(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 114502927 B
(45)授权公告日 2025.04.29

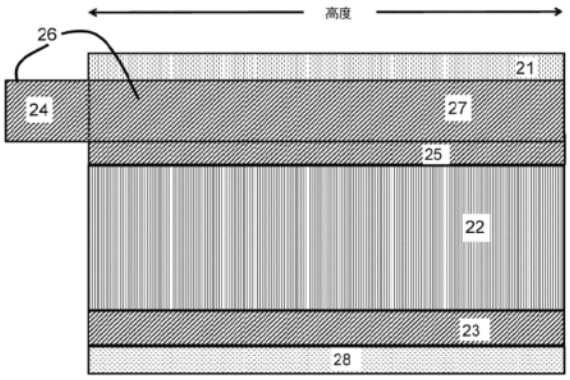
(21)申请号 202080070606.6
(22)申请日 2020.10.13
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114502927 A
(43)申请公布日 2022.05.13
(30)优先权数据
1915002.8 2019.10.17 GB
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.04.07
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2020/059611 2020.10.13
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2021/074792 EN 2021.04.22
(73)专利权人 暗视技术公司
地址 加拿大不列颠哥伦比亚省
(72)发明人 杰伊·霍普 格雷姆·曼德斯
康纳·范登堡
雅各布·威廉·罗塞
(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021
专利代理师 张霞 倪斌
(51)Int.Cl.
G01H 11/08(2006.01)
A61B 8/00(2006.01)
E21B 47/085(2006.01)
G01S 7/52(2006.01)
(56)对比文件
EP 1145772 A2,2001.10.17
US 3952387 A,1976.04.27
审查员 徐欣歌
权利要求书2页 说明书8页 附图12页

(54)发明名称

声换能器和制造方法

(57)摘要

声换能器阵列及其制造方法。第一金属层沉积在压电复合材料的第一侧上以形成公共电极，并且第二金属层设置在对应侧上。去除部分第二金属层以产生多个单个电极。第三金属层可以沉积到多个单个电极上，第三金属层比第二金属层厚。单个电极沿垂直方向延伸到压电复合材料之外，以产生电极引线。金属层可以通过光刻、线框或箔片提供。



1.一种制造声换能器阵列的方法,所述方法包括:

在压电复合材料的第一侧上沉积第一金属层以形成公共电极;

在压电复合材料的与第一侧相反的第二侧上沉积第二金属层;

用第三金属层覆盖第二金属层,其中,第三金属层比第二金属层厚,并且包括沿声换能器的垂直方向延伸到压电复合材料之外的延伸部分;以及

然后选择性去除第二侧上的部分金属层,以限定多个单个电极,各单个电极在延伸部分具有电引线,

其中,选择性去除第二侧上的部分金属层的步骤使得单个电极图案化,以包括位于复合材料上方的比延伸部分的宽度宽的部分。

2.如权利要求1所述的方法,其中,对于第二金属层和第三金属层,使用不同的技术来去除选择性去除的部分。

3.如权利要求1所述的方法,其中,第三金属层通过电镀至第二金属层或使用粘合剂将箔粘结至第二金属层来沉积。

4.如权利要求1所述的方法,其中,第三金属层包括线框,所述线框限定从公共载体框延伸的多个电引线,并且其中,覆盖第二金属层包括使线框与第二金属层粘结,然后去除公共载体框。

5.如权利要求1所述的方法,其中,覆盖第二金属层包括在第二金属层的边缘处粘结线,并且在线和第二金属层上电镀金属,以形成第三层,其中所述线通过以下方式之一粘结至第二金属层:导电粘合剂、焊接和超声波焊接。

6.如权利要求1所述的方法,其中第三金属层是通过粘合剂粘结至第二金属层的箔片,然后经过处理以将第二金属层和第三金属层一起选择性去除,以产生多个单个电极。

7.如权利要求1所述的方法,还包括粘结至第三金属层的匹配层,其中,所述匹配层被成型为匹配声换能器,然后粘结至第三金属层。

8.一种声换能器阵列,包括:

压电复合材料;

第一金属层,在压电复合材料的第一侧上限定公共电极;

第二金属层,在压电复合材料的与第一侧相反的第二侧上;

第三金属层,导电连接至第二金属层并基本覆盖第二金属层,并且包括沿着声换能器的垂直方向延伸到压电复合材料之外的延伸部分;以及

匹配层,粘结至第三金属层,

其中,第三金属层比第二金属层厚,

第二金属层和第三金属层形成为限定多个单个电极,并且

其中,位于复合材料上方的单个电极的部分比延伸部分的宽度宽。

9.如权利要求8所述的声换能器阵列,其中,第三金属层是以下之一:电沉积箔、轧制箔和电镀层。

10.如权利要求8所述的声换能器阵列,还包括第二金属层和第三金属层之间的粘合剂。

11.如权利要求8至10中任一项所述的声换能器阵列,还包括覆盖单个电极的匹配层。

12.如权利要求8至10中任一项所述的声换能器阵列,还包括覆盖公共电极的背衬层。

13.如权利要求8至10中任一项所述的声换能器阵列,其中,第二金属层的厚度在0.2μm和3μm之间,并且其中,单个电极的厚度在15μm和40μm之间。

14.如权利要求8至10中任一项所述的声换能器阵列,其中,金属层包括如下项中的一种或多种:铜、金、镍和银。

声换能器和制造方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2019年10月17日提交的英国申请GB1915002.8的优先权,其公开内容通过引用全文纳入本文。

技术领域

[0003] 本公开涉及声换能器,特别是压电换能器,其可以与成像探头结合,用于进行医疗检查和对结构(如管道、井或所制造零件)无损检测。

背景技术

[0004] 压电换能器通常用于通过用换能器发射的声波对所述物体或结构进行超声处理,并接收来自表面特征和内部特征的声反射对物体和结构进行无损检测(NDT)和检查。接收到的反射由换能器转换成电信号,这些信号由声像处理器处理。

[0005] 超声换能器能够通过用较短波长检查物体特征,以较高的分辨率(亚毫米)进行检查。可以一起制造数十个或数百个换能器元件的阵列。存在许多制造声换能器的方法。Schlumberger的题为“用于井下测量工具的声传感器”(Acoustic sensor for downhole measurement tool)的专利申请US20050000279A1公开了一种制造方法。

[0006] 图2显示了一个已知的换能器堆叠体,其中,单一PZT/环氧树脂复合块22在顶部和底部涂有薄金层23、25。通过对整个顶部金层25进行切割,然后用焊料29将引线24焊接到各电极上来限定单个电极。

[0007] 在制造了换能器堆叠体后,必须将电引线焊接至电极。这导致以这种方式形成的换能器存在缺陷。在高分辨率阵列中,元件和引线的精细间距使其难以工作,并增加了相邻元件之间短路的可能性。压电元件的焊料29和引线覆盖物在换能器或所接收信号中产生异常。当超过居里温度时,在焊接至换能器时使用的热量可能会影响压电效应。本发明人还观察到,在某些严酷环境(例如高温、高压和化学品的存在)下运行可能会导致焊接接缝裂开。

发明内容

[0008] 根据本发明的第一方面中,提供了一种制造声换能器阵列的方法,所述方法包括以下步骤:在压电复合材料的第一侧上沉积第一金属层以形成公共电极;在与第一侧垂直的复合材料侧上,提供与压电复合材料基材相邻的载体结构;使用光刻,在载体结构以及压电复合材料与第一侧相反的第二侧上沉积第二金属层;选择性去除部分第二金属层以产生多个单个电极;使第三金属层沉积在多个单个电极上;其中,第三金属层比第二金属层更厚,并且延伸到压电复合材料[沿元件的纵向方向]之外,以产生电极引线;以及使载体结构与包含压电复合材料和金属层的换能器堆叠体分离。

[0009] 根据本发明的第二方面中,提供了一种制造声换能器阵列的方法,所述方法包括以下步骤:提供压电复合材料基材;在压电复合材料基材的第一侧上沉积第一金属层以形成公共电极;使第二金属层沉积至压电复合材料与第一侧相反的第二侧;用第三金属层覆

盖并连接第二金属层,其中,第三金属层比第二金属层更厚,并且延伸到压电复合材料[沿复合材料的横向方向]之外;以及去除部分第二金属层和第三金属层以产生多个单个电极。

[0010] 所述方法可以通过提供至少两个分开的基材或尺寸调节为至少两个阵列的基材、随后沉积并形成延伸到基材之外的厚电极,在单一批次中制造至少两个阵列。

[0011] 根据本发明的第三方面中,提供了一种声换能器阵列,所述阵列包括:压电复合材料;限定公共电极的在压电复合材料第一侧上的第一金属层;在压电复合材料与第一侧相反的第二侧上的第二金属层;第二金属层,其连接至第一金属层并且延伸到压电复合材料之外,其中,第二金属层比第一金属层更厚;以及其中,金属层形成为限定多个单个电极。

[0012] 因此,可以产生能够承受高温和高压的更稳定(robust)的换能器。

附图说明

[0013] 由本发明实施方式的以下描述以及所附附图所示,本发明的各种目的、特征和优点将显而易见。附图不一定按比例绘制,而强调着重于说明本发明各种实施方式的原理。

[0014] 图1是根据优选实施方式的换能器堆叠体的截面图。

[0015] 图2是根据现有技术的换能器堆叠体的截面图。

[0016] 图3是根据具有单一金属层可寻址电极(single metal layer addressable electrode)的实施方式的换能器堆叠体的截面图。

[0017] 图4A是光刻(lithography)的各种初始阶段的换能器的平面图。

[0018] 图4B是光刻的各种后续阶段的换能器的平面图。

[0019] 图5是具有重叠且切割的线框的换能器堆叠体的侧视图。

[0020] 图6A是切割前线框的平面图。

[0021] 图6B是切割前可寻址电极的放大平面图。

[0022] 图7A是切割后线框的平面图。

[0023] 图7B是切割后可寻址电极的放大平面图。

[0024] 图8是用于换能器的光刻工艺中的一组步骤。

[0025] 图9是用于装置换能器阵列的流程图。

[0026] 图10A是具有换能器阵列的锥形探头的图示。

[0027] 图10B是具有换能器阵列的径向探头的图示。

[0028] 图11是管状物中井下声探头的横截面图。

[0029] 类似的附图标记是指具有以下关键信息的类似部件:

[0030] 2.待研究表面;

[0031] 10装置;

[0032] 11扫描线;

[0033] 12声换能器阵列;

[0034] 15截头圆锥形底座(frustoconical mount);

[0035] 21匹配层;

[0036] 22压电复合材料;

[0037] 23公共电极;

[0038] 24延伸部分/引线部分;

[0039] 25薄电极;

[0040] 26厚电极;

[0041] 27 电极部分;

[0042] 28 背衬层;

[0043] 29 焊料;

[0044] 30 线框;

[0045] 37 载体结构;

[0046] 42切割的压电复合材料;

[0047] 43 光刻胶;

[0048] 44 UV掩模;

[0049] 45 蚀刻区域

[0050] 46 固化的光刻胶

[0051] 47 薄金属种子层;

[0052] 48 厚金属电镀层;

[0053] 49骨架/载体框;

[0054] 51 金属箔

[0055] 53 切割线

[0056] 54(导电)粘合剂

[0057] 55 激光

[0058] 59 切割锯

具体实施方式

[0059] 参考附图,描述了声换能器的优选实施方式、其组成和构造。换能器包括设置为一维阵列的多个换能器元件。各换能器元件上的单个电极作为连续层延伸,穿过下面的压电复合材料,从而以电学和机械方式与驱动电路的线连接。单个电极可以是单一厚金属层或包含至少两层金属层(种子层和厚金属层)。

[0060] 除了声堆叠体共有的其他层之外,制造包括结合各种技术,用于添加金属层,然后选择性地去除部分以形成元件的单个电极,其中部分延伸到压电复合材料之外。一些方法使用载体结构以沉积层。

[0061] 换能器阵列

[0062] 通过换能器12产生的声波频率范围通常为200kHz至30MHz,可以基于多种因素进行设计,所述因素包括:流体类型、井内速度以及成像设备的移动速度。在大部分用途中,波频率为超声波,工作频率为1至10MHz。更高的频率(更短的波长)能够通过从各特征返回不同的反射来区分表面上更精细的特征。

[0063] 换能器阵列中单独元件的数量会影响所产生图像的分辨率。通常,各换能器阵列由32至2048个元件、优选128至1024个元件组成。使用相对大量的元件可以产生对象的高分辨率图像。驱动和捕获这些阵列的电路通常也可购得。

[0064] 图2显示了根据已知方法制备的示例性换能器堆叠体的侧视图,其包括:公共电极23、压电复合块22、顶部电极20和匹配层21。电引线24通过焊料29附着至顶部电极25,从而

可以单独激活该元件。由于不规则的几何形状以及焊接超过居里温度(Curie temperature)时损失的压电效应,靠近焊料29和引线24的元件部分将发出声学异常。

[0065] 因此,在优选的换能器和制造方法中,电极基本连续放置在元件的整个高度(elevation)上,并沿垂直方向(elevation direction)延伸超过压电基材。因此,通过焊接或夹紧连接到引线发生在远离压电区域的位置。优选地,延伸部分24在换能器垂直方向上延伸超过复合材料至少2mm。

[0066] 图1显示了单一元件的换能器堆叠体的侧视图,其中,元件阵列将延伸到页面中。用导电材料覆盖在压电复合材料22的第一主表面上,作为阵列的公共电极23。用第二导电材料以每个元件为基础(a per element basis)覆盖相反的第二表面,以形成可寻址(薄)电极25。这些电极激活复合材料22中的压电柱(piezoelectric post),使其通常垂直于第一和第二表面振动。

[0067] 其中一个电极表面可指定为探头内的传输表面,设计为面向研究对象,而另一个电极表面指定为背部。背衬层28可连接至该背侧,为换能器提供结构和声学阻尼和/或将换能器固定至探头的附着力。背衬层28可以是导电的(例如浸渍钨的环氧树脂)或非导电的(例如填充玻璃的聚醚醚酮)。

[0068] 匹配层21覆盖传输表面,并且优选设计为具有声阻抗值,该声阻抗值是透镜和复合材料的几何平均值,并且其厚度为换能器设计波长的四分之一。这是为了使声波能够以最大能量和最小伪影(artefact)传输通过匹配层。匹配层可以是具有A1203填充的环氧树脂。

[0069] 作为示例,堆叠体可以包括:0.3mm厚的复合材料;10mm厚的背衬层;0.6μm厚的溅射薄电极;和15至40μm厚的厚电极。

[0070] 为简洁起见,我们假设复合材料22是由压电柱制成的板,其沿着板的厚度切割,由较软材料(如环氧树脂)的基质环绕,是目前市面上可以购得的。这确保所有柱的合成振动垂直于板的主表面。复合材料可以是通常可购得的2-2或1-3PZT。

[0071] 图1的堆叠体另外包含与薄电极层25电接触或部分电接触的厚导电层26。因此,各元件的全电极包括第一薄层25和第二厚层26。通常,层26比层25厚至少一个数量级。这两层延伸穿过各换能器元件的高度,以激活下面的压电材料,并且层26延伸穿过压电复合材料,通常沿高度尺寸方向继续,以形成引线部分24。

[0072] 层25和26由导电材料(通常是金属)制成,并且可以是相同的材料。这些材料的良好选择包括:金、铬、银、铜和镍。如下文所述,选择可能是由材料成本和工艺过程中给定步骤的可制造性决定的。

[0073] 总体制造

[0074] 与已知方法类似,本换能器阵列是分层构建的,去除了不需要该材料的层区域。图4A显示了从压电复合板22开始的制造初始阶段,所述压电复合板22的两个主要表面上都研磨平坦。由于相对于单一阵列,板通常相当宽,故对复合材料的多个条带42进行切割(步骤2),然后分开放置在底座上,优选保持在位置上,并通过由临时牺牲载体37隔开(步骤3)。载体材料可以是蜡、金属、环氧树脂或塑料框架。载体结构可以在其中具有空隙以容纳复合材料条带。载体材料不仅将条带保持在位置上,而且提供了接受金属原子并支承电极层的方法,其中,电极层延伸到复合材料条带之外。载体结构可以是这样的材料:放置在复合材料

附近或围绕复合材料模塑,然后与复合材料研磨以使其共面。在替代性实施方式中,压电复合材料条带42比有源使用(active use)的换能器所需的宽度更宽。该额外的“牺牲”部分提供用于接受和支承金属层25和/或26的载体,并且在接近制造过程结束时对“牺牲”部分进行机械加工,以露出延伸部分24。

[0075] 如图4B所示,导电材料薄层47沉积在复合材料表面的顶部和底部作为电极23、25,以及并且沉积在载体37上。这些层可以在该工艺早期添加到复合板中,这通常与市售可购得压电复合材料相同。由于复合材料不导电,因此使用无电沉积的形式来添加薄电极层,例如真空沉积(包括物理/化学气相沉积、蒸发沉积和溅射)、通过浸入或粘附箔片或细线框进行无电镀覆。该层47可能较薄(即0.2μm至3μm)且较弱,但其目的是在复合材料和后续层之间形成粘结。薄层47实际上可包括不同金属的连续变化层或多层子层。

[0076] 在薄层47的顶部上,添加厚电极层48,以在升高的温度和高压下提供强度和稳定性。该层形成了电极26,延伸到复合材料堆叠体之外以提供电极引线部分24,该电极引线部分24随后可连接至柔性电路导线。载体37提供了接地以沉积并保持延伸部分,在存在或形成可寻址元件时尤为如此。

[0077] 或者,公共电极层23用粘合剂层28、优选导电粘合剂层进行涂覆,以使得组装在装置中时,公共电极可以通过电引线容易地接触。公共电极可以为0.6μm厚,并且设置有复合材料。

[0078] 电极层26或者由分开的电极预先形成,各电极具有延伸部分24;或者在该层耦合到薄电极之后形成。图4B的中间步骤显示了去除(通过蚀刻或切割)区域45,在各压电元件上留下完整电极26。更优选地,电极26图案化(通过蚀刻或烧蚀)以在复合材料上形成比部分27更窄的延伸部分24(参见图7B)。这种变窄在引线之间产生了更多的空间,便于后续连接至电引线或在电路中产生迹线(trace)(见下文)。例如,阵列的间距可能为400μm,并且换能器元件(以及因此的电极部分27)分隔仅为75微米,使得焊接或夹紧非常困难。因此,延伸部分24可变窄至小于150μm,以产生至少250μm的分隔。

[0079] 换能器元件的数量、其间距和驱动频率λ会影响成像质量。在声换能器中,有用的规则是,间距范围应为λ/2至λ,以使得栅瓣最小化。因此,在一个实施方式中,可以存在128个元件,间隔300μm(等于λ),在水中以5MHz的频率驱动。在非常高分辨率的阵列中,间距可以为150μm。

[0080] 换能器阵列可以通过去除载体(即,使蜡熔化或拉掉框架)来分开。如图4B的最后一步所示,多个阵列12已在一个批次中制成。为了刚性,延伸部分可以通过横向“骨架”部分49连接在一起,当连接至电引线时,其将被切断(参见图8的骨架49)。

[0081] 匹配层21单独模塑、研磨并成型,然后将其粘结至厚电极26。然后可将多个阵列从载体37上去除并使其彼此分开。

[0082] 阵列在其形成后粘结至背衬层。然后该平坦堆叠体进行成型,以匹配设备外壳的形状,通常为圆锥体或环形。来自柔性电路的引线通过焊接(soldering)或超声波焊(ultrasonic welding)接连接到单独的延伸部分。透镜使用选择的材料耦合至匹配层,以具有与井中的流体相似的阻抗值。

[0083] 箔层压:

[0084] 图5提供了电极26使用箔片的阵列侧面。箔51是粘结至堆叠体23/22/25顶部的薄

的、可延展的金属片材,优选通过导电粘合剂54粘结,并且末端部分延伸超过陶瓷22。粘合剂可以包括环氧树脂,例如,B级环氧树脂,并且可以包含银和其它导电颗粒,以将薄电极层25电耦合至箔51。这可以包括50μm厚的环氧树脂和15μm厚的箔。合适粘合剂的示例为Loctite™ Ablestik™ CF3350、Mereco's™ Metacase™ 401和Rogers Corporation's™ CoolSpan™ TECA薄膜。

[0085] 箔51可以在粘结之前形成单个电极(类似于图6A中所示的线框)。公共连接器49提供了骨架,用于在组装期间使元件保持在一起,然后在电极粘结后,通过切割或切断来去除骨架,如线53所示。

[0086] 或者,单个电极在粘结后形成于箔中,各电极包括延伸到复合材料之外的部分。电极可以通过化学蚀刻、激光烧蚀或切割形成。如图5所示,激光55通过烧蚀使箔末端悬垂,从而使电极图案化。如果需要,激光切割期间悬垂部分可以通过载体垫片(未显示)来支承。箔51由锯59切割,形成比薄电极25更厚、更坚固的单个厚电极/引线26。在该步骤期间,通过层25、26、54和少量进入复合材料22形成切口。切口的深度可以为10-200μm。这使复合材料分离为单独的换能器元件,通过粘结至其上的电极26可单独寻址。

[0087] 单独线框

[0088] 在优选实施方式中,线框30可以单独制造,并放置在具有薄电极25的切割的复合材料上。如图6A/6B所示,单独制造的线框30可包括由骨架49连接在一起的预成型引线24的阵列。引线24隔开并调节尺寸为与各换能器元件对齐,这些元件已(或将)通过对复合材料进行切割来产生。各引线的末端部分可以超声焊接或焊接在薄电极25的末端处。

[0089] 该连接可能较弱,并且会影响压电效应,但通过以最小重叠连接这些端部,然后通过在引线24和薄电极25上电镀厚保形层来加强连接,可以使之最小化。线框和复合材料放置在铜离子浴中,并且阴极连接至骨架49。电镀层变成厚电极26。

[0090] 线框由薄导电材料层制成,例如15-40μm的铜箔。在连接至堆叠体之前,去除电极周围不期望的导电材料区域,优选通过蚀刻、切掉或激光烧蚀来去除。

[0091] 光刻:

[0092] 如图8所示,还可以通过额外的光刻(additive photolithography)来产生电极。从切割的环氧树脂填充复合材料22开始,在复合材料顶表面22和载体37上旋涂负性抗蚀剂43。载体37围绕复合材料使之保持在位置,并提供用于构建电极延伸部分24的基材。将透明场掩模44放置在复合材料上,通过该透明场掩模44施加UV光照以使抗蚀剂选择性固化。未固化区域限定了将被电极25覆盖的区域,该区域可图案化以包括宽电极部分、窄延伸引线部分和将引线连接在一起的骨架49。然后未固化光刻胶用洗涤剂(例如2%四甲基氢氧化铵)洗掉。

[0093] 薄金属层47无电沉积(例如通过气相沉积)在现存的抗蚀剂、载体和复合材料上。金属可以是铜、铬、金或可以与复合材料和载体形成某种结合的组合。

[0094] 将厚金属层48电镀至薄金属层47以产生全电极26。该厚金属层48以导电方式和机械方式耦合至薄层47,并且基本覆盖层47(在各电极25上)。因此,施加在引线24上的电压激发了整个电极和其下方的复合材料,并且均匀的覆盖物确保波一致传输通过金属层。骨架49可以提供与电镀浴中阴极的电连接,电镀浴中含有金属离子,例如铜。优选地,相对于电镀层47、48,光刻胶层足够厚,使得固化和未固化光刻胶层上的金属不会桥接。类似地,金属

离子浓度和电镀速率应足够低,使得分开的电极之间不会发生桥接。

[0095] 丙酮可用于去除固化的光刻胶,还去除了附着于其上的薄金属层和厚金属层。然后,将具有延伸引线24的整个堆叠体从载体37上取下,用于随后焊接到电路和切断骨架49。

[0096] 单电极层

[0097] 在某些优选实施方式中,单个电极形成为一个层26,如图3所示。此处,厚层26既提供了将电引线连接至换能器堆叠体的机械强度,也提供了波可以传播的均匀层。金属层26可以通过无电镀覆、真空沉积(VD)或使用粘合层54将箔或线框直接粘结至复合材料的顶部来形成。在所有情况下,电极都会沿垂直方向(elevation direction)延伸到复合材料之外,以连接至电路连接器的单个引线。金属层的厚度可以为10-40μm。

[0098] 有利的是,使用该方法制备的某些换能器将更容易制备,并提供更一致的层,波可以传播通过该层。

[0099] 弧形阵列

[0100] 锥形径向换能器阵列通过将阵列背衬放置在截头圆柱形表面上(参见图10A)来排列面对径向向外且部分纵向(即向下或向上)的元件。由平坦层压结构产生该阵列存在某些几何挑战。如图6A所示,可以提供在平面中弯曲的平坦线框,在产生堆叠体后,所述线框随后围绕装置的截头圆锥形底座15保形成型。整个圆形阵列可以由两个或更多个弯曲区段构建,以覆盖圆锥体周围的单独部分(例如,图6A中所示,每区段180°),然后各自用线连接至柔性电路,用作单一阵列。

[0101] 在该情况下,可以通过相对于堆叠体,以度的分数改变切割锯的相对角度,在平坦堆叠体上进行切割操作。该操作优选使用夹具(jig)用于保持堆叠体,并以-45°到+45°的复数角度进行索引。

[0102] 电路

[0103] 该装置包括电路板、电气部件和终端连接器。终端连接器可以是柔性电路,其导体迹线在复合叠层体的远端处连接至延伸部分24。该电路可具有电气部件、条件信号部件、ADC、驱动器和处理器。这有利于使某些电气部件位于尽可能靠近换能器的位置,减少引入额外噪声,并简化与探头剩余部分的连接。其他部件位于装置的加压外壳内,以保护其免受极端环境条件的影响。

[0104] 在一个制造实施方式中,电路迹线与单个元件电极一起铺设,例如通过光刻来铺设。

[0105] 应用

[0106] 本发明组合物的换能器和制造可用于各种探头中,用于如医疗检查、井和管线等应用中。图11描述了用于井和管道的成像设备,并且所述成像设备包括换能器阵列,可按相控阵操作。本换能器在具有较大物理应变(如高压或高温,在使用期间通常会使电极断裂)的应用中具有特殊的优势。

[0107] 图11显示了可部署在井或管道2中的成像设备10。成像设备10通常包括至少一个超声换能器12和任选的一个或多个定心器(centralizer)20。井或管道2可用于输送或获取水、油或气体(gas)。该术语意图包括:套管井、无管井、裸井(open hole)、钻孔、水管线、油管线、管子和锅炉管。

[0108] 如图10A和10B所示,径向换能器是围绕装置主体径向分开的换能器元件12的一维

阵列。换能器的几何结构(包括任何透镜和反射器)将脉冲向外引导,以对井、管道或所制造零件的表面进行超声处理。

[0109] 当阵列面向纯径向方向(称为厚度探头)时,反射指示到表面的距离和壁中的缺陷。当径向阵列以20-40°锥角形成在截头圆锥表面上时,波峰部分地指向纵轴,并由聚焦点反射表面和深度特征。

[0110] 虽然为了清楚起见,已经使用某些模型和科学理论对上述装置和方法进行解释,但本发明不受限于这些理论的正确性或符合这些理论的实施方式。

[0111] 本文使用术语如“顶部”、“底部”、“远”、“近”、“相邻”、“下方”、“上方”、“上”来简化描述换能器堆叠体元件的相对定位,如附图所示或参考表面基准。尽管已经相对于本发明的优选实施方式及其优选用途对本发明进行了描述和说明,但本发明不限于此,因为本领域技术人员可以在本发明的全部预期范围内对本发明进行修改和改变。

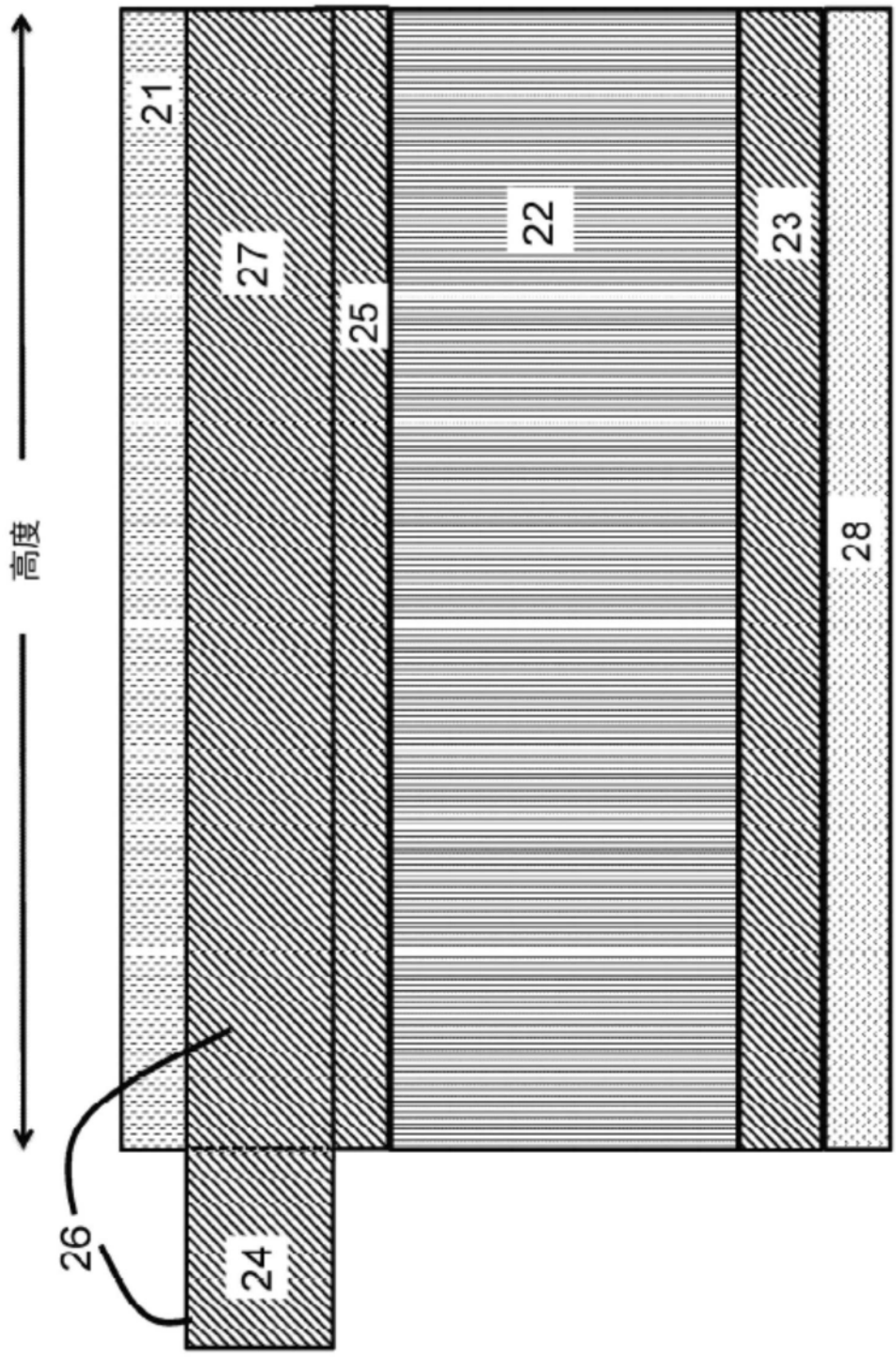


图1

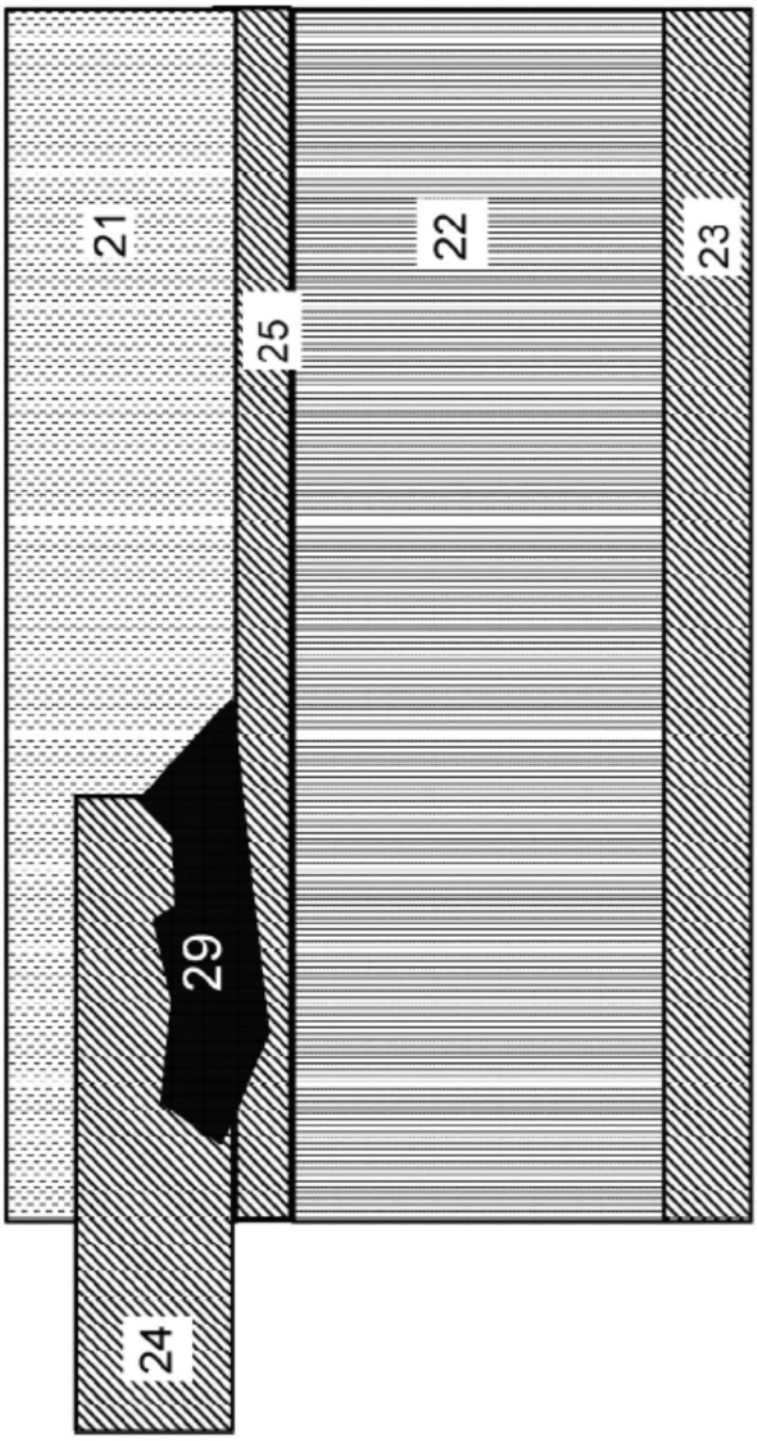


图2(现有技术)

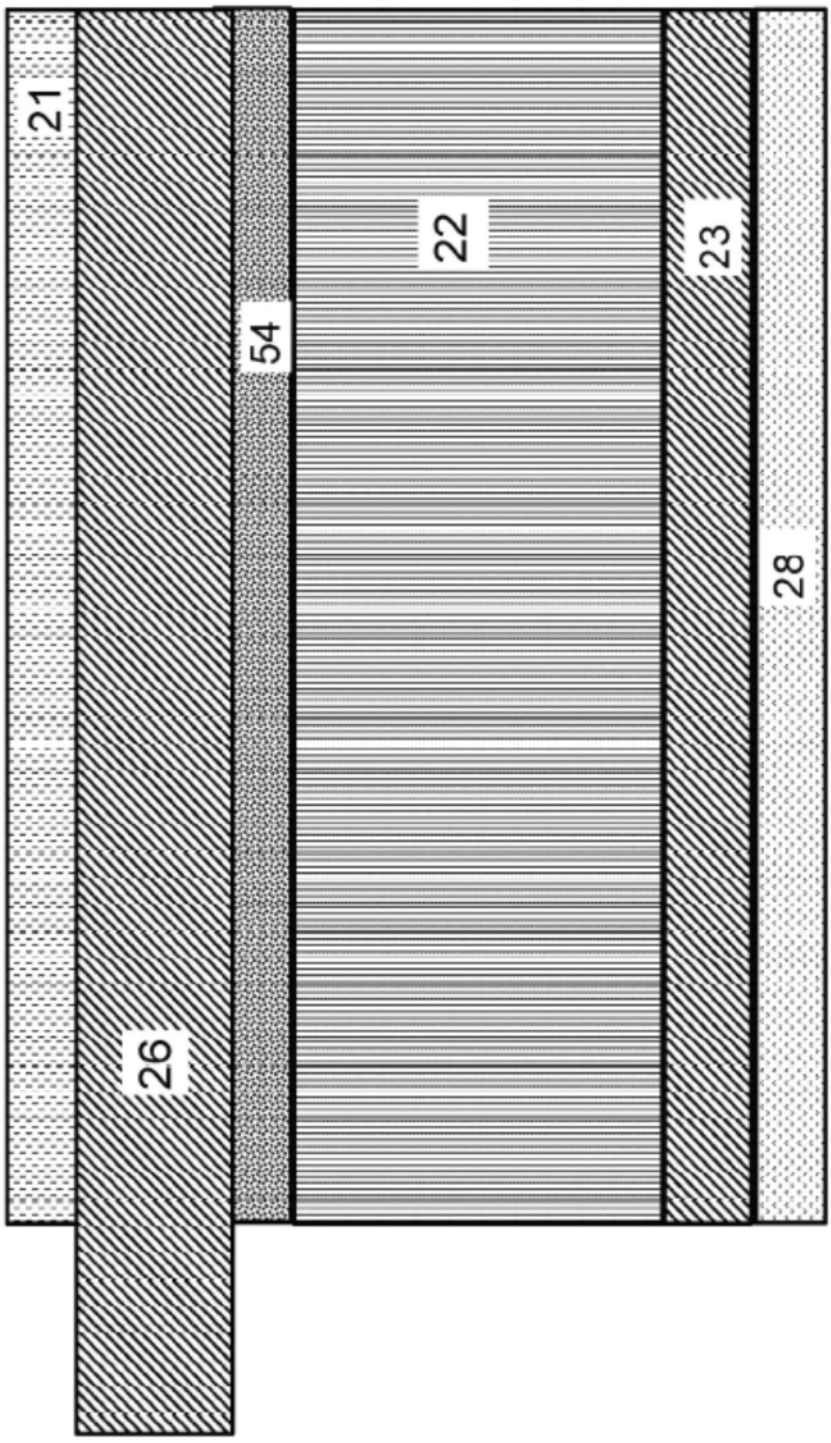


图3

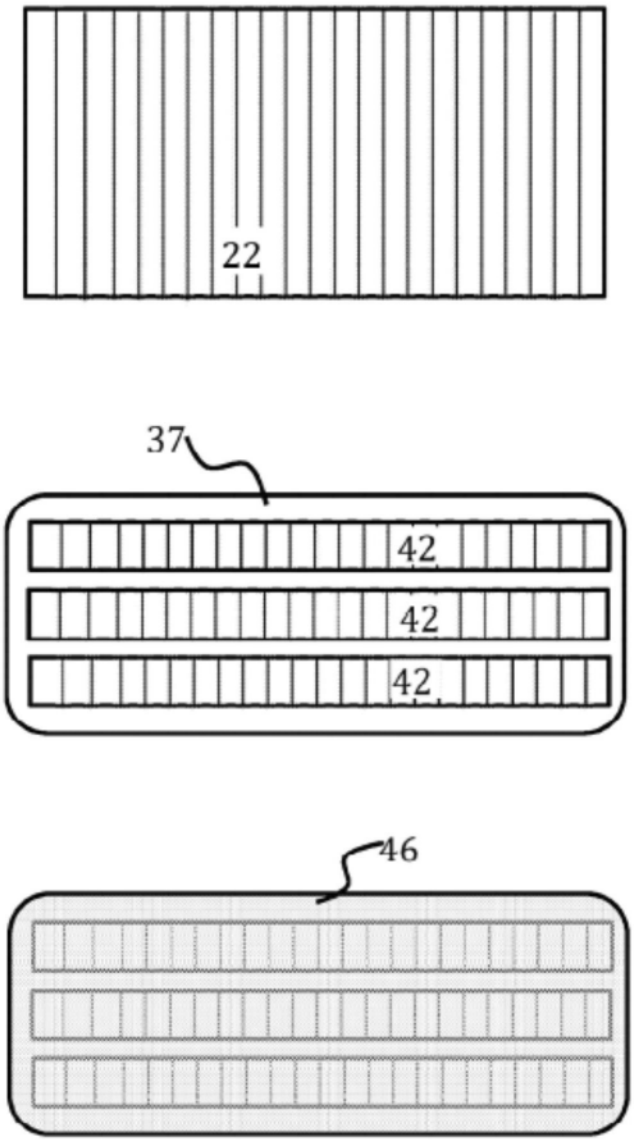


图4A

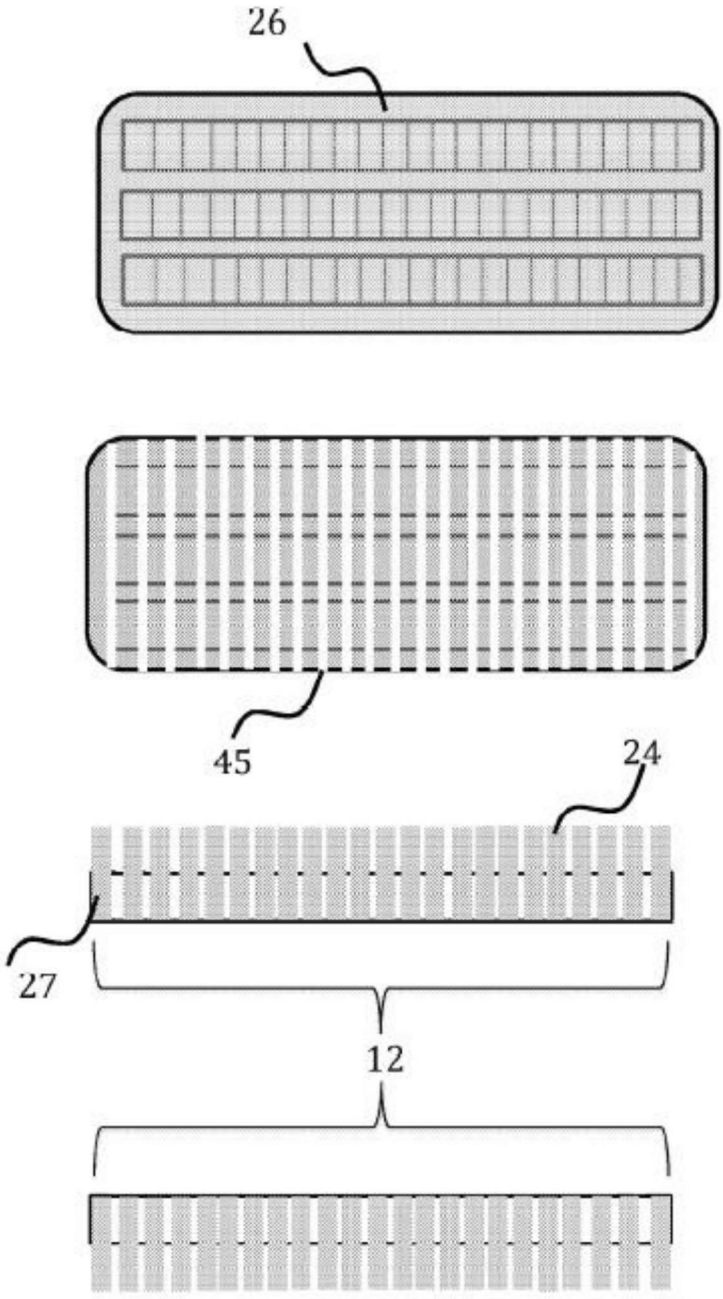


图4B

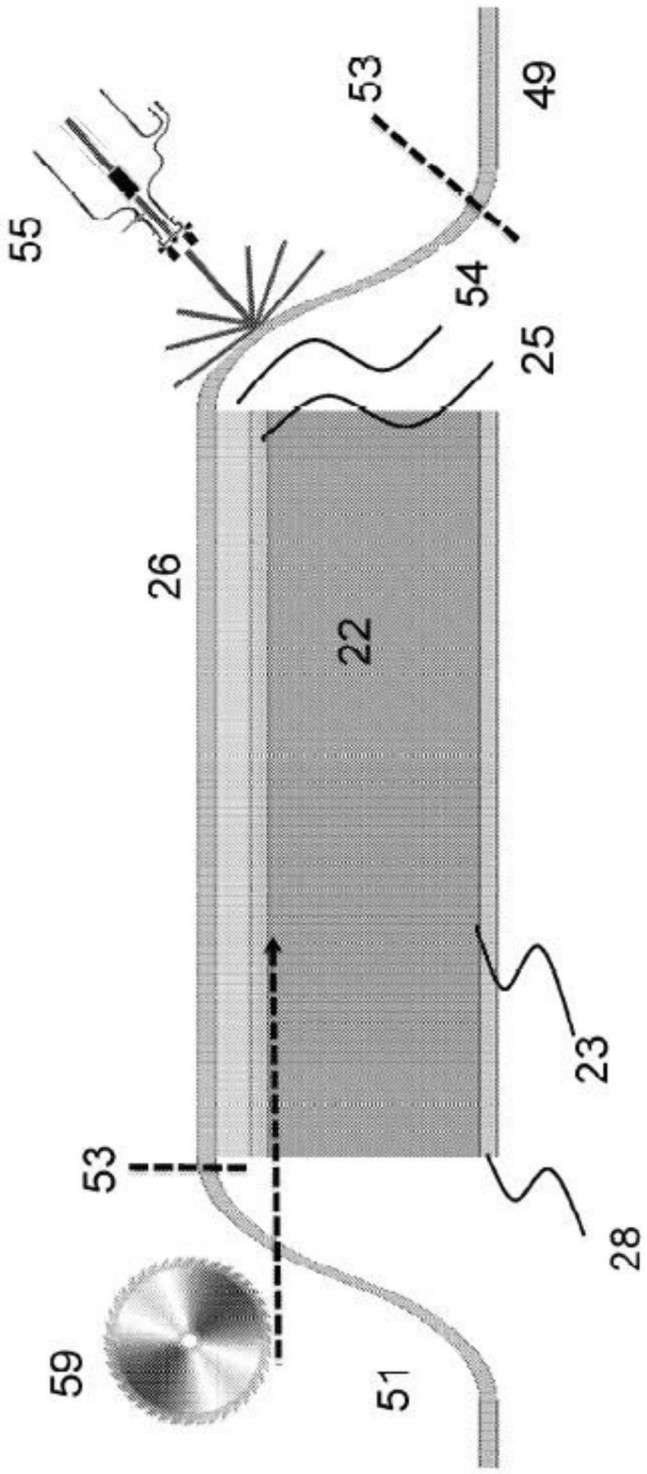


图5

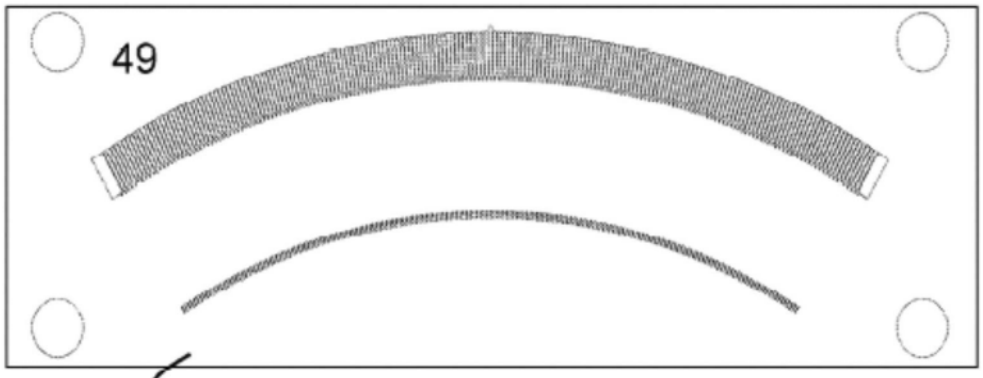


图 6A

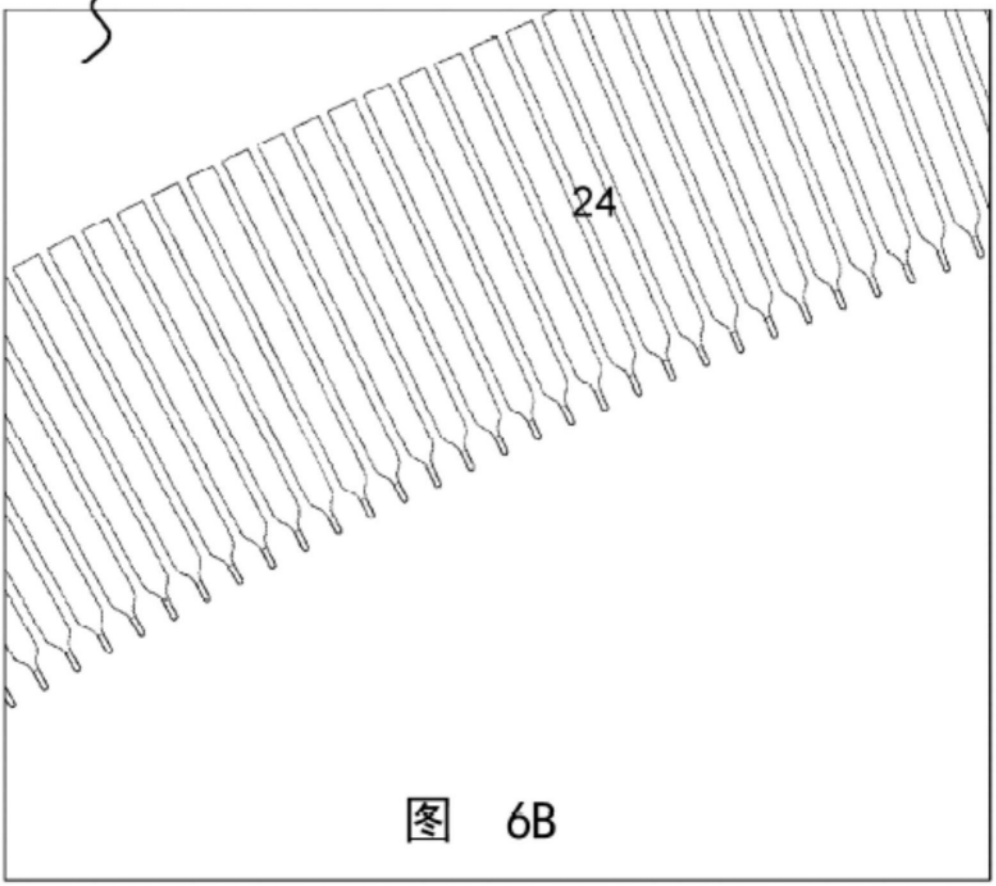


图 6B

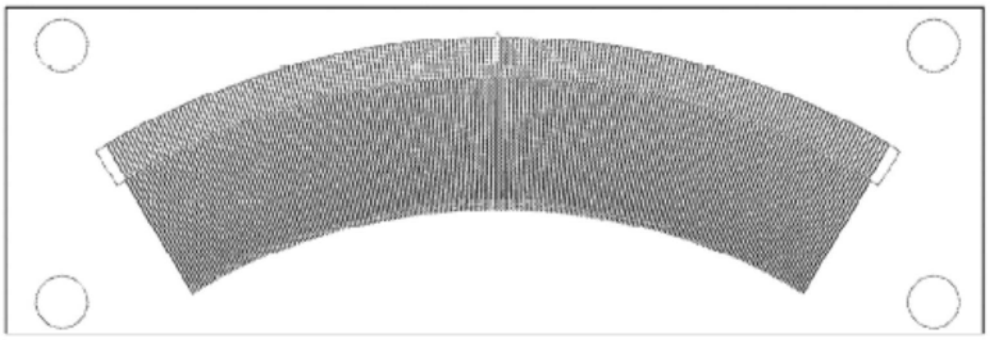


图7A

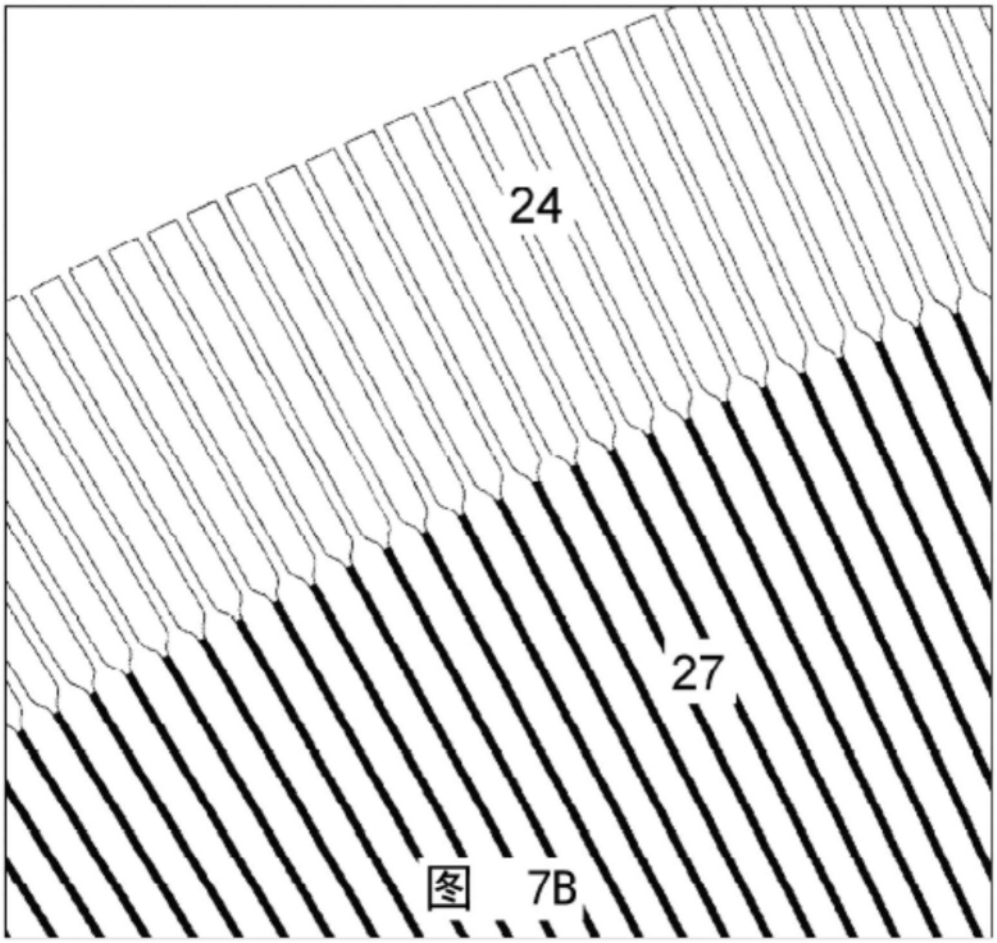


图7B

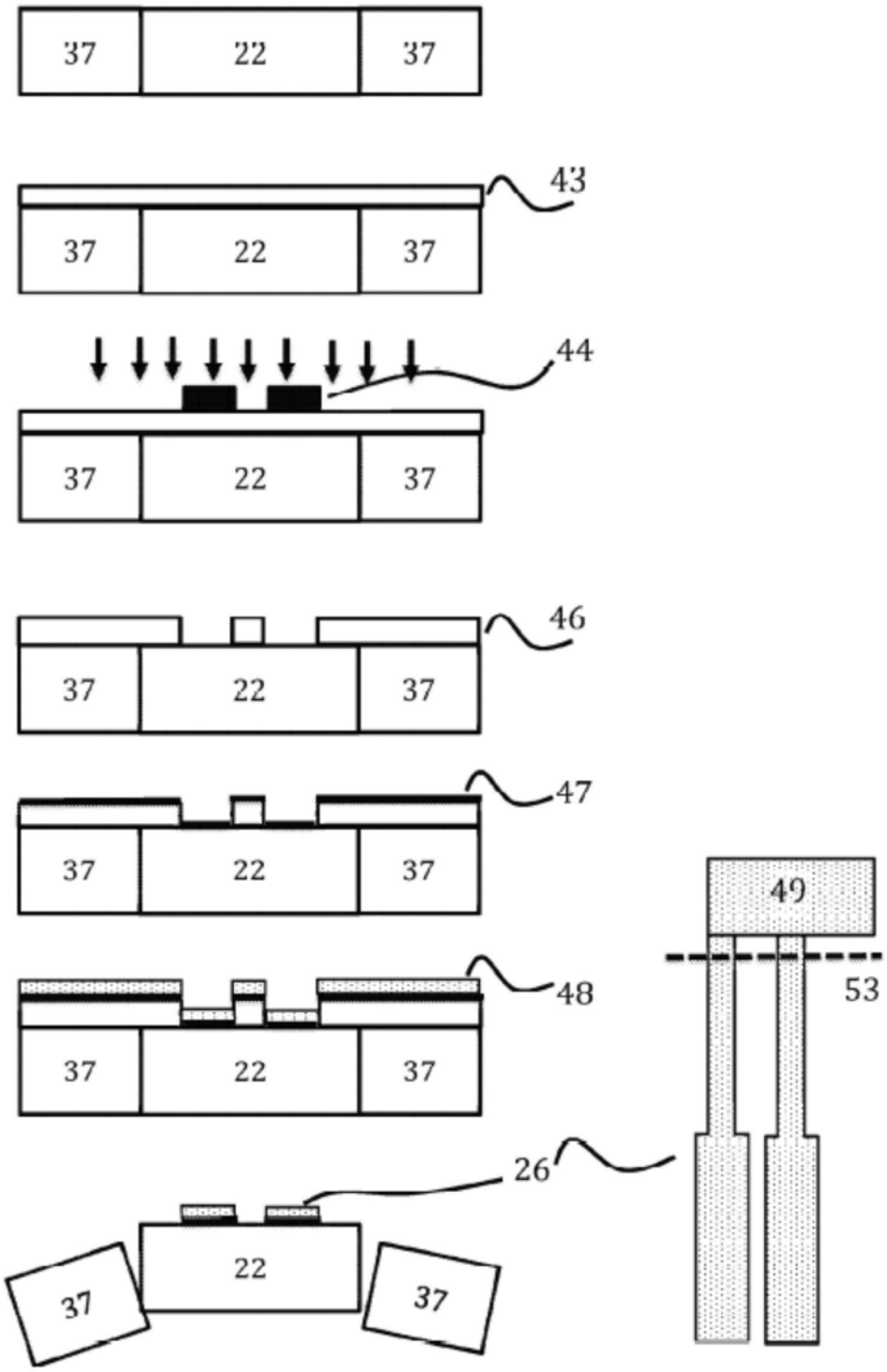


图8

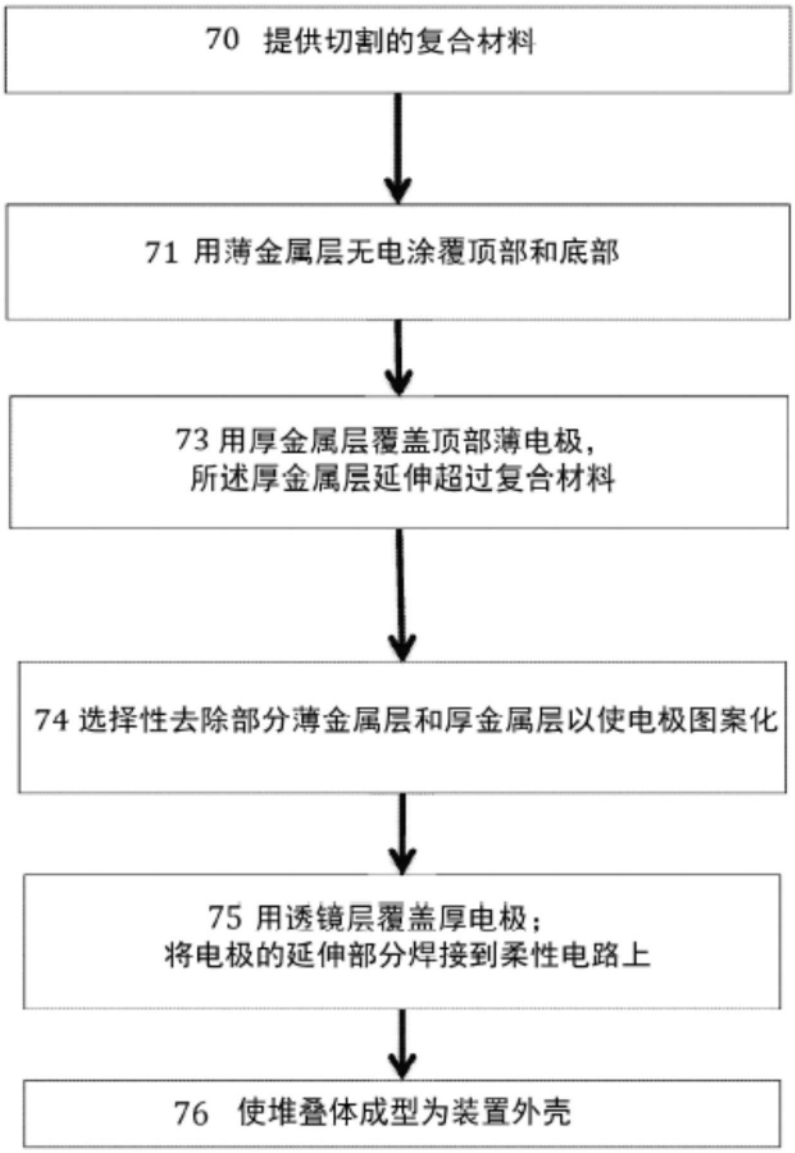

70 提供切割的复合材料
71 用薄金属层无电涂覆顶部和底部
73 用厚金属层覆盖顶部薄电极，
所述厚金属层延伸超过复合材料
74 选择性去除部分薄金属层和厚金属层以使电极图案化
75 用透镜层覆盖厚电极；
将电极的延伸部分焊接到柔性电路上
76 使堆叠体成型为装置外壳

图9

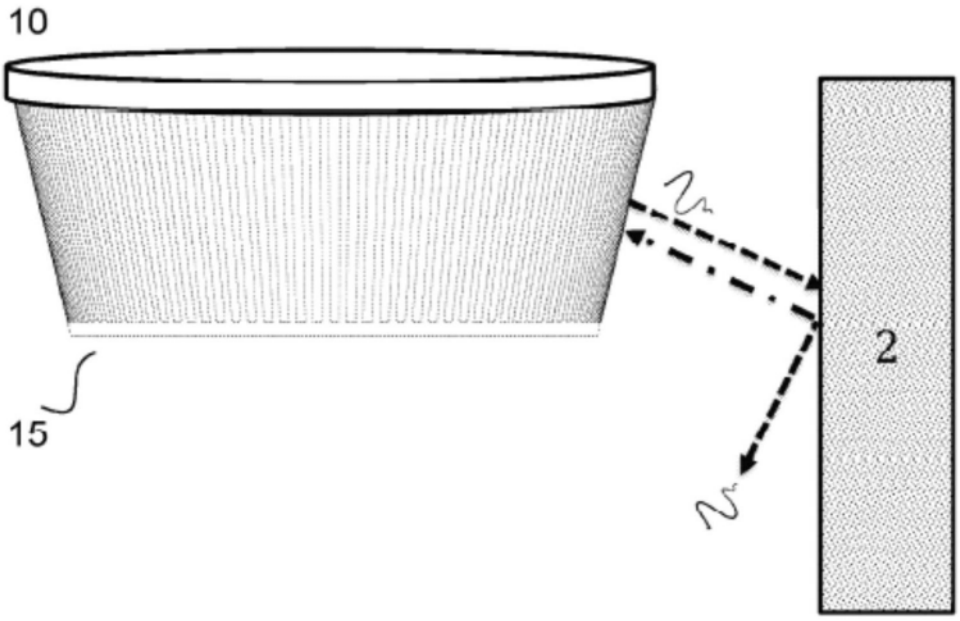


图10A

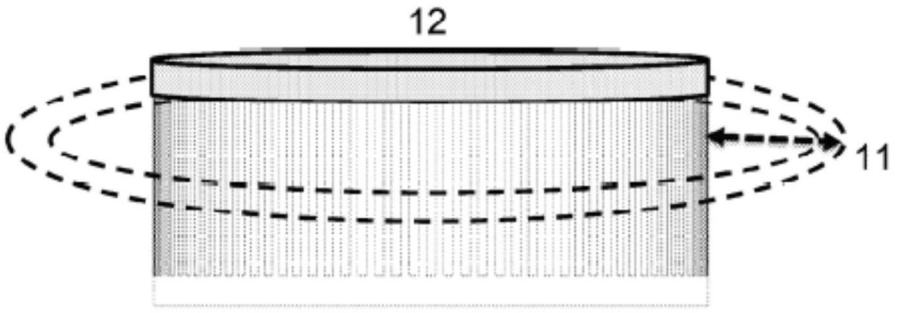


图10B

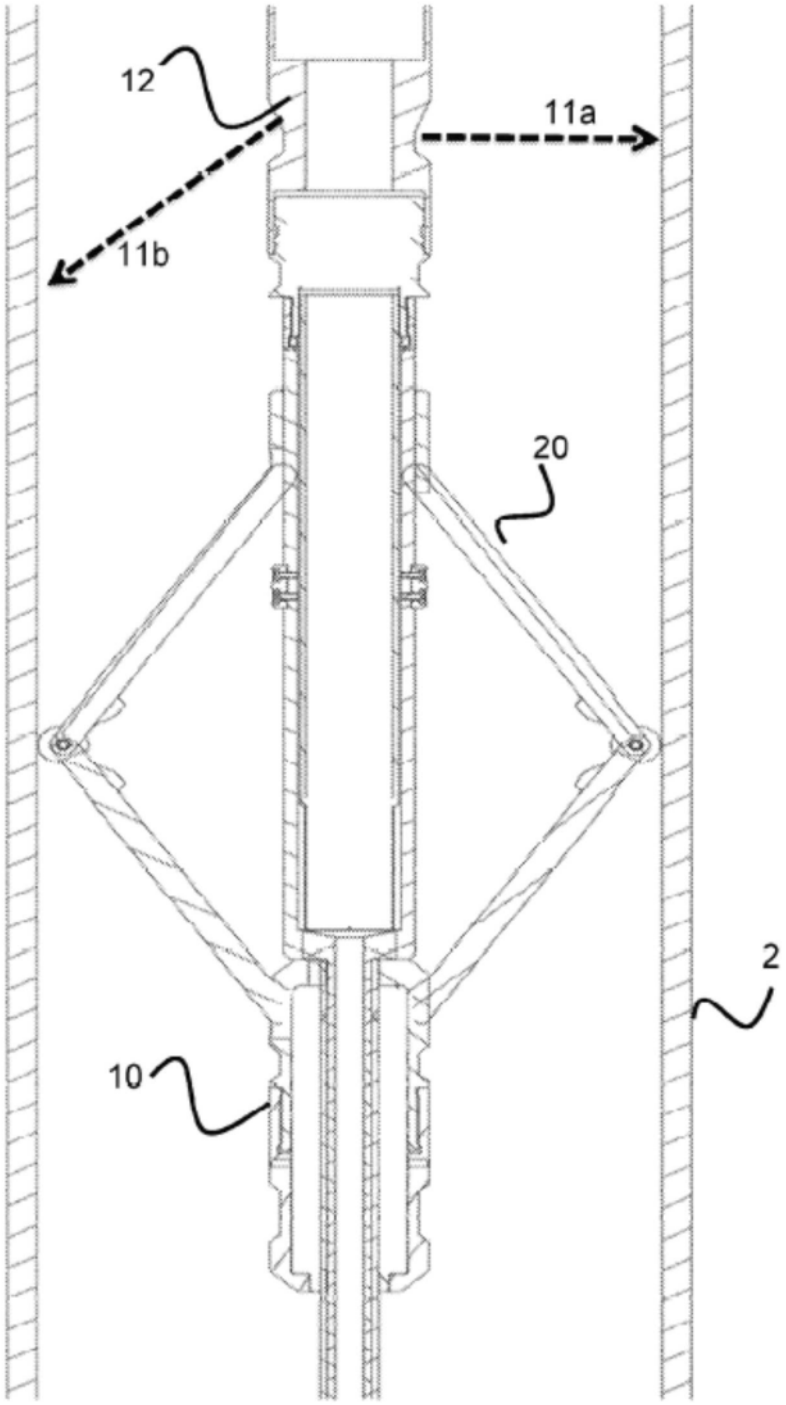


图11