



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107713993 A

(43)申请公布日 2018.02.23

(21)申请号 201711122120.9

(22)申请日 2017.11.14

(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 奚磊 郭恒

(74)专利代理机构 成都点睛专利代理事务所
(普通合伙) 51232

代理人 葛启函

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 8/12(2006.01)

A61B 1/00(2006.01)

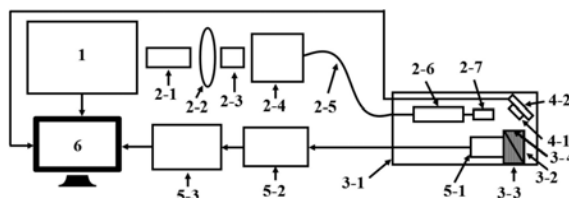
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置及其成像方法

(57)摘要

一种基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置及其成像方法,属于光声显微成像技术领域。包括激光光源组件、单模光纤耦合组件、内窥镜探头组件、MEMS微镜组件、数据采集组件和计算机, MEMS微镜组件包括MEMS微镜和PCB驱动电路板, PCB驱动电路板由计算机控制用于驱动MEMS微镜转动;内窥镜探头组件包括透光反声支架,透光反声支架出光口设置目标样品;计算机控制激光光源组件产生脉冲激光,经单模光纤耦合组件准直后到达MEMS微镜的中心并反射到透光反声支架的进光口,穿过透光反声支架并与出光口的目标样品反应产生光声信号,光声信号经透光反声支架后被数据采集组件采集并由计算机存储和处理。本发明能够实现更精准和更快速的2D扫描,提高了成像质量。



1. 一种基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置,其特征在于,包括激光光源组件、单模光纤耦合组件、内窥镜探头组件、MEMS微镜组件、数据采集组件和计算机(6),

所述MEMS微镜组件包括MEMS微镜(4-1)和PCB驱动电路板(4-2),所述PCB驱动电路板(4-2)由所述计算机(6)控制,用于驱动所述MEMS微镜(4-1)转动;

所述内窥镜探头组件包括透光反声支架(3-2),所述透光反声支架(3-2)为内部充满透明的超声耦合液的封闭腔体,包括进光口(3-4)和出光口(3-3),目标样品设置在所述出光口处(3-3),所述透光反声支架(3-2)内部设置有透光反声的薄片;

所述计算机(6)分别与所述激光光源组件和数据采集组件电气连接,用于控制所述激光光源组件产生脉冲激光以及存储和处理所述数据采集组件采集的数据;

所述激光光源组件产生的脉冲激光经所述单模光纤耦合组件准直后到达所述MEMS微镜(4-1)的中心并反射到所述透光反声支架(3-2)的进光口(3-4),穿过所述透光反声支架(3-2)并照射到所述出光口(3-3)处的目标样品上激发出光声信号,所述光声信号经所述透光反声支架(3-2)内的透光反声的薄片反射后被所述数据采集组件采集。

2. 根据权利要求1所述的基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置,其特征在于,所述激光光源组件包括脉冲激光器(1),所述脉冲激光器(1)发出高重复频率且脉宽在1ns至2ns之间的脉冲激光。

3. 根据权利要求2所述的基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置,其特征在于,所述单模光纤耦合组件包括与所述脉冲激光器(1)共轴设置的空间光滤波器(2-1)、准直透镜(2-2)、物镜(2-3)和单模光纤耦合器(2-4),与所述MEMS微镜(4-1)共轴设置的光纤陶瓷头(2-6)和梯度型透镜(2-7),以及一端与所述单模光纤耦合器(2-4)连接,另一端通过所述光纤陶瓷头(2-6)与所述梯度型透镜(2-7)连接的单模光纤(2-5);所述脉冲激光器(1)发出的脉冲激光依次通过所述空间光滤波器(2-1)、准直透镜(2-2)和物镜(2-3)后进入所述单模光纤耦合器(2-4),经所述单模光纤耦合器(2-4)耦合后进入所述单模光纤(2-5),所述单模光纤(2-5)输出的脉冲激光经所述梯度型透镜(2-7)聚焦后照射到所述MEMS微镜(4-1)的中心。

4. 根据权利要求1所述的基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置,其特征在于,所述数据采集组件包括超声换能器(5-1)、信号放大器(5-2)和数据采集卡(5-3),所述超声换能器(5-1)安装在所述透光反声支架(3-2)上并穿过其腔体侧壁与所述超声耦合液接触,所述超声换能器(5-1)与透光反声支架(3-2)的连接处设置有密封圈,保证所述超声耦合液不泄漏;所述光声信号经所述超声换能器(5-1)探测并通过所述信号放大器(5-2)放大后被所述数据采集卡(5-3)采集。

5. 根据权利要求4所述的基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置,其特征在于,所述透光反声支架(3-3)为矩形腔体,所述透光反声的薄片分别与所述出光口(3-3)所在的侧壁和所述超声换能器(5-1)所在的侧壁成45°角,使得从所述出光口(3-3)处设置的目标样品产生的光声信号经所述透光反声的薄片反射后能被所述超声换能器(5-1)探测。

6. 根据权利要求3或4所述的基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置,其特征在于,所述光声内窥显微成像装置还包括刚性底座(3-1),所述光纤陶瓷头(2-6)、梯度型透镜(2-7)和透光反声支架(3-2)通过胶水固定在所述刚性底座(3-1)上。

7. 一种基于MEMS微镜的光声内窥显微成像方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤一、光声激发

利用脉冲激光器产生脉冲激光,将所述脉冲激光准直后聚焦到所述MEMS微镜的中心并沿90°反射后经过透光反声支架打到目标样品上激发出光声信号;所述透光反声支架为封闭式的腔体,内部充满超声耦合液,所述透光反声支架内还设置有透光反声的薄片;

步骤二、光声采集

利用超声换能器探测目标样品发出的光声信号经过所述透光反声支架并被所述透光反声支架内的薄片反射后的信号,将所述超声换能器探测到的信号经过放大后存储到计算机中;

步骤三、内窥内部扫描

每次完成步骤二后,通过计算机控制所述MEMS微镜偏转一个角度再重复步骤二,直到完成整个目标样品的扫描;

步骤四、图像重建及显示

利用计算机处理步骤二和步骤三得到的所有光声信号,从而得到目标样品的光声图像。

一种基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置及其成像方法

技术领域

[0001] 本发明属于光声显微成像技术领域,特别涉及一种基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置及其成像方法。

背景技术

[0002] 近年来,光声内窥成像作为一种发展迅速的新型无创生物学成像方法,结合了光学成像的高对比度和超声成像强穿透力的优点,可提供无损条件下高对比度、高分辨率的结构与功能性成像,已经被成功的应用于生物学和临床诊断等领域。

[0003] 在现有的光声内窥成像技术中,为了得到高分辨率的目标物体光声图像,主流的方法均是基于利用微型电机去机械地扫描整个超声换能器。在这种情况下,如果没有额外的电机沿着目标样品一直拖动整个内窥探头,其只能得到一个二维的图像,同时这种扫描方式对微型电机的要求较高,且成像速度较慢,价格昂贵。此外,机械扫描时,微电机在转动过程中,会引进串扰噪音,且电机的加速和减速过程以及运动产生的机械抖动均会影响得到的光声图像质量。

发明内容

[0004] 鉴于此,为解决上述现有技术的不足之处,本发明提供一种高分辨率的基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置及其成像方法,既不需要物理上的机械运动,同时又能满足光声内窥镜对信噪比的要求,且整个装置结构简单紧凑,价格低廉,易于操作和应用。

[0005] 本发明的技术方案为:

[0006] 一种基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置,包括激光光源组件、单模光纤耦合组件、内窥镜探头组件、MEMS微镜组件、数据采集组件和计算机6,

[0007] 所述MEMS微镜组件包括MEMS微镜4-1和PCB驱动电路板4-2,所述PCB驱动电路板4-2由所述计算机6控制,用于驱动所述MEMS微镜4-1转动;

[0008] 所述内窥镜探头组件包括透光反声支架3-2,所述透光反声支架3-2为内部充满透明的超声耦合液的封闭腔体,包括进光口3-4和出光口3-3,目标样品设置在所述出光口处3-3,所述透光反声支架3-2内部设置有透光反声的薄片;

[0009] 所述计算机6分别与所述激光光源组件和数据采集组件电气连接,用于控制所述激光光源组件产生脉冲激光以及存储和处理所述数据采集组件采集的数据;

[0010] 所述激光光源组件产生的脉冲激光经所述单模光纤耦合组件准直后到达所述MEMS微镜4-1的中心并反射到所述透光反声支架3-2的进光口3-4,穿过所述透光反声支架3-2并照射到所述出光口3-3处的目标样品上激发出光声信号,所述光声信号经所述透光反声支架3-2内的透光反声的薄片反射后被所述数据采集组件采集。

[0011] 具体的,所述激光光源组件包括脉冲激光器1,所述脉冲激光器1发出高重复频率且脉宽在1ns至2ns之间的脉冲激光。

[0012] 具体的,所述单模光纤耦合组件包括与所述脉冲激光器1共轴设置的空间光滤波

器2-1、准直透镜2-2、物镜2-3和单模光纤耦合器2-4,与所述MEMS微镜4-1共轴设置的光纤陶瓷头2-6和梯度型透镜2-7,以及一端与所述单模光纤耦合器2-4连接,另一端通过所述光纤陶瓷头2-6与所述梯度型透镜2-7连接的单模光纤2-5;所述脉冲激光器1发出的脉冲激光依次通过所述空间光滤波器2-1、准直透镜2-2和物镜2-3后进入所述单模光纤耦合器2-4,经所述单模光纤耦合器2-4耦合后进入所述单模光纤2-5,所述单模光纤2-5输出的脉冲激光经所述梯度型透镜2-7聚焦后照射到所述MEMS微镜4-1的中心。

[0013] 具体的,所述数据采集组件包括超声换能器5-1、信号放大器5-2和数据采集卡5-3,所述超声换能器5-1安装在所述透光反声支架3-2上并穿过其腔体侧壁与所述超声耦合液接触,所述超声换能器5-1与透光反声支架3-2的连接处设置有密封圈,保证所述超声耦合液不泄漏;所述光声信号经所述超声换能器5-1探测并通过所述信号放大器5-2放大后被所述数据采集卡5-3采集。

[0014] 具体的,所述透光反声支架3-3为矩形腔体,所述透光反声的薄片分别与所述出光口3-3所在的侧壁和所述超声换能器5-1所在的侧壁成 45° 角,使得从所述出光口3-3处设置的目标样品产生的光声信号经所述透光反声的薄片反射后能被所述超声换能器5-1探测。

[0015] 具体的,所述光声内窥显微成像装置还包括刚性底座3-1,所述光纤陶瓷头2-6、梯度型透镜2-7和透光反声支架3-2通过胶水固定在所述刚性底座3-1上。

[0016] 一种基于MEMS微镜的光声内窥显微成像方法,包括如下步骤:

[0017] 步骤一、光声激发

[0018] 利用脉冲激光器产生脉冲激光,将所述脉冲激光准直后聚焦到所述MEMS微镜的中心并沿 90° 反射后经过透光反声支架打到目标样品上激发出光声信号;所述透光反声支架为封闭式的腔体,内部充满超声耦合液,所述透光反声支架内还设置有透光反声的薄片;

[0019] 步骤二、光声采集

[0020] 利用超声换能器探测目标样品发出的光声信号经过所述透光反声支架并被所述透光反声支架内的薄片反射后的信号,将所述超声换能器探测到的信号经过放大后存储到计算机中;

[0021] 步骤三、内窥内部扫描

[0022] 每次完成步骤二后,通过计算机控制所述MEMS微镜偏转一个角度再重复步骤二,直到完成整个目标样品的扫描;

[0023] 步骤四、图像重建及显示

[0024] 利用计算机处理步骤二和步骤三得到的所有光声信号,从而得到目标样品的光声图像。

[0025] 本发明的有益效果为:本发明提供的基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置及其成像方法,可以达到很高的分辨率,相比于现有的基于电机机械扫描的内窥成像装置,MEMS微镜扫描能够实现精准度更高和速度更快的2D扫描,从而大大缩短实验所需时间;并且可以完全摆脱在实验过程中因电机转动而引进的外部噪音,提高实验结果的成像质量;本发明结构紧凑,价格低廉,易于操作。

附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用

的附图作简单地介绍。

[0027] 图1是本发明提供的基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置的结构示意图。

[0028] 其中附图标记的具体说明如下:脉冲激光器1,空间光滤波器2-1,准直透镜2-2,物镜2-3,单模光纤耦合器2-4,单模光纤2-5,光纤陶瓷头2-6,梯度型透镜2-7,刚性底座3-1,透光反声支架3-2,MEMS微镜4-1,PCB驱动电路板4-2,超声换能器5-1,信号放大器5-2,数据采集卡5-3,计算机6。

[0029] 图2是应用本发明提供的基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置及其成像方法对模拟样品碳纤维丝进行光声成像得到的光声图像。

[0030] 图3是应用本发明提供的基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置及其成像方法对小鼠直肠进行光声成像得到的光声图像。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0032] 图1为本发明提供的基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置的结构图,该装置包括激光光源组件、单模光纤耦合组件、内窥镜探头组件、MEMS微镜组件、数据采集组件和计算机。

[0033] 一些实施例中,激光光源组件由高重复频率脉冲激光器1组成,并与计算机6电气连接。

[0034] 一些实施例中,单模光纤耦合组件包括空间光滤波器2-1,准直透镜2-2,物镜2-3,单模光纤耦合器2-4、单模光纤2-5、光纤陶瓷头2-6和梯度型透镜2-7,空间光滤波器2-1,准直透镜2-2,物镜2-3,单模光纤耦合器2-4依次与脉冲激光器1共轴安装组成,并通过单模光纤2-5和光纤陶瓷头2-6与梯度型透镜2-7连接。其中,光纤陶瓷头2-6外径为1.25mm,用于保护单模光纤2-5。梯度型透镜2-7外径为0.7mm,工作距离为10mm;MEMS微镜4-1与光纤陶瓷头2-6、梯度型透镜2-7共轴安放,使经梯度型透镜2-7出射的激光束沿90°反射,其中,MEMS微镜4-1镜面尺寸为1mm,机械转角最大为5°

[0035] 一些实施例中数据采集组件包括超声换能器5-1、信号放大器5-2和数据采集卡5-3,数据采集卡5-3与计算机6电气连接;超声换能器5-1和透光反声支架3-1固定在刚性底座3-2上,反射式支架3-2内部充满透明的超声耦合液,并安装有透光反声的薄片;超声换能器5-1将探测到的光声信号通过信号放大器5-2放大后由数据采集卡5-3传输到计算机6。

[0036] 其中高重复频率脉冲激光器1选用CryLas公司的FDSS-Q3-532激光器,可产生波长532nm,脉冲宽度<2ns,最高重频2500Hz的激光脉冲,并在输出脉冲激光的同时发出同步脉冲信号;脉冲激光的能量通过单模光纤耦合组件进入内窥镜,并由梯度型透镜2-7聚焦后,经MEMS微镜4-1反射至目标样品表面,产生光声信号;光声信号产生之后,由超声换能器5-1进行探测,经过放大器5-2放大后传输到数据采集卡5-3,并在脉冲激光器同步脉冲的触发下将数据记录并保存到计算机6中,完成了对一个扫描点的信号采集。

[0037] MEMS微镜4-1选用的是WIO的WM-S3.1,在计算机6的控制下,聚焦激光束沿着成像区域做光栅式扫描,并在扫描轨迹上的各个扫描点处激发光声信号,超声换能器5-1探测到的光声信号经过信号放大器5-2放大后由数据采集卡5-3记录并传输到计算机6中由计算机保存,计算机6通过数据处理软件对光声信号数据进行处理并得到目标物体的图像。

[0038] 应用上述基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置获得目标样品光声图像的方法包括以下步骤:

[0039] 1、光声激发:脉冲激光器发出脉冲激光经空间光滤波器2-1、准直透镜2-2和物镜2-3后,通过单模光纤耦合器2-4耦合进入单模光纤2-5,从单模光纤2-5输出的脉冲光经梯度型透镜2-7聚焦后通过MEMS微镜4-1的中心,并以90°的角度反射后穿过透光反声支架3-1打到目标样品上激发出光声信号。

[0040] 2、光声采集:目标样品中发出的光声信号,经透光反声支架3-1后被超声换能器所探测,然后经信号放大器5-2放大之后被数据采集卡5-3采集,然后存储到计算机6中等待数据处理。

[0041] 3、内窥内部扫描:采集完目标样品上某一个位置的光声信号后,计算机6控制MEMS微镜4-1偏转一个角度,在MEMS微镜4-1偏转过程中,激发光焦点相对于目标样品的位置同时发生偏转,对下一位置进行光声信号的采集,直到完成目标样品的扫描。

[0042] 4、图像重建以及显示:记录在计算机6上的光声信号经数据软件处理后,得到目标样品的光声图像。

[0043] 下面为应用本发明提供的基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置及其成像方法的两个具体实施例。

[0044] 实施例1应用本发明装置和方法对埋在琼脂内部的碳纤维丝进行成像

[0045] 利用实施例1的装置对埋在琼脂内部的碳纤维丝进行成像,其中脉冲激光器输出的波长为532nm,脉宽2ns,重复频率2000Hz,MEMS微镜4-1沿成像区域进行光栅式扫描,扫描范围为400X400 μm^2 ,扫描步长为1 μm ,共采集400组信号,得到如图2所示的图像,由图像可以看出,琼脂中的碳纤维丝可以很清晰的被观察到,说明本发明的装置能够得到对成像区域内的目标物体进行清晰的成像。

[0046] 实施例2应用本发明的装置及方法对小鼠直肠血管进行成像

[0047] 利用实施例1的装置对离体小鼠直肠血管进行成像,其中脉冲激光器输出的波长为532nm,脉宽2ns,重复频率2500Hz,二维扫描振镜系统沿成像区域的直径进行扫描,扫描范围为400X400 μm^2 ,扫描步长为1 μm ,共采集400组信号,得到如图3所示的图像,由图像可以看出,小鼠直肠中的毛细血管被清晰的呈现出来,说明本发明的装置能够以很高的分辨率对目标物体成像。

[0048] 本领域的普通技术人员可以根据本发明公开的这些技术启示做出各种不脱离本发明实质的其它各种具体变形和组合,这些变形和组合仍然在本发明的保护范围内。

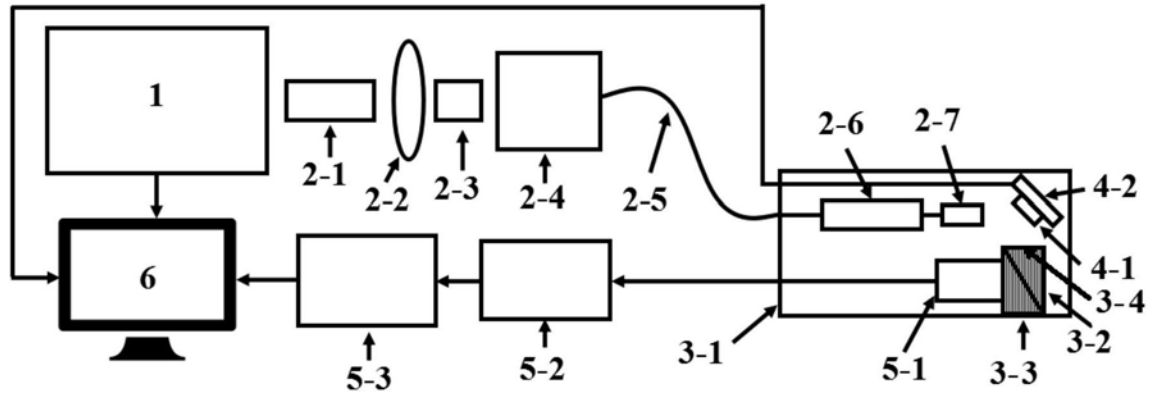


图1

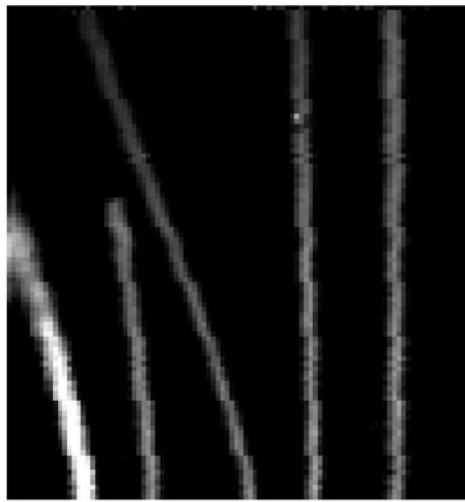


图2

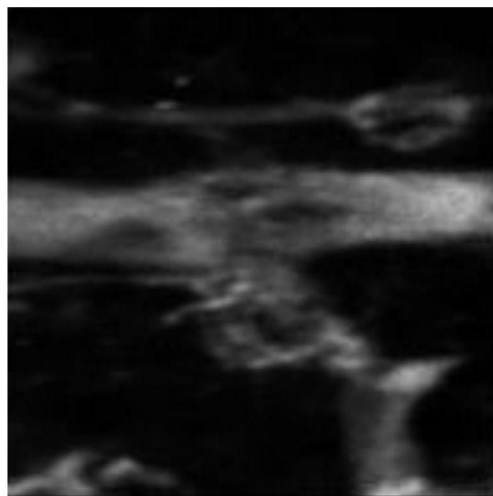


图3

专利名称(译)	一种基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置及其成像方法		
公开(公告)号	CN107713993A	公开(公告)日	2018-02-23
申请号	CN201711122120.9	申请日	2017-11-14
[标]申请(专利权)人(译)	电子科技大学		
申请(专利权)人(译)	电子科技大学		
当前申请(专利权)人(译)	电子科技大学		
[标]发明人	奚磊 郭恒		
发明人	奚磊 郭恒		
IPC分类号	A61B5/00 A61B8/12 A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00165 A61B1/00172 A61B1/00188 A61B5/0095 A61B5/7203 A61B8/12 A61B8/4483		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置及其成像方法，属于光声显微成像技术领域。包括激光光源组件、单模光纤耦合组件、内窥镜探头组件、MEMS微镜组件、数据采集组件和计算机，MEMS微镜组件包括MEMS微镜和PCB驱动电路板，PCB驱动电路板由计算机控制用于驱动MEMS微镜转动；内窥镜探头组件包括透光反声支架，透光反声支架出光口设置目标样品；计算机控制激光光源组件产生脉冲激光，经单模光纤耦合组件准直后到达MEMS微镜的中心并反射到透光反声支架的进光口，穿过透光反声支架并与出光口的目标样品反应产生光声信号，光声信号经透光反声支架后被数据采集组件采集并由计算机存储和处理。本发明能够实现更精准和更快速的2D扫描，提高了成像质量。

