



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101807897 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 06

(21) 申请号 201010115312. 9

JP 3975860 B2, 2007. 09. 12, 全文 .

(22) 申请日 2010. 02. 11

CN 1815885 A, 2006. 08. 09, 全文 .

(30) 优先权数据

审查员 邢鹏

2009-029895 2009. 02. 12 JP

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 石井昌宏 舟川刚夫

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司
11127

代理人 黄纶伟

(51) Int. Cl.

H03H 9/205 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1838533 A, 2006. 09. 27, 全文 .

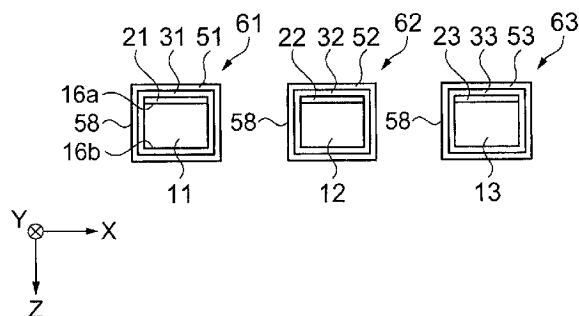
权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 9 页

(54) 发明名称

振动片和振子

(57) 摘要

本发明提供振动片和振子。利用振动片的正面和背面来配置配线, 容易实现振动片的小型化。该振动片具有: 下部电极 (21, 22, 23), 其设置在振动臂 (11, 12, 13) 的在厚度方向上相对的第 1 面 (16a) 和第 2 面 (16b) 中的第 1 面 (16a) 上; 压电膜 (31, 32, 33), 其形成在下部电极 (21, 22, 23) 的上方; 上部电极 (51, 52, 53), 其形成在下部电极 (21, 22, 23) 和压电膜 (31, 32, 33) 的上方; 配线 (28, 58), 其与下部电极 (21, 22, 23) 和上部电极 (51, 52, 53) 连接, 与上部电极 (51, 52, 53) 连接的配线 (58) 以围住振动臂 (11, 12, 13) 的方式经由振动臂 (11, 12, 13) 的侧面被引出至振动臂 (11, 12, 13) 的第 2 面 (16b)。



1. 一种振动片,该振动片具有 3 个以上的振动臂以及连接所述振动臂的基部,所述振动臂在厚度方向上振动,且相邻的所述振动臂朝彼此相反的方向振动,该振动片的特征在于,具有:

下部电极,其设置在所述振动臂的在厚度方向上相对的第 1 面和第 2 面中的所述第 1 面上;

压电膜,其形成在所述下部电极的所述厚度方向上的上方;

上部电极,其形成在所述下部电极和所述压电膜的所述厚度方向上的上方;以及

配线,其与所述下部电极和所述上部电极连接,

与所述上部电极连接的配线以围住所述振动臂的方式,经由所述振动臂的侧面而被引出至所述振动臂的所述第 2 面。

2. 根据权利要求 1 所述的振动片,其特征在于,

在所述基部的端部形成有与所述配线连接的安装电极。

3. 根据权利要求 2 所述的振动片,其特征在于,

所述基部的厚度形成得比所述振动臂的厚度厚,将所述振动臂与所述基部连接起来的所述基部的一部分形成为,其厚度从所述振动臂朝向所述基部连续地变厚。

4. 一种振动片,该振动片具有 3 个以上的振动臂以及连接所述振动臂的基部,所述振动臂在厚度方向上振动,且相邻的所述振动臂朝彼此相反的方向振动,该振动片的特征在于,具有:

下部电极,其设置在所述振动臂的在厚度方向上相对的第 1 面和第 2 面中的所述第 1 面上;

压电膜,其形成在所述下部电极的所述厚度方向上的上方;

上部电极,其形成在所述下部电极和所述压电膜的所述厚度方向上的上方;以及

配线,其与所述下部电极和所述上部电极连接,

与所述下部电极连接的配线以围住所述振动臂的方式,经由所述振动臂的侧面而被引出至所述振动臂的所述第 2 面。

5. 根据权利要求 4 所述的振动片,其特征在于,

在所述基部的端部形成有与所述配线连接的安装电极。

6. 根据权利要求 5 所述的振动片,其特征在于,

所述基部的厚度形成得比所述振动臂的厚度厚,将所述振动臂与所述基部连接起来的所述基部的一部分形成为,其厚度从所述振动臂朝向所述基部连续地变厚。

7. 一种振子,其特征在于,

该振子具有权利要求 1~6 中的任一项所述的振动片以及收纳所述振动片的收容器,所述振动片被气密地收容在所述收容器内。

振动片和振子

技术领域

[0001] 本发明涉及具有振动臂的振动片和振子。

背景技术

[0002] 在具有振动臂的振子中,公知有如下这样的振动片:该振动片的振动臂不像弯曲振动那样在面内进行振动,而是在振动臂的厚度方向进行振动。该振动片一般具有多个振动臂,且进行行走模式(walk mode)振动,即,相邻的振动臂交替重复地进行相反方向的振动。

[0003] 例如,在专利文献1中公开了一种利用行走模式振动的角速度传感器。该角速度传感器具有由硅等形成的3个臂(振动臂),在各个臂的一面上按这样的顺序形成有臂驱动用的下层电极(下部电极)、压电薄膜(压电膜)以及上层电极(上部电极)。由这些下层电极、压电薄膜以及上层电极形成压电元件,能够利用压电薄膜的逆压电效应来在振动片的厚度方向上进行振动。而且,以使相邻的臂朝相反方向进行振动的方式来设定各电极的极性。

[0004] 【专利文献1】日本特开2008-224627号公报

[0005] 在这样的振动片中,在一个面上配置有与下层电极和上层电极连接的配线,各个配线以避免相互交叉的方式进行配置。因此,配线的配置复杂,而且需要较大的面积。

[0006] 并且,在专利文献1那样的结构中,特别是在要实现振动片的小型化的情况下,振动片的面积减小,因而难以确保配线路径,难以实现振动片的小型化。

发明内容

[0007] 本发明是为了解决上述课题的至少一部分而完成的,可以作为以下方式或应用例来实现。

[0008] [应用例1] 本应用例的振动片具有3个以上的振动臂以及连接所述振动臂的基部,所述振动臂在厚度方向上振动,且相邻的所述振动臂朝彼此相反的方向振动,该振动片的特征在于,具有:下部电极,其设置在所述振动臂的在厚度方向上相对的第1面和第2面中的所述第1面上;压电膜,其形成在所述下部电极的上方;上部电极,其形成在所述下部电极和所述压电膜的上方;以及配线,其与所述下部电极和所述上部电极连接,与所述上部电极连接的配线以围住所述振动臂的方式,经由所述振动臂的侧面而被引出至所述振动臂的所述第2面。

[0009] 根据该结构,与上部电极连接的配线以围住振动臂的方式,从振动臂的第1面经由振动臂的侧面而被引出至振动臂的第2面。

[0010] 这样,通过从振动臂的第1面向作为其背面的第2面引出配线,能够容易地将配线引出至背面。而且,由于能够将振动片的正面和背面均用于配线的配置,因而扩大了能够配置配线的面积,增加了配线的配置自由度。并且,即使在有限的空间中也能够实现配线的配置,能够实现振动片的小型化。

[0011] [应用例2]在上述应用例的振动片中,优选的是,在所述基部的端部形成有与所述

配线连接的安装电极。

[0012] 根据该结构,在振动片的基部的端部形成有与配线连接的安装电极,能够经由该安装电极实现与上部电极和下部电极的电导通。另外,通过使用导电粘结剂等将振动片固定在安装电极部分上,能够用悬臂结构来保持振动片,能够良好地实现振动片的特性。

[0013] [应用例 3]在上述应用例的振动片中,优选的是,所述基部的厚度形成得比所述振动臂的厚度厚,将所述振动臂与所述基部连接起来的所述基部的一部分形成为,其厚度从所述振动臂朝向所述基部连续地变厚。

[0014] 根据该结构,在基部的厚度形成得比振动臂的厚度厚的振动片中,基部的一部分形成为,其厚度从振动臂朝向基部的端部连续地变厚。基部的与振动臂之间的连接部分形成成为斜面状,从振动臂引出至基部的配线经过该斜面而与安装电极等连接。

[0015] 对于那种在不形成斜面部的情況下將振动臂与基部连接的情况而言,会在振动臂与基部的边界处产生台阶。而在本应用例中,由于在连接部分具有斜面部,因而与在台阶处配线发生交叉的情况相比,不会出现配线交叉成锐角的棱角的情况,能够防止该部分处的配线的断线。并且,由于在振动臂与基部的连接部分不存在台阶,因此,在使用光刻技术来形成配线的情况下,能够可靠地进行抗蚀剂的曝光,能够在不发生配线断线的情况下容易地形成配线。

[0016] [应用例 4] 本应用例的振动片具有 3 个以上的振动臂以及连接所述振动臂的基部,所述振动臂在厚度方向上振动,且相邻的所述振动臂朝彼此相反的方向振动,该振动片的特征在于,具有:下部电极,其设置在所述振动臂的在厚度方向上相对的第 1 面和第 2 面中的所述第 1 面上;压电膜,其形成在所述下部电极的上方;上部电极,其形成在所述下部电极和所述压电膜的上方;以及配线,其与所述下部电极和所述上部电极连接,与所述下部电极连接的配线以围住所述振动臂的方式,经由所述振动臂的侧面而被引出至所述振动臂的所述第 2 面。

[0017] 根据该结构,与下部电极连接的配线以围住振动臂的方式,从振动臂的第 1 面经由振动臂的侧面而被引出至振动臂的第 2 面。

[0018] 这样,通过从振动臂的第 1 面向作为其背面的第 2 面引出配线,能够容易地将配线引出至背面。而且,由于能够将振动片的正面和背面均用于配线的配置,因而扩大了能够配置配线的面积,增加了配线的配置自由度。并且,即使在有限的空间中也能够实现配线的配置,能够实现振动片的小型化。

[0019] [应用例 5]在上述应用例的振动片中,优选的是,在所述基部的端部形成有与所述配线连接的安装电极。

[0020] 根据该结构,在振动片的基部的端部形成有与配线连接的安装电极,能够经由该安装电极实现与上部电极和下部电极的电导通。另外,通过使用导电粘结剂等将振动片固定在安装电极部分上,能够用悬臂结构来保持振动片,能够良好地实现振动片的特性。

[0021] [应用例 6]在上述应用例的振动片中,优选的是,所述基部的厚度形成得比所述振动臂的厚度厚,将所述振动臂与所述基部连接起来的所述基部的一部分形成为,其厚度从所述振动臂朝向所述基部连续地变厚。

[0022] 根据该结构,在基部的厚度形成得比振动臂的厚度厚的振动片中,基部的一部分形成为,其厚度从振动臂朝向基部的端部连续地变厚。基部的与振动臂之间的连接部分形

成为斜面状,从振动臂引出至基部的配线经过该斜面而与安装电极等连接。

[0023] 对于那种在不形成斜面部的情況下將振动臂与基部连接的情况而言,会在振动臂与基部的边界处产生台阶。而在本应用例中,由于在连接部分具有斜面部,因而与在台阶处配线发生交叉的情况相比,不会出现配线交叉成锐角的棱角的情况,能够防止该部分处的配线的断线。并且,由于在振动臂与基部的连接部分不存在台阶,因此,在使用光刻技术来形成配线的情况下,能够可靠地进行抗蚀剂的曝光,能够在不发生配线断线的情况下容易地形成配线。

[0024] [应用例 7] 本应用例的振子的特征在于,该振子具有上述记载的振动片和收纳所述振动片的收容器,所述振动片被气密地收容在所述收容器内。

[0025] 根据该结构,由于上述振动片被收容在收容器内,因而能够使振动片小型化,能够提供小型的振子。

附图说明

[0026] 图 1 是示出第 1 实施方式中的振动片的结构概略平面图。

[0027] 图 2 是示出第 1 实施方式中的振动片的结构图 1 背面的概略平面图。

[0028] 图 3 是示出第 1 实施方式中的压电元件的结构概略剖面图。

[0029] 图 4 是示出第 1 实施方式中的振动片的结构沿图 1 中 B-B 线的概略剖面图。

[0030] 图 5 示出了与下部电极连接的配线,(a) 是正面的概略平面图,(b) 是背面的概略平面图。

[0031] 图 6 示出了与上部电极连接的配线,(a) 是正面的概略平面图,(b) 是背面的概略平面图。

[0032] 图 7 是说明第 1 实施方式中的振动片的动作的示意图。

[0033] 图 8 是示出第 1 实施方式的基部的厚度形成得比振动臂的厚度厚的振动片的变形例的概略剖面图。

[0034] 图 9 是示出第 2 实施方式中的振动片的结构概略平面图。

[0035] 图 10 是示出第 2 实施方式中的振动片的结构图 9 背面的概略平面图。

[0036] 图 11 是示出第 2 实施方式中的压电元件的结构概略剖面图。

[0037] 图 12 是示出第 2 实施方式中的振动片的结构沿图 9 中 D-D 线的概略剖面图。

[0038] 图 13 示出了与下部电极连接的配线,(a) 是正面的概略平面图,(b) 是背面的概略平面图。

[0039] 图 14 示出了与上部电极连接的配线,(a) 是正面的概略平面图,(b) 是背面的概略平面图。

[0040] 图 15 是示出第 2 实施方式的基部的厚度形成得比振动臂的厚度厚的振动片的变形例的概略剖面图。

[0041] 图 16 示出了第 3 实施方式中的振子的结构,(a) 是概略平面图,(b) 是概略剖面图。

[0042] 标号说明

[0043] 1,2:振动片;5:振子;11,12,13:振动臂;15:基部;16a:振动臂的第 1 面;16b:振动臂的第 2 面;17:斜面部;21,22,23:下部电极;27:连接部;28:与下部电极连接的配线;

31,32,33:压电膜;51,52,53:上部电极;57:连接部;58:与上部电极连接的配线;61,62,63:压电元件;65,66:安装电极;81:陶瓷封装;82:接缝环(seam ring);83:外部连接端子;84:导电性粘结剂;85:盖体;86:贯通孔;87:密封材料;88:连接焊盘;111,112,113:振动臂;115:基部;116a:振动臂的第1面;116b:振动臂的第2面;117:斜面部;121,122,123:下部电极;127:连接部;128:与下部电极连接的配线;131,132,133:压电膜;151,152,153:上部电极;157:连接部;158:与上部电极连接的配线;161,162,163:压电元件;165,166:安装电极。

具体实施方式

[0044] 以下,根据附图来说明使本发明具体化的实施方式。另外,在以下说明中使用的各图中,对各部件的尺寸比例进行了适当变更,使各部件成为可识别的大小。

[0045] (第1实施方式)

[0046] 图1是示出本实施方式的振动片的结构的概略平面图。图2是示出本实施方式的振动片的结构的图1背面的概略平面图。图3是示出压电元件的结构的沿图1中A-A线的概略剖面图。图4是沿图1中B-B线的概略剖面图。

[0047] 如图1和图2所示,振动片1是使用石英或硅等的基材形成的。振动片1的形态为:在正交坐标系中的XY平面上展开时,Z方向为厚度。振动片1具有3个振动臂11、12、13,振动臂11、12、13在X方向上并排排列,且在Y方向上相互平行地延伸。而且,振动臂11、12、13连接在基部15上,构成各振动臂11、12、13为悬臂结构的振动片1。并且,振动臂11、12、13的作为与Z方向垂直的面的第1面16a与第2面16b相对,该第1面16a与第2面16b之间的尺寸规定出振动臂11、12、13的厚度。

[0048] 在各振动臂11、12、13的接近基部15的位置分别形成有压电元件61、62、63。

[0049] 如图3所示,形成在振动臂11上的压电元件61是由下部电极21、压电膜31以及上部电极51层叠形成的。

[0050] 下部电极21被设置在规定振动臂11的厚度的相对的面中的第1面16a上。并且,该下部电极21形成为与振动臂11的宽度同等的宽度。在下部电极21上,以覆盖下部电极21的方式形成有压电膜31,该压电膜31以将振动臂11的周围围住的方式一直形成到侧面和第2面16b上。而且,在压电膜31上形成有覆盖压电膜31的上部电极51。而且,与上部电极51连接的配线58以围住振动臂11的方式经由振动臂11的侧面而被引出至第2面16b。

[0051] 这样,以下部电极21与上部电极51隔着压电膜31而相对的方式形成压电元件61,通过向各电极间施加正负电压,能够使压电膜31压缩或伸长。而且,通过使压电膜31压缩或伸长,能够使振动臂11在Z方向上发生位移。

[0052] 同样,压电元件62、63是通过层叠下部电极22、23、压电膜32、33以及上部电极52、53而形成的。而且,与上部电极52、53连接的配线58以围住振动臂12、13的方式经由振动臂12、13的侧面被引出至第2面16b。

[0053] 另外,下部电极21、22、23、上部电极51、52、53以及与这些电极连接的配线28、58是连续形成的,因而在本实施方式的说明中,下部电极21、22、23和上部电极51、52、53是指这些电极隔着压电膜31、32、33而重叠的部分,以外的部位被称为与各个电极连接的配线

28、58。

[0054] 另外,可以在下部电极 21、22、23 与上部电极 51、52、53 之间设置 SiO_2 、 Si_3N_4 等的绝缘膜,以此来可靠地防止下部电极 21、22、23 与上部电极 51、52、53 之间的电短路。

[0055] 接着,如图 1、图 2、图 4 所示,与下部电极 21、22、23 连接的配线 28 以及与上部电极 51、52、53 连接的配线 58 被引出到振动片 1 的基部 15 而与安装电极 65、66 连接,该安装电极 65、66 被固定在封装等的基座上,用于实现电导通。另外,设置了将下部电极 22 与上部电极 51、53 连接的连接部 57,使得压电元件 61、63 与压电元件 62 之间的极性相反。

[0056] 另外,下部电极和上部电极可使用 Au、Al、Ti 等金属材料。并且,下部电极和上部电极可以与底层之间配备 Cr 膜,用于提高与底层之间的密合强度。作为压电膜,可使用 ZnO 、AlN、PZT、 LiNbO_3 、 KNbO_3 等材料,但由于 ZnO 和 AlN 能够得到更好的特性,因而是特别优选的。

[0057] 另外,在使用石英作为振动片 1 的基材的情况下,可使用 X 切割板、AT 切割板、Z 切割板等。

[0058] <与下部电极和上部电极连接的配线的结构>

[0059] 下面,详细说明与上述振动片 1 的下部电极和上部电极连接的配线。

[0060] 图 5 示出了与下部电极连接的配线,图 5 (a)是正面的概略平面图,图 5 (b)是背面的概略平面图。图 6 示出了与上部电极连接的配线,图 6 (a)是正面的概略平面图,图 6 (b)是背面的概略平面图。

[0061] 首先,如图 5 (a)所示,下部电极 21、22、23 被设置在规定振动臂 11、12、13 的厚度的相对的面中的第 1 面 16a 上。

[0062] 从形成在位于中央的振动臂 12 上的下部电极 22 向同一面上的基部 15 引出配线 28,并与连接部 27 连接起来。从形成在位于振动臂 12 的两侧的振动臂 11、13 上的下部电极 21、23 向同一面上的基部 15 引出配线 28,且被连接起来,而且,这些配线 28 与安装电极 66 连接。另外,如图 5 (b)所示,在另一面(背面)上未形成配线。

[0063] 接着,如图 6 所示,上部电极 51、52、53 形成在覆盖下部电极的位置处。而且,与上部电极 51、52、53 连接的配线 58 以围住振动臂 11、12、13 的方式经由振动臂 11、12、13 的侧面被引出至第 2 面 16b。

[0064] 并且在振动片的正面,如图 6 (a)所示,从形成在位于振动臂 12 的两侧的振动臂 11、13 上的上部电极 51、53 向基部 15 引出配线 58,并与连接部 57 连接起来。

[0065] 另一方面,在振动片的背面,如图 6 (b)所示,从形成在位于中央的振动臂 12 上的上部电极 52 向基部 15 引出配线 58,并与安装电极 66 连接起来。该安装电极 66 通过形成在基部 15 的侧面上的配线而被引导至振动片的正面,在正面和背面上均设置有安装电极 66。

[0066] 并且,从形成在振动臂 11 上的上部电极 51 向基部 15 引出配线 58,并与安装电极 65 连接起来。该安装电极 65 通过形成在基部 15 的侧面上的配线而被引导至振动片的正面,在正面和背面均设置有安装电极 65。

[0067] 这样地构成了与下部电极 21、22、23 连接的配线 28 以及与上部电极 51、52、53 连接的配线 58,下部电极侧的连接部 27 与上部电极侧的连接部 57 连接,下部电极 22 与上部电极 51、53 连接。而且,通过上部电极 51 与上部电极侧的安装电极 65 连接。这样,形成了

将下部电极 22 和上部电极 51、53 与安装电极 65 连接的配线。

[0068] 并且,下部电极侧的安装电极 66 与上部电极侧的安装电极 66 连接,下部电极 21、23 与上部电极 52 连接。这样,形成了将下部电极 21、23 和上部电极 52 与安装电极 66 连接的配线。

[0069] 图 7 是说明第 1 实施方式中的振动片的动作的示意图。

[0070] 在上述结构的振动片 1 中,通过向各压电元件(未图示)施加电压,振动臂在 Z 方向上发生位移。而且,由于振动臂 11 与振动臂 13 设有相同极性的压电元件,因此中央的振动臂 12 与其两侧的振动臂 11、13 朝相反的方向振动,通过施加交流电压来进行如下这样的振动(行走模式振动),即:相邻的振动臂交替重复地进行相反方向的振动。

[0071] 以上,在本实施方式的振动片 1 中,与上部电极 51、52、53 连接的配线 58 以围住各个振动臂 11、12、13 的方式,从振动臂 11、12、13 的第 1 面 16a 经由振动臂 11、12、13 的侧面而被引出至振动臂 11、12、13 的第 2 面 16b。

[0072] 通过这样地从振动臂 11、12、13 的第 1 面 16a 向作为其背面的第 2 面 16b 引出配线 58,可容易地将配线 58 引出至背面。而且,由于能够将振动臂 11、12、13 的正面和背面均用于配线 58 的配置,因而,扩大了配线 58 所能配置的面积,增加了配线 58 的配置自由度。并且,即使在有限的空间中也能够配置配线 58,能够实现振动片 1 的小型化。

[0073] (变形例)

[0074] 另外,即使是基部的厚度形成得比振动臂的厚度厚的振动片,也能利用本实施方式的电极和配线的配置。

[0075] 图 8 是示出基部的厚度形成得比振动臂的厚度厚的振动片的变形例的概略剖面图。该剖面图是与所述的图 4 相应的剖面。

[0076] 在该变形例中,关于振动片的平面形状、形成在振动片上的上部电极、压电膜、下部电极以及配线采用与第 1 实施方式相同的结构,仅振动片的剖面形状不同。

[0077] 在以下说明中,对与第 1 实施方式相同的构成要素附上相同标号,省略说明。

[0078] 对于图 8 (a)所示的振动片,在振动臂 12a 的第 1 面 16a 侧,具有从振动臂 12a 到基部 15a 的平坦的面,在振动臂 12a 的第 2 面 16b 侧,经由在基部 15a 的一部分上形成的斜面部 17 与振动臂 12a 连接。这样,通过在振动臂 12a 的第 2 面 16b 侧设置斜面部 17,振动片的厚度形成为从振动臂 12a 朝向基部 15a 的端部连续地变厚。而且,在该斜面部 17 上配置了与上部电极 52 连接的配线 58。

[0079] 对于图 8 (b)所示的振动片,在振动臂 12b 的第 1 面 16a 侧,经由在基部 15b 的一部分上形成的斜面部 17 与振动臂 12a 连接,在振动臂 12b 的第 2 面 16b 侧,经由在基部 15b 的一部分上形成的斜面部 17 与振动臂 12b 连接。这样,通过在振动臂 12b 的第 1 面 16a 侧和第 2 面 16b 侧设置斜面部 17,振动片的厚度形成为从振动臂 12b 向基部 15b 的端部连续地变厚。而且,在该斜面部 17 上配置有与下部电极 22 连接的配线 28 以及与上部电极 52 连接的配线 58。

[0080] 如上所述,在基部的厚度形成得比振动臂的厚度厚的振动片中,基部 15a、15b 的与振动臂 12a、12b 的连接部分形成为斜面部 17,从振动臂 12a、12b 被引导至基部 15a、15b 的配线 28、58 经过该斜面部 17 而与安装电极等连接。

[0081] 对于上述那样在不形成斜面部 17 的情况下将振动臂与基部连接的情况而言,会

在振动臂与基部的边界处产生台阶。而在本变形例中,由于在连接部分具有斜面部 17,因而与在台阶处配线 28、58 发生交叉的情况相比,不会出现配线 28、58 交叉出锐角的棱角的情况,能够防止该部分处的配线 28、58 的断线。并且,由于在振动臂与基部的连接部分不存在台阶,因此,在使用光刻技术来形成配线 28、58 的情况下,能够可靠地进行抗蚀剂的曝光,能够在不发生配线断线的情况下容易地形成配线 28、58。

[0082] (第 2 实施方式)

[0083] 下面,说明第 2 实施方式的振动片。在本实施方式中,与上部电极和下部电极连接的配线的配置不同于第 1 实施方式。

[0084] 图 9 是示出本实施方式的振动片的结构的概略平面图。图 10 是示出本实施方式的振动片的结构的图 9 背面的概略平面图。图 11 是示出压电元件的结构的沿图 9 中 C-C 线的概略剖面图。图 12 是沿图 9 中 D-D 线的概略剖面图。

[0085] 如图 9 和图 10 所示,振动片 2 是使用石英或硅等的基材而形成的。振动片 2 的形态为:在正交坐标系中的 XY 平面上展开时,Z 方向为厚度。振动片 2 具有 3 个振动臂 111、112、113,振动臂 111、112、113 在 X 方向上并排排列,且在 Y 方向上相互平行地延伸。而且,振动臂 111、112、113 连接在基部 115 上,构成各振动臂 111、112、113 为悬臂结构的振动片 2。并且,振动臂 111、112、113 的作为与 Z 方向垂直的面的第 1 面 116a 与第 2 面 116b 相对,该第 1 面 116a 与第 2 面 116b 之间的尺寸规定出振动臂 111、112、113 的厚度。

[0086] 在各振动臂 111、112、113 的靠近基部 115 的位置分别形成有压电元件 161、162、163。

[0087] 如图 11 所示,形成在振动臂 111 上的压电元件 161 是通过层叠下部电极 121、压电膜 131 以及上部电极 151 而形成的。

[0088] 下部电极 121 被设置在规定振动臂 111 的厚度的相对的面中的第 1 面 116a 上。而且,与下部电极 121 连接的配线 128 以围住振动臂 111 的方式,经由振动臂 111 的侧面而被引出至第 2 面 116b。在下部电极 121 上,以覆盖下部电极 121 的方式形成有压电膜 131,该压电膜 131 将振动臂 111 的周围围住。而且,在压电膜 131 上的位于下部电极 121 上方的部位设有上部电极 151。

[0089] 这样,以下部电极 121 与上部电极 151 隔着压电膜 131 而相对的方式来形成压电元件 161,通过向各电极间施加正负电压,能够使压电膜 131 压缩或伸长。而且,通过使压电膜 131 压缩或伸长,能够使振动臂 111 在 Z 方向上发生位移。

[0090] 同样,压电元件 162、163 是通过层叠下部电极 122、123、压电膜 132、133 以及上部电极 152、153 而形成的。而且,与下部电极 122、123 连接的配线 128 经由振动臂 112、113 的侧面被引出至第 2 面 116b 侧。

[0091] 另外,下部电极 121、122、123、上部电极 151、152、153 以及与这些电极连接的配线 128、158 是连续形成的,因而在本实施方式的说明中,下部电极 121、122、123 和上部电极 151、152、153 是指这些电极隔着压电膜 131、132、133 而重叠的部分,此外的部分被称为与各个电极连接的配线 128、158。

[0092] 另外,可以在下部电极 121、122、123 与上部电极 151、152、153 之间设置 SiO_2 、 Si_3N_4 等绝缘膜,以此来可靠地防止下部电极 121、122、123 与上部电极 151、152、153 之间的电短路。

[0093] 然后,如图9、图10、图12所示,与下部电极121、122、123连接的配线128以及与上部电极151、152、153连接的配线158被引出至振动片2的基部115而与安装电极165、166连接,该安装电极165、166被固定在封装等的基座上,用于实现电导通。另外,设置了将下部电极121、123与上部电极152连接的连接部157,使得压电元件161、163与压电元件162之间的极性相反。

[0094] 另外,下部电极和上部电极可使用Au、Al、Ti等金属材料。并且,下部电极和上部电极可以与底层之间配备Cr膜,用于提高与底层之间的密合强度。作为压电膜,可使用ZnO、AlN、PZT、LiNbO₃、KNbO₃等材料,但由于ZnO和AlN能够得到更好的特性,因而是特别优选的。

[0095] 另外,在使用石英作为振动片2的基材的情况下,可使用X切割板、AT切割板、Z切割板等。

[0096] <与下部电极和上部电极连接的配线的结构>

[0097] 下面,详细说明与上述振动片2的下部电极和上部电极连接的配线。

[0098] 图13示出了与下部电极连接的配线,图13(a)是正面的概略平面图,图13(b)是背面的概略平面图。图14示出了上部电极以及与上部电极连接的配线,图14(a)是正面的概略平面图,图14(b)是背面的概略平面图。

[0099] 首先,如图13所示,下部电极121、122、123被设置在规定振动臂111、112、113的厚度的相对的面中的第1面116a上。

[0100] 在振动片的正面,如图13(a)所示,从形成在位于振动臂112的两侧的振动臂111、113上的下部电极121、123向基部115引出配线128,并与连接部127连接起来。

[0101] 另一方面,在振动片的背面,如图13(b)所示,从形成在位于中央的振动臂112上的下部电极122向基部115引出配线128,并与安装电极166连接起来。该安装电极166通过形成在基部115的侧面上的配线而被引导至振动片的正面,在正面和背面均设置有安装电极166。

[0102] 并且,从形成在振动臂111上的下部电极121向同一面上的基部115引出配线128,并与安装电极165连接起来。该安装电极165通过形成在基部115的侧面上的配线而被引导至振动片的正面,在正面和背面均设置有安装电极165。

[0103] 而且,上部电极151、152、153形成在下部电极121、122、123的上方的位置处。

[0104] 如图14所示,从形成在位于中央的振动臂112上的上部电极152向同一面上的基部115引出配线158,并与连接部157连接起来。从形成在位于振动臂112的两侧的振动臂111、113上的上部电极151、153向同一面上的基部115引出配线158,并被连接起来,而且,这些配线158与安装电极166连接。并且,如图14(b)所示,在另一面(背面)上未形成配线。

[0105] 这样构成了与下部电极121、122、123和上部电极151、152、153连接的配线128、158,下部电极侧的连接部127与上部电极侧的连接部157连接,下部电极121、123与上部电极152连接。而且,通过下部电极121与安装电极165连接。这样,形成了将下部电极121、123和上部电极152与安装电极165连接的配线。

[0106] 并且,下部电极侧的安装电极166与上部电极侧的安装电极166连接,下部电极122与上部电极151、153连接。这样,形成了将下部电极122和上部电极151、153与安装电

极 166 连接的配线。

[0107] 在上述结构的振动片 2 中,与图 7 所说明的一样,通过向各压电元件施加电压,振动臂在 Z 方向上发生位移。而且,由于振动臂 111 与振动臂 113 设有相同极性的压电元件,因而中央的振动臂 112 与其两侧的振动臂 111、113 朝相反方向振动,通过施加交流电压而进行如下这样的振动(行走模式振动),即:相邻的振动臂交替重复地进行相反方向的振动。

[0108] 以上,在本实施方式的振动片 2 中,与下部电极 121、122、123 连接的配线 128 以围住各个振动臂 111、112、113 的方式,从振动臂 111、112、113 的第 1 面 116a 经由振动臂 111、112、113 的侧面而被引出至振动臂 111、112、113 的第 2 面 116b。

[0109] 通过这样地从振动臂 111、112、113 的第 1 面 116a 向作为其背面的第 2 面 116b 引出配线 128,可容易地将配线 128 引出至背面。而且,由于能够将振动片的正面和背面均用于配线 128 的配置,因而,扩大了配线 128 所能配置的面积,增加了配线 128 的配置自由度。并且,即使在有限的空间中也能够配置配线 128,能够实现振动片 2 的小型化。

[0110] (变形例)

[0111] 另外,即使是基部的厚度形成得比振动臂的厚度厚的振动片,也能够利用本实施方式的电极和配线的配置。

[0112] 图 15 是示出基部的厚度形成得比振动臂的厚度厚的振动片的变形例的概略剖面图。该剖面图是与上述图 12 相应的剖面。

[0113] 在该变形例中,振动片的平面形状、形成在振动片上的上部电极、压电膜、下部电极以及配线采用与第 2 实施方式相同的结构,仅振动片的剖面形状不同。

[0114] 在以下说明中,对与第 2 实施方式相同的构成要素附上相同标号,省略说明。

[0115] 对于图 15(a)所示的振动片,在振动臂 112a 的第 1 面 116a 侧,具有从振动臂 112a 到基部 115a 的平坦的面,在振动臂 112a 的第 2 面 116b 侧,经由在基部 115a 的一部分上形成的斜面部 117 与振动臂 112a 连接。这样,通过在振动臂 112a 的第 2 面 116b 侧设置斜面部 117,振动片的厚度形成为从振动臂 112a 向基部 115a 的端部连续地变厚。而且,在该斜面部 117 上配置有与下部电极 122 连接的配线 128。

[0116] 对于图 15(b)所示的振动片,在振动臂 112b 的第 1 面 116a 侧,经由在基部 115b 的一部分上形成的斜面部 117 与振动臂 112b 连接,在振动臂 112b 的第 2 面 116b 侧,经由在基部 115b 的一部分上形成的斜面部 117 与振动臂 112b 连接。这样,通过在振动臂 112b 的第 1 面 116a 侧和第 2 面 116b 侧设置斜面部 117,振动片的厚度形成为从振动臂 112b 向基部 115b 的端部连续地变厚。而且,在该斜面部 117 上配置有与下部电极 122 连接的配线 128 和与上部电极 152 连接的配线 158。

[0117] 如上所述,在基部的厚度形成得比振动臂的厚度厚的振动片中,基部 115a、115b 的与振动臂 112a、112b 的连接部分形成为斜面部 117,从振动臂 112a、112b 被引导至基部 115a、115b 的配线 128、158 经过该斜面部 117 而与安装电极等连接。

[0118] 对于上述那样在不形成斜面部 117 的情况下将振动臂与基部连接的情况而言,在振动臂与基部的边界处产生台阶。而在本变形例中,由于在连接部分具有斜面部 117,因而与在台阶处配线 128、158 发生交叉的情况相比,不会出现配线 128、158 交叉出锐角的棱角的情况,能够防止该部分处的配线 128、158 的断线。并且,由于在振动臂与基部的连接部分不存在台阶,因此,在使用光刻技术来形成配线 128、158 的情况下,能够可靠地进行抗蚀剂

的曝光,能够在不发生配线断线的情况下容易地形成配线 128、158。

[0119] 另外,在第 1 实施方式和第 2 实施方式中,说明了具有 3 个振动臂的振动片,不过,振动臂的数量不限于这些实施方式,可以是 3 个以上,优选为 3 个以上的奇数个。

[0120] (第 3 实施方式)

[0121] 下面,作为第 3 实施方式,说明具有上述说明的振动片的振子。

[0122] 图 16 示出了振子的结构,图 16 (a) 是概略平面图,图 16 (b) 是沿图 16 (a) 中 G-G 线的概略剖面图。

[0123] 振子 5 具有:振动片 1、作为收容器的陶瓷封装 81、以及盖体 85。

[0124] 陶瓷封装件 81 以可收纳振动片 1 的方式形成有凹部,在该凹部内设有与振动片 1 的安装电极连接的连接焊盘 88。连接焊盘 88 构成为:与陶瓷封装件 81 内的配线连接,并能够与设置在陶瓷封装件 81 的外周部上的外部连接端子 83 导通。

[0125] 并且,在陶瓷封装 81 的凹部的周围设有接缝环 82。而且,在陶瓷封装件 81 的底部设有贯通孔 86。

[0126] 振动片 1 通过导电粘结剂 84 而粘接固定在陶瓷封装 81 的连接焊盘 88 上,对覆盖陶瓷封装 81 的凹部的盖体 85 与接缝环 82 进行缝焊。在陶瓷封装 81 的贯通孔 86 内填充有金属材料的密封材料 87。该密封材料 87 在减压气氛内熔化,将陶瓷封装 81 内气密密封成减压状态。

[0127] 这样,振子 5 的第 1 实施方式或第 2 实施方式的振动片被收容在陶瓷封装 81 内,能够提供容易小型化且特性优良的振子 5。

[0128] 另外,还可以在陶瓷封装 81 内收容包含振荡电路的 IC 等的电路元件而构成为振荡器。

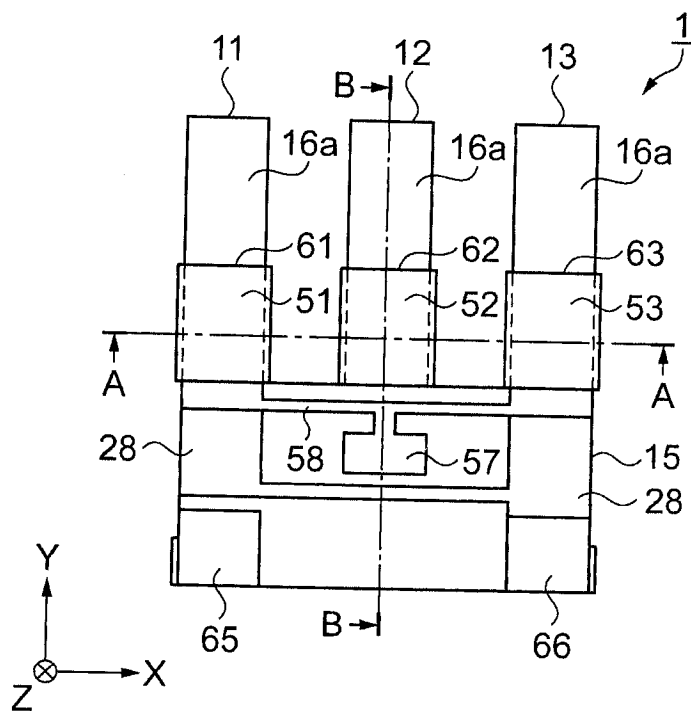


图 1

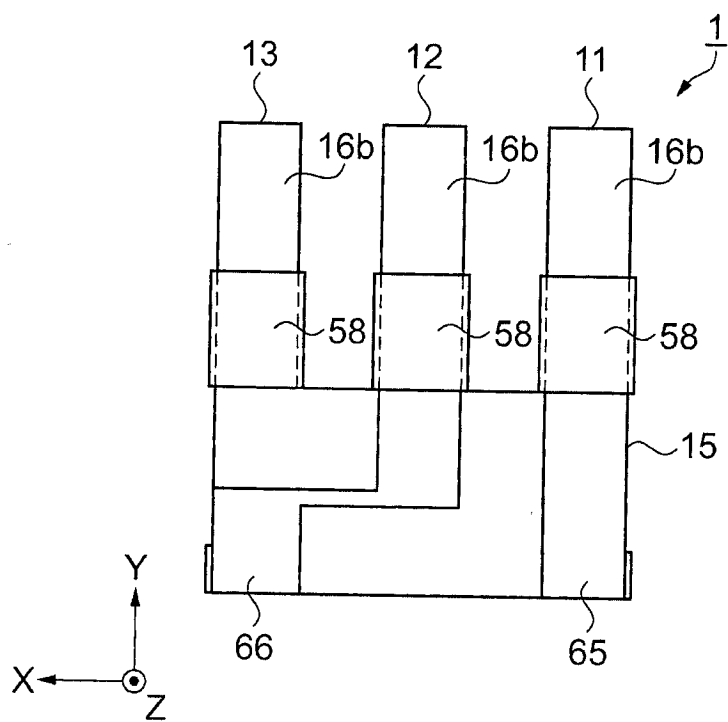


图 2

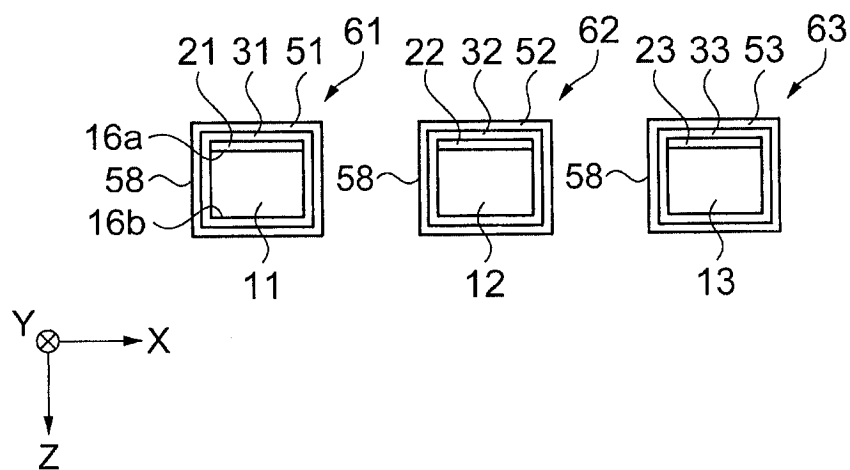


图 3

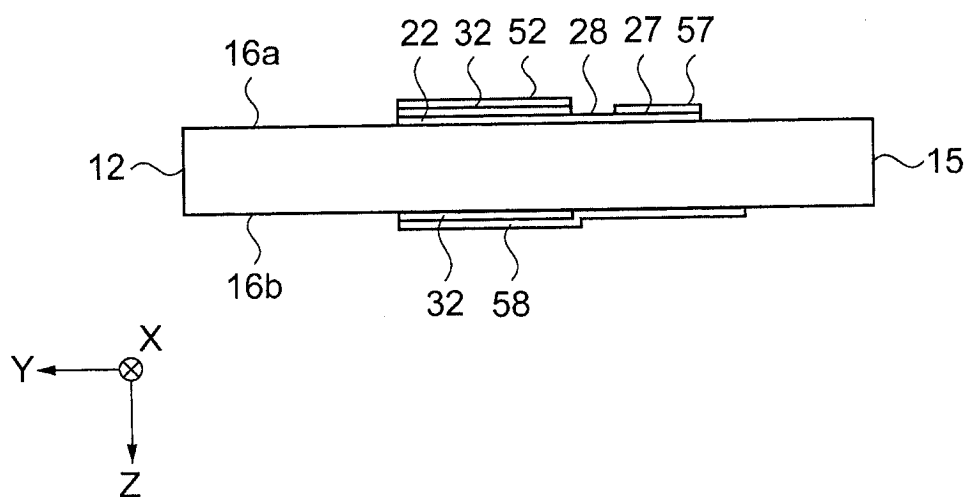


图 4

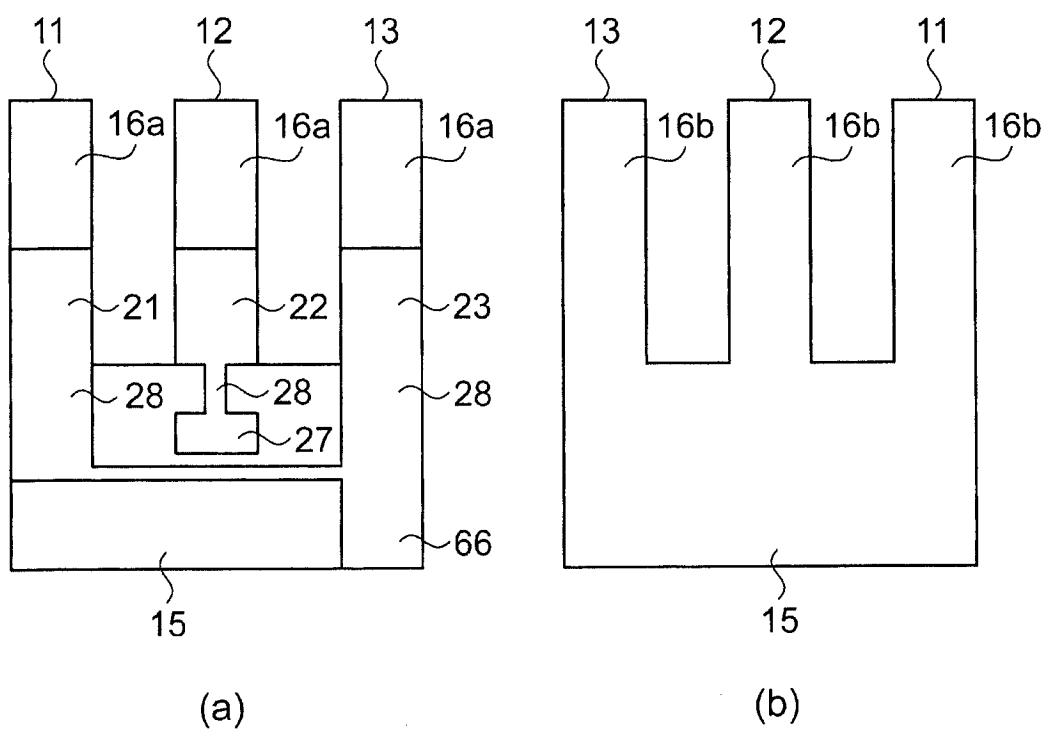


图 5

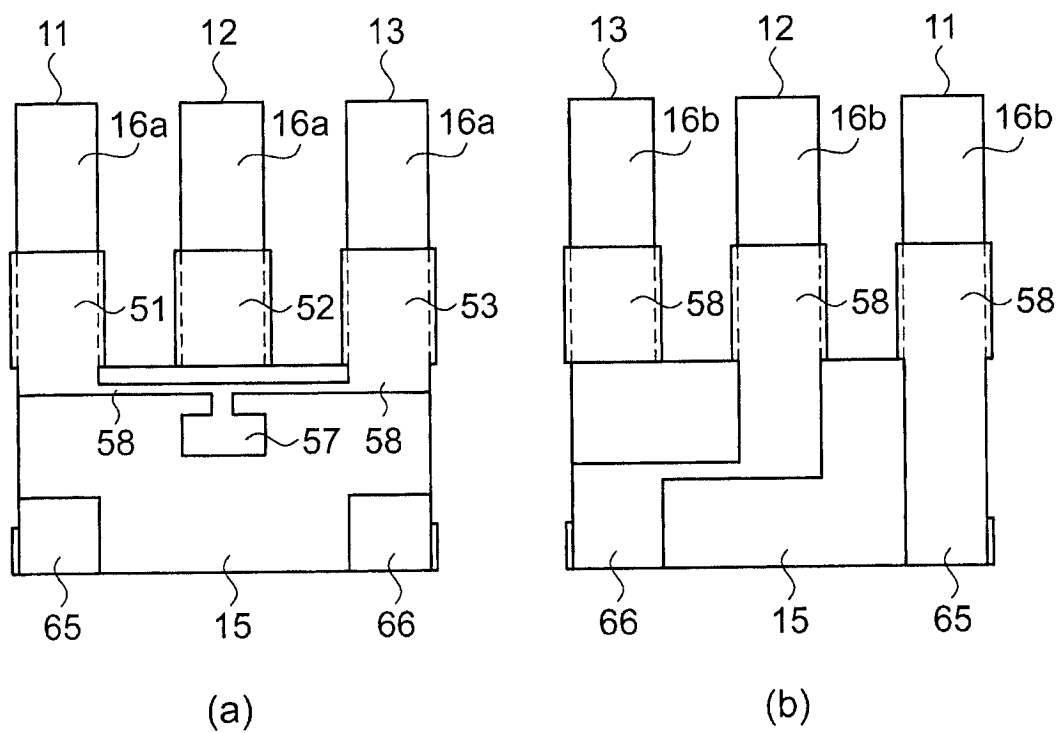


图 6

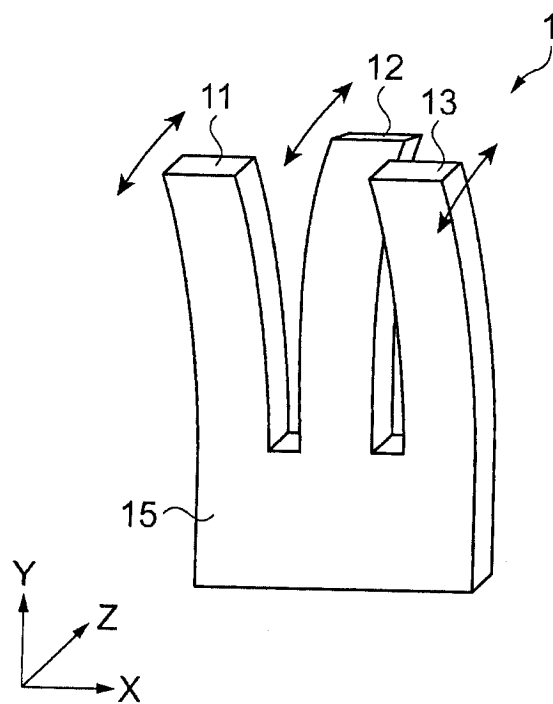


图 7

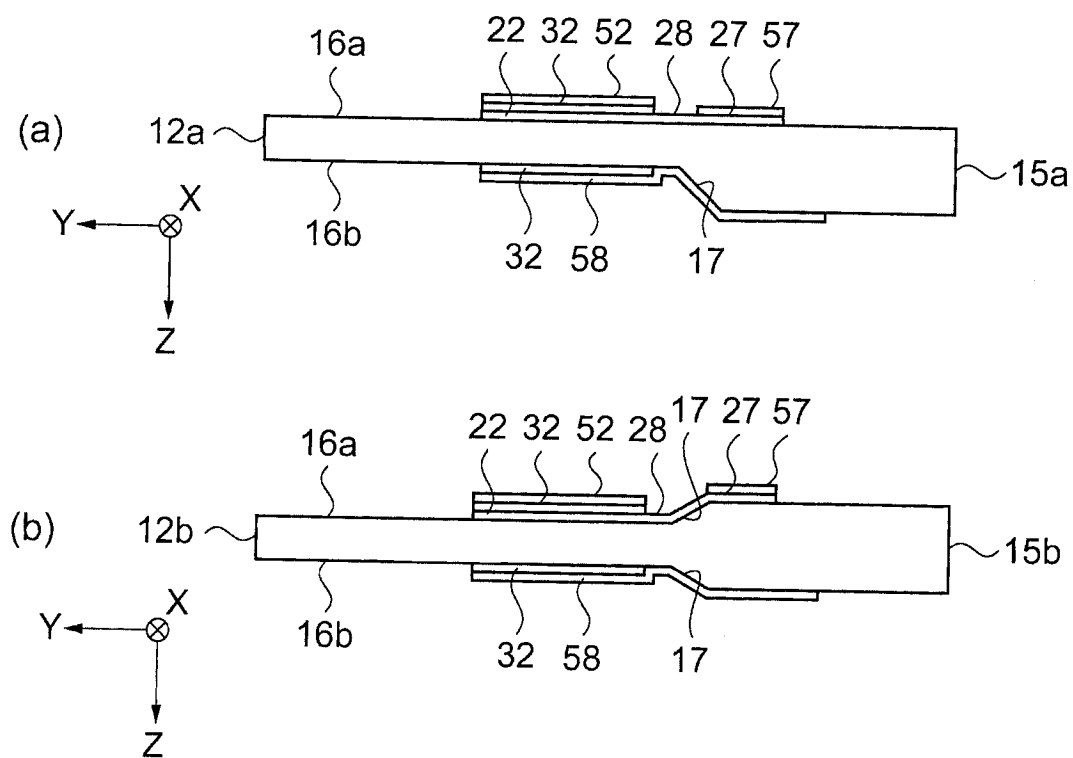


图 8

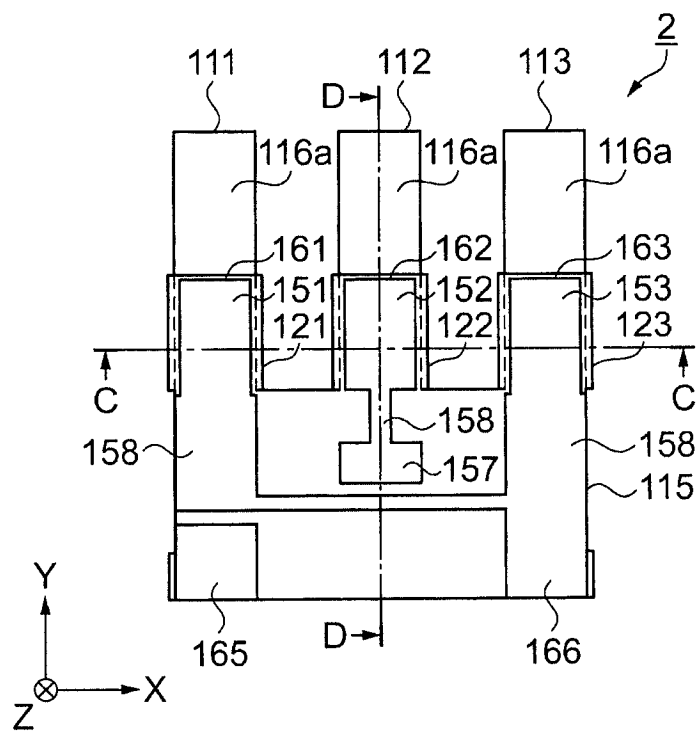


图 9

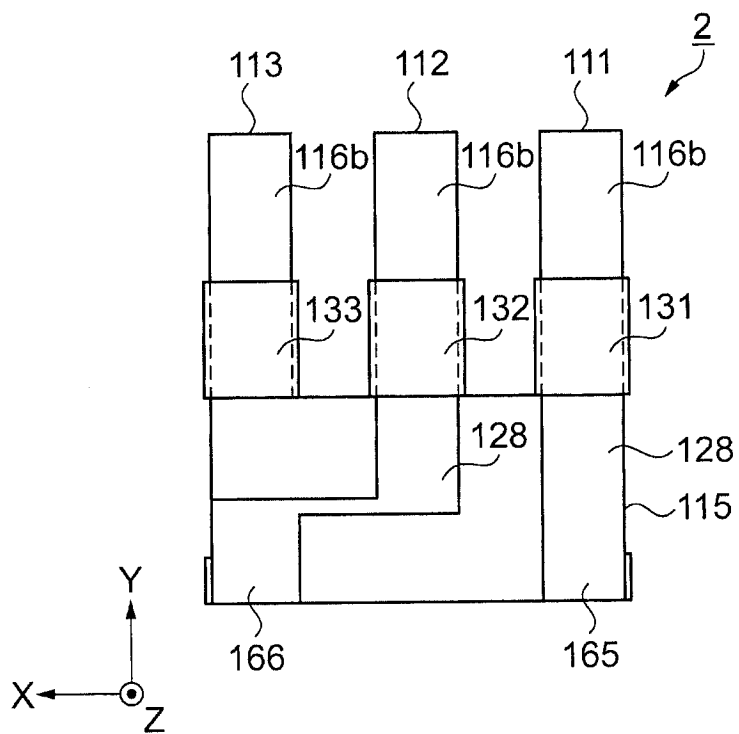


图 10

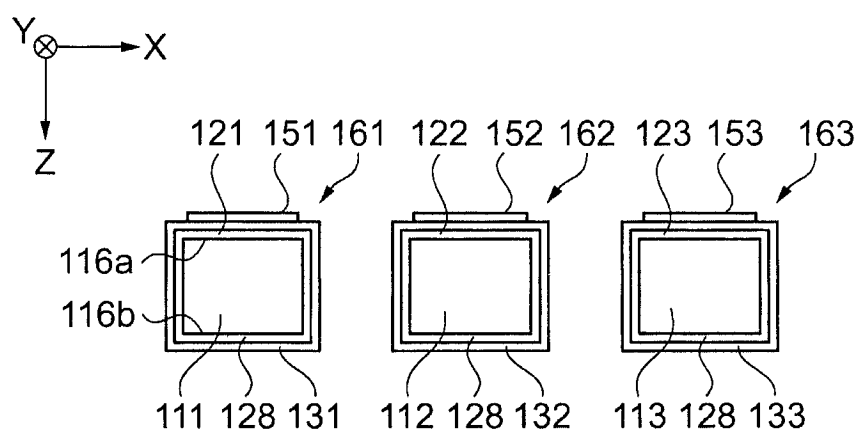


图 11

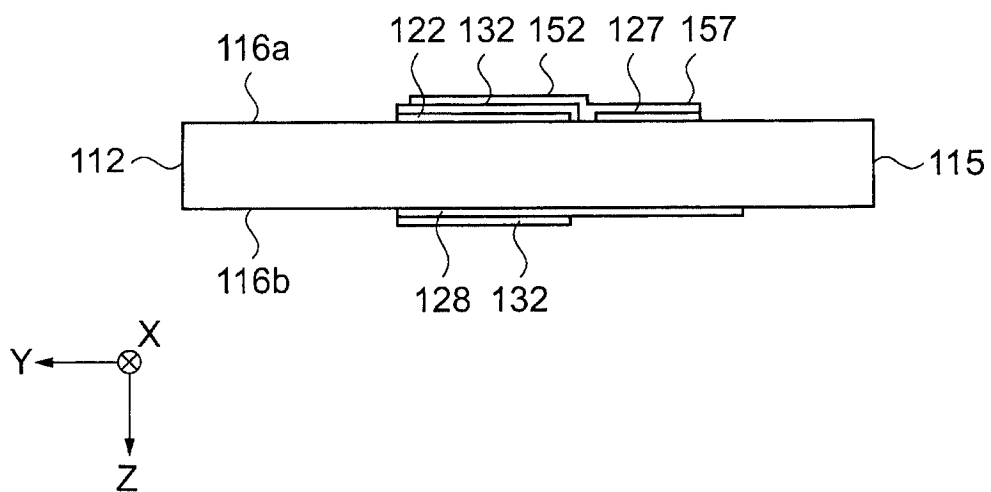


图 12

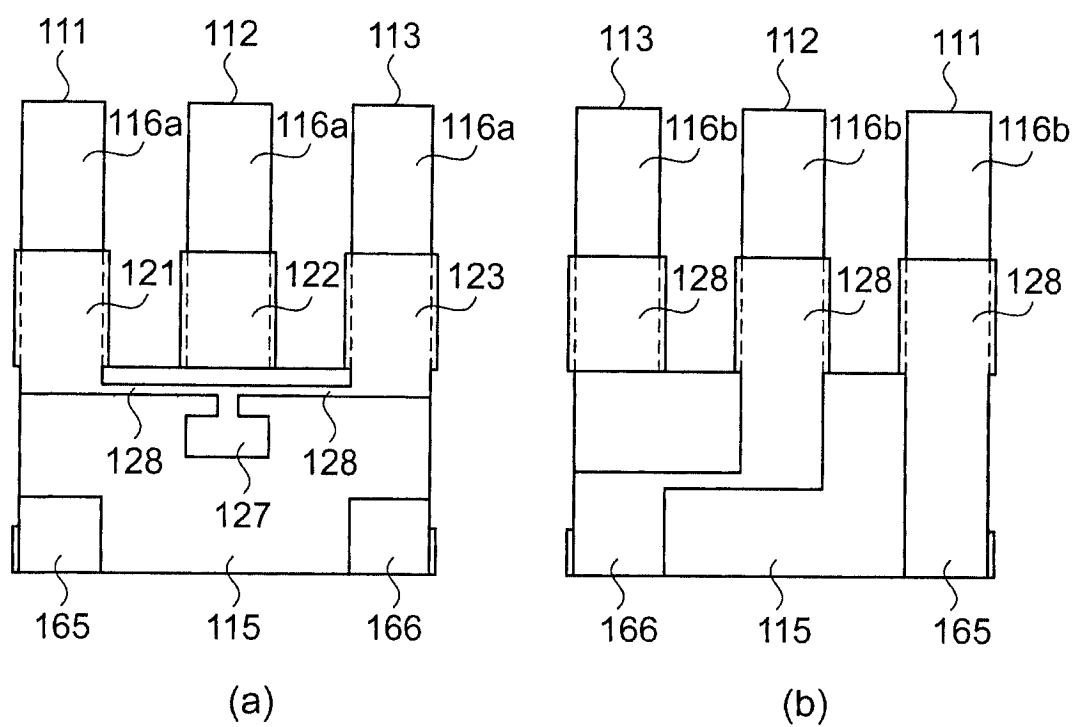


图 13

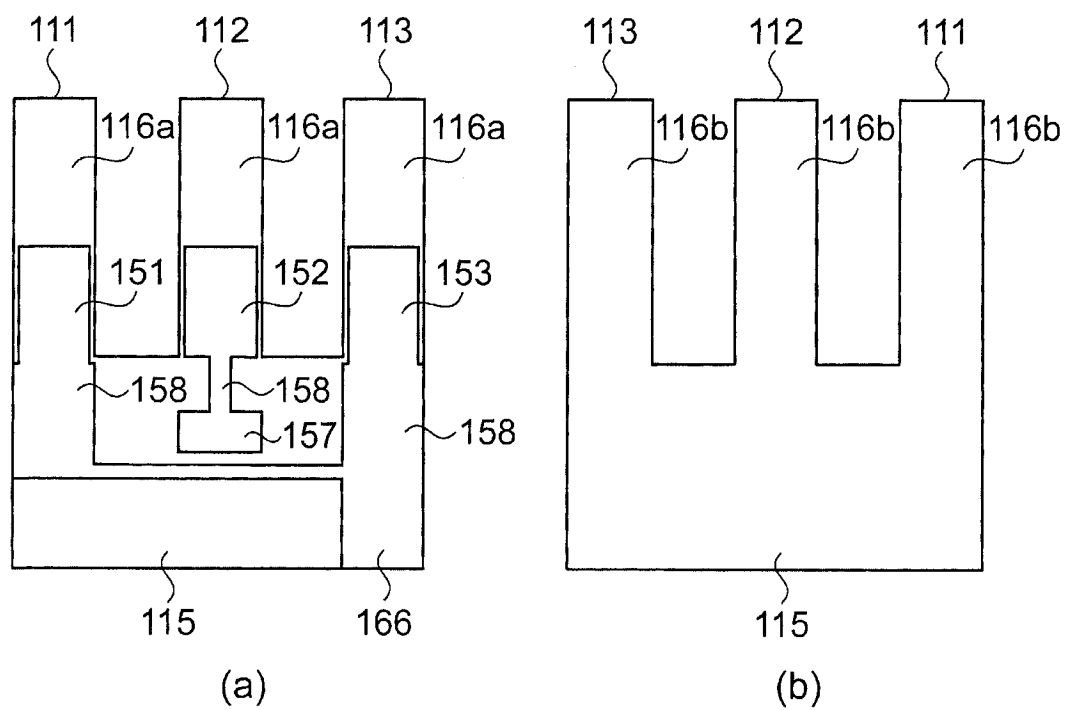


图 14

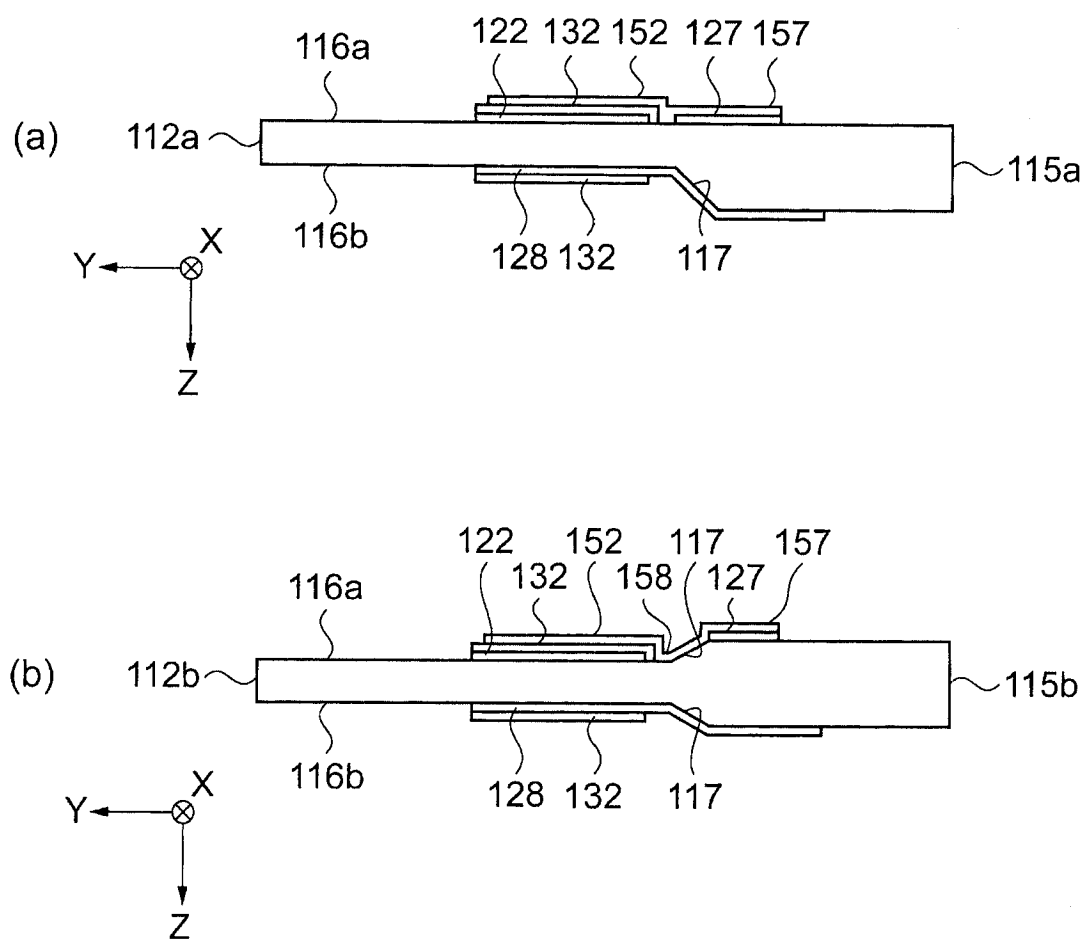


图 15

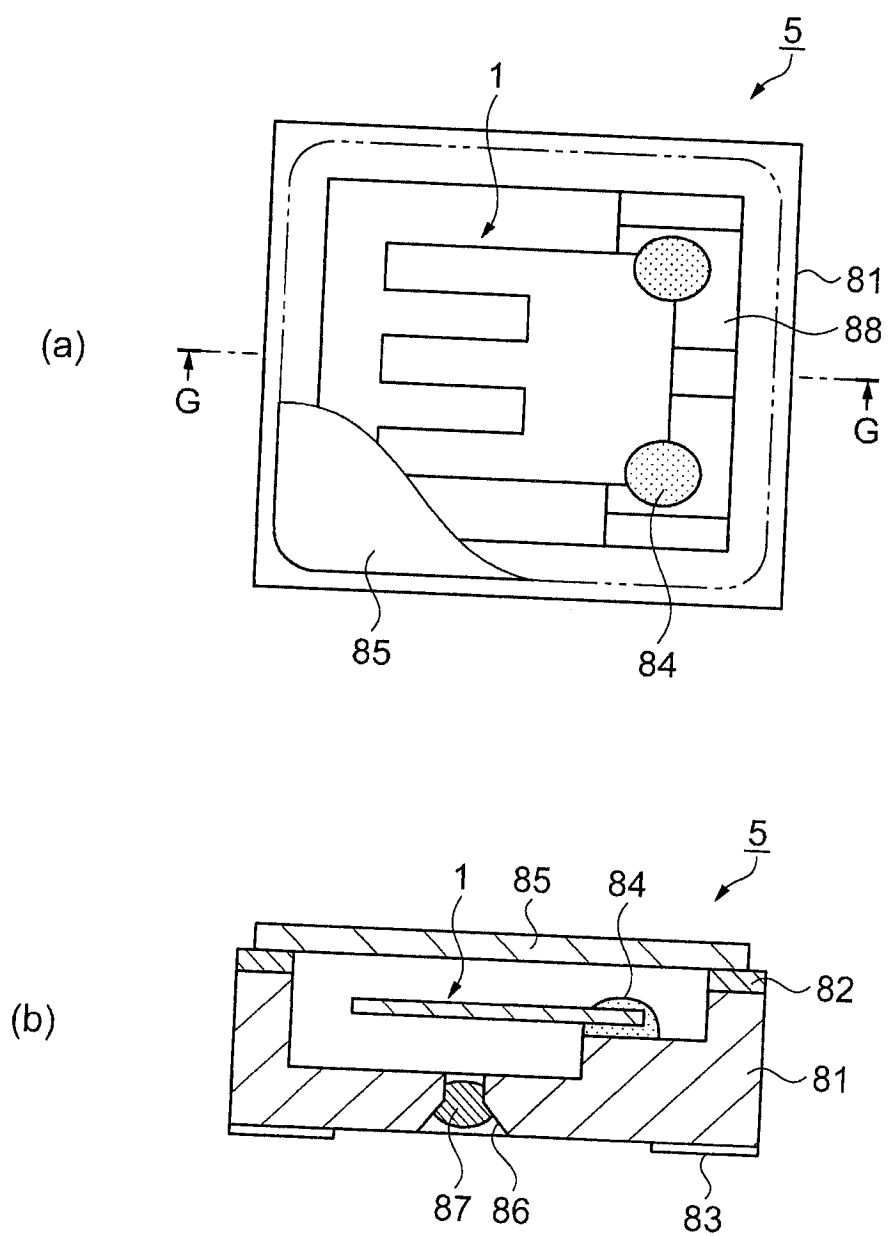


图 16