



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113687056 B

(45) 授权公告日 2024.10.29

(21) 申请号 202110858505.1

(56) 对比文件

(22) 申请日 2021.07.28

CN 111899623 A, 2020.11.06

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 张广路

申请公布号 CN 113687056 A

(43) 申请公布日 2021.11.23

(73) 专利权人 清华大学深圳国际研究生院

地址 518055 广东省深圳市南山区西丽街  
道深圳大学城清华校区A栋二楼

(72) 发明人 朱小山 王璞 黄宇雄 吕尚思  
钱伟

(74) 专利代理机构 深圳新创友知识产权代理有  
限公司 44223

专利代理师 江耀纯

(51) Int. Cl.

G01N 33/44 (2006.01)

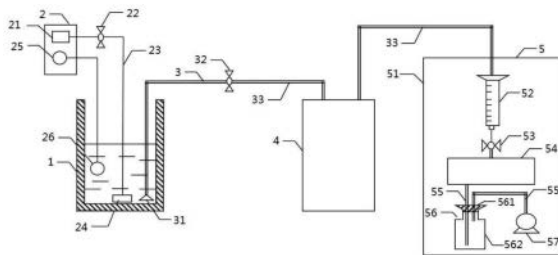
权利要求书3页 说明书5页 附图1页

## (54) 发明名称

模拟塑料制品有害物质释放和实时收集的装置及方法

## (57) 摘要

本发明提出了一种模拟塑料制品有害物质释放和实时收集的装置及方法。该装置通过介质溶解氧模拟控制单元模拟不同环境介质的溶解氧含量,通过光照模拟控制单元来进行模拟不同的环境场景中光照类型与辐照强度,通过流速模拟控制单元对释放核心区域进行介质流速模拟,通过温度模拟控制单元还原不同环境场景的温度,并采用避光收集仓能够对样品释放的有害物质进行实时富集,满足对样品释放有害物质的动态分析的需求和对不同塑料制品更加客观真实的环境风险评价。



1. 模拟塑料制品有害物质释放和实时收集的装置,其特征在于,包括:

模拟介质贮存池(1),用于贮存模拟环境介质;

介质溶解氧模拟控制单元(2),用于调节所述模拟介质贮存池(1)中模拟环境介质的溶解氧含量;

介质传输管路(3),用于传输模拟环境介质;

释放模拟仓(4),用于模拟多种环境场景下塑料样品有害物质的释放情况;

避光收集仓(5),用于在排除模拟因素干扰的情况下准确、实时的收集塑料样品释放的有害物质;

所述模拟介质贮存池(1)、所述释放模拟仓(4)、所述避光收集仓(5)通过所述介质传输管路(3)依次连接;所述释放模拟仓(4)包括样品释放模拟管(41)、温度模拟控制单元(42)、流速模拟控制单元(43)和光照模拟控制单元(44);所述样品释放模拟管(41)通过所述介质传输管路(3)分别与所述模拟介质贮存池(1)、所述避光收集仓(5)连接,用于盛放塑料产品样本(45)和模拟环境介质;所述温度模拟控制单元(42)用于模拟不同环境场景的温度,所述温度模拟控制单元(42)包含温度传感器(421)和控温加热板(422);所述流速模拟控制单元(43)用于模拟不同环境场景下介质的流动速度;所述光照模拟控制单元(44)用于模拟不同环境场景的光照类型与强度,所述光照模拟控制单元(44)包含光源(441)和光强控制器(442),所述避光收集仓(5)包括固相萃取柱(52),所述固相萃取柱(52)通过所述介质传输管路(3)与所述释放模拟仓(4)连接,用于富集模拟环境介质中的有害物质,达到自定义模拟时长后,所述固相萃取柱(52)内的富集化合物为实时收集的所述塑料产品样本(45)释放的有害物质,从而收集塑料制品在模拟真实环境下释放的有害物质。

2. 根据权利要求1所述的模拟塑料制品有害物质释放和实时收集的装置,其特征在于,所述介质溶解氧模拟控制单元(2)包括空气泵(21)、气流量调节阀(22)、金属管路(23)、细孔曝气器(24)、溶解氧监测仪(25)、溶解氧传感器(26);

所述空气泵(21)和所述溶解氧监测仪(25)位于所述模拟介质贮存池(1)外;

所述细孔曝气器(24)和溶解氧传感器(26)浸没于所述模拟介质贮存池(1)贮存的模拟环境介质中;

所述空气泵(21)通过所述金属管路(23)与所述细孔曝气器(24)连接;

所述气流量调节阀(22)安装在所述金属管路(23),用于调节所述细孔曝气器(24)的气流量;

所述溶解氧监测仪(25)与所述溶解氧传感器(26)线性连接。

3. 根据权利要求1所述的模拟塑料制品有害物质释放和实时收集的装置,其特征在于,所述介质传输管路(3)包括过滤器(31)、水流量调节阀(32)和不锈钢管路(33);

所述过滤器(31)浸没于所述模拟介质贮存池(1)贮存的模拟环境介质中;

所述不锈钢管路(33)用于传输模拟环境介质;

所述水流量调节阀(32)用于控制模拟环境介质的传输速度。

4. 根据权利要求1所述的模拟塑料制品有害物质释放和实时收集的装置,其特征在于,所述样品释放模拟管(41)包括密封塞(411)、石英反应管(412)和金属阻隔网(413);

所述密封塞(411)用于封堵所述石英反应管(412)的开口,与所述模拟介质贮存池(1)、所述避光收集仓(5)连接的所述介质传输管路(3)穿过所述密封塞(411)并开口于所述石英

反应管(412)内部;

所述金属阻隔网(413)浸没于模拟环境介质中。

5.根据权利要求4所述的模拟塑料制品有害物质释放和实时收集的装置,其特征在于,所述石英反应管(412)竖直放置;

所述金属阻隔网(413)置于所述石英反应管(412)中部;

与所述避光收集仓(5)连接的所述介质传输管路(3)开口在所述金属阻隔网(413)上方,与所述模拟介质贮存池(1)连接的所述介质传输管路(3)穿过所述金属阻隔网(413)开口在所述石英反应管(412)底部。

6.根据权利要求4所述的模拟塑料制品有害物质释放和实时收集的装置,其特征在于,所述温度传感器(421)和控温加热板(422)分别置于所述金属阻隔网(413)下方和所述样品释放模拟管(41)下方,所述控温加热板(422)与所述样品释放模拟管(41)接触;

所述流速模拟控制单元(43)包含的磁力搅拌器(431)和玻璃转子(432)分别置于所述控温加热板(422)下方和所述石英反应管(412)底部;

所述光源(441)和光强控制器(442)分别置于所述样品释放模拟管(41)两侧和磁力搅拌器(431)一侧,所述光强控制器(442)用于调节光强。

7.根据权利要求1所述的模拟塑料制品有害物质释放和实时收集的装置,其特征在于,所述避光收集仓(5)包括遮光罩(51)、萃取流量调节阀(53)、真空槽(54)、橡胶管路(55)、废液收集罐(56)和真空泵(57);

所述遮光罩(51)置于所述避光收集仓(5)其余部件外围;

所述固相萃取柱(52)、所述萃取流量调节阀(53)、所述真空槽(54)依次连接;

所述废液收集罐(56)通过所述橡胶管路(55)分别与所述真空槽(54)、所述真空泵(57)连接。

8.一种模拟塑料制品有害物质释放和实时收集的方法,其特征在于,采用如权利要求1-7任一项所述的模拟塑料制品有害物质释放和实时收集的装置,包括如下步骤:

S1、将所述塑料产品样本(45)放在所述释放模拟仓(4)中;

S2、通过所述介质溶解氧模拟控制单元(2)模拟不同环境介质的溶解氧含量;

S3、通过所述温度模拟控制单元(42)模拟不同环境场景的温度;

S4、通过所述流速模拟控制单元(43)模拟不同环境场景下介质的流动速度;

S5、通过所述光照模拟控制单元(44)模拟不同环境场景的光照类型与强度;

S6、通过所述避光收集仓(5)在排除模拟因素干扰的情况下准确、实时的收集所述塑料产品样本(45)释放的有害物质;

其中,所述释放模拟仓(4)包括样品释放模拟管(41)、温度模拟控制单元(42)、流速模拟控制单元(43)和光照模拟控制单元(44);所述样品释放模拟管(41)通过所述介质传输管路(3)分别与所述模拟介质贮存池(1)、所述避光收集仓(5)连接,用于盛放塑料产品样本(45)和模拟环境介质;所述温度模拟控制单元(42)用于模拟不同环境场景的温度;所述流速模拟控制单元(43)用于模拟不同环境场景下介质的流动速度;所述光照模拟控制单元(44)用于模拟不同环境场景的光照类型与强度,步骤S6中,所述避光收集仓(5)包括固相萃取柱(52),所述固相萃取柱(52)通过所述介质传输管路(3)与所述释放模拟仓(4)连接,用于富集模拟环境介质中的有害物质,达到自定义模拟时长后,所述固相萃取柱(52)内的富

集化合物为实时收集的所述塑料产品样本(45)释放的有害物质,从而收集塑料制品在模拟真实环境下释放的有害物质。

## 模拟塑料制品有害物质释放和实时收集的装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及环境污染的模拟检测领域,特别涉及一种模拟塑料制品有害物质释放和实时收集的装置及方法。

### 背景技术

[0002] 近年来塑料产品的使用规模逐年递增几乎覆盖人类生活的各个领域。塑料制品作为高分子材料其生产过程中添加的塑化剂、阻燃剂、抗氧化剂等助剂多达数百种之多,这些助剂绝大多数都以被证实会直接威胁环境健康。在食品安全和医药卫生等领域塑料制品有害物质的释放已经被纳入政府监管体系并且有对应的检测方法和模拟装置。在环境监测领域塑料制品释放有害物质的检测和风险评估处于起步阶段但是已经收到广泛关注。

[0003] 由于环境条件模拟和食品药品存储条件模拟差异较大,较为成熟的相关模拟装置和采集方式均达不到模拟环境条件的预期。主要原因有以下两点:第一,环境因素复杂多样。塑料制品在环境中的暴露周期长所以要求模拟释放装置要尽可能模拟实际环境因素,同时要具有加速塑料老化的能力以此来评估长期暴露于环境中的塑料制品释放有害物质的动态变化情况。第二,释放有害物质的收集方式无法通用。加速塑料老化的模拟释放方式往往伴随着高温度、高光强等极端气候条件。传统的累积采集方式目的是在反应区域累积固定释放有害物质,这会导致释放出的有害物质长时间停留在模拟环境中由此带来的转化、分解无法避免。因此既能满足多种类的环境因素模拟又可以有效避免释放有害物质的转化分解的模拟和采集装置,仍属于该检测领域的空白,亟需填补。

### 发明内容

[0004] 本发明目的在于提供一种模拟塑料制品有害物质释放和实时收集的装置及方法,以满足多种类的环境因素模拟及有效避免释放有害物质的转化分解的需求。

[0005] 为实现上述发明目的,本发明采用以下技术方案:

[0006] 模拟塑料制品有害物质释放和实时收集的装置,其特征在于,包括:

[0007] 模拟介质贮存池,用于贮存模拟环境介质;

[0008] 介质溶解氧模拟控制单元,用于调节所述模拟介质贮存池(1)中模拟环境介质的溶解氧含量;

[0009] 介质传输管路,用于传输模拟环境介质;

[0010] 释放模拟仓,用于模拟多种环境场景下塑料样品有害物质的释放情况;

[0011] 避光收集仓,用于在排除模拟因素干扰的情况下准确、实时的收集塑料样品释放的有害物质;

[0012] 所述模拟介质贮存池、所述释放模拟仓、所述避光收集仓通过所述介质传输管路依次连接。

[0013] 进一步地:

[0014] 所述介质溶解氧模拟控制单元包括空气泵、气流量调节阀、金属管路、细孔曝气

器、溶解氧监测仪、溶解氧传感器；

[0015] 所述空气泵和所述溶解氧监测仪位于所述模拟介质贮存池外；

[0016] 所述细孔曝气器和溶解氧传感器浸没于所述模拟介质贮存池贮存的模拟环境介质中；

[0017] 所述空气泵通过所述金属管路与所述细孔曝气器连接；

[0018] 所述气流量调节阀安装在所述金属管路,用于调节所述细孔曝气器的气流量；

[0019] 所述溶解氧监测仪与所述溶解氧传感器线性连接。

[0020] 进一步地：

[0021] 所述介质传输管路包括过滤器、水流量调节阀和不锈钢管路；

[0022] 所述过滤器浸没于所述模拟介质贮存池贮存的模拟环境介质中；

[0023] 所述不锈钢管路用于传输模拟环境介质；

[0024] 所述水流量调节阀用于控制模拟环境介质的传输速度。

[0025] 进一步地：

[0026] 所述释放模拟仓包括样品释放模拟管、温度模拟控制单元、流速模拟控制单元和光照模拟控制单元；

[0027] 所述样品释放模拟管通过所述介质传输管路分别与所述模拟介质贮存池、所述避光收集仓连接,用于盛放塑料产品样本和模拟环境介质；

[0028] 所述温度模拟控制单元用于模拟不同环境场景的温度；

[0029] 所述流速模拟控制单元用于模拟不同环境场景下介质的流动速度；

[0030] 所述光照模拟控制单元用于模拟不同环境场景的光照类型与强度。

[0031] 进一步地：

[0032] 所述样品释放模拟管包括密封塞、石英反应管和金属阻隔网；

[0033] 所述密封塞用于封堵所述石英反应管的开口,与所述模拟介质贮存池、所述避光收集仓连接的所述介质传输管路穿过所述密封塞并开口于所述石英反应管内部；

[0034] 所述金属阻隔网浸没于模拟环境介质中。

[0035] 进一步地：

[0036] 所述石英反应管竖直放置；

[0037] 所述金属阻隔网置于所述石英反应管中部；

[0038] 与所述避光收集仓连接的所述介质传输管路开口在所述金属阻隔网上方,与所述模拟介质贮存池连接的所述介质传输管路穿过所述金属阻隔网开口在所述石英反应管底部。

[0039] 进一步地：

[0040] 所述温度模拟控制单元包含的温度传感器和控温加热板分别置于所述金属阻隔网下方和所述样品释放模拟管下方,所述控温加热板与所述样品释放模拟管接触；

[0041] 所述流速模拟控制单元包含的磁力搅拌器和玻璃转子分别置于所述控温加热板下方和所述石英反应管底部；

[0042] 所述光照模拟控制单元包含的光源和光强控制器分别置于所述样品释放模拟管两侧和磁力搅拌器一侧,所述光强控制器用于调节光强。

[0043] 进一步地：

[0044] 所述避光收集仓包括遮光罩、固相萃取柱、萃取流量调节阀、真空槽、橡胶管路、废液收集罐和真空泵；

[0045] 所述遮光罩置于所述避光收集仓其余部件外围；

[0046] 所述固相萃取柱通过所述介质传输管路与所述释放模拟仓连接,用于富集模拟环境介质中的有害物质；

[0047] 所述固相萃取柱、所述萃取流量调节阀、所述真空槽依次连接；

[0048] 所述废液收集罐通过所述橡胶管路分别与所述真空槽、所述真空泵连接。

[0049] 本发明还提出一种模拟塑料制品有害物质释放和实时收集方法,其特征在于,包括如下步骤:

[0050] S1、将所述塑料产品样本放在所述释放模拟仓中；

[0051] S2、通过所述介质溶解氧模拟控制单元模拟不同环境介质的溶解氧含量；

[0052] S3、通过所述温度模拟控制单元模拟不同环境场景的温度；

[0053] S4、通过所述流速模拟控制单元模拟不同环境场景下介质的流动速度；

[0054] S5、通过所述光照模拟控制单元模拟不同环境场景的光照类型与强度。

[0055] S6、通过所述避光收集仓在排除模拟因素干扰的情况下准确、实时的收集所述塑料产品样本释放的有害物质。

[0056] 进一步地:

[0057] 步骤S6中,达到自定义模拟时长后,所述固相萃取柱内的富集化合物为实时收集的所述塑料产品样本释放的有害物质。

[0058] 本发明具有如下有益效果:

[0059] 本发明提供的模拟塑料制品有害物质释放和实时收集的装置及方法能够通过模拟不同环境介质的溶解氧含量、不同的环境场景中光照类型与辐照强度、不同的介质流速、不同环境场景的温度来实现较为真实的环境条件模拟；

[0060] 本发明采用避光收集仓对样品释放的有害物质进行实时富集,对避免释放有害物质的转化分解有较好的效果,能够对有害物质从塑料制品中释放的动态过程进行捕捉分析；

[0061] 本发明通过固相萃取柱富集的有害物质可以转移至一定量有机溶剂中用于后续针对性的仪器检测,可以更加高效的发掘目前未列入重点监控的有害物质,有助于对塑料制品进行更加客观真实的环境风险评价。

## 附图说明

[0062] 图1是根据本发明实施例中的模拟塑料制品有害物质释放和实时收集的装置结构示意图；

[0063] 图2是根据本发明实施例中的释放模拟仓结构示意图。

[0064] 附图标记:

[0065] 1、模拟介质贮存池；2、介质溶解氧模拟控制单元；21、空气泵；22、气流量调节阀；23、金属管路；24、细孔曝气器；25、溶解氧监测仪；26、溶解氧传感器；3、介质传输管路；31、过滤器；32、水流量调节阀；33、不锈钢管路；4、释放模拟仓；41、样品释放模拟管；411、密封塞；412、石英反应管；413、金属阻隔网；42、温度模拟控制单元；421、温度传感器；422、控温

加热板;43、流速模拟控制单元;431、磁力搅拌器;432、玻璃转子;44、光照模拟控制单元;441、光源;442、光强控制器;45、塑料产品样本;5、避光收集仓;51、遮光罩;52、固相萃取柱;53、萃取流量调节阀;54、真空槽;55、橡胶管路;56、废液收集罐;561、密封塞;562、罐体;57、真空泵。

### 具体实施方式

[0066] 下面结合附图通过具体实施例对本发明作进一步的描述。以下实施例仅用于更加清楚地表明本发明的技术方案,而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0067] 本发明实施例提供一种模拟多种环境中塑料制品有害物质释放的装置,如图1所示,具体包括:

[0068] 模拟介质贮存池1,用于贮存模拟环境介质,具体介质类型可以根据不同的环境场景选择去离子水、天然河水、天然海水等不同的介质;

[0069] 介质溶解氧模拟控制单元2,用于调节模拟环境介质的溶解氧含量,使其达到所模拟环境场景中介质溶解氧浓度。

[0070] 释放模拟仓4,通过调节样品所处环境中介质流动速度、介质温度、光源种类以及光照强度,模拟多种环境场景中塑料样品的有害物质释放情况。

[0071] 避光收集仓5,其通过固相萃取的方式在避光环境下实时收集介质传输的样品释放有害物质。

[0072] 模拟介质贮存池1、释放模拟仓4和避光收集仓5通过介质传输管路3依次连接。

[0073] 在优选的实施例中,所述介质溶解氧模拟控制单元2由空气泵21、气流量调节阀22、金属管路23、细孔曝气器24、溶解氧监测仪25、溶解氧传感器26组成;其中,所述空气泵21通过所述金属管路23与细孔曝气器24连接;所述溶解氧监测仪25与溶解氧传感器26相连。细孔曝气器24和溶解氧传感器26浸没于模拟介质贮存池1贮存的模拟环境介质中。

[0074] 在优选的实施例中,介质传输管路3由过滤器31、水流量调节阀32和不锈钢管路33组成;过滤器31浸没于模拟介质贮存池1贮存的模拟环境介质中。水流量调节阀32可控制模拟环境介质的传输速度,不锈钢管路33用于传输模拟环境介质。具体地,过滤器31为针式尼龙过滤器。

[0075] 在优选的实施例中,如图2所示,所述释放模拟仓4由样品释放模拟管41、温度模拟控制单元42、流速模拟控制单元43和光照模拟控制单元44组成。所述样品释放模拟管41为主体结构置于释放模拟仓4中央,用于盛放塑料产品样本45和模拟释放介质。所述温度模拟控制单元42用于模拟不同环境场景的温度。所述流速模拟控制单元43用于模拟不同环境场景中的流速。所述光照模拟控制单元44用于模拟不同环境场景光辐照情形。

[0076] 在优选的实施例中,样品释放模拟管41由密封塞411、石英反应管412和金属阻隔网413组成,所述密封塞411用于封堵所述石英反应管412的开口,与所述模拟介质贮存池1、所述避光收集仓5连接的所述介质传输管路3穿过所述密封塞411并延伸到所述石英反应管412内部,所述金属阻隔网413浸没于模拟环境介质中。具体地,所述石英反应管412为圆柱形石英容器。

[0077] 在优选的实施例中,所述温度模拟控制单元42包括温度传感器421和控温加热板422,温度传感器421置于金属阻隔网413下方,控温加热板422置于所述样品释放模拟管41

正下方并与其接触。所述流速模拟控制单元43由磁力搅拌器431和玻璃转子432组成,磁力搅拌器431置于控温加热板422下方,玻璃转子432置于石英反应管412底部。所述光照模拟控制单元44包括光源441和光强控制器442,光源441置于所述样品释放模拟管41两侧,光强控制器442置于磁力搅拌器431一侧,可通过更换光源441类型和使用光强控制器442调节光强模拟不同环境场景光辐照情形。

[0078] 在优选的实施例中,石英反应管412竖直放置,所述金属阻隔网413置于所述石英反应管412中部,与所述避光收集仓5连接的所述介质传输管路3开口在所述金属阻隔网413上方,与所述模拟介质贮存池1连接的所述介质传输管路3穿过所述金属阻隔网413开口在所述石英反应管412底部。

[0079] 在优选的实施例中,所述避光收集仓5由遮光罩51、固相萃取柱52、萃取流量调节阀53、真空槽54、橡胶管路55、废液收集罐56和真空泵57组成。模拟环境介质流经释放模拟仓4后将样品释放物质实时传递到避光收集仓5中,通过所述固相萃取柱52达到实时富集。模拟释放流程结束后所有废液收集于所述废液收集罐56中后续进行无害化处理,所述固相萃取柱52通过洗脱流程后释放有害物质会转移至一定量有机溶剂中用于后续针对性的仪器检测。具体地,遮光罩51是由遮光板构成的长方体空箱,置于所述避光收集仓5其余部件外围。

[0080] 本发明实施例还提供一种模拟塑料制品有害物质释放和实时收集方法,包括;

[0081] 将塑料产品样本45放置在所述石英反应管412内部;

[0082] 通过所述介质溶解氧模拟控制单元2模拟不同环境介质的溶解氧含量。

[0083] 通过所述温度模拟控制单元42模拟不同环境场景的温度;

[0084] 通过所述流速模拟控制单元43模拟不同环境场景下介质的流动速度。

[0085] 通过所述光照模拟控制单元44模拟不同环境场景的光照类型与强度。

[0086] 通过避光收集仓5实时收集塑料产品样本45释放的有害物质。

[0087] 进一步地,达到自定义模拟时长后所述固相萃取柱52内的富集化合物为实时收集的塑料产品样本45释放的有害物质。

[0088] 本发明的背景部分可以包含关于本发明的背景信息,而不一定是描述现有技术。因此,在背景技术部分中包含的内容并不是申请人对现有技术的承认。

[0089] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所做的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干等同替代或明显变型,而且性能或用途相同,都应当视为属于本发明的保护范围。

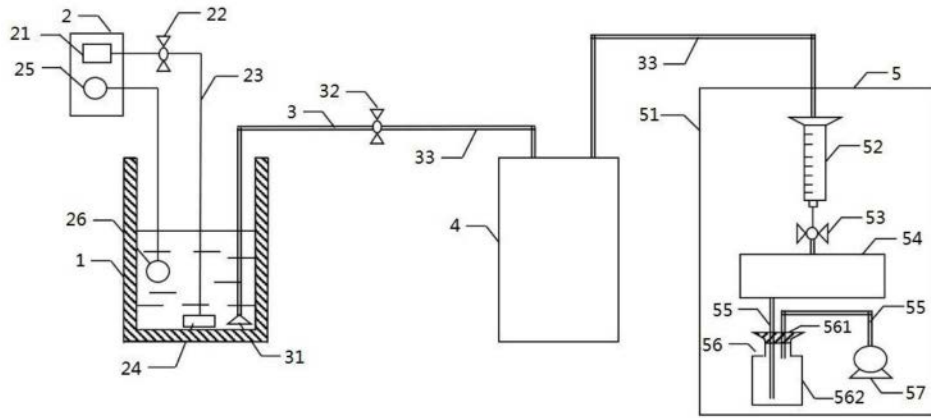


图1

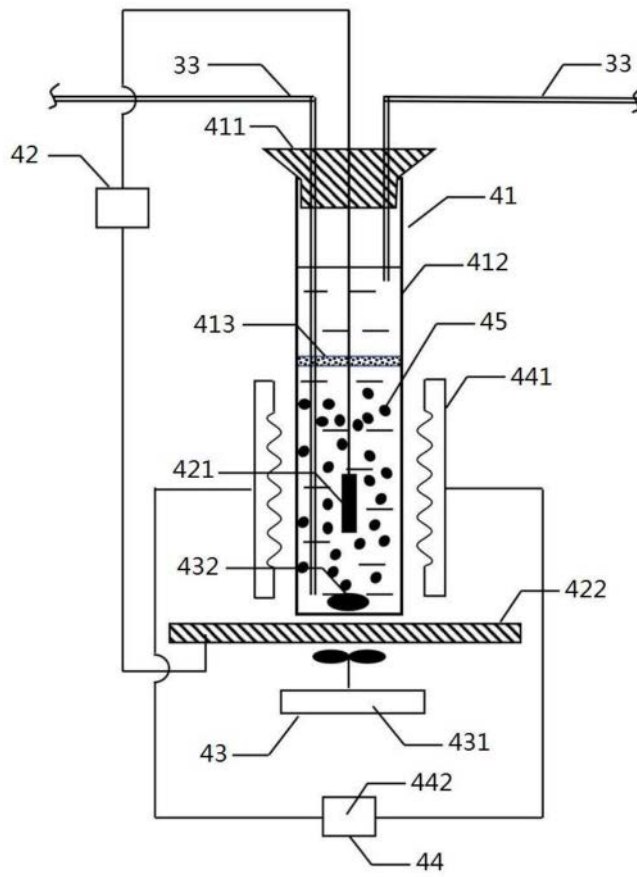


图2