



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107528564 B

(45)授权公告日 2020.10.30

(21)申请号 201710478055.7

(22)申请日 2017.06.21

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107528564 A

(43)申请公布日 2017.12.29

(30)优先权数据

2016-123972 2016.06.22 JP

(73)专利权人 太阳诱电株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 岩城匡郁 松田隆志 堤润

(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 王小东

(51)Int.Cl.

H03H 9/25(2006.01)

(56)对比文件

US 2002036549 A1,2002.03.28

CN 1160308 A,1997.09.24

CN 104617911 A,2015.05.13

CN 1602585 A,2005.03.30

CN 102197590 A,2011.09.21

US 2013234805 A1,2013.09.12

US 2016141107 A1,2016.05.19

US 2011063047 A1,2011.03.17

JP 2005303893 A,2005.10.27

审查员 张雪锋

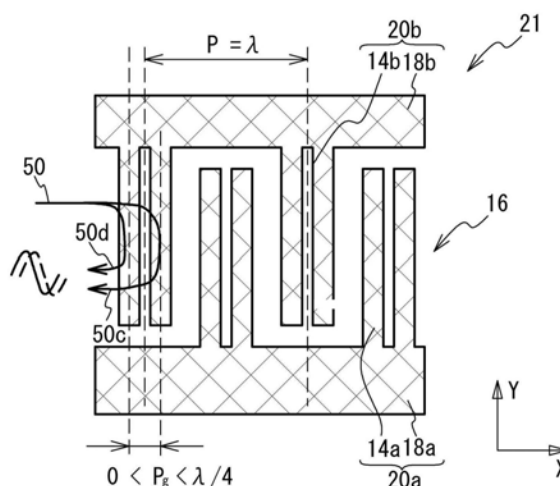
权利要求书1页 说明书7页 附图13页

(54)发明名称

声波谐振器、滤波器和多工器

(57)摘要

本发明涉及声波谐振器、滤波器和多工器。该声波谐振器包括：压电基板；和形成在该压电基板上的一对栅电极，所述一对栅电极中的一个栅电极包括电位彼此相等的多个第一电极指状部，所述一对栅电极中的另一个栅电极包括电位彼此相等但与所述多个第一电极指状部的电位不相等的多个第二电极指状部，所述多个第二电极指状部的两个第二电极指状部位于所述多个第一电极指状部的至少一对相邻第一电极指状部之间， P_g 不等于 $\lambda/4$ ，其中 λ 表示由所述多个第一电极指状部和所述多个第二电极指状部激发的声波的波长，并且 P_g 表示所述两个第二电极指状部的中心之间的距离。



1. 一种声波谐振器,该声波谐振器包括:

压电基板;和

形成在该压电基板上的一对栅电极,所述一对栅电极中的一个栅电极包括电位彼此相等的多个第一电极指状部,所述一对栅电极中的另一个栅电极包括电位彼此相等但与所述多个第一电极指状部的电位不相等的多个第二电极指状部,所述多个第二电极指状部中的仅两个第二电极指状部位于所述多个第一电极指状部的至少一对相邻第一电极指状部之间,仅两个第一电极指状部位于至少一对相邻第二电极指状部之间, $\lambda/8 < Pg1 < \lambda/4$ 或 $\lambda/4 < Pg1 < 3 \times \lambda/8$, 其中 λ 表示由所述多个第一电极指状部和所述多个第二电极指状部激发的声波的波长,并且 $Pg1$ 表示所述两个第一电极指状部的中心之间的距离, $\lambda/8 < Pg2 < \lambda/4$ 或 $\lambda/4 < Pg2 < 3 \times \lambda/8$, 其中 $Pg2$ 表示所述两个第二电极指状部的中心之间的距离,

其中,在所述多个第一电极指状部和所述多个第二电极指状部重叠的重叠区域中的各向异性系数为正。

2. 根据权利要求1所述的声波谐振器,其中:

$3 \times \lambda/16 < Pg1 < \lambda/4$ 并且 $3 \times \lambda/16 < Pg2 < \lambda/4$ 。

3. 根据权利要求1所述的声波谐振器,其中:

$\lambda/4 < Pg1 < 5 \times \lambda/16$ 并且 $\lambda/4 < Pg2 < 5 \times \lambda/16$ 。

4. 一种声波谐振器,该声波谐振器包括:

压电基板;

形成在该压电基板上的一对栅电极,所述一对栅电极包括在布置方向上布置的多个电极指状部,所述多个电极指状部激发声波;和

附加金属膜,该附加金属膜形成在所述压电基板上且位于所述多个电极指状部在所述布置方向上重叠的重叠区域中的所述多个电极指状部之间,所述附加金属膜没有电连接至所述多个电极指状部,并且在平面图中不与所述多个电极指状部重叠,

其中,在所述多个电极指状部重叠的重叠区域中的各向异性系数为正。

5. 根据权利要求4所述的声波谐振器,其中:

所述附加金属膜和所述多个电极指状部中与所述附加金属膜相邻的电极指状部之间的距离小于 $\lambda/16$, 其中 λ 表示由所述多个电极指状部激发的声波的波长。

6. 一种滤波器,该滤波器包括:

根据权利要求1至5中任一项所述的声波谐振器。

7. 一种多工器,该多工器包括:

根据权利要求6所述的滤波器。

声波谐振器、滤波器和多工器

技术领域

[0001] 本发明的某一方面涉及声波谐振器、滤波器和多工器。

背景技术

[0002] 在以移动电话为典型的高频通信系统中,已经使用高频滤波器移除用于通信的频带中的信号以外的不必要信号。已经使用诸如表面声波 (SAW) 谐振器的声波谐振器用于高频滤波器。在SAW谐振器中,金属栅电极形成在诸如钽酸锂 (LiTaO_3) 基板或铌酸锂 (LiNbO_3) 基板之类的压电基板上。

[0003] 栅电极激发出剪切水平 (SH) 波、瑞利波或边界声波,这些波是表面声波类型的。反射器位于由栅电极激发的声波的传播方向上的两侧以将声波限制在栅电极的附近。可以用声波谐振器制造梯形滤波器和多模滤波器。已知有如例如日本专利申请公报No. 9-270667和No. 2008-78883 (在下文中分别称为专利文献1和2) 中公开的声波谐振器,其中在栅电极中将垂直于声波传播方向的方向上的宽度加权。

[0004] 在具有栅电极的声波谐振器中,产生横向模式杂散,这种杂散是不必要的响应。当在垂直于声波传播方向的方向上均具有分量的声波在某一波长处彼此放大时产生横向模式杂散。在专利文献1和2中,由于重叠宽度在声波的传播方向上改变,因此产生横向模式杂散的频率在传播方向上也改变。因而,横向模式中的声波彼此放大的频率被平均化,由此减少横向模式杂散。然而,这并不意味着抑制了在横向模式中产生声波。因此,横向模式中的声波泄漏到栅电极外部而导致损失。

发明内容

[0005] 根据本发明的第一方面,提供了一种声波谐振器,该声波谐振器包括:压电基板;和形成在该压电基板上的一对栅电极,所述一对栅电极中的一个栅电极包括电位彼此相等的多个第一电极指状部,所述一对栅电极中的另一个栅电极包括电位彼此相等但与所述多个第一电极指状部的电位不相等的多个第二电极指状部,所述多个第二电极指状部的两个第二电极指状部位于所述多个第一电极指状部的至少一对相邻第一电极指状部之间, P_g 不等于 $\lambda/4$,其中 λ 表示由所述多个第一电极指状部和所述多个第二电极指状部激发的声波的波长,并且 P_g 表示所述两个第二电极指状部的中心之间的距离。

[0006] 根据本发明的第二方面,提供了一种声波谐振器,该声波谐振器包括:压电基板;形成在该压电基板上的一对栅电极,所述一对栅电极包括在布置方向上布置的多个电极指状部,所述多个电极指状部激发声波;和附加金属膜,该附加金属膜形成在所述压电基板上且位于所述多个电极指状部在所述布置方向上重叠的重叠区域中的所述多个电极指状部之间,所述附加金属膜没有电连接至所述多个电极指状部。

[0007] 根据本发明的第三方面,提供了一种包括上述声波谐振器的滤波器。

[0008] 根据本发明的第四方面,提供了一种包括上述滤波器的多工器。

附图说明

[0009] 图1A是根据比较示例和实施方式的声波谐振器的平面图,而图1B是沿着图1A的线A-A截取的剖视图;

[0010] 图2A是在X方向和Y方向上的波数的平面图,而图2B是 β_y/β_0 对 β_x/β_0 的曲线图;

[0011] 图3A和图3B是分别示出了根据第一和第二比较示例的声波谐振器的每个IDT的一部分的平面图;

[0012] 图4A是第一比较示例的剖视图,而图4B是示出了单端口谐振器的反射特性S11的史密斯图;

[0013] 图5A是第二比较示例的剖视图,而图5B是示出了单端口谐振器的反射特性S11的史密斯图;

[0014] 图6A和图6B是示出了根据第一实施方式的声波谐振器的IDT的一部分的平面图;

[0015] 图7A是第一实施方式的剖视图,而图7B是单端口谐振器的反射特性S11的史密斯图;

[0016] 图8A至图8C是示出了根据第一实施方式的变型的声波谐振器的每个IDT的一部分的平面图;

[0017] 图9A是根据第二实施方式的声波谐振器的IDT的一部分的平面图,而图9B是沿着线A-A截取的剖视图;

[0018] 图10A是第二实施方式的剖视图,而图10B是示出了单端口谐振器的反射特性S11的史密斯图;

[0019] 图11A至图11C是示出了根据第二实施方式的变型的声波谐振器的每个IDT的一部分的剖视图;以及

[0020] 图12A是根据第三实施方式的滤波器的电路图,而图12B是根据第三实施方式的变型的多工器的电路图。

具体实施方式

[0021] 将给出根据比较示例和本发明的实施方式的声波谐振器的结构的描述。图1A是根据比较示例和实施方式的声波谐振器的平面图,而图1B是沿着图1A的线A-A截取的剖视图。如图1A和图1B所示,IDT 21和反射器22形成在压电基板10上。IDT21和反射器22由形成在压电基板10上的金属膜12形成。IDT 21包括彼此面对的一对梳状电极20。梳状电极20包括多个电极指状部14和汇流排18,电极指状部14联接至该汇流排18。电极指状部14形成栅电极16。一对梳状电极20被布置成彼此面对,从而使得一个梳状电极20的电极指状部14与另一个梳状电极20的电极指状部14交错。

[0022] 一对梳状电极20的电极指状部14在布置方向上重叠的区域为重叠区域15。由重叠区域15中的栅电极16激发的声波主要在电极指状部14的布置方向上传播。电极指状部14的间距近似对应于声波的波长 λ 。一个梳状电极20的电极指状部14的边缘和另一个梳状电极20的汇流排18之间的区域为间隙区域17。当设置虚拟电极指状部时,该间隙区域为一个梳状电极20的电极指状部的边缘和另一个梳状电极20的虚拟电极指状部的边缘之间的区域。将声波的传播方向定义为X方向,而将垂直于该传播方向的方向定义为Y方向。布置方向对应于X方向。X方向和Y方向不必分别对应于压电基板10的晶体取向的X轴方向和Y轴方向。压

电基板10例如为钽酸锂基板或铌酸锂基板。金属膜12例如为铝膜或铜膜。

[0023] 接下来,将给出各向异性系数的描述。图2A是在X方向和Y方向上的波数的平面图,而图2B是 β_y/β_0 对 β_x/β_0 的曲线图。如图2A所示,声波在X方向上的波数由 β_x 表示,而声波在Y方向上的波数由 β_y 表示。当假定声波在从X方向向Y方向角度为 θ 的方向上的波数 β_0 由关于角度 θ 的抛物线近似,则波数 β_0 由具有各向异性系数 γ 的 $\beta_x^2 + \gamma \cdot \beta_y^2 = \beta_0^2$ 表示。

[0024] 在图2B中, β_x/β_0 相当于声波在X方向上的相速度的慢度,而 β_y/β_0 相当于声波在Y方向上的相速度的慢度。当各向异性系数 γ 为正时,慢度表面60在从原点观看时具有凸出形状。因而, $\gamma > 0$ 的状态也称为凸出状态。当各向异性系数 γ 为负时,慢度表面62在从原点观看时具有凹入形状。因而, $\gamma < 0$ 的状态也称为凹入状态。

[0025] 各向异性系数 γ 由压电基板10的材料以及栅电极16的材料、膜厚度和间距来确定。例如,当压电基板10是旋转Y切X传播的铌酸锂基板时,各向异性系数 γ 为正。当压电基板10为旋转Y切X传播钽酸锂基板时,各向异性系数 γ 为负。当使用旋转Y切X传播钽酸锂基板并且栅电极16由重材料制成并且具有大的膜厚度时,各向异性系数 γ 可以为正。

[0026] 第一比较示例

[0027] 将考虑各向异性系数 γ 为正的情况。在这种情况下,当重叠区域15中的各向异性系数 γ 减小并且变成接近于零时,声波的Y方向分量很难产生。当 γ 变成零时,声波的Y方向分量变成零。因而,横向模式杂散消失。如上所述,当 γ 减小时,横向模式杂散减小。本发明人将注意力集中于各向异性系数 γ 以及在X方向上传播的声波在栅电极中的反射率,以减小小横向模式杂散。

[0028] 图3A和图3B是示出了根据第一和第二比较示例的声波谐振器的每个IDT的一部分的平面图。如图3A所示,在第一比较示例中,梳状电极20a的一个电极指状部14a位于梳状电极20b的相邻电极指状部14b之间。一个电极指状部14b位于相邻电极指状部14a之间。该结构将被称为单电极。同一个梳状电极20b的相邻电极指状部14b的中心之间的间距P近似相当于由栅电极激发的声波的波长 λ 。相邻指状部14a和14b的中心之间的间距Pg为 $\lambda/2$ 。电极指状部14a和14b中的声阻抗Z1大于电极指状部14a和14b之间的区域中的声阻抗Zf。因而,在X方向上通过栅电极16传播的声波由电极指状部14a和14b反射。由于间距Pg为 $\lambda/2$,因此分别被电极指状部14a和14b反射的声波50a和50b具有近似相同相位。因此,栅电极16对声波50的反射率变大。

[0029] 第二比较示例

[0030] 第二比较示例减小由栅电极对声波的反射。如图3B所示,在第二比较示例中,两个电极指状部14a位于相邻电极指状部14b之间。两个电极指状部14b位于相邻电极指状部14a之间。该结构将被称为双电极。如上所述,两个电极指状部14a和两个电极指状部14b彼此交错。最相邻的电极指状部14a(或14b)的间距Pg为 $\lambda/4$ 。在这种情况下,声波的反射满足布拉格条件。在布拉格条件中,当在X方向上传播的声波50被相邻电极指状部14b反射时产生的声波50c和50d具有相反相位。因而,栅电极16对声波的反射率变小(同等地变为零)。

[0031] 制造根据第一和第二比较示例的单端口谐振器来测量反射特性S11。所制造的单端口谐振器具有如下结构。

[0032] 压电基板10:42°旋转Y切X传播钽酸锂基板

[0033] 金属膜12:膜厚度Tg为 0.11λ 的钼(Mo)膜

[0034] 间距 $P=\lambda:4.4\mu\text{m}$

[0035] 重叠宽度: 20λ

[0036] 对数:100对

[0037] 反射器电极指状部的数目:10

[0038] 间距 P 表示同一个梳状电极的电极指状部的间距。重叠宽度表示重叠区域15在 Y 方向上的宽度(电极14重叠所沿着的宽度)。对数为在栅电极16中电极指状部14的对数。反射器电极指状部的数目为反射器22的电极指状部的数目。

[0039] 图4A是第一比较示例的剖视图,而图4B是示出了单端口谐振器的反射特性 S_{11} 的史密斯图。如图4A所示,压电基板10为 42° 旋转 Y 切 X 传播钽酸锂基板。电极指状部14a和14b交错地布置在压电基板10上。电极指状部14a和14b具有 0.11λ 的膜厚度 T_g 。相邻指状部14a和14b的间距 P_g 为 $\lambda/2$ 。电极指状部14a和14b具有 $\lambda/4$ 的宽度 W_g 。

[0040] 如图4B所示,从谐振频率 f_r 到防谐振频率 f_a ,产生了较大的一阶杂散到七阶杂散。 S_{11} 位于史密斯图的周边附近,这说明 Q 圆较大。因而,损失较小,并且 Q 值较大。如上所述,在第一比较示例中,该损失较小,但是横向模式杂散较大。

[0041] 图5A是第二比较示例的剖视图,而图5B是示出了单端口谐振器的反射特性 S_{11} 的史密斯图。如图5A所示,两个电极指状部14a和两个电极指状部14b交错地布置在压电基板10上。两个电极指状部14a之间的中心与两个电极指状部14b之间的中心之间的间距 P_g' 为 $\lambda/2$ 。两个电极指状部14a(或14b)之间的间距 P_g 为 $\lambda/4$ 。电极指状部14a和14b具有 $\lambda/8$ 的宽度 W_g 。

[0042] 如图5B所示,从谐振频率 f_r 到防谐振频率 f_a ,产生了产生了一阶杂散到九阶杂散和更高阶杂散的圆,但是杂散比第一比较示例中的小。如箭头52所示, S_{11} 远离史密斯图的周边,这说明 Q 圆更小。因而,损失增加而 Q 值减小。如上所述,在第二比较示例中,与第一比较示例相比,横向模式杂散较小但是损失较大。

[0043] 考虑损失在第二比较示例中增大的原因,因为声波的能量由于声波几乎没有被栅电极16反射而不能被限制在IDT 21中。

[0044] 第一实施方式

[0045] 图6A和图6B是示出了根据第一实施方式的声波谐振器的IDT的一部分的平面图。如图6A所示,第一实施方式使用双电极。两个相邻电极指状部14a(或14b)的间距 P_g 被构造成小于 $\lambda/4$ 。如图6B所示,两个相邻电极指状部14a(或14b)的间距 P_g 被构造成大于 $\lambda/4$ 。其他结构与第二比较示例的结构相同,因而将它们描述省略。

[0046] 在第一实施方式中,间距 P_g 被构造成与 $\lambda/4$ 不同。在这种情况下,声波的反射不满足布拉格条件。当在 X 方向上传播的声波50被相邻电极指状部14b反射时产生的声波50c和50d具有不相反或相同的不同相位。因而,栅电极16对声波的反射率在第一实施方式中小于在第一比较示例中。因此,各向异性系数 λ 小于第一比较示例的各向异性系数 λ ,因而减小了横向模式杂散。另外,第一实施方式的声波的反射率大于第二比较示例的反射率。因此,声波的能量被限制在IDT 21中,从而减少了损失增加。

[0047] 制造具有图6A的结构的声音谐振器以测量反射特性 S_{11} 。图7A是第一实施方式的剖视图,而图7B是示出了单端口谐振器的反射特性 S_{11} 的史密斯图。如图7A所示,两个电极指状部14a之间的中心与两个电极指状部14b之间的中心之间的间距 P_g' 为 $\lambda/2$ 。两个电极指

状部14a (或14b) 之间的间距 P_g 为 $\lambda/4.6$ 。电极指状部14a和14b具有 $\lambda/8$ 的宽度 W_g 。其他模拟条件与第一和第二比较示例一样。

[0048] 如图7B所示,与第二比较示例相比, S_{11} 位于史密斯图附近。从以上看到的,第一实施方式比第二比较示例具有更小的损失。因而, Q 值更高。从谐振频率 f_r 到防谐振频率 f_a ,产生了一阶杂散到十一阶杂散的圆。杂散的幅度小于第一和第二比较示例的杂散的幅度。如上所述,减小了损失和杂散。

[0049] 图8A至图8C为示出了根据第一实施方式的变型的声波谐振器的每个IDT的一部分的平面图。如图8A所示,存在相邻电极指状部14a (或14b) 的间距被设置为间距 P_{g1} 的区段以及相邻电极指状部14a (或14b) 的间距被设置为不等于 P_{g1} 的间距 P_{g2} 的区段。如上所述,间距 P_g 可以在X方向上改变。如图8B所示,电极指状部14a和14b中的一个可以为单电极。如图8C所示,间隙区域17可以不必具有双电极结构,因为间隙区域17对声波的激发没有任何贡献。

[0050] 在第一实施方式及其变型中,栅电极16包括电位彼此相等的多个电极指状部14a (第一电极指状部) 和电位彼此相等的多个电极指状部14b (第二电极指状部)。电极指状部14a和14b被分别包含在不同的梳状电极20a和20b中。因此,电极指状部14a具有与电极指状部14b的电位不同的电位。两个电极指状部14b位于至少一对相邻电极指状部14a之间。当两个电极指状部14b的中心之间的距离表示为 P_g 时, P_g 与 $\lambda/4$ 不同。通过使用双电极,栅电极16对声波的反射率与第一比较示例相比减小。因而,各向异性系数 γ 变得更小,因此减小了横向模式杂散。此外,通过将间距 P_g 构造成不等于 $\lambda/4$,在第二比较示例中描述的无反射状态消失。因此,减小了损失并且提高了 Q 值。

[0051] 在图6A中,如果 P_g 变成小于 $\lambda/8$,则电极指状部14b与彼此接触。因而, P_g 优选满足条件 $\lambda/8 < P_g < \lambda/4$ 。 P_g 更优选地满足条件 $3\lambda/16 < P_g$ 。 P_g 优选满足 $P_g < \lambda/4.2$,更优选 $P_g < \lambda/4.4$ 。

[0052] 在图6B中,如果 P_g 变成大于 $3\lambda/8$,则电极指状部14b和14a彼此接触。因而, P_g 优选满足条件 $\lambda/4 < P_g < 3\lambda/8$ 。 P_g 更优选满足 $P_g < 5\lambda/16$ 。 P_g 优选满足条件 $\lambda/3.8 < P_g$,更优选 $\lambda/3.6 < P_g$ 。

[0053] 虽然电极指状部14a和14b都优选为双电极,但是它们中的一个可以为单电极。虽然所有电极指状部14a (或14b) 都优选为双电极,但是至少一个电极指状部为双电极就足够了。

[0054] 第二实施方式

[0055] 第二实施方式在重叠区域15中的电极指状部14a和14b之间设置了附加金属膜以减小栅电极16对声波的反射率。图9A是示出了根据第二实施方式的声波谐振器的IDT的一部分的平面图,而图9B是沿着线A-A截取的剖视图。如图9A和9B所示,金属附加膜30在压电基板10上位于电极指状部14a和14b之间。附加金属膜30具有大于绝缘膜(如保护膜)的密度。因而,位于电极指状部14a和14b之间并且包括附加金属膜30的区域中的声阻抗 Z_2 大于位于不包括附加金属膜30(像第一比较示例)的区域中的声阻抗 Z_f 。因此,电极指状部14a和14b的声阻抗 Z_1 和 Z_2 之间的差小于第一比较示例的声阻抗 Z_1 和 Z_f 之间的差。因而,栅电极16对声波的反射率小于第一比较示例。

[0056] 制造第二实施方式的声波谐振器来测量反射特性 S_{11} 。图10A是第二实施方式的剖

视图,而图10B是示出了单端口谐振器的反射特性S11的史密斯图。如图10A所示,绝缘膜32在压电基板10上位于电极指状部14a和14b之间。附加金属膜30位于绝缘膜32上。绝缘膜32为膜厚度T2为 0.02λ 的二氧化硅(SiO₂)膜。附加金属膜30为膜厚度T1为 0.04λ 的Au膜。电极指状部14a和14b和附加金属膜30之间的空间34为空气间隙,并且具有 0.03λ 的宽度Ws。

[0057] 如图10B所示,从谐振频率 f_r 到防谐振频率 f_a ,产生了一阶杂散到九阶杂散的圆圈。杂散的幅度小于第一和第二比较示例的幅度。与第二比较示例相比,S11位于史密斯图的周边附近。如从以上看到的,第二实施方式具有小于第二比较示例的损失。因而,Q值更高。如上所述,减小了损失和杂散。

[0058] 每种材料的声阻抗 $Z[\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})]$ 由如下公式表示:

$$[0059] \quad Z = V \times \rho = \sqrt{\rho \times E}$$

[0060] 这里,E[Pa]表示杨氏模量, $\rho[\text{kg}/\text{m}^3]$ 表示密度,而 $V[\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})]$ 表示声速。如上所述,声阻挡抗为杨氏模量E和密度 ρ 的乘积的平方根。

[0061] Mo、空气和Au中的每个的杨氏模量、密度和声阻抗在表1中列出:

[0062] 表1

[0063] 表1

	Mo	空气 [1 atm, 20 °C]	Au
[0064] 杨氏模量 E [Pa]	329×10^9	1.4×10^5	70×10^9
密度 ρ [kg/m ³]	1.028×10^4	1.20	1.93×10^4
声阻抗 $g/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$	58×10^6	0.4×10^3	36.7×10^6

[0065] 图10A中的声阻抗不仅受到材料的声阻抗的影响,而且还受到膜厚度的影响。Au的声阻抗小于Mo的声阻抗,而附加金属膜30的膜厚度小于电极指状部14a和14b的厚度。因而, $Z_2 < Z_1$ 。相应地,声波的反射率变成小于第一比较示例的反射率。另一方面,Au的声阻抗大于空气声阻抗。因而, $Z_f < Z_2$ 。相应地,声波的反射率大于零。因此,如在第一实施方式中一样,减小了损失和横向模式杂散。

[0066] 图11A至11C是根据第二实施方式的变型的声波谐振器的每个IDT的一部分的剖视图。如图11A所示,绝缘膜32可以不必位于附加金属膜30和压电基板10之间。如图11B所示,绝缘膜36可以定位成覆盖附加金属膜30并填充空间34。如图11C中所示,可以不必设置绝缘膜32,并且可以设置绝缘膜36。绝缘膜32和36可以由氮化硅或氧氮化硅代替二氧化硅来制造。

[0067] 在第二实施方式及其变型中,附加金属膜30形成在重叠区域15中的多个电极指状部14a和14b之间,并且没有电连接至多个电极指状部14a和14b。该结构减小了栅电极16对声波的反射率。因而,各向异性系数 γ 减小,并由此减小横向模式杂散。附加金属膜30具有大于绝缘膜的密度。因而,声阻抗更大。因而,即使膜厚度没有增加,也能够增加声阻抗 Z_2 。另外,通过使声阻抗 Z_2 和 Z_1 彼此不同而使声波的反射率变成大于零,因此,降低了损失。

[0068] Z_2 的优选范围是 $Z_f < Z_2 < Z_1$ 或 $Z_1 < Z_2 < Z_1 + (Z_1 - Z_f)$ 。为了避免金属附加膜30的膜厚度增加,优选 $Z_f < Z_2 < Z_1$ 。如果附加金属膜30位于重叠区域15的至少一部分中,则就足够了。为了更多地引发该效应,附加金属膜30优选横跨整个重叠区域15定位。

[0069] 当附加金属膜30与电极指状部14a和14b接触时,它们电连接。另一方面,当附加金属膜30和电极指状部14a或14b之间的距离较大时,由设置附加金属膜30产生的效应变小。因而,附加金属膜30和相邻于该附加金属膜30的电极指状部14a (或14b) 之间的距离 W_s 优选小于 $\lambda/16$ 。距离 W_s 更有选小于 $\lambda/32$ 。

[0070] 第三实施方式

[0071] 第三实施方式是使用根据第一和第二实施方式及其变型中的任一个的声波谐振器的示例性滤波器和示例性多工器。图12A是根据第三实施方式的滤波器的电路图。如图12A所示,一个或多个串联谐振器S1至S4串联地布置在输入端子 T_{in} 和输出端子 T_{out} 之间。一个或多个并联谐振器P1至P3并联连接在输入端子 T_{in} 和输出端子 T_{out} 之间。一个或多个串联谐振器S1至S4和一个或多个并联谐振器P1至P3中的至少一个可以是根据第一和第二实施方式及其变型中的任一个的声波谐振器。包括第一和第二实施方式及其变型中的任一个的声波谐振器的滤波器可以是多模滤波器以及梯形滤波器。

[0072] 图12B是根据第三实施方式的变型的多工器的电路图。如图12B所示,发射滤波器44连接在公共端子Ant和发射端子 T_x 之间。接收滤波器46连接在公共端子Ant和接收端子 R_x 之间。发射滤波器44将发射带中的信号作为从发射端子 T_x 输入的信号当中的发射信号发射到公共端子Ant,而抑制具有其他频率的信号。接收滤波器46将接收带中的信号作为从公共端子Ant输入的信号中的接收信号发射到接收端子 R_x ,并且抑制具有其他频率的信号。发射滤波器44和接收滤波器46中的至少一个可以为第三实施方式的滤波器。

[0073] 已经作为多工器的示例描述了双工器,但是多工器可以是三工器或四工器。

[0074] 尽管已经详细地描述了本发明的实施方式,但是要理解,在不脱离本发明的精神和范围的情况下可以对本发明进行各种改变、替换和改变。

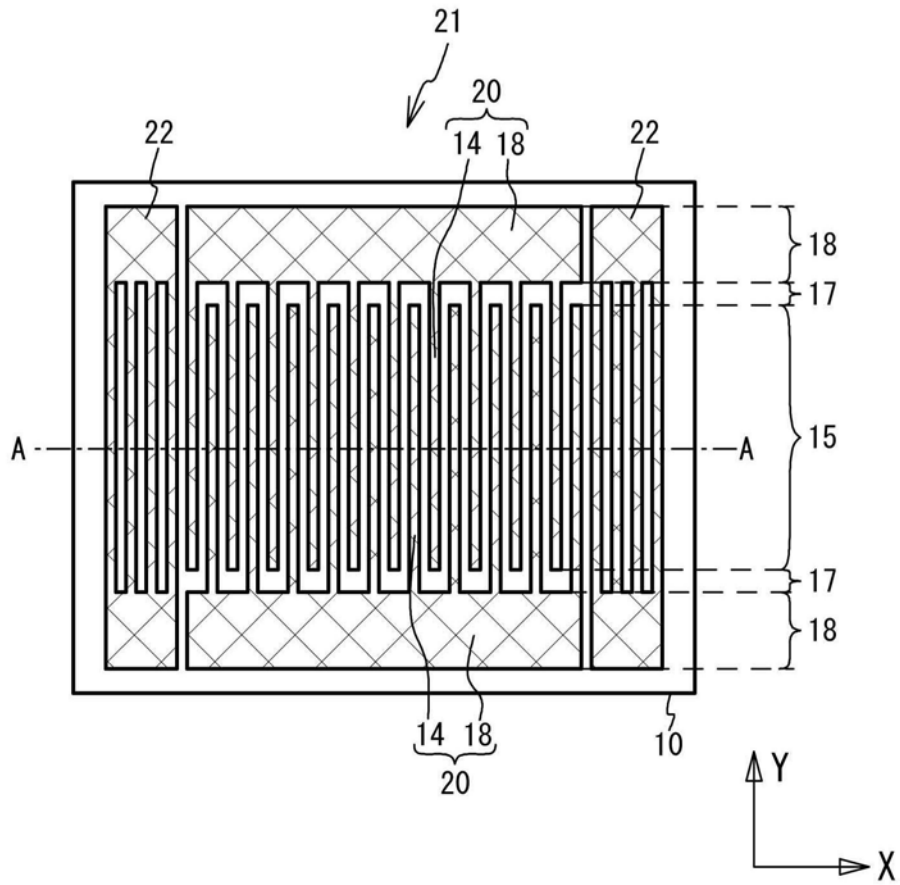


图1A

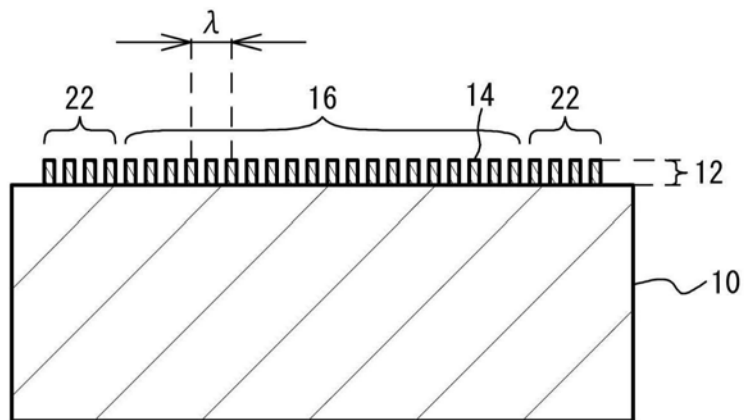


图1B

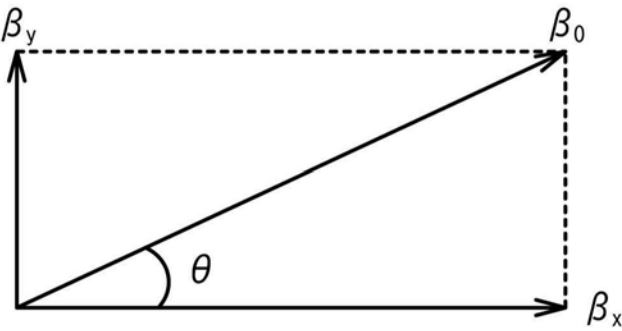


图2A

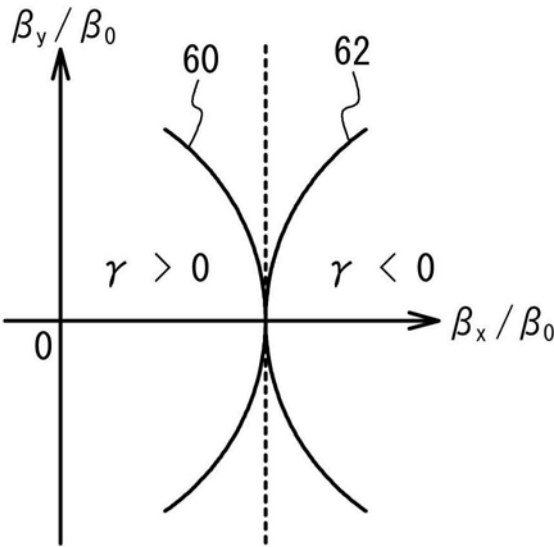


图2B

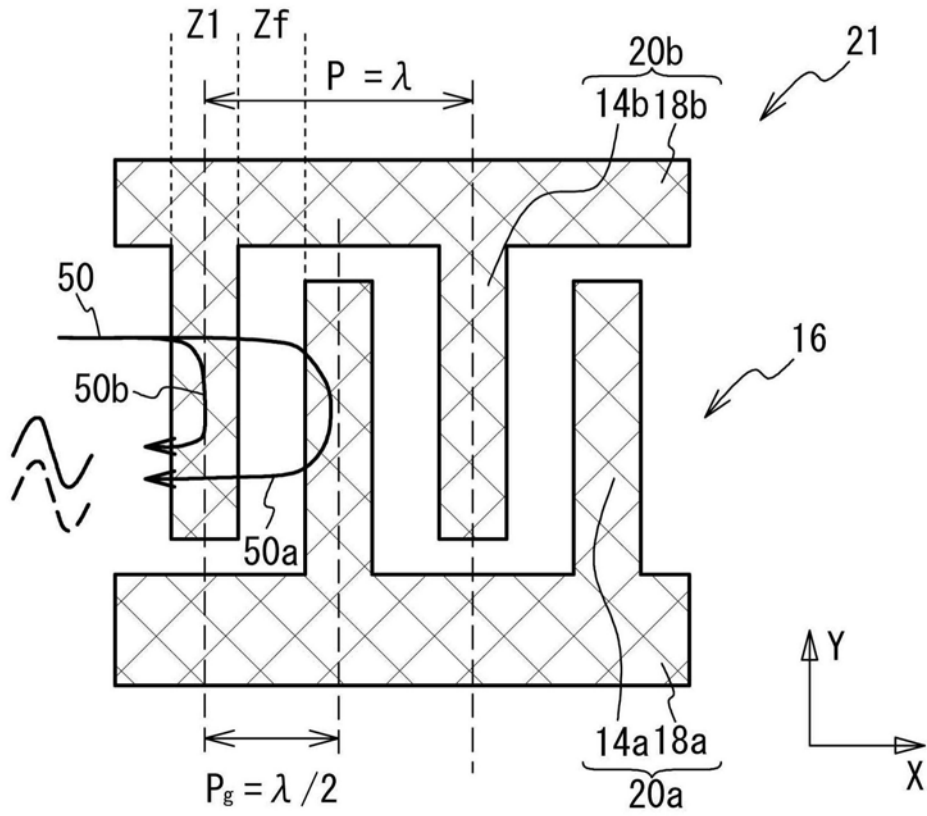


图3A

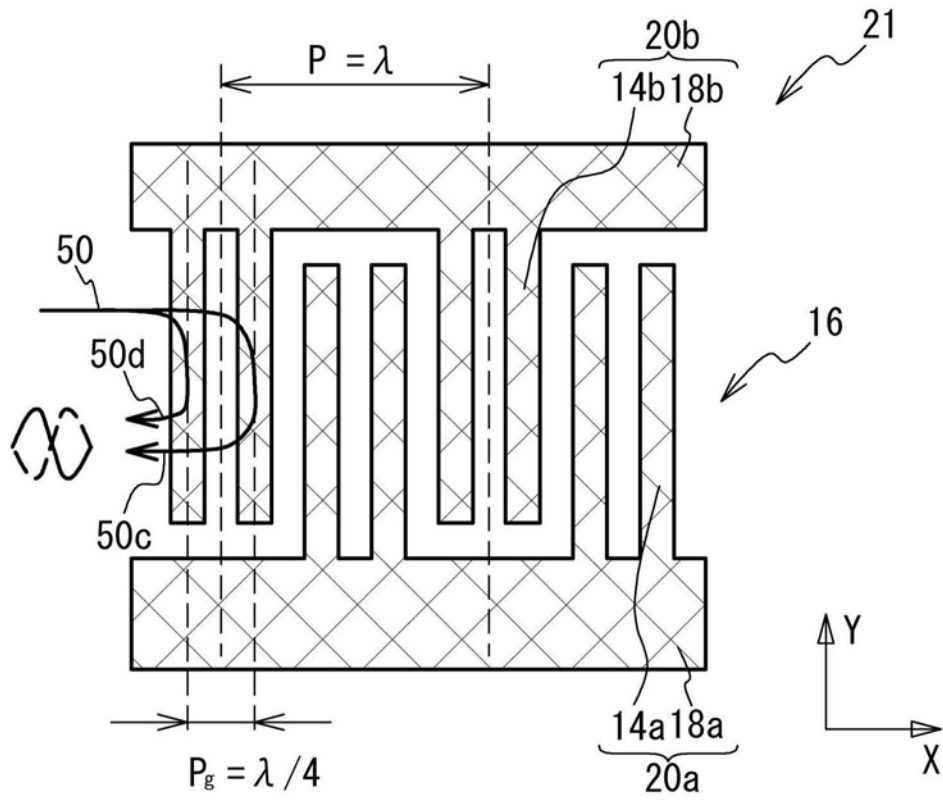


图3B

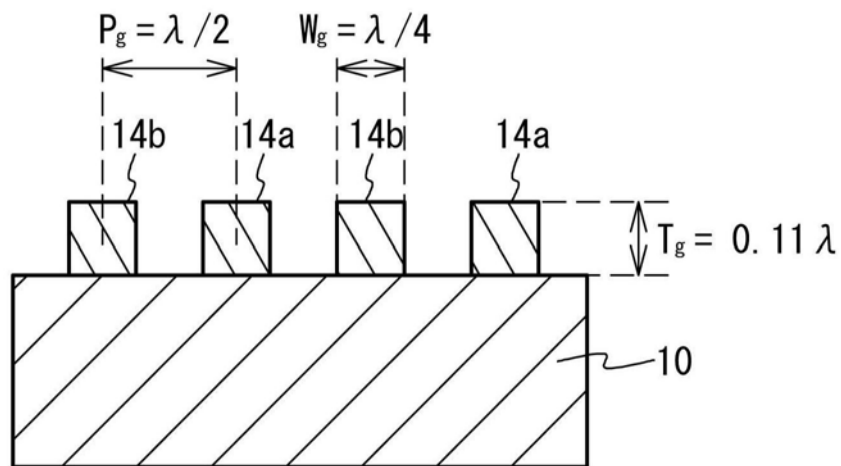


图4A

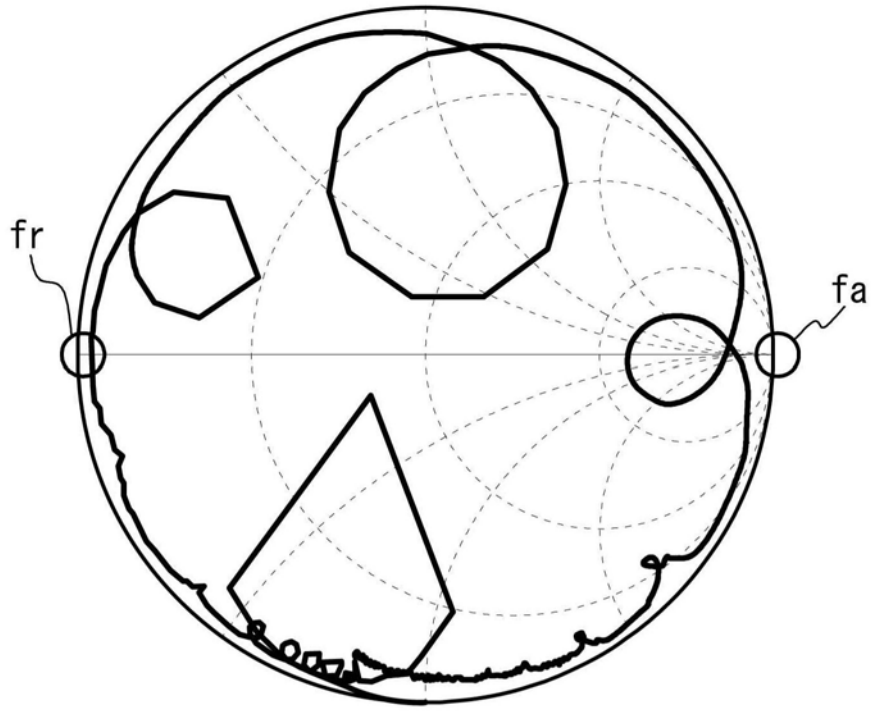


图4B

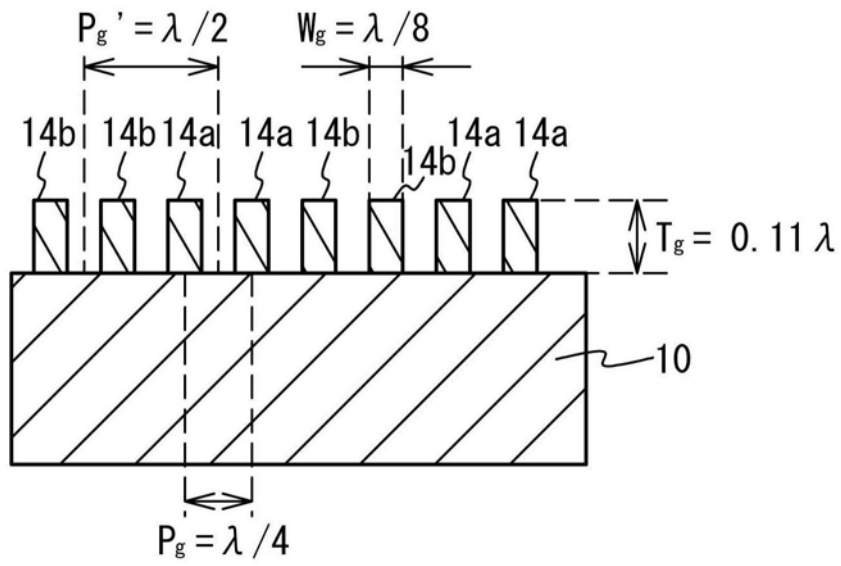


图5A

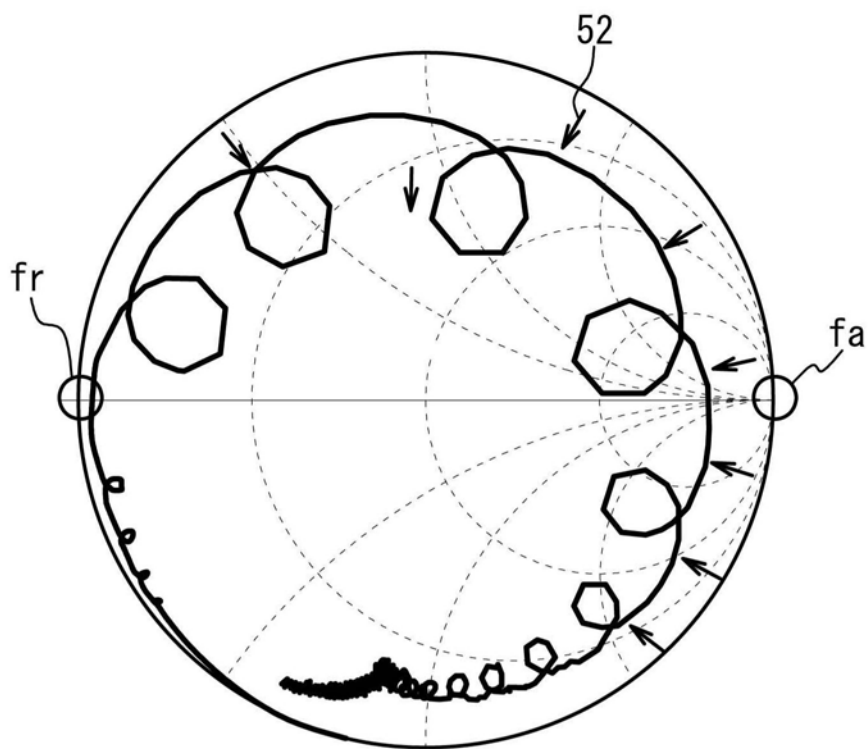


图5B

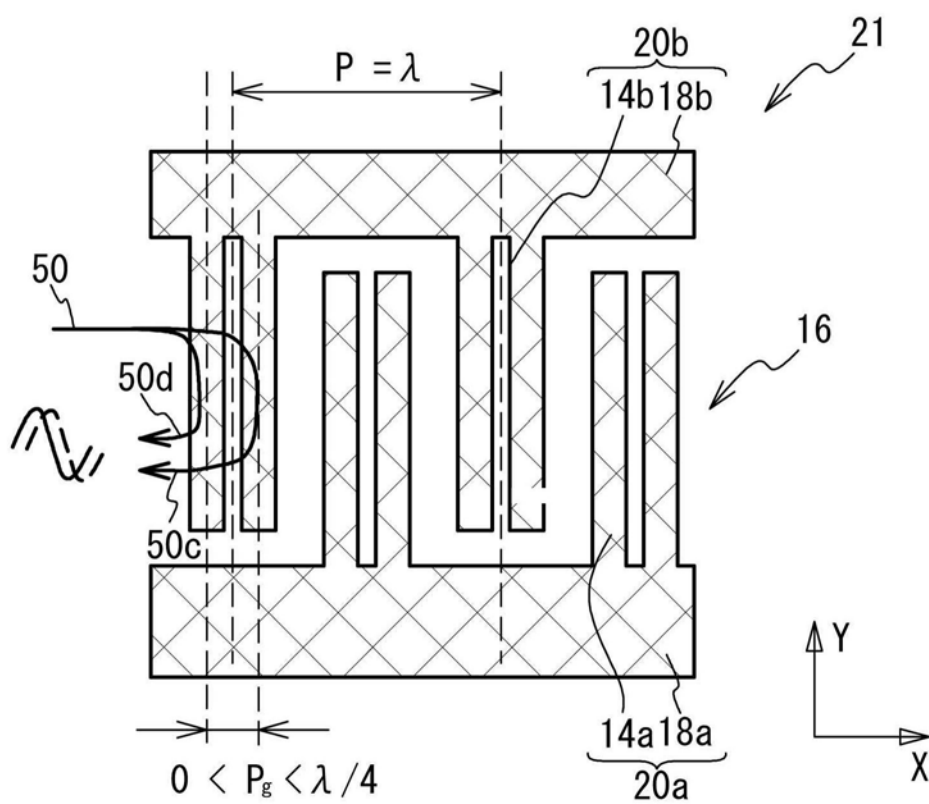


图6A

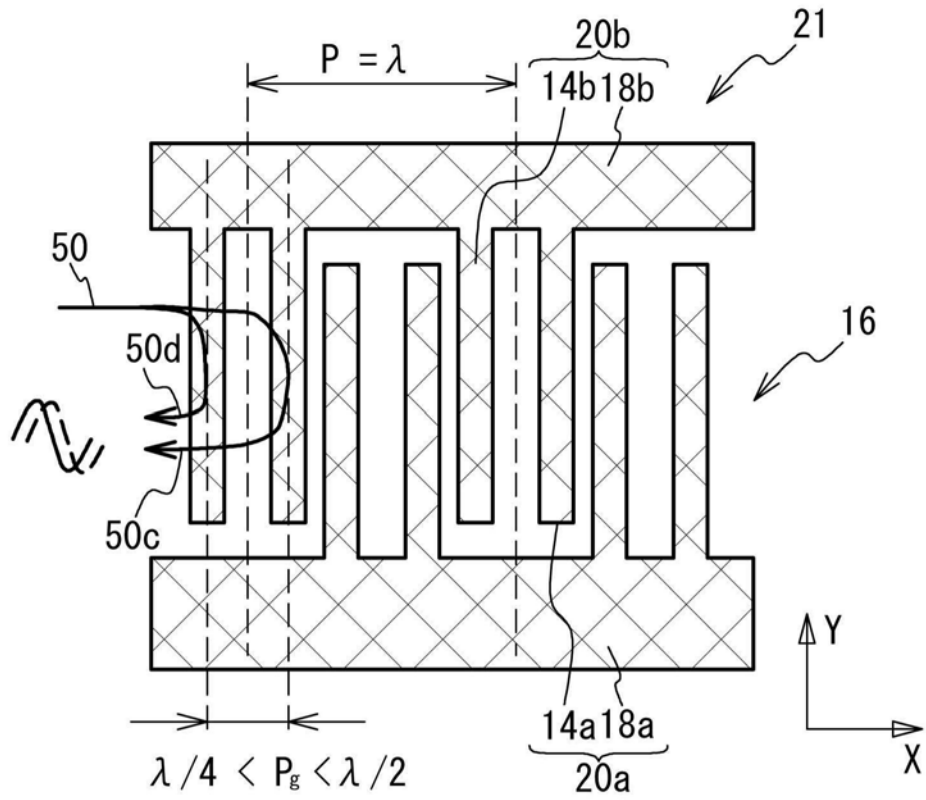


图6B

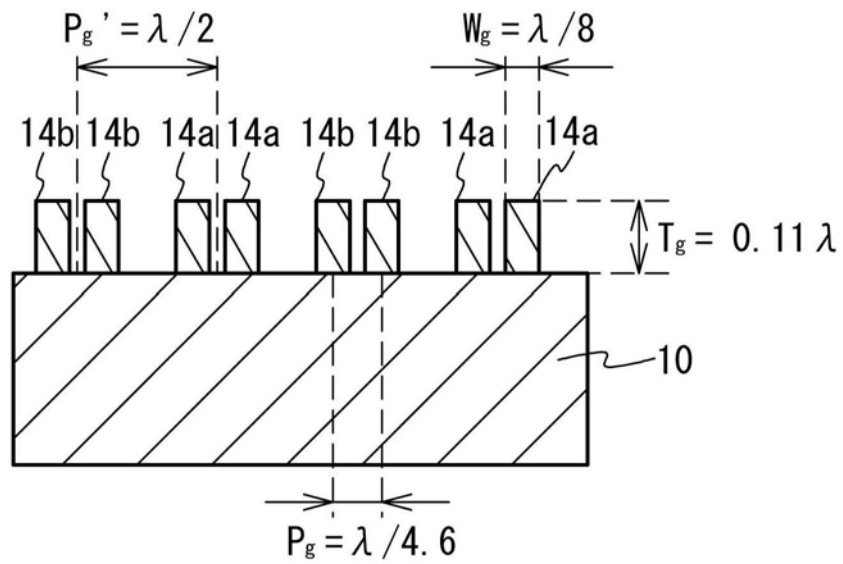


图7A

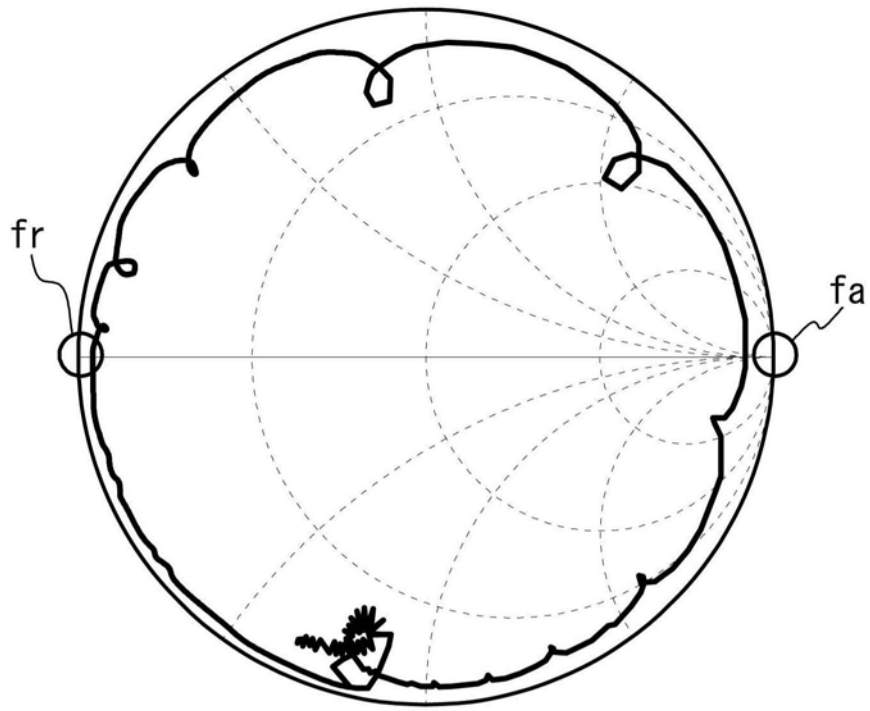


图7B

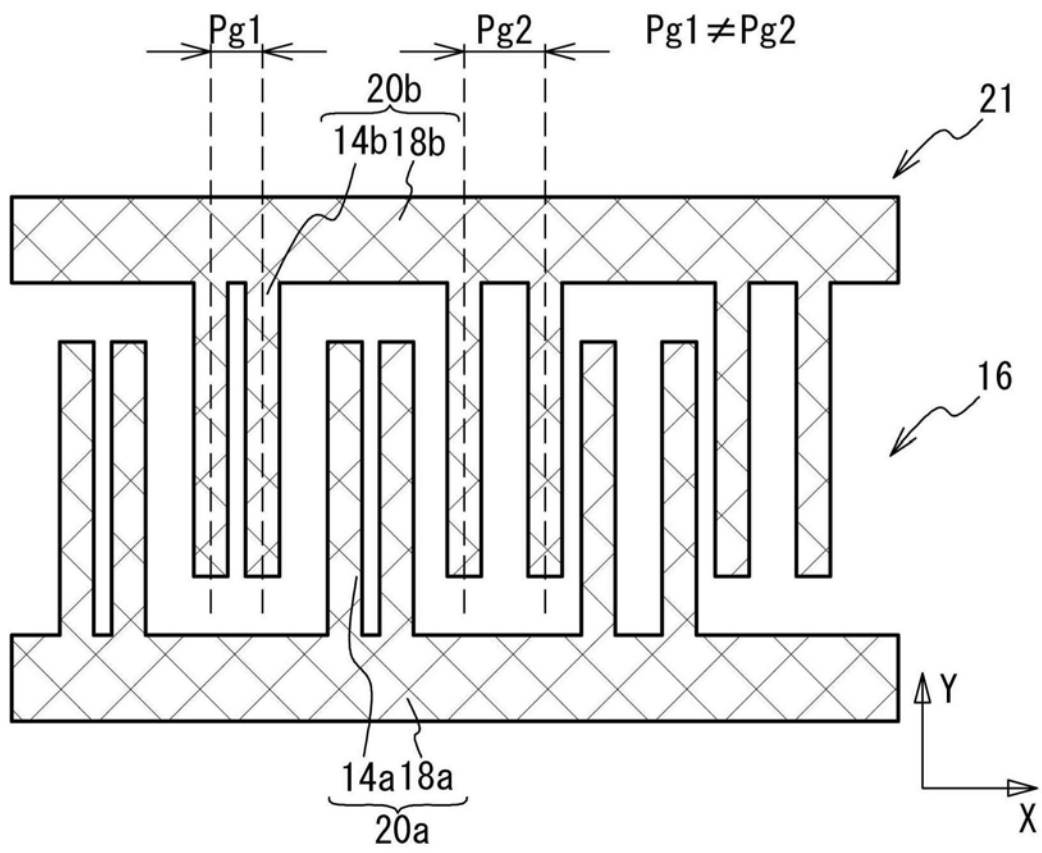


图8A

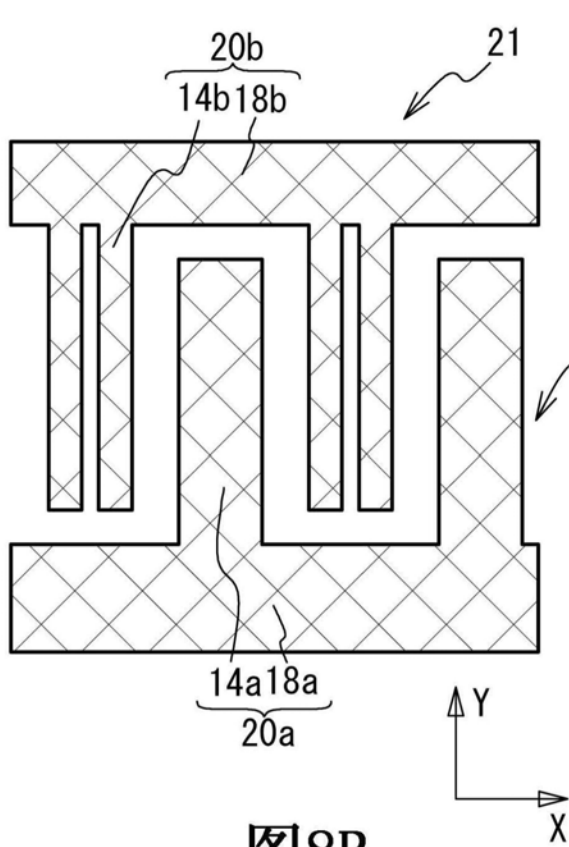


图8B

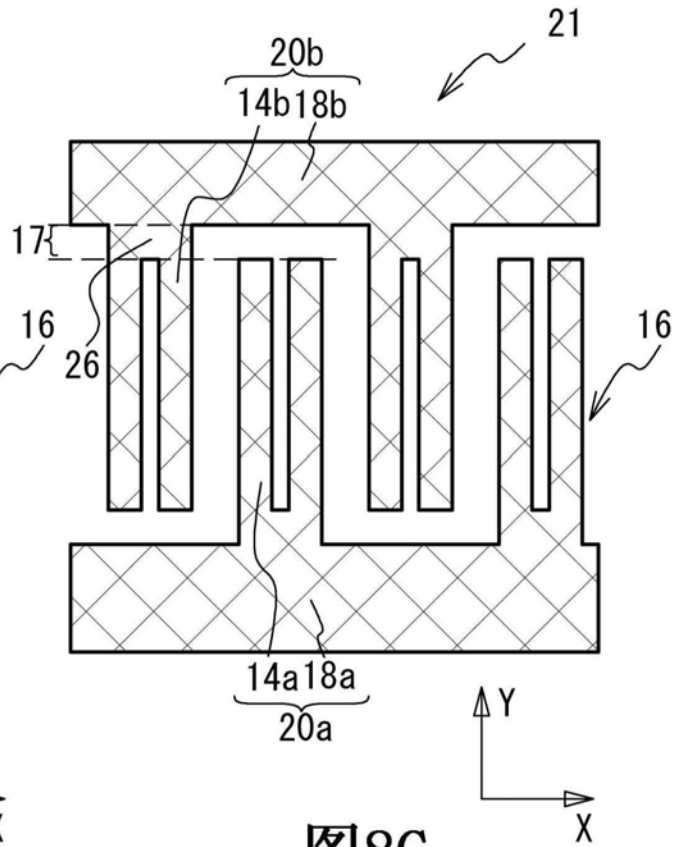


图8C

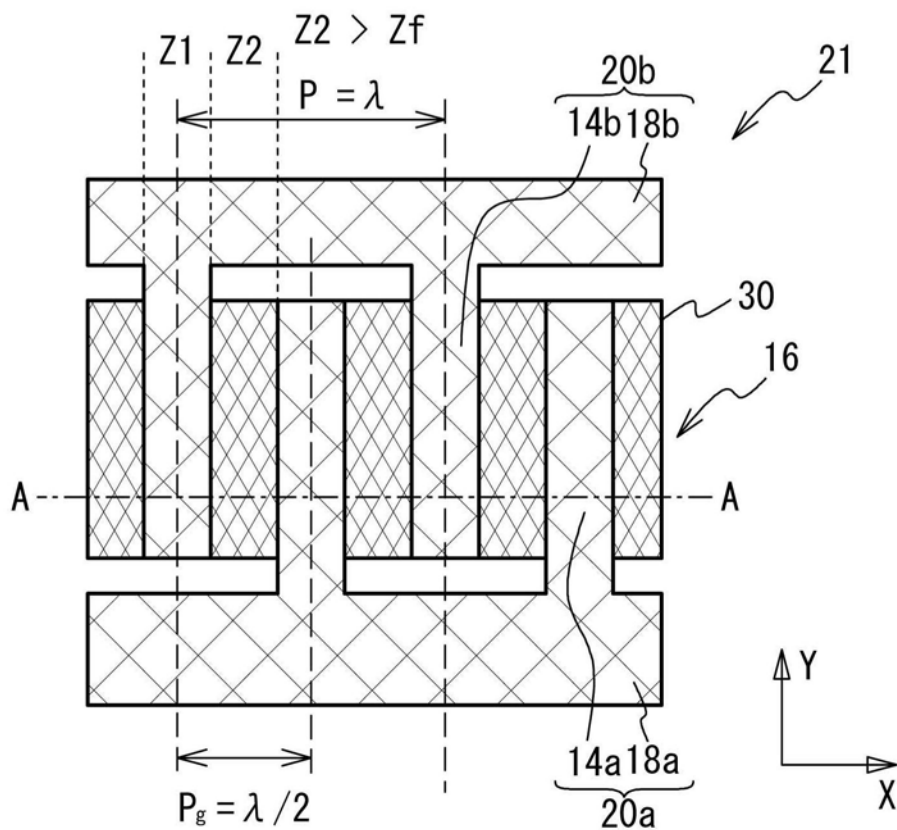


图9A

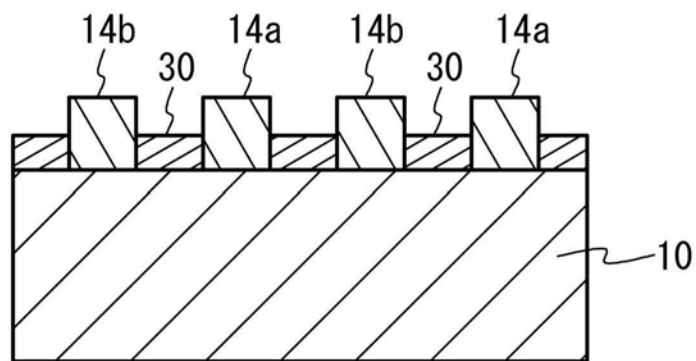


图9B

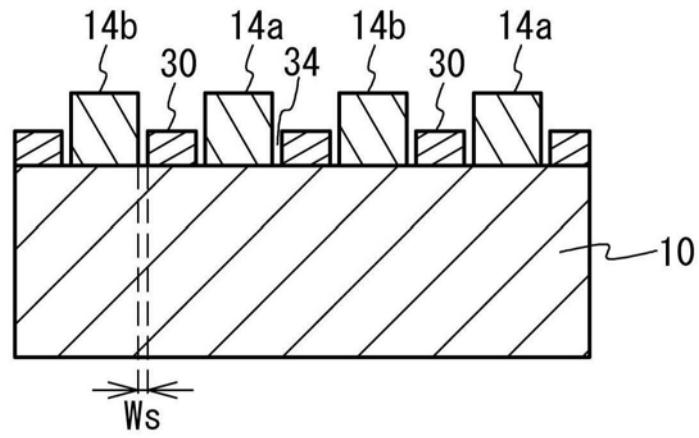


图11A

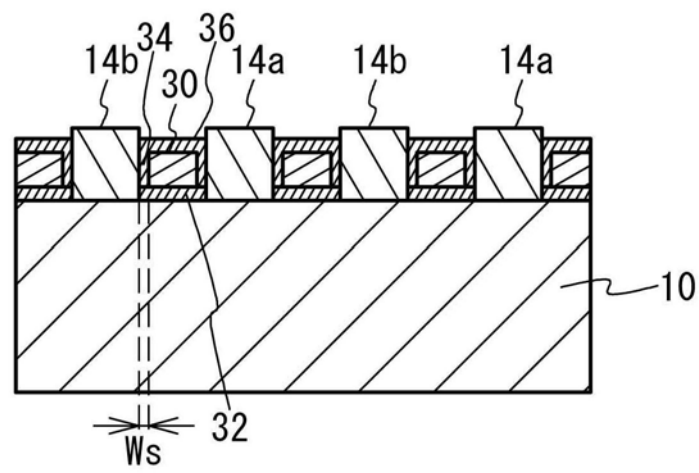


图11B

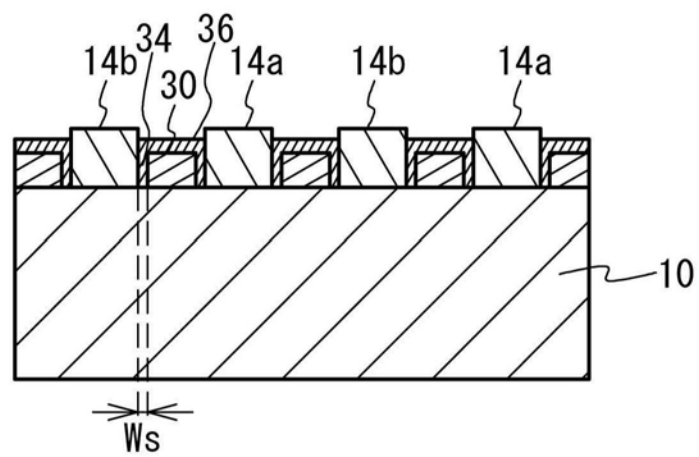


图11C

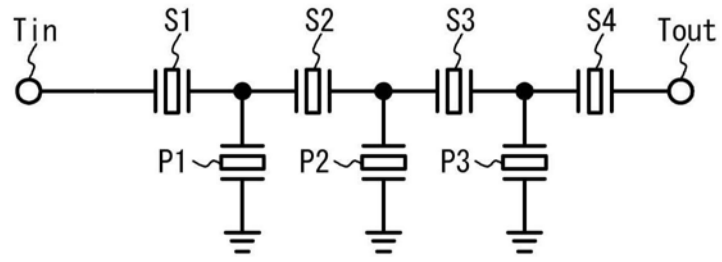


图12A

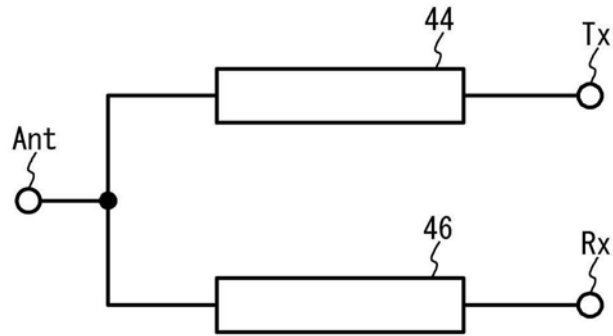


图12B