



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115108625 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 27

(21) 申请号 202210946847.3

C02F 101/30 (2006.01)

(22) 申请日 2022.08.09

(71) 申请人 中国人民解放军战略支援部队航天工程大学

地址 101400 北京市怀柔区八一路1号

(72) 发明人 王殿恺 张腾飞 黄龙呈 文明 宋俊玲 胡雷鸣 钟圣 韦康

(74) 专利代理机构 北京元周律知识产权代理有限公司 11540

专利代理师 孙小万

(51) Int. Cl.

C02F 1/72 (2006.01)

C02F 1/46 (2006.01)

C02F 1/30 (2006.01)

C02F 1/32 (2006.01)

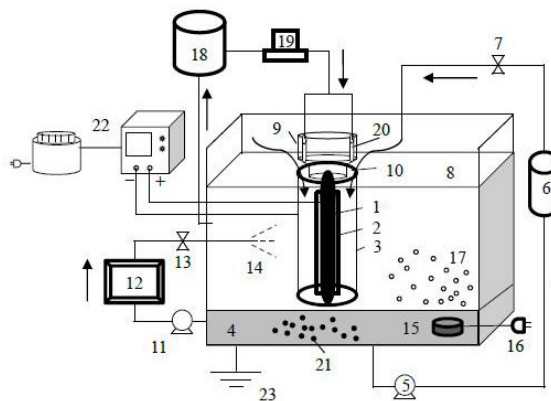
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种有机污染物废水处理装置及废水处理方法

(57) 摘要

本申请公开了一种有机污染物废水处理装置及废水处理方法,其中装置包括等离子体产生部、雾化单元和冷却单元;所述等离子体产生部用于高压放电产生等离子体;所述雾化单元用于将废水雾化成液滴,所述液滴与所述等离子体产生部释放的等离子体中活性物质掺混;所述冷却单元用于冷却废水,将冷却后的废水喷向所述等离子体产生部。所述有机污染物废水处理装置还可以包括以下至少一个:废水循环单元、补气和气体循环单元、催化单元,形成一体化设计。本申请集成程度高,克服了现有技术不考虑多因素耦合影响的缺陷,能够提高活性物质利用效率,且更加环保。



1. 一种有机污染物废水处理装置,其特征在于,该装置包括:等离子体产生部、雾化单元、冷却单元;其中,

所述等离子体产生部,用于高压放电产生等离子体;

所述雾化单元,用于将废水雾化成液滴,所述液滴与所述等离子体产生部释放的等离子体中活性物质掺混;

所述冷却单元,用于冷却废水,将冷却后的废水喷向所述等离子体产生部。

2. 根据权利要求1所述的有机污染物废水处理装置,其特征在于:所述等离子体产生部包括高压电极,所述高压电极与高压电源的正极连接,其外包裹着阻挡介质,所述阻挡介质的外围设置有低压电极,所述阻挡介质与低压电极之间留有空隙,所述低压电极与所述高压电源的负极接地;

优选地,所述高压电极、阻挡介质、低压电极同轴;

优选地,所述低压电极为圆筒形;

优选地,所述高压电源采用脉冲式或交流式。

3. 根据权利要求1所述的有机污染物废水处理装置,其特征在于:所述装置还包括废水循环单元,用于将废水抽入所述等离子体产生部,废水在流经所述等离子体产生部的内壁时形成水幕;

优选地,所述废水循环单元包括设置在废水与所述等离子体产生部之间通路上的第一循环水泵、流量计、第一阀门,其中,所述第一循环水泵用于抽取废水,所述流量计用于检测废水流量,所述第一阀门用于控制通路开闭;

优选地,所述水幕形成在所述等离子体产生部的低压电极内壁上;

优选地,所述废水循环单元还包括导流机构,所述导流机构与所述等离子体产生部的低压电极留有间隙,用于引导所述通路通入的废水形成水膜;

优选地,所述导流机构与所述等离子体产生部同轴。

4. 根据权利要求1所述的有机污染物废水处理装置,其特征在于:该装置还包括补气和气体循环单元,用于向所述等离子体产生部输入气体;

优选地,所述气体包括以下至少一种:空气、氧气、臭氧、非活性气体。

5. 根据权利要求4所述的有机污染物废水处理装置,其特征在于,所述补气和气体循环单元包括:气体增压机构,其输入端与包含所述等离子体产生部的反应箱连接,用于将连通气路中的气体增压后输入所述等离子体产生部;优选地,所述气体增压机构与所述等离子体产生部间的气体通路上设置有气体流量计;

优选地,所述气体增压机构输出端与导流机构连接,气体通过导流机构上设置的气孔通入所述等离子体产生部;

优选地,所述反应箱内底部存储有废水,所述雾化单元设置在所述反应箱内;

优选地,所述废水中还设置有催化单元,所述催化单元用于对废水中的污染物分子进行吸附,激活活性物质;

优选地,所述反应箱内设置有隔板,所述等离子体产生部设置在所述隔板下端,所述隔板与所述反应箱四壁及底面形成反应区。

6. 根据权利要求1所述的有机污染物废水处理装置,其特征在于:所述冷却单元包括依次连接的第二循环水泵、水冷机、喷淋头,所述水冷机和所述喷淋头连接的通路上设置有第

二阀门;其中,

所述水冷机,用于对所述第二循环水泵抽取的废水进行冷却处理;

所述第二阀门,用于控制所述水冷机输出的冷却后的废水进入所述喷淋头;

所述喷淋头,用于将冷却后的废液喷向所述等离子体产生部的低压电极。

7.一种有机污染物废水处理方法,其特征在于,该方法包括:

利用高压电极与低压电极之间的放电过程产生等离子体;

将废水雾化成液滴,所述液滴与所述等离子体中活性物质掺混;

将废水冷却后喷向所述低压电极。

8.根据权利要求7所述的废水处理方法,其特征在于,该方法还包括:向所述等离子体的反应区域不断通入气体。

9.根据权利要求7所述的废水处理方法,其特征在于,该方法还包括:在所述废水中加入均相和/或异相催化剂。

10.根据权利要求7所述的废水处理方法,其特征在于,该方法还包括:将废水循环流入所述等离子体的反应区域,使废水在流经所述低压电极内壁时形成水幕。

## 一种有机污染物废水处理装置及废水处理方法

### 技术领域

[0001] 本申请涉及一种废水处理装置及处理方法,属于环境保护应用技术处理领域,特别涉及一种有机污染物废水处理装置及废水处理方法。

### 背景技术

[0002] 有机污染物的废水处理技术对环境保护领域意义重大,具有重要应用前景。等离子体处理废水作为高级氧化技术是目前研究的热点和难点,针对有机污染物的废水处理,如何在同等能耗条件下,提高等离子体中活性物质的产量,同时提高活性物质的利用率,是将等离子体处理废水技术推向工程应用的两个重要方面。

[0003] 研究者们普遍专注于研究单一因素对等离子体参数的影响,继而只提出了用以提高等离子体处理废水性能的个别举措。然而,等离子体参数复杂且受多种因素耦合影响,因此,在实际工程应用中,缺少能够将多种技术手段同时运用的一体化设计,集成难度高,导致等离子体的优良特性远未得到充分发挥。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于,提供一种基于多因素耦合的高效处理有机污染物废水的装置。本发明的另一目的在于提供一种处理有机污染物废水的方法。

[0005] 本发明所述的有机污染物废水处理装置包括:等离子体产生部、雾化单元、冷却单元;其中,

所述等离子体产生部,用于高压放电产生等离子体;

所述雾化单元,用于将废水雾化成液滴,所述液滴与所述等离子体产生部释放的等离子体中活性物质掺混;

所述冷却单元,用于冷却废水,将冷却后的废水喷向所述等离子体产生部。

[0006] 优选地,所述等离子体产生部包括高压电极,所述高压电极与高压电源的正极连接,所述高压电极外包裹着阻挡介质,所述阻挡介质的外围设置有低压电极,所述阻挡介质与低压电极之间留有空隙,能够使废水和气体通过,所述低压电极与所述高压电源的负极接地。

[0007] 优选地,所述高压电极、阻挡介质、低压电极同轴。

[0008] 优选地,所述低压电极为圆筒形。

[0009] 优选地,所述阻挡介质由绝缘材料构成,形成了介质阻挡放电结构,保证了在大气压条件下产生大面积均匀等离子体,从而提高了高压电极和低压电极的隔离度,保证了电极间等离子体的有效产生。

[0010] 优选地,所述高压电源采用脉冲式或交流式。其中,脉冲式高压电源具有体积小、能耗低、活性物质产量高的优点;而交流式高压电源的功率大且造价低。

[0011] 优选地,所述雾化单元包括超声波雾化器,所述超声波雾化器连接电源。

[0012] 进一步地,所述有机污染物废水处理装置还包括废水循环单元,用于将废水抽入

所述等离子体产生部,废水在流经所述等离子体产生部的内壁时形成水幕。水幕形成在高低压电极之间,同时还有空气,以此构成了气液两相放电结构,使得废液处理效率得到提高。

[0013] 优选地,所述废水循环单元包括设置在废水与所述等离子体产生部之间通路上的第一循环水泵、流量计、第一阀门,其中,所述第一循环水泵用于抽取废水,所述流量计用于检测废水流量,所述第一阀门用于控制通路开闭。

[0014] 优选地,所述水幕形成在所述等离子体产生部的低压电极内壁上。

[0015] 优选地,所述废水循环单元还包括导流机构,所述导流机构与所述等离子体产生部的低压电极留有间隙,用于引导所述通路通入的废水形成水膜。

[0016] 优选地,所述导流机构与所述等离子体产生部同轴。

[0017] 进一步地,所述有机污染物废水处理装置还包括补气和气体循环单元,用于向所述等离子体产生部输入气体。

[0018] 优选地,所述气体包括以下至少一种:空气、氧气、臭氧、非活性气体。

[0019] 优选地,所述补气和气体循环单元包括:气体增压机构,其输入端与包含所述等离子体产生部的反应箱连接,用于将连通气路中的气体增压后输入所述等离子体产生部。所述反应箱为与外界大气隔离的密闭空间。

[0020] 优选地,所述气体增压机构与所述等离子体产生部间的气体通路上设置有气体流量计。

[0021] 优选地,所述气体增压机构输出端与导流机构连接,气体通过导流机构上设置的气孔通入所述等离子体产生部。

[0022] 优选地,所述反应箱内底部存储有废水,所述雾化单元设置在所述反应箱内。

[0023] 优选地,所述废水中还设置有催化单元,所述催化单元用于对废水中的污染物分子进行吸附,激活活性物质。

[0024] 优选地,所述催化单元包含均相和/或异相催化剂,能够吸附污染物分子,并有效激活活性物质。

[0025] 优选地,所述催化剂可以混合在废水中,也可以是负载型的,提高了活性物质使用效率。

[0026] 优选地,所述反应箱内设置有隔板,所述等离子体产生部设置在所述隔板下端,所述隔板与所述反应箱四壁及底面形成反应区。

[0027] 优选地,所述冷却单元包括依次连接的第一循环水泵、水冷机、喷淋头,所述水冷机和所述喷淋头连接的通路上设置有第一阀门;其中,

所述水冷机,用于对所述第一循环水泵抽取的废水进行冷却处理;

所述第一阀门,用于控制所述水冷机输出的冷却后的废水进入所述喷淋头;

所述喷淋头,用于将冷却后的废液喷向所述等离子体产生部的低压电极。

[0028] 本发明所述的有机污染物废水处理方法包括:

利用高压电极与低压电极之间的放电过程产生等离子体;

将废水雾化成液滴,所述液滴与所述等离子体中活性物质掺混;

将废水冷却后喷向所述低压电极,对所述低压电极进行冷却。

[0029] 进一步地,所述有机污染物废水处理方法还包括:向所述等离子体的反应区域不

断通入气体。

[0030] 进一步地,所述有机污染物废水处理方法还包括:在所述废水中加入均相或异相催化剂。

[0031] 进一步地,所述有机污染物废水处理方法还包括:将废水循环流入所述等离子体的反应区域,使废水在流经所述低压电极内壁时形成水幕。

[0032] 一种基于本发明所述有机污染物废水处理装置的废水处理方法,包括:

等离子体产生部产生等离子体;

雾化单元将废水雾化成液滴,所述液滴与所述等离子体产生部释放的等离子体中活性物质掺混;

冷却单元将废水冷却后喷向所述等离子体产生部。

[0033] 优选地,所述冷却单元将废水冷却后喷向所述等离子体产生部包括:

第一循环水泵抽取废水输送到水冷机;

水冷机对废水进行冷却处理,其输出经第一阀门控制进入喷淋头;

喷淋头将冷却后的废液喷向所述等离子体产生部的低压电极。

[0034] 进一步地,所述废水处理方法还包括:废水循环单元将废水抽入所述等离子体产生部,在流经所述等离子体产生部的内壁时形成水幕。

[0035] 优选地,所述废水循环单元将废水抽入所述等离子体产生部包括:

第一循环水泵抽取废水通入导流机构;

流量计检测抽取的废水流量,通过第一阀门控制废水循环通路的开闭。

[0036] 进一步地,所述废水处理方法还包括:补气和气体循环单元向所述等离子体产生部输入气体。

[0037] 优选地,所述补气和气体循环单元向所述等离子体产生部输入气体包括:气体增压机构将通入的等离子体产生部的反应箱内的气体增压后输入所述等离子体产生部。

[0038] 进一步地,所述气体增压机构输出的气体通过导流机构上设置的气孔通入所述等离子体产生部。

[0039] 进一步地,所述废水处理方法还包括:催化单元对废水中的污染物分子进行吸附,激活活性物质。

[0040] 本申请能产生的有益效果包括:

1、本申请的雾化单元将有机污染物废水雾化为小液滴,继而弥散在反应区,由于小液滴表面积比较大,增强了废水与等离子体活性物质的掺混,提高了等离子体活性物质的利用效率。

[0041] 2、本申请的冷却单元利用冷却的废水,对等离子体产生部中的低压电极进行降温处理,从而降低了臭氧的受热分解,提高了臭氧产量。

[0042] 3、本申请通过设置导流机构,使废水形成水膜,继而在沿低压电极内壁下流时形成水幕,形成气液两相流动,其具有以下优点:

(1) 等离子体活性产物产量高、气体电离度高;

(2) 活性产物能够直接作用于废水,利用率高;

(3) 等离子体中的紫外线能够有效起到催化作用,废水处理效率高。

[0043] 4、本申请通过设置补气和气体循环单元,向反应区补充气体,可有效提高活性物

质产量。

[0044] 进一步地,本申请在反应箱中设置了隔板,使得隔板与反应箱四壁和地面形成较为密闭的反应区,所述补气和气体循环单元的设置使得反应区的活性气体能够循环利用,提高了利用率,同时也避免了因气体逸散入大气导致的大气环境的二次污染,更加环保。

[0045] 5、本申请的催化单元可吸附污染物分子,并有效激活活性物质,提高活性物质利用效率。

[0046] 6、从整体上说,本申请综合考虑多因素耦合影响,形成了一体化设计,结构简单易行,极大提高了有机污染物废水的处理效率,并能降低能耗,可工厂化,应用前景广阔。

## 附图说明

[0047] 图1为本发明一种实施方式中等离子体产生部的结构示意图;

图2为本发明一种实施方式中废水循环单元及废水循环过程示意图;

图3为本发明一种实施方式中冷却单元及冷却过程示意图;

图4为本发明一种实施方式中雾化单元结构示意图;

图5为本发明一种实施方式中补气和气体循环单元及补气循环过程示意图;

图6为本发明一种实施方式中有机污染物废水处理装置总构成示意图。

[0048] 部件和附图标记列表:1-高压电极;2-阻挡介质;3-低压电极;4-废水;5-第一循环水泵;6-流量计;7-第一阀门;8-隔板;9-导流机构;10-导流机构与圆筒形低压电极的间隙;11-第二循环水泵;12-水冷机;13-第二阀门;14-喷淋头;15-超声波雾化器;16-电源;17-废水液滴;18-气体增压机构;19-气体流量计;20-气孔;21-催化剂;22-高压电源;23-接地。

## 具体实施方式

[0049] 下面结合实施例详述本申请,但本申请并不局限于这些实施例。

[0050] 本发明所述的有机污染物废水处理装置包括:等离子体产生部、冷却单元、雾化单元;其中,

所述等离子体产生部,用于高压放电产生等离子体;

所述雾化单元,用于将废水雾化成液滴,所述液滴与所述等离子体产生部释放的等离子体中活性物质掺混;

所述冷却单元,用于冷却废水,将冷却后的废水喷向所述等离子体产生部。

[0051] 本发明的有机污染物废水处理方法包括:

利用高压电极与低压电极之间的放电过程产生等离子体;

将废水雾化成液滴,所述液滴与所述等离子体中活性物质掺混;

将废水冷却后喷向所述低压电极。

[0052] 实施例一

请参见图1,其示出了一种作为优选的等离子体产生部的结构示意图。

[0053] 所述等离子体产生部包括高压电极1、阻挡介质2、低压电极3。高压电极1外包裹着一层绝缘材料作为阻挡介质2。阻挡介质2的设置提高了高压电极1和低压电极3的隔离度,保证了电极间等离子体的有效产生。低压电极3设置阻挡介质2外围,且与阻挡介质2之间留有空隙,能够使废水和空气通过。

[0054] 低压电极3为圆筒形,可以使高压电极、低压电极形成同轴结构,从而将等离子体活性物质包裹在反应区域内,实现高效利用,且放电面积大,工程适用性强。

[0055] 高压电极1与高压电源22的正极连接,高压电源22的负极与低压电极3 共同接地23,保证了整个装置的用电安全。

[0056] 高压电源采用脉冲式或交流式。

[0057] 实施例二

一种有机污染物废水处理装置,该装置除了等离子体产生部、冷却单元、雾化单元外,还包括废水循环单元,用于将废水抽入所述等离子体产生部,废水在流经所述等离子体产生部的内壁时形成水幕。

[0058] 如图2所示的废水循环单元,包括第一循环水泵5、流量计6、第一阀门7,其中,第一循环水泵5用于抽取废水,流量计6用于检测废水流量,第一阀门7用于控制通路开闭。

[0059] 所述废水循环单元还包括导流机构9。如图所示的隔板8将反应箱分割为上下两层,导流机构9安装在上层,且与所述等离子体产生部的低压电极留有间隙10。所述导流机构9设置为上下两个圆柱体的结构,其中上端圆柱体直径大于下端圆柱体,上端圆柱体内设置贯通的气孔20,可使气体通入等离子体区域。上端圆柱体与下端圆柱体一体化加工,过度部分可设置倒角。下端圆柱体上设置有三个或多个凸起结构,嵌入低压电极3的内壁,与低压电极形成紧密配合,除凸起之外的下端圆柱体部分与低压电极内壁之间形成空隙10,可使水流和气流通过。上端圆柱体与下端圆柱体半径之差即为水幕厚度。低压电极3上端设置有卡环,低压电极3与所述卡环螺纹连接,卡环外周压在隔板8上,形成固定。所述隔板8用于承接由第一阀门7流下来的废水,随着所述隔板8上承载的废水的水位升高,逐渐淹没所述导流机构9的缝隙,此时废水可靠自身重力进入缝隙,在低压电极3上形成水幕。

[0060] 本发明的有机污染物废水处理方法还包括废水循环过程,该过程包括:

利用第一循环水泵5将废水抽入所述等离子体产生部,形成废水循环水路。在所述废水循环水路上,利用流量计6监测废水流量,利用第一阀门7控制水路的开关,

废水4进入导流机构9与圆筒形低压电极的间隙10,经沿低压电极3内壁流下形成水幕。

[0061] 实施例三

一种有机污染物废水处理装置,包括等离子体产生部、雾化单元以及如图3所示的冷却单元。

[0062] 所述冷却单元包括:

第二循环水泵11,用于抽取废水4;

水冷机12,用于对第二循环水泵11抽取的废水进行冷却处理;

第二阀门13,用于控制水冷机12与喷淋头14之间水路的开关;

喷淋头14,用于将冷却后的废水喷向低压电极3。

[0063] 本发明的有机污染物废水处理方法中所述将废水冷却后喷向所述低压电极包括:

利用第二循环水泵11将废水抽出,利用水冷机12将废水冷却,利用第二阀门13控制冷却水路开关;利用喷淋头14将冷却后的废水喷向低压电极3。

[0064] 实施例四

一种有机污染物废水处理装置,包括设置在反应箱内的等离子体产生部、冷却单



元以及如图4所示的雾化单元。

[0065] 所述雾化单元采用超声波雾化器15,所述超声波雾化器15放置在反应箱底部的废水4中,用于将废水雾化成液滴,液滴在所述反应箱内弥散,与反应箱内等离子体活性物质的掺混。超声波雾化器15与电源16连接。

[0066] 实施例五

一种有机污染物废水处理装置,该装置除了设置在反应箱内的等离子体产生部、冷却单元、雾化单元外,还包括如图5所示的补气和气体循环单元。

[0067] 所述补气和气体循环单元包括:气体增压机构18、气体流量计19。气体增压机构18的输入端与反应箱连通,用于产生空气或氧气流输出至所述等离子体产生部。气体流量计19,用于监测气体增压机构18输出的气体流量,方便控制。

[0068] 气体增压机构18可以采用气体压缩机或高压气源。

[0069] 考虑到一体化设计,当有机污染物废水处理装置中安装导流机构9时,所述导流机构9上可以设置气孔20,方便所述补气和气体循环单元中输出的气体通过气孔20进入所述等离子体产生部。

[0070] 本发明有机污染物废水处理方法还包括补气循环:

利用气体增压机构18对通入的反应区的气体进行增压,利用气体流量计9控制气体流量。气体经过导流机构9上的气孔20进入等离子体反应区。

[0071] 实施例六

一种有机污染物废水处理装置,该装置除了设置在反应箱内的等离子体产生部、冷却单元、雾化单元外,还包括催化单元。

[0072] 所述催化单元设置在废水中,包含均相或异相催化剂。催化剂可以混合在废水中,也可以是负载型的。

[0073] 实施例七

请参见图6,其示出了一种有机污染物废水处理装置总构成示意图。

[0074] 所述有机污染物废水处理装置包括包含反应箱、高压电极1、阻挡介质2、低压电极3、第一循环水泵5和第二循环水泵11、流量计6、第一阀门7和第二阀门13、隔板8、导流结构9、水冷机12、喷淋头14、超声波雾化器15、电源16、高压气源18、催化剂21、高压电源22;反应箱由隔板8分为上下两层空间。

[0075] 高压电极1外包裹一层阻挡介质2,阻挡介质2的外围包裹圆筒形低压电极3。低压电极3与阻挡介质2之间留有空隙,能够使废水和空气通过。高压电源22的正极连接到高压电极1上,负极与低压电极3共同接地23。

[0076] 废水4置于反应箱底部,第一循环水泵5将废水抽出,流量计6监测废水流量,第一阀门7控制水路的开关。反应箱上层安装导流结构9,废水进入导流机构与圆筒形低压电极的间隙,经沿低压电极3内壁流下形成水幕。第二循环水泵11将废水抽出后送到水冷机12中进行废水冷却;第二阀门13控制冷却水路开关;喷淋头14将冷却后的废水喷向低压电极3。

[0077] 超声波雾化器15连接电源16;气体增压机构18连接气体流量计19;气体经过导流机构上的气孔20进入等离子体反应区域。催化剂21投入到废水中。

[0078] 以上所述,仅是本申请的几个实施例,并非对本申请做任何形式的限制,虽然本申请以较佳实施例揭示如上,然而并非用以限制本申请,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱

离本申请技术方案的范围內,利用上述揭示的技术内容做出些许的变动或修饰均等同于等效实施案例,均属于技术方案范围内。

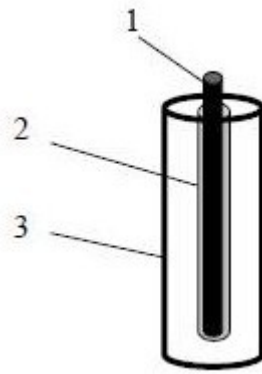


图1

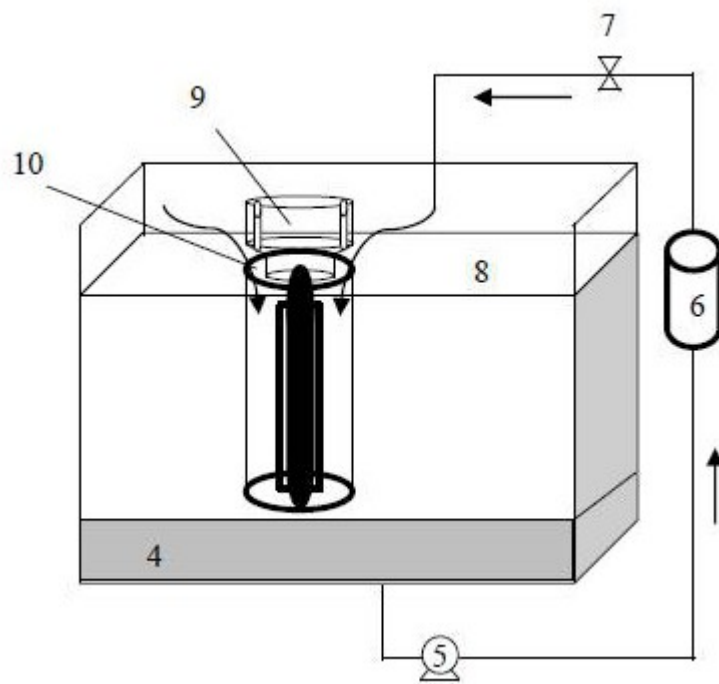


图2

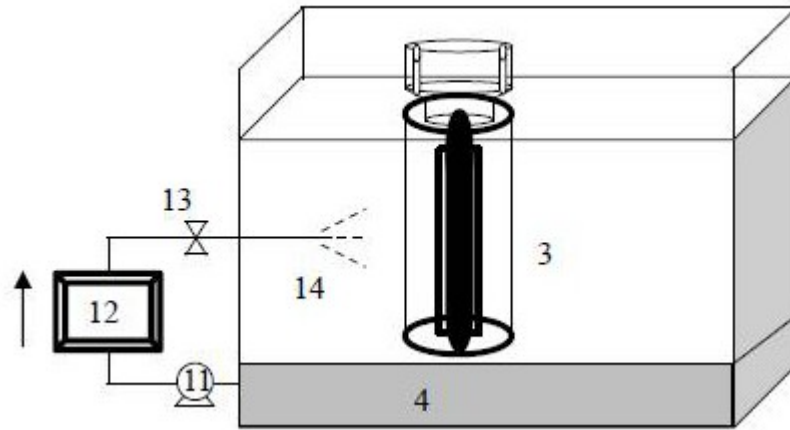


图3

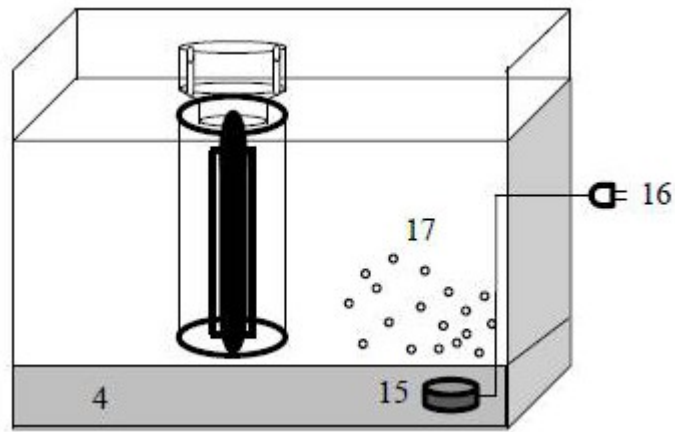


图4

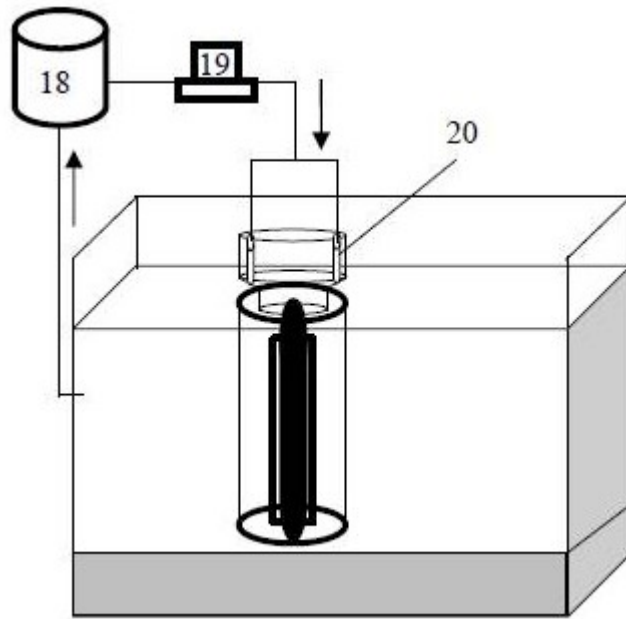


图5

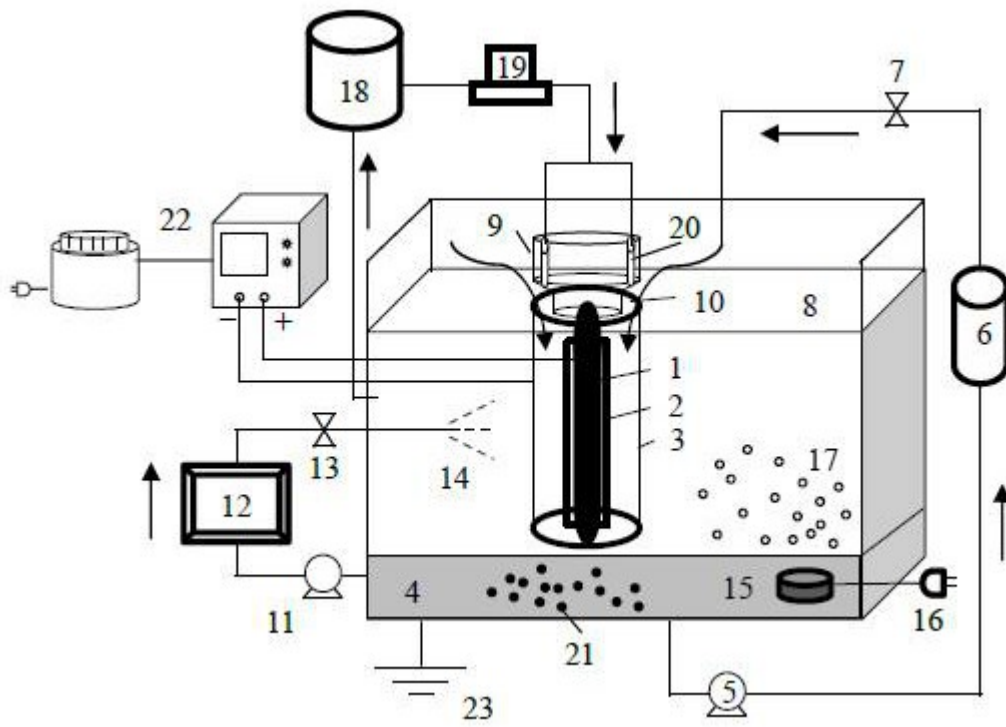


图6