

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 6 月 4 日 (04.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/107283 A1

- (51) 国际专利分类号:
B06B 1/06 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/118004
- (22) 国际申请日: 2018 年 11 月 28 日 (28.11.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 深圳先进研究院 (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。
- (72) 发明人: 冯伟 (FENG, Wei); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。 黄林冰 (HUANG, Linbing); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 张艳辉 (ZHANG, Yanhui); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。 张晨宁 (ZHANG, Chenning); 中国广东省

深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 尹铎 (YIN, Duo); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

- (74) 代理人: 深圳市威世博知识产权代理事务所 (普通合伙) (CHINA WISPRO INTELLECTUAL PROPERTY LLP.); 中国广东省深圳市南山区高新区粤兴三道8号中国地质大学产学研基地中地大楼A806, Guangdong 518057 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: TRANSDUCER ASSEMBLY, AND MANUFACTURING METHOD FOR SAME

(54) 发明名称: 换能器组件及其制备方法

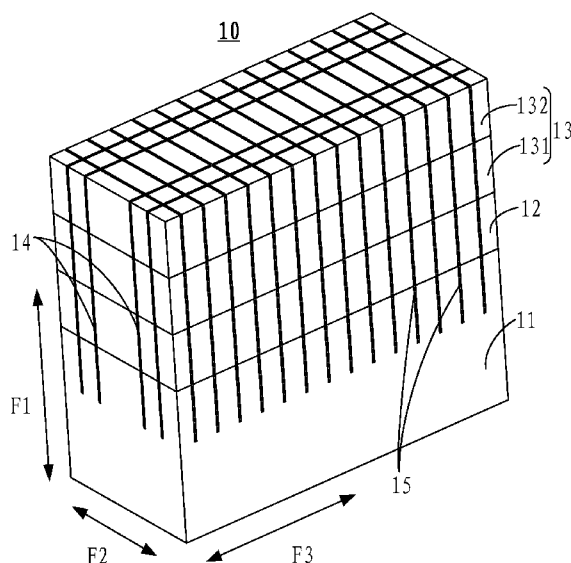


图 1

(57) Abstract: A transducer assembly and a manufacturing method for the same. The transducer assembly comprises a backing layer, a transducer layer, and a matching layer sequentially stacked in an axial direction. The transducer assembly is provided with a first spacing gap passing through the matching layer and the transducer layer in the axial direction and extending into the backing layer, such that the transducer assembly is divided into n columns of sub-members along an elevation angle direction, wherein the axial direction is perpendicular to the elevation angle direction, and n is an integer not less than 2. The transducer assembly is divided into the n columns of sub-members along the elevation angle direction and has multiple columns of sub-members arranged in one dimension along the elevation angle direction. The multiple columns of sub-members are independent of each other. According to the Huygens principle, each column of sub-members is excited on the basis of a certain electrical delay to form a new ultrasonic wavefront, thereby reducing the slice thickness of an ultrasonic beam, and improving the near-surface resolution of ultrasonic probes.

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种换能器组件及其制备方法, 该换能器组件包括沿轴向方向依次叠置的背衬层、换能器层以及匹配层, 换能器组件设置有第一分隔间隙, 第一分隔间隙沿轴向方向贯穿匹配层和换能器层, 并延伸至背衬层中, 以将换能器组件至少沿仰角方向分割成 n 列子体, 其中, 轴向方向与仰角方向垂直, n 为不小于2的整数。该换能器组件沿仰角方向被分割成了 n 列子体, 在仰角方向上具有呈一维排列的多列子体, 且多列子体间相互独立。根据惠更斯原理, 按照一定的电子延时对每列子体进行激励, 从而形成一个新的超声波阵面, 进而减小了超声波束的切片厚度, 提高了超声探头的近表面的分辨率。

换能器组件及其制备方法

【技术领域】

本申请涉及检测技术领域，尤其涉及一种换能器组件及其制备方法。
5 法。

【背景技术】

在超声无损检测技术方面，常用的检测超声探头频率较低，很多在
10 MHz 以内，其中单探头占多数，部分探头为相控阵探头。超声相控
10 阵检测技术是近年发展起来的一种超声无损检测技术，这种技术能够提
高检测速度和检测信号的信噪比，具有快速、可靠、准确等特点。常用
超声相控阵探头的设计基于惠更斯原理，换能器存在着在方位方向上呈
一维排列的阵元，每个阵元间相互独立，按照一定的电子延时对每个阵
元进行激励，从而形成一个新的超声波阵面。通过施加不同的电子延时，
15 会使得超声波束在方位方向上发生偏转，以满足各种检测需要。相控阵
相比于常规的单阵元探头来说具有一定的优势，但是在近表面的分辨力
仍然比较差。

也就是说，现有技术的超声探头的近表面的分辨率较差。

【发明内容】 20

本申请提供一种换能器组件及其制备方法，能够提高超声探头的近
表面的分辨率。

为解决上述技术问题，本申请采用的第一个技术方案是：提供一种
换能器组件，所述换能器组件包括沿轴向方向依次叠置的背衬层、换能
25 器层以及匹配层，所述换能器组件设置有第一分隔间隙，所述第一分隔
间隙沿所述轴向方向贯穿所述匹配层和所述换能器层，并延伸至所述背
衬层中，以将所述换能器组件至少沿仰角方向分割成 n 列子体，其中，
所述轴向方向与所述仰角方向垂直， n 为不小于 2 的整数。

为解决上述技术问题，本申请采用的第二个技术方案是：提供一种

换能器组件的制备方法，包括：准备换能器层；在所述换能器层的两侧表面分别制备匹配层和背衬层，其中，所述背衬层、所述换能器层以及所述匹配层沿轴向方向叠置；沿所述轴向方向切割所述匹配层、换能器层以及背衬层，以形成第一分隔间隙，其中，所述第一分隔间隙贯穿所述匹配层和所述换能器层，并延伸至背衬层，以将所述换能器组件至少沿仰角方向分割成 n 列子体，其中，所述轴向方向与所述仰角方向垂直， n 为不小于 2 的整数。

本申请的有益效果是：区别于现有技术，本申请提供一种换能器组件，该换能器组件包括沿轴向方向依次叠置的背衬层、换能器层以及匹配层，换能器组件设置有第一分隔间隙，第一分隔间隙沿轴向方向贯穿匹配层和换能器层，并延伸至背衬层中，以将换能器组件至少沿仰角方向分割成 n 列子体，其中，轴向方向与仰角方向垂直， n 为不小于 2 的整数。本申请换能器组件沿仰角方向被分割成了 n 列子体，换能器组件在仰角方向上具有呈一维排列的多列子体，且多列子体间相互独立，根据惠更斯原理，按照一定的电子延时对每列子体进行激励，从而形成一个新的超声波阵面，进而减小了超声波束的切片厚度，提高了超声探头的近表面的分辨率。

【附图说明】

- 图 1 是本申请换能器组件一实施方式的整体结构示意图；
图 2 是图 1 换能器组件的垂直于方位方向的剖面结构示意图；
图 3 是图 1 换能器组件的垂直于仰角方向的剖面结构示意图；
图 4 是图 3 中 A 区域的局部放大图；
图 5 是本申请换能器组件的制备方法一实施方式的流程示意图；
图 6 是图 5 中步骤 501 和步骤 502 中对应的换能器组件的结构示意图；
图 7 是图 5 中步骤 503 中对应的换能器组件的结构示意图；
图 8 是本申请换能器组件的制备方法另一实施方式的流程示意图；
图 9 是图 8 中步骤 801-步骤 803 中对应的换能器组件的结构示意图。

【具体实施方式】

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实
5 施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，均属于本申请保护的范围。

应当理解的是，下列细节的其中一些被提供用来以一种足以使相关领域技术人员能够制造和使用公开的实施例的方式描述下列实施例。然
10 而，下面描述的细节的其中一些对于实施本技术的某些实施例可能是不必要的。此外，本申请可以包括权利要求书范围内但未参考附图详细描述的其他实施例。

在下列说明书和附图中描述了一些细节，以提供对本申请的各实施例的透彻理解。附图中示出的许多细节、尺寸、角度和其他特征仅仅是对本公开的特定实施例的说明。因此，在不脱离本公开的精神或范围的情况下，其他实施例可以具有其他的细节、尺寸、角度和特征。此外，
15 本领域普通技术人员可以理解，可以在没有以下描述的细节的其中一些的情况下实施本申请的其他实施例。

请参见图 1，图 1 是本申请换能器组件一实施方式的整体结构示意图。
20 图。

如图 1 所示，本实施方式中，换能器组件 10 包括沿轴向方向 F1 依次叠置的背衬层 11、换能器层 12 以及匹配层 13。换能器组件 10 设置有第一分隔间隙 14，第一分隔间隙 14 沿轴向方向 F1 贯穿匹配层 13 和换能器层 12，并延伸至背衬层 11 中，以将换能器组件 10 至少沿仰角方
25 向 F2 分割成 n 列子体，其中，轴向方向 F1 与仰角方向 F2 垂直，n 为不小于 2 的整数。本实施方式中，换能器组件 10 沿仰角方向 F2 被分割成了 n 列子体，换能器组件 10 在仰角方向 F2 上具有呈一维排列的多列子体，且多列子体间相互独立，根据惠更斯原理，按照一定的电子延时对每列子体进行激励，从而形成一个新的超声波阵面，进而减小了超声波

束的切片厚度，提高了超声探头的近表面的分辨率。

本实施方式中，换能器层 12 包括至少一个配置为以中心操作频率发射超声波能量的换能器元件（图未示），换能器元件为铌酸钾钠/钛酸铋钠复合压电薄膜、钛酸钡钠/铌酸锂复合压电薄膜、压电微机械薄膜或者电容微机械薄膜中的任一种。其中，中心操作频率为百兆赫兹或以上。换能器元件为铌酸钾钠/钛酸铋钠复合压电薄膜或钛酸钡钠/铌酸锂复合压电薄膜时，可以通过溶胶-凝胶法制成。优选地，换能器层 12 在振动时产生 100-500MHZ 的频率的超声波，在其他实施方式中，换能器层 12 在振动时产生其他频率的超声波，本申请对此不作限定。一个或多个换能器元件可以用来进行电声换能，通过设置多层换能器元件可以提高电声换能的效率；另外，采用薄膜式的换能器元件可以大大减小换能器层 12 的厚度，从而使得换能器层 12 在振动时能产生频率较高的超声波，提高了超声探头的近表面的分辨率。在其他实施方式中，换能器层 12 中换能器元件的材料可以根据具体情况选用，本申请对此不作限定。

本实施方式中，匹配层 13 包括沿轴向方向 F1 分布的第一子匹配层 131 和第二子匹配层 132，换能器层 12 的声阻抗大于第一子匹配层 131 和第二子匹配层 132 中任一个的声阻抗，第一子匹配层 131 的声阻抗大于第二子匹配层 132 的声阻抗。在其他实施方式中，子匹配层的个数根据具体情况设定，可以为 2 个、3 个或者更多个，只需保证多个子匹配层的声阻抗在远离换能器层 12 的方向上逐渐减小，且多个子匹配层任一个的声阻抗均小于换能器层 12 的声阻抗即可。通过设置多个子匹配层，且多个子匹配层的声阻抗渐变，能够完全实现工作介质与换能器层 12 之间的声阻抗匹配，有效减少声波在工作介质表面的反射，增大声波的有效透射量。在其他实施方式中，多个子匹配层的声阻抗可以通过迭代算法进行精确计算，以取得最优值，本申请对此不作限定。

本实施方式中，可以通过真空镀膜的工艺直接在换能器层 12 表面镀上第一子匹配层 131，然后在第一子匹配层 131 表面镀上第二子匹配层 132。在其他实施方式中，也可以采用其他工艺进行镀膜，本申请对此不作限定。

本实施方式中，通过使用环氧树脂将单独制作好的匹配层 13 粘到换能器层 12 表面。匹配层 13 和换能器层 12 可以同时制备，可以提高制备效率。在其他实施方式中，也可以采用其他类型的可固化的粘合剂将匹配层 13 粘到换能器层 12 表面，本申请对此不作限定。

- 5 本实施方式中，背衬层 11 为包含多种材料的复合型材料，填充材料中至少有两种材料的声阻抗不同。背衬层 11 中至少两种材料的声阻抗不同，可以较好的起到吸声减震的作用。复合材料包括悬浮在环氧树脂或者其他可流动、可固化液态物质中的微球；该微球可以包括围绕或封装气体(例如空气或烃气体)的玻璃或塑料微球体或者是固体微球体；
- 10 该微球体也可以是实心球体，其材质包括但不限于橡胶、二氧化硅、氧化锆、氧化铝、金属等物质；该微球或微球体可以以不同的比例与环氧树脂或聚合物混合，以获得具有不同稠度和密度的复合材料。例如，复合材料与微球和环氧树脂或聚合物混合。在其他实施方式中，背衬层 11 可以为单一材料，该单一材料包括但不限于金属、环氧树脂、氧化锆、
- 15 氧化铝等固体物质。背衬层 11 还可以为气体，可以只含有一种气体，也可以是混合型气体。背衬层 11 为气体时，其声阻抗较小，声能量在换能器层 12 和背衬层 11 的交界处发生较大程度的反射，因为换能器层 12 是朝两个方向发射能量的，声能量沿相反路径返回，能量会有叠加，提高了发射功率。

- 20 本实施方式中，背衬层 11 沿轴向方向 F1 具有均匀或渐变的声阻抗。背衬层 11 具有渐变的声阻抗，能够改善换能器组件 10 的带宽和灵敏度效果。

- 本实施方式中，通过灌注的方式让可流动、可固化背衬层 11 与换能器层 12 结合。在其他实施方式中，可以预先制作好背衬层 11，再通过
- 25 过粘合剂将背衬层 11 粘合到换能器层 12 表面。背衬层 11 和换能器层 12 可以同时制备，可以提高制备效率。

 在一个具体的实施方式中， n 为不小于 3 的奇数。沿仰角方向 F2 的 n 列子体关于位于 n 列子体中间的子体的中轴线对称分布，且彼此对称的两列子体在沿仰角方向 F2 的宽度之和与位于 n 列子体中间的子体的

宽度相等，彼此对称的两列子体电连接，以同时接收外部激励。因为仰角方向 F2 每一组对称的子体是被一起电连接的，也就是说激励时是被同时激励的。仰角方向 F2 上的波束聚焦于换能器组件 10 在仰角方向 F2 的对称面上，通过改变延时可以调整聚焦的焦距，在后期透镜进一步聚焦之前多一次在仰角方向 F2 上的聚焦，能够减小切片厚度。

为了描述方便，本实施方式以 n 为 5 进行具体说明。具体的，可以参阅图 2，图 2 是图 1 换能器组件的垂直于方位方向 F3 的剖面结构示意图。第一分隔间隙 14 沿轴向方向 F1 贯穿匹配层 13 和换能器层 12，并延伸至背衬层 11 中，以将换能器组件 10 沿仰角方向 F2 分割成 5 列子体，分别为依次沿仰角方向 F2 排列第一列子体 101、第二列子体 102、第三列子体 103、第四列子体 104 以及第五列子体 105，其中，第三列子体 103 为 5 列子体的中间子体。第三列子体 103 关于其中轴线 L 自对称，第一列子体 101 与第五列子体 105 关于第三列子体 103 的中轴线 L 对称，第二列子体 102 与第四列子体 104 关于第三列子体 103 的中轴线 L 对称。第一列子体 101 与第五列子体 105 的宽度之和、第二列子体 102 与第四列子体 104 的宽度之和、以及第三列子体 103 的宽度之和相等。第一列子体 101 与第五列子体 105 之间电连接，第二列子体 102 与第四列子体 104 之间电连接，以同时接受激励。当换能器层 12 接收激励时，彼此对称的两列子体与中间子体发出超声波的面积相同，保证了彼此对称的两列子体与中间子体发出的超声波能量相同，同时也易于换能器层 12 的后期电阻抗匹配的设计。

本实施方式中，沿仰角方向 F2 的 n 列子体中，相邻两列子体之间的第一分隔间隙 14 沿仰角方向 F2 的宽度相等，且宽度为 10-100 μm 。设置相同的间隙，可以保证产品质量，提高产品精度。在其他实施方式中，第一分隔间隙 14 的宽度之间的公差保持在预设范围内，在满足产品基本的情况下，可以降低工艺难度，提高生产效率。

本实施方式中，第一分隔间隙 14 内进一步由填充材料进行填充。在一个具体的实施方式中，第一分隔间隙 14 位于匹配层 13 和换能器层 12 的部分的填充密实度大于第一分隔间隙 14 位于背衬层 11 的部分。由

于背衬层 11 主要是吸声减震,降低其间隙的填充密实度,在满足其吸声减震的同时可以减小工艺难度,降低制作成本。

进一步的,填充材料沿轴向方向 F1 具有均匀或者渐变的声阻抗。填充材料可以为单一材料或复合材料。复合材料包括悬浮在环氧树脂或者其
5 者其他可流动、可固化液态物质中的微球;该微球可以包括围绕或封装气体(例如空气或烃气体)的玻璃或塑料微球体或者是固体微球体;该微球体也可以是实心球体,其材质包括但不限于橡胶、二氧化硅、氧化锆、氧化铝、金属等物质;该微球或微球体可以以不同的比例与环氧树脂或
10 与微球和环氧树脂或聚合物混合。在其他实施方式中,填充材料可以为单一材料。该单一材料包括但不限于金属、环氧树脂、氧化锆、氧化铝等固体物质。填充材料还可以为气体,可以只含有一种气体,也可以是混合型气体。填充材料为气体时可以较好的起到进一步减弱相邻子体间的串扰的作用。

15 进一步参阅图 3 和图 4,图 3 是图 1 换能器组件的垂直于仰角方向的剖面结构示意图;图 4 是图 3 中 A 区域的局部放大图。

本实施方式中,换能器组件 10 还设置有第二分隔间隙 15,第二分隔间隙 15 沿轴向方向 F1 贯穿匹配层 13 和换能器层 12,并延伸至背衬层 11 中,以将换能器组件 10 至少沿方位方向 F3 分割成 m 列子体,其中,方位方向 F3、轴向方向 F1 以及仰角方向 F2 相互垂直,m 为不小于
20 2 的整数。换能器组件 10 沿方位方向 F3 被分割成了 n 列子体,换能器组件 10 在方位方向 F3 上具有呈一维排列的多列子体,且多列子体间相互独立,根据惠更斯原理,按照一定的电子延时对每列子体进行激励,从而形成一个新的超声波阵面,会使得超声波束在方位方向 F3 上发生
25 偏转、聚焦,提高了超声探头的近表面的分辨率。

在一个具体的实施方式中,m 为大于 n 的偶数,沿方位方向 F3 的 m 列子体在沿方位方向 F3 上的宽度相同。优选地,m 可取 64、128 以及 256 中的任一种。进一步的,沿方位方向 F3 的 m 列子体对称分布。

本实施方式中,沿方位方向 F3 的 m 列子体相邻两列子体之间的第

二分隔间隙 15 的宽度沿方位方向 F3 相同，且宽度为 10-100 μm 。优选的，第二分隔间隙 15 宽度和第一分隔间隙 14 的宽度相等。在其他实施方式中，第二分隔间隙 15 和第一分隔间隙 14 的宽度也可以不同，本申请对此不作限定。

- 5 本实施方式中，第二分隔间隙 15 中进一步由填充材料进行填充，第一分隔间隙 14 中的填充材料与第一分隔间隙 14 中的材料相同，在此不再赘述。在其他实施方式中，第一分隔间隙 14 中的填充材料也可以不同，本申请对此不作限定。

10 本实施方式中，第一分隔间隙 14 和第二分隔间隙 15 可以使用刀片切割的机械切割工艺形成，也可以通过光刻、化学刻蚀、等离子刻蚀等相关刻蚀工艺形成，本申请对此不作限定。

15 本实施方式中，换能器组件 10 沿仰角方向 F2 被分割成了 n 列子体，沿方位方向 F3 被分割成了 m 列子体，换能器组件 10 在仰角方向 F2 和方位方向 F3 上具有呈二维排列的多个子体，且多个子体间相互独立。

20 根据惠更斯原理，按照一定的电子延时对每个子体进行激励，在方位方向 F3 上给予子体施加不同激励延时的同时，也在仰角方向 F2 上给予子体施加不同的激励延时，从而形成一个新的超声波阵面，仰角方向 F2 上的波束聚焦于换能器组件在仰角方向 F2 的对称面上，通过改变延时可以调整聚焦的焦距，在后期透镜进一步聚焦之前多一次在仰角方向上的聚焦，能够减小切片厚度，也能在方位方向 F3 上发生偏转，进而进一步减小了超声波束的切片厚度；另一方面，通过使用薄膜式换能器层 12，使得换能器层 12 在振动时能产生频率较高的超声波。结合此二者的提升，换能器组件 10 沿轴向方向 F1 的分辨力可在 5 μm 以内，能够检测更加细微的工件缺陷，提高了近表面分辨力。

- 25 区别于现有技术，本申请提供一种换能器组件，该换能器组件包括沿轴向方向依次叠置的背衬层、换能器层以及匹配层，换能器组件设置有第一分隔间隙，第一分隔间隙沿轴向方向贯穿匹配层和换能器层，并延伸至背衬层中，以将换能器组件至少沿仰角方向分割成 n 列子体，其中，轴向方向与仰角方向垂直，n 为不小于 2 的整数。本申请换能器组

件沿仰角方向被分割成了 n 列子体，换能器组件在仰角方向上具有呈一维排列的多列子体，且多列子体间相互独立，根据惠更斯原理，按照一定的电子延时对每列子体进行激励，从而形成一个新的超声波阵面，进而减小了超声波束的切片厚度，提高了超声探头的近表面的分辨率。

5 参阅图 5，图 5 是本申请换能器组件的制备方法一实施方式的流程示意图。

如图 5 所示，本实施方式中，换能器组件的制备方法包括：

步骤 501：准备换能器层。

10 参阅图 6，图 6 是图 5 中步骤 501 和步骤 502 中对应的换能器组件的结构示意图。准备换能器层 22。本实施方式中，换能器层 22 与图 1 中的换能器层 11 相同，请参阅图 1 和说明书相关描述，在此不再赘述。

步骤 502：在换能器层的两侧表面分别制备匹配层和背衬层，其中，背衬层、换能器层以及匹配层沿轴向方向叠置。

15 继续参阅图 6，本实施方式中，匹配层 23 和背衬层 21 与图 1 中的匹配层 13 和背衬层 11 相同，请参阅图 1 和说明书相关描述，相关部分在此不再赘述。

20 在一个具体的实施方式中，匹配层 23 包括第一子匹配层 231 和第二匹配层 232。通过真空镀膜的工艺直接在换能器层 22 表面镀上第一子匹配层 231，然后在第一子匹配层 231 表面镀上第二匹配层 232。通过灌注的方式让可流动、可固化背衬层 21 与换能器层 22 结合。需要说明的是，在换能器层 22 上制作背衬层 21 和匹配层 23 的先后顺序可以互换，本申请对此不作限定。在其他实施方式中，也可以采用其他工艺制备匹配层 23 和背衬层 21，本申请对此不作限定。

25 在另一个具体的实施方式中，准备匹配层 23 和背衬层 21，将匹配层 23 和背衬层 21 通过粘合剂粘贴在换能器层 22 的两侧表面上。通过使用环氧树脂将单独制作好的匹配层 23 粘到换能器层 22 表面。匹配层 23 和换能器层 22 可以同时制备，可以提高制备效率。

步骤 503：沿轴向方向切割匹配层、换能器层以及背衬层，以形成第一分隔间隙，其中，第一分隔间隙贯穿匹配层和换能器层，并延伸至

背衬层，以将换能器组件至少沿仰角方向分割成 n 列子体，其中，轴向方向与仰角方向垂直， n 为不小于 2 的整数。

参阅图 7，图 7 是图 5 中步骤 503 中对应的换能器组件的结构示意图。沿轴向方向切割匹配层 23、换能器层 22 以及背衬层 21，以形成第一分隔间隙 24，其中，第一分隔间隙 24 贯穿匹配层 23 和换能器层 22，并延伸至背衬层 21，以将换能器组件 20 至少沿仰角方向分割成 n 列子体，其中，轴向方向 F1 与仰角方向 F2 垂直， n 为不小于 2 的整数。本实施方式中，第一分隔间隙 24 可以使用刀片切割的机械切割工艺形成，也可以通过光刻、化学刻蚀、等离子刻蚀等相关刻蚀工艺形成，本申请对此不作限定。第一分隔间隙 24 与图 1 中的第一分隔间隙 14 相同，在此不再赘述。

进一步的，利用填充材料对第一分隔间隙 24 进行填充。填充材料与图 1 中第一分隔间隙的材料相同，在此不再赘述。

区别于现有技术，本申请将换能器组件沿仰角方向分割成了 n 列子体，换能器组件在仰角方向上具有呈一维排列的多列子体，且多列子体间相互独立，根据惠更斯原理，按照一定的电子延时对每列子体进行激励，从而形成一个新的超声波阵面，进而减小了超声波束的切片厚度，提高了超声探头的近表面的分辨率。

参阅图 8，图 8 是本申请换能器组件的制备方法另一实施方式的流程图示意图。

本实施方式中，换能器组件的制备方法包括：

步骤 801：准备换能器层。

参阅图 9，图 9 是图 8 中步骤 801-步骤 803 中对应的换能器组件的结构示意图。准备换能器层 32。步骤 801 与步骤 501 相同，在此不再赘述。

步骤 802：在换能器层的两侧表面分别制备匹配层和背衬层，其中，背衬层、换能器层以及匹配层沿轴向方向叠置。

本实施方式中，在换能器层 32 的两侧表面分别制备匹配层 33 和背衬层 31，其中，背衬层 31、换能器层 32 以及匹配层 33 沿轴向方向叠

置。步骤 802 与步骤 502 相同，在此不再赘述。

步骤 803：沿轴向方向切割匹配层、换能器层以及背衬层，以形成第一分隔间隙和第二分隔间隙，其中，第一分隔间隙贯穿匹配层和换能器层，并延伸至背衬层，以将换能器组件至少沿仰角方向分割成 n 列子体，其中，轴向方向与仰角方向垂直， n 为不小于 2 的整数；第二分隔间隙贯穿匹配层和换能器层，并延伸至背衬层，以将换能器组件至少沿方位方向分割成 m 列子体，其中，方位方向、轴向方向以及仰角方向相互垂直， m 为不小于 2 的整数。

本实施方式中，第一分隔间隙 34 可以使用刀片切割的机械切割工艺形成，也可以通过光刻、化学刻蚀、等离子刻蚀等相关刻蚀工艺形成，本申请对此不作限定。第一分隔间隙 34 与图 1 中的第一分隔间隙 14 相同，在此不再赘述。

在沿轴向方向 F1 切割匹配层 33、换能器层 32 以及背衬层 31 之后，还形成第二分隔间隙 35，其中，第二分隔间隙 35 贯穿匹配层 33 和换能器层 32，并延伸至背衬层 31，以将换能器组件 30 至少沿方位方向 F3 分割成 m 列子体，其中，方位方向 F3、轴向方向 F1 以及仰角方向 F2 相互垂直， m 为不小于 2 的整数。第二分隔间隙 35 与图 1 中分隔间隙相同，在此不再赘述。

需要说明的是，第一分隔间隙 34 和第二分隔间隙 35 的形成顺序可以互换，或者同时形成。

进一步的，在形成第二分隔间隙 35 之后，利用填充材料对第一分隔间隙 34 和第二分隔间隙 35 进行填充。填充材料与图 1 中第一分隔间隙的材料相同，在此不再赘述。

区别于现有技术，本申请将换能器组件沿仰角方向分割成了 n 列子体，换能器组件在仰角方向上具有呈一维排列的多列子体，且多列子体间相互独立，根据惠更斯原理，按照一定的电子延时对每列子体进行激励，从而形成一个新的超声波阵面，进而减小了超声波束的切片厚度，提高了超声探头的近表面的分辨率。

以上仅为本申请的实施方式，并非因此限制本申请的专利范围，凡

是利用本申请说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换，或直接或间接运用在其他相关的技术领域，均同理包括在本申请的专利保护范围内。

权 利 要 求 书

1.一种换能器组件，其特征在于，所述换能器组件包括沿轴向方向依次叠置的背衬层、换能器层以及匹配层，所述换能器组件设置有第一分隔间隙，所述第一分隔间隙沿所述轴向方向贯穿所述匹配层和所述换能器层，并延伸至所述背衬层中，以将所述换能器组件至少沿仰角方向分割成 n 列子体，其中，所述轴向方向与所述仰角方向垂直， n 为不小于 2 的整数。

2.根据权利要求 1 所述的换能器组件，其特征在于， n 为不小于 3 的奇数。

3.根据权利要求 2 所述的换能器组件，其特征在于，沿所述仰角方向的 n 列子体关于位于 n 列子体中间的子体的中轴线对称分布，且彼此对称的两列子体在沿所述仰角方向的宽度之和与位于 n 列子体中间的子体的宽度相等，彼此对称的两列子体电连接，以同时接收外部激励。

4.根据权利要求 1 所述的换能器组件，其特征在于，所述匹配层包括沿所述轴向方向分布的多个子匹配层，所述换能器层的声阻抗大于所述多个子匹配层中任一个的声阻抗，所述多个子匹配层的声阻抗在远离所述换能器层的方向上逐渐减小。

5.根据权利要求 1 所述的换能器组件，其特征在于，沿所述仰角方向的 n 列子体中，相邻两列子体之间的所述第一分隔间隙沿所述仰角方向的宽度相等，且宽度为 10-100 μm 。

6.根据权利要求 1 所述的换能器组件，其特征在于，所述第一分隔间隙内进一步由填充材料进行填充。

7.根据权利要求 6 所述的换能器组件，其特征在于，所述填充材料沿所述轴向方向具有均匀或者渐变的声阻抗。

8.根据权利要求 7 所述的换能器组件，其特征在于，所述填充材料为包含多种材料的复合型材料，所述填充材料中至少有两种材料的声阻抗不同。

9.根据权利要求 1 所述的换能器组件，其特征在于，所述背衬层沿所述轴向方向具有均匀或渐变的声阻抗。

10.根据权利要求 1 所述的换能器组件，其特征在于，所述换能器层包括至少一个配置为以中心操作频率发射超声波能量的换能器元件，所述换能器元件为铌酸钾钠/钛酸铋钠复合压电薄膜、钛酸钡钠/铌酸锂复合压电薄膜、压电微机械薄膜或者电容微机械薄膜中的任一种。

11.根据权利要求 1-10 任一项所述的换能器组件，其特征在于，所述换能器组件还设置有第二分隔间隙，所述第二分隔间隙沿所述轴向方向贯穿所述匹配层和所述换能器层，并延伸至背衬层中，以将所述换能器组件至少沿方位方向分割成 m 列子体，其中，所述方位方向、所述轴向方向以及所述仰角方向相互垂直， m 为不小于 2 的整数。

12.根据权利要求 11 所述的换能器组件，其特征在于， m 为大于 n 的偶数，沿所述方位方向的 m 列子体在沿所述方位方向上的宽度相同。

13.根据权利要求 11 所述的换能器组件，其特征在于，所述第二分隔间隙中进一步由填充材料进行填充。

14.一种换能器组件的制备方法，其特征在于，包括：

准备换能器层；

在所述换能器层的两侧表面分别制备匹配层和背衬层，其中，所述背衬层、所述换能器层以及所述匹配层沿轴向方向叠置；

沿所述轴向方向切割所述匹配层、换能器层以及背衬层，以形成第一分隔间隙，其中，所述第一分隔间隙贯穿所述匹配层和所述换能器层，并延伸至背衬层，以将所述换能器组件至少沿仰角方向分割成 n 列子体，其中，所述轴向方向与所述仰角方向垂直， n 为不小于 2 的整数。

15.根据权利要求 14 所述的制备方法，其特征在于，所述在所述换能器层的两侧表面分别制备匹配层和背衬层的步骤包括：

准备所述匹配层和所述背衬层，将所述匹配层和所述背衬层通过粘合剂粘贴在所述换能器层的两侧表面上。

16.根据权利要求 14 所述的制备方法，其特征在于，所述沿所述轴向方向切割所述匹配层、换能器层以及背衬层的步骤进一步包括：

形成第二分隔间隙，其中，所述第二分隔间隙贯穿所述匹配层和所述换能器层，并延伸至背衬层，以将所述换能器组件至少沿方位方向分割成 m 列子体，其中，所述方位方向、所述轴向方向以及所述仰角方向相互垂直， m 为不小于 2 的整数。

17.根据权利要求 16 所述的制备方法，其特征在于，所述方法进一步包括：利用填充材料对所述第一分隔间隙和所述第二分隔间隙进行填充。

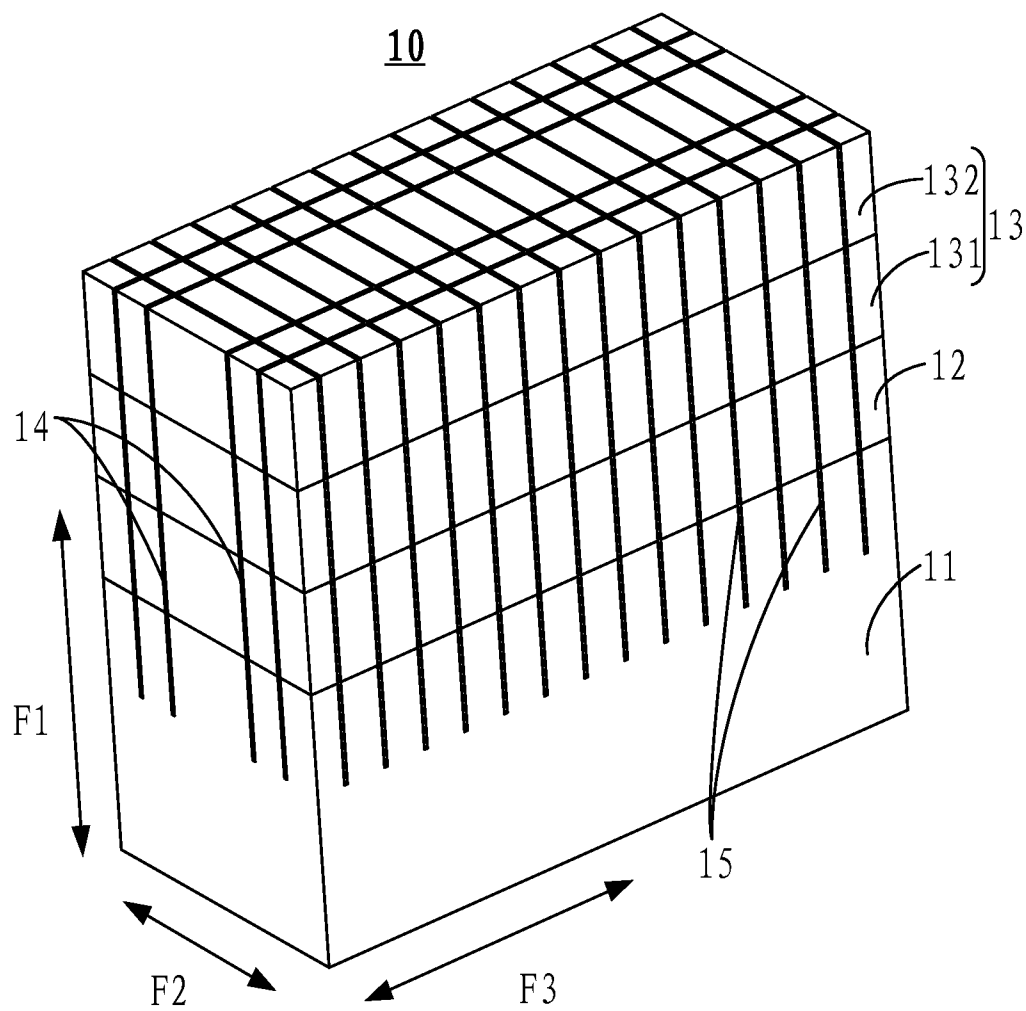


图 1

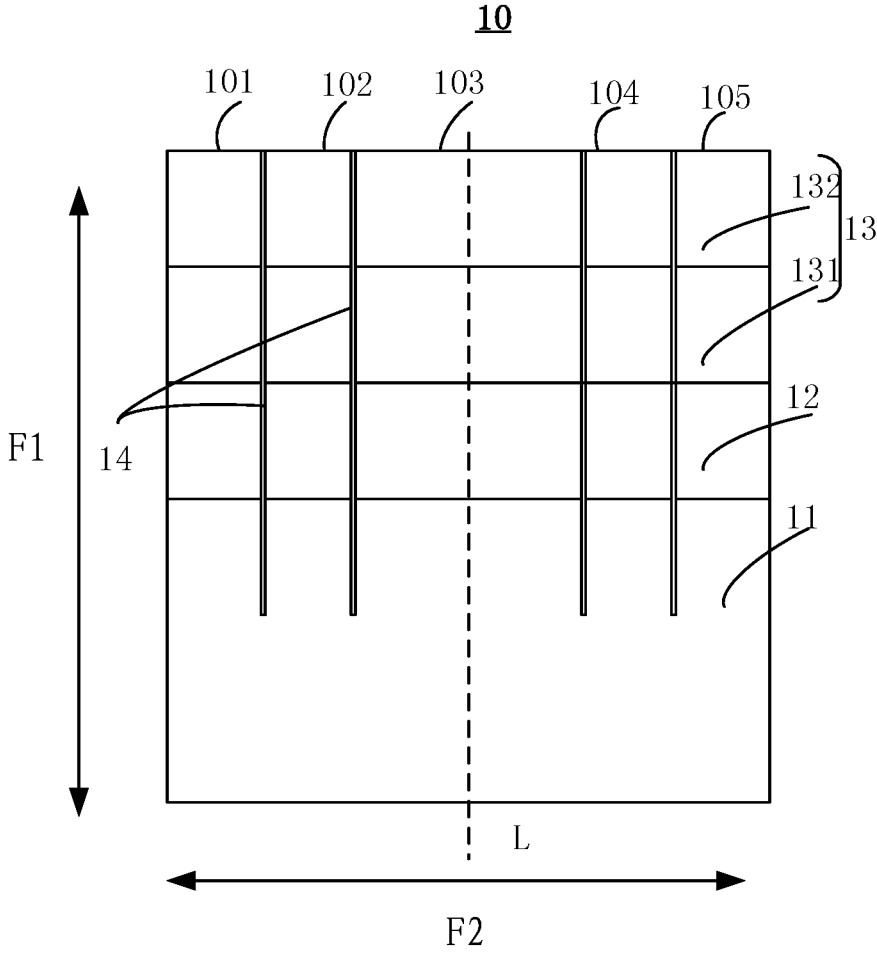


图 2

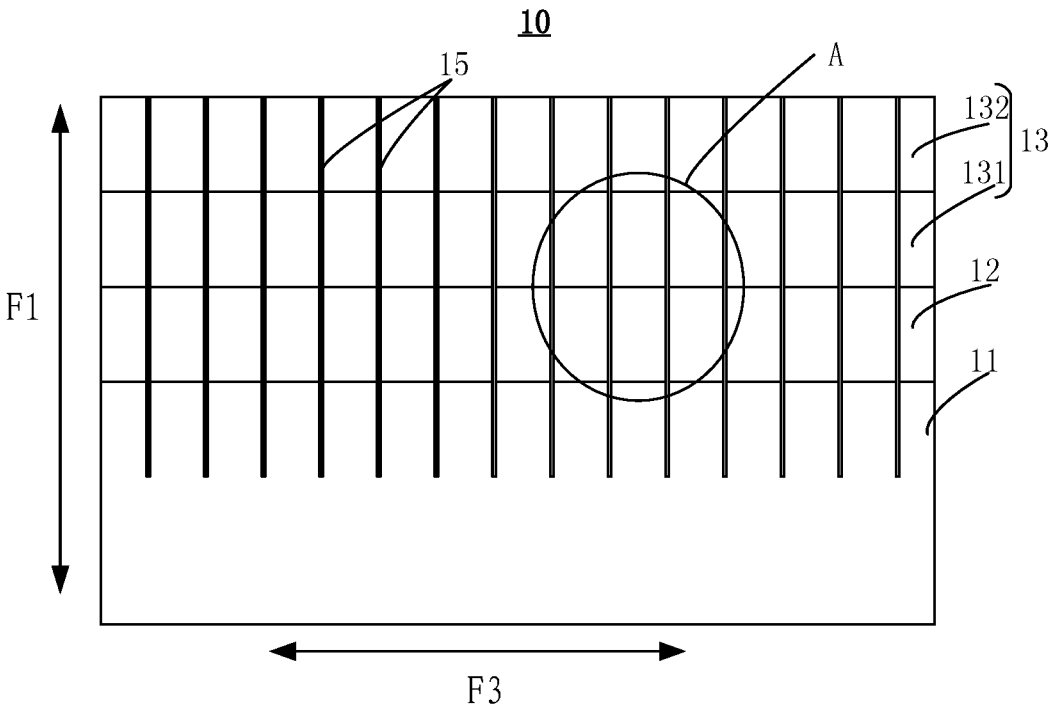


图 3

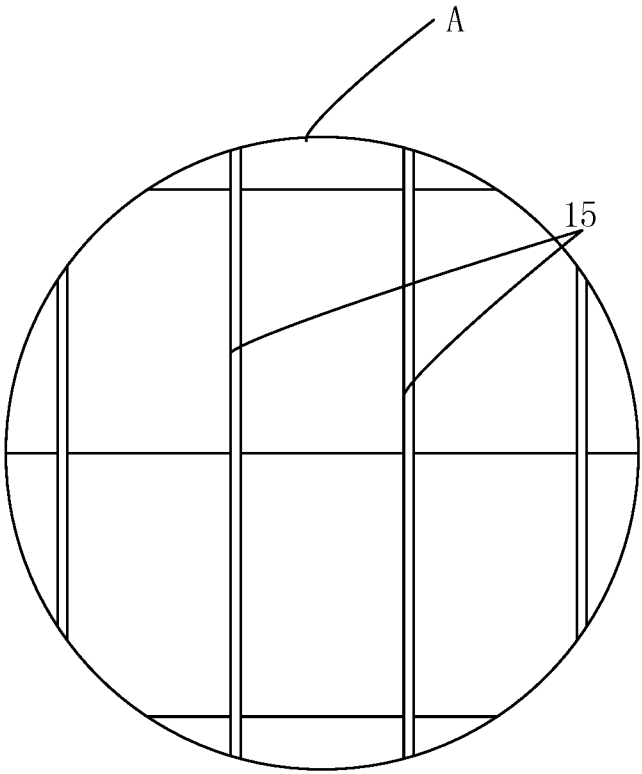


图 4

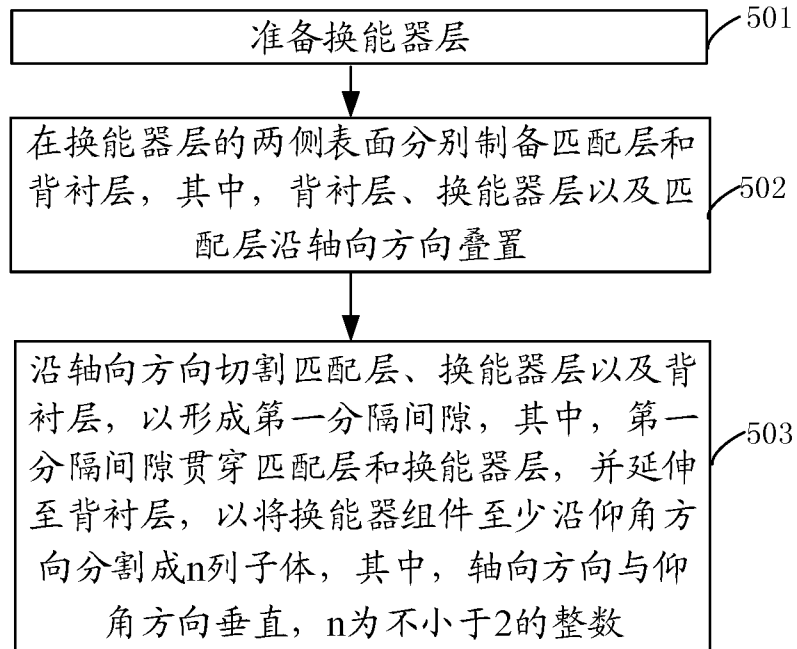


图 5

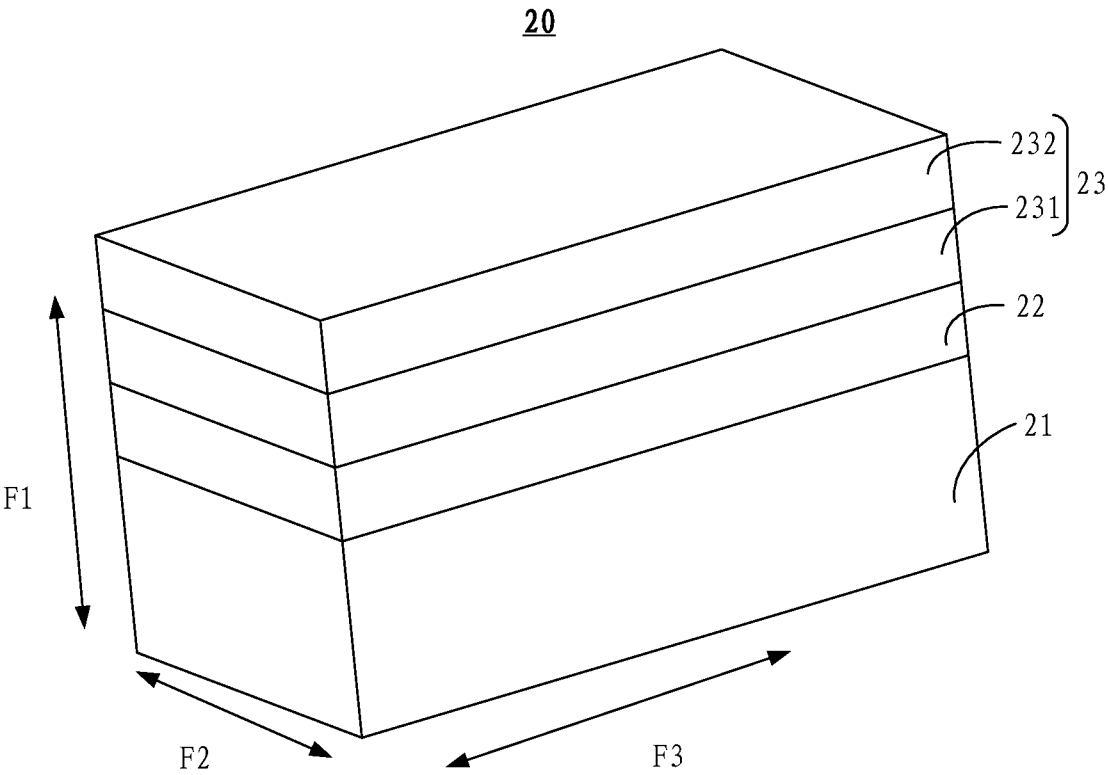


图 6

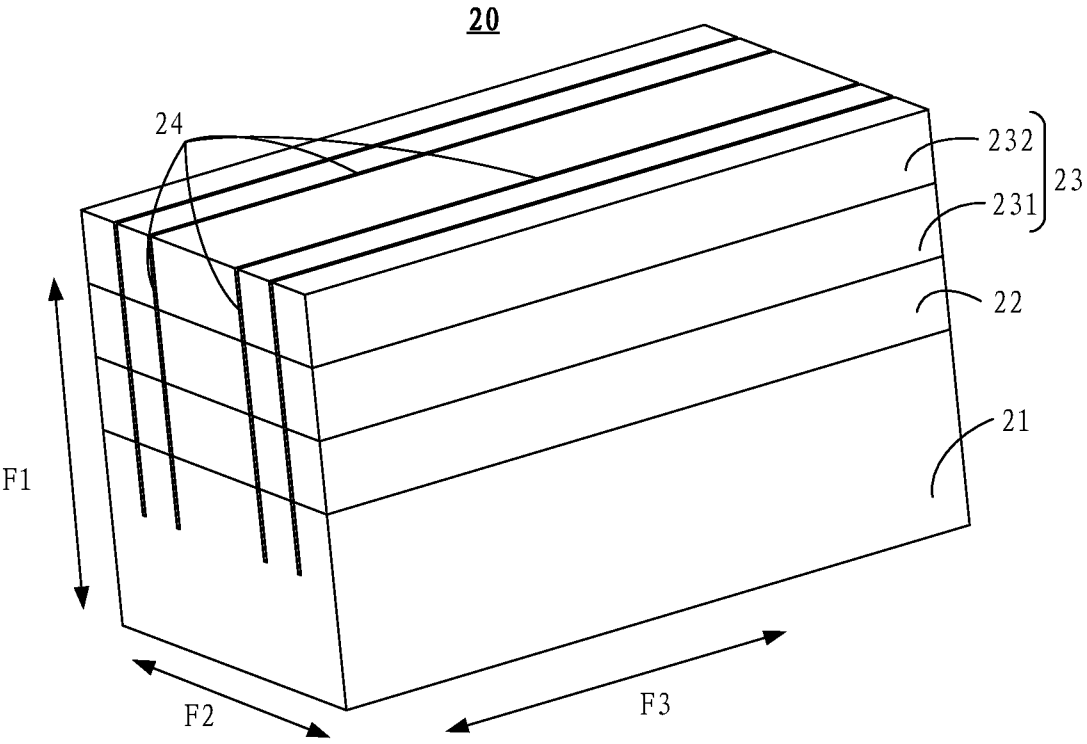


图 7

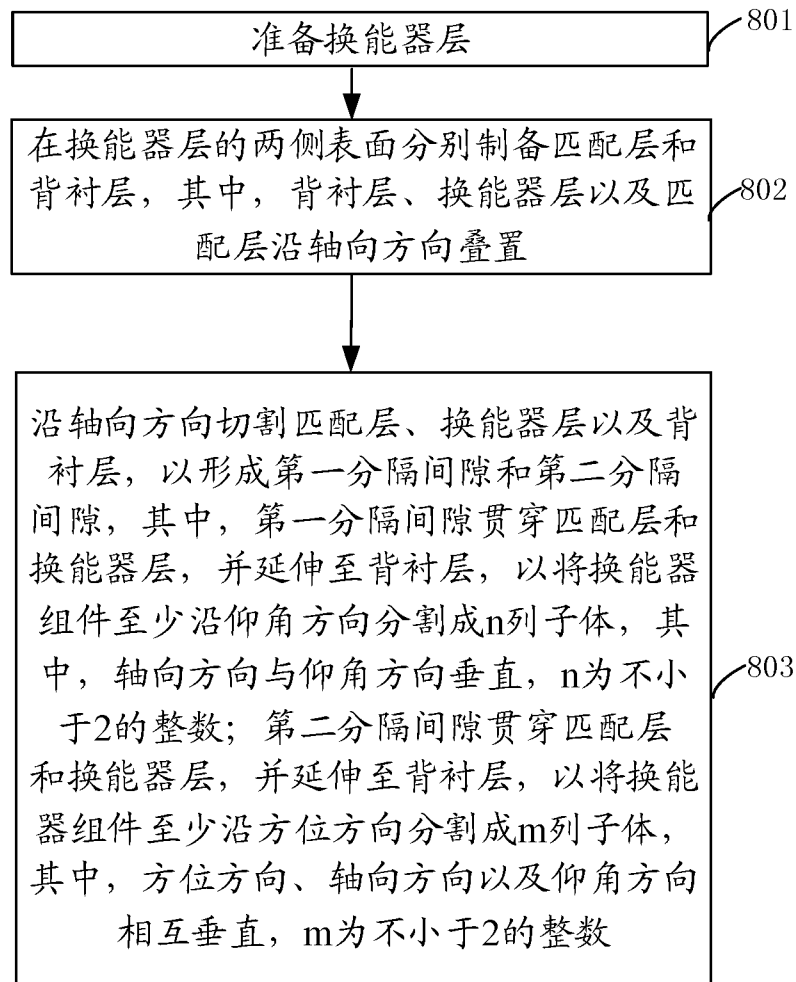


图 8

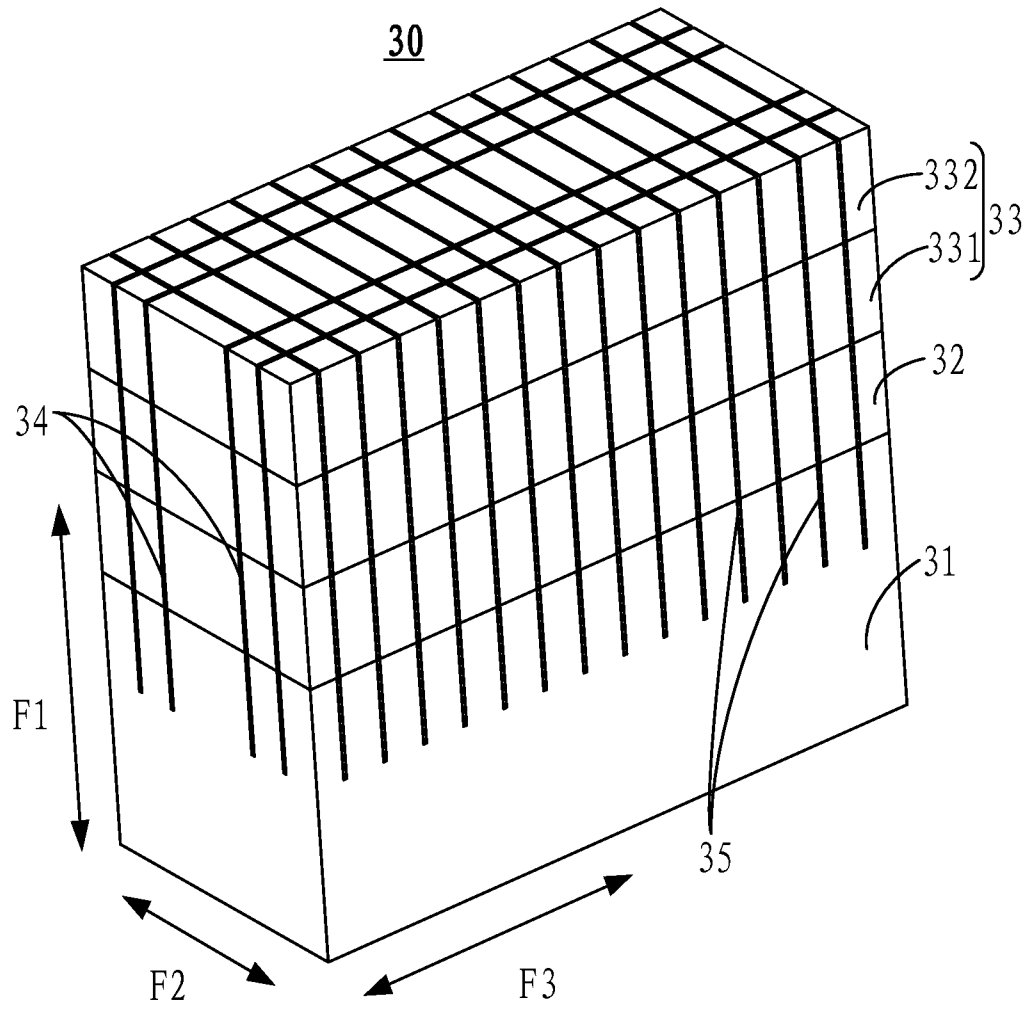


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/118004

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B06B 1/06(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B06B1/06; B81C1/00; B06B1/06; B06B2201/20; B06B1/0633; B06B2201/50; B06B1/0692; B06B1/0622; B06B2201/56

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNPAT, 中国期刊网全文数据库, CJFD, CA: 超声, 换能器, 压电片, 切槽, 切口, 间隙, 电极层, 背衬层, 导电背衬, 匹配层, 声匹配, 切缝, 压电陶瓷, 单晶铁电, ultrasonic, transducer, manufacturing method, first piezoelectric layer, second piezoelectric layer, sound, matching layer, backing layer, boss, cut+, slot?, groove?, acoustic performance, electrode

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 107920797 A (FUJIFILM SONOSITE, INC.) 17 April 2018 (2018-04-17) claims 1-4, description, paragraphs [0019]-[0028], and figure 3	1-17
E	CN 109530196 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 29 March 2019 (2019-03-29) claims 1-17	1-17
A	CN 107981887 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 04 May 2018 (2018-05-04) entire document	1-17
A	CN 105170435 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 23 December 2015 (2015-12-23) entire document	1-17
A	CN 106984516 A (CHEN, Jianglong) 28 July 2017 (2017-07-28) entire document	1-17
A	CN 103315775 A (SHENZHEN EDAN INSTRUMENTS, INC.) 25 September 2013 (2013-09-25) entire document	1-17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

04 July 2019

Date of mailing of the international search report

25 July 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/118004

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107920797	A	17 April 2018	EP	3344147	A4	22 May 2019
				JP	2018532307	A	01 November 2018
				WO	2017040979	A1	09 March 2017
				EP	3344147	A1	11 July 2018
				KR	20180038467	A	16 April 2018
				US	2017065253	A1	09 March 2017
CN	109530196	A	29 March 2019	None			
CN	107981887	A	04 May 2018	None			
CN	105170435	A	23 December 2015	CN	105170435	B	22 December 2017
CN	106984516	A	28 July 2017	None			
CN	103315775	A	25 September 2013	CN	103315775	B	11 February 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/118004

A. 主题的分类 B06B 1/06 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) B06B1/06; B81C1/00; B06B1/06; B06B2201/20; B06B1/0633; B06B2201/50; B06B1/0692; B06B1/0622; B06B2201/56 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) WPI, EPDOC, CNPAT, 中国期刊网全文数据库, CA: 超声, 换能器, 压电片, 切槽, 切口, 间隙, 电极层, 背衬层, 导电背衬, 匹配层, 声匹配, 切缝, 压电陶瓷, 单晶铁电, ultrasonic, transducer, manufacturing method, first piezoelectric layer, second piezoelectric layer, sound, matching layer, backing layer, boss, cut+, slot?, groove?, acoustic performance, electrode		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 107920797 A (富士胶片索诺声公司) 2018年 4月 17日 (2018 - 04 - 17) 权利要求1-4, 说明书第19-28段和图3	1-17
E	CN 109530196 A (深圳先进技术研究院) 2019年 3月 29日 (2019 - 03 - 29) 权利要求1-17	1-17
A	CN 107981887 A (深圳先进技术研究院) 2018年 5月 4日 (2018 - 05 - 04) 全文	1-17
A	CN 105170435 A (深圳先进技术研究院) 2015年 12月 23日 (2015 - 12 - 23) 全文	1-17
A	CN 106984516 A (陈江龙) 2017年 7月 28日 (2017 - 07 - 28) 全文	1-17
A	CN 103315775 A (深圳市理邦精密仪器股份有限公司) 2013年 9月 25日 (2013 - 09 - 25) 全文	1-17
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期
2019年 7月 4日		2019年 7月 25日
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员
中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		孙捷 电话号码 010-53962296

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/118004

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	107920797	A	2018年 4月 17日	EP	3344147	A4	2019年 5月 22日
				JP	2018532307	A	2018年 11月 1日
				WO	2017040979	A1	2017年 3月 9日
				EP	3344147	A1	2018年 7月 11日
				KR	20180038467	A	2018年 4月 16日
				US	2017065253	A1	2017年 3月 9日
CN	109530196	A	2019年 3月 29日	无			
CN	107981887	A	2018年 5月 4日	无			
CN	105170435	A	2015年 12月 23日	CN	105170435	B	2017年 12月 22日
CN	106984516	A	2017年 7月 28日	无			
CN	103315775	A	2013年 9月 25日	CN	103315775	B	2015年 2月 11日