



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117030972 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 10

(21) 申请号 202310893117.6

(22) 申请日 2023.07.20

(71) 申请人 中国科学院华南植物园

地址 510650 广东省广州市天河区兴科路
723号

(72) 发明人 王法明 覃国铭 张靖凡 周金戈
李应文 李泳兴

(74) 专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有
限公司 44205

专利代理师 聂志伟

(51) Int. Cl.

G01N 33/24 (2006.01)

G01N 1/22 (2006.01)

G01F 22/00 (2006.01)

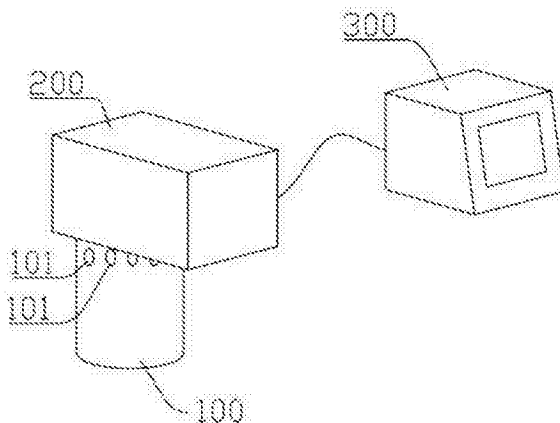
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种湿地气泡型甲烷释放通量的测试装置
和测试方法

(57) 摘要

本发明公开了一种湿地气泡型甲烷释放通量的测试装置和测试方法,测试装置包括取样环、气室和甲烷气体分析仪,取样环围绕形成柱形腔体,取样环用于插入测试样本;气室与取样环的上端连接,气室的内腔与取样环的柱形腔体连通;甲烷气体分析仪与气室连接。设置实验组,向取样环中注入含有甲烷的气体样本,获得甲烷浓度,并根据公式转换获得甲烷释放通量、甲烷质量和甲烷体积,对比计算获得的甲烷体积和气体样本中甲烷的实际体积,验证测试装置的准确性。本发明可广泛应用于环境监测技术领域。



1. 一种湿地气泡型甲烷释放通量的测试装置,其特征在于:包括取样环,所述取样环围绕形成柱形腔体,所述取样环用于插入测试样本;气室,所述气室与所述取样环的上端连接,所述气室的内腔与所述取样环的柱形腔体连通;甲烷气体分析仪,所述甲烷气体分析仪与所述气室连接。
2. 根据权利要求1所述的湿地气泡型甲烷释放通量的测试装置,其特征在于:所述取样环的侧壁设置有连通区,所述连通区贯穿所述取样环的侧壁。
3. 根据权利要求2所述的湿地气泡型甲烷释放通量的测试装置,其特征在于:所述连通区设置为多个,所述连通区在所述取样环的侧壁沿圆周等间隔分布。
4. 根据权利要求1至3任一项所述的湿地气泡型甲烷释放通量的测试装置,其特征在于:所述取样环设置为PVC结构。
5. 一种湿地气泡型甲烷释放通量的测试方法,其特征在于:所述测试方法包括测试步骤,所述测试步骤采用如权利要求2或3所述的测试装置检测湿地气泡型甲烷释放浓度,所述测试步骤包括将取样环提前设定时间T1插入湿地样本;经过T1时长后,堵住连通区,启动甲烷气体分析仪。
6. 根据权利要求5所述的湿地气泡型甲烷释放通量的测试方法,其特征在于:采用粘胶或泥土封住连通区。
7. 根据权利要求5或6所述的湿地气泡型甲烷释放通量的测试方法,其特征在于,所述测试方法包括验证步骤,所述验证步骤用于检验所述测试装置的准确性,所述验证步骤设置实验组,所述实验组的操作包括:将取样环插入土体样本或将取样环的下端密封;从连通区向取样环中注入定量的含有甲烷的气体样本,并封住连通区;启动甲烷气体分析仪,获取甲烷的浓度曲线;计算获得浓度曲线中变化段的斜率 α_v ,将基于体积单位的 α_v 基于质量单位的 α_m ,转换公式为 $\alpha_m = (\alpha_v \times M \times P) / (R + T)$,P为大气压,R为通量气体常数,T为开尔文温度;计算甲烷释放通量,计算公式为 $f_m = (\alpha_m \times V_1) / A$, V_1 为气室的容积,A为气室的覆盖面积;计算甲烷质量,计算公式为 $M = f_m \times \Delta t \times A$, Δt 为浓度曲线中甲烷浓度波动的时长;计算甲烷体积,计算公式为 $V_2 = M / \rho$, V_2 为甲烷体积,M为甲烷质量, ρ 为甲烷的密度;对比计算获得的甲烷体积和注入的气体样本中甲烷体积。
8. 根据权利要求7所述的湿地气泡型甲烷释放通量的测试方法,其特征在于:所述验证步骤设置至少两个具有不同体积的气体样本的所述实验组,各所述实验组重复试验至少两次。
9. 根据权利要求7所述的湿地气泡型甲烷释放通量的测试方法,其特征在于:所述验证步骤设置对照组,设定时间T2内,甲烷气体分析获取至少两次甲烷浓度,并对比甲烷浓度的数据变化。
10. 根据权利要求7所述的湿地气泡型甲烷释放通量的测试方法,其特征在于:所述气体样本以氮气为平衡气混合甲烷。

一种湿地气泡型甲烷释放通量的测试装置和测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及环境监测技术领域,特别涉及一种湿地气泡型甲烷释放通量的测试装置和测试方法。

背景技术

[0002] 在湿地生态系统中,甲烷一般通过扩散、气泡和植物通气组织等三个方式传输到空气中,因此,量化各种途径传输到大气中甲烷成为研究的重点内容。目前的测试方式主要对扩散型和植物通气组织这两个途径的甲烷排放量进行观测,而缺乏对气泡型甲烷排放途径的观测,使得关于湿地气泡型排放途径的研究进展较慢。

[0003] 目前主要采用的方式是基于静态箱法,即直接用密封的静态箱倒扣的方法对土壤界面的扩散途径的甲烷进行收集,而忽视了气泡型甲烷排放途径。此外,先前测试装置插入土壤后,难以保持与周围土壤环境一致,无法确认监测数据的准确性,所获得的检测数据精度存在不确定性。

发明内容

[0004] 为解决上述技术问题中的至少之一,本发明提供一种湿地气泡型甲烷释放通量的测试装置和测试方法,所采用的技术方案如下。

[0005] 本发明所提供的湿地气泡型甲烷释放通量的测试装置包括取样环、气室和甲烷气体分析仪,所述取样环围绕形成柱形腔体,所述取样环用于插入测试样本;所述气室与所述取样环的上端连接,所述气室的内腔与所述取样环的柱形腔体连通;所述甲烷气体分析仪与所述气室连接。

[0006] 本发明的某些实施例中,所述取样环的侧壁设置有连通区,所述连通区贯穿所述取样环的侧壁。

[0007] 本发明的某些实施例中,所述连通区设置为多个,所述连通区在所述取样环的侧壁沿圆周等间隔分布。

[0008] 本发明的某些实施例中,所述取样环设置为PVC结构。

[0009] 本发明所提供的所述测试方法包括测试步骤,所述测试步骤采用测试装置检测湿地气泡型甲烷释放浓度,所述测试步骤包括如下流程:

[0010] 将取样环提前设定时间T1插入湿地样本;

[0011] 经过T1时长后,堵住连通区,启动甲烷气体分析仪。

[0012] 本发明的某些实施例中,采用粘胶或泥土封住连通区。

[0013] 本发明的某些实施例中,所述测试方法包括验证步骤,所述验证步骤用于检验测试装置的准确性,所述验证步骤设置实验组,所述实验组的操作包括如下流程:

[0014] 将取样环插入土体样本或将取样环的下端密封;

[0015] 从连通区向取样环中注入定量的含有甲烷的气体样本,并封住连通区;

[0016] 启动甲烷气体分析仪,获取甲烷的浓度曲线;

[0017] 计算获得浓度曲线中变化段的斜率 α_v ,将基于体积单位的 α_v 基于质量单位的 α_m ,转换公式为 $\alpha_m = (\alpha_v \times M \times P) / (R + T)$,P为大气压,R为通量气体常数,T为开尔文温度;

[0018] 计算甲烷释放通量,计算公式为 $f_m = (\alpha_m \times V_1) / A$, V_1 为气室的容积,A为气室的覆盖面积;

[0019] 计算甲烷质量,计算公式为 $M = f_m \times \Delta t \times A$, Δt 为浓度曲线中甲烷浓度波动的时长;

[0020] 计算甲烷体积,计算公式为 $V_2 = M / \rho$, V_2 为甲烷体积,M为甲烷质量, ρ 为甲烷的密度;

[0021] 对比计算获得的甲烷体积和注入的气体样本中甲烷体积。

[0022] 本发明的某些实施例中,所述验证步骤设置至少两个具有不同体积的气体样本的所述实验组,各所述实验组重复试验至少两次。

[0023] 本发明的某些实施例中,所述验证步骤设置对照组,设定时间T2内,甲烷气体分析获取至少两次甲烷浓度,并对比甲烷浓度的数据变化。

[0024] 本发明的某些实施例中,所述气体样本以氮气为平衡气混合甲烷。

[0025] 本发明的实施例至少具有以下有益效果:设置实验组,向取样环中注入含有甲烷的气体样本,获得甲烷浓度,并根据公式转换获得甲烷释放通量、甲烷质量和甲烷体积,对比计算获得的甲烷体积和气体样本中甲烷的实际体积,验证测试装置的准确性。本发明可广泛应用于环境监测技术领域。

附图说明

[0026] 本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解。

[0027] 图1为测试装置的结构示意图。

[0028] 图2为验证测试装置准确性过程中随测定时间的甲烷浓度变化。

[0029] 图3为验证测试装置气密性过程中甲烷实际体积和甲烷测定体积的拟合结果。

[0030] 附图标记:100、取样环;101、连通区;200、气室;300、甲烷气体分析仪。

具体实施方式

[0031] 下面结合图1至图3详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0032] 在本发明的描述中,需要理解的是,若出现术语“中心”、“中部”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0033] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相

连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0034] 本发明涉及一种湿地气泡型甲烷释放通量的测试装置,测试装置包括取样环100、气室200和甲烷气体分析仪300,甲烷气体分析仪300与气室200连接,取样环100围绕形成柱形腔体,取样环100的两端贯通,气室200与取样环100的上端连接,气室200的内腔与取样环100的柱形腔体连通。具体地,取样环100的上端与气室200的底部插接或者通过法兰连接,且连接处密封处理。

[0035] 可以理解的是,取样环100用于插入测试样本,取样环100中的土壤所释放的气体能够进入气室200,甲烷气体分析仪300检测其中的甲烷浓度。

[0036] 进一步地,取样环100的侧壁设置有连通区101,连通区101贯穿透取样环100的侧壁,具体地,连通区101设置为通孔。结合附图,在取样环100的侧壁,连通区101靠近取样环100的上端。为保证取样环100中土壤和外部土壤的一致性,通常会提前将取样环100插入湿地的土壤,留置一段时间后再进行检测。这段时间湿地中潮汐往复可能会在取样环100中积聚潮水,因此设置连通区101用于排放潮水,确保内外土壤的一致性。

[0037] 作为一种实施方式,连通区101设置为多个,各连通区101在取样环100的侧壁沿圆周间隔分布。进一步地,连通区101在取样环100的侧壁沿圆周等间隔分布。可以理解的是,连通区101在取样环100的侧壁可设置为一圈,也可设置为多圈,且每一圈的连通区101沿圆周等间隔分布。

[0038] 作为一种实施方式,取样环100设置为PVC结构,具体地,采用PVC管制成取样环100,便于加工,结构强度高,耐腐蚀,且质量较轻,方便野外携带。

[0039] 应说明的是,气室200和甲烷气体分析仪300在相关技术中已有详细记载,属于本领域中的成熟技术,这里不再赘述。

[0040] 本发明涉及一种湿地气泡型甲烷释放通量的测试方法,测试方法包括测试步骤,测试步骤采用测试装置检测湿地气泡型甲烷释放浓度,具体地,测试装置中的取样环100侧壁设置有连通区101。

[0041] 测试步骤包括如下流程:将取样环100提前设定时间T1插入湿地样本,插入的深度以连通区101的下部与湿地表面持平或连通区101的下部高于湿地表面为准。经过T1时长后,堵住连通区101,启动甲烷气体分析仪300。

[0042] 作为一种实施方式,采用粘胶封住连通区101,具体地,采用透明胶封住连通区101。作为替换方案,还可采用泥土封住连通区101,方便易得。

[0043] 测试方法还包括验证步骤,验证步骤用于检验测试装置的准确性。

[0044] 验证步骤设置实验组,实验组的操作包括如下流程:将取样环100插入土体样本或将取样环100的下端密封。从连通区101向取样环100中注入定量的含有甲烷的气体样本,并封住连通区101,模拟湿地土壤中气泡型甲烷排放。启动甲烷气体分析仪300,获取甲烷的浓度曲线。

[0045] 甲烷的浓度曲线表现为先平稳、再增大、后平稳的变化趋势,说明前后两段时间内甲烷浓度较为平稳,中间出现波动变化。

[0046] 计算获得浓度曲线中变化段的斜率 α_v , α_v 的单位为ppb/s, 将基于体积单位的 α_v 基于质量单位的 α_m , α_m 的单位为ng/L/s。

[0047] 具体地, 根据理想气体定律进行转换, 转换公式为 $\alpha_m = (\alpha_v \times M \times P) / (R + T)$, P为大气压, $P = 1 \text{ atm}$, R为通量气体常数, $R = 0.0821 \text{ L-atm/mol-K}$, T为当地温度, 并转换为开尔文温度。

[0048] 计算甲烷释放通量, 计算公式为 $f_m = (\alpha_m \times V_1) / A$, f_m 的单位为ng/m²/s, V_1 为气室200的容积, 单位为L, A为气室200的覆盖面积, 单位为m²。

[0049] 计算甲烷质量, 计算公式为 $M = f_m \times \Delta t \times A$, Δt 为浓度曲线中甲烷浓度波动的时长, 单位为s。

[0050] 计算甲烷体积, 计算公式为 $V_2 = M / \rho$, V_2 为甲烷体积, 单位为L, M为甲烷质量, 单位为ng, ρ 为甲烷的密度, $\rho = 0.716 \text{ g/L}$ 。

[0051] 对比获得的甲烷体积的计算值和注入的气体样本中甲烷体积的实际值, 从而判断测试装置的准确率。

[0052] 作为一种实施方式, 气体样本以氮气为平衡气混合甲烷。应说明的是, 验证步骤中所采用的土体样本并不能够释放甲烷, 避免影响气体样本的甲烷浓度。

[0053] 作为一种实施方式, 验证步骤设置至少两个具有不同体积的气体样本的实验组, 实验组每次取出定量的气体样本, 各实验组重复试验至少两次, 每次试验分别重复前述计算过程。

[0054] 作为一种实施方式, 验证步骤设置对照组, 检测测试装置的气密性。具体地, 设定时间T2内, 甲烷气体分析获取至少两次甲烷浓度, 并对比甲烷浓度的数据变化。可以理解的是, 若数据变化在设定范围内, 则说明测试装置的气密性良好。

[0055] 下面以具体的实施例详细描述本发明的内容, 应注意的是, 下述描述仅是示例性说明, 而不是对本发明的具体限制。

[0056] 结合附图, 测试装置包括取样环100、气室200和甲烷气体分析仪300, 取样环100侧壁靠近上端的位置设置有连通区101。

[0057] 测试步骤采用测试装置检测湿地气泡型甲烷释放浓度的过程中, 将取样环100提前24小时按压在湿地土壤中, 插入深度约到连通区101下部与地面持平的位置。测定气泡型甲烷排放时, 采用泥土封住连通区101。

[0058] 验证步骤检验测试装置气密性的过程中, 将气室200与取样环100连接, 取样环100的柱形腔体密封, 设定时间 $T_2 = 120 \text{ s}$, T_2 时间内连续3次测定甲烷浓度。若结果显示甲烷浓度的变化范围不超过2ppb, 则说明测试装置的气密性良好。

[0059] 验证步骤检验测试装置准确性的过程中, 实验组所采用的气体样本以氮气为平衡气, 甲烷浓度为420ppm, 利用注射器将气体样本从连通区101注入取样环100, 并封住连通区101, 以模仿湿地土壤气泡型甲烷的排放。

[0060] 实验组设置为三组, 气体样本体积分别为2.5ml、10ml和20ml, 每个实验组重复试验三次, 以验证测试装置的准确性。以下以10ml的气体样本实验组为例, 其中甲烷浓度的实际值为0.0038ml, 在120s内测定数据进行提取, 获得浓度曲线。

[0061] 由浓度曲线可知, 在测定时间的前40s内, 甲烷浓度较为平稳, 41s至44s, 甲烷浓度由2310.94ppb逐渐上升至最大值3136.07ppb, 时长4s, 这段变化曲线的斜率 $\alpha_v = dC/dt =$

206.5ppb/s,其中C为甲烷浓度。

[0062] 根据公式计算获得 α_m 和 f_m ,结合附图2可知,甲烷浓度变化的时长 Δt 为4s,并结合气室的覆盖面积A为 $0.0314m^2$,计算获得该时段甲烷的质量 $M=2593.7ng$,进而获得甲烷浓度测定体积的计算值为 $0.0036ml$,计算得出准确率为 $(0.0036/0.0038) \times 100\% = 95.33\%$ 。

[0063] 将各实验组获得的所有计算值和实际值输入坐标系对比,坐标系以甲烷实际体积值为X轴、甲烷测定体积的计算值为Y轴,对比可知,各实际值与计算值之间拟合情况良好,R方达0.99,说明本发明所设计的测试装置能够较好地测定湿地中气泡形式扩散至空气中的甲烷浓度。

[0064] 在本说明书的描述中,若出现参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“一些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0065] 以上结合附图对本发明的实施方式作了详细说明,但是本发明不限于上述实施方式,在所述技术领域普通技术人员所具备的知识范围内,还可以在不脱离本发明宗旨的前提下作出各种变化。

[0066] 本发明的描述中,专利名称若出现“、”,表示“和”的关系,而不是“或”的关系。例如专利名称为“一种A、B”,说明本发明所要求保护的内容为:主题名称为A的技术方案和主题名称为B的技术方案。

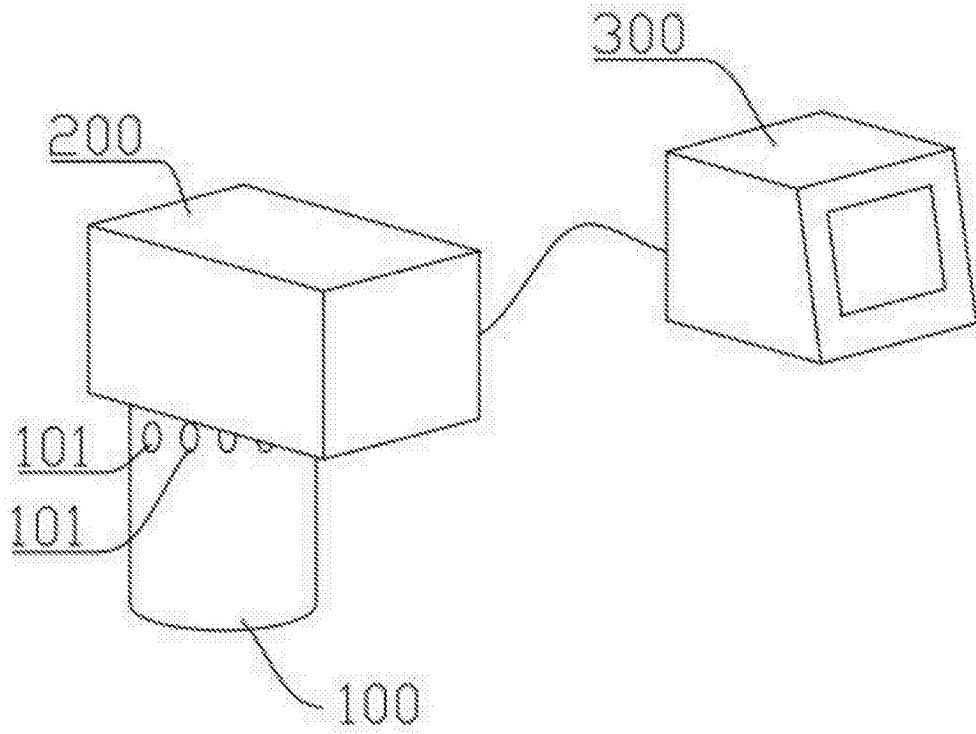


图1

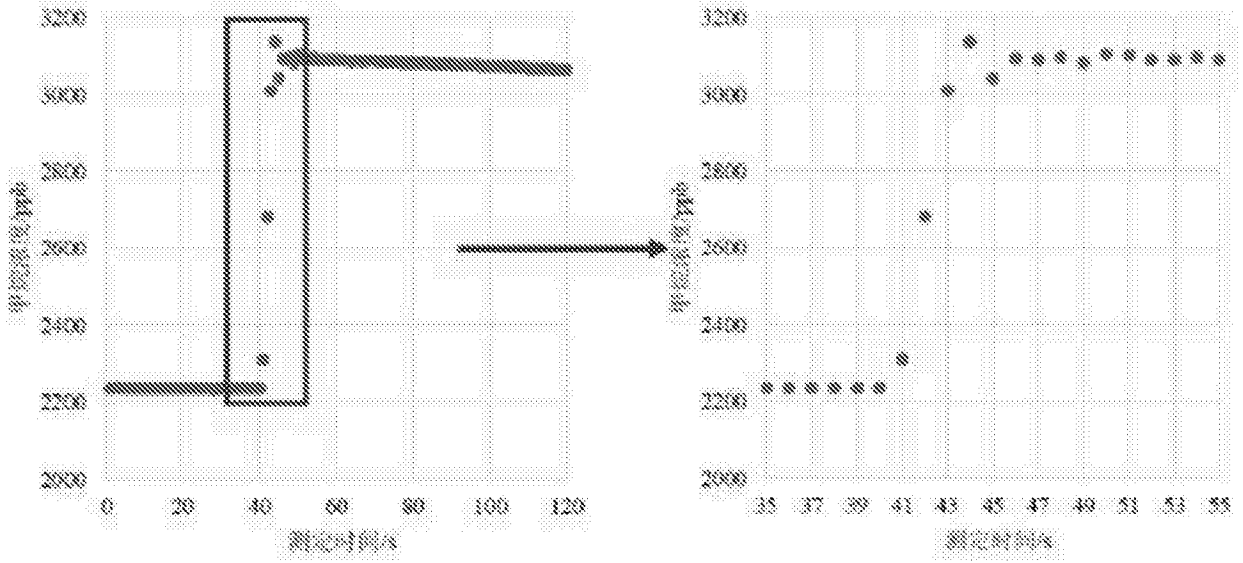


图2

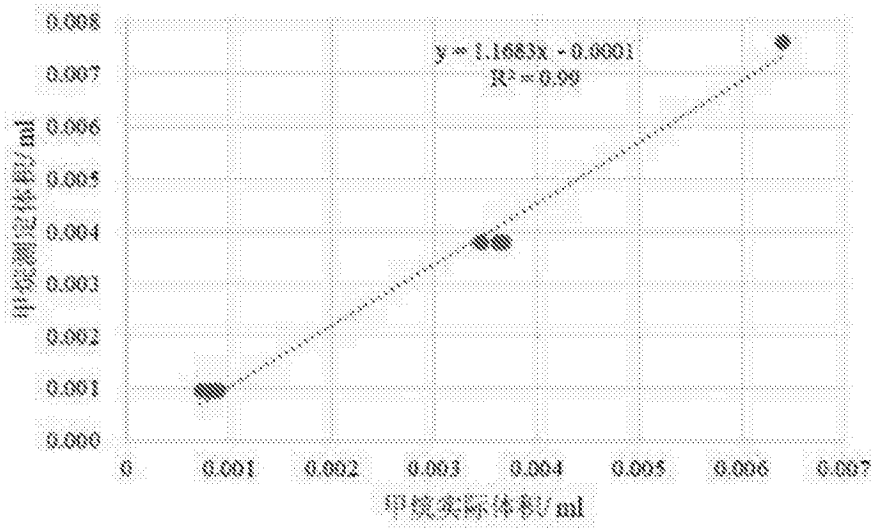


图3