

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



## [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200810106973.8

[51] Int. Cl.

A61B 5/1455 (2006.01)

A61B 8/14 (2006.01)

G01N 21/00 (2006.01)

G01N 29/04 (2006.01)

G01N 29/34 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 12 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 100571626C

[22] 申请日 2008.7.3

[21] 申请号 200810106973.8

[73] 专利权人 刘国栋

地址 330028 江西省南昌市江西科技师范学院红角洲校区光电子与通信重点实验室

[72] 发明人 刘国栋 曾吕明 徐景坤

[56] 参考文献

CN201244025Y 2009.5.27

CN1575770A 2005.2.9

WO2006/077579A2 2006.7.27

CN1792335A 2006.6.28

基于声透镜成像系统的光声层析成像. 陈湛旭等. 物理学报, 第 55 卷第 8 期. 2006

基于相控技术的光学快速成像一体化系统. 谭毅. 华南师范大学 硕士学位论文. 2005

生物医学光声成像. 徐晓辉等. 物理学和高新技术, 第 37 卷第 2 期. 2008

审查员 马 薇

[74] 专利代理机构 南昌新天下专利代理有限公司

代理人 施秀瑾

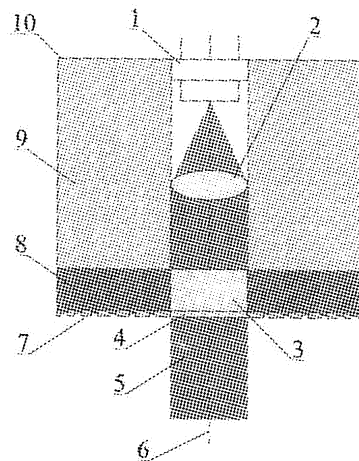
权利要求书 2 页 说明书 3 页 附图 2 页

[54] 发明名称

光声超声激发与传感一体化检测装置

[57] 摘要

本发明一种光声超声激发与传感一体化检测装置, 在其外壳内设有声学绝缘层、吸声垫衬、小型化半导体激光管, 傅立叶透镜、柱面透镜、保护膜和环状多环阵列传感器, 它们都位于同一中轴线上, 形成一体化的同轴共焦结构; 多环阵列传感器能分时地激励产生超声信号、接收超声回波信号和接收光声信号, 实现 A 型动态扫描的光声超声单个或联合探测。本发明集光声超声的激发与传感为一体, 能极大提高光声超声的激发和传感效率, 有效降低激光能量要求的同时提高探测深度, 测量灵敏度高, 并使装置结构小型化和实用化, 便于携带、操作简便、成本较低。本发明可广泛应用于血氧检测、血糖检测、HIFU 治疗和效果监测、工业探伤等领域。



1、光声超声激发与传感一体化检测装置，其特征在于：在外壳（10）的顶部和中部设有声学绝缘层（9），在声学绝缘层（9）的顶部中央设有半导体激光管（1），在声学绝缘层（9）的中央，位于半导体激光管（1）的下方设有傅立叶透镜（2）；在外壳（10）的下部、声学绝缘层（9）之下设有吸声垫衬（8），在吸声垫衬（8）的中央，位于傅立叶透镜（2）的下方设有柱面透镜（3），柱面透镜（3）的底面设有保护膜（4）；环状多环阵列传感器（7）的中空内环套装在柱面透镜（3）的底端；半导体激光管（1）、傅立叶透镜（2）、柱面透镜（3）、多环阵列传感器（7）的中心都位于同一中轴线（6）上，一体化封装于外壳（10）内，构成一体化的同轴共焦结构；多环阵列传感器（7）能分时地激励产生超声信号、接收超声回波信号和接收光声信号，实现A型动态扫描的光声超声单个或联合探测。

2、根据权利要求1所述的光声超声激发与传感一体化检测装置，其特征在于：所述的半导体激光管（1）为半导体脉冲激光二极管，半导体脉冲激光二极管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所述的光声超声激发与传感一体化检测装置，其特征在于：所述的半导体激光管（1）、傅立叶透镜（2）和柱面透镜（3）组成光声激发源和光路透镜系统，所述光路透镜系统能变换产生聚焦或平行的激光束（5），穿过保护膜（4）和多环阵列传感器（7）的中空内环，射向被检测样品。

4、根据权利要求1所述的光声超声激发与传感一体化检测装置，其特征在于：所述的多环阵列传感器（7）

为中空 的平面阵或凹凸阵，多环阵列传感器（7）的每个环切割为  $k$  个弧度为  $a$  的弧形振元，其中  $a \times k = 2\pi$ ， $a$  为每个弧形振元对应的弧度， $k$  为切割的弧形振元数目，且  $k = 1, 2, \dots \dots n$ ，每个弧形振元（14）通过导线（11）与信号处理器的电极（12）电气连接。

## 光声超声激发与传感一体化检测装置

### 技术领域

本发明涉及生物医学测量和医疗器械技术领域，特别是涉及一种光声超声激发与传感一体化检测装置。

### 背景技术

目前光声超声的多参数联合探测还存在很多困难，例如考虑到生物组织的损伤阈值，入射的激光不能太强，又由于组织表层对光的强散射和吸收，到达深层组织的光强减弱，因此有效提高光声的激发效率是一个急需解决的问题；另外，光声探测是基于光声效应而超声探测是基于压电效应，要将两套不同原理的系统一体化和小型化，存在一定的困难。

“Optoacoustic and Ultrasonic Co-Image with a Linear Transducer Array” Opt. Lett. 29, 1760-1762, 2004. 报道了基于 320 振元线性阵列探测器的光声超声联合成像方法，但该侧向模式的探测方法难以应用于临床。

“Combined ultrasound and optoacoustic system for real-time high-contrast vascular imaging in vivo” IEEE Trans. Med. Imaging 24, 436-440, 2005. 报道了基于背向探测模式的光声超声联合成像方法，采用了传感器为 64 振元的线性阵列探测器和激光能量光纤输出方式。“Integrated system for ultrasonic, photoacoustic and elasticity imaging,” Proc. SPIE, 6147, 61470H1-8, 2006. 报道了基于前向探测模式的光声、超声和弹性模量的联合成像方法。但前向探测模式的适用范围更窄，而且以上方法都是采用线性阵列探测器作为传感部分，探测方式为 B 型扫描，光声超声激发与传感无法实现同轴共焦结构，因此光声激发与探测的效率不高，需要较大功率的固体激光器提供光声激励能量，而大体积的固体激光器无法实现激励与传感的一体化和小型化，实际推广应用前景受到了很大的限制。

### 发明内容

本发明要解决的技术问题是提供一种光声超声激发与传感一体化检测装置，能实现光声超声单个或联合探测，可广泛应用于血氧检测、血糖检测、HIFU 治疗和效果监测、工业探伤等领域。

为解决上述技术问题，本发明的技术方案是：一种光声超声激发与传感一体化检测装置，在外壳的顶部和中部设有声学绝缘层，在声学绝缘层的顶部中央设有半导体激光管，在声学绝缘层的中央，位于半导体激光管的下方设有传

立叶透镜；在外壳的下部、声学绝缘层之下设有吸声垫衬，在吸声垫衬的中央，位于傅立叶透镜的下方设有柱面透镜，柱面透镜的底面设有保护膜；环状多环阵列传感器的中空内环套装在柱面透镜的底端；半导体激光管、傅立叶透镜、柱面透镜、多环阵列传感器的中心都位于同一中轴线上，一体化封装于外壳内，构成一体化的同轴共焦结构。所述的半导体激光管（1）为半导体脉冲激光二极管，半导体脉冲激光二极管工作在紫外至红外范围内选择的一个或多个波长。所述的半导体激光管、傅立叶透镜和柱面透镜组成光声激发源和光路透镜系统，光路系统能变换产生聚焦或平行的激光束，穿过保护膜和多环阵列传感器的中空内环，射向被检测样品。所述的多环阵列传感器为中空的平台阵或凹凸阵，多环阵列传感器的每个环切割为  $a \times k = 2\pi, (k=1, 2, \dots, n)$  弧度的弧形振元，其中  $a$  为每个弧形振元对应的弧度， $k$  为切割的弧形振元数目，每个弧形振元 14 通过导线与信号处理器的电极 12 电气连接。所述的多环阵列传感器采用压电材料，包括铌酸锂、复合材料、压电陶瓷或 PVDF 薄膜制作；所述的多环阵列传感器能分时地激励产生超声信号、接收超声回波信号和接收光声信号，实现 A 型动态扫描的光声超声单个或联合探测。

本发明的工作过程为：在外部控制信号触发下，半导体激光管激励产生脉冲激光，激光的波长、脉宽和重复频率可根据需要选择，激光能量通过光路透镜系统准直后，透过保护膜辐射到被测样品上激发产生光声信号；控制信号同时触发多环阵列传感器探测光声信号，实现光声信号的激发与传感；在控制信号的下一个周期，控制信号触发多环阵列传感器发射超声信号，延时后开始接收超声回波信号，实现超声信号的激发与传感；通过信号和算法处理采集到的光声数据和超声回波数据，即可获得在深度方向的光声超声单个或联合的 A 型动态扫描探测样品的目标数值。

本发明的有益效果是：该装置集光声超声的激发与传感为一体，光声激发源、光路透镜系统和多环阵列传感器形成同轴共焦结构；可实现光声超声单个或联合的 A 型动态扫描探测，能够极大提高光声超声的激发和传感效率，声学绝缘层有效降低激光能量要求的同时提高探测深度，测量灵敏度高，并使装置结构小型化和实用化，便于携带、操作简便、成本较低。本发明可广泛应用于血氧检测、血糖检测、HIFU 治疗和效果监测、工业探伤等领域。

#### 附图说明

图 1 为本发明的结构剖面示意图。

图 2 为本发明多环阵列传感器的电气连接示意图。

图3为本发明多环阵列传感器的一个环圈的结构示意图。

### 具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

实施例；一种光声超声激发与传感一体化检测装置，在外壳10的顶部和中部设有声学绝缘层9，在声学绝缘层9的顶部中央设有半导体激光管1，在声学绝缘层9的中央，位于半导体激光管1的下方设有傅立叶透镜2；在外壳10的下部、声学绝缘层9之下设有吸声垫衬8，在吸声垫衬8的中央，位于傅立叶透镜2的下方设有柱面透镜3，柱面透镜3的底面设有保护膜4；环状多环阵列传感器7的中空内环套装在柱面透镜3的底端；半导体激光管1，傅立叶透镜2、柱面透镜3、多环阵列传感器7的中心都位于同一中轴线6上，一体化封装于外壳10内，构成一体化的同轴共焦结构。上述元件一体化固定于装置外壳10内；保护膜4具有透光和防水功能，可保护内部的光学器件；声学绝缘层9用于防止超声能量传至装置外壳10引起反射干扰信号，并在有效降低激光能量要求的同时提高探测深度。

半导体激光管1选用脉冲的半导体激光二极管（PGAS1S24, Hoffo），工作波长为905nm，峰值功率为49W，脉宽为150ns，单脉冲能量约为7.3uJ。

半导体激光管1、傅立叶透镜2和柱面透镜3组成光声激发源和光路透镜系统，光路系统能变换产生聚焦或平行的激光束5，穿过保护膜4和多环阵列传感器7的中空内环，射向被检测样品。

多环阵列传感器7为中空的内凹阵，多环阵列传感器7的每个环被切割为 $k=16$ 个等面积弧形振元14，各振元之间设有间距13，每个弧形振元对应的弧度15为 $a=\pi/8$ 。每个弧形振元14通过导线11与信号处理器的电极12电气连接。

多环阵列传感器7采用压电陶瓷制作，工作中心频率为1MHz，环的数目为7个，设计为中空的内凹等面积等间距的平面环阵结构，环间距不大于半波长，其中声速定为1500m/s，每个弧形振元14通过导线11与信号处理器的电极12电气连接，可实现分时地激励产生超声信号、接收超声回波信号和接收光声信号，可实现A型扫描的光声超声单个或联合探测。

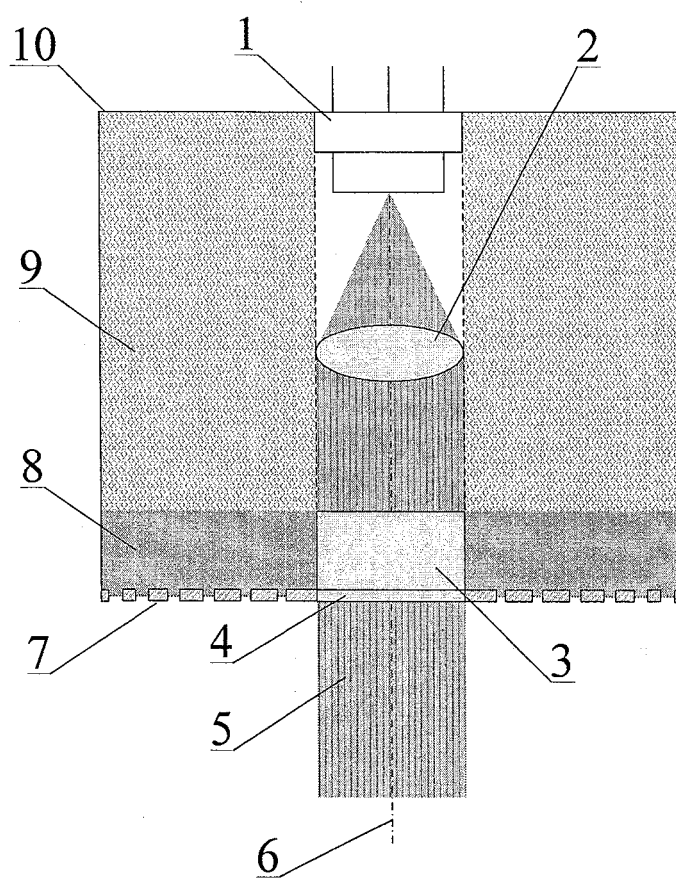


图 1

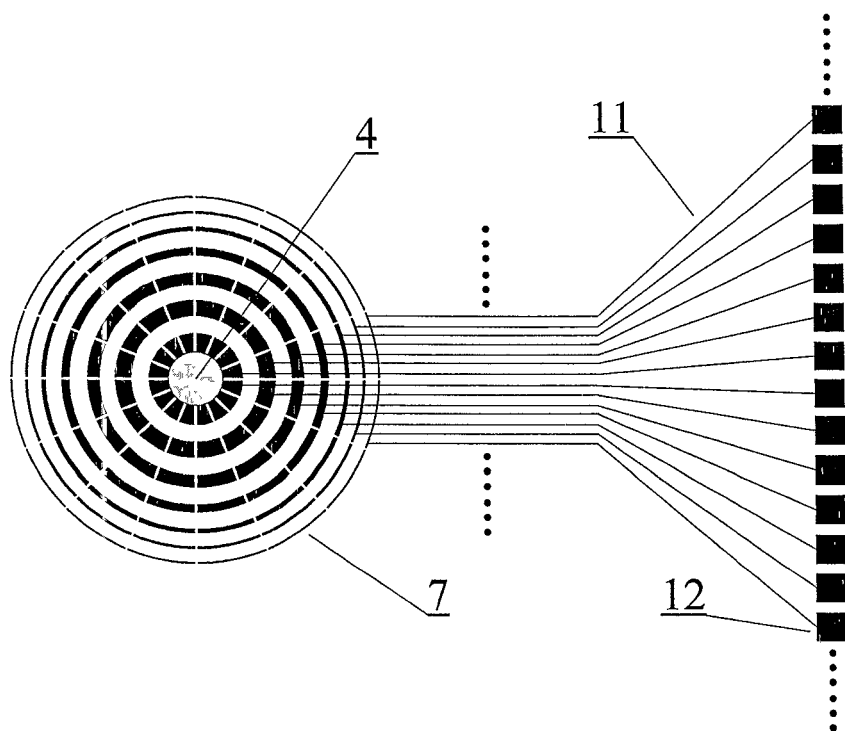


图 2

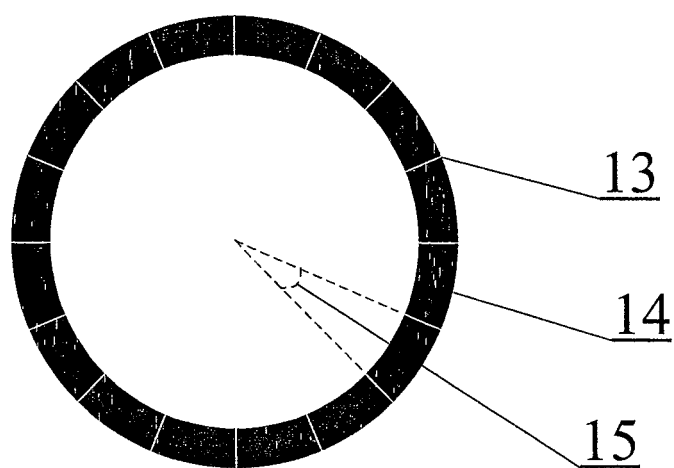


图 3

|                |                                                   |         |            |
|----------------|---------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 光声超声激发与传感一体化检测装置                                  |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN100571626C</a>                      | 公开(公告)日 | 2009-12-23 |
| 申请号            | CN200810106973.8                                  | 申请日     | 2008-07-03 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 刘国栋                                               |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 刘国栋                                               |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 刘国栋                                               |         |            |
| [标]发明人         | 刘国栋<br>曾吕明<br>徐景坤                                 |         |            |
| 发明人            | 刘国栋<br>曾吕明<br>徐景坤                                 |         |            |
| IPC分类号         | A61B5/1455 A61B8/14 G01N21/00 G01N29/04 G01N29/34 |         |            |
| 审查员(译)         | 马薇                                                |         |            |
| 其他公开文献         | CN101301201A                                      |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>    |         |            |

#### 摘要(译)

本发明一种光声超声激发与传感一体化检测装置，在其外壳内设有声学绝缘层、吸声垫衬、小型化半导体激光管，傅立叶透镜、柱面透镜、保护膜和环状多环阵列传感器，它们都位于同一中轴线上，形成一体化的同轴共焦结构；多环阵列传感器能分时地激励产生超声信号、接收超声回波信号和接收光声信号，实现A型动态扫描的光声超声单个或联合探测。本发明集光声超声的激发与传感为一体，能极大提高光声超声的激发和传感效率，有效降低激光能量要求的同时提高探测深度，测量灵敏度高，并使装置结构小型化和实用化，便于携带、操作简便、成本较低。本发明可广泛应用于血氧检测、血糖检测、HIFU治疗和效果监测、工业探伤等领域。

