



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106175691 A

(43)申请公布日 2016.12.07

(21)申请号 201610743856.7

(22)申请日 2016.08.26

(71)申请人 凌斌

地址 100029 北京市朝阳区樱花园东街2号  
中日友好医院妇产科

申请人 吴校生 冯定庆

(72)发明人 凌斌 吴校生 冯定庆

(74)专利代理机构 安徽省合肥新安专利代理有  
限责任公司 34101

代理人 何梅生

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

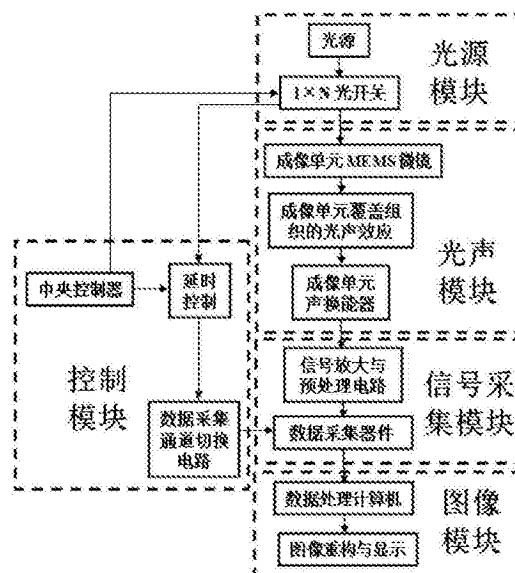
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

## (54)发明名称

柔性基底MEMS器件曲面阵列光声成像系统

## (57)摘要

本发明公开了一种柔性基底MEMS器件曲面阵列光声成像系统,其特征是系统中设置的光声模块自下而上依次叠加为MEMS微镜阵列及光纤通道层、柔性印刷电路板互联层、MEMS声换能器阵列层和声阻抗匹配层,形成主体为柔性、可以贴装曲面上的柔性光声模块;光声模块由各成像单元阵列构成,每个成像单元构建一个独立的小区域光声成像系统,实现激光在成像单元对应的小区域内二维扫描,完成小区域内的三维成像;通过图像拼接获得完整的全区域图像。本发明适用于人体自然腔道内表面以及人体外体表快速大面积高性能成像。



1. 一种柔性基底MEMS器件曲面阵列光声成像系统,其特征是所述系统包括光源模块、光声模块、信号采集模块、图像模块和控制模块;

所述光声模块(16)为层结构,所述层结构自下而上依次叠加为MEMS微镜阵列及光纤通道层(4)、柔性印刷电路版互联层(3)、MEMS声换能器阵列层(2)和声阻抗匹配层(1);所述MEMS声换能器阵列层(2)通过焊接方式固定在柔性印刷电路版互联层(3)的上表面焊脚上;所述MEMS微镜阵列及光纤通道层(4)的主体为柔性聚合物结构,在所述柔性聚合物结构上制作有通道及凹槽,MEMS微镜阵列和光纤嵌入在柔性聚合物结构的通道和凹槽内;所述MEMS微镜阵列及光纤通道层(4)中设置有光纤和MEMS微镜阵列的一面与柔性印刷电路版互联层(3)的下表面采用粘结剂键合,形成固定联结;在所述柔性印刷电路版互联层(3)上制作有微孔阵列,光纤中的激光经过MEMS微镜反射后,通过柔性印刷电路版互联层(3)上的微孔阵列照射被成像组织;所述声阻抗匹配层(1)为是以透明、且有弹性的聚合物为材质,所述声阻抗匹配层(1)制作在柔性印刷电路版互联层(3)的上表面,并将所述MEMS声换能器阵列层(2)全覆盖,形成主体为柔性、可以贴装在圆柱面、球面或其它曲面上的柔性光声模块;

所述光声模块(16)由各成像单元阵列构成,每个成像单元中有一个激光输入光纤,一个两自由度MEMS微镜(10),在激光出射孔(6)的周边的圆周方向上均匀分布多个MEMS声换能器(5),以成像单元构建一个独立的小区域光声成像系统;

所述MEMS微镜(10)能够在镜面平面内二自由度调节激光反射角,实现激光在成像单元对应的小区域内二维扫描,完成小区域内的三维成像;

所述光源模块包括激光源和 $1 \times N$ 光开关; $1 \times N$ 光开关的输入端连在激光源,输出端连到光纤;

利用控制模块控制所述 $1 \times N$ 光开关,使激光源在成像单元阵列中依次扫描并停留,由信号采集模块采集获得对应成像单元的声换能器输出信号,利用图像模块获得成像单元的光声图像,对所述各成像单元的光声图像通过拼接,获得完整的全区域图像。

2. 根据权利要求1所述的柔性基底MEMS器件曲面阵列光声成像系统,其特征是:

所述光声模块(16)的工作模式为:入射激光(8)和出射激光(13)相垂直,入射激光(8)从激光输入光纤(9)引入成像单元(7),经过MEMS微镜(10)反射,MEMS微镜(10)的反射角能够在两个水平旋转轴上调节,使得出射激光(13)在生物组织(12)的表面小区域内二维扫描;

所述光声模块(16)的工作模式或为:入射激光(8)和出射激光(13)相平行,入射激光(8)从激光输入光纤(9)引入成像单元(7),经过固定微镜(14)一次反射后,再经过MEMS微镜(10)二次反射,MEMS微镜(10)的反射角可在两个水平旋转轴上调节,使得出射激光(13)在生物组织(12)的表面小区域内二维扫描。

3. 根据权利要求1或2所述的柔性基底MEMS器件曲面阵列光声成像系统,其特征是所述信号采集模块包括信号放大与预处理电路、数据采集器件;由所述信号放大与预处理电路将声换能器的输出信号放大,并供数据采集器件转化成数字信号。

4. 根据权利要求1或2所述的柔性基底MEMS器件曲面阵列光声成像系统,其特征是所述控制模块包括中央控制器、延时控制器和数据采集通道切换电路;由所述中央控制器控制 $1 \times N$ 光开关,确定激光的输出通道;激光切换到输出通道的同时,经过延时控制器的延时,数据采集通道切换电路将数据采集器件的输入端切换到激光输出通道对应成像单元的声换

能器,完成成像单元的声波采集。

5.根据权利要求1或2所述的柔性基底MEMS器件曲面阵列光声成像系统,其特征是所述图像模块由数据处理计算机、图像重构与显示;数据处理计算机接收数据采集器件输出的数字信号,经过图像重构算法的运算,获得成像单元的光声图像;控制模块完成成像单元的全区域扫描后,将各个成像单元的光声图像进行拼接,获得完成的全区域图像,并进行显示。

## 柔性基底MEMS器件曲面阵列光声成像系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光声成像系统,具体地是涉及一种柔性基底MEMS器件曲面阵列光声成像系统。

### 背景技术

[0002] 在为疾病诊断的光声成像技术中,成像覆盖面积、成像速度和空间分辨率都是非常重要的。大的成像覆盖面积有助于对成像组织的全局进行观察,高的空间分辨率能分辨更为精细的生物组织和功能改变,进而实现对疾病的早期诊断。高的成像速度使得光声成像减少由于机体运动,如呼吸、脉动和器官蠕动等所造成的假象,降低费用和病人的不适持续时间,实现手术前大通量成像,同时还可以减少侵入性治疗,比如内窥镜所带来的风险。当前,光声成像系统通常由单个光源或单个声换能器或分立式器件组装成的简单阵列构成,这种系统通常还需要复杂机械运动装置辅助成像探头的扫描,实现大面积区域成像。这种光声成像装置结构大且复杂,实现大面积区域成像的过程耗时长,且不适合曲面成像。

### 发明内容

[0003] 本发明是为避免上述现有技术存在的不足之处,提供一种柔性基底MEMS器件曲面阵列光声成像系统,实现大面积、高分辨率、高对比度、快速成像,避免传统光声成像中复杂的机械运动装置,减小光声成像头的体积,适合在柱面、球面或复杂曲面上布置光声成像阵列,以适用于人体自然腔道内表面以及人体外体表快速大面积高性能成像。

[0004] 本发明为解决技术问题采用如下技术方案:

[0005] 本发明柔性基底MEMS器件曲面阵列光声成像系统的结构特点是:所述系统包括光源模块、光声模块、信号采集模块、图像模块和控制模块;

[0006] 所述光声模块为层结构,所述层结构自下而上依次叠加为MEMS微镜阵列及光纤通道层、柔性印刷电路版互联层、MEMS声换能器阵列层和声阻抗匹配层;所述MEMS声换能器阵列层通过焊接方式固定在柔性印刷电路版互联层的上表面焊脚上;所述MEMS微镜阵列及光纤通道层的主体为柔性聚合物结构,在所述柔性聚合物结构上制作有通道及凹槽,MEMS微镜阵列和光纤嵌入在柔性聚合物结构的通道和凹槽内;所述MEMS微镜阵列及光纤通道层中设置有光纤和MEMS微镜阵列的一面与柔性印刷电路版互联层的下表面采用粘结剂键合,形成固定联结;在所述柔性印刷电路版互联层上制作有微孔阵列,光纤中的激光经过MEMS微镜反射后,通过柔性印刷电路版互联层上的微孔阵列照射被成像组织;所述声阻抗匹配层为是以透明、且有弹性的聚合物为材质,所述声阻抗匹配层制作在柔性印刷电路版互联层的上表面,并将所述MEMS声换能器阵列层全覆盖,形成主体为柔性、可以贴装在圆柱面、球面或其它曲面上的柔性光声模块;

[0007] 所述光声模块由各成像单元阵列构成,每个成像单元中有一个激光输入光纤,一个两自由度MEMS微镜,在激光出射孔的周边的圆周方向上均匀分布多个MEMS声换能器,以成像单元构建一个独立的小区域光声成像系统;

[0008] 所述MEMS微镜能够在镜面平面内二自由度调节激光反射角,实现激光在成像单元对应的小区域内二维扫描,完成小区域内的三维成像;

[0009] 所述光源模块包括激光源和 $1 \times N$ 光开关; $1 \times N$ 光开关的输入端连在激光源,输出端连到光纤;

[0010] 利用控制模块控制所述 $1 \times N$ 光开关,使激光源在成像单元阵列中依次扫描并停留,由信号采集模块采集获得对应成像单元的声换能器输出信号,利用图像模块获得成像单元的光声图像,对所述各成像单元的光声图像通过拼接,获得完整的全区域图像。

[0011] 本发明柔性基底MEMS器件曲面阵列光声成像系统的结构特点也在于:所述光声模块的工作模式为:入射激光和出射激光相垂直,入射激光从激光输入光纤引入成像单元,经过MEMS微镜反射,MEMS微镜的反射角能够在两个水平旋转轴上调节,使得出射激光在生物组织的表面小区域内二维扫描;

[0012] 所述光声模块的工作模式或为:入射激光和出射激光相平行,入射激光从激光输入光纤引入成像单元,经过固定微镜一次反射后,再经过MEMS微镜二次反射,MEMS微镜的反射角可在两个水平旋转轴上调节,使得出射激光在生物组织的表面小区域内二维扫描。

[0013] 本发明柔性基底MEMS器件曲面阵列光声成像系统的结构特点也在于:所述信号采集模块包括信号放大与预处理电路、数据采集器件;由所述信号放大与预处理电路将声换能器的输出信号放大,并供数据采集器件转化成数字信号。

[0014] 本发明柔性基底MEMS器件曲面阵列光声成像系统的结构特点也在于:所述控制模块包括中央控制器、延时控制器和数据采集通道切换电路;由所述中央控制器控制 $1 \times N$ 光开关,确定激光的输出通道;激光切换到输出通道的同时,经过延时控制器的延时,数据采集通道切换电路将数据采集器件的输入端切换到激光输出通道对应成像单元的声换能器,完成成像单元的声波采集。

[0015] 本发明柔性基底MEMS器件曲面阵列光声成像系统的结构特点也在于:所述图像模块由数据处理计算机、图像重构与显示;数据处理计算机接收数据采集器件输出的数字信号,经过图像重构算法的运算,获得成像单元的光声图像;控制模块完成成像单元的全区域扫描后,将各个成像单元的光声图像进行拼接,获得完成的全区域图像,并进行显示。

[0016] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:

[0017] 本发明的光声模块为柔性结构,在柔性结构上嵌入有成像单元阵列,成像单元中采用了尺寸微小的MEMS微镜,多个大带宽、高性能的声换能器,通过激光在成像单元中逐个扫描,MEMS微镜控制激光在成像单元内小区域二维扫描,控制数据采集器同步延时采集激励的声波信号,实现大面积区域三维精细成像。本发明消除了传统光声成像系统中的机械机构扫描装置,简化了结构,加快了成像速度,大量采用的MEMS器件大大减小了整个装置的体积。柔性结构方便光声模块贴附在曲面上,极适合构建人体自然腔道内表面或体表曲面的大面积、快速成像装置。

## 附图说明

[0018] 图1为本发明中系统原理框图;

[0019] 图2为本发明中光声模块层状结构示意图;

[0020] 图3为本发明中成像单元示意图;

[0021] 图4为本发明中成像单元剖面示意图；  
[0022] 图5为本发明中成像单元模式一原理图；  
[0023] 图6为本发明中成像单元模式二原理图；  
[0024] 图7为本发明具体实施为柱面阵列结构图；  
[0025] 图中标号：1声阻抗匹配层，2为MEMS声换能器阵列层；3柔性印刷电路版互联层；4为MEMS微镜阵列及光纤通道层；5为MEMS声换能器；6激光出射孔；7成像单元；8入射激光；9激光输入光纤；10为MEMS微镜；11声波信号；12生物组织；13出射激光；14固定微镜；15光声模块载体；16光声模块。

### 具体实施方式

[0026] 参见图1，本实施例中柔性基底MEMS器件曲面阵列光声成像系统包括光源模块、光声模块、信号采集模块、图像模块和控制模块。

[0027] 如图2、图3、图4和图7所示，光声模块16为层结构，层结构自下而上依次叠加为MEMS微镜阵列及光纤通道层4、柔性印刷电路版互联层3、MEMS声换能器阵列层2和声阻抗匹配层1；其中，MEMS声换能器阵列层2通过焊接方式固定在柔性印刷电路版互联层3的上表面焊脚上；MEMS微镜阵列及光纤通道层4的主体为柔性聚合物结构，在柔性聚合物结构上制作有通道及凹槽，MEMS微镜阵列和光纤嵌入在柔性聚合物结构的通道和凹槽内；MEMS微镜阵列及光纤通道层4中设置有光纤和MEMS微镜阵列的一面与柔性印刷电路版互联层3的下表面采用粘结剂键合，形成固定联结；在柔性印刷电路版互联层3上制作有微孔阵列，光纤中的激光经过MEMS微镜反射后，通过柔性印刷电路版互联层3上的微孔阵列照射被成像组织；声阻抗匹配层1为是以透明、且有弹性的聚合物为材质，声阻抗匹配层1制作在柔性印刷电路版互联层3的上表面，并将MEMS声换能器阵列层2全覆盖，形成主体为柔性、可以贴装在圆柱面、球面或其它曲面上的柔性光声模块；

[0028] 如图4和图7所示，光声模块16由各成像单元阵列构成，每个成像单元7中有一个激光输入光纤9，一个两自由度MEMS微镜10，在激光出射孔6的周边的圆周方向上均匀分布多个MEMS声换能器5，以成像单元构建一个独立的小区域光声成像系统；MEMS微镜10能够在镜面平面内二自由度调节激光反射角，实现激光在成像单元对应的小区域内二维扫描，完成小区域内的三维成像。

[0029] 光源模块包括激光源和 $1 \times N$ 光开关； $1 \times N$ 光开关的输入端连在激光源，输出端连到光纤；

[0030] 利用控制模块控制 $1 \times N$ 光开关，使激光源在成像单元阵列中依次扫描并停留，由信号采集模块采集获得对应成像单元的声换能器输出信号，利用图像模块获得成像单元的光声图像，对各成像单元的光声图像通过拼接，获得完整的全区域图像。

[0031] 图1所示，本实施例中信号采集模块包括信号放大与预处理电路和数据采集器件；由信号放大与预处理电路将声换能器的输出信号放大，并供数据采集器件转化成数字信号；控制模块包括中央控制器、延时控制器和数据采集通道切换电路；由中央控制器控制 $1 \times N$ 光开关，确定激光的输出通道；激光切换到输出通道的同时，经过延时控制器的延时，数据采集通道切换电路将数据采集器件的输入端切换到激光输出通道对应成像单元的声换能器，完成成像单元的声波采集；图像模块由数据处理计算机和图像重构与显示单元构成，

数据处理计算机接收数据采集器件输出的数字信号,经过图像重构算法的运算,获得成像单元的光声图像;控制模块完成成像单元的全区域扫描后,将各个成像单元的光声图像进行拼接,获得完成的全区域图像,并进行显示。

[0032] 如图4、图5和图6所示,本发明MEMS器件阵列光声成像系统将大面积成像区域分成多个成像单元,每个成像单元由一个光纤、一个MEMS微镜和以光源为中心的周边圆周分布的数个声换能器构成。 $1 \times N$ 光开关通过控制模块控制激光源激光在成像单元阵列中依次扫描并停留,同时,控制器也同步控制数据采集通道切换电路,经过时间延迟后,将数据采集器件输入端口切换到对应成像单元的声换能器输出信号。当成像单元的光纤中有激光通入时,激光经过MEMS微镜反射后照射在被成像生物组织12上,生物组织12发生光声效应,激发出声波信号11,产生的声波信号11经过MEMS声换能器5转化成电信号,该电信号经过放大与预处理后,被数据采集器件转化成数字信号,提供给数据处理计算机。数据处理计算机完成图像重构算法,获得成像单元对应区域的生物组织光声图像。数据处理计算机将成像单元采集的光声图像拼接,获得MEMS器件阵列全覆盖区域的生物组织图像。

[0033] 如图4所示,入射激光8从激光输入光纤9中引入到MEMS微镜10的表面,经MEMS微镜10反射,穿透光透明材料制作的声阻抗匹配层1,照射在生物组织12上,生物组织发生光声效应,发射出声波信号11,声波信号11被声换能器5收集。

[0034] 如图5所示,MEMS器件曲面阵列光声成像系统的光声模块工作模式一为入射激光8和出射激光13相垂直,入射激光8从激光输入光纤9引入成像单元7,经过MEMS微镜10反射,MEMS微镜10的反射角可在两个水平旋转轴上调节,使得出射激光13在生物组织12的表面小区域内二维扫描。

[0035] 如图6所示,MEMS器件曲面阵列光声成像系统的光声模块工作模式二为入射激光8和出射激光13相平行,入射激光8从激光输入光纤9引入成像单元7,经过固定微镜14一次反射后,再经过MEMS微镜10二次反射,MEMS微镜10的反射角可在两个水平旋转轴上调节,使得出射激光13在生物组织12的表面小区域内二维扫描。

[0036] 如图7所示,光声模块16的一种安装方式是粘贴在柱状光声模块载体15的柱形表面上,这种安装方式可应用于人体自然腔道内表面光声成像。

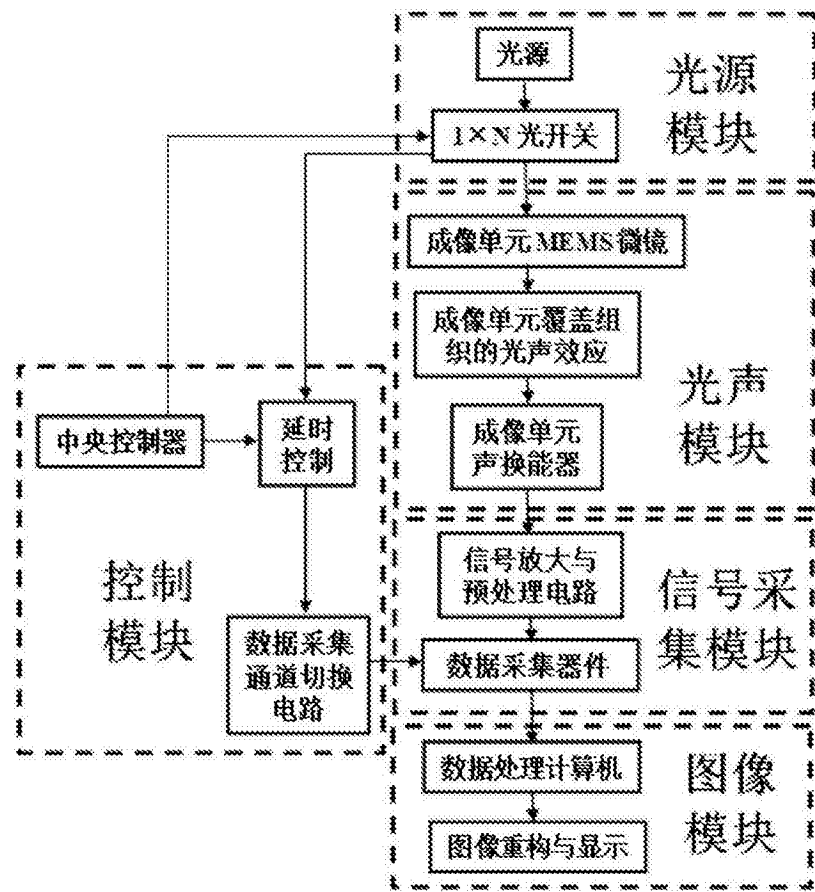


图1

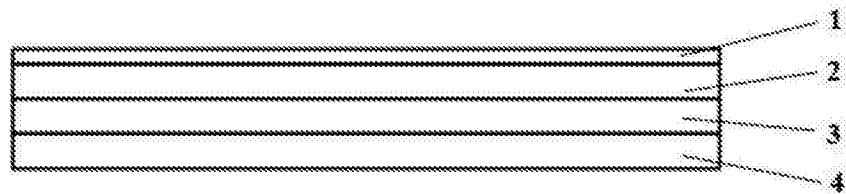


图2

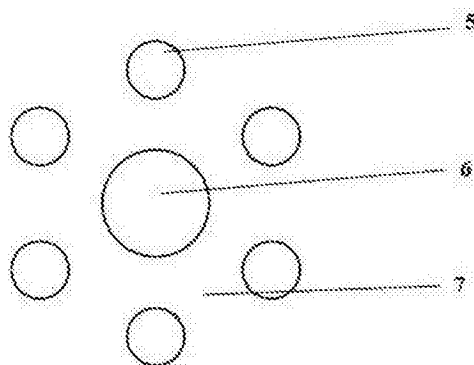


图3

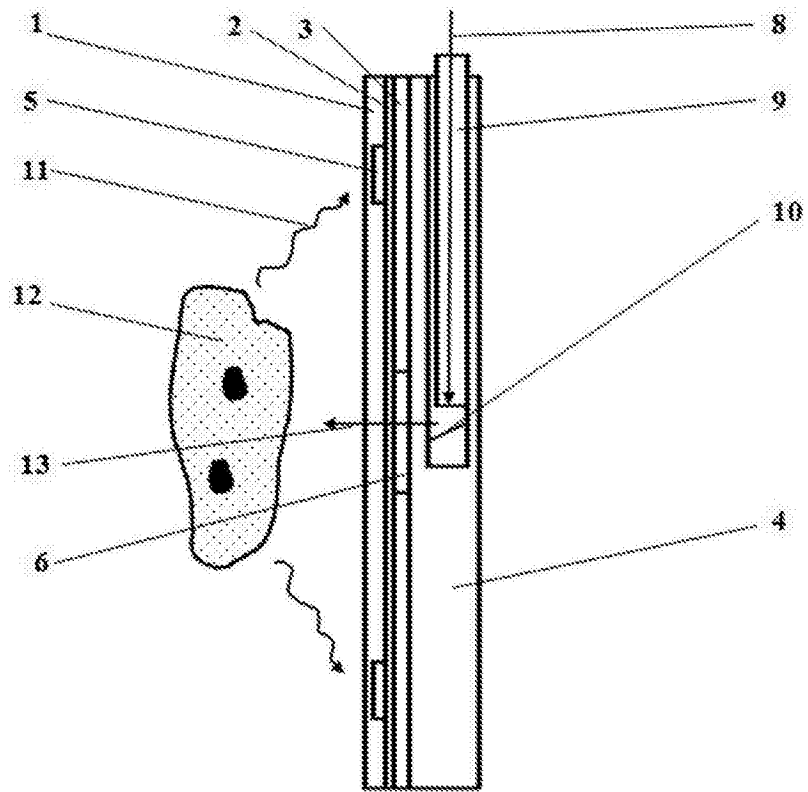


图4

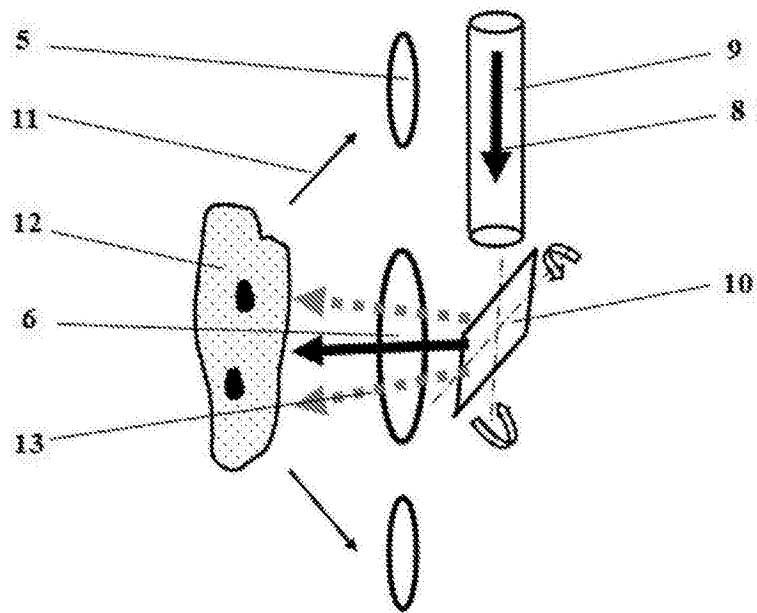


图5

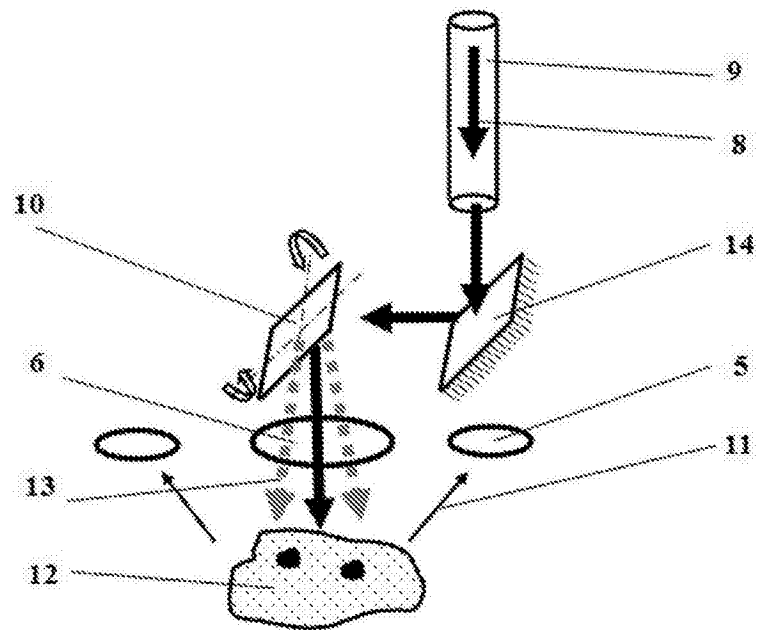


图6

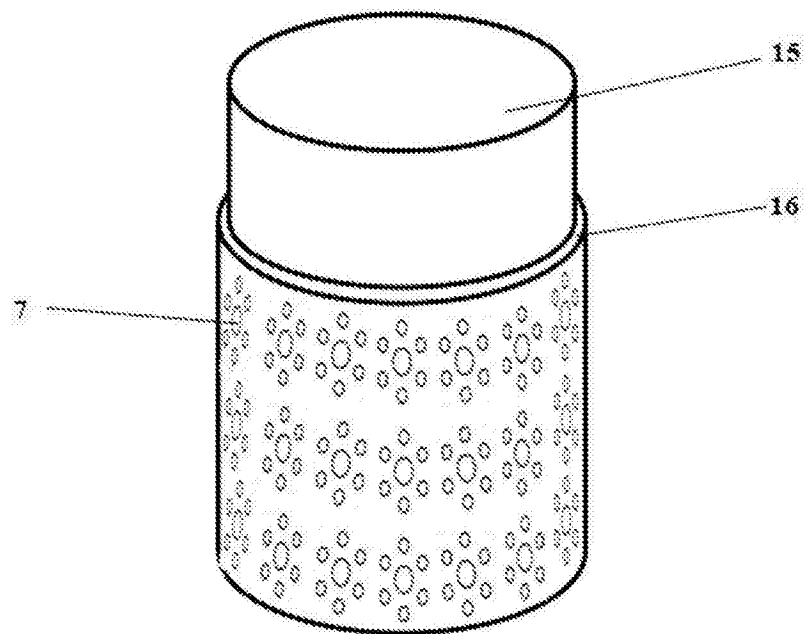


图7

|                |                                                |         |            |
|----------------|------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 柔性基底MEMS器件曲面阵列光声成像系统                           |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN106175691A</a>                   | 公开(公告)日 | 2016-12-07 |
| 申请号            | CN201610743856.7                               | 申请日     | 2016-08-26 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 凌彬<br>吴校生<br>冯定庆                               |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 凌斌<br>吴校生<br>冯定庆                               |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 凌斌<br>吴校生<br>冯定庆                               |         |            |
| [标]发明人         | 凌斌<br>吴校生<br>冯定庆                               |         |            |
| 发明人            | 凌斌<br>吴校生<br>冯定庆                               |         |            |
| IPC分类号         | A61B5/00                                       |         |            |
| CPC分类号         | A61B5/0095                                     |         |            |
| 代理人(译)         | 何梅生                                            |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a> |         |            |

#### 摘要(译)

本发明公开了一种柔性基底MEMS器件曲面阵列光声成像系统，其特征是系统中设置的光声模块自下而上依次叠加为MEMS微镜阵列及光纤通道层、柔性印刷电路板互联层、MEMS声换能器阵列层和声阻抗匹配层，形成主体为柔性、可以贴装曲面上的柔性光声模块；光声模块由各成像单元阵列构成，每个成像单元构建一个独立的小区域光声成像系统，实现激光在成像单元对应的小区域内二维扫描，完成小区域内的三维成像；通过图像拼接获得完整的全区域图像。本发明适用于人体自然腔道内表面以及人体外体表快速大面积高性能成像。

