

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101876630 A

(43) 申请公布日 2010. 11. 03

(21) 申请号 200910186328. 6

(22) 申请日 2009. 10. 27

(71) 申请人 华东交通大学

地址 330013 江西省南昌市青山湖区双港路

(72) 发明人 刘燕德 孙旭东 章海亮 潘圆媛

龚志远 杨超 欧阳爱国

(74) 专利代理机构 南昌市平凡知识产权代理事

务所 36122

代理人 姚伯川

(51) Int. Cl.

G01N 21/25(2006. 01)

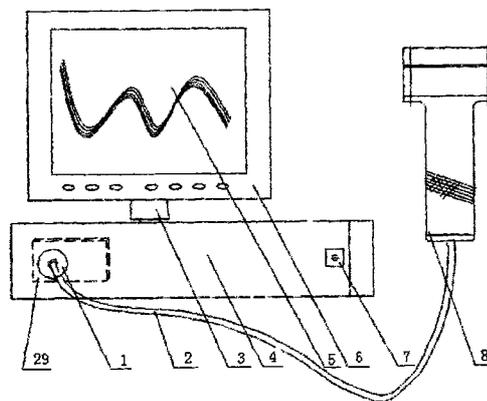
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种基于 LED 组合光源的便携式水果品质无损检测装置

(57) 摘要

一种基于 LED 组合光源的便携式水果品质无损检测装置,由硬件装置和软件系统组成。所述硬件装置由光照模块、光谱采集模块和光谱处理模块组成;软件系统由光谱采集和光谱分析实现光谱读、存、显示、参数设置、预测功能的软件所组成。所述光照模块包括手持式探头接口 (1)、光纤 (2)、开关 (7) 和手持式探头 (8)、LED 组合光源、恒流源。所述光谱采集模块包括光纤光谱仪 (29)、USB 线。所述光谱处理模块包括支座 (3)、主机 (4)、显示屏 (6)、主板、数据线、数据存储器、电源线、电源、USB 线。本发明适用于水果内部品质糖度、酸度和维生素 C 的现场快速无损检测。



1. 一种基于 LED 组合光源的便携式水果内部品质无损检测装置,由硬件装置和软件系统组成,其特征是,所述硬件装置由光照模块、光谱采集模块和光谱处理模块组成;软件系统由光谱采集模块实现光谱信息的采集和转换的软件和光谱分析模块实现光谱读、存、显示、参数设置、预测功能的软件所组成。

2. 根据权利要求 1 所述的基于 LED 组合光源的便携式水果内部品质无损检测装置,其特征在于所述光照模块包括手持式探头接口 (1)、光纤 (2)、开关 (7) 和手持式探头 (8)、LED 组合光源 (13)、恒流源 (27);

手持式探头 (8) 包括样品垫圈 (9)、压盖 (10)、压紧垫 (11)、聚光镜 (12)、LED 组合光源 (13)、探头的主体即本体 (14)、聚焦透镜 (15)、光纤 (16)、电源线 (17)、紧固螺钉 (18)、手柄 (19) 和堵头 (20);

LED 组合光源 (13) 包括 620nm、850nm、880nm 和 940nm 等四种 LED 光源组成,沿手持式探头的圆周方向成约 90° 间隔均布,每盏 LED 光源的轴线与手持式探头的轴线成约 7° 夹角;

恒流源 (27) 包括肖特二极管、电解电容、金属膜电容、镇流电感和恒流源芯片;恒流源 (27) 产生 24v 直流电,为 LED 光源 (13) 供电。

3. 根据权利要求 1 所述的基于 LED 组合光源的便携式水果内部品质无损检测装置,其特征在于所述光谱采集模块包括光纤光谱仪 (29)、USB 线 (30);光纤光谱仪 (29) 通过 USB 线 (30) 连接到主机 (4) 上。

4. 根据权利要求 1 所述的基于 LED 组合光源的便携式水果内部品质无损检测装置,其特征在于所述光谱处理模块包括支座 (3)、主机 (4)、显示屏 (6)、主板 (21)、数据线 (22)、数据存储器 (23)、电源线 1 (24) 和电源线 2 (25)、电源 (28)、USB 线 (31)、(32);主板 (21) 通过 COM 口和 RS232 线与显示屏 (6) 进行通讯;主板 (21) 通过 USB 线 (31) 给显示屏 (6) 供电;主板 (21) 通过数据线 (22) 将数据写入/读出数据存储器 (23);电源 (28) 通过电源线 (24) 给主板 (21) 供电;电源 (28) 通过电源线 (25) 给数据存储器 (23) 供电;电源 (28) 通过电源线 (26) 给恒流源 (27) 供电。

5. 根据权利要求 1 所述的基于 LED 组合光源的便携式水果内部品质无损检测装置,其特征在于所述的软件系统包括光谱采集和光谱分析模块;实现光谱采集、读、存、显示、参数设置和预测等功能。

一种基于 LED 组合光源的便携式水果品质无损检测装置

技术领域

[0001] 本发明涉外一种基于 LED 组合光源的便携式水果内部品质的无损检测装置,属农林产品无损检测技术领域。

背景技术

[0002] 随着人们生活水平的不断提高,消费者在选购水果时,对其内部品质诸如:糖度、酸度和维生素 C 等越来越看重。目前,破坏性的化学分析还是水果内部品质检测的主要方法,如用蒽酮比色法或糖度计检测糖度,用电位法检测酸度,用比色法和高效液相色谱法检测维生素 C 等,这些方法需要专业人员制样,且存在制样繁琐、检测时间长和检测成本高等缺点。针对便携式水果内部品质无损检测装置不成熟,商业化应用较少等状况,本发明提供一种采用 LED 组合光源,以可见近红外光谱、CCD 分光 and 化学计量学为支撑技术,快速检测水果内部品质糖度、酸度和维生素 C 的便携式水果内部品质无损检测装置。

[0003] 结合近红外光谱技术,德国、以色列和新西兰等国对水果内部的糖度、缺陷、成熟度等进行了基础理论研究,并研制了相应的便携式检测设备,但均存在检测信号弱、检测精度不高、适应性较差和实际应用少等缺陷。

[0004] 日本专利 No. 09-089767 采用分光系统将水果反射光分成不同波长的单色光,利用二次微分处理后的 912nm 和 888nm 处的吸光度来预测水果内部的糖度,可用于果园水果品质的现场检测,但分光精度容易受外界振动和温度等因素影响,检测精度不高。日本专利 No. 02808798. 4 采用直线连续可变干涉滤光片与直线型硅阵列传感器组合成小型分光镜代替了衍射光栅,结构更紧凑,但此种结构,分光精度仍然易受外界振动、温度影响和检测精度不高。

[0005] 公告号 100335886 和公告号 100335887 的中国专利均采用光栅单色仪作为分光器件,与前述专利类似,分光精度仍然易受外界振动、温度影响,检测精度不高。公告号 201000430 和公告号 100483109 的中国专利均采用卤钨灯作为光源,没有专用的稳压供电电路,受电压波动、光源老化等因素的影响,检测精度难以保证。公告号 1284967 的中国专利采用了密闭的透射方式,虽然光电传感器和光源边装有一个温度传感器,检测模型中考虑了温度补偿,但仍然存在散热困难问题,检测精度低并影响水果品质检测精度。

[0006] 上述专利均以水果内部糖度或水果内部缺陷单个检测为主,目前还未见同时快速无损实现糖度、酸度和维生素 C 的便携式水果内部品质无损检测装置。

发明内容

[0007] 本发明的目的是为了克服现有水果内部糖度或水果内部缺陷单个检测的不足,提供一种基于 LED 组合光源的便携式水果内部品质无损检测装置,以实现快速、无损和现场检测。

[0008] 实现本发明目的的技术方案为:

[0009] 本发明由硬件装置和软件系统组成,所述硬件装置由光照模块、光谱采集模块和

光谱处理模块组成;软件系统由光谱采集模块实现光谱信息的采集和转换的软件和光谱分析模块实现光谱读、存、显示、参数设置、预测功能的软件所组成。

[0010] 本发明硬件装置的光照模块包括手持式探头接口(1)、光纤(2)、开关(7)和手持式探头(8)、LED组合光源(13)、恒流源(27)。

[0011] 手持式探头(8)包括样品垫圈(9)、压盖(10)、压紧垫(11)、聚光镜(12)、LED组合光源(13)、探头的主体即本体(14)、聚焦透镜(15)、光纤(16)、电源线(17)、紧固螺钉(18)、手柄(19)和堵头(20)。

[0012] LED组合光源(13)包括620nm、850nm、880nm和940nm等四种LED光源组成,沿手持式探头的圆周方向成约90°间隔均布,每盏LED光源的轴线与手持式探头的轴线成约7°夹角。

[0013] 恒流源(27)包括肖特二极管、电解电容、金属膜电容、镇流电感和恒流源芯片;恒流源(27)产生24v直流电,为LED光源(13)供电。

[0014] 本发明硬件装置的光谱采集模块包括光纤光谱仪(29)、USB线(30);光纤光谱仪(29)通过USB线(30)连接到主机(4)上。

[0015] 本发明硬件装置的光谱处理模块包括支座(3)、主机(4)、显示屏(6)、主板(21)、数据线(22)、数据存储器(23)、电源线(24)和电源线(25)、电源(28)、USB线(31)、(32);主板(21)通过COM口和RS232线与显示屏(6)进行通讯;主板(21)通过USB线(31)给显示屏(6)供电;主板(21)通过数据线(22)将数据写入/读出数据存储器(23);电源(28)通过电源线(24)给主板(21)供电;电源(28)通过电源线(25)给数据存储器(23)供电;电源(28)通过电源线(26)给恒流源(27)供电。

[0016] 本发明的软件系统包括光谱采集和光谱分析模块;实现光谱采集、读、存、显示、参数设置和预测等功能。

[0017] 本发明基于LED组合光源的便携式水果内部品质无损检测装置的工作过程,包括下列步骤:

[0018] 1、开启装置,待软件系统自动进入检测界面,开启组合光源;

[0019] 2、手握手持式探头,使样品垫圈与水果贴紧,LED组合光源发出的光照射到水果后,反射光由聚焦透镜聚焦后,由光纤传入USB4000光谱仪;

[0020] 3、光谱采集和分析软件控制USB4000光谱仪采集水果反射光谱,计算水果内部的糖度、酸度和维生素C含量;

[0021] 4、将结果显示在显示屏上。

[0022] 本发明与现有技术比较的有益效果是,本发明的装置结构紧凑,LED组合光源能耗少,稳定性强,便于随身携带,适合现场检测。检测过程中装置不移动,检测结果不受外部振动影响,检测精度高,速度快,可同时快速实现水果内部品质糖度、酸度和维生素C的快速无损检测,满足了水果生长过程监测和成熟期预测的需求。

[0023] 本发明适用于水果内部品质糖度、酸度和维生素C的现场快速无损检测。

附图说明

[0024] 图1是本发明的总体结构示意图;

[0025] 图2是本发明的手持式探头结构示意图;

[0026] 图3是本发明的主机内部模块及接线示意图;

[0027] 图 4 是本发明的恒流源电路图；

[0028] 图 5 是本发明的光谱采集和分析软件界面图；

[0029] 图 6 是本发明的赣南脐橙糖度、酸度和维生素 C 的预测值和实际值的关系图；

[0030] 图 7 是本发明的工作过程流程图。

[0031] 附图中图号标记：

[0032] (1) 手持式探头接口；(2) 光纤；(3) 支座；(4) 主机；(5) 光谱采集和分析软件；(6) 显示屏；(7) 开关；(8) 手持式探头；(9) 样品垫圈；(10) 压盖；(11) 压紧垫；(12) 聚光镜；(13) LED 光源；(14) 本体；(15) 聚焦透镜；(16) 光纤；(17) 电源线；(18) 紧固螺钉；(19) 手柄；(20) 堵头；(21) 主板；(22) 数据线；(23) 数据存储器；(24)、(25)、(26) 电源线；(27) 恒流源；(28) 电源；(29) 光谱仪；(30)、(31) USB 线；(32) RS232 线。

具体实施方式

[0033] 本发明实施例一种基于 LED 组合光源的便携式水果内部品质无损检测装置如图 1 至图 7 所描述。

[0034] 本发明实施例的总体结构如图 1 所示，一种基于 LED 组合光源的便携式水果品质无损检测装置，包括硬件装置和软件系统。硬件装置由光照模块、光谱采集模块、光谱处理模块 3 个功能模块组成，其中：光照模块包括手持式探头接口 (1)、光纤 (2)、开关 (7) 和手持式探头 (8)；光谱采集模块包括光谱仪 (29)，光谱仪 (29) 通过 USB 线连接到主机 (4)；光谱处理模块包括支座 (3)、主机 (4)、显示屏 (6) 等。软件系统包括自主开发光谱采集和光谱分析模块，其中：光谱采集模块实现光谱信息的采集和转换；光谱分析模块实现光谱读、存、显示、参数设置、预测等功能。

[0035] 本发明实施例的手持式探头结构如图 2 所示，光照模块的手持式探头 (8) 包括样品垫圈 (9)，压盖 (10)、压紧垫 (11)，聚光镜 (12)，LED 光源 (13)，本体 (14)，聚焦透镜 (15)，光纤 (16)，电源线 (17)，紧固螺钉 (18)，手柄 (19)，堵头 (20)。手持式探头 (8) 通过光纤 (2) 连接在手持式探头接口 (1) 上，由开关 (7) 控制装置的开启和关闭；LED 光源 (13) 包括 620nm、850nm、880nm 和 940nm 的 LED 光源各一盏，沿手持式探头的圆周方向成约 90° 间隔均布，每盏 LED 光源的轴线与手持式探头的轴线成约 7°；聚光镜 (12) 和 LED 光源 (13) 通过压紧垫 (11)、压盖 (10) 装入本体 (14) 内；样品垫圈 (9)、压盖 (10)、本体 (14)、手柄 (19) 通过紧固螺钉连为一体；电源线 (17) 连接在 LED 光源上；光纤 (16) 与聚焦透镜 (15) 通过螺栓连接，聚焦透镜 (15) 通过螺栓连接在本体 (14) 上。

[0036] 本发明实施例的主机内部模块及接线如图 3 所示，光谱采集模块包括光谱仪 (29)；手持式探头 (8) 的通过光纤 (16) 连接到 USB4000 光谱仪 (29) 的 SMA905 接口上；USB4000 光谱仪 (29) 通过 USB 线接到主板 (21) 上。

[0037] 光谱处理模块内部包括主板 (21)，数据线 (22)，数据存储器 (23)，电源线 (24)、(25)、(26)，恒流源 (27)，电源 (28)，光谱仪 (29)，USB 线 (30)、(31)，RS232 线 (32)。主板 (21) 通过 COM 口和 RS232 线与显示屏 (6) 进行通讯；主板 (21) 通过 USB 线 (31) 给显示屏 (6) 供电；主板 (21) 通过数据线 (22) 将数据写入 / 读出数据存储器 (23)；电源 (28) 通过电源线 (24) 给主板 (21) 供电；电源 (28) 通过电源线 (25) 给数据存储器 (23) 供电；电源 (28) 通过电源线 (26) 给恒流源 (27) 供电。

[0038] 本发明实施例的恒流源电路如图 4 所示,为 LED 光源 (13) 供电的恒流源包括恒流源芯片 PT4115、肖特二极管 D1 ~ 5、电解电容 CIN、金属膜取样电阻 RS、镇流电感 L、PWM。D1 ~ D4 组成整流桥,经 CIN 滤波电容,将脉动直流变成平滑的直流,通过 RS 取样电阻,保证恒流源的精度,镇流电感将脉冲电流变换为三角波电流,经过 D5 续流二极管形成放电回路,通过 PWM 脉冲调光为 LED 光源供电 (13)。

[0039] 本发明实施例的光谱采集和分析软件界面图如图 5 所示,软件模块的光谱采集和分析软件 (5) 包括光谱采集、写入 / 读出、参数设置、显示、水果内部品质预测、预测结果显示等功能。

[0040] 本发明实施例对赣南脐橙糖度、酸度和维生素 C 的预测值和实际值的关系如图 6 所示。本实施例利用多元线性回归方法,分别对 240 个赣南脐橙的糖度、酸度和维生素 C 的预测值与实际值进行对比分析,其中图 6 分别为糖度、酸度、维生素 C 测试值。

[0041] 本发明实施例的工作流程如图 7 所示,开启装置,待软件系统自动进入检测界面,开启组合光源。手握手持式探头 (8),使样品垫圈 (9) 与水果贴紧,LED 光源 (13) 发出的光照射到水果反射,经聚焦透镜 (15) 聚焦后,由光纤 (16) 传给光谱仪 (29);光谱仪 (29) 采集水果反射光谱,计算出糖度预测值,将预测值结果显示在显示屏 (6) 上。

[0042] 下面以检测赣南脐橙为例介绍本发明实施例的工作过程:

[0043] ①开启装置,待软件系统自动进入检测界面,开启组合光源;

[0044] ②手握手持式探头 (8),使样品垫圈 (9) 与赣南脐橙贴紧,LED 组合光源 (13) 发出的光照射到赣南脐橙后,反射光由聚焦透镜 (15) 聚焦后,由光纤 (16) 传入主机 (4) 的 USB4000 光谱仪 (29) 内;

[0045] ③光谱采集和分析软件 (5) 控制 USB4000 光谱仪 (29) 采集赣南脐橙反射光谱,

代入模型 $C = \sum_{i=0}^{11} a_i R(\lambda_i) + b$ 后,计算赣南脐橙内部的糖度、酸度和维生素 C 含量;模型中 C 表示赣南脐橙内部品质 (糖度、酸度和维生素 C), λ_i 为波长, $R(\lambda_i)$ 为波长 i 处的反射率。 λ_i 选择 619nm、620nm、621nm、849nm、850nm、851nm、879nm、880nm、881nm、939nm、940nm、941nm,系数 $a_0 \sim a_{11}$ 、b 为通过不同赣南脐橙样品试验后,利用多元线性回归方法求得。对于赣南脐橙糖度, $a_0 \sim a_{11}$ 为: -1.835、-4.078、5.953、-9.866、17.800、-7.918、-7.965、17.060、-9.181、3.475、-1.616、-1.813, b 为: 15.039; 对于赣南脐橙酸度, $a_0 \sim a_{11}$ 为: -0.753、0.443、0.320、-0.905、1.372、-0.493、-0.579、1.346、-0.733、-0.519、0.260、0.235, b 为: 1.559; 对于赣南脐橙维生素 C, $a_0 \sim a_{11}$ 为: -19.480、12.470、7.072、-18.530、30.150、-12.960、-8.791、33.330、-23.100、10.580、-7.750、-3.002, b 为: 70.629;

[0046] ④利用多元线性回归参数 $a_0 \sim a_{11}$ 、b 构建赣南脐橙糖度、酸度和维生素 C 的预测

模型 $C = \sum_{i=0}^{11} a_i R(\lambda_i) + b$,通过采集可见近红外波长 i 处的反射率 $R(\lambda_i)$ 光谱值,代入模型,

自动计算出糖度预测值;

[0047] ⑤将预测值结果显示在显示屏 (6) 上;

[0048] ⑥对不同的水果内部品质,可以利用③ - ④的方法进行样品实验,构建出不同水果的糖度、酸度和维生素 C 的预测模型,通过检测的 $R(\lambda_i)$ 信号,计算显示出不同的水果内部品质值。

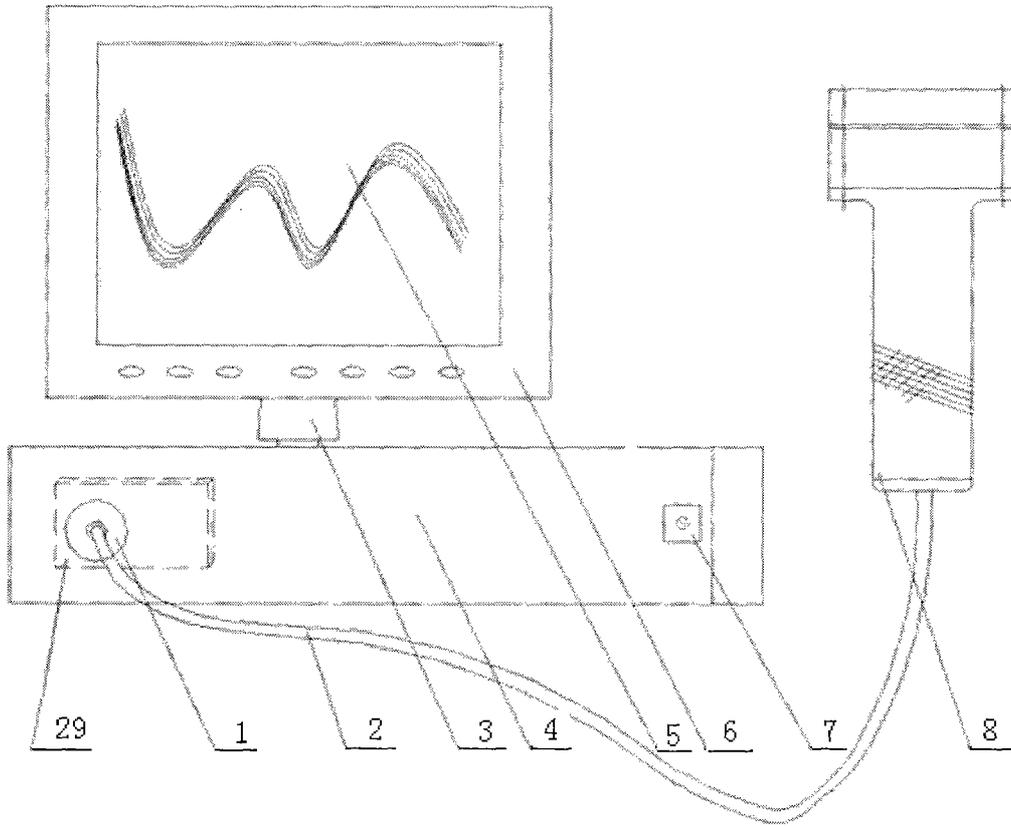


图 1

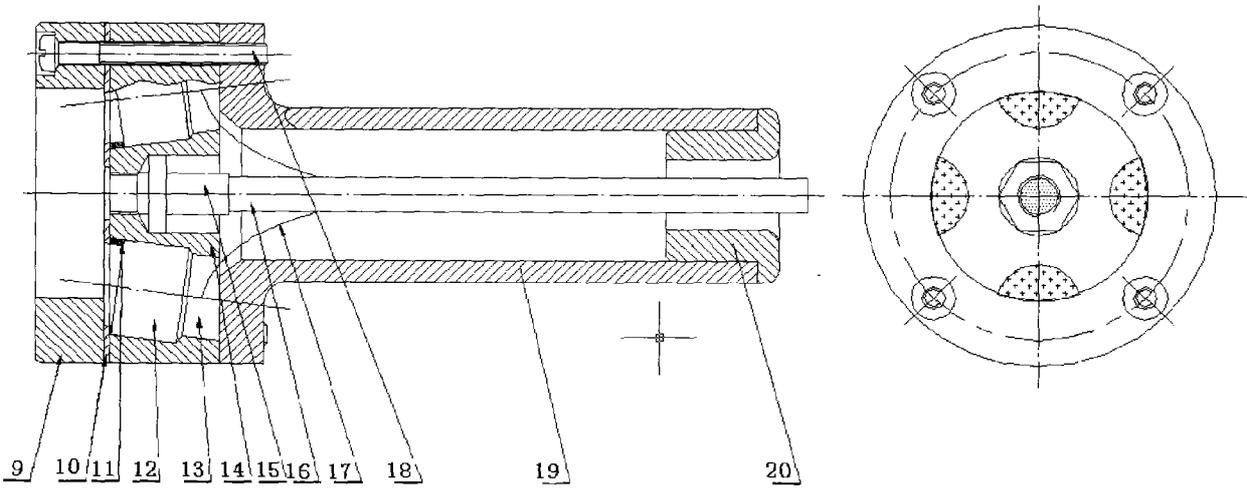


图 2

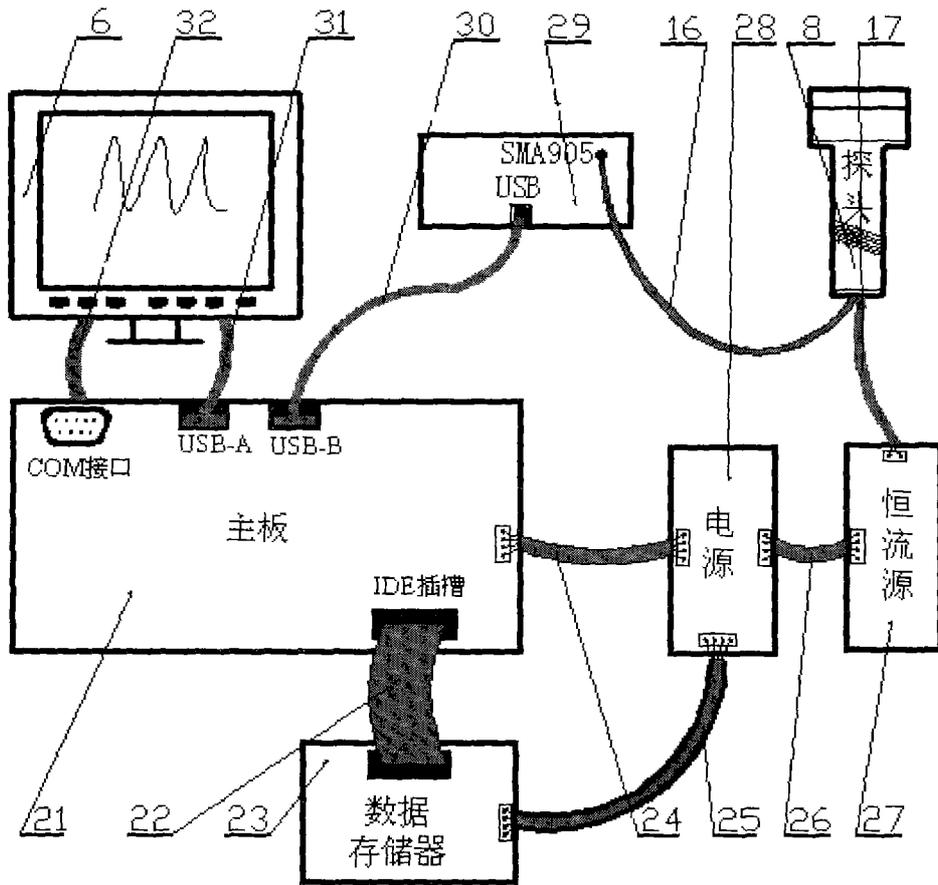


图 3

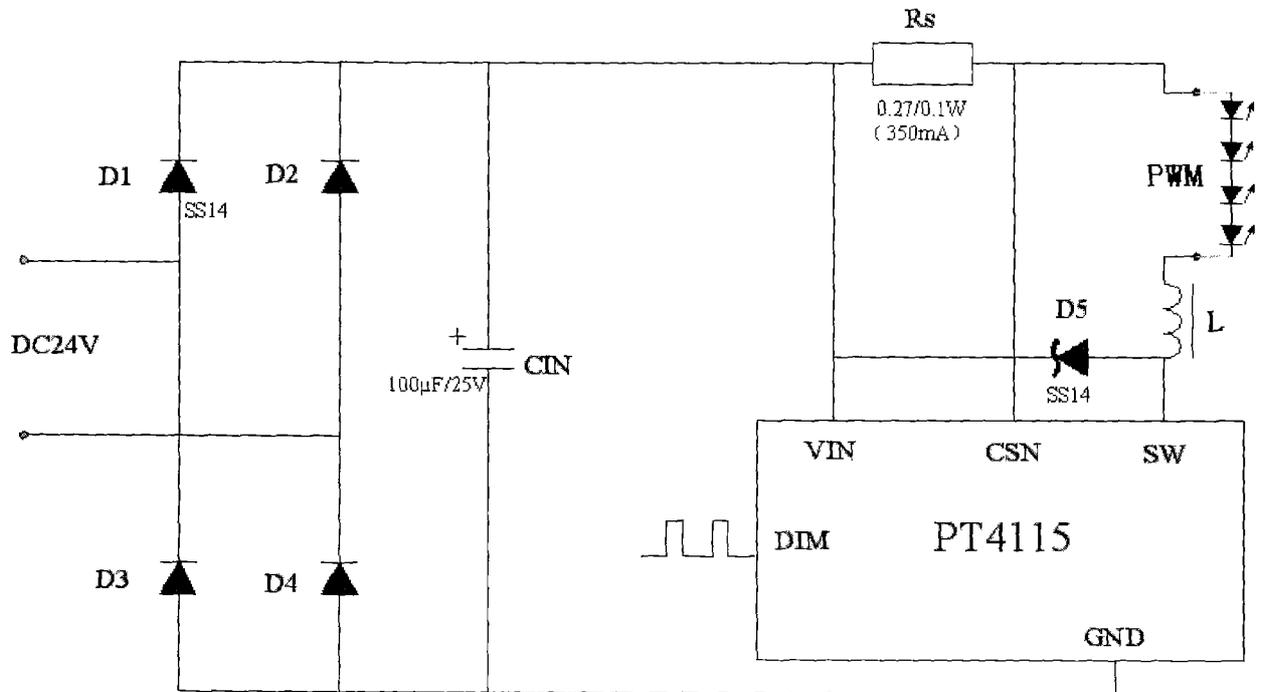


图 4

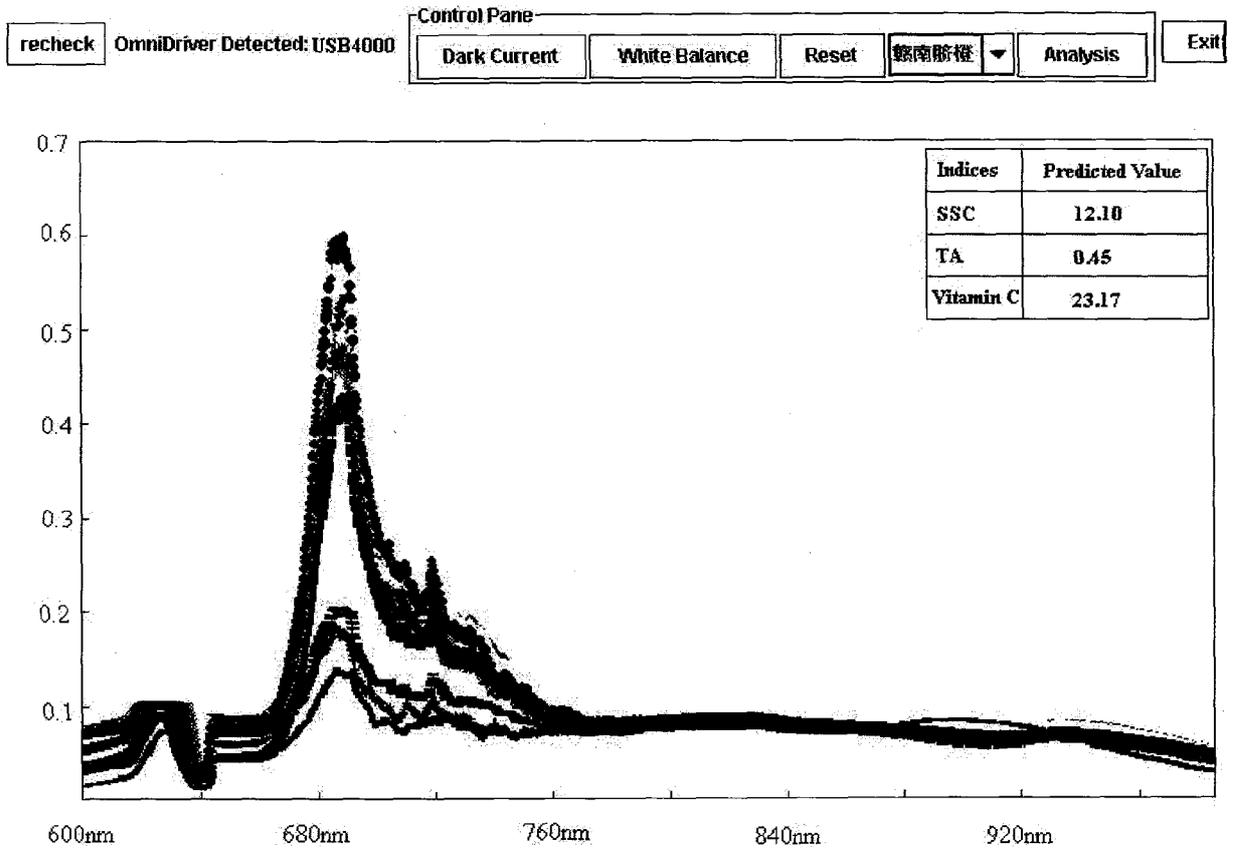


图 5

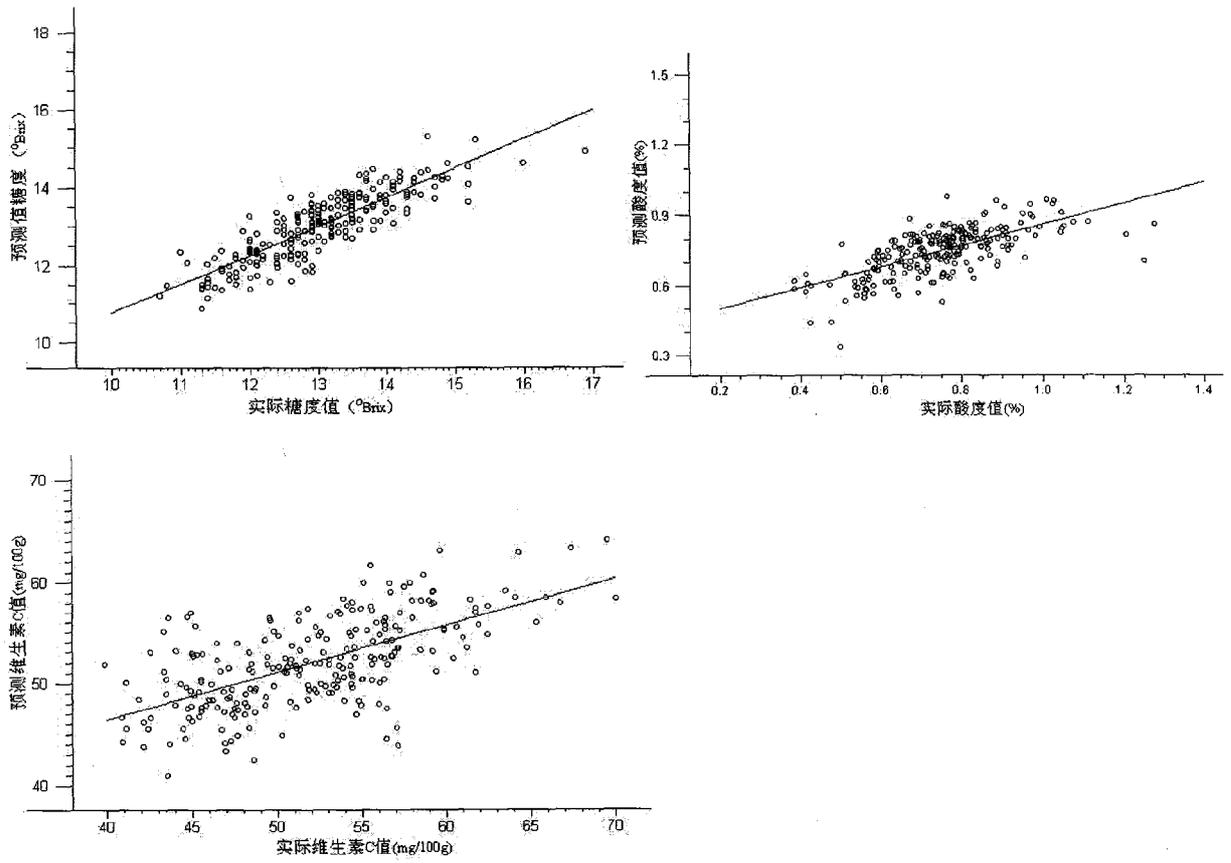


图 6

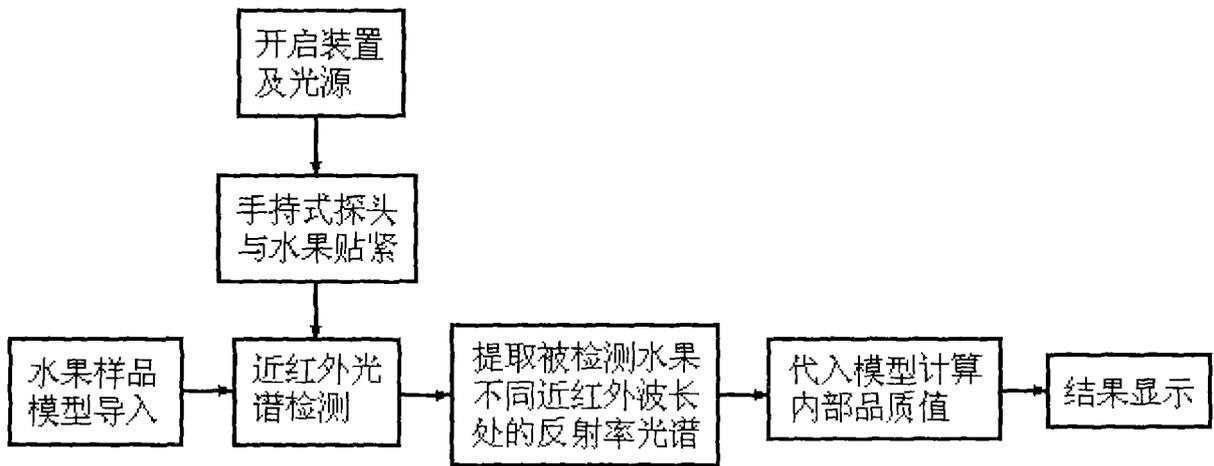


图 7