



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114097175 B

(45) 授权公告日 2025. 07. 01

(21) 申请号 202080047702.9

(22) 申请日 2020.07.13

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 114097175 A

(43) 申请公布日 2022.02.25

(30) 优先权数据  
2019-131525 2019.07.17 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2021.12.28

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2020/027273 2020.07.13

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02021/010379 JA 2021.01.21

(73) 专利权人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

(72) 发明人 野口明

(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 朴云龙

(51) Int.Cl.  
H03H 9/145 (2006.01)  
H03H 9/25 (2006.01)  
H03H 9/72 (2006.01)

(56) 对比文件  
CN 101292421 A, 2008.10.22  
CN 103597743 A, 2014.02.19

审查员 鲍威尔

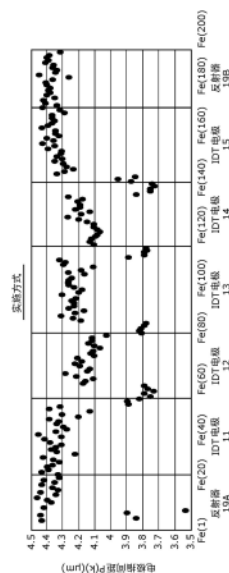
权利要求书3页 说明书15页 附图15页

(54) 发明名称

弹性波滤波器以及多工器

(57) 摘要

弹性波滤波器(40)具备具有多个IDT电极和反射器的纵向耦合谐振器(1), [i]将电极指(Fe(k))和电极指(Fe(k+1))的距离定义为第k个电极指间距(P(k)), [ii]在电极指(Fe(k-1))、电极指(Fe(k))以及电极指(Fe(k+1))这相邻的3根电极指中, 将电极指间距(P(k))与区间平均电极指间距的差分除以整体平均电极指间距的值定义为间距偏差率, [iii]将对IDT电极或者反射器具有的全部的电极指计算间距偏差率而得到的分布定义为间距偏差率的直方图, 在该情况下, 多个IDT电极或者反射器中的至少一个在直方图中的间距偏差率的标准偏差为1.4%以上。



1. 一种弹性波滤波器,具备纵向耦合谐振器,所述纵向耦合谐振器具有:  
基板,具有压电性;  
多个IDT电极,即,叉指换能器电极,设置于所述基板,在弹性波传播方向上排列设置;  
以及  
反射器,配置为相对于所述多个IDT电极在所述弹性波传播方向上相邻,  
其中,  
所述多个IDT电极以及所述反射器各自包含多个电极指,所述多个电极指在与所述弹性波传播方向交叉的方向上延伸,且配置为相互平行,
  - (1) 将所述弹性波传播方向上的第 $k$ 个电极指和第 $(k+1)$ 个电极指的距离定义为第 $k$ 个电极指间距,其中, $k$ 为2以上的整数,
  - (2) 在第 $(k-1)$ 个电极指、第 $k$ 个电极指以及第 $(k+1)$ 个电极指这相邻的3根电极指中,将第 $k$ 个电极指间距和区间平均电极指间距的差分除以整体平均电极指间距的值定义为第 $k$ 个电极指的间距偏差率,所述区间平均电极指间距是第 $(k-1)$ 个电极指间距和第 $(k+1)$ 个电极指间距的平均,所述整体平均电极指间距是包含所述相邻的3根电极指的IDT电极或者反射器具有的电极指整体的平均间距,
  - (3) 将对包含所述相邻的3根电极指的IDT电极或者反射器具有的全部的电极指计算所述第 $k$ 个电极指的间距偏差率而得到的所述间距偏差率的分布定义为所述间距偏差率的直方图,  
所述多个IDT电极以及所述反射器中的至少一个在所述直方图中的所述间距偏差率的标准偏差为1.4%以上。
2. 根据权利要求1所述的弹性波滤波器,其中,  
所述多个IDT电极各自具有:  
第1梳形电极,包含所述多个电极指中的一部分的电极指和将该一部分的电极指的一端彼此连接的汇流条电极;以及  
第2梳形电极,包含所述多个电极指中的另一部分的电极指和将该另一部分的电极指的另一端彼此连接的汇流条电极,且与接地连接,  
构成所述第1梳形电极的电极指和构成所述第2梳形电极的电极指彼此相互交错对插,  
所述多个IDT电极中的至少一个在所述直方图中的所述间距偏差率的标准偏差为1.4%以上,构成该至少一个IDT电极的所述第2梳形电极的电极指中的相邻的电极指的电极指间距遍及所述第2梳形电极而相等。
3. 根据权利要求1所述的弹性波滤波器,其中,  
所述多个IDT电极各自具有:  
第1梳形电极,包含所述多个电极指中的一部分的电极指和将该一部分的电极指的一端彼此连接的汇流条电极;以及  
第2梳形电极,包含所述多个电极指中的另一部分的电极指和将该另一部分的电极指的另一端彼此连接的汇流条电极,且与接地连接,  
构成所述第1梳形电极的电极指和构成所述第2梳形电极的电极指彼此相互交错对插,  
所述多个IDT电极中的至少一个在所述直方图中的所述间距偏差率的标准偏差为1.4%以上,构成该至少一个IDT电极的所述第1梳形电极的电极指中的相邻的电极指的电极指间

距遍及所述第1梳形电极而相等。

4. 根据权利要求1~3中的任一项所述的弹性波滤波器,其中,

所述多个IDT电极中的至少一个在所述直方图中的所述间距偏差率的标准偏差为1.4%以上,

所述反射器在所述直方图中的所述间距偏差率的标准偏差小于1.4%。

5. 根据权利要求1~3中的任一项所述的弹性波滤波器,其中,

所述多个IDT电极中的一个IDT电极在所述直方图中的所述间距偏差率的标准偏差为1.4%以上,

所述多个IDT电极中的其它IDT电极在所述直方图中的所述间距偏差率的标准偏差小于1.4%。

6. 根据权利要求4所述的弹性波滤波器,其中,

所述多个IDT电极中的一个IDT电极在所述直方图中的所述间距偏差率的标准偏差为1.4%以上,

所述多个IDT电极中的其它IDT电极在所述直方图中的所述间距偏差率的标准偏差小于1.4%。

7. 根据权利要求1所述的弹性波滤波器,其中,

所述多个IDT电极各自在所述直方图中的所述间距偏差率的标准偏差小于1.4%,

所述反射器在所述直方图中的所述间距偏差率的标准偏差为1.4%以上。

8. 一种弹性波滤波器,具备:

基板,具有压电性;

滤波器电路,设置于所述基板,与第1输入输出端子以及第2输入输出端子连接,包含弹性波谐振器,将第1频带作为通带;以及

纵向耦合谐振器,设置于所述基板,具有在弹性波传播方向上排列设置的多个IDT电极,与所述第1输入输出端子、所述第2输入输出端子以及将所述第1输入输出端子和所述第2输入输出端子连结的路径中的至少任一者连接,生成相位相对于通过所述滤波器电路的所述第1频带以外的给定的频带的信号分量不同的信号,

所述多个IDT电极包含多个电极指,所述多个电极指在与所述弹性波传播方向交叉的方向上延伸,且配置为相互平行,

(1) 将所述弹性波传播方向上的第k个电极指和第(k+1)个电极指的距离定义为第k个电极指间距,其中,k为2以上的整数,

(2) 在第(k-1)个电极指、第k个电极指以及第(k+1)个电极指这相邻的3根电极指中,将第k个电极指间距和区间平均电极指间距的差分除以整体平均电极指间距的值定义为第k个电极指的间距偏差率,所述区间平均电极指间距是第(k-1)个电极指间距和第(k+1)个电极指间距的平均,所述整体平均电极指间距是包含所述相邻的3根电极指的IDT电极具有的电极指整体的平均间距,

(3) 将对包含所述相邻的3根电极指的IDT电极具有的全部的电极指计算所述第k个电极指的间距偏差率而得到的所述间距偏差率的分布定义为所述间距偏差率的直方图,

所述多个IDT电极中的至少一个在所述直方图中的所述间距偏差率的标准偏差为1.4%以上。

9. 一种多工器, 具备:

公共端子;

权利要求1~8中的任一项所述的弹性波滤波器, 具有第1输入输出端子以及第2输入输出端子; 以及

第1滤波器, 具有第3输入输出端子以及第4输入输出端子, 通带与所述弹性波滤波器不同,

所述公共端子与所述第1输入输出端子以及所述第3输入输出端子连接。

## 弹性波滤波器以及多工器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及弹性波滤波器以及具备该弹性波滤波器的多工器。

### 背景技术

[0002] 在专利文献1公开了如下的弹性波滤波器,即,在弹性波传播方向上配置了多个IDT(InterDigital Transducer,叉指换能器)电极以及反射器的纵向耦合谐振器中,在IDT电极的主激励区域之间或者在该主激励区域与反射器之间,配置了电极指间距阶段性地变化的副激励区域。由此,改善了弹性波滤波器的低损耗性。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:国际公开第2003/003574号

### 发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 然而,在像专利文献1那样包含配置有电极指间距的分布规则地变化的副激励区域的纵向耦合谐振器的弹性波滤波器中,存在如下的问题,即,无用的声波被激励,从而得不到充分的衰减特性。此外,存在如下的问题,即,包含上述弹性波滤波器的多工器的隔离度特性劣化。

[0008] 因此,本发明是为了解决上述课题而完成的,其目的在于,提供一种提高了衰减特性的弹性波滤波器以及提高了隔离度特性的多工器。

[0009] 用于解决课题的技术方案

[0010] 为了达到上述目的,本发明的一个方式涉及的弹性波滤波器具备纵向耦合谐振器,所述纵向耦合谐振器具有:基板,具有压电性;多个IDT电极,设置于所述基板,在弹性波传播方向上排列设置;以及反射器,配置为相对于所述多个IDT电极在所述弹性波传播方向上相邻,其中,所述多个IDT电极以及所述反射器各自包含多个电极指,所述多个电极指在与所述弹性波传播方向交叉的方向上延伸,且配置为相互平行,(1)将所述弹性波传播方向上的第 $k$ ( $k$ 为2以上的整数)个电极指和第 $(k+1)$ 个电极指的距离定义为第 $k$ 个电极指间距,(2)在第 $(k-1)$ 个电极指、第 $k$ 个电极指以及第 $(k+1)$ 个电极指这相邻的3根电极指中,将第 $k$ 个电极指间距和区间平均电极指间距的差分除以整体平均电极指间距的值定义为第 $k$ 个电极指的间距偏差率,所述区间平均电极指间距是第 $(k-1)$ 个电极指间距和第 $(k+1)$ 个电极指间距的平均,所述整体平均电极指间距是包含所述相邻的3根电极指的IDT电极或者反射器具有的电极指整体的平均间距,(3)将对包含所述相邻的3根电极指的IDT电极或者反射器具有的全部的电极指计算所述第 $k$ 个电极指的间距偏差率而得到的所述间距偏差率的分布定义为所述间距偏差率的直方图,在该情况下,所述多个IDT电极以及所述反射器中的至少一个在所述直方图中的所述间距偏差率的标准偏差为1.4%以上。

[0011] 发明效果

[0012] 根据本发明,能够提供一种提高了衰减特性的弹性波滤波器以及提高了隔离度特性的多工器。

### 附图说明

[0013] 图1是实施方式涉及的弹性波滤波器的电路结构图。

[0014] 图2是示出实施方式涉及的纵向耦合谐振器的电极结构的概略俯视图。

[0015] 图3是表示实施方式涉及的纵向耦合谐振器的电极指间距的分布的图表。

[0016] 图4是表示比较例涉及的纵向耦合谐振器的电极指间距的分布的图表。

[0017] 图5是说明实施方式涉及的纵向耦合谐振器的不规则的电极指间距分布的作用的图。

[0018] 图6是说明实施方式涉及的纵向耦合谐振器的不规则的电极指间距分布中的间距偏差率及其标准偏差的图。

[0019] 图7是实施例1涉及的多工器及其外围电路的结构图。

[0020] 图8是对实施例1以及比较例1涉及的多工器的通过特性以及隔离度特性进行了比较的图表。

[0021] 图9是对实施例1以及比较例1涉及的多工器的电压驻波比进行了比较的图表。

[0022] 图10是示出纵向耦合谐振器的间距偏差率的标准偏差和多工器的隔离度的关系的图表。

[0023] 图11A是实施例2涉及的弹性波滤波器的电路结构图。

[0024] 图11B是对实施例2以及比较例2涉及的弹性波滤波器的通过特性进行了比较的图表。

[0025] 图12A是表示实施例3涉及的弹性波滤波器具有的纵向耦合谐振器的电极指配置结构以及电极指间距的分布的图表。

[0026] 图12B是对实施例3以及比较例3涉及的多工器的通过特性以及隔离度特性进行了比较的图表。

[0027] 图13是实施例4涉及的多工器及其外围电路的结构图。

[0028] 图14是对实施例4、比较例4以及比较例5涉及的弹性波滤波器的通过特性进行了比较的图表。

### 具体实施方式

[0029] 以下,利用实施方式以及附图对本发明的实施方式进行详细说明。另外,以下说明的实施方式均示出总括性的或具体的例子。在以下的实施方式中示出的数值、形状、材料、构成要素、构成要素的配置以及连接方式等是一个例子,其主旨并不在于限定本发明。关于以下的实施方式中的构成要素之中未记载于独立权利要求的构成要素,作为任意的构成要素而进行说明。此外,附图所示的构成要素的大小或者大小之比未必严谨。

[0030] (实施方式)

[0031] [1.实施方式涉及的弹性波滤波器40的结构]

[0032] 图1是实施方式涉及的弹性波滤波器40的电路结构图。此外,图2是示出实施方式涉及的纵向耦合谐振器1的电极结构的概略俯视图。在图2示出了构成纵向耦合谐振器1的

IDT电极以及反射器的平面布局结构以及IDT电极间的电连接状态。另外,图2所示的纵向耦合谐振器1用于对IDT电极的典型的平面布局结构进行说明,构成IDT电极的电极指的根数、长度以及电极指间距等并不限于于此。

[0033] 如图1所示,弹性波滤波器40具备纵向耦合谐振器1、串联臂谐振器31s以及32s、并联臂谐振器31p以及32p、和输入输出端子110以及120。

[0034] 串联臂谐振器31s以及32s是串联配置在连结输入输出端子110和输入输出端子120的路径上的弹性波谐振器。并联臂谐振器31p以及32p分别是连接在上述路径上的节点与接地之间的弹性波谐振器。

[0035] 此外,如图2所示,纵向耦合谐振器1包含并联连接的纵向耦合谐振部10以及20,并配置在端子130与输入输出端子120之间。纵向耦合谐振部10具有:具有压电性的基板上的在弹性波传播方向上排列配置的5个IDT(InterDigital Transducer,又指换能器)电极11、12、13、14及15;以及配置为相对于该5个IDT电极在弹性波传播方向上相邻的反射器19A以及19B。纵向耦合谐振部20具有:具有压电性的基板上的在弹性波传播方向上排列配置的5个IDT电极21、22、23、24及25;以及配置为相对于该5个IDT电极在弹性波传播方向上相邻的反射器29A以及29B。

[0036] IDT电极11~15、21~25、反射器19A、19B、29A以及29B形成在具有压电性的基板上, IDT电极11~15以及21~25各自和具有压电性的基板构成声表面波谐振器。

[0037] IDT电极11~15、21~25、以及反射器19A、19B、29A以及29B各自包含多个电极指,该多个电极指在与弹性波传播方向交叉的方向上延伸,且配置为相互平行。

[0038] IDT电极11包含梳形电极11a以及11b。梳形电极11a是第1梳形电极的一个例子,包含构成IDT电极11的多个电极指中的一部分的电极指和将该一部分的电极指的一端彼此连接的汇流条电极,并与输入输出端子120连接。梳形电极11b是第2梳形电极的一个例子,包含构成IDT电极11的多个电极指中的另一部分的电极指和将该另一部分的电极指的另一端彼此连接的汇流条电极,并与接地连接。构成梳形电极11a的电极指和构成梳形电极11b的电极指彼此相互交错对插。IDT电极13包含梳形电极13a(第1梳形电极)以及13b(第2梳形电极)。梳形电极13a与输入输出端子120连接,梳形电极13b与接地连接。IDT电极15包含梳形电极15a(第1梳形电极)以及15b(第2梳形电极)。梳形电极15a与输入输出端子120连接,梳形电极15b与接地连接。IDT电极21包含梳形电极21a(第1梳形电极)以及21b(第2梳形电极)。梳形电极21a与输入输出端子120连接,梳形电极21b与接地连接。IDT电极23包含梳形电极23a(第1梳形电极)以及23b(第2梳形电极)。梳形电极23a与输入输出端子120连接,梳形电极23b与接地连接。IDT电极25包含梳形电极25a(第1梳形电极)以及25b(第2梳形电极)。梳形电极25a与输入输出端子120连接,梳形电极25b与接地连接。

[0039] IDT电极12包含梳形电极12a以及12b。梳形电极12b是第1梳形电极的一个例子,包含构成IDT电极12的多个电极指中的一部分的电极指和将该一部分的电极指的一端彼此连接的汇流条电极,并与端子130连接。梳形电极12a是第2梳形电极的一个例子,包含构成IDT电极12的多个电极指中的另一部分的电极指和将该另一部分的电极指的另一端彼此连接的汇流条电极,并与接地连接。构成梳形电极12a的电极指和构成梳形电极12b的电极指彼此相互交错对插。IDT电极14包含梳形电极14b(第1梳形电极)以及14a(第2梳形电极)。梳形电极14b与端子130连接,梳形电极14a与接地连接。IDT电极22包含梳形电极22b(第1梳形电

极)以及22a(第2梳形电极)。梳形电极22b与端子130连接,梳形电极22a与接地连接。IDT电极24包含梳形电极24b(第1梳形电极)以及24a(第2梳形电极)。梳形电极24b与端子130连接,梳形电极24a与接地连接。

[0040] 另外,构成纵向耦合谐振部10的IDT电极的数量为两个以上即可,构成纵向耦合谐振部20的IDT电极的数量也为两个以上即可。此外,构成纵向耦合谐振部10的反射器的数量为1个以上即可,构成纵向耦合谐振部20的反射器的数量也为1个以上即可。

[0041] 此外,在本实施方式涉及的弹性波滤波器40中,构成纵向耦合谐振器1的纵向耦合谐振部的数量是任意的,纵向耦合谐振器1也可以仅包含纵向耦合谐振部10以及20中的任一者。

[0042] 另外,在本实施方式涉及的弹性波滤波器40中,串联臂谐振器的数量以及并联臂谐振器的数量是任意的,也可以没有串联臂谐振器31s以及32s和并联臂谐振器31p以及32p。

[0043] 此外,在本实施方式涉及的弹性波滤波器40中,也可以在图1所公开的对弹性波谐振器、输入输出端子以及接地进行连接的路径之间插入有其它电路元件以及布线等。

[0044] [2.电极指间距以及间距偏差率]

[0045] 如图2所示,IDT电极11~15、21~25、反射器19A、19B、29A以及29B各自包含多个电极指Fe,该多个电极指Fe在与弹性波传播方向交叉的方向上延伸,且配置为相互平行。

[0046] 本实施方式涉及的弹性波滤波器40的特征在于,作为相邻的电极指Fe彼此的距离(电极指Fe的弹性波传播方向上的中心线彼此的距离)的电极指间距P的分布。在此,如图2所示,在一个IDT电极或者一个反射器(例如,IDT电极11)中,将弹性波传播方向上的第1个电极指Fe(1)和第2个电极指Fe(2)的距离(电极指Fe(1)的弹性波传播方向上的中心线和电极指Fe(2)的弹性波传播方向上的中心线的距离)定义为电极指Fe(1)的电极指间距P(1)。以后,同样地定义电极指Fe(2)的电极指间距P(2)、电极指Fe(3)的电极指间距P(3)、电极指Fe(4)的电极指间距P(4)。也就是说,将电极指Fe(k)和电极指Fe(k+1)的距离(电极指Fe(k)的弹性波传播方向上的中心线和电极指Fe(k+1)的弹性波传播方向上的中心线的距离)定义为弹性波传播方向上的第k个电极指Fe(k)的电极指间距P(k)(k为自然数)。

[0047] 图3是表示实施方式涉及的纵向耦合谐振器1的电极指间距P(k)的分布的图表。在同图中示出了构成纵向耦合谐振器1的纵向耦合谐振部10的电极指间距P(k)。在横轴示出了构成纵向耦合谐振部10的电极指Fe(1)至电极指Fe(200)的位置,在纵轴示出了电极指Fe(k)的电极指间距P(k)。

[0048] 如图3所示,在本实施方式涉及的纵向耦合谐振部10中,电极指间距P(k)具有不规则地排列的电极指区间。

[0049] 图4是表示比较例涉及的弹性波滤波器具有的纵向耦合谐振部的电极指间距P(k)的分布的图表。比较例涉及的弹性波滤波器与实施方式涉及的弹性波滤波器40相比较,虽然具有并联连接了两个弹性波谐振部的弹性波谐振器这一点相同,但是该两个弹性波谐振部的电极指间距P(k)的分布不同。在图4示出了比较例涉及的纵向耦合谐振部的电极指间距P(k)。

[0050] 如图4所示,在比较例涉及的纵向耦合谐振部中,电极指间距P(k)规则地排列。具体地,在比较例涉及的纵向耦合谐振部中,在同一IDT电极或者反射器内具有如下的区间,

即,在相邻的3个以上的电极指 $Fe$ 之间具有固定的电极指间距 $P$ 。另外,作为电极指间距 $P(k)$ 规则地排列的例子,除了图4所示的例子以外,还可列举如下的情况,即,相对于电极指 $Fe$ 的推移,电极指间距 $P(k)$ 以固定的比例增加或减少(电极指间距 $P(k)$ 具有固定的斜率的、所谓的渐变间距)。

[0051] 相对于此,在本实施方式涉及的纵向耦合谐振部10中,具有如下的IDT电极或者反射器,即,在相邻的3个以上的电极指 $Fe$ 之间不具有固定的电极指间距 $P$ ,且在相邻的3个以上的电极指 $Fe$ 之间电极指间距 $P(k)$ 不具有固定的斜率。

[0052] 另外,虽然在图3所示的本实施方式涉及的纵向耦合谐振部10中,在IDT电极11~15、反射器19A、19B的全部中,电极指间距 $P(k)$ 不规则地排列,但是本发明涉及的弹性波滤波器的纵向耦合谐振器并不限于于此。也就是说,关于本发明涉及的弹性波滤波器,只要在IDT电极11~15、反射器19A以及19B中的至少一个中具有在相邻的3个以上的电极指 $Fe$ 之间电极指间距 $P(k)$ 不规则地排列的电极指区间即可。

[0053] 另外,关于构成纵向耦合谐振器1的纵向耦合谐振部20的电极指间距 $P(k)$ ,也可以与纵向耦合谐振部10的电极指间距 $P(k)$ 同样地具有不规则的分布。此外,纵向耦合谐振部10以及纵向耦合谐振部20的电极指间距 $P(k)$ 的分布可以相同,也可以不同。

[0054] 图5是说明实施方式涉及的纵向耦合谐振器1的不规则的电极指间距 $P(k)$ 的分布的作用的图。在同图中示出了具有压电性的基板60以及形成在基板60上的电极指 $Fe(k) \sim Fe(k+4)$ 的剖面概略图。图5所示的电极指 $Fe(k) \sim Fe(k+4)$ 具有不规则的电极指间距 $P(k) \sim P(k+4)$ 。

[0055] 首先,设图5所示的电极指 $Fe(k) \sim Fe(k+4)$ 为配置在同一IDT电极内的电极指(作用1)。在此,电极指 $Fe(k)$ 、电极指 $Fe(k+2)$ 、以及电极指 $Fe(k+4)$ 构成被施加信号电位(HOT)的第1梳形电极。此外,电极指 $Fe(k+1)$ 以及电极指 $Fe(k+3)$ 构成与接地(GND)连接的第2梳形电极。在此,电极指间距 $P(k)$ 、 $P(k+1)$ 、 $P(k+2)$ 、以及 $P(k+3)$ 具有不规则的电极指间距分布。

[0056] 此时,在由作为HOT电极的电极指 $Fe(k+2)$ 激励的声波(图5的实线)的波长(HOT2的声波的波长)的相位和由作为HOT电极的电极指 $Fe(k)$ 激励的声波(图5的单点划线)的相位中,产生偏移。此外,在由作为HOT电极的电极指 $Fe(k+2)$ 激励的声波(图5的实线)的波长(HOT2的声波的波长)的相位和由作为HOT电极的电极指 $Fe(k+4)$ 激励的声波(图5的虚线)的相位中,产生偏移。因此,在作为HOT电极的电极指 $Fe(k)$ 、电极指 $Fe(k+2)$ 、以及电极指 $Fe(k+4)$ 之间,声阻抗变得容易产生不匹配。

[0057] 接着,设图5所示的电极指 $Fe(k) \sim Fe(k+3)$ 属于纵向耦合谐振器1中的输入侧的IDT电极,电极指 $Fe(k+4)$ 属于纵向耦合谐振器1中的输出侧的IDT电极(作用2)。在此,电极指 $Fe(k)$ 、电极指 $Fe(k+2)$ 、以及电极指 $Fe(k+4)$ 构成被施加信号电位(HOT)的第1梳形电极。此外,电极指 $Fe(k+1)$ 以及电极指 $Fe(k+3)$ 构成与接地(GND)连接的第2梳形电极。在此,电极指间距 $P(k)$ 、 $P(k+1)$ 、 $P(k+2)$ 、以及 $P(k+3)$ 具有不规则的电极指间距分布。

[0058] 此时,在由输出侧IDT电极中的电极指 $Fe(k+4)$ 拾取由输入侧IDT电极中的电极指 $Fe(k)$ 激励的声波和由电极指 $Fe(k+2)$ 激励的声波的情况下,因为电极指 $Fe(k)$ 的声波的相位和电极指 $Fe(k+2)$ 的声波的相位偏移,所以无法由电极指 $Fe(k+4)$ 高效地拾取。

[0059] 作为改善纵向耦合谐振器的衰减特性的方法,可列举在作为HOT电极的电极指中抑制衰减频带的频率的信号的激励、以及使得不将衰减频带的频率的信号从输入侧IDT电

极传播到输出侧IDT电极。

[0060] 在具有电极指间距 $P(k)$ 相对于电极指 $Fe$ 的推移以固定的比例增加或者减少(渐变间距)的结构的情况下,虽然能够消除相位差,使得不将衰减频带的频率的信号从输入侧IDT电极传播到输出侧IDT电极,但是在作为HOT电极的电极指中抑制衰减频带的频率的信号的激励本身的能力低,得不到充分的衰减改善效果。

[0061] 相对于此,在本实施方式涉及的弹性波滤波器40中,通过对具有与衰减频带的频率对应的电极指间距 $P$ 的IDT电极或者反射器应用像图5那样的不规则的电极指间距 $P$ 的分布,从而能够通过上述作用1来抑制无用的声波的激励本身,此外,能够通过上述作用2来抑制被激励的声波的拾取。由此,能够使弹性波滤波器40的衰减特性提高。

[0062] 接着,对在本实施方式涉及的弹性波滤波器40中规定的间距偏差率 $D$ 及其标准偏差 $SD$ 进行说明。

[0063] 图6是说明实施方式涉及的纵向耦合谐振器1的不规则的电极指间距分布中的间距偏差率 $D$ 及其标准偏差 $SD$ 的图。

[0064] 在图6的(a)示出了构成纵向耦合谐振器的IDT电极或者反射器的电极指间距 $P(k)$ 的分布的一个例子。在横轴示出了构成IDT电极或者反射器的电极指 $Fe(k)$ 的位置,在纵轴示出了电极指 $Fe(k)$ 的电极指间距 $P(k)$ 。

[0065] 如前所述,首先,(1)将弹性波传播方向上的第 $k$ ( $k$ 为2以上的整数)个电极指 $Fe(k)$ 和第 $(k+1)$ 个电极指 $Fe(k+1)$ 的距离(电极指 $Fe(k)$ 的弹性波传播方向上的中心线和电极指 $Fe(k+1)$ 的弹性波传播方向上的中心线的距离)定义为第 $k$ 个电极指间距 $P(k)$ 。

[0066] 接着,(2)在电极指 $Fe(k-1)$ 、电极指 $Fe(k)$ 、以及电极指 $Fe(k+1)$ 这相邻的3根电极指中,将电极指间距 $P(k-1)$ 和电极指间距 $P(k+1)$ 的平均作为区间平均电极指间距 $PM(k)$  [ $=\{P(k-1)+P(k+1)\}/2$ ]。此时,将电极指间距 $P(k)$ 和区间平均电极指间距 $PM(k)$ 的差分 [ $=P(k)-PM(k)$ ]除以作为包含电极指 $Fe(k-1)$ 、 $Fe(k)$ 、以及 $Fe(k+1)$ 的IDT电极或者反射器具有的电极指整体的平均间距的整体平均电极指间距 $PT$ 的值定义为电极指 $Fe(k)$ 的间距偏差率 $D(k)$  [ $=\{P(k)-PM(k)\}/PT$ ]。

[0067] 接着,(3)对包含电极指 $Fe(k-1)$ 、 $Fe(k)$ 、以及 $Fe(k+1)$ 的IDT电极或者反射器具有的全部的电极指 $Fe$ 计算电极指 $Fe(k)$ 的间距偏差率 $D(k)$ ,并计算该IDT电极或者反射器中的间距偏差率 $D(k)$ 的直方图。

[0068] 在图6的(b)示出了构成纵向耦合谐振器的IDT电极或者反射器的间距偏差率 $D(k)$ 的分布的一个例子。在横轴示出了构成IDT电极或者反射器的电极指 $Fe(k)$ 的位置,在纵轴示出了间距偏差率 $D(k)$ 。

[0069] 此外,在图6的(c)示出了构成纵向耦合谐振器的IDT电极或者反射器的间距偏差率 $D(k)$ 的直方图的一个例子。

[0070] 最后,根据间距偏差率 $D(k)$ 的直方图,计算构成纵向耦合谐振器的IDT电极或者反射器的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ 。

[0071] 根据上述定义,电极指间距 $P(k)$ 的规则性越强,间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ 越小,电极指间距 $P(k)$ 的不规则性越强,间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ 越大。

[0072] 在本实施方式涉及的弹性波滤波器40具有的纵向耦合谐振器1中,构成纵向耦合谐振部10的IDT电极11~15、反射器19A以及19B各自的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差为1.4%

以上。此外,在构成纵向耦合谐振部20的IDT电极21~25、反射器29A以及29B各自中,上述直方图中的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差为1.4%以上。

[0073] 由此,在与弹性波滤波器的衰减频带的频率对应的声波在基板上传播的情况下,例如由电极指 $Fe(k)$ 激励的声波的相位和由电极指 $Fe(k+2)$ 激励的声波的相位变得容易偏移,声阻抗变得容易产生不匹配。因此,能够抑制与弹性波滤波器的衰减频带的频率对应的声波的激励。进而,在由输出侧IDT电极来拾取由输入侧IDT电极中的电极指 $Fe(k)$ 激励的声波和由电极指 $Fe(k+2)$ 激励的声波的情况下,因为双方的声波的相位偏移,因此无法高效地拾取。因此,能够使弹性波滤波器40的衰减特性提高。

[0074] 另外,在图4所示的比较例涉及的纵向耦合谐振部中,在IDT电极以及反射器各自中,电极指间距 $P(k)$ 的规则性强,因此上述直方图中的标准偏差 $SD$ 小于1.4%。此外,在具有电极指间距 $P(k)$ 相对于电极指 $Fe$ 的推移以固定的比例增加或者减少(电极指间距 $P(k)$ 具有固定的斜率的、所谓的渐变间距)的电极指结构的IDT电极以及反射器各自中,电极指间距 $P(k)$ 的规则性也强,因此上述直方图中的标准偏差 $SD$ 小于1.4%。

[0075] 另外,在本实施方式涉及的纵向耦合谐振器1中,只要构成纵向耦合谐振部10的IDT电极11~15、反射器19A以及19B和构成纵向耦合谐振部20的IDT电极21~25、反射器29A以及29B中的至少一个在上述直方图中的标准偏差 $SD$ 为1.4%以上即可。

[0076] 由此,通过对于对衰减特性的影响大的IDT电极或者反射器,使上述直方图中的标准偏差 $SD$ 为1.4%以上,从而能够有效地提高弹性波滤波器40的衰减特性。

[0077] 此外,也可以是,在本实施方式涉及的纵向耦合谐振器1中,构成纵向耦合谐振部10的IDT电极11~15以及构成纵向耦合谐振部20的IDT电极21~25中的至少一个在上述直方图中的标准偏差 $SD$ 为1.4%以上,且反射器19A、19B、29A以及29B各自在上述直方图中的标准偏差 $SD$ 小于1.4%。

[0078] 由此,通过对于对衰减特性的影响大的IDT电极应用不规则的电极指间距 $P(k)$ ,从而能够提高弹性波滤波器40的衰减特性,并且能够抑制反射器中的电极指间距 $P(k)$ 的制造偏差,因此能够使由反射器的谐振动作规定的通带外的衰减极稳定。

[0079] 此外,也可以是,在本实施方式涉及的纵向耦合谐振器1中,IDT电极11~15以及21~25中的一个IDT电极在上述直方图中的标准偏差 $SD$ 为1.4%以上,且IDT电极11~15以及21~25中的其它IDT电极在上述直方图中的标准偏差 $SD$ 小于1.4%。

[0080] 由此,对于对衰减特性的影响大的一个IDT电极,能够提高弹性波滤波器40的衰减特性,并且能够抑制其它IDT电极中的制造偏差,因此能够抑制特性劣化。

[0081] 此外,也可以是,在本实施方式涉及的纵向耦合谐振器1中,构成纵向耦合谐振部10的反射器19A、19B、和构成纵向耦合谐振部20的反射器29A以及29B中的至少一个在上述直方图中的标准偏差 $SD$ 为1.4%以上,且IDT电极11~15以及21~25各自在上述直方图中的标准偏差 $SD$ 小于1.4%。

[0082] 由此,通过对于对衰减特性的影响大的反射器应用不规则的电极指间距 $P(k)$ ,从而能够提高弹性波滤波器40的衰减特性,并且能够抑制IDT电极中的电极指间距 $P(k)$ 的制造偏差,因此能够使通带中的插入损耗稳定。

[0083] [3. 实施例1涉及的多工器100的结构以及特性]

[0084] 图7是实施例1涉及的多工器100及其外围电路的结构图。如同图所示,多工器100

具备弹性波滤波器40、滤波器50、和公共端子160。多工器100在公共端子160处与天线2连接。在公共端子160和天线2的连接路径与接地之间,连接有阻抗匹配用的电感器3。另外,电感器3也可以串联地连接在公共端子160与天线2之间。另外,电感器3可以设为包含于多工器100的结构,也可以是外置于多工器100的结构。此外,电感器3也可以是电容器,或者,还可以是包含电感器以及电容器的合成电路。

[0085] 滤波器50是第1滤波器的一个例子,应用于LTE(Long Term Evolution,长期演进)的Band26的发送用滤波器(发送频带:824-849MHz)。

[0086] 弹性波滤波器40应用于LTE的Band26的接收用滤波器(接收频带:859-894MHz)。

[0087] 滤波器50的输入输出端子140和弹性波滤波器40的输入输出端子110与公共端子160连接,本实施例涉及的多工器100应用于LTE的Band26的双工器。

[0088] 滤波器50具有输入输出端子140(第3输入输出端子)以及输入输出端子150(第4输入输出端子),是由多个弹性波谐振器构成的梯型的弹性波滤波器。滤波器50具备串联臂谐振器51s、52s、53s以及54s和并联臂谐振器51p、52p以及53p。串联臂谐振器51s、52s、53s以及54s串联配置在将输入输出端子140和输入输出端子150连结的路径上。并联臂谐振器51p、52p以及53p分别连接在上述路径上的节点与接地之间。通过本结构,滤波器50构成了将LTE的Band26的发送频带作为通带的带通滤波器。

[0089] 弹性波滤波器40具有与实施方式涉及的弹性波滤波器40同样的电路结构,利用洛夫波(Love wave)作为弹性波。纵向耦合谐振部10具有的5个IDT电极11~15、反射器19A以及19B和纵向耦合谐振部20具有的5个IDT电极21~25、反射器29A以及29B具有图3所示的电极指间距 $P(k)$ 的分布,纵向耦合谐振部10以及20的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差SD分别成为2.92%。

[0090] 图8是对实施例1以及比较例1涉及的多工器的通过特性以及隔离度特性进行了比较的图表。此外,图9是对实施例1以及比较例1涉及的多工器的电压驻波比进行了比较的图表。

[0091] 另外,比较例1涉及的多工器的电路结构与图7所示的实施例1涉及的多工器100的电路结构相同,但是与实施例1涉及的多工器100相比较,不同点在于,构成接收用滤波器(弹性波滤波器40)的纵向耦合谐振部的电极指间距 $P(k)$ 规则地分布。也就是说,构成比较例1涉及的接收用滤波器的纵向耦合谐振部的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差SD小于1.4%。

[0092] 如图8的(a)所示,关于发送用滤波器(滤波器50)的通过特性,在实施例1和比较例1中并未看到差异。这起因于实施例1涉及的发送用滤波器和比较例1涉及的发送用滤波器具有相同的电路结构以及相同的电极指结构。

[0093] 另一方面,如图8的(b)所示,关于接收用滤波器的通过特性,实施例1与比较例1相比改善了发送频带中的衰减特性(图中的虚线圆内)。

[0094] 此外,如图8的(c)所示,关于发送用滤波器与接收用滤波器之间的隔离度特性,起因于接收用滤波器的衰减特性的改善,实施例1与比较例1相比改善了发送频带中的隔离度特性(图中的虚线圆内)。

[0095] 另外,虽然在图8中未示出,但是关于比Band26的发送频带靠低频侧的衰减频带以及比Band26的接收频带靠高频侧的衰减频带中的、接收用滤波器的通过特性、发送用滤波器的通过特性、以及发送用滤波器与接收用滤波器(弹性波滤波器40)之间的隔离度特性,

在实施例1以及比较例1中并未看到差异。

[0096] 此外,如图9的(a)以及(c)所示,实施例1涉及的接收用滤波器的接收频带中的输入侧以及输出侧的电压驻波比与比较例1的接收用滤波器的接收频带中的输入侧以及输出侧的电压驻波比相比变小,因此还改善了接收用滤波器的阻抗特性。

[0097] 关于实施例1涉及的接收用滤波器的衰减特性的提高、阻抗特性的改善、以及接收用滤波器-发送用滤波器间的隔离度特性的提高,可解释为是由于,在实施例1中,通过将纵向耦合谐振部的电极指间距 $P(k)$ 设为不规则分布并增大间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ ,从而能够阻碍无用的声波的激励且能够抑制无用信号的传播。

[0098] 图10是示出纵向耦合谐振器1的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ 和多工器100的隔离度的关系的图表。在同图中,示出了在实施例1涉及的多工器100中弹性波滤波器40具有的纵向耦合谐振器1的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ 和发送频带的隔离度的相关关系。根据图10,通过使间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ 为1.4%以上,从而得到了发送频带的隔离度的改善效果(1dB以上)。此外,在标准偏差 $SD$ 为1.4%~3.0%的范围内,随着标准偏差 $SD$ 变大,发送频带的隔离度提高。

[0099] [4. 实施例2涉及的弹性波滤波器40A的结构以及特性]

[0100] 图11A是实施例2涉及的弹性波滤波器40A的电路结构图。如同图所示,弹性波滤波器40A具备纵向耦合谐振部10A、串联臂谐振器33s以及34s、并联臂谐振器33p以及34p、和输入输出端子110以及120。实施例2涉及的弹性波滤波器40A与实施方式涉及的弹性波滤波器40相比较,主要是纵向耦合谐振部10A的结构不同。以下,关于实施例2涉及的弹性波滤波器40A,对于与实施方式涉及的弹性波滤波器40相同的结构将省略说明,以不同的结构为中心进行说明。

[0101] 串联臂谐振器33s以及34s是串联配置在将输入输出端子110和输入输出端子120连结的路径上的弹性波谐振器。并联臂谐振器33p以及34p分别是连接在上述路径上的节点与接地之间的弹性波谐振器。

[0102] 纵向耦合谐振部10A具有:具有压电性的基板上的在弹性波传播方向上排列配置的7个IDT电极;和配置为相对于该7个IDT电极在弹性波传播方向上相邻的两个反射器。上述7个IDT电极以及上述两个反射器各自与具有压电性的基板一起构成声表面波谐振器。上述7个IDT电极以及上述两个反射器各自包含多个电极指 $Fe$ ,该多个电极指 $Fe$ 在与弹性波传播方向交叉的方向上延伸,且配置为相互平行。

[0103] 弹性波滤波器40A利用低声速的瑞利波作为弹性波,构成了将LTE的Band8的接收频带(925-960MHz)作为通带的带通滤波器。

[0104] 纵向耦合谐振部10A具有的7个IDT电极以及两个反射器具有不规则的电极指间距 $P(k)$ 的分布,纵向耦合谐振部10A的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ 成为1.5%。

[0105] 图11B是对实施例2以及比较例2涉及的弹性波滤波器的通过特性进行了比较的图表。

[0106] 另外,比较例2涉及的弹性波滤波器的电路结构与图11A所示的实施例2涉及的弹性波滤波器40A的电路结构相同,但是与实施例2涉及的弹性波滤波器40A相比较,不同点在于,纵向耦合谐振部10A的电极指间距 $P(k)$ 规则地分布。也就是说,构成比较例2涉及的弹性波滤波器的纵向耦合谐振部10A的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ 小于1.4%。

[0107] 如图11B所示,实施例2涉及的弹性波滤波器40A与比较例2涉及的弹性波滤波器相比,改善了发送频带(880-915MHz)中的衰减特性,并且降低了通带内的纹波。

[0108] 由此,可解释为,在实施例2中通过将纵向耦合谐振部10A的电极指间距 $P(k)$ 设为不规则分布并增大间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ ,从而不仅阻碍了在衰减频带产生的无用的声波的激励,还阻碍了在通带内产生的无用的声波的激励,由此降低了通带内的纹波。

[0109] [5. 实施例3涉及的多工器的结构以及特性]

[0110] 实施例3涉及的多工器与图7所示的实施例1涉及的多工器100的电路结构相同,但是与实施例1涉及的多工器100相比较,构成接收用滤波器的纵向耦合谐振部的电极指间距 $P(k)$ 的分布方式不同。

[0111] 图12A是表示实施例3涉及的接收用滤波器(弹性波滤波器40)具有的纵向耦合谐振部10的电极指配置结构以及电极指间距的分布的图表。在图12A的下段,示出了将构成纵向耦合谐振部10的IDT电极11的一部分放大的电极布局。IDT电极11包含梳形电极11a以及11b。梳形电极11a是被施加信号电位(HOT)的第1梳形电极的一个例子,梳形电极11b是与接地连接的第2梳形电极的一个例子。构成梳形电极11a的电极指 $Fe(1)$ 、 $Fe(3)$ 、 $Fe(5)$ 以及 $Fe(7)$ 和构成梳形电极11b的电极指 $Fe(2G)$ 、 $Fe(4G)$ 以及 $Fe(6G)$ 彼此相互交错对插。

[0112] 在此,构成梳形电极11a的电极指 $Fe(1)$ 、 $Fe(3)$ 、 $Fe(5)$ 、 $Fe(7)$ 、 $\dots$ 中的相邻的电极指的电极指间距不规则地分布。另一方面,构成梳形电极11b的电极指 $Fe(2G)$ 、 $Fe(4G)$ 、 $Fe(6G)$ 、 $\dots$ 中的相邻的电极指的电极指间距遍及梳形电极11b而相等。另外,在IDT电极11中,由于梳形电极11a中的电极指间距的不规则性以及梳形电极11b中的电极指间距的规则性,作为IDT电极11整体中的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ ,成为1.4%以上。

[0113] 也就是说,如图12A所示,例如,基于 $\{P(2G)+P(3)\}$ 和 $\{P(4G)+P(5)\}$ 相等这样的条件,通过 $P(1)$ 、 $P(2G)$ 、 $P(3)$ 、 $P(4G)$ 、 $P(5)$ 、 $P(6G)$ 、 $P(7)$ 、 $\dots$ 的分布,使间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ 为1.4%以上。

[0114] 另外,在本实施例涉及的多工器中,如图12A的上段所示,构成接收用滤波器(弹性波滤波器40)的纵向耦合谐振部10的IDT电极12~15、反射器19A以及19B成为与上述的IDT电极11同样的电极指间距 $P(k)$ 的分布方式。

[0115] 图12B是对实施例3以及比较例3涉及的多工器的通过特性以及隔离度特性进行了比较的图表。

[0116] 另外,比较例3涉及的多工器的电路结构与实施例3涉及的多工器的电路结构相同,但是与实施例3涉及的多工器相比较,不同点在于,构成接收用滤波器(弹性波滤波器40)的纵向耦合谐振部的电极指间距 $P(k)$ 规则地分布。也就是说,构成比较例3涉及的接收用滤波器的纵向耦合谐振部的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ 小于1.4%。

[0117] 如图12B的(a)所示,关于发送用滤波器(滤波器50)的通过特性,在实施例3和比较例3中并未看到差异。这起因于实施例3涉及的发送用滤波器和比较例3涉及的发送用滤波器具有相同的电路结构以及相同的电极指结构。

[0118] 另一方面,如图12B的(b)所示,关于接收用滤波器的通过特性,实施例3与比较例3相比改善了发送频带中的衰减特性(图中的虚线圆内)。

[0119] 此外,如图12B的(c)所示,关于发送用滤波器与接收用滤波器之间的隔离度特性,起因于接收用滤波器的衰减特性的改善,实施例3与比较例3相比改善了发送频带中的隔离

度特性(图中的虚线圆内)。

[0120] 关于实施例3涉及的接收用滤波器的衰减特性的提高以及接收用滤波器-发送用滤波器间的隔离度特性的提高,可解释为是由于,在实施例3中,通过将纵向耦合谐振部的电极指间距 $P(k)$ 设为不规则分布并增大间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ ,从而能够阻碍无用的声波的激励且能够抑制无用信号的传播。

[0121] 此外,在电极指间距 $P(k)$ 不固定的情况下,可设想在IDT电极间电极指间距 $P(k)$ 的制造偏差变大,起因于此,通过特性劣化。相对于此,根据上述结构,构成IDT电极11的一对梳形电极之中与接地连接的梳形电极11b的电极指间距 $P(k)$ 固定,因此至少能够高精度地制造梳形电极11b的电极指间距 $P(k)$ 。由此,能够降低IDT电极间的电极指间距 $P(k)$ 的制造偏差,因此能够抑制通过特性的劣化。

[0122] 另外,在本实施例涉及的多工器中,作为接收用滤波器具有的纵向耦合谐振部的IDT电极以及反射器的电极指的配置结构,通过被施加信号电位(HOT)的第1梳形电极中的电极指间距 $P(k)$ 的不规则性、以及与接地连接的第2梳形电极中的电极指间距 $P(k)$ 的规则性(等间距),使上述IDT电极以及反射器中的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ 为1.4%以上,但是并不限于此。例如,作为上述纵向耦合谐振部的IDT电极以及反射器的电极指的配置结构,也可以通过与接地连接的第2梳形电极中的电极指间距 $P(k)$ 的不规则性、以及被施加信号电位(HOT)的第1梳形电极中的电极指间距 $P(k)$ 的规则性(等间距),使上述IDT电极以及反射器中的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ 为1.4%以上。由此,也能够降低IDT电极间的电极指间距 $P(k)$ 的制造偏差,因此能够抑制通过特性的劣化。

[0123] [6.实施例4涉及的多工器的结构以及特性]

[0124] 图13是实施例4涉及的多工器200及其外围电路的结构图。如同图所示,多工器200具备弹性波滤波器41、滤波器51、和公共端子160。多工器200在公共端子160处与天线2连接。另外,也可以在将公共端子160和天线2连结的路径上连接有阻抗匹配电路。

[0125] 滤波器51例如应用于LTE的Band26的接收用滤波器。滤波器51的滤波器构造是任意的。

[0126] 弹性波滤波器41例如应用于LTE的Band26的发送用滤波器。

[0127] 滤波器51的输入输出端子140和弹性波滤波器41的输入输出端子110与公共端子160连接,本实施例涉及的多工器200应用于LTE的Band26的双工器。

[0128] 弹性波滤波器41具备滤波器电路43和纵向耦合谐振器42。

[0129] 滤波器电路43设置于具有压电性的基板60。滤波器电路43与输入输出端子110以及120连接,包含1个以上的弹性波谐振器,将第1频带作为通带。第1频带例如是LTE的Band26的发送频带。

[0130] 纵向耦合谐振器42是如下的附加电路,即,设置于基板60,具有在弹性波传播方向上排列设置的IDT电极42a以及42b,与输入输出端子110和将输入输出端子110以及120连结的路径上的节点连接,生成相位相对于通过滤波器电路43的第1频带以外的给定的频带的信号分量相反的信号。纵向耦合谐振器42是包含具有IDT电极42a的声表面波谐振器以及具有IDT电极42b的声表面波谐振器的纵向耦合型的声表面波谐振器。纵向耦合谐振器42的一端(IDT电极42a)与输入输出端子110连接,另一端(IDT电极42b)与滤波器电路43的串联臂连接。另外,纵向耦合谐振器42的一端以及另一端只要与滤波器电路43的将输入输出端子

110以及120连结的串联臂路径上的节点连接即可。此外,纵向耦合谐振器42也可以具备配置为相对于IDT电极42a以及42b在弹性波传播方向上相邻的反射器。此外,纵向耦合谐振器42具有的IDT电极的数量也可以为3个以上。此外,纵向耦合谐振器42也可以是由具有IDT电极的声表面波谐振器构成的声表面波滤波器、横向型谐振器、或者横向型滤波器。

[0131] 通过上述结构,在弹性波滤波器41中,在纵向耦合谐振器42生成的给定的频带的信号分量和在滤波器电路43传输的信号中的消除对象的(例如,LTE的Band26的接收频带的)信号分量被相加时,能够使该相加后的信号的振幅小于原来的消除对象的信号分量的振幅。更优选地,纵向耦合谐振器42生成的消除信号分量是如下的信号,即,相对于通过了滤波器电路43后的消除对象的信号分量,相位相反且振幅相同。

[0132] 在此,IDT电极42a、42b以及反射器中的至少一个在上述直方图中的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差SD为1.4%以上。

[0133] 由此,在与纵向耦合谐振器42的给定的频带对应的声波在基板60上传播的情况下,例如由电极指 $Fe(k)$ 激励的声波的相位和由电极指 $Fe(k+2)$ 激励的声波的相位容易偏移,声阻抗变得容易产生不匹配。因此,能够抑制与上述给定的频带对应的声波的激励。

[0134] 图14是对实施例4、比较例4以及比较例5涉及的弹性波滤波器的通过特性进行了比较的图表。实施例4涉及的弹性波滤波器41的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差SD为1.5%。此外,比较例4涉及的弹性波滤波器的电路结构与实施例4涉及的弹性波滤波器41相比较,不同点仅在于,间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差SD为1.1%。此外,比较例5涉及的弹性波滤波器的电路结构与实施例4涉及的弹性波滤波器41相比较,不同点仅在于,不具有纵向耦合谐振器42。

[0135] 在图14所示的弹性波滤波器的通过特性中,实施例4涉及的弹性波滤波器41与比较例4以及比较例5涉及的弹性波滤波器相比较,位于比通带(发送频带)靠高频侧的衰减频带(接收频带)的衰减量变大,且衰减频带(接收频带)中的衰减量变大的频带变宽。

[0136] 之所以实施例4涉及的弹性波滤波器41的衰减频带(接收频带)的衰减量变大,可解释为起因于,在纵向耦合谐振器42中,由于随机间距而产生了带外激励抑制效果,由此改善了使衰减频带(接收频带)中的高频区域的衰减量变小的纵向耦合谐振器42所引起的纹波。此外,之所以实施例4涉及的弹性波滤波器41的衰减频带(接收频带)中的衰减量变大的频带变宽,可解释为起因于,通过上述随机间距,优化了纵向耦合谐振器42的IDT电极42a与IDT电极42b之间的传播特性。

[0137] 此外,通过弹性波滤波器41中的衰减频带(接收频带)的上述改善,能够提供提高了弹性波滤波器41和滤波器51的隔离度特性的多工器200。

[0138] [7.效果等]

[0139] 像以上那样,本实施方式涉及的弹性波滤波器40具备纵向耦合谐振器1,上述纵向耦合谐振器1具有:基板60,具有压电性;多个IDT电极,设置于基板60,在弹性波传播方向上排列设置;以及反射器,配置为相对于多个IDT电极在弹性波传播方向上相邻,多个IDT电极以及反射器各自包含多个电极指 $Fe$ ,上述多个电极指 $Fe$ 在与弹性波传播方向交叉的方向上延伸,且配置为相互平行,(1)将电极指 $Fe(k)$ ( $k$ 为2以上的整数)和电极指 $Fe(k+1)$ 的距离定义为第 $k$ 个电极指间距 $P(k)$ , (2)在电极指 $Fe(k-1)$ 、电极指 $Fe(k)$ 、电极指 $Fe(k+1)$ 这相邻的3根电极指中,将电极指间距 $P(k)$ 和区间平均电极指间距 $PM(k)$ 的差分除以整体平均电极指

间距 $PT$ 的值定义为第 $k$ 个电极指的间距偏差率 $D(k)$ ,上述区间平均电极指间距 $PM(k)$ 是电极指间距 $P(k-1)$ 和 $P(k+1)$ 的平均,上述整体平均电极指间距 $PT$ 是包含上述相邻的3根电极指的IDT电极或者反射器具有的电极指整体的平均间距,(3)将对包含上述相邻的3根电极指的IDT电极或者反射器具有的全部的电极指计算第 $k$ 个电极指的间距偏差率 $D(k)$ 而得到的间距偏差率 $D(k)$ 的分布定义为间距偏差率 $D(k)$ 的直方图,在该情况下,上述多个IDT电极以及反射器中的至少一个在上述直方图中的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ 为1.4%以上。

[0140] 由此,在与弹性波滤波器40的通带外的频带对应的声波在基板60上传播的情况下,例如由电极指 $Fe(k)$ 激励的声波的相位和由电极指 $Fe(k+2)$ 激励的声波的相位容易偏移,声阻抗变得容易产生不匹配。因此,能够抑制与弹性波滤波器40的通带外的频带对应的声波的激励。进而,在由输出侧IDT电极来拾取由输入侧IDT电极中的电极指 $Fe(k)$ 激励的声波和由电极指 $Fe(k+2)$ 激励的声波的情况下,因为双方的声波的相位偏移,所以无法高效地拾取。因此,能够使弹性波滤波器40的衰减特性提高。

[0141] 此外,也可以是,上述多个IDT电极各自具有:第1梳形电极,包含多个电极指 $Fe$ 中的一部分的电极指和将该一部分的电极指的一端彼此连接的汇流条电极;以及第2梳形电极,包含上述多个电极指中的另一部分的电极指和将该另一部分的电极指的另一端彼此连接的汇流条电极,并与接地连接。在此,构成第1梳形电极的电极指和构成第2梳形电极的电极指彼此相互交错对插,上述多个IDT电极中的至少一个在上述直方图中的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ 为1.4%以上,构成第2梳形电极的电极指 $Fe$ 中的相邻的电极指 $Fe$ 的电极指间距遍及第2梳形电极而相等。

[0142] 在电极指间距 $P(k)$ 不固定的情况下,可预想在IDT电极间电极指间距的制造偏差变大,特别是,通过特性劣化。相对于此,根据上述结构,在构成IDT电极的第1梳形电极以及第2梳形电极之中,与接地连接的第2梳形电极的电极指间距 $P(k)$ 固定,因此能够高精度地制造第2梳形电极的电极指间距 $P(k)$ ,因此能够抑制通过特性的劣化。

[0143] 此外,也可以是,上述多个IDT电极中的至少一个在上述直方图中的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ 为1.4%以上,构成第1梳形电极的电极指中的相邻的电极指的电极指间距 $P(k)$ 遍及第1梳形电极而相等。

[0144] 根据上述结构,在构成IDT电极的第1梳形电极以及第2梳形电极之中,被施加信号电位(HOT)的第1梳形电极的电极指间距 $P(k)$ 固定,因此能够高精度地制造第1梳形电极的电极指间距 $P(k)$ ,因此能够抑制通过特性的劣化。

[0145] 此外,也可以是,多个IDT电极中的至少一个在上述直方图中的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ 为1.4%以上,反射器在上述直方图中的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ 小于1.4%。

[0146] 由此,能够抑制反射器中的电极指间距 $P(k)$ 的制造偏差,因此能够使由反射器的谐振动作规定的通带外的衰减极稳定。

[0147] 此外,也可以是,多个IDT电极中的一个IDT电极在上述直方图中的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ 为1.4%以上,上述多个IDT电极中的其它IDT电极在上述直方图中的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差小于1.4%。

[0148] 由此,通过仅将对衰减特性影响大的IDT电极设为不规则间距,从而能够改善衰减特性,通过将其它IDT电极设为规则间距,从而能够抑制由制造偏差造成的特性劣化。

[0149] 此外,也可以是,多个IDT电极各自在上述直方图中的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差 $SD$ 小于1.4%,反射器在上述直方图中的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差为1.4%以上。

[0150] 由此,能够抑制IDT电极中的电极指间距的制造偏差,因此能够使通带中的插入损耗稳定。

[0151] 此外,也可以是,弹性波滤波器41具备:基板60,具有压电性;滤波器电路43,设置于基板60,与输入输出端子110以及120连接,包含弹性波谐振器,将第1频带作为通带;以及纵向耦合谐振器42,设置于基板60,具有在弹性波传播方向上排列设置的多个IDT电极42a以及42b,与输入输出端子110、输入输出端子120以及将输入输出端子110和输入输出端子120连结的路径中的至少任一者连接,生成相位相对于通过滤波器电路43的第1频带以外的给定的频带的信号分量不同的信号,IDT电极42a以及42b包含多个电极指,该多个电极指在与弹性波传播方向交叉的方向上延伸,且配置为相互平行,IDT电极42a以及42b中的至少一个在上述直方图中的间距偏差率 $D(k)$ 的标准偏差为1.4%以上。

[0152] 由此,能够增大滤波器电路43中的给定的衰减频带的衰减量,且能够使该衰减频带中的衰减量变大的频带变宽。

[0153] 此外,本实施方式涉及的多工器100具备:公共端子160;弹性波滤波器40,具有输入输出端子110以及120;以及滤波器50,具有输入输出端子140以及150,通带与弹性波滤波器40不同,公共端子160与输入输出端子110以及140连接。

[0154] 由此,能够提供提高了弹性波滤波器40和滤波器50的隔离度特性的多工器100。

[0155] (其它变形例等)

[0156] 以上,列举实施方式以及实施例对本发明涉及的弹性波滤波器以及多工器进行了说明,但是本发明的弹性波滤波器以及多工器并不限于上述实施方式以及实施例。将上述实施方式以及实施例中的任意的构成要素组合而实现的其它实施方式、在不脱离本发明的主旨的范围内对上述实施方式以及实施例施加本领域技术人员想到的各种变形而得到的变形例、内置了上述实施方式以及实施例中的弹性波滤波器以及多工器的各种设备也包含于本发明。

[0157] 例如,在上述实施方式以及实施例中,作为多工器,例示了应用于LTE的Band26的双工器,作为弹性波滤波器,例示了应用于LTE的Band8的接收用滤波器,但是本发明还可应用于LTE的Band8以及Band26以外的通信频段。此外,上述多工器不仅能够应用于双工器,对于将三个滤波器公共连接于天线的三工器、将三个双工器在公共端子处进行公共连接的六工器等,也能够应用。也就是说,上述多工器只要具备两个以上的滤波器即可。

[0158] 此外,本发明涉及的多工器并不限于具备发送用滤波器以及接收用滤波器这两者的结构,也可以是仅具备多个发送用滤波器或者仅具备多个接收用滤波器的结构。

[0159] 此外,在上述实施方式以及实施例中的弹性波滤波器以及多工器中,也可以在对附图所公开的各电路元件(以及部件)以及信号路径进行连接的路径之间插入有其它电路元件以及布线等。

[0160] 产业上的可利用性

[0161] 本发明能够作为在要求通带内的低损耗以及通带外的高衰减的无线通信终端的前端使用的收发滤波器以及多工器而广泛利用。

[0162] 附图标记说明

- [0163] 1:纵向耦合谐振器;
- [0164] 2:天线;
- [0165] 3:电感器;
- [0166] 10、10A、20:纵向耦合谐振部;
- [0167] 11、12、13、14、15、21、22、23、24、25、42a、42b:IDT电极;
- [0168] 11a、11b、12a、12b、13a、13b、14a、14b、15a、15b、21a、21b、22a、22b、23a、23b、24a、24b、25a、25b:梳形电极;
- [0169] 19A、19B、29A、29B:反射器;
- [0170] 31s、32s、33s、34s、51s、52s、53s、54s:串联臂谐振器;
- [0171] 31p、32p、33p、34p、51p、52p、53p:并联臂谐振器;
- [0172] 40、40A、41:弹性波滤波器;
- [0173] 42:纵向耦合谐振器;
- [0174] 43:滤波器电路;
- [0175] 50、51:滤波器;
- [0176] 60:基板;
- [0177] 100、200:多工器;
- [0178] 110、120、140、150:输入输出端子;
- [0179] 130:端子;
- [0180] 160:公共端子;
- [0181] D:间距偏差率;
- [0182] Fe:电极指;
- [0183] P:电极指间距;
- [0184] PM:区间平均电极指间距;
- [0185] PT:整体平均电极指间距;
- [0186] SD:标准偏差。

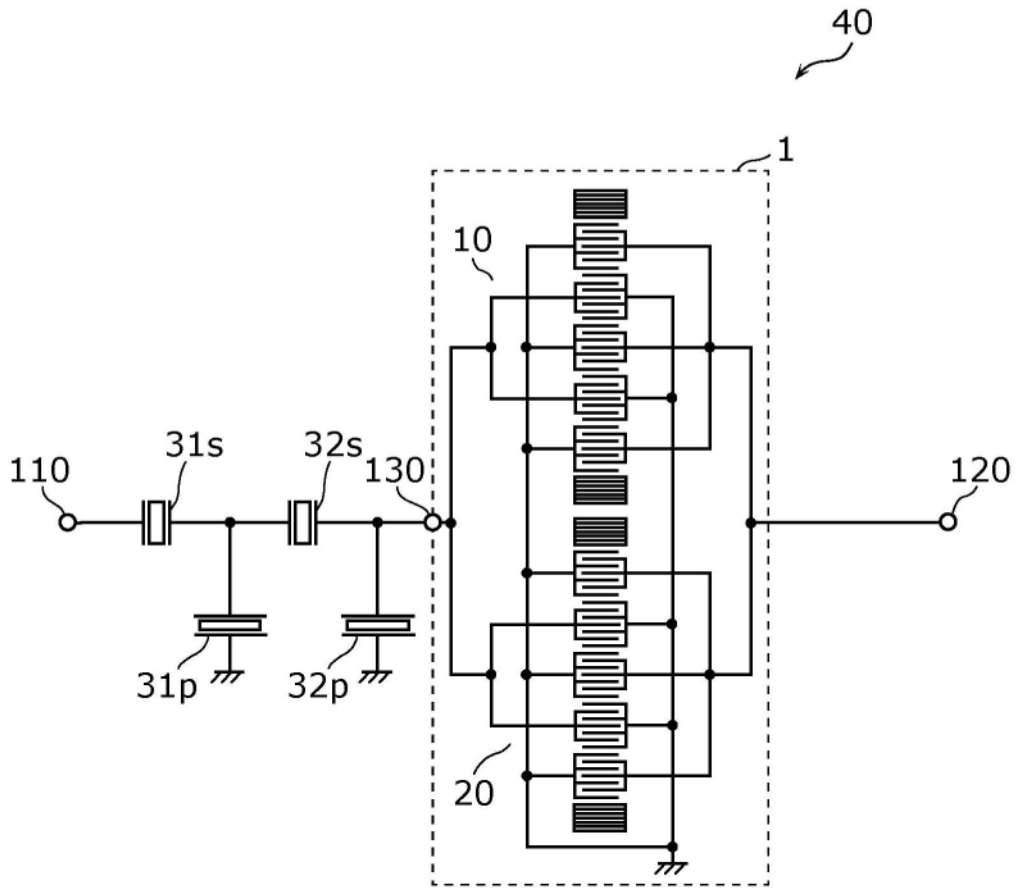


图1

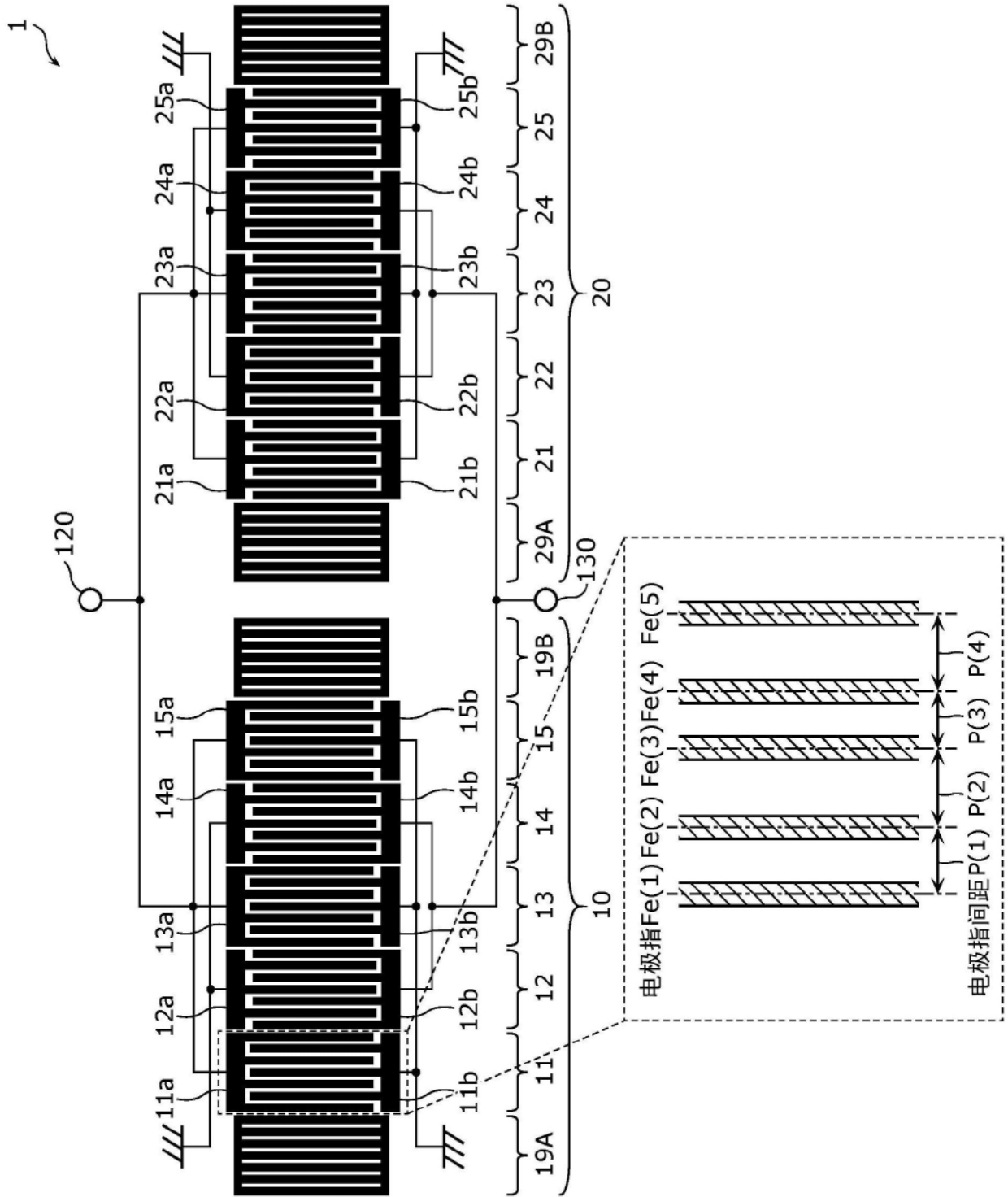


图2

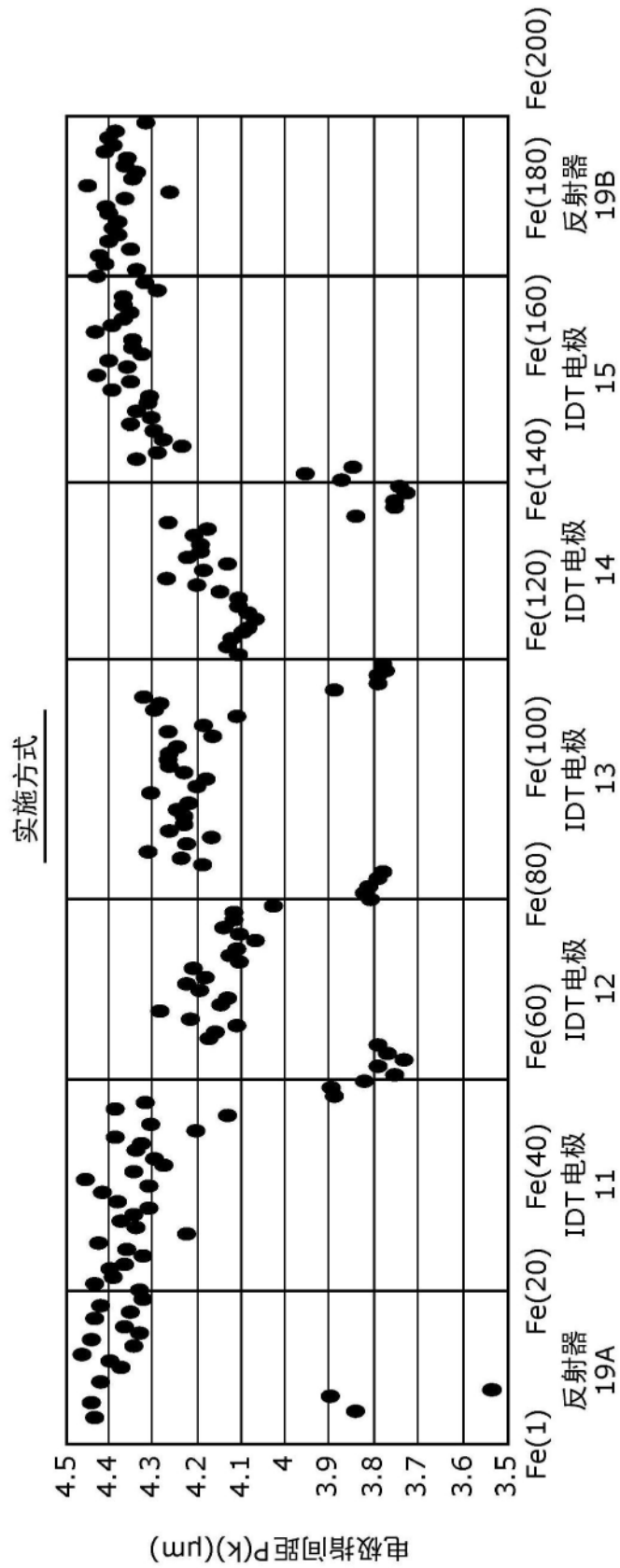


图3

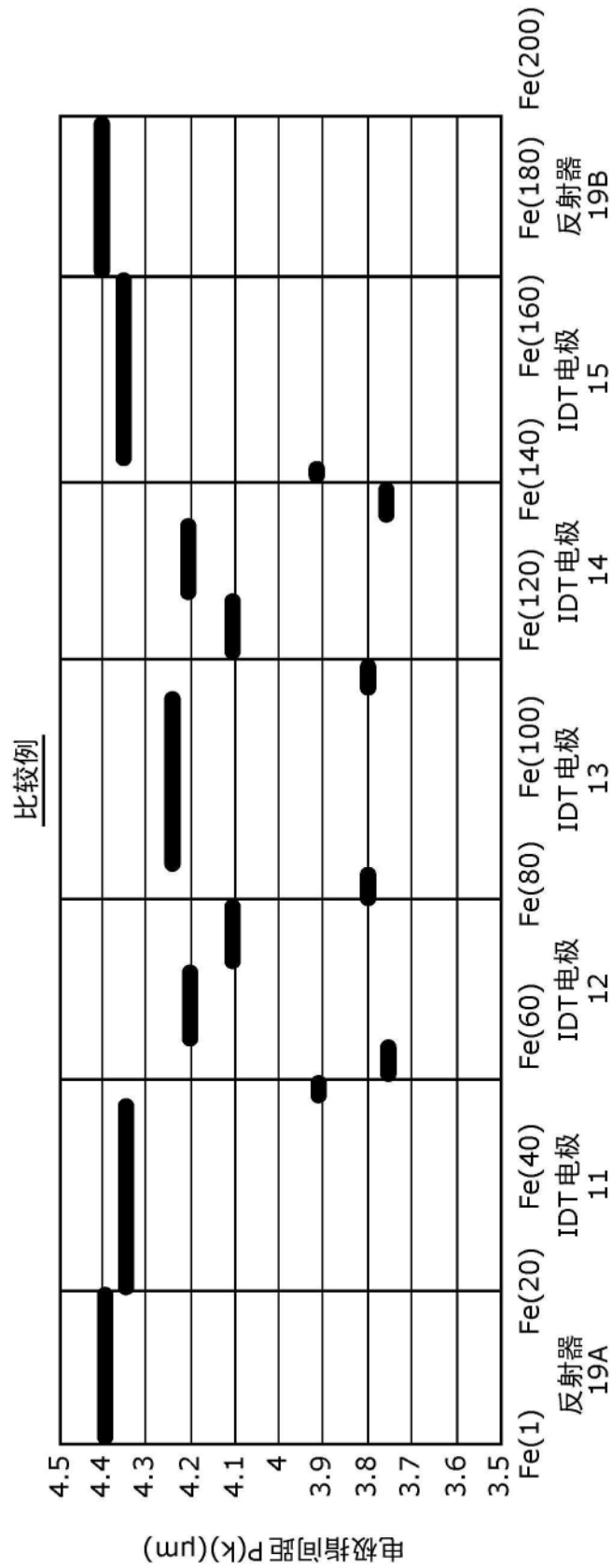


图4

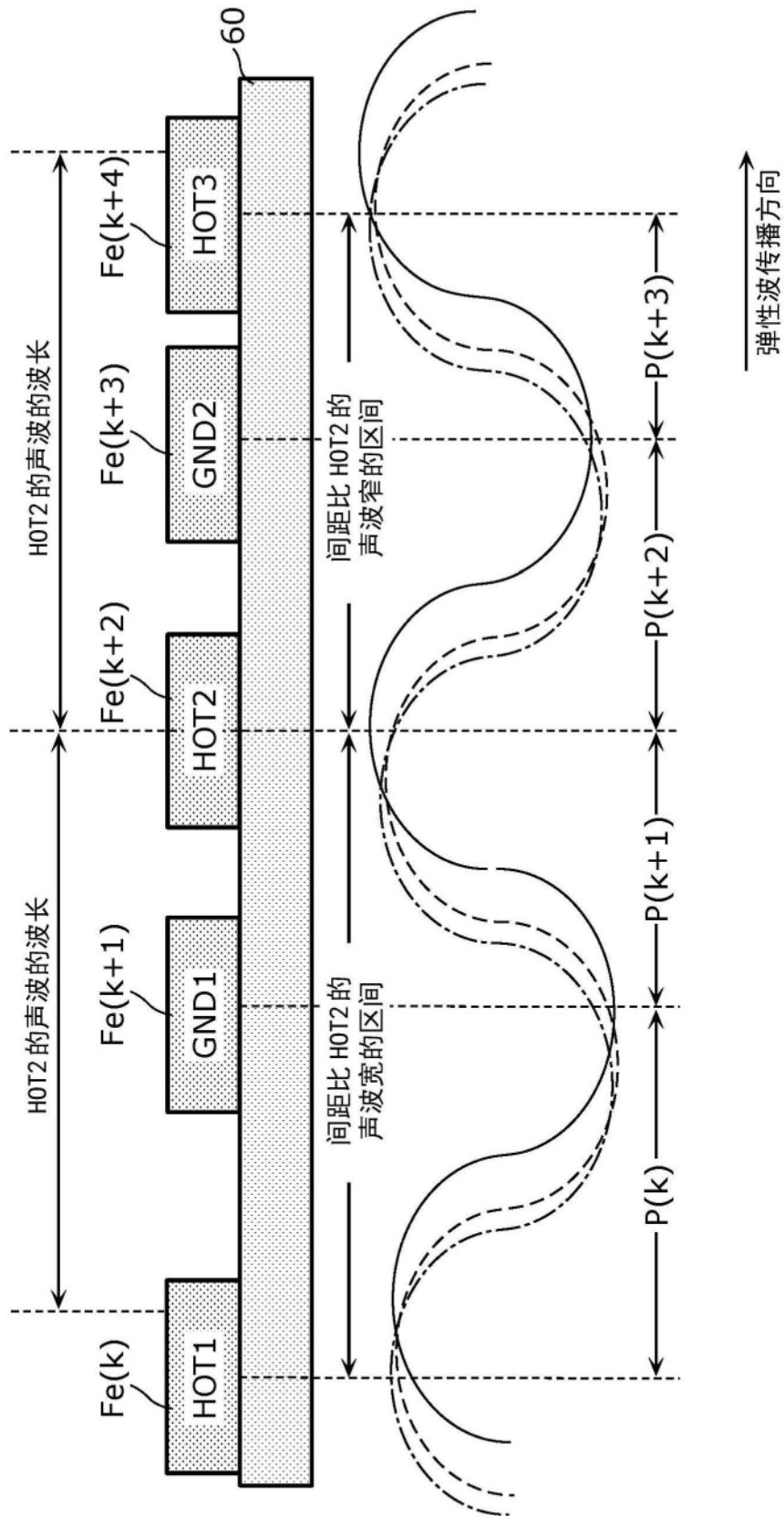
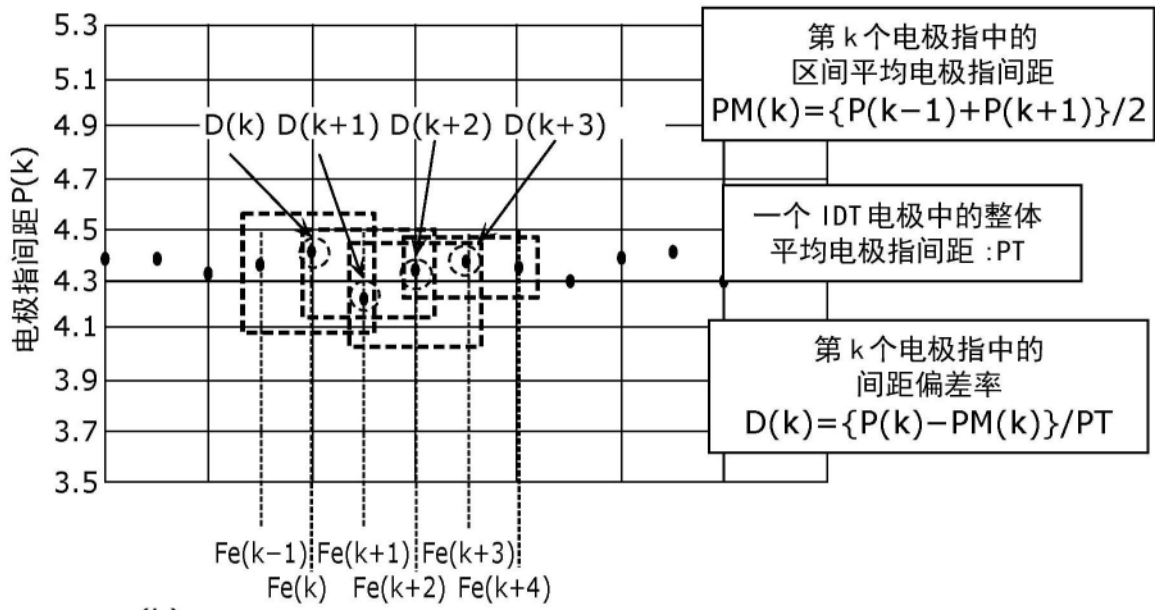
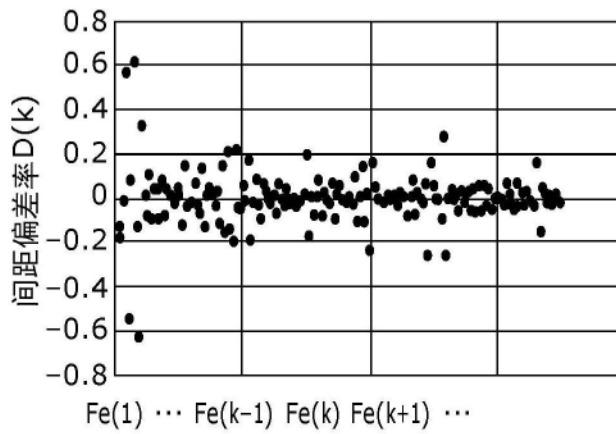


图5

(a)



(b)



(c)

间距偏差率的直方图

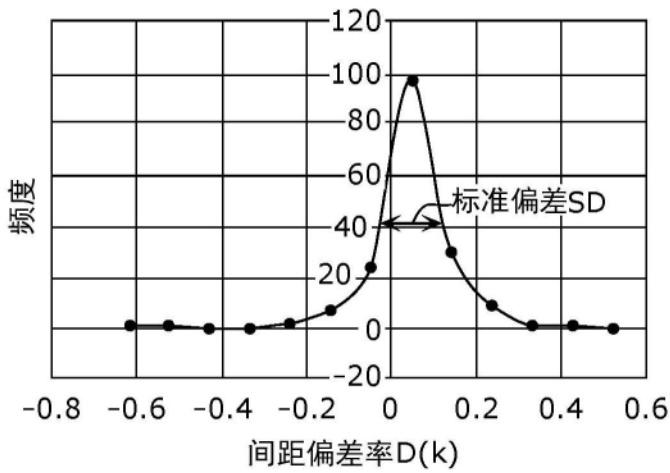


图6

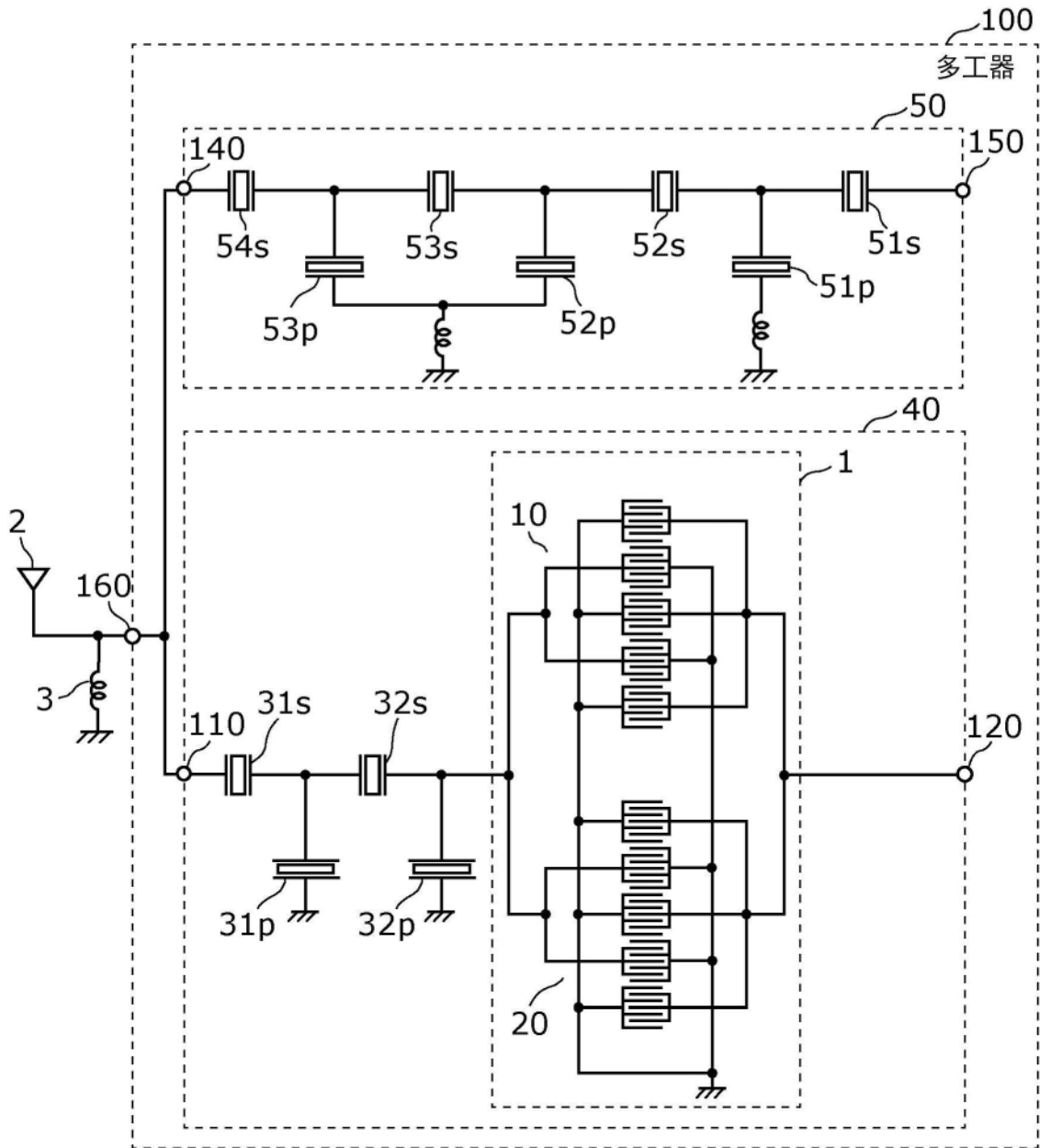


图7

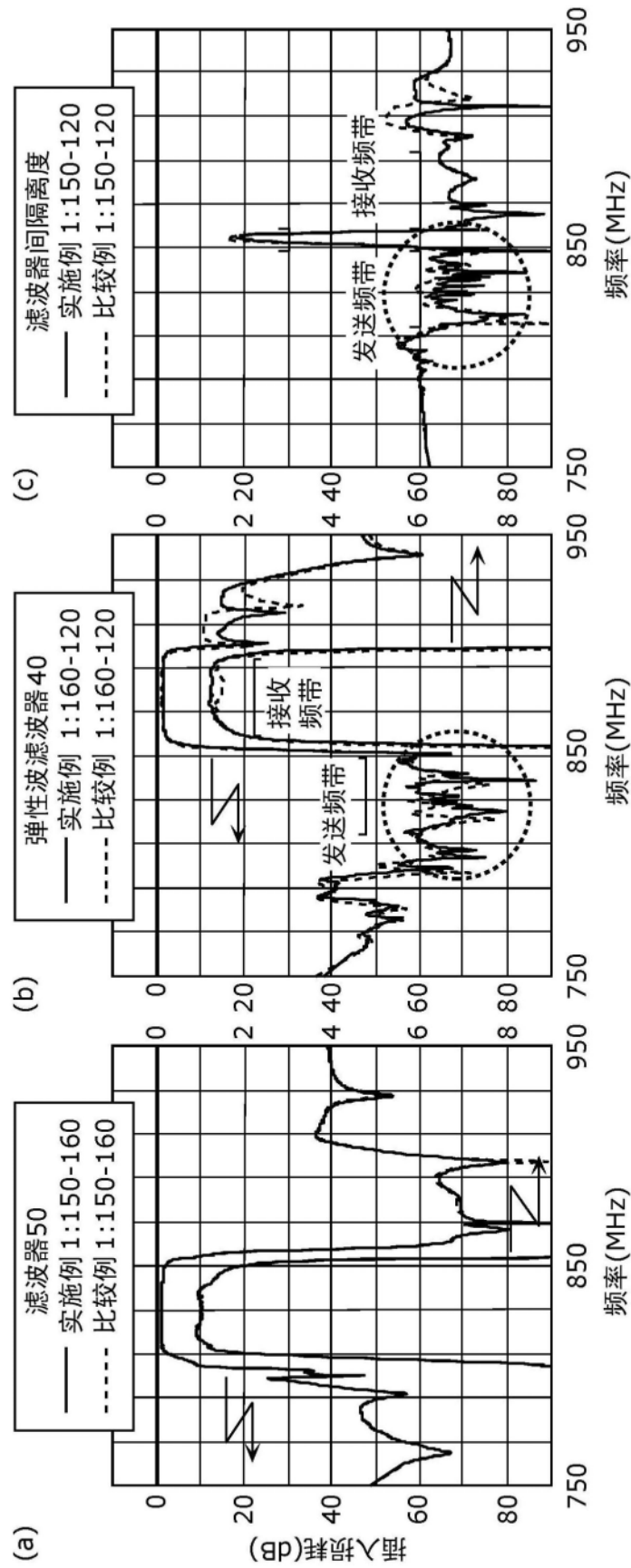


图8

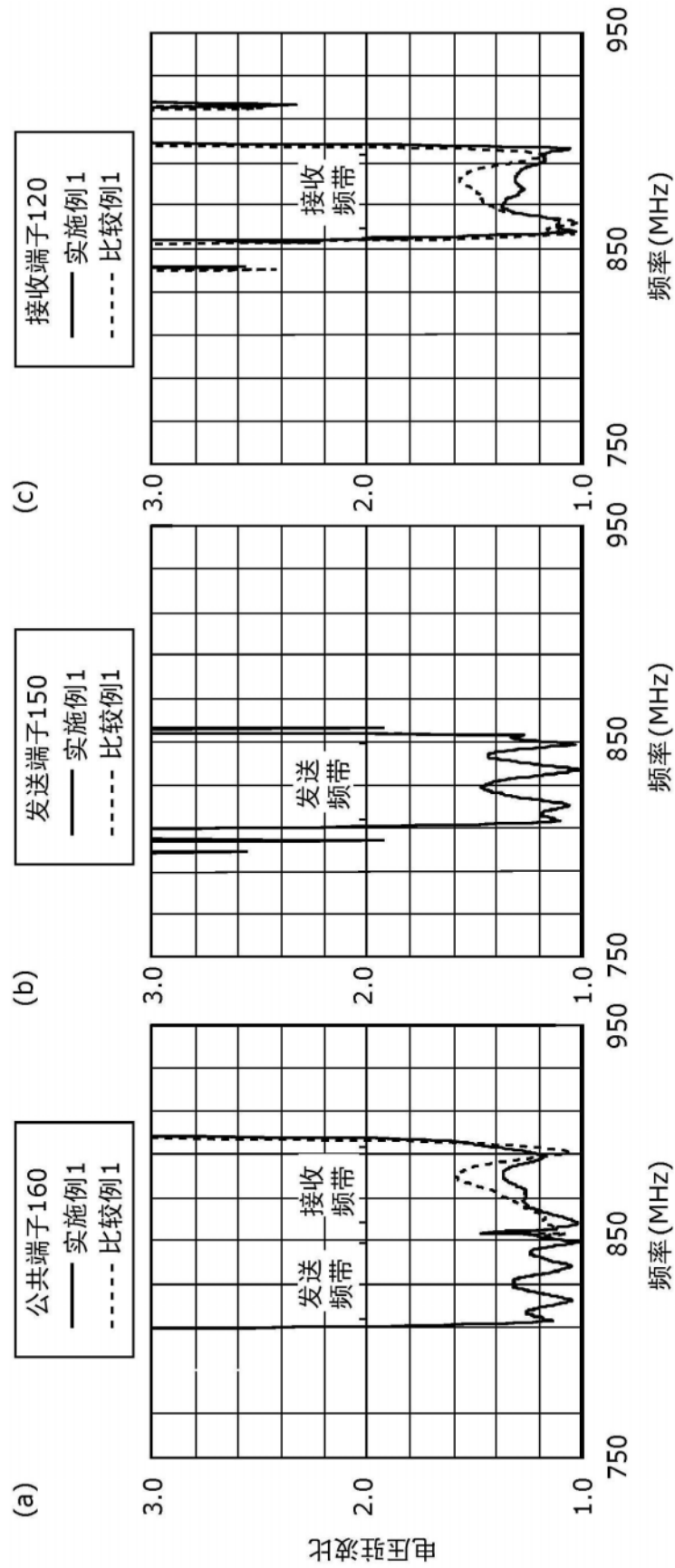


图9

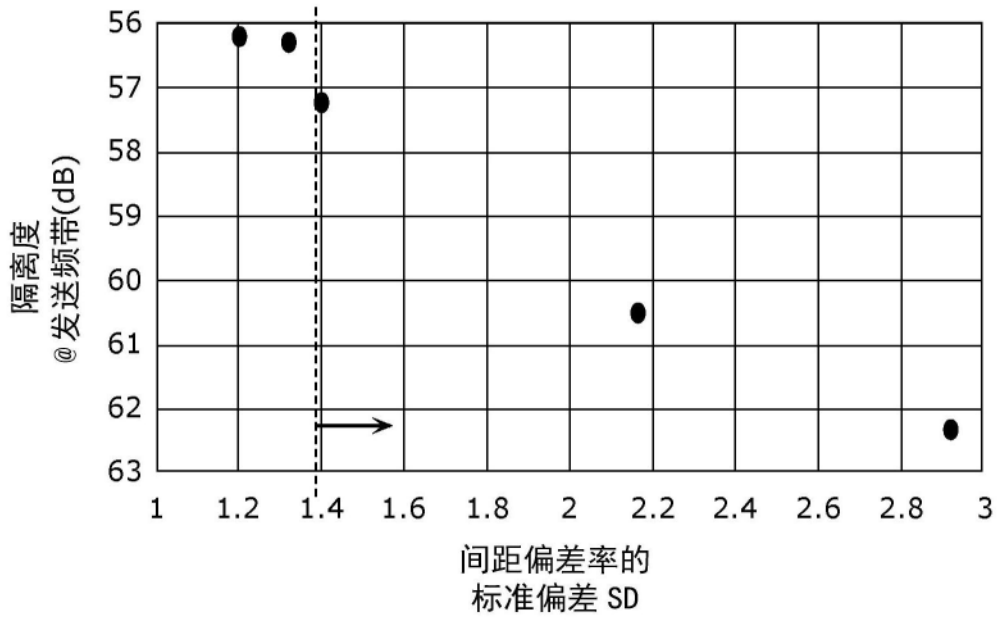


图10

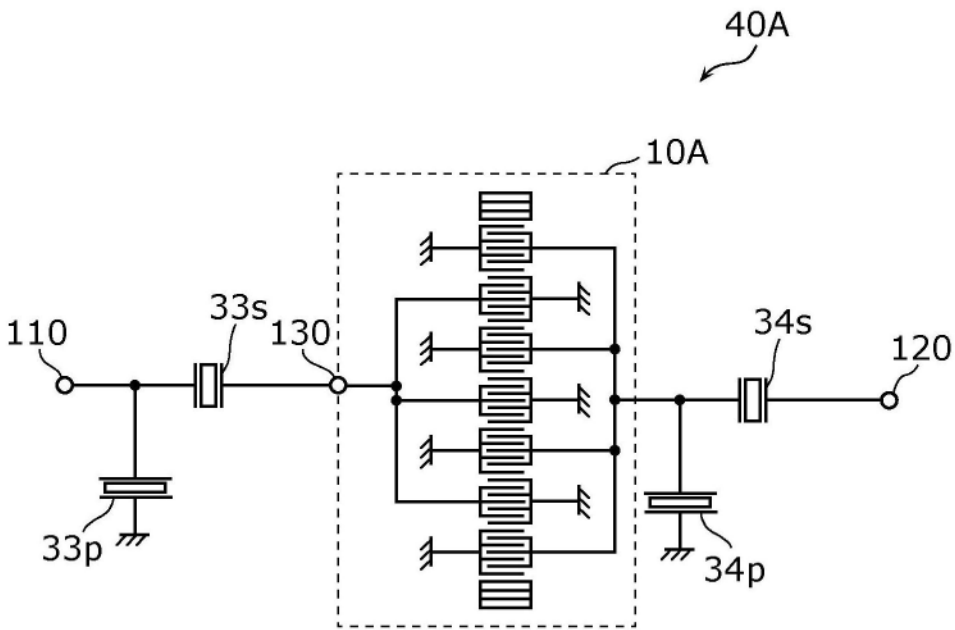


图11A

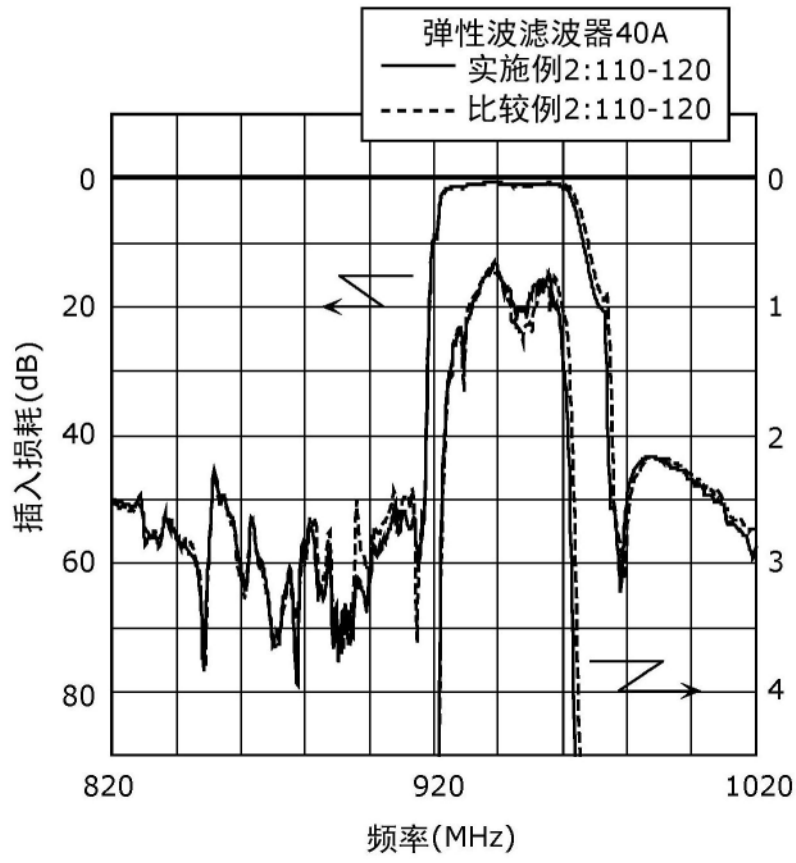


图11B

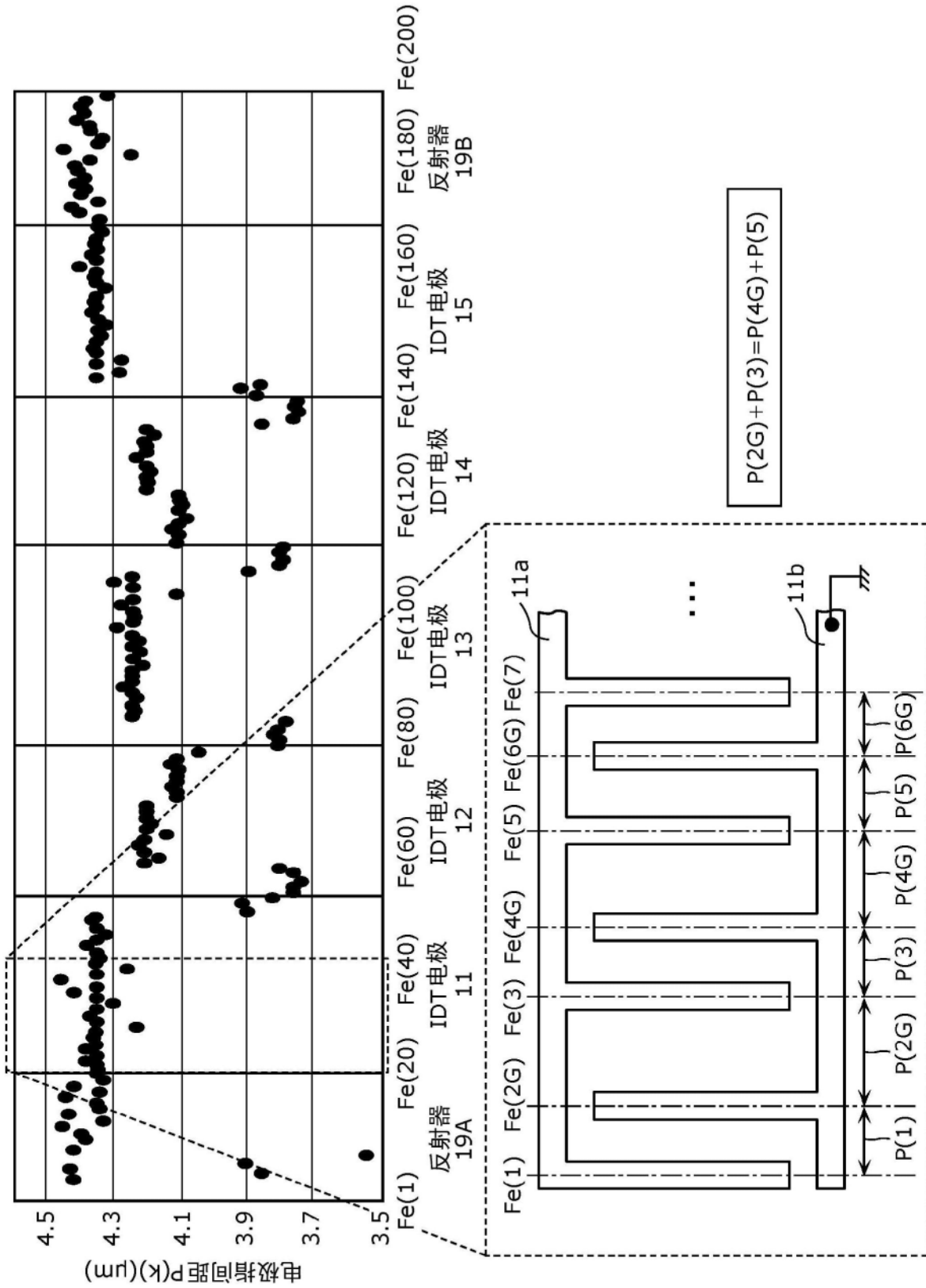


图12A

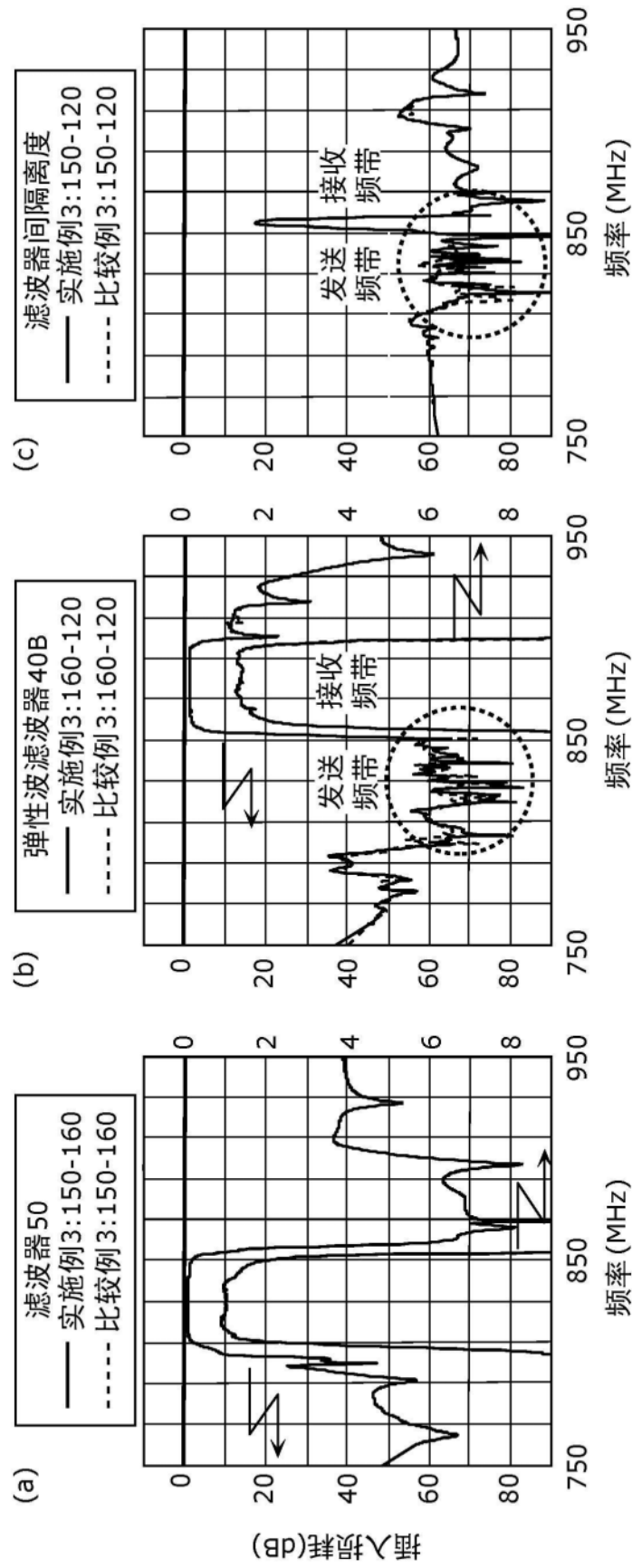


图12B

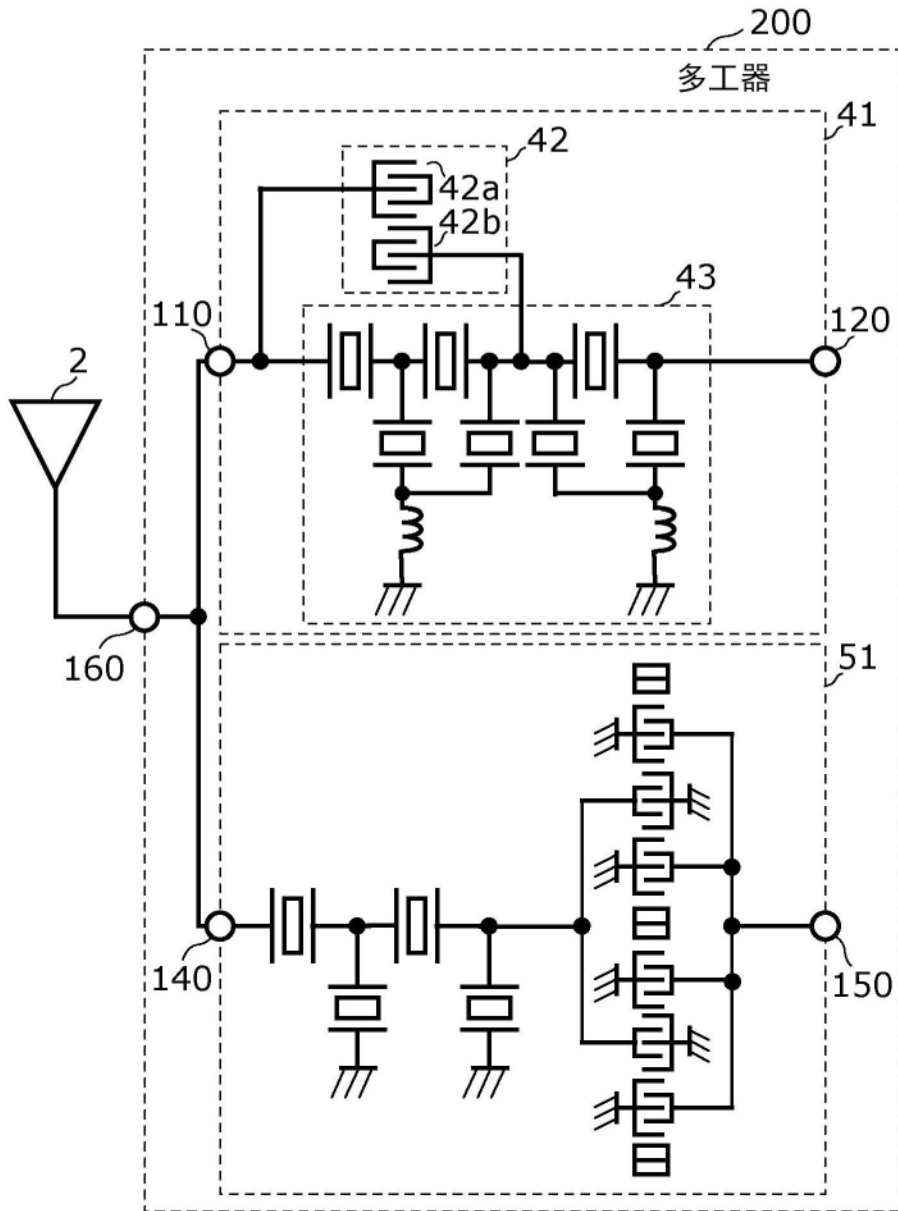


图13

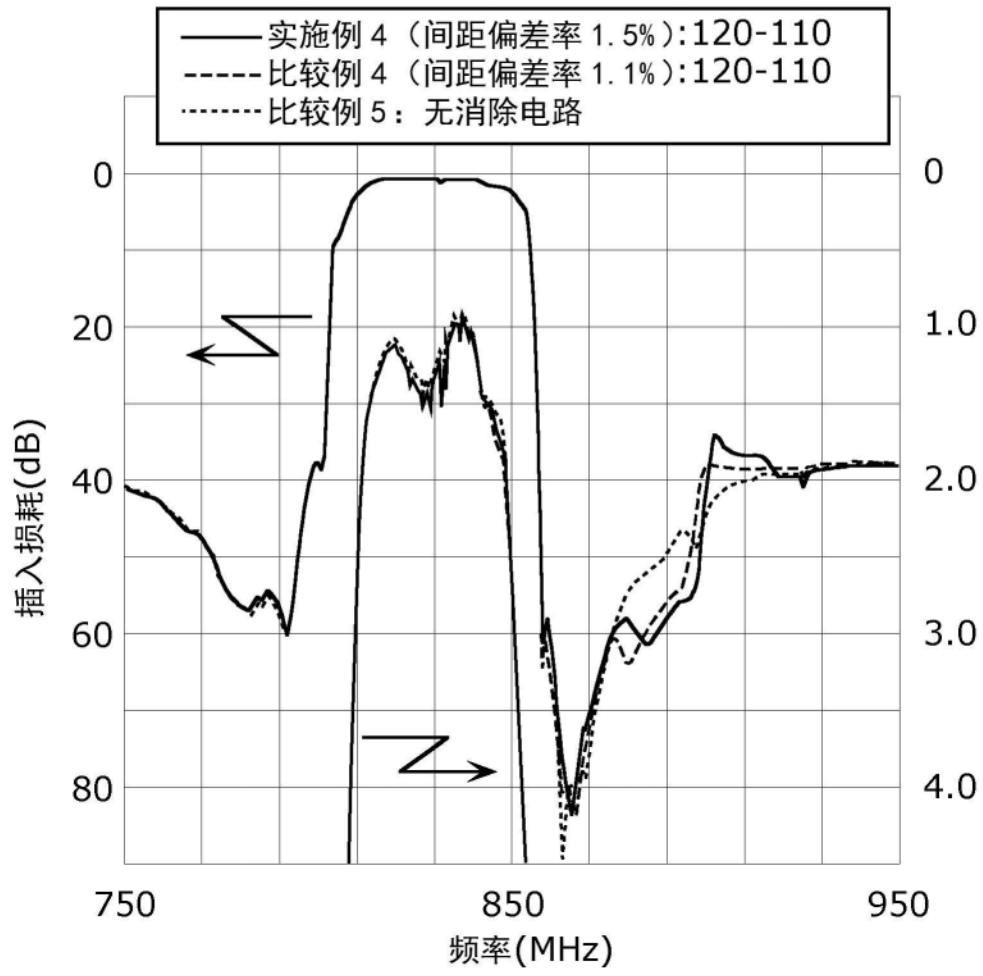


图14