



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107847974 A

(43)申请公布日 2018.03.27

(21)申请号 201680042241.X

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

(22)申请日 2016.08.01

代理人 赵志刚 赵蓉民

(30)优先权数据

14/814,542 2015.07.31 US

(51)Int.Cl.

B06B 1/02(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

A61B 8/08(2006.01)

2018.01.18

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2016/045055 2016.08.01

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/023874 EN 2017.02.09

(71)申请人 德克萨斯仪器股份有限公司

地址 美国德克萨斯州

(72)发明人 W-Y·史赫 X·徐

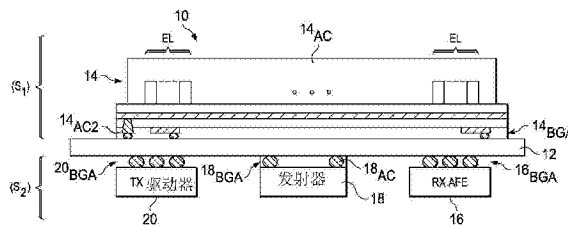
权利要求书2页 说明书7页 附图7页

(54)发明名称

扩展范围的超声波换能器

(57)摘要

在描述的示例中,超声波换能器(10)具有内插件(12),内插件(12)具有电连接触点(14<sub>BGA</sub>、16<sub>BGA</sub>)。超声波换能器还具有包括接收元件(MEM)阵列的超声波接收器(14),该超声波接收器(14)相对于内插件被物理固定并且经耦合以与内插件的电连接触点电气通信。超声波换能器还具有与超声波接收器隔开的至少一个超声波发射器(18),其相对于内插件物理固定并且经耦合以与内插件的电连接触点电气通信。



1. 一种超声波换能器,其包括:  
具有电连接点的内插件;  
包括接收元件阵列的超声波接收器,其相对于所述内插件物理固定并且经耦合以与所述内插件的电接触点电气通信;以及  
与所述超声波接收器隔开的至少一个超声波发射器,其相对于所述内插件物理固定并且经耦合以与所述内插件的电接触点电气通信。
2. 根据权利要求1所述的超声波换能器,其中所述阵列包括至少64个元件。
3. 根据权利要求1所述的超声波换能器,其中所述阵列包括所述元件的相同数量的行和列。
4. 根据权利要求1所述的超声波换能器,其中所述至少一个超声波发射器包括单个元件发射器。
5. 根据权利要求1所述的超声波换能器,其中所述至少一个超声波发射器包括块状陶瓷发射器。
6. 根据权利要求1所述的超声波换能器,其中:所述超声波接收器邻近所述内插件的第一侧被物理固定;以及所述至少一个超声波发射器邻近所述内插件的第二侧被物理固定,所述第二侧与所述第一侧相对。
7. 根据权利要求6所述的超声波换能器,进一步包括多个超声波发射器,所述多个超声波发射器包括所述至少一个超声波发射器,其中所述多个超声波发射器的全部邻近所述第二侧被物理固定。
8. 根据权利要求7所述的超声波换能器,进一步包括邻近每个发射器并且面对所述内插件的声学耦合剂层。
9. 根据权利要求1所述的超声波换能器,进一步包括多个超声波发射器,所述多个超声波发射器包括所述至少一个超声波发射器。
10. 根据权利要求9所述的超声波换能器,其中:所述超声波接收器邻近所述内插件的第一侧被物理固定;在所述多个超声波发射器中的至少第一超声波发射器邻近所述第一侧被物理固定;以及在所述多个超声波发射器中的至少第二超声波发射器邻近所述内插件的第二侧被物理固定,所述第二侧与所述第一侧相对。
11. 根据权利要求1所述的超声波换能器,进一步包括两个超声波发射器,所述两个超声波发射器包括所述至少一个超声波发射器。
12. 根据权利要求1所述的超声波换能器,进一步包括三个超声波发射器,所述三个超声波发射器包括所述至少一个超声波发射器。
13. 根据权利要求12所述的超声波换能器,其中:所述超声波接收器邻近所述内插件的第一侧被物理固定;在所述多个超声波发射器中的第一超声波发射器和第二超声波发射器邻近所述第一侧被物理固定;以及在所述多个超声波发射器中的第三超声波发射器邻近所述内插件的第二侧被物理固定,所述第二侧与所述第一侧相对。
14. 根据权利要求1所述的超声波换能器,其中所述超声波接收器邻近所述内插件的第一侧被物理固定,并且进一步包括:  
多个超声波发射器,所述多个超声波发射器包括所述至少一个超声波发射器,其中所述多个超声波发射器的全部邻近所述第一侧被物理固定。

15. 根据权利要求1所述的超声波换能器,其中所述超声波接收器邻近所述内插件的第一侧被物理固定,并且进一步包括:

可操作电路系统,其用于操作所述超声波接收器和所述至少一个超声波发射器中的至少一个,所述可操作电路系统邻近所述内插件的第二侧被物理固定,所述第二侧与所述第一侧相对。

16. 根据权利要求15所述的超声波换能器,其中所述可操作电路系统包括用于所述超声波接收器的模拟前端电路系统。

17. 根据权利要求15所述的超声波换能器,其中所述可操作电路系统包括用于提供第一电压给所述至少一个超声波发射器的驱动器电路系统,所述第一电压大于第二电压,所述第二电压用于操作所述至少一个超声波接收器。

18. 根据权利要求1所述的超声波换能器,其中所述超声波接收器包括pMUT阵列。

19. 根据权利要求1所述的超声波换能器,其中所述超声波接收器包括cMUT阵列。

20. 根据权利要求1所述的超声波换能器,其中所述内插件包括:具有第一密度的电接触点的第一侧;以及具有第二密度的电接触点的第二侧,所述第二密度与所述第一密度不同。

21. 根据权利要求1所述的超声波换能器,其中所述至少一个超声波发射器包括环形形状。

22. 根据权利要求21所述的超声波换能器,其中所述环形形状在外部环形区域内具有开放区域,并且所述至少一个超声波发射器被固定在所述开放区域内。

## 扩展范围的超声波换能器

### 技术领域

[0001] 本公开大体上涉及超声波换能器,并且更具体地涉及具有单独的超声波换能器接收器阵列的组的离散发射器电路系统。

### 背景技术

[0002] 超声波换能器存在用于发射超声波和检测发射的波的反射或回波。这种设备有时还指超声波 (ultrasound) 或超声波 (ultrasonic) 换能器或收发器。超声波换能器有种种用途,包括消费者设备、交通工具安全和医学诊断。在这些和其他领域中,由换能器检测的信号可被处理以确定距离,该距离可进一步与方向或区域处理组合以确定与二维和三维处理 (包括图像处理) 有关的形状和方面。

[0003] 一般在常规实施方式中使用微机械超声波换能器 (MUT) 阵列作为超声波换能器以执行超声的发射和声音回波的检测两者。通常使用半导体处理形成这种阵列,因此,相对于半导体衬底创建微机械的机械元件阵列。每个阵列元件具有相同的构造,但每个阵列元件是可单独激励的以发射信号并且是可单独读取的以检测信号回波。各种常规技术存在用于形成多种类型的元件,其中两种常见的元件示例是压电式或电容式,前者用于所谓的压电式微机械超声波换能器 (pMUT) 以及后者用于所谓的电容式微机械超声波换能器 (cMUT)。通常,pMUT阵列元件响应于压电材料的已知性质有时与薄膜组合起作用,其共同从施加的机械应变生成电力,并且在可逆过程中,从施加的电力生成机械应变。而且,通常,cMUT阵列元件响应于电容式结构的已知性质并且与相关联的膜组合起作用,所以元件从由膜的振动引起的电容变化生成交替的电信号,并且在可逆过程中,从施加的穿过电容器的交替的信号产生膜的振动。

[0004] 虽然上面的相关的方法已经满足了各种需求,但是它们还具有各种缺点。例如,声功率是压力、面积和速度的乘积的函数,所以由于维持压力的限制,在换能器表面的部分上的相对小的面积覆盖,并且也由于在膜上形成的不均匀性的降低的速度,在MUT中使用的膜可限制发射功率。如另一个示例,常常增加MUT阵列中的元件的数量以获得较大的分辨率或其他性能,并且常常实施电线接合或柔性电缆用于每个元件的互连,所以大量元件 (例如,50×50或以上) 在与所有元件电气通信时在电线束或电缆中产生相当大的复杂性和成本。

### 发明内容

[0005] 在描述的示例中,超声波换能器具有内插件 (interposer),内插件具有电连接触点。超声波换能器还具有包括接收元件阵列的超声波接收器,其相对于内插件物理固定并且经耦合以与内插件的电连接触点电气通信。超声波换能器还包括与超声波接收器隔开的至少一个超声波发射器,其相对于内插件物理固定并且经耦合以与内插件的电连接触点电气通信。

### 附图说明

- [0006] 图1说明了每个优选实施例的超声波换能器的第一侧的电气框图。
- [0007] 图2说明了可表示图1中各种阵列元件中的任一个的元件EL的横截面视图的示例。
- [0008] 图3说明了图1的超声波换能器的第二侧的电气框图。
- [0009] 图4说明了优选实施例的发射器。
- [0010] 图5说明了图1和图2的超声波换能器的电气框图的横截面视图。
- [0011] 图6说明了第一替代的优选实施例的超声波换能器的横截面视图。
- [0012] 图7说明了第二替代的优选实施例的超声波换能器的横截面视图。
- [0013] 图8说明了第三替代的优选实施例的超声波换能器的横截面视图。

### 具体实施方式

[0014] 图1说明了每个优选实施例的超声波换能器10的电气框图。在换能器领域已知的各种事项可被用于补充该文件的框和功能描述。因此,利用这个理解并且利用集中于某些技术和布局的组合描述优选的实施例,以获得提供优于常规实施方式的优点的整体超声波换能器设备。

[0015] 超声波换能器10被构造以包括内插件(载体)12,内插件12提供用于连接至各种其他设备的结构和电气基础,各种其他设备是整体设备的一部分。例如,内插件12可以是印刷电路板或其他类型的电路板。根据这个理解:(a)图1说明了内插件12的第一侧 $S_1$ ; (b)图3说明了内插件12的第二侧 $S_2$ ,其与侧 $S_1$ 相对;以及(c)图5说明了通过内插件12的部分横截面视图。

[0016] 再次参考图1,超声波接收器阵列14物理地附接至侧 $S_1$ ,该超声波接收器阵列可被构造为已知的并且被进一步开发的各种类型的微机械超声波换能器接收器(MUT)阵列。在常规实施方式中,MUT阵列一般用于发射超声波和然后检测它们的所得到的回波;但是,在优选的实施例中,虽然使用这种相同的结构,但是阵列14在功能上被用作超声波接收器(也就是,成像器),然而,如下面讨论的,不同的装置被用作超声波发射器。如所示的阵列14为二维的,具有元件的行和列。对于说明的实施例,用显示为EL的坐标(行数、列数)标记各种元件。如下面进一步详述的,每个元件EL(x,y)提供一个空腔,在图1中通常显示为小正方形,其中空腔被形成所有元件的材料围绕;由此,阵列14可以通过以硅构件(例如,正方形或圆形)开始并且在其中形成元件被形成。进一步地,每个元件通常具有沿着元件空腔的底部的膜,响应于接收到超声波,该膜将弯曲。在优选的实施例中,行和列元件EL(x,y)的总数量相同并且等于 $x+1$ ,其中,优选地, $x$ 至少为7,并且更优选地, $x$ 为49或更大。而且,在替代的实施例中,行元件的数量可能与列元件的数量不同。在另一个替代实施例中,阵列14可能是线性的,因此,它的元件在单条线上对齐。并且在另一个替代的实施例中,阵列14可能是环形的。还可使用各种MUT技术构造阵列14。一个示例实施例使用压电式微机械超声波换能器(pMUT)作为阵列14。替代优选的实施例使用电容式微机械超声波换能器(cMUT),但是,期望折衷以包括更高的制造成本。可相对于使用已知的和开发的半导体和微机械制造技术的(例如,硅)晶片构造pMUT或cMUT,使得元件部分地由晶片材料形成,如下面进一步描述的。

[0017] 在一个优选的实施例中,形成阵列元件与半导体晶片有关,部分说明显示在图2中。具体地,图2说明了可表示在图1中的阵列14中的各种元件中的任一个的元件EL的横截面视图的示例。元件EL包括在三维空间围绕空腔的半导体,所以图2的横截面视图说明了其

为由虚线所示的以及虚线下面所示的两个半导体侧壁构件MEM<sub>sw</sub>以及后壁构件MEM<sub>rw</sub>；在说明的横截面中，以其他方式将完成围绕环绕元件的前壁是不可见的，但是进一步被包括，如在图1中也是可见的。在任何情况下，可形成或导致所有这种构件MEM，如通过从半导体衬底或晶片的表面进行定向蚀刻，从而产生通过围绕半导体材料被封闭（为了参考，本文中被称为侧壁、前壁和后壁构件）的相应的空腔。因此，构件MEM是初始半导体衬底的高度，通常的现代示例是400微米。因此，进一步地，在具有这种结构的情况下，优选地，每个元件的空腔通常是相同的尺寸和形状。声学性能的空腔尺寸的设计是已知的。元件膜EL<sub>MEM</sub>是邻近所有构件的一个末端并且在空腔上连续的层。在优选的实施例中，元件膜EL<sub>MEM</sub>在2到10微米厚的范围内并且扩展穿过许多不同的元件（例如，穿过整个阵列）。因此，附图不是按比例，因为与400微米左右的构件MEM相比，元件膜EL<sub>MEM</sub>实际上是难以辨认的。在任何情况下，优选地，膜EL<sub>MEM</sub>形成为绝缘体（insulator）（例如，二氧化硅或氮化硅），因为这种材料在半导体制造中是常见的。如由所指示的绝缘体材料获得的元件膜EL<sub>MEM</sub>的另一个优选的属性是对化学物质是惰性的，其中这种绝缘体对各种各样的常见化学物质是惰性的。膜EL<sub>MEM</sub>是承受流体（例如，空气）压力的机械结构元件，其发射声学信号，所以对于每个元件，由在空腔下的膜EL<sub>MEM</sub>的部分接收在空腔中承受的压力。

[0018] 邻近元件膜EL<sub>MEM</sub>的是提供第一电极EL<sub>ELEC1</sub>的导电层，该导电层优选是在0.1到1微米厚的范围的金属层。相对于构件MEM，第一电极EL<sub>ELEC1</sub>也不按比例说明。电极EL<sub>ELEC1</sub>还优选扩展穿过许多不同的元件（例如，穿过整个阵列）。替代地，每个元件可具有与其它元件电隔离的单独的电极EL<sub>ELEC1</sub>。

[0019] 邻近第一电极EL<sub>ELEC1</sub>的是压电薄膜层EL<sub>PZF</sub>，如其名字所暗示的那样，其是压电层，并且其是在0.1到2微米厚的范围（也没有相对于构件MEM成比例显示）。压电薄膜层EL<sub>PZF</sub>也优选扩展穿过许多不同的元件（例如，穿过整个阵列），但其在单个元件的空腔下的弯曲由电信号表示以检测由该元件接收的超声波的度量（measure）。替代地，每个元件可具有不相交的压电薄膜层EL<sub>PZF</sub>，因此进一步隔离在不同的元件之间生成的电信号。

[0020] 邻近压电薄膜层EL<sub>PZF</sub>的是提供第二电极EL<sub>ELEC2</sub>的导电层，该导电层优选是在0.1到1微米厚的范围的金属层（也没有相对于构件MEM成比例显示）。第二电极EL<sub>ELEC2</sub>不横跨多个元件施加，但反而是被设定尺寸为小于给定单元的空腔，除了扩展超出空腔的宽度以提供互连的该电极的部分以外，如下进一步详述的。例如，因此，电极EL<sub>ELEC2</sub>可具有空腔区域的10%到80%的范围内的尺寸。

[0021] 最后，在一个优选的实施例中，第一导电触点EL<sub>CT1</sub>可以通过创建在压电薄膜层EL<sub>PZF</sub>中的开口形成的金属，以达到第一电极EL<sub>ELEC1</sub>的部分，并且第二和单独的导电触点EL<sub>CT2</sub>被连接到EL<sub>ELEC2</sub>。由此，第一导电触点EL<sub>CT1</sub>被提供以电气通信第一电极EL<sub>ELEC1</sub>，并且第二导电触点EL<sub>CT2</sub>被提供以电气通信第二电极EL<sub>ELEC2</sub>，作为到内插件的互连，如下详述的。电极EL<sub>ELEC1</sub>和电极EL<sub>ELEC2</sub>是电容耦合。

[0022] 考虑到前面的，在优选的实施例中并且如下进一步讨论的，阵列14中的每个元件可操作以接收超声波反射，并且，由于其结构和材料，提供表示接收到的反射的电信号。为此目的，响应于接收到超声波，第一电极EL<sub>ELEC1</sub>可连接到参考电势（如，接地），并且可相对于参考电感测任何元件的第二电极EL<sub>ELEC2</sub>上的电压，其中，二者的差表示压电薄膜层EL<sub>PZF</sub>的弯曲。由此，下面描述的额外的电路系统被连接以单独访问每个这种元件，使得相应的元件信

号的任何组合可被处理以进一步开发来自接收到的反射中的信息。

[0023] 如上面介绍的,图3说明了内插件12的侧 $S_2$ 。在优选的实施例中,三个单独的电气和操作块物理地附于侧 $S_2$ ,包括接收(RX)模拟前端(AFE)16、超声波发射器18和发射(TX)驱动器20。这些条目中的每个在下面被描述。

[0024] RX AFE 16优选是集成电路并且包括模拟信号调节电路系统,如可操作放大器和滤波器,其提供用于将由超声波接收器阵列14中的元件提供的模拟信号接口(interface)至外部(例如,数字)电路(如,外部处理器(例如,微控制器、数字信号处理器、微处理器))的可配置的电子功能块。由此,RX AFE 16可将电信号从任何阵列元件耦合到外部处理器用于进一步处理和分析。

[0025] 发射器18包括用于独立于接收器阵列14并且远离接收器阵列14生成超声波的致动器。在一些传统的实施方式中,(如可能在接收器阵列14中实施的)MUT用作发射器;但是,在优选的实施例中,超声波发射功能由独立装置提供。在这方面,发射器18可由各种已知或可确定的技术构造。发射器18的一个优选的实施例在图4中以透视图被显示。在这个示例中,发射器18是单个元件超声波发射器,优选使用块状压电陶瓷构造;在这方面,图4说明了具有大体上圆形的横截面的发射器,其具有由压电陶瓷(如锆钛酸铅(PZT)或单晶铌镁酸铅-钛酸铅固溶体(PMN-PT))制成的单板压电元件 $18_{PE}$ ,夹在两个电极之间以耦合到电激励。可选地,邻近压电元件 $18_{PE}$ 的前侧和发射侧的是声学耦合剂层 $18_{AC}$ ,以及在压电元件 $18_{PE}$ 的非发射侧上的是背层 $18_{BL}$ 。在压电元件 $18_{PE}$ 上施加电位差,如在图4中大体上显示的,其在元件的不同位置具有不同的偏压(例如,接地和非接地电压 $V$ )。响应于该偏压和压电元件 $18_{PE}$ 的厚度和材料,超声波朝向发射器18的面 $18_F$ 发射并发射超过发射器18的面 $18_F$ 。由此,该优选的实施例实施用于发射超声波的块状陶瓷,相比某些其他类型的发射器(如果MUT用于发射器),其从而提供更大的功率。特别地,与MUT技术相比,更厚的块状陶瓷可承受更大的电压并且允许更多的电能通过应变能被转换。

[0026] 再次参考图3,TX驱动器20包括在该优选的实施例中,因为功率和噪声要求在RX AFE 16的较低功率需求与发射器18的较高功率需求之间可能不同。在这方面,TX驱动器20优选是集成电路并且包括在对于RX AFE 16可用的较低功率与发射器18需要的较高功率之间提供电平移位的电路系统。这种电平移位可包括在输入电压的变化范围内的电流和电压的控制/调整。

[0027] 也如上面介绍的,图5说明了穿过内插件12和上面描述的其他条目的横截面视图,其中现在观测额外的细节。在优选的实施例中,阵列14、RX AFE 16、发射器18和TX驱动器20中的每个与内插件12物理地和电气地互连。在一个优选的实施例中,使用凸块金属化或其他倒装芯片凸块(如焊料或镀铜)构造这些条目中的每个,使得触点(如经由微型球栅阵列(BGA))可被用于物理地和电气地连接每个相应电路到在内插件12上的导体。在这方面,阵列14被显示具有相应BGA  $14_{BGA}$ 以连接内插件12的侧 $S_1$ 到阵列14的电极,其中,如图2中显示的,那些电极包括如用于将整个阵列接地的电极 $EL_{ELEC1}$ ,和用于每个相应元件的电极 $EL_{ELEC2}$ 。为了简化附图,这种电极在图5中不被标记(并且为了简化附图,没有显示导电触点 $EL_{CT2}$ )。进一步地,RX AFE 16、发射器18和TX驱动器20中的每个具有相应BGA  $16_{BGA}$ 、 $18_{BGA}$ 和 $20_{BGA}$ 以连接到内插件12的侧 $S_2$ 。相比于阵列BGA  $16_{BGA}$ 、 $18_{BGA}$ 和 $20_{BGA}$ ,阵列14的相对大量的元件将会导致BGA  $14_{BGA}$ 之中的间距变短,连接密度变大。例如,前者可在通常小于250微米、或

小于100微米、或甚至小于50微米的范围内,而后者在通常大于400微米的范围内。而且,发射器18与内插件12之间的BGA(或其他连接器)优选位于由发射器18发射的声波的路径之外,其在图5中的方向是向上。发射器18还可使用(如在四方扁平封装(QFP)、四方扁平无引脚封装(QFN)或其他外形封装(如小外形集成电路(SOIC)或通孔连接器)中使用的)其他封装占用电气连接到内插件12。

[0028] 图5还说明了在阵列14的衬底构件(也就是,在空腔中)之间并且垂直地超过阵列14的衬底构件向上形成声学耦合剂层(或多个层)14<sub>AC1</sub>,并且在内插件12与阵列14之间形成声学耦合剂层(或多个层)14<sub>AC2</sub>。类似地,声学耦合剂层(或多个层)18<sub>AC</sub>沿着发射器18形成,并且更具体地在面对内插件12的发射器表面上形成(回想这种声学耦合剂层18<sub>AC</sub>也显示在图4中)。可通过在分配步骤期间使耦合剂流动形成每个声学耦合剂层,然后将该层固化到所示位置。每个这种声学耦合剂提供声学匹配层,以更容易地将来自结构的超声和灵敏度通信到换能器10所位于的介质。因此,在图5的透视图中,声学耦合剂层18<sub>AC</sub>促进超声波从发射器18在内插件12的方向通过阵列14并且向上的发射。类似地,声学耦合剂层14<sub>AC</sub>将促进由发射器18发射的波的反射回波的阵列14接收。进一步地,在这方面,阵列14作为pMUT接收器具有额外的益处,硅接收器的两侧可充当声音端口并且接收声学信号;相反,如果阵列14被实施为cMUT接收器,然后其进一步优选包括“硅通孔”(TSV)构造以从前侧成像器发送电信号到后侧互连。

[0029] 考虑到前面的内容,换能器10大体上的操作应该易于理解。通常,启用的电源(例如,电池,未示出)被提供给换能器10,并且作为响应,TX驱动器20施加足够的电平调节,以利用相对高的功率驱动发射器18。然后发射器18发射超声波,如在超声波频率的声音或其他振动,并且这种发射被声学耦合剂18<sub>AC</sub>优化,在朝着并通过内插件12和通过并超过阵列14的方向。在经过用于接收预期响应的时窗之后,相对于单个元件发射器18功耗更低但分辨率更灵敏的接收器阵列14接收发射的信号的回波,以及阵列14的压电(电容)性质将这些回波转换为成比例的电信号。然后这些元件信号被RX AFE 16调节用于进一步处理,或被也在内插件12上的电路系统调节或经由RX AFE16的接口连接。

[0030] 考虑到优选的实施例构造和操作,实现了各种益处。例如,用于接收的阵列14的使用允许由分辨率需要所确定的尺寸和间距的设计调整以优化感测,而一个或更多单个元件发射器18(如下所述)的使用在聚焦和/或合成孔径发射的各种应用中将是足够的,并且可被进一步优化用于发射。由此,阵列14和发射器18中的每个可被独立优化以调整其自己的相应功能,对另一方的相反功能影响不大或没有影响。而且,装置因此只需要相对较高的电压信号路径用于(一个或更多)发射器装置/功能,而低电压信号路径对接收器装置/功能是足够的。如下进一步显示的,额外的益处可能在各种替代的优选的实施例中实现。

[0031] 图6说明了替代的优选的实施例的超声波换能器10<sub>A1</sub>的横截面视图。换能器10<sub>A1</sub>通常共享与上面描述的换能器10很多相同的构造和功能,不同的是换能器10<sub>A1</sub>包括发射器,显示在图4中优选地为三个这种发射器,即发射器18.1、18.2和18.3。每个发射器18.x用一种与换能器10的发射器18类似的方式物理地和电气地连接到内插件12的侧S<sub>2</sub>。进一步地,图4中的每个发射器18.x优选是单元件发射器,其具有沿着其并且面对内插件12的相应声学耦合剂层18<sub>AC</sub>,并且每个发射器经由相应BGA或其他格式(在图中没有明确编号)电气连接到内插件12。

[0032] 通常,换能器10<sub>A1</sub>的操作和功能与换能器10类似,因此,每个发射器18.x在其相应声学耦合剂的方向发射超声波通过内插件12且进入期望的介质;这种波可被近物反射,其中,由阵列14接收和感测回波。而且,但是,TX驱动器20(或相关的电路系统)可操作以激励具有相对于用于波束控制的其他(一个或更多个)发射器的受控的相位延迟的发射器18.x中的任何发射器。由阵列14接收的这种发射的回波(且其中,来自其的信号经由RX AFE 16通信)可被处理以确定作为波束控制的结果的一些方向性度量,而不是如单个发射器的情况具有单一的发射/检测方向。

[0033] 图7说明了替代的优选的实施例的超声波换能器10<sub>A2</sub>的横截面视图。换能器10<sub>A2</sub>通常共享与上面描述的换能器10很多相同的构造和功能,不同的是换能器10<sub>A2</sub>还包括发射器,显示在图7中优选地为两个这种发射器18.1和18.2,并且另外每个这种发射器18.x连接到内插件12的侧S<sub>1</sub>。进一步地,在这方面,相应声学耦合剂层18<sub>AC</sub>沿着发射器18.1和18.2中的每一个的一侧形成,但在图7中,这种层在发射器的表面上,该表面与电气连接到内插件12的表面相对。由此,在图5的透视图,每个发射器18.1和18.2的下表面经由相应BGA连接到内插件12,而沿着每个发射器18.1和18.2的上表面的是相应声学耦合剂层18<sub>AC</sub>。

[0034] 通常,换能器10<sub>A2</sub>的操作和功能与换能器10<sub>A1</sub>类似,因此,每个发射器18.x在其相应声学耦合剂的方向发射超声波。但是,换能器10<sub>A2</sub>的这种发射不通过内插件12(或阵列14),所以避免可由这种信号通过以其他方式引起的任何信号耗散。再次,具有多个发射器允许波束控制。为此目的,发射器的放置可能是重要的。通常,发射器可以以恒定的间距放置以便于使用。但是,为了这个原因,两个紧密包装的发射器可能不提供很多优势。因此,如果许多小型发射器被紧紧包装,则它们倾向于更小并且受限于功率输出。因此,在各种优选的实施例中,并且对于换能器10<sub>A2</sub>,根据波数学,点源之间的较大间隔允许更精细的角分辨率。

[0035] 图8说明了替代的优选的实施例的超声波换能器10<sub>A3</sub>的横截面视图。换能器10<sub>A3</sub>组合上面关于换能器10<sub>A1</sub>和10<sub>A2</sub>说明和讨论的方面。像换能器10<sub>A1</sub>一样,换能器10<sub>A3</sub>包括三个发射器18.1、18.2和18.3。但不同的是图8中的发射器中的两个位于表面S<sub>1</sub>上,如换能器10<sub>A2</sub>的情况,而第三发射器位于表面S<sub>2</sub>上,如换能器10和10<sub>A1</sub>中的发射器的情况。因此,换能器10<sub>A3</sub>的操作应该易于理解以将上面描述的方面与三个发射器的附加定向分辨率组合,同时认识到来自发射器18.2的发射的一些耗散可能随着其发射的信号被引导通过内插件12和阵列14而发生。

[0036] 从上面来看,各种优选的实施例通过提供这种将离散发射器电路系统与微机械超声波换能器接收器阵列组合的换能器来改进超声波换能器。相反,常规超声波换能器试图用相同的阵列完成发射和成像(感测回波)两者,并且常常通过在很大程度上增加这种阵列中的元件的数量来寻求更高的灵敏度和分辨率。这种努力增加了复杂度和成本。而且,考虑到薄膜和小型成像器元件的物理限制,这种阵列的使用可能倾向于减小范围。相反,优选的实施例提供许多益处。例如,发射与检测之间的信号处理可以被重新优化,以获得最佳发射波束形成和相位阵列成像。进一步地,在一些AFE修改情况下,在一种操作模式中,MUT仍然可用于接收信号和发射两者,其中对于这种短的距离,需要最小发射功率,并且RX AVE 16将可接受地提供低电压驱动。更进一步地,离散发射器提供高的可实现的发射的功率,而阵列接收器提供高的可实现的接收分辨率和集成的信号路径。而且,发射和接收路径被解耦,

从而通过单独处理发射和感测来提供改进的信号完整性和优化的总体系统灵敏度,即,消除通过阵列发射的需要从而提供使阵列接收器灵敏度最大化的能力。另外,功率同样是分开的,使得阵列可以与低电压一起使用来降低潜在的噪声、最大化单独处理能力以及改善潜在的芯片上耦合问题。与符合需要以发射功率相比,在优选的实施例中,通过实施低成本的(一个或多个)发射器而很好地管理成本,与必要的相比,其不需要复杂的机械加工和更小的接收器。更进一步地,倒装芯片组件提供适度的互连和组件复杂度。根据前述,优选的实施例可以在许多应用中实施,如:(i)高灵敏度指纹传感器;(ii)具有光声学TX或能力的血管内超声波传感器;(iii)超声波静脉检测器;或(iv)超声波计算机断层扫描(CT)或微CT,其中TX元件和RX元件不在相同的换能器/位置中。

[0037] 优选的实施例由此被展示以提供将离散的发射器电路系统与单独的超声波换能器接收器阵列组合的超声波换能器。优选的实施例已被显示具有许多益处,并且其它也将被进一步确定。而且,虽然已经提供了各种实施例,但是根据应用和其他考虑,可以考虑对各种措施和体系结构的调整。例如,如前面提到的,一个优选的实施例可包括呈环形阵列14;因此,对于替代的发射器位置的各种说明,环形阵列可以包括由环形限定的中间开放区域中的一个或多个发射器和/或环形外围之外的(一个或多个)发射器。以这种方式,各种发射器用于在各种x、y、z方向控制波束。如在某些方面与具有单一开放区域的环形类似的另一个示例,另一个优选的实施例可包括具有多个空隙(如没有半导体构件壁材料存在的区域,和每个这种空隙包括相应的发射器的区域)的阵列。如另一个示例,虽然说明的优选的实施例描述经由它们相应的电触点物理连接到内插件的至少一个超声波发射器和单独的超声波接收器两者,但是在替代的优选的实施例中,物理连接可与电连接隔开,和/或还可以通过一些中间结构来促进,其中在任何情况下,发射器通过一些构件或装置在物理上相对于内插件被固定(affix),并且还由相同或单独的结构耦合以与内插件的电接触点电气通信。

[0038] 在描述的实施例中,修改是可能的,并且在权利要求的范围内,其它实施例是可能的。

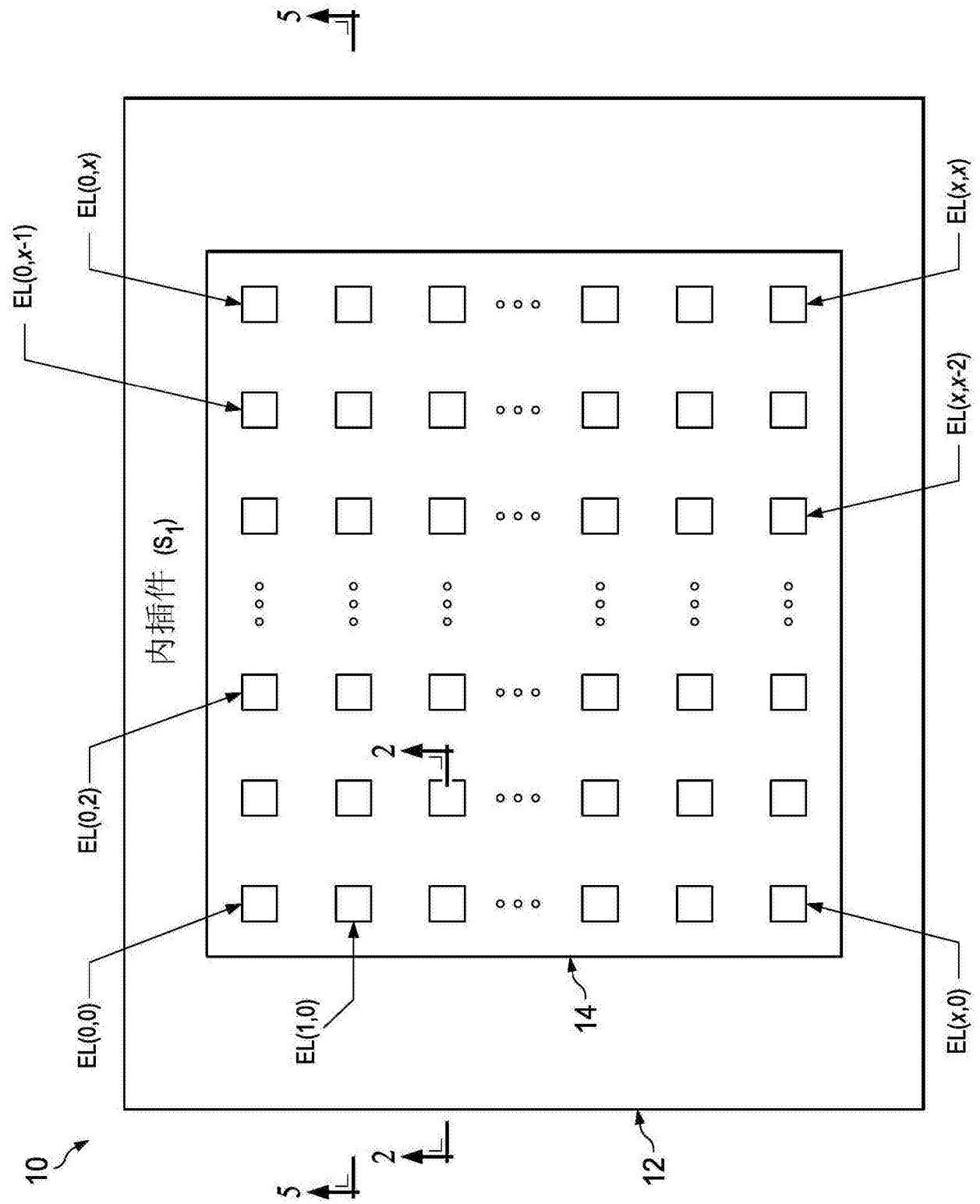


图1

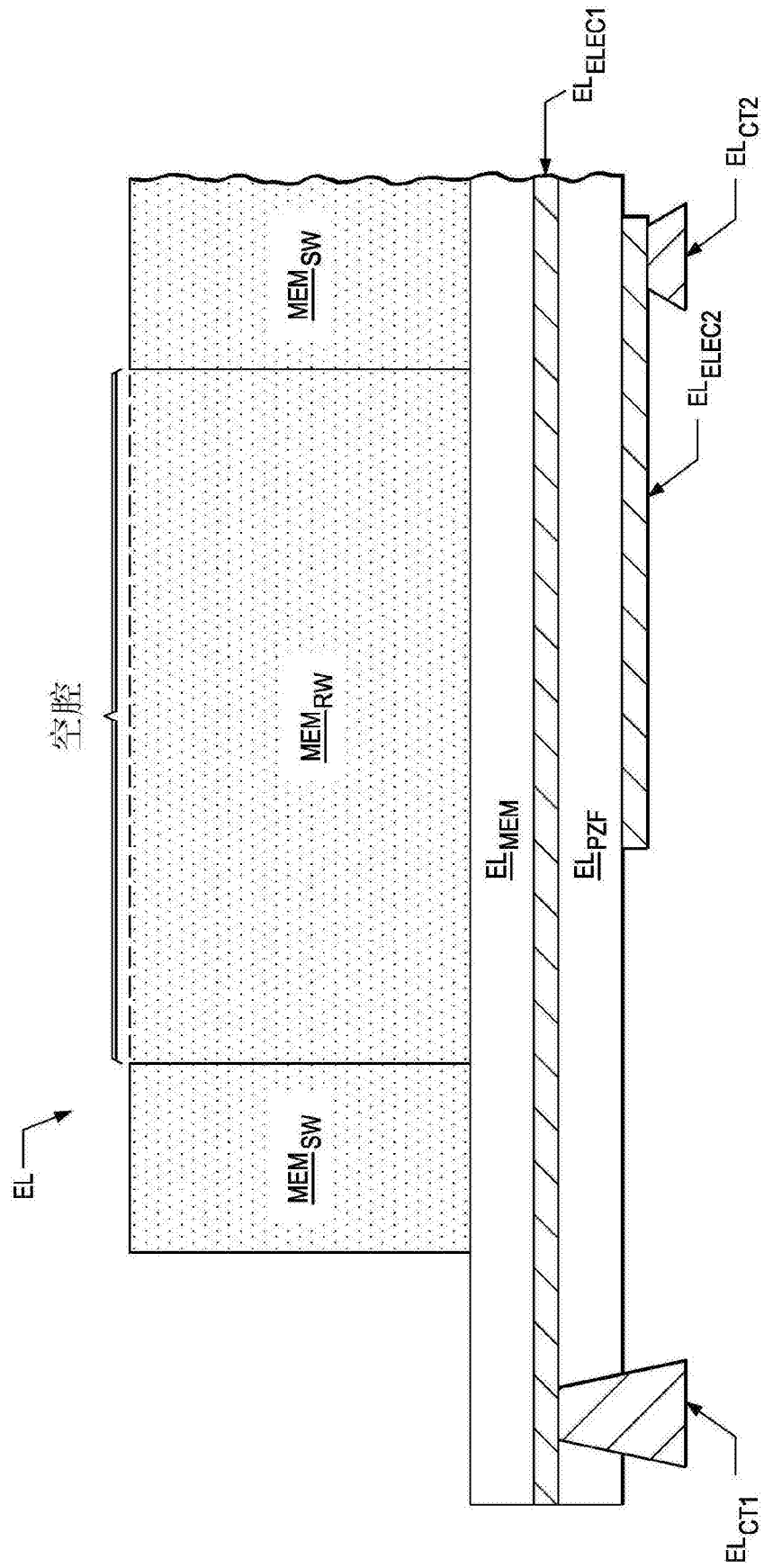


图2

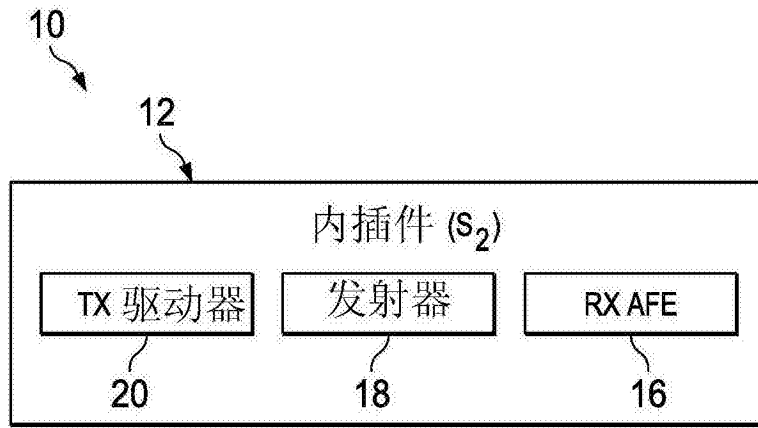


图3

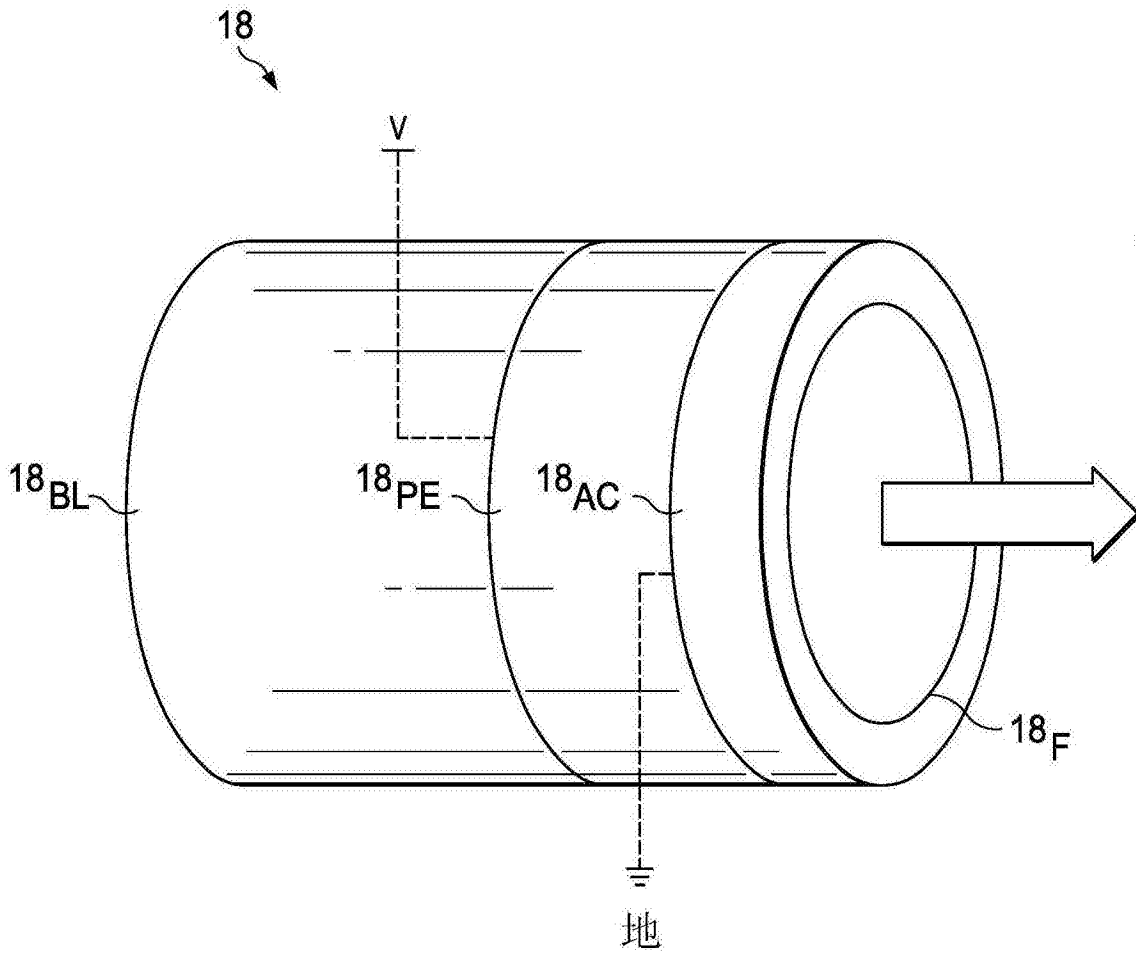


图4

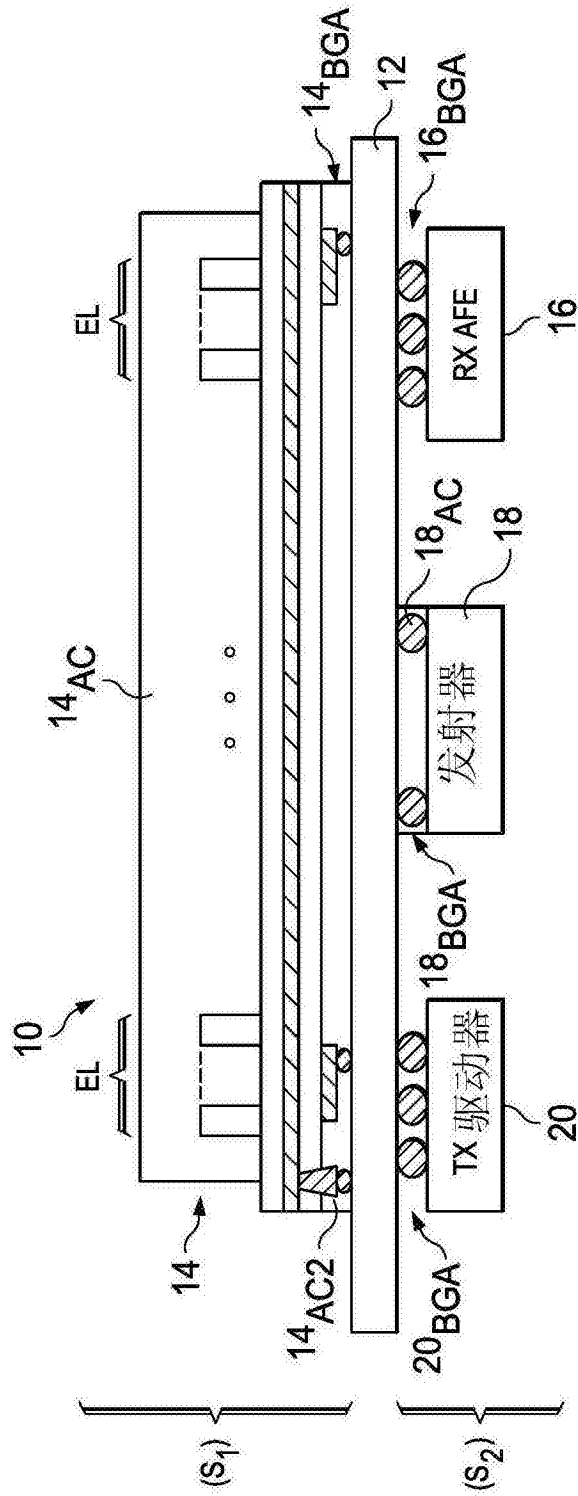


图5

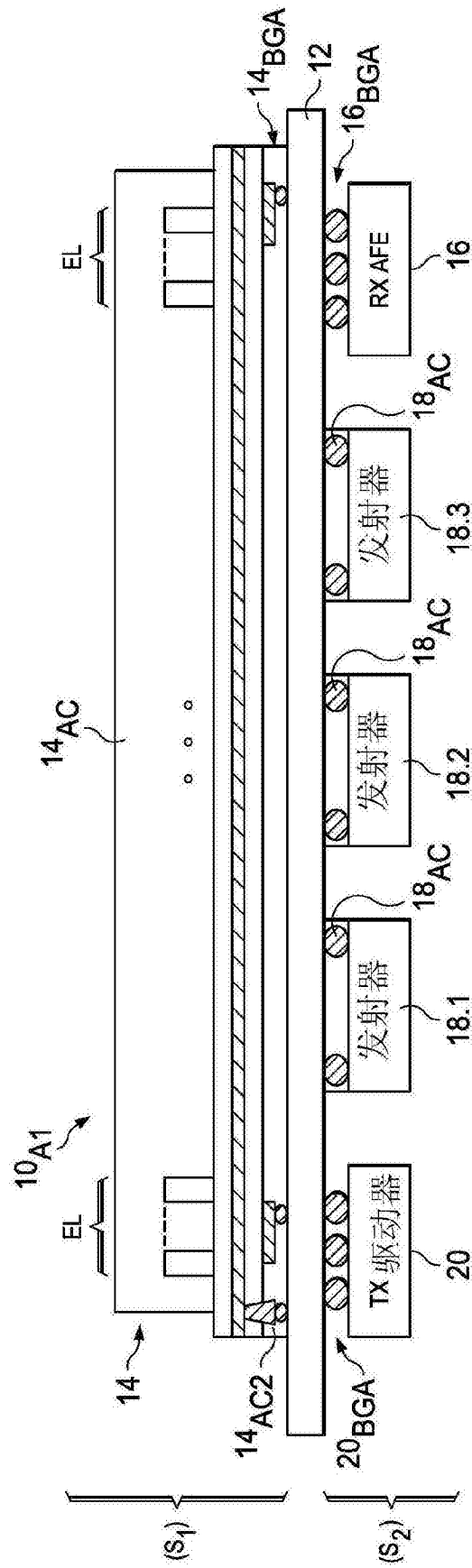


图6

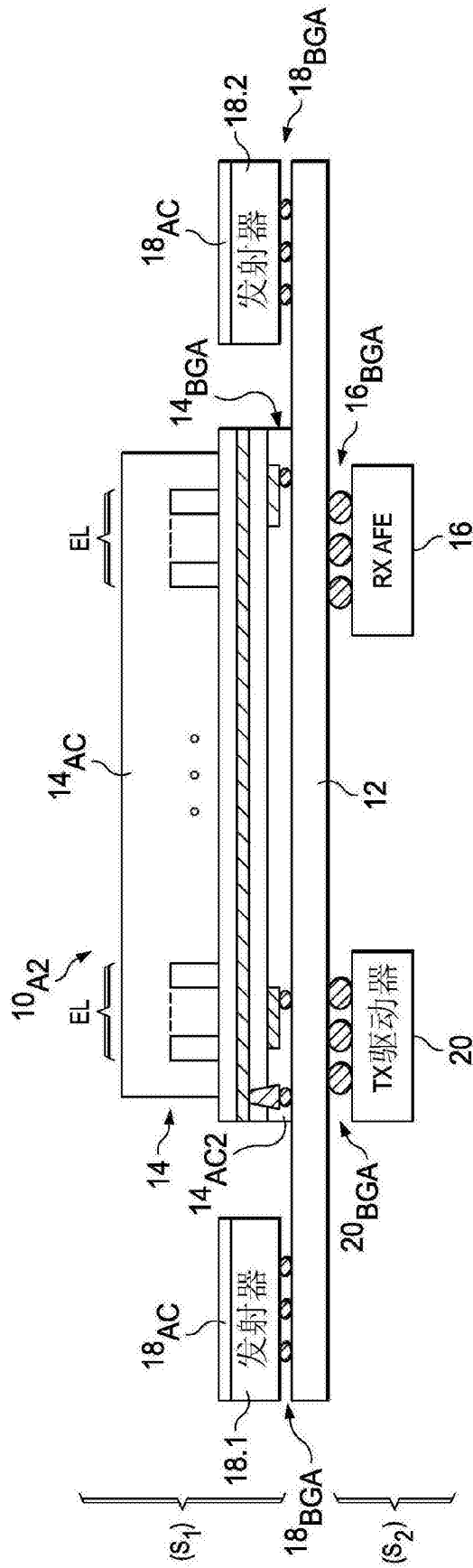


图7

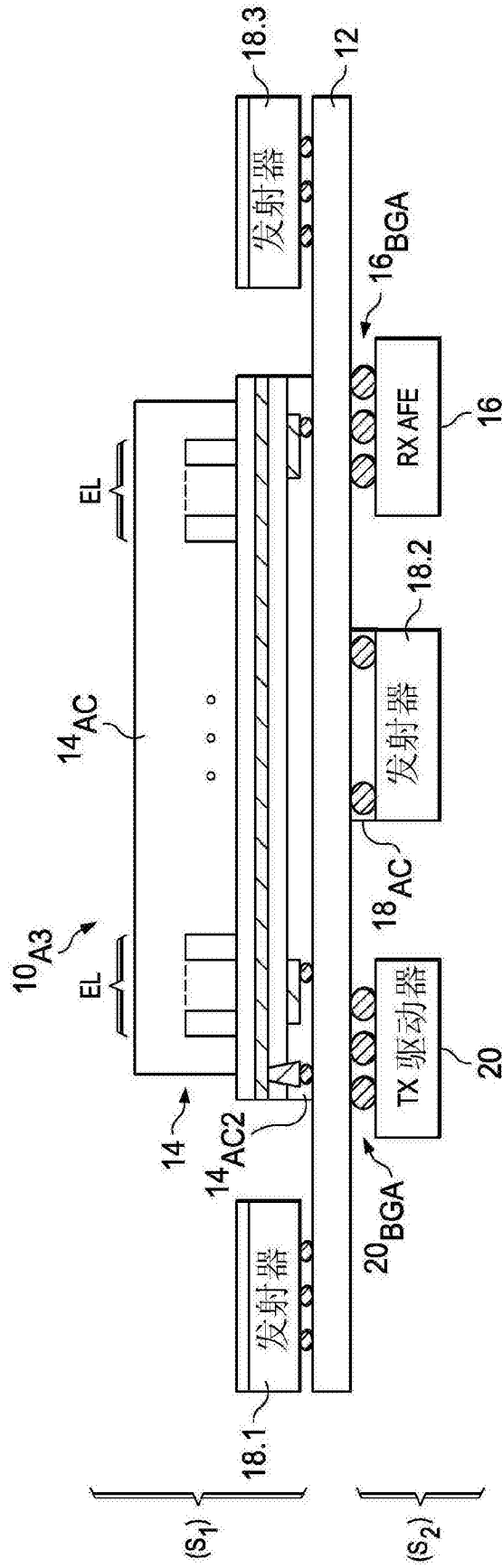


图8

专利名称(译)	扩展范围的超声波换能器		
公开(公告)号	<a href="#">CN107847974A</a>	公开(公告)日	2018-03-27
申请号	CN201680042241.X	申请日	2016-08-01
[标]申请(专利权)人(译)	德州仪器公司		
申请(专利权)人(译)	德克萨斯仪器股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	德克萨斯仪器股份有限公司		
[标]发明人	W Y史赫 X徐		
发明人	W-Y·史赫 X·徐		
IPC分类号	B06B1/02 A61B8/08		
CPC分类号	B06B1/0629 B06B1/0292 B06B1/0622		
代理人(译)	赵志刚		
优先权	14/814542 2015-07-31 US		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>	<a href="#">SIPO</a>	

摘要(译)

在描述的示例中，超声波换能器(10)具有内插件(12)，内插件(12)具有电连接触点(14BGA、16BGA)。超声波换能器还具有包括接收元件(MEM)阵列的超声波接收器(14)，该超声波接收器(14)相对于内插件被物理固定并且经耦合以与内插件的电连接触点电气通信。超声波换能器还具有与超声波接收器隔开的至少一个超声波发射器(18)，其相对于内插件物理固定并且经耦合以与内插件的电连接触点电气通信。

