



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110652285 A

(43)申请公布日 2020.01.07

(21)申请号 201911015519.6

(22)申请日 2019.10.24

(71)申请人 南昌洋深电子科技有限公司

地址 330046 江西省南昌市青山湖区高新技术
产业开发区紫阳大道1216号新力
方大厦综合楼-3317室

(72)发明人 曾吕明 纪轩荣 吴俊伟 邓丽军
朴忠烈 丁宇 周阳

(74)专利代理机构 南昌大牛专利代理事务所
(普通合伙) 36135

代理人 喻莎

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/02(2006.01)

G01N 21/17(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种高灵敏度背向激光超声内窥成像系统
及其方法

(57)摘要

本发明公布一种高灵敏度背向激光超声内窥成像系统及其方法,该系统由计算机、光源、光纤、聚焦透镜、微型超声传感器、光纤外壳、信号预处理电路和二维PZT扫描机构组成,可实现高灵敏度、大视场、无机械步进结构的背向模式超声内窥成像。本发明选取整体高光学透射率的微型超声传感器作为接收单元,灵巧的实现了光学和声学路径的同轴、共焦、一体化结构,消除了光学或声学的多次反射结构,有效地提高了激光超声激发和传感的效率,更易于实现内窥镜头直径的缩小。此外,结合二维PZT扫描机构可有效消除由传统机械步进扫描带来的大体积、复杂机械结构,可实现背向、快速、大视场的二维激光超声内窥成像。

1. 一种高灵敏度背向激光超声内窥成像方法,其特征在于包括如下步骤:

S1:光源发射的脉冲或调制激光束导入光纤,依次透过聚焦透镜和微型超声传感器后聚焦照射在被测材料上产生光声信号;所述微型超声传感器由晶片、电极、声匹配层组成的单元或阵列式结构,晶片表面镀有电极,外表面粘贴有声匹配层;所述微型超声传感器的整体结构对光源发射的光束具有高透射率,其晶片的材料采用高光学透过率的压电单晶材料或压电复合材料,电极的材料采用高光学透过率的掺锡氧化铟薄膜,声匹配层的材料采用高光学透过率的透明环氧树脂;

S2:光声信号经气体或液体耦合,由微型超声传感器以背向模式接收,经过信号预处理电路后被采集传递至计算机;所述信号预处理电路的每个通道连接一个或多个微型超声传感器的阵元;

S3:计算机通过二维PZT扫描机构对光束焦点进行二维平面扫描,实现对被测材料的背向模式光声内窥成像。

2. 根据权利要求1所述的一种高灵敏度背向激光超声内窥成像方法,其特征在于:S1中,所述光源工作在紫外至红外范围内选择的一个或多个波长。

3. 根据权利要求1所述的一种高灵敏度背向激光超声内窥成像方法,其特征在于:S2中,所述计算机采用方式为串行或并行的方法采集光声信号。

4. 根据权利要求1所述的一种高灵敏度背向激光超声内窥成像方法,其特征在于:S3中,所述二维PZT扫描机构由两片压电陶瓷片组成。

5. 一种实现权利要求1~4任一项所述方法的高灵敏度背向激光超声内窥成像系统,其特征在于:包括由计算机、光源、光纤、聚焦透镜、微型超声传感器、光纤外壳、信号预处理电路和二维PZT扫描机构;所述聚焦透镜和微型超声传感器依次紧贴置于光纤的端面;所述光纤、聚焦透镜、微型超声传感器置于光纤外壳内;所述光纤外壳粘接在二维PZT扫描机构上;所述微型超声传感器、信号预处理电路和计算机依次电气连接;所述光源与计算机电气连接;所述二维PZT扫描机构和计算机电气连接。

一种高灵敏度背向激光超声内窥成像系统及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及成像系统,尤其涉及一种高灵敏度背向激光超声内窥成像方法,适用于生物血管成像、材料亚表面的无损探伤等领域。

背景技术

[0002] 激光超声(也称光声)成像作为一种近年发展起来的一种非侵入式新型成像方法,有效结合了光学成像中高分辨率特性以及超声成像深穿透性的优点,可提供被测材料的高分辨率图像。

[0003] 目前光声成像的测量模式有前向、侧向和背向模式三种。前向模式由于被测材料的高光学散射性,使用范围很小。侧向模式通常采用传感器或被测材料扫描的方式获得平面内光声场分布,该方式具有很高的空间分辨率,但是时间分辨率上较低、成像算法复杂,适用性也较差。而背向模式发射脉冲的光源与传感器位于组织的同侧,这样大大减小了整个装置的体积,是小型化设备的理想模式,而且采用大孔径的高频聚焦传感器,能够获得很好的信噪比。

[0004] 光声内窥镜是光声技术与内窥技术结合的一种成像形式,将光纤、微型超声传感器、微透镜等集成到内镜前段,采用探头旋转扫描,进行光声信号的激发和采集,经过反演算法重建出被测材料的光学吸收分布。当前主要采用侧向接收模式,例如:申请号为201810121955.0,专利名称为:《基于锥形光纤同时实现光学耦合及光声激发的血管内光声成像探头》和申请号为201711122120.9,专利名称为:《一种基于MEMS微镜的光声内窥显微成像装置及其成像方法》均采用侧向模式。但该类系统中光学或声学的多次反射路径结构极大地降低了光声信号的激发与传感效率,且电机带动探头的机械旋转扫描具有速度慢且易于离轴。另外,单次旋转扫描仅仅能得到一层横截面,扫描效率低,需要通过推拉内窥镜头三维成像,只适用于管状被测物体的内窥成像,且大片的前向区域为成像盲区,无法实现前向区域的二维成像。

发明内容

[0005] 本发明的主要目的在于克服现有的技术不足,提供一种高灵敏度前向激光超声内窥成像系统及其方法,采用易于实现的背向模式,同时满足了激光超声内窥镜对探测高信噪比的要求,而且整个装置结构简单紧凑、直径更小,价格低廉,易于操作和生产。

[0006] 为实现上述发明目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种高灵敏度前向激光超声内窥成像方法,其特征在于包括如下步骤:

[0008] S1:光源发射的脉冲或调制激光束导入光纤,依次透过聚焦透镜和高光学透过率的微型超声传感器后聚焦照射在被测材料上产生光声信号;所述微型超声传感器由晶片、电极、声匹配层组成的单元或阵列式结构,晶片表面镀有电极,外表面粘贴有声匹配层;所述微型超声传感器的整体结构对光源发射的光束具有高透过率,其晶片的材料采用高光学透过率的压电单晶材料或压电复合材料,电极的材料采用高光学透过率的掺锡氧化铟薄

膜,声匹配层的材料采用高光学透过率的透明环氧树脂;

[0009] S2:光声信号由微型超声传感器以背向模式接收,经过信号预处理电路后采集传递至计算机;

[0010] S3:计算机通过二维PZT扫描机构对光束焦点进行二维平面扫描,实现对被测材料的前向模式高灵敏度光声内窥成像。

[0011] 高灵敏度前向激光超声内窥成像系统,包括计算机、光源、光纤、聚焦透镜、微型超声传感器、光纤外壳、信号预处理电路和二维PZT扫描机构;其中所述聚焦透镜和微型超声传感器依次紧贴置于光纤的端面;所述光纤、聚焦透镜、微型超声传感器置于光纤外壳内;所述光纤外壳粘接在二维PZT扫描机构上;所述微型超声传感器、信号预处理电路和计算机依次电气连接;所述光源与计算机电气连接;所述二维PZT扫描机构和计算机电气连接;

[0012] 所述光源工作在紫外至红外范围内选择的一个或多个波长,重复频率1kHz-10KHz,脉冲宽度10ns-100ns;所述脉冲激光经过光纤耦合组件耦合入大口径多模光纤,并经过准直后到达聚焦透镜;所述聚焦透镜置于光纤准直出口端。

[0013] 所述微型超声传感器与被测材料之间的耦合介质为气体或液体。

[0014] 所述二维PZT扫描机构由两片压电陶瓷片组成。

[0015] 所述微型超声传感器接收光声信号是采用并行或串行的方法采集光声信号。

[0016] 所述信号预处理电路的每个通道可连接一个或多个微型超声传感器的阵元。

[0017] 本发明的有益效果在于:

[0018] (1)采用背向模式探测光声信号,有效提高了系统的可操作性和适用范围,可广泛应用于生物血管成像、材料亚表面的无损探伤等领域。

[0019] (2)本发明采用整体结构具有高光学透过率的微型超声传感器,实现激发与传感单元同轴共焦的一体化,且无需对传感器进行复杂的挖中空结构操作,激光光束和光声信号都不需要经过多次的反射,极大的提高了光声信号的激发与传感效率,简洁的结构直接降低了内窥头的整体直径。

[0020] (3)通过二维PZT扫描机构实现螺旋式的平面二维扫描,相比于步进电机的机械扫描,具有更高的扫描速度和更小体积的扫描机构。

附图说明

[0021] 图1为本发明的高灵敏度背向激光超声内窥成像系统结构示意图。

[0022] 图2为本发明的工作示意图。

[0023] 附图标记:计算机1、光源2、光纤3、聚焦透镜4、微型超声传感器5、光纤外壳6、信号预处理电路7、二维PZT扫描机构8、激光束9、光声信号10、被测材料11。

具体实施方式

[0024] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0025] 实施例1:高灵敏度背向激光超声内窥成像系统,其中包括计算机1、光源2、光纤3、

聚焦透镜4、微型超声传感器5、光纤外壳6、信号预处理电路7和二维PZT扫描机构8；所述聚焦透镜4和微型超声传感器5依次置于光纤3的端面；所述光纤3、聚焦透镜4、微型超声传感器5置于光纤外壳6内；所述光纤外壳6粘接在二维PZT扫描机8上；所述微型超声传感器5、信号预处理电路7和计算机1依次电气连接；所述光源2与计算机1电气连接；所述二维PZT扫描机构8和计算机1电气连接。

[0026] 所述微型超声传感器5对光源2发射的激光束9具有高透射率，采用单元结构，其晶片为高光学透过率的PMNT单晶材料或PMNT 1-3压电复合材料，电极为高光学透过率的掺锡氧化铟薄膜材料，对450nm-1100nm的光学透过率可达60%-75%，中心频率5MHz。

[0027] 所述光源2工作波长选择532nm，重复频率10KHz，脉冲宽度100ns；

[0028] 所述激光束9经过光纤耦合组件耦合入大口径多模光纤3，光纤的芯直径为105 μ m，数值孔径(NA)为0.22，并经过准直后到达聚焦透镜4及被测材料11；所述聚焦透镜4为GRIN透镜，数值孔径0.54，有效聚焦长度为0.45mm，梯度常数为1.367，置于光纤3准直出口处。

[0029] 所述微型超声传感器5与被测材料之间的耦合介质为气体或液体。

[0030] 所述二维PZT扫描机8由两片压电陶瓷片交叉叠成，可由计算机1通过两路正弦信号驱动在x-y轴两个方向起振，双向重复精度 $\pm 0.2\mu$ m，重读定位精度0.05 μ m。

[0031] 所述微型超声传感器5接收光声信号10是采用串行的方法被读取进计算机，记录整个时间段内的光声信号10。

[0032] 实施例2：

[0033] 所述聚焦透镜4为微透镜阵列，由直径250 μ m、曲率半径为835 μ m微透镜组成的10mm \times 10mm阵列，单个微透镜的有效焦距小于1.2mm；所述微透镜阵列采用40 \times 40的正方形排布方式；所述微透镜采用二维球面方形结构，各透镜之间的中心间距为250 μ m；所述微透镜上可镀有350-700nm的宽带增透膜。

[0034] 所述微型超声传感器5为平板结构的阵列式探头，对光源2发射的激光束9具有高透射率，超声阵元尺寸、数量和排布间隔均与微透镜阵列相同，10mm \times 10mm阵列，40 \times 40的正方形排布，阵元直径为250 μ m，阵元中心频率5MHz，且与光学聚焦的微透镜阵列的微透镜阵元一一对齐，与实施例1相比进一步简化了系统的结构，实现了大视场下的光学阵列式显微聚焦、超声阵列式接收两类功能。

[0035] 所述信号预处理电路7的每个通道可连接一个或多个微型超声传感器5的阵元。

[0036] 所述微型超声传感器5接收光声信号10是采用并行的方法被读取进计算机，只记录每个阵元的光声信号10峰值，与传统的记录整个时间段的光声信号10相比，二维成像的数据量大为降低，具有数据采集与传输快、图像重建算法简单等优点。

[0037] 需要说明的是，在本文中，诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，术语“包括”、“包含”或者任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0038] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例，对于本领域的普通技术人员而言，可以

理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

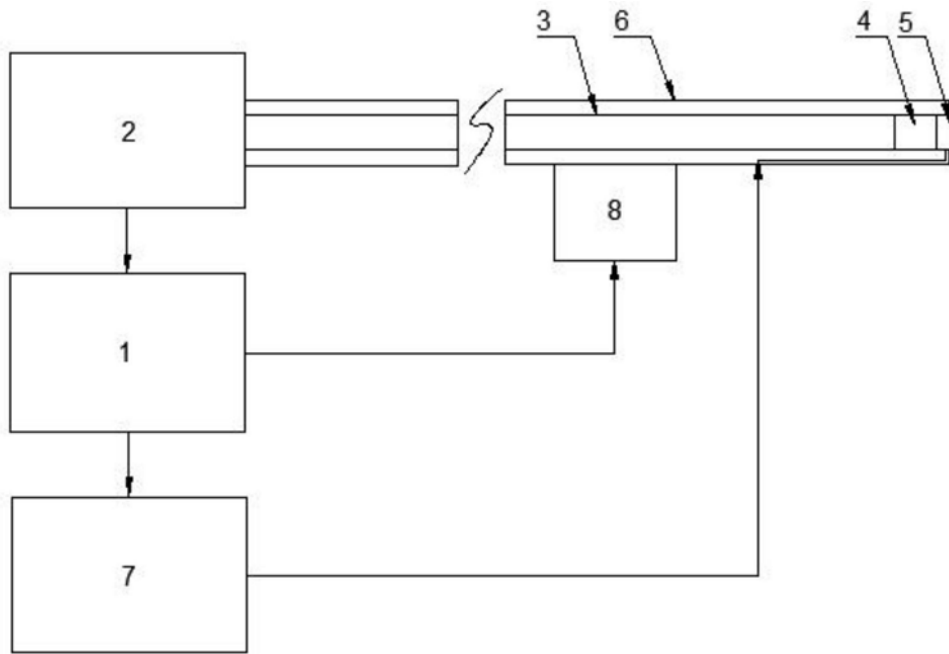


图1

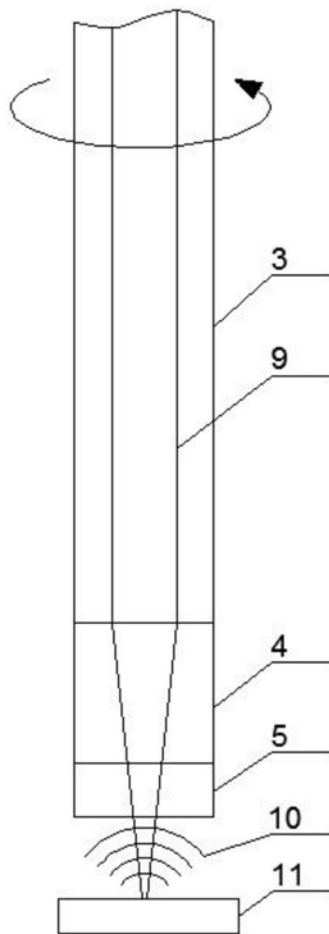


图2

专利名称(译)	一种高灵敏度背向激光超声内窥成像系统及其方法		
公开(公告)号	CN110652285A	公开(公告)日	2020-01-07
申请号	CN201911015519.6	申请日	2019-10-24
[标]申请(专利权)人(译)	南昌洋深电子科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	南昌洋深电子科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	南昌洋深电子科技有限公司		
[标]发明人	曾吕明 纪轩荣 吴俊伟 邓丽军 朴忠烈 丁宇 周阳		
发明人	曾吕明 纪轩荣 吴俊伟 邓丽军 朴忠烈 丁宇 周阳		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/02 G01N21/17		
CPC分类号	A61B5/0095 A61B5/02007 A61B5/6847 A61B5/6876 A61B2562/0204 A61B2562/16 G01N21/1702		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公布一种高灵敏度背向激光超声内窥成像系统及其方法，该系统由计算机、光源、光纤、聚焦透镜、微型超声传感器、光纤外壳、信号预处理电路和二维PZT扫描机构组成，可实现高灵敏度、大视场、无机机械步进结构的背向模式光声内窥成像。本发明选取整体高光学透射率的微型超声传感器作为接收单元，灵巧的实现了光学和声学路径的同轴、共焦、一体化结构，消除了光学或声学的多次反射结构，有效地提高了激光超声激发和传感的效率，更易于实现内窥镜头直径的缩小。此外，结合二维PZT扫描机构可有效消除由传统机械步进扫描带来的大体积、复杂机械结构，可实现背向、快速、大视场的二维激光超声内窥成像。

