



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102035498 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 14

(21) 申请号 201010501423. 3

(22) 申请日 2010. 10. 08

(30) 优先权数据

2009-234068 2009. 10. 08 JP

2010-163647 2010. 07. 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 山田明法

(74) 专利代理机构 北京金信知识产权代理有限公司

公司 11225

代理人 黄威 张彬

(51) Int. Cl.

H03H 9/21 (2006. 01)

H03H 9/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特许第 4020010 号 B2, 2007. 12. 12, 全文.

CN 101316097 A, 2008. 12. 03, 全文.

CN 1711680 A, 2005. 12. 21, 全文.

审查员 孙娟

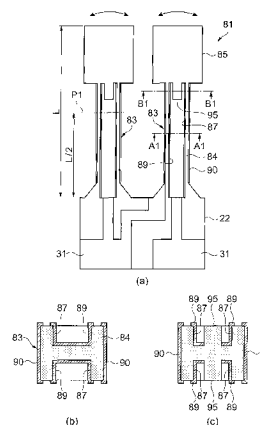
权利要求书2页 说明书12页 附图5页

(54) 发明名称

振动片、振子、振荡器以及电子仪器

(57) 摘要

提供一种降低了 CI 值且抑制了不必要振动的小型振动片、振子、振荡器以及电子仪器。压电振动片 (81) 具备: 一对振动臂 (83), 其从基部 (22) 一端侧起分成两叉而互相平行地延伸; 锤部 (85), 被设置在各个振动臂 (83) 的前端一侧; 具有底部的第 1 槽部 (87), 其沿着各个振动臂 (83) 的长度方向设置。在从第 1 槽部 (87) 的基部 (22) 一侧到前端一侧的侧面上, 形成有第 1 激励电极 (89); 在从振动臂 (83) 的基部 (22) 一侧到前端一侧的侧面上, 形成有第 2 激励电极 (90)。在比从各个振动臂 (83) 与基部 (22) 相连接部分的基端到前端 (锤部 (85) 的前端) 的长度 L 的一半 L/2 更靠前端一侧的第 1 槽部 (87) 上, 形成有助于集中质量的槽内突出部 (95)。



1. 一种振动片,其特征在于,
具有:基部;振动臂,其从所述基部的一端部分起延伸;
所述振动臂具备:
臂部,其设置在所述基部一侧;
锤部,其设置在比所述臂部更靠前端一侧,且宽度比所述臂部更宽;
主面,其设置在所述振动臂的前侧和后侧上;
侧面,其被形成为,向所述振动臂的长度方向延伸并连接前侧和后侧的所述主面,且相互对置;
第1槽部,其为具有底部的槽,且沿所述振动臂的所述长度方向而被形成在至少一侧的所述主面上;
第1激励电极,其被形成在连接所述第1槽部的底部与所述一侧的所述主面的槽侧面上;
第2激励电极,其被形成在两个所述侧面上;
槽内突出部,其被设置在,比在所述长度方向上平分所述振动臂的二等分线更靠所述前端一侧的位置上,且隔着所述第1槽部的一部分以沿所述槽侧面的方式形成。
2. 如权利要求1所述的振动片,其特征在于,
所述槽内突出部被设置为,在俯视观察时,于所述第1槽部内从所述振动臂的所述前端一侧向所述基部一侧突出。
3. 如权利要求1所述的振动片,其特征在于,
在俯视观察时,所述槽内突出部形成为,其周围被所述第1槽部所包围的岛状。
4. 如权利要求1至3中任意一项所述的振动片,其特征在于,
具有被形成在所述锤部上的第2槽部;
所述第2槽部为具有底部的槽,且其被形成为,将从所述臂部的侧面起连续并与之构成同一个面的侧面作为一侧侧面,且该一侧侧面与所述第1槽部的所述侧面平行;
所述第1槽部被设置为,从所述振动臂的所述基部一侧延伸至所述锤部的区域内;
所述第1激励电极被形成在,所述第1槽部内的、从所述振动臂的所述基部一侧到所述锤部的区域内连续的所述侧面上;
所述第2激励电极被形成在,从所述振动臂的所述侧面到所述第2槽部内的所述一侧侧面的连续的面上。
5. 如权利要求1至3中任意一项所述的振动片,其特征在于,
所述槽内突出部被形成为,延伸至比所述锤部与所述振动臂的连接根部更靠所述基部一侧。
6. 如权利要求1至3中任意一项所述的振动片,其特征在于,
所述槽内突出部以从所述锤部连续的方式而形成。
7. 如权利要求1至3中任意一项所述的振动片,其特征在于,
所述槽内突出部被形成为,具有与所述振动臂的两个所述主面相同的高度。
8. 如权利要求1至3中任意一项所述的振动片,其特征在于,
所述振动片为,由压电体材料形成的压电振动片。
9. 一种振子,其特征在于,具备:

权利要求 1 至 3 中任意一项所述的振动片,以及用于收纳所述振动片的外壳。

10. 一种振荡器,其特征在于,具备:

权利要求 1 至 3 中任意一项所述的振动片;

电路元件,其具有使所述振动片振荡的振荡电路;

外壳,其用于收纳所述振动片以及所述电路元件。

11. 一种电子仪器,其特征在于,具备:

权利要求 1 至 3 中任意一项所述的振动片。

12. 一种电子仪器,其特征在于,具备:

权利要求 9 所述的振子。

13. 一种电子仪器,其特征在于,具备:

权利要求 10 所述的振荡器。

振动片、振子、振荡器以及电子仪器

技术领域

[0001] 本发明涉及例如由压电体材料所组成的压电振动片等的振动片、振子、振荡器和使用了这些元件的电子仪器。

背景技术

[0002] 一直以来,压电元件被广泛应用于手机等通信仪器、电脑和 IC 卡等信息设备、以及其他各种电子仪器中。最近,伴随这些电子仪器的小型化以及高性能化,需要压电元件在小型化的同时具备有高品质和高稳定性。

[0003] 众所周知,对于弯曲振动模式的压电振动片,为了实现小型化而将振动臂的长度缩短时,其频率将会增高。因此,通过使振动臂的前端部质量增大,从而能够在不会因该质量效果导致频率增高的同时而缩短振动臂的长度,进而使压电振动片小型化(例如,参照专利文献 1、2)。很多情况下,使振动臂前端部质量增大是通过将该前端部的宽度形成得比基端一侧更大而实现的。

[0004] 并且,在音叉型压电振动片中,为了降低 CI 值,广泛采用在振动臂的两个主面的至少一个上形成长度方向的槽部,并且在该槽部的内面上将激励电极成膜的结构(例如,参照专利文献 2)。由于在这样的振动臂上,在其侧面的激励电极和槽部内的激励电极之间产生的电场,广泛地分布在振动臂的截面上,从而能够大幅度地提升电场效率,所以即使将振动片小型化,振动损失也较小,能够将 CI 值抑制在较低水平。

[0005] 并且,公开有一种将振动臂的槽部延伸至进入振动臂前端的锤部以及基部的位置的音叉型压电振动片(例如,参照专利文献 3)。具有这样的槽构造的振动臂,能够确保获得振动臂的基本振动模式所需的臂长,并且在振动臂的锤部以及基部的各个结合部上,消除因振动臂的振动而导致的向槽部的应力集中,从而能够得到稳定的振动。

[0006] 并且,在专利文献 3 中,公开了一种为了降低 CI 值而在锤部的基部一侧设有脊部的振动臂。下面参照附图进行详细说明,在图 6 中,专利文献 3 所记载的音叉型压电振动片 1 具备:基部 2;一对振动臂 3,其从基部 2 的一端部分平行延伸。各个振动臂 3 具备:锤部 5,其位于振动臂 3 的前端一侧,且其宽度比振动臂 3 的基部 2 一侧更宽;具有底部的第 1 槽部 7,其沿振动臂 3 的长边方向而形成;第 1 激励电极 9,其形成在第 1 槽部 7 的侧面上;第 2 激励电极 10,其形成在振动臂 3 的侧面上。并且,在锤部 5 的基部 2 一侧,设置有作为贯通孔的第 2 槽部 8,其将从振动臂 3 的侧面起连续并与之构成同一个面的侧面作为一侧侧面,且该一侧侧面被形成为与第 1 槽部 7 的侧面平行,通过该第 2 槽部 8,在锤部 5 的基部 2 一侧的两端部上,形成有脊部(突出部)6。通过该脊部 6,使得振动臂 3 能够在不改变锤部 5 的质量的条件下而使振动二阶矩的臂长变短,从而能够提高振动的稳定性,并且将 CI 值抑制在较低水平。

[0007] 在先技术文献

[0008] 专利文献 1:日本实公昭 51-10755 号公报。

[0009] 专利文献 2:日本特开 2004-282230 号公报。

[0010] 专利文献 3 : 日本特开 2005-5896 号公报。

发明内容

[0011] 发明所要解决的课题

[0012] 但是, 在专利文献 3 中所记载的音叉型水晶振动片 1 中, 因为将锤部 5 的振动臂 3 侧面的延长线作为一侧侧面的第 2 槽部 8 为, 贯通锤部 5 的两个主面的贯通孔, 所以存在由于锤部 5 的基部 2 一侧的两端部上形成的脊部 6 分别成为锤而产生故障的危险。也就是说, 发明人发现, 在振动臂 3 按图中的箭头方向反复弯曲振动时, 由于锤部 5 在振动臂 3 的振幅最大值处产生比振动臂 3 更大的位移而成为接近高阶模式的振动形态, 从而有可能使频率上升而导致振动不稳定, 进而使 CI 值上升。

[0013] 用于解决课题的方法

[0014] 本发明是为了解决上述至少一部分的课题而完成的, 其可以通过以下的实施方式或者应用例来实现。

[0015] [应用例 1]

[0016] 本应用例涉及的振动片, 其特征在于, 具备 : 基部 ; 振动臂, 其从所述基部的一端部分起延伸, 所述振动臂具备 : 臂部, 其设置在所述基部一侧 ; 锤部, 其设置在比所述臂部更靠前端一侧, 且宽度比所述臂部更宽 ; 主面, 其设置在所述振动臂的前后侧上 ; 侧面, 其被形成, 向所述振动臂的长度方向延伸并连接前后侧的所述主面, 且相互对置 ; 第 1 槽部, 其为具有底部的槽, 且沿所述振动臂的所述长度方向而被形成在至少一侧的所述主面上 ; 第 1 激励电极, 其被形成在连接所述第 1 槽部的底部与所述一侧的所述主面的槽侧面上 ; 第 2 激励电极, 其被形成在两个所述侧面上 ; 槽内突出部, 其被设置在, 比在所述长度方向上平分所述振动臂的二等分线更靠所述前端一侧的位置上, 且隔着所述第 1 槽部的一部分以沿所述槽侧面的方式形成。

[0017] 根据该结构, 因为具备有第 1 槽部, 所以使得振动臂易于移动并可进行有效的振动, 由此能够降低 CI 值。并且, 通过设置在臂部前端一侧的锤部和设置在第 1 槽部处的槽内突出部, 从而使质量集中在振动臂的前端一侧, 进而能够在不增大振动臂长度的条件下降低频率。所以, 能够提供一种小型并具有较低 CI 值的振动片。

[0018] [应用例 2]

[0019] 在上述应用例涉及的振动片中, 其特征在于, 所述槽内突出部被设置为, 在俯视观察时, 于所述第 1 槽部内从所述振动臂的所述前端一侧向所述基部一侧突出。

[0020] 如此结构一样, 优选对在振动臂前端一侧的槽内突出部的形成位置进行规范化。

[0021] [应用例 3]

[0022] 在上述应用例涉及的振动片中, 其特征在于, 在俯视观察时, 所述槽内突出部形成, 其周围被所述第 1 槽部所包围的岛状。

[0023] 根据上述结构, 因为在第 1 槽部内形成有在俯视观察时为岛状的槽内突出部, 所以通过使质量集中在振动臂的前端一侧, 从而能够在不增大振动臂长度的条件下降低频率。

[0024] [应用例 4]

[0025] 在上述应用例相关的振动片中, 其特征在于, 具有被形成在所述锤部上的第 2 槽

部;所述第2槽部为具有底部的槽,且其被形成为,将从所述臂部的侧面起连续并与之构成同一个面的侧面作为一侧侧面,且该一侧侧面与所述第1槽部的所述侧面平行;所述第1槽部被设置为,从所述振动臂的所述基部一侧延伸至所述锤部的区域内;所述第1激励电极被形成在,所述第1槽部内的、从所述振动臂的所述基部一侧到所述锤部的区域内连续的所述侧面上;所述第2激励电极被形成在,从所述振动臂的所述侧面到所述第2槽部内的所述一侧侧面的连续的面上。

[0026] 以这种形式,通过将第1激励电极形成于从振动臂的基部一侧向锤部的区域内设置的第1槽部侧面上,并将第2激励电极连续形成在,振动臂的基部一侧的侧面以及从该侧面起连续的锤部侧面上,从而使得对振动臂的振动起作用的电场不只产生在振动臂的臂部,而且也产生在锤部区域。所以,即使对应小型化的要求而缩短振动臂,锤部的质量效果也没有损失,并能够增加电极面积以提高激励效率,并且能够降低CI值,实现振动片的高性能化、高品质化。

[0027] 并且,发明人发现,因为第2槽部为具有底部的槽,所以设置贯通锤部的第2槽部时,对振动臂来说,锤部成为接近于高阶模式的振动形态,从而能够避免发生频率增大的缺点。

[0028] [应用例5]

[0029] 在上述应用例涉及的振动片中,其特征不在于,所述槽内突出部被形成为,延伸至比所述锤部与所述振动臂的连接根部更靠所述基部一侧。

[0030] 在该结构中,在前端一侧具有锤部,并且第1槽部从振动臂的基部一侧到锤部区域内连续形成的结构中,槽内突出部以从第1槽部的锤部区域内,延伸至比锤部与振动臂的连接根部更靠基部一侧的方式而形成。因此,由槽内突出部而引起的质量效果提高,从而在振动片的小型化方面发挥了显著的效果。

[0031] [应用例6]

[0032] 在上述应用例涉及的振动片中,其特征不在于,所述槽内突出部以从所述锤部连续的方式而形成。

[0033] 根据该结构,利用通过蚀刻而形成振动臂的第1槽部的工艺,能够有效地形成槽内突出部,并且以在锤部与槽内突出部之间设置缝隙的方式而形成槽内突出部时,由于能够防止有可能产生于该缝隙部分的蚀刻残留物等,所以能够以调节锤部质量的方式而形成,从而得到具有所期望的频率特性的振动片。

[0034] [应用例7]

[0035] 在上述应用例涉及的振动片中,其特征不在于,所述槽内突出部被形成为,具有与所述振动臂的两个所述主面相同的高度。

[0036] 根据该结构,利用通过蚀刻而形成振动臂的第1槽部的工艺,能够有效地形成槽内突出部。

[0037] [应用例8]

[0038] 在上述应用例涉及的振动片中,其特征不在于,其为由压电体材料形成的压电振动片。

[0039] 根据该结构,能够提供一种耐冲击性较高且具有优秀的振动特性的、例如由水晶构成的水晶振动片等的压电振动片。

[0040] [应用例 9]

[0041] 在本应用例涉及的振子中,其特征在于,具备:上述应用例中任意一项所述的振动片,以及用于收纳所述振动片的外壳。

[0042] 根据该结构,因为具备上述应用例所记载的振动片,所以能够提供一种小型且具有稳定振动特性的振子。

[0043] [应用例 10]

[0044] 在本应用例涉及的振荡器中,其特征在于,具备:上述应用例中任意一项所述的振动片;电路元件,其具有使所述振动片振荡的振荡电路;外壳,其用于收纳所述振动片以及所述电路元件。

[0045] 根据该结构,因为具备有上述应用例所记载的振动片,所以能够提供一种小型且具有稳定的振动特性的振荡器。

[0046] [应用例 11]

[0047] 在本应用例涉及的电子仪器中,其特征在于,具备:上述应用例中任意一项所述的振动片、上述应用例所述的振子、上述应用例所述的振荡器中的任意一种。

[0048] 根据该结构,能够提供一种小型、轻量化、且稳定动作的电子仪器。

[0049] [应用例 12]

[0050] 本应用例涉及的振动片,其特征在于,具备:基部;振动臂,其从所述基部的一端部分起延伸,所述振动臂具备:两个主面;两个侧面,其向所述振动臂的长度方向延伸并连接两个所述主面;第 1 槽部,其为具有底部的槽,且沿所述振动臂的所述长度方向而被形成在至少一侧的两个所述主面上;第 1 激励电极,其被形成于所述第 1 槽部内的两个所述侧面上;第 2 激励电极,其形成于所述振动臂的两个所述侧面上;槽内突出部,其为集中质量用的槽内突出部,形成于所述第 1 槽部,位于所述振动臂的前端一侧的所述第 1 槽部内的两个所述侧面之间,并位于比在所述长度方向上平分所述振动臂的二等分线更靠所述前端一侧的位置上。

[0051] 根据该结构,因为具备有第 1 槽部,所以使得振动臂易于移动并可进行有效的振动,由此能够降低 CI 值,并且通过利用设置于第 1 槽部的槽内突出部而使质量集中在振动臂的前端一侧,从而能够在不增大振动臂的长度的条件下降低频率。所以,能够提供一种小型且低 CI 值的振动片。

[0052] [应用例 13]

[0053] 在上述应用例涉及的振动片中,其特征在于,所述振动臂具备:臂部,其设置在所述振动臂的所述基部一侧;锤部,其设置在比所述臂部更靠前端一侧,且宽度比所述臂部更宽。

[0054] 根据该结构,由于通过振动臂的前端部分的锤部行使锤的功能,从而能够在不增大振动臂长度的条件下降低频率,因此除了具有由于形成槽部而导致 CI 值降低的效果的同时,还通过对锤部的形状进行调节,从而能够提供一种小型且高性能的振动片。

附图说明

[0055] 图 1 为,用于模式化地说明第 1 实施方式的压电振动片的图,其中,(a) 为俯视图,(b) 为沿 (a) 的 A1-A1 线的剖视图,(c) 为沿 (a) 的 B1-B1 线的剖视图。

[0056] 图 2 为,用于模式化地说明第 2 实施方式的压电振动片的图,其中,(a) 为俯视图,(b) 为沿 (a) 的 A2-A2 线的剖视图,(c) 为沿 (a) 的 B2-B2 线的剖视图。

[0057] 图 3 为,用于模式化地说明第 3 实施方式的压电振动片的图,其中,(a) 为俯视图,(b) 为沿 (a) 的 A3-A3 线的剖视图,(c) 为沿 (a) 的 B3-B3 线的剖视图。

[0058] 图 4 为,表示第 4 实施方式的振子的概要结构的模式图,其中,(a) 为俯视图,(b) 为沿 (a) 的 F-F 线的剖视图。

[0059] 图 5 为,表示第 5 实施方式的振荡器的概要结构的模式图,其中,(a) 为俯视图,(b) 为沿 (a) 的 G-G 线的剖视图。

[0060] 图 6 为,用于模式化地表示作为现有的振动片的音叉型水晶振动片的俯视图。

[0061] 符号说明

[0062] 1...作为现有的振动片的音叉型水晶振动片

[0063] 21、41、81...作为振动片的压电振动片

[0064] 2、22...基部

[0065] 3、23、43、83...振动臂

[0066] 5、25、45、85...锤部

[0067] 6、26、46...脊部

[0068] 7、27、47、87...第 1 槽部

[0069] 8、28、48...第 2 槽部

[0070] 9、29、49、89...第 1 激励电极

[0071] 10、30、50、90...第 2 激励电极

[0072] 31...连接电极

[0073] 35、55、95...槽内突出部

具体实施方式

[0074] 以下参照附图,对将本发明的振动片具体化了的实施方式进行说明。

[0075] (第 1 实施方式)

[0076] 图 1 为,用于模式化地说明作为第 1 实施方式的振动片的压电振动片的图,其中,(a) 为从一侧主面观察时的俯视图,(b) 为沿 (a) 的 A1-A1 线的剖视图,(c) 为沿 (a) 的 B1-B1 线的剖视图。

[0077] 在图 1 中,压电振动片 81 由水晶等压电体材料构成。压电振动片 81 由水晶构成时,基材原形的水晶晶片(水晶基材),使用了通过以下方式获得的水晶晶片,即、在由 X 轴、Y 轴以及 Z 轴所组成的正交坐标系中,对于在以 Z 轴为中心顺时针旋转 0 度~5 度的范围内切割而成的水晶 Z 板,进行切割研磨加工成预定的厚度而获得。本实施方式的压电振动片 81 被形成为,具有由基部 22 和一对振动臂 83 所组成的所谓音叉型的外型,所述基部 22 通过对该水晶 Z 板进行加工而成;所述一对振动臂 83 从该基部 22 的一端侧(图中的上端侧)分成两叉,并且互相平行延伸。

[0078] 一对振动臂 83 从基部 22 的一端侧起相互平行地延伸。并且,振动臂 83 具有:主面,其为在俯视观察一对振动臂 83 时的前后面;两个侧面(以下,将两个侧面也称为两侧面),其被形成为,前面以及后面这两个主面的位于振动臂 83 宽度方向两侧的端边,沿着振

动臂 83 的厚度方向被连接,且在振动臂 83 的两侧相互对置。也就是说,两个侧面被形成为,位于振动臂 83 的宽度方向的两侧且相互对置,并在振动臂 83 的长度方向(延伸方向)上延伸。

[0079] 并且,在各个振动臂 83 的前端一侧上,分别设置有宽度比振动臂 83 的基部 22 一侧更宽的锤部 85。以这种方式,通过使各个振动臂 83 的前端部分的锤部 85 发挥锤的功能,从而能够在不增大振动臂 83 的长度的条件下降低频率。

[0080] 并且,关于本实施方式的振动臂 83,虽然图示了其锤部 85 以外的部分具有一定宽度的构造,但是并不限于此,振动臂 83 的臂部(从基部 22 到锤部 85 的部分)也可以是从振动臂 83 的基部 22 一侧向前端部的锤部 85 变细的形状。例如,通过形成从振动臂 83 的基部 22 一侧向前端一侧的锤部 85 变细的锥体,能够使振动臂 83 变得易于振动。

[0081] 如图 1 之 (a) 所示,在各个振动臂 83 的一侧主面上,沿各自的长度方向而设置有一条具有底部的第 1 槽部 87。并且,如图 1 之 (b) 所示,在振动臂 83 的另一侧主面上,沿振动臂 83 的长度方向也设置有一条具有底部的第 1 槽部 87。

[0082] 通过在上述各个振动臂 83 的两个主面上分别以具有开口部的方式而设置的第 1 槽部 87,使得振动臂 83 变得易于移动并可进行有效的振动,由此能够降低 CI 值。

[0083] 在设置在各个振动臂 83 上的第 1 槽部 87 中,其一端侧(振动臂 83 的前端一侧)被设置至锤部 85 与振动臂 83 的边界处。

[0084] 在从第 1 槽部 87 的基部 22 一侧到前端一侧的侧面上,形成有第 1 激励电极 89。并且,在从振动臂 83 的基部 22 一侧到前端一侧的侧面上,形成有第 2 激励电极 90。

[0085] 比从各个振动臂 83 中成为与基部 22 的连接部分的基端到前端(锤部 85 的前端)的长度 L 的一半 $L/2$,更靠前端一侧(比在长度方向上平分振动臂 83 的二等分线 $P1$ 更靠前端一侧)的第 1 槽部 87 内,设置有助于集中质量的槽内突出部 95。

[0086] 在这里,为了得到槽内突出部 95 的质量集中效果,将槽内突出部 95 的设置位置设定在,比从各个振动臂 83 中成为与基部 22 的连接部分的基端到前端的长度 L 的一半 $L/2$ 更靠前端一侧。与此相对,如果将槽内突出部 95 设置在比长度 L 的一半 $L/2$ 处更靠基部 22 一侧的话,各个振动臂 83 的刚性将增大,从而会导致共振频率增大。由此,为得到所期望的共振频率,需要使振动臂 83 的长度增大(伸长),从而无法发挥为使振动臂 83 的长度缩短(变短)的、槽内突出部 95 的作为锤效果的功能。

[0087] 关于槽内突出部 95,例示了与第 1 槽部 87 同时通过蚀刻而形成的一个例子,如图 1(c) 所示,槽内突出部 95 具有和振动臂 83 的主面相同的高度,并以从锤部 85 与振动臂 83 的边界部分的锤部 85 起向基部 22 一侧连续的方式而被形成在第 1 槽部 87 内。换句话说,槽内突出部 95 被形成为,以沿着两侧的第 1 槽部 87 的槽侧面的形式而从锤部 85 向第 1 槽部 87 突出。由此,沿着槽内突出部 95 的第 1 槽部 87 的一部分,成为被分成两个的形状(两叉形状),槽内突出部 95 隔着将所述第 1 槽部 87 的一部分分成两叉的部分,而与两侧的槽侧面相对。

[0088] 并且,本实施方式的槽内突出部 95 为,与第 1 槽部 87 一起通过蚀刻而形成的结构。因此,槽内突出部 95 具有与振动臂 83 的主面相同的高度,并以从锤部 85 与振动臂 83 的边界部分的锤部 85 起向基部 22 连续的方式而被形成在第 1 槽部 87 内。以这种方式,通过蚀刻而形成振动臂 83 的第 1 槽部 87 的工艺来同时形成槽内突出部 95,由此能够有效地

形成槽内突出部 95。

[0089] 在第 1 槽部 87 的连续的侧面上,形成有第 1 激励电极 89。在本实施方式的压电振动片 81 中,第 1 激励电极 89 还连续形成在对具有底部的第 1 槽部 87 的两个侧面进行连接的凹底面上。

[0090] 第 1 激励电极 89 以及第 2 激励电极 90 等的电极和配线等可以通过以下的方法而形成,即、对水晶进行蚀刻而形成压电振动片 81 的包括第 1 槽部 87 在内的外形之后,例如将镍 (Ni) 或铬 (Cr) 作为底层,在其上面通过蒸镀或者溅射而形成例如金 (Au) 的电极层,之后再使用光刻法形成图案。众所周知,铬与水晶之间的附着力较高,并且,金因电阻低且难以氧化。

[0091] 根据本实施方式的压电振动片 81,比从各个振动臂 83 中成为与基部 22 连接部分的基端到前端的长度 L 的一半 $L/2$ 处更靠前端一侧上,用于集中质量的槽内突出部 95 从振动臂 83 的前端一侧起朝向基部 22 一侧被形成在第 1 槽部 87 内。因此,通过设置在第 1 槽部 87 内的槽内突出部 95,使得振动臂 83 的前端一侧质量增大,由此能够在不增大(伸长)振动臂 83 的长度的条件下降低频率。因此,能够提供一种小型并具有低 CI 值的振动片。

[0092] (第 2 实施形态)

[0093] 图 2 为,用于模式化地说明作为第 2 实施方式的振动片的压电振动片的图,其中,(a) 为从一侧主面侧观察时的俯视图,(b) 为沿 (a) 的 A2-A2 线的剖视图,(c) 为沿 (a) 的 B2-B2 线的剖视图。并且,在本实施方式的压电振动片的结构中,对于与上述实施方式相同的结构,标记相同的符号,并省略其说明。

[0094] 关于构成压电振动片 21 的基材,由于和上述实施方式相同,所以省略其说明。本实施方式的压电振动片 21 具有所谓音叉型的外形,并由基部 22、和从基部 22 一端侧(图中的上端一侧)起分为两叉且平行的一对振动臂 23 构成。

[0095] 一对振动臂 23 从基部 22 的一端侧起平行地延伸。并且,各个振动臂 23 具备:两个主面,其为俯视观察一对振动臂 23 时的前后面;两个侧面,其被设置为,连接两个主面在振动臂 23 宽度方向上的端边和端边,且在振动臂 23 的两侧相互对置。也就是说,两个侧面被形成为,在振动臂 23 的两侧相互对置,且沿振动臂 23 的长度方向(延伸方向)延伸。

[0096] 并且,在各个振动臂 23 的前端一侧上,分别设置有宽度比振动臂 23 的基部 22 一侧更宽的锤部 25。以这种方式,通过使各个振动臂 23 的前端部分的锤部 25 发挥锤的功能,从而能够在不增大(伸长)振动臂 23 的长度的条件下降低频率。

[0097] 并且,振动臂 23 的臂部(从基部 22 起到锤部 25 为止的部分)也可以设定为,从振动臂 23 的基部 22 一侧朝向前端一侧的锤部 25 变细的形状。例如,通过形成从振动臂 23 的基部 22 一侧朝向前端一侧的锤部 25 变细的锥体,能够使振动臂 23 变得易于振动。

[0098] 如图 2 之 (a) 所示,在各个振动臂 23 的一侧主面上,沿各自的长度方向而设置有一条具有底部的第 1 槽部 27。并且,如图 2 之 (b) 所示,在振动臂 23 的另外一侧主面上,沿振动臂 23 的长度方向也设置有一条具有底部的第 1 槽部 27。

[0099] 通过这种分别在上述各个振动臂 23 的两个主面上以具有开口部的形式而设置的第 1 槽部 27,能够使振动臂 23 易于移动并可进行有效的振动,由此能够降低 CI 值。

[0100] 并且,在本实施方式的各个振动臂 23 中,第 1 槽部 27 被设置为,其一端侧(振动臂 23 的前端一侧)从振动臂 23 的基部 22 一侧起延伸至比其与锤部 25 的边界更靠前端部

的、锤部 25 的区域内。通过如此设置,使得振动臂 23 产生振动时所产生应力的集中区域被分散在振动臂 23 的延伸方向上,所以能够避免因应力集中在振动臂与锤部 25 的连接根部而导致该处发生破损等的缺点。

[0101] 在锤部 25 的基部 22 一侧上,设置有第 2 槽部 28,其为具有底部的槽,且其被形成,将从各个振动臂 23 的侧面起连续并与之构成同一个面的侧面作为一侧侧面,且该一侧侧面与第 1 槽部 27 的侧面平行。通过该第 2 槽部 28,从而在锤部 25 的基部 22 一侧的两端部上分别形成了脊部 26。

[0102] 在各个振动臂 23 的前端一侧上,在第 1 槽部 27 的两个侧面之间,且比从振动臂 23 与基部 22 连接部分的基端起到前端的长度 L 的一半 $L/2$ 处更靠前端一侧,以在俯视观察时于第 1 槽部 27 内从振动臂 23 的前端一侧向基部 22 一侧突出的方式,形成有用于集中质量的槽内突出部 35。换句话说,槽内突出部 35 被形成,在第 1 槽部 27 内,位于比将振动臂 23 在长度方向上平分的二等分线 $P2$ 更靠前端一侧的位置上。

[0103] 在本实施方式中,槽内突出部 35 被形成,从延伸形成至锤部 25 的区域的第 1 槽部 27 的、振动臂 23 前端一侧的端部起,延伸至比锤部 25 与振动臂 23 的边界更靠基部 22 一侧。因此,由槽内突出部 35 带来的质量效果增大,因而对振动片的小型化具有显著的效果。

[0104] 并且,本实施方式的槽内突出部 35 为,与第 1 槽部 27 同时通过蚀刻而形成的结构。因此,槽内突出部 35 如图 2 之 (c) 所示,具有与振动臂 23 的主面相同的高度,且以从锤部 25 的振动臂 23 的前端一侧起到第 1 槽部 27 的基部 22 一侧连续的方式而形成。以这种方式,利用通过蚀刻而形成振动臂 23 的第 1 槽部 27 的工艺来同时形成槽内突出部 35,从而能够有效地形成槽内突出部 35。

[0105] 在从振动臂 23 的基部 22 一侧到锤部 25 的区域内的、第 1 槽部 27 的连续的侧面上,形成有第 1 激励电极 29。在本实施方式的压电振动片 21 上,第 1 激励电极 29 还连续形成在对具有底部的第 1 槽部 27 的两个侧面进行连接的凹底面上。

[0106] 并且,在从振动臂 23 的基部 22 一侧起到锤部 25 的区域内的第 2 槽部 28 为止的连续的侧面(第 2 槽部 28 的一侧侧面)上,形成有第 2 激励电极 30。

[0107] 一侧的振动臂 23 的第 1 激励电极 29 与另一侧的振动臂 23 的第 2 激励电极 30 相互连接,通过从基部 22 引出的连接电极(connection electrode)31、31 施加交流电压,从而使两个振动臂 23、23 向相互接近或相互远离的方向振动。

[0108] 关于第 1 激励电极 29 以及第 2 激励电极 30 等的电极和配线等,因为和上述实施方式相同,所以省略其说明。

[0109] 根据本实施方式的压电振动片 21,振动臂 23 被设置为,将第 1 槽部 27 延伸设置至锤部 25 的区域,并且以使振动臂 23 的两个侧面从锤部 25 的基部 22 一侧的端部起,直线延伸至锤部 25 的区域内的方式而设置第 2 槽部 28。将对振动臂 23 的激励起作用的第 1 激励电极 29 以及第 2 激励电极 30 不仅设置在振动臂 23 的臂部上,也设置在锤部 25 的区域上。由此,本实施方式的压电振动片 21 即使为了应对小型化的要求而缩短振动臂 23,也不会损失锤部 25 的质量效果,并能够使第 1 激励电极 29 以及第 2 激励电极 30 的面积增大以提高激励效率,所以可以降低 CI 值。

[0110] 在这里,在本实施方式的压电振动片 21 中,比从各个振动臂 23 中其与基部 22 连

接部分的基端到前端的长度 L 的一半 $L/2$ 处更靠前端一侧上,以在第 1 槽部 27 内从振动臂 23 的前端一侧朝向基部 22 一侧的方式,形成有助于集中质量的槽内突出部 35。由此,通过利用在第 1 槽部 27 内设置的槽内突出部 35 而使振动臂 23 前端一侧的质量集中,从而能够在不增大(伸长)振动臂 23 的长度的条件下降低频率。所以,能够提供一种小型且具有低 CI 值的振动片。

[0111] 并且,在本实施方式中,第 2 槽部 28 以从振动臂 23 侧面起连续的侧面作为一侧侧面的形式而形成在锤部 25 上,且该第 2 槽部 28 为具有底部的槽。由此,例如在设置有贯穿锤部 25 的第 2 槽部的情况下,振动臂 23 将处于接近高阶模式的振动形态,从而能够避免频率上升的缺点。

[0112] (第 3 实施方式)

[0113] 在上述实施方式中,对于在第 1 槽部 27 内,从锤部 25 的振动臂 23 的前端一侧向基部 22 一侧连续形成槽内突出部 35 的结构进行了说明。但是本发明并不限于此,也可以采用,将设置在振动臂前端一侧的第 1 槽部内的槽内突出部,以与锤部隔着预定间隙的方式而设置的结构。

[0114] 图 3 为,用于模式化地说明作为第 3 实施方式的、采用将槽内突出部以与锤部隔着间隙的方式而设置的结构压电振动片的图,其中,(a) 为从一侧的主面侧观察时的俯视图,(b) 为沿 (a) 的 A3-A3 线的剖视图,(c) 为沿 (a) 的 B3-B3 线的剖视图。并且,在本实施方式的压电振动片的结构中,对于与上述实施方式相同的结构,标记相同的符号并省略其说明。

[0115] 在图 3(a) 中,压电振动片 41 具有一对振动臂 43,其从基部 22 的一端侧(图中的上端一侧)起分成两叉且互相平行地延伸。在各个振动臂 43 的前端一侧上,分别设置有比振动臂 43 的基部 22 一侧宽度更宽的锤部 45。在各个振动臂 43 的两个主面上,沿各自的长度方向设置有一条具有底部的第 1 槽部 47。第 1 槽部 47 被设置为,其一端侧(振动臂 43 的前端一侧)延伸至锤部 45 的区域内。

[0116] 在锤部 45 的基部 22 一侧上设置有具有底部的第 2 槽部 48,其被形成为,将从各个振动臂 43 的侧面起连续并与其构成同一个面的侧面作为一侧侧面,且该一侧侧面与所述第 1 槽部 47 的侧面平行。通过该第 2 槽部 48,从而在锤部 45 的基部 22 一侧的两端部上,分别形成了脊部 46。

[0117] 在从振动臂 43 的基部 22 一侧起到锤部 45 区域内的、第 1 槽部 47 的连续的侧面上,形成有第 1 激励电极 49。并且,在从振动臂 43 的基部 22 一侧起到锤部 45 的区域内第 2 槽部 48 为止的连续的侧面(第 2 槽部 48 的一侧侧面)上,形成有第 2 激励电极 50。

[0118] 在比从各个振动臂 43 中其与基部 22 连接部分的基端到前端的长度 L 的一半 $L/2$ 处更靠前端一侧(将振动臂 43 在长度方向平分的二等分线 P3 的前端一侧)的第 1 槽部 47 内,以与锤部 45 隔开预定间隙的方式而设置有助于集中质量的槽内突出部 55。换句话说,从作为前面的主面一侧俯视观察振动臂 43 时,槽内突出部 55 被形成为,其周围被第 1 槽部 47 所包围的、所谓的岛状。

[0119] 槽内突出部 55 被形成为,将其基部 22 一侧的端部向比锤部 45 与振动臂 43 的边界更靠基部 22 一侧延伸。并且,关于本实施方式的槽内突出部 55,例示了与第 1 槽部 47 同时通过蚀刻而形成的例子,如图 3 之 (c) 所示,槽内突出部 55 具有与振动臂 43 的主面相同

的高度,且在第1槽部47内,以与锤部45隔开预定间隙的方式而从锤部45一侧朝向基部22一侧形成。

[0120] 如本实施方式的压电振动片41,采用将设置在振动臂43前端一侧的第1槽部47内的槽内突出部55设置为与锤部45隔开预定间隙的结构,也能够通过槽内突出部55而使质量集中在振动臂43的前端一侧,从而能够在不增大(伸长)振动臂43的长度的条件下降低频率,所以,能够提供一种小型且具有较低CI值的压电振动片41。

[0121] 以上对发明人所完成的本发明的实施方式进行了具体说明,但是本发明并不限于上述实施方式,在不脱离本发明要旨的范围内,可以施加各种变形。

[0122] 例如,在上述实施方式中,以弯曲振动模式的压电振动片21为例进行了说明。但并不仅限于此,在扭转振动模式等弯曲振动模式以外的振动模式的振动片中,通过使其具备本发明的特征结构,从而能够获得与上述实施方式和改变例相同的提高耐冲击性等的效果。

[0123] 并且,在上述实施方式和改变例中,对适用于所谓音叉型的压电振动片21、41、61、81中的本发明实施方式和改变例进行了说明,其中,所述音叉型的压电振动片21、41、61、81是从基部22起相互平行地延伸出两个振动臂23、43、63、83而形成的。但是本发明并不限于此,对于具有固定端的基部并仅由一个振动臂构成的所谓梁式振动片等,或者是具有三个以上的振动臂的振动片,也能够获得与上述实施方式和改变例相同的效果。

[0124] 虽然在上述实施方式和改变例中,对于由压电体材料之一的水晶构成的压电振动片21进行了说明,但本发明并不仅限于此,也可以由钽酸锂、铌酸锂等水晶以外的压电体材料而构成。并且,即使对于由压电体材料以外的、例如硅半导体所构成的振动片,也能够获得与上述实施方式和改变例相同的效果。

[0125] (第4实施方式)

[0126] 下面,作为第4实施方式,对具有作为上述实施方式中所说明的振动片的压电振动片的振子进行说明。

[0127] 图4为,表示第4实施方式的振子的概要结构的模式图,其中,(a)为俯视图,(b)为沿(a)的F-F线的剖视图。并且,在本实施方式中,以作为在所述第1实施方式中已经说明的振动片的压电振动片81(水晶振动片)为例,对其结构进行说明。

[0128] 如图4所示,作为振子,水晶振子105具备:第1实施方式的压电振动片81、和用于收纳压电振动片81的外壳180。外壳180由外壳基座181、接缝圈182、盖体185等构成。在外壳基座181上,形成有能够收纳压电振动片81的凹部,并且在该凹部中设置有连接垫188,所述连接垫188连接在压电振动片81的未图示的贴装电极(mounting electrode)上。连接垫188与外壳基座181内的配线相连接,且被构成为能够与设置在外壳基座181的外周部上的外部接线端子183导通。

[0129] 在外壳基座181的凹部周围,设置有接缝圈182。并且,在外壳基座181的底部,设置有贯通孔186。压电振动片81通过导电性粘合剂184而被粘合固定在外壳基座181的连接垫188上。而且,在外壳180中,用于覆盖外壳基座181的凹部的盖体185和接缝圈182被缝焊在一起。在外壳基座181的贯通孔186中,填充有由金属材料等构成的密封材料187。该密封材料187在减压环境内熔融后被固化,从而对贯通孔186进行气密封装,以使外壳基座181内能够维持在减压状态。水晶振子105通过经由外部接线端子183的来自外

部的驱动信号,使得压电振动片 81 被激励,从而以预定的频率(例如 32.768kHz)而进行振荡(共振)。

[0130] 如上所述,由于水晶振子 105 具有在上述实施方式中所说明的小型且具有低 CI 值的压电振动片 81,所以能够提供一种小型并具有稳定的振动特性的水晶振子 105。

[0131] 并且,即使水晶振子 105 使用例如压电振动片 21、41 等其他实施方式中的振动片,来代替压电振动片 81,也可以获得同样的效果。

[0132] 并且,虽然在本实施方式中,对将压电振动片 81 固定在设于两个位置处的连接垫 188 上的结构进行了说明,但连接垫 188 并不仅限于设置在两个位置,也可以设置所需要的个数,而与压电振动片 81 之间的连接也可在所希望的连接位置上进行。

[0133] (第 5 实施形态)

[0134] 下面,作为第 5 实施方式,对具有作为上述振动片的压电振动片的振荡器进行说明。

[0135] 图 5 为,表示第 5 实施方式的振荡器的概要结构的示意图,其中,(a)为俯视图,(b)为沿(a)的 G-G 线的剖视图。并且,在本实施方式中,以作为在所述第 1 实施方式中所说明的振动片的压电振动片 81 为例,对其结构进行说明。

[0136] 作为振荡器的水晶振荡器 106 的结构为,除了在上述水晶振子 105 的结构外还具有电路元件。并且,对于与上述水晶振子 105 的共通部分,标记相同的符号,并省略其详细的说明。

[0137] 如图 5 所示,水晶振荡器 106 具备:第一实施方式的压电振动片 81;作为电路元件的 IC 芯片 191,其具有使压电振动片 81 振荡的振荡电路;外壳 180,其用于收纳压电振动片 81 及 IC 芯片 191。IC 芯片 191 被固定在外壳基座 181 的底部,且通过金线等的金属缆线 192 而被连接在其他的配线上。水晶振荡器 106 通过来自 IC 芯片 191 的振荡电路的驱动信号,而使压电振动片 81 被激励,从而以预定的频率(例如 32.768kHz)进行振荡(共振)。

[0138] 如上所述,由于水晶振荡器 106 具备在上述实施方式中说明的小型且具有低 CI 值的压电振动片 81,所以能够提供一种小型且具有稳定的振动特性的水晶振荡器 106。

[0139] 并且,由于在外壳 180 内,至少安装有压电振动片 21、41、81 中的某一个以及使其压电振动片 21、41、81 振荡的电路元件(IC 芯片 191),所以能够在抑制 CI 值上升和不必要的振动而实现高性能化的同时,进一步实现小型化。

[0140] 并且,即使水晶振荡器 106 使用压电振动片 21、41 来代替压电振动片 81,也能够获得同样的效果。

[0141] 并且,虽然在本实施方式中,对将压电振动片 81 固定在设置于两个位置处的连接垫 188 上的结构进行了说明,但连接垫 188 并不仅限于设置在两个位置处,也可以设置所需要的个数,而与压电振动片 81 之间的连接也可在所希望的连接位置上进行。

[0142] (产业上的可利用性)

[0143] 作为所述压电振动片的水晶振动片 21、41、81,小型且具有低 CI 值,并且具有稳定的振动特性。

[0144] 因此,将该水晶振动片 21、41、81 封装化了的水晶振子 105 或者水晶振荡器 106,作为计时设备等而被广泛应用于数字移动电话、个人电脑、电子表、录像机、电视机等电子仪器中。并且,其特别适用于需要小型、轻量化的、以便携式游戏机、便携式音响设备为例的便

携式仪器等。

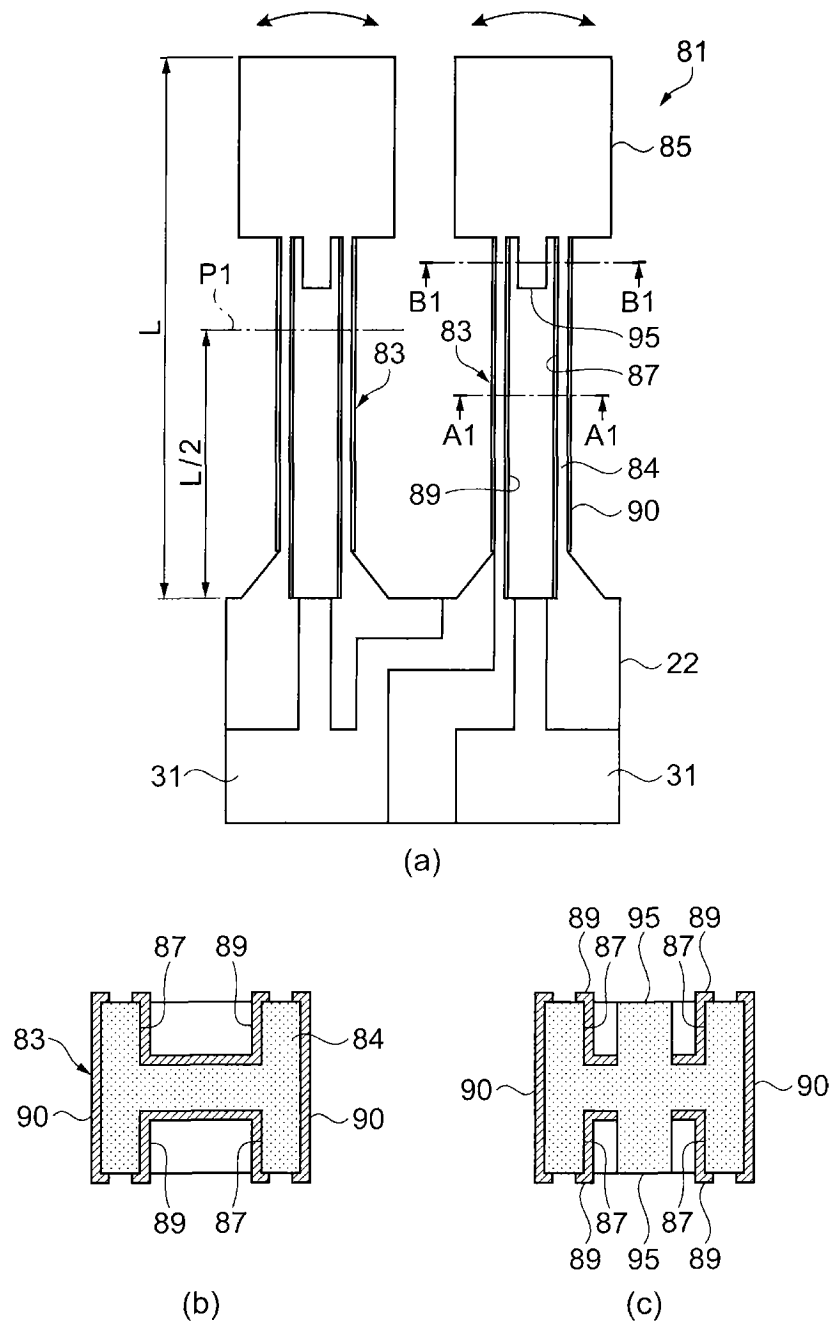


图 1

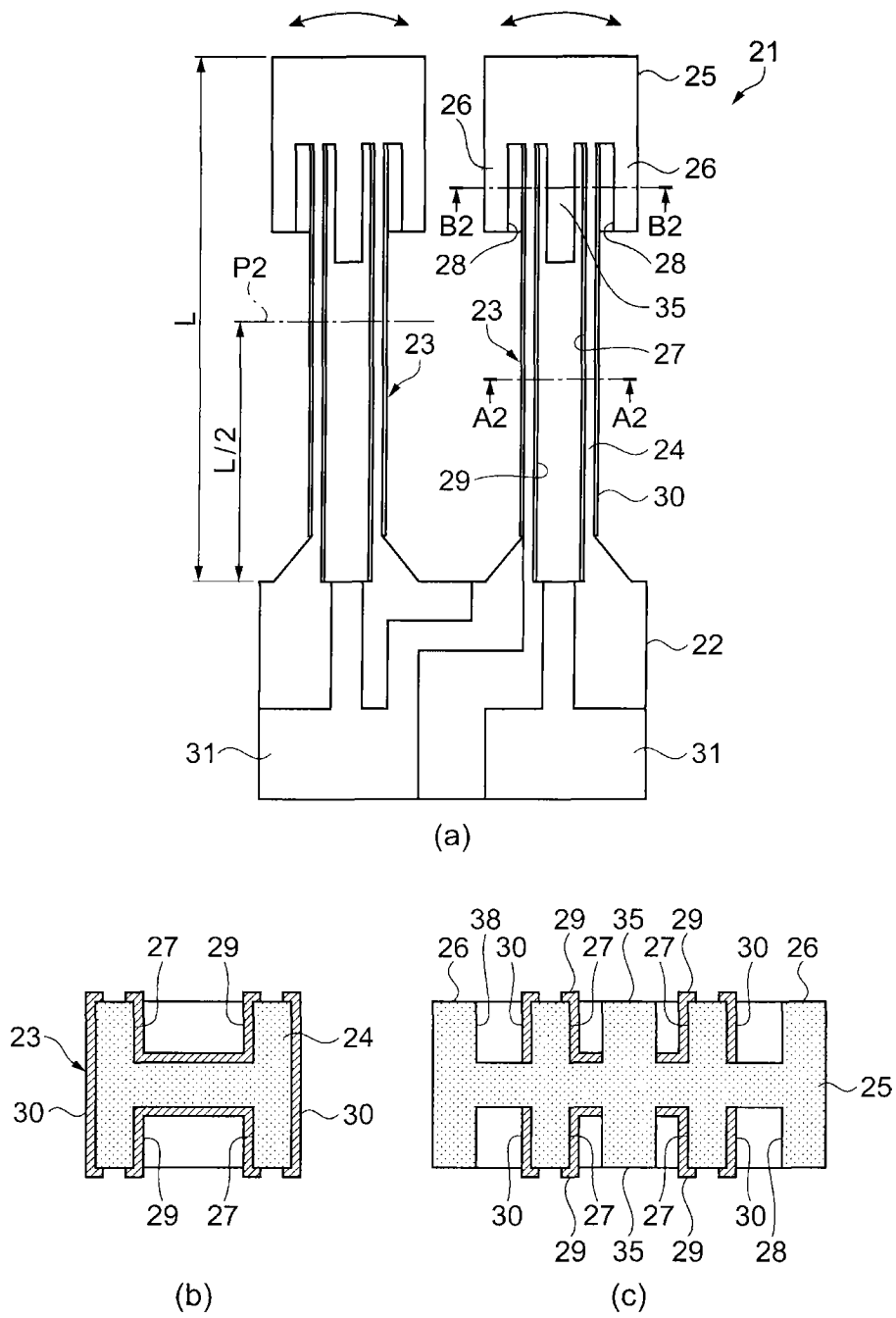


图 2

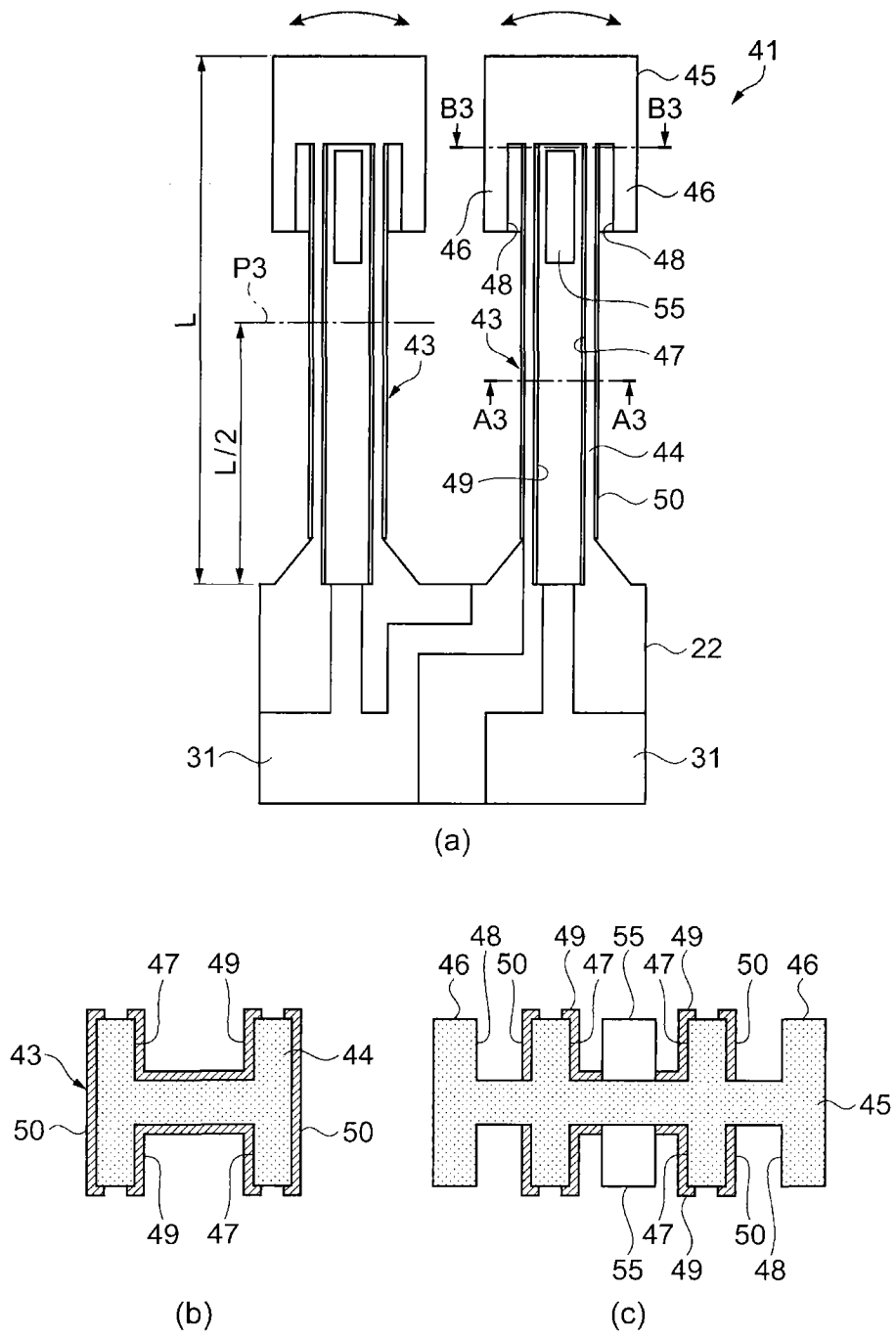


图 3

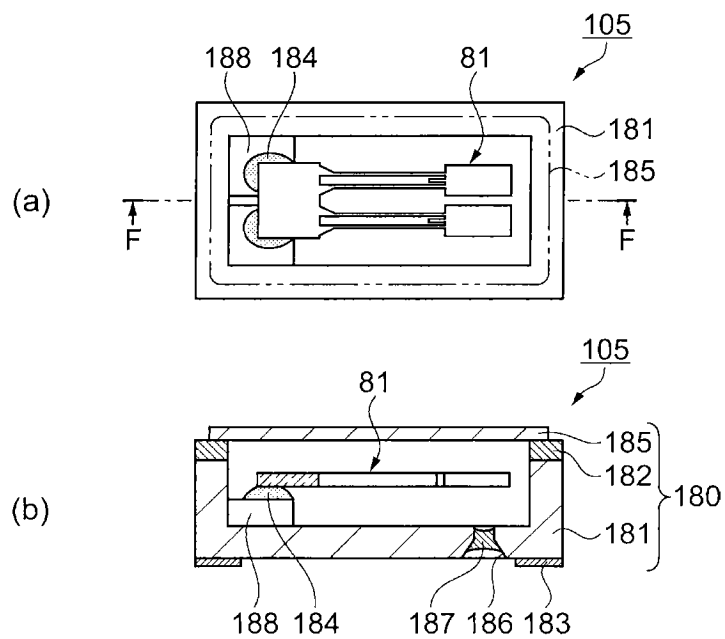


图 4

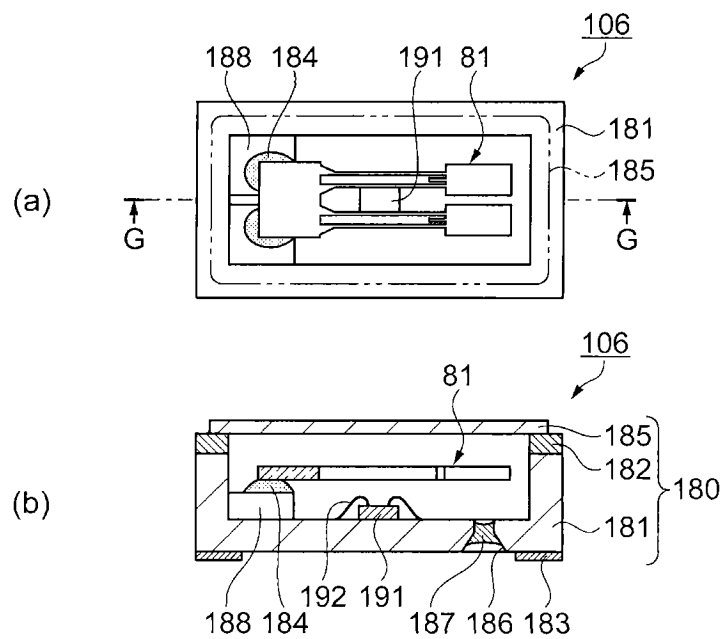


图 5

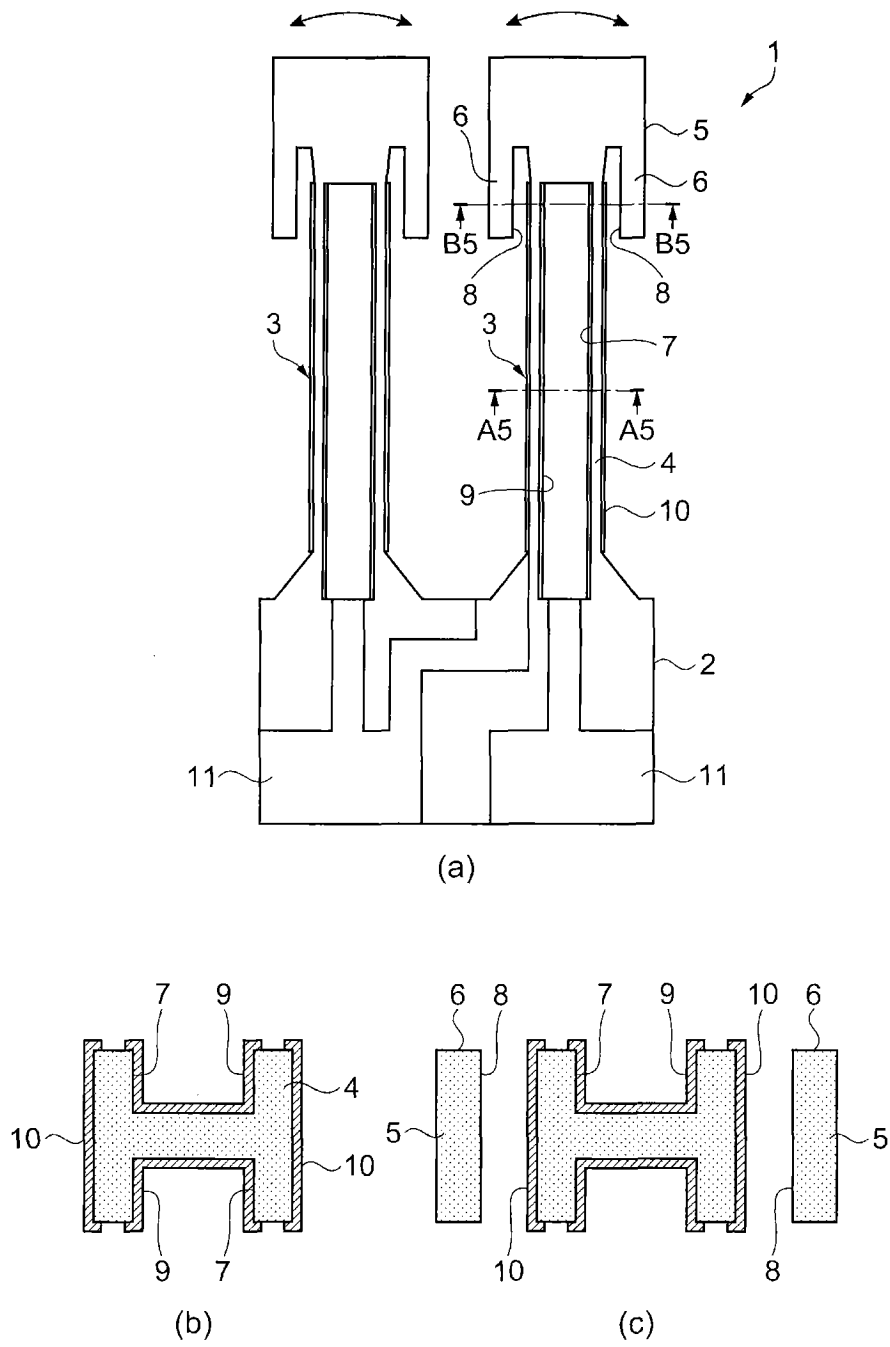


图 6