



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111664874 A

(43)申请公布日 2020.09.15

(21)申请号 202010116496.4

(22)申请日 2020.02.25

(30)优先权数据

19161626.7 2019.03.08 EP

(71)申请人 英飞凌科技股份有限公司

地址 德国诺伊比贝尔格

(72)发明人 S·巴曾

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 吕世磊

(51)Int.Cl.

G01D 5/241(2006.01)

G01H 11/06(2006.01)

G01L 1/14(2006.01)

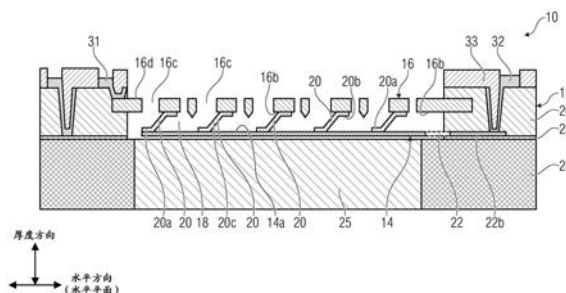
权利要求书2页 说明书8页 附图19页

(54)发明名称

具有膜电极、对电极、以及至少一个弹簧的传感器

(57)摘要

公开了一种传感器,该传感器具有膜电极、对电极、以及至少一个弹簧。尤其是,根据示例的传感器可以包括:结构(12);膜电极(14),其作为受到压力的结果是可变形的,并且与结构(12)接触;对电极(16),其被机械地连接到结构(12),并且通过间隙(18)与膜电极(14)分隔开;以及至少一个弹簧(20),其被机械地连接到膜电极(14)和对电极(16),以便在膜电极(14)和对电极(16)之间施加弹性力。



1. 一种传感器 (10), 包括:
结构 (12);
膜电极 (14), 所述膜电极 (14) 作为受到压力的结果是可变形的, 并且所述膜电极 (14) 与所述结构 (12) 接触;
对电极 (16), 其被机械地连接到所述结构 (12) 并且通过间隙 (18) 与所述膜电极 (14) 分隔开; 以及
至少有一个弹簧 (20), 其在所述膜电极 (14) 和所述对电极 (16) 之间, 以便在所述膜电极 (14) 和所述对电极 (16) 之间施加弹性力。
2. 根据权利要求1所述的传感器, 包括:
柔性膜连接件 (22), 其将所述膜电极 (14) 机械地连接到所述结构 (12)。
3. 根据权利要求2所述的传感器, 其中,
所述柔性膜连接件 (22) 被配置为至少作为所述膜电极 (16) 或所述膜电极 (16) 的主部分的弯曲或移动或变形的部分结果, 而弹性地变形。
4. 根据权利要求3所述的传感器, 其中,
所述柔性膜连接件 (22) 包括切口或孔 (22d), 所述切口或孔 (22d) 与所述膜电极 (14) 的与所述结构 (12) 接触的部分 (22b) 对应。
5. 根据权利要求4所述的传感器, 其中,
所述膜连接件 (22) 的所述切口或孔 (22d) 呈拱形和/或与所述膜电极 (14) 的边缘 (14r) 同心。
6. 根据权利要求2至5中任一项所述的传感器, 其中,
所述柔性膜连接件 (22) 包括弹簧 (22、23), 所述弹簧 (22、23) 机械地连接所述膜电极 (14) 和所述结构 (12)。
7. 根据前述权利要求中任一项所述的传感器, 其中,
所述膜电极 (14) 被插入在第一对电极 (16) 和第二对电极 (17) 之间, 并且分别通过第一间隙 (18) 和第二间隙 (19) 与所述第一电极 (16) 和所述第二对电极 (17) 间隔开。
8. 根据前述权利要求中任一项所述的传感器, 其中,
所述至少一个弹簧 (30) 是双压电晶片弹簧。
9. 根据前述权利要求中任一项所述的传感器, 其中,
所述膜电极 (14) 被悬挑连接到所述结构 (12)。
10. 根据前述权利要求中任一项所述的传感器, 其中,
所述至少一个弹簧 (20) 包括膜侧脚 (20a、30a) 和对电极侧脚 (20b、30b), 所述膜侧脚 (20a、30a) 邻接在所述膜电极 (14) 上, 所述对电极侧脚 (20b、30b) 邻接在所述对电极 (16) 上。
11. 根据前述权利要求中任一项所述的传感器, 其中,
所述至少一个弹簧 (20) 包括多个弹簧。
12. 根据权利要求11所述的传感器, 其中,
所述多个弹簧 (20) 是弹簧 (20) 的阵列或矩阵。
13. 根据前述权利要求中任一项所述的传感器, 其中,
在所述膜电极 (14) 和所述结构 (12) 之间的所述机械连接件是无应力的。

14. 根据前述权利要求中任一项所述的传感器,其中,
所述膜电极(14)存在至少一个非导电岛,所述至少一个弹簧(20)邻接在所述至少一个非导电岛上,使得所述至少一个弹簧(20)与所述膜电极(14)电绝缘。
15. 根据前述权利要求中任一项所述的传感器,其中,
所述至少一个弹簧(20)包括在所述间隙(18)中的倾斜部分(22c)。
16. 根据前述权利要求中任一项所述的传感器,被实现为芯片或封装件。
17. 一种麦克风设备,包括根据前述权利要求中任一项所述的传感器。
18. 一种用于制造半导体压力传感器和/或声学传感器的方法,包括:
在基底(24)上制备第一元件(14、16),其中所述第一元件(14、16)在膜电极(14)和对电极(16)之间被选择;
制备至少一个弹簧元件(20、30)以邻接在所述第一元件(14、16)上;
制备第二元件(14、16),使得所述至少一个弹簧元件(20、30)邻接在所述第二元件(14、16)上,并且被弹性地连接到所述第一元件和所述第二元件,其中所述第二元件(14、16)是在所述对电极(16)和所述膜电极(14)之间选择的未被选择用于所述第一元件的元件。
19. 根据权利要求18所述的方法,还包括:
在已经制备所述第一元件(14)之后,在所述第一元件(14、16)之上沉积牺牲材料(26);
通过以下步骤中的至少一个步骤制备所述至少一个弹簧元件(20)和所述第二元件(16):
移除在选定位置(26a)中的所述牺牲材料(26);
在所述选定位置(26a)之上沉积弹簧元件材料;
在所述弹簧元件材料之上沉积第二元件材料;以及
移除剩余的牺牲材料(26)。
20. 根据权利要求18或19所述的方法,其中,
所述弹簧元件材料与所述第一元件材料或所述第二元件材料是相同的材料。

具有膜电极、对电极、以及至少一个弹簧的传感器

技术领域

[0001] 本文件涉及传感器(例如,压力传感器和/或声学传感器,例如:用于麦克风),该传感器具有膜电极、对电极和插入在膜电极和对电极之间的至少一个弹簧。

[0002] 本文件还涉及用于制造传感器(诸如,上述传感器)的方法。

背景技术

[0003] 压力传感器(诸如,声学传感器)可以包括至少两个电极(例如,至少一个膜电极和至少一个对电极)。例如,膜电极可以作为受到压力(例如,由声音导致的压力)的结果是可变形的。对电极可以是不可变形的,并且对电极可以被固定到固定结构。膜电极可以被连接到对应于膜边缘的传感器的固定结构。

[0004] 膜电极可以被制造为存在拉伸应力,例如:用于抵消在膜电极与对电极之间的吸引静电力。

[0005] 凭借由于压力引起的变形,应力的高度集中可以被限定为对应于膜边缘。因此,传感器的鲁棒性总体上被降低。

[0006] 由于组装工艺,不同封装材料的热膨胀和材料封装的老化在膜电极和对电极之间导致附加应力。这种附加应力改变了膜的柔顺性,从而例如降低了灵敏度。这引起显著的产量损失。

[0007] 因为膜电极的边缘被固定到结构,所以膜的大面积运动受到限制。因此,整体信号幅度被减小。因此,该芯片传递受限制的信号和/或信噪比(SNR)被降低。总体上,传感器需要被设计为比所需要的更大,因此增加了达到满意信号和SNR值的成本。

[0008] 此外,在制造期间的公差导致膜电极具有不完美的定位。因此,通常需要执行校准,以相对于结构适配膜的特定位置。因此,不经校准,很难实现不同传感器(名义上相同)恰好以相同灵敏度操作的结果。然而,校准意味着软件和硬件的复杂化。

[0009] 此外,在膜上的应力也取决于外部温度。因此,很难实现在所有气候条件下都能运作的传感器。

[0010] 受限制的机械鲁棒性可能会引起现场故障,并且需要附加测量、限制和成本。因此更厚的膜需要被使用。

[0011] 因此,本文件旨在找出至少部分减少上述缺陷的技术。

发明内容

[0012] 根据一个示例,提供了一种传感器,包括:结构;膜电极,该膜电极作为受到压力的结果是可变形的,并且该膜电极与结构接触;对电极,该对电极被机械连接到结构,并且对电极通过间隙与膜电极分隔开;以及至少一个弹簧,其在膜电极和对电极之间,以便在膜电极和对电极之间施加弹性力。

[0013] 根据一方面,传感器可以包括:柔性膜连接件,该柔性膜连接件将膜电极连接到结构。

[0014] 根据一个示例,提供了一种方法,该方法用于制造半导体压力传感器和/或声学传感器,该方法包括:

[0015] 在基底上制备第一元件,其中第一元件在膜电极和对电极之间选择;

[0016] 制备至少一个弹簧元件,该至少一个弹簧元件邻接在第一元件上;

[0017] 制备第二元件,使得至少一个弹簧元件邻接在第二元件上,并且使得至少一个弹簧元件被弹性地连接至第一元件和第二元件,其中第二元件是对电极或膜电极,其中第二元件是在对电极和膜电极之间选择的未被选择用于第一元件的元件。

附图说明

[0018] 图1、图2示出了根据示例的传感器。

[0019] 图3示出了根据示例的元件。

[0020] 图4和图5示出了根据示例的传感器。

[0021] 图6至图9示出了根据示例的元件。

[0022] 图10至图17示出了根据方法的中间步骤。

[0023] 图18示出了根据示例的传感器。

[0024] 图19示出了根据方法的中间步骤。

具体实施方式

[0025] 图1示出了根据示例的传感器10。传感器10可以是压力传感器。压力传感器10可以是声学传感器(例如,用于麦克风)或压力传感器(例如,用于测量外部压力,诸如大气压力)。传感器10可以是半导体设备。传感器10可以是微机电系统(MEMS)。传感器10可以是嵌入式设备。传感器10可以是片上设备。传感器10可以是封装件,或者传感器10可以被封闭在封装件中。传感器10可以包括结构12。结构12可以是被固定的。结构12可以包括(或被包含在)芯片和/或封装件中。

[0026] 传感器10可以作为电容器来操作,该电容器具有在可变距离(间隙)处的两个电极,从而具有可变电容。电容可以根据电极之间的距离而变化。总体而言,距离越大,电容越小,反之亦然。总体而言,意味着在电极之间的距离与电容之间的反比例。

[0027] 传感器10可包括膜电极14(例如,为导电材料)。膜电极14可以是柔性的(例如,为柔性和/或弹性材料)。膜电极14可以作为受到压力(例如:压力振动,如声音)的结果而被变形。膜电极14可以与结构12接触。例如,膜电极14可以被悬挑连接到结构12。膜电极14可以被非刚性地固定到结构12(例如,无应力膜)。膜电极14可以被悬置(例如,通过弹簧或其它弹性元件,诸如柔性膜连接件)。膜电极14可以存在第一表面14a(其可以是暴露表面)和第二表面14d(其可以是非暴露表面)。

[0028] 传感器10可以包括对电极16(例如,为导电材料)。对电极16可以是刚性材料。对电极16可以是背板。对电极16可以被机械地连接到结构12(例如,被固定到结构12和/或由结构12悬置)。对电极16可以存在第一表面16b(其可以是非暴露表面)和第二表面16d(其可以是暴露表面)。

[0029] 对电极16可以被理解为与膜电极14一起操作,以形成电容器。可以通过间隙18将对电极16与膜电极14分隔开。

[0030] 对电极16可以包括e孔16c。该孔16c可以(除其他外)允许穿过对电极16在膜电极14的外侧和至少一个表面14a之间进行流体连通。

[0031] 对电极16与膜电极14一起可以作为具有可变电容的电容器操作。间隙18可以是空气间隙(其他流体可以被用于不同的环境;例如,在水下环境中,间隙18可以利用水填充)。间隙18可以作为电容器中的电介质操作,该电介质在这种情况下是可变的。所获得的电容器具有基于可变间隙18的可变电容,而可变间隙18又可以例如基于压力而变化。具有可变电容的电容器也可以被用作音频/声学/声音传感器(例如,作为麦克风操作):例如,声学振动可以基于间隙18的修改来被测量。

[0032] 传感器10可以根据厚度方向(在图1中竖直)和正交于厚度方向的水平平面延伸(在图1中,水平平面沿水平方向以及进入和离开纸张的方向延伸)。传感器10可以在水平平面中比在厚度方向上延伸更多。膜电极14和对电极16可以主要平面地延伸(例如,在水平平面中)。间隙18可以具有主要水平延伸的体积,但是间隙18的高度可以至少沿厚度方向变化。膜电极14的变形可以被视为在厚度方向上的变形,例如:在厚度方向上根据压力使间隙18的高度减小和/或增大(并且电容器的电容相应地被改变)。如在厚度方向上可见,膜电极14和对电极16可以至少部分地彼此重叠。

[0033] 膜电极14可以具有表面14a,该表面14a可以面向对电极16的表面16b,表面14a和表面16b由间隙18分隔开。表面16b可以是内部(非暴露)表面。虽然在图1中,膜电极14比对电极16处于更内部,但在其他示例中,膜电极14和对电极16的表面的相对位置可以被反转。

[0034] 已经注意到的是,存在插入在膜电极14和对电极16之间(例如,在间隙18中)的至少一个弹簧20对于传感器10而言是有益的。至少一个弹簧20可以被机械连接到膜电极14和对电极16二者。至少一个弹簧20可以至少部分地支撑膜电极14。至少一个弹簧20和膜电极14可以被彼此固定和/或粘附。至少一个弹簧20可以至少部分地支撑膜电极14。至少一个弹簧20和膜电极14可以被彼此固定和/或粘附。在一些情况下,对电极16可以通过至少一个弹簧20至少部分地支撑膜电极14。至少一个弹簧20可以是弹性构件,该弹性构件在膜电极14和对电极16之间施加弹性力。特别是凭借使用至少一个弹簧20,可以减少或避免在膜电极14的边缘处的拉伸应力。

[0035] 例如,结构12可以包括基底24,该基底24可以包括后侧蚀刻层25。该结构12可以包括覆盖部分26(例如,为覆盖氧化物,诸如TEOS、原硅酸四乙酯)。在覆盖部分26和基底24之间,停止层28(例如,为停止氧化物材料的停止层)可以设置在基底24的一些区域中。

[0036] 如从图1可见的,结构12可以包括膜电极端子32,膜电极端子32被电连接到膜电极14(例如,通过在导电孔中获得的导电连接件)。结构12可以包括对电极端子31,对电极端子31被电连接到对电极16(例如,通过在导电孔中获得的另一导电连接件)。端子31和端子32可以被电连接到内部或外部电路、和/或外部设备和其他部件(例如,通过端子路径和/或通过外部焊盘)。钝化层33可以被设置为在形成端子31和/或32和/或覆盖部分26的金属层之间接触。

[0037] 至少一个弹簧20可以包括膜侧脚20a和/或对电极侧脚20b,该膜侧脚20a邻接在膜电极14上(例如,邻接表面14a),该对电极侧脚20b邻接对电极16(例如,邻接表面16b)。脚20a和20b的至少一个脚可以被固定和/或粘附到相应的膜电极14或对电极16。弹簧20

的主部分20c可以被机械地连接在膜侧脚20a和对电极侧脚20b之间。

[0038] 在示例中,多个弹簧20可以被放置在膜电极14和对电极16之间。在示例中,多个弹簧20被布置在阵列和/或矩阵中(例如,彼此相距规则距离)。在示例中,多个弹簧20被布置,以便具有相同的弹簧常数,或者具有在不同弹簧20之间变化最大1%或5%的弹簧常数。主部分20c可以提供弹性。弹簧20的主部分20c可以在倾斜方向上普遍地延伸。不同的弹簧20可以在1%或5%的公差范围内具有相同或相似的倾斜角。倾斜度可以提供弹性。倾斜度可以影响弹簧常数。弹簧20的主部分20c的长度总体上不比倾斜度重要。

[0039] 柔性膜连接件22可以被提供,以将膜电极14机械连接(例如,支撑和/或支持和/或固定)到结构12。至少部分地作为膜电极14的偏转(例如,凭借压力)的结果,可以使柔性膜连接件22弹性变形(例如,在厚度方向上)。柔性膜连接件22可以包括横向弹簧。柔性膜连接件22可以允许导电。柔性膜连接件22可以以与膜电极14相同的材料获得。柔性膜连接件22可以通过修改(例如,通过切割或打孔)膜电极14的一部分来获得。

[0040] 如由图2示出的,在操作中,膜电极14可以在第一位置(作为受到第一压力的结果而在厚度方向上呈第一高度的间隙18)和第二位置(作为受到第二压力的结果而在厚度方向上呈第二高度的间隙18)之间被变形,以便在第一电容和第二电容之间变化。例如,作为受到对应的多个压力的结果,多个其它位置(例如,中间位置)可以被获得,并且引起多个对应的电容。如从图2可见的,还凭借使用至少一个弹簧20和/或通过其与柔性膜连接件22的弹性变形的组合效应,更均匀的偏转(均一膜偏转)被获得,其中间隙18趋于沿着水平平面是均匀的。

[0041] 图3示出了从垂直于厚度方向的方向(图3中的(a)部分)和垂直于水平平面的方向(图3中的(b)部分)二者所示出的膜电极14的示例。要注意的是,图3中的(a)部分等同于图10,并且是指用于制造图1的传感器的中间步骤。相反,图3中的(b)部分是指膜电极14的最终配置。

[0042] 膜电极14可以包括主部分14',主部分14'提供了表面14a,和/或主部分14'被用作电容器的电极。可以通过在膜电极14中的切口或孔22d(例如,弓形部分,例如,与膜电极14的边缘14r同心)获得柔性膜连接件22,切口或孔22d例如与膜电极14的部分22b对应,膜电极14的部分22b与结构12接触(例如,部分22b可以被夹在结构12中,例如:在覆盖部分26与基底24或基底24的停止层28之间;部分22b可以被悬挑连接至结构12)。切口或孔22d可以比接近膜电极14的中心更接近膜电极14的边缘14r。切口或孔22d可以比接近膜电极14的中心更接近膜电极14的部分22b。在该示例中,形成柔性膜连接件22的切口或孔22d是弓形的(例如,拱形),和/或形成柔性膜连接件22的切口或孔22d被同心地切割到膜电极14的主部分的周边。切口或孔22d可以是贯穿切口或贯穿孔,并且切口或孔22d可以在厚度方向上穿过膜电极的整个厚度。

[0043] 当膜电极14被变形时(例如,凭借压力),柔性膜连接件22可以对应地变形:例如,在膜电极14中的切口或孔22d可以允许主部分14'相对于部分22b更均匀地运动,从而沿水平平面在间隙18(见图2)中保持普遍均匀的高度。

[0044] 停止层28可以设置在膜电极14(和/或膜连接件22)与基底24之间。

[0045] 在图1的示例中,膜电极14被悬挑连接至结构12。至少一个弹簧20(例如,与柔性膜连接件22结合)可以允许在水平平面中保持间隙18的高度均匀。如通过比较图1和图3可

见的,膜电极14的部分22b可以被直接连接到结构12和/或与结构12接触,然而膜电极14的边缘14r的大部分或全部未被机械连接到结构22。至少一个弹簧20仍然可以与膜电极14和对电极16二者接触。

[0046] 图3的示例可以允许在水平方向上(例如,图2中从右向左)和厚度方向上(例如,图2中的垂直方向)移动。有效的电连接被实现了。如从图3可见的,切口或孔22d可以是部分切口或孔,并且因此膜电极14可以找到朝向膜电极端子32的电路径(例如,通过被连接到结构12的部分22b)。

[0047] 附加地或备选地,柔性膜连接件22可以包括弹簧23,该弹簧23在膜电极14和结构12之间施加弹性力(图4)。例如,结构12可包括分段部分27、至少一个弹簧20(其可是对电极16的一部分、或不是对电极16的一部分)。膜电极14可以被弹性地悬置到弹簧23(或由弹簧23支撑或固定)。弹簧23可以具有上述至少一个弹簧20的至少一个、一些或全部特征(因此在此不再重复这些特征)。至少作为膜电极14的运动的部分结果,弹簧23可以弹性变形。当提供弹簧23时,在图3中示出的切口或孔可以被避免。弹簧23可以允许膜电极14与膜电极端子32通过分段部分27的连接。弹簧23可以是导电材料。代替一个单个弹簧23,多个弹簧可以被使用。

[0048] 混合解决方案也可以被获得:膜电极14可以由具有低拉伸应力的结构12来部分悬置并部分支撑。

[0049] 图5示出了一种变型,其中膜电极14被插入在第一对电极16和第二对电极17之间,并且分别通过第一间隙18和第二间隙19与第一对电极16和第二对电极17间隔开。至少一个弹簧20可以位于膜电极14与第一对电极16(例如,最外露的或最外部的一个对电极)之间,然而在膜电极14和第二对电极17(例如,更内部或非外露的一个对电极)之间没有提供弹簧。在一些示例中,弹簧20可以被提供以将膜电极14与第一对电极16和第二对电极17两者连接。在后一种情况下(弹簧20将膜电极14与第一对电极16和第二对电极17两者连接),膜电极14以及第一对电极16和第二对电极17可以基于压力作为具有可变电容的两个不同电容器(例如,两个串联电容器)来操作。

[0050] 图6至图8在水平平面中示出了弹簧20和对电极16的元件的示例。

[0051] 在图6中,弹簧20的膜侧脚20a(膜侧脚20a可以邻接膜电极14的表面14a)邻接在膜电极14(未示出)上。弹簧20的对电极侧脚20b邻接在对电极16的表面16b上。如可以通过将图6与图1、图2、图4和图5比较来理解的,虽然脚20a和20b可以在水平方向上普遍延伸,但是弹簧20的主部分20c可以在倾斜方向上普遍延伸。已经注意到的是,至少一个弹簧20的主部分20c的长度(总体上)不重要。

[0052] 至少一个弹簧20可以是导电材料(例如,掺杂的半导体材料或金属材料),该导电材料可以与对电极16的材料相同。在示例中,至少一个弹簧20和对电极16可以彼此一体。

[0053] 为了避免在膜电极14和对电极16之间经由至少一个弹簧20短路,膜电极14可以存在(例如,在表面的一些部分中,至少在表面14a中)非导电岛。因此,即使至少一个弹簧20可以为金属或导电材料,也不会在对电极16和膜电极14之间导致短路。用于至少一个弹簧20的典型材料可以是多晶硅或SiNi。作为使用(一个或多个)岛的附加或备选方案,至少一个弹簧20可以在外部具有电绝缘层。在其他变型中,至少一个弹簧20可以是电绝缘材料。

[0054] 图7示出了一个示例,其中相对于图1从上方示出对电极16(即,不同于图6)。在该示例中,至少一个弹簧20与对电极16一体并且 相同材料。膜侧脚20a可以邻接在膜电极14(即,膜电极14的暴露 表面14a)上。

[0055] 图8示出了另一示例,其中相对于图1从下方示出对电极16, 元件24、25和14未被示出。如可见的,在这种情况下,至少一个 弹簧20的主部分20c具有螺旋形状,因此增加了至少一个弹簧20 的弹性特性。其他形状可以被选择。

[0056] 图9示出了一个示例,其中至少一个弹簧是至少一个双压电晶 片弹簧30。至少一个双压电晶片弹簧30可以是如下弹簧,其在被制 造时将膜电极14(在厚度方向上,如由箭 头30' 所指示的方向)朝向 距对电极16更远的位置移动,即自然地增加间隙18的高度。至少 一个双压电晶片弹簧30可以使得在膜侧脚30b(邻接对电极16)和 膜侧脚30a(邻接膜电极 14)之间的部分30c由被布置为彼此相 邻的一对中间部分(例如,不同材料)形成。

[0057] 在移除牺牲层后,使用从对电极16弯曲的双压电晶片弹簧30 可以显著地增加移 动范围。因此,在达到高声压级时的限制(针对 现有技术来说是典型的)被克服了。

[0058] 在图9中,在膜电极14和对电极16之间的相对位置在该示例 中相对于图1的示例 被反转。可以针对上面或下面的任何示例执行 此反转。

[0059] 图18示出了传感器10的另一个示例,其中至少一个(例如, 多个) 竖直弹簧60构成 竖直弹簧,该竖直弹簧60沿着厚度方向穿 过间隙18延长。至少一个竖直弹簧60可以由柔性 材料制成。此处, 至少一个竖直弹簧60可以通过在膜电极14和对电极16之间的竖直 连接 件获得。

[0060] 总体上,上述示例呈现了若干重要的优点。膜电极14的柔顺性 总体上不由拉伸应 力限定,并且膜电极14的柔顺性总体上不受外力 影响。相反,膜电极14的柔顺性总体上由 设计和用于制造至少一个 弹簧20、30、60的材料的弯曲刚度来确定。重要的是,材料的弯曲 刚度是特别稳定的参数:传感器的特性将不会轻易随时间变化,并 且名义上相同的传感器 将具有相同或相似的行为。

[0061] 针对传感器的生产可以达到较高的稳定性和产量。校准功能通 常可以被避免,因 为这样可以确保具有相同标称参数的不同传感器 的实际参数不会变化太大。

[0062] 系统成本也可以被减少。(一个或多个)对电极18和/或19可 以被设计为具有较薄 的层和较大的声学透过性,因此降低噪声贡献 并引起更高的信噪比SNR。

[0063] 另外,可靠性被提升了。在颗粒侵入的情况下,膜电极14的局 部柔顺性可以被修 改,但是至少借助于由至少一个弹簧20、30或60 施加的弹性作用,限制了总体的灵敏度变 化。

[0064] 在若干示例中,膜电极14的至少一个表面(例如,面向对电极 16但通过至少一个 弹簧与对电极16间隔开的表面14a)和/或对电极 16的至少一个表面(例如,面向膜电极14 但通过至少一个弹簧与膜 电极14间隔开的表面16b)可以是无凸起表面:凸起或其他突出 部 可能不完全是必要的。这是因为至少一个弹簧20、30或60可以在 膜电极14和对电极16 之间保持安全距离。因此,以下方面将是不 可能的:在操作中,膜电极14和对电极16将相互 接触,从而凭借 非预期的静电吸引而保持彼此附接。尽管如此,少量的凸起可以被 提供以 增加安全性,并且当膜电极14接触到对电极16时,在膜电 极14和对电极16之间保持至少一 点间隙。

[0065] 在图5的示例中,虽然通过至少一个弹簧20与第一对电极16间隔开的表面14a是无凸起的,但是表面14b存在凸起14b',凸起14b'在第二间隙19中朝向第二对电极17突出。因此,在膜电极14与对电极16意外接触的情况下,凸起14b'可以避免膜电极14凭借静电吸引完全附接至对电极16。通过避免膜电极14和对电极16之间的完全附接,凸起14b'可以因此用于间隙(诸如,间隙19)中,该间隙不存在弹簧。

[0066] 图10至图14示出了如上所述用于制造传感器的示例(例如,图1的传感器10)的方法的制造步骤。

[0067] 首先(图10),基底24(其可以包括停止层28)可以被制作。

[0068] 膜电极14可以被放置或以其他方式制备在基底24和/或停止层28之上(在柔性膜连接件22包括如图3所示的切口或孔22d的情况下,可以在将膜电极14施加到基底24或停止层28之前,或者在将膜电极14施加到基底24或停止层28之后,制造或放置切口或孔22d)。

[0069] 随后,覆盖材料26(其可以是随后将被至少部分移除的牺牲材料)可以被沉积在基底24上(图11),例如至少在将构成间隙18的区域和/或在结构12的外围部分中。覆盖材料26可以是覆盖氧化物。

[0070] 至少一个孔26a(例如,通孔)可以被实施,例如在覆盖材料26的选定位置(例如,其将容纳至少一个弹簧20)中。至少一个孔26a可以是圆锥形或倾斜的(也可能是其他形状)。多个孔26a优选地具有彼此相同或最大变化为1%或5%的侧壁角,以便获得具有相同或非常相似的弹簧常数的弹簧20。至少一个孔26a可以通过蚀刻(例如,通过使用干或湿TEOS蚀刻)或其它移除技术获得。至少一个孔26a可以至少部分地暴露表面14a,至少一个弹簧20将邻接在表面14a上。表面14a的暴露部分可以对应于例如表面14a的非导电岛:在弹簧将会是导电和/或高掺杂材料的情况下,该岛将允许将膜电极14与对电极16绝缘。例如,非导电岛可以在孔26a的生成之后被沉积。

[0071] 如在12中示出的,至少一个弹簧20可以被制备,例如通过在至少一个孔26a之上沉积材料,并且特别是在至少一个孔26a的(一个或多个)表面之上沉积材料来制备至少一个弹簧20。如由图12示出的,弹簧20的邻近膜电极14的部分将构成弹簧20的膜侧脚20a。弹簧20的相对于脚20a在另一侧(并且可以在平齐方向上突出)的部分将构成至少一个弹簧20的对电极侧脚20b。弹簧20的沿着孔26a的边界倾斜延长的中间部分将构成至少一个弹簧20的主部分20c。

[0072] 对电极侧脚20b(例如,在厚度方向上的对电极侧脚20b的上侧)可以被暴露。因此,对电极侧脚20b的上侧和覆盖材料26的层可以导致在厚度方向上在其上表面26e中彼此平齐。如在图13中示出的,平齐的上表面26e将被用于制备对电极16与至少一个弹簧20的机械接触的后续步骤。为了使上表面26e更平齐,化学机械抛光可以被执行。

[0073] 在后续的步骤中,对电极16可以被制备和/或构造,以便邻接在至少一个弹簧20上(例如,在对电极侧脚20b上)。此后,覆盖材料26的(一个或多个)剩余区域(例如,至少那些占据将由间隙18占据的体积的区域)可以被蚀刻或以其他方式移除,以获得图1的结构。

[0074] 对电极16和至少一个弹簧20可以由相同的材料制成(见图19)。

[0075] 在上面和下面的方法中,膜电极14可以是第一元件,并且对电极16可以是第二元

件。然而,操作可以被反转,使得将被放置在基底24之上的第一元件是对电极16,并且膜电极14是将被放置在基底24之上的第二元件。

[0076] 图14至图17示出了用于制造与图5的传感器类似的双对电极传感器的方法。

[0077] 图14示出了其中第二(更内部)对电极17被放置在基底24和/或覆盖层26之上的步骤。

[0078] 如可以在图15中所见的,覆盖材料(例如,覆盖氧化物)的第二层26b可以被沉积在第二对电极17之上。此后,膜电极14可以被沉积在覆盖材料的第二层26b之上。

[0079] 如在图16中示出的,覆盖材料(覆盖氧化物)的第三层26c可以被放置在膜电极14之上。此后,例如在已经在覆盖材料的第三层26c上制备孔26a(例如,锥形孔或斜孔)之后,至少一个弹簧20被放置。

[0080] 此后,如由图17所示出的,第一(更外部)对电极16可以被放置在至少一个弹簧20和覆盖材料的第三层26c上。此后,覆盖材料的层26、26b和26c可以至少部分地被蚀刻或以其他方式移除。在预期由相同材料制作至少一个弹簧20和第一对电极16的情况下,图13的变型的类似程序可以被执行。基本上,当到达步骤f(图16)时,参考图12和图13讨论的任何步骤可以被执行。

[0081] 当(一个或多个)双压电晶片弹簧30被使用时,一种优势被获得:在覆盖材料26已经被移除之后,双压电晶片弹簧30将弯曲,因此自然地增加间隙18的高度。

[0082] 图18示出了具有柔性材料的竖直弹簧60(例如,在厚度方向上延伸)的另一个示例。此处,弹簧可以通过在膜电极14和对电极16之间的竖直连接件来获得。

[0083] 为了制作图18的示例,以下步骤的至少一个步骤可以被执行:

[0084] 1) 将至少一个竖直孔蚀刻到覆盖材料26中;

[0085] 2) 利用比覆盖材料更抗蚀刻的材料填充至少一个竖直孔,从而在厚度方向上创建从膜电极14延伸的至少一个柱体。

[0086] 3) 蚀刻剩余的覆盖材料(而更抗蚀刻的至少一个柱体,对蚀刻剂具有抵抗力)。

[0087] 4) 将对电极16(具有被附接在其上的弹簧60)施加到蚀刻部分,对电极16邻接抵靠至少一个柱体(因此该柱体被用作间隔物)。

[0088] 5) 蚀刻至少一个柱体(在某些情况下,该柱体可以保持为对电极16的一部分)。

[0089] 弹簧60的形状可以变化,其可以是长的、直的悬臂、环形结构、螺旋结构或任何其他形状。

[0090] 针对至少一个上述步骤,通过蚀刻(例如,干蚀刻或湿蚀刻)可以来执行如上文所述的移除材料的示例。针对上述步骤的至少一个步骤,蚀刻可以是各向异性蚀刻或各向同性蚀刻。针对上述步骤的至少一个步骤,TEOS蚀刻可以被使用。

[0091] 例如,为了移除材料,至少一个上述步骤可以包括化学机械抛光步骤。

[0092] 当插入材料(例如,覆盖材料)时,至少一个上述步骤可以包括平板印刷步骤(例如,光刻步骤)。

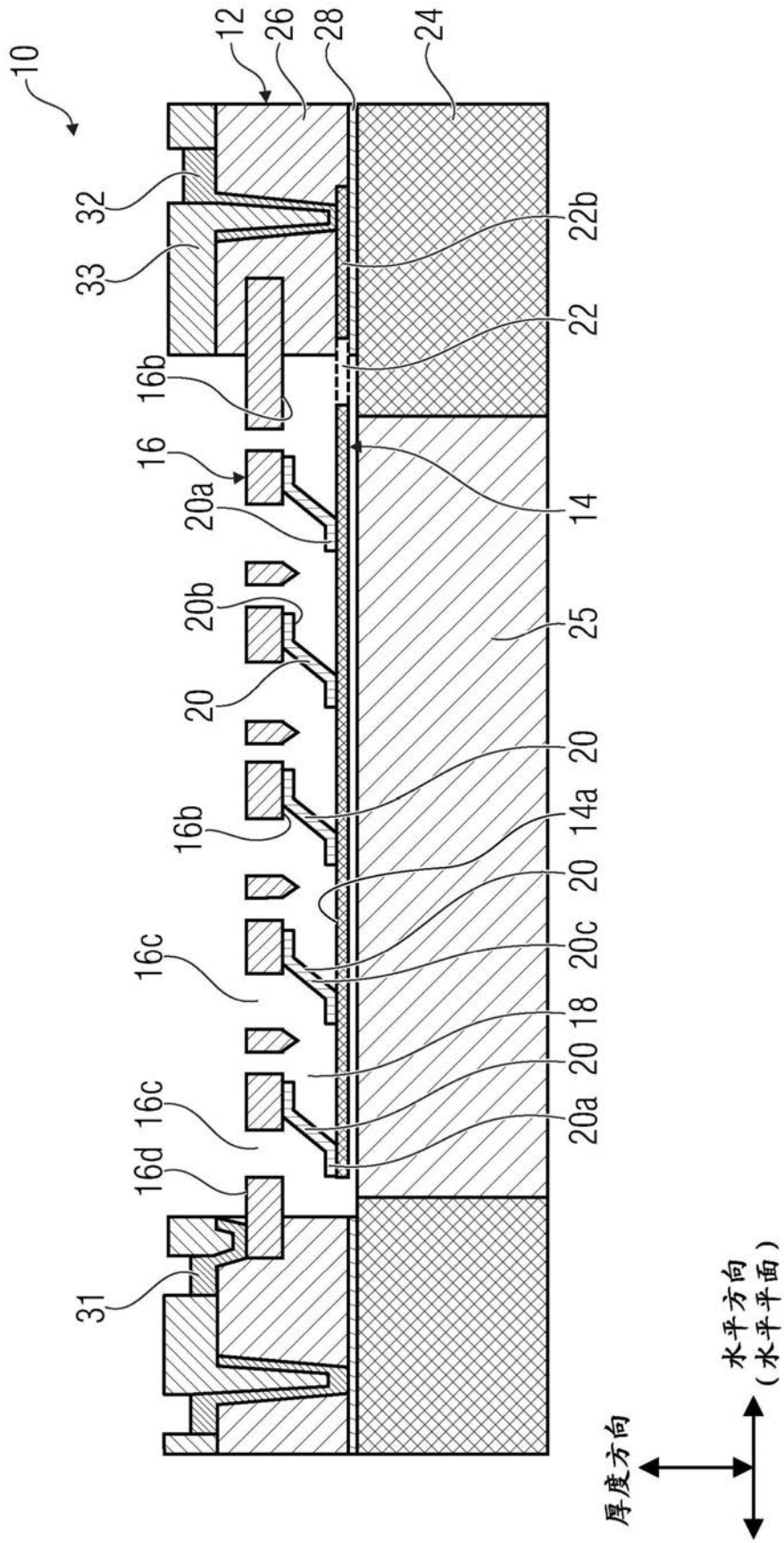


图1

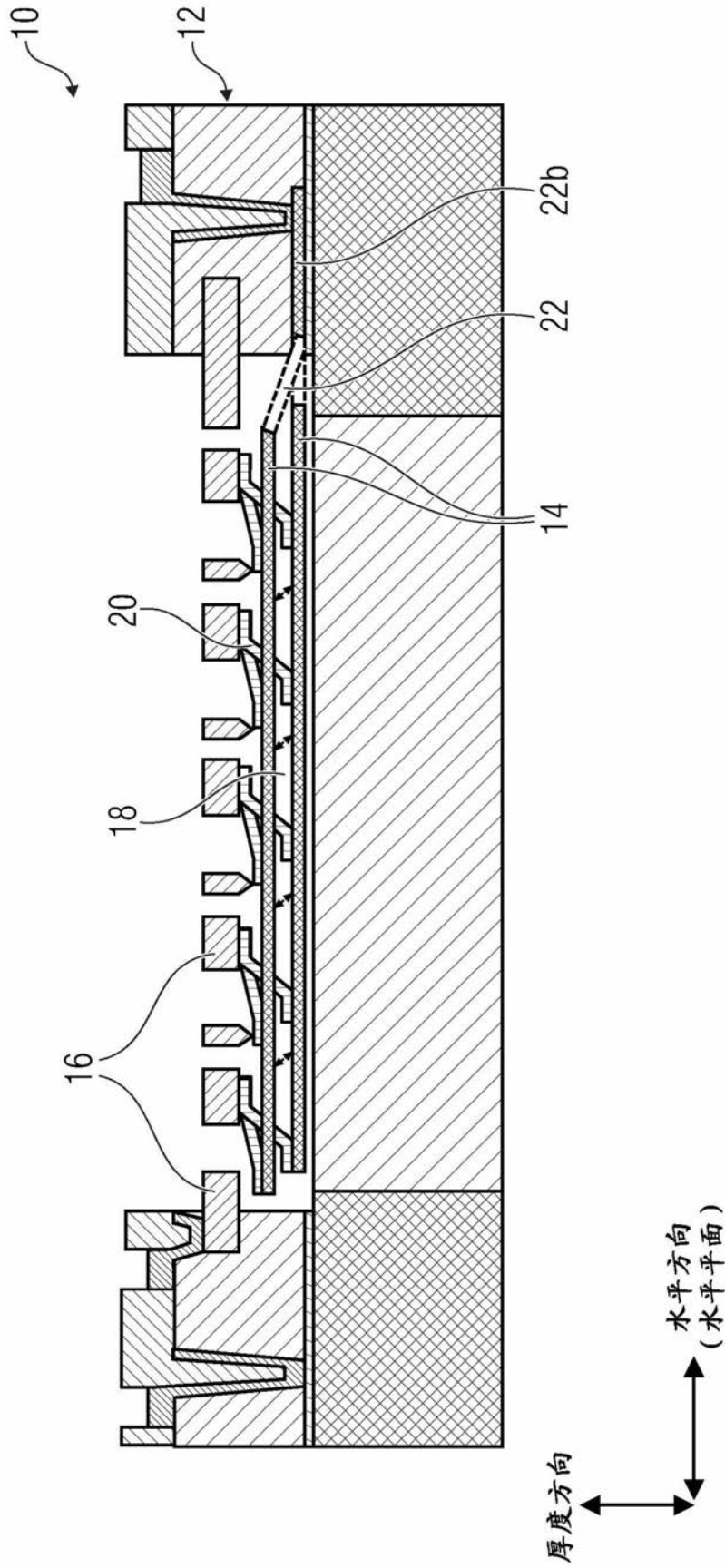


图2

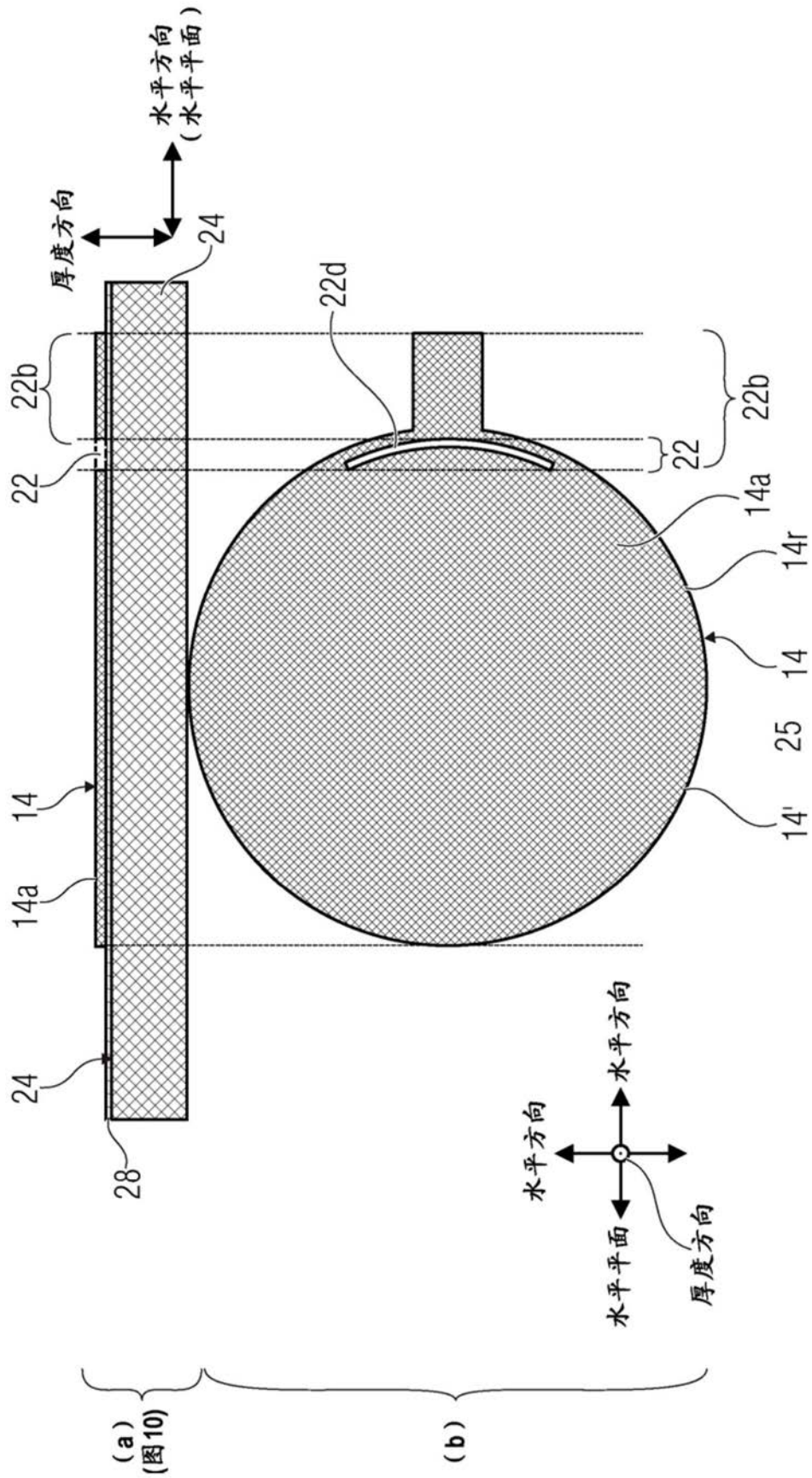


图3

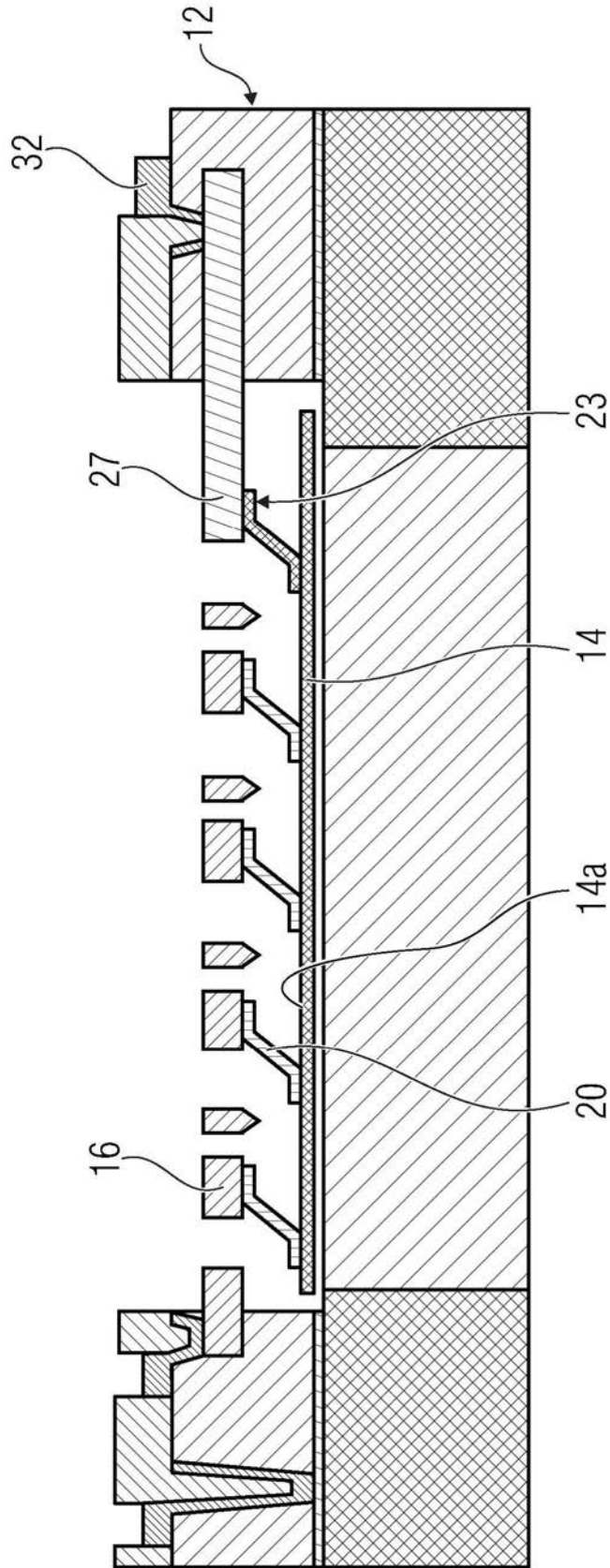


图4

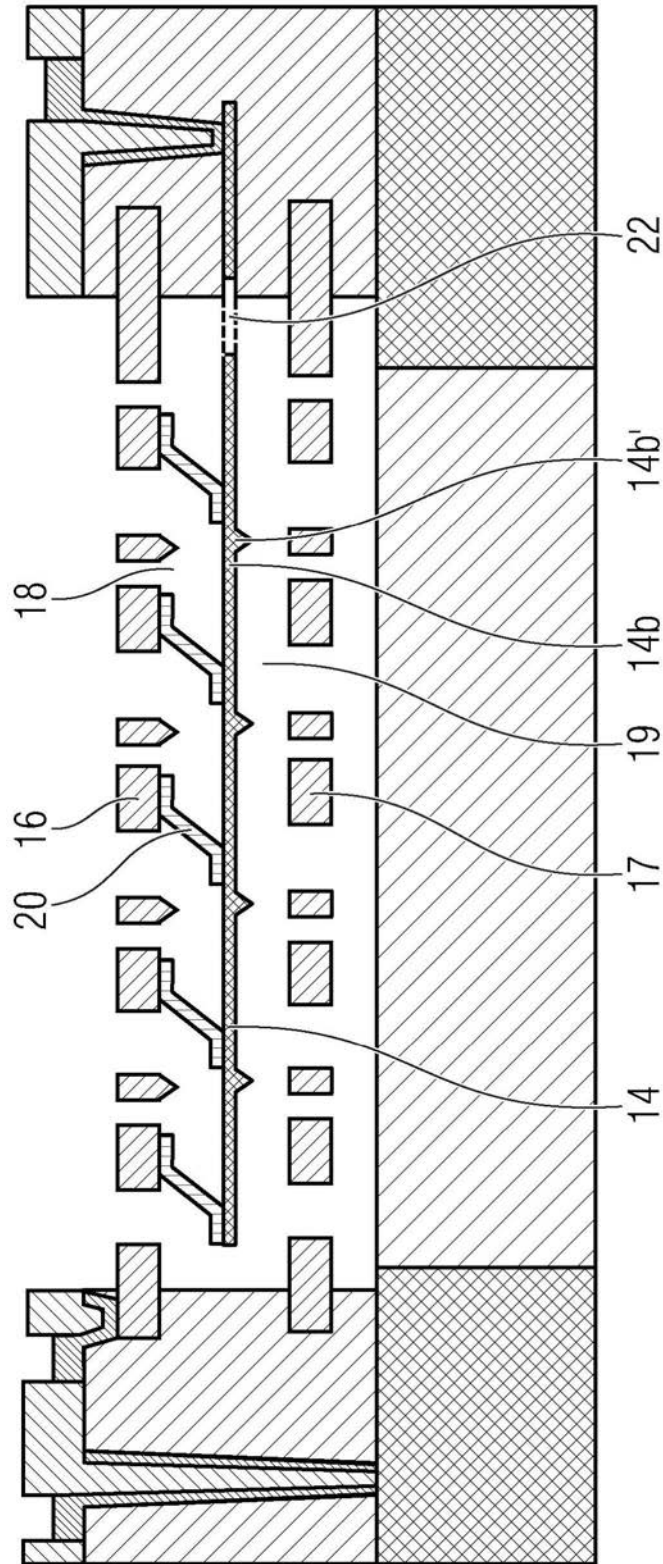


图5

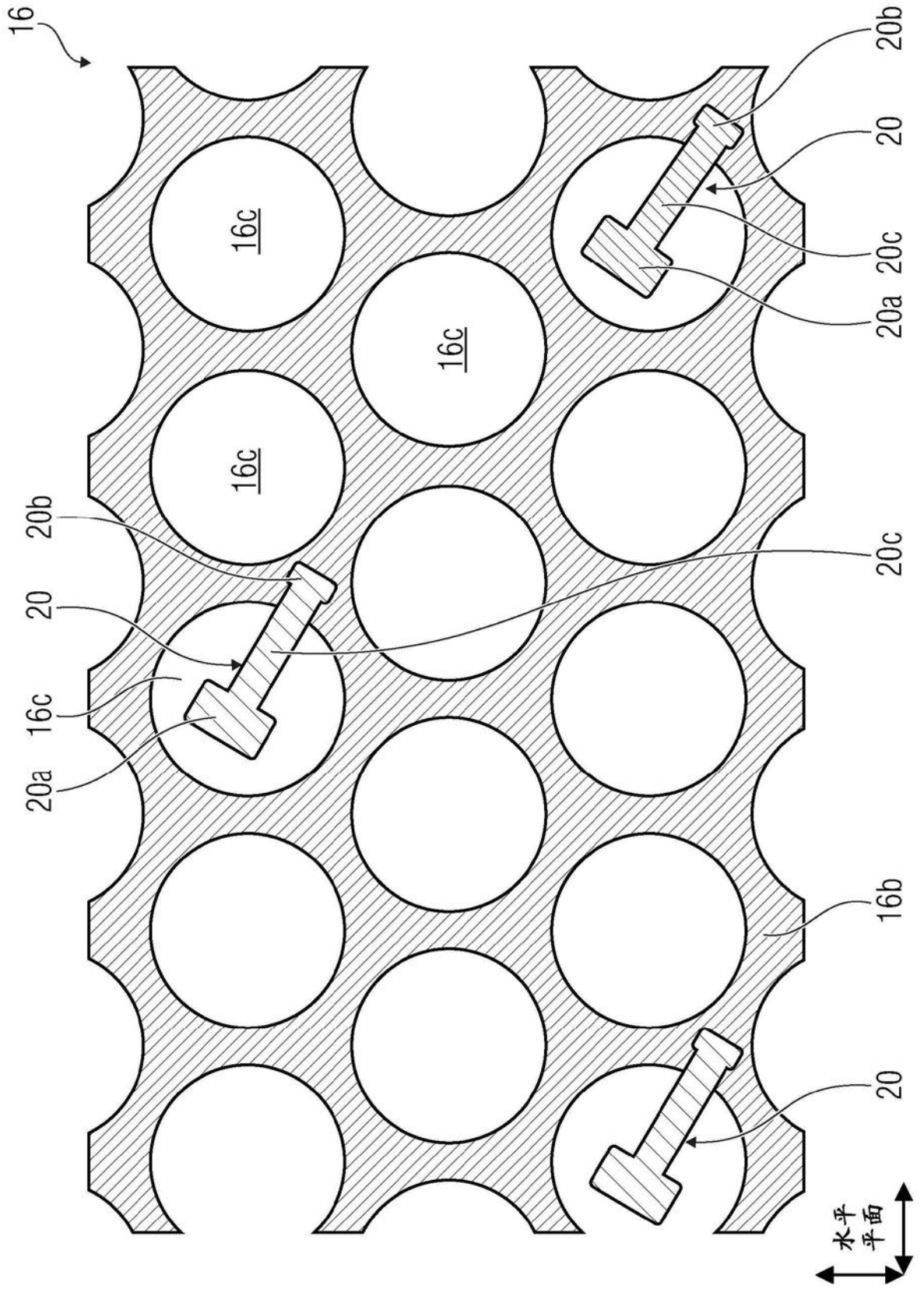


图6

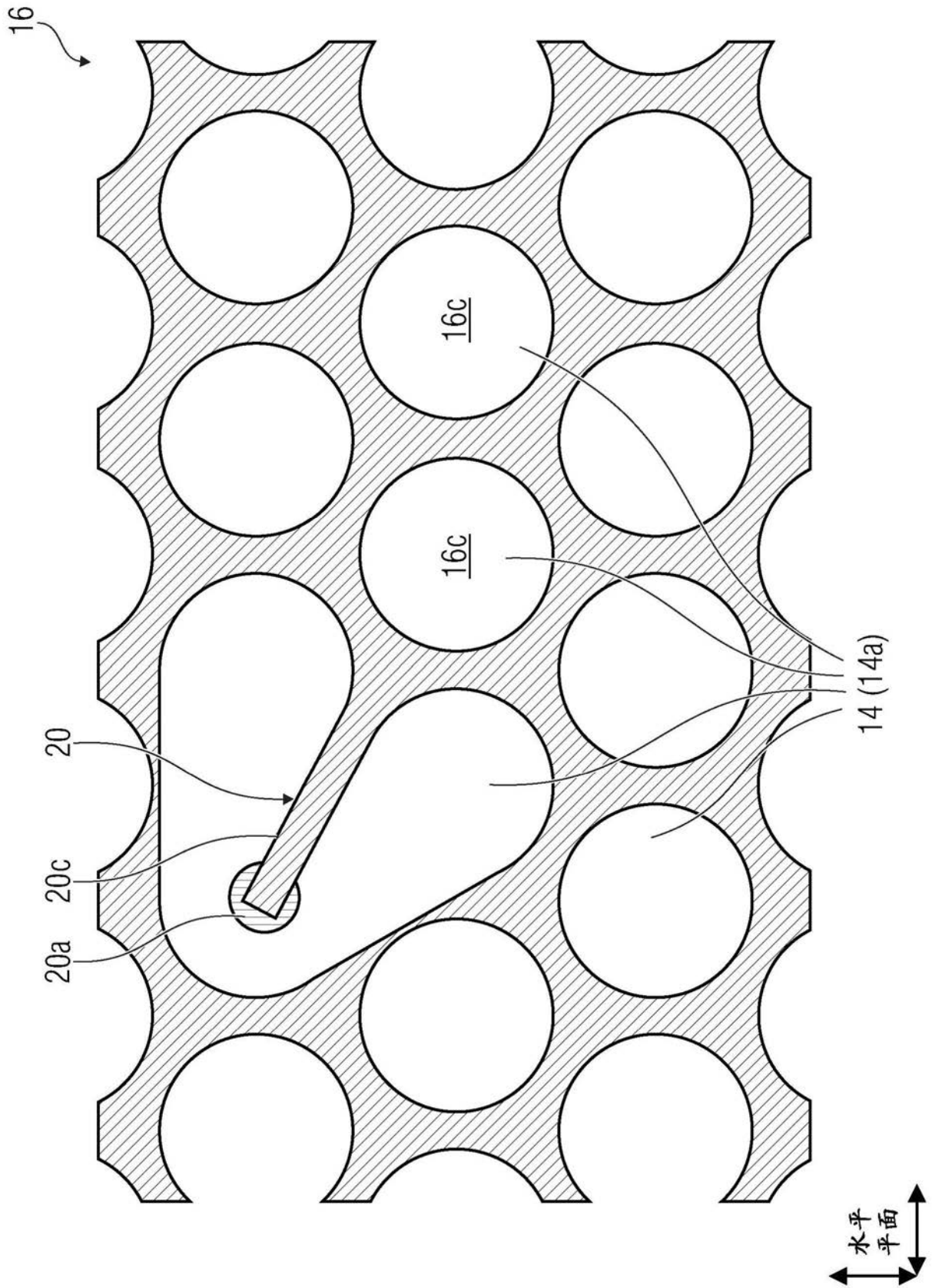


图7

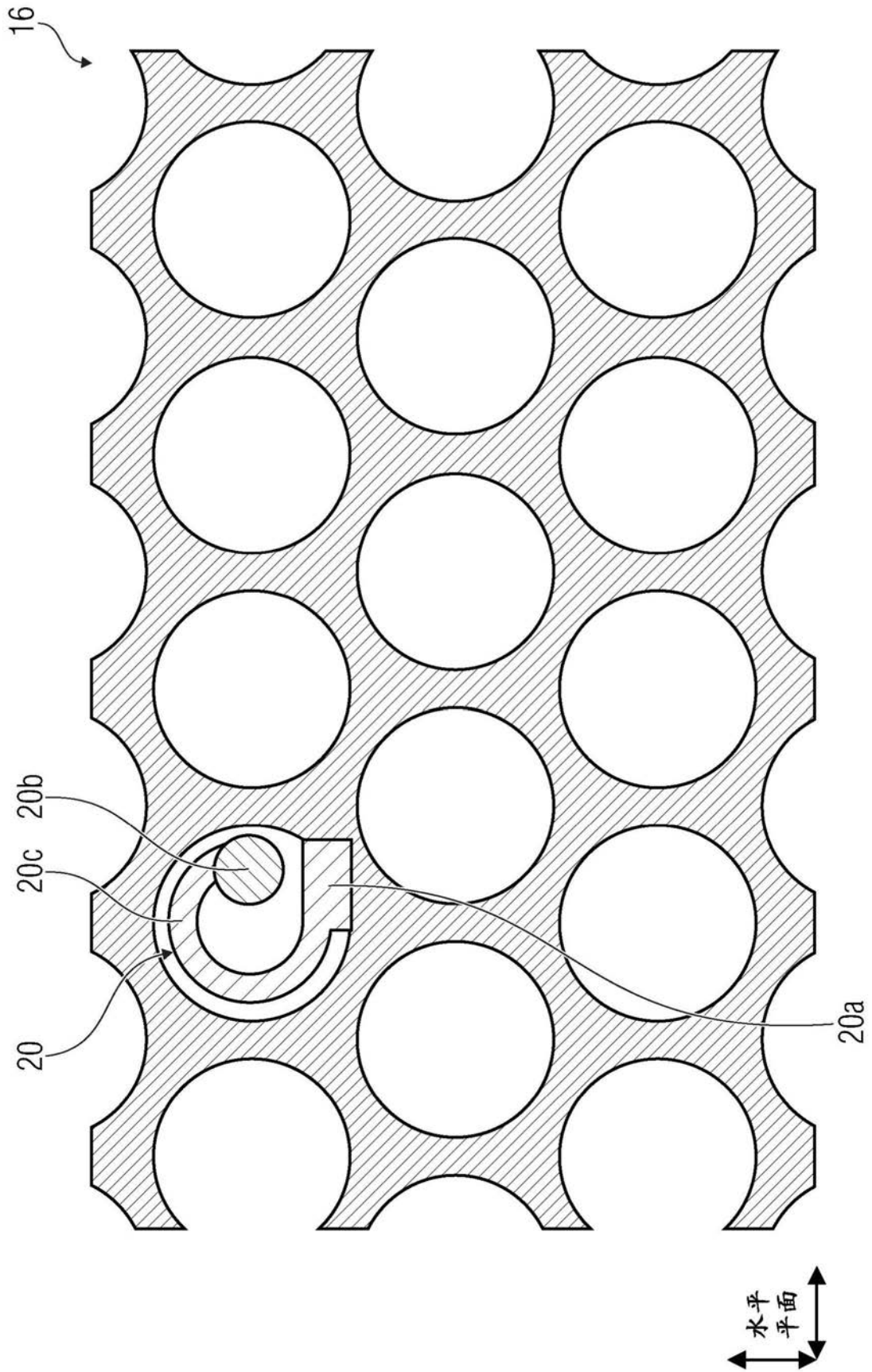


图8

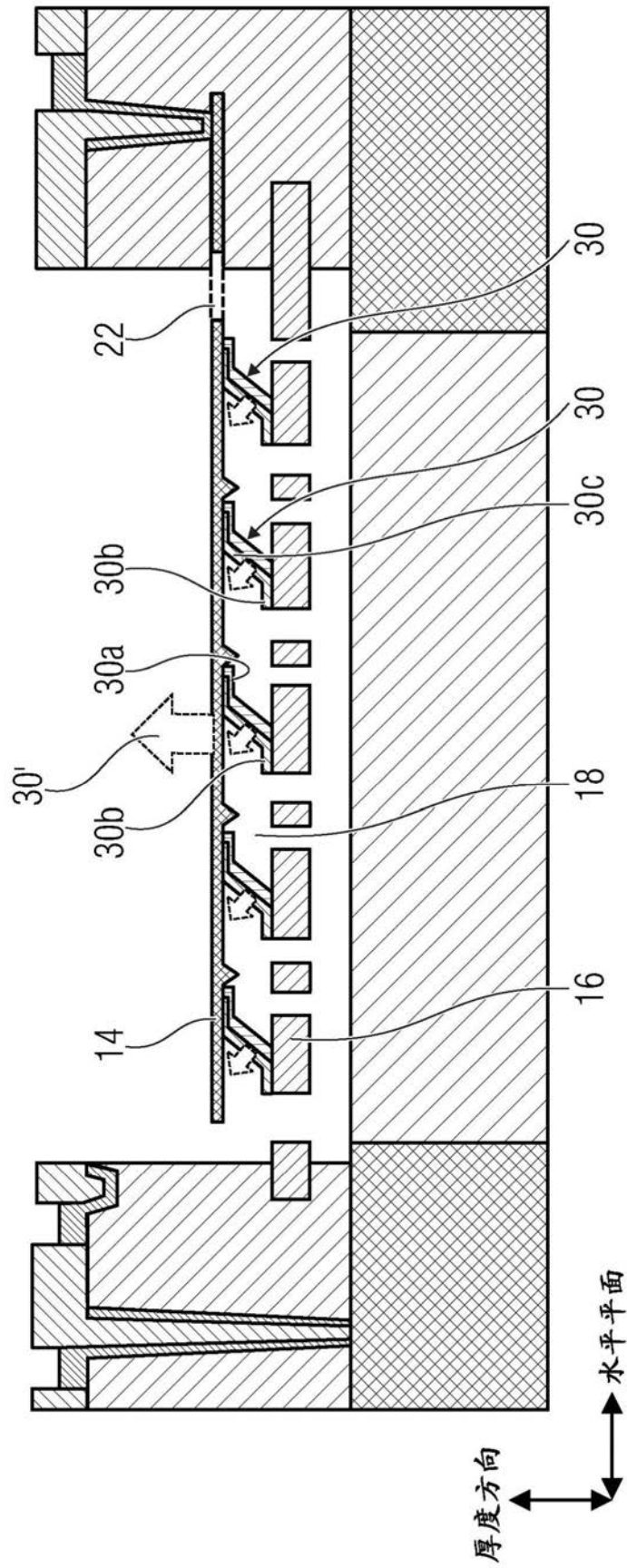


图9

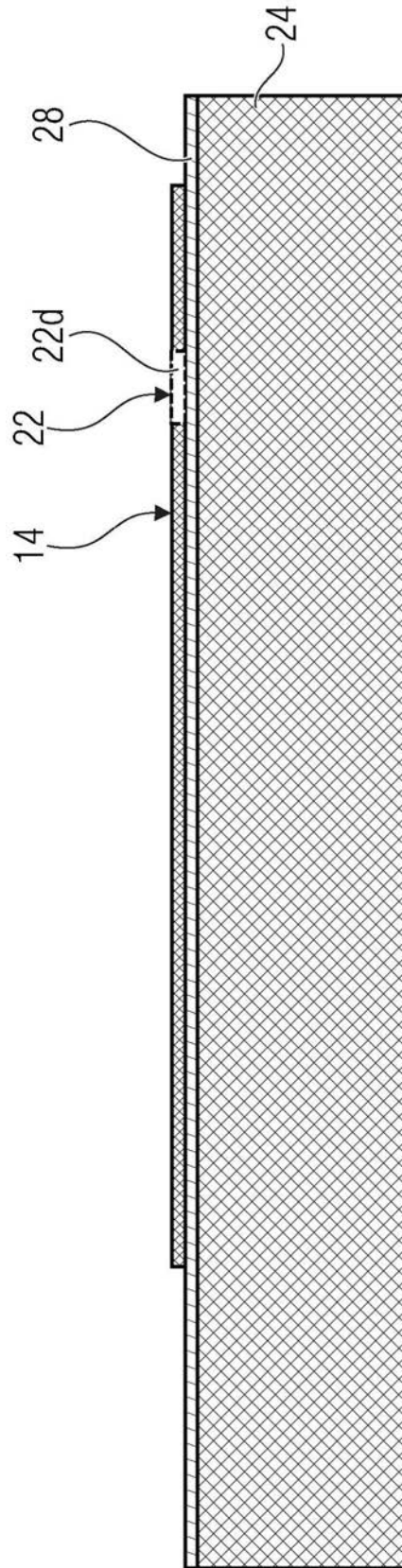


图10

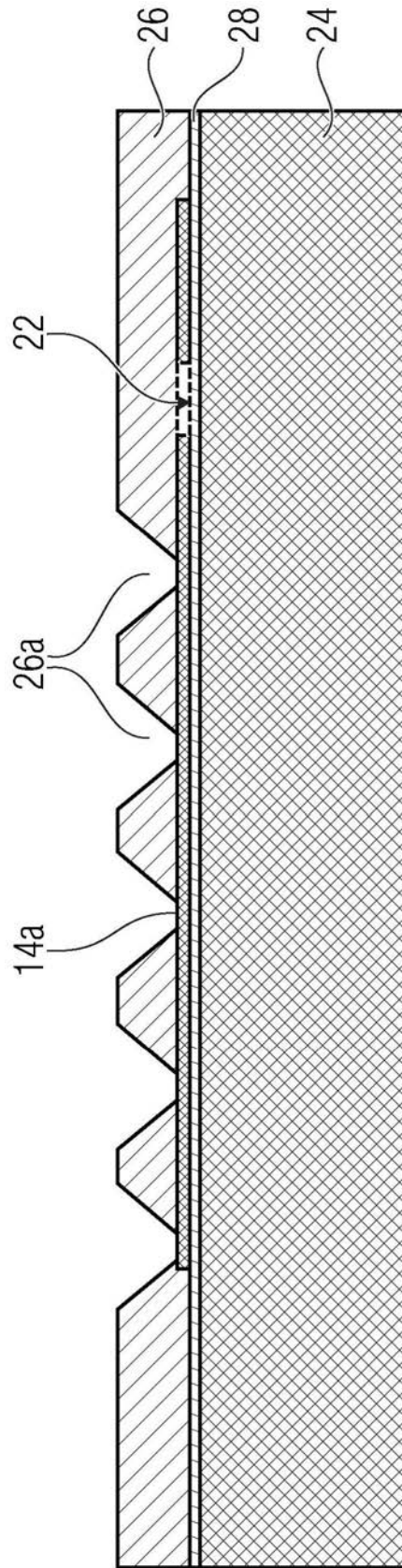


图11

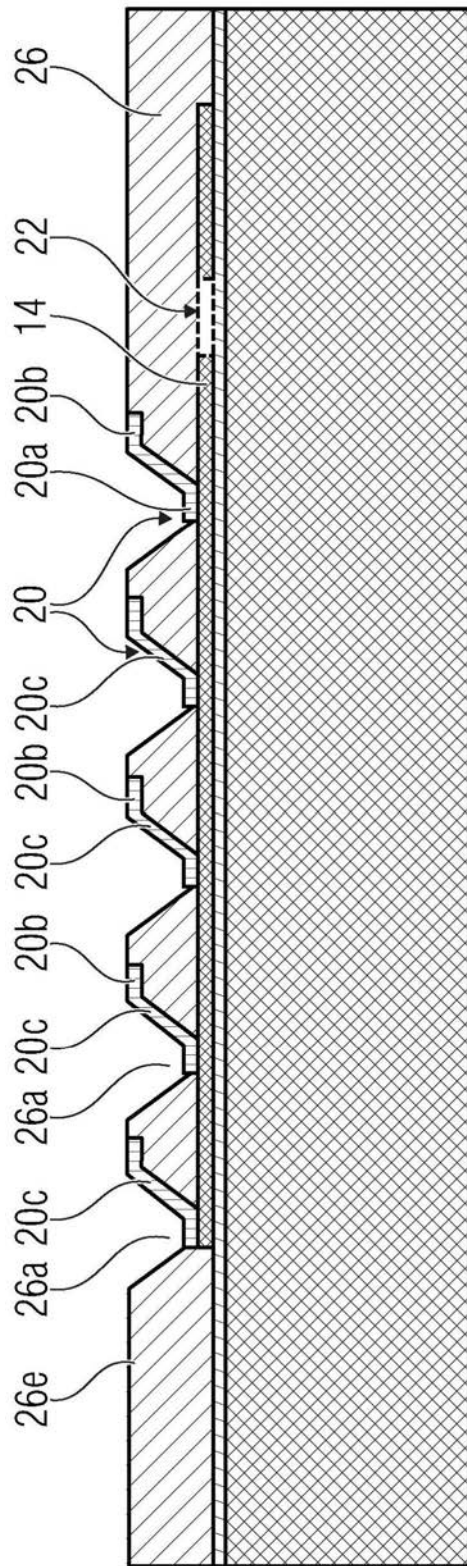


图12

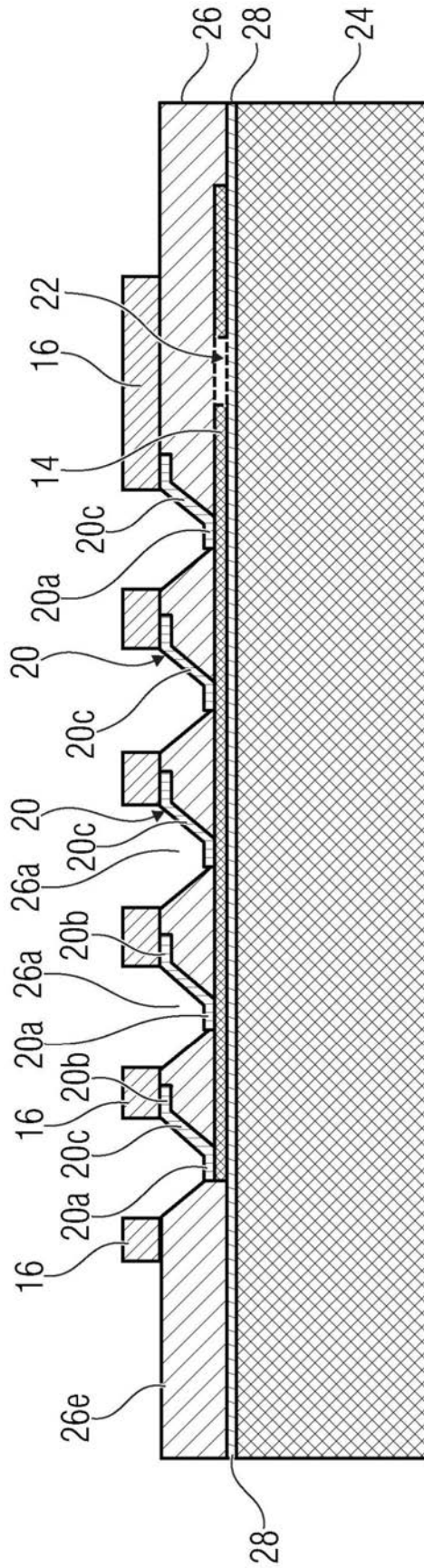


图13

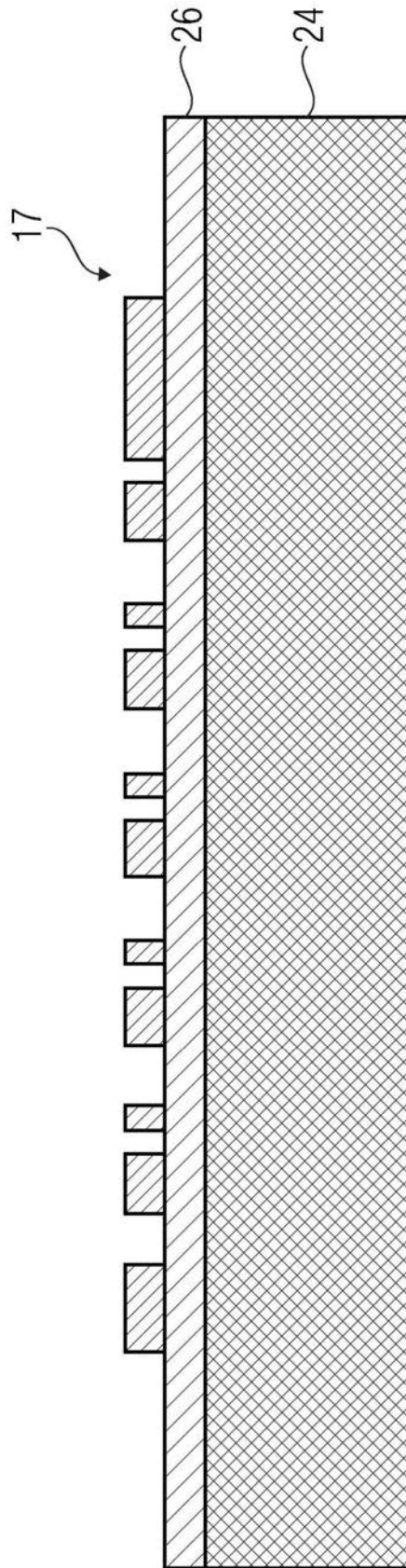


图14

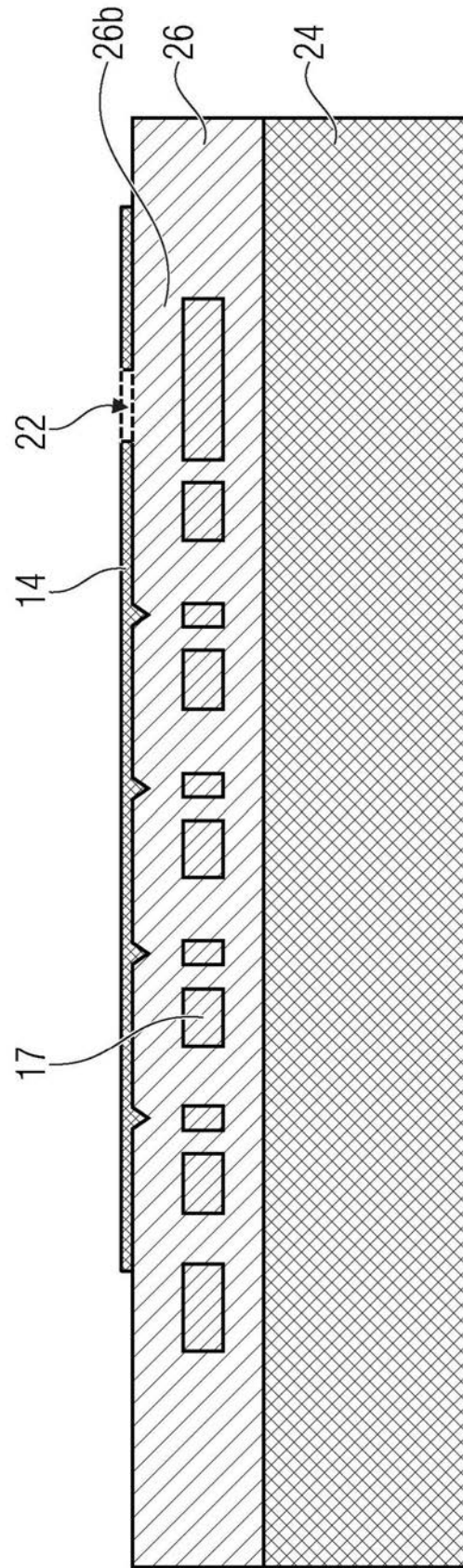


图15

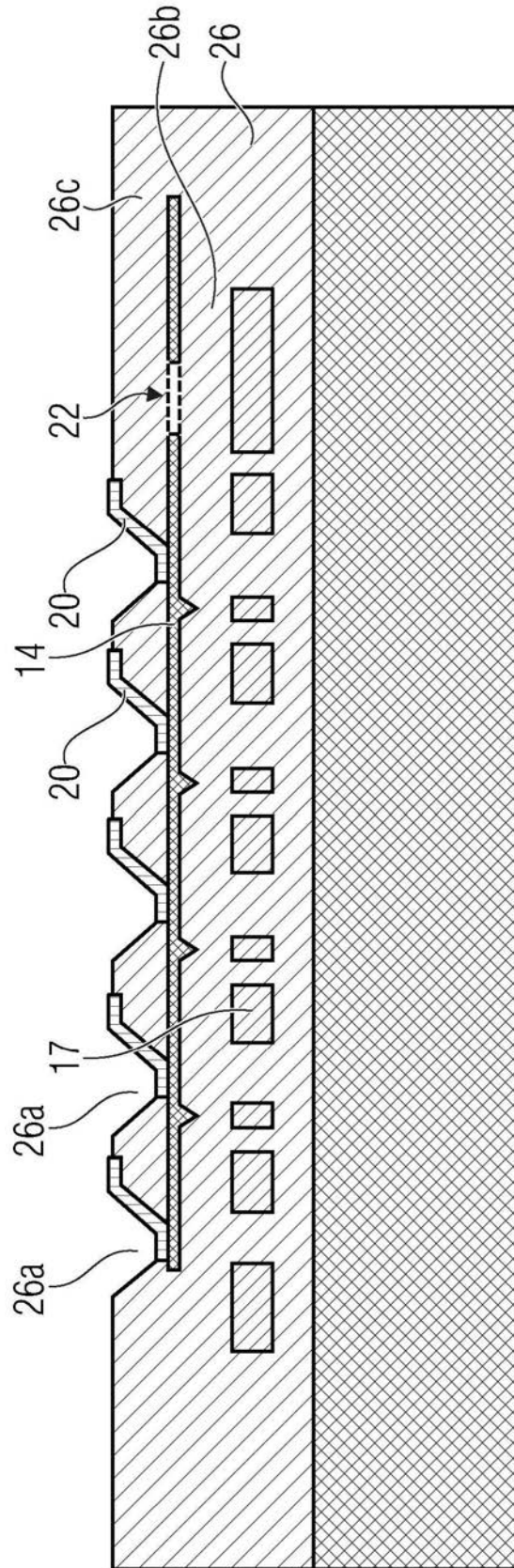


图16

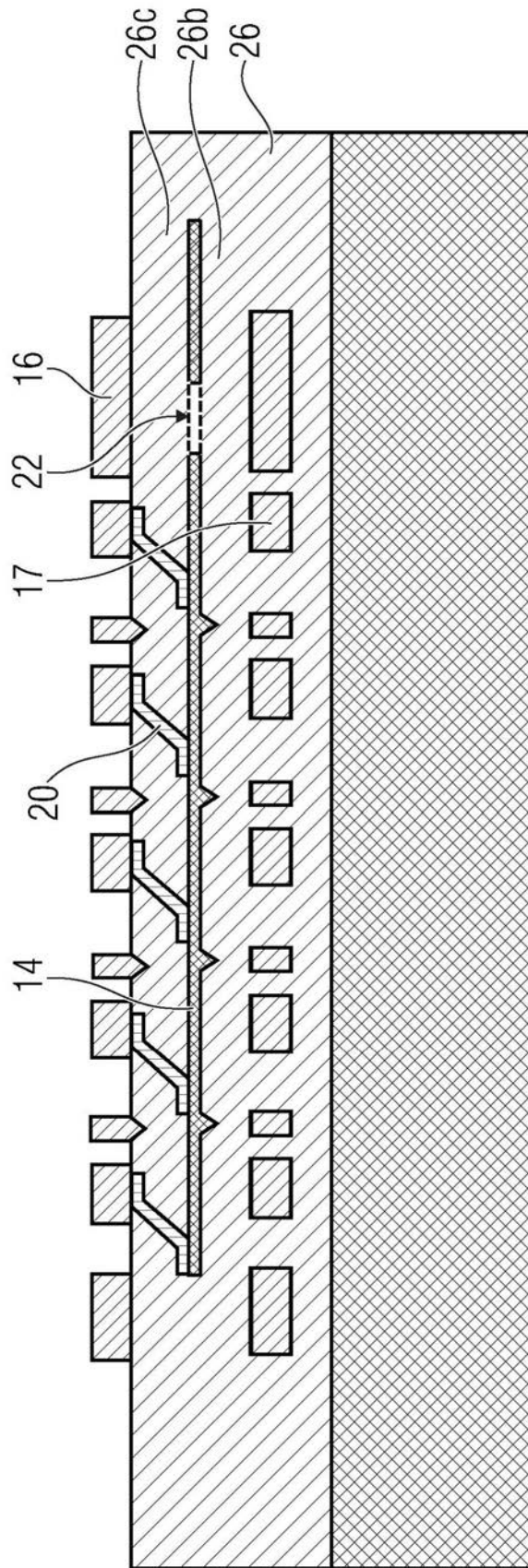


图17

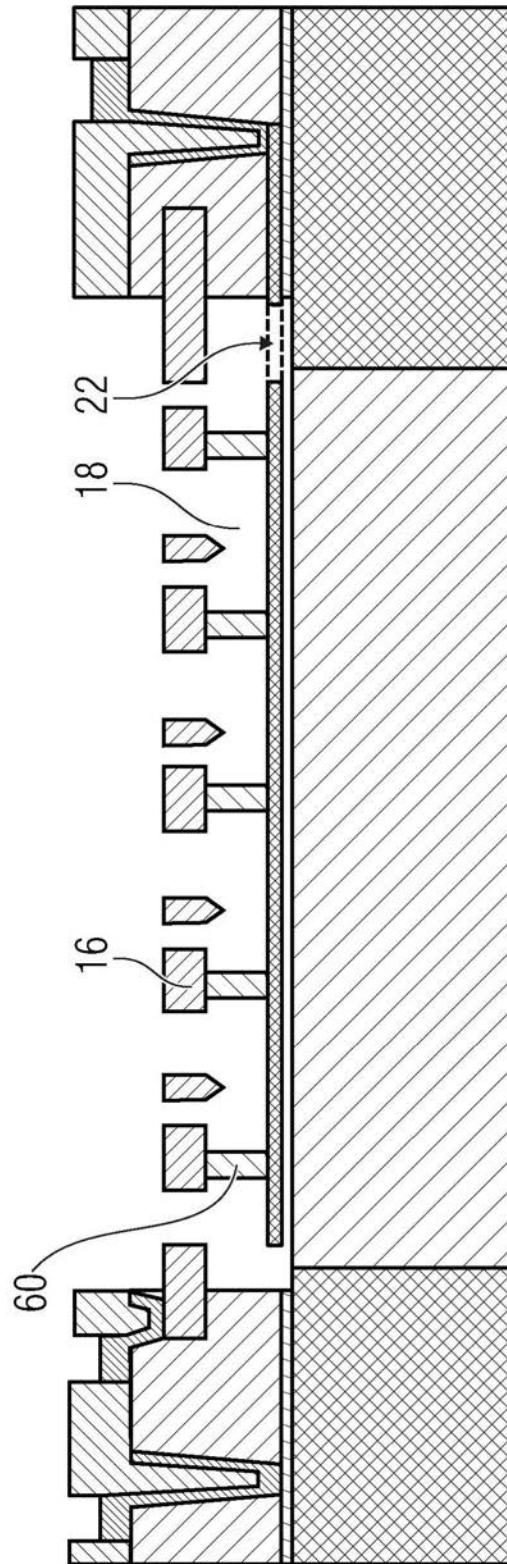


图18

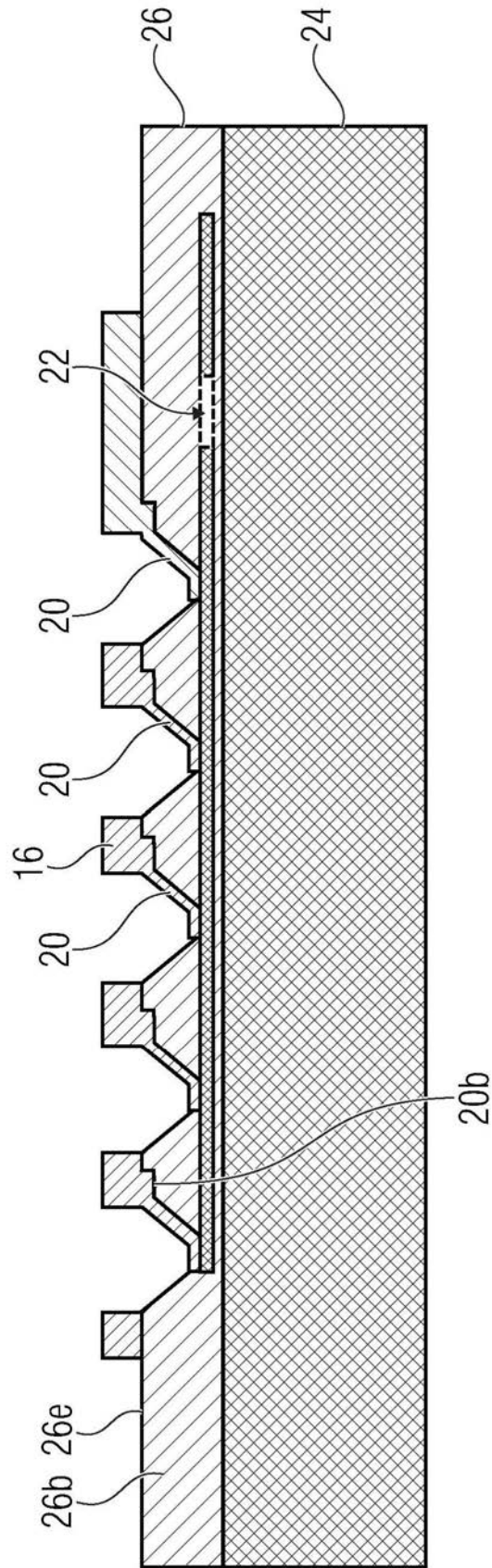


图19