



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114324246 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 09

(21) 申请号 202111599991.6

G01N 21/64 (2006.01)

(22) 申请日 2021.12.24

G01N 21/01 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114324246 A

(56) 对比文件

CN 1036832 A, 1989.11.01

CN 113702336 A, 2021.11.26

(43) 申请公布日 2022.04.12

JP 2005140621 A, 2005.06.02

(73) 专利权人 无锡谱视界科技有限公司

JP 2008096249 A, 2008.04.24

地址 214115 江苏省无锡市新吴区菱湖大道200号E2-111

US 2018246035 A1, 2018.08.30

审查员 魏崑

(72) 发明人 马宗伟

(74) 专利代理机构 无锡市汇诚永信专利代理事务所(普通合伙) 32260

专利代理师 郭慧

(51) Int. Cl.

G01N 21/49 (2006.01)

G01N 21/59 (2006.01)

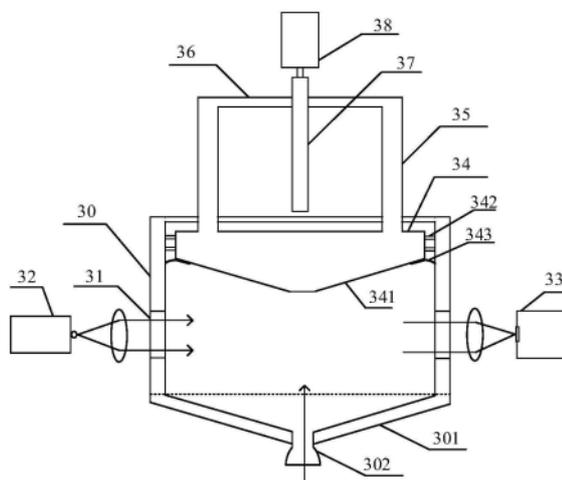
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种水质检测装置、方法及控制系统

(57) 摘要

本申请实施例公开了一种水质检测装置、方法及控制系统,该装置包括样品池、升降式活塞、透射光源以及光谱仪;样品池的侧壁对称开设有光学窗口,光学窗口上设置有第一光学窗片以及第二光学窗片;透射光源和光谱仪分别位于所述第一窗片和所述第二窗片外侧,且与光学窗口处于同一水平高度;样品池的内槽设置有升降式活塞,样品池的池底开设有引水孔;升降式活塞位于样品池的池底时,引水孔处于封堵状态;升降式活塞向上移动时,引水孔处于开启状态;升降式活塞上部固定连接吊杆,吊杆通过顶部设置的顶板固定。本水质检测装置可以实现自动抽取水质样本,并进行检测,且通过对不同状态下光谱数据的分析,可以提高水质检测的准确性。



1. 一种水质检测装置,其特征在于,所述装置包括样品池、升降式活塞、透射光源以及光谱仪;

所述样品池的侧壁对称开设有两个光学窗口,所述光学窗口上设置有第一光学窗片以及第二光学窗片;所述透射光源和所述光谱仪分别位于所述第一光学窗片和所述第二光学窗片外侧,且与所述光学窗口处于同一水平高度;

所述样品池的内槽设置有所述升降式活塞,所述升降式活塞用于在所述样品池的内槽移动,所述样品池的池底为锥台底面,且在所述锥台底面的锥底开设有引水孔;所述样品池的内槽呈方形,采用疏水材料制作;所述第一光学窗片和所述第二光学窗片位于所述两个对称侧壁的中部,所述透射光源发出的光束可通过所述第一光学窗片以及所述第二光学窗片之间的光路,并被所述光谱仪接收;

所述升降式活塞的上部形状为方形立柱,且尺寸不大于所述样品池的内槽尺寸;所述升降式活塞的下部形状为倒状锥台;

所述方形立柱的周身设置至少一个密封圈,所述密封圈与所述样品池的内槽紧密接触;

所述倒状锥台的四个锥面上分别设置有四个柔性刮片,所述柔性刮片与所述样品池的内槽紧密接触;

所述升降式活塞位于所述样品池的池底时,所述引水孔处于封堵状态;所述升降式活塞向上移动时,引水孔处于开启状态;

所述升降式活塞上部固定连接吊杆,所述吊杆通过顶部设置的顶板固定;

所述样品池的侧壁还设置有第三光学窗片和第四光学窗片,所述第三光学窗片外侧设置有白LED光源,所述第四光学窗片外侧设置有紫外LED光源;其中,所述第三光学窗片和所述第四光学窗片位于所述第一光学窗片相邻的侧壁。

2. 根据权利要求1所述的水质检测装置,其特征在于,所述吊杆顶部的顶板开设有螺孔,所述螺孔口内安装有螺杆,所述螺杆顶部连接有电机,所述电机用于控制所述螺杆旋转,带动所述升降式活塞在所述样品池的内槽内移动。

3. 一种水质检测方法,其特征在于,所述方法应用于权利要求1至2任一所述的水质检测装置,所述方法包括:

开启所述水质检测装置;

将升降式活塞移动至样品池的池底;

开启透射光源以及光谱仪,测试第一透射光谱;

关闭光谱仪电动狭缝,测试暗噪声;

将所述升降式活塞移至样品池的上部,抽取水质样本,测试第二透射光谱;

分别开启白LED光源以及紫外LED光源,测试散射光谱和荧光光谱;

通过数据处理模块对采集的数据进行处理,并通过通讯模块发送至监测站。

## 一种水质检测装置、方法及控制系统

### 技术领域

[0001] 本申请实施例涉及检测领域,特别涉及一种水质检测装置、方法及控制系统。

### 背景技术

[0002] 随着城镇化步伐的加快和区域经济的发展,局部水资源负荷加重,水污染问题逐步成为制约我国经济社会发展的最重要因素之一,已经引起国家和地方政府的高度重视。现阶段,水质监测已成为我国环境监测领域第一大市场。

[0003] 现有方式中,水质监测手段通常采用现场收集的方式进行,通常需经过人工采样后在实验室内进行检测,但存在检测周期长、易造成二次污染等问题。

### 发明内容

[0004] 本申请实施例提供了一种水质检测装置、方法及控制系统。所述技术方案如下:

[0005] 一方面,提供了一种水质检测装置,所述装置包括样品池、升降式活塞、透射光源以及光谱仪;

[0006] 所述样品池的侧壁对称开设有两个光学窗口,所述光学窗口上设置有第一光学窗片以及第二光学窗片;所述透射光源和所述光谱仪分别位于所述第一光学窗片和所述第二光学窗片外侧,且与所述光学窗口处于同一水平高度;

[0007] 所述样品池的内槽设置有所述升降式活塞,所述升降式活塞用于在所述样品池的内槽移动,所述样品池的池底开设有引水孔;

[0008] 所述升降式活塞位于所述样品池的池底时,所述引水孔处于封堵状态;所述升降式活塞向上移动时,引水孔处于开启状态;

[0009] 所述升降式活塞上部固定连接有所述吊杆,所述吊杆通过顶部设置的顶板固定。

[0010] 具体的,所述样品池的内槽呈方形,且使用疏水材料制作;所述第一光学窗片和所述第二光学窗片位于所述两个对称侧壁的中部,所述透射光源发出的光束可通过所述第一光学窗片以及所述第二光学窗片之间的光路,并通过光谱仪接收。

[0011] 具体的,所述样品池的池底设置为锥台底面,所述引水孔位于所述锥台底面的锥底。

[0012] 具体的,所述升降式活塞上部的上部形状为方形立柱,且尺寸不大于所述样品池的内槽尺寸;所述升降式活塞的下部形状为倒状锥台;

[0013] 所述方形立柱的周身设置至少一个密封圈,所述密封圈与所述样品池的内槽紧密接触;

[0014] 所述倒状锥台的四个锥面上分别设置有四个柔性刮片,所述柔性刮片与所述样品池的内槽紧密接触。

[0015] 具体的,所述吊杆顶部的顶板开设有螺孔,所述螺孔口内安装有螺杆,所述螺杆顶部连接有电机,所述电机用于控制螺杆旋转,带动所述升降式活塞在所述样品池的内槽内移动。

[0016] 具体的,所述样品池的侧壁还设置有第三光学窗片和第四光学窗片,所述第三光学窗片外侧设置有白LED光源,所述第四光学窗片外侧设置有紫外LED光源;其中,所述第三光学窗片和所述第四光学窗片位于所述第一光学窗片相邻的侧壁,并与所述第一光学窗片等高。

[0017] 另一方面,提供了一种水质检测系统,所述系统包括光源模块、控制模块、电源模块、数据采集模块以及数据处理模块;

[0018] 所述光源模块用于控制至少一个透射光源或LED光源的开关;

[0019] 所述数据采集模块用于采集和保存水体的光谱、酸碱度、温度以及设备状态等数据;

[0020] 所述数据处理模块用于按照预设程序对所述数据采集模块采集到的数据进行处理并保存;

[0021] 所述控制模块用于控制水质检测装置以及各个模块的正常运转。

[0022] 具体的,所述系统还包括定位模块和通讯模块,所述定位模块用于获取所述装置的位置坐标;所述通讯模块用于将所述数据处理模块保存的检测数据发送至监测站。

[0023] 另一方面,提供了一种水质检测方法,所述方法应用于上述方面所述的水质检测装置,所述方法包括:

[0024] 开启所述水质检测装置;

[0025] 将升降式活塞移动至样品池的池底;

[0026] 开启透射光源以及光谱仪,测试第一透射光谱;

[0027] 将所述升降式活塞移至样品池的上部,抽取水质样本,测试第二透射光谱;

[0028] 分别开启白LED光源以及紫外LED光源,测试散射光谱和荧光光谱;

[0029] 通过数据处理模块对采集的数据进行处理,并通过通讯模块发送至监测站。

[0030] 本申请实施例提供的技术方案带来的有益效果至少包括:通过在样品池上设置第一光学窗片和第二光学窗片,并通过在光学窗片外侧设置光谱仪来确定测试光路;通过设置方形样品池来构造具有确定尺寸的透射光路,便于根据公式对光谱进行处理,并且最大限度保证注水和排水状态下透射光传播路径的一致性,避免因光束被水体聚焦或发散导致的测量误差;而升降式活塞可以实现自动抽水和排水,实现不同状态下的光谱检测,且升降式活塞的锥面上设置的柔性刮片可以有效减少样品池内壁和光学窗片因长期接触水体造成的污染,降低维护成本,提高测量精度。

## 附图说明

[0031] 图1是本申请实施例提供的反射式水质检测的原理图;

[0032] 图2是本申请实施例提供的水质检测装置的结构示意图;

[0033] 图3是本申请实施例提供的注水状态下水质检测装置的结构示意图;

[0034] 图4是本申请实施例提供的水质检测装置的三维结构示意图;

[0035] 图5是本申请实施例提供的排水状态下水质检测装置的结构示意图;

[0036] 图6是本申请另一实施例提供的一种水质检测系统的模块化结构框图;

[0037] 图7是本申请另一实施例提供的一种水质检测方法的流程图。

## 具体实施方式

[0038] 为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本申请实施方式作进一步的详细描述。

[0039] 在本文中提及的“多个”是指两个或两个以上。“和/或”,描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

[0040] 目前的水质光谱检测主要包括检测水质的荧光光谱、透射光谱以及散射光谱等。对于现有的检测方法,主要通过实地采样,然后再通过仪器设备进行水质分析,对于部分的在线式水质检测设备,水体光谱的检测原理如图1所示。宽光谱光束11照射向水体样本中,光谱仪12则放置于水面上方,负责接收经过水体样本反射或散射的光线,并对光谱进行分析。但在这种检测过程中,光谱仪接收的光线较少,大部分反射光以及散射光损失。且此类设备大多没有设置参比光路,或者缺乏有效的参比光路(例如信号光束和参比光束路径不同),无法通过数据处理有效剔除设备本身的光谱信息,使水质参数反演结果不够准确。为了能够改进现有设备,且实现装置的自动检测和分析过程,发明如下水质检测装置。

[0041] 如图2所示,样品池20是该水质检测装置的取水和检测部分,样品池20的侧壁上分别开设有两个光学窗口,光学窗口上分别设置第一光学窗片21和第二光学窗片。第一光学窗片21外侧设置有透射光源模块22,透射光源模块用于发射透射光束,且透射光束的发射路径与第一光学窗片21以及第二光学窗片处于同一水平高度。而光谱仪23则是用于接收经过水体样本的透射光束并测量其光谱。进而再借助系统内置的数据处理模块,根据预先建立的水体模型进行反演计算,从而得到水体的水质参数值。由于此类装置具有确定的光程(即已知光束穿过水样的厚度),因而在一定条件下可以根据朗伯-比尔定律准确地计算得到水体在各个波长下的吸光度,并据此确定水体中某些物质的浓度。也可以针对不同水体先通过标准方法精确标定其水质参数,然后采集其透射光谱并分析光谱特征与标定的水质参数值之间的关系,建立水质参数反演模型,最后根据实时测得的透射光谱准确反演出自然条件下的水质参数。

[0042] 由于该光学窗片内表面长期与水体接触,极易被腐蚀或污染,导致光谱测量结果偏离真实值而引起误判,为了避免这一问题导致测试结果出现偏差,选择将样品池内设置升降式活塞,并且在升降式活塞上安装柔性刮片,用于清洁光学窗片。且升降式活塞可以在需要时抽取水质样本,检测完毕后及时排出,避免因水体长期存在而污染光学窗片。

[0043] 图3是水质检测装置的结构示意图,样品池30的内槽采用聚四氟乙烯等疏水材料制作,其水平方向横截面呈矩形,样品池30底部设置为锥台底面301,引水孔302位于锥台底面301的锥底。当升降式活塞34从池底向上移动时,将水质样本通过引水孔302抽至样品池30内,且水体液面超过第一光学窗片31和第二光学窗片。

[0044] 升降式活塞34的结构分为上下两个部分,其中,上部形状为方形立柱,且尺寸不大于样品池30的内槽尺寸,升降式活塞34的下部形状为倒状锥台341;方形立柱的周身设置至少一个密封圈342,密封圈342与样品池30的内槽紧密接触;倒状锥台341的四个锥面上分别设置有柔性刮片343,柔性刮片343与样品池30的内槽紧密接触。需要说明的是,升降式活塞34和样品池30底部的锥形角度一致,有利于充分排水。升降式活塞34在样品池30的内槽内上下移动时,柔性刮片343可以及时清理光学窗片上残留的水渍和附着物,避免阻挡光路和

腐蚀光学窗片。此外,引水孔302底部还安装过滤网,可以避免较大的颗粒物进入槽内,影响测试结果。此外,升降式活塞34和样品池30底部具有同样的锥度有利于充分排水。升降式活塞34顶部连接有吊杆35,吊杆35顶部通过顶板36固定。其中,顶板36上安装有螺杆37和电机38,电机38与样品池30的位置保持相对固定。该装置通过电机38正转和反转来控制螺杆37的正转和反转,进而实现升降式活塞34在样品池30的内槽中上下移动进行注水和排水。

[0045] 图4是水质检测装置的三维结构示意图,升降式活塞44上部固定连接有一个或多个吊杆45,吊杆45通过顶部设置的顶板46固定,且顶板中间开设有螺孔461,螺孔461用于放置螺杆,螺杆顶部连接有电机,可由电机带动螺杆转动,进而驱动可升降式活塞上下运动进行抽水和排水。

[0046] 图5是在未抽水状态下水质检测装置的结构示意图。此时的升降式活塞位于样品池底部,且位于光学窗片下方,排空水质样本。此时状态下,光源模块发出的光线可以通过吊杆之间的间隙穿过样品池,并通过光谱仪接收。此方式可以用于测量无水状态的透射光谱,用于数据校正,提高测试的精度。

[0047] 图中的光源模块可以是卤素灯,卤素灯光束直接通过第一光学窗片和第二光学窗片照射到光谱仪。其中,第一光学窗口和卤素灯之间设置有准直透镜,准直透镜用于将卤素灯发出的光束折射为近似平行光束进入水质样本,而第二光学窗片和光谱仪之间设置有会聚透镜,会聚透镜用于将穿过水质样本的光束重新会聚到光谱仪进行分析。此外,当光源模块采用光纤导光作为光源,可以用光纤准直器代替准直透镜。

[0048] 为了增加装置的测试功能,本装置还集成了测试散射光谱和荧光光谱的功能,散射光谱和荧光光谱采用 $90^\circ$ 光散射法进行测量,如图4所示,在与第一光学窗口和第二光学窗口相同高度的位置开设第三光学窗口和第四光学窗口,分别安装第三光学窗片42和第四光学窗片43,第三光学窗片42和第四光学窗片43位于和光谱仪相邻的侧壁上。其中,第三光学窗片42和第四光学窗片43可以位于同侧或异侧,本实施例对此不作限定。在第三光学窗片42和第四光学窗片43外侧分别设置白光LED光源和紫外LED光源,分别能用于测量水体浊度以及荧光光谱。

[0049] 综上所述,本申请实施例提供的水质检测装置,通过将电机带动螺杆旋转,可以实现将升降式活塞在样品池内移动来进行抽水和排水;样品池上设置的第一光学窗片和第二光学窗片可以设置透射光源的光路,便于光谱仪进行光谱分析;此外,升降式活塞的锥面上设置的柔性刮片可以将光学窗片上的水渍和附着物清除,避免造成腐蚀。本装置可以实现自动测试水质样本,提高检测的效率。

[0050] 本申请实施例还提供一种水质检测系统,对应的模块化结构框图,如图6所示。

[0051] 电源模块包括太阳能电池板、蓄电池和必要的控制电路以保证合理的功率分配和长续航时间,其作用是为系统其他部分供电。

[0052] 光源模块包括长寿命卤素灯和白LED和紫外LED等多种光源,根据不同的测量需求配置在样品池和光谱仪的不同方位(卤素灯光束正对第一光学窗片,LED灯光束与光谱仪收集光路呈 $90$ 度角),经透镜准直或聚焦后入射到样品池内部,分别用于透射(吸收)谱测量、散射谱(浊度)和荧光谱测量。

[0053] 光谱仪负责测量来自样品池内部的信号光光谱,在光谱仪入口处配有电动狭缝,可由系统自动控制进行关闭以便在测量暗噪声背景时屏蔽外界光输入。

- [0054] 定位模块用于收集装置的空间坐标,用于向通讯模块发送定位信息。
- [0055] 数据采集模块用于采集和记录光谱仪和其他探测器采集到的水体数据和设备状态数据,包括光谱、酸碱度、温度以及设备状态等数据。
- [0056] 数据处理模块记录并处理光谱仪采集到的光谱和其他探测器反馈的温度、坐标等信息,反馈给控制模块。
- [0057] 控制模块使其余各模块按一定的时序协同工作(包括控制升降式活塞进行抽水和排水),并汇总所有测量数据进行水体指标反演,反演得到的结果被保存在本地或通过通讯模块发送至用户界面。
- [0058] 通讯模块负责在系统和用户界面间之间进行信息双向传输,将测量的结果和数据发送至监测站。
- [0059] 图7是本申请实施例提供的一种水质检测方法的流程图,用于上述的水质检测装置和水质检测系统。
- [0060] 步骤701,开启水质检测装置。
- [0061] 通过监测站发送开机信号,或通过控制模块定时开启检测装置,并进行开机自检。
- [0062] 步骤702,将升降式活塞移动至样品池的池底。
- [0063] 控制模块控制电机正转,使活塞到达样品池底部,样品池内为无水状态。
- [0064] 步骤703,开启透射光源以及光谱仪,测试第一透射光谱。
- [0065] 通过光源模块开启透射光源(卤素灯)和光谱仪(光谱仪设备上的电动狭缝打开),通过光谱仪测试无水状态下的第一透射光谱(参考光谱)。其中,曝光时间根据实际情况自动设定,在曝光时间内测量第一透射光谱。
- [0066] 步骤704,关闭光谱仪电动狭缝,测试暗噪声。
- [0067] 暗噪声可以用于对光谱数据进行数据校正,提高检测的精确度。原则上,暗噪声可以在每个测试周期内的任意时段测量。
- [0068] 步骤705,抽取水质样本,测试第二透射光谱。
- [0069] 第一透射光谱测试完毕后,控制电机反转,升降式活塞向上运行抽取水样,使样品池内水位高于光学窗口上边沿。进而再打开光谱仪的电动狭缝,按照步骤703过程继续测量第二透射光谱。在升降式活塞运动过程中,柔性刮片自动清理光学窗片上的水渍和附作物。
- [0070] 步骤706,分别开启白LED光源以及紫外LED光源,测试散射光谱和荧光光谱。
- [0071] 测试到第二透射光谱后,关闭卤素灯,分别单独打开白LED光源和紫外LED光源,测量散射光谱和荧光光谱。
- [0072] 步骤707,通过数据处理模块对采集的光谱数据进行处理,并通过通讯模块发送至监测站。
- [0073] 检测完成后,再次控制电机正转,升降式活塞向下运行到底部将水样排出。在数据处理过程,包括对水体的酸碱度、温度和光谱数据进行处理。对于透射光谱数据,数据处理模块需要计算第二透射光谱和第一透射光谱的比值,并进行后续处理;对于散射光谱数据或荧光光谱数据,数据处理模块需要计算荧光光谱和暗噪声的差值,然后在进行后续处理。按照所设定的计算模型反演出所需的水质参数并保存在本地或发送至监测站的用户界面,完成本次测量。
- [0074] 本提案通过应用不同光源和光路结构,获得多种不同的光谱数据(透射、散射/荧

光光谱),可以提取出更多有用信息,实现多种水质光谱特征的解耦合和相互校正。如根据荧光光谱测定叶绿素浓度,根据散射光谱测定水体浊度,并在透射和荧光光谱分析中考虑浊度的影响,对光谱进行校正。进而提高水质参数反演结果的准确性。

[0075] 以上对本发明的较佳实施例进行了描述;需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,其中未尽详细描述的设备 and 结构应该理解为用本领域中的普通方式予以实施;任何熟悉本领域的技术人员,在不脱离本发明技术方案作出许多可能的变动和修饰,或修改为等同变化的等效实施例,这并不影响本发明的实质内容;因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰,均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

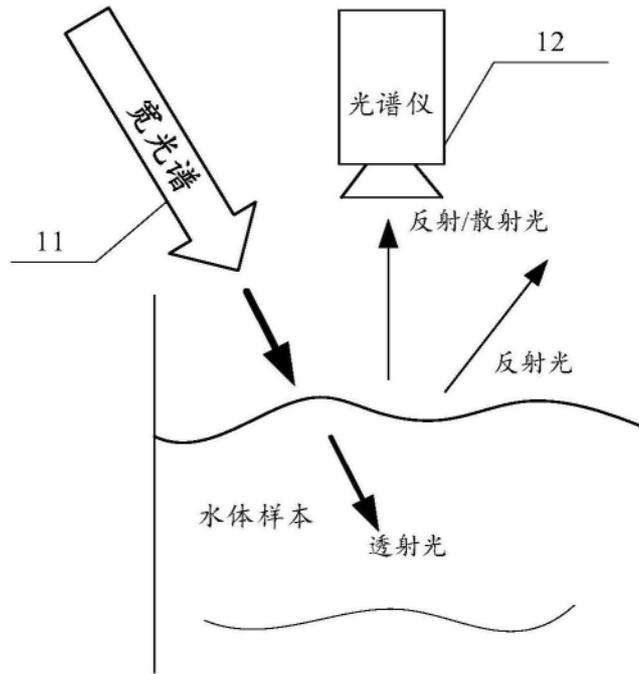


图1

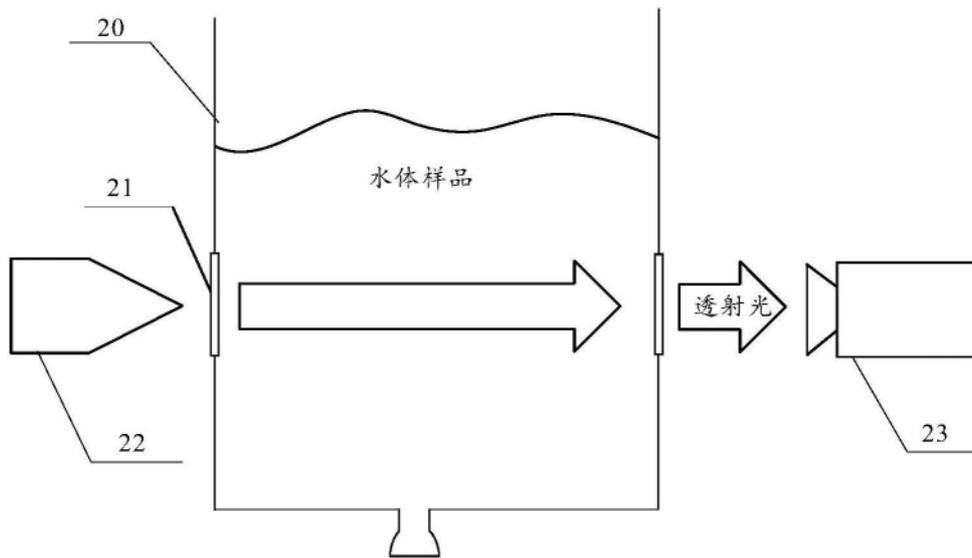


图2



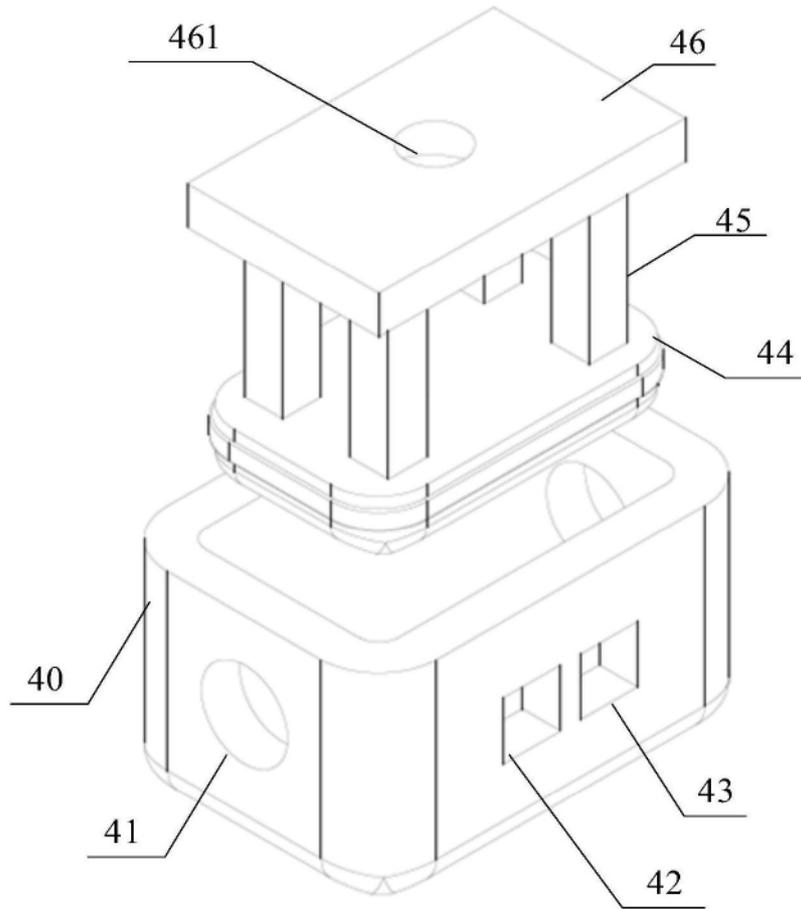


图4

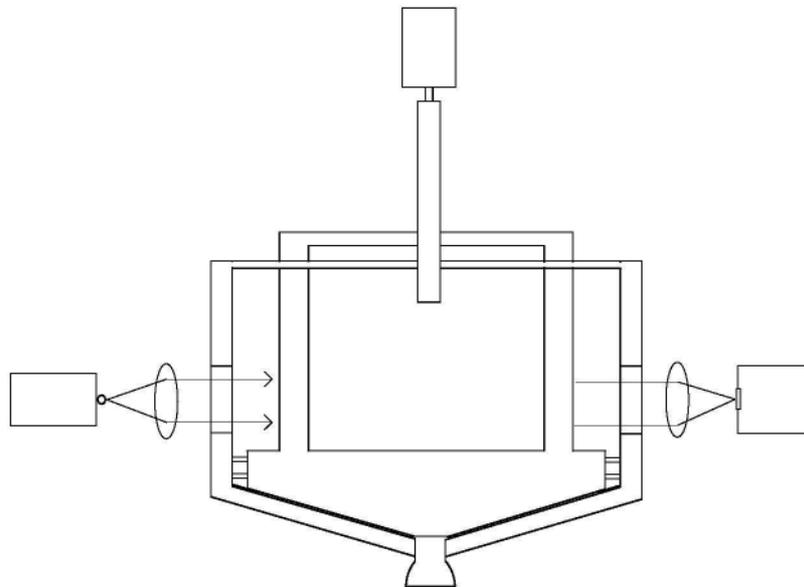


图5

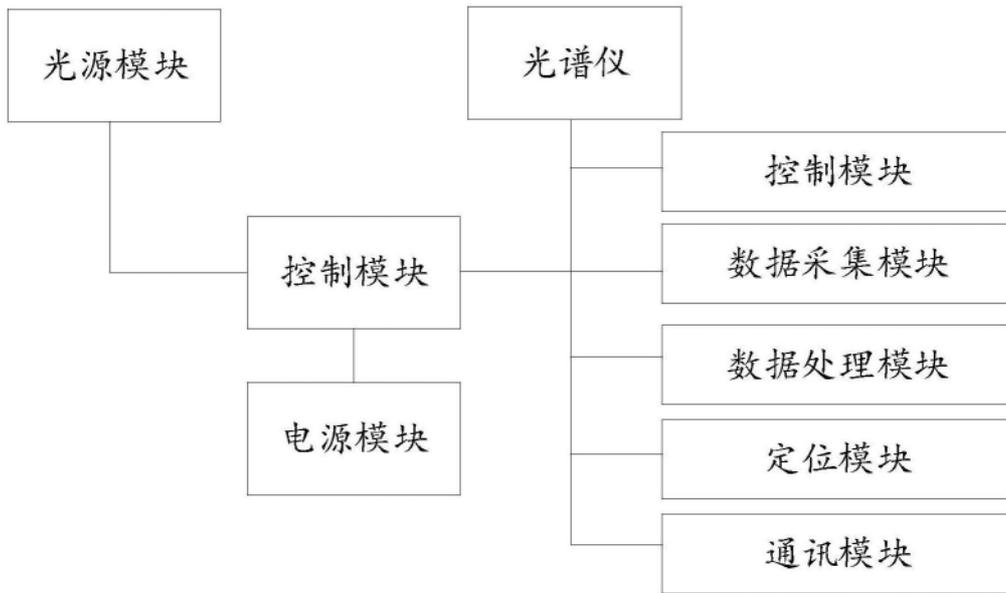


图6

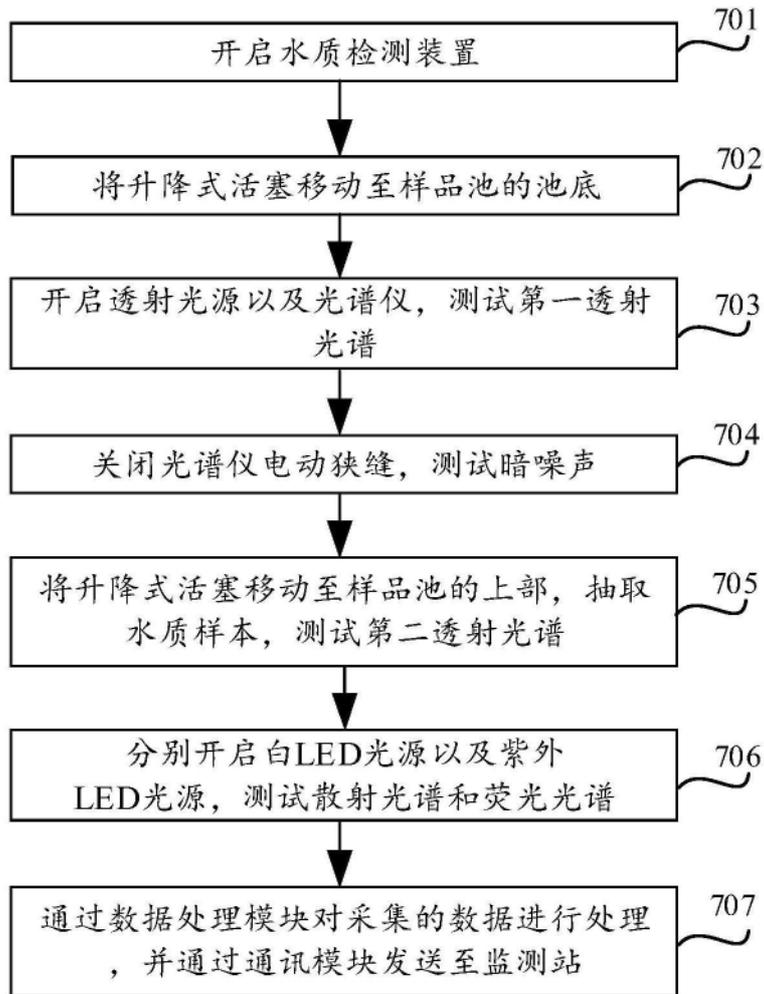


图7