



(21) 申请号 201710744624.8

B06B 1/06 (2006.01)

(22) 申请日 2017.08.25

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

NL 8801825 A, 1990.02.16

申请公布号 CN 109427956 A

NL 8801825 A, 1990.02.16

(43) 申请公布日 2019.03.05

Chi-Man Wong 等. "Development of a 20-

(73) 专利权人 香港理工大学深圳研究院

MHz wide-bandwidth PMN-PT single
crystal".《Ultrasonics》.2016,第73卷181-
186.

地址 518057 广东省深圳市南山区高新园

南区粤兴一道18号香港理工大学产学研
研大楼205室

审查员 朱军

(72) 发明人 陈燕 黄智文 林国豪 戴吉岩

(74) 专利代理机构 深圳中一专利商标事务所

44237

专利代理师 高星

(51) Int. Cl.

H01L 41/08 (2006.01)

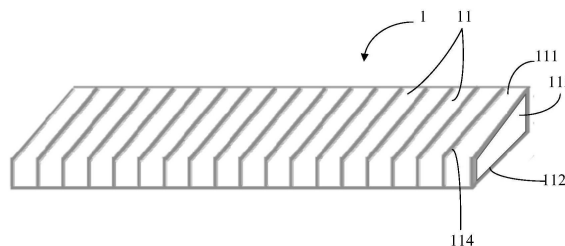
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

用于超声探头的压电块体和超声阵列探头
及其制备方法

(57) 摘要

本发明适用于医疗器械技术领域,提供了一种用于超声探头的压电块体,包括阵列排布的多个压电阵元,压电阵元设有上表面和下表面,上表面和下表面均设有电极,上表面相对下表面倾斜使压电阵元的厚度均匀渐变,多个压电阵元按照相同的厚度变化趋势并列排布,使多个压电阵元的上表面形成斜面,使多个压电阵元的下表面形成底面。本发明的压电块体由多个厚度均匀渐变的压电阵元形成,使压电块体的厚度均匀渐变,压电阵元的厚度影响机电耦合系数,进而影响谐振频率及带宽,由于压电阵元的厚度逐渐变薄,因此引起谐振频率的渐变,使得带宽增大。且谐振频率处阻抗值会变小,更接近50欧姆的电学匹配电阻,有利于灵敏度的提高,提升了成像质量。



1. 一种超声阵列探头,其特征在于,包括背衬层、匹配层以及设置于所述背衬层和匹配层之间的压电块体,所述压电块体包括阵列排布的多个压电阵元,所述压电阵元设有上表面和下表面,所述上表面和下表面均设有电极,所述上表面相对下表面倾斜使所述压电阵元的厚度均匀渐变,多个所述压电阵元按照相同的厚度变化趋势并列排布,使多个压电阵元上表面形成斜面,使多个所述压电阵元的下表面形成底面,整个所述压电块体的厚度均匀渐变,所述压电块体的数量为两个,两个所述压电块体的厚度最小端对接,两个所述压电块体的上表面的电极导通,两个所述压电块体的下表面的电极导通。

2. 如权利要求1所述的超声阵列探头,其特征在于,相邻的所述压电阵元通过去耦聚合物材料连接。

3. 如权利要求1所述的超声阵列探头,其特征在于,所述压电阵元的最小厚度为最大厚度的 $1/10 \sim 9/10$ 。

4. 如权利要求3所述的超声阵列探头,其特征在于,所述压电阵元的最大厚度大于或等于所述压电阵元的宽度的2倍。

5. 如权利要求1所述的超声阵列探头,其特征在于,所述多个压电阵元等间距排布,所述压电阵元的间距小于或等于所述压电阵元的宽度的 $1/4$ 。

6. 一种超声阵列探头的制造方法,其特征在于,包括下述步骤:

取压电块料,并将所述压电块料沿厚度方向极化;

将所述压电块料的上表面进行打磨,使其相对块料的下表面倾斜,使所述压电块料的厚度均匀变化;

在所述上表面和下表面设置电极;

沿所述的压电块料的厚度变化方向开槽,获得多个压电阵元;

采用流动性的绝缘聚合物材料将槽填充,获得压电块体;

在所述压电块体的下表面贴背衬层,在所述压电块体的上表面贴匹配层,形成超声阵列探头,一个所述超声阵列探头包括两个所述压电块体,两个所述压电块体的最薄端对接,在两个所述压电块体中,相对的两个压电阵元上表面的电极连接,相对的两个压电阵元下表面的电极连接,形成一个新的压电阵元;整个所述压电块体的厚度均匀渐变;

将同轴线缆的芯线和地线分别接每个压电阵元上表面的电极和下表面的电极,用于超声信号的发射与接收。

用于超声探头的压电块体和超声阵列探头及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于医疗器械技术领域,特别涉及一种用于超声探头的压电块体和超声阵列探头及其制备方法。

背景技术

[0002] 压电阵元是压电超声探头的核心部件,其性能指标对超声探头的成像效果的影响是至关重要的。随着科学技术的发展,对阵列式超声探头的性能提出了更高的要求,特别是灵敏度和带宽的要求。目前,用于制备阵列式超声探头的压电阵元以长条状较为常见,这种阵列式探头尺寸较小,以相控阵为例,单个压电阵元的宽度小于半波长,阵元的电容比较小,使得阵列式超声探头灵敏度不高。另外,传统阵列探头的带宽依然不高,成像质量有待提高。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种用于超声探头的压电阵元,旨在解决传统阵列超声探头灵敏度低、带宽不高的技术问题。

[0004] 本发明是这样实现的,一种用于超声探头的压电块体,包括阵列排布的多个压电阵元,所述压电阵元设有上表面和下表面,所述上表面和下表面均设有电极,所述上表面相对下表面倾斜使所述压电阵元的厚度均匀渐变,多个所述压电阵元按照相同的厚度变化趋势并列排布,使多个压电阵元的上表面形成斜面,使多个所述压电阵元的下表面形成底面。

[0005] 进一步地,相邻的所述压电阵元通过去耦聚合物材料连接。

[0006] 进一步地,所述压电阵元的最小厚度为最大厚度的 $1/10 \sim 9/10$ 。

[0007] 进一步地,所述压电阵元的最大厚度大于或等于所述压电阵元的宽度的2倍。

[0008] 进一步地,所述多个压电阵元等间距排布,所述压电阵元的间距小于或等于所述压电阵元的宽度的 $1/4$ 。

[0009] 本发明的另一目的在于提供一种超声阵列探头,包括背衬层、匹配层以及设置于所述背衬层和匹配层之间的压电块体,所述压电块体采用上述的压电块体。

[0010] 进一步地,所述压电块体的数量为一个。

[0011] 进一步地,所述压电块体的数量为两个,两个所述压电块体的厚度最小端对接,两个所述压电块体的上表面的电极导通,两个所述压电块体的下表面的电极导通。

[0012] 本发明的另一目的在于提供一种压电块体的制造方法,包括下述步骤:

[0013] 取压电块料,并将所述压电块料沿厚度方向极化;

[0014] 将所述压电块料的上表面进行打磨,使其相对块料的下表面倾斜,使所述压电块料的厚度均匀变化;

[0015] 在所述上表面和下表面设置电极;

[0016] 沿所述的压电块料的厚度变化方向开槽,获得多个压电阵元;

[0017] 采用流动性的绝缘聚合物材料将槽填充,获得压电块体。

- [0018] 本发明的另一目的在于提供一种超声阵列探头的制造方法,包括下述步骤:
- [0019] 取压电块料,并将所述压电块料沿厚度方向极化;
- [0020] 将所述压电块料的上表面进行打磨,使其相对块料的下表面倾斜,使所述压电块料的厚度均匀变化;
- [0021] 在所述上表面和下表面设置电极;
- [0022] 沿所述的压电块料的厚度变化方向开槽,获得多个压电阵元;
- [0023] 采用流动性的绝缘聚合物材料将槽填充,获得压电块体;
- [0024] 在所述压电块体的下表面贴背衬层,在所述压电块体的上表面贴匹配层,形成超声阵列探头,一个所述超声阵列探头包括一个或两个所述压电块体,两个所述压电块体的最薄端对接,在两个所述压电块体中,相对的两个压电阵元的上表面的电极连接,相对的两个压电阵元的下表面的电极连接,形成一个新的压电阵元;
- [0025] 将同轴线缆的芯线和地线分别接每个压电阵元的上表面的电极和下表面的电极,用于超声信号的发射与接收。
- [0026] 本发明实施例提供的压电块体由多个厚度均匀渐变的压电阵元形成,使整个压电块体的厚度均匀渐变,压电阵元的厚度影响着机电耦合系数,进而影响着谐振频率及带宽,由于压电阵元的厚度自一端向另一端逐渐变薄,进而厚度不同处谐振频率不同,因此厚度的渐变引起谐振频率的渐变,使得带宽增大。另一方面,相比于传统厚度不变的探头,其厚度逐渐变薄,谐振频率处阻抗值会变小,更接近50欧姆的电学匹配电阻,有利于灵敏度的提高。高灵敏度及较大带宽有效地提升了成像质量。

附图说明

- [0027] 图1是本发明实施例提供的压电块体的结构示意图;
- [0028] 图2是本发明实施例提供的超声阵列探头的一种结构示意图;
- [0029] 图3是本发明实施例提供的超声阵列探头的另一种结构示意图;
- [0030] 图4是本发明实施例提供的压电阵元的谐振效果图;
- [0031] 图5是传统的压电阵元的谐振效果图;
- [0032] 图6是本发明实施例提供的压电块体的制造方法流程图;
- [0033] 图7是本发明实施例提供的超声阵列探头的制造方法流程图。
- [0034] 图中标记的含义为:
- [0035] 1-压电块体,2-背衬层,3-匹配层,11-压电阵元,111-上表面,112-下表面,114-聚合物,fa-反谐振频率,fr-谐振频率。

具体实施方式

- [0036] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。
- [0037] 需说明的是,当部件被称为“固定于”或“设置于”另一个部件,它可以直接或者间接在该另一个部件上。当一个部件被称为“连接于”另一个部件,它可以是直接或者间接连接至该另一个部件上。术语“上”、“下”、“左”、“右”等指示的方位或位置关系为基于附图所

示的方位或位置关系,仅是为了便于描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本专利的限制。术语“第一”、“第二”仅用于便于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明技术特征的数量。“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0038] 为了说明本发明所述的技术方案,以下结合具体附图及实施例进行详细说明。

[0039] 请查阅图1,本发明实施例提供一种用于超声探头的压电块体1,该压电块体1包括阵列排布的多个条状的压电阵元11,压电阵元11设有上表面111和下表面112,当然在上表面111和下表面112之间的部分还设有侧面113,整个压电阵元11的俯视结构是一矩形,压电阵元11的上表面111和下表面112均设有电极,用于连接超声设备的电路,该上表面111相对下表面112倾斜使压电阵元11的厚度均匀渐变,也即上表面111和下表面112是不平行的,垂直于压电阵元11的厚度变化方向的侧视形状是左右边平行、上下边非平行且左右边和下边垂直的形状,多个具有斜坡的压电阵元11按照相同的厚度变化趋势并列排布,使多个压电阵元11的上表面111形成压电阵元11斜面,使多个压电阵元11的下表面112形成压电块体1底面。

[0040] 本发明实施例提供的压电块体1由多个厚度均匀渐变的压电阵元11形成,使整个压电块体1的厚度均匀渐变,压电阵元11的厚度影响着谐振频率,进而影响着机电耦合系数及带宽,由于压电阵元11的厚度自一端向另一端逐渐变薄,进而厚度不同处谐振频率不同,因此厚度的渐变引起谐振频率的渐变,使得机电耦合系数增大。另一方面,相比于传统厚度不变的探头,其厚度逐渐变薄,谐振频率处阻抗值会变小,更接近50欧姆的电学匹配电阻,有利于灵敏度的提高。高灵敏度及较大带宽有效地提升了成像质量。

[0041] 参考图4和图5,图4中示出了本发明实施例的压电阵元11的实验数据,图5中示出了传统厚度不变的压电阵元的实验数据,图4、5中分别示出了阻抗频谱和相角频谱,其中,阻抗频谱最低点为谐振频率,以 f_r 标注,阻抗频谱最高点为反谐振频率,以 f_a 标注。图4所示的反谐振频率 f_a 明显大于图5所示的反谐振频率 f_a ,而图4所示的谐振频率 f_r 与图5所示的谐振频率 f_r 相差较小,图4所示的谐振频率与反谐振频率之差 $f_a - f_r$ 较大,图5所示的谐振频率与反谐振频率之差 $f_a - f_r$ 较小。机电耦合系数 k 的平方为 $\frac{\pi f_r}{2 f_a} \tan\left(\frac{\pi f_a - f_r}{2 f_a}\right)$, 因此,图4所

示的机电耦合系数较大,图5所示的机电耦合系数较小,机电耦合系数增大使得阵列超声探头的带宽增大。

[0042] 进一步地,压电阵元11的材料优选为压电单晶、压电陶瓷、压电聚合物、压电复合材料。具体地,压电陶瓷可以为PZT陶瓷、无铅压电陶瓷,压电单晶可选择PMN-PT单晶、弛豫铁电单晶,压电复合材料可选择压电1-3复合材料、压电0-3复合材料及压电2-2复合材料等。

[0043] 进一步地,该压电块体1的相邻压电阵元11之间优选通过去耦聚合物材料114连接,例如环氧树脂、硅胶等。因此也可将压电块体1称之为“压电材料/聚合物复合块体”,压电阵元11上表面111和下表面112的电极可以是银、金、铜、铂、钛等导电率高且容易焊接的金属通过蒸镀工艺形成的一层或多层结构,蒸镀电极方法有多种,如磁控溅射、化学镀、激光沉积等均可。

[0044] 进一步地,压电阵元11的厚度是逐渐变化的,其最小厚度为最大厚度的 $1/10\sim 9/10$ 。压电阵元11的最大厚度大于或等于压电阵元11的宽度的2倍。优选地,压电阵元11等间距排布,相邻压电阵元11的间距即相邻压电阵元11的间隙宽度小于或等于压电阵元11的宽度的 $1/4$ 。这样使多个压电阵元11构成的压电块体1在满足超声阵列探头检查要求的基础上具有尽量宽的带宽和尽量高的灵敏度。

[0045] 本发明实施例提供的压电块体1主要用于超声探头,本实施例进一步提供一种超声探头,如图2和图3所示,超声探头包括背衬层2、匹配层3以及设置于背衬层2和匹配层3之间的压电块体1,该压电块体1即采用上述的厚度渐变的压电块体1。另外,背衬层2设置于压电块体1的下表面112,匹配层3设置于压电块体1的上表面111,背衬层2是一平层结构,与压电块体1的下表面112紧密贴合,匹配层3本身也为平层结构,其厚度较薄,贴敷于压电块体1的上表面111,匹配层3基于倾斜的压电块体1上表面111而相对背衬层2倾斜。

[0046] 如图2,在一个实施例中,一个超声探头可以仅设有一个压电块体1。如图3,在另一实施例中,一个超声探头可以设有两个压电块体1,两个压电块体1的厚度最小端对接,另外,其压电阵元11的上表面111的电极相连接以实现导通,压电阵元11的下表面112的电极也导通,一方面可以增大带宽,另一方面可以对检测样品实现几何形状的聚焦,从而进一步提高超声探头的性能。

[0047] 如图3,当超声探头设有两个压电块体1时,可以针对每个压电块体1设置背衬层2,也可以将两个压电块体1共同设置在一个背衬层2上。可以针对每个压电块体1设置匹配层3,也可以在两个压电块体1上表面111设置一体的匹配层3。

[0048] 本发明进一步提供一种制造上述的压电块体1的方法,参考图6,该方法包括下述步骤:

[0049] 在步骤S101中,取压电块料,并将压电块料沿厚度方向极化;

[0050] 在步骤S102中,将压电块料的上表面111进行打磨,使其相对块料的下表面112倾斜,使压电块料的厚度均匀变化;

[0051] 在步骤S103中,在上表面111和下表面112设置电极;

[0052] 在步骤S104中,沿的压电块料的厚度变化方向开槽,获得多个压电阵元11;

[0053] 在步骤S105中,采用流动性的聚合物将槽填充,获得压电块体1。

[0054] 具体在步骤S101中,压电块料优选为压电单晶、压电陶瓷、压电聚合物、压电复合材料。具体地,压电陶瓷可以为PZT陶瓷、无铅压电陶瓷,压电单晶可选择PMN-PT单晶、弛豫铁电单晶,压电复合材料可选择压电1-3复合材料、压电0-3复合材料及压电2-2复合材料等。

[0055] 具体在步骤S103中,可以采用银、金、铜、铂、钛等导电率高且容易焊接的金属在压电块料的上下表面112蒸镀一层或多层结构的电极,蒸镀电极工艺可以采用磁控溅射、化学镀、激光沉积等,本实施例不做限制。

[0056] 具体在步骤S104和S105中,对压电块料进行沿斜面渐变方向开槽,开 $N-1$ 个槽得到 N 个斜面压电阵元11。其中,每个槽的宽度、深度相同。槽的宽度不大于压电阵元11宽度的 $1/4$ 。然后将流动性的去耦聚合物(如环氧树脂、硅胶等)将槽填充,通过相应的后续处理得到压电块体1。

[0057] 本发明还提供一种超声阵列探头的制造方法,参考图7,包括下述步骤:

- [0058] 在步骤S201中,取压电块料,并将压电块料沿厚度方向极化;
- [0059] 在步骤S202中,将压电块料的上表面111进行打磨,使其相对块料的下表面112倾斜,使压电块料的厚度均匀变化;
- [0060] 在步骤S203中,在上表面111和下表面112设置电极;
- [0061] 在步骤S204中,沿的压电块料的厚度变化方向开槽,获得多个压电阵元11;
- [0062] 在步骤S205中,采用流动性的聚合物将槽填充,获得压电块体1;
- [0063] 在步骤S206中,在压电块体1的下表面112贴背衬层2,在压电块体1的上表面111贴匹配层3,形成超声阵列探头,一个超声探头包括一个或两个压电块体1,两个压电块体1的最薄端对接。
- [0064] 在两个对接后的压电块体中,相对的压电阵元的上表面的电极连通,下表面的电极连通,形成一个新的压电阵元。
- [0065] 在步骤S207中,将同轴线缆的芯线和地线分别接每个压电阵元的上表面的电极和下表面的电极,用于超声信号的发射与接收。
- [0066] 该方法中步骤S201~S205为制作压电块体1的步骤,其更具体的实施过程如上制作压电块体1的方法所述。在步骤S206中,根据超声探头的设计需求选择一个压电块体1或两个压电块体1制作超声探头,当一个超声探头设有一个压电块体1时,在该压电块体1的下表面112贴合背衬层2,在压电块体1的斜坡上表面111贴合匹配层3;当超声探头设有两个压电块体1时,可以在每个压电块体1的下表面112贴合一个背衬层2,由于两个压电块体1的下表面112是平行且共面的,因此可以将两个压电块体1共同设置在一个背衬层2上。两个压电块体1的上表面111整体形成V形面,可以在每个压电块体1的上表面111分别贴合匹配层3,在工艺许可的情况下,也可以在两个压电块体1的上表面111统一贴合一体的匹配层3。
- [0067] 进一步地,当超声探头设有两个压电块体1时,优选在贴合背衬层2和匹配层3之前,将两个压电块体1的上表面111的电极通过导电环氧或是蒸镀电极等方式进行连接以实现导通,将两个压电块体1的下表面112的电极也通过导电环氧或是蒸镀电极等方式进行连接以实现导通,一方面可以增大带宽,另一方面可以对检测样品实现几何形状的聚焦,从而进一步提高超声探头的性能。
- [0068] 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、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

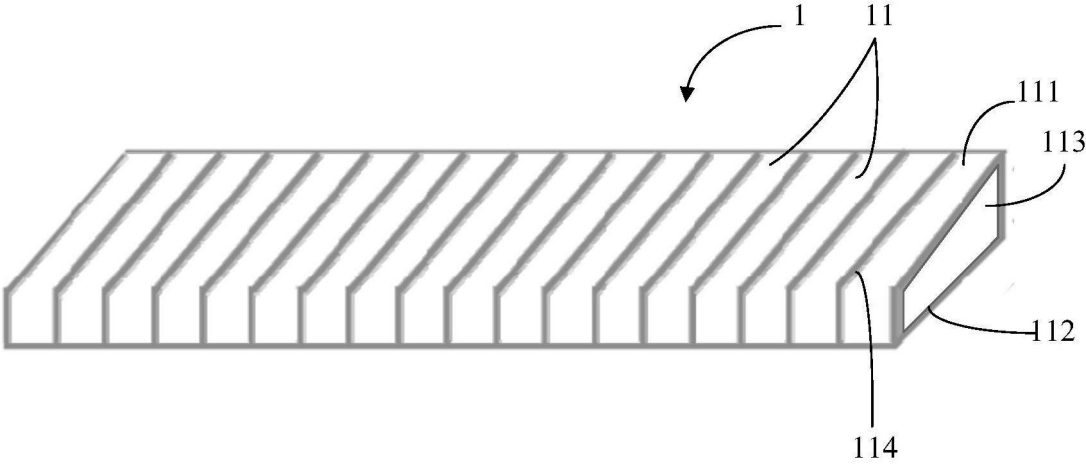


图1

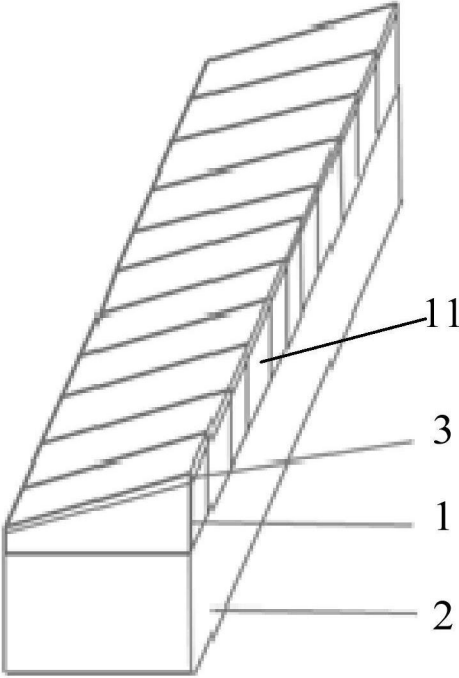


图2

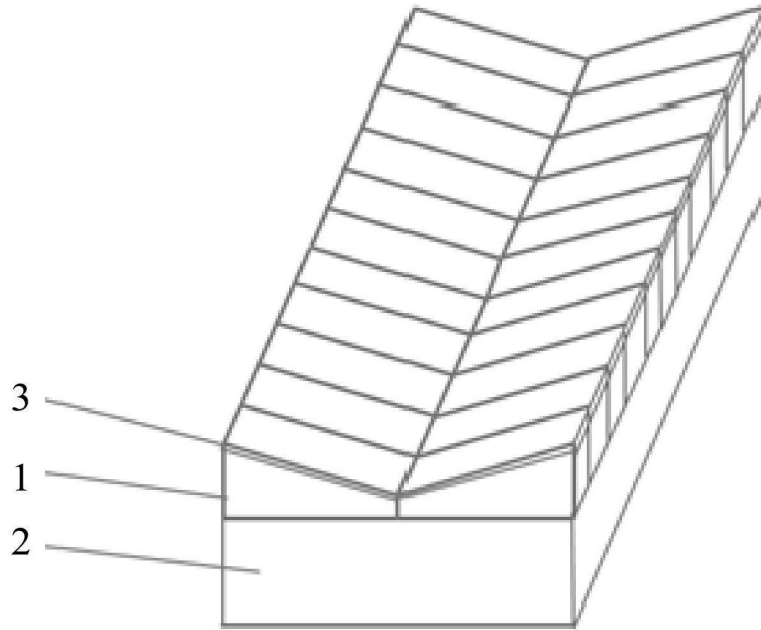


图3

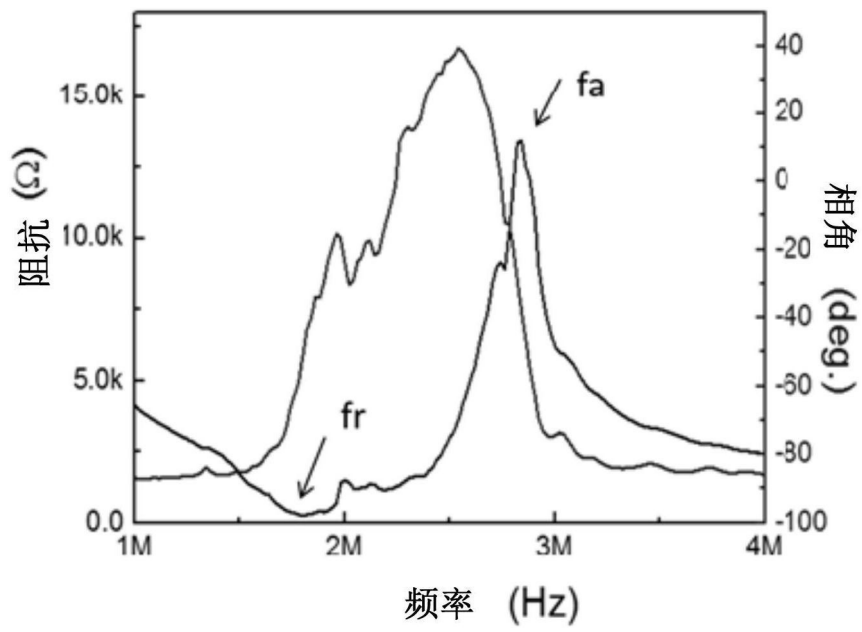


图4

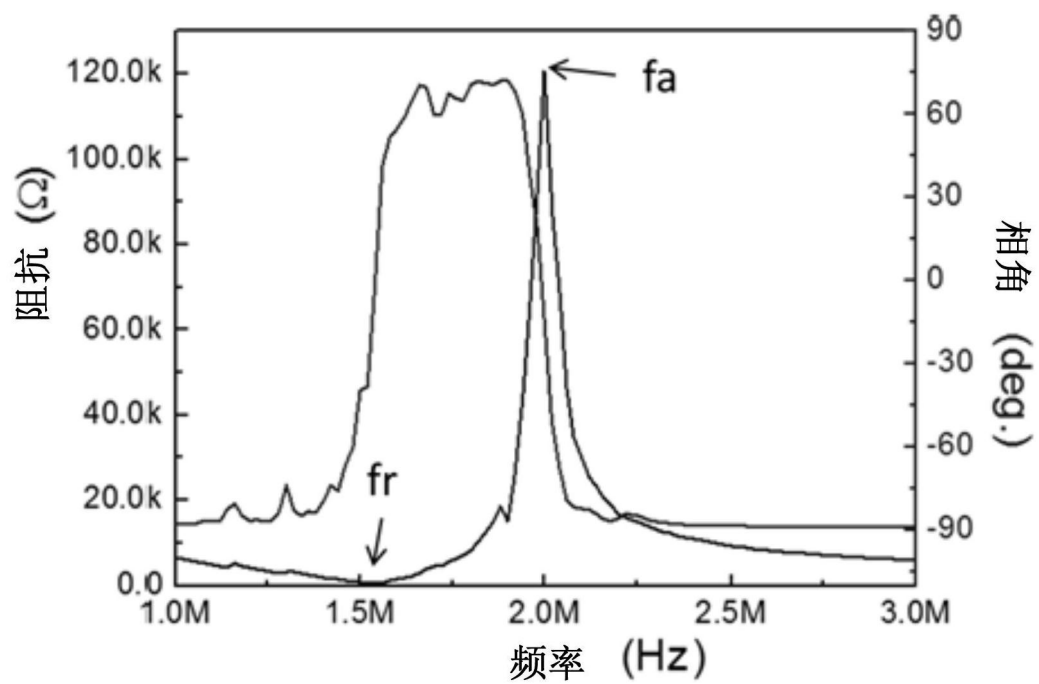


图5

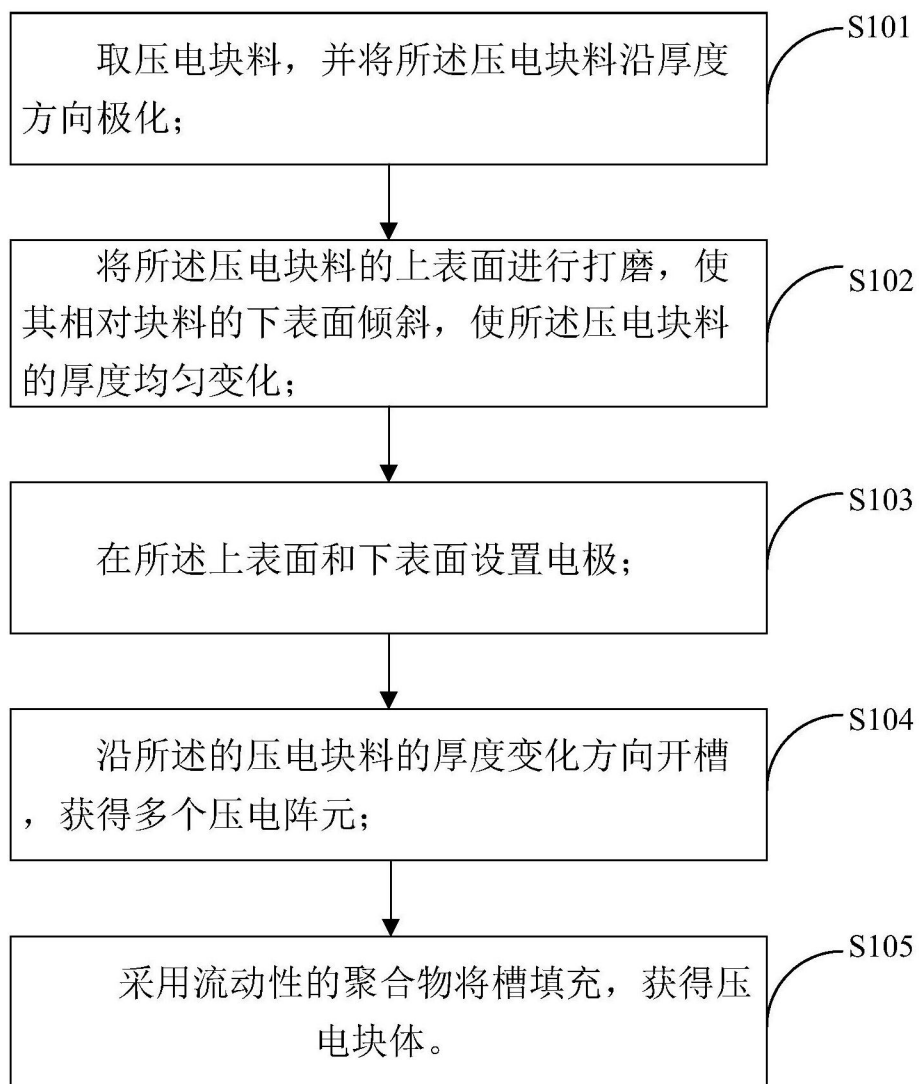


图6

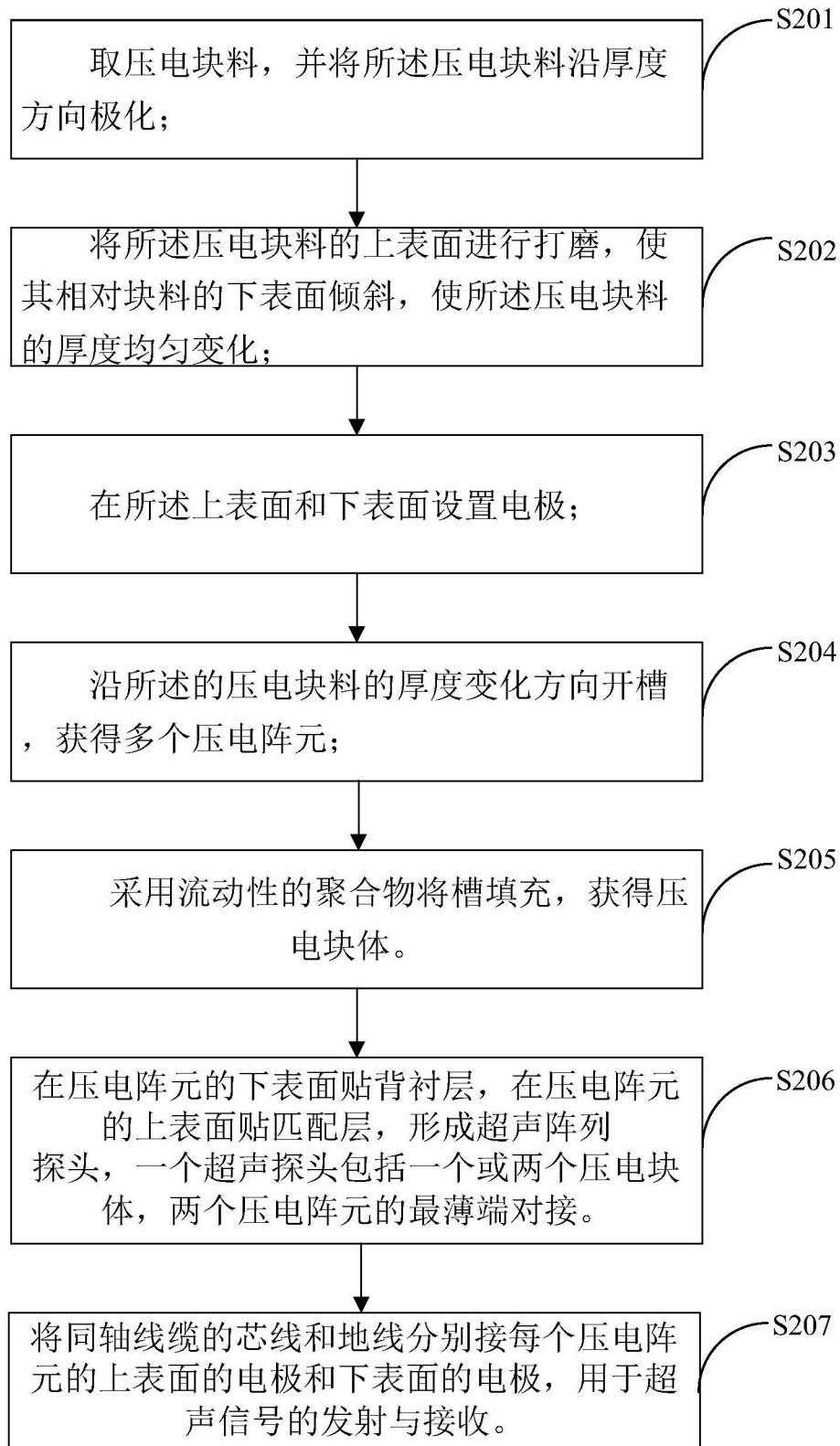


图7