



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106456113 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(21)申请号 201580024590.4

(22)申请日 2015.03.13

(30)优先权数据

2012419 2014.03.13 NL

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.11.10

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/NL2015/050160 2015.03.13

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/137810 EN 2015.09.17

(71)申请人 诺维欧扫描有限责任公司

地址 荷兰奈梅亨

(72)发明人 J·J·科宁 R·沃尔特

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038

代理人 宋岩

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

A61F 5/48(2006.01)

A61B 5/20(2006.01)

H01L 41/083(2006.01)

H01L 41/09(2006.01)

B06B 1/06(2006.01)

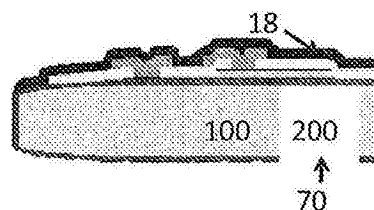
权利要求书2页 说明书11页 附图5页

(54)发明名称

高电压MEMS,以及包括这种MEMS的便携式超声设备

(57)摘要

本发明在改进的高电压MEMS、包括这种MEMS的便携式超声设备以及这种便携式设备对检测膀胱中液体容积的用途的领域中。便携式超声设备使用在相同方向被极化的至少两个堆叠的压电元件,并且与腔体、吸收层或四分之一波长反射层叠加。



1. 一种便携式超声设备,包括:
至少一个超声换能器,所述换能器包括至少一个MEMS,所述MEMS包括至少一个压电元件、腔体,以及超声吸收层和超声反射层中的一个或多个,
电压源,用于向换能器施加电压,
用于提供电能的装置,以及
检测器,用于检测反射的超声,
其中MEMS包括层的堆叠,所述堆叠包括
(i) 在相同方向被极化的至少两个压电元件,每个压电元件包括
顶部电极层,
压电层,和
底部电极层,其中顶部电极完全或部分地覆盖压电层,并且其中压电层完全或部分地覆盖底部电极。
2. 如权利要求1所述的超声设备,包括电压分离器,所述电压分离器用于向个别压电元件施加电压。
3. 如前面权利要求中任一项所述的超声设备,包括2-20个换能器。
4. 如前面权利要求中任一项所述的超声设备,包括收发器、唯一识别码、至少一个阈值、用于确定液体的预设唯一量的阈值以及至少一个变迹滤波器中的至少一个。
5. 如前面权利要求中任一项所述的超声设备,其中至少一个腔体包括超声吸收材料,电压源和至少一个换能器直接接触,以及
便携式设备由一个集成的包装组成。
6. 如前面权利要求中任一项所述的超声设备,其中所述设备是一次性设备和手持式设备中的至少一种。
7. 如前面权利要求中任一项所述的超声设备,包括一系列MEMS,每个MEMS个别地提供具有频率和功率的超声,该系列提供超声和/或功率的多频率频谱。
8. 如前面权利要求中任一项所述的超声设备,用于测量液体容积、用于超声图像形成或用于警告。
9. 一种操作如前面权利要求中任一项所述的超声设备的方法,包括步骤:
确定膀胱中液体的量,
基于所确定的量,采取进一步的动作。
10. 一种用在超声设备中的高电压MEMS,所述高电压MEMS包括层的堆叠,所述堆叠包括
(i) 在相同方向极化的至少两个压电元件,每个压电元件包括顶部电极层,
压电层,和
底部电极层,其中顶部电极完全或部分地覆盖压电层,并且其中压电层完全或部分地覆盖底部电极。
11. 如权利要求10所述的MEMS,其中MEMS的截面尺寸 $[\mu\text{m}]$ 为 $400(\pm 40\%)$ /超声频率 $[\text{MHz}]$,超声频率 $\in [0.1\text{MHz}-60\text{MHz}]$ 。
12. 如权利要求10或11所述的MEMS,包括以下中的至少一个
(ii) 在两个压电元件之间的至少一个介电层,
(iii) 用于向层的堆叠提供刚度的层,所述层的堆叠优选地是底层或顶层,

- (iv) 其中堆叠的构造是对称的,
- (v) 狭缝,
- (vi) 连接桥, 以及
- (vii) MEMS悬臂、MEMS双夹持梁和MEMS膜。

13. 如权利要求10-12中任一项所述的MEMS, 其中以下中的至少一个
MEMS的长度为 $10\mu\text{m}$ - $2500\mu\text{m}$,
MEMS的宽度为 $5\mu\text{m}$ - $1000\mu\text{m}$,
压电层的厚度为 $0.1\mu\text{m}$ - $10\mu\text{m}$,
电极层选自金属和金属导体,
压电层选自PZT、AlN、PMNT及其组合,
介电层选自 SiO_2 和 Si_4N_3 ,
底层选自 SiO_2 、Si、SiC和 Si_4N_3 , 粘合剂层在电极层和压电层之间存在,
包括腔体, 并且超声吸收(多)层和超声反射(多)层中的至少一个包括 $2-2^{20}$ 个压电元件,
压电层是激光辅助溅射层,
其中压电层包括晶体颗粒元件, 以及
至少一个压电层具有本征电极性。

14. 一种操作如权利要求10-13中任一项所述的MEMS的方法, 其中第一电压被施加到第一压电层, 并且第二电压被施加到第二压电层, 并且其中第一电压向第一层提供收缩并且第二电压向第二层提供伸长, 其中收缩和伸长彼此适应, 和/或
施加偏置电压, 用于补偿内部应力。

15. 一种用在如权利要求1-9中任一项所述的超声设备中的膜, 包括
提供刚度的膜,

如权利要求10-13中任一项所述的至少两个MEMS, 每个MEMS个别地提供具有频率和功率的超声波, 该系列提供超声和/或功率的多频率频谱。

高电压MEMS,以及包括这种MEMS的便携式超声设备

技术领域

[0001] 本发明在改进的高电压MEMS、包括这种MEMS的便携式超声设备以及这种便携式设备对检测液体容积的用途的领域中。

背景技术

[0002] 像老年人、生完孩子后的女性、病变患者、痴呆症人以及其他人的许多人难以控制膀胱的功能,并且难以及时去厕所小便。这种(部分)失禁是非常不方便的并且也会是完全没有解决的项目。对这种失禁的解决方案涉及例如尿布的应用。但是,这不过是对限制失禁的后果是有效的,而不提供真正的解决方案,并且仍然不能防止不好的气味、湿的裤子/衣服。这种解决方案还花费相当多的钱。

[0003] 超声是其频率大于人的听觉范围的上限的振荡声压波(因此为超-声)。超声设备可以利用从20kHz到几千兆赫的频率操作。超声可用在许多不同的领域中。超声设备被用来检测物体和测量距离。超声成像(超声波成像)在兽医学和人类医学中都被使用。在产品和结构的非破坏性测试中,超声被用来检测不可见的缺陷。在工业上,超声被用于清洁和混合,并加速化学过程。超声学涉及超声的应用。超声可被用于医学成像、检测、测量和清洁。在更高的功率电平,超声学可以对改变物质的化学性质是有用的。

[0004] 对于一些超声应用,使用基于电容(MEMS)的设备。这些基于电容的设备遭受各种缺点,尤其是不良的可靠性。

[0005] 超声设备通常大,或者至少太大以至于不能携带,鉴于所需的高电压而需要粗电缆,并且对于监视是不实用的。

[0006] 在原理上,超声可被用来监视和测量诸如存在于人体中的流体的量。但是,经较长时间进行监视对于具有手持式换能器的现有技术设备通常是不可能的。

[0007] 顺便说一下,各种文档阐述了超声应用。

[0008] US2013294201 (A1) 阐述了宽带宽压电微机械超声换能器(pMUT),本文描述pMUT阵列和具有宽带宽pMUT阵列的系统。例如,压电微加工超声换能器(pMUT)包括部署在基板上的压电膜。参考电极被耦合到膜。第一和第二驱动/感测电极被耦合到膜,以驱动或感测膜中的第一和第二振动模式。

[0009] 这个文档涉及膜的水平阵列,大部分是圆形对称的。膜不堆叠。膜由在压电层一侧上的两个共面电极激发。

[0010] W02009153757 (A1) 阐述了可以被主动打开和关闭的压电双晶体开关,尤其是悬臂(单个夹持梁)开关。其开关包括形成对称堆叠的压电堆叠层,其中电场总是在与压电层的极化方向相同的方向上施加。

[0011] 因此,压电层朝向彼此极化,其中一个为中心电极,并且其它的是底部和顶部电极;因此,在本质上,压电层的极化是在相反的方向上的并且没有提及超声的应用。

[0012] US2013023786 (A1) 阐述了包括感测单元的装置,感测单元被配置为利用一个或多个预测参数预测尿的排出、检测尿的实际排出并基于尿的实际排出来修改一个或多个预测

参数中的至少一个,以增加预测准确度。

[0013] 这个文档没有提及换能器的构造和MEMS的存在。

[0014] US2009069688 (A1) 阐述了超声探测器,其包括具有硅基板和超声发送-接收元件的第一基板、部署在第一基板上表面上方的声透镜,以及部署在第一基板下方的阻尼层,其中第二基板部署在第一基板的下表面和阻尼层的上表面之间,并且第二基板由具有与第一基板的硅基板大致相同的线性膨胀系数和声阻抗的材料制成。利用这种结构,有可能提供以下的超声探测器:该超声探测器可以防止由于温度变化对硅基板造成损坏并且具有优良的发送/接收性能和结构可靠性,同时减少发送和接收中由反射波引起的噪声。

[0015] 超声的检测使用电容器以及两个电极之间的间隙并且不使用压电材料。

[0016] US2010192842 (A1) 阐述了在不同于包含压电氧化物的单晶钙钛矿基板的基板上形成的膜。

[0017] 显然,它涉及在钙钛矿单层中用Bi代替铅(Pb)。否则,该文档对于本申请是不相关的。

[0018] US6114797 (A) 阐述了用在点火系统中的电路,该电路使用具有互补电路部件的谐振压电变压器,以有效地将DC第一电压转换成变压器输出AC第二电压。变压器电路可以是“自谐振”电路。在修改后的电路中,电路不是“自谐振的”,而是代替地具有在电路最初接通时提供小脉冲信号以开始变压器谐振的相移振荡器子电路。

[0019] 因此,自谐振方面并且尤其是所需的延长时间对于本发明是不相关的。另外的其它方面,诸如层的键合以及电极的构造,使得该公开与本发明实际上不兼容。

[0020] 因此,仍然存在对改进的MEMS、以及同样对超声设备的需求,其克服上述缺点中的一个或多个而不危害功能和优点。

发明内容

[0021] 在第一方面本发明涉及如权利要求10所述的高电压MEMS,在第二方面涉及如权利要求1所述的便携式超声换能器,在第三方面涉及如权利要求9所述的操作超声设备的方法,在第四方面涉及如权利要求14所述的操作MEMS的方法,以及在第五方面涉及如权利要求15所述的膜。

[0022] 在操作中的当前MEMS的高电压通常是20V-500V,优选地是50V-250V,诸如80V-100V。应当指出的是,尤其对于小型设备,诸如包括半导体材料的设备,诸如包含集成电路部件的芯片,这样的电压被认为是“高”。当前MEMS需要高电压。例如由于在典型的半导体工艺中低于50V的击穿电压,这种MEMS还不可用。另外,现有技术的基于压电的MEMS仍然遭受许多问题,诸如水泡(blister)形成、在低电压击穿、硅晶片上层厚度的非均匀性、在大约300℃的有限温度下内部极化场(如果存在的话)的损失、在层沉积之后需要使内部场极化、凹凸频率特性、太多能量消耗,或难以切割成分离的设备的脆性层。当前MEMS提供优异的层均匀性(比晶片好2%)、在450℃至600℃的生长温度在生长方向内建(built in)的内部极化场、良好的本征频率性质、定义明确的频率特性,通过具有高再现性和从设备到设备的低变化的平版芯片制造技术的良好定义方法,以及用于将晶片分离成芯片的能力。

[0023] 当前MEMS包括具有在相同方向(即,“向上”或“向下”)极化的至少两个压电元件的层的堆叠。该至少两个压电元件可以水平地、垂直地以及以它们的组合堆叠。在示例中,当

前MEMS与悬臂相关。于是,当前MEMS和当前超声设备可以对于包括MEMS的设备在相对高的电压操作,诸如在80V的电压。这对于现有技术的MEMS通常是不可能的。在原理上,每个压电元件具有在其上施加的类似或相同的电压大小,诸如40V。第一压电元件可以具有负电压,诸如-50V,并且第二压电元件可以具有正电压,诸如+50V。压电元件可以具有共享的中心电极(参见例如图1a)。

[0024] 当前压电元件分别设置有助于提供电场的顶部和底部电极。于是,压电层将改变尺寸,即,尺寸增大或减小。如果层(部分地)被限制,则增加(伸长)和减小(收缩)将导致MEMS的弯曲。如果施加交变电场,则MEMS将分别通过“向上”和“向下”弯曲来跟随场。于是, MEMS可以以特定频率振荡,该频率由例如电场施加。

[0025] 在压电元件之间可以设置至少一个介电层。

[0026] 顶部电极完全或部分地覆盖压电层,即,覆盖压电层的1%-100%,例如5%-90%、10%-80%、20%-70%,诸如50%-60%。同样,压电层完全或部分地覆盖底部电极,即,覆盖压电层的1%-100%,例如5%-90%、10%-80%、20%-50%,诸如25%-30%。在其示例中,可以选择更多或更少的对称构造。

[0027] 在示例(参见图3a)中,顶部电极层25设置在压电层35上并且进一步设置在底部电极层上,顶部电极层在其左侧和右侧覆盖压电层大约2/3。MEMS在其左侧和右侧附连到周围(硅)材料15。在不太优选的替代方案中, MEMS完全附连到(即,也在其顶部和底部)周围材料。更优选的是,如果选择矩形结构,则将MEMS在其四个角处附连到周围材料。如果选择多边形,则可以附连所有角,或其子集,优选地是它的对称(相对于MEMS的中心点)子集。考虑到能量效率(输入功率对输出超声功率),这是相关的。

[0028] 在示例(未示出)中,可以不存在压电材料的中心部分,中心部分形成MEMS区域(宽度*高度)的5%-50%。在其它替代方案中,可以不存在压电材料的至少一个角部分(通常是所有角部分),该至少一个角部分形成MEMS区域(宽度*高度)的5%-60%;在该后一种情况下,剩余的中心部分通过用于电连接的至少两个相对小的桥(例如,5 μ m-25 μ m宽)附连到周围材料。

[0029] 在其它示例(图3b)中, MEMS可以设置有至少一个狭缝,通常MEMS(在高度或宽度方向上)的每100 μ m-500 μ m有一个狭缝,诸如每200 μ m-250 μ m一个狭缝,每个狭缝具有5 μ m-25 μ m的宽度,诸如10 μ m-20 μ m的宽度。

[0030] 在图3c中,示出了具有角附连并且不存在压电材料的中心部分的构造。

[0031] 在示例性实施例中,当前MEMS具有特定尺寸,其中MEMS的截面尺寸,诸如宽度(或等效地,长度或圆形MEMS的直径) [μ m] 是 $400(\pm 40\%) / \text{超声频率} [\text{MHz}]$, 超声波频率 $\in [0.1\text{MHz}-60\text{MHz}]$;换句话说, MEMS的尺寸(以 μ m表示)是400除以超声频率(以MHz表示);例如,对于0.1MHz,尺寸为4000 μ m,对于1MHz,尺寸为400 μ m,并且对于10MHz,尺寸为40 μ m。由于频率的大范围,在40%的最佳比率中存在某种固有的不确定性。40%还指示如果偏离400的确切比率仍然可以实现次优的结果。但是,为了更好的结果, $\pm 25\%$ 的较小范围是优选的,而 $\pm 10\%$ 的范围是甚至更优选的,诸如 $\pm 5\%$ 。进一步优选的是, MEMS的长度和宽度几乎或完全相同(相对 $\pm 10\%$),即,是方形。替代的MEMS可以是圆形或多边形,优选地是六边形。已经发现,考虑到功率消耗和能量效率(例如,就提供的功率相对输出的超声功率而言),这种构造配置执行最优(例如, $>80\%$)的效率(输入/输出)并且通常 $>95\%$ 的效率。而且,如贯穿

本描述中详细描述,在这方面考虑进一步的修改。

[0032] 为了向MEMS提供足够的刚度,可以设置适当的层。这个层可以位于堆叠的底部、堆叠的顶部、堆叠的中间、堆叠中的某个地方,以及它们的组合。就例如可靠性、控制和健壮性而言,这种层是优选的。

[0033] 利用以上,提供了可靠、耐用和可控的MEMS,其克服了现有技术问题中的至少一个问题。

[0034] 当前MEMS可以被定制,例如,使得可以获得期望的频率和/或功率。

[0035] 利用当前MEMS和/或利用具有可比性的MEMS,可以构造便携式超声设备,其适于测量液体。在优选的示例中,该设备如此小以致可以被穿戴在例如人身上。

[0036] 而且,当前MEMS可以以消耗更少的能量、获得更好的可靠性和耐久性并且可以获得准确测量这样一种方式被操作。

[0037] 当前压电层在垂直生长方向具有内置极化,其对于(一个或多个)层的堆叠中的所有层是相同的。当前层的堆叠可以以相同的极化方向固有地生长的事实具有简化处理而无需结合单独元件以及在大约500℃的生长温度内置的内部极化场的优点,这比在晶体生长后通过外部场极化健壮得多。而且,在本发明中,压电(PZT)层各自具有它们自己的底部和顶部电极,并且在它们之间具有绝缘层,使得在所有电极处的电势彼此独立。因此,利用这种不同的结构,有可能在相同垂直方向上的每个压电层上具有场,这被发现充当用于以更大振幅激励超声波的换能器。

[0038] 本发明提供了一种便携式膀胱监视器,其可以在任何时间被激活和读出,或者如果在膀胱中尿液容积超过了某个阈值,则警告人或护理人员。而且,对于依靠其他人的帮助以便及时上厕所的卧床和痴呆患者的护理人员,监视膀胱中的尿含量是非常有帮助的。为此,膀胱容积的无线读出便于护理人员独立于患者来监视患者是否需要帮助。因此,无线读出是仅次于有线读出的另一选项。

[0039] 当前设备还可被用于在医院的外科手术期间通过将其粘在患者的皮肤上来监视患者的状况,诸如用于监视血流、血压,对导管插入、换尿布或提供尿布的需要,以及心跳。

[0040] 由此,本发明提供了对上面提到的问题中的一个或多个问题的解决方案。

[0041] 本描述的优点贯穿本描述详细描述。

具体实施方式

[0042] 本发明在第一方面涉及如权利要求13所述的高电压MEMS。

[0043] 微机电系统(MEMS)涉及非常小设备的技术;它包括纳米级纳米机电系统(NEMS)和纳米技术。MEMS也被称为微机器或微系统技术。通常,MEMS由尺寸在1微米至5000微米(即,0.001mm至5mm)之间的部件组成,并且MEMS设备的尺寸一般从20微米到一毫米不等。它们通常由处理数据的中央单元(微处理器)和与周围交互的几个部件(诸如微传感器)组成。

[0044] 压电性在一方面涉及响应于施加的机械应力而在某些固体材料中的电荷累积。词压电性是指由压力产生的电。最优形式的压电效应可以涉及机械应力与例如结晶材料中电状态(电荷;即,电场)之间的线性机电交互。压电效应原理上是可逆过程,但有时候压电元件诸如由于破损会误动;表现出直接压电效应(由施加的机械力产生的电荷的内部生成)的材料也表现出逆压电效应(由施加的电场产生的机械应变的内部生成)。例如,当某些材料

的静态结构变形其原始尺寸的大约0.1%时,它们将生成可测量的压电性。相反,当外部电场被施加到材料时,那些相同的晶体将改变其静态尺寸的大约0.1%。逆压电效应在超声波的产生中使用。

[0045] 在当前MEMS的示例中,堆叠的构造是对称的。例如,提供具有A-A形式(两个相同的元件)的两个MEMS元件的堆叠。在另一示例中,提供A-A-A堆叠和A-B-A堆叠(分别是中间元件与两个外部元件相同和不同)。这种对称堆叠提供更窄的带宽、更好的控制、更少的磨损、更少的功率消耗,等等。

[0046] 在示例中,当前MEMS包括MEMS悬臂、MEMS双夹持梁和MEMS膜中的至少一个。

[0047] 在当前MEMS的示例中,MEMS的长度为 $10\mu\text{m}$ – $2500\mu\text{m}$,优选地是 $15\mu\text{m}$ – $1000\mu\text{m}$,更优选地是 $25\mu\text{m}$ – $500\mu\text{m}$,诸如 $50\mu\text{m}$ – $200\mu\text{m}$,以及它们的组合。

[0048] 在当前MEMS的示例中,MEMS的宽度为 $5\mu\text{m}$ – $1000\mu\text{m}$,优选地是 $10\mu\text{m}$ – $250\mu\text{m}$,更优选地是 $20\mu\text{m}$ – $100\mu\text{m}$,以及它们的组合。

[0049] 在当前MEMS的示例中,压电层的厚度为 $0.1\mu\text{m}$ – $10\mu\text{m}$,优选地是 $0.25\mu\text{m}$ – $5\mu\text{m}$,更优选地是 $0.5\mu\text{m}$ – $2.5\mu\text{m}$ 。

[0050] 在当前MEMS的示例中,电极层的厚度为 $0.1\mu\text{m}$ – $10\mu\text{m}$,优选地是 $0.25\mu\text{m}$ – $5\mu\text{m}$,更优选地是 $0.5\mu\text{m}$ – $2.5\mu\text{m}$ 。

[0051] 在当前MEMS的示例中,介电层的厚度为 $0.1\mu\text{m}$ – $10\mu\text{m}$,优选地是 $0.25\mu\text{m}$ – $5\mu\text{m}$,更优选地是 $0.5\mu\text{m}$ – $2.5\mu\text{m}$ 。

[0052] 在当前MEMS的示例中,底层的厚度为 $1\mu\text{m}$ – $500\mu\text{m}$,优选地是 $2.5\mu\text{m}$ – $250\mu\text{m}$,更优选地是 $5\mu\text{m}$ – $100\mu\text{m}$ 。

[0053] 用于超声波激励和感测的MEMS换能器的一些示例可以被制成小于超声波的波长的一半。诸如对于6MHz,波长可以是 $300\mu\text{m}$,并且对于12MHz,在具有水密度的介质中其可以是 $150\mu\text{m}$ 。目前,超声换能器通常大于 $135\mu\text{m}$,这意味着对于小于大约 $270\mu\text{m}$ 的波长,在波束转向期间出现旁瓣。为了改善例如超声回波描记图像,在软件中提供变迹滤波器来消除图像中的旁瓣。如果使阵列中的MEMS设备的节距小于波长的一半,则旁瓣不出现并且不需要变迹滤波器。改进的没有旁瓣的图像节省了对图像的处理能力,它加速了想要实时发生的成像(对于高分辨率超声成像还不能实现),并且它改善了图像的质量。以上尺寸可以没有太多困难地在典型的半导体工艺中被处理和集成。

[0054] 在当前MEMS的示例中,电极层选自诸如Pt、Au、Cu、Al、W、Mo、TiN、Ti的金属、金属导体及其组合,优选地是Pt。

[0055] 在当前MEMS的示例中,压电层选自PZT ($\text{Pb}[\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x}]\text{O}_3$ $0 \leq x \leq 1$)、AlN、 $(\text{PbMg}_{0.33}\text{Nb}_{0.67})_{1-x}(\text{PbTiO}_3)_x$ (优选地 $x=0.28$ – 0.5) (PMNT) 及其组合,优选地是PZT。

[0056] 在当前MEMS的示例中,介电层选自 SiO_2 、 Si_3N_4 及其组合。

[0057] 在当前MEMS的示例中,底层选自 SiO_2 、Si、SiC、 Si_3N_4 及其组合,优选地是Si和 Si_3N_4 。考虑到生产当前MEMS,底层优选地是Si或 Si_3N_4 ,其在生产期间提供对当前MEMS的特性的良好维护。

[0058] 在一组合适的材料中,组合也是可以设想的。

[0059] 在当前MEMS的示例中,粘合剂层存在于电极层和压电层之间。

[0060] 在示例中,当前MEMS包括腔体或超声吸收或四分之一波长反射(多)层。腔体可以

诸如用环氧树脂填充,或者可以打开(通常是真空或者用空气填充)。关于现有技术MEMS悬臂和许多其它换能器的难点在于它们生成应当被发送到在调查研究中的外部介质中的前向超声波,但是它也从设备的背后发送出进入腔体的波。当前吸收器材料,诸如具有优化厚度的环氧树脂,吸收这种向后行进的波。对于在背侧不开口的现有技术MEMS,填充在MEMS悬臂下方的腔体是就算不是不可能也是困难的,因为没有开口进入空腔。

[0061] 在示例中,当前MEMS包括 $2-2^{20}$ 个压电元件,优选地是 $3-2^{10}$ 个压电元件,更优选地是 $4-2^5$ 个压电元件。诸如用于3D成像的高端应用可以具有大量的压电元件,诸如 2^{14} 个。诸如膀胱监视器的应用可以具有相对少量的元件。其中例如需要一些图像形成的中端应用可以具有10-1000个压电元件。可以向每个压电元件施加20V-200V,诸如50V。电压可以由一个电压源施加,并且将电压分离到压电元件。

[0062] 在当前MEMS的示例中,压电层是激光辅助溅射层。已经发现,与大多数现有技术的压电层(并且尤其是PZT层)相反,这种压电层具有层不起泡、具有本征电气极性、稳定和可靠等特性。

[0063] 在示例中,以上当前层在垂直生长方向中是单晶层。在另一个示例中,其特征可以在于结晶颗粒元素和/或气泡。

[0064] 在当前MEMS的示例中,至少一个压电层具有本征电气极性,优选地是所有压电层都具有本征电气极性,其中极性大于 $20\text{V}/\mu\text{m}$,优选地大于 $50\text{V}/\mu\text{m}$,更优选地大于 $100\text{V}/\mu\text{m}$,诸如 $200\text{V}/\mu\text{m}-1000\text{V}/\mu\text{m}$ 。本极性通常平行于生长方向。于是,与不具有或至多具有有限的本征极性的现有技术层相反,提供了在所施加的电场与压电层的(一个或多个)尺寸变化之间的线性行为。考虑到以上,本征极性优选地至少与要施加的外部电场一样大,更优选地是显著更大。

[0065] 在第二方面,本发明涉及一种便携式超声设备。当前设备包括至少一个超声换能器,该换能器包括至少一个MEMS,该MEMS包括至少一个压电元件,以及腔体或超声吸收或再现(多)层。于是,可以以足够的强度提供超声。

[0066] 便携式设备是要由单个人携带、要应用到例如人等等的小型设备。

[0067] 便携式设备包括用于向换能器施加电压的电压源,优选地是高电压源,诸如提供20V-500V的源,优选地是50V-250V,诸如80V。同样,当前MEMS可以包括这样的源。源也可以被认为是致动器。

[0068] 在示例中,便携式设备包括电压分离器,用于向单独的压电元件施加电压。

[0069] 便携式设备包括用于提供电能的装置,诸如电能量源,及能量转换器。电能量源的示例是电池和电容器。同样,可以使用能量转换器,诸如将身体温度转换成电、将运动转换成电、将压力转换成电等等的转换器。

[0070] 便携式设备包括用于检测反射的超声的检测器。设备的检测器和MEMS优选地是一个并且相同。

[0071] 当前便携式设备可以包括换能器(换能器集合)的集成扫描仪系统、换能器的集成系列、(一系列)MEMS换能器、在相同的包装中与高电压致动电路和/或感测电路和/或数据处理和电池电源集成的压电换能器。在示例中,这种监视扫描器(或同样地扫描头)可以连接到有线或无线连接的读出系统,用于膀胱/尿量的测量和计算,以及这个值可能(like)通过显示或报警功能的传送。

[0072] 当前扫描仪可以薄并且可以由人穿在衣服或内衣中或下面、通过粘合剂安装在皮肤上,或固定在皮肤上,诸如用带子。

[0073] 在示例中,扫描仪中的换能器可以生成在大约1MHz至10MHz范围内的超声脉冲,并且还可以检测超声回波,诸如从膀胱的前部和后部。然后,根据脉冲(或信号)的致动的发送与上面两个回波的接收之间的时间差的测量,可以计算膀胱中液体的容积。这个容积被认为是膀胱中尿量的测量。

[0074] 如果尿量超过某个值,则由发送器提供的脉冲,诸如报警(像嘟嘟声或振动)可以警告人,诸如去厕所/小便池。发送器可以位于本扫描仪或类似设备中,或在其外部,或其组合。

[0075] 脉冲发送器的致动可以是周期性自动的或者可以由人手动致动。

[0076] 当前支持电子器件可以包括至少通过利用低功耗管理待机功能来启用几天或几周或更长的电池寿命的电池管理电路、用于在压电换能器上发送脉冲的高电压电路、用于检测回波及回波之间的时间的接收/感测电路,并且有可能在同一包装中还有数据处理和通信电路、显示电路或无线RF或有线传输。

[0077] 对于超声生成和检测,可以分别使用换能器,诸如压电设备、PZT MEMS、单晶MEMS和电容性MEMS。

[0078] 下面给出当前便携式超声设备的几个应用。

[0079] 设想作为连续监视器用于个人使用的设备。它可以在任何时刻被读取,以便观察膀胱的容积,由用于发送超声振动(大约1MHz-10MHz)的(一个或多个)换能器构成,从而感测这些振动的回波,用于生成发送脉冲(可以是几十到几百伏)的电子器件,以及感测电路,在硬件和软件中用于将回波解释为膀胱的容积的处理。这个设备足够小,以便可穿戴并且可以通过一条胶带或胶布或者弹性体固定。

[0080] 它可以涉及具有放在同一包装中的两个或更多个换能器元件(MEMS或非MEMS)的设备,并且涉及全都在一起的一个包装。这是用于便携式目的的薄设备,诸如通过固定器,诸如带子,安装或利用胶水粘住,或固定在(内)衣中。这可以与具有显示器的电子读出器有线或无线连接,该读出器也可以是在身体上便携式的,有可能在裤子口袋中或在腰带下,和/或是在如移动电话的设备上的应用。

[0081] 当前设备可以具有在单个包装中具有高电压驱动器和/或集成或分离的传感器读出电路的紧凑型PCB或芯片,并且还包括具有电池管理电路的电池。于是,扫描仪中的换能器与用于驱动换能器的高电压电路之间的高压电缆束被替换。被解决的问题是粗高电压电缆束是刚性的并且会对手动移动超声扫描仪的用户造成严重的负担。特别是对于频繁的用户,诸如医疗助理和医生,这会造成RSI。通过省略高电压电缆,在更轻和更柔性的电缆中仅需要电压电源线 and 轻(light)数字布线。这为用户产生更高的便利性。另一个问题是高电压驱动电路的驱动功率的尺寸主要是为电缆驱动电荷。如果电缆被省略,则需要少得多的驱动功率,并且芯片上的电路可以变得更小,这有助于高电压芯片的小占用面积。如果超声扫描仪的操作频率更高,例如大于10MHz,则功率节省更大。当前包装还节省了相当大的电驱动功率,这提供了高电压驱动器芯片的更少加热的优点。对于手持式设备,功率消耗可被限制到大约4瓦,以便防止手持式扫描头的不方便的加热。

[0082] 为了无线读出,当前设备可以是像移动电话(或iPad)的设备上的应用(与其组

合),以便显示计算出的膀胱和尿的容积。

[0083] 当前设备可以具有报警功能,用于在计算出的容积超过某个阈值极限的情况下提供报警。

[0084] 当前设备可以用于可能位于膀胱附近的动脉、主动脉和血管的鼓胀的连续或半连续监视。以比检测膀胱的容积所需的分辨率更高的分辨率,例如通过使用MEMS换能器,导致图像的血管的图像是有可能的。利用图像,可以观察是否出现气泡。如果在数小时内没有施加医学手术,则破裂的血管会由于内出血而导致死亡。

[0085] 在示例中,当前便携式设备包括根据本发明的MEMS。

[0086] 便携式设备提供超声信号。依赖于例如MEMS,信号在大约20kHz至大约50MHz的范围内。还可以设想频率的组合。

[0087] 在示例中,当前便携式设备包括 $2-2^{20}$ 个换能器,优选地是3-100个换能器,诸如4-6个换能器。于是,可以提供(一个或多个)功率和/或频率的大的变化。而且,一系列换能器提供超声(组合)信号,该信号提供例如关于液体的量的更准确的信息。这允许例如根据相邻的共振频率建立宽共振模式致动。与现有技术系统相比,对于宽频谱,需要更少的阻尼,因为如果同时激发相邻频率的几个峰值,则每个峰值的加宽可以更小。这允许更好的能量效率并且其在扫描头中节省功率,这将更少加热。

[0088] 在当前便携式设备的示例中,电压源和至少一个换能器直接接触。于是,功耗、信号失真、可靠性等得以改善。在示例中,提供低电容接触,诸如通过键合线、键合球和互连。

[0089] 在示例中,当前便携式设备由一个集成的包装组成。其尺寸通常是1mm-10mm×1mm-10mm,并且厚度为0.1mm-2mm。如果当前包装集成在便携式设备中,则尺寸可以是1cm-10cm×5cm-20cm并且厚度为0.2cm-5cm。

[0090] 在示例中,当前便携式设备包括收发器,优选地是无线收发器,诸如RFID,用于与外部世界通信。

[0091] 在示例中,当前便携式设备包括唯一的识别码。该代码识别当前设备和/或其用户。照此,可以直接搞清楚例如被分配给人的哪个设备提供例如测量。其后,如果需要,则可以采取适当的措施。

[0092] 在示例中,当前便携式设备包括至少一个阈值,该阈值用于确定液体的预设唯一量。于是,对于任何单独的设备和/或其任何单独的用户,可以提供阈值,例如,用于确定要测量的最小值,该最小值给出动作的动机,例如,换尿布或排尿。

[0093] 在示例中,当前便携式设备包括至少一个变迹滤波器。滤波器可以校正由本系统提供的信号和所获得的反射。

[0094] 在当前便携式设备的示例中,腔体包括超声吸收材料,诸如环氧树脂。于是,不想要的超声信号基本上被阻挡了。

[0095] 在当前便携式设备的示例中,设备是一次性的(诸如水泡)、手持式设备(诸如扫描仪)等等中的一个或多个。当前设备可以相对小,基本上包括集成的包装,要被“直接”应用,以及可以稍微大一些,例如以扫描仪或警告设备的形式。如果提供扫描仪或警告设备,则将当前设备与图像形成技术结合是优选的;由此用户可以直接检查图像,例如,考虑到液体的位置、障碍物的位置等。

[0096] 在示例中,当前便携式设备包括一系列MEMS,每个MEMS单独地提供具有频率和功

率的超声,该系列提供超声和/或功率的多频率频谱。于是,可以提供可适应的信号,用于获得可靠和适当的结果。在示例中,至少两个MEMS具有共同的腔体或者超声吸收或反射(多层),可选地提供相干超声。这是生产当前MEMS的当前方法的重要优点,该方法在示例中详细描述。

[0097] 在示例中,当前便携式设备用于检测液体容积,诸如在身体部分中,诸如在膀胱中、在关节中和在血管中,用于超声图像形成,诸如在内窥镜中,用于警告,诸如在停车系统中。当前MEMS允许更多元件放在内窥镜的非常有限(通常小于0.5cm)的空间中。利用当前MEMS,更多元件可被放在内窥镜中,从而允许内窥镜周围的组织的更高分辨率的成像。

[0098] 在第三方面,本发明涉及一种操作根据本发明的超声设备的方法,包括以下步骤:确定膀胱中的液体的量,基于所确定的量采取进一步的动作,诸如上厕所和换尿布。照此,穿尿布的人、(专业)医疗保健提供者等可以被发信号通知换尿布,例如,因为穿尿布的人需要上厕所。同样,人可以去上厕所,或者可以在那里得到帮助。

[0099] 在本方法的示例中,如果超过预设的液体的唯一量,则超声设备提供信号,诸如通过声音、光学信号、振动,到观察者、到智能手机、到移动电话、到应用、到计算机、到服务器的无线通信,其中信号优选地包括识别人的唯一代码以及所述人的位置。其后,可以采取适当的动作。

[0100] 在第四方面,本发明涉及操作根据本发明的MEMS的方法,其中第一电压被施加到第一压电层,并且第二电压被施加到第二压电层,其中第一和第二压电层可选地是对称的层,并且其中第一电压向第一层提供收缩并且第二电压向第二层提供伸长,其中收缩和伸长适于彼此。于是,例如,当前MEMS的耐久性、可靠性、功耗和使用质量得以改进。

[0101] 在另一方法中,为了与以上结合或者单独执行,通过施加用于补偿内部应力的偏置电压来操作当前MEMS。照此,当前MEMS的质量得以改善。

[0102] 在第五方面,本发明涉及用在根据本发明的超声设备中的膜,包括提供刚度的膜、至少两个根据本发明的MEMS,优选地包括至少一个MEMS系列,每个MEMS单独地提供具有频率和功率的超声,该系列提供超声和/或功率的多频率频谱,其中优选地至少两个MEMS具有共同的腔体或者超声吸收(多层),可选地提供相干超声,优选地是2-50个MEMS系列,其中用于提供MEMS和膜的刚度的底层可选地是一个并且相同。于是,提供可以结合到用于超声的另一设备中的膜。

[0103] 通过附图和示例,进一步详细描述本发明,附图和示例本质上是示例性和说明性的并且不限制本发明的范围。对本领域技术人员来说,可以清楚的是,显而易见或者不显而易见的示例性实施例的许多变型和组合都可以想到在由本权利要求限定的保护范围内。

附图说明

[0104] 图1. 根据本发明构建的MEMS。

[0105] 图2. 本发明的示例性过程流程。

[0106] 图3a-图3c示出了当前MEMS设计的示例。

[0107] 附图的详细描述

[0108] 在图1a中示出了基本的压电元件。其中,自顶向下示出了顶部电极层20、压电层10、底部电极20,也可以作为顶部电极层20、压电层10和底部电极20来起作用。对顶部电极

可以施加第一电压,对中间电极可以施加第二电位,并且对底部电极可以施加第三电位,诸如分别+50V、0V、-50V,及100V、50V和0V。照此,可以提供电压,或者作为来自一个源的分离电压。

[0109] 在图1b中,除了图1a,还存在刚性层30,诸如SiN层。该层可以在底部、可以在顶部,以及两者兼有。另外,刚性层可以在顶部压电层的底部电极20和底部电极层的顶部电极20之间存在,在这种情况下底部和顶部电极不相同。

[0110] 在图1c中,与图1a相比,存在位于顶部压电层的底部电极20和底部电极层的顶部电极20之间的介电层40。

[0111] 在图1d中,存在四个压电元件,每个压电元件包括顶部电极层20、压电层10和底部电极层20,在之间存在介电层40,并且存在刚性层30。每个压电层可以具有例如50V的电压,其可以是来自单个源的分离电压。于是,层上的总电压将是200V。

[0112] 附图的进一步细节贯穿本描述给出。

[0113] 示例

[0114] 虽然在详细的解释性上下文中进行了描述,但是本发明可以结合所附的示例和附图来最好地理解。

[0115] 用于制造MEMS的工艺步骤(一些步骤被省略,以及对一些层的指示)

[0116] 分批形成(图2a)

[0117] -得到起始材料(100;Si)

[0118] -设置轨迹和迹线

[0119] -激光打标

[0120] -准备运输

[0121] 晶片上的双侧标记

[0122] -热垫氧化

[0123] -(双侧) 标记

[0124] -氧化物蚀刻

[0125] 氮化物沉积(图2b)

[0126] -LPCVD氮化物(10) 沉积

[0127] 背侧腔体定义(图2c) (具有多晶硅11)

[0128] -SiN蚀刻

[0129] 底部电极沉积(图2d)

[0130] -Pt电极(12) 沉积

[0131] 压电层沉积(图2e)

[0132] -PZT(13) 沉积

[0133] 顶部电极沉积(图2f)

[0134] -Pt(14) 沉积

[0135] 压电层定义(图2g)

[0136] -Pt蚀刻(30)

[0137] -压电层蚀刻

[0138] 底部电极定义(图2h)

- [0139] -Pt蚀刻 (40)
- [0140] 分离层沉积 (图2i)
- [0141] -PECVD SiO_2 (16)
- [0142] 接触孔定义 (图2)
- [0143] - SiO_2 蚀刻 (50)
- [0144] 接触沉积 (图2k)
- [0145] -Al (17) 沉积
- [0146] 互连定义 (图2l)
- [0147] -Al蚀刻 (60)
- [0148] 顶层防划伤保护沉积 (图2m)
- [0149] -PECVD SiN (18)
- [0150] 背侧腔体 (200) 形成
- [0151] -KOH蚀刻 (70)
- [0152] 氮化物开口
- [0153] - SiN 蚀刻
- [0154] 氮化物释放
- [0155] - SiN 蚀刻
- [0156] 打包

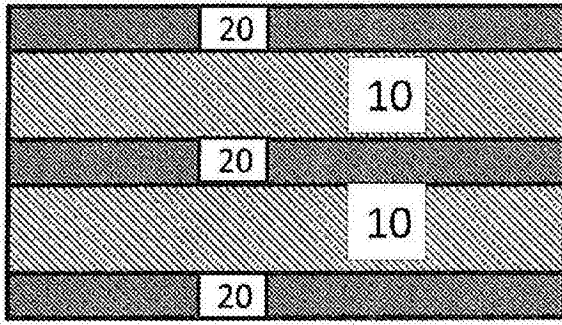


图1a

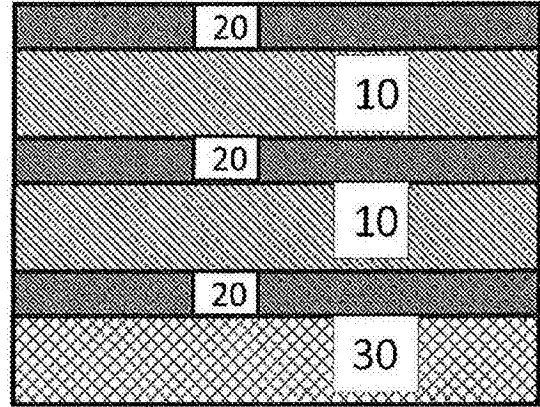


图1b

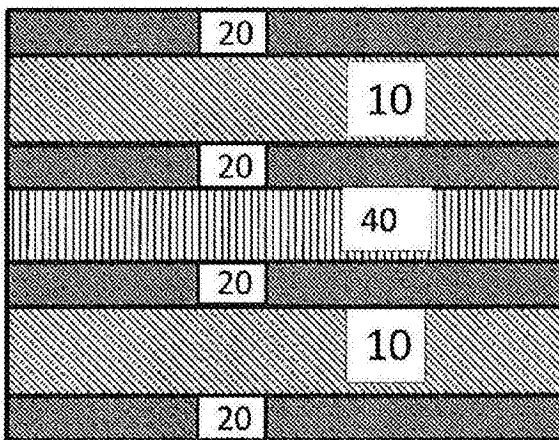


图1c

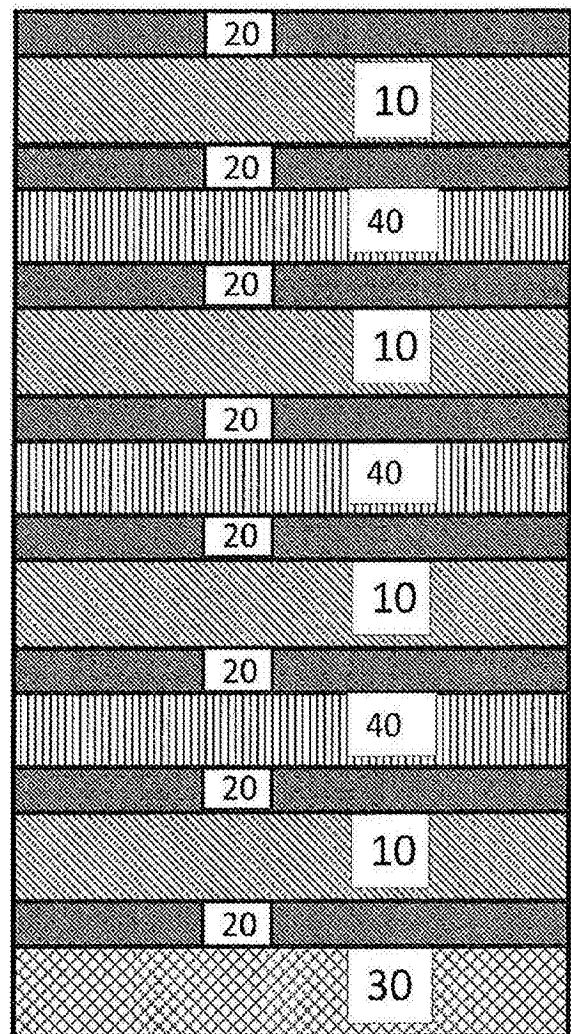


图1d



图2a

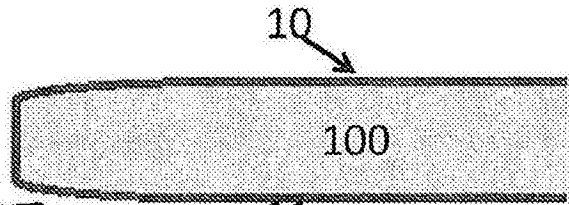


图 2b

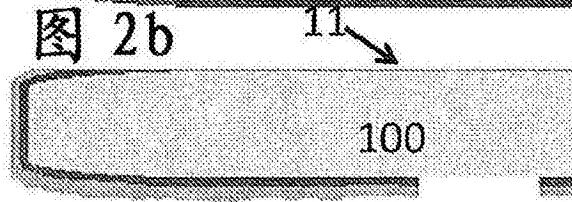


图 2c

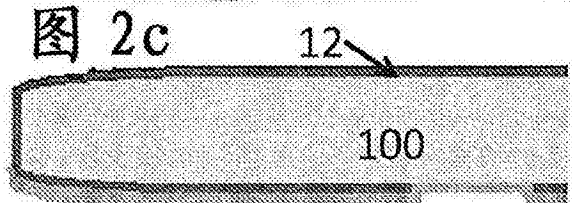


图 2d

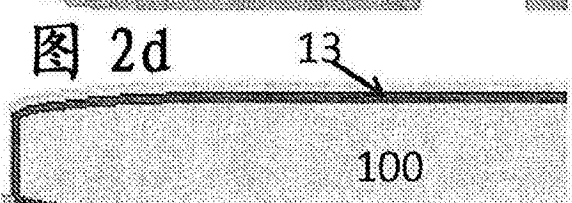


图 2e

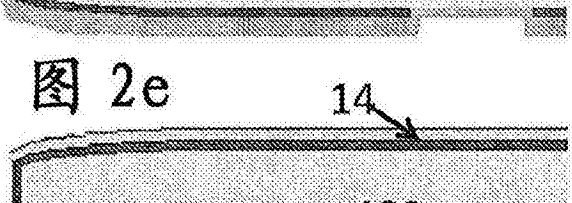


图 2f

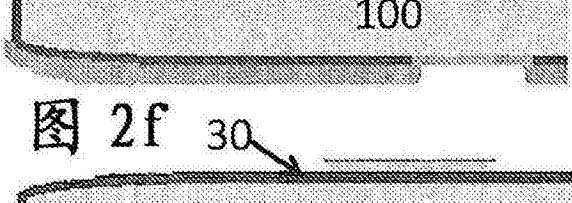


图 2g

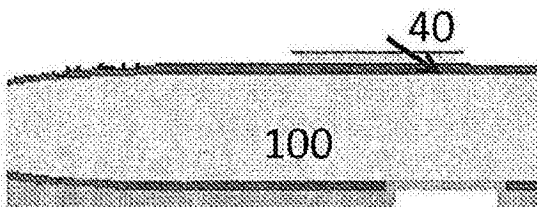


图2h

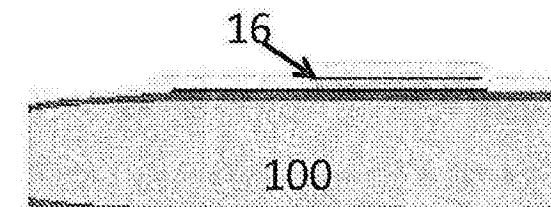


图2i

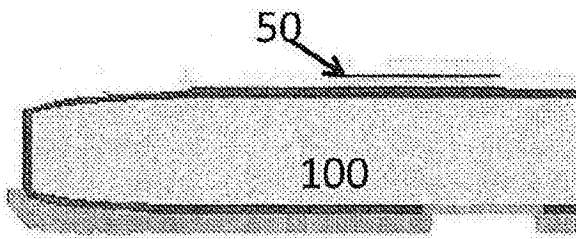


图2j

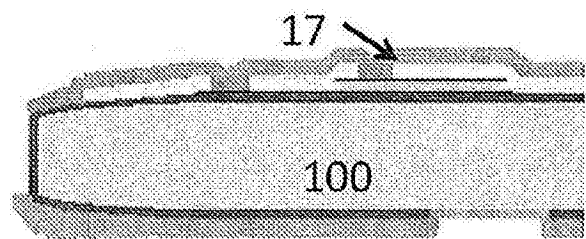


图2k

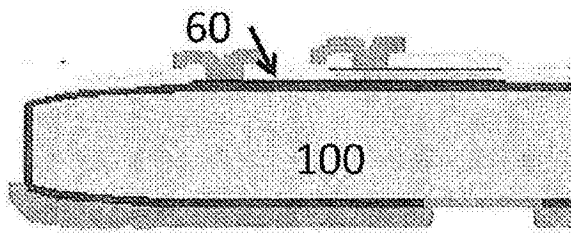


图2l

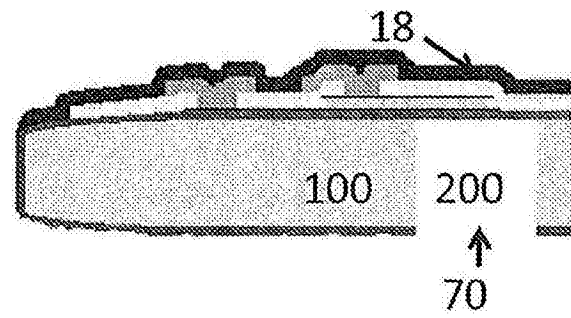


图2m

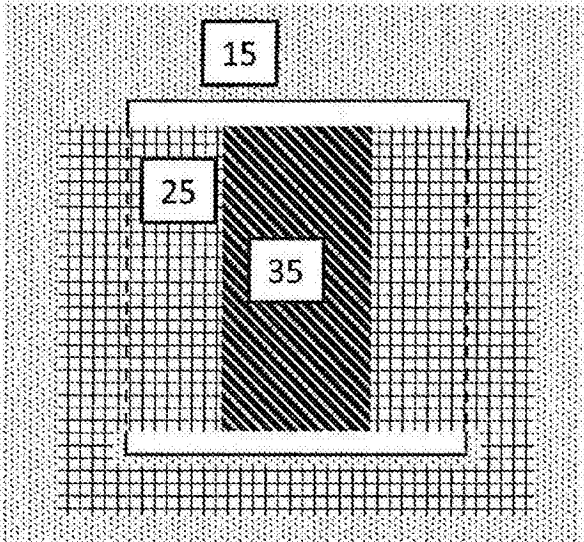


图3a

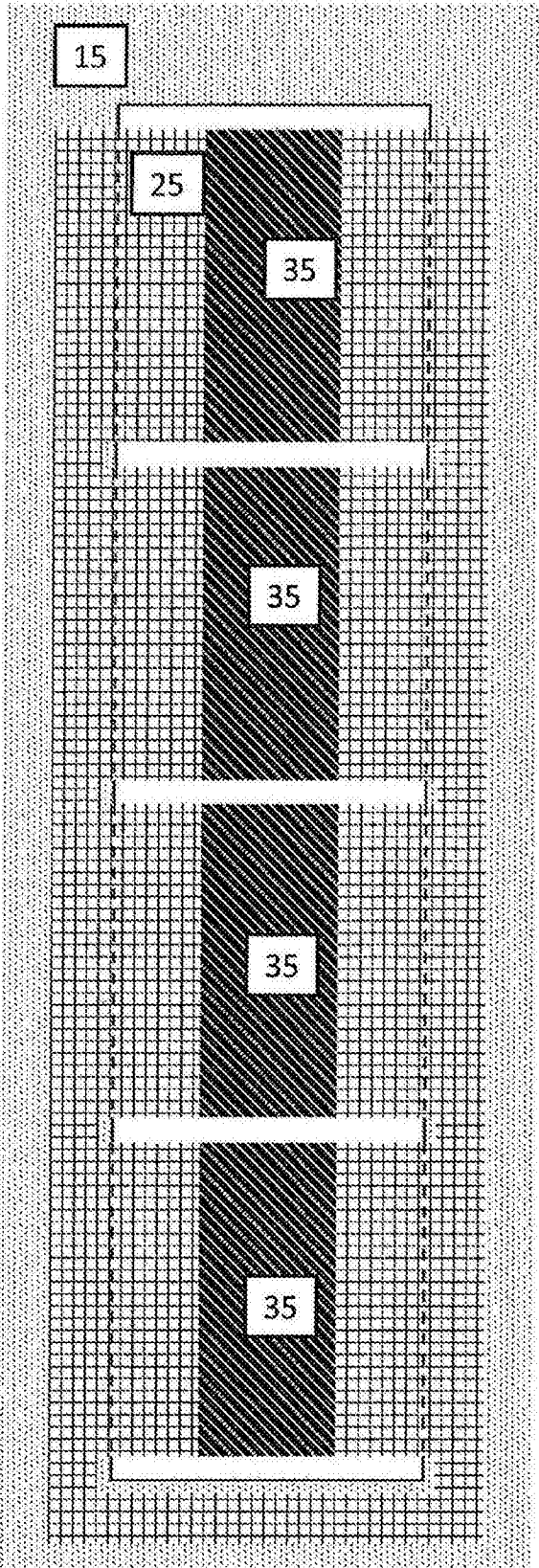


图3b

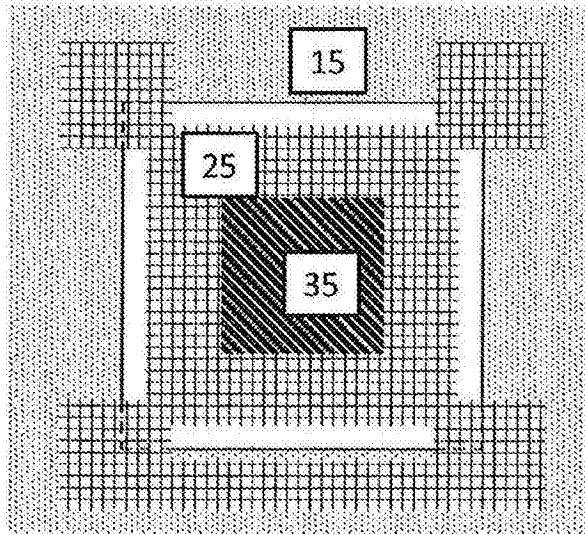


图3c

专利名称(译)	高电压MEMS，以及包括这种MEMS的便携式超声设备		
公开(公告)号	CN106456113A	公开(公告)日	2017-02-22
申请号	CN201580024590.4	申请日	2015-03-13
[标]发明人	JJ科宁 R·沃尔特		
发明人	J·J·科宁 R·沃尔特		
IPC分类号	A61B8/00 A61F5/48 A61B5/20 H01L41/083 H01L41/09 B06B1/06		
代理人(译)	宋岩		
优先权	2012419 2014-03-13 NL		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明在改进的高电压MEMS、包括这种MEMS的便携式超声设备以及这种便携式设备对检测膀胱中液体容积的用途的领域中。便携式超声设备使用在相同方向被极化的至少两个堆叠的压电元件，并且与腔体、吸收层或四分之一波长反射层叠加。

