



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105903667 A

(43)申请公布日 2016.08.31

(21)申请号 201610307366.2

(22)申请日 2016.05.10

(71)申请人 广州佰奥廷电子科技有限公司

地址 510000 广东省广州市萝岗区科学城
科研路3号

(72)发明人 许栋 马海钢 纪轩荣

(74)专利代理机构 广州市一新专利商标事务所
有限公司 44220

代理人 刘兴耿

(51)Int.Cl.

B06B 1/06(2006.01)

A61B 8/00(2006.01)

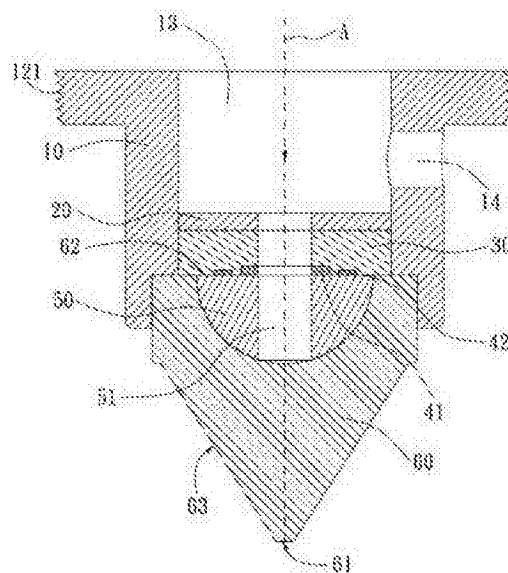
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

双频中空聚焦超声探测器

(57)摘要

本发明涉及一种双频中空聚焦超声探测器，包括：筒状外壳、设于外壳的声学聚焦透镜、层叠设置于外壳内部的环状吸声材料层和环状背衬材料层、设于背衬材料层上且朝向声学聚焦透镜设置的环状超声换能器以及与超声换能器电性连接的信号线；外壳的侧壁开设有用于引出信号线的出线孔；声学聚焦透镜包括呈半球形的第一透镜部以及呈类圆锥体的第二透镜部。入射激光与探测器同轴，提高分辨率和检测灵敏度，成像效果较佳；利用两种不同声阻抗声学材料的第一透镜部以及第二透镜部实现光声信号准直，实现声学聚焦，提高了声学分辨率。两种不同主频的超声换能器，提高双频中空聚焦超声探测器的宽频带性能，可获取被检测部位的横向和纵向上更多病理信息。



1. 一种双频中空聚焦超声探测器, 其特征在于, 包括: 筒状外壳、设于所述外壳的一端部的声学聚焦透镜、层叠设置于所述外壳内部的环状吸声材料层和环状背衬材料层、设于所述背衬材料层上且朝向所述声学聚焦透镜设置的环状超声换能器、以及与所述超声换能器电性连接的信号线; 所述外壳的侧壁开设有用于引出所述信号线的出线孔; 所述声学聚焦透镜包括呈半球形结构的第一透镜部以及呈类圆锥体结构的第二透镜部, 所述第二透镜部的下底面开设有半球形凹槽, 所述第一透镜部嵌设于所述半球形凹槽内; 所述第一透镜部的中部开设有通光孔, 所述吸声材料层、所述背衬材料层、所述超声换能器以及所述声学聚焦透镜同轴设置; 所述超声换能器包括位于内圈的环状低频超声换能器以及位于外圈的环状高频超声换能器, 所述低频超声换能器与所述高频超声换能器同轴设置。

2. 根据权利要求1所述的双频中空聚焦超声探测器, 其特征在于, 所述低频超声换能器以及所述高频超声换能器中压电元件为PVDF压电薄膜, 所述低频超声换能器的PVDF压电薄膜的厚度大于所述高频超声换能器的PVDF压电薄膜的厚度。

3. 根据权利要求1所述的双频中空聚焦超声探测器, 其特征在于, 所述吸声材料层包括质量比为1.35:0.5~2:1~5:0.02~0.1的环氧树脂、氧化铝粉、玻璃微球、碳粉, 经过搅拌混合、抽真空、烘干固化处理。

4. 根据权利要求1所述的双频中空聚焦超声探测器, 其特征在于, 所述背衬材料层包括质量比为1.35:1~3:0.02~0.1的环氧树脂、氧化铝粉、碳粉, 经过搅拌混合、抽真空、烘干固化处理。

5. 根据权利要求1所述的双频中空聚焦超声探测器, 其特征在于, 所述第一透镜部相对于所述第二透镜部为声密介质, 所述第二透镜部相对于所述第一透镜部为声疏介质。

6. 根据权利要求5所述的双频中空聚焦超声探测器, 其特征在于, 所述第一透镜部由PVC塑料制成, 所述第二透镜部由无色透明的PMMA塑料制成。

7. 根据权利要求1所述的双频中空聚焦超声探测器, 其特征在于, 所述第二透镜部的上底面为抛光面, 所述第二透镜部的侧面为磨砂面。

8. 根据权利要求1所述的双频中空聚焦超声探测器, 其特征在于, 所述吸声材料层与所述背衬材料层之间、所述第一透镜部与所述第二透镜部之间通过光学环氧树脂胶水粘贴在一起。

9. 根据权利要求1所述的双频中空聚焦超声探测器, 其特征在于, 还包括: 第一银带、第二银带以及PCB板, 所述PCB板设于所述吸声材料层上, 所述PCB板上设有正电极连接点和负电极连接点; 所述第一银带分别与所述正电极连接点以及所述高频超声换能器和所述低频超声换能器的正电极电性连接, 所述第二银带分别与所述负电极连接点以及所述高频超声换能器和所述低频超声换能器的负电极电性连接; 所述信号线包括: 与所述正电极连接点焊接的第一芯线、与所述负电极连接点焊接的第二芯线、以及与所述外壳电性连接电性连接的地线。

10. 根据权利要求9所述的双频中空聚焦超声探测器, 其特征在于, 所述PCB板的个数为两个, 所述正电极连接点和所述负电极连接点分别一一对应设于两个所述PCB板上。

双频中空聚焦超声探测器

技术领域

[0001] 本发明涉及光声成像技术领域,特别是涉及一种双频中空聚焦超声探测器。

背景技术

[0002] 光声成像是近年来发展的一种新型无损生物医学成像技术,它结合了纯光学成像的高对比度以及纯超声成像的高分辨率的优点。该成像技术以短脉冲激光作为激励源,以及由此激发的超声信号作为信息载体,通过相应的图像重建算法重建组织内部结构和功能信息的成像方法。该技术结合了光学成像和声学成像的特点,可提供深层组织高分辨率和高对比度的组织层析图像,在生物医学临床诊断以及在体成像领域具有广泛的应用前景。

[0003] 目前,光声成像的超声探测器大多是非中空超声探测器,不能保证入射光与超声探测器同轴,以至于难以提高显微成像系统的分辨率和检测灵敏度,同时在整个光路上要保证激光的有效传输,图像效果不能达到最佳;虽然也有超声探测器采用中空的模式,但在工作时不便与被检测部位表面进行耦合,不能完全适用于光声显微仪器在临床上的应用;而且,现有的超声探测器的频带比较窄,难以提取更多被检测部位的组织信息。

发明内容

[0004] 基于此,有必要针对上述问题,提供一种双频中空聚焦超声探测器。该双频中空超声探测器具有较佳的成像效果、便于与被检测部位表面耦合、宽频带、实用性强的特点,能够适配各种超声/光声显微成像系统,更重要的是能够适配于临床检测的超声/光声显微成像仪器。

[0005] 一种双频中空聚焦超声探测器,包括:筒状外壳、设于所述外壳的一端部的声学聚焦透镜、层叠设置于所述外壳内部的环状吸声材料层和环状背衬材料层、设于所述背衬材料层上且朝向所述声学聚焦透镜设置的环状超声换能器、以及与所述超声换能器电性连接的信号线;所述外壳的侧壁开设有用于引出所述信号线的出线孔;所述声学聚焦透镜包括呈半球形结构的第一透镜部以及呈类圆锥体结构的第二透镜部,所述第二透镜部的下底面开设有半球形凹槽,所述第一透镜部嵌设于所述半球形凹槽内;所述第一透镜部的中部开设有通光孔,所述吸声材料层、所述背衬材料层、所述超声换能器以及所述声学聚焦透镜同轴设置;所述超声换能器包括位于内圈的环状低频超声换能器以及位于外圈的环状高频超声换能器,所述低频超声换能器与所述高频超声换能器同轴设置。

[0006] 在其中一个实施例中,所述低频超声换能器以及所述高频超声换能器中压电元件为PVDF压电薄膜,所述低频超声换能器的PVDF压电薄膜的厚度大于所述高频超声换能器的PVDF压电薄膜的厚度。

[0007] 在其中一个实施例中,所述吸声材料层包括质量比为1.35:0.5~2:1~5:0.02~0.1的环氧树脂、氧化铝粉、玻璃微球、碳粉,经过搅拌混合、抽真空、烘干固化处理。

[0008] 在其中一个实施例中,所述背衬材料层包括质量比为1.35:1~3:0.02~0.1的环氧树脂、氧化铝粉、碳粉,经过搅拌混合、抽真空、烘干固化处理。

[0009] 在其中一个实施例中,所述第一透镜部相对于所述第二透镜部为声密介质,所述第二透镜部相对于所述第一透镜部为声疏介质。

[0010] 在其中一个实施例中,所述第一透镜部由PVC塑料制成,所述第二透镜部由无色透明的PMMA塑料制成。

[0011] 在其中一个实施例中,所述第二透镜部的上底面为抛光面,所述第二透镜部的侧面为磨砂面。

[0012] 在其中一个实施例中,所述吸声材料层与所述背衬材料层之间、所述第一透镜部与所述第二透镜部之间通过光学环氧树脂胶水粘贴在一起。

[0013] 在其中一个实施例中,还包括:第一银带、第二银带以及PCB板,所述PCB板设于所述吸声材料层上,所述PCB板上设有正电极连接点和负电极连接点;所述第一银带分别与所述正电极连接点以及所述高频超声换能器和所述低频超声换能器的正电极电性连接,所述第二银带分别与所述负电极连接点以及所述高频超声换能器和所述低频超声换能器的负电极电性连接;所述信号线包括:与所述正电极连接点焊接的第一芯线、与所述负电极连接点焊接的第二芯线、以及与所述外壳电性连接电性连接的地线。

[0014] 在其中一个实施例中,所述PCB板的个数为两个,所述正电极连接点和所述负电极连接点分别一一对应设于两个所述PCB板上。

[0015] 在实际应用中,入射激光与双频中空聚焦超声探测器同轴,以保证在整个光路上入射激光的有效传输,提高系统的分辨率和检测灵敏度,成像效果较佳;利用两种不同声阻抗声学材料的第一透镜部以及第二透镜部实现光声信号准直,从而提高了光声信号检测的灵敏度,同时实现声学聚焦,减小了双频中空聚焦超声探测器的声场直径,从而提高了声学分辨率。

[0016] 双频中空聚焦超声探测器包括两种不同主频的低频超声换能器和高频超声换能器,具有两种不同的声学频带,通过带宽叠加可以有效的提高双频中空聚焦超声探测器的宽频带性能,可获取被检测部位的横向上更多病理信息;根据惠更斯原理,利用亥姆霍兹-基尔霍夫积分定理计算超声阵元的发射声场,通过改变不同超声阵元直径、阵元主频来观察声焦长、焦斑直径、焦深的变化,能够有效的增大声场的焦深长度,实现了超声/光声显微成像系统在纵向上的多尺度成像,可获取被检测部位的纵向上更多病理信息,成像效果较佳。

附图说明

[0017] 图1为本发明一较佳实施例的双频中空聚焦超声探测器的结构示意图;

图2为图1中所示双频中空聚焦超声探测器的剖视图;

图3为图2中所示低频超声换能器的回波信号时域图和频域图;

图4为图2中所示高频超声换能器的回波信号时域图和频域图。

具体实施方式

[0018] 为了便于理解本发明,下面将参照相关附图对本发明进行更全面的描述。附图中给出了本发明的较佳实施例。但是,本发明可以以许多不同的形式来实现,并不限于本文所描述的实施例。相反地,提供这些实施例的目的是使对本发明的公开内容的理解更加透彻

全面。

[0019] 如图1和图2所示,本发明一较佳实施例的双频中空聚焦超声探测器100,包括:筒状外壳10、声学聚焦透镜、环状吸声材料层20、环状背衬材料层30、环状超声换能器以及与超声换能器电性连接的信号线(图未示)。外壳10具有第一端部11、第二端部12以及贯通第一端部11和第二端部12的孔道13。

[0020] 声学聚焦透镜设于外壳10的第一端部11,声学聚焦透镜包括呈半球形结构的第一透镜部50以及呈类圆锥体结构的第二透镜部60。第二透镜部60包括截头圆锥和圆柱体,截头圆锥与圆柱体一体成型。在第二透镜部60与外壳10的连接方式上,既可以采用如图2所示,将第二透镜部60的圆柱体嵌入外壳10,并通过胶水将第二透镜部60与外壳10粘牢,也可以采用将第二透镜部60的圆柱体与外壳10通过螺纹连接的方式。

[0021] 外壳10的第二端部12的外壁设有外螺纹121,便于通过螺纹连接的方式安装在超声/光声显微成像仪器上。外壳10的侧壁开设有用于引出信号线的出线孔14。

[0022] 第二透镜部60具有上底面61、下底面62以及位于上底面61和下底面62之间的侧面63,其中,上底面61的面积小于下底面62的面积。第二透镜部60的上底面61为抛光面,用于在光声成像中接收垂直入射的人体被检测部位发出的超声波,便于与被检测部位表面耦合。第二透镜部60的侧面63为磨砂面,防止外部杂乱超声波通过侧面63进入,具有滤波效果。第一透镜部50相对于第二透镜部60为声密介质,第二透镜部60相对于第一透镜部50为声疏介质。例如,第一透镜部50由PVC(polyvinyl chloride,聚氯乙烯)塑料制成,声速为2.04km/s;第二透镜部60由无色透明的PMMA(polymethyl methacrylate,聚甲基丙烯酸甲酯)塑料制成,声速为2.72km/s,透光率大于95%。第二透镜部60的下底面62开设有半球形凹槽,第一透镜部50嵌设于半球形凹槽内,第一透镜部50的中部开设有通光孔51,第二透镜部60的曲率半径与半球形凹槽的曲率半径相同,例如,第一透镜部50以及半球形凹槽的曲率半径均为5mm,通光孔51的孔径为2mm。需要说明的是,第一透镜部50的凸球面经过物理抛光处理,采用光学环氧树脂胶水将第一透镜部50粘贴在第二透镜部60的半球形凹槽内。在粘贴过程中确保第一透镜部50和第二透镜部60同轴配置,两者之间无气泡。

[0023] 吸声材料层20和背衬材料层30层叠设置于外壳10的孔道13内,较佳的,吸声材料层20与背衬材料层30之间通过光学环氧树脂胶水粘贴在一起。本实施例中,吸声材料层20包括质量比为1.35:0.5~2:1~5:0.02~0.1的环氧树脂、氧化铝粉、玻璃微球、碳粉,经过搅拌混合、抽真空、烘干固化处理,进而制作成外径是12mm、内径是2mm、厚度是2mm的吸声材料层20。背衬材料层30包括质量比为1.35:1~3:0.02~0.1的环氧树脂、氧化铝粉、碳粉,经过搅拌混合、抽真空、烘干固化处理,进而制作成外径是12mm、内径是2mm、厚度是3mm的背衬材料层30,背衬材料层30的表面要求平整、光滑。

[0024] 超声换能器设于背衬材料层30上且朝向声学聚焦透镜设置,吸声材料层20、背衬材料层30、超声换能器以及声学聚焦透镜同轴设置。超声换能器包括位于内圈的环状低频超声换能器41以及位于外圈的环状高频超声换能器42,低频超声换能器41与高频超声换能器42同轴设置。低频超声换能器41以及高频超声换能器42中压电元件为PVDF(polyvinylidene fluoride,聚偏氟乙稀)压电薄膜,低频超声换能器41的PVDF压电薄膜的厚度大于高频超声换能器42的PVDF压电薄膜的厚度。例如,低频超声换能器41的PVDF压电薄膜的厚度为50 μ m,高频超声换能器42的PVDF压电薄膜的厚度为25 μ m。本实施例中,首先采

用激光切割机分别切出内径为2mm、外径为4mm、厚度为50 μ m的低频超声换能器41的PVDF压电薄膜以及内径为6mm、外径为8mm、厚度为25 μ m的高频超声换能器42的PVDF压电薄膜,经测试,低频超声换能器41的主频为15MHz,高频超声换能器42的主频为30MHz,然后利用夹具分别把低频超声换能器41以及高频超声换能器42的PVDF压电薄膜固定、整平后,最后用光学环氧树脂胶水将低频超声换能器41以及高频超声换能器42的PVDF压电薄膜分别粘贴在背衬材料层30上。需要注意的是,在粘贴过程中要保证低频超声换能器41以及高频超声换能器42的PVDF压电薄膜平整无褶皱,而且光学环氧树脂胶水要经过抽空除气泡处理。

[0025] 双频中空聚焦超声探测器100还包括:第一银带、第二银带以及PCB板。例如,第一银带和第二银带的厚度为10 μ m、宽度为1mm、长度为1cm。例如,PCB板的厚度为0.2mm,长度为1mm,宽度为1mm。PCB板设于吸声材料层20上,PCB板上设有正电极连接点和负电极连接点。第一银带紧贴外壳10的内壁设置,并分别与正电极连接点以及高频超声换能器和低频超声换能器的正电极电性连接,第二银带紧贴外壳10的内壁设置,并分别与负电极连接点以及高频超声换能器和低频超声换能器的负电极电性连接。信号线包括:与正电极连接点焊接的第一芯线、与负电极连接点焊接的第二芯线、以及与外壳电性连接电性连接的地线。本实施例中,PCB板的个数为两个,正电极连接点设于第一个PCB板上,负电极连接点设于第二个PCB板上。

[0026] 为了测试低频超声换能器41以及高频超声换能器42的发射/接收信号的性能,进行如下实验:

采用奥林巴斯5800PR超声发生器作为触发信号源,其发射强度为12.5 μ J、输入阻尼为360 Ω 、脉冲重复频率为1KHz;泰勒示波器TDS2012B作为回波信号接收器;PS(Polystyrene,聚苯乙烯)材料板作为试块,该试块的厚度为10mm、声速为2350m/s。

[0027] 首先,奥林巴斯5800PR超声发生器、泰勒示波器TDS2012B依次分别连接低频超声换能器41和高频超声换能器42;其次,把奥林巴斯5800PR超声发生器置于发射/接收状态,在试块的上表面涂覆适量的耦合剂,进而,依次分别将低频超声换能器41和高频超声换能器42放在试块的上表面,此时泰勒示波器TDS2012B上会依次显示出低频超声换能器41和高频超声换能器42的超声回波信号,待泰勒示波器TDS2012B上的回波信号的峰-峰值达到最大为止,此时采集回波信号的数据,将数据传入计算机系统进行处理,得到如图3所示的低频超声换能器41的回波信号时域图和频域图,以及如图4所示的高频超声换能器42的回波信号时域图和频域图。

[0028] 在实际应用中,入射激光A与双频中空聚焦超声探测器100同轴,以保证在整个光路上入射激光A的有效传输,提高系统的分辨率和检测灵敏度,成像效果较佳;利用两种不同声阻抗声学材料的第一透镜部以及第二透镜部实现光声信号准直,从而提高了光声信号检测的灵敏度,同时实现声学聚焦,减小了双频中空聚焦超声探测器100的声场直径,从而提高了声学分辨率。

[0029] 双频中空聚焦超声探测器100包括两种不同主频的低频超声换能器41和高频超声换能器42,具有两种不同的声学频带,通过带宽叠加可以有效的提高双频中空聚焦超声探测器100的宽频带性能,可获取被检测部位的横向上更多病理信息;根据惠更斯原理,利用亥姆霍兹-基尔霍夫积分定理计算超声阵元的发射声场,通过改变不同超声阵元直径、阵元主频来观察声焦长、焦斑直径、焦深的变化,能够有效的增大声场的焦深长度,实现了超声/

光声显微成像系统在纵向上的多尺度成像,可获取被检测部位的纵向上更多病理信息,成像效果较佳。

[0030] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

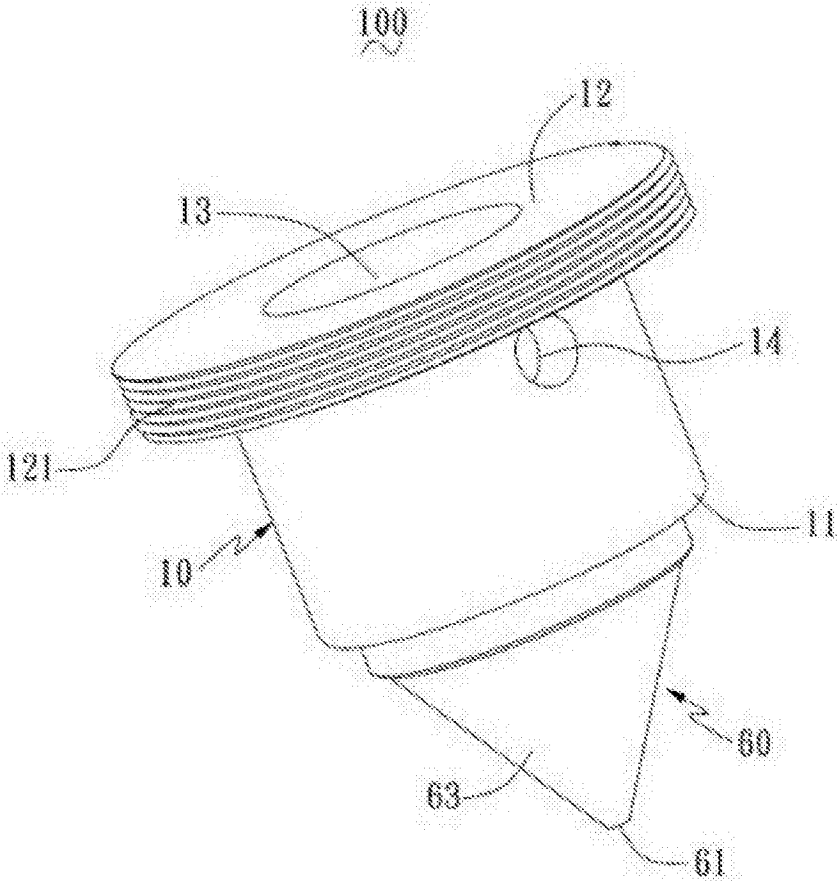


图1

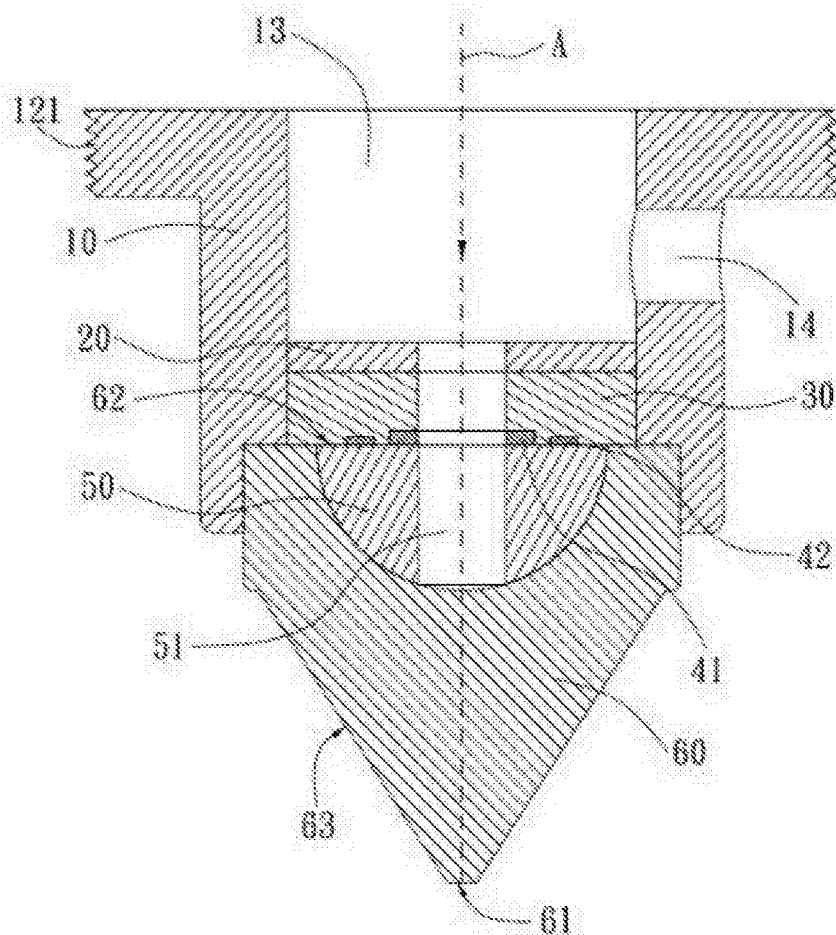


图2

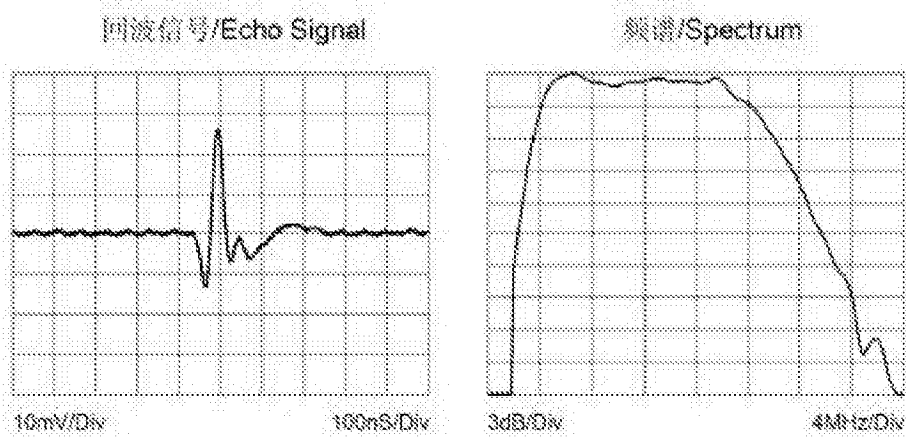


图3

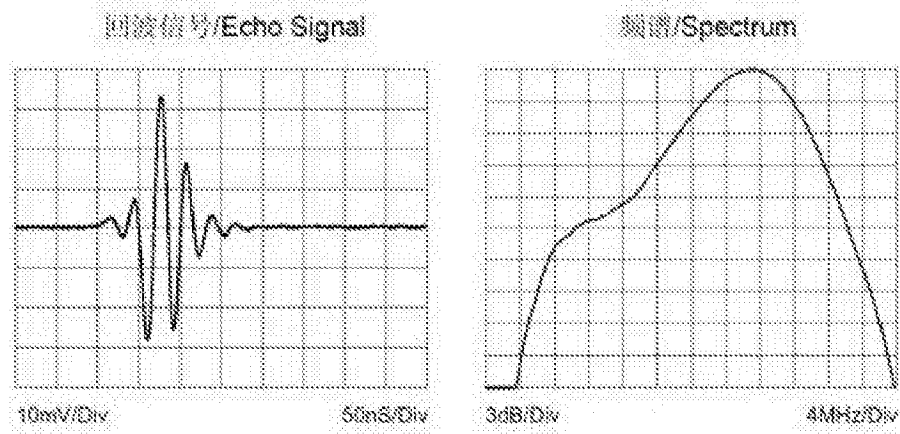


图4

专利名称(译)	双频中空聚焦超声探测器		
公开(公告)号	CN105903667A	公开(公告)日	2016-08-31
申请号	CN201610307366.2	申请日	2016-05-10
[标]申请(专利权)人(译)	广州佰奥廷电子科技有限公司		
申请(专利权)人(译)	广州佰奥廷电子科技有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	广州佰奥廷电子科技有限公司		
[标]发明人	许栋 马海钢 纪轩荣		
发明人	许栋 马海钢 纪轩荣		
IPC分类号	B06B1/06 A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/00 B06B1/0688		
其他公开文献	CN105903667B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种双频中空聚焦超声探测器，包括：筒状外壳、设于外壳的声学聚焦透镜、层叠设置于外壳内部的环状吸声材料层和环状背衬材料层、设于背衬材料层上且朝向声学聚焦透镜设置的环状超声换能器以及与超声换能器电性连接的信号线；外壳的侧壁开设有用于引出信号线的出线孔；声学聚焦透镜包括呈半球形的第一透镜部以及呈类圆锥体的第二透镜部。入射激光与探测器同轴，提高分辨率和检测灵敏度，成像效果较佳；利用两种不同声阻抗声学材料的第一透镜部以及第二透镜部实现光声信号准直，实现声学聚焦，提高了声学分辨率。两种不同主频的超声换能器，提高双频中空聚焦超声探测器的宽频带性能，可获取被检测部位的横向和纵向上更多病理信息。

