



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108593763 B

(45) 授权公告日 2021.03.30

(21) 申请号 201810257662.5

CN 105510233 A, 2016.04.20

(22) 申请日 2018.03.26

CN 101813621 A, 2010.08.25

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 101358918 A, 2009.02.04

申请公布号 CN 108593763 A

CN 101213444 A, 2008.07.02

(43) 申请公布日 2018.09.28

CN 202837247 U, 2013.03.27

(73) 专利权人 山东大学

CN 204882354 U, 2015.12.16

地址 250199 山东省济南市历城区山大南路27号

WO 2011140239 A2, 2011.11.10

US 2003041653 A1, 2003.03.06

CN 202770761 U, 2013.03.06

(72) 发明人 张秦端 常军

CN 102680402 A, 2012.09.19

CN 104237135 A, 2014.12.24

(74) 专利代理机构 济南金迪知识产权代理有限公司 37219

US 2007217973 A1, 2007.09.20

DE 102007043951 A1, 2009.04.09

代理人 许德山

DE 102005053121 A1, 2007.05.10

(51) Int. Cl.

G01N 29/02 (2006.01)

董磊等. 石英增强光声光谱在氢气纯度分析中的应用.《大气与环境光学学报》.2012,

(56) 对比文件

CN 103472002 A, 2013.12.25

审查员 白江波

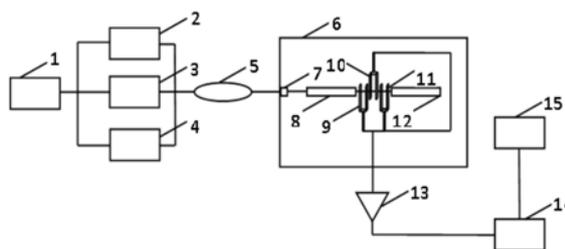
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于石英音叉频分解调的多组分气体实时检测装置

(57) 摘要

一种基于石英音叉频分解调的多组分气体实时检测装置,属于气体传感领域。包括激光器控制模块、DFB激光器、气室、石英音叉、前置放大器和锁相放大器等。激光器控制模块连接三个DFB激光器,三个DFB激光器的输出端连接光纤耦合器,光纤耦合器的输出端连接气室中的准直器,准直器出射的光依次经过共振管a、三个石英音叉、共振管b,三个石英音叉连接前置放大器的输入端,前置放大器输出端连接锁相放大器的输入端,锁相放大器的输出端连接计算机。本发明装置可以实现对多种气体的同时测量,并且具有结构简单,灵敏度高等优点。



1. 一种基于石英音叉频分解调的多组分气体实时检测装置,包括激光器控制模块、DFB激光器a、DFB激光器b、DFB激光器c、 $3\times 1$ 光纤耦合器、气室、准直器、共振管a、石英音叉a、石英音叉b、石英音叉c、共振管b、前置放大器、锁相放大器和计算机,其特征在于激光器控制模块分别与DFB激光器a、b、c相连接,DFB激光器a、b、c的输出端连接 $3\times 1$ 光纤耦合器的三个输入端, $3\times 1$ 光纤耦合器的输出端连接到准直器,准直器被置于气室的前端入口处,在准直器的光线出射方光路上依次放置共振管a、石英音叉a、石英音叉b、石英音叉c、共振管b,共振管a、石英音叉a、石英音叉b、石英音叉c、共振管b均置于气室内;石英音叉a、b、c的信号输出端分别连接到前置放大器的输入端,前置放大器的输出端与锁相放大器的输入端相连接,锁相放大器的输出端连接到计算机;

所述的石英音叉a、石英音叉b、石英音叉c的响应频率分别为 $30.72\text{kHz}$ , $32\text{kHz}$ , $32.768\text{kHz}$ ;使中心波长对应于不同气体吸收峰的DFB激光器的调制频率不同,这样被特定气体分子吸收后产生的声波的频率不同,只能引起相应频率的石英音叉振动,以增强抑制噪声的能力。

2. 如权利要求1所述的一种基于石英音叉频分解调的多组分气体实时检测装置,其特征在于所述的DFB激光器a、b、c的中心波长各不相同,分别对应于不同被测气体的气体吸收峰值波长。

3. 如权利要求1所述的一种基于石英音叉频分解调的多组分气体实时检测装置,其特征在于所述的石英音叉a、b、c为常用的 $3\times 8$ 直插圆柱型去壳裸音叉,其响应频率各不相同。

4. 如权利要求1所述的一种基于石英音叉频分解调的多组分气体实时检测装置,其特征在于所述的DFB激光器a、b、c的调制频率分别对应于石英音叉a、b、c响应频率的一半。

5. 如权利要求1所述的一种基于石英音叉频分解调的多组分气体实时检测装置,其特征在于所述的共振管a、b的长度L满足 $\lambda_{\max}/4 < L < \lambda_{\min}/2$ ,其中石英音叉响应的声波波长 $\lambda = v/f$ ,v是声速,f是石英音叉响应频率; $\lambda_{\min}$ 为三个石英音叉响应频率所对应的最小声波波长, $\lambda_{\max}$ 为三个石英音叉响应频率所对应的最大声波波长;其材料为玻璃或者钢材。

6. 如权利要求1所述的一种基于石英音叉频分解调的多组分气体实时检测装置,其特征在于所述的准直器出射的激光经过三个石英音叉和两个共振管后光束直径d满足 $d < 0.3\text{mm}$ 。

## 一种基于石英音叉频分解调的多组分气体实时检测装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种多组分气体实时检测装置,具体讲是一种基于石英音叉频分解调的多组分气体实时检测装置。属于光纤气体传感检测技术领域。

### 背景技术

[0002] 多组分气体检测技术在人类日常生活、大气环境污染监测、工业发展、航空航天、研究生物组织生理过程,以及人类疾病诊断等领域具有重要的现实意义。传统的检测方法主要是利用气体的物理化学特性或者气体的电化学性质进行检测,其中包括催化燃烧法、气敏传感器法、电解质法等方法,这些方法能够应用于一些普通场合的气体检测,但大都具有检测精度不高、灵活性低、易受环境干扰等缺点,已经不能满足目前对多组分气体监测的要求。基于光声光谱的多组分气体检测方法因为具有检测精度高、稳定性好、灵敏度高等优点受到越来越多的关注。

[0003] 《电脑知识与技术》,2014年,30卷34期,81848190页,作者为赵星、李小霞、李勇,题为《基于FPGA的锁相放大器在多组分气体检测中的应用》的文章中提出了一种基于时分复用的多组分光声光谱气体检测技术,通过调节光源波长使其分时输出中心波长不同的激光,故该结构不能实现对多种气体进行实时监测,而且所用的声音探测元件微音器响应频率带宽很宽,容易受到外界噪声的干扰。

### 发明内容

[0004] 为了克服现有技术的缺陷和不足,本发明提出了一种基于石英音叉频分解调的多组分气体实时检测装置。

[0005] 本发明的技术方案是按以下方式实现的:

[0006] 一种基于石英音叉频分解调的多组分气体实时检测装置,包括激光器控制模块、DFB激光器a、DFB激光器b、DFB激光器c、3×1光纤耦合器、气室、准直器、共振管a、石英音叉a、石英音叉b、石英音叉c、共振管b、前置放大器、锁相放大器和计算机,其特征就在于激光器控制模块分别与DFB激光器a、b、c相连接,DFB激光器a、b、c的输出端连接3×1光纤耦合器的三个输入端,3×1光纤耦合器的输出端连接到准直器,准直器被置于气室的前端入口处,在准直器的光线出射方光路上依次放置共振管a、石英音叉a、石英音叉b、石英音叉c、共振管b,共振管a、石英音叉a、石英音叉b、石英音叉c、共振管b均置于气室内;石英音叉a、b、c的信号输出端分别连接到前置放大器的输入端,前置放大器的输出端与锁相放大器的输入端相连接,锁相放大器的输出端连接到计算机。

[0007] 所述的DFB激光器a、b、c的中心波长各不相同,分别对应于不同被测气体的气体吸收峰值波长。

[0008] 所述的石英音叉a、b、c为常用的3\*8直插圆柱型去壳裸音叉,其响应频率各不相同。

[0009] 所述的DFB激光器a、b、c的调制频率分别对应于石英音叉a、b、c响应频率的一半。

[0010] 所述的共振管a、b的长度L满足 $\lambda_{\max}/4 < L < \lambda_{\min}/2$ ,其中石英音叉响应的声波波长 $\lambda = v/f$ ,v是声速,f是石英音叉响应频率; $\lambda_{\min}$ 为三个石英音叉响应频率所对应的最小声波波长, $\lambda_{\max}$ 为三个石英音叉响应频率所对应的最大声波波长;其材料为玻璃或者钢材。

[0011] 所述的准直器出射的激光经过三个石英音叉和两个共振管后光束直径d满足 $d < 0.3\text{mm}$ 。

[0012] 本发明装置工作时,激光器控制模块以不同的调制频率驱动中心波长各自完全不同的DFB激光器a、b、c,分别对应于石英音叉a、b、c响应频率的一半,光纤耦合器将DFB激光器a、b、c输出的激光合成一束,通过准直器准直会聚后在气室内依次通过共振管a、石英音叉a、石英音叉b、石英音叉c、共振管b,带有不同的调制频率的光被相应的气体分子吸收后,产生声波,石英音叉对相应频率的声波进行响应,共振管a、b用来对声音信号进行放大,石英音叉振动后由压电效应产生电流信号,前置放大器将电流信号转换为电压信号,电压信号被锁相放大器解调,锁相放大器的三路参考信号分别对应于石英音叉a、b、c的响应频率,经计算机检测计算可显示被测气体信号的大小。

[0013] 本发明检测装置的有益效果在于:使中心波长对应于不同气体吸收峰的DFB激光器的调制频率不同,这样被特定气体分子吸收后产生的声波的频率不同,只能引起相应频率的石英音叉振动,实现了对多组分气体的实时测量。本发明检测装置具有结构简单,灵敏度高,抑制噪声能力强等优点。

## 附图说明

[0014] 图1是本发明检测装置实施例的结构示意图。

[0015] 其中1.激光器控制模块,2.DFB激光器a,3.DFB激光器b,4.DFB激光器c,5.3×1光纤耦合器,6.气室,7.准直器,8.共振管a,9.石英音叉a,10.石英音叉b,11.石英音叉c,12.共振管b,13.前置放大器,14.锁相放大器,15.计算机。

## 具体实施方式

[0016] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明,但不限于此。

[0017] 实施例:

[0018] 本发明实施例如图1所示,一种基于石英音叉频分解调的多组分气体实时检测装置,包括激光器控制模块1、DFB激光器a2、DFB激光器b3、DFB激光器c4、3×1光纤耦合器5、气室6、准直器7、共振管a8、石英音叉a9、石英音叉b10、石英音叉c11、共振管b12、前置放大器13、锁相放大器14和计算机15。其特征在于激光器控制模块1分别与DFB激光器a2、b3、c4相连接,DFB激光器a2、b3、c4的输出端连接3×1光纤耦合器5的三个输入端,3×1光纤耦合器5的输出端连接到准直器7,准直器7被置于气室6的前端入口处,在准直器7的光线出射方光路上依次放置共振管a8、石英音叉a9、石英音叉b10、石英音叉c11、共振管b12,共振管a8、石英音叉a9、石英音叉b10、石英音叉c11、共振管b12均置于气室6内,石英音叉a9、b10、c11的信号输出端连接到前置放大器13的输入端,前置放大器13的输出端与锁相放大器14的输入端相连接,锁相放大器14的输出端连接到计算机15。

[0019] 所述的DFB激光器a2、b3、c4的中心波长分别为1368.597nm,1530.37nm,1653.722nm,分别对应于水汽、乙炔、甲烷的吸收峰波长。

- [0020] 所述的石英音叉a9、b10、c11的响应频率分别为30.72kHz,32kHz,32.768kHz。
- [0021] 所述的DFB激光器a2、b3、c4的调制频率分别为15.36kHz,16kHz,16.384kHz。
- [0022] 所述的共振管a8、b12的长度L为4mm。其材料为玻璃。
- [0023] 所述的准直器7的工作距离为2.2cm,准直器7出射的激光经过三个石英音叉和两个共振管后光束直径d满足 $d < 0.3\text{mm}$ 。

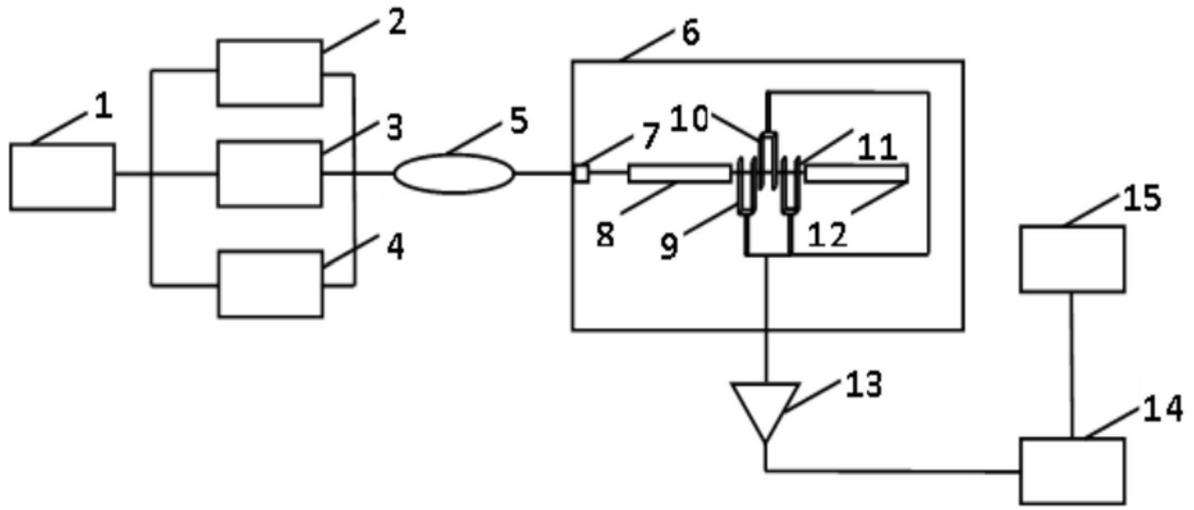


图1