

(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 11 日 (11.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/113535 A1

- (51) 国际专利分类号:
B06B 1/02 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/119637
- (22) 国际申请日: 2018 年 12 月 6 日 (06.12.2018)
- (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)。 孙健铨 (SUN, Jianquan); 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)。 冯亚春 (FENG, Yachun); 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, 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))。

(54) Title: ULTRASONIC TRANSDUCER

(54) 发明名称: 超声换能器

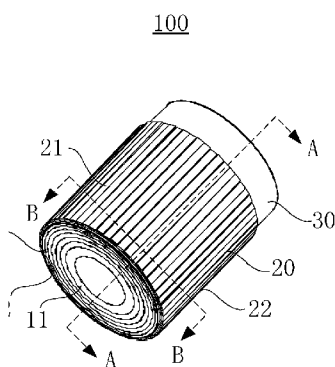


图 1

(57) Abstract: An ultrasonic transducer (100) comprises: a first ultrasonic transducer array (10) being a phased array transducer array (10) and comprising multiple independent first array elements (11) that are disposed on a flat surface and used to perform detection with respect to the flat surface; and a second ultrasonic transducer array (20) being a convex array transducer array (20) and comprising multiple independent second array elements (21) that are disposed on a curved surface and used to perform detection with respect to the curved surface. The ultrasonic transducer (100) detects defects of an irregularly-shaped workpiece, and improves detection sensitivity.

(57) 摘要: 一种超声换能器 (100), 包括: 第一超声换能器阵列 (10), 第一超声换能器阵列 (10) 为相控阵换能器阵列 (10), 其包括多个独立的第一阵元 (11), 多个独立的第一阵元 (11) 呈平面排布, 用于检测平面; 第二超声换能器阵列 (20), 第二超声换能器阵列 (20) 为凸阵换能器阵列 (20), 其包括多个独立的第二阵元 (21), 多个独立的第二阵元 (21) 呈曲面排布, 用于检测曲面, 通过超声换能器 (100) 能够检测不规则形状工件的缺陷, 提高检测的灵敏度。

WO 2020/113535 A1

超声换能器

【技术领域】

本申请涉及换能器技术领域，特别是涉及一种超声换能器。

【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。常用的超声相控阵探头的设计基于惠更斯原理，探头存在着在方位方向上呈一维排列的阵元，每个阵元之间相互独立，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，会使得超声波束发生偏转，以满足各种检测需要。

本申请的发明人在长期的研究中发现，当待检测工件存在柱面孔洞并需要检测柱面附近的细微缺陷时，现有的探头频率不够高，且只能通过工件上其他表面使得超声波到达柱面附近，从而间接对柱面附近的缺陷进行探测，也就是说，现有的探头灵敏度不够高，且分辨率不够。

【发明内容】

有鉴于此，本申请提供一种超声换能器，能够检测不规则形状的工件，提供检测的灵敏度。

为解决上述技术问题，本申请采用的一个技术方案是：提供一种超声换能器，包括：

第一超声换能器阵列，所述第一超声换能器阵列为相控阵换能器阵列，其包括多个独立的第一阵元，多个所述第一阵元呈平面排布，用于检测平面；

第二超声换能器阵列，所述第二超声换能器阵列为凸阵换能器阵列，其包括多个独立的第二阵元，多个所述第二阵元呈曲面排布，用于检测曲面。

本申请的有益效果是：本申请中的超声换能器包括呈平面排布的相控阵换能器阵列以及曲面排布的凸阵换能器阵列，可以同时检测平面和曲面上的缺陷，能够检测形状不规则的工件，相比现有技术，能够提高检测的灵敏度。

【附图说明】

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。其中：

图 1 是本申请超声换能器一实施方式的结构示意图；

图 2 是图 1 中的超声换能器沿 A-A 方向的剖视图；

图 3 是图 1 中的超声换能器沿 B-B 方向的剖视图。

【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施例，而不是全部实施例。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的劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

参阅图 1 至图 3，图 1 是本申请超声换能器一实施方式的结构示意图，图 2 是图 1 中的超声换能器沿 A-A 方向的剖视图，图 3 是图 1 中的超声换能器沿 B-B 方向的剖视图。该超声换能器 100 包括第一超声换能器阵列 10 以及第二超声换能器阵列 20，第一超声换能器阵列 10 为相控阵换能器阵列 10，第二超声换能器阵列 20 为凸阵换能器阵列 20。

在现有技术中，相控阵换能器阵列 10 用在相控阵探头中，凸阵换能器阵列 20 用在凸阵探头中。

第一超声换能器阵列 10 用于检测平面，包括多个独立的第一阵元 11，其中多个第一阵元 11 呈平面排布，其中第一阵元 11 的数量可以为多个，例如为 5 个、8 个等；第二超声换能器阵列 20 用于检测曲面，包括多个独立的第二阵元 21，多个独立的第二阵元 21 呈曲面排布，其中第二阵元 21 的数量也为多个，例如 64 个、128 个、256 个等，在本申请中对第一阵元 11 和第二阵元 21 的数量不做限制。

第一超声换能器阵列 10 和第二超声换能器阵列 20 的工作原理不同，第一超声换能器阵列 10 在工作时，按照一定的延时对每个第一阵元 11 施加独立的

激励信号；第二超声换能器阵列 20 在工作时，假设其包括 128 个第二阵元 21，设 1~8 号第二阵元 21 为 1 号子阵，2~9 号第二阵元为 2 号子阵，3~10 号第二阵元为 3 号子阵... 121~128 号第二阵元为 121 号子阵，整个扫描周期的顺序是 1 号子阵发收超声波，2 号子阵去完成发、收超声波的任务，接着是 3 号子阵进行发收超声波的工作，依序进行下去，直到 121 号子阵完成发收超声波任务后，即完成一个扫描周期。需要说明的是，第二超声换能器阵列 20 的扫描方式还可以是间隔扫描方式，在此不做限制。在现有技术中，凸阵换能器阵列 20 一般用于医疗器械上，其能够对人体组织进行成像，人体组织柔软，检查设备在检查时与人体接触后，人体组织会产生形变，此时人体组织可视为曲面，同时凸阵换能器阵列 20 产生的波阵面也为曲面，也就是说，凸阵换能器阵列 20 对曲面检测的效果良好。

因此在本实施方式中，将超声换能器 100 设置为包括用于检测平面的相控阵换能器阵列 10 和用于检测曲面的凸阵换能器阵列 20，当待检测工件的形状不规则，例如待检测工件既包括平面，也包括曲面时，第一超声换能器阵列 10 可以检测该工件上的平面部分，第二超声换能器阵列 20 可以检测该工件上的曲面部分，也就是说，相比现有技术，采用本申请中的超声换能器 100 可以直接检测工件上的曲面，而不用采用间接检测的方法，因此能够提高检测的灵敏度。

继续参阅图 1，多个独立的第一阵元 11 排布成圆面 12，多个第二阵元 21 排布而成的曲面 22 围绕圆面 12 的圆周且向垂直圆面 12 的一侧方向延伸，即曲面 22 自圆面 12 的侧壁垂直而立。

具体地，第一超声换能器阵列 10 和第二超声换能器阵列 20 组成的超声换能器 100 呈柱形。当待检测工件上存在柱面孔洞时，该换能器 100 可以深入该柱面孔洞内进行检测，其中第一超声换能器阵列 10 可以检测该柱面孔洞底面的缺陷，第二超声换能器阵列 20 可以检测该柱面孔洞柱面的缺陷。

其中，多个第二阵元 21 排布而成的曲面 22 包围圆面 12 的圆周，从而在检测工件上的柱面孔洞时，第二超声换能器阵列 20 可以一次性对柱面孔洞的整个柱面进行检测。当然在其他实施方式中，多个第二阵元 21 形成的曲面 22 也可以部分包围多个第一阵元 11 形成的圆面 12，此时在检测柱面孔洞时，可以通过旋转超声换能器 100 的方式完成对柱面孔洞内整个柱面的检测。

其中，多个第一阵元 21 按照同心圆呈环形分布，多个第二阵元 22 并列且沿远离圆面 12 的方向延伸，即多个第二阵元 22 的延伸方向与圆面 12 垂直。当

然在其他实施方式中,多个第一阵元 11 也可以并列沿圆面 12 的直径方向设置,多个第二阵元 22 也可以并列沿圆周方向设置,即单个第二阵元 21 为一个环形,本申请中对于第一阵元 11、第二阵元 22 的相对排布方式不做限制。

继续参阅图 1,超声换能器 100 还包括衬底 30,衬底 30 围绕圆面 12 的圆周且向垂直圆面 12 的一侧方向延伸,其中第二超声换能器阵列 20 固定在衬底 30 上,即,通过衬底 30 固定、支撑第一超声换能器阵列 10 以及第二超声换能器阵列 20。

其中,衬底 30 的材料可以是单一材料,也可以是复合材料。具体地,其材料可以是金属、聚酰亚胺等具有较好柔性的材料,也可以是固化后有较好柔韧性的环氧树脂。在一应用场景中,可在衬底 30 上制作与第一超声换能器阵列 10 和第二超声换能器阵列 20 电连接的地线。

参阅图 2,第一超声换能器阵列 11 包括第一背衬层 111、覆盖第一背衬层 111 的第一换能器层 112 以及覆盖第一换能器层 112 的第一匹配层 113,同时多个第一切口 114 自第一匹配层 113 延伸至第一背衬层 111 而形成多个独立的第一阵元 11。

在制备时,可以通过灌注的方式让可流动、可固化的背衬层材料与第一换能器层 112 结合,或者预先制作好第一背衬层 111 后通过粘合剂粘合到第一换能器层 112 上。第一背衬层 111 声阻抗均匀或沿声波发射方向渐变。

其中,第一背衬层 111 为固体层 111,多个第一切口 114 内填充有固态填充物或气态填充物,或,第一背衬层 111 为气体层 111,多个第一切口 114 内填充有固态填充物。

具体地,第一背衬层 111 的材料为单一材料或复合材料,单一材料包括但不限于金属、环氧树脂、氧化锆、氧化铝等,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,该微球的材质可以是金属、二氧化硅、氧化铝、氧化锆、橡胶或其他材质,该微球可以是包括围绕或封装气体(空气或烃气等气体)的空心固体微球,也可以是实心固体微球,该微球可以以不同的比例与环氧树脂或聚合物混合,从而获得具有不同稠度和密度的复合材料。多个第一切口 114 内填充的材料可以是单一材料,也可以是复合材料,单一材料包括但不限于环氧树脂、硅橡胶等可固化的填充物质,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,该微球的材质可以是金属、二氧化硅、氧化铝、氧化锆、橡胶或其他材质,该微球可以是包括围绕或

封装气体（空气或烃气等气体）的空心固体微球，也可以是实心固体微球，该微球可以以不同的比例与环氧树脂或聚合物混合，从而获得具有不同稠度和密度的复合材料。其中多个第一切口 114 内还可以填充有气态填充物，此时填充的气态填充物可以是一种气体，也可以是混合型气体。值得注意的是，当第一背衬层 111 为气体层 111，此时为了固定住多个第一阵元 11，多个第一切口 114 必须内填充有固态填充物。

其中多个第一切口 114 的宽度大致相同，其宽度在 10-100 μm 之间，且多个第一切口 114 内的填充物声阻抗均匀或沿声波发射方向渐变。

第一换能器层 112 包括一个或多个配置为以中心操作频率（百兆赫兹或以上）发射超声波能量的换能器元件。在一应用场景中，第一换能器层 112 为薄膜层，其材料为 $\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{NbO}_3/\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$ （KNN/BNT，铌酸钾钠/钛酸铋钠）、 LiNbO_3 （铌酸锂）、 $\text{Ba}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$ （BNT，钛酸钡钠）中的一种，通过这些材料制备的第一换能器层 112 会很薄，通常厚度只有几十微米，且在振动时能够产生频率极高的超声波，能够达到百兆赫兹或以上，从而相比现有技术能够提高超声换能器 100 的分辨率，在一应用场景中，第一换能器层 112 通过采用溶胶-凝胶法制作而成。当然在其他应用场景中，第一换能器层 112 还可以是其他可以制成压电薄膜的材料，或者采用其他制备工艺制备，在此不做限制。

第一匹配层 113 小于第一换能器层 112 的声阻抗，同时由于本实施方式中第一换能器层 112 产生的超声波频率很高，第一匹配层 113 的厚度会很小。在一应用场景中，可以通过包括但不限于真空镀膜的工艺直接在第一换能器层 112 上形成第一匹配层 113，或者是通过使用环氧树脂等类型的可固化的粘合剂将单独制备好的第一匹配层 113 粘接到第一换能器层 112 的表面上。

在一应用场景中，第一匹配层 113 包括多个层叠设置的子匹配层，图 2 中以两层子匹配层 1131、1132 进行示意说明。其中，沿声波发射方向，多层子匹配层的声阻抗逐渐减小，即图 2 中层 1132 的声阻抗小于层 1131 的声阻抗。

在第一背衬层 111、第一换能器层 112 以及第一匹配层 113 结合完毕后，采用光刻、化学刻蚀、离子刻蚀、或刀片机械切割的工艺形成自第一匹配层 113 延伸至第一背衬层 111 的多个第一切口 114 而形成多个独立的第一阵元 11。在一应用场景中，多个第一切口 114 延伸至第一背衬层 111，但不贯穿第一背衬层 111。

其中，为保证多个第一阵元 11 的电阻抗相当，多个第一阵元 11 的声波发

射面积相同。

参阅图 3, 第二超声换能器阵列 20 包括固定在衬底 30 上的第二背衬层 211、覆盖第二背衬层 211 的第二换能器层 212 以及覆盖第二换能器层 212 的第二匹配层 213, 同时多个第二切口 214 自第二匹配层 213 延伸至第二背衬层 211 而形成多个独立的第二阵元 21。

第二超声换能器阵列 20 与第一超声换能器阵列 10 的制备方法类似, 在此不再详述。其中第二超声换能器阵列 20 中第二背衬层 211、第二换能器层 212 以及第二匹配层 213 与第一超声换能器阵列 10 中第一背衬层 111、第一换能器层 112 以及第一匹配层 113 的作用对应相同, 且每层材料的选择范围与第一超声换能器阵列 10 中每层材料选择的范围大致对应相同, 详见可参见上述, 在此不再赘述。其中第二超声换能器阵列 20 各层的属性、厚度与第一超声换能器阵列 10 各层的属性、厚度可以相同也可以不同, 例如当第一超声换能器阵列 10 和第二超声换能器阵列 20 发射超声波的频率不同时, 第一换能器层 112 和第二换能器层 212 的材料属性、厚度可能不一样, 从而第一背衬层 111 和第二背衬层 211 的材料属性、厚度不一样, 第一匹配层 113 和第二匹配层 213 的材料属性、厚度不一样。

值得注意的是, 在第二超声换能器阵列 20 中, 多个第二切口 214 可以自第二匹配层 213 只延伸至第二背衬层 211, 也可以自第二匹配层 213 延伸并贯穿第二背衬层 211, 从而延伸至衬底 30, 但此时不能贯穿衬底 30, 其中第二切口 214 填充的材料选择范围与第一切口 114 中填充的材料选择范围大致相同, 在此不在赘述, 同时第二切口 214 填充的材料的声阻抗均匀或沿声波发射方向渐变。其中第二切口 214 的宽度也在 10-100 微米之间。

同时在第二超声换能器阵列 20 中, 第二背衬层 20 为固体层 20, 第二切口 214 被填充有固态填充物或气态填充物, 也就是说, 与第一超声换能器阵列 10 不同的是, 第二背衬层 211 的材料不能为气体。

与第一超声换能器阵列 10 一样, 多个第二阵元 21 的声波发射面积相同, 保证多个第二阵元 21 的电阻抗相同; 第二换能器层 212 的声阻抗大于第二匹配层 213 的声阻抗, 同时第二匹配层 213 也包括多个子匹配层, 图 3 中以 2 层子匹配层 2131、2132 进行示意说明, 同时沿声波发射方向, 子匹配层的声阻抗逐渐减小, 即图 3 中层 2132 的声阻抗小于层 2131 的声阻抗。

总而言之, 本申请中的超声换能器 100 包括呈平面排布的相控阵换能器阵

列 10 以及曲面排布的凸阵换能器阵列 20，可以同时检测平面和曲面上的缺陷，能够检测形状不规则的工件，相比现有技术，能够提高检测的灵敏度。

以上所述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

1.一种超声换能器，其特征在于，包括：

第一超声换能器阵列，所述第一超声换能器阵列为相控阵换能器阵列，其包括多个独立的第一阵元，多个所述独立的第一阵元呈平面排布，用于检测平面；

第二超声换能器阵列，所述第二超声换能器阵列为凸阵换能器阵列，其包括多个独立的第二阵元，多个所述独立的第二阵元呈曲面排布，用于检测曲面。

2.根据权利要求1所述的超声换能器，其特征在于，

多个所述独立的第一阵元排布成圆面，多个所述第二阵元排布而成的所述曲面围绕所述圆面的圆周且向垂直所述圆面的一侧方向延伸。

3.根据权利要求2所述的超声换能器，其特征在于，

多个所述第二阵元排布而成的所述曲面包围所述圆面的圆周，同时多个所述第一阵元按照同心圆呈环形分布，多个所述第二阵元并列且沿远离所述圆面的方向延伸。

4.根据权利要求2所述的超声换能器，其特征在于，

所述超声换能器包括：衬底，所述衬底围绕所述圆面的圆周且向垂直所述圆面的一侧方向延伸，其中，所述第二超声换能器阵列固定在所述衬底上；

所述第一超声换能器阵列包括第一背衬层、覆盖所述第一背衬层的第一换能器层以及覆盖所述第一换能器层的第一匹配层，同时多个第一切口自所述第一匹配层延伸至所述第一背衬层而形成多个所述独立的第一阵元；

所述第二超声换能器阵列包括固定在所述衬底上的第二背衬层、覆盖所述第二背衬层的第二换能器层以及覆盖所述第二换能器层的第二匹配层，同时多个第二切口自所述第二匹配层延伸至所述第二背衬层而形成多个所述独立的第二阵元。

5.根据权利要求4所述的超声换能器，其特征在于，

所述第一换能器层的声阻抗大于所述第一匹配层的声阻抗，所述第二换能器层的声阻抗大于所述第二匹配层的声阻抗，同时所述第一匹配层/第二匹配层包括层叠设置的多个子匹配层，且沿声波发射的方向，多个子匹配层的声阻抗逐渐减小。

6.根据权利要求4所述的超声换能器，其特征在于，

多个所述第一切口不贯穿所述第一背衬层，多个所述第二切口贯穿所述第二背衬层且延伸至所述衬底，但多个所述第二切口不贯穿所述衬底。

7.根据权利要求4所述的超声换能器，其特征在于，

所述第一背衬层为固体层，多个所述第一切口内填充有固态填充物或气态填充物，或，所述第一背衬层为气体层，多个所述第一切口内填充有固态填充物；

所述第二背衬层为固体层，所述第二切口被填充有固态填充物或气态填充物。

8.根据权利要求4所述的超声换能器，其特征在于，所述第一换能器层/第二换能器层的材料为铌酸钾钠/钛酸铋钠、铌酸锂、钛酸钡钠中的一种。

9.根据权利要求4所述的超声换能器，其特征在于，所述第一换能器层/第二换能器层通过采用溶胶-凝胶法制作而成。

10.根据权利要求1所述的超声换能器，其特征在于，

多个所述第一阵元的声波发射面积相同，多个所述第二阵元的声波发射面积相同。

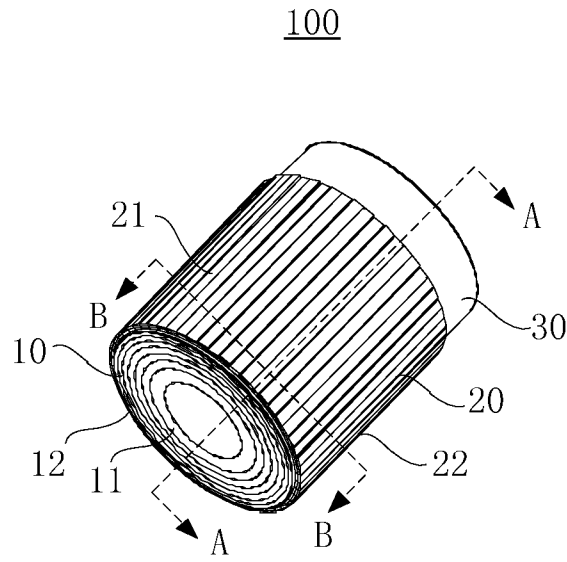


图 1

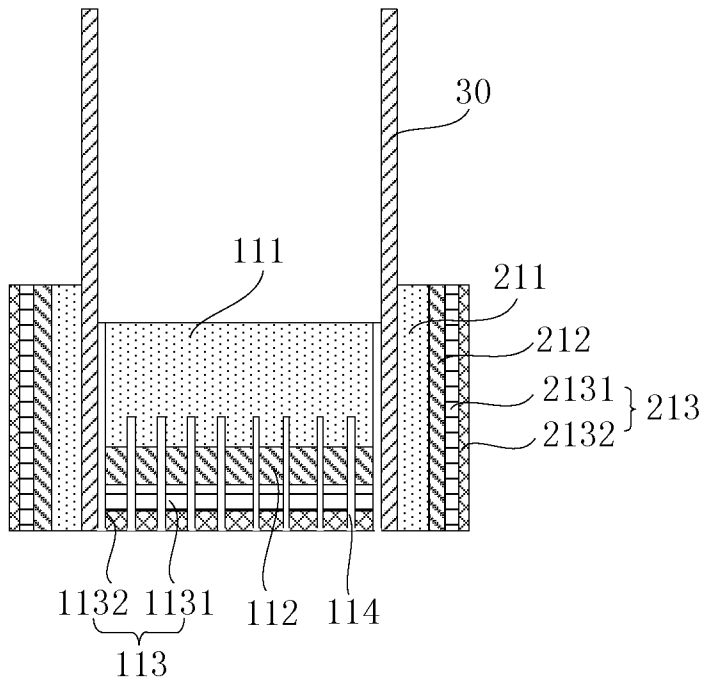


图 2

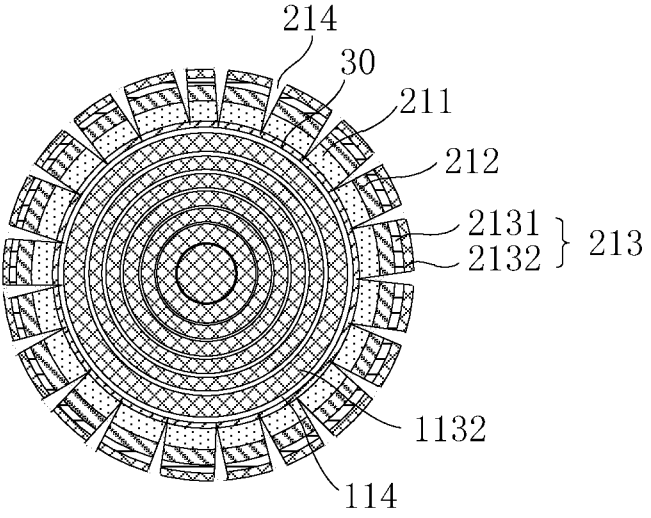


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/119637

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B06B 1/02(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/-

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)

CNABS, WPI, EPODOC, CNKI: 超声, 平面, 曲面, 相控阵, 凸阵, ultrasonic, ultrasound, plane, surface, curv, phase, convex

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4552021 A (FUJITSU LTD.) 12 November 1985 (1985-11-12) description, column 5, lines 26-35, column 10, lines 28-64, and figures 15(A) and 15(B)	1-10
A	CN 106823164 A (NANJING KHONS MEDTECH CO., LTD.) 13 June 2017 (2017-06-13) entire document	1-10
A	CN 106964083 A (NANJING KHONS MEDTECH CO., LTD.) 21 July 2017 (2017-07-21) entire document	1-10
A	CN 105105791 A (ACOUSTIC LIFE SCIENCE CO., LTD. et al.) 02 December 2015 (2015-12-02) entire document	1-10
A	US 2013043768 A1 (UNIVERSITY BIRMINGHAM et al.) 21 February 2013 (2013-02-21) entire document	1-10



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

06 August 2019

Date of mailing of the international search report

27 August 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

National Intellectual Property Administration, PRC (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/CN2018/119637

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	4552021	A	12 November 1985	DE	3382720	T2	31 March 1994
				EP	0113594	B1	13 March 1991
				DE	3382209	D1	18 April 1991
				EP	0366161	B1	03 November 1993
				DE	3382720	D1	09 December 1993
				EP	0113594	A2	18 July 1984
				EP	0366161	A2	02 May 1990
CN	106823164	A	13 June 2017	None			
CN	106964083	A	21 July 2017	None			
CN	105105791	A	02 December 2015	CN	105105791	B	16 January 2018
US	2013043768	A1	21 February 2013	GB	0916427	D0	28 October 2009
				EP	2481103	A1	01 August 2012
				WO	2011033272	A1	24 March 2011

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/119637

A. 主题的分类 B06B 1/02 (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/- 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)) CNABS, WPI, EPODOC, CNKI: 超声, 平面, 曲面, 相控阵, 凸阵, ultrasonic, ultrasound, plane, surface, curv, phase, convex																				
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>US 4552021 A (FUJITSU LTD.) 1985年 11月 12日 (1985 - 11 - 12) 说明书第5栏第26-35行, 第10栏第28-64行、附图15 (A), 15 (B)</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106823164 A (南京广慈医疗科技有限公司) 2017年 6月 13日 (2017 - 06 - 13) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106964083 A (南京广慈医疗科技有限公司) 2017年 7月 21日 (2017 - 07 - 21) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105105791 A (上海爱声生物医疗科技有限公司 等) 2015年 12月 2日 (2015 - 12 - 02) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2013043768 A1 (UNIVERSITY BIRMINGHAM 等) 2013年 2月 21日 (2013 - 02 - 21) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	US 4552021 A (FUJITSU LTD.) 1985年 11月 12日 (1985 - 11 - 12) 说明书第5栏第26-35行, 第10栏第28-64行、附图15 (A), 15 (B)	1-10	A	CN 106823164 A (南京广慈医疗科技有限公司) 2017年 6月 13日 (2017 - 06 - 13) 全文	1-10	A	CN 106964083 A (南京广慈医疗科技有限公司) 2017年 7月 21日 (2017 - 07 - 21) 全文	1-10	A	CN 105105791 A (上海爱声生物医疗科技有限公司 等) 2015年 12月 2日 (2015 - 12 - 02) 全文	1-10	A	US 2013043768 A1 (UNIVERSITY BIRMINGHAM 等) 2013年 2月 21日 (2013 - 02 - 21) 全文	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
A	US 4552021 A (FUJITSU LTD.) 1985年 11月 12日 (1985 - 11 - 12) 说明书第5栏第26-35行, 第10栏第28-64行、附图15 (A), 15 (B)	1-10																		
A	CN 106823164 A (南京广慈医疗科技有限公司) 2017年 6月 13日 (2017 - 06 - 13) 全文	1-10																		
A	CN 106964083 A (南京广慈医疗科技有限公司) 2017年 7月 21日 (2017 - 07 - 21) 全文	1-10																		
A	CN 105105791 A (上海爱声生物医疗科技有限公司 等) 2015年 12月 2日 (2015 - 12 - 02) 全文	1-10																		
A	US 2013043768 A1 (UNIVERSITY BIRMINGHAM 等) 2013年 2月 21日 (2013 - 02 - 21) 全文	1-10																		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																				
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 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																
* 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 8月 6日		2019年 8月 27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		刘婉姬 电话号码 86-(10)-53962646																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/119637

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)
US	4552021	A	1985年 11月 12日	DE	3382720	T2	1994年 3月 31日
				EP	0113594	B1	1991年 3月 13日
				DE	3382209	D1	1991年 4月 18日
				EP	0366161	B1	1993年 11月 3日
				DE	3382720	D1	1993年 12月 9日
				EP	0113594	A2	1984年 7月 18日
				EP	0366161	A2	1990年 5月 2日
CN	106823164	A	2017年 6月 13日	无			
CN	106964083	A	2017年 7月 21日	无			
CN	105105791	A	2015年 12月 2日	CN	105105791	B	2018年 1月 16日
US	2013043768	A1	2013年 2月 21日	GB	0916427	D0	2009年 10月 28日
				EP	2481103	A1	2012年 8月 1日
				WO	2011033272	A1	2011年 3月 24日