



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108703744 A

(43)申请公布日 2018.10.26

(21)申请号 201810515835.9

(22)申请日 2018.05.25

(71)申请人 湖南大学

地址 410082 湖南省长沙市麓山区麓山南路麓山门

(72)发明人 王波 魏宁宁 苏天宁 熊文祥
肖嘉莹 彭宽 肖梦迪 庞未然
罗晓飞

(74)专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司 11283

代理人 黄志兴 赵东方

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

B06B 1/06(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

透明化超声换能器及应用

(57)摘要

本发明公开了一种透明化超声换能器(18)及应用,所述透明化超声换能器(18)包括透明化的压电单元(6)、透明化的电极(7)、透明化的背衬层(8);所述透明化的电极(7)附着在透明化的压电单元(6)的两面,两面附着有所述透明化的电极(7)的所述透明化的压电单元(6)黏贴在透明化的背衬层(8)上,连接导线封装形成透明化光声探头(15)。在应用中,为了降低透明化电极(7)的低导电率的影响,连接高输入阻抗的放大器进行信号放大以利于之后的信号采集探测。透明化超声换能器(18)在应用中可以降低设计的难度和成本,并增强光声探测的效果。

1. 一种透明化超声换能器,其特征在于,包括透明化的压电单元(6)、透明化的电极(7)、透明化的背衬层(8);所述透明化的电极(7)附着在透明化的压电单元(6)的两面,两面附着有所述透明化的电极(7)的所述透明化的压电单元(6)黏贴在透明化的背衬层(8)上。

2. 根据权利要求1所述的透明化超声换能器,其特征在于,所述透明化压电单元(6)采用PVDF压电薄膜或者铌酸锂单晶制作;所述透明化电极(7)采用石墨烯、电氧化物薄膜或者掺锡氧化铟制作,所述透明化背衬层采用透明材料制作;所述透明化电极(7)直接与所述透明化压电单元(6)接触,或者,通过一个透明化粘结层(9)或匹配层与所述透明化压电单元(6)相连,不直接与所述透明化压电单元(6)接触。

3. 根据权利要求1所述的透明化超声换能器,其特征在于,所述透明化电极(7)采用阵列式的电极图案,进行阵列聚焦;所述透明化电极(7)采用的电极图案是同心圆阵列。

4. 一种透明化的光声探头,其特征在于,包括透明化超声换能器(18)、透明化外壳(11)及导线(16);所述透明化外壳(11)上设有连接平台(17),所述透明化超声换能器(18)与所述连接平台(17)连接,所述导线(16)与所述透明化超声换能器(18)的透明化的电极(7)连接,所述导线(16)一端从透明化外壳(11)引出,另一端设有插头。

5. 一种基于透明化光声探头的光声探测系统,包括透明化光声探头(15)、放大器、信号采集系统,其特征在于,所述透明化光声探头(15)包括透明化超声换能器(18)、透明化外壳(11)及导线(16),所述放大器采用输入阻抗在兆欧以上高输入阻抗放大器,所述放大器与所述光声探头、所述信号采集系统分别连接。

6. 根据权利要求5所述的基于透明化光声探头的光声探测系统,其特征在于,所述放大器采用电荷放大器。

7. 根据权利要求5所述的基于透明化光声探头的光声探测系统,其特征在于,在所述高输入阻抗放大器与所述信号采集系统之间加装通常所用的超声或射频放大器,进一步放大信号,进行信号探测或成像。

8. 一种基于透明化超声换能器的透明化聚焦超声传感器,其特征在于,包括所述透明化超声换能器(18)和透明化声透镜(10),所述透明化声透镜(10)采用透明化的亚克力或者树脂制作,所述透明化声透镜(10)上附着所述透明化超声换能器(18)。

9. 一种基于透明化超声换能器的球形阵列光声层析成像系统,其特征在于,包括透明化超声换能器球型阵列、高输入阻抗放大器、信号采集系统,所述透明化超声换能器球型阵列包括多个透明化超声换能器(18)和透明支架,所述透明化超声换能器(18)安装在所述透明支架上,所述透明化超声换能器球型阵列与所述高输入阻抗放大器连接,所述高输入阻抗放大器与所述信号采集系统连接。

10. 一种基于透明化超声换能器的声聚焦光声内窥探头,其特征在于,包括光束整形透镜(14)、透明化超声换能器(18)、透明化声透镜(10)、45度旋转光超声反射镜(13)、透明化外壳(11)、导线(16),所述透明化外壳(11)一端设有圆孔,所述45度旋转光超声反射镜(13)一边通过转动轴穿插与圆孔中,所述光束整形透镜(14)、透明化超声换能器(18)、透明化声透镜(10)依次安装在透明化外壳(11)的另一端,所述透明化外壳(11)的另一端与内窥镜连接,所述导线(16)从所述透明化外壳(11)中引出,另一端设有插头。

透明化超声换能器及应用

技术领域

[0001] 本发明涉及一种探测装置,具体地涉及一种透明化的光声探头及应用。

背景技术

[0002] 光声成像是一种基于光声效应的,具有巨大生物医学应用潜力的新兴的成像技术。在光声效应中,当超短脉冲激光照射到组织上时,由于部分的光子被生物组织吸收,组织因此受热瞬时膨胀产生超声并被超声换能器探测得到,最终通过对所得超声信号的分析,就可以得到组织内吸收体的分布情况。由于光声成像利用光进行信号的激发,并利用受组织散射较小的超声作为信号探测手段,因此其结合了光成像中组织高光学对比度,以及超声成像中高超声分辨率以及高穿透深度的特点,目前已被广泛应用于肿瘤检测、组织血管成像等各种生物医学应用中。

[0003] 然而在通常的光声成像或检测中,其所用的超声换能器一般采用压电陶瓷、压电单晶或压电复合材料,以及PVDF等压电材料作为压电单元;其电极也一般采用金属电极;此外,很多情况下,超声换能器的背衬材料、声透镜材料等一般也是不透明的,因此整个超声换能器通常是不透明的。在这种情况下,为了进行光声成像,一般采用照射光路绕开超声换能器超声探测路线的方式;或者定制中空的超声换能器,在超声换能器上保留可以通光的小孔来进行光照明,极大的增加了系统设计的难度和成本。同时这种情况下,也很难达到最好的光照效果。有时候,也会为了较好的光照效果牺牲超声探测的效果。

发明内容

[0004] 本发明的目的是为了克服现有技术存在的超声换能器不透明增加系统设计难度及成本和影响光照效果的问题,提供一种透明化超声换能器的,所述透明化超声换能器具有可以允许光声探测中入射光较小的受到超声换能器的影响,使得系统设计有更好的自由度,并且尽可能的增强光声探测的效果。

[0005] 为了实现上述目的,本发明一方面提供一种透明化超声换能器,包括透明化的压电单元、透明化的电极、透明化的背衬层;将所述透明化的电极附着在透明化的压电单元的两面,将两面附着有所述透明化的电极的所述透明化的压电单元黏贴在透明化的背衬层上。

[0006] 进一步地,所述透明化压电单元采用PVDF压电薄膜,或者铌酸锂单晶等透明化的压电材料制作;所述透明化电极采用石墨烯、电氧化物薄膜(TCOs)或者掺锡氧化铟(ITO)等常用透明电极材料制作,所述透明化背衬层采用透明材料制作;所述透明化电极直接与所述透明化压电单元接触,或者,通过一个透明化粘结层或匹配层与所述透明化压电单元相连,不直接与所述透明化压电单元接触。

[0007] 进一步地,所述透明化电极采用阵列式的电极图案,进行阵列聚焦;所述透明化电极采用的电极图案是同心圆阵列。

[0008] 本发明第二方面提供一种透明化的光声探头,包括透明化超声换能器、透明化外

壳及导线;所述透明化外壳上设有连接平台,所述透明化超声换能器与所述连接平台连接,所述导线与所述透明化超声换能器的透明化的电极连接,所述导线一端从透明化外壳引出,另一端设有插头。

[0009] 本发明第三方面提供一种基于透明化光声探头的光声探测系统,包括透明化光声探头、放大器、信号采集系统,所述透明化光声探头包括透明化超声换能器、透明化外壳及导线,所述放大器采用输入阻抗在兆欧以上高输入阻抗放大器,所述放大器与所述透明化光声探头、所述信号采集系统分别连接。

[0010] 进一步地,所述放大器采用电荷放大器。

[0011] 进一步地,在所述高输入阻抗的放大器与所述信号采集系统之间加装通常所用的超声或射频放大器,进一步放大信号,进行信号探测或成像。

[0012] 本发明第四方面提供一种基于透明化超声换能器的透明化聚焦超声传感器,包括所述透明化超声换能器和透明化声透镜,所述透明化声透镜采用透明化的亚克力或者树脂制作,所述透明化声透镜上附着所述透明化超声换能器。

[0013] 本发明第五方面提供一种基于透明化超声换能器的球形阵列光声层析成像系统,包括透明化超声换能器球型阵列、高输入阻抗放大器、信号采集系统,所述透明化超声换能器球型阵列包括多个透明化超声换能器和透明支架,所述透明化超声换能器安装在所述透明支架上,所述透明化超声换能器球型阵列与所述高输入阻抗放大器连接,所述高输入阻抗放大器与所述信号采集系统连接。

[0014] 本发明第六方面提供一种基于透明化超声换能器的声聚焦光声内窥探头,其特征在于,包括光束整形透镜、透明化超声换能器、透明化声透镜、45度旋转光超声反射镜、透明化外壳、导线,所述透明化外壳一端设有圆孔,所述45度旋转光超声反射镜一边通过转动轴穿插与圆孔中,所述光束整形透镜、透明化超声换能器、透明化声透镜依次安装在透明化外壳的另一端,所述透明化外壳的另一端与内窥镜连接,所述导线从所述透明化外壳中引出,另一端设有插头。

[0015] 通过上述技术方案,本发明的有益效果是:在常用的光声探测系统中,由于所用的超声换能器一般是不透明的,因此系统中的入射光路,以及声探测部分是分开的。这不仅极大的增加了系统设计的难度,而且不可避免的会在入射光照明和声探测之间进行平衡,影响了系统光声探测的效果。本发明提出了一种透明化超声换能器的实现方案,使得光的入射可以不受超声探头本身的限制,给与了系统极大的自由度,从而在多种应用场合下能极大的提升系统的综合性能。

[0016] 此外,本发明所提出的透明化超声传感器以及其信号探测方法,还可以应用在需要透明化超声传感器的场合,如光学检测和超声探测同时需要的情况,以及需要透过超声探测器进行光学观测的情况等。

附图说明

[0017] 图1a是探头中超声换能器布置示意图;

[0018] 图1b是探头中超声换能器布置示意图;

[0019] 图1c是探头中超声换能器布置示意图;

[0020] 图2是透明化光声探头的结构示意图;

- [0021] 图3是基于透明化光声探头的光声探测系统结构示意图；
- [0022] 图4a是透明化超声换能器组成示意图；
- [0023] 图4b是透明化超声换能器组成示意图；
- [0024] 图4c是透明化超声换能器组成示意图；
- [0025] 图5是采用不同浓度石墨烯溶液所制的透明化光声探头探测效率的比较图；
- [0026] 图6是通常的基于球形阵列的光声层析成像系统结构示意图；
- [0027] 图7是基于透明化超声换能器的球形阵列光声层析成像系统结构图；
- [0028] 图8是基于透明化超声换能器的声聚焦光声内窥探头结构图。
- [0029] 附图标记说明
- | | | | |
|--------|-----------------|--------------|-------------|
| [0030] | 1 超声换能器 | 2 入射光束 | 3 环形反射镜 |
| [0031] | 4 样品组织 | 5 光纤 | 6 透明化压电单元 |
| [0032] | 7 透明化电极 | 8 透明化背衬层 | 9 透明化粘结层 |
| [0033] | 10 透明化声透镜 | 11 透明外壳 | 12 超声 |
| [0034] | 13 45度旋转光/超声反射镜 | 14 光束整形透镜 | 15 透明化光声探头 |
| [0035] | 16 导线 | 17 连接平台 | 18 透明化超声换能器 |
| [0036] | 19 透明化超声换能器球形阵列 | 20 超声换能器球形阵列 | |

具体实施方式

[0037] 实施例1

[0038] 如图4a所示,所述透明化超声换能器18采用PVDF薄膜或其衍生物等透明压电材料作为透明化压电单元6,采用石墨烯透明导电薄膜作为透明化电极7,在所述透明化压电单元6表面附着所述透明化电极7,将两面附着有石墨烯透明导电薄膜的PVDF压电薄膜黏贴在透明化背衬层8上制作成透明化超声换能器18;另外,电极材料可以用电氧化物薄膜(TCOs)或者掺锡氧化铟(ITO)等透明化导电薄膜替代;压电材料可以用铌酸锂等透明化的其它压电材料替代;透明化背衬层8可以用透明化材料替代。

[0039] 如图4b所示,所述透明化电极7也可以不直接接触所述压电单元,而是通过一个透明化粘结层9或匹配层和所述透明化压电单元6相连。

[0040] 如图4c所示,在所述透明化超声换能器18上还可以附着透明化的亚克力或者树脂材质的透明化声透镜10,来制作成透明化的聚焦超声传感器。

[0041] 实施例2

[0042] 如图2所示,一种透明化光声探头15,包括透明化超声换能器18、透明化外壳11及导线16;所述透明化外壳11上设有连接平台17,所述透明化超声换能器18与所述连接平台17连接,所述导线16与所述透明化超声换能器18的透明化电极7连接,所述导线16一端从透明化外壳11引出,另一端设有插头。

[0043] 实施例3

[0044] 如图3所示,基于透明化光声探头的光声探测系统,包括透明化光声探头15、放大器、信号采集系统,所述透明化光声探头15包括透明化超声换能器18、透明化外壳11及导线16,与所述透明化光声探头15相连的放大器采用输入阻抗在兆欧以上高输入阻抗的放大器,所述放大器连接所述信号采集系统,在所述高输入阻抗的放大器与所述信号采集系统

之间可以加装通常所用的超声或射频放大器,进一步放大信号;所述放大器连接所述信号采集系统,所述信号采集系统将信号传输给计算机分析;在光声效应中,当超短脉冲激光照射到样品组织4上时,由于入射光束2的部分光子被生物样品组织4吸收,样品组织4因此受热瞬时膨胀产生超声并被安装有透明化超声换能器18的所述透明化光声探头15探测得到,超声信号通过所述透明化超声换能器18和所述高输入阻抗的放大器的转换强化后,被信号采集系统采集,最终传输到计算机进行分析。

[0045] 在通常的光声成像中,由于其超声换能器1的电极一般采用金属电极,其导电性很高。相应的,目前在光声或者超声探测中,所用的信号放大器一般用低输入阻抗的电压放大器(典型的为50或75欧输入阻抗),如通常专用的超声放大器或者射频放大器等。然而,由于透明化电极材料的导电率较低,阻抗很大,因此采用电压放大器就会造成输入电压非常低,不能进行信号的有效探测。在本发明中,与透明化光声探头15相连的为高输入阻抗的放大器(输入阻抗为兆欧以上),因此可以很好的匹配透明化电极7的高阻抗,从而有效的进行信号的探测。

[0046] 实施例4

[0047] 如图7所示,基于透明化超声换能器的球形阵列光声层析成像系统,包括透明化超声换能器球形阵列、高输入阻抗的放大器、信号采集系统及光声层析成像系统,球形阵列支架做成透明的,所述球形阵列支架表面安装有一定数量的透明化的超声换能器形成所述透明化超声换能器球形阵列,,所述透明化超声换能器球形阵列连接高输入阻抗的放大器,所述高输入阻抗的放大器连接所述信号采集系统,所述信号采集系统将信号传输给计算机进行层析成像;允许入射光束2直接从阵列外表面面对目标进行照明,这样不仅极大的简化了系统设计的难度,而且给了照明更大的自由度,使得可以从多方向对物体进行更均匀的照明,得到更强的成像效果。

[0048] 实施例5

[0049] 如图8所示,基于透明化超声换能器的声聚焦光声内窥探头,包括光束整形透镜14、透明化超声换能器18、透明化声透镜10、45度旋转光超声反射镜13、透明化外壳11、导线16,所述透明化外壳11一端设有圆孔,所述45度旋转光超声反射镜13一边通过转动轴穿插与圆孔中,所述光束整形透镜14、透明化超声换能器18、透明化声透镜10依次安装在透明化外壳11的另一端,所述透明化外壳11的另一端与内窥镜连接,所述导线16从所述透明化外壳11中引出,另一端设有插头。

[0050] 本例中入射光束2可以直接穿过带有透明化声透镜10的透明化超声换能器18,然后经过45度旋转光/超声反射镜13对探头侧向的样品组织4进行照明,然后收集侧向反射回来的超声12信号。其中,为了控制入射光束2照射方式,以及克服透明声学透镜对入射光束2的影响,还可以在透明化光声探头15前加一套光束整形透镜14组来使得光聚焦在目标上,或者给与目标更均匀的照明。此外,在本例中入射光束2可以采用自由光的形式。这样可以产生更大的光通过面积和光照强度,并更容易控制入射光的照明方式,使得光穿透物体更深更均匀,从而显著的增强光声内窥成像的穿透深度以及成像效果。

[0051] 实施例6

[0052] 如图5所示,采用不同体积百分比的石墨烯溶液[PEDOT:PSS溶液,PEDOT是EDOT(3,4-乙烯二氧噻吩单体)的聚合物,PSS是聚苯乙烯磺酸盐]制作的透明化PVDF薄膜探头进行

超声探测时,所得信号的幅值大小。其中,原石墨烯溶液(PEDOT:PSS溶液)固含量为1.0%~1.5%,导电率为450~600S/cm。制作时,可以将此石墨烯溶液(PEDOT:PSS溶液)和不同比例的纯净水混合,滴在PVDF薄膜表面自然风干形成电极。试验中,采用一个10MHz的超声平探头发出超声信号,在距离5cm位置处用制作的PVDF透明化探头来进行接收。从图中可以看出,随着石墨烯溶液体积分数的降低(其透光率将明显降低),其得到的超声信号强度开始时基本保持不变(和采用金属电极的PVDF探头探测效率相当),而只有当PEDOT:PSS溶液的体积分数降低到2%以下时,其得到的超声信号强度才开始降低,这时探头已有非常好的透光率,其中光主要是被探头各层所反射,吸收的非常少。不过,随着制作工艺的改进,其透光率能有更大程度的提升。

[0053] 对比例1

[0054] 如图1a、1b、1c所示,图1a中入射光束2需要通过环形反射镜3形成一个环形光束绕过聚焦超声换能器对样品组织4进行照射成像;图1b中,采用光垂直入射的方式进行照明,但是超声换能器1斜置来探测;图1c中,采用中空的超声换能器1,让光纤5通过超声换能器1中心的小孔进行光入射。这些系统中由于超声换能器1是不透光的,因此极大的增大了系统设计的难度,并降低了可能达到的最佳光声探测效果。

[0055] 对比例2

[0056] 如图6所示,典型的基于球形阵列的光声层析成像系统。一定数量超声探测器1在球形阵列表面分布安装形成一个超声探测器球形阵列20。由于超声探测器1是不透明的,所以入射光束2一般从阵列顶部照明,或在超声探测器球形阵列20上安装多支光纤进行照明。此外,为了增强系统成像的效果,一般还需要在进行扫描的时候,转动整个超声探测器球形阵列20,以便接收更多角度上的光声信号。因此极大的增大了系统设计的难度,并降低了可能达到的最佳光声探测效果。

[0057] 以上结合附图详细描述了本发明的优选实施方式,但是,本发明并不限于此。

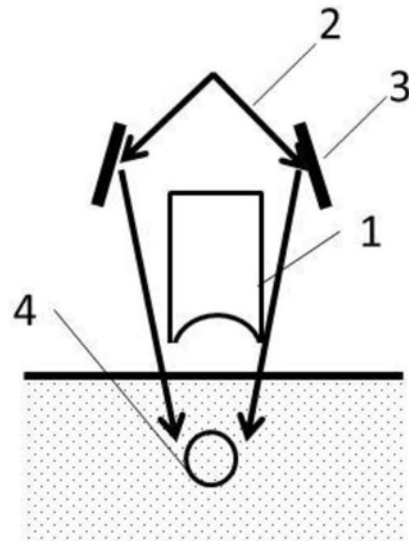


图1a

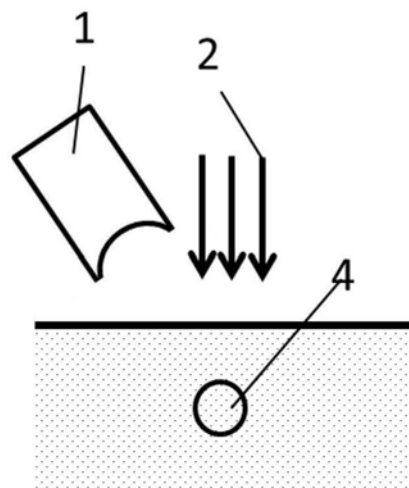


图1b

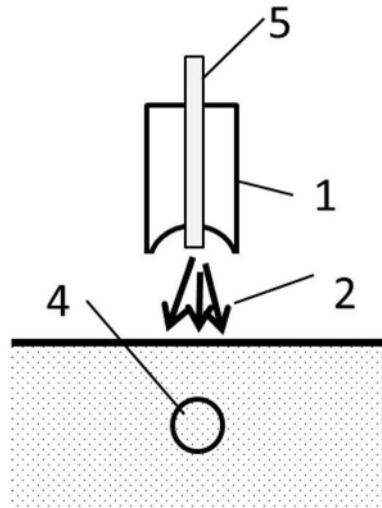


图1c

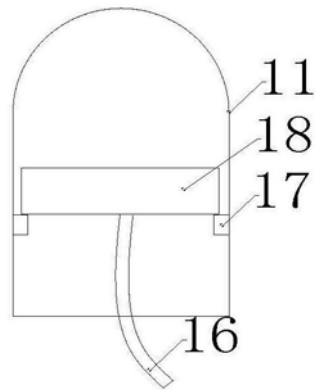


图2

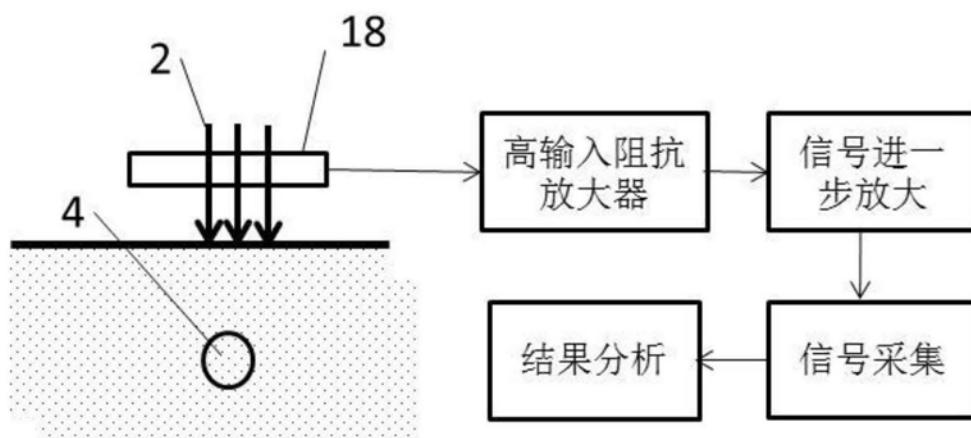


图3

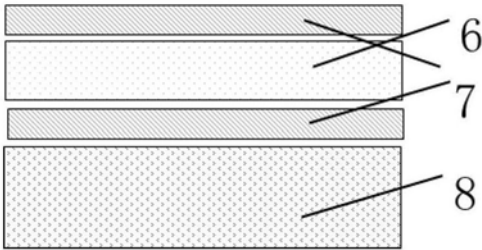


图4a

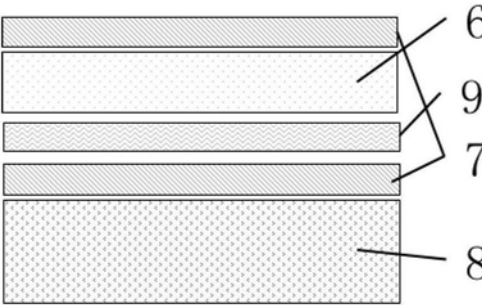


图4b

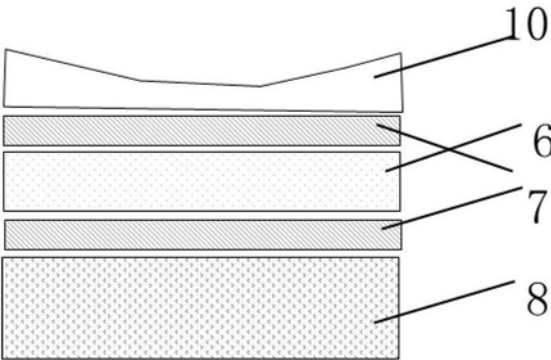


图4c

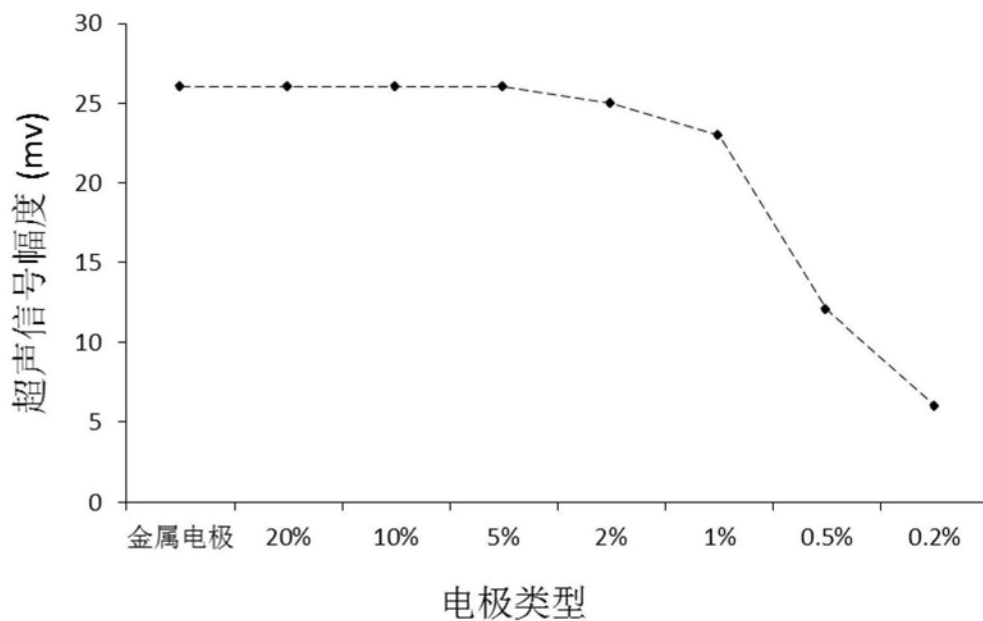


图5

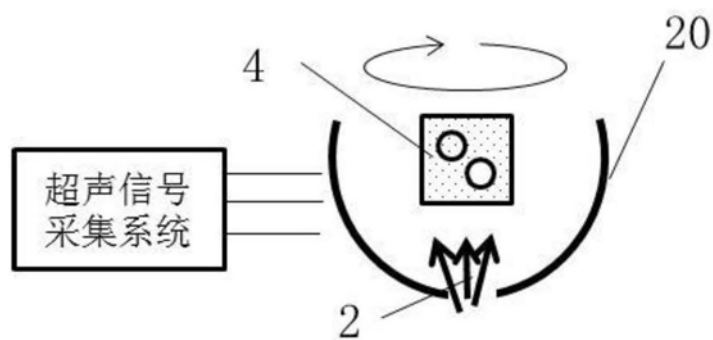


图6

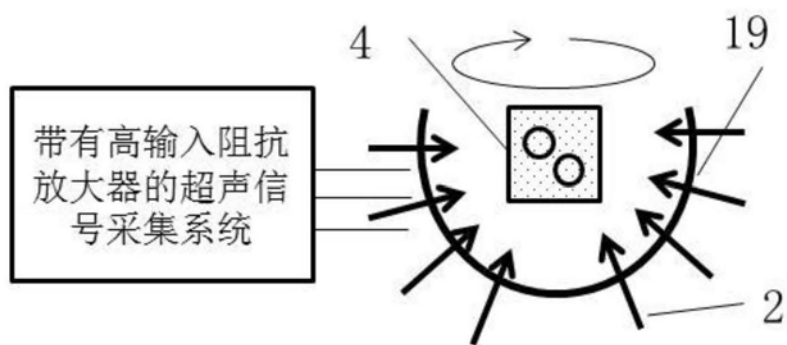


图7

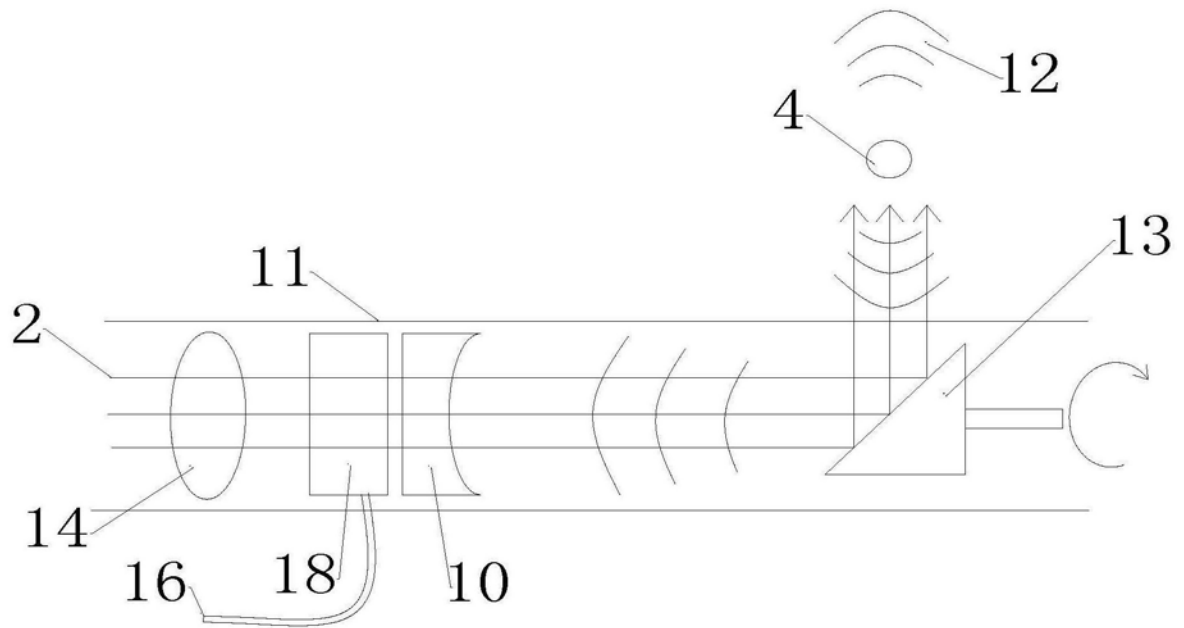


图8

专利名称(译)	透明化超声换能器及应用		
公开(公告)号	CN108703744A	公开(公告)日	2018-10-26
申请号	CN201810515835.9	申请日	2018-05-25
[标]申请(专利权)人(译)	湖南大学		
申请(专利权)人(译)	湖南大学		
当前申请(专利权)人(译)	湖南大学		
[标]发明人	王波 魏宁宁 苏天宁 熊文祥 肖嘉莹 彭宽 肖梦迪 庞未然 罗晓飞		
发明人	王波 魏宁宁 苏天宁 熊文祥 肖嘉莹 彭宽 肖梦迪 庞未然 罗晓飞		
IPC分类号	A61B5/00 B06B1/06		
CPC分类号	A61B5/0095 B06B1/06 B06B2201/76		
代理人(译)	黄志兴 赵东方		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种透明化超声换能器(18)及应用，所述透明化超声换能器(18)包括透明化的压电单元(6)、透明化的电极(7)、透明化的背衬层(8)；所述透明化的电极(7)附着在透明化的压电单元(6)的两面，两面附着有所述透明化的电极(7)的所述透明化的压电单元(6)黏贴在透明化的背衬层(8)上，连接导线封装形成透明化光声探头(15)。在应用中，为了降低透明化电极(7)的低导电率的影响，连接高输入阻抗的放大器进行信号放大以利于之后的信号采集探测。透明化超声换能器(18)在应用中可以降低设计的难度和成本，并增强光声探测的效果。

