



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102545825 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 04

(21) 申请号 201110399470. 6

(22) 申请日 2011. 12. 05

(30) 优先权数据

2010-272914 2010. 12. 07 JP

(71) 申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 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 9/145 (2006. 01)

H03H 9/02 (2006. 01)

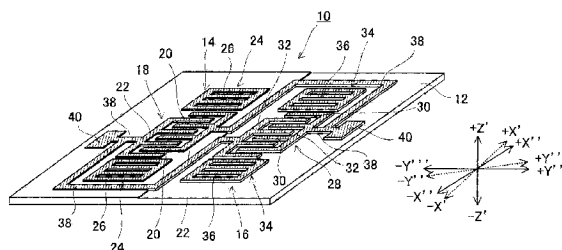
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 7 页

(54) 发明名称

振动器件、振荡器以及电子设备

(57) 摘要

本发明提供振动器件、振荡器以及电子设备。作为课题,提供一种能够使工作温度范围内(-40°C 至 $+85^{\circ}\text{C}$)的频率变动量为10ppm以内的压电器件。该压电器件的特征在于,具有:第1谐振器(14),其具备三次函数温度特性,上述三次函数温度特性中的三次温度系数为 $-\gamma_1$,且 $\gamma_1 > 0$;以及第2谐振器(16),其与第1谐振器14连接,具备三次函数温度特性,上述三次函数温度特性中的三次温度系数为 γ_2 ,且 $\gamma_2 > 0$,第1谐振器14与第2谐振器16之间的拐点之差为 19°C 以下,且满足 $0 < |\gamma_1| \leq |2.4 \gamma_2|$ 的关系。



1. 一种振动器件,其特征在于,该振动器件具有:

第1振子,其具备三次函数温度特性,所述三次函数温度特性中的三次温度系数为 $-\gamma_1$,且 $\gamma_1 > 0$;以及

第2振子,其与所述第1振子相连,具备三次函数温度特性,所述三次函数温度特性中的三次温度系数为 γ_2 ,且 $\gamma_2 > 0$,

所述第1振子与所述第2振子之间的拐点之差为 19°C 以下,且满足 $0 < |\gamma_1| \leq |2.4\gamma_2|$ 的关系。

2. 根据权利要求1所述的振动器件,其特征在于,

所述第1振子和所述第2振子彼此设置在欧拉角为 $(-1.5^\circ \leq \varphi \leq +1.5^\circ, 117^\circ \leq \theta \leq 142^\circ, 42.79^\circ \leq |\psi| \leq 49.75^\circ)$ 的石英基板上,是激励出阻带上端模式的表面声波的表面声波谐振器,

在构成激励出所述表面声波的激励电极的电极指之间具有槽,

在设所述第1振子中的所述电极指之间的槽深度为 G_1 、所述第2振子中的所述电极指之间的槽深度为 G_2 时,满足 $G_1 < G_2$ 的关系。

3. 根据权利要求2所述的振动器件,其特征在于,

所述第1振子和所述第2振子设置在单个压电基板上。

4. 根据权利要求3所述的振动器件,其特征在于,

在所述压电基板上具备台阶,

俯视所述压电基板,所述台阶设置在所述第1振子与所述第2振子之间。

5. 根据权利要求1所述的振动器件,其特征在于,

所述第1振子与所述第2振子并联地电连接。

6. 根据权利要求5所述的振动器件,其特征在于,

与并联地电连接的所述第1振子和所述第2振子并联地电连接了电容器。

7. 根据权利要求1所述的振动器件,其特征在于,

所述第1振子与所述第2振子串联地电连接。

8. 根据权利要求7所述的振动器件,其特征在于,

分别与串联地电连接的所述第1振子和所述第2振子并联地电连接了电感。

9. 一种振荡器,其特征在于,该振荡器具有:

权利要求1所述的振动器件;以及

振荡电路。

10. 一种电子设备,其特征在于,

该电子设备搭载了权利要求1所述的振动器件。

11. 一种振动器件的制造方法,其特征在于,该制造方法包括以下步骤:

制造第1振子,该第1振子具备三次函数温度特性,所述三次函数温度特性中的三次温度系数为 γ_1 ,且 $\gamma_1 > 0$;

制造第2振子,该第2振子具备三次函数温度特性,所述三次函数温度特性中的三次温度系数为 $-\gamma_2$,且 $\gamma_2 > 0$;

从制造出的第1振子组和第2振子组中,选定拐点之差为 19°C 以下且满足 $0 < |\gamma_2| \leq |2.4\gamma_1|$ 的关系的第1振子和第2振子的组合;以及

将选定的所述第 1 振子与所述第 2 振子相连。

振动器件、振荡器以及电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及振动器件、安装了该振动器件的振荡器以及电子设备,特别涉及频率温度特性良好的振动器件、振荡器以及电子设备。

背景技术

[0002] 在压电器件中,特别是在表面声波(SAW:surface acoustic wave)器件中,公知的是利用阻带上端模式的谐振来提高频率温度特性。

[0003] 在专利文献1中公开了如下所述的SAW谐振器:在以特定的切角切出的石英基板上形成能够以阻带上端模式进行激励的IDT时,在IDT的电极指之间设置槽,合理地设定该槽的深度G、电极指的线占有率 η 。如果根据专利文献1中公开的条件来制造SAW谐振器,能够得到良好的频率温度特性,能够实现耐环境特性以及Q值的提高。

[0004] 另外,作为改善频率温度特性的技术,公知有将两个SAW谐振器电连接来将两个频率温度特性合成的技术。例如在专利文献2所公开的技术中,对具备二次函数温度特性且顶点温度彼此不同的两个SAW谐振器进行所谓的横向耦合,由此使得耦合状态下得到的频率温度特性曲线平坦。另外,在非专利文献1中公开了为了改善频率温度特性而连续地连接两个单端口SAW谐振器的结构。具体地讲,公开了与各个单端口SAW谐振器并联连接了电感的结构和排除了该电感的结构(有时具备并联电容器)。

[0005] 【专利文献1】国际公开第2010/098139号

[0006] 【专利文献2】日本特开平9-298446号公报

[0007] 【非专利文献1】G.Martin、H.Schmidt B.Wall“IMPROVED TEMPERATURE STABILITY OF ONE-PORT SAW RESONATORS ACHIEVED WITHOUT COILS”、2007 IEEE Ultrasonics Symposium、p925-928

[0008] 根据如上结构的压电器件,与以往的SAW器件相比,确实能够提高频率温度特性。但是,在专利文献1所公开的SAW器件中,尽管表示出三次温度特性,但是在 -40°C 到 $+85^{\circ}\text{C}$ 的范围内,频率变动量为 $\pm 25\text{ppm}$ 以内,在专利文献2、非专利文献1所公开的SAW器件中,频率变动量更大。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于,提供能够在工作温度范围内(例如, -40°C 到 $+85^{\circ}\text{C}$),比以往进一步提高频率温度特性的振动器件、搭载了该振动器件的振荡器以及电子设备。

[0010] 本发明是为了解决上述问题中的至少一部分而完成的,可作为以下方式或应用例来实现。

[0011] 【应用例1】一种振动器件,其特征在于,该振动器件具有:第1振子,其具备三次函数温度特性,所述三次函数温度特性中的三次温度系数为 $-\gamma_1$,且 $\gamma_1 > 0$;以及第2振子,其与所述第1振子连接,具备三次函数温度特性,所述三次函数温度特性中的三次温度系数为 γ_2 ,且 $\gamma_2 > 0$,所述第1振子与所述第2振子之间的拐点之差为 19°C 以下,且满足0

$< |Y_1| \leq |2.4 Y_2|$ 的关系。

[0012] 根据具有这样的特征的振动器件,能够比以往进一步提高工作温度范围内中的频率变动量。

[0013] 【应用例 2】在应用例 1 所记载的振动器件中,其特征在于,所述第 1 振子和所述第 2 振子彼此设置在欧拉角为 ($-1.5^\circ \leq \varphi \leq +1.5^\circ$, $117^\circ \leq \theta \leq 142^\circ$, $42.79^\circ \leq |\psi| \leq 49.75^\circ$) 的石英基板上,是激励出阻带上端模式的表面声波的表面声波谐振器,在构成激励出所述表面声波的激励电极的电极指之间具有槽,在设所述第 1 振子中的所述电极指之间的槽深度为 G_1 、所述第 2 振子中的所述电极指之间的槽深度为 G_2 时,满足 $G_1 < G_2$ 的关系。

[0014] 根据具有这样的特征的振动器件,能够利用相同切角的基板来制造器件。

[0015] 【应用例 3】在应用例 2 所记载的振动器件中,其特征在于,所述第 1 振子和所述第 2 振子设置在单个压电基板上。

[0016] 根据具有这样的特征的振动器件,作为一个元件,能够制造出频率变动量非常小的装置。

[0017] 【应用例 4】在应用例 3 所记载的振动器件中,其特征在于,在所述压电基板上具备台阶,俯视所述压电基板,所述台阶设置在所述第 1 振子与所述第 2 振子之间。

[0018] 根据具有这样的特征的振动器件,可利用台阶部分来抑制在第 1 振子与第 2 振子之间传播的无用波。另外,还能够降低第 1 振子与第 2 振子之间的不必要的声学耦合。

[0019] 【应用例 5】在应用例 1 至应用例 4 中任意一例所记载的振动器件中,其特征在于,所述第 1 振子与所述第 2 振子并联地电连接。

[0020] 【应用例 6】在应用例 5 所记载的振动器件中,其特征在于,与并联地电连接的所述第 1 振子和所述第 2 振子并联地电连接了电容器。

[0021] 根据具有这样的特征的振动器件,可通过电容器的电容来改变第 1 振子与第 2 振子之间的耦合度。

[0022] 【应用例 7】在应用例 1 至应用例 4 中任意一例所记载的振动器件中,其特征在于,所述第 1 振子与所述第 2 振子串联地电连接。

[0023] 【应用例 8】在应用例 7 所记载的振动器件中,其特征在于,分别与串联地电连接的所述第 1 振子和所述第 2 振子并联地电连接了电感。

[0024] 根据具有这样的特征的振动器件,可通过改变电感的值来改变第 1 振子与第 2 振子之间的耦合度。

[0025] 【应用例 9】一种振荡器,其特征在于,该振荡器具有应用例 1 至应用例 8 中任意一例所记载的振动器件;以及振荡电路。

[0026] 根据具有这样的特征的振荡器,能够得到基于上述结构的效果,能够在很广阔的工作温度范围内,实现高精度的振荡,提高可靠性。

[0027] 【应用例 10】一种电子设备,其特征在于,所述电子设备搭载了应用例 1 至应用例 8 中任意一例所记载的振动器件。

[0028] 根据具有这样的特征的电子设备,能够提供在很广阔的工作温度范围内可靠性高的电子设备。

[0029] 【应用例 11】一种振动器件的制造方法,其特征在于,该制造方法包括以下步骤:制

造第 1 振子, 该第 1 振子具备三次函数温度特性, 所述三次函数温度特性中的三次温度系数为 γ_1 , 且 $\gamma_1 > 0$; 制造第 2 振子, 该第 2 振子具备三次函数温度特性, 所述三次函数温度特性中的三次温度系数为 $-\gamma_2$, 且 $\gamma_2 > 0$; 从制造出的第 1 振子组和第 2 振子组中, 选定拐点之差为 19°C 以下且满足 $0 < |\gamma_2| \leq |2.4\gamma_1|$ 的关系的第 1 振子和第 2 振子的组合; 以及将选定的所述第 1 振子与所述第 2 振子相连。

[0030] 根据具有这样的特征的振动器件的制造方法, 能够适当地组合频率温度特性良好的第 1 振子和第 2 振子。因此, 能够减少制造之后的不良, 提高成品率。

附图说明

[0031] 图 1 是表示实施方式的 SAW 器件的结构立体图。

[0032] 图 2 是表示实施方式的 SAW 器件中的第 1 谐振器和第 2 谐振器的槽深度 G_1 、 G_2 、电极膜厚 H_1 、 H_2 、电极指宽度 L_1 、 L_2 、槽宽度 S_1 、 S_2 以及波长 λ 的关系的剖面图。

[0033] 图 3 是表示电极膜厚 H 为 0.02λ 时的槽深度 G 与三次温度系数 γ 的关系的曲线图。

[0034] 图 4 是表示电极膜厚 H 为 0.03λ 时的槽深度 G 与三次温度系数 γ 的关系的曲线图。

[0035] 图 5 是表示电极膜厚 H 为 0.04λ 时的槽深度 G 与三次温度系数 γ 的关系的曲线图。

[0036] 图 6 是表示线占有率 η 与拐点 T_i 的关系的曲线图。

[0037] 图 7 是表示特定条件下的第 1 谐振器的频率温度特性和第 2 谐振器的频率温度特性的曲线图。

[0038] 图 8 是表示使特定条件下的第 1 谐振器的频率温度特性与第 2 谐振器的频率温度特性相结合而得到的频率温度特性的曲线图。

[0039] 图 9 是表示两个 SAW 谐振器间的拐点 T_i 的差分温度与频率变动量的关系的曲线图。

[0040] 图 10 是表示两个 SAW 谐振器之间的三次温度系数 γ 的比例与频率变动量的关系的曲线图。

[0041] 图 11 是表示实施方式的 SAW 器件的变形例的立体图。

[0042] 图 12 是设置电容器作为外置元件时的电路图。

[0043] 图 13 是设置电感作为外置元件时的电路图。

[0044] 图 14 是表示实施方式的搭载了压电器件的振荡器的结构的俯视图。

[0045] 符号说明

[0046] 10: SAW 器件; 12: 石英基板; 14: 第 1 谐振器; 16: 第 2 谐振器; 18: IDT; 20: 电极指; 22: 总线; 24: 反射器; 26: 导体带; 28: IDT; 30: 电极指; 32: 总线; 34: 反射器; 36: 导体带; 38: 引出电极; 40: 输入输出电极。

具体实施方式

[0047] 以下, 参照附图详细说明本发明的振动器件、振荡器以及电子设备的实施方式。另外, 在本实施方式中, 作为振动器件的一例, 以压电器件、特别是表面声波器件 (以下, 简称

为 SAW 器件)为例进行说明。

[0048] 如图 1 所示,本实施方式的表面声波器件(以下,简称为 SAW 器件 10)是以石英基板 12、形成在该石英基板 12 上的两个 SAW 谐振器(第 1 谐振器(第 1 振子)14、第 2 谐振器(第 2 振子)16)为基础而构成的。第 1 谐振器 14 和第 2 谐振器 16 彼此以 IDT 18、28、反射器 24、34 为基础而构成,且经由引出电极 38 与输入输出电极 40 连接。

[0049] 石英基板 12 采用了由欧拉角($-1.5^{\circ} \leq \varphi \leq +1.5^{\circ}$, $117^{\circ} \leq \theta \leq 142^{\circ}$, $42.79^{\circ} \leq |\psi| \leq 49.75^{\circ}$)表示的面内旋转 ST 切石英基板。另外,用欧拉角(0° , 0° , 0°)表示的基板为具有与 Z 轴垂直的主面的 Z 切基板。这里,欧拉角(φ , θ , ψ)中的 φ 是关于 Z 切基板的第 1 旋转的参数,是将 Z 轴作为旋转轴、将从 +X 轴向 +Y 轴侧旋转的方向作为正旋转角度的第 1 旋转角度。 θ 是关于 Z 切基板在第 1 旋转后进行的第 2 旋转的参数,是将第 1 旋转后的 X 轴(= X' 轴)作为旋转轴、将第 1 旋转后的从 +Y 轴(= +Y' 轴)向 +Z 轴旋转的方向作为正旋转角度的第 2 旋转角度。压电基板的切面由第 1 旋转角度 φ 和第 2 旋转角度 θ 决定。 ψ 是关于 Z 切基板在第 2 旋转后进行的第 3 旋转的参数,是将第 2 旋转后的 Z 轴(= Z' 轴)作为旋转轴、将从第 2 旋转后的 +X(= X' 轴)轴向第 2 旋转后的 +Y 轴(+Y' 轴)侧旋转的方向作为正旋转角度的第 3 旋转角度。SAW 的传播方向由相对于第 2 旋转后的 X 轴(= X' 轴)的第 3 旋转角度 ψ 来表示。

[0050] 在本实施方式中, IDT 18 和 IDT 28 彼此形成在一个石英基板 12 上。IDT 18、28 各自具有一对梳齿状电极。梳齿状电极是分别用总线 22、32 连接多个电极指 20、30 的基端部而构成的。IDT 18、28 是通过如下方式构成的:将梳齿状电极中的电极指 20、30 配置为彼此嵌合,并且以在相邻的电极指 20、30 间设置规定间隔的方式组合梳齿状电极。在本实施方式中,构成梳齿状电极的电极指 20、30 从总线 22、32 起延伸的延伸方向被设置成与相对于作为石英晶轴的 X 轴具有倾斜度的 X' 轴垂直。由第 1 谐振器 14、第 2 谐振器 16 激励出的 SAW 是 Rayleigh 型的 SAW, Z' 轴和 X'' 轴双方均具有振动位移分量。并且,通过这样地使 SAW 的传播方向偏离于作为石英晶轴的 X 轴,能够激励出阻带上端模式的 SAW。另外,本申请的发明人确认到:通过这样地将石英基板的切角设为欧拉角($-1.5^{\circ} \leq \varphi \leq +1.5^{\circ}$, $117^{\circ} \leq \theta \leq 142^{\circ}$, $42.79^{\circ} \leq |\psi| \leq 49.75^{\circ}$)并且使用阻带上端模式,能够在 SAW 谐振器中得到可用三次函数表示的频率温度特性。

[0051] 以在 SAW 的传播方向夹着各 IDT 18、28 的方式各设有一对反射器 24、34。作为具体结构,将与构成 IDT 18、28 的电极指 20、30 平行地设置的多个导体带 26、36 的两端相连。多个导体带 26、36 各自的连接位置不是必须为两端,也可以是仅在一端连接的方式、或者在一端与另一端之间的任意位置处进行连接的方式等。

[0052] 另外,在积极利用来自石英基板 12 的 SAW 传播方向的端面的反射波的端面反射型 SAW 谐振器、或设置多对 IDT 的电极指而由 IDT 自身激励出 SAW 驻波的多对 IDT 型 SAW 谐振器中,反射器不是必须的。

[0053] 输入输出电极 40 是用作输入端口(或者输出端口)和输出端口(或者输入端口)而设置的一对图案电极。

[0054] 引出电极 38 是以电气方式将两个 IDT 18、28 与一对输入输出电极 40 并联连接的图案电极。在本实施方式中,引出电极 38 被配置成:使得两个 IDT 18、28 在经由输入输出电极 40 施加的电压的作用下激励出的双方的 SAW 的相位一致或者大致一致。构成这些 IDT

18、28、反射器 24、34、输入输出电极 40 以及引出电极 38 等的图案电极可将铝 (Al) 或以 Al 为主体的合金用作构成材料。

[0055] 本实施方式的 SAW 器件 10 在构成 IDT 18 (具体的讲是梳齿状电极) 的多个电极指 20 之间、以及构成 IDT 28 的多个电极指 30 之间设有槽。槽深度 G 对 SAW 器件的三次温度系数 γ 有影响,一般公知的是,三次温度系数的值 (绝对值) 越小,频率温度特性越好。

[0056] 图 2 是图 1 所示的本实施方式的 SAW 器件 10 中的构成 IDT 18 的电极指 20、构成 IDT 28 的电极指 30 的局部剖面放大图。图 2 中 λ 表示 IDT 18 及 IDT 28 中的 SAW 的波长。另外, L_1 表示电极指 20 的宽度, L_2 表示电极指 30 的宽度, S_1 表示相邻的电极指 20 之间形成的槽的宽度, S_2 表示相邻的电极指 30 之间形成的槽的宽度。此外, G_1 表示 IDT 18 中的槽深度, G_2 表示 IDT 28 中的槽深度, H_1 表示 IDT 18 中的电极膜厚, H_2 表示 IDT 28 中的电极膜厚。另外,以下所示的线占有率 η (η_1, η_2) 是用电极指之间的节距 (pitch) $\lambda/2$ ($= L_1+S_1$ 或者 L_2+S_2) 除以电极指的宽度 L (L_1, L_2) 而得到的值。

[0057] 三次温度系数 γ 与槽深度 G 之间的关系是,关于欧拉角中表示第 3 旋转角度的 ψ ,在 $|42^\circ \sim 45^\circ|$ 的范围内,通过恰当选择使得频率温度特性最良好的角度来实施仿真,从而能够得到图 3 至图 5 所示的曲线图。另外,在图 3 至图 5 中,横轴表示与表面声波的波长 λ 对应的槽深度 G 的比例,纵轴表示三次温度系数 γ 的值。另外,图 3 是表示设构成激励电极的电极的膜厚 (电极膜厚 H) 为 0.02λ 时的例子曲线图。另外,图 4 是表示设构成激励电极的电极的膜厚 (电极膜厚 H) 为 0.03λ 时的例子曲线图。另外,图 5 是表示设构成激励电极的电极的膜厚 (电极膜厚 H) 为 0.04λ 时的例子曲线图。

[0058] 根据设电极膜厚 H 为 0.02λ 的图 3 可知,在槽深度 G 为 0.01λ 的点附近,三次温度系数的正负发生了反转。

[0059] 另外,根据设电极膜厚 H 为 0.03λ 的图 4 可知,在槽深度 G 为 0.015λ 的点附近,三次温度系数的正负发生了反转。

[0060] 进而,根据设电极膜厚 H 为 0.04λ 的图 5 可知,在槽深度 G 为 0.013λ 的点附近,三次温度系数的正负发生了反转。

[0061] 另外,根据图 3 至图 5 所示的仿真可知,在槽深度 G 为 $0.01\lambda \sim 0.05\lambda$ 的范围中,三次温度系数 γ 均处于 $-0.1(10^{-10}/^\circ\text{C}^3) \sim +0.1(10^{-10}/^\circ\text{C}^3)$ 的范围内。而且,根据图 3 至图 5 可知,在三次温度系数为负值时,与三次温度系数为正值的情况相比,槽深度 G 较浅。

[0062] 另外,用于得到图 3 至图 5 所示的曲线图的仿真以 IDT 中的电极指对数为 210 对、反射器的导体带为 97 个 (每一侧) 的 SAW 谐振器为模型来进行的。

[0063] 另外,把电极指的对数、导体带的个数相同、且电极膜厚为 0.02λ 、槽深度 G 为 0.05λ 的 SAW 谐振器作为模型,实施了线占有率 η 与拐点 T_i 之间的关系的仿真,其结果是,能够得到图 6 所示的曲线图。根据图 6 可知,拐点 T_i 的值随线占有率 η 的变动而以对数函数的形式变化。而且还可知,在线占有率 η 小于 0.63 时,拐点 T_i 的变动表现出剧烈的变化,而在 0.63 以上时,拐点 T_i 的变动表现出平缓的变化。另外,在槽深度 G 为 0.05λ 以外时,也可根据线占有率 η 来改变拐点 T_i 。

[0064] 根据这些结果,在第 1 谐振器 14 与第 2 谐振器 16 之间,通过使构成 IDT 18、28 的电极指 20、30 之间的槽深度 G 不同,能够使三次温度系数的符号彼此相反,使表示频率温度特性的三次曲线反转。

[0065] 另外,关于根据表示频率温度特性的三次曲线所知的拐点,可通过调整线占有率 η 来对该拐点进行控制。

[0066] 由此,如果使第 1 谐振器 14 中的频率温度特性与第 2 谐振器 16 中的频率温度特性的三次温度系数的符号的正负成为彼此相反的关系并将它们结合,则能够得到平坦的、即频率变动量小的频率温度特性。这里,设第 1 谐振器 14 中的三次温度系数为 $-\gamma_1$ 、第 2 谐振器 16 中的三次温度系数为 γ_2 , γ_1 、 γ_2 分别满足 $\gamma_1 > 0$ 且 $\gamma_2 > 0$ 的条件。从图 3 至图 5 所示的曲线图也能看出,在第 1 谐振器 14 中的三次温度系数为负值、第 2 谐振器 16 中的三次温度系数为正值的情况下,第 1 谐振器 14 中的槽深度 G_1 与第 2 谐振器 16 中的槽深度 G_2 之间的关系满足 $G_1 < G_2$ 的关系。

[0067] 图 7 所示的曲线图表示使用了由欧拉角表示为 $(0^\circ, 123^\circ, 43.6^\circ)$ 的切角的石英基板 12 的 SAW 器件 10 中的第 1 谐振器 14 和第 2 谐振器 16 的频率温度特性。在图 7 所示的例子情况下,第 1 谐振器 14 中的 IDT 18 的电极膜厚 H_1 为 0.03λ ,槽深度 G_1 为 0.010λ ,线占有率 η_1 为 0.69(图中实线)。另一方面,第 2 谐振器 16 中的 IDT 28 的电极膜厚 H_2 为 0.02λ ,槽深度 G_2 为 0.045λ ,线占有率 η_2 为 0.064(图中虚线)。另外,关于求取槽深度 G_1 、 G_2 与电极膜厚 H_1 、 H_2 及波长 λ 的关系、以及线占有率 η_1 、 η_2 所需的电极指宽度 L_1 、 L_2 以及槽宽度 S_1 、 S_2 的关系,如图 2 所示。

[0068] 当把图 7 所示的第 1 谐振器 14 的频率温度特性与第 2 谐振器 16 的频率温度特性合成时,频率温度特性如图 8 所示。即、 $-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$ 的温度带中的频率变动量仅为 2.5ppm 左右。由此可以说,本实施方式的 SAW 器件 10 与以往的 SAW 器件相比,能够飞跃性地提高频率温度特性。

[0069] 但是,在本实施方式的 SAW 器件 10 中,是把第 1 谐振器 14 的频率温度特性与第 2 谐振器 16 的频率温度特性合成,由此得到 SAW 器件 10 的频率温度特性。因此,在表示第 1 谐振器 14 的频率温度特性和第 2 谐振器 16 的频率温度特性的倾斜度、即三次温度系数相等的情况下,当两者的拐点偏离时,频率温度特性也有可能变差。因此,对两个 SAW 谐振器之间的拐点 T_i 的差分温度的容许范围进行研究。

[0070] 图 9 所示的曲线图示出了:表现出图 8(图 7) 的频率温度特性的第 1 谐振器 14 与第 2 谐振器 16 中的拐点 T_i 的偏离量(拐点的差分温度)、和因拐点 T_i 的偏离产生的频率变动量的大小。根据图 9 可知,如果拐点 T_i 的差分温度为 19°C 以内,则 SAW 器件的频率温度特性的频率变动量为 10ppm 以内。也就是说,如果拐点 T_i 的差分温度为 19°C 以内,则即使三次温度系数显著变大,也能够解决本申请的课题,即比现有技术进一步提高频率温度特性。

[0071] 另外,当然,在第 1 谐振器 14 的三次温度系数 $-\gamma_1$ 与第 2 谐振器 16 的三次温度系数 γ_2 的绝对值不同的情况下,在表现为三次曲线的频率温度特性的合成时的抵消中会产生偏差,从而 SAW 器件 10 的频率温度特性变差。因此,对与两个 SAW 谐振器之间的三次温度系数 γ 的关系有关的容许范围进行研究。

[0072] 图 10 是表示第 1 谐振器 14 的三次温度系数 $-\gamma_1$ 和第 2 谐振器 16 的三次温度系数 γ_2 之间的比率与频率变动量的关系的曲线图。从图 10 中首先可知,当 $\gamma_1 = \gamma_2$ 时、即 $\gamma_1/\gamma_2 = 1$ 时,频率变动量为 0ppm。另外,从图 10 还可知,如果是 $\gamma_1/\gamma_2 > 0$ 且 $\gamma_1/\gamma_2 \leq 2.4$ 的范围、即 $0 < |\gamma_1| \leq |2.4\gamma_2|$ 的范围,则合成后的频率温度特性中的频率变

动量为 10ppm 以内。

[0073] 如果是如上结构的 SAW 器件 10, 则能够将 -40°C 到 $+85^{\circ}\text{C}$ 的工作温度范围内的频率变动量抑制到 10ppm 以内, 与以往相比, 能够飞跃性地提高频率温度特性。

[0074] 另外, 在图 1 所示的方式中示出了如下情况: 在俯视单个石英基板 12 时, 通过在第 1 谐振器 14 与第 2 谐振器 16 之间设置台阶, 从而对第 1 谐振器 14 与第 2 谐振器 16 之间的槽深度 $G(G_1、G_2)$ 赋予了差值。在如上所述构成时, 可通过台阶部分, 抑制在第 1 谐振器 14 与第 2 谐振器 16 之间传播的无用波。另外, 该台阶部分还能起到降低第 1 谐振器 14 与第 2 谐振器 16 之间不必要的声学耦合的效果。

[0075] 但是, 在石英基板 12 上设置台阶的结构不是必需的要素, 如图 11 所示, 本实施方式的 SAW 器件 10 也可以构成为, 在使石英基板 12 平坦的基础上, 对电极形成部进行蚀刻来对槽深度 G 赋予变化。另外, 在为这种结构的情况下, 两个谐振器之间产生的台阶可以位于引出电极 38 上。

[0076] 另外, 上述实施方式的 SAW 器件 10 构成为在单个石英基板 12 上形成第 1 谐振器 14 和第 2 谐振器 16 这两者。但是, 本发明的压电器件也可以是如下形式: 用不同的基板形成第 1 谐振器和第 2 谐振器, 并将这些谐振器电连接。在为这种结构的情况下, 也能够得到同样的效果。

[0077] 具体地讲, 具有以下步骤: 制造设计上的三次温度系数为 $-\gamma_1$ 的第 1 谐振器的步骤、和制造设计上的三次温度系数为 γ_2 的第 2 谐振器的步骤。另外, 第 1 谐振器的生产线与第 2 谐振器的生产线可以是相同的生产线, 也可以是不同的生产线。

[0078] 针对制造出的第 1 谐振器组和第 2 谐振器组, 分别计测拐点 T_i 和三次温度系数 γ 。之后, 从进行了拐点 T_i 和三次温度系数 γ 的计测后的第 1 谐振器组和第 2 谐振器组中, 选择如下组合: 两个谐振器中的拐点 T_i 之差为 19°C 以下, 第 1 谐振器中的三次温度系数 $-\gamma_1$ 与第 2 谐振器中的三次温度系数 γ_2 之间的关系满足 $0 < |\gamma_1| \leq |2.4\gamma_2|$ 的关系。这里, 所选择的两个谐振器优选为: 拐点 T_i 之差近似为 0, 第 1 谐振器的三次温度系数 $-\gamma_1$ 与第 2 谐振器的三次温度系数 γ_2 的绝对值成近似的关系。

[0079] 在选择了第 1 谐振器和第 2 谐振器之后, 电连接成使得两个谐振器相对于输入输出电极成为并联关系。

[0080] 如果用如上所述的方法构成压电器件, 则与在单个基板上构成两个谐振器的情况相比, 能够以使拐点 T_i 之差及三次温度系数 γ 的关系最佳的方式进行组合, 能够提高成品率。

[0081] 另外, 在上述实施方式中, 记载了采用石英基板 12 作为基板的情况。不过, 对于本发明的压电器件而言, 只要是能够得到三次温度系数的结构即可, 基板的构成材料不是必须为石英。例如, 也可以是能够激励出 SAW 的钽酸锂或铌酸锂等。

[0082] 另外, 在上述实施方式中, 将第 1 振子、第 2 振子都设为 SAW 谐振器进行了说明。不过, 只要本发明的振动器件是频率温度特性表现出三次曲线的振子、且第 1 振子中的三次温度系数 $-\gamma_1$ 与第 2 振子中的三次温度系数 γ_2 满足 $0 < |\gamma_1| \leq |2.4\gamma_2|$ 的关系即可, 对其形式没有特别限定。例如, 第 1 振子也可以是三次温度系数为 $-\gamma_1$ 的 AT 切振子, 第 2 振子也可以是三次温度系数为 γ_2 的 SAW 谐振器。

[0083] 另外, 如图 12 所示, 本发明的振动器件也可以设置电容器。在这样构成的情况下,

第 1 振子 14a 和第 2 振子 16a 以及电容器 70 可以并联连接到输入（输出）端子和输出（输入）端子上。通过这种结构，能够利用电容器 70 的电容来改变第 1 振子 14a 与第 2 振子 16a 的耦合度。

[0084] 另外，关于上述实施方式的振动器件，均以第 1 振子（第 1 谐振器 14）与第 2 振子（第 2 谐振器 16）并联地电连接的例子进行了说明。但是，如图 13 所示，本发明的振动器件也可以通过串联连接在输入（输出）端子和输出（输入）端子上方式来配置第 1 振子 14a 和第 2 振子 16a。而且在采用了这样的连接方式的情况下，如该图所示，也可以分别与第 1 振子 14a 和第 2 振子 16a 并联地设置电感 72。这是因为，如果连接电感 72，则可通过改变电感 72 的值来改变第 1 振子 14a 和第 2 振子 16a 的耦合度。

[0085] 接着，参照图 14 说明本发明的 SAW 振荡器。如图 14 所示，本发明的 SAW 振荡器具有：上述的 SAW 器件 10；形成在该 SAW 器件 10 上的第 1 谐振器 14；向构成第 2 谐振器 16 的 IDT 18、28 施加电压来进行驱动控制的 IC(integrated circuit: 集成电路) 50；以及收纳这些部件的封装 56。

[0086] 在实施方式的 SAW 振荡器 100 中，将 SAW 器件 10 和 IC 50 收纳在同一封装 56 中，通过金属线 60 将形成在封装 56 的底板 56a 上的电极图案 54a ~ 54g 与形成在 SAW 器件 10 上的输入输出电极 40 及 IC 50 的焊盘 52a ~ 52f 相连。并且，通过盖（未图示）来气密地密封收纳了 SAW 器件 10 和 IC 50 的封装 56 的腔。通过如上所述的结构，能够将 IDT 18、28 和 IC 50 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。

[0087] 另外，本发明的 SAW 谐振器可用作便携电话、硬盘、服务器以及有线 / 无线基站中的时钟源，本发明的电子设备是在这些便携电话和硬盘等中搭载了上述 SAW 谐振器的设备。

[0088] 在上述实施方式中，作为振动器件，特别以激励出表面声波的压电器件为例，说明了比现有技术提高了频率温度特性的情况。但是，本申请的思想也可以应用于压电方式以外的驱动方式的振动器件。例如，即使对于基于库仑力的静电驱动的振子、使用了硅半导体的 MEMS 振子等而言，只要是具备三次函数温度特性且三次温度系数的符号相反的两个振子，就能够应用本发明。

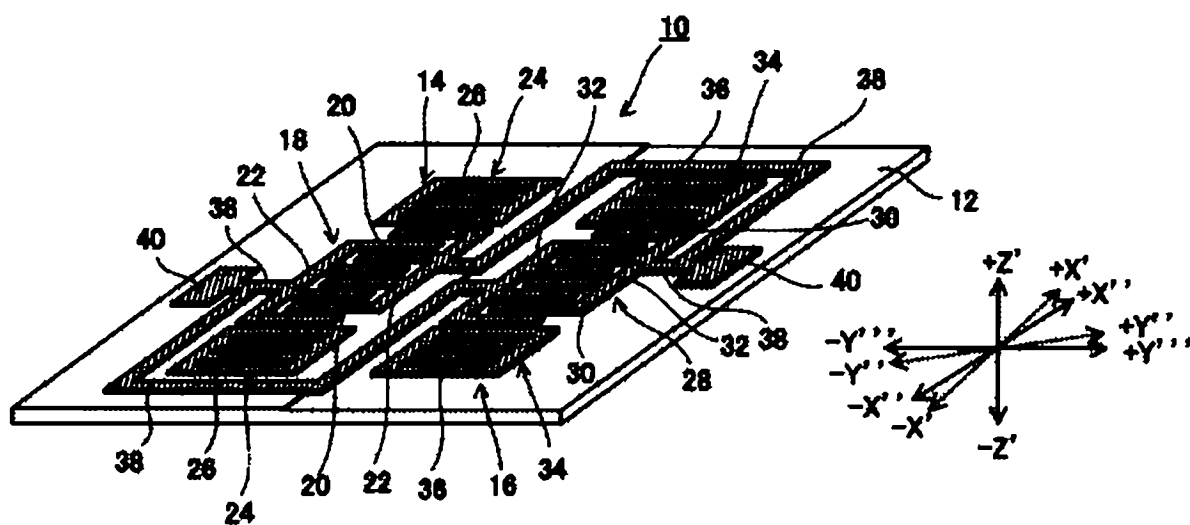


图 1

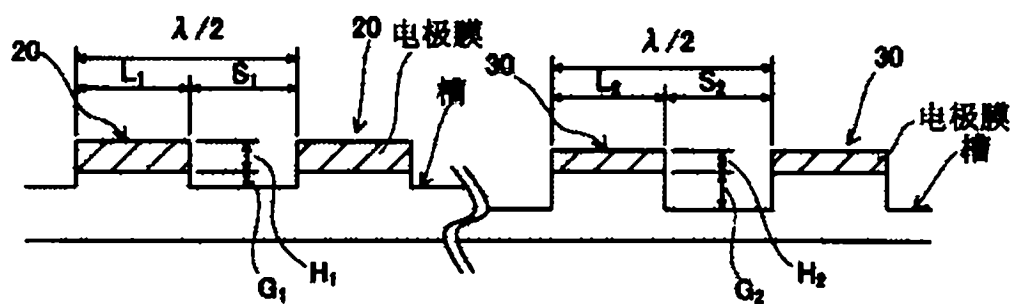


图 2

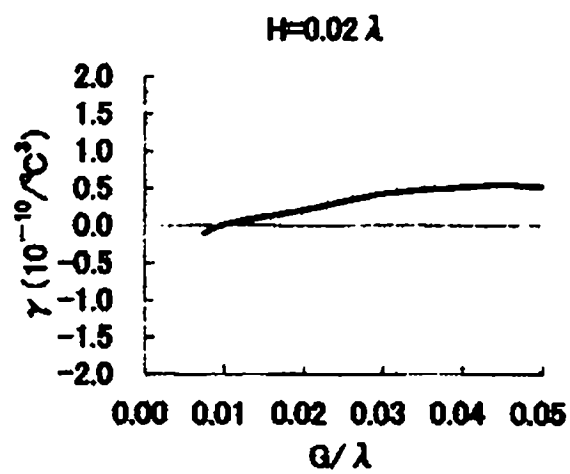


图 3

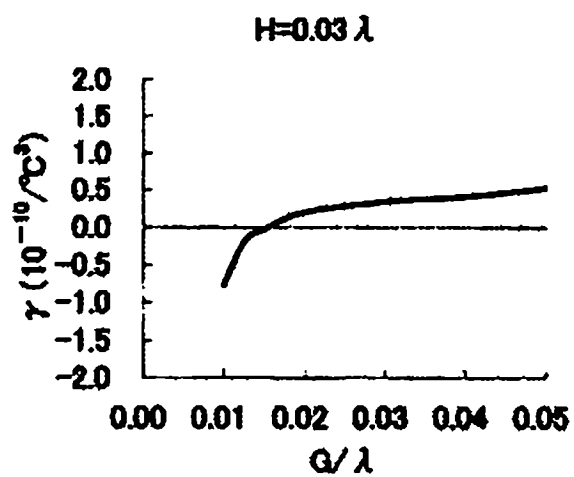


图 4

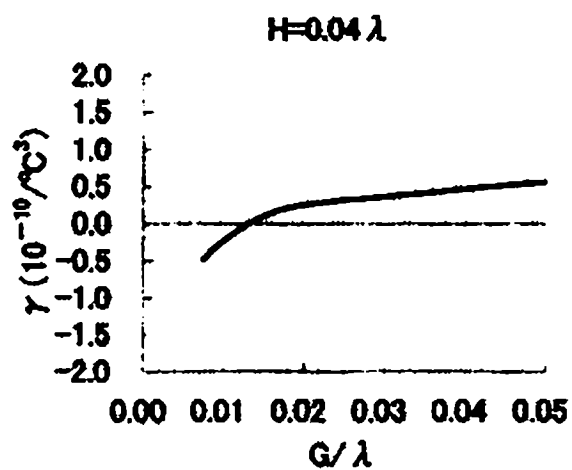


图 5

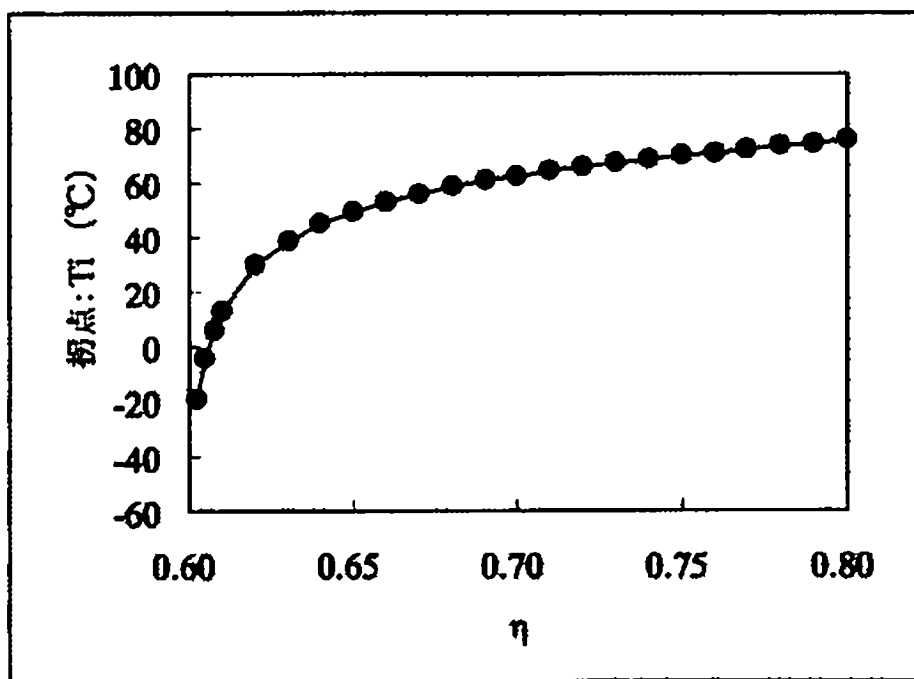


图 6

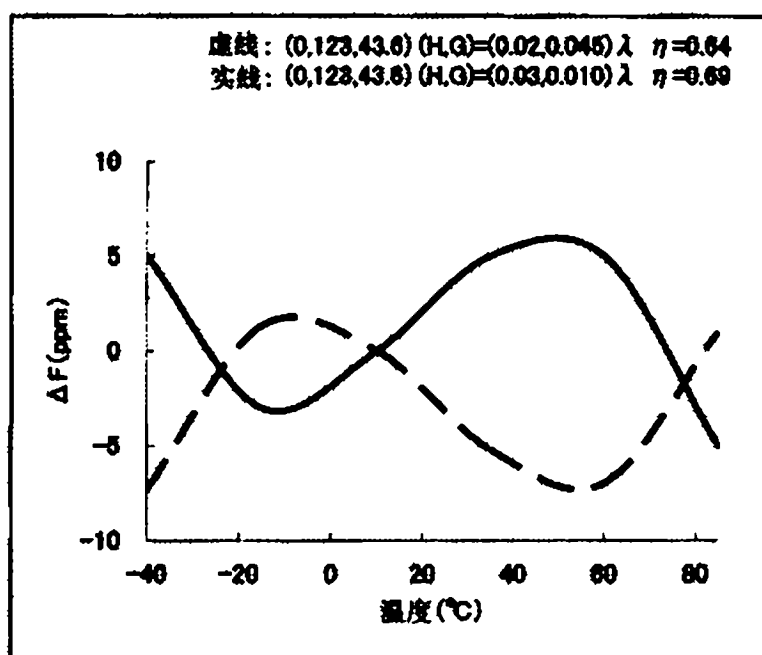


图 7

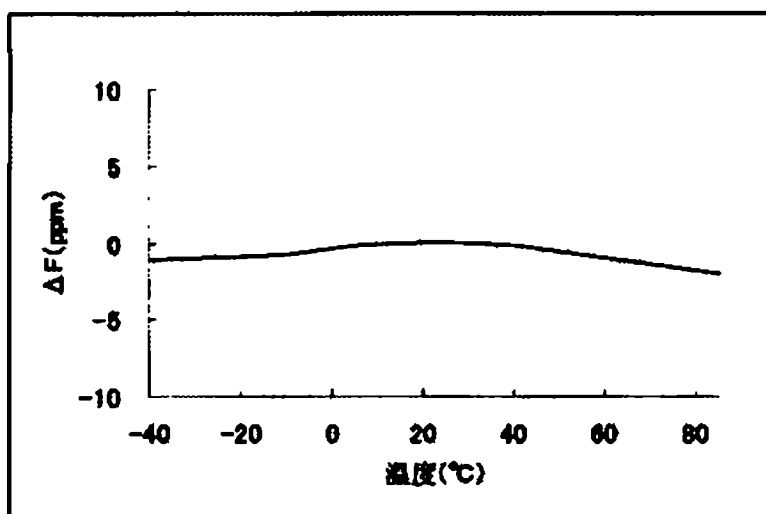


图 8

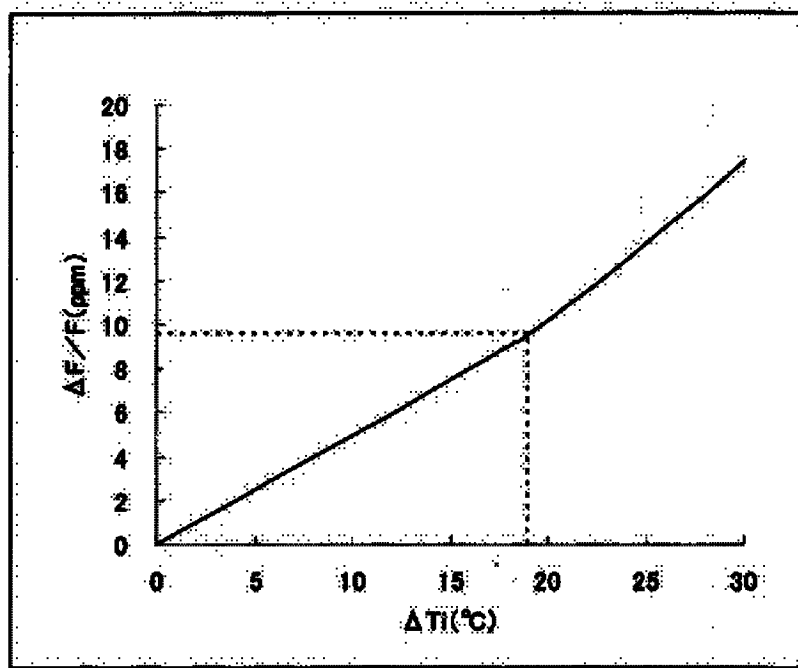


图 9

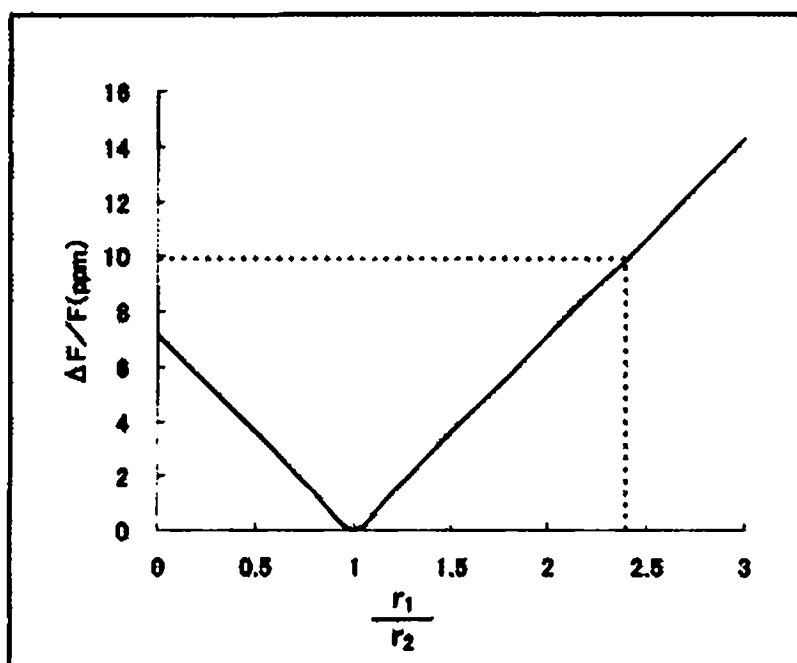


图 10

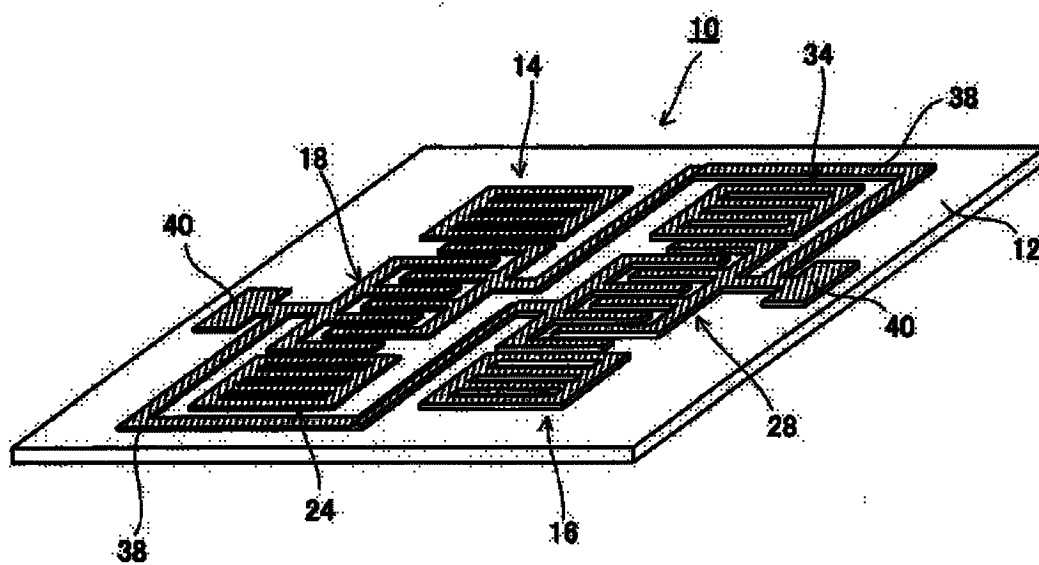


图 11

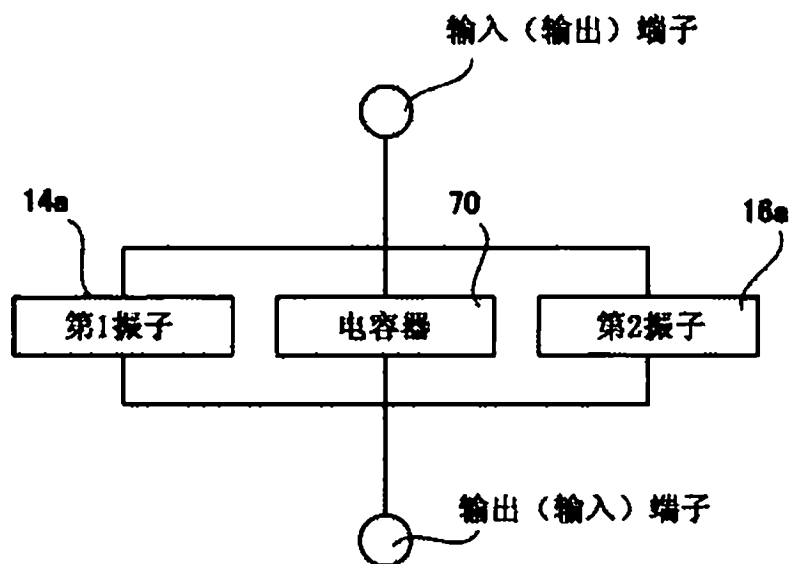


图 12

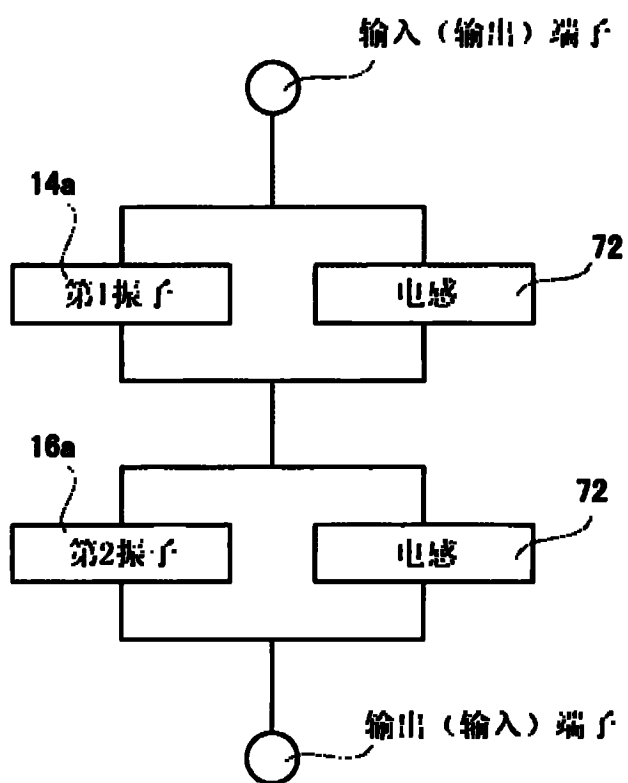


图 13

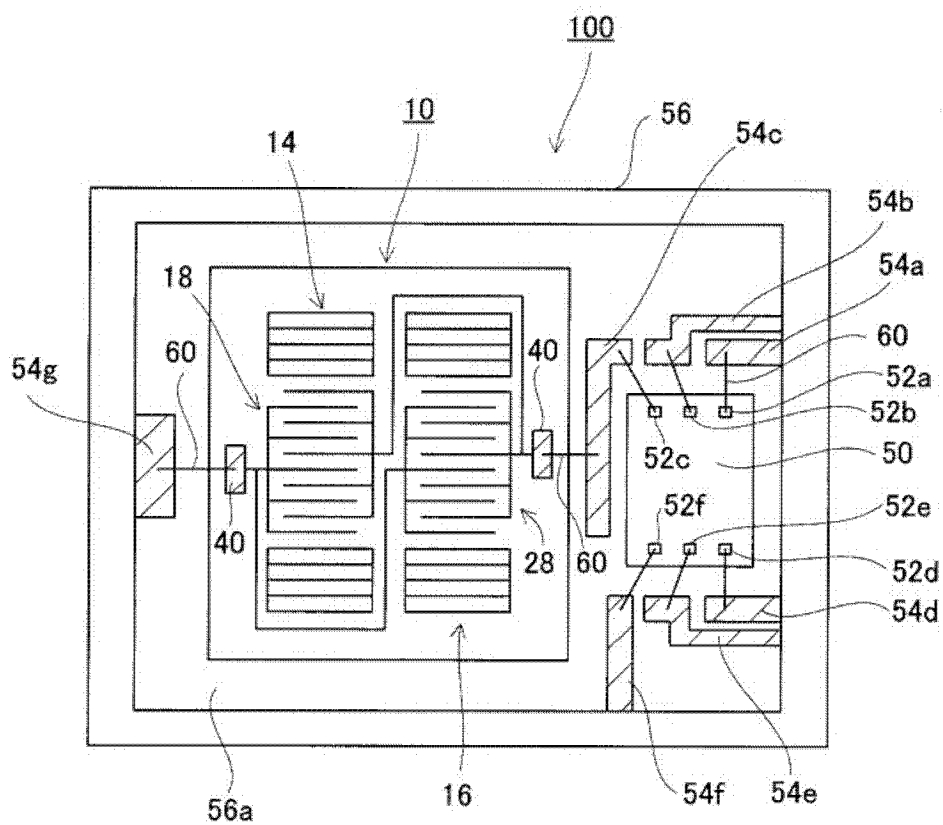


图 14