



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105167747 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 23

(21) 申请号 201510490944. 6

(22) 申请日 2015. 08. 12

(71) 申请人 中国科学院深圳先进技术研究院

地址 518055 广东省深圳市南山区西丽大学  
城学苑大道 1068 号

(72) 发明人 宋亮 李牧聪 刘成波 林日强

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 王涛

(51) Int. Cl.

A61B 5/00(2006. 01)

A61B 8/00(2006. 01)

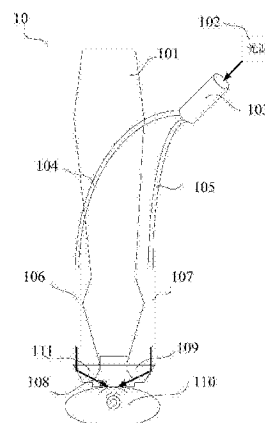
权利要求书1页 说明书4页 附图6页

### (54) 发明名称

一种手持式光声成像探头

### (57) 摘要

本发明提供了一种手持式光声成像探头,涉及光声成像技术领域。该探头包括一超声探头和一用于发射激发光的光源,激发光耦合于一第一光纤束;第一光纤束的末端分叉为第一光纤子束和第二光纤子束,第一光纤子束的末端和第二光纤子束的末端分别设置有第一长方体结构和第二长方体结构,位于超声探头两侧,且其出光方向与超声探头的探测方向平行;在超声探头的下端设置有一耦合模块;在耦合模块两侧分别设置有与第一长方体结构和第二长方体结构对应的光反射结构;从第一长方体结构和第二长方体结构射出的光经光反射结构反射汇聚于耦合模块底部,形成矩形光斑。从而照射待测对象,激发出光声信号,最终被超声探头探测到。



1. 一种手持式光声成像探头, 其特征在于, 包括一超声探头和一用于发射激发光的光源, 所述激发光耦合于一第一光纤束; 所述第一光纤束的末端分叉为第一光纤子束和第二光纤子束, 所述第一光纤子束的末端和所述第二光纤子束的末端分别设置有第一长方体结构和第二长方体结构; 所述第一长方体结构和第二长方体结构位于所述超声探头两侧, 且所述第一长方体结构和第二长方体结构的出光方向与所述超声探头的探测方向平行; 在所述超声探头的下端设置有一耦合模块; 在所述耦合模块两侧分别设置有与所述第一长方体结构和第二长方体结构对应的光反射结构; 从所述第一长方体结构和第二长方体结构射出的光经所述光反射结构反射汇聚于所述耦合模块底部, 形成矩形光斑。

2. 根据权利要求 1 所述的手持式光声成像探头, 其特征在于, 所述耦合模块为有机玻璃耦合模块、水耦合模块、超声耦合剂耦合模块、或者琼脂糖耦合模块。

3. 根据权利要求 1 所述的手持式光声成像探头, 其特征在于, 所述光反射结构包括全反射棱镜。

4. 根据权利要求 3 所述的手持式光声成像探头, 其特征在于, 所述光反射结构还包括与所述全反射棱镜连接的角度调节机构, 所述角度调节机构带动所述全反射棱镜, 使得所述全反射棱镜的反射面的角度发生变化。

5. 根据权利要求 1 所述的手持式光声成像探头, 其特征在于, 所述光反射结构包括镀银膜反射镜。

6. 根据权利要求 5 所述的手持式光声成像探头, 其特征在于, 所述光反射结构还包括与所述镀银膜反射镜连接的角度调节机构, 所述角度调节机构带动所述镀银膜反射镜, 使得所述镀银膜反射镜的反射面的角度发生变化。

7. 根据权利要求 1 所述的手持式光声成像探头, 其特征在于, 所述耦合模块与所述光反射结构一体成型于一梯形 PMMA 材料块上, 在所述梯形 PMMA 材料块的两个斜面上镀有光反射膜; 从所述第一长方体结构和第二长方体结构射出的光经所述光反射膜反射汇聚于所述 PMMA 材料块的底部, 形成矩形光斑。

## 一种手持式光声成像探头

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光声成像技术领域,尤其涉及一种手持式光声成像探头。

### 背景技术

[0002] 当前,光学成像技术因其在分辨率、化学特异性、灵敏度、安全性等某个或多个方面的优势已经成为当今医学影像技术中发展最为迅速的技术之一。但由于组织穿透深度的局限性限制了光学成像技术的发展,因此一种光声成像技术应运而生。光声成像同时具有光学成像高对比度和特异性以及声学成像高分辨率和穿透深度的优点,由于不同组成成分的生物组织对光有不同程度的吸收,由此为对比机制,可以获得生物体的化学组分及生理功能信息。光声成像技术已被证明适用于乳腺癌等癌症早期检测、肿瘤分级中引导前哨淋巴结活检、血管内易损斑块探测等一系列生物医学应用。现有光声成像系统大多是基于固定检测探头进行成像,同时需要配套复杂昂贵的附加组件,例如乳腺癌检测中用于让病人平卧的特制平台等。近些年有研究尝试在现有超声成像设备的手持式探头基础上直接进行激发光耦合,进行手持式实时光声断面成像,其优点在于能够充分利用手持式超声探头的易操纵性,进行身体不同部位的光声成像,另外所得光声图像能够与超声图像自动重合匹配,实现多模成像的目的。相比传统光声成像方法,这一设计思路更容易被临床医生接受,有利于光声技术的临床转化;但这一设计的主要难点在于,如何将激发光简洁高效地传递到目标组织部位,在不显著增加超声探头尺寸的情况下,得到高质量的光声图像,目前仍是一个挑战。

[0003] 当前,基于手持式超声探头阵列的光声成像系统中,其光学照射部分与超声探头的耦合设计主要有如下两种:

[0004] 第一种设计如图 1 所示,从光源出射的激发光被耦合进入光纤束 1,光纤束 1 的另一端(末端)经过分叉后分别被绑定到超声探头 2 两侧,使激发光倾斜照射到样本 3 表面,并在超声探头 2 中心正下方特定深度汇聚。这种设计通常被称为暗场照明设计,它的主要缺点是光学照射区域与超声探头探测区域存在不匹配问题,这是因为照射光从超声探头 2 两侧进入组织,其照亮区域主要是光在组织内发生聚焦的区域,而在超声探头 2 的其他探测区域,激发光能量很弱,难以激发出足够强的光声信号,因此这种激发光照射方法使得光声信号主要来自于光在组织内发生聚焦的区域,而超声探头 2 的其他探测区域(如探头近场和远场区域)成像效果并不理想。另外,由于这一设计采用光纤束 1 进行照射光的传递以及样本的激发,使得其成本相对较高。

[0005] 第二种设计如图 2 所示,通过添加与手持式超声探头 2 相匹配的耦合部件 4,将激发光照射到样本 3 中,同时探测所产生的光声信号。这一设计中,光源发出的激发光同样首先被耦合进入单根高能多模光纤,从光纤末端出射的光经空间扩束以及柱面透镜聚焦后,透过对超声信号起反射作用的声学反射板照射到样本 3 内部,所产生的光声信号经组织内传输进入耦合部件 4,通过声学反射板反射,被手持式超声探头 2 接收。这一设计通常被称为明场照明设计,它能够将激发光耦合到超声探头的整个检测区域,同时提高系统的图像

质量和信噪比,但它的主要缺点在于其耦合部分过于复杂,使原本小巧灵活的超声探头 2 变得庞大,不再适用于某些人体部位如腋下或胯下区域的检测;另外,这一设计中超声探头 2 与样本 3 组织表面平行,而不再是传统的垂直方向,这对于操作者来说也可能存在适应性的问题。

[0006] 第三种设计如图 3 所示,通过添加微小透镜组 20,将激发光与超声探头 40 共轴耦合。激发光通过透镜组 20 整形后,通过聚甲基丙烯酸甲酯(简称 PMMA)材料 32 的两次全反射,进入组织内部。产生的光声信号透过有机玻璃,被超声探头接收。此设计采用光声共轴的明场照明,使得图像质量得到一定提高。其主要缺点在于,激发光需要多次通过整形透镜组及有机玻璃,有较高的能量损失。并且微整形透镜难以加工,使得其光路精度受限。另一方面,由于光声信号需要通过有机玻璃才能被超声探头接收,一定程度上损失了信号强度。而采用单根光纤进行激发光传输,使得目标物的光能量大大受限,而无法得到信噪比很高的光声图像。

[0007] 综上分析,现有技术存在如下缺点:

[0008] 现有的其他基于光纤束的设计中,光照从探头两侧入射进入组织(如图 1 所示),使得探头探测区域与光照区域不重合,难以获得高信噪比的图像,并且浅表组织难以探测到信号。现有的光声同轴且光声信号经声反射镜被探头接收的设计(如图 2 所示),缺点在于超声探头阵列变得庞大,且超声探头与组织平行,这一设计对于操作者来说可能存在适应性的问题。另外,由于要经过多个透镜,光照与光声信号损失严重,且夹具设计复杂,并对精度要求很高。现有的采用基于微小透镜组整形及有机玻璃反射将入射光与超声探头共轴耦合的设计(如图 3 所示),其缺点主要在于从单根光纤出射的光,在多个微型整形透镜和 PMMA 耦合模块之后,光能量会大大损失,使其难以得到高信噪比的光声图像。

[0009] 可见,如何克服这些现有技术所存在的缺陷是本技术领域亟待解决的问题。

## 发明内容

[0010] 本发明的实施例提供一种手持式光声成像探头,以解决当前的手持式光声成像探头尺寸庞大,不便于操作者使用,且由于探头探测区域与光照区域不重合或者光能量损失原因造成的难以获得高信噪比的图像的问题。

[0011] 为达到上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0012] 一种手持式光声成像探头,包括一超声探头和一用于发射激发光的光源,所述激发光耦合于一第一光纤束;所述第一光纤束的末端分叉为第一光纤子束和第二光纤子束,所述第一光纤子束的末端和所述第二光纤子束的末端分别设置有第一长方体结构和第二长方体结构;所述第一长方体结构和第二长方体结构位于所述超声探头两侧,且所述第一长方体结构和第二长方体结构的出光方向与所述超声探头的探测方向平行;在所述超声探头的下端设置有一耦合模块;在所述耦合模块两侧分别设置有与所述第一长方体结构和第二长方体结构对应的光反射结构;从所述第一长方体结构和第二长方体结构射出的光经所述光反射结构反射汇聚于所述耦合模块底部,形成矩形光斑。

[0013] 具体的,所述耦合模块为有机玻璃耦合模块、水耦合模块、超声耦合剂耦合模块、或者琼脂糖耦合模块。

[0014] 此外,所述光反射结构包括全反射棱镜。

[0015] 所述光反射结构还包括与所述全反射棱镜连接的角度调节机构,所述角度调节机构带动所述全反射棱镜,使得所述全反射棱镜的反射面的角度发生变化。

[0016] 或者,所述光反射结构包括镀银膜反射镜。

[0017] 所述光反射结构还包括与所述镀银膜反射镜连接的角度调节机构,所述角度调节机构带动所述镀银膜反射镜,使得所述镀银膜反射镜的反射面的角度发生变化。

[0018] 另外,所述耦合模块与所述光反射结构一体成型于一梯形 PMMA 材料块上,在所述梯形 PMMA 材料块的两个斜面上镀有光反射膜;从所述第一长方体结构和第二长方体结构射出的光经所述光反射膜反射汇聚于所述 PMMA 材料块的底部,形成矩形光斑。

[0019] 本发明实施例提供的一种手持式光声成像探头,第一光纤束的末端分叉为第一光纤子束和第二光纤子束,形成 Y 字型,且第一光纤子束的末端和所述第二光纤子束的末端设置的第一长方体结构和第二长方体结构固定于超声探头两侧,且在超声探头的下端设置有一耦合模块;使得光纤束出射的光经过光反射结构仅进行一次全反射后进入耦合模块照射在探头下方的待测对象上,在不显著增加手持式超声探头阵列尺寸,且因为仅有一次全反射而光能量损失较小的前提下,使得光照明与声探测同轴,使得通过该手持式光声成像探头,能够获得高信噪比的图像,且避免了操作者对操作不适应的情况。

## 附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0021] 图 1 为第一种现有技术中的手持式光声成像探头的结构示意图;

[0022] 图 2 为第二种现有技术中的手持式光声成像探头的结构示意图;

[0023] 图 3 为第三种现有技术中的手持式光声成像探头的结构示意图;

[0024] 图 4 为本发明实施例提供的一种手持式光声成像探头的结构示意图一;

[0025] 图 5 为本发明实施例提供的一种手持式光声成像探头的结构示意图二;

[0026] 图 6 为本发明实施例提供的一种手持式光声成像探头的结构示意图三;

[0027] 图 7 为本发明实施例提供的一种手持式光声成像探头的结构示意图四。

## 具体实施方式

[0028] 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。

[0029] 如图 4 所示,本发明实施例提供一种手持式光声成像探头 10,包括一超声探头 101 和一用于发射激发光的光源 102,该光源 102 发出的激发光耦合于一第一光纤束 103。该第一光纤束 103 的末端分叉为第一光纤子束 104 和第二光纤子束 105,该第一光纤子束 104 的末端和第二光纤子束 105 的末端分别设置有第一长方体结构 106 和第二长方体结构 107;该第一长方体结构 106 和第二长方体结构 107 位于超声探头 101 两侧,且该第一长方体结

构 106 和第二长方体结构 107 的出光方向与该超声探头 101 的探测方向平行,例如,若探测方向为竖直向下,则该出光方向也为竖直向下;在该超声探头 101 的下端设置有一耦合模块 108。在该耦合模块 108 两侧分别设置有与第一长方体结构 106 和第二长方体结构 107 对应的光反射结构 109;从第一长方体结构 106 和第二长方体结构 107 射出的光经该光反射结构 109 反射汇聚于该耦合模块 108 底部,形成矩形光斑。这样,该矩形光斑照射待测对象 110,激发出光声信号,最终该光声信号被超声探头探测到。

[0030] 通过本发明实施例中的上述结构,可以将激发光照射到探头的整个探测区域,不会造成大量的光和声能量的损失,同时不会显著增加超声探头尺寸,从而易于操作者的使用和操作。

[0031] 值得说明的是,本发明实施例中的耦合模块 108 可以为有机玻璃耦合模块、水耦合模块、超声耦合剂耦合模块、或者琼脂糖耦合模块。上述耦合模块是与待测对象声阻抗匹配度较高且超声损失较小的材料。

[0032] 此外,该光反射结构 109 可以包括全反射棱镜 111,在图 4 中,该全反射棱镜 111 为两个四边形棱镜,设置于耦合模块 108 两侧。

[0033] 或者,如图 5 所示,该光反射结构 109 可以包括镀银膜反射镜 112。在图 5 中,该镀银膜反射镜 112 可以设置于耦合模块 108 两侧。

[0034] 另外,如图 5 和图 6 所示,该光反射结构 109 还可以包括与所述全反射棱镜 111 或者镀银膜反射镜 112 连接的角度调节机构 113,该角度调节机构 113 可以带动全反射棱镜 111 或者镀银膜反射镜 112,使得全反射棱镜 111 的反射面或者镀银膜反射镜 112 的反射面的角度发生变化。

[0035] 通过调节角度调节机构 113,使得全反射棱镜 111 的反射面或者镀银膜反射镜 112 的反射面的角度发生变化,可以实现改变耦合模块的光的入射角度,从而改变光的能量分布,实现探测待测对象的不同深度的目的。

[0036] 另外,如图 7 所示,该耦合模块 108 与所述光反射结构 109 可以一体成型于一梯形 PMMA 材料块 114 上,在该梯形 PMMA 材料块 114 的两个斜面上镀有光反射膜 115。从该第一长方体结构 106 和第二长方体结构 107 射出的光经过光反射膜 115 反射汇聚于该 PMMA 材料块 114 的底部,形成矩形光斑。采用这种一体成型的方式,简洁易行,便于耦合模块和光反射结构的制造。

[0037] 本发明实施例提供的一种手持式光声成像探头,第一光纤束的末端分叉为第一光纤子束和第二光纤子束,形成 Y 字型,且第一光纤子束的末端和所述第二光纤子束的末端设置的第一长方体结构和第二长方体结构固定于超声探头两侧,且在超声探头的下端设置有一耦合模块;使得光纤束出射的光经过光反射结构仅进行一次全反射后进入耦合模块照射在探头下方的待测对象上,在不显著增加手持式超声探头阵列尺寸,且因为仅有一次全反射而光能量损失较小的前提下,使得光照明与声探测同轴,使得通过该手持式光声成像探头,能够获得高信噪比的图像,且避免了操作者对操作不适应的情况。

[0038] 本发明中应用了具体实施例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

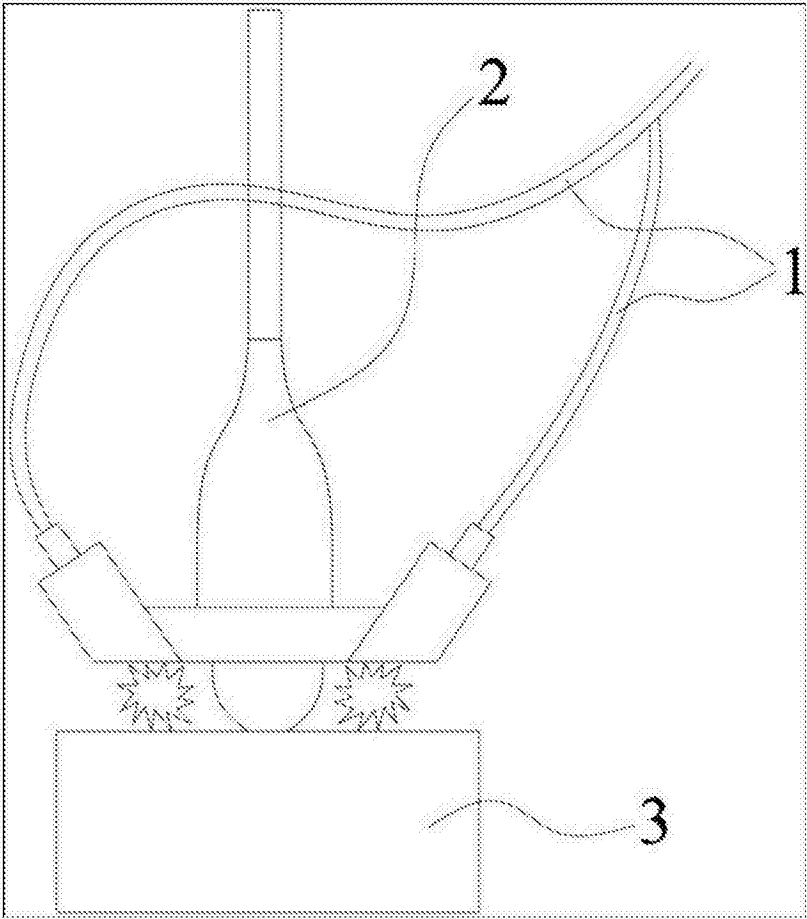


图 1

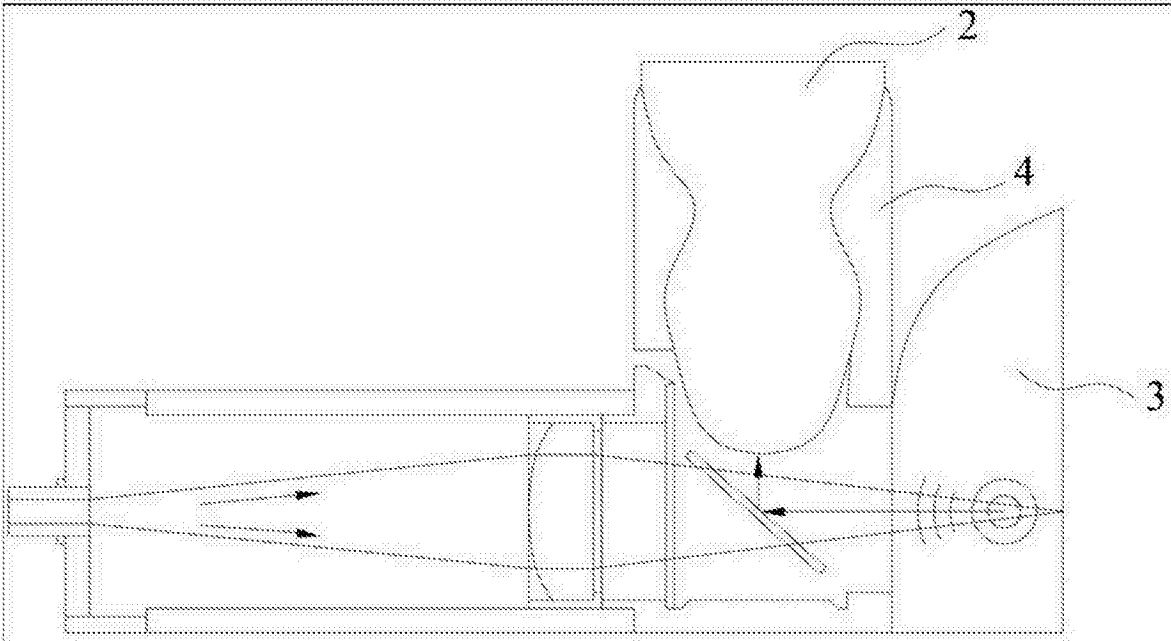


图 2

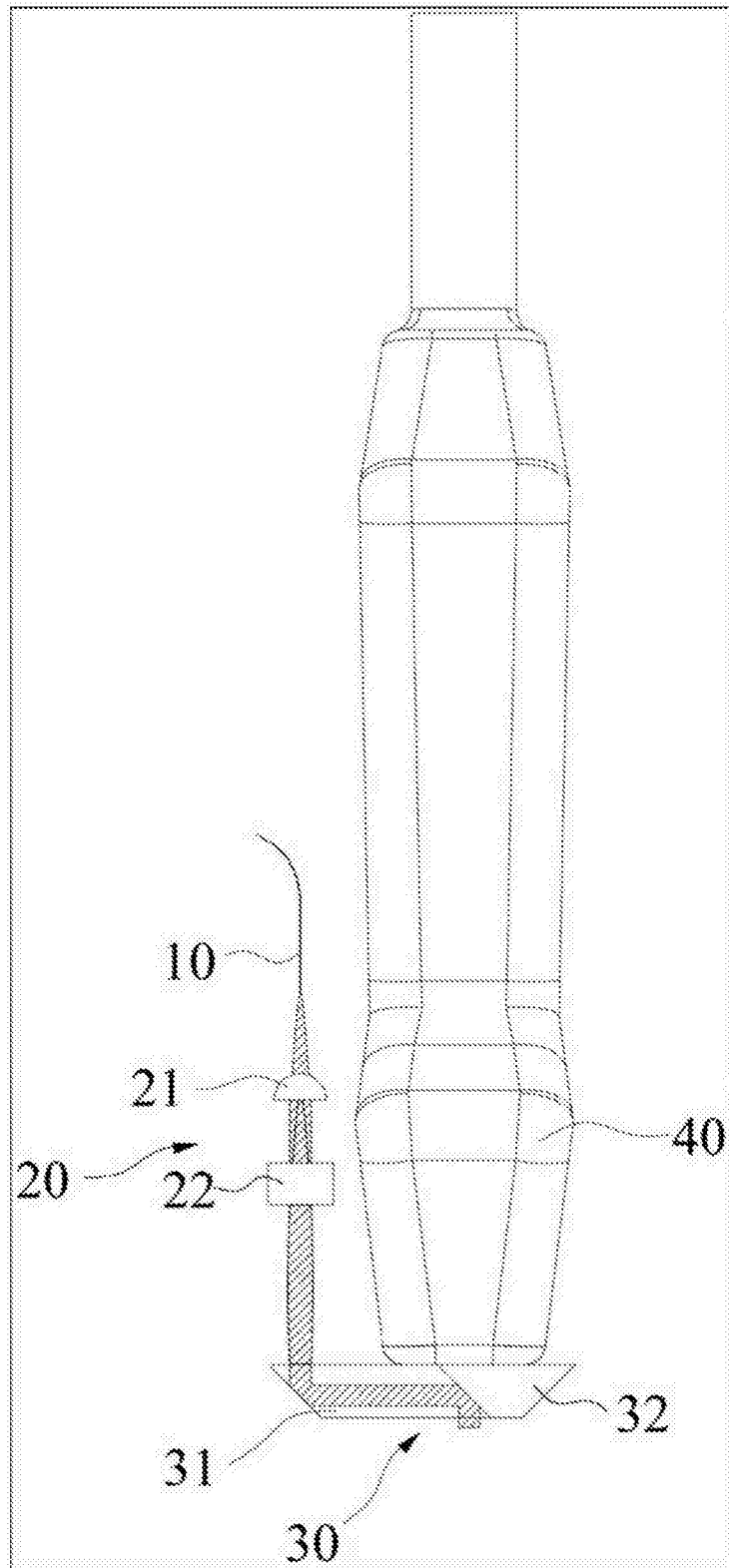


图 3

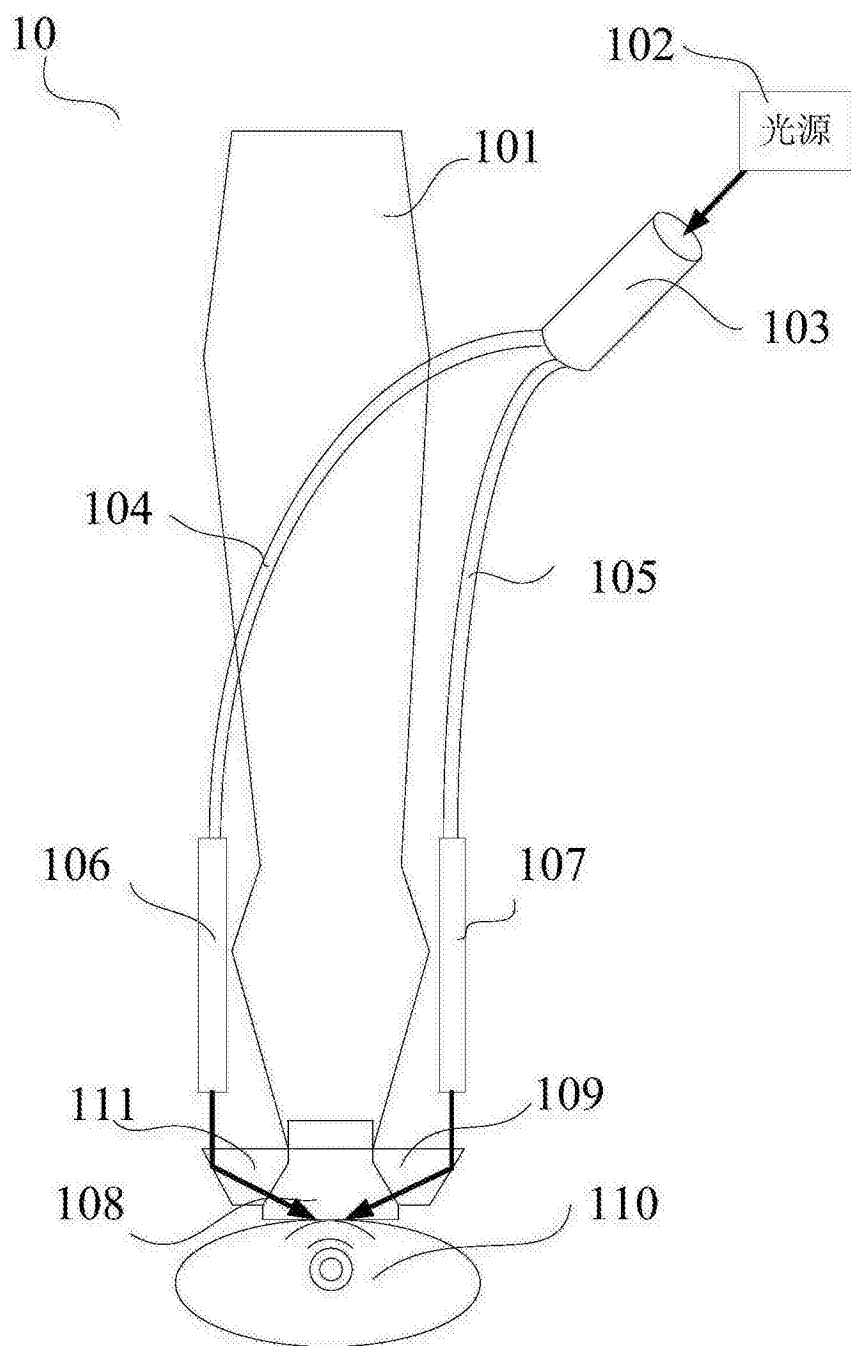


图 4

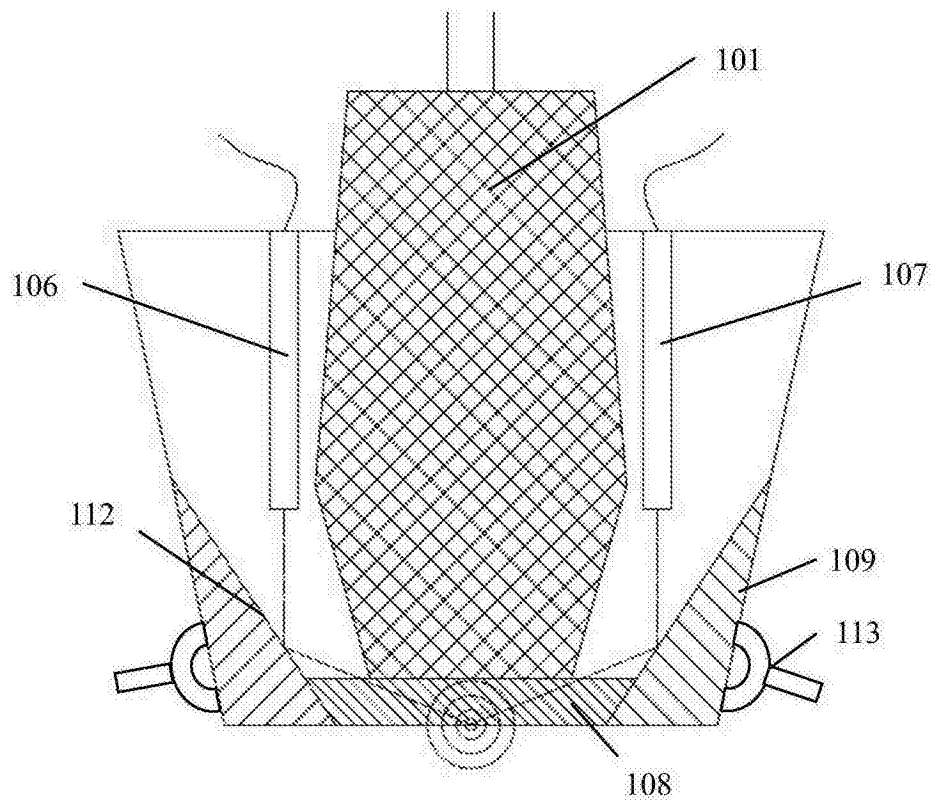


图 5

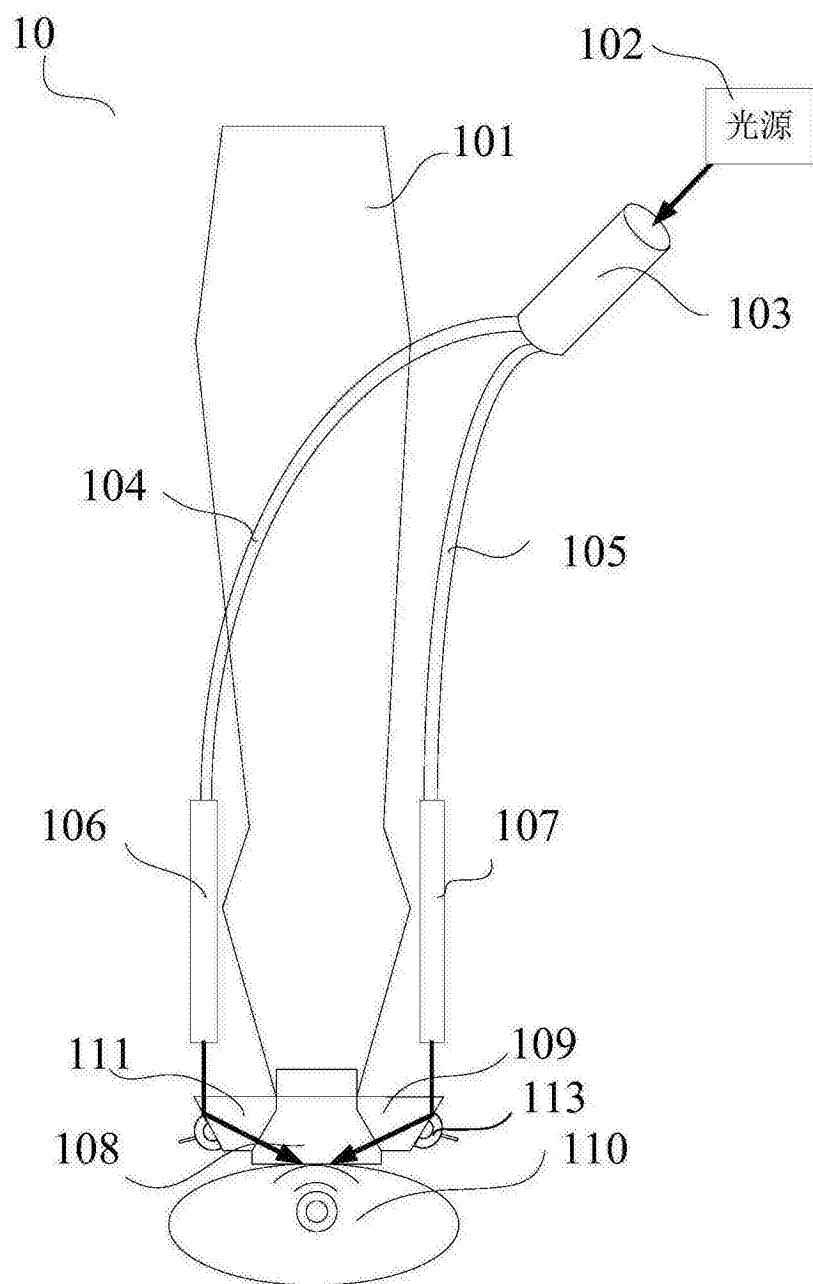


图 6

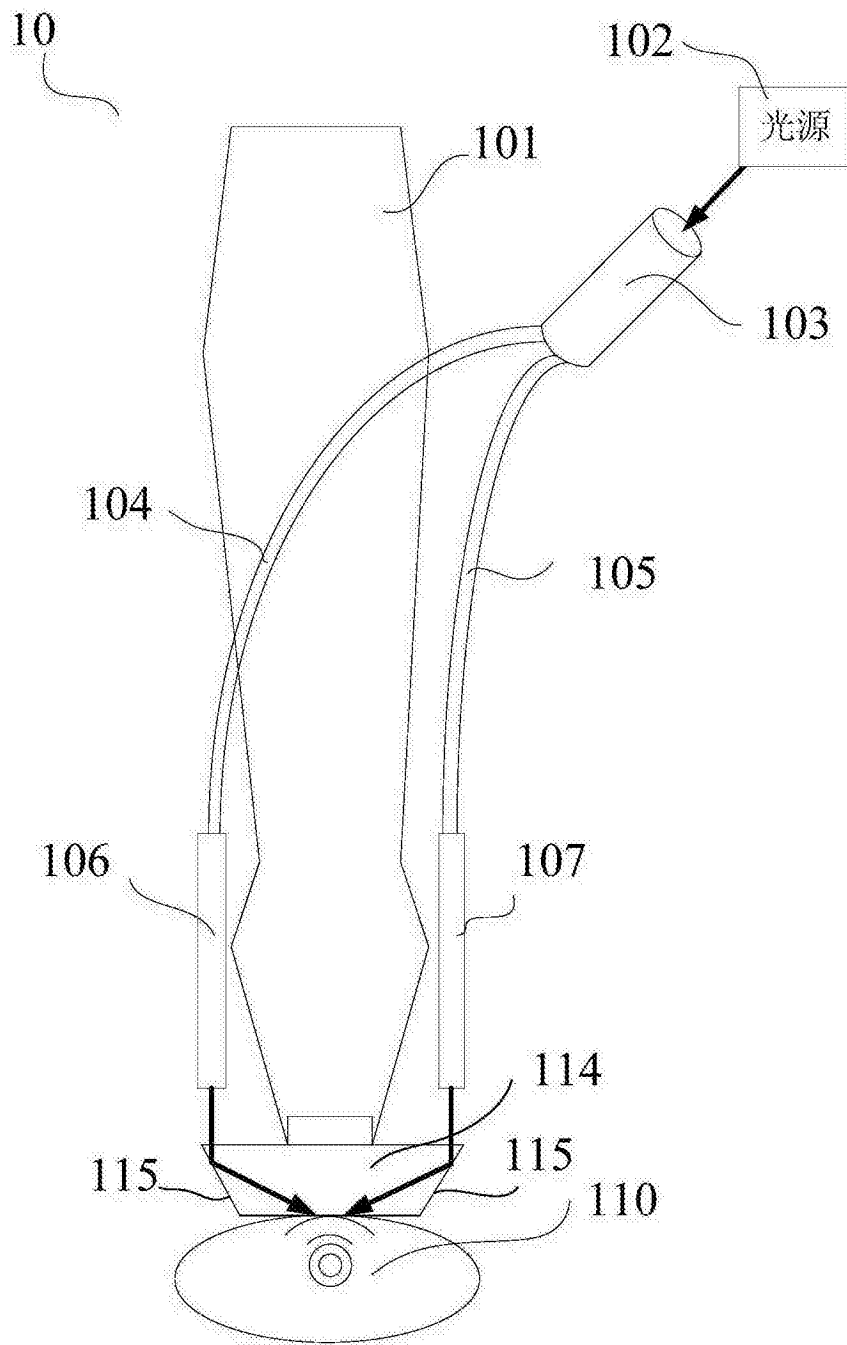


图 7

本发明提供了一种手持式光声成像探头，涉及光声成像技术领域。该探头包括一超声探头和一用于发射激发光的光源，激发光耦合于一第一光纤束；第一光纤束的末端分叉为第一光纤子束和第二光纤子束，第一光纤子束的末端和第二光纤子束的末端分别设置有第一长方体结构和第二长方体结构，位于超声探头两侧，且其出光方向与超声探头的探测方向平行；在超声探头的下端设置有一耦合模块；在耦合模块两侧分别设置有与第一长方体结构和第二长方体结构对应的光反射结构；从第一长方体结构和第二长方体结构射出的光经光反射结构反射汇聚于耦合模块底部，形成矩形光斑。从而照射待测对象，激发出光声信号，最终被超声探头探测到。

