



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202713247 U

(45) 授权公告日 2013. 01. 30

(21) 申请号 201220094000. 9

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2012. 03. 13

(30) 优先权数据

2011-060457 2011. 03. 18 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 伊井稔博 内藤松太郎

(74) 专利代理机构 北京金信立方知识产权代理有限公司 11225

代理人 黄威 张彬

(51) Int. Cl.

H03H 9/19 (2006. 01)

H03H 9/02 (2006. 01)

H03H 3/02 (2006. 01)

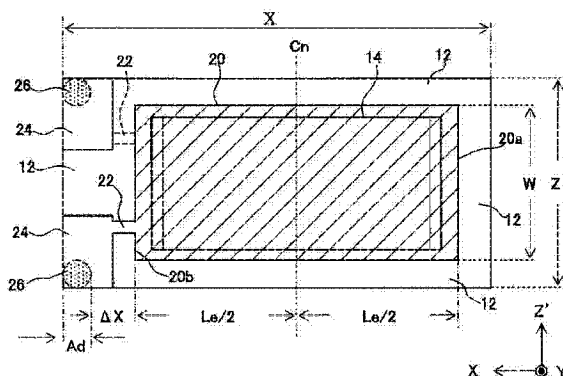
权利要求书 2 页 说明书 18 页 附图 13 页

(54) 实用新型名称

压电振动元件、压电振子、压电振荡器以及电子设备

(57) 摘要

本实用新型获得一种压电振动元件、压电振子、压电振荡器以及电子设备,该压电振动元件不与弯曲振动等轮廓振动模式结合、且为 CI 较小的台面结构。压电振动元件 (100) 具备:压电基板 (10);分别被相对配置在两主面上的各个激励电极 (20);引出电极 (22);衬垫 (24)。压电基板 (10) 具有:位于中央的激励部 (14);被设置在所述激励部的边缘上的薄壁的周边部 (12),其中,激励部 (14) 的、相对置的两个侧面各自为无阶梯状的平面,激励部 (14) 的、相对置的另外两个侧面各自在厚度方向上具有阶梯部。各个衬垫 (24) 在与压电基板 (10) 的各个角部相对应的位置上具有将压电基板 (10) 固定在支承部件上的支承区域 (26),激励电极 (20) 跨越激励部 (14)、和周边部 (12) 的至少一部分的振动区域而形成。



1. 一种压电振动元件,其特征在于,

具备:压电基板;各个激励电极,其分别被相对配置在所述压电基板的两主面上;引出电极,其从各个所述激励电极起朝向该压电基板的一个端部延伸;衬垫,其与各个所述引出电极电连接,且分别被形成在所述压电基板的两个角部上,

所述压电基板具有:激励部,所述激励部位于所述压电基板的中央;周边部,所述周边部与所述激励部的厚度相比为薄壁且被设置在所述激励部的边缘上,

所述激励部的、相对置的两个侧面各自为无阶梯状的平面,所述激励部的、相对置的另外两个侧面各自在厚度方向上具有阶梯部,

在所述压电基板的各个角部的、与各个所述衬垫相对应的位置上,具有将所述压电基板固定在支承部件上的支承区域,

所述激励电极跨越所述激励部、和所述周边部的至少一部分的振动区域而形成。

2. 如权利要求 1 所述的压电振动元件,其特征在于,

所述压电基板为如下的水晶基板,即,以水晶的结晶轴、即作为电轴的 X 轴、作为机械轴的 Y 轴、作为光学轴的 Z 轴构成的直角坐标系中的所述 X 轴为中心,将使所述 Z 轴向所述 Y 轴的 -Y 方向倾斜了的轴设为 Z' 轴,将使所述 Y 轴向所述 Z 轴的 +Z 方向倾斜了的轴设为 Y' 轴,所述水晶基板被构成在与所述 X 轴和所述 Z' 轴平行的面内,且以与所述 Y' 轴平行的方向作为厚度方向,

所述水晶基板具有:激励部,所述激励部以与所述 X 轴平行的边为长边,以与所述 Z' 轴平行的边为短边,且位于所述水晶基板的中央;周边部,所述周边部与所述激励部相比为薄壁且被设置在所述激励部的边缘上,

所述激励部的、平行于所述 X 轴的两个侧面各自为无阶梯状的平面,所述激励部的、平行于所述 Z' 轴的另外两个侧面各自在厚度方向上具有阶梯部。

3. 一种压电振动元件,其特征在于,

具备:压电基板;各个激励电极,其分别被相对配置在所述压电基板的两主面上;引出电极,其从各个所述激励电极起朝向该压电基板的一个端部延伸;衬垫,其与各个所述引出电极电连接,且分别被形成在所述压电基板的两个角部上,

所述压电基板具有:激励部,所述激励部位于所述压电基板的中央;周边部,所述周边部与所述激励部的厚度相比为薄壁且被设置在所述激励部的边缘上,

所述激励部的全部侧面均各自在厚度方向上具有阶梯部,

在所述压电基板的各个角部的、与各个所述衬垫相对应的位置上,具有将所述压电基板固定在支承部件上的支承区域,

所述激励电极跨越所述激励部、和所述周边部的至少一部分的振动区域而形成。

4. 如权利要求 3 所述的压电振动元件,其特征在于,

所述压电基板为如下的水晶基板,即,以水晶的结晶轴、即作为电轴的 X 轴、作为机械轴的 Y 轴、作为光学轴的 Z 轴构成的直角坐标系中的所述 X 轴为中心,将使所述 Z 轴向所述 Y 轴的 -Y 方向倾斜了的轴设为 Z' 轴,将使所述 Y 轴向所述 Z 轴的 +Z 方向倾斜了的轴设为 Y' 轴,所述水晶基板被构成在与所述 X 轴和所述 Z' 轴平行的面内,且以与所述 Y' 轴平行的方向作为厚度方向,

所述水晶基板具有:激励部,所述激励部以与所述 X 轴平行的边为长边、以与所述 Z'

轴平行的边为短边,且位于所述水晶基板的中央;周边部,所述周边部与所述激励部相比为薄壁且被设置在所述激励部的边缘上,

所述激励部的、平行于所述 X 轴的两个侧面以及平行于所述 Z' 轴的两个侧面各自在厚度方向上具有阶梯部。

5. 如权利要求 2 或 4 所述的压电振动元件,其特征在于,

当将所述压电基板的、平行于所述 X 轴的方向上的尺寸设为 X,将所述激励部的厚度设为 t,将所述支承区域的端部、与相对置的所述激励电极的端部之间的距离设为 ΔX 时,满足如下关系,即,

$14 \leq X/t \leq 18$, 且 $0.04\text{mm} \leq \Delta X \leq 0.06\text{mm}$ 。

6. 一种压电振子,其特征在于,具备:

权利要求 5 所述的压电振动元件;

封装件,其收纳所述压电振动元件。

7. 一种压电振荡器,其特征在于,具备:

权利要求 5 所述的压电振动元件;

振荡电路,其对该压电振动元件进行驱动;

绝缘基板。

8. 一种压电振荡器,其特征在于,具备:

权利要求 6 所述的压电振子;

振荡电路,其对该压电振子进行驱动。

9. 如权利要求 7 或 8 所述的压电振荡器,其特征在于,

所述振荡电路被搭载在集成电路上。

10. 一种电子设备,其特征在于,

在封装件中具备:

权利要求 5 所述的压电振动元件;

一个以上的电子部件。

11. 如权利要求 10 所述的电子设备,其特征在于,

所述电子部件为,热敏电阻、电容器、电抗元件、半导体元件中的任意一个。

压电振动元件、压电振子、压电振荡器以及电子设备

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种厚度振动模式的压电振子,尤其涉及一种具有所谓台面型结构的压电振动元件、压电振子、压电振荡器以及电子设备。

背景技术

[0002] AT 切割水晶振子由于其振动模式为厚度剪切振动,适用于小型化、高频化,并且频率温度特性呈现优异的三次曲线,因此被应用于电子仪器等多个方面。

[0003] 在专利文献 1 中,公开了一种所谓的台面型结构的压电振子,该压电振子与斜面结构以及凸面结构等地发挥了能量封入效果,还公开了一种外形以及台面型结构均为圆形的压电基板。

[0004] 在专利文献 2 中,除外形以及台面型结构均为圆形的压电基板以外,还公开了一种外形为细长矩形形状的台面型结构的压电基板。

[0005] 随着电子仪器的小型化,逐渐要求边长比(长边或短边相对于厚度的比)比较小的振子。边长比较小的振子在主振动中容易结合有轮廓振动,从而会使主振动的电气特性劣化。

[0006] 在专利文献 3 中,公开了为了应对如下问题而完成的技术,即,当以台面型结构形成 AT 切割水晶振子,且在台面部和薄壁部之间的边界部处,边界部的侧壁相对于主面成 90° 时,存在从激励电极延伸出的引出电极(引线电极)发生断线的可能性,该技术通过使边界部的侧壁倾斜或者成为曲面,从而能够防止引线电极的断线。此外,还公开了如下内容,即,通过使振动部分的表面粗糙度成为平均粗糙度为 0.2 微米这样较小的表面粗糙度,从而降低 CI 值,并抑制了副振动。

[0007] 此外,在专利文献 4 中,公开了一种如下的水晶振子,即,以台面型结构形成 AT 切割水晶振子,使台面部的侧壁倾斜 63° 、 35° ,从而抑制了厚度剪切振动和弯曲振动的结合。

[0008] 在专利文献 5 中,公开了如下内容,即,当将水晶振动元件的频率设为 f ,将水晶基板的长边(X 轴)的长度设为 X ,将台面部(振动部)的厚度设为 t ,将台面部的长边的长度设为 M_x ,将激励电极的长边的长度设为 E_x ,将在水晶基板的长边方向上产生的弯曲振动的波长设为 λ 时,通过以满足以下四个关系式的方式,对各个参数 f 、 X 、 M_x 、 E_x 进行设定,从而能够抑制厚度剪切振动和弯曲振动的结合。

$$[0009] \quad \lambda/2 = (1.332/\lambda) - 0.0024 \quad (1)$$

$$[0010] \quad (M_x - E_x)/2 = \lambda/2 \quad (2)$$

$$[0011] \quad M_x/2 = (n/2 + 1/4) \lambda \quad (\text{其中, } n \text{ 为整数}) \quad (3)$$

$$[0012] \quad X \geq 20t \quad (4)$$

[0013] 此外,在专利文献 6 中,公开了如下内容,即,弯曲位移成分变小的情况发生在,将振动部的端缘和激励电极的端缘部分的位置设定成与弯曲位移的中心部分的位置一致时,且由此能够抑制作为不必要模式的弯曲振动。

[0014] 在专利文献 7 中,提出了一种台面型振动元件,该振动元件提高了变频灵敏度,并抑制了不必要的振动。在通常情况下的振动元件中,随着激励电极的增大从而等效串联电容 $C1$ 也将增大,由此能够提高变频灵敏度。此外还公开了如下内容,即,激励电极增大了的台面型振动元件容易产生振荡,并能够扩大相对于负载电容的、频率变化的幅度。

[0015] 在专利文献 8 中,公开了如下内容,即,当对压电基板的长边为 X 轴方向、短边为 Z' 轴方向、并且台面部的长边为 X 轴方向、短边(长度 Mz)为 Z' 轴方向的台面型振动元件的、台面部的一个短边的两端部进行倒角,并将其长度设为 $M1$ 时,通过满足 $M1 \geq Mz/4$ 的关系,从而能够抑制弯曲振动。

[0016] 在专利文献 9 中,公开了一种台面型结构的 AT 切割水晶振子。当将沿着 X 轴方向的台面部的两端部的位置设为 A 、 D ,将形成在台面部上的激励电极的位置设为 B 、 C 时,使其满足如下关系,即, $A < B < C < D$ 。使各个端缘 A 、 B 、 C 、 D 的位置与弯曲振动的中心的位置一致。处于 A 位置的弯曲振动的中心的振幅、与处于 B 位置的弯曲振动的中心的振幅为相反方向。而且,处于 B 位置的弯曲振动的中心的振幅、与处于 C 位置的弯曲振动的中心的振幅为相反方向。并且,处于 C 位置的弯曲振动的中心的振幅、与处于 D 位置的弯曲振动的中心的振幅为相反方向。即,当将弯曲振动的波长设为 λ 时,在相邻的端缘之间,弯曲振动的中心错开 $\lambda/2$ 的奇数倍。并且,公开了如下内容,即,当将台面部的长度设为 ML ,将在 X 轴方向上产生的弯曲振动的波长设为 λ 时,通过使 ML 和 λ 满足 $ML = (n-1/2)\lambda$ 的关系,从而能够抑制在台面型振动元件上产生的弯曲振动,进而能够降低 CI 。

[0017] 台面型结构的压电振动元件的电容比 γ (静电电容 $C0$ 相对于等效串联电容 $C1$ 的比 $C0/C1$),存在与斜面结构或者凸面结构的压电振动元件的电容比相比而增大的(恶化)的问题。在专利文献 10 中,公开了一种压电振动元件,在该压电振动元件中,使激励电极与台面部的阶梯部相比而朝向压电基板的端面扩展。通过使与台面部的阶梯部相比而向外侧扩大了的部分的激励电极的面积可变,从而能够任意地对压电振动元件的电容比进行设定。此外还公开了如下内容,即,其结果为,能够实现具有与斜面结构或者凸面结构的压电振动元件等同的性能的、台面结构的压电振动元件。

[0018] 在专利文献 11 中,公开了一种压电振动元件,该压电振动元件增大了基本波振动的电容比 γ ,并抑制了由负载电容 CL 的变化而产生的振荡频率的变动。在通常情况下,将激励电极的面积设定在等效串联电容 $C1$ 的饱和点附近,从而减小电容比 γ 。但是,通过将激励电极的面积扩展到饱和点附近以上,从而使等效串联电容 $C1$ 的变化极小,而相对于此,静电电容 $C0$ 与面积成比例地增大。此外还公开了因此能够增大电容比 γ 。

[0019] 在专利文献 12 中,公开了一种如下的压电振子,即,在细带状(长条状)压电基板的中央部的表面和背面上设置有激励电极,引线电极从该激励电极起相互朝向相反侧的端部延伸。未形成引线电极的面的基板分别被研磨而成为类似台面型结构。此外还公开了如下内容,即,由于该压电振子能够将振动能量封入激励电极下,因此 CI 较小,并且不易产生引线电极的断线。

[0020] 在专利文献 13 中,公开了如下内容,即,当将台面型结构的压电基板的短边的长度设为 Z ,将台面部(振动部)的厚度设为 t ,将台面部的短边方向上的电极尺寸设为 Mz 时,通过以满足如下关系的方式而对各个参数进行设定,从而能够抑制不必要模式,即,

[0021] $15.68 \leq Z/t \leq 15.84$, 并且 $0.77 \leq Mz/Z \leq 0.82$ 。

[0022] 在专利文献 14 中,公开了一种台面型压电振动元件。并且公开了如下内容,即,在将水晶基板的长边的长度设为 x ,将阶梯部的下沉量(台面部的高度)设为 Md ,将振动部的板厚设为 t ,将阶梯部的下沉量 Md 相对于板厚 t 的比设为 y (百分比)时,通过满足如下关系,并且使长边的长度 x 相对于水晶基板的振动部的板厚 t 的比、即边长比 x/t 在 30 以下,从而能够在不会招致压电振动元件的电气特性的恶化的条件下,使 CI 降低,所述关系为,

$$[0023] \quad y = -1.32 \times (x/t) + 42.87$$

$$[0024] \quad y \leq 30.$$

[0025] 在专利文献 15 中,公开了如下内容,即,当将压电基板的长边的尺寸设为 x ,将台面部(振动部)的厚度尺寸设为 t 时,以板厚 t 为基准,通过以台面型结构的压电基板的台面部的高度(阶梯部的下沉量) y 满足下式的方式而对边长比 x/t 进行设定,从而能够抑制不必要模式,即,

$$[0026] \quad y = -0.89 \times (x/t) + 34 \pm 3(\%).$$

[0027] 但是,最近对于压电振子,客户要求将容器尺寸小型化至 $1.6\text{mm} \times 1.2\text{mm}$ 左右。搭载在这种小型的容器内的台面型结构的 AT 切割水晶振动元件的 X 边长比(长边 X 相对于厚度 t 的比 X/t) 例如为 $1100(\mu\text{m})/65(\mu\text{m}) = 17$ 以下。即使将在先技术文献中所公开的这种方法应用于这种小型压电振子中,仍存在无法获得客户要求的 CI (晶体阻抗、等效电阻 $R1$) 的问题。

[0028] 专利文献 1:日本特公昭 58-045205 号公报

[0029] 专利文献 2:日本特开昭 58-047316 号公报

[0030] 专利文献 3:日本实开平 06-052230 号公报

[0031] 专利文献 4:日本特开 2001-230655 号公报

[0032] 专利文献 5:日本特许第 4341583 号

[0033] 专利文献 6:日本特许第 4341671 号

[0034] 专利文献 7:日本特开 2008-306594 号公报

[0035] 专利文献 8:日本特开 2009-065270 号公报

[0036] 专利文献 9:日本特开 2009-130543 号公报

[0037] 专利文献 10:日本特许第 4506135 号

[0038] 专利文献 11:日本特许第 4558433 号

[0039] 专利文献 12:日本特开 2001-230654 号公报

[0040] 专利文献 13:日本特开 2010-062723 号公报

[0041] 专利文献 14:日本特许第 4572807 号

[0042] 专利文献 15:日本特开 2008-263387 号公报

[0043] 实用新型内容

[0044] 本实用新型是为了解决上述课题而实施的,其目的在于,提供一种能够降低 X 边长比较小压电振动元件的 CI 的台面型压电振动元件,所述台面型压电振动元件为,以 X 轴方向为长边的厚度剪切模式的压电振动元件。

[0045] 本实用新型是为了解决上述的课题的至少一部分而实施的,其能够作为以下的方式或者应用例而实现。

[0046] (应用例 1) 本实用新型所涉及的压电振动元件的特征在于,具备:压电基板;各个

激励电极,其分别被相对配置在所述压电基板的两主面上;引出电极,其从各个所述激励电极起朝向该压电基板的一个端部延伸;衬垫,其与各个所述引出电极电连接,且分别被形成在所述压电基板的两个角部上,所述压电基板具有:激励部,所述激励部位于压电基板的中央;周边部,所述周边部与所述激励部的厚度相比为薄壁且被设置在所述激励部的边缘上,所述激励部的、相对置的两个侧面各自为无阶梯状的平面,所述激励部的、相对置的另外两个侧面各自在厚度方向上具有阶梯部,在所述压电基板的各个角部的、与各个所述衬垫相对应的位置上,具有将所述压电基板固定在支承部件上的支承区域,所述激励电极跨越所述激励部、和所述周边部的至少一部分的振动区域而形成。

[0047] 通过如上所述的方式,构成了在如下的台面型结构的激励部、和与激励部的边缘相连接的周边部的一部分上设置有激励电极的压电振动元件,所述台面型结构的激励部为,沿着一个方向在厚度方向上具有阶梯部的结构。虽然振动能量主要被封入激励部,但是通过被设置在周边部的一部分上的激励电极,从而有效地汇集了在压电振动元件被激励时所产生的电荷。其结果为,具有如下效果,即,能够得到 CI 较小的压电振动元件,并能够得到弯曲等的不必要模式较少的压电振动元件。

[0048] (应用例 2) 此外,本实用新型所涉及的压电振动元件的特征在于,具备:压电基板;各个激励电极,其分别被相对配置在所述压电基板的两主面上;引出电极,其从各个所述激励电极起朝向该压电基板的一个端部延伸;衬垫,其与各个所述引出电极电连接,且分别被形成在所述压电基板的两个角部上,所述压电基板具有:激励部,所述激励部位于压电基板的中央;周边部,所述周边部与所述激励部的厚度相比为薄壁且被设置在所述激励部的边缘上,其中,所述激励部的所有侧面均各自在厚度方向上具有阶梯部,在所述压电基板的各个角部的、与各个所述衬垫相对应的位置上,具有将所述压电基板固定在支承部件上的支承区域,所述激励电极跨越所述激励部、和所述周边部的至少一部分的振动区域而形成。

[0049] 通过如上所述的方式,构成了在如下的台面型结构的激励部、和与激励部的边缘相连接的周边部的一部分上设置有激励电极的压电振动元件,所述台面型结构的激励部为,所有侧面均具有阶梯部的结构。虽然振动能量主要被封入激励部,但是通过被设置在周边部的一部分上的激励电极,从而有效地汇集了压电振动元件被激励时所产生的电荷。其结果为,具有如下效果,即,能够得到 CI 较小的压电振动元件,并能够得到弯曲等的不必要模式较少的压电振动元件。

[0050] (应用例 3) 此外,本实用新型所涉及的压电振动元件为,在应用例 1 所述的压电振动元件中,其特征在于,所述压电基板为如下的水晶基板,即,以水晶的结晶轴、即作为电轴的 X 轴、作为机械轴的 Y 轴、作为光学轴的 Z 轴构成的直角坐标系中的所述 X 轴为中心,将使所述 Z 轴向所述 Y 轴的 -Y 方向倾斜了的轴设为 Z' 轴,将使所述 Y 轴向所述 Z 轴的 +Z 方向倾斜了的轴设为 Y' 轴,所述水晶基板被构成在与所述 X 轴和所述 Z' 轴平行的面内,且以与所述 Y' 轴平行的方向作为厚度方向,所述水晶基板具有:激励部,所述激励部以与所述 X 轴平行的边为长边,以与所述 Z' 轴平行的边为短边,且位于所述水晶基板的中央;周边部,所述周边部与所述激励部相比为薄壁且被设置在所述激励部的边缘上,所述激励部的、平行于所述 X 轴的两个侧面各自为无阶梯状的平面,所述激励部的、平行于所述 Z' 轴的另外两个侧面各自在厚度方向上具有阶梯部。

[0051] 通过如上所述的方式,构成了在如下的激励部、和与激励部的边缘相连接的周边部的一部分上设置有激励电极的压电振动元件,所述激励部为,平行于 Z' 轴的两个侧面的厚度方向上具有阶梯部的结构。虽然振动能量主要被封入激励部,但是通过被设置在周边部的一部分上的激励电极,从而有效地汇集了压电振动元件被激励时所产生的电荷。其结果为,具有如下效果,即,能够得到 CI 较小的压电振动元件,并能够得到弯曲等的不必要模式较少的压电振动元件。

[0052] (应用例 4) 此外,本实用新型所涉及的压电振动元件为,在应用例 2 所述的压电振动元件中,其特征在于,所述压电基板为如下的水晶基板,即,以水晶的结晶轴、即作为电轴的 X 轴、作为机械轴的 Y 轴、作为光学轴的 Z 轴构成的直角坐标系中的所述 X 轴为中心,将使所述 Z 轴向所述 Y 轴的 $-Y$ 方向倾斜了的轴设为 Z' 轴,将使所述 Y 轴向所述 Z 轴的 $+Z$ 方向倾斜了的轴设为 Y' 轴,所述水晶基板被构成在与所述 X 轴和所述 Z' 轴平行的面内,且以与所述 Y' 轴平行的方向作为厚度方向,所述水晶基板具有:激励部,所述激励部以与所述 X 轴平行的边为长边、以与所述 Z' 轴平行的边为短边,且位于所述水晶基板的中央;周边部,所述周边部与所述激励部相比为薄壁且被设置在所述激励部的边缘上,所述激励部的、平行于所述 X 轴的两个侧面以及平行于所述 Z' 轴的两个侧面各自在厚度方向上具有阶梯部。

[0053] 通过如上所述的方式,构成了在如下的激励部、和与激励部的边缘相连接的周边部的一部分上设置有激励电极的压电振动元件,所述激励部为,平行于 X 轴的两个侧面、以及平行于 Z' 轴的两个侧面各自在厚度方向具有阶梯部的结构。虽然振动能量主要被封入激励部,但是通过被设置在周边部的一部分上的激励电极,从而有效地汇集了在压电振动元件被激励时所产生的电荷。其结果为,具有如下效果,即,能够得到 CI 较小的压电振动元件,并能够得到弯曲等的不必要模式较少的压电振动元件。

[0054] (应用例 5) 此外,本实用新型所涉及的压电振动元件为,在应用例 3 或 4 所述的压电振动元件,其特征在于,当将所述压电基板的、平行于 X 轴的方向上的尺寸设为 X ,将所述激励部的厚度设为 t ,将所述支承区域的端部、与相对置的所述激励电极的端部之间的距离设为 ΔX 时,满足如下关系,即, $14 \leq X/t \leq 18$, 且 $0.04\text{mm} \leq \Delta X \leq 0.06\text{mm}$ 。

[0055] 如果通过以上所述的方式而构成压电振动元件,则具有能够得到降低了 CI 的压电振动元件的效果。

[0056] (应用例 6) 此外本实用新型所涉及的压电振动元件为,在应用例 3 或 4 所述的压电振动元件中,其特征在于,当将所述压电基板的、平行于所述 Z' 轴的方向上的尺寸设为 Z ,将所述激励部的短边的尺寸设为 M_z ,将所述激励部的厚度设为 t 时,满足如下关系,即, $8 \leq Z/t \leq 11$, 且 $0.6 \leq M_z/Z \leq 0.8$ 。

[0057] 如果通过以上所述的方式而构成压电振动元件,则具有如下效果,即,能够得到实现 CI 的降低、且不存在与弯曲振动等的不必要振动的结合的压电振动元件。

[0058] (应用例 7) 本实用新型所涉及的压电振子的特征在于,具备:应用例 1 至 6 中任一项所述的压电振动元件;封装件,其收纳所述压电振动元件。

[0059] 如果通过以上所述的方式而构成压电振子,则由于具备本实用新型所涉及的压电振动元件,因此具有能够得到 CI 较小的压电振动元件的效果。

[0060] (应用例 8) 本实用新型所涉及的压电振荡器的特征在于,具备:应用例 1 至 6 中

任一项所述的压电振动元件；振荡电路，其对该压电振动元件进行驱动；绝缘基板。

[0061] 由于通过如上所述的方式而构成了在绝缘基板上搭载有本实用新型所涉及的 CI 较小的压电振动元件和振荡电路、且绝缘基板上的空间被密封的压电振荡器，因此具有如下效果，即，能够在小型化的同时减小振荡电流，从而能够实现低耗电化。

[0062] （应用例 9）此外，本实用新型所涉及的压电振荡器的特征在于，具备：应用例 7 所述的压电振子；振荡电路，其对该压电振子进行驱动。

[0063] 如果通过如上所述的方式而构成压电振荡器，则由于具备本实用新型所涉及的 CI 较小的压电振子，且在振荡周期稳定的同时能够使振荡电路的电流较小，因此具有能够降低压电振荡器的耗电的效果。

[0064] （应用例 10）此外，本实用新型涉及的压电振荡器为，在应用例 8 或 9 所述的压电振荡器中，其特征不在于，所述振荡电路被搭载在集成电路上。

[0065] 如果通过如上所述的方式而构成压电振荡器，则通过使振荡电路被 IC 化，从而具有压电振荡器被小型化且可靠性提高的效果。

[0066] （应用例 11）本实用新型涉及的电子设备的特征在于，在封装件中具备：应用例 1 至 6 中任一项所述的压电振动元件；一个以上的电子部件。

[0067] 由于通过如上所述的方式，使用本实用新型的压电振动元件和电子部件而构成电子设备，因此具有如下效果，即，能够构成具有 CI 较小的压电振动元件的电子设备，从而能够被应用于多方面的用途。

[0068] （应用例 12）此外，本实用新型所涉及的电子设备为，在应用例 11 所述的电子设备中，其特征不在于，所述电子部件为，热敏电阻、电容器、电抗元件、半导体元件中的任意一个。

[0069] 由于通过如上所述的方式，使用热敏电阻、电容器、电抗元件、半导体元件中的至少一个电子部件和压电振动元件而构成电子设备，因此具有在构成电子仪器时形成有用的设备的效果。

附图说明

[0070] 图 1(a) 和图 1(b) 为表示本实用新型所涉及的台面型结构的压电振动元件的结构示意图，图 1(a) 为俯视图，图 1(b) 为沿图 1(a) 的 P1-P1 的剖视图。

[0071] 图 2 为沿图 1(a) 的 Q1-Q1 的剖视图。

[0072] 图 3 为表示使晶体的结晶轴 X、Y、Z 绕 X 轴旋转 θ 后得到的新正交轴 X、Y'、Z' 轴和 AT 切割水晶基板的关系的图。

[0073] 图 4 为在表示台面型结构的压电振动元件的结构俯视图上，重叠描绘有将振动位移能量相等的点连接在一起而得到的等势线的图。

[0074] 图 5 为表示台面型结构的压电振动元件的、电极面积 S 和 CI 之间的关系的图。

[0075] 图 6 为在台面型结构的压电振动元件的俯视图上标注了激励电极的尺寸 L_e 、支承区域至激励电极间的尺寸 ΔX 等的图。

[0076] 图 7 为表示台面型结构的压电振动元件的、支承区域至激励电极间的尺寸 ΔX 和 CI 之间的关系的图。

[0077] 图 8 为在 AT 切割水晶基板的表面和背面上形成了耐蚀膜的剖视图。

[0078] 图 9(a) 至图 9(c) 为模式化地表示本实施方式的压电振动元件的制造方法的剖视

图。

[0079] 图 10(a) 至图 10(c) 为模式化地表示本实施方式的压电振动元件的制造方法的剖视图。

[0080] 图 11(a) 和图 11(b) 为另一个实施方式的台面型结构的压电振动元件的示意图, 图 11(a) 为俯视图, 图 11(b) 为沿图 11(a) 的 P1-P1 的剖视图。

[0081] 图 12 为沿图 11(a) 的 Q1-Q1 的剖视图。

[0082] 图 13 为另一个实施方式的台面型结构的压电振动元件的概要俯视图。

[0083] 图 14(a) 为沿图 13 的 P1-P1 的剖视图, 图 14(b) 为沿图 13 的 Q1-Q1 的剖视图。

[0084] 图 15(a) 和图 15(b) 为另一个实施方式的台面型结构的压电振动元件的示意图, 图 15(a) 为俯视图, 图 15(b) 为沿图 15(a) 的 P1-P1 的剖视图。

[0085] 图 16 为沿图 15(a) 的 Q1-Q1 的剖视图。

[0086] 图 17 为模式化地表示本实施方式所涉及的压电振子的剖视图。

[0087] 图 18(a) 为表示电子设备的实施方式的剖视图, 图 18(b) 为表示改变例的实施方式的剖视图。

[0088] 图 19 为表示压电振荡器的实施方式的剖视图。

[0089] 图 20(a) 为另一个实施方式的压电振荡器的剖视图, 图 20(b) 为另一个实施方式的压电振荡器的剖视图。

具体实施方式

[0090] 以下, 根据附图所示的实施方式对本实用新型进行详细说明。本实用新型丝毫不受以下的实施方式进行任何限定, 其包括在不改变本实用新型的主旨的范围内所实施的各种改变例。另外, 在以下的实施方式中所说明的全部结构并不一定都是本实用新型的必要结构部件。

[0091] 1. 压电振动元件

[0092] 首先, 参照附图对本实施方式所涉及的压电振动元件进行说明。图 1(a) 和图 1(b) 以及图 2 为, 表示本实用新型的一个实施方式所涉及的压电振动元件 100 的结构示意图。图 1(a) 为, 压电振动元件 100 的俯视图, 图 1(b) 为, 沿该图 1(a) 的 P1-P1 的剖视图。图 2 为, 沿图 1(a) 的 Q1-Q1 的剖视图。

[0093] 本实用新型的压电振动元件 100 大致具备: 压电基板 10, 其具有位于中央的多级台面结构的激励部 14、和在激励部 14 的边缘上连续设置形成的薄壁的周边部 12; 激励电极 20, 其由在激励部 14 的两主面的全部区域以及与激励部 14 相连接的周边部 12 的至少一部分上相对配置的导体膜构成; 引出电极 22, 其分别从各个激励电极 20 起朝向压电基板 10 的一个端缘延伸; 衬垫 24, 其分别形成在各个引出电极 22 的端部、且压电基板 10 的两个角部上; 支承区域 26, 其被设置在形成有各个衬垫 24 的压电基板的各个角部(衬垫的区域内)上, 并将压电基板固定在支承部件上。

[0094] 激励部 14 为, 通过使压电基板的中央部以矩形形状分别向两主面方向突出而形成的厚壁部, 周边部 12 从激励部 14 的外周侧面的至少一部分的厚度方向的中间部起向外径方向伸出而形成。

[0095] 压电基板 10 具有: 激励部 14, 其位于压电基板 10 的中央, 并成为主要的振动区

域;周边部 12,其成为与激励部 14 相比为薄壁、且沿着激励部 14 的边缘而形成的、次要的振动区域。即,振动区域如后文所述,跨越激励部 14、和周边部 12 的一部分。

[0096] 俯视形状大致呈矩形的激励部 14 采用如下结构,即,激励部 14 的、相对置的两个侧面(沿着长度方向的两个侧面)各自为无阶梯状的一个平面,激励部 14 的、相对置的另外两个侧面(沿着短边方向的两个侧面)各自在厚度方向上具有阶梯部。当在各个激励电极 20 上施加交变电压时,压电振动元件 100 以固有的振动频率被激励。

[0097] 水晶等压电材料属于三方晶系,如图 3 所示,具有相互正交的结晶轴 X、Y、Z。X 轴、Y 轴、Z 轴分别被称为电轴、机械轴、光学轴。AT 切割水晶基板 101 为,沿着使 XZ 面绕 X 轴旋转了角度 θ 的平面而从水晶原石上切出的平板。在采用 AT 切割水晶基板 101 的情况下, θ 约为 $35^{\circ} 15'$ 。另外,使 Y 轴以及 Z 轴也绕 X 轴旋转 θ ,从而分别作为 Y' 轴以及 Z' 轴。因此,AT 切割水晶基板 101 具有正交的结晶轴 X、Y'、Z'。AT 切割水晶基板 101 的厚度方向为 Y' 轴,与 Y' 轴正交的 XZ' 面(含有 X 轴以及 Z' 轴的面)为主面,以厚度剪切振动作为主振动而被激励。对该 AT 切割水晶基板 101 进行加工,从而能够得到压电基板 10。

[0098] 即,压电基板 10 由如下的 AT 切割水晶基板构成,即,如图 3 所示,以由 X 轴(电轴)、Y 轴(机械轴)、Z 轴(光学轴)构成的直角坐标系的 X 轴为中心,将使 Z 轴由向 Y 轴由的 -Y 方向倾斜了的轴由作为 Z' 轴由,将使 Y 轴由向 Z 轴由的 +Z 方向倾斜了的轴作为 Y' 轴,被构成在与 X 轴和 Z' 轴平行的面内,且以与 Y' 轴平行的方向作为厚度方向。

[0099] 如图 1(a) 所示,压电基板 10 具有如下形状,即,以与 Y' 轴平行的方向(以下,称为“Y' 轴方向”)作为厚度方向,以与 X 轴平行的方向(以下,称为“X 轴方向”)作为长边,以与 Z' 轴平行的方向(以下,称为“Z' 轴方向”)作为短边的矩形的形状。压电基板 10 具有:激励部 14;周边部 12,其沿着激励部 14 的边缘而形成。此处,“矩形的形状”包括字面意思的矩形形状、以及各个角部被倒角了的大致矩形。

[0100] 如图 1(a)、图 1(b)、图 2 所示,周边部 12 被形成在激励部 14 的周面(侧面)的至少一部分上,并具有小于激励部 14 的厚度(薄壁)。

[0101] 如图 1(a)、图 1(b)、图 2 的实施方式所示,本示例所涉及的激励部 14 的整个外周被周边部 12 所包围,并具有与周边部 12 在 Y' 轴方向上的厚度相比更大的厚度(厚壁)。即,如图 1(b) 以及图 2 所示,激励部 14 相对于周边部 12 在 Y' 轴方向上突出。在图示的示例中,激励部 14 相对于周边部 12 向 +Y' 轴侧和 -Y 轴侧突出。激励部 14 可以具有例如下述形状,即,具有成为对称中心的点(未图示),且关于该中心点而呈对称的形状。

[0102] 如图 1(a) 所示,激励部 14 具有以 X 轴方向为长边,以 Z' 轴方向为短边的矩形的形状。即,激励部 14 以与 X 轴平行的边为长边,以与 Z' 轴平行的边为短边。因此,激励部 14 具有在 X 轴方向上延伸的侧面 14a、14b 和在 Z' 轴方向上延伸的侧面 14c、14d。即,在 X 轴方向上延伸的侧面 14a、14b 的长度方向为 X 轴方向,在 Z' 轴方向上延伸的侧面 14c、14d 的长度方向为 Z' 轴方向。在图示的示例中,在侧面 14a、14b 中,侧面 14a 为 +Z' 轴侧的侧面,侧面 14b 为 -Z' 轴侧的侧面。此外,在侧面 14c、14d 中,侧面 14c 为 -X 轴侧的侧面,14d 为 +X 轴侧的侧面。

[0103] 在 X 轴方向上延伸的侧面 14a 例如如图 1(b) 所示,相对于周边部 12 分别向 +Y' 轴侧和 -Y' 轴侧突出而形成。这种情况对于侧面 14b、14c、14d 来说也是相同的。如图 1(b)

所示,在 X 轴方向上延伸的侧面 14a、14b 为,各自在一个平面内的无阶梯状。即, +Y' 轴侧的侧面 14a 在一个平面内, -Y' 轴侧的侧面 14a 在一个平面内。同样地, +Y' 轴侧的侧面 14b 在一个平面内, -Y' 轴侧的侧面 14b 在一个平面内。

[0104] 另外,在本实用新型所涉及的记载中,“一个平面内”包括激励部 14 的侧面为平坦的面的情况、和仅具有与水晶的结晶异向性相对应的量的凹凸的情况。即,将含有氢氟酸的溶液作为蚀刻液而对 AT 切割水晶基板进行加工时,激励部 14 的侧面存在如下情况,即,水晶结晶的 R 面露出从而成为与 XY' 面平行的面的情况、以及水晶结晶的 m 面露出从而仅具有与水晶的结晶异向性相对应的量的凹凸的情况。在本实用新型所涉及的记载中,对于这种具有由于水晶结晶的 m 面而产生的凹凸的侧面,也认为在“一个平面内”。为了方便,在图 1(a) 以及图 2 中,省略了由于 m 面而产生的凹凸。

[0105] 如图 2 所示,在 Z' 轴方向上延伸的侧面 14c、14d 各自具有阶梯。激励部 14 具有:第一部分 15,其位于中央并具有最大厚度;第二部分 16,其具有小于第一部分 15 的厚度,侧面 14c、14d 的阶梯通过第一部分 15 与第二部分 16 的各自厚度的差而形成。在图示的示例中,侧面 14c、14d 由第一部分 15 的平行于 Y' Z' 平面的面、第二部分 16 的平行于 XZ' 平面的面、第二部分 16 的平行于 Y' Z' 平面的面而构成。

[0106] 如此,可以说激励部 14 具有厚度不同的两种部分 15、16,而压电振动元件 100 具有所谓两级型台面结构。压电振动元件 100 以厚度剪切振动作为主振动而进行振动,且由于激励部 14 为两级型台面结构,因此能够具有能量封入效果。

[0107] 如图 1(a)、图 1(b)、图 2 的实施方式所示,本实用新型所涉及的压电振动元件 100 的特征在于,激励电极 20 被形成在如下部位上,即,在两级型台面结构的激励部 14 的相对置的表面和背面、激励部 14 的阶梯部 14a、14b、14c、14d 的各个侧面、被连接在阶梯部 14a 至 14d 的各个侧面上的周边部 12 的至少一部分的相对置的表面和背面上。如此,通过将激励电极 20 扩展到周边部 12 的至少一部分上,从而如后文所述,能够更加有效地汇集在被激励时所产生的电荷,从而能够形成性能更加优异的压电振动元件。即,能够降低压电振动元件 100 的 CI。

[0108] 图 4 以点划线在压电振动元件 100 的俯视图上图示了等势线分布,该等势线是将压电振动元件 100 被激励时所产生的振动位移能量(振动位移的平方与其位置的质量的积)相等的点连接在一起而得到的。位于中央的等势线的能量等级最高,越趋于外侧的等势线其能量等级越低。在图 4 所示的压电振动元件 100 的示例中,由于激励部 14 设定为在 X 轴方向上较长的矩形形状,因此等势线分布成为 X 轴方向的长径较长, Z' 轴方向的短径较短的椭圆形状。振动位移的大小在激励部 14 的中心部最大,且随着远离中心部而减小。即,在激励电极 20 上,无论 X 轴方向上和 Z' 轴方向均以大致余弦状分布,不存在激励电极 20 的压电基板上,以指数函数的形式而进行衰减。由于振动区域在激励部 14、和与激励部 14 相连接的周边部 12 上扩展成椭圆形状,因此在仅于激励部 14 上设置有激励电极的结构压电振动元件中,无法充分汇集(无法收集)压电基板 10 上被激励的电荷。以如下方式构成的压电振动元件 100 作为压电振动元件的性能更加有益,即,在与激励部 14 相连接的周边部 12 的至少一部分上配置激励电极 20,以汇集压电基板 10 上被激励的电荷。

[0109] 压电振子的性能在通常情况下使用机电结合系数 k^2 来进行评价。即,机电结合系数 k^2 越大,则电-机械的转换效率越高。由于电容比 γ 与 k^2 成反比,因此性能越良好,则

电容比 γ 越小。此处, 电容比 γ 用静电电容 C_0 与串联共振电容 C_1 的比 C_0/C_1 来表示。此外, 也使用 Q/γ 来作为压电振子的性能评价指标。

[0110] 另一方面, 产生的电荷与变形 St 成正比。变形 St 为, 以坐标位置对振动位移进行微分的量。即, 产生的电荷根据压电基板 10 的振动位移而发生变化。激励电极 20 上的振动位移为, 在激励电极 20 的中心处成为顶点的余弦形状。即, 在激励电极 20 的端部, 振动位移与中心部相比较小。即使将激励电极 20 增大至所需程度以上, 也无法有效地汇集电荷。

[0111] 图 5 为, 使用 X 轴方向上的尺寸 X 为 $1100\ \mu\text{m}$, 厚度 t 为 $65\ \mu\text{m}$ 的台面型结构的 AT 切割水晶基板, 作为收纳在 1612 尺寸 ($1.6\text{mm} \times 1.2\text{mm}$) 的封装件内的压电基板, 而对使激励电极的面积 S 发生了变化时的 CI 进行测定的图。通过该实验得知了如下内容, 即, 当面积 S 较小时水晶振子的 CI 较大, 随着面积 S 增大而 CI 减小, 而当进一步增大面积 S 时 CI 增大。即, 实验性地得知了如下内容, 即, 在确定水晶基板的尺寸时, 存在使 CI 最小的电极面积 S 。

[0112] 而且, 为了研究压电基板 10 在 X 轴方向上的尺寸和激励电极 20 的尺寸之间的关系, 重复进行了实验。在图 6 中, 在图 1(a) 所示的压电振动元件 100 的俯视图上标注各个部分的尺寸, 并在激励电极 20 上标记斜线来进行图示。即, 激励电极 20 跨越激励部 14、和与激励部 14 相连接的周边部 12 的一部分而配置。将压电基板 10 的 X 轴方向尺寸设为 X , 将激励电极 20 的 X 轴方向尺寸设为 Le 。在图 6 的示例中, 激励电极 20 遍及激励部 14 的全部区域和周边部 12 的一部分。将被设置在压电基板 10 的各个衬垫 24 内的支承区域 26 (使用导电性粘合剂等而将压电基板 10 固定在支承部件上的区域) 的大小设为 Ad , 将支承区域 26 的靠近压电基板 10 的中央的端部、和与支承区域 26 对置的激励电极 20 的端部 20b 之间的距离设为 ΔX 。

[0113] 图 7 为, 表示距离 ΔX 与台面型结构的水晶振子的 CI 之间的关系的图。当距离 ΔX 较小时 CI 较大, 随着距离 ΔX 的增大 CI 减小, 而当进一步增大距离 ΔX 时 CI 也增大。

[0114] 图 7 图示了距离 ΔX 与压电振动元件 100 的 CI 之间的关系的 ΔX -CI 曲线。推测为, ΔX -CI 曲线由表示两个性质不同的结构的曲线、即单调减小的曲线 A 和单调增加的曲线 B 构成。使用曲线 A 表示的 CI 根据距离 ΔX 的增加而减小。关于其机理考虑如下。激励电极 20 上的振动位移分布大致呈余弦状, 不存在激励电极 20 的周边部 12 的振动位移以距激励电极 20 的端部 20b 的距离为变量而以指数函数的形式减小。支承区域 26 为, 在该区域内涂敷导电性粘合剂等, 从而将压电基板 10 固定在封装件等支承部件上的部位。从激励电极 20 的端部 20b 起不断急剧减小的振动能量到达至支承区域 26, 被涂敷在支承区域 26 上的粘合剂吸收而泄露, 从而消散。即, 距离 ΔX 越大, 则到达支承区域 26 的端部 (图的右端) 的振动能量越小, 泄露的能量也越小。其结果为, 水晶振子的 Q 值增大, CI 减小。

[0115] 与此相反, 当距离 ΔX 较小时, 到达支承区域 26 的端部 (图的右端) 的振动能量较大, 从而泄露的能量增加, Q 值减小。因此, CI 增大。CI 成为根据距离 ΔX 的增大而单调减小的曲线 A。

[0116] 另一方面, 关于曲线 B 考虑如下。仅由内部损失而决定的水晶振子的 Q 值与频率 f 成反比而减小是明确已知的。在频率的范围并不太大的情况下, 当在 X 轴方向上的尺寸为 1.1mm 左右的压电基板 10 中确定了形状尺寸时, 只要不使激励电极的尺寸大幅度变化, 便可认为 Q 值为大致固定的值。此外, 还公知以下内容, 即, 水晶振子的等效串联电感 (动

态电感) L_1 与压电基板的厚度 t 的三次方成正比, 与电极面积成反比。

[0117] 如图 6 所示, 将激励电极 20 设定为关于中心线 C_n 而对称配置的部件。此处, 考虑理想地被支承和固定的情况, 即, 可以无视对压电基板 10 进行固定的粘合剂的影响的程度上的情况。距离 ΔX 越小、即激励电极 20 的尺寸 L_e 越大, 则压电基板 10 上所激励的电荷越被汇集。由于振动位移以振动部 14 的中央为顶点而呈余弦状分布, 因此激励电极 20 的端部处的电荷收集效率将恶化。因此, 激励电极 20 并不是越大越好。

[0118] 对于根据激励电极 20 的大小而确定的等效串联电容 C_1 、和与激励电极 20 的大小成比例而确定的静电电容 C_0 的比 C_0/C_1 , 即电容比 γ 而言, 存在最理想的激励电极 20 的大小。由于等效串联电感 L_1 和等效串联电容 C_1 存在 $\omega_0^2 = 1/(L_1 \cdot C_1)$ 的关系, 因此当增大激励电极 20 的尺寸 L_e 时, 串联电感 L_1 减小。当使 Q 值大致固定时, 水晶振子的 CI 将减小。即, 当增大激励电极 20 (增大尺寸 L_e) 时、即当使 ΔX 减小时, CI 将减小。

[0119] 但是, 由于振动位移在周边部 12 的边缘处较小, 因此在该部位激励的电荷较少, 从而即使在该部位设置电极效率也不高。此外, 还需要考虑从支承固定部的泄露。虽然当距离 ΔX 增大时, 激励电极 20 的尺寸 L_e 减小, 但是存在使压电基板 10 上激励的电荷最有效地汇集的尺寸 L_e 。即, 存在使电容比 γ 最小的尺寸 L_e 。而且, 当距离 ΔX 增大时, 尺寸 L_e 将减小, 串联电感 L_1 将增大。当使 Q 值大致固定时, 相当于 CI 增大。因此, 能够说明如下内容, 即, 如图 7 的曲线 B 的单调增大曲线所示, CI 根据距离 ΔX 的增加而增大。

[0120] 即, 在确定了水晶基板 10 的尺寸的情况下, 当着眼于水晶振子的 CI 时, 对于距支承区域 26 的距离 ΔX 而言, 存在使 CI 减小的范围。从图 7 可知, 当将 CI 设定为 68Ω 时, ΔX 的范围为, $0.04\text{mm} \leq \Delta X \leq 0.06\text{mm}$ 。作为 X 边长比 X/t , 在 $14 \leq X/t \leq 18$ 的范围内进行了实验, 该 ΔX 的范围得到了同样的结果。

[0121] 此外, 作为台面型结构的压电振动元件 100, 当将压电基板 10 在 Z' 轴方向上的尺寸 (短边的尺寸) 设为 Z , 将激励部 14 的短边的尺寸设为 M_z , 将激励部 14 的厚度 (激励部 14 的第一部分 15 的厚度) 设为 t 时, 优选为满足下述式 (1) 的关系。

[0122] $8 \leq Z/t \leq 11$, 且 $0.6 \leq M_z/Z \leq 0.8$ (1)

[0123] 由此, 能够抑制厚度剪切振动与轮廓振动等不必要模式的结合, 从而能够实现 CI 的降低和频率温度特性的改善 (详细情况后文进行叙述)。对于这种厚度剪切振动和轮廓振动的结合, 通常情况下, 压电基板的面积越小则越难抑制。因此, 例如在将压电基板 10 在 X 轴方向上的尺寸 (长边的尺寸) 设为了 X 的情况下, 在满足下述式 (2) 的关系的这种小型的压电振动元件 100 中, 当以同时满足上述式 (1) 的关系的方式而进行设计时, 能够更加显著地抑制厚度剪切振动与轮廓振动的结合。

[0124] $X/t \leq 18$ (2)

[0125] 激励电极 20 被形成在激励部 14、和与激励部 14 相连接的周边部 12 的至少一部分上。在图 1(b) 以及图 2 的实施方式示例中, 激励电极 20 隔着激励部 14 的表面和背面、以及与激励部 14 相连接的周边部 12 的表面和背面的一部分而形成。激励电极 20 以对压电基板 10 的振动区域进行激励的方式而发挥作用。

[0126] 本实施方式所涉及的压电振动元件 100 发挥例如以下的特征性的效果。

[0127] 如图 1(a)、图 1(b)、图 2 的实施方式示例所示, 构成了在如下的台面型的激励部 14 和与激励部 14 的边缘相连接的周边部 12 的至少一部分上设置了激励电极 20 的压电振

动元件 100, 所述激励部 14 沿着一个方向 (Z' 轴方向) 而在厚度方向上具有阶梯部。虽然振动能量主要被封入激励部 14, 但是通过被设置在周边部 12 的一部分上的激励电极 20, 从而有效地汇集了压电振动元件被激励时所产生的电荷。其结果为, 具有如下效果, 即, 能够得到 CI 较小的压电振动元件, 并且能够得到频率温度特性优异、且抑制了厚度剪切振动与 Z' 轴方向上的轮廓振动的结合的压电振动元件 100。

[0128] 此外, 如图 6、图 7 所示, 对于 X 边长比 X/t 的范围为 $14 \leq X/t \leq 18$ 的压电振动元件 100, 当将支承区域 26 的端部与相对置的激励电极 20 的端部 20b 之间的距离设为 ΔX 时, 通过以满足 $0.04\text{mm} \leq \Delta X \leq 0.06\text{mm}$ 的关系的方式构成压电振动元件 100, 从而具有能够降低压电振动元件 100 的 CI 的效果。

[0129] 此外, 根据压电振动元件 100, 如上文所述, 通过以满足式 (1) 的关系的方式, 对压电基板 10 的短边尺寸 Z 、激励部 14 的短边尺寸 M_z 以及激励部 14 的第一部分 15 的厚度 t 进行设定, 从而具有如下效果, 即, 能够得到抑制了厚度剪切振动和 Z' 轴方向上的轮廓的接合、且 CI 较小的压电振动元件 100。

[0130] 2. 压电振动元件的制造方法

[0131] 接下来, 参照附图对本实施方式所涉及的压电振动元件的制造方法进行说明。图 7、图 8、图 9(a) 至图 9(c) 为, 模式化地表示本实施方式所涉及的压电振动元件 100 的制造工序的图。另外, 图 5、图 6、图 7、图 8、图 9(a) 至图 9(c) 与图 2 相对应。即, 图示了从 Z' 轴方向观察时的剖视图。

[0132] 如图 8 所示, 在 AT 切割水晶基板 101 的表面以及背面的主面 (与 XZ' 平面平行的面) 上形成耐蚀膜 30。耐蚀膜 30 通过利用例如喷镀法或者真空蒸镀法等而依次层叠了铬以及金之后, 再对该铬以及金进行图案形成从而形成。图案形成是通过例如光刻技术以及蚀刻技术而实施的。耐蚀膜 30 对于在加工 AT 切割水晶基板 101 时成为蚀刻液的含有氢氟酸的溶液具有耐蚀性。

[0133] 如图 9(a) 所示, 在耐蚀膜 30 上涂敷阳性的光刻胶膜后, 对该光刻胶膜进行曝光以及显影, 从而形成具有预定形状的保护膜 40。保护膜 40 以覆盖耐蚀膜 30 的一部分的方式而形成。

[0134] 接下来, 如图 9(b) 所示, 使用掩膜 M 再次对保护膜 40 的一部分进行曝光, 从而形成感光部 42。即, 将掩膜 M 配置在从 Y' 轴方向观察时的保护膜 40 的外缘的内侧并实施曝光。

[0135] 接下来, 如图 9(c) 所示, 将耐蚀膜 30 作为掩膜而对 AT 切割水晶基板 101 进行蚀刻。蚀刻是以例如氟化氢酸 (氢氟酸) 和氟化铵的混合溶液作为蚀刻液而实施的。由此, 形成了压电基板 10 的外形 (从 Y' 轴方向观察时的形状)。

[0136] 接下来, 如图 10(a) 所示, 当以保护膜 40 作为掩膜而用预定的蚀刻液对耐蚀膜 30 进行蚀刻后, 再以上述混合溶液作为蚀刻液而对 AT 切割水晶基板 101 进行半蚀刻, 直到达到预定深度为止时, 便形成了激励部 14 的外形。

[0137] 接下来, 如图 10(b) 所示, 对保护膜 40 的感光部 42 进行显影去除。由此, 使耐蚀膜 30 的一部分露出。另外, 在对感光部 42 进行显影前, 利用例如在真空或者减压环境下通过放电而生成的氧气等离子, 而对在保护膜 40 的表面上形成的变质层 (未图示) 进行灰化。由此, 能够切实地对感光部 42 进行显影去除。

[0138] 接下来,如图 10(c) 所示,以保护膜 40 作为掩膜,而用预定的蚀刻液对耐蚀膜 30 的露出部分进行蚀刻去除后,再以上述的混合溶液作为蚀刻液,对 AT 切割水晶基板 101 进行半蚀刻,直到达到预定深度为止。由此,能够使在 Z' 轴方向上延伸的侧面 14c、14d 各自形成阶梯。此外,虽然未图示,但是能够使在 X 轴方向上延伸的侧面 14a、14b 各自形成阶梯。

[0139] 通过以上的工序,能够形成具有周边部 12 以及激励部 14 的压电基板 10。

[0140] 在去除保护膜 40 以及耐蚀膜 30 之后,通过利用例如喷镀法或真空蒸镀法等而依次层叠了铬以及金之后,再对该铬以及金进行图案形成,从而在压电基板 10 上形成激励电极 20、引出电极 22 以及衬垫 24。即,如图 1(a)、图 1(b)、图 2 的实施方式所示,形成了在激励部 14 的全部区域、以及与激励部 14 相连接的周边部 12 的一部分区域上设置了激励电极 20 的压电振动元件。

[0141] 通过以上的工序,能够制造出本实施方式所涉及的压电振动元件 100。

[0142] 根据压电振动元件 100 的制造方法,能够在对为了形成激励部 14 的外形而使用的保护膜 40 进行显影而去除感光部 42 之后,再次使用保护膜 40 而对 AT 切割水晶基板 101 进行蚀刻,从而形成激励部 14。因此,能够高精度地形成两级型台面结构的激励部 14。

[0143] 例如,在为了形成激励部 14 而涂敷两次保护膜的情况(例如,在使用第一保护膜形成激励部的外形后,剥离第一保护膜并重新涂敷第二保护膜而对激励部的侧面进行曝光的情况)下,有时在第一保护膜和第二保护膜之间会产生结合错位,从而无法高精度地形成激励部 14。通过压电振子 100 的制造方法能够解决这种问题。

[0144] 3. 压电振动元件的改变例

[0145] 接下来,参照附图对本实施方式的改变例所涉及的压电振动元件进行说明。图 11(a) 为,模式化地表示本实施方式的改变例所涉及的压电振动元件 110 的俯视图。图 11(b) 为,沿图 11(a) 的 P1-P1 的剖视图。图 12 为,沿图 11(a) 的 Q1-Q1 的剖视图。下面,在本实施方式的改变例所涉及的压电振动元件 110 中,对与本实施方式所涉及的 100 的构成部件具有相同的结构、功能的部件标注相同的符号,并省略其详细的说明。

[0146] 本实用新型所涉及的压电振动元件 110 大致具备:压电基板 10,其具有位于中央的多级台面结构的激励部 14、和在激励部 14 的边缘连接设置形成的薄壁的周边部 12;激励电极 20,其分别被相对配置在激励部 14 的两主面上;引出电极 22,其从各个激励电极 20 起朝向压电基板 10 的端部延伸;衬垫 24,其分别被形成在引出电极 22 的端部、且压电基板 10 的两个角部上。

[0147] 激励部 14 为,使压电基板的大致中央部向两主面方向突出的厚壁部,周边部 12 从激励部 14 的外周侧面的至少一部分的厚度方向的中间部起向外径方向伸出而形成。本示例所涉及的周边部 12 从激励部 14 的整个外周侧面起伸出而形成帽沿状。

[0148] 压电基板 10 具有:激励部 14,其位于压电基板 10 的中央并成为主要振动区域;周边部 12,其与激励部 14 相比为薄壁且沿着激励部 14 的整个边缘被形成帽沿状。俯视形状大致呈矩形的激励部 14 的所有侧面均采用各自在厚度方向上具有阶梯部的结构。即,如图 11(b)、图 12 所示,压电基板 10 为如下的压电基板,即,具有:激励部 14,其从侧面观察时所有侧面呈台阶状;周边部 12,其被连接在激励部 14 的厚度的中央部的周围。

[0149] 如图 11(a)、图 11(b)、图 12 所示,本实施方式所涉及的激励部 14 的所有侧面均为

阶梯状,其全部外周被周边部 12 所包围,且具有大于周边部 12 在 Y' 轴方向上厚度的厚度(厚壁)。即,如图 11(b) 以及图 12 所示,激励部 14 相对于周边部 12 而向 Y' 轴方向的两个方向突出。在图示的示例中,激励部 14 相对于周边部 12 而向 $+Y'$ 轴侧和 $-Y'$ 轴侧突出。此外,激励部 14 可以具有例如成为对称中心的点(未图示),并具有关于该中心点而呈点对称(平面、立体的点对称)的形状。

[0150] 如图 11(a) 所示,激励部 14 具有以 X 轴方向为长边,以 Z' 轴方向为短边的矩形的形状。即,激励部 14 以与 X 轴平行的边为长边,以与 Z' 轴平行的边为短边。因此,激励部 14 具有在 X 轴方向上延伸的侧面 14a、14b、和在 Z' 轴方向上延伸的侧面 14c、14d。即,在 X 轴方向上延伸的侧面 14a、14b 的长度方向为 X 轴方向,在 Z' 轴方向上延伸的侧面 14c、14d 的长度方向为 Z' 轴方向。在图示的示例中,在侧面 14a、14b 中,侧面 14a 为 $+Z'$ 轴侧的侧面,侧面 14b 为 $-Z'$ 轴侧的侧面。此外,在侧面 14c、14d 中,侧面 14c 为 $-X$ 轴侧的侧面,侧面 14d 为 $+X$ 轴侧的侧面。

[0151] 如图 11(a)、图 11(b) 以及图 12 所示,激励部 14 具有最厚的第一部分 15、和具有小于第一部分的厚度的第二部分 16。如图 11(a) 和图 11(b) 所示,第一部分 15 具有以与 X 轴平行的方向为长边、以与 Z' 轴平行的方向为短边的矩形的形状。第二部分 16 被形成在第二部分 15 的周围。

[0152] 激励部 14 的侧面 14a、14b 的阶梯通过第一部分 15 与第二部分 16 的各自厚度的差而形成。在图示的示例中,侧面 14a、14b 由第一部分 15 的平行于 XY' 平面的面、第二部分 16 的平行于 XZ' 平面的面、第二部分 16 的平行于 XY' 平面的面构成。同样地,激励部 14 的侧面 14c、14d 的阶梯通过第一部分 15 与第二部分 16 的各自厚度的差而形成,且由第一部分 15 的平行于 $Y'Z'$ 平面的面、第二部分 16 的平行于 XZ' 平面的面、第二部分 16 的平行于 $Y'Z'$ 平面的面构成。

[0153] 如此,可以说激励部 14 具有厚度不同的两种部分 15、16,压电振动元件 110 具有两级型台面结构。激励部 14 能够以厚度剪切振动作为主振动而进行振动。

[0154] 如图 11(a)、图 11(b)、图 12 的实施方式示例所示,构成了在如下的激励部 14 以及与激励部 14 的边缘相连接的周边部 12 的至少一部分上设置了激励电极 20 的压电振动元件 110,所述激励部 14 的、与 X 轴平行的两个侧面以及与所述 Z' 轴平行的两个侧面各自在厚度方向上具有阶梯部。虽然振动能量主要被封入激励部 14,但通过被设置在周边部 12 的一部分上的激励电极 20,从而有效地汇集了压电振动元件 110 被激励时所产生的电荷。其结果为,具有如下效果,即,能够得到 CI 较小的压电振动元件,并且能够得到弯曲等的不必要模式较少的压电振动元件。

[0155] 图 13 为,模式化地表示本实施方式的另一个改变例所涉及的压电振动元件 120 的俯视图。图 14(a) 为,沿图 13 的 $P1-P1$ 的剖视图,图 14(b) 为,沿图 13 的 $Q1-Q1$ 的剖视图。

[0156] 压电振动元件 120 具有三级的台面结构。即,压电振子 120 的激励部 14 在第一部分 15 以及第二部分 16 的基础上,还具有厚度小于第二部分 16 的第三部分 17。第三部分 17 以从 X 轴方向上夹着第一部分 15 以及第二部分 16 的方式而形成。

[0157] 如图 14(b) 所示,在 Z' 轴方向上延伸的侧面 14c、14d 的阶梯,通过第一部分 15、第二部分 16 以及第三部分 17 的厚度的差而形成。在图示的示例中,侧面 14c、14d 由第一部分 15 的平行于 $Y'Z'$ 平面的面、第二部分 16 的平行于 XZ' 平面的面、第二部分 16 的平

行于 $Y'Z'$ 平面的面、第三部分 17 的平行于 XZ' 平面的面、第三部分 17 的平行于 $Y'Z'$ 平面的面而构成。

[0158] 此外,由第一部分 15、第二部分 16 以及第三部分 17 构成的激励部 14,沿着第三部分 17 的边缘而形成有厚度薄于第三部分 17 的周边部 12。在激励部 14 以及周边部 12 的一部分上正反对置地形成的激励电极 20、从各个激励电极 20 引出的引出电极 22、以及作为各个引出电极 22 的终端的两个衬垫 24,也以与压电振动元件 100 同样的方式而形成。压电振动元件 120 能够应用压电振动元件 100 的制造方法而进行制造。根据压电振动元件 120,与具有两级型的台面结构的压电振动元件 100 相比,能够进一步提高能量封入效果。而且,振动能量主要被封入激励部 14,并且通过本实用新型的激励电极 20,能够更加有效地汇集压电振动元件 120 被激励时所产生的电荷。其结果为,具有如下效果,即,能够得到 CI 较小的压电振动元件,并能够得到与弯曲振动等的不必要模式的结合较少的压电振动元件 120。

[0159] 图 15(a) 为,模式化地表示本实施方式的另一个改变例所涉及的压电振动元件 130 的俯视图,图 15(b) 为,沿图 15(a) 的 P1-P1 的剖视图。图 16 为,沿图 15(a) 的 Q1-Q1 的剖视图。

[0160] 压电振动元件 130 为,具有三级的台面结构的压电振动元件。即,压电振子 130 的激励部 14 在第一部分 15 以及第二部分 16 的基础上,还具有厚度小于第二部分 16 的第三部分 17。第三部分 17 以包围第二部分 16 的边缘的方式形成。激励部 14 在其边缘、即第三部分 17 的侧面的厚度方向中央部的边缘上,一体地连接有周边部 12。在激励部 14 的两主面上和周边部 12 的一部分上正反对置地形成的激励电极 20、从各个激励电极 20 引出的引出电极 22、以及作为各个引出电极 22 的终端的两个衬垫 24,也以与压电振动元件 100 相同的方式而形成。

[0161] 压电振动元件 130 能够应用压电振动元件 100 的制造方法而进行制造。根据压电振动元件 130,与具有两级型的台面结构的压电振动元件 110 相比,能够进一步提高能量封入效果。振动能量主要被封入激励部 14,并且通过本实用新型的激励电极 20,能够更加有效地汇集压电振动元件 130 被激励时所产生的电荷。其结果为,具有如下效果,即,能够得到 CI 较小的压电振动元件,并且能够得到与弯曲振动等的不必要模式的结合较少的压电振动元件 130。

[0162] 另外,虽然在上述的示例中,对具有三级型的台面结构的压电振动元件 120、130 进行了说明,但是本申请所涉及的实用新型在多级型的台面结构上,并不对台面结构的级数(阶梯的数量)进行特别限定。

[0163] 4. 压电振子

[0164] 接下来,参照附图对本实施方式所涉及的压电振子进行说明。图 17 为,模式化地表示本实施方式所涉及的压电振子 200 的剖视图。

[0165] 图 17 为,表示压电振子 200 的结构、长度方向(X 轴方向)上的剖视图,且为在与图 2 所示的压电振子 100 的剖视图相同的位置上的剖视图。如图 17 所示,压电振子 200 包括本实用新型所涉及的压电振动元件(虽然在图示的示例中为压电振动元件 100,但对于压电振动元件 110、120、130 也是同样的)和封装件 50。

[0166] 封装件 50 能够将压电振动片 100 收纳在腔 52 内。作为封装件 50 的材质,可以列举出例如陶瓷、玻璃等。腔 52 为用于压电振动片 100 进行动作的空间。腔 52 是被密封的、

并被设定为减压空间或者惰性气体环境。

[0167] 压电振子 100 被收纳在封装件 50 的腔 52 内。在图示的示例中,在支承区域 26 内准确地涂敷导电性粘合剂 60,从而使压电振动元件 100 以悬臂梁状而被固定在腔 52 内。作为导电性粘合剂 60,可以使用例如焊锡、银膏等。

[0168] 如图 17 的实施方式所示,根据压电振子 200,由于具有本实用新型所涉及的压电振动元件 100,因此具有如下效果,即,能够获得不存在与弯曲振动等的不必要振动的结合、且 CI 较小的压电振子 200。

[0169] 5. 电子设备和压电振荡器

[0170] 接下来,参照附图对本实施方式所涉及的电子设备和压电振荡器进行说明。

[0171] 图 18(a) 为,本实用新型的电子设备 400 所涉及的实施方式的一个示例的剖视图。电子设备 400 大致具备:本实用新型的压电振动元件 100(虽然在图 18(a) 中图示了压电振动元件 100,但是也可以为本实用新型的其他压电振动元件);热敏电阻 58,其为感温元件;封装件 50,其收纳压电振动元件 100 以及热敏电阻 58。封装件 50 具备封装件主体 50a 和盖部件 50c。封装件主体 50a 的上表面侧形成有用于收纳压电振动元件 100 的腔 52,下表面侧上形成有用于收纳热敏电阻 58 的凹部 54a。在腔 52 的内底面的端部上设置有多个元件搭载用衬垫 55a,各个元件搭载用衬垫 55a 通过内部导体 57 而与多个安装端子 53 导通连接。在元件搭载用衬垫 55a 上装载有压电振动元件 100,通过导电性粘合剂 60 而对各个衬垫 24 和各个元件搭载用衬垫 55a 进行电连接并进行固定。在封装件主体 50a 的上部上烧成有由铁镍钴合金等构成的密封环 50b,在该密封环 50b 上装载有盖部件 50c,使用电阻焊接器而进行焊接,从而对腔 52 进行气密密封。腔 52 内既可以为真空,也可以封入惰性气体。

[0172] 另一方面,在封装件主体 50a 的下表面侧中央处形成有凹部 54a,在凹部 54a 的上表面上烧成有电子部件搭载用衬垫 55b。热敏电阻 58 通过焊锡等而被搭载在电子部件搭载用衬垫 55b 上。电子部件搭载用衬垫 55b 通过内部导线 57 而与多个安装端子 53 导通连接。

[0173] 图 18(b) 为,该图 18(a) 的改变例的电子设备 410,其与电子设备 400 的不同点在于,封装件主体 50a 的腔 52 的底面上形成有凹部 54b,在被烧成在该凹部 54b 的底面上的电子部件搭载用衬垫 55b 上,通过金属凸点等而连接有热敏电阻 58。电子部件搭载用衬垫 55b 与安装端子 53 导通。即,压电振动元件 100 和作为感温元件的热敏电阻 58 被收纳在腔 52 内,并被气密密封。

[0174] 以上,虽然对将压电振动元件 100 和热敏电阻 58 收纳在封装件 50 内的示例进行了说明,但是优选为构成如下的电子设备,即,作为封装件 50 收纳的电子部件,收纳了热敏电阻、电容器、电抗元件、半导体元件中的至少一个的电子设备。

[0175] 图 18(a)、图 18(b) 所示的实施方式示例为,将压电振动元件 100 和热敏电阻 58 收纳在封装件 50 内的示例。当以这种方式构成时,由于作为感温元件的热敏电阻 58 位于非常靠近压电振动元件 100 的位置处,因此具有能够迅速地感知压电振动元件 100 的温度变化的效果。此外,由于通过用本实用新型的压电振动元件和上述的电子部件来构成电子设备,从而能够构成具有 CI 较小的压电振动元件的电子设备,因此具有能够应用于多方面的用途的效果。

[0176] 通过在使用本实用新型所涉及的压电振动元件的压电振子的封装件中, 组装搭载了压电振子进行驱动并放大的振荡电路的 IC 部件, 从而能够构成压电振荡器。

[0177] 图 19 为, 本实用新型的压电振荡器 500 所涉及的实施方式的一个示例的剖视图。压电振荡器 500 大致具备: 本实用新型的压电振动元件 100 (虽然在图 19 中图示了压电振动元件 100, 但也可以为本实用新型的其他压电振动元件); 单层的绝缘基板 70; IC (半导体元件) 88, 其对压电振动元件 100 进行驱动; 凸状的盖部件 80, 其对包括压电振动元件 100 以及 IC88 的绝缘基板 70 的表面空间进行气密密封。绝缘基板 70 的表面上具有, 用于搭载压电振动元件 100 以及 IC88 的多个元件搭载用衬垫 74a、和电子部件搭载用衬垫 74b, 并且在背面上具备与外部电路连接用的安装端子 76。元件搭载用衬垫 74a 以及电子部件搭载用衬垫 74b 与安装端子 76, 通过贯穿绝缘基板 70 的导体 78 而被导通。而且, 通过被形成在绝缘基板 70 的表面上导体配线 (未图示), 从而使元件搭载用衬垫 74a 与电子部件搭载用衬垫 74b 实现了导通。在使用金属凸点等而将 IC88 搭载在电子部件搭载用衬垫 74b 上之后, 在元件搭载用衬垫 74a 上涂敷导电性粘合剂 60, 并在其上装载压电振动元件 100 的衬垫 24, 且在恒温槽内使其硬化, 从而实现导通和固定。凸状的盖部件 80 和绝缘基板 70 通过涂敷在绝缘基板 70 的上表面边缘上的低熔点玻璃而被密封。此时, 通过在真空中实施密封工序, 从而能够使内部成为真空。

[0178] 图 20(a) 为, 本实用新型的另一个实施方式的压电振荡器 510 的剖视图。压电振荡器 510 大致具备: 本实用新型的压电振动元件 100; 封装件主体 90; IC88, 其对压电振动元件 100 进行驱动; 盖部件 90c, 其对压电振动元件 100 进行气密密封。封装件主体 90 为, 由上部 90a 和下部 90b 构成的、所谓的 H 型结构的封装件主体, 所述上部 90a 具有用于收纳压电振动元件 100 的腔 52, 所述下部 90b 具有用于收纳 IC88 的凹部 90d。通过在形成于腔 52 底部的端部上的元件搭载用衬垫 74a 上涂敷导电性粘合剂 60, 并将压电振动元件 100 在其上进行装载、热固化, 从而使压电振动元件 100 被导通、固定在元件搭载用衬垫 74a 上。IC88 通过金属凸点 79 而被连接和固定在电子部件搭载用衬垫 74b 上, 所述电子部件搭载用衬垫 74b 被形成在封装件主体 90 的下表面侧的凹部 90d 的上表面上。元件搭载用衬垫 74a 与电子部件搭载用衬垫 74b 通过内部导体 78 而被导通连接。在被烧成于封装件主体 90 的上部的密封环 (未图示) 上装载盖部件 90c, 并使用电阻焊接器等进行焊接, 从而进行气密密封。腔 52 内既可以为真空, 也可以封入惰性气体。

[0179] 图 20(b) 为, 本实用新型的另一个实施方式的压电振荡器 520 的剖视图。压电振荡器 520 大致具备: 本实用新型的压电振子 300; 封装件主体 90; IC88, 其对压电振子 300 进行驱动; 盖部件 90c, 其对压电振子 300 进行气密密封。封装件主体 90 为, 由上部 90a 和下部 90b 构成的、所谓的 H 型结构的封装件主体, 所述上部 90a 具有用于收纳压电振子的腔 52, 所述下部 90b 具有用于收纳 IC 的凹部 90d。压电振子 300 被装载在元件搭载用衬垫 74a 上, 并通过焊锡或者金属凸点等而被连接固定, 所述元件搭载用衬垫 74a 被形成在腔 52 底部的两端部上。IC88 通过金属凸点 79 而被连接固定在电子部件搭载用衬垫 74b 上, 所述电子部件搭载用衬垫 74b 被形成在封装件主体 90 的下表面侧的凹部 90d 的上表面上。元件搭载用衬垫 74a 与电子部件搭载用衬垫 74b 通过内部导体 78 而被导通。在被烧成于封装件主体 90 的上部的密封环 (未图示) 上装载盖部件 90c, 并使用电阻焊接器进行焊接。压电振动元件被双重气密密封。

[0180] IC88 可以包括 : 振荡电路, 其对压电振子 300 进行驱动 ; 感温元件, 其对压电振子 300 的周围的温度进行感知 ; 补偿电路, 其对压电振子 300 的频率温度特性进行补偿 ; 电压可变电容元件等。

[0181] 图 19 的实施方式的压电振荡器 500 在封装件内具备本实用新型所涉及的 CI 较小的压电振动元件 100 和 IC (包括振荡电路) 88, 由于能够使压电振荡器小型化, 并降低振荡电路的振荡电流, 因此具有实现低耗电化的效果。

[0182] 图 20(a) 的实施方式的压电振荡器 510 在封装件内具备本实用新型所涉及的 CI 较小的压电振动元件 100 和 IC (包括振荡电路) 88, 具有实现压电振荡器低耗电化的效果。而且, 由于能够实现可通过外部对 IC88 进行调节, 从而具有能够构成频率温度特性更加优异、且多功能的压电振荡器的效果。

[0183] 由于图 20(b) 的实施方式的压电振荡器 520 使用了收纳在封装件内的压电振子 300, 因此具有如下效果, 即, 能够构成老化等的频率稳定度优异、多功能且具有可靠性的压电振荡器。

[0184] 本实用新型并不限于前文所述的实施方式, 其可以进行各种改变。例如, 本实用新型包括与实施方式所说明的结构实质上相同的结构 (例如, 功能、方法以及结果相同的结构、或者目的以及效果相同的结构)。并且, 本实用新型包括对实施方式所说明的结构中的非本质部分进行了替换的结构。并且, 本实用新型包括与实施方式所说明的结构具有同样的作用效果的结构或者能够达成相同目的的结构。并且, 本实用新型包括在实施方式所说明的结构上附加了公知技术的结构。另外, 虽然在上述压电振荡器等电子设备中, 对压电振子上具备以半导体元件 (IC) 为代表的电子部件的结构进行了说明, 但优选为, 具备一个以上的电子部件。而且, 作为所述电子部件, 能够应用热敏电阻、电容器、电抗元件等, 并能够构成使用压电振动片作为振荡源的电子设备。

[0185] 符号说明

[0186] 10... 压电基板 ; 11... 突起部 ; 11a、11b... 突起部分 ; 12... 周边部 ; 14... 激励部 ; 14a、14b... 在 X 轴方向上延伸的侧面 ; 14c、14d... 在 Z' 轴方向上延伸的侧面 ; 15... 第一部分 ; 16... 第二部分 ; 17... 第三部分 ; 20... 激励电极 ; 22... 引出电极 ; 24... 衬垫 ; 26... 支承区域 ; 30... 耐蚀膜 ; 40... 保护膜 ; 42... 感光部 ; 50... 封装件 ; 50a、90... 封装件主体 ; 50b... 密封环 ; 50c、80、90c... 盖部件 ; 52... 腔 ; 53... 安装端子 ; 54a、54b、90d... 凹部 ; 55a、74a... 元件搭载用衬垫 ; 55b、74b... 电子部件搭载用衬垫 ; 57... 内部导体 ; 58... 热敏电阻 ; 60... 导电性粘合剂 ; 70... 绝缘基板 ; 76... 安装端子 ; 78... 导体 ; 79... 金属凸点 ; 85... 低熔点玻璃 ; 88... IC (半导体元件) ; 100、110、120、130... 压电振动元件 ; 101... AT 切割水晶基板 ; 200... 压电振子 ; 400、410... 电子设备 ; 500、510、520... 压电振荡器。

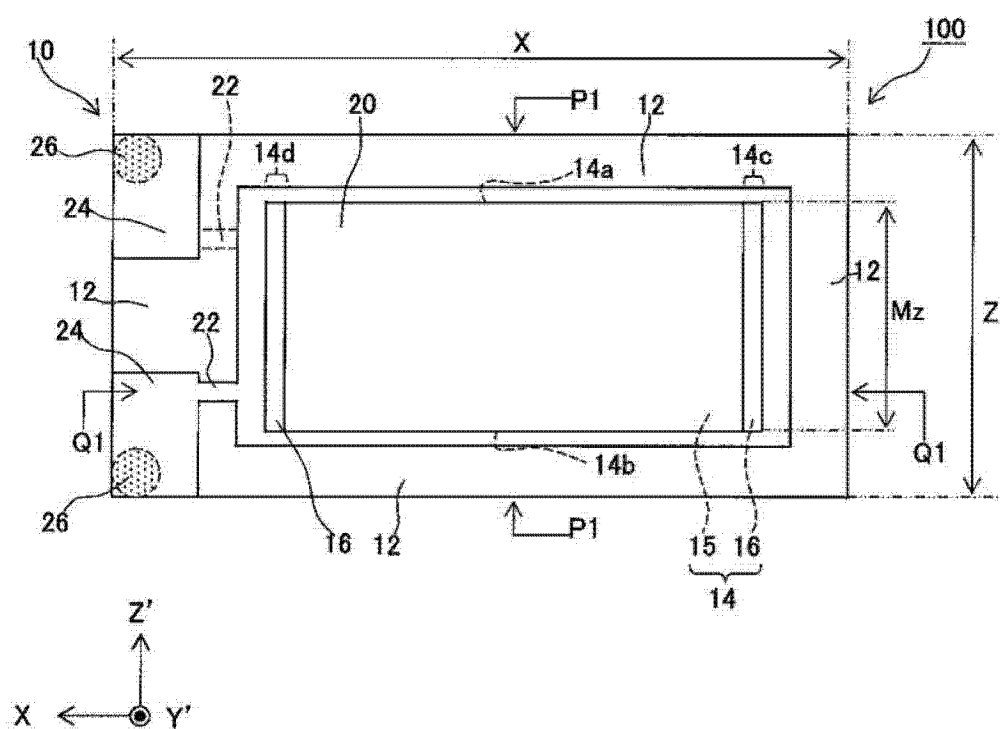


图 1 (a)

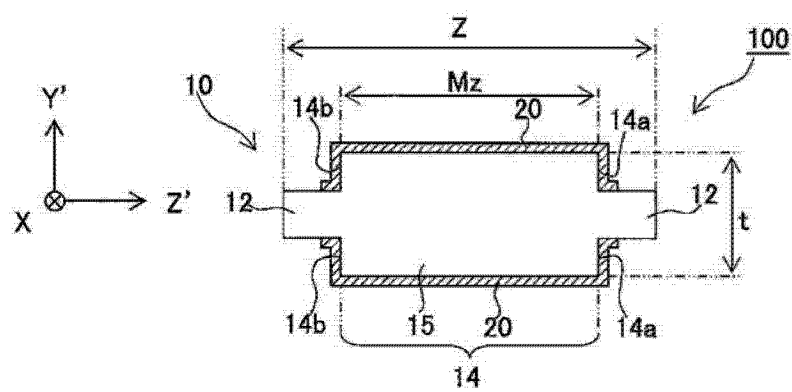


图 1 (b)

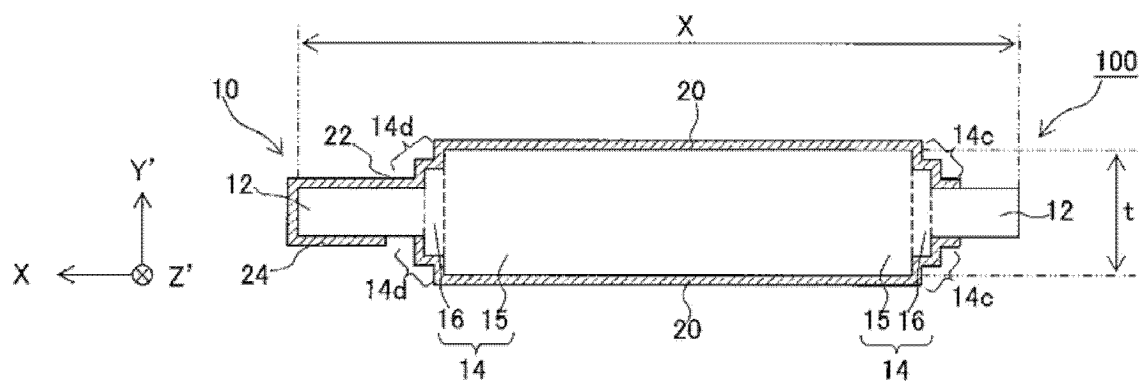


图 2

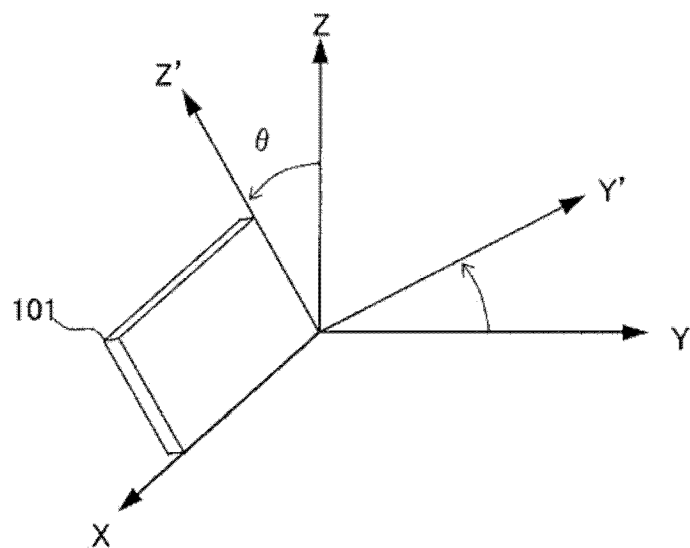


图 3

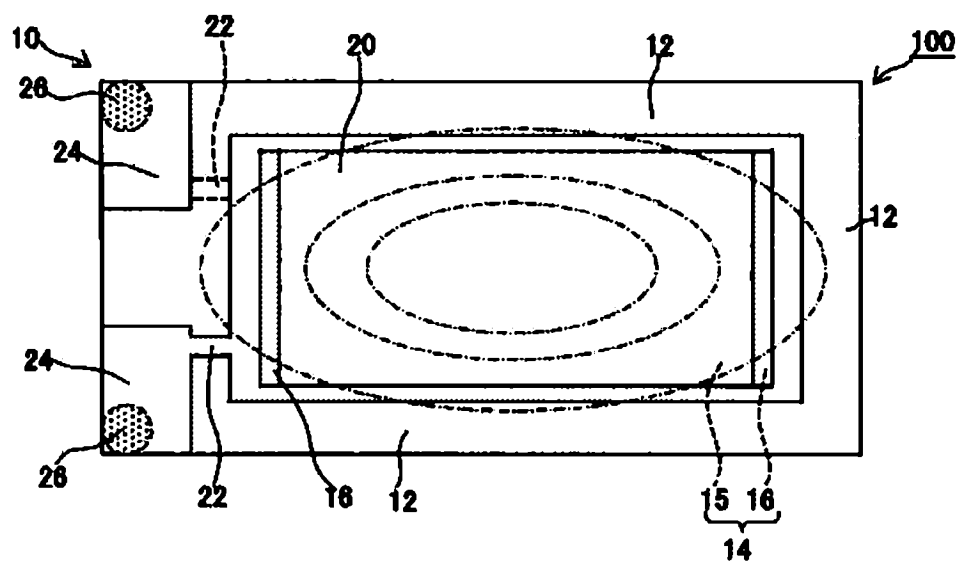


图 4

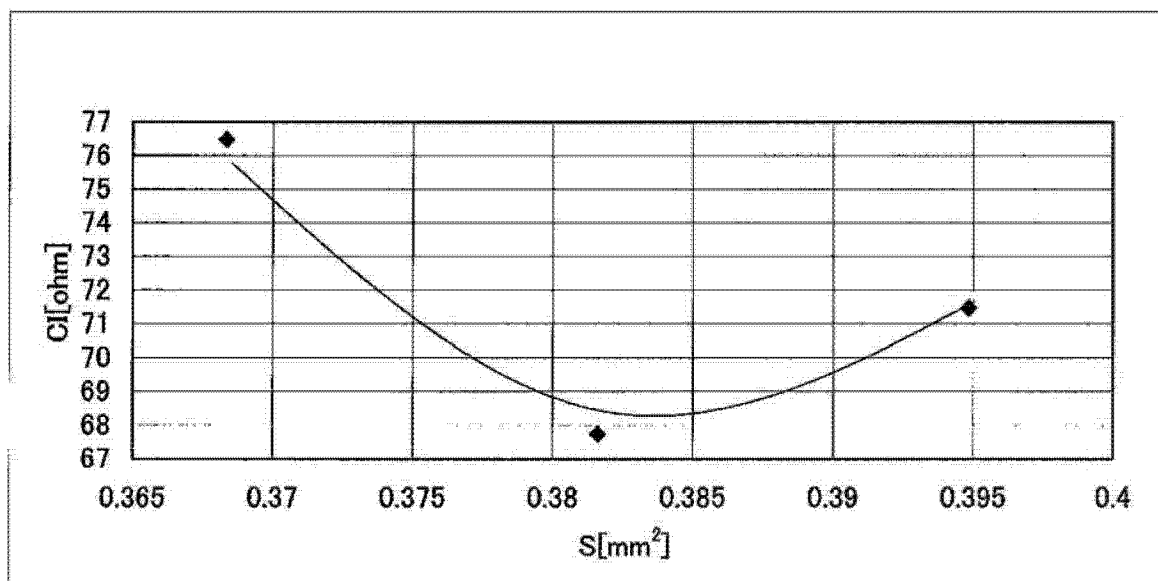


图 5

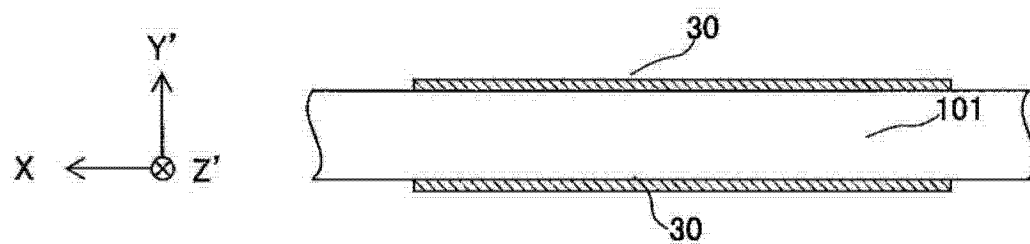


图 8

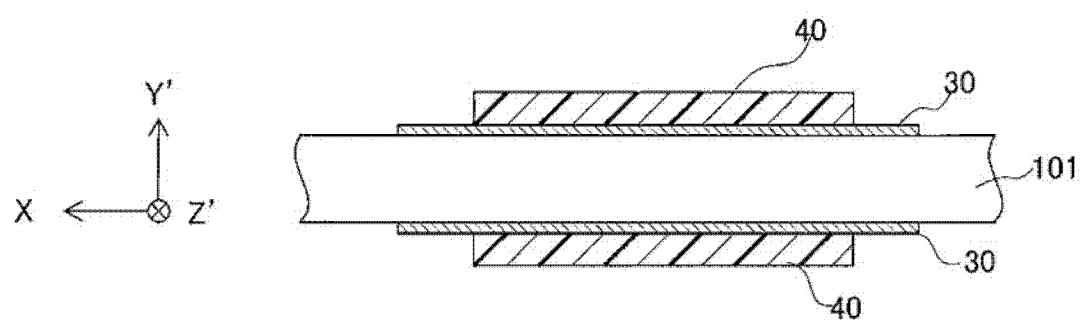


图 9(a)

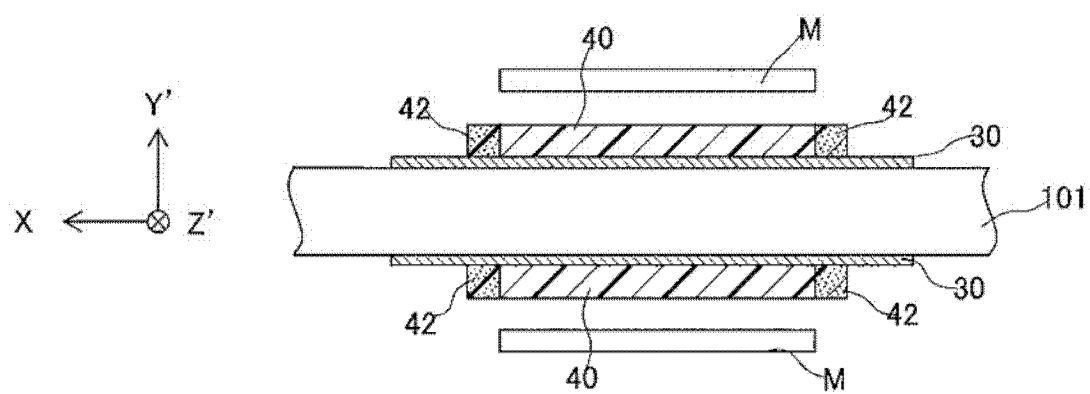


图 9(b)

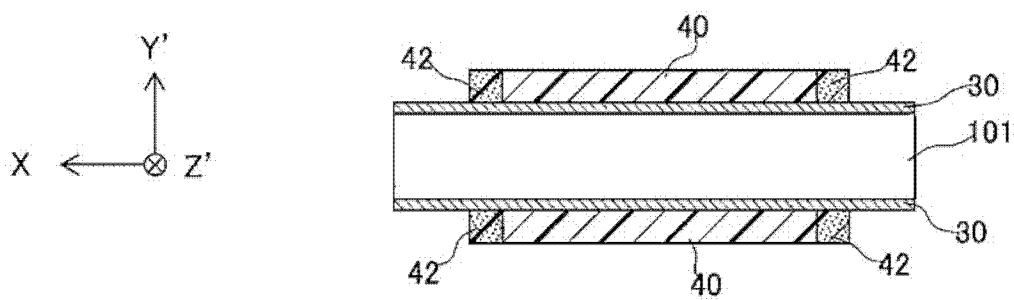


图 9(c)

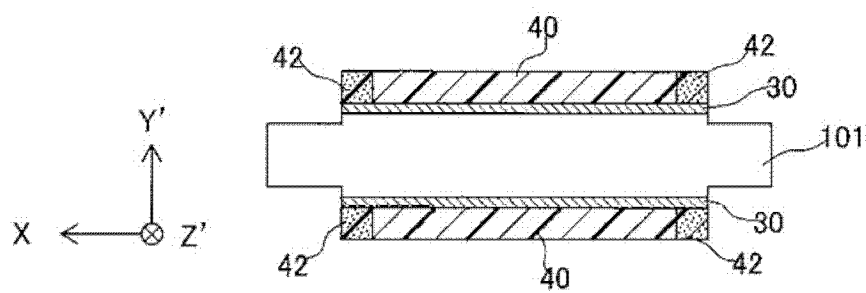


图 10(a)

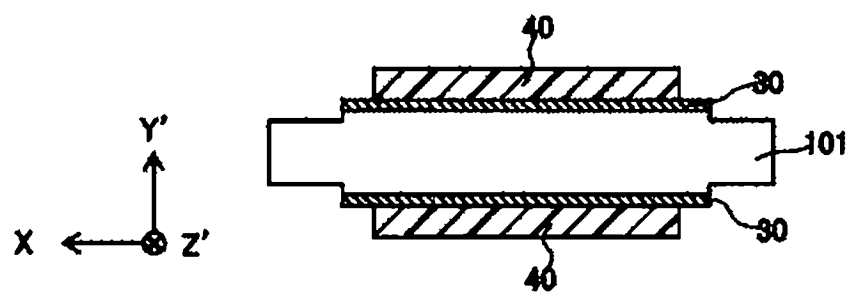


图 10(b)

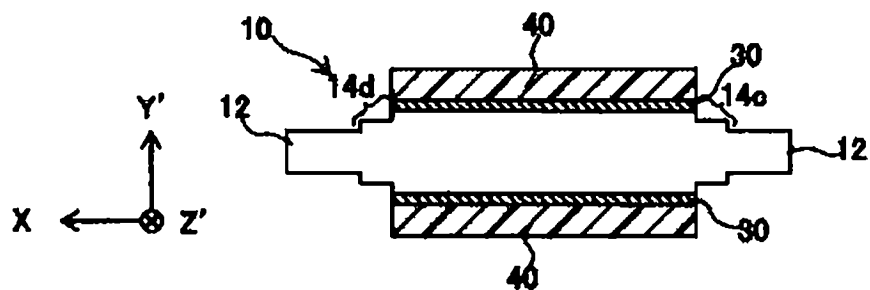


图 10(c)

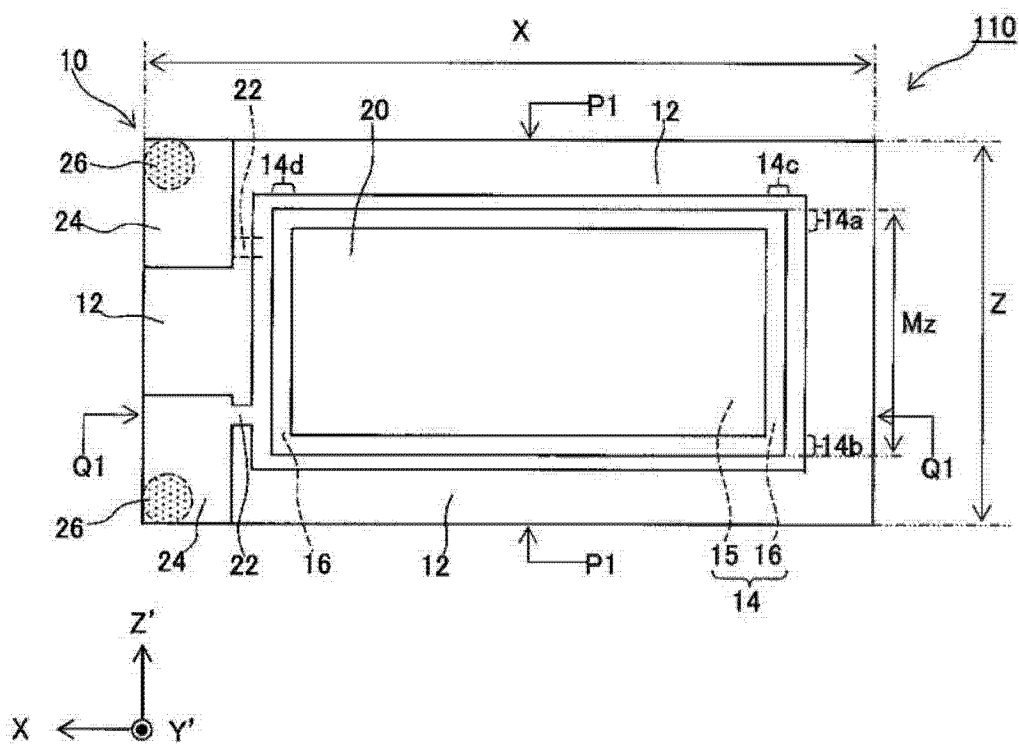


图 11(a)

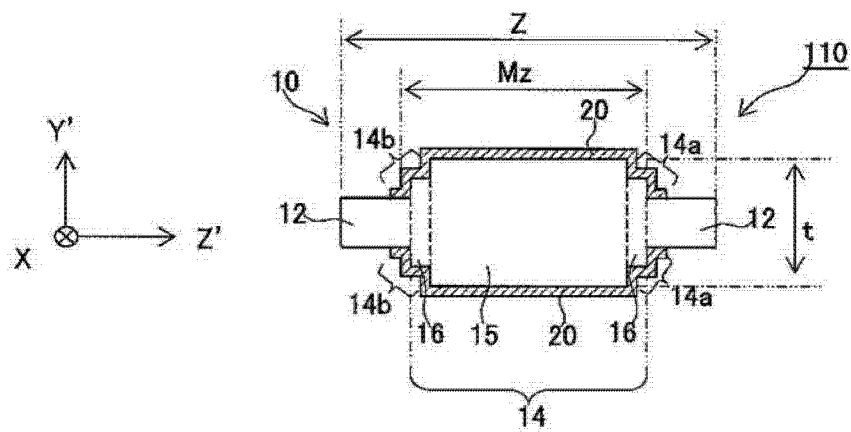


图 11(b)

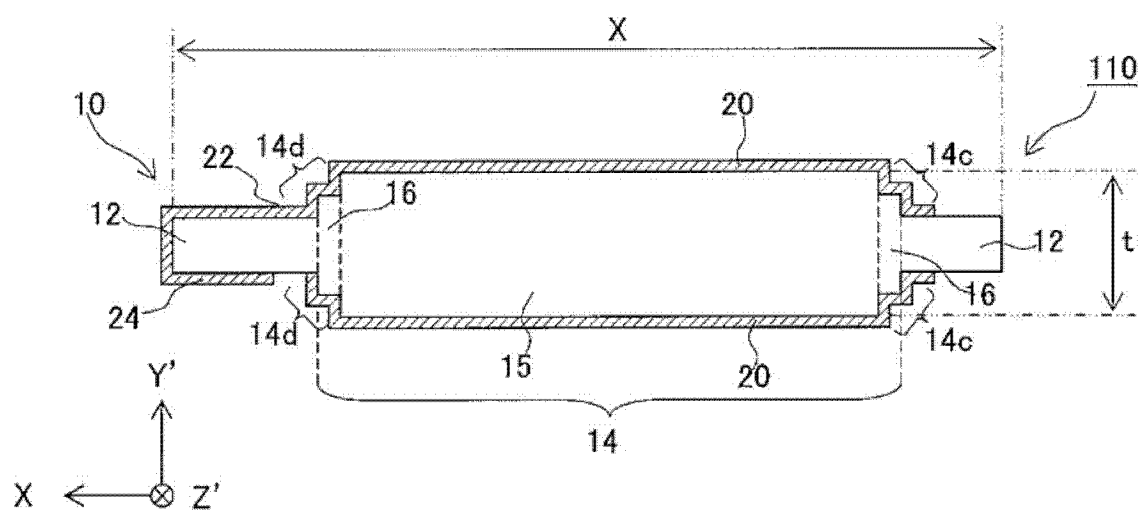


图 12

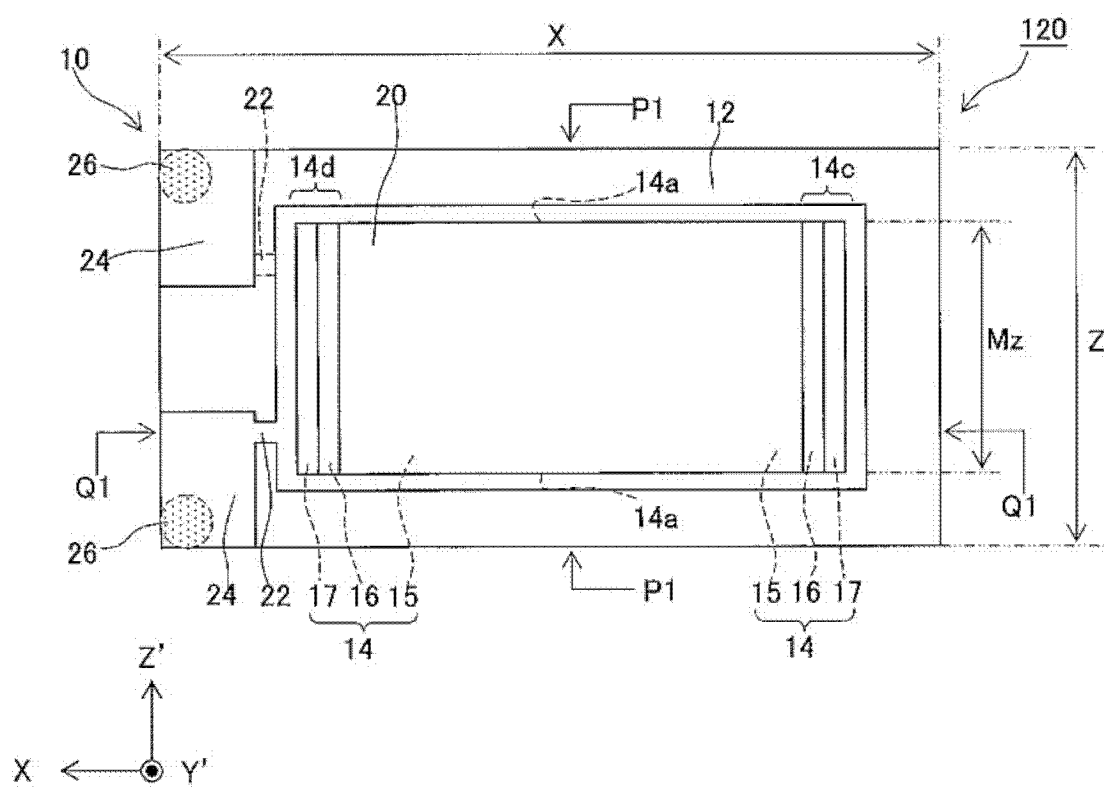


图 13

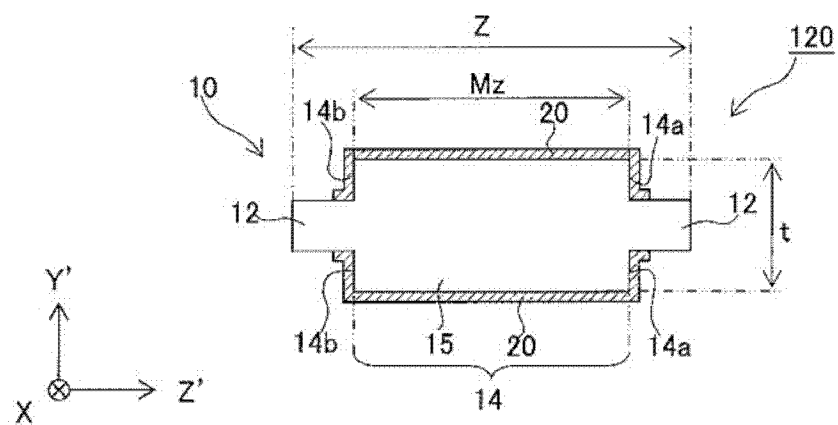


图 14(a)

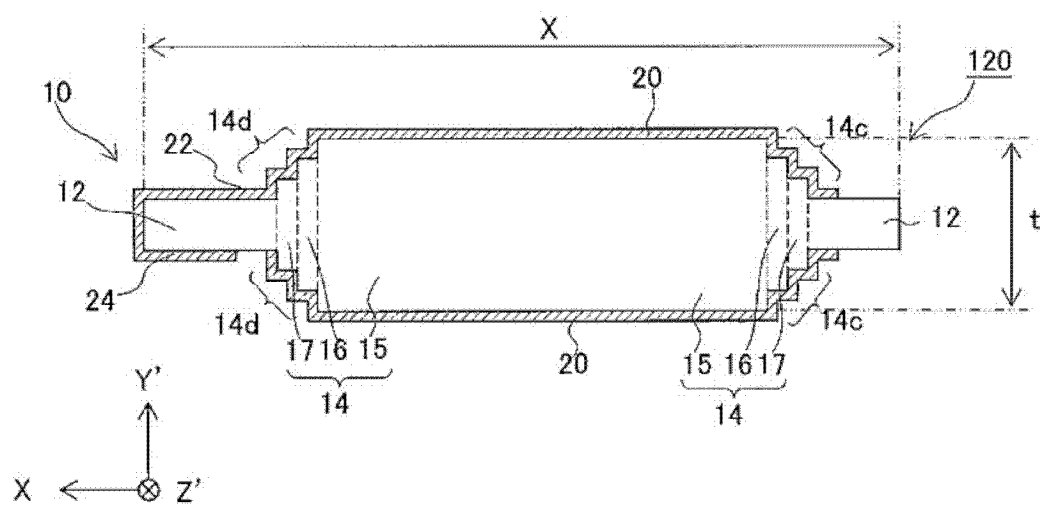


图 14(b)

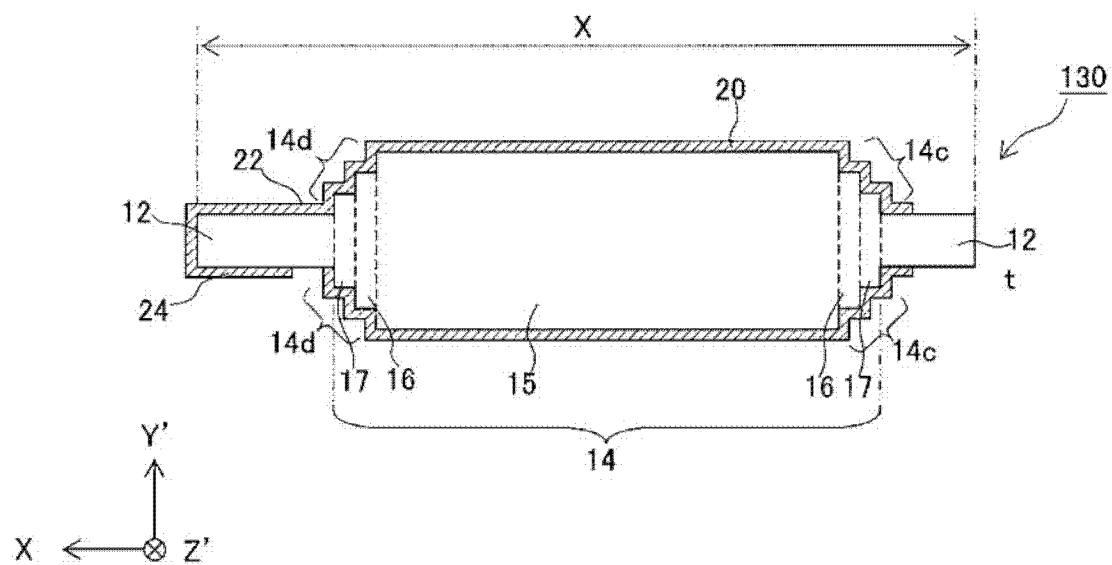


图 16

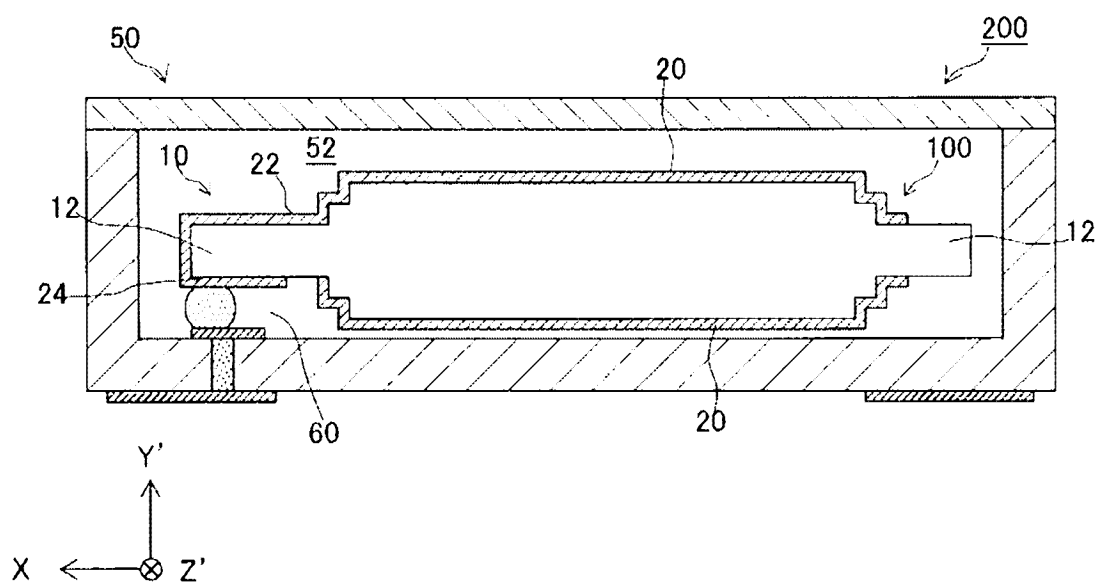


图 17

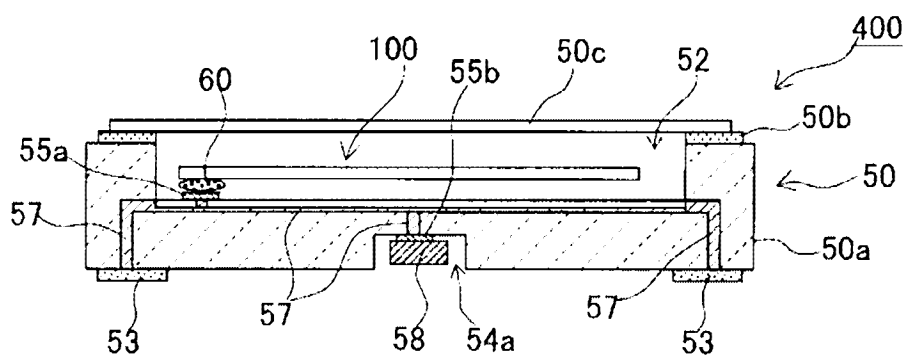


图 18(a)

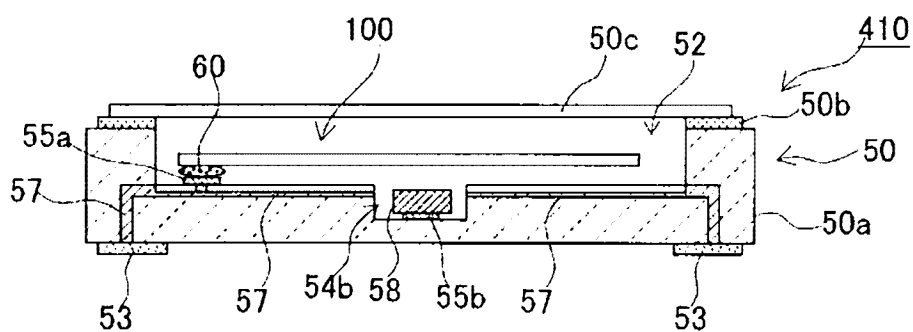


图 18(b)

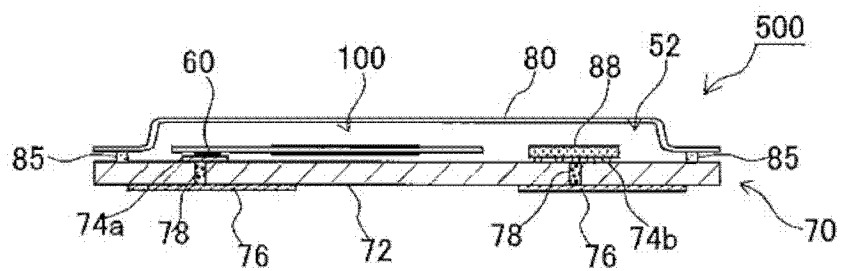


图 19

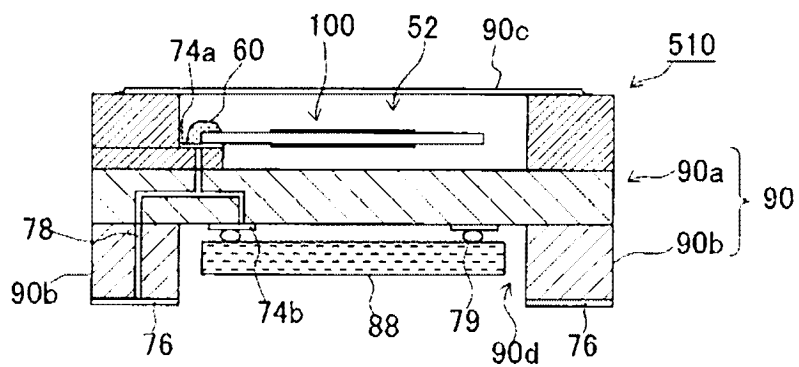


图 20(a)

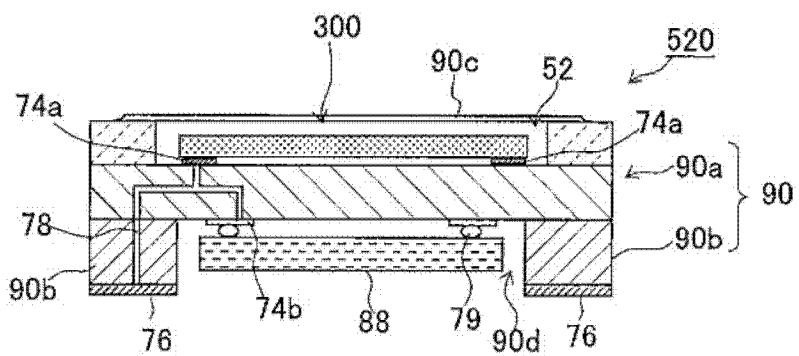


图 20(b)