



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108398421 A

(43)申请公布日 2018.08.14

(21)申请号 201810437422.3

(22)申请日 2018.05.09

(71)申请人 南京信息工程大学

地址 210019 江苏省南京市建邺区奥体大街69号

(72)发明人 颜逸辉 刘玉柱 蒋怡 丁鹏飞 尹文怡

(74)专利代理机构 南京汇盛专利商标事务所 (普通合伙) 32238

代理人 张立荣

(51)Int.Cl.

G01N 21/71(2006.01)

G01N 21/39(2006.01)

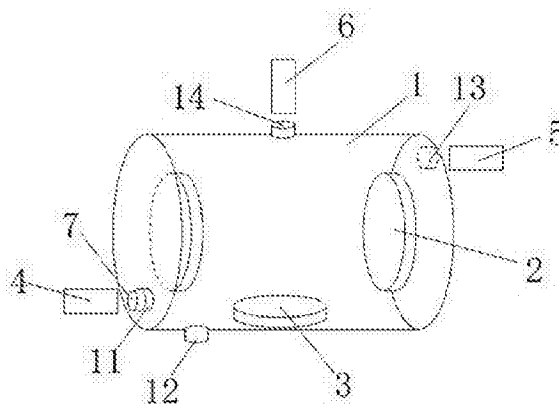
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种可分辨碳同位素的增强型激光诱导击穿光谱仪

(57)摘要

本发明涉及一种可分辨碳同位素的增强型激光诱导击穿光谱仪,包括光腔、激光器和探测器,所述光腔内设有衰荡反射镜和光线聚焦反射镜,所述衰荡反射镜设置于光腔的两侧且相对设置,光线聚焦反射镜位于光腔的底部,光腔的一侧壁设有激光口,所述激光器位于激光口处,光腔另一侧壁和顶部分别设有第一探测口和第二探测口,所述第二探测口与光线聚焦反射镜相对设置,第一、第二探测口处均设有一探测器,该光谱仪将LIBS技术和CRDS技术相结合,可以区分同位素并且可以增强LIBS成像效果。



1. 一种可分辨碳同位素的增强型激光诱导击穿光谱仪,其特征在於:包括光腔、激光器和探测器,所述光腔内设有衰荡反射镜和光线聚焦反射镜,所述衰荡反射镜设置于光腔的两侧且相对设置,光线聚焦反射镜位于光腔的底部,光腔的一侧壁设有激光口,所述激光器位于激光口处,光腔另一侧壁和顶部分别设有第一探测口和第二探测口,所述第二探测口与光线聚焦反射镜相对设置,第一、第二探测口处均设有一探测器。

2. 根据权利要求1所述可分辨碳同位素的增强型激光诱导击穿光谱仪,其特征在於:所述激光口处设有凸透镜,激光器发射的激光经过凸透镜后进入光腔。

3. 根据权利要求2所述可分辨碳同位素的增强型激光诱导击穿光谱仪,其特征在於:所述衰荡反射镜和光线聚焦反射镜均为凹面镜,两个衰荡反射镜和光线聚焦反射镜中间形成光线聚焦室,所述衰荡反射镜和光线聚焦反射镜的凹面均面向光线聚焦室。

4. 根据权利要求3所述可分辨碳同位素的增强型激光诱导击穿光谱仪,其特征在於:所述衰荡反射镜为反射率为99%以上的高反射镜片。

5. 根据权利要求4所述可分辨碳同位素的增强型激光诱导击穿光谱仪,其特征在於:所述光腔上设有进气口。

一种可分辨碳同位素的增强型激光诱导击穿光谱仪

技术领域

[0001] 本发明涉及一种激光诱导击穿光谱和光腔衰荡光谱同位素成像仪,尤其涉及一种可分辨碳同位素的增强型激光诱导击穿光谱仪。

背景技术

[0002] 激光诱导击穿光谱(Laser-induced Breakdown Spectroscopy, LIBS技术)是一种激光烧蚀光谱分析技术,激光聚焦在测试位点,当激光脉冲的能量密度大于击穿阈值时,即可产生等离子体。基于这种特殊的等离子体剥蚀技术,通常在原子发射光谱技术中分别独立的取样、原子化、激发三个步骤均可由脉冲激光激发源一次实现。等离子体能量衰退过程中产生连续的韧致辐射以及内部元素的离子发射线,通过光纤光谱仪采集光谱发射信号,分析谱图中元素对应的特征峰强度即可以用于样品的定性以及定量分析,但该技术中待测样品一般为大气样品,其特点为待测物质含量稀薄,单次测得的LIBS信号微弱。

[0003] 光腔衰荡光谱技术(Cavity Ring Down Spectroscopy, CRDS技术)是近几年迅速发展起来的一种吸收光谱检测技术。其原理是利用脉冲激光在由两个反射率为99%以上的反射镜组成的衰荡腔内来回反射,衰荡腔中为被测气体,腔外采用高响应速率的探测器接收随时间变化的光强。测量结果部署脉冲激光涨落的影响,具有灵敏度高、信噪比、高抗干扰能力强等优点。

发明内容

[0004] 本发明为了解决现有技术中存在的问题,提供一种将LIBS技术和CRDS技术相结合的,可以区分同位素并且可以增强LIBS成像效果的增强型激光诱导击穿光谱仪。

[0005] 为了达到上述目的,本发明提出的技术方案为:一种可分辨碳同位素的增强型激光诱导击穿光谱仪,包括光腔、激光器和探测器,所述光腔内设有衰荡反射镜和光线聚焦反射镜,所述衰荡反射镜设置于光腔的两侧且相对设置,光线聚焦反射镜位于光腔的底部,光腔的一侧壁设有激光口,所述激光器位于激光口处,光腔另一侧壁和顶部分别设有第一探测口和第二探测口,所述第二探测口与光线聚焦反射镜相对设置,第一、第二探测口处均设有一探测器。

[0006] 对上述技术方案得劲进一步设计为:所述激光口处设有凸透镜,激光器发射的激光经过凸透镜后进入光腔。

[0007] 所述衰荡反射镜和光线聚焦反射镜均为凹面镜,两个衰荡反射镜和光线聚焦反射镜中间形成光线聚焦室,所述衰荡反射镜和光线聚焦反射镜的凹面均面向光线聚焦室。

[0008] 所述衰荡反射镜为反射率为99%以上的高反射镜片。

[0009] 所述光腔上设有进气口。

[0010] 本发明的有益效果为:

1、本发明的装置通过激光在光腔内的多次反射聚焦,每次激光聚焦都可以击穿待测大气样品,因此,每个焦点可以得到一个LIBS信号,多个焦点可以得到多个LIBS信号,这样在

大气颗粒物的探测中,可以提高LIBS信号强度。

[0011] 2、由于大气样品具有不稳定性,信号会有波动,而本技术方案中多个焦点会产生多个LIBS信号,可以测取数据的平均值,提高稳定度,同时增强信噪比,减少失真。

[0012] 3、由于LIBS光谱的局限性,无法区分同位素,从而不能追本溯源,了解碳的来源。本技术方案将LIBS光谱与CRDS光谱进行结合,可以探测大气CO₂振动相关的CRDS光谱,通过光谱的吸收峰来区分同位素¹²C和¹³C,使装置更具实用性。

附图说明

[0013] 图1为本发明的结构示意图。

[0014] 图2为激光在光腔内的多次反射示意图。

[0015] 图3为光腔内聚焦点示意图。

[0016] 上述附图中:1-光腔,11-激光口,12-进气口,13-第一探测口,14-第二探测口,2-衰荡反射镜,3-光线聚焦反射镜,4-激光器,5-第一探测器,6-第二探测器,7-凸透镜,8-聚焦点。

具体实施方式

[0017] 下面结合附图以及具体实施例对本发明进行详细说明。

[0018] 本发明的可分辨碳同位素的增强型激光诱导击穿光谱仪结构图1所示,包括光腔1、激光器4、第一探测器5和第二探测器6,光腔1内设有衰荡反射镜2和光线聚焦反射镜3,衰荡反射镜2设有两个,为反射率为99%以上的高反射镜片,分别设置于光腔1的两侧且相对设置,光线聚焦反射镜3位于光腔1的底部,两个衰荡反射镜2和光线聚焦反射镜3中间形成光线聚焦室,衰荡反射镜2和光线聚焦反射镜3均为凹面镜,且凹面均面向光线聚焦室;光腔1的一侧壁设有激光口11,另一侧壁设有第一探测口13,顶部设有第二探测口14,激光口11处设有凸透镜7,激光器2位于激光口处,且发射的激光经过凸透镜后进入光腔1,第二探测口14与光线聚焦反射镜3相对设置,第一、第二探测口处分别设有第一探测器5和第二探测器6。

[0019] 光腔1上还设有进气口12,进气口可设置于光腔壁上的任何不遮挡光路的位置。

实施例

[0020] 上述增强型激光诱导击穿光谱仪具体如何对同位素分辨成像,本实施例以二氧化碳中的同位素¹²CO₂和¹³CO₂为例进行说明,如果实验中要探测二氧化碳中¹³CO₂离子的信息,区分出同位素¹²CO₂。首先在光腔内泵浦入待测样品,在其进入探测系统后,选取合适脉宽的激光进行实验。二氧化碳分子的红外光谱有两个吸收谱带,一个对应反对称伸缩振动,一个对应变形振动,¹²CO₂反对称伸缩振动的波数是2369cm⁻¹,而变形振动波数是667cm⁻¹,¹³CO₂反对称伸缩振动的波数是2283cm⁻¹。因此本实施例采用激光泵浦染料产生可调谐激光,得到输出波长为4380nm的激光束(¹³CO₂红外光谱的吸收谱带),在脉冲激光器产生的4380nm激光束1聚焦作用下,使得样品颗粒物呈现等离子体状态,与此同时,激光在经过设有两个反射率为99%以上的衰荡反射镜的光腔后,在光腔内来回反射(如图2所示),多次聚焦后形成多个聚焦点8由光线聚焦反射镜3收集信号被第二探测器6所接收(如图3所示)。

[0021] 再调谐激光泵浦得到输出波长为4220nm ($^{12}\text{CO}_2$ 红外光谱的吸收谱带)的激光束,同样进行上一步的步骤,然后采用高响应速率的第一探测器5接收随时间变化的光强,数据传入数据处理系统,可以快速判别所测得的样品同位素信息。

[0022] 激光在光腔内来回反射聚焦作用,多次击穿样品产生的等离子体,第二探测器6收集得到的LIBS光谱,可以在所含 $^{13}\text{CO}_2$ 浓度极低情况下实现对颗粒物中的元素进行准确的定性和定量分析。而由第一探测器5所收集到的信息为激光脉冲的衰减过程,记录激光在腔内的衰荡时间,辨别同位素。

[0023] 本发明的技术方案不局限于上述各实施例,凡采用等同替换方式得到的技术方案均落在本发明要求保护的范围内。

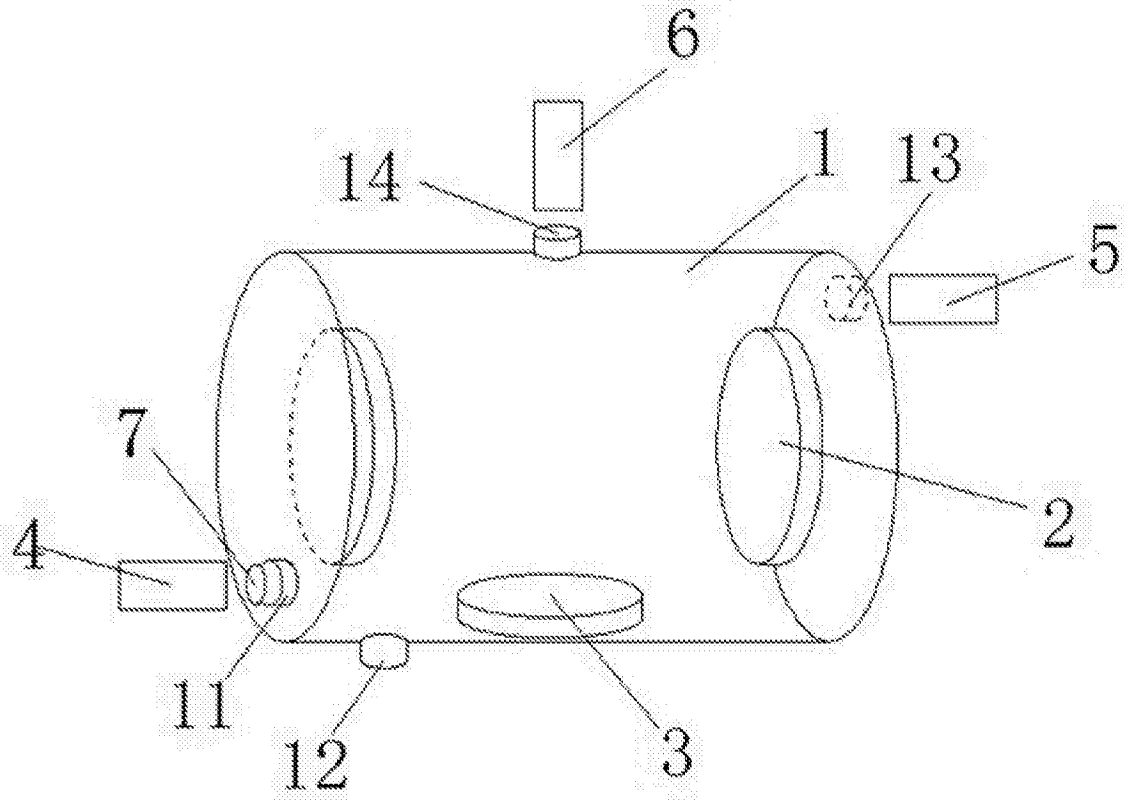


图1

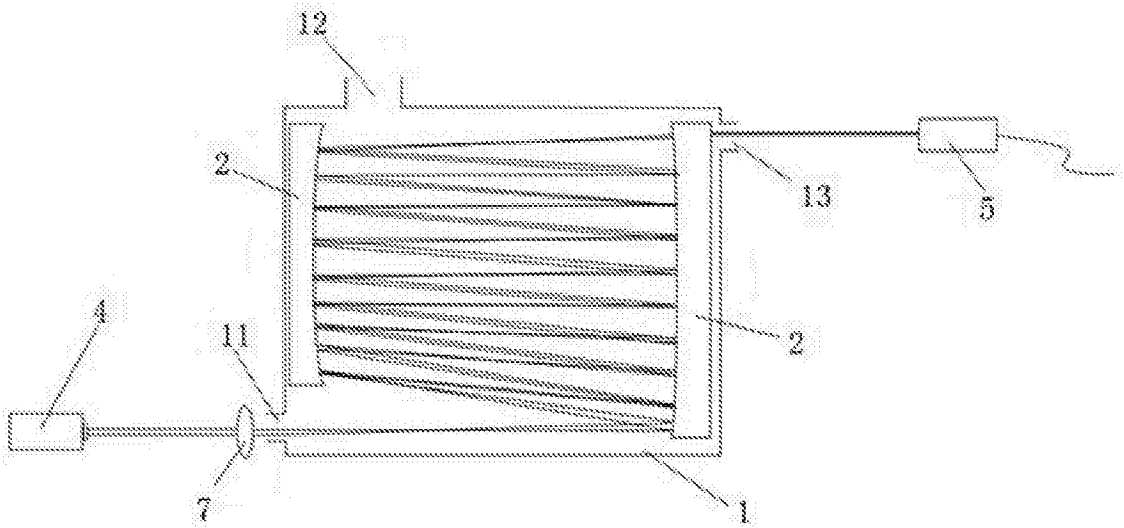


图2

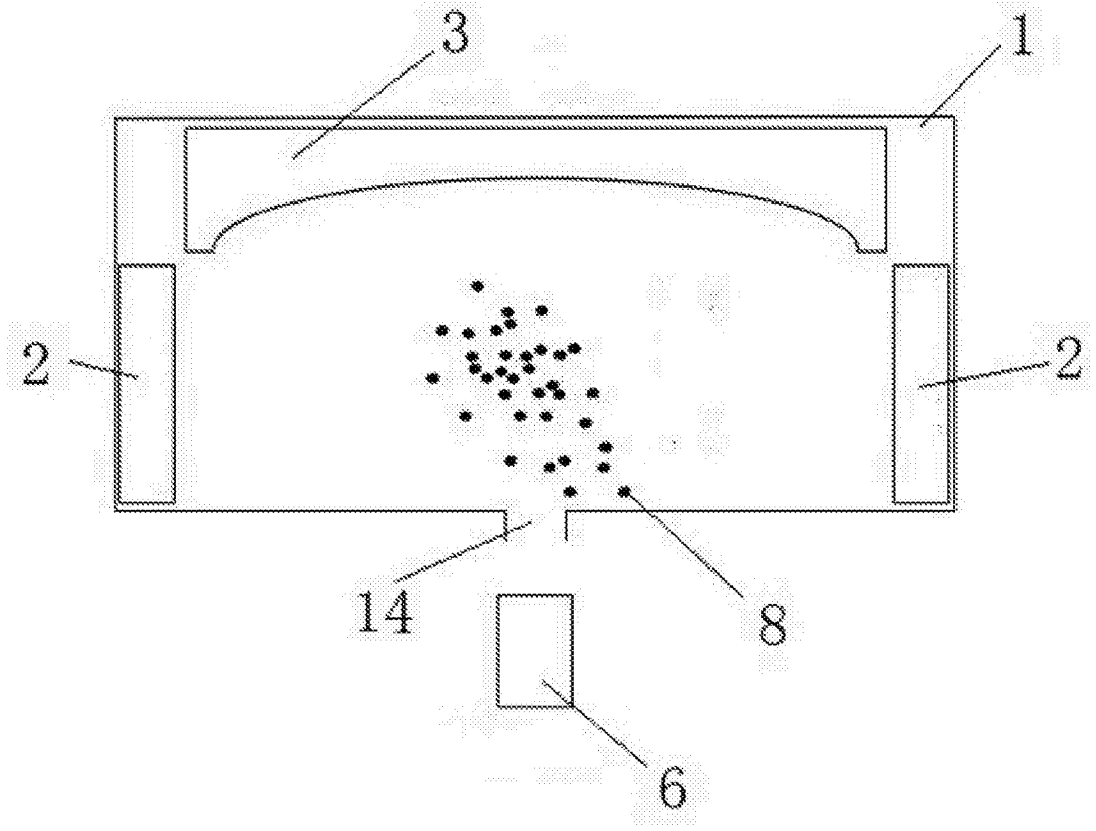


图3