



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104114097 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 13

(21) 申请号 201380008619. 0

(22) 申请日 2013. 02. 13

(30) 优先权数据

2012-029259 2012. 02. 14 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 08. 08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2013/053335 2013. 02. 13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/122075 JA 2013. 08. 22

(73) 专利权人 日立阿洛卡医疗株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 吉村保广 永田达也 佐光晓史

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

公司 11243

代理人 张敬强 严星铁

(51) Int. Cl.

A61B 8/00(2006. 01)

H04R 19/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101238754 A, 2008. 08. 06,

EP 2002900 A2, 2008. 12. 17,

CN 101385392 A, 2009. 03. 11,

CN 101018428 A, 2007. 08. 15,

US 2011151608 A1, 2011. 06. 23,

US 2010249605 A1, 2010. 09. 30,

CN 1929699 A, 2007. 03. 14,

EP 1837087 A2, 2007. 09. 26,

审查员 高瑞玲

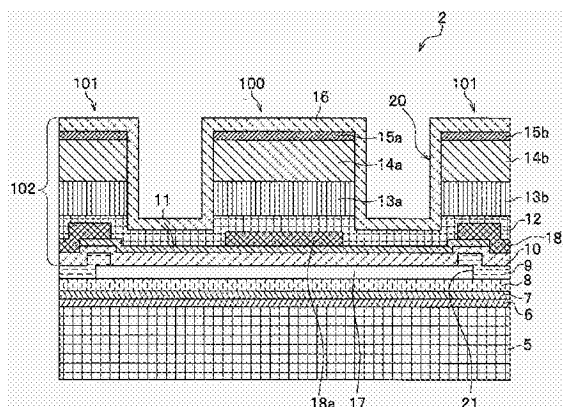
权利要求书1页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

超声波探头以及使用了该超声波探头的超声波诊断装置

(57) 摘要

本发明提供一种特性稳定性优越的超声波探头以及使用了该超声波探头的超声波诊断装置。该超声波探头(1)具有超声波收发元件(2),上述超声波收发元件(2)具备:基板(5)、形成于在基板(5)上的绝缘膜、形成于基板(5)与上述绝缘膜之间的空洞(17)、以及与基板(5)平行地隔着空洞(17)设置的一对电极(7、11),超声波探头(1)的特征在于,超声波收发元件(2)在一对电极(7、11)中的远离基板(5)的电极(11)上设置有多层构造的梁部(100),该多层构造的梁部(100)层叠由应力不同的材料构成的膜而成,梁部(100)层叠给与拉伸应力的膜和给与压缩应力的膜而成。



1. 一种超声波探头,其具有超声波收发元件,所述超声波收发元件具备基板、形成于所述基板上的绝缘膜、形成于所述基板与所述绝缘膜之间的空洞、以及与所述基板平行地隔着所述空洞设置的一对电极,

所述超声波收发元件在所述一对电极中的远离所述基板的电极上设置有多层构造的梁部,该多层构造的梁部层叠由应力不同的材料构成的膜而成,

所述梁部层叠给与拉伸应力的膜和给与压缩应力的膜而成,

所述超声波探头的特征在于,

所述梁部所包含的膜的层数比构成所述梁部以外的部位的绝缘膜的层数多。

2. 根据权利要求 1 所述的超声波探头,其特征在于,

给与所述拉伸应力的膜以及给与所述压缩应力的膜为绝缘膜。

3. 根据权利要求 1 所述的超声波探头,其特征在于,

形成于所述基板上的绝缘膜的与所述基板垂直的方向的应力中立面位于比所述梁部的与所述基板垂直的方向的梁中立面更靠近所述基板的位置。

4. 根据权利要求 1 所述的超声波探头,其特征在于,

在所述超声波收发元件的外表面形成有给与拉伸应力的膜,

所述梁部从靠近所述基板的一方依次层叠给与拉伸应力的膜、给与压缩应力的膜、给与拉伸应力的膜、以及给与压缩应力的膜而成。

5. 根据权利要求 1 所述的超声波探头,其特征在于,

给与所述拉伸应力的膜为氮化硅,

给与所述压缩应力的膜为二氧化硅。

6. 根据权利要求 1 所述的超声波探头,其特征在于,

在所述超声波收发元件的外表面形成有给与拉伸应力的膜,

作为所述梁部的最上层膜,以与所述外表面的给与拉伸应力的膜相接的方式形成有从由钨、碳化钨、硼化钨、氮化钛、碳化钛、钼、硼化钼、碳化钼、硼化钛、以及碳化硅构成的组中选择的一种以上的膜。

7. 根据权利要求 1 所述的超声波探头,其特征在于,

形成于所述基板上的膜的应力的总和为拉伸应力。

8. 根据权利要求 1 所述的超声波探头,其特征在于,

以与所述梁部分离的方式设置有边缘部,

所述边缘部为多层构造,该多层构造层叠由应力不同的材料构成的膜而成,

所述边缘部比所述空洞的端部更向所述空洞侧伸出。

9. 一种超声波诊断装置,其特征在于,

具备权利要求 1 所述的超声波探头。

超声波探头以及使用了该超声波探头的超声波诊断装置

技术领域

[0001] 本发明涉及超声波探头以及使用了该超声波探头的超声波诊断装置。

背景技术

[0002] 为了利用超声波对人、动物等被检体进行检查,而优选使用超声波探头。作为与上述的超声波探头有关的技术,例如存在专利文献1所记载的技术。具体而言,记载有应用半导体制造技术、MEMS(Micro Electro Mechanical System 微机电系统)技术,通过薄膜的层叠,而制成超声波收发器件,该超声波收发器件由设置在硅基板上的下部电极、设置于比下部电极更靠上方的上部电极、以及设置于比上部电极更靠上方的第一绝缘膜、第二绝缘膜构成,第一绝缘膜、第二绝缘膜分别是拉伸应力与压缩应力的组合,对位于上部电极与下部电极之间的间隙的翘曲量进行调整。

[0003] 另外,在专利文献2中记载有在经由空洞配置在内部或者表面具有第一电极的基板与在其内部或者表面具有第二电极的隔膜的超声波换能器中至少具备一个梁。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开 2007-259165 号公报

[0007] 专利文献2:国际公开第 2007/046180 号小册子

发明内容

[0008] 如专利文献1所记载的那样,cMUT(Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer 电容式微机械超声换能器)元件是应用了半导体制造技术、MEMS 技术的元件。具体而言,cMUT 元件以层叠膜的方式制造,因此往往因各膜的应力与刚性的平衡,而使作为驱动电极层的薄膜(由层叠多层的膜构成)无意图地过度翘曲。因此,往往驱动电极与固定电极之间的间隙间隔在制造批次间变化。

[0009] 各膜的应力在硅晶片面内具有制造工序特有的分布,此外在形成膜的装置的每一批、每一制造批次中也存在不均。因此,与应力不均对应地薄膜的翘曲量也不均,从而存在间隙(宽度)的间隔也不均的情况。

[0010] 以上述的观点,在专利文献1所记载的技术中,在各膜的应力不均的情况下,翘曲的变化尤为显著,从而间隙间隔的不均也较大。即,制造批次间的不均增大。

[0011] 在驱动 cMUT 元件时,首先,向隔着间隙的电极之间施加直流电压,缩小间隙的间隔。然后,进一步施加交流电压,而使间隙的间隔缩小、扩大来产生超声波。因此,若间隙的间隔在每个装置中变动,则必须也使直流电压与交流电压双方的施加电压在每个装置中变化。

[0012] 另外,直流电压与交流电压的大小根据间隙的间隔而存在最佳的设定。因此,在间隙根据元件而不均的情况下,已设定的施加电压从与间隙对应的最佳的施加电压偏移。这样,若施加电压偏移,则发送声压不均,从而产生的超声波的声学性能也不均,因此在作为

使用了 cMUT 元件的超声波探头的特性稳定性产生课题。

[0013] 另外,在接收超声波时,在通过施加直流电压使间隙缩小的状态下,将由薄膜的振动引起的间隙间隔的变化作为电容变化转换成电流。因此,通过施加直流电压对元件蓄积电荷会对接收灵敏度带来影响。因此,在间隙间隔不均的情况下,接收信号不均,从而超声波图像的精细度也降低。即,在作为超声波探头的特性稳定性产生课题。

[0014] 另外,在专利文献 2 所记载的技术中,当在装置制造时因光刻工序中的掩模对位不均而使梁的形成位置偏移的情况下,绝缘膜的平衡破坏。其结果,制造批次间的翘曲变形也不均,从而存在超声波图像的精细度降低的可能性。即,在作为超声波探头的特性稳定性产生课题。

[0015] 本发明是鉴于上述课题而完成的。即,其目的在于提供一种特性稳定性优越的超声波探头以及使用了该超声波探头的超声波诊断装置。

[0016] 本发明的发明者们为了解决上述课题而进行了专心研究,其结果,发现通过设置梁,并将所述梁的内部构成为层叠给与不同的应力的膜,能够解决上述课题,从而完成了本发明。

[0017] 发明的效果

[0018] 根据本发明,能够提供一种特性稳定性优越的超声波探头以及使用了该超声波探头的超声波诊断装置。

附图说明

[0019] 图 1 是表示本实施方式的超声波探头的简要结构的图。

[0020] 图 2 是 cMUT 元件附近的剖视图。

[0021] 图 3 是表示 cMUT 元件的薄膜的图。

[0022] 图 4 是对薄膜的应力中立面与梁部的梁中立面进行说明的图。

[0023] 图 5 是表示其他的 cMUT 元件的薄膜的图。

[0024] 图 6 是用于对间隔变动量进行说明的图,图 6(a) 是表示未翘曲时的图,图 6(b) 是表示翘曲变形量变化时的图。

[0025] 图 7 是表示薄膜间隔的变动量的图。

[0026] 图 8 是表示本实施方式的超声波诊断装置的结构框图(图 8(a))及其示意图(图 8(b))。

具体实施方式

[0027] 以下,参照附图对用于实施本发明的方式(本实施方式)进行说明。首先,参照图 1 以及图 2 对本实施方式的超声波探头的整体结构进行说明。然后,参照图 3 以及图 4 对应用于本实施方式的超声波探头的 cMUT 元件的结构进行说明。

[0028] <本实施方式的超声波探头的整体结构>

[0029] 如图 1 所示,本实施方式的超声波探头 1 具备 cMUT 元件 2、背衬 3、挠性基板 4、连接器 91、布线 92、电路基板 97、以及连接端子 98。超声波探头 1 例如使用于医疗机构的人体检查(心脏、血管等的循环器官检查、腹部检查等)。

[0030] 超声波探头 1 在背衬 3 的前端具备 cMUT 元件 2。cMUT 元件 2 经由后述的声学透

镜 94 向被检体 95 照射超声波,并且接收被从被检体 95 反射的超声波。关于该点的详细将于后文叙述。cMUT 元件 2 通过引线接合而与挠性基板 4 连接,该挠性基板 4 具有与连接器 91 连接的布线 92。连接器 91 与电路基板 97(具体的电路未图示)连接。而且,电路基板 97 上的连接端子 98 与超声波诊断装置 201(参照图 7)连接。

[0031] 超声波诊断装置 201(详细后述)对 cMUT 元件 2 给与电信号而驱动 cMUT 元件 2,并且使来自被检体 95 的接受波所携带的信号图像化。在 cMUT 元件 2 的表面具备用于使从 cMUT 元件 2 产生的超声波朝被检体方向聚焦的硅酮树脂的声学透镜 94。cMUT 元件 2 经由声学透镜 94 向人体等被检体 95 收发超声波。

[0032] 接下来,参照图 2 对超声波探头 1 的 cMUT 元件 2 附近的结构详细地进行说明。如图 2 所示,在背衬 3 上经由树脂 45 粘合固定有 cMUT 元件 2。另外,将超声波收发信号传递至基板(未图示)的挠性基板 4 也经由树脂 46 固定于背衬 3。

[0033] cMUT 元件 2 与挠性基板 4 通过引线接合法由引线 42 连接。引线 42 及其连接部周边被密封树脂 47 密封。由此,能够进行引线 42 的固定与防止因施加驱动电压而产生的电迁移。而且,在上述的构造体上通过树脂 41 粘合固定有声学透镜 94。另外,上述的构造体收纳于壳体 43。壳体 43 与声学透镜 2 之间的间隙被树脂 44 填充。

[0034] < cMUT 元件 2 的结构 >

[0035] 图 3 表示对应用于超声波探头 1 的 cMUT 元件 2 的表面(与声学透镜 94 对应的面)进行了放大的样子。此外,cMUT 元件 2 通常由多个单元构成。因此,在图 3 中以放大的方式表示上述多个单元中的一个单元。

[0036] cMUT 元件 2 具备:硅基板 5、下电极 7、上电极 11、以及绝缘膜 6、8、9、10、12、13a、13b、14a、14b、15a、15b、16、18a、18b。另外,在绝缘膜 8 与绝缘膜 10 之间形成有空洞 17。

[0037] 在硅基板 5 表面层叠有绝缘膜以及电极。具体而言,在硅基板 5 上按该顺序层叠有绝缘膜 6、下电极 7、绝缘膜 8、绝缘膜 9、绝缘膜 10、上电极 11、绝缘膜 18a、18b 以及绝缘膜 12。另外,空洞 17 设置于绝缘膜 8 与绝缘膜 10 之间。而且,在绝缘膜 12 表面设置有梁部 100 和两个边缘部 101。

[0038] 薄膜 102 是设置于硅基板上的绝缘膜、电极以及空洞 17 的组合物。在施加交流电压时,薄膜 102 振动,从而产生超声波。薄膜 102 包含梁部 100 以及边缘部 101。

[0039] 梁部 100 设置于上电极 11 的中央附近,且设于绝缘膜 18a 的上表面。梁部 100 从硅基板 5 侧按该顺序层叠有绝缘膜 12、13a、14a、15a。即,如图 3 所示,在 cMUT 元件(超声波收发元件)2 的外表面形成有绝缘膜 16(给与拉伸应力的膜),梁部 100 从靠近硅基板(基板)5 的一方按该顺序层叠有绝缘膜 12(给与拉伸应力的膜)、绝缘膜 13a(给与压缩应力的膜)、绝缘膜 14a(给与拉伸应力的膜)、以及绝缘膜 15a(给与压缩应力的膜)。而且,梁部 100 的上表面以及侧面被绝缘膜 16 覆盖。梁部 100 所包含的层数(被层叠的膜的个数)比梁部 100 与边缘部 101 之间(即,形成于梁部 100 与边缘部 101 之间的凹部的底部)的薄膜 102 的层数多。

[0040] 边缘部 101 在上电极 11 的两端重复一部分,并设置于绝缘膜 18b 的上表面。即,如图 3 所示,以与梁部 100 分离的方式设置有边缘部 101,边缘部 101 是层叠有绝缘膜 12、13b、14b、15b(由应力不同的材料构成的膜)而成的多层构造,边缘部 101 比空洞端 21(空洞 17 的端部)更朝空洞 17 侧伸出。通过设置有边缘部 101,从而能够提高 cMUT 元件 2 的

强度。另外,由于边缘部 101 的刚性较高,因此能够使薄膜 102 更加良好地振动。

[0041] 以在图 3 所示的边缘部 101、101 的下侧形成有上电极 11 的两端(纸面左右方向端部)的方式设置有边缘部 101、101。边缘部 101 以绝缘膜 12、13b、14b、15b 作为构成要素,并将上述绝缘膜 12、13b、14b、15b 从硅基板 5 侧按顺序层叠。而且,边缘部 101 的上表面以及梁部 100 对置的面被绝缘膜 16 覆盖。与梁部 100 相同地,边缘部 101 所包含的层数比梁部 100 与边缘部 101 之间(即,形成于梁部 100 与边缘部 101 之间的凹部的底部)的薄膜 102 的层数多。

[0042] 作为边缘部 101 的端部的边缘端 20 比作为空洞 17 的端部的空洞端 21 突出。由此,能够提高薄膜 102 的空洞端 21 附近的容易变形的部分的刚性。因此,能够缩小因各膜的应力变动而引起的薄膜 102 的翘曲、空洞 17 的间隙变动。

[0043] 边缘部 101 与绝缘膜 8 之间构成为复杂地层叠有各绝缘膜。通过具有上述的层叠构造,从而能够防止因漏电电流而引起的绝缘破坏。

[0044] 下电极 7 以及上电极 11 均为平行平板电极。而且,通过对上述的电极连接未图示的电源,而施加直流电压或者交流电压,从而使薄膜 102 翘曲。即,将上电极 11 拉向下电极 7 侧而靠近下电极 7。此外,薄膜 102 是通过向下电极 7 以及上电极 11 施加直流电压而产生翘曲的部位。另外,在施加交流电压时,薄膜 102 是产生振动的部位。

[0045] 此处,对 cMUT 元件 2 所具备的绝缘膜进行说明。cMUT 元件 2 所具备的绝缘膜由二氧化硅(二氧化硅; SiO_2)以及氮化硅(氮化硅; Si_3N_4)构成。即,绝缘膜 6、8、9、10、13a、13b、15a、15b、18a、18b(第一绝缘膜)由二氧化硅构成。另外,绝缘膜 12、14a、14b、16(第二绝缘膜)由氮化硅构成。这样,应用于 cMUT 元件 2 的绝缘膜由两种不同的绝缘材料构成。上述的绝缘膜例如能够通过化学气相沉淀法、溅射法形成。

[0046] 由二氧化硅构成的膜(第一绝缘膜)是给与压缩应力的膜(压缩应力的膜)。另一方面,由氮化硅构成的膜(第二绝缘膜)是给与拉伸应力的膜(拉伸应力的膜)。换言之,给与拉伸应力的膜是氮化硅,给与压缩应力的膜是二氧化硅。即,在梁部 100 中,表面被由氮化硅构成的膜覆盖,在其内侧从表面侧按该顺序层叠有压缩应力的由二氧化硅构成的膜(绝缘膜 15a)、拉伸应力的由氮化硅构成的膜(绝缘膜 14a)、压缩应力的由二氧化硅构成的膜(绝缘膜 13a)、以及拉伸应力的由氮化硅构成的膜(绝缘膜 12)。在边缘部 101 也大致相同地层叠。

[0047] 即,超声波探头 1 具有 cMUT(超声波收发元件)2,上述 cMUT(超声波收发元件)2 具备:硅基板(基板)5、形成于硅基板 5 上的绝缘膜 6、8、9、10、12、18a、18b、形成于硅基板 5 与绝缘膜 6、8、9、10、12、18a、18b 之间的空洞 17、以及与硅基板 5 平行地隔着空洞 17 设置的上电极 11 以及下电极 7(一对电极)(参照图 1 以及图 3)。而且,在超声波探头 1 中,如图 3 所示,超声波收发元件 2 在上电极 11 以及下电极 7 中的远离硅基板 5 的上电极 11(电极)上设置有层叠由应力不同的材料构成的膜 12、13a、14a、15a 而成的多层构造的梁部 100,梁部 100 层叠绝缘膜 12、14a(给与拉伸应力的膜)与绝缘膜 13a、15a(给与压缩应力的膜)而成。

[0048] 若在不层叠压缩应力的膜与拉伸应力的膜而仅由一种层构成的情况下,容易产生翘曲不均。特别地,当在一批次间产生制造不均,在制造批次间应力不同的情况下,若设置有梁部则应力的作用变得复杂。因此,难以抑制薄膜驱动的不均。然而,在被层叠的层的个

数（层数）为双层的情况下，例如如双金属片那样将应力不均反映成翘曲量，但能够抑制上述的不均。由此，能够获得良好的特性稳定性。并且，在上述层数为三层以上的情况下，能够更加可靠地抑制上述的不均。

[0049] 因此，在超声波探头 1 中，如图 3 所示，梁部 100 所包含的绝缘膜 12、13a、14a、15a（膜）的层数比构成梁部 100 以外的部位的绝缘膜 12、16 的层数多。具体而言，在超声波探头 1 中，梁部 100 由 4 层构成，构成梁部 100 以外的部位的绝缘膜为双层。这样，梁部 100 的层数比构成梁部 100 以外的部位的绝缘膜的层数多。另外，在超声波探头 1 中，给与拉伸应力的膜（绝缘膜 12、14a）以及给与压缩应力的膜（绝缘膜 13a、15a）为绝缘膜。

[0050] 在梁部 100 中，层叠有给与压缩应力的膜和给与拉伸应力的膜。因此，即便在各绝缘膜的应力因不均而变动的情况下，也由于梁部 100 具有上述的层叠构造，从而拉伸应力的膜与压缩应力的膜平衡。其结果，制造批次间的薄膜 102 的翘曲的变动较小，从而能够缩小空洞 17 的间隙间隔的不均。

[0051] 另外，在构成薄膜 102 的各绝缘膜的应力的总和成为压缩应力的情况下，产生压曲。由此，往往薄膜 102 无法正常振动，或根据情况产生因压曲引起的破裂。因此，各绝缘膜的应力的总和优选成为拉伸应力。即，形成在硅基板（基板）5 上的绝缘膜（膜）6、8、9、10、12、18a、18b 的应力的总和为拉伸应力。另外，各绝缘膜的应力的平均值也相同地优选成为拉伸应力。因此，在 cMUT 元件 2 中，以各绝缘膜的应力的总和成为拉伸应力的方式决定层数。

[0052] 此外，覆盖梁部 100 以及边缘部 101 的绝缘膜 16 是如上述那样给与拉伸应力的膜，但也具有对 cMUT 元件 2 的表面进行保护（例如异物的混入、防湿等）的功能。

[0053] 接下来，参照图 4 对薄膜 102 的厚度与梁部 100 的高度的关系进行说明。在 cMUT 元件 2 中，如图 4 所示，薄膜 102 的应力中立面 103 成为比梁部 100 的梁中立面 104 低的位置。即，在对应力中立面 103 与梁中立面 104 进行比较时，应力中立面 103 更接近上电极 11。因此，以应力中立面 103 以及梁中立面 104 满足上述的关系的方式设定薄膜 102 以及梁部 100 的高度。

[0054] 即，在超声波探头 1 中，如图 4 所示，形成在硅基板（基板）5 上的绝缘膜 6、8、9、10、12、18a、18b 的与硅基板 5 垂直的方向的应力中立面 103 位于比梁部 100 的与硅基板 5 垂直的方向的梁中立面 104 更靠近硅基板 5 的位置。

[0055] 此外，针对上述的“中立面”，在本实施例中如下那样进行定义。即，在因各膜的应力在薄膜 102 产生弯曲变形（翘曲）的情况下，将为凹侧缩小、凸侧伸长的状态，但该边界不存在缩小、伸展的即变形为零的面称为“中立面”。

[0056] 薄膜 102 驱动（翘曲以及振动）时的支点为空洞 17 的上表面端部 105。另外，薄膜 102 驱动时的振动中心为空洞 17 的上表面 106 附近。因此，随着应力中立面 103 远离上表面 106，在薄膜 102 产生的弯曲力矩增大。其结果，薄膜 102 的翘曲增大，并且各绝缘膜的应力不均的影响度也增大。

[0057] 若考虑上述情况，则应力中立面 103 优选设定为尽可能地靠近上表面 106。即，在 cMUT 元件 2 中，在对上表面 106 与应力中立面 103 之间的距离和上表面 106 与梁中立面 104 之间的距离进行比较的情况下，设定为前者的距离缩短。

[0058] <关于 cMUT 元件 2 的变形例>

[0059] 图 5 是图 3 所示的 cMUT 元件 2 的变更例。此外,在图 5 所示的 cMUT 元件 2a 中,对与图 3 所示的 cMUT 元件 2 相同的部件标注相同的符号,并省略其详细的说明。

[0060] cMUT 元件 2a 在梁部 100 的绝缘膜 15a 与绝缘膜 16 之间设置有高刚性膜 22a。另外,在边缘部 101 的绝缘膜 15b 与绝缘膜 16 之间设置有高刚性膜 22b。通过设置有上述的高刚性膜 22a、22b,从而能够提高薄膜 102 的刚性。其结果,相对于各绝缘膜的应力不均,能够将翘曲变动、间隙间隔的变动抑制为较小。

[0061] 构成高刚性膜 22a、22b 的具体的材料不被特别地限制,但优选为钨 (W)、碳化钨 (WC)、硼化钨 (W_2B_5)、氮化钛 (TiN)、碳化钛 (TiC)、钼 (Mo)、硼化钼 (Mo_2B_5)、碳化钼 (Mo_2C)、硼化钛 (TiB_2) 以及碳化硅 (SiC)。另外,在上述之中,特别地优选钨。可以单独地使用上述一种,也可以共用两种以上。

[0062] 即,如图 5 所示,在 cMUT 元件 (超声波收发元件) 2 的外表面形成有绝缘膜 16 (给与拉伸应力的膜),作为高刚性膜 22a (梁部 100 的最上层膜),以与绝缘膜 16 (外表面的给与拉伸应力的膜) 相接的方式形成有从由钨、碳化钨、硼化钨、氮化钛、碳化钛、钼、硼化钼、碳化钼、硼化钛以及碳化硅构成的组中选择的一种以上的膜。

[0063] 将关于上述的材料的杨氏模量汇总于下述表 1。另外,在表 1 中也一并地示出了二氧化硅 (第一绝缘膜) 以及氮化硅 (第二绝缘膜) 的杨氏模量。

[0064] [表 1]

[0065]

材料	杨氏模量 (GPa)
钨	400 ~ 410
碳化钨	450 ~ 650
硼化钨	770
氮化钛	590
碳化钛	470
钼	330
硼化钼	670
碳化钼	540
硼化钛	300
碳化硅	450
二氧化硅	70
氮化硅	140

[0066] 如表 1 所示,能够应用于高刚性膜 22a、22b 的材料为具有比二氧化硅以及氮化硅的各杨氏模量大的杨氏模量的材料。即,作为能够应用于高刚性膜 22a、22b 的材料所具有的杨氏模量优选为 300GPa 以上。而且,通过具备上述的高刚性膜 22a、22b,从而能够更进一步发挥抑制间隙间隔的变动的效果。

[0067] <薄膜 102 的间隔变动量的评价>

[0068] 对图 3 所示的 cMUT 元件 2、图 5 所示的 cMUT 元件 2a、比较例的 cMUT 元件(未图示)的每一个、以及薄膜的间隔变动量进行了研究。其中,在比较例的 cMUT 元件中,设置有梁部,并且比梁部的最上层膜靠下方的绝缘膜为二氧化硅膜与氮化硅膜双层构造。即,在图 3 所示的 cMUT 元件 2 中,为具备节省了绝缘膜 12、13a、13b 的梁部 100 以及边缘部 101 的 cMUT 元件。

[0069] 参照图 6 对间隔变动量进行说明。其中,在图 6 中,为了简化图示,仅示出了空洞 17 附近的部件,省略构成 cMUT 元件 2 的部件的一部分的记载。

[0070] 薄膜通常通过构成薄膜的各绝缘膜、上电极膜的应力平衡,来决定初始的翘曲变形量。在各绝缘膜、上电极的应力因制造批次间、晶片面内的不均而变动的情况下,应力平衡变化,因此初始的翘曲变形量也如图 6(b) 的 (i) (ii) (iii) 那样变化。

[0071] 初始的翘曲的情况下的、空洞 17 的高度方向的宽度若设为 L_0 ,则因制造批次不均、晶片面内的不均,空洞 17 的高度方向的宽度往往如图 6(b) 所示那样不均。例如,在 (i) 中虽然成为标准的宽度 L_1 ,但在 (ii) 中薄膜 102 几乎不翘曲,宽度增长为 L_2 ($L_1 < L_2$)。另外,在 (iii) 中,薄膜 102 极端地翘曲,宽度缩短为 L_3 ($L_1 > L_3$)。上述的翘曲的不均(空洞 17 的高度方向的宽度的不均)例如是由制造批次间的不均导致的。

[0072] 而且,在上述的宽度的不均(即,相对于标准的宽度 L_1 的差分)过度地大的情况下,产生上述的课题。因此,上述的宽度的不均优选在制造批次间尽可能地小。通过缩小宽度的不均,从而能够使施加相同的电压(直流电压以及交流电压)时的薄膜的动作在所有的制造批次间相同。

[0073] 根据以上的点,对 cMUT 元件 2、cMUT 元件 2a、现有的 cMUT 元件的每一个、以及薄膜的间隔变动量(即,制造批次间的宽度的变动量)进行了评价。评价通过基于有限要素法的模拟进行。将其结果表示于图 7。

[0074] 在图 7 所示的图表中,示出了对施加规定的直流电压时的 cMUT 元件的宽度的不均评价规定次数,对上述评价中的最大幅度与最小宽度的差进行标准化。如图 7 所示,在将比较例的 cMUT 元件的间隔变动量设为 1 的情况下,本实施方式的 cMUT 元件 2 的间隔变动量为 0.5。另外,本实施方式的 cMUT 元件 2a 的间隔变动量为 0.3。

[0075] 这样,通过使用本实施方式的 cMUT 元件 2、2a,从而能够缩小间隔变动量。即,根据本实施方式的 cMUT 元件 2、2a,能够缩小薄膜的驱动的不均。换言之,能够缩小制造批次间的宽度的不均。由此,能够缩小声学特性的不均,从而能够提供特性稳定性优越的超声波探头。

[0076] <使用了本实施方式的超声波探头的超声波诊断装置>

[0077] 接下来,参照图 8 对具备本实施方式的超声波探头的超声波诊断装置(本实施方式的超声波诊断装置)进行说明。即,图 8 是表示具备上述的超声波探头 1 的超声波诊断装置 201 的图。

[0078] 超声波诊断装置 201 使用向被检体内发送接收超声波而获得的回波信号构成诊断部位的二维超声波图像、三维超声波图像或者各种多普勒图像而显示。具体而言,如图 8(a) 所示,超声波诊断装置 201 构成为具备:超声波探头 1、电连接超声波探头 1 的超声波收发部 204、超声波图像形成部 205、显示部 206、控制部 207、以及控制面板 208。

[0079] 超声波探头 1 接收向被检体 95 发送超声波而反射的回波。作为搭载于超声波探头的 cMUT 元件应用图 3 所示的 cMUT 元件 2、图 5 所示的 cMUT 元件 2a。超声波探头 1 的具体的结构参照图 1 等来进行图示,因此省略其说明。

[0080] 超声波收发部 204 产生用于产生向被检体 95 发送的超声波信号的脉冲状的电信号。超声波收发部 204 具备将已产生的电信号发送至超声波探头 1 的发送脉冲产生部、以及将由超声波探头 1 接收的回波信号转换成电信号的转换部。超声波收发部 204 例如由市场销售的任意的超声波收发机等构成。

[0081] 超声波图像形成部 205 根据接收信号形成二维超声波图像、三维超声波图像或者各种多普勒图像。超声波图像形成部 205 具体而言例如由 CPU(Central Processing Unit 中央处理器)等构成。

[0082] 显示部 206 显示由超声波图像形成部 205 形成的超声波图像。另外,在显示部 206 也一并显示有通过后述的控制面板 208 输入的信息、其他诊断所需的信息等。显示部 206 具体而言例如由 LCD(Liquid Crystal Display 液晶显示器)、监视装置等构成。

[0083] 控制部 207 基于通过后述的控制面板 208 输入的控制信息对各机构进行控制。控制部 207 具体而言例如由 CPU 等构成。

[0084] 控制面板 208 以供工作人员能够相对于被检体 95 进行所希望的诊断的方式通过工作人员输入任意的信息。而且,控制部 207 基于该被输入的信息对各机构进行控制。控制面板 208 具体而言例如由按钮、触摸面板等构成。

[0085] 而且,图 8(b) 表示将超声波诊断装置 201 具体地应用于被检体 95 的样子。

[0086] 对于使用了超声波探头 1 的上述超声波诊断装置 201 而言,即使存在构成 cMUT 元件 2、2a 的绝缘膜的应力不均,在各元件中,薄膜 102 的翘曲的不均也较小。因此,空洞 17 的宽度(间隙间隔)的不均缩小,从而用于驱动 cMUT 元件 2、2a(使薄膜向初始位置移动)的直流电压的不均较小。

[0087] 该直流电压的大小是决定发送声压以及接收灵敏度的特性的因素。因此,若直流电压的不均变小,则发送接收的灵敏度不均、信号的不均变小。因此,不存在在超声波诊断装置 201 显示的上述超声波图像的显示不均、呈粒子状混乱的部分,从而能够提供高精细的图像。

[0088] <变更例>

[0089] 以上,列举具体的实施方式对本实施方式进行了说明,但本实施方式丝毫不被上述的内容所限制。例如,作为构成各绝缘膜的材料在上述的实施方式中使用了二氧化硅以及氮化硅,但只要使给与拉伸应力的材料和给与压缩应力的材料适当地组合而使用即可。

[0090] 另外,梁部 100 内部所包含的绝缘膜的层数不限定于图示的层数(绝缘膜 12、13a、14a、15a 的四层),只要设定为一层或者多层等任意的层数即可。并且,边缘部 101 内部所包含的绝缘膜的层数也不限于图示的层数(绝缘膜 12、13b、14b、15b 的四层),只要设定为一层或者多层等任意的层数即可。上述的层数在梁部 100 以及边缘部 101 内部也可以形

成不同的层数。并且,在图示的例子中,梁部 100 所包含的层数比梁部 100 与边缘部 101 之间的薄膜 102 的层数多,但不限定于上述的层数的关系。另外,梁部 100 以及边缘部 101 的高度也可以不同。

[0091] 另外,构成薄膜 102 的电极、绝缘膜的厚度也不被特别地限定,只要适当地设定即可。但是,优选以满足参照图 4 进行了说明的关系那样对电极、绝缘膜的厚度(即薄膜 102 以及梁部 100 的高度)进行设定。

[0092] 另外,在图示的例子中,交替地层叠有给与拉伸应力的层和给与压缩应力的层,但作为层叠的方式不限定于该图示的例子。

[0093] 符号说明

[0094] 1—超声波探头,2—cMUT 元件(超声波收发元件),3—背衬,4—挠性基板,6—绝缘膜,7—下电极(电极),8—绝缘膜,9—绝缘膜,10—绝缘膜,11—上电极(电极),12—绝缘膜(第二绝缘膜),13a、13b—绝缘膜(第一绝缘膜),14a、14b—绝缘膜(第二绝缘膜),15a、15b—绝缘膜(第一绝缘膜),16—绝缘膜,17—空洞,18a、18b—绝缘膜,20—边缘端,21—空洞端,41—树脂,42—引线,43—壳体,44—树脂,45—树脂,46—树脂,47—密封树脂,91—连接器,92—布线,94—声学透镜,95—被检体,97—电路基板,98—连接端子,100—梁部,101—边缘部,102—薄膜,103—应力中立面,104—梁中立面,105—上表面端部,106—上表面,201—超声波诊断装置,204—超声波收发部,205—超声波图像形成部,206—显示部,207—控制部,208—控制面板。

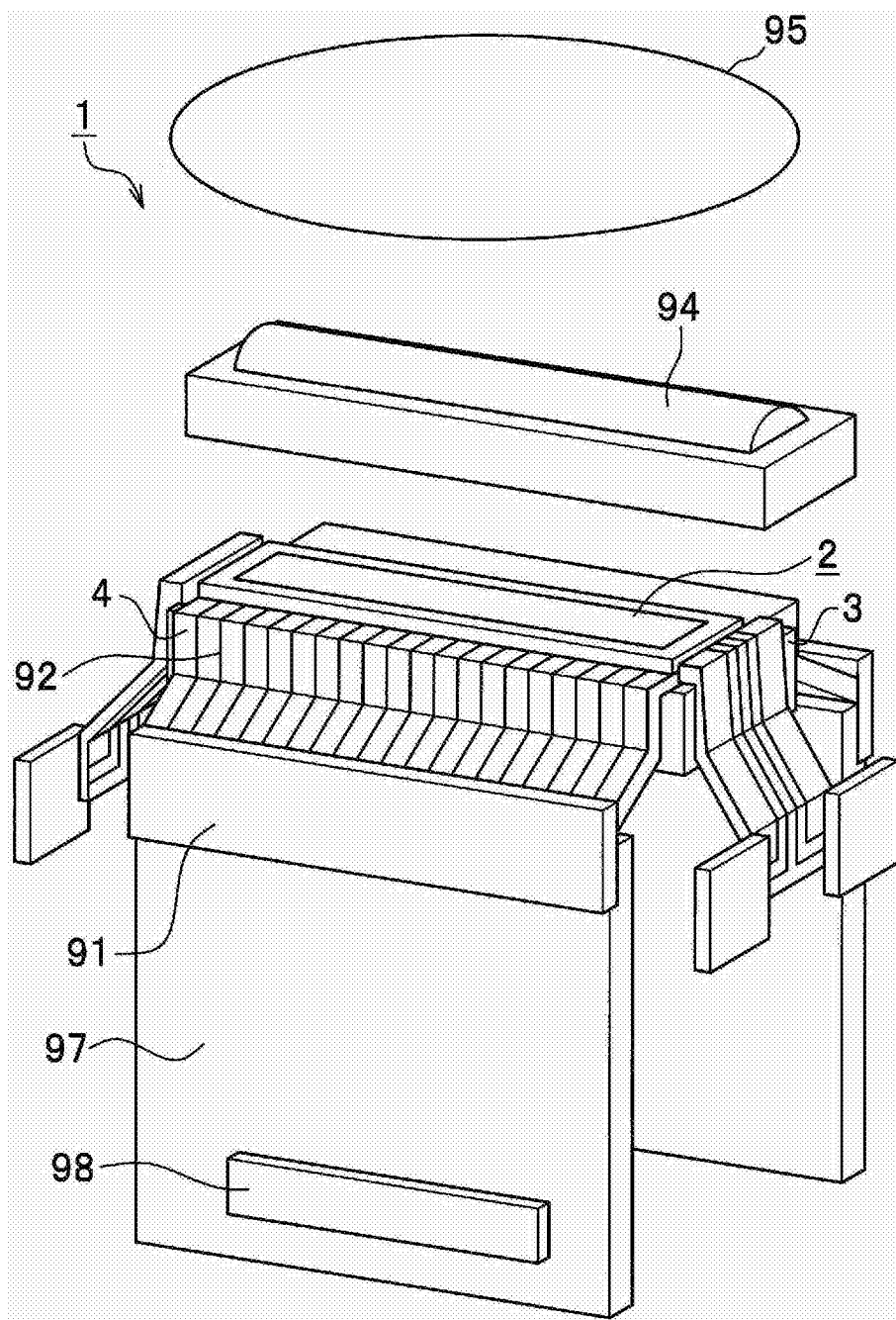


图 1

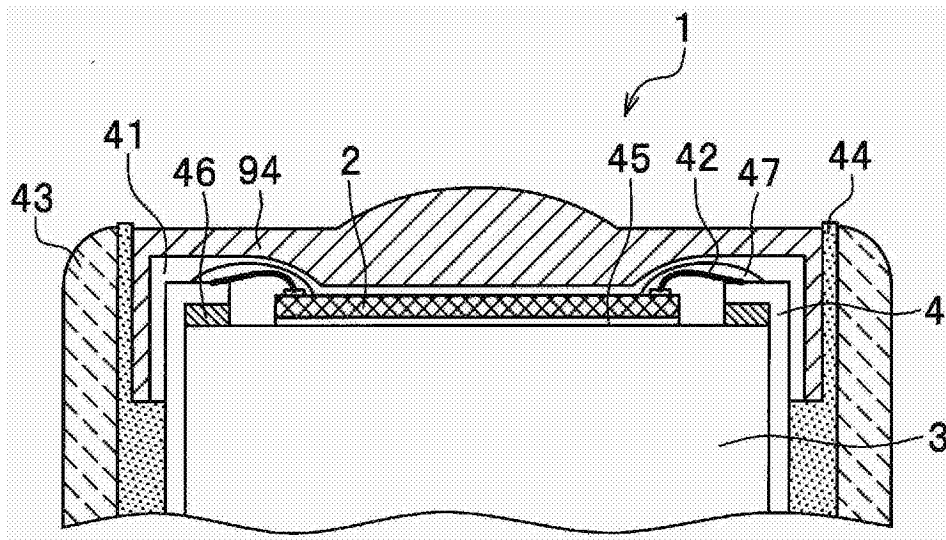


图 2

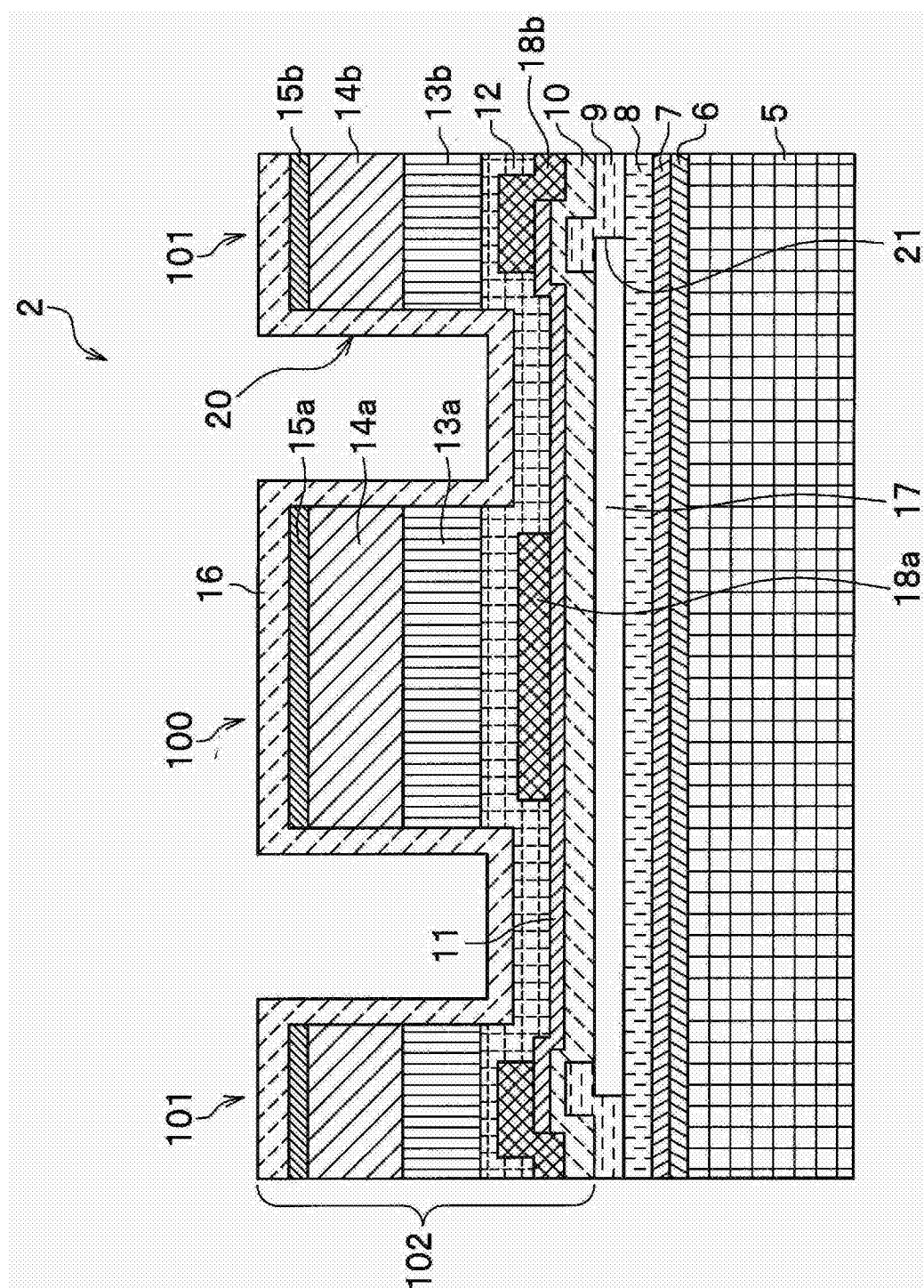


图 3

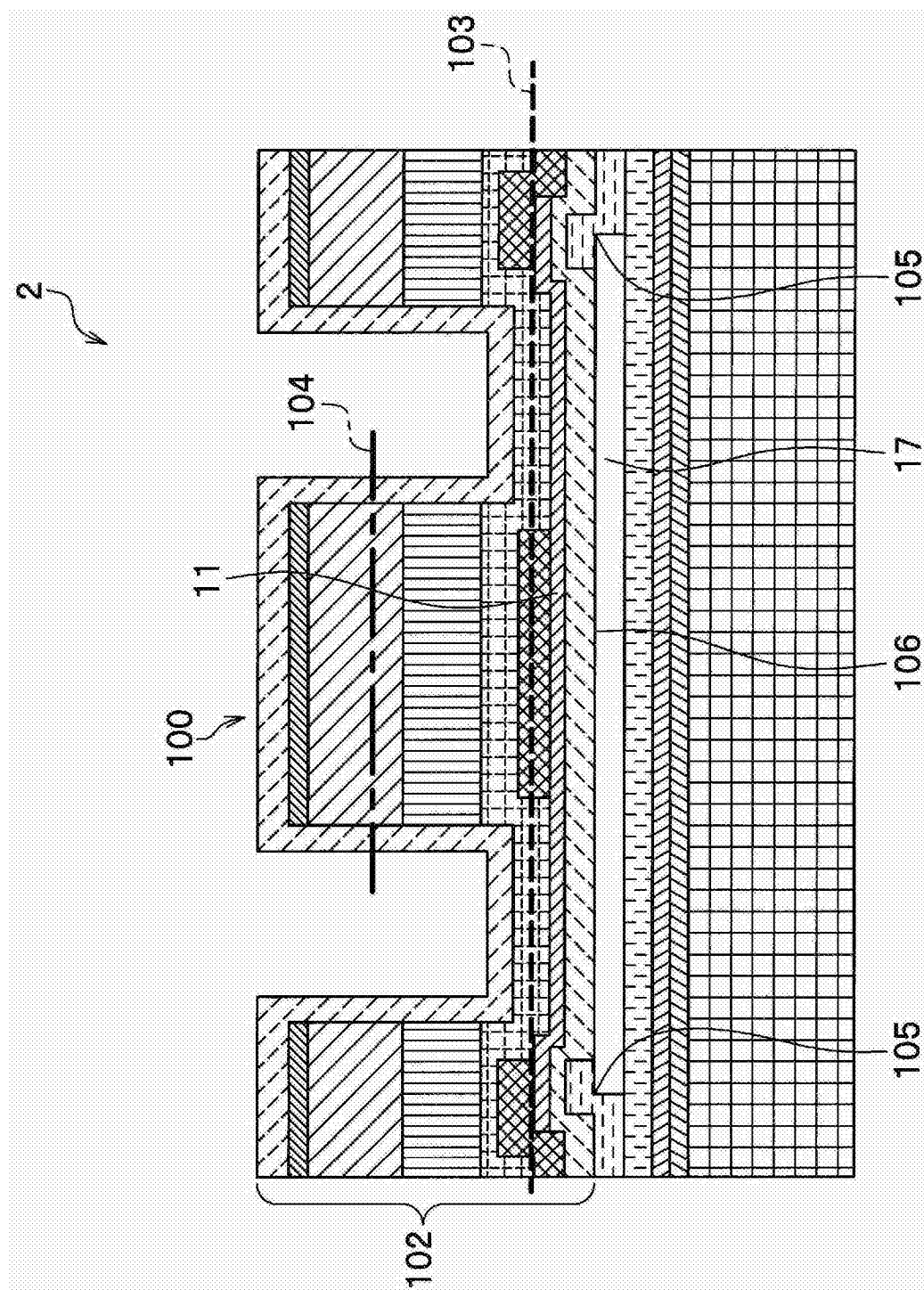


图 4

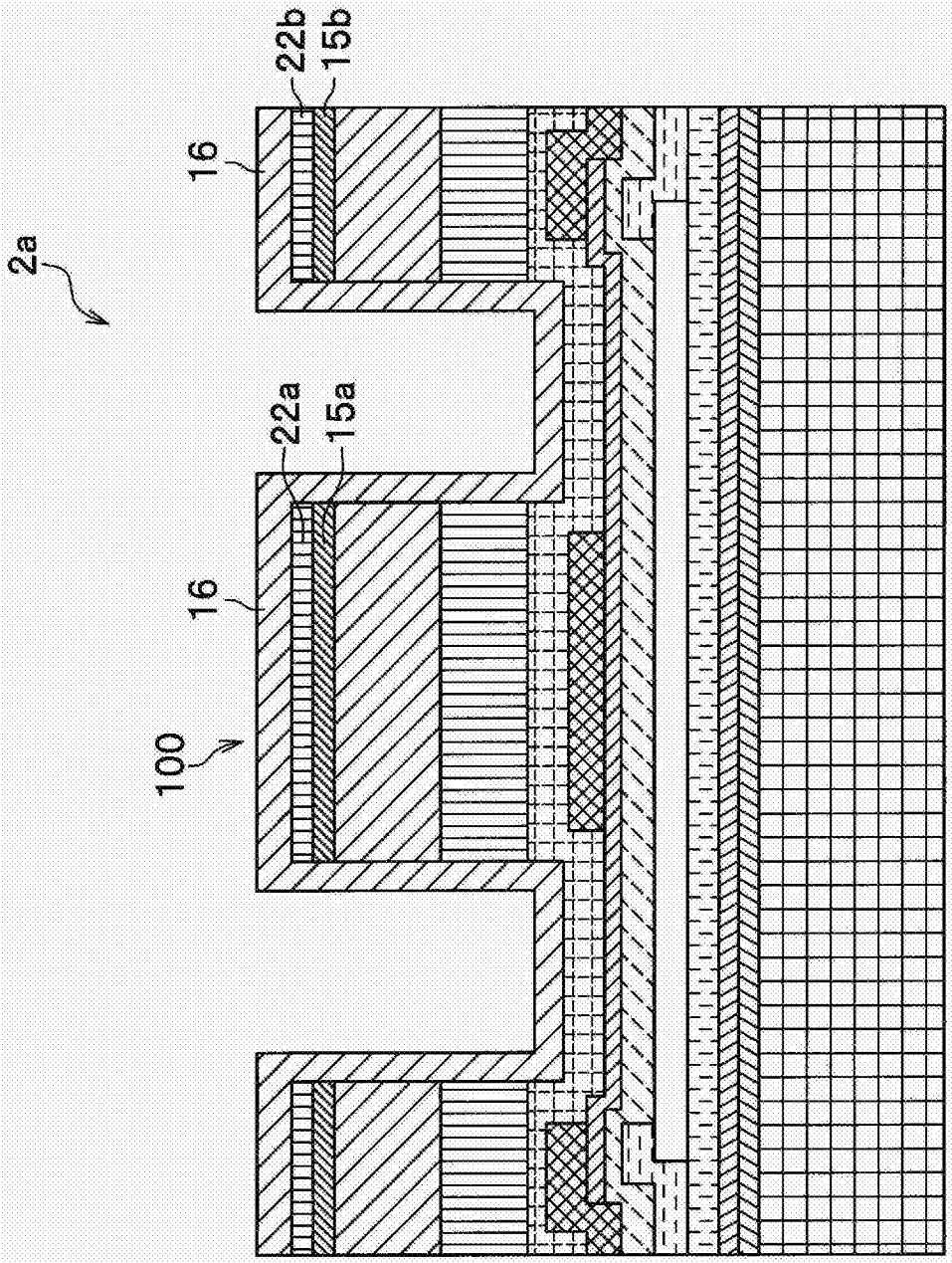


图 5

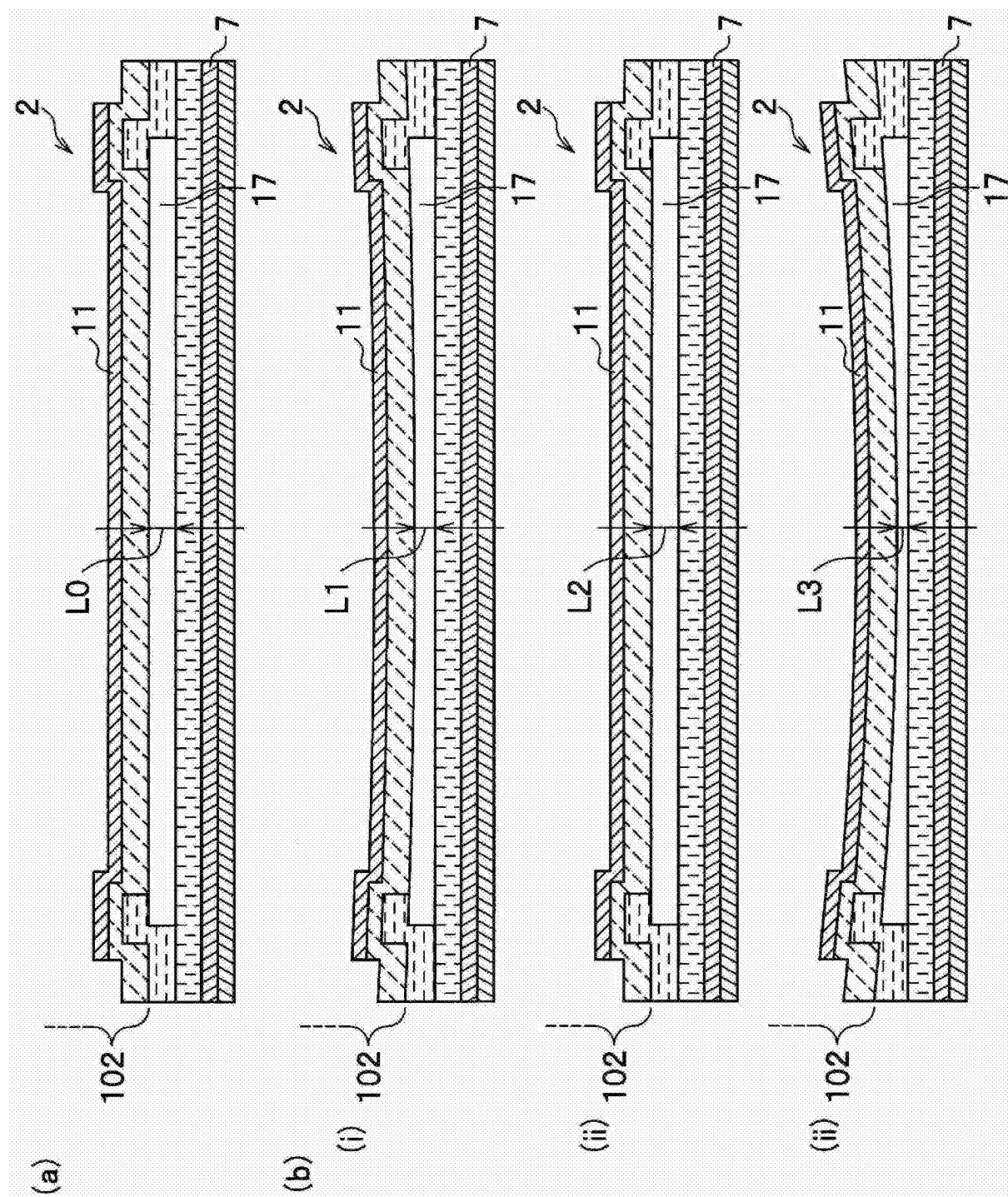


图 6

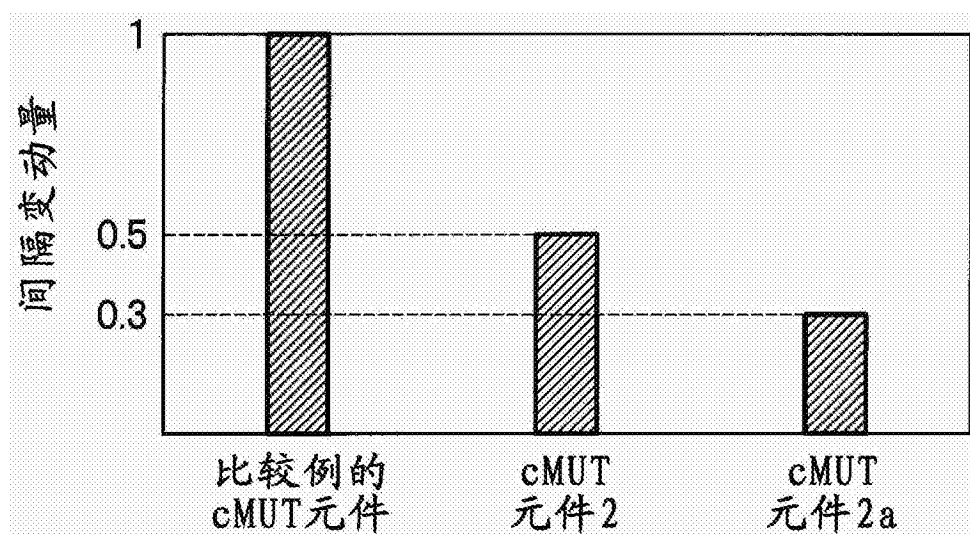


图 7

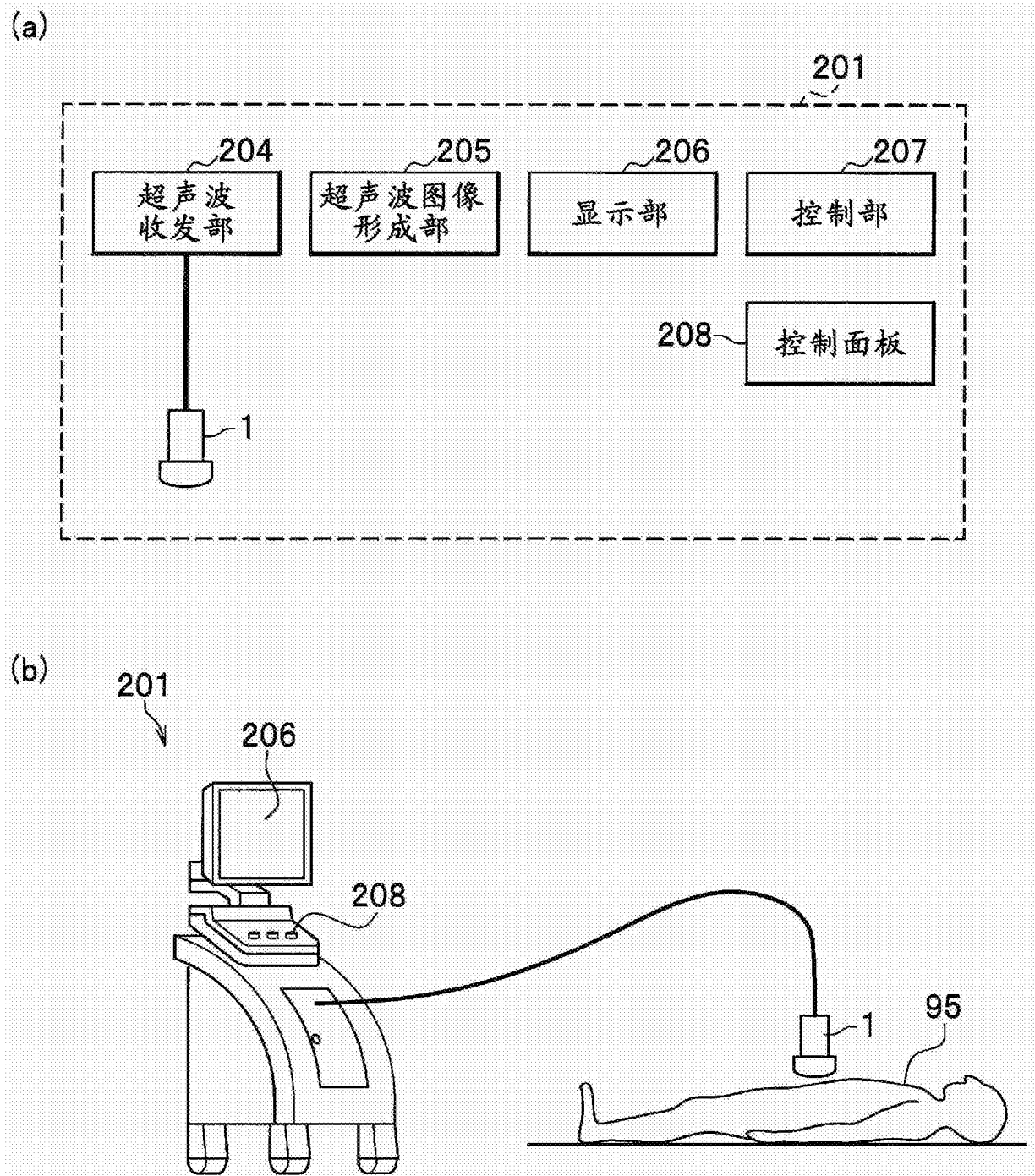


图 8