



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108281135 B

(45) 授权公告日 2021.10.29

(21) 申请号 201810040894.5

(22) 申请日 2018.01.16

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108281135 A

(43) 申请公布日 2018.07.13

(73) 专利权人 深圳市环波科技有限责任公司
地址 518000 广东省深圳市龙华区龙华街
道清湖社区清湖村宝能科技园9栋7层
B座I单元

(72) 发明人 温维佳 吴肖肖

(74) 专利代理机构 石家庄旭昌知识产权代理事
务所(特殊普通合伙) 13126
代理人 张会强

(51) Int. Cl.
G10K 11/26 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 107492370 A, 2017.12.19

CN 202136703 U, 2012.02.08

US 2017303035 A1, 2017.10.19

CN 104751840 A, 2015.07.01

审查员 陈凭

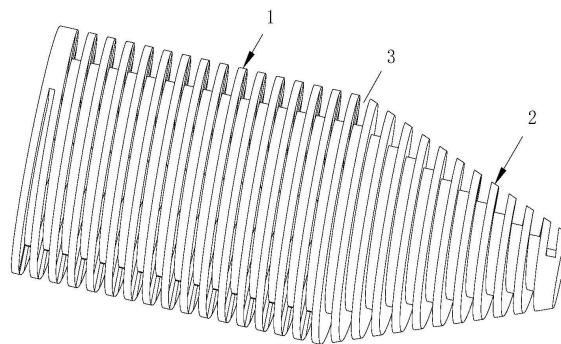
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

膺表面声波聚焦器

(57) 摘要

本发明提供了一种膺表面声波聚焦器,其包括具有延伸长度的本体,且所述本体由沿其长度方向为等截面或不等截面的第一本体,以及一体固连于所述第一本体一端的第二本体,且所述第二本体沿与所述第一本体相接的一端至该所述第二本体的另一端为径向逐渐收缩的;还包括内凹形成于所述第一本体及所述第二本体的外周面上,并由所述本体的一端贯通至另一端的声波传输通道。本发明所述的膺表面声波聚焦器能够实现有效聚焦,并可脱离对聚焦器制作材料的依赖,而有着很好的应用前景。



1. 一种膺表面声波聚焦器,其特征在于,包括:

具有延伸长度的本体,所述本体包括沿所述延伸长度方向为等截面或不等截面的第一本体,以及一体固连于所述第一本体一端的第二本体,且所述第二本体由与所述第一本体相接的一端至该所述第二本体的另一端为径向逐渐收缩的;

声波传输通道,内凹形成于所述第一本体及所述第二本体的外周面上,并以周期性结构由所述本体的一端延伸至另一端。

2. 根据权利要求1所述的膺表面声波聚焦器,其特征在于:所述声波传输通道为形成于所述本体外周面上的螺旋槽。

3. 根据权利要求2所述的膺表面声波聚焦器,其特征在于:所述螺旋槽为等螺距设置。

4. 根据权利要求3所述的膺表面声波聚焦器,其特征在于:

所述膺表面声波聚焦器应用于气体环境时,所述螺旋槽的螺距为0.1-100mm,所述螺旋槽的槽口的宽度为0.1-100mm,所述螺旋槽的槽深为0.1-100mm;

所述膺表面声波聚焦器应用于液体环境时,所述螺旋槽的螺距为0.01-10mm,所述螺旋槽的槽口的宽度为0.01-10mm,所述螺旋槽的槽深为0.01-10mm。

5. 根据权利要求2所述的膺表面声波聚焦器,其特征在于:所述螺旋槽的截面形状为四边形、半圆形、椭圆形或三角形。

6. 根据权利要求1所述的膺表面声波聚焦器,其特征在于:所述第一本体为圆柱状。

7. 根据权利要求6所述的膺表面声波聚焦器,其特征在于:

所述膺表面声波聚焦器应用于气体环境时,所述圆柱的半径为1-1000mm;

所述膺表面声波聚焦器应用于液体环境时,所述圆柱的半径为0.1-100mm。

8. 根据权利要求1所述的膺表面声波聚焦器,其特征在于:所述第一本体为圆台状,且所述第二本体固连于所述第一本体的大径端。

9. 根据权利要求6或8所述的膺表面声波聚焦器,其特征在于:所述第二本体为圆台状,且所述第二本体和所述第一本体连接于一起的两端等截面设置。

10. 根据权利要求1所述的膺表面声波聚焦器,其特征在于:

所述膺表面声波聚焦器应用于气体环境时,所述本体的材质为陶瓷、塑料、玻璃或金属;

所述膺表面声波聚焦器应用于液体环境时,所述本体的材质为金属。

膺表面声波聚焦器

技术领域

[0001] 本发明涉及超材料结构制备技术领域,特别涉及一种用于声波聚焦处理的膺表面声波聚焦器。

背景技术

[0002] 声波作为一种普遍存在的机械波,可用于诸如声波治疗、声波焊接、声波粉碎、乳化,以及声波催化、雾化等多个不同的领域。

[0003] 在声波应用时,往往需要先对声波进行聚焦处理,以提高其能量密度,发挥其作用。现有的常规声波聚焦结构一般都是基于惠更斯原理,通过类似于光学透镜的方式实现声波聚焦。以水中超声波的聚焦为例,目前的声波透镜一般采用如铝等低密度金属制作,并成型为凹透镜形状。由于声波在金属中的传播速度大于在水中的速度,入射的声波经声波透镜之后,会由于折射而汇聚以实现聚焦。

[0004] 由于上述声波透镜的折射本身是基于惠更斯原理,故通过模仿这种凹透镜在各点的相位关系,也可以制作出超材料声波透镜,以用于例如膺表面声波的聚焦处理。另外,除了应用惠更斯原理的透镜结构,目前也有通过结构振动实现声波聚焦的装置,例如在中国专利申请CN201510010200.X中即公开了一种基于位移本征模式的声波聚焦器件。

[0005] 基于如上的描述可知,采用声波透镜或结构振动模式都能够实现声波的聚焦处理,不过在实际应用中两者也均存在有不足。对于声波透镜结构,因通过惠更斯原理聚焦的装置不能够实现小于衍射极限($1.22\lambda/NA$, λ 为波长, NA 为数值孔径)的聚焦,因而焦斑一般都明显大于声波的波长。但是在声学聚焦应用中,一般都是希望焦斑尽可能小,以使得声音只作用于我们希望作用的目标区域。

[0006] 对于通过结构振动模式实现声波聚焦装置,尽管其得到的焦斑较小,不过这种装置的工作频率非常依赖于制作其装置的材料,对于不同的应用需求,比如不同的工作流体,就需要完全重新设计装置,从而会极大增加应用成本。而另一方面,在实际使用时,利用结构振动模式的声波聚焦装置中,其制作材料的物质性质对理想值的偏差也容易造成工作频率上的较大的误差。

发明内容

[0007] 有鉴于此,本发明旨在提出一种膺表面声波聚焦器,以能够实现对膺表面声波的有效聚焦,并可脱离对聚焦器制作材料的依赖。

[0008] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0009] 一种膺表面声波聚焦器,其包括:

[0010] 具有延伸长度的本体,所述本体包括沿所述延伸长度方向为等截面或不等截面的第一本体,以及一体固连于所述第一本体一端的第二本体,且所述第二本体由与所述第一本体相接的一端至该所述第二本体的另一端为径向逐渐收缩的;

[0011] 声波传输通道,内凹形成于所述第一本体及所述第二本体的外周面上,并以周期

性结构由所述本体的一端延伸至另一端。

[0012] 进一步的,所述声波传输通道为形成于所述本体外周面上的螺旋槽。

[0013] 进一步的,所述螺旋槽为等螺距设置。

[0014] 进一步的,所述膺表面声波聚焦器应用于气体环境时,所述螺旋槽的螺距为0.1-100mm,所述螺旋槽的槽口的宽度为0.1-100mm,所述螺旋槽的槽深为0.1-100mm;

[0015] 所述膺表面声波聚焦器应用于液体环境时,所述螺旋槽的螺距为0.01-10mm,所述螺旋槽的槽口的宽度为0.01-10mm,所述螺旋槽的槽深为0.01-10mm。

[0016] 进一步的,所述螺旋槽的截面形状为四边形、半圆形、椭圆形或三角形。

[0017] 进一步的,所述第一本体为圆柱状。

[0018] 进一步的,所述膺表面声波聚焦器应用于气体环境时,所述圆柱的半径为1-1000mm;

[0019] 所述膺表面声波聚焦器应用于液体环境时,所述圆柱的半径为0.1-100mm。

[0020] 进一步的,所述第一本体为圆台状,且所述第二本体固连于所述第一本体的大径端。

[0021] 进一步的,所述第二本体为圆台状,且所述第二本体和所述第一本体连接于一起的两端等截面设置。

[0022] 进一步的,所述膺表面声波聚焦器应用于气体环境时,所述本体的材质为陶瓷、塑料、玻璃或金属;

[0023] 所述膺表面声波聚焦器应用于液体环境时,所述本体的材质为金属。

[0024] 相对于现有技术,本发明具有以下优势:

[0025] 本发明的膺表面声波聚焦器中,由第二本体的径向收缩,被激发的膺表面声波在开放的声波传输通道中无损耗地传输,并最终于第二本体的小径端汇聚,从而可实现对声波的有效聚焦。

[0026] 而本发明中通过声波传输通道对声波传输的引导,并配合于第二本体的缩径进而实现对所传输声波的聚焦,使得本聚焦器中声波的聚焦并不依赖于由第一本体和第二本体所构成的本体的本征振动模式,同时膺表面声波的传播与汇聚不依赖于本体的制造材料的物质参数,因而使得该聚焦器可不必依赖于制造本体的材料,以此能够脱离对聚焦器制作材料的依赖,可使其适应于不同的应用需求,而有着很好的实用性。

附图说明

[0027] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0028] 图1为本发明实施例所述的膺表面声波聚焦器的一种示例性结构示意图;

[0029] 图2为图1中的膺表面声波聚焦器的正视图;

[0030] 图3为本发明实施例所述的第一本体同为圆台状时的膺表面声波聚焦器的结构示意图;

[0031] 图4为图1中的膺表面声波聚焦器在第一本体为具有不同半径时的膺表面声波的能带图;

[0032] 图5为图1中的膺表面声波聚焦器所聚焦的声波的声场图;

- [0033] 图6为图1中的膈表面声波聚焦器所聚焦的声波焦斑的直径示意图；
- [0034] 图7为图1中的膈表面声波聚焦器在没有螺旋槽时所聚焦的声波的声场图；
- [0035] 图8为本发明实施例中如图1结构的膈表面声波聚焦器模拟在水中时的声场图；
- [0036] 附图标记说明：
- [0037] 1-第一本体,2-第二本体,3-螺旋槽。

具体实施方式

[0038] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0039] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0040] 本实施例涉及一种膈表面声波聚焦器,该膈表面声波聚焦器整体结构上包括具有延伸长度的本体,且该本体具体由第一本体,以及一体固连于第一本体的一端的第二本体构成,且其中的第二本体沿其与第一本体相接的一端至该第二本体的另一端为径向逐渐收缩的。而且本实施例的膈表面声波聚焦器进一步的还包括内凹形成于第一本体及第二本体的外周面上,并由本体的一端延伸至另一端的声波传输通道。

[0041] 基于如上的整体结构,作为本实施例的膈表面声波聚焦器的一种示例性结构,其具体形式参见图1中所示,其中,作为聚焦器本体一部分的第一本体1设计为沿其长度方向等截面设置,且其具体可采用圆柱状结构,而与第一本体1一体固连、并为径向收缩设置的第二本体2则采用圆台状结构。此外,内凹形成于第一本体1及第二本体2外周面上的声波传输通道则为形成于本体外周面上的螺旋槽3。

[0042] 本实施例中,仍如图1中所示的,本体外周面上的螺旋槽3具体为贯通于第一本体1及第二本体2上的一条,且作为一种较佳的设置方式,该螺旋槽3可为等螺距设置。当然,除了仅设置有一条,螺旋槽3也可以为并排布置的其它数量,而除了使得各螺旋槽3采用等螺距布置,同样使得螺旋槽3不同部位的螺距是不等的。

[0043] 本实施例中的聚焦器可分别应用于气体环境中以及液体环境中,其中气体环境例如为在空气中,而液体环境则例如为在水中,并且需要指出的是,在不同的应用环境中,针对不同的工作频率,优化选择下的该聚焦器在几何参数及其制备材质上可能有所不同。

[0044] 具体来说,结合于图2中所示的,对应于在不同环境中应用的情形,该聚焦器在具体实施时,若用于气体环境中,构成聚焦器的本体可由陶瓷、塑料、玻璃或金属制成,且其第一本体1的长度 L_1 的范围在10-1000mm,半径 R_1 在1-1000mm,其中,半径 R_1 例如可为10mm、60mm、100mm或200mm、500mm等,第二本体2的长度在10-1000mm,其小端半径 R_2 在1-1000mm,而 R_2 例如可为2mm、5mm、10mm、50mm、100mm、200mm等,但需注意的是 R_2 应小于 R_1 设置。

[0045] 同时,在气体环境中时,螺旋槽3的螺距 A 范围在0.1-100mm,例如 A 可为5mm、10mm、20mm或50mm等,槽口的宽度则为0.1-100mm,例如其可为1mm、6mm、10mm或20mm、30mm及50mm等,而螺旋槽3的槽深则在0.1-100mm之间,例如其可为1mm、5mm、10mm、14mm或20mm、50mm、70mm等。

[0046] 本实施例中若用于液体环境中,此时聚焦器可由如黄铜或不锈钢等金属制成,且第一本体1的长度 L_1 的范围在1-100mm,半径 R_1 在0.1-100mm之间,且半径 R_1 例如其可为1mm、6mm、10mm或20mm、50mm等,第二本体2的长度在1-100mm,其小端半径 R_2 在0.1-100mm,且 R_2 例

如可为0.2mm、0.5mm、1mm、5mm、10mm、20mm、50mm等,此时同样也需要R2小于R1设置。

[0047] 此外,除了上述的长度值及半径值,在用于液体环境时,螺旋槽3的螺距A的范围则在0.01-10mm之间,槽口的宽度同样在0.01-10mm之间,螺旋槽3的槽深也在0.01-10mm之间,并且此时螺距A例如可为0.5mm、1mm、2mm或5mm,槽口的宽度例如可为0.1mm、0.6mm、1mm或2mm、3mm及5mm,螺旋槽3的槽深例如可为0.1mm、0.5mm、1mm、1.4mm或2mm、5mm、7mm等。

[0048] 本实施例还需要注意的是,针对不同频率范围的声波源,可以设置不同的螺旋槽3的截面形状,例如可如图1或图2所示意的,使得螺旋槽3得截面形状为四边形,而除了呈四边形,亦能够使得螺旋槽3截面的形状为半圆形、半椭圆形或三角形等等,以适应不同频率范围的声波源。

[0049] 此外,除了使第一本体为等截面的圆柱结构,本实施例中需要说明的是,第一本体1亦能够设置为沿其长度方向呈不等截面的,例如可如图3中所示出的,使得第一本体1同样采用圆台状,且第一本体1的大径端与第二本体2固连,螺旋槽3此时仍沿第一本体1及第二本体2的外周面由本体的一端延伸至另一端。

[0050] 下面仍以图1所示例出的结构对本实施例的膺表面波聚焦器的性能进行说明。

[0051] 针对于聚焦器周围为空气,也即聚焦器应用于气体环境中的情况,聚焦器可由塑料制成,仍参见于图2中所示出的,聚焦器在制造时,其具体尺寸为圆柱状的第一本体1的半径 $R_1=60\text{mm}$,圆台状的第二本体2的小端半径 $R_2=11\text{mm}$,第一本体1的长度 $L_1=140\text{mm}$,第二本体2的长度 $L_2=135\text{mm}$,螺旋槽3的螺距 $A=10\text{mm}$,槽口宽度 $D=6\text{mm}$,槽深 $H=14\text{mm}$ 。

[0052] 首先,对本实施例的聚焦器的声波聚焦原理进行阐述,此时采用外周面设置有螺旋槽3的多个不同半径(R)的圆柱体,也即如图1或图2所示的聚焦器中仅第一本体1一段进行测试。测试中,声波可通过位于聚焦器一侧的管道传到聚焦器表面,从而激发膺表面声波模式,且此时膺表面声波的能带如图4中所示。由图4可知,膺表面声波的色散曲线均位于声波在空气中的色散曲线(图4中虚线)的下方,其表明本实施例中的具有螺旋槽3的圆柱体可使得膺表面声波在没有辐射损耗的情况下在螺旋槽3中进行传播。因此用一个沿其轴向为恒定或非恒定半径的第一本体1就可以实现声波的远距离无损耗传导,然后再通过一个半径逐渐减小的第二本体2便可实现亚波长声波的聚焦。

[0053] 进一步的,本实施例中利用声波扫场装置,通过实验得到了由图2所示结构的聚焦器所得到的声波的声场图,其具体如图5中所示,由图5可看出本实施例的聚焦器在空气中对膺表面声波实现了很好的聚焦。聚焦后的声波的焦斑在x方向与y方向的直径列于图6中,由其可看出本实施例的聚焦器聚焦后的声波的焦斑的直径明显小于根据瑞利判据确定的衍射极限 $1.22NA/\lambda$ (图6中虚线),故而可进一步证明本实施例的聚焦器在空气中可很好的实现对声波的聚焦。

[0054] 作为对比,本实施例中考虑了与图2中所示结构大致相同,但在本体外周面没有设置螺旋槽3的情形,此时通过实验测得的聚焦器的声场如图7中所示,由图7可看出没有螺旋槽3的聚焦器没有出现任何的聚焦效果,从而由其可佐证本实施例中设置螺旋槽3对声波聚焦的重要作用。

[0055] 本实施例中除了上述于空气中的测试,对于该聚焦器在水体中,也即聚焦器应用于液体环境中的情形,此时聚焦器的结构形状仍如图2中所示的,但不同的是,聚焦器为由黄铜或不锈钢制成,且按频率需求重新对聚焦器尺寸进行了设计,且具体上螺距 $A=1\text{mm}$,槽

口的宽度 $D=0.6\text{mm}$ ，槽深 $H=1.4\text{mm}$ ，第一本体1的半径 $R1=6\text{mm}$ ，第二本体2半径 $R2=1.1\text{mm}$ ，第一本体1和第二本体2的长度分别为 $L1=14\text{mm}$ 、 $L2=13.5\text{mm}$ 。通过模拟得到在聚焦器在水体中时的声场如图8中所示，由图8中仍可看出，本实施例所述结构的聚焦器在水体内同样可实现对膈表面声波的有效聚焦。

[0056] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

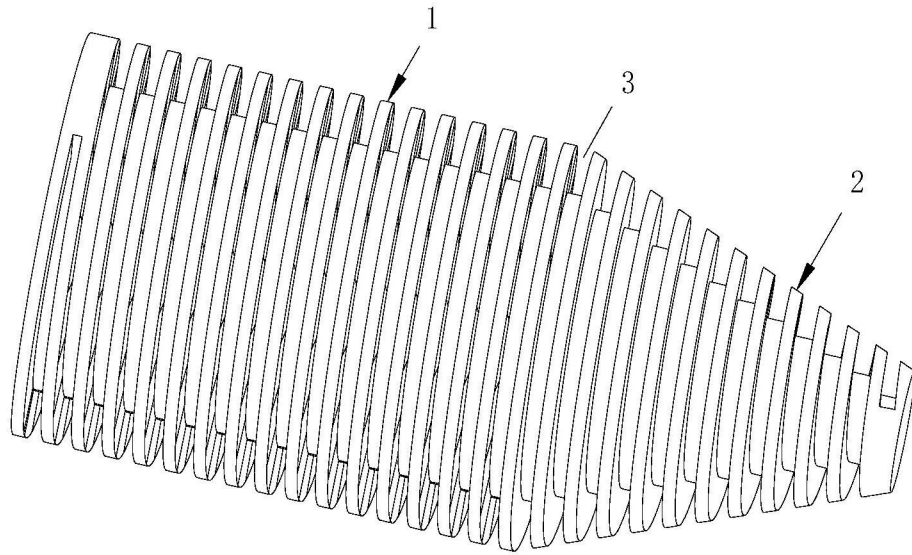


图1

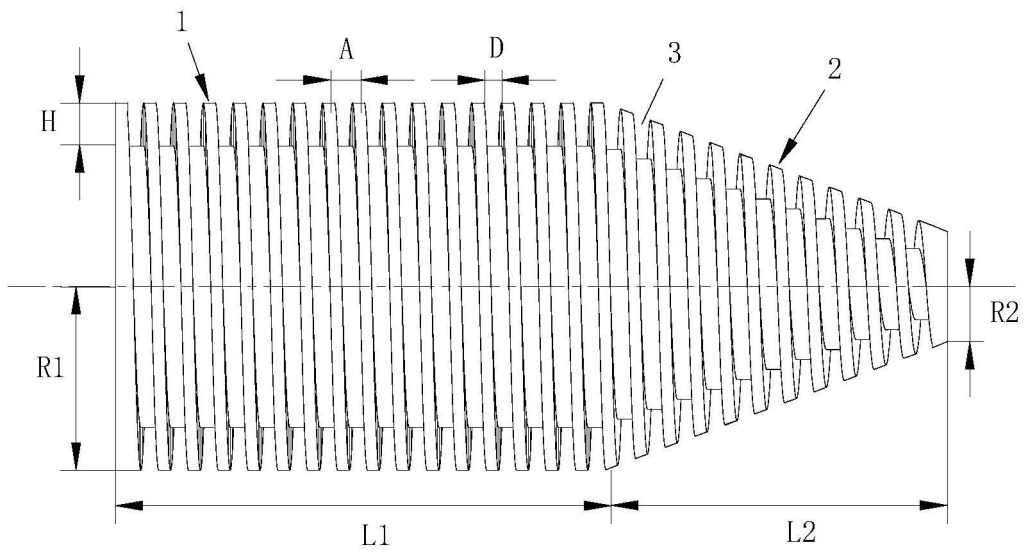


图2

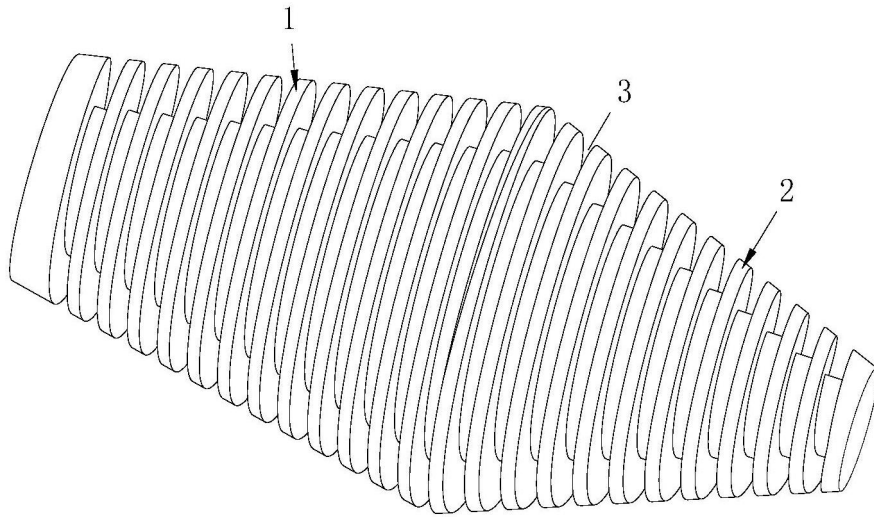


图3

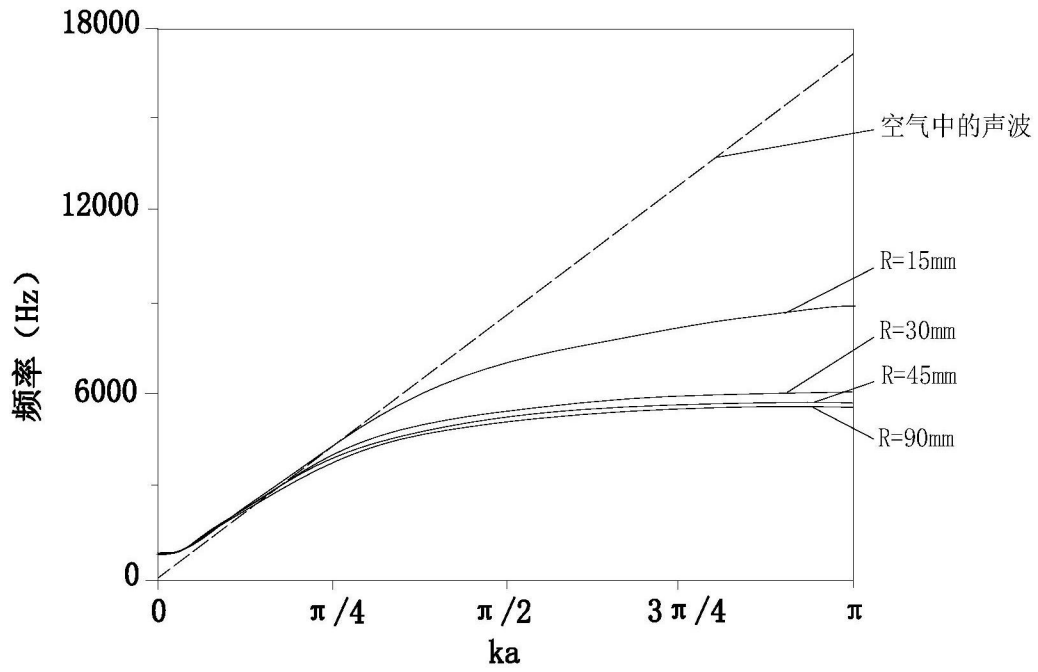


图4

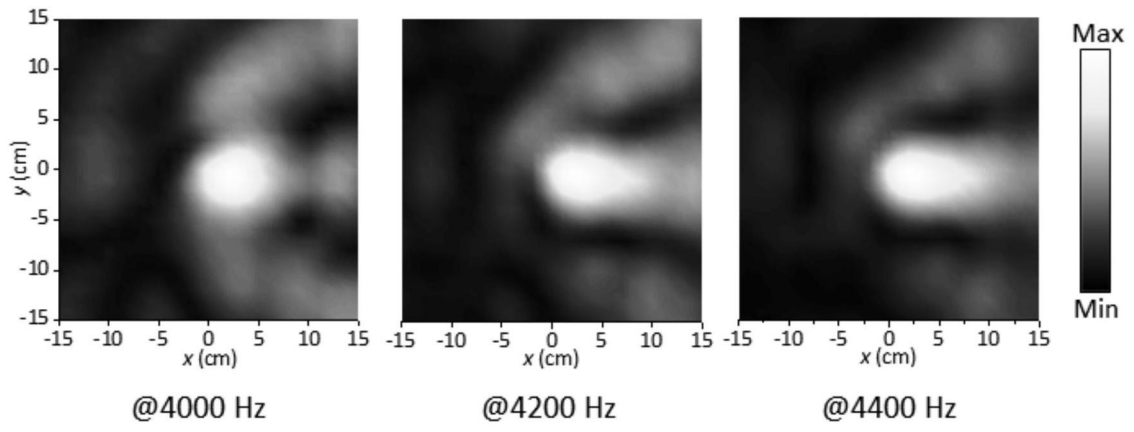


图5

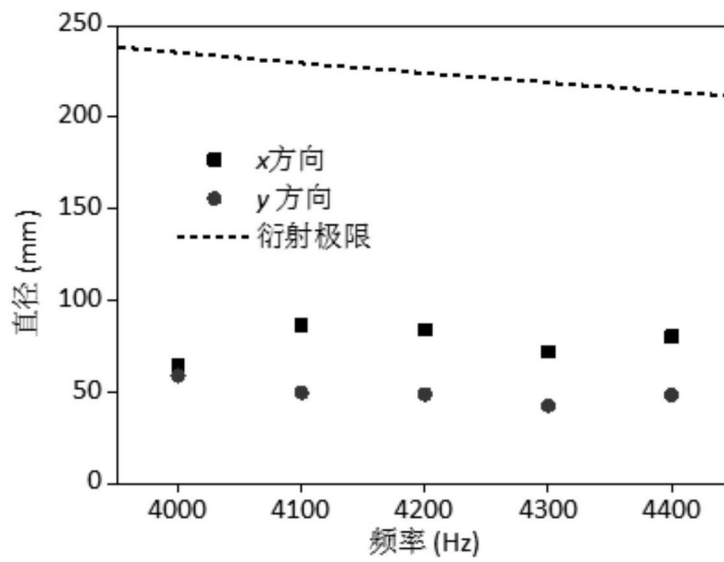


图6

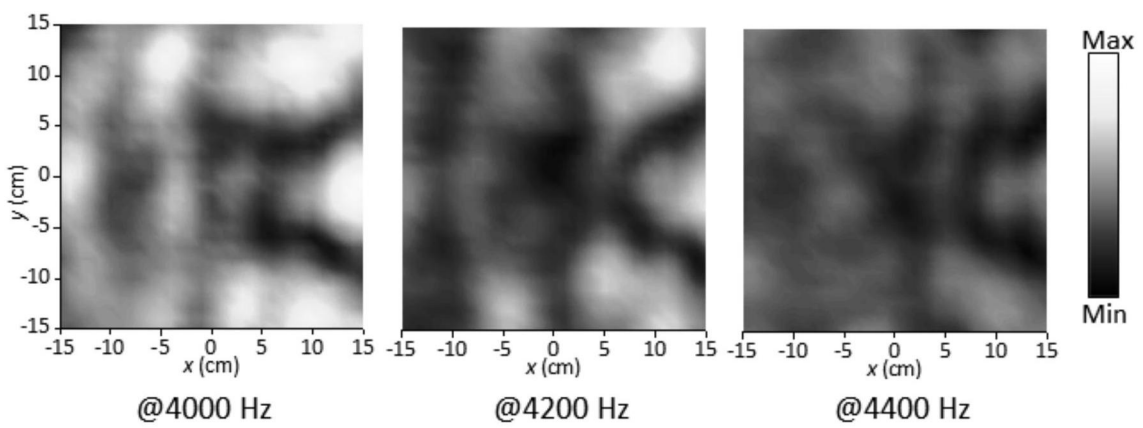


图7

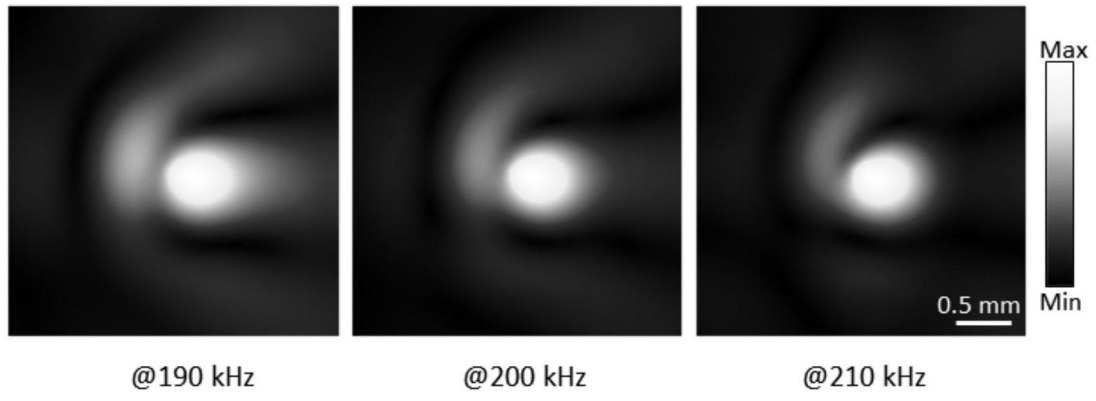


图8