



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102860045 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 02

(21) 申请号 201180020499. 7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 04. 06

H04R 19/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

A61B 8/00 (2006. 01)

2010-099323 2010. 04. 23 JP

H04R 31/00 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 10. 23

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2011/058687 2011. 04. 06

(87) PCT申请的公布数据

W02011/132531 JA 2011. 10. 27

(71) 申请人 株式会社日立医疗器械

地址 日本东京都

(72) 发明人 佐光晓史 深田慎 石田一成

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

11243

代理人 许静 郭凤麟

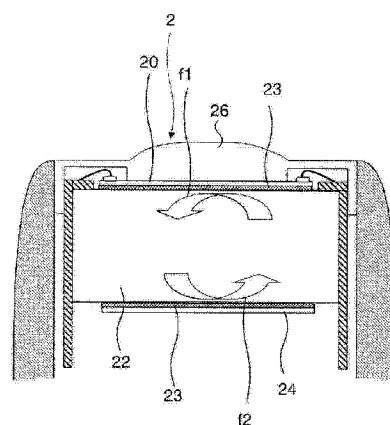
权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 14 页

(54) 发明名称

超声波探头及其制造方法以及超声波诊断装置

(57) 摘要

在本发明的超声波探头中,抑制衬里层和CMUT部的接合部分产生的热应力引起的CMUT部的翘曲,提高CMUT部与衬里层的粘合的耐久性。为此,具备:具有根据施加的偏置电压改变机电耦合系数或灵敏度的振动要素的CMUT部(20);与CMUT部(20)的超声波发送面的背面侧粘合的衬里层(22);隔着衬里层(22)与CMUT部(20)相对配置,抑制与衬里层(22)粘合的CMUT部(20)与衬里层(22)之间产生的热应力导致的CMUT部(20)的翘曲的热应力平衡部件(24)。



1. 一种超声波探头,其特征在于,具备:
CMUT 部,其具有根据施加的偏置电压改变机电耦合系数或灵敏度的振动要素;
衬里层,其与所述 CMUT 部的超声波发送面的背面侧粘合;以及
热应力平衡部件,其隔着所述衬里层与所述 CMUT 部相对配置,与所述衬里层粘合,抑制在所述 CMUT 部与所述衬里层之间产生的热应力引起的所述 CMUT 部的从所述衬里层的翘曲。
2. 根据权利要求 1 所述的超声波探头,其特征在于,
所述热应力平衡部件是所述衬里层的线膨胀系数以下的材料。
3. 根据权利要求 1 所述的超声波探头,其特征在于,
所述热应力平衡部件是线膨胀系数为 10ppm/°C 以下的材料。
4. 根据权利要求 3 所述的超声波探头,其特征在于,
所述热应力平衡部件是硅、42 合金、陶瓷、玻璃、铝、铝合金、不锈钢、镍合金、大理石、陶瓷中的某一种材料。
5. 根据权利要求 1 所述的超声波探头,其特征在于,
所述热应力平衡部件与所述 CMUT 部为相同尺寸。
6. 根据权利要求 1 所述的超声波探头,其特征在于,
将所述热应力平衡部件和所述衬里层粘合的粘合剂与将所述 CMUT 部和所述衬里层粘合的粘合剂为相同材料。
7. 根据权利要求 1 所述的超声波探头,其特征在于,
所述热应力平衡部件被分割为多个。
8. 根据权利要求 1 所述的超声波探头,其特征在于,
所述热应力平衡部件构成为,与所述振动要素群的长度方向的周边部分相对的部分相比,与中央部分相对的部分的线膨胀系数小。
9. 一种超声波探头的制造方法,其特征在于,包括:
将 CMUT 部的超声波发送面的背面侧与衬里层粘合的第一工序;
隔着所述衬里层将热应力平衡部件与所述 CMUT 部相对配置,将该热应力平衡部件与所述衬里层粘合的第二工序。
10. 一种超声波诊断装置,具备:
向被检者发送接收超声波的超声波探头;
驱动所述超声波探头的发送部;
使用通过所述超声波探头接收到的来自所述被检者的反射信号生成超声波图像的图像生成部;
显示所述超声波图像的显示部;以及
控制所述发送部至显示部的控制部,所述超声波诊断装置的特征在于,
所述超声波探头是权利要求 1 至 8 中任意一项中记载的所述超声波探头。

超声波探头及其制造方法以及超声波诊断装置

技术领域

[0001] 本发明涉及在超声波振子中使用了 CMUT 部的超声波探头及其制造方法以及超声波诊断装置。

背景技术

[0002] 超声波诊断装置通过超声波探头向被检者发送超声波,并通过超声波探头接收来自被检者体内的反射信号,基于该接收到的反射信号来拍摄诊断图像。超声波探头排列了多个超声波振子。超声波振子具有将从超声波束形成电路供给的驱动信号变换为超声波并向被检者发送超声波,并且接收来自被检者的反射信号并变换为电信号的功能。

[0003] 近年的超声波振子采用了超微电容型超声波振子(Capacitive Micro machined Ultrasonic Transducer、简称为“CMUT 部”)。CMUT 部通过半导体微加工工艺制造,以机电耦合系数根据在隔着多个振动要素形成的上部电极和下部电极间施加的偏置电压变化的方式工作。多个振动要素将从超声波束形成电路供给的驱动信号变换为超声波,将超声波发送到被检者,并且接收来自被检者的反射信号,变换为电信号。

[0004] 在专利文献 1 中公开了在超声波振子中使用了 CMUT 部的超声波探头的一例。超声波探头具有按照衬里层、热应力抑制单元、基板、CMUT 部、声能透镜的顺序层叠的构造。热应力抑制单元抑制在线膨胀系数不同的基板和衬里层中各自由于温度变化而产生的热应力。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献 1 :国际公开 W02009/069555 号公报

发明内容

[0008] 发明要解决的课题

[0009] 但是,专利文献 1 只停留在通过热应力抑制单元抑制基板和衬里层的热应力。

[0010] 但是,关于在衬里层与 CMUT 部的接合部分产生的热应力的抑制,在专利文献 1 中没有任何解决。

[0011] 本发明的目的在于提供能够提高与在衬里层和 CMUT 部的接合部分产生的热应力相关的耐久性的超声波探头及其制造方法以及超声波诊断装置。

[0012] 用于解决课题的手段

[0013] 为了达成上述目的,本发明从超声波发送面看,按照 CMUT 部、衬里层、热应力平衡部件的顺序层叠并相互粘合。换言之,将 CMUT 部与热应力平衡部件隔着衬里层相对配置。CMUT 部与衬里层粘合,热应力平衡部件与衬里层粘合。

[0014] 接着,说明本发明的具体结构。

[0015] 本发明的超声波探头,其特征在于,具备 :CMUT 部,其具有根据施加的偏置电压改变机电耦合系数或灵敏度的振动要素 ;衬里层,其与所述 CMUT 部的超声波发送面的背面侧粘合 ;以及热应力平衡部件,其隔着所述衬里层与所述 CMUT 部相对配置,与所述衬里层粘

合。

[0016] 另外,本发明的超声波探头的制造方法,其特征在于,包含以下工序:将 CMUT 部的超声波发送面的背面侧与衬里层粘合的第一工序;隔着所述衬里层将热应力平衡部件与所述 CMUT 部相对配置,将该热应力平衡部件与所述衬里层粘合的第二工序。

[0017] 另外,本发明的超声波诊断装置,具备:向被检者发送接收超声波的超声波探头;驱动所述超声波探头的发送部;使用通过所述超声波探头接收的来自所述被检者的反射信号生成超声波图像的图像生成部;显示所述超声波图像的显示部;以及控制所述发送部至显示部的控制部,所述超声波诊断装置的特征在于,具备:CMUT 部,其具有根据施加的偏置电压改变机电耦合系数或灵敏度的振动要素;衬里层,其与所述 CMUT 部的超声波发送面的背面侧粘合;以及热应力平衡部件,其隔着所述衬里层与所述 CMUT 部相对配置,与所述衬里层粘合。

[0018] 根据本发明,通过具备热应力平衡部件,在热应力平衡部件与衬里层间产生的热应力,在和 CMUT 部与衬里层间产生的热应力的相反方向上产生,使各热应力彼此均衡。

[0019] 然而,本发明可以抑制在衬里层与 CMUT 部的结合部分产生的热应力引起的 CMUT 部的翘曲,因此可以提高 CMUT 部与衬里层的粘合的耐久性。

[0020] 发明的效果

[0021] 根据本发明,可以抑制由于在衬里层与 CMUT 部的接合部分产生的热应力所导致的 CMUT 部的翘曲,因此起到提供能够提高 CMUT 部与衬里层的粘合的耐久性的超声波探头及其制造方法以及超声波诊断装置。

附图说明

[0022] 图 1 是本发明的超声波诊断装置 1 的结构图。

[0023] 图 2 是切开超声波探头 2 的一部分的立体图。

[0024] 图 3 是图 2 中的振子 21 的结构图。

[0025] 图 4 是图 3 中的振动要素 28 之一的截面图。

[0026] 图 5 是说明热应力平衡部件 24 的热应力抵消原理的图。

[0027] 图 6 是表示测定实施例 1 的超声波探头 2 的长轴方向的翘曲量的结果的图。

[0028] 图 7 是表示实施例 2 的没有热应力平衡部件 24 时的有限要素模型的图。

[0029] 图 8 是表示实施例 2 的有热应力平衡部件 24 时的有限要素模型的图。

[0030] 图 9 是表示测定实施例 2 的超声波探头 2 的长轴方向的翘曲量的结果的图。

[0031] 图 10 是表示测定实施例 3 的超声波探头 2 的长轴方向的翘曲量的结果的图。

[0032] 图 11 是实施例 4 的配置了热应力平衡部件 24-1 ~ 24-5 的超声波探头 2 的截面图。

[0033] 图 12 是实施例 5 的配置了热应力平衡部件 24-1 ~ 24-5 的超声波探头 2 的截面图。

[0034] 图 13 是实施例 6 的超声波探头的制造方法的工序的流程图。

[0035] 图 14 是表示图 13 的制造工序的图。

具体实施方式

[0036] 以下,参照附图详细说明本发明的超声波探头以及使用该超声波探头的超声波诊断装置的优选实施方式。

[0037] 此外,在以下的说明以及附图中,关于具有相同功能结构的结构要素,通过赋予相同的符号来省略重复说明。

[0038] (超声波诊断装置 1 的结构)

[0039] 最初,参照图 1 说明超声波诊断装置 1 的结构。

[0040] 本发明的超声波诊断装置 1 具有:超声波探头 2、发送部 3、偏压供给部 4、接收部 5、调相相加部 6、图像处理部 7、显示部 8、制造部 9 和操作部 10。

[0041] 超声波探头 2 在与接触的被检者之间收发超声波。超声波从超声波探头 2 被发送给被检者。通过超声波探头 2 接收来自被检者的反射信号。

[0042] 发送部 3 将用于发送超声波的驱动信号施加给超声波探头 2。

[0043] 偏压供给部 4 将偏置电压与驱动信号叠加后施加给超声波探头 2 内的相对振动要素而配置的电极。

[0044] 接收部 5 对于通过超声波探头 2 接收到的来自被检者的反射信号还进行模拟数字变换等信号处理。

[0045] 调相相加部 6 对接收到的反射信号进行调相相加。

[0046] 图像处理部 7 基于调相相加后的反射回波信号生成诊断图像(例如断层像或血流像)。

[0047] 显示部 8 显示通过图像处理部 7 生成的诊断图像。

[0048] 控制部 9 是控制上述各构成要素的装置。

[0049] 操作部 10 是对控制部 9 例如提供诊断开始的记号等指示的输入设备,例如是轨迹球、键盘或鼠标等。

[0050] (超声波探头 2 的结构)

[0051] 接着,参照图 2~图 4 说明超声波探头 2 的结构。图 2 是切开超声波探头 2 的一部分的立体图。超声波探头 2 具备 CMUT 部 20。CMUT 部 20 是短栅状地排列多个振子 21-1、振子 21-2、…所得的一维阵列型的振子群。在振子 21-1、振子 21-2、…中设置多个振动要素 28。此外,在图 2 中举例表示线性型探头,但是也可以使用 2 维阵列型或紧凑型等其他形态的振子群。另外,虽然用 1 维阵列型进行说明,但也可以是 2 维矩阵型。

[0052] 衬里层 22 被设置在 CMUT 部 20 的背面侧(超声波发送方向的相反侧)。在 CMUT 部 20 的超声波发送方向设置了声能透镜 26。CMUT 部 20 以及衬里层 22 被容纳在超声波探头罩 25 中。

[0053] 衬里层 22 吸收从 CMUT 部 20 向背面侧传播的超声波。

[0054] 声能透镜 26 会聚从 CMUT 部 20 发送的超声波束。

[0055] 图 3 是振子 21 的结构图。图 3 为图 2 的切开部的平面图,图 2 与图 3 的位置关系使用超声波发送方向、长轴方向 X、短轴方向 Y 来表示。在多个振动要素 28 的超声波发送方向上,以与振子 21-1、21-2、…一致的方式配置上部电极 46-1、46-2、…和下部电极 48-1、48-2、48-3、48-4、…。

[0056] 图 4 是图 3 中的振动要素 28 之一的截面图。振动要素 28 由基板 40、膜体 44、膜体 45、框体 47 构成。振动要素 28 通过半导体工艺的微加工而形成。此外,振动要素 28 相

当于 CMUT 的一个元件。基板 40 是硅晶圆等半导体基板,被配置在下部电极 48 侧。膜体 44 以及框体 47 由硅化合物等半导体化合物形成。膜体 44 被配置在振动要素 28 的最靠近被检者侧(超声波射出侧),框体 47 被配置在膜体 44 的背面(超声波发送面侧的相反侧)。在膜体 44 和框体 47 之间设置上部电极 46。在框体 47 和基板 40 之间设置膜体 45,在其内部设置下部电极 48。通过框体 47 以及膜体 45 划分出的内部空间 50 成为真空状态,或者填充预定的气体。

[0057] 上部电极 46 以及下部电极 48 与图 1 所示的作为偏置电压而施加直流电压的偏压供给部 4 连接,并且与供给作为用于发送超声波的驱动信号的交流高频电压的发送部 3 连接。

[0058] 在发送超声波的情况下,在振动要素 28 的上部电极 46 以及下部电极 48 上施加直流的偏置电压(V_a),通过偏置电压(V_a)产生电场。所产生的电场使膜体 44 产生张力,膜体 44 成为预定的机电耦合系数(S_a)。当从发送部 3 向上部电极 46 供给驱动信号时,从膜体 44 发送基于机电耦合系数(S_a)的强度的超声波。

[0059] 另外,在振动要素 28 的上部电极 46 以及下部电极 48 上通过偏压供给部 4 施加别的直流的偏置电压(V_b)时,通过偏置电压(V_b)产生电场。通过所产生的电场在膜体 44 中产生张力,膜体 44 成为预定的机电耦合系数(S_b)。当从发送部 3 向上部电极 46 供给驱动信号时,从膜体 44 发送基于机电耦合系数(S_b)的强度的超声波。

[0060] 在此,当偏置电压为“ $V_a < V_b$ ”时,膜体 44 的机电耦合系数成为“ $S_a < S_b$ ”。

[0061] 另一方面,在接收超声波的情况下,通过从被检者产生的反射回波信号激励膜体 44,内部空间 50 的容量变化。该内部空间 50 的变化量作为电信号,经由上部电极 46 被检测出。

[0062] 此外,振动要素 28 的机电耦合系数由施加在膜体 44 上的张力来决定。因此,若改变施加在振动要素 28 上的偏置电压的大小来控制膜体 44 的张力,则即使输入同一振幅的驱动信号,也可以改变从振动要素 28 发送的超声波的强度(或者音压、振幅)。

[0063] 接着,说明成为本发明的主题的“热应力平衡部件 24”的原理。

[0064] 图 5 是说明热应力平衡部件 24 的热应力抵消原理的图。

[0065] 超声波探头 2 从图 5 的图纸的上方向下方按照声能透镜 26、CMUT 部 20、粘合层 23、衬里层 22、粘合层 23、热应力平衡部件 24 的顺序配置。粘合层 23 是粘合剂固化而形成的层。

[0066] 首先,CMUT 部 20 一般在振子中使用以硅为基体的材料。CMUT 部 20 的线膨胀系数与硅的线膨胀系数 $3\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 大体一致。

[0067] 另外,衬里层 22 使用使超声波分散并且具有音响衰减功能的材料。衬里层 22 的材料一般是钨或铝这样的粉末和聚氯乙烯或环氧树脂、聚酰胺树脂这样的树脂的复合材料。衬里层 22 的线膨胀系数与成为复合材料的母材的树脂的线膨胀系数约 $100\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 大体一致。

[0068] 接着,说明 CMUT 部 20 和衬里层 22 之间的热应力的发生机理及其抑制法。

[0069] CMUT 部 20 和衬里层 22 之间的热应力的发生,原因是各自的线膨胀系数不同。

[0070] 对于上述原因的解决方法是使 CMUT 部 20 和衬里层 22 两者的线膨胀系数一致。

[0071] 但是,由于 CMUT 部 20 必须为半导体材料,因此 CMUT 部 20 侧的材料选择受限。

[0072] 另一方面,在衬里层 22 侧的材料选择中,与 CMUT 部 20 相比具有自由度,然而即使进行制法的最优化,线膨胀系数到约 50ppm/°C 也为边界值。

[0073] 即,即使进行衬里层 22 的制法的最优化来接近 CMUT 部 20 的线膨胀系数,在 CMUT 部 20 和衬里层 22 两者之间仍然存在大的线膨胀系数差,当将两者粘合来进行一体化时不可避免地产生第一热应力 f1。

[0074] 因此,在本发明中,为了抑制第一热应力 f1 的发生而设置了热应力平衡部件 24。

[0075] 本发明的超声波探头 2 具备:具有根据施加的偏置电压来改变机电耦合系数或灵敏度的振动要素的 CMUT 部 20;在 CMUT 部 20 的超声波发送面的背面侧粘合的衬里层 22;隔着衬里层 22 与 CMUT 部 20 相对配置,抑制由于与衬里层 22 粘合的 CMUT 部 20 与衬里层 22 之间产生的热应力 f1 所导致的 CMUT 部 20 的翘曲的热应力平衡部件 24。

[0076] 热应力平衡部件 24 选择与 CMUT 部 20 的线膨胀系数近似的材料、或者比衬里层 22 的线膨胀系数小的材料。作为热应力平衡部件 24 (括号内为线膨胀系数)的金属材料,可以从铝(约 23.6ppm/°C)、锡(约 20ppm/°C)、铁(约 10ppm/°C)、金(约 14.2ppm/°C)、银(约 18.9ppm/°C)、铜(约 16.8ppm/°C)、镍(约 12.8ppm/°C)等材料、或者不锈钢(约 10.4ppm/°C)、硬铝(约 23ppm/°C)这样的铝合金中选择。

[0077] 另外,热应力平衡部件 24 的材料(括号内为线膨胀系数)若与 CMUT 部 20 相同,从硅(约 3ppm/°C)、42 合金(alloy)(约 5ppm/°C)、因瓦合金(约 1.2ppm/°C)、可伐合金(约 5ppm)这样的镍合金、或者大理石(约 4ppm)或陶瓷(约 7ppm/°C)、玻璃(约 9ppm/°C)这样的线膨胀系数在 10ppm 以下并具有与硅接近的线膨胀系数的无机材料中选择,则适合于抑制翘曲。

[0078] 热应力平衡部件 24 与 CMUT 部 20 夹着衬里层 22,将 CMUT 部 20 与热应力平衡部件 24 相对配置。CMUT 部 20 与热应力平衡部件 24 通过粘合剂与衬里层 22 粘合。

[0079] 热应力平衡部件 24 存在于衬里层 22 中的 CMUT 部 20 侧的面的相对面,由此,在 CMUT 部 20 与衬里层 22 之间产生的第一热应力 f1 引起的翘曲,和在与第一热应力 f1 相反方向上作用的热应力平衡部件 24 与衬里层 22 之间产生的第二热应力 f2 引起的翘曲同时发生,由此,第二热应力 f2 起到抵消第一热应力 f1 的作用。其结果,抑制以 CMUT 部 20 对衬里层 22 的第一热应力 f1 为原因的翘曲。

[0080] 即,热应力平衡部件 24 发挥抑制 CMUT 部 20 与衬里层 22 之间产生的第一热应力 f1 引起的翘曲的作用。由此,可以抑制在衬里层 22 与 CMUT 部 20 的接合部分产生的热应力引起的 CMUT 部 20 的翘曲,因此,可以提高 CMUT 部 20 与衬里层 22 的粘合的耐久性。

[0081] 另外,可以抑制 CMUT 部 20 的翘曲,减小 CMUT 部 20 的翘曲引起的 CMUT 部 20 的振动要素的位置的波动,因此,超声波束的会聚精度提高,超声波图像的分辨率提高。

[0082] 另外,以超声波探头的制造方法的观点来看,通过具有对衬里层 22 粘合热应力平衡部件 24 的工序,抑制 CMUT 部 20 与衬里层 22 间产生的第一热应力 f1 导致的 CMUT 部 20 与衬里层 22 间的翘曲,声能透镜 26 的安装等部件的位置对齐变得容易,能够提高组装性。

[0083] 以下,作为实施例来说明上述本发明的原理的具体例。

[0084] 实施例 1

[0085] 实施例 1 使用图 5、图 6 说明热应力平衡部件 24 为一个构造体,热应力平衡部件 24 的材料为硅的情况。

[0086] 在图 5 中表示了热应力平衡部件 24 的材料以及尺寸与 CMUT 部 20 相同的情况。

[0087] 首先,第一热应力 f_1 在 CMUT 部 20-衬里层 22 间产生,第二热应力在热应力平衡部件-衬里层间产生。CMUT 部 20 与热应力平衡部件 24 隔着衬里层 22 相对配置,因此,第二热应力 f_2 在与第一热应力 f_1 相反的方向上作用。原因在于配置 CMUT 部 20、衬里层 22、热应力平衡部件 24 的位置接近,温度环境实质上也相同。

[0088] 即,第一热应力 f_1 与第二热应力 f_2 成为大体相同的值,分别在相反方向上作用,因此,通过第二热应力 f_2 抵消第一热应力 f_1 。

[0089] 因此,避免 CMUT 部 20-衬里层 22 间产生的第一热应力 f_1 引起的 CMUT 部 20 的翘曲,因此,可以提高与衬里层 22 与 CMUT 部 20 的接合部分产生的热应力相关的耐久性。

[0090] 接着,说明设定 CMUT 部 20、衬里层 22 以及热应力平衡部件 24 的材料的材质、尺寸进行验证所得的结果。

[0091] CMUT 部 20 例如设为厚度 $50\mu\text{m}$ 、长轴长度 40mm 、短轴长度 10mm 的长方体。衬里层 22 由尼龙形成,通过粘合剂粘合 CMUT 部 20。粘合剂由玻璃或熔点为 70°C 的环氧树脂形成。另外,粘合剂可以是低弹性的环氧树脂类粘合剂、聚胺酯类粘合剂、硅类粘合剂的任意一种。热应力平衡部件 24 被粘合在衬里层 22 的 CMUT 部 20 的相对面上。热应力平衡部件 24 是厚度为 $50\mu\text{m}$ 的硅基板。热应力平衡部件 24 和衬里层 22 使用与粘合剂相同材质的粘合剂来粘合。CMUT 部 20 以及热应力平衡部件 24 和衬里层 22 的各自的粘合层 23 以相同厚度以及面积被涂布。

[0092] 图 6 是表示测定实施例 1 的超声波探头 2 的长轴方向的翘曲量所得的结果的图。

[0093] 在图 6 中用虚线表示没有热应力平衡部件 24 的情况,用实线表示有热应力平衡部件 24 的情况。在没有热应力平衡部件 24 的情况下,CMUT 部 20 的中央部由于热应力引起的翘曲而成为隆起 $50\mu\text{m}$ 左右的形状。在有热应力平衡部件 24 的情况下,热应力引起的翘曲量被抑制在 $10\mu\text{m}$ 以下。

[0094] 另外,在将超声波探头 2 的中心频率设为 10MHz 的情况下,生物体内的超声波的波长 λ 成为约 $150\mu\text{m}$ 。因此,通过设置热应力平衡部件 24 能够修正 $\lambda/3$ 左右的相位的偏差。

[0095] 根据以上说明的实施例 1,可以抑制在衬里层 22 与 CMUT 部 20 的接合部分产生的热应力所引起的 CMUT 部 20 的翘曲,因此可以提高 CMUT 部 20 与衬里层 22 的粘合的耐久性。

[0096] 另外,实施例 1 中,热应力平衡部件 24 与 CMUT 部 20 为相同的材质、相同形状,并且在 CMUT 部 20 和衬里层 22 以及热应力平衡部件 24 和衬里层 22 的各自的粘合中使用的粘合剂也同样以玻璃或熔点为 70°C 的环氧树脂在相同厚度、面积等涂布条件下做成。

[0097] 因此,对于 CMUT 部 20 和衬里层 22 以及热应力平衡部件 24 和衬里层 22 的各自中产生的热应力,不进行任何热应力计算等就能够简便地抑制 CMUT 部 20 与衬里层 22 的热应力。

[0098] 实施例 2

[0099] 实施例 2 使用图 7~图 9 说明热应力平衡部件 24 为一个构造体,热应力平衡部件 24 的材料为硅,与实施例 1 相比改变了尺寸的情况。

[0100] 首先,说明设定 CMUT 部 20、衬里层 22 以及热应力平衡部件 24 的材料的材质、尺寸来进行验证所得的结果。

[0101] CMUT 部 20 设厚度为 $100\mu\text{m}$ 、长轴长度为 40mm 、短轴长度为 10mm ,与衬里层 22 粘

合。衬里层 22 以环氧树脂为基体。热应力平衡部件 24 为厚度为 $100\text{ }\mu\text{m}$ 的硅。另外,热应力平衡部件 24 设置在成为 CMUT 部 20 的相对面的衬里层 22 的部分。

[0102] 接着,在 CMUT 部 20、衬里层 22 以及热应力平衡部件 24 的材料的材质、尺寸的条件下,比较热应力平衡部件 24 的有无导致的 CMUT 部 20 的翘曲量。

[0103] 比较方法通过基于有限要素法的热应力变形解析来解析。热应力解析是指将 100°C 设为粘合层的玻璃转变温度、即 CMUT 部 20 与衬里层 22 粘合的应力零点,验证冷却到室温 20°C 时的热应力变形量。

[0104] 图 7 是表示仅有实施例 2 的 CMUT 部 20、衬里层 22,没有热应力平衡部件 24 时的有限要素模型的图,图 8 是表示 CMUT 部 20、衬里层 22 以及热应力平衡部件 24 的有限要素模型的图。图 7、图 8 (A) 表示温度变化前,图 7、图 8 (B) 表示温度变化后。

[0105] 在图 7 (B) 中,CMUT 部 20 以及衬里层 22 由于线膨胀系数差以及刚性的差,导致 CMUT 部 20 的中央部分隆起,与图 7 (A) 相比发生了翘曲。

[0106] 与此相对,在图 8 (B) 中,通过热应力平衡部件 24,CMUT 部 20 的中央部分的上翘与图 7 (B) 相比抑制了翘曲。

[0107] 图 9 是表示测定实施例 2 的 CMUT 部 20 的超声波探头 2 的长轴方向的翘曲量的结果的图。

[0108] 在图中用虚线表示没有热应力平衡部件 24 的情况,用实线表示有热应力平衡部件 24 的情况。

[0109] 在没有热应力平衡部件 24 的情况下翘曲约 $70\text{ }\mu\text{m}$,但是在有热应力平衡部件 24 的情况下可以将翘曲抑制到 $10\text{ }\mu\text{m}$ 左右。

[0110] 特别是在 CMUT 部 20 的长轴的中央部分 (CMUT 部 20 的长轴方向的位置为 $5\sim 35\text{mm}$ 的部分),翘曲量达到 $3\text{ }\mu\text{m}$ 以下。

[0111] CMUT 部 20 的长轴的端部由于温度条件而发生少量翘曲,但是 CMUT 部 20 的长轴的端部是通常不使用的部分。

[0112] 这样,通常使用的 CMUT 部 20 的长轴的中央部分在实际使用中不发生翘曲,或者翘曲的发生为较小的区域,通过在 CMUT 部 20 的长轴的中央部分配置振动要素 28,可以使翘曲的影响为最小限度。

[0113] 根据以上说明的实施例 2,可以抑制由于在衬里层 22 与 CMUT 部 20 的接合部分产生的热应力所导致的 CMUT 部 20 的翘曲,因此可以提高 CMUT 部 20 和衬里层 22 的粘合的耐久性。

[0114] 另外,实施例 2 通过有限要素法验证了 CMUT 部 20 的长轴方向的位置引起的翘曲不平衡,因此,能够在 CMUT 部 20 的翘曲少的部分配置振动要素 28,CMUT 部 20 的翘曲少,即使可以使翘曲的影响为最小限度,因此可以获得高精度的图像。

[0115] 实施例 3

[0116] 实施例 3 使用图 5、图 10 说明热应力平衡部件 24 为一个构造体,热应力平衡部件 24 的材料为 42 合金的情况。

[0117] 首先,说明设定 CMUT 部 20、衬里层 22 以及热应力平衡部件 24 的材料的材质、尺寸来验证所得的结果。

[0118] CMUT 部 20 设厚度为 $100\text{ }\mu\text{m}$ 、长轴长度为 40mm 、短轴长度为 10mm ,并且与衬里层 22

粘合。

[0119] 热应力平衡部件 24 在衬里层 22 上设置厚度为 $100\ \mu\text{m}$ 的 42 合金。

[0120] 图 10 是表示测定实施例 3 的超声波探头 2 的长轴方向的翘曲量的结果的图。

[0121] 在图中用虚线表示没有热应力平衡部件 24 的情况,用实线表示有热应力平衡部件 24 的情况。

[0122] 在没有热应力平衡部件 24 的情况下,翘曲接近 $70\ \mu\text{m}$ 。另一方面,在有热应力平衡部件的情况下,可以将翘曲量抑制到 $15\ \mu\text{m}$ 左右。特别是在图 2 所示的 CMUT 部 20 的长轴方向(X)的位置的中央部($5\sim 35\text{mm}$)翘曲量达到 $5\ \mu\text{m}$ 以下。

[0123] 根据以上说明的实施例 3,可以抑制由于在衬里层 22 和 CMUT 部 20 的接合部分产生的热应力所导致的 CMUT 部 20 的翘曲,因此可以提高 CMUT 部 20 和衬里层 22 的粘合的耐久性。

[0124] 另外,实施例 3,即使热应力平衡部件 24 的材料不同于硅,也可以验证上述耐久性提高。

[0125] 实施例 4

[0126] 实施例 4 使用图 11 说明热应力平衡部件 24 有多个构造体,热应力平衡部件 24 的材料为硅的情况。

[0127] 图 11 是实施例 4 的超声波探头 2 的截面图。

[0128] CMUT 部 20 例如设为厚度为 $50\ \mu\text{m}$ 、长轴长度为 40mm 、短轴长度为 10mm 的长方体。衬里层 22 由尼龙形成,通过粘合剂粘合 CMUT 部 20。粘合剂由玻璃或熔点为 70°C 的环氧树脂形成。热应力平衡部件 24 具有多个构造体 24-1、24-2、24-3、24-4、24-5,分别与衬里层 22 的与 CMUT 部 20 的相对面粘合。各热应力平衡部件 24-1、24-2、24-3、24-4、24-5 是厚度为 $50\ \mu\text{m}$ 的硅基板,使用与粘合剂相同材质的粘合剂粘合在相对面上。热应力平衡部件 24-1、24-2、24-3、24-4、24-5 从实施例 1 的热应力平衡部件 24 的一体构造的配置变为分割为 5 个来配置的形态,但是分割数不限于 5 个,只要为多个即可。

[0129] 热应力平衡部件 24-1、24-2、24-3、24-4、24-5,对于由于 CMUT 部 20 与衬里层 22 的热应力而产生的翘曲,通过热应力平衡部件 24-1、24-2、24-3、24-4、24-5 的刚性,对于由于 CMUT 部 20 和衬里层 22 的热应力所产生的翘曲如托板那样起作用。

[0130] 根据以上说明的实施例 4,可以抑制由于在衬里层 22 与 CMUT 部 20 的接合部分产生的热应力所导致的 CMUT 部 20 的翘曲,因此可以提高 CMUT 部 20 与衬里层 22 的粘合的耐久性。

[0131] 另外,实施例 4 与实施例 1 的一体构造的热应力平衡部件 24 相比,通过在热应力平衡部件 24-1 $\sim$ 24-5 中相邻的热应力平衡部件间存在的间隙被轻型化。

[0132] 因此,实施例 4 与实施例 1 相比,可以轻型化。

[0133] 实施例 5

[0134] 实施例 5 使用图 12 说明热应力平衡部件的中央部分 24b 为硅,周边部分 24a 为 42 合金那样由多种材质构成的情况。

[0135] 图 12 是实施例 5 的超声波探头 2 的截面图。

[0136] 与实施例 4 同样,设 CMUT 部 20 例如为厚度为 $50\ \mu\text{m}$ 、长轴长度为 40mm 、短轴长度为 10mm 的长方体。衬里层 22 由尼龙形成,通过粘合剂粘合 CMUT 部 20。粘合剂由玻璃或

融点温度为 70℃的环氧树脂形成。热应力平衡部件,相比于与 CMUT 部 20 (振动要素群)的长度方向的周边部分相对的部分,将与中央部分相对的的部分的线膨胀系数构成得较小。具体来说,热应力平衡部件的中央部分 24b 为硅,周边部分 24a 由 42 合金形成。热应力平衡部件与衬里层 22 的 CMUT 部 20 的相对面粘合。热应力平衡部件 24 是厚度为 50 μm 的硅基板。热应力平衡部件 24 和衬里层 22 使用与粘合剂相同材质的粘合剂进行粘合。

[0137] 通过热应力平衡部件能够有效地抑制由于 CMUT 部 20 和衬里层 22 的热应力而产生的翘曲变得最大的 CMUT 部 20 的长轴方向的位置的翘曲即可。翘曲变得最大的是 CMUT 部 20 的长轴方向的位置为中央部分附近,因此,在该中央部分附近配置与 CMUT 部 20 的线膨胀系数近似的材料即可。

[0138] 根据以上说明的实施例 5,可以抑制由于在衬里层 22 与 CMUT 部 20 的接合部分产生的热应力导致的 CMUT 部 20 的翘曲,因此可以提高 CMUT 部 20 与衬里层 22 的粘合的耐久性。

[0139] 另外,实施例 5 若在热应力平衡部件的中央部分 24b 使用接近 CMUT 部 20 的线膨胀系数 3ppm/℃的硅(线膨胀系数:3ppm/℃),在热应力平衡部件的周边部分 24a 使用 42 合金(线膨胀系数:5ppm/℃),则可以抑制 CMUT 部 20 的长轴方向的位置为中央部分附近的热应力。

[0140] 实施例 6

[0141] 使用图 13、图 14 说明本发明的超声波探头的制造方法的一例。

[0142] 图 13 是超声波探头的制造方法的工序的流程图,图 14 是表示图 13 的制造工序的图。图 14 (A)表示第一工序(P1)结束后的过程,图 14 (B)表示第二工序(P2)结束后的过程。

[0143] 按照以下的每个工序来说明本发明的超声波探头的制造方法。

[0144] 第一工序(P1):如图 14 (A)所示,在衬里层 22 的附图上方的面上涂布粘合剂。在涂布了粘合剂的部分放置 CMUT 部 20 的超声波发送面的背面侧并按压。由此,CMUT 部 20 的超声波发送面的背面侧与衬里层 22 通过粘合剂粘合,形成了粘合层 23a。

[0145] 第二工序(P2):如图 14 (B)所示,在衬里层 22 的附图下方的面上涂布粘合剂。在涂布了粘合剂的部分压接热应力平衡部件 24。由此,热应力平衡部件 24 与衬里层 22 粘合,形成粘合层 23b。热应力平衡部件 24 与 CMUT 部 20 隔着衬里层 22 配置。换言之,热应力平衡部件 24 从 CMUT 部 20 看来隔着衬里层 22 相对配置。

[0146] 此外,粘合剂和粘合剂为相同材质的粘合剂,理想的是各自以相同的厚度以相同面积涂布。

[0147] 根据以上说明的实施例 6,通过第二工序(P2)可以抑制由于在衬里层 22 和 CMUT 部 20 的接合部分产生的热应力而产生的 CMUT 部 20 的翘曲,因此起到提供能够提高 CMUT 部 20 和衬里层 22 的粘合的耐久性的超声波探头的制造方法的效果。

[0148] 以上,参照附图说明了本发明的超声波探头及其制造方法以及超声波诊断装置的优选实施方式,但本发明不限于上述例子。本领域技术人员在本申请所公开的技术思想的范围内显然能够想到各种变更例或修正例,它们当然也属于本发明的技术范围。

[0149] 符号的说明

[0150] 20 :CMUT 部 ;22 :衬里层 ;24 :热应力平衡部件。

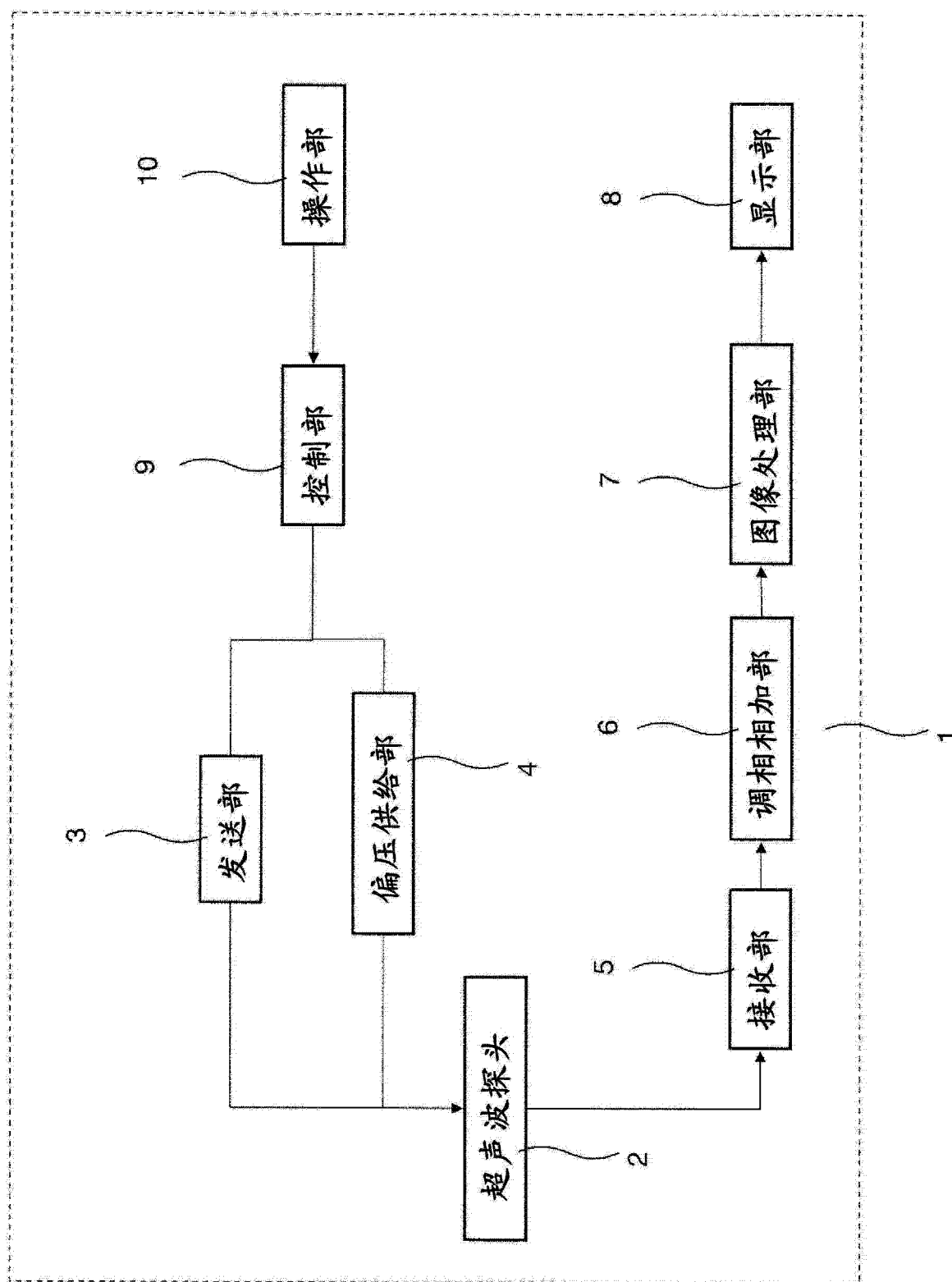


图 1

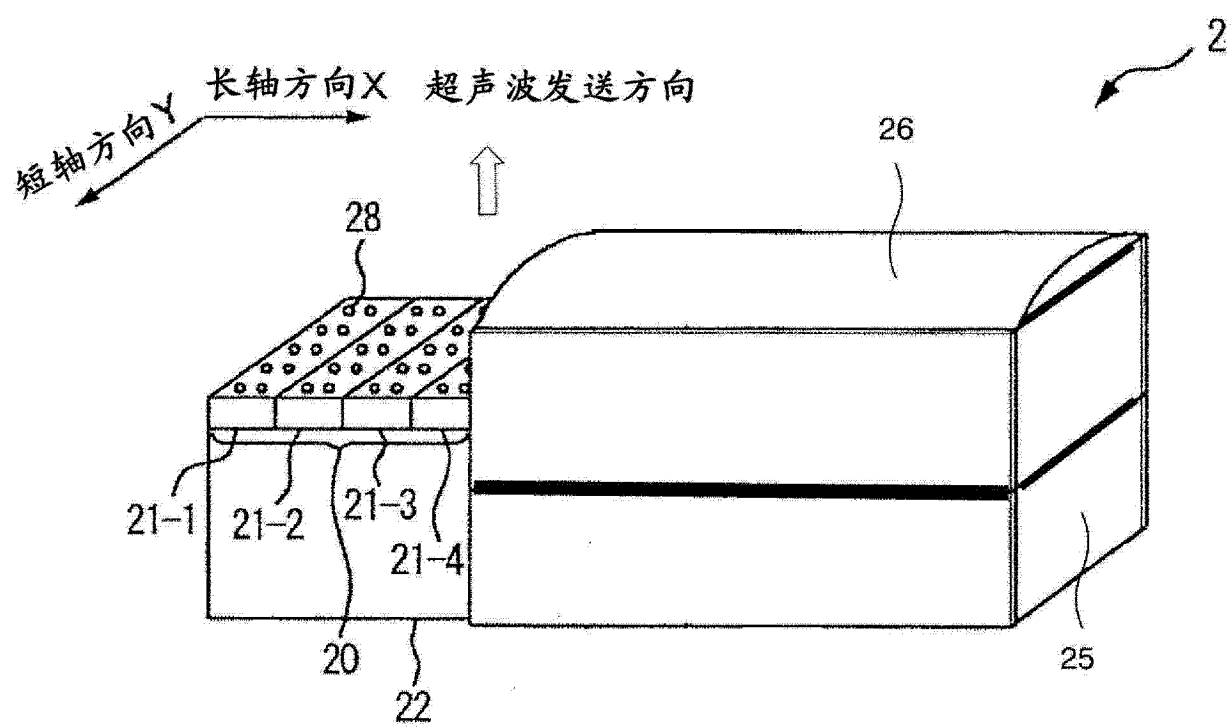


图 2

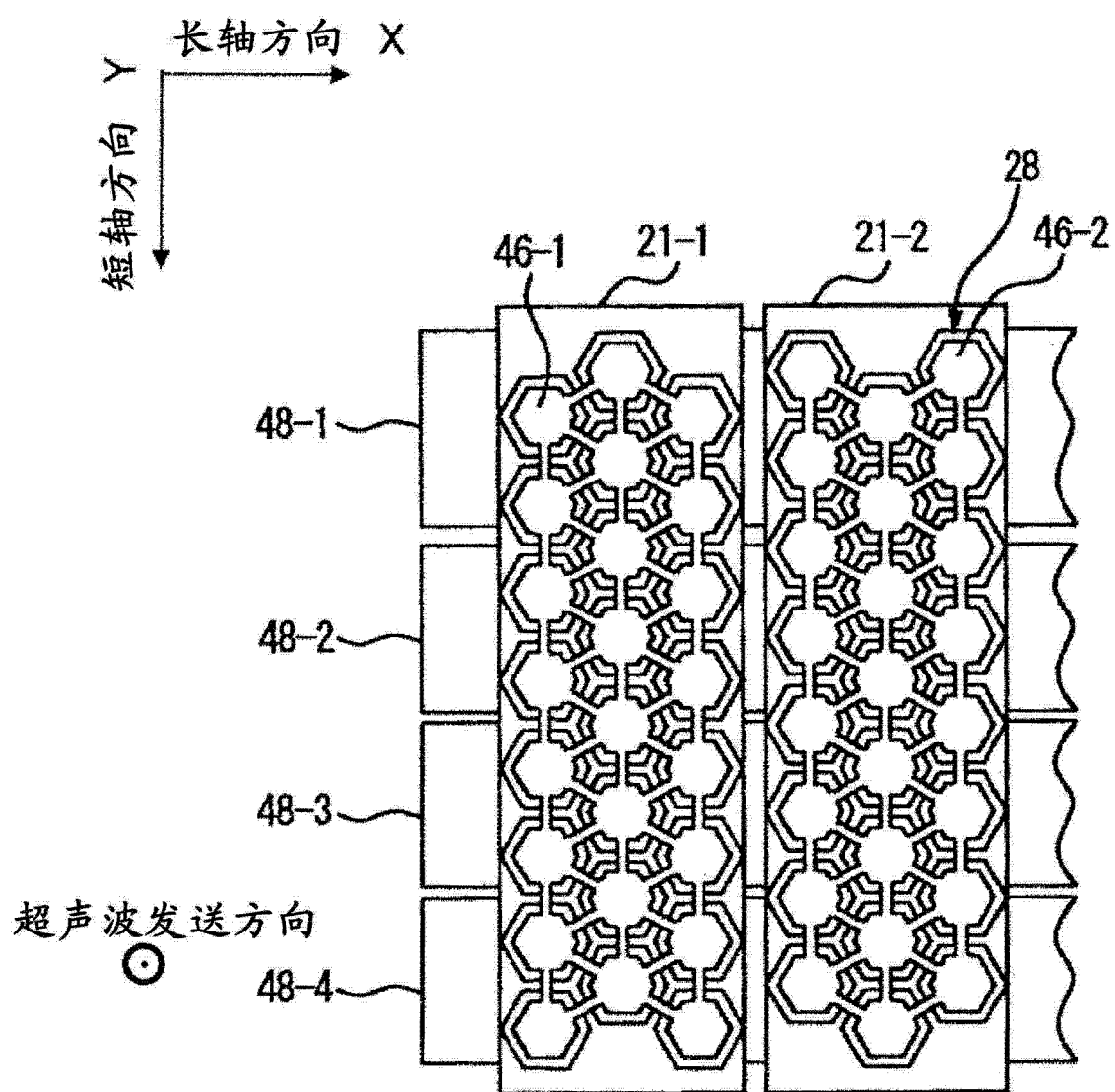


图 3

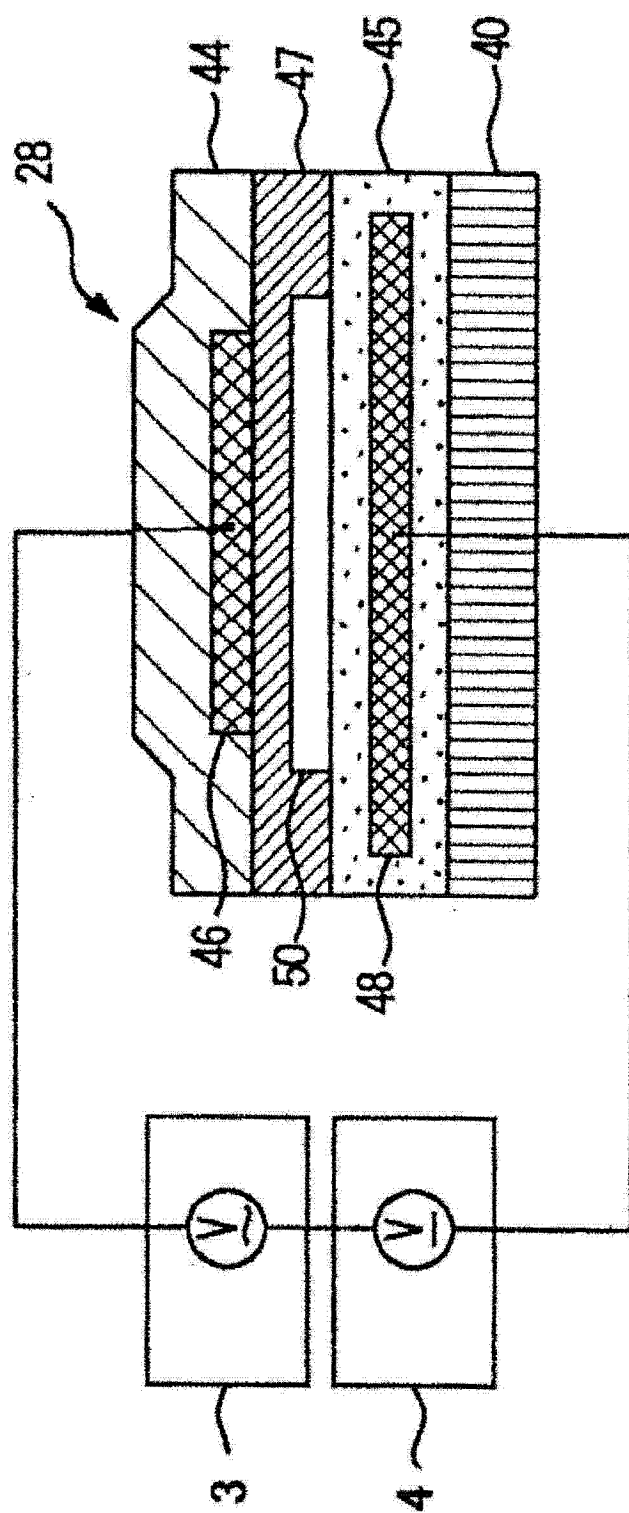


图 4

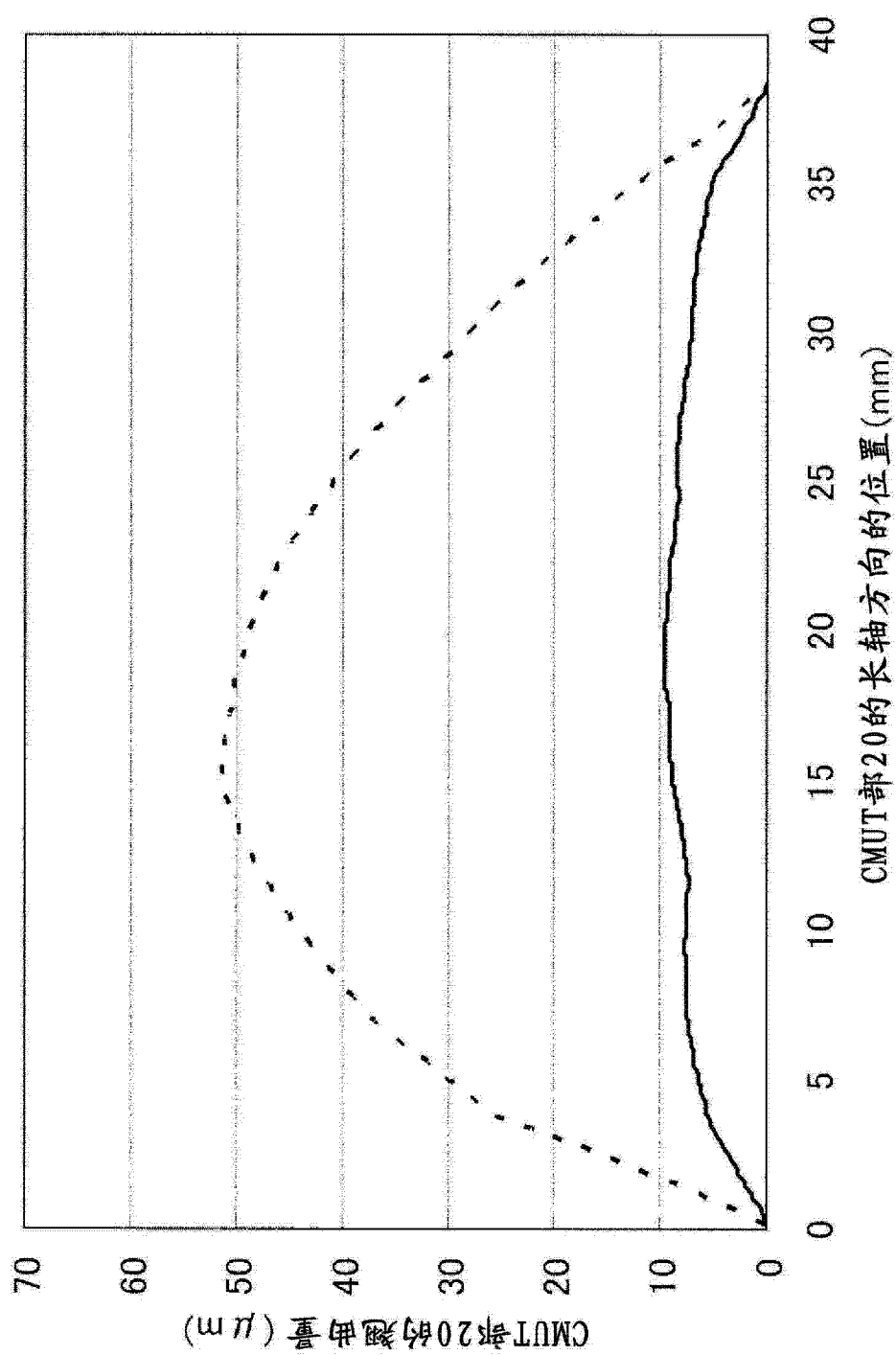


图 6

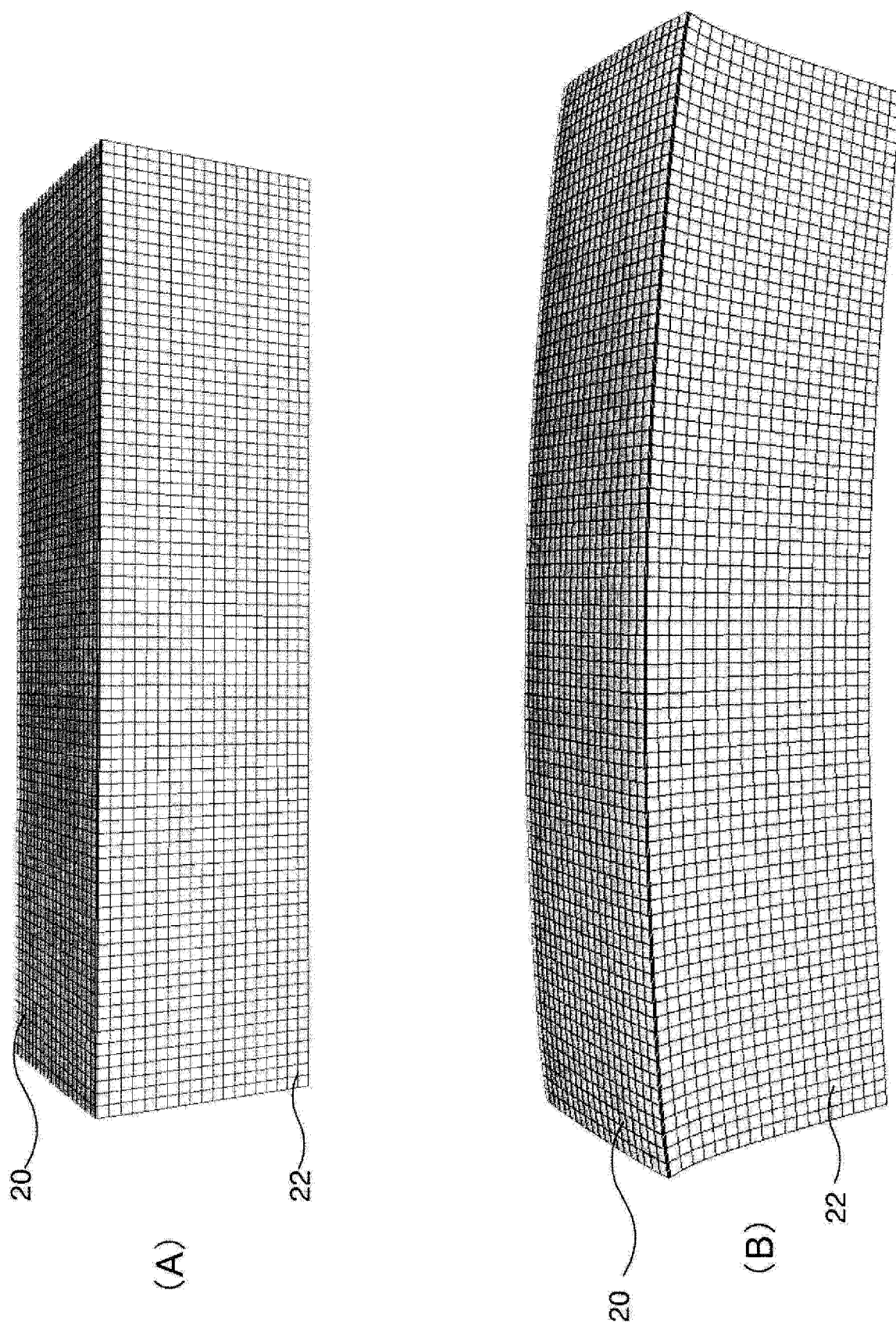


图 7

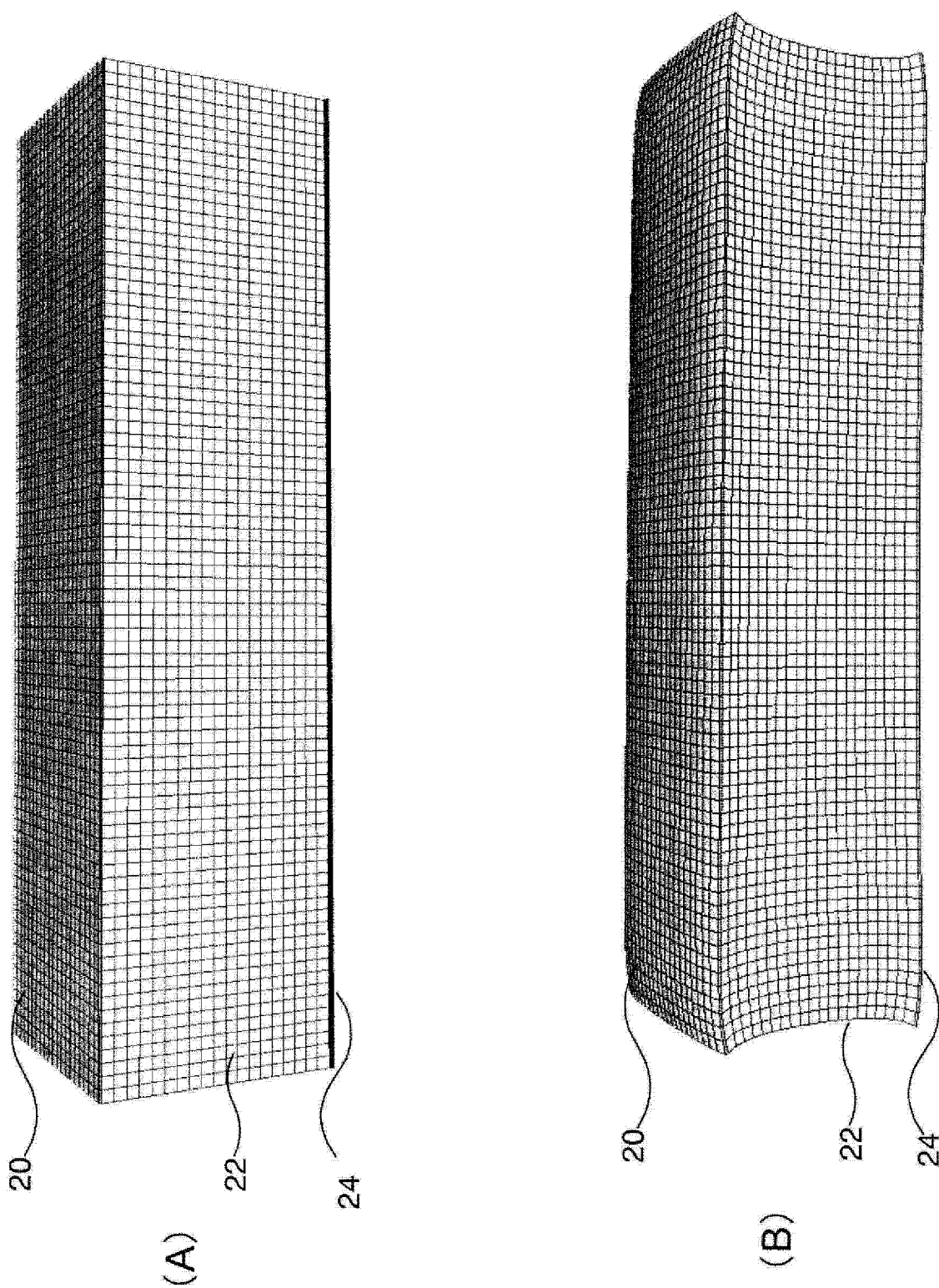


图 8

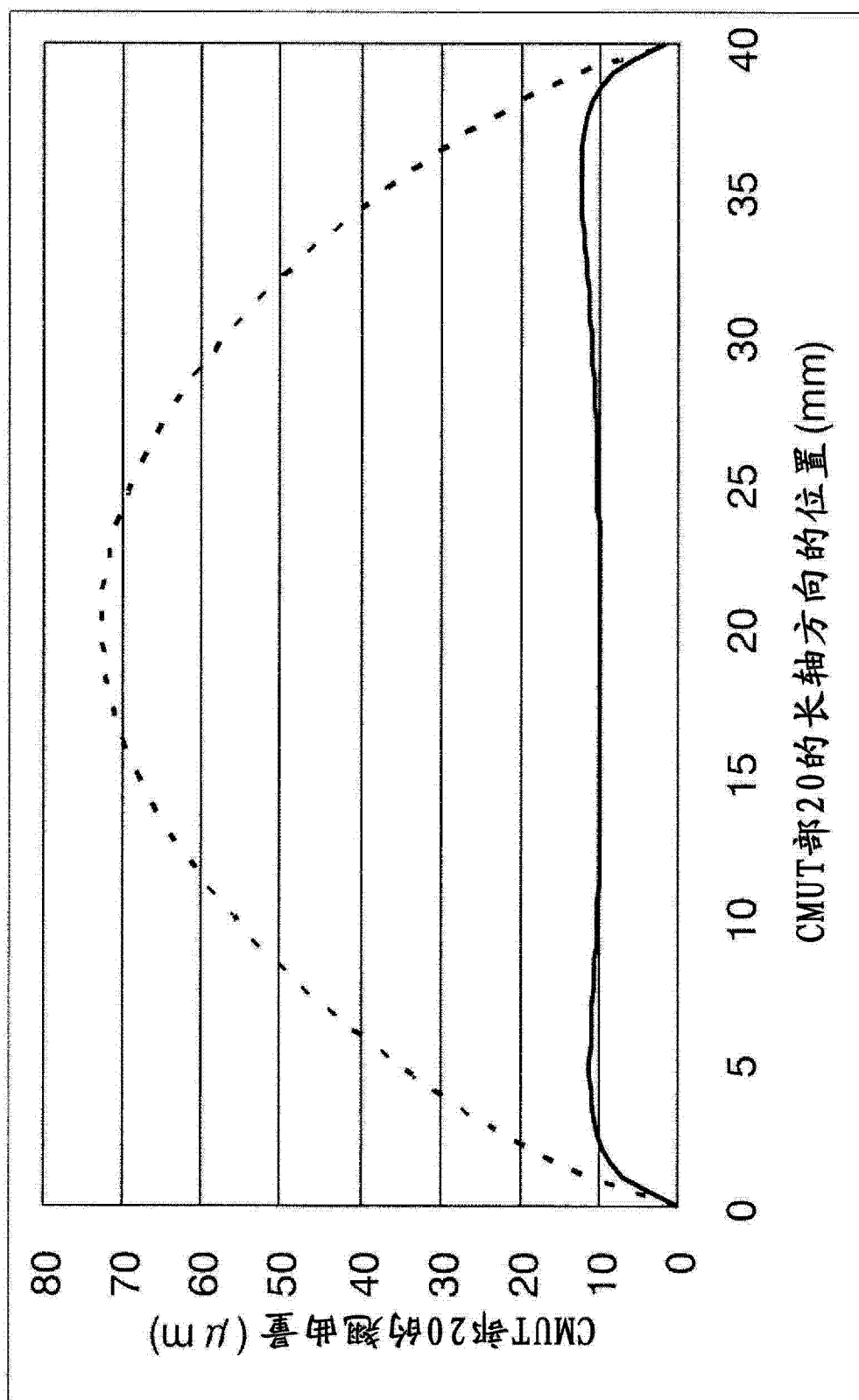


图 9

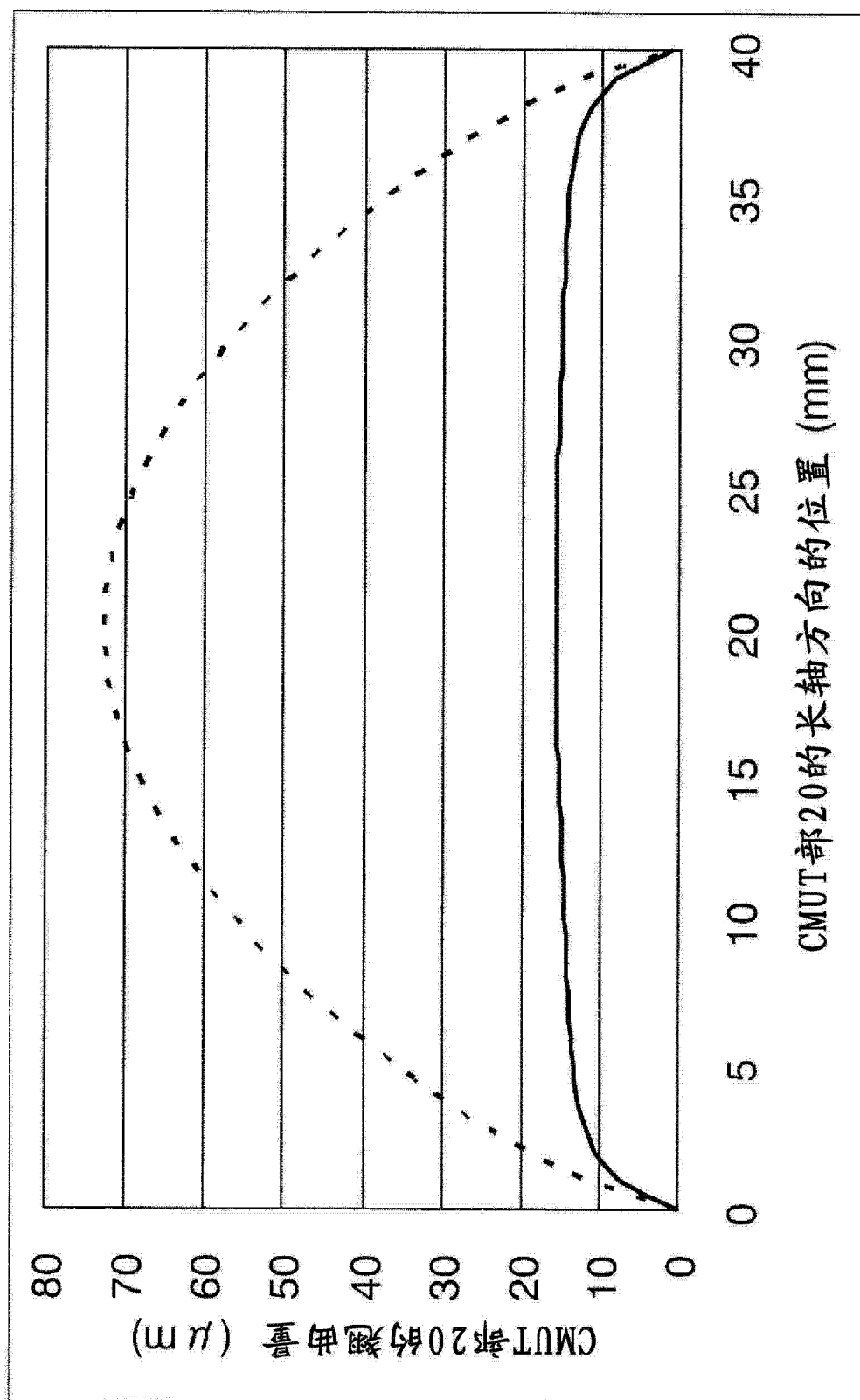


图 10

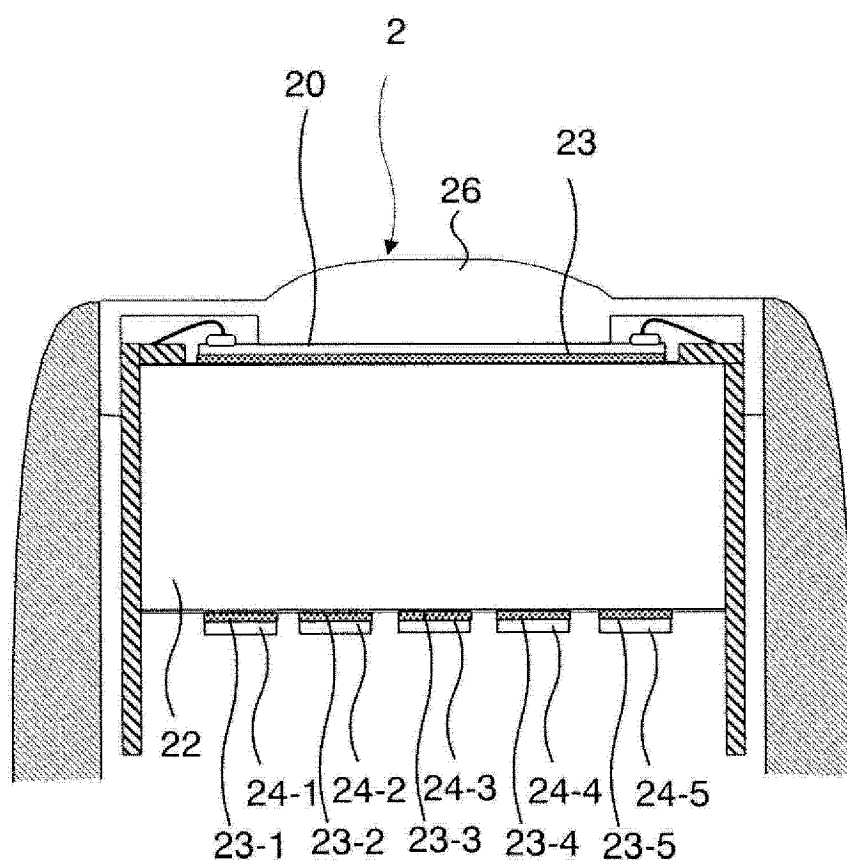


图 11

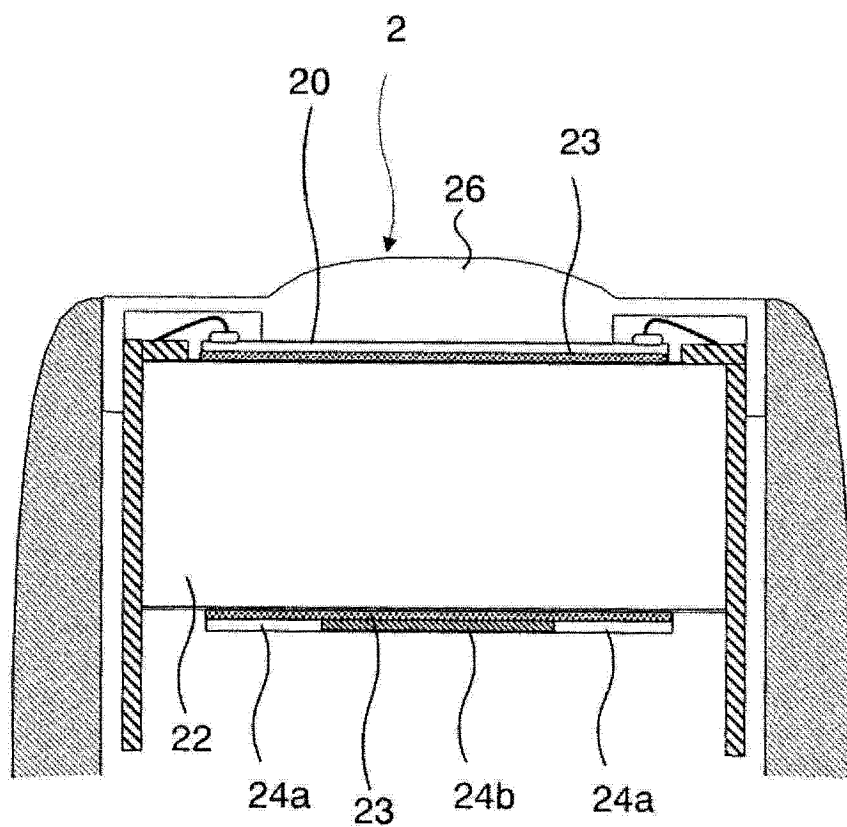


图 12

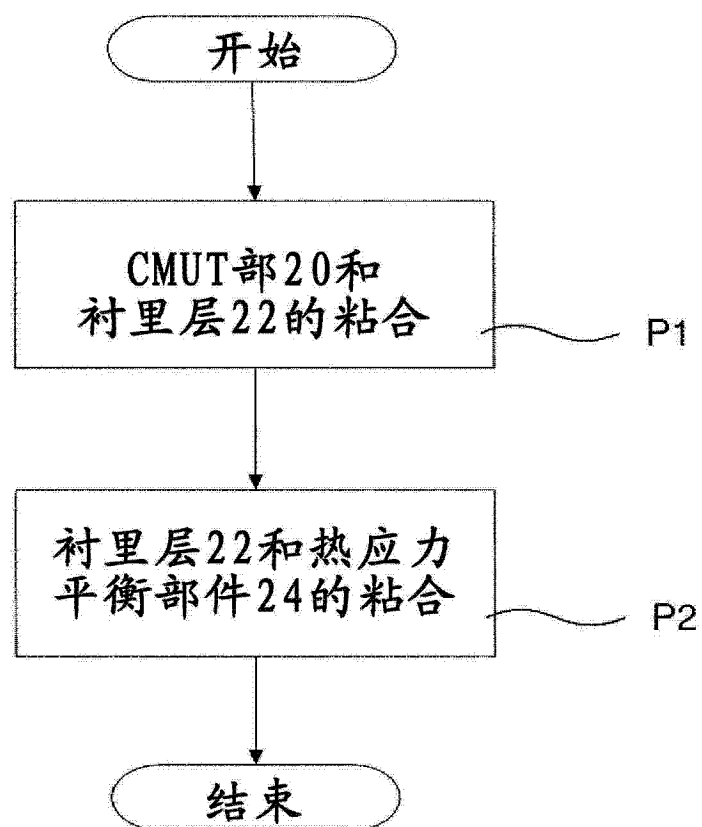


图 13

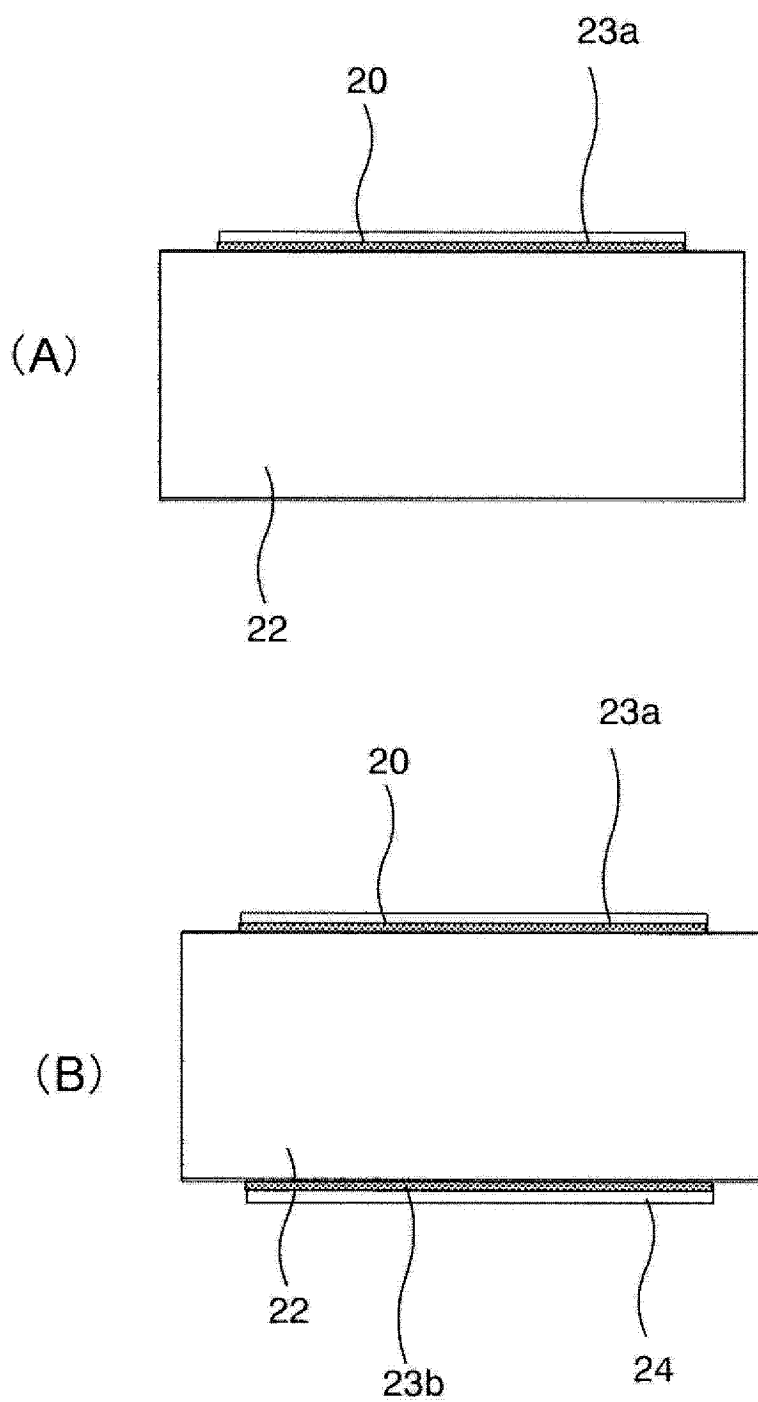


图 14

专利名称(译)	超声波探头及其制造方法以及超声波诊断装置		
公开(公告)号	CN102860045A	公开(公告)日	2013-01-02
申请号	CN201180020499.7	申请日	2011-04-06
[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)	株式会社日立医疗器械		
[标]发明人	佐光晓史 深田慎 石田一成		
发明人	佐光晓史 深田慎 石田一成		
IPC分类号	H04R19/00 A61B8/00 H04R31/00		
CPC分类号	B06B1/0292 Y10T156/10		
代理人(译)	许静		
优先权	2010099323 2010-04-23 JP		
其他公开文献	CN102860045B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

在本发明的超声波探头中，抑制衬里层和CMUT部的接合部分产生的热应力引起的CMUT部的翘曲，提高CMUT部与衬里层的粘合的耐久性。为此，具备：具有根据施加的偏置电压改变机电耦合系数或灵敏度的振动要素的CMUT部（20）；与CMUT部（20）的超声波发送面的背面侧粘合的衬里层（22）；隔着衬里层（22）与CMUT部（20）相对配置，抑制与衬里层（22）粘合的CMUT部（20）与衬里层（22）之间产生的热应力导致的CMUT部（20）的翘曲的热应力平衡部件（24）。

