



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106908615 B

(45)授权公告日 2018.06.05

(21)申请号 201710089692.5

(22)申请日 2017.02.20

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106908615 A

(43)申请公布日 2017.06.30

(73)专利权人 绍兴文理学院  
地址 312000 浙江省绍兴市越城区城南大  
道900号

(72)发明人 杨丁中

(74)专利代理机构 北京华仲龙腾专利代理事务  
所(普通合伙) 11548  
代理人 李静

(51)Int.Cl.  
G01N 35/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 103969226 A,2014.08.06,参见权利要  
求1.

CN 103792215 A,2014.05.14,参见权利要  
求1.

CN 102610998 A,2012.07.25,参见说明书  
第19至21段及图2.

CN 103278467 A,2013.09.04,参见说明书  
摘要.

CN 103606807 A,2014.02.26,参见权利要  
求书第1-5.

林兆祥等.应用激光诱导击穿光谱检测污水  
溶液中的砷.《光谱学与光谱分析》.2009,参见图  
1.

审查员 杜涛

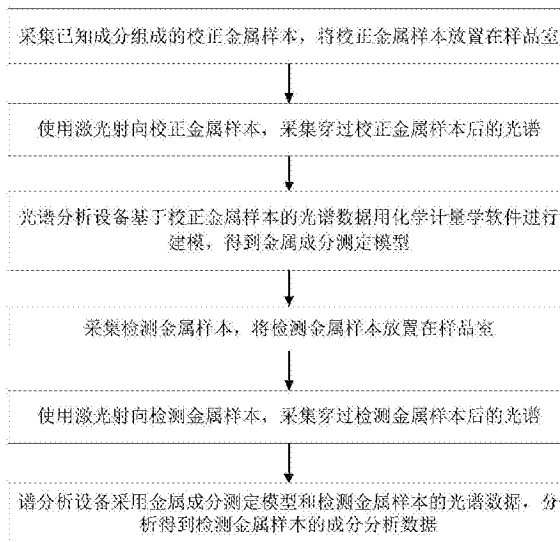
权利要求书3页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

基于光谱分析技术的金属成分检测方法及  
装置

(57)摘要

本发明涉及一种基于光谱分析技术的金属  
成分检测方法及装置,其中采用金属成分检测装  
置,所述装置包括取样机器人、吹风设备、脉冲激  
光器、光谱探测设备、光谱分析设备和控制设备,  
所述脉冲激光器的超短脉冲输出端与样品室相  
对,其所述脉冲激光器的超短脉冲输出端对准光  
谱探测设备中的光谱收集透镜组,所述吹风设备  
的出风口对准所述样品室,所述样品室包括托盘  
和所述托盘上方的透明外罩,所述取样机器人包  
括第一机械手臂和第二机械手臂.采用该方法  
及装置,实现了采用激光进行非接触式金属成分  
分析,采用取样机器人实现自动化过程,不必人  
工参与,采用超短脉冲激光,具有更好的光谱特  
性,结构简单,应用方便,适用于大规模推广应  
用。



CN 106908615 B

1. 一种基于光谱分析技术的金属成分检测方法,其特征在于,采用金属成分检测装置,所述装置包括取样机器人、吹风设备、脉冲激光器、光谱探测设备、光谱分析设备和控制设备,所述脉冲激光器的超短脉冲输出端与样品室相对,所述脉冲激光器的超短脉冲输出端对准光谱探测设备中的光谱收集透镜组,所述吹风设备的出风口对准所述样品室,所述样品室包括托盘和所述托盘上方的透明外罩,所述取样机器人包括第一机械手臂和第二机械手臂,所述的方法包括以下步骤:

采集已知成分组成的校正金属样本,所述取样机器人的第一机械手臂将所述样品室的透明外罩提升至预设高度,通过所述取样机器人的第二机械手臂将所述校正金属样本放置于样品室,所述取样机器人的第一机械手臂将所述样品室的透明外罩放置回原位;

所述控制设备控制所述脉冲激光器向所述样本室发射短波脉冲激光;

所述控制设备控制所述光谱探测设备采集经所述光路系统后的光谱,并将校正金属样本的光谱数据发送至所述光谱分析设备;

采用所述光谱分析设备对所述校正金属样本的光谱数据进行降噪处理;

所述光谱分析设备基于所述校正金属样本的光谱数据用化学计量学软件进行建模,得到金属成分测定模型;

所述取样机器人的第一机械手臂将所述样品室的透明外罩提升至预设高度,通过所述取样机器人的第二机械手臂将所述校正金属样本取出;

开启所述吹风设备,吹去所述托盘表面的残留物;

采集待测定的检测金属样本,并通过所述取样机器人的第二机械手臂将所述检测金属样本放置于样品室,所述取样机器人的第一机械手臂将所述样品室的透明外罩放置回原位;

所述控制设备控制所述脉冲脉冲激光器向所述样本室发射短波脉冲激光;

所述控制设备控制所述光谱探测设备采集经光路系统后的光谱,并将光谱数据发送至所述光谱分析设备;

采用所述光谱分析设备对所述检测金属样本的光谱数据进行降噪处理;

所述光谱分析设备采用所述金属成分测定模型和所述检测金属样本的光谱数据,分析得到所述检测金属样本的成分分析数据;

所述控制设备获取所述光谱分析设备的分析数据,判断分析数据是否异常;

如果分析结果异常,则停止金属成分检测,并进行报警;

如果分析结果正常,所述控制设备控制所述取样机器人的第一机械手臂将所述透明外罩提升至预设高度,所述取样机器人的第二机械手臂将所述样品室中的检测金属样品取出,采用所述吹风设备清理所述托盘之后,采用所述取样机器人的第二机械手臂在所述托盘中放置新的检测金属样本;

采用所述光谱分析设备对所述校正金属样本的光谱数据根据如下算法进行降噪处理:

(Savitzky-Golay平滑,平滑窗口数为21)+归一化+(Savitzky-Golay一阶微分,窗口数为17,多项式次数为3);

采用所述光谱分析设备对所述检测金属样本的光谱数据根据如下算法进行降噪处理:

(Savitzky-Golay平滑,平滑窗口数为21)+归一化+(Savitzky-Golay一阶微分,窗口数为17,多项式次数为3);

所述取样机器人还包括第三机械手臂,所述第三机械手臂的表面环绕设置有擦洗毛刷,所述取样机器人的第一机械手臂将所述透明外罩提升至预设高度时,且所述托盘中没有金属样品时,所述取样机器人的第三手臂对所述托盘进行擦洗。

2.一种应用于权利要求1所述的方法的基于光谱分析技术的金属成分分析装置,其特征在于,所述装置包括:

取样机器人,用于将金属样品放置于样品室内;所述取样机器人包括第一机械手臂、第二机械手臂和底座,所述第一机械手臂和所述第二机械手臂的一端均活动连接于所述底座,所述样品室位于所述第一机械手臂的另一端的活动范围之内,且所述样品室位于所述第二机械手臂的另一端的活动范围之内;

脉冲激光器,用于向所述样品室发射脉冲激光,所述脉冲激光器的超短脉冲输出端对准光谱探测设备中的光谱收集透镜组;

光谱探测设备,用于接收激光经所述样品室后的光谱,并将光谱数据发送至控制设备;

光谱分析设备,用于从所述控制设备接收所述光谱数据,并根据所述光谱数据分析金属样品的成分;

控制设备,用于控制所述取样机器人放置样品后,依次触发所述脉冲激光器和光谱探测设备,接收所述光谱探测设备发送的光谱数据,并将所述光谱数据发送至所述光谱分析设备;

所述光谱探测设备包括光谱收集透镜组、光纤接口、激光激发透镜组和角度调节器,所述光谱收集透镜组与所述光纤接口相连接,所述光谱收集透镜组的前端与所述角度调节器相连接,所述激光激发透镜组与所述角度调节器相连接;所述激光激发透镜组的内透镜位置可调节;所述角度调节器的角度可配合所述光谱收集透镜组在10~80度范围内调整;

所述脉冲激光器包括驱动供电模块和激光器模块,所述驱动供电模块包括供电电源单元和脉冲产生单元,所述供电电源单元与所述脉冲产生单元相连接,所述脉冲产生单元用于产生所需脉冲参数的电脉冲;所述激光器模块包括脉冲电平转换单元、脉冲电流开关和脉冲激光器单元,所述脉冲电平转换单元用于将所述脉冲产生单元产生的电脉冲升高至所需电平以满足所述脉冲电流开关的驱动要求,所述脉冲产生单元通过同轴电缆与所述脉冲电平转换单元相连接,所述脉冲电流开关的输出端与所述脉冲激光器单元相连接;

所述脉冲激光器单元包括半导体激光器、光纤预放大器、光纤主放大器、脉冲选择器以及超短脉冲输出端;所述脉冲电流开关与所述半导体激光器相连接,所述半导体激光器依次通过所述光纤预放大器、光纤主放大器以及脉冲选择器接入超短脉冲输出端;所述半导体激光器与脉冲选择器相连接,所述半导体激光器是光纤耦合输出的半导体激光器;

所述光纤预放大器包括光纤波分复用器、抽运半导体激光器、第一增益光纤、光纤滤波器以及第一光纤隔离器;所述半导体激光器以及抽运半导体激光器分别通过所述光纤波分复用器接入所述第一增益光纤,所述第一增益光纤通过所述光纤滤波器接入所述第一光纤隔离器;

所述光纤主放大器包括高功率抽运光源、光纤合波器、第二增益光纤以及第二光纤隔离器;所述第一光纤隔离器依次通过所述光纤合波器和第二增益光纤接入第二光纤隔离器;所述高功率抽运光源接入所述光纤合波器;

所述脉冲选择器包括强度调制器、可调延时器以及强度调制器驱动电源;所述脉冲电

流开关通过所述可调延时器和强度调制器驱动电源接入所述强度调制器,所述第二光纤隔离器通过所述强度调制器接入所述超短脉冲输出端。

3. 根据权利要求2所述的基于光谱分析技术的金属成分分析装置,其特征在于,所述供电电源单元通过供电导线与所述脉冲激光器单元相连接,所述供电导线与所述同轴电缆组合成复合电缆,所述同轴电缆的特性阻效为80欧姆。

4. 根据权利要求2所述的基于光谱分析技术的金属成分分析装置,其特征在于,所述光谱分析设备包括:

降噪处理模块,用于对校正金属样本的光谱数据进行降噪处理,以及对检测金属样本的光谱数据进行降噪处理;

校正建模模块,用于基于所述校正金属样本的光谱数据用化学计量学软件进行建模,得到金属成分测定模型;

检测分析模块,用于采用所述金属成分测定模型和所述检测金属样本的光谱数据,分析得到所述检测金属样本的成分分析数据;

通信模块,用于与所述控制设备进行通信。

## 基于光谱分析技术的金属成分检测方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及金属检测技术领域,尤其涉及金属成分检测技术领域,具体是指一种基于光谱分析技术的金属成分检测方法及装置。

### 背景技术

[0002] 随着社会的发展,各种金属的应用越来越广泛。而金属的不同成分的分析,一直是社会研究的热点问题。现有技术中,虽然有采用各种方式进行金属成分分析的,但一般都需要与金属进行接触性测试,或者需要将金属与其他物质发生化学反应。采用接触性测试,会造成测试不方便,并且操作均需要人力进行,十分费时费力;采用与其他物质发生化学反应的方法,会造成金属样本的破坏,对于需要保留金属样本的场合十分不适用。因此,急需一种新的金属成分分析的方法。现有技术中,已经出现了采用激光进行产品分析的方法,但主要应用于纤维制品、纺织制品等,还没有应用到金属成分的分析。

[0003] 脉冲工作的半导体激光器已在众多领域得到了广泛应用。在许多应用领域,激光脉冲需要短至数十纳秒至数纳秒量级,甚至更低,如激光雷达、激光测距、激光气体检测、物理学研究中的激光激发和探测等等。此类应用有别于传统的在高速连续调制状态下的通讯类激光器应用。在短脉冲工作条件下,一般需要对激光器提供较大的脉冲驱动电流,瞬态功耗很大,但由于占空比一般较小,因此平均功耗一般并不大。对于一些特殊类型的半导体激光器,如量子级联激光器,由于其驱动电压也较高,平均功耗会相应增加,但仍保持在较低水平。

[0004] 超短脉冲激光器是一种应用十分广泛的激光器类型,其主要特征是输出激光的脉冲宽度非常窄,通常在皮秒和飞秒量级。目前,能够产生超短脉冲激光的方法主要有锁模激光器技术、增益开关半导体激光器技术以及激光强度调制技术。锁模激光器技术是获取超短脉冲激光输出最常见的技术,其通过对激光器腔内的具有固定相位关系的纵模进行锁定从而获得强度上的超短脉冲输出,能够获得极窄的脉冲宽度,但是这种方式输出的激光脉冲的重复频率不能轻易改变,并且锁模需要较为苛刻的环境条件,温度变化、振动都会影响锁模激光脉冲的输出。增益开关半导体激光器技术是通过电脉冲对半导体激光器进行调制,选择半导体激光器输出弛豫振荡的第一个尖峰,从而获得超短脉冲输出,这种技术可以获得重复频率可调的超短脉冲输出,但是输出激光脉冲的脉冲宽度较宽,功率很低。激光强度调制技术是采用高速强度调制器对连续输出的激光进行强度调制从而获得超短脉冲输出,这种技术获得的激光脉冲重复频率可调,但是脉冲宽度较宽,输出功率较低。可以看出,上述三种现有的技术不能同时实现重复频率任意可调、高功率、高稳定度的超短脉冲激光输出。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是克服了上述现有技术的缺点,提供了一种基于光谱分析技术的金属成分检测方法及装置,实现了采用激光进行非接触式金属成分分析,采用取样机器人实

现自动化过程,不必人工参与,采用超短脉冲激光,具有更好的光谱特性,结构简单,应用方便,适用于大规模推广应用。

[0006] 为了实现上述目的,本发明具有如下构成:

[0007] 该基于光谱分析技术的金属成分检测方法,所述的方法采用金属成分检测装置,所述装置包括取样机器人、吹风设备、脉冲激光器、光谱探测设备、光谱分析设备和控制设备,所述脉冲激光器的超短脉冲输出端与样品室相对,其所述脉冲激光器的超短脉冲输出端对准光谱探测设备中的光谱收集透镜组,所述吹风设备的出风口对准所述样品室,所述样品室包括托盘和所述托盘上方的透明外罩,所述取样机器人包括第一机械手臂和第二机械手臂,所述的方法包括以下步骤:

[0008] 采集已知成分组成的校正金属样本,所述取样机器人的第一机械手臂将所述样品室的透明外罩提升至预设高度,通过所述取样机器人的第二机械手臂将所述校正金属样本放置于样品室,所述取样机器人的第一机械手臂将所述样品室的透明外罩放置回原位;

[0009] 所述控制设备控制所述脉冲激光器向所述样本室发射短波脉冲激光;

[0010] 所述控制设备控制所述光谱探测设备采集经所述光路系统后的光谱,并将校正金属样本的光谱数据发送至所述光谱分析设备;

[0011] 采用所述光谱分析设备对所述校正金属样本的光谱数据进行降噪处理;

[0012] 所述光谱分析设备基于所述校正金属样本的光谱数据用化学计量学软件进行建模,得到金属成分测定模型;

[0013] 所述取样机器人的第一机械手臂将所述样品室的透明外罩提升至预设高度,通过所述取样机器人的第二机械手臂将所述校正金属样本取出;

[0014] 开启所述吹风设备,吹去所述托盘表面的残留物;

[0015] 采集待测定的检测金属样本,并通过所述取样机器人的第二机械手臂将所述检测金属样本放置于样品室,所述取样机器人的第一机械手臂将所述样品室的透明外罩放置回原位;

[0016] 所述控制设备控制所述脉冲激光器向所述样本室发射短波脉冲激光;

[0017] 所述控制设备控制所述光谱探测设备采集经所述光路系统后的光谱,并将光谱数据发送至所述光谱分析设备;

[0018] 采用所述光谱分析设备对所述检测金属样本的光谱数据进行降噪处理;

[0019] 所述光谱分析设备采用所述金属成分测定模型和所述检测金属样本的光谱数据,分析得到所述检测金属样本的成分分析数据;

[0020] 所述控制设备获取所述光谱分析设备的分析数据,判断分析数据是否异常;

[0021] 如果分析结果异常,则停止金属成分检测,并进行报警;

[0022] 如果分析结果正常,所述控制设备控制所述取样机器人的第一机械手臂将所述透明外罩提升至预设高度,所述取样机器人的第二机械手臂将所述样品室中的检测金属样品取出,采用所述吹风设备清理所述托盘之后,采用所述取样机器人的第二机械手臂在所述托盘中放置新的检测金属样本。

[0023] 较佳地,采用所述光谱分析设备对所述校正金属样本的光谱数据根据如下算法进行降噪处理:

[0024] (Savitzky-Golay平滑,平滑窗口数为21)+归一化+(Savitzky-Golay一阶微分,窗

口数为17,多项式次数为3);

[0025] 采用所述光谱分析设备对所述检测金属样本的光谱数据根据如下算法进行降噪处理:

[0026] (Savitzky-Golay平滑,平滑窗口数为21)+归一化+(Savitzky-Golay一阶微分,窗口数为17,多项式次数为3)。

[0027] 较佳地,所述取样机器人还包括第三机械手臂,所述第三机械手臂的表面环绕设置有擦洗毛刷,所述取样机器人的第一机械手臂将所述透明外罩提升至预设高度时,且所述托盘中没有金属样品时,所述取样机器人的第三手臂对所述托盘进行擦洗。

[0028] 本发明还涉及一种应用于所述的方法的基于光谱分析技术的金属成分分析装置,所述装置包括:

[0029] 取样机器人,用于将金属样品放置于样品室内;所述取样机器人包括第一机械手臂、第二机械手臂和底座,所述第一机械手臂和所述第二机械手臂的一端均活动连接于所述底座,所述样品室位于所述第一机械手臂的另一端的活动范围之内,且所述样品室位于所述第二机械手臂的另一端的活动范围之内;

[0030] 脉冲激光器,用于向所述样品室发射脉冲激光,所述脉冲激光器的超短脉冲输出端对准光谱探测设备中的光谱收集透镜组;

[0031] 光谱探测设备,用于接收激光经所述样品室后的光谱,并将光谱数据发送至控制设备;

[0032] 光谱分析设备,用于从所述控制设备接收所述光谱数据,并根据所述光谱数据分析金属样品的成分;

[0033] 控制设备,用于控制所述取样机器人放置样品后,依次触发所述脉冲激光器和光谱探测设备,接收所述光谱探测设备发送的光谱数据,并将所述光谱数据发送至所述光谱分析设备。

[0034] 较佳地,所述光谱探测设备包括光谱收集透镜组、光纤接口、激光激发透镜组和角度调节器,所述光谱收集透镜组与所述光纤接口相连接,所述光谱收集透镜组的前端与所述角度调节器相连接,所述激光激发透镜组与所述角度调节器相连接;所述激光激发透镜组的内透镜位置可调节;所述角度调节器的角度可配合所述光谱收集透镜组在10~80度范围内调整。

[0035] 更佳地,所述脉冲激光器包括驱动供电模块和激光器模块,所述驱动供电模块包括供电电源单元和脉冲产生单元,所述供电电源单元与所述脉冲产生单元相连接,所述脉冲产生单元用于产生所需脉冲参数的电脉冲;所述激光器模块包括脉冲电平转换单元、脉冲电流开关和脉冲激光器单元,所述脉冲电平转换单元用于将所述脉冲产生单元产生的电脉冲升高至所需电平以满足所述脉冲电流开关的驱动要求,所述脉冲产生单元通过同轴电缆与所述脉冲电平转换单元相连接,所述脉冲电流开关的输出端与所述脉冲激光器单元相连接;

[0036] 所述脉冲激光器单元包括半导体激光器、光纤预放大器、光纤主放大器、脉冲选择器以及超短脉冲输出端;所述脉冲电流开关与所述半导体激光器相连接,所述半导体激光器依次通过所述光纤预放大器、光纤主放大器以及脉冲选择器接入超短脉冲输出端;所述半导体激光器与脉冲选择器相连接,所述半导体激光器是光纤耦合输出的半导体激光器。

[0037] 更佳地,所述光纤预放大器包括光纤波分复用器、抽运半导体激光器、第一增益光纤、光纤滤波器以及第一光纤隔离器;所述半导体激光器以及抽运半导体激光器分别通过所述光纤波分复用器接入所述第一增益光纤,所述第一增益光纤通过所述光纤滤波器接入所述第一光纤隔离器;

[0038] 所述光纤主放大器包括高功率抽运光源、光纤合波器、第二增益光纤以及第二光纤隔离器;所述第一光纤隔离器依次通过所述光纤合波器和第二增益光纤接入第二光纤隔离器;所述高功率抽运光源接入所述光纤合波器。

[0039] 更进一步地,所述脉冲选择器包括强度调制器、可调延时器以及强度调制器驱动电源;所述脉冲电流开关通过所述可调延时器和强度调制器驱动电源接入所述强度调制器,所述第二光纤隔离器通过所述强度调制器接入所述超短脉冲输出端。

[0040] 更佳地,所述供电电源单元通过供电导线与所述脉冲激光器单元相连接,所述供电导线与所述同轴电缆组合成复合电缆,所述同轴电缆的特性阻值为80欧姆。

[0041] 较佳地,所述光谱分析设备包括:

[0042] 降噪处理模块,用于对校正金属样本的光谱数据进行降噪处理,以及对检测金属样本的光谱数据进行降噪处理;

[0043] 校正建模模块,用于基于所述校正金属样本的光谱数据用化学计量学软件进行建模,得到金属成分测定模型;

[0044] 检测分析模块,用于采用所述金属成分测定模型和所述检测金属样本的光谱数据,分析得到所述检测金属样本的成分分析数据;

[0045] 通信模块,用于与所述控制设备进行通信。

[0046] 采用了该发明中的基于光谱分析技术的金属成分检测方法及装置,具有如下有益效果:

[0047] (1) 采用激光对金属成分进行分析,实现了非接触式测量金属成分,进一步采用取样机器人,可以保障整个金属成分分析过程中的自动化,工作人员全程不必实时盯着金属成分分析过程,可以快速方便地对多个金属样本进行自动化检测分析;

[0048] (2) 增加吹风设备和第三机械臂,可以对盛放金属样品的托盘进行自动清洗,防止前一个金属样品在托盘上留下金属碎屑等其他残留物,影响下一个金属样品实际的成分分析,整个过程实现了自动化控制;

[0049] (3) 采用本发明的激光器的驱动结构可以显著改善对短脉冲激光器的脉冲驱动质量,降低对连接驱动模块和激光模块间的电缆的特殊要求,并使其长度可以显著增加,最大限度地降低此方面应用的难度要求,促进技术的进步;

[0050] (4) 超短脉冲激光器包括半导体激光器、单模光纤放大器、双包层光纤放大器以及脉冲选择器,由于半导体激光器产生的纳秒脉冲激光峰值功率比较低,先通过单模光纤放大器进行预放大,获得一定功率的输出,再通过双包层单模光纤放大器进行功率放大,在功率放大时,纳秒激光脉冲的峰值功率超过一定的阈值后,受到光纤非线性效应的调制,会发生分裂,形成多个子脉冲,可以采用纳秒量级的光脉冲选择器选出分裂脉冲的第一个子脉冲,从而获得单个的超短脉冲激光输出。

## 附图说明

- [0051] 图1为本发明的基于光谱分析技术的金属成分检测方法的流程图；
- [0052] 图2为本发明的基于光谱分析技术的金属成分检测装置的结构框图；
- [0053] 图3为本发明的脉冲激光器的驱动供电模块的结构示意图；
- [0054] 图4为本发明的脉冲激光器的激光器模块的结构示意图；
- [0055] 图5为本发明的光纤预放大器的结构示意图；
- [0056] 图6为本发明的光纤主放大器的结构示意图；
- [0057] 图7为本发明的脉冲选择器的结构示意图；
- [0058] 图8为本发明的光谱探测设备的结构示意图；
- [0059] 图9为本发明的光谱分析设备的结构示意图。

### 具体实施方式

[0060] 为了能够更清楚地描述本发明的技术内容,下面结合具体实施例来进行进一步的描述。

[0061] 如图1所示为本发明的基于光谱分析技术的金属成分检测方法的流程图。

[0062] 所述基于光谱分析技术的金属成分检测方法,所述的方法采用金属成分检测装置,所述装置包括取样机器人、吹风设备、脉冲激光器、光谱探测设备、光谱分析设备和控制设备,所述脉冲激光器的超短脉冲输出端与样品室相对,其所述脉冲激光器的超短脉冲输出端对准光谱探测设备中的光谱收集透镜组,所述吹风设备的出风口对准所述样品室,所述样品室包括托盘和所述托盘上方的透明外罩,所述取样机器人包括第一机械手臂和第二机械手臂,所述的方法包括以下步骤:

[0063] 采集已知成分组成的校正金属样本,所述取样机器人的第一机械手臂将所述样品室的透明外罩提升至预设高度,通过所述取样机器人的第二机械手臂将所述校正金属样本放置于样品室,所述取样机器人的第一机械手臂将所述样品室的透明外罩放置回原位;

[0064] 所述控制设备控制所述脉冲激光器向所述样本室发射短波脉冲激光;

[0065] 所述控制设备控制所述光谱探测设备采集经所述光路系统后的光谱,并将校正金属样本的光谱数据发送至所述光谱分析设备;

[0066] 采用所述光谱分析设备对所述校正金属样本的光谱数据进行降噪处理;

[0067] 所述光谱分析设备基于所述校正金属样本的光谱数据用化学计量学软件进行建模,得到金属成分测定模型;

[0068] 所述取样机器人的第一机械手臂将所述样品室的透明外罩提升至预设高度,通过所述取样机器人的第二机械手臂将所述校正金属样本取出;

[0069] 开启所述吹风设备,吹去所述托盘表面的残留物;

[0070] 采集待测定的检测金属样本,并通过所述取样机器人的第二机械手臂将所述检测金属样本放置于样品室,所述取样机器人的第一机械手臂将所述样品室的透明外罩放置回原位;

[0071] 所述控制设备控制所述脉冲激光器向所述样本室发射短波脉冲激光;

[0072] 所述控制设备控制所述光谱探测设备采集经所述光路系统后的光谱,并将光谱数据发送至所述光谱分析设备;

[0073] 采用所述光谱分析设备对所述检测金属样本的光谱数据进行降噪处理;

[0074] 所述光谱分析设备采用所述金属成分测定模型和所述检测金属样本的光谱数据,分析得到所述检测金属样本的成分分析数据;

[0075] 所述控制设备获取所述光谱分析设备的分析数据,判断分析数据是否异常;

[0076] 如果分析结果异常,则停止金属成分检测,并进行报警;

[0077] 如果分析结果正常,所述控制设备控制所述取样机器人的第一机械手臂将所述透明外罩提升至预设高度,所述取样机器人的第二机械手臂将所述样品室中的检测金属样品取出,采用所述吹风设备清理所述托盘之后,采用所述取样机器人的第二机械手臂在所述托盘中放置新的检测金属样本。

[0078] 在一种较佳的实施方式中,采用所述光谱分析设备对所述校正金属样本的光谱数据根据如下算法进行降噪处理:

[0079] (Savitzky-Golay平滑,平滑窗口数为21)+归一化+(Savitzky-Golay一阶微分,窗口数为17,多项式次数为3);

[0080] 采用所述光谱分析设备对所述检测金属样本的光谱数据根据如下算法进行降噪处理:

[0081] (Savitzky-Golay平滑,平滑窗口数为21)+归一化+(Savitzky-Golay一阶微分,窗口数为17,多项式次数为3)。

[0082] 建模方法具体可以为:每个样品随机挑选15条作为校正集,其余作为验证集。预处理:截取数据50-500,移动平滑、窗口数为25+归一化。采用PCA降维,选取主成分数为10,采用Fisher分类算法。对于校正金属样品进行二级建模。截取数据50-500,移动平滑、窗口数25+归一化+一阶微分、三次多项式、窗口数11。此处建模方法和分析方法仅为示例,在实际应用中,也可以采用其他的现有的建模方法和测定方法。

[0083] 化学计量学(Chemometrics)是一门应用数学统计学与计算机科学的工具,设计或选择最优量测程序和试验方法,并通过解析化学量测数据最大限度地获取信息的化学分支学科。化学计量学方法不可或缺,其主要作用是建立激光光谱和组分(性质)之间的数学桥梁,建立校正模型对未知样品实现预测。因此,激光技术的化学计量学方法主要涉及三方面内容:一是光谱预处理方法研究,对样本光谱进行预处理,减少以至于消除各种非目标因素对光谱造成的影响;二是光谱特征波长的选择与提取,有选择性地提取与分类目标有关的信息并抑制非相关特征和噪声的影响;三是激光光谱校正方法研究,以期建立稳健、可靠、灵敏度高的校正模型。

[0084] 在一种较佳的实施方式中,所述取样机器人还包括第三机械手臂,所述第三机械手臂的表面环绕设置有擦洗毛刷,所述取样机器人的第一机械手臂将所述透明外罩提升至预设高度时,且所述托盘中没有金属样品时,所述取样机器人的第三手臂对所述托盘进行擦洗。

[0085] 本发明还涉及一种应用于所述的方法的基于光谱分析技术的金属成分分析装置,所述装置包括:

[0086] 取样机器人,用于将金属样品放置于样品室内;所述取样机器人包括第一机械手臂、第二机械手臂和底座,所述第一机械手臂和所述第二机械手臂的一端均活动连接于所述底座,所述样品室位于所述第一机械手臂的另一端的活动范围之内,且所述样品室位于所述第二机械手臂的另一端的活动范围之内;

[0087] 脉冲激光器,用于向所述样品室发射脉冲激光,所述脉冲激光器的超短脉冲输出端对准光谱探测设备中的光谱收集透镜组;

[0088] 光谱探测设备,用于接收激光经所述样品室后的光谱,并将光谱数据发送至控制设备;

[0089] 光谱分析设备,用于从所述控制设备接收所述光谱数据,并根据所述光谱数据分析金属样品的成分;

[0090] 控制设备,用于控制所述取样机器人放置样品后,依次触发所述脉冲激光器和光谱探测设备,接收所述光谱探测设备发送的光谱数据,并将所述光谱数据发送至所述光谱分析设备。

[0091] 在一种较佳的实施方式中,所述光谱探测设备包括光谱收集透镜组、光纤接口、激光激发透镜组和角度调节器,所述光谱收集透镜组与所述光纤接口相连接,所述光谱收集透镜组的前端与所述角度调节器相连接,所述激光激发透镜组与所述角度调节器相连接;所述激光激发透镜组的内透镜位置可调节;所述角度调节器的角度可配合所述光谱收集透镜组在10~80度范围内调整。

[0092] 在一种较佳的实施方式中,所述脉冲激光器包括驱动供电模块和激光器模块,所述驱动供电模块包括供电电源单元和脉冲产生单元,所述供电电源单元与所述脉冲产生单元相连接,所述脉冲产生单元用于产生所需脉冲参数的电脉冲;所述激光器模块包括脉冲电平转换单元、脉冲电流开关和脉冲激光器单元,所述脉冲电平转换单元用于将所述脉冲产生单元产生的电脉冲升高至所需电平以满足所述脉冲电流开关的驱动要求,所述脉冲产生单元通过同轴电缆与所述脉冲电平转换单元相连接,所述脉冲电流开关的输出端与所述脉冲激光器单元相连接;

[0093] 所述脉冲激光器单元包括半导体激光器、光纤预放大器、光纤主放大器、脉冲选择器以及超短脉冲输出端;所述脉冲电流开关与所述半导体激光器相连接,所述半导体激光器依次通过所述光纤预放大器、光纤主放大器以及脉冲选择器接入超短脉冲输出端;所述半导体激光器与脉冲选择器相连接,所述半导体激光器是光纤耦合输出的半导体激光器。

[0094] 在一种较佳的实施方式中,所述光纤预放大器包括光纤波分复用器、抽运半导体激光器、第一增益光纤、光纤滤波器以及第一光纤隔离器;所述半导体激光器以及抽运半导体激光器分别通过所述光纤波分复用器接入所述第一增益光纤,所述第一增益光纤通过所述光纤滤波器接入所述第一光纤隔离器;

[0095] 所述光纤主放大器包括高功率抽运光源、光纤合波器、第二增益光纤以及第二光纤隔离器;所述第一光纤隔离器依次通过所述光纤合波器和第二增益光纤接入第二光纤隔离器;所述高功率抽运光源接入所述光纤合波器。

[0096] 在一种较佳的实施方式中,所述脉冲选择器包括强度调制器、可调延时器以及强度调制器驱动电源;所述脉冲电流开关通过所述可调延时器和强度调制器驱动电源接入所述强度调制器,所述第二光纤隔离器通过所述强度调制器接入所述超短脉冲输出端。

[0097] 在一种较佳的实施方式中,所述第一增益光纤和所述第二增益光纤为掺镱双包层单模光纤,所述短脉冲激光器还包括回光消除部件,所述回光消除部件与所述强度调制器相连接,所述回光消除部件包括光纤和涂覆在所述光纤的一端表面上的折射率匹配层。

[0098] 在一种较佳的实施方式中,所述短脉冲激光器还设置有底座,所述驱动供电模块

和所述激光器模块均设置于所述底座上方,所述底座的内部设置有散热通道,所述散热通道为贯穿于所述底座内部的圆柱形通道,所述散热通道的直径小于所述底座的高度。

[0099] 在一种较佳的实施方式中,所述供电电源单元通过供电导线与所述脉冲激光器单元相连接,所述供电导线与所述同轴电缆组合成复合电缆,所述同轴电缆的特性阻值为80欧姆。

[0100] 在一种较佳的实施方式中,所述光谱分析设备包括:

[0101] 降噪处理模块,用于对校正金属样本的光谱数据进行降噪处理,以及对检测金属样本的光谱数据进行降噪处理;

[0102] 校正建模模块,用于基于所述校正金属样本的光谱数据用化学计量学软件进行建模,得到金属成分测定模型;

[0103] 检测分析模块,用于采用所述金属成分测定模型和所述检测金属样本的光谱数据,分析得到所述检测金属样本的成分分析数据;

[0104] 通信模块,用于与所述控制设备进行通信。

[0105] 采用了该发明中的基于光谱分析技术的金属成分检测方法及装置,具有如下有益效果:

[0106] (1) 采用激光对金属成分进行分析,实现了非接触式测量金属成分,进一步采用取样机器人,可以保障整个金属成分分析过程中的自动化,工作人员全程不必实时盯着金属成分分析过程,可以快速方便地对多个金属样本进行自动化检测分析;

[0107] (2) 增加吹风设备和第三机械臂,可以对盛放金属样品的托盘进行自动清洗,防止前一个金属样品在托盘上留下金属碎屑等其他残留物,影响下一个金属样品实际的成分分析,整个过程实现了自动化控制;

[0108] (3) 采用本发明的激光器的驱动结构可以显著改善对短脉冲激光器的脉冲驱动质量,降低对连接驱动模块和激光模块间的电缆的特殊要求,并使其长度可以显著增加,最大限度地降低此方面应用的难度要求,促进技术的进步;

[0109] (4) 超短脉冲激光器包括半导体激光器、单模光纤放大器、双包层光纤放大器以及脉冲选择器,由于半导体激光器产生的纳秒脉冲激光峰值功率比较低,先通过单模光纤放大器进行预放大,获得一定功率的输出,再通过双包层单模光纤放大器进行功率放大,在功率放大时,纳秒激光脉冲的峰值功率超过一定的阈值后,受到光纤非线性效应的调制,会发生分裂,形成多个子脉冲,可以采用纳秒量级的光脉冲选择器选出分裂脉冲的第一个子脉冲,从而获得单个的超短脉冲激光输出。

[0110] 在此说明书中,本发明已参照其特定的实施例作了描述。但是,很显然仍可以作出各种修改和变换而不背离本发明的精神和范围。因此,说明书和附图应被认为是说明性的而非限制性的。

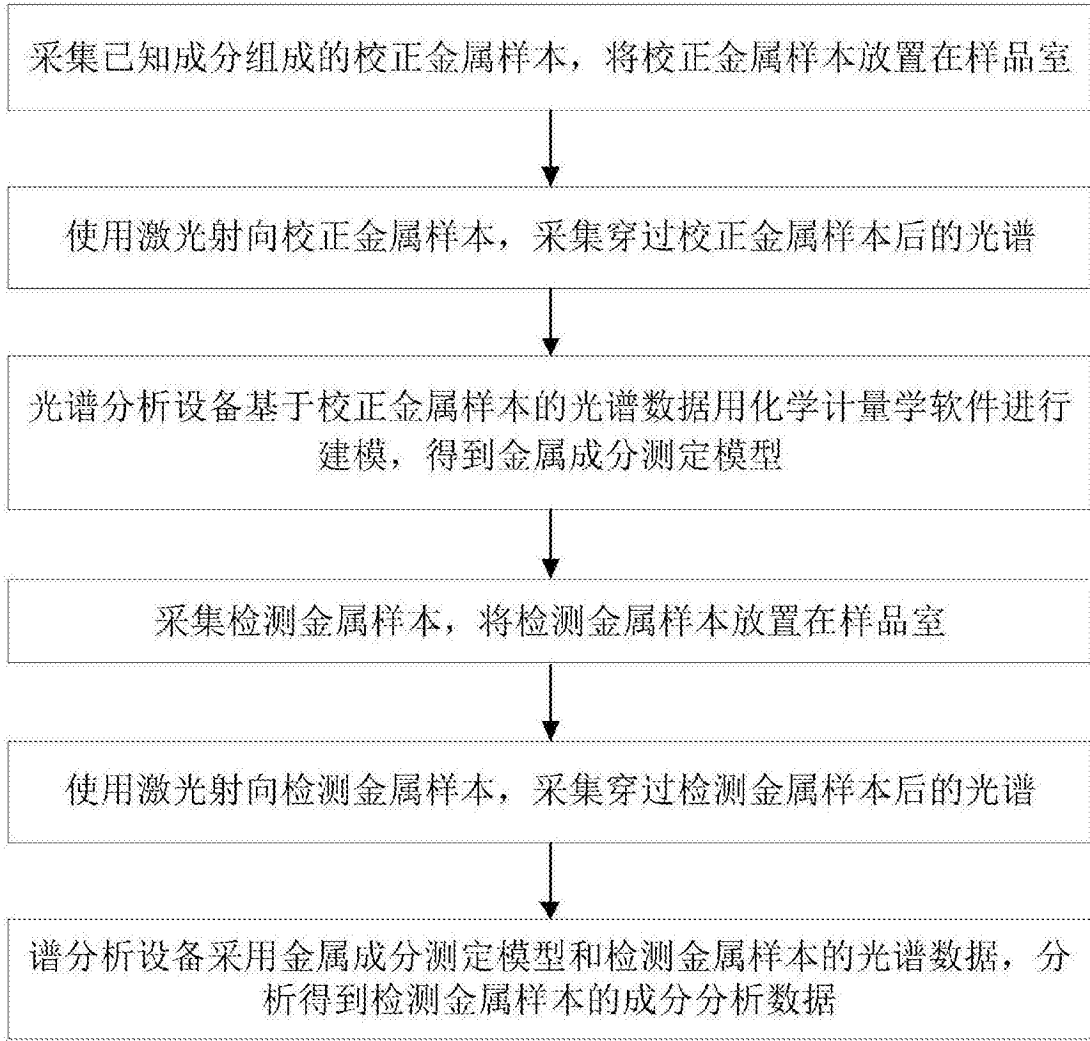


图1

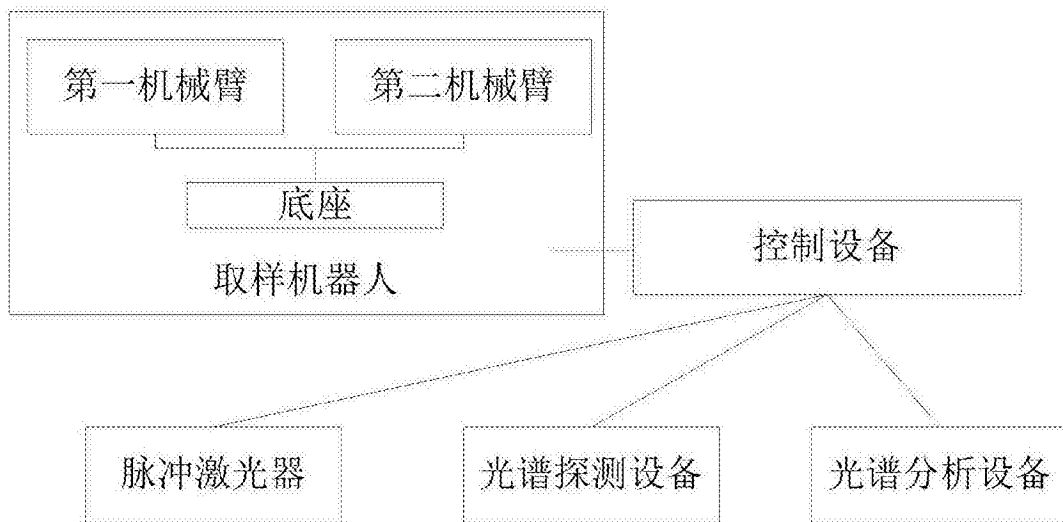


图2

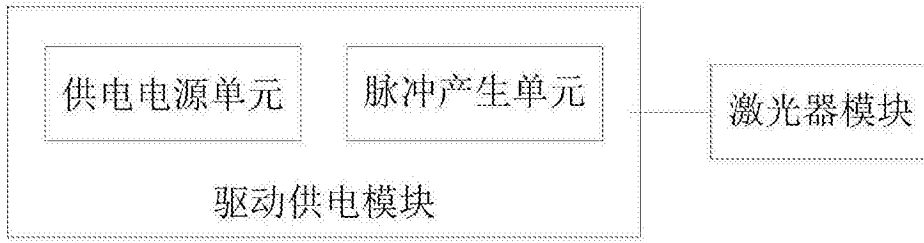


图3



图4

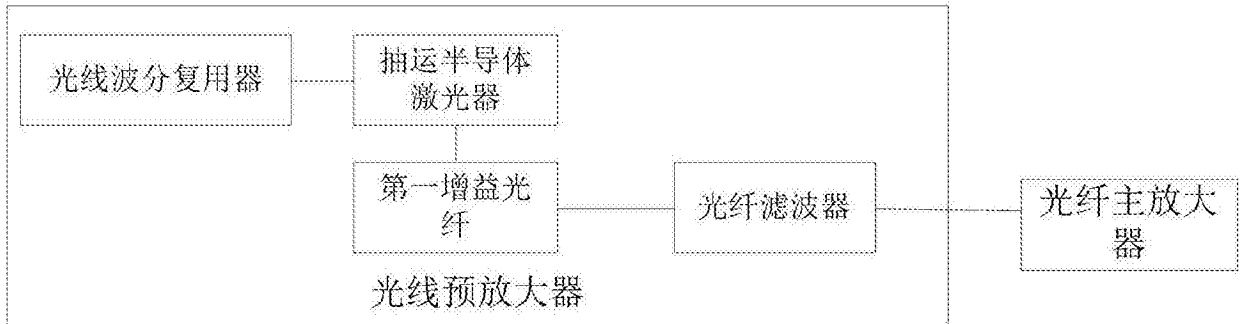


图5

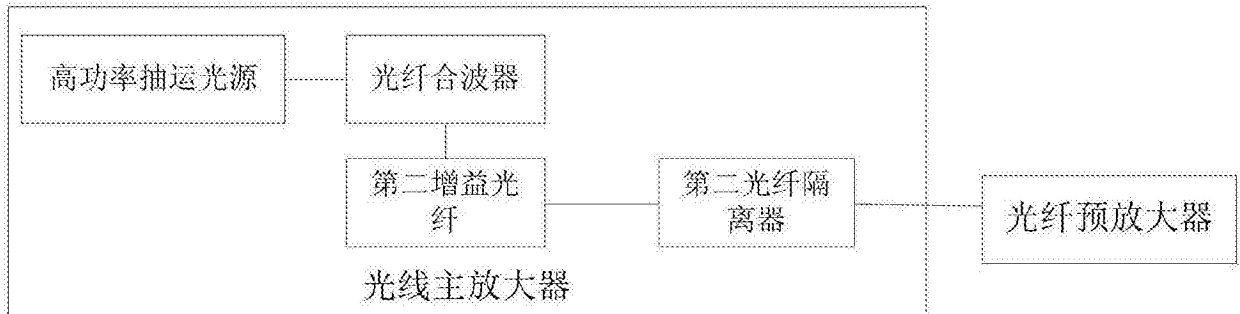


图6

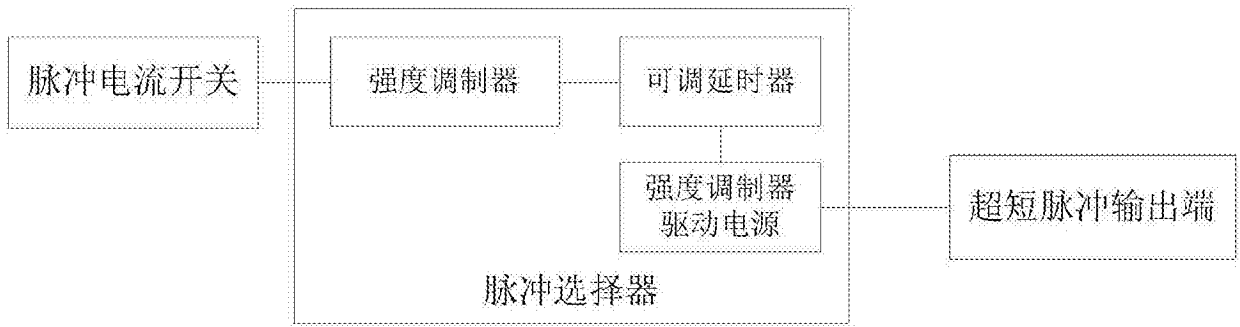


图7

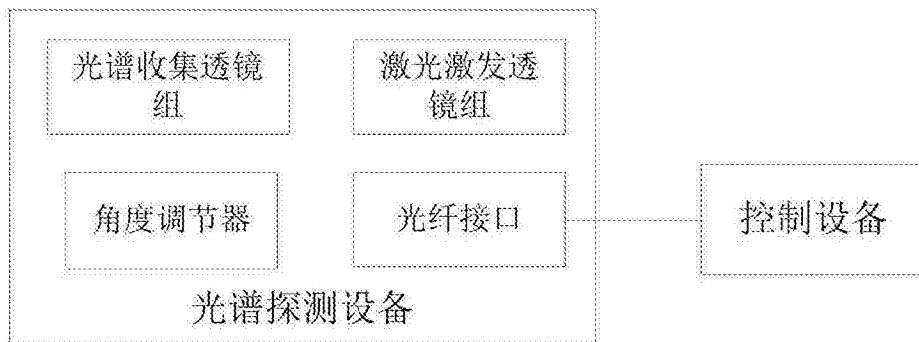


图8

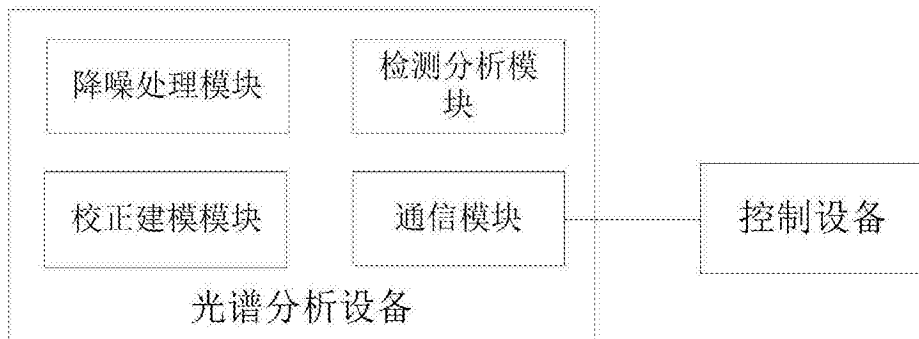


图9