



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102386878 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 15

(21) 申请号 201110241217. 8

(22) 申请日 2011. 08. 22

(30) 优先权数据

2010-189864 2010. 08. 26 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 大胁卓弥 山中国人

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

公司 11127

代理人 李辉 黄纶伟

(51) Int. Cl.

H03H 9/02(2006. 01)

H03H 9/25(2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2010/047114 A1, 2010. 04. 29, 说明书第 0036-0043 段, 以及说明书附图 1.

WO 2010/047114 A1, 2010. 04. 29, 说明书第

0036-0043 段, 以及说明书附图 1.

CN 101515792 A, 2009. 08. 26, 说明书第 8 页 最后一段至第 9 页第 2 段.

CN 1780143 A, 2006. 05. 31, 全文.

审查员 高民芳

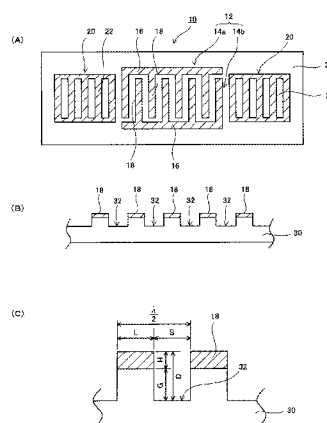
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

表面声波谐振器、表面声波振荡器以及电子设备

(57) 摘要

本发明提供表面声波谐振器、表面声波振荡器以及电子设备。该表面声波谐振器具有：石英基板 (30)，其欧拉角为 ($\varphi=0^\circ$, $110^\circ \leq \theta \leq 150^\circ$, $88^\circ \leq \psi \leq 92^\circ$)；以及 IDT (12、72)，其具有配置在所述石英基板 (30) 上的多个电极指 (18、78)，且激励波为表面声波，该表面声波谐振器的特征在于，在所述石英基板 (30) 上，配置有在所述表面声波的传播方向上排列成条纹状的多个槽 (32、84)，所述电极指 (18、78) 被配置在所述槽 (32) 之间、或者所述槽 (84) 的内部。



1. 一种表面声波谐振器,其具有:
石英基板,其欧拉角为 $\varphi=0^\circ$, $110^\circ \leq \theta \leq 150^\circ$, $88^\circ \leq \psi \leq 92^\circ$;以及
叉指换能器,其具有配置在所述石英基板上的多个电极指,且该叉指换能器的激励波是作为 SH 波的表面声波,
该表面声波谐振器的特征在于,
在所述石英基板上,配置有在所述表面声波的传播方向上排列成条纹状的多个槽,
所述电极指被配置在所述槽的内部。
2. 根据权利要求 1 所述的表面声波谐振器,其特征在于,
在设所述表面声波的波长为 λ 、由所述槽和所述电极指形成的阶梯差为 D 时,所述阶梯差 D 满足如下关系式:
 $0.04\lambda \leq D \leq 0.14\lambda$ 。
3. 根据权利要求 1 所述的表面声波谐振器,其特征在于,
在设所述电极指的膜厚为 H 时,所述膜厚 H 满足下式:
 $0.01\lambda \leq H \leq 0.06\lambda$ 。
4. 一种表面声波振荡器,其特征在于,该表面声波振荡器搭载了权利要求 1 至 3 中任意一项所述的表面声波谐振器。
5. 一种电子设备,其特征在于,该电子设备搭载了权利要求 1 至 3 中任意一项所述的表面声波谐振器。

表面声波谐振器、表面声波振荡器以及电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及表面声波谐振器、采用了该表面声波谐振器的表面声波振荡器以及电子设备。

背景技术

[0002] 一直以来,在移动通信设备的带通滤波器等中广泛采用了表面声波(SAW:Surface Acoustic Wave)滤波器。在这种以往的表面声波滤波器中,具有表面波谐振滤波器和横向滤波器等。

[0003] 例如,作为现有的表面波谐振器滤波器之一,使用温度特性良好的ST切 0° X轴传播的石英基板,在该石英基板上利用由Al构成的电极材料形成IDT(叉指换能器)和反射器等,并使用通过IDT的激励生成的瑞利波。

[0004] 此外,作为另一种表面波谐振滤波器,使用ST切 90° X轴传播的石英基板,在该石英基板上使用由Ta、W、Au等构成的电极材料来形成IDT和反射器等,并使用通过IDT的激励生成的SH波。

[0005] 但是,在前者的、在ST切 0° X轴传播的石英基板上形成了由Al构成的电极的表面波谐振滤波器中,使用了瑞利波,因此存在如下问题:

[0006] (1) 在反射系数小、且使用了反射器的器件例如表面波谐振滤波器中,需要多个反射器指,因此妨碍了小型化。

[0007] (2) 机电耦合系数小,因此损耗大。

[0008] 另一方面,在后者的、在ST切 90° X轴传播的石英基板上利用如Ta、W或Au那样质量负荷高的金属来形成电极的表面波谐振滤波器中,使用了SH波,因此具有如下特征:机电耦合系数大、且反射系数也大,因此能够实现装置的小型化。

[0009] 但是,在利用如Ta、W或Au那样质量负荷大的金属来形成电极的情况下,存在以下问题:与电极宽度和膜厚的偏差相伴的中心频率的偏差变大,不合格率变高。即,存在如下问题:与质量负荷小的Al相比,用于形成电极的材料的质量负荷越大,与膜厚对应的声速变化越急剧,即使产生了与使用质量负荷小的Al时相同程度的电极宽度和膜厚的偏差,中心频率的偏差也会变大。

[0010] 为了解决这种问题,在专利文献1中记述了以下的表面声波滤波器:对在用于产生SH波的石英基板上由Al金属膜形成的IDT指的标准化膜厚(H/λ)进行优化,由此增大了机电耦合系数而减小了损耗,而且能够减小电极膜厚对频率产生的影响。

[0011] 【专利文献1】日本特开2002-330051号公报

[0012] 但是,在专利文献1中仍存在如下问题:当电极膜厚变大时,因膜厚产生偏差而导致频率特性产生偏差,由此导致成品率下降,耗费成本。并且还存在的问题:因与石英基板之间的热应变和老化引起的频率变动变得显著。并且,机电耦合系数的改善也有限。

发明内容

[0013] 因此,本发明着眼于上述问题而提供如下的表面声波谐振器、采用了该表面声波谐振器的表面声波振荡器以及电子设备:它们抑制了频率特性的偏差、以及因与石英基板之间的热应变和老化引起的频率变动,并且改善了机电耦合系数而实现了高可靠性。

[0014] 本发明正是为了解决上述课题中的至少一部分而完成的,可作为以下应用例来实现。

[0015] [应用例 1] 一种表面声波谐振器,其具有:石英基板,其欧拉角为($\varphi=0^\circ$, $110^\circ \leq \theta \leq 150^\circ$, $88^\circ \leq \psi \leq 92^\circ$);以及 IDT,其具有配置在所述石英基板上的多个电极指,且该 IDT 的激励波为表面声波,该表面声波谐振器的特征在于,在所述石英基板上,配置有在所述表面声波的传播方向上排列成条纹状的多个槽,所述电极指被配置在所述槽之间、或者所述槽内部。

[0016] 根据上述结构,较薄地形成了 IDT,因此,能够减轻石英基板上的热应变和频率随时间的变化,并且能够抑制 IDT 的厚度偏差而抑制成本。并且,能够与 IDT 的厚度无关地在石英基板上形成较大的阶梯差,因此能够提高机电耦合系数,从而构成了低损失的表面声波谐振器。

[0017] [应用例 2] 根据应用例 1 所述的表面声波谐振器,其特征在于,在设所述表面声波的波长为 λ 、由所述槽和所述电极指形成的阶梯差为 D 的情况下,所述阶梯差 D 满足如下关系式:

[0018] $0.04\lambda \leq D \leq 0.14\lambda$ 。

[0019] 通过将阶梯差设为上述范围,能够尤其提高机电耦合系数,因此构成了低损失的表面声波谐振器。

[0020] [应用例 3] 根据应用例 1 或 2 所述的表面声波谐振器,其特征在于,在设所述电极指的膜厚为 H 时,所述膜厚 H 满足如下关系式:

[0021] $0.01\lambda \leq H \leq 0.06\lambda$ 。

[0022] 通过将电极指膜厚设为上述范围,能够抑制表面声波谐振器的频率随时间的变动。

[0023] [应用例 4] 一种表面声波振荡器,其特征在于,该表面声波振荡器搭载了应用例 1 至 3 中任意一例所述的表面声波谐振器。

[0024] 根据上述结构,构成了低损失且低成本的表面声波振荡器。

[0025] [应用例 5] 一种电子设备,其特征在于,该电子设备搭载了应用例 1 至 3 中任意一例所述的表面声波谐振器。

[0026] 根据上述结构,构成了低损失且低成本的电子设备。

附图说明

[0027] 图 1 示出了第 1 实施方式的表面声波 (SAW) 谐振器,图 1(A) 是 SAW 谐振器的平面图,图 1(B) 是 SAW 谐振器的局部放大剖视图,图 1(C) 是图 1(B) 的局部放大图。

[0028] 图 2 示出了本实施方式的表面声波 (SAW) 振荡器,图 2(A) 是平面图,图 2(B) 是图 2(A) 的 A-A 线剖视图。

[0029] 图 3 是示出了通过老化试验得到的频率随时间变动的图。

[0030] 图 4 是示出改变 SAW 谐振器上形成的阶梯差时机电耦合系数的变化的图。

[0031] 图 5 示出了第 2 实施方式的表面声波 (SAW) 谐振器,图 5(A) 是平面图,图 5(B) 是图 5(A) 的局部放大剖视图,图 5(C) 是图 5(B) 的局部放大图。

[0032] 标号说明

[0033] 10:SAW 谐振器;12:IDT;14a:梳齿状电极;14b:梳齿状电极;16:总线(busbar);18:电极指;20:反射器;22:导体带;30:石英基板;32:槽;50:IC;52a~52f:焊盘;56:封装;54a~54g:电极图案;56a:底板;58:盖;60:金属线;70:SAW 谐振器;72:IDT;74a:梳齿状电极;74b:梳齿状电极;76:总线;78:电极指;80:反射器;82:导体带;84:槽。

具体实施方式

[0034] 下面,使用图示的实施方式来具体说明本发明。但是,在没有特定说明的情况下,该实施方式所记载的结构要素、种类、组合、形状及其相对配置等只不过是单纯的说明例,并不是要将本发明的范围限定于此。

[0035] 图 1 示出了第 1 实施方式的表面声波 (SAW) 谐振器。此处,图 1(A) 是 SAW 谐振器的平面图,图 1(B) 是 SAW 谐振器的局部放大剖视图,图 1(C) 是图 1(B) 的局部放大图。

[0036] 第 1 实施方式的 SAW 谐振器 10 以石英基板 30、IDT 12 以及反射器 20 等为基础而构成。在本实施方式中,石英基板 30 使用了欧拉角为 ($\varphi=0^\circ$, $110^\circ \leq \theta \leq 150^\circ$, $88^\circ \leq \psi \leq 92^\circ$) 的、ST 切 90° X 轴传播的石英基板。并且,在本实施方式中,在该石英基板 30 上,配设了激励出作为表面声波的 SH 波作为激励波的 IDT 12,并在其两端配设了对 SH 波进行反射的两个反射器 20。另外,在本实施方式的石英基板 30 的欧拉角中, φ 包含 $-1^\circ \leq \varphi \leq 1^\circ$ 范围的容许误差。

[0037] IDT 12 具有一对利用总线 16 将多个电极指 18 的基端部连接起来的梳齿状电极 14a、14b,且隔开规定的间隔,交替地配置构成一个梳齿状电极 14a(或 14b)的电极指 18 和构成另一个梳齿状电极 14b(或 14a)的电极指 18。此处,电极指 18 的长度方向与 X 轴垂直,且电极指 18 在 X 轴方向上排列配置成条纹状。此外,IDT 12 通过所施加的交流电压在相对于 X 轴进行了 90° 面内旋转后的方向上激励出 SH 波。

[0038] 以在 IDT 12 所激励出的 SH 波的传播方向上夹着 IDT 12 的方式设置有一对反射器 20。作为具体的结构,将与构成 IDT 12 的电极指 18 平行地设置的多个导体带 22 的两端分别连接起来。

[0039] 另外,在积极利用来自石英基板的 SAW 传播方向的端面的反射波的端面反射型 SAW 谐振器、或者通过增多 IDT 的电极指对数而由 IDT 自身激励出 SAW 驻波的多对 IDT 型 SAW 谐振器中,不一定需要反射器。

[0040] 作为构成这种结构的 IDT 12 及反射器 20 的电极膜的材料,可采用铝 (Al) 或以 Al 为主体的合金。此外,在采用合金作为电极膜材料的情况下,只要作为主成分的 Al 以外的金属的重量比为 10% 以下即可。

[0041] 具有上述基本结构的 SAW 谐振器 10 中的石英基板 30 在 IDT 12 的电极指 18 之间以及反射器 20 的导体带 22 之间设有槽 32(电极指间槽)。

[0042] 此处,利用设置于石英基板 30 上的槽 32 的深度 (G) 与电极膜 18 的膜厚 (H) 之和来定义基板上形成的阶梯差 ($D = G + H$),而其大小为以 SAW 谐振器 10 产生的 SH 波的波长 λ 为基准的后述的式 1 的范围。另外,关于电极指 18 的宽度 L 与槽 32 的宽度 S 的比例即

线占有率 η ($\eta = S/(L+S)$), 可考虑频率特性等进行恰当的设计。

[0043] 图 2 示出了本实施方式的表面声波 (SAW) 振荡器。图 2(A) 是平面图, 图 2(B) 是图 2(A) 的 A-A 线剖视图。本实施方式的 SAW 振荡器 100 如图 2 所示, 由以下部分构成: 上述 SAW 谐振器 10; 对该 SAW 谐振器 10 的 IDT 12 施加电压而进行驱动控制的 IC (integrated circuit: 集成电路) 50; 以及收纳它们的封装 56。其中, 在图 2 中, 图 2(A) 是去掉盖后的平面图, 图 2(B) 是示出图 2(A) 中的 A-A 剖面的图。

[0044] 在实施方式的 SAW 振荡器 100 中, 将 SAW 谐振器 10 和 IC 50 收纳在同一封装 56 内, 利用金属线 60 将形成在封装 56 的底板 56a 上的电极图案 54a ~ 54g、SAW 谐振器 10 的梳齿状电极 14a、14b 以及 IC 50 的焊盘 52a ~ 52f 连接起来。并且, 利用盖 58 将收纳了 SAW 谐振器 10 和 IC 50 的封装 56 的腔气密地密封。通过这种结构, 能够将 IDT 12 (参照图 1)、IC 50 以及形成在封装 56 的底面上的未图示的外部安装电极电连接。

[0045] 此外, 本实施方式的 SAW 谐振器 10 可搭载于移动电话、硬盘、服务器、计算机、有线 / 无线基站、车载通信设备等电子设备上。

[0046] 本申请的发明人针对改变 SAW 谐振器上形成的阶梯差的大小时、机电耦合系数和频率随时间的变动进行了调查。在该调查中, 作为石英基板, 使用了欧拉角为 ($\varphi=0^\circ$, $\theta=123^\circ$, $\psi=90^\circ$) 的、ST 切 90° X 轴传播的石英基板。此外, 关于调查中使用的 SAW 谐振器, 使用如下三种类型的 SAW 谐振器进行了调查: 类型 1 为, 在石英基板上未形成槽而形成了 IDT, 其中, 通过改变其膜厚来改变阶梯差的大小; 类型 2 为, 将 IDT 的膜厚 (H) 固定为 0.01λ 并且在石英基板上形成了槽, 其中, 通过改变槽的深度来改变阶梯差的大小; 类型 3 为, 将 IDT 的膜厚 (H) 固定为 0.02λ 并且在石英基板上形成了槽, 其中, 通过改变槽的深度来改变阶梯差的大小。另外, 在任意一种类型中都设计成 IDT 的电极指与槽的宽度彼此一致 (线占有率: $\eta=0.5$)。此外, 在类型 2、类型 3 中, IDT 的膜厚 (H) 与槽深度 (G) 之和为阶梯差 ($D=H+G$)。

[0047] 图 3 示出了通过老化试验得到的频率随时间的变动。在老化试验中, 测定了将类型 1 的 SAW 谐振器放置在 125°C 的环境中 3000 小时的情况下的频率变动量。由此可知, 对于类型 1, 当增加 IDT 的膜厚 (H) 时, 频率随时间的变动变大。尤其是在将膜厚设为 0.06λ 以上时, 频率随时间的变动急剧变大。

[0048] 图 4 示出了改变 SAW 谐振器上形成的阶梯差时的机电耦合系数的变化。可知, 对于类型 1, 当增加形成在石英基板上的 IDT 的膜厚 (H) 时, 机电耦合系数的值上升, 当阶梯差大致成为 0.1λ 时, 机电耦合系数的值最大。由图 3、图 4 可知, 对于类型 1, 无法同时实现以下两种优化: 通过调整膜厚而实现的机电耦合系数的优化、以及通过调整膜厚而实现的使频率随时间的变动最小的优化。

[0049] 另一方面, 如图 4 所示, 在类型 2、类型 3 的 SAW 谐振器中, 机电耦合系数随着阶梯差 (D) 的增加而单调地增加, 但展现出与类型 1 大致相同的值。

[0050] 然后, 在阶梯差 (D) 为 0.04λ 时, 对于类型 1 而言, IDT 的膜厚 (H) 为 0.04λ , 而此时的机电耦合系数为 0.191% 。另一方面, 对于类型 2 而言, IDT 的膜厚 (H) 为 0.01λ (固定), 槽深度 (G) 为 0.03λ , 而机电耦合系数为 0.195% 。并且, 对于类型 3 而言, IDT 的膜厚 (H) 为 0.02λ (固定), 槽深度 (G) 为 0.02λ , 而机电耦合系数为 0.192% 。因此可知, 在阶梯差 (D) 为 0.04λ 处, 类型 2、类型 3 的机电耦合系数比类型 1 大, 当进一步增大阶梯差

时,其差距逐渐变大。

[0051] 在该调查中,在 0.14λ 以内的范围内测定了阶梯差 (D),而在类型 2、类型 3 中,未观察到机电耦合系数的减小。此外,类型 2、类型 3 各自的 IDT 的膜厚 (H) 分别为 0.01λ 、 0.02λ ,基于图 3 进行观察时,这相当于未观察到频率随时间的变化的区域。由此可知,类型 2、类型 3 能够在抑制频率随时间变动的同时改善机电耦合系数。因此可知,在本实施方式中,只要将阶梯差 (D) 设计为满足如下关系式即可:

[0052] 【式 1】

[0053] $0.04\lambda \leq D \leq 0.14\lambda$ 。

[0054] 此外,图 3 的结果也能够直接应用于类型 2、类型 3 那样形成了槽的情况,因此,即使在石英基板上形成了槽,只要将 IDT 的膜厚 (H) 设为 0.04λ 以下,就能够抑制频率随时间的变动,且通过调整槽深度能够改善机电耦合系数。另外,图 3 所示的频率变动量在实用应用中处于 10ppm 左右以下是理想的。因此,根据上述调查,通过将 IDT 的膜厚 (H) 设计为满足如下关系式,由此能够在抑制频率随时间变动的同时实现机电耦合系数的改善:

[0055] 【式 2】

[0056] $0.01\lambda \leq H \leq 0.06\lambda$

[0057] 并且,如图 4 所示,在对 IDT 的膜厚为 0.01λ 的类型 2 与 IDT 的膜厚为 0.02λ 的类型 3 进行比较时,可知类型 2 的机电耦合系数更高。因此可知,IDT 的膜厚形成得越薄,机电耦合系数越高。

[0058] 图 5 示出了第 2 实施方式的表面声波 (SAW) 谐振器。图 5(A) 是平面图,图 5(B) 是图 5(A) 的局部放大剖视图。第 2 实施方式的表面声波 (SAW) 谐振器 70 使用了与第 1 实施方式相同的石英基板 30 而形成 IDT (电极指 78、总线 76、梳齿状电极 74a、74b)、反射器 80 (导体带 82),但不同点在于,在 SH 波传播的方向上形成为条纹状的槽 84 的内部底面上形成了电极指。同样,在要形成总线 76、反射器 80 (导体带 82) 的位置处也形成有槽 (未图示),总线 76、反射器 80 (导体带 82) 形成在槽 (未图示) 的内部 (内部底面)。另外, IDT 72 和反射器 80 的形状和方向分别与第 1 实施方式的 IDT 12、反射器 20 相同。因此,第 2 实施方式的 SAW 谐振器 70 的表面声波的激励位置成为槽 84 的内侧底面。此时,由槽 84 的深度 (G) 与电极指 78 的膜厚 (H) 之间的差分形成了阶梯差 ($D = G - H$)。并且,关于设槽 84 (电极指 78) 的宽度为 S、槽 84 之间的距离为 L 时的线占有率 η ($\eta = S / (L + S)$),可考虑 SAW 谐振器 70 的频率特性等进行恰当的设计。另外,本实施方式也能够应用于上述的 SAW 振荡器 100。

[0059] 另一方面,表面声波在石英基板的表面进行传播,但是对于除了 IDT 和反射器以外的石英基板 30 的表面形状,第 1 实施方式与第 2 实施方式之间不存在差异,仅 IDT 12、72 的形成位置不同,因此,表面声波的传播路径不存在差异。因此,在分别对第 1 实施方式与第 2 实施方式的 IDT 12、72 施加相同的交流电压时,各 SAW 谐振器所产生的表面声波彼此相差了 $\lambda/4$ 的相位差,但它们的特性大致形同。在上述调查中,对第 1 实施方式、即在电极指 18 之间形成了槽 32 的情况进行了调查。但是,如上所述,第 2 实施方式、即在槽 84 的内部底面形成有电极指 78 时的特性与第 1 实施方式大致相同。因此,上述调查结果也能够直接应用于第 2 实施方式。因此,在第 2 实施方式中,通过调整阶梯差的大小 (槽 84 的深度 G、电极指 78 的膜厚 H) 等,也能够抑制频率随时间的变动,并且改善机电耦合系数。

[0060] 因此,在任意一个实施方式中都是较薄地形成了 IDT 12、72,因此能够减轻石英基板 30 上的热应变和频率随时间的变化,并且抑制 IDT 12、72 的厚度偏差,从而抑制了成本。并且,能够与 IDT 12、72 的厚度无关地在石英基板上形成较大的阶梯差,因此能够提高机电耦合系数,从而构成了低损失的 SAW 谐振器 10、70。此外,搭载了该 SAW 谐振器 10、70 的 SAW 振荡器 100 和电子设备也能够实现低损失和低成本。

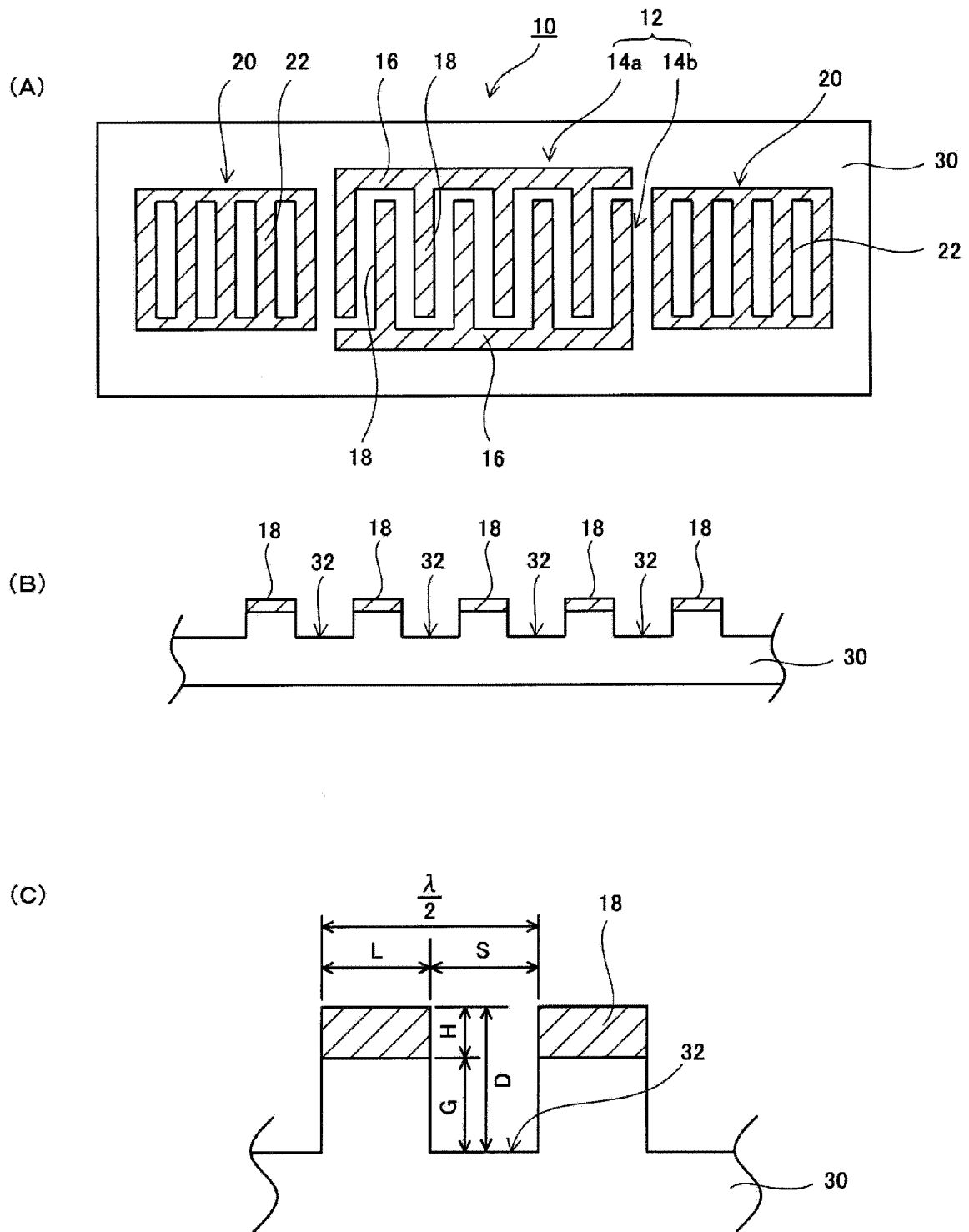


图 1

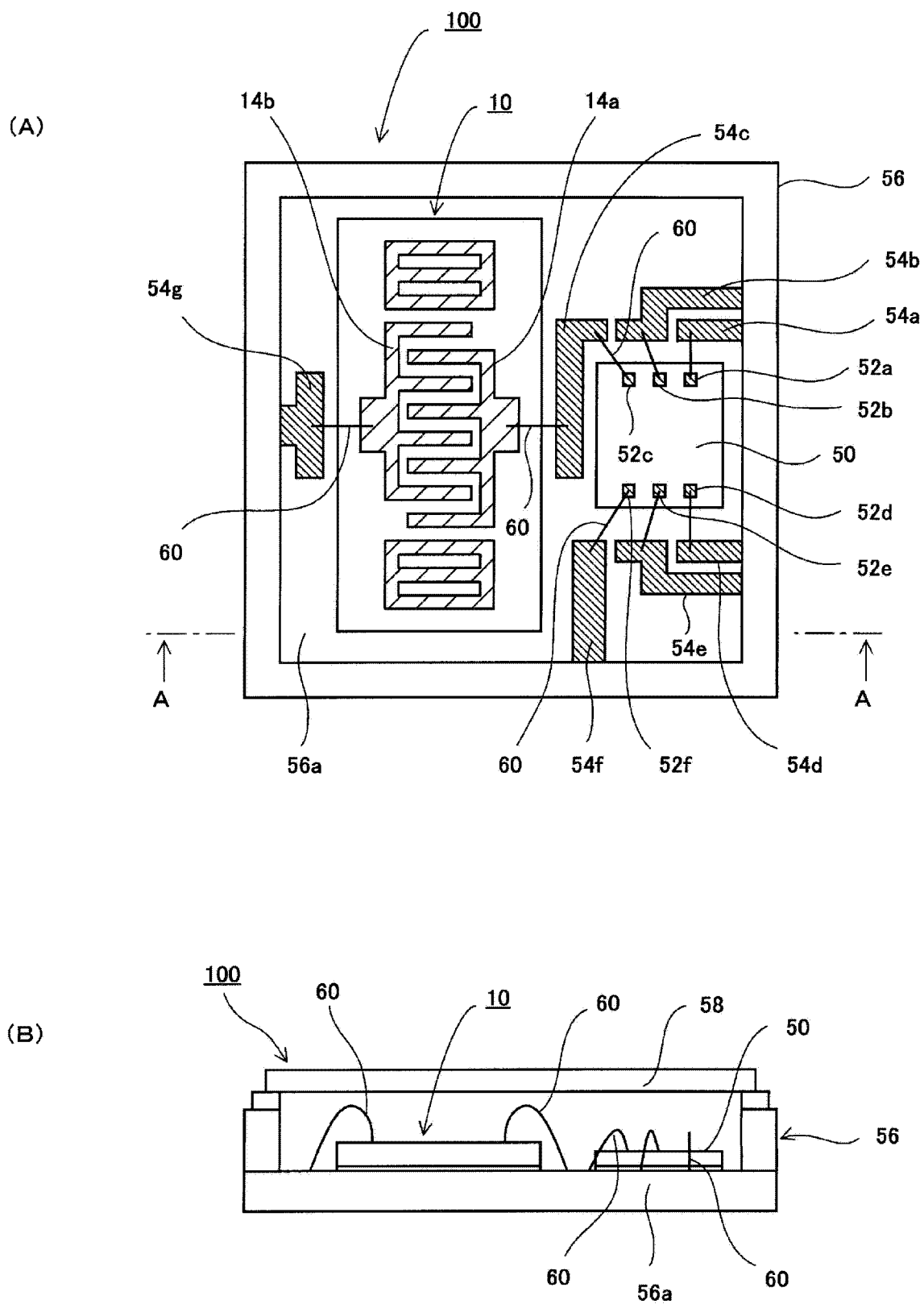


图 2

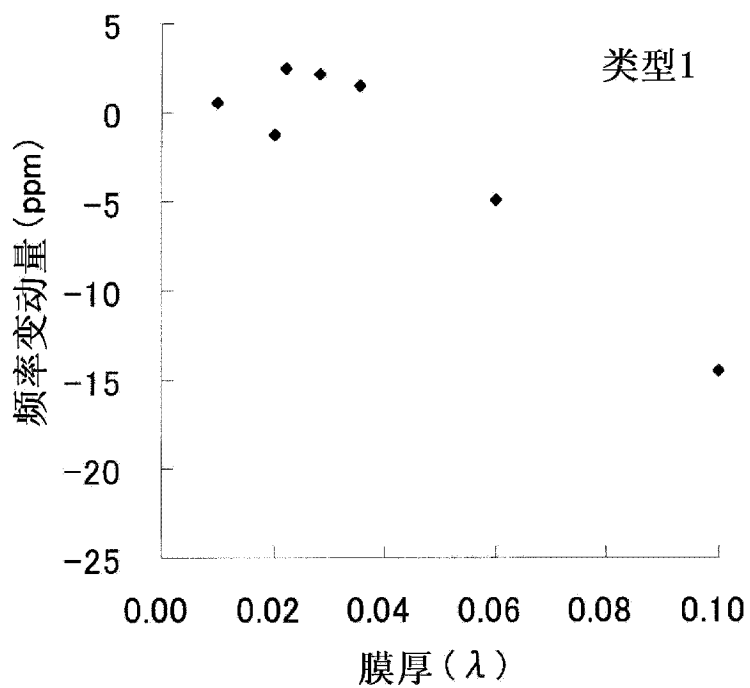


图 3

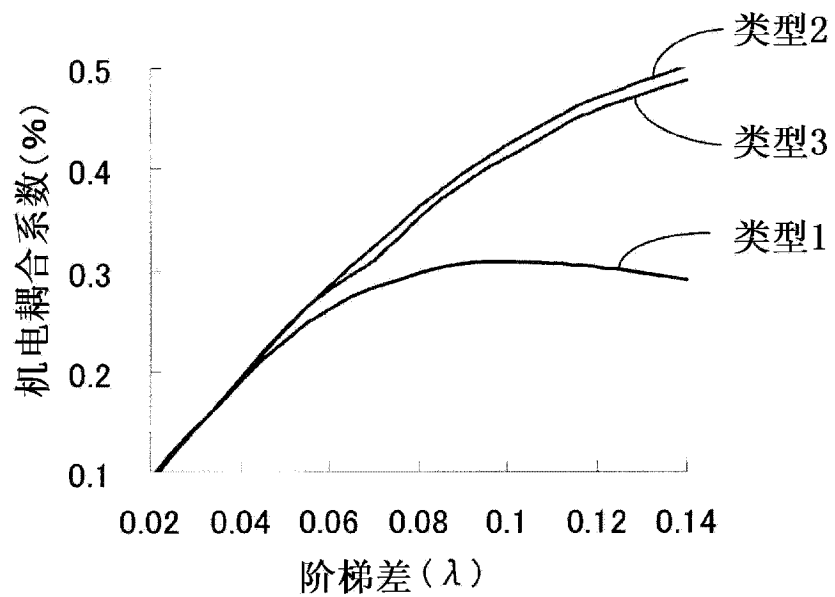


图 4

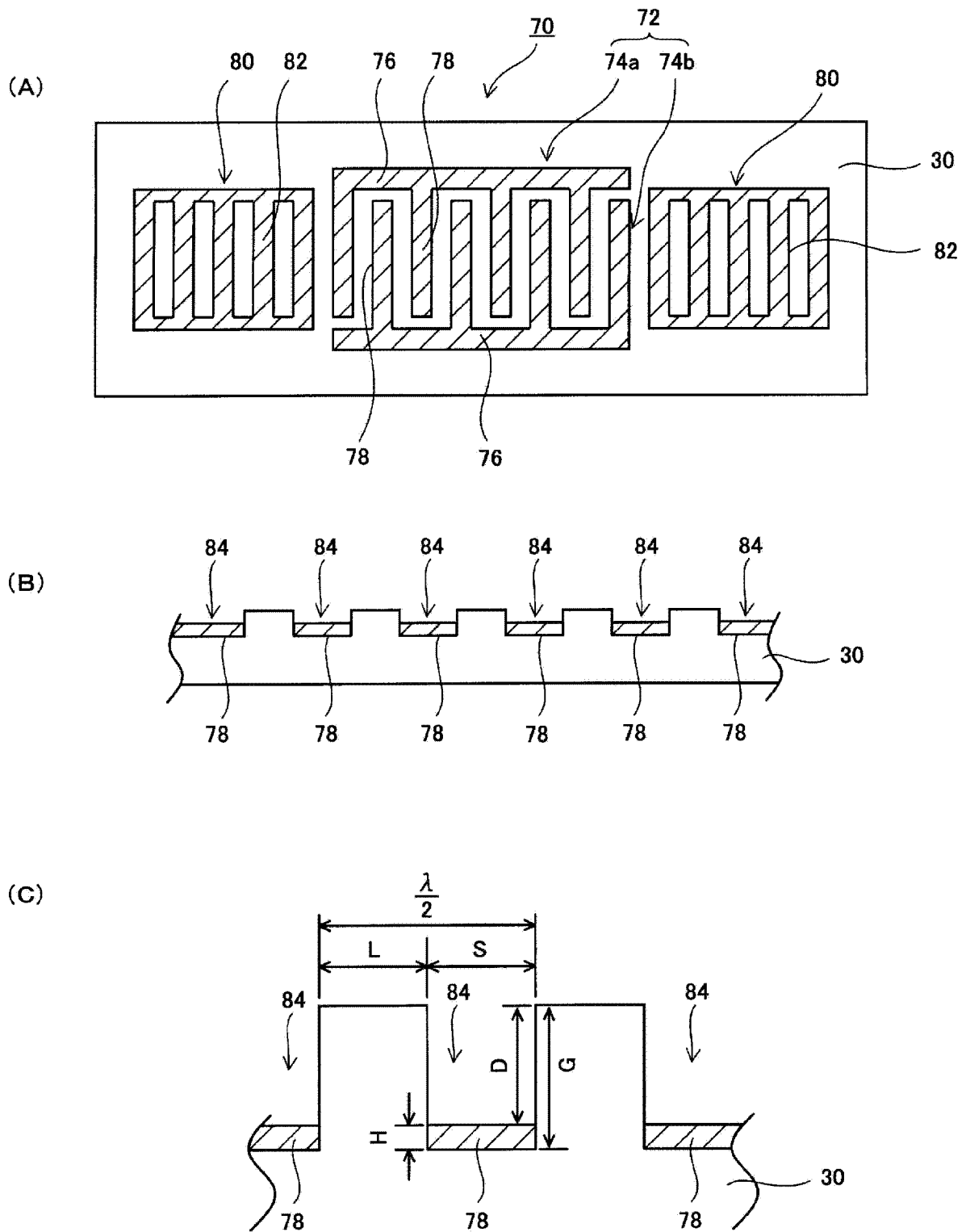


图 5