



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109199332 A

(43)申请公布日 2019.01.15

(21)申请号 201811138160.7

(22)申请日 2018.09.28

(71)申请人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

(72)发明人 程茜 潘晶 陈盈娜 解维娅

张梦娇 黄盛松 吴登龙

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 蔡彭君

(51) Int. Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 8/08(2006.01)

A61B 8/12(2006.01)

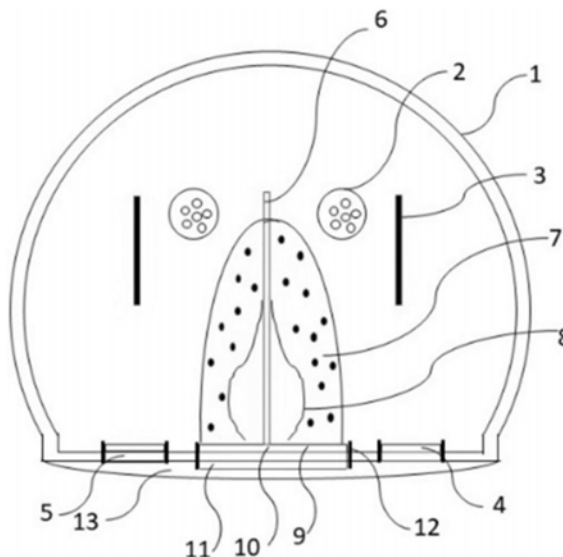
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

基于光反射式的光声及超声双模态内窥成像装置及方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于光反射式的光声及超声双模态内窥成像装置及方法,其中装置包括:探头外壳,其上设有一发射及接收面;还包括:光反射模块和透光模块,至少设有一组,均设于探头外壳内,且所述透光模块位于所述发射及接收面上,光反射模块将光束反射至透光模块,由透光模块将光束整形后对外发送;超声相控阵发射及接收模块,位于探头外壳中且一侧设置在所述发射及接收面上,用于发射超声信号,以及接收超声信号和光声信号。与现有技术相比,本发明采用将激光器模块、多通道超声探头结合在一起的方式,实现了光声、超声两种信号的同时检测,并且通过采用同一探头装置进行检测,可以实现同一扫描平面的超声和光声信息的同时获得。



1. 一种基于光反射式的光声及超声双模态内窥成像装置,包括:

探头外壳,其上设有一发射及接收面;

其特征在于,还包括:

光反射模块(3)和透光模块,至少设有一组,均设于探头外壳内,且所述透光模块位于所述发射及接收面上,光反射模块(3)将光束反射至透光模块,由透光模块将光束整形后发送至组织以产生光声信号;

超声相控阵发射及接收模块,位于探头外壳中且一侧设置在所述发射及接收面上,用于发射超声信号,以及接收超声信号和光声信号。

2. 根据权利要求1所述的一种基于光反射式的光声及超声双模态内窥成像装置,其特征在于,所述光反射模块(3)、一倾斜设置的基板(31)、以及均匀设置于基板(31)上的多个反光镜片(32),所有镜片倾斜设置以将光束发射至透光模块上。

3. 根据权利要求2所述的一种基于光反射式的光声及超声双模态内窥成像装置,其特征在于,所述基板(31)的倾斜角度小于或等于 10° 。

4. 根据权利要求1所述的一种基于光反射式的光声及超声双模态内窥成像装置,其特征在于,所述超声相控阵发射及接收模块包括阵元板(6)、相控阵电缆线和超声声头,所述阵元板(6)的一端与相控阵电缆线连接,另一端与超声声头连接。

5. 根据权利要求4所述的一种基于光反射式的光声及超声双模态内窥成像装置,其特征在于,所述光反射模块(3)和透光模块共设有一组,所述阵元板(6)与所述发射及接收面成一斜角,且其远离所述发射及接收面的一端远离光反射模块(3)设置。

6. 根据权利要求4所述的一种基于光反射式的光声及超声双模态内窥成像装置,其特征在于,所述光反射模块(3)和透光模块共设有两组,所述阵元板(6)与所述发射及接收面成一直角,且两组光反射模块(3)和透光模块分别位于阵元板(6)两侧。

7. 根据权利要求4所述的一种基于光反射式的光声及超声双模态内窥成像装置,其特征在于,所述探头外壳包括管状塑料外壳(1)、固定卡槽(12)和用于保护超声声头和透光模块的透明水密层(13),所述固定卡槽(13)嵌于所述管状塑料外壳(1)中,用于固定超声声头和透光模块。

8. 根据权利要求1所述的一种基于光反射式的光声及超声双模态内窥成像装置,其特征在于,所述透光模块包括光束整形镜(4)和导光板(5),所述光束整形镜(4)和导光板(5)在光路上自前往后设置,且导光板(5)固定在探头外壳上,光束经由所述光束整形镜(4)整形后,由所述导光板(5)进一步均匀化后对外照射。

9. 根据权利要求4所述的一种基于光反射式的光声及超声双模态内窥成像装置,其特征在于,所述光束为激光束,所述装置还包括用于传输不同波长的脉冲激光的多模光纤束,且所述多模光纤束与相控阵电缆线通过双芯电缆(2)包裹。

10. 一种如权利要求1~9中任一所述的装置的方法,其特征在于,包括:

步骤S1:基于光声超声双模态同步成像系统的激励信号,控制多个通道同时发射经光束合成后的超声波,照射待测组织区域;

步骤S2:多模光纤束接收光声超声双模态同步成像系统脉冲激光器发射的脉冲激光并传导至探头内部,经过光反射模块(3)反射至透光模块,经过整形透射到与超声相控阵发射和接收模块覆盖的同一待测组织区域,用于产生光声信号。

步骤S3:接收光声超声双模态同步成像系统的激励信号,超声相控阵发射和接收模块接收组织反射的超声信号,经激光触发后,经过一定的延时,接收光声信号。

步骤S4:所接收的超声信号和光声信号经过电缆传输到主机,实现直肠内同时同步光声超声双模态成像。

基于光反射式的光声及超声双模态内窥成像装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种内窥镜和无损检测领域,尤其是涉及一种基于光反射式的光声及超声双模态内窥成像装置及方法。

背景技术

[0002] 用于医学诊断的超声成像因其非电离辐射、可对解剖结构进行高分辨率成像、价格低廉等优势在医学诊断中被广泛应用。但超声成像一般对声阻抗有差异的组织结构和血流流动敏感,对组织的其他物理化学性质无特异性,因此诊断功能受到限制。在很多医学临床诊断中超声成像需要和MRI、CT或者X光等其它放射性诊断方式结合,以向医生提供更明确的病灶信息。

[0003] 光声成像是近年来新兴发展的一种医学成像方法,可实现对组织物理化学性质的成像。它结合了纯光学成像的高对比度和纯超声学的高穿透性的优点,可以提供高对比度和高轴向分辨率,为研究生物组织的结构形态、生理特征、代谢功能、病理信息等提供了重要手段,在生物医学临床诊断以及在体组织结构和功能成像领域具有广泛的应用前景。

[0004] 如果可以实现超声和光声的双模态的同时检测,进而成像,那么既可以为病灶提供高分辨率的结构成像,又可以在结构信息的基础上提供高分辨率和高对比度的组织物理化学性质的成像,可以为临床诊断提供更多的依据。

[0005] 目前缺乏对前列腺组织进行超声、光声的同时无损内窥检测的装置及方法,多为单独检测或多套系统的拼搭,没有成为整体检测设备。这是由于内窥检测探头需要体积适宜、不宜过大。

[0006] 如中国专利CN 107638168A公开了一种对肠组织进行光声检测的内窥镜,此装置的缺点是只能对肠组织进行光声成像,缺乏组织的物理信息;虽然也有类似于中国专利CN 103385758A公开了一种对血管内部进行超声-光声检测的内窥镜,然而此装置的缺点是属于有损检测,且只能进行单点信号的采集,要获得二维组织信息,需进行旋转多点采集信号,合成图像,大大降低了二维组织面实时成像的速率。

发明内容

[0007] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种基于光反射式的光声及超声双模态内窥成像装置及方法。

[0008] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0009] 一种基于光反射式的光声及超声双模态内窥成像装置,包括:

[0010] 探头外壳,其上设有一发射及接收面;

[0011] 还包括:

[0012] 光反射模块和透光模块,至少设有一组,均设与探头外壳内,且所述透光模块位于所述发射及接收面上,光反射模块将光束反射至透光模块,由透光模块将光束整形后发送至组织以产生光声信号;

[0013] 超声相控阵发射及接收模块,位于探头外壳中且一侧设置在所述发射及接收面上,用于发射超声信号,以及接收超声信号和光声信号。

[0014] 所述光反射模块一倾斜设置的基板、以及均匀设置于基板上的多个反光镜片,所有镜片倾斜设置以将光束反射至透光模块上。

[0015] 所述基板的倾斜角度小于或等于 10° 。

[0016] 所述超声相控阵发射及接收模块包括阵元板、相控阵电缆线和超声声头,所述阵元板的一端与相控阵电缆线连接,另一端与超声声头连接。

[0017] 所述光反射模块和透光模块共设有一组,所述阵元板与所述发射及接收面成一斜角,且其远离所述发射及接收面的一端远离光反射模块设置。

[0018] 所述光反射模块和透光模块共设有两组,所述阵元板与所述发射及接收面成一直角,且两组光反射模块和透光模块分别位于阵元板两侧。

[0019] 所述探头外壳包括管状塑料外壳、固定卡槽以及用于保护超声声头和透光模块的透明水密层,所述固定卡槽嵌于所述管状塑料外壳中,用于固定超声声头和透光模块。

[0020] 所述透光模块包括光束整形镜和导光板,所述光束整形镜和导光板在光路上自前向后设置,且导光板固定在探头外壳上,光束经由所述光束整形镜整形后,由所述导光板进一步均匀化后对外照射。

[0021] 所述导光板均匀化后的光束照射到超声相控阵发射和接收模块覆盖的同一待测组织区域,用于产生光声信号,满足方程

$$[0022] \quad \nabla^2 p(r, t) - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p(r, t)}{\partial t^2} = -\frac{\beta}{C_p} \frac{\partial}{\partial t} H(r, t)$$

[0023] 其中 $p(r, t)$ 为声压, $H(r, t)$ 为入射激光在成像区域激发的热源函数, $H(r, t) = A(r) I(t)$, $A(r)$ 是组织的光吸收分布, $I(t)$ 为照射光强, β 为热膨胀系数, C_p 为比热容, c 是组织声速, ∇^2 为拉普拉斯算子, r 为成像点到入射点的距离, t 为时间。

[0024] 所述光束为激光束,所述装置还包括用于传输不同波长的脉冲激光的多模光纤束,且所述多模光纤束与相控阵电缆线通过双芯电缆包裹。

[0025] 一种如上述装置的方法,包括:

[0026] 步骤S1:基于光声超声双模态同步成像系统的激励信号,控制多个通道同时发射经波束合成后的超声波,照射待测组织区域;

[0027] 步骤S2:多模光纤束接收光声超声双模态同步成像系统脉冲激光器发射的脉冲激光并传导至探头内部,经过光反射模块反射至透光模块,经过整形透射到与超声相控阵发射和接收模块覆盖的同一待测组织区域,用于产生光声信号。

[0028] 步骤S3:接收光声超声双模态同步成像系统的激励信号,超声相控阵发射和接收模块接收组织反射的超声信号,经激光触发后,经过一定的延时,接收光声信号。

[0029] 步骤S4:所接收的超声信号和光声信号经过电缆传输到主机,实现直肠内同时同步光声超声双模态成像。

[0030] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0031] 1) 采用将激光器模块、多通道超声探头结合在一起的方式,实现了光声、超声两种信号的同时检测,并且通过采用同一探头装置进行检测,可以实现同一扫查平面的超声和光声信息的同时获得。

[0032] 2)能同时获得同一扫查平面的物理信息和化学信息,使得所检测的组织信号信息更加丰富,操作方便快捷。

[0033] 3)反射模块的基板倾斜设置,可以获得更大的反射面积,从而提高光线利用率。

[0034] 4)当设置一组光反射模块和透光模块时,将阵元板倾斜设置,可以留出足够的空间布置光反射模块和透光模块,从而可以减小尺寸。

[0035] 5)配置两组光反射模块和透光模块,并分别位于阵元板两侧,可以提高探测效果。

附图说明

[0036] 图1为本发明实施例中双侧给光模式俯视图;

[0037] 图2为本发明实施例的单侧左侧给光模式俯视图;

[0038] 图3为本发明实施例的单侧右侧给光模式俯视图;

[0039] 图4为本发明实施例的光反射式光路图;

[0040] 其中:1、管状塑料外壳,2、双芯电缆,3、光反射模块,4、光束整形镜,5、导光板,6、阵元板,7、背衬,8、FPC,9、压电陶瓷,10、匹配层,11、声透镜,12、固定卡槽,13、透明水密层,13、多模光纤束,31、基板,32、反光镜片。

具体实施方式

[0041] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。本实施例以本发明技术方案为前提进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0042] 一种基于光反射式的光声及超声双模态内窥成像装置,针对硬件上光声和超声双模态信号的检测难以在尺度足够小的情况下,集成于同一内窥探头装置,本申请通过将多通道超声探头与激光器模块结合在一起,实现同步、同位对超声和光声信号的采集。

[0043] 具体的,如图1~图3所示,包括:

[0044] 探头外壳,其上设有一发射及接收面;

[0045] 还包括:

[0046] 光反射模块3和透光模块,至少设有一组,均设与探头外壳内,且透光模块位于发射及接收面上,光反射模块3将光束反射至透光模块,由透光模块将光束整形后发送至组织以产生光声信号;

[0047] 超声相控阵发射及接收模块,位于探头外壳中且一侧设置在发射及接收面上,用于发射超声信号,以及接收超声信号和光声信号。

[0048] 如图4所示,光反射模块3、一倾斜设置的基板31、以及均匀设置于基板31上的多个反光镜片32,所有镜片倾斜设置以将光束反射至透光模块上,这些反光镜片32倾斜45°设置。透光模块用于将脉冲激光透射到直肠及周边待测组织中,所述的超声相控阵发射和接收模块包括至少超声声头、阵元板、相控阵电缆线,用于发射超声信号,以及接收超声信号和光声信号,经直肠内窥探头外壳用于容纳所述其他所有模块,实现直肠内超声-光声双模态成像。

[0049] 其中光束为激光束,装置还包括用于传输不同波长的脉冲激光的多模光纤束,且多模光纤束与相控阵电缆线通过双芯电缆2包裹。

[0050] 基板31的倾斜角度小于或等于 10° ，可以在不增加内窥探头横向尺寸情况下，保证反射光覆盖整个透光区域。

[0051] 超声相控阵发射及接收模块包括阵元板6、相控阵电缆线和超声声头，阵元板6的一端与相控阵电缆线连接，另一端与超声声头连接，接收来自驱动电路的触发信号，发射超声波信号，并在一定的延时后依次接收纵切面组织反射的超声信号和产生的光声信号。其中，本实施例中超声声头可选用常规声头，包括压电陶瓷9、匹配层10和声透镜11。

[0052] 探头外壳包括管状塑料外壳1、固定卡槽12和用于保护超声声头和透光模块的透明水密层13，固定卡槽12嵌于管状塑料外壳1中，用于固定超声声头和透光模块。

[0053] 对于光反射模块3和透光模块的设置方式，可以分为单侧给光模式和双侧给光模式，两种方式各有优点，具体的：

[0054] 1) 单侧给光模式中，光反射模块3和透光模块共设有一组，阵元板6与发射及接收面成一斜角，且其远离发射及接收面的一端远离光反射模块3设置。优选的，探头内部在探头横截面上空间区域分为左右两部分，其中阵元板在 $50-80$ 度范围内以一定倾斜角放置，使得探头内部另一侧能够放置光反射模块和透光模块，固定卡槽分为两部分，分别用于固定超声声头和透光板，实现激光从超声声头的一侧透过，照射待测组织区域；左右两部分区域内的模块可交换放置；

[0055] 1) 双侧给光模式中，探头内部在探头横截面上空间区域分为三部分，其中阵元板6置于中间区域并与发射及接收面成一直角，两组反射模块和透光模块分别置于阵元板两侧，固定卡槽分为三部分，分别用于固定中间的超声声头和两侧的导光板，实现激光从超声声头的两侧透过，照射待测组织区域；

[0056] 透光模块包括光束整形镜4和导光板5，光束整形镜4和导光板5在光路上自前往后设置，且导光板5固定在探头外壳上，光束经由光束整形镜4整形后，由导光板5进一步均匀化后对外照射。导光板5均匀化后的光束照射到超声相控阵发射和接收模块覆盖的同一待测组织区域，用于产生光声信号，满足方程：

$$[0057] \quad \nabla^2 p(r, t) - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p(r, t)}{\partial t^2} = -\frac{\beta}{C_p} \frac{\partial}{\partial t} H(r, t)$$

[0058] 其中 $p(r, t)$ 为声压， $H(r, t)$ 为入射激光在成像区域激发的热源函数， $H(r, t) = A(r) I(t)$ ， $A(r)$ 是组织的光吸收分布， $I(t)$ 为照射光强， β 为热膨胀系数， C_p 为比热容， c 是组织声速， ∇^2 为拉普拉斯算子， r 为成像点到入射点的距离， t 为时间。本申请具体应用时包括以下步骤：

[0059] 步骤S1：基于光声超声双模态同步成像系统（可采用中国专利CN105395170A公开的系统）的激励信号，控制多个通道同时发射经波束合成后的超声波，照射待测组织区域；

[0060] 步骤S2：多模光纤束接收光声超声双模态同步成像系统脉冲激光器发射的脉冲激光并传导至探头内部，经过光反射模块(3)反射至透光模块，经过整形透射到与超声相控阵发射和接收模块覆盖的同一待测组织区域，用于产生光声信号。

[0061] 步骤S3：接收光声超声双模态同步成像系统的激励信号，超声相控阵发射和接收模块接收组织反射的超声信号，经激光触发后，经过一定的延时，接收光声信号。

[0062] 步骤S4：所接收的超声信号和光声信号经过电缆传输到主机，实现直肠内同时同步光声超声双模态成像。

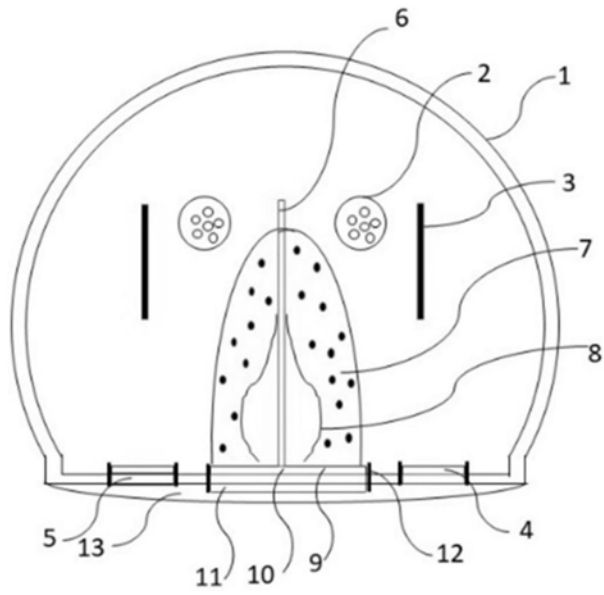


图1

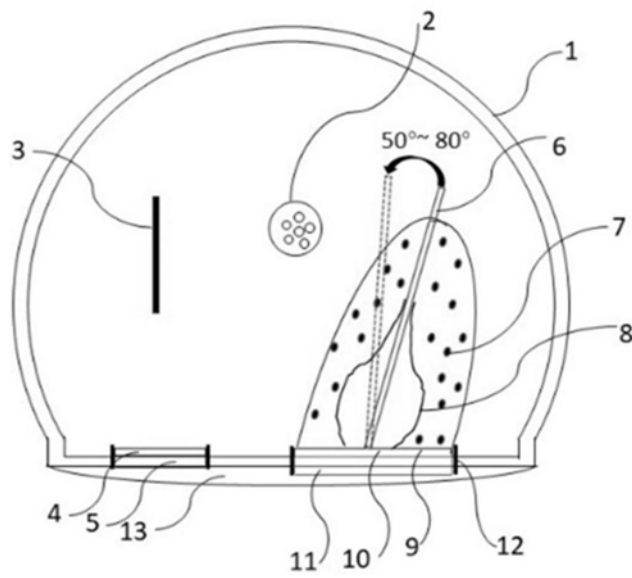


图2

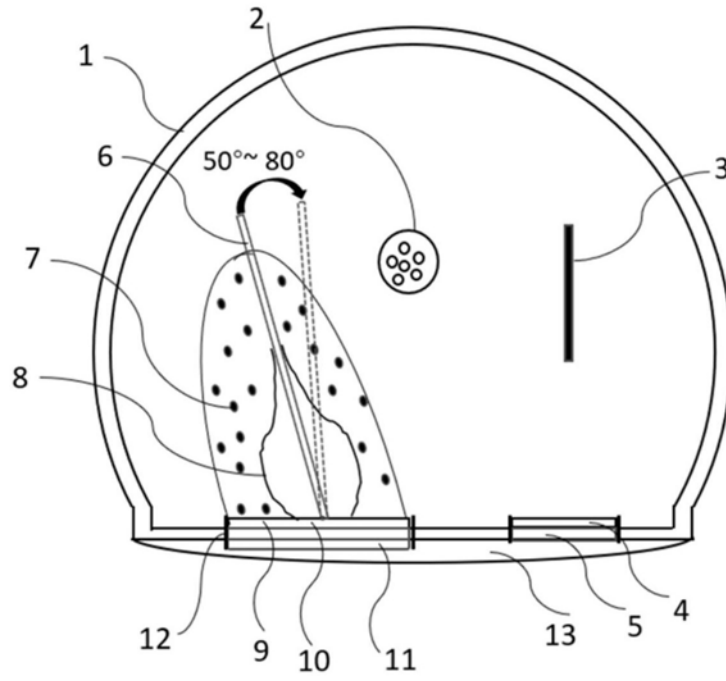


图3

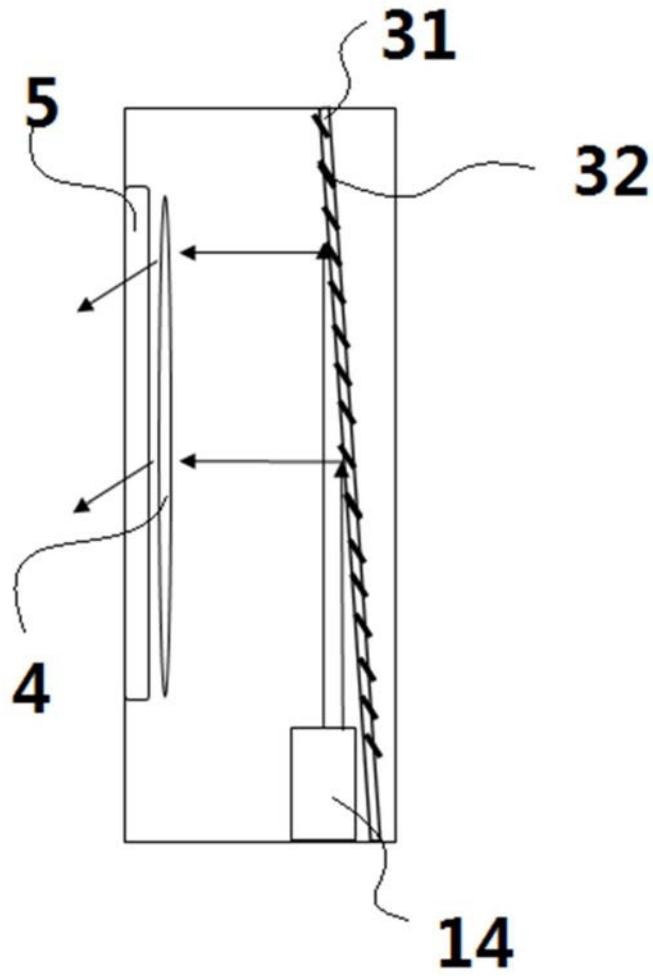


图4

专利名称(译)	基于光反射式的光声及超声双模态内窥成像装置及方法		
公开(公告)号	CN109199332A	公开(公告)日	2019-01-15
申请号	CN201811138160.7	申请日	2018-09-28
[标]申请(专利权)人(译)	同济大学		
申请(专利权)人(译)	同济大学		
当前申请(专利权)人(译)	同济大学		
[标]发明人	程茜 潘晶 陈盈娜 解维娅 张梦娇 黄盛松 吴登龙		
发明人	程茜 潘晶 陈盈娜 解维娅 张梦娇 黄盛松 吴登龙		
IPC分类号	A61B5/00 A61B8/08 A61B8/12		
CPC分类号	A61B5/0033 A61B5/0095 A61B8/0833 A61B8/12 A61B8/4488 A61B8/5207 A61B8/5261		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种基于光反射式的光声及超声双模态内窥成像装置及方法，其中装置包括：探头外壳，其上设有一发射及接收面；还包括：光反射模块和透光模块，至少设有一组，均设于探头外壳内，且所述透光模块位于所述发射及接收面上，光反射模块将光束反射至透光模块，由透光模块将光束整形后对外发送；超声相控阵发射及接收模块，位于探头外壳中且一侧设置在所述发射及接收面上，用于发射超声信号，以及接收超声信号和光声信号。与现有技术相比，本发明采用将激光器模块、多通道超声探头结合在一起的方式，实现了光声、超声两种信号的同时检测，并且通过采用同一探头装置进行检测，可以实现同一扫描平面的超声和光声信息的同时获得。

