



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104105447 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 13

(21) 申请号 201380008464. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 02. 06

A61B 8/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

G01N 29/24(2006. 01)

2012-023924 2012. 02. 07 JP

H04R 17/00(2006. 01)

2012-244343 2012. 11. 06 JP

审查员 严文

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 08. 07

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2013/052714 2013. 02. 06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/118768 JA 2013. 08. 15

(73) 专利权人 富士胶片株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 和田隆亚 大泽敦 山本胜也

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限  
责任公司 11219

代理人 熊传芳 苏卉

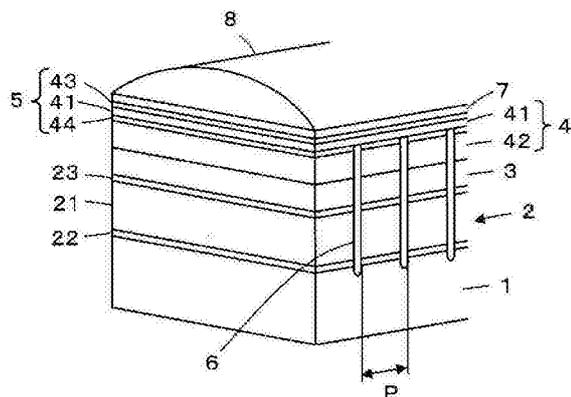
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

超声波探头及其制造方法

(57) 摘要

本发明依次层叠衬底材料(1)、无机压电元件层(91a)、声匹配层(94)、有机层(95)以及导电层(96),从导电层(96)到无机压电元件层(91a)沿层叠方向以任意间距进行切割,从而对齐位置并依次重叠而形成多个无机压电元件(2)、第一声匹配层(3)、下侧有机层(42)以及信号电极层(44)的各断片,在信号电极层(44)上重叠接合上侧有机层(41)和接地电极层(43),形成由信号电极层(44)、上侧有机层(41)以及接地电极层(43)构成的多个有机压电元件(5)。



1. 一种超声波探头,其特征在于,  
具备:  
衬底材料;  
多个无机压电元件,排列在所述衬底材料的表面上;  
第一声匹配层,配置在所述多个无机压电元件上;及  
第二声匹配层,配置在所述第一声匹配层上,  
所述第二声匹配层由构成多个有机压电元件的上侧有机层和用于与所述上侧有机层一起进行对所述多个无机压电元件的声匹配的下侧有机层构成,  
所述多个有机压电元件具有:  
片状的所述上侧有机层;  
接地电极层,遍及所述上侧有机层的表面上而延伸;及  
多个信号电极层,排列在与所述下侧有机层相向的所述上侧有机层的背面上,  
所述超声波探头还具备以将从所述多个信号电极层到所述多个无机压电元件的各层分离为多个断片的方式朝向层叠方向分别以相同的间距平行地延伸的多个分离部,由此所述多个有机压电元件和所述多个无机压电元件彼此以相同的间距排列。
2. 根据权利要求 1 所述的超声波探头,其中,  
所述上侧有机层形成得比所述下侧有机层薄。
3. 根据权利要求 1 所述的超声波探头,其中,  
具备子块形成槽,所述子块形成槽朝向层叠方向延伸,以将构成所述多个无机压电元件的各断片、或者分别构成所述多个无机压电元件和所述第一声匹配层的各断片、或者分别构成所述多个无机压电元件、所述第一声匹配层和所述第二声匹配层的所述下侧有机层的各断片进一步分离为多个子块。
4. 根据权利要求 1 所述的超声波探头,其中,  
所述多个有机压电元件被用作对从所述多个无机压电元件发送的超声波进行接收的接收设备,  
所述上侧有机层为了将接收到的超声波回波转换为接收信号而以具有预定电容的厚度形成,  
所述上侧有机层的厚度和所述下侧有机层的厚度之和形成为对从所述多个无机压电元件发送的超声波进行期望的声匹配那样的值。
5. 根据权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的超声波探头,其中,  
所述上侧有机层和所述下侧有机层彼此具有  $\pm 10\%$  的范围内的声阻抗。
6. 根据权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的超声波探头,其中,  
所述下侧有机层具有比所述上侧有机层大的声阻抗,且具有比所述第一声匹配层小的声阻抗。
7. 根据权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的超声波探头,其中,  
所述多个无机压电元件具有:  
彼此分离的多个无机压电体;及  
分别配置于所述多个无机压电体的两面的多个信号电极层以及多个接地电极层。
8. 根据权利要求 7 所述的超声波探头,其中,

所述多个无机压电体由 Pb 系的钙钛矿结构氧化物构成。

9. 根据权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的超声波探头, 其中,

所述上侧有机层仅由有机材料构成,

所述下侧有机层由有机材料或者有机材料和无机材料的复合材料构成。

10. 根据权利要求 9 所述的超声波探头, 其中,

所述上侧有机层以及所述下侧有机层由偏氟乙烯系材料构成。

11. 根据权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的超声波探头, 其中,

还具备配置于所述多个有机压电元件上的声透镜。

12. 根据权利要求 11 所述的超声波探头, 其中,

在所述多个有机压电元件与所述声透镜之间还具备对所述多个有机压电元件进行保护的保护层。

13. 根据权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的超声波探头, 其中,

还具备与所述多个有机压电元件分别直接连接的有机压电元件用放大器。

14. 根据权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的超声波探头, 其中,

还具有向被检体照射照射光的光照射部,

由所述多个有机压电元件或者所述多个无机压电元件接收通过从所述光照射部照射照射光而从被检体激发出的超声波。

15. 一种超声波探头的制造方法, 其特征在于,

在衬底材料的表面上接合遍及所述衬底材料而延伸的无机压电元件层,

在所述无机压电元件层上接合遍及所述无机压电元件层而延伸的声匹配层,

在所述声匹配层上接合遍及所述声匹配层而延伸的有机层, 并且在所述有机层的整个面上形成导电层,

通过从所述导电层到所述无机压电元件层沿层叠方向以任意间距进行切割, 排列形成多个无机压电元件, 并且在所述多个无机压电元件上对齐位置并依次重叠而形成第一声匹配层、下侧有机层以及信号电极层的各断片,

通过在所述信号电极层上接合遍及所述信号电极层而延伸的上侧有机层并且在所述上侧有机层的整个面上形成接地电极层, 排列形成由所述信号电极层、所述上侧有机层以及所述接地电极层构成的多个有机压电元件。

16. 根据权利要求 15 所述的超声波探头的制造方法, 其中,

所述上侧有机层和所述下侧有机层构成第二声匹配层, 所述上侧有机层的厚度和所述下侧有机层的厚度之和形成为对从所述多个无机压电元件发送的超声波进行期望的声匹配那样的值。

## 超声波探头及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及超声波探头及其制造方法,特别是涉及多个无机压电元件和多个有机压电元件彼此层叠形成的超声波探头及其制造方法。

### 背景技术

[0002] 以往以来,在医疗领域中,利用了超声波图像的超声波诊断装置正在被实用化。通常,这种超声波诊断装置从超声波探头朝向被检体内发送超声波束,由超声波探头对来自被检体的超声波回波进行接收,并对其接收信号进行电学上的处理,从而生成超声波图像。

[0003] 近年来,为了进行更准确的诊断,对因为被检体的非线性使超声波波形变形而产生的高次谐波成分进行接收并进行影像化的谐波成像成为主流。另外,近年来,作为使用了超声波的新型的诊断方法,向生物体照射激光并对因绝热膨胀产生的微弱且宽频带的弹性波进行接收并进行影像化的光声成像正在引人关注。

[0004] 作为适用于该谐波成像、光声成像的超声波探头,例如,如专利文献 1 所公开的那样,提出了将使用了锆钛酸铅 ( $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ ) 等的无机压电体的多个无机压电元件和使用了聚偏氟乙烯 (PVDF) 等的有机压电体的多个有机压电元件层叠形成的结构。

[0005] 能够利用无机压电元件发送高输出功率的超声波束,并利用有机压电元件高灵敏度地接收高次谐波的信号。另外,能够利用无机压电体元件取得通常的超声波的接收信号,并且利用有机压电元件对光声成像的宽频带的信号高灵敏度地进行接收。

[0006] 专利文献 1:国际公开第 2008/010509 号

### 发明内容

[0007] 发明要解决的课题

[0008] 在此,从多个无机压电元件输出的超声波束透过有机压电体后,从超声波探头向被检体内发送,因此以超声波束的声透射率升高的方式设计有机压电体的厚度。具体来说,有机压电体设计为相对于从多个无机压电元件发送的基本波的波长  $\lambda$  满足  $\lambda/4$  共振条件的厚度的附近。因此,有机压电体不能自如地设计厚度,为了满足上述的共振条件,需要具有一定程度的厚度而进行设计。另一方面,有机压电体的介电常数较小,因此当较厚地形成机压电元件时,电容变小,难于在电路上效率良好地对利用由有机压电元件所接收到的超声波而产生的接收信号进行取得。另外,当电容较小时,热噪声变大,因此存在与所取得的信号的 S/N 也变得不利的倾向。

[0009] 另外,在无机压电元件上层叠有机压电体的情况下,当彼此的电极位置相对于波束发送方向不一致时,会引起焦点偏离、接收效率的降低。从而,优选为无机压电元件和所层叠的有机压电元件的电极位置相对于波束发送方向尽可能一致,但是在以往的结构、制造方法中难于准确地使其一致。

[0010] 此外,有机压电体因温度上升而结晶化度逐渐降低,因此使用上限温度存在于极大地低于居里点的温度处。例如代表性的聚偏氟乙烯 (PVDF) 中使用上限温度是  $80^\circ\text{C}$ ,聚偏

氟乙烯三氟乙烯共聚物 (P(VDF-TrFE)) 中是  $100^{\circ}\text{C}$ 。从而,在工序中,当施加该温度以上的温度时,强介电性劣化,发生去极化。作为强介电性的劣化恢复方法,复极化是有效的方法,但是有机压电体的抗电场 ( $E_c$ ) 极大,是大约  $400\text{kV}/\text{cm} \sim 450\text{kV}/\text{cm}$ 。从而,为了在设备上对被去极化过一次的有机压电体进行复极化,需要施加极高的电压,在工序方面较为困难。根据以上,在无机压电体上层叠有机压电体的情况下,需要以尽可能低的温度工序、少的热过程次数进行制作,但是在以往的结构、制造方法中几乎不花费热过程的工序较为困难。

[0011] 本发明为了解决这样的以往的问题点而提出,其目的在于提供超声波探头及其制造方法,能够对从多个无机压电元件发送的超声波束具有优秀的声透射率并且也提高多个有机压电元件中的接收信号的转换效率和 S/N,并且使收发超声波的无机压电元件的电极位置和超声波接收专用的有机压电元件的波束发送方向上的位置准确地一致,此外,在设备完成后还能够较高地维持有机压电元件的特性。

[0012] 用于解决课题的手段

[0013] 本发明所涉及的超声波探头具备:衬底材料;多个无机压电元件,排列在上述衬底材料的表面上;第一声匹配层,配置在上述多个无机压电元件上;及第二声匹配层,配置在上述第一声匹配层上,上述第二声匹配层由构成多个有机压电元件的上侧有机层和用于与上述上侧有机层一起进行对上述多个无机压电元件的声匹配的下侧有机层构成。

[0014] 在此,优选为,上述上侧有机层形成得比上述下侧有机层薄。

[0015] 另外,优选为,上述多个有机压电元件具有:片状的上述上侧有机层;接地电极层,遍及上述上侧有机层的表面上而延伸;及多个信号电极层,排列在与上述下侧有机层相向的上述上侧有机层的背面上,上述超声波探头还具备以将从上述多个信号电极层到上述多个无机压电元件的各层分离为多个断片的方式朝向层叠方向分别以相同的间距平行地延伸的多个分离部,由此上述多个有机压电元件和上述多个无机压电元件彼此以相同的间距排列。

[0016] 另外,能够具备子块形成槽,上述子块形成槽朝向层叠方向延伸,以将构成上述多个无机压电元件的各断片、或者分别构成上述多个无机压电元件和上述第一声匹配层的各断片、或者分别构成上述多个无机压电元件、上述第一声匹配层和上述第二声匹配层的上述下侧有机层的各断片进一步分离为多个子块。

[0017] 另外,优选为,上述多个有机压电元件被用作对从上述多个无机压电元件发送的超声波进行接收的接收设备,上述上侧有机层为了在电路上效率良好地取得所接收到的超声波回波作为接收信号并提高 S/N 而以具有预定电容的厚度形成,上述上侧有机层的厚度和上述下侧有机层的厚度之和形成为对从上述多个无机压电元件发送的超声波进行期望的声匹配那样的值。

[0018] 另外,优选为,上述上侧有机层和上述下侧有机层彼此具有  $\pm 10\%$  的范围内的声阻抗。另外,优选为,下侧有机层具有比上述上侧有机层大的声阻抗,且具有比上述第一声匹配层小的声阻抗。

[0019] 另外,优选为,上述多个无机压电元件具有:彼此分离的多个无机压电体;及分别配置于上述多个无机压电体的两面的多个信号电极层以及多个接地电极层。

[0020] 另外,上述多个无机压电体能够由锆钛酸铅 ( $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ ) 或者铌酸镁 / 钛酸铅固溶体 (PMN-PT) 等 Pb 系钙钛矿氧化物构成。另外,上述上侧有机层能够仅由有机材料构

成,上述下侧有机层能够由有机材料或者有机材料和无机材料的复合材料构成。此外,上述上侧有机层以及上述下侧有机层能够由聚偏氟乙烯 (PVDF) 或者聚偏氟乙烯三氟乙烯共聚物 (P(VDF-TrFE)) 等偏氟乙烯系化合物构成。

[0021] 另外,能够还具备配置于上述多个有机压电元件上的声透镜。另外,也能够对上述多个有机压电元件与上述声透镜之间还具备对上述多个有机压电元件进行保护的保护层。

[0022] 另外,能够还具备与上述多个有机压电元件分别直接连接的有机压电元件用放大器。

[0023] 另外,能够还具有向被检体照射照射光的光照射部,由上述多个有机压电元件或者上述多个无机压电元件接收通过从上述光照射部照射照射光而从被检体激发出的超声波。

[0024] 本发明所涉及的超声波探头的制造方法为如下:在衬底材料的表面上接合遍及上述衬底材料而延伸的无机压电元件层,在上述无机压电元件层上接合遍及上述无机压电元件层而延伸的声匹配层,在上述声匹配层上接合遍及上述声匹配层而延伸的有机层,并且在上述有机层的整个面上形成导电层,通过从上述导电层到上述无机压电元件层沿层叠方向以任意间距进行切割,排列形成多个无机压电元件,并且在上述多个无机压电元件上对齐位置而一并形成第一声匹配层、下侧有机层以及信号电极层的各断片,通过在遍及上述信号电极层而延伸的上侧有机层的整个面上形成有接地电极层后将上侧有机层接合在上述信号电极层上,排列形成由上述信号电极层、上述上侧有机层以及上述接地电极层构成的有机压电元件(薄片)。

[0025] 在此,优选为,上述上侧有机层和上述下侧有机层构成第二声匹配层,上述上侧有机层的厚度和上述下侧有机层的厚度之和形成为对从上述多个无机压电元件发送的基本波的波长  $\lambda$  满足  $\lambda/4$  共振条件的值的附近。

[0026] 发明效果

[0027] 根据本发明,第二声匹配层由构成多个有机压电元件的上侧有机层和用于与上侧有机层一起进行对多个无机压电元件的声匹配的下侧有机层构成,因此能够对从多个无机压电元件发送的超声波束具有优秀的声透射率,并且也能够提高由多个有机压电元件产生的接收信号的取得效率,且能够提高 S/N。

[0028] 另外,也能够使收发超声波的无机压电元件的电极位置和超声波接收专用的有机压电元件的波束发送方向上的位置准确地一致,此外,在设备完成后还能够较高地维持有机压电元件的特性。

## 附图说明

[0029] 图 1 是表示本发明的实施方式所涉及的超声波探头的局部立体图。

[0030] 图 2 是表示实施方式所涉及的超声波探头的结构的剖视图。

[0031] 图 3 是将实施方式所涉及的超声波探头的制造方法表示为工序顺序的剖视图。

[0032] 图 4 是表示变形例所涉及的超声波探头的结构的剖视图。

[0033] 图 5 是表示其他变形例所涉及的超声波探头的结构的图。

## 具体实施方式

[0034] 以下,基于附图,对本发明的实施方式进行说明。

[0035] 图 1 以及图 2 示出本发明的实施方式所涉及的超声波探头的结构。

[0036] 在衬底材料 1 的表面上以间距 P 排列形成有多个无机压电元件 2。多个无机压电元件 2 具有彼此分离的多个无机压电体 21,在各个无机压电体 21 的一面上接合有信号电极层 22,在各无机压电体 21 的另一面上接合有接地电极层 23。即,各个无机压电元件 2 由专用的无机压电体 21、信号电极层 22 和接地电极层 23 形成。

[0037] 在这样的多个无机压电元件 2 上接合有第一声匹配层 3。第一声匹配层 3 分割为多个断片,以与多个无机压电元件 2 相同的间距 P 排列。

[0038] 另外,优选为,构成多个无机压电元件 2 的各断片分离为多个子块 (sub-dice) 而形成。例如,能够形成朝向层叠方向延伸的子块形成槽,使得将构成多个无机压电体 21、信号电极层 22 以及接地电极层 23 (多个无机压电元件 2) 的各层的各断片或者构成多个无机压电体 21、信号电极层 22、接地电极层 23 以及第一声匹配层 3 的各断片进一步分离为多个断片。另外,也能够形成朝向层叠方向延伸的子块形成槽,使得将构成多个无机压电体 21、信号电极层 22、接地电极层 23、第一声匹配层 3 以及下侧有机层 42 的各断片进一步分离为多个断片。

[0039] 此时,优选为,对各无机压电元件 2 形成一条或者两条子块形成槽,从而形成两个或者三个子块。这样一来,通过形成多个子块,能够提高多个无机压电元件 2 的压电常数,并提高超声波探头的收发灵敏度。

[0040] 在该第一声匹配层 3 上接合有第二声匹配层 4。第二声匹配层 4 具有上侧有机层 41 和下侧有机层 42 这两层。

[0041] 下侧有机层 42 分割为多个断片,并以与多个无机压电元件 2 相同的间距 P 排列在第一声匹配层 3 上。另一方面,上侧有机层 41 具有片状的形状,未分割为多个断片,遍及下侧有机层 42 的整体而延伸。上侧有机层 41 的厚度和下侧有机层 42 的厚度之和形成成为如相对从多个无机压电元件发送的超声波进行期望的声匹配那样的值。例如,形成为上侧有机层 41 的厚度和下侧有机层 42 的厚度之和成为相对于从多个无机压电元件 2 发送的超声波的基本波 (无机压电体 21 的最大灵敏度的一 6dB 频带的中心频率) 的波长  $\lambda$  满足  $\lambda/4$  共振条件的厚度的附近,从而将上侧有机层 41 和下侧有机层 42 合并而成的第二声匹配层 4 能够相对于从多个无机压电元件发送的超声波具有优秀的声透射率。

[0042] 此外,上侧有机层 41 构成多个有机压电元件 5。即,在上侧有机层 41 上接合遍及表面上而延伸的接地电极层 43,并且在与下侧有机层 42 相向的背面上接合以与多个无机压电元件 2 相同的间距 P 彼此分离的多个信号电极层 44,由此上侧有机层 4 作为多个有机压电元件 5 的有机压电体而发挥功能。如此排列形成的各个有机压电元件 5 由专用的信号电极层 44、在多个有机压电元件 5 通用的上侧有机层 41 和接地电极层 43 构成。因此,多个有机压电元件 5 的排列间距仅由接合于上侧有机层 41 的背面上的多个信号电极层 44 的排列间距所决定,多个有机压电元件 5 以与多个无机压电元件 2 相同的间距 P 排列。

[0043] 另外,在多个无机压电元件 2、第一声匹配层 3、第二声匹配层 4 的下侧有机层 42 以及信号电极层 44 的各层中以相同的间距 P 被分离的多个断片在各个层之间对齐位置而沿层叠方向排列,向各个列之间填充填料,从而形成有将构成从多个无机压电元件 2 到信号电极层 44 的各层的多个断片彼此分离的分离部 6。即,分离部 6 以分别从信号电极层 44

的表面上到衬底材料 1 的表面上贯通各层的方式朝向层叠方向分别以相同的间距 P 平行地延伸。

[0044] 此外,在多个有机压电元件 5 上隔着保护层 7 而接合有声透镜 8。

[0045] 无机压电元件 2 的无机压电体 21 由 Pb 系的钙钛矿结构氧化物等压电体用的无机材料形成。例如,能够由锆钛酸铅 ( $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$ ) 所代表的 Pb 系的压电陶瓷或者由铌酸镁 / 钛酸铅固溶体 (PMN-PT) 和铌酸锌 / 钛酸铅固溶体 (PZN-PT) 所代表的弛豫 (relaxer) 系的压电单晶体形成。另一方面,有机压电元件 5 的上侧有机层 41 由偏氟乙烯 (VDF) 系材料等压电体用的有机材料形成。例如,能够由聚偏氟乙烯 (PVDF) 或者聚偏氟乙烯三氟乙烯共聚物 (P(VDF-TrFE)) 等的高分子压电元件形成。

[0046] 衬底材料 1 对多个无机压电元件 2 进行支撑并且对向后方发出的超声波进行吸收,能够由铁氧体橡胶等橡胶材料形成。

[0047] 第一声匹配层 3 用于使来自多个无机压电元件 2 的超声波束效率良好地入射到被检体内,由具有无机压电元件 2 的声阻抗和生物体的声阻抗的中间值的声阻抗的材料形成。

[0048] 第二声匹配层 4 用于使来自多个无机压电元件 2 的超声波束效率良好地入射到被检体内,下侧有机层 42 由有机材料或者有机材料和无机材料的复合材料构成。例如,下侧有机层 42 能够由在上侧有机层 41 中使用的、包含聚偏氟乙烯 (PVDF) 或者聚偏氟乙烯三氟乙烯共聚物 (P(VDF-TrFE)) 等偏氟乙烯 (VDF) 系材料在内的有机材料形成。另外,下侧有机层 42 也能够由在例如使氧化锆粒子分散于环氧树脂而成的、有机材料和无机材料的复合材料形成。

[0049] 另外,优选为,上侧有机层 41 和下侧有机层 42 由具有彼此相同或者相近的声阻抗的材料形成,如果例如彼此的声阻抗是  $\pm 10\%$  的范围内,则能够不对超声波的声匹配产生影响地构成第二声匹配层 4。此外,下侧有机层 42 也能够由具有比上侧有机层 41 大的声阻抗且具有比第一声匹配层 3 小的声阻抗的材料形成。

[0050] 形成分离部 6 的填料用于对相邻的断片的位置以及姿势进行固定,例如由环氧树脂等形成。

[0051] 保护层 7 对有机压电元件 5 的接地电极层 43 进行保护,例如由聚偏氟乙烯 (PVDF) 形成。另外,只要对接地电极层 43 的保护不存在障碍,则也能够除去保护层 7 而形成,在多个有机压电元件 5 上直接接合声透镜 8。

[0052] 声透镜 8 利用折射而使超声波束会聚并提高垂直 (elevation) 方向上的分辨率,由硅橡胶等形成。

[0053] 接下来,对本实施方式的动作进行说明。

[0054] 在动作时,例如,使用多个无机压电元件 2 作为超声波的发送专用的振子,使用多个有机压电元件 5 作为超声波的接收专用的振子。

[0055] 当向多个无机压电元件 2 的信号电极层 22 与接地电极层 23 之间分别施加脉冲状或者连续波的电压时,各个无机压电元件 2 的无机压电体 21 伸缩而产生脉冲状或者连续波的超声波。这些超声波经由第一声匹配层 3、第二声匹配层 4、保护层 7 以及声透镜 8 而入射到被检体内,彼此合成,形成超声波束而在被检体内传播。

[0056] 接下来,当在被检体内传播并反射而成的超声波回波经由声透镜 8 以及保护层 7

而入射到各个有机压电元件 5 时,上侧有机层 41 以高灵敏度应答超声波的高次谐波成分而伸缩,在信号电极层 44 与接地电极层 43 之间产生电信号,并作为接收信号而被输出。

[0057] 这样一来,能够基于从多个有机压电元件 5 输出的接收信号来生成高次谐波图像。在此,多个无机压电元件 2 和多个有机压电元件 5 沿层叠方向彼此对位而以相同的间距 P 排列形成,因此能够在与超声波束的发送位置相同的排列位置上对来自被检体的超声波回波进行接收,能够高精度地生成高次谐波图像。

[0058] 另外,也能够使用多个无机压电元件 2 作为超声波的收发兼用的振子。在该情况下,经由声透镜 8 以及保护层 7 而由有机压电元件 5 接收到的超声波回波进一步经由第二声匹配层 4 以及第一声匹配层 3 入射到各个无机压电元件 2,无机压电体 21 主要应答超声波的基本波成分而伸缩,在信号电极层 22 与接地电极层 23 之间产生电信号。

[0059] 这样一来,能够基于与从多个无机压电元件 2 得到的基本波成分对应的接收信号和与从有机压电元件 5 得到的高次谐波成分对应的接收信号,生成将基本波成分和高次谐波成分复合而成的复合图像。

[0060] 此时,多个无机压电元件 2 和多个有机压电元件 5 也沿层叠方向彼此对位而以相同的间距 P 排列形成,因此能够在相同的排列位置对超声波回波的基本波成分和高次谐波成分进行接收,能够生成将基本波成分和高次谐波成分高精度地复合而成的复合图像。

[0061] 这样的超声波探头能够如下所述地进行制造。

[0062] 首先,如图 3(A) 所示,利用粘结剂等将遍及衬底材料 1 的表面整个区域而延伸的无机压电元件层 91a 接合在衬底材料 1 的表面上。该无机压电元件层 91a 在无机压电体层 91 的两面上遍及整个面而分别形成有导电层 92 以及 93,该无机压电体层 91 遍及衬底材料 1 的整个面延伸。

[0063] 接下来,如图 3(B) 所示,将遍及无机压电元件层 91a 的整个区域而延伸的声匹配层 94 以例如 80℃~100℃ 的温度接合在导电层 93 上。此时,在多个无机压电体 21 上形成子块的情况下,沿层叠方向对无机压电元件层 91a 或从无机压电元件层 91a 到声匹配层 94 的各层进行切割,从而能够形成子块形成槽。

[0064] 并且,如图 3(C) 所示,在声匹配层 94 上接合有机层 95。该有机层 95 具有遍及声匹配层 94 的整个面而延伸的大小,在与声匹配层 94 相向的面的相反侧的表面上遍及整个面而预先形成有导电层 96。

[0065] 接下来,如图 3(D) 所示,通过以间距 P 对导电层 96、有机层 95、声匹配层 94 以及无机压电元件层 91a 的各层进行切割,将各层分离为多个断片。此时,以将从导电层 96 到无机压电元件层 91a 的各层完全分割的方式进行切割,因此被分割后的各层的各个断片在层叠方向上对齐位置而排列。由此,在衬底材料 1 的表面上形成以排列间距 P 排列的多个无机压电元件 2,并且在各个无机压电元件 2 上,以对齐位置并依次重叠的方式形成第一声匹配层 3、下侧有机层 42 以及信号电极层 44 的各断片。另外,在各层的多个断片以间距 P 沿层叠方向排列的各个列之间,通过切割而形成将各层沿层叠方向贯通的平板状的多个槽 97。

[0066] 这样一来,通过将导电层 96 到无机压电元件层 91a 的各层以间距 P 进行切割,能够将各层简便地分离为多个断片,并且使分离后的各层的各个断片在层叠方向上对位。并且,能够对多个有机压电元件 5 的信号电极层 44、多个无机压电元件 2 的信号电极层 22

以及接地电极层 23 彼此准确地进行对位。

[0067] 接下来,向通过切割而形成的多个槽 97 的内部填充填料,如图 3(E) 所示,形成对各层的多个断片的位置以及姿势进行固定的分离部 6 后,在多个信号电极层 44 上以例如 80℃左右的温度压接上侧有机层 41。上侧有机层 41 具有遍及多个信号电极层 44 的整体而延伸的大小,并在与多个信号电极层 44 相向的面的相反侧的表面上遍及整个面而预先形成有接地电极层 43。

[0068] 在此,上侧有机层 41 构成用于对从多个无机压电元件 2 发送的超声波进行声匹配的第二声匹配层 4 的一部分,但是将上侧有机层 41 和下侧有机层 42 合并后的厚度形成为如对从多个无机压电元件 2 发送的超声波进行期望的声匹配那样的值即可,当仅着眼于上侧有机层 41 时,能够不受声匹配限制,较薄地形成上侧有机层 41,从而提高有机压电元件 5 的电容。即,以具有如由有机压电元件 5 接收的超声波回波效率良好地被转换为接收信号那样的电容的期望的厚度形成上侧有机层 41,并将下侧有机层 42 的厚度与该上侧有机层 41 的厚度相加,从而将上侧有机层 41 和下侧有机层 42 合并后的厚度形成为包含在对从多个无机压电元件 2 发送的超声波进行声匹配的范围。这样一来,通过将上侧有机层 41 形成得比下侧有机层 42 薄,能够在对从多个无机压电元件 2 发送的超声波进行声匹配的范围形成第二声匹配层 4,并且也能够较薄地形成多个有机压电元件 5。另外,优选为,上侧有机层 41 的厚度和下侧有机层 42 的厚度之和形成为相对于从多个无机压电元件 2 发送的基本波的波长  $\lambda$  满足  $\lambda/4$  的共振条件的值的附近。

[0069] 另外,上侧有机层 41 因温度上升而结晶化度逐渐地降低,因此使用上限温度存在于极大地低于居里点的温度处。例如当施加在层叠声匹配层 94 等各层时使用的 80℃~100℃的高的温度时,容易发生去极化,但是除了保护层 7 以及声透镜 8 外的其他层层叠后,再层叠上侧有机层 41。因此,上侧有机层 41 不会暴露于对其他层进行层叠时或者将填料填充于槽 97 时的高的温度,能够抑制去极化。

[0070] 此外,在将层叠于上侧有机层 41 的下侧的各层、即信号电极层 22、无机压电体 21、接地电极层 23、第一声匹配层 3、下侧有机层 42 以及信号电极层 44 依次粘接前的期间,上侧有机层 41 不存在,因此能够将这些的层彼此以高温进行粘接并以高的粘接力层叠。

[0071] 这样一来,在多个信号电极层 44 上层叠了上侧有机层 41 后,在多个有机压电元件 5 的接地电极层 43 上隔着保护层 7 而接合声透镜 8,从而制造图 1 以及图 2 所示的超声波探头。

[0072] 例如,在制作从多个无机压电元件 2 发送的超声波的频率是 7MHz 左右、第一声匹配层 3 的声阻抗是约 8.9Mrayl ( $\text{kg}/\text{m}^2\text{s}$ ) 以及第二声匹配层 4 的声阻抗是约 4.0Mrayl 的直探头的情况下,作为无机压电体 21 使用锆钛酸铅 ( $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$ ),从而能够将该厚度形成为 190  $\mu\text{m}$  左右,并将第一声匹配层 3 的厚度形成为 80  $\mu\text{m}$  左右。并且,作为下侧有机层 42 以及上侧有机层 41 分别使用 PVDF,将下侧有机层 42 的厚度形成为 60  $\mu\text{m}$  左右,将上侧有机层 41 的厚度形成为 20  $\mu\text{m}$  左右,设作为第二声匹配层 4 整体的厚度为 80  $\mu\text{m}$  左右,由此能够满足第二声匹配层 4 相对于多个无机压电元件 2 的共振条件,并且也能够以期望的厚度形成多个有机压电元件 5。

[0073] 另外,在由有机材料和无机材料的复合材料构成第二声匹配层 4 的下侧有机层 42 的情况下,例如,由聚偏氟乙烯三氟乙烯共聚物 (P(VDF-TrFE)) 构成上侧有机层 41,并且将

其厚度形成为  $10\ \mu\text{m}$  左右,下侧有机层 42 使用以声阻抗成为约  $5\sim 6\text{Mrayl}$  的方式将氧化锆粒子分散于环氧树脂而成的物质形成为  $70\ \mu\text{m}$  左右的厚度。并且,第一声匹配层 3 使用以声阻抗成为约  $8\text{Mrayl}$  的方式将氧化锆粒子分散于环氧树脂而成的物质形成为  $100\ \mu\text{m}$  左右的厚度。通过如此构成第一声匹配层 3 以及第二声匹配层 4,能够满足第二声匹配层 4 相对于多个无机压电元件 2 的共振条件,并且也能够以期望的厚度形成多个有机压电元件 5。

[0074] 这样一来,将第二声匹配层 4 设为上侧有机层 41 和下侧有机层 42 的两层结构,以期望的厚度形成构成多个有机压电元件 5 的上侧有机层 41,并且以将上侧有机层 41 和下侧有机层 42 合并后的厚度满足共振条件的方式形成第二声匹配层 4,由此能够相对于从多个无机压电元件发送的超声波束保持优秀的声透射率,并且也能够提高多个有机压电元件 5 中的接收信号的取得效率。

[0075] 另外,由于多个无机压电元件 2 和多个有机压电元件 5 彼此对齐位置而排列,因此能够生成高精度的高次谐波图像以及复合图像。

[0076] 此外,将在制造超声波探头时作为有机压电元件 5 的有机压电体而发挥功能的上侧有机层 41 暴露于高温的情况较少,因此能够抑制上侧有机层 41 去极化。

[0077] 另外,如图 4 所示,能够将无机压电元件用 A/D 转换器 9 与各个无机压电元件 2 的信号线电极层 22 连接,并将有机压电元件用放大器 10 以及有机压电元件用 A/D 转换器 11 与各个有机压电元件 5 的信号线电极层 44 依次连接。

[0078] 在此,虽然能够通过如上所述地较小地设定有机压电体的厚度而提高多个有机压电元件 5 的电容,但是通过此,尚难于得到具有充分的强度的接收信号,需要利用有机压电元件用放大器 10 进行放大。此时,为了防止接收信号在从有机压电元件 5 向有机压电元件用放大器 10 传送的期间发生衰减,优选为,将有机压电元件用放大器 10 与有机压电元件 5 的信号线电极层 44 的附近连接或者使之直接连接。

[0079] 另外,通过在超声波探头内配置多路复用器而能够减少从超声波探头引出的信号线的根数。例如,能够在无机压电元件用 A/D 转换器 9 以及有机压电元件用 A/D 转换器 11 的后段配置多路复用器,将从无机压电元件用 A/D 转换器 9 和有机压电元件用 A/D 转换器 11 引出的两根信号线汇总为一根。

[0080] 另外,将在表面上预先形成了导电层 96 后的下侧有机层 95 层叠在第一声匹配层 94 上,但是不限于此,也可以在第一声匹配层 94 上层叠下侧有机层 95,之后,在下侧有机层 95 的表面上形成导电层 96。

[0081] 同样地,将在表面上预先形成了接地电极层 43 后的上侧有机层 41 接合在多个信号电极层 44 上,但是也可以在多个信号电极层 42 上接合上侧有机层 41 后,在上侧有机层 41 的表面上形成接地电极层 43。

[0082] 另外,在上述的实施方式中,将由多个无机压电元件 2 产生的超声波朝向被检体发送,并且由多个无机压电元件 2 或者多个有机压电元件 5 对在被检体内反射而成的超声波回波进行接收,但是,能够如图 5 所示,新设置朝向被检体照射照射光 L 的光照射部 31,从而从光照射部 31 朝向被检体照射照射光 L 并且由例如多个有机压电元件 5 对通过照射光 L 的照射而从被检体激发的光声波 U(超声波)进行接收。由此,能够进行利用光声效果而对被检体内进行图像化的所谓光声成像 (PAI:Photoacoustic Imaging)。

[0083] 光照射部 31 朝向被检体依次照射具有彼此不同的波长的多个照射光 L,能够由半

导体激光 (LD)、发光二极管 (LED)、固体激光器、气体激光器等构成。光照射部 31 例如使用脉冲激光作为照射光 L, 每个脉冲依次切换波长并朝向被检体照射脉冲激光。

[0084] 在进行光声成像时, 从光照射部 31 朝向被检体照射照射光 L, 当该照射的照射光 L 照射到被检体内的预定的生物体组织 V 时, 生物体组织 V 对照射光 L 的光能进行吸收, 从而发出作为弹性波的光声波 U (超声波)。

[0085] 例如, 从光照射部 31 向被检体依次照射具有约 750nm 的波长的照射光 L 和具有约 800nm 的波长的照射光 L。在此, 人的动脉中较多地包含的氧合血红蛋白 (与氧结合后的血红蛋白 :oxy-Hb) 与相对于波长 800nm 的照射光 L 相比, 相对于波长 750nm 的照射光 L 具有较高的分子吸收系数。另一方面, 静脉中较多地包含的脱氧血红蛋白 (没有与氧结合的血红蛋白 deoxy-Hb) 与相对于波长 800nm 的照射光 L 相比, 相对于波长 750nm 的照射光 L 具有较低的分子吸收系数。因此, 当向动脉以及静脉分别照射波长 800nm 的照射光 L 以及波长 750nm 的照射光 L 时, 分别发出与动脉以及静脉的分子吸收系数对应的强度的光声波 U。

[0086] 从动脉或者静脉发出的光声波 U 与上述的实施方式同样地由超声波探头的多个有机压电元件 5 接收。

[0087] 这样一来, 超声波探头不仅能够作为超声波图像用而使用, 也能够作为光声图像用而使用, 能够使用一个超声波探头进行多种多样的超声波诊断。

[0088] 另外, 通过照射光 L 的照射而从被检体激发的光声波 U 也能够由多个无机压电元件 2 接收。

[0089] 附图标记说明

[0090] 1 衬底材料, 2 无机压电元件, 3 第一声匹配层, 4 第二声匹配层, 5 有机压电元件, 6 分离部, 7 保护层, 8 声透镜, 9 无机压电元件用 A/D 转换器, 10 有机压电元件用放大器, 11 有机压电元件用 A/D 转换器, 21 无机压电体, 22、44 信号电极层, 23、43 接地电极层, 41 上侧有机层, 42 下侧有机层, 91 无机压电体层, 91a 无机压电元件层, 92、93、96 导电层, 94 声匹配层, 95 有机层, 97 槽, 31 光照射部, P 排列间距, L 照射光, U 光声波。

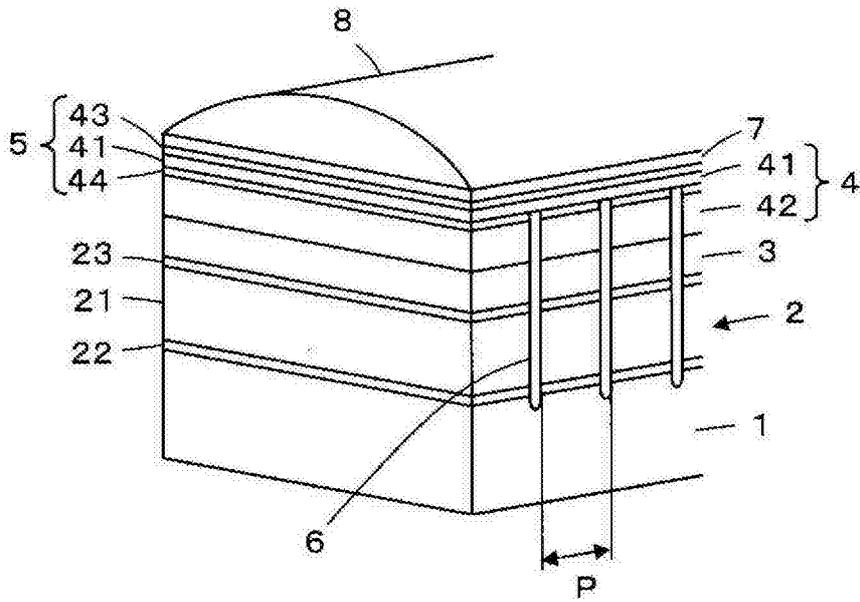


图 1

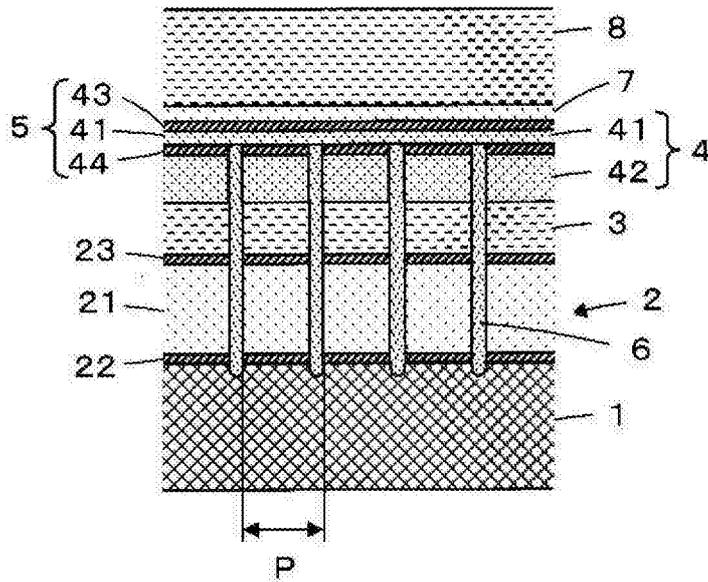


图 2

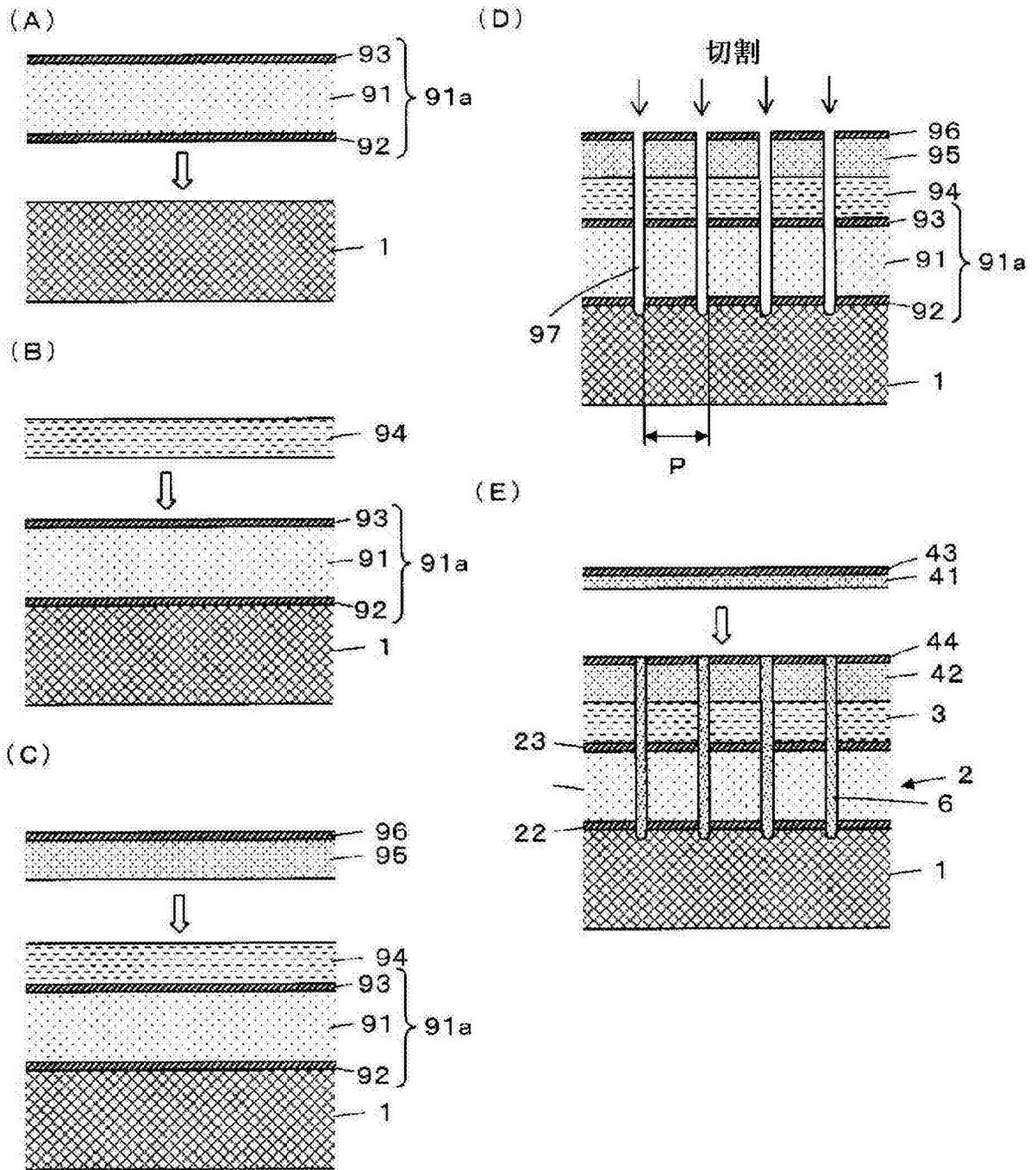


图 3

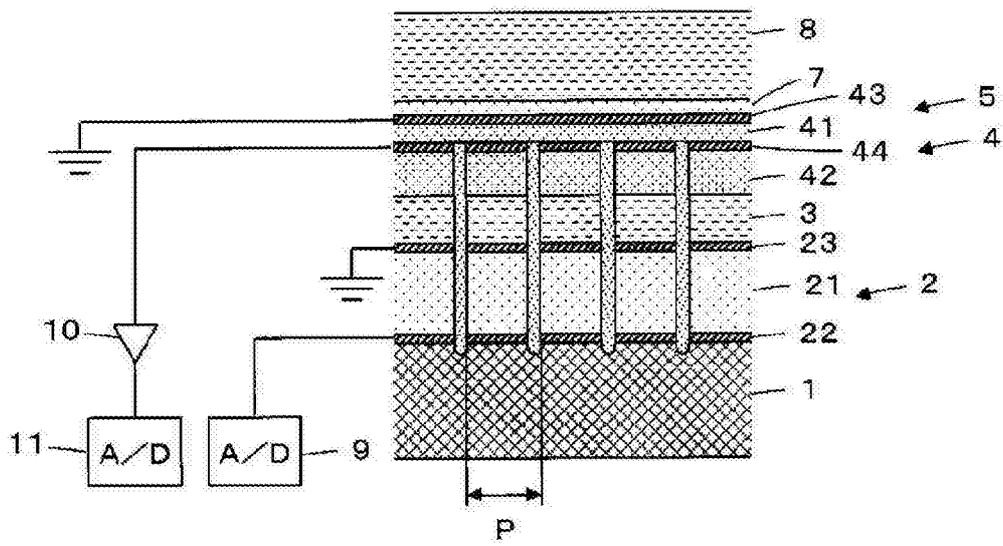


图 4

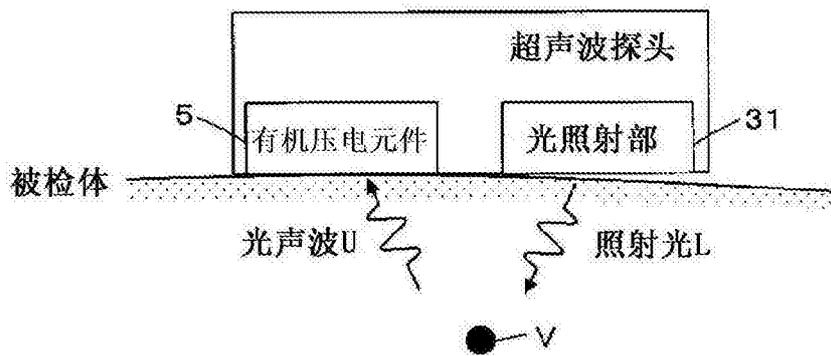


图 5

专利名称(译)	超声波探头及其制造方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN104105447B</a>	公开(公告)日	2016-04-13
申请号	CN201380008464.0	申请日	2013-02-06
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	和田隆亚 大泽敦 山本胜也		
发明人	和田隆亚 大泽敦 山本胜也		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/24 H04R17/00		
CPC分类号	A61B5/0095 A61B8/4444 B06B1/0622 Y10T29/42 G01N29/06 G01N29/2437 H01L41/25		
代理人(译)	苏卉		
审查员(译)	严文		
优先权	2012023924 2012-02-07 JP 2012244343 2012-11-06 JP		
其他公开文献	CN104105447A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明依次层叠衬底材料(1)、无机压电元件层(91a)、声匹配层(94)、有机层(95)以及导电层(96)，从导电层(96)到无机压电元件层(91a)沿层叠方向以任意间距进行切割，从而对齐位置并依次重叠而形成多个无机压电元件(2)、第一声匹配层(3)、下侧有机层(42)以及信号电极层(44)的各断片，在信号电极层(44)上重叠接合上侧有机层(41)和接地电极层(43)，形成由信号电极层(44)、上侧有机层(41)以及接地电极层(43)构成的多个有机压电元件(5)。

