



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104160250 B

(45)授权公告日 2017. 10. 27

(21)申请号 201380013597.7

(22)申请日 2013.03.01

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104160250 A

(43)申请公布日 2014.11.19

(30)优先权数据

61/610,130 2012.03.13 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.09.11

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2013/051631 2013.03.01

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/136212 EN 2013.09.19

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 G·A·布罗克-费希尔

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 刘瑜 王英

(51)Int.Cl.

G01H 11/06(2006.01)

G01N 29/24(2006.01)

审查员 胡小伟

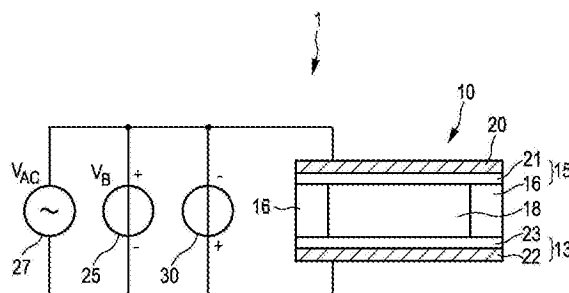
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

具有充电电压源的电容微机械超声换能器设备

(57)摘要

本发明涉及一种用于发射和/或接收超声波的电容微机械超声换能器(CMUT)设备(1),其包括至少一个CMUT单元(10)。所述CMUT单元(10)包括:包括第一电极(22)的衬底(13),包括第二电极(20)的膜(15),在所述第一电极(22)与所述第二电极(20)之间的至少一个介电层(21、23),以及形成在所述衬底(13)与所述膜(15)之间的腔(18)。所述CMUT设备(1)还包括:工作偏压源(25),其用于在发射和/或接收超声波期间,在所述第一电极(22)与所述第二电极(20)之间供应第一极性的工作偏压(V_B);以及充电电压源(30),其用于在所述第一电极(22)与所述第二电极(20)之间供应额外的充电电压(V_C),第二极性为所述第一极性的反极性。本发明还涉及一种操作这样的CMUT设备的方法。



1. 一种用于发射和/或接收超声波的电容微机械超声换能器 (CMUT) 设备 (1), 包括:

至少一个CMUT单元 (10), 其包括: 包括第一电极 (22) 的衬底 (13)、包括第二电极 (20) 的膜 (15)、在所述第一电极 (22) 与所述第二电极 (20) 之间的至少一个介电层 (21、23)、以及形成在所述衬底 (13) 与所述膜 (15) 之间的腔 (18),

所述CMUT设备 (1) 还包括:

工作偏压源 (25), 其用于在发射和/或接收超声波期间, 在所述第一电极 (22) 与所述第二电极 (20) 之间供应第一极性的工作偏压 (V_B),

充电电压源 (30), 其用于在发射和/或接收超声波之前在所述第一电极 (22) 与所述第二电极 (20) 之间供应第二极性的额外的充电电压 (V_C), 所述第二极性为所述第一极性的反极性, 以及

控制单元 (40), 其用于控制所述充电电压源 (30), 以控制所述至少一个介电层 (21、23) 中的电荷, 其中, 所述控制单元适于控制所述充电电压源, 以在足够长的时间段内供应所述充电电压, 从而使所述至少一个介电层 (21、23) 充电来增加所述CMUT单元的输出压力和/或接收灵敏度。

2. 如权利要求1所述的CMUT设备, 其中, 所述充电电压 (V_C) 在所述CMUT设备 (1) 的制作期间被供应, 使得其基本上永久性地保留在所述至少一个介电层 (21、23) 中。

3. 如权利要求1所述的CMUT设备, 其中, 所述控制单元 (40) 还适于控制所述工作偏压源 (25)。

4. 如权利要求3所述的CMUT设备, 其中, 所述控制单元 (40) 适于控制所述工作偏压源 (25), 以在足够长的时间段内供应所述工作偏压 (V_B), 从而在所述至少一个介电层 (21、23) 中提供显著的电荷积聚。

5. 如权利要求1所述的CMUT设备, 其中, 所述控制单元 (40) 适于控制所述工作偏压源 (20), 以在发射和/或接收超声波期间在第一时间段 (T_B) 内供应所述工作偏压 (V_B); 并且适于控制所述充电电压源 (30), 以在发射和/或接收超声波之前在第二时间段 (T_C) 内供应所述充电电压 (V_C)。

6. 如权利要求1或3所述的CMUT设备, 其中, 所述控制单元 (40) 适于控制所述充电电压源 (30), 以周期性地供应所述充电电压 (V_C)。

7. 如权利要求3所述的CMUT设备, 其中, 所述控制单元 (40) 适于控制所述工作偏压源 (25), 以在第一电压水平 (V_1) 供应所述工作偏压 (V_B); 并且适于控制所述充电电压源 (30), 以在不同于所述第一电压水平 (V_1) 的第二电压水平 (V_2) 供应所述充电电压 (V_C)。

8. 如权利要求1所述的CMUT设备, 还包括监测单元 (50), 所述监测单元用于监测所述至少一个介电层 (21、23) 中的电荷。

9. 如权利要求8所述的CMUT设备, 其中, 所述监测单元 (50) 适于监测所述CMUT设备 (1) 的电容-电压 (CV) 曲线的移位; 或者适于在变化所述充电电压 (V_C) 的同时监测所述输出压力和/或所述接收灵敏度。

10. 如权利要求8所述的CMUT设备, 其中, 所述监测单元 (50) 适于检测所述至少一个介电层 (21、23) 中的电荷何时不足。

11. 如权利要求10所述的CMUT设备, 其中, 所述控制单元 (40) 适于控制所述充电电压源 (30), 以在所述监测单元 (50) 检测到所述至少一个介电层 (21、23) 中的电荷不足时, 再次施

加所述充电电压 (V_c)。

12. 如权利要求8所述的CMUT设备, 其中, 所述控制单元 (40) 和所述监测单元 (50) 被实施在相同的设备中。

13. 如权利要求1所述的CMUT设备, 还包括交流电流源 (27), 所述交流电流源用于在所述第一电极 (22) 与所述第二电极 (20) 之间供应交流电流 (V_{ac}), 以发射超声波。

14. 如权利要求1所述的CMUT设备, 其中, 所述CMUT设备 (1) 为高强度聚焦超声 (HIFU) 换能器设备。

15. 如权利要求6所述的CMUT设备, 其中, 所述控制单元 (40) 适于控制所述充电电压源 (30), 以在每个扫描线之前或每个帧之前, 周期性地供应所述充电电压 (V_c)。

16. 如权利要求12所述的CMUT设备, 其中, 所述相同的设备是所述CMUT设备 (1) 的ASIC。

17. 一种操作电容微机械超声换能器 (CMUT) 设备 (1) 的方法, 所述电容微机械超声换能器 (CMUT) 设备 (1) 包括至少一个CMUT单元 (10), 所述至少一个CMUT单元包括: 包括第一电极 (22) 的衬底 (13)、包括第二电极 (20) 的膜 (15)、在所述第一电极 (22) 与所述第二电极 (20) 之间的至少一个介电层 (21、23)、以及形成在所述衬底 (13) 与所述膜 (15) 之间的腔 (18), 所述方法包括以下步骤:

在发射和/或接收超声波期间, 在所述第一电极 (22) 与所述第二电极 (20) 之间供应第一极性的工作偏压 (V_b), 以及

在发射和/或接收超声波之前, 在所述第一电极 (22) 与所述第二电极 (20) 之间在足够长的时间段内供应第二极性的额外的充电电压 (V_c), 从而使所述至少一个介电层 (21、23) 充电来增加所述CMUT单元的输出压力和/或接收灵敏度, 所述第二极性为所述第一极性的反极性。

具有充电电压源的电容微机械超声换能器设备

技术领域

[0001] 本发明涉及用于发射和/或接收超声的电容微机械超声换能器设备 (CMUT) 设备, 以及涉及操作其的方法。本发明例如能够被用于尤其具有超声成像功能的医学超声系统 (例如诊断或治疗医学超声系统) 中。

背景技术

[0002] 任何超声 (成像) 系统的核心都是换能器设备, 换能器设备具有其将电能与声能来回转换的换能器元件或换能器单元。传统上, 这些换能器元件或换能器单元是由被布置在线性 (1D) 换能器阵列中的压电晶体制成的, 并且以高到 10MHz 的频率工作。然而, 向着矩阵 (2D) 换能器阵列的趋势, 以及将超声 (成像) 功能集成到导管和导丝中的小型化的趋向, 带来所谓的电容微机械超声换能器 (CMUT) 设备的发展。

[0003] CMUT 单元包括膜 (或隔膜)、膜下方的腔、以及形成电容器的电极。对于接收超声波, 超声波令膜移动或振动, 并且能够检测变化和电极之间的电容。藉此, 超声波被转变成相应的电信号。相反, 被施加到电极的电信号令膜移动或振动, 并且藉此发射超声波。换言之, 在将电信号或电压施加到形成电容器的电极时, 电信号或电压令膜挠曲, 藉此创建超声压力波。通常, CMUT 单元是使用微电子半导体制造技术制作的。CMUT 设备在频率覆盖和易于制造方面优于当代的压电换能器设备。然而, 相对于现有的压电换能器设备, CMUT 设备目前在效率和声压输出方面仍有缺点。

[0004] 在试图增加声压输出时, 能够增大施加或供应在电极之间的工作偏压。然而, 因介电击穿和带电隧穿效应, 存在对能够施加的工作偏压的限制。也可能因例如为专用集成电路 (ASIC) 形式的驱动电路而存在对工作偏压的限制。施加增大的或过度工作偏压的问题能够在于, 膜坍塌到衬底, 并且藉此电极可能彼此电接触。为了分开电极并藉此防止电极之间的电接触, CMUT 单元能够包括在电极之间的 (一个或多个) 介电层。尤其地, 能够使用在衬底上或作为衬底的部分的第一介电层, 以及在膜上或作为膜的部分的第二介电层。

[0005] 目前认识到的 CMUT 设备的限制在于, 如果对设备施加过度的工作偏压, 则被用于分开电极的介电层能够变得或多或少地永久带电。已认识到该充电效应, 并且将其视为问题或“可靠性问题”以及设备的构建中不合期望的副作用。尤其地, 介电层的永久电荷降低了设备作为声学换能器设备的效率。如果 CMUT 设备的输出压力在低单极偏压处被测量, 并且如果然后该偏压被增大到足以使介电层充电的水平, 则 CMUT 设备将在受原始低偏压驱动时, 显示较低的输出压力。

[0006] US 2010/0237807A1 公开一种用于以包括 CMUT 的电路, 偏置电容超声换能器 (CMUT) 设备的系统和方法, 该 CMUT 包括: 形成膜结构的第一板和第二板; 在互补型金属氧化物半导体 (CMOS) 兼容电压处的电路电压源; 施加偏压的偏压源, 该偏压大于 CMOS 兼容电压并且被施加到第一板; 以及读出电子器件, 其具有被连接在该电路的第二板侧上的输入。在实施例, 偏压根据与信号的接收或发射有关的事件而交替极性。例如, 可以使用在超声成像程序期间周期性地交替极性的偏压源, 其与 DC 偏压源相对。这可以被用于解决在将 CMUT

保持在恒定DC偏压时出现的充电问题。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种改进的尤其具有增加的输出压力和/或接收灵敏度的CMUT设备,以及制作其的方法。

[0008] 在本发明的第一方面中,提供一种用于发射和/或接收超声波的电容微机械超声换能器(CMUT)设备,其包括至少一个CMUT单元。所述CMUT单元包括:包括第一电极的衬底;包括第二电极的膜;在所述第一电极与所述第二电极之间的至少一个介电层;以及形成在所述衬底与所述膜之间的腔。所述CMUT设备还包括工作偏压源,所述工作偏压源用于在发射和/或接收超声波期间,在所述第一电极与第二电极之间供应第一极性的工作偏压;以及充电电压源,其用于在所述第一电极与第二电极之间供应额外的充电电压,第二极性为所述第一极性的反极性。

[0009] 在本发明另一方面中,提供一种操作电容微机械超声换能器(CMUT)设备的方法,所述电容微机械超声换能器(CMUT)设备包括至少一个CMUT单元,所述至少一个CMUT单元包括:包括第一电极的衬底、包括第二电极的膜、在所述第一电极与所述第二电极之间的至少一个介电层、以及形成在所述衬底与所述膜之间的腔。所述方法包括以下步骤:在发射和/或接收超声波期间,在所述第一电极与第二电极之间供应第一极性的工作偏压,以及在所述第一电极与第二电极之间供应额外的充电电压,第二极性为所述第一极性的反极性。

[0010] 本发明的基本思想是:实际上使用(一个或多个)介电层中的捕获的电荷的作用(也被称作充电效应)来增大所述CMUT设备的输出压力和/或接收灵敏度。这不同于现有技术,在现有技术中,一直试图解决或减小(一个或多个)介电层中的电荷的效应。使用所述充电效应是通过在具有与常用工作偏压的极性相逆(或相反)极性的电极之间,供应或施加额外的或故意的充电电压,尤其是DC电压,而得以实现的。换言之,施加所述充电电压,以故意地使所述CMUT单元的所述(一个或多个)介电层充电。例如,所述CMUT单元的所述膜能够包括第一介电层,并且所述衬底能够包括第二介电层。

[0011] 术语工作偏压描述在所述CMUT设备的工作阶段期间,即超声波的发射和/或接收期间,供应的偏压。所述额外的充电电压尤其不在工作阶段期间供应,即不在超声波的发射和/或接收期间供应。例如,如果首先供应或施加额外的充电电压,并然后在工作阶段期间的工作偏压具有对所述充电电压的反极性,则能够显著增加所述设备的输出压力或接收灵敏度(例如两倍或更多)。因此,所述(一个或多个)介电层中电荷的作用(充电效应)被用于增大输出压力或接收灵敏度。

[0012] 尤其地,通过施加足够的充电电压,将半永久性电压印加在所述CMUT设备的所述电极上。该半永久性电压是由被捕获在所述(一个或多个)介电层中的电荷载体引起的,因此它们不会快速逸出。该电压基本上增加到任意施加的工作偏压,因此针对给定的外部施加电压,允许所述膜上的更高的有效力。

[0013] 在从属权利要求中限定本发明的优选实施例。应理解,要求保护的方法具有与要求保护的设备以及与从属权利要求中限定的相似和/或相同的优选实施例。

[0014] 在第一实施例中,所述充电电压在所述CMUT设备的制作期间被供应,使得其基本上永久性保留在所述至少一个介电层中。基本上永久地意指电荷在所述设备的整个使用寿

命中都保留。以此方式,基本上永久地电荷在制作期间被施加到所述(一个或多个)介电层,并且在所述设备的整个使用寿命中都保留。这是提供所述充电电压或电荷的尤其容易的方式,而没有对常规CMUT设备的太多修改。因此,基本上没有增加所述设备的成本。在一个范例中,所述充电电压源能够为外部电压源,其能够在充电之后从所述CMUT设备断开。在备选范例中,所述充电电压源能够为所述设备的内部电压源,其可以随后(例如在所述设备的使用寿命期间)被用于再次施加所述充电电压。

[0015] 在第二个实施例中,所述CMUT设备还包括控制单元,以控制所述工作偏压源和/或所述充电电压源,从而控制所述至少一个介电层中的电荷。这在发现电荷不能被永久性地维持在所述(一个或多个)介电层中的情况下,尤其是必须的。以此方式,能够在实际使用所述设备时,供应额外的充电电压,与制作所述设备相反。这提供了更大的灵活性。例如,能够将所述控制单元实施在所述CMUT设备的诸如ASIC的驱动电路中。以此方式,基本上没有增加所述设备的成本。

[0016] 在另外的实施例或变型中,所述控制单元适于控制所述工作偏压源,以供应所述工作偏压足够长的时间段,从而在所述至少一个介电层中提供显著的电荷积聚。以此方式,确保呈现显著的充电效应。在备选的或累计的实施例或变型中,所述控制单元适于控制所述充电电压源,以在足够长的时间段内供应所述充电电压,从而充电所述至少一个介电层来增加所述CMUT单元的输出压力和/或接收灵敏度。以此方式,所述充电效应得到最佳使用。

[0017] 在另一个实施例或变型中,所述控制单元适于控制所述工作偏压源,以在发射和/或接收超声波期间在第一时间段内,供应所述工作偏压。备选地或累计地,所述控制单元适于控制所述充电电压源,以在超声波的无发射和/或无接收期间在第二时间段内,供应所述充电电压。以此方式,确保不在相同的时间期间,施加所述工作偏压和所述充电电压。尤其地,确保在所述设备的工作阶段期间供应所述工作偏压,并且在这样的工作阶段期间不供应所述充电电压。在一个范例中,所述第二时间段在所述第一时间段之前。在另一个范例中,所述第二时间段在所述第一时间段之后。在又一个范例中,所述第二时间段在两个第一时间段之间。

[0018] 在另一个实施例或变型中,所述控制单元适于控制所述充电电压源,以周期性地供应所述充电电压。尤其地,能够在每个扫描线之前或每个帧之前,供应所述充电电压。以此方式,所述设备被以这样的方式故意充电,使得在随后的工作期间增大输出压力和/或接收灵敏度。以此方式,确保所述输出压力和/或接收灵敏度得以永久性地增加。这增加了所述设备的性能和/或可靠性。

[0019] 在又一个实施例或变型中,所述控制单元适于控制所述工作偏压源,以在第一电压水平供应所述工作偏压,并且适于控制所述充电电压源,以在不同于所述第一电压水平的第二电压水平供应所述充电电压。因此,所述充电电压的电压水平不需要与所述工作偏压的电压水平相同。这增加了所述设备的灵活性。在一个范例中,所述第二电压水平能够小于所述第一电压水平。在备选的范例中,所述第二电压水平能够大于所述第一电压水平。

[0020] 在另一实施例中,所述CMUT设备还包括监测单元,以监测所述至少一个介电层中的电荷。以此方式,能够监测或检查所述(一个或多个)介电层中的电荷是否仍能增加所述设备的输出压力和/或接收灵敏度。这改进了所述设备的功能。例如,能够将所述监测单元

实施在所述CMUT设备的诸如ASIC的驱动电路中。以此方式,基本上没有增加所述设备的成本。

[0021] 在该实施例的变型中,所述监测单元适于监测所述CMUT设备的电容-电压曲线的移位。这是监测所述(一个或多个)介电层中的电荷的一种有效方式。在该实施例的备选或累计变型中,所述监测单元适于在改变所述充电电压的同时,监测输出压力和/或接收灵敏度。尤其地,能够确定得到最小声压和/或灵敏度的充电电压。这是监测所述(一个或多个)介电层中的电荷的另一种有效方式。以此途径或以这些途径,能够以尤其容易的方式实施所述监测。

[0022] 在该实施例的又一个变型中,所述监测单元适于检测所述至少一个介电层中的电荷何时不足。以此方式,能够监测或检查所述(一个或多个)介电层中的所述电荷是否已变得不足,从而需要采取行动。这改善了所述设备的可靠性。例如,所述监测单元能够适于将当前监测的电荷与预定义的值进行比较。在一个范例中,能够将所述电容-电压曲线中的当前移位与预定义的值进行比较。在另一实施例中,能够将当前输出压力和/或接收灵敏度与预定义的值进行比较。

[0023] 在另一实施例或变型中,所述控制单元适于控制所述充电电压源,以在所述监测单元检测到所述至少一个介电层中的电荷不足时,再次施加所述充电电压。以此方式,能够在所述CMUT设备的使用寿命中,使所述(一个或多个)介电层中的电荷得到补充。这使得能够维持改进的输出压力和/或接收灵敏度。以此方式,增加了所述设备的性能和/或可靠性。例如,所述CMUT设备能够处于其正常工作中,直到所述输出压力和/或接收灵敏度已降低并且需要利用所述充电电压再次充电所述CMUT设备以达到期望的输出压力和/或接收灵敏度的时间。

[0024] 在另一实施例中,将所述控制单元和所述监测单元实施在相同的设备中。尤其地,能够将所述控制单元和所述监测单元实施在所述CMUT设备的诸如ASIC的驱动电路中。以此方式,基本上没有增加所述设备的成本。

[0025] 在又一实施例中,所述CMUT设备还包括交流电流源,以供应在所述第一电极与所述第二电极之间的交流电流,以用于发射超声波。以此方式,提供常规的CMUT设备,其发射超声波(或脉冲),并然后接收所发射的超声波(或脉冲)的回波。例如,能够由所述设备的诸如ASIC的驱动电路以常规方式控制所述交流电流源。

[0026] 在另一实施例中,所述CMUT设备为高强度聚焦超声(HIFU)换能器设备。以此方式,能够以最佳方式使用所述充电效应,因为在HIFU换能器设备中要求高输出压力。HIFU换能器设备能够例如被用于医学系统中,以通过消融来加热并快速破坏致病组织。

[0027] 在另一实施例中,将所述工作偏压源和所述充电电压源实施在单个电压源中。这降低了所述设备的成本。在备选的实施例,将所述偏压源和所述充电电压源实施为独立的电压源。这增加了所述设备的灵活性。例如,能够以此方式实施两个不同的电压水平。

附图说明

[0028] 本发明的这些以及其他方面将从后文描述的(一个或多个)实施例变得显而易见,并将参考后文描述的(一个或多个)实施例得以阐明。在以下附图中,

[0029] 图1示出典型的CMUT单元的示意性横截面视图;

- [0030] 图2示出典型的CMUT单元的电子性质的示意性图示；
- [0031] 图3示出根据本发明的实施例的CMUT设备；
- [0032] 图4示出根据本发明的第一实施例，尤其是图3的实施例的CMUT设备的示意性框图；
- [0033] 图5示出根据本发明的第二实施例的CMUT设备的示意性框图；
- [0034] 图6示出根据本发明的第三实施例的CMUT设备的示意性框图；
- [0035] 图7示出根据第一范例的CMUT设备的操作；以及
- [0036] 图8示出根据第二范例的CMUT设备的操作。

具体实施方式

[0037] 图1示出典型的CMUT单元10的示意性横截面视图。CMUT换能器单元10通常是与衬底13上的多个相似的毗邻单元一起制成的。衬底13包括衬底基层12。隔膜或膜15被绝缘支撑体16支撑在所述衬底之上。以此方式，在膜15与衬底13之间形成腔18。膜15包括膜基层14。所述膜与所述衬底之间的腔18可以为空气或气体填充的，或为全部或部分排空的。导电膜或层形成衬底13中的第一电极22，并且类似的膜或层形成膜15中的第二电极20。被腔18分开的这两个电极20、22形成电容或电容器。当为声学信号形式的超声波令膜15振动时，能够检测到所述电容中的变化，籍此将超声波换能或转换成对应的电信号。相反地，被施加到电极20、22的交流电流(AC)或AC信号将调制所述电容，令所述膜移动，并籍此发射作为声学信号的超声波。换言之，对于接收超声波，超声波令膜15移动或振动，并且能够检测变化和电极20、22之间的电容。籍此，超声波被转换成对应的电信号。相反地，被施加到电极20、22的电信号令所述膜移动或振动，并籍此发射超声波。

[0038] 所述CMUT固有地为二次设备，使得所述声学信号通常为所施加的信号的谐波，亦即，所述声学信号将为所施加的电信号频率的两倍频率。为了防止该二次行为，通常将偏压施加到两个电极20、22，这令膜15被所得的库仑力向衬底13吸引。图2示出典型的CMUT单元的电子性质的示意性图示。在图2中，示意性地示出CMUT单元，其中，DC偏压 V_B 被施加到偏置端子24，并且通过构成对AC信号的高阻抗 Z (例如电感性阻抗) 的路径被耦合到膜电极20。AC信号被电容耦合到来自AC信号端子26的膜电极20，并来自AC信号端子26的膜电极20被耦合。膜15上的正电荷令所述膜在被吸引向衬底13上的负电荷时膨胀。已发现，当所述膜被膨胀以使得所述电容性设备的两个电荷相反的板尽可能地靠近在一起时，所述CMUT单元最灵敏。所述两个电极或板的紧密靠近将引起声学信号与电信号能量之间的更大耦合。因此，合乎期望的是，增大偏压 V_B 直到膜15与衬底13之间的介电间隔32小至能够被维持在工作信号条件之下。然而，如果所施加的偏压太大，则膜15能够接触衬底13，因所述设备的两个电极或板被范德华力贴合在一起而使所述设备短路。该贴合能够在所述CMUT单元被过度驱动时发生，并且由于制作容差变化，而能够以相同的偏压 V_B 在不同设备间变化。

[0039] 能够通过电极20、22之间提供电隔离层或介电层，或者通过将电极20、22嵌入所述电隔离层或介电层中，减少永久性贴合。例如，能够使用所谓的ONO介电层 (由硅氧化物-氮化硅-氧化硅的层制成)，例如在W02010/032156中所公开的，在此通过引用将其整体并入本文。

[0040] 对具有这样的 (一个或多个) 介电层的CMUT设备的限制能够是，如果将过度的工作

偏压施加到所述设备,则被用于分离电极20、22的所述(一个或多个)介电层能够变得或多或少永久性带电。图3示出根据实施例的CMUT设备1。图4示出根据第一实施例(尤其是图3的实施例)的CMUT设备1的示意性框图。CMUT设备1包括CMUT单元10,CMUT单元10包括:底包括第一电极22的衬底13、包括第二电极20的膜15、在第一电极22与第二电极20之间至少一个介电层21、22以及形成在衬底13与膜15之间的腔18。在图3中示出的范例中,CMUT单元10包括第一介电层23和第二介电层21。衬底13包括第一介电层23,并且所述膜包括第二介电层21。然而,将理解,也能够仅提供一个介电层,或者电极20、22的每个均能够被嵌入介电层中。

[0041] 如在图3或图4中可见,CMUT设备1包括交流电流(AC)源27,以在第一电极22与第二电极20之间供应交流电流或AC信号,以用于发射超声波。通过AC信号端子或连接26,将AC源27连接到CMUT单元10的电极20、22。CMUT设备1在交流电流或AC信号被供应到CMUT单元10的电极20、22时发射超声波(或脉冲),并且然后CMUT设备1接收所发射的超声波(或脉冲)的回波。例如,交流电流源27能够受所述设备的ASIC控制。

[0042] CMUT设备1还包括工作偏压源25,以在发射和/或接收超声波期间,在第一电极22与第二电极20之间,供应第一极性的工作偏压 V_B ,尤其为DC电压。通过偏压端子或连接24,将工作偏压源25连接到CMUT单元10的电极20、22。CMUT设备1还包括充电电压源30,以在第一电极与第二电极之间供应额外的充电电压 V_C ,尤其是DC电压,第二极性为所述第一极性的反极性。通过充电电压端子或连接29,将充电电压源30连接到CMUT单元10的电极20、22。通过使用该充电电压源30,所述(一个或多个)介电层中的捕获的电荷的作用能够被用于增大所述CMUT设备的输出压力和/或接收灵敏度,尤其是通过在电极20、22之间供应或施加额外的或故意的充电电压 V_C ,所述充电电压 V_C 具有与常用工作偏压 V_B 的极性相逆(或相反)的极性。

[0043] 尤其地,能够将偏压源25和充电电压源30实施为独立的电压源,如在图3和图4中指示的。这增加了所述设备的灵活性。然而,将理解,也能够将所述工作偏压源和所述充电电压源实施在单个电压源中。

[0044] 在操作如参考图3和图4描述的CMUT设备的对应方法中,所述方法包括以下步骤:尤其使用工作偏压源25,在发射和/或接收超声波期间,在第一电极22与第二电极20之间供应第一极性的工作偏压 V_B ;以及尤其使用充电电压源30,在所述电极与所述第二电极之间供应额外的充电电压 V_C ,第二极性为所述第一极性的反极性。

[0045] 在一个范例或实施例(未示出)中,所述充电电压在CMUT设备1的制作期间被供应,使得其基本上永久性地保留在至少一个介电层21、23中(例如使用充电之后能够被从所述CMUT设备断开的外部电压源)。基本上永久性地意指电荷在设备1的整个使用寿命中都保留。以此方式,基本上永久性的电荷在制作期间被施加到所述(一个或多个)介电层,并且在所述设备的整个使用寿命中都保留。

[0046] 现在将参考图5解释另一范例或实施例,图5示出根据第二实施例的CMUT设备1的示意性框图。由于图5的第二实施例基于图4的第一实施例,因此与图4的实施例相同的解释也适用于图5的实施例。例如,在发现电荷不能被永久性地维持在所述(一个或多个)介电层中的情况下,能够使用图5的该范例或实施例。在图5的该实施例中,CMUT设备1还包括控制单元40,以控制工作偏压源25和/或充电电压30源,从而控制至少一个介电层21、23中的电

荷。通过在所述设备中提供控制单元40,能够在实际使用所述设备时,供应额外的充电电压 V_c ,与制作设备1相反。对应的操作方法包括以下步骤:尤其使用控制单元40,控制所述工作偏压(或偏压源25)和/或控制所述充电电压(或充电电压源30),以控制至少一个介电层21、23中的电荷。在图5的实施例中,控制单元40控制偏压源25和充电电压源30两者。控制单元40经由第一控制信号连接28向偏压源25发射第一控制信号,并且经由第二控制信号连接31向充电电压源30发射第二控制信号。尤其地,在超声波的发射和/或接收期间,发射所述第一控制信号,而不发射所述第二控制信号。将理解,也能够提供两个不同的控制单元,一个针对偏压源25并且另一个针对充电电压源30。此外,将理解,控制单元40也能够控制AC源27。例如,能够将控制单元40实施在CMUT设备1的ASIC中。

[0047] 尤其地,控制单元40适于控制工作偏压源25,以在足够长的时间段内供应工作偏压 V_B ,从而在至少一个介电层21、23中提供显著的电荷积聚。以此方式,确保提供显著的充电效应。此外,控制单元40适于控制充电电压源30,以在足够长的时间段内供应充电电压 V_c ,从而使至少一个介电层21、23充电来增加CMUT单元10的输出压力和/或接收灵敏度。以此方式,所述充电效应得到最佳使用。

[0048] 现在将参考图7和图8更详细地解释CMUT设备1的操作。图7示出根据第一范例的CMUT设备的操作,并且图8示出根据第二范例的CMUT设备的操作。参考图7a或图8a,例如使用上述AC源27,在所述电极之间供应交流电流或AC信号,以发射超声波。如在图7b或图8b中可见,在供应AC信号或电压时,也供应工作偏压 V_B 。因此,在所述CMUT设备的工作阶段期间,即超声波的发射和/或接收期间,供应工作偏压 V_B 。例如,能够使用上述工作偏压源25来供应工作偏压 V_B 。尤其使用上述控制单元40,在发射和/或接收超声波期间在第一时间 T_B 内,供应工作偏压 V_B 。时间段 T_B 的工作阶段期间的AC信号或电压 V_{AC} 与偏压 V_B 总计为合计电压 V_{sum} ,其在图7c或图8c中被图示。

[0049] 如在图7d或图8d中可见,在工作阶段期间,即在超声波的发射和/或接收期间不供应额外的充电电压 V_c 。例如,能够使用上述充电电压源30供应充电电压 V_c 。尤其使用上述控制单元40,在超声波的非发射和/或非接收期间在第二时间段 T_c 内,供应充电电压 V_c 。因此,确保工作偏压 V_B 是在所述设备的工作阶段期间供应的,并且充电电压 V_c 在这样的工作阶段期间不被供应。

[0050] 在图7的范例中,第二时间段 T_c 在第一时间段 T_B 之前。因此,在对应的操作方法中,首先供应第二极性的额外充电电压 V_c ,并且随后,供应在所述工作阶段期间的第一、反极性的工作偏压 V_B 。例如,如上文所解释的,能够在所述CMUT设备的制作期间,供应所述充电电压一时间段 T_c ,使得其基本上永久性地保留在至少一个介电层21、23中,或者能够使用控制单元40,在实际使用所述设备时供应所述充电电压。在图8的范例中,第二时间段 T_c 在第一时间段 T_B 之后。因此,在对应的操作方法中,首先供应在所述工作阶段期间为第一极性的工作偏压 V_B ,并且随后供应第二、反极性的额外的充电电压 V_c 。

[0051] 在图7或图8的范例中,在第一电压水平供应工作偏压 V_B ,并且在不同于第一电压水平 V_1 的第二电压水平 V_2 ,供应充电电压 V_c 。因此,充电电压 V_c 的电压水平 V_2 不同于工作偏压 V_B 的电压水平 V_1 。在图7的范例中,第二电压水平 V_2 小于第一电压水平 V_1 。在图8的范例中,第二电压水平 V_2 大于第一电压水平 V_1 。然而,将理解,这也可以被实施为相反的方式。此外,将理解,所述电压水平也能够相同。

[0052] 尽管在图7和图8中图示了两个特定范例,但将理解,能够使用操作本文中公开的所述CMUT设备的任意其他合适的方式。例如,能够组合图7的范例和图8的范例。在这种情况下,第二时间段 T_c 将在两个第一时间段 T_B 之间。例如,能够周期性地供应充电电压 V_c ,尤其是在每个扫描线之前或每个帧之前。以此方式,所述设备被以这样的方式故意充电,使得增加在随后的工作期间的输出压力和/或接收灵敏度。或者,能够仅供应充电电压 V_c 一次,例如在制作期间,或者仅在需要时,如例如由将在后文描述的监测单元所确定的,供应充电电压 V_c 。

[0053] 图6示出根据第三实施例的CMUT设备的示意性框图。由于图6的第三实施例基于图5的第二实施例,因此针对图5的实施例的相同解释也适用于图6的实施例。在图6的实施例中,CMUT设备1还包括监测单元50,以监测至少一个介电层21、23中的电荷。在图6的实施例中,经由连接51将监测单元50连接到CMUT单元10。以此方式,能够监测或检查(一个或多个)介电层21、23中的电荷是否仍能够增加所述设备的输出压力和/或接收灵敏度。例如,能够将所述监测单元实施在所述CMUT设备的ASIC中,如上文所解释的。尤其地,能够将控制单元40和监测单元50实施在相同的设备中,例如所述CMUT设备的ASIC中。

[0054] 在一个范例中,监测单元50适于监测所述CMUT设备的电容-电压曲线的移位。在该范例中,能够经由监测单元50与CMUT单元10之间的连接51测量(电极20、22之间的)电容,并且能够经由监测单元50与偏压源25或控制单元40之间的另一连接(图6中未示出)测量偏压 V_B 。以此方式,能够测量所述电容-电压曲线,并且然后能够监测或检测其中的移位。

[0055] 在另一个范例中,监测单元50适于在改变所述充电电压的同时,监测输出压力和/或接收灵敏度。在该范例中,能够经由连接51测量输出压力和/或接收灵敏度,并且能够经由监测单元50与充电电压源30或控制单元40之间的另一连接(图6中未示出),改变充电电压 V_c 。尤其地,能够确定得到最小声压和/或灵敏度的充电电压。例如,能够监测所述工作偏压和所述充电电压,同时也测量声学输出压力(例如通过使用水听器)。在施加或供应所述充电电压时,能够测量到声学输出压力增大。

[0056] 监测单元50能够适于检测所述至少一个介电层中的电荷何时不足,尤其通过将当前监测的电荷与预定义的值进行比较。例如,能够将当前测量的所述电容-电压曲线中的移位与预定义的值进行比较,或者能够将当前测量的输出压力和/或接收灵敏度与预定义的值进行比较。控制单元40则能够适于控制充电电压源30,以在监测单元50检测到所述至少一个介电层中的电荷不足时,再次施加充电电压。例如,当监测单元50检测到电荷的不足时,能够经由监测单元50与控制单元40之间的连接52(由图6中的虚线指示),发射对应的信号。以此方式,能够在所述CMUT设备的使用寿命中,使所述(一个或多个)介电层中的电荷得到补充。这使得能够维持改进的输出压力和/或接收灵敏度。例如,所述CMUT设备能够处于其正常工作中,直到输出压力和/或接收灵敏度已降低并且需要利用所述充电电压再次充电所述CMUT设备以达到期望的输出压力和/或接收灵敏度的时间。

[0057] 本文描述的CMUT设备1能够被用于各种应用。例如,本文描述的CMUT设备1能够被用于尤其具有超声成像功能的医学超声系统(例如诊断或治疗医学超声系统)。尤其地,本文描述的CMUT设备1能够为高强度聚焦超声(HIFU)换能器设备。HIFU换能器设备例如能够被用于医学系统,以通过消融来加热并快速破坏致病性组织。在HIFU换能器设备中要求高输出压力。因此,所述充电效应能够以最佳方式被用于这样的HIFU换能器设备。

[0058] 尽管已在附图和前文的描述中详细说明并描述了本发明,但要将这种说明和描述视为说明性或示范性的而非限制性的;本发明不限于所公开的实施例。通过研究附图、说明书以及权利要求书,本领域技术人员在实践要求保护的本发明时能够理解并实现对所公开实施例的各种变型。

[0059] 在权利要求书中,词语“包括”不排除其他元件或步骤,并且量词“一”或“一个”不排除多个。单个元件或其他单元可以履行权利要求书中记载的若干项目的功能。互不相同的从属权利要求中记载特定措施并不指示不能有利地使用这些措施的组合。

[0060] 权利要求书中的任意附图标记均不得被解释为对范围的限制。

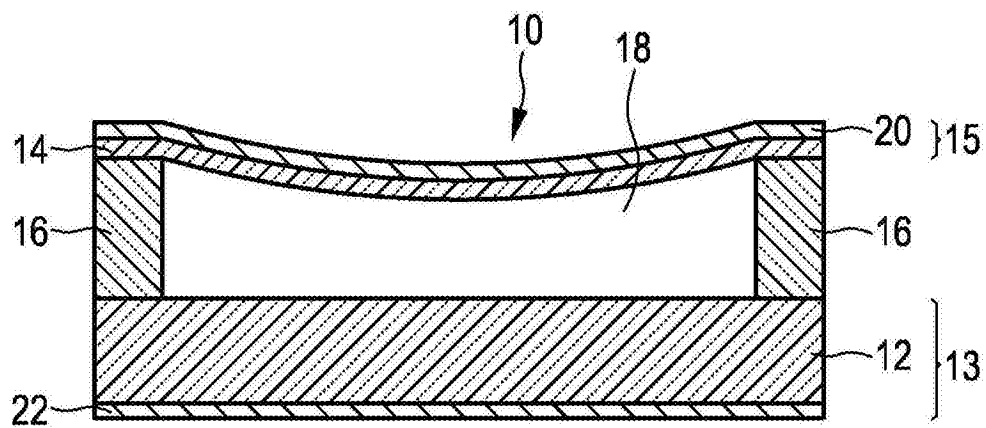


图1

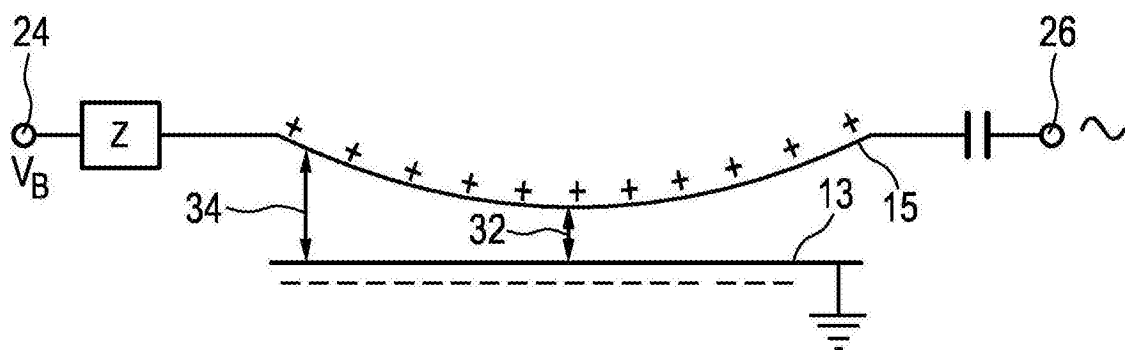


图2

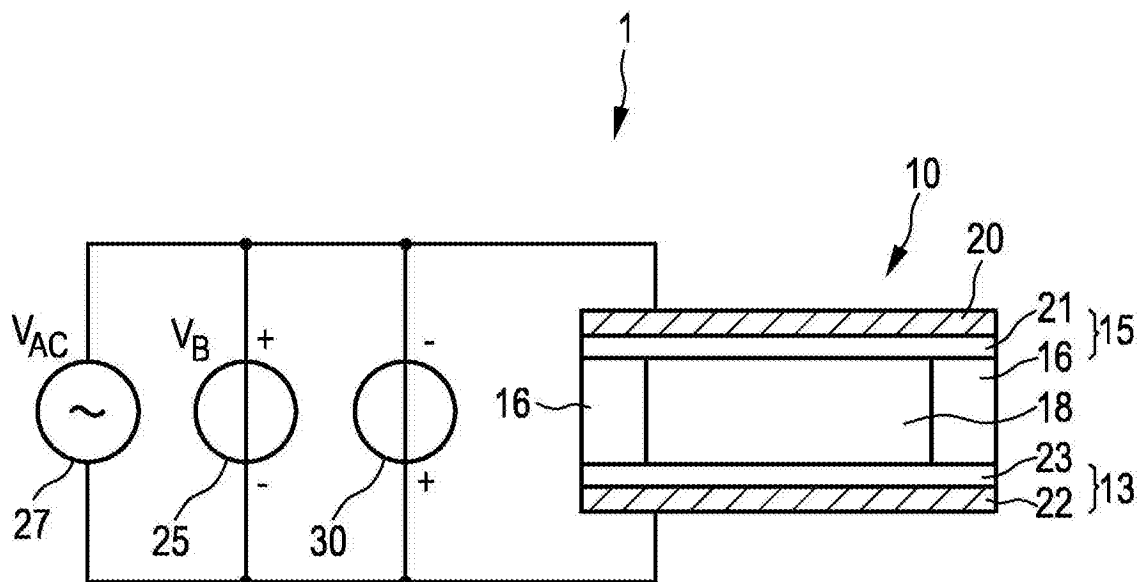


图3

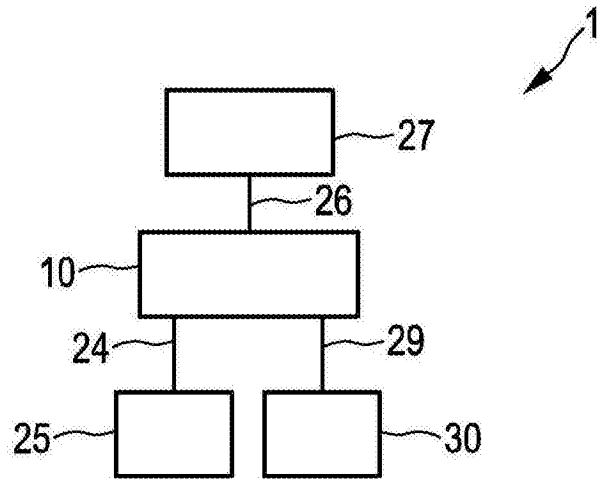


图4

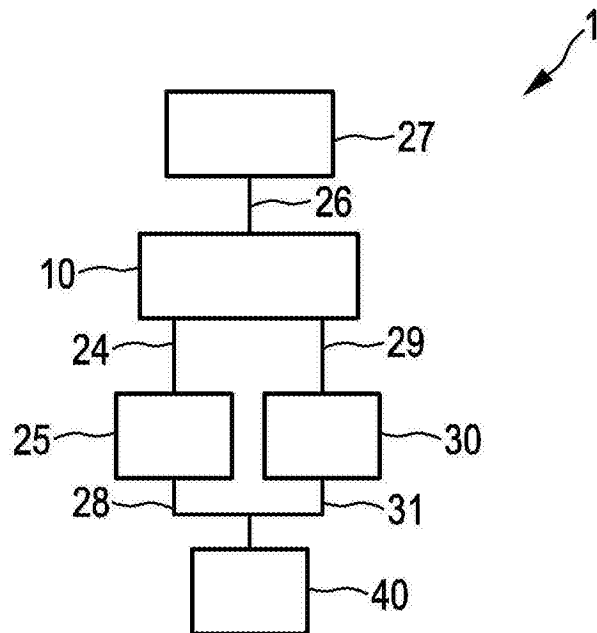


图5

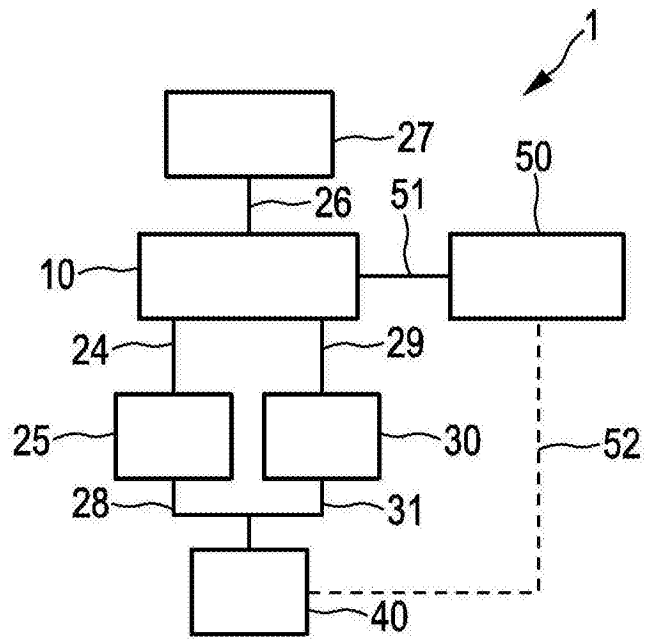


图6

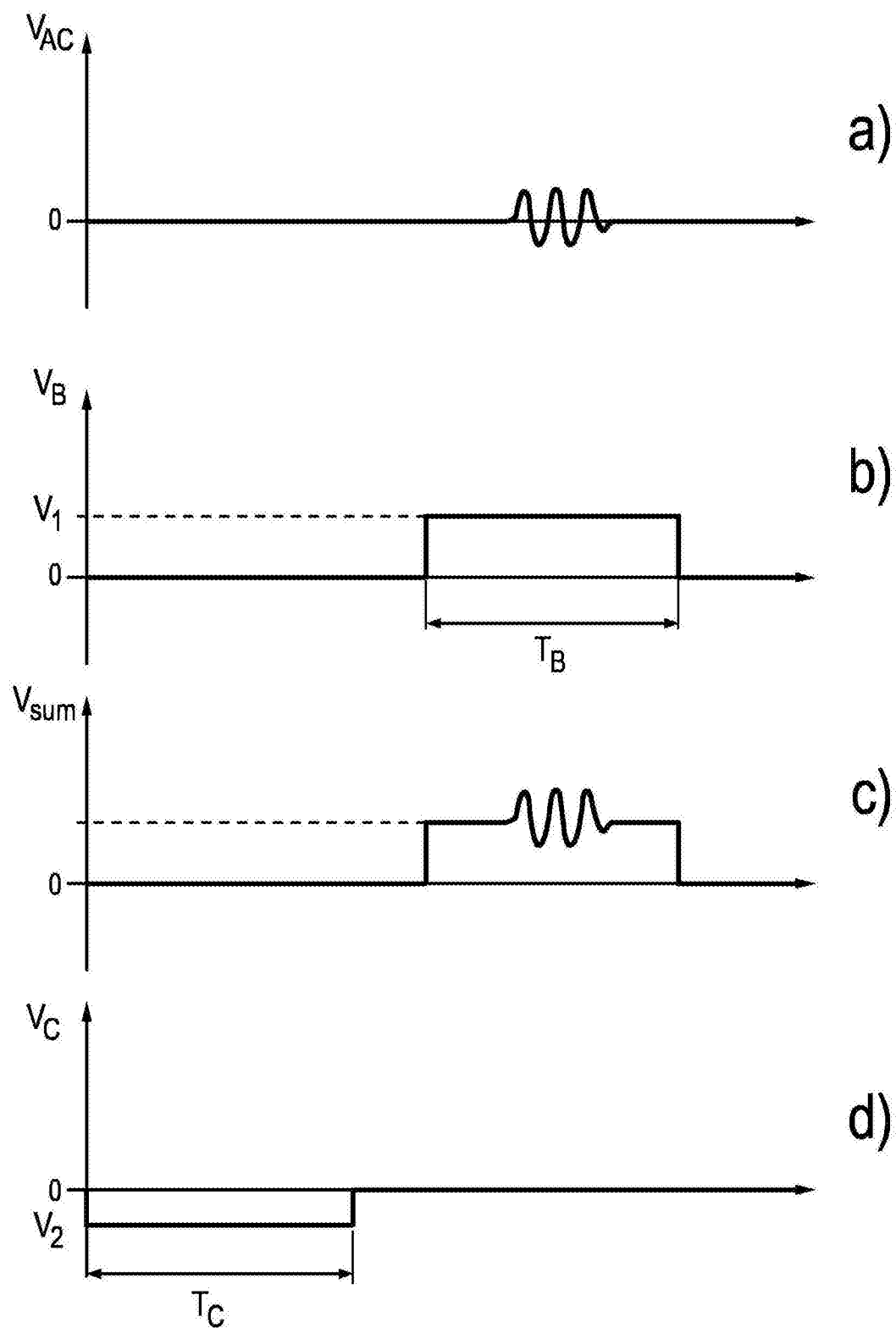


图7

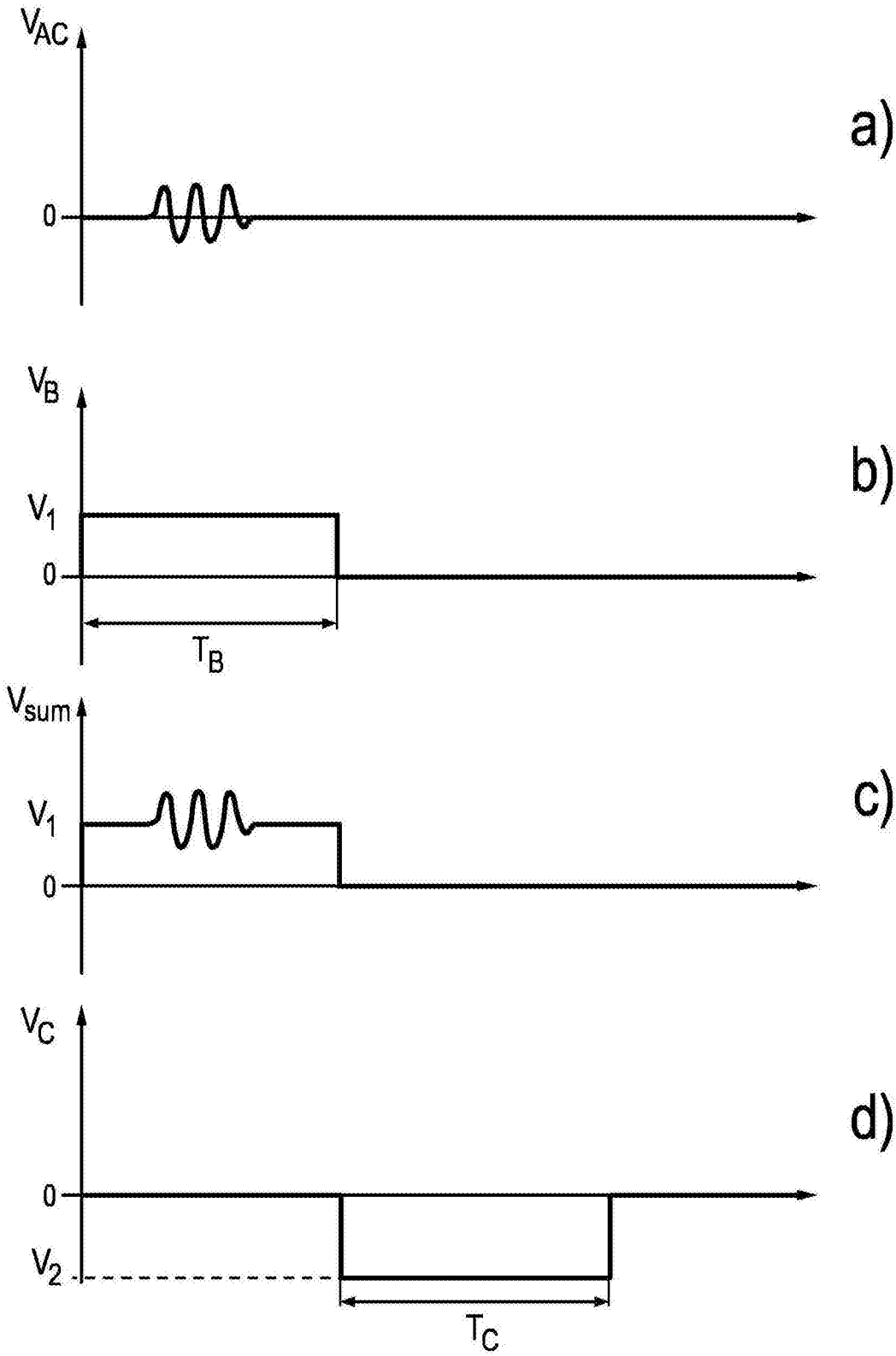


图8