



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102879355 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 16

(21) 申请号 201210358306. 5

(22) 申请日 2012. 09. 24

(71) 申请人 昆山昱翌辉华电子科技有限公司

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区一匡街 2 号哈尔滨工业大学科学园 2G 栋 313 室

(72) 发明人 高强 张治国 曹文武

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所 23109

代理人 牟永林

(51) Int. Cl.

G01N 21/39 (2006. 01)

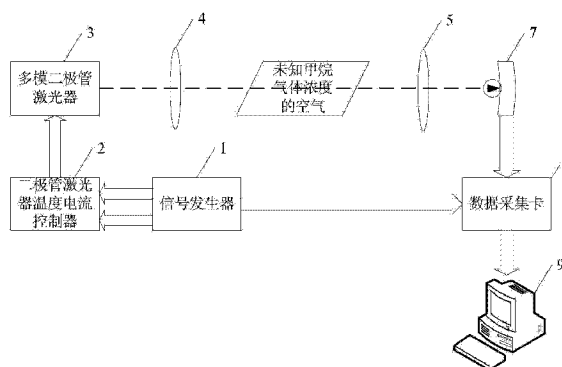
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

多模二极管激光吸收光谱技术监测甲烷气体浓度的装置及监测方法

(57) 摘要

多模二极管激光吸收光谱技术监测甲烷气体浓度的装置及监测方法, 涉及气体监测技术领域。它为了解决目前甲烷浓度监测装置和方法实用性差的问题。本装置包括信号发生器、二极管激光器温度电流控制器、多模二极管激光器、一号聚焦透镜、二号聚焦透镜、探测器、数据采集卡和计算机; 信号发生器分别产生调制正弦波和扫描锯齿波至二极管激光器温度电流控制器上; 多模二极管激光器发射的激光束经一号聚焦透镜会聚后入射至待测气体中, 经该待测气体透射之后的光束入射至二号聚焦透镜上, 探测器将所采集的光信号转换成电信号后输入数据采集卡, 数据采集卡采集探测器输出的电信号后将其输入至计算机进行处理。本发明适用于对环境气体中甲烷浓度的监测。



1. 多模二极管激光吸收光谱技术监测甲烷气体浓度的装置,其特征在于:它包括信号发生器(1)、二极管激光器温度电流控制器(2)、多模二极管激光器(3)、一号聚焦透镜(4)、二号聚焦透镜(5)、探测器(7)、数据采集卡(8)和计算机(9);

所述信号发生器(1)用于同时产生频率为 f_1 的调制正弦波信号、频率为 f_2 的锯齿波信号和TTL触发信号,所述信号发生器(1)的正弦波信号输出端连接二极管激光器温度电流控制器(2)的正弦波信号输入端;

所述信号发生器(1)的锯齿波信号输出端连接二极管激光器温度电流控制器(2)的扫描锯齿波信号输入端, f_1 为正整数, f_2 为正整数;

所述信号发生器(1)的TTL触发信号输出端连接数据采集卡(8)的TTL触发信号输入端;

所述二极管激光器温度电流控制器(2)的温度控制信号输出端连接多模二极管激光器(3)的温度控制信号输入端;

所述二极管激光器温度电流控制器(2)的电流控制信号输出端连接多模二极管激光器(3)的电流控制信号输入端;

多模二极管激光器(3)发射的激光束经一号聚焦透镜(4)会聚后入射至待测气体中,经该待测气体透射之后的光束入射至二号聚焦透镜(5)上,透过二号聚焦透镜(5)的光会聚至探测器(7)的光敏面上;探测器(7)的电信号输出端连接数据采集卡(8)的采样信号输入端,数据采集卡(8)通过PCI接口与计算机(9)相连;所述一号聚焦透镜(4)与二号聚焦透镜(5)为同一型号的聚焦透镜;

所述一号聚焦透镜(4)与二号聚焦透镜(5)之间的距离为L。

2. 根据权利要求1所述的多模二极管激光吸收光谱技术监测甲烷气体浓度的装置,其特征在于:

所述多模二极管激光器(3)输出的激光束的波长为 $1.32\mu\text{m}$ 或 $1.65\mu\text{m}$ 。

3. 根据权利要求1所述的多模二极管激光吸收光谱技术监测甲烷气体浓度的装置,其特征在于:

所述多模二极管激光器(3)输出的激光束的中心波长为 1318nm 。

4. 根据权利要求1所述的多模二极管激光吸收光谱技术监测甲烷气体浓度的装置,其特征在于:

L为一号聚焦透镜(4)焦距的二倍。

5. 根据权利要求1所述的多模二极管激光吸收光谱技术监测甲烷气体浓度的装置,其特征在于:二极管激光器温度电流控制器(2)是采用LASER DIODE COMBI CONTROLLER激光器温度、电流控制器ITC501实现的。

6. 根据权利要求1所述的散射增强可调谐二极管激光痕量气体检测装置,其特征在于:频率 f_2 的范围为 $1\text{Hz}-100\text{Hz}$ 。

7. 根据权利要求5所述的散射增强可调谐二极管激光痕量气体检测装置,其特征在于:频率 f_1 的范围为 $1\text{kHz}-100\text{kHz}$ 。

8. 根据权利要求1或6所述的散射增强可调谐二极管激光痕量气体检测装置,其特征在于:TTL触发信号的频率与 f_2 频率相同。

9. 基于权利要求1所述的多模二极管激光吸收光谱技术监测甲烷气体浓度的装置的

监测方法,其特征在于:该方法的实现过程为:

首先,信号发生器(1)输出正弦波信号通过二极管激光器温度电流控制器(2)加载至多模二极管激光器(3)的注入电流中,控制多模二极管激光器(3)的工作电流,对多模二极管激光器(3)的输出光强进行调制;

信号发生器(1)输出锯齿波信号通过二极管激光器温度电流控制器(2)加载至多模二极管激光器(3)的注入电流中,控制多模二极管激光器(3)的工作工作电流,对多模二极管激光器(3)的输出光强进行调谐;二极管激光器的温度由二极管激光器温度电流控制器(3)的温度控制功能直接控制;通过对多模二极管激光器(3)输出的工作温度及工作电流的调节,使得多模二极管激光器(3)输出的中心波长能完整地扫描未知甲烷气体浓度空气中甲烷气体的吸收线;

信号发生器(1)产生 TTL 触发信号触发数据采集卡(8);

然后,多模二极管激光器(3)输出激光束,探测器(7)采集光信号,

数据采集卡(8)采集探测器(7)输出的电信号,并通过 PCI 接口输入到计算机(9)进行处理;

最后,计算机(9)根据 Beer-Lambert 定律计算反演出甲烷气体的浓度;

$$N_s = A_s(\omega_0)N_r/A_r(\omega_0),$$

式中, $A_s(\omega_0)$ 为待测气体调制信号的第二阶傅立叶展开系数, $A_r(\omega_0)$ 为标定的已知甲烷气体浓度为 N_r 时得到的气体调制信号的第二阶傅立叶展开系数; ω_0 为甲烷气体吸收线的中心频率。

多模二极管激光吸收光谱技术监测甲烷气体浓度的装置及 监测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及二极管激光光谱应用技术领域。

背景技术

[0002] 甲烷作为当今最主要的清洁能源之一,是天然气和煤层伴生气体瓦斯的主要成分,由于在空气中浓度为 5% -15% 时极易发生爆炸,故是工业生产和日常生活使用中的关注重点,对甲烷气体进行实时在线监测是对人们生命财产和人身安全的有效保障。

[0003] 目前,甲烷气体测量技术可分为化学方法和光学方法。化学方法以催化燃烧法为主,虽然具有很高的测量精度,但探测器寿命短,易老化,测量范围小。光学方法以可调谐二极管激光光谱技术(TDLAS)最为实用。TDLAS 技术的气体监测系统具有响应速度快,测量范围广,可实时在线监测的优势。目前,基于 TDLAS 技术的甲烷气体检测系统的光源大多采用 1.6 μm 的单模二极管激光器为,由于 TDLAS 技术对光源的单模输出具有很高的要求,通常情况下都采用单模二极管激光器作为光源。然而,大多数单模激光器都是在多模激光器的基础之上进行更复杂的工艺得到的,不但成本提高,而且对激光器的维护要求也较为苛刻,大大降低了实用性。

[0004] 甲烷气体在近红外 1.3 μm 和 1.6 μm 具有较强的吸收线,由于通讯的需求,位于此波段的多模激光器发展迅猛,激光器不但工艺成熟、寿命长、稳定性强、模式输出好、维护简单、而且价格低廉。为开发低成本的甲烷气体探测系统提供可能。

发明内容

[0005] 本发明的目的是针对目前甲烷气体浓度监测装置和方法实用性差的问题,提供一种多模二极管激光吸收光谱技术监测甲烷气体浓度的装置及监测方法。

[0006] 多模二极管激光吸收光谱技术监测甲烷浓度的装置,它包括信号发生器、二极管激光器温度电流控制器、多模二极管激光器、一号聚焦透镜、二号聚焦透镜、探测器、数据采集卡和计算机;

[0007] 所述信号发生器用于同时产生频率为 f_1 的调制正弦波信号、频率为 f_2 的锯齿波信号和 TTL 触发信号,所述信号发生器的正弦波信号输出端连接二极管激光器温度电流控制器的正弦波信号输入端;

[0008] 所述信号发生器的锯齿波信号输出端连接二极管激光器温度电流控制器的扫描锯齿波信号输入端, f_1 为正整数, f_2 为正整数;

[0009] 所述信号发生器的 TTL 触发信号输出端连接数据采集卡的 TTL 触发信号输入端;

[0010] 所述二极管激光器温度电流控制器的温度控制信号输出端连接多模二极管激光器的温度控制信号输入端;

[0011] 所述二极管激光器温度电流控制器的电流控制信号输出端连接多模二极管激光器的电流控制信号输入端;

[0012] 多模二极管激光器发射的激光束经一号聚焦透镜会聚后入射至待测气体中,经该待测气体透射之后的光束入射至二号聚焦透镜上,透过二号聚焦透镜的光会聚至探测器的光敏面上;探测器的电信号输出端连接数据采集卡的采样信号输入端,数据采集卡通过 PCI 接口与计算机相连;所述一号聚焦透镜与二号聚焦透镜为同一型号的聚焦透镜;

[0013] 所述一号聚焦透镜与二号聚焦透镜之间的距离为 L。

[0014] 多模二极管激光吸收光谱技术监测甲烷浓度的装置的监测方法,该方法的实现过程为:

[0015] 首先,信号发生器输出正弦波信号通过二极管激光器温度电流控制器加载至多模二极管激光器的注入电流中,控制多模二极管激光器的工作电流,对多模二极管激光器的输出光强进行调制;

[0016] 信号发生器输出锯齿波信号通过二极管激光器温度电流控制器加载至多模二极管激光器的注入电流中,控制多模二极管激光器的工作工作电流,对多模二极管激光器的输出光强进行调谐;二极管激光器的温度由二极管激光器温度电流控制器的温度控制功能直接控制;通过对多模二极管激光器输出的工作温度及工作电流的调节,使得多模二极管激光器输出的中心波长能完整地扫描未知甲烷气体浓度空气中甲烷气体的吸收线;

[0017] 信号发生器产生 TTL 触发信号触发数据采集卡;

[0018] 然后,多模二极管激光器输出激光束,探测器采集光信号,

[0019] 数据采集卡采集探测器输出的电信号,并通过 PCI 接口输入到计算机进行处理;

[0020] 最后,计算机根据 Beer-Lambert 定律计算反演出甲烷气体的浓度;

[0021] $N_s = A_s(\omega_0)N_r/A_r(\omega_0)$,

[0022] 式中, $A_s(\omega_0)$ 为待测气体调制信号的第二阶傅立叶展开系数, $A_r(\omega_0)$ 为标定的已知甲烷气体浓度为 N_r 时得到的气体调制信号的第二阶傅立叶展开系数; ω_0 为甲烷气体吸收线的中心频率。

[0023] 本发明的优点是:

[0024] 本发明为甲烷气体浓度的实时检测提供了低成本解决方案,在继承 TDLAS 技术优势的基础上,将生产工艺成熟价格低廉的 $1.32 \mu\text{m}$ (或 $1.65 \mu\text{m}$) 多模二极管激光器应用于甲烷气体探测中,从而降低浓度测量系统的成本;通过对激光器的标定和对标准浓度的参数测量,从而降低浓度测量系统的复杂度,提高测量的可靠性,并具有灵敏度高、响应速度快、稳定性好、维护简单的优点。

附图说明

[0025] 图 1 为多模二极管激光吸收光谱技术监测甲烷浓度的装置的工作原理示意图。

具体实施方式

[0026] 具体实施方式一:下面结合图 1 说明本实施方式,本实施方式所述的多模二极管激光吸收光谱技术监测甲烷气体浓度的装置,它包括信号发生器 1、二极管激光器温度电流控制器 2、多模二极管激光器 3、一号聚焦透镜 4、二号聚焦透镜 5、探测器 7、数据采集卡 8 和计算机 9;

[0027] 所述信号发生器 1 用于同时产生频率为 f_1 的调制正弦波信号、频率为 f_2 的锯齿波

信号和 TTL 触发信号,所述信号发生器 1 的正弦波信号输出端连接二极管激光器温度电流控制器 2 的正弦波信号输入端;

[0028] 所述信号发生器 1 的锯齿波信号输出端连接二极管激光器温度电流控制器 2 的扫描锯齿波信号输入端, f_1 为正整数, f_2 为正整数;

[0029] 所述信号发生器 1 的 TTL 触发信号输出端连接数据采集卡 8 的 TTL 触发信号输入端;

[0030] 所述二极管激光器温度电流控制器 2 的温度控制信号输出端连接多模二极管激光器 3 的温度控制信号输入端;

[0031] 所述二极管激光器温度电流控制器 2 的电流控制信号输出端连接多模二极管激光器 3 的电流控制信号输入端;

[0032] 多模二极管激光器 3 发射的激光束经一号聚焦透镜 4 变成平行光后入射至待测气体中,经该待测气体透射之后的光束入射至二号聚焦透镜 5 上,透过二号聚焦透镜 5 的光会聚至探测器 7 的光敏面上;探测器 7 的电信号输出端连接数据采集卡 8 的采样信号输入端,数据采集卡 8 通过 PCI 接口与计算机 9 相连;所述一号聚焦透镜 4 与二号聚焦透镜 5 为同一型号的聚焦透镜;

[0033] 所述一号聚焦透镜 4 与二号聚焦透镜 5 之间的距离为 L

[0034] 具体实施方式二:下面结合图 1 说明本实施方式,本实施方式为对实施方式一的多模二极管激光器 3 的进一步说明,本实施方式所述的所述多模二极管激光器 3 输出的激光束的波长为 $1.32\mu\text{m}$ 或 $1.65\mu\text{m}$ 。

[0035] 具体实施方式三:下面结合图 1 说明本实施方式,本实施方式为对实施方式一的多模二极管激光器 3 的进一步说明,本实施方式所述多模二极管激光器 3 输出的激光束的中心波长为 1318nm。

[0036] 具体实施方式四:下面结合图 1 说明本实施方式,本实施方式为对实施方式一的 L 的进一步说明,本实施方式所述的 L 为一号聚焦透镜 4 焦距的二倍。

[0037] 具体实施方式五:下面结合图 1 说明本实施方式,本实施方式为对实施方式一的双二极管激光器温度电流控制器 2 的进一步说明,本实施方式所述的双二极管激光器温度电流控制器 2 是采用 LASER DIODE COMBI CONTROLLER 激光器温度、电流控制器 ITC501 实现的。

[0038] 具体实施方式六:下面结合图 1 说明本实施方式,本实施方式为对实施方式一的频率 f_2 的进一步说明,本实施方式所述的频率 f_2 的范围为 1Hz-100Hz。

[0039] 具体实施方式七:下面结合图 1 说明本实施方式,本实施方式为对实施方式一的频率 f_1 的进一步说明,本实施方式所述的频率 f_1 的范围为 1kHz-100kHz。

[0040] 具体实施方式八:下面结合图 1 说明本实施方式,本实施方式为对实施方式一的 TTL 触发信号的进一步说明,本实施方式所述的 TTL 触发信号的频率为与 f_2 的频率相同。

[0041] 具体实施方式九:本实施方式所述的基于多模二极管激光吸收光谱技术监测甲烷气体浓度的装置的监测方法,该方法的实现过程为:

[0042] 首先,信号发生器 1 输出正弦波信号通过二极管激光器温度电流控制器 2 加载至多模二极管激光器 3 的注入电流中,控制多模二极管激光器 3 的工作电流,调制多模二极管激光器 3 的输出光强;

[0043] 信号发生器 1 输出锯齿波信号通过二极管激光器温度电流控制器 2 加载至多模二

极管激光器 3 的注入电流中,控制多模二极管激光器 3 的工作温度;通过对多模二极管激光器 3 输出的工作温度及工作电流的调节,使得多模二极管激光器 3 输出的中心波长能完整地扫描未知甲烷气体浓度空气中甲烷气体的吸收线;

[0044] 信号发生器 1 产生 TTL 触发信号触发数据采集卡 8;

[0045] 然后,多模二极管激光器 3 输出激光束,探测器 7 采集光信号,

[0046] 数据采集卡 8 采集探测器 7 输出的电信号,并通过 PCI 接口输入到计算机 9 进行处理;

[0047] 最后,计算机 9 根据 Beer-Lambert 定律计算反演出甲烷气体的浓度;

[0048] $N_s = A_s(\omega_0)N_r/A_r(\omega_0)$,

[0049] 式中, $A_s(\omega_0)$ 为待测气体调制信号的第二阶傅立叶展开系数, $A_r(\omega_0)$ 为标定的已知甲烷气体浓度为 N_r 时得到的气体调制信号的第二阶傅立叶展开系数; ω_0 为甲烷气体吸收线的中心频率。

[0050] 本发明不局限于上述各实施方式所记载的具体技术方案,还可以是上述各实施方式中所述技术特征的合理组合。

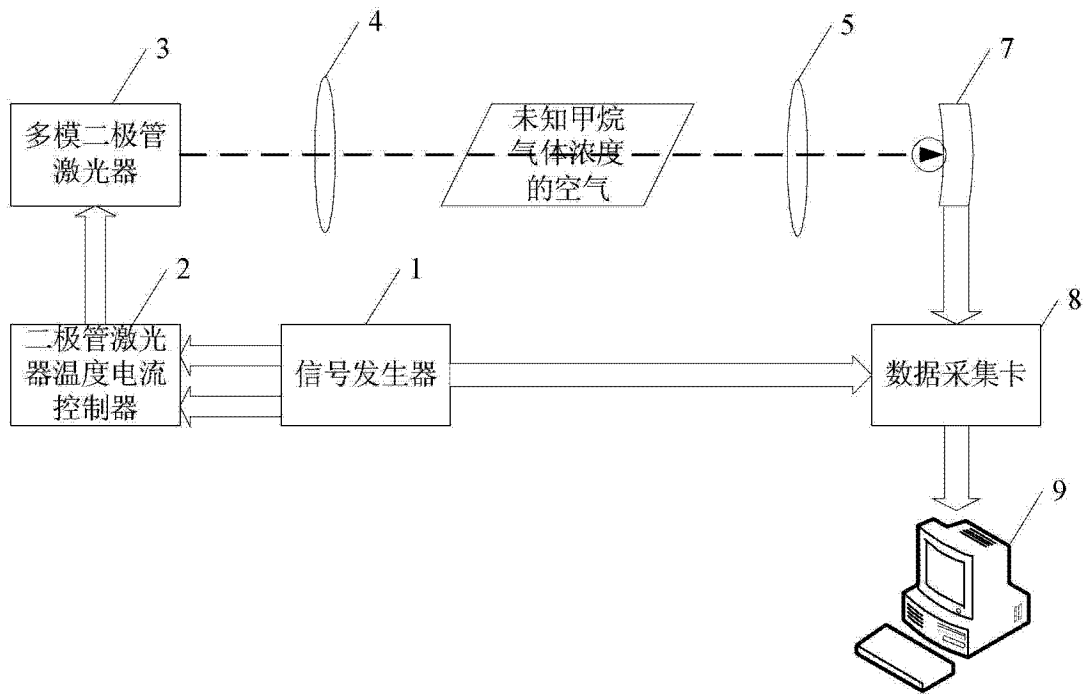


图 1