



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107242855 A

(43)申请公布日 2017.10.13

(21)申请号 201710413802.9

(22)申请日 2017.06.05

(71)申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路92号

(72)发明人 李晨曦 陈文亮 徐可欣

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代

理事务所 12201

代理人 程毓英

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

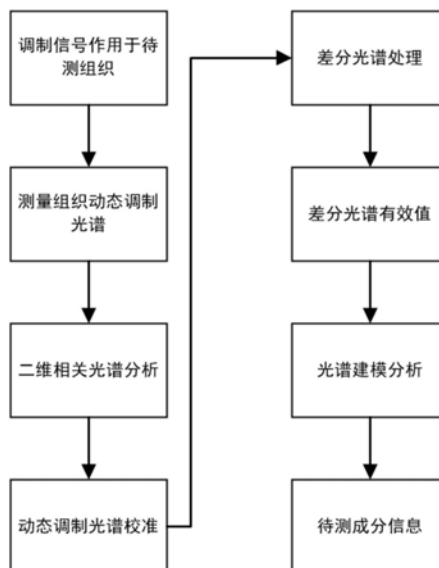
(54)发明名称

一种生物组织动态调制光谱测量装置及方法

(57)摘要

本发明涉及一种生物组织动态调制光谱测量装置,包括导轨,电机,连接杆,光纤探头,压力传感器,加热电路,温度传感器,反馈控制电路,宽谱光源,光谱仪和数据采集与处理单元,步进电机用以推动连接杆带动光纤探头运动,使光纤探头作用于待测组织表面产生压力变化,在光纤探头端部设置有压力传感器、加热电路和温度传感器,分别用以测量待测组织所受压力、加热待测组织并测量温度值变化,压力传感器及温度传感器的测量值进入反馈控制电路,反馈控制电路将压力传感器及温度传感器的测量值传送至数据采集与处理单元,并根据测量值调节待测组织表面压力和加热功率,光纤探头与宽谱光源与光谱仪相连。本发明同时提供采用上述装置实现的测量方法。

CN 107242855 A



1. 一种生物组织动态调制光谱测量装置,包括导轨,电机,连接杆,光纤探头,压力传感器,加热电路,温度传感器,反馈控制电路,宽谱光源,光谱仪和数据采集与处理单元,其中,连接杆的一端置于导轨上,另一端与光纤探头相连,步进电机用以推动连接杆带动光纤探头运动,使光纤探头作用于待测组织表面产生压力变化,在光纤探头端部设置有压力传感器、加热电路和温度传感器,分别用以测量待测组织所受压力、加热待测组织并测量温度值变化,压力传感器及温度传感器的测量值进入反馈控制电路,反馈控制电路将压力传感器及温度传感器的测量值传送至数据采集与处理单元,并根据测量值调节待测组织表面压力和加热功率,光纤探头与宽谱光源与光谱仪相连,光谱仪测量值进入数据采集与处理单元。

2. 利用权利要求1所述的装置实现的生物组织动态调制光谱测量方法,包括下列步骤:

(1) 利用电机带动光纤探头运动产生作用于待测组织表面的压力或利用加热电路加热待测组织,通过调制激励信号使得待测组织光谱信号周期性变化;

(2) 根据压力传感器及温度传感器的测量值调节待测组织表面压力和加热功率;

(3) 宽谱光源通过光纤探头入射到待测组织,漫反射光谱信号通过光纤探头和光谱仪的采集后进入数据采集与处理单元;

(4) 数据采集与处理单元通过二维相关光谱处理,获得与调制激励信号同步的组织调制光谱信号,对每个周期内光谱信号进行归一化及差分处理,得到包含有组织中待测成分净信号的重复性差分光谱信息,进一步进行光谱建模处理得到待测成分浓度等信息。

3. 根据权利要求2所述的测量方法,其特征在于,光谱建模方法选择最小二乘法模型及基于信号正交分解的净信号处理方法。

一种生物组织动态调制光谱测量装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于光谱检测领域中的人体成分无创检测研究,涉及一种生物组织光谱测量方法及装置。

背景技术

[0002] 人体成分无创检测具有快速、方便、无感染风险等优点,对于临床诊断以及病人监护护理具有十分重要的意义。光谱检测方法利用组织各种成分特征吸收,对测量得到的组织光谱进行建模分析,获取待测成分信息,其特点是快速,方便,无创。并且可以根据不同成分光谱吸收峰的不同,同时测量多种成分,在人体成分无创检测中应用广泛,也是研究热点。

[0003] 利用在体光谱进行生物组织成分检测研究中,某些待测量成分,如血糖,胆固醇,甘油三酯等成分含量相对较少,光谱吸收信号相对较小,往往被淹没在较大的生理背景噪声中。要消除生理背景影响,较为有效的方法是采用差分光谱检测的方法,将生理噪声视为检测中的共模噪声,而组织中待检测成分信息可以同差分光谱的形式获得。这种动态光谱检测方式可以通过活体组织本身的生理变化获得,如人体脉搏信号会造成组织中血液体积产生周期性变化,于此同时生理背景噪声基本不变,一个周期内血液体积容积差产生的差分光谱信号与血液中待测成分吸收信号具有很好的相关性,通过差分测量方式可以有效减少组织生理背景影响,提高检测灵敏度。由于生物组织本身生理活动产生的光谱动态相对较小,再进行差分光谱处理后得到的差分信号幅度较低,因此,研究一种能够主动调制组织变换产生动态调制光谱的测量装置,在此基础上进行动态调制光谱测量,分析组织接触及调制状态,并进行动态差分光谱处理,获得组织中微量成分变化信息,对于减少生理背景影响,提高检测灵敏度具有非常重要意义。

[0004] 根据生物组织力学以及传热特性,可以采用压力或者温度调制激励待测组织产生动态周期性变化,同时测量调制过程中的组织光谱,获得组织动态调制光谱。一些研究小组实验结果表明,人体组织在压力作用下会产生几何厚度及液体体积变化,皮肤等软组织在一定压力作用下,应变大小与压力值具有线性相关性,因此可以通过控制作用于待测组织的压力大小来控制其应变。温度变化也会造成组织吸收系数与散射系数变化,相关研究结果表明,在一定温度范围内,散射系数变化与温度之间也呈线性相关关系。

发明内容

[0005] 本发明目的是提供一种能够减少光谱测量中生理背景影响、提高人体成分测量灵敏度的基于外部激励的动态调制光谱测量方法。技术方案如下:

[0006] 一种生物组织动态调制光谱测量装置,包括导轨,电机,连接杆,光纤探头,压力传感器,加热电路,温度传感器,反馈控制电路,宽谱光源,光谱仪和数据采集与处理单元,其中,连接杆的一端置于导轨上,另一端与光纤探头相连,步进电机用以推动连接杆带动光纤探头运动,使光纤探头作用于待测组织表面产生压力变化,在光纤探头端部设置有压力传

感器、加热电路和温度传感器,分别用以测量待测组织所受压力、加热待测组织并测量温度值变化,压力传感器及温度传感器的测量值进入反馈控制电路,反馈控制电路将压力传感器及温度传感器的测量值传送至数据采集与处理单元,并根据测量值调节待测组织表面压力和加热功率,光纤探头与宽谱光源与光谱仪相连,光谱仪测量值进入数据采集与处理单元。

[0007] 本发明同时提供一种采用上述装置实现的生物组织动态调制光谱测量方法,包括下列步骤:

[0008] (1) 利用电机带动光纤探头运动产生作用于待测组织表面的压力或利用加热电路加热待测组织,通过调制激励信号使得待测组织光谱信号周期性变化;

[0009] (2) 根据压力传感器及温度传感器的测量值调节待测组织表面压力和加热功率;

[0010] (3) 宽谱光源通过光纤探头入射到待测组织,漫反射光谱信号通过光纤探头和光谱仪的采集后进入数据采集与处理单元;

[0011] (4) 数据采集与处理单元通过二维相关光谱处理,获得与调制激励信号同步的组织调制光谱信号,对每个周期内光谱信号进行归一化及差分处理,得到包含有组织中待测成分净信号的重复性差分光谱信息,进一步进行光谱建模处理得到待测成分浓度等信息。

[0012] 优选地,光谱建模方法选择最小二乘法模型及基于信号正交分解的净信号处理方法。

[0013] 本发明采用压力温度等调制信号作用于待测组织,待测组织受到周期性调制后漫反射光谱也产生相应变化,利用反馈方法保证调制信号具有较高的重复性,将测量得到的动态调制光谱进行二维相关分析得到调制状态同步信号,将同步校准后的动态光谱信号进程差分处理,多个调制周期差分信号求得差分光谱有效值,在此基础上进行最小二乘法建模得到组织中待测成分信息。本发明提供的方法能够利用动态调制得到差分光谱信号,减少组织背景影响,提高人体成分测量灵敏度。

附图说明

[0014] 图1本发明的测量系统结构示意图。

[0015] 图2本发明的数据处理流程图。

具体实施方式

[0016] 参见图1,本发明的测量系统由导轨1,步进电机2,连接杆3,光纤探头4,压力传感器5,半导体加热与温度传感器6,反馈控制电路7,宽谱光源8,光谱仪9,数据采集与处理单元10组成,其中,导轨1通过连接杆3与光纤探头4相连,步进电机2与连接杆3相连,步进电机2可以推动连接杆3带动光纤探头4运动,使光纤探头4作用于待测组织产生压力变化,光纤探头4上连接有压力传感器5,可以测量压力值,光纤探头上同时连接半导体加热与温度传感器6,可以加热待测组织并测量温度值变化,压力及温度传感器测量值可以进入反馈控制电路。光纤探头4与宽谱光源与光谱仪相连,光谱仪测量值进入数据采集与处理单元。

[0017] 系统按照功能可以分为四个部分,动态调制单元,反馈单元,光谱测量单元与数据采集处理单元,各单元功能如下

[0018] 1. 动态调制单元利用压力及温度变化作用于待测组织,压力作用于组织可以改变

组织厚度及其中所含的液体体积,内温度变化会改变组织散射特性。本发明中,两种调制作用可分别作用于组织,或者同时作用于组织,生物组织受到压力或者温度调制作用后,产生结构及散射特性变化,从而调制光在组织中传输过程及出射光谱强度,测量得到动态调制光谱信号

[0019] 2.反馈单元主要有压力与温度传感器及相应的信号放大与反馈电路组成,实现压力及温度调制激励信号监测与反馈控制,提高每个周期调制激励信号重复性,并且实时检测组织形变及温度变化,作为动态差分光谱处理参考。

[0020] 3.光谱测量单元由宽谱光源,高分辨率光谱仪以及光纤探头组成。光纤探头与动态调制单元相连接,测量调制信号作用于组织后组织光谱信号。

[0021] 4.数据采集与处理单元包括两部分,数据采集将光谱仪测量到的光谱信号转换为数字信号,便于后续处理与传输。数据处理单元主要针对组织成分测量还要求,对采集到的调制光谱信号进行处理,建模计算组织中待测成分信息

[0022] 数据处理方法如图2所示:

[0023] 1,调制状态判断:在调制信号作用于组织过程中,周期性调制信号会造成组织光谱信号周期性变化,对于每一个调制周期内的光谱信号,首先要判断信号强度与调制状态之间的关系。二维相关光谱(2DCOS)是一种实验设计与数据处理相结合的分析技术,当温度、压力等扰动施加到样品后,会诱发系统产生一系列的动态变化,对其进行二维相关计算,即可得到二维相关光谱,二维相关光谱中相关系数反映了调制状态与光谱强度之间的关系。利用二维相关光谱可以清晰地反映光谱强度和扰动变量的相关性,获得激励信号作用于组织初始状态,调制光谱与调制信号之间延时以及周期特征。

[0024] 2,动态光谱处理:通过二维相关光谱处理,可以获得与调制激励信号同步的组织调制光谱信号,对每个周期内光谱信号进行归一化及差分处理,就可以得到重复性差分光谱信息,经过差分处理后,可以消除生理背景信号影响,差分信号中包含组织中待测成分净信号,便于后续建模处理。

[0025] 3,光谱建模分析:经过二维光谱相关分析及动态光谱信号提取处理后得到的差分光谱中包含有组织中待测成分净信号,进一步进行光谱建模处理可以得到待测成分浓度等信息。光谱建模方法可选择最小二乘法模型及基于信号正交分解的净信号处理方法。

[0026] 下面结合实施例进一步说明。

[0027] 耳垂组织具有表面平整,内部血液丰富,无软骨组织、无毛发及毛囊、皮下组织少等特点。因此该部位组织在调制信号激励下变化相对较为稳定,调制机理信号幅度与组织变化之间具有较好的线性相关性,因此可以为组织动态调制光谱检测方法的典型实施例。在实验时,头部通过限位装置固定,头部自然摆正,光纤探头与调制装置直接作用于耳垂。调制激励信号采用两种方式:压力形变激励及温度激励。

[0028] 压力形变调制光谱测量采用探头挤压待测量耳垂部位,引起耳垂形变,测量周期性激励信号作用下调制光谱信号,测量过程中压力传感器用来简介测量作用于耳垂的接触压力,并通过反馈单元控制每次作用于耳垂的压力值基本相同,以实现调制激励信号以及组织调制光谱周期性变化。

[0029] 温度调制光谱测量采用接触探头挤压待测量耳垂部位,引起耳垂形变,测量周期性激励信号作用下调制光谱信号,测量过程中压力传感器用来简介测量作用于耳垂的接触

压力,并通过反馈单元控制每次作用于耳垂的压力值基本相同,以实现调制激励信号以及组织调制光谱周期性变化。

[0030] 提取1000-1400nm范围内漫反射光谱数据进行二维相关光谱分析处理,得到调制信号激励下漫反射光谱同步信号,根据同步谱中自相关系数得到接触点以及形变最大点位置,利用该结果对动态调制光谱进行同步校准,得到校准后动态调制光谱。对周期性动态调制光谱进行处理,确定调制激励信号起点以及变化最大点,以这两天光谱信号进行差分处理,得到差分光谱,分别对不同周期差差分信号进行平均处理,得到动态差分光谱有效值。

[0031] 利用动态差分光谱有效值进行光谱建模处理,采用最小二乘方法建模获得组织成分含量信息。

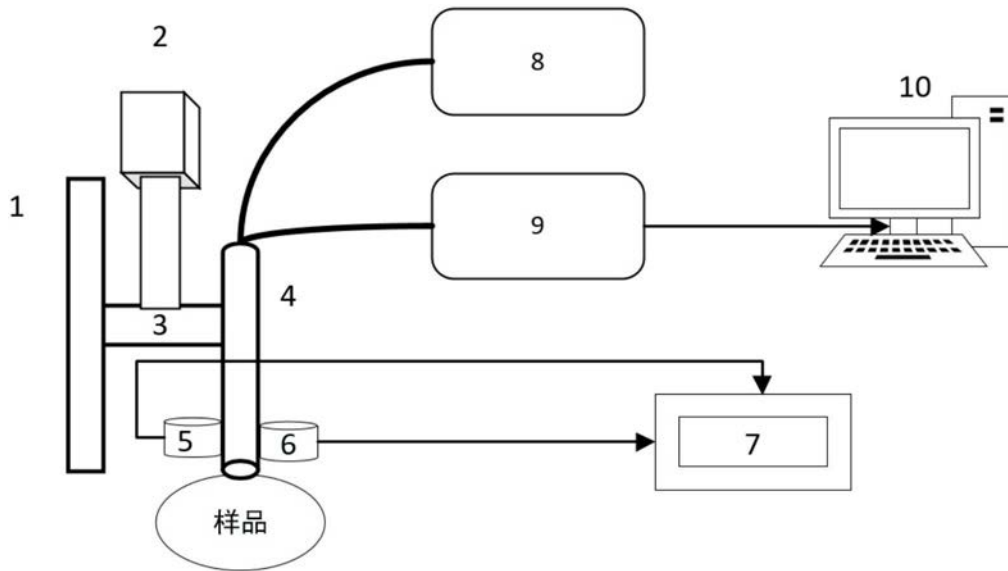


图1

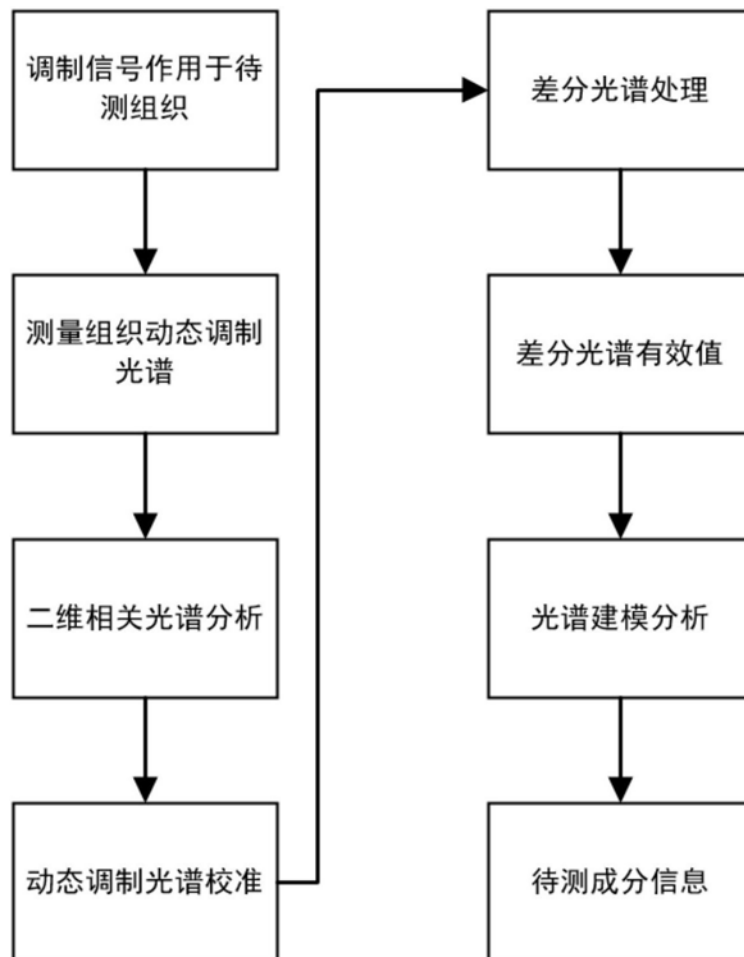


图2

专利名称(译)	一种生物组织动态调制光谱测量装置及方法		
公开(公告)号	CN107242855A	公开(公告)日	2017-10-13
申请号	CN2017110413802.9	申请日	2017-06-05
[标]申请(专利权)人(译)	天津大学		
申请(专利权)人(译)	天津大学		
当前申请(专利权)人(译)	天津大学		
[标]发明人	李晨曦 陈文亮 徐可欣		
发明人	李晨曦 陈文亮 徐可欣		
IPC分类号	A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0075		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种生物组织动态调制光谱测量装置，包括导轨，电机，连接杆，光纤探头，压力传感器，加热电路，温度传感器，反馈控制电路，宽谱光源，光谱仪和数据采集与处理单元，步进电机用以推动连接杆带动光纤探头运动，使光纤探头作用于待测组织表面产生压力变化，在光纤探头端部设置有压力传感器、加热电路和温度传感器，分别用以测量待测组织所受压力、加热待测组织并测量温度值变化，压力传感器及温度传感器的测量值进入反馈控制电路，反馈控制电路将压力传感器及温度传感器的测量值传送至数据采集与处理单元，并根据测量值调节待测组织表面压力和加热功率，光纤探头与宽谱光源与光谱仪相连。本发明同时提供采用上述装置实现的测量方法。

