

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103155597 A

(43) 申请公布日 2013.06.12

(21) 申请号 201180048454.0

(22) 申请日 2011.10.13

(30) 优先权数据

2010-232618 2010.10.15 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013.04.07

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2011/073582 2011.10.13

(87) PCT申请的公布数据

W02012/050172 JA 2012.04.19

(71) 申请人 株式会社日立医疗器械

地址 日本东京都千代田区外神田四丁目14
番1号 101-0021

(72) 发明人 竹崎泰一 町田俊太郎

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 刘文海

(51) Int. Cl.

H04R 19/00 (2006.01)

A61B 8/00 (2006.01)

G01N 29/24 (2006.01)

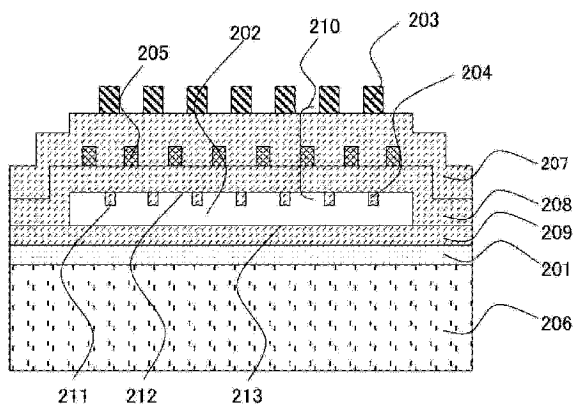
权利要求书2页 说明书12页 附图11页

(54) 发明名称

超声波转换器以及使用其的超声波诊断装置

(57) 摘要

本发明提供一种电容检测型超声波转换器 (CMUT), 其实现高发送声压和高接收灵敏度, 且使长期驱动下的可靠性提高。其具备: 下部电极 (201)、形成在所述下部电极上且被绝缘膜 (209、208) 包围的空洞部 (202)、形成在所述空洞部上的上部电极 (205)、形成在所述空洞部 (202) 内的多个绝缘膜的突起 (204), 其中, 具备在所述空洞部上形成的多个刚性部件 (203), 所述下部电极 (201) 和所述上部电极 (205) 之中的至少一方的电极通过对与所述绝缘膜的突起 (204) 重合的部分进行挖空, 从而配置在俯视时不与所述绝缘膜的突起 (204) 重合的位置上, 各个所述刚性部件 (203) 被配置成存在俯视时与所述绝缘膜的突起 (204) 重合的区域。



1. 一种超声波转换器,其具备:下部电极、形成在所述下部电极上并被绝缘膜包围的空洞部、形成在所述空洞部上的上部电极、以及形成在所述空洞部内的多个绝缘膜的突起,其特征在于,
所述超声波转换器具备形成在所述空洞部上的多个刚性部件,
所述下部电极和所述上部电极之中的至少一方的电极通过对与所述绝缘膜的突起重合的部分进行挖空,从而被配置在俯视时不与所述绝缘膜的突起重合的位置,
各个所述刚性部件被配置成存在俯视时与所述绝缘膜的突起重合的区域。
2. 如权利要求 1 所述的超声波转换器,其特征在于,
所述刚性部件是梁部件,
在由所述绝缘膜、所述上部电极及所述梁部件构成的膜片中,配置有所述梁部件的部分的厚度比未配置梁部件的部分厚,厚的量是梁部件的厚度部分。
3. 如权利要求 2 所述的超声波转换器,其特征在于,
所述超声波转换器具备以覆盖所述上部电极以及所述空洞部的方式形成的上部绝缘膜,所述梁部件配置在所述上部绝缘膜上。
4. 如权利要求 2 所述的超声波转换器,其特征在于,
所述超声波转换器具备以覆盖所述上部电极以及所述空洞部的方式形成的上部绝缘膜,所述梁部件被埋入所述上部绝缘膜的内部。
5. 如权利要求 1 所述的超声波转换器,其特征在于,
所述刚性部件是杨氏模量比由所述绝缘膜、所述上部电极及所述梁部件构成的膜片高的高杨氏模量部件。
6. 如权利要求 5 所述的超声波转换器,其特征在于,
所述超声波转换器具备以覆盖所述上部电极以及所述空洞部的方式形成的上部绝缘膜,所述高杨氏模量部件被埋入所述上部绝缘膜的内部。
7. 如权利要求 6 所述的超声波转换器,其特征在于,
所述高杨氏模量部件通过埋入钨等金属材料或氧化铝等陶瓷材料而形成。
8. 如权利要求 6 所述的超声波转换器,其特征在于,
所述高杨氏模量部件通过离子的打入而对所述上部绝缘膜进行改质而形成。
9. 如权利要求 1 所述的超声波转换器,其特征在于,
所述刚性部件的中心被配置成俯视时与所述绝缘膜的突起的中心一致。
10. 如权利要求 1 所述的超声波转换器,其特征在于,
多个所述绝缘膜的突起相对于一个所述刚性部件重合配置。
11. 如权利要求 1 所述的超声波转换器,其特征在于,
所述绝缘膜的突起配置在所述空洞部的上表面。
12. 如权利要求 1 所述的超声波转换器,其特征在于,
所述绝缘膜的突起配置在所述空洞部的下表面。
13. 如权利要求 1 所述的超声波转换器,其特征在于,
所述多个绝缘膜的突起与所述多个刚性部件在俯视时以等间隔配置。
14. 如权利要求 1 所述的超声波转换器,其特征在于,
所述空洞部在俯视时是圆形或多边形。

15. 如权利要求 1 所述的超声波转换器,其特征在于,所述绝缘物的突起在俯视时是圆形或多边形。
16. 如权利要求 1 所述的超声波转换器,其特征在于,所述刚性部件在俯视时是圆形、十字型形状或多边形。
17. 一种超声波诊断装置,其特征在于,具备权利要求 1 至 16 中任一项所述的超声波转换器以及偏压部。

超声波转换器以及使用其的超声波诊断装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种超声波转换器 (ultrasonic transducer) 以及使用该超声波转换器的超声波诊断装置, 尤其, 涉及一种通过 M E M S (Micro Electro Mechanical Systems) 技术制造的超声波转换器。

背景技术

[0002] 超声波转换器通过发送、接收超声波, 用于人体内的肿瘤等的诊断、或构造物的非破坏检查、流体的速度探测等。

[0003] 目前为止使用的是利用了压电体的振动的超声波转换器, 但随着近年的 M E M S 技术的进步, 正积极开发在硅基板上制作振动部的电容检测型超声波转换器 (C M U T: Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer)。

[0004] 例如, 在专利文献 1、专利文献 2 或专利文献 3 中对 C M U T 的动作可靠性提高有公开。另外, 在专利文献 4 中, 对控制 C M U T 的中心频率和带宽的方法有公开。

[0005] 在先技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献 1: 美国专利申请公开第 2005/0228285 号说明书

[0008] 专利文献 2: 美国专利申请公开第 2009/0322181 号说明书

[0009] 专利文献 3: 日本特开 2007-74263 号公报

[0010] 专利文献 4: 国际公开第 2007/046180 号

[0011] 在所述专利文献 1 中公开了如下一种构造, 在 C M U T 的空洞部形成突出的绝缘膜的突起, 即使在施加崩溃 (collapse) 电压以上的直流电压、或施加交流电压的情况下, 突起下表面虽然与空洞下表面接触, 但膜片 (membrane) 下表面也不与空洞下表面接触。但是, 由于是突起部被上下电极夹着的构造, 因此, 无法避免电荷向突起部的绝缘膜注入。

[0012] 另一方面, 在所述专利文献 2 中, 是一种对电极的一部分进行挖空, 使得膜片下表面与空洞下表面接触的区域不被上下电极夹着的构造。在该构造的情况下, 由于在接触区域的膜片绝缘膜中的电场强度降低, 因此可以避免电荷注入, 但相应地, 上下电极的重合部的面积变小, 导致 C M U T 的驱动电压的上升、接收灵敏度的下降。

[0013] 另外, 在所述专利文献 3 中, 是一种向空洞部突出的绝缘膜的突起不被上下电极夹着的构造。此时, 与上述的理由同样, 导致 C M U T 的驱动电压的上升、接收灵敏度的下降。

[0014] 所述专利文献 4 的内容是通过在膜片设置刚性部件, 调整膜片整体的刚性, 控制 C M U T 的中心频率与带宽。但是, 刚性部件的导入带来驱动电压的上升, 设备动作可靠性的确保变成问题。

[0015] 因此, 本发明的目的在于提供一种超声波转换器及使用其的超声波诊断装置, C M U T 在空洞部具有突出的突起, 上部电极和下部电极之中的至少一方的电极被配置在俯视时不与突起重合的位置, 其中, 确保突起下表面与空洞下表面接触后到膜片下表面与空洞

下表面接触的期间的电压裕度 (margin), 抑制电荷向膜片绝缘膜注入, 具有高发送声压与高可靠构造。

发明内容

[0016] 为解决上述问题, 本发明的超声波转换器具备: 下部电极、形成在所述下部电极上并被绝缘膜包围的空洞部、形成在所述空洞部上的上部电极、以及形成在所述空洞部内的多个绝缘膜的突起,

[0017] 其特征在于,

[0018] 所述超声波转换器具备形成在所述空洞部上的多个刚性部件,

[0019] 所述下部电极和所述上部电极之中的至少一方的电极通过对与所述绝缘膜的突起重合的部分进行挖空, 从而被配置在俯视时不与所述绝缘膜的突起重合的位置,

[0020] 各个所述刚性部件被配置成存在俯视时与所述绝缘膜的突起重合的区域。

[0021] 在本发明的超声波转换器中, 可以为: 所述刚性部件是梁部件, 在由所述绝缘膜、所述上部电极及所述梁部件构成的膜片中, 配置有所述梁部件的部分的厚度比未配置梁部件的部分厚, 厚的量是梁部件的厚度部分。

[0022] 另外, 在本发明的超声波转换器中, 可以为: 所述超声波转换器具备以覆盖所述上部电极以及所述空洞部的方式形成的上部绝缘膜, 所述梁部件配置在所述上部绝缘膜上。

[0023] 另外, 在本发明的超声波转换器中, 可以为: 所述超声波转换器具备以覆盖所述上部电极以及所述空洞部的方式形成的上部绝缘膜, 所述梁部件被埋入所述上部绝缘膜的内部。

[0024] 在本发明的超声波转换器中, 可以为: 所述刚性部件是杨氏模量比由所述绝缘膜、所述上部电极及所述梁部件构成的膜片高的高杨氏模量部件。

[0025] 另外, 在本发明的超声波转换器中, 可以为: 所述超声波转换器具备以覆盖所述上部电极以及所述空洞部的方式形成的上部绝缘膜, 所述高杨氏模量部件被埋入所述上部绝缘膜的内部。

[0026] 另外, 在本发明的超声波转换器中, 可以为: 所述高杨氏模量部件通过埋入钨等金属材料或氧化铝等陶瓷材料而形成。

[0027] 另外, 在本发明的超声波转换器中, 可以为: 所述高杨氏模量部件通过离子的打入而对所述上部绝缘膜进行改质而形成。

[0028] 在本发明的超声波转换器中, 可以为: 所述刚性部件的中心被配置成俯视时与所述绝缘膜的突起的中心一致。

[0029] 另外, 在本发明的超声波转换器中, 可以为: 多个所述绝缘膜的突起相对于一个所述刚性部件重合配置。

[0030] 另外, 在本发明的超声波转换器中, 可以为: 所述绝缘膜的突起配置在所述空洞部的上表面。

[0031] 另外, 在本发明的超声波转换器中, 可以为: 所述绝缘膜的突起配置在所述空洞部的下表面。

[0032] 另外, 在本发明的超声波转换器中, 可以为: 所述多个绝缘膜的突起与所述多个刚性部件在俯视时以等间隔配置。

[0033] 另外,在本发明的超声波转换器中,可以为:所述空洞部在俯视时是圆形或多边形。

[0034] 另外,在本发明的超声波转换器中,可以为:所述绝缘物的突起在俯视时是圆形或多边形。

[0035] 另外,在本发明的超声波转换器中,可以为:所述刚性部件在俯视时是圆形、十字型形状或多边形。

[0036] 本发明的超声波诊断装置采用上述任一个的超声波转换器以及偏压部。

[0037] 发明效果

[0038] 根据本发明,在电容检测型超声波转换器(C M U T)中,可以实现高发送声压与高接收灵敏度,另外,可以使长期驱动下的可靠性提高。

附图说明

[0039] 图1是本发明的实施例1的超声波转换器的剖面图。

[0040] 图2是本发明的实施例1的超声波转换器的俯视图。

[0041] 图3是本发明人研究的C M U T超声波转换器的剖面图。

[0042] 图4是本发明人研究的、超声波转换器的突起与空洞下表面接触的状态的剖面图。

[0043] 图5是本发明人研究的、超声波转换器的膜片与空洞下表面接触的剖面图。

[0044] 图6是表示突起与空洞下表面接触的状态的剖面图。

[0045] 图7是以离突起中心的距离来标绘突起与空洞下表面接触的状态即将一定的外力施加于膜片的情况下的膜片的变形的图表。

[0046] 图8是表示在膜片上配置的刚性部件与突起的中心的错位量和突起附近的变形以及膜片接触电压之间的关系图表。

[0047] 图9是在本发明的实施例1的超声波转换器中,刚性部件与突起的中心不一致的情况下的俯视图。

[0048] 图10是在本发明的实施例1的超声波转换器中,刚性部件与多个突起重合的情况下的俯视图。

[0049] 图11是在本发明的实施例1的超声波转换器中,刚性部件为十字形状的情况下的俯视图。

[0050] 图12是本发明的实施例1的其他的超声波转换器的剖面图。

[0051] 图13是本发明的实施例2的超声波转换器的剖面图。

[0052] 图14是本发明的实施例2的其他的超声波转换器的剖面图。

[0053] 图15是本发明的实施例3的超声波转换器的剖面图。

[0054] 图16是本发明的实施例3的超声波转换器的俯视图。

[0055] 图17是本发明的实施例4的超声波转换器的剖面图。

[0056] 图18是本发明的实施例5的超声波转换器的俯视图。

[0057] 图19是本发明的实施例6的超声波转换器的俯视图。

[0058] 图20是本发明的实施例7的超声波诊断装置的构成框图。

具体实施方式

[0059] 以下,基于附图详细说明本发明的实施例。

[0060] 在以下的实施例中,为了方便,在必要时,分成多个部分或实施例进行说明,但除了特别明示的情况外,它们不是相互无关系,一方是另一方的一部分或全部的变形例、详细、补充说明等的关系。另外,在以下的实施例中,在提及要素的个数等(包括个数、数值、量、范围等)时,除了特别明示的情况以及原理上明显限于特定数量的情况等外,不限于其特定的数量,可以是特定的数量以上或以下。进而,在以下的实施例中,其构成要素(也包括要素步骤等),除了特别明示的情况以及原理上明显认为是必须的情况等外,不言而喻不一定是必须的。同样,在以下的实施例中,提及构成要素等的形状、位置关系等时,除了特别明示的情况以及原理上明显认为不是那样的情况等外,实质上包括与其形状等近似或类似的内容等。这对于上述数值以及范围也是同样的。需要说明的是,在俯视图中为了容易理解,有时带有剖面线。

[0061] 在下述的实施例的记载中,在电容检测型超声波转换器(C M U T)中,通过扩展从在空洞部突出的突起的下表面与空洞下表面接触的状态到膜片下表面与空洞下表面接触的状态期间的电压裕度,抑制向膜片绝缘膜的电荷注入、绝缘耐压的下降的这一目的,是如下实现的:在俯视时,将C M U T设在空洞突出的突起与在膜片上设置的刚性部件或者高杨氏模量部件的至少一部分重合的配置。

[0062] 实施例 1

[0063] 利用图 3,说明 C M U T 的基本的构造以及动作。在下部电极 101 的上层形成有被绝缘膜 103 包围的空洞部 102。在空洞部 102 上隔着绝缘膜 103 而配置有上部电极 104。若在上部电极 104 和下部电极 101 之间重叠直流电压和交流电压,则静电力作用于上部电极 104 和下部电极 101 之间,由空洞部 102 上的绝缘膜 103 与上部电极 104 构成的膜片 105 以施加的交流电压的频率振动,由此,发送超声波。

[0064] 在接收的情况下,预先在上部电极 104 和下部电极 101 之间只施加直流电压,在到达膜片 105 的表面的超声波的压力的作用下,膜片 105 振动。于是,上部电极 104 与下部电极 101 之间的距离变化,因此,可以作为容量的变化检测超声波。

[0065] 作为超声波转换器最重要的性能之一是信号对杂音比(SN比)高。例如,在超声波诊断装置或探伤检查装置中 SN 比高就相当于画质鲜明,在装置的性能上很重要。在 C M U T 中为了提高 SN 比,只要增大接收时的容量变化量即可。虽然增加 C M U T 的数量或面积,也可以增加容量变化量,但此时,转换器的尺寸变大,因此,需要使每单位面积的容量变化量变大。即,需要使接收灵敏度提高。或者通过增大发送声压,提高从检查对象物反射回来的超声波的声压,由此也可以增大接收时的容量变化量。

[0066] 为了提高接收灵敏度,由于尽可能缩窄上部电极 104 和下部电极 101 的间隔更好,所以需要施加尽可能大的直流电压。但是,如果膜片的变形量通过真空换算为两电极间的三分之一以上的距离,则电极间的静电力变得大于膜片的弹簧恢复力,膜片下表面 106 接触于空洞部下表面 107。将此电压称为崩溃电压。基于以上理由,接收时施加比崩溃电压稍小的直流电压。

[0067] 另一方面,为了提高发送声压,希望使膜片的振幅为最大限度。但是,如果在驱动中当膜片下表面 106 接触于空洞下表面 107 的话,则在绝缘膜中产生电荷注入,发送接收特

性偏移 (drift)。因此, C M U T 的驱动条件需要在“膜片下表面 106 不与空洞下表面 107 接触的”范围进行设定。实际上, 由于制造偏差, 空洞部 102 的高度偏差, 因此, 驱动条件除了膜片不接触的条件外, 还要进一步设计成具有裕度, 膜片的振幅远远小于空洞部 102 的高度, 限制发送声压的上限。

[0068] 因此, 通过形成向空洞部突出的绝缘膜的突起, 进而对电极进行挖空使得成为该突起不被上下电极夹着的构造, 由此, 降低突起接触部的电场强度, 可以避免电荷注入。但是, 由于对电极进行挖空, 所以上下电极的重合的面积变小, 导致 C M U T 的驱动电压的上升或接收灵敏度的下降。

[0069] 为了不产生发送接收特性的偏移、进而不导致 C M U T 的驱动电压的上升或接收灵敏度的下降, 实现高发送声压, 需要使突起的数量和电极的挖空面积为必要最小限。对于此时应注意的事情, 使用图 4 和图 5 进行说明。图 4 是表示在膜片 105 下侧设置的突起 108 与空洞下表面 107 接触的状态的剖面图。将该状态称为突起接触状态。为了得到高发送声压, 希望使膜片的振幅为最大限度, 因此, 施加成为突起接触状态的电压以上的电压。在施加成为突起接触状态的电压以上的电压时, 突起 108 间的膜片 105 以接近空洞下表面 107 的方式变形, 并以某电压以上与空洞下表面 107 接触。将该状态称为膜片接触状态, 如图 5 所示。在该膜片接触状态下, 向膜片 105 产生电荷注入, 因此, 为了不成为膜片接触状态而取较宽的与突起接触状态的电压裕度就成为动作可靠性提高的要点。为了扩展电压裕度, 只要提高膜片整体的刚性即可, 但是驱动电压也升高, 因此并非良策。因此, 只要不提高突起下表面 106 与空洞下表面 107 非接触的状态下的膜片整体的刚性, 而提高在突起接触状态下的膜片刚性, 就可以取较宽的上述的裕度电压, 可以在没有发送接收特性的偏移的情况下提高发送声压。

[0070] 使用图 1 说明本实施例的 C M U T 的剖面构造。C M U T 包括: 在基板 206 的上面配置的长方体的下部电极 201、在下部电极 201 上配置的长方体的空洞部 202、在空洞部 202 上配置的长方体的上部电极 205 等。需要说明的是, 在下部电极 201 与空洞部 202 之间以覆盖下部电极 201 的方式形成有绝缘膜 209, 在上部电极 205 与空洞部 202 之间以覆盖空洞部 202 和下部电极 201 的方式形成有绝缘膜 208, 在空洞部 202 配置有至少一个以上的、从绝缘膜 208 下表面向空洞部 202 突出的圆柱状的突起 204。另外, 在绝缘膜 208 上面覆盖有绝缘膜 207。上述的突起 204 或绝缘膜 207、208、209 由氧化硅、氮化硅等形成。在绝缘膜 207 的上表面配置有至少一个以上的作为刚性部件 203 的长方体的梁部件。该刚性部件 203 即梁部件与绝缘膜 207、208、209 同样可由氧化硅、氮化硅等那样相同的材料形成, 也可以由另外的材料形成。需要说明的是, 通过由绝缘膜 207、上部电极 205、绝缘膜 208 构成的膜片 210 振动, 发送超声波。下面, 为了便于说明, 将突起 204 之中的、与绝缘膜 209 夹着空洞而相对的面称为突起下表面 211, 将绝缘膜 209 之中的、暴露于空洞的面称为空洞下表面 213。另外, 将膜片 210 之中的、暴露于空洞的面称为膜片下表面 212。而且, 将突起下表面 211 与空洞下表面 213 接触这一情况称为突起接触, 另外, 将此时的电压称为突起接触电压, 而且将膜片下表面 212 与空洞下表面 213 接触这一情况称为膜片接触, 另外将此时的电压称为膜片接触电压。另外, 将膜片接触电压与突起接触电压之差称为裕度电压。

[0071] 对图 1 所示的 C M U T 的制造方法进行记述。基本的制造方法记载在专利文献 3 中, 在此, 对于刚性部件 203 即梁部件的形成方法进行描述。梁部件是通过等离子体 C V D

法在绝缘膜 207 上堆积作为梁部件的材料薄膜、例如氧化硅、氮化硅,并通过照相技术与干式蚀刻技术而形成的。在此,膜片 210 的厚度由于给设备特性带来大的影响,因此,在干式蚀刻时需要注意不要使绝缘膜 207 变薄。例如,使刚性部件 203 即梁部件为从上侧观察时是氮化硅、氧化硅的顺序的层叠膜,使绝缘膜 207 为氮化硅,由此,刚性部件 203 即梁部件蚀刻结束后的衬底的绝缘膜 207 的切削量变少,可抑制膜片 210 的厚度的蚀刻前后的变化量为少的量。

[0072] 使用图 2 说明本实施例的 C M U T 的上表面构造。图 2 表示图 1 的俯视图。另外,图 1 表示图 2 的在线 A-A' 切断的剖面图。需要说明的是,在图 2 中,为了便于说明,从刚性部件 203 透视表示突起 204 等。今后为了便于说明,对于空洞 202、上部电极 205,以纸面的纵向为宽度,以横向为长度,对于刚性部件 203,以纸面纵向为长度,以横向为宽度。首先,记述上部电极 205 的形状。例如,上部电极 205 具有多个圆形的孔部。俯视时,在上部电极 205 的多个圆形的孔部 214 的大致中央的位置分别配置有突起 204。俯视时,由于突起 204 配置在上部电极 205 的孔部 214,所以被配置在不与上部电极 205 重合的位置上。即,在突起 204 的铅直方向上没有上部电极 205。在图 2 中,上部电极 205 的一部分被挖空,并配置成俯视时突起 204 与上部电极 205 不重合,但是挖空的电极也可以是下部电极 201。重要的是:上部电极 205 与下部电极 201 之中的至少一方的电极被配置在俯视时不与突起 204 重合的位置。成为这种配置的理由是,将直流电压或者交流电压施加到电极间,突起下表面 211 与空洞下表面 213 接触时对突起 204 和绝缘膜 209 施加强电场,为了不产生电荷注入而对电极进行挖空,从而使电极间距离分开,降低电场强度。

[0073] 对于刚性部件 203 和突起 204 的位置关系,使用图 2 进行说明。至少一个以上的突起 204 配置在俯视图时空洞 202 的宽度方向中央。另外,刚性部件 203 被配置成相对于上部电极 205 的孔部 214 与突起 204,在俯视时在一部分也重合。在图 1 和图 2 中,刚性部件 203 和突起 204 在俯视时在空洞长度方向上以等间隔配置,但是也可以以不等间隔配置。但是,在不等间隔的情况下,在一个 C M U T 内存在多个膜片接触电压,在设计上并不优选,因此最好是等间隔。另外,最好由膜片接触电压和突起接触电压的大小关系来决定刚性部件 203 彼此与突起 204 彼此的间隔。例如,在膜片接触电压低于突起接触电压的情况下,缩窄刚性部件 203 与突起 204 的间隔,提高膜片接触电压。但是,如果缩窄突起 204 的间隔,则上部电极 205 的面积减少,导致 C M U T 的灵敏度下降,因此最好是在设计阶段满足必要最低限的裕度电压的突起间隔。

[0074] 本实施例 1 的特征在于,如图 1 和图 2 所示,一种 C M U T,上部电极 205 和下部电极 201 之中的至少一方的电极被配置在俯视时不与在空洞 202 突出的突起 204 重合的位置上,其中,在膜片 210 上设置的刚性部件 203 与突起 204 配置成在俯视时一部分重合。通过形成这种构造,从而突起 204 正上方的膜片变厚,刚性提高,可以取较大的裕度电压。即,为了得到高发送声压,即使当在突起下表面 211 接触于空洞下表面 213 的驱动条件下使膜片 210 最大限振动时,也可以防止膜片接触。在实际的 C M U T 中,由于制造偏差,有时局部膜片接触电压低于设计值,但通过形成上述的构造,可以防止膜片接触,减少向膜片 210 的绝缘膜 208 的电荷注入。因此,可使 C M U T 的动作可靠性提高。

[0075] 使用图 6 说明在从上面观察时,刚性部件 203 和突起 204 以一部分重合的方式配置好的理由。此处的要点在于,增厚俯视时与突起 204 重合的区域的膜片 210,局部提高刚

性。需要说明的是,在图 6 中,将图 1 中图示的绝缘膜 207、上部电极 205、绝缘膜 208 一起作为膜片 310 进行图示。在图 7 中,是从图 6 的突起接触状态将某大小的外力均匀施加于膜片 310 整体,以离突起 304 中心的距离对膜片 310 的变形进行标绘的模拟结果。变形在突起 304 附近为最大值,随着变远而单调减少。该结果意味着:在膜片 310 从突起接触状态变形的情况下,突起 304 成为固定端,因此突起 304 的附近的变形为最大。因此,若能减少突起附近的变形,就可以扩展裕度电压。图 8 的图表表示刚性部件与突起的位置关系与突起附近的变形的大小的关系。如图 8(b) 所示,在刚性部件与突起的错位量 d 小的情况下,突起附近的变形小,刚性部件与突起的中心一致的情况是最小的。另一方面,在刚性部件不与突起重合的情况下,突起附近的变形变大。在图 8(c) 中表示刚性部件与突起间的错位量 d 与膜片接触电压的关系。在错位量 d 小的情况下,膜片接触电压大,但若错位量 d 变大,则膜片接触电压下降。因此,配置刚性部件的场所对突起附近的变形带来较大的影响,在刚性部件与突起的中心以一致的方式配置时,突起附近的变形最小,是有效的。但是,如俯视图的图 9 所示的构造那样,长方体的刚性部件 303 与圆柱状的突起 304 在俯视时一部分重合,则就有减少突起附近的变形的效果。需要说明的是,从刚性部件 303 的上面观察的形状或配置只要由希望的频率特性适当决定即可。另外,如图 10 所示,也可以是相对于一个长方体的刚性部件 303 在俯视时,圆柱状的多个突起 304 的至少一部分重合的配置。在该构造中,也与上述的内容同样,在俯视时,多个突起 304 配置成不与上部电极 305 重合。另外,刚性部件 303 配置成在俯视时,与多个突起 304 的至少一部分重合。这样的构造在空洞 302 的宽度宽、空洞宽度方向的刚性低的情况下,作为提高膜片接触电压的手段是有效的。但是,若增加突起 304,则上部电极 305 的面积减小,CMUT 的灵敏度下降,因此,最好为必要最低限的数量。另外,如图 11 所示,可使刚性部件 303 的形状为十字型。在该构造中,在突起 304 间的膜片中,在配置刚性部件 303 的部位,膜片变厚,可以提高刚性,因此可以提高突起间膜片的接触电压。即便扩展图 2 所示的长方形的刚性部件 203 的宽度,也可以提高突起间的膜片的刚性,但刚性部件 203 的面积变大,膜片整体的刚性变高,驱动电压提升,因此在可靠性方面不利。即,在图 11 所示的十字型的刚性部件 303 中,可以不较大地改变驱动电压,而提高突起间膜片的接触电压。需要说明的是,以上,说明了在膜片表面配置刚性部件的构造,但也可以如图 12 所示,将刚性部件 303 埋入膜片 310 的内部。希望膜片 310 的形状是平坦的,相对于此,由于构成的膜的残留应力,有时产生膨胀或者凹陷,但如图 12 所示,通过改变刚性部件 303 的埋入场所,可以控制膜片 310 的残留应力分布,可以控制膜片 310 的膨胀或者凹陷形状。

[0076] 实施例 2

[0077] 使用图 13 说明本实施例 2 的 CMUT 的构造。CMUT 包括:在基板 506 的上面配置的长方体的下部电极 501、在下部电极 501 上配置的空洞部 502、在空洞部 502 上配置的长方体的上部电极 505 等。需要说明的是,在下部电极 501 与空洞部 502 之间以覆盖下部电极 501 的方式形成有绝缘膜 509,在上部电极 505 与空洞部 502 之间以覆盖空洞部 502 和下部电极 501 的方式形成有绝缘膜 508。在空洞部 502 配置有至少一个以上的、从绝缘膜 509 上表面向空洞部 502 突出的圆柱状的突起 504。该突起 504 由绝缘膜构成。另外,在绝缘膜 507 的上表面配置有至少一个以上的长方体的刚性部件 503。该刚性部件 503 即梁部件与绝缘膜 507、508、509 同样可由氧化硅、氮化硅等那样相同的材料形成,也可以由另外

的材料形成。需要说明的是,通过由绝缘膜 507、上部电极 505、绝缘膜 508 构成的膜片 510 振动,发送超声波。今后为了便于说明,将突起 504 之中的、与绝缘膜 508 夹着空洞而相对的面称为突起上表面 514,将绝缘膜 509 之中的、暴露于空洞的面称为空洞下表面 513。另外,将膜片 510 之中的、暴露于空洞的面称为膜片下表面 512。而且,将突起上表面 514 与膜片下表面 512 接触这一情况称为突起接触,另外,将此时的电压称为突起接触电压,而且将膜片下表面 512 与空洞下表面 513 接触这一情况称为膜片接触,另外将此时的电压称为膜片接触电压。另外,将膜片接触电压与突起接触电压之差称为裕度电压。刚性部件 503 彼此与突起 504 彼此的间隔与实施例 1 所述的内容相同,可由膜片接触电压与突起接触电压的大小关系决定。例如,在膜片接触电压低于突起接触电压的情况下,缩窄刚性部件 503 与突起 504 的间隔,使膜片接触电压提高。

[0078] 与前述的实施例 1 的不同点在于,突起 504 从空洞下表面 513 向空洞 502 突出。在以该构造,膜片下表面 512 接触于突起上表面 514 时,就变成与图 6 所示的突起 304 从膜片下表面 312 向空洞 302 突出的构造同样的状态。因此,在突起 504 从空洞下表面 513 突出的构造中,若俯视时以刚性部件与突起的中心一致的方式配置,则也可以增大突起接触电压与膜片接触电压之差,因此可以得到与实施例 1 的超声波转换器同样的效果。

[0079] 需要说明的是,与实施例 1 的超声波转换器同样,通过俯视时刚性部件 503 与突起 504 的中心一致的配置可得到最大的效果,但只要一部分重合就有效。若形成这种构造,则通过在 C M U T 振动部的膜片侧没有突起,有容易进行 C M U T 的频率特性的设计的特征。需要说明的是,以上说明了在膜片表面配置有刚性部件的构造,但如图 14 所示,也可以将刚性部 503 埋入膜片 510 的内部,与实施例 1 记载的同样,也有容易进行膜片 510 的形状控制的特征。

[0080] 实施例 3

[0081] 使用图 15、图 16 说明本实施例 3 的 C M U T 的构造。图 15 表示的剖面图示出了一个 C M U T。C M U T 单体包括:长方体的下部电极 701、在下部电极 701 上配置的空洞部 702、在空洞部 702 上配置的长方体的上部电极 705 等。需要说明的是,在下部电极 701 与空洞部 702 之间以覆盖下部电极 701 的方式形成有绝缘膜 709,在上部电极 705 与空洞部 702 之间以覆盖空洞部 702 和下部电极 701 的方式形成有绝缘膜 708。在空洞部 702 配置有至少一个以上的、从绝缘膜 708 下表面向空洞部 702 突出的圆柱状的突起 704。该突起 704 由绝缘膜构成。上述的突起 704 或绝缘膜 707、708、709 由氧化硅、氮化硅等形成。在膜片 710 中埋入长方体的高杨氏模量部件 703。在图 15 中,将高杨氏模量部件 703 埋入绝缘膜 707,但也可以埋入绝缘膜 708,也可以埋入绝缘膜 707 和绝缘膜 708 双方。所谓高杨氏模量部件 703,由杨氏模量比周围的绝缘膜 707、绝缘膜 708 高的材料,例如钨等金属材料或氧化铝等陶瓷材料等,或者通过离子的打入等而对绝缘膜 707、绝缘膜 708 进行改质,提高杨氏模量而形成。今后,为了便于说明,将突起 704 之中的、与绝缘膜 709 夹着空洞而相对的面称为突起下表面 711,将绝缘膜 709 之中的、暴露于空洞的面称为空洞下表面 713。另外,将膜片 710 之中的、暴露于空洞的面称为膜片下表面 712。而且,将突起下表面 711 与空洞下表面 713 接触的这情况称为突起接触,另外将此时的电压称为突起接触电压,而且将膜片下表面 712 与空洞下表面 713 接触这一情况称为膜片接触,另外,将此时的电压称为膜片接触电压。

[0082] 对于高杨氏模量部件 703 与突起 704 的位置关系,使用图 16 进行说明。另外,图 15 表示图 16 的在线 A-A' 切断的剖面图。需要说明的是,在图 16 中,为了便于说明,从高杨氏模量部件 703 透视表示突起 704 等。今后为了便于说明,对于空洞 702、上部电极 705,以纸面的纵向为宽度,以横向为长度,对于高杨氏模量部件 703,以纸面纵向为长度,以横向为宽度。至少一个以上的突起 704 配置在俯视时空洞 702 的宽度方向中央。另外,高杨氏模量部件 703 相对于各个突起 704,配置成在俯视时中心部一致。另外,上部电极 705 与下部电极 701 之中的至少一方的电极配置在俯视时不与突起 704 重合的位置上。在图 16 中,上部电极 705 的一部分被挖空,俯视时,突起 704 与上部电极 705 不重合地配置,但挖空的电极也可以是下部电极 701。形成这种配置的理由是,将直流电压或者交流电压施加于电极间,在突起下表面 711 与空洞下表面 713 接触的情况下对突起 704 和绝缘膜 709 施加强电场,为了不产生电荷注入,对电极进行挖空,由此使电极间距离分开,降低电场强度。在图 15 和图 16 中,高杨氏模量部件 703 与突起 704 在空洞长度方向上以等间隔配置,但也可以是不等间隔。但是,在不等间隔的情况下,在一个 C M U T 内存在多个膜片接触电压,在设计上并不优选,因此最好是等间隔。另外,高杨氏模量部件 703 彼此和突起 704 彼此的间隔最好由膜片接触电压和突起接触电压的大小关系来决定。例如,在膜片接触电压低于突起接触电压的情况下,缩窄高杨氏模量部件 703 和突起 704 的间隔,使膜片接触电压提高。

[0083] 本实施例 3 的特征在于,如图 15 和图 16 所示,一种 C M U T,上部电极 705 和下部电极 701 之中的至少一方的电极被配置在俯视时不与在空洞 702 突出的突起 704 重合的位置上,其中,在膜片 710 设置的高杨氏模量部件 703 和突起 704 被配置成俯视时一部分重合。此处的要点是,俯视时在与突起 704 重合的区域的膜片内部配置高杨氏模量部件,由此局部地提高刚性。通过形成这样的构造,可以取较大的突起接触电压与膜片接触电压之差。即,为了得到高发送声压,即使当在突起下表面 711 接触于空洞下表面 713 的驱动条件下使膜片 710 最大限振动时,也可以防止膜片接触。在实际的 C M U T 中,由于制造的偏差,存在膜片接触电压局部低于设计值的情况,但通过形成上述的构造,可以防止膜片接触,减少向膜片 710 的绝缘膜 708 的电荷注入。因此,可使 C M U T 的动作可靠性提高。另外,还有可使 C M U T 表面平整的特征。

[0084] 实施例 4

[0085] 使用图 17 说明本实施例 4 的 C M U T 的构造。C M U T 包括:在基板 706 的上面配置的长方体的下部电极 701、在下部电极 701 上配置的空洞部 702、在空洞部 702 上配置的长方体的上部电极 705 等。需要说明的是,在下部电极 701 和空洞部 702 之间以覆盖下部电极 701 的方式形成有绝缘膜 709,在上部电极 705 和空洞部 702 之间以覆盖空洞部 702 和下部电极 701 的方式形成有绝缘膜 708。在空洞部 702 配置有至少一个以上的、从绝缘膜 709 上表面向空洞部 702 突出的圆柱状的突起 704。该突起 704 由绝缘膜构成。另外,在绝缘膜 707 的上表面埋入有至少一个以上的长方体的高杨氏模量部件 703。为了便于说明,将突起 704 之中的、与绝缘膜 708 夹着空洞而相对的面称为突起上表面 714,将绝缘膜 709 之中的、暴露于空洞的面称为空洞下表面 713。另外,将膜片 710 之中的、暴露于空洞的面称为膜片下表面 712。而且,将突起上表面 714 与膜片下表面 712 接触这一情况称为突起接触,另外将此时的电压称为突起接触电压,而且将膜片下表面 712 与空洞下表面 713 接触这一情况称为膜片接触,另外将此时的电压称为膜片接触电压。高杨氏模量部件 703 彼此和突

起 704 彼此的间隔最好由膜片接触电压与突起接触电压的大小关系来决定。例如,在膜片接触电压低于突起接触电压的情况下,缩窄高杨氏模量部件 703 与突起 704 的间隔,使膜片接触电压提高。

[0086] 与前述的实施例 3 的不同点在于,突起 704 从空洞下表面 713 向空洞 702 突出。当以该构造,膜片下表面 712 与突起上表面 714 接触时,变成与图 15 所示的构造的突起接触状态同样的状态。因此,即便在突起 704 从空洞下表面 713 突出的构造中,当俯视时高杨氏模量部件与突起的中心一致地配置时,也可以增大突起接触电压与膜片接触电压之差,可以使 C M U T 的动作可靠性提高,因此可以得到与实施例 3 的超声波转换器同样的效果。需要说明的是,与实施例 3 的超声波转换器同样,高杨氏模量部件和突起只要在俯视时一部分重合则就有效果。若形成这样的构造,则在 C M U T 振动部的膜片侧没有突起,从而具有容易进行 C M U T 的频率特性的设计的特征。

[0087] 实施例 5

[0088] 图 18 是表示本实施例 5 的超声波转换器的俯视图。该超声波转换器包括圆形的突起 804、圆形的膜片 810 和在膜片 810 的上表面的圆形的刚性部件 803 或高杨氏模量部件 805。刚性部件 803 和突起 804 配置在膜片 810 的中央与其上下左右的膜片端的中间。刚性部件 803 与突起 804 配置成俯视时一部分重合。圆形的突起 804 是一例,也可以是三角形、五边形、七边形等其他的多边形。另外,在刚性部件 803 或高杨氏模量部件 805 中,圆形也是一例,也可以是三角形、五边形、七边形等其他的多边形。关于刚性部件 803 和突起 804 的个数与配置,可由突起接触电压与膜片接触电压的大小关系来决定。例如,在图 18 的构造中,在膜片接触电压低于突起接触电压的情况下,应增加刚性部件 803 和突起 804 的数量。此时的配置场所可以是在膜片接触电压作用下膜片接触的部位。

[0089] 实施例 6

[0090] 图 19 是表示本实施例 6 的超声波转换器的俯视图。该超声波转换器包括圆形的突起 904、八边形的膜片 910 和在膜片 910 的上表面的圆形的刚性部件 903 或高杨氏模量部件 905。刚性部件 903 与突起 904 配置在膜片 910 的中央及其周围。刚性部件 903 和突起 904 被配置成俯视时一部分重合。八边形的膜片 910 是一例,也可以是三角形、五边形、七边形等其他的多边形。另外,圆形的突起 904 是一例,也可以是三角形、五边形、七边形等其他的多边形。另外,对于刚性部件 903 或高杨氏模量部件 905,圆形也是一例,也可以是三角形、五边形、七边形等其他的多边形。关于刚性部件 903 和突起 904 的个数与配置,可由突起接触电压与膜片接触电压的大小关系来决定。例如,在图 19 的构造中,当膜片接触电压低于突起接触电压时,应增加刚性部件 903 和突起 904 的数量。此时的配置场所可以是在膜片接触电压作用下膜片接触的部位。

[0091] 实施例 7

[0092] 参照图 20,对于具备本发明的超声波转换器的超声波诊断装置的构成及其动作进行说明。超声波诊断装置 1001 包括:超声波探触子 1002、发送接收分离部 1003、发送部 1004、偏压(バイアス)部 1006、接收部 1008、整相加法部 1010、图像处理部 1012、显示部 1014、控制部 1016、操作部 1018。

[0093] 超声波探触子 1002 是与被检体接触而在与被检体之间发送接收超声波的装置。从超声波探触子 1002 将超声波发送向被检体,来自被检体的反射回声信号由超声波探触

子 1002 接受。实施例 1 ~ 6 中任一个的超声波转换器被收纳在超声波探触子 1002 的内部,且与后述的发送接收分离部 1003 电连接。发送部 1004 以及偏压部 1006 是向超声波探触子 1002 供给驱动信号的装置。接收部 1008 是接收从超声波探触子 1002 输出的反射回声信号的装置。接收部 1008 还对接收的反射回声信号进行模拟数字转换等处理。发送接收分离部 1003 是对发送和接收进行切换、分离,使得在发送时从发送部 1004 向超声波探触子 1002 给予驱动信号,而在接收时从超声波探触子 1002 向接收部 1008 给予接收信号。整相加法部 1010 是对接收的反射回声信号进行整相加法的装置。图像处理部 1010 是根据进行了整相加法后的反射回声信号,构成诊断图像(例如,断层像或血流像)的装置。显示部 1014 是显示图像处理后的诊断图像的显示装置。控制部 1016 是控制上述的各构成要素的装置。操作部 1018 是向控制部 1016 给予指示的装置。操作部 1018 例如由径迹球或键盘或鼠标等输入机器构成。

[0094] 工业实用性

[0095] 本发明的超声波转换器可用于使用超声波探触子的超声波诊断装置、构造内部的缺陷检查装置、物体位置探测装置、流速测量装置等。而且,可以实现高发送声压与高接收灵敏度,另外,可以使长期驱动下的可靠性提高。

[0096] 符号说明

[0097] 201、301、501、701、801、901 下部电极

[0098] 202、302、502、702 空洞部

[0099] 207、208、209、309、507、508、509、707、708、709 绝缘膜

[0100] 205、305、505、705 上部电极

[0101] 210、310、510、710、810、910 膜片

[0102] 213、313、513、713 空洞下表面

[0103] 203、303、503、803、903 刚性部件

[0104] 204、304、504、704、804、904 突起

[0105] 206、306、506、706 基板

[0106] 211、311、711 突起下表面

[0107] 212、312、512、712 膜片下表面

[0108] 514、714 突起上表面

[0109] 703、805、905 高杨氏模量部件

[0110] 1001 超声波诊断装置

[0111] 1002 超声波探触子

[0112] 1003 发送接收分离部

[0113] 1004 发送部

[0114] 1006 偏压部

[0115] 1008 接收部

[0116] 1010 整相加法部

[0117] 1012 图像处理部

[0118] 1014 显示部

[0119] 1016 控制部

[0120] 1018 操作部。

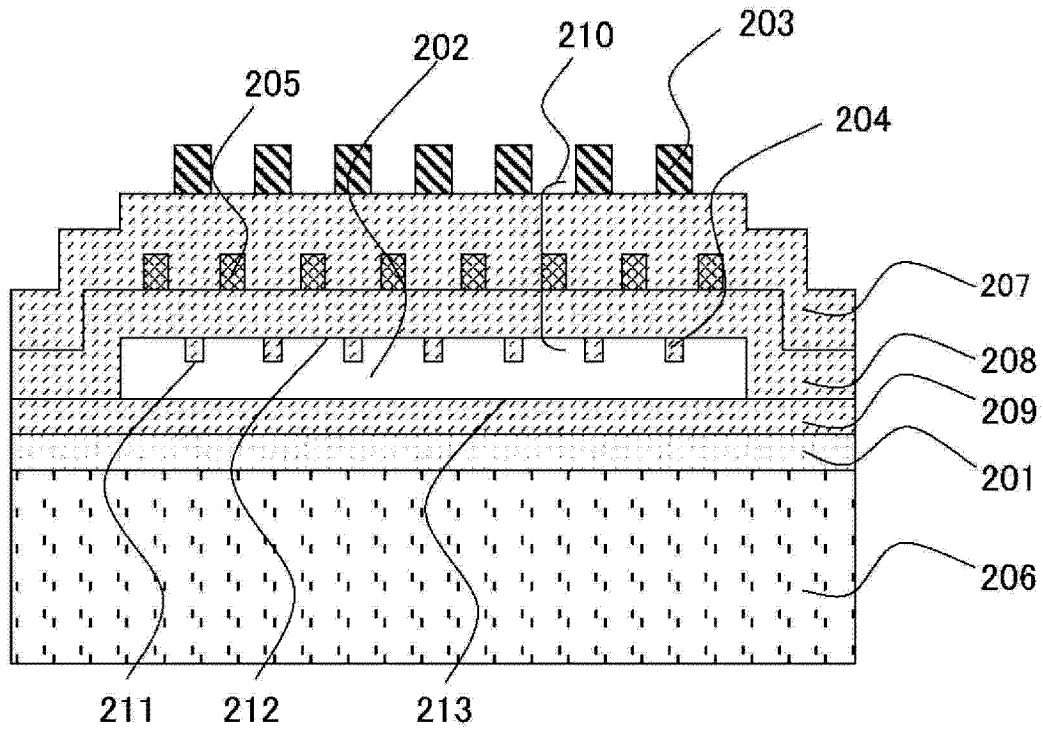


图 1

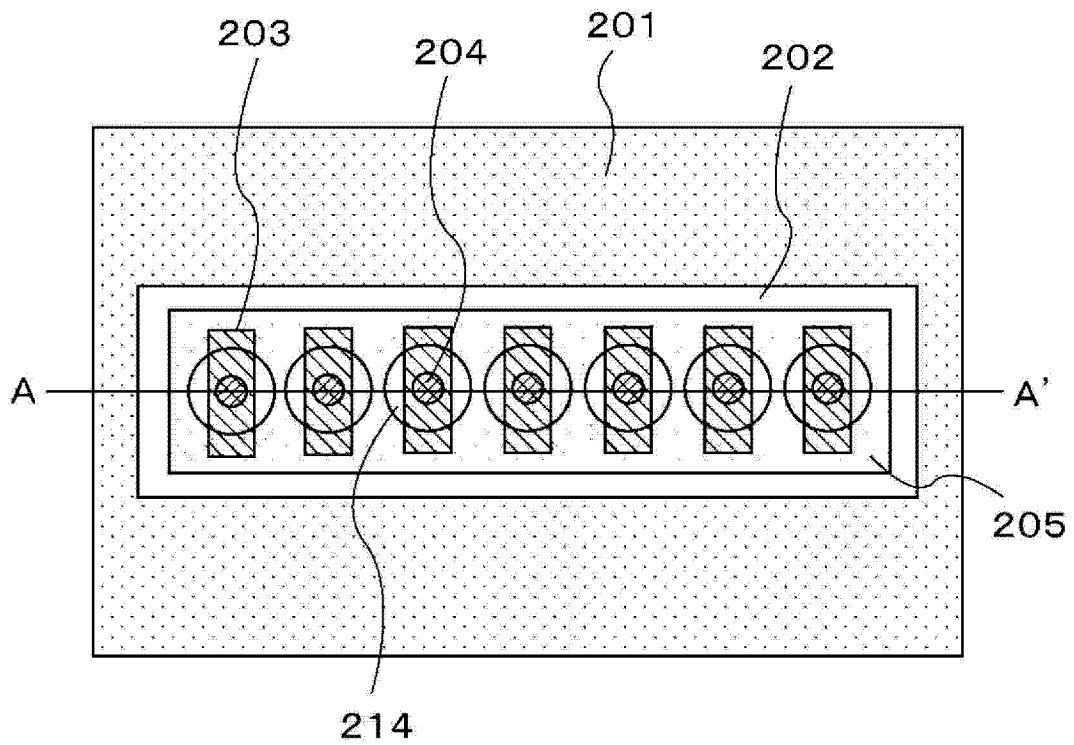


图 2

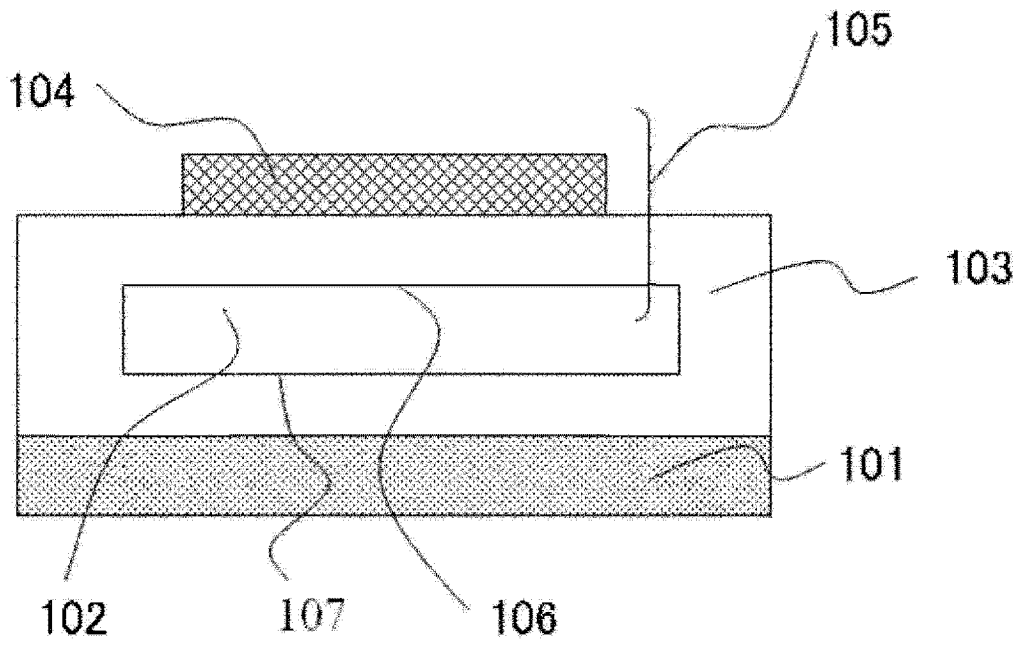


图 3

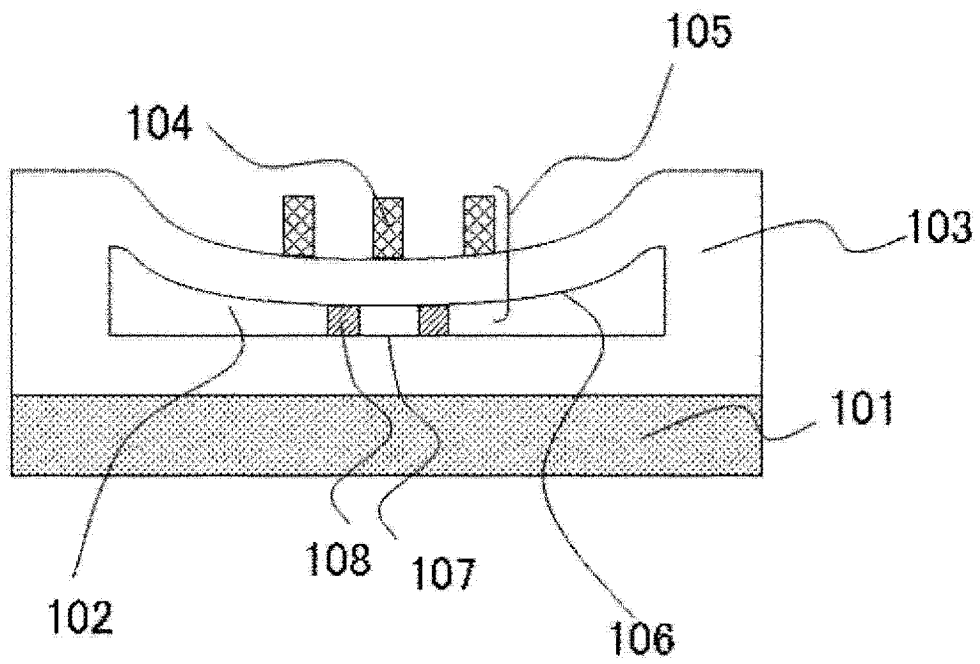


图 4

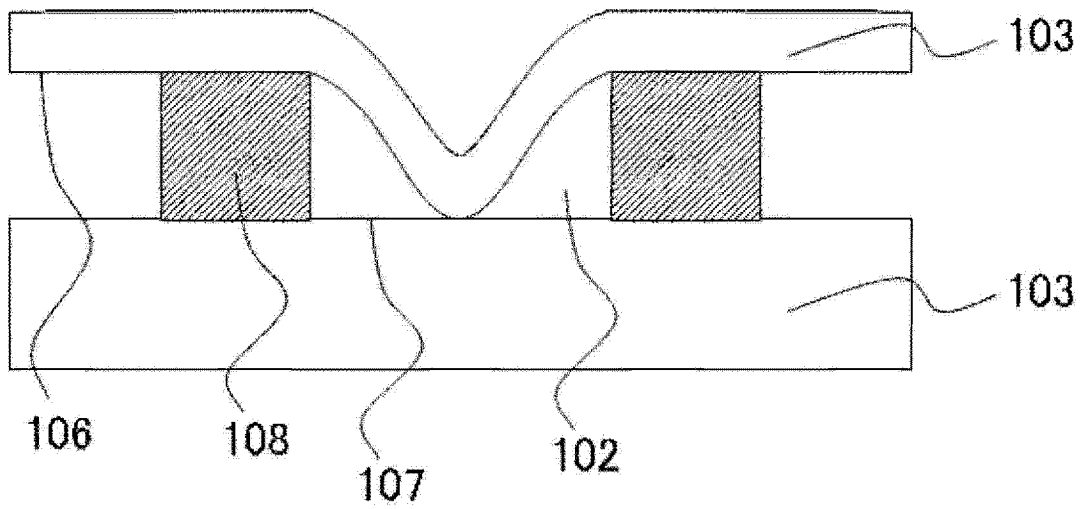


图 5

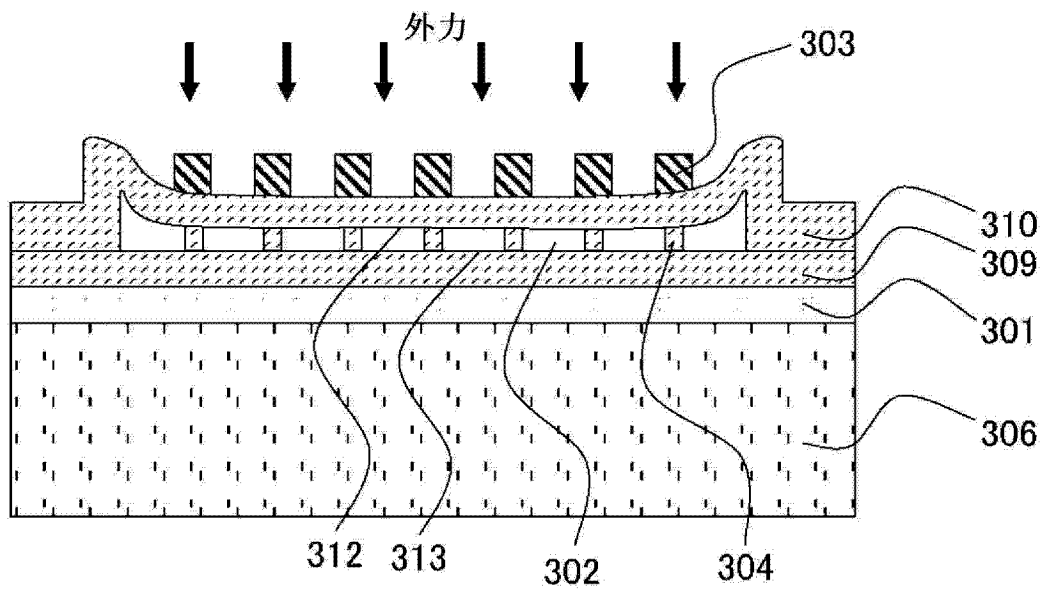


图 6

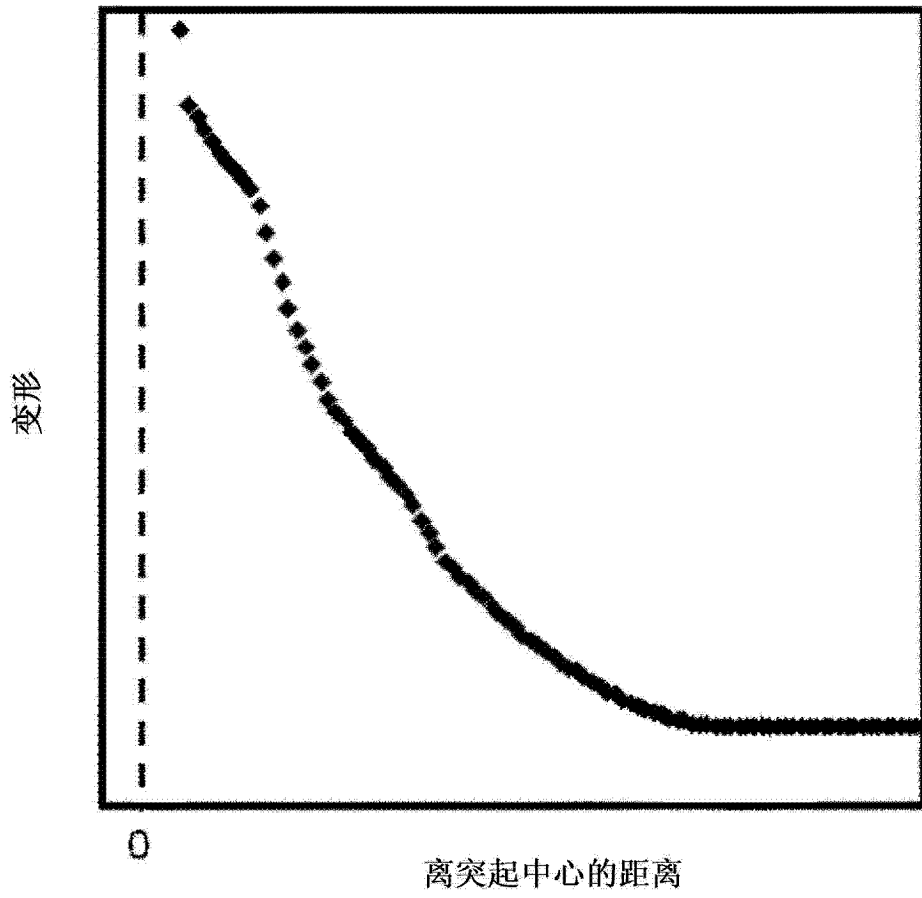


图 7

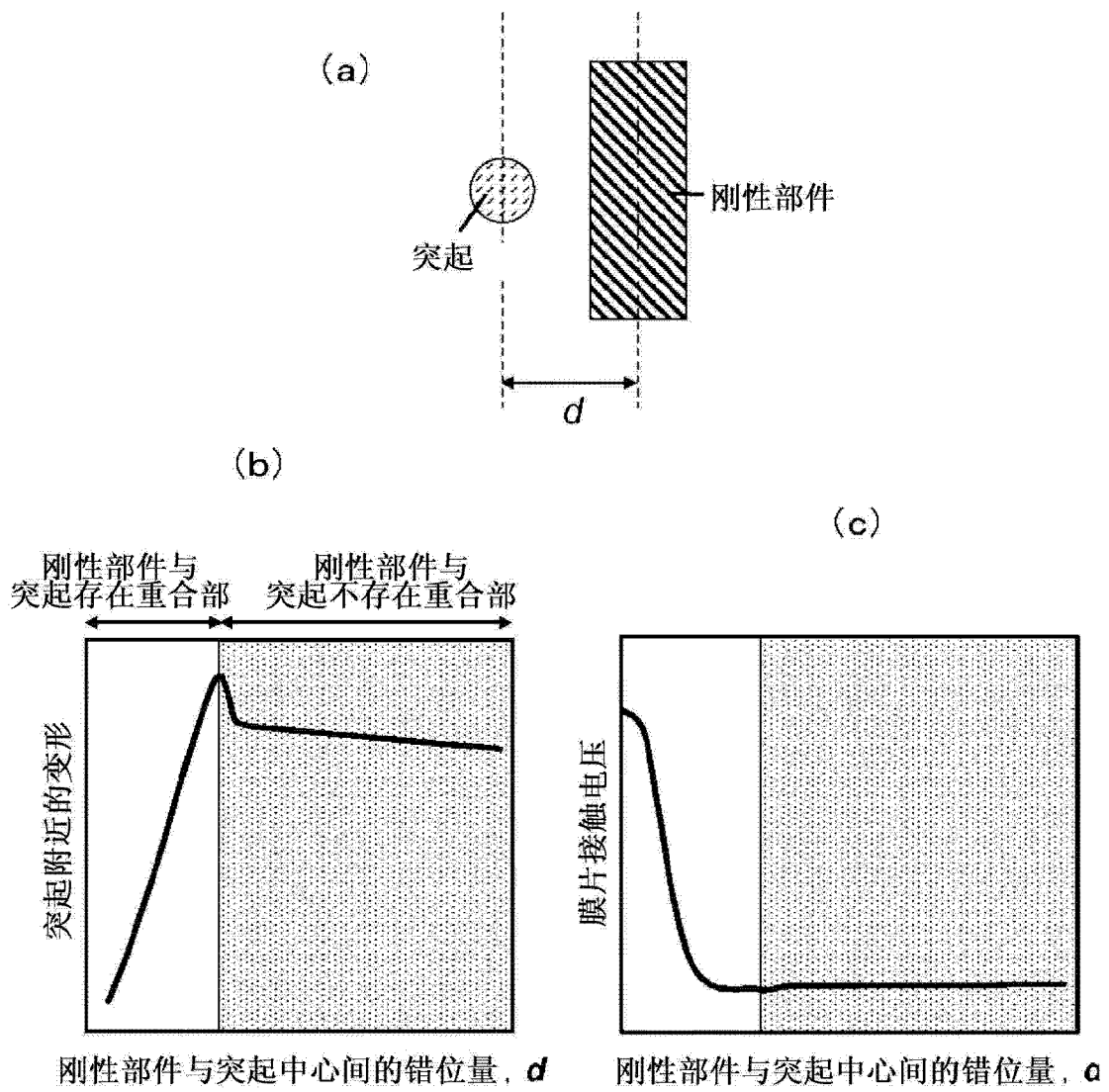


图 8

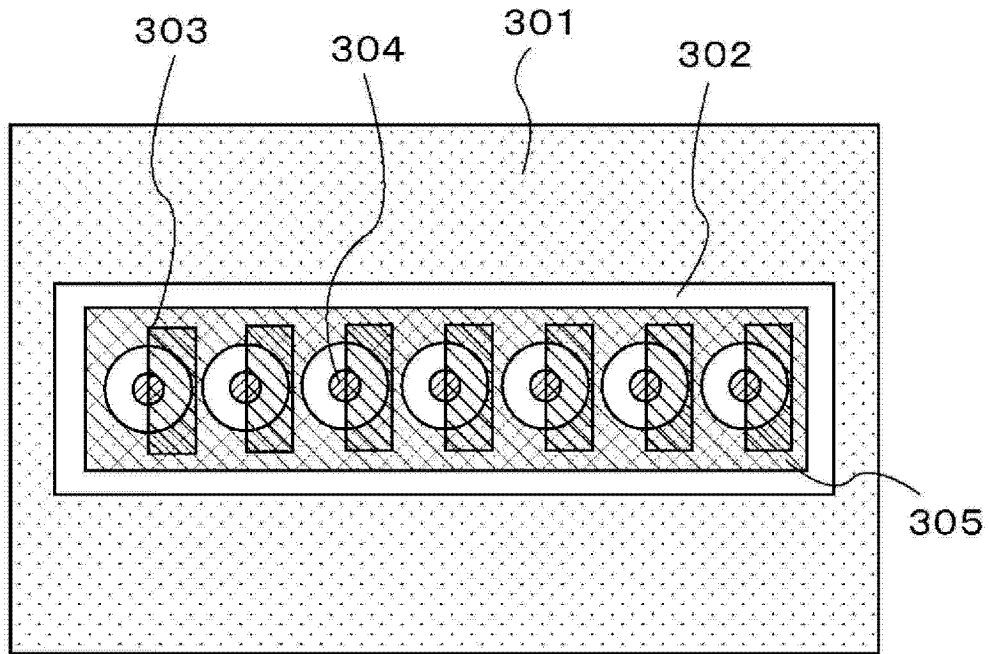


图 9

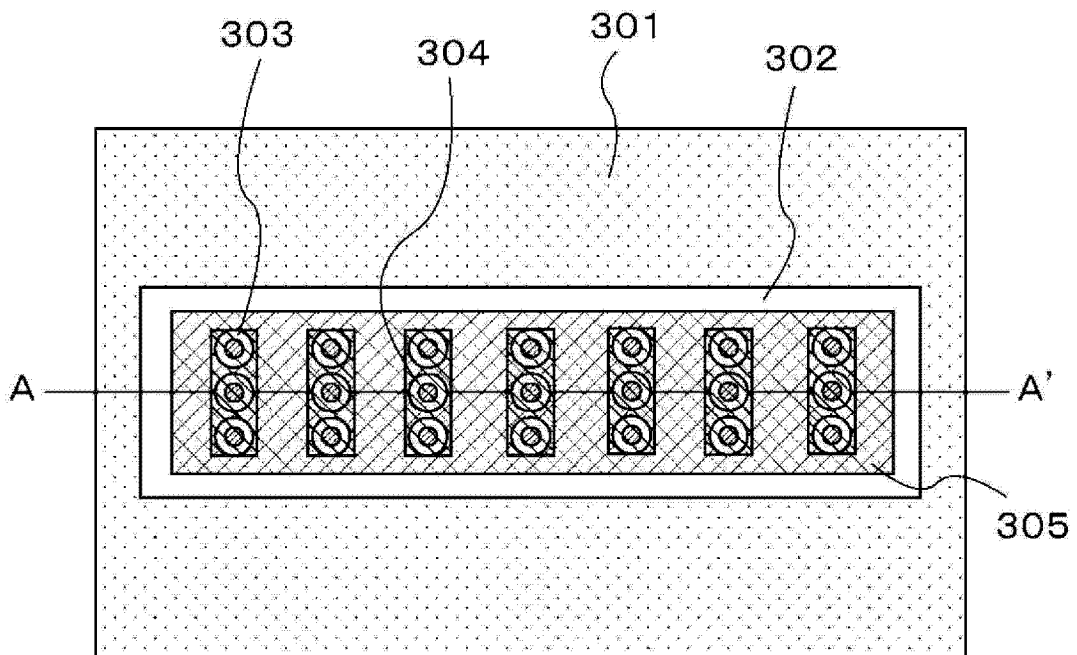


图 10

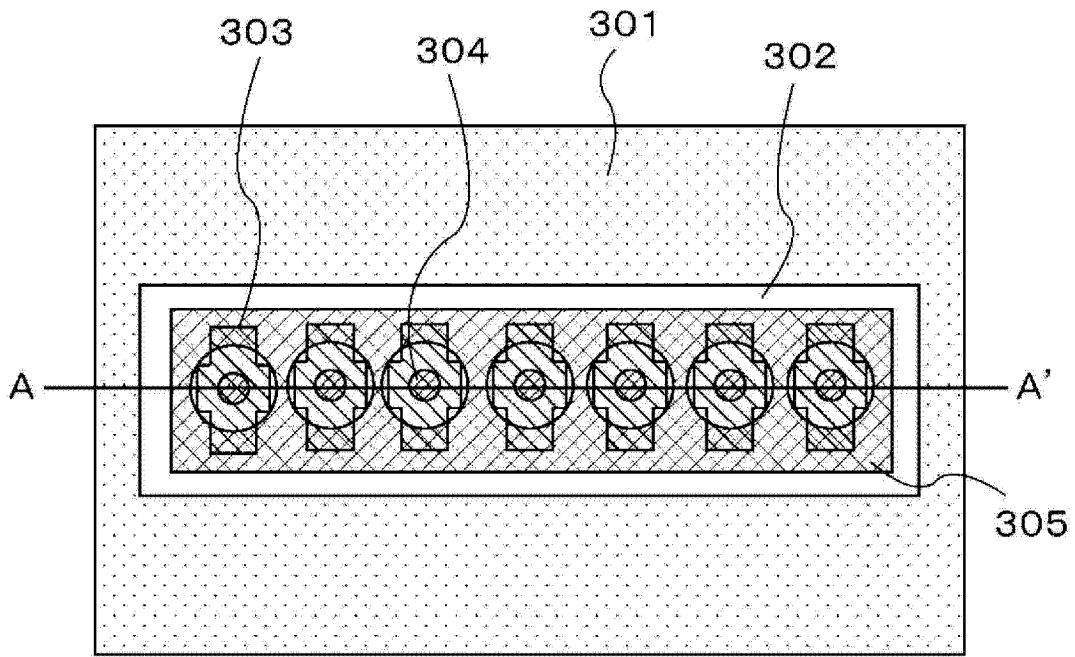


图 11

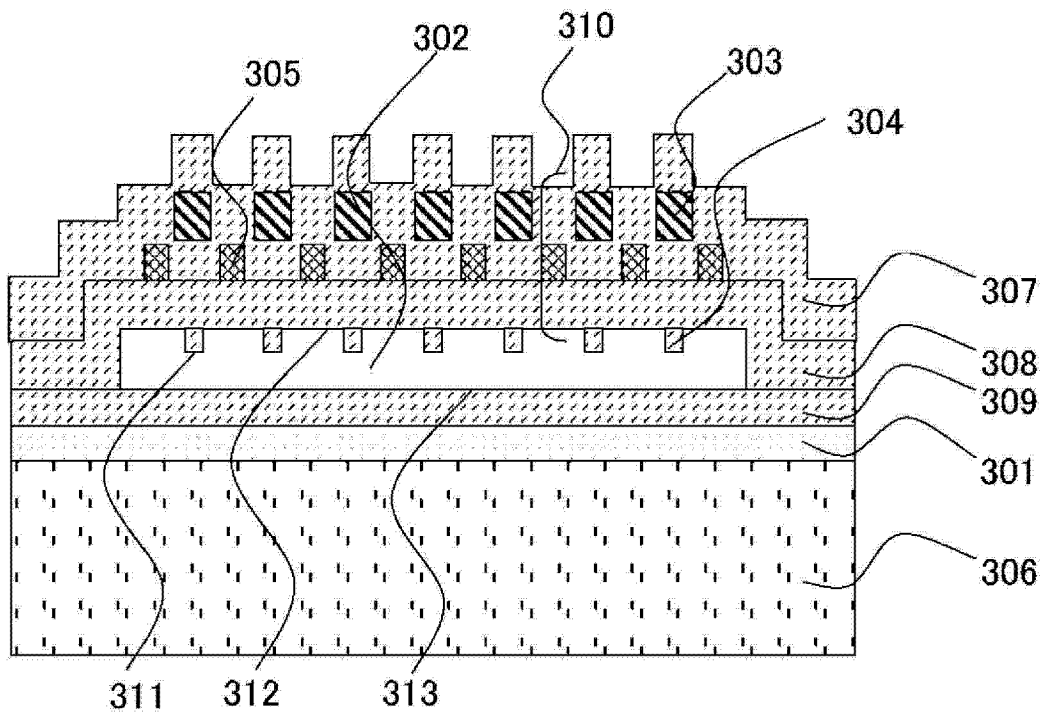


图 12

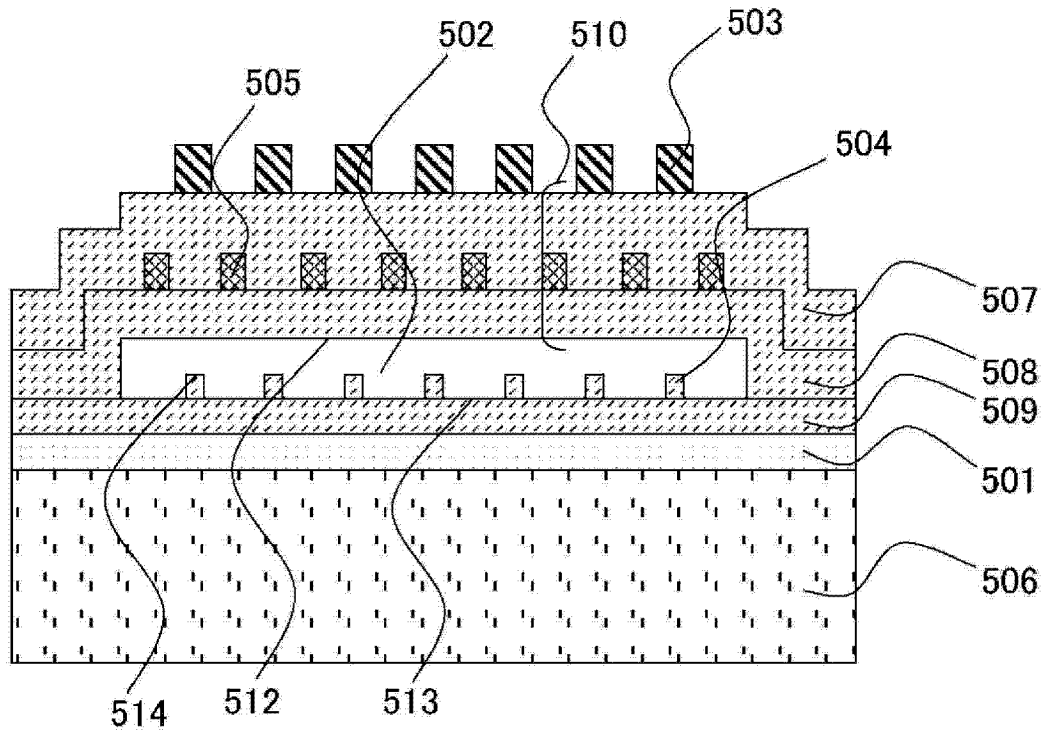


图 13

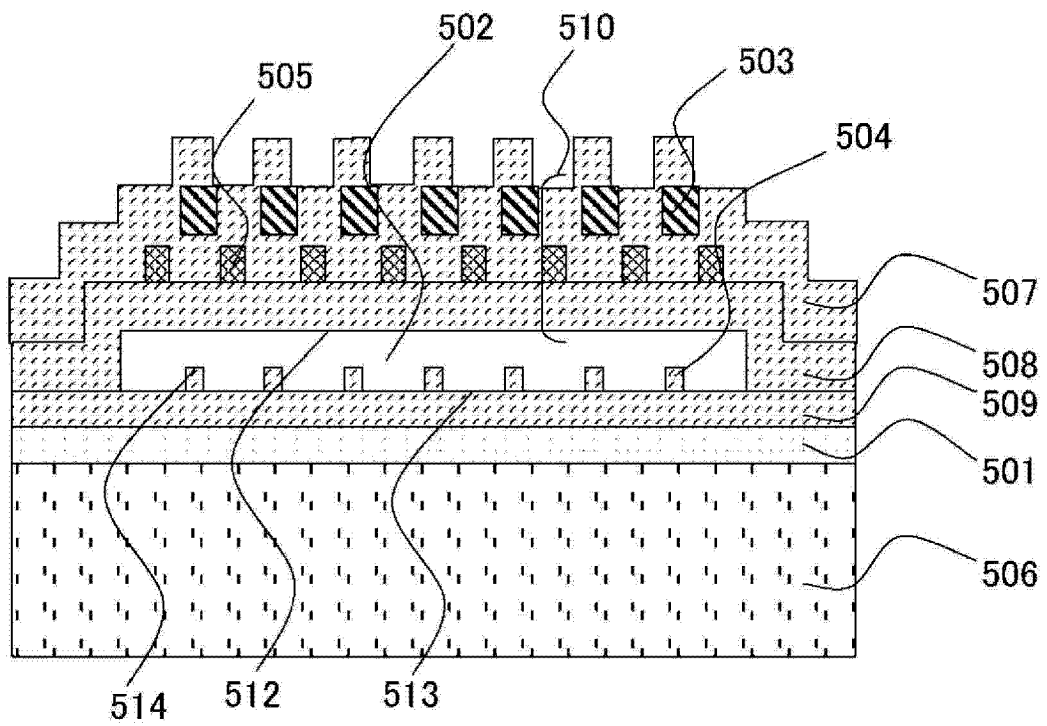


图 14

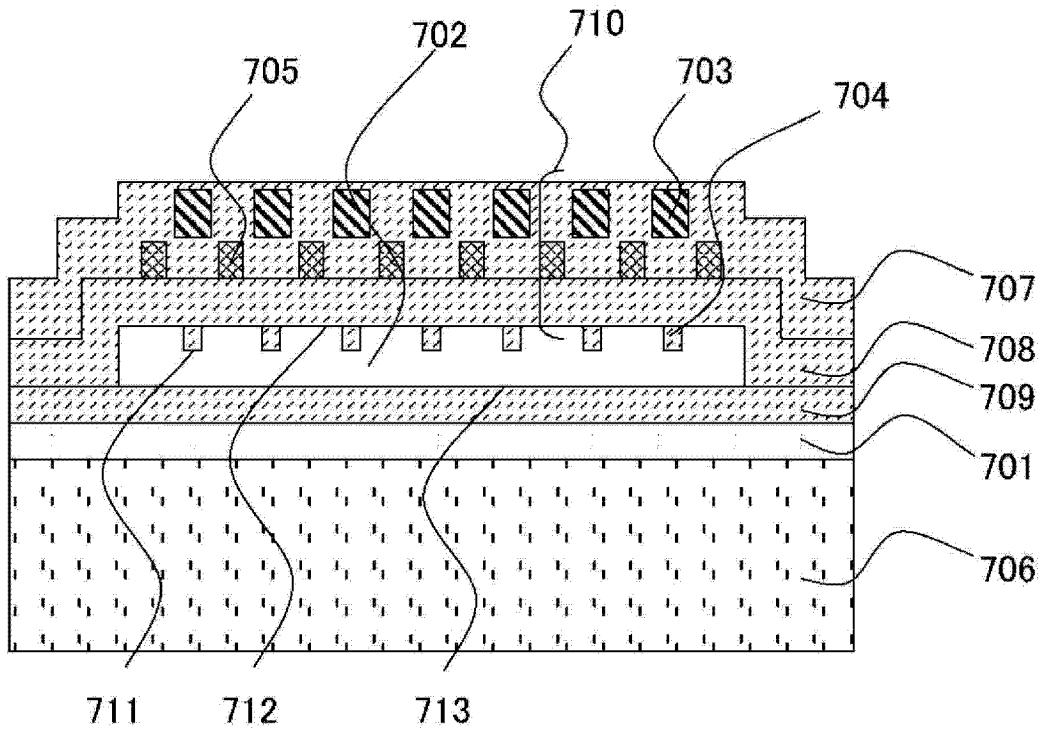


图 15

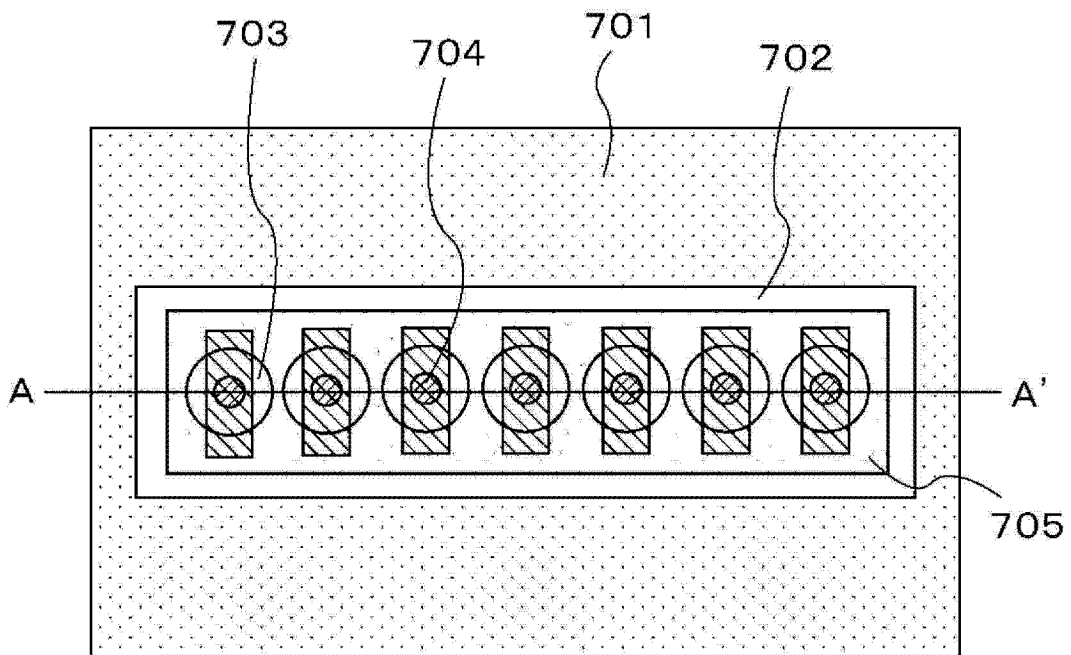


图 16

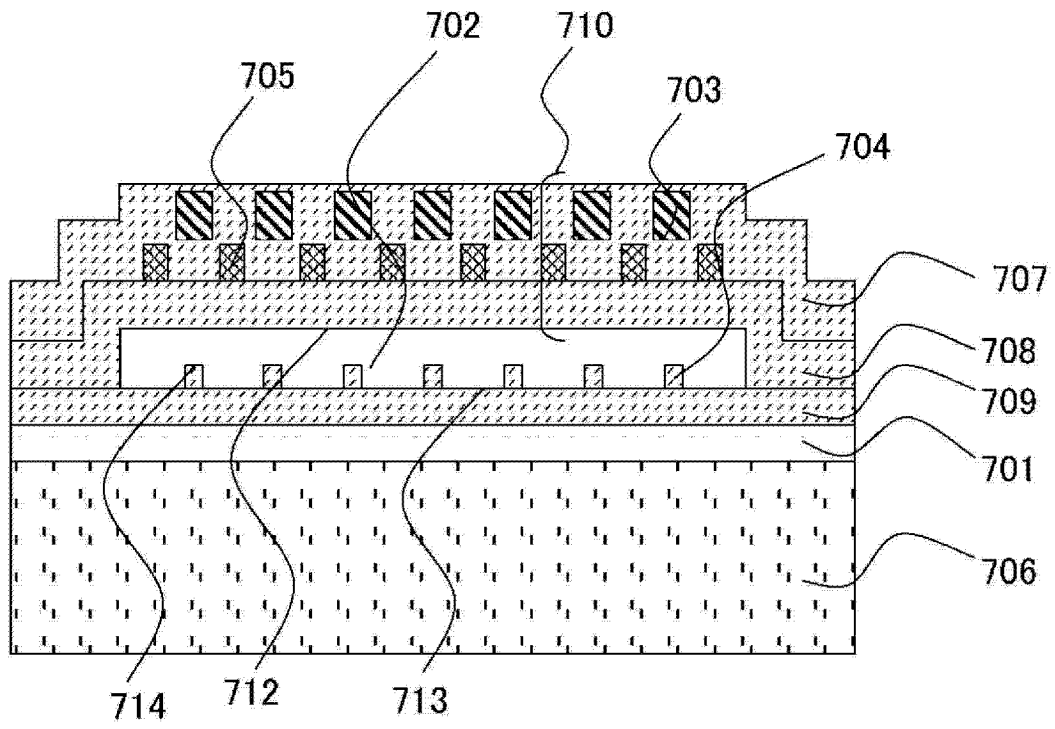


图 17

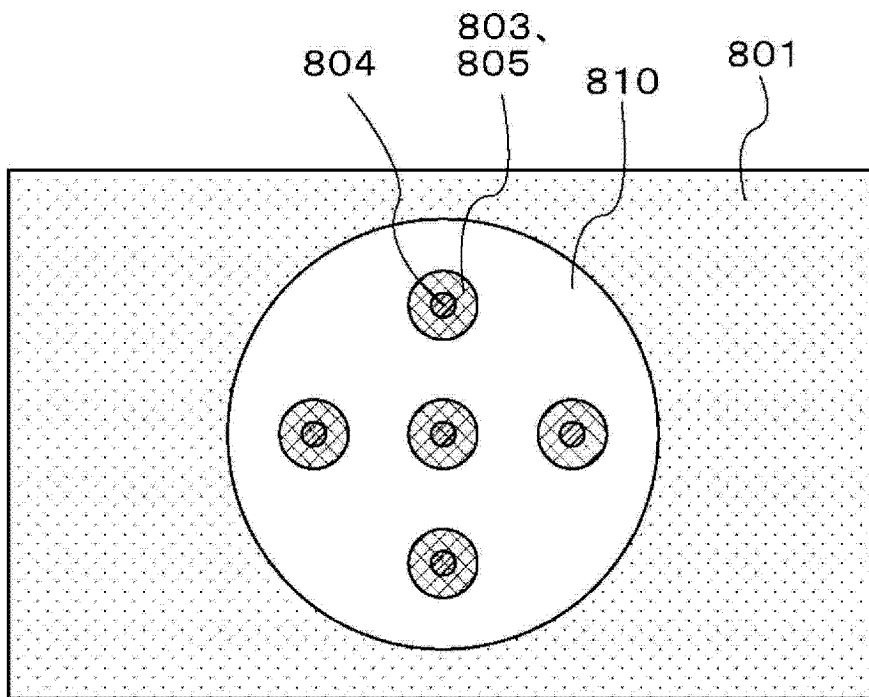


图 18

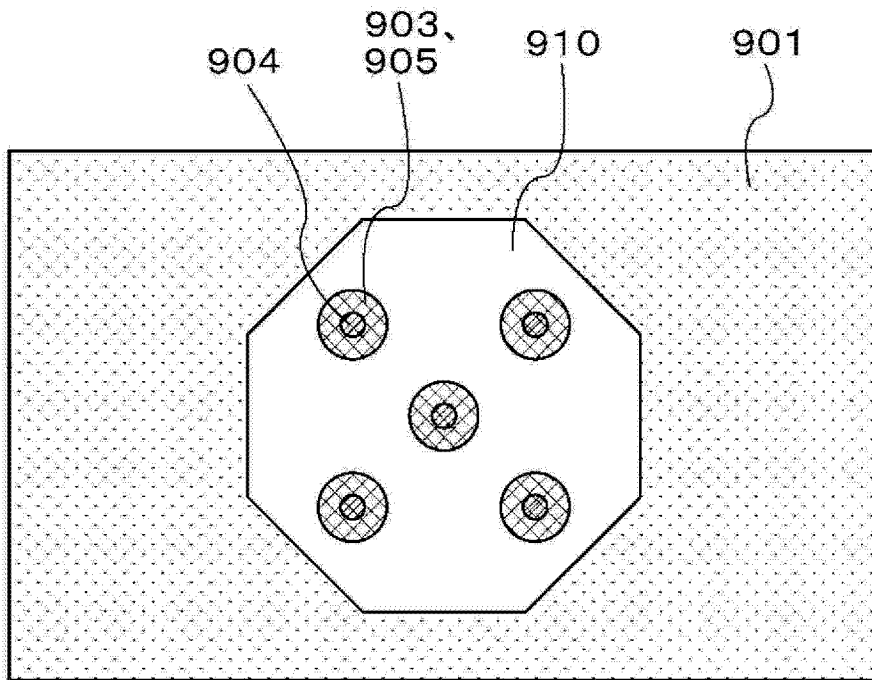


图 19

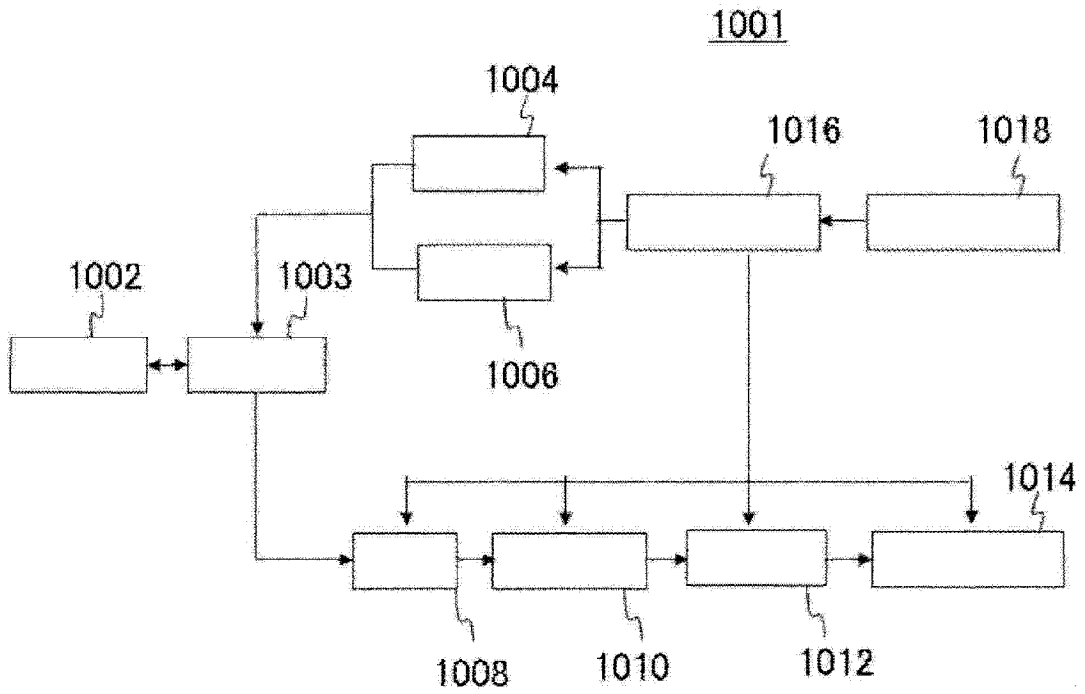


图 20

专利名称(译)	超声波转换器以及使用其的超声波诊断装置		
公开(公告)号	CN103155597A	公开(公告)日	2013-06-12
申请号	CN201180048454.0	申请日	2011-10-13
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立医疗器械		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	竹崎泰一 町田俊太郎		
发明人	竹崎泰一 町田俊太郎		
IPC分类号	H04R19/00 A61B8/00 G01N29/24		
CPC分类号	H02N1/08 A61B8/4483 A61B8/4494 B06B1/0292 G01N29/2406 H04R19/04		
代理人(译)	刘文海		
优先权	2010232618 2010-10-15 JP		
其他公开文献	CN103155597B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种电容检测型超声波转换器(CMUT)，其实现高发送声压和高接收灵敏度，且使长期驱动下的可靠性提高。其具备：下部电极(201)、形成在所述下部电极上且被绝缘膜(209、208)包围的空洞部(202)、形成在所述空洞部上的上部电极(205)、形成在所述空洞部(202)内的多个绝缘膜的突起(204)，其中，具备在所述空洞部上形成的多个刚性部件(203)，所述下部电极(201)和所述上部电极(205)之中的至少一方的电极通过对与所述绝缘膜的突起(204)重合的部分进行挖空，从而配置在俯视时不与所述绝缘膜的突起(204)重合的位置上，各个所述刚性部件(203)被配置成存在俯视时与所述绝缘膜的突起(204)重合的区域。

