(19)国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 218098832 U
(45)授权公告日 2022.12.20

(21)申请号 202221762824.9

(22)申请日 2022.07.07

(73)专利权人 深圳网联光仪科技有限公司
地址 518000 广东省深圳市罗湖区清水河街道清水河社区清水河一路112号智丰大厦1座1701

(72)发明人 钟文波 李浩文 杨正华 刘乐林 徐文

(74)专利代理机构 深圳市特讯知识产权代理事务所(普通合伙) 44653
专利代理师 吴汗

(51)Int.Cl.
G01N 21/01(2006.01)
G01N 21/3504(2014.01)
G01N 21/17(2006.01)

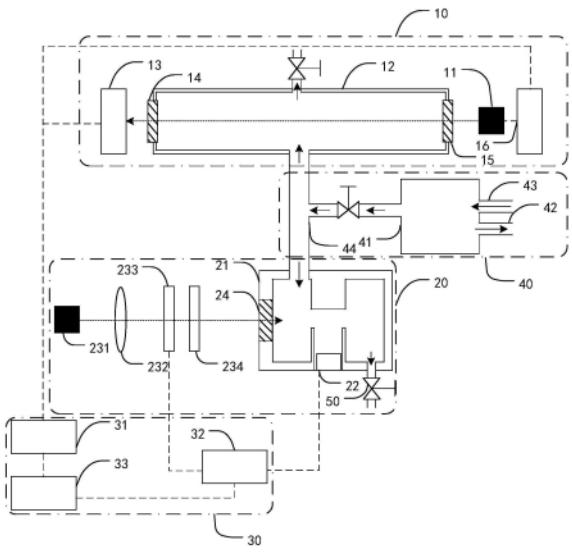
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)实用新型名称

一种气体检测系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种气体检测系统，包括单点检测器，包括红外激光器，以及红外激光器的光路上依次设置的光吸收池，以及红外探测器；光声光谱检测器，包括宽谱光源模块、设置于宽谱光源模块上的光声池，以及设置于光声池的侧壁的微音器；脱气装置，包括用于对变压器的油体进行油气分离得到待测气体的脱气室、连接脱气室和变压器的油体通道，以及进气通道；控制模块，控制模块分别与所单点检测器、脱气装置和光声光谱检测器通讯连接，用于控制单点检测器、光声光谱检测器和脱气装置工作以及根据单点检测器和光声光谱检测器采集的信号确定待测气体的气体成分和气体含量。本实用新型能够提高基于光声光谱法对气体的测量精确度。



CN 218098832 U

1.一种气体检测系统,所述气体检测系统应用于变压器油中溶解的气体检测,包括:

单点检测器,包括中红外激光器,以及所述红外激光器的光路上依次设置的光吸收池,以及红外探测器;

光声光谱检测器,包括宽谱光源模块、设置于所述宽谱光源模块上的光声池,以及设置于所述光声池的侧壁的微音器;

脱气装置,包括用于对所述变压器的油体进行油气分离得到待测气体的脱气室、连接所述脱气室和所述变压器的油体通道,以及进气通道,其中,所述进气通道分别与所述光声池和所述光吸收池连通;

控制模块,所述控制模块分别与所单点检测器、所述脱气装置和所述光声光谱检测器通讯连接,用于控制所述单点检测器、光声光谱检测器和所述脱气装置工作以及根据所述单点检测器和所述光声光谱检测器采集的信号确定所述待测气体的气体成分和气体含量。

2.根据权利要求1所述气体检测系统,其特征在于,所述中红外激光器包括激光发射器,以及与所述中红外激光器通讯连接的激光器控制模块。

3.根据权利要求2所述气体检测系统,其特征在于,所述宽谱光源模块包括宽谱光源,以及设置于所述宽谱光源光路上的光路处理单元。

4.根据权利要求2所述气体检测系统,其特征在于,所述光吸收池包括设置于所述红外激光器光路上的第一射入窗口和射出窗口;

所述光声池包括设于所述宽谱光源的光路上的第二射入窗口。

5.根据权利要求4所述气体检测系统,其特征在于,所述第一射入窗口、所述射出窗口和/或所述第二射入窗口为硒化锌窗口玻璃。

6.根据权利要求1所述气体检测系统,其特征在于,所述进气通道还包括与所述脱气装置连接的板状部、所述板状部向外延伸且与所述光吸收池连接的第一延伸部,以及所述板状部向外延伸且与所述光声池连接的第二延伸部。

7.根据权利要求6所述气体检测系统,其特征在于,所述脱气装置还包括设于所述板状部的第一电磁阀;

所述光吸收池和/或所述光声池还包括用于将所述待测气体排出的排气通道,和用于控制所述排气通道的第二电磁阀。

8.根据权利要求3所述气体检测系统,其特征在于,所述光路处理单元包括所述宽谱光源的光路上依次设置的聚焦透镜、光学斩波器和滤光盘。

9.根据权利要求8所述气体检测系统,其特征在于,所述控制模块包括分别第一信号处理单元、第二信号处理单元和控制单元;

所述第一信号处理单元分别与所述微音器和所述光学斩波器通讯连接,所述第二信号处理单元分别与所述红外探测器和所述激光发射器通讯连接,所述控制单元分别与所述第一信号处理单元和所述第二信号处理单元通讯连接。

10.根据权利要求9所述气体检测系统,其特征在于,所述第一信号处理单元和/或所述第二信号处理单元包括锁相放大器。

一种气体检测系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及电气系统技术领域，特别涉及一种气体检测系统。

背景技术

[0002] 电力变压器一旦发生故障，将会导致电力中断，情况严重时甚至会引发火灾，对社会生活以及经济发展带来十分严重的后果。通过对油中溶解气体含量分析，能够较为准确且全面地分析电力变压器的状态和故障诊断。在对油中气体含量的分析方法中，基于光声效应的光声光谱检测技术是较为新型的应用方式，其通过油气分离的方式将油中气体分解出来，不同气体与不同波长中红外光形成光声效应后，通过微音器采集光声效应并进行数据处理来判断气体种类及含量。

[0003] 当前技术也存在一些缺点。首先，光声光谱法对双原子分子无响应(例如，H_2)；其次，变压器油中分离出来的气体包括甲烷(CH_4)、乙烯(C_2H_4)、乙烷(C_2H_6)、氢气(H_2)、一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO_2)、水(H_2O)、乙炔(C_2H_2)等多种气体组成的混合气体，不同气体对应的红外光吸收波长并不是完全独立的，他们彼此之间容易产生干扰，特别是H2O分子的红外吸收波长影响较大，对于更高或更低的波都会产生噪声；此外，部分气体产生的光热现象较弱，因此目前基于光声光谱法，对气体的测量精确度仍然较低。

实用新型内容

[0004] 本实用新型要解决的技术问题在于目前基于光声光谱法对气体的测量精确度仍然较低，针对现有技术的不足，提供一种气体检测系统。

[0005] 为了解决上述技术问题，本实用新型所采用的技术方案如下：

[0006] 一种气体检测系统，所述气体检测系统应用于变压器油中溶解的气体检测，包括：

[0007] 单点检测器，包括中红外激光器，以及所述红外激光器的光路上依次设置的光吸收池，以及红外探测器；

[0008] 光声光谱检测器，包括宽谱光源模块、设置于所述宽谱光源模块上的光声池，以及设置于所述光声池的侧壁的微音器；

[0009] 脱气装置，包括用于对所述变压器的油体进行油气分离得到待测气体的脱气室、连接所述脱气室和所述变压器的油体通道，以及进气通道，其中，所述进气通道分别与所述光声池和所述光吸收池连通；

[0010] 控制模块，所述控制模块分别与所单点检测器、所述脱气装置和所述光声光谱检测器通讯连接，用于控制所述单点检测器、光声光谱检测器和所述脱气装置工作以及根据所述单点检测器和所述光声光谱检测器采集的信号确定所述待测气体的气体成分和气体含量。

[0011] 可选地，所述中红外激光器包括激光发射器，以及与所述中红外激光器通讯连接的激光器控制模块。

[0012] 可选地，所述宽谱光源模块包括宽谱光源，以及设置于所述宽谱光源光路上的光

路处理单元。

[0013] 可选地，所述光路处理单元包括所述宽谱光源的光路上依次设置的聚焦透镜、光学斩波器和滤光盘。

[0014] 可选地，所述光吸收池包括设置于所述红外激光器光路上的第一射入窗口和射出窗口；

[0015] 所述光声池包括设于所述宽谱光源的光路上的第二射入窗口。

[0016] 可选地，所述第一射入窗口、所述射出窗口和/或所述第二射入窗口为硒化锌窗口玻璃。

[0017] 可选地，所述进气通道还包括与所述脱气装置连接的板状部、所述板状部向外延伸且与所述光吸收池连接的第一延伸部，以及所述板状部向外延伸且与所述光声池连接的第二延伸部。

[0018] 可选地，所述脱气装置还包括设于所述板状部的第一电磁阀；

[0019] 所述光吸收池和/或所述光声池还包括用于将所述待测气体排出的排气通道，和用于控制所述排气通道的第二电磁阀。

[0020] 可选地，所述控制模块包括第一信号处理单元、第二信号处理单元和控制单元；

[0021] 所述第一信号处理单元分别与所述微音器和所述光学斩波器通讯连接，所述第二信号处理单元分别与所述红外探测器和所述激光发射器通讯连接，所述控制单元分别与所述第一信号处理单元和所述第二信号处理单元通讯连接。

[0022] 可选地，所述第一信号处理单元和/或所述第二信号处理单元包括锁相放大器。

[0023] 有益效果：与现有技术相比，本实用新型提供了一种气体检测系统，所述气体检测装置包括单点检测器、光声光谱检测器、脱气装置和控制模块，脱气装置能够抽提变压器的变压器油中气体，并传输至单点检测器和光声光谱检测器，单点检测器可对个别易受到干扰的气体进行激光吸收的采集，而光声光谱检测器能够基于宽谱光源模块，对多个气体进行振动信号的采集，最后对采集的信号进行分析，确定变压器油中的气体成分和气体含量。本方案能够实现检测结果更为精确，对存在干扰的气体能够得到更为准确的检测结果。

附图说明

[0024] 图1为本实用新型提供的气体检测系统的结构示意图。

[0025] 图中标注的含义为：

[0026] 10，单点检测器；20，光声光谱检测器；30，控制模块；40，脱气装置；11，激光发射器；12，光吸收池；13，红外探测器；14，射出窗口；15，第一射入窗口；16，激光器控制模块；21，光声池；22，微音器；24，第二射入窗口；231，宽谱光源；232，聚焦透镜；233，光学斩波器；234，滤光盘；30，控制模块；31，第一信号处理单元；32，第二信号处理单元；33，控制单元；41，脱气室；42，进油通道；43，出油通道；44，进气通道。

具体实施方式

[0027] 本实用新型提供一种气体检测系统，为使本实用新型的目的、技术方案及效果更加清楚、明确，以下参照附图并举实施例对本实用新型进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本实用新型，并不用于限定本实用新型。

[0028] 经过研究发现，目前基于光声光谱法对气体的测量精确度仍然较低。为此，提供一种结合了光声光谱以及单激光检测的气体检测系统。

[0029] 下面结合附图，通过对实施例的描述，对实用新型内容作进一步说明。

[0030] 如图1所示，本实施提供了一种气体检测系统，图中实线箭头表示气体的流动方向，虚线箭头表示光束的光路，元件间的虚线连接表示彼此存在通讯连接，该气体检测用于对变压器油中的气体的成分和含量进行检测，以检测变压器的安全性，以及故障的查找和定位。

[0031] 该气体检测系统包括单点检测器10、光声光谱检测器20、控制模块30和脱气装置40。单点检测器10是采用单个激光对某些容易产生干扰的气体进行个别检测。光声光谱检测器20是基于光声光谱学的检测器，主要利用在一定波长的激光刺激下，气体吸收光能，并以释放热能的方式退激，释放的热能使样品和周围介质按光的调制频率产生周期性加热，从而导致介质产生周期性压力波动，通过对波动的检测实现对气体的类型以及浓度的测量。脱气装置40用于获取变压器中的油样品，并采用油气分离的方式，抽提变压器油中的待测气体，以用于后续的检测。而控制模块30控制单点检测器10、光声光谱检测器20和/或脱气装置40的工作，并对单点检测器10和光声光谱检测器20采集的数据进行处理分析，以对变压器油中的气体进行定性以及定量。

[0032] 单点检测器10包括中红外激光器、光吸收池12和红外探测器13。将一束特定波长的红外射线照射到待测气体上，待测气体中的某些分子会吸收其特定波长的红外射线，形成这一分子的红外吸收光谱。中红外激光器就是用于发射特定波长的红外射线。光吸收池12是用于承载进行光学特性分析的样品的容器，在本实施例中，光吸收池12就是用于容置抽提得到的待测气体。红外探测器13能够吸收环境中不同波长的红外射线及其强度。

[0033] 光吸收池12包括第一射入窗口15和射出窗口14，光吸收池12和红外探测器13依次设置在中红外激光器的光路上，中红外激光器发射的红外射线会通过第一射入窗口15进入光吸收池12、穿过光吸收池12，并通过射出窗口14射出光吸收池12，到达红外探测器13，红外探测器13会记录特定波长的红外射线的强度。若待测气体吸收部分红外射线，穿出光吸收池12的红外射线会缺失部分波长的激光，因此通过比较射入光吸收池12前后红外射线的强度变化。根据不同气体对应的特定吸收波长，即可确定光吸收池12中的待测气体中包含的气体以及气体的浓度。本实施例中的中红外激光器包括激光发射器11和激光器控制模块16，激光器控制模块16与所述激光发射器11通讯连接，以控制激光发射器11发出特定强度以及波长的红外射线。激光发射器11可采用单波长的中红外激光。第一射入窗口15片和射出窗口14片可采用硒化锌窗口玻璃。

[0034] 光声光谱检测器20包括光声池21、微音器22和宽谱光源模块。光声池21是光声光谱气体检测系统中的核心器件，其可采用圆柱形、近视喇叭形末端的对称谐振腔、T形的光声池、基于石英增强光声光谱技术的椭圆形光声池等形状。以两侧带圆柱形缓冲腔的圆柱形光声池为例，如图1所示，在该光声池21中，两端设有圆柱形腔体，两个圆柱形腔体之间有用于激光通过的连接通道。可从一侧的圆柱形腔体设置一个进气口，待测气体可从进气口流入圆柱形墙体内。微音器22是能够将机械波能变成电能的器件。机械波通过微音器22时，微音器22能使电流随机械波的变化作相应的变化，产生电信号。宽谱光源模块用于产生射入光声池21的光束。第二射入窗口位于宽谱光源模块的光路上，宽谱光源模块发射的光束

可穿过第二射入窗口24并进入光声池21中。与单点激光器不同，宽谱光源模块能够产生较宽波长范围的光束，微音器22可采集到不同波长的激光所引起光声池21中气体的机械活动，从而采集到待测气体对应的光声光谱。第二射入窗口24可采用硒化锌窗口玻璃。

[0035] 脱气装置40包括脱气室41、进油通道42、出油通道43和进气通道44，进油通道42用于将变压器中的变压器油吸入到脱气室41，而出油通道43用于将变压器油排回变压器中，以实现变压器油的重复利用。脱气室41能够实现油气分离，脱气室41可采用油气分离膜、真空脱气等方式。进气通道44分别与光吸收池12和光声池21通道连接，以将待测气体导入光吸收池12和光声池21中。控制模块30分别与单点检测器10、脱气装置40和光声光谱检测器20通讯连接，以控制单点检测器10对待测气体的检测的启动、脱气装置40吸入变压器中的变压器油，以及光声光谱检测器20对待测气体的检测的启动。整个装置的工作过程如下：

[0036] 基于进油通道42，控制模块30控制脱气装置40从变压器中吸入变压器油，变压器油在脱气室41中进行油气分离，得到待测气体，待测气体通过进气通道44分别进入光声光谱检测器20的光声池21和单点激光器的光吸收池12。当待测气体进入光声池21后，宽谱光源模块向光声池21发射激光，通过第二射入窗口24，宽谱光源模块的激光进入第二射入窗口24，产生光声光谱效应，通过微音器22采集并传递给控制处理模块。根据微音器22采集的不同波长的激光所引起的机械信号的强弱，控制处理模块确定待测气体中的成分和浓度。

[0037] 当待测气体进入光吸收池12后，激光发射器11向第一射入窗口15发射红外射线，进入光吸收池12，再经过射出窗口14，被红外探测器13探测并传输至控制处理模块。对于光吸收池12中的待测气体，根据待测气体对某一特定波长的光吸收强度与待测物质含量之间的关系，控制处理模块确定待测气体中某一或某几个气体的含量。

[0038] 本实施例通过两种检测方式，可以能够将相互存在干扰的气体分开进行检测。例如甲烷气体会对其他气体的检测产生干扰，因此在光吸收池12中使用单点激光进行监测，提高甲烷的检测精度。而对其他干扰性较小的气体，可直接采用光声光谱进行广泛性检测。

[0039] 进一步地，为了避免不同波长的激光产生的机械振动之间的相互干扰，在本实施例中，宽谱光源模块包括宽谱光源231以及设置在宽谱光源231的光路上的光路处理单元，光路处理单元能够对宽谱光源231发射的光束进行处理，例如光路处理单元包括滤光盘234，滤光盘234上设有若干个滤光片，每一个滤光片过滤宽谱光源模块发射的激光中部分波长的光束，只允许特定波长的光束通过。此外，光路处理单元可设置光学斩波器233，光学斩波器233工作时，对宽谱光源模块发出的光学信号施加了脉冲调制，从而使待测气体按光的调制频率产生周期性加热，产生光声光谱。为了保证宽谱光源231射出的激光能够准确地射入第二射入窗口24和滤光片，光路处理单元还包括聚焦透镜232。在一种实现方式中，宽谱光源231的光路处理单元包括在宽谱光源231的光路上依次设置的聚焦透镜232、光学斩波器233以及滤光盘234。其中，宽谱光源231可采用宽谱中红外光源，聚焦透镜232可采用红外聚焦透镜232。

[0040] 在工作中，以红外宽谱光源231为例，红外宽谱光源231发出中红外波长的光，经过红外聚焦透镜232后将激光进行汇聚，激光经过光学斩波器233后将光信号调制成正弦波信号，再经过滤光盘234后对激光进行滤波，滤光盘234上有不同波长滤光片，对应油中甲烷(CH_4)，乙烯(C_2H_4)，乙烷(C_2H_6)，氢气(H_2)，一氧化碳(CO)，二氧化碳(CO_2)，水(H_2O)，乙炔(C_2H_2)等气体的吸收波长，最后进入光声池21中。

[0041] 进一步地，为将各个器件安排更为紧凑、节约材料，脱气装置40的进气通道44为T型，具体包括与脱气装置40连接的板状部、所述板状部向外延伸且与所述光吸收池12连接的第一延伸部，以及所述板状部向外延伸且与所述光声池21连接的第二延伸部。待测气体通过板状部进入第一延伸部和第二延伸部，并从第一延伸部进入光吸收池12，从第二延伸部进入光声池21。光吸收池12和/或光声池21还包括用于将待测气体排出室内的排气通道。为了控制待测气体的流入以及流出时间，以形成可用于检测的密闭空间，在板状部上设有第一电磁阀，在排气通道上可设置第二排气阀。

[0042] 进一步地，控制模块30包括第一信号处理单元31、第二信号处理单元32，以及分别于第一信号处理单元31和第二信号处理单元32通讯连接的控制单元33。第一信号处理单元31分别与微音器22和所述光学斩波器233通讯连接，微音器22将采集的信号传输至第一信号处理单元31，同时，宽谱光源中的光学斩波器233转动的信号也能传输至第一信号处理单元31。在本实施例中，第一信号处理单元31可采用锁相放大器，锁相放大器可与分别于微音器22和光学斩波器233通讯连接，根据光学斩波器233输入锁相放大器的信号，锁相放大器能够对微音器22采集的信号进行降噪，提高信噪比，增加微弱信号的强度。同时，第二信号处理单元32分别与红外探测器13和激光器控制模块16通讯连接，第二信号处理单元32也可选用锁相放大器，根据激光控制模块16，对采集的信号进行放大处理。第一信号处理单元31和第二信号处理单元32都与控制单元33通讯连接，将处理后的信号发送至控制单元33，以方便控制单元33对采集的信号进行处理，计算对应的气体浓度。

[0043] 此外，本实施例中，控制单元33还可与激光器控制模块16通讯连接，以间接控制激光发射器11发射激光的时间，控制模块30还与宽谱光源模块通讯连接，控制宽谱光源231发射激光的时间。

[0044] 本发明结构整合度高，使用方便。结合了光声光谱和中红外单点激光检测气体含量技术的优势，可以自由安排两种测量方式测量需要分开测量的气体，提高了气体测量的精度。

[0045] 最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

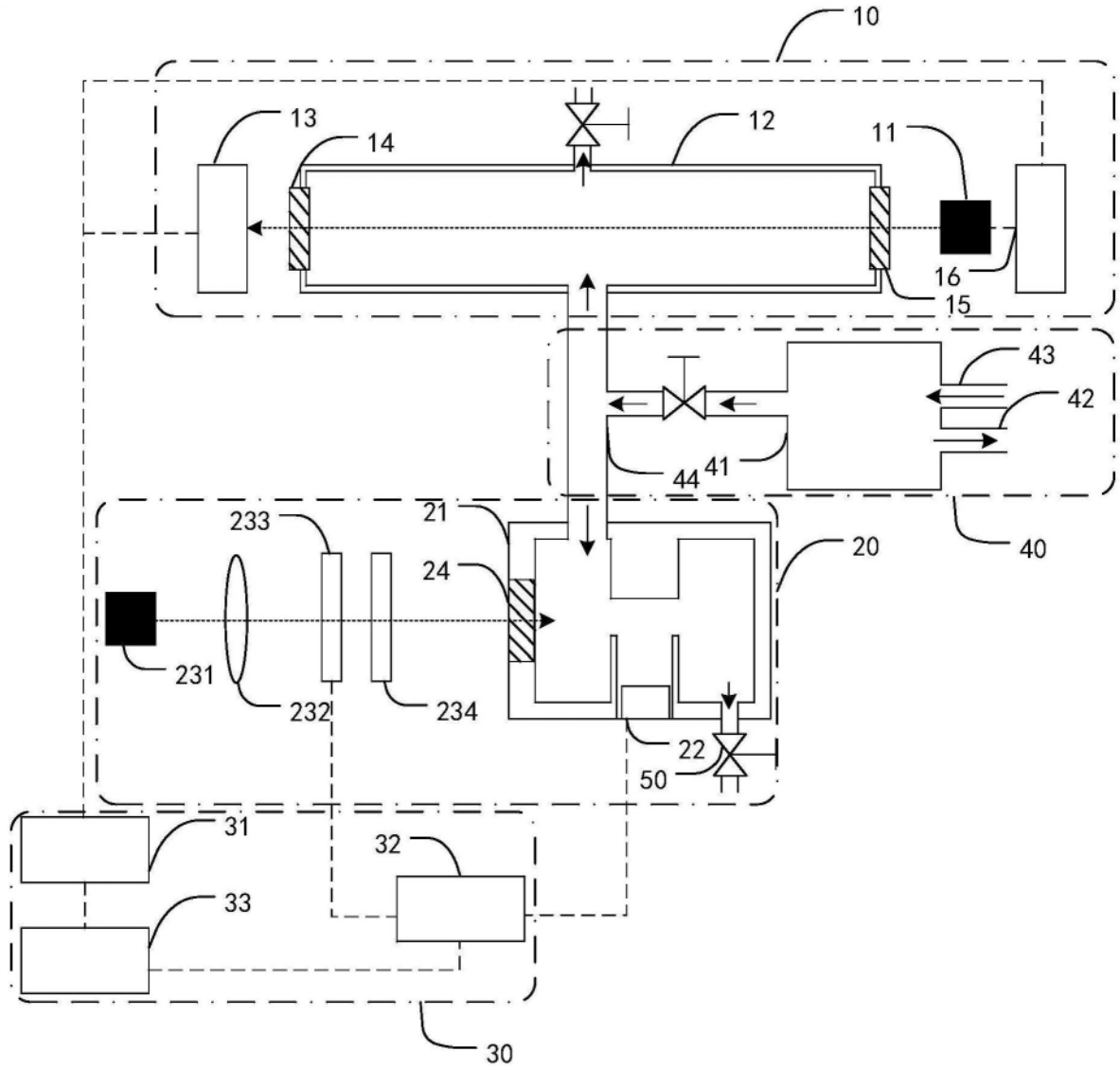

10
13
14
12
11
16
15
43
42
44
41
40
21
233
24
20
231
232
234
22
50
31
32
33
30

图1