



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109001149 A

(43)申请公布日 2018.12.14

(21)申请号 201811051669.8

(22)申请日 2018.09.10

(71)申请人 电子科技大学

地址 611731 四川省成都市高新区(西区)  
西源大道2006号

(72)发明人 李剑峰 李昆 石逸文 高颖  
刘菲 刘永

(74)专利代理机构 成都弘毅天承知识产权代理  
有限公司 51230

代理人 邹敏菲

(51)Int.Cl.

G01N 21/359(2014.01)

G01N 21/3563(2014.01)

G01N 21/01(2006.01)

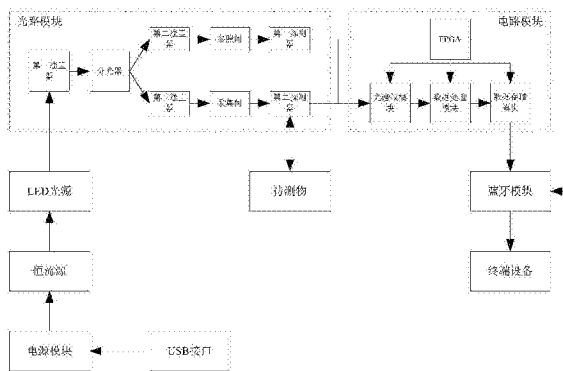
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统  
及方法

(57)摘要

本发明公开了基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统及方法,属于近红外光谱无损检测技术领域,包括顺序连接的电源模块、LED光源、光路模块和电路模块;所述电源模块供电给LED光源,LED光源产生近红外光谱进入光路模块,光路模块将近红外光谱分为两路,一路作为参照进行采集,另一路对待测物进行照射采集,并将两路采集数据传入电路模块,电路模块对采集数据进行校正处理后,再存储,解决了现有近红外光谱水果无损检测设备存在光源抖动的影响,难以正确反映待测物的吸收光谱和不能将检测结果量化输出,以及使用场景限制较大,使用方法繁琐的问题。



1. 基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统,其特征在於:包括顺序连接的电源模块、LED光源、光路模块和电路模块;

所述电源模块供电给LED光源,LED光源产生近红外光谱进入光路模块,光路模块将近红外光谱分为两路,一路作为参照进行采集,另一路对待测物进行照射采集,并将两路采集数据传入电路模块,电路模块对采集数据进行校正处理后,再存储。

2. 根据权利要求1所述的基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统,其特征在於:还包括与电路模块连接的蓝牙模块,所述蓝牙模块与终端设备无线连接,所述电路模块将处理后的数据发送至蓝牙模块,蓝牙模块再将数据结果反馈至终端设备。

3. 根据权利要求1所述的基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统,其特征在於:所述电源模块和LED光源之间,设置有恒流源,所述LED光源为宽源光谱,产生600nm~1050nm波段的近红外光谱。

4. 根据权利要求1所述的基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统,其特征在於:所述光路模块包括第一准直器、与第一准直器连接的分光器,与分光器顺序连接的第二准直器、参照间和第一探测器,以及与分光器顺序连接的第三准直器、采集间和第二探测器;

所述第一准直器将LED光源产生的近红外光谱进行准直后,通过分光器分为两束等功率光路,一路通过所述第二准直器准直后进入参照间,所述参照间内设置有白板,光路照射白板获取反射光后由第一探测器进行实时参照光数据采集,另一路通过所述第三准直器准直后进入采集间,对探测物进行照射后,由第二探测器对探测物的吸收光进行数据采集。

5. 根据权利要求4所述的基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统,其特征在於:所述电路模块包括FPGA,顺序连接的光谱仪模块、数据处理模块和数据存储模块,所述光谱仪模块、数据处理模块和数据存储模块均与FPGA连接;

所述FPGA控制各个模块工作和数据交流,所述光谱仪模块将第一探测器和第二探测器采集的两路数据生成参照光谱与待测物吸收光谱传输至数据处理模块,所述数据处理模块将参照光谱与待测物光谱进行吸光度运算,将得到的吸光度数据传输至数据存储模块,所述数据存储模块对吸光度数据进行存储并传输至蓝牙模块。

6. 根据权利要求2所述的基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统,其特征在於:所述终端设备将蓝牙模块反馈的吸光度数据发送至云服务器端,所述云服务器端根据吸光度数据加载水果的成分分析模型并加以运算,得出最终定量分析成果,再返回至终端设备进行可视化显示。

7. 基于近红外光谱的双光路水果无损检测方法,其特征在於,包括基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统,所述系统采用权利要求1所述的基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统,检测方法包括以下步骤:

步骤1:电源模块供电给LED光源,LED光源产生近红外光谱进入光路模块;

步骤2:光路模块将近红外光谱分为两路,一路作为参照进行采集,另一路对待测物进行照射采集,并将两路采集数据传入电路模块;

步骤3:电路模块对采集数据进行校正处理后,存储并发送至蓝牙模块;

步骤4:蓝牙模块将数据结果反馈至终端设备,再通过云服务器端得出分析成果,并在终端设备上显示。

8. 根据权利要求7所述的基于近红外光谱的双光路水果无损检测方法,其特征在於,所

述步骤2的具体步骤如下：

步骤2.1：光路模块中的第一准直器将近红外光谱进行准直后，由分光器分为两束等功率光路；

步骤2.2：步骤2.1的两束光路中的一路通过第二准直器准直后进入参照间，光路照射参照间内的白板获取反射光后，由第一探测器进行实时参照光数据采集；

步骤2.3：步骤2.1的两束光路中的另一路通过第三准直器准直后进入采集间，光路照射待测物，待测物吸收光谱后，由第二探测器采用固体物质的漫发射采集方式，对待测物的吸收光进行数据采集；

步骤2.4：将步骤2.3和步骤2.4采集到的数据传入电路模块。

9. 根据权利要求7所述的基于近红外光谱的双光路水果无损检测方法，其特征在于，所述步骤3的具体步骤如下：

步骤3.1：电路模块中的FPGA控制光谱仪模块将接收到的数据进行实时响应，生成参照光谱与待测物吸收光谱后，传输至数据处理模块；

步骤3.2：根据步骤3.1，FPGA控制数据处理模块将参照光谱与待测物光谱进行吸光度运算，得到吸光度数据后，传输至数据存储模块；

步骤3.3：根据步骤3.2，FPGA控制数据存储模块对吸光度数据进行存储并传输至蓝牙模块。

10. 根据权利要求7所述的基于近红外光谱的双光路水果无损检测方法，其特征在于，所述步骤4的具体步骤如下：

步骤4.1：蓝牙模块将吸光度数据无线传输至终端设备；

步骤4.2：终端设备通过无线网络将吸光度数据发送至云服务器端；

步骤4.3：云服务器端根据吸光度数据和种类识别库，加载水果的新鲜度神经网络模型和成分分析模型，并加以运算，得出最终定量分析成果；

步骤4.4：云服务器端将最终定量分析成果再通过无线网络发送至终端设备进行可视化显示。

## 基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于近红外光谱无损检测技术领域,涉及一种基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统及方法。

### 背景技术

[0002] 我国的水果栽培历史悠久,资源丰富,水果在国内已经成为第三大种植业,我国的水果产量居世界首位,而水果贮藏能力只有10%。与发达国家相比,我国水果处理水平较低,烂果率高,检测与分选技术落后,导致同批水果良莠不齐,在世界市场上缺乏竞争力。传统的人工分拣方法效率低下,错误率高,劳动强度大,因此发展一种无损、简单、高效、准确率高的水果检测系统是极其必要的。

[0003] 近红外光谱无损检测技术始于20世纪80年代,与传统的检测方法相比,具有快速、高效、无损、成本低、无污染和无需预处理等优点,该技术被广泛应用于农业、食品、制药、化工等行业中。近红外光谱是由于分子振动的非谐性,分子振动从基态向高能级跃迁产生的,反映了含氢基团(C-H、N-H、O-H)伸缩振动的倍频和合频吸收。当入射光照射水果表面时,入射光产生漫反射光,一部分穿过果皮发生透射,还有一部分被果肉吸收。水果内部的物质分子选择性地吸收入射光中的特定频率光,引起水果分子中化学键的振动,当分子中原子之间振动的频率与近红外谱区的频率相一致时发生共振,产生吸收光谱。基于近红外光谱对物质的特殊吸收性,近红外光谱可获得水果内部的化学成分和结构信息,从而实现对于水果内部组分的无损检测。

[0004] 如图1所示为现有的水果无损检测扫描枪,包括扫描枪体1,扫描枪体1前部设有一透光板15,透光板15用于防尘防水,扫描枪体1内设有一近红外光谱发射器2和一检测探头3,近红外光谱发射器2用于扫描水果样品,可以获取水果样品的有机分子的相关特征信息,具有方便、快速、高效、准确及成本低的特点,同时可以不破坏样品,不消化化学试剂,不污染环境,检测探头3用于收集扫描的反馈数据信号,近红外光谱发射器2和检测探头3连接一电路板5,电路板5包括信号接收模块51、数据处理模块52、数据存储模块53及数据输出模块54,检测探头3将收集的数据信号输入至信号接收模块51内,信号接收模块51完成与数据处理模块52的数据信号传输,数据处理模块52完成数据信号的处理及反馈,数据存储模块53完成数据收集存储,数据处理模块52将完成处理的数据信号反馈至数据输出模块54,数据输出模块54与一信号灯14连接,信号灯14依据数据输出模块54完成信号判读,通过判读数据,得出合格或不合格的检测结果,有利于检测水果样品,信号灯14位于扫描枪体1上部,扫描枪体1下端设有一手柄11,手柄11上设有防滑纹,手柄11上包括一启动开关16,手柄11底部设有一连接端口13,连接端口13与电路板12连接,还包括一USB数据连接线4,USB数据连接线4一端与连接端口13配合连接,USB数据连接线4另一端可以与计算机6终端连接完成数据导出,有利于数据的分析检测,方便与计算机完成有效连接。

[0005] 但是,上述水果无损检测扫描枪还存在一些缺陷:

[0006] 1. 由于光谱数据除了包含化学键强度、化学组成、电负性和氢键的信息外,光源的

抖动、强度变化也被同时加载进去,使用单个光源直接进行近红外光谱采集,光源的非均匀性、光源的抖动等非化学因素将影响光谱的准确度,难以正确反映待测物的吸收光谱,对检测造成了偏移影响;

[0007] 2. 仅仅通过警示灯的闪烁反映最终的检测结果,未将水果检测的分析结果定量化,给检测员的直观感受不够清晰,对后续的数据汇总、分析带来困难;

[0008] 3. 使用USB连接线与计算机连接进行数据导出,有线方案的实施限制了系统的使用场景,先导出数据再进行处理的设计方案不能及时对待测水果进行分析验证,使用方法也更为繁琐。

[0009] 因此,针对现有技术存在的缺陷,本发明提出了一种基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统及方法。

## 发明内容

[0010] 本发明的目的在于:提供了基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统及方法,解决了现有近红外光谱水果无损检测设备存在光源抖动的影响,难以正确反映待测物的吸收光谱和不能将检测结果定量化输出,以及使用场景限制较大,使用方法繁琐的问题。

[0011] 本发明采用的技术方案如下:

[0012] 基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统,包括顺序连接的电源模块、LED光源、光路模块和电路模块;

[0013] 所述电源模块供电给LED光源,LED光源产生近红外光谱进入光路模块,光路模块将近红外光谱分为两路,一路作为参照进行采集,另一路对待测物进行照射采集,并将两路采集数据传入电路模块,电路模块对采集数据进行校正处理后,再存储。

[0014] 进一步地,还包括与电路模块连接的蓝牙模块,所述蓝牙模块与终端设备无线连接,所述电路模块将处理后的数据发送至蓝牙模块,蓝牙模块再将数据结果反馈至终端设备。

[0015] 进一步地,所述电源模块和LED光源之间,设置有恒流源,所述LED光源为宽源光谱,产生600nm~1050nm波段的近红外光谱。

[0016] 进一步地,所述光路模块包括第一准直器、与第一准直器连接的分光器,与分光器顺序连接的第二准直器、参照间和第一探测器,以及与分光器顺序连接的第三准直器、采集间和第二探测器;

[0017] 所述第一准直器将LED光源产生的近红外光谱进行准直后,通过分光器分为两束等功率光路,一路通过所述第二准直器准直后进入参照间,所述参照间内设置有白板,光路照射白板获取反射光后由第一探测器进行实时参照光数据采集,另一路通过所述第三准直器准直后进入采集间,对探测物进行照射后,由第二探测器对探测物的吸收光进行数据采集。

[0018] 更进一步地,所述电路模块包括FPGA,顺序连接的光谱仪模块、数据处理模块和数据存储模块,所述光谱仪模块、数据处理模块和数据存储模块均与FPGA连接;

[0019] 所述FPGA控制各个模块工作和数据交流,所述光谱仪模块将第一探测器和第二探测器采集的两路数据生成参照光谱与待测物吸收光谱传输至数据处理模块,所述数据处理模块将参照光谱与待测物光谱进行吸光度运算,将得到的吸光度数据传输至数据存储模

块,所述数据存储模块对吸光度数据进行存储并传输至蓝牙模块。

[0020] 更进一步地,所述终端设备将蓝牙模块反馈的吸光度数据发送至云服务器端,所述云服务器端根据吸光度数据加载水果的成分分析模型并加以运算,得出最终定量分析成果,再返回至终端设备进行可视化显示。

[0021] 更进一步地,所述电源模块通过USB接口与电源适配器连接进行充电。

[0022] 基于近红外光谱的双光路水果无损检测方法,包括基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统,所述系统采用上述的基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统,检测方法包括以下步骤:

[0023] 步骤1:电源模块供电给LED光源,LED光源产生近红外光谱进入光路模块;

[0024] 步骤2:光路模块将近红外光谱分为两路,一路作为参照进行采集,另一路对待测物进行照射采集,并将两路采集数据传入电路模块;

[0025] 步骤3:电路模块对采集数据进行校正处理后,存储并发送至蓝牙模块;

[0026] 步骤4:蓝牙模块将数据结果反馈至终端设备,再通过云服务器端得出分析成果,并在终端设备上显示。

[0027] 进一步地,所述步骤2的具体步骤如下:

[0028] 步骤2.1:光路模块中的第一准直器将近红外光谱进行准直后,由分光器分为两束等功率光路;

[0029] 步骤2.2:步骤2.1的两束光路中的一路通过第二准直器准直后进入参照间,光路照射参照间内的白板获取反射光后,由第一探测器进行实时参照光数据采集;

[0030] 步骤2.3:步骤2.1的两束光路中的另一路通过第三准直器准直后进入采集间,光路照射待测物,待测物吸收光谱后,由第二探测器采用固体物质的漫发射采集方式,对待测物的吸收光进行数据采集;

[0031] 步骤2.4:将步骤2.3和步骤2.4采集到的数据传入电路模块。

[0032] 进一步地,所述步骤3的具体步骤如下:

[0033] 步骤3.1:电路模块中的FPGA控制光谱仪模块将接收到的数据进行实时响应,生成参照光谱与待测物吸收光谱后,传输至数据处理模块;

[0034] 步骤3.2:根据步骤3.1,FPGA控制数据处理模块将参照光谱与待测物光谱进行吸光度运算,得到吸光度数据后,传输至数据存储模块;

[0035] 步骤3.3:根据步骤3.2,FPGA控制数据存储模块对吸光度数据进行存储并传输至蓝牙模块。

[0036] 进一步地,所述步骤4的具体步骤如下:

[0037] 步骤4.1:蓝牙模块将吸光度数据无线传输至终端设备;

[0038] 步骤4.2:终端设备通过无线网络将吸光度数据发送至云服务器端;

[0039] 步骤4.3:云服务器端根据吸光度数据和种类识别库,加载水果的新鲜度神经网络模型和成分分析模型,并加以运算,得出最终定量分析成果;

[0040] 步骤4.4:云服务器端将最终定量分析成果再通过无线网络发送至终端设备进行可视化显示。

[0041] 更进一步地,所述最终定量分析结果包括输出光谱图,输出识别、新鲜度和成分预测值。

[0042] 综上所述,由于采用了上述技术方案,本发明的有益效果是:

[0043] 1. 基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统及方法,采用单源双光路设计,利用光路模块将LED光源产生的近红外光谱分为两路,一路作为参照光进行采集,另一路对待测物进行照射采集,再通过电路模块对采集数据进行校正处理和运算,消除了光源非均匀性、光源抖动等非化学因素造成的偏移影响,对光源的抖动影响进行了校正,以获得更为准确的待测物吸收光谱,再通过电路模块发送处理后的数据至蓝牙模块,通过无线方式传输,简单方便,不再需要通过复杂的有线连接,扩大了系统的使用场景。

[0044] 2. 本发明中所述电源模块和LED光源之间,设置有恒流源,为LED光源提供稳定的供电职能,所述LED光源为宽源光谱,产生600nm~1050nm波段的近红外光谱,由于水果组织中多为O-H官能团,其在近红外波段的吸收峰位于659~769nm,因此光源选择为可以覆盖此吸收峰的宽谱光源,且LED宽源光谱具有范围宽,成本低的优点。

[0045] 3. 本发明中所述第一准直器将LED光源产生的近红外光谱进行准直后,通过分光器分为两束等功率光路,一路通过所述第二准直器准直后进入参照间,所述参照间内设置有白板,光路照射白板获取反射光后由第一探测器进行实时参照光数据采集,另一路通过所述第三准直器准直后进入采集间,对探测物进行照射后,由第二探测器对探测物的吸收光进行数据采集,在近红外光谱检测的基础上,采用双光路设计,利用同源参照光对光源抖动影响进行校正,获得了更为准确的待测物近红外吸收光。

[0046] 4. 本发明还包括与电路模块连接的蓝牙模块,所述蓝牙模块与终端设备无线连接,所述蓝牙模块将电路模块处理后的吸光度数据反馈至终端设备,所述终端设备通过无线网络发送至云服务器端,所述云服务器端根据吸光度数据加载水果的成分分析模型并加以运算,得出最终定量分析成果,再返回至终端设备进行可视化显示,采用无线技术进行互联,大大扩展了系统使用场所范围,极大的提升了系统的便携性,方便用户使用。将最终成分检测结果以定量方式输出,显示在终端设备上,直观清晰地反映了水果的内部组分构成,给检测员的直观感受较好,极大地方便了后续数据汇总和分析。

## 附图说明

[0047] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图,其中:

[0048] 图1是现有的水果无损检测扫描枪结构示意图;

[0049] 图2是基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统的系统结构图;

[0050] 图3是本发明中光路模块的光路图;

[0051] 图4是基于近红外光谱的双光路水果无损检测方法的流程图。

## 具体实施方式

[0052] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明,即所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通

常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0053] 因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0054] 需要说明的是,术语“第一”和“第二”等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0055] 基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统及方法,解决了现有近红外光谱水果无损检测设备存在光源抖动的影响,难以正确反映待测物的吸收光谱和不能将检测结果定量化输出,以及使用场景限制较大,使用方法繁琐的问题;

[0056] 基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统,包括顺序连接的电源模块、LED光源、光路模块、电路模块、蓝牙模块,所述蓝牙模块与终端设备无线连接;

[0057] 所述电源模块供电给LED光源,LED光源产生近红外光谱进入光路模块,光路模块将近红外光谱分为两路,一路作为参照进行采集,另一路对待测物进行照射采集,并将两路采集数据传入电路模块,电路模块对采集数据进行校正处理后,存储并发送至蓝牙模块,蓝牙模块将数据结果反馈至终端设备;

[0058] 基于近红外光谱的双光路水果无损检测方法,包括基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统,所述系统采用上述的基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统,检测方法包括以下步骤:

[0059] 步骤1:电源模块供电给LED光源,LED光源产生近红外光谱进入光路模块;

[0060] 步骤2:光路模块将近红外光谱分为两路,一路作为参照进行采集,另一路对待测物进行照射采集,并将两路采集数据传入电路模块;

[0061] 步骤3:电路模块对采集数据进行校正处理后,存储并发送至蓝牙模块;

[0062] 步骤4:蓝牙模块将数据结果反馈至终端设备,再通过云服务器端得出分析成果,并在终端设备上显示;

[0063] 本发明采用单源双光路设计,利用光路模块将LED光源产生的近红外光谱分为两路,一路作为参照光进行采集,另一路对待测物进行照射采集,再通过电路模块对采集数据进行校正处理和运算,消除了光源非均匀性、光源抖动等非化学因素造成的偏移影响,对光源的抖动影响进行了校正,以获得更为准确的待测物吸收光谱,再通过电路模块发送处理后的数据至蓝牙模块,通过无线方式传输,简单方便,不再需要通过复杂的有线连接,扩大了系统的使用场景。

[0064] 下面结合实施例对本发明的特征和性能作进一步的详细描述。

[0065] 实施例一

[0066] 本发明较佳实施例提供的基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统,如图2所示,包括顺序连接的电源模块、LED光源、光路模块和电路模块;



[0067] 所述电源模块供电给LED光源,LED光源产生近红外光谱进入光路模块,光路模块将近红外光谱分为两路,一路作为参照进行采集,另一路对待测物进行照射采集,并将两路采集数据传入电路模块,电路模块对采集数据进行校正处理后,再存储。

[0068] 进一步地,还包括与电路模块连接的蓝牙模块,所述蓝牙模块与终端设备无线连接,所述电路模块将处理后的数据发送至蓝牙模块,蓝牙模块再将数据结果反馈至终端设备。

[0069] 进一步地,所述电源模块和LED光源之间,设置有恒流源,为LED光源提供稳定的供电职能,所述LED光源为宽源光谱,产生600nm~1050nm波段的近红外光谱,由于水果组织中多为O-H官能团,其在近红外波段的吸收峰位于659~769nm,因此光源选择为可以覆盖此吸收峰的宽谱光源,且LED宽源光谱具有范围宽,成本低的优点。

[0070] 进一步地,所述光路模块包括第一准直器、与第一准直器连接的分光器,与分光器顺序连接的第二准直器、参照间和第一探测器,以及与分光器顺序连接的第三准直器、采集间和第二探测器;

[0071] 如图3所示的光路图,所述第一准直器将LED光源产生的近红外光谱进行准直后,通过分光器分为两束等功率光路,一路通过所述第二准直器准直后进入参照间,所述参照间内设置有白板,光路照射白板获取反射光后由第一探测器进行实时参照光数据采集,另一路通过所述第三准直器准直后进入采集间,对探测物进行照射后,由第二探测器对探测物的吸收光进行数据采集,在近红外光谱检测的基础上,采用双光路设计,利用同源参照光对光源抖动影响进行校正,获得了更为准确的待测物近红外吸收光。

[0072] 更进一步地,所述电路模块包括FPGA,顺序连接的光谱仪模块、数据处理模块和数据存储模块,所述光谱仪模块、数据处理模块和数据存储模块均与FPGA连接;

[0073] 所述FPGA控制各个模块工作和数据交流,所述光谱仪模块将第一探测器和第二探测器采集的两路数据生成参照光谱与待测物吸收光谱传输至数据处理模块,所述数据处理模块将参照光谱与待测物光谱进行吸光度运算,将得到的吸光度数据传输至数据存储模块,所述数据存储模块对吸光度数据进行存储并传输至蓝牙模块。

[0074] 更进一步地,所述终端设备将蓝牙模块反馈的吸光度数据发送至云服务器端,所述云服务器端根据吸光度数据加载水果的成分分析模型并加以运算,得出最终定量分析成果,再返回至终端设备进行可视化显示,采用无线技术进行互联,大大扩展了系统使用场所范围,极大的提升了系统的便携性,方便用户使用。将最终成分检测结果以定量方式输出,显示在终端设备上,直观清晰地反映了水果的内部组分构成,给检测员的直观感受较好,极大地方便了后续数据汇总和分析。

[0075] 更进一步地,所述电源模块通过USB接口与电源适配器连接进行充电,所述终端设备采用手机或平板电脑。

[0076] 基于近红外光谱的双光路水果无损检测方法,包括基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统,所述系统采用上述的基于近红外光谱的双光路水果无损检测系统,检测方法如图4所示,包括以下步骤:

[0077] 步骤1:电源模块供电给LED光源,LED光源产生近红外光谱进入光路模块;

[0078] 步骤2:光路模块将近红外光谱分为两路,一路作为参照进行采集,另一路对待测物进行照射采集,并将两路采集数据传入电路模块;

[0079] 步骤2.1:光路模块中的第一准直器将近红外光谱进行准直后,由分光器分为两束等功率光路;

[0080] 步骤2.2:步骤2.1的两束光路中的一路通过第二准直器准直后进入参照间,光路照射参照间内的白板获取反射光后,由第一探测器进行实时参照光数据采集;

[0081] 步骤2.3:步骤2.1的两束光路中的另一路通过第三准直器准直后进入采集间,光路照射待测物,待测物吸收光谱后,由第二探测器采用固体物质的漫发射采集方式,对待测物的吸收光进行数据采集;

[0082] 步骤2.4:将步骤2.3和步骤2.4采集到的数据传入电路模块;

[0083] 步骤3:电路模块对采集数据进行校正处理后,存储并发送至蓝牙模块;

[0084] 步骤3.1:电路模块中的FPGA控制光谱仪模块将接收到的数据进行实时响应,生成参照光谱与待测物吸收光谱后,传输至数据处理模块;

[0085] 步骤3.2:根据步骤3.1,FPGA控制数据处理模块将参照光谱与待测物光谱进行吸光度运算,得到吸光度数据后,传输至数据存储模块;

[0086] 步骤3.3:根据步骤3.2,FPGA控制数据存储模块对吸光度数据进行存储并传输至蓝牙模块;

[0087] 步骤4:蓝牙模块将数据结果反馈至终端设备,再通过云服务器端得出分析成果,并在终端设备上显示;

[0088] 步骤4.1:蓝牙模块将吸光度数据无线传输至终端设备;

[0089] 步骤4.2:终端设备通过无线网络将吸光度数据发送至云服务器端;

[0090] 步骤4.3:云服务器端根据吸光度数据和种类识别库,加载水果的新鲜度神经网络模型和成分分析模型,并加以运算,得出最终定量分析成果;

[0091] 步骤4.4:云服务器端将最终定量分析成果再通过无线网络发送至终端设备进行可视化显示,所述最终定量分析结果包括输出光谱图,输出识别、新鲜度和成分预测值。

[0092] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明的保护范围,任何熟悉本领域的技术人员在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

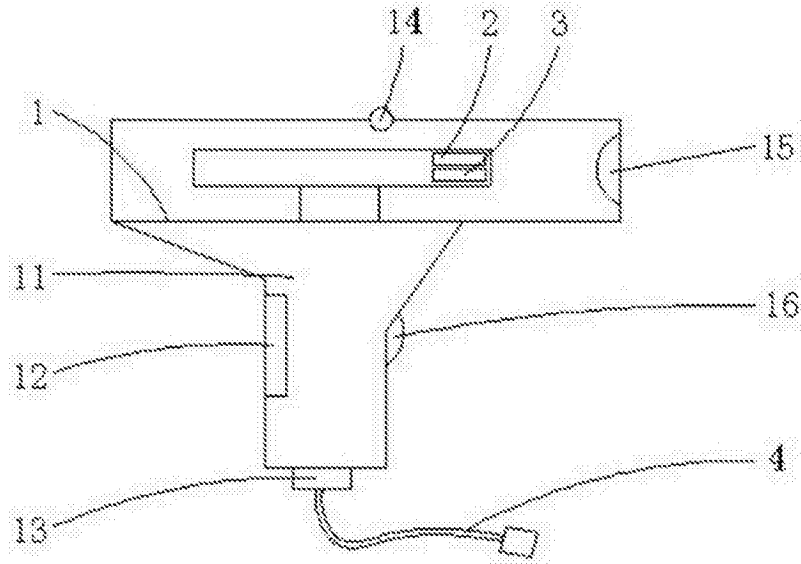


图1

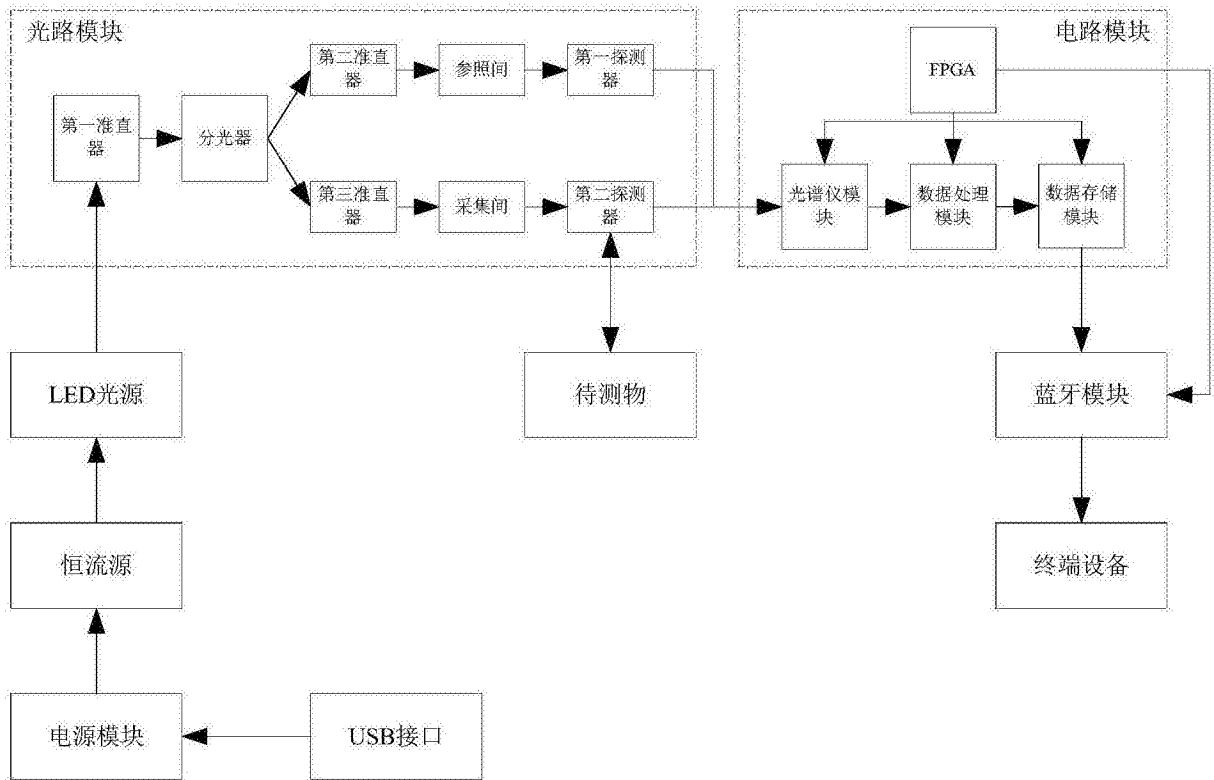


图2

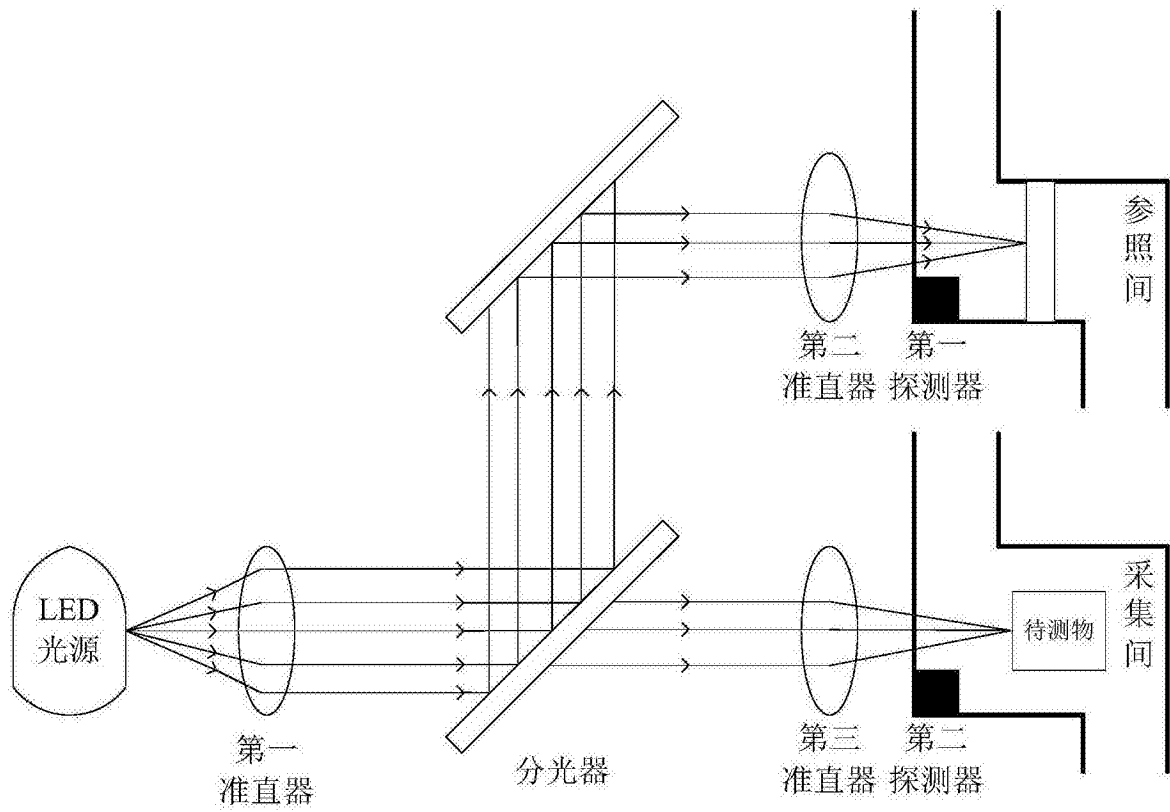


图3

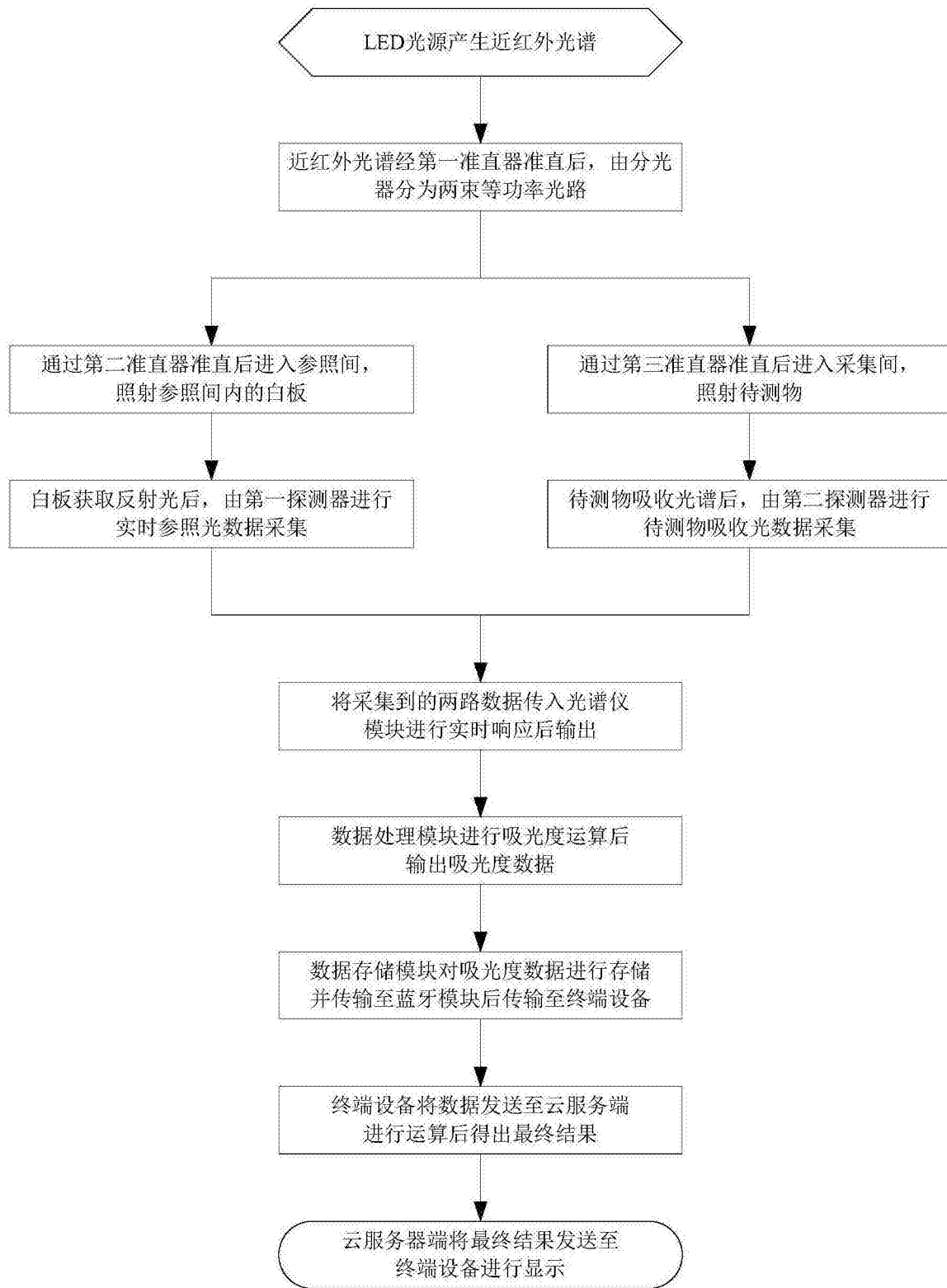


图4