



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104737449 B

(45)授权公告日 2017.12.08

(21)申请号 201380054292.0

(22)申请日 2013.08.26

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104737449 A

(43)申请公布日 2015.06.24

(30)优先权数据

13/657,653 2012.10.22 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.04.17

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/056614 2013.08.26

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/065939 EN 2014.05.01

(73)专利权人 追踪有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 左诚杰 龙海·金

章汉·霍比·云 朴相俊

菲利普·贾森·斯蒂法诺

智升·罗

罗伯特·保罗·米库尔卡

马里奥·弗朗西斯科·韦莱兹

其他发明人请求不公开姓名

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

代理人 林彦

(51)Int.Cl.

H03H 9/24(2006.01)

H03H 9/205(2006.01)

H03H 9/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 1574617 A, 2005.02.02,

EP 1100196 A2, 2001.05.16,

CN 101278479 A, 2008.10.01,

DE 102008051244 A1, 2009.04.16,

US 2012177816 A1, 2012.07.12,

审查员 刘冰瑶

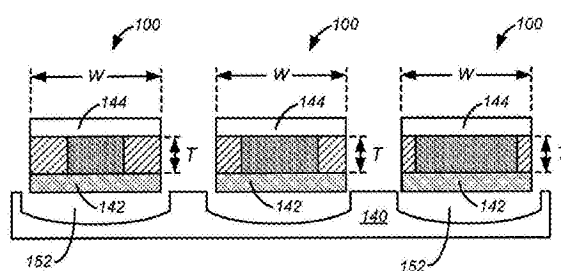
权利要求书3页 说明书19页 附图17页

(54)发明名称

复合扩张模式谐振器

(57)摘要

本发明提供与声学谐振器相关的系统、方法及设备,所述声学谐振器包含用于使得能够选择性地调谐一或多个声学或机电性质的复合转换层(116,118)。在一方面,谐振器结构包含一或多个第一电极(142)、一或多个第二电极(144)及布置于所述第一及第二电极之间的转换层(116,118)。所述转换层包含多个构成层。在一些实施方案中,所述构成层包含一或多个第一压电层及一或多个第二压电层。所述转换层经配置以响应于被提供到所述第一及第二电极的信号提供具有沿着z轴的位移分量的所述转换层的至少第一振动模式及具有沿着x轴及y轴的平面的位移分量的所述转换层的至少第二振动模式。



1. 一种谐振器结构,其包括:

包含一或多个第一电极的第一导电层;

包含一或多个第二电极的第二导电层;及

转换层,其具有沿着z轴的厚度、沿着x轴的宽度及沿着y轴的长度且所述转换层沿着所述z轴布置于所述第一导电层与所述第二导电层之间,所述转换层包含:

由具有压电系数的第一集合及硬度系数的第一集合的第一压电材料形成的至少一个第一部分;及

由不同于所述第一压电材料且具有压电系数的第二集合及硬度系数的第二集合的第二压电材料形成的至少一个第二部分,压电系数的所述第二集合不同于压电系数的所述第一集合,硬度系数的所述第二集合不同于硬度系数的所述第一集合;

所述转换层的第一表面与所述第一导电层接触,且所述转换层的第二表面与所述第一表面相对并与所述第二导电层接触;

其中所述至少一个第一部分以及所述至少一个第二部分沿着所述z轴具有实质上相同的厚度以及沿着所述y轴具有实质上相同的长度,且所述至少一个第一部分以及所述至少一个第二部分的上表面实质上共面;

其中所述转换层经配置以响应于被提供到所述第一电极及所述第二电极中的一或多者中的每一者的一或多个信号提供所述转换层的至少第一振动模式;

其中所述转换层包含两个或更多个第一部分以及一或多个第二部分且所述第一部分和所述第二部分沿着所述x轴周期性地交替;以及

其中所述第一部分和所述第二部分相对于沿着所述y及所述z轴的所述转换层的中平面对称地布置。

2. 根据权利要求1所述的谐振器结构,其中所述转换层包含由具有硬度系数的第三集合的第三材料形成的第三部分。

3. 根据权利要求1和2中任一权利要求所述的谐振器结构,其中所述转换层包含在至少一个第一部分与至少一个第二部分之间的一或多个间隙或空隙。

4. 根据权利要求1和2中任一权利要求所述的谐振器结构,其中所述第一振动模式包含沿着所述z轴的位移分量及沿着所述x轴及所述y轴的平面的至少一个位移分量。

5. 根据权利要求1和2中任一权利要求所述的谐振器结构,其中所述第一压电材料为或包含氮化铝AlN或氧化锌ZnO。

6. 根据权利要求1和2中任一权利要求所述的谐振器结构,其中所述第二压电材料为锆钛酸铅PZT或包含锆钛酸铅PZT。

7. 根据权利要求1和2中任一权利要求所述的谐振器结构,其中所述谐振器结构的谐振频率至少部分由所述转换层的所述厚度、硬度系数的所述第一集合及硬度系数的所述第二集合确定。

8. 根据权利要求1和2中任一权利要求所述的谐振器结构,其中所述谐振器结构的谐振频率至少部分由所述第一压电材料及所述第二压电材料中的至少一者的质量密度确定。

9. 根据权利要求1和2中任一权利要求所述的谐振器结构,其中所述谐振器结构的谐振频率至少部分由压电系数的所述第一集合中的至少一者及压电系数的所述第二集合中的至少一者确定。

10. 根据权利要求1和2中任一权利要求所述的谐振器结构, 其中所述转换层的机电耦合由压电系数的所述第一集合中的至少一者及压电系数的所述第二集合中的至少一者确定。

11. 一种装置, 其包括:

根据权利要求1到10中的任一权利要求所述的谐振器结构的阵列, 谐振器结构的所述阵列包含一或多个谐振器结构的多个集合;

其中每一谐振器结构的所述转换层的厚度实质上等于谐振器结构的所述阵列中的所有其它谐振器结构中的所述转换层的所述厚度; 且

其中谐振器结构的每一集合中的每一谐振器结构的所述转换层中的第一及第二压电系数及第一及第二硬度系数的组合为与所述集合的其它谐振器结构中的组合实质上相同的组合, 且不同于谐振器结构的所述阵列中的所有其它集合的其它谐振器结构中的所述组合。

12. 一种装置, 其包括:

包含一或多个第一电极的第一导电装置;

包含一或多个第二电极的第二导电装置; 及

转换装置, 其具有沿着z轴的厚度、沿着x轴的宽度及沿着y轴的长度, 且所述转换装置沿着所述z轴布置于所述第一导电装置与所述第二导电装置之间, 所述转换装置包含:

由具有压电系数的第一集合及硬度系数的第一集合的第一压电材料形成的至少一个第一部分; 及

由不同于所述第一压电材料且具有压电系数的第二集合及硬度系数的第二集合的第二压电材料形成的至少一个第二部分, 压电系数的所述第二集合不同于压电系数的所述第一集合, 硬度系数的所述第二集合不同于硬度系数的所述第一集合;

其中所述转换装置的第一表面与所述第一导电装置接触, 且所述转换装置的第二表面与所述第一表面相对并与所述第二导电装置接触;

其中所述至少一个第一部分以及所述至少一个第二部分沿着所述z轴具有实质上相同的厚度以及沿着所述y轴具有实质上相同的长度, 且所述至少一个第一部分以及所述至少一个第二部分的上表面实质上共面;

其中所述转换装置包含用于响应于被提供到所述第一电极及所述第二电极中的一或多者中的每一者的一或多个信号提供所述转换装置的至少第一振动模式的装置;

其中所述转换装置包含两个或更多个第一部分以及一或多个第二部分且所述第一部分和所述第二部分沿着所述x轴周期性地交替; 以及

其中所述第一部分和所述第二部分相对于沿着所述y及所述z轴的所述转换装置的中平面对称地布置。

13. 根据权利要求12所述的装置, 其中所述装置的谐振频率至少部分由所述转换装置的所述厚度、硬度系数的所述第一集合及硬度系数的所述第二集合确定。

14. 根据权利要求12和13中任一权利要求所述的装置, 其中所述装置的谐振频率至少部分由所述第一压电材料及所述第二压电材料中的至少一者的质量密度确定。

15. 根据权利要求12和13中任一权利要求所述的装置, 其中所述装置的谐振频率至少部分由压电系数的所述第一集合中的至少一者及压电系数的所述第二集合中的至少一者

确定。

16. 根据权利要求12和13中任一权利要求所述的装置,其中所述转换装置的机电耦合由压电系数的所述第一集合中的至少一者及压电系数的所述第二集合中的至少一者确定。

复合扩张模式谐振器

[0001] 优先权数据

[0002] 本发明主张Zuo等人于2012年10月22上申请的标题为“复合扩张模式谐振器 (COMPOSITE DILATION MODE RESONATORS)”的第13/657,653号共同未决美国专利申请案 (代理人案号121365/QUALP158) 的优先权,所述申请案特此以全文引用的方式并入且出于所有目的。

技术领域

[0003] 本发明大体上涉及机电声学装置,且更具体来说,涉及包含复合转换层的声学谐振器。

背景技术

[0004] 机电系统 (EMS) 包含具有电气及机械元件、例如致动器及传感器等换能器、光学组件 (包含镜面) 及电子装置的装置。可按包含 (但不限于) 微尺度及纳米尺度的多种尺度制造 EMS。举例来说,微机电系统 (MEMS) 装置可包含大小在约一微米到数百微米或更大的范围内的结构。纳米机电系统 (NEMS) 装置可包含大小小于一微米 (包含 (例如) 小于数百纳米的大小) 的结构。可使用沉积、蚀刻、光刻或蚀刻掉衬底及/或所沉积材料层的部分或添加层以形成电气、机械及机电装置的其它微机械加工过程来创造机电元件。

[0005] 在包含频率控制应用的多种应用中利用弹性 (或声) 波装置。举例来说,可在发射器、接收器、收发器、滤波器、时钟振荡器、延迟线、延迟线振荡器以及其它实例应用中利用声波装置。在一些实施方案中,声波装置为具有一或多个谐振频率的声波谐振装置或“谐振器”。在此些声波装置 (也被称作机电声波装置) 的许多实施方案中,将电能转换为机械能 (例如,振动或弹性波), 且反之亦然。

[0006] 声波谐振器及其它声波装置在滤波应用中也是典型的。举例来说,在由例如消费者移动手持机等无线装置使用的无线电架构中利用频率带通滤波器。现代手持机可跨越多个通信标准及多个频带而操作。这些需求使将多个离散滤波器集成于此些手持机或其它无线装置的射频前端模块 (RF-FEM) 内成为必要。为了满足必要的性能规范,已从例如表面声波 (SAW) 装置、膜体声波谐振器 (FBAR) 及体声波 (BAW) 谐振器等机电装置“构建块”合成这些滤波器。传统的SAW、FBAR及BAW装置为本身离散的装置。随着所利用的带的数目的增加,将增加数目的所要离散滤波器组件及其它组件集成到单个系统级封装 (SiP) 中变为在模块成本及大小以及系统设计及供应链管理复杂性方面逐渐有问题的尝试。

[0007] 已提出概念解决方案的其它实例以实现更高水平的多频集成,其包含:具有实质上由经微影界定的平面内尺寸确定的操作频率的轮廓模式谐振器 (CMR); 涉及阴影掩蔽或埋蚀刻终止层的多结构层FBAR实施方案; 及顶上有经微影界定的“调谐图案”的类FBAR结构。

发明内容

[0008] 本发明的系统、方法及装置各自具有若干创新方面,其中没有单个方面单独负责本文所揭示的合乎需要的属性。

[0009] 本发明中所描述的标的物的一个创新方面可实施于谐振器结构中,所述谐振器结构包含:包含一或多个第一电极的第一导电层、包含一或多个第二电极的第二导电层及布置于第一导电层与第二导电层之间的转换层。转换层具有沿着z轴的厚度、沿着x轴的宽度及沿着y轴的长度。转换层包含多个构成层。在一些实施方案中,多个构成层包含各自具有压电系数的第一集合及硬度系数的第一集合的第一压电材料形成的一或多个第一压电层的第一集合。在一些实施方案中,多个构成层进一步包含各自具有压电系数的第二集合及硬度系数的第二集合的第二压电材料形成的一或多个第二压电层的第二集合。在一些实施方案中,转换层经配置以响应于被提供到第一电极及第二电极中的一或多者中的每一者的一或多个信号提供具有沿着z轴的位移分量的转换层的至少第一振动模式及具有沿着x轴及y轴的平面的位移分量的转换层的至少第二振动模式。

[0010] 在一些实施方案中,构成层可包含相对于沿着y及z轴的转换层的中平面对称地布置的三个或三个以上构成层。在一些此类实施方案中,构成层可从中平面沿着x轴周期性地交替。在一些实施方案中,构成层可布置成“ABA”图案、“ABABA”图案或“ABABABA”图案,其中“A”表示来自第一集合的第一压电层,且“B”表示来自第二集合的第二压电层。在一些实施方案中,构成层可包含各自具有硬度系数的第三集合的第三材料形成的一或多个层的第三集合。在一些实施方案中,构成层可包含在构成层中的邻近者之间的一或多个间隙或空隙。在各种实施方案中,构成层中的每一者可具有沿着z轴实质上相同的高度及沿着y轴实质上相同的长度。在此些实施方案中,构成层中的每一者的上表面可与构成层中的其它者的上表面实质上水平对准。

[0011] 在一些实施方案中,谐振器结构的谐振频率可为至少转换层的厚度、硬度系数的第一集合及硬度系数的第二集合的函数。在一些实施方案中,谐振频率还可为第一压电材料及第二压电材料中的至少一者的质量密度的函数。在一些实施方案中,谐振频率还可为压电系数的第一集合及压电系数的第二集合中的至少一者的函数。在一些实施方案中,可在装置的制造期间通过选择性地调整所有第二压电层的组合宽度与转换层的整个宽度的比率来调谐谐振频率。在一些实施方案中,转换层的机电耦合可为压电系数的第一集合及压电系数的第二集合中的至少一者的函数。

[0012] 本发明中所描述的标的物的另一创新方面可实施于包含谐振器结构的阵列的装置中。谐振器结构的阵列包含一或多个谐振器结构的多个集合。每一谐振器结构包含:包含一或多个第一电极的第一导电层、包含一或多个第二电极的第二导电层及布置于第一导电层与第二导电层之间的转换层。转换层具有沿着z轴的厚度、沿着x轴的宽度及沿着y轴的长度。转换层包含具有实质上共平面的上表面的多个构成层。在一些实施方案中,多个构成层包含各自具有压电系数的第一集合及硬度系数的第一集合的第一压电材料形成的一或多个第一压电层的第一集合,及各自具有压电系数的第二集合及硬度系数的第二集合的第二压电材料形成的一或多个第二压电层的第二集合。在一些实施方案中,转换层经配置以响应于被提供到第一电极及第二电极中的一或多者中的每一者的一或多个信号提供具有沿着z轴的位移分量的转换层的至少第一振动模式及具有沿着x轴及y轴的平面的位移分量的转换层的至少第二振动模式。在一些实施方案中,每一谐振器结构的转换层的厚度实

质上等于谐振器结构的阵列中的所有其它谐振器结构中的转换层的厚度。在一些此类实施方案中,谐振器结构的每一集合中的每一谐振器结构的转换层中的第一及第二压电系数及第一及第二硬度系数的有效组合与所述集合的其它谐振器结构中的组合实质上相同,且不同于谐振器结构的阵列中的所有其它集合的其它谐振器结构中的组合。

[0013] 在一些实施方案中,每一谐振器结构的每一转换层的构成层可包含相对于沿着y及z轴的转换层的中平面对称地布置的三个或三个以上构成层。在一些此类实施方案中,构成层可从中平面沿着x轴周期性地交替。在一些实施方案中,构成层可包含各自具有硬度系数的第三集合的第三材料形成的一或多个层的第三集合。在一些实施方案中,构成层可包含在构成层中的邻近者之间的一或多个间隙或空隙。

[0014] 在一些实施方案中,每一谐振器结构的谐振频率可为至少谐振器结构的转换层的厚度、谐振器结构的硬度系数的第一集合及谐振器结构的硬度系数的第二集合的函数。在一些实施方案中,谐振频率还可为第一压电材料及第二压电材料中的至少一者的质量密度的函数。在一些实施方案中,可在装置的制造期间通过选择性地调整所有第二压电层的组合宽度与转换层的整个宽度的比率调谐谐振频率。在一些实施方案中,转换层的机电耦合可为压电系数的第一集合及压电系数的第二集合中的至少一者的函数。

[0015] 本发明中所描述的标的物的另一创新方面可实施于一种装置中。所述装置包含:包含一或多个第一电极的第一导电装置、包含一或多个第二电极的第二导电装置及布置于第一导电装置与第二导电装置之间的转换装置。转换装置具有沿着z轴的厚度、沿着x轴的宽度及沿着y轴的长度。转换装置包含两个或两个以上构成层。在一些实施方案中,两个或两个以上构成层包含各自具有压电系数的第一集合及硬度系数的第一集合的第一压电材料形成的一或多个第一压电装置的第一集合,及各自具有压电系数的第二集合及硬度系数的第二集合的第二压电材料形成的一或多个第二压电装置的第二集合。在一些实施方案中,转换装置包含用于响应于被提供到第一电极及第二电极中的一或多者中的每一者的一或多个信号提供具有沿着z轴的位移分量的转换装置的至少第一振动模式及具有沿着x轴及y轴的平面的位移分量的转换装置的至少第二振动模式的装置。

[0016] 在一些实施方案中,构成层可包含相对于沿着y及z轴的转换层的中平面对称地布置的三个或三个以上构成层。在一些此类实施方案中,构成层可从中平面沿着x轴周期性地交替。在一些实施方案中,构成层中的每一者可具有沿着z轴的实质上相同的高度。在一些此类实施方案中,构成层中的每一者的上表面可与构成层中的其它者的上表面实质上水平对准。

[0017] 在一些实施方案中,装置的谐振频率可为至少转换装置的厚度、硬度系数的第一集合及硬度系数的第二集合的函数。在一些实施方案中,谐振频率还可为第一压电材料及第二压电材料中的至少一者的质量密度的函数。在一些实施方案中,可在装置的制造期间通过选择性地调整所有第二压电装置的组合宽度与转换装置的整个宽度的比率来调谐谐振频率。在一些实施方案中,转换装置的机电耦合可为压电系数的第一集合及压电系数的第二集合中的至少一者的函数。

[0018] 在附图及以下描述中阐述本说明书中描述的标的物的一或多个实施方案的细节。尽管本发明中所提供的一些实例可在基于EMS及MEMS的显示器方面进行描述,但本文中提供的概念可适用于其它类型的显示器,例如液晶显示器(LCD)、有机发光二极管(OLED)显示

器及场发射显示器。其它特征、方面及优点将从所述描述、图式及权利要求书而变得显而易见。应注意,下图的相对尺寸可能未按比例绘制。

附图说明

[0019] 图1展示包含复合转换层的横截面扩张模式谐振器(XDMR)结构的一部分的横截面透视图。

[0020] 图2展示描绘在实例XDMR结构中的二维模式频率(以MHz为单位)与第二压电层的宽度 w_2 与转换层的总宽度 W 的比率(其被表达为百分比)之间的关系的曲线图。

[0021] 图3展示描绘在实例XDMR结构中的机电耦合 k_t^2 (其被表达为百分比)与第二压电层的宽度 w_2 与转换层的总宽度 W 的比率(其也被表达为百分比)之间的关系的曲线图。

[0022] 图4展示在实例XDMR结构中的转换层的横截面中的几何振动模式形状的实例。

[0023] 图5A及5B展示分别描绘相对于被提供到图4的实例XDMR结构的输入AC信号的频率的导纳的量值及相位的曲线图。

[0024] 图6展示传统压电层的横截面中的几何振动模式形状的实例。

[0025] 图7A及7B展示分别描绘相对于被提供到图6的实例结构的输入AC信号的频率的导纳的量值及相位的曲线图。

[0026] 图8展示在实例XDMR结构中的转换层的横截面中的几何振动模式形状的实例。

[0027] 图9A及9B展示分别描绘相对于被提供到图8的实例XDMR结构的输入AC信号的频率的导纳的量值及相位的曲线图。

[0028] 图10展示在实例XDMR结构中的转换层的横截面中的几何振动模式形状的实例。

[0029] 图11A及11B展示分别描绘相对于被提供到图10的实例XDMR结构的输入AC信号的频率的导纳的量值及相位的曲线图。

[0030] 图12展示在实例XDMR结构中的转换层的横截面中的几何振动模式形状的实例。

[0031] 图13A及13B展示分别描绘相对于被提供到图12的实例XDMR结构的输入AC信号的频率的导纳的量值及相位的曲线图。

[0032] 图14展示传统压电层的横截面中的几何振动模式形状的实例。

[0033] 图15A及15B展示分别描绘相对于被提供到图14的实例XDMR结构的输入AC信号的频率的导纳的量值及相位的曲线图。

[0034] 图16展示说明用于形成声波装置的阵列的过程的流程图实例。

[0035] 图17A到17G展示如例如参看图16所描述的过程中的实例阶段的横截面示意性描绘。

[0036] 图18A展示描绘干涉式调制器(IMOD)显示装置的一系列显示元件或显示元件阵列中的两个邻近的IMOD显示元件的等角视图说明。

[0037] 图18B展示说明电子装置的系统框图,所述电子装置并有包含IMOD显示元件的三个元件乘三个元件阵列的基于IMOD的显示器。

[0038] 图19A及19B展示说明包含多个IMOD显示元件的显示装置的系统框图。

[0039] 各个图式中的相似参考数字及名称指示相似元件。

具体实施方式

[0040] 以下描述是针对出于描述本发明的创新方面的目的的某些实施方案。然而,所属领域的技术人员将容易认识到,可以许多不同方式应用本文中的教导。所描述的实施方案可在可经配置以显示图像的任何装置、设备或系统中实施,而不论图像是在运动中(例如,视频)还是静止的(例如,静态图像),且不论图像为文字的、图形的还是图片的。更确切地说,预期所描述的实施方案可包含在例如(但不限于)以下各者等多种电子装置中或与例如(但不限于)以下各者等多种电子装置相关联:移动电话、具多媒体因特网功能的蜂窝式电话、移动电视接收器、无线装置、智能电话、Bluetooth®装置、个人数据助理(PDA)、无线电子邮件接收器、手持式或便携式计算机、上网本、笔记本计算机、智能笔记本计算机、平板计算机、打印机、复印机、扫描器、传真装置、全球定位系统(GPS)接收器/导航仪、摄像机、数字媒体播放器(例如,MP3播放器)、便携式摄像机、游戏控制台、腕表、时钟、计算器、电视监视器、平板显示器、电子阅读装置(例如,电子阅读器)、计算机监视器、汽车显示器(包含里程表及速度计显示器等)、驾驶舱控制及/或显示器、摄像机景观显示器(例如,车辆中的后视摄像机的显示器)、电子照片、电子布告板或标牌、投影仪、建筑结构、微波、冰箱、立体声系统、盒式记录器或播放器、DVD播放器、CD播放器、VCR、收音机、便携式存储器芯片、洗衣机、烘干机、洗衣机/烘干机、停车计时器、封装(例如,机电系统(EMS)应用中,包含微机电系统(MEMS)应用以及非EMS应用)、美观性结构(例如,关于一件珠宝或服装的图像的显示)及多种EMS装置。本文中的教导还可用于非显示器应用中,例如(但不限于)电子切换装置、射频滤波器、传感器、加速度计、陀螺仪、运动感测装置、磁力计、用于消费型电子装置的惯性组件、消费型电子产品的零件、变容器、液晶装置、电泳装置、驱动方案、制造工艺及电子测试装备。因而,所述教导并不希望仅限于图中所描绘的实施方案,而实际上具有广泛适用性,如所属领域的技术人员将容易显而易见。

[0041] 所揭示实施方案包含声学(或“弹性波”)装置的结构及配置的实例,所述装置包含机电系统(EMS)装置。还揭示有关设备、系统及制造工艺及技术。在一些实施方案中,声学装置被配置为扩张模式谐振器(DMR)。具体来说,一些实施方案涉及具有谐振器结构的一或多个横截面平面中的一或多个二维(2D)振动模式的横截面DMR(XDMR)。也就是说,是在具有沿着谐振器结构的厚度及沿着谐振器结构的侧向宽度或长度的位移及变形的情况下。一些其它实施方案涉及具有三维(3D)振动模式的DMR,其具有沿着谐振器结构的厚度-宽度横截面及厚度-长度横截面两者的位移及变形。一些实施方案涉及包含复合转换层的XDMR或其它声学装置,所述复合转换层包含多个构成层。在一些实施方案中,复合转换层的多个构成层包含各自由第一压电材料形成的一或多个第一压电层的第一集合。在一些实施方案中,复合转换层的多个构成层还包含各自由第二压电材料形成的一或多个第二压电层的第二集合。在一些实施方案中,构成层的上表面是共平面的。在一些此类实施方案中,多个此XDMR或其它声学装置或此XDMR或其它声学装置的阵列可产生于单个衬底上,且选择性地指定声学或其它机电特性,同时还具有均一高度。

[0042] 一些实施方案还包含用于选择性地指定或调谐此XDMR或其它声学装置的一或多个声学或机电特性(例如,一或多个2D或3D振动模式的一或多个特性)的方法、过程或技术的实例。举例来说,本文中所描述的XDMR及其它声学装置的一或多个声学或其它机电特性可通过选择第一压电材料,选择第二压电材料及选择性地布置第一及第二压电层来选择性地指定。举例来说,可选择一或多个第一压电层的相应宽度、一或多个第二压电层的相应宽

度、第一压电层的数目、第二压电层的数目及第一及第二压电层的周期性来达成所要声学或其它机电特性。在一些其它实施方案中,一或多个其它材料层或空隙可经布置有第一及第二压电层以达成所要声学或其它机电特性。

[0043] 本发明中所描述的标的物的特定实施方案可经实施以实现以下可能优势中的一或多者。一些实施方案使得能够在单个衬底上以批次或衬底层级制造具有独立或以其它方式选择性地指定的声学或其它机电特性的多个薄膜声波装置。一些实施方案使得能够在相同衬底上共同制造处理多个独立频率但共享相同均一高度的声波滤波器的阵列,所述滤波器阵列各自并有本文中所描述的一或多个XDMR或其它声学装置。举例来说,在一些实施方案中,可在装置的制造期间通过选择性地调整压电层的第一集合或压电层的第二集合的所有压电层的组合宽度与转换层的整个宽度的比率来指定或调谐每一装置的谐振频率。通常,许多实施方案实现了组件计数降低及集成机会的显著改进。另外,所揭示的XDMR还提供比在一些常规谐振器的情况下的可能机电耦合高的机电耦合 k_t^2 。

[0044] 在转换层内,将电能转换成机械能(例如,振动或弹性波),且反之亦然。在一些此类实施方案中,机电转换机制可为压电。在其它此类实施方案中,机电转换机制可为静电(例如经静电转换的硅(Si))。在一些其它实施方案中可使用的其它转换机制的实例包含电磁、光电及热电,以及其它机制。

[0045] 本文中所描述的装置的声学及机电特性可由材料性质及装置尺寸确定。举例来说,薄膜声波谐振器的自然谐振频率由其构成层的材料性质以及一或多个特性几何尺寸两者确定。举例来说,在确定弹性(“声”)波通过其中出现转换或传播的压电材料或其它结构材料的传播速度时,材料性质通常具有较大贡献。另一方面,在确定所述波在何种波长处可形成压电材料层或其它结构材料层中的驻波图案时,一或多个特性几何尺寸通常具有较大贡献(所述波长对应于装置的“谐振频率”)。在XDMR中,特性尺寸为转换层的厚度,且通常为转换层的宽度。另外或替代地,长度也可以是特性尺寸。

[0046] 在本文中所描述的XDMR、DMR或其它声学装置的各种实施方案中,电极通常安置成与转换层接触或接近转换层。举例来说,电极可位于转换层的一或多个压电或其它层的相同表面上或相对表面上。将在电极之间施加的电场转换成压电材料中的机械应变。举例来说,可将时间变化电信号提供到DMR的输入电极且转换成对应时间变化机械运动。可将此机械能的一部分传递回到输入电极处或输出电极处的电能。产生转换层中的机械位移的最大实质放大的输入电信号的频率通常被称作DMR的谐振频率。通常,转换层的振动模式由转换层的硬度系数(即,各向同性介质中的杨氏模量)、压电系数、质量密度及一或多个特性尺寸指定。

[0047] 可使用经压缩的指标记法将使正应变与正应力相关的硬度系数表达为 c_{11} 、 c_{22} 及 c_{33} 。举例来说, c_{11} 量化沿着水平“1”或“x”方向(例如,沿着压电层的宽度)的正应力与沿着x方向的正应变的比率。类似地, c_{22} 量化沿着水平“2”或“y”方向(例如,沿着压电层的长度)的正应力与沿着y方向的正应变的比率。类似地, c_{33} 量化沿着垂直“3”或“z”方向(例如,沿着压电层的厚度)的正应力与沿着z方向的正应变的比率。在一些状况下,沿着各向异性介质的特定方向的弹性响应可使用等效硬度或杨氏模量来表示。

[0048] 类似地,压电系数可使用经压缩的指标记法来表达。举例来说, d_{33} 压电系数响应于在z方向上施加的电场量化在垂直3或z方向上的正应变。类似地, d_{31} 压电系数响应于在z方

向上施加的电场量化在水平1或x方向上(例如,沿着压电层的宽度)的正应变,而 d_{32} 压电系数响应于在z方向上施加的电场量化在水平2或y方向上(例如,沿着压电层的长度)的正应变。一些其它压电系数包含 d_{24} 系数(与响应于在y方向上施加的电场的yz-剪切位移相关联)及 d_{15} 系数(与响应于在x方向上施加的电场的xz-剪切位移相关联)。

[0049] 图1展示包含复合转换层102的XDMR结构100的一部分的横截面透视图。结构100包含第一(或上部)导电层104,所述第一导电层包含一或多个第一电极。结构100还包含第二(或下部)导电层106,所述第二导电层包含沿着z轴从上部导电层104偏移的一或多个第二电极。转换层102安置在上部导电层104与下部导电层106之间。在此实例中,转换层102具有上表面108及与上表面108相对的下表面110。在此实例中,转换层102的上表面108与上部导电层104接触,且转换层102的下部表面110与下部导电层106接触。

[0050] 转换层102具有包含以下各者的尺寸:沿着x轴定向的宽度W、沿着垂直于x轴的y轴定向的长度L及沿着垂直于x轴及y轴的z轴的厚度T。虽然图1的转换层112表示为具有沿着相应x、y及z轴定向的尺寸(如上文所描述)的矩形棱柱或立方体,但应理解此表示仅是为了说明性目的。宽度W及长度L为侧向距离D的实例,其通常位于沿着x轴及y轴的平面中。厚度T及侧向距离D的比率 T/D 可经配置以响应于被提供到上部及下部导电层104及106中的电极中的一或多者的信号提供具有沿着z轴的垂直位移及沿着垂直于z轴的侧向平面的侧向位移的转换层102的2D振动模式。举例来说,侧向位移可在一些实例中沿着x轴,在一些其它实例中沿着y轴,或沿着从x及y轴偏移的方向。举例来说,可将具有致使结构100以谐振频率振动的频率的输入AC信号112提供到上部导电层104的一或多个电极及/或下部导电层106的一或多个电极。具有谐振频率的所得输出信号114可由上部导电层104的一或多个电极及/或由下部导电层106的一或多个电极感测到。

[0051] 在一些实施方案中,上部及下部导电层104及106中的一者或两者分别覆盖安置有导电层的上表面及下表面108及110的实质部分。在图1的实例中,一或多个电极的上部导电层104覆盖转换层102的上表面108的实质部分,且一或多个电极的下部导电层106覆盖转换层102的下表面110的实质部分。在一些实施方案中,相应表面108或110的表面积的大于约50%及高达约100%由相应导电层的电极覆盖。在大多数状况下,导电层所覆盖的表面108或110越多,机电耦合 k_t^2 越大。

[0052] 虽然图1的XDMR结构100为双端口谐振器(也就是说,具有被递送到由上部导电层104表示的输入端子的输入信号112及被提供到由下部导电层106表示的输出端子的输出信号114),但可通过单端口谐振器获得如本文中所描述的相同或类似2D及3D振动模式。举例来说,在替代实施方案中,下部导电层106耦合到接地,且上部导电层104充当既递送输入信号又感测输出信号的信号终端。在此些实施方案中,上部导电层104可包含递送输入信号的一或多个电极及感测到输出信号的一或多个其它电极。

[0053] 如上文所描述,本文中所描述的复合转换层包含多个构成层,所述构成层包含一或多个压电层。在图1中所描绘的实例实施方案中,制造转换层102以包含三个构成压电层。转换层102包含由第一压电材料形成的第一层116、由第二压电材料形成的第二层118及由第一压电材料形成的第三层120。所有构成层116、118及120具有大约共平面的上表面。第一压电材料的特征在于硬度系数的第一集合、压电系数的第一集合及第一质量密度。第二压电材料的特征在于硬度系数的第二集合、压电系数的第二集合及第二质量密度。举例来说,

第一压电材料可为氧化锌 (ZnO)。在一些此类实施方案中,第二压电材料可为氮化铝 (AlN)。

[0054] 在一些实施方案中,在转换层102的制造期间通过选择性地设计或配置第二压电层118的宽度 w_2 与转换层102的总宽度 W 的比率控制XDMR结构100的振动模式及谐振频率。更确切地说,转换层102的振动模式及谐振频率取决于整个转换层102的有效硬度系数、有效压电系数及有效质量密度、厚度 T 及在一些实施方案中总宽度 W (在例如FBAR等一些其它厚度-模式实施方案中,宽度 W 可不作为振动模式及谐振频率中的因子)。整个转换层102的有效硬度系数、有效压电系数及有效质量密度又取决于构成层116、118及120的相对体积,且可能取决于那些体积的布置。因为在图1中所示的实例中,所有构成层116、118及120的长度等于 L ,且因为所有构成层116、118及120的厚度等于 T ,所以结果为整个转换层102的有效硬度系数、有效压电系数及有效质量密度分别取决于构成层116、118及120的相对宽度 w_1 、 w_2 及 w_3 。因此,在图1中所示的实例中,因为第二压电层118的硬度系数、压电系数及质量密度不同于第一及第三压电层116及120的硬度系数、压电系数及质量密度,所以可通过配置第二压电层118的宽度 w_2 与转换层102的总宽度 W 的比率选择性地调整整个转换层102的有效硬度系数、有效压电系数及有效质量密度。以此方式,可在制造期间选择性地指定XDMR结构100的振动模式及谐振频率。另外,因为由整个转换层102的例如 d_{31} 及 d_{33} 等有效压电系数确定机电耦合 k_t^2 ,所以还可在制造或掩模设计期间通过配置第二压电层118的宽度 w_2 与转换层102的总宽度 W 的比率选择性地指定机电耦合 k_t^2 。

[0055] 图2展示描绘在实例XDMR结构中的2D模式频率(以MHz为单位)与第二压电层的宽度 w_2 与转换层的总宽度 W 的比率(其被表达为百分比)之间的关系的曲线图。举例来说,XDMR结构可类似于上文所描述的XDMR结构100。图2的曲线图(及本文中所示的后续曲线图)表示一关系,其中第二压电材料为AlN,且第一压电材料为ZnO。图3展示描绘在实例XDMR结构中的机电耦合 k_t^2 (其被表达为百分比)与第二压电层的宽度 w_2 与转换层的总宽度 W 的比率(其也被表达为百分比)之间的关系的曲线图。再次,XDMR结构可类似于上文所描述的XDMR结构100。可使用其它压电材料或如稍后描述的其它布置达成其它频率及机电耦合 k_t^2 关系。

[0056] 图4展示在实例XDMR结构中的转换层的横截面中的几何振动模式形状422的实例。举例来说,XDMR结构可类似于上文所描述的XDMR结构100,且因此出于解释图4及后续图的目的,可参考图1的某些元件。确切地说,图4展示沿着图1的线A-A截取的转换层102的正面横截面图。出于说明2D扩张模式形状422的目的,在图4中,矩形形状424指示在激励及变形之前的转换层102的横截面形状。在图4中, z 轴沿着其宽度平分转换层102,且 x 轴沿着其厚度平分转换层102。在此实例中,在第二压电层118的宽度 w_2 与转换层102的总宽度 W 的比率为80%时达成所说明的2D扩张模式形状422。2D扩张模式形状422包含沿着 z 轴及沿着 x 轴的位移。在一些其它实施方案中,取决于选定压电材料及尺寸,还可存在沿着 y 轴的位移。在图4的实例中,宽度 W 为1.5微米(μm),且厚度 T 为2 μm 。

[0057] 转换层102内的位移取决于横截面内的位置而变化。举例来说,在转换层102的横截面的第一区426(包含 x 及 z 轴的交叉点)中,存在极小或零位移。在压电层112的第二区428中,存在极小到中等位移,也就是说,通常比区426中的位移多。位移的量继续增加,远离 x 及 z 轴的交叉点移动到区430、432及434中,其中在横截面的拐角处的区436中发生最大位移。转换层102的位移使得所说明的2D模式具有相对于 z 轴对称的形状。在此实例中,位移也相对于 x 轴对称。然而,在厚度方向(在此实例中为 z 方向)上的位移通常不均一,因为在 z 方向

上的位移的量沿着x轴改变。类似地,在宽度方向(在此实例中为x方向)上的位移通常不均一,因为在x方向上的位移的量沿着z轴改变。在此实例中,在2D横截面中的位移具有在x及z方向上的强分量,促进沿着z及x轴的不均匀形状,且提供高机电耦合 kt^2 。

[0058] 图5A及5B展示分别描绘相对于被提供到图4的实例XDMR结构的输入AC信号的频率的导纳的量值及相位的曲线图。在图5A中,结构的谐振频率发生于频率 f_s (在此实例中为1695MHz)与 f_p 之间。如图5A中所说明, f_s 为串联谐振频率,且 f_p 为并联谐振频率。机电耦合 kt^2 大约为8.61%。在 f_s 与 f_p 之间的区中,相位从约90度降到约-90度,这可能致使谐振器展现出电感性特性。在此区之外,谐振器可在其电响应中展现出电容性特性。

[0059] 图6展示传统压电层的横截面中的几何振动模式形状622的实例。出于说明扩张模式形状622的目的,在图6中,矩形形状624指示在激励及变形之前的压电层的横截面形状。在图6中,z轴沿着其宽度平分压电层,且x轴沿着其厚度平分压电层。在此实例中,通过由A1N形成的单个单式压电层达成所说明的扩张模式形状622。扩张模式形状622主要由沿着z轴的垂直位移组成,其中沿着x轴的垂直位移具有极小变化。在图6的实例中,宽度W再次为 $1.5\mu\text{m}$,且厚度T再次为 $2\mu\text{m}$ 。

[0060] 图7A及7B展示分别描绘相对于被提供到图6的实例结构的输入AC信号的频率的导纳的量值及相位的曲线图。在图7A中,结构的谐振频率发生于频率 f_s (在此实例中为1989MHz)与 f_p 之间。如图7A中所说明, f_s 为串联谐振频率,且 f_p 为并联谐振频率。机电耦合 kt^2 大约为10.06%。

[0061] 图8展示在实例XDMR结构中的转换层的横截面中的几何振动模式形状822的实例。矩形形状824指示在激励及变形之前的转换层102的横截面形状。在图8中,z轴沿着其宽度平分转换层102,且x轴沿着其厚度平分转换层102。在此实例中,在第二压电层118的宽度 w_2 与转换层102的总宽度W的比率为60%时达成所说明的2D扩张模式形状822。2D扩张模式形状822包含沿着z轴及沿着x轴的位移。再次,在一些其它实施方案中,取决于选定压电材料及尺寸,还可存在沿着y轴的位移。在图8的实例中,宽度W再次为 $1.5\mu\text{m}$,且厚度T再次为 $2\mu\text{m}$ 。

[0062] 如同图4中所示的实例一样,转换层102内的位移取决于横截面内的位置而变化。举例来说,在转换层102的横截面的第一区826(包含x及z轴的交叉点)中,存在极小或零位移。在压电层112的第二区828中,存在极小到中等位移,也就是说,通常比区826中的位移多。位移的量继续增加,远离x及z轴的交叉点移动到区830、832及834中,其中在横截面的拐角处的区836中发生最大位移。转换层102的位移使得所说明的2D模式具有相对于z轴及相对于x轴对称的形状。与其中比率 w_2/W 为80%的图4的实例相比较,存在不同的位移轮廓及因此不同的机电耦合 kt^2 。

[0063] 图9A及9B展示分别描绘相对于被提供到图8的实例XDMR结构的输入AC信号的频率的导纳的量值及相位的曲线图。在图9A中,结构的谐振频率发生于频率 f_s (在此实例中为1456MHz)与 f_p 之间。如图9A中所说明, f_s 为串联谐振频率,且 f_p 为并联谐振频率。机电耦合 kt^2 大约为9.89%。与其中比率 w_2/W 为80%的图4的实例相比较,存在串联谐振频率 f_s 的降低,同时存在机电耦合 kt^2 的增加。

[0064] 图10展示在实例XDMR结构中的转换层的横截面中的几何振动模式形状1022的实例。矩形形状1024指示在激励及变形之前的转换层102的横截面形状。在图10中,z轴沿着其宽度平分转换层102,且x轴沿着其厚度平分转换层102。在此实例中,在第二压电层118的宽

度 w_2 与转换层102的总宽度 W 的比率为40%时达成所说明的2D扩张模式形状1022。2D扩张模式形状1022包含沿着 z 轴及沿着 x 轴的位移。再次,在一些其它实施方案中,取决于选定压电材料及尺寸,还可存在沿着 y 轴的位移。在图10的实例中,宽度 W 再次为 $1.5\mu\text{m}$,且厚度 T 再次为 $2\mu\text{m}$ 。

[0065] 如同图4及图8中所示的实例一样,转换层102内的位移取决于横截面内的位置而变化。举例来说,在转换层102的横截面的第一区1026(包含 x 及 z 轴的交叉点)中,存在极小或零位移。在压电层112的第二区1028中,存在极小到中等位移,也就是说,通常比区1026中的位移多。位移的量继续增加,远离 x 及 z 轴的交叉点移动到区1030、1032及1034中,其中在横截面的拐角处的区1036中发生最大位移。转换层102的位移使得所说明的2D模式具有相对于 z 轴及相对于 x 轴对称的形状。与其中比率 w_2/W 为60%的图8的实例相比较,存在不同的位移轮廓及因此不同的机电耦合 k_t^2 。

[0066] 图11A及11B展示分别描绘相对于被提供到图10的实例XDMR结构的输入AC信号的频率的导纳的量值及相位的曲线图。在图11A中,结构的谐振频率发生于频率 f_s (在此实例中为1307MHz)与 f_p 之间。如图11A中所说明, f_s 为串联谐振频率,且 f_p 为并联谐振频率。机电耦合 k_t^2 大约为12.24%。与其中比率 w_2/W 为60%的图8的实例相比较,存在串联谐振频率 f_s 的降低,同时存在机电耦合 k_t^2 的增加。

[0067] 图12展示在实例XDMR结构中的转换层的横截面中的几何振动模式形状1222的实例。矩形形状1224指示在激励及变形之前的转换层102的横截面形状。在图12中, z 轴沿着其宽度平分转换层102,且 x 轴沿着其厚度平分转换层102。在此实例中,在第二压电层118的宽度 w_2 与转换层102的总宽度 W 的比率为20%时达成所说明的2D扩张模式形状1222。2D扩张模式形状1222包含沿着 z 轴及沿着 x 轴的位移。再次,在一些其它实施方案中,取决于选定压电材料及尺寸,还可存在沿着 y 轴的位移。在图12的实例中,宽度 W 再次为 $1.5\mu\text{m}$,且厚度 T 再次为 $2\mu\text{m}$ 。

[0068] 如同图4、图8及图10中所示的实例一样,转换层102内的位移取决于横截面内的位置而变化。举例来说,在转换层102的横截面的第一区1226(包含 x 及 z 轴的交叉点)中,存在极小或零位移。在压电层112的第二区1228中,存在极小到中等位移,也就是说,通常比区1226中的位移多。位移的量继续增加,远离 x 及 z 轴的交叉点移动到区1230、1232及1234中,其中在横截面的拐角处的区1236中发生最大位移。转换层102的位移使得所说明的2D模式具有相对于 z 轴及相对于 x 轴对称的形状。与其中比率 w_2/W 为40%的图10的实例相比较,存在不同的位移轮廓及因此不同的机电耦合 k_t^2 。

[0069] 图13A及13B展示分别描绘相对于被提供到图12的实例XDMR结构的输入AC信号的频率的导纳的量值及相位的曲线图。在图13A中,结构的谐振频率发生于频率 f_s (在此实例中为1197MHz)与 f_p 之间。如图13A中所说明, f_s 为串联谐振频率,且 f_p 为并联谐振频率。机电耦合 k_t^2 大约为15.2%。与其中比率 w_2/W 为40%的图10的实例相比较,存在串联谐振频率 f_s 的降低,同时存在机电耦合 k_t^2 的增加。

[0070] 图14展示传统压电层的横截面中的几何振动模式形状1422的实例。出于说明扩张模式形状1422的目的,在图14中,矩形形状1424指示在激励及变形之前的压电层的横截面形状。在图14中, z 轴沿着其宽度平分压电层,且 x 轴沿着其厚度平分压电层。在此实例中,通过由ZnO形成的单个单式压电层达成所说明的扩张模式形状1422。然而,尽管图14的实例也

为单个单式压电层的实例(类似图6的实例,不同于其中扩张模式形状主要为1D的图6的实例(完全由AlN形成)),但2D扩张模式形状1422包含沿着z轴及沿着x轴的位移。在图14的实例中,宽度W再次为 $1.5\mu\text{m}$,且厚度T再次为 $2\mu\text{m}$ 。

[0071] 如同其它图中所示的实例一样,转换层102内的位移取决于横截面内的位置而变化。举例来说,在转换层102的横截面的第一区1426(包含x及z轴的交叉点)中,存在极小或零位移。在压电层112的第二区1428中,存在极小到中等位移,也就是说,通常比区1426中的位移多。位移的量继续增加,远离x及z轴的交叉点移动到区1430、1432及1434中,其中在横截面的顶表面和底表面处的区1436中沿着z轴发生最大位移。转换层102的位移使得所说明的2D模式具有相对于z轴及相对于x轴对称的形状。

[0072] 图15A及15B展示分别描绘相对于被提供到图14的实例XDMR结构的输入AC信号的频率的导纳的量值及相位的曲线图。在图15A中,结构的谐振频率发生于频率 f_s (在此实例中为1048MHz)与 f_p 之间。如图15A中所说明, f_s 为串联谐振频率,且 f_p 为并联谐振频率。机电耦合 k_t^2 大约为18.32%。与其中比率 w_2/W 为20%的图12的实例相比较,存在串联谐振频率 f_s 的降低,同时存在机电耦合 k_t^2 的增加。

[0073] 因此,通常随着ZnO的比例增加及AlN的比例降低,振动模式的形状改变,谐振频率减少,且机电耦合 k_t^2 增加。通常,使用其它材料或布置的一些其它实施方案可据称使得能够调谐谐振频率或其它声学或机电性质,同时不满足(且实际上可能增加)机电耦合 k_t^2 。在一些其它实施方案中,类似技术可用以达成低机电耦合 k_t^2 及高品质(Q)因数谐振器以供例如窄带滤波器应用使用。在这些实施方案中,关键优势在于设计复合材料的有效 k_t^2 及Q。

[0074] 虽然所描述的实施方案迄今为止专注于DMR且尤其是XDMR,但具有多个构成层的复合转换层的使用适用于其它类型的声波装置。举例来说,许多实施方案非常适合于任何类型的“厚度-模式”装置;也就是说,其中确定装置的谐振模式及频率的至少一个特性尺寸为装置的厚度或更具体来说转换层的厚度的装置。举例来说,其它厚度-模式装置包含FBAR,作为 d_{33} 系数的结果,其按照惯例仅具有沿着z方向的振动。在一些实施方案中,所描述的技术及结构可用以选择性地指定任何厚度-模式装置的谐振频率。在一些实施方案中,所描述的技术及结构可用以通过选择性地配置谐振器结构中的转换层的有效硬度系数、有效压电系数及有效质量密度通过改变沿着x、y或z方向中的任一者的振动模式选择性地指定任何厚度-模式装置的模式形状及谐振频率。所描述的技术及结构还可用CMR或其它非厚度-模式装置实践。在CMR的情况下,特性尺寸通常为电极的侧向宽度或间距。

[0075] 另外,虽然例如上文所描述的那些实施方案等一些实施方案包含由三个构成压电层116、118及120组成的转换层,但在一些其它实施方案中,可利用三个以上压电层。举例来说,图1中所示的转换层102可被描述为“ABA”,其中“A”指示层116及120由材料“A”(例如ZnO)形成,且“B”指示层118由材料“B”(例如AlN)形成。在一些其它实施方案中,转换层中的构成层的图案可为(沿着宽度及x轴从左向右移动)BAB、ABABA、BABAB、ABABABA及BABABAB,以及层的其它合适数目、布置或图案。在一些其它实施方案中,转换层可包含第三压电或其它材料、第四压电或其它材料、第五压电或其它材料及潜在地更多的压电以及其它材料层。举例来说,转换层中的构成层的图案可为ABCBA、BCACB、CBABC或ABCD CBABCD CBA,以及其它可能性,其中C表示取决于将达成的所要特性可或可不为压电的第三材料。在每种情况下,形成构成层的材料的弹性系数、压电系数及质量密度以及此些层的宽度乃至布置的组合确

定整个转换层的“有效”硬度系数、有效压电系数及有效质量密度。另外,在一些实施方案中,也可利用其它非压电层的其它材料性质来实现转换层的有效硬度系数或其它有效材料性质的改变。另外,在一些实施方案中,构成转换层中的一或多者由例如锆钛酸铅($\text{Pb}[\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x}]\text{O}_3$,其中 $0 \leq x \leq 1$)或“PZT”等其它压电材料或例如硅(Si)、金属及聚合物等非压电材料形成。在一些其它实施方案中,间隙、间距或其它几何空隙或图案可被引入或布置于转换层的压电或其它构成层中的一或多者内或之间。另外,在各种实施方案中,通常可需要具有沿着每一尺寸的对称性(例如ABABA与BAABA相对)。还可需要构成层的侧壁为垂直的,以便达成对称模式形状及最大机电耦合 k_t^2 。

[0076] 图16展示说明用于形成声波装置的阵列的过程的流程图的实例。图17A到17G展示如例如参看图16所描述的过程中的实例阶段的横截面示意性描绘。在一些实施方案中,过程1600在框1601中开始在衬底140上沉积及图案化下部导电层106以形成下部电极142的多个集合,如图17A所示。在一些实施方案中,衬底140可以由电介质或半导体材料形成。举例来说,所揭示的谐振器结构可被制造于低成本、高性能、大面积的绝缘衬底上,所述绝缘衬底在一些实施方案中形成本文中所描述的支撑结构的至少一部分。在一些实施方案中,形成所揭示的谐振器结构的绝缘衬底可由显示级玻璃(碱土硼铝硅酸盐)或碱石灰玻璃制成。可制成绝缘衬底的其它合适绝缘材料包含硅酸盐玻璃,例如碱土铝硅酸盐、硼硅酸盐、经修改的硼硅酸盐和其他。而且,例如氧化铝(AlO_x)、氧化钇(Y_2O_3)、氮化硼(BN)、碳化硅(SiC)、氮化铝(AlN_x)及氮化镓(GaN_x)等陶瓷材料可以用作绝缘衬底材料。在一些其它实施方案中,绝缘衬底由高电阻率硅形成。在一些实施方案中,还可使用绝缘体上硅(SOI)衬底、砷化镓(GaAs)衬底、磷化铟(InP)衬底及例如与柔性电子装置相关联的塑料(聚萘二甲酸乙二醇酯或聚对苯二甲酸乙二醇酯)衬底。衬底可呈常规集成电路(IC)晶片形式(例如,4英寸、6英寸、8英寸、12英寸)或呈大面积面板形式。举例来说,可使用具有例如370mm x 470mm、920mm x 730mm及2850mm x 3050mm等尺寸的平板显示器衬底。

[0077] 下部导电层106(以及稍后在过程中沉积的上部导电层104)可由各种导电金属、合金及其它材料制成,包含铂(Pt)、铝(Al)、钼(Mo)、钨(W)、钛(Ti)、铌(Nb)、钌(Ru)、铬(Cr)、经掺杂多晶硅、经掺杂砷化铝镓(AlGaAs)化合物、金(Au)、铜(Cu)、银(Ag)、钽(Ta)、钴(Co)、镍(Ni)、钯(Pd)、硅锗(SiGe)、经掺杂导电氧化锌(ZnO)及其组合。在各种实施方案中,上部导电层104及下部导电层106可包含相同导电材料或不同导电材料。在一些实施方案中,在下部导电层之前沉积一或多个第一层。举例来说,可在沉积下文描述的下部导电层106或上部导电层104之前沉积一或多个晶种层(例如,AlN)。在一些实施方案中,可通过包含例如溅镀的任何合适技术来沉积下部导电层106及上部导电层104。

[0078] 另外,虽然图17A到17G中仅展示了三个装置区146,但在其它实施方案中,衬底140可包含使得能够在衬底140上产生同样多的XDMR 100或其它声波装置的数十、数百、数千或数千以上装置区140的阵列。另外,每一装置146可包含一或多个电极142。

[0079] 在一些实施方案中,过程1600在框1603中进行在下部导电层106上沉积薄膜压电层148,如图17B所示。压电层148由第一压电材料形成,且包含各自在占据面积上对应于对应装置区146的多个区。可用以形成压电层148的压电材料包含例如AlN、ZnO、砷化镓(GaAs)、砷化铝镓(AlGaAs)、氮化镓(GaN)、石英、硫化锌(ZnS)、硫化镉(CdS)、钽酸锂(LiTaO_3)、铌酸锂(LiNbO_3)、PZT、钛酸锆酸镧铅(PLZT)家族的成员、经掺杂氮化铝及其组

合。在一些其它实施方案中,层148可以由Si或另一电介质或半导体材料形成。在一些实施方案中,可用包含溅镀的一或多个合适物理气相沉积技术中的任一者沉积压电层148。在一些实施方案中,厚度T可在例如大约0.1 μm 到大约4 μm 的范围内。在一些其它实施方案中,压电层148可具有较小或较大的厚度。举例来说,在其中过程100产生声学谐振器的一些实施方案中,声学谐振器的工作频率范围与压电层148的厚度成反比。

[0080] 在一些实施方案中,过程1600在框1605中进行使用包含掩蔽及蚀刻的各种光刻(例如摄影)技术来移除薄膜压电层148的部分以产生多个空隙150及多个压电部分118a、118b及118c,如图17C所示。在图17C中所示的实施方案中,最左边压电层118a具有为所得转换层的总宽度W的40%的宽度 w_2 ,中间压电层118b具有为所得转换层的总宽度W的60%的宽度 w_2 ,且最右边压电层118c具有为所得转换层的总宽度W的80%的宽度 w_2 。然而,虽然需要压电部分118a、118b及118c的宽度 w_2 基于所要声学或其它机电特性而变化,但所有压电部分的厚度T相同。另外,在此实施方案中,每一所得装置的宽度W与其它装置相同。

[0081] 在一些实施方案中,过程1600接着在框1607中进行沉积另一压电层以便产生压电部分116a、116b及116c以及压电部分120a、120b及120c,如图17D所示。在一些实施方案中,通过溅镀不同于第一压电材料的第二压电或其它材料形成压电部分116a、116b及116c以及压电部分120a、120b及120c。举例来说,如上文所描述,在第一压电材料为AlN时,第二压电材料可为ZnO。在一些其它实施方案中,PZT可用以形成压电部分116a、116b及116c以及压电部分120a、120b及120c。在一些此类实施方案中,可以溶胶凝胶、液体或膏形式应用PZT材料,其使得能够借助于例如丝网印刷或其它液体或膏应用技术而易于应用。在使用PZT的一些此类实施方案中,可加热PZT以使PZT在以溶胶凝胶形式应用之后结晶。

[0082] 在一些实施方案中,过程1600接着在框1609中进行执行一或多个平面化操作。平面化操作确保压电部分118a、118b及118c中的每一者的上表面与压电部分116a、116b及116c中的每一者的上表面共平面,且与压电部分120a、120b及120c中的每一者的上表面共平面。此情形可为合乎需要的,以例如产生具有对称模式形状及增加机电耦合 k_t^2 的谐振器结构。

[0083] 在一些实施方案中,在框1611中移除沿着装置区146的边界的压电层148的其它部分以使所得转换层102彼此物理上隔离,如图17E所示。举例来说,反应性离子蚀刻可用以分离转换层102。在一些实施方案中,邻近结果装置之间的间距在大约10到大约1000 μm 的范围中。但在其它实施方案中可能需要其它间距。

[0084] 在一些实施方案中,过程1600接着在框1613中进行在转换层102上沉积及图案化上部导电层以形成上部电极144的多个集合,如图17F所示(在一些其它实施方案中,可在框1611中隔离或分离装置之前应用上部导电层)。如同下部电极142的每一集合一样,上部电极144的每一集合还可包含由用于形成下部电极142的上文所描述的材料中的一或多个者形成的一或多个上部电极144。还可在上部导电层之前或之后沉积一或多个其它层。

[0085] 在一些实施方案中,接着在框1615中移除在每一转换层102下方的衬底140的一部分以界定在每一转换层102下方的气隙或空腔152,从而声学隔离转换层102,如图17G所示。在一些实施方案中,可通过移除衬底140的部分或在装置100中的每一者下方的牺牲层的部分蚀刻或以其它方式形成空腔152,以使得装置100能够响应于例如刺激(例如,电磁、静电、热、光学磁等)而自由振动。举例来说,可通过将电信号适当应用于下部或上部电极142及

144中的一者而刺激所得声波装置100,从而导致在装置100的转换层102内产生电场。以此方式,可在具有相同厚度的单个衬底上以批次层级产生声波装置100的阵列(例如XDMR的阵列),其又具有选择性地指定的谐振或操作频率或其它所要声学或机电特性。

[0086] 图18A展示描绘干涉式调制器(IMOD)显示装置的一系列显示元件或显示元件阵列中的两个邻近的IMOD显示元件的等角视图说明。IMOD显示装置包含一或多个干涉式EMS(例如,MEMS)显示元件。在这些装置中,干涉式MEMS显示元件可按明亮或黑暗状态来配置。在明亮(“松弛”、“打开”或“接通”等)状态下,显示元件反射大部分入射可见光。相对地,在黑暗(“经致动”、“关闭”或“切断”等)状态下,显示元件反射极少入射可见光。MEMS显示元件可经配置以主要在特定光波长下反射,从而允许除黑白显示器之外,还有彩色显示器。在一些实施方案中,通过使用多个显示元件,可实现原色的不同强度及灰度。

[0087] IMOD显示装置可包含可按行及列布置的IMOD显示元件阵列。阵列中的每一显示元件可包含至少一对反射式及半反射层,例如,可移动反射层(即,可移动层,还被称作机械层)及固定的部分反射层(即,静止层),所述层定位于彼此相距变化的且可控制的距离处以形成气隙(还被称作光学间隙、空腔或光学谐振腔)。可移动反射层可在至少两个位置之间移动。举例来说,在第一位置(即,松弛位置)中,可移动反射层可定位于距固定部分反射层一定距离处。在第二位置(即,经致动位置)中,可移动反射层可定位成更接近部分反射层。从两个层反射的入射光可取决于可移动反射层的位置及入射光的波长而相长地及/或相消地干涉,从而产生用于每一显示元件的全反射或非反射状态。在一些实施方案中,当显示元件未被致动时,显示元件可能处于反射状态,从而反射可见光谱内的光,且当显示元件经致动时,显示元件可能处于黑暗状态,从而吸收及/或相消地干涉可见光范围内的光。然而,在一些其它实施方案中,IMOD显示元件可在未被致动时处于黑暗状态,且在经致动时处于反射状态。在一些实施方案中,施加电压的引入可驱动显示元件改变状态。在一些其它实施方案中,施加电荷可驱动显示元件改变状态。

[0088] 图18A中的阵列的所描绘部分包含呈IMOD显示元件12形式的两个邻近的干涉式MEMS显示元件。在右侧的显示元件12中(如所说明),可移动反射层14经说明在靠近、邻近或接触光学堆叠16的致动位置中。跨越右侧的显示元件12施加的电压 V_{bias} 足以移动并维持可移动反射层14处于经致动位置。在左边的显示元件12(如所说明)中,说明可移动反射层14处于距光学堆叠16一定距离(所述距离可基于设计参数来预定)的松弛位置,所述光学堆叠包含部分反射层。跨越左侧的显示元件12施加的电压 V_0 不足以引起如同右侧的显示元件12的情形一般可移动反射层14到经致动位置的致动。

[0089] 在图18A中,一般通过指示入射在IMOD显示元件12上的光13及从左侧的显示元件12反射的光15的箭头来说明IMOD显示元件12的反射性质。入射在显示元件12上的大部分光13可朝向光学堆叠16透射穿过透明衬底20。入射在光学堆叠16上的一部分光可透射穿过光学堆叠16的部分反射层,且一部分光将被反射回穿过透明衬底20。透射穿过光学堆叠16的光13的部分可从可移动反射层14朝向(及穿过)透明衬底20往回反射。从光学堆叠16的部分反射层反射的光与从可移动反射层14反射的光之间的干涉(相长及/或相消)将部分确定在装置的检视或衬底侧上从显示元件12反射的光15的波长的强度。在一些实施方案中,透明衬底20可为玻璃衬底(有时被称作玻璃板或面板)。玻璃衬底可为或包含(例如)硼硅酸盐玻璃、碱石灰玻璃、石英、派热克斯玻璃(Pyrex)或其它合适的玻璃材料。在一些实施方案中,

玻璃衬底可具有0.3、0.5或0.7毫米的厚度,但在一些实施方案中,玻璃衬底可能较厚(例如,几十毫米)或较薄(例如,小于0.3毫米)。在一些实施方案中,可使用非玻璃衬底,例如聚碳酸酯、丙烯酸树脂、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)或聚醚醚酮(PEEK)衬底。在此类实施方案中,非玻璃衬底很可能具有小于0.7毫米的厚度,但衬底可取决于设计考虑而更厚。在一些实施方案中,可使用非透明衬底,例如基于金属箔或不锈钢的衬底。举例来说,基于反向IMOD的显示器(其包含固定反射层及部分透射且部分反射的可移动层)可经配置以从衬底的与图18A的显示元件12对置的一侧来检视且可通过非透明衬底来支撑。

[0090] 光学堆叠16可包含单个层或若干层。所述层可包含以下各层中的一或多者:电极层、部分反射及部分透射层,及透明电介质层。在一些实施方案中,光学堆叠16为导电的、部分透明的及部分反射的,且可例如通过将以上层中的一或多者沉积到透明衬底20上来制造。电极层可由多种材料形成,例如各种金属,例如氧化铟锡(ITO)。部分反射层可由部分反射的多种材料形成,所述材料例如各种金属(例如,铬及/或钼)、半导体及电介质。部分反射层可由一或多个材料层形成,且所述层中的每一者可由单个材料或材料的组合形成。在一些实施方案中,光学堆叠16的某些部分可包含用作部分光学吸收器及电导体两者的单个半透明厚度的金属或半导体,而不同的导电性更强的层或部分(例如,光学堆叠16的导电层或显示元件的其它结构的导电层)可用来在IMOD显示元件之间用总线传送信号。光学堆叠16还可包含覆盖一或多个导电层或导电/部分吸收层的一或多个绝缘或电介质层。

[0091] 在一些实施方案中,光学堆叠16的层中的至少一些可经图案化到平行条带中,且可形成显示装置中的行电极,如下文中进一步描述。如所属领域的技术人员将理解,术语“经图案化”在本文中用以指掩蔽以及蚀刻过程。在一些实施方案中,高度导电且反射材料(例如,铝(Al))可用于可移动反射层14,且这些条带可形成显示装置中的列电极。可移动反射层14可形成为所沉积的一或多个金属层的一系列平行条带(正交于光学堆叠16的行电极)以形成沉积在支撑物(例如,所说明的支柱18)及位于支柱18之间的介入牺牲材料之上的列。在蚀刻掉牺牲材料时,经界定的间隙19或光学腔可形成于可移动反射层14与光学堆叠16之间。在一些实施方案中,支柱18之间的间距可为大约1到1000 μm ,而间隙19可大约小于10,000 埃($\text{\AA}$)。

[0092] 在一些实施方案中,每一IMOD显示元件(不管处于经致动还是松弛状态)均可被视为通过固定反射层及移动反射层形成的电容器。在不施加电压时,可移动反射层14保持机械松弛状态,如在图18A的左边的显示元件12所说明,其具有在可移动反射层14与光学堆叠16之间的间隙19。然而,在将电位差(即,电压)应用于选定行及列中的至少一者时,对在对应显示元件处的行及列电极的交叉点处形成的电容器充电,且静电力将电极拉在一起。如果施加电压超过阈值,那么可移动反射层14可变形,且在光学堆叠16附近或抵靠光学堆叠16移动。光学堆叠16内的电介质层(未图示)可防止短路并控制层14与16之间的分离距离,如通过图18A中的右侧的经致动显示元件12说明。行为可相同,而不管施加的电势差的极性。尽管阵列中的一系列显示元件在一些情况下可被称作“行”或“列”,但所属领域的技术人员将容易理解,将一个方向称作“行”及将另一方向称作“列”是任意的。重新申明,在一些定向上,行可被视为列,且列可被视为行。在一些实施方案中,行可被称作“共用”线且列可被称作“分段”线,或反过来也是一样。此外,显示元件可按正交行及列(“阵列”)均匀地布置,或按非线性配置布置,例如,具有相对于彼此的某些位置偏移(“马赛克”)。术语“阵列”

及“马赛克”可指任一配置。因此,尽管显示器被称作包含“阵列”或“马赛克”,但元件本身并不需要在任何情况下正交于彼此而布置,或按均匀分布安置,而是可包含具有不对称形状及不均匀分布的元件的布置。

[0093] 图18B展示说明电子装置的系统框图,所述电子装置并有包含IMOD显示元件的三个元件乘三个元件阵列的基于IMOD的显示器。电子装置包含可经配置以执行一或多个软件模块的处理器21。除执行操作系统之外,处理器21还可经配置以执行一或多个软件应用,包含网络浏览器、电话应用、电子邮件程序或任何其它软件应用。

[0094] 处理器21可经配置以与阵列驱动器22通信。阵列驱动器22可包含将信号提供到例如显示器阵列或面板30的行驱动器电路24和列驱动器电路26。通过图18B中的线1-1展示图18A中所说明的IMOD显示装置的横截面。尽管为了清晰的目的图18B说明IMOD显示元件的3x3阵列,但显示器阵列30可含有大量IMOD显示元件,且可在行中具有数目不同于列中的情形的数目个IMOD显示元件,且反过来也是一样。

[0095] 图19A及19B展示说明包含多个IMOD显示元件的显示装置40的系统框图。显示装置40可为例如智能手机、蜂窝式或移动电话。然而,显示装置40的相同组件或其轻微变体还说明各种类型的显示装置,例如电视机、计算机、平板计算机、电子阅读器、手持式装置及便携式媒体装置。

[0096] 显示装置40包含外壳41、显示器30、天线43、扬声器45、输入装置48及麦克风46。外壳41可由包含注射模制及真空成形的多种制造工艺中的任一者形成。另外,外壳41可由多种材料中的任一者制成,所述材料包含但不限于:塑料、金属、玻璃、橡胶及陶瓷,或其组合。外壳41可包含可装卸式部分(未图示),所述可装卸式部分可与不同颜色或含有不同标志、图片或符号的其它可装卸式部分互换。

[0097] 显示器30可为包含双稳态或模拟显示器的多种显示器中的任一者,如本文中所描述。显示器30还可经配置以包含例如等离子、EL、OLED、STN LCD或TFT LCD等平板显示器或例如CRT或其它管式装置等非平板显示器。另外,显示器30可包含基于IMOD的显示器,如本文所描述。

[0098] 图19A中示意性地说明显示装置40的组件。显示装置40包含外壳41,且可包含至少部分封闭在其中的额外组件。举例来说,显示装置40包含网络接口27,网络接口27包含可耦合到收发器47的天线43。网络接口27可为可显示于显示装置40上的图像数据的源。因此,网络接口27为图像源模块的一个实例,但处理器21及输入装置48也可用作图像源模块。收发器47连接到处理器21,处理器21连接到调节硬件52。调节硬件52可经配置以调节信号(例如,对信号进行滤波或以其它方式操纵信号)。调节硬件52可连接到扬声器45及麦克风46。处理器21也可连接到输入装置48及驱动器控制器29。驱动器控制器29可耦合到帧缓冲器28,及耦合到阵列驱动器22,阵列驱动器22又可耦合到显示器阵列30。显示装置40中的一或多个元件(包含并未在图19A特定描绘的元件)可经配置以充当存储器装置,且经配置以与处理器21通信。在一些实施方案中,电力供应器50可将电力提供到特定显示装置40设计中的实质上所有组件。

[0099] 网络接口27包含天线43及收发器47,使得显示装置40可经由网络与一或多个装置通信。网络接口27还可具有一些处理能力以减轻(例如)对处理器21的数据处理要求。天线43可发射及接收信号。在一些实施方案中,天线43根据包含IEEE 16.11 (a)、(b) 或 (g) 的

IEEE 16.11标准或包含IEEE 802.11a、b、g、n及其其它实施方案的IEEE 802.11标准发射及接收RF信号。在一些其它实施方案中,天线43根据Bluetooth®标准来发射及接收RF信号。在蜂窝式电话的情况下,天线43可经设计以接收码分多址(CDMA)、频分多址(FDMA)、时分多址(TDMA)、全球移动通信系统(GSM)、GSM/通用包无线电服务(GPRS)、增强型数据GSM环境(EDGE)、陆地集群无线电(TETRA)、宽带-CDMA(W-CDMA)、演进数据优化(EV-DO)、1xEV-DO、EV-DO修订A、EV-DO修订B、高速包接入(HSPA)、高速下行链路包接入(HSDPA)、高速上行链路包接入(HSUPA)、演进型高速包接入(HSPA+)、长期演进(LTE)、AMPS或用以在无线网络(例如,利用3G、4G或5G技术的系统)内传达的其它已知信号。收发器47可预先处理从天线43接收的信号,以使得所述信号可由处理器21接收及进一步操纵。收发器47还可处理从处理器21接收的信号,以使得可经由天线43从显示装置40发射所述信号。

[0100] 在一些实施方案中,可通过接收器取代收发器47。另外,在一些实施方案中,可通过图像源取代网络接口27,所述图像源可存储或产生待发送到处理器21的图像数据。处理器21可控制显示装置40的总操作。处理器21从网络接口27或图像源接收数据(例如,经压缩图像数据),且将数据处理成原始图像数据或处理成可容易处理成原始图像数据的格式。处理器21可将经处理数据发送到驱动器控制器29或帧缓冲器28以用于存储。原始数据通常指识别图像内的每一位置处的图像特性的信息。举例来说,此类图像特性可包含颜色、饱和度及灰度级。

[0101] 处理器21可包含用以控制显示装置40的操作的微控制器、CPU或逻辑单元。调节硬件52可包含放大器及滤波器以用于将信号发射到扬声器45,及用于从麦克风46接收信号。调节硬件52可为显示装置40内的离散组件,或可并入于处理器21或其它组件内。

[0102] 驱动器控制器29可采用直接来自处理器21或来自帧缓冲器28的由处理器21产生的原始图像数据,且可适当地将原始图像数据重新格式化以用于高速发射到阵列驱动器22。在一些实施方案中,驱动器控制器29可将原始图像数据重新格式化成具有光栅类格式的数据流,以使得其具有适合于跨越显示器阵列30进行扫描的时间次序。接着驱动器控制器29将经格式化信息发送到阵列驱动器22。尽管例如LCD控制器等驱动器控制器29常常与作为独立集成电路(IC)的系统处理器21相关联,但此类控制器可以许多方式来实现。举例来说,控制器可作为硬件嵌入于处理器21中,作为软件嵌入于处理器21中,或与阵列驱动器22一起完全集成在硬件中。

[0103] 阵列驱动器22可从驱动器控制器29接收经格式化信息且可将视频数据重新格式化成一组平行波形,所述组平行波形被每秒多次地施加到来自显示器的显示元件的x-y矩阵的数百且有时数千(或更多)个引线。

[0104] 在一些实施方案中,驱动器控制器29、阵列驱动器22和显示器阵列30适合于本文所描述的显示器的类型中的任一者。举例来说,驱动器控制器29可为常规显示器控制器或双稳态显示器控制器(例如,IMOD显示元件控制器)。另外,阵列驱动器22可为常规驱动器或双稳态显示驱动器(例如,IMOD显示元件驱动器)。此外,显示器阵列30可为常规显示器阵列或双稳态显示器阵列(例如,包含IMOD显示元件阵列的显示器)。在一些实施方案中,驱动器控制器29可与阵列驱动器22集成。此类实施方案可用于高度集成系统中,例如,移动电话、便携式电子装置、手表或小面积显示器。

[0105] 在一些实施方案中,输入装置48可经配置以允许例如用户控制显示装置40的操

作。输入装置48可包含例如QWERTY键盘或电话小键盘等小键盘、按钮、开关、摇臂、触敏屏、与显示器阵列30集成的触敏屏,或压敏或热敏隔膜。麦克风46可经配置为显示装置40的输入装置。在一些实施方案中,通过麦克风46的语音命令可用于控制显示装置40的操作。

[0106] 电力供应器50可包含多种能量存储装置。举例来说,电力供应器50可为可再充电电池,例如,镍镉电池或锂离子电池。在使用可再充电电池的实施方案中,可再充电电池可使用来自(例如)壁式插座或光伏装置或阵列的电力来充电。替代地,可再充电电池可无线地来充电。电力供应器50还可为可再生能源、电容器或太阳能电池,包含塑料太阳能电池或太阳能电池漆。电力供应器50还可经配置以从壁式插座接收电力。

[0107] 在一些实施方案中,控制可编程性驻留于可位于电子显示系统中的若干处的驱动器控制器29中。在一些其它实施方案中,控制可编程性驻留在阵列驱动器22中。上文所描述的优化可在任何数目个硬件及/或软件组件中及各种配置中实施。

[0108] 如本文所使用,涉及项目列表中的“至少一者”的短语指代那些项目的任何组合,包含单成员。作为实例,“以下各者中的至少一者:a、b或c”意在涵盖:a、b、c、a-b、a-c、b-c和a-b-c。

[0109] 结合本文揭示的实施方案所描述的各种说明性逻辑、逻辑块、模块、电路及算法步骤可实施为电子硬件、计算机软件,或两者的组合。硬件与软件的互换性已大体在功能性方面加以描述,且在上文所描述的各种说明性组件、块、模块、电路及步骤中加以说明。此功能性是以硬件来实施还是以软件来实施取决于特定应用和强加于整个系统的设计约束。

[0110] 结合本文中所示揭示的方面描述的用以实施各种说明性逻辑、逻辑块、模块及电路的硬件及数据处理设备可通过以下各者来实施或执行:通用单芯片或多芯片处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其它可编程逻辑装置、离散门或晶体管逻辑、离散硬件组件,或其经设计以执行本文中所描述的功能的任何组合。通用处理器可为微处理器或任何常规处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可实施为计算装置的组合,例如,DSP与微处理器的组合、多个微处理器的组合、一或多个微处理器与DSP核心的联合,或任何其它此类配置。在一些实施方案中,可通过给定功能所特有的电路来执行特定步骤及方法。

[0111] 在一或多个方面中,可以硬件、数字电子电路、计算机软件、固件(包含本说明书中所揭示的结构和其结构等效物)或以其任何组合来实施所描述的功能。本说明书中所描述的标的物的实施方案还可经实施为经编码于计算机存储媒体上以供数据处理设备执行或用以控制数据处理设备的操作的一或多个计算机程序,即,计算机程序指令的一或多个模块。

[0112] 所属领域的技术人员可容易地显而易见对本发明中所描述的实施方案的各种修改,且在不脱离本发明的精神或范围的情况下,本文中所定义的一般原理可适用于其它实施方案。因此,权力要求书并不希望限于本文中所展示的实施方案,而应符合与本发明、本文中所揭示的原理及新颖特征相一致的最广泛范围。另外,所属领域的技术人员将容易理解,术语“上部”及“下部”有时是为了易于描述诸图而使用的,且指示对应于恰当地定向的页上的图的定向的相对位置,且可不反映例如所实施的IMOD显示元件的恰当定向。

[0113] 在本说明书中在单独实施方案的情况下描述的某些特征还可在单个实施方案中组合地实施。相对地,在单个实施方案的上下文中描述的各种特征还可分别在多个实施方

案中实施或以任何合适的子组合来实施。此外,尽管上文可将特征描述为以某些组合起作用且甚至最初如此主张,但在一些情况下,可将来自所主张的组合的一或多个特征从组合中删除,且所主张的组合可针对子组合或子组合的变化。

[0114] 类似地,虽然在图式中按特定次序描绘操作,但所属领域的技术人员将容易认识到,此类操作不需要按所展示的特定次序或按顺序次序执行,或应执行所有所说明的操作以实现所要结果。另外,图式可以流程图形式示意性地描绘一个以上实例过程。然而,可将未描绘的其它操作并入于示意性说明的实例过程中。举例来说,可在所说明的操作中的任一者之前、之后、同时地或之间执行一或多个额外操作。在某些情况下,多任务处理及平行处理可为有利的。此外,上文所描述的实施方案中的各种系统组件的分开不应被理解为在所有实施方案中要求此分开,且应理解,所描述的程序组件和系统一般可一起集成在单个软件产品中或包装到多个软件产品中。另外,其它实施方案在所附权利要求书的范围内。在一些情况下,权利要求书中所叙述的动作可以不同次序来执行且仍实现所要结果。

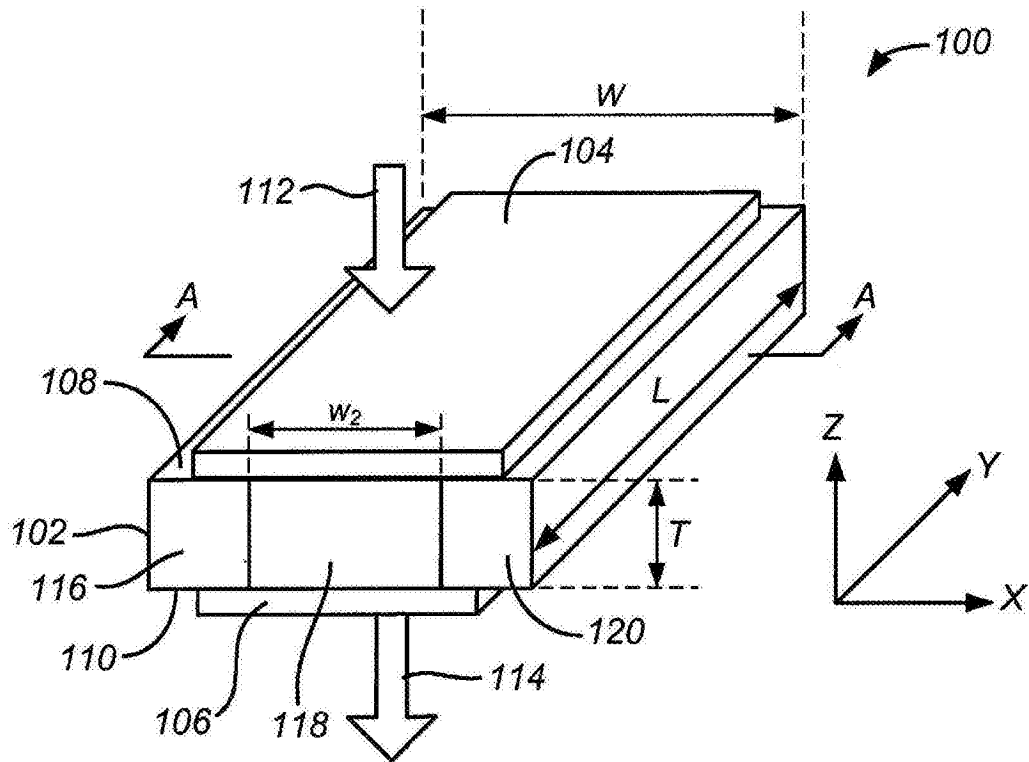


图1

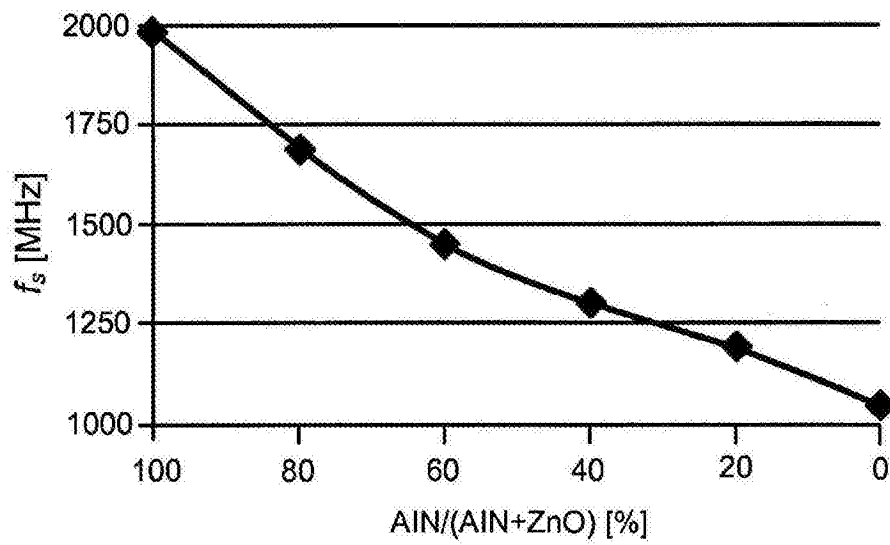


图2

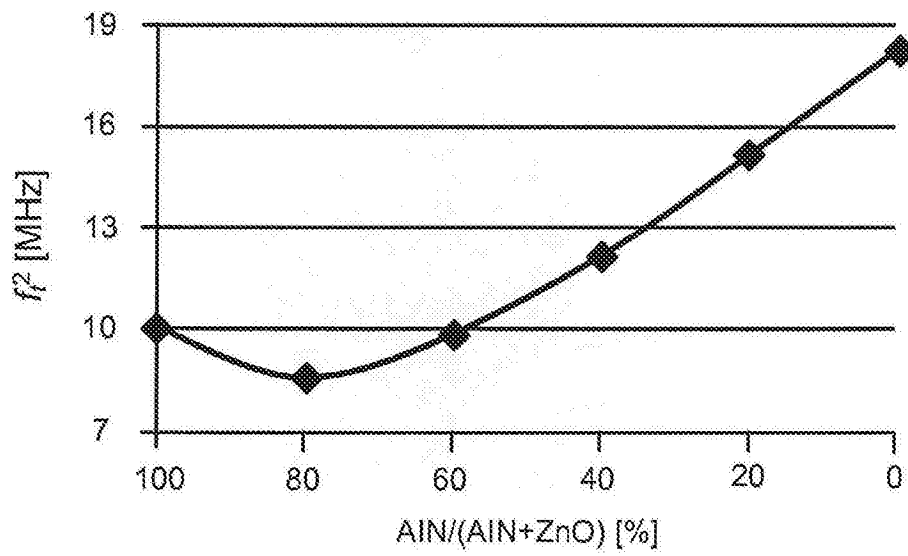


图3

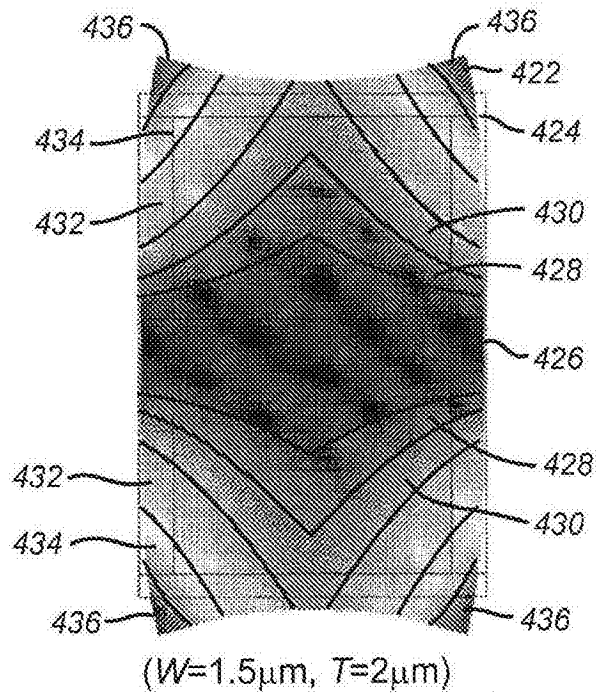


图4

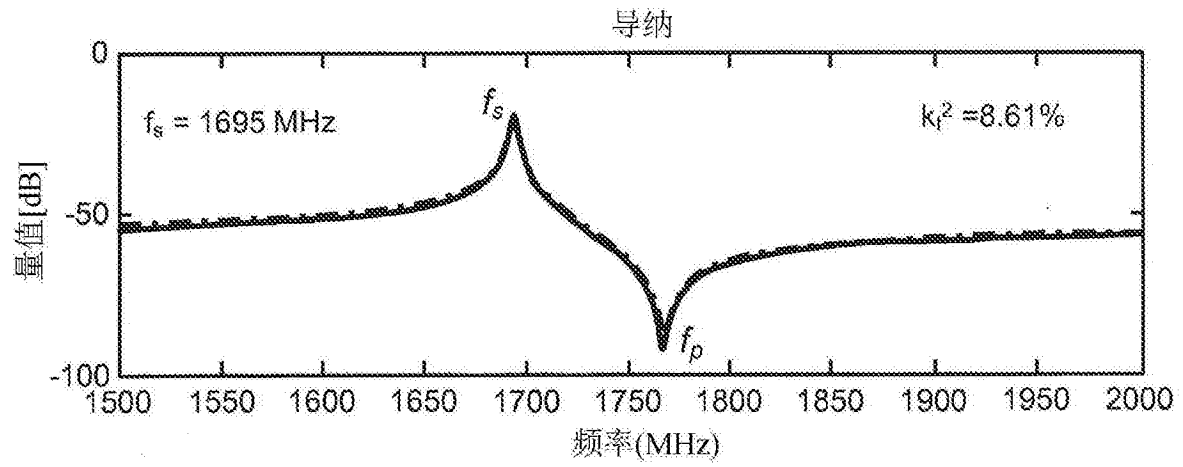


图5A

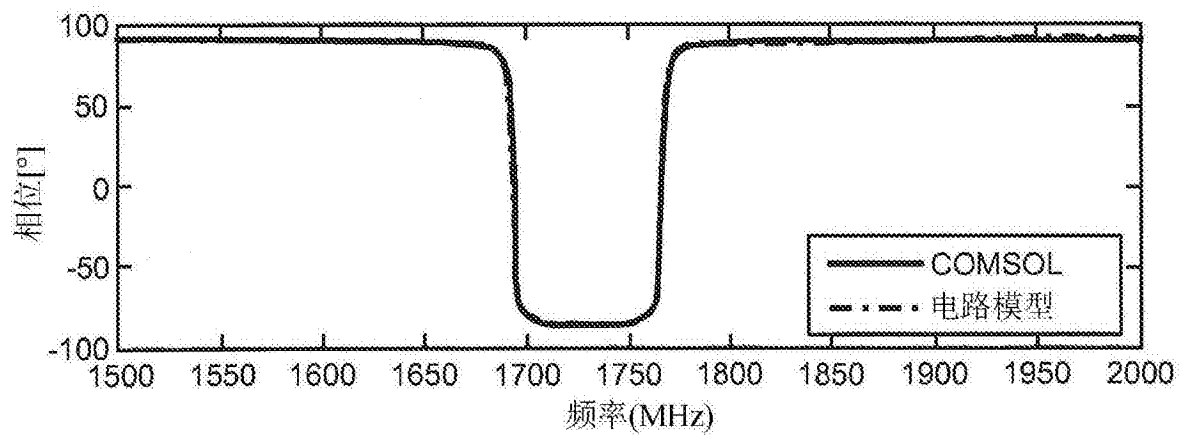


图5B

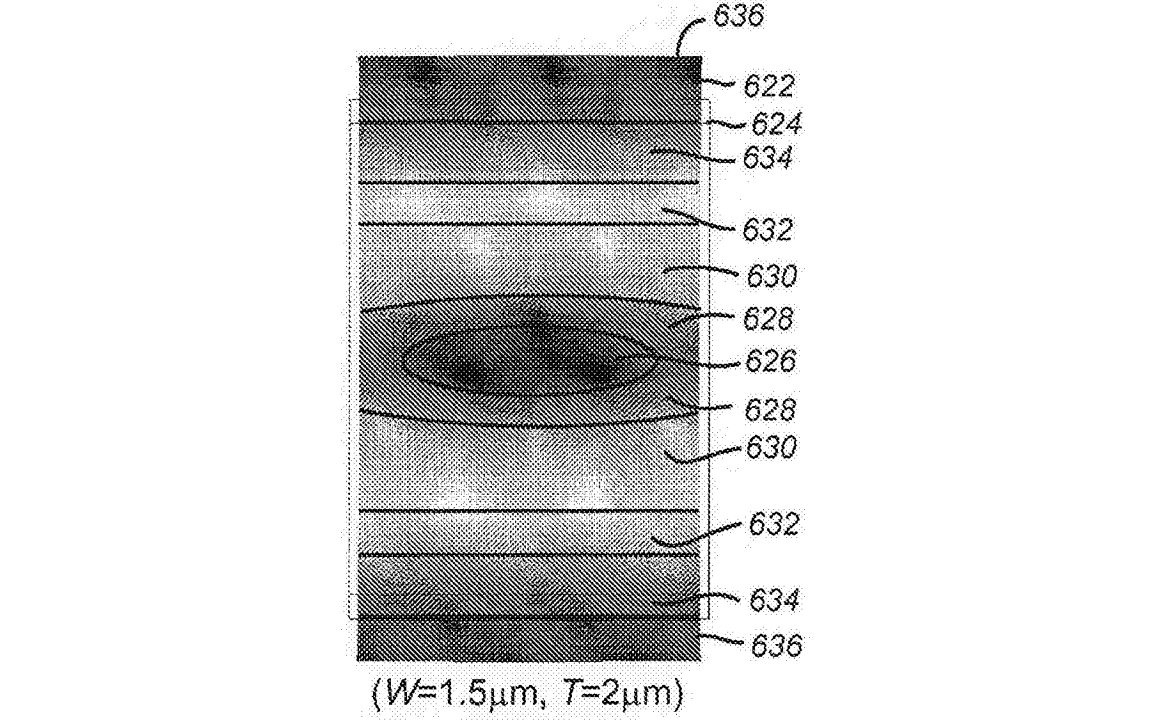


图6

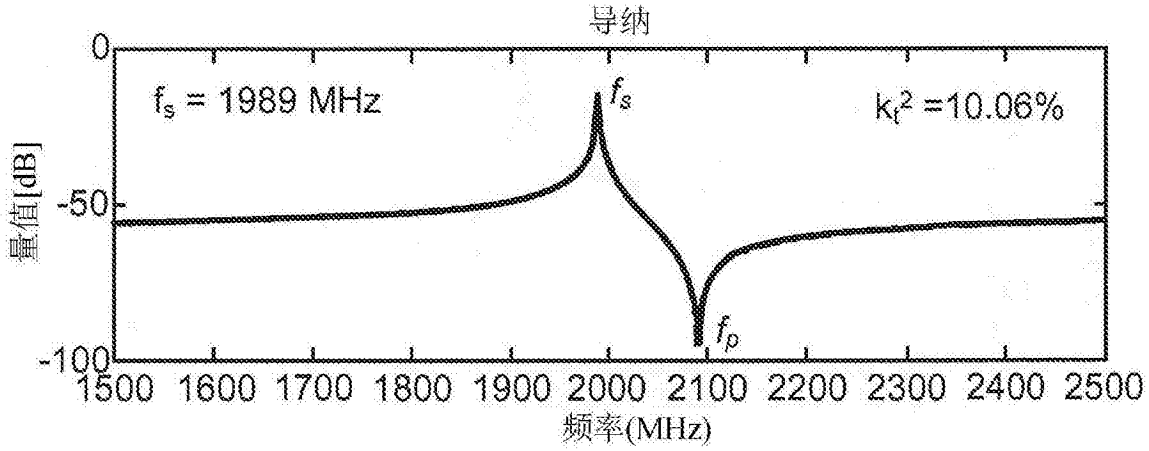


图7A

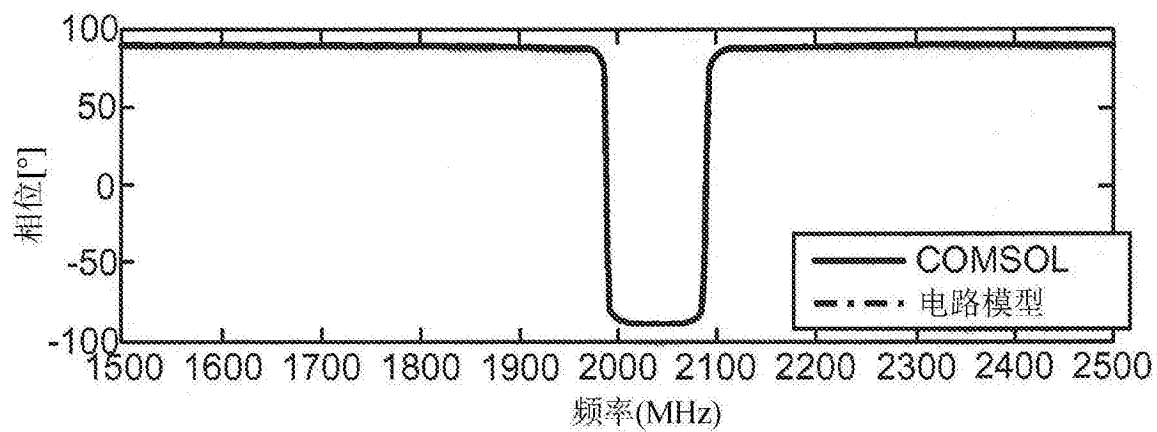


图7B

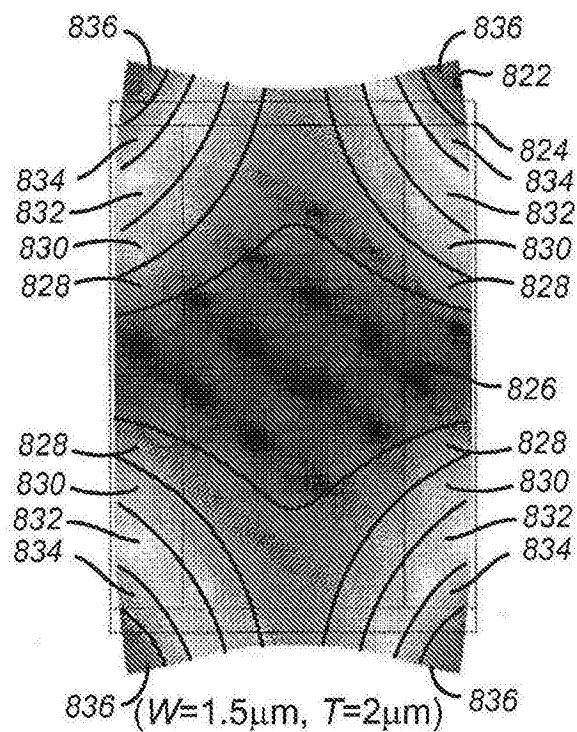


图8

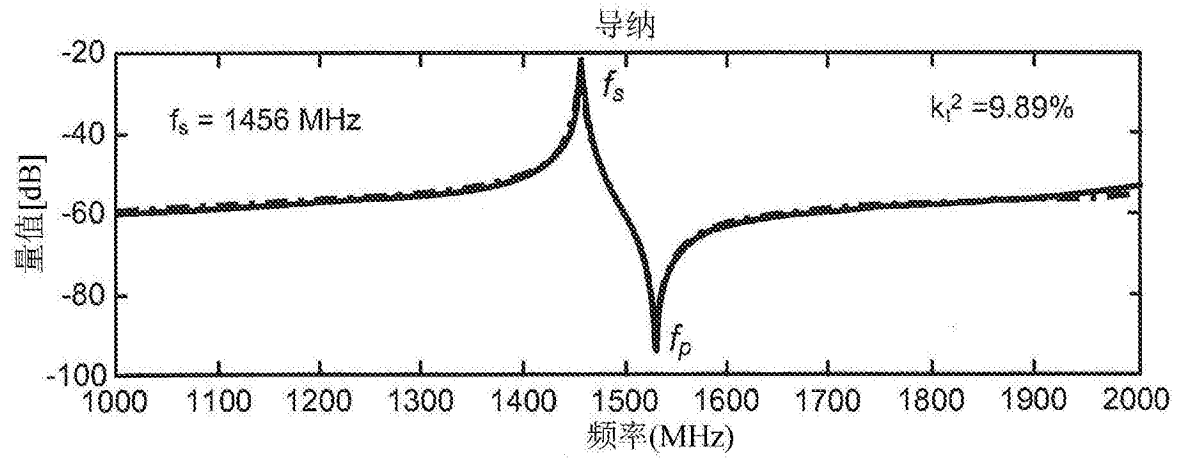


图9A

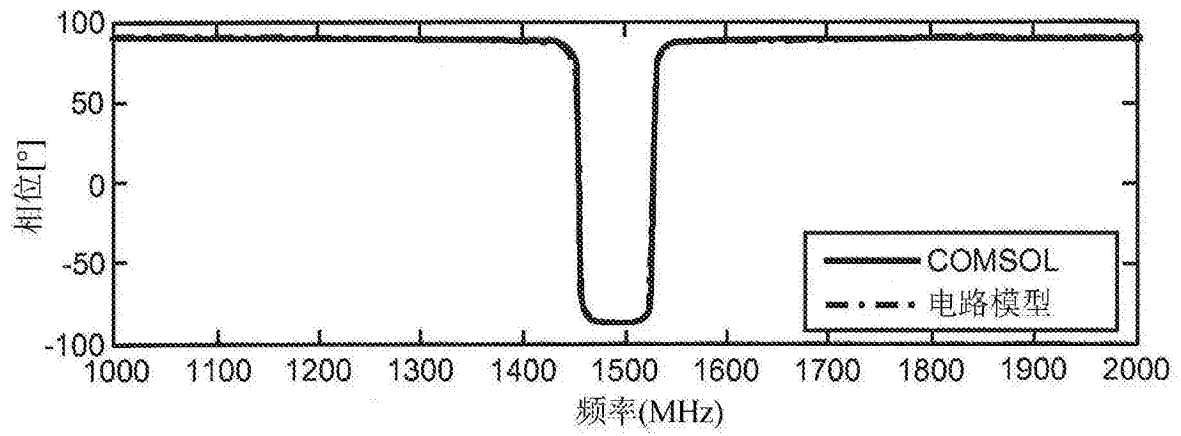


图9B

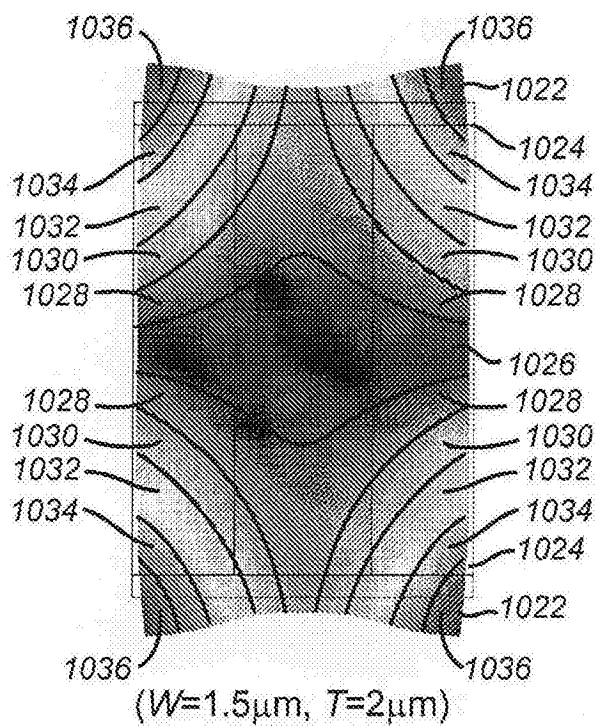


图10

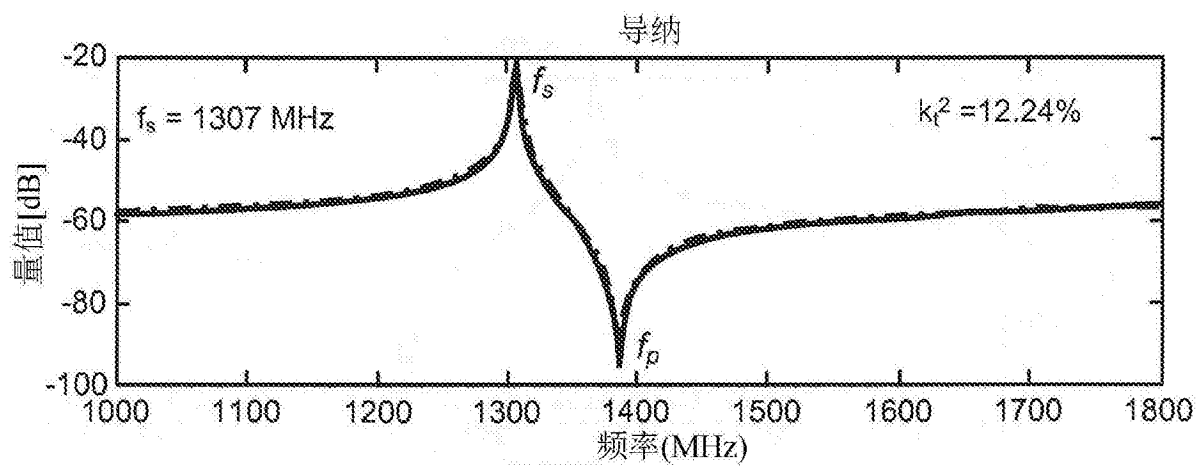


图11A

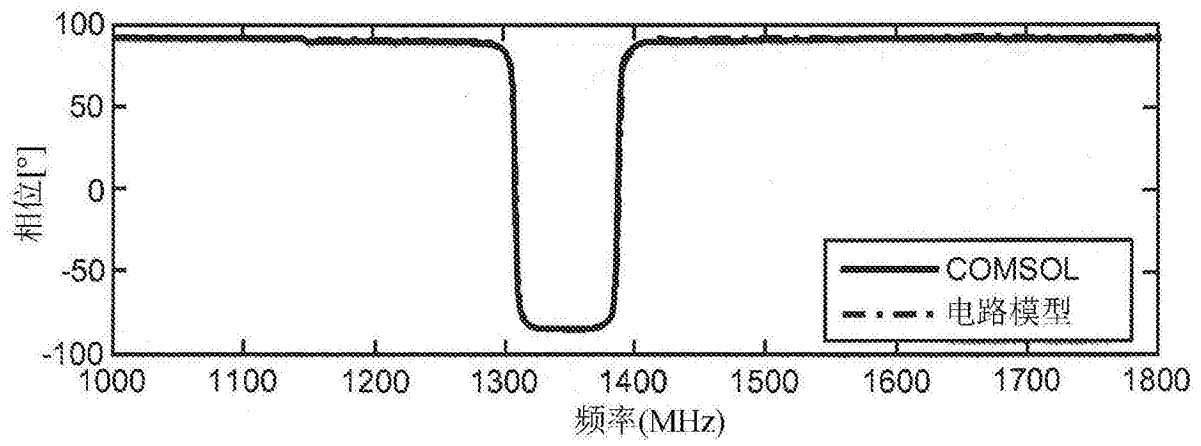


图11B

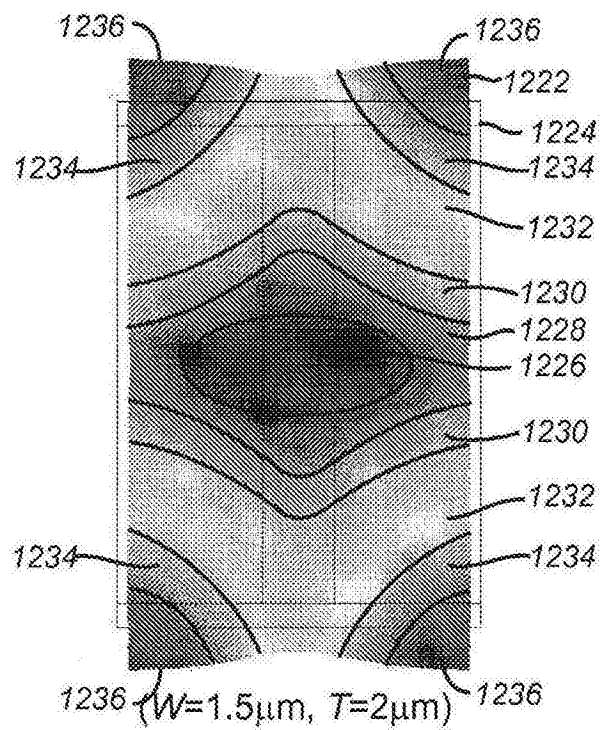


图12

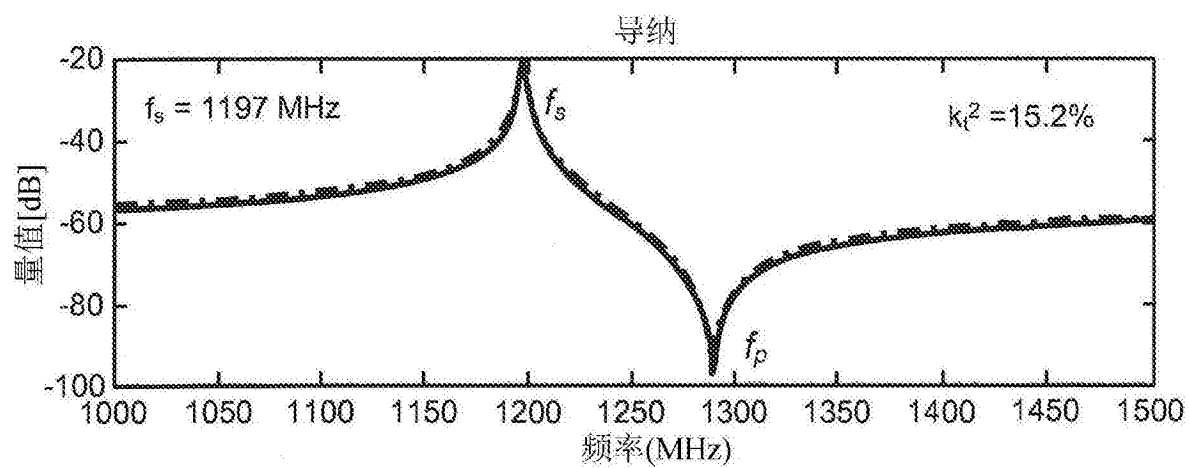


图13A

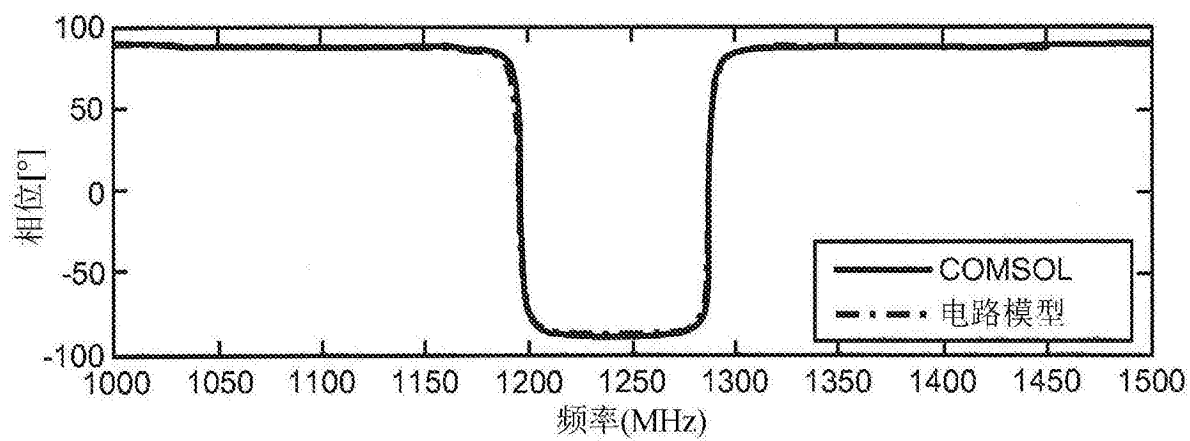


图13B

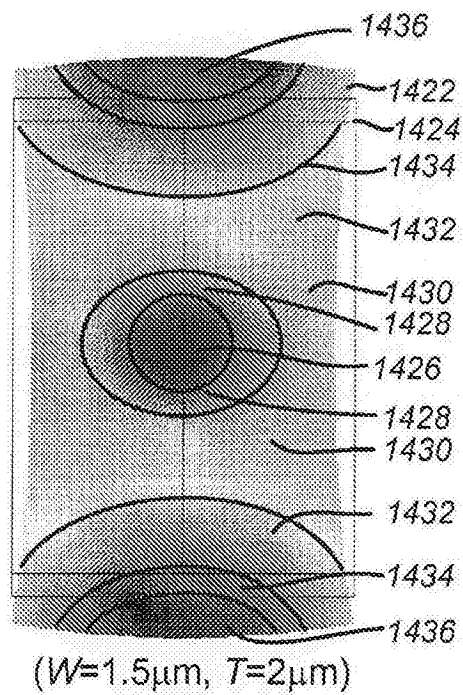


图14

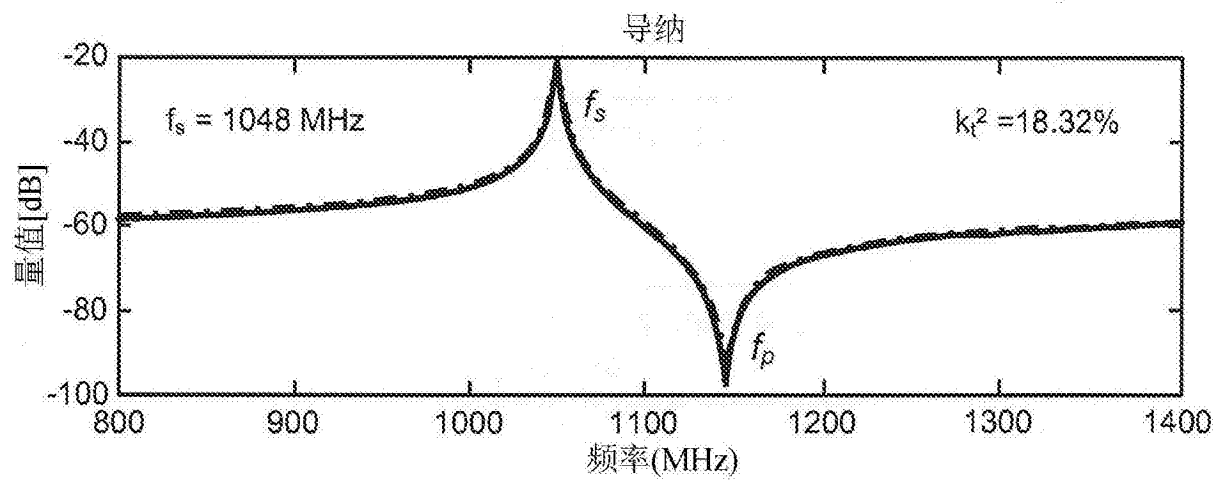


图15A

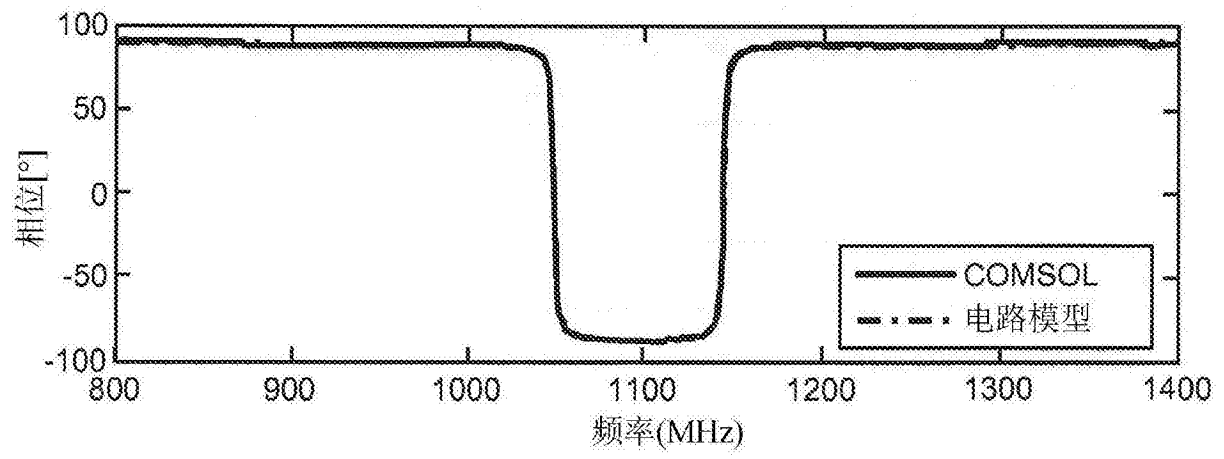


图15B

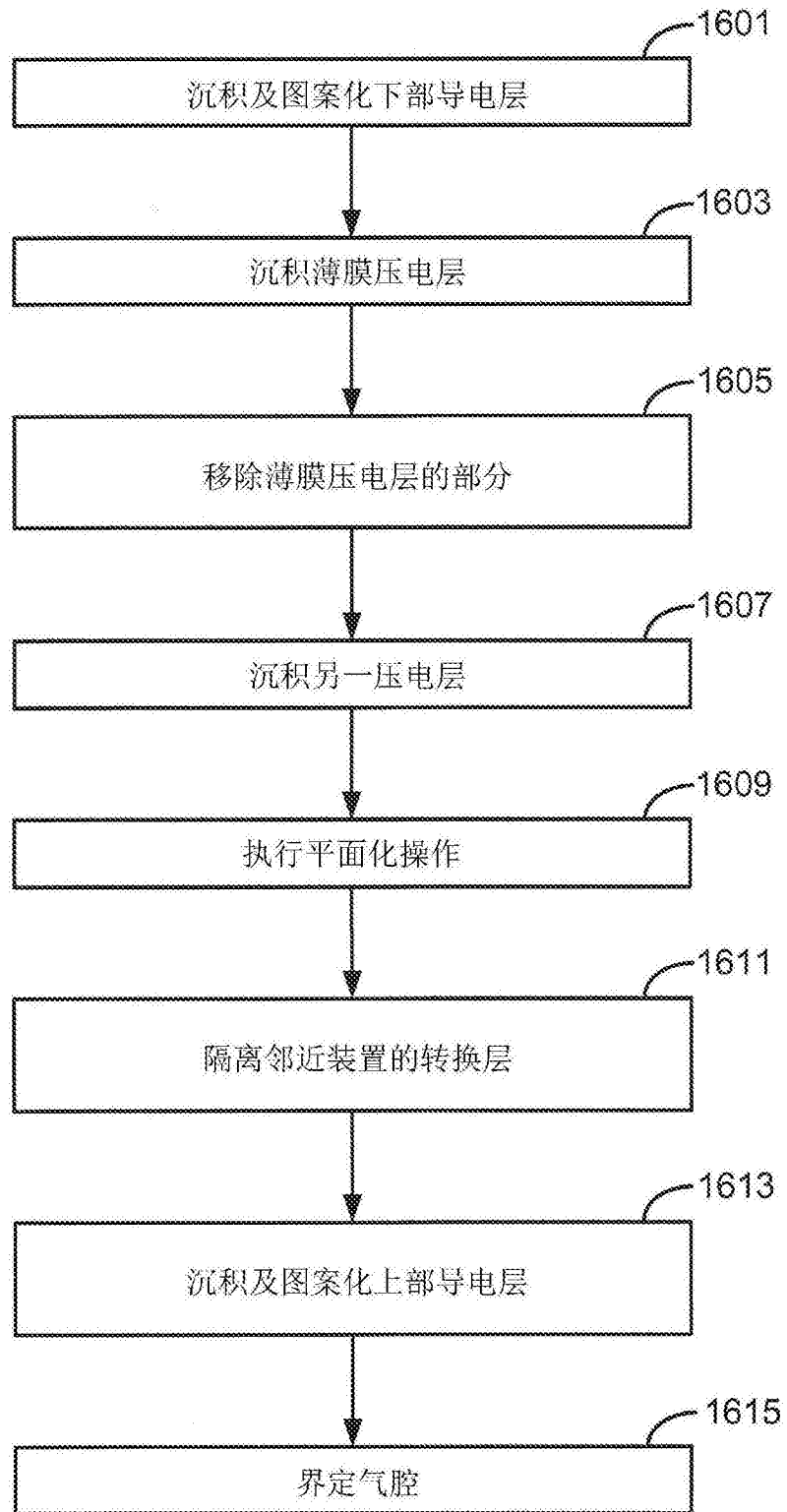


图16

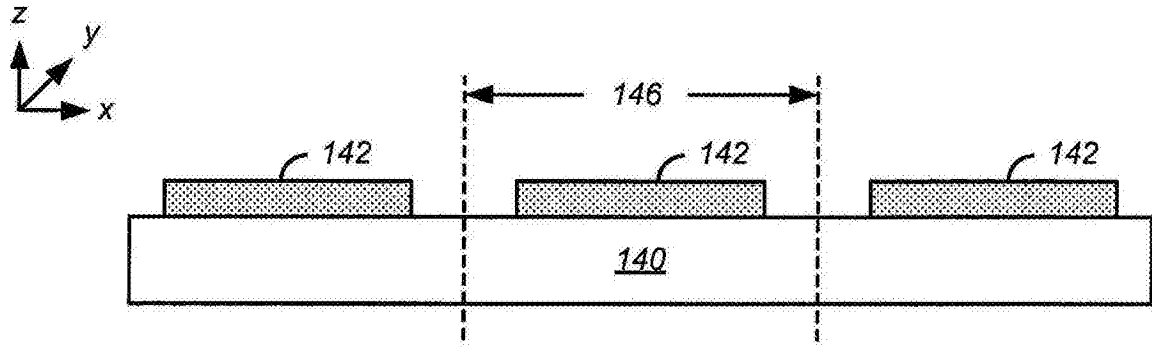


图17A

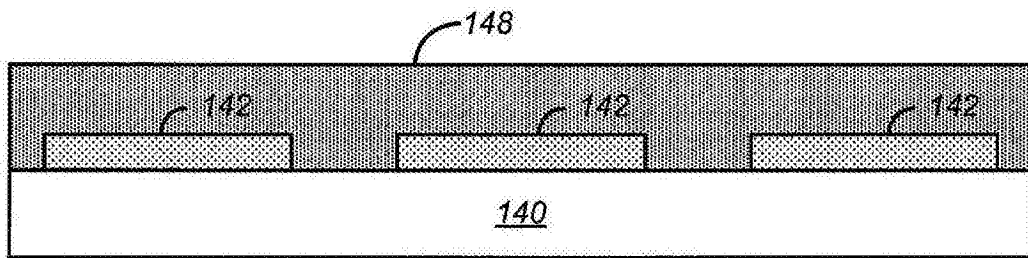


图17B

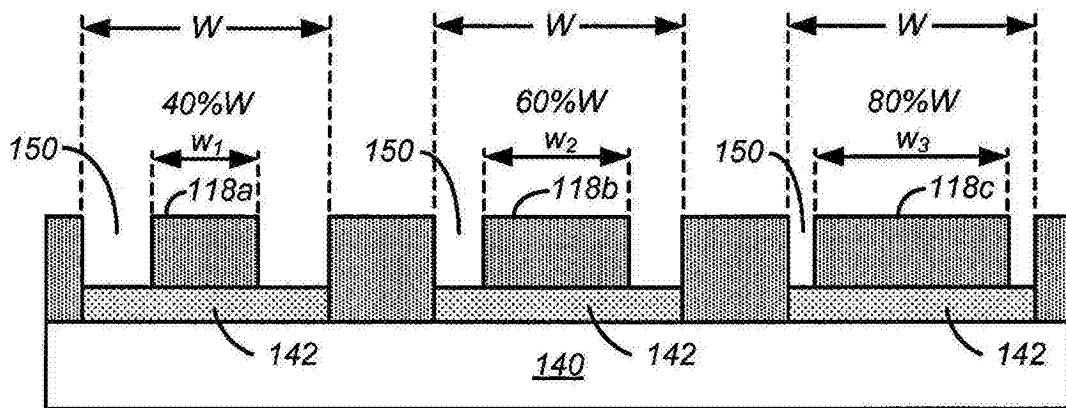


图17C

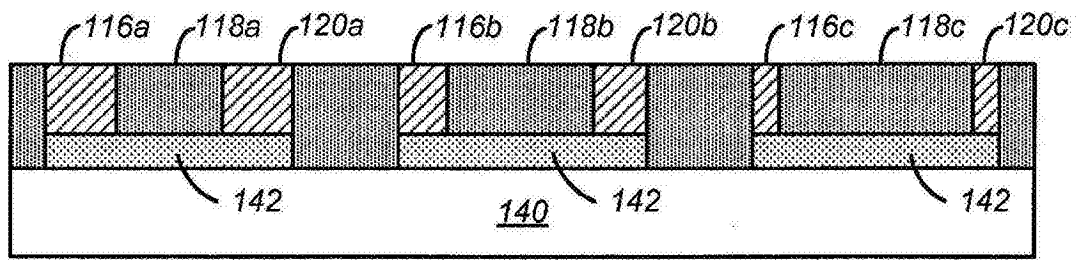


图17D

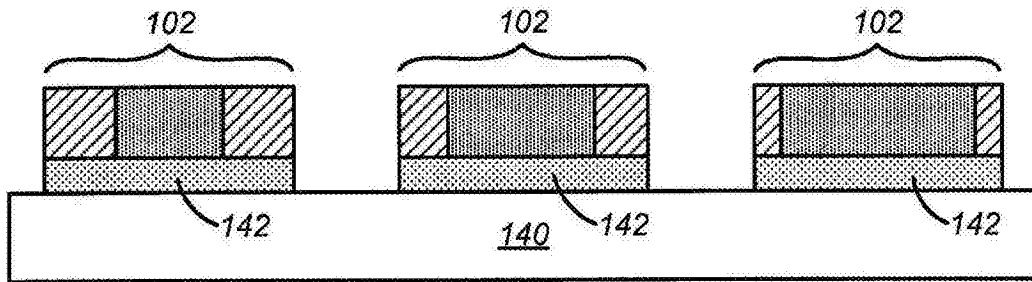


图17E

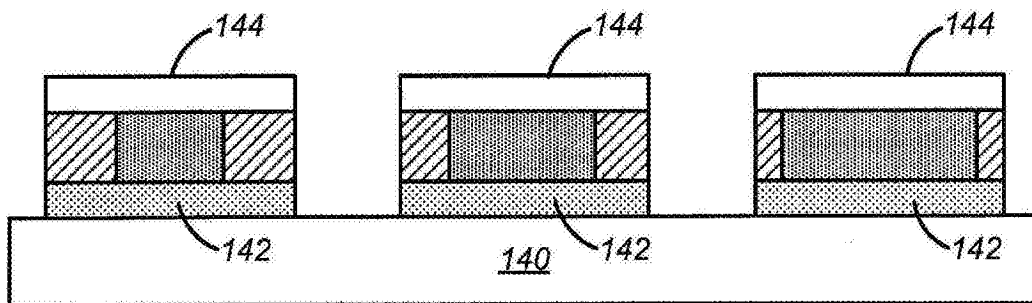


图17F

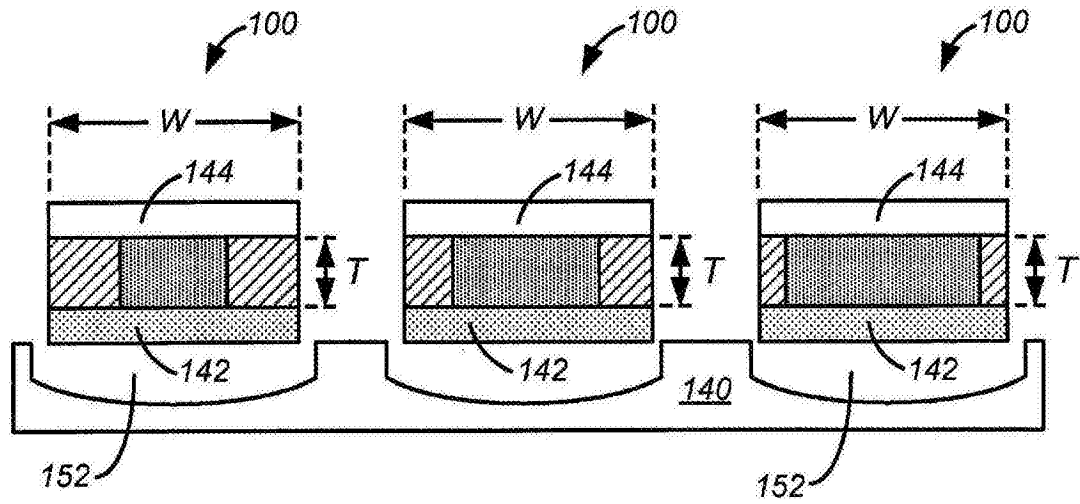


图17G

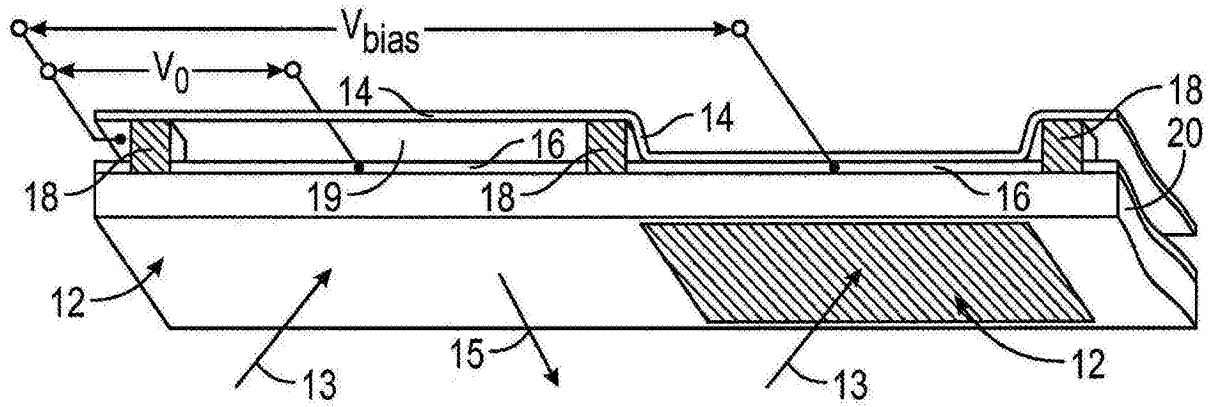


图18A

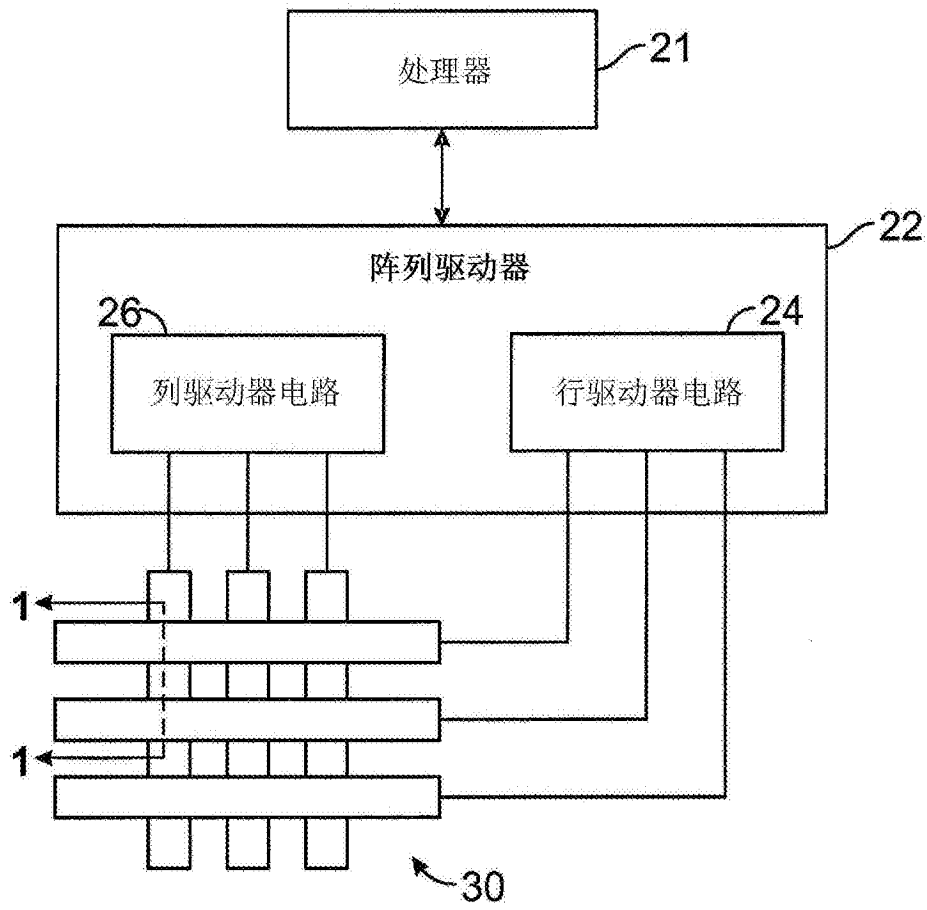


图18B

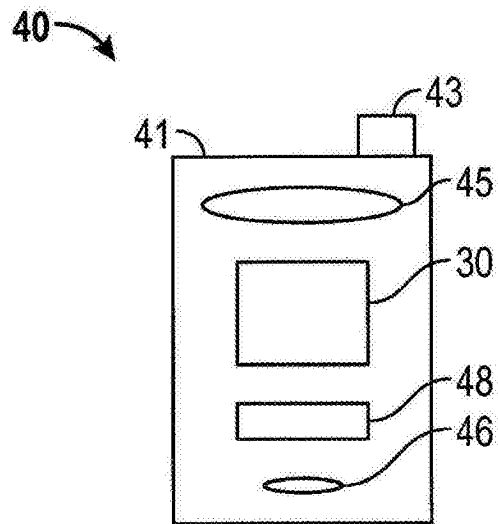


图19A

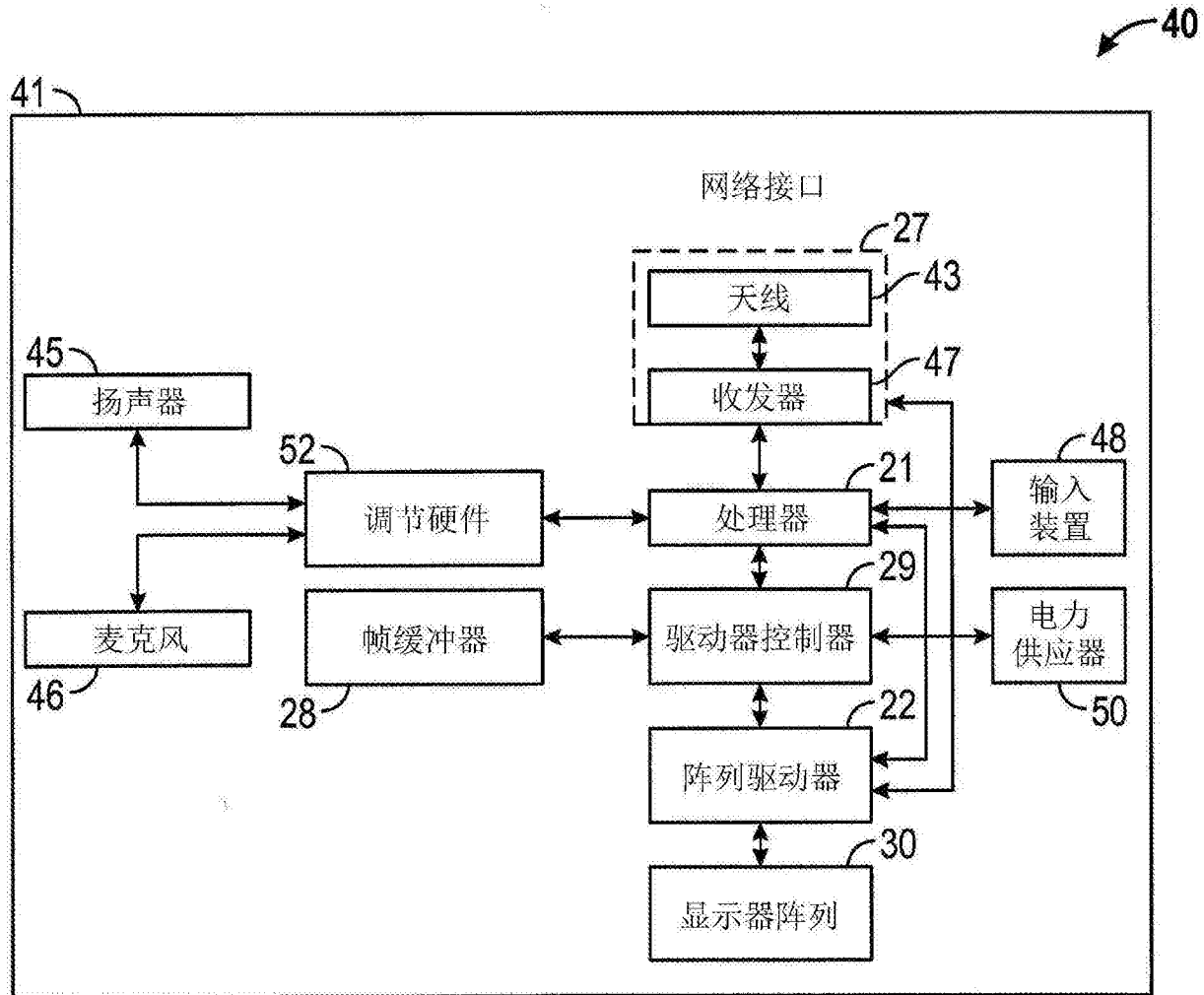


图19B