



(21) 申请号 201710450883.X

(22) 申请日 2017.06.15

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109126402 A

(43) 申请公布日 2019.01.04

(73) 专利权人 浙江大学
地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38号

(72) 发明人 肖刚 庞华 许伟平 骆仲泱
倪明江 高翔 岑可法

(74) 专利代理机构 上海立群专利代理事务所
(普通合伙) 31291
专利代理师 毛立群 杨楷

(51) Int. Cl.
B01D 53/32 (2006.01)
B01D 53/12 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103990422 A, 2014.08.20
KR 20140146733 A, 2014.12.29
US 3404078 A, 1968.10.01
CN 102277204 A, 2011.12.14
CN 104492256 A, 2015.04.08
CN 206996222 U, 2018.02.13
CN 104772005 A, 2015.07.15
CN 101077469 A, 2007.11.28
US 2005092130 A1, 2005.05.05
CH 673965 A5, 1990.04.30
JP 2002113351 A, 2002.04.16

谢建军;徐彬;阴秀丽;吴创之;闫克平.流光
电晕放电净化粗燃气焦油及粉尘研究进展.新能
源进展.2016, (03), 全文.

审查员 张金瑶

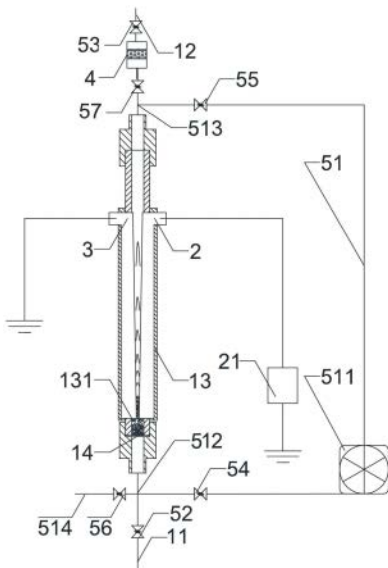
权利要求书2页 说明书8页 附图8页

(54) 发明名称

净化装置和净化方法

(57) 摘要

本发明涉及环境保护领域,公开了一种净化装置,包括流化床,流化床包括中空的反应管和设置在反应管两端的气体进口、气体出口,反应管内设置有生物质导电炭颗粒,生物质导电炭颗粒能够在气流作用下处于流化状态;净化装置还包括分别设置在流化床两侧的高压电极和低压电极;有机污染物气体进入反应管,高压电极和低压电极之间形成电势差,击穿处于流化状态的生物质导电炭颗粒并形成放电,降解有机污染物气体。本发明能够降低能量的消耗并提高降解有机污染物气体的能力。



1. 一种净化装置,用于净化有机污染物气体,其特征在于,包括:

流化床(1),所述流化床(1)包括中空的反应管(13)和设置在所述反应管(13)两端的气体进口(11)、气体出口(12),所述反应管(13)内设置有生物质导电炭颗粒(131),所述生物质导电炭颗粒(131)能够在气流作用下处于流化状态;所述流化床(1)还包括设置于所述反应管(13)内靠近所述气体进口(11)一端的气流分布板(14),所述气流分布板(14)上分布有若干个通孔,所述通孔的孔径小于所述生物质导电炭颗粒(131)的粒径;

所述净化装置还包括分别设置在所述反应管(13)内部两侧的高压电极(2)和低压电极(3);

有机污染物气体进入所述反应管(13),所述高压电极(2)和所述低压电极(3)之间形成电势差,击穿处于流化状态的所述生物质导电炭颗粒(131)并形成放电,降解所述有机污染物气体;

所述高压电极(2)和所述低压电极(3)之间的距离自所述气体进口(11)侧向着所述气体出口(12)侧逐渐增大;

电流击穿处于流化状态的所述生物质导电炭颗粒(131)并不断形成电弧,所述电弧脱离所述生物质导电炭颗粒(131)后,沿着所述气体进口(11)侧向着所述气体出口(12)侧运动,形成滑动电弧。

2. 根据权利要求1所述的净化装置,其特征在于:所述净化装置还包括与所述气体出口(12)相连接的过滤器(4),所述过滤器(4)用于防止所述生物质导电炭颗粒(131)排出。

3. 根据权利要求1所述的净化装置,其特征在于:所述净化装置还包括:

循环机构(5),所述循环机构(5)包括两端分别与所述气体进口(11)和所述气体出口(12)相连接的循环通道(51)以及设置于所述循环通道(51)上的循环风机(511),所述循环通道(51)上开有循环入口(512)和循环出口(513);

背景气体在所述循环风机(511)的带动下在所述循环通道(51)和所述反应管(13)内循环流动,生物质导电炭颗粒(131)在所述背景气体的作用下呈流化状态;

有机污染物气体经所述循环入口(512)进入所述循环通道(51),在所述循环通道(51)和所述反应管(13)内循环并通过所述反应管(13)得到降解,再从所述循环出口(513)处排出。

4. 根据权利要求3所述的净化装置,其特征在于:所述循环入口(512)与所述气体进口(11)相连接,所述循环出口(513)与所述气体出口(12)相连接;

所述循环机构(5)还包括:

位于所述循环入口(512)和气体进口(11)之间的总进气阀门(52),用于引入有机污染物气体;

位于所述循环出口(513)和气体出口(12)之间的总出气阀门(53),用于排出经过净化后的气体;

位于所述循环风机(511)和所述气体进口(11)之间的第一循环阀门(54),以及位于所述循环风机(511)和所述气体出口(12)之间的第二循环阀门(55),用于按需隔离气体。

5. 根据权利要求3或4所述的净化装置,其特征在于:所述循环机构(5)还包括:

设置在所述循环通道(51)上的补充入口(514)和用于控制所述补充入口(514)的开关的补充阀门(56),所述补充入口(514)用于补充所述背景气体。

6. 根据权利要求1 所述的净化装置,其特征在于:所述高压电极(2) 和/或所述低压电极(3)的靠近所述气体进口(11)侧的端部形成倒角(6)。

7. 一种利用权利要求1至6中任一项所述的净化装置的净化方法,用于净化有机污染物气体,其特征在于,包括如下步骤:

将生物质导电炭颗粒(131)流化,使其处于流化状态;

在所述生物质导电炭颗粒(131)的两侧施加电势差,击穿处于流化 状态的所述生物质导电炭颗粒(131)并形成放电;

利用处于流化状态且被击穿的生物质导电炭颗粒(131)降解有机污染物气体;

在所述生物质导电炭颗粒(131)的两侧施加电势差,击穿处于流化状态的所述生物质导电炭颗粒(131)并形成放电的步骤中,还通过形成滑动电弧来增强降解效果。

净化装置和净化方法

技术领域

[0001] 本发明涉及环境保护领域,特别涉及一种净化装置。

背景技术

[0002] 有机污染物气体(甲苯、甲醛等)是生产生活中常见的污染物,不仅影响人体健康、破坏生态环境,而且可能引发以细颗粒物(如PM_{2.5})、臭氧(O₃)等为特征的区域性大气复合污染问题。目前处理有机污染物气体的方法主要包括吸收法(如活性炭)、燃烧法、催化降解法、分解法(如光分解、臭氧分解、等离子体分解)等。

[0003] 一切有生命的可以生长的有机物质通称为生物质,它包括植物、动物和微生物,生物质属于太阳能的一种,地球上每年通过植物光合作用固定的碳元素就高达 2×10^{11} t。焦炭是生物质热解的主要产物之一,具有良好导电特性的焦炭称之为导电炭,导电炭是一种容易获取且廉价的炭材料。经过活化后的导电炭具有发达的孔隙结构,能够有效地吸附有机污染物气体。在高电压下,呈不规则运动状态的生物质导电炭颗粒之间易产生放电现象,放电可产生大量高能电子、以及O、OH、N等高活性自由基,活性粒子与有机污染物气体发生碰撞后化学键断裂,从而促使有机污染物气体的降解。

[0004] 采用生物质导电炭降解挥发性有机物的净化装置通常包括发生装置、反应管、高压电极和低压电极。反应管两端设置有气体进口、气体出口,反应管内设置有生物质导电炭颗粒,生物质导电炭颗粒能够在发生装置作用下连续地运动。有机污染物气体进入反应管,高压电极和低压电极之间形成电势差,击穿生物质导电炭颗粒并形成放电,降解有机污染物气体。

[0005] 在降解有机污染物气体时,由于生物质导电炭颗粒分布不均匀导致的高电场下放电电弧的分布不均匀,使得有机污染物气体的净化效果有限,因此在现有的净化装置中,人们针对这一问题作出了改进。

[0006] 例如,在申请号为201110203668.2的中国专利中公开了一种生物质电炭强制放电脱除气化焦油方法和装置,该发明采用生物质导电炭吸附脱除气化气中的焦油,利用振动床和直流电压使得生物质电炭颗粒间产生周期性的分离,促使焦油分子裂解,生物质导电炭得到活化能够循环使用。

[0007] 可以看出,上述净化装置采用振动发生装置促使生物质导电炭间歇性振动,电压增加时,电极放出的脉冲式高压电弧能够裂解有机污染物气体。

[0008] 由于现有技术中需要利用振动发生装置来维持生物质导电炭处于振动状态,因此需要持续地对振动床输入能量,其耗能较高。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于提供一种净化装置,能够降低能量消耗,并更好地降解有机污染物气体。

[0010] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种净化装置,包括:

[0011] 流化床,流化床包括中空的反应管和设置在反应管两端的气体进口、气体出口,反应管内设置有生物质导电炭颗粒,生物质导电炭颗粒能够在气流作用下处于流化状态;

[0012] 净化装置还包括分别设置在流化床两侧的高压电极和低压电极;

[0013] 有机污染物气体进入反应管,高压电极和低压电极之间形成电势差,击穿处于流化状态的生物质导电炭颗粒并形成放电,降解有机污染物气体。

[0014] 本发明还提供了一种净化方法,用于净化有机污染物气体,包括如下步骤:

[0015] 将生物质导电炭颗粒流化,使其处于流化状态;

[0016] 在生物质导电炭颗粒的两侧施加电势差,击穿处于流化状态的生物质导电炭颗粒并形成放电;

[0017] 利用处于流化状态且被击穿的生物质导电炭颗粒降解有机污染物气体。

[0018] 有机污染物气体通过气体进口进入反应管,利用生物质导电炭颗粒优良的孔隙结构,能够有效吸附浓度有机污染物气体。反应管内生物质导电炭颗粒在气流作用下呈流化状态,由于生物质导电炭颗粒还具有良好的导电性,流化态的生物质导电炭颗粒在高压电的作用下,颗粒间隙被击穿形成放电,生物质导电炭颗粒间形成的放电产生等离子体,激发形成活性粒子(高能电子、自由基),使有机污染物气体迅速得到降解,放电也能够活化生物质导电炭颗粒使其再次吸附有机污染物气体。

[0019] 相对现有技术而言,本发明通过流化床促使生物质导电炭颗粒处于流化状态,相较振动床的机械振动而言,流化床无需持续输入振动能量,因此大幅降低了能耗。流化床在气体的作用下使生物质导电炭颗粒悬浮于反应管内,使得生物质导电炭颗粒具有与气体类似的流动性,提高了生物质导电炭颗粒的均匀度。

[0020] 由于流—固体系中孔隙率的变化可以引起生物质导电炭颗粒曳力系数的大幅度变化,因此在很宽的范围内均能形成较浓密的床层,能够更好地吸附有机污染物气体,进而提高净化效果。

[0021] 作为优选,流化床还包括设置于反应管内靠近气体进口一端的气流分布板,气流分布板上分布有若干个通孔,通孔的孔径小于生物质导电炭颗粒的粒径。气流分布板设置的通孔能够直接供有机污染物气体从气体进口进入反应管。气流分布板用于支撑反应管内填充的生物质导电炭颗粒,气流分布板通孔的孔径小于生物质导电炭颗粒的粒径,能够防止生物质导电炭颗粒自气流分布板通孔脱离反应管。

[0022] 另外,作为优选,净化装置还包括与气体出口相连接的过滤器,过滤器用于防止生物质导电炭颗粒排出,减少了生物质导电炭颗粒的损失,并防止其污染环境。

[0023] 另外,作为优选,净化装置还包括:

[0024] 循环机构,循环机构包括两端分别与气体进口和气体出口相连接的循环通道以及设置于循环通道上的循环风机,循环通道上开有循环入口和循环出口;

[0025] 背景气体在循环风机的带动下在循环通道和反应管内循环流动,生物质导电炭颗粒在背景气体的作用下呈流化状态;

[0026] 有机污染物气体经循环入口进入循环通道,在循环通道和反应管内循环并通过反应管得到降解,再从循环出口处排出。

[0027] 反应管内的生物质导电炭颗粒先吸附有机污染物气体,达到饱和后,通入背景气体,生物质导电炭颗粒在循环风机作用下呈流化状态,电极放电降解有机污染物气体,降解

后通过循环出口排出。

[0028] 当采用循环风机时,循环风机能够使背景气体沿反应管流动,进而能够使得位于反应管内的生物质导电炭颗粒始终保持流化状态,因此不需要持续地、高流速地输入有机污染物气体。同时,由于循环风机可以将同一批有机污染物气体多次循环进入反应管,因此也降低了对反应管及其内容物的净化能力(生物质导电炭颗粒的总质量、电极的电压、反应管的长度等)的要求,从而降低了净化装置的整机成本。

[0029] 进一步地,作为优选,循环入口与气体进口相连接,循环出口与气体出口相连接;

[0030] 循环机构还包括:

[0031] 位于循环入口和气体进口之间的总进气阀门,用于引入有机污染物气体;

[0032] 位于循环出口和气体出口之间的总出气阀门,用于排出经过净化后的气体;

[0033] 位于循环风机和气体进口之间的第一循环阀门,以及位于循环风机和气体出口之间的第二循环阀门,用于按需隔离气体。

[0034] 通过设置多个循环阀门,能够方便地控制气体的进出。

[0035] 进一步地,作为优选,循环机构还包括:

[0036] 设置在循环通道上的补充入口和用于控制补充入口的开关的补充阀门,补充入口用于补充背景气体。补充阀门能够隔离背景气体与有机污染物气体,循环放电降解一段时间后,背景气体将随降解产物通过阀门排出。生物质导电炭颗粒降解有机污染物气体时产生大量的高能电子或OH、O基等活性粒子,从而破坏挥发性有机污染物的化学键。OH、O基等具有强氧化能力的活性粒子,能够净化有机污染物气体。补充一定量的背景气体用于维持氧化性气氛,能够提高净化效果。

[0037] 另外,作为优选,高压电极和低压电极之间的距离自气体进口侧向着气体出口侧逐渐增大;

[0038] 电流击穿处于流化状态的生物质导电炭颗粒并不断形成电弧,电弧脱离生物质导电炭颗粒后,沿着气体进口侧向着气体出口侧运动,形成滑动电弧。

[0039] 流化态的生物质导电炭颗粒在高压电的作用下颗粒间隙被击穿形成放电,有机污染物气体在气流的作用下脱离生物质导电炭颗粒后运动至高压电极和低压电极间,形成更长的电弧,并在气流的作用下由下往上运动形成滑动弧。滑动弧脱离高压电极和低压电极后,电弧将重新从流化态的生物质导电炭颗粒间形成并滑动至高压电极和低压电极之间,此过程不断重复,形成连续不断的滑动弧。

[0040] 由于脉冲式电弧的脉冲信号具有断点,部分有机污染物气体的净化效果有可能受到影响。而流化床可以通过调节电极的位置和形状,布置滑动弧,提高了降解效果。滑动弧放电过程能产生大量高能电子、活性基团和反应性离子组成的等离子体区域,体现出了很好的能量转化和刺激化学反应的能力。相比于脉冲放电和电晕放电等低温等离子体发生方式,滑动弧放电不需要抑制电流和气压,克服了气压和能量输入的限制,从而可以传递更大的输入能量,提高了净化效果。

[0041] 另外,作为优选,高压电极和/或低压电极的靠近气体进口侧的端部形成倒角。圆弧过度的倒角能够减小应力集中,延长高压电极和/或低压电极的使用寿命。

[0042] 另外,作为优选,在生物质导电炭颗粒的两侧施加电势差,击穿处于流化状态的生物质导电炭颗粒并形成放电的步骤中,还通过形成滑动电弧来增强降解效果。通过生物质

导电炭颗粒流化激发产生滑动电弧的方法,可大幅度降低起弧电压,克服对电极间距的依赖性,能够降低电源的能量消耗。

附图说明

[0043] 图1是本发明第一实施方式净化装置的正视剖视示意图;

[0044] 图2是本发明第二实施方式净化装置的正视剖视示意图;

[0045] 图3是本发明第三实施方式净化装置的正视剖视示意图;

[0046] 图4是本发明第四实施方式净化装置的正视剖视示意图;

[0047] 图5是本发明第四实施方式净化装置的正视剖视示意图;

[0048] 图6是本发明第四实施方式净化装置的正视剖视示意图;

[0049] 图7是本发明第五、第七、第八实施方式净化装置的正视剖视示意图;

[0050] 图8是本发明第六实施方式净化装置倒角的放大剖视示意图。

[0051] 附图标记说明:

[0052] 1-流化床;11-气体进口;12-气体出口;13-反应管;131-生物质导电炭颗粒;14-气流分布板;15-反应管;2-高压电极;21-高压电源;3-低压电极;4-过滤器;5-循环机构;51-循环通道;511-循环风机;512-循环入口;513-循环出口;514-补充入口;52-总进气阀门;53-总出气阀门;54-第一循环阀门;55-第二循环阀门;56-补充阀门;57-第三循环阀门;6-倒角。

具体实施方式

[0053] 实施方式一

[0054] 本发明的第一实施方式提供了一种净化装置,参见图1所示,包括:

[0055] 流化床1,流化床1包括中空的反应管13和设置在反应管13两端的气体进口11、气体出口12,反应管13内设置有生物质导电炭颗粒131,生物质导电炭颗粒131能够在气流作用下处于流化状态;

[0056] 净化装置还包括分别设置在流化床1两侧的高压电极2和低压电极3;

[0057] 有机污染物气体进入反应管13,高压电极2和低压电极3之间形成电势差,击穿处于流化状态的生物质导电炭颗粒131并形成放电,降解有机污染物气体。

[0058] 其中,反应管13可以是圆形绝缘耐高温管(石英、陶瓷等),反应管13内填充有导电性良好的生物质导电炭颗粒131,生物质导电炭颗粒131在反应管13中的堆积高度可以为1cm,利用生物质导电炭颗粒131优良的孔隙结构能够有效吸附低浓度有机污染物气体。高压电极2和低压电极3对称分布于反应管13两侧,低压电极3接地,高压电极2连接高压电源21的高压端。本发明的发明人建议,高压电极2和低压电极3可以嵌入反应管13两侧对称的条形槽内,高压电极2和低压电极3最底端距离反应管13约2cm。当然,实际使用时也可以不限于这一距离方案。

[0059] 在本实施方式中,净化装置还包括与气体出口12相连接的过滤器4,过滤器4用于防止生物质导电炭颗粒131排出,减少了生物质导电炭颗粒131的损失,并防止其污染环境。

[0060] 在实际使用的时候,首先通过流化床1将吸附有有机污染物气体的生物质导电炭颗粒131流化,使其处于流化状态。然后通过高压电极2和低压电极3,在生物质导电炭颗粒

131的两侧施加电势差,由于生物质导电炭颗粒131具有良好的导电性,生物质导电炭颗粒131间隙被击穿形成放电。最后,利用处于流化状态且被击穿的生物质导电炭颗粒131降解有机污染物气体,生物质导电炭颗粒131间形成的放电产生等离子体,激发形成活性粒子(高能电子、自由基),放电也能够活化生物质导电炭颗粒131使其再次吸附有机污染物气体。

[0061] 相对现有技术而言,本发明通过流化床1促使生物质导电炭颗粒131处于流化状态,相较振动床的机械振动强制放电而言,流化床1无需持续输入振动能量,因此大幅降低了能耗。流化床1在气体的作用下使生物质导电炭颗粒131悬浮于反应管13内,使得生物质导电炭颗粒131具有与气体类似的流动性,提高了生物质导电炭颗粒131的均匀度。

[0062] 由于流—固体系中孔隙率的变化可以引起生物质导电炭颗粒131曳力系数的大幅度变化,因此在很宽的范围内均能形成较浓密的床层,能够更好地吸附有机污染物气体,进而提高净化效果。

[0063] 实施方式二

[0064] 本发明的第二实施方式提供了一种净化装置。第二实施方式是第一实施方式的进一步改进,主要改进之处在于,在本发明的第二实施方式中,参见图2所示,流化床1还包括设置于反应管13内靠近气体进口11一端的气流分布板14,气流分布板14上分布有若干个通孔,通孔的孔径小于生物质导电炭颗粒131的粒径。

[0065] 在本实施方式中,气流分布板14可以由绝缘耐腐蚀材料加工而成,如聚四氟乙烯、陶瓷等,使得绝缘耐腐蚀材料能够尽可能地延长气流分布板14的使用寿命。气流分布板14设置的通孔能够直接供有机污染物气体从气体进口11进入反应管13,且流速均匀。气流分布板14用于支撑反应管13内填充的生物质导电炭颗粒131,气流分布板14通孔的孔径小于生物质导电炭颗粒131的粒径,能够防止生物质导电炭颗粒131自气流分布板14通孔脱离反应管13。

[0066] 实施方式三

[0067] 本发明的第三实施方式提供了一种净化装置。第三实施方式是第一实施方式的进一步改进,主要改进之处在于,在本发明的第三实施方式中,参见图3所示,净化装置还包括:

[0068] 循环机构5,循环机构5包括两端分别与气体进口11和气体出口12相连接的循环通道51以及设置于循环通道51上的循环风机511,循环通道51上开有循环入口512和循环出口513;

[0069] 背景气体在循环风机511的带动下在循环通道51和反应管13内循环流动,生物质导电炭颗粒131在背景气体的作用下呈流化状态;

[0070] 有机污染物气体经循环入口512进入循环通道51,在循环通道51和反应管13内循环并通过反应管13得到降解,再从循环出口513处排出。

[0071] 反应管13内的生物质导电炭颗粒131先吸附有机污染物气体,达到饱和后,通入背景气体,生物质导电炭颗粒131在循环风机511作用下呈流化状态,电极放电降解有机污染物气体,降解后通过循环出口513排出。

[0072] 当采用循环风机511时,循环风机511能够使背景气体沿反应管13流动,进而能够使得位于反应管13内的生物质导电炭颗粒131始终保持流化状态,因此不需要持续地、高流

速地输入有机污染物气体。同时,由于循环风机511可以将同一批有机污染物气体多次循环进入反应管13,因此也降低了对反应管13及其内容物的净化能力(生物质导电炭颗粒131的总质量、电极的电压、反应管13的长度等)的要求,从而降低了净化装置的整机成本。

[0073] 实施方式四

[0074] 本发明的第四实施方式提供了一种净化装置。第四实施方式是第三实施方式的进一步改进,主要改进之处在于,在本发明的第四实施方式中,参见图4所示,循环入口512与气体进口11相连接,循环出口513与气体出口12相连接;

[0075] 循环机构5还包括:

[0076] 位于循环入口512和气体进口11之间的总进气阀门52,用于引入有机污染物气体;

[0077] 位于循环出口513和气体出口12之间的总出气阀门53,用于排出经过净化后的气体;

[0078] 位于循环风机511和气体进口11之间的第一循环阀门54,以及位于循环风机511和气体出口12之间的第二循环阀门55,用于按需隔离气体。

[0079] 通过设置多个循环阀门,能够方便地控制气体的进出。

[0080] 进一步地,作为优选,循环机构5还包括:

[0081] 设置在循环通道51上的补充入口514和用于控制补充入口514的开关的补充阀门56,补充入口514用于补充背景气体。

[0082] 补充阀门56能够隔离背景气体与有机污染物气体。循环放电降解一段时间后,背景气体将随降解产物通过阀门排出。生物质导电炭颗粒131降解有机污染物气体时产生大量的高能电子或OH、O基等活性粒子,从而破坏挥发性有机污染物的化学键。OH、O基等具有强氧化能力的活性粒子,能够净化有机污染物气体。补充一定量的背景气体用于维持氧化性气氛,能够提高净化效果。

[0083] 在本实施方式中,净化装置的具体操作步骤如下:

[0084] (1)参见图5所示,打开总进气阀门52和总出气阀门53,关闭第一循环阀门54、第二循环阀门55和补充阀门56,并关闭高压电源21。有机污染物气体经气体进口11通入反应管13,有机污染物气体被反应管13内的生物质导电炭颗粒131吸附,净化后的有机污染物气体由气体出口12排出。本步骤可以仅涉及吸附有机污染物气体,生物质导电炭颗粒131可以不需要呈流化状态,有机污染物气体从气体出口11进入,自气体出口12排出;

[0085] (2)参见图6所示,反应管13与过滤器4之间设置有第三循环阀门57,能够防止有机污染物气体停留于过滤器4内脱离循环通道51。

[0086] 停止通入有机污染物气体,关闭总进气阀门52和第三循环阀门57,总出气阀门53可以关闭,也可以不关闭,持续关闭高压电源21。打开第一循环阀门54和第二循环阀门55,打开补充阀门56补充背景气体,开启循环风机511,使整个净化装置内的气体沿图6所示的逆时针方向循环流动,反应管13内的生物质导电炭颗粒131在循环气流作用下呈流化状态;

[0087] (3)打开高压电源21,呈流化态的生物质导电炭颗粒131在高压电的作用下使得颗粒间隙被击穿形成放电,生物质导电炭颗粒131间形成的放电产生等离子体,激发形成活性粒子(如高能电子、自由基),使处于放电区域的有机污染物气体析出并得到降解;

[0088] (4)部分未降解的有机污染物气体随气流循环再次进入放电区域得到充分降解;

[0089] (5)循环放电降解一段时间后,打开第三循环阀门57和总出气阀门53,将降解产物

排出,并通过补充阀门56补充一定量背景气体,循环上述步骤。

[0090] 实施方式五

[0091] 本发明的第五实施方式提供了一种净化装置。第五实施方式是第一至第四实施方式中任意一实施方式的进一步改进,具体而言,在本发明的第五实施方式中,参见图7所示,高压电极2和低压电极3之间的距离自气体进口11侧向着气体出口12侧逐渐增大;

[0092] 电流击穿处于流化状态的生物质导电炭颗粒131并不断形成电弧,电弧脱离生物质导电炭颗粒131后,沿着气体进口11侧向着气体出口12侧运动,形成滑动电弧。

[0093] 在本实施方式中,高压电极2和低压电极3之间的距离由气体进口11往气体出口12形成逐渐增大的喇叭口形状,低压电极3接地,高压电极2连接高压电源21的高压端。开启高压电源21后,由于生物质导电炭颗粒131具有良好的导电性,流化态的生物质导电炭颗粒131在高压电的作用下颗粒间隙被击穿形成放电而发生电弧,流化态的生物质导电炭颗粒131中的电弧在气流的作用下脱离生物质导电炭颗粒131后运动至高压电极2和低压电极3间,形成更长的电弧,并在气流的作用下由下往上运动形成滑动电弧。滑动电弧脱附高压电极2和低压电极3后,滑动电弧将重新从流化态的生物质导电炭颗粒131间形成并滑动至高压电极2和低压电极3之间,此过程不断重复,形成连续不断的滑动弧。

[0094] 由于脉冲式电弧的脉冲信号具有断点,部分有机污染物气体的净化效果有可能受到影响。而流化床1可以通过调节电极的位置和形状,布置滑动弧,提高了降解效果。滑动弧放电过程能产生大量高能电子、活性基团和反应性离子组成的等离子体区域,体现出了很好的能量转化和刺激化学反应的能力。相比于脉冲放电和电晕放电等低温等离子体发生方式,滑动弧放电不需要抑制电流和气压,克服了气压和能量输入的限制,从而可以传递更大的输入能量,提高了净化效果。

[0095] 实施方式六

[0096] 本发明的第六实施方式提供了一种净化装置。第六实施方式是第一至第五实施方式中任意一实施方式的进一步改进,主要改进之处在于,在本发明的第六实施方式中,同样参见图8所示,高压电极2和/或低压电极3的靠近气体进口11侧的端部形成倒角6。

[0097] 圆弧过度的倒角6能够减小应力集中,延长高压电极2和/或低压电极3的使用寿命。

[0098] 实施方式七

[0099] 本发明的第七实施方式提供了一种净化方法。在本发明的第七实施方式中,参见图8所示,本方法用于净化有机污染物气体,包括如下步骤:

[0100] 将生物质导电炭颗粒131流化,使其处于流化状态;

[0101] 在生物质导电炭颗粒131的两侧施加电势差,击穿处于流化状态的生物质导电炭颗粒131并形成放电;

[0102] 利用处于流化状态且被击穿的生物质导电炭颗粒131降解有机污染物气体。

[0103] 在本实施方式中,低压电极3接地,高压电极2连接高压电源21的高压端。开启高压电源21后,生物质导电炭颗粒131两端产生电势差。由于生物质导电炭颗粒131具有良好的导电性,流化态的生物质导电炭颗粒131在高压电的作用下颗粒间隙被击穿形成放电,降解有机污染物气体。

[0104] 相对现有技术而言,本发明通过流化床1促使生物质导电炭颗粒131处于流化状

态,相较振动床的机械振动强制放电而言,流化床1的工作形式更节能。流化床1在气体的作用下使生物质导电炭颗粒131悬浮于反应管13内,使得生物质导电炭颗粒131具有与气体类似的流动性,提高了生物质导电炭颗粒131的均匀度,能够提高有机污染物气体的净化效果。

[0105] 实施方式八

[0106] 本发明的第八实施方式提供了一种净化方法。第八实施方式是第七实施方式的进一步改进,主要改进之处在于,在本发明的第八实施方式中,参见图8所示,在生物质导电炭颗粒131的两侧施加电势差,击穿处于流化状态的生物质导电炭颗粒131并形成放电的步骤中,还通过形成滑动电弧来增强降解效果。

[0107] 在本实施方式中,生物质导电炭颗粒131两端存在电势差,流化态的生物质导电炭颗粒131在高压电的作用下颗粒间隙被击穿形成放电,有机污染物气体在气流的作用下脱离生物质导电炭颗粒131后运动至高压电极2和低压电极3间,形成更长的电弧,并在气流的作用下由下往上运动形成滑动电弧。滑动电弧脱附高压电极2和低压电极3后,滑动电弧将重新从流化态的生物质导电炭颗粒131间形成并滑动至高压电极2和低压电极3之间,此过程不断重复,形成连续不断的滑动电弧。通过生物质导电炭颗粒131流化激发产生滑动电弧的方法,可大幅度降低起弧电压,克服对电极间距的依赖性,能够降低电源的能量消耗。

[0108] 本领域的普通技术人员可以理解,在上述的各实施方式中,为了使读者更好地理解本申请而提出了许多技术细节。但是,即使没有这些技术细节和基于上述各实施方式的种种变化和修改,也可以基本实现本申请各权利要求所要求保护的技术方案。因此,在实际应用中,可以在形式上和细节上对上述实施方式作各种改变,而不偏离本发明的精神和范围。

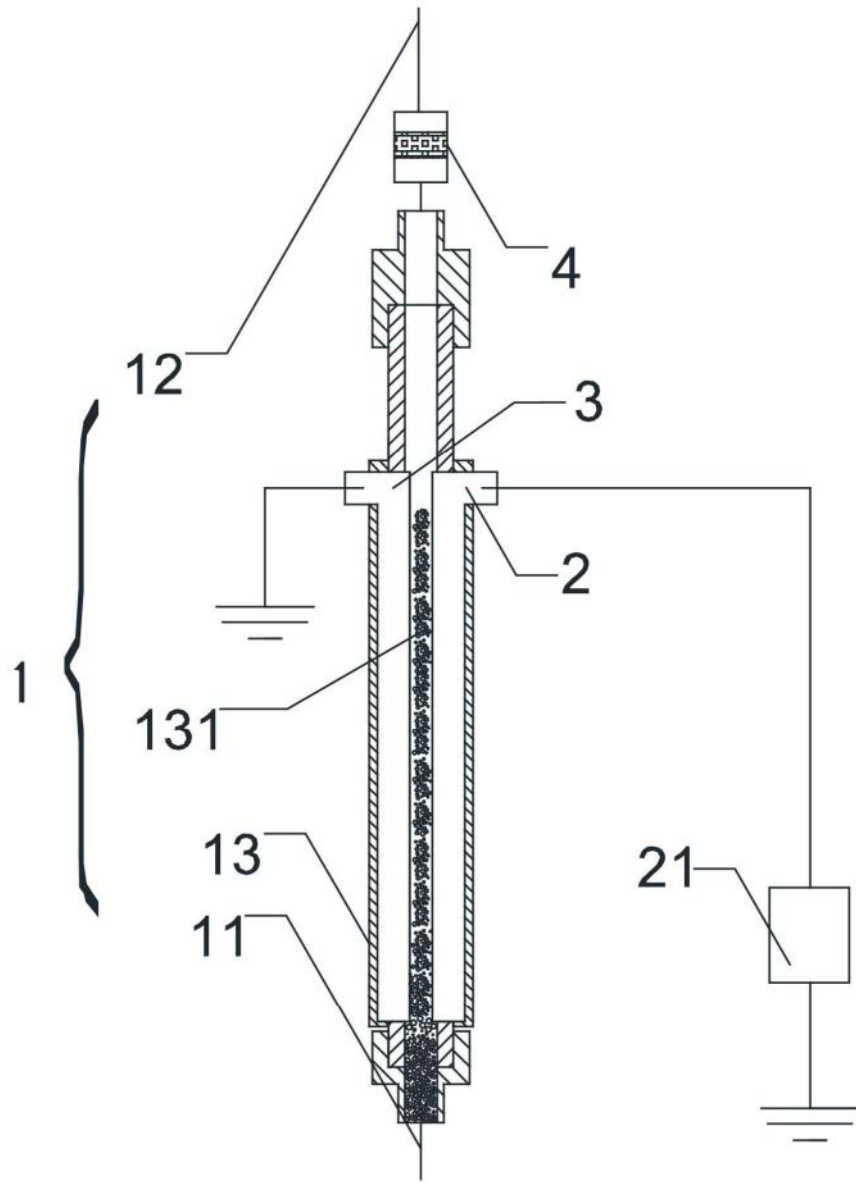


图1

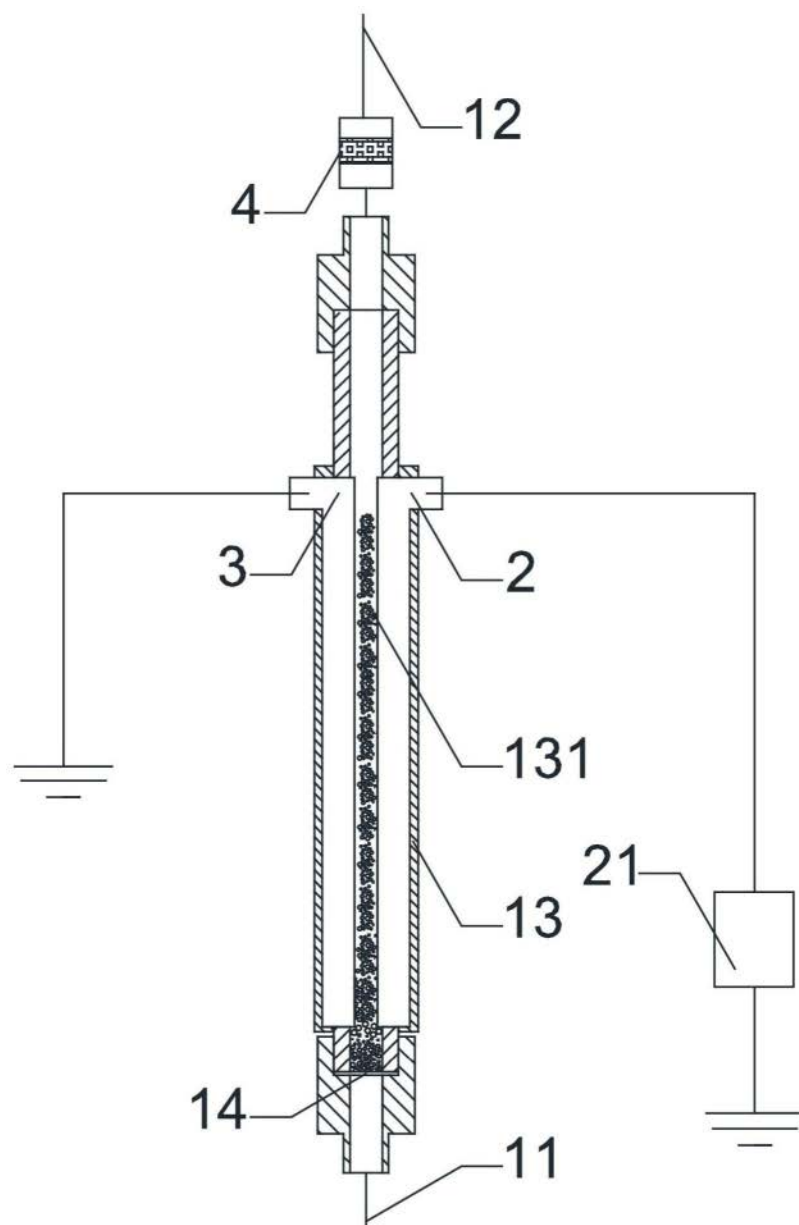


图2

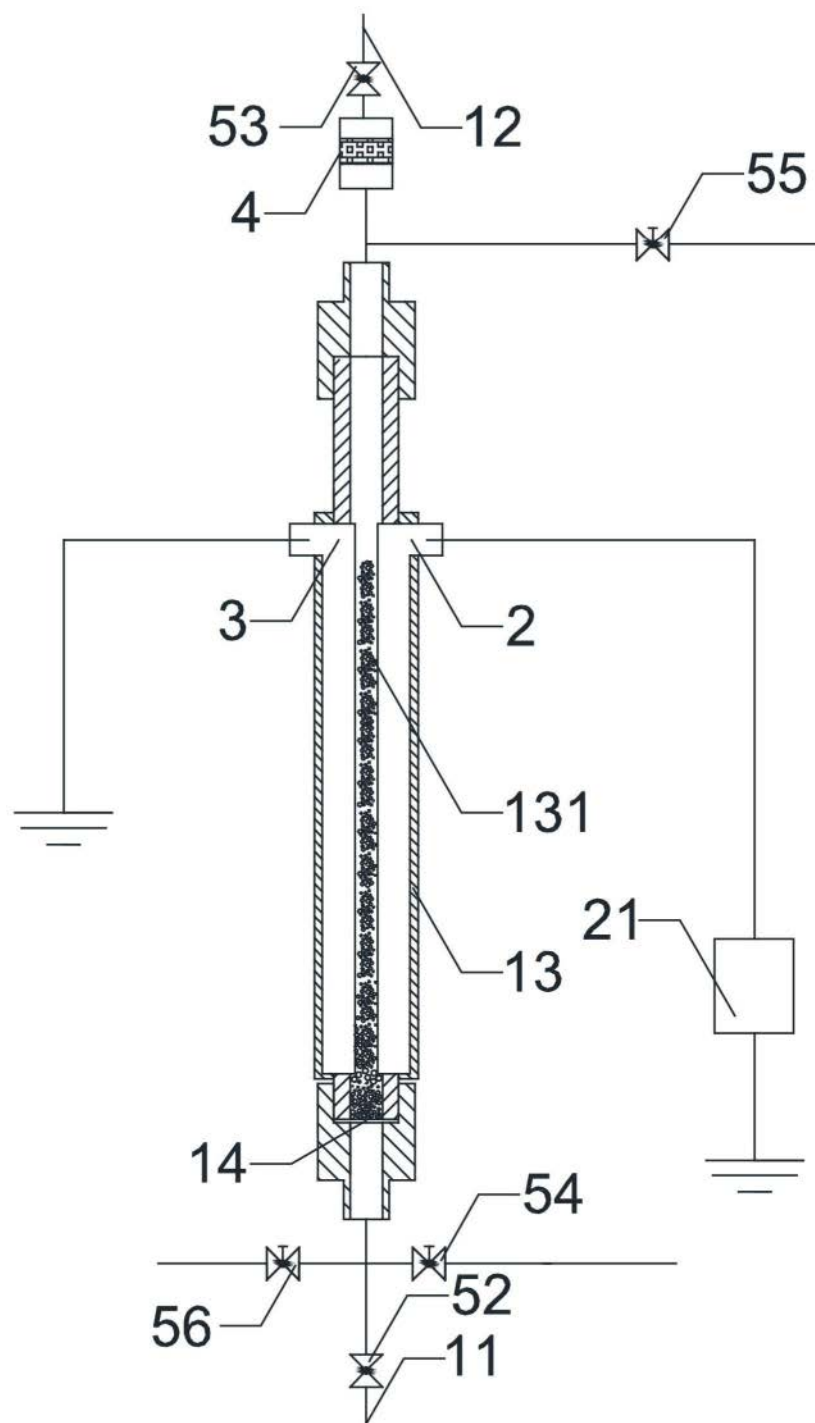


图5

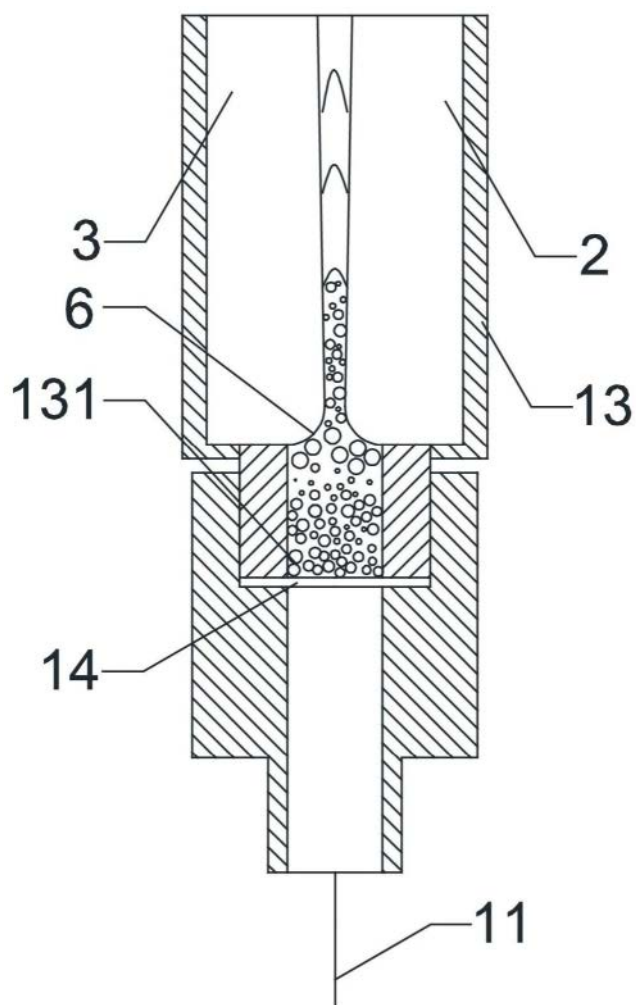


图8