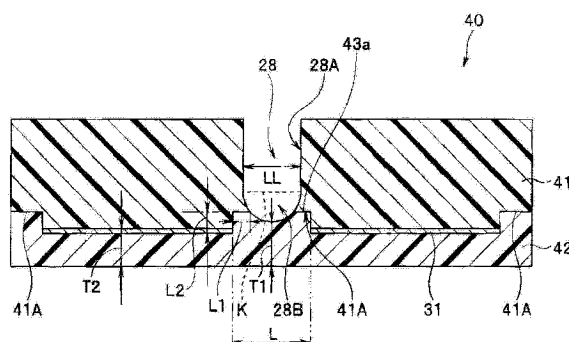




(45) 授权公告日 2015.06.17



1. 一种超声波振子阵列,其特征在于,该超声波振子阵列包括:

基板;

直线状的多个槽状的凹部,其以规定间隔配置在上述基板的一个面上;

元件区域,其配置在上述基板的上述一个面中的上述凹部彼此之间,并由至少一个超声波振子元件构成;

挠性膜,其在上述基板的上述一个面那一侧覆盖上述基板和上述元件区域,且脆性比上述基板的脆性低;以及

分割槽,其具有比上述凹部的宽度窄的宽度,并从上述基板的另一个面到达上述凹部内的上述挠性膜。

2. 根据权利要求1所述的超声波振子阵列,其特征在于,

上述分割槽具有比上述凹部的宽度窄的宽度,并包括底面部和通过形成槽而形成的侧壁部,

关于上述底面部,上述侧壁部的延长部分的间隔朝向上述槽的深度方向去而变得比上述宽度窄,

上述侧壁部与上述底面部之间的交界位于上述凹部内。

3. 根据权利要求1所述的超声波振子阵列,其特征在于,

在上述凹部内配置有脆性比上述基板的脆性低的低脆性材料。

4. 根据权利要求3所述的超声波振子阵列,其特征在于,

上述低脆性材料与上述挠性膜由相同的材料构成。

5. 根据权利要求1所述的超声波振子阵列,其特征在于,

上述挠性膜的与上述分割槽中的最深的部分相邻的部分的厚度大于或等于上述挠性膜的与上述元件区域相邻的部分的厚度。

6. 一种超声波内窥镜,其特征在于,

该超声波内窥镜使用了权利要求1所述的超声波振子阵列。

7. 一种超声波振子阵列的制造方法,其特征在于,该超声波振子阵列的制造方法包括以下步骤:

在基板的一个面上配置元件区域的步骤;

凹部形成步骤,将以规定间隔配置的直线状的多个凹部以上述元件区域位于凹部之间的方式形成在上述基板的一个面上;

填充步骤,以填埋上述凹部的方式将脆性比上述基板的脆性低的低脆性材料填充于上述凹部;

挠性膜形成步骤,在上述基板的上述一个面那一侧用脆性比上述基板的脆性低的挠性膜覆盖上述基板和上述元件区域;以及

分割槽形成步骤,形成从上述基板的另一个面到达上述凹部内的上述挠性膜的、具有比上述凹部的宽度窄的宽度的分割槽。

8. 根据权利要求7所述的超声波振子阵列的制造方法,其特征在于,

通过上述分割槽形成步骤形成的上述分割槽具有比上述凹部的宽度窄的宽度,且该分割槽包括底面部和通过形成槽而形成的侧壁部,

关于上述底面部,上述侧壁部的延长部分的间隔朝向上述槽的深度方向去而变得比上

述宽度窄，

上述侧壁部与上述底面部之间的交界位于上述凹部内。

9. 根据权利要求 7 所述的超声波振子阵列的制造方法，其特征在于，

上述低脆性材料与上述挠性膜由相同的材料构成，

在上述填充步骤与上述挠性膜形成步骤中，在以填埋上述凹部的方式在上述基板和上述元件区域的表面上涂敷了熔融树脂之后，使上述熔融树脂固化。

10. 一种超声波振子阵列的制造方法，其特征在于，该超声波振子阵列的制造方法包括以下步骤：

在基板的一个面上配置元件区域的步骤；

凹部组形成步骤，在上述基板的一个面上以上述元件区域位于多个凹部组之间、并且该多个凹部组之间的间隔成为比第 1 间隔宽的第 2 间隔的方式配置并形成多个凹部组，该多个凹部组包括至少两个槽状的凹部，且上述凹部彼此以上述第 1 间隔配置；

形成步骤，使用非导电性材料填埋上述凹部，并且覆盖上述基板和上述元件区域；

挠性膜形成步骤，在上述基板的上述一个面那一侧使上述非导电性材料固化而形成挠性膜；以及

分割槽形成步骤，形成分割槽，该分割槽具有比上述第 1 间隔宽且比上述凹部组的宽度窄的宽度，且该分割槽从上述基板的另一个面到达上述凹部内的上述挠性膜。

超声波振子阵列、超声波振子阵列的制造方法以及超声波内窥镜

技术领域

[0001] 本发明涉及用于形成设于超声波内窥镜的顶端部侧的弯曲状的超声波振子部的超声波振子阵列、超声波振动元件阵列的制造方法以及超声波内窥镜。

背景技术

[0002] 近年来,向体内照射超声波并根据其回波信号使体内的状态图像化来进行诊断的超声波诊断法正在普及。在这种超声波诊断法所使用的医疗装置中,例如存在能够从体表使体内的状态图像化的超声波回波装置、在顶端部具有收发超声波的超声波振子部并能够插入体内而使体内的状态图像化的超声波内窥镜等。

[0003] 为了提高插入体内的插入性以及减轻患者的痛苦,对于这些超声波诊断用的医疗装置中的、特别是超声波内窥镜进行了用于实现细径化的各种研究。因此,超声波振子部也日益小型化,并被进行了用于实现小型化的各种研究。

[0004] 在这种超声波内窥镜所使用的、能够实现小型化的超声波振子部中,例如有时使用 c-MUT(Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer:静电电容式微加工超声波探头)。

[0005] c-MUT 是通过使用光刻技术在基板上绘制多个 c-MUT 元件而形成的。而且,通过以覆盖基板上的多个 c-MUT 元件的方式设置挠性膜,形成作为超声波振子阵列的 c-MUT 阵列。

[0006] 在此,在径向扫描方式和凸面扫描方式的超声波内窥镜中,需要将超声波振子部形成为弯曲状。

[0007] 因此,在公知的以往方法中,通过使用了切割锯(dicing saw)的切割,对具有由多个 c-MUT 元件构成的振子构件的 c-MUT 阵列分别形成分割槽并形成振子构件,之后,以缩小该多个分割槽的宽度的方式使该 c-MUT 阵列向分割槽侧弯曲,从而形成弯曲状的超声波振子部。

[0008] 作为这种弯曲状的超声波振子部,例如存在有日本特开 2008-110060 号公报所记载的超声波转换器。

[0009] 该日本特开 2008-110060 号公报所记载的超声波转换器包括:挠性片;刚体部,其在该挠性片的单侧的表面上由薄膜导电性材料构成;作为分割槽的分割部,其将该刚体部相互分离而分割为多个;振子构件,其具有 c-MUT 元件,该 c-MUT 元件具备被该分割部分割的刚体部;通过干蚀刻从振子构件的供 c-MUT 元件配置的面的一侧到达挠性片地分别形成上述分割部,之后,分别使上述分割部扩展,从而将分割后的各个振子构件的供 c-MUT 元件配置的面形成为弯曲状。

[0010] 但是,在上述日本特开 2008-110060 号公报所记载的超声波转换器中,由于对于 c-MUT 阵列从供 c-MUT 元件配置的面的一侧形成分割槽,使该分割槽扩展而将 c-MUT 元件侧的面形成为弯曲状,因此能够防止产生振子构件彼此的串扰,但是各个振子构件

之间的间距有偏差,有可能对超声波的收发性能带来影响。

[0011] 因此,以往,作为消除各个振子构件之间的间距的偏差并确保间距的状态使各个振子构件弯曲的方法,存在通过使用切割锯对 c-MUT 阵列的供 c-MUT 元件配置的面的背侧基板的面进行切割而形成多个分割槽、并以使所形成的分割槽收缩的方式使各个振子构件弯曲的方法。

[0012] 然而,在这种方法的情况下,由于通过使用了切割锯的切割在基板上形成分割槽,因此有时会在基板的与挠性膜之间的交界部分产生切口、剥离等的碎屑(chipping)。这种碎屑也达到基板上的 c-MUT 元件的振动膜,或者到达设有至少一个 c-MUT 元件且发送或接收超声波的元件区域的背面侧,有可能阻碍了音响特性。

发明内容

[0013] 因此,本发明是鉴于上述情况而做成的,其目的在于提供能够以简单的结构使得在基板上形成用于使具有多个元件的超声波振子阵列弯曲的分割槽时碎屑难以产生的超声波振子阵列、超声波振子阵列的制造方法以及超声波内窥镜。

[0014] 为了达到上述目的,本发明的一技术方案的超声波振子阵列包括:基板;直线状的多个槽状的凹部,其以规定间隔配置在上述基板的一个面上;元件区域,其配置在上述基板的上述一个面中的上述凹部彼此之间,并由至少一个超声波振子元件构成;挠性膜,其在上述基板的上述一个面那一侧覆盖上述基板和上述元件区域,且脆性比上述基板的脆性低;以及分割槽,其具有比上述凹部的宽度窄的宽度,从上述基板的另一个面到达上述凹部内的上述挠性膜。

[0015] 另外,本发明的一技术方案的超声波振子阵列的制造方法包括以下步骤:在基板的一个面上配置元件区域的步骤;凹部形成步骤,将以规定间隔配置的直线状的多个凹部以上述元件区域位于凹部之间的方式形成在上述基板的一个面上;填充步骤,以填埋上述凹部的方式将脆性比上述基板的脆性低的低脆性材料填充于上述凹部;挠性膜形成步骤,在上述基板的上述一个面那一侧用脆性比上述基板的脆性低的挠性膜覆盖上述基板和上述元件区域;以及分割槽形成步骤,形成从上述基板的另一个面到达上述凹部内的上述挠性膜的、具有比上述凹部的宽度窄的宽度的分割槽。

[0016] 另外,本发明的一技术方案的超声波内窥镜是一种使用了本发明的一技术方案的超声波振子阵列的超声波内窥镜。

附图说明

[0017] 图 1 是说明本发明的第 1 实施方式的超声波内窥镜的概略结构的结构图。

[0018] 图 2 是表示图 1 的超声波内窥镜的顶端部分的概略结构的立体图。

[0019] 图 3 是说明图 2 的超声波振子部的结构的立体图。

[0020] 图 4 是用于形成图 3 的超声波振子部的超声波振子阵列的仰视图。

[0021] 图 5 是从沿着图 4 的 A-A 线的方向观察到的、用于说明形成分割槽之前的状态的超声波振子阵列的结构的剖视图。

[0022] 图 6 是从沿着图 4 的 A-A 线的方向观察到的、用于说明形成分割槽之后的状态的超声波振子阵列的结构的剖视图。

[0023] 图 7 是从沿着图 4 的 A — A 线的方向观察到的、用于说明形成分割槽之后的状态的超声波振子阵列的结构的剖视图。

[0024] 图 8 是说明用于形成超声波振子阵列的分割槽的切割的概要内容的说明图。

[0025] 图 9 是表示使用所形成的分割槽将超声波振子阵列形成为弯曲状的状态的图。

[0026] 图 10 是表示在通过切割形成分割槽时产生的碎屑的状态的图。

[0027] 图 11 是表示图 10 的超声波振子阵列中的碎屑到达元件区域的状态的图。

[0028] 图 12 是表示切割所使用的切割刀片的形状的图。

[0029] 图 13 是说明挠性膜和基板的交界部分以及分割槽的配置位置与碎屑的产生状态之间的关系的关系的说明图。

[0030] 图 14 是说明本实施方式的超声波振子阵列的作用的图，是表示减少了碎屑的状态的超声波振子阵列的图。

[0031] 图 15 是变形例 1 的具有凹部的超声波振子阵列的剖视图。

[0032] 图 16 是变形例 2 的具有凹部的超声波振子阵列的剖视图。

[0033] 图 17 是说明形成分割槽之后的状态的变形例 1 的超声波振子阵列的结构的剖视图。

[0034] 图 18 是说明形成分割槽之后的状态的变形例 2 的超声波振子阵列的结构的剖视图。

[0035] 图 19 是表示本发明的第 2 实施方式的超声波振子阵列并说明形成分割槽之前的状态的超声波振子阵列的结构的剖视图。

[0036] 图 20 是说明第 2 实施方式的、形成分割槽以前的超声波振子阵列的其他作用、效果的说明图。

[0037] 图 21 是说明第 2 实施方式的、形成分割槽以前的超声波振子阵列的其他作用、效果的说明图。

[0038] 图 22 是说明第 2 实施方式的、形成分割槽之后的超声波振子阵列的其他作用、效果的说明图。

[0039] 图 23 是说明第 2 实施方式的、形成分割槽之后的超声波振子阵列的其他作用、效果的说明图。

具体实施方式

[0040] 以下，参照附图详细说明本发明的实施方式。

[0041] （第 1 实施方式）

[0042] 图 1 ～图 14 涉及本发明的第 1 实施方式，图 1 是说明第 1 实施方式的超声波内窥镜的概略结构的结构图，图 2 是表示图 1 的超声波内窥镜的顶端部分的概略结构的立体图，图 3 是说明图 2 的超声波振子部的结构的立体图，图 4 是用于形成图 3 的超声波振子部的超声波振子阵列的一部分的仰视图。

[0043] 如图 1 所示，本实施方式的超声波内窥镜 1 主要由插入到体内的细长的插入部 2、位于该插入部 2 的基端的操作部 3 以及自该操作部 3 的侧部延伸的通用线缆 4 构成。

[0044] 在通用线缆 4 的基端部设有与未图示的光源装置相连接的内窥镜连接器 4a。自该内窥镜连接器 4a 延伸有电缆 5 和超声波线缆 6，该电缆 5 借助于电连接器 5a 以自由装卸的

方式与未图示的摄像机控制单元相连接,该超声波线缆 6 借助于超声波连接器 6a 以自由装卸的方式与未图示的超声波观测装置相连接。

[0045] 插入部 2 从顶端侧起依次连接设置有顶端硬性部 7、弯曲部 8 以及具有挠性的挠性管部 9 而构成,该顶端硬性部 7 由硬质的树脂构件形成,该弯曲部 8 位于该顶端硬性部 7 的后端并弯曲自如,该挠性管部 9 位于该弯曲部 8 的后端并到达上述操作部 3 的顶端部,且该挠性管部 9 细径并纵长。而且,在顶端硬性部 7 的顶端侧设有作为超声波收发部的超声波振子部 20,该超声波振子部 20 排列有用于收发超声波的多个电子扫描型的超声波转换器。

[0046] 另外,作为顶端硬性部 7 的材质,并不特别限定,但是优选的是具有耐药品性或生物体适应性,例如可列举聚砒。另外,在操作部 3 中设有将弯曲部 8 控制为向期望的方向弯曲的角度旋钮 11、用于进行送气和送液操作的送气送水按钮 12、用于进行抽吸操作的抽吸按钮 13 以及成为导入到体内的处理器具的入口的处理器具插入口 14 等。

[0047] 如图 2 所示,在顶端硬性部 7 的设有超声波振子部 20 的顶端面 7a 上配置有构成照明光学系统的照明用透镜盖 21、构成观察光学系统的观察用透镜盖 22、兼作抽吸口的钳子口 23 以及未图示的送气送水喷嘴。

[0048] 超声波振子部 20 成为通过如图 3 所示那样将表面为矩形的振子构件(以下,简称作构件)25 呈圆筒状排列有多个而成的电子径向型振子顶端部,该振子构件 25 是使用硅微加工技术来对基板进行加工而成的,以 c-MUT(静电电容式微加工超声波探头)的振动膜朝向外侧的方式形成,且是由多个 c-MUT 元件构成的最小的驱动单位。

[0049] 作为基板,能够使用硅基板或石英基板等。

[0050] 超声波振子部 20 在基端侧连接设有与各个构件 25 电连接的电极焊盘和具有 GND(接地)电极焊盘的线缆连接基板部 24。而且,自超声波振子部 20 延伸设有同轴线缆束 26,该同轴线缆束 26 的各条信号线与线缆连接基板部 24 电连接。该同轴线缆束 26 贯穿于顶端硬性部 7、弯曲部 8、挠性管部 9、操作部 3、通用线缆 4 以及超声波线缆 6,并借助于超声波连接器 6a 而与未图示的超声波观测装置相连接。

[0051] 另外,各个构件 25 之间的施加(信号)一侧的电极成为分别独立地自同轴线缆束 26 的各条线缆供给电信号的构造,并形成非电连接的结构。

[0052] 如图 4 所示,在各个构件 25 中,以大致等间隔排列有至少一个以上、在此排列有多个 c-MUT 元件(以下,简称作元件)30 而形成元件区域。另外,在各个构件 25 之间以将规定数量的元件 30 组分离隔开的方式具有作为直线状的切割槽的分割槽 28。借助于该分割槽 28,被分隔成以规定的距离分离的、分割后的部分成为作为最小的驱动单位振子的构件 25。

[0053] 另外,借助于分割槽 28,上述超声波振子部 20 如图 3 所示那样形成为弯曲状。

[0054] 在本实施方式的超声波内窥镜 1 中,这种形成为弯曲状的超声波振子部 20 使用多个作为具有上述多个元件 30 的超声波振子阵列的 c-MUT 阵列 40 而构成。

[0055] 接着,使用图 5、图 6 及图 7 说明这样的本实施方式中的 c-MUT 阵列 40 的具体结构。

[0056] 另外,图 5 是从沿着图 4 的 A-A 线的方向观察到的、用于说明形成分割槽之前的状态的超声波振子阵列的结构剖视图,图 6 和图 7 是从沿着图 4 的 A-A 线的方向观察到的、用于说明形成分割槽之后的状态的超声波振子阵列的结构剖视图。

[0057] 如图 5 所示, c-MUT 阵列 40 包括基板 41、多个凹部 41A、元件区域 31 以及挠性膜 42 而构成, 该多个凹部 41A 以规定间隔配置在该基板 41 的一个面上并呈槽状, 该元件区域 31 具有至少一个配置在上述基板 41 的一个面中的上述凹部 41A 彼此之间的元件 30, 该挠性膜 42 覆盖上述基板 41 和上述元件区域 31, 且该挠性膜 42 的脆性低于上述基板 41 的脆性。作为基板, 例如能够使用硅基板或石英基板。形成于元件区域的元件的数量并不特别限定, 能够根据目的适当地设定数量。

[0058] 凹部 41A 配置为直线状。在此所说的直线状只要是中心轴线成为直线即可, 例如也可以将凹部的外周形成波状, 或者在中途改变线的粗细。

[0059] 作为脆性的测量方法, 能够应用日本 JIS R 1607 所示的方法。

[0060] 而且, 这种结构的 c-MUT 阵列 40 通过使用了切割锯的切割而设有如图 6 或图 7 所示的分割槽 28, 该分割槽 28 具有比上述凹部 41A 的宽度窄的宽度 LL, 并从上述基板 41 的另一个面到达上述凹部 41A 内的上述凹部 41A。如后述那样, 该分割槽 28 是为了将 c-MUT 阵列 40 形成为弯曲状而设置的。

[0061] 凹部 41A 的底面是构成地界线 (street line) 43 (参照图 5) 的面, 该地界线 43 包含分割槽 28 的宽度, 并成为切割量, 该地界线 43 的宽度 L 形成得比该凹部 41A 的深度 L2 大。

[0062] 另外, 若示出凹部 41A 的形狀的具体数值, 则期望地界线 43 的宽度 L (凹部 41A 的底面的宽度) 例如为 $30\ \mu\text{m}$, 凹部 41A 的深度 L2 例如为 $10\ \mu\text{m}$ 。当然并不限于这些数值, 能够根据后述的切割所使用的切割刀片 103 (参照图 8) 的宽度适当地变更。

[0063] 特别是为了将元件区域 31 的面积制造得较大以能够配置更多的元件 30, 将地界线 43 的宽度 L 设为与上述切割刀片 103 的厚度部分相同是较理想的, 但是只要设定为比该切割刀片 103 大规定的长度的量即可。

[0064] 如图 6 和图 7 所示, 分割槽 28 在剖面形状下具有比上述凹部 41A 的宽度 L (参照图 5) 窄的宽度 LL, 该分割槽 28 包括通过形成槽而形成的侧壁部 28A 和底面部 28B。底面部 28B 具有侧壁部 28A 的延长部分的间隔朝向分割槽 28 的槽的深度方向变窄那样的形状, 在图 6、图 7 中, 底面部 28B 的剖面形状成为半圆或圆弧的形状。即, 底面部 28B 具有曲面形状。

[0065] 后面详细说明, 在分割槽 28、基板 41 及挠性膜 42 聚集的部位容易产生碎屑 106。因此, 通过如图 6、图 7 所示那样设置凹部 41A, 使分割槽 28、基板 41 及挠性膜 42 所聚集的部位远离元件区域 31, 从而使碎屑 106 难以到达元件区域 31。

[0066] 而且, 在图 7 中, 以侧壁部 28A 与底面部 28B 之间的交界 K 位于上述凹部 41A 内的方式形成分割槽 28。如图 13 的附图标记 101a 所示, 基板 41 成为锐角的部分更容易产生碎屑。因此, 通过如图 7 所示那样相对于凹部而言将槽形成得较深, 也能够避免形成容易产生碎屑的锐角 101a。结果是, 能够进一步抑制碎屑到达元件区域 31。

[0067] 另外, 在本实施方式中, 若将通过设置分割槽 28 而形成、并分别配置在该分割槽 28 的侧壁部 28A 的两侧的凹部 41A 的底面部 43a 的宽度设为 L1, 将凹部 41A 的深度设为 L2, 则优选的是以满足 $L1 < L2$ 的方式形成分割槽 28。

[0068] 例如, 只要切割刀片 103 的宽度设为约 $20\ \mu\text{m}$, 则以分割槽的宽度 LL 约为 $20\ \mu\text{m}$ 或大于 $20\ \mu\text{m}$ 、底面部 43a 的宽度 L1 约为 $5\ \mu\text{m}$ 、凹部 41A 的深度 L2 为 $10\ \mu\text{m}$ 的方式形成分割

槽 28。

[0069] 挠性膜 42 例如由厚度为 $10\ \mu\text{m} \sim 20\ \mu\text{m}$ 或超过 $20\ \mu\text{m}$ 的聚酰亚胺 (PI) 形成。另外,被该挠性膜 42 覆盖的基板 41 例如由几十 $\mu\text{m} \sim$ 几百 μm 的硅 (Si) 形成。

[0070] 另外,在上述凹部 41A 中配置有作为脆性比基板 41 的脆性低的低脆性材料的聚酰亚胺 (未图示),在本实施方式中,如图 5 和图 7 所示,上述低脆性材料与上述挠性膜 42 使用了相同的材料。

[0071] 当然,配置在凹部 41A 内的低脆性材料和上述挠性膜 42 也可以使用不同的材料。

[0072] 在低脆性材料和挠性膜 42 使用了相同的材料的情况下,在以填埋凹部 41A 的方式在基板 41 和元件区域 31 表面涂敷了熔融树脂之后,使该熔融树脂固化而形成挠性膜 42。

[0073] 另外,在对填充在凹部 41A 内的低脆性材料和挠性 42 采用不同的材料的情况下,也可以向凹部 41A 内填充例如聚酰亚胺并利用对二甲苯系聚合物 (聚对亚苯基二甲基) 进行涂覆,或者填充聚酰亚胺并利用环氧树脂进行涂覆,亦或者填充聚酰亚胺并利用硅进行涂覆。

[0074] 另外,也可以向凹部 41A 内填充聚酰亚胺并使用非结晶氟树脂进行旋转涂布。作为非结晶氟树脂,例如可列举 CYTOP (注册商标)。而且,也可以向凹部 41A 内填充作为耐热性树脂的聚酰胺或以聚烯烃为首的弹性体类的材料。

[0075] 接着,使用图 5 ~ 图 14 说明如上所述构成的 c - MUT 阵列 40 的制造方法和作用。

[0076] 首先,如图 5 所示,操作者在基板 41 的一个面中的凹部 41A 彼此之间配置元件区域 31。

[0077] 之后,通过凹部形成步骤,形成以规定间隔配置在基板 41 的一个面上的多个槽状的凹部 41A。

[0078] 在该情况下,凹部 41A 通过在 c - MUT 阵列 40 的元件区域 31 之间实施例如干蚀刻而形成。

[0079] 接着,操作者通过填充步骤以填埋凹部 41A 的方式向上述凹部 41A 内填充脆性比基板 41 的脆性低的低脆性材料。该情况下的低脆性材料如上所述。另外,在本实施方式中,低脆性材料使用了作为与后述的挠性膜 42 相同的材料的聚酰亚胺。

[0080] 然后,通过挠性膜形成步骤,利用脆性比基板 41 的脆性低的挠性膜 42 覆盖上述基板 41 和上述元件区域 31。在该情况下,在基板 41 和元件区域 31 上旋转涂布聚酰亚胺并进行热加工,从而形成厚度 $10\ \mu\text{m} \sim 20\ \mu\text{m}$ 左右的挠性膜 42。

[0081] 这样,制造出图 5 所示的结构的、形成分割槽 28 以前的状态的 c - MUT 阵列 40。

[0082] 接着,操作者通过分割槽形成步骤在图 5 所示的 c - MUT 阵列 40 上形成分割槽 28 (参照图 7),该分割槽 28 从基板 41 的另一个面到达凹部 41A 内的挠性膜 42,并具有比上述凹部 41A 的宽度 L 窄的宽度 LL。

[0083] 作为通过该分割槽形成步骤形成分割槽 28 的方法,应用如上所述使用了切割锯的切割。

[0084] 在此,使用图 8 ~ 图 13 说明切割的概要内容、由该切割引起的碎屑的产生原理以及对元件的影响。

[0085] 另外,图 8 是说明用于形成超声波振子阵列的分割槽的切割的概要内容的说明图,图 9 是表示使用所形成的分割槽将超声波振子阵列形成为弯曲状的状态的图,图 10 是

表示在通过切割形成分割槽时产生的碎屑的状态的图,图 11 是表示图 9 的超声波振子阵列中的碎屑到达元件区域的状态的图,图 12 是表示切割所使用的切割刀片的形状的图,图 13 是说明挠性膜和基板的交界部分以及分割槽的配置位置与碎屑的产生状态之间的关系的说明图。

[0086] 如图 8 所示,在从具有硅基板 101、未图示的元件区域以及挠性膜 102 的 c-MUT 阵列 100 的硅基板 101 的面的一侧进行切割而形成分割槽 104 的情况下,以隔开未图示的规定数量的元件组的方式使用切割刀片 103 每隔规定间隔形成分割槽 104。

[0087] 此时,以分割槽 104 的底面部 104a 到达挠性膜 102 内的方式形成分割槽 104。另外,通过形成分割槽 104,从而在硅基板 101 的面上形成分割槽 104 的开口 104b。

[0088] 然后,如图 9 所示,通过使该多个分割槽 104 的开口 104b 收缩并使 c-MUT 阵列 100 向开口 104b 侧方向弯曲,从而能够使该 c-MUT 阵列 100 以任意的形状、而且以保持着分割槽 104 的底面部 104a 的宽度 L_0 、即构件之间的距离 L_0 的状态弯曲。

[0089] 然而,若在以往的 c-MUT 阵列 100 中如上所述通过切割形成分割槽 28,则如图 10 和图 11 所示,有可能在作为切割量的地界线 100a 内产生切口、剥离等的碎屑 106,并如规定区域 V 所示那样到达元件区域 31,使 c-MUT 元件的振动膜破坏,或者到达元件区域 31 的背面,阻碍音响特性。

[0090] 只要构成为通过使地界线 100a 变宽而避免碎屑 106 到达元件区域 31 即可,但是若为该方法,则能够配置在一个 c-MUT 阵列 100 中的元件区域 31(参照图 10)的宽度变窄,音响特性变差。

[0091] 因此,需要极力缩小地界线 100a 的宽度,并且为了防止碎屑扩展等而提高切割的精度。

[0092] 然而,若说明碎屑的具体的产生原理,切割所使用的切割刀片 103 如图 12 的 (a)、图 12 的 (b) 所示形成为圆盘状,若特别放大表示切口方向的顶端侧部分(图 12 的 (b) 中的 V1 所示的部分)的剖面,则如图 12 的 (c) 所示,顶端部 103a 的剖面形成为直径 $10\mu\text{m}$ 的圆弧形状。

[0093] 因此,若将切割刀片 103 的宽度设为 $20\mu\text{m}$,则实际所形成的分割槽 104 的形状也成为如图 12 的 (c) 所示的形状,但是若切入挠性膜 102 的切入量较小,则容易产生碎屑。

[0094] 即,在图 13 的分割槽 104 的底面部附近(图 13 中的 V2 所示的部分),若切入挠性膜 102 的切入量较小,则如图中右侧的放大图所示,由于分割槽 104 的底面部 104a 形成为圆弧形状,因此在该分割槽 104、挠性膜 102 以及硅基板 101 聚集的部分(图 13 中 V3 所示的部分),在硅基板 101 上形成有成为锐角的形状的锐角部 101a,因此强度变弱,因此,由于该锐角部 101a 而易于产生碎屑。

[0095] 因而,为了减少这种碎屑的产生,需要以分割槽 104 的底面部 104a 的圆弧形状部分到达挠性膜 102 的程度增大切入量而避免形成锐角部 101a,但是由于挠性膜 102 的厚度受到限制,因此在以往的 c-MUT 阵列中是不可能实现的。

[0096] 但是,在本实施方式的 c-MUT 阵列 40 中,通过如上所述在基板 41 上设有多个凹部 41A,从而如图 14 所示,以切割刀片 103 的顶端部 103a 的圆弧形状部分到达由挠性膜 42 填充的上述凹部 41A 内的方式增大切入量。另外,图 14 是说明本实施方式的超声波振子阵列的作用的图,且是表示减少了碎屑的状态的超声波振子阵列的图。

[0097] 即,以侧壁部 28A 与底面部 28B 之间的交界 K 位于上述凹部 41A 内的方式形成利用该切割刀片 103 形成的分割槽 28,换言之,与设为半径 R 的底面部 28B 的圆弧形状部分位于挠性膜 42 内的方式形成分割槽 28。

[0098] 因此,在本实施方式的 c-MUT 阵列 40 中,如图 14 所示,在分割槽 28、挠性膜 42 以及基板 41 聚集的部分,在基板 41 上未形成有如上所述的锐角部 101a,因此强度增强,因此,能够减少碎屑 106 的产生。

[0099] 即使产生了碎屑 106,由于凹部 41A 形成为具有深度 L2,因此产生了该碎屑 106 的部分也位于距元件区域 31 较远的位置,因此该碎屑 106 既不会到达元件区域 31,也不会对元件区域 31 带来影响。因此,能够获得稳定的音响效果。

[0100] 另外,由于本实施方式的 c-MUT 阵列 40 构成为在切割刀片 103 能够切入的范围内极力减小作为切割量的地界线 43 的宽度 L,因此能够将元件区域 31 的面积制造得较大。由此能够在元件区域 31 内较多地配置元件 30,因此能够获得稳定的音响特性。

[0101] 因而,根据本实施方式,能够以简单的结构实现不对作为超声波振子部的元件区域 31 带来影响就能够使在将用于使元件区域 31 侧的面弯曲的分割槽 28 形成于基板 41 时产生的碎屑 106 减少的超声波振子阵列 40、超声波振子阵列 40 的制造方法以及超声波内窥镜 1。

[0102] 另外,在本实施方式中,凹部 41A 的形状在单纯与 c-MUT 阵列 40 的表面正交的剖面上构成为四边形的形状,但是并不限于此,例如也可以构成为图 15 所示的变形例 1 或图 16 所示的变形例 2 那样的形状。

[0103] 图 15 是变形例 1 的具有凹部的超声波振子阵列的剖视图,图 16 是变形例 2 的具有凹部的超声波振子阵列的剖视图。另外,图 17 是说明形成分割槽之后的状态的变形例 1 的超声波振子阵列的结构的剖视图,图 18 是说明形成分割槽之后的状态的变形例 2 的超声波振子阵列的结构的剖视图。

[0104] 在变形例 1 中,如图 15 所示,c-MUT 阵列 40 具有剖面形状不是四边形状而是形成为锥状的凹部 41B。该凹部 41B 具有与上述实施方式相同尺寸宽度 L 的地界线 43,剖面形状形成为宽度从作为该凹部 41B 的底面的地界线 43 朝向凹部 41B 的开口变宽的锥状。

[0105] 而且,若与上述实施方式相同地形成分割槽 28,则 c-MUT 阵列 40 成为如图 17 所示的结构。即,以分割槽 28 的侧壁部 28A 与底面部 28B 之间的交界 K 位于凹部 41B 内的方式形成分割槽 28。

[0106] 在变形例 2 中,如图 16 所示,c-MUT 阵列 40 具有剖面形状不是四边形状、而是槽的两侧侧面形成为圆弧状的凹部 41C。该凹部 41C 具有与上述实施方式相同尺寸宽度 L 的地界线 43,剖面形状为从作为该凹部 41C 的底面的地界线 43 朝向凹部 41C 的开口的两侧侧面形成为圆弧状。

[0107] 而且,若与上述实施方式相同地形成分割槽 28,则 c-MUT 阵列 40 成为如图 18 所示的结构。即,以分割槽 28 的侧壁部 28A 与底面部 28B 之间的交界 K 位于凹部 41C 内的方式形成分割槽 28。

[0108] 因而,根据变形例 1 和变形例 2,能够获得与上述实施方式相同的效果。

[0109] 另外,凹部 41A 的形状并不限于上述变形例 1、2 中的形状,只要是能够减少碎屑 106 的产生的形状,就可以构成为任意形状。

[0110] 另外,在形成有槽的部分,在将挠性膜 42 的最薄的部分的厚度设为 T1、将挠性膜的形成有元件区域 31 的部分的厚度设为 T2 的情况下,T1 与 T2 既可以是相同的厚度,也可以如图 6 所例示那样设为 T1 比 T2 厚,亦可以如图 7 所例示那样设为 T1 比 T2 薄。

[0111] 在 T1 具有与 T2 相同或者比 T2 厚的厚度的情况下,具有电机安全性提高这样的优点。

[0112] (第 2 实施方式)

[0113] 图 19 是表示本发明的第 2 实施方式的超声波振子阵列、说明形成分割槽之前的状态的超声波振子阵列的结构剖视图。另外,图 19 对与上述第 1 实施方式的超声波振子阵列相同的构成要素标注相同的附图标记并省略说明,仅说明不同的部分。

[0114] 本实施方式的 c-MUT 阵列 40A 取代凹部 41A 而在基板 41 上设置具有至少两个凹部 41d 的凹部组 41D 来构成。

[0115] 该凹部组 41D 在图 19 中具有四个凹部 41d 而构成,这些凹部 41d 彼此以作为第 1 间隔的规定距离 Lm 配置。而且,这种结构的多个凹部组 41D 以作为比规定距离 Lm 长的第 2 间隔的规定距离 Ln 配置。

[0116] 另外,凹部组 41D 与上述第 1 实施方式相同地具有相同宽度 L 的地界线 43。

[0117] 而且,虽未图示,本实施方式的 c-MUT 阵列 40A 也形成有与上述第 1 实施方式相同的分割槽 28。

[0118] 其他结构与上述第 1 实施方式相同。

[0119] 接着,说明本实施方式的 c-MUT 阵列的制造方法。

[0120] 首先,如图 19 所示,操作者在基板 41 的一个面中的凹部组 41D 彼此之间配置元件区域 31。

[0121] 之后,通过凹部组形成步骤,在基板 41 的一个面上以成为比上述第 1 间隔宽的第 2 间隔(规定距离 Ln)的方式配置并形成由至少两个槽状的凹部 41d 构成且上述凹部 41d 彼此以第 1 间隔(规定距离 Lm)配置的多个凹部组 41D。

[0122] 在该情况下,凹部组 41D 和凹部 41d 在 c-MUT 阵列 40A 的元件区域 31 之间通过实施例如干蚀刻而形成。

[0123] 接着,操作者通过形成步骤,使用非导电性材料填埋上述凹部 41d,并且以覆盖基板 41 和元件区域 31 的方式实施处理。

[0124] 然后,通过挠性膜形成步骤,使上述非导电性材料固化而形成挠性膜 42。

[0125] 当然,作为非导电性材料,也可以与上述第 1 实施方式相同地将脆性比基板 41 的脆性低的低脆性材料(聚酰亚胺(PI))填充于上述凹部 41d,在基板 41 和元件区域 31 上进行旋转涂布并进行热加工,从而形成厚度 $10\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 左右的挠性膜 42。

[0126] 这样,制造出图 19 所示的结构的、形成分割槽 28 以前的状态的 c-MUT 阵列 40A。

[0127] 接着,操作者通过分割槽形成步骤,在图 19 所示的 c-MUT 阵列 40A 中从基板 41 的另一个面形成分割槽 28,该分割槽 28 具有比上述第 1 间隔(规定距离 Lm)宽且比上述凹部组 41D 的宽度(地界线 43 的宽度 L)窄的宽度,并从上述基板 41 的另一个面到达上述凹部 41d 内的上述挠性膜 42。该情况虽未图示,但是形成有分割槽 28 的 c-MUT 40A 成为与上述第 1 实施方式相同的结构(参照图 6)

[0128] 另外,作为通过该分割槽形成步骤形成分割槽 28 的方法,与上述第 1 实施方式相

同地应用使用了切割锯的切割。

[0129] 因而,本实施方式的 c-MUT 阵列 40A 即使在设有具有多个凹部 41d 的凹部组 41D 的情况下,也能够获得与上述第 1 实施方式相同的作用、效果。

[0130] 另外,第 2 实施方式的 c-MUT40A 也能够进一步获得后述的作用、效果。使用图 20 ~ 图 23 说明这种成为特征的作用、效果。

[0131] 另外,图 20 和图 21 是说明第 2 实施方式的、形成分割槽以前的超声波振子阵列的其他作用、效果的说明图,图 20 表示设有一个凹部的结构,图 21 表示设有两个凹部的结构。另外,图 22 和图 23 是说明第 2 实施方式的、形成分割槽之后的超声波振子阵列的其他作用、效果的说明图,图 22 表示在图 20 的超声波振子阵列中设有分割槽的结构,图 23 表示在图 21 的超声波振子阵列中设有分割槽的结构。

[0132] 在第 2 实施方式的 c-MUT 阵列 40A 中,由于设有多个凹部 41d,因此在挠性膜 42 的表面上,能够减小该表面的一部分陷入而成的陷入部 50 的陷入量。

[0133] 当然,即使在形成有分割槽 28 的情况下,也根据图 22 和图 23 可知,能够减小陷入部 50 的陷入量。由此,能够减少 c-MUT 阵列 40A 的弯曲侧的表面的凸凹,因此能够获得稳定的音响效果。

[0134] 本发明并不限定于上述实施方式和变形例,在不改变本发明的主旨的范围内,能够进行各种变更、改变等。

[0135] 像以上那样,根据上述各个实施方式,能够以简单的结构实现能够使得在硅基板上形成用于使具有多个元件的超声波振子阵列弯曲的分割槽时的碎屑难以产生的超声波振子阵列。

[0136] 本申请是以 2012 年 1 月 30 日在日本国提出申请的特愿 2012-17220 号作为要求优先权的基础而提出申请的,上述公开内容被引用于本申请的说明书、权利要求书中。

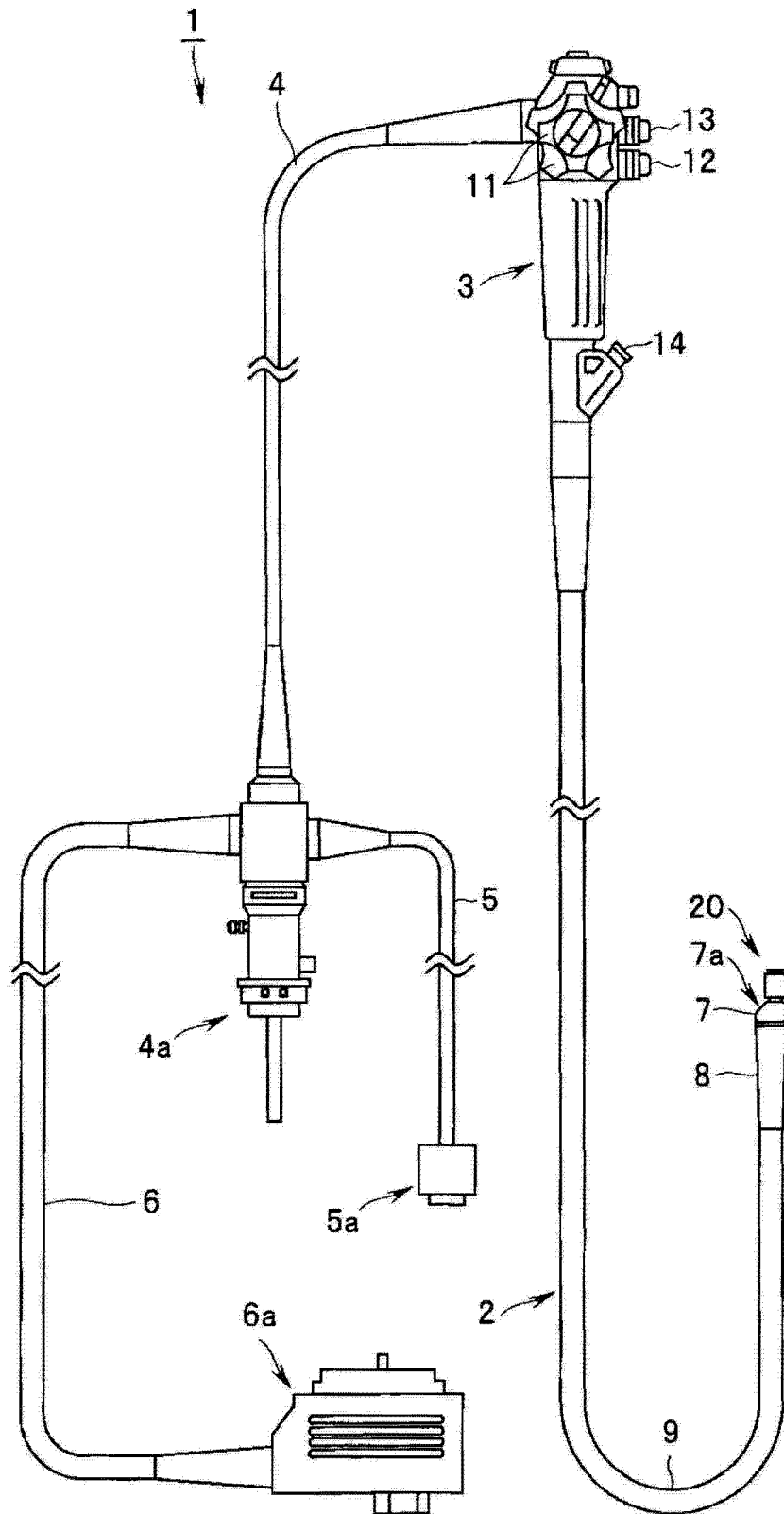


图 1

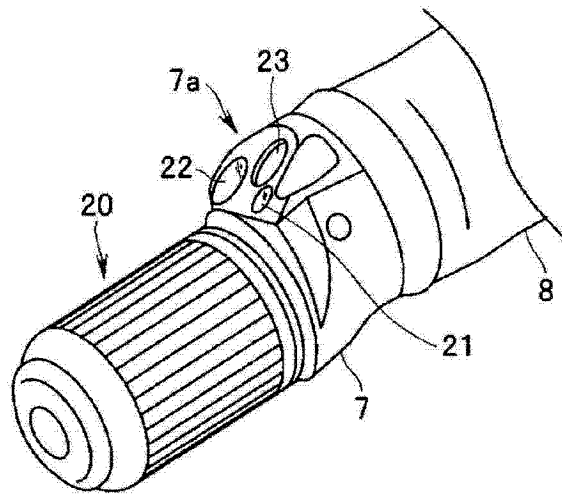


图 2

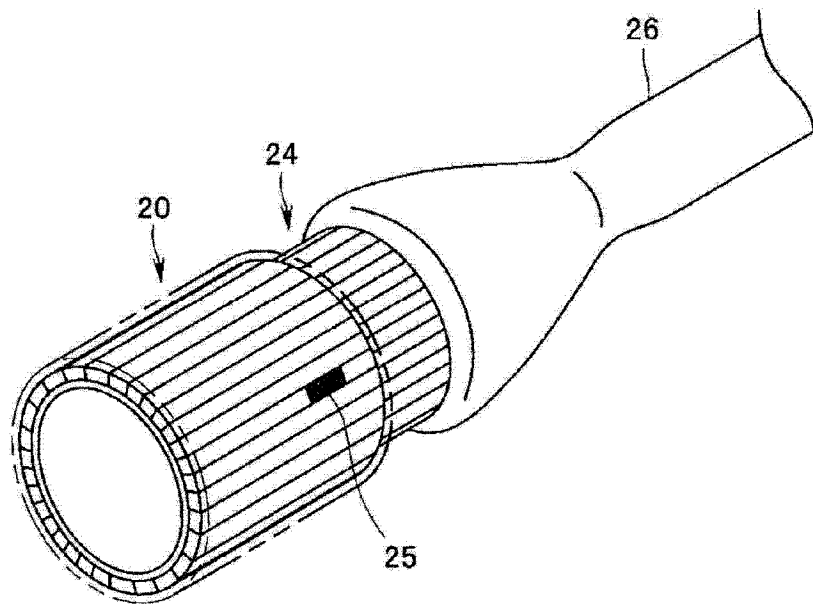


图 3

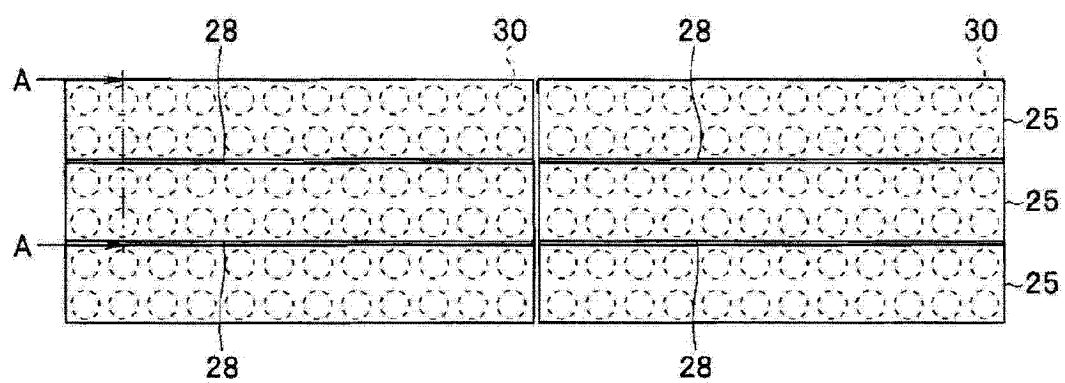


图 4

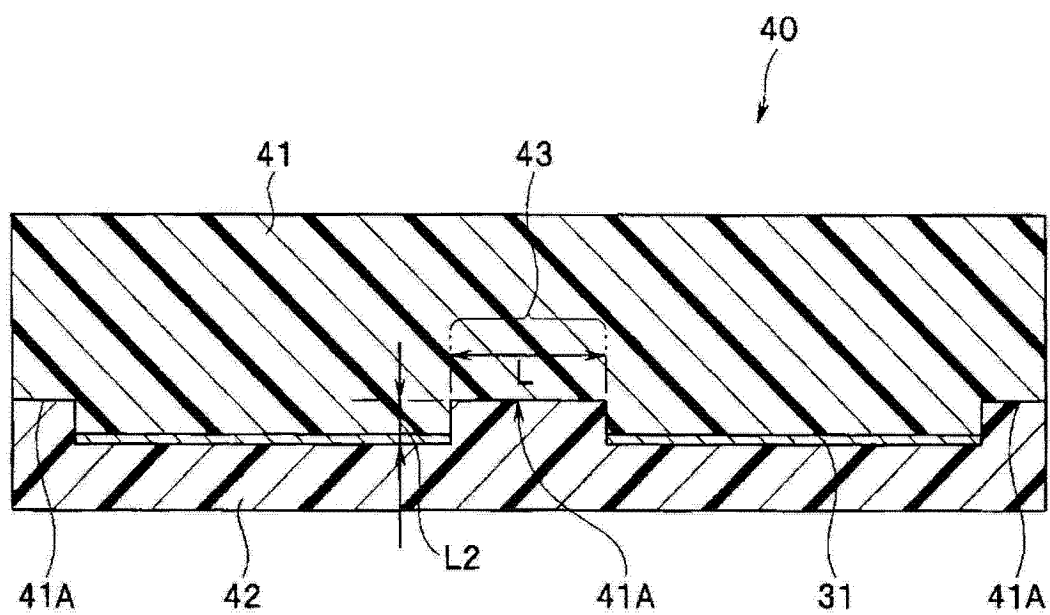


图 5

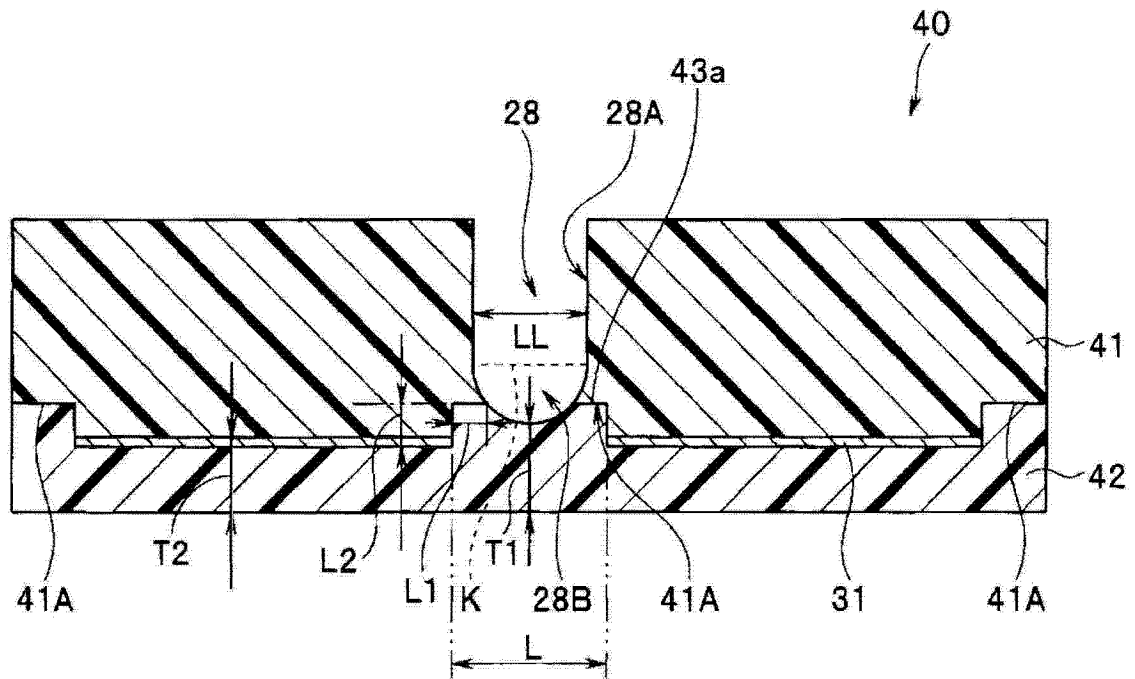


图 6

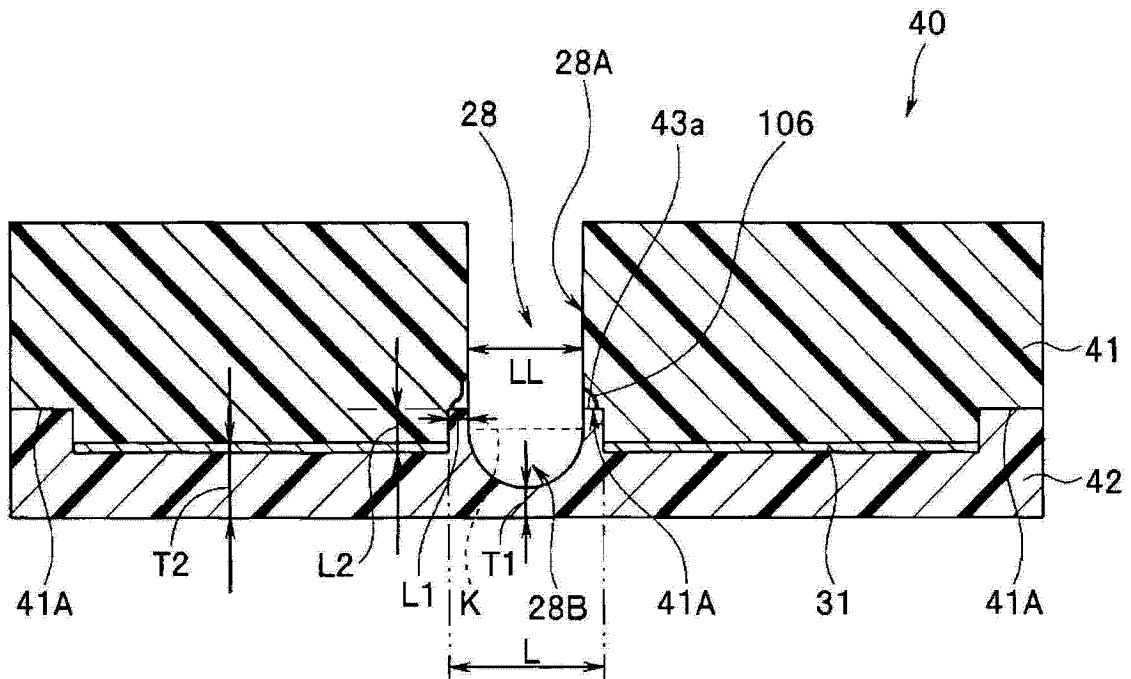


图 7

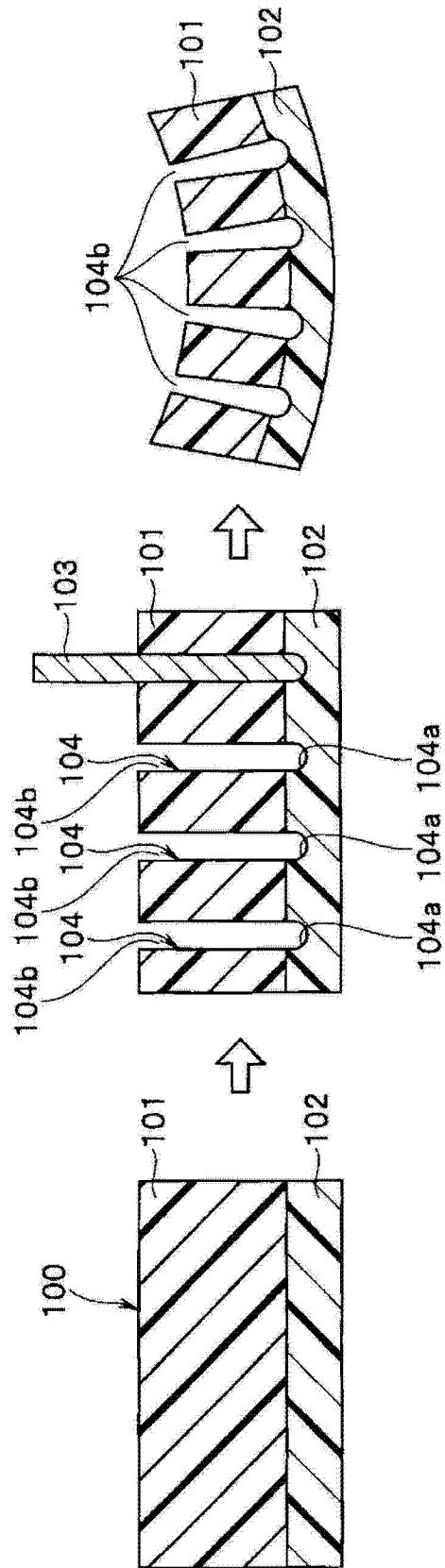


图 8

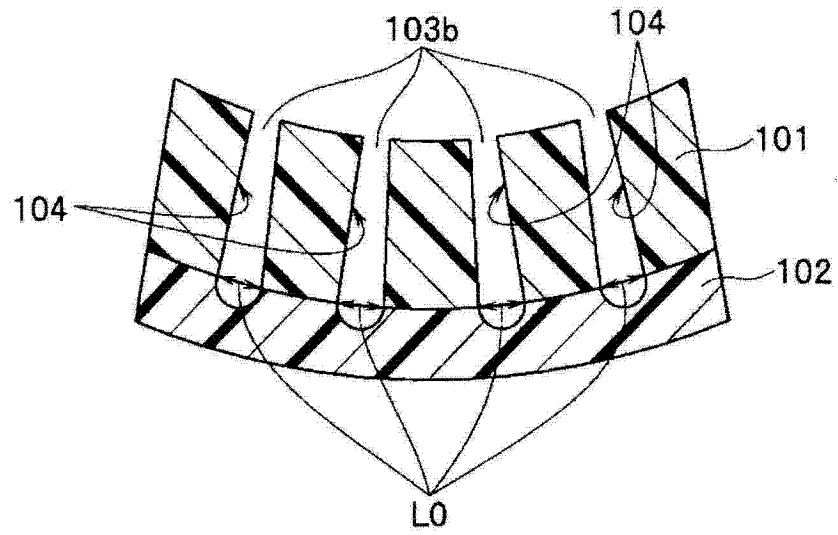


图 9

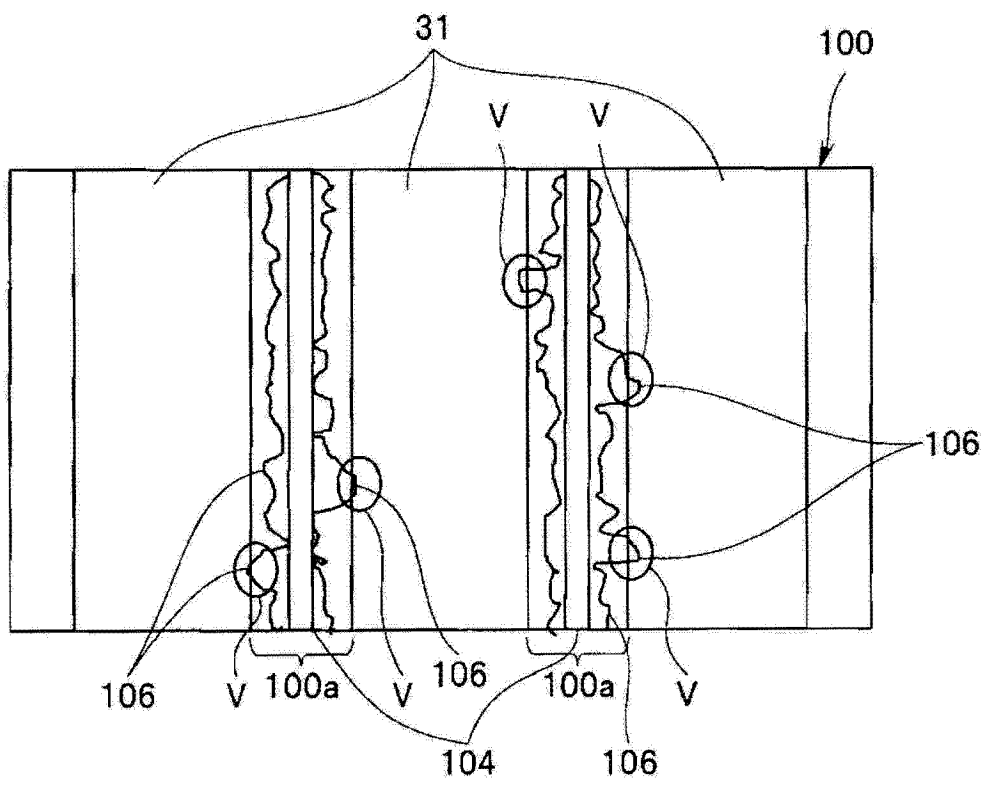


图 10

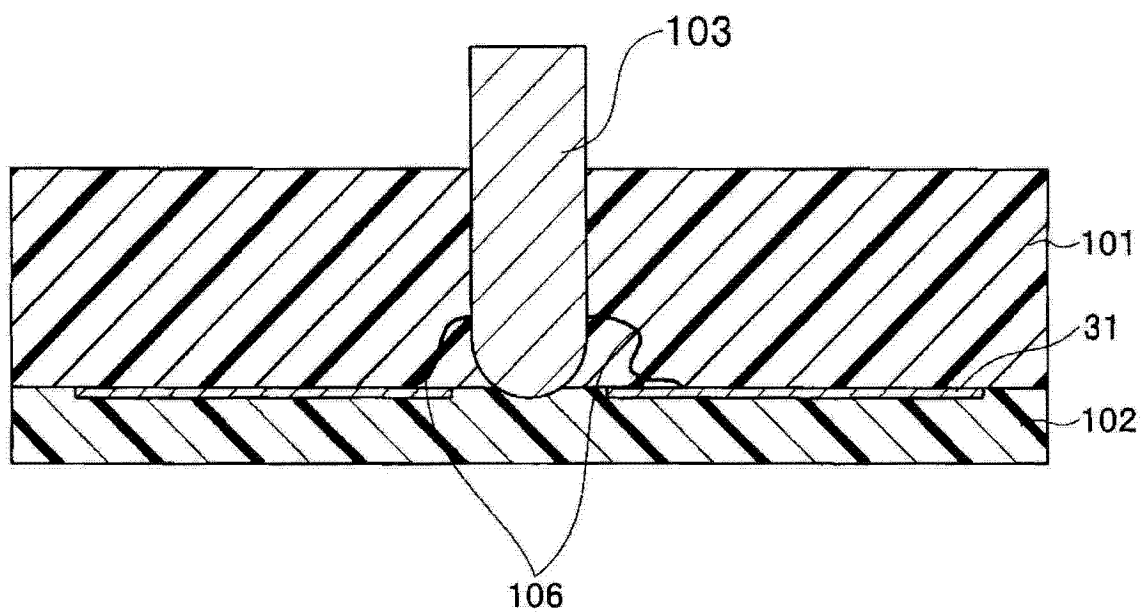


图 11

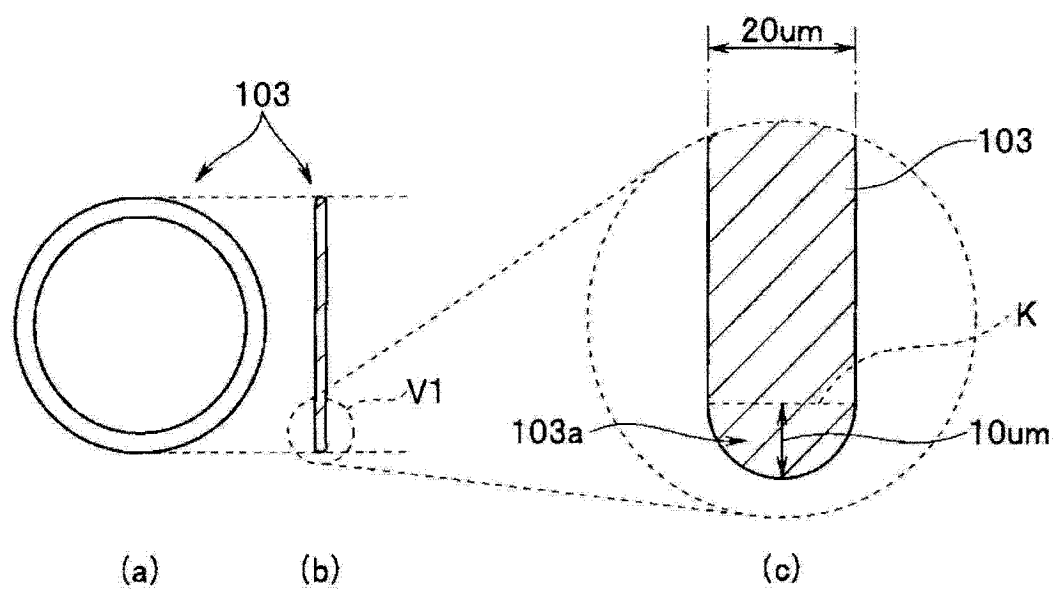


图 12

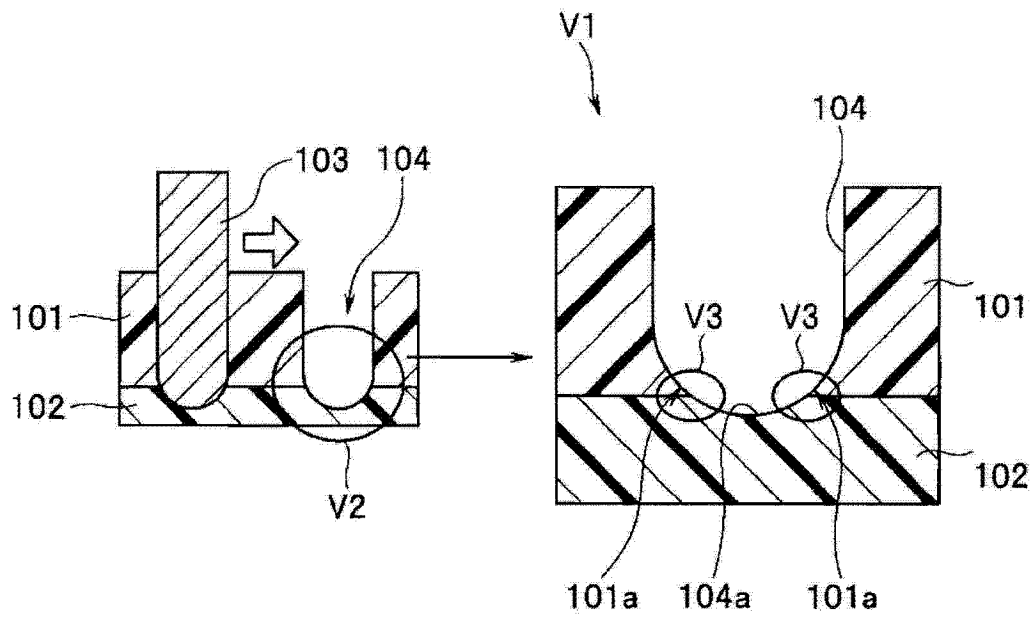


图 13

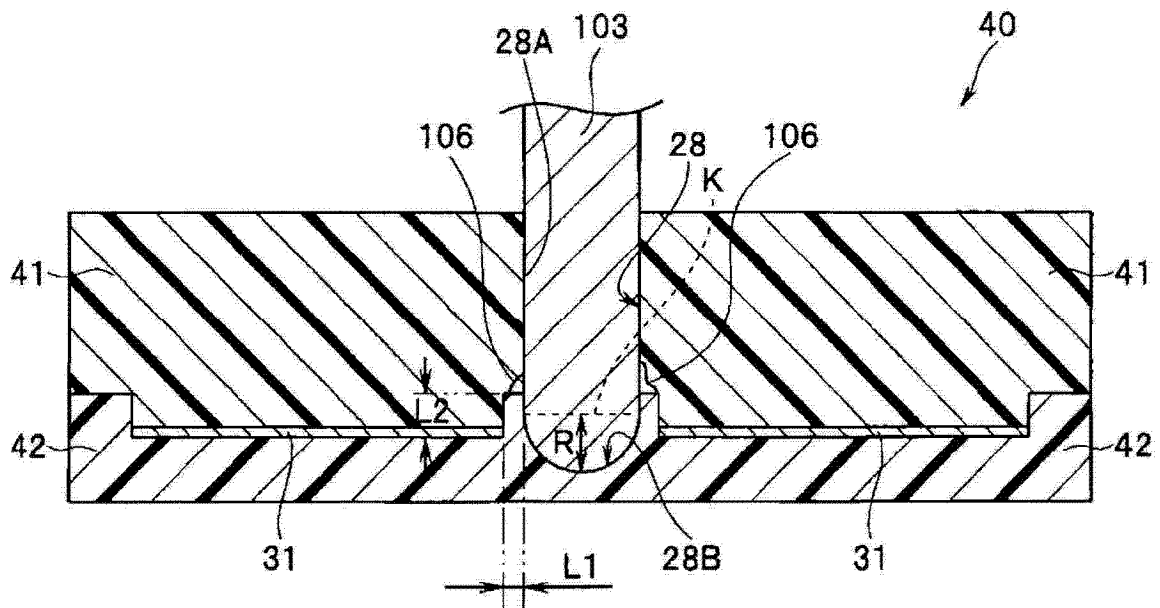


图 14

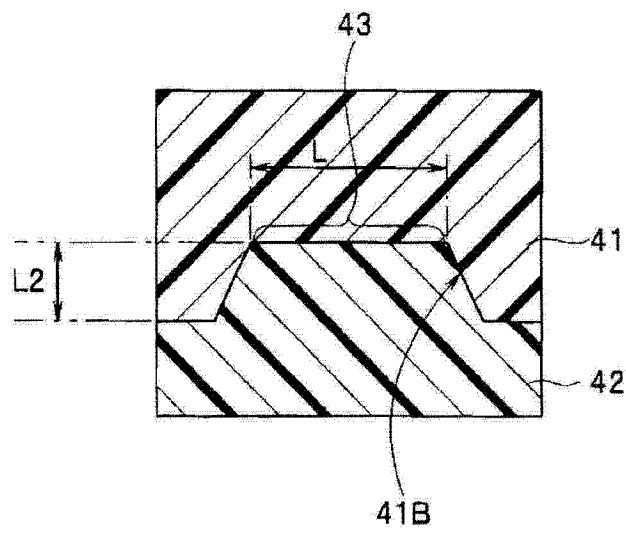


图 15

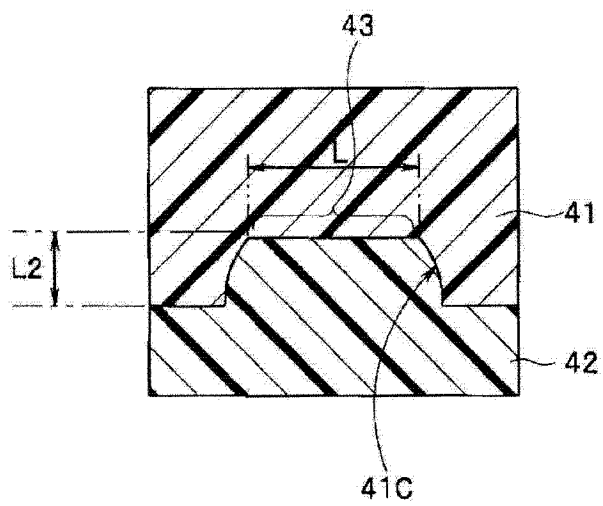


图 16

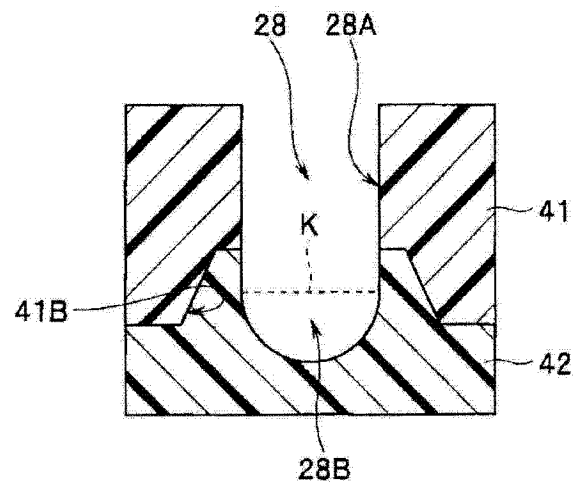


图 17

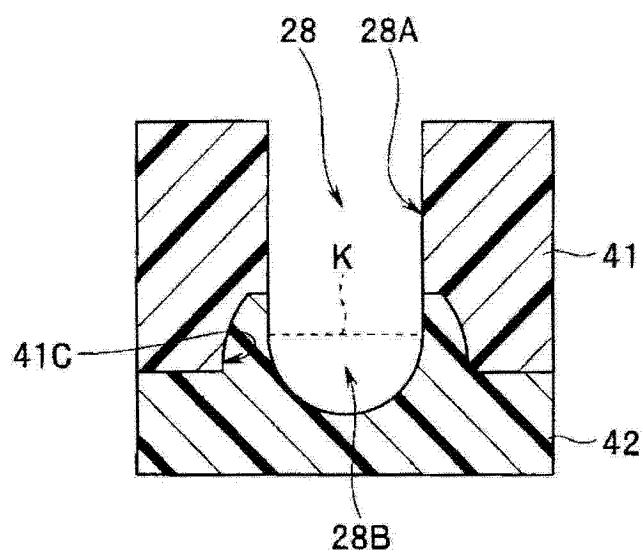


图 18

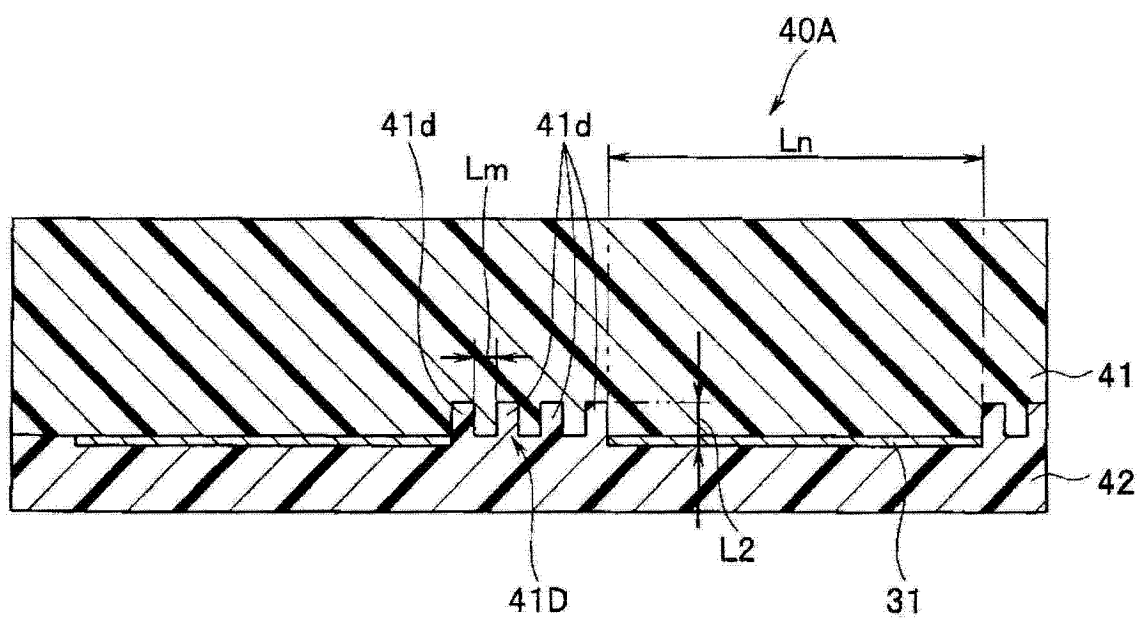


图 19

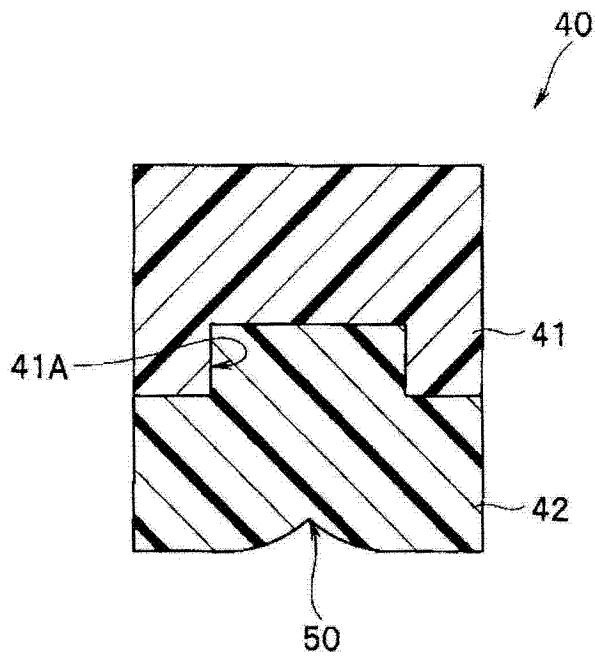


图 20

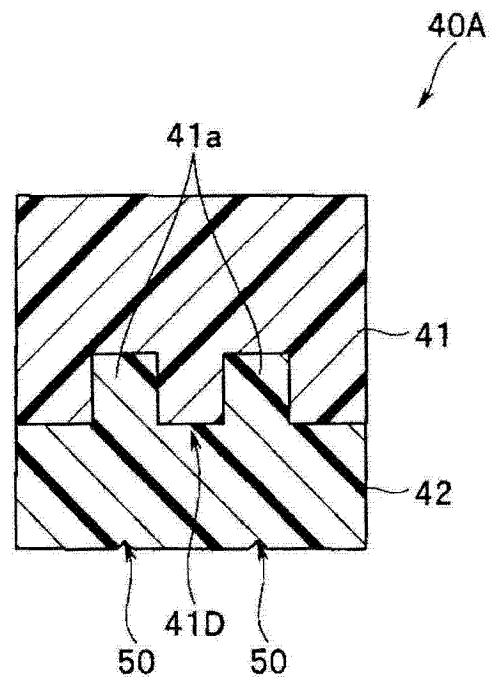


图 21

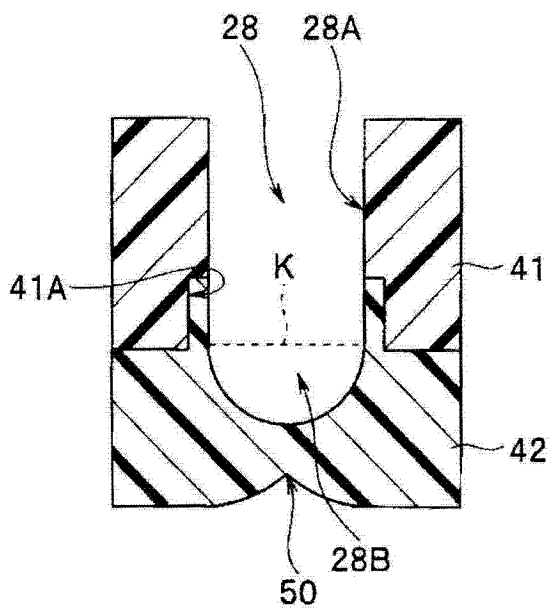


图 22

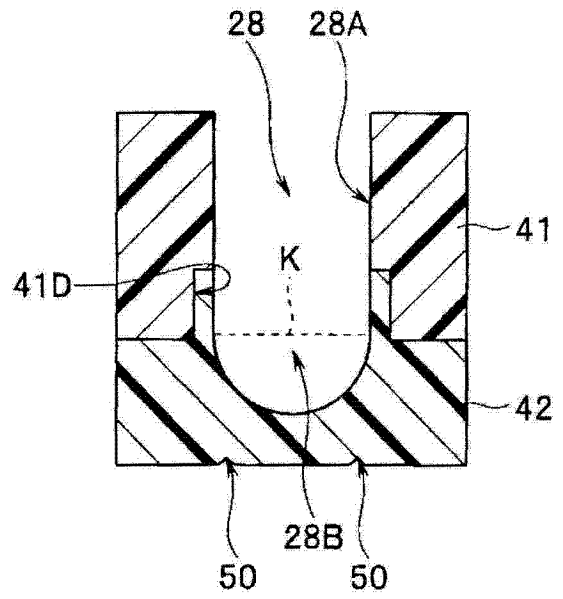


图 23

专利名称(译)	超声波振子阵列、超声波振子阵列的制造方法以及超声波内窥镜		
公开(公告)号	CN103429166B	公开(公告)日	2015-06-17
申请号	CN201380000905.2	申请日	2013-01-18
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社 奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社 奥林巴斯株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社 奥林巴斯株式会社		
[标]发明人	吉田晓 若林胜裕 平冈仁 松本一哉 长谷川守 唐木和久		
发明人	吉田晓 若林胜裕 平冈仁 松本一哉 长谷川守 唐木和久		
IPC分类号	A61B8/12 H04R19/00 H04R31/00		
CPC分类号	G01S7/521 A61B8/12 A61B8/445 A61B8/4494 B06B1/02 B06B1/0292 B06B2201/76 H04R17/00 H04R31/00 Y10T29/49005		
代理人(译)	刘新宇 张会华		
优先权	2012017220 2012-01-30 JP		
其他公开文献	CN103429166A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本实施方式的超声波振子阵列 (40) 包括：基板 (41)；多个槽状的凹部 (41A)，其以规定间隔配置在基板 (41) 的一个面上；元件区域 (31)，其在基板 (41) 的上述一个面那一侧配置在上述凹部 (41A) 彼此之间；挠性膜 (42)，其覆盖基板 (41) 和元件区域 (31)，且脆性比上述基板 (41) 的脆性低；以及分割槽 (28)，其具有比上述凹部 (41A) 的宽度窄的宽度，从上述基板 (41) 的另一个面到达上述凹部 (41A) 内的挠性膜 (42)。

