



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108903968 A

(43)申请公布日 2018.11.30

(21)申请号 201810416114.2

(22)申请日 2018.05.03

(71)申请人 中国科学院苏州生物医学工程技术研究所

地址 215163 江苏省苏州市高新区科技城科灵路88号

(72)发明人 李培洋 李章剑 邵维维 崔峻峭

(74)专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理有限公司 11250

代理人 吴黎

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

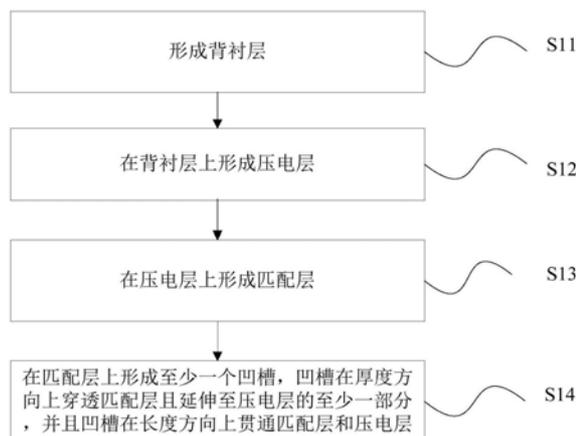
权利要求书1页 说明书5页 附图8页

## (54)发明名称

超声换能器、超声成像系统及超声换能器的制造方法

## (57)摘要

本发明公开了一种超声换能器、超声成像系统及超声换能器的制造方法,该超声换能器包括背衬层;压电层,设置在所述背衬层上;匹配层,设置在所述压电层上;以及至少一个凹槽,设置在所述匹配层和所述压电层中,所述凹槽在厚度方向上穿透所述匹配层且延伸至所述压电层的至少一部分,并且所述凹槽在长度方向上贯通所述匹配层和所述压电层,解决现有的低频超声换能器厚度大的问题。



1. 一种超声换能器,其特征在于,包括:  
背衬层;  
压电层,设置在所述背衬层上;  
匹配层,设置在所述压电层上;以及  
至少一个凹槽,设置在所述匹配层和所述压电层中,所述凹槽在厚度方向上穿透所述匹配层且延伸至所述压电层的至少一部分,并且所述凹槽在长度方向上贯通所述匹配层和所述压电层。
  2. 根据权利要求1所述的超声换能器,其特征在于,所述凹槽的宽度为30~200微米。
  3. 根据权利要求1所述的超声换能器,其特征在于,所述凹槽在所述压电层内延伸的深度范围为 $1/5H$ 至 $H$ ,其中 $H$ 为所述压电层的厚度。
  4. 根据权利要求1所述的超声换能器,其特征在于,当所述凹槽的数量为1时,所述凹槽的宽度为30~100微米。
  5. 根据权利要求4所述的超声换能器,其特征在于,所述凹槽位于所述压电层的宽度方向的正中位置,且所述凹槽在厚度方向上穿透所述匹配层以及所述压电层。
  6. 根据权利要求1所述的超声换能器,其特征在于,当所述凹槽的数量大于等于2时,至少两个凹槽在宽度方向上平行设置。
  7. 根据权利要求1-6中任一项所述的超声换能器,其特征在于,所述压电层的材料为压电陶瓷、压电复合材料、压电单晶或者薄膜材料。
  8. 一种超声成像系统,其特征在于,包括权利要求1-7中任一项所述的超声换能器。
  9. 一种超声换能器的制造方法,其特征在于,包括:  
形成背衬层;  
在所述背衬层上形成压电层;  
在所述压电层上形成匹配层;以及  
在所述匹配层上形成至少一个凹槽,所述凹槽在厚度方向上穿透所述匹配层且延伸至所述压电层的至少一部分,并且所述凹槽在长度方向上贯通所述匹配层和所述压电层。
    10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,所述压电层以及所述匹配层通过有机粘结材料固定粘结。
    11. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,将所述背衬层灌注在所述压电层上。
    12. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,通过微纳加工技术,在所述匹配层和所述压电层中设置至少一个凹槽。

## 超声换能器、超声成像系统及超声换能器的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及超声诊疗器械技术领域,具体涉及超声换能器、超声成像系统及超声换能器的制造方法。

### 背景技术

[0002] 对于现有的医用超声换能器,根据传统换能器设计理论,在压电材料一定时,中心频率越低,压电层厚度越大,换能器总体厚度越大。例如,由某种特定的压电材料制造的超声换能器,当其中心频率为3.5MHZ时,超声换能器总体厚度尺寸为3.68mm,当其中心频率为2MHZ时,超声换能器总体厚度尺寸为6mm。

[0003] 但是,随着现代医学超声技术的持续发展与提高,低频、微型超声换能器在临床微小结构中的应用需求越来越大,特别是在微创介入消融治疗领域和狭小骨组织结构成像领域。例如,在脊柱椎弓根螺钉内固定手术中,钉道直径范围通常在2.5mm~6.5mm之间,因而需要将换能器整体厚度尺寸控制在2.0mm之内;为了保证超声对钉道走向的探测深度,换能器中心频率需要控制在1.5MHz~3.5MHz之间。而现有的医用换能器,当中心频率在 1.5MHz~3.5MHz时,其厚度要大于2.0mm,不能满足上述临床需求。

[0004] 图1、图2示出了现有技术中一种可选的超声换能器,如图1、图2所示,该超声换能器包括匹配层1、压电层2和背衬层3。图3为该超声换能器的阻抗曲线图,通过图3可知,该超声换能器的中心频率为4.2MHZ。图 4为该超声换能器的二维声场仿真结果图。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明实施例提供了一种超声换能器、超声成像系统及超声换能器的制造方法,以解决现有的低频超声换能器厚度大的问题。

[0006] 根据第一方面,本发明实施例提供了一种超声换能器,包括:背衬层;压电层,设置在所述背衬层上;匹配层,设置在所述压电层上;以及至少一个凹槽,设置在所述匹配层和所述压电层中,所述凹槽在厚度方向上穿透所述匹配层且延伸至所述压电层的至少一部分,并且所述凹槽在长度方向上贯通所述匹配层和所述压电层。

[0007] 结合第一方面,在第一方面第一实施方式中,所述凹槽的宽度为30~200 微米。

[0008] 结合第一方面,在第一方面第二实施方式中,所述凹槽在所述压电层内延伸的深度范围为 $1/5H$ 至 $H$ ,其中 $H$ 为所述压电层的厚度。

[0009] 结合第一方面,在第一方面第三实施方式中,当所述凹槽的数量为1 时,所述凹槽的宽度为30~100微米。

[0010] 结合第一方面第三实施方式,在第一方面第四实施方式中,所述凹槽位于所述压电层的宽度方向的正中位置,且所述凹槽在厚度方向上穿透所述匹配层以及所述压电层。

[0011] 结合第一方面,在第一方面第五实施方式中,当所述凹槽的数量大于等于2时,至少两个凹槽在宽度方向上平行设置。

[0012] 结合第一方面任一实施方式,在第一方面第六实施方式中,所述压电层的材料为

压电陶瓷、压电复合材料、压电单晶或者薄膜材料。

[0013] 根据第二方面,本发明实施例提供了一种超声成像系统,包括第一方面中任一项所述的超声换能器。

[0014] 根据第三方面,本发明实施例提供了一种超声换能器的制造方法,包括:形成背衬层;在所述背衬层上形成压电层;在所述压电层上形成匹配层;以及在所述匹配层上形成至少一个凹槽,所述凹槽在厚度方向上穿透所述匹配层且延伸至所述压电层的至少一部分,并且所述凹槽在长度方向上贯通所述匹配层和所述压电层。

[0015] 结合第三方面,在第三方面第一实施方式中,所述压电层以及所述匹配层通过有机粘结材料固定粘结。

[0016] 结合第三方面,在第三方面第二实施方式中,将所述背衬层灌注在所述压电层上。

[0017] 结合第三方面,在第三方面第三实施方式中,通过微纳加工技术,在所述匹配层和所述压电层中设置至少一个凹槽。

[0018] 在本发明实施例中,通过在超声换能器的匹配层和压电层中设置凹槽,使凹槽在厚度方向上穿透所述匹配层且延伸至所述压电层的至少一部分,并且所述凹槽在长度方向上贯通所述匹配层和所述压电层的方式,解决了现有的低频超声换能器厚度大的问题,达到了降低低频超声换能器厚度的目的。

## 附图说明

[0019] 通过参考附图会更加清楚的理解本发明的特征和优点,附图是示意性的而不应该理解为对本发明进行任何限制,在附图中:

[0020] 图1示出了现有技术中一种可选的超声换能器的立体图;

[0021] 图2示出了现有技术中一种可选的超声换能器的前视图;

[0022] 图3示出了现有技术中一种可选的超声换能器的阻抗曲线图;

[0023] 图4示出了现有技术中一种可选的超声换能器的二维声场仿真结果图;

[0024] 图5示出了根据本发明实施例的一种可选的超声换能器的立体图;

[0025] 图6示出了根据本发明实施例的一种可选的超声换能器的前视图;

[0026] 图7示出了根据本发明实施例的一种可选的超声换能器的阻抗曲线图;

[0027] 图8示出了根据本发明实施例的一种可选的超声换能器的二维声场仿真结果图;

[0028] 图9示出了根据本发明实施例的又一种可选的超声换能器的立体图;

[0029] 图10示出了根据本发明实施例的又一种可选的超声换能器的前视图;

[0030] 图11示出了根据本发明实施例的又一种可选的超声换能器的阻抗曲线图;

[0031] 图12示出了根据本发明实施例的又一种可选的超声换能器的二维声场仿真结果图;

[0032] 图13示出了根据本发明实施例的另一种可选的超声换能器的立体图;

[0033] 图14示出了根据本发明实施例的另一种可选的超声换能器的前视图;

[0034] 图15示出了根据本发明实施例的另一种可选的超声换能器的阻抗曲线图;以及

[0035] 图16示出了根据本发明实施例的一种可选的超声换能器的制造方法的流程图。

## 具体实施方式

[0036] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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,本领域技术人员在没有作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。

[0037] 实施例一

[0038] 本发明实施例提供了一种超声换能器,超声换能器包括背衬层、压电层、匹配层和一个凹槽。如图5、图6所示,压电层2设置在背衬层3上,匹配层设置在压电层2上,超声换能器的一个凹槽穿透匹配层,将匹配层分为匹配层第一匹配体1和匹配层第二匹配体4,该凹槽还延伸至压电层2的一部分,并且该凹槽在长度方向上贯通匹配层和压电层2。

[0039] 图7示出了根据本发明实施例的一种可选的超声换能器的阻抗曲线图,通过图7可知,在匹配层材料、压电材料以及背衬层材料相同的情况下,对于相同厚度尺寸的超声换能器,通过在超声换能器上设置一个凹槽,使凹槽在厚度的方向上穿透匹配层,并延伸至压电层的一部分的方法,与图1、图2提供的超声换能器相比,其中心频率由4.2MHZ减小为2.2MHZ。而在现有的换能器理论中,中心频率越低,整体尺寸越大。下表一为由某种特定的压电材料制造的超声换能器,在其中心频率不同时,对应的各部分结构的厚度关系:

[0040] 表一:中心频率与换能器厚度尺寸的对应关系

[0041]

中心频率(MHZ)	匹配层(mm)	压电层(mm)	背衬层(mm)	总厚度(mm)
-----------	---------	---------	---------	---------

[0042]

2	0.34	1	3	4.34
3	0.23	0.67	2	2.90
4	0.17	0.5	1.5	2.17

[0043] 例如,由某种特定的压电材料制造的超声换能器,当其中心频率为4.2MHZ时,其厚度通常为1.95~2.15毫米左右,当其中心频率为2.2MHZ时,其厚度通常为4.05~4.20毫米左右。本发明实施例通过上述设置凹槽的方法,使中心频率为2.2MHZ的超声换能器,其厚度与中心频率为4.2MHZ的超声换能器厚度相同,即使中心频率为2.2MHZ的超声换能器的厚度由4毫米以上降低到2毫米左右,达到了降低低频的超声换能器的整体尺寸的技术效果。

[0044] 在本发明一种可选的实施方式中,对于图5、图6所示的超声换能器,将凹槽的宽度设置为30~100微米时,对超声换能器的二维声场仿真结果如图8所示,与图4中所示的现有技术中的超声换能器二维声场仿真结果相比,减弱了换能器声场的旁瓣。即在本发明实施例中,通过在超声换能器上设置一个凹槽,使凹槽在厚度的方向上穿透匹配层,并延伸至压电层的一部分,凹槽将压电层分成的两部分相互作用,减弱了换能器声场的旁瓣,增强了换能器的主瓣,克服了现有医用成像超声探头近场旁瓣伪影像影响较大的问题。

[0045] 在本发明一种可选的实施方式中,如图9、图10所示,压电层设置在背衬层3上,匹配层设置在压电层上,超声换能器的一个凹槽穿透匹配层以及压电层,该凹槽将匹配层分

为匹配层第一匹配体1和匹配层第二匹配体4,该凹槽还将压电层分为压电层第一压电体2和压电层第二压电体5,并且该凹槽在长度方向上贯通匹配层和压电层。

[0046] 图11示出了根据本发明实施例的又一种可选的超声换能器的阻抗曲线图,通过图11可知,在匹配层材料、压电材料以及背衬层材料相同的情况下,对于相同厚度尺寸的超声换能器,通过在超声换能器上设置一个凹槽,使凹槽在厚度的方向上穿透匹配层和压电层的方法,与图1、图2提供的超声换能器相比,其中心频率由4.2MHz减小为2.1MHz。而在现有的换能器理论中,中心频率越低,整体尺寸越大,在本发明实施例中,通过上述设置凹槽的方法,使中心频率为2.1MHz的超声换能器,其厚度与中心频率为4.2MHz的超声换能器厚度相同,达到了降低低频的超声换能器的整体尺寸的技术效果。

[0047] 在本发明一种可选的实施方式中,对于图9、图10所示的超声换能器,将凹槽的宽度设置为30~100微米,且凹槽位于压电层宽度方向的正中位置时,对该超声换能器的二维声场仿真结果如图12所示,通过图12可知,在该种结构的超声换能器中,换能器的旁瓣影响相较于图5、图6所示的超声换能器的旁瓣影响更为微小,即在本发明实施例中,通过在超声换能器上设置一个凹槽,使凹槽在厚度的方向上穿透匹配层和压电层,凹槽将压电层分成尺寸相同的两部分压电体,两部分压电体互相作用减弱了换能器声场的旁瓣,增强了换能器的主瓣,克服了现有医用成像超声探头近场旁瓣伪影像影响较大的问题。

[0048] 在本发明的一些可选的实施方式中,可以通过划片机在超声换能器上设置的凹槽,划片机的刀宽可以控制在30~200微米之间,即凹槽的宽度为30~200微米。对于凹槽的深度,可以使凹槽在压电层内延伸的深度范围设置为 $1/5H$ 至 $H$ ,其中 $H$ 为压电层的厚度。

[0049] 在本发明一些可选的实施方式中,压电层的材料可以为压电陶瓷、压电复合材料、压电单晶或者薄膜材料。

[0050] 实施例二

[0051] 本发明实施例提供了一种超声换能器,超声换能器包括背衬层、压电层、匹配层和两个凹槽。如图13、图14所示,压电层设置在背衬层3上,匹配层设置在压电层上,超声换能器的两个凹槽穿透匹配层和压电层,两个凹槽将匹配层分为匹配层第一匹配体1、匹配层第二匹配体4和匹配层第三匹配体6,两个凹槽还将压电层分为压电层第一压电体2、压电层第二压电体5和压电层第三压电体7,并且该凹槽在长度方向上贯通匹配层和压电层。

[0052] 图15示出了根据本发明实施例的另一种可选的超声换能器的阻抗曲线图,通过图15可知,在匹配层材料、压电材料以及背衬层材料相同的情况下,对于相同厚度尺寸的超声换能器,通过在超声换能器上设置两个凹槽,使两个凹槽在厚度的方向上穿透匹配层和压电层的方法,与图1、图2提供的超声换能器相比,其中心频率由4.2MHz减小为2.3MHz。而在现有的换能器理论中,中心频率越低,整体尺寸越大,在本发明实施例中,通过上述设置凹槽的方法,使中心频率为2.3MHz的超声换能器,其厚度与中心频率为4.2MHz的超声换能器厚度相同,达到了降低低频的超声换能器的整体尺寸的技术效果。

[0053] 在本发明一些可选的实施方式中,可以通过划片机在超声换能器上设置的凹槽,划片机的刀宽可以控制在30~200微米之间,即两个凹槽的宽度可以为30~200微米。对于凹槽的深度,可以使凹槽在压电层内延伸的深度范围设置为 $1/5H$ 至 $H$ ,其中 $H$ 为压电层的厚度。

[0054] 在本发明一些可选的实施方式中,在设置至少两个凹槽时,至少两个凹槽可以均

匀或者不均匀的分布在压电体的宽度方向上,即至少两个凹槽将压电层和匹配层分隔成多个压电体和匹配体,多个压电体和匹配体的尺寸可以相同也可以不同;并且至少两个凹槽的深度和/或宽度可以相同也可以不同;至少两个凹槽在压电体宽度方向上也可以平行设置。

[0055] 在本发明一些可选的实施方式中,压电层的材料可以为压电陶瓷、压电复合材料、压电单晶或者薄膜材料。

[0056] 实施例三

[0057] 本发明实施例提供了一种超声成像系统,该超声成像系统包括实施例一、实施例二中任意一种超声换能器。

[0058] 实施例四

[0059] 图16示出了根据本发明实施例的一种可选的超声换能器的制造方法的流程图,如图所示,该方法包括:

[0060] 步骤S11,形成背衬层;

[0061] 步骤S12,在所述背衬层上形成压电层;

[0062] 步骤S13,在所述压电层上形成匹配层;以及

[0063] 步骤S14,在所述匹配层上形成至少一个凹槽,所述凹槽在厚度方向上穿透所述匹配层且延伸至所述压电层的至少一部分,并且所述凹槽在长度方向上贯通所述匹配层和所述压电层。具体请参见实施例一和实施例二中关于凹槽的内容。

[0064] 在本发明实施例中,通过在超声换能器的匹配层和压电层中设置凹槽,使凹槽在厚度方向上穿透所述匹配层且延伸至所述压电层的至少一部分,并且所述凹槽在长度方向上贯通所述匹配层和所述压电层的方式,解决了现有的低频超声换能器厚度大的问题,达到了降低低频超声换能器厚度的目的。

[0065] 在本发明一些可选的实施方式中,压电层以及匹配层通过有机粘结材料固定粘结。

[0066] 在本发明一些可选的实施方式中,将背衬层灌注在压电层上。

[0067] 在本发明一些可选的实施方式中,通过微纳加工技术,在匹配层和压电层中设置至少一个凹槽。

[0068] 虽然结合附图描述了本发明的实施例,但是本领域技术人员可以在不脱离本发明的精神和范围的情况下作出各种修改和变型,这样的修改和变型均落入由所附权利要求所限定的范围之内。

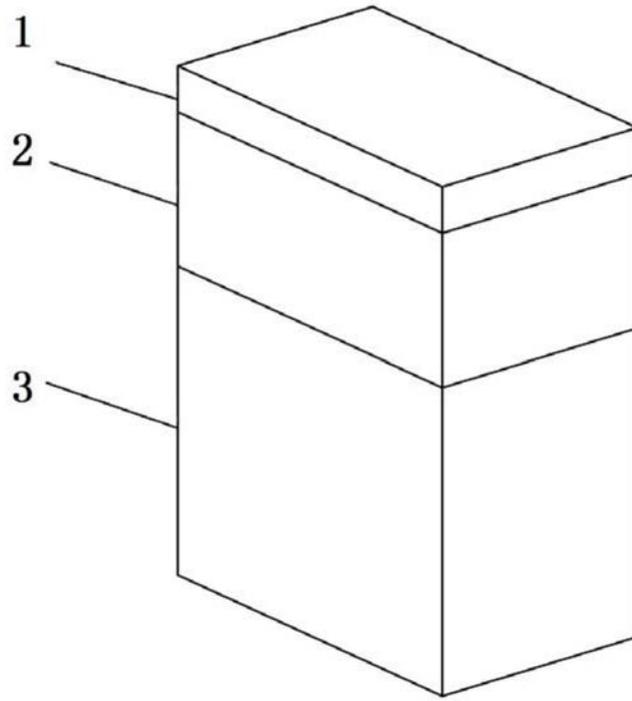


图1

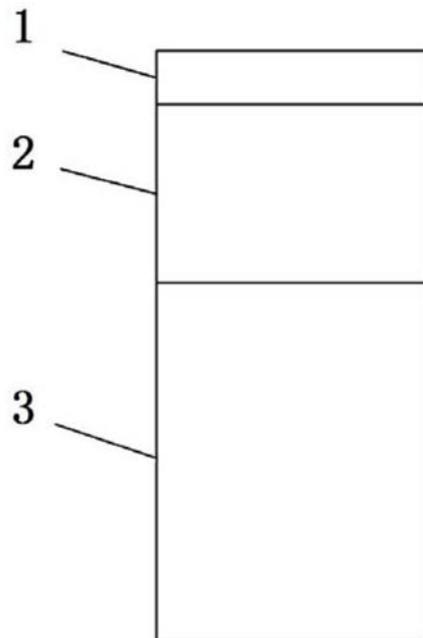


图2

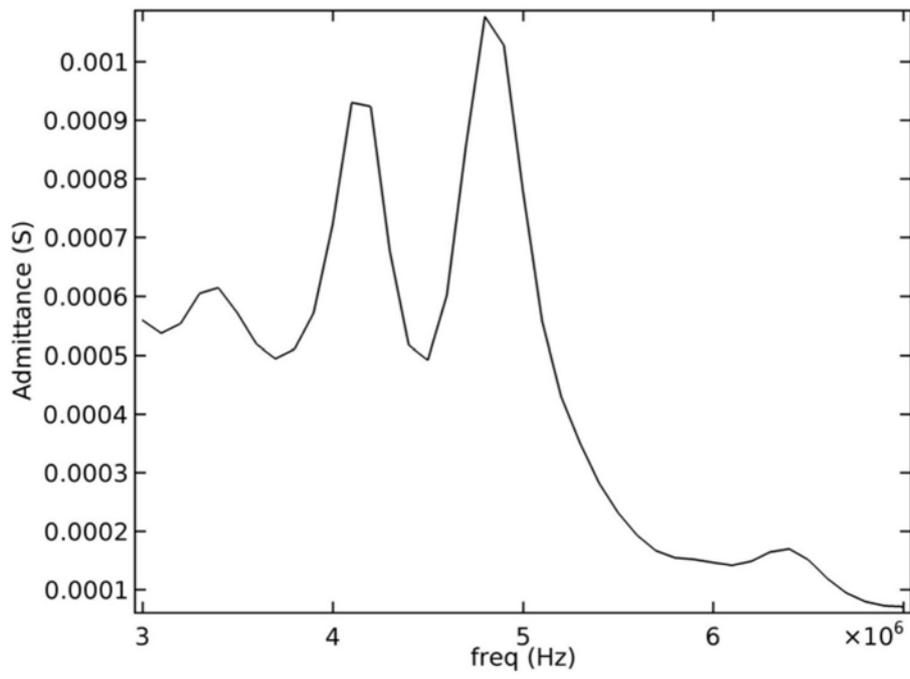


图3

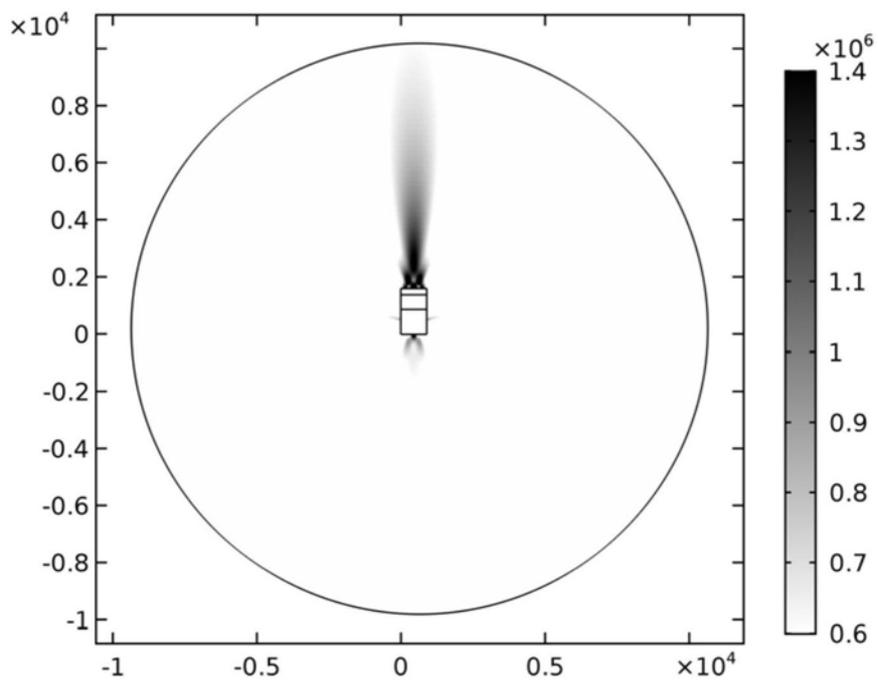


图4

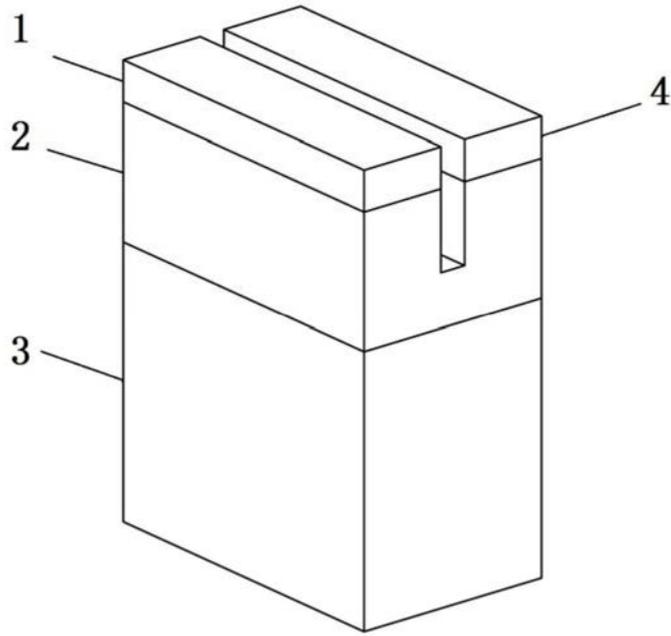


图5

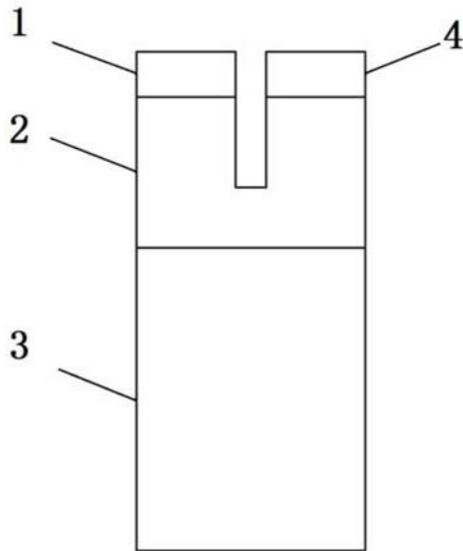


图6

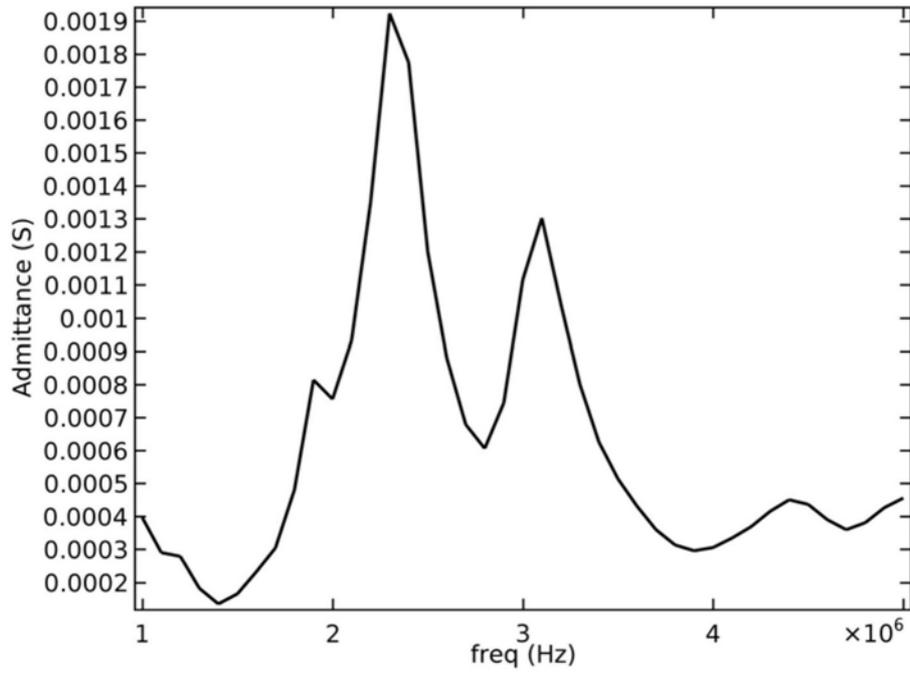


图7

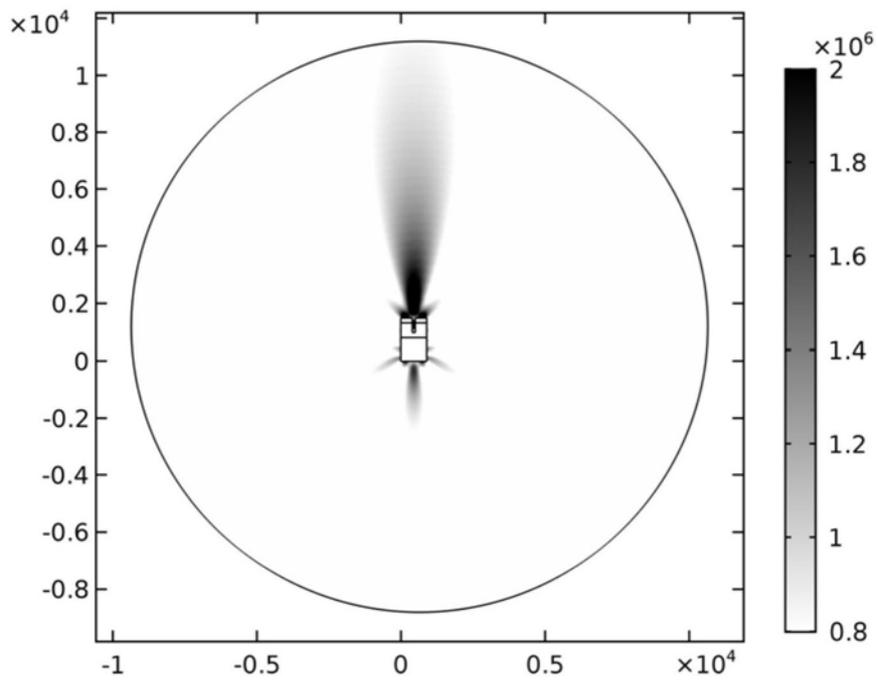


图8

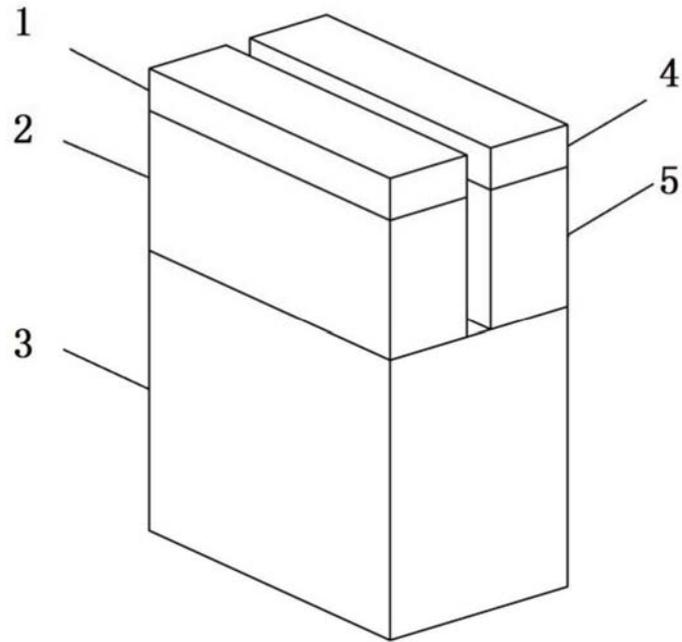


图9

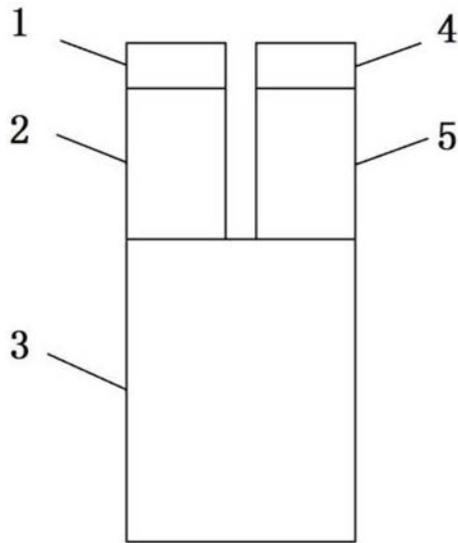


图10

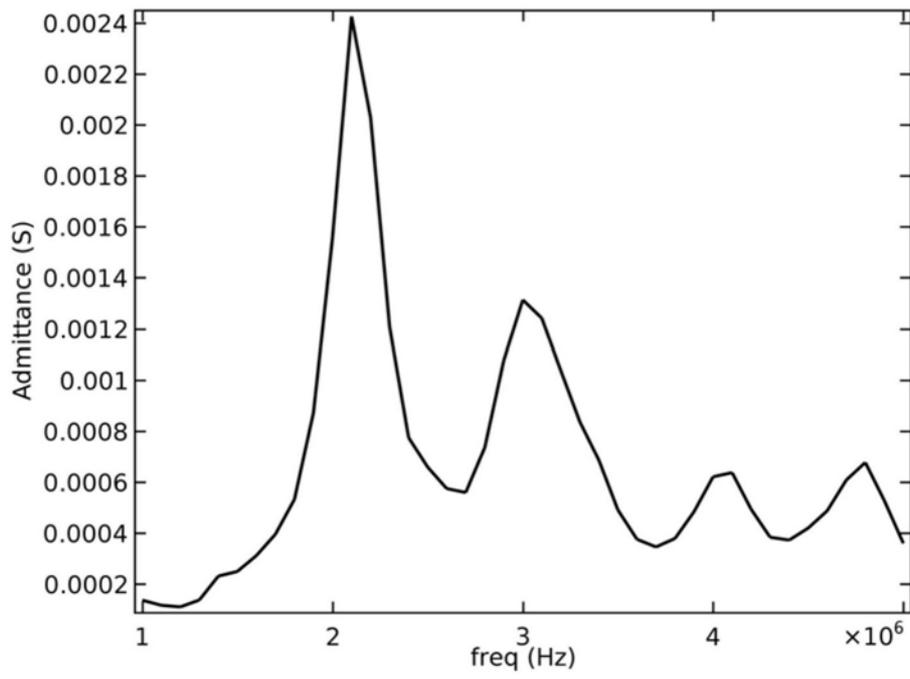


图11

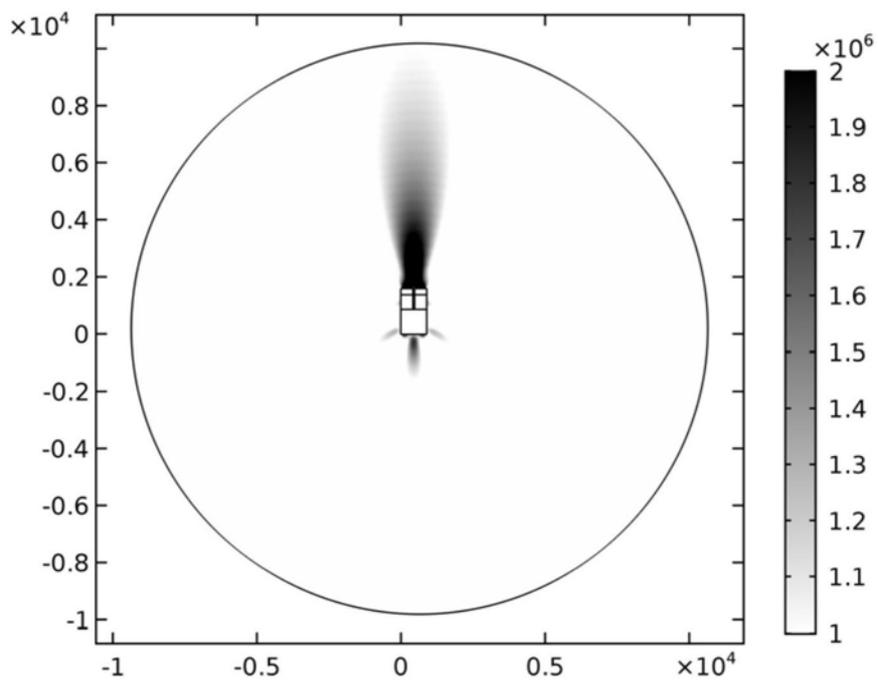


图12

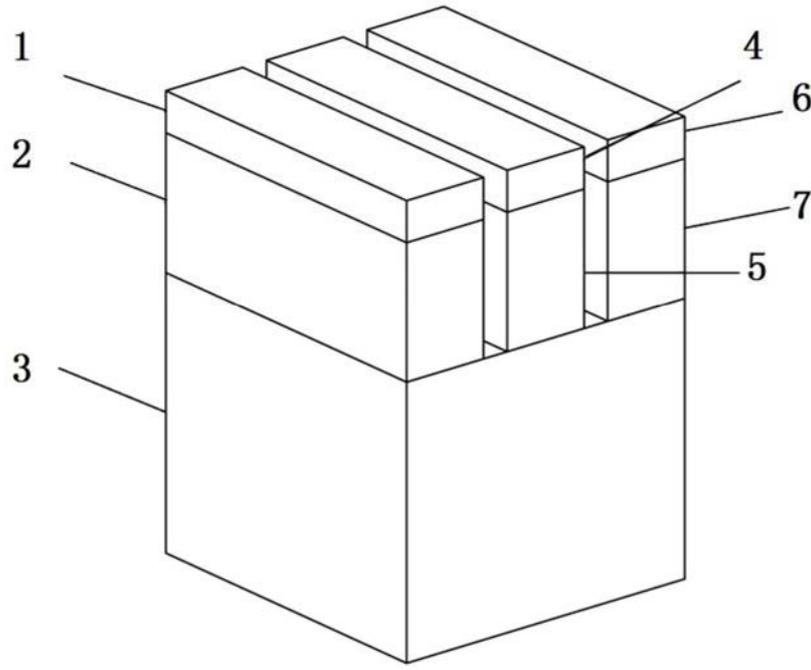


图13

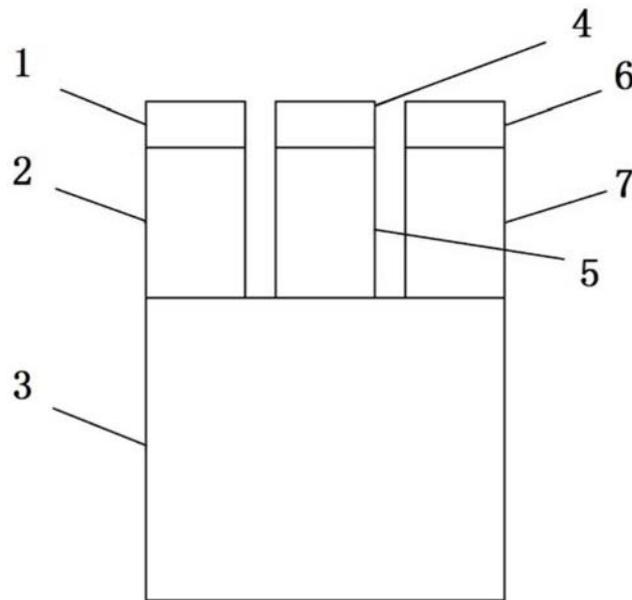


图14

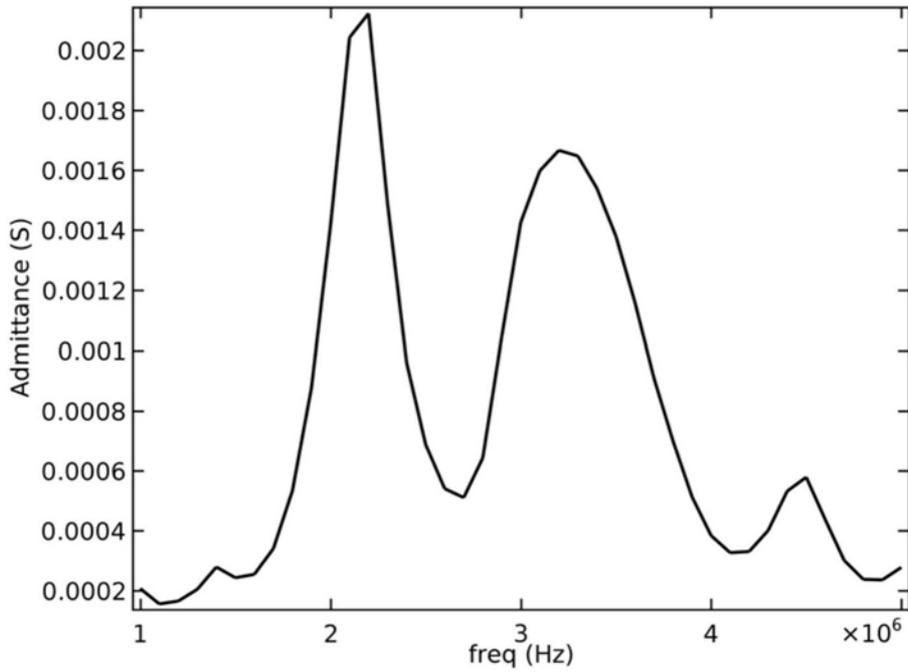


图15

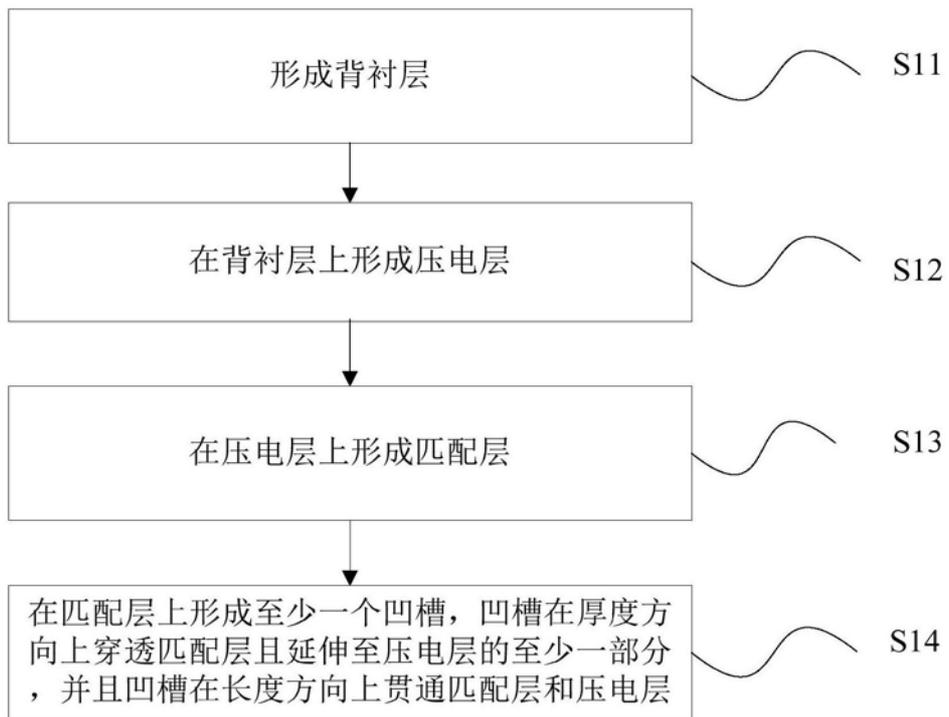


图16

专利名称(译)	超声换能器、超声成像系统及超声换能器的制造方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN108903968A</a>	公开(公告)日	2018-11-30
申请号	CN201810416114.2	申请日	2018-05-03
[标]申请(专利权)人(译)	中国科学院苏州生物医学工程技术研究所		
申请(专利权)人(译)	中国科学院苏州生物医学工程技术研究所		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学院苏州生物医学工程技术研究所		
[标]发明人	李培洋 李章剑 邵维维 崔峭峤		
发明人	李培洋 李章剑 邵维维 崔峭峤		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4483		
代理人(译)	吴黎		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明公开了一种超声换能器、超声成像系统及超声换能器的制造方法，该超声换能器包括背衬层；压电层，设置在所述背衬层上；匹配层，设置在所述压电层上；以及至少一个凹槽，设置在所述匹配层和所述压电层中，所述凹槽在厚度方向上穿透所述匹配层且延伸至所述压电层的至少一部分，并且所述凹槽在长度方向上贯通所述匹配层和所述压电层，解决现有的低频超声换能器厚度大的问题。

