



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 119013894 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 22

(21) 申请号 202380031601.6

(22) 申请日 2023.03.29

(30) 优先权数据

63/324,849 2022.03.29 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.09.27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/012754 2023.03.29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/190656 JA 2023.10.05

(71) 申请人 株式会社村田制作所

地址 日本

(72) 发明人 永友翔

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

专利代理师 刘慧群

(51) Int.Cl.

H03H 9/145 (2006.01)

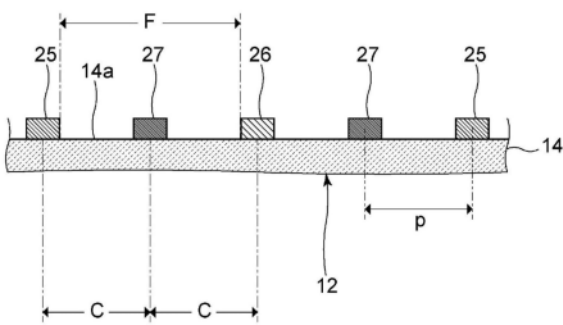
权利要求书2页 说明书16页 附图13页

(54) 发明名称

弹性波装置

(57) 摘要

提供在使用于滤波器装置的情况下即使不进行大型化也能够得到适宜的滤波器波形的弹性波装置。本发明涉及的弹性波装置具备：具有相互对置的第1主面(14a)以及第2主面的压电层(14)；设置在压电层(14)的第1主面(14a)且与输入电位连接的至少1根第1电极指(25)；设置在压电层(14)的第1主面(14a)且与输出电位连接的至少1根第2电极指(26)；和设置在压电层(14)的第1主面(14a)以及第2主面中的至少一者且与基准电位连接的至少1根第3电极指(27)。在从与第1电极指(25)以及第2电极指(26)延伸的方向正交的电极指正交方向观察时，第1电极指(25)和第2电极指(26)对置。在电极指正交方向上，相邻的第1电极指(25)和第2电极指(26)相互重叠的区域为对置区域(F)。在从压电层(14)的第1主面(14a)和第2主面相互对置的主面对置方向观察时，第3电极指(27)与至少1个对置区域(F)的至少一部分重叠。



1. 一种弹性波装置,具备:
压电层,具有相互对置的第1主面以及第2主面;
至少1根第1电极指,设置在所述压电层的所述第1主面,与输入电位连接;
至少1根第2电极指,设置在所述压电层的所述第1主面,与输出电位连接;和
至少1根第3电极指,设置在所述压电层的所述第1主面以及所述第2主面中的至少一者,与基准电位连接,
在从与所述第1电极指以及所述第2电极指延伸的方向正交的电极指正交方向观察时,所述第1电极指和所述第2电极指对置,
在所述电极指正交方向上,相邻的所述第1电极指和所述第2电极指相互重叠的区域为对置区域,
在从所述压电层的所述第1主面和所述第2主面相互对置的主面对置方向观察时,所述第3电极指与至少1个所述对置区域的至少一部分重叠。
2. 根据权利要求1所述的弹性波装置,其中,
在所述压电层的所述第1主面设置有至少1根所述第3电极指。
3. 根据权利要求1或2所述的弹性波装置,其中,
在所述压电层的所述第2主面设置有至少1根所述第3电极指。
4. 根据权利要求1~3中的任一项所述的弹性波装置,其中,
所述弹性波装置具备:支承构件,在从所述主面对置方向观察时与所述压电层重叠。
5. 根据权利要求4所述的弹性波装置,其中,
所述支承构件具有空洞部,在从所述主面对置方向观察时,所述第1电极指以及所述第2电极指各自的至少一部分与所述空洞部重叠。
6. 根据权利要求5所述的弹性波装置,其中,
所述支承构件包括支承基板和绝缘层,所述空洞部设置在所述绝缘层。
7. 根据权利要求1~6中的任一项所述的弹性波装置,其中,
所述第1电极指以及所述第2电极指中的至少一者设置有多根,构成了多个所述对置区域。
8. 根据权利要求7所述的弹性波装置,其中,
所述第1电极指以及所述第2电极指双方设置有多根,
所述弹性波装置还具备:
第1汇流条,连接了多根所述第1电极指;和
第2汇流条,连接了多根所述第2电极指,
通过所述多根第1电极指以及所述第1汇流条构成了第1梳齿状电极,通过所述多根第2电极指以及所述第2汇流条构成了第2梳齿状电极,所述多根第1电极指以及所述多根第2电极指彼此相互交错对插。
9. 根据权利要求7或8所述的弹性波装置,其中,
所述第3电极指设置有多根,
在从所述主面对置方向观察时,多根所述第3电极指在所述电极指正交方向上排列。
10. 根据权利要求9所述的弹性波装置,其中,
在所述电极指正交方向上连续地排列的至少2根所述第3电极指与所述多个对置区域

中的在所述电极指正交方向上连续地排列的对置区域在从所述主面对置方向观察时分别重叠。

11. 根据权利要求10所述的弹性波装置, 其中,

在所述电极指正交方向上连续地排列的3根以上的所述第3电极指与所述多个对置区域中的在所述电极指正交方向上连续地排列的对置区域在从所述主面对置方向观察时分别重叠。

12. 根据权利要求1~11中的任一项所述的弹性波装置, 其中,
构成为能够利用厚度剪切模式的体波。

13. 根据权利要求1~11中的任一项所述的弹性波装置, 其中,
将在从所述主面对置方向观察时相邻的所述第1电极指和所述第3电极指的中心间距、以及在从所述主面对置方向观察时相邻的所述第2电极指和所述第3电极指的中心间距中的最长的距离设为 p 的情况下, 且将所述压电层的厚度设为 d 的情况下, d/p 为0.5以下。

14. 根据权利要求13所述的弹性波装置, 其中,
 d/p 为0.24以下。

15. 根据权利要求12~14中的任一项所述的弹性波装置, 其中,
在从所述主面对置方向观察时, 直接相邻或者隔着所述第3电极指而相邻的所述第1电极指以及所述第2电极指在所述电极指正交方向上相互重叠的区域为激励区域,

在将所述第1电极指以及所述第3电极指、和所述第2电极指以及所述第3电极指相对于所述激励区域的金属化率设为 MR 时, 满足 $MR \leq 1.75(d/p) + 0.075$ 。

16. 根据权利要求1~15中的任一项所述的弹性波装置, 其中,
所述压电层包含钽酸锂或铌酸锂。

17. 根据权利要求12~15中的任一项所述的弹性波装置, 其中,
所述压电层包含钽酸锂或铌酸锂,

构成所述压电层的铌酸锂或钽酸锂的欧拉角 (φ, θ, ψ) 处于以下的式(1)、式(2)或式(3)的范围,

$(0^\circ \pm 10^\circ, 0^\circ \sim 20^\circ, \text{任意的}\psi) \cdots \text{式(1)}$

$(0^\circ \pm 10^\circ, 20^\circ \sim 80^\circ, 0^\circ \sim 60^\circ (1 - (\theta - 50)^2/900)^{1/2})$ 或 $(0^\circ \pm 10^\circ, 20^\circ \sim 80^\circ, [180^\circ - 60^\circ (1 - (\theta - 50)^2/900)^{1/2}] \sim 180^\circ) \cdots \text{式(2)}$

$(0^\circ \pm 10^\circ, [180^\circ - 30^\circ (1 - (\psi - 90)^2/8100)^{1/2}] \sim 180^\circ, \text{任意的}\psi) \cdots \text{式(3)}。$

18. 一种弹性波滤波器装置, 具有至少1个权利要求1~17中的任一项所述的弹性波装置。

弹性波装置

技术领域

[0001] 本发明涉及弹性波装置。

背景技术

[0002] 以往,弹性波装置被广泛地用于便携式电话机的滤波器等。近年来,提出了如下述的专利文献1所记载的那样的、使用了厚度剪切模式的体波的弹性波装置。在该弹性波装置中,在支承体上设置有压电层。在压电层上设置有成对的电极。成对的电极在压电层上相互对置,并且与相互不同的电位连接。通过在上述电极间施加交流电压,来激励厚度剪切模式的体波。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:美国专利第10491192号说明书

发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 所谓弹性波装置,例如是指弹性波谐振器,例如用于梯型滤波器。为了在梯型滤波器中得到良好的特性,需要在多个弹性波谐振器间增大静电电容比。在该情况下,需要增大梯型滤波器中的一部分的弹性波谐振器的静电电容。

[0008] 为了增大弹性波谐振器的静电电容,例如,需要使弹性波谐振器变得大型。因此,在将该弹性波谐振器用于梯型滤波器的情况下,梯型滤波器易于变得大型。特别是,具有静电电容小的利用厚度剪切模式的体波的弹性波谐振器的梯型滤波器会大型化。

[0009] 本发明的目的在于,提供在使用于滤波器装置的情况下即使不进行大型化也能够得到适宜的滤波器波形的弹性波装置。

[0010] 用于解决问题的技术方案

[0011] 本发明涉及的弹性波装置具备:压电层,具有相互对置的第1主面以及第2主面;至少1根第1电极指,设置在所述压电层的所述第1主面,与输入电位连接;至少1根第2电极指,设置在所述压电层的所述第1主面,与输出电位连接;和至少1根第3电极指,设置在所述压电层的所述第1主面以及所述第2主面中的至少一者,与基准电位连接,在从与所述第1电极指以及所述第2电极指延伸的方向正交的电极指正交方向观察时,所述第1电极指和所述第2电极指对置,在所述电极指正交方向上,相邻的所述第1电极指和所述第2电极指相互重叠的区域为对置区域,在从所述压电层的所述第1主面和所述第2主面相互对置的主面对置方向观察时,所述第3电极指与至少1个所述对置区域的至少一部分重叠。

[0012] 发明效果

[0013] 根据本发明,能够提供在使用于滤波器装置的情况下即使不进行大型化也能够得到适宜的滤波器波形的弹性波装置。

附图说明

- [0014] 图1是本发明的第1实施方式涉及的弹性波装置的示意性主视剖视图。
- [0015] 图2是示出本发明的第1实施方式涉及的弹性波装置的电极构造的示意性俯视图。
- [0016] 图3是示出本发明的第1实施方式中的第1~第3电极指附近的示意性主视剖视图。
- [0017] 图4是比较例的弹性波装置的示意性俯视图。
- [0018] 图5是示出比较例中的静电电容和激励区域的面积的关系的例子的图。
- [0019] 图6是示出本发明的第1实施方式涉及的弹性波装置的通过特性以及反射特性的图。
- [0020] 图7是示出本发明的第1实施方式中的相邻的电极指彼此的中心间距离和通过特性的关系的图。
- [0021] 图8是示出本发明的第1实施方式的变形例涉及的弹性波装置的电极构造的示意性俯视图。
- [0022] 图9是示出本发明的第2实施方式中的第1~第3电极指附近的示意性主视剖视图。
- [0023] 图10是示出本发明的第3实施方式中的第1~第5电极指附近的示意性主视剖视图。
- [0024] 图11是示出本发明的第3实施方式中的压电层的第2主面上的电极构造的示意性仰视图。
- [0025] 图12是本发明的第4实施方式涉及的弹性波滤波器装置的电路图。
- [0026] 图13的(a)是示出利用厚度剪切模式的体波的弹性波装置的外观的简图式立体图,图13的(b)是示出压电层上的电极构造的俯视图。
- [0027] 图14是沿着图13的(a)中的A-A线的部分的剖视图。
- [0028] 图15的(a)是用于说明在弹性波装置的压电膜传播的兰姆波的示意性主视剖视图,图15的(b)是用于说明在弹性波装置中的压电膜传播的厚度剪切模式的体波的示意性主视剖视图。
- [0029] 图16是示出厚度剪切模式的体波的振幅方向的图。
- [0030] 图17是示出利用厚度剪切模式的体波的弹性波装置的谐振特性的图。
- [0031] 图18是示出将相邻的电极的中心间距离设为 p 、且将压电层的厚度设为 d 的情况下的 d/p 和作为谐振器的相对带宽的关系的图。
- [0032] 图19是利用厚度剪切模式的体波的弹性波装置的俯视图。
- [0033] 图20是示出出现了杂散的参考例的弹性波装置的谐振特性的图。
- [0034] 图21是示出相对带宽和作为杂散的大小的用180度进行了归一化的杂散的阻抗的相位旋转量的关系的图。
- [0035] 图22是示出 $d/2p$ 和金属化率 MR 的关系的图。
- [0036] 图23是示出使 d/p 无限接近于0的情况下的相对带宽相对于 LiNbO_3 的欧拉角(0° , θ , ψ)的映射的图。
- [0037] 图24是用于说明利用兰姆波的弹性波装置的部分切除立体图。

具体实施方式

- [0038] 以下,通过参照附图来说明本发明的具体的实施方式,从而使本发明明确。

[0039] 另外,预先指出,本说明书所记载的各实施方式是例示性的,能够在不同的实施方式间进行结构的部分置换或组合。

[0040] 图1是本发明的第1实施方式涉及的弹性波装置的示意性主视剖视图。图2是示出第1实施方式涉及的弹性波装置的电极构造的示意性俯视图。

[0041] 图1所示的弹性波装置10是构成为能够利用厚度剪切模式的弹性波谐振器。此外,弹性波装置10是声耦合型滤波器。以下,说明弹性波装置10的结构。

[0042] 弹性波装置10具有压电性基板12和功能电极11。压电性基板12具有支承构件13和压电层14。在本实施方式中,支承构件13包括支承基板16和绝缘层15。在支承基板16上设置有绝缘层15。在绝缘层15上设置有压电层14。不过,支承构件13也可以仅由支承基板16构成。

[0043] 压电层14具有第1主面14a以及第2主面14b。第1主面14a以及第2主面14b相互对置。在第1主面14a以及第2主面14b之中,第2主面14b位于支承构件13侧。在本实施方式中,在压电层14的第1主面14a设置有功能电极11。另外,也可以是,在第1主面14a以及第2主面14b之中,第1主面14a位于支承构件13侧。在该情况下,也可以在第1主面14a设置有功能电极11。

[0044] 如图2所示,功能电极11具有1对梳齿状电极和基准电位电极19。基准电位电极19与基准电位连接。1对梳齿状电极具体地是第1梳齿状电极17以及第2梳齿状电极18。第1梳齿状电极17与输入电位连接。更具体地,第1梳齿状电极17经由输入端子28与输入电位连接。另一方面,第2梳齿状电极18与输出电位连接。更具体地,第2梳齿状电极18经由输出端子29与输出电位连接。输入端子28以及输出端子29可以构成为电极焊盘,或者,也可以构成为布线。

[0045] 第1梳齿状电极17直接地与输入端子28连接。不过,第1梳齿状电极17也可以经由其他元件间接地与输入端子28连接。第2梳齿状电极18直接地与输出端子29连接。不过,第2梳齿状电极18也可以经由其他元件间接地与输出端子29连接。另外,也可以是,第1梳齿状电极17与输出电位连接,并且第2梳齿状电极18与输入电位连接。

[0046] 第1梳齿状电极17具有第1汇流条22和多根第1电极指25。多根第1电极指25的一个端部分别与第1汇流条22连接。第2梳齿状电极18具有第2汇流条23和多根第2电极指26。多根第2电极指26的一个端部分别与第2汇流条23连接。

[0047] 第1汇流条22以及第2汇流条23相互对置。在本实施方式中,多根第1电极指25以及多根第2电极指26的根数分别为3根以上。多根第1电极指25以及多根第2电极指26彼此相互交错对插。

[0048] 以下,将第1电极指25以及第2电极指26延伸的方向设为电极指延伸方向,将与电极指延伸方向正交的方向设为电极指正交方向。另外,在将第1电极指25以及第2电极指26对置的方向设为电极指对置方向时,电极指对置方向以及电极指正交方向平行。

[0049] 在第1梳齿状电极17和第2梳齿状电极18之间,构成有多个对置区域F、多个第1区域Ga以及多个第2区域Gb。另外,在图2中,作为例子,示出了各1个的对置区域F、第1区域Ga以及第2区域Gb。

[0050] 更具体地,在从电极指正交方向观察时,相邻的第1电极指25以及第2电极指26相互重叠的区域为对置区域F。对置区域F以及第1汇流条22之间的区域为第1区域Ga。对置区

域F以及第2汇流条23之间的区域为第2区域Gb。对置区域F、第1区域Ga以及第2区域Gb是基于功能电极11的结构来定义的、压电层14的区域。

[0051] 基准电位电极19具有蜿蜒状的形状。具体地,基准电位电极19具有多根第3电极指27和多个连接电极24。多根第3电极指27与电极指延伸方向平行地延伸,并且与电极指正交方向平行地排列。即,在将俯视下多根第3电极指27排列的方向设为列方向时,列方向和电极指正交方向平行。在本说明书中,所谓俯视,是指从相当于图1中的上方的方向沿着支承构件13以及压电层14的层叠方向观察。另外,在图1中,例如,在支承基板16以及压电层14之中,压电层14侧是上方。进而,在本说明书中,俯视设为与从主面对置方向观察同义。所谓主面对置方向,是指压电层14的第1主面14a和第2主面14b相互对置的方向。更具体地,主面对置方向例如是第1主面14a的法线方向。在本实施方式中,在从主面对置方向观察时,多根第3电极指27在电极指正交方向上排列。

[0052] 在本实施方式中,多根第3电极指27的根数为3根以上。相邻的第3电极指27的一个端部彼此或另一个端部彼此通过连接电极24来连接。由此,基准电位电极19的形状设为蜿蜒状的形状。另外,基准电位电极19的形状不限于蜿蜒状。

[0053] 基准电位电极19的一部分在俯视下与第1梳齿状电极17和第2梳齿状电极18之间的区域重叠。具体地,基准电位电极19中的各第3电极指27在俯视下与第1区域Ga、对置区域F以及第2区域Gb重叠。全部的连接电极24中的一部分的多个连接电极24在俯视下与第1区域Ga重叠。这些连接电极24将相邻的第3电极指27的在俯视下与第1区域Ga重叠的端部彼此连接。

[0054] 其余的多个连接电极24在俯视下与第2区域Gb重叠。这些连接电极24将相邻的第3电极指27的在俯视下与第2区域Gb重叠的端部彼此连接。设置在第1区域Ga的连接电极24和设置在第2区域Gb的连接电极24在列方向上交替排列。基准电位电极19设置为到达各对置区域F、各第1区域Ga以及各第2区域Gb。

[0055] 基准电位电极19的一部分在俯视下与第1梳齿状电极17以及第2梳齿状电极18的外侧的区域重叠。该部分例如经由其他布线、电极焊盘等与基准电位连接。以下,有时将第1电极指25、第2电极指26以及第3电极指27仅记载为电极指。

[0056] 图3是示出第1实施方式中的第1~第3电极指附近的示意性主视剖视图。

[0057] 在相邻的第1电极指25和第2电极指26之间,设置有第3电极指27。关于第1电极指25、第2电极指26以及第3电极指27排列的顺序,在从第1电极指25开始的情况下,是将第1电极指25、第3电极指27、第2电极指26以及第3电极指27作为1个周期的顺序。换言之,多根电极指进行排列,使得电极指的电位成为输入电位、基准电位、输出电位、基准电位、输入电位……的顺序。另外,第1电极指25、第2电极指26以及第3电极指27设置至少各1根即可。

[0058] 第1梳齿状电极17、第2梳齿状电极18以及基准电位电极19均既可以包含单层的金属膜,或者,也可以包含层叠金属膜。

[0059] 弹性波装置10是构成为能够利用厚度剪切模式的体波的弹性波谐振器。如图2所示,弹性波装置10具有多个激励区域C。在多个激励区域C,激励厚度剪切模式的体波、其他模式的弹性波。另外,在图2中,仅示出了多个激励区域C中的2个激励区域C。

[0060] 全部的激励区域C中的一部分的多个激励区域C是在从电极指正交方向观察时相邻的第1电极指25以及第3电极指27相互重叠的区域,并且是相邻的第1电极指25和第3电极

指27的中心间的区域。其余的多个激励区域C是在从电极指正交方向观察时相邻的第2电极指26以及第3电极指27相互重叠的区域,并且是相邻的第2电极指26和第3电极指27的中心间的区域。这些激励区域C在电极指正交方向上排列。另外,激励区域C是基于功能电极11的结构来定义的、压电层14的区域。

[0061] 本实施方式的特征在于,具有以下的结构。1) 在压电层14的第1主面14a,设置有第1电极指25、第2电极指26以及第3电极指27。2) 在从主面对置方向观察时,第3电极指27与至少1个对置区域F的至少一部分重叠。由此,能够适宜地得到弹性波装置10的滤波器波形。在作为弹性波谐振器而将弹性波装置10用于滤波器装置的情况下,即使构成滤波器装置的弹性波谐振器为1个或者较少的个数也能够适宜地得到滤波器波形,能够使滤波器装置变得小型。以下通过参照比较例来说明该详细情况。

[0062] 如图4所示,比较例与第1实施方式不同的点在于,不具有基准电位电极。具体地,比较例的弹性波谐振器100具有第1梳齿状电极107以及第2梳齿状电极108。通过第1梳齿状电极107以及第2梳齿状电极108来构成IDT电极101。弹性波谐振器100中的激励区域C是在从电极指正交方向观察时相邻的第1电极指105以及第2电极指106相互重叠的区域,并且是相邻的第1电极指105和第2电极指106的中心间的区域。

[0063] 图5是示出比较例中的静电电容和激励区域的面积的关系的例子图。在图5所示的例子中,将压电层14的厚度设为375nm,将相邻的第1电极指105和第2电极指106的中心间距离设为 $4.8\mu\text{m}$,将各电极指的宽度设为960nm。电极指的宽度是沿着电极指正交方向的电极指的尺寸。

[0064] 如图5所示,可知在比较例中,弹性波谐振器100中的静电电容越大,则激励区域C的面积也越大。在此,在将弹性波谐振器100用于滤波器装置的情况下,为了适宜地得到滤波器波形,需要增大多个弹性波谐振器100间的电容比。然而,由于使用静电电容大的弹性波谐振器100,因而滤波器装置的小型化变得更困难。

[0065] 相对于此,在图1所示的第1实施方式中,能够适宜地得到弹性波装置10的滤波器波形。因此在将弹性波装置10作为弹性波谐振器而用于滤波器装置的情况下,即使构成滤波器装置的弹性波谐振器为1个或者较少的个数也能够适宜地得到滤波器波形,能够推进滤波器装置的小型化。在此,以下示出作为弹性波谐振器的弹性波装置10的通过特性以及反射特性。

[0066] 图6是示出第1实施方式涉及的弹性波装置的通过特性以及反射特性的图。另外,图6示出基于FEM(Finite Element Method,有限元方法)仿真的结果。

[0067] 如图6所示,可知,即使在1个弹性波装置10中,也可适宜地得到滤波器波形。弹性波装置10是声耦合型滤波器。更详细地,如图3所示,弹性波装置10具有位于相邻的第1电极指25和第3电极指27的中心间的激励区域C、和位于相邻的第2电极指26和第3电极指27的中心间的激励区域C。在这些激励区域C,激励包括厚度剪切模式的体波的多个模式的弹性波。通过使这些模式耦合,从而即使在1个弹性波装置10中,也能够适宜地得到滤波器波形。

[0068] 以下,更详细地说明第1实施方式的结构。

[0069] 如图1所示,支承构件13包括支承基板16和绝缘层15。压电性基板12是支承基板16、绝缘层15和压电层14的层叠体。即,压电层14以及支承构件13在从主面对置方向观察时重叠。作为支承基板16的材料,例如能够使用硅等半导体、氧化铝等陶瓷等。作为绝缘层15

的材料,能够使用氧化硅或氧化钽等适当的电介质。压电层14例如是 LiNbO_3 层等铌酸锂层或 LiTaO_3 层等钽酸锂层。

[0070] 在绝缘层15,设置有空洞部10a。更详细地,在绝缘层15设置有凹部。在绝缘层15上设置有压电层14,使得堵住凹部。由此,构成了中空部。该中空部是空洞部10a。在本实施方式中,将支承构件13和压电层14配置为,支承构件13的一部分以及压电层14的一部分隔着空洞部10a而相互对置。不过,支承构件13中的凹部也可以跨绝缘层15以及支承基板16地设置。或者,也可以是,仅设置在支承基板16的凹部被绝缘层15堵住。凹部也可以设置在压电层14。另外,空洞部10a也可以是设置在支承构件13的贯通孔。

[0071] 空洞部10a是本发明中的声反射部。通过声反射部,能够将弹性波的能量有效地封闭在压电层14侧。声反射部在俯视下设置在支承构件13中的与功能电极11的至少一部分重叠的位置即可。更具体地,在俯视下,第1电极指25以及第2电极指26各自的至少一部分与空洞部10a重叠即可。优选在俯视下,第1电极指25、第2电极指26以及第3电极指27各自的至少一部分与空洞部10a重叠。更优选在俯视下,多个激励区域C与空洞部10a重叠。另外,如上述那样,在本说明书中,俯视和从主面对置方向观察为同义。

[0072] 在第1实施方式中,第1电极指25、第2电极指26以及第3电极指27设置在压电层14中的相同的主面。不过,例如,也可以是,第1电极指25以及第2电极指26设置在第1主面14a,并且第3电极指27设置在第2主面14b。或者,也可以是,第1电极指25以及第2电极指26设置在第2主面14b,并且第3电极指27设置在第1主面14a。

[0073] 在这些情况下,第3电极指27也只要在俯视下与图1所示的对置区域F的至少一部分重叠即可。另外,在这些情况下,所谓相邻的第1电极指25以及第3电极指27,是指在俯视下相邻的第1电极指25以及第3电极指27。同样地,所谓相邻的第2电极指26以及第3电极指27,是指在俯视下相邻的第2电极指26以及第3电极指27。不过,在第1电极指25、第2电极指26以及第3电极指27设置在相同的主面的情况下也同样。在俯视下相邻的电极指与从厚度对置方向观察时相邻的电极指同义。

[0074] 在第1实施方式中,在俯视下相邻的多对第1电极指25和第3电极指27的中心间距离、以及在俯视下相邻的多对第2电极指26和第3电极指27的中心间距离均相同。在该情况下,在将压电层14的厚度设为 d 、且将相邻的电极指彼此的中心间距离设为 p 的情况下,优选 d/p 为0.5以下。更优选 d/p 为0.24以下。由此,可适宜地激励厚度剪切模式的体波。

[0075] 不过,在俯视下相邻的第1电极指25和第3电极指27的中心间距离、以及在俯视下相邻的第2电极指26和第3电极指27的中心间距离也可以不固定。在该情况下,优选将在俯视下相邻的第1电极指25和第3电极指27的中心间距离、以及在俯视下相邻的第2电极指26和第3电极指27的中心间距离之中最长的距离设为 p 。在该情况下,优选 d/p 为0.5以下,更优选 d/p 为0.24以下。另外,本发明的弹性波装置也可以不一定构成能够利用厚度剪切模式。

[0076] 在第1实施方式中,通过调整相邻的电极指彼此的中心间距离 p ,能够调整频率、频带宽度。以下示出该例子。具体地,使中心间距离 p 变化,通过FEM仿真求出了通过特性。弹性波装置10的设计参数如以下那样。

[0077] 压电层:材料…Z切割的 LiNbO_3 ,厚度…400nm

[0078] 第1~第3电极指:材料…Al,厚度…500nm,宽度…800nm

[0079] 中心间距离 p : $4\mu\text{m}$ 或 $2\mu\text{m}$

[0080] 图7是示出第1实施方式中的相邻的电极指彼此的中心间距离和通过特性的关系的图。

[0081] 如图7所示,在使相邻的电极指的中心间距离 p 不同的情况下,通带的位置、频带宽度不同。因此,通过调整中心间距离 p ,能够得到期望的通带的位置、频带宽度即通过特性。

[0082] 在弹性波装置10中,激励包括厚度剪切模式的体波的多个模式。通带由相互不同的模式彼此之间的频率的间隔来决定。而且,通过调整相邻的电极指的中心间距离 p ,能够调整各模式的位置、以及相互不同的模式彼此之间的频率的间隔。由此,能够调整通带的位置、频带宽度。

[0083] 另外,在本发明中,第1电极指25、第2电极指26以及第3电极指27设置至少各1根即可。也可以不一定构成有第1梳齿状电极17以及第2梳齿状电极18。

[0084] 优选弹性波装置10具有多个对置区域F。在该情况下,第1电极指25以及第2电极指26中的至少一者设置有多根即可。由此,只要构成多个对置区域F即可。不过,更优选第1电极指25以及第2电极指26双方设置有多根。

[0085] 在本发明中,至少1根第3电极指27设置在压电层14的第1主面14a以及第2主面14b中的至少一者即可。而且,至少1根第3电极指27在俯视下与至少1个对置区域F的至少一部分重叠即可。

[0086] 不过,优选设置有多根第3电极指27,并且多根第3电极指27如第1实施方式那样排列。具体地,优选在列方向上连续地排列的至少2根第3电极指27与多个对置区域F中的在电极指正交方向上连续地排列的对置区域F分别在俯视下重叠。更优选在列方向上连续地排列的3根以上的第3电极指27与多个对置区域F中的在电极指正交方向上连续地排列的对置区域F分别在俯视下重叠。由此,能够更可靠地得到弹性波装置10的滤波器波形。另外,优选列方向与电极指正交方向平行。

[0087] 另外,在本发明中,设置有至少1根第3电极指27即可。例如,在图8所示的第1实施方式的变形例中,基准电位电极19A具有1根第3电极指27。基准电位电极19A不具有连接电极。不过,基准电位电极19A与第1实施方式同样地,具有与基准电位连接的布线。通过该布线,从而第3电极指27与基准电位连接。

[0088] 在本变形例中,功能电极11A具有1对第1电极指25以及第2电极指26。即,第1梳齿状电极17A的第1电极指25的根数为1根。同样地,第2梳齿状电极18A的第2电极指26的根数为1根。在将本变形例的弹性波装置作为弹性波谐振器而用于滤波器装置的情况下,也与第1实施方式同样地,即使构成滤波器装置的弹性波谐振器为1个或者较少的个数也能够适宜地得到滤波器波形。因此,能够使滤波器装置变得小型。

[0089] 图9是示出第2实施方式中的第1~第3电极指附近的示意性主视剖视图。

[0090] 本实施方式与第1实施方式不同的点在于,基准电位电极19设置在压电层14的第2主面14b。除了上述的方面以外,本实施方式的弹性波装置30具有与第1实施方式的弹性波装置10同样的结构。

[0091] 在本实施方式中,在俯视时,相邻的第1电极指25以及第3电极指27在电极指正交方向上相互重叠并且相邻的第1电极指25和第3电极指27的中心间的区域是激励区域C。在俯视时,相邻的第2电极指26以及第3电极指27在电极指正交方向上相互重叠并且相邻的第

2电极指26和第3电极指27的中心间的区域也是激励区域C。换言之,在从主面对置方向观察时,直接相邻或者隔着第3电极指27而相邻的第1电极指25以及第2电极指26在电极指正交方向上相互重叠的区域是激励区域C。

[0092] 与第1实施方式同样地,能够适宜地得到弹性波装置30的滤波器波形。因此,通过将作为弹性波谐振器的弹性波装置30用于滤波器装置,能够减少构成滤波器装置的弹性波谐振器的个数。因此,能够使滤波器装置变得小型。

[0093] 图10是示出第3实施方式中的第1~第5电极指附近的示意性主视剖视图。图11是示出第3实施方式中的压电层的第2主面上的电极构造的示意性仰视图。

[0094] 如图10所示,本实施方式与第1实施方式不同的点在于,在压电层14的两主面分别设置有1对梳齿状电极和基准电位电极。功能电极41具有第1梳齿状电极17、第2梳齿状电极18、基准电位电极19、第4梳齿状电极47、第5梳齿状电极48、和基准电位电极49。另外,第4梳齿状电极47是功能电极41中的第3个梳齿状电极,但是为了方便,设为第4梳齿状电极47。除了上述的方面以外,本实施方式的弹性波装置40具有与第1实施方式的弹性波装置10同样的结构。

[0095] 在压电层14的第1主面14a,设置有第1梳齿状电极17、第2梳齿状电极18、和基准电位电极19。第1主面14a上的功能电极41的结构与第1实施方式同样。另一方面,在第2主面14b,设置有第4梳齿状电极47、第5梳齿状电极48、和基准电位电极49。

[0096] 如图11所示,第4梳齿状电极47具有第4汇流条42和多根第4电极指45。多根第4电极指45的一个端部分别与第4汇流条42连接。第5梳齿状电极48具有第5汇流条43和多根第5电极指46。多根第5电极指46的一个端部分别与第5汇流条43连接。

[0097] 第4汇流条42以及第5汇流条43相互对置。在本实施方式中,多根第4电极指45以及多根第5电极指46的根数分别为3根以上。多根第4电极指45以及多根第5电极指46彼此相互交错对插。第4梳齿状电极47与输入电位连接。另一方面,第5梳齿状电极48与输出电位连接。

[0098] 在本实施方式中,图11所示的第4汇流条42和援引图1而示出的第1汇流条22电连接。例如,也可以通过贯通了压电层14的贯通电极,来将第4汇流条42和第1汇流条22连接。

[0099] 同样地,图11所示的第5汇流条43和援引图1而示出的第2汇流条23电连接。例如,也可以通过贯通了压电层14的贯通电极,来将第5汇流条43和第2汇流条23连接。

[0100] 图10所示的设置在压电层14的第1主面14a的基准电位电极19和设置在第2主面14b的基准电位电极49被同样地设置。即,图11所示的基准电位电极49具有多根第3电极指27和多个连接电极24。相邻的第3电极指27的一个端部彼此或另一个端部彼此通过连接电极24来连接。由此,基准电位电极49的形状设为蜿蜒状的形状。基准电位电极49的一部分在俯视下与第4梳齿状电极47和第5梳齿状电极48之间的区域重叠。另外,第4电极指45、第5电极指46以及基准电位电极49的第3电极指27设置有至少各1根即可。

[0101] 如图10所示,第4电极指45隔着压电层14与第1电极指25对置。第5电极指46隔着压电层14与第2电极指26对置。设置在压电层14的第2主面14b的第3电极指27隔着压电层14与设置在第1主面14a的第3电极指27重叠。

[0102] 在本实施方式中,在俯视下相邻的第4电极指45和第3电极指27的中心间距离与在俯视下相邻的第1电极指25和第3电极指27的中心间距离相同。在俯视下相邻的第5电极指

46和第3电极指27的中心间距离与在俯视下相邻的第2电极指26和第3电极指27的中心间距离相同。

[0103] 在此,在从电极指正交方向观察时,将相邻的第1电极指25以及第2电极指26相互重叠的区域设为第1对置区域F1。第1对置区域F1相当于图2所示的第1实施方式中的对置区域F。在从电极指正交方向观察时,将相邻的第4电极指45以及第5电极指46相互重叠的区域设为第2对置区域F2。另外,第1对置区域F1是基于功能电极41的结构来定义的、压电层14的第1主面14a的区域。第2对置区域F2是基于功能电极41的结构来定义的、压电层14的第2主面14b的区域。

[0104] 在俯视下,第1对置区域F1以及第2对置区域F2重叠。而且,设置在压电层14的第1主面14a以及第2主面14b的各个第3电极指27在俯视下与第1对置区域F1以及第2对置区域F2重叠。

[0105] 与第1实施方式同样地,能够适宜地得到弹性波装置40的滤波器波形。因此,在作为弹性波谐振器而将弹性波装置40用于滤波器装置的情况下,即使构成滤波器装置的弹性波谐振器为1个或者较少的个数也能够适宜地得到滤波器波形,能够使滤波器装置变得小型。

[0106] 如图10所示,在本实施方式中,多个第3电极指27设置在压电层14的第1主面14a以及第2主面14b双方,使得在列方向上连续地排列。而且,设置在第1主面14a的第3电极指27、以及设置在第2主面14b的第3电极指27在俯视下重叠。因此,与设置在第1主面14a的任意的第3电极指27在俯视下相邻的第3电极指27是设置在第1主面14a的第3电极指27、以及设置在第2主面14b的第3电极指27。

[0107] 在俯视下重叠的第3电极指27彼此并非在列方向上排列。另一方面,在俯视下不重叠的第3电极指27彼此在列方向上排列。例如,在本实施方式中,在列方向上连续地排列的3根第3电极指27是设置在第1主面14a的3根第3电极指27也成立。或者,例如,上述3根第3电极指27是设置在第1主面14a的2根第3电极指27、以及设置在第2主面14b的1根第3电极指27也成立。如它们那样,在列方向上连续地排列的第3电极指27可以包括设置在第1主面14a的第3电极指27,也可以包括设置在第2主面14b的第3电极指27。

[0108] 另外,例如,多个第3电极指27也可以交替设置在压电层14的第1主面14a以及第2主面14b,使得在列方向上排列。在该情况下,与设置在第1主面14a的任意的第3电极指27在俯视下相邻的第3电极指27是设置在第2主面14b的第3电极指27。

[0109] 在该情况下,在列方向上连续地排列的第3电极指27包括设置在压电层14的第1主面14a的第3电极指27、以及设置在第2主面14b的第3电极指27双方。

[0110] 在该情况下,也优选在列方向上连续地排列的至少2根第3电极指27与多个对置区域F中的在电极指正交方向上连续地排列的对置区域F分别在俯视下重叠。更优选在列方向上连续地排列的3根以上的第3电极指27与多个对置区域F中的在电极指正交方向上连续地排列的对置区域F分别在俯视下重叠。由此,能够更可靠地得到滤波器波形。

[0111] 图12是本发明的第4实施方式涉及的弹性波滤波器装置的电路图。

[0112] 弹性波滤波器装置50具有第1信号端子52、第2信号端子53、弹性波谐振器51A、弹性波谐振器51B以及弹性波谐振器51C。弹性波谐振器51A是本发明涉及的弹性波装置。弹性波谐振器51A例如可以具有第1~第3实施方式或第1实施方式的变形例的任意的结构。另一

方面,弹性波谐振器51B以及弹性波谐振器51C中的功能电极分别是IDT电极。

[0113] 第1信号端子52以及第2信号端子53例如可以构成电极焊盘,或者,也可以构成布线。在本实施方式中,第2信号端子53是天线端子。天线端子与天线连接。

[0114] 在第1信号端子52和第2信号端子53之间,弹性波谐振器51A以及弹性波谐振器51B相互串联地连接。在弹性波谐振器51A和弹性波谐振器51B之间的连接点与基准电位之间,连接有弹性波谐振器51C。

[0115] 在弹性波滤波器装置50中,本发明涉及的弹性波装置作为弹性波谐振器51A而使用。由此,即使不使弹性波滤波器装置50大型化,也能够得到适宜的滤波器波形。因此,能够使弹性波滤波器装置50变得小型。

[0116] 另外,弹性波滤波器装置50的电路结构不限于上述。弹性波滤波器装置50例如也可以仅由作为本发明的弹性波装置的弹性波谐振器51A构成。

[0117] 以下,使用功能电极为IDT电极的例子,说明厚度剪切模式的详细情况。另外,IDT电极不具有第3电极指。后述的IDT电极中的“电极”相当于电极指。以下的例子中的支承构件相当于本发明中的支承基板。以下,也有时将基准电位记载为接地电位。

[0118] 图13的(a)是示出利用厚度剪切模式的体波的弹性波装置的外观的简图式立体图,图13的(b)是示出压电层上的电极构造的俯视图,图14是沿着图13的(a)中的A-A线的部分的剖视图。

[0119] 弹性波装置1具有包含 LiNbO_3 的压电层2。压电层2也可以包含 LiTaO_3 。虽然 LiNbO_3 、 LiTaO_3 的切割角为Z切割,但是也可以是旋转Y切割、X切割。压电层2的厚度没有特别限定,但是为了有效地激励厚度剪切模式,优选为40nm以上且1000nm以下,更优选为50nm以上且1000nm以下。压电层2具有相互对置的第1主面2a、第2主面2b。在第1主面2a上设置有电极3以及电极4。在此,电极3为“第1电极”的一例,电极4为“第2电极”的一例。在图13的(a)以及图13的(b)中,多个电极3与第1汇流条5连接。多个电极4与第2汇流条6连接。多个电极3以及多个电极4彼此相互交错对插。电极3以及电极4具有矩形形状,并具有长度方向。在与该长度方向正交的方向上,电极3和旁边的电极4对置。电极3、4的长度方向以及电极3、4的长度方向正交的方向均为与压电层2的厚度方向交叉的方向。因此,也可以说,电极3和旁边的电极4在与压电层2的厚度方向交叉的方向上对置。此外,电极3、4的长度方向也可以和图13的(a)以及图13的(b)所示的与电极3、4的长度方向正交的方向对调。即,在图13的(a)以及图13的(b)中,也可以使电极3、4在第1汇流条5以及第2汇流条6延伸的方向上延伸。在该情况下,第1汇流条5以及第2汇流条6在图13的(a)以及图13的(b)中变得在电极3、4延伸的方向上延伸。而且,连接于一个电位的电极3和连接于另一个电位的电极4相邻的1对构造在与上述电极3、4的长度方向正交的方向上设置有多对。在此,所谓电极3和电极4相邻,不是指电极3和电极4配置为直接接触的情况,而是指电极3和电极4隔开间隔配置的情况。此外,在电极3和电极4相邻的情况下,在电极3与电极4之间不配置包含其他电极3、4在内的与信号(hot)电极、接地电极连接的电极。该对数无需为整数对,也可以是1.5对、2.5对等。电极3、4间的中心间距离(即,间距)优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $10\mu\text{m}$ 以下的范围。此外,电极3、4的宽度(即,电极3、4的对置方向上的尺寸)优选为50nm以上且1000nm以下的范围,更优选为150nm以上且1000nm以下的范围。另外,所谓电极3、4间的中心间距离,成为将与电极3的长度方向正交的方向上的电极3的尺寸(宽度尺寸)的中心和与电极4的长度方向正交的方向上的电极4的尺

寸(宽度尺寸)的中心连结的距离。

[0120] 此外,在弹性波装置1中,使用了Z切割的压电层,因此与电极3、4的长度方向正交的方向成为与压电层2的极化方向正交的方向。在作为压电层2而使用了其他切割角的压电体的情况下,不限于此。在此,所谓“正交”,并非仅限于严格地正交的情况,也可以是大致正交(与电极3、4的长度方向正交的方向和极化方向所成的角度例如在 $90^{\circ} \pm 10^{\circ}$ 的范围内)。

[0121] 在压电层2的第2主面2b侧,隔着绝缘层7层叠有支承构件8。绝缘层7以及支承构件8具有框状的形状,如图14所示,具有贯通孔7a、8a。由此,形成有空洞部9。空洞部9为了不妨碍压电层2的激励区域C的振动而设置。因此,上述支承构件8在与设置有至少1对电极3、4的部分不重叠的位置隔着绝缘层7层叠于第2主面2b。另外,也可以不设置绝缘层7。因此,支承构件8能够直接或间接地层叠在压电层2的第2主面2b。

[0122] 绝缘层7包含氧化硅。不过,除了氧化硅以外,还能够使用氮氧化硅、矾土等适当的绝缘性材料。支承构件8包含Si。Si的压电层2侧的面处的面方位可以为(100)、(110),也可以为(111)。构成支承构件8的Si是电阻率为 $4k\Omega\text{cm}$ 以上的高电阻为宜。不过,对于支承构件8,也能够使用适当的绝缘性材料、半导体材料来构成。

[0123] 作为支承构件8的材料,例如,能够使用氧化铝、钽酸锂、铌酸锂、石英等压电体、矾土、氧化镁、蓝宝石、氮化硅、氮化铝、碳化硅、氧化锆、堇青石、莫来石、块滑石、镁橄榄石等各种陶瓷、金刚石、玻璃等电介质、氮化镓等半导体等。

[0124] 上述多个电极3、4以及第1汇流条5、第2汇流条6包含Al、AlCu合金等适当的金属或合金。在弹性波装置1中,电极3、4以及第1汇流条5、第2汇流条6具有在Ti膜上层叠了Al膜的构造。另外,也可以使用Ti膜以外的密接层。

[0125] 在驱动时,在多个电极3与多个电极4之间施加交流电压。更具体地,在第1汇流条5与第2汇流条6之间施加交流电压。由此,能够得到利用了压电层2中激励的厚度剪切模式的体波的谐振特性。此外,在弹性波装置1中,在将压电层2的厚度设为d、且将多对电极3、4中的任意相邻的电极3、4的中心间距离设为p的情况下,使d/p为0.5以下。因此,可有效地激励上述厚度剪切模式的体波,能够得到良好的谐振特性。更优选地,d/p为0.24以下,在该情况下,能够得到更加良好的谐振特性。

[0126] 在弹性波装置1中,由于具备上述结构,因此即使欲谋求小型化而减少了电极3、4的对数,也不易产生Q值的下降。这是因为,即使减少两侧的反射器中的电极指的根数,传播损耗也少。此外,之所以能够减少上述电极指的根数,是由于利用了厚度剪切模式的体波。参照图15的(a)以及图15的(b),对在弹性波装置中利用的兰姆波和上述厚度剪切模式的体波的不同进行说明。

[0127] 图15的(a)是用于说明在日本公开专利公报的日本特开2012-257019号公报所记载的那样的弹性波装置的压电膜传播的兰姆波的示意性主视剖视图。在此,波如箭头所示地在压电膜201中传播。在此,在压电膜201中,第1主面201a和第2主面201b对置,将第1主面201a和第2主面201b连结的厚度方向为Z方向。X方向是IDT电极的电极指排列的方向。如图15的(a)所示,如果是兰姆波,则波如图所示地在X方向上传播下去。因为是板波,所以虽然压电膜201作为整体进行振动,但是波在X方向上传播,因此在两侧配置反射器,从而得到谐振特性。因此,产生波的传播损耗,在谋求了小型化的情况下,即,在减少了电极指的对数的

情况下,Q值下降。

[0128] 相对于此,如图15的(b)所示,在弹性波装置1中,振动位移为厚度剪切方向,因此波几乎在将压电层2的第1主面2a和第2主面2b连结的方向,即,Z方向上传播、谐振。即,波的X方向分量与Z方向分量相比,显著地小。而且,因为通过该Z方向上的波的传播来得到谐振特性,所以即使减少反射器的电极指的根数,也不易产生传播损耗。进而,即使欲推进小型化而减少了包含电极3、4的电极对的对数,也不易产生Q值的下降。

[0129] 另外,如图16所示,厚度剪切模式的体波的振幅方向在压电层2的激励区域C包含的第1区域451和激励区域C包含的第2区域452中变得相反。在图16中,示意性地示出了在电极3与电极4之间施加了电极4与电极3相比成为高电位的电压的情况下的体波。第1区域451是激励区域C中的假想平面VP1与第1主面2a之间的区域,其中,假想平面VP1与压电层2的厚度方向正交,并将压电层2分为两个部分。第2区域452是激励区域C中的假想平面VP1与第2主面2b之间的区域。

[0130] 如上述那样,在弹性波装置1中,配置有包含电极3和电极4的至少1对电极,但是并非使波在X方向上传播,因此该包含电极3、4的电极对的对数无需存在多对。即,只要设置有至少1对电极即可。

[0131] 例如,上述电极3是与信号(hot)电位连接的电极,电极4是与接地电位连接的电极。不过,也可以是,电极3与接地电位连接,电极4与信号电位连接。在弹性波装置1中,至少1对电极如上述那样是与信号电位连接的电极或与接地电位连接的电极,未设置浮置电极。

[0132] 图17是示出图14所示的弹性波装置的谐振特性的图。另外,得到了该谐振特性的弹性波装置1的设计参数如以下那样。

[0133] 压电层2:欧拉角为($0^\circ, 0^\circ, 90^\circ$)的 LiNbO_3 ,厚度=400nm。

[0134] 在与电极3和电极4的长度方向正交的方向上观察时电极3和电极4重叠的区域,即,激励区域C的长度=40 μm ,包含电极3、4的电极的对数=21对,电极间中心距离=3 μm ,电极3、4的宽度=500nm, $d/p=0.133$ 。

[0135] 绝缘层7:厚度为1 μm 的氧化硅膜。

[0136] 支承构件8:Si。

[0137] 另外,所谓激励区域C的长度,是指激励区域C的沿着电极3、4的长度方向的尺寸。

[0138] 在弹性波装置1中,包含电极3、4的电极对的电极间距离在多对中全部设为相等。即,以等间距配置了电极3和电极4。

[0139] 根据图17可明确,尽管不具有反射器,但是仍得到了相对带宽为12.5%的良好的谐振特性。

[0140] 另外,在将上述压电层2的厚度设为d、且将电极3和电极4的电极的中心间距离设为p的情况下,如前述那样,在弹性波装置1中, d/p 为0.5以下,更优选为0.24以下。参照图18,对此进行说明。

[0141] 与得到了图17所示的谐振特性的弹性波装置同样地,但是使 d/p 变化,从而得到了多个弹性波装置。图18是示出该 d/p 和弹性波装置的作为谐振器的相对带宽的关系的图。

[0142] 根据图18可明确,若 $d/p > 0.5$,则即使调整 d/p ,相对带宽也不足5%。相对于此,在 $d/p \leq 0.5$ 的情况下,如果在该范围内使 d/p 变化,则能够使相对带宽为5%以上,即,能够构成具有高的耦合系数的谐振器。此外,在 d/p 为0.24以下的情况下,能够将相对带宽提高为7%

以上。此外,如果在该范围内对 d/p 进行调整,则能够得到相对带宽更加宽的谐振器,能够实现具有更加高的耦合系数的谐振器。因此,可知通过使 d/p 为0.5以下,从而能够构成利用了上述厚度剪切模式的体波的具有高的耦合系数的谐振器。

[0143] 图19是利用厚度剪切模式的体波的弹性波装置的俯视图。在弹性波装置80中,在压电层2的第1主面2a上设置有具有电极3和电极4的1对电极。另外,图19中的K成为交叉宽度。如前述那样,在本发明的弹性波装置中,电极的对数也可以是1对。在该情况下,也是只要上述 d/p 为0.5以下,就能够有效地激励厚度剪切模式的体波。

[0144] 在弹性波装置1中,优选地,在多个电极3、4中,任意相邻的电极3、4相对于激励区域C的金属化率MR满足 $MR \leq 1.75(d/p) + 0.075$ 为宜,其中,激励区域C是上述相邻的电极3、4在对置的方向上观察时重叠的区域。在该情况下,能够有效地减小杂散。参照图20以及图21对此进行说明。图20是示出上述弹性波装置1的谐振特性的一例的参考图。在谐振频率与反谐振频率之间出现了箭头B所示的杂散。另外,设 $d/p = 0.08$,并且设 LiNbO_3 的欧拉角为 $(0^\circ, 0^\circ, 90^\circ)$ 。此外,设上述金属化率 $MR = 0.35$ 。

[0145] 参照图13的(b)对金属化率MR进行说明。在图13的(b)的电极构造中,在着眼于1对电极3、4的情况下,假设仅设置有这1对电极3、4。在该情况下,被单点划线包围的部分成为激励区域C。所谓该激励区域C,是在与电极3、4的长度方向正交的方向、即对置方向上观察电极3和电极4时电极3中的与电极4相互重叠的区域、电极4中的与电极3相互重叠的区域、以及电极3与电极4之间的区域中的电极3和电极4相互重叠的区域。而且,激励区域C内的电极3、4的面积相对于该激励区域C的面积成为金属化率MR。即,金属化率MR是金属化部分的面积相对于激励区域C的面积之比。

[0146] 另外,在设置有多对电极的情况下,只要将全部激励区域包含的金属化部分相对于激励区域的面积的合计的比例设为MR即可。

[0147] 图21是示出按照弹性波装置1的结构构成了许多的弹性波谐振器的情况下的相对带宽和作为杂散的大小的用180度进行了归一化的杂散的阻抗的相位旋转量的关系的图。另外,关于相对带宽,对压电层的膜厚、电极的尺寸进行了各种变更、调整。此外,虽然图21是使用了包含Z切割的 LiNbO_3 的压电层的情况下的结果,但是即使在使用了其他切割角的压电层的情况下,也成为同样的倾向。

[0148] 在图21中的被椭圆J包围的区域中,杂散变大为1.0。根据图21可明确,若相对带宽超过0.17,即,若超过17%,则即便使构成相对带宽的参数变化,也会在通带内出现杂散电平为1以上的大的杂散。即,如图20所示的谐振特性那样,在频带内出现箭头B所示的大的杂散。因此,优选相对带宽为17%以下。在该情况下,通过调整压电层2的膜厚、电极3、4的尺寸等,从而能够减小杂散。

[0149] 图22是示出 $d/2p$ 、金属化率MR、以及相对带宽的关系的图。在上述弹性波装置中,构成 $d/2p$ 和MR不同的各种各样的弹性波装置,并测定了相对带宽。图22的虚线D的右侧的标注影线示出的部分是相对带宽为17%以下的区域。该标注了影线的区域和未标注影线的区域的边界可通过 $MR = 3.5(d/2p) + 0.075$ 来表示。即, $MR = 1.75(d/p) + 0.075$ 。因此,优选 $MR \leq 1.75(d/p) + 0.075$ 。在该情况下,容易使相对带宽为17%以下。更优选为图22中的用单点划线D1示出的 $MR = 3.5(d/2p) + 0.05$ 的右侧的区域。即,如果 $MR \leq 1.75(d/p) + 0.05$,则能够可靠地使相对带宽为17%以下。

[0150] 图23是示出使 d/p 无限接近于0的情况下的相对带宽相对于 LiNbO_3 的欧拉角(0° , θ, ψ)的映射的图。图23的标注影线示出的部分为可得到至少5%以上的相对带宽的区域,若对该区域的范围进行近似,则成为由下述的式(1)、式(2)以及式(3)表示的范围。

[0151] $(0^\circ \pm 10^\circ, 0^\circ \sim 20^\circ, \text{任意的}\psi)$ …式(1)

[0152] $(0^\circ \pm 10^\circ, 20^\circ \sim 80^\circ, 0^\circ \sim 60^\circ (1 - (\theta - 50)^2/900)^{1/2})$ 或 $(0^\circ \pm 10^\circ, 20^\circ \sim 80^\circ, [180^\circ - 60^\circ (1 - (\theta - 50)^2/900)^{1/2}] \sim 180^\circ)$ …式(2)

[0153] $(0^\circ \pm 10^\circ, [180^\circ - 30^\circ (1 - (\psi - 90)^2/8100)^{1/2}] \sim 180^\circ, \text{任意的}\psi)$ …式(3)

[0154] 因此,在上述式(1)、式(2)或式(3)的欧拉角范围的情况下,能够使相对带宽足够宽,是优选的。在压电层2为钽酸锂层的情况下,也是同样的。

[0155] 图24是用于说明利用兰姆波的弹性波装置的部分切除立体图。

[0156] 弹性波装置81具有支承基板82。在支承基板82,设置有在上表面敞开的凹部。在支承基板82上层叠有压电层83。由此,构成了空洞部9。在该空洞部9的上方,在压电层83上,设置有IDT电极84。在IDT电极84的弹性波传播方向两侧,设置有反射器85、86。在图24中,将空洞部9的外周缘用虚线示出。在此,IDT电极84具有第1汇流条84a、第2汇流条84b、和多根第1电极指84c以及多根第2电极指84d。多根第1电极指84c与第1汇流条84a连接。多根第2电极指84d与第2汇流条84b连接。多根第1电极指84c和多根第2电极指84d相互交错对插。

[0157] 在弹性波装置81中,通过对上述空洞部9上的IDT电极84施加交流电场,可激励作为板波的兰姆波。而且,由于反射器85、86设置在两侧,因此能够得到基于上述兰姆波的谐振特性。

[0158] 像这样,本发明的弹性波装置也可以利用板波。另外,在图24所示的例子中,在相当于图1等所示的压电层14的第1主面14a的主面,设置有IDT电极84、反射器85以及反射器86。在本发明的弹性波装置利用板波的情况下,例如,在第1实施方式或第2实施方式的弹性波装置中的压电层14的第1主面14a,设置有功能电极、和图24所示的反射器85以及反射器86即可。或者,例如,在第3实施方式的弹性波装置40中的压电层14的第1主面14a以及第2主面14b,设置有功能电极41、和图24所示的反射器85以及反射器86即可。

[0159] 在利用厚度剪切模式的体波的第1~第3实施方式或变形例的弹性波装置中,如上述那样,优选 d/p 为0.5以下,更优选为0.24以下。由此,能够得到更加良好的谐振特性。

[0160] 另外,IDT电极的相邻的第1电极指和第2电极指的中心间距离 p 相当于第1实施方式等中的相邻的第1电极指和第3电极指的中心间距离、或相邻的第2电极指的第3电极指的中心间距离。具体地,相邻的第1电极指和第3电极指的中心间距离、以及相邻的第2电极指的第3电极指的中心间距离中的最长的距离相当于IDT电极的相邻的第1电极指和第2电极指的中心间距离 p 。在相邻的第1电极指和第3电极指的中心间距离、以及相邻的第2电极指的第3电极指的中心间距离相同的情况下,这些距离中的任意距离均相当于IDT电极的相邻的第1电极指和第2电极指的中心间距离 p 。

[0161] 进而,在利用厚度剪切模式的体波的第1~第3实施方式或变形例的弹性波装置中的激励区域中,如上述那样,优选满足 $MR \leq 1.75(d/p) + 0.075$ 。另外,IDT电极的第1电极指以及第2电极指的金属化率相当于第1实施方式等中的第1电极指以及第3电极指、和第2电极指以及第3电极指的金属化率。因此,在将第1电极指以及第3电极指、和第2电极指以及第3电极指相对于激励区域的金属化率设为 MR 时,优选满足 $MR \leq 1.75(d/p) + 0.075$ 。在该情况

下,能够更可靠地抑制杂散。

[0162] 利用厚度剪切模式的体波的第1~第3实施方式或变形例的弹性波装置中的压电层优选为铌酸锂层或钽酸锂层。而且,优选构成该压电层的铌酸锂或钽酸锂的欧拉角(φ , θ , ψ)处于上述的式(1)、式(2)或式(3)的范围。在该情况下,能够使相对带宽充分地变宽。

[0163] 附图标记说明

[0164] 1…弹性波装置;

[0165] 2…压电层;

[0166] 2a、2b…第1、第2主面;

[0167] 3、4…电极;

[0168] 5、6…第1、第2汇流条;

[0169] 7…绝缘层;

[0170] 7a…贯通孔;

[0171] 8…支承构件;

[0172] 8a…贯通孔;

[0173] 9…空洞部;

[0174] 10…弹性波装置;

[0175] 10a…空洞部;

[0176] 11、11A…功能电极;

[0177] 12…压电性基板;

[0178] 13…支承构件;

[0179] 14…压电层;

[0180] 14a、14b…第1、第2主面;

[0181] 15…绝缘层;

[0182] 16…支承基板;

[0183] 17、18…第1、第2梳齿状电极;

[0184] 17A、18A…第1、第2梳齿状电极;

[0185] 19、19A…基准电位电极;

[0186] 22、23…第1、第2汇流条;

[0187] 24…连接电极;

[0188] 25~27…第1~第3电极指;

[0189] 28…输入端子;

[0190] 29…输出端子;

[0191] 30、40…弹性波装置;

[0192] 41…功能电极;

[0193] 42、43…第4、第5汇流条;

[0194] 45、46…第4、第5电极指;

[0195] 47、48…第4、第5梳齿状电极;

[0196] 49…基准电位电极;

[0197] 50…弹性波滤波器装置;

- [0198] 51A、51B、51C…弹性波谐振器；
- [0199] 80、81…弹性波装置；
- [0200] 82…支承基板；
- [0201] 83…压电层；
- [0202] 84…IDT电极；
- [0203] 84a、84b…第1、第2汇流条；
- [0204] 84c、84d…第1、第2电极指；
- [0205] 85、86…反射器；
- [0206] 100…弹性波谐振器；
- [0207] 101…IDT电极；
- [0208] 105、106…第1、第2电极指；
- [0209] 107、108…第1、第2梳齿状电极；
- [0210] 201…压电膜；
- [0211] 201a、201b…第1、第2主面；
- [0212] 451、452…第1、第2区域；
- [0213] C…激励区域；
- [0214] F…对置区域；
- [0215] F1、F2…第1、第2对置区域；
- [0216] Ga、Gb…第1、第2区域；
- [0217] VP1…假想平面。

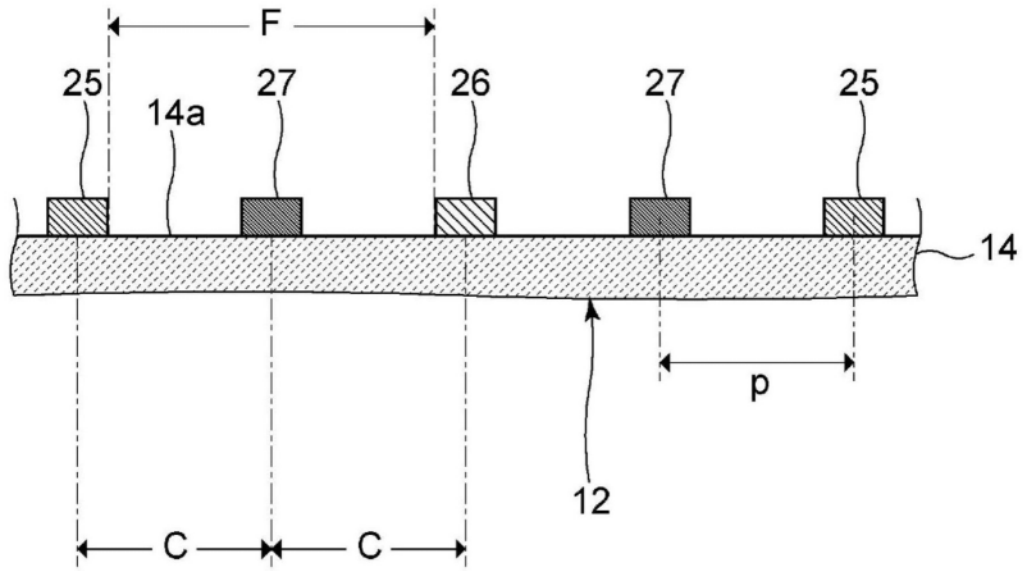


图3

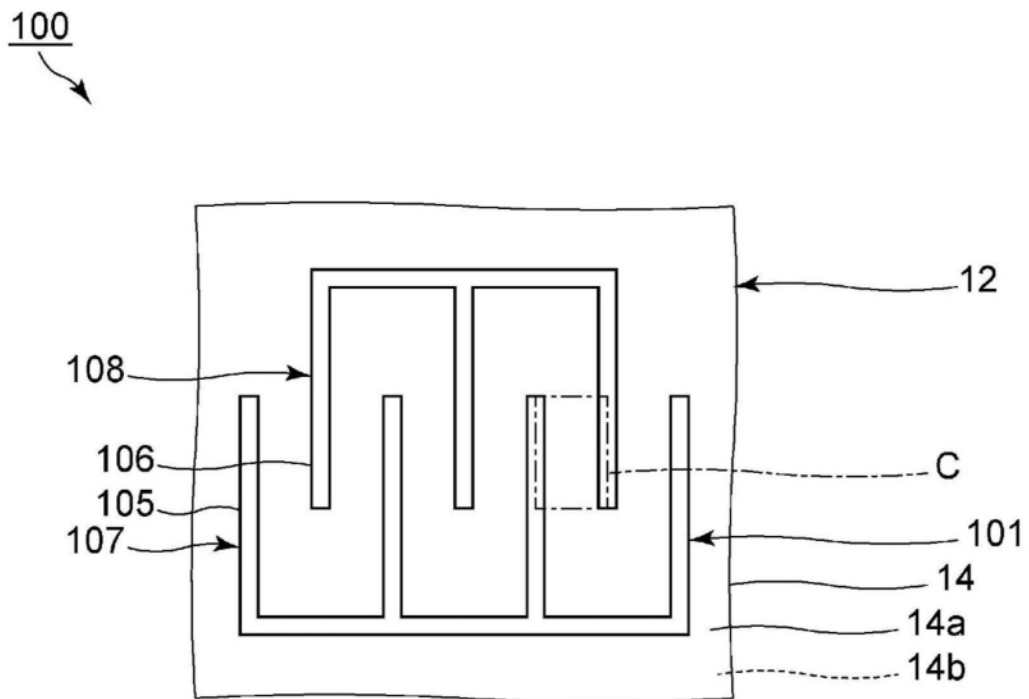


图4

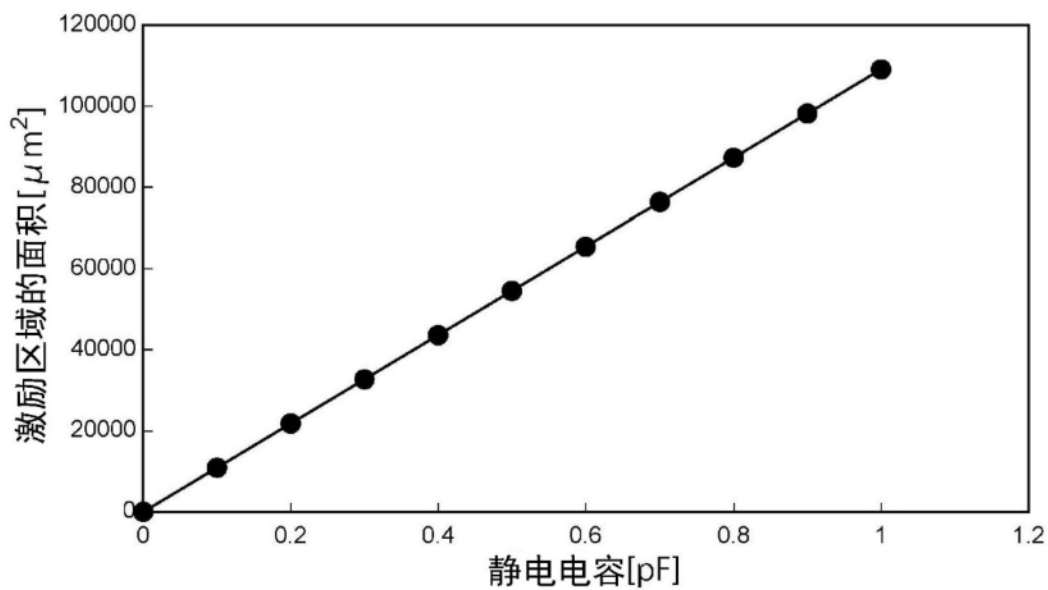


图5

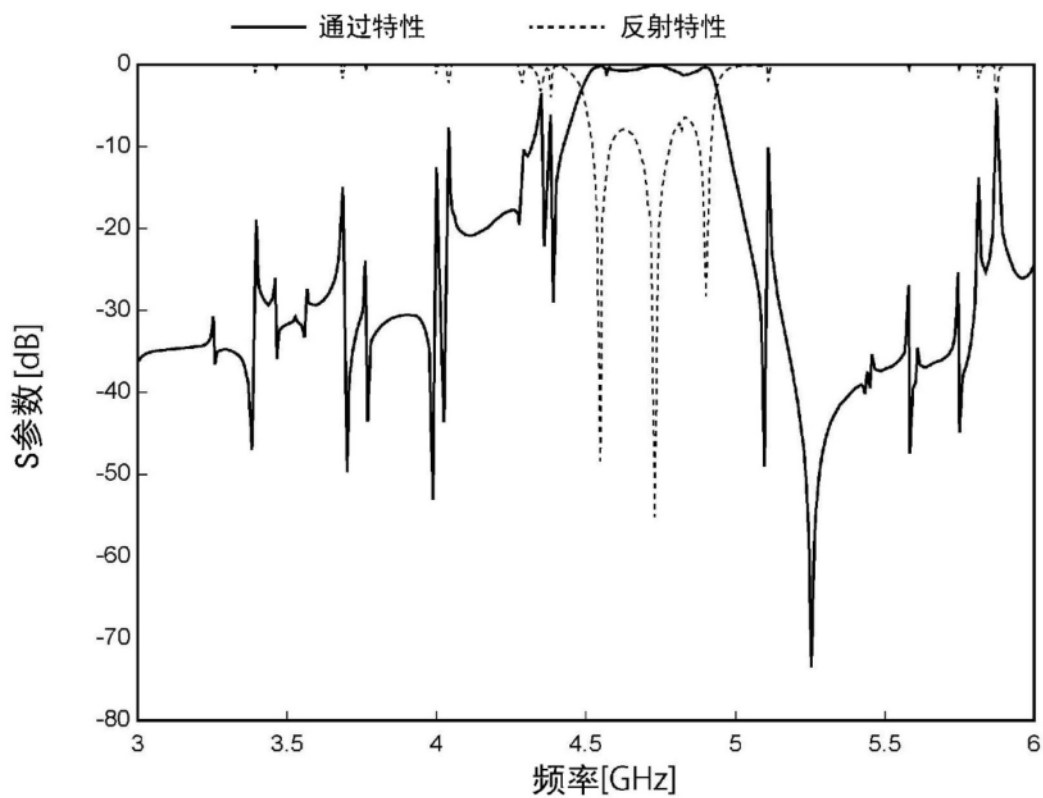


图6

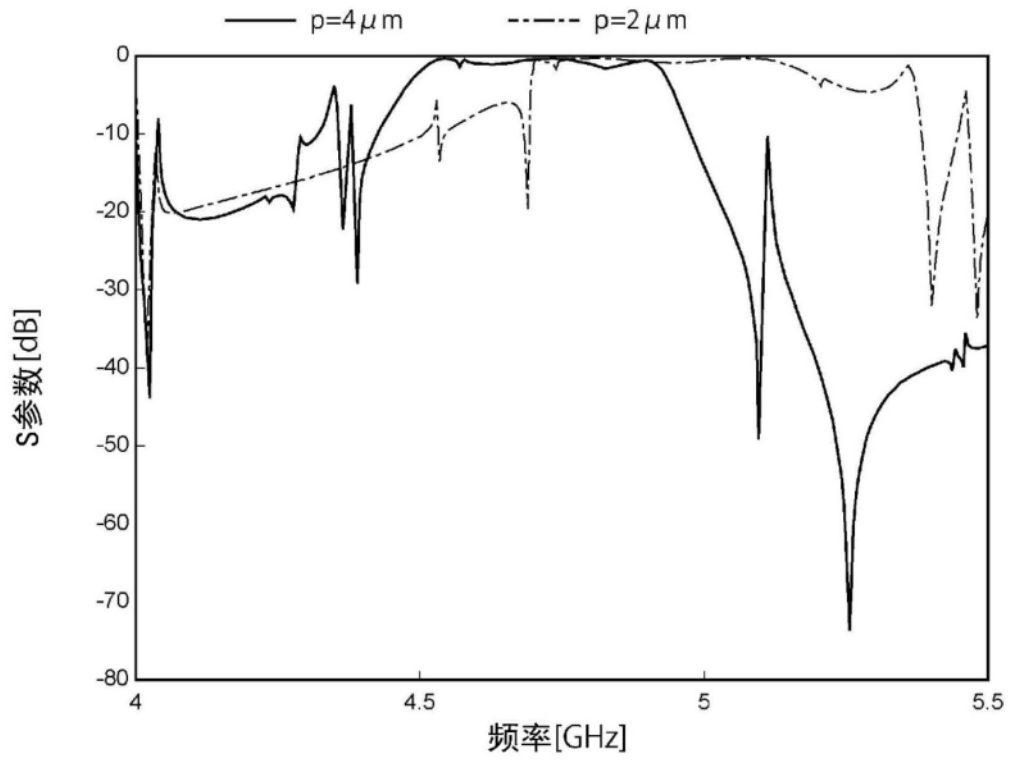


图7

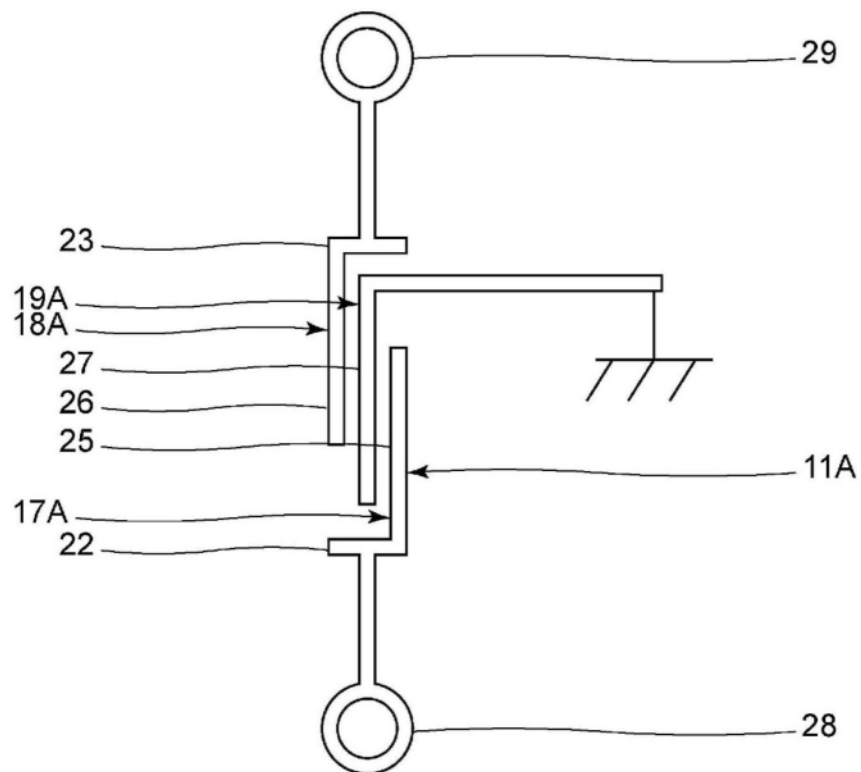


图8

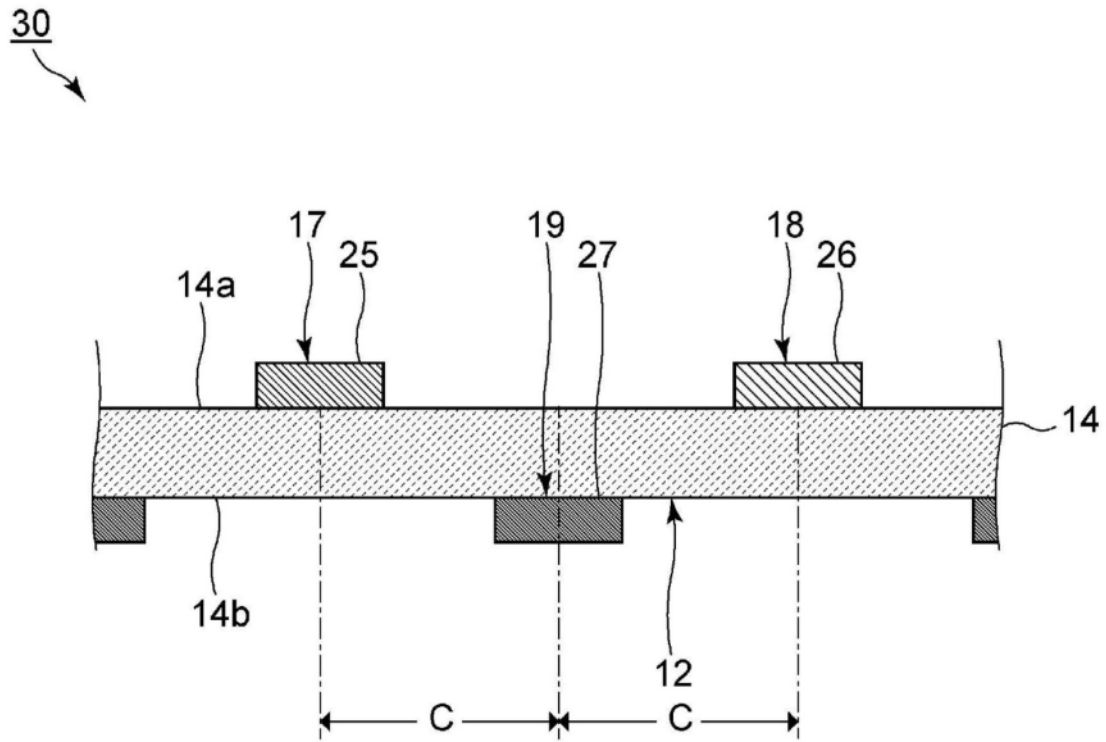


图9

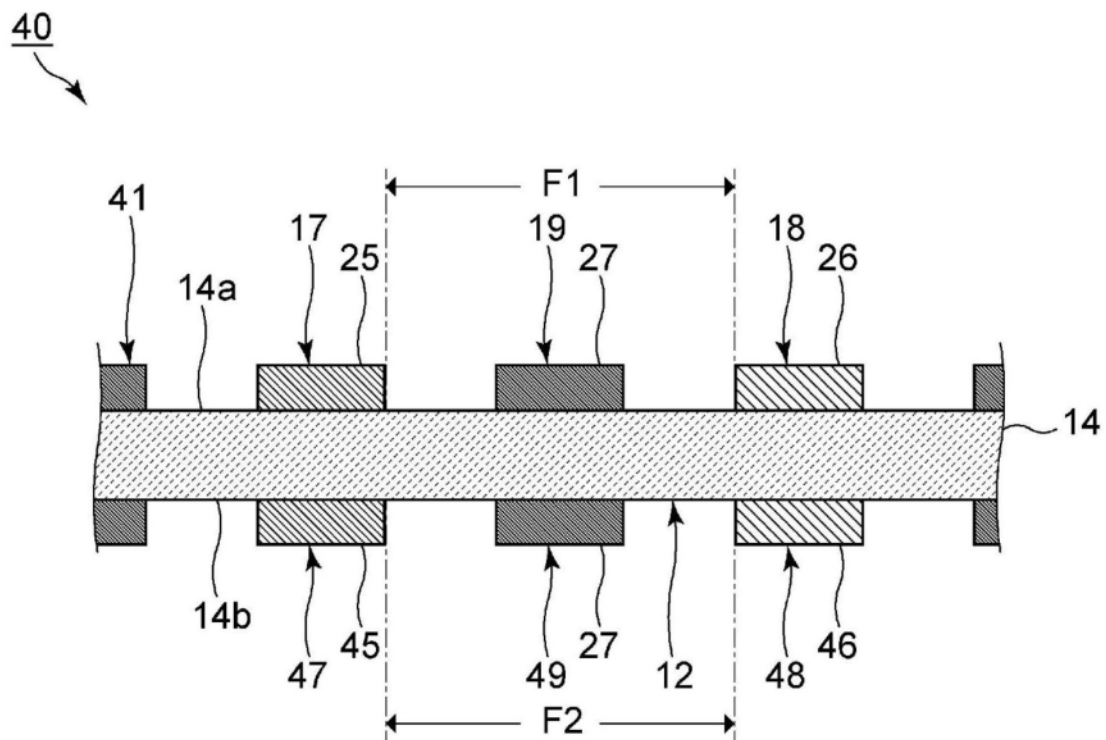


图10

41

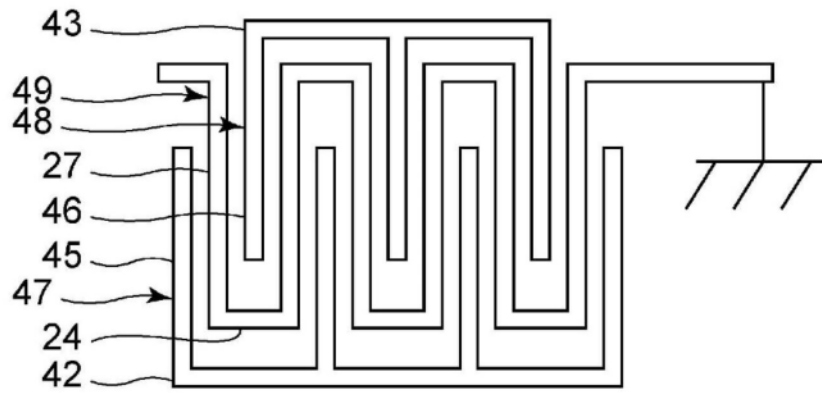


图11

50

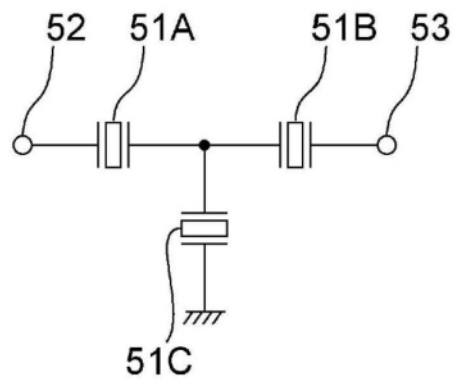


图12

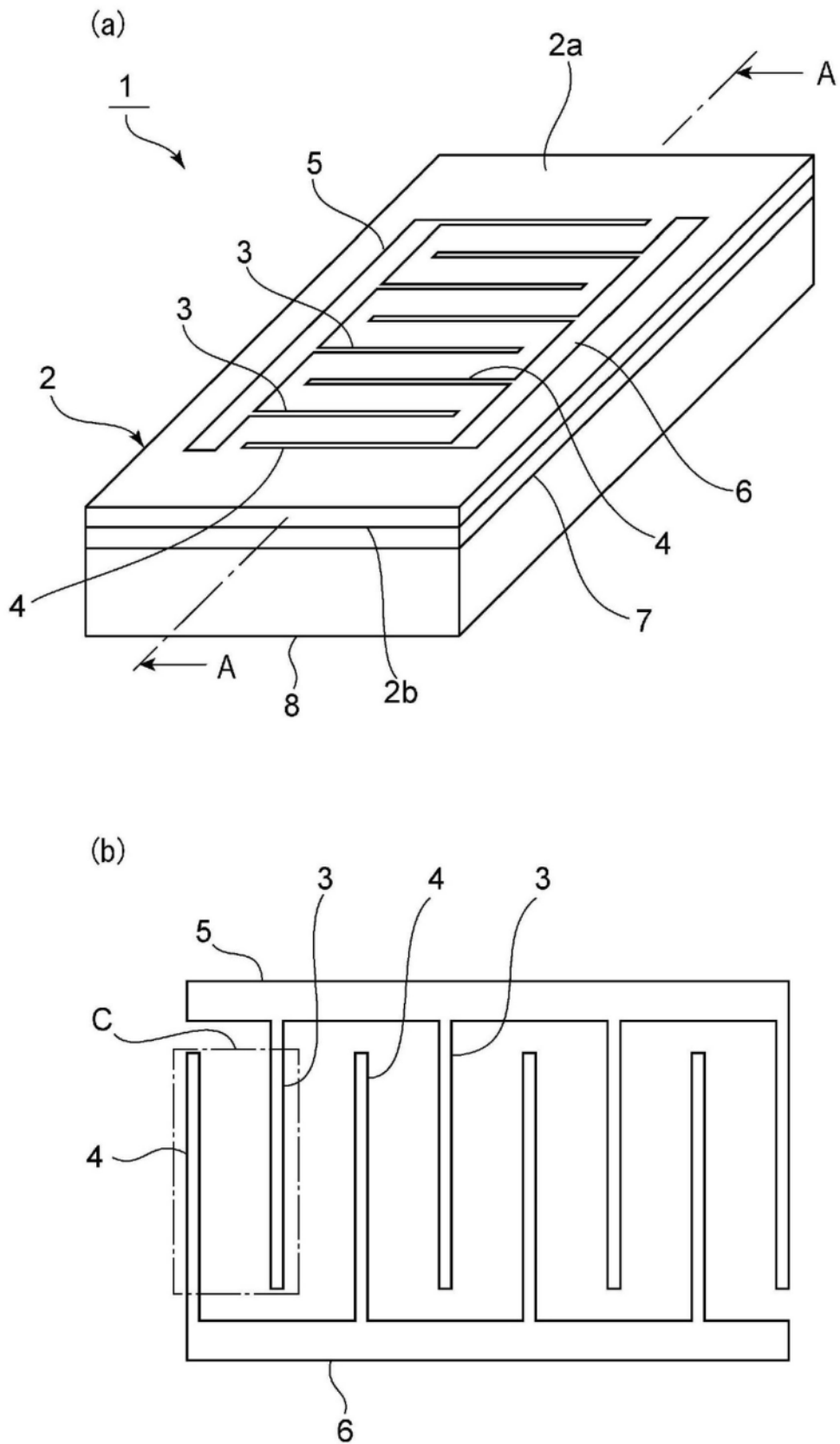


图13

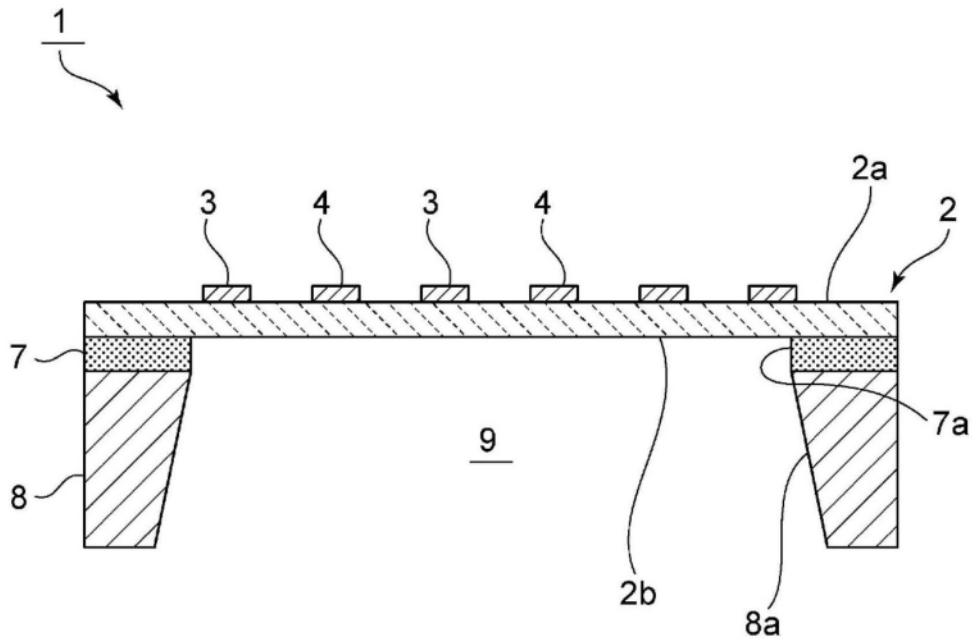


图14

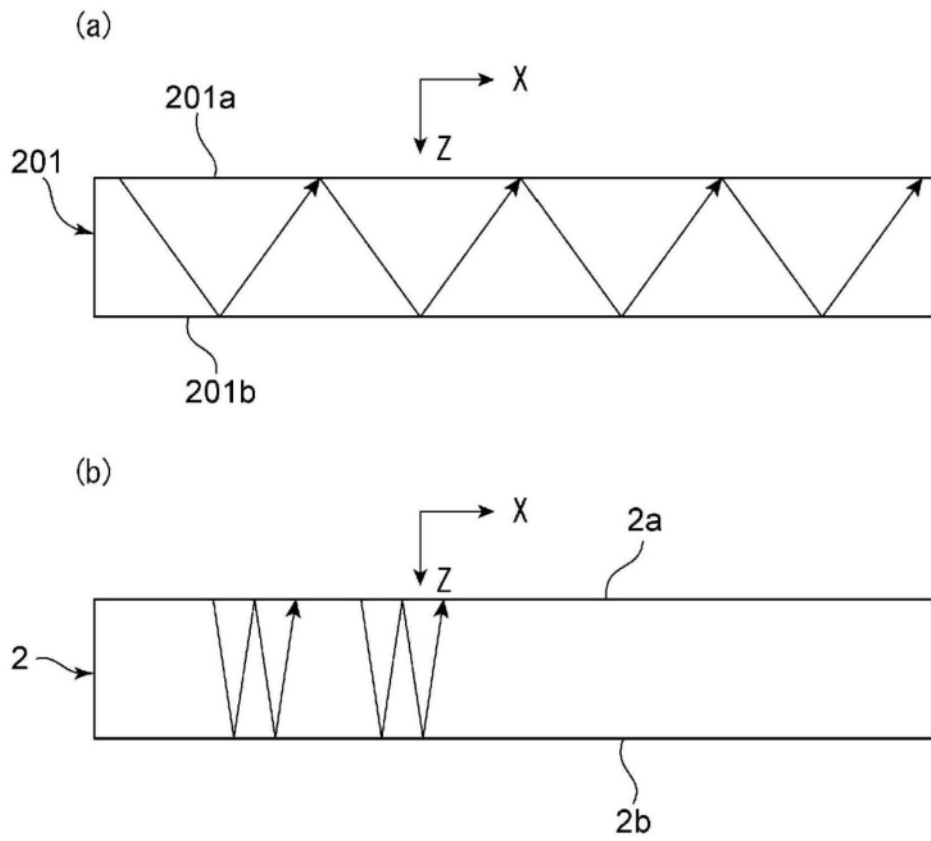


图15

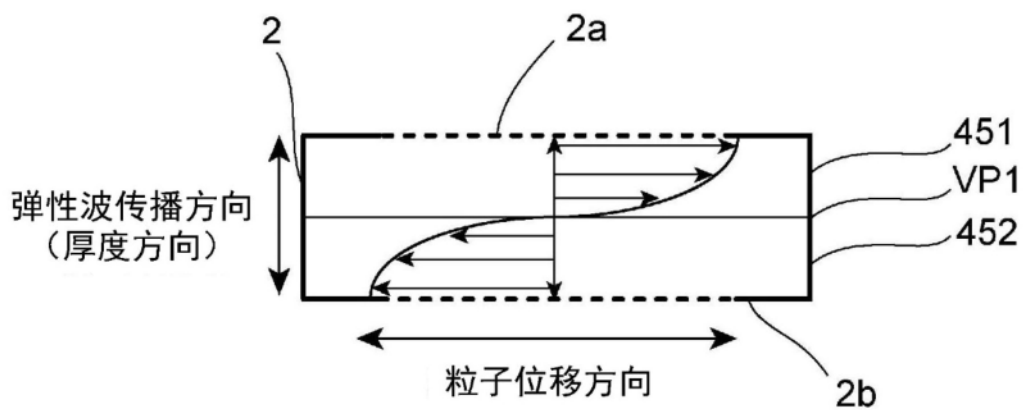


图16

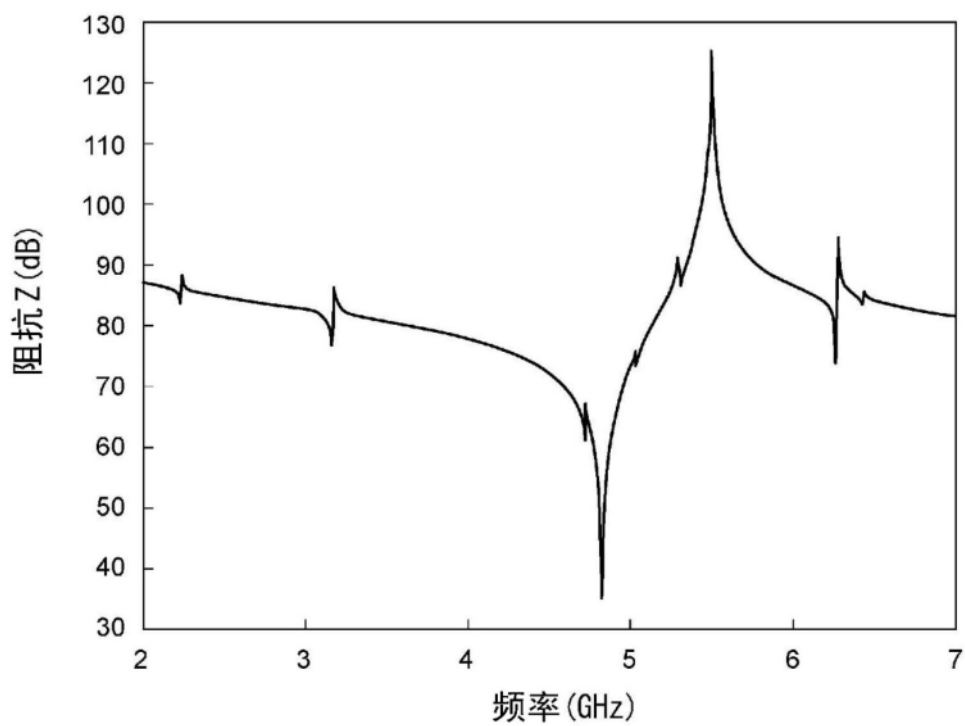


图17

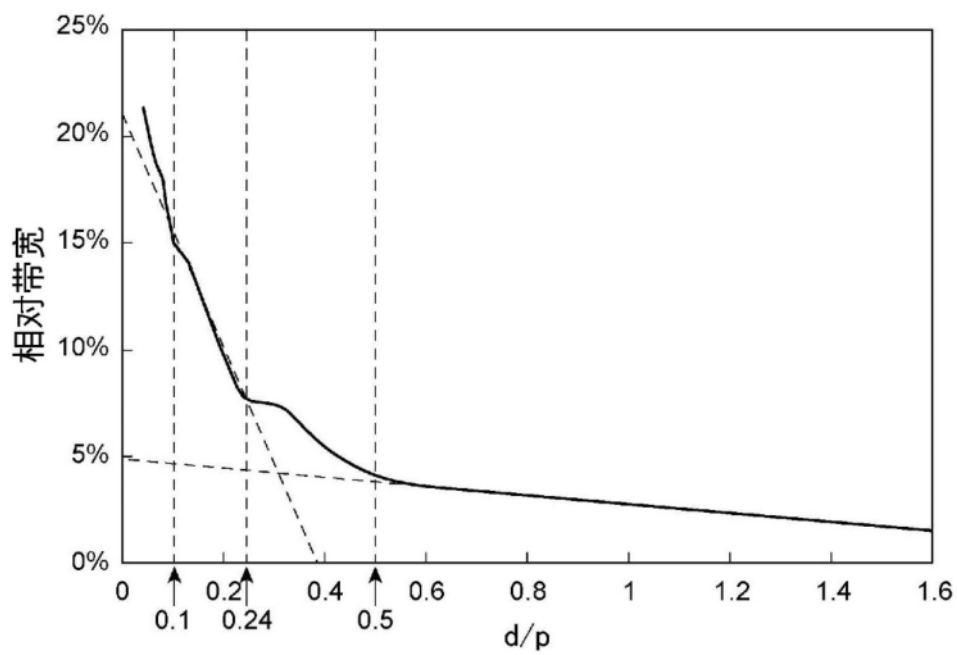


图18

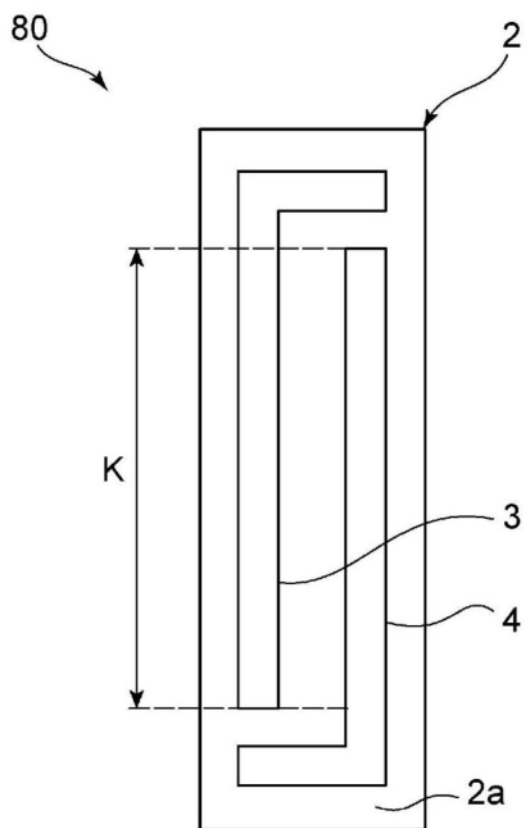


图19

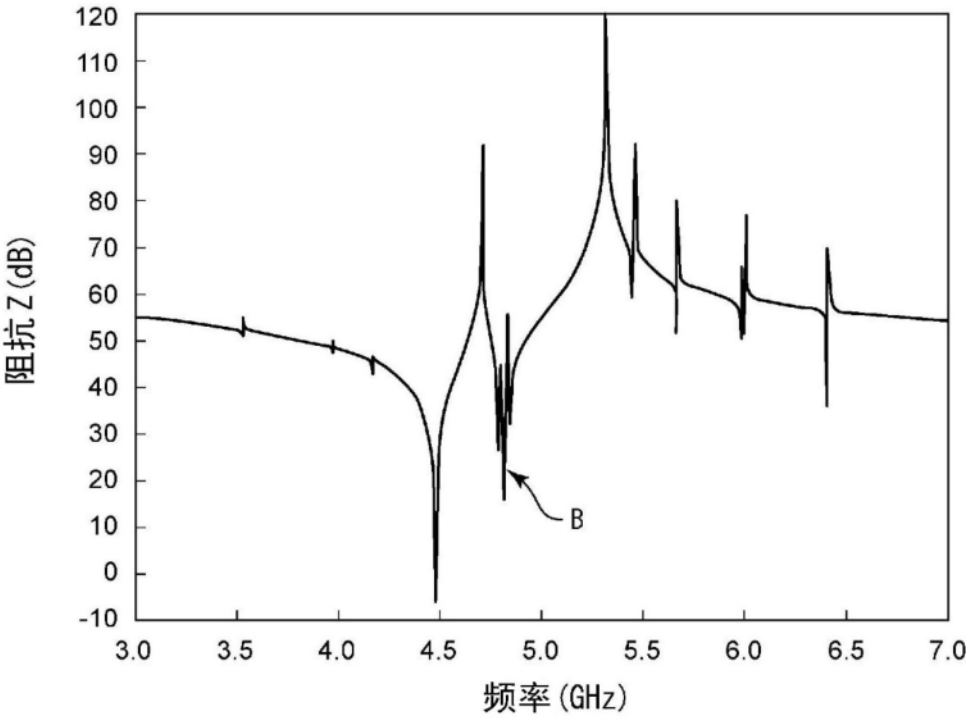


图20

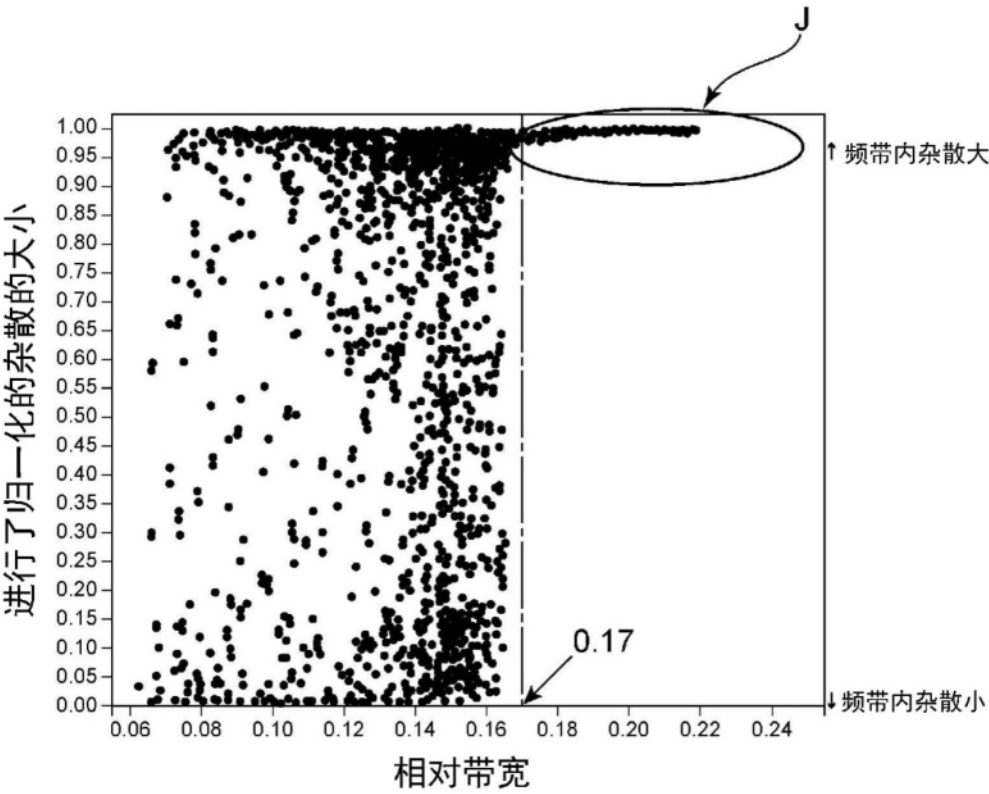


图21

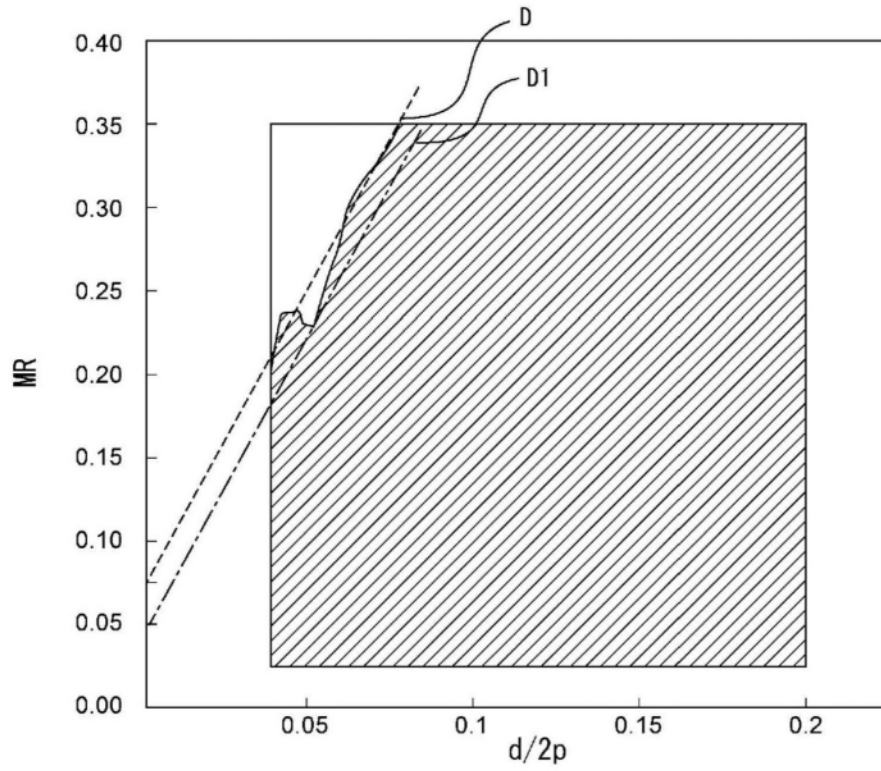


图22

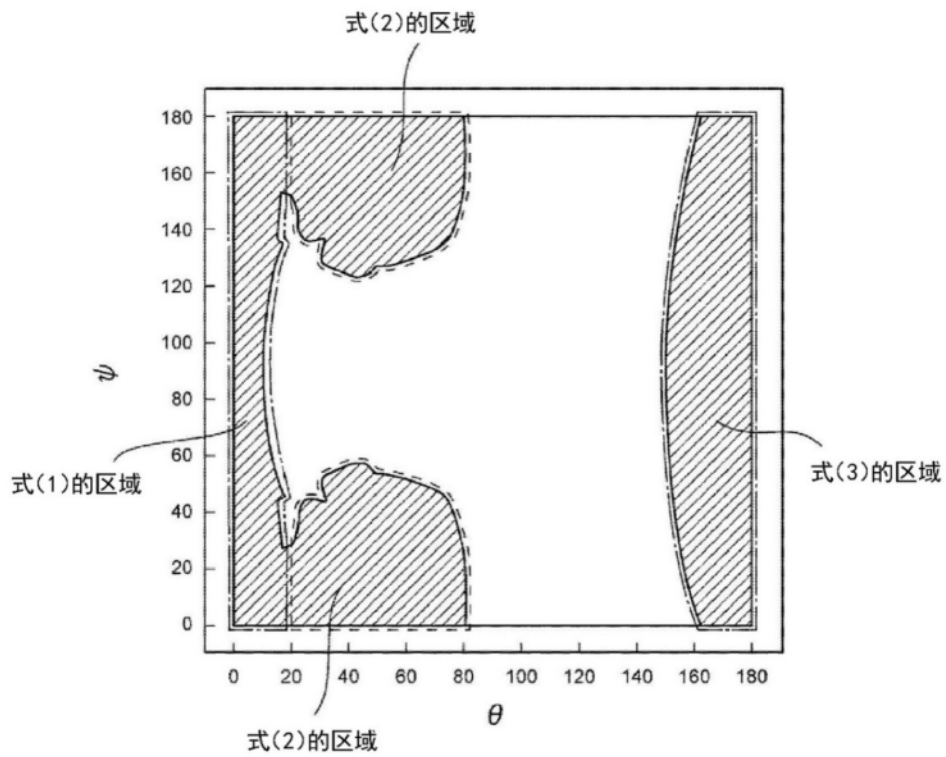


图23

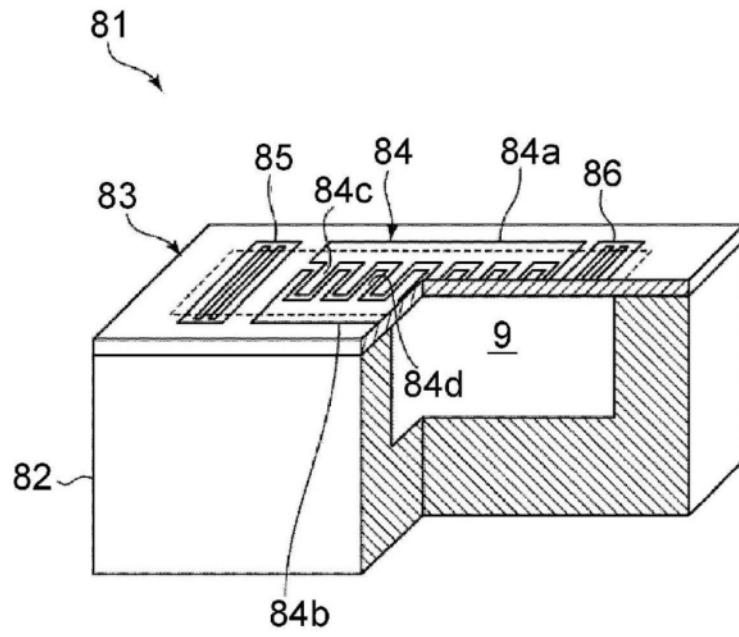


图24