



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105222140 A

(43) 申请公布日 2016. 01. 06

(21) 申请号 201510684249. 3

(22) 申请日 2015. 10. 20

(71) 申请人 浙江工商大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区学
正街 18 号

(72) 发明人 吴正玉 汪琦 陆海全 姚水良
韩竞一

(74) 专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限
公司 33224

代理人 黄平英

(51) Int. Cl.

F23G 7/06(2006. 01)

B01D 53/02(2006. 01)

F27D 17/00(2006. 01)

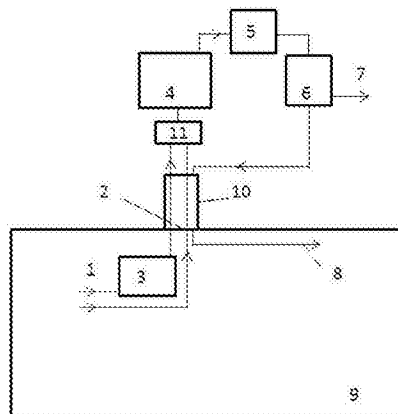
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种用于高温加热设备的废气净化装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于高温加热设备的废气净化装置及方法,废气净化装置包括:第一净化部件,设于所述高温加热设备内部且带有第一进气口;第二净化部件,设于所述高温加热设备外部且与设置在高温加热设备上的第二进气口连接;风机,为第一净化部件和第二净化部件提供动力并将净化后的气体排出。本发明采用分步净化法,第一净化部分放置于高温加热设备内部,该部分对有机物进行去除;所述第二净化部件设置于高温加热设备外部,将无机气体去除,可将加热过程中产生的有机废气和无机废气同时净化,防止废气排放对人体健康和环境造成危害。



1. 一种用于高温加热设备的废气净化装置,其特征在于,包括:
第一净化部件,设于所述高温加热设备内部且带有第一进气口;
第二净化部件,设于所述高温加热设备外部且与设置在高温加热设备上的第二进气口连接;

风机,为第一净化部件和第二净化部件提供动力并将净化后的气体排出。

2. 根据权利要求1所述用于高温加热设备的废气净化装置,其特征在于,所述第一净化部件为吸附装置,该吸附装置所采用吸附剂为氧化铝、二氧化硅、氧化镁、氧化钙、二氧化钛、高温分子筛和沸石中的至少一种。

3. 根据权利要求1所述用于高温加热设备的废气净化装置,其特征在于,所述第二净化部件为过滤器、吸附装置、吸收塔、催化净化反应器和等离子体反应器中的至少一种。

4. 根据权利要求1所述用于高温加热设备的废气净化装置,其特征在于,所述第二净化部件为等离子体放电协同吸附净化反应器,包括:

反应器主体,该反应器的一端带有进气口,另一端带有出气口;

设于所述反应器内的若干对电极,每对电极由接高压电源的高压电极与接地的接地电极组成;

对应设于每对电极的高压电极与接地电极之间的介质板;

对应填充于介质板间的吸附剂。

5. 根据权利要求1所述用于高温加热设备的废气净化装置,其特征在于,还包括设于所述高温加热设备内部的温控表以及设于所述风机出口管路上的流量控制阀,所述流量控制阀与温控表连接。

6. 根据权利要求1所述用于高温加热设备的废气净化装置,其特征在于,还包括设于所述高温加热设备上的回流口,所述风机的出口管路的其中一路连接至该回流口。

7. 根据权利要求1所述用于高温加热设备的废气净化装置,其特征在于,所述高温加热设备为马弗炉、锅炉或烘箱。

8. 根据权利要求1所述用于高温加热设备的废气净化装置,其特征在于,还设有用于控制第一进气口和第二进气口开闭的自动控制阀。

9. 一种用于高温加热设备的废气净化方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 高温加热设备加热时产生的废气在高温加热设备内进行一次净化,去除加热过程中产生的有机污染物,所述一次净化的方法为吸附,所用吸附剂为氧化铝、二氧化硅、氧化镁、氧化钙、二氧化钛、高温分子筛和沸石中的至少一种;

(2) 经过一次净化后的废气送至高温加热设备外进行二次净化,去除废气中的无机污染物,所述二次净化的方法为过滤、吸附、吸收、催化净化和等离子体反应中的至少一种;

(3) 二次净化后的气体经流量控制阀计量后一部分排出,一部分回流至高温加热设备内进行能量回收。

10. 根据权利要求9所述废气净化方法,其特征在于,所述二次净化的方法为为等离子体放电协同吸附净化,等离子体放电处理的放电电压0.1-1000kV,频率10-10000Hz;吸附净化的吸附剂为活性氧化铝、氧化镁、氧化钙、氧化钠、氧化钾、二氧化钛、二氧化硅、高温分子筛和沸石中的至少一种。

一种用于高温加热设备的废气净化装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及废气处理技术领域,具体涉及一种用于高温加热设备的废气净化装置及方法。

背景技术

[0002] 现今的高校、科研院所、工厂等单位在进行科学研究、产品制造及催化剂制备等过程中经常使用高温加热设备进行元素分析测定和各种材料焙烧,该过程均产生大量的有毒有害气体。具体来说可以分两大类,第一类为有机有害气体,如:烃类(苯、甲苯、二甲苯、甲醛等)、卤代烃、芳香烃、多环芳香烃等,这类气体多数具有刺激性气味且有毒性或剧毒性,对人体健康有很大的危害,排放至空气中,对人的眼、鼻、呼吸道有刺激作用,对心、肺、肝等内脏及神经系统也会产生有害影响,甚至造成急性和慢性中毒,可致癌、致突变;第二类为无机有害气体,如:氮氧化物、含硫化合物、磷氧化物和具有挥发性的酸性碱性气体等,这类气体也会对人体健康和环境造成威胁,如NO_x中NO是血液性毒物,与血红蛋白有强结合力,将氧和血红蛋白转变为变性血红蛋白,使人体迅速处于缺氧状态。NO₂对眼睛和呼吸系统有强烈刺激作用,当其进入下呼吸道时,引发支气管扩张症,甚至中毒性肺炎和肺水肿,损害心、肝、肾的功能和造血组织,严重的可导致死亡。CO也会与人体血液中的血红蛋白结合,导致呼吸困难进而发生中毒;气态五氧化二磷可以通过呼吸道和皮肤进入人体,短期大量吸入会刺激呼吸道,出现咽喉炎、支气管炎,严重者发生喉头水肿致窒息。

[0003] 对于高温加热设备工作时产生的有害气体,如若不施以净化措施,这些有害物质通过炉子四周逸散到环境中或者直接排放至空气中都将对环境和人体造成严重危害。

[0004] 例如授权公告号为CN 203797670U的中国实用新型专利公开了一种一种废液处理装置,设有用于焚烧废液的马弗炉,该装置通过气泵经进气口向马弗炉内输送空气,并将马弗炉内的废气由排气管输送至降温容器,降温的废气经管道输送至废气处理容器。该专利强调了马弗炉为密闭设备,用气泵供气和抽气,而现实中的马弗炉设备并不是密闭设备,在焙烧东西的时候会有大量的废气从马弗炉四周散发出来,造成环境污染。另外,该净化装置单层供气给马弗炉然后再抽出,造成热能损耗。

发明内容

[0005] 为解决高温加热设备加热时产生的废气污染环境的技术问题,本发明提供一种用于高温加热设备的废气净化装置及方法。

[0006] 一种用于高温加热设备的废气净化装置,包括:

[0007] 第一净化部件,设于所述高温加热设备内部且带有第一进气口;

[0008] 第二净化部件,设于所述高温加热设备外部且与设置在高温加热设备上的第二进气口连接;

[0009] 风机,为第一净化部件和第二净化部件提供动力并将净化后的气体排出。

[0010] 本发明装置采用分步净化法,第一净化部分放置于高温加热设备内部,该部分对

有机物进行去除；第二净化部件设置于高温加热设备外部，将无机气体去除，可将加热过程中产生的有机废气和无机废气同时净化，防止废气排放对人体健康和环境造成危害。

[0011] 风机的流量、转速、功率等性能应适宜高温加热设备的温控范围和升温度率，避免因净化流量小造成净化过程缓慢或净化流量大导致高温加热设备功能受影响等问题的发生。优选采用耐高温风机（100-600℃），流量 1-100m³/h。

[0012] 第一净化部件主要用于净化加热过程中产生的有机污染物，优选采用耐高温且比表面积大的吸附材料进行吸附处理。因此，优选地，所述第一净化部件为吸附装置，该吸附装置所采用吸附剂为氧化铝、二氧化硅、氧化镁、氧化钙、二氧化钛、高温分子筛和沸石中的至少一种。

[0013] 高温分子筛进一步优选为 5A 分子筛、4A 分子筛、3A 分子筛、10X 分子筛及 13X 分子筛等。

[0014] 更进一步优选地，所述吸附剂为三氧化铝，用于第一净化部分吸附有机物。

[0015] 进一步优选地，所述第一净化部件内的吸附剂的形状为蜂窝状、板状、颗粒状和圆筒状中的至少一种。更进一步优选地，所述吸附剂的形状为蜂窝状或颗粒状。

[0016] 吸附装置本身为本领域常规吸附器，本发明主要在于吸附装置内的吸附剂选择。

[0017] 第二净化部件主要用于去除废气中的无机污染物，优选地，所述第二净化部件为过滤器、吸附装置、吸收塔、催化净化反应器和等离子体反应器中的至少一种。

[0018] 过滤器、吸附装置、吸收塔、催化净化反应器和等离子体反应器均为废气净化领域的常规设备，采用其中一种或几种的结合。

[0019] 最优选，所述第二净化部件为等离子体放电协同吸附净化反应器，包括：

[0020] 反应器主体，该反应器的一端带有进气口，另一端带有出气口；

[0021] 设于所述反应器内的若干对电极，每对电极由接高压电源的高压电极与接地的接地电极组成；

[0022] 对应设于每对电极的高压电极与接地电极之间的介质板；

[0023] 对应填充于介质板间的吸附剂。

[0024] 即：反应器主体内若干电极对之间相互平行设置，每对电极对由接高压电源的高压电极与接地的接地电极组成，每对电极对的高压电极和接地电极之间设置两块相互平行设置的介质板，两块介质板之间填充吸附剂。

[0025] 进一步优选，本发明所采用的介质阻挡反应器的放电电压 0.1-1000kV，频率 10-10000Hz；放电间隙内填充颗粒物吸附剂；吸附剂为活性氧化铝、氧化镁、氧化钙、氧化钠、氧化钾、二氧化钛等金属氧化物以及二氧化硅、高温分子筛和沸石中等的至少一种或其几种的复合物。

[0026] 优选地，还包括设于所述高温加热设备内部的温控表以及设于所述风机出口管路上的流量控制阀，所述流量控制阀与温控表连接。

[0027] 进一步优选地，还包括设于所述高温加热设备上的回流口，所述风机的出口管路的其中一路连接至该回流口。

[0028] 流量控制阀接受温控表的温度信号并根据接受到的温度信号调节流量，控制排出的气体流量要大于等于气体的膨胀量；第二净化部件净化后的气体经流量控制阀控制，一部分排出，一部分回流。回流气体与净化装置进气进行热交换，以便热量回收。

- [0029] 优选地,所述回流口与第二进气口之间具有一定的距离,防止气体短路。
- [0030] 优选地,所述高温加热设备为马弗炉、锅炉或烘箱。最优选为马弗炉。
- [0031] 还设有用于控制第一进气口和第二进气口开闭的自动控制阀。
- [0032] 本发明所采用的输气管道需耐高温耐腐蚀。
- [0033] 高温加热设备工作时,启动本发明净化装置,第一进气口开启,第二进气口关闭,废气净化装置由第一进气口进入第一净化部分,第一净化部分的吸附剂对高温加热产生的有机和无机气体均进行吸附;当加热温度升高到设定值(50-300℃)时,通过自动控制阀控制第一进气口关闭,第二进气口开启,第一净化部分吸附的有机物在高温下被燃烧氧化为无害的二氧化碳,有害的无机物在高温下脱附。脱附后的有害无机气体由第二进气口进入至第二净化部件进行净化。净化后的气体经流量控制阀控制,一部分排出,另一部分回流。回流气体与净化装置进气在回流管进行热交换,以便热量回收。
- [0034] 一种包含所述废气净化装置的马弗炉,包括马弗炉本体,所述废气净化装置安装在马弗炉本体上。马弗炉本体为常规马弗炉。
- [0035] 当加热设备为马弗炉时,第一净化部件的优选安装位置为马弗炉内靠近顶部的侧壁上,第二进气口优选设置在马弗炉顶部,回流口优选设置在马弗炉顶部且远离第一进气口和第二进气口处。
- [0036] 本发明还提供一种用于高温加热设备的废气净化方法,包括如下步骤:
- [0037] (1) 高温加热设备加热时产生的废气在高温加热设备内进行一次净化,去除加热过程中产生的有机污染物,所述一次净化的方法为吸附,所用吸附剂为氧化铝、二氧化硅、氧化镁、氧化钙、二氧化钛、高温分子筛和沸石中的至少一种;
- [0038] (2) 经过一次净化后的废气送至高温加热设备外进行二次净化,去除废气中的无机污染物,所述二次净化的方法为过滤、吸附、吸收、催化净化和等离子体反应中的至少一种;
- [0039] (3) 二次净化后的气体经流量控制阀计量后一部分排出,一部分回流至高温加热设备内进行能量回收。
- [0040] 优选地,所述流量控制阀根据高温加热设备内的温度调节流量。
- [0041] 本发明的净化方法优选由本发明的废气净化装置实现。
- [0042] 优选地,所述二次净化的方法为等离子体放电协同吸附净化,等离子体放电处理的放电电压 0.1-1000kV,频率 10-10000Hz;吸附净化的吸附剂为活性氧化铝,且其表面负载有 CaO。对含有 SO₂和 NO_x的废气具有很好的处理效果。
- [0043] 优选地,当高温加热设备内温度达到 200℃及以上时,开启第二净化部件,进行二次净化。
- [0044] 本发明具有如下有益效果:
- [0045] 现有技术中,高校、科研院所、工厂等单位在进行科学研究、产品制造及催化剂制备等过程中经常使用高温加热设备进行元素分析测定和各种材料焙烧,该过程均产生大量的有毒有害气体,如若不施以净化措施,这些有害物质通过炉子四周逸散到环境中或者直接排放至空气中都将对环境和人体造成严重危害。
- [0046] 本发明采用分步净化法,第一净化部分放置于高温加热设备内部,该部分对有机物进行去除;第二净化部件设置于高温加热设备外部,将无机气体去除,可将加热过程中产

生的有机废气和无机废气同时净化,防止废气排放对人体健康和环境造成危害。

附图说明

[0047] 图 1 是本发明废气净化装置的结构示意图。

[0048] 图 2 是本发明第二净化部件的结构示意图。

[0049] 图 3 为实施例 1 的处理效果图。

[0050] 图 4 为实施例 2 的处理效果图。

[0051] 图中所示附图标记如下：

- | | | | |
|--------|-----------|-------------|-------------|
| [0052] | 1- 第一进气口 | 2- 第二进气口 | 3- 第一净化部件 |
| [0053] | 4- 第二净化部件 | 5- 风机 | 6- 流量控制阀 |
| [0054] | 7- 排气口 | 8- 回流口 | 9- 高温加热设备本体 |
| [0055] | 10- 回流管 | 11- 自动控制阀 | 4-1- 高压电极 |
| [0056] | 4-2- 接地电极 | 4-3- 吸附剂 | 4-4- 介质板 |
| [0057] | 4-5- 电极对 | 4-6- 反应器主体。 | |

具体实施方式

[0058] 为了使本发明所要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用于解释本发明,并不用于限定本发明。

[0059] 本发明的净化装置如图 1 所示,包括高温加热设备本体 9,该高温加热设备本体为实验室常规高温加热设备,例如马弗炉,在该高温加热设备内部(以马弗炉为例,优选设置在马弗炉内靠近顶部的侧壁上)设置第一净化部件 3,第一净化部件带有第一进气口 1,本实施方式中,第一净化部件为吸附装置,吸附装置本身可采用常规吸附装置,吸附装置内的吸附剂为活性氧化铝、二氧化硅、氧化镁、氧化钙、二氧化钛、高温分子筛和沸石中的至少一种,本实施方式中优选为活性氧化铝。

[0060] 在高温加热设备本体 9 的顶部设置第二进气口 2 和回流口 6,在高温加热设备本体 9 外部设置第二净化部件 4,第二净化部件的进气口与第二进气口 2 连接,第二净化部件为过滤器、吸附装置、吸收塔、催化净化反应器和等离子体反应器中的至少一种,过滤器、吸附装置、吸收塔、催化净化反应器和等离子体反应器均为废气净化领域的常规设备,第一进气口和第二进气口通过自动控制阀 11 来控制启动和关闭。

[0061] 本实施方式中,第二净化部件优选采用介质阻挡反应器,结构示意图如图 2 所示,包括反应器主体 4-6,反应器的一端带有进气口,另一端带有出气口。反应器内的若干电极对 4-5 之间相互平行设置,每个电极与气体走向相平行,每对电极对由接高压电源的高压电极 4-1 与接地的接地电极 4-2 组成,每对电极对的高压电极和接地电极之间设置两块相互平行设置的介质板 4-4,两块介质板之间填充吸附剂 4-3,吸附剂为负载有 CaO 的活性氧化铝球。

[0062] 介质阻挡反应器的放电电压 0.1-1000kV,频率 10-10000Hz;放电间隙内填充颗粒物吸附剂。

[0063] 在高温加热设备本体 9 外部还设置一台风机 5,风机 5 与第一净化部件及第二净

化部件连接,为废气进入第一净化部件或第二净化部件内提供动力,并将第二净化部件净化后的气体排出,风机 5 的出口管路上设置流量控制阀 6,由流量控制阀计量后的气体分两路,一路为排气口 7,一路由回流管 10 连接至回流口 8。净化后的气体经流量控制阀控制,一部分排出,另一部分回流。回流气体与净化装置进气进行热交换,以便热量回收。

[0064] 同时,在高温加热设备内部接有电热偶,电热偶感应温度传递给温控表,流量控制阀与温控表连接,接受温控表的温度信息并以此为基础调节流量。

[0065] 以马弗炉为例,当马弗炉启动的时候,控制器阀将该废气净化装置第一进气口开启,第二进气口关闭,此时炉内产生的有机和无机废气均被由第一进气口进入第一净化部分,在第一净化部分进行吸附净化;当加热温度升高到设定值,如 200℃,第一进气口关闭,第二进气口开启,第一净化部分吸附的有机物在温度升高后的高温下被燃烧氧化为无害的二氧化碳,同时,第一净化部分吸附的有害无机物在高温下脱附。脱附后的无机气体由第二进气口进入第二净化部件进行净化,第二净化部件为放电协同吸附进行净化。(对于焙烧的试剂原料为硝酸盐或者硫酸盐时,焙烧过程中产生的废气为 SO_2 和 NO_x ,此时第二净化部件的吸附材料为负载有氧化钙的活性氧化铝球颗粒,在放电下产生强氧化性活性物质如 O 和 OH 与 SO_2 和 NO_x 氧化钙反应为 CaSO_4 和 CaNO_3 。)净化后的气体经流量控制阀控制,一部分排出,另一部分回流。回流气体与净化装置进气进行热交换,以便热量回收

[0066] 实施例 1 (有机废气和无机酸性废气净化)

[0067] 以净化催化剂 $\text{MnO}_x/\text{TiO}_2$ 在马弗炉焙烧过程中产生的废气为例。

[0068] 催化剂 $\text{MnO}_x/\text{TiO}_2$ 以溶胶-凝胶法制得,所用的试剂为:钛酸正丁酯、乙醇、水、醋酸以及硝酸锰。制取过程:在室温下搅拌均匀,形成黄色溶胶。稳定数日,待溶胶转化为凝胶后,将凝胶在 100℃ 下烘干 12h,得到一个多孔固体,然后在马弗炉中 600℃ 下焙烧 6h,即可得到催化剂 $\text{MnO}_x/\text{TiO}_2$ 。

[0069] 在制取催化剂 $\text{MnO}_x/\text{TiO}_2$ 的烘干焙烧过程中,开启马弗炉时,净化装置同时开启,第一进气口开启(第一净化部分内部装满活性氧化铝),第二进气口关闭,加热过程中产生乙醇、醋酸等挥发气体由第一进气口进入,并在净化装置的第一净化部分被活性氧化铝球吸附净化。随着炉内温度升高,当温度高于 200℃ 时,控制阀将第一进气口关闭,第二进气口开启,此时炉内产生的气体以无机气体 NO_2 为主, NO_2 直接进入第二净化部件被净化(第二净化部件为填充有 $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$)。净化后的气体一部分排出,一部分回流至炉内。随着加热进行,当炉内温度大于 500℃ 后,第一净化部分的吸附剂吸收的有机物被氧化燃烧为二氧化碳等无害气体,同时,该第一净化部分吸收的无机气体脱附,脱附后的无机气体由第二进气口进入第二净化部件被放电协同吸附而净化。

[0070] 在出口处分别检测不加吸附颗粒和加吸附颗粒废气浓度值。

[0071] 如图 3 所示,未净化时,乙醇最大的浓度可以达到 $850.39\text{mg}/\text{m}^3$, NO_2 最大浓度可以达到 $126.05\text{mg}/\text{m}^3$,当第一净化部分与第二净化部件均放入吸附剂,且第二净化部件的放电电压为 8kV,频率为 50Hz,对乙醇单次净化率可达 96.73%,对 NO_2 单次净化率达 98.86%。

[0072] 实施例 2 (无机碱性废气净化)

[0073] 以净化催化剂 Ni-Mo-W 在马弗炉焙烧过程中产生的废气为例。

[0074] 将钼酸铵和偏钨酸氨溶于水,逐滴加入氨水调节 pH 至适当值,并加热至一定温度,得到溶液 A。将硝酸镍溶于水中并加热至与溶液 A 相同的温度,得到溶液 B。将溶液 B

缓慢滴加到溶液 A 中,滴加完毕后静止反应一段时间。然后将溶液过滤、洗涤、干燥、焙烧后得到催化剂 Ni-Mo-W 型催化剂。在此干燥和焙烧过程中会产生无机有害气体 NH_3 。

[0075] 在制取催化剂 Ni-Mo-W 的烘干焙烧过程中,在干燥和焙烧过程中,净化装置与马弗炉同时开启,此时只有无机废气— NH_3 产生,所以,马弗炉里的气体直接从第二进气口进入至第二净化部件,在第二净化部件通过放电协同吸附进行净化。

[0076] 在出口处分别检测不净化与净化后废气的浓度值。

[0077] 如图 4 所示,未净化时, NH_3 最大的浓度可以达到 $750\text{mg}/\text{m}^3$,该废气经风机进入到第二净化部件,调节第二净化部件的放电至 5kV ,频率 30Hz , NH_3 在该填充有活性氧化铝球的放电区域被氧化为无害的 N_2 ,此时, NH_3 的去除率达到了 98.13% 。

[0078] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

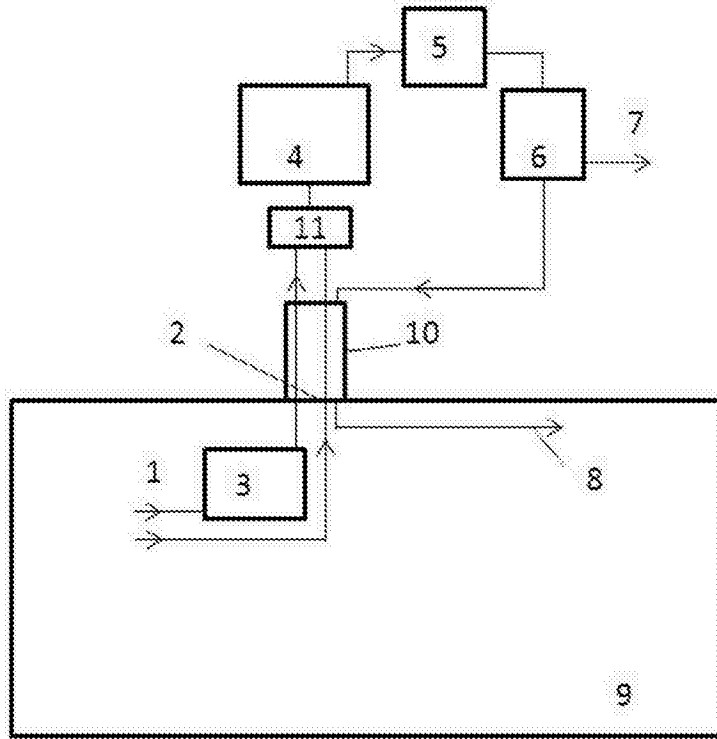


图 1

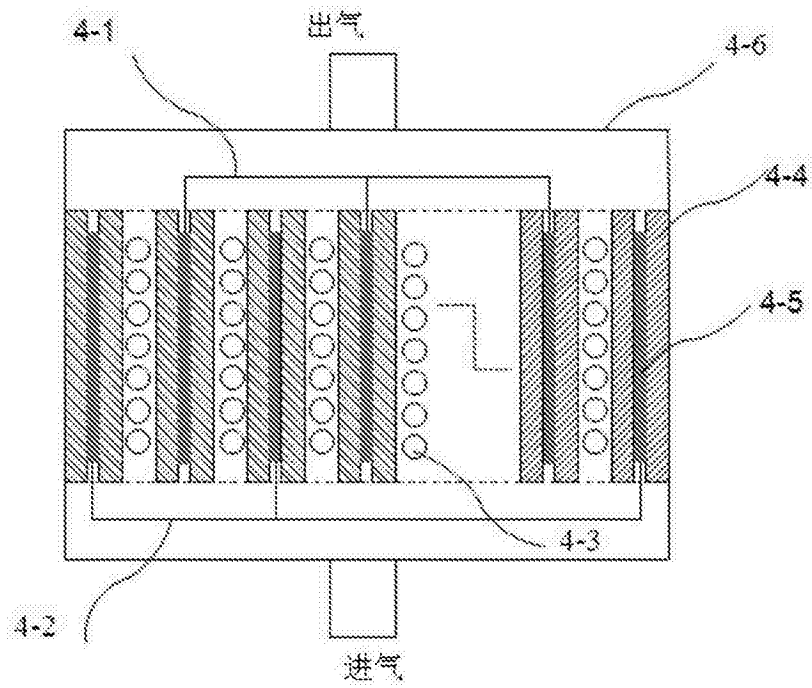


图 2

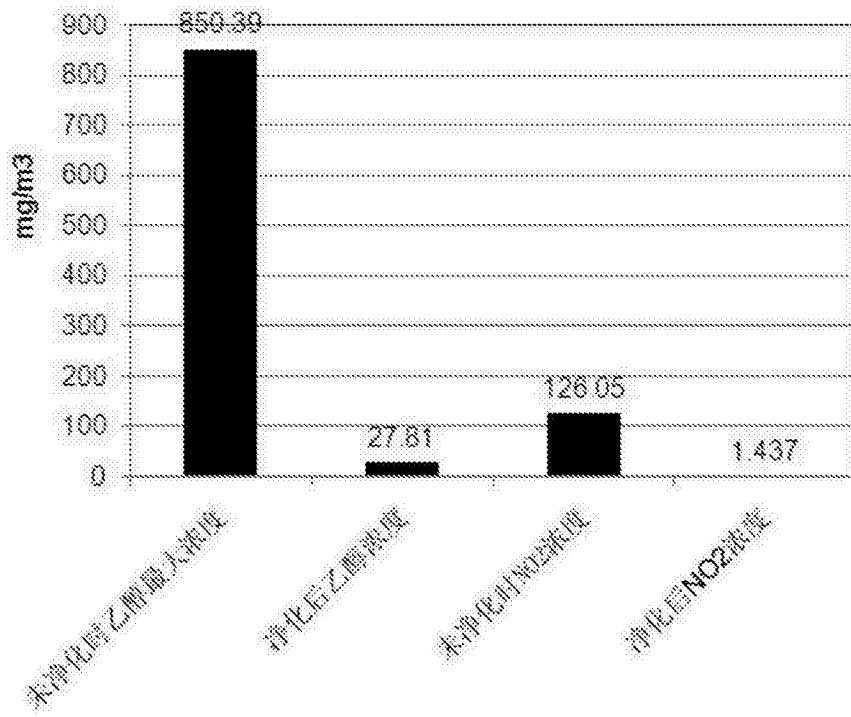


图 3

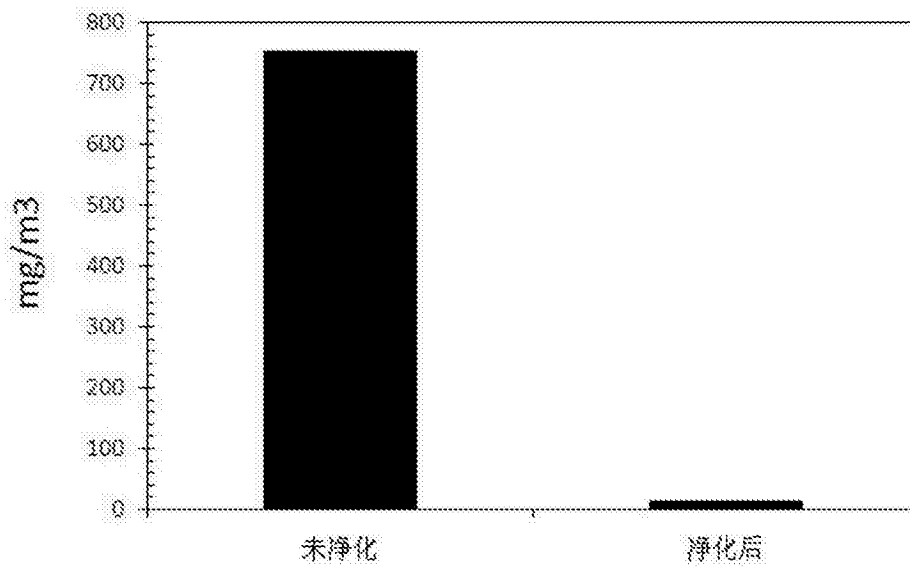


图 4