



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109127341 A
(43)申请公布日 2019.01.04

(21)申请号 201810662172.3

(22)申请日 2018.06.25

(30)优先权数据

15/633,885 2017.06.27 US

(71)申请人 珂纳医疗科技(苏州)有限公司

地址 215123 江苏省苏州市苏州工业园区
星湖街218号A5-305

(72)发明人 D·赵 C·西莫普勒斯

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

代理人 何焜 钱慰民

(51)Int.Cl.

B06B 1/02(2006.01)

A61B 8/00(2006.01)

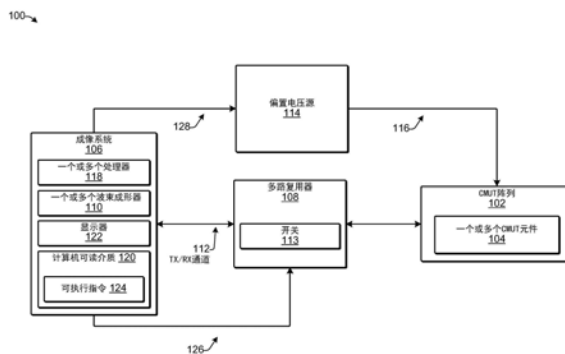
权利要求书3页 说明书13页 附图12页

(54)发明名称

具有多级偏置控制的CMUT信号分离

(57)摘要

本申请公开了具有多级偏置控制的CMUT信号分离。在一些示例中,电容式微加工超声换能器(CMUT)阵列可以包括布置成多行的多个CMUT元件,每行包括多个CMUT元件。偏置电压源可以被连接用于向多个行的第一行、第二行和第三行提供偏置电压。另外,处理器可由可执行指令配置以通过向第二行施加第一偏置电压并向第一和第三行施加第二不同偏置电压来控制偏置电压,以将第二行的CMUT元件配置成以与第一行和第三行的CMUT元件不同的效率进行发射或接收超声能量中的至少一个。在一些示例中,来自不同行的个体贡献可以根据仰角维度中的合成孔径波束成形的不同激发序列来计算。



1. 一种系统,包括:

电容式微加工超声换能器 (CMUT) 阵列,具有布置成多行的多个CMUT元件,每行包括多个CMUT元件;

偏置电压源,被连接用于向多个行的第一行、第二行和第三行提供偏置电压;以及

处理器,该处理器由可执行指令配置以通过向所述第二行施加第一偏置电压并向所述第一行和所述第三行施加第二不同偏置电压来控制所述偏置电压,以将所述第二行的CMUT元件配置成以与所述第一行和所述第三行的CMUT元件不同的效率进行发射或接收超声能量中的至少一个。

2. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述第二行位于所述第一行与所述第三行之间。

3. 如权利要求2所述的系统,其特征在于,所述处理器还被配置为将用于所述第一行和所述第三行的偏置电压在高电压电平和低电压电平之间交替以用于扫描序列中所述CMUT阵列的连续激发。

4. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,还包括与所述处理器耦合的计算机可读介质,其中所述处理器还被配置为:

将来自所述CMUT阵列的个体激发的信号数据存储在上述计算机可读介质中;并且从所述信号数据确定多个CMUT元件的个体CMUT元件的个体信号贡献。

5. 如权利要求4所述的系统,其特征在于,还包括波束成形器,其中所述处理器进一步经配置以使所述波束成形器基于所述所确定的个体信号贡献而在所述CMUT阵列的仰角维度中形成经聚焦波束。

6. 如权利要求4所述的系统,其特征在于,所述处理器进一步经配置以通过以下步骤确定所述个体CMUT元件的所述个体信号贡献:

确定基于所述偏置电压预先计算的效率矩阵;

反转并存储所述效率矩阵以用于确定所述个体信号贡献;以及

至少部分地基于所述个体信号贡献来生成图像。

7. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,来自所述第一行的第一CMUT元件、来自所述第二行的第二CMUT元件和来自所述第三行的第三CMUT元件电连接到相同的发射和/或接收通道。

8. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,进一步包括:

多路复用器,该多路复用器与所述处理器以及所述多个CMUT元件通信;

其中所述CMUT元件被配置成多个列,所述处理器还被配置为:

控制所述多路复用器,以使得在所述第一行、所述第二行和所述第三行上施加所述第一偏置电压的同时,使所选列中的至少所述CMUT元件发射超声能量;并且

控制所述多路复用器,以在将所述第一偏置电压施加到所述第二行、并且将所述第二偏置电压施加到所述第一行和所述第三行的同时,使所选列或不同的所选列中的至少一个列中的所述CMUT元件接收超声能量。

9. 一种方法,包括:

通过处理器向电容式微加工超声换能器 (CMUT) 阵列施加至少两个不同的偏置电压,所述CMUT阵列具有排列成多行的多个CMUT元件,所述多行包括至少第一行、第二行以及第三

行,其中所述第二行位于所述第一行与所述第三行之间,其中施加所述至少两个不同的偏置电压包括向所述第二行施加第一偏置电压,并向所述第一行和所述第三行施加第二不同偏置电压;以及

由所述处理器使来自每一行的至少一个CMUT元件进行发射或接收超声能量中的至少一个。

10.如权利要求9所述的方法,其特征在于,施加所述至少两个不同的偏置电压将所述第二行的所述CMUT元件配置成以与所述第一行和所述第三行的所述CMUT元件的不同效率进行发射或接收超声能量中的至少一个。

11.如权利要求9所述的方法,其特征在于,还包括将用于所述第一行和所述第三行的偏置电压在高电压电平和低电压电平之间交替以用于扫描序列中所述CMUT阵列的连续激发。

12.如权利要求9所述的方法,其特征在于,进一步包括:

将来自所述CMUT阵列的个体激发的信号数据存储存储在计算机可读介质中;并且从所述信号数据确定多个CMUT元件的个体CMUT元件的个体信号贡献。

13.如权利要求12所述的方法,其特征在于,还包括使波束成形器基于所确定的个体信号贡献在所述CMUT阵列的仰角维度中形成聚焦波束。

14.如权利要求12所述的方法,其特征在于,确定所述个体CMUT元件的所述个体信号贡献还包括:

确定基于所述偏置电压预先计算的效率矩阵;

反转所述效率矩阵;

存储所述效率矩阵的反转以用于确定所述个体信号贡献;以及

至少部分地基于所述个体信号贡献来生成图像。

15.如权利要求9所述的方法,其特征在于,所述CMUT元件被配置成多个列,所述方法还包括:

在所述第一行、所述第二行和所述第三行上施加所述第一偏置电压的同时,使所选列中的至少所述CMUT元件发射超声能量;以及

在将所述第一偏置电压施加到所述第二行,并且将所述第二偏置电压施加到所述第一行和所述第三行的同时,使所选列或不同的所选列中的至少一个列中的所述CMUT元件接收超声能量。

16.一种系统,包括:

处理器;

偏置电压源,所述偏置电压源与所述处理器通信;以及

电容式微加工超声换能器(CMUT)阵列,该电容式微加工超声换能器(CMUT)阵列包括布置成多行和多列的多个CMUT元件,其中所述行具有可独立控制的偏置电压,并且所述列连接到独立可控的发射和/或接收通道,其中所述处理器由可执行指令配置成:

在向所述行中的一个行施加第一偏置电压,并向所述行中的至少另一个行施加第二较低偏置电压的同时,使得所述多个CMUT元件中的至少一些发射和/或接收超声能量。

17.如权利要求16所述的系统,其特征在于,所述处理器被进一步配置成:

从所述阵列的所述CMUT元件接收多个信号;并且

从所述多个信号中确定所述CMUT元件中的个体CMUT元件的估计贡献。

18. 如权利要求17所述的系统,其特征在于,其中所述处理器经配置以使波束成形器基于所述所确定的个体信号贡献而在所述CMUT阵列的仰角维度中形成经聚焦波束。

19. 如权利要求16所述的系统,其特征在于,所述处理器经配置以通过以下步骤确定所述个体CMUT元件的所述个体信号贡献:

确定基于多个所述偏置电压预先计算的效率矩阵;

反转所述效率矩阵;

存储所述效率矩阵的反转以用于确定所述个体信号贡献;以及

至少部分地基于所述个体信号贡献来生成图像。

20. 如权利要求16所述的系统,其特征在于,还包括与所述处理器和所述多个CMUT元件通信的多路复用器,其中所述处理器进一步被配置为:

控制所述多路复用器,以使得在所述行中的一个行和所述行中的至少另一个行上施加所述第一偏置电压的同时,使所选列中的至少所述CMUT元件发射超声能量;并且

控制所述多路复用器,以在将所述第一偏置电压施加到所述行中的一个行,并且将所述第二较低偏置电压施加到所述行中的另一个行的同时,使所选列或不同的所选列中的至少一个列中的所述CMUT元件接收超声能量。

具有多级偏置控制的CMUT信号分离

技术领域

[0001] 本文的一些示例涉及电容式微加工超声换能器 (CMUT), 诸如可用于超声成像。

背景技术

[0002] 超声换能器广泛用于许多不同领域, 包括超声成像。在许多常规医学成像应用中, 超声换能器由诸如锆钛酸铅 (PZT) 的压电材料构成。已经针对包括超声成像的各种应用而开发的另一类型的超声换能器是电容式微加工超声换能器 (CMUT)。类似于PZT换能器, CMUT换能器可由电脉冲来激活以生成在组织中传播的声学信号; 然而, 与PZT换能器不同的是, CMUT换能器可采用附加的偏置 (bias) 电压, 诸如当发射和/或接收超声波信号时。传统上, 偏置电压可以是在成像操作期间保持恒定的DC电压。

[0003] 此外, CMUT可以被布置成阵列。例如, 1D换能器阵列可包括仅以一维 (例如, 方位维度) 布置的多个CMUT元件。元件的这种布置允许形成聚焦波束来获得改善的成像分辨率。另外, 对于由接收到的信号形成的波束, 可以在成像期间动态地移动焦深以获得更均匀的分辨率。然而, 在另一维度 (即, 仰角 (elevation) 维度) 中, 1D换能器阵列的焦点是固定的。由于固定的焦距, 仰角切片厚度可能与深度不一致, 并且1D换能器阵列的成像性能可能受到损害。

[0004] 对于该问题的一个解决方案是使用1.5D换能器阵列。例如, 1.5D换能器阵列可包括在仰角维度上分开的至少两行元件。两个相邻行之间的间隔可能比波长大得多。而且, 行的数量可随着穿透深度增加以获得从近场到远场的最佳成像性能。此外, 1.5D阵列的元件数量通常明显大于各个成像系统的通道数量。因此, 高压模拟开关可以用于选择用于发射和/或接收的1.5D阵列中的期望元件。

发明内容

[0005] 本文的一些实现包括用于操作CMUT阵列的技术和布置。在一些示例中, CMUT阵列可以包括排列成多行的多个CMUT元件, 每行包括多个CMUT元件。偏置电压源可以被连接用于向多个行的第一行、第二行和第三行提供偏置电压。另外, 处理器可由可执行指令配置以通过向第二行施加第一偏置电压并向第一和第三行施加第二不同偏置电压来控制偏置电压, 以将第二行的CMUT元件配置成以与第一行和第三行的CMUT元件不同的效率和/或灵敏度进行发射或接收超声能量中的至少一个。

附图说明

[0006] 参考所附附图来说明具体实施方式。在附图中, 附图标记最左边的数字标识该附图标记首次出现的附图。在不同附图中使用相同的附图标记表示相似或相同的项或特征。

[0007] 图1示出根据一些实现方式的包括一个或多个CMUT的超声系统的示例配置。

[0008] 图2A示出根据一些实现方式的CMUT阵列的示例结构。

[0009] 图2B示出根据一些实现方式的CMUT元件的结构示例截面图。

[0010] 图3是示出根据一些实现方式的偏置电压可以从一个激发变化到另一个激发的示例曲线图。

[0011] 图4示出根据一些实现方式的在接收期间切换CMUT阵列的元件的偏置电压模式的示例。

[0012] 图5A-图5D示出根据一些实现方式的在发射和接收期间切换CMUT阵列的元件的偏置电压模式的示例。

[0013] 图6示出根据一些实现方式的CMUT阵列的示例构造的平面图。

[0014] 图7是示出根据一些实施方式的发射和接收超声能量的示例过程的流程图。

[0015] 图8是示出根据一些实施方式的通过发射和接收超声能量来确定图像的示例过程的流程图。

具体实施方式

[0016] 本文中的一些实现方式包括能够用于包括超声成像的各种应用的电容式微加工超声换能器 (CMUT) 的技术和布置。例如,包括合成孔径成像的超声成像的许多应用使用开关来选择换能器的各种孔径。本文中的实现方式通过控制施加在孔径中的选定CMUT元件上的偏置电压来提供替代技术。此外,因为可能不可能完全关闭用于执行合成孔径成像的偏置电压,所以在本文的一些情况下,在多个不同的偏置电压电平下采集信号,这允许分离各个CMUT元件对公共信号的贡献。然后可以重新组合分离的信号以实现回顾性发射焦点和/或动态接收焦点的重构。另外,可以将分离的信号与不同的深度相关加权重新组合以实现深度依赖性切趾和恒定 f 数。

[0017] 在本文的一些示例中,可以通过回声测距技术来生成超声图像,在该回声测距技术中,声波脉冲被发射到介质中并且它们的反射被换能器转换为电信号。声波脉冲穿过换能器与反射结构之间的距离所需的时间决定了反射结构所处的深度。另外,为了将该结构定位在正交方向上,可以将超声能量限制在形成波束的狭窄空间中,所述波束可以用来来回方式扫描介质,非常像探照灯。使用对应于特定方向和特定深度的电信号的强度来调制显示屏幕上的像素的亮度。所有像素的组合形成超声图像。脉冲越短,波束越窄,超声系统解析细节的能力就越高。

[0018] 本文中的示例包括系统通过使波束变窄来解析细节的能力。例如,在本文的超声系统中,超声波束可以由换能器元件的阵列生成。作为一个示例,可以通过以与施加到每个不同CMUT元件的脉冲略微不同的时序向CMUT元件施加电脉冲来产生波束。时序控制可以通过使用包含模拟或数字延迟组件的波束成形器来实现。除了控制信号时序之外,可以调整每个CMUT元件处的信号的强度以改善波束特征,例如用于最小化减小图像对比度的旁瓣。由电信号激励以生成声波束的一组CMUT元件在本文中被称为孔径。整个阵列或CMUT元件的子集可以用作单个波束的孔径。在本文称为“合成孔径”的技术中,孔径可以进一步细分为更小的子集,并且每个更小的子集可以用于生成部分波束。然后可以使用来自部分波束的接收信号通过用合适的延迟和加权重新组合接收到的信号来重新创建全波束。对于矩阵阵列,孔径子集可以由行和/或列或多行和/或多列的整个列和/或行或子集构成。

[0019] 本文中的CMUT (诸如CMUT阵列的元件) 可以包括至少两个彼此接近布置的电极,其间具有换能空间。这两个电极中的一者可移向/离另一者以执行声学能量与电能量之间的

能量转换。电极的移动将声学能量与毗邻介质相耦合。在本文中的一些示例中，相应各个CMUT的换能效率可以至少部分地基于在这两个电极之间施加的偏置电压，并且相应地，本文中的实现方式可使用该偏置电压来控制换能效率。

[0020] 另外，根据本文的一些实现方式的CMUT阵列可以在仰角维度中具有多于一行的元件，诸如1.25D、1.5D、1.75D和2D CMUT换能器阵列的情况。例如，在本文的示例中，1.5D阵列可以包括在仰角维度中具有多于一行的CMUT阵列，其中一些行中的CMUT元件通过第一电极电连接到其他行中的CMUT元件，并通过第二电极电连接到同一行中的CMUT元件。

[0021] 本文中的一些实现方式可适用于能够用于超声成像（诸如用于医学成像应用）的CMUT阵列。作为一个示例，具有多行的公开的CMUT阵列通过提供可变仰角孔径（elevation aperture）尺寸、切趾轮廓、接收动态波束成形和合成孔径，从而可用于广泛的临床应用。例如，可以通过改变施加到CMUT阵列的各个CMUT元件的偏置电压来实现可变切趾分布。在一些示例中，本文中的CMUT可被并入能够用于超声成像应用的超声探测器中。

[0022] 换能效率是CMUT的有用的性能参数。换能效率至少部分地由施加的偏置电压决定。CMUT可用于将声功率发射（TX）到介质中，或从介质接收（RX）声学信号，或以上两者。对于发射，换能效率可以被定义为在一个循环中输出声能与输入电能的比率。该比率越高，换能器将电能转换成机械能的效率越高。对于接收模式，换能效率被定义为在一个循环中接收的电能与撞击在换能器上的声波的输入声能之比。效率是无量纲的量，通常表示为百分比。

[0023] 还可表征换能器的相关量是灵敏度。对于发射，灵敏度可以表示为由换能器产生的压力与施加的电压的比率，并且可以以帕斯卡每伏特（Pa/V）测量灵敏度。对于接收灵敏度，定义和单位是发射灵敏度的倒数。发射和接收灵敏度通常一起表示为环路灵敏度。环路灵敏度是当换能器用于发射和接收由声学反射器反射的声脉冲时输出电压与输入电压的比率。环路灵敏度可以以dB表示。此外，在本文的实现方式中，“换能效率”可以包括CMUT发射和/或接收效率、发射和/或接收灵敏度、或环路灵敏度。例如，效率和灵敏度两者可以由换能器内的电场强度（例如，包括CMUT腔的CMUT的两个电极之间的间隙中的电场强度）来确定。电场强度可以表示为由电场施加在正电荷单位上的力，并且可以以伏特/米（V/m）为单位来测量。较高的电场强度导致较高的效率和较高的灵敏度。本文中的电场强度可以至少部分地通过控制偏置电压来控制或以其他方式确定。例如，对于给定的施加电压，诸如偏置电压，在换能空间中的电场强度可至少部分地通过CMUT电极之间的CMUT腔的腔尺寸（例如，深度、形状、轮廓等）确定。

[0024] 切趾分布是窗口函数，其对阵列中央的信号进行更多加权并且向两边缘减少信号的加权。在超声成像中，可以利用切趾来成形超声波束图案并减小旁瓣水平以获得更好的图像质量。例如，在本文的实现方式中，阵列中心处的区域可以被控制为具有比阵列边缘附近的区域更大的声输出强度，这可以产生具有最小旁瓣的声场。

[0025] 此外，在本文的实现中，换能效率可包括CMUT发射效率、接收灵敏度、或以上两者（即，环路灵敏度）。例如，传输效率和接收灵敏度两者可由换能空间（即，包括CMUT腔的CMUT的两个电极之间的间隙）内的电场强度来决定。较高的电场强度导致较高的发射效率和较高的接收灵敏度。对于给定的腔几何形状（例如，深度、形状、轮廓等），换能空间中的电场强度可以由所施加的偏置电压确定。本文中的CMUT的频率响应（例如，中心频率、带宽等）可以

至少部分地由CMUT结构和该介质的机械属性(例如,谐振频率)来决定。例如,对于具有振动膜的CMUT,该CMUT的中心频率至少部分地由该膜的谐振频率(尤其是一阶谐振频率)以及该介质的负载来决定。此外,通过使用偏置电压来改变CMUT结构的机械属性(例如,改变边界条件),该偏置电压就可被用来控制该CMUT的频率响应。

[0026] 为了讨论的目的,在超声成像的环境中描述了一些示例实现。然而,这里的实现方式不限于所提供的特定示例,并且可以扩展到其他应用、其他系统、使用的其他环境、其他阵列配置等等,根据本文的公开内容,这对于本领域技术人员而言是显而易见的。

[0027] 图1示出根据一些实现方式的包括一个CMUT阵列的超声系统100的示例配置。在该示例中,系统100包括CMUT阵列102。在一些情况下,CMUT阵列102可以是如下面另外讨论的具有在仰角维度中的多于两行中的多个CMUT元件104的1.5D CMUT阵列。系统100进一步包括成像系统106、和与CMUT阵列102通信的多路复用器108。在一些示例中,系统100可包括,或可被包括在用于执行超声成像的超声探测器中。

[0028] 成像系统106可以包括一个或多个波束成形器110。(一个或多个)波束成形器110可以通过软件、硬件或其组合来实现。作为一个示例,成像系统106可具有用于发射的第一波束成形器110和用于接收的单独的第二波束成形器110。发射波束成形器可以将不同的时间延迟赋予每个通道的电脉冲。接收波束成形器可组合来自多个输入通道的信号以形成单个输出,同时给每个通道的信号赋予不同的时间延迟。进一步,一个或多个波束成形器110可包括多个发射和/或接收(TX/RX)通道112。作为一个示例,成像系统106可包括与多路复用器108通信的128路传输和接收通道112。在一些实例中,多路复用器108可包括大量的开关113,在一些情况下,开关114可以是高压模拟开关。此外,偏置电压源114可以如116处所示为个体的CMUT元件组产生多个级别的偏置电压。在2016年7月18日提交的美国专利申请第15/212,326号中描述了偏置电压源的几个示例,其通过引用并入本文。

[0029] 成像系统106可包括一个或多个处理器118、一个或多个计算机可读介质120、以及显示器122。例如,一个或多个处理器118可被实现成一个或多个物理微处理器、微控制器、数字信号处理器、逻辑电路、和/或基于操作指令来操纵信号的其他设备。计算机可读介质120可以是有形非瞬态计算机存储介质并且可包括易失性和非易失性存储器、计算机存储设备、和/或以任何类型的技术实现的用于存储信息(诸如,从CMUT阵列102接收的信号和/或处理器可执行指令、数据结构、程序模块、或其他数据)的可移动和不可移动的介质。进一步,当本文中所提及的非瞬态计算机可读介质不包括诸如能量、载波信号、电磁波、和信号本身之类的介质。

[0030] 在一些示例中,成像系统106可包括、或可连接至显示器122和/或各种其他输入和/或输出(I/O)部件,诸如用于可视化由CMUT阵列102所接收的信号。计算机可读介质120可以存储可由一个或多个处理器118执行的可执行指令124,以使成像系统执行本文描述的功能。例如,成像系统106可以直接与多路复用器108通信,诸如用于控制其中的多个开关113,如126所示,并且可以与偏置电压源114通信,如128所示,例如用于控制提供给CMUT阵列102的偏置电压。

[0031] 图2A示出了根据一些实现方式的CMUT阵列102的示例构造的平面图。在一些示例中,CMUT阵列102可以是在仰角方向上具有多行的1.5DCMUT阵列。如所示的,CMUT阵列102包括多个元件104。元件104可以以不同的方式布置并且具有不同的形状。在一些示例中,元件

104的尺寸可能不完全相同。在其他示例中,元件104在尺寸、形状和物理配置方面可以总体相同。在该示例中,元件104排列成至少三行202,即第一行202(1)、第二行202(2)和第三行202(3)。元件104可以安装在基板206上或以其他方式附接到基板206。此外,元件104也布置在多个列中,例如204(1)、204(2)、204(3)、204(4)、...、204(N-1)、204(N)。图2A进一步指示CMUT阵列102的仰角方向208和方位角方向210。

[0032] 图2B示出根据一些实现方式的如沿图2A的线2B-2B观察的代表性的一个CMUT元件104的示例截面图。在本示例中,多个CMUT单元210形成在基板212上。CMUT单元210包括由腔220隔开的上电极或第一电极214以及下电极或第二电极216。在一些示例中,基板212可由导电材料形成,并且可用作CMUT单元216的第二电极209。在其他示例中,诸如在基板212由非导电材料形成的情形中,诸如在沉积可选的绝缘层222(其可设置于在基板212的上表面上)之前,可在基板212的上表面上沉积导电材料层以用作第二电极216。在一些情况下,衬底212可以被粘合或以其它方式附着到上面关于图2A所讨论的基板206(例如,IC晶片/芯片、PCB板、玻璃晶片/芯片等),而在其他情况下,基板206可以是与基板212相同的基板。

[0033] 弹性膜224可置于基板212之上,并且可由多个侧壁226支撑以提供分别与个体CMUT单元210相对应的多个腔220,例如每个CMUT单元210有一个腔220。在所示出的示例中,膜224可在腔220上具有均匀的厚度;然而,在其他示例中,膜224的厚度或其他属性可变化,这可改变CMUT单元210的频率和/或其他属性。膜224可由单个层或多个层组成,并且至少一个层可由导电材料制成,以使得膜224能够用作第一电极214。

[0034] 膜224可由弹性材料制成以使膜224能够在腔228所提供的换能间隙222内朝向和背离基板212移动。例如,作为第一电极102,膜224可以在发射(TX)期间通过在第一电极102和第二电极109之间施加AC电压而变形,或者可以在接收期间(RX)通过与超声波碰撞而变形。由此,膜224能够响应于在产生超声能量(TX)时的电信号、或者响应于接收到超声能量(RX)而在由腔220形成的换能间隙228内来回移动。可影响CMUT单元210的谐振频率的因素包括相应腔220的长度和宽度以及膜刚度,长度和宽度对应于每个腔上的膜面积,而膜刚度可至少部分地对应于每个腔220上的膜厚度和膜材料。

[0035] 设置在每个腔220上方的膜224的可移动部分具有与膜224的刚度一起至少部分地确定个体CMUT单元210的谐振频率的区域。例如,与具有较大膜面积的CMUT单元210相比,具有较小膜面积的CMUT单元210可具有较高的谐振频率,这里假定膜厚度和其他变量对于这两个CMUT单元210而言是恒定的。因此,例如当平面地观察时,通过改变腔的尺寸(以及由此膜面积),个体CMUT单元210的谐振频率可改变。进一步地,CMUT单元可被构建为任何期望形状并且不被限于本文中所示的示例。

[0036] 替代地,在一些示例中,膜224的厚度在腔220上是不均匀的。例如,作为改变腔220的尺寸和膜224的面积,膜厚度分布在不同CMUT单元210上可不相同。例如,在CMUT单元上形成(诸如朝向边缘)相继变薄的膜厚度或者更为柔性的膜也可被用来控制频率分布。进一步地,通过将偏置电压施加至CMUT单元210,初始负载可被置于膜224上,这可改变相应CMUT单元210的谐振频率。

[0037] 返回参考图2A,元件104布置成三行202(1)-202(3)。对于行202内的三个行和元件104,存在电连接的不同配置。作为一个示例,元件104的电极214或216中的一个可以分别电连接到同一列204中的其他元件的电极214或216,而电极214或216中的另一个可以连接到

同一行202中的其他元件。例如,如230所示,来自三行202(1)-202(3)中的每一行中的相同列204(3)中的一个元件104的第一电极214或第二电极216可以电连接成使得列204(3)中的三个元件电连接。发射信号可以通过同一列204(3)中的三个电连接元件104同时传送。类似地,反射超声能量可以通过同一列204(3)中的三个电连接元件104同时接收。此外,每个元件的第一电极214或第二电极216中的另一个可以分别与同一行202中的其他元件104的其他电极214或216电连接。作为一个示例,第一电极214可以电连接到同一列204中的其他元件104的其他第一电极214,而第二电极216可以电连接到同一行中的其他元件104的其他第二电极216。可选地,第二电极216可以电连接到同一列204中的其他元件104的其他第二电极216,而第一电极214可以电连接到同一行202中的其他元件104的其他第一电极214。

[0038] 偏置电压可以施加到公共行电极214或216,并且因此可以在相同的相应行202的元件之间共用。通过该偏置电压电平的变化,该配置允许发射效率在不同行202的元件104之间变化,并且因此允许赋予声波的能量在不同行的元件104之间变化,尽管所施加的传输电压可能是公共的。类似地,基于施加到不同行202的偏置电压的变化,元件104的灵敏度以及因此接收的电信号的能量可以在不同行的元件之间变化。

[0039] 在这里执行的超声成像中,来自孔径中的元件104的信号可以通过波束成形来组合以生成图像。在本文的波束成形过程中,来自元件104的信号可以与延迟相加在一起,所述延迟对应于超声波从空间中的特定点到每个元件104的飞行时间。对于固定的延迟,波束成形过程可以在成像空间中的某个点处生成具有单个焦点的波束。方位分辨率可以由波束的宽度确定,并且在焦点处最小。为了改善分辨率的均匀性,可以为图像中的每个点对应于该点处的焦点应用不同的延迟分布。

[0040] 如果存在用于每个元件104的发射/接收(TX/RX)通道,则可以使用动态接收波束成形以在CMUT阵列的一次激活中获取所有数据。可选地,在每个元件104没有足够通道的情况下,一组元件可以通过使用开关和通道多路复用来共用一个TX/RX通道。然后,可以从多个发射/接收激活(也称为阵列或阵列的一部分的“激发”)中导出每个TX/RX通道的数据,例如只有来自孔径的单个元件参与到特定的激发。该技术可被称为合成孔径波束成形并且涉及组合来自分开的激发事件的信号。在由偏压确定换能器的灵敏度的静电换能器中,出现通过开启和关闭偏压来选择和取消选择孔径内的有源元件的机会。

[0041] 在本文的实现方式中,通常不希望将偏置电压设置为零,而是可以替代地将偏置电压设置为预定的非零值,同时可以将高电压发射脉冲施加到CMUT阵列102。例如,在阵列102中,每个相同列204中的三个元件104可以共用相同的发射/接收通道。因此,在这里的示例中,不同行中的元件没有完全关闭;然而,通过控制施加到一个或多个行的偏置电压,仍然可以实现合成孔径。如下面另外讨论的,可以基于用不同偏置电压电平获取的信号之间的差异来提取元件104对整体信号的个体贡献。因此,通过在不同时间对不同的行202施加不同的偏置电压,本文的实现方式能够实现合成孔径控制。

[0042] 图3是示出根据一些实现方式的激发之间的偏置电压的变化的示例曲线图300。曲线图300可对应于1.5D CMUT换能器的外部两行(例如,上面讨论的图2A的行202(1)和202(3))元件上的偏置电压302的示例时间演变。激发顺序可以包括被指定为第一激发和第二激发的两个不同的激活。每个激发由发射部分(TX)和接收部分(RX)组成。图2A的外部两排202(1)和202(3)可以共用相同的偏置电压电平,其可以独立于施加到中心行202(2)的偏置

电压电平。图2A中的每一列204中的所有三个元件(即,中心和两个外部元件)可以共用相同的发射/接收通道并且是相对于被认为与该发射/接收通道电连接的发射器/接收器信号路径而言。因此,仅能感测到由每个元件产生的信号的总和。

[0043] 对于第一激发TX1和RX1,在激发的发射(TX1)和接收部分(RX1)期间,如304处所示,对于所有行202,偏置电压被设置为较高电平306。对于第二激发,在发射部分TX2期间,偏置电压保持在较高电平306;然而,如308所示,在第二激发的接收部分(RX2)期间,外部行的偏置电压被设置为较低电平310。对于整个扫描可以重复这个激发序列。

[0044] 图4示出根据一些实现方式的在CMUT阵列102的接收期间切换元件的偏置电压模式的示例。该示例示出两次连续激发的偏置电压配置。在第一激发402期间,施加到阵列102的元件104上的偏置电压可以处于第一电压电平并且可以施加到所有行202中的所有元件104。在第二激发404期间,施加到一些元件上的偏置电压被改变,使得施加到行202(1)和202(3)中的外部元件的偏置电压如406处的交叉阴影所示为低于在第二激发的接收间隔期间施加到行202(2)中的中心元件上的偏置电压。因此,在第二激发404期间,施加到中心行202(2)的偏置电压可以处于第一电压电平,并且施加到外部行202(1)和202(3)的偏置电压可以是低于第一电压电平的较低的第二电压电平。

[0045] 外部行的元件的贡献可以在信号处理期间通过基于由以下等式表达的关系来重新缩放来自两个激发402和404的接收信号的差异从而分离:

$$[0046] \quad s_o = f(V_{DC1}, V_{DC2}) (v_1 - v_2) \quad (EQ1)$$

[0047] 其中, s_o 是在第一激发期间对来自外部元件的信号的贡献, v_1 和 v_2 是分别从第一和第二激发接收到的信号, V_{DC1} 是较高的第一偏置电压电平, V_{DC2} 是施加到外部行202(1)和202(3)的元件上的较低的第二偏置电压电平。

[0048] 等式(EQ1)可以基于以下假设:偏置电压的变化仅影响CMUT的灵敏度,并且波形通过不同偏置电平之间的重新缩放而简单相关。这被认为是接收信号的合理假设,因为当信号较小时,CMUT的非线性行为可能不明显。函数 $f(\cdot)$ 的精确形式可以通过实验确定。

[0049] 在本文的一些示例中,用于重新缩放因子的一种可能的函数形式可以由以下等式表示:

$$[0050] \quad S_o = r \frac{v_2 - v_1}{1 - r} \quad (EQ2)$$

[0051] 其中, r 通过在以下等式中通过实验发现参数 c 、 γ 来确定:

$$[0052] \quad r = c \left(\frac{V_{DC1}}{V_{DC2}} \right)^\gamma \quad (EQ3)$$

[0053] 其中, V_{DC1} 和 V_{DC2} 分别是第一次和第二次接收事件期间在外部元件上的偏置电压。在此示例中,发射/接收间隔的发射部分期间的偏置电压可保持相同,例如为以上关于图3所讨论的较高的偏置电压电平 V_{DC1} 。

[0054] 基于上述等式,外部元件的贡献可以被确定为适当缩放的两个发射/接收激发事件期间的接收信号的差异。此外,可以估计并且在波束成形求和中使用第二激发期间的外部元件的贡献。中心元件的贡献还可以通过从组合信号中减去外部元件的估计来估计,例如如下等式中那样:

$$[0055] \quad s_c = v_1 - s_o \quad (EQ4)$$

[0056] 从每次激发获得的信号数据可以存储在存储器或其他计算机可读介质中。上面关于图1讨论的成像系统106的处理器118可以执行可执行指令124以执行操作来基于上述等式(EQ2)和(EQ3)估计每个元件的贡献。在估计了每个元件的贡献之后,可以如下所述将这些贡献组合起来以在仰角维度中生成合成孔径。

[0057] 对于本文中的合成孔径波束成形,归因于每个元件的各个信号可以被求和、加权(变迹),并被延迟以形成接收波束,其中接收波束的焦点位于图像的多个点处。单个信号的加权可以用于减小波束旁瓣并确保恒定的f数以实现分辨率随深度的一致性。成像深度与孔径尺寸的比率可以被称为f数。在上文和下文的示例中,只要可以假设一行中的所有元件的效率相同,则在正交方向(方位角)上的波束成形可以不受影响。

[0058] 以上示例也可以扩展为在发射期间也包括多个不同的偏置电压电平。例如,在上面的示例中并且如在图3的示例中所讨论的,发射的超声波束具有与第一激发和第二激发相同的仰角孔径和延迟分布,即焦点。然而,在本文的其他示例中,可以使用多次激发,使得在每次激发时只有一个元件或子组的元件发射。这允许在图像的任何深度回顾性地生成发射焦点。所施加的偏置电压电平可以用于选择哪些元件在每次激发时正在发射。

[0059] 在该示例中,控制偏置电压电平可以提供不完整的切换机制,并且仍然可以从未选择的CMUT元件发出一些能量。因此,类似于上面讨论的用于接收的开关元件的示例,可以使用对所施加的偏置电压的灵敏度依赖性的知识来估计每个发射CMUT元件的信号贡献。此外,切换施加到发射和接收中的CMUT元件的偏置电压可以被组合以便同时生成回顾性发射焦点和动态接收焦点。

[0060] 图5A-图5D示出根据一些实现方式的用于CMUT阵列102的四个连续激发的示例序列500的偏置电压配置。在该序列500中,激发的顺序不重要,并且可以以任何顺序执行。图5A示出具有发射部分504和接收部分506的第一激发偏置电压条件502。第一激发502包括在发射和接收超声能量期间在比施加到中心行202(2)的较低偏置电压更高的偏置电压下在边缘行202(1)和202(3)上进行发射504和接收506。

[0061] 图5B示出具有发射部分514和接收部分516的第二激发偏置电压条件512。第二激发512包括在发射514期间在比施加到中心行202(2)的较低偏置电压更高的偏置电压下在边缘行202(1)和202(3)上进行发射。在接收516期间,第二激发包括在较高偏置电压下在中心行202(2)上进行接收516以及在较低偏置电压下在边缘行202(1)和202(3)上进行接收516。

[0062] 图5C示出具有发射部分524和接收部分526的第三激发偏置电压条件522。第三激发522包括在发射524期间在比施加到中心行202(2)的较高偏置电压低的偏置电压下在边缘行202(1)和202(3)上进行发射524。在接收526期间,第三激发包括在较低偏置电压下在中心行202(2)上进行接收526以及在较高偏置电压下在边缘行202(1)和202(3)上进行接收526。

[0063] 图5D示出具有发射部分534和接收部分536的第四激发偏置电压条件532。第四激发532包括在发射534期间在比施加到中心行202(2)的较高偏置电压低的偏置电压下在边缘行202(1)和202(3)上进行发射534。在接收536期间,第四激发包括在较高偏置电压下在中心行202(2)上进行接收536以及在较低偏置电压下在边缘行202(1)和202(3)上进行接收536。

[0064] 在图5A-图5D的序列500中,可以如上所述通过忽略发射期间的非线性效应来提取来自每个CMUT元件的贡献。例如,在AC发射电压与施加的偏置电压相比较低的情况下,可以进行上面讨论的关于元件效率对偏置电压的依赖性的假设以确定每次激发的每个部分处的每个元件的贡献。因此,在发射部分或接收部分期间关于元件效率的信息可以包含在以下两个矩阵中,其中行对应于激发事件并且列对应于元件:

$$[0065] \quad T = \begin{pmatrix} 1 & t \\ t & 1 \end{pmatrix} \quad (\text{EQ5})$$

[0066] 以及

$$[0067] \quad R = \begin{pmatrix} 1 & r \\ r & 1 \end{pmatrix} \quad (\text{EQ6})$$

[0068] 其中,T是发射效率,R是接收效率,t和r分别是发射和接收期间相对于较高偏置电压处于较低偏置电压的元件的相对效率。通常,r和t可以不同。t对偏置电压的依赖关系与前面给出的等式(EQ3)中的r具有相同的形式。例如,第一行对应于边缘元件的偏置电压较高的情况,而第二行对应于中心元件的偏置电压较高的情况。这些矩阵将被称为效率矩阵。

[0069] 针对特定激发接收的信号S可以是来自所有元件的贡献的总和。组合的发射和接收效率矩阵W是T和R矩阵的外积,如下所示:

$$[0070] \quad W = T \otimes R \quad (\text{EQ7})$$

[0071] 发射/接收事件的结果4×4矩阵的显式形式由以下给出:

$$[0072] \quad W = \begin{pmatrix} 1 & r & t & rt \\ r & 1 & rt & t \\ t & rt & 1 & r \\ rt & t & r & 1 \end{pmatrix} \quad (\text{EQ8})$$

[0073] 在每次激发时接收到的信号可以在效率矩阵的帮助下表达为如下等式:

$$[0074] \quad V = WS \quad (\text{EQ9})$$

[0075] 其中,V是由采集到信号v的激发索引的列向量 $V = \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{pmatrix}$ 。类似地,S是列向量

$S = \begin{pmatrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ s_4 \end{pmatrix}$,其中索引表示发射/接收元件组合,如表1所示。

[0076]

索引	发射	接收
1	边缘	边缘
2	边缘	中心
3	中心	边缘
4	中心	中心

[0077] 表1

[0078] 反转该矩阵将给出来自每个发射/接收元件组合的贡献的估计,如下:

$$[0079] \quad W^{-1} = \frac{1}{(1-r^2)(1-t^2)} \begin{pmatrix} 1 & -r & -t & rt \\ -r & 1 & rt & -t \\ -t & rt & 1 & -r \\ rt & -t & -r & 1 \end{pmatrix} \quad (\text{EQ10})$$

[0080] 因此,信号S可以表示为以下等式:

$$[0081] \quad S = W^{-1}V \quad (\text{EQ11})$$

[0082] 例如,由相同边缘元件发出的声音引起的由边缘元件接收到的信号由下式给出

$$[0083] \quad S_1 = \frac{v_1 - rv_2 - tv_3 + rtv_4}{(1-r^2)(1-t^2)} \quad (\text{EQ12})$$

[0084] 因此,通过控制施加到CMUT元件组的偏置电压,并且通过使用前述信号处理技术,本文的实现方式能够控制各种CMUT元件组的电场强度。这使得能够控制发生的声能的形状和量以及控制接收声能的CMUT元件的灵敏度。

[0085] 图6示出根据一些实现方式的包括CMUT阵列600的CMUT换能器装置的示例构造的平面图。CMUT阵列600以矩阵配置布置,并且包括CMUT元件606的M行602和N列604 (M×N),其中M是行602 (1)-602 (M)的数目,并且N是列604 (1)-604 (N)的数目。CMUT元件606可以设置在基板608上,并且可以具有与以上关于图1和图2的CMUT元件104所讨论的相同或相似的构造。

[0086] 在此实例中,如多个偏置电压引线610所指示,同一行602中的CMUT元件606彼此电连接以分别共用相同的偏压电压,所述多个偏置电压引线610可连接到上面关于图1讨论的偏置电压源。此外,在此实例中,如多个发射/接收信号引线612所指示,相同列604中的CMUT元件606可彼此电连接以分别共用相同的发射/接收信号,所述多个发射/接收信号引线612可连接到上面关于图1讨论的来自多路复用器的通道。图6进一步指示CMUT阵列600的仰角方向614和方位角方向616。

[0087] 作为用于操作CMUT阵列600的方法的示例,来自多个激发的所有元件的信号被存储在存储器或其他计算机可读介质中。对于CMUT阵列600的每次激发,可以将不同模式的偏置电压施加到CMUT阵列600的不同行610。在不能使偏置电压为零的情况下,将对来自所有CMUT元件606的信号有贡献。

[0088] 在一些示例中,可以如以下段落中所述实现在仰角方向614上的合成孔径。例如,给定列604中的M个元件,通过向启用的CMUT元件606施加高于同一对应列604中的其余CMUT元件606的偏置电压,从而可以利用M个激发来一次启用一个CMUT 606元件。每个启用的CMUT元件的单独贡献可以使用以下等式来估计:

$$[0089] \quad S = R^{-1}V \quad (\text{EQ13})$$

[0090] 其中,接收效率矩阵R由下式给出:

$$[0091] \quad R = \begin{pmatrix} 1 & r & r & \dots & r \\ r & 1 & r & \dots & r \\ \cdot & \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & \cdot \\ r & r & r & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (\text{EQ14})$$

[0092] 逆 R^{-1} 被计算为是

[0093]

$$R^{-1} = \frac{1}{(1-r)(1+(M-1)r)} \begin{pmatrix} 1+(M-2)r & -r & -r & \dots & -r \\ -r & 1+(M-2)r & -r & \dots & -r \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ -r & -r & -r & & 1+(M-2)r \end{pmatrix}$$

(EQ15)

[0094] 作为另一个示例,可以有多于两个不同的偏置电压电平施加到不同的行602。在这种情况下,可以从CMUT阵列600的多个激发中获取来自具有不同偏置电压电平的多个CMUT元件606的数据。可以通过从上面的等式(EQ13)反转 $M \times M$ 效率矩阵来提取各个元件贡献。特别是其中 $S = [s_1 \ s_2 \ \dots \ s_M]^T$,并且 $V = [v_1 \ v_2 \ \dots \ v_M]^T$,效率矩阵 R 可以由下式给出

$$[0095] \quad R = \begin{pmatrix} 1 & r_2 & r_3 & \dots & r_M \\ r_1 & 1 & r_3 & \dots & r_M \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ r_1 & r_2 & r_3 & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (\text{EQ16})$$

[0096] 其中, v_i 是在激发 i 期间接收到的信号, s_j 是属于仰角行 j 的元件的信号贡献。每个 r_j 可以由以下等式确定:

$$[0097] \quad r_j = c (V_{Lj}/V_{Hj})^\gamma \quad (\text{EQ17})$$

[0098] 其中, V_{Lj} 和 V_{Hj} 分别是应用于仰角行 j 的较低和较高的偏置电压。在这个更一般的情况下,取决于CMUT元件的大小和几何形状等其他因素,对于每个CMUT元件,较低和较高的偏置电压电平可能不同。

[0099] 作为另一种变型,用于 $M \times N$ CMUT阵列的先前的仅接收方案可以包括与为发射部分应用不同的偏置电压相结合的额外激发。从共用相同系统发射/接收通道的CMUT元件组606(即,经由相同的发射/接收信号引线612),只有一个CMUT元件可以被配置为以高偏置电压进行发射,而其他CMUT元件维持在最低偏置电压。另外,只有一个CMUT元件606可以被配置为在信号采集的接收部分期间接收声能。类似于上面关于 $3 \times N$ 阵列102所讨论的情况,可以采用与发射/接收元件的组合一样多的发射来估计每个发射/接收元件组合的贡献。效率矩阵的行数和列数可以等于覆盖所有发射/接收元件组合所需的激发次数。因此,确定CMUT阵列600的效率矩阵可以是以上关于图4和图5讨论的 $3 \times N$ 情况的简单扩展,并且可以从发射和接收效率矩阵的外积类似地确定。

[0100] 在一些示例中,一些激发的偏置电压可能为零。在这种情况下,前面的过程和公式在某些效率矩阵条目将为零的情况下仍然适用。例如,在用于接收的偏置电压为零的情况下,对来自具有零偏置的元件的信号没有贡献,并且该矩阵可以表示为以下等式:

$$[0101] \quad W^{-1} = \frac{1}{(1-t^2)} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -t & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -t \\ -t & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -t & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (\text{EQ18})$$

[0102] 如果对称性允许,并且不需要仰角转向,则激发次数可以减少2倍。如果 M 是偶数,

则可以切换CMUT元件对。每一对可由跨越阵列600的仰角中心线相对于彼此对称定位的两个CMUT元件组成。如果M是奇数,那么类似于M是偶数的情况,CMUT元件仍然可以成对切换,除了CMUT元件的中心行之外。

[0103] 如上所述,来自每个阵列激发的信号被存储在存储器或其他计算机可读介质中,并且可以通过反转效率矩阵来估计每个发射/接收CMUT元件或CMUT元件对的贡献。效率矩阵可以是每个维度等于激发总数的方形矩阵。激发可以至少等于可用的CMUT元件或CMUT元件对组合的总数。另外,即使没有获得额外的空间信息,在该数字上的更多激发也可以提高信噪比。

[0104] 图7和图8是示出根据一些实现方式的示例过程的流程图。该过程被示出为逻辑流程图中的块的集合,表示操作的序列,其中的一些或全部可以硬件、软件或其组合来实现。在软件的情况下,块可表示储存在一个或多个计算机可读介质上的计算机可执行指令,当被一个或多个处理器执行时对处理器进行编程以执行所列举的操作。一般而言,计算机可执行指令包括执行特定功能或实现特定数据类型的例程、程序、对象、部件、数据结构等。块被描述的顺序不应被解释为限制。任何数量的所描述的块能以任何顺序和/或并行地组合以实现该过程或替代过程,并且不是所有的块都需要被执行。为了讨论的目的,参考本文的示例中描述的装置、架构和系统来描述该过程,但是可在各种各样的其他装置、架构和系统中实现该过程。

[0105] 图7是示出根据一些实现方式的用于将不同偏置电压施加到CMUT阵列中的行的示例过程700的流程图。可至少部分地通过被编程或以其他方式由可执行指令进行配置的处理器来执行该过程。

[0106] 在702处,CMUT阵列可以被配置有包括第一行、第二行和第三行的多个行中的多个CMUT元件,每行包括多个CMUT元件。

[0107] 在704处,CMUT阵列可被连接至成像系统、偏置电压源、和/或多路复用器。在一些情况下,CMUT阵列可被包括在探测器中,该探测器包括或连接至成像系统、偏置电压源和/或多路复用器。

[0108] 在706处,CMUT阵列可指向对象。例如,对于医学成像,CMUT阵列可指向人体组织。

[0109] 在708处,系统中的处理器可以在向第二行施加第一偏置电压并且向第一行和第三行施加第二不同偏置电压的同时,使得多个CMUT元件中的至少一些发射和/或接收超声能量,以将第二行的CMUT元件配置为以与第一行和第三行的CMUT元件不同的效率进行发射或接收超声能量中的至少一个。因此,处理器可以在向中央行施加第一偏置电压并且向两个外侧行施加第二偏置电压的同时,使多个元件发射和/或接收超声能量。例如,第一偏置电压可以是比第二偏置电压更高的电压或更低的电压。受较高偏置电压影响的CMUT元件可以以与受较低偏置电压影响的CMUT元件不同的灵敏度和/或不同的电强度发射和/或接收超声能量。在某些情况下,由不同的行提供的单个贡献可以从不同的激发顺序计算出来,以便在仰角维度中实现合成孔径波束成形。

[0110] 图8是示出根据一些实现方式的用于向所选元件施加偏置电压的示例过程800的流程图。该过程例如如以上关于图1所讨论的,可至少部分地由编程的处理器或由可执行指令以其他方式配置的处理器来执行。

[0111] 在802处,CMUT阵列可以配置有排列成多个M行和多个N列的多个CMUT元件,其中这

些行具有独立可控的偏置电压,并且这些列连接到独立可控的发射和/或接收通道。

[0112] 在804处,CMUT阵列可被连接至成像系统、偏置电压源、和/或多路复用器。在一些情况下,CMUT阵列可被包括在包括或连接至成像系统、偏置电压电源和/或多路复用器的探测器中。

[0113] 在806处,将CMUT阵列指向对象。例如,对于医学成像,CMUT阵列可指向人体组织。

[0114] 在808处,对于多个CMUT元件中的一个,系统中的处理器可以在将第一偏置电压施加到这些行中的一个行,并且对这些行中的至少另一个行施加第二较低偏置电压的同时,使多个CMUT元件中的至少一个CMUT元件发射和/或接收超声能量。

[0115] 在810处,处理器可以对从阵列接收的信号执行信号处理,以基于从多个接收信号确定的效率矩阵来确定CMUT元件中的各个CMUT元件的估计贡献。

[0116] 在812处,处理器可以基于接收到的经反射的超声能量来呈现图像。例如,CMUT阵列可以接收反射的超声能量,例如,CMUT阵列除了发射超声波信号之外还可以接收用于成像的超声波信号,并且可以基于对所接收的超声波信号的处理在显示器上呈现图像。

[0117] 本文所描述的示例过程仅是为讨论目的而提供的过程的示例。根据本文的公开内容,许多其它变化对本领域技术人员将是显而易见的。此外,尽管本文的公开内容阐述了用于执行过程的合适的系统、架构和装置的若干示例,但是本文中的实现方式不限于所示和所讨论的特定示例。而且,本公开提供了示例实现方式,如在附图中所描述和所示出的。然而,本公开不限于本文所描述和所示出的实现方式,而是可扩展到将对对本领域技术人员已知或将变得已知的其它实现方式。

[0118] 可在计算机可执行指令的广义情况下考虑本文所描述的各种指令、方法和技术,诸如存储在计算机可读介质上并且由本文中的处理器执行的程序模块。一般而言,程序模块包括用于执行特定任务或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、部件、数据结构等。这些程序模块等可被作为本机代码来执行,或者可以被下载和执行,诸如在虚拟机或其他即时编译执行环境中。通常,在各种实现方式中,程序模块的功能可按需组合或分配。这些模块和技术的实现可被存储计算机存储介质上或跨某种形式的通信介质传输。

[0119] 尽管用结构特征和/或方法动作专用的语言描述了本主题,但可以理解,所附权利要求书中定义的主题不必限于所描述的具体特征或动作。相反,具体特征和动作是作为实现权利要求的示例形式而公开的。

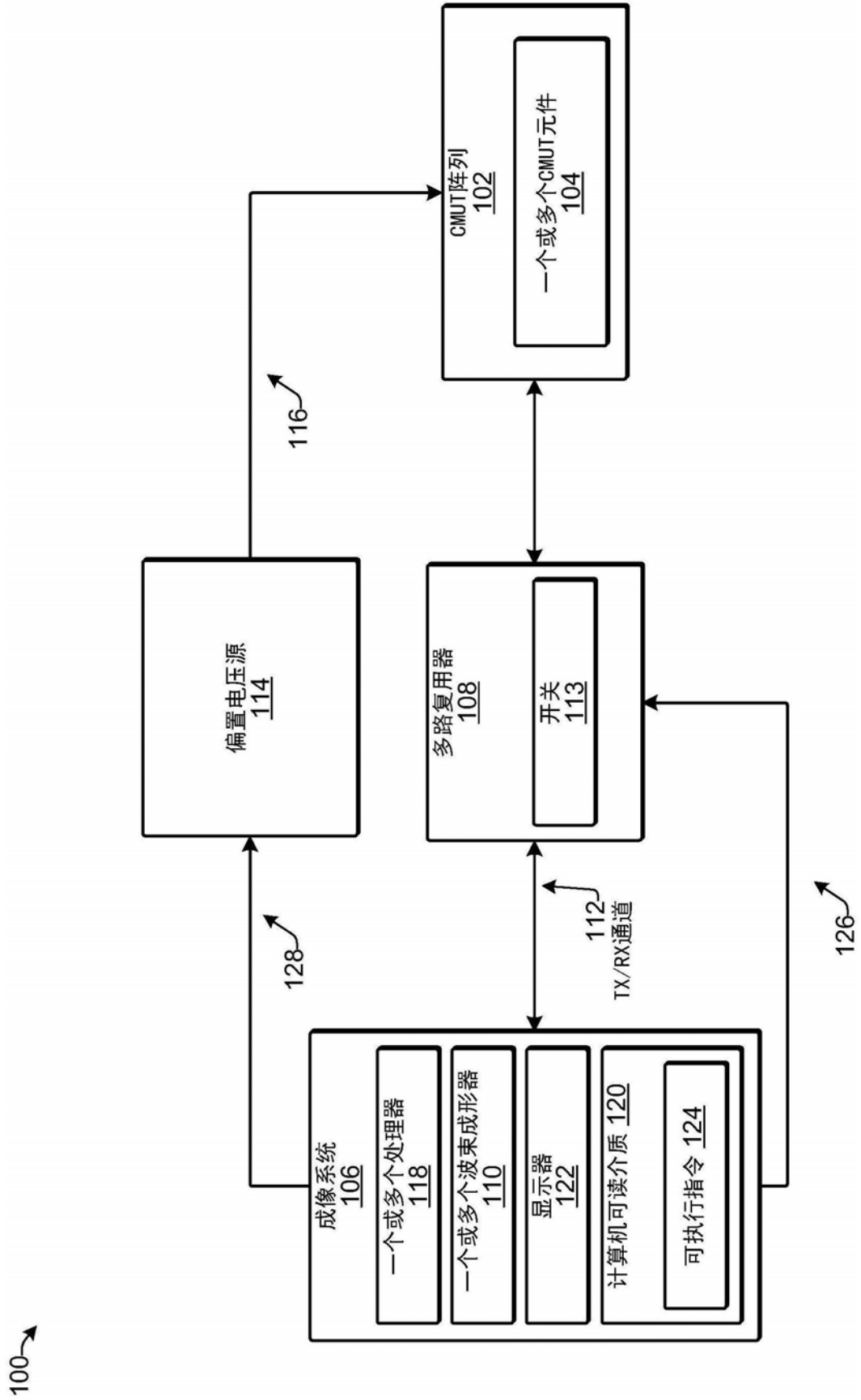


图1

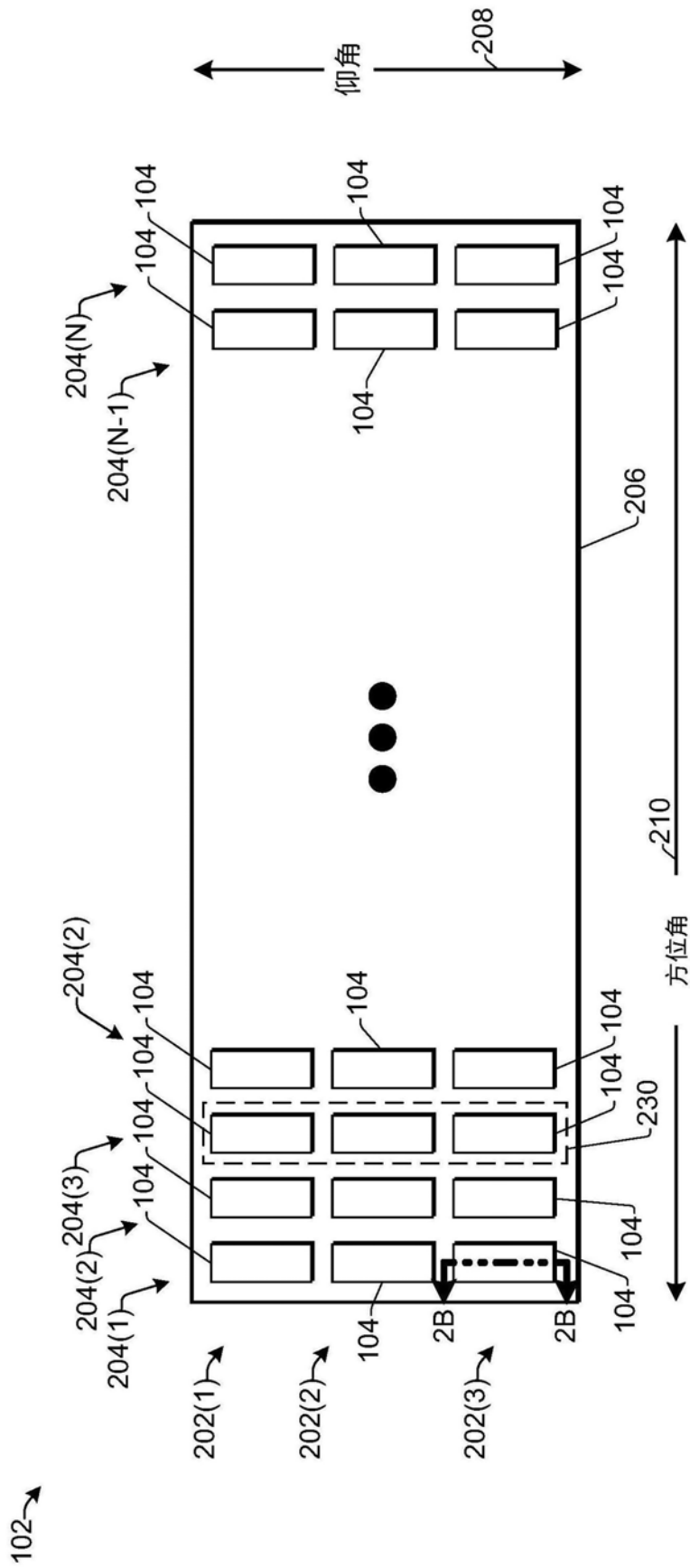


图2A

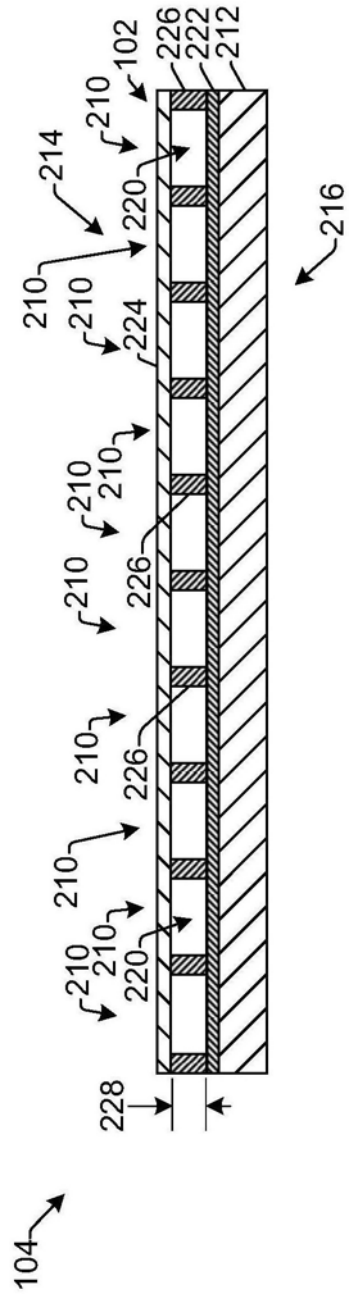


图2B

300

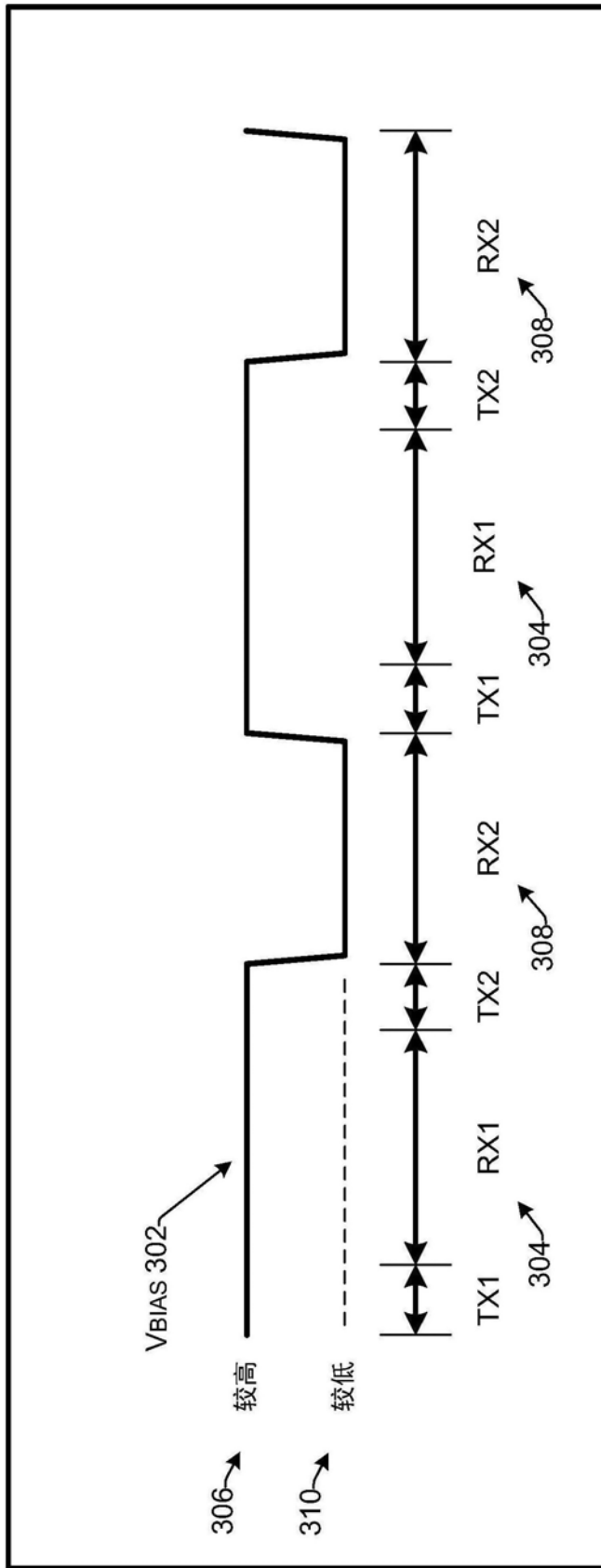


图3

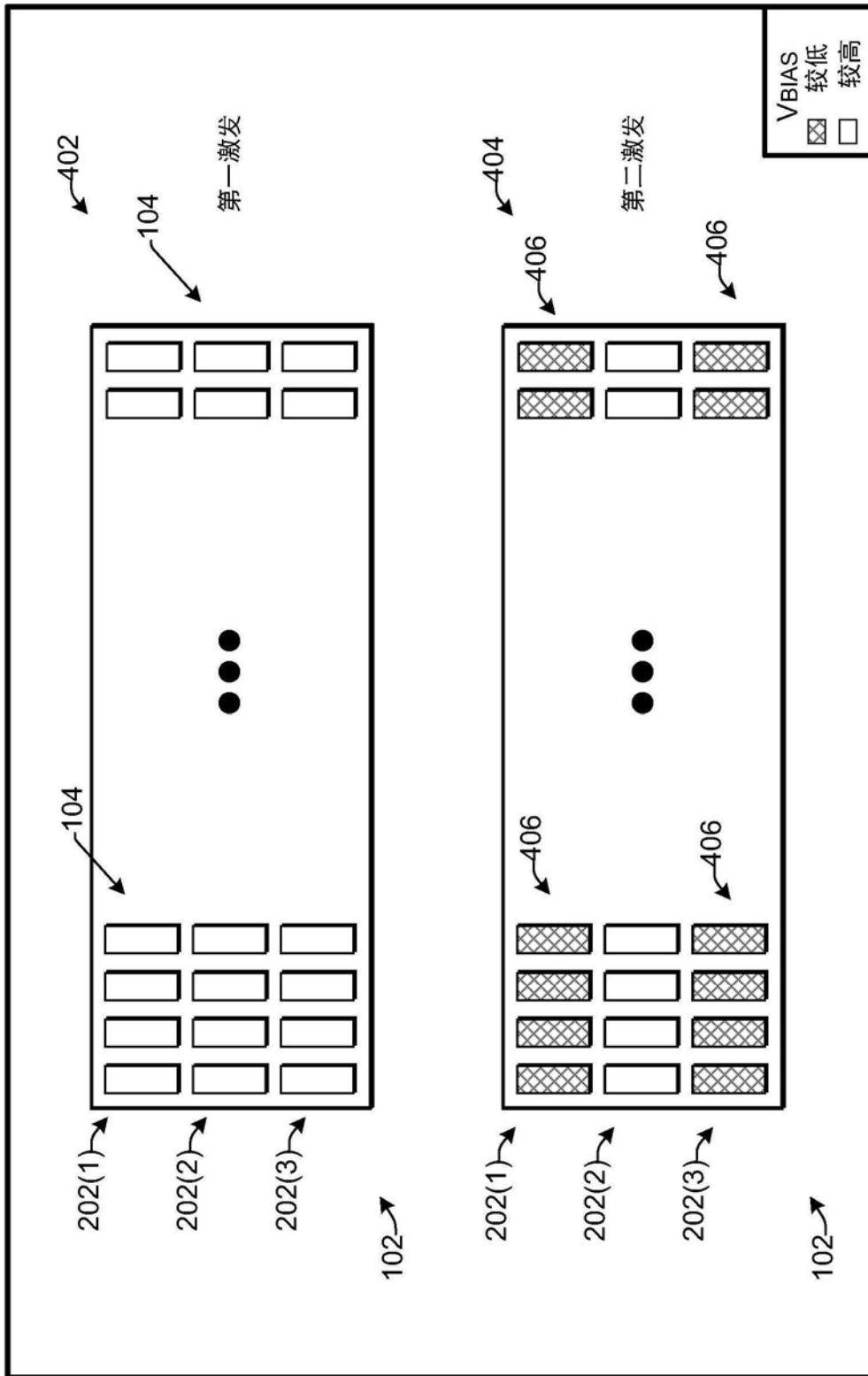


图4

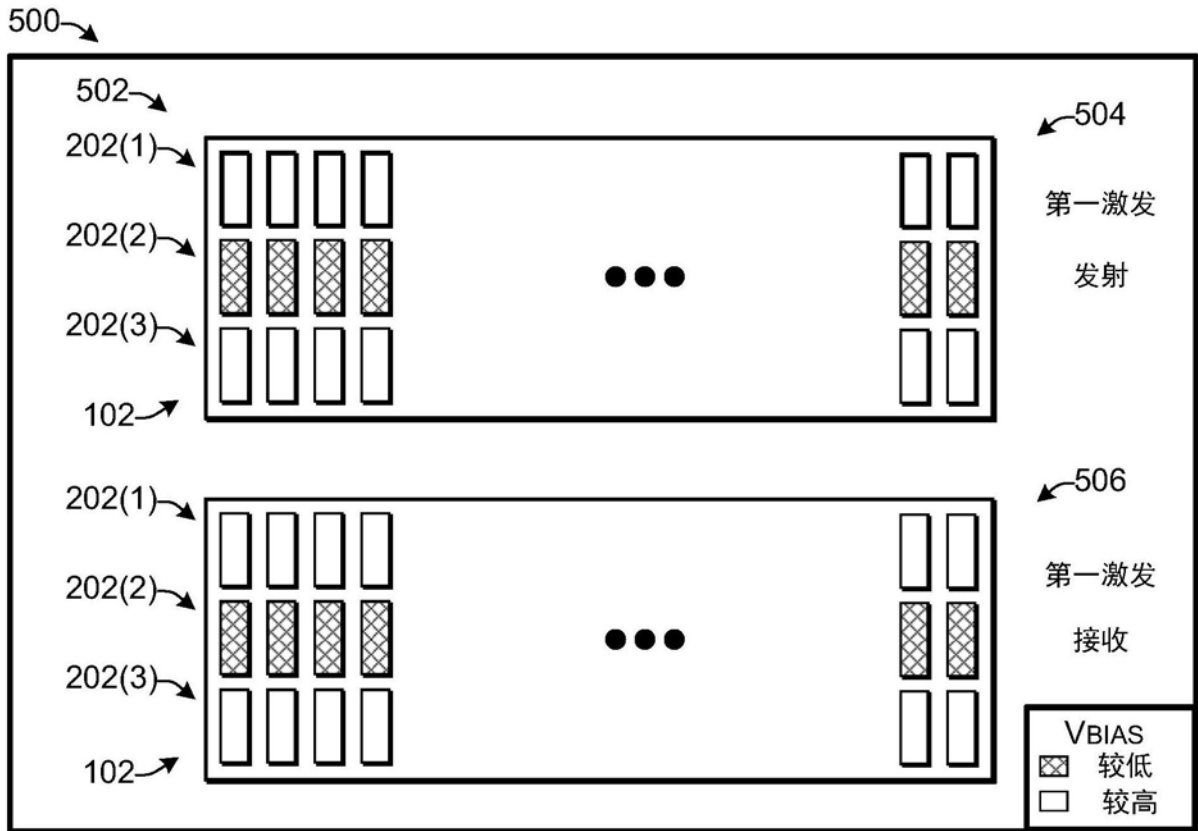


图5A

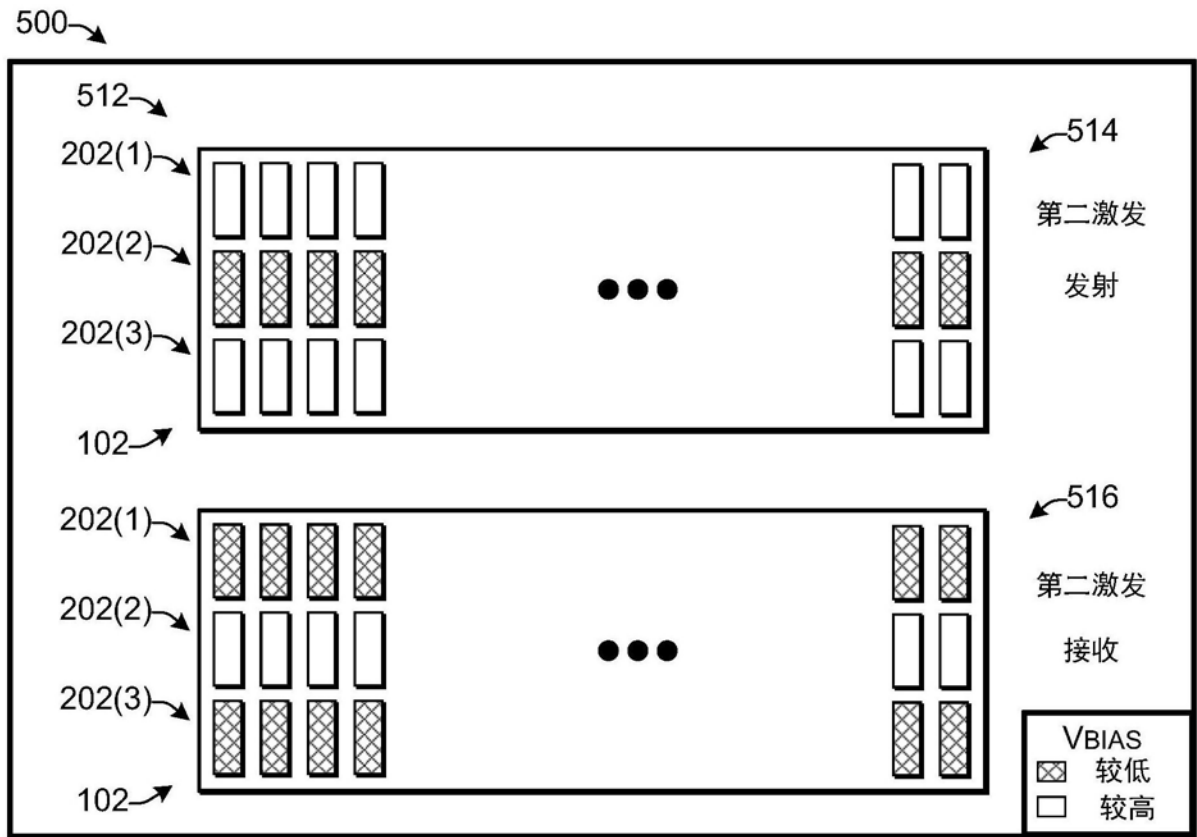


图5B

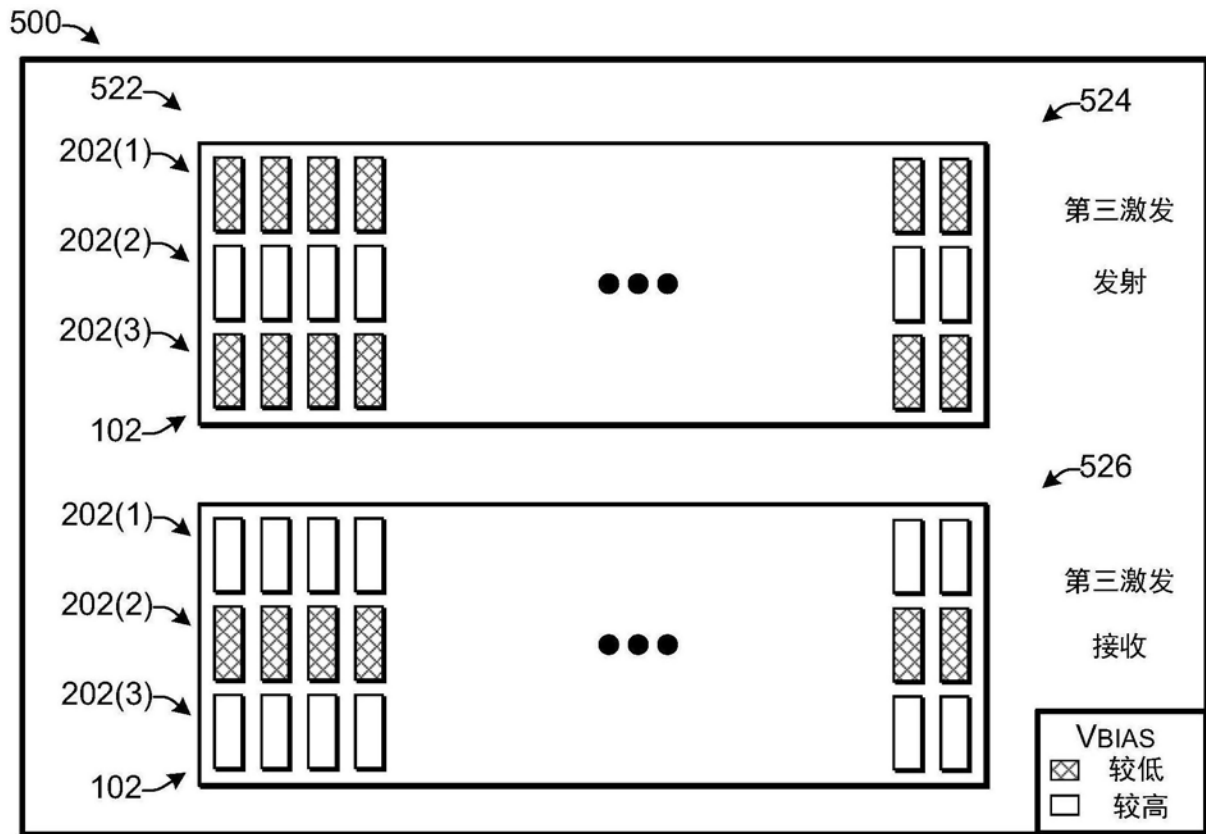


图5C

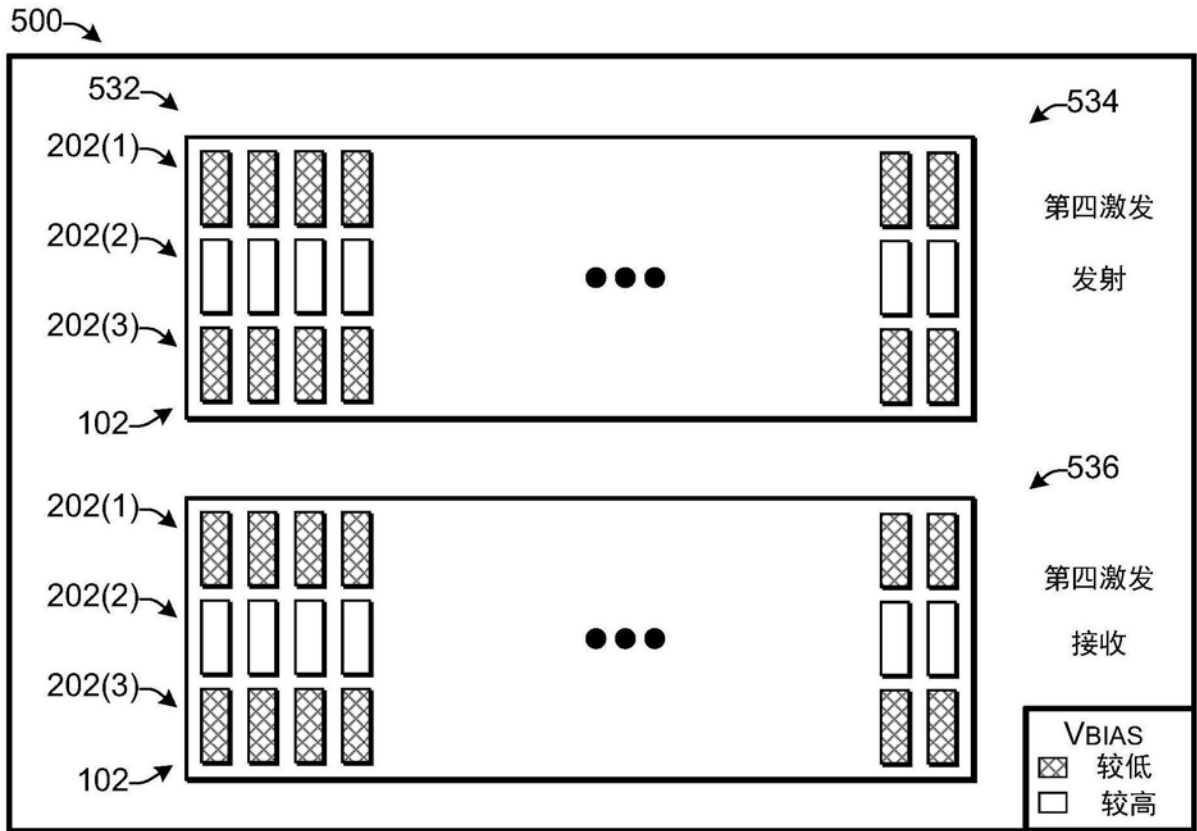


图5D

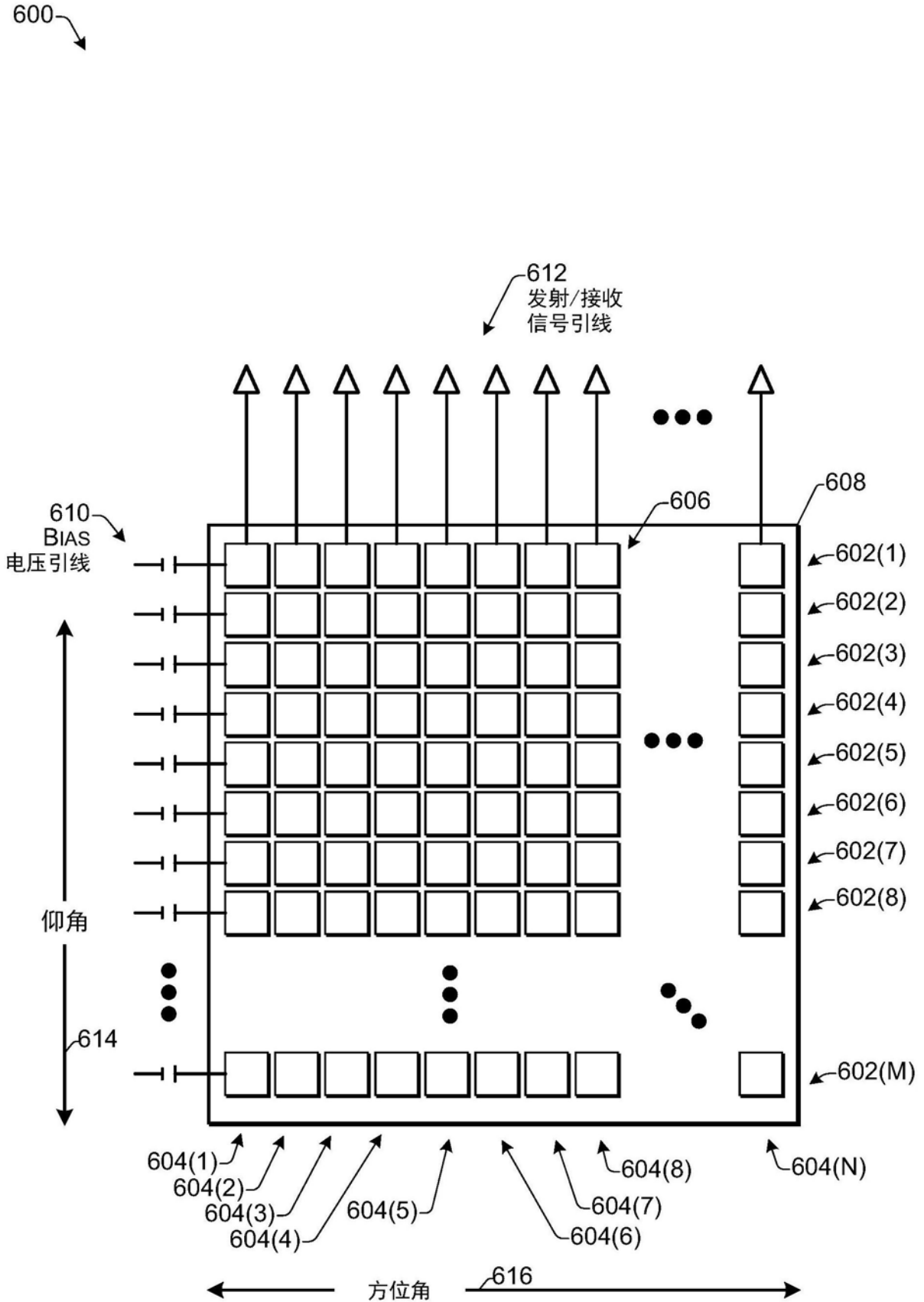


图6

700

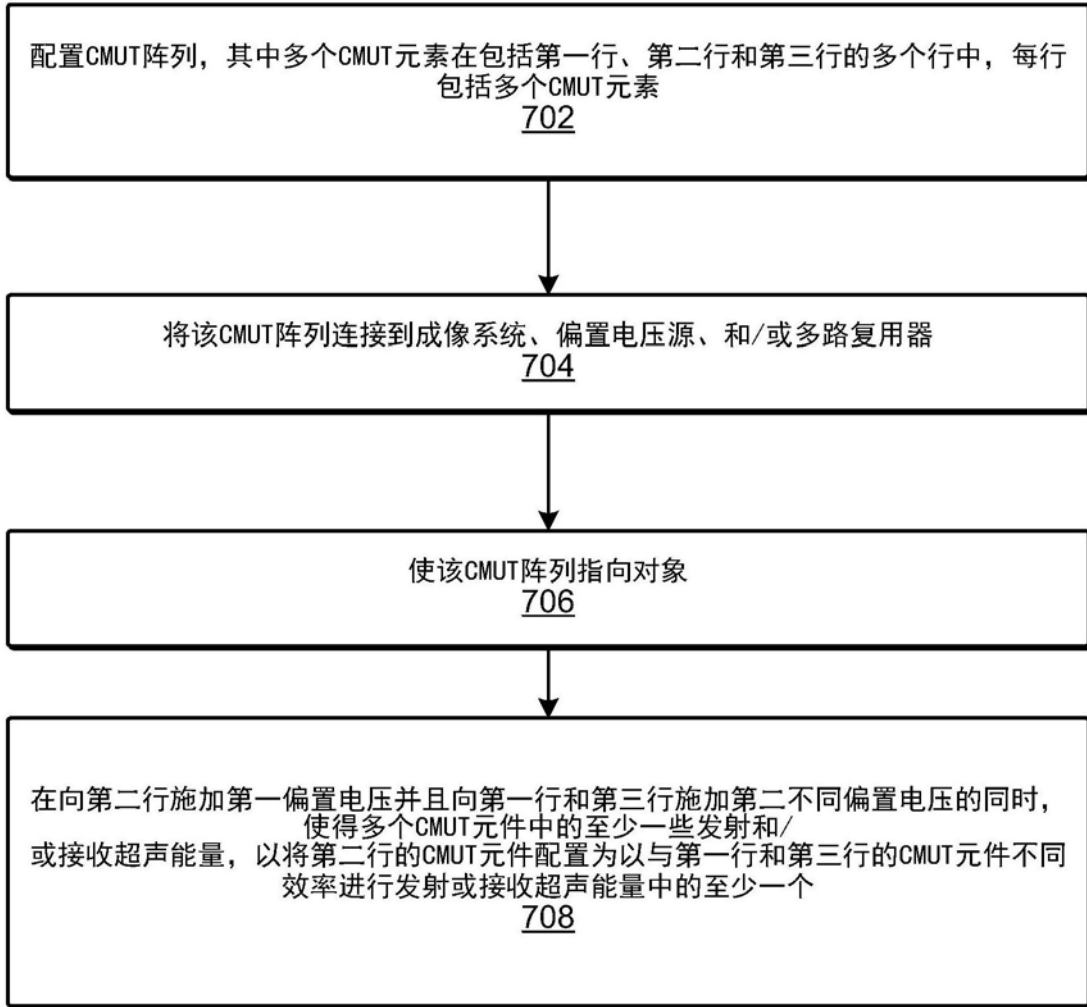


图7

800

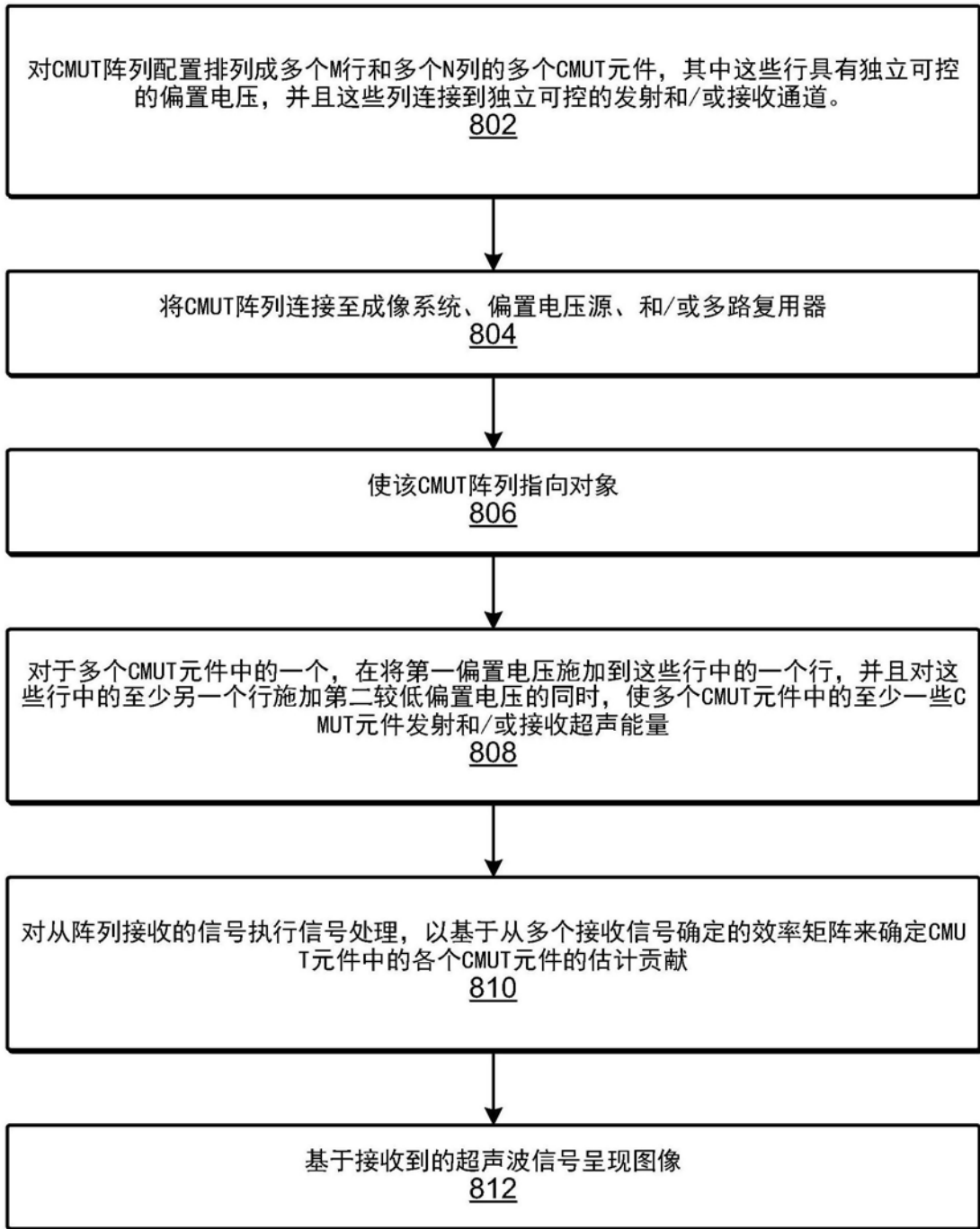


图8

专利名称(译)	具有多级偏置控制的CMUT信号分离		
公开(公告)号	CN109127341A	公开(公告)日	2019-01-04
申请号	CN201810662172.3	申请日	2018-06-25
[标]申请(专利权)人(译)	珂纳医疗科技(苏州)有限公司		
申请(专利权)人(译)	珂纳医疗科技(苏州)有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	珂纳医疗科技(苏州)有限公司		
[标]发明人	D赵 C 西莫普勒斯		
发明人	D·赵 C·西莫普勒斯		
IPC分类号	B06B1/02 A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4494 B06B1/02 G01N29/2406 G01N29/262 G01N2291/106		
优先权	15/633885 2017-06-27 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本申请公开了具有多级偏置控制的CMUT信号分离。在一些示例中，电容式微加工超声换能器(CMUT)阵列可以包括布置成多行的多个CMUT元件，每行包括多个CMUT元件。偏置电压源可以被连接用于向多个行的第一行、第二行和第三行提供偏置电压。另外，处理器可由可执行指令配置以通过向第二行施加第一偏置电压并向第一和第三行施加第二不同偏置电压来控制偏置电压，以将第二行的CMUT元件配置成以与第一行和第三行的CMUT元件不同的效率进行发射或接收超声能量中的至少一个。在一些示例中，来自不同行的个体贡献可以根据仰角维度中的合成孔径波束成形的不同激发序列来计算。

100

