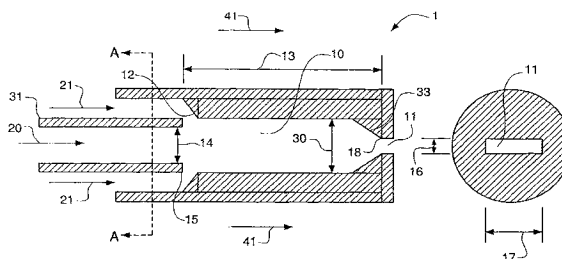
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

用于氧-燃料燃烧器的乳化雾化器喷嘴、燃烧器及方法

(57) 摘要

一种用于氧-燃料燃烧的方法,所述方法包括如下步骤:通过液体燃料导管将液体燃料引入乳化室内,该液体燃料导管具有一有效直径,所述乳化室的长度等于或小于所述液体燃料导管有效直径的两倍;通过至少一个雾化气体导管将雾化气体引入所述乳化室内;将所述液体燃料和所述雾化气体在所述乳化室内混合从而产生乳化混合物,该乳化混合物在所述乳化室内的平均滞留时间是 500 到 800 μs,所述乳化混合物的乳化混合物速率小于或等于 12m/s;通过通常为长方形的管口将所述乳化混合物排出并进入到富氧化剂流中。还公开了用于氧-燃料燃烧的喷嘴和燃烧器。



1. 一种用于工业熔炉的氧 - 燃料燃烧的方法,所述方法包括如下步骤:

通过液体燃料导管将液体燃料引入乳化室内,该液体燃料导管具有一有效直径,所述乳化室的长度等于或小于所述液体燃料导管有效直径的两倍;

通过至少一个雾化气体导管将雾化气体引入所述乳化室内;

将所述液体燃料和所述雾化气体在所述乳化室内混合从而产生乳化混合物,该乳化混合物在所述乳化室内的平均滞留时间是 500 到 800 μ s,所述乳化混合物的乳化混合物速率小于或等于 12m/s;和

通过为长方形的管口将所述乳化混合物排出并进入富氧氧化剂流中。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述富氧氧化剂流包含高于 50 体积%的氧气。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述乳化室的长度为所述液体燃料导管的所述有效直径的 0.5 至 2 倍大。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述平均滞留时间是 550 到 780 μ s。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述有效直径是 1.27mm 到 12.7mm。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述管口宽度是 3mm 到 25.4mm,高度是 0.75mm 到 7.62mm。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述引入液体燃料的步骤的速率是 10 到 250 升 / 小时,所述引入雾化气体的步骤的速率是 1 到 20 标准立方米 / 小时。

8. 一种用于氧 - 燃料燃烧的工业熔炉喷嘴,包括:

具有有效直径的液体燃料导管,其中所述液体燃料导管具有一出口面积,而所述管口具有一面积,并且其中所述出口面积对所述管口面积之比是 0.1 到 2;

乳化室,该乳化室的长度等于或小于所述有效直径的两倍,所述液体燃料导管布置为将液体燃料引入所述乳化室内;

至少一个雾化气体导管,用于将雾化气体引入所述乳化室内;

其中,所述液体燃料和所述雾化气体在所述乳化室内混合从而产生乳化混合物,该乳化混合物的乳化混合物速率小于 12m/s,所述乳化混合物在所述乳化室内的平均滞留时间是 500 到 800 μ s;

另外其中所述乳化室包括为长方形的卸料管口,所述乳化混合物从所述乳化室排出并进入到所述富氧氧化剂流中。

9. 一种用于氧 - 燃料燃烧的工业熔炉燃烧器,包括:

具有有效直径的液体燃料导管,其中所述液体燃料导管具有一出口面积,而所述管口具有一面积,并且其中所述出口面积对所述管口面积之比是 0.1 到 2;

乳化室,该乳化室的长度等于或小于所述有效直径的两倍,所述液体燃料导管布置为将液体燃料引入所述乳化室内;

至少一个雾化气体导管,用于将雾化气体引入所述乳化室内;

其中,所述液体燃料和所述雾化气体在所述乳化室内混合从而产生乳化混合物,该乳化混合物的乳化混合物速率小于 12m/s,所述乳化混合物在所述乳化室内的平均滞留时间是 500 到 800 μ s;

用于提供富氧氧化剂流的装置;和

另外其中所述乳化室包括为长方形的卸料管口,所述乳化混合物通过该管口从所述乳

化室排出并进入到所述富氧氧化剂流中。

10. 根据权利要求 9 所述的燃烧器,其中所述富氧氧化剂流包含高于 50 体积%的氧气。

11. 根据权利要求 9 所述的燃烧器,其中所述乳化室的长度是所述液体燃料导管的所述有效直径的 0.5 至 2 倍大。

12. 根据权利要求 9 所述的燃烧器,其中所述平均滞留时间是 550 到 780 μ s。

13. 根据权利要求 9 所述的燃烧器,其中所述有效直径 1.27mm 到 12.7mm。

14. 根据权利要求 9 所述的燃烧器,其中所述管口宽度是 3mm 到 25.4mm,高度是 0.75mm 到 7.62mm。

15. 根据权利要求 9 所述的燃烧器,其中所述液体燃料导管具有一出口面积,而所述管口具有一面积,并且其中所述出口面积对所述管口面积之比是 0.1 到 1.6。

16. 根据权利要求 9 所述的燃烧器,其中所述管口宽度是 4mm 到 20mm,高度是 0.75mm 到 4.5mm。

17. 根据权利要求 9 所述的燃烧器,其中所述乳化室包括锥形部分。

18. 根据权利要求 9 所述的燃烧器,其中所述乳化室包括锥形部分。

19. 根据权利要求 9 所述的燃烧器,其中所述乳化室沿其长度成锥形。

用于氧 - 燃料燃烧器的乳化雾化器喷嘴、燃烧器及方法

[0001] 本专利申请要求 2004 年 1 月 16 日提交的临时专利申请 US 60/536,964 的优先权, 在此引用该专利作为参考。

技术领域

[0002] 本申请涉及用于基于氧气燃烧的液体燃料喷嘴, 以及利用它们在工业熔炉中产生高温的方法。

背景技术

[0003] 如在美国专利 5547368, 5567141, 5393220 和 5617997 中所述, 雾化器喷嘴的使用在本领域是已知的, 将它们作为整体在此参考引用。如美国专利 5547368 所述, 雾化器喷嘴用于诸如金属、玻璃、陶瓷材料等各种产品的工业熔炉。

[0004] 在燃烧应用中雾化液体燃料的方法有很多。喷嘴可以分为两个主要的种类:

[0005] a) 压力雾化器, 其中使用较高的液体燃料压力驱使流体通过一个小孔, 该小孔将液体分离为液滴。这种雾化器比较简单。但是, 其负荷比窄, 对于具有较宽流动变化范围需求的系统需要喷嘴变化。

[0006] b) 双流体雾化器, 其中使用雾化的气体来辅助液体的雾化。雾化气体通常在较高压力下被引入, 而液体燃料可以在较低压力下被输送。这种喷嘴还可以分为:

[0007] 1) 外部混合式, 其中高速雾化气体与较低速液体燃料在外部相遇, 产生液体喷射的分散, 即雾化。但是, 这些喷嘴通常很粗糙, 火焰形状和雾化质量通常不是最佳的, 尤其是在氧 - 燃料燃烧器应用中。该火焰短、紧密, 导致不均匀热传递和局部过热。

[0008] 2) 内部混合式或乳化式, 其中雾化气体和液体燃料在内部腔室内混合, 然后由于内部混合气相的降压作用, 两相混合物通过排出孔的喷射产生液体分散。这种喷嘴产生优异的和可控的雾化、优异的火焰形状和均匀的热传递。

[0009] 虽然内部混合式雾化器广泛地用于空气燃料燃烧中, 但是由于冷却问题和可能出现的火焰回火问题, 其在氧 - 燃料燃烧器中的应用受到限制。对于非水冷燃烧器来说, 初级氧化剂 (primary oxidizer) 对雾化喷嘴进行冷却。对于初级氧化剂是空气的空气燃料燃烧器来说, 由所需和供完全燃烧的大量空气 (初级氧化剂) 来完成冷却。但是, 对于氧 - 燃料燃烧器, 即使用氧气浓度高于空气中氧气浓度的初级氧化剂的燃烧器, 通过减少量的初级氧化剂来冷却雾化喷嘴可能是无法令人满意的。例如, 在 100% 氧气的氧化剂的情况下, 如果提供燃烧所需的量的化学计量氧气, 则用于冷却雾化喷嘴的初级氧化剂的量比空气燃料燃烧器中的初级氧化剂的量少约 80%。另外, 氧 - 燃料燃烧器具有高得多的火焰温度。由于这些原因, 人们希望氧 - 燃料燃烧器中的雾化喷嘴同空气燃料燃烧器中的雾化喷嘴相比, 可以在高得多的温度下工作。

[0010] 内部混合式喷嘴的较高温度会导致几个可能的问题:

[0011] 1) 较高的喷嘴温度可能导致液体燃料在被引入熔炉前发生化学降解。更具体地, 对于燃料油, 例如具有高含硫量的重油和具有高残碳值 (CCR) 的油 (例如具有高沥青质水

平的油),高的喷嘴温度可能导致内部焦炭沉积和喷嘴堵塞。无论所用的雾化气体如何,这都是个问题。

[0012] 2) 另外,如果用氧气作为雾化气体,高的喷嘴温度和不适当的喷嘴设计会导致火焰逆燃和灾难性的喷嘴失效或熔化。

[0013] 本发明阐述了如何通过合适的喷嘴设计来避免上述问题。

发明内容

[0014] 本发明提供了一种用于氧-燃料燃烧的方法,该方法包括:通过液体燃料导管将液体燃料引入乳化室内,该液体燃料导管具有有效直径,所述乳化室的长度等于或小于所述液体燃料导管有效直径的两倍;通过至少一个雾化气体导管将雾化气体引入所述乳化室内;将所述液体燃料和所述雾化气体在所述乳化室内混合从而产生乳化混合物,该乳化混合物在所述乳化室内的平均滞留时间是 500 到 800 μ s,所述乳化混合物的乳化混合物速率小于或等于 12m/s;通过通常为长方形的管口将所述乳化混合物排入到富氧氧化剂流中。

[0015] 在本发明的另一个实施方案中提供了一种用于氧-燃料燃烧的喷嘴,该喷嘴包括:具有有效直径的液体燃料导管;乳化室,该乳化室的长度等于或小于所述有效直径的两倍,所述液体燃料导管布置为将液体燃料引入所述乳化室内;至少一个雾化气体导管,用于将雾化气体引入所述乳化室内;其中,所述液体燃料和所述雾化气体在所述乳化室内混合从而产生乳化混合物,该乳化混合物速率小于 12m/s,所述乳化混合物在所述乳化室内的平均滞留时间是 500 到 800 μ s;用于提供富氧氧化剂流的装置;另外其中所述乳化室还包括通常为长方形的卸料管口,所述乳化混合物从所述乳化室排出并进入到所述富氧氧化剂流中。

[0016] 在本发明的另一个实施方案中提供了一种用于氧-燃料燃烧的燃烧器,该燃烧器包括:具有有效直径的液体燃料导管;乳化室,该乳化室的长度等于或小于所述有效直径的两倍,所述液体燃料导管布置为将液体燃料引入所述乳化室内;至少一个雾化气体导管,用于将雾化气体引入所述乳化室内;其中,所述液体燃料和所述雾化气体在所述乳化室内混合从而产生乳化混合物,该乳化混合物速率小于或等于 12m/s,并且所述乳化混合物在所述乳化室内的平均滞留时间是 500 到 800 μ s;用于提供富氧氧化剂流的装置;并且另外其中所述乳化室还包括通常为长方形的卸料管口,所述乳化混合物通过该卸料管口从所述乳化室排出并进入到所述富氧氧化剂流中。

附图说明

[0017] 图 1a 是本发明喷嘴的第一和第二实施方案的纵向截面图。

[0018] 图 1b 是图 1a 中所示喷嘴前端面的截面图。

[0019] 图 2 是沿显示本发明第一实施方案的图 1a 中 A-A 的截面图。

[0020] 图 3 是沿显示本发明第二实施方案的图 1a 中 A-A 的截面图。

[0021] 图 4 所示是引入本发明喷嘴的氧-燃料燃烧器。

[0022] 图 5a 是本发明喷嘴的第三实施方案的纵向截面图。

[0023] 图 5b 是图 5a 中所示喷嘴前端面的截面图。

具体实施方式

[0024] “氧-燃料燃烧器”是指使用比空气中 O₂ 浓度高的初级氧化剂的燃烧器。

[0025] “富氧氧化剂”是指氧气高于 30 体积%的流体,例如富氧空气。其他富氧氧化剂中氧气可以高于 50 体积%,或者高于 85 体积%。

[0026] “雾化气体”可以是空气、氧气、富氧氧化剂、天然气、丙烷、氮、二氧化碳、氢,或者这些气体中的两种或多种的混合物。在一个实施方案中,雾化气体是富氧氧化剂。

[0027] 供给喷嘴的“液体燃料”包括燃料油,例如 1 号馏出油、2 号馏出燃料油、柴油、煤油、4 号燃料油、5 号残油、6 号残渣燃料油和 Bunker-C 型燃料油,以及本领域技术人员已知的其他燃料油。

[0028] 本发明是一种内部混合型喷嘴。如图 1a 和 5a 所示,液体燃料 20 通过具有出口直径 14 的导管 31 被引入乳化室 10 内,所述出口直径 14 是在与乳化室 10 相邻的导管 31 附近的导管 31 的内部或导管 31 的出口端 15 处测量的。雾化气体 21 通过环绕液体燃料导管 31 的一个或多个通道被引入乳化室 10 内。雾化气体可以通过图 2 所示的单个环形通道 22 或图 3 所示的多个通道 23 被引入。雾化气体 21 与导流板表面 12 发生碰撞,然后在乳化室 10 内与液体燃料混合。导流板表面 12 具有一定角度或成一定形状,从而将雾化气体导向乳化室 10。乳化室 10 具有直径 30 和长度 13。乳化室 10 的直径是在乳化室内部测量的,乳化室 10 的长度是从液体燃料导管 31 的出口端 15 到乳化室管口 11 的室内侧 18 测量的。尽管图中所示的乳化室和液体燃料导管是圆柱形的,但是本发明的导管 31 或乳化室 10 并不限于圆柱形形状和 / 或圆形截面。在非圆形导管的情况中,可以计算有效直径,所述有效直径表示相同的截面积。在图 1a 中,乳化室也具有位于朝着管口 11 的锥形部分 33,图中所示是圆锥形的形状,但是也可以是球形或椭圆形等形状,并且可以或多或少地延伸到图示乳化室长度之外。可选择地,乳化室靠近管口的形状可以是图 5a 所示的长方形。虽然图中所示的多数(图 1a)或全部(图 5a)乳化室具有固定的截面,但是本发明并不限于固定的截面。在可选择的实施方案中,乳化室的形状可以这样,即沿其长度从燃料入口到管口逐渐减小多个或全部乳化室的截面,从而产生锥形的乳化室。

[0029] 在被通过管口 11 从乳化室排出之前,雾化气体和液体燃料在乳化室内混合形成乳化混合物(未示出),管口 11 通常为是长方形的,其宽度 17 比高度 16 大,从而可以形成宽度比高度大的火焰。(对于乳化室管口的高度、宽度和其它尺寸,当需要时可以使用有效尺寸。)作为富氧氧化剂的初级氧化剂 41 沿着朝向乳化室管口 11 的方向流动,该方向即乳化混合物排出喷嘴的方向。初级氧化剂可以沿喷嘴 1 的全部或部分被引入。

[0030] 喷嘴几何形状的优选实施方案可以包括如下的一般性设计参数指标:

[0031]

设计参数	最小值	最大值
液体燃料出口有效直径	1.27mm(0.05in.)	12.7mm(0.5in.)
乳化室管口宽度	3mm(0.118in.)	25.4mm(1in)

设计参数	最小值	最大值
乳化室管口高度	0.75mm(0.03in.)	4.5mm(0.177in)
面积(液体燃料出口)/ 面积(乳化室管口)	0.1	2
乳化室截面积		小得足以使得乳化室内的乳化混合物基本上产生活塞流(无死区)
乳化室截面积		恒定的,或者从乳化混合物入口到出口减小
乳化室长度	0.5 倍于液体燃料出口有效直径	两倍于液体燃料出口有效直径
平均滞留时间	500 μ s	800 μ s

[0032] 根据本发明,为了使雾化气体和液体燃料在通过火焰形管口 11 被排出之前进行充分的混合,乳化室长度 13 可以是液体燃料出口有效直径 14 的 0.5 至 2 倍。可选择地,乳化室长度 13 可以是导管 31 的液体燃料出口有效直径的 1 至 2 倍,或者大约 1.7 倍。液体燃料和雾化气体应当在乳化室中保持一段平均滞留时间,该平均滞留时间可以从 500 到 800 μ s,从 550 到 780 μ s,或者从 600 到 750 μ s。根据本发明,当液体燃料和雾化气体有机会在乳化室内混合时,聚积的残碳减少,清理喷嘴的费用也减少。

[0033] 平均滞留时间可以由全部乳化室容积(涵盖前面定义的整个乳化室长度)除以乳化混合物的体积流速得到。乳化混合物的体积流速可以由燃料和雾化气体的体积流速相加计算。由于雾化气体是可压缩的,气体的实际体积流速通过压力校正得到。例如,如果油流速是 70 升/小时,雾化气体流速是每小时 11 标准立方米 (Nm^3/h),乳化室内的压力是 2.4 巴,那么乳化混合物的体积流速是:

$$[0034] \left(\frac{70\text{l/h}}{1000\text{l/m}^3} + \frac{(11\text{Nm}^3/\text{h})(1.01325\text{bar})}{2.4\text{bar}} \right) \times \frac{h}{3600\text{s}} = 0.0013\text{m}^3/\text{s}$$

[0035] 对于乳化室容积是 790mm^3 的喷嘴来说,平均滞留时间是:

$$[0036] 790\text{mm}^3 \times 1 / (0.0013\text{m}^3/\text{s}) \times \text{m}^3 / 1 \times 10^9 \text{mm}^3 = 608 \mu \text{s}$$

[0037] 在一些实施方案中,液体燃料出口的有效直径可以为 1.27mm 到 12.7mm,或者 1.27mm 到 10mm,或者 1.27 到 8.5mm,或者 6.25mm。在一些实施方案中,乳化室管口宽度可以为 3mm 到 25.4mm,或者 4mm 到 20mm,或者约 14.2mm。在一些实施方案中,乳化室管口高度可以为 0.75mm 到 7.62mm,或者 0.75mm 到 4.5mm,或者约 1.4mm。在一些实施方案中,液体燃料出口的面积/乳化室管口的面积可以为 0.1 到 2,或者 0.1 到 1.6,或者约 1.1。这些面积是截面积。液体燃料出口的面积等于图 2 所示的非阴影环形面积 29。(需要注意的是,如

果导管 31 的截面积不是固定的,那么需要在出口处测量截面积,而不是在图 1a 中 A-A 交线处测量)。在图 1b 中所示的实施方案中,乳化室管口的面积等于图 1b 中所示非阴影部分的面积。

[0038] 在一些实施方案中,液体燃料以 10 到 250 升 / 小时,或者 15 到 200 升 / 小时,或者 50 到 150 升 / 小时被引入乳化室。在一些实施方案中,雾化气体以 1 到 20Nm³/hr 或 5 到 15Nm³/hr 被引入乳化室。要在乳化室内大体产生活塞流,乳化混合物的速率可以等于或小于 12m/s,从而防止焦炭沉积和喷嘴堵塞。活塞流表示乳化混合物移动穿过乳化室,由此不产生停滞或再循环区域。乳化室内的流体可以是湍流。乳化混合物的速率可以为 5 到 12m/s, 6 到 12m/s, 或者 8 到 12m/s。

[0039] 乳化混合物的速率可以这样计算得到,即将油和雾化气体的体积流速相加,将该结果除以乳化室截面积。如前所述,由于雾化气体是可压缩的,气体的实际体积流速通过压力校正得到。例如,如果油流速是 70 升 / 小时,雾化气体流速是 11Nm³/h,乳化室内的压力是 2.4 巴,乳化室截面积是 116mm²,那么乳化混合物的速率是:

$$[0040] \quad \left(\frac{70l/h}{1000l/m^3} + \frac{(11Nm^3/h)(1.01325bar)}{2.4bar} \right) \times \frac{h}{3600s} \times \frac{1E6mm^2}{m^2} / (116mm^2) = 11.3m/s$$

[0041] 如果乳化室面积在其长度方向上变化,则在计算乳化混合物的速率时采用其最大面积。

[0042] 本发明的雾化器喷嘴以本领域技术人员已知的常规方式制造。

[0043] 在图 4 所示本发明的一个实施方案中,本发明的雾化器喷嘴 51 用于燃烧器 60 中。雾化器喷嘴 51 的位置朝着燃烧器区段 (block) 50 的热表面 52。喷嘴的乳化室管口 55 与热表面 52 足够接近,也就是说,在燃烧器区段 50 中足够向前,从而防止或限制乳化混合物 (液体燃料) 在燃烧器区段通道壁 54 内部喷溅。通道壁 54 限定了初级氧化剂 (在图 1a 中示为 41) 沿喷嘴 51 流动的通道。初级氧化剂通过导管 57 进入燃烧器 60。初级氧化剂可以由液态氧容器源或者现场发生器提供,例如压力或真空摆动吸附装置或者低温分离装置。燃烧器区段 50 的热表面 52 靠近火焰,即靠近燃烧器区段 50 热的一侧,而燃烧器区段 50 的冷表面 53 在相反侧,该冷表面靠近熔炉的外部,即靠近区段的冷的一侧。在图 4 所示的实施方案中,燃烧器区段 50 为氧化剂分段提供了导管 56。图示燃烧器其它方面的情况可以参见 2004 年 8 月 16 日提交的共同未决美国申请 10/919,940,在此引用参考。但是,本发明并不限于图示的燃烧器结构。可以用于本发明的燃烧器的其它实施方案可以参见美国专利 US5,360,171 ;5,545,031 ;5,611,682 ;5,575,637 ;4,690,635 ;5,439,373 ;5,924,858 ;5,458,483 和 5,431,559,在此引用参考。在此所述的喷嘴可以用于任何,提供将富氧氧化剂作为初级氧化剂的装置的燃烧器。

[0044] 对比实施例 1

[0045] 乳化速率大于 12m/s 的雾化器喷嘴

[0046] 经测试,对于流速是 50 到 200 升 / 小时的 6 号燃料油,传统雾化器喷嘴的乳化速率为 13 到 14.7m/s,滞留时间大于 800 μ s。如图 4 所示,喷嘴位于靠近燃烧器区段热表面的位置。所要求的对喷嘴积碳的清理从每天一次变为一周两次。对喷嘴的清理取决于火焰特性,或者液体燃料和 / 或雾化气体压力的增大。火焰会由于燃料油分布不均而变形。

[0047] 实施例 2

[0048] 乳化速率小于 12m/s 的雾化器喷嘴

[0049] 经测试,对于流速是 50 到 200 升/小时的 6 号燃料油,本发明的雾化器喷嘴的乳化速率是 8 到 12m/s,滞留时间为 500 到 800 μ s。如图 4 所示,喷嘴位于靠近热表面的位置。对喷嘴积碳必须进行的清理减少到小于每月一次。

[0050] 已经参考特定的实施方案描述了本发明,但是本发明不应限于这些实施方案,并且包括属于下列权利要求范围和精神实质内的各种改变和等同物。

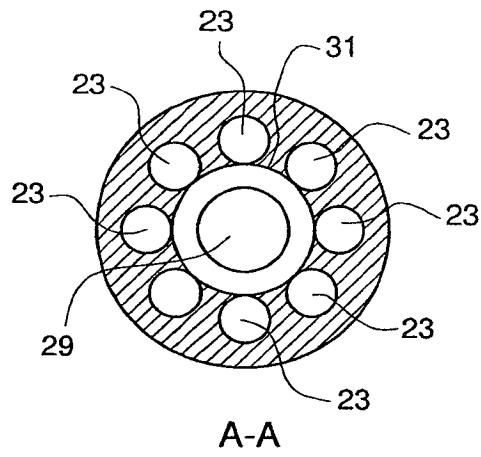


图 3

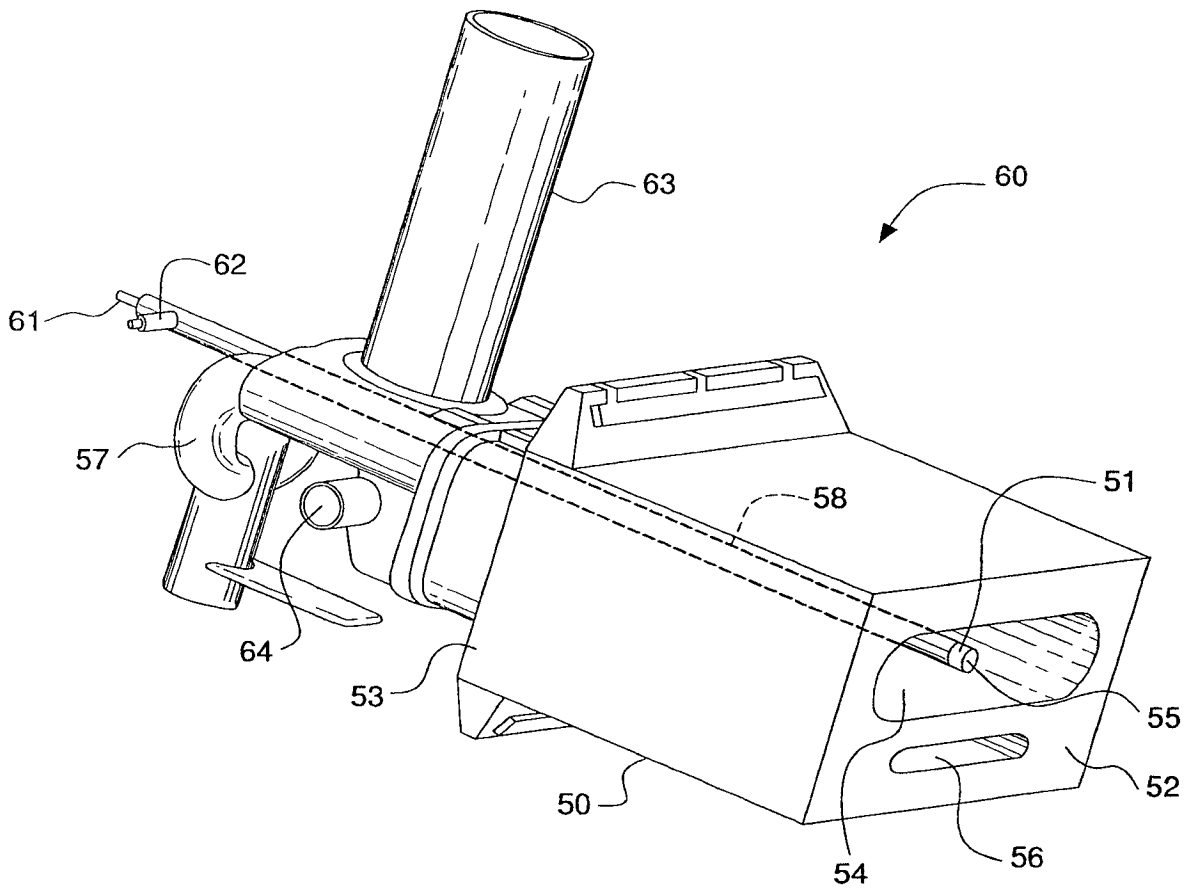


图 4

