



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102194991 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 07

(21) 申请号 201110059649. 7

(22) 申请日 2011. 03. 11

(30) 优先权数据

2010-054168 2010. 03. 11 JP

2010-284662 2010. 12. 21 JP

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 松田洋史

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51) Int. Cl.

H01L 41/08 (2006. 01)

H01L 41/18 (2006. 01)

H01L 41/27 (2013. 01)

H03H 9/15 (2006. 01)

B06B 1/06 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1783712 A, 2006. 06. 07, 说明书第 4 页第 5 行 - 第 7 页第 18 行, 附图 1-6E.

CN 1790751 A, 2006. 06. 21, 全文.

US 2006/0186762 A1, 2006. 08. 24, 全文.

US 2003/0205948 A1, 2003. 11. 06, 全文.

审查员 叶常茂

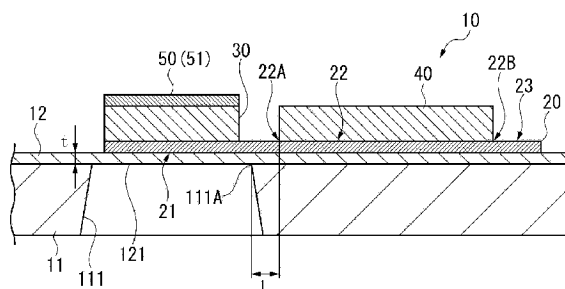
权利要求书2页 说明书13页 附图8页

(54) 发明名称

压电元件、压电传感器、电子设备及压电元件的制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种压电元件、压电传感器、电子设备及压电元件的制造方法。压电元件包括：支撑体，具有能够沿厚度方向变位的变位部；下部电极层，形成在上述支撑体上，在平面图中，具有设置在所述变位部内的下部电极主体部以及与所述下部电极主体部连接并跨到外侧区域地设置的下部电极丝部；第一压电体层，在所述平面图中，在所述变位部内形成在所述下部电极主体部上；上部电极层，在所述平面图中，形成为跨到外侧区域，并且至少一部分层压在所述第一压电体层上且与所述下部电极层绝缘；以及第二压电体层，在所述支撑体上覆盖所述下部电极丝部的至少一部分地形成。



1. 一种压电元件,其特征在于,包括:

支撑体,具有能够沿厚度方向变位的变位部;

下部电极层,在从所述变位部的厚度方向观察所述支撑体的平面图中,所述下部电极层在所述支撑体上具有设置在所述变位部的外周边缘的内侧区域的下部电极主体部以及与所述下部电极主体部连接并从所述变位部的外周边缘的内侧区域跨到外侧区域设置的下部电极丝部;

第一压电体层,在所述平面图中,在所述变位部的外周边缘的内侧区域中设置在所述下部电极主体部上;

上部电极层,在所述平面图中,从所述变位部的外周边缘的内侧区域跨到外侧区域,所述上部电极层的至少一部分层压在所述第一压电体层上且与所述下部电极层绝缘;以及

第二压电体层,在所述支撑体上、以覆盖所述下部电极丝部的至少一部分的方式设置在在所述平面图中不与所述变位部的外周边缘重叠的位置且在所述变位部的外侧区域。

2. 根据权利要求1所述的压电元件,其特征在于,

在所述第二压电体层上设置有配线层。

3. 根据权利要求2所述的压电元件,其特征在于,

所述配线层被电连接在所述下部电极丝部的相互不同的两点间。

4. 根据权利要求1所述的压电元件,其特征在于,

所述下部电极丝部包括:元件连接线,在所述平面图中,所述元件连接线从所述变位部的外周边缘的内侧区域跨到外侧区域并与所述下部电极主体部连接;以及下部电极配线,所述下部电极配线与所述元件连接线连接并设置在所述变位部的外周边缘的外侧区域,在所述平面图中,所述下部电极配线的线宽小于所述元件连接线的线宽,

所述第二压电体层被设置为覆盖所述下部电极配线。

5. 一种压电传感器,其特征在于,

具有多个权利要求1至4中任一项所述的压电元件,这些压电元件被配置成阵列状。

6. 一种电子设备,其特征在于,具有权利要求1至4中任一项所述的压电元件或权利要求5所述的压电传感器。

7. 一种压电元件的制造方法,所述压电元件包括:支撑体,具有能够沿厚度方向变位的变位部;下部电极层,在从所述变位部的厚度方向观察所述支撑体的平面图中,所述下部电极层在所述支撑体上具有设置在所述变位部的外周边缘的内侧区域的下部电极主体部以及与所述下部电极主体部连接并从所述变位部的外周边缘的内侧区域跨到外侧区域设置的下部电极丝部;第一压电体层,在所述平面图中,在所述变位部的外周边缘的内侧区域中设置在所述下部电极主体部上;上部电极层,在所述平面图中,从所述变位部的外周边缘的内侧区域跨到外侧区域,所述上部电极层的至少一部分层压在所述第一压电体层上且与所述下部电极层绝缘;以及第二压电体层,在所述支撑体上、以覆盖所述下部电极丝部的至少一部分的方式设置在在所述平面图中不与所述变位部的外周边缘重叠的位置且在所述变位部的外侧区域,所述压电元件的制造方法的特征在于,包括:

下部电极图案化步骤,在所述支撑体上对所述下部电极层进行图案化;

压电体层层压步骤,在所述下部电极层上层压具有所述第一压电体层和所述第二压电体层的压电体层;

压电体层图案化步骤,在所述第一压电体层和所述第二压电体层的形成区域外实施蚀刻处理,以形成所述第一压电体层和所述第二压电体层;

上部电极前躯体层层压步骤,层压上部电极前躯体层;以及

上部电极图案化步骤,蚀刻所述上部电极前躯体层,以进行图案化。

压电元件、压电传感器、电子设备及压电元件的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及在薄膜上形成有压电体的压电元件、具有压电元件的压电传感器、电子设备以及压电元件的制造方法。

背景技术

[0002] 目前众所周知有这样的压电元件（超声波元件）：在支撑膜上层压压电体，向压电体施加电压使其振动，从而使支撑膜振动，输出超声波（例如，参见专利文献 1）。

[0003] 该专利文献 1 的超声波元件具有压电振子，所述压电振子是在隔膜上通过电极金属膜将压电体薄膜夹在中间。该超声波元件通过对上层和下层的电极金属膜施加电压，从而使压电体薄膜振动，形成压电体薄膜的隔膜也进行振动，输出超声波。

[0004] 在先技术文献

[0005] 日本专利文献：特开 2006-229901 号公报

[0006] 但在制造上述专利文献 1 的超声波元件时，一般在隔膜上面形成下层的电极金属膜，并在其上层形成压电体薄膜，之后，对该压电体薄膜进行蚀刻处理，从而图案化成规定形状。上层的电极金属层的形成也一样，在下层的电极金属膜、压电体薄膜的上层形成电极金属层，对该电极金属层进行蚀刻处理，从而图案化成规定形状。

[0007] 但是，在上述的反复蚀刻的方法中，在进行压电体薄膜的蚀刻和上层侧的电极金属层的蚀刻时，也蚀刻到了下层侧的电极金属层（过蚀刻），下层的电极金属膜的膜厚变小。一旦电极金属膜的膜厚变小，电阻会增大，则产生例如耗电增加、输出的超声波声压降低、很难进行高频控制的问题。

[0008] 本发明鉴于上述问题，目的是提供一种可降低电极的电阻的压电元件、压电传感器、电子设备以及压电元件的制造方法。

发明内容

[0009] 本发明的压电元件的特征在于，包括：支撑体，具有能够沿厚度方向变位的变位部；下部电极层，在从上述变位部的厚度方向观察上述支撑体的平面图中，上述下部电极层在上述支撑体上具有设置在上述变位部的外周边缘的内侧区域的下部电极主体部以及与上述下部电极主体部连接并从上述变位部的外周边缘的内侧区域跨到外侧区域设置的下部电极丝部；第一压电体层，在上述平面图中，在上述变位部的外周边缘的内侧区域中设置在上述下部电极主体部上；上部电极层，在上述平面图中，从上述变位部的外周边缘的内侧区域跨到外侧区域，上述上部电极层的至少一部分层压在上述第一压电体层上且与上述下部电极层绝缘；以及第二压电体层，在上述支撑体上覆盖上述下部电极丝部的至少一部分地设置。

[0010] 另外，具有本发明上述的变位部的支撑体示例为这样的结构：例如，在基板上形成通孔或凹部等开口部，并形成支撑膜，以闭塞该开口部，从而开口部上的支撑膜成为可以沿膜厚方向变位的变位部。而且，也可以是经由架桥部将变位部保持在形成于基板上的上述

开口部上的结构等。也可以是例如在支撑体上形成凹形槽,该凹形槽的底部成为可以沿厚度方向变位的变位部的结构。也可以构成为:在基板上形成通孔或凹槽等的开口部,使具有弹性大于基板的易弯曲的弹性部件与该开口部接合,弹性部件进行变位等。

[0011] 另外,为了使中心点的变位量最大,变位部也可以构成为:将变位部的整个外周边缘保持在支撑体的主体部分、或者以均匀间隔保持外周边缘,为了使变位部的一端部的变位量最大,变位部也可以构成为:将另一端部保持在支撑体的主体部分上等。

[0012] 在本发明中,将第一压电体层层压在下部电极层的下部电极主体部,并将第二压电体层层压在下部电极层的下部电极丝部的至少一部分上。因此,下部电极层被第一压电体层、第二压电体层覆盖保护,从而在形成压电元件的压电体层、上部电极层时,下部电极层不会形成过蚀刻,可以抑制下部电极层的电阻增大,可以提供低电阻的压电元件。对于这样的低电阻的压电元件,在向下部电极层和上部电极层之间施加电压使变位部振动的情况下,可以用低功耗得到大振幅的振动,可以促进节约能源。另外,在通过从第一压电体层输出的电流值来检测支撑膜的变位量的情况下,由于下部电极丝部的电阻小,因此可以抑制从第一压电体层输出的电流损失,可以高精度地检测支撑膜的变位。

[0013] 另外,虽然考虑到上述的下部电极层的过蚀刻,可以事先增加厚度尺寸形成下部电极层,但这种情况下,由于在层压压电膜的部分未形成过蚀刻,因此存在下部电极层的厚度增加,压电膜以及上部电极层的层压部分的总厚度尺寸也增加的问题。而本发明不用预测下部电极层的过蚀刻引起的电阻增大或膜厚偏差就可以设定下部电极层的膜厚尺寸,也可以实现压电元件的薄形化。

[0014] 而且,也可以在下部电极丝部上形成与第一压电体层相同材料的第二压电体层,这种情况下,可以在形成第一压电体层的同时形成第二压电体层。因此,与为了保护下部电极丝部而另外使用保护层等的情况相比,压电元件的制造也简单,可以削减制造成本。

[0015] 对于本发明的电子元件,优选构成为:在上述平面图中,上述第二压电体层设置在不与上述变位部的外周边缘重叠的位置。

[0016] 如果使变位部与第一压电体层的振动连动变位或者通过来自外部的应力使变位部变位,通过将变位部的边缘部分形成薄的膜厚,从而可以增加该变位部的变位量。此处,第二压电体层由于设置在不与变位部的边缘部重叠的位置,因此,变位部的边缘部附近的厚度不会增加。因此,即使在由于第一压电体层的振动使变位部变位的情况下、通过外力使变位部变位的情况下,也可以增加其变位量。因此,例如在使变位部振动、输出超声波的情况下,与第二压电体层也层压在变位部的边缘上的情况相比,能够以低功耗增加变位部的振幅,能够输出更大声压的超声波。另外,在接收超声波的情况下,可以通过接收到的超声波加大变位部的振动,因此,可以提高接收灵敏度,可以高精度地检测超声波。

[0017] 对于本发明的压电元件,也可以构成为:在上述第二压电体层上设置有配线层。

[0018] 在本发明中,通过在压电元件上形成配线层,从而能够分离该配线层和下部电极层。

[0019] 另外,如果在一个平面基板上形成多个配线图案,则有可能基板的大小等限制了各配线图案的线宽,电阻也要增大。而在本发明中,通过在第二压电体层上也形成配线层,从而能够在基板上和第二压电体层上通过双层结构形成配线图案。因此,与在一个基板上形成多个配线图案的情况相比,能够缩小基板的尺寸,也能够防止电阻增大。

[0020] 另外,也可以构成为:上述配线层被电连接在上述下部电极丝部的相互不同的两点间。

[0021] 在本发明中,配线层连接下部电极层的不同的两点之间。因此,在下部电极层的这两点之间能够通过下部电极层和配线层流通电流,能够进一步降低电阻。

[0022] 对于本发明的压电元件,优选构成为:上述下部电极丝部包括:元件连接线,在上述平面图中,上述元件连接线从上述变位部的外周边缘的内侧区域跨到外侧区域并与上述下部电极主体部连接;以及下部电极配线,上述下部电极配线与上述元件连接线连接并设置在上述变位部的外周边缘的外侧区域,在上述平面图中,上述下部电极配线的线宽小于上述元件连接线的线宽,上述第二压电体层覆盖上述下部电极配线地设置。

[0023] 在本发明中,第二压电体层覆盖在下部电极丝部中的线宽小的下部电极配线上。

[0024] 由于线宽越大下部电极丝部的电阻越低,因此,优选增大线宽地形成下部电极丝部。但是,实际上如果将压电元件配置在基板上,由于其他元素或其配线图案的关系等,不能充分确保下部电极配线的线宽,有可能小于元件连接线。这种情况下,在压电体层和上部电极的图案化时,如果下部电极配线形成过蚀刻,下部电极配线的电阻将进一步增大。而在本发明中,第二压电体层层压在这样的线宽变小的下部电极配线上。因此,在压电体层和上部电极的图案化时,下部电极配线不会形成过蚀刻,能够防止电阻增大。

[0025] 本发明的压电传感器的特征在于,具有多个上述的压电元件,这些压电元件配置成阵列状。

[0026] 在本发明中,压电传感器具有配置成阵列状的多个压电元件。如上所述,各压电元件的下部电极层的一部分被第二压电体层覆盖,因此能够抑制过蚀刻引起的电阻增大。因此,如果使支撑膜振动输出超声波,则能够以低功耗输出大声压的(振幅大)超声波,例如在利用支撑膜接收超声波、检测超声波信号的情况下,能够输出大的电信号(电流值),能够提高检测精度。

[0027] 另外,对于这样的压电传感器,需要与各压电元件连接的下部电极丝部,如果形成小型的压电传感器,各下部电极丝部的线宽也受到限制而变小。这种情况下,下部电极丝部的电阻也提高。在此,如果不在这些下部电极丝部的上部形成第二压电体层,则有可能因下部电极丝部被过蚀刻,从而使电阻进一步增大。而在本发明中,在这样的线宽小的下部电极丝部也形成第二压电体层,从而能够防止在压电体层和上部电极层的图案化时电阻增大。

[0028] 本发明的电子设备的特征在于,具有如上所述的压电元件或如上所述的压电传感器。

[0029] 在本发明中,如上所述,设置在电子设备上的压电元件的下部电极层的一部分被第二压电体层覆盖,能够抑制过蚀刻引起的电阻增大,能够以低功耗驱动变位部、抑制来自变位部的电信号的损失,实现压电元件的薄形化。因此,对于具有这样的压电元件或内置了压电元件的压电传感器的电子设备,通过以低功耗驱动变位部或抑制电信号的损失,从而实现节能。另外,由于可以使压电元件薄形化,因此也可促进电子设备的小型化。

[0030] 本发明的压电元件的制造方法是制造压电元件的制造方法,上述压电元件包括:支撑体,具有能够沿厚度方向变位的变位部;下部电极层,在从上述变位部的厚度方向观察上述支撑体的平面图中,上述下部电极层在上述支撑体上具有设置在上述变位部的外周边缘的内侧区域的下部电极主体部以及与上述下部电极主体部连接并从上述变位部的外周

边缘的内侧区域跨到外侧区域设置的下部电极丝部；第一压电体层，在上述平面图中，在上述变位部的外周边缘的内侧区域中设置在上述下部电极主体部上；上部电极层，在上述平面图中，从上述变位部的外周边缘的内侧区域跨到外侧区域，上述上部电极层的至少一部分层压在上述第一压电体层上且与上述下部电极层绝缘；以及第二压电体层，在上述支撑体上覆盖上述下部电极丝部的至少一部分地设置，上述压电元件的制造方法的特征在于，包括：下部电极图案化步骤，在上述支撑体上对上述下部电极层布图；压电体层层压步骤，在上述下部电极层上层压具有上述第一压电体层和上述第二压电体层的压电体层；压电体层图案化步骤，在上述第一压电体层和上述第二压电体层的形成区域外实施蚀刻处理，以形成上述第一压电体层和上述第二压电体层；上部电极前躯体层层压步骤，层压上述上部电极前躯体层；以及上部电极图案化步骤，蚀刻所述上部电极前躯体层，以进行图案化。

[0031] 在本发明中，在下部电极图案化步骤之后执行压电体层层压步骤，该压电体层层压步骤层压用于形成覆盖下部电极层的下部电极配线部上的至少一部分的第二压电体层和层压在下部电极层的下部电极主体部上的第一压电体层的压电体层。并且，在该压电体层层压步骤之后，通过压电体层图案化步骤对压电体层进行蚀刻，从而形成下部电极主体部上的第一压电体层和至少覆盖下部电极配线部的一部分的第二压电体层。另外，在该压电体层图案化步骤之后进行上部电极前躯体层层压步骤和上部电极图案化步骤，边抑制下部电极层的电阻增大边形成上部电极层。

[0032] 通过用该制造方法制造压电元件，与上述发明一样可以抑制下部电极层的电阻增大。另外，由于可以同时形成第一压电体层和第二压电体层，因此与另外形成例如保护下部电极层的保护层等方法相比，可以简化制造步骤。

附图说明

[0033] 图 1 是本发明的第一实施方式的压电元件的平面图。

[0034] 图 2 是第一实施方式的压电元件的截面图。

[0035] 图 3(A) 是表示压电元件的制造步骤的一部分的截面图，图 3(B) 是表示压电元件的制造步骤的一部分的截面图，图 3(C) 是表示压电元件的制造步骤的一部分的截面图，图 3(D) 是表示压电元件的制造步骤的一部分的截面图。

[0036] 图 4(A) 是表示压电元件的制造步骤的其余部分的截面图，图 4(B) 是表示压电元件的制造步骤的其余部分的截面图，图 4(C) 是表示压电元件的制造步骤的其余部分的截面图，图 4(D) 是表示压电元件的制造步骤的其余部分的截面图。

[0037] 图 5 是本发明涉及的第二实施方式的压电元件的平面图。

[0038] 图 6 是对于第二实施方式的变形例的压电元件，从基板的厚度方向看下部电极丝部的一部分的平面图。

[0039] 图 7 是图 6 中的 A-A 线的截面图。

[0040] 图 8 是图 6 中的 B-B 线的截面图。

[0041] 图 9(A) 是示出本发明涉及的第三实施方式的压电元件的平面图，图 9(B) 是示出本发明涉及的第三实施方式的压电元件的截面图。

[0042] 图 10 是本发明涉及的第四实施方式的超声波传感器的一部分的平面图。

[0043] 图 11 是第五实施方式的 PDA 结构的模式立体图。

[0044] 图 12 是 PDA 具有的超声波传感器的结构的模式立体图。

具体实施方式

[0045] [第一实施方式]

[0046] 以下根据附图对本发明的第一实施方式的压电元件的结构进行说明。

[0047] [压电元件的结构]

[0048] 图 1 是第一实施方式的压电元件的平面图。

[0049] 图 2 是第一实施方式的压电元件的截面图。

[0050] 在图 1 中,压电元件 10 包括形成有开口部 111 的基板 11、跨越开口部 111 的内外形成在基板 11 上的支撑膜 12、形成在支撑膜 12 上的下部电极层 20、形成在开口部 111 内侧的第一压电体层 30、形成在开口部 111 外侧的第二压电体层 40 以及跨越开口部 111 的内外形成的上部电极层 50。在此,由基板 11 和支撑膜 12 形成本发明的支撑体,由支撑膜 12 中的封闭开口部 111 的区域即隔膜 121 构成本发明的变位部。

[0051] 另外,在本实施方式中,以在具有通孔即开口部 111 的基板 11 上形成支撑膜 12 从而形成具有变位部即隔膜 121 的支撑体为例,但不局限于此,例如也可以是开口部 111 是凹槽并由支撑膜 12 封闭该凹槽的开口部 111 的开口的结构。另外,也可以是在基板 11 上形成凹槽并将其底部作为变位部的支撑体。

[0052] 而且,虽然以支撑体由基板 11 和支撑膜 12 构成为例,但也可以是在支撑膜 12 的上层设置例如绝缘膜等其他层、并在该其他层上设置下部电极层 20 的结构等。

[0053] 另外,压电元件 10 例如可以用作通过向第一压电体层 30 施加电压从而使支撑膜 12 振动以输出超声波的超声波发送元件、用支撑膜 12 接收超声波并从第一压电体层 30 输出对应于振动的电信号的超声波接收元件、根据从第一压电体层 30 输出的电信号检测施加在支撑膜 12 上的应力的应力检测元件以及驱动第一压电体层 30 以向与支撑膜 12 接触的对象物供给驱动力的驱动力发生元件等。在本实施方式中,以压电元件 10 用作超声波发送元件为例进行说明。

[0054] 基板 11 例如由容易通过蚀刻等进行加工的硅 (Si) 等半导体形成材料形成。另外,形成在基板 11 上的开口部 111 在平面图中优选形成圆形。因此,可以在开口部 111 内侧的支撑膜 12 即隔膜 121 上使相对隔膜 121 的弯曲的应力均匀。

[0055] 也就是说,例如在开口部 111 例如形成矩形,并在矩形的中心部形成第一压电体层 30 的情况下,即使在距隔膜 121 的中心点的距离相同的位置,也会形成支撑膜 12 的易弯曲区域和不易弯曲区域。而如本实施方式中所述形成圆形的开口部 111 时,由于从隔膜的中心点到开口部 111 的边缘部 111A(构成本发明中的变位部的外周边缘)的距离相同,因此在距隔膜 121 的中心点的距离相同的点上,支撑膜 12 的易弯曲程度也相同,可以使隔膜 121 均匀地弯曲。

[0056] 支撑膜 12 以封闭开口部 111 的状态成膜在基板 11 上。该支撑膜 12 例如由 SiO_2 膜和 ZrO_2 层的双层结构形成。在此,如果基板 11 是 Si 基板,则可以通过对基板表面进行热氧化处理来使 SiO_2 层成膜。另外, ZrO_2 层例如通过溅射法等方法在 SiO_2 层上成膜。在此, ZrO_2 层是在第一压电体层 30 或第二压电体层 40 使用例如 PZT 时用于防止形成 PZT 的 Pb 向 SiO_2 层扩散的层。另外, ZrO_2 层也具有提高对于隔膜 121 的变形的挠度效率等效果。

[0057] 下部电极层 20 包括在平面图中形成在开口部 111 的内侧并且其上层层压有第一压电体层 30 的下部电极主体部 21、与该下部电极主体部 21 连接、跨越被开口部 111 的边缘部 111A 包围的区域的内外形成并且未层压有第一压电体层 30 的下部电极丝部 22 以及形成在下部电极丝部 22 的前端部的下部电极端子部 23。即，下部电极丝部 22 从隔膜 121 上的边缘部 111A 的内侧区域跨到外侧区域而形成。

[0058] 第一压电体层 30 层压形成在下部电极层 20 的下部电极主体部 21 上。该第一压电体层 30 例如通过将 PZT(锆钛酸铅 :lead zirconate titanate) 形成膜状而形成。另外,虽然在本实施方式中,第一压电体层 30 使用了 PZT,但可以使用通过施加电压能向面内方向收缩的材料中的任何材料,例如可以使用钛酸铅 (PbTiO_3)、锆酸铅 (PbZrO_3)、钛酸铅镧 ($(\text{Pb},\text{La})\text{TiO}_3$) 等。

[0059] 并且,通过向下部电极主体部 21 和后述的上部电极层 50 施加电压,该第一压电体层 30 向面内方向伸缩。此时,第一压电体层 30 的一个面经由下部电极主体部 21 与支撑膜 12 接合,而在第一压电体层 30 的另一个面上虽然形成了上部电极层 50,但由于该上部电极层 50 上未形成其他层,因此第一压电体层 30 的靠支撑膜 12 的一侧不容易伸缩,而靠上部电极层 50 的一侧容易伸缩。因此,当向第一压电体层 30 施加电压时,在开口部 111 侧产生凸状的弯曲,使隔膜 121 弯曲。因此,通过向第一压电体层 30 施加交流电压,从而隔膜 121 相对膜厚方向振动,通过该隔膜 121 的振动从开口部 111 输出超声波。

[0060] 在平面图中,上部电极层 50 的一部分层压在第一压电体层 30 上,且在与下部电极层 20 绝缘的配置位置上形成图案。具体是,上部电极层 50 包括层压在第一压电体层 30 上的上部电极主体部 51、与上部电极主体部 51 连接、向与下部电极丝部 22 不同的方向延伸且在平面图中跨越开口部 111 的内外形成的上部电极丝部 52 以及形成在上部电极丝部 52 的前端的上部电极端子部 53。

[0061] 在此,在第一压电体层 30 中,与上部电极层 50 和下部电极主体部 21 双方重叠的区域成为施加电压时进行收缩的区域。

[0062] 第二压电体层 40 由与第一压电体层 30 相同的材料即 PZT 形成。另外,该第二压电体层 40 形成在支撑膜 12 的开口部 111 的外侧区域且覆盖下部电极层 20 的下部电极丝部 22。具体是,第二压电体层 40 以覆盖下部电极丝部 22 中的、与支撑膜 12 上的开口部 111 的边缘部 111A 相距不影响隔膜 121 弯曲的规定尺寸的端部位置 22A 与下部电极端子部 23 和下部电极丝部 22 的连接部 22B 之间的方式形成。这是由于第二压电体层 40 与开口部 111 的边缘部 111A 重叠形成时,隔膜 121 的弯曲刚性增强,输出的超声波的声压缩小。进一步优选将第二压电体层 40 形成在与开口部 111 的边缘部 111A 的距离 L 满足下式 (1) 的端部位置 22A 到连接部 22B 的下部电极丝部 22 上,其中 t 为支撑膜 12 的厚度。

[0063] [数 1]

[0064] $L > 5t$ (1)

[0065] 这是由于在支撑膜 12 的隔膜 121 弯曲时,在支撑膜 12 上会产生要进入开口部 111 的力矩力,由于该力矩力,在平面图中,在从开口部 111 的边缘部 111A 起 5t 的距离范围内的支撑膜受到拉伸力。因此,如果在该距离范围内形成第二压电体层 40,则在隔膜 121 弯曲时成为阻力,超声波的声压将降低。而在平面图中从开口部 111 的边缘部 111A 起大于或等于 5t 的距离则不受上述的影响,可以使隔膜 121 良好地弯曲。另一方面,如果第二压电体

层 40 的端部的形成位置离开口部 111 过远,则下部电极丝部 22 的暴露面积变大,因而在进行第一和第二压电体层 30、40 的图案化时,在对上部电极层 50 图案化时,有可能该下部电极丝部 22 的暴露部分形成过蚀刻,电阻增大。因此,第二压电体层 40 的形成位置最优选覆盖从与开口部 111 的边缘部 111A 相距 $5t$ 的位置到下部电极端子部 23 与下部电极丝部 22 的连接部 22B 的位置。

[0066] 另外,在下部电极端子部 23 上由于连接了用于向第一压电体层 30 施加电压的配线,因此未形成第二压电体层 40。

[0067] [压电元件的制造方法]

[0068] 以下根据附图对上述压电元件的制造方法进行说明。

[0069] 图 3 和图 4 是压电元件的制造步骤的截面图。

[0070] 为了制造压电元件 10,首先如图 3(A) 所示,对基板 11(Si) 进行热氧化处理,在基板 11 的表面形成 SiO_2 层。然后,利用溅射法在该 SiO_2 层上进行 Zr 层的成膜,通过对 Zr 层进行氧化形成 ZrO_2 层。从而形成厚度尺寸例如为 $3\mu\text{m}$ 的支撑膜 12。

[0071] 然后,例如通过溅射法等,在基板 11 的一个面侧形成下部电极层 20。该下部电极层 20 如果是具有导电性的膜,则不限材料,但在本实施方式中使用 Ti/Ir/Pt/Ti 的层压结构膜,在压电体层烧成后形成均匀的下部电极层 20,使膜厚尺寸例如为 $0.2\mu\text{m}$ 。

[0072] 然后,例如利用光刻法在该下部电极层 20 上的下部电极主体 21 和下部电极丝部 22 的形成位置上形成抗蚀层。然后利用蚀刻去除下部电极层中未形成抗蚀层的区域以形成图案,从而如图 3(B) 所示地形成下部电极主体部 21、下部电极丝部 22 以及下部电极端子部 23(下部电极图案化步骤)。

[0073] 然后,如图 3(C) 所示,将由 PZT 形成的压电体层 60 成膜在形成有该下部电极层 20 的图案的基板 11 的一个面侧。压电体层 60 的成膜使用 MOD(金属有机分解, Metal Organic Decomposition) 法,用 12 层膜形成总厚度尺寸例如为 $1.4\mu\text{m}$ 的压电体层(压电体层层压步骤)。

[0074] 然后,例如利用光刻法在该压电体层 60 上的第一压电体层 30 和第二压电体层 40 的形成位置上形成抗蚀层,通过蚀刻去除未形成抗蚀层的区域后以形成图案。因此,如图 3(D) 所示,在下部电极主体部 21 上形成第一压电体层 30,在下部电极丝部 22 上形成第二压电体层 40(压电体层图案化步骤)。

[0075] 在该压电体层图案化步骤中,在第一压电体层 30 和第二压电体层 40 的形成区域,由于下部电极层 20 未被蚀刻,因此不会发生电阻增加等问题。

[0076] 另外,虽然在开口部 111 上的未设置第一压电体层 30 的区域形成的下部电极丝部 22 以及在距开口部 111 的边缘部 111A 的距离 L 为 $5t$ (在本实施方式中由于 $t = 3\mu\text{m}$, 因此 $L = 15\mu\text{m}$) 的范围内的下部电极丝部 22 有可能在进行压电体层 60 的蚀刻时被过蚀刻,但该部分相对整个下部电极丝部 22 是非常小的范围,因此即使该部分的电阻增大,也不会受其影响。

[0077] 然后如图 4(A) 所示,例如利用溅射等将上部电极前躯体层 50A 均匀地成膜在基板 11 的一个面侧。用于形成该上部电极前躯体层 50A 的导电膜与下部电极层 20 一样可以使用具有导电性的任何材料,在本实施方式中使用 Ir 膜,形成例如 50nm 的厚度(上部电极前躯体层层压步骤)。

[0078] 然后,例如使用光刻法在该上部电极前躯体层 50A 上形成用于上部电极主体部 51、上部电极丝部 52 以及上部电极端子部 53 的图案化的抗蚀层,通过蚀刻去除未形成抗蚀层的区域从而形成图案。因此如图 4(B) 所示,进行上部电极层 50 的图案化(上部电极图案化步骤)。

[0079] 该上部电极图案化步骤也与上述压电体层图案化步骤一样,通过第一压电体层 30 和第二压电体层 40 覆盖下部电极层 20,因此可以防止下部电极层 20 的过蚀刻,抑制下部电极层 20 的电阻增大。

[0080] 然后调节基板 11 的厚度尺寸。如图 4(C) 所示,对形成下部电极层 20、第一压电体层 30、第二压电体层 40 以及上部压电体层 50 的一个面侧的相对侧的基板 11 的另一面侧(超声波的输出面)进行例如切削、研磨等加工。通过进行这样的切削加工、研磨加工,可以减少形成开口部 111 时的蚀刻量。在此,通过使用 ICP(电感耦合等离子, Inductive Coupled Plasma) 蚀刻装置的 RIE(反应离子蚀刻, Reactive Ion Etching) 将开口部 111 蚀刻形成,但考虑到蚀刻深度、相对薄膜应力弯度的刚性以及相对处理的强度,优选进行切削和研磨加工,使基板 11 的厚度尺寸为 $200\ \mu\text{m}$ 。

[0081] 在开口部 111 的形成中,在基板 11 的上述另一面侧的未形成开口部 111 的位置形成抗蚀层。该抗蚀层例如形成 $10\ \mu\text{m}$ 的厚度,以能够经受基板 11 的蚀刻。然后如图 4(D) 所示,利用 ICP 蚀刻装置对基板 11 从上述另一面侧蚀刻到支撑膜 12 的 SiO_2 层。

[0082] 基于此,制造了压电元件 10。

[0083] [第一实施方式的作用效果]

[0084] 如上所述,第一实施方式的压电元件在跨越开口部 111 的内外形成的下部电极层 20 中的形成在开口部 111 内侧的下部电极主体部 21 上形成第一压电体层 30,在下部电极丝部 22 中的开口部 111 外侧的下部电极丝部 22 上形成第二压电体层 40。

[0085] 因此,在对压电体层 60 进行蚀刻以形成第一压电体层 30 和第二压电体层 40 时,可以抑制下部电极层 20 被过蚀刻从而电阻增大的问题。因此,可以用低功耗增加第一压电体层 30 的伸缩量,还可以使通过隔膜 121 的振动输出的超声波形成大的声压。

[0086] 另外,无需考虑过蚀刻而增加下部电极层 20 的厚度尺寸,可以使下部电极层 20 的厚度尺寸变薄。因此也可以实现压电元件 10 本身的薄型化。

[0087] 而且,第一压电体层 30 和第二压电体层 40 由相同的材料即 PZT 形成。即,可以通过压电体层层压步骤和压电体层图案化步骤同时形成第一压电体层 30 和第二压电体层 40。因此与例如在下部电极层 20 上设置另外的保护膜相比,可以简化制造步骤,无需另外准备保护膜,可以简化结构。

[0088] 另外,在平面图中,第二压电体层 40 形成在不与开口部 111 的边缘部 111A 重叠的位置。

[0089] 因此,第二压电体层 40 在隔膜 121 弯曲时不成为阻力,因此与第二压电体层 40 形成在开口部 111 的边缘部 111A 上的情况相比,可以使隔膜 121 以大振幅振动。因此,即使施加在第一压电体层 30 上的电压是低电压,也可以输出大声压的超声波。

[0090] 而且,第二压电体层 40 以从下部电极丝部 22 中的、与开口部 111 的边缘部 111A 相距相当于支撑膜 12 的厚度尺寸 t 的五倍的距离 L 的端部位置 22A 覆盖到下部电极丝部 22 与下部电极端子部 23 的连接部 22B 的方式形成。

[0091] 在隔膜 121 弯曲时,支撑膜 12 在进入开口部 111 的方向受到力矩力,因此拉伸力在开口部 111 侧进行作用,从而靠近开口部 111 的边缘部 111A 位置处的支撑膜 12 进行伸缩。在此,如果在接近开口部 111 的边缘部的位置形成第二压电体层 40,则该支撑膜 12 的伸缩受到限制,因此有可能限制隔膜 121 的弯曲量。而如上所述,通过在与开口部 111 的边缘部 111A 相距距离 L 的位置形成第二压电体层 40,从而隔膜 121 的弯曲阻力不会增大,隔膜 121 的弯曲量不会减少。因此,与开口部 111 的边缘部 111A 到第二压电体层 40 的形成位置的距离不足距离 L 时相比,可以输出大声压的超声波。

[0092] [第二实施方式]

[0093] 以下根据附图就本发明的第二实施方式的压电元件进行说明。

[0094] 图 5 是本发明的第二实施方式的压电元件的截面图。

[0095] 第二实施方式的压电元件 10A 在第一实施方式的压电元件 10 的第二压电体层 40 上形成配线层即辅助电极层 70。

[0096] 具体是该辅助电极层 70 从下部电极层 20 的连接部 22B 起形成在第二压电体层 40 的上层,在第二压电体层 40 的端部位置 22A 再次与下部电极层 20 连接。

[0097] 该辅助电极层 70 由与上部电极层 50 相同的材料形成,在上部电极图案化步骤中,与上部电极层 50 同时形成。

[0098] 即,在上部电极前驱体层层压步骤中形成图 4(A) 所示的导电膜之后,在上部电极图案形成步骤中,在上部电极层 50 的形成位置和辅助电极层 70 的形成位置分别形成抗蚀层。然后通过蚀刻去除该抗蚀层的形成区域以外的导电膜,从而形成图 5 所示的辅助电极层 70。

[0099] [第二实施方式的作用效果]

[0100] 第二实施方式的压电元件 10A 可得到与上述第一实施方式的压电元件 10 相同的作用效果,可以抑制下部电极层 20 电阻的增大,促进压电元件 10A 本身的薄型化。

[0101] 而且,通过设置辅助电极层 70,在从下部电极端子部 23 到下部电极主体部 21 的配线部分可以进一步降低电阻,可以以较低功耗使第一压电体层 30 驱动,输出超声波。

[0102] 另外,图 5 的压电元件 10A 示例了以辅助电极层 70 的端部位于开口部 111 的边缘部 111A 的外侧的结构,但不局限于此,例如也可以形成将辅助电极层 70 形成在从第二压电体层 40 的端部位置 22A 起到第一压电体层 30 的下部电极丝部 22 上的结构。如上所述,上部电极层 50 的厚度例如为 50nm,与第二压电体层 40 相比是厚度非常薄的层,与上部电极层 50 同时形成的辅助电极层 70 也形成与上部电极层 50 相同的厚度。因此,这样的辅助电极层 70 即使跨越开口部 111 的内外形成,对隔膜弯曲的影响之小也可以忽略不计,不会成为降低超声波的声压的原因。另外,如果在从第二压电体层 40 的端部位置 22A 起到第一压电体层 30 的下部电极丝部 22 上形成辅助电极层 70,在压电体层图案化步骤或上部电极图案化步骤中,即使在从第二压电体层 40 的端部位置 22A 起到第一压电体层 30 的下部电极丝部 22 形成过蚀刻,也可以通过层压在下部电极丝部 22 上的辅助电极层 70 抑制电阻增大。因此,可更加有效地防止电阻增加,可以利用低电压输出大声压的超声波。

[0103] 同样也可以在下部电极端子部 23 上形成辅助电极层 70,这样可以防止下部电极端子部 23 上的电阻增大。

[0104] [第二实施方式的变形例]

[0105] 在上述的第二实施方式中,作为配线层示例了连接下部电极层 20 的两点间(端部位置 22A 和连接部 22B 之间)的辅助电极层 70,但不局限于此,也可以形成图 6、图 7、图 8 的结构。

[0106] 图 6 是从基板 11 的厚度方向观察作为第二实施方式的变形例的压电元件的下部电极丝部 22 的一部分的平面图。图 7 是图 6 的 A-A 线上的截面图。图 8 是图 6 的 B-B 线上的截面图。

[0107] 在该压电元件上,在下部电极丝部 22 上设置宽度小于下部电极丝部 22 的第二压电体层 40A。另外,如图 6、图 7 所示,在下部电极丝部 22 上设置作为覆盖第二压电体层 40A 的配线层的辅助电极层 70A。

[0108] 因此,如图 8 所示,即使在第二压电体层 40A 的外周边缘辅助电极层 70A 也与下部电极丝部 22 接触。因此,通过辅助电极层 70A 和下部电极丝部 22 形成在中心设置有第二压电体层 40A 的管状的配线结构体,可以进一步降低下部电极丝部 22 上的电阻。

[0109] [第三实施方式]

[0110] 以下根据附图就本发明的第三实施方式的压电元件进行说明。

[0111] 图 9 是表示第三实施方式的压电元件的图,(A) 是平面图,(B) 是截面图。

[0112] 在上述第二实施方式的压电元件 10A 中,以在第二压电体层 40 的上层设置与下部电极层 20 连接的辅助电极层 70 为例,而第三实施方式的压电元件 10B 是在第二压电体层 40 的上层形成上部电极丝部 52。

[0113] 上述第三实施方式的压电元件 10B 通过使第二压电体层 40 发挥绝缘层的作用,从而可以用简单的结构形成使下部电极层 20 和上部电极层 50 交叉的配线图案。

[0114] 即,在将压电元件 10B 配置成例如阵列状地形成的情况下等,在元件与阵列基板的配置关系上,有时候使下部电极丝部 22 和上部电极丝部 52 交叉地形成。目前,这种情况下为了防止下部电极丝部 22 与上部电极丝部 52 的接触必须另外形成绝缘层。而第三实施方式的压电元件 10B 通过在第二压电体层 40 上形成上部电极丝部 52,从而不用另外形成绝缘层就可以使下部电极丝部 22 和上部电极丝部 52 交叉。

[0115] [第四实施方式]

[0116] 以下作为本发明的第四实施方式,根据附图就配置了上述压电元件的超声波传感器进行说明。

[0117] 图 10 是示出第四实施方式的超声波传感器的一部分的平面图。

[0118] 在图 10 中,超声波传感器 1 是本发明的压电传感器,多个压电元件 10 具有配置成格子形的阵列结构。

[0119] 这样的超声波传感器 1 通过控制多个压电元件 10 中的超声波的输出定时,可以使超声波聚焦于所需要的点上。另外,在本实施方式中,以将多个超声波发送用压电元件 10 配置在基板 11 上的超声发送阵列为例,但也可以使这些压电元件 10 作为超声波的接收元件发挥作用。这种情况下,可以形成以下结构,例如使配置成格子状的压电元件 10 中的一半发挥超声波发送元件的作用,使另一半发挥超声波接收元件的作用等。另外,也可以形成以下结构等,即在使压电元件 10 发挥超声波发送元件的作用发送超声波后,作为超声波接收元件发挥作用,接收反射的超声波。而且,虽然以超声波传感器是压电传感器为例,但也可以用作例如在接触物与压电传感器接触时测量接触压的压力检测传感器,也可以用作通

过使各压电元件 10 依次驱动从而向接触物施加驱动力的传感器等。

[0120] 在这样的超声波传感器 1 中,为了通过使从各压电元件 10 输出的超声波的发送时间变化从而使超声波聚焦在需要的位置,设置相对每个压电元件 10 分别独立的下部电极丝部 22。

[0121] 具体如图 10 所示,各压电元件 10 的下部电极丝部 22 具有与下部电极主体部 21 连接、跨越隔膜 121 的内外形成的元件连接线 221 和连接从元件连接线 221 到下部电极端子部 23 的下部电极配线 222。由于在各压电元件 10 的隔膜 121 之间形成多个下部电极配线 222,因此布局上这些下部电极配线 222 形成为线宽小于元件连接线 221 的线宽。因此,下部电极配线 222 的电阻大于元件连接线 221 的电阻。

[0122] 在这样的超声波传感器 1 中,在形成各压电元件 10 的压电体和上部电极层 50 时,如果在下部电极配线 222 上发生过蚀刻,则引起电阻进一步增大,为了从压电元件 10 输出所需声压的超声波必须施加高电压,这种情况下,尤其在高频区域,很难驱动控制压电元件 10。而在本实施方式中,在线宽尺寸小于元件连接线 221 的下部电极配线 222 上形成了第二压电体层 40。因此,在制造传感器时,下部电极配线 222 不会过蚀刻,可抑制电阻增大。

[0123] 另外,如图 10 所示,在第四实施方式的超声波传感器 1 中,上部电极丝部 52 形成为配置于同一个方向(在图 10 中是纸张的横向)的各个压电元件 10 共通。

[0124] 这些上部电极丝部 52 与第三实施方式相同,形成在第二压电体层 40 上。因此,可形成不使上部电极丝部 52 与下部电极配线 222 接触,在平面图中,可以形成使这些上部电极丝部 52 与下部电极配线 222 接近的配线图案。通过形成这样的结构,可以缩短各个压电元件 10 的配置间隔,可以使超声波传感器 1 的基板 11 尺寸小型化。

[0125] 另外,在图 10 的例中,在平面图中,配置成各下部电极配线 222 和上部电极丝部 52 不重叠,在平面图中上部电极丝部 52 与下部电极配线 222 也可以配置在重叠的位置。

[0126] 另外,在本实施方式中,以在多个压电元件 10 之间将上部电极丝部 52 作为通用线使用为例,但也可以例如使下部电极配线 222 共通。这种情况下,可以形成线宽大的下部电极配线 222 且通过设置第二压电体层 40,也可以防止制造时的过蚀刻,因此可更加确实抑制电阻增大。

[0127] [第四实施方式的作用效果]

[0128] 上述第四实施方式的超声波传感器 1 具有配列了多个压电元件 10 的阵列结构。在这样的超声波传感器 1 中,在基板上形成下部电极 22 时,需要在压电元件 10 间配置多个下部电极配线 222,限制其线宽尺寸,增大电阻。在这样的超声波传感器 1 中,如果在制造时下部电极配线 222 发生过蚀刻,电阻进一步增大,输出的超声波声压下降,在高频区域,很难进行驱动控制。而在本实施方式中,通过在下部电极配线 222 上形成了第二压电体层 40 来防止制造时下部电极配线 222 的过蚀刻,可抑制电阻增大。

[0129] 另外,通过在第二压电体层 40 上形成上部电极丝部 52,可以防止下部电极配线 222 与上部电极丝部 52 接触。另外,在平面图中下部电极配线 222 和上部电极丝部 52 可以形成在重叠的位置,可以缩短各个压电元件 10 之间的距离,促进超声波传感器 1 的小型化。

[0130] [第五实施方式]

[0131] 以下作为第五实施方式就具有上述压电元件 10 的本发明的电子设备进行说明。在该第五实施方式中,以电子设备例如是 PDA(个人数据助理)为例。

[0132] 图 11 是模式地表示第五实施方式的 PDA 的结构的立体图。图 12 是模式地表示该 PDA 具有的超声波传感器的结构的立体图。

[0133] 在图 11 中, PDA 100 具有装置主体 2 和显示部 3。显示部 3 例如由液晶面板或有机面板等构成, 与收纳于装置主体 2 内部的运算控制部 12(参考图 12) 连接, 通过该运算控制部 13 显示各种操作页面或其他信息。另外, 在装置主体 2 的外周配置有本发明的压电传感器即超声波传感器 1A。如图 12 所示, 该超声波传感器 1A 具有多个超声波输出用压电元件 10A 和多个超声波接收用压电元件 10B。并且, 这些压电元件 10A、10B 与第四实施方式的超声波传感器 1 一样, 配置成图 10 所示的阵列结构, 在下部电极丝部 22 中, 第二压电体层 40 层压形成在配置于隔膜 121 的外侧区域的下部电极配线 222 上。

[0134] 在该第五实施方式的 PDA 上, 在下部电极丝部 22 中的形成在隔膜 121 的外侧区域的下部电极配线 222 上形成有第二压电体层 40。因此, 对于该超声波传感器 1A, 不会发生在制造时的下部电极配线 222 过蚀刻, 也不会引起电阻增大。因此, 对于超声波输出用压电元件 10A, 可以用更小的驱动电压输出大声压的超声波。另外, 对于超声波接收用压电元件 10B, 可以通过超声波接收来抑制输出的电信号的衰减。即, 超声波传感器 1A 可以高精度地收发超声波, 同时可实现节电。

[0135] 因此, 具有该超声波传感器 1A 的 PDA 可高精度地检测位于显示部 3 上的手指或手写笔的位置, 也可减少耗电。

[0136] 另外, 在上述第五实施方式中, 以内置了超声波传感器 1A 的 PDA 100 的输入装置作为使用本发明的压电元件和压电传感器的例子进行了说明, 但不局限于此。例如作为便携式游戏机或移动电话、个人电脑或电子词典等中的输入装置也可以使用本发明的压电元件和压电传感器。另外, 不局限于输入装置, 也可以用于利用超声波的输出进行各种处理的任何装置, 例如利用超声波清洗对象物的清洗装置或内置于机器人或汽车等上、检测与对象物的距离或速度的接近传感器或测距传感器、管道的无损检查或监视管道中流体的流速等的测量传感器、利用超声波检查活体(生命体)内状况的活检装置等。另外, 不局限于超声波的收发, 也可以作为例如通过隔膜 121 的振动显示盲字的盲字显示装置或通过隔膜 121 的振动来驱动与隔膜 121 接触的对象物的驱动装置等使用。

[0137] [其他实施方式]

[0138] 另外, 本发明不局限于上述实施方式, 在可以实现本发明的目的的范围内的变形、改进等都属于本发明。

[0139] 例如, 以覆盖下部电极层 20 中的从距离开口部 111 的边缘部 111A 距离 L 的端部位置 22A 起到下部电极端子部 23 与下部电极丝部 22 的连接部 22B 的方式形成第二压电体层 40 为例, 也可以形成覆盖从开口部 111 的边缘部 111A 到连接部 22B 的结构等。这种情况下, 与例如跨开口部 111 的内外地形成第二压电体层 40 的结构等相比, 可以降低对隔膜 121 弯曲的阻力。

[0140] 另外, 第二压电体层 40 也可以是形成在开口部 111 的边缘部 111A 的一部分上的结构。例如仅在形成有下部电极丝部 22 的位置, 第二压电体层 40 也可以跨开口部 111 的边缘部 111A 在开口部 111 的内外地形成, 这种情况下, 在下部电极丝部 22 中没有露在外部的部分, 在对压电体层 60 或上部电极层 50 进行蚀刻时可以确实防止过蚀刻, 可更加确实抑制电阻的增大。另外, 与跨开口部 111 的边缘部 111A 的整周地形成第二压电体层 40 的结构

相比,不会增加对隔膜 121 弯曲的阻力,也可以输出大声压的超声波。

[0141] 而且,也可以构成为,第二压电体层 40 不仅形成在从开口部 111 的边缘部 111A 起有可能妨碍隔膜 121 振动的距离 L 的范围内,也可以在所有其他区域形成第二压电体层 40。

[0142] 另外,在上述实施方式中,以在支撑膜 12 上形成下部电极层 20 的结构为例,但不局限于此。例如也可以形成对支撑膜 12 进行蚀刻,将例如绝缘层等其他层层压在蚀刻部位,并在该其他层上形成下部电极层 20 的结构等。

[0143] 以上就实施本发明的优选实施方法进行了具体说明,但本发明不局限于此。即,本发明主要对指定的实施方式进行了特别图示并说明,但本领域技术人员在不超出本发明的技术思想和目的的范围可以对上述的实施方式进行各种变形和改进。

[0144] 符号说明

[0145] 1、1A 作为压电传感器的超声波传感器

[0146] 10、10A、10B 压电元件

[0147] 11 作为支撑体的基板

[0148] 12 支撑膜

[0149] 20 下部电极层

[0150] 21 下部电极主体部

[0151] 22 下部电极丝部

[0152] 30 第一压电体层

[0153] 40、40A 第二压电体层

[0154] 50 上部电极层

[0155] 111 开口部

[0156] 111A 作为变位部外周边缘的边缘部

[0157] 121 作为变位部的隔膜

[0158] 60 压电体层

[0159] 70、70A 作为配线层的辅助电极层

[0160] 221 元件连接线

[0161] 222 下部电极配线

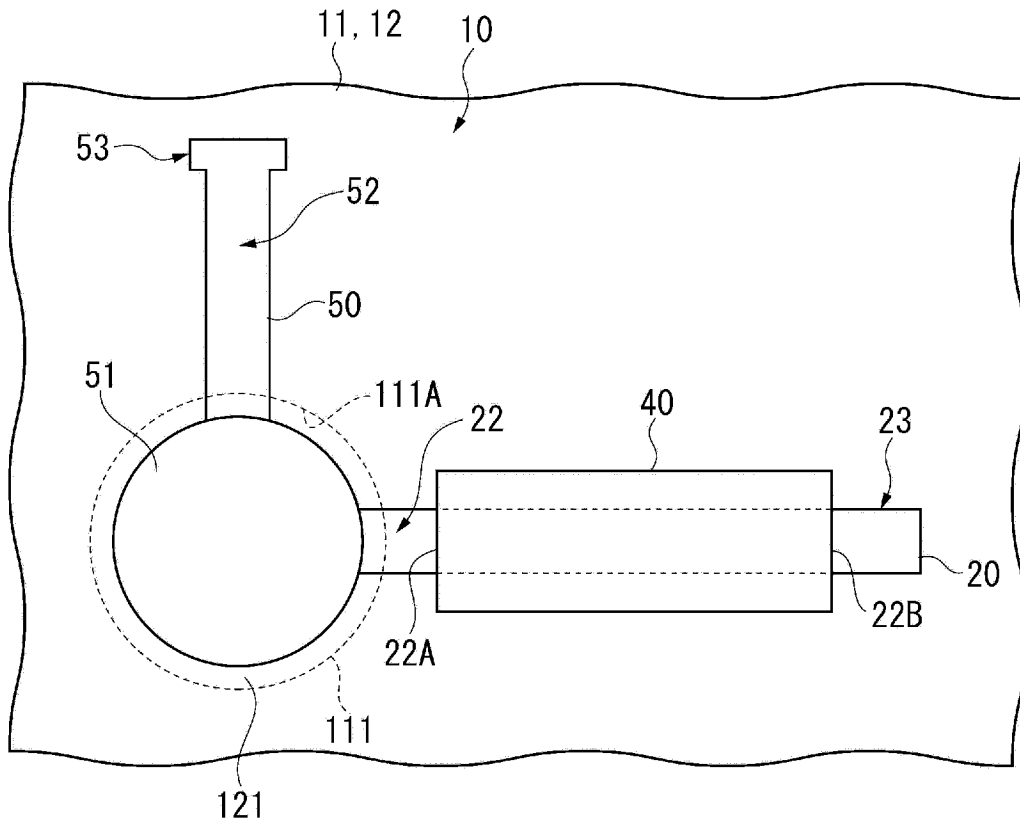


图 1

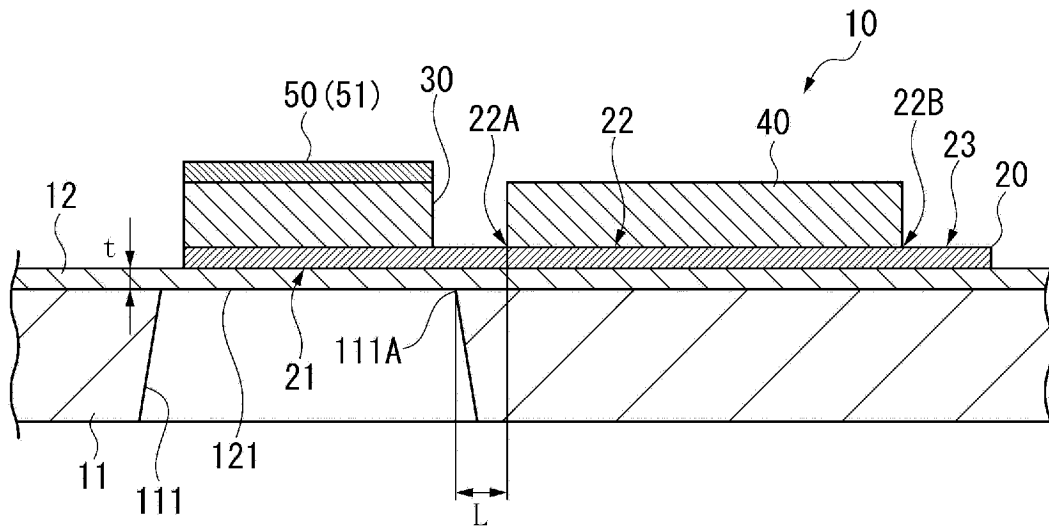


图 2

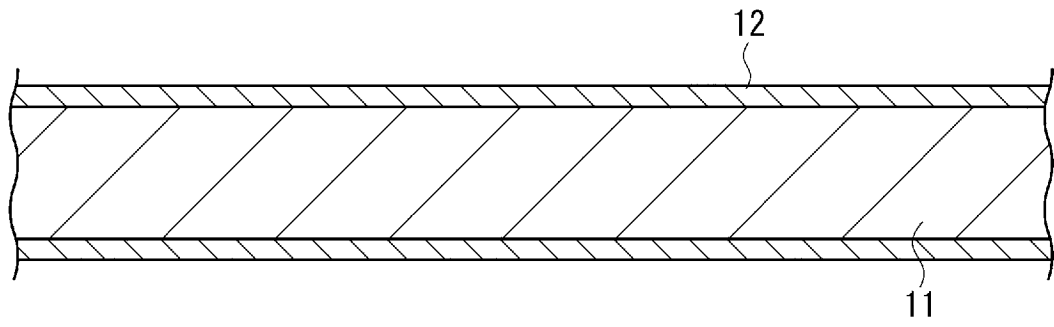


图 3(A)

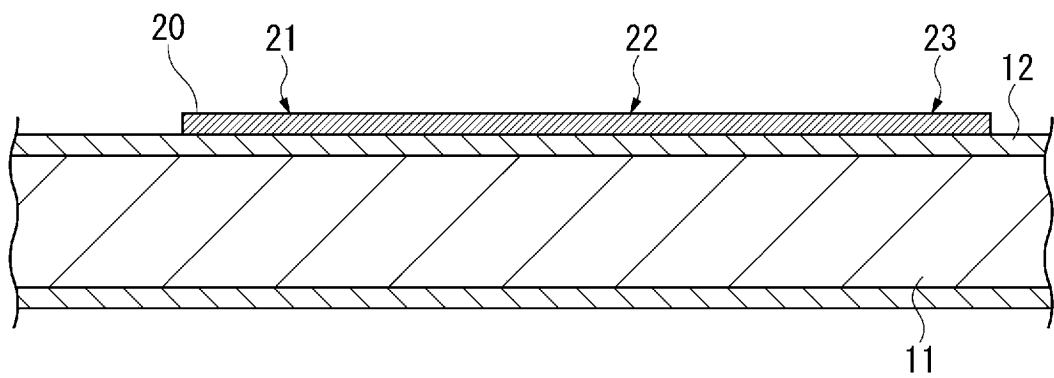


图 3(B)

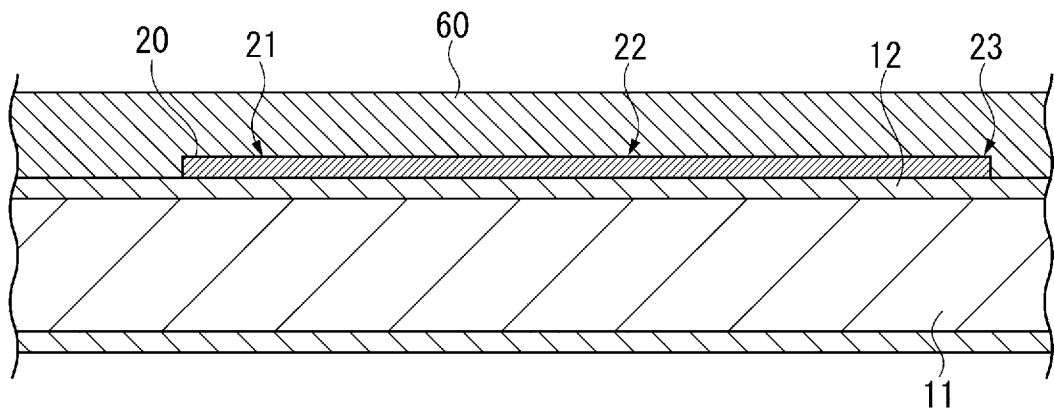


图 3(C)

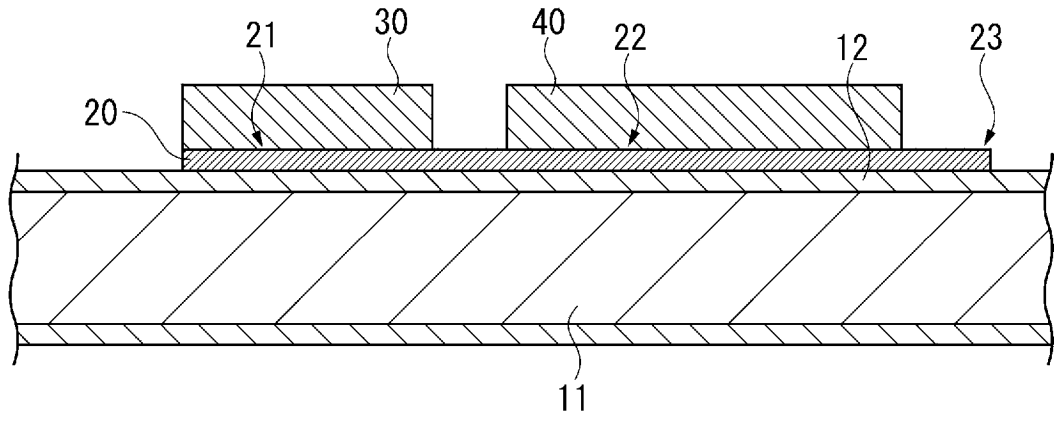


图 3(D)

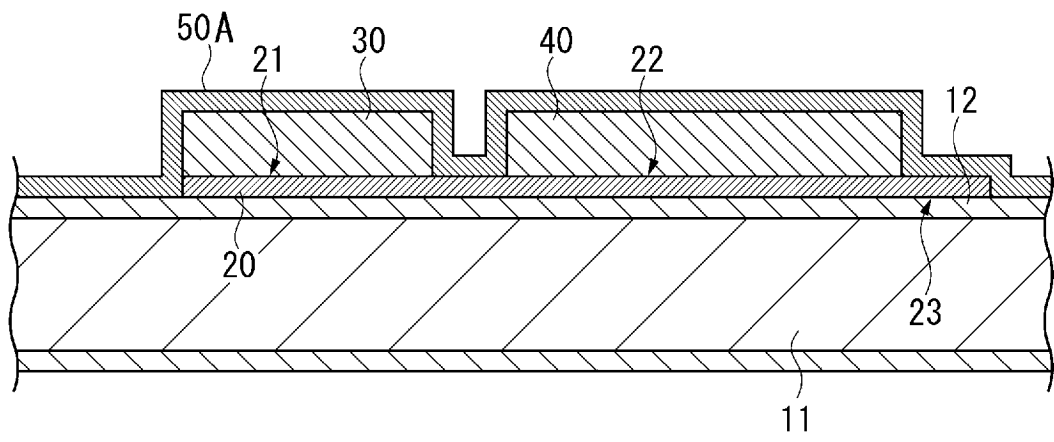


图 4(A)

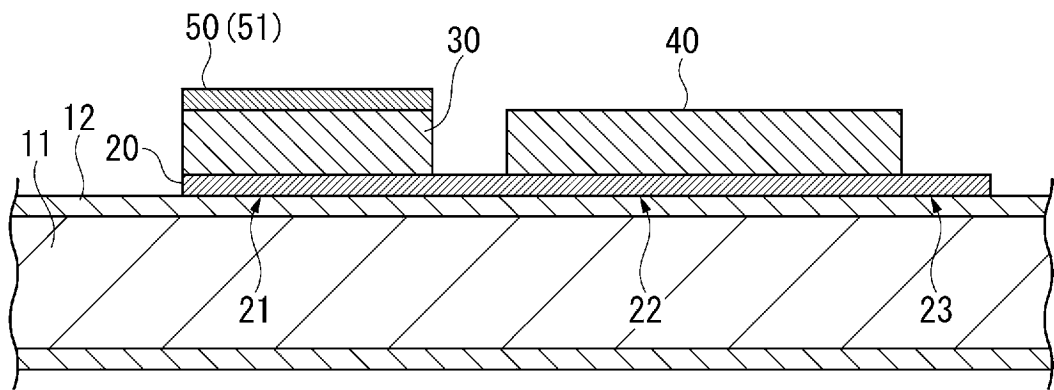


图 4(B)

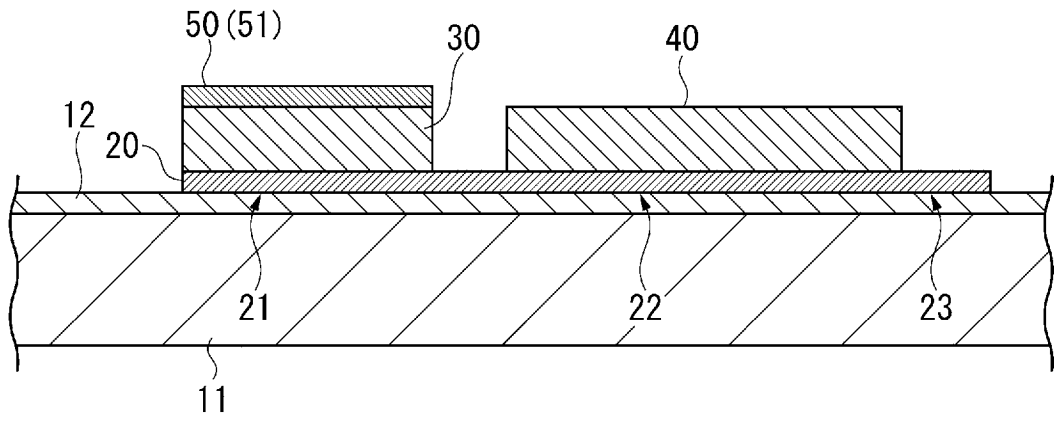


图 4(C)

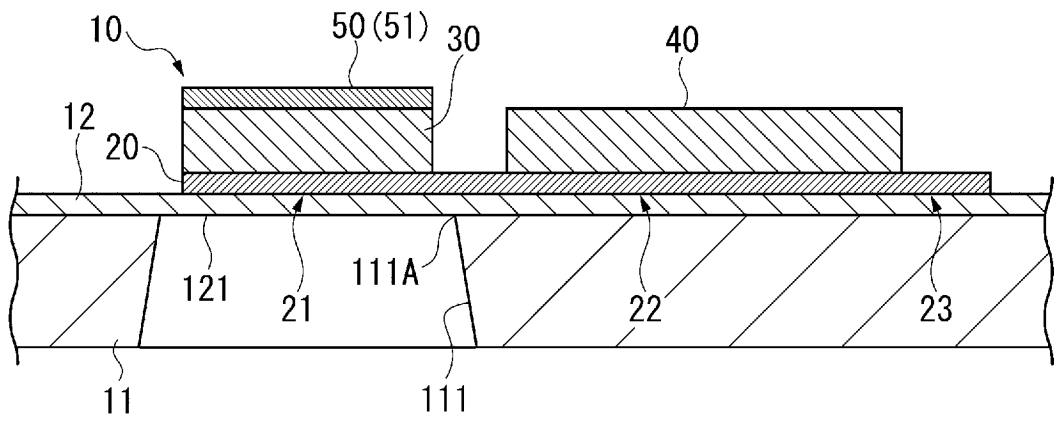


图 4(D)

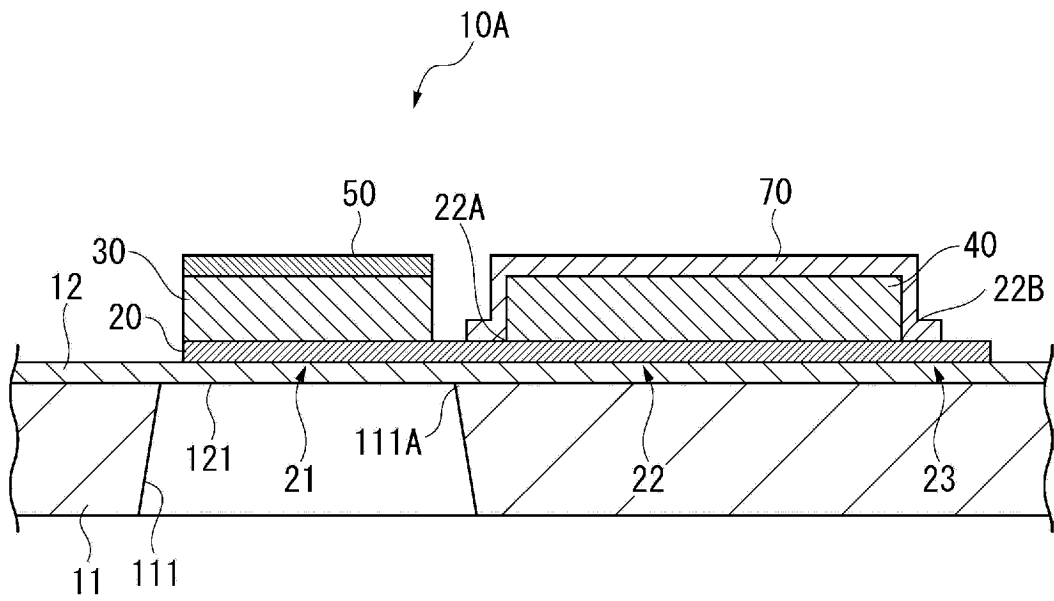


图 5

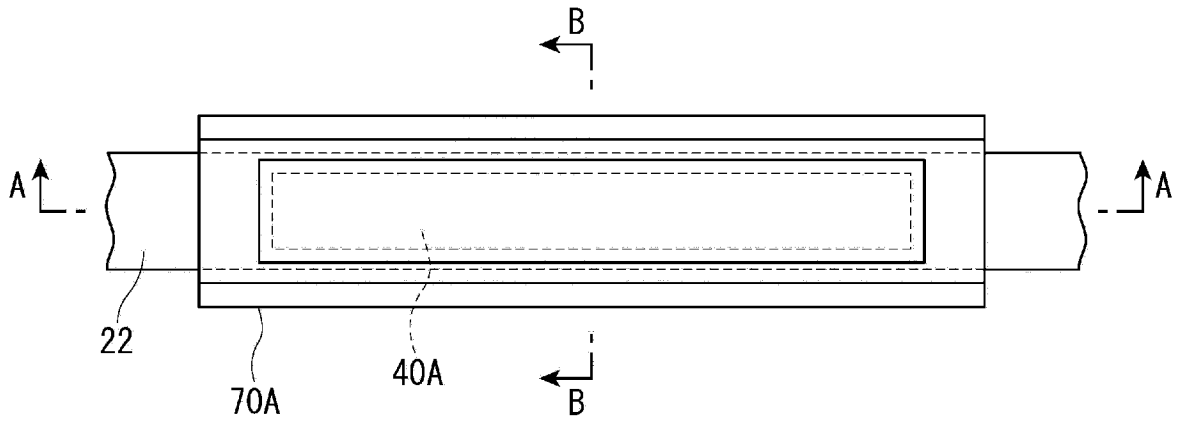


图 6

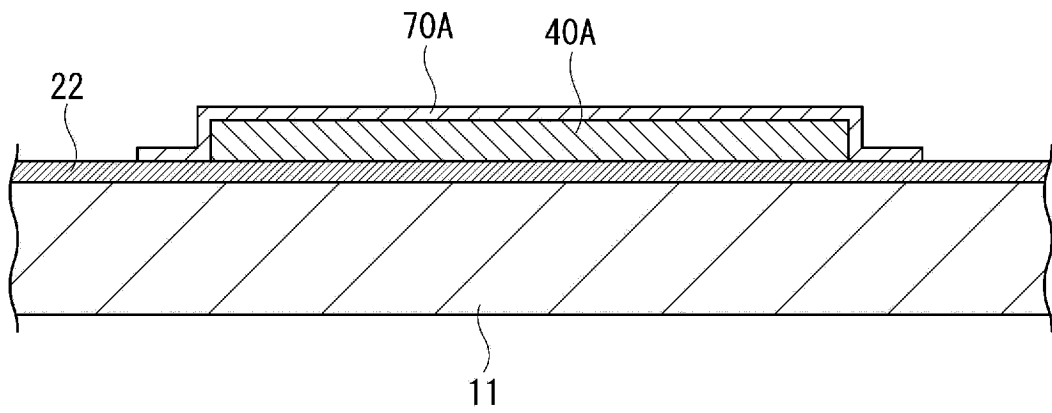


图 7

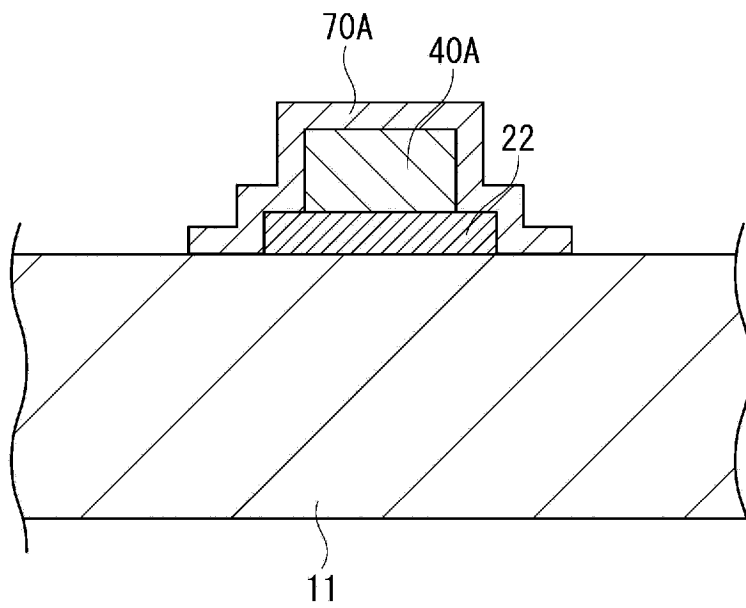


图 8

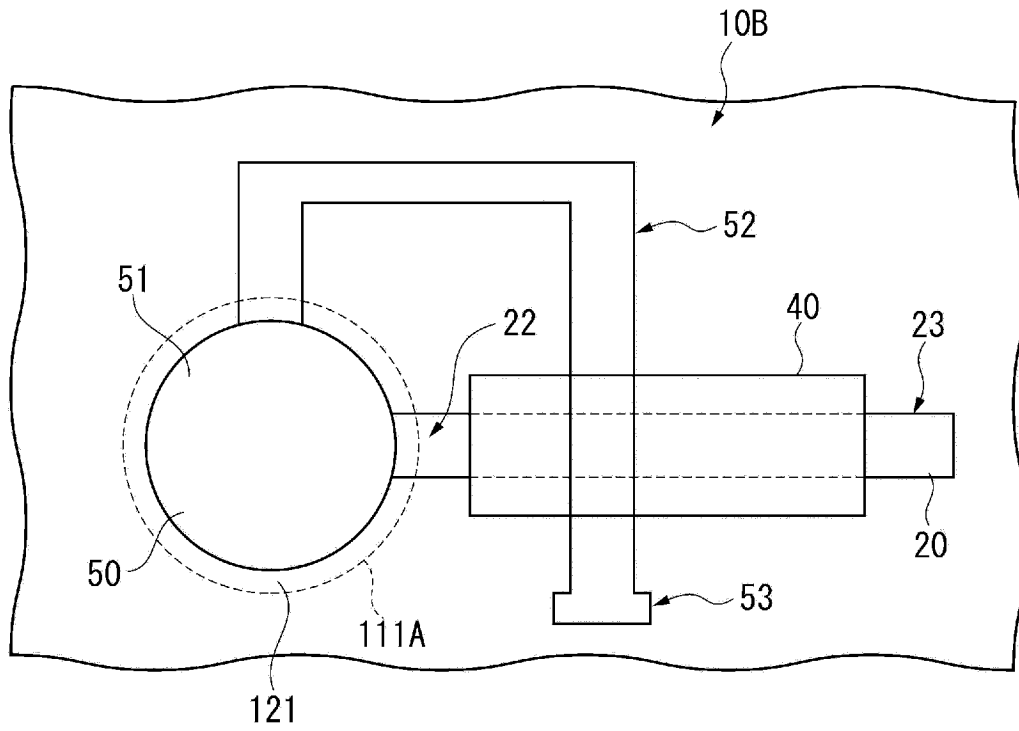


图 9(A)

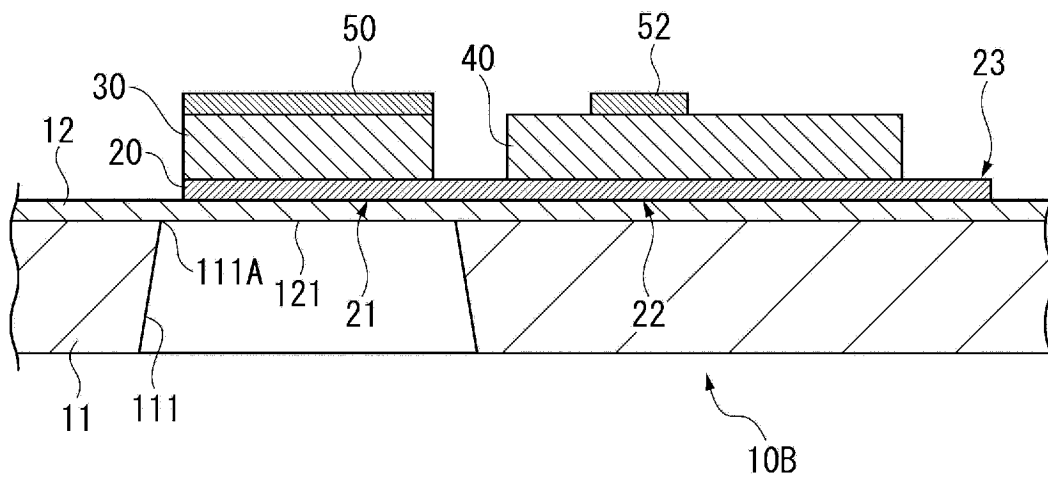


图 9(B)

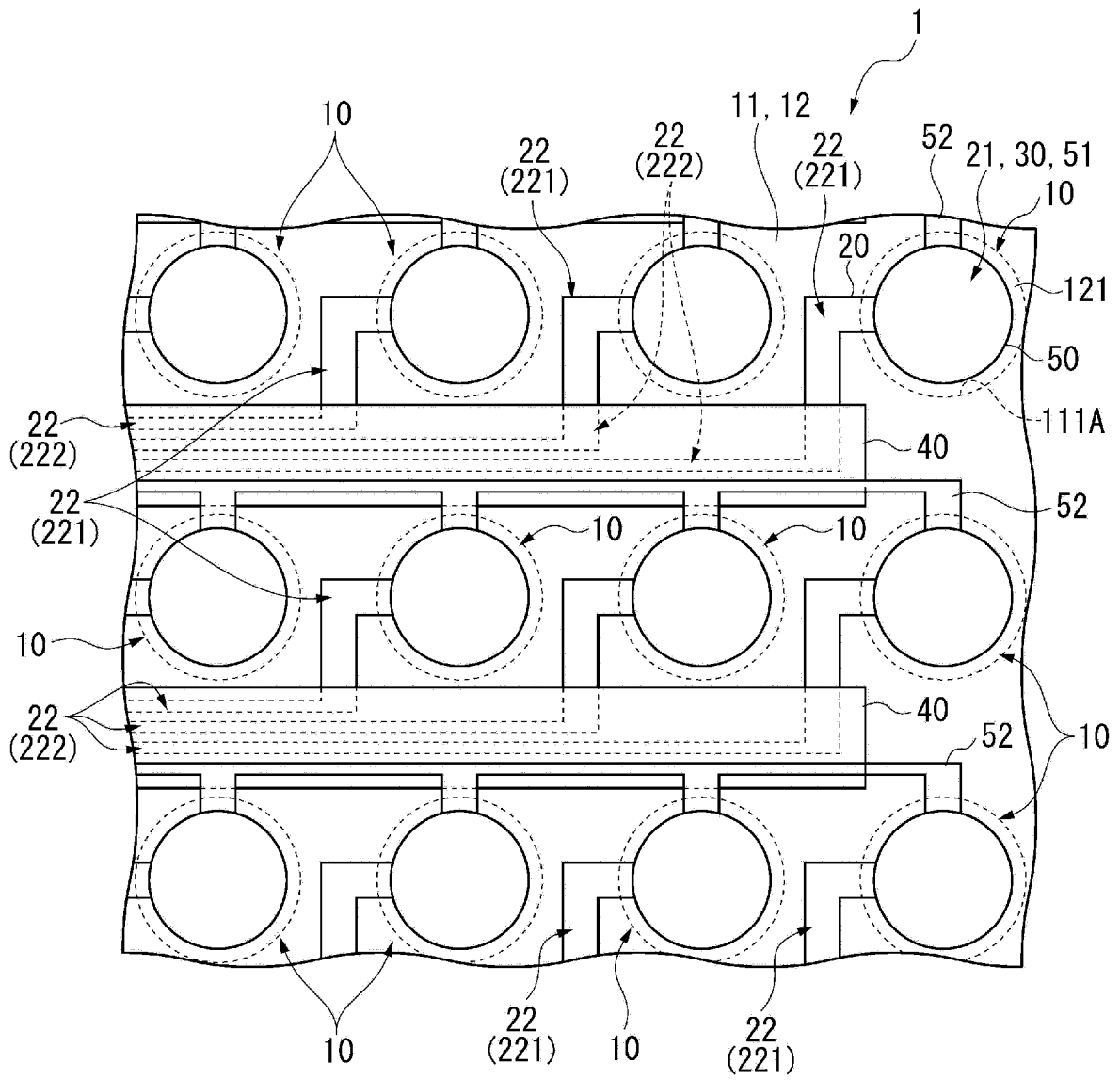


图 10

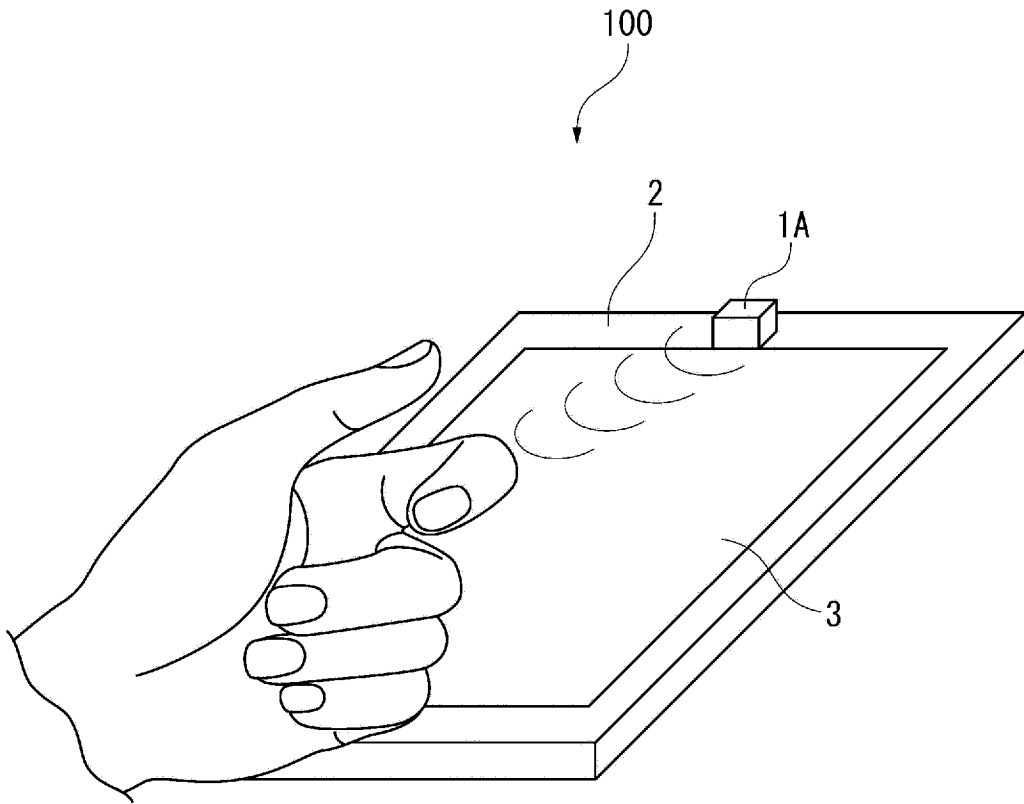


图 11

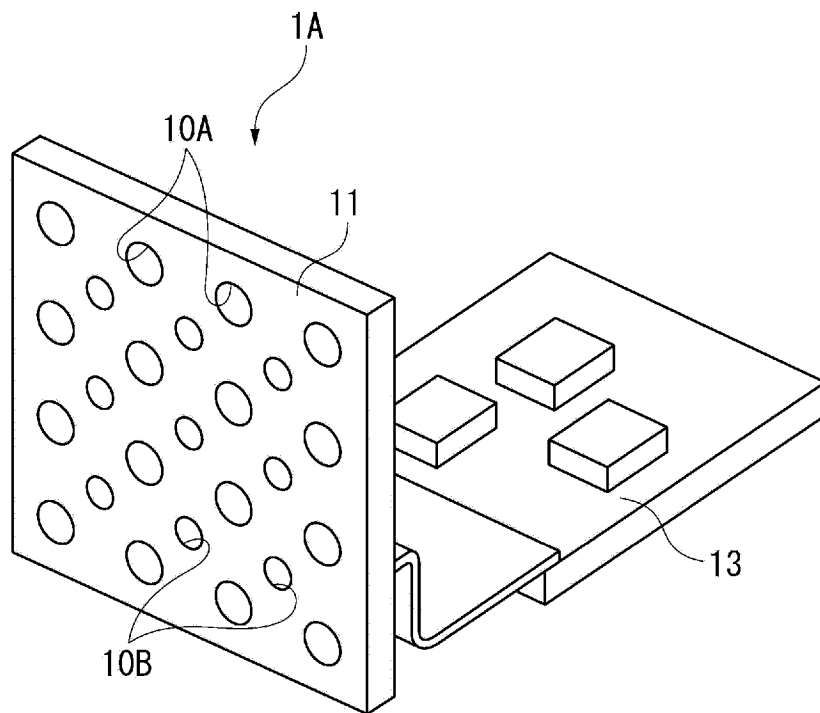


图 12