



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112858112 B

(45) 授权公告日 2022.04.26

(21) 申请号 202110130301.6

(22) 申请日 2021.01.29

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112858112 A

(43) 申请公布日 2021.05.28

(73) 专利权人 深圳大学
地址 518060 广东省深圳市南山区南海大道3688号

(72) 发明人 王璐 黄勇志 董银英 卢润平 伍楷舜

(74) 专利代理机构 北京市诚辉律师事务所
11430
代理人 耿慧敏

(51) Int. Cl.
G01N 13/02 (2006.01)
G01N 21/31 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 110749528 A, 2020.02.04

CN 101710154 A, 2010.05.19

CN 206497007 U, 2017.09.15

CN 108318384 A, 2018.07.24

WO 2020013811 A1, 2020.01.16

US 4611486 A, 1986.09.16

CN 103217392 A, 2013.07.24

范立岩等. 激光衍射法测量液体表面张力的改进.《物理通报》.2018, 75-78.

H. M. Al-Qadiri et al.. Monitoring Quality Loss of Pasteurized Skim Milk Using Visible and Short Wavelength Near-Infrared Spectroscopy and Multivariate Analysis.《Journal of Dairy Science》.2008, 951-958.

审查员 陈冬俊

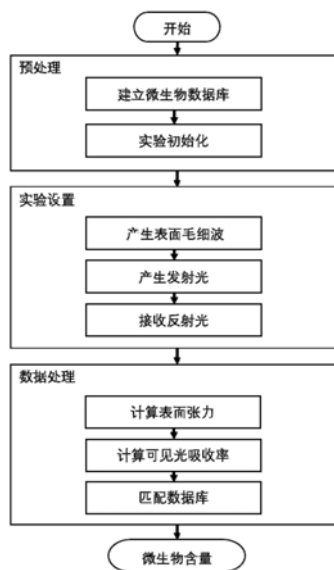
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于可见光的液体变质监测方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于可见光的液体变质监测方法及系统。该方法包括：通过振动传感器振动待测液体，使得液体表面在表面张力的作用下产生表面毛细波；使用光源组合发出多种不同颜色的可见光，照射在液体表面；接收经过液体表面毛细波反射的可见光；对于接收到的可见光的光强变化数据，分析反射光的频偏关系，得到液体表面毛细波的波长，进而利用表面毛细波波长计算得到液体表面张力；对于接收到的可见光，通过分析不同颜色的可见光下液体吸收的光强，得到液体的颜色，进而综合颜色和表面张力得到液体类型以及液体中微生物含量情况。利用本发明能够实现更高精度且低成本的液体变质监测。



CN 112858112 B

1. 一种基于可见光的液体变质监测方法,包括以下步骤:

步骤S10,建立液体表面张力数据库,该液体表面张力数据库反映多种类型液体的微生物含量与液体表面张力及吸收光谱之间的对应关系;

步骤S20,通过振动传感器振动待测液体,使得液体表面在表面张力的作用下产生表面毛细波;

步骤S30,使用光源组合发出多种不同颜色的可见光,照射在液体表面;

步骤S40,接收经过液体表面毛细波反射的可见光;

步骤S50,对于接收到的可见光的光强变化数据,分析反射光的频偏关系,得到液体表面毛细波的波长,进而利用表面毛细波波长计算得到液体表面张力;

步骤S60,对于接收到的可见光,通过分析不同颜色的可见光下液体吸收的光强,得到液体的颜色,进而综合颜色和表面张力得到液体类型以及液体中微生物含量情况;

其中,步骤S50包括以下子步骤:

在接收到的反射光中分析反射光的频谱数据,不同的表面毛细波波长,反射光频率不同,基于参考方差分析方法,找到发生频偏的区间,计算区间的平均距离得到频率偏移值;

根据频率偏移值计算得到表面毛细波的波长,进而计算液体的表面张力;

其中,步骤S60包括以下子步骤:

在不同波长的光源下接收到的反射光中,计算不同波长下的液体的吸收率,根据不同波长的吸收率比使用决策树进行分类,得到液体变质的区间位置;

根据步骤S50计算得到的液体表面张力,利用所构建的液体表面张力数据库,获得微生物含量情况,以得到液体变质情况。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述步骤S10包括以下子步骤:

对多种类型的液体以及变质情况产生的不同微生物含量进行实验,收集在不同微生物含量情况下,测得对应表面张力数值以及吸收光谱数据,建立微生物含量与液体表面张力、吸收光谱的数据库;

根据液体类型选择吸收光谱中吸收峰值最高的预定数量波长的光源作为可见光光源;

计算不同振动频率下的振动频率效率比,并选择最大的振动频率效率比的振动频率作为振动传感器的特征频率;

根据可见光光源的波长范围选择光电二极管的波长范围,用于接收液体表面毛细波反射的可见光;

检测光电二极管的光强检测上限,检测室内环境光光强大小和检测场景的环境光光强大小,挑选光电二极管;

根据光电二极管接收到反射光的频率选择检测时间。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中,根据以下公式计算振动频率效率比:

$$R = \frac{S}{N}$$

其中,R是振动效率比,S是振动信号功率,是滤波之后的信号,N是静止信号功率,包括环境光和光电二极管的特征光。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤S30中,所述光源是发光二极管,分别使用不同波长的发光二极管,经过透镜调整光路照射在液体表面,检测一段时间。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,在步骤S40中,使用光电二极管接收经过表面毛细波反射的可见光,包括:

根据光源的入射角度调整所述光电二极管的角度,使得所述光电二极管接收到液体表面毛细波的反射光;

关闭所述振动传感器,记录在环境光和发光二极管的作用下的光强。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,液体表面张力 γ 和液体表面毛细波长之间的关系表示为:

$$\gamma = \frac{(2\pi f)^2 - g(2\pi/\lambda)}{(2\pi/\lambda)^3} \rho$$

其中, f 是表面毛细波的频率, g 是重力加速度, ρ 是液体密度, λ 是求得的液体表面毛细波的波长。

7. 一种基于可见光的液体变质监测系统,包括:

预处理模块:用于建立液体表面张力数据库,该液体表面张力数据库反映多种类型液体的微生物含量与液体表面张力及吸收光谱之间的对应关系;

振动模块:用于通过振动传感器振动待测液体,使得液体表面在表面张力的作用下产生表面毛细波;

发射光模块:使用光源组合发出多种不同颜色的可见光,照射在液体表面;

接收光模块:用于接收经过表面毛细波反射的可见光;

处理模块:用于对于接收到的可见光,通过分析不同颜色的可见光下液体吸收的光强,得到液体的颜色,进而综合颜色和表面张力得到液体类型以及液体中微生物含量情况;

其中,所述液体表面张力根据以下子步骤获得:

在接收到的反射光中分析反射光的频谱数据,不同的表面毛细波波长,反射光频率不同,基于参考方差分析方法,找到发生频偏的区间,计算区间的平均距离得到频率偏移值;

根据频率频移值计算得到表面毛细波的波长,进而计算液体的表面张力;

其中,所述处理模块执行以下子步骤:

在不同波长的光源下接收到的反射光中,计算不同波长下的液体的吸收率,根据不同波长的吸收率比使用决策树进行分类,得到液体变质的区间位置;

根据计算得到的液体表面张力,利用所构建的液体表面张力数据库,获得微生物含量情况,以得到液体变质情况。

8. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其中,该计算机程序被处理器执行时实现根据权利要求1至6中任一项所述方法的步骤。

一种基于可见光的液体变质监测方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及液体质量监测技术领域,更具体地,涉及一种基于可见光的液体变质监测方法及系统。

背景技术

[0002] 现在的人们注重食品安全,分析食品品质的需求越来越多,而在工业生产中,还没有一种方法可以实时监测液体是否发生变质(如酸奶酿制过程以及酒精发酵过程的变质监测),因为目前检测设备大多数都是侵入式设备或者价格昂贵的设备,消费者通常只能通过食品上标识的生产日期来判断液体是否发生变质,所以在实现检测到液体变质过程中微生物含量变化的基础上,做出便宜、准确度高的液体变质监测计具有重要意义,逐渐成为研究的热点话题。

[0003] 目前,工业上使用的液体变质检测分成几种,第一种是使用侵入式设备,如PH计,因为液体中发现的许多细菌会产生副产品乳酸,乳酸导致pH值下降,但是使用PH计需要定时打开液体容器来检测液体的PH值;第二种是使用ATP(三磷酸腺苷)生物发光法,ATP生物发光技术测量荧光素和荧光素酶之间的酶反应产生的光发射,用光度计测量反应过程中发出的光量与ATP的浓度成正比,因此也与样品中微生物的数量成正比,但是这种方法需要复杂的操作以及昂贵的设备;第三种是电子鼻技术,电子鼻是一种用于快速检测和识别气味混合物的分析设备,它模仿人类嗅觉的操作原理,然而电子鼻的精度取决于其他传感器的价格,通常成本较高。

发明内容

[0004] 本发明的目的是克服上述现有技术的缺陷,提供一种基于可见光的液体变质监测方法及系统,利用液体变质过程吸收光谱以及表面毛细波的特性,实现更高精度且低成本的液体质量监测方案。

[0005] 根据本发明的第一方面,提供一种基于可见光的液体变质监测方法。该方法包括:

[0006] 步骤S10,建立液体表面张力数据库,该表面张力数据库反映多种类型液体的微生物含量与液体表面张力及吸收光谱之间的对应关系;

[0007] 步骤S20,通过振动传感器振动待测液体,使得液体表面在表面张力的作用下产生表面毛细波;

[0008] 步骤S30,使用光源组合发出多种不同颜色的可见光,照射在液体表面;

[0009] 步骤S40,接收经过液体表面毛细波反射的可见光;

[0010] 步骤S50,对于接收到的可见光的光强变化数据,分析反射光的频偏关系,得到液体表面毛细波的波长,进而利用表面毛细波波长计算得到液体表面张力;

[0011] 步骤S60,对于接收到的可见光,通过分析不同颜色的可见光下液体吸收的光强,得到液体的颜色,进而综合颜色和表面张力得到液体类型以及液体中微生物含量情况。

[0012] 根据本发明的第二方面,提供一种基于可见光的液体变质监测系统。该系统包括:

[0013] 预处理模块:用于建立液体表面张力数据库,该表面张力数据库反映多种类型液体的微生物含量与液体表面张力及吸收光谱之间的对应关系;

[0014] 振动模块:用于通过振动传感器振动待测液体,使得液体表面在表面张力的作用下产生表面毛细波;

[0015] 发射光模块:使用光源组合发出多种不同颜色的可见光,照射在液体表面;

[0016] 接收光模块:用于接收经过表面毛细波反射的可见光;

[0017] 处理模块:用于对于接收到的可见光,通过分析不同颜色的可见光下液体吸收的光强,得到液体的颜色,进而综合颜色和表面张力得到液体类型以及液体中微生物含量情况。

[0018] 与现有技术相比,本发明的优点在于,创新的利用可见光完成了液体表面张力的测量以及液体颜色的测量,从而完成液体监测的目标,使用可见光去测量振动传感器引起的表面毛细波的波长以及液体吸收光谱,精度和灵敏度都比较高,且系统续航能力强

[0019] 通过以下参照附图对本发明的示例性实施例的详细描述,本发明的其它特征及其优点将会变得清楚。

附图说明

[0020] 被结合在说明书中并构成说明书的一部分的附图示出了本发明的实施例,并且连同其说明一起用于解释本发明的原理。

[0021] 图1是根据本发明一个实施例的实验布置图;

[0022] 图2是根据本发明一个实施例的基于可见光的液体变质监测方法的流程示意图;

[0023] 图3是根据本发明一个实施例的基于可见光的液体变质监测系统的功能框架示意图。

具体实施方式

[0024] 现在将参照附图来详细描述本发明的各种示例性实施例。应注意到:除非另外具体说明,否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本发明的范围。

[0025] 以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的,决不作为对本发明及其应用或使用的任何限制。

[0026] 对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论,但在适当情况下,所述技术、方法和设备应当被视为说明书的一部分。

[0027] 在这里示出和讨论的所有例子中,任何具体值应被解释为仅仅是示例性的,而不是作为限制。因此,示例性实施例的其它例子可以具有不同的值。

[0028] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

[0029] 简言之,本发明是基于可见光的低功耗液体变质监测方法,测量液体变质过程中表面毛细波波长变化从而求出表面张力,实现微生物含量的检测,是一种非常创新的液体质量监测方案,具有高准确度、高鲁棒性和高续航能力的优势。结合图1所示,计算表面张力的过程包括:利用振动传感器振动液体表面,液体表面在振动信号作用下产生与表面张力

有关的表面毛细波;发射不同可见光波长的可见光到液体表面,然后接收经过表面毛细波反射后的光,从反射光的频率变化中计算发生偏移的频率区间得到频率偏移值,进而计算表面张力。在本文的描述中,将以发光二极管作为光源,以采用光电二极管接收表面毛细波反射的可见光为例进行说明。

[0030] 具体地,结合图2和图1所示,所提供的基于可见光的液体变质监测方法包括以下步骤。

[0031] 步骤S1,建立液体表面张力数据库,根据液体的类别以及变质情况对实验进行预处理。

[0032] 在一个实施例中,步骤S1包括以下子步骤:

[0033] 步骤S101,首先对多种类型的液体以及变质情况产生的不同微生物含量进行实验,收集在不同微生物含量情况下,通过专业的表面张力测量仪和吸收光谱仪,测得的对应的表面张力数值以及吸收光谱数据,建立微生物含量-(液体表面张力+吸收光谱)数据库;

[0034] 步骤S102,根据被测液体的类型选择吸收光谱中吸收峰值最高的几个波长的光源作为可见光的光源;

[0035] 步骤S103,计算不同振动频率下的振动频率效率比,再选择最大的振动频率效率比的振动频率作为振动传感器的特征频率。

[0036] 例如,步骤S103中使用计算振动频率效率比的方法,效率比是指不同振动频率下,振动信号功率与静止信号功率的比值,表示为:

$$[0037] \quad R = \frac{S}{N} \quad (1)$$

[0038] 其中,R是振动效率比,S是振动信号功率,是滤波之后的信号,N是静止信号功率,包括环境光和光电二极管的特征光。

[0039] 步骤S104,根据光源的波长范围选择光电二极管的波长范围;

[0040] 步骤S105,检测光电二极管的光强检测上限,检测一般室内环境光光强大小和监测场景的环境光光强大小,挑选光电二极管;

[0041] 步骤S106,根据光电二极管接收到反射光的频率选择检测时间。

[0042] 步骤S2,通过振动传感器振动液体,使得液体表面产生波纹。

[0043] 在此步骤中,使用振动传感器振动液体,使得液体表面产生仅因表面张力引起的表面毛细波纹。

[0044] 例如,使用了激发表面毛细波计算液体表面张力的方法,公式表示为:

$$[0045] \quad \gamma = \frac{(2\pi f)^2 - g(2\pi/\lambda)}{(2\pi/\lambda)^3} \rho \quad (2)$$

[0046] 其中,f是表面毛细波的频率,可以近似看作是振动传感器的频率;重力g和液体密度 ρ 可以通过查询数据表得到, λ 是求得的表面毛细波的波长。

[0047] 步骤S3,使用多种不同颜色的发光二极管组合发射出可见光,照射在液体表面。

[0048] 例如,分别使用不同波长的发光二极管,经过透镜调整光路照射在液体表面,检测一段时间。

[0049] 步骤S4,使用光电二极管接收经过表面毛细波反射的可见光。

[0050] 在一个实施例中,步骤S4包括以下子步骤:

[0051] 步骤S401,根据光源的入射角度调整光电二极管的角度,使得光电二极管可以接收到表面毛细波的反射光。

[0052] 步骤S402,关闭振动传感器,记录此时在环境光和发光二极管的作用下的光强。

[0053] 步骤S5,在接收到的可见光的光强数据,分析光强的频偏关系,得到液体表面毛细波的波长,进而根据表面毛细波波长计算液体表面张力。

[0054] 在一个实施例中,步骤S5包括以下子步骤:

[0055] 步骤S501,在接收到的反射光中分析反射光的频谱数据,不同的表面毛细波波长,反射光频率不同,参考方差分析的方法,找到发生频偏的区间,计算区间的平均距离得到频率偏移值。

[0056] 方差分析是用于两个或者两个以上样本均数差别的显著性检验,例如,使用单因素方差分析,只考虑一个因素A对于试验结果的影响,第i个观测值公式表示为:

$$[0057] \quad Y_{ij} = a_{0i} + e_{ij} = u + a_i + e_{ij}, i = 1, 2, \dots, k; j = 1, 2, \dots, n_i \quad (3)$$

[0058] 其中, Y_{ij} 是第i个观测值, a_{0i} 是 A_i 下的实验结果的均值, e_{ij} 是随机误差,假设随机误差满足独立同分布和方差齐性条件,总均值u表示为:

$$[0059] \quad u = \frac{1}{k} * \sum_{i=1}^k a_{0i} \quad (4)$$

[0060] 其中, a_{0i} 是 A_i 下的实验结果的均值。

[0061] a_i 是因素A的第i个水平的附加效应,表示为:

$$[0062] \quad a_i = a_{0i} + u \quad (5)$$

[0063] 其中, a_{0i} 是 A_i 下的实验结果的均值,u是总均值。

[0064] 因此,单因素方差分析需要验证是因素A对试验结果是否有影响,假设公式如下:

$$[0065] \quad H_0 = a_1 = a_2 = \dots = a_k = 0 \quad (6)$$

[0066] 其中, H_0 表示因素A的效应不显著, a_i 是因素A的第i个水平的附加效应。

[0067] 在此假设下,总偏差平方和SS分为两部分,一部分表示随机误差的影响,这部分误差是组内误差 SS_e ,另一部分表示因素A的各水平之间的差异带来的影响,为总偏差平方和和组内误差之间的差值,这部分是组间误差 SS_A 。总偏差平方和SS表示为:

$$[0068] \quad SS = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2, n = n_1 + \dots + n_k \quad (7)$$

[0069] 因素A的平均平方和 MS_A 表示为:

$$[0070] \quad MS_A = \frac{SS_A}{(k-1)} \quad (8)$$

[0071] 其中, $k-1$ 是 MS_A 的自由度。

[0072] 随机误差的平均平方和 MS_e 表示为:

$$[0073] \quad MS_e = \frac{SS_e}{(n-k)} \quad (9)$$

[0074] 其中, $n-k$ 是 MS_e 的自由度。

[0075] $\frac{MS_A}{MS_e}$ 服从F分布的F检验, 当 $\frac{MS_A}{MS_e} \leq F_{k-1, n-k}(\alpha)$, α 是显著性水平, 说明接受原假设,

因素A对试验结果没有影响; 反之, 拒绝原假设, 因素A对试验结果影响显著, 其中显著性水平一般选择 $\alpha = 0.05$ 。

[0076] 步骤S502, 根据频率频移值计算得到表面毛细波的波长, 再计算液体的表面张力。

[0077] 步骤S6, 在接收到的不同颜色的可见光, 通过分析不同颜色的可见光下液体吸收的光强比例, 得到液体的颜色, 综合颜色以及表面张力得到液体的类型以及液体中微生物含量情况。

[0078] 在一个实施例中, 步骤S6包括以下子步骤:

[0079] 步骤S601, 在不同的波长的光源下接收到的反射光中, 计算不同波长下的液体的吸收率, 根据不同波长的吸收率比使用决策树的方法进行分类, 得到液体变质的区间位置;

[0080] 步骤S602, 根据步骤S5计算得到的液体表面张力得到液体变质的情况。

[0081] 综上, 本发明使用振动传感器产生指定的特征频率, 使得液体表面仅在表面张力的作用下产生表面毛细波, 然后用发光二极管和透镜发射不同可见光波长的可见光照射到液体表面; 而不同微生物含量的液体对不同可见光波长的光吸收率不同, 不同微生物含量的表面张力不同使得表面毛细波的波长不同, 从而使得同一个区域的反射光光强不同; 通过光电二极管接收反射光, 根据反射光光强变化频率计算表面张力, 根据不同可见光波长的吸收比通过决策树方法得到微生物含量的区间。最后, 从划定的微生物含量区间通过表面张力在已建立的数据库中找到液体的微生物含量。

[0082] 相应地, 本发明还提供一种基于可见光的液体变质监测系统, 用于实现上述方法的一个方面或多个方面。例如, 参见图3所示, 该系统包括:

[0083] 预处理模块, 用于建立多种类型液体的表面张力以及吸收光谱的数据集, 数据集包含液体名称、液体中微生物的含量、液体吸收波长以及吸收率、实验所得表面张力、液体真实表面张力; 根据不同液体以及不同微生物含量下的吸收光谱, 选择吸收率最高的波长选择光电二极管的波长范围; 根据不同的颜色下的吸收比下的不同微生物含量进行决策树分类建立模型; 根据不同微生物含量下的吸收光谱不同将不同微生物含量划分成不同的区间。

[0084] 振动模块, 用于产生特定频率的振动频率使得液体表面振出波纹, 根据设计的方法计算不同频率下的振动频率效率比来选择效率最高的振动频率作为特征频率, 振动传感器可固定在容器底部, 使容器振动, 从而使得液体表面产生表面毛细波。

[0085] 发射光模块, 用于发射可见光到表面毛细波上。首先, 根据液体的类型选择吸收光谱中吸收率最高的top-K的波长作为发光二极管的波长; 根据容器的大小以及液体的高度选择合适的透镜调整光路; 然后根据表面毛细波引起的反射光频率变化选择合适的检测时间, 发射可见光到液体表面;

[0086] 接收光模块, 用于使用光电二极管接收振动传感器工作时经过表面毛细波反射之后的反射光以及环境光的反射光。

[0087] 处理模块, 用于处理光电二极管接收到的反射光, 根据反射光的光强频率变化计算出频率发生偏移的区间, 根据发生偏移的区间计算频率偏移的平均值, 以及通过反射光的频率偏移计算表面毛细波的波长偏移, 进而计算表面张力的偏移; 根据不同波长的光源

照射下的反射光的吸收比使用决策树分类得到微生物含量区间,再根据表面张力得到微生物含量。

[0088] 进一步地,所述预处理模块包括以下单元:

[0089] 数据采集单元,用于对各种液体变质过程进行实验采集表面毛细波波长以及计算表面张力以及测量变质过程的吸收光谱;

[0090] 统计单元,用于对各种液体发生变质过程中微生物的含量、变质过程的表面张力变化、变质过程的吸收光谱变化进行数据统计;

[0091] 数据训练单元,用于对不同可见光波长的吸收比下的微生物含量进行决策树分类,得到模型;

[0092] 实验初始化单元,用于对被测液体实验的光源波长、位置以及角度初始化。

[0093] 进一步地,所述振动模块包括以下单元:

[0094] 频率选择单元,用于计算不同振动频率下的效率比,选择效率最高的振动频率作为振动传感器的特征振动频率;

[0095] 振动单元,用于按特征频率产生振动信号使得液体表面产生表面毛细波。

[0096] 进一步地,所述发射光模块包括发射光单元,用于使用发光二极管产生可见光到液体表面毛细波上。

[0097] 进一步地,所述接收光模块包括接收光单元,用于使用光电二极管接收经过液体表面反射的反射光,接收一段时间后接收无振动条件下的反射光。

[0098] 进一步地,所述处理模块包括以下单元:

[0099] 计算单元,用于计算反射光的频率偏移平均值;

[0100] 划分区间单元,用于根据不同可见光波长下的吸收比计算微生物含量区间;

[0101] 数据匹配单元,用于根据反射光的频率偏移平均值计算表面张力差异,再根据数据库中不同微生物含量下的表面张力值得到液体的微生物含量值。

[0102] 综上所述,本发明利用廉价的振动传感器在效率最高的振动频率下在液体表面形成表面毛细波,借助不同波长的可见光照射在液体表面,通过光电二极管接收经过液体反射的反射光,从反射光的频率变化中计算发生偏移的频率区间得到频率偏移值,计算表面张力,这种方式可以去除环境光噪声的影响,从而提高了液体质量的检测精度。并且对不同可见光波长的吸收比使用决策树进行分类划分微生物含量区间,可以进一步有效提高液体变质检测的准确度。而且,通过检测振动干扰可以有效的提高鲁棒性。此外,本发明直接分析反射光的频率差异以及可见光的吸收比,可以有效减少使用其他机器学习模型所带来的巨大的计算量,节省时间,提高了准确度和灵敏度。

[0103] 本发明可以是系统、方法和/或计算机程序产品。计算机程序产品可以包括计算机可读存储介质,其上载有用于使处理器实现本发明的各个方面的计算机可读程序指令。

[0104] 计算机可读存储介质可以是保持和存储由指令执行设备使用的指令的有形设备。计算机可读存储介质例如可以是一一但不限于一一电存储设备、磁存储设备、光存储设备、电磁存储设备、半导体存储设备或者上述的任意合适的组合。计算机可读存储介质的更具体的例子(非穷举的列表)包括:便携式计算机盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM或闪存)、静态随机存取存储器(SRAM)、便携式压缩盘只读存储器(CD-ROM)、数字多功能盘(DVD)、记忆棒、软盘、机械编码设备、例如其上

存储有指令的打孔卡或凹槽内凸起结构、以及上述的任意合适的组合。这里所使用的计算机可读存储介质不被解释为瞬时信号本身,诸如无线电波或者其他自由传播的电磁波、通过波导或其他传输媒介传播的电磁波(例如,通过光纤电缆的光脉冲)、或者通过电线传输的电信号。

[0105] 这里所描述的计算机可读程序指令可以从计算机可读存储介质下载到各个计算/处理设备,或者通过网络、例如因特网、局域网、广域网和/或无线网下载到外部计算机或外部存储设备。网络可以包括铜传输电缆、光纤传输、无线传输、路由器、防火墙、交换机、网关计算机和/或边缘服务器。每个计算/处理设备中的网络适配卡或者网络接口从网络接收计算机可读程序指令,并转发该计算机可读程序指令,以供存储在各个计算/处理设备中的计算机可读存储介质中。

[0106] 用于执行本发明操作的计算机程序指令可以是汇编指令、指令集架构(ISA)指令、机器指令、机器相关指令、微代码、固件指令、状态设置数据、或者以一种或多种编程语言的任意组合编写的源代码或目标代码,所述编程语言包括面向对象的编程语言—诸如 Smalltalk、C++、Python 等,以及常规的过程式编程语言—诸如“C”语言或类似的编程语言。计算机可读程序指令可以完全地在用户计算机上执行、部分地在用户计算机上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算机上部分在远程计算机上执行、或者完全在远程计算机或服务器上执行。在涉及远程计算机的情形中,远程计算机可以通过任意种类的网络—包括局域网(LAN)或广域网(WAN)—连接到用户计算机,或者,可以连接到外部计算机(例如利用因特网服务提供商来通过因特网连接)。在一些实施例中,通过利用计算机可读程序指令的状态信息来个性化定制电子电路,例如可编程逻辑电路、现场可编程门阵列(FPGA)或可编程逻辑阵列(PLA),该电子电路可以执行计算机可读程序指令,从而实现本发明的各个方面。

[0107] 这里参照根据本发明实施例的方法、装置(系统)和计算机程序产品的流程图和/或框图描述了本发明的各个方面。应当理解,流程图和/或框图的每个方框以及流程图和/或框图中各方框的组合,都可以由计算机可读程序指令实现。

[0108] 这些计算机可读程序指令可以提供给通用计算机、专用计算机或其它可编程数据处理装置的处理器,从而生产出一种机器,使得这些指令在通过计算机或其它可编程数据处理装置的处理器执行时,产生了实现流程图和/或框图中的一个或多个方框中规定的功能/动作的装置。也可以把这些计算机可读程序指令存储在计算机可读存储介质中,这些指令使得计算机、可编程数据处理装置和/或其他设备以特定方式工作,从而,存储有指令的计算机可读介质则包括一个制品,其包括实现流程图和/或框图中的一个或多个方框中规定的功能/动作的各个方面的指令。

[0109] 也可以把计算机可读程序指令加载到计算机、其它可编程数据处理装置、或其它设备上,使得在计算机、其它可编程数据处理装置或其它设备上执行一系列操作步骤,以产生计算机实现的过程,从而使得在计算机、其它可编程数据处理装置、或其它设备上执行的指令实现流程图和/或框图中的一个或多个方框中规定的功能/动作。

[0110] 附图中的流程图和框图显示了根据本发明的多个实施例的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段或指令的一部分,所述模块、程序段或指令的一部分包含一个或多个用

于实现规定的逻辑功能的可执行指令。在有些作为替换的实现中,方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如,两个连续的方框实际上可以基本并行地执行,它们有时也可以按相反的顺序执行,这依所涉及的功能而定。也要注意的,框图和/或流程图中的每个方框、以及框图和/或流程图中的方框的组合,可以用执行规定的功能或动作的专用的基于硬件的系统来实现,或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。对于本领域技术人员来说公知的是,通过硬件方式实现、通过软件方式实现以及通过软件和硬件结合的方式实现都是等价的。

[0111] 以上已经描述了本发明的各实施例,上述说明是示例性的,并非穷尽性的,并且也不限于所披露的各实施例。在不偏离所说明的各实施例的范围和精神的情况下,对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。本文中所用术语的选择,旨在最好地解释各实施例的原理、实际应用或对市场中的技术改进,或者使本技术领域的其它普通技术人员能理解本文披露的各实施例。本发明的范围由所附权利要求来限定。

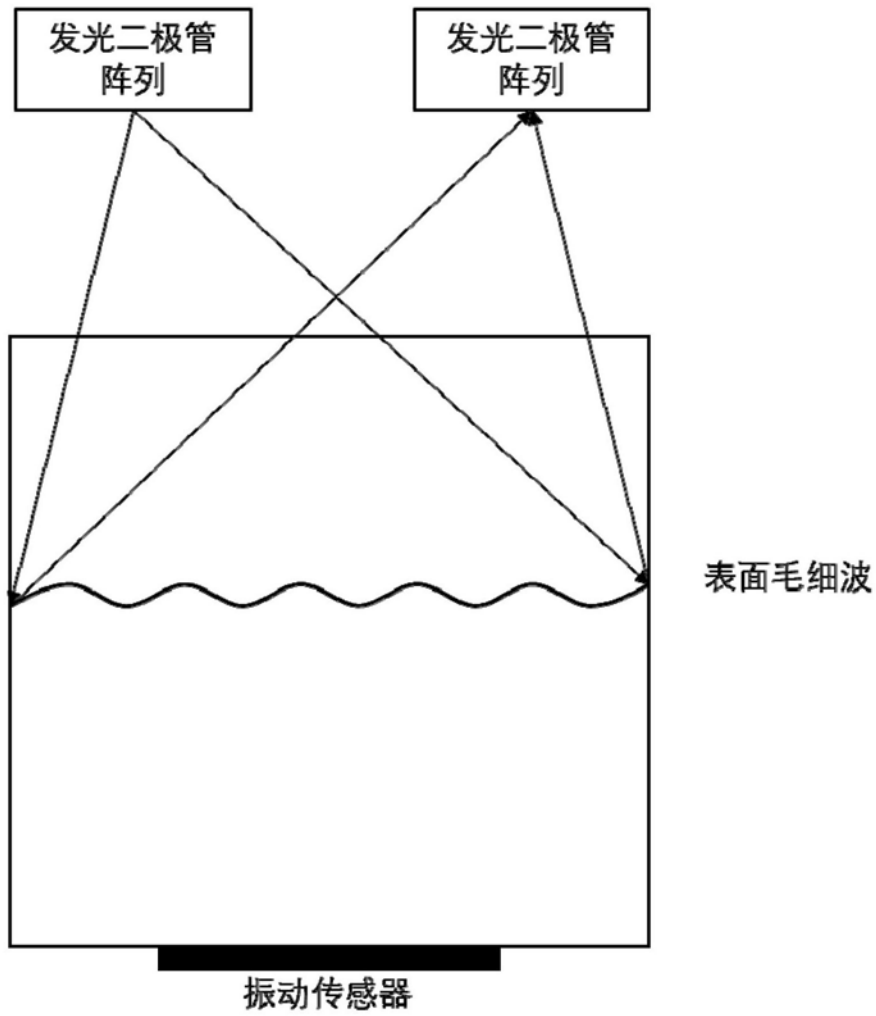


图1

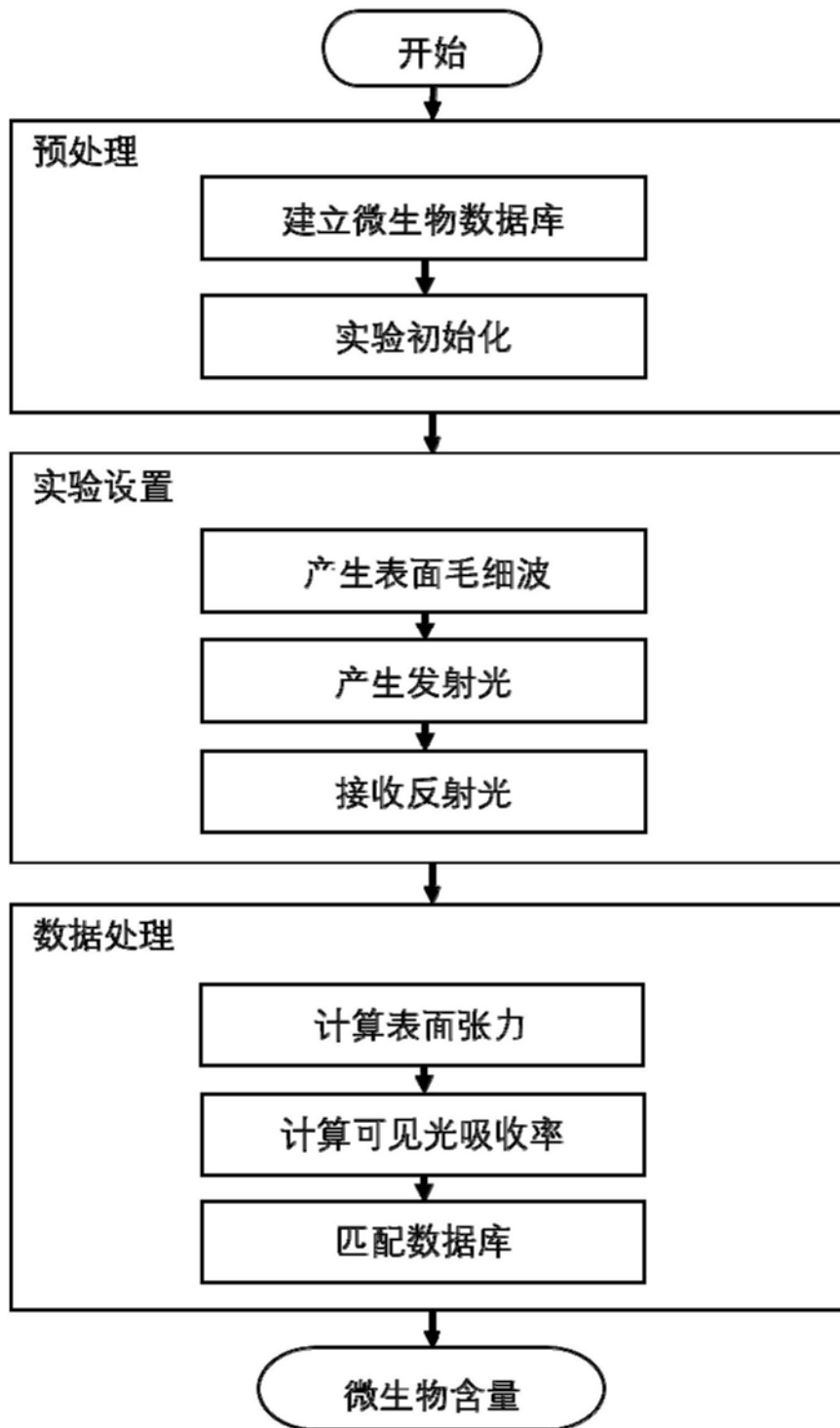


图2

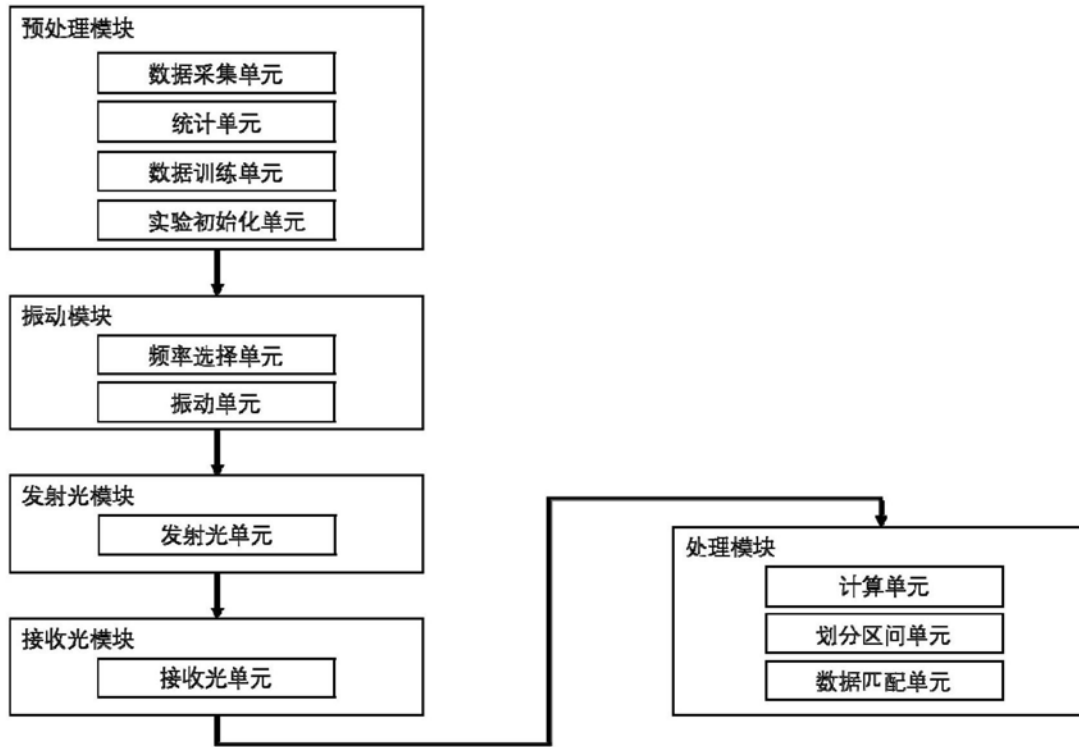


图3