



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112097908 A

(43) 申请公布日 2020.12.18

(21) 申请号 202010801832.9

G01N 21/84 (2006.01)

(22) 申请日 2020.08.11

H04M 1/725 (2006.01)

(71) 申请人 中国农业大学

地址 100193 北京市海淀区圆明园西路2号

(72) 发明人 彭彦昆 乔鑫 王亚丽 李龙

郭庆辉

(74) 专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理

有限公司 11246

代理人 张文宝

(51) Int. Cl.

G01J 3/44 (2006.01)

G01J 3/10 (2006.01)

G01J 3/02 (2006.01)

G01N 21/3563 (2014.01)

G01N 21/359 (2014.01)

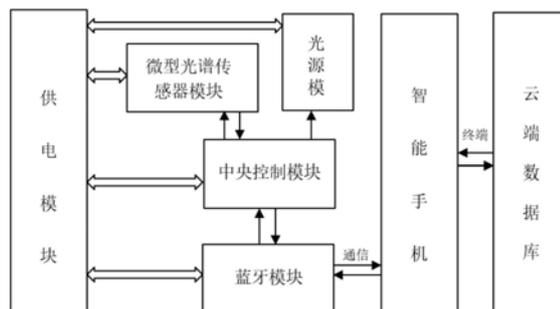
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

## (54) 发明名称

一种与智能手机匹配的水果内部品质检测传感器及其方法

## (57) 摘要

本发明公开了属于果蔬检测技术领域的一种与智能手机匹配的水果内部品质检测传感器及其方法;该水果内部品质检测传感器包括微型光谱传感器模块、蓝牙模块、光源模块、中央控制模块以及供电模块;其中中央控制模块分别与微型光谱传感器模块、蓝牙模块和光源模块连接;蓝牙模块与智能手机、云端数据库串联;微型光谱传感器模块为多波段同时感应的光电传感器,由环形套筒构造暗室环境,确保只对后向散射光信号进行采集。蓝牙模块将采集的信息上传到手机应用程序。通过手机APP与云端数据库对接,使用云端数据库预载的标准理化值与光谱矩阵预测模型,可计算出所测光谱下的内部品质预测值。本发明体积小、能耗、成本低、检测速度快、使用方便。



1. 一种与智能手机匹配的水果内部品质检测传感器,其特征在于,所述水果内部品质检测传感器的总体分为检测探头与电源部分,共包括微型光谱传感器模块、蓝牙模块、光源模块、中央控制模块以及供电模块;其中中央控制模块分别与微型光谱传感器模块、蓝牙模块和光源模块连接;蓝牙模块与智能手机、云端数据库串联;供电模块分别与微型光谱传感器模块、蓝牙模块、光源模块、中央控制模块连接;所述光源模块包括用中央控制模块进行PWM控制的四个光强可调节的发光二极管,其亮度调节指令由手机APP下发;其中四个光强可调节的发光二极管为根据拟检测水果品质参数不同,选择相应特征波长的4个发光二极管。

2. 根据权利要求1所述一种与智能手机匹配的水果内部品质检测传感器,其特征在于,所述微型光谱传感器模块为多波段同时感应的光电传感器,由检测探头的环形套筒构造暗室环境,确保只对后向散射光信号进行采集;微型光谱传感器模块安装在长环形套筒内;光源模块由4个发光二极管组成,安装在检测探头内,小环形套筒在检测探头内底部环绕在长环形套筒周围;检测探头通过电源按钮与供电模块连接;检测探头背面固定蓝牙模块、中央控制模块和控制恒流驱动芯片,三者外面再固定保护板;智能手机插入供电模块卡槽内,供电模块内置锂电池,外接USB接口,USB接口与检测探头或智能手机连接;所述微型光谱传感器模块耦合光学滤波片用于采集多波段的光信号,并且和中央控制模块之间进行电路连接,由中央控制模块的AD芯片将光信号转化为数字信号进行后续处理。

3. 根据权利要求1所述一种与智能手机匹配的水果内部品质检测传感器,其特征在于,所述的蓝牙模块为低功耗设备,其体积较小,不超过 $20*20*2\text{mm}$ ,将微型光谱传感器模块采集的数据上传到手机应用程序,后续由手机进行数据处理。

4. 根据权利要求1所述一种与智能手机匹配的水果内部品质检测传感器,其特征在于,所述中央控制模块用于控制传感器信号的采集,数据的发送与接收,发光二极管的亮度调节。

5. 根据权利要求1所述一种与智能手机匹配的水果内部品质检测传感器,其特征在于,所述供电模块,将锂电池与升压稳压模块进行一体封装,外接USB插头,给整个装置提供稳定供电,并且锂电池可循环充电使用;在外部进行封装设计有夹持部分,并夹持在手机外壳上,方便使用。

6. 根据权利要求1所述一种与智能手机匹配的水果内部品质检测传感器,其特征在于,所述微型光谱传感器根据水果糖度化学键所对应的多个特征波长,将中心波长为其特征波长的光学滤波片耦合到传感器上,通过光学滤波片作用将光谱分离成多个不同的波长,以进行多波长同时检测。

7. 根据权利要求1所述一种与智能手机匹配的水果内部品质检测传感器,其特征在于,所述光源模块为4个峰值波长在 $880\text{nm}$ , $940\text{nm}$ , $980\text{nm}$ , $1060\text{nm}$ 的发光二极管,半波带宽分别为 $30\text{nm}$ 、 $45\text{nm}$ 、 $30\text{nm}$ 、 $40\text{nm}$ ,峰值波长的选取与水果糖度化学键特定的波长相关;所述光源模块的亮度输出由中央控制模块输出PWM控制恒流源驱动的发光二极管的亮度。

8. 根据权利要求1所述一种与智能手机匹配的水果内部品质检测传感器,其特征在于,所述发光二极管的分布方式为:以微型光谱传感器为中心轴线,两两对称分布在微型光谱传感器两侧,考虑到发光二极管与中央控制模块的空间协调布局,一侧的两个发光二极管的角度间距最大不超过 $60^\circ$ ;所述发光二极管由小环形套筒进行包围,并与小环形套筒采取

间隙配合进行固定,其套筒充当聚光杯的作用,用以汇聚发光二极管的轴向照射强度。

9. 根据权利要求1所述一种与智能手机匹配的水果内部品质检测传感器,其特征在于,所述中央控制模块是以51、ARM、PIC或AVR为内核的单片机,其集数据采集和数据传输器件于一体。

10. 一种与智能手机匹配的水果内部品质检测传感器的水果糖度检测方法,其特征在于,包括:

步骤1,首先把将检测探头与电源部分通过USB连接供电,然后夹持在手机上;

步骤2,按下电源按钮后,将检测探头贴近水果,手机通过蓝牙模块与中央控制模块通讯,中央控制模块控制微型光谱传感器采集光谱;

步骤3,中央控制模块控制蓝牙模块将光谱数据发送到手机上,通过手机APP与云端数据库对接,使用云端数据库预载的标准理化值与光谱矩阵预测模型,计算出所测光谱下的水果内部品质预测值发送并显示在手机APP主界面;

步骤4,通过测量获得每个水果赤道位置三次不同的糖度预测值,在手机APP上进行平均,以提高检测结果的准确性。

## 一种与智能手机匹配的水果内部品质检测传感器及其方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于果蔬检测技术领域,特别涉及一种与智能手机匹配的水果内部品质检测传感器及其方法,具体说是一种水果内部品质便携式检测设备和方法。

### 背景技术

[0002] 在人们的日常生活中,人们对水果的需求量不断提高,但是水果的品质参差不齐,根据每个人对水果的酸度、含糖量的喜好不同,如何挑选出符合人们口味的水果至关重要。

[0003] 目前,普遍应用实验室近红外光谱仪作为检测仪器来检测水果内部品质,虽然仪器精度高、稳定性好,但是价格昂贵,体积较大不易于携带,难以实现对水果检测的民用化与便携性。

### 发明内容

[0004] 本发明提供一种与智能手机匹配的水果内部品质检测传感器及其方法,其特征在于,所述水果内部品质检测传感器的总体分为检测探头与电源部分,共包括微型光谱传感器模块、蓝牙模块、光源模块、中央控制模块以及供电模块;其中中央控制模块分别与微型光谱传感器模块、蓝牙模块和光源模块连接;蓝牙模块与智能手机、云端数据库串联;供电模块分别与微型光谱传感器模块、蓝牙模块、光源模块、中央控制模块连接;所述光源模块包括可用中央控制模块进行PWM控制的四个光强可调节的发光二极管,其亮度调节指令由手机APP下发;其中四个光强可调节的发光二极管为根据拟检测水果品质参数不同,选择相应特征波长的4个发光二极管。

[0005] 所述微型光谱传感器模块为多波段同时感应的光电传感器,由检测探头206的环形套筒构造暗室环境,确保只对后向散射光信号进行采集;微型光谱传感器模块201安装在长环形套筒212内;光源模块203由4个发光二极管组成,安装在检测探头206内,小环形套筒211在检测探头206内底部,环绕在长环形套筒212周围;检测探头206通过电源按钮208与供电模块205连接;检测探头206表面固定蓝牙模块302、中央控制模块304和控制恒流驱动芯片307,三者外面再固定保护板209;供电模块205内置锂电池,外接USB接口501,USB接口501与检测探头206连接;所述微型光谱传感器模块201耦合光学滤波片用于采集多波段的光信号,并且和中央控制模块304之间进行电路连接,由中央控制模块304的AD芯片将光信号转化为数字信号进行后续处理。

[0006] 所述的蓝牙模块为低功耗设备,其体积较小,不超过20\*20\*2mm,将微型光谱传感器模块采集的数据上传到手机应用程序,后续由手机进行数据处理。

[0007] 所述中央控制模块用于控制传感器信号的采集,数据的发送与接收,发光二极管的亮度调节。

[0008] 所述供电模块,将锂电池与升压稳压模块进行一体封装,外接USB插头,实现可夹持在手机外壳给其它模块稳定供电的功能。

[0009] 所述微型光谱传感器根据水果糖度化学键所对应的多个特征波长,将中心波长为

其特征波长的光学滤波片耦合到传感器上,通过光学滤波片作用将光谱分离成多个不同的波长,可进行多波长同时检测。

[0010] 所述光源模块为4个峰值波长在880nm,940nm,980nm,1060nm的发光二极管,半带宽分别为30nm、45nm、30nm、40nm,峰值波长的选取与水果糖度化学键特定的波长相关;所述光源模块的亮度输出可由中央控制模块输出PWM控制恒流源驱动的发光二极管的亮度。

[0011] 所述发光二极管的分布方式为:以微型光谱传感器为中心轴线,两两对称分布在微型光谱传感器两侧,考虑到发光二极管与中央控制模块的空间协调布局,一侧的两个发光二极管的角度间距为最大不超过60°;所述发光二极管由小环形套筒进行包围,并与套筒采取间隙配合进行固定,其套筒充当聚光杯的作用,用以汇聚发光二极管的轴向照射强度。

[0012] 所述中央控制模块是以51、ARM、PIC或AVR为内核的单片机,其集数据采集和数据传输器件于一体。

[0013] 所述供电模块将锂电池与升压稳压模块进行一体封装,外接USB插头,给整个装置提供稳定供电,并且锂电池可循环充电使用;在外部进行封装设计有夹持部分,可夹持在手机外壳上供方便使用。

[0014] 一种与智能手机匹配的水果内部品质检测传感器的水果糖度检测方法,其特征在于,包括:

[0015] 步骤1,首先把将检测探头与电源部分通过USB连接供电,然后夹持在手机上;

[0016] 步骤2,按下电源按钮后,将检测探头贴近水果,手机通过蓝牙模块与中央控制模块通讯,中央控制模块控制微型光谱传感器采集光谱;

[0017] 步骤3,中央控制模块控制蓝牙模块将光谱数据发送到手机上,通过手机APP与云端数据库对接,使用云端数据库预载的标准理化值与光谱矩阵预测模型,计算出所测光谱下的水果内部品质预测值发送并显示在手机APP主界面;

[0018] 步骤4,通过测量获得每个水果赤道位置三次不同的糖度预测值,在手机APP上进行平均,以提高检测结果的准确性;

[0019] 本发明的有益效果是本发明依据检测水果内部品质所需要的特征波长,激发光源选取基于特征波长的发光二极管,减少了获取的光谱数据和简化了预测模型,能加快检测分析速度。提供的检测设备在产品体积、产品成本、使用便利性、能耗和检测速度上相比于传统检测设备有很大的优势,本发明具有如下特点:

[0020] 1.利用微型光谱传感器作为光谱信息的采集工具,取代了传统检测设备所使用的光谱仪,相比之下检测设备核心元件的成本大大降低,并极大地缩小了检测设备的体积,使得其易于携带,便于操作。

[0021] 2.通过与智能手机相互匹配,利用云端数据库快速实时分析的计算能力,检测设备无需外接显示屏,降低了检测设备的功耗,并实时地将计算结果发送并显示在手机APP上,操作使用简单;利用了手机的便捷性,使操作过程更加人性化,不仅降低了设备成本,而且提高了检测速度。

[0022] 3.光源模块的设计选取了发光二极管体积小、寿命长、耗能低,与传统检测设备相比,发热量非常小,通常不用考虑散热条件;并且发光二极管能发出单色光,光谱域宽±20nm,光强与波长选取易于组合与调控。

[0023] 4.该检测设备的检测方法为漫反射检测,对称分布在微型光谱传感器两侧的光源

透射进入检测对象内部,通过采集后向散射光,可很好的反映样品的内部品质,同时实现了一种快速无损的检测方法。

### 附图说明

[0024] 图1是检测装置的整体结构示意图。

[0025] 图2是检测装置的正面结构示意图。

[0026] 图3是检测装置的背部结构示意图。

### 具体实施方式

[0027] 本发明提出一种与智能手机匹配的水果内部品质检测传感器及其方法,是一种基于智能手机的水果内部品质检测设备及其方法,下面结合附图对本发明予以进一步说明。

[0028] 如图1所示的检测装置整体结构示意图,主要包括:微型光谱传感器模块201、蓝牙模块302、光源模块203、中央控制模块304、供电模块205和智能手机401。其中,中央控制模块304分别与微型光谱传感器模块201、蓝牙模块302和光源模块203连接;蓝牙模块302与智能手机401、云端数据库串联;供电模块205分别与微型光谱传感器模块201、蓝牙模块302、光源模块203、中央控制模块304连接;

[0029] 如图2所示为检测装置的正面结构示意图;图中微型光谱传感器模块201安装在长环形套筒212内;光源模块203由4个发光二极管组成,安装在检测探头206内,每个发光二极管固定在小环形套筒211内;在检测探头206内底部环绕在长环形套筒212周围;检测探头206通过电源按钮208与供电模块205连接;智能手机401插入供电模块卡槽内,所述微型光谱传感器模块201耦合光学滤波片用于采集多波段的光信号,并且和中央控制模块304之间进行电路连接,由中央控制模块304的AD芯片将光信号转化为数字信号进行后续处理。

[0030] 所述光源模块203由4个发光二极管组成,发光二极管固定在小环形套筒211内,相当于聚光杯的作用,汇聚发光二极管的轴向照射强度;同时在检测探头206内部固定一个发光二极管的恒流驱动芯片307,通过输出恒定电流来稳定发光二极管的亮度。

[0031] 如图3所示为检测装置的背面结构示意图;在检测探头206背面,在中央控制模块304右下面的检测探头206内部固定蓝牙模块302;在中央控制模块304右下面为恒流驱动芯片307;和中央控制模块304进行电路连接,三者外面再固定保护板209;供电模块205内置锂电池,外接USB接口501,USB接口501与检测探头206或智能手机401连接;固定在检测探头206背面的中央控制模块304,用于和智能手机的通信;所述中央控制模块304与微型传感器模块201、蓝牙模块302进行电路连接,用于控制数据的采集和发送,同时直接控制恒流驱动芯片307输出不同大小恒定的电流调节发光二极管的亮度。

[0032] 所述供电模块205内置锂电池,外接USB接口501,可与检测探头206进行连接,对检测探头206既起到了供电作用,又起到了固定作用,同时可将供电模块205夹持在智能手机上;将供电模块205拆下后,可以通过USB接口501给锂电池充电。

[0033] 由此可见,本发明提出的水果内部品质检测设备和方法,利用微型光谱传感器201作为光谱信号的采集工具,取代了传统检测设备所使用的光谱仪,相比之下检测设备核心元件的成本大大降低,极大地缩小了检测设备的体积,使得其易于携带,便于操作。

[0034] 并且,光源模块203的设计中选取了发光二极管作为发光源,首先与其他点光源相

比之下,光电转换效率高、体积小、寿命长、耗能低,其次与传统检测设备相比,发热量很小,通常不需要外加辅助散热元件。并且发光二极管能发出单色光,光谱域宽 $\pm 20\text{nm}$ ,光强与波长选取易于组合与调控。发光二极管的峰值波长选取依据检测水果内部品质的特征波长,从而减少了采集的光谱数据并简化了预测模型,能加快检测分析速度。

[0035] 在本发明的实例中,为了构建暗室下的检测环境,防止环境光的干扰,将检测探头206的外部轮廓设计成圆周形状,以便与待检测样品贴合防止漏光,而且把微型光谱传感器用长环形套筒212来包围,且套筒内圆进行倒圆角,可紧密贴合水果表皮,来保证采集的光谱信号是从样品内部反射回来的光信号。并且检测探头206和供电模块205的外壳结构均由3D打印加工,故整体重量较轻。

[0036] 同时,与现有技术相比,该检测设备的操作使用简单:可通过供电模块205的夹持结构,可夹持在手机上进行光谱采集,并实时的将检测结果显示在手机APP上。该检测设备的检测方法为漫反射检测,对称分布在微型光谱传感器201两侧的光源透射进入检测对象内部,通过采集后向散射光,可很好的反映样品的内部品质,从而实现了一种快速无损的检测方法。

[0037] 下面以具体检测水果糖度为例,说明本发明的工作原理:

[0038] 首先把供电模块205与检测探头206通过USB接口501连接进行供电,然后夹持在智能手机401上,接下来可打开手机预装软件,进入软件主界面,等待检测。然后按下电源按钮208后,将检测探头206的环形套筒贴住待测的水果,此时可按下手机APP的启动检测功能,随即微型光谱传感器201对光谱信号进行采集,采集到的光谱信号为后向散射光信号,其承载了水果内部糖度的相关信息。中央控制模块304控制采集的数据由蓝牙模块302发送到手机上,通过手机APP与云端数据库对接,使用云端数据库预载的标准理化值与光谱矩阵预测模型,可计算出所测光谱下的糖度预测值发送到智能手机终端并在APP主界面显示。通过测量获得每个水果赤道位置三次不同的糖度预测值,在手机APP上进行平均,以提高检测结果的准确性。

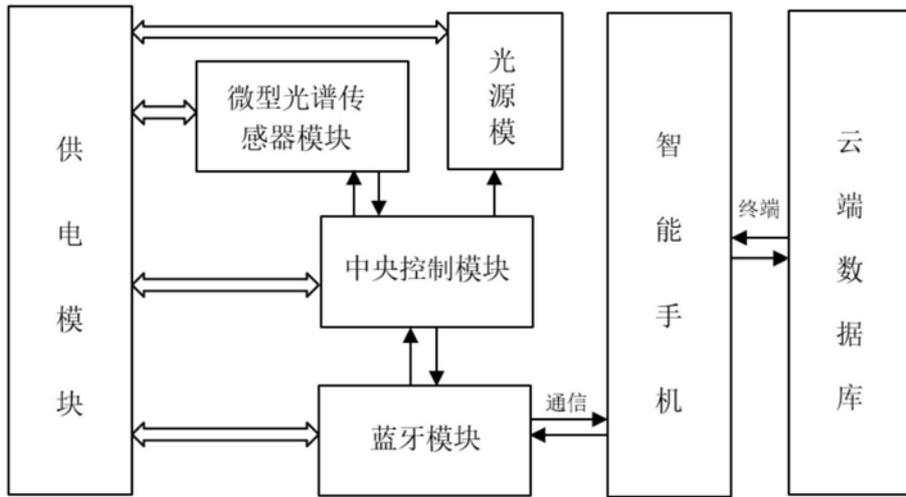


图1

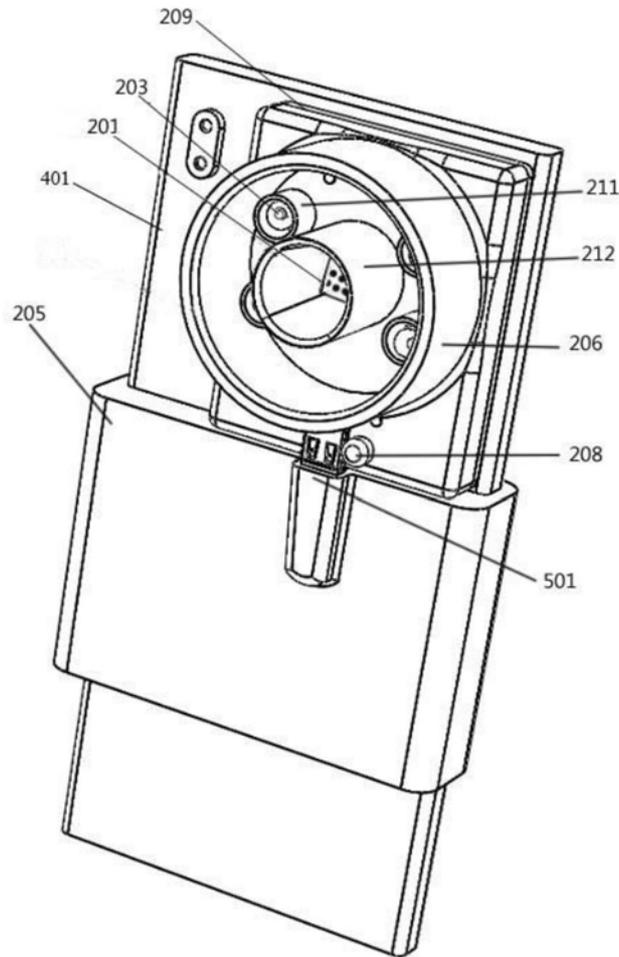


图2

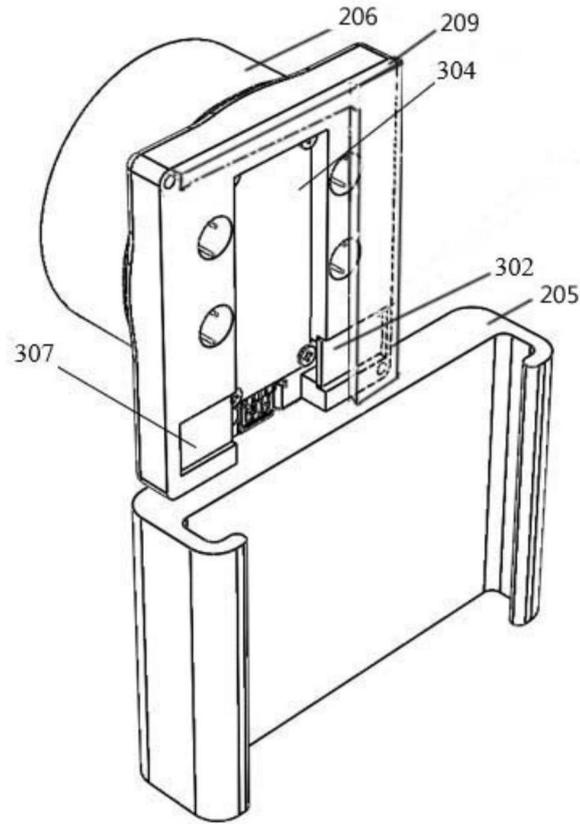


图3