



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102988079 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 27

(21) 申请号 201210337944. 9

(22) 申请日 2012. 09. 12

(30) 优先权数据

2011-197988 2011. 09. 12 JP

(71) 申请人 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.

A61B 8/00 (2006. 01)

G01N 29/24 (2006. 01)

G01S 15/08 (2006. 01)

G01P 5/24 (2006. 01)

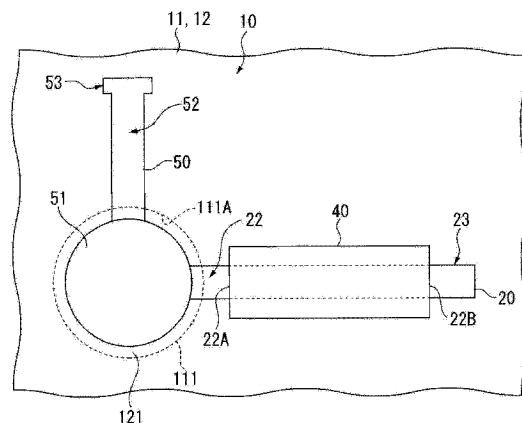
权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 7 页

(54) 发明名称

超声波探头及超声波图像诊断装置

(57) 摘要

本发明提供一种超声波探头以及超声波图像诊断装置。上述超声波探头具有压电元件, 压电元件具备: 基板, 具有开口部; 支撑膜, 设置在基板上并设置为堵塞开口部的状态; 下部电极层, 在支撑膜上以连续开口部内与开口部外的状态设置; 第一压电体层, 设置在开口部内的下部电极层上; 上部电极层, 设置在第一压电体层上; 以及第二压电体层, 在下部电极层上配置在开口部外, 并且与第一压电体层分开地配置。



1. 一种超声波探头,所述超声波探头具有压电元件,其特征在于,所述压电元件具备:  
基板,具有开口部;  
支撑膜,设置于所述基板上,在从所述基板的厚度方向俯视观察时,设置成堵塞所述开口部的一侧开口的状态;  
下部电极层,在所述俯视观察中,在所述支撑膜上,以连续的状态设在所述开口部内与所述开口部外;  
第一压电体层,在所述俯视观察中,设置在所述开口部内的所述下部电极层上;  
上部电极层,设置于所述第一压电体层上;以及  
第二压电体层,在所述俯视观察中,在所述下部电极层上配置在所述开口部外并且与所述第一压电体层分开地配置。
2. 根据权利要求1所述的超声波探头,其特征在于,  
所述下部电极层具有:下部电极本体部,在所述俯视图中,在所述下部电极本体部的上部设置有所述第一压电体层;以及下部电极配线部,在所述俯视观察中,从所述下部电极本体部连续向所述开口部外形成,  
所述第二压电体层设置于所述下部电极配线部上。
3. 根据权利要求1或2所述的超声波探头,其特征在于,  
所述第二压电体层设置在所述俯视观察中不与所述开口部重叠的位置。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的超声波探头,其特征在于,  
在所述第二压电体层上设有与所述下部电极层连接的配线层。
5. 根据权利要求1至3中任一项所述的超声波探头,其特征在于,  
在所述第二压电体层上设有与所述上部电极层连接的配线层。
6. 根据权利要求2所述的超声波探头,其特征在于,  
所述下部电极配线部具备:  
元件连接线,在所述俯视观察中,以连续的状态设在所述开口部内与所述开口部外,并与所述下部电极本体部连接;以及  
下部电极配线,与所述元件连接线相连,并以比所述元件连接线的线宽窄的线宽设置,并且在所述俯视观察中位于所述开口部的外侧,  
所述第二压电体层以覆盖所述下部电极配线的方式设置。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的超声波探头,其特征在于,  
所述超声波探头具备多个所述压电元件,所述压电元件在第一方向以一定的间距排列,并且在与所述第一方向正交的第二方向以一定的间距配置。
8. 根据权利要求7所述的超声波探头,其特征在于,  
配置所述压电元件的所述第一方向的间距与配置所述压电元件的所述第二方向的间距是相同的间距。
9. 一种超声波图像诊断装置,其特征在于,  
具备权利要求1至8中任一项所述的超声波探头。

## 超声波探头及超声波图像诊断装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种使用在薄膜上形成了压电体的压电元件的超声波探头以及具备该超声波探头的超声波图像诊断装置。

### 背景技术

[0002] 现有技术中已知有如下的压电元件（超声波元件）：在支撑膜上层积压电体，通过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，参照专利文献 1）。

[0003] 该专利文献 1 的超声波元件具备在膜片上由电极金属膜夹持着压电体薄膜而形成的压电振动子。这种超声波元件通过向上层以及下层的电极金属膜施加电压使压电体薄膜振动，从而使形成有压电体薄膜的膜片也振动，输出超声波。

[0004] 在先技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献 1：日本专利特开 2006-229901 号公报

### 发明内容

[0007] 发明要解决的技术问题

[0008] 但是，在制造上述专利文献 1 这样的超声波元件时，通常，在膜片上形成下层的电极金属膜，接着在其上层形成压电体薄膜之后，通过对该压电体薄膜进行蚀刻处理而图案化（patterning）为规定的形状。在形成上层的电极金属层时也同样，在下层的电极金属膜或压电体薄膜的上层形成电极金属层，然后通过对该电极金属层进行蚀刻处理从而图案化为规定的形状。

[0009] 然而，在如上述那样反复进行蚀刻的方法中，在进行压电体薄膜的蚀刻以及上层侧的电极金属层的蚀刻时，甚至连下层侧的电极金属层也被蚀刻（过蚀刻），从而导致下层的电极金属膜的膜厚尺寸变小。如果电极金属膜的膜厚尺寸变小则电阻增大。因此，在将这种现有技术的压电元件用于超声波探头时，就会产生例如消耗电力增大、输出的超声波声压变小、在高频区域难以控制的问题。

[0010] 鉴于上述问题，本发明目的在于提供一种使用电极电阻小的压电元件的超声波探头以及超声波图像诊断装置。

[0011] 解决技术问题的技术手段

[0012] 本发明的超声波探头具有压电元件，所述压电元件具备：基板，具有开口部；支撑膜，设置于所述基板上，在从所述基板的厚度方向观察的俯视观察中，设置成堵塞所述开口部的一侧开口的状态；下部电极层，在所述俯视图中，在所述支撑膜上，以连续的状态设在所述开口部内与所述开口部外；第一压电体层，在所述俯视图中，设置在所述开口部内的所述下部电极层上；上部电极层，设置于所述第一压电体层上；以及第二压电体层，在所述俯视图中，在所述下部电极层上配置在所述开口部外并且与所述第一压电体层分开地配置。

[0013] 本发明中，第一压电体层层积在下部电极层的下部电极本体部上，并且第二压电

体层层积在下部电极层的下部电极线部。由此,下部电极层被第一压电体层或者第二压电体层覆盖而被保护,从而在形成压电元件的压电体层和上部电极层时,下部电极层不会被过蚀刻,能够抑制下部电极层的电阻增大并能够提供低电阻的压电元件。关于这种低电阻的压电元件,在下部电极层和上部电极层之间施加电压使移位部振动时,能够在低功率下获得大振幅的振动,从而能够促进节能化。而且,在通过第一压电体层输出的电流值检测出支撑膜的移位量时,由于下部电极线部的电阻小,因而也能够抑制第一压电体层输出的电流损失,进而能够高精度地检测支撑膜的移位。

[0014] 另外,考虑到上述的下部电极层的过蚀刻,也可以考虑事先增大下部电极层的厚度尺寸,但在该情况中,层积压电膜的部分由于未被过蚀刻,因而存在下部电极层的厚度尺寸增大,并且压电膜以及上部电极层的层积部分的总厚度尺寸也增大的问题。与此相对,本发明中可以设定下部电极层的膜厚尺寸,而不需要预先估计由下部电极层的过蚀刻引起的电阻增大和膜厚不均匀,也能够实现压电元件的薄型化。

[0015] 并且,也可以在下部电极线部上形成与第一压电体层材料相同的第二压电体层,这种情况中,能够在形成第一压电体层的同时形成第二压电体层。因此,与另外使用用于保护下部电极线部的保护层等的情况相比,压电元件的制造也简化,从而能够削减制造成本。

[0016] 并且,本发明的超声波探头优选是所述第二压电体层设置在所述俯视观察中不与所述开口部重叠的位置的结构。

[0017] 在使覆盖开口部的支撑膜与第一压电体层的振动联动而使其移位时,或者由于来自外部的应力而使支撑膜移位时,通过较小地形成支撑膜产生移位的移位部的边缘部分的膜厚尺寸,从而能够增大该移位部的移位量。在此,本发明中由于第二压电体层被设置在不与移位部的边缘部分重叠的位置,因而移位部的边缘部分附近的厚度不会增大。因此,无论是由于第一压电体层的振动而使移位部移位的情况,还是由于外力而使移位部移位的情况,都能够增大其移位量。为此,例如通过使移位部振动而输出超声波的情况,与例如第二压电体层也被层积在移位部的边缘上的情况相比,能够在低功率下增大移位部的振幅,并能够输出更大声压的超声波。而且,在接收超声波的情况下,由于能够通过接收到的超声波使移位部产生较大振动,因而能够提高接收灵敏度并能够高精度地检测超声波。

[0018] 并且,本发明的超声波探头也可以是在所述第二压电体层上设有与所述下部电极层连接的配线层的结构。

[0019] 本发明中通过在压电元件上形成配线层,能够将该配线层与下部电极层分开。

[0020] 另外,在一个平面基板上形成多个配线图案的情况,由于基板尺寸等原因,各配线图案的线宽受到限制,电阻也有可能增大。对此,本发明中,通过在第二压电体层上也形成配线层,能够在基板上以及第二压电体层上,通过两段结构形成配线图案。因此,与通过在一个基板上形成多个配线图案的情况相比,能够减小基板尺寸,还能够防止电阻增大。

[0021] 另外,本发明的超声波探头也可以是在所述第二压电体层上设有与所述上部电极层连接的配线层的结构。

[0022] 本发明中,能够无需另外形成绝缘体层而使上部电极配线部与下部电极配线部交叉。配线图案的自由度提高,其结果也能够防止电阻增大。

[0023] 另外,优选地,在本发明的超声波探头中,所述下部电极配线部具备:元件连接线,在所述俯视观察中,以连续的状态设在所述开口部内与所述开口部外,并与所述下部电极

本体部连接；以及下部电极配线，与所述元件连接线相连，并以比所述元件连接线的线宽窄的线宽设置，并且在所述俯视观察中位于所述开口部的外侧，所述第二压电体层以覆盖所述下部电极配线的方式设置。

[0024] 本发明中，第二压电体层覆盖在下部电极线部中线宽小的下部电极配线上。

[0025] 由于线宽尺寸越增大下部电极线部的电阻越降低，因而优选较大地形成下部电极线部的线宽。然而，将压电元件实际配置在基板上时，由于其 它元件或者其配线图案的关系等，导致不能够充分确保下部电极配线的线宽，有时变得比元件连接线的线宽还小。在这种情况下，如果在压电体层或者上部电极图案化时下部电极配线被过蚀刻，则导致下部电极配线的电阻更加增大。与此相对，本发明中，在这种线宽减小的下部电极配线上层积有第二压电体层。因此，在压电体层或者上部电极图案化时，下部电极配线不会发生过蚀刻，从而能够防止电阻增大。

[0026] 另外，本发明的超声波探头的特征在于：所述超声波探头具备多个所述压电元件，所述压电元件在第一方向以一定的间距排列，并且在与所述第一方向正交的第二方向以一定的间距配置。

[0027] 本发明中，超声波探头包括沿两个方向阵列状设置的多个压电元件。在此，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，因而能够抑制由过蚀刻引起的电阻增大。因此，在例如使支撑膜振动输出超声波时，能够在低功率下输出声压大（振幅大的）的超声波，在例如用支撑膜接收超声波，以检测超声波信号时，能够输出较大电信号（电流值），从而能够提高检测精度。

[0028] 另外，这种超声波探头需要与各压电元件连接的下部电极线部，在形成小型超声波探头时，各下部电极线部的线宽也受到限制而变小。这种情况下，下部电极线部的电阻也增高。在此，在这些下部电极线部的上部未形成第二压电体层时，由于下部电极线部被过蚀刻而导致电阻有可能进一步增大。与此相对，本发明中，通过对这种线宽小的下部电极线部也形成第二压电体层，从而能够防止图案化压电体层以及上部电极层时电阻增大。

[0029] 并且，对于本发明的超声波探头，优选地，配置所述压电元件的所述第一方向的间距与配置所述压电元件的所述第二方向的间距是相同的间距。

[0030] 本发明中通过超声波探头取得被检体的图像时，由于两个方向的间距相同，因而能够取得不扭曲的图像。

[0031] 本发明的超声波图像诊断装置的特征在于具备上述超声波探头。

[0032] 本发明中，如上所述，由于采用电阻小的压电元件，因而能够抑制超声波图像诊断装置的总消耗电流。而且，能够获得基于由本发明的超声波探头所得到的高精度的支撑膜移位而产生的高精度图像等、并提高各种性能。

## 附图说明

[0033] 图 1 是本发明所涉及的第一实施方式的压电元件的俯视图。

[0034] 图 2 是第一实施方式的压电元件的剖面图。

[0035] 图 3 的 (A)、(B)、(C)、(D) 是表示压电元件制造工序的一部分的剖面图。

[0036] 图 4 的 (A)、(B)、(C)、(D) 是表示压电元件制造工序的残留的一部分的剖面图。

[0037] 图 5 是本发明所涉及的第二实施方式的压电元件的剖面图。

[0038] 图 6 是表示本发明所涉及的第三实施方式的压电元件的图,图 6 的 (A) 是俯视图,图 6 的 (B) 是剖面图。

[0039] 图 7 是表示本发明所涉及的第四实施方式的超声波换能器的一部分的俯视图。

[0040] 图 8 是表示本发明所涉及的产品形式的超声波探头的示意图。

[0041] 图 9 是示意性地示出具备本发明的超声波探头的超声波换能器的结构的立体图。

[0042] 图 10 是表示本发明所涉及的超声波图像诊断装置的结构示意图。

## 具体实施方式

[0043] 第一实施方式

[0044] 以下,根据附图对本发明所涉及的用于超声波探头的第一实施方式的压电元件的结构进行说明。

[0045] 压电元件的结构

[0046] 图 1 是第一实施方式的压电元件的俯视图。

[0047] 图 2 是第一实施方式的压电元件的剖面图。

[0048] 图 1 中,压电元件 10 具备:形成有开口部 111 的基板 11、在基板 11 上跨开口部 111 内外地形成的支撑膜 12、在支撑膜 12 上形成的下部电极层 20、在开口部 111 的内侧形成的第一压电体层 30、在开口部 111 的外侧形成的第二压电体层 40 以及跨开口部 111 内外地形成的上部电极层 50。其中,由基板 11 和支撑膜 12 构成本发明的支撑体,由支撑膜 12 中堵塞开口部 111 的区域即膜片 121 构成本发明的移位部。

[0049] 此外,本实施方式中,虽然示出在具有贯通孔即开口部 111 的基板 11 上形成支撑膜 12 从而构成具有移位部即膜片 121 的支撑体的例子,但并不限于此,例如,也可以是开口部 111 为凹槽且支撑膜 12 堵塞该凹槽即开口部 111 的开口的结构。另外,也可以是在基板 11 上形成凹槽且将其底部作为移位部的支撑体。

[0050] 并且,作为支撑体,虽然示出由基板 11 与支撑膜 12 形成的例子,但也可以是在支撑膜 12 的上层设置例如绝缘膜等其它层,并在该其它层上设置下部电极层 20 的结构等。

[0051] 此外,作为压电元件 10,例如能够用作如下元件等:超声波发送元件,通过向第一压电体层 30 施加电压而使支撑膜 12 振动并输出超声波;超声波接收元件,由支撑膜 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;应力检测元件,根据从第一压电体层 30 输出的电信号来检测施加给支撑膜 12 的应力;驱动力产生元件,驱动第一压电体层 30 并向与支撑膜 12 接触的对象物施加驱动力。本实施方式中,作为一例,对压电元件 10 作为超声波发送元件而发挥作用的例子进行说明。

[0052] 基板 11 由容易通过例如蚀刻等加工的硅 (Si) 等半导体形成材料形成。另外,优选地,在俯视观察时,形成在基板 11 的开口部 111 被形成为圆形。由此,在开口部 111 的内侧的支撑膜 12 即膜片 121 中,能够使膜片 121 的挠曲所对应的应力均匀。

[0053] 即,例如,在开口部 111 被形成为例如矩形且在矩形中心部形成第一压电体层 30 的情况下,即使是与膜片 121 的中心点距离相同的位置,也会产生支撑膜 12 易于挠曲区域和难以挠曲区域。与此相对,如本实施方式所示,在形成圆形开口部 111 的情况下,由于从膜片中心点到开口部 111 的边缘部 111A 的距离相同,因而在与膜片 121 的中心点距离相同的点,支撑膜 12 的挠曲难易度也相同,从而能够使膜片 121 均匀地挠曲。

[0054] 支撑膜 12 在基板 11 上被成膜为堵塞开口部 111 的状态。该支撑膜 12 由例如  $\text{SiO}_2$  膜与  $\text{ZrO}_2$  层的两层结构构成。其中,当基板 11 为 Si 基板时,  $\text{SiO}_2$  层能够通过基板表面进行热氧化处理而成膜。而且,  $\text{ZrO}_2$  层在  $\text{SiO}_2$  层上通过例如溅射等方法成膜。其中,在使用例如 PZT 作为第一压电体层 30 或者第二压电体层 40 时,  $\text{ZrO}_2$  层是用于防止构成 PZT 的 Pb 向  $\text{SiO}_2$  层扩散的层。另外,  $\text{ZrO}_2$  层也具有使相对于抗压电膜 131 的扭曲的挠曲效率提高等效果。

[0055] 下部电极层 20 具备:下部电极本体部 21,在俯视观察时形成于开口部 111 内侧且在其上层积有第一压电体层 30;下部电极线部 22,连到该下部电极本体部 21 并跨开口部 111 的内外地形成,而且未层积第一压电体层 30;以及下部电极端子部 23,形成于下部电极线部 22 的前端部。

[0056] 在下部电极层 20 的下部电极本体部 21 上层积地形成有第一压电体层 30。该第一压电体层 30 通过将例如 PZT (锆钛酸铅:lead zirconate titanate) 成膜为膜状从而形成。此外,本实施方式中虽然使用 PZT 作为第一压电体层 30,但只要是通过施加电压而可以向平面内方向收缩的材料,则可以使用任何材料,例如,可以使用钛酸铅 ( $\text{PbTiO}_3$ )、锆酸铅 ( $\text{PbZrO}_3$ )、钛酸铅镧 (( $\text{Pb}, \text{La}$ )  $\text{TiO}_3$ ) 等。

[0057] 然后,通过向下部电极本体部 21 与后述的上部电极层 50 施加电压,该第一压电体层 30 向平面内方向收缩。此时,第一压电体层 30 的一个面经由下部电极本体部 21 与支撑膜 12 接合,而在另一个面上,虽然形成有上部电极层 50,但由于该上部电极层 50 上未层积形成其它层,因此第一压电体层 30 的支撑膜 12 侧难以伸缩,但上部电极层 50 侧容易伸缩。为此,如果向第一压电体层 30 施加电压,则在开口部 111 侧会产生形成凸起的挠曲并使膜片 121 挠曲。因此,通过向第一压电体层 30 施加交流电压,使膜片 121 在膜厚方向振动,通过该膜片 121 的振动从开口部 111 输出超声波。

[0058] 俯视观察中,上部电极层 50 的一部分层积在第一压电体层 30 上,并且在与下部电极层 20 绝缘的配置位置被图案化。具体而言,上部电极层 50 具备:上部电极本体部 51,层积在第一压电体层 30 上;上部电极线部 52,连到上部电极本体部 51,并沿与下部电极线 22 不同的方向延伸出,在俯视观察中跨开口部 111 的内外地形成;以及上部电极端子部 53,形成于上部电极线部的前端。

[0059] 在此,在第一压电体层 30 中,上部电极层 50 与下部电极本体部 21 两者重叠的区域是施加电压时收缩的区域。

[0060] 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 形成在比支撑膜 12 的开口部 111 更靠外侧区域,并且覆盖下部电极层 20 的下部电极线部 22。具体而言,第二压电体层 40 形成为覆盖下部电极线部 22 中的与支撑膜 12 上的开口部 111 的边缘部 111A 的距离是不影响膜片 121 的挠曲的规定尺寸的端部位置 22A 与下部电极端子 23 和下部电极线部 22 的连接部 22B 之间。这是因为,当第二压电体层 40 与开口部 111 的边缘部 111A 重叠地形成时,与膜片 121 的挠曲相对的刚性增强,输出的超声波变成小声压。更优选,将支撑膜 12 的厚度尺寸设为  $t$ ,在从与开口部 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 的下部电极线部 22 上形成第二压电体层 40。

[0061] 数学式 1

[0062]  $L > 5t$  (1)

[0063] 这是因为支撑膜 12 的膜片 121 挠曲时,在支撑膜 12 上产生进入开口部 111 的力矩,由于该力矩,在俯视观察中与开口部 111 的边缘部 111A 相距  $5t$  的距离范围内的支撑膜受到牵引力。因此,如果在该距离范围内形成第二压电体层 40,则在膜片 121 挠曲时成为阻力而导致超声波的声压降低。与此相对,对于在俯视观察中与开口部 111 的边缘部 111A 相距  $5t$  以上的距离而言,上述影响不起作用,从而能够使膜片 121 良好地挠曲。另一方面,如果第二压电体层 40 的端部的形成位置与开口部 111 相距过远,则由于下部电极线部 22 的露出面积增大,因而在图案化第一和第二压电体层 30、40 时、图案化上部电极层 50 时,该下部电极线部 22 的露出部分有时被过蚀刻而电阻增大。因此,作为第二压电体层 40 的形成位置,最优选从与开口部 111 的边缘部 111A 相距  $5t$  的位置开始覆盖到下部电极端子部 23 与下部电极线部 22 的连接部 22B 的位置。

[0064] 此外,在下部电极端子部 23 上,为了连接用于向第一压电体层 30 施加电压的配线,不形成第二压电体层 40。

[0065] 压电元件的制造方法

[0066] 接着,根据附图对上述这种压电元件的制造方法进行说明。

[0067] 图 3 和图 4 是表示压电元件的制造工序的剖面图。

[0068] 为了制造压电元件 10,首先,如图 3 的 (A) 所示,对基板 11 (Si) 进行热氧化处理,在基板 11 的表面形成  $\text{SiO}_2$  层。并且,通过溅射法在该  $\text{SiO}_2$  层上成膜 Zr 层,并通过氧化该 Zr 层而形成  $\text{ZrO}_2$  层。由此,形成例如厚度尺寸为  $3\mu\text{m}$  的支撑膜 12。

[0069] 然后,在基板 11 的一面侧通过例如溅射法等形成下部电极层 20。作为该下部电极层 20,只要是具有导电性的膜则材料无特别限定,而在本实施方式中使用 Ti/Ir/Pt/Ti 的层积结构膜,在压电体层的烧结之后,以形成膜厚尺寸是例如  $0.2\mu\text{m}$  的方式均匀地形成下部电极层 20。

[0070] 然后,在该下部电极层 20 上,采用例如光刻法而在下部电极本体部 21 和下部电极线部 22 的形成位置上形成抗蚀剂。接着,通过蚀刻除去下部电极层中的未形成抗蚀剂的区域从而图案化,如图 3 的 (B) 所示,形成下部电极本体部 21、下部电极线部 22 以及下部电极端子部 23 (下部电极图案化工序)。

[0071] 然后,如图 3 的 (D) 所示,在基板 11 的图案化了该下部电极层 20 的一面侧,将由 PZT 形成的压电体层 60 成膜。在压电体层 60 的成膜中,采用 MOD (Metal Organic Decomposition) 法,由 12 层膜以例如总厚度尺寸达到  $1.4\mu\text{m}$  的方式形成 (压电体层层积工序)。

[0072] 然后,在该压电体层 60 上,采用例如光刻法在第一压电体层 30 以及第二压电体层 40 的形成位置形成抗蚀剂,再通过蚀刻除去未形成抗蚀剂的区域而图案化。由此,如图 3 的 (D) 所示,在下部电极本体部 21 上形成第一压电体层 30,在下部电极线部 22 上形成第二压电体层 40 (压电体层图案化工序)。

[0073] 在该压电体层图案化工序中,在形成第一压电体层 30 以及第二压电体层 40 的区域,由于下部电极层 20 未被蚀刻,因而不会产生电阻增大等不良情况。

[0074] 此外,对于开口部 111 上的未设置第一压电体层 30 的区域上形成的下部电极线部 22 以及与开口部 111 的边缘部 111A 的距离  $L$  在  $5t$  (本实施方式中,由于  $t = 3\mu\text{m}$ ,因而  $L$

= 15  $\mu$  m) 的范围内的下部电极线部 22, 在进行压电体层 60 的蚀刻时有时会发生过蚀刻, 但由于相对于下部电极线部 22 整体而言是非常小的范围, 因而即使该部分的电阻提高, 也不会受其影响。

[0075] 然后, 如图 4 的 (A) 所示, 在基板 11 的一面侧, 通过例如溅射法等将上部电极层 50 均匀成膜。用于形成该上部电极层 50 的导电性膜也与下部电极层 20 同样, 可以使用具有导电性的任何材料, 但在本实施方式中使用 Ir 膜, 以厚度尺寸为例如 50nm 的方式形成 (上部电极层积工序)。

[0076] 然后, 在该上部电极层 50 上, 采用例如光刻法形成上部电极本体部 51、上部电极线部 52 以及上部电极端子部 53 的图案化用抗蚀剂, 再通过蚀刻除去未形成抗蚀剂的区域, 从而图案化。由此, 如图 4 的 (B) 所示, 上部电极层 50 被图案化 (上部电极图案化工序)。

[0077] 在该上部电极图案化工序中, 也与上述压电体层图案化工序同样, 由于下部电极层 20 被第一压电体层 30 以及第二压电体层 40 覆盖, 因而可以防止下部电极层 20 过蚀刻, 从而能够抑制下部电极层 20 的电阻增大。

[0078] 接着, 对基板 11 的厚度尺寸进行调节。如图 4 的 (C) 所示, 在该调节中, 对与形成有下部电极层 20、第一压电体层 30、第二压电体层 40 以及上部电极层 50 的一侧相反的侧的基板 11 的另一面 (输出超声波的面) 侧实施例如切削、研磨等加工。通过实施这种切削加工、研磨加工, 能够减少形成开口部 111 时的蚀刻量。在此, 开口部 111 通过使用 ICP (Inductive Coupled Plasma) 蚀刻装置的 RIE (Reactive Ion Etching) 而被蚀刻形成, 但考虑到蚀刻的深度尺寸、抵抗膜应力弯曲的刚性以及操作强度, 优选以基板 11 的厚度尺寸为 200  $\mu$  m 的方式进行切削、研磨加工。

[0079] 形成开口部 111 时, 在基板 11 的上述另一面侧的开口部 111 的形成位置以外形成抗蚀剂。该抗蚀剂形成为例如 10  $\mu$  m 左右的厚度, 以能够承受基板 11 的蚀刻。然后, 如图 4 的 (D) 所示, 使用 ICP 蚀刻装置, 从上述另一面侧到支撑膜 12 的 SiO<sub>2</sub> 层为止对基板 11 进行蚀刻。

[0080] 通过上述过程, 制造了压电元件 10。

[0081] 第一实施方式的作用效果

[0082] 如上所述, 对于第一实施方式的压电元件, 在跨开口部 111 内外地形成的下部电极层 20 中的形成于开口部 111 内侧的下部电极本体部 21 上形成第一压电体层 30, 在下部电极线部 22 中的位于开口部 111 外侧的下部电极线部 22 上形成第二压电体层 40。

[0083] 为此, 对压电体层 60 进行蚀刻以形成第一压电体层 30 以及第二压电体层 40 时, 能够抑制下部电极层被过蚀刻而电阻增大的不良情况。因此, 能够以低功率来增大第一压电体层 30 的伸缩量, 并且也能够使通过膜片 121 的振动而输出的超声波成为大声压。

[0084] 另外, 不必因过蚀刻而考虑增大下部电极层 20 的厚度尺寸, 从而能够减小下部电极层 20 的厚度尺寸。从而压电元件 10 自身也能够实现薄型化。

[0085] 并且, 第一压电体层 30 以及第二压电体层 40 由相同材料即 PZT 形成。即, 能够与压电体层层积工序以及压电体层图案化工序同时形成这些第一压电体层 30 以及第二压电体层 40。由此, 与例如在下部电极层 20 上设置其他保护膜的情况相比, 能够简化制造工序, 并且也不必另外准备保护膜从而能够简化结构。

[0086] 另外, 在俯视观察中, 在不与开口部 111 的边缘部 111A 重叠的位置形成第二压电

体层 40。

[0087] 为此,第二压电体层 40 不会成为膜片 121 挠曲时的阻力,所以与在开口部 111 的边缘部 111A 上形成第二压电体层 40 的情况相比,能够使膜片 121 以大振幅振动。因此,即使在施加给第一压电体层 30 的电压为低电压的情况下,也能够输出大声压的超声波。

[0088] 并且,以覆盖从下部电极线部 22 中的与开口部 111 的边缘部 111A 的距离是支撑膜 12 的厚度尺寸  $t$  的 5 倍的距离尺寸  $L$  的端部位置 22A 到下部电极线部 22 与下部电极端子部 23 的连接部 22B 的方式形成第二压电体层 40。

[0089] 当膜片 121 挠曲时,由于支撑膜 12 沿进入开口部 111 的方向受力矩,因而位于接近开口部 111 的边缘部 111A 的位置的支撑膜 12 由于牵引力向开口部 111 侧作用而伸缩。在此,在接近于开口部 111 的边缘部的位置形成第二压电体层 40 时,由于该支撑膜 12 的伸缩受到限制,因而会限制膜片 121 的挠曲量。与此相对,如上所述,通过在与开口部 111 的边缘部 111A 的距离是距离  $L$  的位置形成第二压电体层 40,从而膜片 121 的挠曲量不减少,但膜片 121 的挠曲阻力不增大。因此,与从开口部 111 的边缘部 111A 到形成第二压电体层 40 的位置的距离不足距离  $L$  的情况相比,能够使大声压的超声波输出。

[0090] 第二实施方式

[0091] 接着,根据附图对本发明所涉及的第二实施方式的压电元件进行说明。

[0092] 图 5 是本发明所涉及的用于超声波探头的第二实施方式的压电元件的剖面图。

[0093] 对于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。

[0094] 具体而言,该辅助电极层 70 从下部电极层 20 的连接部 22B 开始形成在第二压电体层 40 的上层,并在第二压电体层 40 的端部位置 22A 再次与下部电极层 20 连接。

[0095] 这种辅助电极层 70 由与上部电极层 50 相同的材料形成,在上部电极图案化工序中与上部电极层 50 同时形成。

[0096] 即,上部电极层积工序中将如图 4 的 (A) 所示的导电性膜成膜之后,在上部电极图案化工序中,在上部电极层 50 的形成位置以及辅助电极层 70 的形成位置分别形成抗蚀剂。然后,通过蚀刻除去在该抗蚀剂形成区域以外的导电性膜,继而形成如图 5 所示的辅助电极层 70。

[0097] 第二实施方式的作用效果

[0098] 对于第二实施方式的压电元件 10A,可以得到与上述第一实施方式的压电元件 10 同样的作用效果,从而能够抑制下部电极层 20 的电阻增大,也能够促进压电元件 10A 自身的薄型化。

[0099] 并且,通过设置辅助电极层 70,在从下部电极端子 23 到下部电极本体部 21 的配线部分,能够进一步降低电阻,从而能够在更低功率下驱动第一压电体层 30,使超声波输出。

[0100] 另外,图 5 的压电元件 10A 中虽然例示了辅助电极层 70 的端部位于比开口部 111 的边缘部 111A 更靠外侧的结构,但并不限于此,例如也可以是在从第二压电体层 40 的端部位置 22A 到第一压电体层 30 的下部电极线部 22 上也形成辅助电极层 70 的结构。如上所述,上部电极层 50 形成为例如 50nm 的厚度尺寸,形成与第二压电体层 40 相比厚度充分的层,并且与上部电极层 50 同时形成的辅助电极层 70 也形成与上部电极层 50 相同的厚度尺寸。因此,即使这种辅助电极层 70 跨开口部 111 的内外地形成,对膜片挠曲的影响也小

到能够忽略的程度,而不会成超声波声压降低的主要原因。另外,这样在从第二压电体层 40 的端部位置 22A 到第一压电体层 30 的下部电极线部 22 上形成辅助电极层 70 的情况下,在压电体层图案化工序和上部电极图案化工序中,即使从第二压电体层 40 的端部位置 22A 到第一压电体层 30 的下部电极线部 22 被过蚀刻,通过层积到下部电极线部 22 的辅助电极层 70 也能够抑制电阻的增大。因此,能够更加有效地防止电阻的增大,并能够在低功率下输出大声压超声波。

[0101] 同样,也可以在下部电极端子部 23 上形成辅助电极层 70,在这种情况下能够防止下部电极端子部 23 中电阻增大。

[0102] 第三实施方式

[0103] 接着,根据附图对用于本发明所涉及的超声波探头的第三实施方式的压电元件进行说明。

[0104] 图 6 是表示第三实施方式的压电元件的图,图 6 的 (A) 是俯视图,图 6 的 (B) 是剖面图。

[0105] 对于上述第二实施方式的压电元件 10A,示出了在第二压电体层 40 的上层设置与下部电极层 20 连接的辅助电极层 70 的示例,而第三实施方式的压电元件 10B 在第二压电体层 40 的上层形成有上部电极线部 52。

[0106] 对于如上所述的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,能够以简单的结构形成使下部电极层 20 与上部电极层 50 交叉后的配线图案。

[0107] 即,在配置成阵列状地形成压电元件 10B 等情况下,对于元件在阵列基板上的配置关系,存在下部电极线部 22 与上部电极线部 52 交叉形成的情况。这种情况下,现有技术中为防止下部电极线部 22 与上部电极线部 52 接触,必须另外形成绝缘层。对此,对于第三实施方式的压电元件 10B,通过在第二压电体层 40 上形成上部电极线部 52,从而能够使上部电极线部 52 与下部电极线部 22 交叉而无需另外形成绝缘层。

[0108] 第四实施方式

[0109] 接着,作为用于本发明的超声波探头的第四实施方式,根据附图对设置有如上所述的压电元件的超声波换能器 (transducer) 进行说明。

[0110] 图 7 是表示第四实施方式的超声波换能器的一部分的俯视图。

[0111] 图 7 中,超声波换能器 1 具有将多个本发明的压电元件 10 配置成格子状的阵列结构。这样,通过形成阵列结构能够取得被检体的同声图像。

[0112] 这种超声波换能器 1 通过控制多个压电元件 10 中超声波的输出定时 (timing),能够使超声波会聚在所期望的点。另外,本实施方式中虽然示例了在基板 11 上配置了多个超声波发送用的压电元件 10 的超声波发送阵列,但也能够例如将这些压电元件 10 作为超声波接收元件而发挥作用。这种情况下,也可以形成如下结构等:将配置成格子状的压电元件 10 中的例如半数作为超声波发送用元件而发挥作用,将剩余的半数作为超声波接收用元件而发挥作用。另外,也可以将所有压电元件 10 用于超声波发送兼超声波接收。具体而言,是如下结构:将一个压电元件 10 作为超声波发送元件而发挥作用,向被检体发送超声波之后,再将其作为超声波接收元件而发挥作用,使其接收从被检体反射的超声波 (回声)。这样,通过将所有压电元件 10 用于超声波发送兼超声波接收,从而能够高密度地接收反射波,继而能够取得高密度的回声图像。

[0113] 这种超声波换能器 1 中,为了通过改变从各压电元件 10 输出的超声波的发送定时而使超声波会聚在所期望的位置,相对于各压电元件 10 设置有各自独立的下部电极线部 22。

[0114] 具体而言,如图 7 所示,各压电元件 10 的下部电极线部 22 包括:元件连接线 221, 连到下部电极本体部 21 且跨膜片 121 的内外地形成;以及下部电极配线 222,从元件连接线 221 连接到下部电极端子部 23。在此,由于在各压电元件 10 的膜片 121 之间形成多个下部电极配线 222,因而在布局上这些下部电极配线 222 的线宽被形成为比元件连接线 221 的线宽尺寸小。为此,下部电极配线 222 比元件连接线 221 的电阻大。

[0115] 这种超声波换能器 1 中,如果形成各压电元件 10 的压电体以及上部电极层 50 时下部电极配线 222 被过蚀刻,则会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,尤其是在高频区域中,压电元件 10 的驱动控制变得困难。对此,本实施方式中,在与元件连接线 221 相比线宽尺寸变小的下部电极配线 222 上形成有第二压电体层 40。因此,制造换能器时,下部电极配线 222 不会被过蚀刻,从而能够抑制电阻的增大。

[0116] 另外,上述第四实施方式的超声波换能器 1 中,例如如图 7 所示,以在沿一个方向(图 7 中纸面横向)配置的各压电元件 10 中共用的方式形成有上部电极线部 52。

[0117] 在此,与第三实施方式相同,在第二压电体层 40 上形成有这些上部电极线部 52。为此,不会使上部电极线部 52 与下部电极配线 222 接触,在俯视观察中,能够形成使这些上部电极线部 52 与下部电极配线 222 接近后的配线图案。通过形成这种结构能够缩短各压电元件 10 的配置间隔,从而能够实现超声波换能器 1 的基板 11 的尺寸小型化。

[0118] 另外,图 7 所示的例中,俯视观察中,各下部电极配线 222 与上部电极线部 52 以不重叠的方式配置,但是,也可以例如在俯视观察中将上部电极线部 52 与下部电极配线 222 设置在重叠的位置。

[0119] 此外,本实施方式中,虽然示出在多个压电元件 10 之间使用上部电极线部 52 作为公共线的例子,但也可以例如共用下部电极配线 222。这种情况下,能够较大地形成下部电极配线 222 的线宽尺寸,并且,通过设置第二压电体层 40,也能够防止制造时的过蚀刻,因而能够更加可靠地抑制电阻的增大。

[0120] 压电元件 10 相对于图 7 的横向(第一方向)以一定间距  $P_x$  排列。并且,压电元件 10 相对于图 7 的纵向(第二方向)以一定间距  $P_y$  排列。这样,通过形成沿正交的两个方向分别以一定的间距排列的阵列结构,将本 发明应用于超声波探头时能够取得回声图像。并且,可以将  $P_x$  与  $P_y$  设定为相同值。这种情况下,能够取得更少扭曲的回声图像。

[0121] 第四实施方式的作用效果

[0122] 上述第四实施方式的超声波换能器 1 具有排列有多个压电元件 10 的阵列结构。这种超声波换能器 1 中,在基板 11 上形成下部电极线部 22 时,必须在压电元件 10 之间配置多条下部电极配线 222,其线宽尺寸受到限制且电阻增大。这种超声波换能器 1 中,当制造时下部电极配线 222 被过蚀刻时,电阻会进一步增大,所输出的超声波的声压下降、在高频区域中的驱动控制变得困难。对此,本实施方式中通过在下部电极配线 222 上形成第二压电体层 40,能够防止制造时下部电极配线 222 的过蚀刻,从而能够抑制电阻增大。

[0123] 另外,通过在第二压电体层 40 上形成上部电极线部 52,能够防止下部电极配线 22

与上部电极线部 52 接触。另外,俯视观察中,下部电极配线 222 与上部电极线部 52 也可以形成在重叠的位置,从而能够缩短各压电元件 10 间的距离,继而能够促进超声波换能器 1 小型化。

[0124] 产品形态 1

[0125] 接着,作为产品形态,对具备了上述压电元件 10 的本发明的医疗器械进行说明。对于该产品形态,作为医疗器械示出了超声波探头的外观。

[0126] 图 8 是示意性示出产品形态的超声波探头的结构的立体图。图 9 是示意性示出具备了该超声波探头的超声波换能器的结构的立体图。

[0127] 图 8 中,超声波探头 100 具备:超声波换能器 1A、驱动超声波换能器 1A 的驱动电路 2、设置在射来自超声波换能器 1A 的超声波的方向的声学透镜 3、壳体 4 以及电缆 5。

[0128] 如图 9 所示,该超声波换能器 1A 在基板 11 上具备多个超声波发送用的压电元件 10。而且,该压电元件 10 与第四实施方式的超声波换能器 1 相同,配置为如图 7 所示的阵列结构,下部电极线部 22 中配置在膜片 121 的外侧区域的下部电极配线 222 上以层积方式形成有第二压电体层 40。而且,基板 11 连接到控制压电元件 10 的运算控制部 13。

[0129] 对于这种超声波换能器,在下部电极线部 22 中的形成于膜片 121 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,制造时下部电极配线 222 不发生蚀刻等,也不存在由此引起的电阻增大。为此,对于超声波发送用的压电元件 10A,能够以更小的驱动电压输送大声压的超声波。另外,对于超声波接收用的压电元件 10B,能够抑制由于接收超声波而引起的输出电信号的衰减。即,超声波换能器 1A 能够进行高精度的超声波的收发,同时能够实现节电。

[0130] 由此,具备了这种超声波换能器 1A 的超声波探头,能够高精度地取得被检体的内部图像,并且也能够抑制耗电。

[0131] 另外,对于上述产品形态,示出了将本发明的压电元件应用于组装有超声波换能器 1A 的超声波探头 100 的收发装置的示例。但并不限于医疗器械,也能够用作距离测定传感器、配管的非破坏性检查或者监控配管中的流体流速等的测定传感器的探头。

[0132] 产品形态 2

[0133] 作为本发明的第二产品形态,可以是超声波图像诊断装置。图 10 示出超声波图像诊断装置的结构。超声波探头 100 与超声波观测器 200 的装置本体 6 连接。操作者通过操作部 7 设定超声波探头 100 的驱动条件,并在显示监测器 8 上显示回声图像。

[0134] 其它实施方式

[0135] 此外,本发明并不受上述实施方式的限制,在能够达到本发明的目的范围内的变型、改良等都包含在本发明内。

[0136] 例如,虽然示出从下部电极层 20 中的与开口部 111 的边缘部 111A 距离为距离 L 的端部位置 22A 覆盖到下部电极端子部 23 与下部电极线部 22 的连接部 22B 而形成第二压电体层 40 的例子,但也可以是例如从开口部 111 的边缘部 111A 覆盖到连接部 22B 的结构等。即使在这种情况下,与例如跨开口部 111 的内外地形成第二压电体层 40 的结构相比,也能够减小对膜片 121 的挠曲的阻力。

[0137] 另外,也可以在开口部 111 的边缘部 111A 的一部分上形成第二压电体层 40 的结构。例如,可以是仅在下部电极线部 22 的形成位置跨开口部 111 的边缘部 111A 并跨开口

部 111 的内外地形成第二压电体层 40 的结构, 这种情况下, 下部电极线部 22 中不存在有露到外部的部分, 在压电体层 60 和上部电极层 50 进行蚀刻时能够可靠地防止过蚀刻, 继而能够更加可靠地抑制电阻增大。另外, 与覆盖开口部 11 的边缘部 111A 的整个圆周地形成第二压电体层 40 的结构相比, 也能够输出大声压的超声波, 但不会增大对膜片 121 的挠曲的阻力。

[0138] 并且, 也可以是仅在从开口部 111 的边缘部 111A 到有可能阻碍膜片 121 的振动的距离 L 的范围内不形成第二压电体层 40、而在其它整个区域上形成第二压电体层 40 的结构。

[0139] 另外, 对于上述实施方式, 例示出在支撑膜 12 上形成下部电极层 20 的结构, 但并不限于此。例如, 也可以对支撑膜 12 进行蚀刻, 在蚀刻部位上层积例如绝缘层等其它层, 然后在其它层上形成下部电极层 20 而形成的结构等。

[0140] 以上, 虽然对用于实施本发明的优选结构进行了具体说明, 但本发明并不限于此。即, 主要对本发明的特定实施方式特别进行了图示并且进行了说明, 但是在不脱离本发明的技术构思及目的的范围的前提下, 本领域技术人员能够对以上所述实施方式进行各种变型和改良。符号说明

[0141]	1、超声波换能器	10、10A、10B 压电元件
[0142]	11、基板	12、支撑膜
[0143]	20、下部电极层	21、下部电极本体部
[0144]	22、下部电极线部	30、第一压电体层
[0145]	40、第二压电体层	50、上部电极层
[0146]	111、开口部	111A、开口部的边缘部
[0147]	60、压电体层	70、作为配线层的辅助电极层
[0148]	221、元件连接线	222、下部电极配线。



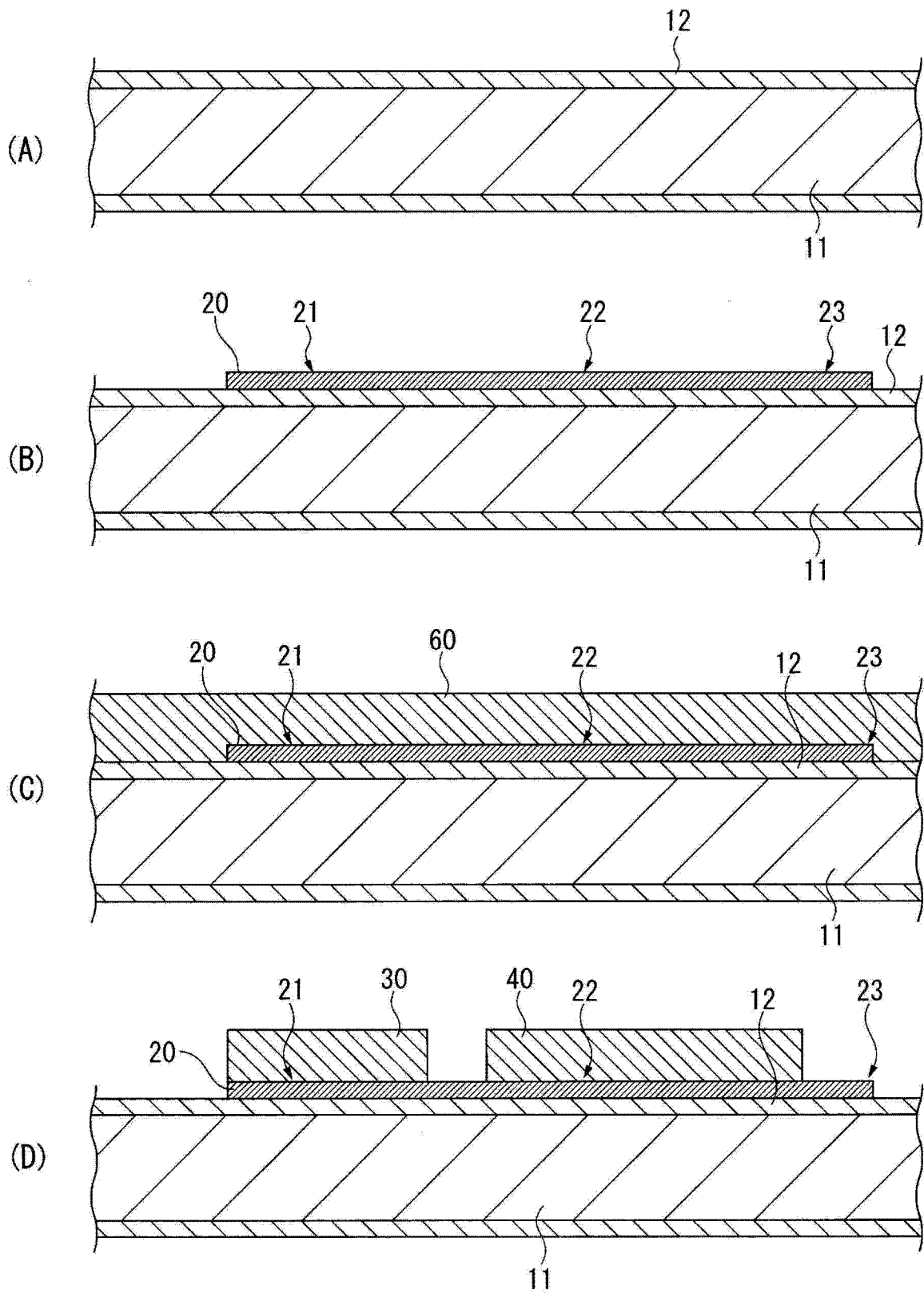


图 3

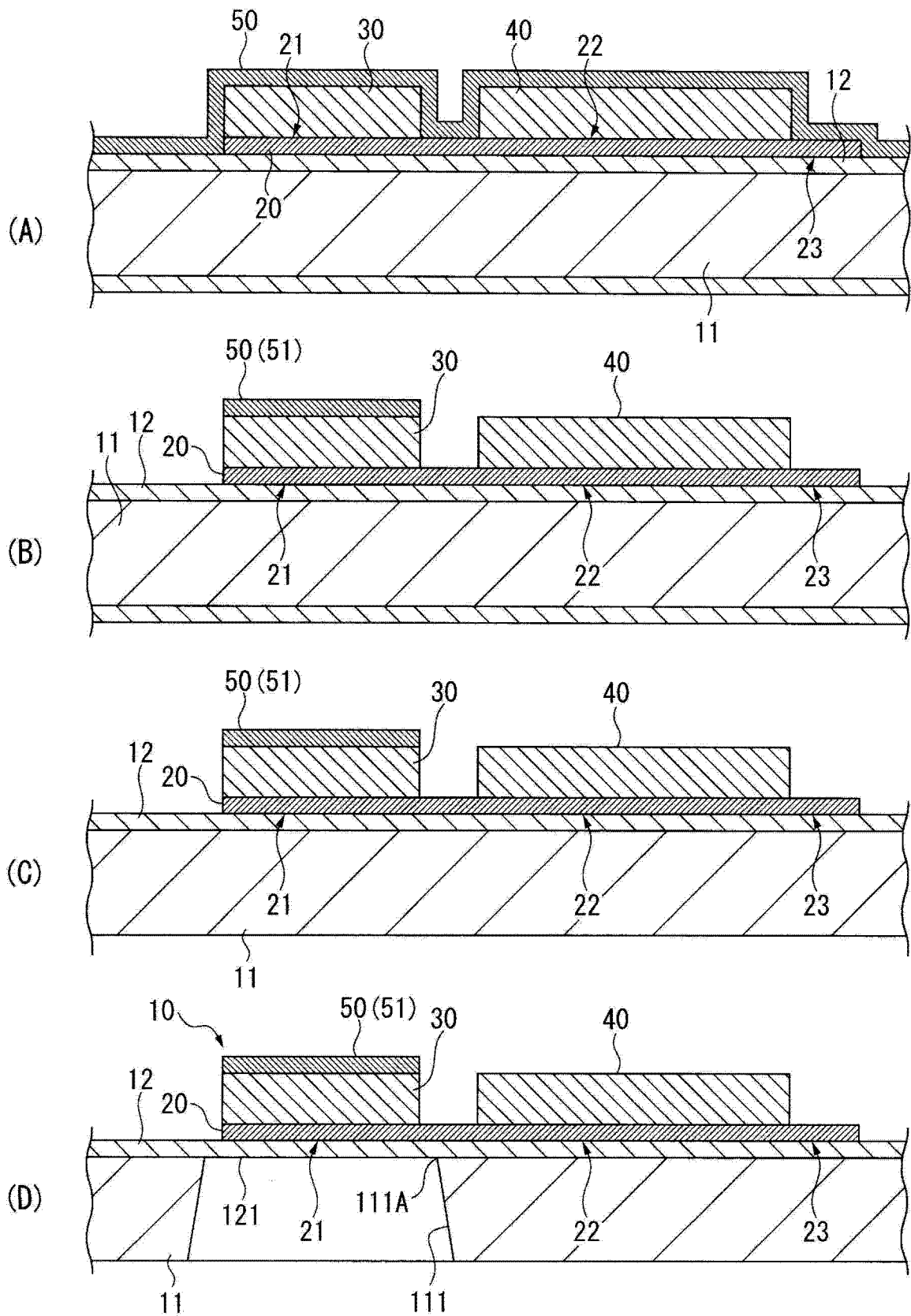


图 4

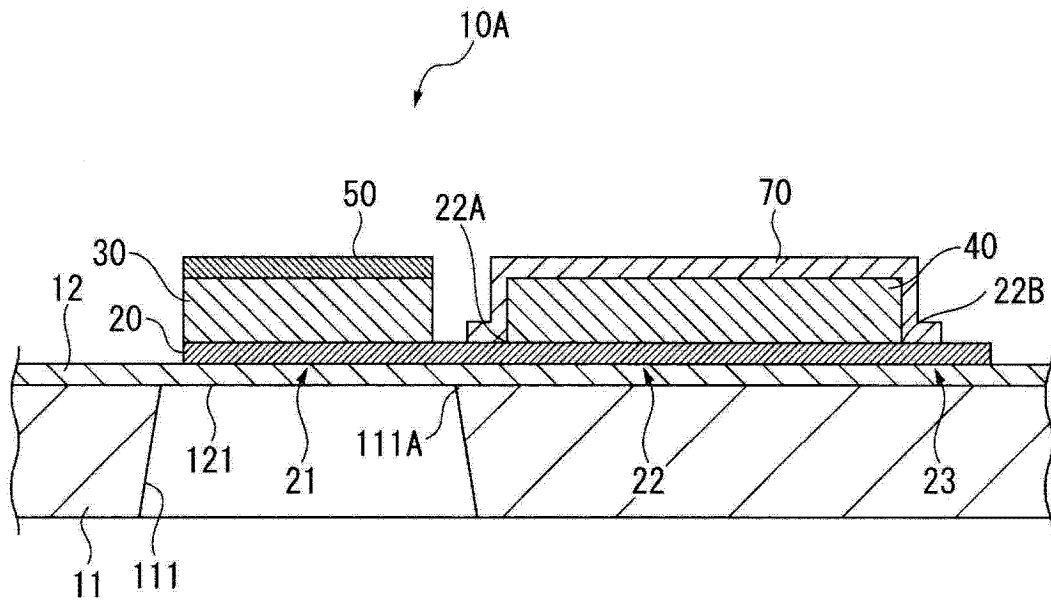


图 5

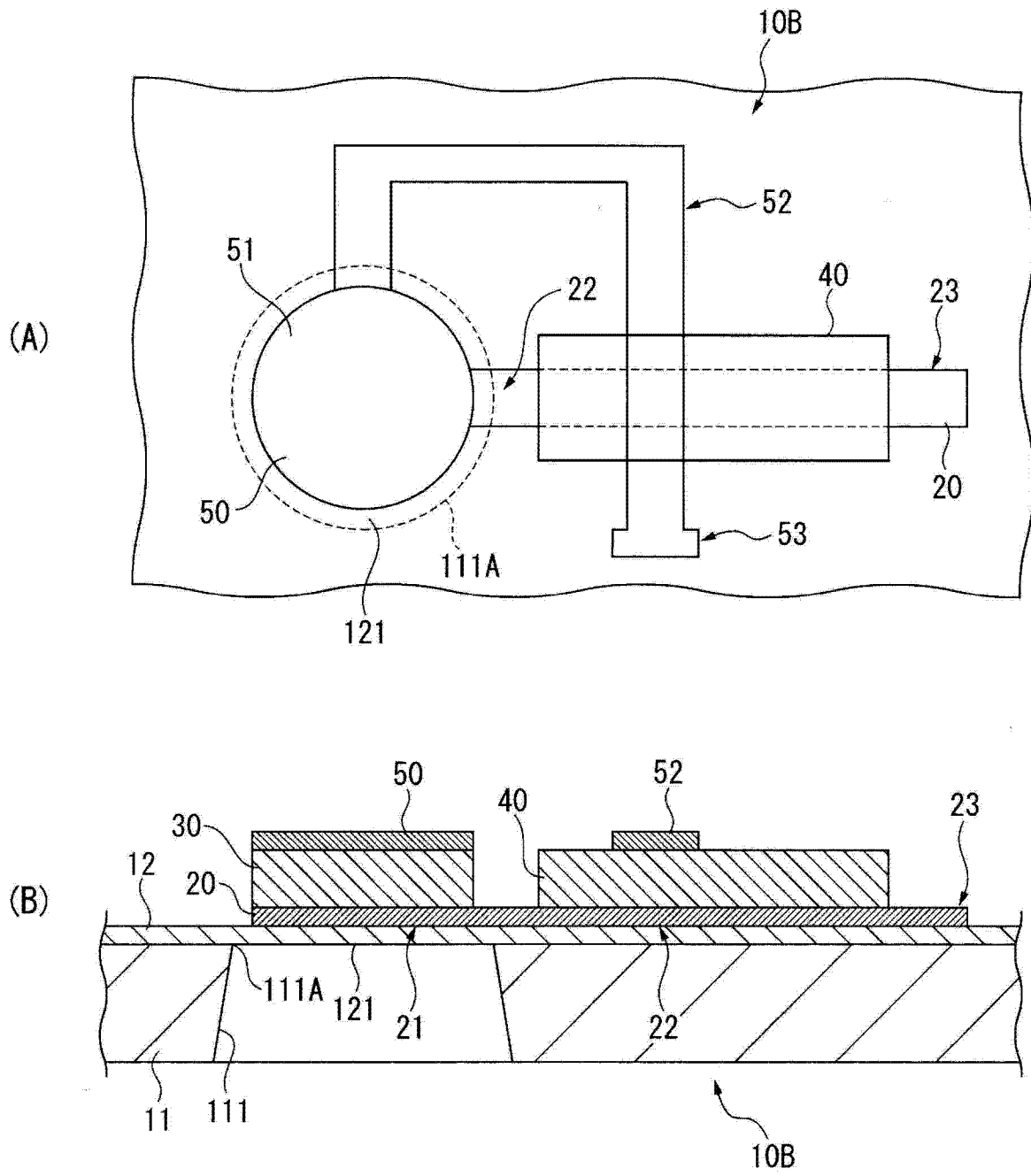


图 6

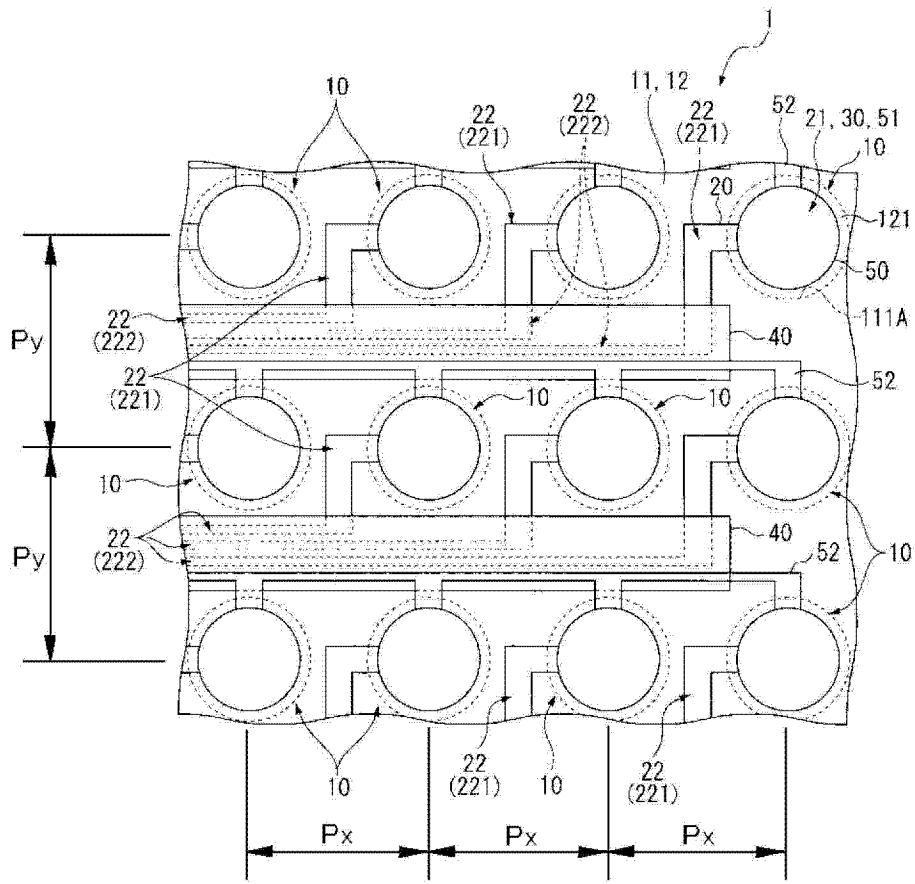


图 7

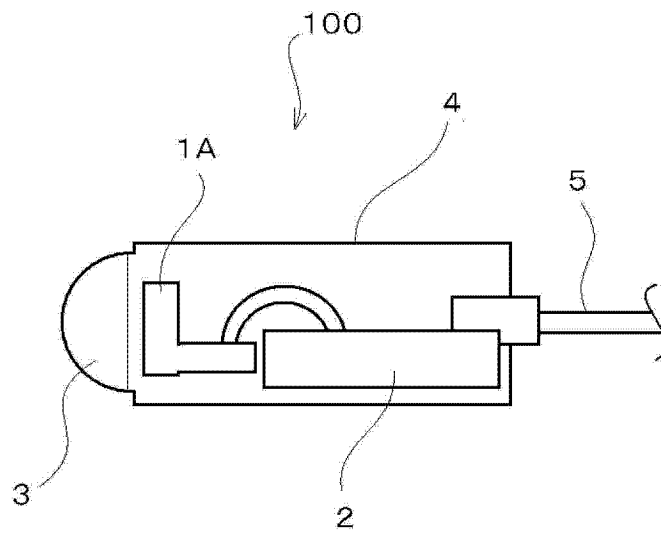


图 8

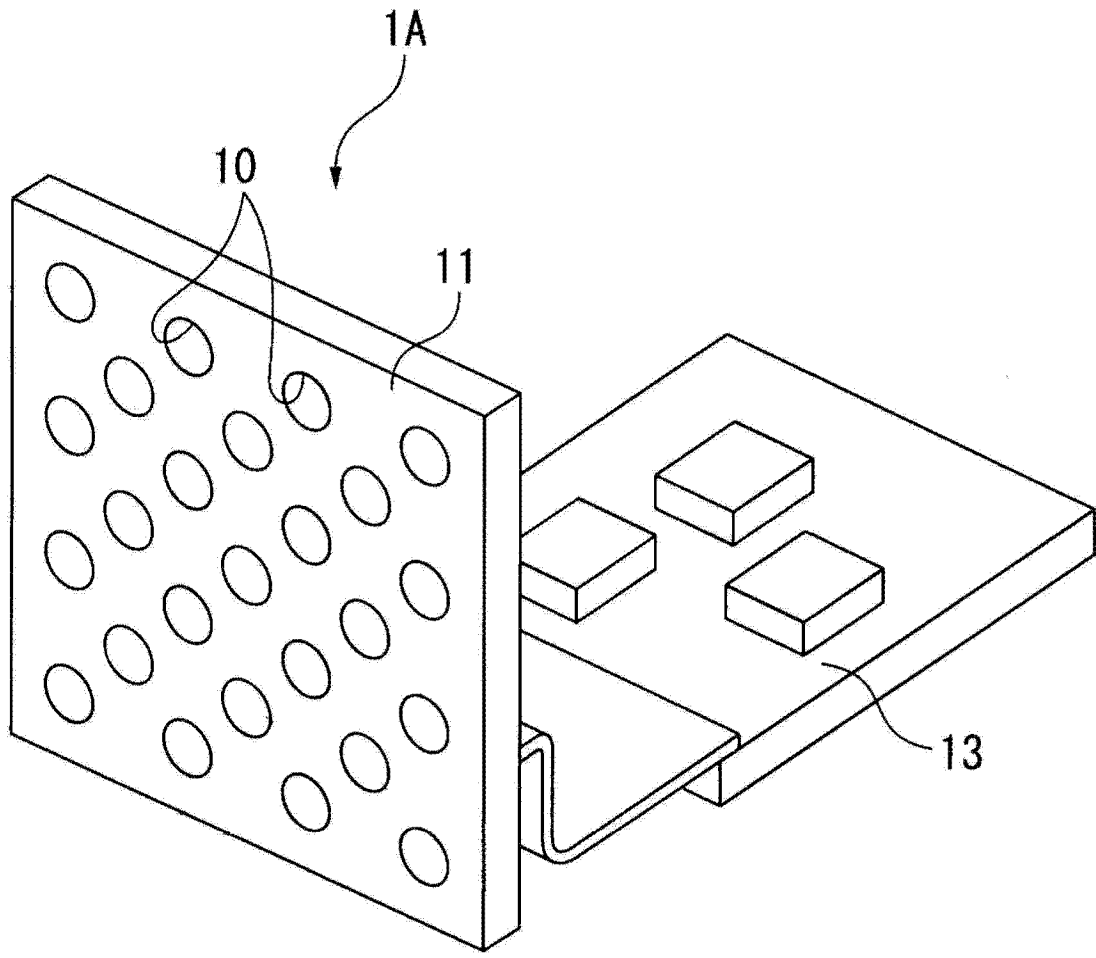


图 9

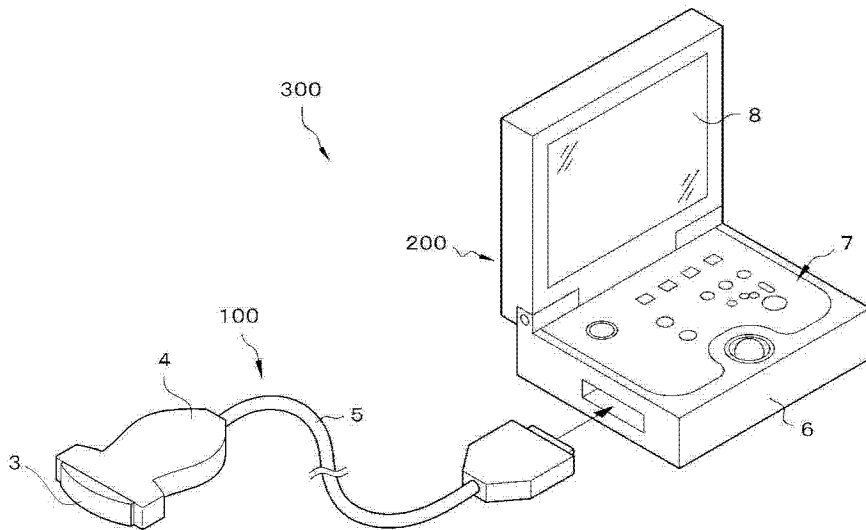


图 10

专利名称(译)	超声波探头及超声波图像诊断装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN102988079A</a>	公开(公告)日	2013-03-27
申请号	CN201210337944.9	申请日	2012-09-12
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
[标]发明人	松田洋史		
发明人	松田洋史		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/24 G01S15/08 G01P5/24		
CPC分类号	A61B8/13 A61B8/4444 G10K9/125 A61B8/4494 G10K9/122		
代理人(译)	余刚		
优先权	2011197988 2011-09-12 JP		
其他公开文献	CN102988079B		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明提供一种超声波探头以及超声波图像诊断装置。上述超声波探头具有压电元件，压电元件具备：基板，具有开口部；支撑膜，设置在基板上并设置为堵塞开口部的状态；下部电极层，在下部电极层上配置在开口部外，并且与第一压电体层分开地配置。

